2024

PC カンファレンス

論文集

より良い世界のための
新たな教育を目指して

開催日：2024 年 8 月 17 日(土)、18 日(日)、19 日(月)

会場：東京都立大学 南大沢キャンパス

◆口頭発表1　8月18日(日)　9：30－11：45【U-18】

1-A 【会場】 1号館 101	テーマ	U-18（司会：菅谷 克行/茨城大学）				
	時間	9：30－9：45	9：50－10：05	10：10－10：25	10：30－10：45	10：50－11：05
	発表順	1-A-1	1-A-2	1-A-3	1-A-4	1-A-5
	氏名	石井　奏翔	稲本　遥	松尾　桜歌	鈴木　真帆	生松　祐里乃
	所属機関	北海道函館中部高等学校	聖徳学園高等学校　三学年	聖徳学園中学・高等学校	聖徳学園中学・高等学校3年	聖徳学園中学・高等学校／高校3年
	タイトル	QRコードと顔認証を用いた遅刻管理システムの開発	ルワンダの識字率向上に向けた活動とその展望	地域と学生団体の関わり	社会貢献を目指した、高校生ボランティアのあり方における一考察	自己同一性を確立するための居場所づくり

1-A 【会場】 1号館 101	テーマ	U-18（司会：菅谷 克行/茨城大学）	
	時間	11：10－11：25	11：30ー11：45
	発表順	1-A-6	1-A-7
	氏名	國永　憩	小西　健太
	所属機関	神奈川県立横須賀高等学校2年	京都橘高等学校
	タイトル	IT・ICTを活用した教育問題の解決ー授業用スライド作成時の負担軽減についてー	ChatGPTを用いた重要語句の思考連鎖による複数文書要約

◆口頭発表2　8月18日(日)　9：30－11：55

2-A **【会場】1号館 102**	テーマ	大学教育のあり方（司会：松波 紀幸/帝京大学）				
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25	11：30－11：55
	発表順	2-A-1	2-A-2	2-A-3	2-A-4	2-A-5
	氏名	古性　隼都	浅本　紀子	小林　昭三	筒井　洋一	木村　修平
	所属機関	東海大学工学研究科電気電子工学専攻	お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系	新潟大学教育学部	大谷大学	立命館大学
	タイトル	オンデマンド教育を提供する基盤システムの開発	PRTを利用するオンラインテストの作成支援	創立150年官立新潟学校の理数工教育創生時の実態解読とその能動学習的な再構成	危機対応時に備えた対面授業ー対面授業から、ハイブリッド授業への転換ー	アフターコロナに大学教員の仕事はどう変化したか？ーオンライン授業実施状況を中心に

2-B **【会場】1号館 103**	テーマ	AIの教育的活用（司会：竹内 光悦/実践女子大学）				
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25	11：30－11：55
	発表順	2-B-1	2-B-2	2-B-3	2-B-4	2-B-5
	氏名	増山　一光	小川　健	安田　伸一	香西　佳美	吉嶺　加奈子
	所属機関	神奈川県立相原高等学校	専修大学（経済学部）	佐賀大学	立命館大学 教育開発推進機構	防衛大学校
	タイトル	高校生を対象とした生成AIによる情報セキュリティ教育の検討	生成系AIに指定の答えを出させるための誘導を考えさせる問題の活用と注意点	情報リテラシーにおける生成ＡＩの扱い	高等教育における実践知の導出と共有を支援するAIシステムの設計原理に関する考察	パイロット版AI表情解析システムを用いた感情推察の精度検証における課題

2-C **【会場】1号館 104**	テーマ	語学教育・FD（司会：松下 慶太/関西大学）			
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25
	発表順	2-C-1	2-C-2	2-C-3	2-C-4
	氏名	田邉　鉄	黒田　史彦	髙尾　郁子	樋口　直樹
	所属機関	北海道大学	東京都立大学	京都薬科大学	大学生協事業連合九州地区
	タイトル	DHR人材の養成プログラム	日本語学習アドバイザー研修リソースの開発に向けて	教育実践コミュニティにおける実践知の共有－パターン・ランゲージの開発を通じて－	電子辞書ビューアDICTOOLと語学学習と私

2-D **【会場】1号館 105**	テーマ	電子教科書・デジタル教材（司会：角南 北斗/フリーランス）			
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25
	発表順	2-D-1	2-D-2	2-D-3	2-D-4
	氏名	瀬良　兼司	金山　直博	土肥　紳一	阿部　一晴
	所属機関	近畿大学	株式会社NTT EDX	東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科	京都光華女子大学 キャリア形成学部
	タイトル	電子教科書システムを活用したディスカッション及びプレゼンテーションの実践	高等教育機関におけるデジタル教科書の利用前後の学生評価と行動変化	電子教科書「ためしながら学ぶＣ言語」を活用した受講者の声と今後の出版について	AIリテラシー基礎科目授業の副教材としてのクラウド型デジタル教材の活用

◆口頭発表3　8月18日(日)　15：00－17：25

3-A **【会場】1号館102**	テーマ	プログラミング教育（司会：熊澤 典良/鹿児島大学）				
	時間	15：00－15：25	15：30－15：55	16：00－16：25	16：30－16：55	17：00－17：25
	発表順	3-A-1	3-A-2	3-A-3	3-A-4	3-A-5
	氏名	石川　高行	北島　茂樹	角南　北斗	箕原　辰夫	箕原　辰夫
	所属機関	大阪国際大学	明星大学	フリーランス	千葉商科大学政策情報学部	千葉商科大学政策情報学部
	タイトル	programming 学習初期から理想的な開発様式を提供する仕組みについて	プログラミング学習環境における能動的推論の活用とその評価	ノーコード開発における設計をどう教えるか	Dartを用いたプログラミング教育について	AppleScript/Smile2による数値解析プログラミング教育について

3-B **【会場】1号館103**	テーマ	アクティブ・ラーニング (1)（司会：柴田 直美/日本女子大学附属高等学校）				
	時間	15：00－15：25	15：30－15：55	16：00－16：25	16：30－16：55	17：00－17：25
	発表順	3-B-1	3-B-2	3-B-3	3-B-4	3-B-5
	氏名	赤間　洸太	佐久間　大	菅井　悠人	纐纈　潤大	小野田　哲弥
	所属機関	東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻	東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻	東北学院大学大学院工学研究科	東京理科大学	産業能率大学 情報マネジメント学部
	タイトル	アーバンキャンパス化が及ぼす学生の学習態度への影響	学力平均化されたグループ学習における機械設計学の成績比較	内面的要素によるグループワーク及び発表成果への影響に関する研究	PCゲームを活用したプロジェクトマネジメント演習による協働的問題解決の実践	新NISA元年、学びも貯蓄型から投資型へ。

3-C **【会場】1号館104**	テーマ	小中高の情報教育（司会：興治 文子/東京理科大学）				
	時間	15：00－15：25	15：30－15：55	16：00－16：25	16：30－16：55	17：00－17：25
	発表順	3-C-1	3-C-2	3-C-3	3-C-4	3-C-5
	氏名	船木　麗央	加藤　浩治	相澤　崇	寺尾　敦	綾　皓二郎
	所属機関	大阪教育大学大学院 教育学研究科	平成国際大学	都留文科大学情報センター	青山学院大学	大学生協みやぎインターカレッジコープ
	タイトル	アカウントロールに非依存な教師向け学習ダッシュボードの検証と改善	小学生のICT機器利用状況調査による意識と健康に関する研究	中学校技術科「情報の技術」と高等学校共通教科「情報Ⅱ」における重要語句の共通性	共通テスト「情報」プログラミング問題の解決に必要な知識ー発話プロトコル分析ー	高校情報科「情報I」検定済教科書のレビューとプログラミング教育の在り方

3-D **【会場】1号館105**	テーマ	学習環境デザイン（司会：飯吉 透/京都大学）			
	時間	15：00－15：25	15：30－15：55	16：00－16：25	16：30－16：55
	発表順	3-D-1	3-D-2	3-D-3	3-D-4
	氏名	仲田　秀	長岡　健	妹尾　堅一郎	若林　靖永
	所属機関	なし	法政大学	NPO法人産学連携推進機構	佛教大学
	タイトル	コロナを乗り越えて、大学生協の価値をもう一度考える。・・・・	実践と学習のグラデーションに着目したPBLのデザイン	「知識獲得と知識創出」を再考する ～社会人教育研修における互学互修の論点群～	『コンピュータ＆エデュケーション』にみる「コンピュータ利用教育」の再検討

◆口頭発表4　8月19日(月)　9：30－11：25

4-A **【会場】1号館102**	テーマ	統計教育（司会：小野田 哲弥/産業能率大学）			
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25
	発表順	4-A-1	4-A-2	4-A-3	4-A-4
	氏名	竹内　光悦	鵜沼　拓也	岡部　格明	来栖　正利
	所属機関	実践女子大学	東京都立両国高等学校附属中学校	同志社大学	流通科学大学
	タイトル	Contest-Based Learningを用いた統計・データサイエンス教育	議論することを中心とした統計教育 -ヒストグラムの意味理解を目指して-	大規模私立総合大学における生成AIを用いたデータサイエンス・AI教育	データ･アナリティクスに対応した科目導入と既存科目との調整問題

4-B **【会場】1号館103**	テーマ	アクティブ・ラーニング (2)（司会：畠山 久/東京工業大学）			
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25
	発表順	4-B-1	4-B-2	4-B-3	4-B-4
	氏名	笠倉　知弥	荒井　健	倉茂　友杜	長澤　直子
	所属機関	武蔵野大学	武蔵野大学	茨城大学人文社会科学部現代社会学科	京都先端科学大学
	タイトル	学部におけるアントレプレナーシップ教育の定着度に関する研究	武蔵野EMCのカリキュラムとアントレプレナーシップ等の成長実感に関する研究	メタバースの教育活用における可能性と課題	続・BYOD環境でのPC授業における問題点の整理－近未来における小中高からの接続

4-C **【会場】1号館104**	テーマ	高校情報教育とその先（司会：河口 紅/一般社団法人さんぴぃす）			
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55	11：00－11：25
	発表順	4-C-1	4-C-2	4-C-3	4-C-4
	氏名	木崎　悟	小河　智佳子	姉川　正紀	天野　徹
	所属機関	北海道情報大学	広島修道大学 経済科学部	中村学園大学 流通科学部流通科学科	明星大学人文学部
	タイトル	高等学校（情報）教員資格認定試験の考察	文系学生を対象とした高等学校情報科での知識習得の現状－2024年度の結果と傾向－	弱い外発的動機づけを導入した授業における 文系大学生のタイピング能力の変化	ユビキタス分析環境が拓く「文系からの文理融合型人材育成」の可能性

4-D **【会場】1号館105**	テーマ	教材開発（司会：鳥居 隆司/椙山女学園大学）		
	時間	9：30－9：55	10：00－10：25	10：30－10：55
	発表順	4-D-1	4-D-2	4-D-3
	氏名	藤田　恭平	菅波　淳之介	篠田　有史
	所属機関	金沢工業大学	金沢工業大学	甲南大学全学共通教育センター
	タイトル	映像内テロップ字幕要約技術による教育応用	画像認識を用いた屋外での星座学習の提案	全学向けオンデマンド学習コースにおける「学びのスタイル」とメタ認知の調査と分析

◆ポスター発表　立会時間　8月18日（日）13：40－14：40（会場：6号館ホール）

No.	氏名	所属機関	タイトル
1	小泉 明日海	三重大学工学研究科	Jolly Phonics Assessment Testのデジタル化
2	宮崎 壮麻	三重大学	テスト駆動開発手法によるプログラミング演習
3	坂口 豪	三重大学	フォトレジスタアレイを用いた学生の姿勢判別 ―周囲の照度の影響に関する検討―
4	鈴木 康平	三重大学	多人数演習において多くの学習者が自信を持てない箇所の検出・集計
5	堺谷 天詩	お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース	MASを用いた災害時における最適な避難経路の提案
6	小峯 玲奈	お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース	踏切道の交通渋滞問題における改善策のMASを用いた効果の検討
7	石切山 大	常葉大学大学院	小学校教員の校務に対するICT活用への積極性と負担感の関係性の分析
8	岡野 健人	千葉大学大学院	生成AIを活用した歌詞創作授業の試み
9	松嶋 駿	九州大学大学院人間環境学府	地方部のデジタルユースワーク拠点におけるプロボノの教育観に関する一考察
10	岩居 弘樹	大阪大学サイバーメディアセンター	「世界の言葉プロジェクト」 －学習成果ビデオから見た発音指導の課題－
11	大前 智美	大阪大学サイバーメディアセンター	複言語学習のススメ　－文字講座を通した音と文字の学び方－
12	簡 珮鈴	九州大学	VRを活用した新たなeラーニング中国語教材の開発ー語学学習の未来像ー
13	松浦 敏雄	大阪公立大学	問題の作成から試験の実施・採点までを支援する簡易CBTシステムの提案
14	神山 博	青森公立大学	反転型基礎情報科目における実習スキル向上の課題とコンピュータ適応型テストの活用
15	鳥居 隆司	椙山女学園大学	表面実装部品を用いたライントレーサ教材 ―情報科指導法における教材研究への活用ー
16	桑名 杏奈	和洋女子大学	スキルレベルの異なる学習者が集うコンピュータ授業における取組
17	米満 潔	国立大学法人　佐賀大学	360度カメラとタブレット端末を活用した多様な看護系教材制作手法の検討
18	齊藤 勝	帝京平成大学	協働場面におけるタブレット端末の利活用が児童の学習意欲に及ぼす影響の検討
19	占部 弘治	新居浜工業高等専門学校電子制御工学科	プログラミング導入教育におけるビジュアルプログラミング環境を用いた教材の検討
20	土屋 孝文	中京大学工学部	なぞれるけれどプログラムにできない - コーディングの支援に向けて

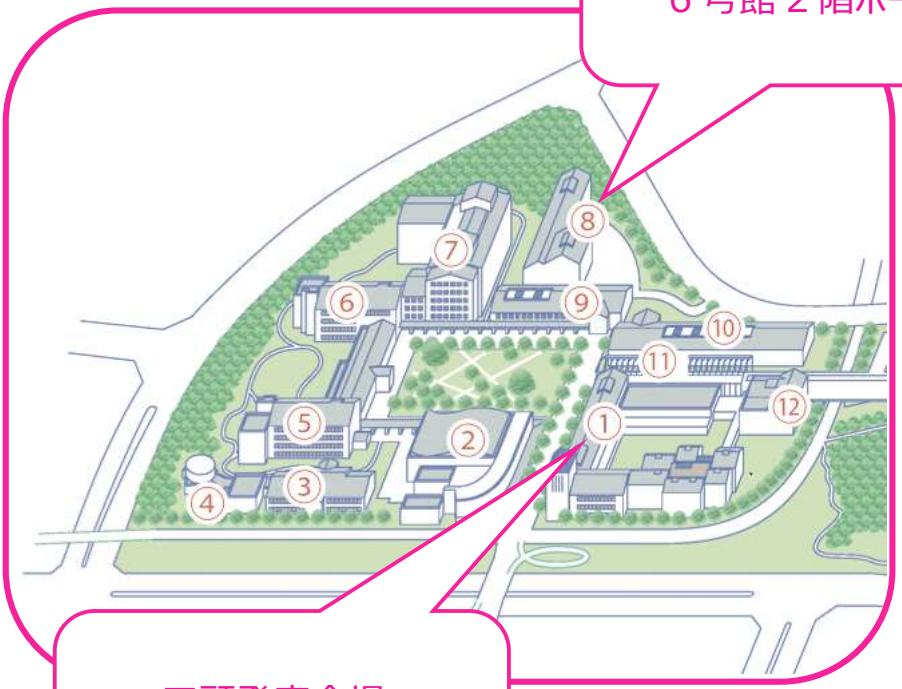
キャンパスマップ

南大沢キャンパス

■人文社会学部　■法学部　■経済経営学部　■理学部　■都市環境学部
■システムデザイン学部（主に 1.2 年次）　■健康福祉学部（1 年次）

①1 号館 教室棟
東京都立大学管理部（教務課・学生課）
② 講堂
③2 号館 都市環境学部 都市政策科学科／東京都立大学プレミアム・カレッジ事務局
④ 91年館 学芸員養成課程展示室
⑤3 号館 経済経営学部
⑥4 号館 法学部
⑦5 号館 人文社会学部
⑧6 号館 教室棟
⑨本部棟 総務部、東京都立大学管理部アドミッション・センター（入試課）
⑩7 号館 東京都立大学管理部（キャリア支援課・健康支援センター〈学生相談室・保健室〉）
⑪ インフォメーションギャラリー
⑫ AV 棟
⑬ 生協購買書籍部
⑭ 学生ホール
⑮ 生協食堂
⑯ 図書館本館　ダイバーシティ推進室
⑰ 情報処理施設
⑱ 牧野標本館
⑲ 牧野標本館 別館 TMUギャラリー
⑳ 国際交流会館
㉑ RI 研究施設
㉒ 飼育棟
㉓ 8号館 理学部／都市環境学部
㉔ 9号館 理学部／都市環境学部／システムデザイン学部（電子情報システム・機械システム）
㉕ 11 号館 教室棟
㉖ 12 号館 教室棟
㉗ フロンティア研究棟
㉘ 10 号館 実験棟
㉙ 環境保全施設
㉚ 総合飼育実験棟
㉛ 栄養・食品科学／生体機械工学研究棟
㉜ カフェテリア館
㉝ 温室・実験圃場
㉞ 13号館
㉟ プロジェクト研究棟
㊱ 多目的運動場
㊲ 学生寮
㊳ 陸上競技場
㊴ 屋内温水プール
㊵ 体育館
㊶ サークル棟
㊷ テニスコート
㊸ 球技場
㊹ 和・洋弓場
㊺ 野球場





ポスター発表会場：
6 号館 2 階ホール

口頭発表会場：
1 号館 1 階 101～105

2024PC カンファレンス分科会発表論文集 目次

※タイトル/氏名/所属機関名は応募時(2024 年 4 月 30 日)のものです

◆口頭発表 1　8 月 18 日(日)　9：30－11：45【U-18】

テーマ：U-18（司会：菅谷 克行/茨城大学　会場：1 号館 101）

■1-A-1
QR コードと顔認証を用いた遅刻管理システムの開発……18
石井 奏翔（北海道函館中部高等学校）

■1-A-2
ルワンダの識字率向上に向けた活動とその展望……20
稲本 遥（聖徳学園高等学校　三学年）

■1-A-3
地域と学生団体の関わり……22
松尾 桜歌（聖徳学園中学・高等学校）

■1-A-4
社会貢献を目指した、高校生ボランティアのあり方における一考察……25
鈴木 真帆（聖徳学園中学・高等学校 3 年）

■1-A-5
自己同一性を確立するための居場所づくり……28
生松 祐里乃（聖徳学園中学・高等学校　／ 高校 3 年）

■1-A-6
IT・ICT を活用した教育問題の解決ー授業用スライド作成時の負担軽減についてー……31
國永 憩（神奈川県立横須賀高等学校 2 年）

■1-A-7
ChatGPT を用いた重要語句の思考連鎖による複数文書要約……33
小西 健太（京都橘高等学校）

◆口頭発表 2　8 月 18 日(日)　9：30－11：55

テーマ：大学教育のあり方（司会：松波 紀幸/帝京大学　会場：1 号館 102）

■2-A-1
オンデマンド教育を提供する基盤システムの開発……37
古性 隼都（東海大学工学研究科電気電子工学専攻）

■2-A-2
PRT を利用するオンラインテストの作成支援……41
浅本 紀子（お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系）

■2-A-3
創立 150 年官立新潟学校の理数工教育創生時の実態解読とその能動学習的な再構成 ……43
小林 昭三（新潟大学教育学部）

■2-A-4
危機対応時に備えた対面授業ー対面授業から、ハイブリッド授業への転換ー……47
筒井 洋一（大谷大学）

■2-A-5
アフターコロナに大学教員の仕事はどう変化したか？―オンライン授業実施状況を中心に……51
木村 修平（立命館大学）

テーマ：AI の教育的活用（司会：竹内 光悦/実践女子大学　会場：1 号館 103）

■2-B-1
高校生を対象とした生成 AI による情報セキュリティ教育の検討……55
増山 一光（神奈川県立相原高等学校）

■2-B-2
生成系 AI に指定の答えを出させるための誘導を考えさせる問題の活用と注意点 ……57
小川 健（専修大学（経済学部））

■2-B-3
情報リテラシーにおける生成ＡＩの扱い……61
安田 伸一（佐賀大学）

■2-B-4
高等教育における実践知の導出と共有を支援する AI システムの設計原理に関する考察 ……63
香西 佳美（立命館大学 教育開発推進機構）

■2-B-5
パイロット版 AI 表情解析システムを用いた感情推察の精度検証における課題……67
吉嶺 加奈子（防衛大学校）

テーマ：語学教育・FD（司会：松下 慶太/関西大学　会場：1 号館 104）

■2-C-1
DHR 人材の養成プログラム……69
田邉 鉄（北海道大学）

■2-C-2
日本語学習アドバイザー研修リソースの開発に向けて……71
黒田 史彦（東京都立大学）

■2-C-3
教育実践コミュニティにおける実践知の共有－パターン・ランゲージの開発を通じて－……73
髙尾 郁子（京都薬科大学）

■2-C-4
電子辞書ビューア DICTOOL と語学学習と私……77
樋口 直樹（大学生協事業連合九州地区）

テーマ：電子教科書・デジタル教材（司会：角南 北斗/フリーランス　会場：1 号館 105）

■2-D-1
電子教科書システムを活用したディスカッション及びプレゼンテーションの実践……79
瀬良 兼司（近畿大学）

■2-D-2
高等教育機関におけるデジタル教科書の利用前後の学生評価と行動変化……82
金山 直博（株式会社 NTT EDX）

■2-D-3
電子教科書「ためしながら学ぶＣ言語」を活用した受講者の声と今後の出版について……85
土肥 紳一（東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科）

■2-D-4
AI リテラシー基礎科目授業の副教材としてのクラウド型デジタル教材の活用……89

阿部 一晴（京都光華女子大学 キャリア形成学部）

◆口頭発表 3　8 月 18 日(日)　15：00－17：25

テーマ：プログラミング教育（司会：熊澤 典良/鹿児島大学　会場：1 号館 102）

■3-A-1
programming 学習初期から理想的な開発様式を提供する仕組みについて ……91
石川 高行（大阪国際大学）

■3-A-2
プログラミング学習環境における能動的推論の活用とその評価……93
北島 茂樹（明星大学）

■3-A-3
ノーコード開発における設計をどう教えるか……97
角南 北斗（フリーランス）

■3-A-4
Dart を用いたプログラミング教育について ……99
箕原 辰夫（千葉商科大学政策情報学部）

■3-A-5
AppleScript/Smile2 による数値解析プログラミング教育について ……103
箕原 辰夫（千葉商科大学政策情報学部）

テーマ：アクティブ・ラーニング (1)（司会：柴田 直美/日本女子大学附属高等学校　会場：1 号館 103）

■3-B-1
アーバンキャンパス化が及ぼす学生の学習態度への影響……107
赤間 洸太（東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻）

■3-B-2
学力平均化されたグループ学習における機械設計学の成績比較……109
佐久間 大（東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻）

■3-B-3
内面的要素によるグループワーク及び発表成果への影響に関する研究……111

菅井 悠人（東北学院大学大学院工学研究科）

■3-B-4
PC ゲームを活用したプロジェクトマネジメント演習による協働的問題解決の実践……113
纐纈 潤大（東京理科大学）

■3-B-5
新 NISA 元年、学びも貯蓄型から投資型へ。……117
小野田 哲弥（産業能率大学 情報マネジメント学部）

テーマ：小中高の情報教育（司会：興治 文子/東京理科大学　会場：1 号館 104）
■3-C-1
アカウントロールに非依存な教師向け学習ダッシュボードの検証と改善……121
船木 麗央（大阪教育大学大学院 教育学研究科）

■3-C-2
小学生の ICT 機器利用状況調査による意識と健康に関する研究……125
加藤 浩治（平成国際大学）

■3-C-3
中学校技術科「情報の技術」と高等学校共通教科「情報Ⅱ」における重要語句の共通性……129
相澤 崇（都留文科大学情報センター）

■3-C-4
共通テスト「情報」プログラミング問題の解決に必要な知識ー発話プロトコル分析ー……131
寺尾 敦（青山学院大学）

■3-C-5
高校情報科「情報Ⅰ」検定済教科書のレビューとプログラミング教育の在り方……135
綾 皓二郎（大学生協みやぎインターカレッジコープ）

テーマ：学習環境デザイン（司会：飯吉 透/京都大学　会場：1 号館 105）
■3-D-1
コロナを乗り越えて、大学生協の価値をもう一度考える。・・・・……139
仲田 秀（なし）

■3-D-2
実践と学習のグラデーションに着目した PBL のデザイン……141
長岡 健（法政大学）

■3-D-3
「知識獲得と知識創出」を再考する ～社会人教育研修における互学互修の論点群～……145
妹尾 堅一郎（NPO 法人産学連携推進機構）

■3-D-4
『コンピュータ＆エデュケーション』にみる「コンピュータ利用教育」の再検討……149
若林 靖永（佛教大学）

◆口頭発表 4　8 月 19 日(月)　9：30－11：25

テーマ：統計教育（司会：小野田 哲弥/産業能率大学　会場：1 号館 102）

■4-A-1
Contest-Based Learning を用いた統計・データサイエンス教育……153
竹内 光悦（実践女子大学）

■4-A-2
議論することを中心とした統計教育 -ヒストグラムの意味理解を目指して-……155
鵜沼 拓也（東京都立両国高等学校附属中学校）

■4-A-3
大規模私立総合大学における生成 AI を用いたデータサイエンス・AI 教育……159
岡部 格明（同志社大学）

■4-A-4
データ･アナリティクスに対応した科目導入と既存科目との調整問題……163
来栖 正利（流通科学大学）

テーマ：アクティブ・ラーニング (2)（司会：畠山 久/東京工業大学　会場：1 号館 103）

■4-B-1
学部におけるアントレプレナーシップ教育の定着度に関する研究……167
笠倉 知弥（武蔵野大学）

■4-B-2
武蔵野 EMC のカリキュラムとアントレプレナーシップ等の成長実感に関する研究 ……169
荒井 健（武蔵野大学）

■4-B-3
メタバースの教育活用における可能性と課題……172
倉茂 友杜（茨城大学人文社会科学部現代社会学科）

■4-B-4
続・BYOD 環境での PC 授業における問題点の整理－近未来における小中高からの接続……176
長澤 直子（京都先端科学大学）

テーマ：高校情報教育とその先（司会：河口 紅/一般社団法人さんぴぃす　会場：1 号館 104）
■4-C-1
高等学校（情報）教員資格認定試験の考察……180
木崎 悟（北海道情報大学）

■4-C-2
文系学生を対象とした高等学校情報科での知識習得の現状－2024 年度の結果と傾向－……182
小河 智佳子（広島修道大学 経済科学部）

■4-C-3
弱い外発的動機づけを導入した授業における 文系大学生のタイピング能力の変化……186
姉川 正紀（中村学園大学 流通科学部 流通科学科）

■4-C-4
ユビキタス分析環境が拓く「文系からの文理融合型人材育成」の可能性……190
天野 徹（明星大学人文学部）

テーマ：教材開発（司会：鳥居 隆司/椙山女学園大学　会場：1 号館 105）
■4-D-1
映像内テロップ字幕要約技術による教育応用……194
藤田 恭平（金沢工業大学）

■4-D-2
画像認識を用いた屋外での星座学習の提案……198

菅波 淳之介（金沢工業大学）

■4-D-3
全学向けオンデマンド学習コースにおける「学びのスタイル」とメタ認知の調査と分析……202
篠田 有史（甲南大学全学共通教育センター）

◆ポスター発表　立会時間　8 月 18 日（日）13：40－14：40（会場：6 号館ホール）

■ポスター01
Jolly Phonics Assessment Test のデジタル化……205
小泉 明日海（三重大学工学研究科）

■ポスター02
テスト駆動開発手法によるプログラミング演習……209
宮崎 壮麻（三重大学）

■ポスター03
フォトレジスタアレイを用いた学生の姿勢判別 ―周囲の照度の影響に関する検討―……213
坂口 豪（三重大学）

■ポスター04
多人数演習において多くの学習者が自信を持てない箇所の検出・集計……217
鈴木 康平（三重大学）

■ポスター05
MAS を用いた災害時における最適な避難経路の提案……221
堺谷 天詩（お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース）

■ポスター06
踏切道の交通渋滞問題における改善策の MAS を用いた効果の検討……224
小峯 玲奈（お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース）

■ポスター07
小学校教員の校務に対する ICT 活用への積極性と負担感の関係性の分析……228
石切山 大（常葉大学大学院）

■ポスター08

生成 AI を活用した歌詞創作授業の試み……230
岡野 健人（千葉大学大学院）

■ポスター09
地方部のデジタルユースワーク拠点におけるプロボノの教育観に関する一考察……232
松嶋 駿（九州大学大学院人間環境学府）

■ポスター10
「世界の言葉プロジェクト」 －学習成果ビデオから見た発音指導の課題－……236
岩居 弘樹（大阪大学サイバーメディアセンター）

■ポスター11
複言語学習のススメ －文字講座を通した音と文字の学び方－……240
大前 智美（大阪大学サイバーメディアセンター）

■ポスター12
VR を活用した新たな e ラーニング中国語教材の開発ー語学学習の未来像ー……243
簡 珮鈴（九州大学）

■ポスター13
問題の作成から試験の実施・採点までを支援する簡易 CBT システムの提案……247
松浦 敏雄（大阪公立大学）

■ポスター14
反転型基礎情報科目における実習スキル向上の課題とコンピュータ適応型テストの活用……251
神山 博（青森公立大学）

■ポスター15
表面実装部品を用いたライントレーサ教材 ―情報科指導法における教材研究への活用ー……253
鳥居 隆司（椙山女学園大学）

■ポスター16
スキルレベルの異なる学習者が集うコンピュータ授業における取組……257
桑名 杏奈（和洋女子大学）

■ポスター17
360 度カメラとタブレット端末を活用した多様な看護系教材制作手法の検討……260
米満 潔（国立大学法人 佐賀大学）

■ポスター18
協働場面におけるタブレット端末の利活用が児童の学習意欲に及ぼす影響の検討 ……262
齊藤 勝（帝京平成大学）

■ポスター19
プログラミング導入教育におけるビジュアルプログラミング環境を用いた教材の検討 ……263
占部 弘治（新居浜工業高等専門学校電子制御工学科）

■ポスター20
なぞれるけれどプログラムにできない　- コーディングの支援に向けて……267
土屋 孝文（中京大学工学部）

QR コードと顔認証を用いた遅刻管理システムの開発

石井奏翔*1
指導教員：小山浩二*2　後田航平*2
Email: k.ushiroda@hokkaido-c.ed.jp

*1：北海道函館中部高等学校普通科 3 年
*2：北海道函館中部高等学校

◎Key Words　Python，顔認証，QR コード，遅刻管理

1.　はじめに

現在、函館市近郊の多くの学校では遅刻してきた生徒の対応や遅刻情報の管理に生徒と教員の手間がかかっている。本研究では、プログラミング言語 Python を用いた QR コードと顔認証による遅刻管理システムを開発し、生徒及び教員の遅刻情報の記録・管理の効率化及び自動化を試みた。

2.　システム設計

2.1 システムの概要

本システムは、顔認証を行う GUI アプリケーションと遅刻管理をする WEB アプリケーションの 2 つのアプリケーションで構成されている。GUI アプリケーションはアプリケーション作成ツールである Python ライブラリ CustomTkinter を用いて作成し、学校現場においてパソコン端末上で遅刻情報の記録を行うことを可能とした。Web アプリケーションはアプリケーション作成ツールである Python ライブラリ Django を用いて作成し、教員が WEB サイト上で遅刻情報の閲覧・編集を行うことが可能となっている。図 1 は遅刻情報の記録の流れをフローチャートにより表したものである。

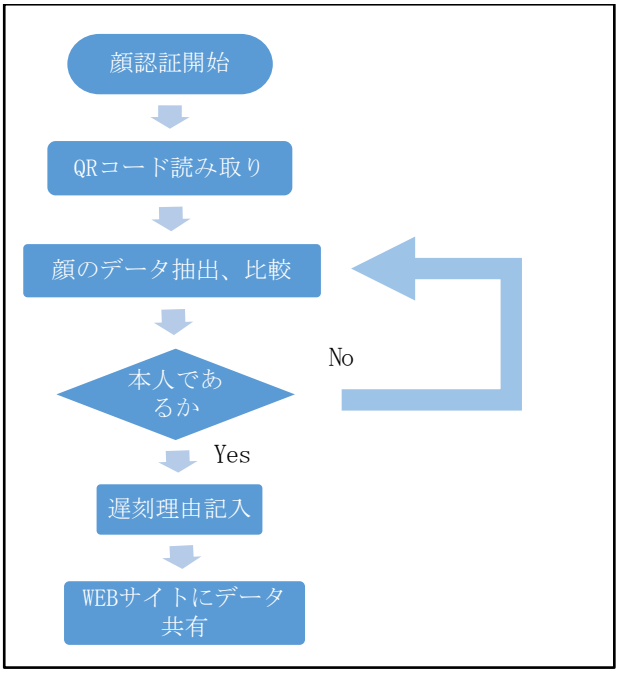


図 1　遅刻情報記録の流れ

遅刻記録を行う際には、初めに QR コードを読み取り、システムが生徒を識別した後、顔認証による本人確認、遅刻理由の入力を行う方法を採用した。本システムで使用する QR コードには「学年」「クラス」「出席番号」「名前」の情報が記録されており、データの暗号化を行うことができる Python ライブラリ Cryptography を用いて暗号化したデータを学生証に記載し、使用することを想定している。QR コードを使用することによって顔が類似している双子を識別して顔認証を行うことを可能とした。また、顔認証が実行されると、遅刻情報（生徒情報、登校時間、遅刻理由）がリアルタイムで WEB アプリケーションに共有されるように設計した。

2.2 顔のデータ化の手法

本システムでは、3D カメラ（OAK-D S2, Luxonis）から取得した画像に対して、顔認識を実行することのできる python ライブラリ InsightFace を用いて顔の特徴を表すデータを生成し、生成したデータを人工知能や機械学習が処理しやすい数値ベクトル表現に変換する手法である Embedding を用いて顔の特徴を数値ベクトル表現に変換したものを使用した。本システムでは、光の影響によって顔をデータ化する際の精度が低下することを防ぐため、複数の画像から顔の特徴点を抽出し、その平均値を使用した。Embedding によって生成されたデータは 512 個の要素からなるリスト型のデータで次のように表せる。

$$a_n = [v_1, v_2, v_3, v_4, \cdots v_{512}]$$
$$b_n = [v_1, v_2, v_3, v_4, \cdots v_{512}]$$

また、データを正確に収集するために空間の距離測定と AI 処理を一体化した組み込みプラットフォームのである DepthAI に備わっているニューラルネットワークを用いて、顔の向きの推論を行い、顔の向きが正面の時のみ、データを取得する手法を採用した。

2.3 顔認証の手法

本研究では、コサイン類似度を用いて顔の類似度を算出・比較することで顔認証を行う方法を採用した。コサイン類似度とはベクトル空間における 2 つのベクトルがなす角のコサイン値のことであり、以下の(1)式により算出した。コサイン類似度の値域は-1 から 1 の範囲の実数であり、1.0 に近いほど顔の類似度が高いことを表す。

$$\cos\theta = \frac{\sum_{k=1}^{n} a_k b_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^{n} a_k^2}\sqrt{\sum_{k=1}^{n} b_k^2}} \quad (1)$$

n:データの次元数(本システムの場合 n=512)

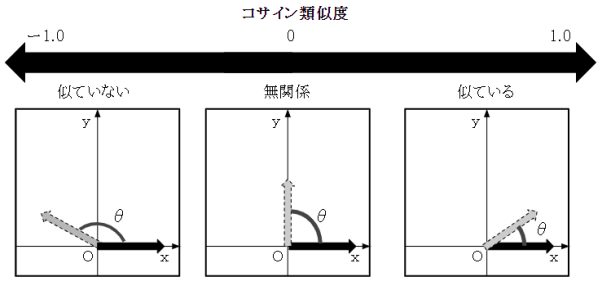


図2　コサイン類似度について

2.4 本人とみなす基準

本研究では顔認証において本人とみなす基準を定めるため、同一人物の場合と同一人物でない場合のコサイン類似度を比較した。実際に学校現場での使用を想定し、同一人物の場合において事前に登録済の顔データの撮影環境と比較するデータの撮影環境は異なる環境に設定した。下記の図 3 は同一人物の場合とそうでない場合のコサイン類似度を箱ひげ図で表している。

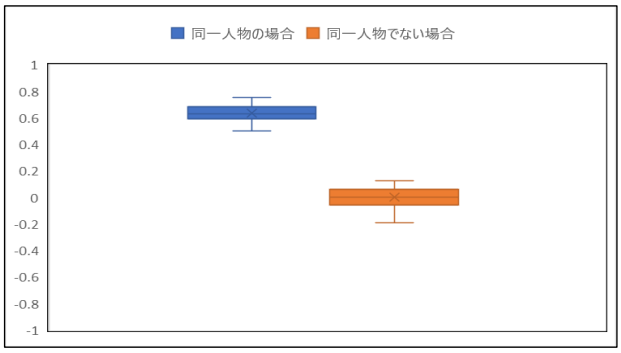


図3　コサイン類似度の比較

表 1 コサイン類似度の平均値

項目	平均値
同一人物の場合	0.658
同一人物でない場合	0.014

表 1 は各場合におけるコサイン類似度の平均値を表している。同一人物とそうでない場合のコサイン類似度について t 検定を行ったところ、有意差が認められた（$p < 0.05$）。多様な撮影環境によって同一人物であってもコサイン類似度が小さく出てしまうことや、本システムでは QR コードによる個人識別を採用していることを考慮し、コサイン類似度≧0.6 の場合、認証対象を本人とみなすように基準を設定した。

2.5 瞬き検知による不正認証防止策

顔認証は画像から顔を検出し、抽出されたデータを比較している。この特性上、写真に映っている顔でも顔認証ができてしまうという問題点もある。そこで、本システムでは Mediapipe を用いて目付近のランドマークの座標から目のアスペクト比(EAR)を計算することによって瞬きを検知する機能を実装し、認証対象が本物の人間であるかを判別することで、セキュリティーの向上を目指した。Mediapipe とは Google が開発した機械学習と画像処理の機能が搭載された Python ライブラリであり、眉毛の始点、鼻の先端、口の両端などの顔の特徴点の抽出をリアルタイムでおこなうことができる。Mediapipe によって抽出された特徴点が記載されている図 4 に示した 6 点の座標を以下のように表した。

$$p_1=(x_1, y_1),\ p_2=(x_2, y_2),\ \cdots\ p_6=(x_6, y_6)$$

目のアスペクト比の値は以下の(2)式によって算出される。アスペクト比の値は目が開いている状態で通常 0.2～0.3 の範囲にあり、目が完全に閉じている状態では通常 0.1 以下になることが知られている。そこで、本システムではアスペクト比が 0.2 以下から 0.2 以上に切り替わったときに瞬きをしたとみなしている。

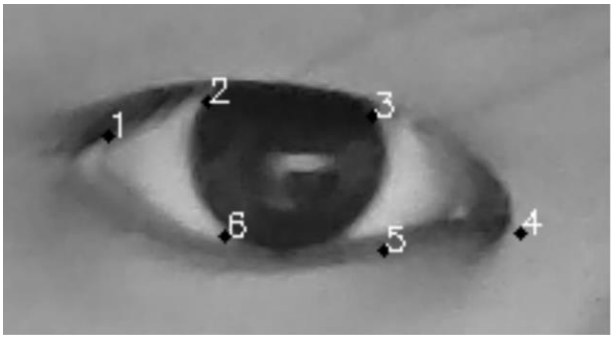


図4　目付近のランドマークをプロットした画像

$$\text{アスペクト比} = \frac{\|p_2-p_6\|+\|p_3-p_5\|}{2\|p_1-p_4\|} \quad (2)$$

3 おわりに

本研究では、プログラミング言語 Python を用いた QR コードと顔認証による遅刻管理システムを開発した。本システムにより、生徒及び教員の遅刻情報の記録・管理の効率化及び自動化が可能となった

今後の課題としては、顔認証の処理速度向上とユーザビリティの向上の２点が挙げられる。高速処理が可能なライブラリの使用やプログラムの改良により、さらなる処理速度の実現が見込まれる。また、ユニバーサルデザインに配慮したアプリケーションデザインを設計し、ユーザビリティの向上に努めたい。

また、新たな顔認証の手法として３Ｄカメラによって計測される深度情報を用いた顔認証や不正認証防止策の開発についても併せて研究を行っていきたい。

謝辞

本研究は、一般社団法人未来教育サポートをはじめ、2023 年に北海道函館市で行われた「第１回高校生探究リサーチフォーラム in 函館」の関係者の皆様の支援を受けて実施しました。また、本研究にあたり、数多くのご助言をいただいた小山先生に感謝申し上げます。

ルワンダの識字率向上に向けた活動とその展望

稲本遥*1
指導教員：竹内一樹*2・ドゥラゴ英理花*2・三岡恵子*2・草野昂志郎*2
Email: kazuki_takeuchi@shotoku.ed.jp

*1: 聖徳学園中学・高等学校3年
*2: 聖徳学園中学・高等学校

◎Key Words　持続可能な開発のための教育(ESD)，国際交流

1. はじめに

私は「聖徳学園と世界を繋ぐ」を目標に活動している校内のボランティア団体で副代表を勤めており，その活動の一環でルワンダのために募金を行ったことがあった。その際ルワンダの教育現状を聞き衝撃を受けたことがきっかけで，その大きな問題である識字率の低さに対する効果的なアプローチを考え，現地で実行する探究活動を行った。しかし現地に行ってみると調べた情報と齟齬が生じており，情報の選び方や，問題に飛びついて解決策を考える前に問題を噛み砕く必要性があるとわかった。本論文では，探究内容，結果，自身の気づき・振り返り，今後の展望について述べる。

2. 本プロジェクトの概要

2.1 プロジェクトを始めるに当たって

まず私はSustainable Development Report というサイトを利用し，ルワンダのSDGs達成度が低い部分を探した。ルワンダではSDGs17個のうち12個が達成度が低く課題が残っている状況であったが，その中でSDGs4番の質の高い教育に着目した。現在ルワンダで質の高い教育が達成できていない大きな原因として，進級率が低いこと，識字率が68%と低いことがあげられる。world vision「ルワンダの教育を知る」によると「粗最終学年進級率とは，その年の最終学年の児童数から，前年度留年して最終学年に残っている児童数を除き，その学年に当たる年齢の人口で割った割合である。また，純粗最終学年進級率は，本来6年生になる年齢の児童で最終学年に進級した児童の数を，その学年に当たる年齢の人口で割った割合とされている。」
分析すると，多くの児童が小学校の最終学年まで進級できている一方で，本来卒業すべき年齢で卒業する児童は約4人に1人しかいないと言える。つまり多くの児童が就学時期の遅れ，または留年を経験している現状である。その原因の一つとして，識字率が低く文字の読み書きができないことがある。文字の読み書きができないと，そもそも学校に行っても何も理解できず授業についていけなくなり，進級せず学校を辞めるのだ。

表1 各校種別の粗就学率と純就学率

校種	粗就学率	純就学率
幼稚園	29.8%	24.8%
小学校	138.8%	98.5%
中学校	42.5%	24.5%

出典:world vision(2021.4)「ルワンダの教育を知る」

表2 ルワンダの小学校最終学年進級率

指標	進級率
粗最終学年進級率	95.4%
純粗最終学年進級率	27.5%

出典:world vision(2021.4)「ルワンダの教育を知る」

2.2 プロジェクト内容

以上を元に私は「ルワンダにあいうえお表とABC表を！」という識字率向上のためのプロジェクトを計画した。ABC表はみんなでABCソングを歌いながら紙に書いていく。そうすることでルワンダの公用語である英語の基礎を身に付けることが

でき，文字の読み書きへの第一歩になると考えたからだ。あいうえお表は紙に母音と子音を書き，残りのますをみんなで考えて埋めていく。あいうえお表も実施する理由としては，少しでも言語や他国の文化に興味を持ってもらいたいと考えたからである。実施にあたり，自身の探究内容を「iteachers TV～教育ICTの実践者たち～」に出演しプレゼンテーションを行った。(図1)また，現地での実施にあたりアンケートを取ろうと考えた。現地にはデバイスがないため，口頭での調査を考えた。

図1 iteachers TV出演(2024年　3月6日)



2.3 結果

2024年3月20日～27日，ルワンダに実際に訪れて，幼稚園・小学校・中学校で実施した。幼稚園ではABCとあいうえおどちらも実施する予定であったが，実際教室に入るとABC表が貼ってあり既にABCを読み書きできる状況であったため，急遽あいうえおだけ実施した。小学校でも，ABCとあいうえおどちらも実施する予定であったが，ABCは読み書きできる状況であったため，あいうえおのみ実施した。中学校では予定通りあいうえおだけ実施した。また，プロジェクトを実施したG.S kamabareの生徒18人にアンケートを行った。アンケートの内容と結果は以下である。(図2)

一つめの質問では，その場にいた全員が楽しかったと手を挙げてくれた。二つめの質問では，83%がもっと色んな言語や文化を知りたいと感じてくれた。17%はいいえであった。

図2 現地の学校でのアンケート結果(n＝18)

	yes	no
あいうえお表を作ったことで、もっと色んな言語や文化を知りたいと思いましたか Did making the AIUEO chart make you want to learn more about different languages and cultures?	100%	0%
あいうえお表を作ったことで、もっと色んな言語や文化を知りたいと思いましたか Did making the AIUEO chart make you want to learn more about different languages and cultures?	83%	17%

3.プロジェクトの課題と展望

アンケートの結果から，ルワンダの子供の意欲が高いことがわかった。尚且つ，様々な文化に興味を持っている子供の割合も高く，全体から見て学習意欲が高い子どもが多かった。これらの結果を受け，自分が目標とした識字率向上に向けた活動は成功したと言えるだろう。

しかしながら反省点として，アンケートの取り方をもっと工夫してより正確性をもったデータになるようにする必要があると感じた。また，質問内容もより具体的に工夫する必要があったと感じた。また，事前に調べた情報と実際の現状は全く異なっており，情報の齟齬を実感した。「識字率が低く文字の読み書きができない」という現状であったため，ABCの読み書きもままならないのかと思いABC表を歌いながら作ることを提示した。しかし実際は，ABCの読み書きが可能であった。このことから，問題を知ってすぐに解決策に飛びつかず噛み砕くこと，情報を全て鵜呑みにせず専門家や現地の方に聞き適切な解決策かを模索する必要があると学んだ。

4.おわりに

ルワンダで実施した探究で，情報には齟齬が生じていること，アンケートの取り方など反省点から学ぶことがあった。また，今回の探究を通じて，世界に対する視野が広がり，将来に対する意識が変わった。将来は，これらで得た経験と知見を元に，国際系の学部に進学し，卒業後は発展途上国の子供への支援を行っていきたい。

謝辞

今回の探究にあたりご協力いただいた，ルワンダのG.S.kamabare学校の皆さん，静岡県マキノハラボ　浅野拳史さんに心から御礼を申し上げます。および，探究の指導，本稿を読み添削してくださった聖徳学園の先生方に特別の感謝を申し上げます。

参考文献

(1) Sustainable Development Report 2023https://dashboards.sdgindex.org/(2024年　6月27日参照)

(2)ルワンダの教育を知る https://www.worldvision.jp/children/education_13.html (2024年　6月27日参照)

地域と学生団体の関わり

松尾桜歌*1
指導教員:竹内和樹*1　ドゥラゴ英理花*2　草野昂志郎*3　三岡恵子*4
Email: ouka30180524@gmail.com

*1: 東京都武蔵野市　聖徳学園高等学校3年

◎Key Words まちづくり　　学生団体　　コミュニティ

1.　はじめに

私は生まれた時から17年間，東村山市に住んでいる。だが小，中，高と市内の学校には通っておらず別の地域の学校に通っていた。そのため地域内の同世代との交流が薄く，またそれを埋めるコミュニティもあまり存在しないように思えた。

同世代との交流を深め地域活性のため，東村山市内に「学生主体で地域活性化に取り組む学生団体」を発足したいという考えに行き着いた私は「たのしむらやま　学生団体Action's」という学生団体を立ち上げ、活動している。

2.　研究背景

2.1 日本の現状とこれまでの経験

2015年国連サミットにて「持続可能な開発目標」SDGsが採択された。その中で私はSDGs11番目の目標「住み続けられるまちづくり」に興味関心を抱いていた。今の日本では様々な県や地域で地域活性化に向けた取り組みを行っている。また，学生主体で地域活性化に取り組む団体も増えてきたように感じる。図1のように、国土交通省　都市局(2016年3月)によると全国で組織形態別のまちづくり団体が4099団体ある。この団体数は全国の都道府県から見ると少なく，地域づくりをするには少ないと思われる。

そこで私は国際交流ボランティア[1]で学んだことやこれまで活動してきたことを活かして何か自分の地域に対してアクションできるのではないかと思いこの実践を始めることにした。

図1 組織形態別のまちづくり団体数

組織形態		総数		市町村からの出資が3%以上の団体の割合
社団法人	公益社団法人	3	66	
	一般社団法人	63		
財団法人	公益財団法人	13	31	
	一般財団法人	18		
特定非営利活動法人	認定ＮＰＯ法人	8	527	
	ＮＰＯ法人	519		
株式会社		218		71%
持分会社		5		40%
任意団体		3,157		
その他		95		
合計		4,099		

2.2 団体立ち上げの経緯

学生が主体的に地域活性化にむけた活動をすることが地域にとって最適だと考え，学生団体を作り活動したいと思ったが，私は団体の作り方が全くわからなかった。その時、東村山市で「東村山市わたしたちのSDGsアイデアコンテスト」の募集がかかっていたのを見つけた。そこで私は，今の自分の考えを誰かに伝えたいという思いから，応募したところ，1次審査，2次審査を通して高校生部門でグランプリを受賞することができた。

この受賞を機に東村山市を盛り上げるために動いている多くの大人の方と知り合ったことにより，団体を立ち上げるためのステップをこと細かく教えてもらった。その結果，「たのしむらやま　学生団体Action's」という名前の団体を立ち上げることができた。

[1] 国際交流ボランティア　聖徳学園内の生徒主体のボランティア団体で海外の方と英語で交流をしたり、生徒がゼロから企画・運営する団体である。

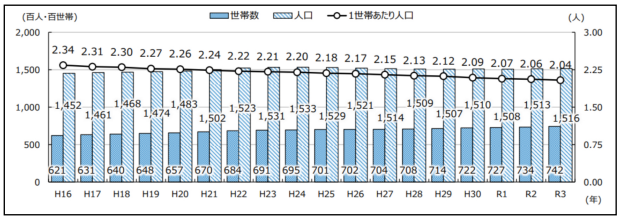
3．東村山市の現状

2023年7月に出された東村山市SDGs未来都市計画によると，平成23年7月の15万3558人をピークに人口は減少傾向である。また，人口構成比は老年人口割合が増加している一方，2013年を境に生産年齢人口割合が減少し，少子高齢化が進んでいることが分かった。

同都市計画によると，地域コミュニティの希薄化が問題として挙げられており，コロナ禍以降、地域におけるさまざまな活動が制限され，コミュニティの希薄化が進んでいる。

以下のことから東村山市の現状は人口が減少し，市民が多様化する将来に向けて，市民の誰もが個性を尊重され，個性を活かして活躍できるコミュニティ作りが重要であると考えた。

図2 東村山市　人口グラフ



東村山市SDGs未来都市計画から転載(3)

4．地域と学生の関わりの意義

地域と学生の関わりには2つの意義があると考える。1つ目は，学生は地域の課題や社会的な問題解決に貢献することによって社会的な意義や責任感を身につけることができる。

２つ目は，学生団体は地域の課題解決や社会貢献の活動を通じて地域住民との交流を深め、個人が地域の一員としてのアイデンティティを形成できることである。

学生は新しい視点やアイデア，柔軟な思考力を持ち合わせているため，地域の問題に対して創造的な解決策を提案することができる。

また図3のとおり，東村山市まちづくり部が高校生との交流を求めているという声が上がっているため，団体を立ち上げることのメリットは大いにある。

図3 まちづくりニュース　交流・にぎわいの創出を進める上での課題

【課題①】 既存施設･スペースの柔軟な活用

･オープンな場とすることと安全確保の両立が大切ではないか。

･高校生との交流などを通じて、若い世代のアイデア･意欲を取り込むことが未来を創るのではないか。

まちづくりニュースから転載(2)

5．アンケート調査について

東村山市に学生主体で地域活性化に取り組む団体は必要とされているのかを確認するべく，アイデアコンテストで繋がることができた大人の方や，facebookの東村山会というグループチャットにてアンケートを送信し，実際に東村山市の住民73名にアンケートを行った。

実際のアンケート内容は図4に示す。

質問2に対して95.9%の方が「はい」と回答した。

またその理由について自由回答でアンケートをとった結果(図5）63名の回答を得た。内容は「東村山市に大学がないため、学生の団体が少ないから、もっと学生が前に出て町をよくしてほしい」，「若年層の新しい価値観、アイデアが必要だ」，「若い人たちで市を盛り上げてほしい」など若い人たちに期待を寄せる回答であった。図6の質問4ではでは71人からの回答を得た。4–4「たのしむらやまフェスティバル　学生×地域×企業」が41回答中で最も選択数が多かった。

図4 アンケート　質問内容

質問1：学生が主体で活動を行っている団体をご存じですか？

質問2：東村山市に学生主体の団体は必要だと思いますか？

質問3：理由を教えてください

質問4：学生団体と地域活性化に向けて一緒に活動したいことはなんですか？（いくつでも選択可）
4–1 学生の考えを取り入れた新しい商品開発
4–2 学生が開催するアイデアソンコンテスト　SDGs11 住み続けられるまちづくりをテーマに
4–3 学生と健康に! スポーツフェスタ
4–4 たのしむらやまフェスティバル　学生×地域×企業
4–5 学生と語り継ぐ東村山の歴史
4–6 学生と価値を生み出すゴミ拾いアート
4–7 学生と未来を語るディベート大会

図5 自由記述　理由について

理由を教えてください
63 件の回答

早い段階で流行りを掴むため

これからを作る世代が必要だと思うから。

若い力で街を少しでも活性化出来ると思うから

学生のうちから、社会の仕組みを学び、主体的に影響を与える行動をすることは、その後の生活を豊かにすると思うからです。ただし、学生という身分に関わらず、老若男女全ての人が所属して主体的に社会と関われる団体が有れば、尚良いと思います。

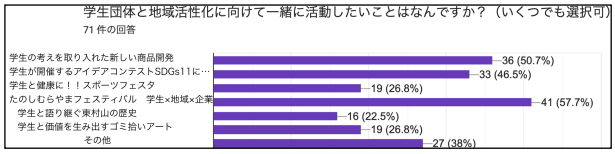
若者の声を社会に届けて、社会を動かして欲しい。

若い力のアイデアが必要。

東村山の未来を考えるうえで、若者の行動力・原動力・発想力は必要不可欠と考えます。

若い力は地域の活性化において多大な力になると考えるため

図6 質問4 内容



6. 考察

今回のアンケート調査の結果から，地域の人たちは若者に対して市内で活躍することを求めていることがわかった。よって，東村山市には学生主体の団体は需要があることを確認することができた。そのため，学生が主体となって東村山市の地域活性化に貢献する団体，「学生団体　Action's」を立ち上げた。

7. 学生団体Action'sの現状

大人の方々にアドバイスをいただきながら団体を立ち上げた後の手順を聞き，ゴールデンサイクルを用いて，この団体の活動理念や，活動内容を分析し，それをもとに，団体のロゴ，LP，LINEアカウント，チラシを作成した。

また現在は今後の流れについて，東村山市役所企画政策課の方々とディスカッションを重ねながら、今後の活動に向けてプランニングを行っている。また，団体の人員不足を解決するために，東村山市第二中学校に訪問し，校長先生と壁打ちを行い，東村山市の中学校全体で行っている「生徒総会サミット」にて学生に向けて広報を行う時間をいただく事ができた。

8. 今後の展望と課題

今後の活動としては，独創的な発想，柔軟性を持っている学生を最大限生かせるような活動を行う。学生団体Action'sの運営メンバーを増やし，アンケート調査　質問5 を参考に地域活性化につながるイベントを開催したい。

地域のやって欲しいこと，学生のやりたいことの双方の意見を実現できる，「大人と学生の架け橋」になるような団体を目指して活動していきたい。

9. おわりに

私は地域のコミュニティの希薄化に問題意識をむけ、団体を立ち上げ多くの方と関わることによって、以前よりも東村山について知ることができた。今後もこの研究活動を通して東村山市の地域コミュニティに関わらず、全国に向けて，より地域が活性化できる方法を考えていきたい。

謝辞

本研究を実施するにあたって，東村山在住のアンケートにご協力いただいた73名の方々，東村山市市役所　経営政策部企画政策課　課長補佐　濱崎様、主査　渡邉様、主事　岡村様　東村山市立東村山第二中学校　校長　荒木様、東村山市議会委員　小林様、結企画工房株式会社　建築デザイナー　コンサルタント　学生団体Action's　アドバイザリー　竹内様、心からの御礼を申し上げます。および，本稿を読んで意見や修正をしてくださった，指導教員4名の方に特別の感謝を申し上げます。

参考文献

(1) まちづくり活動の担い手のあり方検討会資料 https://www.city.higashimurayama.tokyo.jp/shisei/keikaku/sogo/files/(2024.6.27)

(2) まちづくりニュース https://www.city.higashimurayama.tokyo.jp/shisei/machi/machidukuri/files/toshi_sportarea_news7(2024.6.24)

(3) 東村山市　未来都市計画 https://www.city.higashimurayama.tokyo.jp/shisei/keikaku/sogo/files/sdgsmiraitoshi_miraitoshikeikaku.(2024.6.27閲覧)

社会貢献を目指した高校生ボランティアのあり方における一考察

鈴木真帆*1
ドゥラゴ英理花*2・三岡恵子*2・草野昂志郎*2・竹内一樹*2

Email:10238maho_suzuki@gr.shotoku.ed.jp
*1聖徳学園中学・高等学校3年
*2聖徳学園中学・高等学校

◎Key Words , 高校生ボランティア, 社会貢献

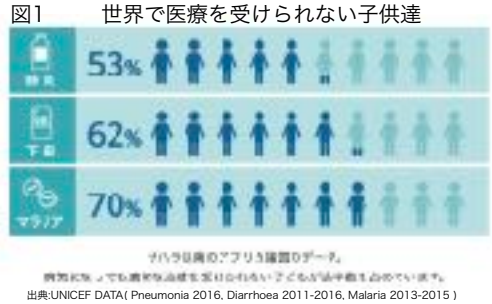
1. はじめに

私は中学1年生から生徒主体のボランティア団体である「国際交流ボランティア」に属している。国際交流ボランティアとは,「聖徳学園と世界をつなぐ」をモットーに,海外との交流や社会貢献活動,校内イベントの企画運営を行なっている。中学生の頃は先輩が企画したイベントに参加するだけで,自分から何かアクションを起こすことはなかったが,高校に進学し団体内でも高学年になり,発案から実行まで全て自分で企画し,社会貢献をしようと決意した。

2. 問題の所在

世界には貧困や地球温暖化,教育格差など様々な課題がある。私はその中でも,医療の課題に注目して企画の発案を行なった。(1) 日本ユニセフ協会によると,サハラ以南の諸国では,病気になっても適切な治療を受けられない子供が過半数を占めている（図1）。つまり医療にアクセスできている子供は半分にも満たない。さらにマラリアに関しては3割しか医療を受けられていない。

図1　世界で医療を受けられない子供達



出典:UNICEF DATA(Pneumonia 2016, Diarrhoea 2011-2016, Malaria 2013-2015)

人道医療支援に取り組む国際NGOである「特定非営利活動法人 メドゥサン・デュ・モンド ジャポン　世界の医療団」（以下世界の医療団）は,国籍,人種,民族,思想,宗教などあらゆる壁を超えて,世界各地で「医療」から阻害された人々の支援にあたっている。世界の医療団のような団体があるのにも関わらず,なぜ医療を受けられない子供がこんなに多くいるのだろうか。私は活動資金の不足が要因の一つにあると考えた。医療には莫大な費用が必要である。活動資金が増えれば世界の医療団の活動がより活発になり医療を受けられる子供が増えるのではないかと考えた。

3. 主旨

私は初めての企画に,世界の医療団が主催している「グラムウォッチチャリティー」を選んだ。グラムウォッチチャリティーは腕時計を集めるプロジェクトで,寄付された時計はリユース品として販売,もしくは時計の部品として販売される。そして時計1g＝1円相当の寄付金が世界の医療団の活動資金になる。支援やボランティアには募金や物資を贈るなど様々な行い方がある。その中でもグラムウォッチチャリティーを選んだ理由は,身近なもので支援ができるからだ。このプロジェクトは,壊れている腕時計も対象である。壊れている時計を寄付することは,募金をするためにお財布からお金を出すよりも,ハードルが低いように感じた。また世界の医療団は回収ボックスを用意していたため,学校側での初期段階での準備は少なく済むので取り組みやすい。そこでグラムウォッチチャリティーの実施を国際交流ボランティアのメンバーに発案をした。

4. 活動内容

活動は2022年3月から6月の3ヶ月間,聖徳学園の生徒と保護者,職員を対象に行なった。まずプロジェクトの概要を説明し,企画を進める許可を得た。その後は,世界の医療団に、本校の国際交流ボランティアの活動内容と団体についての紹介と校内でグ

ラムウォッチチャリティーを実施したいという事を申し出た。世界の医療団からは,私たちの活動に興味を持っていただき,グラムウォッチチャリティーだけでなくさらに他のプロジェクトの提案も受けた。メールのやり取りをくり返し,他のプロジェクトの詳細とチャリティーボックスの設置についての説明をオンラインミーティングにて行なった。オンラインミーティングで設置する日や回収する日などを決定し,想定している広報の方法を報告した。具体的な詳細が決定してからは,設置の日に間に合うように広報用のポスターを作りを始めた（図2）。

図2 広報用ポスター



作成したポスターは学校内の連絡用アプリであるTalknoteを利用して聖徳学園の全員に顧問を通して配信をした（図3）。

図3 Talknoteを使っての広報



チャリティーボックスは生徒や職員が主に利用する昇降口の階段横に3週間設置した（図4）。

図4 設置したチャリティーボックス



また学園全体の社会貢献意識を向上させるには,幼い頃から経験できる機会を得ることが有効だと考えた。そこで同じ敷地内に設立されている小学校でもグラムウォッチチャリティーをはじめとした社会貢献活動や交流会などを実施するボランティア団体「ジュニアボランティア」を設立しようと試みた。そのため自ら小学校の職員と関係を築き国際交流ボランティアの顧問と繋げ,顧問を通して小学校の校長先生に交渉をしたが,新型コロナウイルスが流行していたため断念した。

5. 結果

寄付された時計は合計で5.2g集まり5,200円が世界の医療団に送られた。[2] 世界の医療団(2022)の報告書によるとパレスチナ自治区ガザ・ヨルダン川西岸では5,055人が保険医療を受益し,ウクライナでは15,143回移動診療者による診療が行われた。

また,友人や先生方から「破棄が寄付に変わる事を知り,ボランティアに対するハードルが下がった」と意見が寄せられたことから,社会貢献活動やボランティア活動に対する生徒や職員の印象を変えることができたと言えよう。[3] さらに今回の活動を世界の医療団のホームページに載せていただくことができた。

6.今後の課題と展望

今回実施したプロジェクトではチャリティーボックスを,聖徳学園中学・高等学校の校舎内に設置した。しかし小学校や幼稚園にも視野を広げ,対象を聖徳学園に所属しているすべての人々に設定することでより沢山の時計が集められたであろう。今後チャリティーなどの量が重視されるボランティア活動を行う際は対象幅を広く設定し,一人一人が寄付する量が少なくても量が集まるように工夫しようと考える。今回のように学内の組織を巻き込むことのできるプロジェクトを今後も企画していきたい。

謝辞

本プロジェクトにご協力していただいた聖徳学園の生徒の皆さん,保護者の方々,先生方,そして本論文をご指導いただいた先生方に感謝申し上げます。

参考文献

（1）公益財団法人　日本ユニセフ協会「いま、この瞬間にも。救える命がたくさんあります。」
https://www.unicef.or.jp/special/19sum/
（2024年6月26日閲覧）

(2) 特定非営利活動法人 メドゥサン・デュ・モンド ジャポン　世界の医療団(認定NPO法人)「2022年活動報告書」https://www.mdm.or.jp/aboutus/japan/
(2024年6月27日閲覧)
（3）特定非営利活動法人 メドゥサン・デュ・モンド ジャポン　世界の医療団(認定NPO法人)
https://www.mdm.or.jp/news/24582/
（2024年6月27日閲覧）

自己同一性を確立するための居場所づくり

生松祐里乃*1
指導教員　ドゥラゴ英理花*2・竹内一樹*2・草野昂志郎*2・三岡恵子*2
Email: Kazuki_takeuchi@shotoku.ed.jp

*1: 聖徳学園中学•高等学校3年
*2: 聖徳学園中学•高等学校

◎Key Words 自己同一性　孤立　居場所

1.　はじめに

私は合唱部の活動をこれまで五年間続けており、その中で多くの方々に出会ってきた。また、高校1年生の後期から高校2年生の終わりまで部長として合唱部を一つの組織として運営していた。その活動の中で、「居場所」の重要性に気づき、意識し始めた。「居場所」の存在は人にとって自己同一性ないし自己肯定感を保つために必要不可欠なのではないかと考えた。

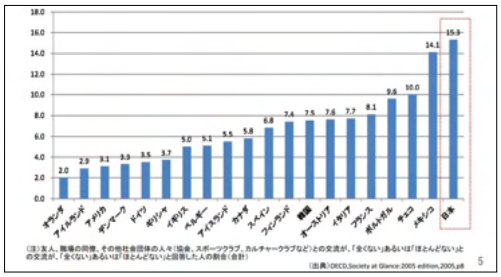
2.　日本人の孤立•孤独化の現状

2.1.　孤立•孤独とは

本研究では、「孤立」を「社会的孤立」と同義として扱い、家族やコミュニティとほとんど関わりがないこと（客観的）、「孤独」を仲間付き合いの欠如あるいは喪失による好ましからざる感情を抱くこと（主観的）と定義する。

2.2.　日本人の孤立度

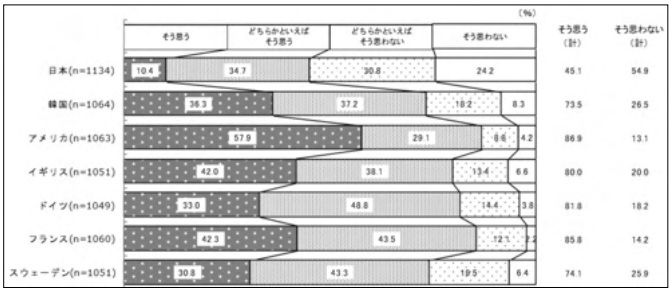
表1「家族以外の人」と交流のない人の割合（国際比較）



OECD（経済協力開発機構）（2005）の調査によると家族以外との付き合いがほとんどない人の割合（孤立度）は、先進国の中で日本が最も高くなっており、日本の社会的孤立度の高い原因は、戦後の経済発展の中で血縁、地縁、社縁などが失われ、新しい時代に順応したつながりが形成されていないためと分析されている。

2.3.　「我が国と諸外国の若者の意識に関する調査」における国際比較ならびに年別比較

表2「私は自分自身に満足している」国際比較



出所：UNICEF イノチェンティ研究所 『Report Card 7』研究報告書.2007.先進国における子どもの幸せ

表3 「自分への満足感」と社会的居場所への満足感と相関

	家庭	学校	職場	地域	社会
日本	.36**	.33**	.23**	.10**	.22**
韓国	.34**	.39**	.30**	.20**	.28**
アメリカ	.51**	.42**	.35**	.32**	.36**
イギリス	.43**	.37**	.29**	.28**	.31**
ドイツ	.47**	.37**	.17**	.18**	.21**
フランス	.33**	.30**	.21**	.14**	.18**
スウェーデン	.40**	.36**	.22**	.21**	.23**

** p<.01

出所：UNICEF イノチェンティ研究所 『Report Card 7』研究報告書.2007.先進国における子どもの幸せ

表2より日本が7カ国の中でも最も自分自身への満足度が低いということがわかる。特に、最も肯定的な「そう思う」という回答が10%しかなく、他の国の3分の1から6分の1程度である。「日本人の自己肯定感の低さ」が顕著に表れていると言える。

また、表3より友人関係への満足感、家庭、学校生活への満足感が、各国の青年の「自分への満足感」と相対的に強く関連していた。しかし日本の青年に注目するなら、他国と比較して、これらの人間関係や社会的居場所の要因は比較的弱い関連性であるといえる。

2.4.　日本人の居場所と自己肯定感の関係性

以上のことから、イギリスなどの自分への満足感が高い国と比べて、日本人はそこでの満足感が「自分への満足感」へとつながる人間関係や社会的な居場所がそれほど多くないと考えた。また、日本人の自己肯定感の低さは自分への満足感、自己有用感の欠如に起因しているため、自己有用感を感じることができる居場所という存在は重要になってくることがわかった。

3. 私の周りの居場所

3.1.　居場所とは

居場所には多くの種類がある。家、学校、職場、地域の中での個人を取り巻く関係性によって形成されている。さらにその居場所の中でも細分化することができる。学校であればクラスの中の1つのグループとしてであったり、地域の中であれば町内会やクラブ活動といった物であったりする。その関係性の中で個人が個人として役割を持ち、周りの人から信頼されたり、承認されたりすることで「自分」という存在を発見し、受容して行くのである。そのため、「居場所」というのは単に物理的居場所だけではなく、個人がその中にいて「安心すること」ができ、「信頼できる」人がおり、「自分らしくいること」ができる関係性のことを居場所と定義する。

3.2.　学校での居場所

表4 E.H.エリクソンの心理社会的発達段階

乳児期	0～2 歳	基本的信頼	母親
幼児前期	2～4 歳	自律性	両親
幼児後期	4～5 歳	積極性	家族
児童期	5～12 歳	勤勉性	地域、学校
青年期	13～19 歳	同一性	仲間
初期成年期	20～39 歳	親密性	友達、パートナー
成年期	40～64 歳	生殖	家族、同僚
成熟期	65 歳～	自己統合	人類

出所：安定した居場所が自己肯定感に与える影響　2019

エリクソン（1999）によると「人間が健全で幸福な発展を遂げるために各段階で達成しておかなければならない課題がある」

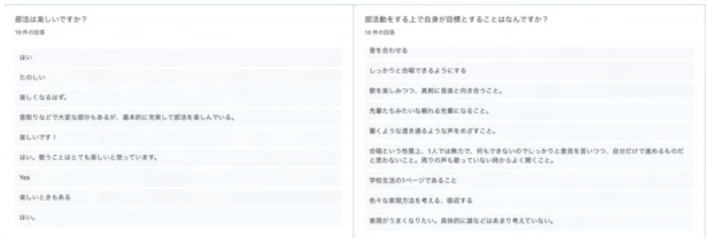
中学生から高校生は（表4）「青年期」にあたり、しばしば自我の発見（Spranger.1955)や自己同一性の確立(Erikson.1959;Erikson,1963)について悩み、自己肯定感が低下する時期にある。自己を見つめ、自己概念について十分な見直しと再編を行うことが必要となり、このような作業には自分を理解してくれる「仲間」の存在が必要不可欠だと考えた。

その仲間の存在を強く意識できる居場所の一つにクラスや部活が入ってくるだろう。部活であれば、興味分野が一緒だったり、大会という共通の目標があったりなど仲間意識が生まれやすい。実際に私が所属していた合唱部でも強い仲間意識があった。

3.3.　学校（合唱部）での居場所



画像1【活動紹介動画】合唱部（春の座談会）



画像2 個人面談の時に使用したアンケート

私が所属していた合唱部では、部員一人一人の自己肯定感を高めるための声かけを意識して行っていた。中学生と高校生が合同で活動しているため、中高の壁ができないような練習形態にし、意見を言った時にも否定されない環境づくりを徹底した。また、年に一回個人面談を部員一人一人と行い、困っていることや改善して欲しいことなど赤裸々に話すことができる時間を設けた。
「安心する」、「信頼できる」、「自分らしくいること」が可能な場所を常に意識していた。
そのため、学校のクラスには行くことができないが、部活では楽しく活動することができた生徒がいた。

個人面談の時に使用したアンケートの結果では、部活が楽しいかの質問に対して「楽しい」と回答する人がいた。また、自分が目標とする姿を質問すると、明確な姿が想像できていた。

また、上記の声掛けや意識以外に合唱部は各パートの人数が少なかったため、一人一人の存在意義が明確にあり、その点においても自己同一性を確立しやすかったのだと考えられる。

3.4. 地域（昭島子供クッキング）での居場所



画像3 昭島こどもクッキングの様子

（表1）日本人は家族以外の人との交流が少ない。広井良典によると「家族あるいは集団の『ウチとソト』の境界が強くなり、したがって、"家族や集団を超えたつながり"が希薄になりがちなわけである」（コミュニティ空間としての都市　2018）そのため、家と職場または学校などの往復の中で居場所は作りづらいと考えられる。そんな中で地域の居場所づくりの活動を行っている団体が多くある。

昭島市では昭島こどもクッキングという昭島市公民館で毎月第3水曜日に行う子ども食堂がある。年齢制限はなく子供から、お年寄りまで参加することができ、昭島市に住んでいる方から、ほかの市から来る方もいる。子供は無料で食事をすることが可能で家族でくる方が多く、親同士の交流もあり、昭島こどもクッキングで知り合い、仲良くなった方も多くいた。また、地域に住むお年寄りのかたが食材を持ってきてくださったり、調理方法を教えてくださったり、幼稚園生ぐらいの子が地域のお年寄りの方に料理を教えてもらう場面も多々あった。幅広い年齢層が交流し、自分の役割を持って活動している地域に根付いた居場所であった。また、この集まりをとても楽しみにしていると言っている方がいた。

調理をした後にその料理を食べて喜んでくれることや、失敗した時に周りの人がすぐに助けてくれることでの安心感や信頼から自身に対しての自信や挑戦したいという気持ちがついていた。

4. 考察

今回、私自身が関わってきた居場所には共通点が多くあった。一つ目は、参加する人一人一人が自発的に参加していたことだ。二つ目は個人間の会話を大切にしており、その中でも趣味の合う人や、興味分野が重なる人と仲良くなり、自己の肯定感を強めている傾向があった。居場所の中には必ず、自分の役割がありその役割の中でほかの人から認められたり、褒められたりすることで自分としての存在を肯定することができるのだと考えた。

5. 今後の展望と課題

本編では、自己同一性ないし自己肯定感を確立するためには居場所づくりが重要であることがわかった。今後はその気づきを活かし、居場所づくりに貢献していきたい。また、今回居場所に関わるにあたって出会った社会復帰を目指して奮闘している方々の手助けの仕方を大学で学び、活かしていきたい。

謝辞

本稿を読んで意見や修正をしてくださった、指導教員4名の方に特別の感謝を申し上げます。

参考文献

- 令和元年度　宇都宮大学　卒業論文・尾坂泰佳，安定した居場所が自己肯定感に与える影響
- 2022年度　斉藤雅茂，日本における社会的孤立の動向と課題•論点
- 2018年刊　「持続可能な医療」　広井良典　コミュニティ空間としての都市

ICT を活用した教育問題の解決
—授業用スライド作成時の負担軽減について—

國永 憩[*1]・須田 光南[*1]
指導教員：小山 哲裕[*2]
Email: koyama-yr8@pen-kanagawa.ed.jp

*1：神奈川県立横須賀高等学校普通科 2 年
*2：神奈川県立横須賀高等学校

◎Key Words　教育問題，先生方の負担，スライド作成，平均値と標準偏差

1. はじめに

私たちが所属する横須賀高等学校では，スーパーサイエンスハイスクール（SSH）の取り組みの一環で，提携している大学や企業に協力していただき研究を行う，「Principia（プリンキピア）」という授業が開講されている。

Principia1 では，同じ横須賀市内にある文教研修施設である防衛大学校にご協力いただき，私たちにとって最も身近かつ深刻である「教育問題」を，ICT の活用という観点から研究した。

2. 研究方法

2.1 私たちの考える教育問題

私たちが焦点を当てた教育問題について定義する。私たちの考える教育問題は「教師の負担増大」である。近年，多岐に渡る業務による教師の負担が問題視されている。ICT を活用して負担が軽減できないだろうか。そこで日ごろお世話になっている先生方への感謝の意を込めて，この研究を進めた。

2.2 第一回アンケート

先生方が何を負担に思っているのか，その内容を知るために記述式アンケートを実施した。図 1 は IT・ICT に関する業務の負担（質問１），IT・ICT 以外の業務の負担（質問２），業務内での精神的な負担（質問３）に対する回答結果である。合計 17 名の先生方に１人１答形式で回答していただいた。このアンケートから，今回質問した３つの側面の全てにおいて，６割を超える先生方が負担を感じているということが分かった。

	質問１	質問2	質問3
内容	ID，パスワードの管理	やることの多さ	現場担当者の責任が重い
	新しいシステムやアプリの使用の強要	紙が多すぎる点	新しい機器やアプリの習得過程
	「できる」前提で仕事を割り当てられる点	雑務が多い	成績処理
	スライドの作成時間	業務分担量の多さ	責任が伴う業務
	たくさんあるソフトなど	宿題のチェック	臨機応変な判断が求められる時
	スライド作成	テスト採点	人間関係
	成績処理の関数	業務量	授業
	仕事の達成度	業務をこなすスピード	

表１　第一回アンケートの回答内容

2.3 第二回アンケート

第一回アンケートを受け，私たちはさらなる負担の原因究明のために二回目のアンケートを実施した。一回目で具体的に得られた結果をもとに，何名程度の先生が同じ様に負担に感じているのか知るため，選択式アンケートを実施した。合計 15 名の先生方に回答していただいた。授業に関して，ほとんどの先生方が負担に感じることとして「スライド作成」「プリント作成」を挙げた。その中でも主な原因として「作成に時間がかかる」と答えた先生方が多かった。

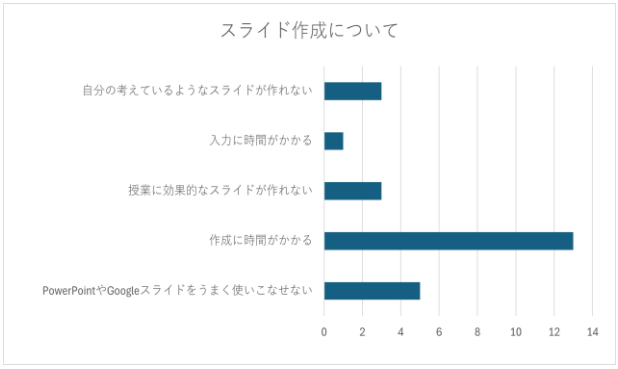


図１　スライド作成について

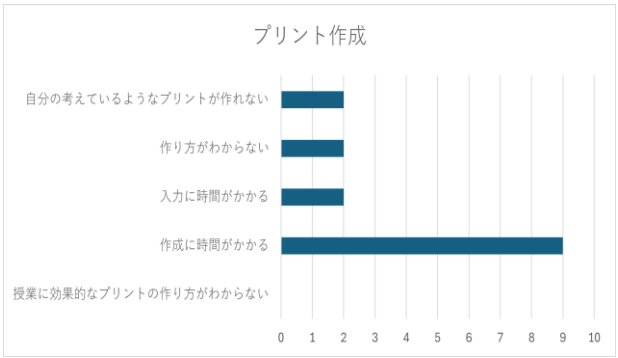


図２　プリント作成について

2.4 実験

２つのアンケートを通して，スライド作成の際に補助となるアドインを作成した。作成したアドインは，

・アニメーション付きの四角形を挿入できるもの
・選択した範囲の文字を，アニメーション付きの赤い文字として挿入できるもの

の二つである。
　このアドインが作成時間の短縮をもたらすか検証するため，本校１学年担当（実施当時 2024 年１月）６名の先生方にご協力いただいた。なお，実験期間を１週間設けた。

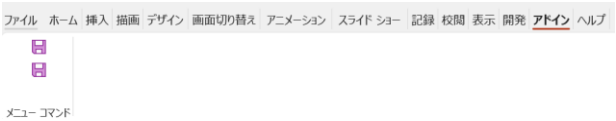


図４　作成したアドイン（１）

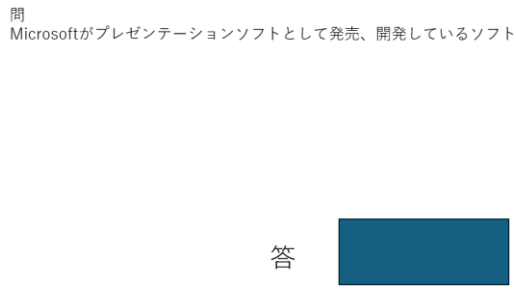


図５　作成したアドイン（２）

3.　結果

3.1　結果の比較方法

　使用前と使用後の負担度の変化を測定する方法で実験の結果を分析した。使用期間前のアンケートと使用期間後のアンケートでスライド作成において感じる負担を数字で表してもらい，その２つのデータを平均値と標準偏差を利用して比較した。
　なお，アンケートでは負担度が軽い順に，
・使用期間前のアンケート→１～９の中から１つ
・使用期間後のアンケート→０～10 の中から１つ
それぞれ選択して回答していただいた。

3.2　結果の分析

　二つのデータの比較から，全体の平均値は減少したが，標準偏差は上昇したことがわかった。
それぞれの数値は，平均値が 6.0 から 4.5，標準偏差は 1.77 から 2.14 に変化した。

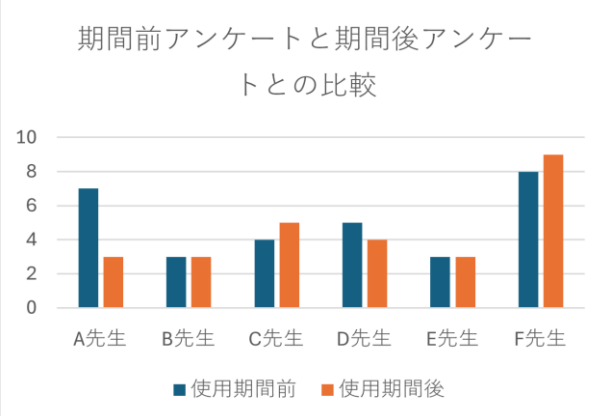


図５　実験前後のスライド作成においての負担度

3.3　フィードバックインタビュー

　結果を踏まえて，実験の際に利用したアドインに対するインタビューを行った。
質問の内容は，
・Principia1 の実験以降，アドインを利用しているか
・それに対する改善点
・今後開発してほしいもの
などである。
このインタビューを通して得られた問題点は，
　①２つある機能のうち１つしか使えなかった。
　②一枚のスライドでこのアドインを複数回実行するとプログラム通りに作動しない
　③生徒ならではの視点がない
それぞれに対応する改善点は
　①プログラムの確認及び修正
　②マニュアルの改善
　③フォントなどのバリエーションを増やす
などがあげられた。

4　考察

　スライド作成補助のアドインは，検証実験の平均値を見るかぎりでは負担度が減少している。すなわち，IT・ICT の活用によって先生方の負担は減少されることが示唆された。ただし全体の平均としては減少しているものの，標準偏差が拡大したことによって個人差が目立つともいえる。

5　今後の展望

　実験の結果を踏まえて，「誰でも使用しやすいものを作る必要がある」ことが分かった。また，第一回アンケートと第二回アンケートからは「幅広いアプリケーションの導入を実現する」「スライド作成以外に，負担が大きいとあげられているプリント作成などに有用なアプリケーションの作成をする」ということが課題や展望として挙げられた。また，その後のインタビューにより、マニュアルの改善が必要なことが分かった。

6　おわりに

　この研究を通して，先生方の負担は私たちが想像していたよりも大きいということ，そしてそれらを減少させるための IT・ICT の活用方法について考え，課題解決のための実験を行うことができた。また，一番の負担として挙げられたスライド作成の中で，手の掛かる作業を簡略化することで負担度を減少させることができることも実証した。今後も研究を継続し，様々な業務において負担の削減を図り，教育問題の解決に向けて努力していきたい。

7　謝辞

　本研究を進めるにあたり，防衛大学校人文社会科学群人間文化学科の吉嶺加奈子先生には様々なノウハウを教えていただきました。ここに，貴重な体験をさせていただいたことへの感謝の意を表します。

8　参考文献

石切山大・酒井郷平：“小中学校の公務に対する負担感と ICT 活用による負担軽減方法の認知に着目した課題の整理”，コンピュータ&エデュケーション，pp.102-105（2023）

ChatGPT を用いた重要語句の思考連鎖による複数文書要約

小西 健太*1
指導教員：長谷川 卓也*2
Email: hasegawa@tachibana-hs.jp

*1：京都橘高等学校３年
*2：京都橘高等学校

◎Key Words　　複数文書要約，ChatGPT，プロンプト，思考連鎖

1.　はじめに

ある語句をインターネットで検索すると，数多くの記事がヒットする。一つの記事のみを参考にすると，理解に偏りが生じてしまうため，複数の記事を参考にすることが求められる。語句によっては多面的な意味があり，着眼点の異なる説明を行う記事が複数存在する場合がある。それらを一つの文書に要約し，語句に関して総合的に理解したいときには「複数文書要約」の技術が役に立つ。複数文書要約の技術は自然言語処理の研究の一分野として注目されている(1)。要約においては冗長性を排除し，必要な情報を精度高く合成することが求められる。

ChatGPT(2)をはじめとする大規模言語モデルの進歩は革新的であり，多くの人々の注目を集めている（図１）。特にプロンプト[1]の推敲が生成に大きく影響する。目的に応じて新しいプロンプトを学び，研究することは重要である。プロンプトを工夫することで冗長性を減らし，精確な要約が可能になると考えた。また人工知能を活用する際は，生成の安定性も要約において大切な観点となる。

先行研究として，Li らによる“Guiding Large Language Models via Directional Stimulus Prompting”(3)　という論文がある。この論文では，教師あり Fine-tuning された LM[2]を利用して単一文書から重要語句を抜き出し，より良い文書要約を出力するという手法が提案されている。しかし，このような作業では高度な技術が求められるため，一般の人々への普及は困難であると考えた。そこで，一般の人々にとっても馴染み深く，手軽に使うことができる ChatGPT を利用して重要語句の抽出をし，抽出した語句について説明を行わせることで，同様の効果を得られると考えた。そして，Wei らによる“Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models”(4)　という論文では，段階的な推論ステップを示すことで，モデルは複雑な推論を行いやすくなることが実証されている。重要語句について説明を行わせ，要約を行わせるプロンプトにすることで，連鎖的に思考を行う CoT[3]（Chain-of-Thought）プロンプティングの考え方を，本研究のプロンプトに取り入れることができると考えた。複数文書要約において Bao らは“Chain-of-event prompting for multi-document summarization by large language models”(5)という論文を発表している。CoT プロンプティングを応用し，各記事から出来事となる文を一つずつ抽出・一般化し，要約を行なっている。本研究では，一つの語句について解説を行う記事の要約を目標としているため，複数記事から重要語句を抽出するプロンプトを設計した。

手軽に使うことができる ChatGPT を用いて，一段階目は複数記事から一括で重要語句を数個抽出する。二段階目では抽出した語句を説明させ，複数文書の要約を行う一連の手法を新たに考案した。これを“Chain-of-Words-Thought prompting”（以後，CoWT プロンプティングと呼ぶ）と名付けた。

よって，CoWT プロンプティングがより簡潔かつ精確で安定性のある複数文書要約であるかどうかを研究した。

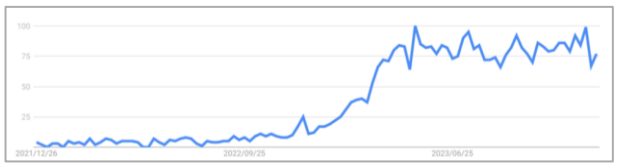


図１　「大規模言語モデル」検索の人気度推移（2022/01/01 - 2024/01/01）
出典：Google トレンド「Large Language Model」

2.　研究方法

2.1　使用した題材

本研究で行う手法において，最も効果的な題材は専門用語であると考えた。理由は，専門的な題材では知識が深く広範であり，異なる視点やアプローチが存在し得るためである。記事の多面性を活かし，記事を要約させるプロンプトに変化を加えることで，要約の生成の精度も変化すると考えた。この考えは，要約する際に記事の文書・表現の取捨選択を ChatGPT がプロンプトを元に行っている性質に由来する。したがって，本研究では，多面的な説明があり得る語として，「コンピュータの CPU」を選んだ。CPU は高等学校情報科「情報Ⅰ」において登場する語である。しかし，中学生・高校生にとって馴染がない。事前のアンケートでは，CPU の説明がある程度できる割合は約一割という低い結果が出ており，CPU の理解度は低い[4]。教科書では，主にコンピュータの基本構成の一部である CPU として説明がなされている。一方で，インターネット上では CPU の技術的な詳細や，CPU を初心者でも理解できるように工夫して説明がなされている記事が多数存在するため，多面的な説明が行われているといえる。本

[1] ChatGPT に指示を出すための命令文の名称。
[2] 大規模言語モデルよりも規模が小さい言語モデルの名称。
[3] 推論を行わせるプロンプティングの名称。

[4] 全校（京都橘中学・高等学校）の生徒に対して行ったアンケートにおいて，590 人中 60 人が「CPU の説明がある程度できる」と回答した。

研究で使用した記事を表１にまとめた。

表１ 使用した記事

企業・サイト名	記事のタイトル
ロジテック INA ソリューションズ株式会社	CPU とは？概要や性能の見方を知ってパソコン選びに活かそう[6]
株式会社日経 BP	PC 自作の鉄則！2021[7]
にゃんさー	【中学生でもわかる】CPU とは？役割や性能の見方をわかりやすく解説[8]
PCBuildnet.com	【CPU とは？】自作 PC がグッと楽しくなる CPU の疑問集めました[9]

2.2 要約方法

本研究では，2.1.1 で紹介した記事から，「CPU とは」，「CPU の社名・ブランド」，「クロック周波数」の３つの題目に関連の近い文を抜き出し，複数文書をそれぞれ ChatGPT（GPT-3.5）に要約させる。３つの題目を抜き出した理由は，異なる題目での結果を検証するためである。

各題目の単語数について，**「CPU とは」は 408 単語，「CPU の社名・ブランド」は 602 単語，「クロック周波数」は 412 単語**であった。

次に紹介するプロンプトの始まりと終わりは「“　”」で挟む。また，プロンプトの改行をする部分には「¥n」と書く。３種の異なるプロンプトで要約・比較を行った。

I. **“(複数文書)”（プロンプトなし）**

生成に関する指示がない入力である。また，この入力においては各記事の区切りがない。

II. 〈段階１〉 **“##文書## ¥n （各文書に｛１｝～｛４｝まで番号を振った複数文書） ¥n ##指示## ¥n 文書から特に重要な単語１～５つを「,」で区切って生成してください。”**
→重要語句生成

〈段階２〉 **“##文書## ¥n （各文書に｛１｝～｛４｝まで番号を振った複数文書） ¥n ##重要語句## ¥n 【〈段階１〉で生成した重要語句】 ¥n ##指示## ¥n 重要語句を参考にして，文書をまとめてください。”**

〈段階１〉では，記事から重要語句を探すように指示する。このプロセスと近い研究が，教師あり Fine-tuning された LM を使用して要約のヒントとなる語句を生成している Li らの論文である。しかし，一般の人々がこのような LM を製作することは困難であるため，〈段階１〉では教師あり Fine-tuning された LM を使用せず，ChatGPT のみで語句を探し出すことを試みた。

〈段階２〉では，その重要語句を元に生成を行った。

また，「##文書##」と書くように，目的を強調させることで ChatGPT が理解しやすい形を取る事ができる[10]。

III. 〈段階１〉 **“##文書## ¥n （各文書に｛１｝～｛４｝まで番号を振った複数文書） ¥n ##指示## ¥n 文書から特に重要な単語１～５つを「,」で区切って生成してください。”**
→重要語句生成

〈段階２〉 **“##文書## ¥n （各文書に｛１｝～｛４｝まで番号を振った複数文書） ¥n ##重要語句## ¥n 【〈段階１〉で生成した重要語句】 ¥n ##指示## ¥n (1). 重要語句についての説明を行ってください。 ¥n (2). (1)をもとに文書をまとめてください。”**

〈段階１〉はⅡの〈段階１〉と同様である。

〈段階２〉では，重要語句についての理解を深めた後に，要約を指示している。このプロセスは，Wei らが考案した，連鎖的に思考を行う CoT プロンプティングを参考に行った。本研究では，重要語句を ChatGPT に思考させてから要約を行わせるという CoWT プロンプティングを新たに考えた。

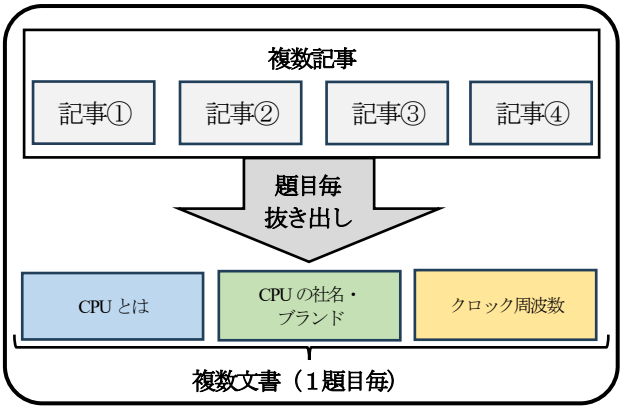


図２ 本研究の流れ（題目抜き出し）

2.3 解析方法

はじめに，生成された文書を，日本語の形態素解析器であり，日本語のテキストを形態素ごとに分割することができるツールである Janome[11]によって形態素解析（生成された文書を単語ごとに分割）を行った。

次に，形態素解析された文書について，どれほど簡潔かつ精確な要約が行われているのかについて評価した。生成された文書の圧縮率，ROUGE[12] を使用し，解析・評価を行うことで，信頼度の高い結果となる。

生成の安定性については，生成された単語数の分散を求めることで評価した。単語数の圧縮率や ROUGE，分散に関しては要約を１０回生成させることによって求めた。

圧縮率，ROUGE の統計解析には医薬学データ用統計解析プログラムの Steel-Dwass の多重検定を用いた（群数：3)。この検定を用いた理由は，生成に外れ値がある懸念や，生成が正規分布でない可能性を考慮したためである。

◆ ROUGE（ROUGE-N）について

ROUGE とは，Lin らによって開発された，要約システムの自動評価法として最も広く用いられており，要約の精度を測るものである。記事と要約した文書がどれだけ近似しているかを Precision（適合率）・Recall（再現率）で示すことができる。Lin らは，N（単語単位）を 1～4 まで変化させ，マニュアル評価

結果との相関を調べた結果，N=1,2 が最も高い相関であったと報告している。よって，本稿では 1 単語単位（ROUGE-1）で研究を行った。

★ **例として，記事が 20 単語，要約した文書が 10 単語，一致した単語が 5 単語であったとする。**

$\text{Precision} = \frac{\text{一致した単語数}}{\text{要約した文書の単語数}}$ よって $\frac{5}{10} = 0.50$ ．

$\text{Recall} = \frac{\text{一致した単語数}}{\text{記事の単語数}}$ よって $\frac{5}{20} = 0.25$ ．

一般的に，このスコアは 100 倍することから，Precision は 50，Recall は 25 となる。

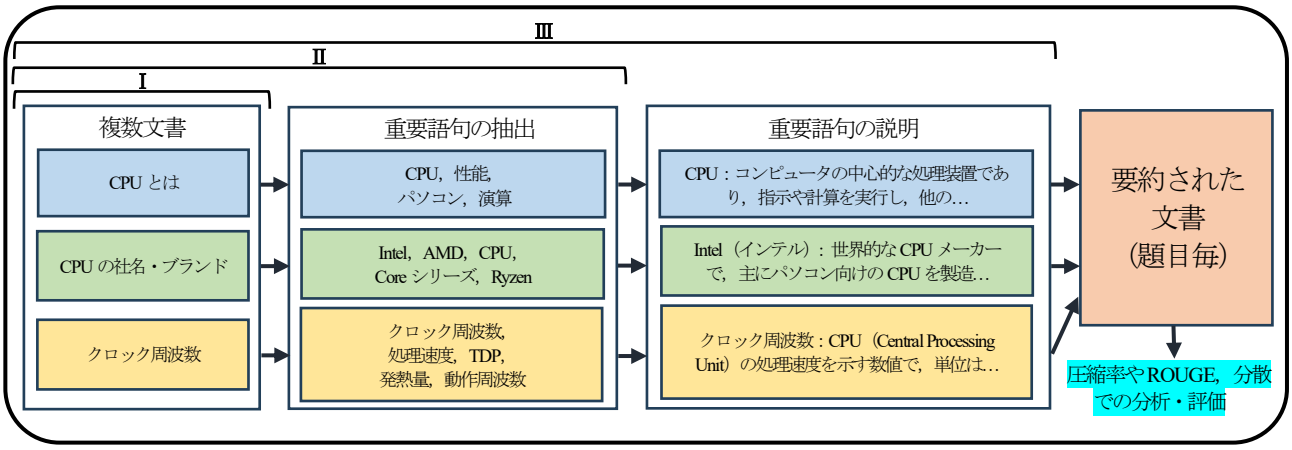


図３　本研究の流れ（プロンプト - 分析・評価）

3.　研究結果

3.1　簡潔性の評価

圧縮率が高いほど，簡潔に生成が行われているといえる。図４において，各題目のⅠ・ⅡとⅢの間に 5%水準で有意な差が認められた。一方で，各題目のⅠとⅡの間には有意な差が認められなかった。

したがって，Ⅲが最も圧縮率が高く，より簡潔な要約であるといえた。

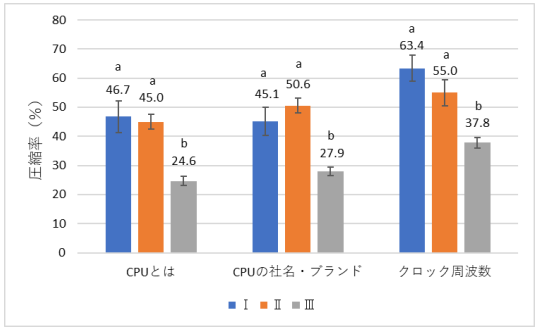


図４　文書の圧縮率（n＝10，エラーバー：標準誤差，$p<0.05$）

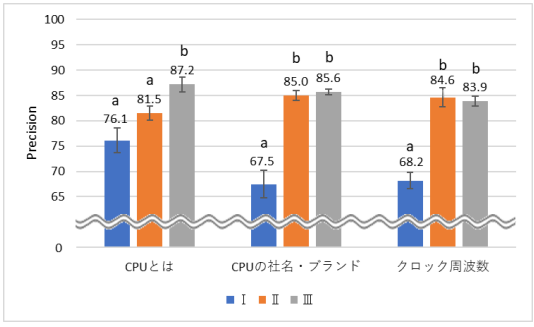


図５　文書の Precision（n＝10，エラーバー：標準誤差，$p<0.05$）

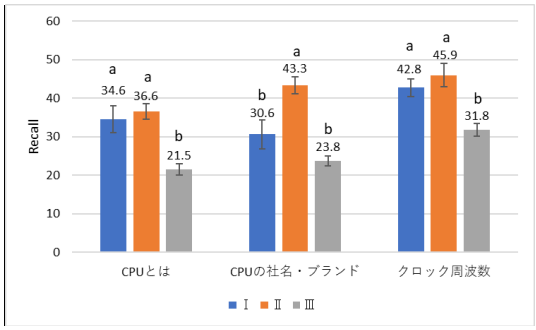


図６　文書の Recall（n＝10，エラーバー：標準誤差，$p<0.05$）

3.2　精確性の評価

ROUGE を利用して要約の精度を見ることができる。

Precision（図５）の「CPU とは」については，Ⅰ・ⅡとⅢに 5%水準で有意な差が認められた。また，「CPU の社名・ブランド」・「クロック周波数」についてはⅠとⅡ・Ⅲに有意な差が認められた。

Recall（図６）の「CPU とは」と「クロック周波数」について，Ⅰ・ⅡとⅢの間に有意な差が認められ，「CPU の社名・ブランド」についてはⅠとⅡ，ⅡとⅢの間に有意な差が認められた。

3.3　安定性の評価

単語数の分散が小さいほど，１生成ごとの単語数のばらつきが小さくなる。すなわち，図７では，ChatGPT による生成の安定性を確認することができる。Ⅰは生成に関する指示がないため，Ⅱよりもばらついた生成であった。Ⅱは，Ⅲよりも分散は少し大きいことがわかった。

よって，Ⅲは最も分散が少なく，安定した結果を出すことができているといえた。

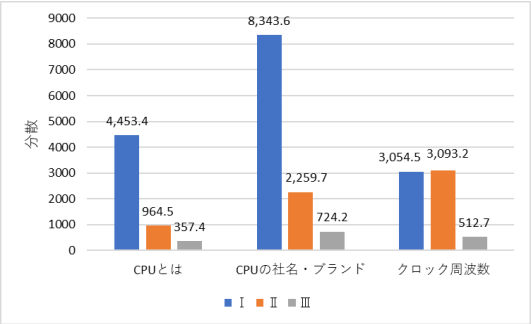


図7 生成された文書の分散（n＝10）

4. 考察

3.1，3.3 から，Ⅲの CoWT プロンプティングが最も安定していて，文書を簡潔に要約することができていることがわかった。

Recall については，3.2 の分析結果から，ⅢがⅠやⅡに比べて低い結果にあった。Recall の計算式は $\frac{\text{一致した単語数}}{\text{記事の単語数}}$ であり，簡潔に要約するほど一致する単語数は減ることになり，Recall の値は小さくなる。一方，Precision の計算式は $\frac{\text{一致した単語数}}{\text{要約した文書の単語数}}$ であり，精確かつ簡潔に要約を行った際は一致した単語数が減るが，要約した文書の単語数も減るので Precision の値は高くなる。よって，Recall の値が低いかつ Precision の値が高い場合は精確に要約ができていると判断できる。

5. 結論

インターネット上の情報は膨大であり，同一語句について説明する記事は数多く存在する。これらの記事について ChatGPT を使って合成し，多面的な情報に触れることができる要約を行いたいと考えた。よって本稿では，複数の CPU についての記事を元に，ChatGPT（GPT-3.5）を利用し，簡潔かつ精確で安定性のある複数文書要約を行うためのプロンプトを研究した。

大規模言語モデルによる文書生成では，プロンプト（指示）が文書生成の内容に大きく影響するため，さまざまなプロンプトが提案されている。プロンプトにおいて思考連鎖を行わせる手法や，特に文書要約において要約のヒントとなる語句を元に要約を行わせる手法が提案されている。それゆえ本稿では，明確な指示とともに重要語句の思考連鎖によって要約を行わせる“Chain-of-Words-Thought prompting”（CoWT プロンプティング）を考案した。これによって，より簡潔で精確かつ安定的に複数文書の合成が可能になると考えた。

研究にあたって，生成した単語数の分散，生成された文書の圧縮率，ROUGE（要約システムの自動評価法）である Precision（適合率）や Recall（再現率）から生成結果を判断することを試みた。

CPU という題材においては，CoWT プロンプティングによって出力された要約文の簡潔性，精確性，安定性が最も高かった。複数文書要約における CoWT プロンプティングの有用性が示された。

6. 今後の展望・課題

今後も AI の技術を利用した文書の要約は盛んになっていくだろう。本研究において CPU という題材においては CoWT プロンプティングの有用性を確かめることができた。しかし，題材の数が少ないことは明らかであり，CPU 以外の複数の題材においての検証は必ず行う必要がある。

本研究は，複数文書中に不精確な情報は含まれないことを前提としていた。しかし，複数文書中には，反対の主張が含まれている場合や不精確な情報が含まれている可能性は十分にある。こうしたイレギュラーな事態にも対応可能な思考を行うプロンプトの研究も今後の大規模言語モデルを用いた複数文書要約の研究に求められることだと考える。

謝辞

本研究にあたって，記事の使用を快く承諾してくださいましたロジテック INA ソリューションズ株式会社様，株式会社日経 BP 様，にゃんさー運営のがーと様，PCBuildnet.com 運営の陣内聡様には深く感謝の意を表します。

参考文献

(1) 西川 仁：“深層学習による自動要約”，人工知能，34 巻 4 号（2019）.
(2) OpenAI：“ChatGPT”（GPT-3.5），https://chat.openai.com/（2023/12/29 閲覧）.
(3) Zekun Li, Baolin Peng, Pengcheng He, Michel Galley, Jianfeng Gao, Xifeng Yan：“Guiding Large Language Models via Directional Stimulus Prompting.”，arXiv:2302.11520（2023/10/9）.
(4) Jason Wei, Xuezhi Wang, Dale Schuurmans, Maarten Bosma, Brian Ichter, Fei Xia, Ed Chi, Quoc Le, Denny Zhou：“Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models”，arXiv:2201.11903（2023）.
(5) Songlin Bao，Tiantian Li，Bin Cao：“Chain-of-event prompting for multi-document summarization by large language models”，International journal of Web information systems（2024）.
(6) ロジテック INA ソリューションズ株式会社：“CPU とは？概要や性能の見方を知ってパソコン選びに活かそう”，https://www.pro.logitec.co.jp/houjin/usernavigation/hddssd/20210507/（2023/12/31 閲覧）.
(7) 滝 伸次，影山 巧：“PC 自作の鉄則！2021”，pp.18-31，日経 PC21 編・日経 BP（2021）.
(8) がーと：“【中学生でもわかる】CPU とは？役割や性能の見方をわかりやすく解説”，https://nyanswer.com/whats-cpu/（2023/10/1 閲覧）.
(9) 陣内聡：“【CPU とは？】自作 PC がグッと楽しくなる CPU の疑問集めました”，https://pcbuildnet.com/about-cpu/（2023/10/1 閲覧）.
(10) DAIR.AI：“General Tips for Designing Prompts”，https://www.promptingguide.ai/introduction/tips（2023/12/30 閲覧）.
(11) 打田智子：“Janome”，https://mocobeta.github.io/janome/（2023/12/30 閲覧）.
(12) Lin, C.-Y：“ROUGE：A package for automatic evaluation of summaries”，Proc. Workshop on Text Summarization Branches Out, Post Conference Workshop of ACL 2004（2004）.

オンデマンド教育を提供する基盤システムの開発

古性隼都[*1]・芦原佑[*2]・浅川毅[*1]
Email: asakawa@tokai.ac.jp

*1：東海大学工学研究科電気電子工学専攻
*2：東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科

©Key Words　　情報システム，教育システム，リスキリング

1.　はじめに

1.1　研究背景

今日では新型コロナウイルス感染症の影響によって様々な変化が起き，教育分野では授業の形態に大きな変革がもたらされ，オンライン形式での授業が拡充した(1)。オンライン形式での授業は学術機関から一般人へと波及していき，コロナ禍における学習形態の一つとして広く認知されることとなった(2)。一方で顕在化した課題として，学習練度の偏りや急激な制度変更による学習環境の整備が挙げられる。学習練度については「学習を計画的に進めることができず、課題を貯めこんでしまうなどの問題を抱えてしまった可能性が考えられるとされている。(3)」といった問題が考えられており，学習意欲向上への取り組みが必要である。また，学習環境の整備について秘匿性の高い教材を使用したい場合，自社管理を迫られるとともに管理する情報サービスの導入・維持コストが発生する。

1.2　研究目的

本研究では，オンデマンド教材を提供する情報サービスを容易に構築できるようにすることでコストを節約し，節約できたコストを教材開発に割くことで学習意欲を向上させられる教材が作成できると考え，それを可能にする基盤システムを開発した。開発した基盤システムと教材を用いて，図 1 に示す著者らが 2022 年に開発した社会人を対象としたリカレント教育を促進する教育システムである「Engineering Education Recurrent Center」（以下 E.E.R.C.）と同等の機能を持つ情報サービス（以下オンデマンド教材管理・提供サービス）を開発し，それぞれの開発工数とオンデマンド教材の質を比較することで基盤システムと教材の有用性について評価する(4)。

2.　オンデマンド講座内容

現在の ICT 技術の中でも需要が大きく高まっている IoT 分野に着目して，「コンピュータ工学」，「コンピュータアーキテクチャ」，「アセンブラプログラミング設計」の 3 つのコンテンツをオンデマンド講座として使用した。講座動画には字幕を表示し，耳馴染みのない ICT 技術用語を聞き逃さないようにした。さらに，講座動画の視聴意欲を高めるため，動画配信サービスで広く利用されているアバターを用いた。「アセンブラプログラミング設計」の第 2 回のスクリーンショットを図 2 に示す。



図 1 E.E.R.C. トップページ

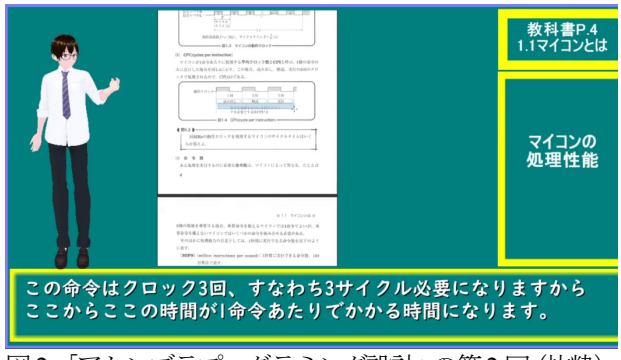


図 2 「アセンブラプログラミング設計」の第 2 回 (抜粋)

2.1 コンテンツ

「コンピュータ工学」を入門編，「コンピュータアーキテクチャ」を基礎編，「アセンブラプログラミング設計」を応用編と位置づけ，「アセンブラプログラミング設計」は実践形式で，他 2 講座は座学形式でコンテンツを組み立てた。

「コンピュータ工学」はハードウェアとソフトウェアの基本事項を理解できるようになることを目的として，独立行政法人情報処理機構の基本情報技術者試験で扱われる内容に沿って構成した。「コンピュータ工学」のコンテンツ（全 14 回）を表 1 に示す。

表 1 「コンピュータ工学」のコンテンツ（全 14 回）

授業回	内容
1	講座概要の説明
2	コンピュータの原理と歴史
3	マイクロプロセッサ
4	主記憶装置
5	補助記憶装置と周辺装置
6	データの表現型
7	データ構造とファイル
8	論理回路
9	組み合わせ回路
10	順序回路
11	論理回路の簡略化
12	ディジタル IC
13	CASL II
14	CASL IIによるプログラミング

「コンピュータアーキテクチャ」は「コンピュータ工学」より深く学ぶことを目的として，ハードウェアを中心とした内容で構成した。「コンピュータアーキテクチャ」のコンテンツ（全 11 回）を表 2 に示す。

表 2 「コンピュータアーキテクチャ」のコンテンツ（全 11 回）

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

「アセンブラプログラミング設計」は「コンピュータ工学」と「コンピュータアーキテクチャ」でインプットした学習内容をアウトプットすることを目的として，マイコンを用いてシステムの設計から評価までを行うように構成した。システム開発で使用するプログラムソースコードと開発環境を構築するためのマニュアルを併せて配布することで，ICT 技術を学ぶ際に大きな壁となる開発環境の構築を容易に行えるようにしている。「アセンブラプログラミング設計」のコンテンツ（全 11 回）を表 3 に示す。

表 3 「アセンブラプログラミング設計」のコンテンツ（全 11 回）

授業回	内容
1	講座概要の説明
2	マイコンとは
3	マイコンとプログラム開発
4	マイコンにおけるデータの扱い
5	アセンブラ言語の命令（前編）
6	アセンブラ言語の命令（後編）
7	基本プログラムの作成（前編）
8	基本プログラムの作成（後編）
9	基本プログラムの実習
10	応用プログラムの実習（前編）
11	応用プログラムの実習（後編）

3. 基盤システムの開発

3.1 基盤システムの概要

基盤システムは，名前空間という概念を利用しやすくするアプリケーションである Docker をベースとして開発した[5]。名前空間とは，隔離された領域でのプログラムの実行を実現することができる仕組みであり，隔離されたプログラム同士は互いに干渉せず独立して動作するため，その様子からコンテナ技術とも呼ばれている。基盤システムはコンテナ技術を利用していることから，特定の設定ファイルを用いればどのプラットフォーム上でも同等のシステムを構築できる。

3.2 基盤システムの構成

基盤システムはホスト OS，コンテナを管理する Docker，コンテナの設計図として利用する設定ファイル（以下コンテナ詳細設定ファイル），コンテナ詳細設定ファイルの情報から構築されたコンテナ，複数個のコンテナの関係を管理する設定ファイル（以下コンテナ統括設定ファイル）から構成される。ホスト OS は Ubuntu22.04 を使用することを想定し，コンテナ詳細設定ファイルとコンテナ統括設定ファイルのひな型を用意した。基盤システムの構成を図 3 に，開発したコンテナ詳細設定ファイルのひな型を表 4 に，コンテナ統括設定ファイルのひな型を表 5 に示す。

3.3 基盤システムを用いた情報サービスの構築方法

基盤システムの利用例として，基盤システムを利用してオンデマンド教材管理・提供サービスを構築する方法を示す。オンデマンド教材管理・提供サービスの構成を図 4 に示す。

はじめに，Docker をインストールしたホスト OS を用

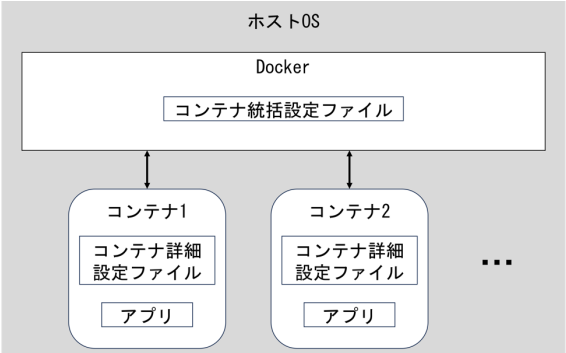


図3 基盤システムの構成

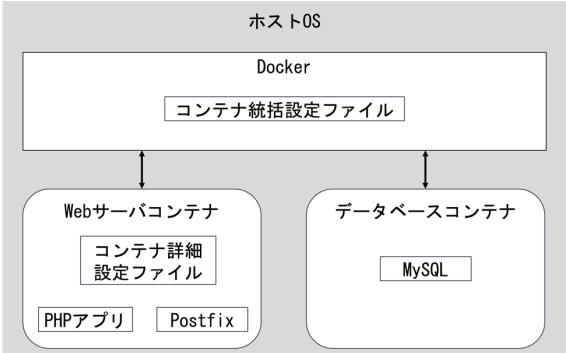


図4 オンデマンド教材管理・提供サービスの構成

表4 コンテナ詳細設定ファイルのひな型

使用するコンテナ	実装できる機能
Web サーバコンテナ	● 会員登録制 Web サイトの構築 ● 自動メール送信

表5 コンテナ統括設定ファイルのひな型

ひな型名	実装できる機能
オンデマンド教材提供サービス特化ファイル	会員登録制 Web サイトでオンデマンド教材を提供するサービスの土台を作成。

意し，コンテナ詳細設定ファイルとコンテナ統括設定ファイルをひな型から選択して図 3 に示したように配置する。次に，コンテナを構築するコマンドである「docker compose up -d」を実行することで Web サーバコンテナとデータベースコンテナを構築し，Web サーバコンテナに PHP プログラムとメールソフトである Postfix，データベースコンテナに MySQL をアプリとして組み込むことができる。各コンテナで実装できる機能を表 6 に示す。また，コンテナ統括設定ファイルを編集することで，任意のコンテナの追加・削除ができる。最後に，Web サーバコンテナの PHP アプリ内にプログラムファイルを配置することで，オンデマンド教材管理・提供サービスの構築が完了する。

4. 評価

基盤システムを用いてオンデマンド教材管理・提供サービスを開発するために要した工数と， E.E.R.C.の開発工数（基盤システムを用いないで一から開発した場合の工数）を比較する。オンデマンド教材の質の向上については，「コンピュータ工学」，「コンピュータアーキテクチャ」，「アセンブラプログラミング設計」を E.E.R.C.で提供している従来の講座と，字幕とアバターを追加して改良した講座の両方を東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科 4 年生 7 名に受講してもらい，表 7 に示すアンケートを実施した。アンケートは全 5 問で構成し，Q1 から Q3 は A:とてもそう思う～E:まったくそう思わないの 5 件法で，Q4 と Q5 は任意回答の自由記述形式に設定して回答してもらった。

4.1 基盤システムの評価

E.E.R.C.の開発に要した工数は 240 人時であった。一方で基盤システムを用いて構築した場合，オンデマンド教材管理・提供サービスに要した工数は 220 人時であり，8.3%の工数が節約されている。

表6 各コンテナで実装できる機能

コンテナ名	実装できる機能
Web サーバ	● 会員登録 ● ログイン ● 教材購入 ● 教材視聴 ● お問い合わせ ● 交流フォーラム ● メールマガジン
データベース	● 会員情報の格納 ● 教材情報の格納 ● 交流フォーラム投稿内容の格納

表7 アンケート項目

Q	質問項目	形式
1	講座動画は退屈ではなかったですか	5 件法
2	講座動画の内容は理解できましたか	
3	状況・場所を問わずに学習ができると思いますか	
4	教材について改善点があれば記入してください	自由記述
5	教材についてよかった点があれば記入してください	

4.2 オンデマンド教材の質の評価

アンケート結果の平均値を表 8 に示す。アンケートを実施した全ての講座において，従来の講座と比較して改良した講座の方が，平均値が高い。最も平均値が上がった項目は「アセンブラプログラミング設計」の Q1 であり，同講座の Q2 は最も平均値の差が小さい。

自由記述形式で回答してもらった Q4 と Q5 の結果を抜粋し，表 9 に示す。「アセンブラプログラミング設計」の Q5 は回答数が 0 であったため，無回答としている。

5. 考察

5.1 情報サービスの開発に要した工数の差から

開発に要した工数が 8.3%減っていることから，基盤システムはオンデマンド教材を提供する情報サービスの開発コストを削減するために有用であると考えられる。E.E.R.C.の開発時は運用に必要なサーバとアプリケーシ

表 8 Q1～Q3 の結果（n＝7，値は平均値）

コンピュータ工学		
Q	従来の講座	改良した講座
1	3.00	4.00
2	3.43	4.29
3	3.29	4.14
コンピュータアーキテクチャ		
Q	従来の講座	改良した講座
1	2.86	3.71
2	3.29	4.29
3	3.29	4.00
アセンブラプログラミング設計		
Q	従来の講座	改良した講座
1	3.00	4.14
2	3.71	4.29
3	3.57	4.43

表 9 Q4 と Q5 の結果（n＝7，抜粋）

コンピュータ工学		
Q	従来の講座	改良した講座
4	テキストの文字が見づらい。	キャラの動作にもう少し意味を持たせた方が良いと感じた。
5	シンプルにまとまっている。	堅苦しさが緩和された。
アセンブラプログラミング設計		
Q	従来の講座	改良した講座
4	文字が読みにくい。	アバターの動きを多彩にした方が良い。
5	無回答	字幕が出ていたところ。

ョンの選定や設定を毎回一から行っていたために複数回必要となっていたが，基盤システムではコンテナ詳細設定ファイルとコンテナ統括設定ファイルで一括管理することができるため，各設定を行うプログラムコードの再利用性が高まっていることが工数削減に大きく貢献していると考えられる。

5.2 教材のアンケート結果から

アンケート Q1～Q3 の結果から，字幕とアバターを追加した講座の方が講座動画の内容と実用性が高いと考えられる。各講座の Q3 に着目すると，字幕を追加したことにより外出時の移動中といった音声を聞き取りにくい場面でも受講しやすくなっていると考えられ，教材の良かった点に「字幕が出ていたところ。」とあることから字幕がある教材は好反応である。また，各講座の Q1 の結果と「堅苦しさが緩和された。」という回答から，アバターの追加は受講中の途中退出を減少させ，講座の視聴意欲を向上させる一助になっていると考えられる。一方で，Q4 の結果から，アバターの動きを多彩にして意味を持たせるべきと考えられる。無意味にアバターを動かしすぎることでテキストに集中できなくなるため，講座動画の音声と同期した適度な動きをさせる必要がある。さらに，「アセンブラプログラミング設計」の Q2 はアンケート結果の平均値が 0.58 の上昇となっているが，「コンピュータ工学」と「コンピュータアーキテクチャ」と比較して上昇率は低い。実践形式の講座は字幕やアバターの有無で講座のわかりやすさには大きく影響しないと考えられ，配布するプログラムソースコードとマニュアルの説明を充実させて対策する必要がある。

6. おわりに

本研究では，学習意欲を向上させる教材の作成を目的とする基盤システムの開発に取り組み，オンデマンド教材管理・提供サービスを開発して試行した。今回の試行では，基盤システムを用いることで 8.3%である 20 人時の工数を節約でき，その工数を教材開発に割り当てることで従来の教材に字幕とアバターを追加することが可能となった。教材の質の向上を評価するためのアンケート対象者は 7 名であったが，アンケート結果から字幕とアバターを追加した教材に好印象を抱いた回答が多く，教材の質を上げることができたと考えられる。今後の展望としては，基盤システムの PHP アプリ内に配置するプログラムファイルをモジュール化し，サービスを取捨選択できるパッケージシステムを開発して，更なる工数の節約を目指す。工数を節約することで，今回の試行で明らかとなったアバター導入による教材の質の向上や講座資料の充実を実現することができると考えられる。

参考文献

(1) 文部科学省：大学・高専における遠隔教育の実施に関するガイドラインについて（周知）（2024 年 6 月 16 日閲覧），https://www.mext.go.jp/content/20230328-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf.

(2) 総務省：コロナ禍における公的分野のデジタル活用（2024 年 6 月 15 日閲覧），https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/n2200000.pdf.

(3) 中村哲之：“オンライン授業（オンデマンド型）における教育高価―教育心理学的観点からの実践的検討―”，東洋学園大学教職課程年報，2021-03-20，3，pp.1-14.

(4) 古性隼都，桑原健人，長田龍臣，浅川毅：“リカレント教育促進のための ICT オンライン講座の開発”，CIEC 春季カンファレンス論文集，14，pp.51-56（2023）.

(5) Docker：コンテナ-アプリケーション開発の加速（2024 年 6 月 4 日閲覧），https://www.docker.com/ja-jp/.

PRT を利用するオンラインテストの作成支援

浅本紀子*1・小峯玲奈*2・堺谷天詩*2
Email: asamoto.noriko@ocha.ac.jp

*1：お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系
*2：お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース

◎Key Words　　オンラインテスト，STACK，PRT

1. はじめに

近年教育現場でも ICT がより一層活用されオンライン教育やハイブリッド型授業は広く行われるようになり，そこで利用する教材の作成や分析を教員自身が行うことも多い。オンラインテスト利用においても，教員が自分の授業に適した問題を作成し，その受験結果の分析を授業にフィードバックするメリットは大きい。一方で，オンラインテストの作成や受験結果の分析には，学習管理システム(LMS)に対する知識や，分野によっては TeX や数式処理システムに対する知識が求められるため，教員側の負担を軽減するツール開発などの研究が行われている。本研究では，解答評価に PRT を利用できる STACK 用に問題作成支援ツールを開発する。今回は，主に共通テスト形式の大学入試問題の範囲を対象とする。STACK は広く普及している LMS である Moodle 上で利用できる数学オンラインテストシステムであるが，PRT の利用は数学以外の問題でも活用できる。

2. 背景

2.1 LMS とオンラインテスト

多くの LMS,(Learning Management System) には，オンラインテストの機能がある。国内の大学でもっとも普及している LMS である Moodle では小テスト(Quiz activity)，問題(Question) などが使われており，問題タイプ(Question type) はプラグインを追加することで機能を拡張できる。

Moodle で小テストの問題タイプの一つとして利用できるプラグインに STACK がある[1]。STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)とは，数式による解答が可能なオンラインテスト・評価システムのことである。STACK での数式の入力は，フリーの数式処理システムである Maxima の数式入力記法に従う。Moodle プラグインとして利用できるのは STACK3.0 以降である。

2.2 ポテンシャル・レスポンス・ツリー(PRT)

STACK にはポテンシャル・レスポンス・ツリー(Potential Response Tree, PRT) という解答評価機能が搭載されており，様々な想定される学生の解答(ポテンシャル・レスポンス) をツリー状に整理することで，学生の解答が正解かどうかだけでなく，入力された解答に応じて様々な応答を返すことができる(図 1)。そして，教師は学生の解答記録を見て，学生がどこでつまずいているのか，どのような誤りが多いのかを調べ，今後の指導に役立てることが可能である。

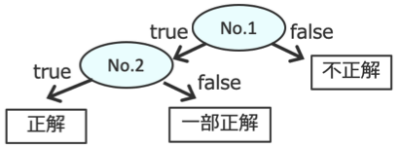


図 1 ポテンシャル・レスポンス・ツリーの概念図

LMS の機能を利用して成績の管理を行うことは可能であるが，さらに STACK では学生がたどった PRT を確認することで，各学生がどのような経緯で正答または誤答にたどり着いた経緯まで知ることができる。適切な PRT を設計し構築することが，オンラインテストの問題をよくすることに繋がる。

2.3 関連研究・先行研究

前述のとおり STACK には PRT に従って，受験者に適切なフィードバックを返したり，教師が受験者達の解答経緯を確認しクラス全体の習熟度を確認したりできるが，多くの受験結果の解答記録をみて把握するには手間がかかる。また，Moodle の小テストは豊富な問題タイプで多様な問題を作成できるが，特に STACK などの複雑な問題を作成するには，作成者が使い方に慣れるまでにある程度の時間を要し作成にも手間がかかる。これらの悩みを軽減するツール等はいくつか発表されている。

玉田，堀之内らは，教師向け・学生向けそれぞれに STACK の問題からなる小テスト結果の分析シートを PRT の解答記録を利用して自動作成するツールを開発した[2][3]。これらは，Moodle サーバーに変更を加えることなく利用者としての教師の権限のみで LMS に詳しくない教員が各自の PC での Excel の操作で教員向け学生向けの分析シートを小テストのフィードバックとして Moodle にアップロードできるものである。

村木らは，PRT の設計が機械的に決まる種類の問題について，令和 5 年度の数学 4 科目(数学Ⅰ，数学Ⅰ・数学 A，数学Ⅱ，数学Ⅱ・数学 B)の正解表のデータから STACK 用の問題を生成するツールを作成した。[4]

3. 共通テスト形式問題の作成支援

昨年の PCC2023 で発表した共通テスト形式の数学問題の PRT 生成を発展させ，令和 6 年までの過去の共通テスト全科目の本試験及び追・再試験に対応させる。この形式で横書きであれば，数式を含まない数学科目以外でも STACK 形式にすることで PRT 利用の恩恵を受けることができる。

3.1 共通テスト形式

先行研究と同様に，大学入学共通テストやセンター試験の数学問題のような問題文内の四角の枠に入れる数や記号を選択する出題や解答方法を本発表では共通テスト形式とよぶことにする。問題文および正解と配点表は公開されている[5]（図 4）。この正解と配点の表から問題と PRT を生成することを考える。

3.2 出題パターン

令和 3 年度から令和 6 年度までの本試験及び追・再試験の正解表等を調べ必要事項の確認をした。

✧ 入力欄

問題の入力欄は原則として問題文の枠に対応させる。つまり，可能なものは(符号付き)整数で，一部「a」「b」が使われる。それ以外の分数式や根号式等は問題文で複数の枠を組合せて使う。小数点を含む解答については，1 枠で入力させる方法も考えられるが今回は問題文の通りに 2 枠に分けることとした。

✧ PRT

出題パターンの基本は，ｎ枠で順／順不同と部分点あり／なしの組合せの 4 通りである。

表 1 令和 6 年度問題出題パターンごとの PRT の個数

	R6					R6追・再試験				
	数学Ⅰ	数学Ⅰ・A	数学Ⅱ	数学Ⅱ・B		数学Ⅰ	数学Ⅰ・A	数学Ⅱ	数学Ⅱ・B	
1枠	29	30	32	33		20	22	18	27	211
2枠	5	12	12	14		20	20	22	21	126
3枠	6	4	1	3		2	4	3	1	24
4枠	2	1	2	1			2	1	1	10
5枠									1	1
6枠				1					1	2
2枠、順不同	1					1				2
3枠、部分点			1	1						2
	43	47	48	53		43	48	44	52	378

(1) ｎ個の枠が順番通りに全て一致のとき正解

入力値を解答欄の順に全て正解と代数等価のとき(ツリーの左下の緑の枝)のみ配点を与えることとし，ノード数はｎ個になる。リストで判定するとノードは 1 個で済むが，よりよいフィードバックを書くことに備えｎ個とした。

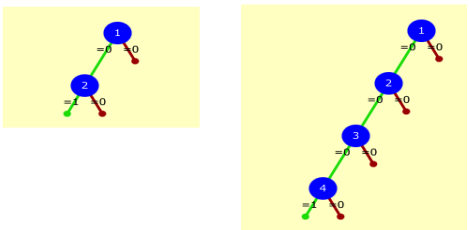


図 2 全て一致のとき正解の PRT 例

(2) ｎ個の枠が順不同で全て一致のとき正解

Maxima で，集合もしくは sort 済みリストの代数等価を使用し 1 個のノードのみのツリーとする。

(3) ｎ個の枠が順番どおりで部分点あり

(4) ｎ個の枠が順不同で部分点あり

これらは，出現頻度が多くないため対応する部分点なしのツリーを手動で編集することとした。

✧ 問題文

数学の問題の多くは問題テキストや各フィードバック内の記述には数式や数学記号が含まれ，それらは LaTeX ベースで記述され Mathjax フィルタでレンダリングされることになる。問題文内の四角の枠を使った分数式や根号式も LaTeX コードで直接生成させることも検討したが，用意する CSV データが複雑になるため今回のツールの仕様には含めなかった。

国語の問題は縦書きのため，今回は対象としない。

3.3 作成ツール

共通テスト形式の問題では，採点は解答表の 1 行ずつの配点により行われる。この特徴をふまえ，STACK の問題は小問単位とし，複数の解答欄と複数の PRT からなるものとする。

正解表から作成した CSV データをもとにして小問ごとの STACK 問題を作成するツールを Python3 で試作した。今回の実験に用意した LMS のサーバー構成は次の通りである：Ubuntu 24.04 LTS，Maxima 5.46.0，Moodle 4.4.1，STACK 4.6.0。

問題作成手順としては，(1)CSV データを用意，(2)インポート用の XML ファイル作成，(3)インポート(図 5)，(4)Moodle で問題テキストと必要に応じてフィードバックを整える(図 7)。

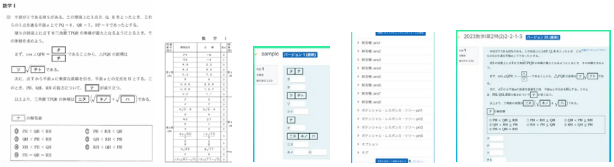


図 4 問題文(左)と正解表(右)の一部

図 5(左) インポート後の状態

図 6 (右) その時の問題編集画面(解答欄と PRT 部分)

図 7 編集後の問題テキスト

(※ PDF 上で拡大して見てください)

4. おわりに

発表者らは，オンラインテストで教師/学習者双方に役立つ問題設計に PRT が活用できると考え，Moodle 上の STACK を利用した問題の作成を手助けするいくつかのツールを開発した。本発表では，

共通テスト形式の問題と正解表から配点通りの PRT を作るツールを紹介した。

参考文献

(1) <https://moodle.org/plugins/qtype_stack>

(2) 玉田：“高校数学オンラインテストにおける教師支援システムの開発”，お茶の水女子大学修士論文（2021）.

(3) 堀之内：“STACK による高校数学オンラインテストを用いた学習支援”，お茶の水女子大学修士論文（2021）.

(4) 村木，鶴岡，浅本：“数学オンラインテストの PRT 活用”，2023PCConference，pp.173-174（2023）.

(5) 大学入試センター：https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/

創立 150 年官立新潟学校の理数工教育創生時の実態解読とその能動学習的な再構成

小林昭三*1・興治文子*2
Email: kobayasiakizo@gmail.com

*1：新潟大学教育学部
*2：東京理科大学教育支援機構教職教育センター

◎Key Words　ICT 活用アクティブ・ラーニング，創立 150 年の教訓と再構成，簡易理化学実験検証

1.　はじめに

1874 年設立の官立新潟師範は本年創立 150 となる。欧米から科学実学移入の後，日清・日露・第一次大戦を経て，皇道主義や軍国主義を激化させ，無謀なアジア侵略戦争に突入し無残な敗戦を迎えた。その史的解明が不十分な中で，何かと戦前を想起させる昨今となっている。

官立師範学校の創立後３年で，西南戦争に起因する財政破綻的困窮に至った。急激な教育制度改変は３年で破綻し，県財政での学科再編を余儀なくされた。こうした明治当初に日本各地に創設された小学校から大学の急激な危機と教育システム再編で乗り越えた苦難とに満ちた理数工教育創生の実相と教訓を解明・整理しよう(1)。

その際，ハラタマ・リヒター等のお抱え外国人教師時代から，日本人の教師（市川・飯盛・桜井・小川・後藤・他）や師範生徒達（倉茂他）による多才で多様な教育方式の開拓時代が如何に展開したか，等の明治中後期の教育史的な特質と教訓を調査分析して解読してきた。師範開始期・明治中後期頃を経て戦前期迄に至る日欧米の比較（パーカー・カッケンボス型，スチュワート物理型，ガノーやゲージ物理書等(2)），特に物理教育と日本の科学や実学教育の実相や教訓とを対比して，それらの緊密な相互関連を解き明かしてきた。更に，それらの現代的 ICT‐AI 活用型のアクティブ・ラーニング（AL）型授業への現代的再構成を目指して，100 均店等の安価で近易な素材活用により簡易実験的検証を配置する AL 授業を具体化してきている(1)。そうした欧米日の科学教育史的潮流を比較検証しつつ，明治期以来の簡易実験による検証を基礎にして ICT―AI 活用型授業による能動的深い学びへと現代的に再構成する。この様な具体化への試行的な教育実践の実例と成果等についての報告をする。

２．高学年–低学年の科学教育発祥展開の比較分析

最初に，創立 150 年を迎えた官立新潟師範学校の開始期に於ける日本の理数工教育分野の発祥と展開が如何なる実相と教訓をもたらしたか。当時の低学年から高学年迄の科学や実学教育は日本の文明開花・富国強兵の国家的大潮流の真只中に於いて如何なる役割を果たしたか。科学教育や実学教育の変遷はどの様だったかを辿ろう。

学制下（M5–M13）の低学年で「養生口授と窮理学輪講」が開始されたが，それらが低学年理科の萌芽に当たるものであったこと等を，次の３つの特徴的な実例の記録から対比的に示して，その実態を検証し整理しよう。第一に，官立新潟師範学校の創立当初３年間の実態を記述した文献(3)を基にそうした実態を示す。第二に，江戸末期の藩校から学制下の小学校に転換した「新潟の小学校長・新保磐次の赤裸々な回顧録(4)」から当初に於ける創意工夫や苦労と機転に満ちた授業の実態を概観する。第三に，日本の小学校教育の研究センター的東京高等師範の附属小学校での高学年科学教育と，低学年の問答法的直観科」による低学年理科の準備科目の先導的試行に当たる「直観教授プログラム」を辿る(5)。以上の代表的三様の史的潮流を比較検証し戦前迄の変遷を俯瞰する。

2.1　官立師範と民間的授業との対比的な実相を解読

創立 150 年の官立師範学校では文献１にある図１の様な問答法による授業が行われた。小学校の教室で生徒は成績順に座る。授読法と呼ぶ授業運営がされる。生徒は座席順（成績順）に指名され問答し回答する。成績順・席次順の一斉授業法（諸葛信澄の小学教師必携を参照）なのだ(3)。成績順の音読を数回繰返す。新潟では教師は復習の際は末席から逆順で指名する。

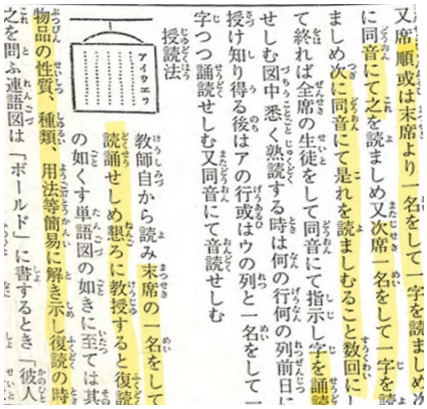

授読法
教師自から読み末席の一名をして読誦せしめ懇ろに教授すると復読の如くす単語図の如きに至ては其物品の性質、種類、用法等簡易に解き示し復読の時又席順或は末席より一名をして一字を読ましめ次に同音にて之を読ましめ又次席一名をして一字を読ましめ次に同音にて是れを読ましむること数回にて終れば全席の生徒をして同音にて指示し字を誦せしむ図中悉く熟読する時は何の行何の列前日に授け知り得る後はアの行或はウの列と一名をして一字つつ誦読せしむ又同音にて音読せしむ
之を問ふ連語図は「ボールド」に書するとき「彼人

図１．官立新潟師範学校の席次順授読法

「じっくりと末席から復習をさせる」手法が，より効果が得られる授業例として特筆された(3)。西南戦争による財政破綻で，3 年間の官立は廃止されて県立になる。県が許す財政不足分を埋めるために生徒負担増が強いられた。その学校維持費負担増を富裕層しか当時は出せないので，一般庶民の入学排除がされる差別的な制度に変わった。画一的席次順教授法は一般庶民に一層評判が悪くなった。

更に，全寮制の軍隊式の生徒管理下での 5 時間の平日授業後の外出は 15–18 時となる。休日には，7–19 時に外出の許可証を門監に提出して町に出向く外出となる。洋風の新校舎・翻訳教科書・寺子屋ではあり得ない成績順の座席の授業，等々は庶民の日常に馴染のない高嶺の花だ。その弱点は：国定教科書時代の国家主義的教科観・教師観・教育論理で編成した授業細目に強く制約された。授業者の独創性をとても生かし難いもので，欧米様式を表面的に受け売りした様なとてもひどい実態だった(5)。

これと対比的な潮流として，私学や民間教育研究団体の先駆者による独自的で先導的な試行実践が進展して行った。それは，やがて欧州大戦期の科学戦での科学の役割の見直し期や，自由思想が尊ばれた大正デモクラシー期

の，1920-1930 年頃に大きく花開いた。その時期に全国規模の実践的研究による初学年からの理科提言となり，自然科・直観科・自然の観察という具体化に発展していった。

自由な教育思想のもとでは，大正の児童本位の教育改革を目指した「私学・私立小学校（成城や成蹊）」潮流を生むことになる。その優位性から，公立の硬直的欠陥を克服する意欲的な研究に取り組む潮流となる[5]。大自然を教室に自然の中で児童を思う存分遊ばせ・児童生活を出発点にして，児童の生活（遊び含む）の実態にも強く規定された新しい教科としての「自然科や直観科」の教授細目の編成を生む低学年理科の設立に向けた展開が進展した[5]。

2.2 新保磐次の藩校助教や校長時代の小学校実態

新保磐次（いわじ）達は先輩の三宅米吉等と共に，恩師中川謙二郎の奮闘的な理学教育創成の息吹に感化されて，理化学教育や読本教育での幅広い先端教育者に成長した。前記の官立師範とは著しく対比的な民間的潮流の変遷を辿る。新保磐次の独特な年譜的概略を最初に概観する[4]。

1856 年越後国(西蒲原郡曽根村)新保正與長男として生誕。
1871(M4)年には藩校で父の跡を継ぎ三根山藩藩校助教。
1872(M5)年には小学校を設置し初代校長になる。当時の新保が奮闘した小学校実態が解る彼の手記も追記をする。
1876 年 新潟学校百工化学科に入学し師中川謙二郎・三宅米吉との知己を得た。中川謙二から理系的素養と函館時代の理科教授法を蓄積した。特に百工化学科を中退後に，東京私塾英語学を経て，工業雑誌の記者として勤務した。
1883 年 函館師範学校の教職に 3 年間勤務中には，中川感化化学を深め化学教育分野の授業法書・論文を多数執筆。
1886 年中川謙二郎と三宅米吉の尽力で金港堂の所員となり，更に東京師範学校での教職をも兼務することになる。
1932 年 2 月 新保は死去；教職と出版業務等の激務的多忙な兼務生活の故に体調を崩し東京高師職辞職後死去する。

父正與の藩校を 15 才で継いだ新保は，当初からその代理助教として学校運営を任され，自由自在な藩校運営を実現した。その 1 年後には，学制下設置の小学校に移行した。財政的に極貧困な補助だけの学制下での小学校校長として，藩校以来の自由な気風で自在な機転を生かす学校運営をするしかない実態が記されている[4]。特に貧窮的な学校運営面での秘話は，当時の小学校の実態を赤裸々に示すもので，管制師範との対比としてとても興味深い。例えば，教科書見本 1 冊のみの困窮を，生徒筆写授業で 2 冊（本人用と学校用）作成の効果と実益の工夫を編みだした。掛図無しの貧境打破の為，厚紙と絵具で手作り掛図作成，等々で貧困な国県補助を補い乗り超える創意工夫をした。自由爛漫な新保流授業スタイル（乗馬や雪遊び兎狩り等で生徒と豊かな家族的交流を随時交え）の教師生徒間親和を深めた授業で，卒業生 34 人を養成した[4]。

20 才時に，百工化学科で理化学分野を極める為，意欲的で向上心の旺盛な生徒に転じ学業に励んだ。藩友世代の生徒と深い交流後，同科中退し東京私塾で英語を学ぶ。工業雑誌記者・金港堂教科書編集者で活躍し，『日本普通文如何』・『日本読本』・国語科・理科・歴史・地理等の多様な教科書を編集して日本の教育の質を多いに高めた[4]。

2.3 東京師範附属での低学年実科直観科試行と行方

1873(M6)年制定の東京師範学校・下等小学教則における問答科という教科があるが，これは欧米輸入の教科で，前記の暗誦・復唱を繰り返す教授法より進んだ進歩的な教授法とされた。絵図を掲げて，教科書中の事物の名称・形状・性質・部類・機能・用途等を教師と児童との問答で示して，それらを直観教授する教授法であった。教師の発問と児童の応答の過程で児童の観察力や思考力を発揮させるもので，歴史・地理・理科と読み書きとを一体にした複合教科的な役割もある，低学年理科の萌芽であった[5]。

1879(M12)年に東京師範学校の井沢修二と高峰秀夫は米国で直観教授を学び帰国後同校の教則を改定した。問答科を実物科に改め，掛図や教科書の中の絵図でなく実物を媒介にする教授法，即ち，実物そのものの直観観察・理科的実物観察（理科的直観科）を導入したのである[5]。

1881(M14)年制定の小学校教則綱領によって，しかし，この実物科と実物観察教授内容とは抹殺された。理科的実物の直観学習という教育内容が失われて，問答科という形式的教育方法だけが残る悲劇的結末となった。この間の事情を「M12 の教学大旨，M13 の改正教育令，M14 の小学校教員心得，等々…民権思想を盛った教科書のパージ，文科省教科書編集開始等一連の反動文教政策が打ち出されつつあった‥修身科が重視されるとともに理科が軽視されることになった（梅根悟，生物教育思想の変遷）。

その後も，欧米から同様な低学年理科的な実物観察教授法の導入が何度か繰り返される。前述悲劇の 10 年後の 1892(M25)年には，高橋章臣によって，ドイツの生活共同体の思想に沿った「附属小学校教授細目」がつくられた[5]。尋常 1 年から地理の中に博物（理科）教材を交えた直観科教授（低学年理科の基礎）を復活させた開拓的試行プランと高く評価されたが，1900 年の小学校令改正でも文科省は尋常 1 年生からの「歴史地理」を実現しなかった。
1903(M36)年に棚橋源太郎は「尋常小学地理歴史理科」をドイツから学んで，帰国後に師範附属学校で実施した。棚橋は「附属小学校時代の思い出」で次の様に回顧した。「幸いに，私の主任していた第一部は文部省でも研究の自由をある程度まで許されていたので‥この研究の結果を明治 36 年(1903)1 月に『(尋常小学校における) 実家教授法』として脱稿した」と。かくして，当時の東京高等師範学校附属小学校は，法令や規則にとらわれずに，自由な教育研究を保証される先進的な実験校の役割を担った[5]。

1921（T10）年には，高師範附属の尋常小学校 1 年から 3 年まで，「直観科教授細目」が発表開始された。これは 1919(T8)小学校令改正で，科学戦争での科学重視の国際世論的影響下での，理科教育が 4 学年から開始されるに及んだので，この細目と同時に，4 年から 6 年までの「理科教授細目」の改定版も新たに編成される事になる[5]。後に「小学校理科教授細目附直観科教授細目」として出版され直観科は低学年理科への理科入門だった確証となる。

実は，この教授細目は 1903(M36)年以降の「尋常小学地理歴史理科」の編集趣旨と比べてその本質は何ら変わっていない。内容的には，動物植物教材が主だったものが，噴水・凧とこま・竹とんぼ・飛行機・風車・玩具の物理現象と理科工作とを加えて，更に，森川海月星雷夕立等の自然現象を加え低学年理科開始の直前迄に接近していた[5]。

3. 中川謙二郎・三宅米吉・新保磐次達による日本的な科学や実学教育分野での開拓創成の実態教訓

本年（2024）は官立新潟師範創設 150 年に当たるが，創

設3年後（1876）には，西南戦争による財政破綻から官立から県立に改変を余儀なくされた。その結果，日本唯一の百工化学科(1880 年廃止)・師範学科・英語学科・講習科四学科開設の県立新潟学校への改組が強要された。その日本初の学科である「百工化学科」の中核となったキーパーソン・中川謙二郎は，新潟で理化学教育の大先駆者となる基礎を築くに至った。彼の恩師である手島精一・ワグネルの系譜として（東京開成学校製作学教場第1期生[注1)]），日本的な化学実験教育法・訓蒙化学や実学教育を日本に同化させ，日本中に広めつつ新展開させる大きな寄与をした[6]。以下でその経緯と実状と教訓等を整理分析しよう。

3.1 中川謙二郎の百工化学科・科学教育の歩み：中川と新潟の係わり・百工化学科への誘いと決定的な経過

1850年10月26日（嘉永3年9月）に誕生した（1928年・S3年歿)。中川は１３参りの際に「この世界の東西南北に限りなく旅行できるか」と父に問うたと云う。海を見ないでその観念が無いことを想い悩む，というこの姿は幼い謙二郎への科学知識の萌芽かと思われている。謙二郎は西園寺公望の山陰道鎮撫・北越鎮撫に参加して，実はその時が新潟の地を訪問した最初の若き日の経験であり，後に新潟にしっかりと根を下ろす下地であっただろう[6]。西園寺公望はこの東北平定後の1868年に新潟府知事を拝命した。(その後，1869年・新潟県令は楠本正毅；1875年12月には永山盛輝)。その後に西園寺は，開成学校にて仏語他を学んだ。西園寺公望はその東京留学の際に，「東京で学問せよ」と中川謙二郎に内命したと言う。この時に謙二郎は「春の如き心地なり」と喜ぶと手記をしていた。そして謙二郎は政治家で無い教育者に向かう決意を固め1869（M2）年に東京開成所の2年間英語数学を学んだ[6]。1871（M4）年から6年間・共学舎で英語・歴史・数学を研究し教諭した。共学舎時代（人事不省で死亡を誤伝との事件で共学舎創立者の佐原能一は命の恩人となる)。新潟学校・百工化学科への赴任は「共学舎での恩人・佐原能一氏と，彼の友人・新潟英語学校校長三穂健道氏，との内議で成立した」ということである。従って，後述のような中川謙二郎を「新潟百工化学科」の中核的キーパーソンとする当構想の基盤は佐原と三穂の先見性依拠の結果だった[6]。

実は，1875年12月に着任した永山盛輝が，翌1876年2月に百工化学科を設立する意向を固めて7月に設立を布達できたのは，「前年2月に東京開成学校に付設された製作学教場をモデルにして，規則・学科等を編成できたこと」，および「教員として中川謙二郎を招聘できたこと」が大きかった[6]。 周知のように「新潟学校規則」は「製作学教場教則」に酷似している。製作学教場・1877年2月廃止・ほぼ同時期に百工化学科は同年1月に授業開始・製作学教場の廃止と開業がされた。「新潟学校規則」は「製作学教場教則」に酷似している[1]。

その日本初百工化学科廃止後には，東京工業学校教授（1898)，仙台高等工業学校長（1906）等で，中川は近代工業新知識を広め実学教育移入・深く根付かせた。新潟学校以来の化学教育・訓蒙化学の著述や実践を中川は進め三宅米吉や新保磐次等は中川の理化学実験用ものづくり・簡易実験検証教育を学び教育者に大成して行った[6]。

中川謙二郎は，１日に授業最大3時間，最大6時間の在校・勤務時間を正式に契約しており，よく化学試験（実験！）を実施していた。その実績の上に，新潟学校内や県会議事堂などの講演会場にて，中川は理化学分野の講演や演説をよく実施した。新潟学校英語科の生徒30人ぐらいはいつもその聴衆になったが，そうした講演会で百工化学科は庶民からの好評価が期待できた。新潟学校は無試験で入れたので学力が不ぞろいだったので，小学校初学の学力が交じっていても中川は上手く巧みに教えることができた。授業の教科書を読むより，中川先生の実地教授で得られるものははるかに多いという天性の教育家で，その巧妙な教育術が冴えわたる。粗末な素人下宿に住み清教徒の生活で教師力が鍛えられたので一切の酒を断ち清貧に生活していた。中川の自宅を訪ねると，打ち解けて歓待するので話も面白く何度も訪ねたくなる。貧困な生徒が病気入院するのを助ける等，人情が厚い人柄だった[6]。

学科開校に尽力した文部少輔神田孝平による「学区巡視功程報告」には，「化学教員二 中川某ナル者アリ学力頗ル優ニシテ甚タ教授ヲ善クス。生徒ノ数次第二増加スルノ勢アリト云」とあるように，中川は，百工化学科の教育に於ける中心的役割を果たし，その教育に献。授業で大活躍)。明治政府：県令・楠本正毅と永山盛輝への中等教育振興施策と共に，殖産興業による富国強兵の意識！「新潟学校（師範学校・百工化学科・英語科)，新潟医学校，新潟県農学校，女紅場等の設立」で，永山盛輝は「中等教育の振興と実学重視教育」という教育施策を実現した[6]。

新潟学校を中等教育振興施策の中心に位置づけ，百工化学科は殖産興業施策の中心に据えていた。教育施策の重点項目として，「小学就学率の向上と新潟学校の充実とをあげ」，「組合申し合せ規則制定，女紅場と百工化学科創設」を奏上した。明治天皇が北陸巡幸で新潟県を行幸した百工化学科への行幸を先導して化学実験を天覧に供する等，その 期待の大きさを知ることができる。その明治天皇への天覧の様子は：「理化学器械室等御通覧：化学実地試験場にて，化学科生・新保盤次・小高邦知・上村要蔵・小林義忠・青木直治及二国万次郎の六名は各自の化学実地試験をなし，「生徒両名より液汁の変色渣滓の沈浮等分離抱合等の技術（分析実験）を叡賢し，天覧に供す（中略)。門前にて化学軽気球を飛揚し天覧に入る」；とある。この様に，県令自ら天皇を化学実地試験場に先導し，化学実地試験（分析実験）及び水素気球飛揚を天覧に供した[6]。

3.2 中川謙二郎の授業実態と実地試験や演説の様子―その百工化学科教育での人材育成の実態と教訓

1876年に日本唯一の百工化学科と県立師範学科・英語学科・講習科の4学科に改組したが，1880年に百工化学科廃止に至る。石油産業が百工化学科の様な実業教育の卒業生を不可欠にするには時期尚早で，そうした就業先を確保する事は困難だった。中川謙二郎は，恩師手島精一ワグネルが主に関与した製作学教場の第1期生だった[注1)]。1874年に創立した開成学校内の製作学教場開設は3年後廃止されるが，第1期生の日本初百工化学科の中核・キーパーソンとして派遣された後に，彼は手島ワグネル系譜のリーダーとなる。先端的モノ作りで理化学（物理化学）実験で法則検証をする実験検証的授業法の先駆者になる。

百工化学科での中川流人材育成実態は，次の様である。特別の時は朝6時開始から夕方8時や10時迄勤務する。帰って翌日の準備し暗い冬の時間帯に生徒は手ランプ持って教場で筆記する。散歩・入浴隔日・2日空け1−2時間行く。先生も偉いが生徒も偉い。授業の実験器具も安価な

身近なもので経済負担を軽くする工夫をした。新潟学校での教材と教育内容から「簡易化学機械実験書」を生む[6]。

中川流の授業や講演（英語学校・師範学校・百工化学生徒も参加）は，理化学の実験・金石や石油の実地分析検証等迄も含む生々しい内容もあった。その講演・演説・実地検証まで一人で担当した。更に新潟県庁や各地の願い出る鉱石・石油・温泉等の分析検証が中川研究室に来る。百工化学科廃止後も一時雇で鉱山と石油地方の巡回調査で県下産業振興に寄与した。全国各地の依頼もあった。1879年に新潟から東京に移り1881年に学習院教師になる。学習院に士族と平民を共に入れる進言をして実現させた[6]。

1881年8月には東京女子高等師範学校に就業して女子教育に貢献した。特に，理化学授業で「理化学実験を女子教育でも慣習化迄に進め・女子教育の理化学教授時代」を築いた。高等女子師範の教場では女子教育の基本的理念として理化学で誘導された大いなる信仰（理念・信念）と成す為「中川は原子の周期律で未発見の元素や原子価を講述し未知原子や化合物の種類・性質迄の予知能力を説いた。生徒が驚異の眼でそれ等に感嘆し心打たれた。偉大な理化学への高邁な憧れと高潔な性行を生む理想の女子教育を指導する位置に師弟は立てた。更に中川校長は「高等女子師範卒後の地位は男子主で女子副なる現実変更は女子教師多数が首脳者で実現し得る」との主張を貫いた[6]。

４．結語：朝河貫一『日本の禍機』の教育的先見性

国会事故調・黒川清委員長は，事故報告書の「はじめに」で，「変われなかった」日本が日露戦争後に突進する暴挙を，福島の偉人・朝河貫一は「当時の著書『日本の禍機』で正確に予測していた」と特筆・喚起した[7]。起きてしまった「3.11 福島原発事故に日本がどう対応し日本がどう変わるか？」と対比し国民生活を守れなかった「政府・原子力関係諸機関・社会構造・思いこみを抜本的に変革しこの国への信頼を立て直す機会は今しかないと警告した[7]。

これ等を戦前迄の**「日本の教育の禍機」と読み替えるならば，朝河貫一の教育史的なこの先見性は，戦前迄の教育史へのしっかりした評価と教訓を生もう。**日清・日露戦争の後に，日本の教育史的な禍機とは，その「皇国主義・国家主義・領土拡張主義・軍国主義化・無謀なアジア侵略」の過ちに気づかぬまま，第2次世界大戦前迄に突き進み必然的敗戦への禍機なのだ。朝河貫一は『日本の禍機』でこれを痛烈に警告した[7]。だが日本は日露戦争で韓国への支配権・旅順・大連の租借権・満州鉄道利権，等を得て，日露戦争５年後に韓国併合・領土拡張・軍国主義化と植民地支配へと大きく道を誤った。欧州世界大戦の科学戦以後に於ける「物質世界での科学的合理的世界観を深め，社会的科学観国際的世界観を進展させる」好機を見逃したまま，無謀で非科学的な侵略戦争に突入し大敗北した。

この大きな誤りに気づき是正できる有能な人材育成教育は，1903（M36）年-1945（M20）年迄の画一的国定教科書制度下で途絶した。尋常・高等小学教育を授業細案レベル迄の画一的な国家統制を継続した文相の菊池大麓や数理分野の藤沢利喜太郎や桜井錠二等の責任も問われよう。数学分野の国定数え主義（黒表紙・緑表紙），理科分野の無系統的国定細切れ単元等々で国定化末期症状や国際的遅れを生み，実は桜井錠二も末期症状を憂いていた[注2)]。

官立師範での画一化教育の弊害の強化を国定化は生み，民間的な中川・新保・三宅の手島ワグネル系譜の自立的創意の結実条件を狭め国定化は末期的教育状況に導いた。

① 創立150年官立師範の序列主義・差別管理教育は民に不評不適教育とは対比的な「財政窮乏国から自由な百工化学改組で地域講演・簡易実験で効果を生む。
② 沢柳政太郎等の私立小学校の潮流が低学年理科の源流となり，師範附属小の直観科や尋常小学地理歴史理科の新学科での低学年理科の試行的実践を積む[5]。
③ １900年の松岡豊吉の物理学筆記は，菊池熊太郎や木村駿吉のゲージ物理的なAL型簡易実験の起源であり，ICT活用による戦後のAL授業の試行の潮流となる[1]。
④ 福沢・菊池・藤沢・第1世代の読み書き暗誦教育，第2世代で簡易実験含む手島ワグネル世代の自立的な実験授業法の創生潮流が「国定統制時代」に途絶した。
⑤ 朝河貫一『日本の禍機』の皇国・軍国・拡張主義の痛烈警鐘に気づかぬ中，第二次世界大戦時での決戦非常措置・学徒勤労動員・国民学徒総動員体制に至った。

謝辞：本研究はJSPS科研費24K06392及び，21K02947によるものです。

参考文献と注：

(1) 小林昭三,興治文子:授業筆記や学会誌等で解明する科学教育150年の史的新実相とその現代的再創成,2020PCC 論文集,CIEC,pp.207-210(2020), 同:「Graf の浮力背理と流体圧力をめぐる能動的深い学び-明治期授業の解読による」,2021PCC 論文集 PDF,pp.189-192。小川正孝:"物理筆記・化学筆記", 静岡尋常中学校講義の生徒・田中宗一郎による筆記(1893年・明治26年以後), 小林研究室蔵。同:"物理学筆記第1号,第2号,第3号", 静岡尋常中学校講義の生徒・石川武平の筆記(1890年・明治23年), 静中静高同窓会蔵。

(2) B.Stewart:Lessons in elementary physics, Macmillan, London(1873), M18スチュワート物理学川本清一訳.。A. Ganot:"Elementary Treatise on Physics Experimental and Applied for Use of Colleges and Schools" W. Wood and Company, 1879. A.P. Gage A ,"Textbook on the Elements of Physics for High Schools and Academies", Boston,1882.M25-27。菊池熊太郎編訳『理化示教』(分子存在証明を含む物理教科書の実例), 他。

(3) 官立新潟師範学校と82人の卒業生ー明治期教育制度確立に果たした役割ー・伊藤充著・ウエストン(2023) 。

(4) 新保磐次:30年前の田舎の学校, 教育界 1-3, 金港堂, pp.136-141(1902)。

(5) 小林昭三:「生活科」と子供の自然・社会認識(Ⅰ－Ⅳ), 新潟大学教育学部・教育実践センター研究紀要及び教育学部紀要(1992-1993)。長谷川純三著:『生活科の源流』, 同時代社(1999)。

(6) 中川謙二郎:『婦人の力と帝国の将来』・付録の『中川謙二郎先生小伝 by 新保磐次, pp.243-290』, 富山房(1925)・DOI 10.11501/1021599。

(7) 黒川清:東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書・はじめに。https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naiic.go.jp/。

注1). 中川謙二郎の恩師の手島精一は，1870年のアメリカ留学中に，岩倉外国使節団の訪米時の通訳を務め，イギリス・ヨーロッパの工業事情を実地見聞した。帰国後に，開成学校工芸部の製作場教場運営をワグネルと共に担い，1881年には，東京教育博物館長に就任した。フィラデルフィア万国博覧会では出品事務で渡米した。更に，パリ万国博覧会の出品事務で渡仏した等，その後も，十程の主要万博を体験して，日本最高の万博・実業・工業等の国際的な推進運動のキーパーソンとなり，実業教育や手工教育他のリーダーとなる。「およそ一国の富を増進するには，主として工業の発達を図るべきで，その工業の発達を図るには，先ず低度の工業教育を盛んにして，工業上もっとも必要な職工長其の他の技術者を養成しなければならぬ」と主張した。東京工業大学(1881東京職工学校・1901東京高等工業学校)の生みの親でもある。新潟百工化学科の中核となった製作学教場の中川謙二郎を生み育て，その中川や後藤牧太等は，日本的な物理・化学教科書や，多彩な簡易実験用もの作りと実験検証型授業普及に至る，手島ワグネル系譜を生んだ。

注2). 桜井錠二自身の科学振興調査会での発言から「封建官僚的権限により国定理科制度で低学年理科設置要求の建議をこれ迄に抑圧してきた形式主義的教育」を「時代遅れの旧来の教え方の教科」とした実相が露見した。例えば，「桜を教える際に，桜の字を書いて教えるが，実物でその生理を教えることを他の教科はしない」と。近年の20年に理科の一部での進歩はあるが，大多数の教科では未だに旧来の教え方で時代遅れなことを憂いていたのだ。

危機対応時に備えた対面授業

—対面授業から，ハイブリッド授業への転換—

筒井洋一*1
Email: ytsutsui@gmail.com

*1：大谷大学

◎Key Words　　オンライン授業，危機対応，対面授業，ハイブリッド授業

1.　はじめに

2024 度後期授業においては，文部科学省の調査[1]によれば，半分以上の授業が対面である大学は約 96%となっており，既に，「大学の授業は対面授業」である。大学の世界では対面授業が当たり前と思われても，しかし，学外では逆に思われている。つまり，コロナ禍を経て，学生全員オンライン授業に慣れているので，卒業後に企業や団体に入ってもリモートワークへの対応は可能だと思われているのである。しかし，現在の 1，2 年生のほぼすべての授業は対面授業であり，大学でのオンライン授業の体験者は多くない。

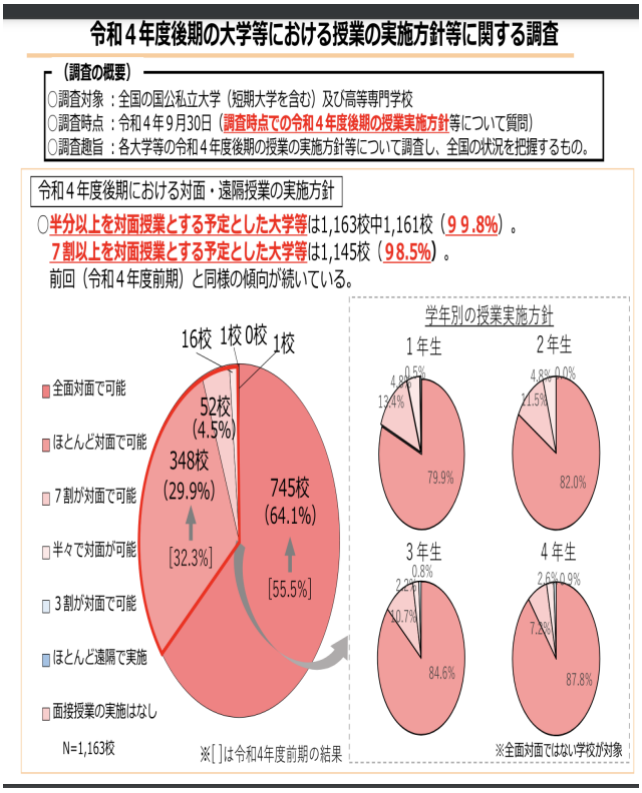
さらに，こうしたギャップの存在はほとんど知られていない。われわれがコロナ禍の教訓から得るべきなのは，今後混乱が生じて，たとえキャンパスに入構できず，対面授業ができなくても，学生全員がオンライン授業に転換して，学びが継続できることである。ところが，大学の現状は，対面授業に復帰したことに安住して，その教訓を全く生かせていない。

本発表では，通常の対面授業において，危機的な事態が生じて学生がキャンパスに通えないことがあったとしても，全員がオンライン授業に転換して，学びを継続しうる実践を提起した。

結論としては，対面授業の中でも，オンライン授業に転換することは可能であり，それによって，危機対応時での学びの継続が可能になることを明らかにした。

2.　ポスト・コロナ期の大学の授業と企業側での働き方のギャップ

文部科学省の調査によると[2]，令和 4 年(2024 年度)後期の授業において，7 割以上の授業が対面である大学は 1,145 校，98.5%に達しており，大学内部では対面授業だけと考えられている。このように，大学内部では「大学の授業は対面授業」という認識であるが，大学外では，異なっている。企業側はコロナ禍を経て，学生全員がオンライン授業に慣れているため，卒業後には企業に入ってもリモートワークへの対応が可能と考えられている。しかし，現在の 1，2 年生のほとんどが対面授業を受けており，大学におけるオンライン授業の経験者は極めて限られている。



コロナ禍の教訓としては，たとえ今後混乱が生じて，キャンパスが閉鎖され，対面授業ができない場合でも，学生全員が自宅などからオンライン授業に切り替えられ，学びを継続できることである。しかし，現状の大学ではこの教訓がまったく生かされず，対面授業が実施できないような危機的状況についてはまったく考えられていない。

一方の企業側では，労働環境も急速に変化しており，これまでほとんど普及していなかったリモートワークが広がってきた。その結果，企業は対面中心であっても，リモートワークもできることが必要になっている。

求人募集を見ても、リモートワーク専門の求人も増えているし，子育てや家事に追われている女性に限定したリモートワーク求人募集も行われている。

[1] 文部科学省. (2023). 大学におけるオンライン授業実施状況調査. https://www.sentankyo.jp/articles/7b060243-7d63-4395-9612-2c30cfa7a0b8

[2]

NTT ドコモモバイル社会研究所では，2023 年 2 月にテレワークに関する調査を実施している[1]。その中で，テレワーク実施率を 2021 年，2022 年，2023 年の 3 年間にわたって調査した結果，2021 年には全体で 14.5%，2022 年は 14.1%，2023 年は 14.6%と横ばいであった。株式会社学情が，024 年 4 月入社の新入社員の勤務形態の調査結果を発表している[3]。その中で，「出社」と回答した企業が 88.1%に上った一方で，リモートワークも望まれている。

企業にとって、出社が大半であるが，出社が不可能なときにも働き続けることができるリモートワークも社員に身につけてほしいと考えるのは当然である。企業側からしたら，たとえ出社することが働き方の前提になっていても，リモートワークもできるハイブリッドの勤務形態がリスクヘッジとしても望まれている。これはコロナ禍を経験したからこそ可能になった勤務形態である。このように，そもそも出社しないリモートワークの時や，出社できない時，企業外にいる時にもリモートワークを可能にすることが求められている。

本発表では，コロナ禍を経験した大学がキャンパスに来られないことを想定した場合，何が可能かについて検討する。現状の多くの大学では対面授業に回帰することはあっても，今後対面授業ができなくなる場合を想定することはほとんどないので，そういう内容の授業を組むことはない。発表者は，対面授業か，オンライン授業かの二者択一という思考は取らないし，二者択一はまったく無意味である。むしろ，いずれであっても，今後の危機対応時を想定してどのように学びを継続できるのかと考えることである。

大学設置基準第 32 条においては，「多様なメディアを高度に利用して，当該授業を行う教室等以外の場所で履修させることができる」授業，いわゆる放送授業（オンライン授業）の単位数は 60 単位を越えないことと規定されている。コロナ禍中には，オンライン授業の拡大を意図する動きもあったため，令和３年４月２日高等教育局長通知[4]において，大学等における遠隔授業が実施可能になる方策も検討されている。

発表者は，対面授業に回帰した大学が多い現状の中では，オンライン授業をどのように拡大させるかを検討するよりも，対面授業の枠内で，どのように学生全員をオンライン授業に転換させるのかを考える方が重要だと思う。現在の一年生にとっては，当該授業以外はすべて対面授業であるので，オンライン授業を学ぶことができるからだ。

3. 学外ボランティアの参加した大学の授業[5]

本研究は，今後，危機発生時にも学びを継続するために，どのような対面授業を展開すべきかを検討することにある。キャンパスに通えなくなって，通常の対面授業が実施できない場合を想定して，いつでもオンライン授業に切り替えられる対面授業を開発・実施することである。具体的には以下である。

発表者は、私立 A 大学授業「大学の学びを知る」を 2012 年後期から担当している。主たる対象学生は一年生である。選択科目のため受講者数は毎年変動があるが，平均 60 名程度である。

私は，授業は教師と教師以外とで一緒に授業を作っていくべきと考えているので，2013 年から始めた授業（当時京都精華大学専任教員として「グループワーク概論」担当）以来，学外から関わる授業ボランティア数名を募集し，教師とボランティアで一緒に授業を設計している。実際は、ボランティアが毎回の授業を担当し，教師は授業を背後で支え，大学との交渉をおこなっている。授業には，ボランティア以外にも，見学者も来られて，学生の学びに関わっていた。2017 年からは，ZOOMによるハイブリッド授業も実施しているので，国内外からオンライン見学者も参加している。2020 年から 2022 年はコロナ期のため，完全オンライン授業となったため，ボランティアも見学者もすべてオンラインであった。2023 年からは，ボランティアのオンライン参加も認めたので，教室に来るボランティア 1 名と，オンライン参加 2 名となった。そのうち一名は，アフリカ・モーリシャスからの参加であった。

授業カリキュラムは以下である。

大学の学びを知る　（担当：筒井洋一）
【モジュール 1(M1)】自分を知る
第一週　　9 月 21 日（木）　ガイダンス，授業の趣旨，自己紹介など
第二週　　9 月 28 日（木）　M1 の説明，身近なものやっとに目を向けよう
第三週.　10 月　5 日（木）　「聞く・聴く」（傾聴・質問・確認を中心に）
第四週　　10 月 12 日（木）　福祉 X **（己を知る）
第五週.　10 月 19 日（木）　M1 振り返り
【モジュール 2(M2)】仲間を知る
第六週　10 月 26 日（木）　M2 の説明，確認型応答
第七週.　11 月 2 日（木）　ヒーローインタビュー
第八週　11 月　9 日（木）　シェフ，探偵，ミュージシャン，イベント
第九週　11 月 16 日（木）　ヒーローインタビュー

---

3 「新入社員の勤務形態」に関する調査。2024 年 3 月 12 日
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001188.000013485.html

4 「大学等における遠隔授業の取扱いについて」（令和令和３年４月２日高等教育局長通知）
https://www.mext.go.jp/content/20210426-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf

5 この授業は、2013 年から始め、10 年間以上継続されている。この授業については、以下参照。筒井洋一他編著『CT(授業協力者)と共に創る劇場型授業―新たな協働空間は学生をどう変えるのか』（東信堂、2015 年）

第二回
第十週　　11 月 30 日（木）　M2 振り返り
【モジュール 3(M3)】　社会を知る
第十一週　　12 月　7 日（木）　M3 の説明，発表準備 1.
第十二週　12 月 14 日（木）　発表準備 2
第十三週　12 月 21 日（木）　グループ発表
第十四週　　1 月 11 日　(木)　グループ発表
第十五週　　1 月 18 日（木）　全体の振り返り

表 1　2023 年度後期 A 大学「大学の学びを知る」シラバス

授業ボランティアは全体のゴールを考えながら毎回の授業内容を決め、進行を担当する。毎回の授業は，三名のボランティアが担当を決めていき，授業をサポートする。

3.　対面授業から，ハイブリッド授業の技術的変化

大学における学びの場には，教師，学生，教室の三つの要素がある。すなわち，まず，
1) 学びを提供し学生との学びの応酬をおこなう点で中心的な役割をする教師。
2) 教師から提供される学びをきっかけにして，自身の学びへと転嫁させる学生。
3) 教師と学生がいる学びの場を区切る教室
という三つの要素が最低限必要であり、対面授業においては，こうした三つの要素が必須要素として含まれている。大学改革においては，教師や学生の役割の変化については常に議論の対象となっているが，教室についてはまったく議論されていない。教室という学びの場は効果的な場であり、またその逆でもある。

まず、教室のメリットとしては、，大学設置基準第三十六条に校舎等施設に教室（講義室，演習室，実験・実習室等とする。）として規定され，大学教育には必須要素とされている。授業時間割表も教室数や規模に応じて設定されている。このように大学の対面授業においては，教室の存在が前提となっている。壁やドアに仕切られた学びの場である教室は，教師が中心的に学生との学びの応酬をすることが可能だ。しかし，教室外の社会には多くの専門家や物知りがいるが，教室で仕切ることでこうした存在を寄せ付けないデメリットもある。

そこで、教室という枠組みを越境して，多くの専門家が教室内に入れるように，2013 年授業からは見学者を受け入れている。2017 年からは，オンライン見学者の受け入れを開始し，国内外の見学者が参加した。2020 年コロナ禍においては，対面授業が不可能となり，すべてオンライン授業ボランティア・見学者だけの完全オンライン授業を実施した。コロナ禍も緩和されてきた 2023 年には，オンラインからの授業ボランティアの参加も認め，オンラインからのハイブリッド授業も実施した。コロナ期にカメラやマイクを検証したが，カメラは，学生全員，学生グループ，教師などを 1 台で切り換え操作できることや，マイクは教師だけでなく，学生の声も拾える簡便な機材を準備する必要があったが，昨 11 月にはほぼ完成の域に達した。

これによって，学内有線 LAN を使えば，カメラ，マイクの設営がハウリングもせずほぼ 15 分程度で完了した。以前は，必ず PC 二台ないと難しかったが，現在では PC1 台，スマートフォン 1 台でカメラ切り換え操作が可能になった。



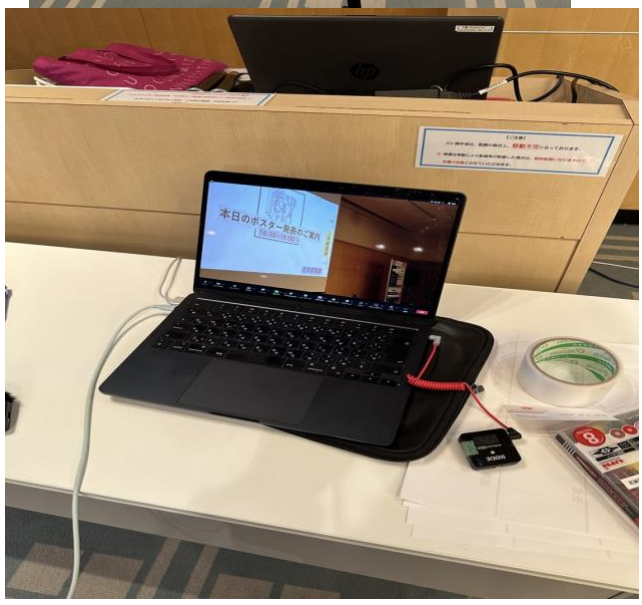


図 1　6 プリセット可能な 4K カメラ(USB 接続)と PC
図 2　ワイヤレスマイク受信機付の PC

4.　大学授業における対面授業から，授業への転換

2. の授業シラバスは通常の対面授業と同じであるが，そこに、対面授業からオンライン授業への転換を組み込むことが可能である。この授業では，オンラインから参加しているボランティアがいるので，第 6〜8 週に対面授業から，オンライン授業への転換を実施した。もし通常の対面授業が実施できなくなり，オンライン授業への転換を迫られた場合，自宅などでのオンライン授業に受講生全員がスムーズに移行するために，予行演習をおこなう。本来であれば，オンライン授業には自宅など遠隔地から入

るのであるが，今回の予行演習は第 6 週目に教室での説明後，学内に分散する方法をとった。

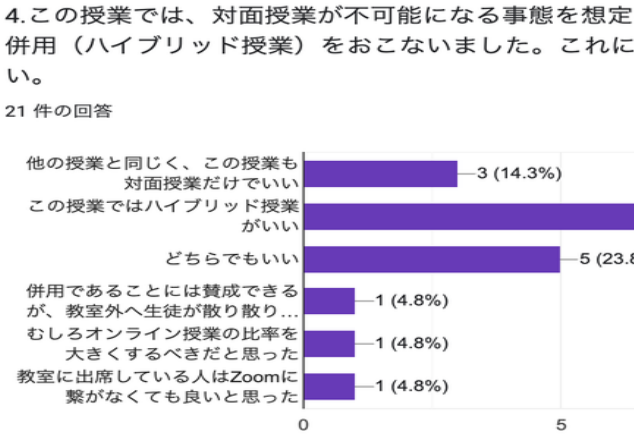
オンライン授業では，教室の教師・ボランティア，オンラインのボランティアなどとの双方向のやりとりをおこなうため，テレビ会議ツールは Zoom となる。当該大学ではテレビ会議ツールの指定がないので，Zoom アプリの使い方から教えていった。

受講生全員は，PC などのデバイス・イヤホン持参で，学内 Wifi の利用を前提とした。Zoom 使用にあたって，教室などの同一空間にいる場合には，音声のハウリング対策が必須であり，回避策を習得後に，今後の操作をレクチャーした。その後，学生はできるだけ学内に分散して広がるようにした。ハウリングしなければ，そこからの ZOOM 利用が可能であり，オンラインで自分のルームに入って話し合った。

第七週は，第六週と同じプロセスを繰り返した。特に，ハウリングを回避して，分散後にルームに分かれて話し合えることが受講生全員ができるかどうかを試したが，学生の習得は早く極めてスムーズに入れた。このような対面授業からオンライン授業への転換練習をすることで，今後の危機対応時に備えた対面授業が実現できたのである。

授業全体の説明についてはここでは省くが，危機対応時に備えた対面授業について，授業終了後，受講生にアンケートをおこなった。

対象　　：受講生 53 名中回答者 21 名
実施日程：2024 年 01 月 30 日～02 月 05 日



上記の結果からすると，この授業が教室とオンライン双方をミックスさせたハイブリッド授業であることに対して，60%以上の賛同を得ている。この場合のハイブリッド授業とは，オンラインからは，群馬県とアフリカからの授業ボランティアが参加していたが，特に，アフリカから授業を進行したボランティアの授業回数が多いので，実質的にはアフリカとのやりとりとみて間違いがない。

アンケートのコメント欄にもあったが，「教室から学内に移動することによって，対面授業からオンライン授業ハイブリッド授業への転換ができたことに驚いた」という指摘もあった。このことは，オンライン授業，ハイブリッド授業でなくても，対面授業のままで十分転換ができることを示している。

本研究の結果，危機発生時にオンライン授業に切り替えられる対面授業を開発・実施することが可能であることが示唆された。これは重要な発見であり，大学がキャンパスでの授業運営に支障が出た場合でも，学生が学習を継続できるよう支援するのに役立つのである。

5.　おわりに

本発表は，通常の対面授業において，危機的な事態が生じて学生がキャンパスに通えないことがあったとしても，全員がオンライン授業に転換して，学びを継続しうる実践を提起した。検証の結果、結論としては，対面授業の中でも，オンライン授業に転換することは可能であり，それによって，危機対応時での学びの継続が可能になることを明らかにした。

発表者の授業は，オンラインにも授業ボランティアが参加していたので，彼等が授業を進行することを前提にすれば，常にハイブリッド授業形式を前提にする必要があった。しかし，こうした必然性がなくても，対面授業をオンライン授業に転換することは，通常の対面授業内で十分教えることが可能である。それは，受講生の多くがオンライン授業に精通していなくても，学生のデジタルリテラシー能力はかなり高いので，一回 15 分程度を二回実施すれば，習得可能である。

現状のほとんどの大学では，現状が継続することを前提にして，危機時の対応を欠いている。しかしながら，受講生全員に実際にオンライン授業への転換を可能にする研修を授業内に組み込めば，学生のほとんどは自宅などからのオンライン授業参加は可能になるのである。今後、対面授業が継続できなくなる事態を想定しながら、なおかつ大きな授業内容の転換をしなくても、実行可能な授業を展開する必要はあるのであり、各大学はこうした視点を持ちながら、授業を設計する必要がある。

参考文献

(1)　文部科学省. (2023). 大学におけるオンライン授業実施状況調査.
https://www.sentankyo.jp/articles/7b060243-7d63-4395-9612-2c30cfa7a0b8

(2)　令和４年度後期の大学等における授業の実施方針等に関する調査
https://www.mext.go.jp/content/20221129-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf

(3)　「新入社員の勤務形態」に関する調査。2024 年 3 月 12 日
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001188.000013485.html

(4)　「大学等における遠隔授業の取扱いについて」（令和令和３年４月２日高等教育局長通知）
https://www.mext.go.jp/content/20210426-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf

1

アフターコロナに大学教員の仕事はどう変化したか？
—オンライン授業実施状況を中心に—

木村修平[*1]・神崎 秀嗣[*2]・近藤雪絵[*3]・長谷川元洋[*4]・矢野浩二朗[*5]・神谷健一[*6]
Email: syuhei@fc.ritsumei.ac.jp

*1：立命館大学生命科学部
*2：秀明大学看護学部
*3：立命館大学薬学部
*4：金城学院大学国際情報学部
*5：大阪工業大学情報科学部
*6：大阪工業大学知的財産学部

◎Key Words　オンライン授業，アフターコロナ，オンライン授業，教育 DX

1. はじめに

2020 年度に世界規模で流行した新型コロナウイルスは教育現場に大きな混乱をもたらした。多くの教育機関で対面授業が中止を余儀なくされ，教育の現場がオンラインに移行した。日本の大学でも ZOOM などのビデオ会議ソフトを用いた遠隔教育環境が急ピッチで整備され，2020 年 7 月時点の調査では，対面と遠隔を併用したハイブリッド型授業を実施している大学は全体の 6 割，全面的な遠隔授業は 2 割にのぼった(1)。

いわゆるコロナ禍が終息したとされる 2023 年度以降は一般的に「アフターコロナ」と呼ばれ，経済活動などが正常化に向かうとともに，大学での教育・研究活動も対面を基本とする形態に回帰しているように思われる。一方で，オンラインという手法を授業や研究活動の一部や会議などの教務で引き続き活用している事例もあり，アフターコロナの大学における教員の働き方はコロナ禍前に比べて多様化している可能性がある。

本研究の目的は，国公立大学と私立大学の教員から成る授業実践コミュニティ「MOST フェロー」を対象にアンケート調査を実施し，所属先での教育・研究および教務におけるオンラインの活用状況を尋ね，大学教員の働き方に多様性が生じているかを確認することにある。

第 2 節では調査対象となった MOST フェローの概要を述べる。第 3 節では今回の調査の概要を示す。第 4 節では主な設問の結果を報告する。第 5 節では結果を考察する。そこで詳述するように，教育での活用度は私立大学が若干ではあるが国公立大学を上回る傾向が見られた。また，会議などの教務については活用度にばらつきが見られたほか，自由記述からは大学教員の仕事にオンラインをどの程度取りこめるかは教員個人よりも組織の決定が強い影響力を及ぼしている可能性が示唆された。

2. MOST フェローについて

MOST フェローとは全国の大学教員から成る教育実践コミュニティに所属する教員の名称である。MOST の正式名称は“Mutual Online System for Teaching & Learning”であり，京都大学高等教育研究開発推進センターがかつて運営していたオンライン上の FD システムを指す。MOST の活動を推進するため，全国の大学教員を対象に授業実践の改善に取り組む「MOST フェローシッププログラム」が 2011 年度に開始され，2022 年度まで 10 回にわたり毎年参加募集が行われた。このプログラムの参加者が MOST フェローであり，本研究の著者らである。

MOST フェローは様々な分野の大学教員から構成される。異なる分野，異なる大学の教員同士がより良い授業実践のために互いの知見を共有することを目的とし，共同研究やワークショップを行っている。前述のセンターは 2022 年 9 月 30 日に廃止されたが，MOST フェローのネットワークはオンライン上で存続し，有志を中心に活動を続けている(2)。

3. アンケート調査の概要

3.1 調査に至った経緯

MOST フェローは 2021 年度からオンライン上で実施されたフェローによる授業の相互見学を続け，2 年間にわたり報告を行ってきた(3)(4)。オンライン授業は，当初こそ対面による感染リスクを避けるための弥縫策であったことは否めないものの，2022 年度になると授業に適したソフトウェアやハードウェアが流通し，運営ノウハウが教員間で共有，蓄積された感があった。オンライン授業の相互見学は，時間と場所という制約を超えて実施できる新たな FD 活動の可能性を強く予感させるものだった。

2023 年度，すなわちアフターコロナになると対面授業に回帰する大学が増え，それとともにオンラインという手法そのものが廃止されるケースが MOST フェローの周辺あるいは所属大学で聞かれるようになってきた。はたしてアフターコロナにおいて大学教員の仕事，すなわち教育・研究活動と会議などの教務，にオンラインはどの程度活用されているのか，MOST フェローを対象にアンケート調査を実施することにした。

3.2 調査の概要

MOST フェロー85 名が所属する Slack ワークスペース内で Web フォームを通じたアンケート調査への協力を呼びかけ，2024 年 4 月 18 日から 5 月 6 日までに 36 名のフェローが回答した（回収率 44%）。回答者の所属学校種別の内訳を表 1 に示す。

表 1　回答者の内訳

所属する学校種別	人数
国公立大学	10
私立大学	26

回答は完全無記名で行われたため回答者の所属大学に重複があるかどうかは不明だが，調査実施時のフェローで同じ大学に所属する教員は最大で 3 名であることを確認している。

3.3 設問の構成

本調査では，まず，2023 年度に 1 回でもオンライン授業を実施したかどうかを尋ねた。ここで言うオンライン授業とは以下の 3 つ全てを含むものとして定義した。

- リアルタイム : ZOOM などのビデオ会議ソフトを用いて時間割の時限内にリアルタイムに配信する授業
- ハイブリッド : 教室での対面参加とオンラインでの遠隔参加の両方を同時に行う授業
- オンデマンド : あらかじめ録音・録画しておいた内容を動画などの形式でいつでも視聴できる形式で配信する授業

最初の設問 Q1 では，上記の定義に該当するオンライン授業を 1 回でも実施したかどうかを尋ねた。

Q 1. オンライン授業実施の有無（択一。「その他」で自由回答可能）

実施した場合，次の 3 つの質問に回答する。

Q 2. オンライン授業の実施回数（択一）
Q 3. オンライン授業を継続する理由（複数選択）
Q 4. オンライン授業実施頻度の印象（択一）

実施しなかった場合，次の 2 つの質問に回答する。

Q 5. コロナ禍でのオンライン授業実施の有無（択一）
Q 6. 2023 年度にオンライン授業を行わなかった理由（複数選択）

以上は授業におけるオンラインの活用状況を尋ねたものである。次に，2023 年度の教務や研究に関わる会議や打ち合わせにおけるオンラインの活用状況を共通設問として尋ねた。質問は以下の 3 問である。

Q 7. 定期的な会議の開催形態（択一）
Q 8. 定期的な会議の希望する開催形態（択一）
Q 9. 研究に関わる打ち合わせの形態（択一）

最後に，所属大学でのオンライン活用に関する今後の見通しを共通設問として尋ねた。

Q 10. 今後の包括的なオンライン活用の見通し（択一）
Q 11. オンライン活用に関する意見やコメント（任意の自由記述）

4. 調査結果

4.1 授業のオンライン活用について

まず，授業におけるオンラインの活用状況に関する設問（Q1〜Q6）について以下に示す。表 2 は「Q 1. オンライン授業実施の有無」の内訳である。

表 2　Q1.実施の有無（%は学校種別内の割合）

選択肢	国公立大	私大	計
実施した	6 (60%)	17 (65%)	23
実施しなかった	4 (30%)	9 (35%)	13

次に，「実施した」と回答した 23 名の教員による「Q2. オンライン授業の実施回数」の内訳を表 3 に示す。

表 3　Q2.実施回数の内訳

選択肢（全 15 回で）	国公立大	私大	計
1〜3 回 (6〜20%)	2 (33%)	6 (35%)	8
4〜7 回 (25〜47%)	0 (0%)	5 (29%)	5
8〜14 回 (53〜93%)	1 (17%)	1 (6%)	2
15 回すべて(100%)	3 (50%)	4 (24%)	7
予習復習で利用	0 (0%)	1 (6%)	1

同じく「実施した」と回答した教員による「Q3. オンライン授業を継続する理由」の主な回答を表 4 に示す。

表 4　Q3.継続する理由の内訳（複数選択）

選択肢	国公立大	私大	計
大学で認められている	1 (17%)	9 (53%)	10
教育効果がある	3 (50%)	2 (12%)	5
学生から要望があった	1 (17%)	2 (12%)	3
荒天への対応	0 (0%)	2 (12%)	2
欠席者への対応	0 (0%)	1 (6%)	1
VOD 教材を再利用可能	1 (17%)	0 (0%)	1
複数キャンパスで開講	0 (0%)	1 (6%)	1

「実施した」と回答した教員による「Q4. オンライン授業実施頻度の印象」の回答を表 5 に示す。

表 5　Q4.オンライン授業実施頻度の印象

選択肢	国公立大	私大	計
あまり行われなくなった	6 (100%)	17 (100%)	23
コロナ禍と同程度	0 (0%)	0 (0%)	0
コロナ禍よりも頻繁	0 (0%)	0 (0%)	0

次に，2023 年度はオンライン授業を実施しなかった 12 名の教員による「Q5. コロナ禍でのオンライン授業実施の有無」の回答を表 6 に示す。

表 6　Q5.コロナ禍でのオンライン授業実施経験の有無

選択肢	国公立大	私大	計
コロナ禍では実施した	4 (100%)	7 (78%)	12
コロナ禍でも実施せず	0 (0%)	1 (0%)	0
コロナ禍よりも頻繁	0 (0%)	0 (0%)	0

同じく「実施しなかった」と回答した教員による「Q6. 2023 年度にオンライン授業を行わなかった理由」の主な回答を示す。

表 7　Q6.2023 年度にオンライン授業を実施しなかった理由の内訳（複数選択）

選択肢	国公立大	私大	計
大学が対面授業の方針	1 (17%)	7 (78%)	8
対面に教育効果がある	0 (17%)	2 (22%)	2
学生から要望があった	0 (17%)	1 (11%)	1
担当授業がなかった	0 (0%)	1 (11%)	1

4.2 教務や研究のオンライン活用について

次に，共通設問である「Q7. 定期的な会議の開催形態」の内訳を表 8 に示す。なお「定期的な会議」とは教授会など教員が義務的な出席を求められる会議を指す。

表 8　Q7. 定期的な会議の開催形態

選択肢	国公立大	私大	計
ほぼ全てオンライン	3 (30%)	11 (42%)	14
ほぼ全て対面	1 (10%)	7 (27%)	8
オンラインと対面が半分	5 (50%)	7 (27%)	12
会議がなかった	1 (10%)	1 (4%)	2

次に，「Q8. 定期的な会議の希望する開催形態」の内訳を表 9 に示す。なお，不等号式（A＞B）は「基本的に A を希望するが議題によっては B でもよい」を意味する。

表 9　Q8. 定期的な会議の希望する開催形態

選択肢	国公立大	私大	計
オンライン ＞ 対面	6 (60%)	13 (50%)	19
対面 ＞ オンライン	0 (0%)	3 (12%)	3
全てオンラインを希望	4 (40%)	10 (38%)	14

次に，研究活動におけるオンライン活用の状況を知るための設問「Q9. 研究に関わる打ち合わせの形態」の内訳を表 10 に示す。

表 10　Q9. 研究に関わる打ち合わせの形態

選択肢	国公立大	私大	計
ほぼ全てオンライン	5 (50%)	14 (54%)	19
ほぼ全て対面	1 (10%)	4 (15%)	5
オンラインと対面が半分	4 (40%)	7 (27%)	11
会議がなかった	0 (0%)	1 (4%)	1

次に，所属大学における「Q10. 今後の包括的なオンライン活用の見通し」の内訳を表 11 に示す。

表 11　Q10. 今後の包括的なオンライン活用の見通し

選択肢	国公立大	私大	計
主流は対面, オンラインは非常時など限定的に活用	3 (30%)	13 (50%)	16
主流は対面, オンラインは無くなっていく	0 (0%)	3 (12%)	3
対面と同程度にオンラインが活用される	7 (70%)	10 (38%)	11

最後に，任意回答の設問である「Q11. オンライン活用に関する意見やコメント」に寄せられた主な回答の要旨を表 12 に示す。

表 12　Q11.オンライン活用に関する意見やコメント

#	教員所属	要旨
1	国公立大	オンラインに違和感なくなった。対面の良さも実感。今後は両方をうまく活用していく方向になるのでは。
2	国公立大	コロナ禍の苦労は何だったんだろうと思うほどオンラインが忘れ去られている。
3	国公立大	1 対 1 の会話テストやフィードバックでオンラインを活用。録画が楽。非常勤先ではオンラインはやめてほしいと言われた。
4	私大	1 つのオプションとしてオンラインが定着したと感じる。
5	私大	会議はオンラインでいいが理事会が対面にこだわっている。
6	私大	教授会など構成員の中に対面にこだわる人がいる。雑談や根回しが重要と主張するがそちらの方が不健全だ。メディア活用の効果が明らかに高い授業でも回数制限するのはナンセンスだ。
7	私大	大学設置基準で示されている遠隔授業の条件を満たした授業が少ないのではないか。非常勤先では教員の都合で補講をオンデマンドで行った場合，その回の給与は支払われない。
8	私大	企業が採用活動でオンラインを利用しているためキャリア教育の授業はオンラインで数コマ行っている。
9	私大	2 学科それぞれが別キャンパスにあるため会議は全てオンラインになった。授業は対面になったが授業内でオンラインツールを活用している。
10	私大	オンライン授業の教育効果について共通認識の形成に至っていない。
11	私大	オンラインと対面それぞれの良さが明らかになった。講義科目はオンラインでいいのでは。
12	私大	オンラインか対面かは教員で判断したいが大学の方針でと言われると非常勤の教員は意見が言えない。
13	私大	大学はオンライン活用の方針を示しているが動きが遅い。学生は適切なオンライン活用を歓迎している。
14	私大	大学は原則対面に戻ったが複数キャンパスで同一授業を対面とオンラインで 1 週ずつ切り替えて行っている。会議はオンラインのメリットが大きいので今後も継続を希望。

5. 考察

前節の調査結果に基づき教育および教務・研究の観点から考察を行う。なお，回答者の総数は 36 名と少数ではあるものの，全員が現職かつ多様な分野と所属先の大学教員であること，コロナ前，コロナ禍中，アフターコロナの 3 期にわたり実際に教育・研究・教務に携わってきたことを考えると，本研究の目的である働き方の実態把握について一定以上の妥当性をもって充足すると考える。

5.1 教育への活用

2023 年度にオンライン授業を実施した割合は国公立大の教員が 60%，私大の教員が 65%で私大がやや上回った（表 2）。実施回数では私大教員の半数以上が 7 回以下をと回答している（表 3）。その理由として，オンラインの回数が半数を超えない場合は対面授業と見なすというコロナ禍に周知された文科省の方針の影響が考えられる[5]。

オンライン授業の実施状況の印象については全員が「あまり行われなくなった」と回答しており，アフターコロナの大学での対面形式への回帰が読み取れる（表 5）。オンライン授業を継続した理由に「大学で認められているから」を選択した国公立大教員は 1 名（17%）だったのに対して私大教員は 9 名（53%）と大きな差がついている（表 4）。

興味深いのは，2023 年度にオンライン授業を実施しなかった私大教員の多くもその理由として「大学が対面授業の方針」を打ち出していることを挙げている点である（表 7）。授業を対面で行うかオンラインで行うかは教員個人が決めることではなく所属大学の決定が強い影響力を及ぼしている実態が示唆されている。このことは自由記述の回答（表 12）の#2，#6，#12，#13，#14 の回答からも窺える。また，非常勤先でオンライン授業をやめてほしいという依頼があったという報告（#3）やオンデマンド教材を用いての補講に対しては給与が支払われないという報告（#7）もその傍証と言えるだろう。

2023 年度以前のコロナ禍では多数の教員がオンライン授業の経験を蓄積した（表 6）。アフターコロナでもオンラインという授業手法を肯定的にとらえる教員や（#1，#3，#4），授業の種類にあわせて柔軟に活用できる可能性を見出している教員もいる（#6，#8，#11，#13，#14）。しかしながら，授業をオンラインで実施できるかどうかは所属大学の方針に大きく左右されるのが実際のようだ。

5.2 教務・研究への活用と今後の見通し

教務における教授会などの定期的な会議については，ほぼ全てオンラインで行った大学とほぼ全て対面で行った大学が特に私大で大きく分かれている（表 8）。会議の開催形態にオンラインを希望する声が大きく（表 9），これは，研究の打ち合わせで半数以上がオンラインを活用していることとも整合する（表 10）。

自由記述（表 12）でもオンライン会議を望む声が聞かれる（#14）が，理事会のこだわり（#5）や対面開催を望む教員の存在（#6）など，ここでも教員個人の裁量の限界が窺える。一方で，対面とオンラインを半数ずつ取り入れているケースも報告されており，所属先によって会議負担に違いが生じている可能性がある。

最後に，今後の包括的なオンライン活用の見通しについて（表 11），半数以上の私大教員は対面が主流になると回答しており，同程度に活用される見通しを持つ教員と二分する結果となった。

6. おわりに

アフターコロナの大学では，教育や教務，研究といった大学教員が従事する主たる業務におけるオンライン活用について，大学ごとに差がある状況が生まれていることが示唆された。オンラインはコロナ禍での対面接触を避けるため急遽導入された手段であり，アフターコロナとなった現在では業務の多くが対面に戻ることは当然のように思われる。

本研究では，その判断の多くが教員個人の判断というよりは大学や所属組織の方針によって決められている可能性が高いことが示された。また，オンラインで効率的に行えると多くの教員が考える業務も一律に対面に戻されている状況も示唆された。さらに一方では，オンラインという選択肢が様々な業務の効率化のために継続して活用されている大学もあることが示され，アフターコロナの大学教員の働き方に多様性が生じている実態が明らかとなった。

最後に，前掲の表 12 で示したコメント#2 を引きたい。

「コロナ禍の苦労は何だったんだろうと思うほどオンラインが忘れ去られている。」

コロナ禍という未曾有の困難を乗り切るため多くの教員が経験を積んだオンラインという選択肢が，大学によっては急速に忘れられ，失われつつあるのかもしれない。

古代中国の書『荘子』外編に「得魚忘筌」（とくぎょぼうせん）という言葉がある。人は魚を釣るという目的を達すると筌（魚篭）のありがたみを忘れるという意味だ。コロナ禍でオンラインがもたらした価値をアフターコロナでどの程度覚えていたか，後年振り返ったときその大学の将来性を左右する重要な岐路に我々は立っているのかもしれない。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22H01024 の助成を受けている。

参考文献

(1) 文部科学省：新型コロナウイルス感染症の状況を踏まえた大学等の授業の実施状況（調査時点 令和 2 年 7 月 1 日）」，2020.

(2) MOST フェローの活動について詳しくは公式サイトを参照。: https://mostf.pep-rug.jp/

(3) 木村修平，近藤雪絵，神谷健一，坂本洋子，神崎秀嗣，長谷川元洋：「オンライン授業の相互見学による大学横断型 FD の可能性と課題」，2021 PC カンファレンス論文集，pp.111–115（2021）.

(4) 木村修平，近藤雪絵，長谷川元洋，矢野浩二朗，神崎秀嗣：“オンライン授業見学ネットワーク構築の試み-ポストコロナ時代の大学横断型 FD の可能性-”，CIEC 春季カンファレンス論文集，14，pp.45–50（2023）.

(5) 文部科学省：“大学等における遠隔授業の取扱いについて（周知）”，2021 年 4 月 2 日.

高校生を対象とした生成 AI による情報セキュリティ教育の検討

増山一光*1
Email: kazu-masuyama@pen-kanagawa.ed.jp

*1：神奈川県立相原高等学校

◎Key Words　　生成 AI，情報教育，情報セキュリティ教育

1. はじめに

近年，生成 AI はもっとも注目されているテクノロジーの 1 つである。企業などでは，これを導入することにより，DX の推進を進めようとする取り組みがみられる。教育現場においても生成 AI が働き方改革や授業改善につながるのではないかといったことが期待されている。一方では，読書感想文で生成 AI に出力させたものを提出したり，英文の翻訳を生成 AI だけにさせるような適切ではない利用が指摘されている。

こうした中で，2023 年 7 月に文部科学省より初等中等教育における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン(1)（以下，暫定的ガイドラインとする。）が公表されている。このガイドラインは，教育現場での生成 AI の利用を一律的に禁止するようなものではなく，生成 AI の活用にあたっての適否を判断する際の参考資料として位置づけられている。ここで，適切でないと考えられる例と活用が考えられる例が示され，情報教育に携わっている先生方の多くが生成 AI を利用した授業を展開している。

しかし，教育現場においては生成 AI の技術的なインパクトは理解しているものの，その利用については否定的な側面が目立つのが現状である。さらに，生成 AI の利用にあたっても制限が多く，授業で活用するような環境整備がされていないのが現状である。さらに，前述のガイドラインについても機動的な改訂を想定しているとしているが，執筆時点では改訂すらされていない。

そこで，本稿では社会において急速に普及し更なる技術的な進展が見込まれる生成 AI について，生徒が適切に利用することで自らの学習活動を高められるような授業実践の方策について検討を行うものとする。先進的な取り組みを行っている学校の取り組みを参考にしつつも，どのような学校でも実践できるような取り組みを検討する。さらに，この検討をもとにした情報セキュリティ教育の実践に関する分析をする。

2. 授業設計

2.1 生成ＡＩを用いた授業のコンセプト

暫定的ガイドラインでは，次のような生成 AI を用いた教育活動としてパイロット的な取り組みを示している。保護者の十分な理解の下，生成 AI を取り巻く懸念やリスクに十分な対策できる学校において，大まかな活用ステージが示されている。

①生成 AI 自体を学ぶ段階
②使い方を学ぶ段階
③各教科等の学びにおいて積極的に用いる段階
④日常使いする段階

こうしたパイロット的な取り組みが示されているが，これに基づいて一般的な高等学校において生成 AI に関する学習に取り組むことは現状では，かなり難しい側面がある。その理由としては，第 1 に保護者の理解および生成 AI の利用の同意を得られない点がある。これは，高等学校の授業において生成 AI に関する授業を取り扱ってほしいという教育的ニーズは高くなっているが，生成 AI の利用に関しては課題などを生成 AI に行わせるなど不適切な利用を危惧して同意が得られないことが多い。これに関しては，スマートフォンのフィルタリング機能で使用できない場合もある。また，本校の実習用のパソコンでは基本的に生成 AI を使用することはできない。

第 2 に授業を行う教員自体が生成 AI に対する理解が不足している面がある。教育機関では生成 AI に対する感情的なわだかまりがあり，その利用が必ずしも積極的ではない。これは授業における教材作成や校務での活用があまりされていないことからも明らかである。そのため，生成 AI を授業で扱う状況になっていないのがほとんどであろう。

このような生成 AI を授業で使用するにあたっての課題から，ここではパイロット的な取り組みを行わない学校での生成 AI を扱った授業展開についての検討をする。まず，生成 AI 自体に関する学習が必要である。これは，基礎学習の段階であり，そもそも生成 AI がどのようなものであるかを学習する。ただし，学習者の準備状態によっては，学習内容の取捨選択が必要となる。さらに，情報技術や知的財産権に関する知識が十分でない場合には，生成 AI を扱う前提としての授業が必要になる。

次に，生成 AI の利用規約に関して，クラス内のすべての保護者からの同意を得ることは難しいので，教員が生成 AI を操作することでの授業を構成しなければならない。このことは，教員が生成 AI を十分に操作できるとともに，生成 AI の動作を生徒が視聴できる環境が求められる。ここでは，教員による生成 AI の適切な操作と質問に対する想定される回答を事前に検討して，不適切な内容が表示されないように準備することが必要となる。

そして，生成 AI が出力したものと生徒が考えた解答を比較検討することで，その違いから分かることをまとめることで，生成 AI の適切な利用を身につけることができ，今後，自分自身が生成 AI を利用するにあたっての指針を形成することが可能に

なるであろう。

2.2 授業計画

これまでの検討を踏まえて，生成 AI のパイロット的な取り組みを行わない学校として教育実践を行うこととした。具体的には商業科目である「プログラミング」を受講している本校 2 年生を対象にして，学習課題として情報セキュリティを取り上げた。情報セキュリティを取り上げた理由としては，高校 1 年生の段階で基礎を学習していることから，これまで学んだ内容と生成 AI から出力される内容を比較・検討すること学習を進めることで，情報セキュリティへの理解を深めるためである。授業は 3 時間で構成しており，その内容は次の通りである。なお，生成 AI は ChatGPT3.5 と Copilot を使用し，生徒の学習用ソフトウェアとしてはロイロノートを使用した。

1 時間目は，まず，情報セキュリティと生成 AI に関する事前アンケートを行い，これらの概論に関する授業をプレゼンテーション形式で行った。その内容としては，情報セキュリティに関しては基礎的内容の復習ということで JNSA の資料[(2)]を活用した。生成 AI については多くの解説や利用方法に関する参考文献がある。しかし，高校生を対象とした解説など行っていているものは少ない。今回は情報セキュリティとのコラボレーション型の教育実践であることから，IPA の「情報セキュリティ 10 大脅威 2024」解説書[(3)]に記載されている生成 AI に関するコラムを参考にした。

2 時間目は，生徒に情報セキュリティに関する基本的な課題として，「パスワードの保護」と「データの保護」を示して個人で検討した後に，この課題に対する生成 AI の出力と比較して，自らの意見をまとめる実習を行った。ここで生成 AI の出力といった操作は教員が行っている。

3 時間目は，フィッシング詐欺やランサムウェアによる被害事例[(4)]からどのような対応をすべきかを検討して，生成 AI の出力との相違点や参考にすべき点など指摘させた。2 時間目と同様に生成 AI の操作は教員が行っている。そして，まとめとしての解説をして，事後アンケートを実施した。

3. 事前・事後アンケート

3.1 事前アンケート

授業を行う前に，参加生徒に対して事前アンケートを 5 件法で行った。ここでは，情報セキュリティや生成 AI に関する理解や認識について調査した。情報セキュリティについては，昨年度，基礎的な学習をしているが，現在の理解度はあまり高くない状況である。生成 AI に対する認識度は高いものであったが，その利用度はかなり低いものであった。このことは，生徒たちが生成 AI に対して懐疑的であることがわかった。

3.2 事後アンケート

授業後に，事後アンケートを 5 件法で実施した。ここでは，今回の実践が情報セキュリティの基礎やインシデントへの対応，生成 AI の概要の理解に役立っていることがわかった。一方では，生成 AI の授業での活用や自分自身の利用については躊躇している内容が目立っていた。

4. 考察

今回の生成 AI をした教育実践を行う場合には，暫定的ガイドラインに示されているチェックリストに適合することが求められている。そのため，授業設計の段階から，授業における各段階での適合性の検証を行っている。この検証のプロセスにおいて重視したポイントは，生成 AI を活用した授業であっても，生徒が主体的に学習活動を行えるようにしたところである。

さらに，実践にあたっては，事前の教材準備を十分に行わなければならないが，生成 AI の利用にあたってはさらに慎重な対応が求められる。今回の実践において，授業内で使用する情報セキュリティに関わる課題は，実践で使用した 2 つの生成 AI に予め入力し出力を確認するとともに，様々なバリエーションについても確認を行った。これは，生成 AI のさらなる学習や利用状況に応じて出力内容が変化するからである。そのため，授業者が生成 AI を日々活用することで，教員が対応能力を身につけなければならない。

生成 AI の特質として，質問に対する回答が機械学習や統計的にみておおよそ適切な内容を出力することになる。一方で，生徒の学習活動には，思考，計算，言語活動など様々学習プロセスが統合されて結果が導き出される。これらのことから，生成 AI によって出力されるものと，教育活動における生徒の学習活動によって生み出されるものには根本的な違いがあるため，生成 AI の出力のみをもって学習課題の解答として受け入れるべきではない。

このようなことから，生成 AI を用いた教育実践は，生成 AI が出力する結果を評価するものではなく，生成 AI を活用した生徒の学習プロセスを評価するようなものでなければならないのである。

5. おわりに

本稿では，生成 AI のパイロット校でない高校において，情報セキュリティを題材にして生成 AI を用いた教育実践を行った。ここでは，生徒が生成 AI を操作はしていないが，情報セキュリティと生成 AI に対する理解を深めることができた。今後の展開としては，生徒の自主的な学習活動を保証したうえで，生成 AI を情報教育に取り入れて，学習プロセスの評価を行えるような研究を行いたいと考えている。

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP24H02389 の助成を受けたものです。

参考文献

(1) 文部科学省：初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン，https://www.mext.go.jp/content/20230710-mxt_shuukyo02-000030823_003.pdf(2024 年 6 月 23 日閲覧).
(2) JNSA：中小企業情報セキュリティ対策促進事業，https://www.jnsa.org/ikusei/(2024 年 6 月 23 日閲覧).
(3) (独)情報処理推進機構：「情報セキュリティ 10 大脅威 2024」解説書，https://www.ipa.go.jp/security/10threats/nq6ept000000g22h-att/kaisetsu_2024.pdf(2024 年 6 月 23 日閲覧).
(4) NICT：サイバー攻撃事例集，https://cyder.nict.go.jp/casestudies/index.html(2024 年 6 月 23 日閲覧).

生成系 AI に指定の答えを出させるための誘導を考えさせる問題の活用と注意点

小川健*1
Email: takeshi.ogawa.123@gmail.com

*1：専修大学経済学部国際経済学科

◎Key Words 生成系 AI，誘導，レポート問題，見極め，回答

1. はじめに

ChatGPT をはじめとする生成系 AI の普及した 2023(令和 5)年以降，レポート問題にて成績評価を付ける在り方が物凄く大きく変わったとされる。

決まりきった問題の場合には生成系AIがその質問を受ければ或る程度の回答を吐き出すことが出来，「完全な解答でなくても単位が出るなら」受講生側が理解していなくても出された課題での問題文をそのまま生成系AIに入れる，という形が取れるようになってしまい，生成系 AI による作成か受講生自身（人間）による作成か等の判断が100%正確には行えない。その関係から，理解していない受講生が旧来なら通過可能なレポート課題を出せてしまうからである。

旧来でも宿題代行サービス等問題となる事例はあったが，金銭を十分にかけなくても利用できる事例が登場してきたため，事実上全ての受講生をそうした目で疑う必要が出てきた。

面接等が可能な程度の極少人数なら，面接をして理解度を確認する手段が取れるが，数十人のレベルでさえ面接による理解度確認は困難となる。しかし，定期試験など試験形式では課し難い内容を問う場合があり，単位認定の最主要部をレポートで行うなどの場面で生成系AI普及時代に耐えられる理解度確認のレポート問題が問われる。

本報告では生成系AIが回答を出してくれ，その回答はその前の誘導によっても大きく変わる特性を利用して，単純に質問しただけでは出てこない回答が出た事例を基に，どのような誘導をかければよいかを問うレポート問題の事例を取り上げる。こうすることで，生成系AIの利用に制限をかけることなく，理解度を確認できるレポート問題として出題できる。但しこの場合には何を答えてほしいのかをしっかり説明しないと，受講生側が戸惑う原因となりかねない面も含めて本報告では取り上げる。また，生成系AIでは仮に同じような誘導をかけても全く同じものが出てくるとは限らないので，運転免許講習における見極めのような作業が必要になる部分もある。

2. 出題した問題の例

出した問題は次の通りである。1つマイナーな学派とそうでない学派との比較を例に説明しているが，ただ単に聞いただけでは出てこない答えを吐き出させている。

＜2023年度後期・貿易論のレポート問題より＞

国際経済におけるリカード・モデル(および中間投入の入ったリカード・モデル)に対する近代経済学(modern economics)系での捉え方と，(塩沢系)新国際価値論の捉え方という学派・立場での捉え方の違いについて取り上げます。

次の問題について考えます：近代経済学(modern economics)系での捉え方と，(塩沢系)新国際価値論の捉え方との違いについて「主となる調整過程」「生産者側で通常決まると考えるもの」「リカード点の呼び方とその一般的な実現可能性」「連結財とその一般的な実現可能性」「標準的なモデルと考える国と財の数」の各違いを踏まえて説明して下さい。

ChatGPT に次の答えをさせるにはその前にどのような説明・誘導をやり取りとして入れたら良いか，考えて下さい。 ChatGPT https://chat.openai.com/ (Bing AI や Google Bard 等でも可)その結果を出したスクリーンショットなどを撮るか，その説明・誘導を答えて下さい。説明・誘導などを答えた場合には実際にそれでこうした答えになるか講義担当者として確認を致します。

その上で，この説明に不備があれば指摘をして下さい。

User

以上の説明を反映させた上で，次の質問に再度答えて下さい。

国際経済におけるリカード・モデル(および中間投入の入ったリカード・モデル)に対する近代経済学(modern economics)系での捉え方と，(塩沢系)新国際価値論の捉え方という学派・立場での捉え方の違いについて取り上げます。

近代経済学(modern economics)系での捉え方と，(塩沢系)新国際価値論の捉え方との違いについて「主となる調整過程」「生産者側で通常決まると考えるもの」「リカード点の呼び方とその一般的な実現可能性」「連結財とその一般的な実現可能性」「標準的なモデルと考える国と財の数」の各違いを踏まえて説明して下さい。

ChatGPT

国際経済におけるリカード・モデルについて、近代経済学系（modern economics）と（塩沢系）新国際価値論の捉え方の違いを以下に示します。

1.主となる調整過程:

近代経済学系: 近代経済学系では、主となる調整過程は価格調整（相互需要説）です。価格が変動し、需要と供給が調整されて均衡価格となります。各国は異なる財に特化し、生産者側で通常は世界の生産量が調整されます。

塩沢系新国際価値論: 塩沢系新国際価値論では、主となる調整過程は数量調整です。価格は生産者側で通常決まり、各国が異なる財を生産する際、生産者側の条件に基づ

き財価格が決定されます。世界の生産量は（その決まった財価格の下で）需要に応じて数量調整されます。
2.生産者側で通常決まると考えるもの:
近代経済学系: 近代経済学系では、通常は生産者側で通常決まると考えるのは世界の生産量です。各国が異なる財に特化する結果、世界の生産量はリカード点を実現するのが一般的とされます。
塩沢系新国際価値論: 塩沢系新国際価値論では、同じ財を複数の国で生産する連結財によって世界の財価格体系が形成され、世界の財価格が生産者側で通常決まると考えられます。生産者側の条件に基づき、財価格が決まるため、需要側の条件は財価格の決定には影響しません。
3.リカード点の呼び方とその一般的な実現可能性:
近代経済学系: 近代経済学系では、リカード点という用語を使用し、一般的に実現可能であるとされています。世界の価格が相互需要説に基づいて調整され、リカード点が市場均衡で実現されるようになります。
塩沢系新国際価値論: 塩沢系新国際価値論では、リカード点を「ミル＝ジョーンズ点」と呼び、一般的には実現しないと考えられています。世界の財価格体系が生産者側で通常決まるため、リカード点とは異なる方向に向かうことが一般的です。
4.連結財とその一般的な実現可能性:
近代経済学系: 近代経済学系では、連結財の概念は通常は使用されず、各国は異なる財に特化すると考えられます。
塩沢系新国際価値論: 塩沢系新国際価値論では、同じ財を複数の国で生産する連結財が存在し、世界の財価格体系を形成します。連結財の存在が一般的とされ、世界の財価格は連結財によって決まります。
5.標準的なモデルと考える国と財の数:
近代経済学系: 近代経済学系では、通常は 2 国 2 財のモデルが標準的とされます。
塩沢系新国際価値論: 塩沢系新国際価値論では、通常は 2 国 3 財のモデルが標準的とされ、数量調整をするための不完全特化を考慮します。それより多い数の場合は一般論を議論するためのものとされます。
これらの違いにより、近代経済学系と塩沢系新国際価値論は、国際貿易に関するモデルの構築や分析において異なるアプローチや前提を持っています。

【参考】前提を入れずに聞くとこんな感じで返ってきます(2023 年 12/30 実施例)
この説明のどこに誤りが有るかを考えて，誘導をかけておく必要があります。ちなみに，そもそも「近代経済学側」での捉え方，という前提がこの ChatGPT の説明では抜けてしまっています。(塩沢系)新国際価値論でも「リカード・モデル」という言い方はいたします。
User
国際経済におけるリカード・モデル(および中間投入の入ったリカード・モデル)に対する近代経済学(modern economics)系での捉え方と，(塩沢系)新国際価値論の捉え方という学派・立場での捉え方の違いについて取り上げます。
近代経済学(modern economics)系での捉え方と，(塩沢系)新国際価値論の捉え方との違いについて「主となる調整過程」「生産者側で通常決まると考えるもの」「リカード点の呼び方とその一般的な実現可能性」「連結財とその一般的な実現可能性」「標準的なモデルと考える国と財の数」の各違いを踏まえて説明して下さい。

ChatGPT
リカード・モデルと新国際価値論（塩沢系）の捉え方について、以下の要素を基に違いを説明します。
1.主となる調整過程:
リカード・モデル（近代経済学系）: リカード・モデルでは、比較優位理論に基づき、生産要因の異なる 2 国間の貿易に焦点を当てます。主要な調整過程は、賃金の調整と資本の移動です。賃金は産業の需要と供給に応じて変動し、資本は利益率が高い場所へ移動します。この過程によって、生産が最適化され、貿易が行われます。
新国際価値論（塩沢系）: 新国際価値論は、中間投入を考慮に入れたモデルで、生産の特殊化と異質性に焦点を当てます。主要な調整過程は、産業の特殊化と生産性の向上です。中間投入を考慮に入れることで、貿易における価値連鎖や供給チェーンの役割が強調されます。
2.生産者側で通常決まると考えるもの:
リカード・モデル（近代経済学系）: リカード・モデルでは、産業ごとに異なる生産要因（賃金、生産性など）が生産者の選択を決定します。賃金や労働生産性は国ごとに異なり、それが貿易の原動力となります。
新国際価値論（塩沢系）: 新国際価値論では、産業の特殊化や生産性向上が生産者の選択を通常決定します。中間投入の選択や供給チェーンの形成が、国際価値論における重要な要素となります。
3.リカード点の呼び方とその一般的な実現可能性:
リカード・モデル（近代経済学系）: リカード点は、比較優位が発生するための特定の生産要因の交換率です。一般的には存在し、貿易が互恵的に有利になる条件を示します。
新国際価値論（塩沢系）: 新国際価値論では、リカード点とは異なる視点で国際貿易を説明します。中間投入の取引や生産性の変化が、貿易の利益を決定します。特定の交換率を強調しない傾向があります。
4.連結財とその一般的な実現可能性:
リカード・モデル（近代経済学系）: リカード・モデルでは、通常、2 つの国が異なる最終財を生産・輸出すると仮定されます。したがって、連結財の概念はあまり強調されません。
新国際価値論（塩沢系）: 新国際価値論では、中間投入の貿易が重要であり、連結財の概念が強調されます。中間投入の貿易によって、国際的な供給チェーンが形成され、複雑な商品が生産されます。
5.標準的なモデルと考える国と財の数:
リカード・モデル（近代経済学系）: 標準的なリカード・モデルでは、2 つの国と 2 つの財（通常は 2 つの最終財）を扱います。これにより、基本的な比較優位理論を理解できます。
新国際価値論（塩沢系）: 新国際価値論では、多くの場合、より多くの国と多くの財を考慮に入れることがあります。中間投入の多様性や生産性の違いを考慮し、現実の経済をより詳細にモデル化します。

要するに、リカード・モデルと新国際価値論は、国際貿易を異なる視点から捉えており、特に中間投入の役割において大きな違いがあります。前者は比較優位理論に基づき、賃金と生産性を強調しますが、後者は生産の特殊化と供給チェーンを強調し、中間投入の取引を重視します。どちらのモデルも、国際経済学の理解を深めるために重要ですが、焦点やアプローチが異なります。

3. この方法の持つ特性

通常 1 度聞いただけではこの回答は出すことが出来ない。そのため，色々な誘導が必要となる。しかし，その誘導を行うには相当な理解が必要となる。そのため，「理解をしていない場合には」どの回答の箇所が誤っていてどう直すように指示すれば良いか分からない。今回であればこの 2 つの学派の 5 種類のポイントにおける違いを理解していないと，適切な誘導をかけることもできない。

また，生成系 AI は ChatGPT をはじめとして，必ずしも「理解して」回答を返している訳ではないことが知られている。そのため，言ったそばから前に言われたことを忘れる子どもを相手にするように，懇切丁寧に繰り返し，抜けている事案・誤りの説明などを是正する誘導をする必要がある。これらは理解していないとできない。

その意味で，ChatGPT をはじめとする生成系 AI は大いに使ってもらっていいが，理解を問うのに適したレポート問題の方法の 1 つと考えることが出来る。

今回はマイナーな学派を 1 つ入れて，という形を取ったが，通常聞いただけでは出てこない，講義内容を理解していないとかけられない誘導をかけて初めて出てくる回答を出させる，という点では，数多くの分野に応用できるものと考えられる。対話型の生成系 AI は図 1 のように基本的に色々な誘導が大事と一般的には言われている。

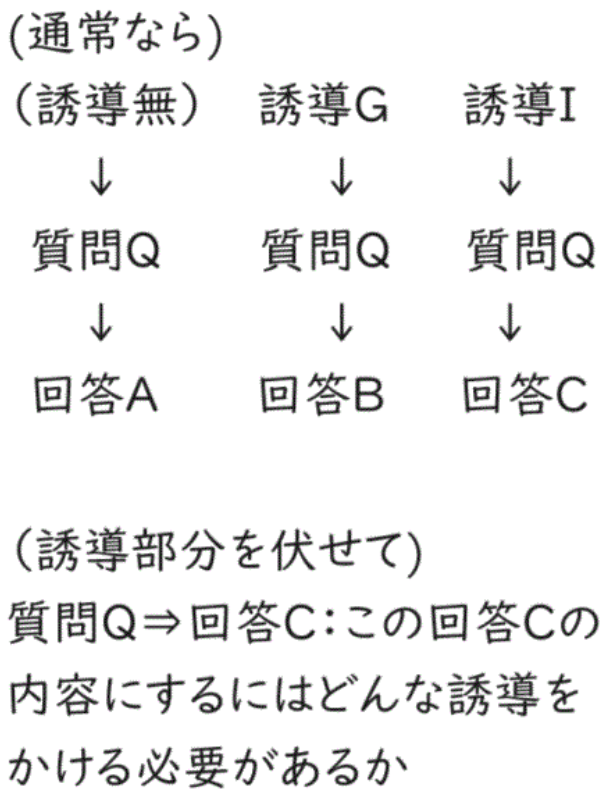


図 1　誘導を問うイメージ図

4. この方法の持つ注意点

この方法を利用する際には次の点に注意が必要となる。

4.1 出せばすぐ取り組める問題ではない

先頭ページの原稿記入範囲の上部より順に，論文タイトル，著者名，連絡先メールアドレス，所属，キーワードの各項目を，1 段組で記入してください。

まず，「何をすれば良いか分からない」「何を問われているのか分からない」等の，問題の設定を問う声が相次いだ。そのため，この方式を利用する上ではまず何を行ってほしいのか丁寧に説明することが大切である。

なお，本来は「どんな誘導をかければよいか」というその誘導一覧を出すことが求められるべきだが，ChatGPT をはじめとする生成系 AI ではわずかのズレ等でも回答が変わる可能性があり，そのためにこの答えが出てきた際のスクリーンショット写真を基にした提出をお願いした。

次に，単に ChatGPT 等の生成系 AI に聞けば済むと勘違いして，とりあえず出てきた回答を貼り付けてみた，という事例があった。これでは欲しい回答が出てきていないので NG となる。

4.2 見極めのような作業が採点では必要

それから，全く同じ答えは生成系 AI だと出てこない可能性があるため，ここまで出せているなら，という（自動車の運転免許における）見極めのような作業を採点時に行う必要がある。これは使う生成系 AI が異なる可能性も考えて，である。但しこの点は旧来のレポート採点による単位認定等でも似たような事案はあり，旧来のレポート採点にはないスキルを利用しないと採点できないわけではない。

4.3 実施してみての課題

実際に実施してみると，色々な説明の後，やり方を理解した学生の多くが苦心しながらも，或る程度求めている回答に近いものを出すようになった。

しかし，その多くはその誘導部分を外された形になっていた。求めている回答に近いものが出ていれば然るべき誘導はかけられていたと考えられるため，今回はこの形で許容したが，スクリーンショットを取らせるときにその誘導部分も合わせて撮るように指示をすることも今後の課題として検討する必要がある。

なおその場合，数多く追加修正した誘導をかけている可能性もある（報告者自身がこの回答を出すまでには誘導の修正・再修正等を含めて相当数の誘導をかけている）。そのすべてをスクリーンショット撮らせる形になる場合にはあまり現実的ではない可能性もある

4.4 実施してみての注意点

ChatGPT をはじめ生成系 AI の多くは事前の段階で学習させてある案件だけでは成長速度は十分でないとして，利用者が入れている各質問・誘導からも学習しようとしているとする説がある。

そのため，この話題はマイナーだから，との観点で入れると，課題に取り組む受講生の影響で生成系 AI が「学習」してしまい，出題時には想定していなかった或る程度の答えが 1 度で出せてしまうようになる可能性も 0 ではない。いつまでも同じレポート問題が使える問題ではない。

今回の事例だと新国際価値論とは報告者の所属する学

派の対立学派の理論の 1 つの事例であるが，比較的マイナーな理論である。しかし，期間をおいてから切り替えて元の質問をし直すと，マイナーな理論だったはずの新国際価値論について（完全ではないものの）少し理解したかのような動きを見せる部分があった。

そのため出題時には，事例はいつのものか，について年月日などを入れる必要がある。これは生成系 AI のデータ更新の時期がレポート出題時期と重なる可能性も考慮の上である。

4.5 あまり多くの問題は出せない

このレポート問題の形式は解答するのに誘導部分で多くの労力が必要になる。そのため，幾つもの問題をこの形式で出題すると受講生が疲れてしまう。あくまでこの問題で単位の重要な部分が決まる等の場合に用いる。

5. おわりに

本報告では生成系 AI に指定の回答を吐き出させるためにどのような誘導をかければよいか，という形式を利用して，生成系 AI が普及した時代における重要なレポート問題の出し方について考察した。

謝辞

この方法で出題した際に取り組んでくれた専修大学・経済学部・国際経済学科および現代経済学科向け 3 年次以上科目「貿易論」の 2023(令和 5)年度後期の受講生に感謝する。本稿の有り得るべき誤りは筆者にのみ帰する。

参考文献

(1) ChatGPT： https://chat.openai.com/ (accessed 2024.06.30)

情報リテラシーにおける生成 AI の扱い

安田伸一[*1]・米満潔[*2]
Email: yasudas@cc.saga-u.ac.jp

*1：佐賀大学経済学部経営学科
*2：佐賀大学全学教育機構

©Key Words　　情報リテラシー，アクティブ・ラーニング，教材，生成 AI

1. はじめに

2022 年 11 月の OpenAI による ChatGPT の公開[1] 以降，個人からビジネスまで広く生成 AI の利用が始まっている。

情報リテラシー教育の目標が現実社会における情報技術の適正な利用方法の習得であるから，生成 AI 利用の普及とともに情報リテラシー科目での生成 AI の利用指導が必要となった。

東京都が公開している活用事例集[2] に見られるように，生成 AI の利用方法として会議録やメール文，プレスリリースなどの文書作成業務の省力化に使われる事例がよく知られている。

しかし，生成 AI による文書作成を大学教育における学習活動において利用すると，学生による課題作成において省力化が課題代行（いわゆる代筆）となって，教員が期待する学習効果の向上を妨げかねない。したがって，情報リテラシー科目での生成 AI の利用指導は，学生個人の考える機会を支援するようなものでなくてはならない。

そこで，学生個人が文章を考える機会の支援を目標として，2024 年度前学期の佐賀大学経済学部の情報リテラシー科目の 1 コマで，初めて生成 AI の利用指導を行った。

本稿は，情報リテラシー科目の紹介の後，生成 AI や指導内容の選定，カリキュラムの内容を説明し，最後に今後の改善点をまとめる。

2. 生成 AI の利用指導を行った科目について

生成 AI の利用指導を行った科目は，佐賀大学経済学部 1 年生向けの必修科目「情報基礎概論」である。

この科目は同一のカリキュラムの 3 クラスに合計 290 名前後の履修生がおり，FOM 出版の「情報リテラシー」[3] と日本データパシフィックの e ラーニングコース「INFOSS 情報倫理」，「インフォメーション・スキル入門」を教科書として利用する。

生成 AI の利用指導は文書作成の一回分（90 分）として 5 月後半に実施した[4]。

表 1　生成 AI の比較

提供	製品名	料金	会員登録	Web 利用	スマホ
OpenAI	ChatGPT 3.5	無料	必要*	可	可
OpenAI	ChatGPT 4	有料	必要	可	可
Microsoft	Copilot	無料	不要	可	可
Google	Gemini	無料	不要	不可**	可

* 2024 年 6 月時点で会員登録不要での利用可能
** 2024 年 6 月時点で Web での利用可能

3. 生成 AI の選定

2024 年 3 月時点で生成 AI を選定した。今回の利用指導は生成 AI を使う場合の基礎的な情報提供であり，学部教育として継続的に利用させるわけではないため，無料かつ新規に会員登録が不要であることが必須条件であった。また，科目の演習で使用しているワープロソフト Microsoft Word との連携が必要である。

この条件から，この科目で利用する生成 AI として Microsoft Copilot（以降，Copilot と記す）を選定した。

4. 利用指導の内容の選定

生成 AI の利用の注意点として，ハルシネーションや情報漏洩が広く知られている。利用指導では生成 AI を利用する上での一般的な禁止事項や注意点の説明に加えて，学習効果の向上の妨げとなる課題代行の禁止を明記する。

課題代行は，生成 AI のビジネス利用における「文書作成業務の省力化」の不適切な利用と言えるが，学生にとって適切な利用方法として，企業訪問における電子メールの文案やエントリーシート記入内容の推敲など，生成 AI の文書作成が活用できる場面は多い。そのため，全面的な生成 AI の利用を禁止できない。

そこで，大学生として利用する機能を次の 3 項目に分類して，カリキュラムを作成した。

1) 手本に利用
2) 文章の変換に利用
3) 対話の相手に利用

文書作成業務の省力化の機能は，生成 AI の学習データがあらゆるスタイルの文章のお手本となることから説明を始めて，ビジネス・レターなど学生にとって慣れないスタイルの文章の下書き作成として実習する。

翻訳や要約，推敲は元の文章がある場合の使い方なので，文章の変換として実習する。

考えの整理やブレインストーミング，面接練習，語学学習は，対話の相手として実習する。

5. 生成 AI 利用における留意点

生成 AI の文章生成の原理と，形態素解析の失敗や同音異義語などによってハルシネーションが生じる原因を簡単に説明したうえで，禁止事項や注意事項を説明する。

5.1 禁止事項

・個人情報や非公開情報の入力禁止

学習データに利用されることと，IT 利用の共通事項として履歴の情報漏洩の可能性を想定して，入力内容を選ぶ必要があることを説明する。

5.2 佐賀大学のアカウントで利用する Copilot

・ビジネス用アカウントでの保護内容

ビジネス用の生成 AI 設定の例として，学生が利用する大学の Microsoft アカウントでログインした場合には，入力文の学習データが同一テナントの利用者にしか共有されないことと，同一テナントで共有するファイルを検索する機能があることを説明する。

5.3 注意事項

・ハルシネーション

生成 AI の回答には妥当性の確認が必要である。

・引用ルールが未完成

過度な引用となっていないか，利用先に生成 AI の利用の明記義務や利用禁止などの制約がないか，確認する必要がある。

・商標使用の確認

生成 AI 利用に限った話ではないが，商標部分を一般名詞に書き換える必要がないか，確認する必要がある。

5.4 大学での利用の注意事項

・課題代行

課題代行（いわゆる代筆）への生成 AI 利用は，試験の代理受験と同様に呼び出されて口頭試問されれば発覚することを説明する。

・定型化

生成 AI への指示（プロンプト）が単純だと出力が定型化する。就職活動で似た文章の評価が低い例などをあげて，生成 AI の出力をそのまま利用する問題点を説明する。

6. 手本に利用

6.1 単純なプロンプトの出力例を実習

「遅刻を謝罪するメールを提案してください」を実行させて，情報が不足するプロンプトでは検索と同様な一般例の列挙となることを見せる。

6.2 情報の追加

遅刻の理由やメールの宛先などの情報を対話的に追加することで，実用的な文章が提案させることを実習する。

6.3 プロンプトに盛り込む情報

生成 AI への役割設定，状況や前提条件の明記，出力形式の指定をプロンプトに盛り込むことを説明し，また対話による詳細化を意識させる。

7. 文章の変換に利用

7.1 文章の変換という観点

生成 AI が翻訳や要約，言い換えを強みとすることを説明し，この機能が文章の変換であることを指摘する。

7.2 要約の実習

Copilot は URL を読み込んだ場合に別の情報を検索して付加するため，プロンプト内の文章の要約を実習する。

bing.com の Copilot ノートブックを開き，「次の文章を 400 字で要約してください」の後に Wikipedia の文章を貼り付けて実習する。

講義の直前に ChatGPT 4o の利用が始まったため，ChatGPT 4o が URL や PDF を読めることを紹介する。

7.3 推敲補助の実習

手本としての利用と推敲の実習として，中学校の先生へ大学進学を報告する手紙を教材として実習を行った。

・単純な文章プロンプトでの実習

・情報を整理したプロンプトでの実習

> 手紙の文章を提案してください
> 宛先：〇〇中学校の時の担任の〇〇先生
> 差出人：202x 年に 3 年〇組を卒業した〇〇
> 伝えたいこと：4 月に佐賀大学へ進学したこと

・対話による情報の追加の実習

「登山のサークルに入り週末のたびに山に登っていることと新しい友達ができたことを追加してください」を例として，各自で追加を試す。

・ワードプロセッサに貼り付けて，自分で書き換え

・推敲（誤字脱字・敬語チェック）

「次の文章の不備を指摘してください」のあとに上の自分で書き換えた文章を貼り付けて，指摘を受け取る。

・手紙の完成

実際には，提出する課題に過度の個人情報が記載されないよう，担任教員に知られたくない情報は架空の名称に書き換えるよう指示を出した。

8. 対話の相手に利用

講義の残り時間の問題と，Copilot で対話開始の再現性が低いため，考えの整理，ブレインストーミング，対話練習の事例を示して，使い方の紹介とした。

9. おわりに

情報リテラシー科目の中で生成 AI の利用の際の留意点の周知と基本的な利用指導を実施した。

学習データを世界中から収集した「手本」として活用する方法を実習する一方で，課題代行などの学習活動の妨げにならないよう注意喚起できた。

一方で，対話の相手としての利用方法は紹介にとどまり，十分な実習を行えなかった。今後の改善点である。

考えの整理やブレインストーミングは，研究を進めるうえで強力なツールとなる。また，生成 AI との対話は就職活動での面接練習として活用できるし，外国語による対話は語学学習のツールとして利用できる。

2，3 年生の時期に生成 AI の利用指導があるとすれば，対話の相手としての利用方法を具体的に実習する必要があると考えられる。

さらに，生成 AI との対話は安価で高性能な個別教育を実現できる。生成 AI はあらゆる科目の教材を学習済みなので，教科書を利用するタイプの学習では家庭教師としての対話の相手となれる。この分野での発展も利用指導に取り込んでいかなくてはならない。

参考文献

(1) OpenAI：“Introducing ChatGPT”, https://openai.com/blog/chatgpt/ (2022).
(2) 東京都：“報道発表資料”, https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2024/01/30/22.html (2024).
(3) 株式会社富士通ラーニングメディア：“情報リテラシー Windows11/Office 2021 対応”，FOM 出版 (2022).
(4) 安田伸一：“生成 AI 教材”，https://educcsagauniv-my.sharepoint.com/:p:/g/personal/yasudas_edu_cc_saga-u_ac_jp/EXIhhEzDb35Fii6zqKSWuucBjo_qu8BXx6W4uEA9QN3Wsw?e=pF1awo (2024).

高等教育における実践知の導出と共有を支援する AI システムの設計原理に関する考察

香西佳美*1・飯吉透*2
Email: y-kozai@fc.ritsumei.ac.jp

*1：立命館大学 教育開発推進機構
*2：京都大学 学術情報メディアセンター/大学院教育学研究科

◎Key Words　授業改善，教育実践知の形式知化，AI の教育的活用，教育実践コミュニティ

1. はじめに

この半世紀あまり，近年急速に進展している生成 AI やコロナ禍下で不可欠となったオンライン/ハイブリッド教育をはじめ，VR・XR，シミュレーション，ロボティックスなどの新たなテクノロジー・ツール・プラットフォームが次々と出現・普及し，国内外の様々な教育と学習の場において利用されてきた。その一方で，人材育成や社会のニーズが多様化・複雑化する中，新たな学び方や教え方が次々と生み出され，教育・学習のあり方は加速的に変化・進化し続けている。

このような中で，学習者のニーズや特性に応じた最適な教育・学習方法の「ベストミックス」が多様な教育実践を通じて創発・共有されていくことが望まれるが(1)，これを個々の教員の自発的な努力で持続的におこなっていくことは難しく，先進的な取り組みから生まれる授業に関する実践知を集積し，広く共有するための仕組みづくりが必要である。また，教育実践の中で生まれた知識を成文化し，共有することは，教員の授業力量形成においても重要な役割を担う(2)。しかし，大学教育は学問領域が多種多様であり，異なる分野の教育実践の場合，参考となる実践知を見つけ出すことは難しい。この問題の解決にあたっては，授業実践における個別具体的な工夫を脱文脈化し，内容を分類・細分化して取り出すことで，分野に関係なく教員同士が相互に参照しやすくできる可能性がある(3)。

大学教員の実践知の生成と共有においては，教員同士の実践コミュニティが中心的な役割を担うことができ，我が国における大学教員の実践コミュニティの好例として，「MOST フェローシッププログラム」が挙げられる。京都大学高等教育研究開発推進センターが 2012 年度に創設した本プログラムでは，全国から公募・選抜された授業改善に意欲的な大学教員たちが，フェローとしての１年間の活動を通じて互いに交流しながら，自身の教育改善や授業・教材開発に取り組んできた。その取り組みの過程と成果は，「スナップショット」とよばれる e ポートフォリオにまとめられ，コミュニティ内で共有されると共にオンライン上でも公開されている(4)。さらに，こうした活動を通じて生まれる実践知の収集と共有を支援するために，「MOSTreasure」という授業アイデア集積サイトが開発され，現在は MOST コミュニティによって自主的に運営が続けられている(5)。本サイトは，日々の授業実践の中で生まれるコツやノウハウを可能な限り脱文脈化し，コンパクトにコンテンツ化することで，より大勢の多分野にわたる教員が教育の実践知を相互に参照し合えることを目指している(3)。

このように MOST フェローシッププログラムでは，「スナップショット」や「MOSTreasure」といった手法・ツールにより，フェロー同士が互いの教育実践を出発点とした省察や議論を重ねることを支援・促進する環境が整えられ，10 年余りにわたるフェローを中心とした教育実践コミュニティの形成・拡大を通じて，大学教員の教育的実践知の生成と共有を強く支えてきた。しかし一方で，このような実践コミュニティにおいて，教員たちが集まって省察や議論を重ねるためには，多くの時間やコストが必要であり，日常的に多忙な業務との両立は決して容易ではない。このため，実践コミュニティの形成と活動が，一部の熱意ある教員に過多に依存している現状も否めない。

そこで本研究では，「教育実践コミュニティが抱えるこのような課題を解決するためには，教員同士のコミュニケーションを仲介する生成 AI システムを開発することによって，教員間の知識共有を支援することが有効である」という考えにもとづき，実践コミュニティにおける大学教員の実践知の導出と共有を支援するシステムの開発に向け，教員が有している実践知を体系的に整理するための理論的枠組みを検討し，システムの設計原理を構築することを目的とした。具体的には，まず，大学教員が持つ実践知の特徴を明らかにするための理論的検討をおこなった上で，これにもとづく設計原理を考案した。さらに，プロトタイプの開発と，動作の的確性および結果の妥当性を検証し形成的に評価するための実験をおこなった。

2. 大学教員の実践知に関する理論的考察

2.1 教員が持つ授業に関する実践知の特徴

本研究では，まず，授業に関する実践知の特徴に関する検討がおこなわれた。実践知とは，ある領域において高いレベルのパフォーマンスを発揮できる熟達者が有する実践に関する知性である(6)。さらに，実践知は文脈から分離されて存在することはなく，改善を目的とする活動の中で総体的に活用されるという性質をもつ(7)。このため，実践を通じて生成された実践知を，その文脈から切り離し一般化や抽象化を試みることで，異質なものとなってしまう危険性がある。

また，実践知を構成する要素には，改善に向けた活動の基盤となる情報や知識が含まれているため，両者を識別した上で目的に沿って活用することが必要とされる(7)。Shulman (1987)は，教員が授業を行う際に必要となる知識群を「基盤的知識（knowledge base）」として，（１）内容

に関する知識,（2）一般的な教育方法に関する知識,（3）カリキュラムに関する知識,（4）内容を効果的に教授するための知識 (PCK),（5）学習者とその特性に関する知識,（6）教育の文脈に関する知識,（7）教育の目的, 目標, 価値, そしてそれらの哲学的歴史的基盤に関する知識, に分類している[8][9]。これらの基盤的知識の詳細をみると, 実践の文脈に関する情報と強く結びついている項目も多く,「実践知と文脈に関する情報は, 相互に影響を与え合っている」といえる。実践知をより汎用的で広く応用可能な知識とするためには, 脱文脈化することが重要であろう。一方で, どちらも実践をおこなうためには必要であり, 他者が参照する際には自身の実践への適合や応用を検討する上で重要な情報となる可能性がある。そこで本研究では, 授業実践の文脈に関する情報を「実践知の活用可能性を検討するための判断材料」として位置付け, 実践知と併置する形で提示することとした。

2.2 授業に関する実践知を分析する枠組み

次に, 授業に関する実践知を分析するための枠組みの検討をおこなった。授業に関して教員が持つべき最も重要な知識のひとつに「内容を効果的に教授するための知識 (Pedagogical Content Knowledge: PCK)」がある。PCK とは,「内容に関する知識 (Content Knowledge: CK)と教授法に関する知識 (Pedagogical Knowledge: PK) の特別な混合物 (special amalgam)であり, 教員に特有なものであるとともに教員の専門的な理解についての特別な形式」と定義される[8]。さらに近年では, 教育においても重要な要素となったテクノロジーの影響に着目し, PCK を理論的基盤として「テクノロジーに関する知識 (Technological Knowledge: TK)」を加えることで, 教員に必要となる知識を再定義しようとする「効果的なテクノロジー活用のために教員に必要となる知識（Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) 」が提唱されている[10]。

そこで本研究では, 大学教員の実践知を分析するための枠組みを考える上で, PCK および TPACK を構成する知識の要素に着目した。具体的には, PCK あるいは TPACK として教員が有している授業に関する実践知を, それらを構成する CK, PK, TK という要素的知識に分解し体系的に整理することで, 教員相互の参照性を担保した形式知として明示化することを試みた。ただし, PCK および TPACK は概念的な枠組みであるため、構成要素の定義や境界が不明瞭であり, 分析枠組みとして援用するためには、目的に合わせて各構成要素の定義を設定することが求められる[11]。そこで本研究では, 香西・田口 (2018) によって提案された大学教員の授業力量の分析を想定して提案された TPACK フレームワークの定義を参照することとした[12]。すなわち, CK を「学ぶべきあるいは教授すべき教科についての知識」, PK を「一般的な教授法に関する知識」, TK を「ICT の操作方法に関する知識」と定義し, 実践知を整理するための分析枠組みとした。

2.3 教員の実践知における暗黙知の特徴と重要性

教員が持つ実践知には, 明示化されにくい暗黙知が含まれており, 教育実践の成功や効果に影響を与えている。本研究では, 実践知を TPACK フレームワークにもとづき要素ごとに再整理することを試みた。このアプローチは, 実践知と文脈に関する情報を識別し, 他教員が参照しやすくなるという点で有効であると考えられる。しかし, 実践知を要素的知識に分解する過程を通じて, 抜け落ちてしまう知識や情報が存在する可能性もあり, これこそが暗黙知である可能性は否定できない。実践知とは, 実践における試行錯誤を通じて生み出されるものであり, 要素的な知識の単純な組み合わせではなく総体として PCK や TPACK として捉えられることが, 実践のための有用な知識として重要となる。このため, PCK や TPACK に内包される暗黙知を明示化していくことは, 優れた教育実践を広範に伝えていくためにも非常に重要となる。

さらに, 教員の暗黙知を導出するための有効な方法の一つとして, 他者との対話や他者による観察がある。MOST フェローシッププログラムでは,「スナップショット」の作成過程に実践コミュニティ内での省察的な対話を組み込むことで, 暗黙知の導出を支援している。KEEP Toolkit を用いた「スナップショット」の作成においては, 授業実践を整理・省察するための項目が設定されたテンプレートが用意されており, 各項目に対応した問いがプロンプトとして提示される。教員は, このプロンプトへの応答を通じて, 自身の実践を振り返りながらスナップショットの項目を記述していくことができる[13]。このような仕組みは, 大学教員の省察を促し, 暗黙知の導出を支援するために有効と考えられる。そこで本研究では,「スナップショット」を用いた取り組みを参照し, 実際の授業実践の場面を想定した質問を生成 AI から投げかけることによって, 対話を通じた省察と暗黙知の導出を試みることとした。

3. AI システムの設計原理の検討

3.1 概要

本研究で開発した AI システムは,（1）授業に関する既存資料に含まれる学習活動の特定と実践情報の抽出,（2）授業を実践した教員との対話を通じた不足情報の確認と暗黙知の導出, という２つの主要な機能を有している（図１）。この２つの機能に関し, 本システム開発の礎となる設計原理について以下説明する。

3.2 授業実践に関する情報の抽出

（1）授業実践に関する基礎情報の取得

本システムでは, より効率的に実践知の導出と共有をおこなうために, 授業に関する基礎的な情報については, 授業シラバスやコースポートフォリオ等の既存の関連資料を活用することとした。これらの資料は PDF 形式で開発システムに入力され, 生成 AI による解析を通じて, 必要な情報の特定がおこなわれる。

（2）授業実践情報の抽出

このように得られた基礎情報から, さらに生成 AI によって, 文脈に関する情報および学習活動に関する情報が特定・抽出される。文脈に関する情報とは, 実践者が授業をおこなった文脈に関わる情報であり, a)授業に関する情報, b)学生に関する情報, c)環境に関する情報, d)教員に関する情報, の４要素から構成される。学習活動に関する情報とは, 一連の授業の中で実施される具体的な教授・学習に関わる活動であり, 本システムでは学習活動を「教員または学生による授業内外での行動」と定義し, 授業に

おいて生じるすべての行動を含むものとした。

（3）共有すべき学習活動の選定

授業実践に関する情報のうち，学習活動として抽出されるものには，実践知として共有すべき知識が含まれる活動だけでなく，授業の中で実施されるその他の一般的な活動も広く含まれる。「どの学習活動が，他の教員にとって参考になる取り組みであるのか」については，この時点までに得られる情報だけを用いて生成AIに判定させることは難しいと考えられるため，本システムでは，「抽出された学習活動のうち，共有すべきものを実践者が自ら選定する」という方法を採用した。

（4）選定された学習活動に関する情報の提示

選定された学習活動については，PCKおよびTPACKを理論的基盤として作成した分析枠組みに従って，授業実践に関する情報として整理され，体系的に提示される。

3.3 実践者との対話による暗黙知の導出

（1）不足情報の特定と実践者からの聴取

さらに，3.2で提示された実践知情報をより充実させるために，TPACKフレームワークを参照し，不足している情報の特定がおこなわれる。本システムは，これらの不足情報を補うための質問を自動生成し，実践者から必要な情報を聴取する。

（2）対話を通じた暗黙知の導出

授業に関する実践知には，実践者自身も認識していないコツやノウハウといった，授業実践を成功させるために重要となる暗黙知が含まれている。こうした暗黙知を実践者から引き出すためには，「省察的質問（reflective inquiry）」が有効であると考えられる。そこで本システムでは，省察的質問を生成AIに作成させるために，スナップショットのプロンプトを参考にして，PKやCKを文脈に合わせてPCKへ変換する過程を再現する仕組みを考案・設計した。具体的には，「この活動を実践する際に，特に気を付けている点や工夫している点はありますか？」や「この活動を円滑に進める上で，特に難しかった点はありますか？また，その解決のために，どのような工夫をされましたか？」などの質問が作成され，これらの質問に対する実践者の応答から暗黙知を導出することを目指している。

3.4 共有可能な形式知としての明示化

以上のプロセスから得られた実践知と情報を，授業に関するアイデア集積サイトである「MOSTreasure」に投稿できる形式（具体的には，「学習活動の名称」，「概要」，「目的」，「準備するもの」，「使用するツールと機能」，「実施のながれ」，「学習活動を効果的に実施するためのポイント」，の7項目）に合わせて，本システムが整理し出力できるように設計・開発をおこなった。

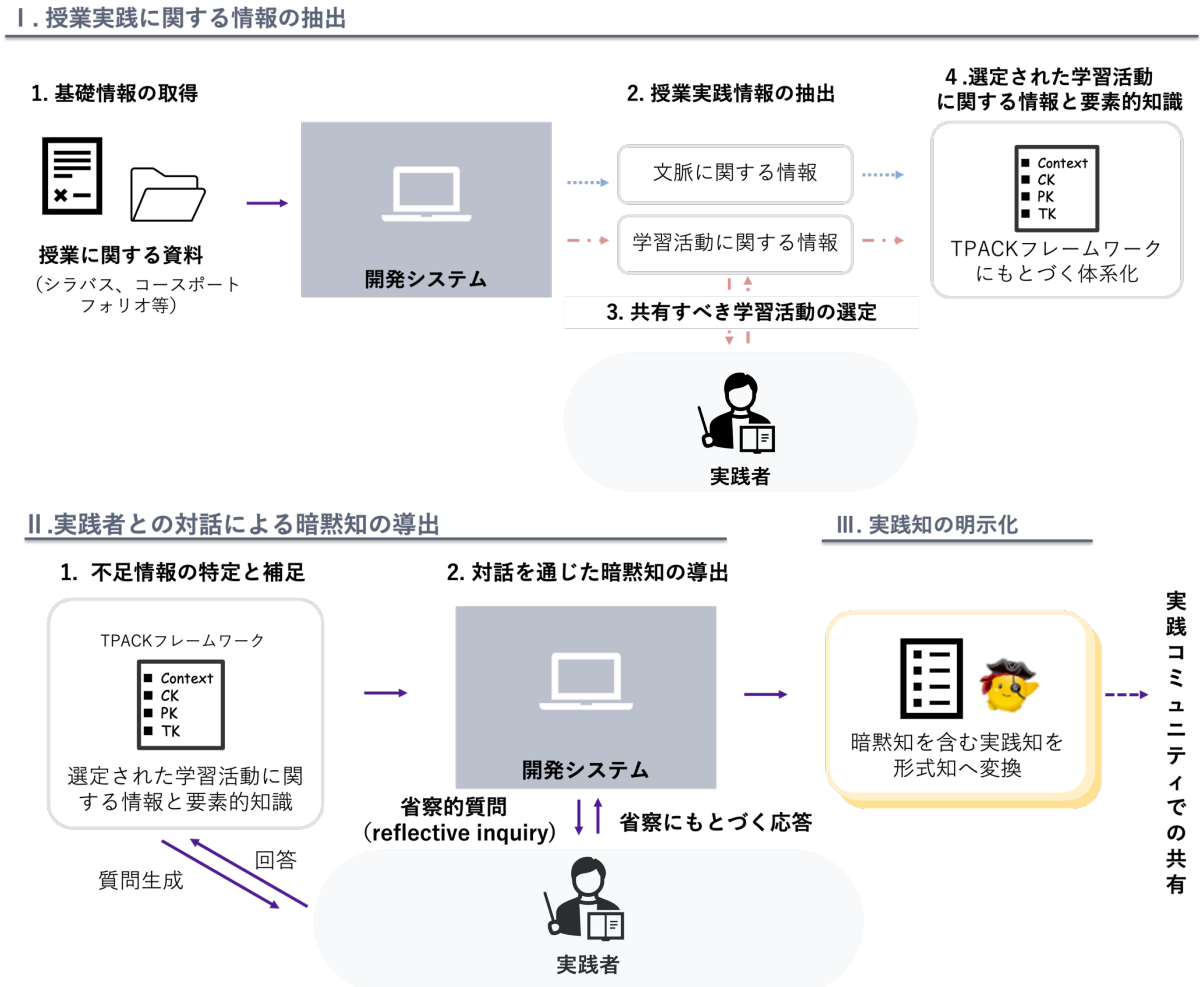


図1 本システムの設計原理と動作フロー

4. AIシステムのプロトタイプ開発と予備実験

4.1 AIシステムのプロトタイプの概要

本研究では，OpenAI社が提供するGPTs（Generative Pre-trained Transformers）を用いて，「大学教員の実践知を導出するための対話型AI」のプロトタイプを作成した。GPTsは，特定の目的に合わせてChatGPTのカスタムバージョンを作成できる機能を有しており，コーディングの知識を必要とせずに自然言語によるプロンプトを用いて設計することが可能である(14)。具体的には，3.で先述した設計原理にもとづくプロンプトを事前指示として組み込んだ生成AIモデルを作成した。なお，開発および実験に用いたモデルのバージョンは，gpt-4o-2024-05-13である。

4.2 開発者による実験

まず，プロトタイプの初期テストとして，インターネット上で公開されているMOSTフェローが作成した既存のスナップショット（PDF化されたもの）を使用し，開発者が動作確認を実施した。この段階では，プロトタイプの基本的な動作と抽出される情報や導出される実践知が適切・妥当であることが確認された。

4.3 MOSTフェローによる実験

次に，MOSTフェローである教員1名（以下，教員A）に協力を依頼し，プロトタイプの動作の的確性および結果の妥当性を形成的に評価するための実験を実施した。具体的には，それぞれ異なった授業を対象として，1）本人が作成したスナップショットを使用した実験，2）授業のシラバスを使用した実験，の２種類を実施した。その結果，いずれの実験においてもシステムは的確に動作したことが確認された。

また，教員Aには，「質問の適切さ」，「提示された実践知の適切さ」の２つの観点からのフィードバックを自由記述により求めた。その結果，質問の適切さについては，概ね適切だと感じたが，入力に使用した既存資料に記載されている情報を改めて尋ねる質問もあり，PDF情報の読み取り精度に関する改善の必要性が指摘された。また，提示された実践知の適切さについては，概ね適切であり，「実施のながれ」など既存資料には記述のない情報を再整理して提示されたことで，実施手順を再確認するのに役立ったことが報告された。このことから，本システムによって，教員の実践知が，的確性と妥当性を伴い，体系的に整理・提示されていることが確認された。

5. おわりに

本研究では，大学教員の実践知の導出と共有を支援するためのシステムの本格的開発に向けて，設計原理の検討・提案とプロトタイプ開発をおこなった。その結果，スナップショットやシラバスなどの既存資料を活用し，本プロトタイプが教員の実践知を体系的に整理・提示できることが実証された。また，生成AIによって作成された省察的質問により，既存資料では表出されにくい教員の暗黙知の導出も，限定的ではあるが実現することができた。

ただし，本研究にはいくつかの課題が残されている。まず，暗黙知の導出に関して，対話型AIによる省察的質問の精度や深度をさらに高める必要がある。これにより，教員が認識していない実践知のより効果的で的確な導出が可能となることが期待される。また，実験の中で指摘されたPDFの読み取り精度の向上などの技術的な改良も必要である。

今後は，次の2つの方向でシステム開発を進めていきたい。第一に，脱文脈化された実践知を新たな文脈で利用するための支援機能の追加である。これにより，教育環境やニーズが異なっても実践知をより柔軟に活用することが可能になる。第二に，教員の実践知をシステムの内部データとして蓄積し，利用者の文脈やニーズに応じてカスタマイズした形で提示する方法の検討・実現である。これにより，実践知を要素的に整理するだけでなく，総体的（holistic）に捉えることが可能になり，より拡充された実践知の共有と活用の支援を広範に提供することができる。

謝辞

本研究はJSPS科研費22H01024の助成を受けている。

参考文献

(1) 飯吉透：“高等教育2050に向けた展望：日本の大学における教育的ICT活用の推進を巡る可能性と課題”，高等教育研究，第24巻，pp. 11-31（2021）.
(2) Shulman, L. S. and Shulman, J. H. ：“How and What Teachers Learn: A Shifting Perspective”，Journal of Curriculum Studies, Vol. 36，No. 2，pp.257-271（2004）.
(3) 田口真奈，酒井博之，岡本雅子，飯吉透：“大学における授業改善のためのアイデア集積サイトMOS宝(モストレジャー)の開発”，日本教育工学会第31回全国大会講演論文集，pp.171-172（2015）.
(4) MOSTフェロー：“MOST Fellowship Web”，https://mostf.pep-rg.jp/home，(2023).（2024年6月26日閲覧）
(5) 京都大学高等教育研究開発推進センター：“MOSTreasure”，https://mostreasure.educ.kyoto-u.ac.jp/，(2015).（2024年6月30日閲覧）
(6) 金井壽宏，楠見孝：“実践知 --エキスパートの知性”，有斐閣（2012）.
(7) 油布佐和子：“実践知を創造する：新たな教師教育を求めて”，学校教育研究，33巻，pp.48-60（2018）.
(8) Shulman, L. S.: "Knowledge and teaching: Foundations of the new reform”，Harvard educational review，Vol. 57，No. 1，pp.1-23（1987）.
(9) 八田幸恵：“リー・ショーマンにおける教師の知識と学習過程に関する理論の展開”，教育方法学研究，35巻，35号，pp. 71-81（2010）.
(10) Mishra, P. and Koehler, M. ："Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge”，The Teachers College Record，Vo. 108，No. 6，pp. 1017-1054（2006）.
(11) Graham, C. R. ："Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK)”，Computers and Education, Vol. 57, No. 3, pp. 953-1960 (2011).
(12) 香西佳美，田口真奈：“MOOCでの授業実践の経験を通した大学教員の授業力量形成：Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)の形成に着目して”，日本教育工学会論文誌，41巻，4号，pp. 449-460（2018）.
(13) 酒井博之："オンライン上における相互研修の場の構築―MOSTの開発と展開に向けて大学教育のネットワークを創る”，大学教育のネットワークを創る：ＦＤの明日へ，京都大学高等教育研究開発推進センター編，東信堂，pp.107–125（2011）.
(14) OpenAI："Introducing GPTs”，https://openai.com/index/introducing-gpts/，(2023).（2024年6月26日閲覧）

パイロット版 AI 表情解析システムを用いた 感情推察の精度検証における課題

吉嶺加奈子*1
Email: kanako@nda.ac.jp

*1：防衛大学校人文社会科学群人間文化学科

◎Key Words　　AI，表情解析，異文化間コミュニケーション

1.　はじめに

意思疎通においては言語的コミュニケーションだけでなく，間の取り方や雰囲気，そして身体表現等の非言語的コミュニケーションも非常に重要である。異なる文化や言語を持つ者同士のコミュニケーションでは，特に非言語的コミュニケーションの果たす役割は大きい。中でも顔は表情に話者の感情が表出されやすく，かつオンラインでもオンサイトでも目視が容易である。つまり非言語的コミュニケーションの手段として優れていると考えたため，「顔」に着目することにした。

発話中の感情を推察することによって不完全な言語コミュニケーションを補完できるかを検証するため，パイロット版 AI 表情解析システム（以降「プロトタイプ Ver.0.1」）を構築し，ラオス国籍留学生の協力のもとで感情推察の精度を検証した[1]。本発表では，その際に判明した課題について対策した新たなパイロット版AI表情解析システム（以降「プロトタイプ Ver.0.2」）とその検証時に生じた課題を報告するとともに，それらを解決して異文化間コミュニケーションの支援につなげるための案について述べる。

2.　AI 表情解析システム

2.1　AI 表情解析システムとは何か

本発表では，表情の認識から感情の判定までを機械学習しているAIが組み込まれた動画像解析のためのシステムを「AI 表情解析システム」と呼称する。

2.2　プロトタイプ Ver.0.1

プロトタイプ Ver.0.1 の実行ウィンドウを図 1，仕様を表 1 に示す。プロトタイプ Ver.0.1 は図 1 のように顔領域から 5 つの感情要素を解析したのち，最も強い感情要素（ここでは“sad”）のアイコンを出力する。



図 1 プロトタイプ Ver.0.1 のウィンドウ（引用[1]）

表 1 プロトタイプ Ver.0.1 の仕様（一部引用[1]）

CPU	Intel® Celeron® N4000
OS	Windows10
形式	顔領域の特徴点を検出（不可視）
特徴	・5 つの感情要素から解析 （Neutral, Happy, Sad, Surprise, Angry） ・最も要素の強い感情をアイコンで表示
分析方法	顔認識ライブラリの呼び出し
プログラム	Intel 社 OpenVINO ツールキットの オープンソース[2]を活用 言語：Python
特記事項	タイムラグのないリアルタイム分析

プロトタイプ Ver.0.1 では，複数名の解析はできず 1 名のみをランダム検知した上で表情解析を行う［課題①］，マスクの装着有無によって不正確な表情解析が行われる［課題②］，アジア系人種の顔から解析された感情と実際の感情に差異が生じる［課題③］という課題が発覚した。また，顔領域の特徴点が不可視であることから感情推察の根拠が不明確であった。

2.3　プロトタイプ Ver.0.2

プロトタイプ Ver.0.1 の課題を解消すべく構築したものがプロトタイプ Ver.0.2 である。実行ウィンドウを図 2，仕様を表 2 に示す。プロトタイプ Ver.0.2 は図 2 のように顔領域の特徴点から 5 つの感情要素を解析したのち，最も強い感情（ここでは“surprise”），推定年齢，推定性別等を顔領域上部に文字列で出力する。また顔領域の傾斜角度についても三次元計測したのち，顔領域の中心部分に出力する。

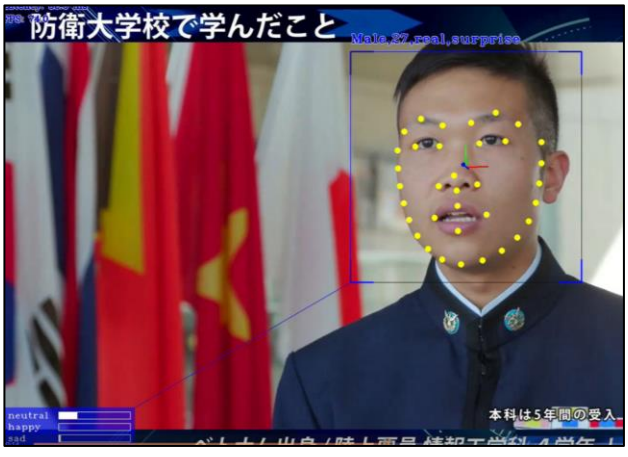


図 2 プロトタイプ Ver.0.2 の実行ウィンドウ

表 2 プロトタイプ Ver.0.2 の仕様

CPU	Intel® Core™ i7-13700H
OS	Ubuntu22.04
形式	・顔領域の特徴点を検出（可視） ・顔領域の傾斜角度を測定
特徴	最も強い感情，推定年齢，推定性別が顔領域上部に文字列で出現
分析方法	顔認識ライブラリの呼び出し
プログラム	Intel 社 OpenVINO ツールキットのオープンソース[2]を活用 言語：C++
特記事項	タイムラグのないリアルタイム分析 ※ただし動画解析時は倍速再生

3. プロトタイプ Ver.0.2 の検証

3.1 実験の概要

プロトタイプ Ver.0.2 の検証，すなわち表情から適切に感情を推察できるかどうか検証するための実験を行った。実験の概要を表 3 に示す。

表 3 プロトタイプ Ver.0.2 実験の概要

調査対象者	タイ国籍留学生 5 名（20 代男性）
調査時期	2024 年 1 月―2 月
調査方法	1. 喜び，怒り，嫌悪，悲しみ，軽蔑・侮辱，驚き，恐怖の 7 つの感情を想起させるようなトピックについて，日本語で会話 2. 会話中の表情をリアルタイムで解析

本実験は防衛大学校研究倫理審査委員会および学校長からの承認を得て実施した（防大先機第３５号）。

3.2 検証結果

検証実験では，課題①が解決されるとともに，課題②のマスク装着時でも鼻と口の特徴点を推定した上で解析することが可能となった。しかし，課題③については依然として怒りや悲しみといったネガティブなトピックの場合は感情の推察が不正確であることが判明した。

原因として，プロトタイプ Ver.0.2 は表情解析を行う際に University of Denver, USA が提供しているデータセット“AffectNet”を基に生成されたオープンソースモデルを参照していることが考えられる。プロトタイプ Ver.0.1 から一貫してこのオープンソースモデルを使用しているが，これは欧米文化圏の表情に基づいた感情推察を行うため，アジア系人種の表情と一致せず実際の感情と差異が生じたと考えられる。

また，タイはネガティブな感情を抱いた場合は顔に出さず微笑むため，相手の感情を表情ではなく声音や目つき（開き方や目線等）で判断する文化である。したがって怒りや悲しみに関するトピックでも笑顔を浮かべていることから，顔領域の特徴点を検出するのみでは感情推察が困難であったと推測される。

4. おわりに

検証結果を受けて，現在「目」の特徴点すなわち目の幅や瞳孔径の変化，そして視線を重視した解析を行うための顔領域解析システムを構築中である。当該システムを補助的に用いることで，表情解析の際にネガティブな感情を抱いた際の笑顔か否かの弁別が容易となる。例えば図 3 のように視線の方向と眉および目周辺に特徴点を多く配置することで，顔全体のみならず目から感情を推察できる。

今後はタイ人をはじめとするアジア系人種のネガティブな感情に対する感情推察についての信頼性を高めるべく，更なる検証を行う予定である。

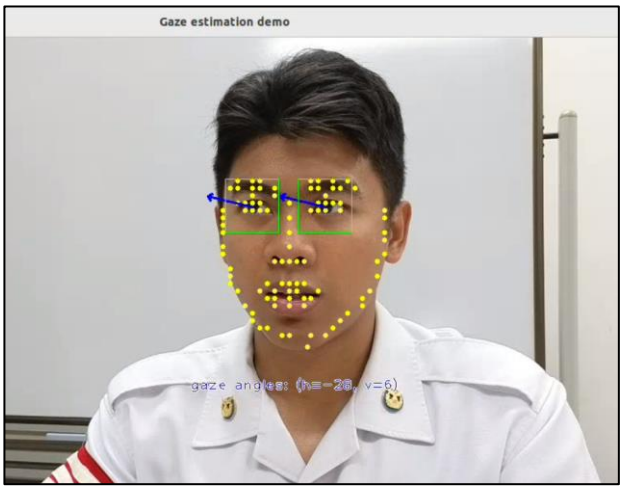


図 3 構築中の顔領域解析システム

AI 表情解析システムを用いて異文化コミュニケーションを支援する方略として，相手の顔の表情を解析して相手の感情を推察［方略①］，相手に適切な感情が伝わるように自分自身の顔の表情を解析したのち表情を自己調整［方略②］という 2 点を想定している。方略②については先の研究報告[3]の際に日本語教師より得られた知見であり，AI 表情解析システムをコミュニケーション支援ツールとして実用化する際の示唆に富むものである。そのためには AI 表情解析システムのモバイル化を検討することになり，翻ってプログラミングの全面的な見直しも必要となるであろう。

注

図 1・図 2 は所属先の広報用動画[4]を使用した。本研究は JSPS 科研費 JP23K12842 の助成を受けている。

参考文献

(1) 吉嶺加奈子：“留学生のための AI 表情解析システムを用いたコミュニケーション支援の試み”，2022PC カンファレンス論文集，pp.129-130（2022）.
(2) OpenVINO でゼロから学ぶディープラーニング推論”，JellyWare 株式会社（2023）
(3) 吉嶺加奈子：“タイの日本語教育における AI 表情解析システムの可能性”，第 36 回タイ国日本語教育研究会年次セミナー（2024）.
(4) 防衛大学校広報チャンネル：“高い志で未来を見つめる防衛大学校”，https://www.youtube.com/watch?v=iuC9j47nL8g，防衛省（2021）.

DHR 人材の養成プログラム

田邉　鉄[*1]
Email: ttanabe@iic.hokudai.ac.jp

*1：北海道大学情報基盤センター

◎Key Words　　中国語学習，人文情報学，高等教育，大学院接続

1.　はじめに

人文学にとって，デジタル技術は「研究対象」「研究方法」の両方として重要な意味を持つ。今日の人文学研究者は，好むと好まざるとに関わらず，人をつなぐコミュニケーション手段としてのインターネットをはじめ，思考や人格の記録・複製に道を拓く AI，現実とは何かという問いに対する答えに保留を要求する VR・XR などについて知識を持ち，技術に習熟していなくてはならない。

だが，それで充分と言うわけではない。技術革新は，これまで行ってきた研究が容易になる，というだけではなく，これまで考えもしなかった，新たな研究課題をもたらすからである。例えば「SNS の書き込みから，中国と他地域との交流の実相を探り，可視化する」とか，「中国全土の，地形の変動と地名の変遷を付き合わせて，地名の命名パターンを再評価する」といった挑戦的試みは，デジタル技術の理解なしには思いつくことすら難しいだろう。

著者は中国学研究・教育におけるコンピュータの活用について長年研究・開発に携わってきた。いつの時代もその最前線で活躍するのは，中国文学を専門としつつ，同時に「あらゆる漢字を PC で使う」という PC オタク的な興味も人一倍強い，IT 職人的人材であった。中国学でしか役に立たないような PC 利用が続々と開発されていった。ところが，多漢字が容易に PC で使える今日，AI の利用など“その先”を担い得る人材の養成は，大学の教員構成の変化などによる，世代の断絶もあって，思うように進んでいない。

そこで高等教育における，中国語・中国文化授業によって，「人文情報学研究（DHR）人材」を養成するプログラムを開発する研究を着想した。

2.　大学の中国語教育

北海道大学の 1 年生が，1 年間学ぶ，共通教育としての初習外国語の選択必修授業は，年間 60 回，90 時間実施される。中国語教育を最小限しか受けない学生は，ここまでで終わり，ということになる。

2.1　外国語の四技能

この授業は，外国語の四技能と言われる，読む・聞くといったインプット系技能と，書く・話すといったアウトプット系技能を，満遍なく，文法シラバスに沿って身につけていく，いわゆる“総合授業”である。近年，初習外国語科目の必修時間数が削減されたこともあり，口頭表現・日常会話を重視し，閲読・作文にはほとんど時間を割かれていない。

立命館大学の木村修平氏は，プロジェクト型英語授業において見出される，従来と異なる新たな四技能を提示している(1)。すなわち“リサーチ”“オーサリング”“コラボレーション”“アウトプット”である。もちろん，初習外国語の入門授業と英語を用いてプロジェクト学習を行うことを，同列で論じることはできないが，四技能を固定的に捉えるのではなく，学ぶ目的・学ぶ内容とともに，時流に応じて相応しいものに変えていくべきだ，という考え方は示唆的である。

本研究では，四技能の枠組みはそのままに，インプット系技能は情報検索（ネットと図書館の利用），アウトプット系技能はマイクロブログ（微博など）やテキストチャット，ビデオのキャプションやナレーションといった，「短文による説明」に重点を置くことを考えた。

2.2　新しい語彙

中国は空前の工具書ブーム，データベースブームが続いている。古今のありとあらゆる事象に関する，辞書・用語集・索引・地図・注釈・コーパス等が出版され，また，電子化されるものも増え続けている。現代を対象とした論考を読むときには，新しい学術用語への対応も必要になるが，各分野の最新用語集や新語辞典の類もずいぶん増えている。こうした動きに対して，日本でも『中国語新語辞典』が増えてもよさそうなものだが，10 年前，20 年前，といったものが多く，現代中国を活写する文献やウェブページを解読するには，いささか心許ない。

『デジタル時代の中国学リファレンスマニュアル』（漢字文献情報処理研究会編，2021 年）は，紙版の書籍とデジタルリソースの両方を駆使して，目指す情報に到達することを目指して刊行された。具体的な課題をとりあげて，同様の課題を解決するための，資料の選択を，紙とデジタルをまたいで紹介している。現代に関しては，やや情報が薄いが，「○○が知りたいとき」のような具体的な課題がはっきりしている場合に役立てることができるだろう。

ネットを中心として流通するスラング，流行語の類は，中国での“オタ活”の隆盛とともに，何冊か語彙集が出版されている。ネットでも紹介されるようになっている。ただ，授業で紹介できるのは，1 回にせいぜい 1 つか 2 つであり，「語彙を増やして話せる言葉を増やす」とは異なるモチベーションを醸成することが課題である。

2.3 何のための「中国語」か

1980年代後半から1990年代にかけて，日本で出版された中国語の教科書は，日本人留学生が中国の大学で中国人学生と出会って，という設定が多かった。

中国語を専門としない初習外国語の授業では，もっぱら未知の外国に対して抱くファンタジーだけで，科目への興味をつなぎ止めていたからである。中国語は形態論的には孤立語であり，ラテン系言語の性数格による変化や，日本語のような付属語の活用は基本的にない。難解な発音を理解することと，語彙を増やすことを目指してひたすら練習をする。入門段階のこの単調な練習をクリアするためには，中国語教員の体験の紹介が“面白い話”として効果を発揮する。どちらかといえば，「聞き間違えた」とか，「マナーを知らずに恥をかいた」など，自虐的なネタが受けた。

ところが2000年ごろから，インターネットの爆発的な拡大に伴って，教員の“実体験”までもが「どこかで見聞きした話」の一つ，として消費されるようになり，急速に訴求力を失うこととなった。意識の高い学生の興味は中国について情報を得ることから，日本について発信することに移り，結果，大学のある日本の都市を舞台とした教科書が増えていくことになる。こうした傾向自体は，インバウンドに対する“おもてなし”の強化につながり，望ましいことかもしれないが，言語多様性・文化的寛容性を阻害するような“自国イメージの押し売り”に加担しているとも言える。

常識的な価値から独立に，中国語や中国の文化・社会に対する興味を喚起するような，きっかけを作るための仕組みを，授業に組み込む必要がある。

3. 授業での取り組みと効果

以上の考え方をもとに，北海道大学で実施している2つの授業で，以下のような取り組みを行い，その効果について初歩的な分析を行った。

3.1 必修クラスでのリファレンス提供

北海道大学の中国語必修クラスは，前期週2回（日本人1・ネイティブ1），後期週1回＋CALL授業1回の構成である。対面授業・オンラインライブ授業・LMSによる問題演習を組み合わせた授業であり，授業に関する情報をLMSに載せれば，大半の学生がきちんと見ている。

この授業では，各文法項目について説明されたウェブページや，中国語の学習方法，辞書の紹介，ウェブリソースへのリンクなどを各回ごとに紹介した。また，翻訳サイト（DeepL）や生成AI（ChatGPT）を用いた訳文の生成方法とその利用方法，中国語の効率的な入力など，PCを使った“チート技”をことあるごとに紹介するようにした。

これらはあえて体系的に取り扱うことはせず，各回の授業で，即効性のある技術や，利便性の高いデータベースなどを，一つ，二つずつ実演して見せて，家に帰ったらためしてみて，と言っただけだった。これは，中国語を学ぶ学生が，さらにコンピュータも「学ばされる」という感覚を持たせないように，また，とにかくその日のうちに，ちょっと試してみて，「ほほう」と関心してもらいたかったからだ。

具体的な成果，と言うには弱いが，文化大革命や，封神演義，中国料理のプレゼンテーションなど，具体的な興味関心の対象を持つ学習者について，授業終了後にしてくる質問が目に見えて増えた。質問の内容は，興味のある分野に関する話が多かったが，中国語の学習内容について，また，どちらにも関係ない生成AIや，プログラミング，時事問題について，雑談をしていくこともあった。

過去の研究によれば，授業の内容自体に関わるかどうかに関係なく，授業について，授業外に学生間でメタなコミュニケーションが生じるような授業は，学習効果が上がりやすいことがわかっている(2)。今回の実践で，教員との間のコミュニケーションはもちろん，個人の調べ学習での「脳内会議」でも，同じような効果が生じることが示唆された。

3.2 中国語演習初級

外国語演習は1年生の必修クラスを修了した者や，第3の外国語履修を希望する未修者を対象に，少人数クラスでハイレベルな学習を提供するための授業である。一部の学部のみ選択必修としている。入門・基礎・初級・中級・上級のグレードに分かれていて，1年間必修クラスで学んだ者は，初級を履修するのが原則である。だが，実際は楽に必要単位を充足するために，1年でやったことの繰り返しでしかない入門と基礎を履修する学生が多い。

逆に初級クラス以上は，中国語学習についてある程度意識が高い学生が多い。単位を必要としない4年生や大学院生が受けていることもある。

筆者が実施した授業は，翻訳，音声合成，音声認識，検索など，ネット上で提供されているサービスを駆使して，“自分の興味のある分野のテキストを使って”“楽に，楽しく”中国語を学ぶ，一種のチート技を伝授する授業である。平均10名ほどの履修がある。昨年度の学習内容は概ね以下のとおり。

前半はインプット系技術として，検索エンジン・図書館を使った情報収集の具体的方法を学んだ。また，生成AIで自分に必要な学習コンテンツを作り出すための，プロンプトエンジニアリングを，時間をとってやり込んだ。

後半はアウトプット系技術として，中国の故事成語『愚公移山』のPowerPoint紙芝居作りで，口頭説明するときの文の整理のしかたなどを学んだ。

1学期を通して，日記のつけ方（できるだけ毎日3行日記をつけるよう指示，毎週使えそうな表現を学んだ）と，オタク用語会話として，SNSで見られるネットスラングで，テキストチャットでのやりとりを意識したダイアログを学んだ。

最終的に内容はともかく，“わかったような顔をして”堂々とプレゼンテーションできるようになった。

今後は，よりオタク的に尖った知識の流布につとめ，中国語とコンピュータをシームレスに行き来できるオタクの養成につなげていきたい。

参考文献

(1) 木村修平：AI時代の英語教育を考える−機械翻訳などを正課授業に導入してみて−（口頭），e-Learning教育学会第21回研究大会基調講演，2023年3月18日

(2) 田邉鉄・長野督：メタなコミュニケーションによる学習動機の維持について，2008PCカンファレンス論文集，2008年8月

日本語学習アドバイザー研修リソースの開発に向けて

黒田史彦
Email: fukuro@tmu.ac.jp

東京都立大学国際センター

◎Key Words　日本語学習アドバイジング，アドバイザー研修リソース，パターン・ランゲージ

1. はじめに

非母語として日本語を学ぶ学習者に対する支援のひとつに，「日本語学習アドバイジング」が挙げられる。[(1)(2)] 日本語学習アドバイジングとは，自律的な日本語学習の実現を促すための対話的な支援である。日本語学習アドバイジングの実践者であるアドバイザーと学習者との個別的な対話を通じて，学習者が自らの学習について主体的に考え，決め，実行できるようになることを目指す。アドバイザーは，学習者自身による学びの設計，実行，検証ができるように，質問を中心に据えた対話を繰り広げる。

熟練したアドバイザーは，一人ひとり異なる学習者の背景や特性を受け容れ，即興的な対話を展開する支援上のコツ，すなわち実践知を経験的に獲得し，半ば無意識に駆使している。この実践知の多くは，暗黙知的な性質を帯びるものであり，形式知化は容易ではない。しかし，熟練アドバイザーの持つ実践知を言語化，可視化し，広く共有，継承できれば，学習者により良い支援が提供可能となる。特に，新規にアドバイザーを育成する新人研修において，熟練アドバイザーが備える実践知を知り，身につける機会を提供できるに越したことはない。

本発表は，熟練アドバイザーの有する実践知の言語化，可視化を試みた「パターン・ランゲージ」の概観であると共に，新人アドバイザーの育成研修用リソースの開発に関する報告である。さらに，研修リソースの効果検証に関する計画についても簡単に触れる。

2. 日本語学習アドバイジング・パターン

2.1 パターン・ランゲージ

パターン・ランゲージは，優れた実践や成功事例を支える実践者の「匠の技」ともいえる実践知や経験則を「パターン」として抽出し，体系づけたものである。[(3)] 日本語学習支援ないし日本語学習者支援の分野においては，アカデミック・ライティング支援のためのパターン・ランゲージ[(4)]や職場において外国人材との協働コミュニティを作り出すためのパターン・ランゲージ[(5)]が開発されている。

パターン・ランゲージは，実践の場面や局面に応じたいくつかのカテゴリーから構成され，各カテゴリーは３つのパターンを内包することが多い。各パターンは，それぞれのパターン名の下，何かを実践する過程で生起しやすい状況，その状況において陥りやすい問題，そして，その問題を解決に導くヒントとなる行動，から成る。

パターン・ランゲージの理念や構成を援用しつつ，日本語学習アドバイジングの実践を成功裏に導く実践知や経験則を整理して体系化しようと試みたものが，「日本語学習アドバイジング・パターン」である。

2.2 日本語学習アドバイジング・パターン

日本語学習アドバイジング・パターンは，アドバイジング実践を成功に導く熟練アドバイザーの実践知を体系化したものであり，表１のように，「1. 学習者への接し方」以下，７つのカテゴリーにより構成されている。各カテゴリーには３つのパターンが収められており，合計 21 のパターンがある。アドバイジングを実施するセッション内における心得だけではなく，常日頃から心掛けておくべきことまで，パターンの種類は多岐にわたっている。[(6)]

表１ 日本語学習アドバイジング・パターン

カテゴリー	パターン
1. 学習者への接し方	①一人ひとりの学習者
	②信じて任せる
	③力づける場
2. 学習者との対話	④よき聞き手として
	⑤考えるきっかけづくり
	⑥セッションの舵取り
3. セッションの展開	⑦今日の見通し
	⑧ひと時のチーム
	⑨まとめの時間
4. 学習目標の設定	⑩スタート地点の確認
	⑪未来の自分を描き出す
	⑫達成感の積み重ね
5. 学習計画の立案	⑬合目的のプラニング
	⑭最初の一歩
	⑮セルフチェック
6. 学習方法・学習リソースの活用	⑯今までの学習法
	⑰どんぴしゃの選択肢
	⑱魚の釣り方
7. アドバイザーとしての成長	⑲引き出しを増やす
	⑳支援者だってふり返り
	㉑学習者としての体験

アドバイザーがこれらのパターンを知っておくことにより，自らの実践を振り返るための観点として，他のアドバイザーと話し合うための共通言語として，そして，実践方法の改善を試みる際の発想の種として，利用できる。

また，各パターンは，象徴的なイラストを添えたうえでパターン・カードを作成しておくと，活用が容易になる。例えば，「2. セッションの展開」カテゴリーにおけるパターン⑥「セッションの舵取り」のカードは，アドバイザーと学習者との話し合いが盛り上がり，話題があちこちに飛んでしまうという状況を取り上げている。当該セッションにおける本来の目的が見失われ，時間切れになるという問題が起こりかちである。この問題を解決するため

のヒントとして，アドバイザーは，どんなに話が反れても目標を見失わず，タイミングを見計らって話を軌道修正するよう常に心得ておくことが期待される。

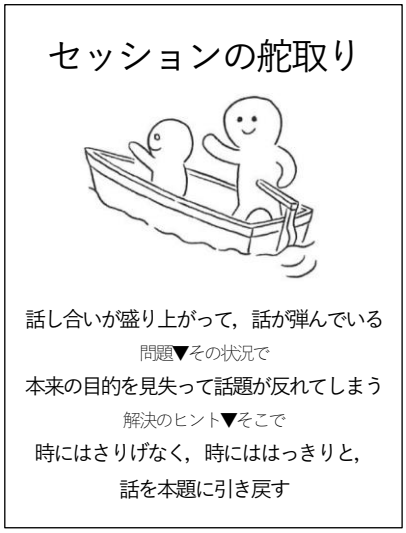


図1 パターン・カード：セッションの舵取り

3. アドバイザー研修リソース

新人アドバイザー向けの研修リソースとしてパターン・ランゲージを有効に活用する方法としては，上述のパターン・カードも有用ではあるが，模擬実践の様子を収録した動画との組み合わせも役に立つ。

本取組では，熟練アドバイザーによる模擬セッションの様子を録画しておき，その動画の然るべきシーンにパターン名を字幕として挿入した。さらに，TechSmith 社の動画編集ソフトウェアである Camtasia 2024 を利用して，パターン名による検索機能を実装し，該当シーンにジャンプして視聴できるようになった。



図2 研修リソース動画のスクリーンショット

これらの機能を利用することにより，熟練アドバイザーはどのような対話場面でパターンを用いているのか，いかなる文脈でパターンを発動させているのか，どのような発話としてパターンが具現化されているのか，等について具体的に知ることができる。

本研修リソース用動画の利点として，熟練アドバイザーによるパターンの実践が，言葉以外の形で為されている事例も確認できる。熟練アドバイザーの身振り手振りはもちろん，姿勢や視線の動きによる学習者への働きかけなどについても，実際の様子を見て理解することができる。さらに，敢えて沈黙の時間を設けたり視線を逸らしたりする（②信じて任せる）ことによって，学習者に深い思考を促している様子なども見て取れる。

熟練アドバイザーによる「匠の技」を動画と共に知る機会を得ることにより，新人アドバイザーはパターン理解の解像度が上がり，より解釈が深まる。新人ではなくとも，むしろアドバイジングの経験を積んだアドバイザーであるほど，自らの実践経験と比較，対照すれば，より多くのことに気づけ，実践力向上につなげられる。本研修用動画リソースは，新人と経験者とを問わず，アドバイジング実践の拠り所となり得る。

4. おわりに

日本語学習アドバイジング・パターンも含め，研修用の動画リソースは，今後も引き続き更新と拡充が不可欠である。同時に，研修用リソースを活用したアドバイザー研修の効果検証も，今後の課題となっている。

現時点での計画としては，人材開発研究やワークショップ・デザインにおける知見[7]を援用し，継続的な調査を実施する予定である。「新人アドバイザーが研修リソースを繰り返し利用し，研修転移を積み重ねることにより，熟達化が効果的，効率的に進んでいく」という仮説の下，熟達化のプロセスを明らかにする。その際には，主に「サクセスケース・メソッド」[8]に基づき，アドバイザー自身による語りによって説得力を伴った形[9]で熟達化プロセスを詳らかにしていく計画である。

参考文献

(1) 青木直子：“外国語学習アドバイジング：プロのアドバイスであなただけの学習プランをデザインする”，Amazon Kindle eBook（2013）.
(2) 加藤聡子，ジョー・マイナード（義永美央子，加藤聡子（監訳））：“リフレクティブ・ダイアローグ：学習者オートノミーを育む言語学習アドバイジング”，大阪大学出版会（2022）.
(3) 井庭崇（編著）：“クリエイティブ・ラーニング：創造社会の学びと教育”，慶應義塾大学出版会（2019）.
(4) 大森優，黒田史彦：“日本語アカデミック・ライティング支援における実践知の抽出過程：「発想のスイッチ」を例として”，筑波大学グローバルコミュニケーション教育センター 日本語教育論集，37 号，pp.93-102（2022）.
(5) 黒田史彦，伊作太一，木下直子，田中久実，伴野崇生，鍋島有希：“外国人材との協働コミュニティをつくるためのパターン・ランゲージの全体像とその作成過程”，筑波大学グローバルコミュニケーション教育センター 日本語教育論集，38 号，pp.21-40（2023）.
(6) 木下直子，黒田史彦，トンプソン美恵子：“日本語学習アドバイジング：自律性を育むための学習支援”，ひつじ書房（2024）.
(7) 中原淳，関根雅泰，島村公俊，林博之：“研修開発入門 「研修評価」の教科書：「数字」と「物語」で経営・現場を変える”，ダイヤモンド社（2022）.
(8) ブリンカーホフ，ロバート・O.（佐々木亮（訳））：“サクセスケース・メソッド：何がうまくいっていて，何がうまくいっていないのかを素早く把握する”，多賀出版（2022）.
(9) 黒田史彦：“外国人材と共生できる職場づくりワークショップ：パターン・ランゲージを活用した取り組み”，ビジネス日本語研究会 第 36 回研究会 予稿（2022）. https://84253952f82b9c64.lolipop.jp/archive/BJ36/BJ36_kuroda.pdf（2024 年 6 月 30 日閲覧）

教育実践コミュニティにおける実践知の共有
―パターン・ランゲージの開発を通じて―

髙尾郁子 *1・長田尚子 *2・デイヴィス恵美 *3・神崎秀嗣 *4・田中浩朗 *5・飯吉 透 *6
Email: takao@mb.kyoto-phu.ac.jp

*1: 京都薬科大学 学生実習支援センター
*2: 立命館大学 共通教育推進機構
*3: 大阪成蹊大学 国際観光学部
*4: 秀明大学 看護学部
*5: 東京電機大学 工学部
*6: 京都大学 学術情報メディアセンター

◎Key Words　実践知，コースポートフォリオ，授業アイデア共有サイト，パターン・ランゲージ

1. はじめに

大学教育では，ファカルティ・ディベロップメント（FD）の実質化に向けて，教育改善を目指す実践コミュニティの存在が注目されてきた。実践コミュニティは実践知の創造に重要な役割を果たすと考えられているが[1]，効果的な記述と共有の方法については十分解明されていない。本研究では，教育実践を通して得られる教えと学びに関する多様な知見を実践知ととらえ[2]，大学横断の相互研修型 FD から発展した実践コミュニティを事例に，そこでの活動を推進する暗黙知をパターン・ランゲージとしてまとめる活動を通じて，実践コミュニティにおける実践知の内容・表現上の特徴と役割を整理することを目指す。

本稿では，対象の実践コミュニティとパターン・ランゲージの開発活動を概観し，実践コミュニティにおける多様な実践知の役割を検討する。その上で，本研究を通じて顕在化した実践知の特徴と役割を整理し，教育実践コミュニティにおける活動の推進に向けた問題提起を行う。

2. MOST フェローシッププログラム

2.1 実践コミュニティへの発展

本研究では，MOST（Mutual Online System for Teaching and Learning）フェローシッププログラムという教育改善を目指す大学教員のネットワーキングから発展した教員コミュニティを対象とする[3]。プログラムの活動は 1 年間で，専門，役職，経験年数が多様な教員が，全国から各期 10 名程度公募される。選抜されたフェローは，対面やオンラインで活動のプロセスを共有しながら，各自の教育実践を改善し，成果をまとめて発表する。1 年間の活動の中には，同期のフェローや修了生との交流機会があり，修了後も教育改善に関わる活動が継続している。本研究では，活動が継続する場を実践コミュニティとして捉え，MOST コミュニティと呼称し検討対象とする。プログラム自体は終了しているが，MOST コミュニティの活動はオンラインを中心に対面でのイベントを加える形で継続している[4]。

2.2 パターン・ランゲージの開発

MOST コミュニティにおけるパターン・ランゲージの開発は，有志によって 2021 年 6 月に開始され，2023 年 3 月に初版をとりまとめて公開した。パターン・ランゲージは，よい結果を生み出すための実践の本質を捉えて言葉にしたものである。ある領域の「経験則」，「コツ」，「型」として考えることも可能で，多くの分野で活用が進んでいる。ある領域についてパターンを作成することにより，今まで注目していなかったことが見えてくる（認識のメガネ）。さらに，パターンを参照して思考や行動をデザインすることができる（思考の構成要素）。そして，パターンを使って実際にコミュニケーションをとることが可能になる（コミュニケーションの語彙）[5]。

このようなパターン・ランゲージを開発する過程で，MOST コミュニティに内在する多様な実践知について議論がなされ，このコミュニティでは実践知が以下の三つの形で記述・共有されていることが明らかになった。第一に，各自の授業の特徴と改善の経過を一定の形式でまとめたコースポートフォリオである。第二に，授業の内容やレベルに関わらず簡便に使えるノウハウやツール等をシステム上にまとめた授業アイデア共有サイトである。第三に，実践コミュニティにおける自発的・継続的な活動を推進するコツをまとめたパターン・ランゲージである。次章では，これらの実践知の具体例を参照しながら，それぞれの特徴を整理する。

3. 実践知の検討

3.1 コースポートフォリオ

個人の教員が担当する授業科目には，その授業特有のデザインや実施，学生の学びや改善の経過などから得られる実践知が存在する。コースポートフォリオは，授業実施期間中の教授活動の記録やリフレクション，学生の学びに関するエビデンスの取得や分析を記述することで，コースにおける教育活動とその実践知を可視化できるとともに，その振り返りや改善を促すことができる。また，ウェブ上で他の教員とコースポートフォリオを共有することにより，改善に向けた議論や実践知を分かち合うことが可能となる。コースポートフォリオは作成にハードルがあるが，ポートフォリオ作成支援ツール KEEP Toolkit を利用すれば，効率的かつ効果的に電子ポートフォリオを作成することができる。KEEP Toolkit では，ポートフォ



図1　コースポートフォリオのテンプレート(6)

リオの構成や，記述内容に対する視点があらかじめテンプレートとして提示されている。テンプレートは，「コースの基本情報」「学習目標」「教授法・教材・学習活動」「実際の授業」「学生の学び」「コースに対する振り返り」「同僚のコメント」「参考文献・資料」の 8 つのボックスで構成されており，各ボックス内は簡潔にまとめるよう指示されている。そのため，作成者は効率的・効果的にポートフォリオが作成できるうえ，関心のある他者がコースの概要や成果を短時間で理解できるように設計されている。図 1 は酒井・田口（2011）が示した図を見易く拡大したものである(6)。

MOST フェローシッププログラムの終了後，MOST コミュニティ内で作成されたコースポートフォリオは現在別サイトにアーカイブされ継続的に参照可能になっている(3)。MOST コミュニティでは，このようなコースポートフォリオを利用して，授業実施期間中から終了後まで改善に向けた議論を共有することが可能であった。そのためコースポートフォリオは個別の実践を記述し振り返る目的以外に，その作成過程でコミュニティメンバーとともにその実践知を一緒にまとめる活動を伴うことから，コミュニティが生み出す実践知を記述するとともに，コミュニティの形成にも役立っていたと考えられる。

3.2　授業アイデア共有サイト

日々の授業改善の中では，授業内容やレベルにかかわらず使える教育的ノウハウやツール，アイデアなどが創出される。授業アイデア共有サイトは，このような個別具体的な授業実践から抽出された工夫をできるだけ脱文脈



図2　MOS 宝の画面例



図 3 冊子形式のパターンの例 [8]

化し，コンパクトな「レシピ集」のような形でコンテンツ化することで共有するためのシステムとして開発された[7]。

サイト上ではコツや工夫を MOS 宝（モストレジャー）と呼び，MOS 宝の投稿，閲覧，相互評価が可能となっている。MOS 宝は準備物，ポイント，手順といった項目に沿って説明される。その際，画像やリンクが利用できる。また該当カテゴリーには，分野などあらかじめ設定したタグを選んで付与できるほか，自由入力によるタグ付けが可能である。利用者は多くの投稿からタグ検索により，関連する投稿を見つけ出すことができる。MOS 宝のような気軽な入り口から，コースポートフォリオ等豊かな情報を持ったコンテンツにアクセスしやすくなることも期待される[7]。現在 MOS 宝は，MOST コミュニティ内限定サイト「MOSTreasure」として活用されている。

3.3 パターン・ランゲージ

活動が継続する実践コミュニティには，そのメンバーに自発的・継続的な活動を推進する思考や行動における知が存在する。MOST コミュニティで開発したパターン・ランゲージ「教育に情熱を注ぐ大学教員を後押しするコミュニティのことば」は [8]，実践コミュニティに参加して活動する経験則やコツを，状況・問題・解決を軸に中空のことば（理念のように抽象的すぎずマニュアルのように具体的すぎない）でまとめ，冊子形式，カード形式としてオンラインで共有可能にしたものである。

このパターン・ランゲージは参加している実践コミュニティへの理解の深化（認識のメガネ）が期待できる。また，コミュニケーションの語彙，思考の構成としての利用促進といった働きをもつ。例えば，MOST コミュニティのパターン・ランゲージの中の一つのパターンとしての「共通のことばを持つ」は，MOST フェローシッププログラムでのコースポートフォリオ作成や夏合宿，学会発表などへの参加がコミュニティへの歩み出しに貢献したという参加メンバーの経験則から作成された。図 3 に冊子見開きイメージで内容を示している。ここでは，コミュニティへの参加初期は自分の悩みがうまく表現できず不安が生じるが，コミュニティでの共通体験を共有することでお互いを知るきっかけになることが示されている。それに加えて，前項で示したコースポートフォリオは実践知の一つの形式といえるが，記述して流通するという一般的な目的以外に，その実践知を一緒にまとめながら活動を共有することで，実践コミュニティでの活動が促進され，発展につながっていくこともこのパターンで示唆されている。

その他にも，本パターン・ランゲージには背景も分野も異なる参加メンバーによる実践コミュニティであるからこそ，そこでどのように実践知の共有が可能になっていくのか，ということに関する経験則がまとめられている。図 4 はその一例である。現在カードはワークショップ等にも用いられている。このように，実践コミュニティにおける自発的・継続的な活動を推進するコツをパターン・ランゲージとしてまとめることで，よりよい実践を生み出す考え方や行動の型として共有・活用可能になる。



図 4 カード形式のパターンの例 [8]

表 1　MOST コミュニティにおける多様な実践知

実践知の表現形式	コースポートフォリオ	授業アイデア共有サイト	パターン・ランゲージ
実践知の内容	各自の授業の特徴と改善の経過	授業の内容やレベルに関わらず簡便に相互利用できるアイデア	コミュニティにおける自発的・継続的な活動を推進する思考や行動
具体例（形態）	オンラインFD支援システム MOST（会員制コミュニティサイト）	授業改善のためのアイデア共有サイト MOSTreasure（投稿・検索可能なWEBサイト）	教育に情熱を注ぐ大学教員を後押しするコミュニティのことば（冊子・カード・オンライン共有）
表現上の特徴	取り組み内容をまとめ,他者が短時間で取り組みの内容を理解できるようなテンプレート形式	教育的ノウハウやテクニックを、どこでも手軽に応用できるようにコンパクトにまとめたレシピ集のような形式	コミュニティに参加して活動する経験則やコツを，状況・問題・解決を軸に中空の言葉（理念のように抽象的すぎずマニュアルのように具体的すぎない）でまとめたもの
役割	・教員にコースの振り返りや改善を促す ・取り組み成果の公開・共有 ・教育改善を協働で行うための活動の場	・現場の特徴や条件等を取り払って気軽に使える形でのアイデア共有 ・コミュニティの知識の気軽な流通	・参加しているコミュニティへの理解深化「認識のメガネ」 ・「コミュニケーションの語彙」,「思考の構成要素」としての利用

3.4　実践知の整理

ここまで MOST コミュニティの中に存在すると考えられる 3 つの実践知の概要を紹介し，それぞれの特徴を考察してきた。本章の最後として，MOST コミュニティのような教育実践コミュニティにおける多様な実践知の中から，今回の 3 つの特徴と役割について比較検討を行いたい（表 1）。

表 1 から以下の 3 点を示したい。第一に，実践知の形態である。コロナ禍も経て，実践コミュニティはハイブリッドな環境での運営を前提とすることが多い。今回の 3 つの実践知はいずれもオンラインで生成と共有が可能である。この実践知の可視化と共有の過程が実践コミュニティの活動推進にもつながっていた。第二に表現上の特徴である。コースポートフォリオは，簡潔な形式であってもその中に授業が行われている環境の文脈や特徴が盛り込まれていた。それによって記載した教員の名刺代わりにもなり，相互理解を深める働きもしていた。一方で，MOS 宝とパターン・ランゲージは,目的は異なるものの具体的な文脈を取り払うことで，共有の促進につながる形式となっていた。最後に，実践知のあり方である。従来は成果の共有と流通が主な目的であったと考えられるが，今回検討してきたように，実践知そのものが共有と流通を促進する原動力になっていた。とくに，パターン・ランゲージは創造的な実践を生み出す型であると位置づけることもでき，それを記述する過程も実践コミュニティの学びの場となっている。

4.　まとめと今後の課題

近年では教育実践に関わる実践報告や実践研究を発表するフォーラムや研究会が設けられ，ジャーナルには実践研究論文というカテゴリーが設定されている場合も少なくない。その一方で，本論文で紹介した 3 つの実践知は，そのような発表に向けて実証された知や一般化された知とは異なるが，教育実践コミュニティを形成して活動を推進していくために欠かせない実践知であることが示された。生成 AI の浸透により知のあり方が変貌を遂げようとする段階の今，実践コミュニティにおける実践知の役割と今後のあり方について，さらに検討を重ねていく必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22H01024 の助成を受けている。

参考文献

(1) Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. : “Cultivating communities of practice”, Harvard Business School Press, (2002),（邦訳）野村恭彦監修，野中郁次郎解説，櫻井祐子訳 : “コミュニティ・オブ・プラクティス ― ナレッジ社会の新たな知識形態の実践”，翔泳社（2002）.

(2) 京都大学高等教育研究開発推進センター（編），松下佳代（編集代表）: “大学教育のネットワークを創る FD の明日へ”，東信堂（2011）.

(3) MOST フェロー, MOST Fellowship Web : https://mostf.pep-rg.jp/home（2023）.（2024 年 6 月 21 日閲覧）

(4) 木村修平, 近藤雪絵, 神谷健一, 坂本洋子, 神崎秀嗣, 長谷川元洋 : “オンライン授業の相互見学による大学横断型 FD の可能性と課題”，2021PC カンファレンス論文集，pp.112-115（2021）.

(5) 井庭崇，中埜博，竹中平蔵，江渡浩一郎，中西泰人，羽生田栄一 : “パターン・ランゲージ―創造的な未来をつくるための言語”，慶應義塾大学出版会（2013）.

(6) 酒井博之，田口真奈 : “大学教員のためのコースポートフォリオ実践プログラムの開発” ,日本教育工学会論文誌，第 36 号，pp35-44（2012）.

(7) 田口真奈，酒井博之，岡本雅子，飯吉透 : “大学における授業改善のためのアイデア集積サイト MOS 宝の開発”，日本教育工学会第 31 回大会（2015）.

(8) 長田尚子，デイヴィス恵美，神崎秀嗣，町田小織，髙尾郁子，田中浩朗 : “教育に情熱を注ぐ大学教員を後押しするコミュニティのことば” ，『MOST Fellowship Web』研究紹介 MOST パターン・ランゲージの会（https://mostf.pep-rg.jp/researches/researchgroup1）（2023）.（2024 年 6 月 21 日閲覧）

電子辞書ビューア DICTOOL と語学学習と私
―学生モニターアンケートと私的体験を踏まえた考察―

樋口直樹*1
Email: Higuchi.naoki@univ.coop

*1：大学生協事業連合九州地区店舗事業グループ

◎Key Words 語学学習, TOEIC, 電子書籍, IT スキル, 学生モニター, 学びの総合提案

1. はじめに

大学生協では，従前の電子辞書や紙の辞書に替わる学習ツールとして、電子辞書ビューア「DICTOOL（ディクツール）」を開発し，大学生協の組合員（大学生と教職員）に提供している。DICTOOL は 2022 年に大きくリニューアルし，WEB 上のコンテンツサービスになったことで，機能性と利便性は大きく飛躍し，使いやすくなった。

大学生協九州地区において，2023 年 6 月～2024 年 1 月にかけて，現役学生約 300 人に DICTOOL のモニターになっていただき，日常の勉学研究の場面で、DICTOOL を活用することで，具体的にどのように役立つのかを調査した。

この調査により，DICTOOL は従来の電子辞書の置き換えにとどまらず、語学学習をはじめとして，大学生活の勉学研究に非常に役立つツールとなっていることが推測できた。

今回の発表では，それらのモニターアンケートに寄せられた声に基づく使用実感を紹介するとともに，筆者個人の体験も踏まえながら、新しい使い方や発展の方向性について考察する。

2. 学生モニター募集のきっかけ

大学生協で DICTOOL を推進するにあたり，学生の使用実感を調査することは欠かせないプロセスである。一般的な○×式や項目選択式のアンケートではなく，具体的な使用実感を回答していただくために自由回答欄をメインとしたアンケートを実施した。実施内容は以下の通り。

【時期】2023 年 6 月～2024 年1月
【対象】DICTOOL モニター学生
【手段】MS 社 FORMS を用いたオンライン回答
【大学別回答数】
長崎大 10 人
宮崎大 67 人
西南学院大 83 人
熊本大 30 人
佐賀大 43 人
九州国際大 6 人
九州工業大 28 人
鹿児島大 27 人
九州大 2 名
長崎県立大 2 名
北九州市立大 2 名
合計 309 名
【学年別回答数】
1 年生 98 人（32%）
2 年生 93 人（30%）
3 年生 56 人（18%）
4 年生 49 人（16%）
大学院生以上 13 人（4%）
合計 309 人

回答にあたっては，体験期間を約 2 ヶ月と想定し，できるだけ実際の勉学研究の場面で DICTOOL を活用してもらったうえで，アンケートに回答していただくように呼び掛けた。

その結果として，回答欄には長文の使用実感が寄せられ，より具体的な感想を知ることができた。

3. 学生モニターの感想文より

自由回答欄から DICTOOL のどこに魅力を感じたかの回答の内容を数値化したところ，下記のような意見が上位となった。

パソコンやタブレットで使用できる、持ち運びに便利	90
読解アシスト	55
SVOC の表示	43
効率よく学習ができる	42
情報の信ぴょう性が高い	37
スピーキングの練習ができる	35
第 2 外国語にも活用できる	26
コピー＆ペーストができる	24
単語帳機能（オリジナル単語帳ができる）	17
一度に複数の辞書から検索できる	17
スラッシュ読み（文章区切り）機能	16
専門用語も検索できる	16
リスニングの練習ができる	11
検索方法が豊富（例文検索・逆引き）	10
翻訳サイトに頼らなくてよい	8

上記の結果として，既存の電子辞書にはない特徴や機能に肯定的な意見が集まっており，単に電

子辞書の置き換えにとどまらない使い方に魅力を感じていることがうかがえる。

学生の勉学ツールの多様化に伴い，学生が持ち運ぶツール重量が増えている中で，「持ち運びに便利」というのは，大きな魅力として感じているようである。

また，「今後追加してほしい機能」を聞いた設問では「全文翻訳」のニーズが圧倒的に大きかった。グーグル翻訳や AI 翻訳の台頭で，全文翻訳ができる環境になれると，単語を一つ一つ調べながら読み進めるというスタイルは、なんだか遠回りのように感じるのではないか？

次に目立ったのが「ゲーム機能」である。高校生の間では，アルファベットの標的をシューティングしながら単語の意味を当てるようなスマホアプリが人気だとの記事を目にしたことがある。こうした「遊びながら勉強する」というスタイルは若い学生ならではの発想なのかもしれない。

4. 学生モニターの５段階評価

上記の回答と同時に，純粋に使い勝手について5段階で評価してもらった。結果は以下の通り。

□使い勝手

	回答数	割合
とても簡単	59 人	19%
簡単	136 人	44%
普通	80 人	26%
やや難しかった	31 人	10%
難しかった	0 人	0%
合計	306 人	100%

□日常の勉学研究に役立つか？

	回答数	割合
とても役立つ	89 人	30%
役立つだろう	159 人	54%
普通	48 人	16%
あまり役立たないかも	0 人	0%
役立たない	0 人	0%
合計	296 人	100%

□新入生にお勧めしたいか？

	回答数	割合
ぜひお勧め	72 人	23%
お勧め	154 人	50%
普通	66 人	21%
あまり勧めない	14 人	5%
勧めない	3 人	1%
合計	309 人	100%

3 つの設問において、当初に大学生協職員が想定していた以上に高評価を得ることができた。モニターを開始してから回答までに約 2 ヶ月間あったことで，じっくり使ってみることができたことも高評価の要因になっていると推測出来る。

5. 筆者による DICTOOL 体験

筆者もまた，熱心な DICTOOL ユーザーの一人である。個人的自己研鑽として，英語学習を行っており、2021 年 12 月より TOEIC 公開テストを年 3 回受験することを自らに課している。以下は、筆者自身の日常的な英語学習を行うにあたって，DICTOOL の使い勝手について考察する。

6. DICTOOL の機能１「SVOC の表示」

DICTOOL には SVOC 表示機能がついている。この機能が英語学習初心者である筆者には非常に効果的だった。TOEIC には 100 単語程度の長文が出てくるのだが，なかなかＳＶＯＣを見分けるのは難しいうえに，この部分を丁寧に解説している問題集は筆者の知る限りは皆無である。TOEIC 問題の復習時に構文を把握することが極めて効果的なだけに，この機能は極めて役立った。

7. DICTOOL の機能２「音声認識機能」

市販の電子辞書やWEB サイトの翻訳ページにも音声機能はあるものの，任意の文書をユーザーが読み上げ、発音精度を向上させる機能は DICTOOL がもっとも使い勝手が良いように思えた。

先述した学生アンケートにも「英語でのプレゼンに備えて発音トレーニングに使用した」「合唱部で英語の歌を歌う際の発音チェックに役立った」という意見があり，この機能は、英語学習にとどまらない，もっと活用方法の広がりが想像できる。

8. おわりに

電子辞書ビューア DICTOOL は，大学生協の電子書籍事業（大学生協では「DECS 事業」と呼称）の一つとして誕生したものである。本来は電子書籍を読み進む際に簡単に用語や単語を検索できるツールとして誕生した。そのため DICTOOL は電子書籍の普及が進めば進むほど，その有用性を発揮するだろう。

また、上記とは別に語学スキル習得を目指す学生にとっては，語学学習ツールとして単独でも使える可能性を広めている。その意味においてはスマホやタブレットでも使えることで，まさに「寝るとき以外は身につけていることができる学習ツール」として活用できる。

またアプリ版の特徴の一つとして「容易にアップデートができる」という点がある。今後もユーザーが増えれば増えるほどユーザーが便利に感じる機能が追加されることが見込まれる。

近い将来には，大学生の勉学研究を支えるツールとして、パソコン、タブレット、DICTOOL がスタンダードになるのではないだろうか？

電子教科書システムを活用した ディスカッション及びプレゼンテーションの実践

瀬良 兼司[*1]
Email: sera@bus.kindai.ac.jp

*1: 近畿大学経営学部商学科

◎Key Words 電子教科書システム，ディスカッション，マーケティング

1. はじめに

GIGA スクール構想の推進によって，一人一台端末の整備，初等教育及び中等教育での学習者用電子教科書の提供が開始されている。このことは高等教育機関である大学においても，今後の大学入学者がノートパソコンやタブレットを積極的に活用することを前提として進学してくることから，先を見据えた対応が求められると言える。

大学では，個人所有のノートパソコンやタブレット端末を大学内に持参して学習等に活用する BYOD（Bring Your Own Device）が推奨されている中で，電子教科書システムの活用が進められている。実際に電子教科書システムを導入している講義では，学習者が予習段階で教員からの解説を享受できること [(1)] や，学習者の予習内容をテキスト上で共有することによって学生間の学びあいの促進ができている [(2)] などの先行事例がある。

とりわけ専門科目においては，専門知識が実社会とどのように関わるかについて，キャリアを見据えながらの学習とともに，社会人基礎力の養成が期待される。とはいえ，経営学部の場合も決して就職予備校というわけではなく，学問の場として，目先の就職活動だけが目的化しないよう留意する必要がある。そこで，教室での対面講義においても，教員と学習者間の対話だけではなく，学習者間でのインタラクションによって，受け身の積極性ではなく主体的な積極性を活かした講義への参加を促す仕組みや仕掛けづくりが求められる。

以上を踏まえて，本論では，経営学部でマーケティングを専攻している学生を対象とした専門科目において，電子教科書システムを活用したディスカッション及びプレゼンテーションの実践事例を紹介する。

2. 実践事例

本論の事例は，近畿大学経営学部商学科のマーケティング戦略コース 3 年次以上を対象とした「マーケティング・ケーススタディ（半期 15 回 2 単位）」での実践事例である。履修登録者は 40 名程度のクラスであり，ケース教材に基づいた事前課題の提出を前提として，グループ・ディスカッション（グループ討議）形式の講義を進行した。

石井（2009）は，実務経験のない学部学生に対するケース教育について，①討議をしながら理解を深めていく「対話重視」のやり方，②すぐに結論を求めるのではなく道に迷いながらの「学習経験重視」のやり方を挙げたうえで，知識の量が大事なのではなく，「自分で考える」という姿勢をもち，自分で考えを深める経験を積み，腹に落ちた理解をすることがポイントであると指摘している [(3)]。このことは，教科書の説明だけでは「他人事」となりがちな内容について，ケースで議論することで「自分事として考える習慣づけ」にも関わる。

当該科目では，ディスカッション用のケースが掲載されている教科書として黒岩・水越（2023）[(4)] を採用し，事前課題の提出を必須としたうえで，学習者によるグループ討議を実施した。黒岩・水越（2023）は，各 Unit に「ケース」が用意されており，予習として当該 Unit で扱われている内容を踏まえながら，学習者が考えることができる構成が特徴である。

学習者はグループに分かれて所定時間内に討議内容をまとめた資料を提出し，提出資料の中から教員が選定したチームによるプレゼンテーションの後に，アノテーション（テキストボックスやリンク）の共有機能を活用した教員によるフィードバックを行った。

講義当日（90 分）は，講義開始前に当日のグループ分けを発表したうえで，①講義連絡と解題（10 分），②グループ討議（35 分），③プレゼンテーション実施チーム選定（10 分），④プレゼンテーションの実施とコメント（25 分），⑤全体フィードバック（10 分）という流れで進行した。各グループには論点整理及び役割分担の可視化のために，紙のワークシートを配布した。これは，学習者全員が，手書きに対応したデバイスを所持していないことへの配慮でもある。グループ討議を踏まえて作成したプレゼンテーション資料（PDF 化したファイル）は，電子教科書上に埋め込まれたアノテーション機能を通して，フォームからファイル提出を行った。

学習者は，4〜5 名一組のグループに分かれて，「司会」「時計」「書記」「自由」という四つの役割の中から一つを担当した。グループは，毎回メンバーを変更しており，初めての相手や組み合わせでのグループ討議となるように編成した。教員側からは，学習者全員がリーダーシップを発揮しながら，時間制約の中で協働し，目標から逆算して意見提示・意見交換・意見集約を進めるように意識づけを行った。これにより，開始時に寄せ集めのグループ（集団）であった状態から，終了時にはチーム（組織）への変化を期待した。

グループ討議中，教員は机間巡視を行い，ディスカッションに参加できていない学習者を確認したり，やり取りに関して行き詰まった場合は手持ちの予習内容を尊重する形で助言したりして，学習者の様子を観察しながら，予め用意していた論点以外のポイントを電子教科書上に加筆した。

3. 学習者による評価

ここでは，上述の実践を踏まえて，『考える習慣づけ』『主体的な積極性』『対話や学習経験の重視』という三点から学習者による評価を紹介したい。学習者による評価は，最終回のコメントシートとしてデータを収集した。

まず，『考える習慣づけ』に関する評価としては，「私はこの授業を通して自身で考える力を身につけました。他の授業では基本的に先生がレジュメを説明して，そのレジュメを見れば答えが書いてあるような課題が多かったのですが，本授業では自身で様々なケースのマーケティング手法を考えました。自身で考え，他の人の意見と共に噛み砕いて理解することにより，様々な角度からの意見が得られたので大きな気づきになりました。」や「予習の段階で自分の意見を持った上でグループディスカッションを行うという形式であった為，思考力がついたと思います。また，人の意見を聞いて自分では思いつかなかったような考え方にも触れることができてよかったです。」，「初めてこういったタイプの授業を取ってみて，『これぞ経営学部が学ぶこと』と思った。事例に合わせてマーケティングの専門用語や戦略を勉強する為，他の授業のようにただ暗記してテストして忘れるみたいなことが無い。ちゃんと考えていないとグループの話についていけない為，しっかり勉強することができ有意義な授業であった。」といった反応があった。

続いて，『主体的な積極性の発揮』に関する評価としては，「私が 1 番学びになったことは，初対面の方とのグループディスカッションの難しさである。それぞれのメンバーが内向的，外向的など様々で自分の意見を発信するのもメンバーの意見を引き出すのもすごく難しかった。この授業が始まった当初は私もあまり意見を発信できず，またまとめたりすることも苦手だった。途中からはそんな自分を変えたく思い，積極的に意見を発信したりメンバーに聞いたりするようになった。その結果当初よりも先生に発表の班に選んでいただくことが多くなった。」といった反応があった。

そして，『対話や学習経験の重視』に関する評価としては，「自分と似たような意見でも考え方が少し違ったり，1 から 100 まで全くおなじといった考えの人がいなかったりしたということを改めて学んだ。そして 1 人よりもグループになって，1 つのことを一緒に考える事で生まれるアイデアが沢山あることが気づいた。協力する事の大切さも学べた授業だった。」や「提示された課題に対しての意見をチーム内で持ち寄り，ディスカッションを行う過程が学びに直結したように感じた。チームのメンバーごとに意見が異なったときに，どの意見を優先させればよいか，また組み合わせればよいかといった選択を時間の限りがあるなかで行うことは私にとって凄く実践的だった。」，「今まで色んな講義を受けてきましたが，このようなグループディスカッションの形での講義は初めてで非常に楽しく新たな学びがありました。特にグループで一つの議論を行うというのはなかなか経験できるものではなく，役割を分担して，意見をまとめて，発表するというプロセスがとても実施的で，今後においても必要なスキルになってくるため，自分のスキルアップにもつながったなと感じています。その中で色んな議論を行いましたが，自分が持っていない視点から議論を持ってきたり，アンケートや調べたものから議論を繰り広げたりと新たな視点も多く楽しく学べました。」，そして，「短い間にチームの意見をまとめ，パワポを完成させ発表できるようにすることは，最初は難しかったが，授業を重ねる毎に意見の回し方に慣れ，パワポを作りながら意見を出し合うなどすることでスムーズにできるようになった。講義を受けている中で，1 つの戦略で攻めていくのではなく，様々な戦略を組み合わせ，どの戦略があい，他の戦略は合わないのか取捨選択していくことで，斬新なアイデアなどが生まれるのだと気づいた。1 つのことに捕われるのではなく，色々な方法を考え，そして問題解決のための短期間の戦略だけではなく，将来も考えた長期的な戦略を考える必要があると感じた。」といった反応があった。

4. むすびにかえて

本対面での講義科目において，電子教科書システムを活用しながら，ディスカッションやプレゼーションを組み込んだ講義デザインにしたことで，授業に出席することだけを目的とするのではなく，考える習慣づけや主体的な積極性の発揮が促された。グループ討議の実施は，学習者間のインタラクションを促進し，アウトプットによる専門知識の運用と定着や，他者への傾聴，時間的制約がある中でのアイデア創出と成果物の提出など，電子教科書システムを活用した講義デザインに関する知見を蓄積する試みとなった。

また，対話や学習経験が重視され学習者間のディスカッションによる創発によって，学習者にとって新たな気づきが得られたと評価できる。実践事例は，講義科目ではあるものの，これまでの学びの内容を自らの実践において考え，応用させる機会を創出した。そして，大前提として，学習者全員が教科書を持参してグループ討議を実施した。学習者による評価からも，予習としての準備学習と相まって，講義時間での教育効果を発揮できたと言える。

電子教科書の利活用では，学習者の講義参加における学習経験の向上を企図した講義デザインが欠かせない。単なる紙媒体の代用として電子教科書を導入した場合，電子教科書を活用することが目的となってしまい，手段の目的化に陥る可能性があることには留意すべきだろう。

大学では詳細な授業計画を示す「シラバス」において，講義の目的や到達目標とともに，準備学習の内容や目安となる時間の記載が求められている[(5)]。そのような中で，教科書の記載欄において教科書を指定せずに，参考文献を再構成した配布スライド資料による講義進行が存在している。配布スライド資料のみの場合，学習者全員が必ずしも指定文献を手元に置いて講義に参加するわけではないことから，補助教材として配布資料を位置付けている場合には，知的財産権の侵害という問題に留意する必要が生じる。このような現状に対して，教員と学習者が教科書を手元に置きながら，教員の解説や学習者のコメントを共有することができる電子教科書システムは，教員と学習者の共創による学びのプラットフォームとして位置付けることができるだろう。

今後の課題としては，クラスサイズが大きくなった場合の運営面における対応が挙げられる。また，電子教科書システムの学習ログデータを活用し，時間外学習の可視化を図り，柔軟性のある講義進行を検討する必要がある。

参考文献

(1) 瀬良兼司「オンデマンド型授業において学生間の学びあいを促進するデジタル教科書の活用方法（2023.10.4 公開）」『碩学舎 note』
https://note.com/sekigakusha/n/n076c82ed07b5（2024.6.30 閲覧）
(2) 瀬良兼司「学生視点からのデジタル教科書を活用した講義（2022.7.27 公開）」『碩学舎 note』
https://note.com/sekigakusha/n/n6f2aaec9dc80（2024.6.30 閲覧）
(3) 石井淳蔵：“ビジネス・インサイト：創造の知とは何か”，142 頁，岩波書店（2009）．
(4) 黒岩健一郎・水越康介：“マーケティングをつかむ（第 3 版）”，有斐閣（2023）．
(5) 文部科学省「大学の教育内容・方法の改善に関する Q&A（平成 26 年 2 月更新）：Q3 日本の大学の現状について，『授業に出席しなくても単位が取れる」「勉強しなくても簡単に卒業できる』などの声を耳にしますが，これについて大学はどのような対策を講じているのでしょうか。」
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/daigaku/04052801/003.htm（2024.6.30 閲覧）

高等教育機関における電子教科書利用の実態調査
―電子教科書利用による学生の意識変化と適応性―

金山直博*1 北山賢一郎*2 塚畝翼*2 平田朋子*2 岡﨑哲治*2 堀慎吾*2
櫛山和也*2 福井克法*2 小藤 義行*2 石倉大幹*2
Email: contact@nttedx.co.jp

＊1:株式会社 NTT EDX ＊2 西日本電信電話株式会社

1. はじめに

2020 年度から文部科学省が推進している「GIGA スクール構想」から 4 年が経った現在，2024 年度は，通称「NEXT GIGA」と呼ばれる初中等分野における教育 DX の第 2 フェーズに突入した。一人一台端末の整備及び調整段階が概ね落ち着き，いよいよ端末の活用のフェーズへの移行が期待されている。その第一歩として，2024 年度から小学 5 年生～中学 3 年生の英語の授業において，電子教科書を「主たる教材」として冊子教科書と同等の位置づけで利用する方針が文部科学省から打ち出された。

また，2025 年度以降も電子教科書の活用分野を広げることが検討されており，一人一台端末での電子教科書活用が「NEXT GIGA」の重要なポイントであることは，言うまでもない。初中等分野においては，今後，GIGA スクール構想をベースとした教育を受けたデジタルネイティブ世代が育成され，DX 化をスタンダードとした学習に慣れ親しんだ学生が育成されることが予測される。

また，高等教育機関でも，このデジタルネイティブ世代の受け入れに備え，電子教科書の利用検討や試行利用が進みつつある。

ただ一方で，冊子教科書に慣れ親しんできた世代が多いこともあり，学生の意識や行動変化を捉えた電子教科書の利用拡大には課題がある。

そこで本稿では，実際に電子教科書を利活用する立場にある学生の利用前後での意識変化，および学生の環境における電子教科書の適応性を明らかにするため，実態調査を行った。

電子教科書を利活用する立場にある学生の意識を明らかにするため，経営学部商学科 569 名の履修生を対象に，電子教科書利用前後での意識変化の把握，および学生の属性別における電子教科書との相性を明らかにすることが主な目的である。

調査対象は当該講義履修生 569 名，履修者のうちアンケートを取得できたのは授業前 357 名，授業後 425 名であり，授業前後の両方で取得できたのは 294 名（全履修者の 51.7%）となっている。また，後述する利用ログとアンケートデータが紐づいた履修生は 229 名であった。

・調査方法，調査テーマ

本稿では，先述講義の履修生 569 名を調査対象に，講義前，講義後のアンケート調査，履修生が弊社電子教科書・教材配信プラットフォームを利用した際の利用ログの収集，および両収集データのクロス分析を行った。アンケート調査は講義担当講師よりアンケート収集の目的等を補足した上で調査を実施した。利用ログは 2023/10/1～2024/3/13 において収集し，収集ログ件数は 159,938 件であった。調査テーマは大きく「①電子教科書利用による学生の意識の変化」と「②電子教科書を効率的に利用できる学生の条件（＝どのような属性の学生とマッチするか）」についてである。

2. 電子教科書利用前後での学生の意識変化

2.1 学習のしやすさに関する意識の変化

対象学生へ電子教科書による学習のしやすさの調査として「電子教科書と冊子教科書のどちらが学習しやすいか」というアンケートを電子教科書利用前と利用後に実施した。

表 1：学習のしやすさに関する意識の変化

学習のしやすさ	電子教科書の利用前後の変化	
	利用前	利用後（利用前との差）
冊子教科書	54.9%	33.9%（▲21%）
電子教科書	20.5%	44.5%（＋24%）
同程度	24.7%	21.7%（▲3%）

表 1 のとおり，電子教科書利用前は，冊子教科書が多かったが，利用後は電子教科書が 44.5%と冊子教科書より多い結果となった。電子教科書の利用前は，冊子教科書に対する慣れや未経験の電子教科書に対する不安等から冊子教科書を選択する傾向にあるが，実際に電子教科書を利用することで使い勝手を理解し，順応できたことが考えられる。

2.2 電子教科書の利用に対する抵抗感の変化

続いて，「電子教科書の利用に対する抵抗感」についてのアンケートを実施した。

表 2：電子教科書の利用に対する抵抗感の変化

回答	利用前	利用後 （増減値）
抵抗ない	30.3%	44.0% （＋13.7%）
どちらかと言えば抵抗ない	30.0%	25.2% （▲4.8%）
どちらかというと抵抗ある	29.4%	22.8% （▲6.6%）
抵抗ある	10.4%	8.00% （▲2.4%）

表 3：電子教科書の利用に関する抵抗感の変化（内訳）

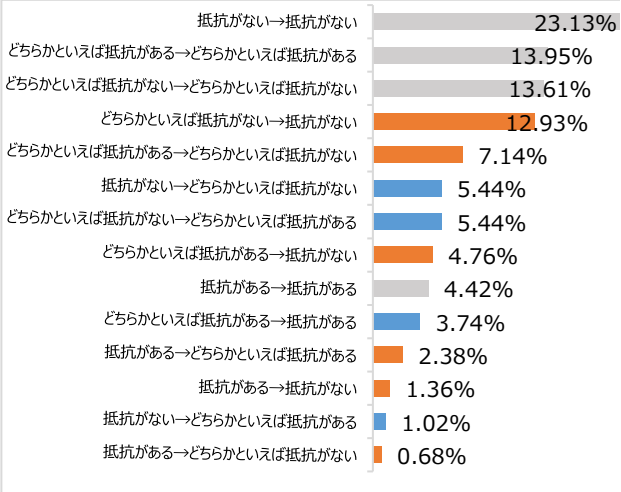


表 2 のとおり，電子教科書利用後において，「抵抗ない」と答えた学生が，13.7%程度増加し，「どちらかと言えば抵抗ない」と答えた学生と合わせると，約 70%の学生が電子教科書に対し抵抗感がないと答える結果となった。また，回答の内訳によると（表 3 参照）もともと抵抗感を示していた回答から，「抵抗ない」，もしくは「どちらかと言えば抵抗ない」と，電子教科書の利用に対して許容する回答へ移行した学生が約 30%増加していることが分かる。

このことから，先述の「利用のしやすさ」と同様に，実際の利用機会を提供することで，新しい学習ツールに順応し，活用することで，使いやすさや抵抗感を感じないとポジティブにとらえられる学生が数多くいることが分かる。

2.3 電子教科書を利用した効率的・能動的な学習の実現

次に，学生の「電子教科書を使った効率的・能動的な学習」についての調査を行った。

表 4：電子教科書により効率的に学習ができたか

とても効率的に学習できた	38.1%
効率的に学習できた	52.2%
効率が下がった	8.7%
かなり効率が下がった	0.9%

（授業後アンケートより）

表 4 のとおり，約 90%の学生が電子教科書を利用することで効率的に学習ができたと回答した。

表 5：電子教科書により能動的に学習に取り組めたか

とても能動的に学習できた	35.1%
能動的に学習できた	59.3%
あまり能動的に学習できなかった	5.7%

（授業後アンケートより）

表 5 のとおり，約 90%以上が能動的に学習できたと回答した。

これらのアンケート結果については，物理的メリットとして「学習環境にとらわれず，いつでもどこでも学習できる」「日々使い慣れているスマートフォンやタブレットを使って手書きよりも簡単に学習が行える」という意見を頂いた。また，機能的メリットとして「教員が書き込んだコメントを学生に共有する機能が良かった」「URL リンクによる外部サイトへの接続」「複数の教科書に対してワード検索でき，スピーディーに希望のページに飛ぶことができて効率的」などの学生からポジティブな意見をうかがうことができた。

結論として，電子教科書による学生の意識変化については，利用前は，冊子教科書に対する慣れや未経験の電子教科書に対する不安等を感じる学生が多い一方で，実際に利用機会を提供されると，電子教科書の利便性を理解し，慣れ親しんだデバイスを使って学生自身で学習方法を見つけ能動的な学習へ取り組み，冊子教科書ではできない効率的な学習スタイルを生みだしている学生がみられる結果となった。

3. 電子教科書と学生環境における適応性

本章では，先ほどの学生の意識変化とともに，電子教科書と相性が良く効率的に学習できる学生の傾向について調査を実施した。

3.1 電子教科書と通学時間との関係性

先述したとおり，電子教科書をポジティブに捉える学生から「いつでもどこでも学ぶことができる」点があげられたことから，学生が通学時間を使って効率的に学習しているか，通学時間の長さにと学習ツールの利用のしやすさに傾向がないか調査した。

表 6：通学時間による学習のしやすさ

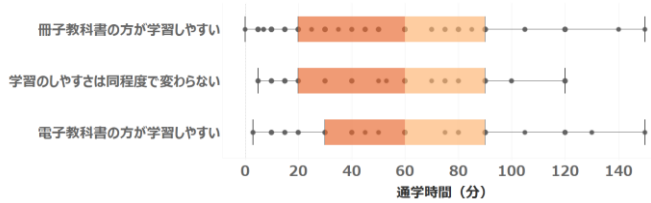


表 6 のとおり，通学時間中の学習ツールとして冊子教科書と電子教科書とでは学習のしやすさに大きな違いは見受けられなかった。また，通学時間の長さの違いによる学習ツールの傾向に大きな違いは見受けられなかった。

3.2 電子教科書と所有デバイスとの関係性

次に，電子教科書を利用する上で必要となる電子デバイスの所有状況と学習のしやすさとの関係性について調査を実施した。

表 7：使用デバイスと学習のしやすさ

所有デバイス	学習のしやすさ		
	冊子教科書	同程度	電子教科書
電子デバイス 2 つ以上所有	29.7%	23.6%	46.7%
パソコンのみ	32.8%	22.4%	44.8%
スマートフォンのみ	40.9%	17.1%	42.1%
タブレットのみ	25.0%	33.3%	41.7%

表 7 のとおり，電子デバイスを所有している学生は，全体的に電子教科書の方が学習しやすいと答える傾向が見られた。今の大学生は所有する電子デバイスを使って電子教科書を利用など，それぞれの学習スタイルに合わせて電子教科書を使いこなしていることが想定される。学修のし易さでは，パソコン，タブレットがスマートフォンに比べて高く，今後，使用デバイスによる学習スタイルの違いについても調査が必要である。

3.3 電子教科書×電子書籍の利用経験

最後に，電子書籍の利用経験の有無と電子教科書の抵抗感についての調査を実施した。

表 8：電子書籍利用経験と電子教科書に対する抵抗感

電子書籍の利用経験	電子教科書に対する抵抗感			
	抵抗あり	どちらかというとあり	どちらかというとなし	抵抗なし
有	7.4%	25.6%	33.7%	33.3%
無	16.5%	40.2%	20.6%	22.7%

表 8 のとおり，電子書籍の利用経験がある学生の約 67%で電子教科書での学習に抵抗を感じない傾向にあることがわかった。利用経験が無い場合は，抵抗感を感じる学生の比率が 56.7%であることに注目し，この部分の要因を確認し解決を進めて行くことが電子教科書の普及に求められる。

4. まとめ

4.1 学生行動の変化と電子教科書利用の適応性

本稿では，今後，高等教育機関にて普及が進むと予想される電子教科書について，学生の電子教科書利用前後における意識変化，および学生の環境における電子教科書の適応性について調査を行った。

電子教科書利用前後の意識変化の調査では，これまで冊子教科書を利用してきた現在の学生にとって未経験のツールである電子教科書は，学習のしにくさや抵抗感などの先入観を感じることもあるが，電子教科書の利用経験得ることでしっかりと順応し，教員の講義法の変化と相まって効率的，能動的な学習へとシフトすることができる傾向が見られた。

また，電子教科書と学生環境における適応性に関する調査では，当初の仮説との関係性が見られない点もあった一方で，電子教科書を利用するにあたっての学生のデバイス所有状況や電子書籍の利用経験の有無が心理的許容度に影響を与えることが分かった。

今後，高等教育機関や弊社のようなサービス事業者は，来たるデジタルネイティブ世代の受入に先行して，電子教科書の利用機会を推進していくためには，電子教科書の利便性や使いやすさなどから抵抗を感じ，利用を止めてしまう学生も一定数見られることから，学習ツールの改善や ICT 環境の整備，電子教科書を効率的・能動的に利活用するための活用方法を示すなど，利用開始後のサポート強化が課題であることもわかった。

4.2 本結論を踏まえた今後の電子教科書展望

本調査においては，デジタルネイティブ世代の高等教育機関への入学が迫るなか，転換期である今だからこその結果が得られたと考える。

繰り返しとなるが，これまで冊子教科書で学んできた学生にとって，学習スタイルを変更することは容易ではない。そのためにも，本調査のように，学生の意識の変化や学習環境との適応性を定期的に観測し，産学連携を進めることで，高等教育機関における電子教科書の普及が促進されると考える。

5. 謝辞

本稿は，弊社，電子教科書教材配信サービス「EDX UniText」を利用頂いている学生 569 名にアンケートのご協力頂くと共に、各々の学習ログデータを参考に作成した。調査にご協力を頂いた学生および教員の方々には，この場を借りて感謝申し上げる。

電子教科書「ためしながら学ぶC言語」を活用した受講者の声と今後の出版について

土肥紳一*1
Email: dohi@mail.dendai.ac.jp

*1: 東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科

◎Key Words　電子教科書，プログラミング，C言語

1. はじめに

PCC2023では，電子教科書「ためしながら学ぶC言語」の新しいビューアーでの活用を述べ，旧ビューアーと新ビューアーを比較する方法で，その改善点等や問題点を紹介した[1]．発表後，筆者が問題点と考えていたことについて，担当の方から設定方法等の有益な情報をいただくことができた．主な内容を紹介する．2020年から使い始めた電子教科書であるが，当初は電子教科書のみで販売を行ったが，その後，紙の教科書も販売し，読者が選べる方法で大学生協にて販売を行ってもらっている．本論文では，教授者側の環境および紙の教科書の活用事例，アンケート調査によって得られた受講者の声を取り上げ，今後の出版の方向性について述べる．

2. 出版までの経緯

「ためしながら学ぶC言語」は，2018年9月にプリント本として出版し，2023年9月に電子教科書として第二版を出版できた．PCC2019以降，今回を含め，「ためしながら学ぶC言語」の出版についてPCカンファレンスで毎年報告して来た．過去のプリント本の残部について，PCC2019とPCC2023で各20冊程度の無償配布を行った．出版状況と特記事項を表1に示す．プリント本の時代を含めると6年間使用し，後期の授業から7年目に突入する．授業で活用しながら誤植等を修正し，また授業で活用しながら流れがよくない部分を修正し，第二版を出版できた．これまでの出版状況と授業形態を表1に示す．

表1　出版状況と授業形態

年	出版状況	授業形態
2018	プリント本(初版)	対面
2019	プリント本(第二版)	
2020	電子教科書および書籍	ライブでオンライン
2021		ハイブリッド(ライブ)
2022		対面＋ライブでオンライン
2023	電子教科書および書籍(第二版)	ビューアーの変更 対面＋ライブでオンライン
2024		後期から7年目に突入 対面＋ライブでオンライン

3. PCC2023の発表後に得られた情報

3.1 組織コードの入力

PCC2023では新ビューアーに変わったことについて，旧ビューアーとの比較について報告した．電子教科書を利用する場合は，通常ブラウザで以下のURLを入力する．この入力は大変なので，授業のwebサイトではリンクを設定し利用してきた．

https://app.d-text-service.jp/api/v2/soshiki-cd-nyuryoku

続いて組織コードを入力するウインドウが表示される．本学は10039である．この様子を図1に示す．組織コードは，受講者と教授者共に失念することが想定され，2022年までは授業のwebサイトに組織コードを掲載し，対応していた．次にログイン画面に遷移する．この様子を図2に示す．学内で総合メディアセンターが共通のパスワードを管理しているが，このパスワードとは連動していないため注意する必要がある．

ログインが完了すると，図3に示すMy本棚が表示される．左端の電子教科書「ためしながら学ぶC言語」

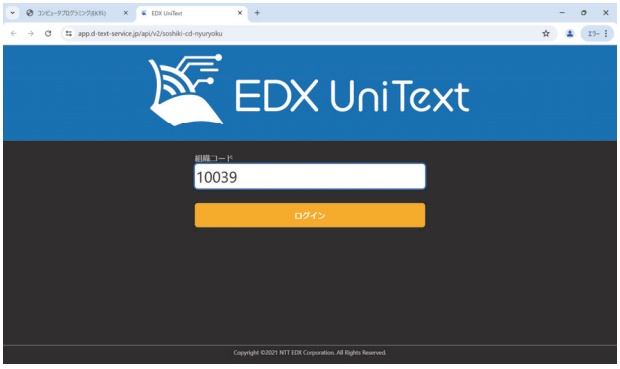


図1　組織コードの入力



図2　IDとパスワードの入力

は，初版のもので，右端は昨年改訂版を出版した(1-2版)である．表紙が同じため，文字で区別できるようになっている．左から2番目にEDX UniTextのタッチ&トライが閲覧できるようになっており，閲覧機能に関する説明が分かりやすく掲載されている．

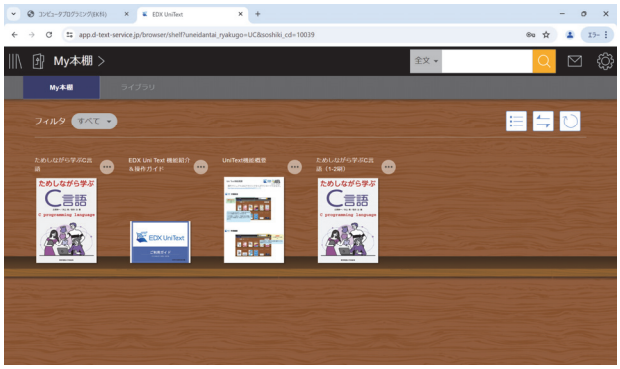


図3　My本棚

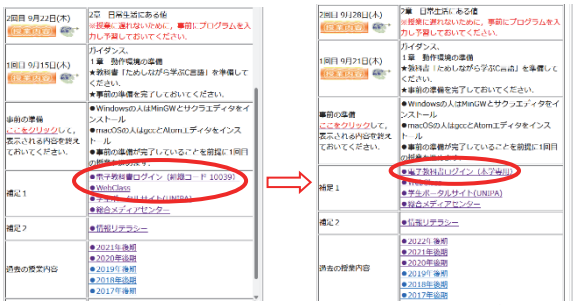
電子教科書は，ノートPC，タブレット型，スマートフォン等の複数の情報端末で利用できるが，同時利用は1台になっている．したがって，同じ書籍を複数の端末で同時に見ることはできなくなった．

3.2　組織コードの入力の省略

PCC2023の講演発表後，以下の様に組織コードを埋め込めることを事業連合の方から教えていただいた．

https://app.d-text-service.jp/browser/start?uneidantai_ryakugo=UC&soshiki_cd=10039

PCC2023終了後，さっそく後期の授業でこのURLを組み込み，図1の組織コードの入力を飛ばせるようになった． 2022年まで と2023年以降の授業のwebサイトの該当部分を図4に示す．該当部分は赤い楕円で示した．極めてささいなことではあるが，受講者と教授者にとって，一手間省ける効果は非常に大きい．



2022年まで　　2023年以降

図4　組織コードの入力を省略

3.3　組織コードの入力の省略を示すwebサイト

その後，この情報は以下に掲載されていることを知った．このURLへたどり着く手順は後述する．

https://www.d-text-service.jp/product-uc/index.html

このURLを開くと電子教科書・電子配信システムのwebサイトが表示される．この様子を図5に示す．「組織コードをご存知の方は次のURLでもアクセス可能です．」との記載があり，ここまでたどり着けていなかった．該当部分は赤い楕円で示した．

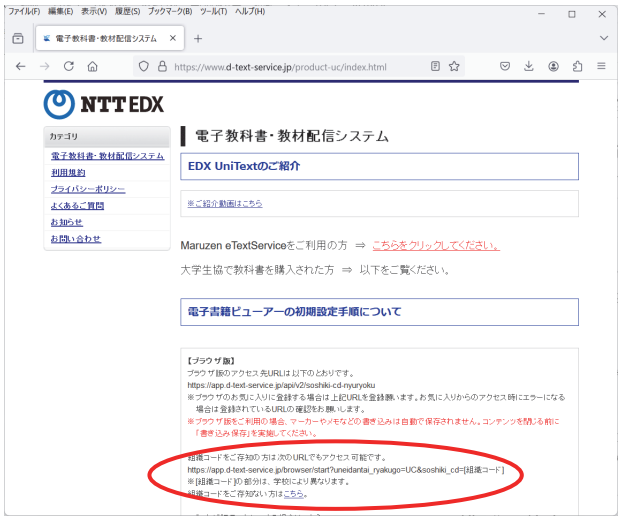


図5　電子教科書・電子配信システムのwebサイト

3.4　サムネールによる一覧表示

新ビューアーの一覧表示は，ウインドウの下の方にサムネールが左右に表示され，スライダーを使ってサムネールの表示を移動しながらページを選ぶことができるようになった．最初のサムネールの表示は，その内容の画像を生成するのに時間がかかるようで，四角い表示の内容が空の状態が表示される．Firefoxで閲覧した様子を図6に示す．一方，推奨動作環境のGoogle Chromeで表示すると，スムーズに表示された．この様子を図7に示す．



図6　一覧表示の途中(新ビューアー)Firefox

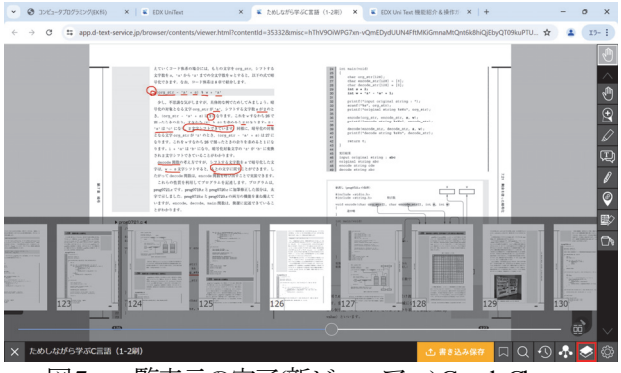


図7　一覧表示の完了(新ビューアー)Google Chrome

筆者は Firefox を長年使い続けており，電子教科書もこれで使っていた．図 6 の原因は，学内の無線 LAN のトラフィックの影響も考えられるが，電子教科書を送り出すサーバ側の性能の影響もありそうであった．少し待つことで，サムネールの内容は表示され，授業自体に影響を与えることは無く Firefox を使い続けていた．

その後，原因を探る中で，組織コードの入力によって，サーバのリソースをコントロールしているのではないかと考え，問い合わせを行った．そのような制御は行っていないとの回答をいただいた．推奨動作環境の違いが，図6を招いた原因だったようである．

図 5 に示した電子教科書・電子配信システムの web サイトへたどる方法の一つは，図 3 で示した My 本棚の右上の「設定」をクリックすると図 8 が表示される．さらに製品情報をクリックすると，たどり着けた．該当部分は赤い楕円で示した．

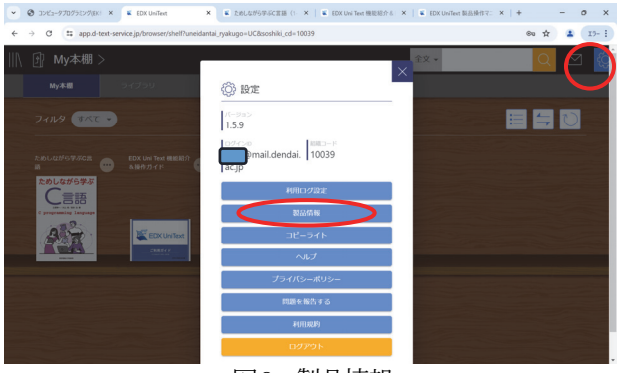


図8　製品情報

3.5　見開きと単ページの切り替え

電子教科書を出版し，新ビューアーで表示すると見開きがデフォルトになった．2 ページを見渡せるのは便利な面もあるが，単ページで表示できると便利な場合もある．このようなことを PCC2023 で報告した後，設定を切り替えできることを教えていただいた．この設定は，図 3 に示した「EDX UniText のタッチ&トライ」の最終頁に「操作マニュアルはこちらをクリック」があり，これをクリックする．この様子を図 9 に示す．該当部分は赤い楕円で示した．



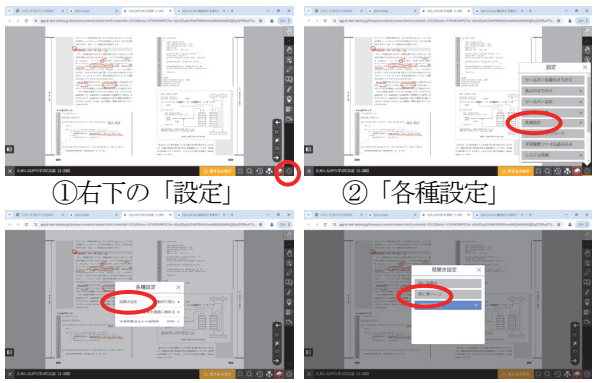
図9　操作マニュアルへのリンク

操作マニュアルの p108～p108 にかけて各種設定の記載があり，この中に見開きの設定が記載されている．この様子を図 10 に示す．該当部分は赤い楕円で示した．



図10　その他の設定

具体的な方法は，①右下の「設定」をクリックする．次に②「各種設定」をクリックする．次に③「見開き設定」をクリックする．最後に④「常に単ページ」をクリックすると，単ページになる．この様子を図 11 に示す．該当部分は赤い楕円で示した．



①右下の「設定」　②「各種設定」

③見開き設定」　④「常に単ページ」

図11　見開きから単ページへの切り替え

4.　教授者の利用

4.1　授業の環境

「ためしながら学ぶ C 言語」を使う筆者が担当する授業は，2 クラスを担当している．一つのクラスは，スイッチでプロジェクターに投影する映像を切り替える方式の教室 AV 設備がある．もう一つのクラスは，アクティブラーニングを目的とした新しい教室で，机や椅子がすべて可動式で，教室内の壁にはホワイトボードが設置され，その近くに可動式のプロジェクターが設置されている．

筆者は COVID-19 が 5 類に移行した後も，対面かつライブで zoom を使い続けている．授業は zoom で録画し，box を使って学内限定で公開している．教卓側では zoom のホストの中に，電子教科書を表示し，コマンドプロンプト，エディタを起動しデスクトップを zoom で配信する．

4.2　教授者側の様子

授業では zoom のホストを担当するノート PC，配信内容を確認する情報端末，そして紙の教科書を使用している．この様子を再現した写真と紙の教科書を図 12 に示す．その他，クラス毎に授業毎に収集したアンケート調査結果を綴じた A4 サイズのフラットファイル，AC アダプター，テーブルタップの小物等をエコバッ

グ 2 つに入れて持ち運んでいる．教室の教卓はこれらで埋め尽くされ，色々なケーブルが入り乱れる．

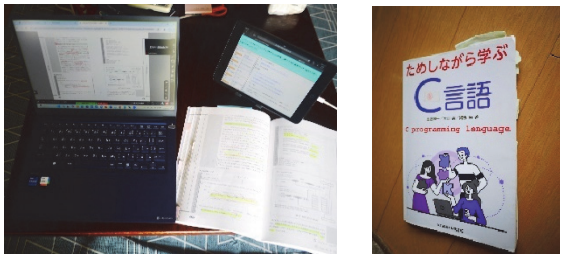


図 12　教授者側の様子

4.3　紙の教科書へのメモ書きや落書き

筆者は電子教科書について述べているが，授業では紙の教科書も活用している．ラインマーカで重要な部分をマークし，メモ書きを付箋に記載し貼り付け，授業を実施し改善すべきことなど，現場で気が付いた改善点は直ぐにメモを書き込んでいる．また，毎年，教科書を使い回しているので，各クラスの授業進行の様子をクラス名，授業回数，授業日を書き込んでいる．この様子を図 13 に示す．

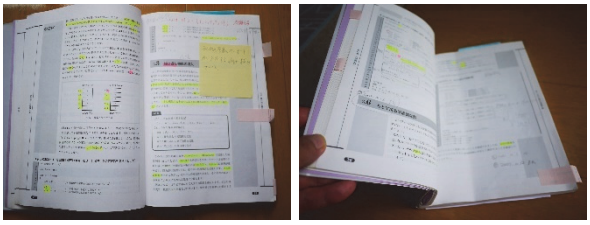


図 13　紙の教科書へのメモ書きや落書きの様子

この情報は極めて需要で，当日の授業はどこまで進むべきかを判断する重要な材料になっている．使用年が増えるにつれ，効率よく教えられているのか，授業の進行が少しずつ早くなっている傾向がうかがえる．

4.4　紙の教科書のプレビューでの活用

電子教科書は複数の情報端末にインストールして利用できるが，同時に利用できるのは 1 台の制限がある．授業中に別の情報端末で教科書の内容をプレビューできない．

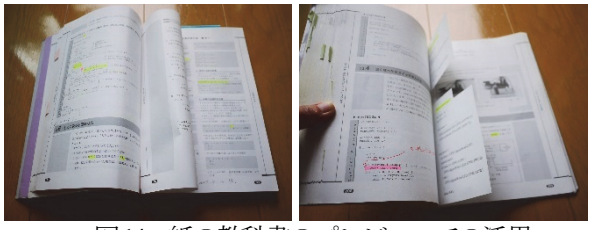


図 14　紙の教科書のプレビューでの活用

図 14 の左側の写真は，今教えていることが章末の練習問題の何と関係しているのか，途中のページを丸めてプレビューしている．また，教卓のスペースが狭い場合は，右の写真のように，紙の教科書自体を丸めて内容をプレビューしている．このように紙の教科書は柔軟に変形し，必要な部分をプレビューできるのは最大のメリットだと感じている．紙の教科書は，セカンドディスプレイの様に扱っており，受講者に見せたくない補助的な情報も多く，伏せることに役立っている．

5.　受講者の声

2023 年 12 月 5 日に開講した，工学部第二部電気電子工学科の「コンピュータ基礎II」の授業で，受講者の声をアンケート調査の自由記述で回答を得た(2)．書き込みは少なかったが，以下の指摘があった．

- コピーできないことも力をつけるためのことと思えば苦ではない．だが次のページに移るのも一回ずつ幼ければいけず少し操作が不便ではあった．もっとさくさく動いてもいいと思う．
- スマホを持っていればいつでも見られる点は非常に良いと思うが，それ以上に紙の方が便利な点がある．ネットを繋がなくともすぐに開きたいページを開くことができるほか，放置していても再ログインをする手間がない．
- 教科書に直接書き込めないのが少し不便なぐらいで，電子教科書のほうが使いやすい
- 単語を入力するだけで自分の探しているページへ飛べるのは便利だった．しかし，zoom と教科書を開きながらコードを入力していくのは画面上が少々窮屈だったため，教科書を見るためのタブレット等が必要だと感じた．

ページの遷移が遅く感じていること，ネットワークが無いと見られないこと，電子教科書に馴染んでいる人がいること，検索して素早くページを移動できることが便利であるが，ノート PC のデスクトップが狭い問題が指摘された．ページの遷移が遅いことに関しては，推奨のブラウザで使用していないことも考えられ，推奨のブラウザを利用するように指導したい．

6.　今後の出版について

「ためしながら学ぶ C 言語」は，本学の「コンピュータプログラミングI」および「コンピュータ基礎II」の教科書としてほぼ完成したと考えている．もちろん，今後もマイナーチェンジは発生する．身近なところでは，電子教科書のみカラー化することがあげられる．昨年の PCC2023 の後，報告を兼ねて本学の出版局の方に実現性をうかがったところ，比較的容易に行えることが分かった．12 章はこの教科書の次に学ぶべき内容の一部を紹介している．仮称であるが「ためしながら学ぶハードウェア」などのネーミングで，本書に続く別な電子教科書の出版になればと考えている．

7.　おわりに

電子教科書を使った授業を過去 4 年間行ってきたが，各科目に最適な使い方があるはずである．今後の PC カンファレンスで，電子教科書の活用事例がたくさん講演発表されることを，読者の皆さんに期待したい．

謝辞

電子教科書に関し，有益な情報のご提供をいただいた，大学生協事業連合 勉学研究事業部 DECS 事業推進課 秋田　智之氏，電子教科書の出版に多大なるご尽力をいただいている，東京電機大学出版局の吉田拓歩氏に謝意を表します．

参考文献

(1)　土肥紳一：電子教科書「ためしながら学ぶC言語」の新しいビューワでの活用，コンピュータ利用教育学会(CIEC)，PC カンファレンス講演論文集，pp.193-196，2023.

(2)　コンピュータ基礎 II の web サイト：https://dohi.chiba.dendai.ac.jp/~dohi/d2-2023-prog2/，2024.6.30 閲覧.

AI リテラシー基礎科目授業の副教材としての クラウド型デジタル教材の活用

阿部 一晴
Email: i_abe@koka.ac.jp

京都光華女子大学 キャリア形成学部

◎Key Words 情報教育，AI リテラシー，授業外学習，補助教材コンテンツ

1. はじめに

本学では各学部等の専門教育とは独立した形で、数理・データサイエンス・AI 教育プログラム（リテラシーレベルおよび応用基礎レベル）を構築し、2021 年度から段階的に全学対象に提供している。このプログラムを構成する科目の中で、主に AI リテラシーの基礎的な内容を取り扱う講義科目では、プログラム内での位置づけと趣旨等から、AI に関する最新の動向や事例等を取り上げることが求められる。授業では教科書ベースの基本的な内容を中心に取り上げ、最新の話題や実践的内容は授業外学習および課題として取り組ませるという組み合わせで進めている。このうち主に授業外学習と課題の教材として、当初から日経 BP 社の提供するクラウド型デジタル教材を利用している。2022 年度・2023 年度はこの科目を同一内容で、2022 年度はオンデマンド、2023 年度は対面授業で開講した。本稿では、これまでの授業での取り組みや受講生の評価等について報告する。

2. 「光華 EDUAL プログラム」について

社会や産業構造の変化等に対応するため、高等教育においても数理・データサイエンス・AI 教育への注目が高まっている。文科省による認定プログラムの選定も始まり、人材育成の具体的数値目標も示され、各大学でもこの分野での取り組みが求められている。

本学においても、2021 年度から「光華 EDUAL プログラム」という名称で、これに対応した教育プログラムを立ち上げ、実施している。デジタル時代の「読み・書き・そろばん」と言われる「数理・データサイエンス・AI」はこれからの社会で最も必要となるスキルの一つであると捉え、各学部の専門知識に加え、データや AI を日常の生活、ビジネス・健康科学・教育等の場で使いこなすための基礎的素養（リテラシー）を併せ持つ、2 つの強み(Dual advantage)を持った人材の育成を目指す実践的な教育(Education)をその趣旨としている。

このプログラムは、全学共通として日常の生活、ビジネス・健康科学・教育等の場でデータを使いこなすための基礎的素養（リテラシー）を修得する「リテラシーレベル」と目的に応じて適切にデータを収集・抽出・分析し、その結果を分かりやすくフィードバックする能力と、各専門分野での課題解決にデータ・AI を活用する知識・技能を修得する「応用基礎レベル」から構成される。この「応用基礎レベル」での必修科目としてプログラムの中核に位置付けているのが、後述する「AI へのアプローチ」という科目である。

3. 「AI へのアプローチ」について

本学には現在、もっぱら情報分野を専門とする学科・専攻等はない（過去メディア情報専攻があったが改組により募集停止となった）が、社会の情報化がますます進む中、いわゆる文系学部の学生においても必須ツールとしてのパソコン操作等を中心とした情報の利活用実践以外に、それらを支える情報通信技術そのものや情報社会の現状や課題等についても学んでおく必要があるという趣旨で、共通基礎教育の位置づけとして複数の情報に関する講義科目を開講している。そのうちの一つに、幅広い AI リテラシーの習得を目的とした「AI へのアプローチ」という科目がある。

「AI へのアプローチ」の授業概要は、

現代社会の特徴は高度な情報化にあり、社会経済システム・生活・文化とあらゆる面で情報化が進み、情報社会と呼ばれる。最近は新たな流れとして、DX（デジタルトランスフォーメーション）や AI（人工知能）といったものへの注目が高まっている。これからの世の中では、DX や AI、データサイエンスを正しく理解し、それらを使いこなすことが求められる。本科目では、現代の高度情報化社会の進展という背景を踏まえ、特に昨今急速に身の回りの様々な分野で活用されるようになっている AI（人工知能）の概要と AI が社会をどのように変えるか等について、その土台となるデータサイエンスを含めて取り上げる。具体的には、①社会におけるデータ・AI の活用 ②AI・データ利用の責任 ③AI（人工知能）の技術（データサイエンス・ビッグデータ・プログラミング）④その他 AI（人工知能）の概要理解に必要な知識・技術の基本を取り扱う。

となっている。

また、到達目標は、

1. AI 技術およびデータエンジニアリングの基礎的事項を理解している
2. AI やその周辺技術の現状と課題を把握し、社会実装の具体例を説明できる
3. 今後、AI が社会に受け入れられるために考慮すべき論点を理解している

となっている。

前述した「光華 EDUAL プログラム」の応用基礎レ

ベル中核科目に位置付けており、2022 年度から受講対象を全学とするリベラルアーツ（基礎・教養）科目として開講している。

4. 授業外学習に取り組ませることの困難さ

現在の大学における単位制度は、学習時間をベースとしたものとなっている。すなわち、一般的な講義科目は 1 週 90 分（これを 2 時間と換算する、以下同様）の授業に加え各 2 時間の予習・復習の合計 6 時間の学習を 15 週おこなうことにより 2 単位というのが基本となっている。2 単位の講義の場合、半期 15 週で 90 時間の学習を要する。この単位制度自体には、その実質化という観点で是非についても様々な議論が進んでいる。しかし、現在の大学設置基準において上記の規定がある以上、教員としてはこれを意識した授業提供をおこなう必要がある。このため、レポート等を中心とした宿題や事前学習課題を毎回課す等で、強制的に次回までに授業外学習をおこなわせる工夫等をおこなっていることが多い。ただし、特に実験や実習等を一切伴わない講義科目では、現実には確実に規定時間どおりの授業外学習をおこなわせることは容易ではない。

5. 「日経パソコン Edu」について

情報関連テキストの出版社である日経 BP 社から、「日経パソコン Edu」（図 1）という名称で、教育機関向けのクラウドコンテンツ提供がされている。6 年前に、当時開講されていた別の情報リテラシー科目で利用したことがあるが、上記目的を達成するために再びこのサービスを授業と連携して利用することにした。これは、同サービスの Web によると、

> 雑誌「日経パソコン」が提供するクラウド型の教育コンテンツ提供サービスである。学生・生徒の IT リテラシー向上、資格取得、就職活動などに役立つ多彩なコンテンツを届ける。新しいコンテンツを随時追加するので、学生・生徒は常に最新の情報を入手できる。紙の書籍ではフォローできない最新トレンドや活用情報を Web 上で提供していく。（「日経パソコン Edu とは」より）

といったものである。



図 1：日経パソコン Edu（https://pcedu.nikkeibp.co.jp/）

6. 授業と連携した取り組み

このサービスを個人で契約する場合の標準価格は月額 660 円（税込）であるが、テキストにアクセス権をセットしたものが提供されている。今回は、その中でも特に日経パソコン Edu のコンテンツとの連携を意識した「基礎から学ぶ ICT リテラシー」を指定教科書として採用した。受講生には授業開始時に、具体的にどのようなコンテンツが提供されているか、またどのような利用方法があるか等をレクチャーした。主に授業内で取り扱った AI・データサイエンスの普遍的な内容に関しても連携テキストを教科書として採用したため、関連コンテンツが網羅されており、学習の補強に役立てることができた。それとは別に、今まさに役立つ実践的でタイムリーな内容に関して、毎回授業外での学習を促すことを意識した課題を課し、これらの課題への取り組みに日々アップデートされる日経パソコン Edu のコンテンツを参照させる様にした。例えば、「機械学習やディープラーニングに関連する用語」や「具体的に社会で活用されている AI 技術に関する記事」などでコンテンツの検索をさせて、出てきた記事から興味のあるものをまとめてレポートとして提出させるといったものである。課題ということで強制されることもあるが、受講生はこれらのコンテンツを利用して、積極的に最新の情報分野を学ぶことに取り組んでくれた様である。

全授業終了後、受講生対象に日経パソコン Edu についてアンケートをおこなったところ、興味が持てた：86%（2022 オンデマンド授業・受講 81 名）100%（2023 対面授業・受講 13 名）、役立つ：95%（2022）100%（2023）、授業でのクラウド教材利用の肯定：86%（2022）100%（2023）という結果であり、受講生は全般として肯定的に捉えていることが読み取れる。

7. まとめ

これまで述べたとおり、継続的な学習と最新の AI などの技術動向等に積極的に触れる態度を養うことを意識して、授業外学習の確保と習慣づけのため、出版社の提供するクラウド型コンテンツサービスを利用した。受講終了後に実施したアンケートでは、こういったコンテンツの授業での利用に肯定的で、内容についても良かったと評価する回答が多かった。また、AI・データサイエンスに関する最新の話題に興味を持つきっかけになった、AI の最新動向への理解が深まったといった前向きな自由記述への回答もあった。受講生の多くがこの科目の学習を進める上で役立ったと感じてくれたのではないかと考える。また、授業以外にも資格試験対策やその他自分の興味があることに積極的に利用したという受講生もあった。

関連する最新の話題に触れさせる、授業外学習にしっかり取り組ませるといった当初の目的は、このサービスの利用により達することが出来たと評価している。特に AI・データサイエンスという情報通信技術分野でも比較的新しく、変化が速いテーマとの親和性は高いと考えており、今後も継続して授業の一部として組み入れ、積極的に活用していく予定である。

参考文献

(1) 阿部一晴、“クラウド型教育コンテンツを活用した AI リテラシー基礎授業の試み”、コンピュータ利用教育学会 2022 PC Conference 論文集 pp.135-136（2022）
(2) 「基礎から学ぶ ICT リテラシー」、日経 BP 社（2023）
(3) 日経パソコン Edu、https://pcedu.nikkeibp.co.jp/ 日経 BP 社（2024）

programming 学習初期から理想的な開発様式を提供する仕組みについて

石川高行*1
Email: ishikawa+pcc2024@oiu.jp

*1：大阪国際大学

◎Key Words　　programming，入門者教育，開発環境

1. はじめに

programming の現場では，各種 test に pass していること，code の documentation が一応揃っていること，といった状態を保つための tools がよく利用されるが，programming 教育の場ではこういった tools は殆ど利用されてなく，このことが却って学習者の負担を増やしている側面があるものと思われる。

本発表では，Ruby を例に programming 教育の初期からこうした tools を取り入れる指導とそのための実装を提案する。

2. 単一 file による方法と Bundler による方法

2.1 coding 対象 files

殆どの入門者向け書籍では，coding の最初に file を 1 つだけ用意している。例えば『たのしい開発 スタートアップ Ruby』なら hello.rb, Progate なら index.rb という単一 file のみを用意し，そこに Ruby code を書かせている。

しかし，実際の Ruby programming では後の RubyGem 化を見据えて Bundler による雛型を利用することが殆どである。具体的には，例えば xyz という program を作ろうとするなら `bundle gem xyz` という命令を書くだけで coding を開始することができる。

前者の方法は，coding 対象 file が 1 つしか存在しないという点で確かに分かりやすいかも知れない。しかし，いずれ学習が進んで世の中に存在する Ruby script files (Bundler による雛型から書き始めた files) を見た際にはどこから理解すればよいのかが大変分かりにくい。

後者の方法は，Bundler による雛型に最初から 50 個近くの files が含まれているため一見して分かりにくく感じられるかも知れない。しかしこの点は，教師から学習者へ「大量の files が自動生成されますが，編集すべきは○○という file だけです」と説明すれば済むことである。

2.2 中級者向けの書籍の不足

後述する RuboCop, RSpec, YARD という tools は coding 上で大変便利であるが，Ruby を学習中の中級者がこれらの tools を学ぼうとしても適切な書籍は殆ど存在しない (上記のうち RSpec だけは少々存在する)。結果として中級者はこれらの知識を書籍ではなく web 上で入手しなければならない。書籍と異なり，web 上の情報は誤っていることが多く[1]，誤っている情報に接した中級者は正しい知識を入手するために時間を浪費することとなる。

それならば，Ruby programming 教育の最初の段階から RuboCop, RSpec, YARD が揃っている雛型を用意し，その上で編集対象 file を 1 つだけに制限すればよい。編集対象 file が 1 つだけであれば初学者が迷うことはないし，いずれ RuboCop, RSpec, YARD を使う段階になれば雛型の記述を参考にすることができる。

3. RuboCop

RuboCop[2] は Ruby で最もよく使われる linter/formatter である。

複数人で coding する際に coding style を統一する，という目的で使用されることが多いが，実際には 1 人だけで coding する場面でも大変役立つ。

更には，初学者がでたらめな indent で coding していても RuboCop に整形を任せれば理想的な indent になった状態で出力してくれる。

RuboCop のような formatter がなかった時代は理想的な indent で coding をする技術は programmer に必須の技能であったが，formatter が充実している現在，programming 初学者は indent を完璧にすることを意識せずにその他のことに焦点を当てて学習することができるだろう。

programming 学習者は，RuboCop の詳細を知らなくても「RuboCop を実行して no offences detected と表示される状態が望ましい」ということを知っておくだけで code 整形に意識が向くものと思われる。また `-autocorrect` や `-autocorrect-all` といった options をつけて RuboCop に整形を任せる方法を知れば，ある程度整形されている状態を保ちやすくなる。

ただ残念ながら，Bundler が生成したばかりの雛型でもある。

[1] 例えば、「YARD タグ一覧」という検索語でかつて検索上位に表示されていた site には、実在しない YARD tag が未だに表示されたままである。

[2] https://rubocop.org/

初期設定の RuboCop からいくつかの指摘を受ける[3]ので，初学者に提示するには Bundler が生成しただけの雛型よりも RuboCop による整形済みのものが適しているだろう。

なお，RuboCop の整形項目には初学者に適さないものもある。例えば 1 つの method での行数制限[4]などは refactoring に属することであり，学習の初期段階では気にする必要がないと考える。

4. RSpec

RSpec[5] は恐らく Ruby で最もよく使われている test 環境である。

RSpec で大切なことは全ての tests に pass する状態を維持することであり，初学者に分かりやすく表現すれば RSpec 実行時に赤字が表示されないことである。

RSpec の tests (spec files) を書く技能を身につけるにはそれなりの学習量が必要であるが，RSpec を実行して赤字が表示されないことを確認する方法は簡単に身につけることができる。

教育の場では，教師が tests (spec files) を用意し，学習者はその tests (spec files) に pass する program を書く，という手法もあるだろう。RSpec を実行しても赤字が表示されないことは学習者にとってかなりの爽快感を得られることであり，学習の動機づけとなることが期待できる。

5. YARD

YARD[6] は恐らく Ruby で最もよく使われている documentation tool である。RuboCop や RSpec と異なり，文書化率が 100% でなくても大きな問題とはされない。それでも，存在する classes くらいは説明がなるべく 100% 付与されていることが望ましいと言えるだろう。

code の文書化は，実際に coding している最中はそこそこやっかいな作業である。「新しい class を作ろう」「新しい method を作ろう」と思った場合，その文書を書くよりも先に coding したくなるが，文書化を後回しにすると文書化率が低いままとなることがよくある。

また programming 教育の場であれば作るべき classes や methods の指示は教師から学習者へ与えられていることも多いだろう。この場合，学習者には classes や methods を文書化する動機が希薄となるので，coding はされていないが文書化は済んでいる雛型を教師から学習者へ渡すことが望ましいと言えるのではないか。

6. .gemspec

実は，Bundler が生成する雛型に含まれている `.gemspec` file はそのままでは利用できない。例えば RubyGem としての Ruby version と RuboCop としての Ruby Version を合わせないといけない。しかし，`.gemspec` file の編集は初学者には難しいので，望ましいものを教師側で用意する必要がある。

7. 理想的な雛型

以上の点から，Ruby programming 教育では教師から学習者へ以下の点を満たす雛型を渡すことが重要であると考える。

- Bundler が自動生成した雛型が元であり，`gem build` によって RubyGem を容易に生成できる
- RuboCop parameters は学習向けに調整済みである
- RuboCop によって offences が検出されない (RuboCop 整形済みである)
- YARD による文書化率が 100% である
- 以上のことを簡易に実行できる Rakefile を備えている
- 学習者が手作業で `.gemspec` file を編集する必要がない

ここまでの考察に従い，上記全てを満たす雛型を生成する仕組みを作成した。具体的には下記のような YAML file を与えることで条件を満たす雛型を生成するものである。詳細は発表時に実演する。

```
name: stmanage
summary: 学生管理
description: 学生を管理する system
classes:
  - name: student
    docstring: 学生を表す。
    methods:
      - name: insert
        docstring: 学生を追加する。
  - name: teacher
    docstring: 教員を表す。
```

長くなるためここには記していないが，必要事項を追記することで RSpec の files も自動生成する。学習者は RSpec を実行して赤字が出なくなれば課題を達成した状態であると判断することができる。

また，RubyGem 化する全ての要素を備えているため，この雛型に慣れることで学習者は他の Ruby program の構造を理解しやすくなることが期待できる。

8. 終わりに

本発表では Ruby を例として取り上げたが，こうした programming 学習に必要な要素を持つ雛型の提供は他言語でも必要であろう。とりわけ，RSpec のような test 環境による課題達成判断材料を教師から学習者へ提供することは，学習者の学習動機づけに役立つと考える。

[3] 原稿執筆時点で Bundler 2.5.14, RuboCop 1.64.1 である。
[4] `Metrics/MethodLength`。
[5] `https://rspec.info/`
[6] `https://yardoc.org/`

プログラミング学習環境における能動的推論の活用とその評価

北島茂樹*1・山中脩也*2・長慎也*2・今野貴之*1・中川 智之*3
Email: shigeki.kitajima@meisei-u.ac.jp

*1：明星大学教育学部教育学科
*2：明星大学情報学部情報学科
*3：明星大学データサイエンス学環

◎Key Words　プログラミング学習環境，自由エネルギー原理，能動的推論

1. はじめに

本研究グループでは，自由エネルギー原理（free-energy principle，FEP）に基づくプログラミング学習環境を提案し，多様な学習環境で実践を行ってきた(1)。明星大学教育学部も，2020 年度から「コンピュータ概論」の受講者に対し，同様のプログラミング学習環境をオンラインで実施し，その評価を行ってきた(2)。

2021 年度の実践では，形成的アセスメントにおける評価ツールであるパフォーマンス・クライテリアを導入するなど，学生も評価活動に参画できるようにした。その結果，学生の取り組みは質・量ともに向上し，パフォーマンス・クライテリアには自律的にプログラミングを学ぶ際に，学びに向かわせる役割や学びを支える役割，他者との学びをつなぐ役割があることが明らかになった(3)。

また，本研究グループは，プログラミング等の演習過程で理解したことなどを言語化し他者と共有する活動を支援するための Bot を開発し，2022 年度から明星大学情報学部の「プログラミング演習 3」に導入してきた(4)。その結果，学習者が能動的推論（active inference）をより自律的に行えるようになった。

明星大学教育学部でも，パフォーマンス・クライテリアをもとに，成功したパフォーマンスを示すチェックリストであるプロダクト・クライテリアを開発し，2022 年度の「コンピュータ概論」から導入してきた。そこで，本研究では，同環境の実践において収集された多様なデータログを分析し，その結果について考察を行う。

2. 能動的推論の活用したプログラミング学習環境

2.1 自由エネルギー原理と能動的推論

自由エネルギー原理では，脳はあらゆる感覚の予測器であると捉え，入力された感覚信号に基づき，外環境や内環境の状態について，学習を通じてベイズ最適な（Bayes optimal）推論を行っていると考える(5)。また，自由エネルギーとは，Helmholtz が考え出した概念であり，あるシステムに対して人間が自由に使えるエネルギーのことである(6)。それは，自由エネルギー最小化原理ともいうべきものであり，自己組織化されたシステムが環境内で平行状態であるためには，システムの自由エネルギーを最小化しなくてはならず，それは，システムが無秩序へ向かう自然な傾向に抗って持続的に存在するための必要条件であるという(7)。

そのため，主体（Agent）は外部世界に関する生成モデルと現在の推測から計算される自由エネルギーを最小化するために，現在の推測を変える無意識的推論と，行動によって感覚入力を変える能動的推論とを組み合わせている(8)。そして，自由エネルギーを下げるために，現在の推測を変えて，生成モデルを一致させていき，正しい認識として一致したときに 0 となり，それが最小となるのである。つまり，自由エネルギー原理の本体は，能動的推論を含む，能動的なプロセスにあるのである(8)。

ここで，能動的推論を，期待する感覚入力に合うように周囲の環境を予測しやすい状態に変化させる行動制御・意識決定とし，「行動」と「知覚」の循環的因果性のもとで外部世界を認知していくことを「学習」と捉え，本研究におけるプログラミング学習環境を図式したものが図 1 となる(1)。また，主体（Agent）は学習者であり，左の外部世界との循環的因果性を「言語処理系」，右の外部世界との循環的因果性を「主体以外の Agent」とする。

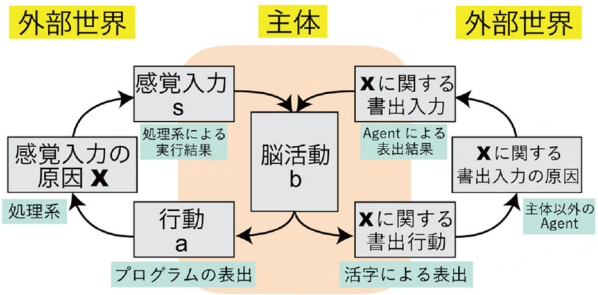


図 1 本研究におけるプログラミング学習環境

こうしたプログラミング学習環境が成り立つ前提条件として，「言語処理系」に対して主体が「行動」を起こすことができ，そこから得られた結果を感覚入力（知覚）できるとともに，「主体以外の Agent」に対して主体が「書出行動」を起こすことができ，また，主体以外の Agent の書出を「書出入力」（知覚）できることが必要となる。そして，主体は，それぞれの行動と知覚をいつでも起こすことができ，行動を起こすと知覚できる，という順序が重要となる。つまり、本研究におけるプログラミング学習環境は，成立のために必要となる前提条件を満たし，その順序をシステムと資料が担保するように構成されているのである(1)。

2.2 コンピュータ概論における学習環境とその実践

明星大学教育学部の「コンピュータ概論」のプログラミング学習環境は，Bit Arrow，作問システム，Slack，LMS（manaba）によって構成される。

Bit Arrow とは，Web ブラウザ上で動作可能なプログラミング学習環境のためのシステムであり，Python や C 言語など複数の言語に対応している。そのため，図 1 左の「言語処理系」を担っている。また，サーバには学生の実行ログが保存されており，授業者は図 2 のように，管理画面から学生ひとりひとりの実行状況や実行回数を確認することができる。さらに，ログから次の兆候を読み取ることができる[9]。

- エラーが多発している
- 手が止まっている
- 課題の進捗が遅れている
- 1 つの課題に時間をかけすぎている
- やみくもにプログラムを書き換えている



図 2 Bit Arrow の実行ログ

学生は，LMS 上で配布された資料（図 3 及び図 4）について，Bit Arrow を用いて探究を行うのであるが，その際，C.S.Peirce の三つの推論形式を学生が何度も繰り返しながらプログラミングを学んでいくのである[10]。

- 仮説形成：現象の観察と既知の規則から拡張的推論を行い，仮説を形成する。
- 演繹：既知の規則と仮説から必然的推論を行い，必然的帰結として実行結果を導く。
- 帰納：仮説と実行結果から検証的推論を行い，新たな規則を導く。



図 3 資料における課題（体験して試そう）の例

演繹において，学生は Bit Arrow にソースコードを入力し実行結果を得る。そして，学生はその結果について現象の観察を行い，これまで獲得してきた既知の規則をもとに，仮説としてソースコードを作成する。こうした仮説形成と演繹を繰り返すことでソースコードは検証され，正当化されていく。それが帰納となり新たな規則が導かれるのである。そのため，仮に思い付きでソースコードを作成したとしても，コンパイルエラーの表示を含めた，現象の観察を繰り返すことで，学生は妥当な仮説を形成していくのである。このように，このプロセスが図 1 左の「言語処理系」における循環的因果性における活動に相等する。

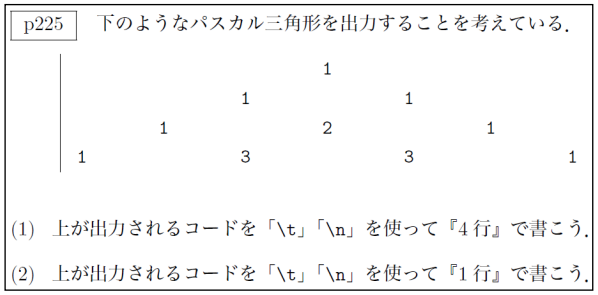


図 4 資料における課題（組み合わせて試そう）の例

コンピュータ概論では，情報学部のプログラミング演習の授業のように，bot を導入していないため，LMS において学習の進度に合わせて学生に資料を提供している。そこで，「言語処理系」における活動において，学生が発見した「事実」について，学生が各自で保有している「事実」を共有するために，「lookbacks」という共有用チャンネルを Slack 上に資料の教材ごとに作成している[2]。また，「事実」だけでなく，それらを含む，探究過程で導出された個々の「気づき」を，図 5 のように書き出させている[3]。その際，課題の解法については lookbacks への記入を禁じており，これまでの実践では，結果としてそれを記入した学生はいなかった。このように，このプロセスが図 1 右の「主体以外の Agent」に対して主体が行うる循環的因果性における活動に相等する。

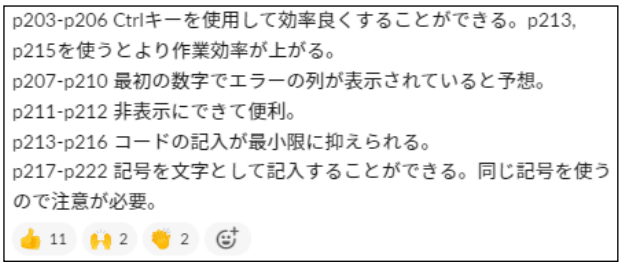


図 5 Slack への書き出しとフィードバック

作問システムとは，Web ブラウザ上で動作し，作成された問題（クイズ）と正解の登録，解答者の自動割り当て，正誤判定などの機能を実装したシステムである[11]。授業中，まず，学生は事前に準備してきた問題（クイズ）とその正解を，図 6 のように登録する。次に，個人で問題（クイズ）を解く場面で，他の学生が作成した問題（クイズ）がランダムに割り当てられ，それらに解答する。最後に，正誤が示され，出題者に対して問題（クイズ）についてのコメントや誤りの指摘，別解の提案など，相互フィードバックを行うのである。

作問システムを通して学生には，解答スコアと出題スコアが与えられる。解答スコアは，正解であれば「score=1」であり，正解でなければ「score=0」となる。また，出題スコアは，正解率（正解数/有効解答数）に応じて変動し，2/3 に近づくほど高いスコアが与えられるため，難し過ぎても，易しすぎてもスコアは低くなる。そのため，学生

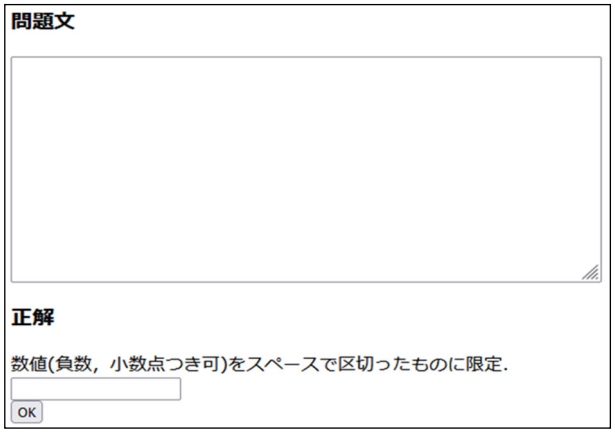


図 6 作問システムへの問題（クイズ）の登録

は適度な難易度の問題 (クイズ) を考案する必要がある。

これらの活動をあわせて，コンピュータ概論における実践は，図 7 のように，「同期の学び」の S1～S3 と，「非同期の学び」の A1～A3 からなり，それぞれ，括弧内に示したツールを使用して行う。

［同期の学び］
S1：書き出しに対し相互フィードバックを行う（Slack）
S2：作成した問題（クイズ）を解き合う（作問システム）
S3：コードを共有し実行して確かめる（Bit Arrow）
［非同期の学び］
A1：コードを書き実行して確かめていく（Bit Arrow）
A2：気づいたことを書き出す（Slack へ）
A3：問題（クイズ）を作る（作問システムへ）

その際，学生は図 2 のサイクルで一連の活動を行い，まず LMS からダウンロードした教材をもとに A1～A3 を個々に行うことから始め，次時で授業中に S1～S3 をそれぞれ同期しながら行うことで一巡する。

そのため，最初の非同期の学びは第 1 回から第 2 回の授業までとなる。非同期の学びは，個々に A1 で課題（体験して試そう）に取り組むことから始まり，その取り組みの中で気づいたことなどを Slack に書き出し，それが A2 となる。それらを踏まえて，問題（クイズ）を作成し，それが A3 となる。次に，A1 で課題 B に取り組み始めることで，次のサイクルが始まる[3]。

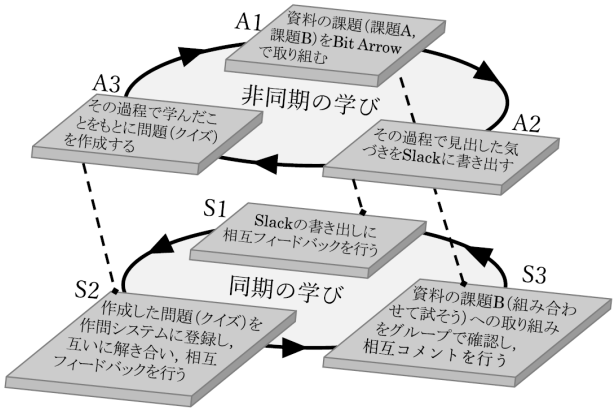


図 7 同期の学び・非同期の学び

図 7 では，A1 の取り組みが S3 の活動の前提となる。そして，A2 で書き出された気づきに対し S1 で相互フィードバックを行う。また，A3 で作成した問題（クイズ）について S2 で互いに解き合い相互フィードバックを行う。そのため，それらを点線で結び表している[3]。

授業は，S1 の活動から始まり，開始のタイミングを同期させて相互フィードバックを行い，授業者はそれに対するフィードバックを適宜行う。次に，S2 では，授業者は，問題（クイズ）の登録・確認と出題・解き合い・答え合わせと相互フィードバックについて，作問システム側でモードを切り替えていき，それぞれについて開始のタイミングを同期する。S3 では，開始のタイミングを同期し，課題 B についてアイディアの共有や相互コメントを行う。そして，次時は S1 の活動から始まるのである[3]。

3. データログの分析とその結果

サーバに残された Bit Arrow のログから，2020 年度と 2021 年度について学生の実行回数を算出したものが表 1 であり，2022 年度と 2023 年度について学生の実行回数を算出したものが表 2 である。

表 1 2020 年度と 2021 年度のプログラムの実行回数

	2020 年度	2021 年度
全員の総実行回数	39,319	48,040
コンパイルエラーとなった実行の割合	.29	.23
一人の平均実行回数	983.0	1455.8
授業時間内	386.2	408.5
授業時間外	596.8	1047.3

表 2 2022 年度と 2023 年度のプログラムの実行回数

	2022 年度	2023 年度
全員の総実行回数	53,711	74,039
コンパイルエラーとなった実行の割合	.28	.26
一人の平均実行回数	1451.6	1805.8
授業時間内	237.4	186.9
授業時間外	1214.2	1618.9

ただし，2020 年度と 2021 年度では，授業回数が異なるため，回数について平均を求めて比較すると， 授業時間内における一人の平均実行回数は，2020 年度が 32.2 回，2021 年度が 31.4 回である。それに対し，授業時間外では，2020 年度が 49.7 回，2021 年度が 80.6 回である。授業時間外は少なくとも非同期の学びであるため，2020 年度に比べ 2021 年度は，非同期の学びにおける学生のプログラミングの実行回数は向上している。なお，2021 年度と 2022 年度，2023 年度の授業回数は同じである。

2020 年度の実践に対し，2021 年度の実践ではパフォーマンス・クライテリアが導入されている。学生は表 3 のようなパフォーマンス・クライテリアを作成することや，それを用いて自らのパフォーマンスを自己評価するなど，評価活動に参画することを通して，自己調整学習を行っているといえる[3]。また，2022 年度の実践では，パフォーマンス・クライテリアをもとに，成功したパフォーマンスを示すチェックリストであるプロダクト・クライテリアが表 4 のように導入された。なお，表 4 のチェックリストにおいて，A111 から A113 は「コードを書き実行して

表3 作成されたパフォーマンス・クライテリアの例

A1：コードを書き実行して確かめていく（Bit Arrow）
● やり方が複数あるので，いろいろな方法で実践してみる。 ● どうしてそのコードで出力できるのか，コードを読み取る。 ● 気づいたこと，疑問に思ったことをメモしておく。
A2：気づいたことを書き出す（Slack へ）
● 1問ごとに気づきを書き出すのではなく，その回全体を通しての気づきやどのような仕組みになっているのかを書き込む。 ● 他の人の気づきを見ない。 ● 自分が難しいと思った問題を共有し，何が難しかったのかを明確にする。
A3：問題（クイズ）を作る（作問システムへ）
● 新しく発見したことを問題に取り入れてみる。 ● Bit Arrow の作成時に書いていたメモを基に，自分がつまずいた箇所を復習できるような問題も作ってみる。

表4 開発されたチェックリスト

A111：既習などから自分なりに仮説を立てコードを書き，エラーを恐れず実行しながら考える。 A112：正しく出力されなかった場合，エラーの原因を探り，都度修正し実行して確認するなど，エラーから学ぶ。 A113：結果ではなく過程から学べるよう，正しく出力された場合も，たまたま正しく出力された可能性もあるため，部分的にコードを変更して試してみる。
A121：気づいたことや疑問に思ったことをメモしておき，観たことと気づいたことの違いを明確にし，言語化し，整理する。 A122：解答ではなくヒントとなるよう工夫し，発見したことは間違っている可能性があっても積極的に書き出すようにする。 A123：他者の書き出しを見る前に自分の考えをまとめ，その回の内容を振り返り，つながりや仕組みを書き出すようにする。
A131：コードを実行する中で迷ったり間違えそうだと感じたりした箇所や面白かったことをメモしておき，作問に生かす。 A132：直前に学んだ内容だけでなく既習やこれまでの正答率，コメントを活かし，正答率 2/3 になるよう工夫して作問する。 A133：この問題で何に気づいて欲しいのか，用途や意味を意識し，当てずっぽうでは解けないような問題を作るようにする。

確かめる（BitArrow）」についてのものであり，A121 から A123 は「気づいたことを書き出す（Slack）」についてのものである。A131 から A133 は「学んだことをもとに問題作りをする（作問システム）」についてのものである。

パフォーマンス・クライテリアやプロダクト・クライテリアは，ルーブリックのようにレベルのあるチェックリストではないため，学生にとって使いやすかったようである。そのため，2022 年度や 2023 年度の実践においても，学生のプログラミングの実行回数は 2021 年度と比べて向上しており，特に，非同期の学びである授業時間外におけるプログラミングの実行回数が増加する傾向にある。

そこで，2023 年度の A111 から A133 までのチェックリストと学生個々人のプログラムの実行回数，コンパイルエラーとなった実行の割合，作問システムにおける解答スコアと出題スコアについて，欠測値を多重代入法で補完したのちに総和をとり，偏相関係数の推定値を求めた。その結果，チェックリスト間に有意な正の相関があった。

4. おわりに

能動的推論を活用したプログラミング学習環境において，学生がチェックリストを用いた評価活動に参画しながらプログラミングを学習することで，非同期の学びにおけるパフォーマンスが向上することが明らかになった。また，パフォーマンスを向上させる可能性のあるクライテリアについて検証していくことが今後の課題である。

参考文献

(1) 鷹觜莉子，山中脩也，長慎也，北島茂樹，丸山農：“自由エネルギー原理に従う循環的因果性の構成を支援するプログラミング学習環境の構築”，明星大学研究紀要. 情報学部，12，pp.21-30（2022）.

(2) 北島茂樹，山中脩也，長慎也，今野貴之：“オンラインプログラミング演習環境における対話の実践と評価”，コンピュータ＆エデュケーション，50，pp.40-43（2021）.

(3) 北島茂樹：“オンラインプログラミング演習環境におけるパフォーマンス・クライテリアの役割”，情報教育ジャーナル，4(2)，pp.17-31（2022）.

(4) 長慎也，山中脩也，北島茂樹，今野貴之：“学習者による書き出しを支援する SlackBot の開発と運用”，情報教育シンポジウム論文集，2023，pp.175-182.（2023）.

(5) 乾敏郎：“自由エネルギー原理”，認知科学，26(3)，pp.366-386，（2019）.

(6) Friston, K., Kilner, J., & Harrison, L. A free energy principle for the brain. *Journal of Physiology-Paris*, 100, pp.70-87 (2006).

(7) Friston, K. The free-energy principle: a unified brain theory? Nature Reviews Neuroscience, 11, pp.127–138 (2010).

(8) 吉田正俊，田口茂：“自由エネルギー原理と視覚的意識”，日本神経回路学会誌，25(3)，pp.53-70，（2018）.

(9) 長信也，長島和平，兼宗進，並木美太郎：“チュートリアル：Bit Arrow を用いた，つまずいている学習者の探し方”，情報処理学会研究報告，Vol.2022-CE-165, No.2, pp.1-8 (2022).

(10) 山中脩也，北島茂樹，長慎也，今野貴之：“コンピュータを用いた C.S. Peirce の探究過程の実現”，しごと能力研究 2020 特集号，pp.71-83（2020）.

(11) 長慎也，山中脩也，北島 茂樹，今野貴之：“情報系初年次のプログラミング演習における，コンピュータとの対話を重視したコースデザインと支援システム”，研究報告教育学習支援情報システム（CLE），2019-CE-152(20)，pp.1-9（2019）.

ノーコード開発における設計をどう教えるか

角南 北斗[*1]
Email: hello@shokuto.com

*1: フリーランス（ウェブデザイナー）

◎Key Words　Excel，データベース，ノーコード

1. はじめに

大学における初学者向けの情報の授業でExcelを扱う際，データベース形式でのデータ処理の有用性が受講生に伝わりにくい，という悩みを持っていた発表者は，2022年度からノーコードによるアプリ開発を取り入れている。この実践の詳細については2023PCカンファレンスでも報告[*1]した。

ノーコードを導入した実践の2年目となる2023年度は，Google AppSheet（以下AppSheet）に加えて，Glide（glideapps.com）をツールとして使うようにした。アプリ設計の自由度が高く，それゆえ操作が煩雑になりがちなGlideであるが，よりシンプルなAppSheetより扱いやすいと考える受講生が多く見られた。本発表では，データ構造と画面設計という切り口で，この結果に対する考察と，新たに浮かび上がった課題について共有する。

2. 実践の概要

2023年度の実践を行った授業は2つで，受講生はそれぞれ音楽学部1年生と外国語学部2年生である。いずれもExcelの基本的な部分は学習済みで，そこにはExcelのテーブル機能も含まれている。授業全体の学習目標は授業によって多少異なるが，Excelを使ったデータ処理の基礎的な考え方を身につけるという範囲は超えない。また受講生は，アプリ開発やプログラムに関する知識・関心は特に持っていない，という前提で授業を設計している。

授業前半（3週程度）はAppSheetを，後半（5週程度）はGlideを扱った。AppSheetではメモ帳アプリを作成してもらい，同じメモ帳をGlideではどう作るかを学んだ後，英単語暗記ツールやBMI計算機など，後述する「AppSheetでは難しいタイプのアプリ」を作成してもらった。

受講生は多いクラスで30名を超えるため，受講生ごとの学習速度の差が問題にならないよう，発表者作成の資料に沿って各自で取り組んでもらう形で授業を進めた。一部の受講生には個別のトラブルシューティングが必要だったものの，大半の受講生が各自で，資料で例示したアプリ，あるいはオリジナルのアプリを作り上げることができた。

3. AppSheetに加えてGlideを扱う理由

AppSheetは，Googleスプレッドシートをデータベースとして使え，そのデータベースをほぼ自動でアプリ化してくれる。アプリのカスタマイズ性は高くはないが，最小限の知識と工程でアプリが作れるため，最初にふれるノーコードツールとしては適している，というのが初年度に引き続きAppSheetを扱っている理由である。

一方Glideは，データの表示欄や入力欄などのUIコンポーネントを画面に1つずつ配置し，そのコンポーネントが扱うカラムや表示形式も手動で指定する，という作り方をする。一連の操作は独特の癖もあって分かりにくく，アプリを完成させるのにより時間と根気が求められる。授業時間が限られるなかで，それでもAppSheetに加えてGlideを授業で扱うようにしたのは，受講生がより「アプリらしい」と感じるものはGlideのほうが作りやすい，と考えたからである。

AppSheetは「指定の条件でデータを一覧表示させ，データの新規登録や編集も可能な，シンプルなビューアー系のアプリ」をほぼ自動で作成してくれる点に強みがある。そのため，アプリよりデータベースの設計自体が大切で，それは授業の目的にも合致してはいるのだが，この種のアプリは受講生には馴染みが薄いように思われる。

一方でGlideは，データ入力を監視してカラムの値を再計算・再表示するという，AppSheetにはない特徴を持つ。そのため，入力に応じて即座に表示が変わるような，受講生にとって馴染みのある

画面設計のアプリが作やすい。具体的な例としては，下図のようなBMI計算機がある。身長と体重を入れると，すぐにBMIなどの数値の計算結果を表示してくれる。ノーコードツールで他にこうしたアプリを作れるものはほとんどなく，Glideの採用の決め手となった。



4. 画面設計の難しさに関する認識の違い

授業を実施して意外だったのが「Glideの方が操作は複雑で面倒ではあるが，AppSheetよりもわかりやすい」と言う受講生が少なくなかったことである。特にAppSheetで躓く人が多かったのは「メモごとにカテゴリーを割り当て，選択したカテゴリーのメモを一覧表示させる」という作業であった。AppSheetが自動生成する画面は，カテゴリーの一覧画面，任意のカテゴリー選択時の画面（該当するメモ一の覧とカテゴリー情報の表示）というシンプルなものであるが，画面をイメージしにくいという受講生が一定数見られた。

発表者からすれば，こうした画面設計はブログなどによくある基本的なものだが，受講生の世代からすれば，ツリー構造のカテゴリーラベルで情報を分類するようなアプリより，キーワード検索やレコメンドリストを基本にしたアプリの方が身近である，ということなのかもしれない。メモの情報とカテゴリーの情報でテーブルを分けるところも，ブログを作ったことがないとその必要性が実感しにくい、というのはあるだろう。

Glideの「データ入力画面が表示画面と一体化していて，画面の遷移が起きない」ような画面設計は複雑で高度だと発表者には感じられるが，受講生が普段使うようなアプリでは当たり前なため，取っ付きやすさはあるのだろう。考えてみればExcelのシートも同じような表示形式なので，中途半端に開発知識がある人間の観点で「理解のしやすさ」を判断するだけでは不十分だと感じた。

5. 次年度授業に向けた対応

前年度に引き続き，2024年度の後半でも同じ取り組みを行う予定のため，受講生が難しく感じる要素の見極めと対応を考えねばならない。

一般的な画面遷移のパターンなどを教師側で先に提示することで，受講生もイメージを描きやすくなるだろうと考えているが，授業内容がどんどんアプリ開発に引っ張られていくことには危惧を抱いている。本授業でノーコードを使う理由は「データベースの有用性を実感してもらいたいから」であり，アプリ開発講座のようにはしたくない。

ただ，これは2023PCカンファレンスの報告でも言及したことであるが，受講生は「活用したいデータ」を具体的に持たないため，データビューアー系のアプリにこだわるのは難しい。先に紹介したBMI計算機のような，変数の処理がメインのアプリからも理解の足掛かりを作る，というのが現実的な授業実践になるだろうと考えている。

6. おわりに

ごく基礎的な情報教育の「Excelの次のステップ」としてノーコードを採用している事例は，まだ全国的にもめずらしいのかもしれないが，Excel以外のツールでデータ処理を実践しつつ学ぶ試みは行われているだろう。その際，今回取り上げた画面遷移に対する理解のような，受講生の経験が前提として必要になるときに，それを授業ではどのように取り扱うのが良いのか。参加者のみなさんと意見交換をしたい。

参考文献

(1) 角南北斗：“「Excelの次」としてのノーコード”, 2023PCカンファレンス論文集, pp.203-204 (2023).

Dart を用いたプログラミング教育について

箕原辰夫[*1]
Email: *minohara@cuc.ac.jp*

*1: 千葉商科大学政策情報学部政策情報学科

◎Key Words　Dart, Flutter, Python, アプリケーション開発, プログラミング教育

1. はじめに

Java, JavaScript の後継である Google の Dart プログラミング言語[(1)]は、GUI アプリケーションの開発環境 Flutter[(2)]と共に、これからのクロス・プラットフォームでのアプリケーション開発言語として有望視されている。この Dart と Flutter を用いて、学生が Windows で、iPhone や iPad のアプリケーションを開発できるようにするために、ゼミナールで半期の授業でプログラミング教育を実践した結果について報告する。

2. 授業の構成

ゼミナールの授業週 1 コマ(105 分)を 13 回実施した。受講者は、5 名で、原則対面授業（オンライン・リアルタイムでも受講可能として、その回に出られない学生用に録画も撮った）で、教室にある大型 LED ディスプレイ、および Microsoft Teams の共有画面を提示画面とした。学生には、LED ディスプレイの前面に座って受講してもらうようにした。受講学生は、プログラミングの科目を既修で、一応 Python のプログラムは少しは記述したことがある学生達になっている。ただし、Java または JavaScript を記述したことがない学生が多かった。

表 1 半期 13 回の授業内容

授業回	授業内容
第 1 回	VSCode 上への Dart/Flutter インストール
第 2 回	Dart SDK の設定、それぞれの型のリテラル
第 3 回	変数への代入と型、文字列への式の埋込み
第 4 回	整数除算・剰余、文字列と Unicode の変換
第 5 回	ターミナルからの入力、構造型（レコード型・リスト型・集合型・マップ型)
第 6 回	リストの操作、文字列の分解
第 7 回	format パッケージによる文字列フォーマット、if 文、while 文
第 8 回	if case 文、オプショナル型、for 文、switch 文、try case 文、throw 文、break 文、continue 文
第 9 回	関数の定義、値を返す関数の定義
第 10 回	クラスの定義、Flutter のプロジェクトの作成
第 11 回	継承の定義、Flutter による GUI の作成
第 12 回	Flutter のウィジェットとその配置
第 13 回	Flutter によるアプリケーション作成

3. インストレーション

3.1 VSCode との連携

VSCode[(3)]を使う分には、Dart も Flutter も簡単にインストールできる。と言いたいところだが、それは macOS に限った話である。Flutter のホームページでは、次のように紹介されているが、これは macOS では動くが、Windows では動作しない。

1. VSCode 上で Dart の拡張機能と Flutter の拡張機能をダウンロードし、インストールする。
2. VSCode のコマンドパレットを表示させ、flutter と入力する

以上のような手順で自動的に flutter の SDK がダウンロードされ、インストールできる。ちなみに、macOS の場合は、制約がなかったので、/Applications フォルダの下に flutter をインストールすることにした。Windows では、Program Files フォルダの下に置くことができない。

3.2 ダウンロードベースでのインストール

Windows では、上記の 2.のところでエラーがでるので、次のようにしなければならない。

1. VSCode 上で Dart の拡張機能と Flutter の拡張機能をダウンロードし、インストールする。
2. flutter.dev のページから、Flutter SDK.zip ファイルをダウンロードする。
3. dart.dev のページから、Dart SDK.zip ファイルをダウンロードする。
4. 自分のホームフォルダか、C:ドライブ直下に dev あるいは Developments などの名前でフォルダを作成し、そこに.zip ファイルを展開する。

macOS も Windows も、shell や PowerShell 用に Path の設定をしておく必要がある。この場合、dart だけで開発する場合は、dart-sdk/bin の方を優先させた方が良い。flutter/bin にも dart のコマンドがあるが、こちらは batch ファイルになっている。なお、macOS の場合、上記の手順だけだと flutter の SDK だけがダウンロードされるので、dart.dev からの Dart SDK.zip ファイルをダウンロー

ドして、dart も展開しておいた方が良いと思われる。この場合も、macOS では/Applications フォルダの直下において構わない（dart-sdk というフォルダができる）。

3.3 ターミナル上での実行

PowerShell や zsh などのターミナルからの実行は、実行パスが通っていれば、以下のコマンドで実行することが可能である。dart は、run のオプションで、ほぼインタープリタのように、コンパイルが行なわれることがなく実行が行なわれる。以下の例で、%は shell または PowerShell のプロンプトを示す。

```
% dart run ソースファイル名.dart
```

Flutter の方も、flutter run で実行ができるが、それはプロジェクト中に限られる。flutter の場合は、doctor というオプションがあり、これを使うことで、どのターゲットのプラットフォームで実行ができるかどうかを確かめることができる。

```
% flutter doctor
```

3.4 VSCode での launch.json の設定

VSCode 上では、デバッグの実行までは簡単にできる。まず、.dart の拡張子がついたファイルを作成し、保存すると、ツールバーに▷のデバッグ実行ボタンが表示されるので、それで実行ができる。しかし、これはターミナル上での実行ではないので、「デバッグなしで実行」させることはできない。また、ターミナル上でユーザからの入力があるようなプログラムも実行させることができない。ターミナルから実行させるためには、ソースファイルがあるフォルダの下に.vscode フォルダを作成し、以下のような launch.json を置く必要がある。

```
{
    "version": "0.2.0",
    "configurations": [ {
            "name": "seminar2024",
            "request": "launch",
            "type": "dart",
            "program": "${file}",
            "args": [ "run" ],
            "console": "terminal"
        } ]
}
```

3.5 ライブラリの追加

dart や flutter 上でライブラリを追加するには、以下のようなコマンドをシェル上から発行して、pub.dev[4]というサイトにあるパッケージをダウンロードする必要がある。これで簡単に追加できるので、Python の pip 的な簡単さがある。

```
% dart pub add パッケージ名
% flutter pub add パッケージ名
```

ただし、サードパーティーのパッケージを利用する際には、pubspec.yaml ファイルを、ソースプログラムが置かれているフォルダに記述しておかなければならない。以下は、2024 年 5 月時点での Windows 版のバージョンで記述している。

```
name: アプリケーション名（適当な小文字の名前）
environment:
  sdk: ^3.3.4
```

上記の pub add コマンドを実行すると、これに自動的に dependencies:の行ができて、パッケージの名前とバージョンなどが記述される。

3.6 Web 上での実行

DartPad[5]のページで、Web 上で Dart のプログラムをテキストエリアに貼り付けて実行させることができる。しかしながら、DartPad は、dart:io などの標準ライブラリもサードパーティーのライブラリも利用することができない単なるトイ・インタープリタになっている。

Flutter についても、FlutLab[6]という名前での Web 上で Web アプリケーションを作る開発環境が用意されており、これは VSCode に似た IDE（Integrated Development Environment）である。こちらは充分使い物になるので、Web アプリケーションだけを作る分には、VSCode を使わなくても、これで充分なのではないかと思われる。

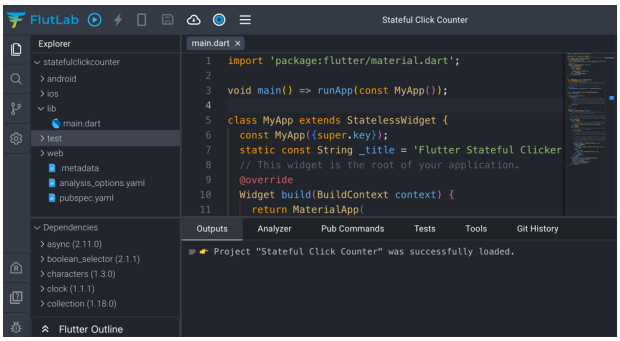


図 1　FlutLab

4. Dart のプログラミング

4.1 式や文の書き方

最初にプログラムの記述感を述べておくと、やはり Java/JavaScript ベースの拡張であるので、Python や Swift と比べると、記述しにくい、記述方法が古い、Java っぽいと感じるところがある。ただ、Rust と比べると、記述感や型推論は優れていると感じられる。プログラムは、C 言語と同様に main 関数の定義から始める。Java からの拡張なので、各文の文末には、;が必要である。

```
void main( ) {
    var   value = 45.3;
    print( "the square of $value is ${value*value}" );
}
```

上記のプログラムをみれば分かるが、Python のフォーマット済み文字列リテラルと同様に、文字列中に「$変数名」あるいは「${式}」という形で変数や式の評価値を文字列に変換して埋め込むことができる。ただし、printf のような表示桁数等の細かなフォーマットを指定するには、サードパーティーのライブラリ (pub.dev に置かれている format パッケージ等) を利用する必要がある。

Swift のオプショナル型と同様に、null 値を取る可能性のある変数や強制的に値を評価するために、?演算子や!演算子が用意されている。JavaScript と異なり、整数除算の演算子が用意されていて、~/で記述する。なお、この頃の言語にありがちだが、整数型は、64bit が標準になっている。その他の演算子や型は、だいたい Java と同様である。ただし、Java と異なり、型推論の機能があるので、変数の宣言では、型名でなくて、JavaScript と同様に var で指定しても構わない。なお、enum 型の拡張である Symbol 型のリテラルも記述できる。「#シンボル名」で記述し、等しいかどうか判定することも可能である。

構造型としては、レコード型、リスト型、集合型、マップ型が用意されている。レコード型は、Python のタプル型のようにも記述できるが、インデックス式やスライス式でアクセスできない。キーワード付きのレコード型のの使い勝手は、C 言語の構造型に似ているが、immutable（書換え不可）なので、あとから属性（フィールド）に値を代入することができない。

4.2　文

if 文に Python の match 文に対応した if case 文がある。ただし、同じ用途で使える switch 文も用意されているので、そちらを使えば事足りてしまう。match 文のガードに対応して、when 句が switch 文の中でも使える。

```
if ( point case [ 0, 0 ] ) { print( "original point" ); }
switch ( point ) {
case [ var x, 0 ] when x >=0: { print( "on plus X-axis" ); }
}
```

if 式については、? : 演算子の他に、オプショナル型に対応した??式が用意されている。??の前の評価値が null の場合は、??の後の値が評価されるという演算子である。

```
int convertToInteger( String? strvalue ) {
  return int.parse( strvalue ?? "0" );
}
```

break 文や continue 文は、C 言語～Java 言語の流れとは異なり、ラベルを取ることはないので、Python と同様に、最深部の繰返しからの脱出・継続しか用意されていない。また、for 文は、C 言語～Java 流の記述以外に、Python 流の for in 文が用意されている。加えて、リスト、集合型、辞書型のデータに対して、Python の forEach( )メソッドが用意されている。以下のように、集合と辞書については、何故かリテラルから直接 forEach が呼べないため、一度変数に代入しておく必要がある。なお、forEach の戻り値は void になっている。

```
for ( var n in [12, 23, 34] ) { print( n ); }
[12, 23, 34].forEach( (n) {print( n ); } );
var aset = {12, 23, 34};
aset.forEach( (n)=> print( n ) );
var adic = {"one":1,"two":2,"three":3};
adic.forEach( (key, value) => print( "$key, $value" ) );
```

4.3　関数の定義

関数の定義の仕方は、ほぼ Java と同じであるが、多相型に対応しており、返す型が決まっていない場合は、以下のように戻り値の型名を省略できる。以下の square は、整数にも実数にも対応した多相型の関数になっている。Rust のように一旦その型の値で呼び出すと、その型専用の関数になるのとは異なり、後から別の型の値でその関数を呼び出すことができる。なお、整数型と実数型の両方で使える num 型も用意されている。

```
square ( var n ) { return n*n; }
```

加えて、Python と同様の無名関数 (lambda 式) を次のような記法で定義することができる。

```
(引数の並び) =>  返す値
```

Python の filter や map、reduce 高階関数に対応するメソッドが、Iterable クラスのオブジェクトにあるので、上記の無名関数を利用して記述することができる。fold は、reduce と似ているが、蓄積値の初期値を指定できる。

```
[12,23,34].where((number) => number.isEven);
[12,23,34].map((number) => number*number);
[12,23,34].reduce( (acc, ele) => acc+ele);
[12,23,34].fold<num>(1, (acc, ele) => acc * ele);
```

Python の影響から、位置引数に加えて、以下のようなキーワード引数、省略可能キーワード引数、省略可能位置引数が用意されているが、Python と異なり、それぞれのタイプの引数の定義の仕方はまったく異なる。なお、それぞれの引数名の後に「=省略時の値」をつけることができる。

```
void displayNumber( {var value} ) {}
void displayNumberOptinal( {num? value} ){}
void displayNumberOptPositional( [num? value ] ){}
```

4.4 クラスの定義

クラスの定義の仕方は、Java とほぼ同じになっている。変更不可能なオブジェクトを生成するためには、const 修飾子がある。また、Python ではなくなった、コンストラクタからオブジェクトを作り出す new 演算子は、省略してもしなくても良くなっている。

コンストラクタは、Java と同様で、クラス名と同じ名前のメソッドを定義する。継承についても、Java と同じで extends とインターフェースを使った implements で指定することができる。クラスメソッドやクラス変数に static を使うのも踏襲されている。public や private 修飾子はなく、Python のように_（アンダーバー）を名前の先頭につけて、クラスの外側から見えなくする。

5. Flutter でのプロジェクト作成

5.1 実はプラットフォーム依存

Flutter のページを見ると一目瞭然だが、開発プラットフォームに応じて、アプリケーションをパブリッシュできるプラットフォームに限りがある。

Windows … Windows, Android, Web
macOS … macOS, iOS, Android, Web

Windows 上において、単体で動くアプリケーションを作成するには、Visual Studio および Visual Studio SDK を必要とする。また、macOS 上において、macOS 用あるいは iOS 用にアプリケーションを作成するには、Xcode が必要になってくる。また、両環境において、Android 用のアプリケーションを作成するには、Android SDK が別途必要になってくる。Web 版（Chrome などで稼働させる）アプリーケーションは、標準で作成することができる。

結局、Windows 上では iOS 用のアプリケーションを作成することができず、作成したい場合には、Dart のソースプログラムを一旦 macOS 上に移して、アプリケーションをビルドする必要がある。ただ、その手間を厭わなければ、Windows 上で iOS 用のアプリケーションも開発することができる。

5.2 Flutter のプロジェクトの作成

VSCode のコマンドパレットを開き、flutter: New Project というコマンドを発行すれば、自動的に flutter が指定したフォルダに新しいプロジェクトを作成してくれる。このフォルダの中の、lib/main.dart が、GUI を作成する Dart のプログラムになっている。このプロジェクトをビルドする（最初にビルドする際に、Web アプリケーションか、それぞれの環境で動作するアプリケーションかを選ぶ必要がある）。学生には、性能が低い Windows PC で、Flutter のプロジェクトをビルドできない場合は、前出の Web 上の FlutLab を使用するように薦めた。

5.3 ウィジェットとその反応

ウィジェットは、自クラスを StatelessWidget あるいは StatefulWidget の子クラスとして定義し、その中で build メソッドを上書き（@override）して配置する。build メソッドでは、レイアウトも含めた各タイプのウィジェットを戻り値として返す形で、配置をする。各ウィジェットを作成する際に、onPressed 等のキーワードパラメータで、マウスが押されたときのコールバック関数（メソッド）を指定するか、Java の AWT の対応するクラスに名前が似ている KeyboardListener クラスの子クラスを定義して、その中の build メソッドで、キー入力を受けるウィジェット配置する。以下は、単なるテキストを表示する例である。

```
import 'package:flutter/material.dart';
class MyApp extends StatelessWidget {
  const MyApp({super.key});
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Center( child: Text( 'Hello, world!',
        textDirection: TextDirection.ltr,
      ) );
  }
}
void main() { runApp( new MyApp() );}
```

6. おわりに

iOS や Android のアプリケーションを作成できるという目的から Dart を選んでみたが、いろいろ紆余曲折はあるものの、Flutter の環境を通して、Windows や macOS の環境かを問わずアプリケーションが作成できるパスができている。以前のクロス・アプリケーション開発環境（Titanium/JavaScript, Xamarin/C#など）は、それぞれの目的の稼働環境にあわせて書き直す必要があったが、Dart はすべて独自の GUI なので、一旦プログラムを記述すれば、書き直しの必要がなく、目的の環境で稼働するようになる。既に Google 系の Web アプリケーションなどでも使われており、今後 Swift と共に普及していくと思われる。プログラムの書き心地は、Java を Python 方向にやや進行させた感じであり、Swift に比べれば、かなり Java 寄りになっているので、今後、Java の後継として、プログラミング教育では使われていくものと思われる。

参考文献

(1) Dart Programming Language, Google, https://dart.dev, (2024 年 6 月閲覧).
(2) Flutter, Google, https://flutter.dev, (2024 年 6 月閲覧) .
(3) VSCode, Microsoft, https://code.visualstudio.com, (2024 年 6 月閲覧).
(4) pub.dev, The official package repository for Dart and Flutter apps., https://pub.dev/, (2024 年 6 月閲覧).
(5) DartPad, https://dartpad.dev/, (2024 年 6 月閲覧).
(6) FlutLab, https://flutlab.io/, (2024 年 6 月閲覧).

AppleScript/Smile2 による数値解析プログラミング教育について

箕原辰夫*1
Email: *minohara@cuc.ac.jp*

*1: 千葉商科大学政策情報学部政策情報学科

◎Key Words　　AppleScript, Smile2, 数値解析, プログラミング教育

1. はじめに

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスで開設されている「スクリプト言語プログラミング基礎」という科目の秋学期のクラスにおいて、この 2 年間、AppleScript[(1)] と Smile2[(2)] を利用した数値解析のプログラミングの仕方について触れてきた。AppleScript 自体は、HyperTalk に続く、だいぶ古い言語ではあるが、mac OS 上での定型処理の自動化では、未だに現役で使われている。Smile2 の開発環境上で AppleScript と Smile2 で用意されているライブラリと組み合わせることによって、Python で numpy, scipy, matplotlib を利用した数値解析と同等の環境を構築することができる。また、Smile2 自体は独自のグラフィックスライブラリを持っており、それを利用した GUI のプログラムも作成することが可能になっている。実際に授業中で実践した内容に基づき、Smile2 を使ってどのようなプログラミングが可能になるかを紹介する。

2. Smile/Smile2 について

2.1 Smile/Smile2 のリリース

Smile の最初の版は、AppleScript のリリースにあわせて、1995 年、フランスの SatImage[(2)] という開発会社から出されている。Smile は、SMI Limited Edition の頭文字をとったもので、SMI は、Scriptable Measurements on Images の頭文字をとったものとなっている。Smile の AppleScript 開発環境の上に、2D, 3D グラフィックスおよびグラフのプロットなどを含む、グラフィックによる視覚化を行なったもの SmileLab という製品になっている。Smile は、AppleScript の言語のバージョンが 2.0 以降になったことを受けて作り直しており、64bit 版の Smile2 がベータ版としてリリースされている。SatImage のホームページでは、まだ 32bit 版の Smile という名前のままになっている。現在は、SatImage によるベータ版の Smile2 のサポートは、個人ベースになっている。1990 年代の Smile 開発当初は有料のパッケージであったが、現在は Smile および Smile2 共に無料で macOS 上にフリーにダウンロードすることができる。なお、Smile2 のバージョンは、2024 年 6 月現在で、beta-4.0.0 版(232)となっており、ユーザからバグなどの報告がなされると、ビルドを新しくしている。実際に、2022 年の段階で、行列演算でのコマンドと Suite の組み合わせでエラーが生じていたので、連絡したら、すぐに修正した版をリリースしてくれた経緯がある。Smile2 は最新の macOS でも稼働する。

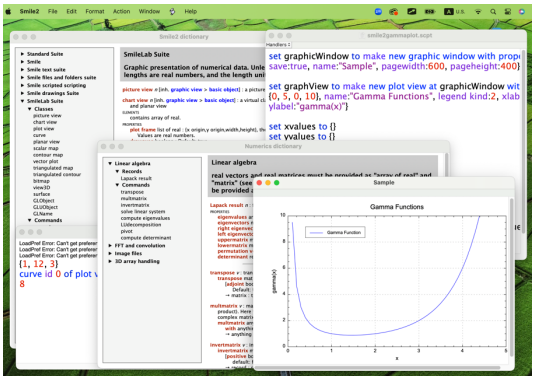


図 1　Smile2 の稼働画面

2.2 SatImageOSAX

AppleScript は、AppleScript 2.4 ぐらいまでは、OSAX（Open Scripting Architecture eXtensions）という形で、サードパーティーがコマンドを拡張して使うことができる環境が用意されていた。しかしながら、それ 2.4 以降の版では、OSAX として標準の Scripting Additions 以外は使えないようになってしまった。それまで、SatImage は、SatImageOSAX という名称で、Smile で用意されているコマンド群（Suite と呼ばれる）の一部を、無償で開放してきた。SatImageOSAX は、AppleScript に必要不可欠だったものだが、それが使用できなくなってしまったので、現在は米国の Late Night Software 社の Script Debugger[(3)] のコミュニティにおいて、移植されたアプリケーション版 (SatImageOSAX.app) が用意されており、AppleScript から直接利用することができるが、これは配列や行列関係の Suite の一部コマンドが使えない状態になっている。このバグに連絡はしたが、修正して貰えていない。授業では、その部分は Smile2 で実習を行なうことにして、それ以外の Suite のコマンドを利用することにした。

2.3 Smile2 の Suite 群

Smile2 の SmileLab における Suite 群は、上記の SatImageOSAX 群の Suite と合わせて、様々なコマンドを内包する Suite が用意されている。以下のリストで、大文字・小文字の使い方は、Smile2 のコマンド辞書にあわせている。

- SatImageOSAX の Suite 群
  - SatImage Text Additions
  - SatImage File Additions
  - Mathematical Functions
  - Arrays
  - Arrays and List Utilities
- Smile Suite 群
  - Smile
  - Smile text suite
  - Smile files and folder suite
  - Smile scripted scripting
  - Smile drawings Suite
  - SmileLab Suite
  - Smile over IP
  - Smile IO devices
  - Web Suite
- Graphics Library 群
  - Prologue
  - Context
  - Paths
  - Text
  - Image
  - Layers
  - References
  - Miscellaneous
- Numerics 群
  - Linear algebra
  - FFT and convolution
  - Image files
  - 3D array handling
- Geometry 群
  - Geometry suite
  - Transformations
  - Constructions
  - Triangles
  - Drawings
- XMLLib 群
  - SatImage XML DOM
  - XML XPath, XSLT
  - XML Documents
  - XML Validation
  - SatImage Property List Additions
  - SatImage Pool Additions
  - XNF Additions

授業においては、この中の SatImageOSAX 群と Numerics 群、および Smile 群の中の SmileLab Suite を用いて、数値計算、数値解析関係の内容を扱ったが、今後は一般の 2D グラフィックスについても、扱いたいと考えている。

3. Smile2 を用いた数値計算・数値解析

3.1 配列の計算

AppleScript は、Python の用に演算子に対しての拡張を記述できないため、すべてコマンドで記述しなければならない。Python の numpy の array に対する要素ごとの加減乗除は、演算子ではなく、Arrays の Suite の中にある、addlist, sublist, multlist, divlist を使って行なう。以下は、array を作って、各要素に cos, sin を適用した後、スカラー積を求める例になっている。s2 の各要素には、a の各要素 n の 2sin(n)cos(n)の値が格納されている。

```
set a to createarray 10000 range {0, 2*pi}
set c to (cos a)
set s to (sin a)
set cs to multlist c with s
set s2 to multlist cs with 2
```

リストに対しての統計計算は、statlist コマンドによって、最大値・最小値（およびそのインデックス）・総和・平均・分散・標準偏差が入った statrecord という名前のレコードに求めることができる。

```
set a to {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6}
log (statlist a)
-- {maximum:6.0, maximum index:7,
    minimum:0.0, minimum index:1,
     sum:21.0, mean:3.0, variance:4.0, stdev:2.0}
```

また、乱数によるリストの初期化とヒストグラムの作成も行なうことができる。

```
set a to randomarray 100 range {0, 10}
set b to histogram a samples 5 minimum 0 maximum 10
log (b as list of real)
-- {{1.0, 3.0, 5.0, 7.0, 9.0}, {25.0, 20.0, 18.0, 16.0, 21.0}}
-- 最初のリストが各区間の中央値、次のリストが個数
```

3.2 線形代数（行列）の計算

行列について、要素ごとの和差積商を求めるには、リストの addlist, sublist, multlist, divlist がそのまま使える。加えて、行列の積を求める multimatrix や、転置行列を求める transpose、逆行列を求める invertmatrix のコマンドがある。

```
set x to {3, 1, 2, 2, 1, 7, 4, 5, -1}
set m to {class:matrix, ncols:3, nrows:3, array of real:x}
set tm to transpose m
set im to invertmatrix m
set ident to multmatrix m with im -- 単位行列になる
```

正方行列の行列式を求める compute determinant、固有値（複素数のものも含む）および各固有値に対応した固有ベクトルを求める compute eigenvalues、LU 分解を行な

う LUdecomposition などのコマンドが用意されている。

```
set mat to {class:matrix, ncols:3, nrows:3, array of real:
    ({{7, 6, 9}, {-7, 2, 2}, {4, 3, 2}}) as array of real}
log (compute determinant mat)
set eugenrec to compute eigenvalues mat with eigenvects
log eigenvalues of eugenrec
log eigenvectors of eugenrec
set lapack to LUdecomposition mat
log uppermatrix of lapack
log lowermatrix of lapack
```

連立一次方程式の解を求める、すなわち、AX＝B（ただしXは正方行列、およびBは列ベクトル）となるような行ベクトルAを求める solve linear system コマンドも用意されている。

```
set mat to {class:matrix, ncols:3, nrows:3, array of real:
    ({{1, 3, 4}, {-5, 2, 2}, {4, 3, 2}}) as array of real}
set vecb to {5, 2, 4} as array of real
log (solve linear system mat RHS vecb)
```

3.3　高速フーリエ変換・補間・曲線回帰の計算

高速フーリエ変換は、音声データなどに適用させることができる fft1d コマンドと、画像データなどに適用させることができる fft2d コマンドが用意されている。両コマンド共に逆フーリエ変換を行なう inverse オプションが用意されている。

```
set x to createarray 144 range {-pi, pi}
set y to randomarray 144 range {-0.75, 1}
set ys to runningsum y
set {kreal, kimag} to fft1d ys
```

補間を線形補間およびスプライン補間のどちらかを選択して行なえる（通常はスプライン補間）interpolate コマンドが用意されている。

```
set x to runningsum (randomarray 10)
set y to runningsum x
set xsample to {1, 2, 3, 4, 5, 6} as array of real
set yvalues to interpolate {x, y} at xsample
log yvalues as list of real
```

多項式による曲線回帰（curve fitting）を行なう fitpolynomial コマンドが用意されている。多項式の次数を degree オプションで指定することができる。

```
set x to runningsum (randomarray 10)
set y to runningsum x
set fitrec to fitpolynomial {x, y} degree 3 number
formatting "%.3g"
log (fit string of fitrec)
--"2.23-2.58*x+2.07*x^2-0.113*x^3" 乱数なので
--実行ごとに毎回変わるが、3 次多項式で記述
```

その他に畳み込み（convolution）を行なう filter コマンド（2 次元）、filterarray（1 次元）、convolve コマンド、および correlate コマンドが用意されている。また、3D array handling の Suite には、3 次元配列（テンソル）に関してのコマンドも用意されている。

3.4　グラフのプロット

グラフのプロットは、Python の matplotlib と同様のグラフ作成が、Smile drawings Suite と SmileLab Suite の中に、クラスやコマンドが用意されている。x 座標と y 座標をリストで指定した折れ線グラフは、以下のように記述することができる。

```
set w to make new graphic window
set v to make new plot view at w
set c to make new curve at v
set xdata of c to {1, 2, 3, 4, 5}
set ydata of c to {1, 4, 9, 16, 25}
draw w
```

この方法で作成するよりも簡便に以下の QuickCurve 関数を使って作成することができる。この関数は、QuickPlotLib（内部的には Smile2 の Class Scripts の Context additions にある）ライブラリとして収められており、3D のグラフも含む様々なユーティリティ関数が収められている。上記と同じ内容をこの関数を利用して、記述すると以下の 1 行になる。

```
QuickCurve({1, 2, 3, 4, 5}, {1, 4, 9, 16, 25}, 0)
```

最後の 0（または null で指定する）は、トップの plot view を作って表示する指定で、このパラメータで、包含される plot view をすることもできる。それを使えば、以下のように複数のグラフを 1 つの plot view の中に描画することができる。

```
set w to make new graphic window
set v to make new plot view at w
set a to createarray 10000 range {0, 2 * pi}
set {c, s} to {(cos a), (sin a)}
QuickCurve(a, c, v)
QuickCurve(a, s, v)
```

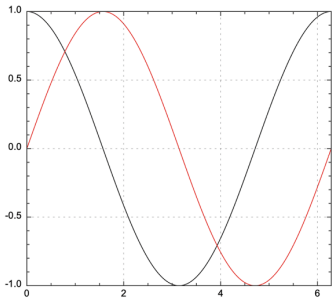


図2 プロットされたグラフ

4. Smile2 でのグラフィックス描画・他

4.1 幾何図形の描画

Smile2 の Graphics Library の Suite 群においては、2 次元ベクトルの演算も含む、幾何図形の描画用のクラスやコマンドが収められている。これは、簡易描画関数のライブラリになっており、例えば、以下のスクリプトは、塗り潰された円を表示する。

```
set w to BeginFigure(0)
set {pagewidth of w, pageheight of w} to {500, 500}
SetFillColor({0, 1, 1, 1}) -- {R, G, B, A}
SetPenColor({1, 0.5, 0.7, 1})
CirclePath({250, 250}, 50)
DrawPath("fill-stroke")
EndFigure()
```

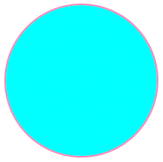


図3 描画された内容

4.2 GUI コンポーネント

Smile の中では、ボタンなどの独自のコンポーネントを持つダイアログを作成し、ボタンが押されたら、付随したスクリプト中の対応するコールバック関数が呼ばれて、処理をする GUI(Graphic User Interface)を作成する機能がある。しかしながら、Smile2 ではまだ未実装になっている。

4.3 XML による DOM の操作

Smile2 は、XML による DOM (Document Object Model) のスクリプトを組むことができる。以下は、SatImage の XML に関してのチュートリアルファイルを読み込んで、XML の DOM を解析し、<tr>のタグの中に書かれたテキストをログに表示するものである。このスクリプトは、SatimageOSAX.app に対しても実行することができる。Smile2 においては、XMLLib の Suite 群の中のクラスやコマンドを利用して記述されている。

```
set xf to XMLOpen "http://www.satimage.fr/" &
"software/en/smile/xml/xml_tutorial.html"
 encoding «class utf8»
set theroot to XMLRoot xf
set theBody to XMLChild theroot index 2
set theTables to XMLFind theBody
                    name "table" with all occurrences
repeat with tb in theTables
    set tableRecords to XMLFind tb
                    name "tr" with all occurrences
    repeat with tr in tableRecords
        log (XMLGetText tr)
    end repeat
end repeat
XMLClose xf
```

このように、Smile2 および SatimageOSAX では、Python の Beautiful Soap のように Web から、HTML や XML データを読み込み、その内容をスクリプトに取り込むことが可能になっている。

5. おわりに

Python2 がリリースされて、numpy, scipy, matplotlib が出てくるまでは、個人的に SmileLab/Smile を利用してきた経緯がある。数値計算・数値解析が Python で記述できるようになって、だいぶ楽になったが、AppleScript でも同じことができるということを、これからのプログラミング教育で伝えていこうと考えている。Python も元はそうだが、AppleScript は、余分な記号を極力廃したプログラムを記述でき、C 言語系列のプログラミング言語の思想と対局にあるように思える。1 行から記述できるインタープリタをベースに、数値計算や解析が、英語のように記述できる魅力は捨てがたいものがある。Smile2 はまだベータ版であり、Smile で実装されていた機能の一部は未実装になっているが、今後の精力的な移行のための開発と処理の安定化に期待したい。

参考文献

(1) AppleScript Language Guide, Apple Computer, https://developer.apple.com/library/archive/documentation/AppleScript/Conceptual/AppleScriptLangGuide, (2024 年 6 月閲覧).

(2) Smile, Smile2, and SmileLab, SatImage, http://www.satimage.fr/software/en/index.html, (2024 年 6 月閲覧).

(3) Script Debugger, Late Night Software, https://latenightsw.com (2024 年 6 月閲覧).

アーバンキャンパス化が及ぼす学生の学習態度への影響

赤間洸太*1・足達拓光*1・濵髙有輝*1・菅原颯斗*1・松浦寛*2

Email: s246511001@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

◎Key Words　　Moodle，アーバンキャンパス，製図

1. はじめに

アーバンキャンパス計画に伴い，工学部は多賀城市から仙台市中心部の五橋にキャンパスが移転し，2023 年度から学生の生活面が大きく変化した. 昨年度の 2 年生 (現 3 年生) は, 多賀城キャンパスと五橋キャンパスにそれぞれ 1 年間ずつ学んだことになる．そこで，機械知能工学科のカリキュラムの中から 2 年生後期で受講する必修科目「機械設計製図」に着目して，移転に伴う学習意欲への影響を調査した．大学設備の活用が必要となることから，通学面や周辺施設の違いが学生の学習意欲にどのように関与するのかeラーニングプラットフォームのMoodleを用いて調査を行った. また, 同年前期に行われる機械設計学との関連性を持たせることで成績に影響があったかどうか，講義形態の変更が履修状況に与えた影響についても評価したので報告する.

2. 講義内容

2.1 機械設計学

本学科における専門カリキュラムの関係を図 1 に示す．機械要素が設計にどのように関与するかを学び，社会に出てから実用的な設計を行うことを目標とした講義である. また, 設計に必要となる基礎数学試験と専門試験を行っている．2023 年度からは，機械設計製図に必要な計算書を課題として出す際に，学生全員の寸法条件を統一し, 計算方法及び Excel の使い方を学んでもらうことでそれぞれの講義の関連性を持たせることとした.

2.2 機械設計製図

機械設計学で学んだ内容をもとに，材料特性や加工方法を考慮しながら，学生それぞれに割り当てられた寸法条件でウインチの設計製図を行う．本講義のスケジュールを表 1 に示す．全 15 回の講義のうち，前半は計算書を自分の寸法条件で解き，後半は計算書を解き終えた学生から順次，手書きによる図面作成に取り組む. 図面は，組立図（正面図・側面図），部品図（巻き胴・中間歯車・中間軸・フレーム・ブレーキドラム）を提出する．TA（ティーチングアシスタント）と教員がそれぞれチェックを行い，図面に関する口頭試問を通じて理解度を確認する. 成績は，計算書と図面の提出時期，完成度，口頭試問の結果に基づいて評価される．2022 年度は多賀城キャンパスで行われ, COVID-19 による遠隔授業の制限もなくなり完全対面実施された. 2023 年度から講義形態の変更を行い，

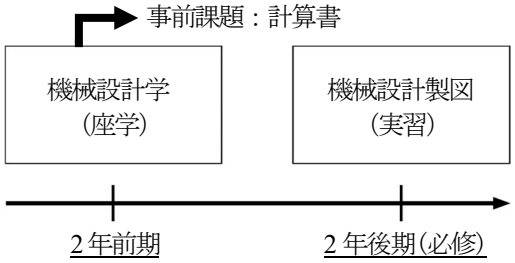


図 1　専門カリキュラム

表 1　機械設計製図講義スケジュール

	4 限目	休	5 限目	自習
1～6	座学		計算書	
7～15	製図		製図	

前半の講義で，機械設計製図で描く部品の設計に関する座学を導入し，それと並行して前期に解いた計算書を自分の寸法条件で改めて解き直すこととした．計算書を解き終えた学生から例年通り製図に取り組ませた．以前は，機械設計学で事前の計算書課題を行わず，機械設計製図の講義で初めて取り組ませていた.

3. キャンパスの違いについて

多賀城キャンパスは，キャンパス内に 1～8 号館のほか, 図書館や礼拝堂, 工学基礎教育センターなどがあり，各施設は別々に配置されている．学生は各講義で割り当てられた建物や教室へ移動していた．一方，五橋キャンパスは，シュネーダー記念館，講義棟，押川記念館，研究棟の計 4 つの建物から構成されている．これらの建物は TG リングと呼ばれる連絡通路 (回廊) で繋がれているため，学生の移動範囲は少なくなった.

4. 評価方法と結果

キャンパス移転に伴う学生の意識調査結果を表 1 に示す．機械設計学と機械設計製図の両方を受講した学生にアンケート調査を行い, それぞれのキャンパスの通学, 学習環境，学習意欲の 3 つの観点で，肯定的な意見の割合を集計した. いずれの項目においても, 移転後の五橋キャンパスに対する肯定派が過半数を占める結果となった.

通学に関する肯定的な意見では，通学時間の短縮による自習時間の増加が最も多く挙げられた. 具体的には, 多賀城キャンパスと比べて仙台駅に近く，最寄り駅の出入

り口がキャンパス内に直結されているため，アクセスの利便性が向上し，土日含む授業時間外に教室へ来て自主的に製図を進める学生が増加した．

また，学習環境に関しては，製図専用の作業台であるドラフターの更新によって，作業効率の向上が挙げられた．その他の要因では，キャンパス内移動時間が TG リングによって短縮されたため，構内設備の利用が増加し，製図の進行に役立ったという意見もあった．

最後に，学習意欲に関しては，移転後の五橋キャンパス内設備やアクセスの利便性を総合的に考慮して，移転前より意欲的に取り組む学生が増加した．

次に，2023 年度の結果を取り入れた過去 4 年間の課題提出回を図 2 に示す．15 回までに提出を完了した学生の割合は 2020 年度で 90.1 %，2021 年度で 94.1 %，2022 年度で 71.4 %，2023 年度で 76.7 %となった．この年は，受講者数 129 人中 30 人の学生が 15 回までに提出できなかった．COVID-19 の流行後に入学した 2022 年度以降の学生は 70 %台の提出率となり，大学教育以前の基礎知識に関する習熟度が影響していると考えられる．

講義回が 15 回以上実施されているのは，COVID-19 による影響で習熟度が低いと考えられる学生に対する救済措置を行ったためである．2022 年度は，キャンパス移転の関係に伴い，1 ヵ月かけて計 4 回の検図ボランティアを行った．一方，2023 年度は，移転が完了しているため，15 回終了後から約 2 週間かけて計 14 回の検図ボランティアを行った．2023 年度は講義最終回の提出者が例年と比較して最も多く，62 人となった．このことから，学生の主観的な評価において，五橋キャンパスは製図に適している意見が過半数を占めたが，実際の製図進行には大きな影響が無いということが分かった．

また，各年度の成績評価点数を図 3 に示す．平均点は 2020 年度が 74 点，2021 年度が 72 点，2022 年度が 66 点，2023 年度が 78 点となっており，年々低下する傾向が見られていた．しかし，2023 年度で最高平均点となった．2023 年度は 100 点をとる学生が 24 人と過去最多であり，60 点をとる学生も 28 人と，最低点の学生が 2022 年度と比べて大幅に減少した年度となった．

このことから，製図の提出は最終回の 15 回に最も多く，62 人であったにも関わらず，平均点は過去最高点の 78 点という結果となった．この理由として，アーバンキャンパス化に伴う学生の通学面，学習環境等による学習意欲向上と今年度から開始した機械設計学で実施する計算書の事前課題の 2 つが挙げられる．事前課題を実施することで，製図に対する学生の理解度が高まり，時間をかけて丁寧に取り組む学生が増加した．その結果，提出が遅くなるものの，正確な図面が提出され，加点対象となる学生が増加した傾向にあった．また，移転前キャンパスでは学生から製図や学習環境に対するネガティブな意見が多く，学生の不満や古い学習環境下が製図進行と図面の正確性に悪影響を及ぼしていたと考えられる．

表 2 アンケート調査における肯定的意見の割合 [%]

	通学	学習環境	学習意欲
五橋	84.9	79.0	73.9
多賀城	15.1	21.0	26.1

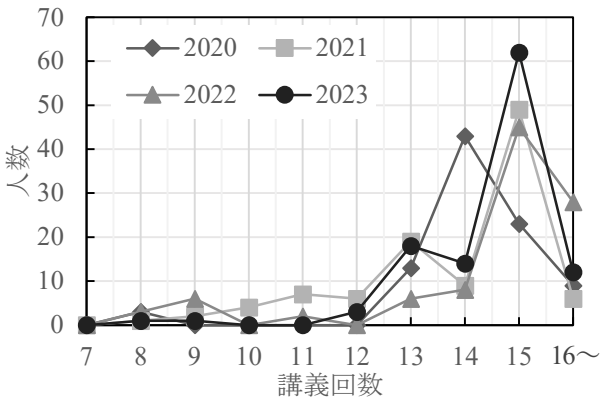


図 2 各年度の課題提出

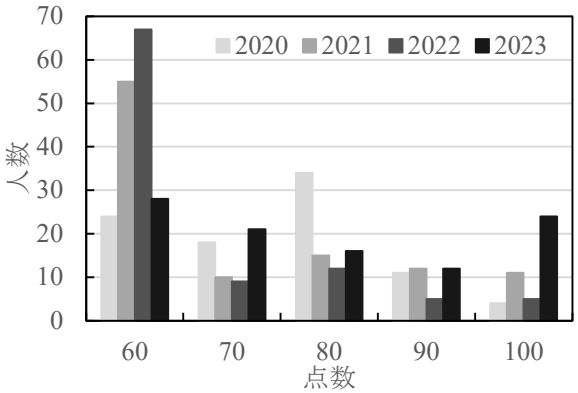


図 3 各年度の点数

5. 展望

得られた結果を踏まえ，2024 年度で機械設計学と機械設計製図の関連性をさらに強化していく予定である．具体的には，機械設計学で，毎年理解度の低いボルトの製図に関して事前理解の機会を設ける．また，課題では自分の寸法条件で計算書を解かせる．さらに，毎年一定数の学生が一人で図面に取り組むことがあるため，機械設計学で学力が均一になるようグループ分けを行い，課題の解法について話し合う機会を提供する．機械設計製図ではそのグループごとに席を配置し，話し合いながら図面に取り組むことで図面の理解度や完成度の向上を狙っている．

6. おわりに

アーバンキャンパス化に伴う機械設計製図の意識調査と各年度の課題提出回，点数の比較結果を以下に示す．

1. キャンパス移転後の学習意欲は通学や学習環境を総合的に判断して向上した学生が 73.9 %であった．
2. 課題提出回は過去 4 年と比較して，最終回に提出する学生が最も多く，62 人であった．
3. 平均点は過去最高点の 78 点となった．

以上の結果から，アーバンキャンパス化により学習意欲が向上し，通学や学習環境の利便性から積極的に製図に取り組む学生が増加したため，最高平均点となったと考えられる．2024 年度では機械設計学のさらなる事前課題とグループ分けにより，双方の成績向上に期待できる．

参考文献

菅原颯斗，他：“講義形態変化の影響と機械設計製図課題による学習成果比較”，PC カンファレンス（2023）

学力平均化されたグループ学習における機械設計学の成績比較

佐久間大*1・佐々木拓巳*1・南條健人*1・松浦寛*2
Email: s246511008@g.tohoku-gakuin.ac.jp, s246511009@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院学院大学大工学院工研究研究科機械工学専攻
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

◎Key Words 学力差，アクティブ・ラーニング，機械設計学

1. はじめに

理工系の専門科目は，知識を段階的に積み上げていくことが求められる. そのため, 基礎が身についていないと知識の定着は困難である. この課題に対応するために, 我々は機械設計学の講義においてアクティブ・ラーニングを導入し，学生がより効果的な学習成果を得られるよう研究を行っている. まず, 学生の学習意欲のばらつきや出身高校の違いによる基礎学力の実態を明らかにするために, アンケートと基礎テストを実施した. これにより, 学生の持つ基礎知識のレベルや学習に対する意欲の違いが明確になった.

さらに，これまでペアリング学習を行っていたのに対し, 今年度は新たにグループ学習を導入した. このグループ学習では，基礎数学テストの成績や出身高校の偏差値をバランス考慮してグループを編成した. これにより, 異なる能力を持つ学生が一つのグループとして活動でき, お互いの知識や視点を共有しながら，より深い学びが可能になることを目指している.

今回の研究報告では，今年度のグループ学習と昨年度のペアリング学習の比較を通じて得られた特徴的な違いについて詳しく説明する.

2. 評価基準について

2.1 講義方法

機械設計学のスケジュールを表 1 に示す. 今回の講義形態は, 対面形式の授業とした. 第 3 回の講義では, 各学生の入試形態による学力差を図るため基礎学力試験を実施した. 入試形態別の基礎学力試験の点数を図 1 に示す. また, 各学生の学習意欲等を調査するため Moodle を利用してアンケートを実施した. アンケートでの出身校情報を基に, 学力を均等にしたグループを作成し, それぞれのテーマでプレゼンテーションを行った.

表 1 講義スケジュール

講義回(各回 90 分)	講義内容
第 1 回	ガイダンス，Moodle 登録
第 2 回	アンケート，通常講義
第 3 回	基礎学力試験
第 4～8 回	グループワーク，通常講義
第 9 回	専門試験
第 10～15 回	グループワーク，通常講義
第 13～15 回	プレゼンテーション

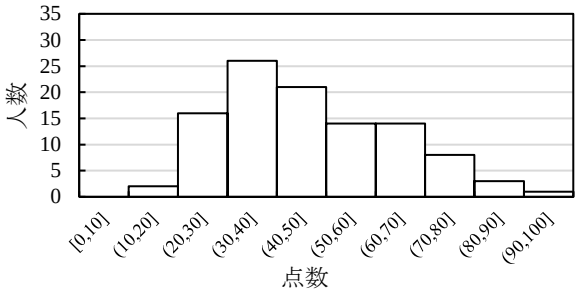


図 1 基礎数学試験（昨年度）

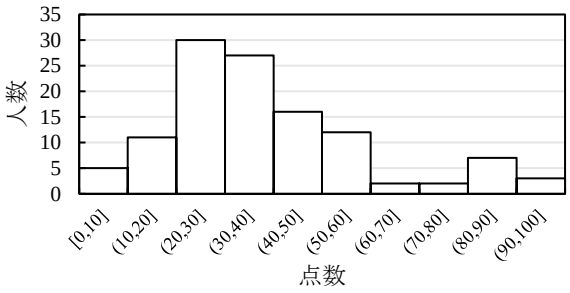


図 2 基礎数学試験（今年度）

2.2 試験結果比較

コロナによる規制が解除されたため，昨年度まで遠隔で行っていた機械設計学の授業を，今年度は対面で行っている. その関係で各種試験も対面で行った. 試験内容は, 中学 1 年から高校 3 年で学習する数学の基礎的な問題を中心に構成した. 昨年度の試験結果を図 1 に，今年度の試験結果を図 2 に，昨年度の両試験比較を図 3 に，今年度の両試験比較を図 4 に示す. 昨年度の基礎数学試験では，30~40 点台に集中していた. しかし，今年度の基礎数学試験は，20~30 点台に集中していた. また，昨年度の試験結果については，昨年度よりもバラツキが見られたため，その要因と考えられるものを図 3，図 4 の数学平均と照らし合わせて，以下に示す.

1. 共通テストを受けていない学生（総合と推薦）の割合が昨年度 44%に対して, 今年度は 70%に増加しており，高校時代に基礎学力（ここでは数学）の蓄積の少ない学生が多い.
2. 実業高校出身の学生の割合が昨年度 23%に対して, 今年度は 29%と増加しており，数学の勉強時間と学習経験が少ない学生が昨年度より多い.
3. 数学試験では例年通り一般入試の学生が最高成績を取ったが，専門試験では入試形態による差はなか

った．また，昨年度よりも学生間の成績にばらつきが見られた．原因としては，共通テストを受けていない学生の割合が今年度は昨年度より増え，基礎学力が不足している学生が増加したことや，実業高校出身の学生の割合も今年度は昨年度より増え，数学の勉強時間と経験が少ない学生が増えたことが挙げられる．

3. ペアリング学習

昨年度，出身校や学力差に対応したペアリング学習を通じてアクティブ・ラーニングの有用性を調査した．普通高−普通高，実業高−実業高と実業高−普通高といった3種類のペアを複数組み分け，ねじ・歯車・制動要素・軸受の4つの要素についてプレゼンテーション資料を作成してもらい発表を行った．ペアリング学習から以下の4つの結果が得られた．

1. 基礎数学試験の結果から，普通高校出身者と実業高校出身者には大きな学力差がある．
2. 専門試験の結果から，今回の試験内容では高校別の専門知識の差を明確にすることができなかった．
3. 各ペアリングの発表から，普通高と実業高の発表内容が一番良い．
4. 実業高校出身者の中には，実践的なスキルや技術に優れた者も多く存在するため，学力一辺倒で結論づけられない．学生一人ひとりの能力と学力差を考慮した授業内容の実施が必要であることが分かった．

4. グループ学習

昨年度のペアリング学習の結果を踏まえ，今年度は新たにグループ学習を取り入れた．学力バランスの取れたグループ分けを行い，異なる知識を持つ学生同士がそれぞれの知識や視点を共有し合うことで，より深い学びが得られるようにした．

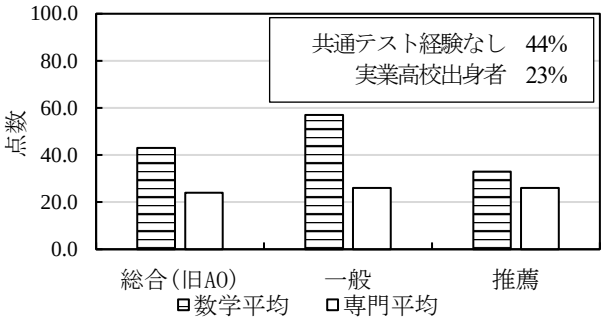


図3 両試験比較（昨年度）

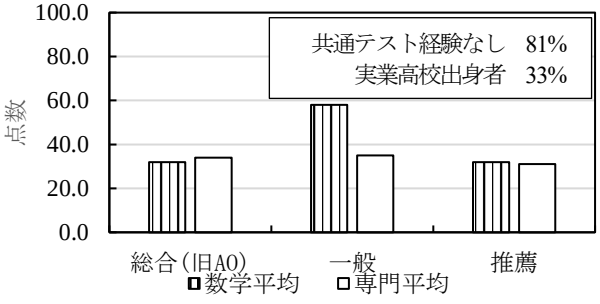


図4 両試験比較（今年度）

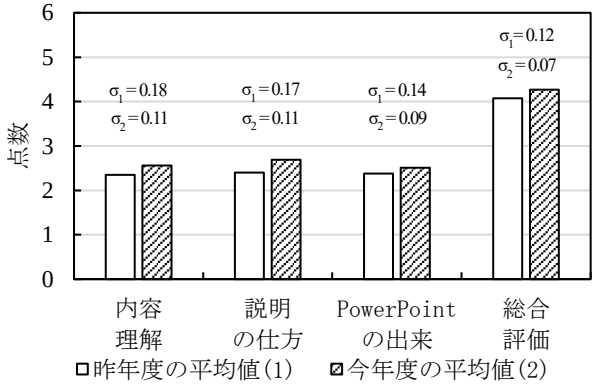


図5 発表の評価平均値と標準偏差 σ_n

また，グループについては，基礎学力試験の得点，出身高校が普通高校か実業高校かなどの要素で5〜6人の学生からなるように分けた．必ずそれぞれのグループに1人以上の実業高校出身の学生が入るようにした．

グループごとに後期開講の機械設計製図で使用する機械部品に関するプレゼンテーションを行った．内容理解・説明の仕方・パワーポイントの出来を3点満点，総合評価を5点満点として傍聴する他学生によるアンケートで発表の評価を行った．その結果を図5に示す．

グループ学習から得られたことを以下に記す．

1. 発表評価の各項目で標準偏差が減少し，平均点も向上した．このことから，学力の平均化により，機械系の知識や学力の差が縮まった．学力のバランスを取ることで，グループごとの知識差が小さくなり，全体的に高い評価を得られ，発表の平均点も向上した．
2. グループ内で基礎学力の高い者を含む多くの学生同士が協力し合うため，昨年度と比較して，今年度は出席率と課題提出率が顕著に向上した．その背景には，グループ内で学力の高い学生を中心に，多くの学生が互いに協力し合い，足りない能力を補い合う姿勢が強まったことが大きな要因といえる．グループ学習の導入により，出席率と課題提出率が改善した．

5. おわりに

出身校や学力差に対応したアクティブ・ラーニングの有用性を調査した．グループごとに機械要素についての発表を行い，発表を分析した結果，昨年度のペア学習と比べて特徴的な違いが見られた．

数学試験では入試形態で違いが出たが，専門試験では差がなかった．成績のばらつきは，共通テストを受けていない学生や実業高校出身の学生が増えたためである．グループ学習により出席・課題提出の状況が改善し，発表評価も高くなった．これは知識の共有と協力により，理解が深まり，コミュニケーションと問題解決能力が向上したためである．

このような研究の結果から，学力平均化したグループ学習の導入は，学生たちがより積極的に学びに取り組むための有効な手段であることが示された．

参考文献

(1)南條健斗ほか“学力差に対応した機械設計学のアクティブ・ラーニング研究講”2023PC カンファレンス (2023)

内面的要素によるグループワーク及び発表成果への影響に関する研究

菅井悠人*1・関村明迪*1・千賀颯斗*1・松浦寛*2
Email: s246511011@g.tohoku-gakuin.ac.jp, s246511012@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

◎Key Words　アクティブ・ラーニング, 内面的要素, 学力差

1. はじめに

本学の機械知能工学科に入学する学生は, 普通高校, 工業高校出身であるため, 知識に偏りが見られる. 本学の理工学系講義は教養科目と専門科目の応用であり, 短期間で膨大な量の知識を定着させることは困難で, 結果として講義の理解度に差が生じることがある. その対策として, 我々は 3 年前期の専門科目である「ユニバーサルデザイン（UD)」にアクティブ・ラーニングを取り入れ, より効果的に学習成果を得るための研究を行っている. この講義では, 学生たちがグループごとに UD を取り入れた商品開発をシミュレーションし, その内容をスライドにまとめて発表する. このプロセスを通じて, 学生たちは実践的な知識を身につけるとともに, 講義内容の理解を深めることを期待している.

本報では, 各個人の性格およびグループワークへの意欲に着目し, e ラーニングシステム（Moodle）を利用して学生へのアンケート調査や基礎数学試験を行った. コロナ禍の影響もあり, 他人とのコミュニケーションが不得意で, 一人での作業を好む学生も増えてきている現状がある. そこで, 内面的要素がグループワークおよび発表成果に与える影響について調査したので報告する.

2. 講義について

2. 1 目的

本講義は UD について, 条件や事例を学ぶ. さらに, 学生の主体性を向上させるためにグループワークを行い, 仮想的な商品の提案を行う. この活動を通じて, 商品開発における原価計算や損益分岐点の計算について学ぶ. また, 調査項目を細分化し, 組織内の役割を実際に近い形でシミュレーションすることで, 実務に即した内容を体験できる. これにより, UD の概念と商品開発についての理解を深める. さらに, 講義後には調査課題としてレポートを課すことで, 関連知識の習得や文章力向上を図る.

表 1 講義計画

講義回	内容
第 1 回～第 3 回	UD の概念について 第 1 回目アンケート実施
第 4 回	基礎数学試験
第 5 回	グループ編成
第 6 回～第 11 回	グループワーク
第 12 回～第 15 回	プレゼンテーション

表 2　グループの構成内容

	コミュニケーション能力			
意欲	G1	G5	G9	G13
	G2	G6	G10	G14
	G3	G7	G11	G15
	G4	G8	G12	G16

2. 2 講義計画と評価項目

講義計画を表 1 に示す. 本講義では, 第 1 回目から第 3 回目まで, UD の概念について事例を交えて紹介する. また, 第 1 回目の講義後にグループ分けに使用するアンケートを実施する. 第 4 回目は基礎学力を測るために, 数学試験を行う. 出題範囲は小学生 5 年生から高校 3 年生までの内容である. 第 6 回目にアンケート結果を基にグループ編成を行い, グループごとに新商品の設計・開発を行う. 第 12 回目から第 15 回目までは, グループごとに考案した商品を全体で共有する. 発表形式はプレゼンテーションで行い, 学生間で質疑応答を行う. 発表時間は 12 分, 質疑応答は 3 分で行い, 各グループ全員が発表するように指示している. 成績評価は基礎数学試験と毎回の出題課題, プレゼンテーションの内容を加味して行う.

2. 3 アクティブ・ラーニングの採用

アクティブ・ラーニングによる, 効果的な学習のため, 第 6 回目から第 11 回目の講義でグループディスカッションを設けた. テーマは UD の考え方を取り入れた商品開発である. グループの構成内容を表 2 に示す. 自己評価によるアンケートを基にコミュニケーション能力, グループ学習に関する意欲等により分けた. コミュニケーション能力が高い順に生徒を並び替え, 4 分割して 4 つのグループを作成した. その後, それぞれのグループごとに学習に関する意欲が高い順に学生を並べ, 計 16 個のグループを作成した. コミュニケーション能力, 学習意欲が最も高いグループを G1, 最も低いグループを G16 とした.

ディスカッションは学生主体で行ってもらう必要があるため, グループ学習の際には教員と TA は巡回し, 適宜アドバイスをしながら講義を進行した.

また, 授業内容について理解を深めるために, 毎講義ごとに提出必須の予習課題と任意提出の復習課題を設けた. 前者は授業内で学習した専門用語の解説や用途を 1000 文字でまとめること, 後者は講義で得たことを 500 文字以上のレポートにしてまとめることである. これを学習管理システムである「Moodle」上にアップロードして貰う.

３．評価・結果

３．１　評価方法

昨年度までは，レポート文章力の判定に「jReadability®」を使用し，インターネットからの不正引用の防止のために「コピペルナー®」を用いることで評価を行っていた．

しかし，文章生成 AI を利用して課題であるレポート類を作成する学生が増加したため，従来の判定ソフトでは正確な評価が難しくなってきた．

そこで，今年度は講義第 12 回目以降に行うプレゼンテーションを学生同士による相互評価とし，更に TA による評価を加えることで客観性を高めた．この点数の平均点を，各グループのプレゼンテーションにおける最終評価点とした．

３．２　グループ構成

第 1 回講義内アンケートで「初対面の人と話すのは得意か」といった質問を含む合計 10 個の質問を設定した．これらの質問は，学生の対人関係スキルや性格特性を評価するためのもので，それぞれの回答を「完全に当てはまる」，「まあ当てはまる」，「どちらでもない」，「ほとんど当てはまらない」，「全く当てはまらない」の 5 段階で評価した．各回答に得点を割り振り（「完全に当てはまる」を 5 点，「全く当てはまらない」を 1 点），学生一人一人の対人関係スキルや性格を具体的に数値化した．その点数が高い順に G1 から 6 人ずつグループに配属した．これにより，高度な議論を行えるグループ作成し，その効果を調査することにした．

３．３　機械設計製図と基礎数学試験

学生は，本学科のカリキュラムに従い，2 年前期に「機械設計学」を，後期に「機械設計製図」を履修する．「機械設計製図」は，「機械設計学」で学んだ知識をアウトプットすることを目標としており，手巻きウィンチの設計を行う．講義前半では設計計算書を作成し，後半では計算書に基づいて，手書き図面を作成する．これにより，「機械設計製図」の点数から，学生の専門科目の知識を調査し，基礎数学試験の点数から，教養科目の知識を調査する．

３．４　分析と評価

出身高校による基礎数学試験と機械設計製図の結果を図 1 に，グループ毎の基礎数学試験の平均点を図 2 に示す．普通高校出身は基礎数学試験で高得点を取るが，機械設計製図では低得点となる傾向がある．一方，実業高校出身者はその逆が見られる．

この講義は，UD を取り入れた商品や関連する特許調査を行い，原価計算・損益分岐点などの会社経営に関する計算も学ぶ．専門科目の知識が必要な部分と教養科目の知識が必要な部分があるため，グループごとの知識の偏りを避けるための編成が必要となる．

図 2 から，基礎数学試験では 40～60 点の範囲でばらつきがあるものの，内面的要素で分類されたグループ間で大きな学力差は見られない．機械設計製図の点数も多少の差はあるが，グループでのアクティブ・ラーニングには影響が少ないと考えられる．これにより，プレゼンテーションの評価は学生の知識の偏りに左右されず，概ね性格のみで比較できる．

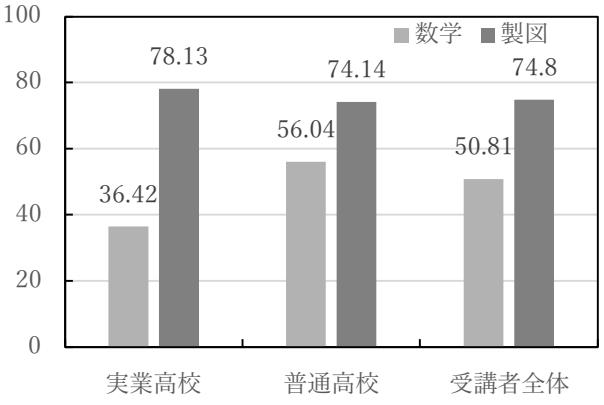


図 1　出身高校による設計製図と基礎数学試験の平均点

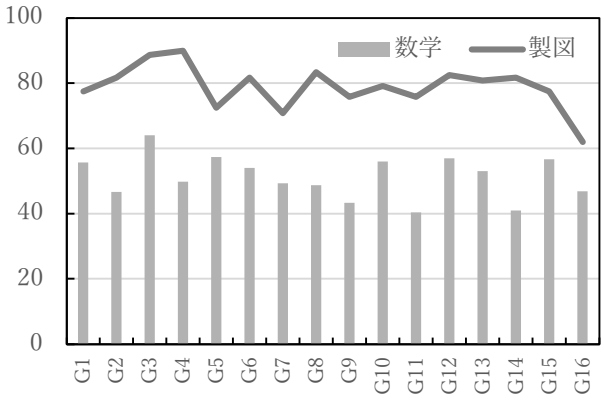


図 2　グループ別の設計製図成績と基礎数学試験

４．おわりに

専門科目である「UD」において，アクティブ・ラーニングを導入し，講義内容を深く理解して貰うことを目的として実施した結果，以下の成果が得られた．

1） 例年通り、今年度も普通高校出身者と実業高校出身者では知識に差があり，普通高校出身者の方が基礎数学試験の平均得点が高く，機械設計製図の平均点が低い．
2） 各グループの基礎数学試験の結果は，40～60 点の範囲でばらつきはあるが，大きな学力差はない．
3） 各グループの機械設計製図の結果は，多少のばらつきはあるが大きな差はない．
4） 講義中のディスカッションでは，G1，G2 といった外向的な性格の学生が集まったグループでは活発な議論が行われていたが，内向的なグループでは，積極的な議論が見られなかった．

以上の結果から，知識の差，コミュニケーション能力，グループ学習に対する意欲がアクティブ・ラーニングに影響を与えると考えられる．

参考文献

(1) 千賀颯斗ほか“グループ学習の構成条件と学習環境の変化”，2023PC カンファレンス (2023)
(2) 日本語文章難易度判定システム：“jReadability ”（https://jreadability.net/）
(3) コピペ判定支援ソフト：“コピペルナー”（http://www.ank.co.jp/）

PC ゲームを活用したプロジェクトマネジメント演習による協働的問題解決の実践

綴綱潤大[*1]・石垣綾[*2]・安井清一[*2]
Email: 7423508@ed.tus.ac.jp

*1：東京理科大学　創域理工学研究科　経営システム工学専攻
*2：東京理科大学　創域理工学部　経営システム工学科

◎Key Words　問題解決型学習，game-based learning

1. はじめに

年齢・性別問わず多くの人々を熱中させるゲームは，早くから学習ツールとしての活用を期待され，ゲームの要素を学習などの他の目的へ適用するゲーミフィケーション，教育や社会問題の解決を目的としたゲームであるシリアスゲーム，Minecraft や SimCity など既存のゲームそのものを学習へ活用する Game-based learning(GBL)など，多様な方向からその有効性を検討されてきた。

ゲームが学習ツールとして期待される大きな要因は，その面白さによる学習への動機づけ(1)である。主体的・対話的で深い学びの重要性が明確な現代において，良くも悪くも主体的かつ積極的に取り組んでしまうゲームの要素を，社会的に役立つ学習へ組み込むことは，1 つの研究対象となっている。しかし，「学習目標と面白さを両立させる難しさ(2)」が，大きな課題である。

ゲームを学習ツールとして用いる方法は，既存の商用ゲームを学習目標に合わせて利用する GBL と，学習目標に合わせた専用のゲームを開発するシリアスゲーム，という 2 種類に分けられる。商用ゲームを用いる GBL の利点は，ゲームを開発する手間を省きつつ，面白さを担保し，学習への動機づけに大きく貢献可能なことである。特に，多数の要素が相互作用する複雑なシステムの管理を学ぶ場合，シミュレーションゲームは有効だと示す文献も存在する(3)。しかし，商用ゲームはあくまで娯楽目的に開発されており，意図する学習目標を達成させることが難しい。例えば，Rufat and Minassian(4)は，シミュレーションゲームを用いた学習に対して，娯楽レベルに簡略化されたモデルしか学習できないと指摘し，Lobo(5)は商用ゲームにおけるモデルが，学習の段階や学習目標に合わせて変えられないことを問題視している。一方で，目的に合わせた専用のシリアスゲームを新たに開発することで，このような問題は解決可能に見える。例えば，タンパク質の構造最適化問題の解決を目的としたゲーム“Foldit”は，より多くの人間が対象の問題を解くきっかけをつくり，学術的な進歩につながっている(6)。しかし，ゲーム開発の専門家ですら面白いゲームを作るのが難しい現代において，一般的な教育者が，面白さと学習目標を両立させられる素晴らしいゲームを立案することは困難である。仮に，ゲームのコンセプトを持ち合わせていても，それを開発する技術を身に付ける必要がある。さらに，オンライン上で協働的に問題解決を実践するためには，サーバー等の知識を踏まえてマルチプレイやそれに準ずる機能を開発しなければならない。教員の時間や教育資源には限界があり，特に，教育者であるが研究者でもある大学の教員にとって，講義に対する負荷を可能な限り減らすことは切実な問題である。

以上より，GBL に関する問題をまとめると，商用のゲームを用いる GBL は学習目標に適さない場合が多く，一方で，専用のゲームを開発するシリアスゲームは教員の負荷が高く，面白い教材になるとは限らないことである。この問題を解決するために，本論は商用ゲームを用いる GBL を基盤としつつ，講義専用の MOD と呼ばれるゲーム変更プログラムを開発し，受講者からのフィードバックを受けながら教材であるゲームの内容を改善していく，適応的な GBL 講義設計を提案する。現代の PC ゲームは，ゲーム内容を変更する MOD と呼ばれるプログラム群を有志が開発することがあり，いくつかのゲーム提供・開発企業は新たな楽しみ方として規約を提示した上で奨励している。教材としての面白さや，マルチプレイなどの複雑な機能を元となるゲームから引き継ぎつつ，MOD を用いてゲーム内のモデルを学習目標や進度に合わせて部分的に調整することで，教員の負荷を抑えながら，面白さと学習目標を両立させた GBL の実現に貢献可能だと考える。さらに，ゲーム画面上ならば全受講者の取り組みをリアルタイム，あるいは録画して観察・分析することが容易なため，受講者の反応に合わせて，適応的に難易度等も調整可能である。

以下，本論は適応的 GBL 講義の実践例として，生産システムシミュレーションゲーム Factorio を用いた講義設計を説明する。調整を行わずに GBL を行った場合，どのような問題が発生するのかを把握した後，受講者の動きや反応を踏まえて MOD 開発により適応的に教材を変更・改善した結果を示す。

2. 適応的 GBL 講義の設計

2.1 対象とした講義

経営工学実験 C（以下，実験 C と記述）は，東京理科大学 創域理工学部 経営システム工学科の 3 年次を対象とした，140 分×15 回で構成される専門科目である。今回，全受講者分の Factorio を購入し，貸与するコストの関係上，受講人数は 28 名に制限した。

2.2 講義の初期設計

Factorio は，プレイヤーが資源を採掘し，工場を建設して自動化し，最終的にロケットを打ち上げることを目指す生産システムシミュレーションゲームである。原材料の採掘，価値ある場所への輸送，必要とする製品への加工という 3 つの要素（図 1 参照）を適切に組み合わせる生

産システムの最適化・効率化が特徴であり，大学の生産・在庫管理の講義において利用された実績を持つ[7]。また，Factorio の開発元である Wube Software は MOD の開発を奨励しており，MOD の導入を補助するポータルサイト[8]等が整備されている。

実験 C 全体を通した課題は，複数人が協働で取り組むロケット打ち上げまでの時間を最小化するプロジェクトマネジメントである。ロケットの打ち上げを素早く実施するためには，絡み合った 3 つの要素を適切に分解し，各要素へ費やす資源のバランスを踏まえて生産システムを最適化しつつ，チーム全員が無駄なく役割分担をすることが重要である。 本課題を通して，複雑な問題を分割し，協働で問題解決を行うプロジェクトマネジメント能力の向上を図る。第 1~3 回目の講義にて，ゲームに対する習熟度を確認し，習熟度の平均が一致するように受講者を 7 チームに割り当てた。その後，チームごとに課題へ取り組んでもらう。各受講者のゲーム上の動きはリアルタイムに観察，並びに録画しながら進捗を確認しつつ，必要に応じて直接感想を聞きに行くこととした。

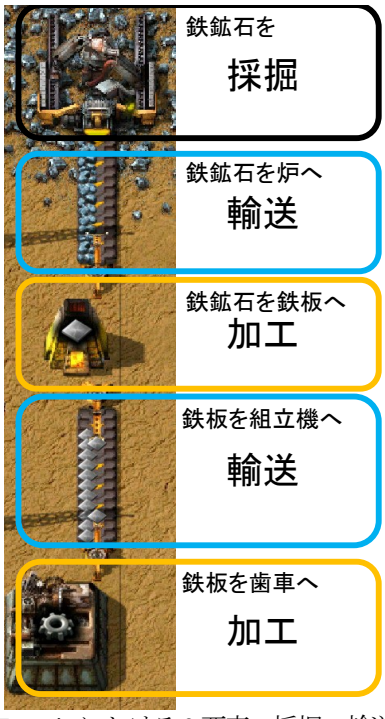


図 1　Factorio における 3 要素：採掘・輸送・加工

2.3　講義に対する問題点や要望等のフィードバック

チームごとに動き始めた最初期の講義こそ，受講者は試行錯誤しながら進めていたものの，第 5 回ではゲーム内の動きが見られなくなってしまった。そこで，講義後に話を聞いたところ，以下のような問題が受講者の積極的な取り組みを妨げていることがわかった。

① チーム内での習熟度格差
② 理論や手法を簡易的に実践可能なツールの存在
③ 高い難易度設定

①は，チームごとに行う講義にて常に起こりうる問題だが，適切な対処を怠った場合，GBL はこの問題を大きく悪化させると考えられる。教科書や専門書に熱中する学生は稀だが，ゲームに熱中する学生は多い。今回，Factorio を購入したアカウントを全受講者に貸与しており，講義外においても自由に使用可能であった。各アカウントにおける Factorio の起動時間を確認したところ，21 人が講義時間以上にゲームを起動しており，受講者によっては 100 時間を超えている（図 2 参照）。なお，本講義を受講する前から Factorio を遊んでいた受講者は 1 人もいないため，本講義で触れたことをきっかけとして，熱中したと考えられる。結果，講義の教材であるゲームに熱中した学生と，そうではない学生の習熟度にとてつもなく大きな差が生まれ，チーム内の習熟度が高い受講者が全てを決定するため負荷が上昇し，その他の受講者は議論へ参加できず，双方のモチベーションが下がってしまう。

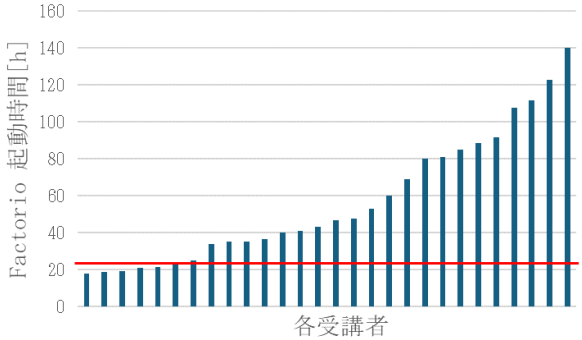


図 2　各受講者の第 11 回までのゲーム起動時間（グラフ）と合計講義時間（赤線）

②は，座学にて学ぶいくつかの理論や手法を手作業で実践することが，かなりの負荷になりうることが原因だと考えられる。例えば，プロジェクトや生産ラインが完了する最短時間を求め，重要な経路を導出する方法としてクリティカルパス法という理論が存在し，座学形式の講義も行っている。しかし，座学にて対象とする問題の規模は，ロケット打ち上げプロジェクトに比べると非常に小さい。いくつかのチームは，クリティカルパス法を実践し，ロケット打ち上げまでの最短時間と重要経路を導出しようと試みたものの，対象とするプロジェクトの規模が大きすぎるため，手作業での実践は不可能だと考え，諦めていた。理論を実規模の問題で実践するためには，理論を自動化するツールが必要だと考えられる。一方で，このような要望が現れたこと自体が，本講義により受講者の主体的な取り組みを促進できている 1 つの結果とも考えられる。

③は，①，②に関連するゲームの問題である。Factorio において初めてロケットを打ち上げるためには，個人差もあるが 10~30 時間程度必要である。課題の難易度が高い結果，習熟度の低い受講者はチームへ貢献することが難しく，また，プロジェクトの規模が大きくなるため，理論を実践することが困難になる。全 15 回を通した課題であるため，難易度の高い課題を提示したものの，高すぎる難易度は，1 回の講義時間中に達成感等を得づらくしてしまい，受講者のモチベーションを下げてしまう。

2.4　講義の適応的な変更・改善

フィードバックを踏まえて，講義を改善した過程を説明する。まず，問題②に対処するために，クリティカルパス法等を実践するためのツールを作成した。Excel による部品構成表，VBA（Visual Basic for Application）と Python

を組み合わせ，作業分解構成図から PERT 図を自動的に作成し，クリティカルパス法を自動的に行うツール，ガントチャートを作成するツールを作成し，チームごとのオンラインストレージへ配布した。

問題①，③に対処するために，難易度の調整方法と，チーム間のわかりやすい競争・達成要素を追加しようと考え，MOD である TUSFactorio[9]を開発した。TUSFactorio は，複数のチームに分かれて指定された製品を生産・納品するまでの早さを競うことができ，複雑な資源は自動で供給される，他のチームの進捗状況が一目でわかるなど，講義の問題に対処する機能を備えた MOD である。開発期間は，ゲームファイルの構造把握，プログラムにおけるランダム要素の特定，生産・納品すべき製品や自動供給される資源の設定方法の理解を，Open AI が提供する Chat GPT の補助を受け，初期実装まで 4 時間程度，テストプレイを通した難易度調整を含めて 8 時間程度である。なお，筆者らは MOD 開発が初めてかつ，プログラミング経験も大学の講義で Python を習った程度である。プログラミング経験の豊富な方ならば，内部データを変更する程度の MOD は，より短い時間で開発できると考えられる。

生産・納品すべき製品と自動供給される資源を調整できるようになったため，ロケット打ち上げに必要な一部分の要素を小課題として設定し，講義を実施した。結果，初見であっても 30 分足らずですべてのチームが課題を達成し，講義終了前の測定ではしっかりとした役割分担がなされ，10 分を切るチームも現れた。講義時間 140 分を通して全チームに動きが見られ，受講者の反応は概ね好印象であり，特に，習熟度が低い受講者が議論に参加できるようなった。その後，各チームのゲーム内の動きと議論する様子を観察しつつ，小課題の難易度を適応的に増加させていった結果，第 11 回の講義から，すべての小課題を組み合わせたロケット打ち上げプロジェクトマネジメントを実施した。

3. 適応的 GBL 講義の結果

3.1 適応的 GBL 講義を通した成果物

実験 C では，受講者のプロジェクト立案や改善を助けるために，問題②へ対処するためのツール群をまとめた“プロジェクト計画書.xlsm”（図 3 参照）と，結果やプロジェクトの改善結果をまとめる“PDCA.xlsx”（図 4 参照）をチームごとのオンラインストレージへ配布し，自由に使用させた。また，いくつかのチームは，Word や Excel を用いて独自のプロジェクトマネジメントを行っており，教員の指示が無くとも，課題達成に向けて主体的に取り組んでいたことが確認できた。

3.2 適応的 GBL 講義の面白さ

PDCA.xlsx はすべてのチームが活用しており，1 回 140 分程度の講義時間中に 3~6 回もの試行を行っていたことが記録されている。1 回の試行に 10~30 分程度必要なことを踏まえると驚異的な試行回数であり，また，試行の度に達成時間の短縮が確認できるため，有効な PDCA を回せていることもわかる。これは，ゲームや課題に対する慣れの要素も考えられる一方で，改善の結果が迅速かつグラフィカルに表示されるゲームの利点が，達成感や没入感を高め，140 分間休むことなくプロジェクトの改善へ取り組む受講者を増加させたとも考察できる。しかし，プロジェクト.xlsm の使用履歴は，各小課題の部品構成表を作成する程度であり，積極的に活用したチームは限られている。自作ツールである使いにくさ，1 回の講義時間中に作成する時間不足などから，全チームのプロジェクト立案の手助けにはならなかった。一方で，活用をしたチームは講義時間外に対象の Excel を編集し，綿密なプロジェクト立案を試みており，また，上記の成果物以外の Excel を作成し，使いやすい形に改造したチームも存在した。以上の結果から，実験 C にて実施した適応的 GBL 講義は，講義時間中の 140 分程度ならば集中でき，人によっては講義時間外でも取り組むほどの面白さを有していると考えられる。

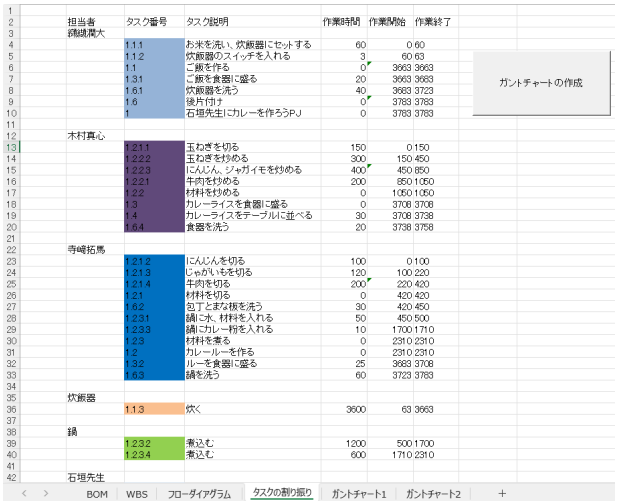


図 3　プロジェクト計画書.xlsm の一部分，配布時はカレーを作るプロジェクトの例が記入されている

2 回目	
Plan	目標時間＋各班員の手順を更新
	班員Aの目標
	班員Bの目標
	班員Cの目標
	班員Dの目標
Do	秒
Check	目標時間との差＋その原因
	班員Aの目標は達成できた？できなければその原因は？
	班員Bの目標は達成できた？できなければその原因は？
	班員Cの目標は達成できた？できなければその原因は？
	班員Dの目標は達成できた？できなければその原因は？
Act	原因に対する全体としての改善案 or 目標時間を短縮する提案
	班員Aの原因に対する改善案
	班員Bの目標に対する改善案
	班員Cの目標に対する改善案
	班員Dの目標に対する改善案

図 4　PDCA.xlsx の一部分

3.3 適応的 GBL 講義の学習目標への貢献

チームごとの小課題の平均達成時間と，Factorio の平均起動時間を図 5 に示す。チーム数が少ないため信頼度は低いものの，相関係数は-0.732 と強い負の相関を持つ。実験 C の学習目標は，複数人が協働して課題を達成するプロジェクトマネジメント能力の実践を通した向上である。実験 C の講義設計が学習目標達成に貢献できたのかについて，否定的な考察と肯定的な考察が可能である。

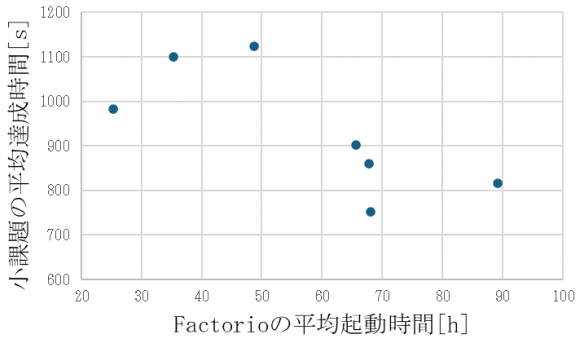


図5　各チームの課題達成時間とゲーム起動時間の関係

まず，貢献していないと考える否定的な考察を行う。実験 C は，チーム内の全受講者がプロジェクトの管理者かつ作業者となる講義設計である。従って，プロジェクトの達成時間を最小化するためには，プロジェクト管理能力を向上させる以外にも，そもそも作業速度を向上させる方向性も存在する。Factorio を多く起動し触れている受講者ほど，当然作業速度も速くなるため，プロジェクト管理能力の向上につながらなくとも，結果が良くなってしまう。従って，より学習目標に合わせるためには，受講者が作業者にならない講義設計へと変更しなければならない。特に，GBL を実践する場合，ゲームに対する習熟度にて結果や評価が示されてしまう場合が多い。だからこそ，MOD 等により学習目標に合致したゲーム内容へと調整することが重要だと考えられる。

次に，学習目標の達成に貢献していると考える肯定的な考察を行う。図 5 右下 4 チームのオンラインストレージ上に存在する成果物を確認したところ，追加の成果物や，プロジェクト計画書.xlsm が大きく改造されていた。例えば，最も Factorio の平均起動時間が長いチーム④は，プロジェクト計画書.xlsm に加えて，各課題で生産・納品すべき製品に必要となる直接的な資源のみならず，施設や処理時間といった間接的な資源をまとめ，最適な施設建設数等を記述した追加の成果物（Excel）が存在していた。また，課題達成時の状況を確認すると，他のチームと比べて施設の建設数をかなり抑えており（図 6 参照），無駄な施設建設が行われていない。よって，ゲームの起動時間が長く熱中した受講者ほど，より効率よくプロジェクト管理を行う方法を講義外であっても主体的に考え，取り組むため，作業速度の増加と重なり，強い負の相関が生まれたと考えられる。学習目標をゲームの面白さと適切に組み合わせることで，学習者は少ないストレスで，主体的に学習を進めることができる。

4.　おわりに

本論は，面白さと学習目標を小さな負荷で両立させるために，受講者のゲーム上の動きを記録・観察しつつ，ゲームの内容を MOD により調整する適応的 GBL を提案し，生産システムシミュレーションゲーム Factorio を用いた実践例を説明した。専用のゲーム開発に比べ，MOD によるゲーム内容の調整は遥かに容易であり，講義の途中からゲームの内容を調整し，よりよい講義設計へと改善することで，受講者の主体的な取り組みを促進することができた。特に，各受講者の動きを教員側がデータとして保存しながら，リアルタイムに観察できることは GBL の強みであり，適応的な講義設計の改善へ大いに役立った。

来年度は，第 1 回から適応的に難易度調整を行い，習熟度の格差を抑えられるよう努めると共に，受講者が作業者とならない講義設計へ変更し，学習目標と合致するよう MOD 開発を行う。また，学習目標の達成を客観的に示せるようなデータを集められるよう，教育研究としての設計も検討していく。

参考文献

(1) Prensky, M. : “Digital game-based learning”, Computers in Entertainment, 1, 1, pp.1-4, (2003).
(2) Harteveld, C., Guimarães, R., Mayer, I., Bidarra, R. : “Balancing Pedagogy, Game and Reality Components Within a Unique Serious Game for Training Levee Inspection”, Technologies for E-Learning and Digital Entertainment, 4469, pp.128-139, (2007).
(3) Iuraschek, M., Herrmann, C., Thiede, S. : “Utilizing Gaming Technology for Simulation of Urban Production”, Procedia CIRP, 61, pp.469-474, (2017).
(4) Rufat, S., Minassian, H. : “Video games and urban simulation: New tools or new tricks?”, Cybergeo European Journal of Geography, 622, (2012).
(5) Lobo, D. : “A city is not a toy: How SimCity plays with urbanism”, pp.6-9, London School of Economics and Political Science (2005).
(6) Cooper, S., Khatib, F., Treuille, A., Barbero, J., Lee, J., Beenen, M., Leaver-Fay, Andrew., Baker, D., Popović, Z., 57,000 Foldit players. : “Predicting protein structures with a multiplayer online game”, Nature, 466, 7307, pp.756-760, (2010).
(7) Boardman, B., Krejei, C. : “ Simulation of Production and Inventory Control using the Computer Game Factorio ”, Proceedings of the 2021 ASEE Gulf-Southwest Annual Conference, Paper ID #35091 (2021).
(8) Wubu Software : “Factorio Mod Portal”. https://mods.factorio.com/, 閲覧日 ; 2024/6/26
(9) Wubu Software : “TUS Factorio”. https://mods.factorio.com/mod/TUSFactorio, 閲覧日 ; 2024/6/26

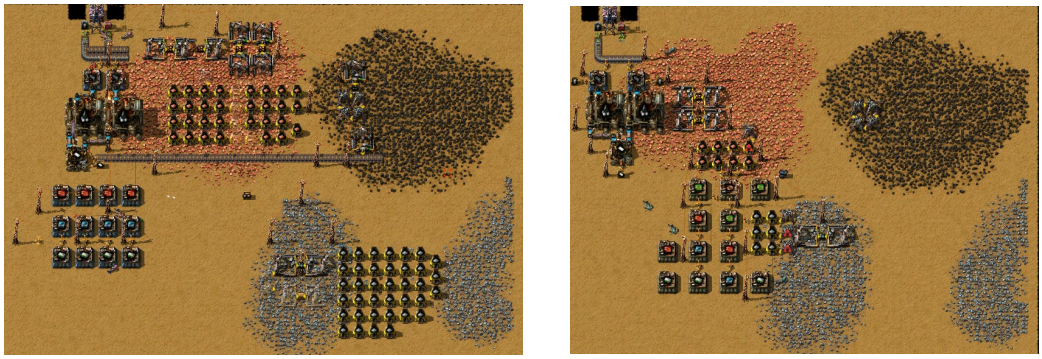


図6　小課題達成時の状況比較　左図：チーム⑤　右図：チーム④

新 NISA 元年、学びも貯蓄型から投資型へ。

小野田 哲弥 *1
Email: onoda@mi.sanno.ac.jp

*1：産業能率大学 情報マネジメント学部 現代マネジメント学科

◎Key Words　　金融リテラシー，新 NISA，貯蓄から投資へ

1. はじめに

2024 年 2 月 22 日，日経平均株価の終値が 3 万 9,098 円をつけ，1989 年 12 月 29 日の大納会に記録した 3 万 8,915 円の最高値を更新した。更新に 35 年近くを要したことが象徴するように，日本経済の長期的な低迷は「失われた 30 年」と言われる。世界時価総額 TOP10 の変化（表 1）から一目瞭然な通り，1989 年には 10 分の 7 を占めていた日本企業のプレゼンスは影を潜め，現在では TOP50（39 位）にトヨタ自動車 1 社がランクインするのみである。

表 1 世界時価総額 TOP10 の変化（単位：億ドル）

順位	1989 年		2024 年	
1	日本電信電話	1,638	Apple	28,860
2	日本興業銀行	715	Microsoft	27,848
3	住友銀行	695	Saudi Aramco	21,856
4	富士銀行	670	Alphabet	17,589
5	第一勧業銀行	660	Amazon.com	15,408
6	IBM	646	NVIDIA	12,906
7	三菱銀行	592	Meta Platforms	9,217
8	Exxon Mobil	549	Berkshire Hathaway	8,009
9	東京電力	544	Tesla	7,644
10	Royal Dutch Shell	543	Eli Lilly & Co.	5,943

1989 年は 12 月 31 日現在[1] 2024 年は 1 月 9 日現在[2]

表 1 では企業の入れ替わり以外に注目すべき点がある。それは時価総額の絶対値だ。1989 年 1 位の日本電信電話（NTT）の 1,638 億ドルと，本年 1 位 Apple の 2 兆 8,860 億ドルとの間には実に 17.6 倍以上の開きがある。日米株価のインデックス指標もそれと連動しており，NY ダウ平均が 1989 年 12 月 29 日の 2,753 ドルから 2024 年 1 月 9 日の 37,525 ドルにかけて 13.6 倍となったのに対し，日経平均株価は上述の通り，ようやく 35 年前の水準を回復したばかりである。このように米国をはじめとする世界経済の成長の中で，日本経済の停滞感が際立っている。

人口減の成熟社会に突入した日本社会は貪欲に成長を追い求めるべきではないとの意見もあろう。しかしながら，娯楽・趣味・家族との時間といった幸福感を支える諸活動に少なからぬ資金が必要なことは論を待たない。一定の持続的成長なくしては「人生 100 年時代[3]」と言われる長寿社会において最低限の社会保障を享受することすら不可能である。日本に暮らし，さらに教育に携わる者の一人として，早期に若者の意識改革を行うことが責務だと痛感している。この危機感が，本稿に記述する教育実践を行うに至った動機である。

2. 原因究明と仮説検証

日本経済低迷の原因を，国策の失敗やイノベーションを起こせない国内企業に求めたところで，早期に状況を好転させることは難しい。かような責任転嫁ではなく，自身を含む国民のマインドや行動にもその一端はなかったのか，懐疑的な目で文献調査と社会調査を実施した。

2.1 文献調査

図 1 は日本銀行(2023)[4]の資料に基づいて，日本と米国の家計における金融資産の構成比を比較したグラフである。両国で「保険・年金・定型保証」が占める率に大きな違いはない一方で，明らかな対照性が目を引く。「債務証券」「投資信託」「株式等」をまとめて「証券・株式等」とすると，米国のそれが 56.2%に上るのに対し，日本は 16.7%に留まる。逆に日本では 54.2%と構成比の過半数を占める「現金・預金」が，米国はわずか 12.6%に過ぎない。このまるで正反対の金融資産構成，すなわち「金融資産運用」の有無こそが，米国経済をさらなる発展へと誘い，日本経済を停滞へと貶めている一因だと考えられる。

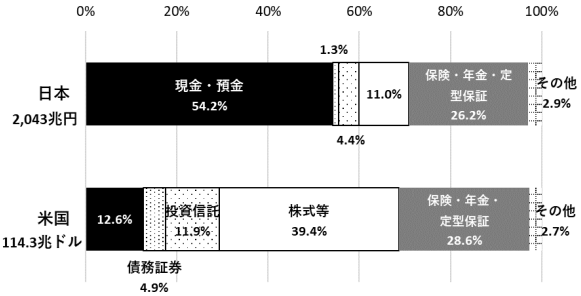


図 1 家計の金融資産構成の日米比較

そもそも資本主義では「将来の利益追求のため，現在の貯蓄と収益の投資・再投資を行う」ことが大原則である[5]。企業・個人を主体とするミクロ経済のうち，民間企業では国籍に関係なく，この行動原則は自明なものとして取り入れられている。しかしながら個人単位では温度差が見られる。米国ではこの思想が個人にまで浸透しているのに対し，日本では不十分な状況であることが図 1 から読み取れる。確かにバブル経済崩壊前であれば，日本の金利は 1 年の定期預金で年率 6.0%を超えており，金融機関にお金を預けておくだけで，複利計算で 12 年間あれば預貯金を 2 倍にすることが可能であった[6]。しかし現在はいわゆる「ゼロ金利」に加え，物価高騰によりインフレ時代に突入したとも言われている[7]。インフレ下では 1 万円で買

えていた商品が 1 年後には 1 万円で買えなくなる。つまり，単に預貯金していただけでは資産価値は実質的に目減りする。

このような状況下を客観視すれば，「現金・預金」のみの方がかえって高リスクと思われるが，「元本割れ」を恐れるがあまり，低リスクの金融商品であっても二の足を踏んでいる国民が多い。この傾向は学生にも当てはまり，三菱 UFJ フィナンシャル・グループが 2020 年 8 月に 18 歳以上の大学生，大学院生，専門・専修学校生 3,702 名に実施した意向調査[8]によると，「投資」のイメージの第 1 位は男女ともに「リスク」で 7 割を超え，2 位は男子学生が「儲かる」(48.9%)，女性学生が「お金持ちがするもの」(50.1%)，3 位は男女とも「損失」(47%強)であった。

2.2 独自社会調査の実施

前節で述べた過剰な拒絶反応もある中，投資に対する正しい理解を促し，国際水準の資産形成を支援すべく 2014 年 1 月にスタートしたのが NISA（ニーサ：Nippon Individual Saving Account）こと「少額投資非課税制度」である[9]。そして 2024 年 1 月に，非課税期間の恒久化，年間投資枠の拡大，非課税保有限度額の再利用などの大幅拡充がなされ，「新 NISA」と呼ばれ注目を集めている。

新 NISA スタート後の最新状況を捕捉するとともに，後述の仮説群を検証すべく，20 歳以上 69 歳未満の全国 1 万人（最新人口推計[10]に基づき，都道府県・性別・年代を人口比で割付）に対し，2024 年 6 月 14 日から 18 日にかけてインターネット調査会社に回収を委託するアンケート調査を実施した。それらの仮説とは，新 NISA スタート後でも「預貯金」が主流ではないかという仮説，旧来型の教科学習以上に金融リテラシーに対するニーズが高まっているのではないかとする仮説などである。実施した質問のうち 5 問を，性別（M が男性，F が女性）・年代別にクロス集計し表 2 に掲載した。

表 2 資産運用と金融リテラシー教育に関する調査結果

No.	質問	性別	20代	30代	40代	50代	60代
1	NISA をきっかけに資産運用を本格的に始めた	M	44.5	43.5	31.9	23.5	18.8
		F	31.1	31.9	24.2	22.3	18.7
2	金融資産の大半は預貯金で，運用はしていない	M	41.1	39.2	44.7	50.2	55.0
		F	53.9	58.7	60.8	65.9	66.1
3	高校で学んだ知識が今の生活に役立っている	M	44.8	38.3	39.6	43.0	47.4
		F	41.4	33.8	34.5	39.6	47.4
4	受験勉強は知識よりもその経験に意義がある	M	56.0	52.0	55.9	56.1	58.7
		F	57.4	59.3	61.5	67.2	68.9
5	義務教育で金融リテラシーを学びたかった	M	63.0	65.4	65.5	60.5	63.8
		F	65.6	68.1	71.8	72.0	73.2

肯定率（単位：%）

問 1（全体での肯定率は 28.4%）に関しては，男性の 20 代・30 代で 40%を超え，NISA が資産運用の大きなきっかけとなっていることが検証できた。とはいえ，つづく問 2（同 53.9%）では仮説通り，今なお預貯金中心派が過半数を占め，特に女性においてその傾向が強いことも判明した。問 3（同 40.9%）は全層で 50%を下回っていたが，対照的に問 4（同 59.5%）では 50%を上回っていた。この結果から，受験勉強はそこで得た知識が必ずしもその後の生活に役立つとは言えないが，目標に向かって計画的に努力するといった人生経験上の付加価値があると評価されている。そして問 5（同 67.0%）では想定以上に高い肯定率が示された。すなわち「お金に関する知識」を早い段階かつ国民悉皆で学んだ方がよいとする意見は普遍的に多数派であった。問 2 において資産運用を経験していないと回答した女性層ほどその値が高いことに，次章で述べる教育実践への自信を深めることができた。

3. ゼミにおける教育実践

上記背景の下，筆者が近年ゼミにおいて実践している取り組みを二つ紹介する。なお前者は 4 年生，後者は 2 年生を対象としており，各学年の学生人数は年度によって多少の増減はあるものの約 20 名である。

3.1 日経 STOCK リーグへの参加

一つ目の教育実践は，国内最大級の金融・経済学習コンテスト「日経 STOCK リーグ[11]」の活用だ。日本経済新聞社主催，野村ホールディングス特別協賛によって運営される当該コンテストは，2000 年という早期に開始され，本年 2024 年で第 25 回目を数える。対象はまさしく義務教育学齢の中学生を含む，中・高・大学・専門学生であり，SDGs といった社会的課題に即したテーマを設定し，その課題解決を担う企業を支援すべく 10～20 社の個別銘柄によって構成される独自ファンド（投資信託商品）の提案を A4 用紙 30 ページ以内のレポートにまとめ受賞を競う教育プログラムである。

参加特典としては，各個人が『日経電子版』や野村グループ提供の学習ガイドブック『STOCK FANTASY』を無料購読できるほか，チーム単位（3～5 名厳守）で「バーチャル投資システム」を通して，国内上場企業および日経 Asia300 に選定されているアジアの有力上場企業群に対し，仮想資金 500 万円を使って実際の株価と連動した株式運用体験ができる。年々規模が拡大しており，直近第 24 回（2023 年度）の参加校およびチーム数は，中学校が 52 校 460 チーム，高等学校が 150 校 991 チーム，大学が 135 大学 647 チーム，専門学校等が 5 校 20 チームの計 342 校 2,118 チームであり，総勢 8,445 名が参加した。

筆者の専門は社会調査であり金融については十分な知識を有していないため，活動は学生とともに学びながら進める必要があった。そこで，参加初年度となる 2023 年度は，公式サイトに掲載されている過去の受賞レポートに対する「先行研究レビュー」に力を注いだ。2 年目となる 2024 年度はその本数を減らす反面，初年度には十分に活用しきれなかった「バーチャル投資システム」の利用を促しているところである。

前者「先行研究レビュー」の一覧が表 3 であるが，この活動の一番の意義は，直接的な目的である研究の進め方の理解以上に，他チームの学生が書いたレポートに触れる体験だったと振り返っている。中学生・高校生部門のレポートにはテーマ選定の斬新性があり，大学・専門学校部門のレポートには，経済学や金融工学を専攻する学生の高度な分析も含まれる。自分たちよりも下の世代の柔軟

な発想力と，同世代の先進的な活動に触発され，積極的な参画態度を醸成する機会となっている。

表3 先行レビューを行った受賞レポートの一覧

年度	No.	「レポートタイトル」（所属）
2023	1	「空飛ぶクルマが未来を飛ぶ」（東京都国立 筑波大学付属駒場中学校）
	2	「超☆腸活投資」（神奈川県私立 洗足学園中学校）
	3	「Five Senses Company ～色のある世界を取り戻せ～」（東京都私立 富士見中学校）
	4	「Let the New wind Blow ～エネルギーに新たな風を起こせ～」（青森県立 青森高等学校）
	5	「メンズメイク LESSON」（神奈川県私立 武相高等学校）
	6	「未病 ～No Sickness in the Future～」（神奈川県立 相模原中等教育学校）
	7	「SMART MEDICAL ～求められる医療現場の創造的破壊～」（法政大学人間環境学部）
	8	「Beyond Borders - 地域からの挑戦 -」（同志社大学経済学部）
	9	「STOCK DUNK ーインバウンドを獲れー」（京都大学経済学部・理学部・工学部）
	10	「BIAS as VIRUS」（同志社大学経済学部）
	11	「Meta Commons Society」（同志社大学経済学部）
	12	「#Follow_Me ～Google Trends×AI で導くアフターコロナの社会を作る有望企業～」（岩崎学園情報科学専門学校）
2024	1	「Meat the Future MEATing ～代替肉で世界を救う～」（長野県私立 松本秀峰中等教育学校）
	2	「オタクは世界を救う！！」（兵庫県神戸市立本多聞中学校）
	3	「Reunion with Companion ～「シェア」と「ケア」でつながり直す～」（東京都私立 渋谷学園渋谷高等学校）
	4	「GOOD BLACK COMPANY」（立教大学経済学部）

後者の「バーチャル投資システム利用」も様々な効果を生んでいる。全チームに共通するのは，それまでは身近に感じられていなかった経済事象が自分事として感じられてきている点である。たとえば今夏にはパリ五輪開催を控えるが，その関連銘柄のチャートを通じてオリンピックの影響力を確認でき，不祥事のニュースに伴って株価が急落する企業事例などを目の当たりにできている。またチームによってはあえて投機的な売買を行うことも許容している。実際の株式市場は性善説が支配する安全な場ではなく，相場操縦や「祭り」のような現象も日常茶飯事である。バーチャル投資システムのサイト内で参加チームの資産ランキングを確認することができるが，500 万円を数億円に増やしているチームもあれば，資産を数分の一にまで減少させているチームも存在する。自らの懐を痛めることなく，株式市場の功罪両面に触れることのできる貴重な経験となっている。

3.2 業界・企業研究の発展形

二つ目の事例は，就職活動への視野拡大をねらった業界・企業研究であり，この実践は筆者のこれまでの教育・研究活動の延長線上に位置づけられる。ゼミ生を 6 チームに分け，小野田ほか(2023)[12]で構築した 12 業界からなる独自データベースの中から，各チームが 1 業界ずつ担当し，将来伸びそうな企業を「株を買うならこの企業」と題してプレゼンテーションを行う内容である。

2022 年度は各業界 1 企業に絞って調査研究を行った。いわゆる「ファンダメンタル分析」として業界・企業の深掘りがなされたが，筆者自身，株に関する知識が不十分な段階であったため，具体的な数値目標設定までは至らなかった。2023 年度はその反省から，「テクニカル分析」を強化し，株価がここまで下がったら買う「購入目標」と，ここまで上がったら売る「売却目標」，そして想定外の下落が続いた場合に損失を抑えるために見切りをつける「損切ライン」の設定を義務づけた。さらに小野田(2007)[13]の製品ライフサイクルマネジメントの発想を株式市場に応用し，東京証券取引所の「プライム」(P)，「スタンダード」(S)，「グロース」(G) の各市場から 1 企業ずつ選択し，1 チーム 3 企業ずつ，当該市場の特性を踏まえた分析を期待した。表 4 が 2 年間の対象企業とプレゼン当時と現在の株価の比較である。

表4 選出企業一覧と実際の株価（単位：円/1 株）

年度	業界	市場	企業名	当時	現在	損益率
2022	情報通信	G	ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙｾｷｭﾘﾃｨｴｷｽﾊﾟｰﾄ	4,080	5,940	+45.6
	生活用品	P	I-ne	2,921	1,724	−41.0
	素材	P	日本製鉄	2,226	3,401	+52.8
	流通	S	ｲｵﾝ九州	2,377	2,740	+15.3
	娯楽	P	ｻﾝﾘｵ	1,480	2,958	+99.9
	食品	P	ｷｯｺｰﾏﾝ	1,432	1,864	+30.2
2023	情報通信	P	ANYCOLOR	3,295	2,759	−16.3
		S	ﾊﾟｽ	169	149	−11.8
		G	ｶﾊﾞｰ	2,726	2,005	−26.4
	素材	P	大和工業	7,369	7,826	+6.2
		S	ﾓﾘ工業	4,215	5,320	+26.2
		G	GreenEnergy	791	2,095	+164.9
	人材	P	ﾘｸﾙｰﾄ	5,919	8,607	+45.4
		S	ﾂﾅｸﾞｸﾞﾙｰﾌﾟ	870	670	−23.0
		G	ｵｰﾌﾟﾝﾜｰｸ	825	620	−24.8
	娯楽	P	LINE ﾔﾌｰ	478	389	−18.6
		S	東映ｱﾆﾒｰｼｮﾝ	3,958	2,492	−37.0
		G	ﾌﾞｼﾛｰﾄﾞ	469	385	−17.9
	流通	P	ｱｼｯｸｽ	1,215	2,461	+102.6
		S	ﾖﾈｯｸｽ	1,331	1,953	+46.7
		G	ﾀﾞﾌﾞﾙｴｰ	2,338	2,345	+0.3
	公共	P	JP HD	449	547	+21.8
		S	ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙｷｯｽﾞ	631	680	+7.8
		G	AIAI ｸﾞﾙｰﾌﾟ	913	1,083	+18.6

プレゼン当時とは 2022 年 12 月 19 日および 2023 年 12 月 20 日
現在とは 2024 年 6 月 28 日取引終了時点 端数は四捨五入
企業名変更や株式分割については現在の名称および株価に準拠

損益率の平均値は，2022 年度が+33.8%，2023 年度が+14.7%である。それぞれの期日の日経平均株価の終値は，2022 年 12 月 19 日が 26,235.25 円，2023 年 12 月 20 日が 33,675.94 円，2024 年 6 月 28 日が 39,583.08 円のため，同様に損益率を算出すると，2022 年度が+50.9%，2023 年度が+17.5%となる。すなわち，一見ゼミ生の銘柄選択が優

良のように受け取られるが，実際にはインデックス指標である日経平均株価の利回りの方がそれを上回っている。だが仮に，通常の売買単位の 100 株ずつ表 4 の銘柄を「当時」に購入し，「現在」で売却した場合，2022 年度は 41 万 1,100 円の利益が，2023 年度は 44 万 2,500 円の利益がそれぞれ見込める。NISA を用いず 2 割を税金で引かれても 30 万円以上の利益が手元に残る計算であり，「現金・預金」として放置することがいかに機会損失であるかが理解できよう。

ただし 2022 年から 2024 年にかけては，新 NISA ブームと円安によって，国内外から東京市場に資金が流入した時期と重なる。今回の表面的な成功に浮かれることなく，学びとしての本質を重視し，今後も同活動を発展させていきたい。その意味では，個々の業界・企業分析からも数多くの収穫が得られたことを付け加えておく。紙幅の制約から一例として 2022 年度の「日本製鉄」を取り上げると，まずプレゼンを通して，官営八幡製鉄所がその前身であることを知って『日本史』の知識とつながり感動を覚えた学生が少なくなかった。そしてプレゼンから約 1 年を経た 2023 年度末に US スチール買収合意が報じられた(14)。プレゼンを行った学生からは，先行して同社に注目できたことから自負が芽生え，さらに関連する本年のアメリカ大統領選挙へも関心が向かったと聞いている。

4. おわりに

我が国は諸外国に比べ，一般的に国民の金融リテラシーが未成熟である点が課題とされ，筆者の調査結果からも多くの国民が教育への導入を訴えている。その課題に対し，教育現場が十分に向き合えたかと言えば答えは否であろう。唯一絶対の正解が存在せずリスクも伴うことから，むしろ「投資」はタブー視されてきたといっても過言ではない。だが，2024 年の新 NISA の登場がその風向きを変えつつある。

新 NISA の投資先として現在有力なのは，個別銘柄よりも低額から積み立てが可能な「オルカン」と称される「全世界株式」（オール・カントリー）や，米国有力企業の「S&P500」といった投資信託であり，海外への資金流出を懸念する声もあるが(15)，1 年の利回りが 40%前後のそれらへの積み立てを通じて，「利益の再投資」を原理原則とする世界経済の発展の中で，いかに自らが取り残されているのかを自覚することが第一歩である。そして実際に資産が増えれば将来的な不安が払拭されるだけでなく，短期的にも消費意欲が喚起され，日本経済の再活性化に各人が貢献することも可能となるだろう。

幸い，日経 STOCK リーグの参加資格は国内の中学・高校・大学・専門学校にあまねく開かれている。仮にレポート提出まで行き着かなかったとしても，「バーチャル投資システム」をゲーム感覚で体験するだけでも貴重な学びにつながる。本稿で紹介した日経 STOCK リーグ受賞レポートの輪読や，自分なりの根拠をもって「株を買うならこの企業」のプレゼンテーションを行う場を『総合的な探究の時間』などで展開するのも有効であろう。

筆者がゼミを中心に「資産運用」についての活動を開始してからまだ日が浅いが，ゼミ生においてストップ高やストップ安の背景を探り，企業にまつわる良いニュースや悪いニュースが流れた際には，株価への影響を確認することが定着してきている。これまではスポーツや芸能関係の話題が中心だった学生の会話に，明らかに政治経済関係の話題が増えてきている。新 NISA を機に知識をインプットする “貯蓄” 型の学びスタイルに加え，自ら探究してアクションを起こし，失敗をも成長につなげる “投資” 型の学びが普及していけば，必ずや「失われた 30 年」を乗り越えることができるに違いないと確信している。

参考文献

(1) 東京新聞 (2023)「トップ 10 に 7 社→最高で 39 位…日本経済「失われた 30 年」は時価総額の世界ランキングでもはっきり」, 2023 年 5 月 26 日, https://www.tokyo-np.co.jp/article/252608.

(2) 高橋史弥 (2024)「2024 年世界時価総額ランキング。グローバルのトップ企業と日本勢の差はどれくらい？」, STARTUPS JOURNAL, 2024 年 2 月 21 日, https://journal.startup-db.com/articles/journal-startup-db-com-articles-marketcap-global-2024.

(3) リンダ・グラットン,アンドリュー・スコット著, 池村千秋訳 (2016) 『LIFE SHIFT -100 年時代の人生戦略-』東洋経済新報社.

(4) 日本銀行調査統計局 (2023)「資金循環の日米欧比較」, 2023 年 8 月 25 日公開, https://www.boj.or.jp/statistics/sj/sjhiq.pdf.

(5) ユルゲン・コッカ著, 山井敏章訳 (2018) 『資本主義の歴史 -起源・拡大・現在-』人文書院.

(6) 野村アセットマネジメント (2024)「資産運用スタート編 なぜ今，資産運用が必要なの？ 1.金利の推移」, お金を育てる研究所, https://www.nomura-am.co.jp/sodateru/start/why_invest/01_interest_Rates.html.

(7) スティーヴン・D・キング著, 千葉敏生訳 (2024)「デフレしか念頭のない世界に, インフレが帰ってきた」, ダイヤモンド・オンライン, 2024 年 3 月 4 日， https://diamond.jp/articles/-/339706.

(8) 三菱 UFJ フィナンシャル・グループ (2021)「学生の投資に対する意向調査 -過去調査を元にした企業勤務者との比較-」, MUFG 資産形成研究所調査レポート, 2021 年 4 月公開, https://www.tr.mufg.jp/shisan-ken/pdf/kinnyuu_literacy_13.pdf.

(9) 金融庁『NISA を知る』, https://www.fsa.go.jp/policy/nisa2/know/index.html.

(10) 総務省統計局(2024)「人口推計（2023 年（令和 5 年）10 月 1 日現在）－全国：年齢（各歳），男女別人口 ・ 都道府県：年齢（5 歳階級），男女別人口－」, 2024 年 4 月 12 日公表, https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2023np/index.html.

(11) 野村ホールディングス, 日本経済新聞社 『日経 STOCK リーグ -中・高・大学生のための金融・経済学習コンテスト-』, man@bow, https://manabow.com/sl/.

(12) 小野田哲弥・柴田明彦・矢部則之・安倍麻樹子・田中慎太郎 (2023)「マス・コラボレーションによるデータドリブンな業界研究」『コンピュータ＆エデュケーション』Vol.54, pp.60-65.

(13) 小野田哲弥 (2007)「テレビ番組ライフサイクルを考慮した情報バラエティ番組の戦略的編成手法」『KEIO SFC JOURNAL』 Vol.6 No.1, pp.78-102.

(14) 日本経済新聞 (2023)「日本製鉄, US スチールを買収　2 兆円の日米大型再編」, 2023 年 12 月 18 日, https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC0550Z0V01C23A2000000/.

(15) 日本経済新聞 (2024)「家計の「円売り」はや前年超え -新 NISA で海外投資増　1～5 月 5.6 兆円，続く円安圧力-」, 2024 年 6 月 18 日, https://www.nikkei.com/article/DGKKZO81454110X10C24A6EP0000/.

アカウントロールに非依存な教師向け学習ダッシュボードの検証と改善

船木麗央*1・尾崎拓郎*2
Email: j239702@ex.osaka-kyoiku.ac.jp

*1: 大阪教育大学大学院 教育学研究科
*2: 大阪教育大学 みらい ICT 先導センター

◎Key Words　学習ダッシュボード，教育学習支援，LMS

1. はじめに

2019 年に文部科学省により掲げられた GIGA スクール構想に伴い，多くの教育機関において様々な学習管理システムが利用されている(1)。2021 年 2 月に MM 総研により行われた GIGA スクール構想実現に向けた ICT 環境整備調査では，初等中等教育機関において Google Workspace for Education の普及率が高く，一定の需要があることが窺える(2)。Google Workspace for Education における学習管理システムである Google Classroom（以下，Classroom と記す）は，学習管理システムの利用経験がない教師であっても容易に利用可能であり，使いやすさを重視したサービスとなっている。しかし，そのために Classroom の標準機能における教師アカウントでは，学習者の活動ログ等による学習状況を把握することが困難である。

筆者らはこれまで，学習管理システムとして利用されている Classroom において，教師アカウントのみで学習者の課題取り組み状況を閲覧可能な教師向け学習ダッシュボード開発の検討について報告している(3)。教師アカウントでは，Classroom において学習者の課題提出状況は確認できるものの，それらの情報を一元化して俯瞰することは困難である。これまでで試作した教師向け学習ダッシュボード（以下，試作ダッシュボードと記す）では，学習者の課題提出状況を柔軟に切り替えて把握できる表やグラフを表示させた。これにより，Classroom のみでは容易に閲覧できなかった詳細な提出状況を俯瞰することが可能となった。さらに，管理者においては，ログデータに対するセキュリティの考慮も不要であるという効果も得られた。しかし，試作ダッシュボードの有用性については未評価であった。そこで，本稿では試作ダッシュボードの改善と，試作ダッシュボードの試用による評価について報告する。

2. 研究背景

本章では，研究背景について述べる。

2.1 関連研究

森本らは，学習支援システムの一つである Moodle を対象とした教員向けダッシュボードにおける xAPI 利用の検討を行った(4)。Moodle を用いた授業の学習履歴データを xAPI で表現する手法を設計し，教員を対象としたダッシュボードを構築した。しかし，作成されたダッシュボードにおいて教員は自身の所属コースの学習履歴データのみを使用するものとなっており，複数コースの学習履歴データを俯瞰した利用については言及されていない。

2.2 研究目的

本稿では Classroom におけるアカウントロールに非依存な教師向け学習ダッシュボード開発の提案を行う。この教師向け学習ダッシュボードにより，教師が学習者の課題取り組み状況を詳細かつ即座に把握することで，学習者への適切な指導及び教師の指導改善に役立てられることを目的とする。

2.3 研究経過

筆者らは，Classroom における学習者の活動ログを管理コンソールから取得し，BigQuery と Looker Studio を用いた教師向け学習ダッシュボード開発の検討について報告を行った(3)。教師向け学習ダッシュボードを作成するにあたり，期待する効果を表 1 に示す。以下，表 1(b)における「教師の関係するクラス」とは，教師の教科担当クラス及びその他学級担任などの役割で関わるクラスを指す。結果として，試作ダッシュボードでは，表 1 における期待する効果を得られた。

表 1 教師向け学習ダッシュボードに期待する効果

(a)	管理者はパーミッション付与の操作が不要
(b)	教師の関係するクラスの情報を俯瞰して閲覧可能
(c)	クラスや学習者を切り替えて表示可能
(d)	学習者の課題提出状況を瞬時に把握可能
(e)	課題に対する取り組み状況を把握可能

2.4 これまでの研究成果から得た課題

筆者らの試作ダッシュボードでは期待する効果が得られたものの，表 1 の(d)，(e)において不十分な点が多数存在した。よって，より詳細に学習者の課題提出状況を把握するために，試作ダッシュボードの改善が必要であった。また，試作ダッシュボードの有用性については未評価であったため，実際の授業での試用による評価が必要な状況である。

3. 提案システム-教師向け学習ダッシュボード

本章では，提案システムである教師向け学習ダッシュボード（以下，提案ダッシュボードと記す）の作成方法やその特徴について述べる。

3.1 全体構造

提案システムにおける具体的なログデータの流れを図 1 に示す。

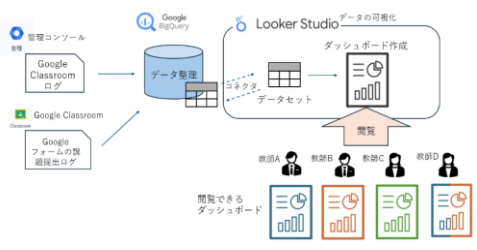


図 1 提案システムにおけるログデータの流れ

提案システムはGoogleの管理コンソール，Google Apps Script（以下，GASと記す），BigQuery及びLooker Studioを用いて提案ダッシュボードを作成するものである。Googleの管理コンソールは，管理者のみが使用でき，「すべてのGoogle Workspaceサービスを管理できる[5]」ツールである。GASは，「Googleが開発及び提供しているアプリケーションを開発するためのプラットフォーム[6]」である。BigQueryは，大規模なデータを迅速かつ効率的に管理，分析を行うことができるツールである。本来は従量課金制であるが，今回はあくまでダッシュボードにおけるデータの表示方法に焦点を当てるため，データ使用料やテーブルの有効期限などに制限がある無料プランを利用した。Looker Studioは，データの可視化を行うサービスであり，BigQueryと連携して扱うデータをダッシュボードやレポートに可視化できる。

データの取得方法として，管理コンソールから取得する方法及び，Classroom APIを使用して取得する方法の二つの方法を用いた。管理コンソールにおけるClassroomログとして取得されるデータは，学習者の提出履歴やコメント履歴，教員の課題投稿履歴といった，学習者または教師がなんらかの活動を行った履歴である。しかし，ClassroomでGoogleフォームによる課題を提示した場合，その提出ログは管理コンソールには記録されない。これは，ClassroomとGoogleフォームが異なるツールであり，連動していないためと考えられる。そのため，Classroomログを管理コンソールから取得し，Googleフォームによる課題の記録をClassroom APIとGASを用いて補完した。

次に，BigQueryでは管理コンソールとClassroom APIを用いて取得したデータの整理を行った。本稿では，BigQueryの無料プランを使用しており機能に制限がかかるため，手動でログを取得した。BigQuery内でのデータ整理内容を表2に示す。

表2 BigQuery内でのデータ整理内容

操作	目的
データの置換	提示情報の簡素化
テーブルの結合	不足分のClassroomログの補完 未提出者情報の追加
最新データの抽出	課題名変更の対応 再提出のカウント

Looker Studioでは，BigQueryにおいて整理したデータをグラフや表を用いて可視化した提案ダッシュボードを作成した。教師にダッシュボードを配布する際，管理者がパーミッションを付与する必要がないようにメールアドレスによるフィルタを行った。これは，閲覧者のメールアドレスを使って閲覧者に表示されるデータをフィルタすることができる機能である。これにより，各教師アカウントのアドレスに従って提案ダッシュボードの表示がフィルタされるため，各教師が関連するクラスのデータのみを閲覧することが可能となった。

3.2 提案ダッシュボードの特徴

作成した提案ダッシュボードを図2に，提案ダッシュボードにおける要素と特徴を表3に示す。

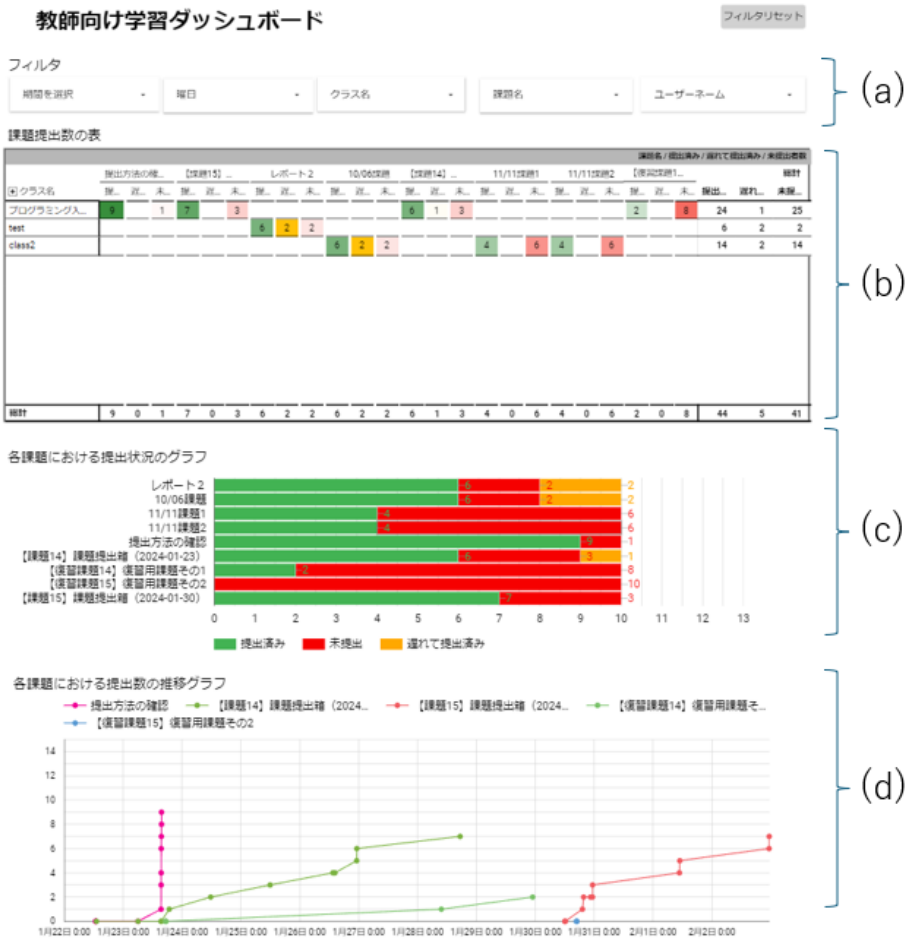


図2 提案ダッシュボード

表 3 提案ダッシュボードにおける要素と特徴

	要素	特徴
(a)	フィルタ	期間・曜日・クラス・課題名・学習者を選択して表示の切り替え
(b)	課題提出数の表	各学習者・各クラスにおける課題の提出数を切り替えて閲覧 課題における各提出ステータスの人数を確認
(c)	各課題における提出状況のグラフ	各課題における提出数・提出ステータスを視覚的に確認
(d)	各課題における提出数の推移グラフ	学習者全体の課題に対する取り組み状況を確認

提案ダッシュボードの全体的な特徴として三点挙げる。一つ目は，教師は各教師に関連するデータのみを閲覧可能であり，管理者は各教師に対して個別にパーミッションを付与する必要がない点である。二つ目は，教師アカウントでアカウントロールに依存せず，容易に全クラスにおける学習者の提出状況を俯瞰可能な点である。三つ目は，閲覧者である教師の需要に応じて，クラス及び学習者，課題，期間等の表示を切り替え可能な点である。

また，ダッシュボード内のグラフや表の特徴として，各学習者の提出状況やクラス全体における提出状況を確認可能であること，クラス全体の課題への取り組み状況，進捗状況，提出傾向を確認可能なことが挙げられる。

4. 提案ダッシュボードの検証

本章では，提案ダッシュボードの検証について述べる。

4.1 実際のクラスにおける活動ログ収集とダッシュボード閲覧の試用

提案ダッシュボードにおける有用性の評価のために授業での試用を実施した。試用の対象としたクラスは，学部 1 年生向けの授業であり，平時から Classroom とは異なる全学で利用している学習支援システムを利用して課題提出を行っている。今回は検証のために，検証用の Google アカウントを別途準備・配布し，受講生に対して検証用 Classroom のクラスを用いて課題提出を行うように案内をした。なお，授業課題は通常の学習支援システムでの提出を主としており，検証用 Classroom のクラスに設置した課題提出箱への提出は受講生各自の判断に委ねた。実際のクラスにおける活動ログ収集とダッシュボード閲覧の試用環境を表 4 に示す。

表 4 実際のクラスにおける活動ログ収集とダッシュボード閲覧の試用環境

対象者	学部 1 年生
期間	2024/01/23～2024/02/06（3 週間）
教師人数	1 人
学習者人数	10 人
課題数	1 週目：2 2 週目：2 3 週目：1
課題の提出期限	1 週間

この試用をもとに，提案ダッシュボードの正当性，効果について検証する。具体的には，正当性の評価として 3.2 節において示した「教師は各教師に関連するデータのみを閲覧可能である点」「教師アカウントで容易に提出状況を俯瞰可能である点」「閲覧者である教師の需要に応じて，クラス及び学習者，課題，期間等の表示を切り替え可能である点」といった，提案ダッシュボードの三つの特徴を満たしていることを検証する。効果としては，提案ダッシュボードを用いることで，Classroom 既存の機能だけでは即時に管理することが困難であったクラス全体の学習者の課題提出状況を詳細かつ効率的な管理が可能となることを明らかにする。また，クラスの学習者全体の課題提出時間と提出人数から，学習者の課題への取り組み方及びその傾向を俯瞰できることを目指す。

試用により取得したデータは表 2 において示した BigQuery による処理を行い，Looker Studio を用いて作成済みの提案ダッシュボードに表示させる。

4.2 正当性の評価

提案ダッシュボードの試用により検証できた正当性について述べる。

教師アカウントを，今回の検証用 Classroom のクラスに関連する教師 A と，検証用 Classroom のクラスとは関連しない教師 B として準備した。各クラスと担当教師の一覧について表 5 に示す。ここで，授業で使用したクラスを検証用クラスとし、データ取得のために筆者が個別に学習者及び教師アカウントを操作したクラスをテストクラスとする。

表 5 各クラスと担当教師

クラス名	担当教師
検証クラス 1	教師 A
テストクラス 1	教師 B
テストクラス 2	教師 A 及び教師 B

各教師アカウントで提案ダッシュボードを閲覧した際に表示されるクラスを確認した。教師 A 及び教師 B のそれぞれが提案ダッシュボードで選択できるクラスフィルタの表示を図 3 に示す。図からそれぞれ表 5 に示した担当するクラス名のみが表示されていることがわかる。授業で使用した「検証用クラス 1」は，教師 A が担当するクラスであるため，担当ではない教師 B のアカウントには表示されず，教師 A のアカウントではダッシュボード上で選択可能となっている。



図 3 提案ダッシュボードにおいて教師 A 及び教師 B が選択可能なクラスフィルタ

これにより，各教師は関連するデータのみを閲覧可能であり，管理者によるパーミッション付与の操作が不要であることを検証できた。

また，各課題に対する課題提出者，未提出者の人数，各課題の提出ステータス，各学習者の課題提出数，未提出数を俯瞰することができた。よって，提案ダッシュボードの特徴として挙げられている教師アカウントでアカウントロールに依存せず，容易に提出状況を俯瞰可能な点を満たしていることが検証できた。

さらに，フィルタ機能により，教師は期間及び課題名，学習者の名前等を選択してより柔軟に提案ダッシュボー

ドを表示させることができた。フィルタ機能の「課題名」を二つ選択した場合における表 3(c)各課題の提出状況のグラフを図 4 に示す。選択した二つの課題のみがグラフとして表示されていることがわかる。

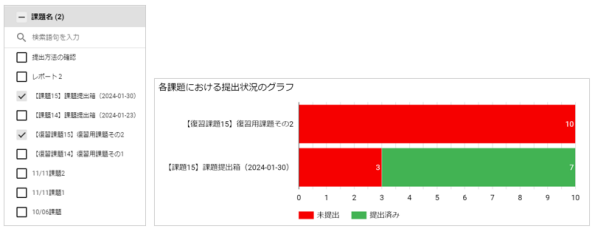


図 4 フィルタをかけた提出状況のグラフ
（左：課題フィルタ　右：各課題における提出状況）

これにより，教師は提案ダッシュボードの特徴の三つ目として挙げられている教師の需要に応じて表示を切り替え可能という点も満たされていることが検証できた。したがって，3. 2 節において挙げられた三点の提案ダッシュボードの特徴をすべて満たしていることが検証できた。

4.3　得られた効果

提案ダッシュボードの検証により得られた効果について述べる。

教師は通常 Classroom で学習者の課題提出状況を確認できるものの，それぞれの課題のページに移動する必要がある。担当しているクラスが複数である場合は，各クラスのページに移動して確認する必要がある。そのため，Classroom で教師の担当する全クラスにおける全課題の提出状況を把握することは，多数のページ遷移を必要とする作業である。また，教師が確認可能な提出状況は，学習者の提出ステータスのみであるため，詳細な提出時間などを把握することは困難である。

提案ダッシュボードを用いることにより，担当する全クラスにおける学習者の課題提出状況を一元管理することが可能となった。また，一つの提案ダッシュボード上に担当するクラスに関するすべてのデータを表示することで，教師は Classroom のページを往来する必要がなくなった。さらに，フィルタ機能を活用することで，教師の需要に応じて閲覧したいクラス，学習者，期間などを即時に切り替えることができ，Classroom よりも効率的に学習者の提出状況を管理することが可能となった。加えて，教師アカウントでは容易に確認できなかった学習者の課題提出時間をグラフで俯瞰することができるようになり，教師は学習者の課題に対する取り組み方，その傾向を確認することが可能となった。

したがって，教師は提案ダッシュボードを使用することで，より効率的に学習者の提出状況，学習者の課題の提出傾向を把握することができた。

5.　考察

提案ダッシュボードを用いることで，Classroom において教師は学習者の提出状況をより効率的に一元管理することが可能となった。さらに，教師アカウントでは得られなかった学習者の課題の提出傾向を把握することができた。検証により，表 1 に示した期待する効果は充分に満たされていると考えられる。

提案ダッシュボードを用いることで，学習者の課題提出状況の効率的な一元管理が可能であることから，管理に要する時間が節約され，教師はその他の教育活動に集中することができるようになると考えられる。さらに，学習者の提出状況を即時に確認できることから，教師は学習者へ迅速なフォローアップを行うことができると考えられる。具体的には，未提出課題の多い学習者や全体的に課題の提出が遅い学習者に対して，提出を促したり，課題の進捗状況を聞いたり，個別に指導を行ったりすることができるようになると考えられる。また，クラス全体の課題への取り組み方，進捗状況から，学習者の課題への理解度を把握し，これにより，教師の指導方法の改善に活用できると考えられる。

なお，本稿における提案ダッシュボードは，各ツールにおける操作を手動で行っている。そのため，今後は実用化に向けて自動化する準備を行う必要がある。

6.　おわりに

本稿では，Classroom ログを用いた教師向け学習ダッシュボードを作成し，授業試用による検証を行った。

教師は担当する全クラスにおける学習者の課題提出状況を一元的に管理することが可能となった。これにより，提案ダッシュボードの特徴として挙げられていた「各教師の関連するデータのみを閲覧可能であり，管理者はパーミッション付与の操作が不要である点」「教師アカウントでアカウントロールに依存せず，容易に提出状況を俯瞰可能な点」「教師の需要に応じてクラス及び学習者，期間を選択し，ダッシュボードの表示を切り替え可能な点」の三点が満たされていることが確認できた。さらに，一元管理することによって，Classroom のページを往来する必要がないため，より効率的に関連するクラス，学習者の課題提出状況を把握できることが確認できた。

この結果から，教師は課題の提出状況が芳しくない学習者に対して，即時に適切なサポートを行うことができると考えられる。また，クラス全体の提出傾向から学習者の理解度を把握し，教師の指導方法の調整を行うなど，より効果的な支援ができると考えられる。

本稿における提案システムは，ログの取得や BigQuery による処理を手動で行い Looker Studio に表示させている。実用化に向けた課題として，ダッシュボードが自動的に最新の情報に更新される必要があるということが挙げられる。そのため，今後 BigQuery を有料に切り替えて提案システムを自動化し，再度授業で扱うことでシステム全体の有用性について評価を行っていく。

参考文献

(1) 文部科学省：“子供たち一人ひとりに個別最適化され，創造性を育む教育 ICT 環境の実現に向けて”，文部科学大臣メッセージ（2019）.
(2) MM 総研：“公立小中学校 1 人 1 台環境で Chrome OS がトップシェア”，https://www.m2ri.jp/release/detail.html?id=475（2021），（参 照：2024-06-10）.
(3) 船木麗央，尾崎拓郎：“アカウントロールに非依存な教師向け学習ダッシュボード開発の検討”（2023）.
(4) 森本容介，古川雅子：“Moodle を対象とした教員向けダッシュボードにおける xAPI 利用の検討”，情報処理学会研究報告，Vol.2021-CLE-33，No.24，pp.1-8（2021）.
(5) Google Workspace 管理者ヘルプ：“管理コンソールについて”，https://support.google.com/a/answer/55955（参 照：2024-06-10）.

小学生の ICT 機器利用状況調査による意識と健康に関する研究

加藤浩治*1・長澤直子*2
Email: kato@hiu.ac.jp

*1: 平成国際大学 スポーツ健康学部 スポーツ健康学科
*2: 京都先端科学大学 経済経営学部 経営学科

◎Key Words　　ICT, 文字入力, タッチタイピング, 健康

1. はじめに

2022 年までに全国の小中学校でほぼ全ての児童生徒に ICT 機器が行き届き，その翌年には ICT 機器を毎日持ち帰って家庭で利用できるようにしている小学校が 28.8%に増加している。これは GIGA スクール構想の成果といえるだろうが，これより早い 2018 年から児童に iPad を 1 台ずつ持たせて ICT 機器利用教育を推進している首都圏の小学校がある。今回はこの小学校の協力を得て，児童に対して ICT 機器利用状況に関するアンケート調査を実施した。得られた回答から，児童たちが ICT 機器を利用する状況および意識や健康について報告する。

2. 学校における ICT

2.1 ICT 機器の使用

今回の調査は 2024 年 2 月にオンライン形式で実施し，回答が得られた学年と回答 n 数は，2 年 52，3 年 70，5 年 42，6 年 69 の計 233 である。また，学校の方針として全ての児童が iPad を携えてこれを使用している。まず，目と画面の間の距離（視距離）に関する回答結果を図 2-1 に示す。最頻値は，「20cm 以上 30cm 未満」の 36.5%となっており，10cm 以上から 40cm 未満までの間に全体の 86.9%が含まれている。また，「10cm 以上 20cm 未満」が 24.9%と 4 人に 1 人に相当し，「10cm 未満」は 4.3%となった。視距離が短すぎると，画面の明滅による刺激が強くなり眼精疲労や視力低下に注意が必要だ。

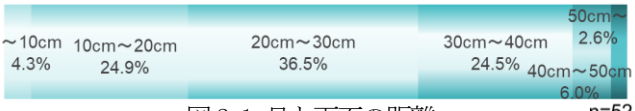


図 2-1 目と画面の距離

2.2 授業と学習

次に，ICT 機器を使用する授業科目について，学習指導要領に記載のある授業科目名を示し，複数選択式で得られた回答を図 2-2 に示す。国語が最頻値の 90.6%となり，図画工作 85.8%，社会 71.7%，算数 70.8%，理科 69.1%が続いている。

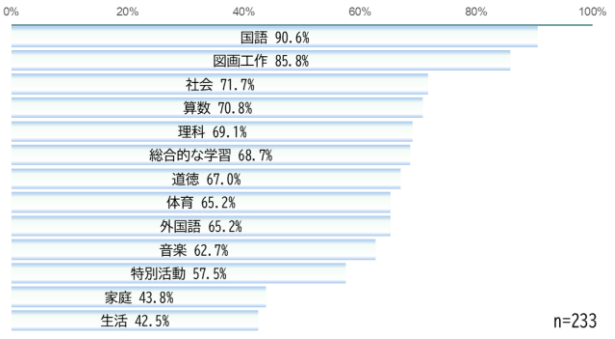


図 2-2 ICT を使用する授業

教材が従来からの紙の場合と ICT 機器を使用した場合を比べたときに，学習しやすい方はどちらかについて 4 件法で質問した。その結果，ICT 機器の方が学びやすいとの回答は，「とても」と「やや」を合わせて 60.0%に及んでいる。ICT 機器の検索の速さや動的な情報交換などデジタル機器本来の長所が生きていること，学校の方針として ICT 機器利用教育を推進していることなどが要因と考えられる。一方で，紙の方が学習しやすいとの回答は，「とても」と「やや」を合わせて 4 割近くあり，ICT 機器を使用するようになってもなお紙による学習の有用性が示唆された。

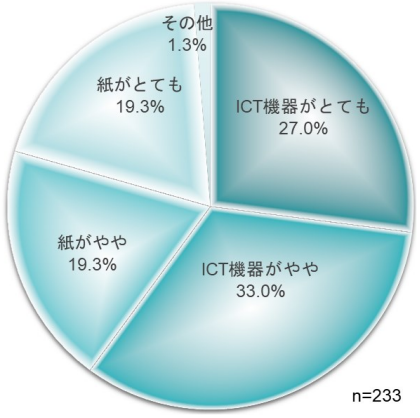


図 2-3 学習しやすい方（紙と ICT 機器）

2.3 ICT を使う授業の印象

ICT 機器を使っている児童たちは授業にどのような印象を抱いているのだろうか。「面白い」「集中できる」「覚えやすい」「意欲が出る」「自信がわく」「落ち着く」「疲れやすい」「面倒くさい」の 8 項目に 4 件法で回答を得た。「面白い」については「とても」が 40.3%と 4 割を超えており，「やや」を合わせた肯定的回答が 75.1%，およそ 4 人に 3 人となる。肯定的回答が高い項目に着目すると，「集中できる」67.0%，「覚えやすい」64.9%と続いており，

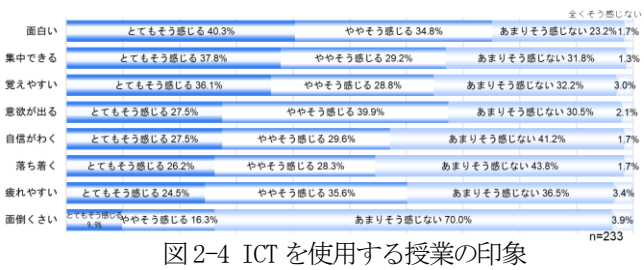


図 2-4 ICT を使用する授業の印象

ICT 機器の利用が児童の意識に肯定的に作用していることを示唆している。また，「意欲が出る」の回答は「とても」が 4 位であるものの，「やや」が相対的に多く，これらを合わせた肯定的回答は 67.4%と 2 位になる。「自信がわく」「落ち着く」についても半数以上の児童が肯定的に回答していることから，児童たちが ICT 機器を有効に使用していることが推定される。一方，これと反対に，「疲れやすい」という項目では「とても」が 24.5%，「やや」が 35.6%と合わせて 7 割に近い回答となっている。また，ネガティブな印象として用意した「面倒くさい」は 4 人に 1 人ほどの回答率になった。以上から，児童たちの意識は前向きなものがより多く，授業で ICT 機器を使用している効果の方が大きいと捉えて良いだろう。

3. 文字入力とタッチタイピング

3.1 文字入力

学校の授業で使用する iPad に文字を入力する方法について質問した。キーボードを使用して iPad に文字を入力している回答数は 53，そのうち 96.2%がローマ字入力，3.8%がひらがな入力である。

キーボードなしで文字を入力するときの方法は，ローマ字入力が 78.5%で最頻値となり，ひらがな入力 11.6%，フリック入力 6.4%，トグル入力 1.3%，手書き入力 0.9%と続く。このように様々に異なる方法に分かれている要因として，文字入力の方法を児童自身の選択に任せていることが考えられる。

次に，家など学校外でスマートフォン（スマホ）を使用する際の文字入力方法を質問したところ，64 の回答を得た。その内訳はフリック入力 67.2%，トグル入力 23.4%，ローマ字入力 6.3%，フリック・トグル併用入力 1.6%，などとなった。

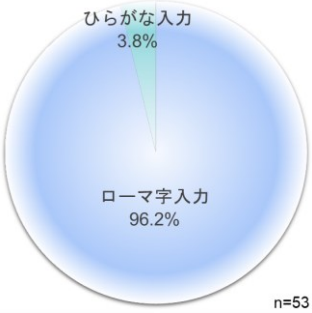


図 3-1 文字入力方法（KB あり）

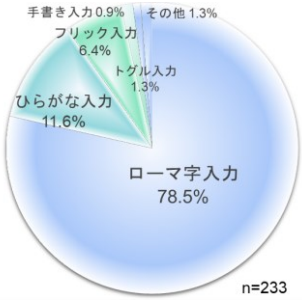


図 3-2 文字入力方法（KB なし）

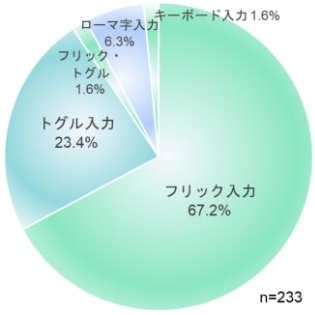


図 3-3 スマホ文字入力

3.2 タッチタイピング

ICT 機器にキーボードを目視しながら文字を入力する方法をサイトタイピングと呼び，初期の教育と練習を省くことができるが，入力速度を上げにくく誤入力も少なくないため心身の疲労に影響する。一方，キーボードを見ないで文字を入力する方法をタッチタイピング，非目視打鍵などと呼び，ICT 機器を利用した教育のためには早い段階で習得することが望まれる。そこで，タッチタイピングしているイラストを児童に提示したうえでタッチタイピングできるかどうか質問したところ，「できる」が 15.5%となり，「ある程度できる」の 47.6%を合わせて 63.1%が肯定的回答になった。実際にタッチタイピングをこのような高率で習得することは想定しにくいため，回答者である児童たちの思い込みなどが反映された可能性もある。

次に，タッチタイピング習得のための練習経験は，「ある」が 27.0%，「ない」が 61.4%となった。その練習場所について複数選択式で回答を得たところ，「家で」が最頻値となり 81.0%を占め，「学校で」15.9%，「塾・スクールで」11.1%などとなった。

練習態度の質問は，現在形と過去形を併記して単一選択式によって 64 の回答を得た。「熱心だ」25.0%，「やや熱心だ」43.8%と 7 割近くが熱心な練習態度と回答している。

練習中の正しい姿勢の心がけについては，回答数 59 のうち，「いつも」45.8%，「ときどき」33.9%となり，練習姿勢の正しい心がけが熱心な練習態度と比較すると高いことがわかった。

最後はタッチタイピング習得を希望するか質問したところ，「希望する」65.2%，「どちらかと言えば希望する」12.4%を合わせると，習得を希望している児童が 9 割近くになることがわかった。

ICT 機器がほぼ全て

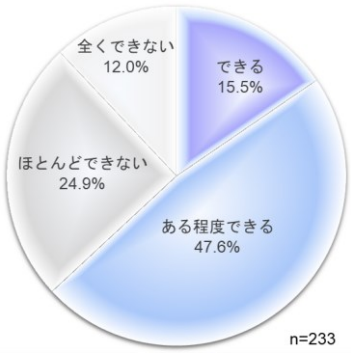


図 3-4 タッチタイピング習得

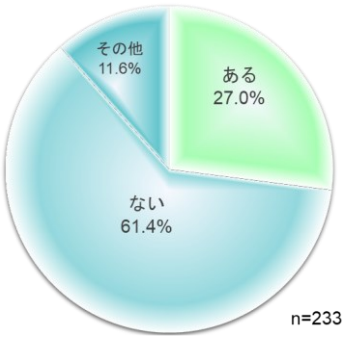


図 3-5 タッチタイピング練習経験

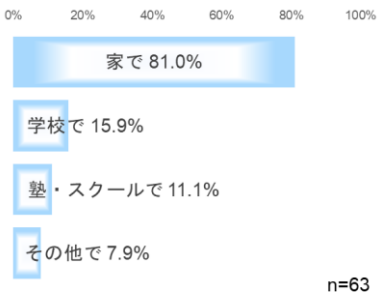


図 3-6 タッチタイピング練習経験

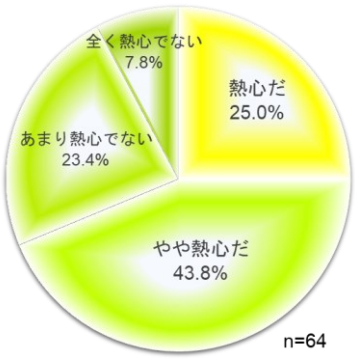


図 3-7 タッチタイピング練習態度

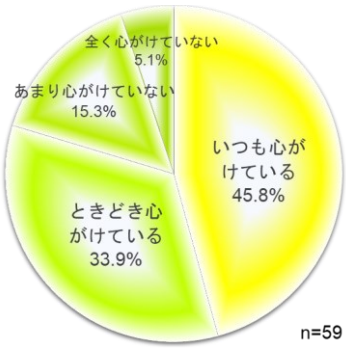


図 3-8 タッチタイピング練習姿勢

の小学校児童に手わたって教育を推進してゆくことに至った現在，キーボードのタッチタイピングを教育するのはどの学校種でどのように実施してゆくのが適切で効果が見込めるのだろうか。



図 3-9 タッチタイピング習得希望

4. 家における ICT

4.1 用途別の使用頻度

家庭における ICT 機器を使用する頻度について，用途ごとに「いつも使う」「たまに使う」「使わない」を選択肢として回答を得た。「調べもの」という用途は「いつも」が最頻となり，「たまに」を合わせると 96.2%に及ぶ。次に「いつも」が多いのは「宿題・勉強」で 39.5%となり，「たまに」を合わせると 93.6%となった。家では「調べもの」と「宿題・勉強」の 2 用途が高い使用頻度を示している。それらに次ぐ頻度に「動画視聴」があり，「メッセージ交流」「音楽再生」「ゲーム」が続き，「ニュース」が最も低いものの，「いつも」と「たまに」を合わせると 50.7%と 5 割を上回っている。

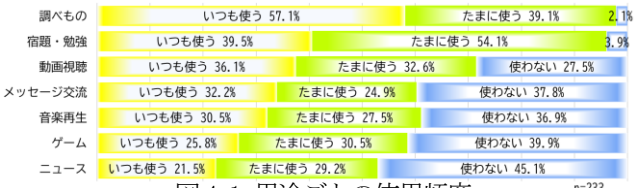


図 4-1 用途ごとの使用頻度

4.2 学習と遊びに使用する時間

まず，2 年生に家庭でのタブレット・スマートフォン・パソコン・ゲーム機を含む全ての ICT 機器を使用する時間を「遊び」と「学習」の 2 用途に分けて質問した。その中で最頻となったのは学習に 30 分未満という回答で 36.5%を占めた。「遊び」は 30 分未満と 1 時間未満が同じ比率になった。また，学習も遊びも 1 時間以内が全体の 6 割ほどになっている。

表 4-1 ICT 機器使用時間

2年（n=52）

用途	学習	遊び
機器	全ICT機器	全ICT機器
30m未満	36.5%	30.8%
30m～1h未満	25.0%	30.8%
1h～2h未満	21.2%	21.2%
2h～4h未満	5.8%	13.5%
4h以上	11.5%	3.8%

3・5・6 年生には「遊び」と「学習」それぞれに ICT 機器を「スマホ」「タブレット」「パソコン」「ゲーム機」に分けて使用時間を尋ねた。ICT 機器の中では「遊び」「学習」ともにタブレットが最も高い頻度で使用されている。この理由として，当該小学校が全児童にタブレットである iPad を持たせたうえ，家庭に持ち帰らせていることが考えられる。

表 4-2 ICT 機器使用時間

3・5・6年（n=181）

用途	学習（宿題・勉強）			
機器	スマホ	タブレット	パソコン	ゲーム機
30m未満	78.5%	37.6%	89.5%	91.2%
30m～1h未満	14.4%	32.6%	5.5%	6.6%
1h～2h未満	4.4%	14.9%	1.7%	0.6%
2h～4h未満	2.2%	8.8%	1.7%	0.0%
4h以上	0.6%	6.1%	1.7%	1.7%
用途	遊び（ゲーム・動画・メッセージ）			
機器	スマホ	タブレット	パソコン	ゲーム機
30m未満	56.9%	42.5%	85.1%	56.4%
30m～1h未満	13.8%	19.3%	6.6%	18.8%
1h～2h未満	12.7%	18.2%	3.9%	13.3%
2h～4h未満	5.5%	12.2%	2.8%	5.5%
4h以上	11.0%	7.7%	1.7%	6.1%

「遊び」について，タブレットに次いでゲーム機を使用しており，これにスマホ，パソコンが続いている。「学習」にはタブレットが多いものの，全体の約 7 割が 1 時間未満の使用となっており，「1 時間以上 2 時間未満」が 14.9%，「2 時間以上 4 時間未満」が 8.8%，「4 時間以上」が 6.1%となっている。

4.3 連続使用時間と明るさ

家で ICT 機器を連続して使用する時間について，30 分以内から 5 時間以上まで 7 区分の選択式で質問した。この連続使用時間は広く分布しており，そのなかで最頻値となったのは「30 分以上 1 時間以内」で 24.5%となった。そして「30 分未満」が 19.3%，「1 時間以上 2 時間未満」が 18.0%，「2 時間以上 3 時間未満」が 17.2%と続いている。厚労省の作業ガイドラインで，連続作業は 1 時間を超えないこと，連続作業において 1 回から 2 回の小休止をとることを定めている。今回「1 時間以上」に該当する児童は半数を超えており，ガイドラインを超えた連続作業となっている可能性がある。また，大学生を対象にした調査結果の分析により「3 時間」を超える連続使用は心身不調の訴えが多くなることに影響が示されたが，これには 5 人に 1 人が該当していることがわかった。

子どもは疲れても回復が速く容易に治ると考える場合があるかもしれないが，睡眠に差し障ると成長に影響する可能性がある。早急に入念な調査が求められる。



図 4-2 ICT 機器連続使用時間

画面と部屋の明るさについては，双方同じくらいが最も多く 51.1%となっている。これは，先のガイドラインでも推奨されていることから望ましいと考えられる。次に，「部屋が明るい」が 41.1%と 4 割を超えているが，これは画面の方が暗いことを意味している。その理由は様々に考えられ，バッテリーの継続時間を伸ばすために児童が自分で画面を暗く調節している場合があるかもしれない。使用者である児童が「同じくらいの明るさ」を自分で調整できるかどうかについても注意を払いたい。

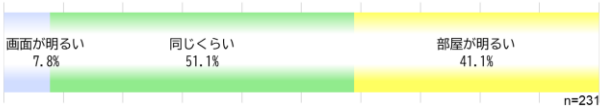


図 4-3 ICT 画面と部屋の明るさ

5. ICT と健康

5.1 ICT 機器使用による不調

ICT を使っていて感じたことのある不調について複数選択式で回答を得た。

最頻値となった項目は「目の不調」で 56.7%，次いで「首肩痛など」が 54.1%，3 位が「頭痛など」で 39.1%となった。4 位以下は，「背中痛など」「腕手指痛など」「腰痛など」と続き，4 人に 1 人ほどの比率となっている。

また，「目の不調」と「首肩痛など」については，2020年末から2021年にかけて行った大学生の心身不調に関する調査とは対象年齢や調査時期などが異なっているが，同じ順位となった。

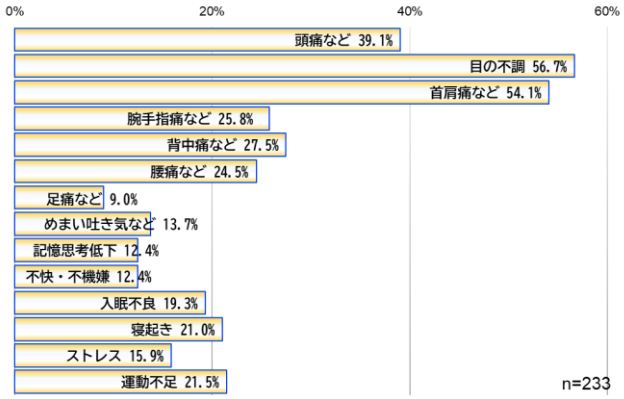


図 5-1 ICT 機器を使用して感じた不調

5.2 目の疲れと対策

目の疲れが多く回答されることが予想されたため，ICT機器をどんな用途に使ったときに目の疲れを感じるかについて，複数選択式で回答を得た。それによると「動画視聴」と「勉強」が40.3%で同率の最頻値となった。そして，「ゲーム」36.9%「テレビ」36.1%，「読書」30.9%と続き，「メッセージ交流」が12.4%だった。

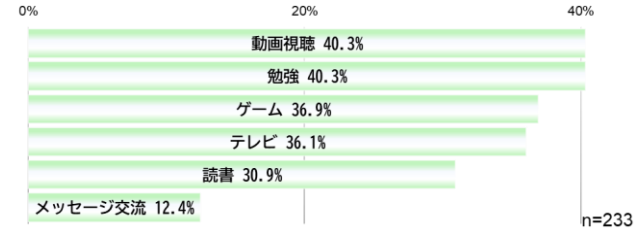


図 5-2 目の不調を感じたときの行動

目が疲れたときの対策についても項目を用意して複数選択式で回答を得た。「目を閉じる」が最頻値となり，67.4%であり，次に「遠くを見る」42.1%，「マッサージ」36.1%となった。これらの対策は，文科省のデジタル教科書ガイドに「画面から目を離して目を休めるよう」と記載がある。また，「目をこする」は21.0%とおよそ5人に1人という率になったが，この行為は目に異物が入って眼球の損傷につながる可能性があるため避けた方が良い。

ICT機器の使用を「中止」するが46.4%と比較的高い回答率を示しているが，これには休憩をとるという意味が含まれていると考えられる。また，「継続」が7.7%であったが，これは対策というよりむしろ「あえて継続」という選択だったように考えられ，疲れたときにも作業を中止しないで継続する児童の存在があることがわかった。

デジタル教科書ガイドにおいて，「目の疲労を感じたら目を休める，遠くを見る等の行為がとれるようになるように，リテラシーとして習得した上で学習に取り組めるよう指導すること」に明記されているので，この点にも留意する必要がある。

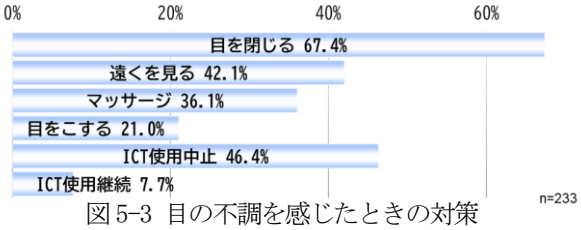


図 5-3 目の不調を感じたときの対策

6. 結論

この小学校で ICT 機器を使っている授業として児童の回答が最も多かった「国語」をはじめ，「図画工作」「社会」「算数」「理科」の順であること，授業科目間での相違がある様子がわかった。ICT 機器を使う児童たちは，3 人に 2 人ほどが「面白い」「集中できる」「覚えやすい」など肯定的な印象を持ちながら授業を受けており，「面倒くさい」というネガティブな印象は 4 人に 1 人ほどと，総じて学習効果が期待される回答が優勢になっている。このことから，ICT 機器を使う授業に対する児童の意識は，前向きな傾向があることが確かめられた。

文字入力については，キーボードを使用していない児童が多く，文字入力方法がさまざまであることが明らかになった。また，タッチタイピング習得を希望する児童が 4 人に 3 人と高い比率であることがわかった。小学校低学年の児童がタッチタイピングを習得するために必要な配慮や課題，そして習得後の教育効果について，実証的に研究を進めていきたいと考えている。

家では，「調べもの」に使うことが最も多く，「宿題・勉強」とともに 95%を超える回答率を示した。それと比べると，「動画視聴」は「使わない」が 27.5%を占め，「メッセージ交流」「音楽再生」「ゲーム」に至っては 4 割近くが「使わない」と回答している。つまり，学習にはほとんどの児童が ICT を使用しているが，遊びという区分には使わないことを示している。連続使用時間については，懸念される時間が示されており，睡眠不足や視力低下に至らないよう配慮が必要となる。

目の疲れを感じるときが「動画視聴」と「勉強」が最頻値を示した。目が疲れたときの対策として，「目を閉じる」，「ICT 使用中止」，「遠くを見る」が続くことは妥当ではあるが，少数ながらも「目をこする」，「ICT 使用継続」といった回答がある。小学生である児童が長い間，ICT 機器を使用した学校教育を健康的に受けてゆくためには，教員サイドも早い段階から健康に留意してゆきたい。

参考文献

(1) 文部科学省初等中等教育局学校デジタル化プロジェクトチーム，「GIGA スクール構想を含む教育の情報化を通じた教育改革」，https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg7/20231102/shiryou1.pdf

(2) 文部科学省，「学習者用デジタル教科書の効果的な活用の在り方等に関するガイドライン」，2021 年改訂. https://www.mext.go.jp/content/20210222-mxt_kyokasyo01-000012951_01.pdf

(3) 長澤直子：“大学生のスマートフォンと PC での文字入力方法 ―若者が PC よりもスマートフォンを好んで使用する理由の一考察―”，コンピュータ&エデュケーション 43 巻 p. 67-72（2017），https://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.43.67

(4) 加藤浩治：“大学生のオンライン受講状況と心身不調に関する数量化理論による分析”，コンピュータ&エデュケーション 52 巻 p.60-65（2022），https://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.52.60

中学校技術科「情報の技術」と高等学校共通教科「情報Ⅱ」における重要語句の共通性

相澤崇[*1]
Email: aizawa@tsuru.ac.jp

*1：都留文科大学情報センター

◎Key Words 情報の技術，情報Ⅱ，知識の理解習得，重要語句，検定済教科書

1. はじめに

急速に社会の情報化が進む中，文部科学省は，望ましい情報社会の創造に参画できる人材育成のために，発達段階に応じた適切な生徒の情報活用能力を育成することを示している(1)。そして，中学校では，技術・家庭科技術分野（以下，技術科），高等学校では，共通教科情報（以下，情報科）が，情報活用能力の育成を専門的に担う教科として，教育課程で位置づけられている(2)(3)。その技術科では「情報の技術」の内容において取り扱い，情報の技術についての基礎的な理解と，係る技能を身に付け，情報の技術を工夫し創造しようとする態度の育成をねらいとしている(2)。情報科では，「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」で取り扱う。「情報Ⅰ」では，問題の発見・解決に向けて，情報技術を適切かつ効果的に活用する力を育成，「情報Ⅱ」では，「情報Ⅰ」において培った基礎の上に，問題発見・解決に向けて，情報システムや多様なデータを適切かつ効果的に活用する力や，コンテンツを創造する力の育成をねらいとしている(3)。

筆者は，これまでに技術科の「情報の技術」や情報科「情報Ⅱ」の知識面でのねらいを達成するために，授業で取り扱う重要語句について整理し，問題点を報告している。例えば，技術科の「情報の技術」では，全検定済教科書から 194 種類の重要語句が抽出・整理された。しかし，各検定済教科書間で共通に記載されていた重要語句は 32 種類(16.5%)と少なかった。そして，情報科の「情報Ⅱ」では，全検定済教科書から 1149 種類の重要語語句が抽出・整理された。技術科と同様に，全社の検定済教科書に記載されていた重要語句は 55 種類(4.8%)と少なかった。双方ともに，使用する検定済教科書によって，取り扱う重要用語の種類に差異が生じる可能性があることが懸念された。その他にも，技術科の「情報の技術」と情報科の「社会と情報」では，一部の重要語句が重複して記載されていた。情報科の検定済教科書においては，取り扱う重要語句について，既習と未習の区別がされていないため，全て未習の語句として取り扱われる可能性も考えられた。

現行の中学校学習指導要領解説（技術・家庭科編）及び高等学校学習指導要領解説（情報編）においては，他校種における情報教育及び情報関係科目との連携・接続に配慮することが記されている。しかし，これらの先行研究から，重要語句の取り扱いについては，検討が必要と考えられる。

そこで本研究は，中高における情報科目の連携接続の一つとして考えられる技術科の「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」で取り扱う重要語句の共通性について検討する。

2. 研究の方法

中学校技術科「情報の技術」と高等学校教科「情報Ⅱ」の重要語句は，筆者が過去に行った研究結果を再利用する。

2.1 重要語句の抽出・整理

重要語句の抽出・整理するための対象は，中学校及び高等学校学習指導要領に基づいて著作・編成された「技術・家庭科」の検定済教科書 3 冊と「情報Ⅱ」の検定済教科書 3 冊である。その理由として，検定済教科書は，各学習内容を解説・記述された教材であり，ねらいに沿った知識が顕在化していると考えられたためである。

各検定済教科書における重要語句の抽出は下記の通りである。重要語句の範囲は，それぞれの科目において，学習目的を達成するために，知識面で理解及び習得が必要な語句とし，その対象範囲は，検定済教科書の本文中の太字語句，索引語句と用語集とした。各検定済教科書から抽出整理した語句は，共通に記載されている各検定済教科書の数を確認し（以下，共通数），その数が多い順に並び替えをする。本研究では 2 社以上の検定済教科書で記載があった語句を，その科目・内容における重要語句として設定する。

2.2 「情報の技術」と「情報Ⅱ」における重要語句の共通性の検討

技術科「情報の技術」，情報科「情報Ⅱ」の検定済教科書において，2 社以上に共通して記載が有った重要語句を対象として，共通に記載が有った重要語句を再整理し，その種数をまとめる。

3. 結果

3.1 重要語句の抽出・整理

技術科の検定済教科書における「情報の技術」の検定済教科書から抽出された重要語句の総種数は，194 種類であった。3 社で共通に記載されている重要語句（以下，共通数 3）は 32 種類（16.5%），2 社で共通に記載されている重要語句(以下, 共通数2)は37種類(19.1%)，1 社で記載されている重要語句（以下，共通数 1）は 125 種類（64.4%）であった。共通 3 と共通数 2 の重要語句を下記の表 1 に示す。

表1　技術科「情報の技術」における重要語句

分類	抽出・整理された重要語句
共通数3	AI，DNS（サーバ），IoT，IP アドレス，LAN，URL，Web ページ，アクチュエータ，アクティビティ図，暗号化，インターネット，インターフェース，解像度，コンテンツ，サーバ，サイバーセキュリティ，産業財産権，情報通信ネットワーク，情報モラル，センサ，ソフトウェア，知的財産，知的財産権，デジタル化，デバッグ，パスワード，ハードウェア，ファイアウォール，プログラム，メディア，ユニバーサル，ルータ
共通数2	CPU，ID，OS，SNS，TCP/IP，アナログ情報，アプリケーション（ソフトウェア），演算機能，クラウド・コンピューティング，記憶媒体，計測・制御システム，構想，コンピュータ，コンピュータウィルス，持続可能な社会，順次（処理），肖像権，情報セキュリティ，情報の技術，双方向性のあるコンテンツ，著作権，通信プロトコル，デジタル情報，バイト，パケット，反復（処理），ビックデータ，ビット，フィルタリング，プログラミング，フローチャート，分岐（処理），変数，文字コード，，ユーザ ID，ユーザーインタフェイス

それに対して，情報科「情報Ⅱ」の検定済教科書から抽出された重要語句の総種数は 1149 種類であった。3社で共通に記載されている重要語句は55種類(4.8%)，2 社で共通に記載されている重要語句は 142 種類（12.4%），1 社で記載されている重要語句は 952 種類（82.9%）であった。共通 3 と共通数 2 の重要語句を下記の表 2 に示す。

表2　情報科「情報Ⅱ」における重要語句

分類	抽出・整理された重要語句
共通数3	AI（人工知能），SNS，暗号化，可用性，完全性，機械学習，機密性，クラスタリング，欠損値，個人情報，質的データ，情報システム，情報セキュリティ，情報セキュリティポリシー，人工知能，データベース，デバッグ，バイアス，外れ値，引数，ピクトグラム，プログラミング，プロジェクト・マネジメント，モジュール，量的データ，CSS，HTML，IPv4，JavaScript，Python，SQL，Web サーバ，アクティビティ図，ウォーターフォールモデル，仮想通貨，ガントチャート，教師あり学習，教師なし学習，クライアントサーバシステム，個人情報保護法，シーケンス図，射影，状態遷移図，深層学習，スパイラルモデル，ソーシャルメディア，デンドログラム，二段階認証，ニューラルネットワーク，二要素認証，バグ，ビックデータ，不正アクセス禁止法，ブログ，プロトタイプ，ユースケース図
共通数2	AR，GIS，https，IC，IoT，IPv6，KJ 法，K 近傍法，P2P（方式），PERT 図，POS（システム），RDBMS，RFID，TCP/IP，UML，VR，WBS，Web アプリケーション，Web ページ，WWW，アプリケーション，暗号資産，インタプリタ，インフォグラフィックス，炎上，オブジェクト指向言語，回帰分析，外部設計，確率変数，可視化，活性化関数，間隔尺度，関数，キー，キーワード，機械語，クライアント，クラスタ，訓練データ，結合，結合テスト，構造化，コーディング，コンテンツ，コンパイラ，コンピュータウィルス，サーバ，最小二乗法，サイバーセキュリティ基本法，最尤推定法，産業財産権，散布図，サンプリング，シグモイド関数，次元削減，システムテスト，主キー，順序尺度，信頼性，スクリプト言語，生体認証，セル，センサ，選択，単回帰分析，単体テスト，知的財産権，著作権，著作権（財産権），著作者人格権，出会い系サイト規制法，テーブル，デバイス，デバッガ，統一モデリング言語，内部設計，配列，評価，表計算ソフトウェア，平文，フィールド，フィッシング（行為），ブレーンストーミング，プログラミング言語，プロジェクションマッピング，ブロックチェーン，プロトタイピング，プロトタイピングモデル，プロバイダ責任制限法，分類，変数，ポスターセッション，名義尺度，メールサーバ，モデル，ユーザーインタフフェイス，ユーザエクスペリエンス，ライブラリ，リスト，リレーショナルデータベース，レコード，ロジスティック回帰

3.2　技術科「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」の重要語句の共通性の検討

表1と表 2 にまとめた技術科「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」の重要語句から共通していた重要語句を表3に整理し，その結果を示す。

表3　共通していた重要語句

共通していた重要語句
AI（人工知能），IoT，SNS，TCP/IP，Web ページ，アプリケーション（ソフトウェア），コンテンツ，コンピュータウィルス，サーバ，センサ，デバッグ，ファイアウォール，メディア，ユーザーインタフェイス，暗号化，産業財産権，情報セキュリティ，知的財産権，著作権，変数

技術科「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」において，共通していた重要語句は，20 種類であった。これは，表 1 に整理した技術科「情報の技術」の重要語句総数の 29.0%の割合であり，表 2 に整理した情報科「情報Ⅱ」の重要語句の総数の 10.1%の割合であった。

4.　考察

初等中等教育において，情報活用能力の育成を専門的に扱う教科（科目，内容）として，中学校では，技術科「情報の技術」，高等学校では情報科「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」が教育課程で位置づけられている。本研究では，その技術科「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」で取り扱う重要語句に注目した。その結果，以下の知見を得ることができた。

(1) 技術科「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」で共通した重要語句の種数は 20 種類であった。技術科の学習指導要領で記載されている「情報の技術」(1)(3)(4)の内容と情報科の学習指導要領で記載されている「情報Ⅱ」(1)(4)(5)は，内容の関連があると捉えることができる。この点をふまえると，検定済教科書での重要語句の取り扱いに関する連携・接続が不十分と考えられた。

(2) 共通した 20 種類の重要語句の多くは，情報の授業以外の日常生活においても，耳にする語句が多くあった（AI，IoT，SNS，Web ページ，アプリケーション（ソフトウェア），コンテンツなど）。情報の授業でしか，聞く機会がない重要語句を，技術科と情報科で共通して取り上げ，生徒の知識面での向上を図ることが必要と思われた。

5.　今後の課題

今後は，以下の 2 点が次の課題として考えられる。

(1) 情報科「情報Ⅰ」について，検定済教科書から重要語句を抽出し，技術科「情報の技術」と情報科「情報Ⅱ」との共通性について整理する。

(2) 上記で整理した重要語句をもとに，大学初年次学生に重要語句の理解度調査を実施し，中等教育における知識面での成果を検討する。

参考文献

(1) 文部科学省(2017)，中学校学習指導要領ー平成 29 年告示，東山書房.

(2) 文部科学省(2017)，中学校学修指導要領解説（平成 29 年告示）技術・家庭編，開隆堂出版.

(3) 文部科学省(2019)，高等学校学習指導要領（平成 30 年告示），東山書房.

共通テスト「情報」プログラミング問題の解決に必要な知識
—発話プロトコル分析—

寺尾敦*1・秋岡敬子*1・中村優花*1
Email: atsushi@si.aoyama.ac.jp

*1：青山学院大学社会情報学部

©Key Words　大学入学共通テスト，プログラミング，認知的課題分析，発話プロトコル

1. はじめに

大学入学共通テストでは，令和7年度のテスト（2025年初頭に実施）より，「情報 I」の出題が予定されている。「情報 I」の出題について，大学入試センターは，2021年3月24日に「サンプル問題」を，2022年11月9日に「試作問題」を公表した[(1)]。いずれも，試験問題について具体的イメージを共有することを目的としている。

大学入学共通テストは「知識の理解の質を問う問題や，思考力，判断力，表現力等を発揮して解くことが求められる問題を重視した問題作成」を行うとされている[(2)]。しかし，思考力，判断力，表現力といった「力」のメタファーはマジックワードであり，教育や学習において有効に機能しない[(3)]。生徒から，大学入学共通テストでよい点が取れるようにするためにどうしたらよいかと相談されたとき，「思考力を身につけよう」では，生徒はどうしたらよいのかわからない。どのような知識が必要なのかを具体的に示す必要がある。

本研究では，共通テスト「試作問題」として公表されたプログラミング問題の認知的課題分析と，この問題を解決した大学生の発話プロトコル分析により，共通テストでのプログラミング問題で要求されている知識を明らかにする。認知的課題分析では，「試作問題」を初見で解いた大学教員の発話プロトコルをもとに，この問題の解決に必要な知識をプロダクション・ルールとして明らかにする。プロダクション・ルールは，手続き的知識の表現であり，IF-THEN形式のルールである。条件（IF）節は問題の状態を，行為節（THEN）はその状態で行うべき操作を表す。大学生の発話プロトコル分析では，「試作問題」の解決を試みた大学生の発話プロトコルに基づき，認知的課題分析の妥当性を確認する。すなわち，(1) 大学生の問題解決過程は認知的課題分析によって提示されたプロダクション・ルールの使用を示唆するものであるか，(2) 認知的課題分析でのプロダクション・ルールは教示に利用できるか，を検討した。

なお，認知的課題分析の結果は小規模な研究会において既発表[(4)]であるが，大学生の発話プロトコル分析は認知的課題分析の妥当性を確認するために行われており，大学生の発話プロトコル分析単独では論文を構成できない。そのため，既発表の内容を縮小したうえで，本論文の一部として含める。

2. 認知的課題分析

2.1 方法

大学入学共通テストの「試作問題」に含まれるプログラミングの問題では，買い物で客と店が交換する硬貨の枚数の最小値である「最小交換硬貨枚数」を求めるプログラムを作成する。最小交換硬貨枚数を求めるために，関数「枚数」を定義して利用する。この関数は，引数として金額が与えられると，ちょうどその金額となる硬貨の組み合わせの中で，枚数が最小となる硬貨枚数を返す。プログラミングを行う生徒と指導する先生の対話，および，プログラム中に [ア] から [セ] まで14の空欄があり，空欄にあてはまる正解を選ぶ多肢選択の問題である。ただし，[ア] だけは数値を入れる。

認知科学を専門とする大学教員1名（本論文の第1著者）が，PC画面に提示した「試作問題」問題を発話思考で（つまり，意識内容を発話しながら）解決した。問題解決中の PC 画面と発話は動画配信のためのソフトウェアで収録された。

収録された動画はYouTubeで公開されている[(5)]。問題解決過程の発話はすべて文字おこしされており，動画とともに表示することができる。

2.2 結果

得られた発話プロトコルから，このプログラミング問題の解決に使われた手続き的知識を推測し，それらをプロダクション・ルールの形式で表現した。問題解決に使われたと推測されるプロダクション・ルールは，日常生活に由来するルール，プログラミングでの領域固有のルール，汎用的な推論ルール，に大別することができた。

日常生活に由来するルール：関数「枚数」は，引数として金額が与えられると，ちょうどその金額となる硬貨の組み合わせの中で，最小となる枚数を返す。空欄 [ア] では，入力が46のときの，関数「枚数」の戻り値が問われている。この正解（6）は問題での生徒と先生の会話で明示的に示されているが，そうでなくても，日常生活で獲得されていると考えられるプロダクション・ルールにより，容易に知ることができる。このプロダクション・ルールを表1に示す。P1aから始まり，P1bが繰り返し使用されて，最後にP1cによって結果が返される。

プログラミング固有のルール：「試作問題」では，与えられた金額ちょうどを支払う最小の硬貨枚数を求めるプログラムが示されている（図1）。 [キ] から [コ] の空欄にあてはまるものを選択肢から選ぶ。

表１　日常生活由来のプロダクション・ルールの例

P1a：最小硬貨枚数の計算開始
IF 　目的が金額 =M を支払う最小硬貨枚数を知ることであり， 　注目している硬貨がないならば， THEN 　残金を =M として， 　額面 =X が最も大きい硬貨に注目せよ
P1b：各硬貨の枚数
IF 　目的が金額 =M を支払う最小硬貨枚数を知ることであり， 　残金 =R が 0 でなく， 　額面 =X の硬貨に注目しているならば， THEN 　=R / =X の商 =P をその硬貨の枚数として， 　残金を余り =Q に更新し， 　=X 以下で最大の額面 =Y の硬貨に注目せよ
P1c：最小硬貨枚数
IF 　目的が金額 =M を支払う最小硬貨枚数を知ることであり， 　残金 =R の値が 0 ならば， THEN 　各硬貨の枚数の合計を最小硬貨枚数とせよ

Note. 等号のついた文字は変数を表す

```
(1) Kouka = [1,5,10,50,100]
(2) kingaku = 46
(3) maisu = 0, nokori = kingaku
(4) i を [キ] ながら繰り返す：
(5)     maisu = [ク] + [ケ]
(6)     nokori = [コ]
(7) 表示する(maisu)
```

図１　与えられた金額をちょうど支払う最小の硬貨枚数を求めるプログラム

このプログラムを書くとき，表１に示したプロダクション・ルールは実質的にその書き方を示している。ルール P1a は，最初に配列 Kouka の最後の要素である 100 に注目することを示唆している。ルール P1b は注目している硬貨を変更しながら繰り返し使われるので，プログラムでは何らかの繰り返し処理を行うことになる。繰り返しのたびに残金（プログラムでは変数 nokori）を更新する点も同じである。最小の硬貨枚数の計算方法は，表１のプロダクション・ルールと図１のプログラムで，多少の違いがある。表１のプロダクション・ルールでは各硬貨の枚数を記憶しておいて最後に加えるが，図１のプログラムでは繰り返しのたびに枚数を更新している。もちろん，各硬貨の枚数を記録する配列を使えば，ループを抜けた後で各硬貨の枚数を合計するようにプログラムを書き換えることは容易である。表１のプロダクション・ルールと図１のプログラムでのもうひとつの違いは，残金（nokori）の値が 0 になっても処理を終了しないことである。

表２　プログラミング固有のプロダクション・ルールの例

P2a：配列の最終要素からのループ構成
IF 　=K 個の要素が配列 =A に保存されており， 　配列 =A の要素を最後から順に処理したくて， 　配列の添字が 0 から始まっており， 　ループを制御する変数が =I ならば， THEN 　=I を (=K) - 1 から 0 まで 1 ずつ減らすループを構成せよ
P2b：各硬貨の枚数（プログラミング版）
IF 　目的が金額 =M を支払う最小硬貨枚数を知ることであり， 　残金が =R，現在までの硬貨の枚数は =N で， 　硬貨の額面は配列 =A に記録され， 　配列中の要素 =X に注目しており， 　繰り返し処理で変数の値を更新するならば， THEN 　=R / =X の商 =P をその硬貨の枚数として， 　硬貨の枚数 =N を =N + =P に更新し， 　残金を余り =Q に更新せよ
P2c：最小硬貨枚数（プログラミング版）
IF 　目的が金額 =A を支払う最小硬貨枚数を知ることであり， 　繰り返し処理で変数の値を更新し， 　硬貨の枚数 =N はループ中で更新されており， 　繰り返しは終了しているならば， THEN 　最小硬貨枚数を =N として返せ

Note. 等号のついた文字は変数を表す

図１のプログラムを完成させるプロダクション・ルールを表２に示す。ルール P2b は P1b の，ルール P2c は P1c のプログラミングバージョンである。ルール P2c はプログラムの 7 行目を書くためのものであり，この問題への解答（空欄 [キ] から [コ] を埋める）では利用されない。

汎用的推論のルール：この問題の核心は，商品の価格と釣り銭を足した金額の最小硬貨枚数と，釣り銭の最小硬貨枚数の和が，「最小交換硬貨枚数」になるということである。この関係は繰り返し問われている。問題での生徒と先生の会話では，商品価格が 46 円のときの最小交換硬貨枚数が「枚数(51) + 枚数(5)」となることが述べられる。これは空欄 [ア] の解答となっている。直後に，商品価格を x 円，釣り銭を y 円としたときの，最小交換硬貨枚数の計算式が問われる（空欄 [ウ] および [エ]）。これは「枚数(x+y) + 枚数(y)」である。最後に，商品価格の変数 kakaku と，釣り銭の変数 tsuri から，変数 shiharai = kakaku + tsuri が作られたとき，最小交換硬貨枚数が「枚数(shiharai) + 枚数(tsuri)」であることが問われる（空欄 [ス] および [セ]）。

表３　汎用定期な推論のプロダクション・ルールの例

P3：集合間の対応関係による式構成
IF 集合＝A の要素と集合=B の要素に対応関係があり，集合=A の要素についての式が存在するならば， THEN その式の要素を集合=B での対応する要素に置き換えた式を構成せよ

Note. 等号のついた文字は変数を表す

問題解決を行った大学教員は，この関係を最後に問われたときの解答が，それよりも前に問われたときとの解答と整合しているかを確認していた。変数の対応関係は，x と kakaku，y と tsuri であり，さらに x＋y と shiharai が対応している。したがって，x，y，x＋y を用いた式は，kakaku，tsuri，hiharai を用いた式に書き換えられ，対応する変数は同じ位置を占めなければならない。大学教員はすでに得た解答の確認を行っていたが，まだ解答が得られていないときにこうした対応関係を利用することも可能である。表３のプロダクション・ルールは，解の確認ではなく，発見のためのルールである。

3.　発話プロトコル分析

大学入学共通テストの「試作問題」として公表されたプログラミング問題の認知的課題分析により，この問題の解決に必要な知識をプロダクション・ルールとして記述することができた。しかし，この分析は２つの点で不十分であり，分析の妥当性を確認する必要がある。

第１に，実際の受験生の多くは，前節で記述したプロダクション・ルールとは異なる知識を使うかもしれない。もちろん，別解が存在することはかまわない。しかし，われわれの分析があまり一般的ではない解き方を示しているのであれば，もっと一般的な解き方と，そこで使われる知識を示すべきだろう。

第２に，われわれが示した知識は教示に利用できないかもしれない。われわれの認知的課題分析の目的は，「思考力」というマジックワードに代えて，生徒が獲得すべき知識を具体的に示すことである。したがって，示された知識は教示や学習に役立つものでなくてはならない。しかし，課題分析だけでは，これは不明である。

そこで，大学生に「試作問題」を発話思考法で解いてもらい，その発話のプロトコル分析から以上２つの問題点を解決した。具体的には，(1) 問題解決に成功したときの発話プロトコルが，認知的課題分析によって提示されたプロダクション・ルールの使用を示唆するものであるか，(2) 問題解決に失敗したとき，認知的課題分析でのプロダクション・ルールに基づいたヒントを提示することは問題解決を助けるか，を検討した。大学生は大学入学共通テストの受験者とは異なるが，プログラミング課題の解決において，実際の受験者と大きな違いは生じないだろう。

3.1　方法

12 名の大学生が１人ずつ単独で実験に参加した。発話思考について説明を受けたのち，PC 画面に提示された「試作問題」問題を発話思考で解決した。発話思考について説明では，認知的課題分析のために行われた大学教員の発話思考での，空欄 [ア] への解答部分の動画が具体例として提示された。問題解決中の PC 画面と参加者の発話は動画配信のためのソフトウェアで収録された。

設問に対して回答を与えることができなかった場合には，認知的課題分析に基づいて作成されたヒントが与えられた。設問に対して何らかの回答が与えられた場合には，それが不正解であっても，すべての設問（空欄の [ア] から [カ]）に回答を終えるまでフィードバックは与えられなかった。すべての設問への回答がなされた後で，不正解だった設問が指摘され，もう一度解決が試みられた。必要に応じてヒントが与えられた。

発話がほとんどなされなかったことにより，２名のデータは分析に用いることができなかった。

3.2　問題解決に使われた知識

設問に正解が与えられたとき，先に行われた認知的課題分析で得られたプロダクション・ルールによるものとは異なる解決を示唆する発話プロトコルは，問題中の１か所の例外を除き得られなかった。このことは，最初の認知的課題分析が妥当であったことを示している。もちろん別解が存在する可能性はあるが，10 名の発話プロトコルが課題分析の結果と矛盾しないのだから，われわれの分析は一般的な問題解決方法を示していると言える。

１か所の例外とは，この問題の最後にある空欄 [ス] および [セ] である。ここでは，商品価格の変数 kakaku と，釣り銭の変数 tsuri から，変数 shiharai＝kakaku＋tsuri が作られたとき，最小交換硬貨枚数が「枚数(shiharai) + 枚数(tsuri)」であることが問われている。大学教員は，ここよりも前の設問との対応関係に気がつき，類推によって正解を得ていた。これに対して，大学生の問題解決者はこの対応関係に気がつかず，あらためて考えて正解を得ていた。大学教員と，大学生の１人による解決プロトコルを表４に示す。

表４　類推による解決と類推でない解決のプロトコル

類推による解決プロトコル（大学教員）
そんでさっきと矛盾してないはずだよ。これですよね。えっと，［ウ］と［エ］は (2) 番と (1) 番だから，x + y と y でしょ。そうでしょ。だから，価格と釣り銭足したやつと釣り銭だよね。そうだよね。大丈夫ですね。だからここは，えーと，kakaku と tsuri 銭を足したやつは shiharai になってるから，shiharai と，shiharai ってある (0) 番と，それから次の (2) 番だよね。
類推でない解決プロトコル（大学生）
今回せっかくなんで 51 で考えてみると，kakaku が 46 で，tsuri が 5 で，えっと，ま，shiharai には 51 が入っているという状況ですね。はい。で，maisu はさっきのこれ関数を使うんですよね。 kakaku と tsuri，え，ちゃうわ。お釣りと支払った合計とそのお釣りの枚数をそれぞれ知りたいので，・・・(中略)・・・ えっと「枚数（shiharai)」と、えっと「枚数（tsuri)」を知りたいので，(0) と (2) 番。(0) 番と (2) 番が［ス］［セ］どちらかそれぞれに入ります。

表５　ループでの変数の値更新のヒント

１：プログラミングでは，等号は等しいという意味ではなく，左辺の値を右辺に代入するという意味です。プログラムの (4) 行目から (6) 行目が繰り返されるたびに，変数 maisu と変数 nokori の値が更新されていきます。
２：繰り返しが終わったとき，maisu と nokori には何が保存されていますか？ これら変数の，最初の値は何ですか？ 繰り返しのたびに，これら変数の値をどのように更新すればよいですか？
３：ｉが 4 のとき，プログラムの (4) 行目と (5) 行目では，どのような処理が行われますか？（わからなければ）46 円を支払うのに、100 円玉が何枚使えるかを計算して，maisu と nokori の値を更新します。これら変数の値はどのように更新されますか？

表６　ヒント提示後の問題解決プロトコルの例

これ”＝”じゃねえんだ。 あ，それ当たんねえわ。 （中略） 「プログラミングの（4）行目から（6）行目が繰り返されるたびに，変数maisuと変数nokoriの値が・・・」なるほどね。maisuを右辺に代入するから，だから右辺にmaisuがなきゃだめなんだ，これ。あ，そりゃ違うわ。だから［ク］絶対maisuだ。

3.3　プロダクション・ルールに基づく教示の有効性

認知的課題分析によって得られたプロダクション・ルールが妥当である（つまり，獲得すべき知識を正確に表現できている）ならば，自力での問題解決に失敗したとき，プロダクション・ルールに基づいた教示を行うことが解決の助けとなるはずである。こうした考えは知的チューターシステム（Intelligent Tutoring System）が学習者に与える教示やヒントに使われてきた [6]。教示やヒントが有効ならば，それは基盤となっている認知的課題分析の妥当性を示す証拠となる。

図１は変数 maisu の値をループで更新する処理である。ここでは，４名の大学生が解決に行き詰まってヒントを必要とした。実験参加者がここで解決に行き詰まったときには，表５に示すヒントを順に出すことにしていた。ここでのヒントは６段階から構成されており（表５に示されているのは最初の３段階），ある段階のヒントで問題解決ができなければ，次の段階のヒントを出した。初期の段階でのヒントは問題状況（つまり，プロダクション・ルール条件節（IF）に焦点を当て，後の段階のヒントほどルールの行為節（THEN）に焦点を当てている。

解決に行き詰まった実験参加者の一人が，表５に示された第１段階のヒントを提示された後の，問題解決プロトコルを表６に示す。この学生は，変数の値の更新を行うための代入を，数学での等号の意味に誤って理解していた。ヒントによってこの誤りを正すことで，表２に示した変数の値更新のためのプロダクション・ルールが使用できる状況であることに気がつき，正解を与えることができたと考えられる。最初の２段階のヒントで，どの参加者も正解を得ることができた。

4.　おわりに

本研究では，大学入学共通テスト「情報Ｉ」のプログラミングの「試作問題」の解決に必要な知識を，プロダクション・ルールの形で明らかにした。これらプロダクション・ルールは，常生活に由来するルール，プログラミングでの領域固有のルール，汎用的な推論ルール，に大別することができた。

これらプロダクション・ルールを見ると，共通テストが測定すると称している「思考力」「判断力」「表現力」は，それほど複雑ではない手続き的知識の適用であることが示唆される。これらプロダクション・ルールは，いずれも日常生活あるいは授業で獲得が期待できるものであり，獲得が非常に困難と思われるものはない。本研究は「試作問題」だけを扱ったが，実際の試験で今後の出題される問題でも，この点について大きな違いはないだろう。

残された大きな問題のひとつは，必要な知識をどのようにして獲得できるか（あるいは，問題解決の場で即興的に生成できるか）ということである。特に難しいと考えられるのは，日常生活に由来する知識の獲得あるいは生成である。たとえば，「最小硬貨交換枚数」で買い物を実行することは容易だが，それを行うためにどのような計算を行っているのかを明確に記述できなければ，プログラムを書くことはできない。プログラミングの学習において，あまり意識しないで実行できている日常的行為のプロセスを明示的に記述して，プログラムに翻訳するという練習が重要かもしれない。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP23K02718 の助成を受けたものです。

参考文献

(1) 大学入試センター：“（参考）試作問題等令和４年度までの検討状況”，https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7/r7_kentoujoukyou/（2024 年 6 月 30 日アクセス）
(2) 大学入試センター：“共通テストの役割”，https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_gaiyou/yakuwari.html（2024 年 6 月 30 日アクセス）
(3) 鈴木宏昭：“私たちはどう学んでいるのか: 創発から見る認知の変化”筑摩書房（2022）.
(4) 寺尾敦，秋岡敬子，中村優花：“共通テスト「情報」のプログラミング問題の解決に必要な知識”，情報コミュニケーション学会第 34 回研究会，（2023）.
(5) 寺尾敦：“大学入学共通テスト「情報Ｉ」試作問題（プログラミング）はこうやって考える”，https://youtu.be/rgxM2KcHQwY（2024 年 6 月 30 日アクセス）
(6) Koedinger, K. R. & Corbet, A.:“Cognitive Tutor テクノロジーが教室に学習科学を実現する”，R. K. ソーヤー（編），『学習科学ハンドブック』，培風館，pp.53-65，（2009）.

高校情報科『情報Ⅰ』検定済教科書のレビューと プログラミング教育の在り方

綾　皓二郎*1
Email: aya.k2015h27@gmail.com

*1: みやぎインターカレッジコープ

◎Key Words　学習指導要領，プログラミング／プログラム言語，大学入学共通テスト

1. はじめに

2022年度より教科『情報Ⅰ』が共通必履修科目となり，大学入学共通テストにおいて 2025 年から「情報」が教科として出題されことになり，特にプログラミング教育に関心が集まっている。この報告は，『情報Ⅰ』の検定済教科書についてのレビューとプログラミング教育，大学入学共通テストにおけるプログラミングの問題についての検討からなる。対象とする教科書は，文科省教科書目録に記載の6社12種類である（宮城県図書館の教科書展示による）。このレビューは，高校教育の実情には疎い著者による個人的なものであり，間違いや誤解があることを恐れる。

2.『情報Ⅰ』の教科書

① 実教『高校情報Ⅰ Python』B5判，206頁
② 実教『高校情報Ⅰ JavaScript』B5判，206頁
③ 実教『最新情報Ⅰ』B5判，206頁
④ 実教『図説 情報Ⅰ』AB判，184頁
⑤ 東書『情報Ⅰ Step Forward!』B5判，230頁
⑥ 東書『新編 情報Ⅰ』B5判，206頁
⑦ 数研『高等学校 情報Ⅰ』B5判，224頁
⑧ 数研『情報Ⅰ Next』B5判，200頁
⑨ 日文『情報Ⅰ』B5判，246頁
⑩ 日文『情報Ⅰ図解と実習』B5変型判，229頁
⑪ 第一『高等学校 情報Ⅰ』AB判，200頁
⑫ 開隆堂『実践 情報Ⅰ』B5判，182頁

以後，教科書を引用するときには，この丸数字を使うことにする。これらの教科書には，同じ出版社から複数の教科書が刊行されていることからも分かるように，内容や頁数から判断して3レベル程度の難易度が認められる。易しいレベルの教科書では，論理回路や統計的検定，回帰分析などの省略があったり，アルゴリズムが読み物として取り扱われたり，プログラミングにScratchを使って頁数がかなり少ない，漫画が多くかつ大きい，漢字に付くルビが概してかなり多いなどの特徴がある。

3. 教科書の内容と説明についての疑問点

3.1 学習の手引きと学習指導要領

学習の手引きが，数学では「研究」（やや程度の高い内容。場合によっては省略してよい）や「発展」（学習指導要領の範囲を超える内容。すべての学習者が一律に学ぶ必要はない）があるのに対して，『情報Ⅰ』ではこれらが欠けている。①②では「ADVANCE」が計11項目，42頁もあるが，応用的な学習項目を取り上げているという説明のみである。履修時間を考えると，項目数と頁数が多すぎる。たとえば，「データ分析と検定の考え方」や「オブジェクト指向プログラミング」など，教科書検定基準のいう学習指導要領を超える発展的な学習内容が含まれていると推察されるが，出版社の教員向け資料でも「実情に合わせて適宜選択してください」とあるだけである。著作者は「ADVANCE」について授業でどのように教えることを想定しているのだろうか。学習指導要領を超える内容を加えることはよいとしても，履修する高校生への配慮が足りないと思われる。

3.2 参考文献と著作権

どの教科書にも著作権の説明はあっても，参考文献欄は全くないが，これでよいのだろうか。たとえば，使用するソフトウェア名は参考文献に記載されることはない。公的な教科書ではプロプライエタリのソフト名を明記してはならないという規制があるのか，表計算ソフトウェアや表計算マクロ言語という一般名を用いている。しかし，実際に説明の対象となっているのは，特定のソフトであるExcelやVBAである。なぜソフト名を参考文献あるいは脚注などに載せないのか。企業の宣伝・支援になるから明記しないといわれているが，それでは国語の教科書で小説を教材とする場合，なぜ作家名を明記するのだろうか。作家は個人事業主であり，名前を出せば宣伝・支援になる。また，登録商標であるKJ法を取り上げている教科書もある。著作権者として個人も企業も等しく尊重されなければならないが，教科書検定では例外扱いされているのだろうか。

教科書の説明が特定の説に基づくのであれば，参考文献に記載することが求められる。たとえば，情報の定義と分類，コミュニケーションとメディアの説明では，①②は全面的に西垣 通の情報観に基づいている(1)。他の

情報観もあることを考えると，高校の教科書の記述としてはやや適切さを欠くといえないか。西垣の文献[1]を参考文献として載せなければ，第一に著者に失礼であるし，高校生には不親切である，と思われる。

3.3 情報学とコンピュータサイエンスなど

情報教育の親学問は「情報学（informatics）」といわれているが[2]，情報学の説明が不十分と思われる。情報学は，国により意味が異なる多義的な用語である。米国では情報学ではなくてコンピュータサイエンスが普通であるが，『情報Ⅰ』にコンピュータ科学，計算機科学という用語が現れることはきわめて稀で，その説明はない。⑩で「コンピュータ・サイエンス・アンプラグド実習」，①②で「コンピュータ科学者」という語句が使われているだけである。コンピュータサイエンスは，教科書検定において暗黙裡の了解で説明しないことになっているのだろうか。これでは“計算論的思考はコンピュータ科学者のように考える”といわれても[3]，高校生には何のことかよく分からないのではないか。他方で，情報処理学会は，高校生のためのコンピュータサイエンスセッションを催し，コンピュータサイエンスは情報学の中核にあると説明している[4]。

①-④の「はじめに」には，コンピュテーショナルシンキング（計算論的思考）という用語が登場するが，本文では具体的な説明はない。

また，シミュレーション，データサイエンスという用語はあっても，コンピュテーショナルサイエンス（計算科学）という用語は全く使われていない。

3.4 教科書での表記とルビ

『情報Ⅰ』の教科書は，他教科の教科書と比べて，表記にルビの使用が圧倒的に多い。漢字にルビが多いのは，⑩，⑪，④，⑥，⑦，③である。易しい教科書とは限らないことに注意。情報の専門用語では，漢字にルビが付かないほうが珍しい。⑤，⑥，⑦，⑧，⑪では‘情報’にもルビを振っている。漢字にルビが，専門用語ならまだしも，日常語や数学用語にも振られていることでよいのだろうか（このような例は国語や数学の教科書ではほとんど見られない）。たとえば，日常語では，描く，連ねる，失われる，加わる，戻す。緊急，依存，犯罪，欠陥，制限，不正，炎上，元金，利率，残高など。数学用語では，定式化，変数，代入，関数，量，動的，静的，確率，$\sin\theta$，$\cos\theta$ など。用語は挙げだすときりがないので，これで止めおく。これでは『情報Ⅰ』よりも国語で漢字と読解の学習を先にやらなばならないのではないか。大学入学共通テストでは日本語力が問われていることに留意してほしい。

漢字やカタカナの専門用語には，教科書により大きな違いがあるが，英語のルビが付き，英語用語にはカタカナのルビが付く。ルビがないと学習は滑らかに進まないので，これは適切と考えられる。

専門用語は，JISに従うこともあれば，そうでないこともある。3音節以上のカタカナ用語には長音符を用いていない。Digitalは，デジタルに統一されている。論理回路図では，JIS記号ではなくMIL記号が用いられている。なお，記数法では漢数字は用いられていない。

3.5 漫画を用いた説明の多さ

どの『情報Ⅰ』の教科書にも，他教科の教科書にはほとんど見られない漫画が説明に使われている。易しい教科書ほど漫画の量が多く，コマが大きなものが多く，キャラクターも多い。⑩では各章2頁，計8頁の漫画がある。⑤⑥にはパラパラ漫画もある。漫画には，たとえば，④では「ジャーン，ガーン」などのオノマトペ。⑥では，フェイクニュースに「これ見た？アイドルのマリ，熱愛！お相手はお笑い芸人，T田。マジか！」，他にも「今日は愛の告白　・・・」。⑩のキャラクター紹介では「アルゴ：いて座・B型。おおらかで楽観的。リズム：やぎ座・A型。しっかり者の姉御肌タイプ」とある。

漫画を通して目的や内容を確認するというのであるが，他教科の教科書には上のような漫画は全く見られない。『情報Ⅰ』の著作者は，日本語と紙面，使える頁数をもっと大切に扱わなければならないのではないか。むずかしいことをやさしく，やさしいことをふかく，ふかいことをおもしろく”[5] 文章で説明する執筆態度が，著作者には求められていることに気づいてほしい。

3.6 『情報Ⅰ』の学習と高校生の進路

『情報Ⅰ』は，全ての高校生が学ぶ共通教科であるにもかかわらず，高校生の進路・将来の職業としてIT分野を強く意識した頁が少なくない。これは他教科の教科書には見られない特徴である。これから『情報Ⅰ』のキャリア教育観，著作者の教育視野と職業観を伺うことができる。たとえば，⑤⑥では，ITを用いた問題解決の仕事が紹介されている（11人で計5頁）。仕事（職種）として，アニメーション監督，Web／CGデザイナー，ゲーム／ソフトウェア／ネットワークエンジニア，Webサイト企画管理などが挙げられている。同様の記述が⑦⑧にもある。⑩で登場するキャラクターの将来の夢はゲームクリエイターとITエンジニアである。③では，IT企業の職種を紹介し，システムエンジニアが設計を，プログラマがコーディングを担当するとしている。『情報Ⅰ』で，このような職種の説明が必要だろうか。プログラマとはプログラムを作成する人全般を指し，プログラミングは分析・設計・コーディング・検査・評価を含むとしなければならないことを明確にいうべきではないか。

情報学はメタサイエンスという考え方がある[2][6]。その考え方では，文理を問わず全ての学習者が獲得すべき能力は，情報学に固有な基礎能力のみならず，ジェネリック・スキルである，とする。高校生の進路として，早々とITの専門分野やITを用いる製品開発の業務，起業を教科書で取り上げているが，適切とは思われない。“『情報Ⅰ』を学んだ高校生は，将来何を専門にしてもよい。あらゆる種類のキャリアに進むことができる”と

いってほしい。

3.7 情報社会に参画する態度の育成

学習指導要領解説―情報編では，情報科の目標の中で，法規や制度及びマナーを守ろうとする態度，情報セキュリティを確保しようとする態度などの「情報モラル」を養うことが記されている[7]。教科書の記述は，この解説にとどまって個人の責任を強調しているが，以下のことに言及していない。

(1) 人権，ルールとモラルは区別されなければならないこと。モラルは個人の心の領域であり，個人情報の保護や著作権は人権の問題であること。
(2) 法規や制度は，守るだけでなく，主権者が自らの意志で変更することや創ることができること。
(3) 国や地方自治体などの組織には，法規や制度の制定みならず，公文書の管理・保存，情報開示と公開，情報発信，情報セキュリティに重い責任があること。市民は，組織に異議を申し立てることができること。

3.8 『情報Ⅰ』と数学との連携・補完

『情報Ⅰ』は，他教科，特に数学との連携・補完に曖昧な点が多いことが目立つ。『情報Ⅰ』を1年次の履修とすると，学習の跛行はきわめて大きくなる。『数学Ⅰ』では第5章にデータ分析がくる。『数学A』では第3章 数学と人間の活動は履修できるのだろうか。この章には，素数と素因数分解，最大公約数，ユークリッドの互除法，記数法，ゲーム・パズルなどがある。これらは履修済みとされて『情報Ⅰ』の授業は進められるのだろうか。『数学Ⅱ』では指数関数，対数関数，微分法，積分法などを学ぶ。『数学B』では，第1章で数列と漸化式，第2章に統計的な推測があるが，これらを『情報Ⅰ』で先取りして学ぶことは適切なのだろうか。第3章の数学と社会生活では，教科書による違いはあるが，移動平均や回帰分析，暗号，ドント式，複利法，確率モデルなどを学ぶ。『数学Ⅲ』は，『数学Ⅱ』より高度な微分法や積分法などを学ぶ。『数学C』の第5章の数学的な工夫では，行列や離散グラフ，統計グラフが入っている。数学の教科書の「研究」「発展」では，エラトステネスのふるい，フィボナッチ数列，ハノイの塔，公開鍵暗号，最小2乗法，ダイクストラ法などが取り上げられている。

以上にみるように，数学のほうが，『情報Ⅰ』よりも，はるかにまともで，しっかりした内容となっている。『情報Ⅰ』のプログラミングとデータ活用は，数学的準備をなおざりにして背伸びし過ぎていないか。

4. プログラミング学習と使用する言語

プログラミングとデータ活用を学ぶ『情報Ⅰ』と喧伝されるが，それらの学習に使える時間は全授業数の1/3程度，高々25単位時間であろう。授業時間は，アルゴリズムや文法を学ぶ時間，コンピュータを使う演習の時間を考えると，決して多くない。これを考慮すると，『情報Ⅰ』について，次のような疑問が湧く。

Q1. プログラミングとデータ活用の学習を数学的準備が整わないうちから始めることは適切か。

これらの学習には数学の知識が必須であるにも関わらず，数学の知識が欠けたままでは，大したことはできない。実際にそのようになっている（3.8を参照）。

Q2. 大学入学共通テストのプログラミングやデータ活用の問題では，どの程度の数学的知識を要求するのか。学習指導要領の範囲内に収まるのか。

数学的知識があることを前提にしないと，試験問題を継続的に作成していくことはかなり難しくなっていく。これを示唆するのは，試作問題の暗号やサンプル問題のドント式のプログラミングである。

Q3. 学習指導要領を超える内容や，漫画，IT活用の人物紹介の頁は大きく削減し，偉人の説明もほどほどにして，限られた頁数を数学とプログラミングの基礎を丁寧に分かりやすく説明するために使うという考え方がなぜとれないのだろうか。

Q4. プログラミング／プログラム言語と大学入学共通テストの擬似言語を用いたプログラミングをどのように並列させて学習を進めるか。

擬似言語は覚える必要はないので，このための学習時間は不要という見解もあるが[8]，両者には文法に大きな違いがあり[9]，受験する高校生には慣れも必要であり，説得力があるとはいえない。擬似言語は仕様が未公開であるがPython-likeということで，一つの問題でPythonと擬似言語のプログラムを並記して，授業を進めている高校があると聞く[10]。このように高校では擬似言語を十分に意識してプログラミング教育を進めなければならないのである。なお，擬似言語の仕様はできるだけ早く公開する必要がある，と思われる（3.7(3)を参照）。

Q.5 共通テストで，問題を複数のプログラム言語を使って作成することはできるのではないか。

学習指導要領では，プログラム言語は各高校で選択することになっている。そのため，試験問題で特定のプログラム言語を使うことは公平性の観点から適当ではないと考え，大学入試センターでは擬似言語を使用すると説明されている[8]。しかし，外国語の試験で多大なコストをかけて五か国語が採用されている事実を見れば，情報の大問一題の作成に複数のプログラム言語を使うことを妨げる特別な理由がないことが推察できる。擬似言語を使わなくとも，試験の公平性は確保できるし，抽象化は本来のプログラミングでじゅうぶん学べる。擬似言語の採用は，高校生と高校教員に本来不要な負担と時間を課すので適切とはいえない。大学や高校，関連学会がなぜ擬似言語の使用に異議を申し立てないのかは分からない（3.7 (2) (3) を参照）。

Q6. 共通テストで，出題者の考えたアルゴリズムとプログラムを長文の会話文で読解させる問題は適切か。

他人の書いたプログラムを読解することに要する思考力と，アルゴリズムを自分で考えプログラムを作成する

ことに要する思考力は，大きく異なるものである。他人の考えたプログラムの読解を散漫な長文の会話文を読んでさせることは，日本語の思考力を問う問題である。プログラムの説明は，変数名と関数名，手順の要点を示すだけにしてはどうか。

5. プログラミングとデータ活用

5.1 教科書での取り扱い

各教科書でプログラミングやデータ活用に費やされている頁数は，それほど多くない。大半の教科書で，アルゴリズムで 4 頁，プログラミングで 8 頁程度である。例示されたプログラムの行数も 10 行未満のものが多く，最大で 40 行である。手続き型プログラミングの基礎や統計処理の説明と例題，問題をもっと増やすことが必要と思われる。アルゴリズムは，数学的準備を必要としないソートや探索を説明している教科書が多い。⑦にはフィボナッチ数列をメモ化再帰して求める例題があり，『数学 B』の知識が要るが，⑦は数学など他教科との関連を重視した編集がなされている。易しい教科書ではアルゴリズムを読み物として取り上げていたり，プログラム例がない場合がある。

プログラム言語は，Python, JavaScript, VBA, Scratch が採用されている。巻末で Swift やドリトルを紹介している教科書もある。同一プログラムを複数言語で例示している教科書が多いが，①②のようにプログラム言語は一つに絞るほうがよい。ただし，①②はプログラミングの頁数は 16 頁と多いが，基本構造や配列，関数などの説明は簡略で，オブジェクト指向など学習指導要領を超える内容にかなりの頁が割り当てられている。データ活用ではプログラミングよりは Excel を採用することが多い。

5.2 プログラミングによる予測の問題点

(1) 確定的モデルによる人口予測

①②⑨では，人口予測を定期預金の複利と同様の式でモデル化しておこなっている。人口変動のような様々な要因が絡む問題に，人口の増減率が一定という確定的なモデルを使い，しかも 10, 15, 20 年後という長年月を経た時点の人口を予測することは適切とはいえない。シミュレーションに入る前に，モデルの作り方と妥当性を学ばせなければならない。

(2) 近似曲線を利用した外挿による予測

③では平均気温平年差を，データから回帰式を求めて，外挿により 30 年後の予測値を求めている。この外挿による予測は不適切である。外挿はやるにしても観測データのごく近傍に限られるべきである[11]。

6. 個々の教科書の記述の問題点など

① p.131 表 2 プログラミング言語の分類例で，C++, Java, JavaScript, Python などをオブジェクト指向を取り入れた言語としているが，マルチパラダイム言語とするほうが正確である。p.135 Python で「字下げ」を必ず半角スペース 4 文字分とするというルールはない。p.138 Python の「リスト」と「配列」は，最初からきちんと区別しておくほうがよい。p.152 クラスの定義で，Python にない「フィールド」という用語を使っている。⑥ p.67 “コンピュータも間違える”は，“計算誤差が生じることがある”というほうが適切である。

7. おわりに

教科書もメディアの一つであるから，メディアリテラシーの立場から教科書を批判的に読み解くこと（教科書分析）を試みた。授業での教科書分析が，より良い教科書を生み出すことに繋がることを期待したい。

最後に，⑫の終章の言葉を紹介する。「情報や情報技術を多様な観点から評価し，批判的に読み解き，活用する能力を高めるとともに，望ましい情報社会の在り方を探求し続けることが求められている」。

参考文献

(1) 西垣 通: “生命と機械をつなぐ知—基礎情報学入門”, 高陵社書店(2012)

(2) 萩谷昌己: “情報学を定義する —情報学分野の参照基準”, 情報処理, Vol.56 No.7, pp.734-743 (2014)

(3) Wing J. M.: “Computational Thinking”, Commun. ACM, Vol.49, No. 3, pp.33–35 (2008)
中島秀之(訳): “計算論的思考”, 情報処理 Vol.56, No.6, pp.584-587(2015)

(4) 萩谷昌己: “大学で学ぶコンピュータサイエンスって？”,, 高校生のためのコンピュータサイエンスオンラインセッション 2020
https://www.wakuwaku-catch.net/kouen200901/01/

(5) 井上ひさし : “むずかしいことをやさしく，やさしいことをふかく，･･･”, The 座, 14 巻, pp.16-17(1989)

(6) 山崎謙介: “メタサイエンスとしての情報学とその教育”,, 情報処理, Vol.56 No.10, ,pp.1008-101 (2015)

(7) 文科省: “高等学校学習指導要領解説－情報編”, p.27 (2013)

(8) 情報処理学会 情報入試委員会 : “情報入試委員会は「情報入試」をこう考えます”(2023)
https://sites.google.com/a.ipsj.or.jp/ipsjjn/resources/announce20230416

(9) 井手広康: “情報 I の教科書におけるプログラミング分野の比較と考察”, 情報処理学会論文誌 教育とコンピュータ, Vol.8 No.3 pp.8–18 (2022)

(10) 鹿野利春, 鈴木淳子 他: “大学受験に向けた指導について～大学入学共通テスト「情報」試作問題をうけて～”, 実教 情報教育資料 56_2(20

(11) Bruce, P. et al.: “データサイエンスのための統計学入門 第 2 版”, p.150, オライリー・ジャパン(2020)

コロナを乗り越えて、大学生協の価値をもう一度考える。・・・・

仲田　　秀
Email:nqb41457@nifty.com

法政大学大学院政策科学研究科後期博士課程 2014 年修了

◎Key Words　　民主的意思決定、協同の文化、各々の主体的参加

表　累積赤字生協数の年度変化の割り合い　（1980年～2023年）

規模・種別	内容	1980年生協数	累積赤生協数	1998年生協数	累積赤生協数	2007年生協数	累積赤生協数	2009年生協数	累積赤生協数	2015年生協数	累積赤生協数	2018年生協数	累積赤生協数	2021年生協数	累積赤生協数	2022年生協数	累積赤生協数	2023年生協数	累積赤生協数
1	国公立30億円以上	7	0	7	2	7	3	7	3	7	2	7	3	5	2	5	1	5	1
2	私立30億円以上	4	2	4	4	4	3	4	3	4	2	4	2	3	2	3	2	4	1
3	国公立20億円以上	11	2	13	5	13	8	13	5	7	2	7	2	3	3	2	2	4	4
4	私立20億円以上	4	1	4	2	4	2	4		3	2	3	1	2	2	1	1	1	1
5	国立10億円以上	16	4	22	12	22	4	22	7	25	9	28	6	18	6	34	9	20	4
6	私立10億円以上	10	2	11	10	11	5	10	6	10	5	9	4	5	2	12	3	5	1
7	国公立５億円以上	20	5	20	8	22	6	22	6	26	11	23	10	29	15	20	5	27	1
8	私立５億円以上	12	1	19	13	19	11	19	11	17	9	19	7	16	7	10	4	13	4
9	国公立２億円以上	12	3	21	11	22	6	23	6	24	4	25	4	30	7	24	3	29	5
10	私立２億円以上	8	2	18	10	24	10	24	12	26	9	26	7	27	10	28	5	25	5
11	国公立２億円未満	4	0	20	12	31	8	33	8	24	4	26	5	29	11	26	4	29	4
12	私立２億円未満	5	0	27	22	33	15	34	20	37	19	37	13	44	19	44	11	45	10
	計	113	22	186	112	210	81	215	91	210	78	213	64	211	86	209	40	207	41
	累積赤字生協数の割合		19.5		60.2		38.6		42.2		37.1		30		40.8		19.1		19.8

注　大学生協経営資料 38 号～150 号（2010.8）、大学生協連提供資料により作成した。
対象生協数は 2009 年現在で規模を分類し、この年までに合併、解散をした生協は該当年からはずされたので、その年度会員数とは一致しない。
2009 年迄の数表は［仲田 2014］P182 表４の 2007 年数値迄を使用し、2010 年以降を３年単位にして加筆した。
2010 年以降は経営資料が作成されていないため、大学生協連の方針は把握されていない。統計数値の提供を受けて３年単位で分析資料を作成した。
2010 年以降は累積赤字は実質赤字を使用している。2012 年～2018 年は 2021 年 PC カンファレンス論文集より転載、2019 年以降は新たに作成している。

1980 年から 2023 年までの大学生協事業を垣間見るために

この表は 2022 年の数値に 2023 年を加えたもので、23 年カンファレンスの表に加筆したものである。1980 年からの個別大学生協の経営状況を表したものである。全体数の中の累積赤字生協数の割合は、2023 年は 19.8%で、40 年前の水準に戻っている。供給高規模で見ると５億円未満の生協数は 4.4 倍になっている。大学生協の自立的な協同的経営形態はうまく行っていると言えるのではなかろうか。レイアウトの都合上、トップにおいた。

はじめに

今年はコロナを超えて、久々の大学を会場にした PC カンファレンスである。大学生協がどっぷり浸かってつくった CIEC なのである。大学の学舎を使って、年に一度の全国大会を実施するのは当然のことである。会場を受けることにしたその時から、都立大生協の理事会は、学内の構成員に向かって呼びかけ、様々な生協への参加形態を求めている。

筆者は、このカンファレンスの立ち上げに事務局として関わり、退職後は、大学院に進み、大学生協とは？その大学生協が持続的に発展する肝は何かを研究してきた。

今年は、大学生協第 67 回総会議案書を見て、考えることをまとめて分科会に参加する。

「会員再生計画」というのはコロナで壊された大学生協の組織と事業を復活させる取り組みで大学生協の設立運動に匹敵する総合的ものだと筆者は思っている。大学生協の価値を構成員が探求し組み立て直す良い言葉である。筆者は今、第 67 回総会議案書に目をとおし、この文章を書いている。先ほど東大工学部都市工を 3 月に卒業したばかりの姪っ子の子が、明日締め切りだと焦ってる私のもとを訪ねてきて、筆者の「大学生協の持続的発展について――大学生協における理事会のリーダーシップと経営業績」を抱えて、「大叔母ちゃんがんっばってね！」と言って帰って行った（今年は押し詰まって拙い論文にもならない。でも、数字もあるし参加するために書き込む。）。馬術部の時代に東京で立ち話をして以来の出会いで、東大生協でお世話になった子である。つながりは時間と空間を超えている。

2023 年活動について

2023 年の活動方針は４つである。それは、

①組合員が参画する場づくりは：「組合員・大学が必要とし、組合員が参加したくなる大学生協づくり」で、／・組合員の要望を（一言カードやアンケートで）聞く。／・総会・総代会の基本組織で生協職員と総代（組合員）が分科会等で大学生協の現状と自分自身の生活を見つめ大学生協に期待する事を出し合う。／・全国大学生協連で提案されていた「会員再生計画」が、各生協理事会での議論を経て多くの会員生協で作成された。／・その過程で、総代（組合員）との日常的つながり作り、それぞれに対する大学生協の価値、組織委員会活動の回復が進んだ。

②健康安全は：「組合員の生活実態を把握し、組合員同士が助け合う取り組みをとうして、健康で安全な大学生活を実現する。」／・2022 年より多い 118 大学生協で給付事例学習会が行われ、大学や地域生協とのつながりが広がる例も出てきた。／・現状分析で、組合員の健康で安全な生活を守る活動の復活／・学業とバイトの両立困難解決への地域協力／・たすけあい奨学制度への団体賛助会員数は177 団体、大学法人の参加も始まった。／・コープ共済連への事業譲渡後 1 年、大学生協と地域生協の懇談会が 41 都道府県で行われた。／☆課題は保健管理施設や学生支援課等との連携、日常的な加入、給付、報告、予防の四本柱を進める、地域生協との連携、助け合い奨学金制度への共感を広げる。

③これからの学びと成長では：「変化する組合員の学び方や大学の学習支援について把握し、仲間とともに自己実現、成長する機会づくりをする」／・組合員の生活実態の見直しによる商品提案のチェック／・講義を行う先生、大学との協議を強化／・SEQ（就職支援？）講座に卒業生の声を届けて、自分の未来を考え、必要な学びを組合員自身が自分で考えるきっかけ作りにつながった。／・学習だけに限らず、生活をより豊かにする講座や旅行を回復させてきた。／☆就職活動の悩みに寄李添える大学生協を目指す。

④社会をつくるでは：「持続可能な社会実現に向けて、組合員の視点で知り、知らせ、考え、話し合い、行動するきっかけ作りを行う」／・ロシアによるウクライナ進行で物価高騰／・消費者意識と社会問題／・学内団体や地域生協からのつながりで学習も／☆課題は社会的課題解決に向けて活動している学生団体と協力して学生の想いを必要で合意できるなら発信できるといい。

2024 年度の方針は

2023 年度の 4 つの活動方針に、3 つの重要な視点（横軸）が加わっている。その３つは **①大学生協の価値を大学と共に考える　② 組合員にとって身近で組合員とともにつくる店舗（購買、食堂）である。③大学生協で生き生きと活動できる組織づくりとなっている。**

ここでいくつか課題を呈する。一つは、大学生協の価値は大学にとってだけではない、大学にとってと考えている組合員にとってどうかということを考えておくことが前提であり、そのことが主体的参加として重要である。

二つには自分たちの店と思えること、三つには、生き生きと活動できるということは、民主的に動き、協同して作り上げる文化があるということであろう。視点については、今後創意もって、総意で、詰めて行くべきであろう。

おわりに

定年後の 20 年間の筆者の産物として、大学生協の経営組織論を追いかけてきた。そして、コロナ後の大学生協を追いかけたかったが、足にも故障が出てきたので、夏の PC カンファレンスレポートはきつい。引かせていただく決心をした。ただ、組織委員会は組合員代表という意識を持った大学生協の基礎組織であるという一面が発揮された時、活発な主体的社会活動にも力を発揮することを強調しておきたい。

みなさま、ご協力ありがとうございました、

参考・引用　文献

全国大学生活協同組合連合会　　2023. 12. 16　第 67 回通常総会議案書
仲田　秀　「大学生協の持続的発展について――大学生協における理事会のリーダーシップと経営業績」（2020. 7）「

実践と学習のグラデーションに着目したPBLのデザイン

長岡 健 *1
Email: t.nagaoka@hosei.ac.jp

*1：法政大学 経営学部

©Key Words　PBL，課題解決，参与観察，参加者の二面性，サードプレイス，対話，越境

1. はじめに

学習者が現実社会の課題解決（問題解決）を通じて学習を進めていく形式の活動を一般に Project Based Learning (以下「PBL」)と呼ぶことができる。いわゆる PBL は高校，大学，企業といった異なる学習空間で展開され，学習プログラムのデザイナーや運営者ごとに様々な（時に独自の）呼称が用いられていることは広く知られている。

多様な PBL の存在は当然のことながら学習プロセスの多様性を生み出すことになるが，PBL をめぐる状況に内在する“学習のレパートリー”を整理し，それぞれの状況ごとに異なる学習活動の理解を深めることは，高校，大学，企業といった異なる学習空間で PBL を展開している教育関係者の相互理解を促し，効果的な学習活動を生み出す可能性を切り拓くという意味において，意義深いアプローチであると言えるだろう。

以上のような問題意識にもとづき，本稿では，PBL における参加者の二面性に着目し，“学習のレパートリー”の整理を試みる。具体的には，人類学的参与観察における「調査者の二面性」に関する議論を援用し，PBL における「実践」と「学習」のグラデーション関係を整理する。

さらに，学習的側面よりも実践的側面に重点を置いた PBL の事例を紹介する。そして，その事例をもとに，課題解決活動の成果を意識した PBL における「実践」と「学習」の特徴について考察する。

2. 参加者の二面性：実践者と学習者

2.1 参与観察における調査者の二面性

PBL という名称が示している通り，学習活動の中で参加者が取り組む課題解決活動は，単なる「演習」以上の意味を持っていると考えられる。参加者の視座に立てば，PBL への参加は，「実践者」という側面と「学習者」という側面を適切に共存させることが求められることになる。一方，教員の視座に立てば，PBL における「課題解決（実践）」の成果は，「学習」の成果とは別物と認識し，実践と学習の成果それぞれを意識したプログラムを設計することが望ましいとも言えるだろう。

このような意味での「参加者の二面性」の存在は，参加者（学生）と運営者（教員）の両者とって対応の難しさを発生させることになり，その状況を理解することは PBL の効果的な実施にむけた課題であると言えよう。

PBL における「参加者の二面性」を考察する際，いわゆる人類学的参与観察における「調査者の二面性」に関する議論のアナロジーから検討を進めることができる。

人類学や社会学におけるフィールドワークで用いられる調査法に「参与観察」がある。一般に，参与観察[(1)]とは調査対象に密着したかたちで観察や聞き取りを行い，調査者自身の体験や感覚を通じて，調査対象のありようを「追体験する」ことを重視した社会調査法である。参与観察者は調査対象となる活動・状況の「参加者」であると同時に，調査活動における「観察者」であることが求められる。言い換えると，「調査者の二面性」を適切に使い分けながら参与観察は進められていくことになるが，「参加」と「観察」の二側面の使い分けを整理する枠組みとして，Junker (1960) [(2)]は以下のような 4 類型を示している。

① 完全なる観察者
② 参加者としての観察者
③ 観察者としての参加者
④ 完全なる参加者

「① 完全なる観察者」と「④ 完全なる参加者」はそれぞれ，二面性を（一時的に）放棄して，観察もしくは参加に専念している状態，ないしは，他の側面に関する活動が非表出化した状態を意味する。その中間に位置付けられる「② 参加者としての観察者」と「③ 観察者としての参加者」は共に，二面性を共存させながら調査を進めている状態であるが，「参加」の側面，つまり，実践へのコミットメントの深さに違いがある。前者は「参加者」という側面はあるものの，活動の重点は「観察者」にあり，後者は逆に「参加者」という側面に重心が置かれている。言い換えると，前者では「実践への限定されたコミットメント」に留まっているが，後者では「実践へのフルコミットメント」という役割を担いつつ，観察（調査）に取り組むことが想定されている。だだし，後者の類型に含まれる形式の調査だけでなく，前者のように「実践への限定されたコミットメント」の状態で調査を行う場合も，いわゆる「参与観察」と見做されている。

2.2 参加者の二面性に着目した PBL 類型化

人類学や社会学において，Junker (1960)の示した参与観察に関する 4 類型は，「参加者」と「観察者」の二面性を整理する枠組みとして受け入れられてきたが，その特徴は，参加（実践）のコミットメントの度合いを 4 段階に分類している点にある。これによって，フィールドワークにおける調査活動が，現場の実践活動へのコミットメントの度合いの違いによって，どのようなレパートリーを発生させるのかを整理し，考察を深めることが可能となる。

以上の点を踏まえ，「調査者の二面性」の分類枠組みのアナロジーを活用することで，PBL における「参加者の二面性」について以下の 4 類型を提示することができるだろう。

① 完全なる学習者
② 実践者としての学習者
③ 学習者としての実践者
④ 完全なる実践者

「① 完全なる学習者」という類型から想定されるのは，「実践的演習を活用した公式な学習活動」である。ただし，この場合の「実践的演習」は現実社会における課題解決活動ではなく，教育的文脈における擬似的現実である。例えば，大学授業において企業や自治体の協力のもと実施する「新規事業提案」や「街おこし事業提案」などがこれに当たる。これらの事業提案は，現実の企業や地域において実行される訳ではなく，あくまでも「演習」であるという意味において，擬似的現実と言える。

一方「④ 完全なる実践者」という類型から想定されるのは，「非公式な学習活動を伴う課題解決型の実践活動」である。ただし，これは通常の授業的文脈では起こり得ない。近年，企業の人材育成活動において経験学習論 [3]や Learning Organization 論 [4]に注目が集まっているが，ビジネス文脈における日常的な仕事の中での学習を促進しようとする動きが，「非公式な学習を伴う課題解決型の実践活動」の具体例として挙げられる。また，大学生を対象としたキャリア教育における「汎用的能力・専門活用型インターンシップ」[5]もこの類型に含まれると考えられる。

類型①と④の特徴を踏まえると，実践者と学習者という二面性を明確にもち，いわゆる狭義の PBL に含まれるのは，「② 実践者としての学習者」と「③ 学習者としての実践者」だと言えるだろう。

「② 実践者としての学習者」という類型から想定されるのは，「現実社会における実践活動を活用した公式な学習活動」である。類型①との違いは，学生の活動が「提案」に留まらず，現実社会で提案を「実行」することにも取り組む点にある。ただし，現実社会における実践はあくまでも参加者の学習を誘発する活動と理解し，実践活動の成果は必ずしも求められない。例えば，学生主体で商店街のプロモーション活動を実施するような PBL がある。学生は提案だけで終わることなく，プロモーション活動を現実社会で実行することになるが，その成果をビジネス的視点から評価しない場合も少なくない。評価として重視するのは，あくまでも「学習の成果」に関してであり，「実践の成果」をシリアスに評価することに意味があるかは議論の分かれるところである。学校教育においては，実践としての側面よりも学習としての側面を重視することが，学習者にとってポジティブな影響をもたらす可能性があることは言うまでもない。

「③ 学習者としての実践者」という類型から想定されるのは，「公式の学習活動と相互構成的に展開される課題解決型の実践活動」であると言えるだろう。類型②との違いは「学習の成果」だけでなく，「実践の成果」を強く意識している点にある。企業の人材育成的な文脈で実践されているアクション・ラーニング [6]と呼ばれる学習プログラムは，課題解決の成果を目指すと同時に，参加者個人の学習成果を目指す点において，「公式の学習活動と相互構成的に展開される課題解決型の実践活動」の具体例と言えるだろう。従来，類型③に相当する PBL が行われるのは，主に社会人教育（特に企業内教育）の分野であった。短期的な目標達成や失敗回避に奔走している実務家に省察的な学習を促し，「広い視野からの考察」や「困難な課題へ挑戦する態度」の重要性を理解してもらうための研修の場で，アクション・ラーニングは活用されてきた。つまり，PBL の中で「現実と同様の課題解決型の実践活動」を経験するねらいは，日常業務での自分の振る舞いや考え方を相対化し，自分自身を客観的に振り返ることにある。従って，アクション・ラーニングにおける「学習の成果」としては，専門知識・スキルを習得することよりも，仕事に対する態度やマインドセットを獲得することに重点が置かれてる場合が多い。

2.3 実践と学習の相互構成型 PBL の可能性

上記 2.2 で述べた通り，類型③に相当する PBL は人材育成で行われてきた一方，学生教育の文脈では「実践の成果」を意識した PBL が実施されることは少なかったと言えるだろう。類型③は「実践」としての側面が強くなるため，教員が学習プロセスを制御することが困難なことも多い。また，「実践の成果」を追求するのであれば，必要なリソースの手配や支援のためのコストも大きい。従って，授業という形式の範囲内で PBL を行う場合，教員にとって運営上のリスクが高くなると考えられる。

このような点を踏まえると，先述の通り，学校的文脈においては，類型①「実践的演習を活用した公式な学習活動」ないしは，類型②「現実社会における実践活動を活用した公式な学習活動」に相当するプログラムが多くなることは，ある意味で当然とも言える。

しかしながら，「実践の成果」を強く意識した類型③的な PBL が，類型①や類型②に相当する PBL とは異なる学習経験を，学生教育の場にもたらす可能性を否定することはできない。「実践」と「学習」の二面性をダイナミックに行き来しながら活動を展開していくプロセスを通じて，学生がどのような経験をし，どのような学習の軌道を歩んでいくかを明らかにすることは，大学における PBL の新たな可能性を探ることに繋がると考えられる。

そこで本稿の以下では，大学生を参加者とし，類型③的な要素を多く含む活動，すなわち「公式の学習活動と相互構成的に展開される課題解決型の実践活動」の具体例として，法政大学経営学部・長岡研究室 [7]が取り組んできた「カフェゼミ」というプロジェクト活動を取り上げる。

3. 事例：「カフェゼミ」というプロジェクト

3.1 街の中で開催するオープンゼミ

「創造的なコラボレーションのデザイン」というテーマを掲げる法政大学経営学部・長岡研究室は，街中でオープンゼミを展開しながら，大学や企業の垣根を越えた「創造的な対話の場づくり」にチャレンジする「カフェゼミ」[8][9]というプロジェクトに取り組んでいる。社会人と学生が組織の枠を飛び越えて対話を楽しむカフェゼミは，自由な雰囲気をもつインフォーマルな場であると同時に，見知らぬ他者との出会いや交流を生み出すパブリックな

場であることを目指している。言わば，大学カリキュラムにおける授業科目「ゼミ（専門演習）」を広く開放し，「越境初心者[10]のためのサードプレイス[11]」を街中に作り出すプロジェクトである。2011 年 12 月に第 1 回を開催し，2024 年 6 月 27 日には 61 回目のカフェゼミを開催した。

各回のカフェゼミで取り上げる対話のトピックは，経営学の枠組みに捉われず，最大限に広義な意味で「創造的なコラボレーションのデザイン」にかかわる内容を選んでいる。これまでに取り上げたトピックは以下のような 5 つのテーマに広がっている。

① 創造的な働き方につながる「新たなワークスタイル&キャリアデザイン」の探索
② 非経済的な価値を大切にした生活につながる「新たなライフスタイル」の探索
③ 多様性な価値観が溢れた「ダイバーシティ社会」の実現をめざす活動
④ 自由闊達な空間・場・地域をつくるための「創造的なコミュニティ活動」の探索
⑤ 「創造的なコラボレーションとしての学習」の新たな意味とスタイルを探索する活動

現在，カフェゼミは 40〜50 名の参加者が集い，約 3 時間の参加型イベントとして開催している。通常，DE&I 社会に関連した先駆的な活動に取り組んでいるゲストを迎え，キーノート的トークを聞いた後に，参加者同士で対話を行う（2024 年 6 月 27 日に渋谷ヒカリエで開催した際のタイムテーブルを［表 1］に示す）。

ただし，イベントの規模，開催場所，内容，進め方は変化し続けている。言い換えると，プログラム内容，使用する場所，空間デザインなどに関してイベント運営をルーチン化せず，絶えず変化し続けることを意識してカフェゼミを運営している。

表 1 カフェゼミのタイムテーブル（2024/06/27）

18：10〜18：30	アイスブレーク　by 参加者同士
18：30〜18：40	オープニングトーク　by 長岡
18：40〜19：30	キーノート対談　by ゲスト & 長岡
19：30〜19：50	（休憩）
19：50〜20：10	対話セッション　by 参加者同士
20：10〜20：30	Q&A セッション　by ゲスト & 長岡
20：30〜20：40	ラップアップ　by 長岡健

3.2　PBL としてのカフェゼミ(1)：実践的側面

「対話の場」としてのカフェゼミは上記 3.1 で示したような特徴をもつが，運営体制として，今年度は長岡研究室関係者 19 名（教員 1 名，チューター1 名，学部生 17 名）でプロジェクトチームを構成している。担当教員がプロデューサーとディレクター的役割を担い，17 名の学部生が 4 つのグループに分かれて準備を進めている。

表 2 カフェゼミの運営体制（2024/06/27）

リーダーグループ	• 各グループの活動支援とグループ間の連携支援 • 予算管理／共催者との連絡／アンケート実施
デザイングループ	• 空間レイアウトの計画&備品の設置 • 使用するツール（名札等）の作成
カフェグループ	• 提供するドリンクとお菓子の選定・準備 • 使用する食器等の調達・管理
リレーショングループ	• SNS によるイベントの告知／ラジオ番組の制作 • 参加予定者への連絡／当日の受付

学生が担当する役割は学期ごとに変更するが，活動の進め方については各グループの自主性に委ねている。また，予算管理や備品管理についても，担当教員とチューターが指導しつつも，学生の主体的な行動に委ねている。

「PBL としてのカフェゼミ」という視点から見た場合，「実践」の側面に関する重要な特徴のひとつは，「カフェゼミは現実社会の課題解決を目指して企画・運営しているイベントであり，学生の学習を主目的としたイベントではない」という点にある。言い換えると，PBL における「参加者の二面性」という点に立てば，カフェゼミは，上記 2.2 で示した類型③「公式の学習活動と相互構成的に展開される課題解決型の実践活動」に該当する活動と位置付けられる。即ち，カフェゼミ・プロジェクトに参加する学生は，「参加者の二面性」の 4 類型における「③ 学習者としての実践者」として行動し，「実践の成果」が求められることになる。

カフェゼミでは，「実践の成果」が求められる状況でも学生が萎縮せず，積極的に活動することを最も重要な指針としている。そのために，「何をするか」についての教員の指示を最小限に留めている。教員からは「場づくり」のコンセプトを 3 点掲げ，具体的な施策は学生から提案するスタイルを採用している。実際，学生の提案から興味深い試みがいくつも生まれてきたが，最近の例として，「参加者へのマグカップ持参の呼びかけ」[12]や「ラジオ番組の制作」[13]が挙げられる。

表 3 「場づくり」のコンセプト

［1］「お客さん」のいない自作自演型の場
参加者もゼミ生も教員も、全員が「場づくり」に参加し、全員が学習者でもある。ステージと客席の間の境界線を取り払った空間を演出する。

［2］越境初心者のための「サードプレイス」
越境を通じて「世界を広げる」のは魅力的だが、初心者にはハードルが高い。初心者が気後れすることなく参加できる「やさしく、あたたかい場」を演出する。

［3］テーマとゲストに合わせた場づくり
飲食物，食器，文具，名札などは，カフェゼミのねらい，ゲスト，対話テーマにちなんだものを探すか，手作りする。

指導で特に意識しているのは，「成果の追求」を「ミスをしない」「指示に忠実に従う」という意味に誤解しないことであり，学生の主体性と積極性を引き出すために，以下の 3 点を繰り返し伝えている。

① 挑戦：チャレンジして失敗する経験をしよう。
② 即興：脱マニュアルを意識して即興的に振る舞おう。
③ 信頼：誰かが失敗したら手を止めて助けにいこう。

多くの学生は「実践的 = 現実社会に近い」と理解しているため，PBL においても「企業の既存のやり方を模倣する」ことが実践であると勘違いしがちである。企業との共催型 PBL は類型②に近いかたちで実施されることが多いが，企業から与えられた課題を解決し，その成果を企業が評価することになるため，学生はニーズに忠実に応えるような振る舞いをとるようになる。

それに対して，カフェゼミでは問題は与えられない。自らの個性を積極的に発揮することで達成できるという意味での「実践の成果」を求めている。ソーヤー(2009)[14]は創造的な発想を引き出すには，リスクがある状況でチャレンジすることが必要だと述べている。カフェゼミでの

経験を通じて，「実践の成果」が求められる類型③的なPBL が，主体的で創造的な実践活動を引き出す装置として機能する可能性を見出すことができたと言える。

3.3 PBL としてのカフェゼミ(2)：学習的側面

一方，「PBL としてのカフェゼミ」における「学習」の側面に注目したとき，その特徴として，学生の主体性を重視した事後学習を長期継続的に進めている点を挙げることができるだろう。

上記 2.3 で述べた通り，類型③「公式の学習活動と相互構成的に展開される課題解決型の実践活動」では，教員が「実践の成果」を完全に制御することが不可能なため，事前に設定した課題に合わせたかたちで学習活動を進めていくことが困難な場合が多い。実際，カフェゼミでも，初期の頃，事前に学習課題的な指針を提示し，カフェゼミ開催後にその学習成果を評価するような運営を試みていたこともある。しかし，学生の主体性を解き放つことを通じて「実践の成果」を目指すスタイルを進めていくうちに，事前に学習テーマを提示することが，「実践」と「学習」の関係性に矛盾した状態を発生させることに気づいた。

そのため，現在は学習課題を事前に設定せず，カフェゼミ開催後の自由な振り返りを積極的に進めるような運営を行っている。具体的には，「次の行動」に向けた学生の発想を促すことを重視し，以下のような内容での事後学習に取り組んでいる。

① カフェゼミでの気づきや発見について，学生個人が自由な視点でウェブマガジン [15] の記事を執筆する。
② 今回のカフェゼミの評価という位置付けではなく，次回のカフェゼミに向けた企画作成という文脈で振り返りを行う。
③ 教員がファシリテーターを担う企画会議で，次回のカフェゼミで取り組みたいことを学生が提案し，カフェゼミで実現したい「新たな取り組み」について議論する。
④ 教員の支援をうけながら，次回のカフェゼミに向けた「新たな取り組み」の実現を目指した活動に取り組む。

上記 3.1 では，絶えず変化し続けることがカフェゼミの特徴であると述べたが，これは「次の行動」を意識した事後学習の推進と表裏一体の関係にあると考えられる。上記①～④の事後学習が示しているのは，「今回の省察」と「次回の準備」が渾然一体となった学習プロセスであり，学生による主体的な試みとして挙げた「参加者へのマグカップ持参の呼びかけ」や「ラジオ番組の制作」も，事後学習の中で議論された内容が，次回に向けた準備の中で継続的に議論され，実現したものである。

このようなスタイルの事後学習が可能であったのは，カフェゼミが１学期間で終了する単発の PBL ではなく，実践の継続性を前提に取り組んでいる PBL であることが強く影響していると言えるだろう。それに対して，企業との共催型 PBL が類型②に近いかたちで実施される場合，１学期間の授業に当てはまるようにデザインされていることが多い。そのため，事後学習にかけられる時間が限定的になる。加えて，「次の行動」に向けた学生の発想を起点とした振り返りも困難である。

4. おわりに

近年，文系学部の教育活動においても，いわゆる「展示会」を開催する事例 [16][17] を目にするようになった。その意義について，舘野(2024)[17]は学生が予め設定された課題に取り組むのではなく，「自ら決めて，やり切る経験」を促す装置として「展示会」が機能している点を挙げている。そして，その装置を機能させるには，教員が評価者となるのではなく，多様な評価者が成果を共有できるオープンな仕組みが求められると述べている。つまり，学習者の主体性を引き出す学習環境においては，評価者としての教員の役割はその重要性を低下させることになり，学習の伴走者という役割の重要性が増していくことになる。

カフェゼミでの経験を踏まえると，実践の成果を強く意識した PBL においても，教員にはそのような役割変化が求められると考えられる。PBL の文脈においては，学習的側面での「教員／学生」という関係性と，実践的側面での「リーダー／メンバー」という関係性が相互構成的に存在する。このような複雑な関係性の中で，教員の役割が「評価者から伴走者へ」と変化することで，学生の振る舞いはどのように変化していくのか。また，学習環境をどのような方法でデザインしていくことが求められるのか。これらの問いを意識した上で，今後のカフェゼミ・プロジェクトでは，事後学習のありようをエスノグラフィックに描写していくことに加え，教員の役割変化に関するオートエスノグラフィーに取り組んでいく。

参考文献

(1) 佐藤郁哉：“フィールドワーク［増訂版］：書を持って街に出よう”，pp158-165，新曜社，(2006).
(2) Junker, B.：*“Field Work”*, University of Chicago Press, (1960).
(3) Kolb, D.：*“Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development”*, Prentice-Hall, (1984).
(4) ピーター・センゲ：“学習する組織：システム思考で未来を創造する”，英治出版，(2011).
(5) 採用と大学教育の未来に関する産学協議会：“産学で変えるこれからのインターンシップ：学生のキャリア形成支援活動の推進”，p8，(2011).
(6) Pedler, M.：“*Action Learning for Managers (2nd ed)”*, Routledge, (2017).
(7) 法政大学・長岡研究室 https://www.tnlab.net/seminar/
(8) カフェゼミ https://www.tnlab.net/cafesemi/
(9) Peatix「カフェゼミ」https://peatix.com/group/6920865
(10) 長岡健：“みんなのアンラーニング論：組織に縛られずに働く，生きる，学ぶ”，翔泳社，(2021).
(11) レイ・オルデンバーグ：“サードプレイス：コミュニティの核になる「とびきり居心地良い場所」”，みすず書房，(2013).
(12) 妄想紙 [vol.33] June. https://note.com/tnlabmelc/n/n443ee15151e9?magazine_key=mf4791bb4c018
(13) カフェゼミラジオ https://www.instagram.com/tnlabmelc/?hl=ja https://open.spotify.com/show/53H0lkzDlhOLVPVknk1ZzU
(14) キース・ソーヤー：“凡才の集団は孤高の天才に勝る：「グループ・ジーニアス」が生み出すものすごいアイデア”，ダイヤモンド社，(2009).
(15) 妄想紙 https://note.com/tnlabmelc/m/mf4791bb4c018
(16) 慶應義塾大学環境情報学部・加藤文俊研究室『フィールドワーク展』 https://fklab.today/exhibition
(17) 舘野泰一：“「た展」とは何か？：立教大学経営学部舘野ゼミの展示会”，https://www.tate-lab.net/mt/2024/01/，(2024)

「知識獲得と知識創出」を再考する
～ビジネス人財育成における互学互修の論点～

妹尾 堅一郎*
Email: kensenoh@senoh.institute
＊ 産学連携推進機構

◎Key Words　ビジネス人財育成/互学互修/学習環境/オンライン教育/知識獲得/知識創出/

1. はじめに：

1997 年に CIEC に入会、第２回ＰＣカンファレンスに参加して以来、私は授業法に関する議論を多く行ってきた。予稿集論文は 50 本を超す。特に「知識伝授」「学習支援」「互学互修」の３分類を行い、特に互学互修セッションの重要性を主張してきた。互学互修は、実践的な社会人教育（特にビジネス人財育成）において、受講生の気づきと学びを喚起し、受講生個別に新知識が得られるだけでなく「新たな知」が創出されると論じていた。特に、2014 年には、「知識獲得と知識創出～互学互習型授業の二つの側面を考える」と題して、社会人教育における「互学互修」が知の獲得のみならず、知の創出もあることを指摘し、「知識伝授」と「互学互修」の特徴と可能性を議論した。

それから 10 年、新型コロナ禍により、オフィスでも家庭でもリモートワークが一気に進み、オンライン環境は一気に整備が進んでビジネス研修基盤となった。これにより講演会や研修をオンラインやハイブリッドをリアルと組み合わせて行えるようになった。

本論では、まず 2014 年論文の再考を行った上で、新たな学習環境下におけるビジネス研修の実践経験を紹介し、現時点での考察を行う。

2.知識伝授モデルの特徴と限界：2014 年の議論の再考察①

まず、2014 年の当時の議論を再吟味・加筆訂正等を加えて「再考察」とする。（なお、今回は「公共知」「私個知」「私共知」は紙面の都合で割愛する。）

2.1 伝授するのは、既存の体系的学術知・公共知

ビジネス人財育成において、受講生が必要とする知は多様であり、それを獲得・習得（あるいは形成）するためには、教育学習モデルの多様化が必要だ。社会人にとって価値があり、かつ我々が提供しうる「知」は、大別すると二種類である。

2.1.1 体系的学術知

一つ目の知は、体系的学術知である。「確かめられ・体系化された既存の知（学術的知識）」であり、それは万人にとって共通な価値がある知である（公的知）。

この知はさらに 5 段階に分類できる。（2014 年時には“タイプ”と称していたが、今回は“ステージ”に変更して段階論に修正した）

【ステージ1】「データ」段階の知。論考のアイデア、概念セット、観察記録（データ）、収集・整理した一次資料等、いわば素朴な知の素材、「未成熟」な知的断片、あるいは「素的な資源（リソース）」段階とでも言えよう。例えば、その後、数理計量的なデータは集積・分析されなければならない。思いつきは「定性的なアイデア/コンセプト」に育て上げられなければならない。どちらも、訓練が必要である。

【ステージ 2】「狭義の情報」段階の知。ここでは、「相互に関係するデータの集合体＝狭義の情報」とする。また、狭義の情報は「データ＋意味」、すなわちデータを意味づけたもの、と捉えうる。例えば、「1ドル＝160円」はデータであるが、その意味は、調達部長と輸出部長では、大きく異なる。そこで、まずデータの解読の訓練が、次にその解釈とその正当化の訓練がなされなければならない。

【ステージ 3】「狭義の知識」を形成する段階の知。ここでは、「相互に関係する狭義の情報の集合体＝狭義の知識」とする。まだ十分に確かめられてはいないものの、学問体系の中に部分的に組み入れられうるものだ。論理実証的調査研究では、仮説検証における「仮説」である。他方、現象学的解釈主義的ないしは構成主義的な調査研究では意味探索上の「言説」単位であると言えるだろう。

【ステージ 4】「広義の知識体系」に入れうる段階の知。ある程度、相互に関係する確かめられ・体系化された知識断片の集合体」である。ただし、その知識を組み入れる学問体系が「学」として確立されていない場合がありうる。この段階を経て次第に体系的学術知として認められるようになっていく。例えば、ビジネスモデルや知財マネジメント等の分野、あるいは資源循環経済等の領域は、未だ「論」の段階で「学」の段階まで体系化されているわけではない。多くの論文・論説が競い合い、体系化を構成するに至る途上の知と言えるだろう。

【ステージ 5】「確かめられ・体系化された段階の知」ここで始めて学術的知識と呼ばれ、万人にとって共通な価値をもたらす（公的知）。ただしもちろん、完璧な真理に至っているとは限らない。カール・ポパーの「反証可能な言明」であり、対するトーマス・クーンの「ある時点における準拠枠組みとしてのパラダイム」に過ぎないかもしれない。

2..1.2 知識伝授は、教科書と講義を通じて行う

体系的学術知は、従来学校教育を中心として、「教科書」や「授業」によって伝授されるものであった。多くのビジネス人財育成（特に実務教育）においても、その基本モデルは「知識伝授型」、そしてその多くは「講義」である。

講義とは、「確かめられ・体系立てられた・知識」すなわち前述の体系的学術知を、「知っている人から・知らない人へ・順序だてて・教える」ことが基本である。すなわち、知識を持つ者から持たざる者への知識移転だ。そして、知識の移転元と移転先との関係は「教える・教わる」であり、

主人公は教える側であることが通常であった。

その背後の世界観、暗黙の前提の一つ目は、「知は伝達可能である」であり、二つ目は「知は教わることによって身につく」というものである。

そして、その移転に関しては、効果的・効率的になされることが重要となる。コンピュータ利用がどのように役立つか、どうなされるべきかという議論が、CIECの設立当初から主体とされ、それは現在まで続いている。

なお、“知識伝授”とは知識を伝え・授けるので、知識を受け取る側からは“知識獲得・習得”となる。

2. 3 体系的学術知の知識伝授の限界

学術研究者は公共知の増加・洗練が関心事であるのに対し、実践家はいかに自らの私個知を増加・洗練をさせるかが関心事である。すなわち、実践家は、一方で学術知を自らの私個知のリソースとしつつも、臨床知を尊び、また臨床的対応能力を高めるために持論・自説の充実を計ろうとする。

2.3.1 限界①臨床的実践知にそぐわない

実践の世界においては、日々接する知(データから知識に至るまで)は必ずしも、確からしく・体系的であるわけではなく、またその必要もない。むしろ日々流動するビジネス動向の中においては、不確かであっても、非体系的であっても、今・ここにおける状況や経験から得られる知(実践的知見)の方が重要な意味を持つ場合も少なくない。それに気づいた個々人にとっては極めて価値あるものだ。その価値付けは個人個人によって異なる。これは明らかに前述の体系的学術知とは異なる。それは、単に「形式知」であるか／ないか、ということではなく、「公的知」に対する「私的知」あるいは「個人知」、「科学知」に対する「慮学知」とでも呼ぶようなものだ。筆者は「臨床的実践知」と呼ぶ。実務家はそれらを積極的に取り込みながらビジネス活動を進めるのである。多くは個人的・私的な知見であるが、それこそ実践家にとって極めて重要な知のチャンク(塊)であると言えよう。個人の中でこそ、個人的に体系化されていくこと自体が実践家に意味を持つのである。

「学術的体系知」の獲得・習得は、いわば外部の知の体系のコピー／クローンを個人の内部につくる営みだが、他方、未知の領域について体系化されていない知識を実際の体験の中から経験学習的に学んでいく臨床的実践知の形成は、いわば個人の内部に独自の「持論・自説」を形成することと直結するとも言えよう。

これは、学術的体系知を学ぶことでは「皆と同じことが言えること」に重点を置くのに対し、臨床的実践知は「他と違うことを言えること」に重点を置くとも言える。

ビジネスの世界では、皆と同じことが言える(できる)ことをして欲しい人材と共に、他と違うことが言える(できる)ことにも大きな価値がある。特にイノベーションが重んじられる時には、ダイバーシティ(多様性)とインクルージョン(包摂性)が強調されるのは、そのためである。

2.3.2 限界②知は伝授だけでは獲得されにくい

また、このような実践を適切に行なえる能力の育成においては、「不確かで非体系的な知を活用する術(すべ)」を修得させなければならない。このとき確かめられ・体系化された知識を伝授する、従来型の教育モデル(知識伝授型)は適切とは言いにくい。

また、「知は伝達可能である」「知は教わることによって身につく」ということに関しては、教える立場からの「伝授」は、教わる方の「獲得」を必ずしも導くことを担保しない。「あれだけ繰り返し教えたのに、まだ理解できていなかったのか！」と嘆くのは、私だけではあるまい。

つまるところ、知とは、自ら気づき・学ぶといった自学自修でないと身につかない。そうだとすれば、伝授＝獲得には限界があるということになる。

言い換えれば、知は本当にシェア(共有)できるのか、という問題に行き着く。例えば、私は近年、「イノベーション」の用語と概念があまりにも多様になってしまったことを問題視して、「何でもイノベーション症候群」と名付けて警鐘を鳴らしている。

2.3.3 限界③知を使う場面が想定されにくい

講義型授業は、「体系化された知識を順序だてて教える」ものであり、しかも階段を一つ一つあがる形で知識習得をさせようとする(インプット先行の知識獲得促進)。だが、知識獲得を促すには他のやり方もある。イシュー(論点)や問題・課題)を提示して、それに対処するための知識習得にはどうすればよいのか等、「息を吸うより吐けば、自然と吸うことが促される」スタイル(アウトプット志向の知識獲得促進)もある。

これは現在の「ケーススタディ(事例学習)や、プロジェクト基盤型学習を促していることに繋がるだろう。

2.3.4 限界④知識伝授は知を創出しない

そして知識伝授には、決定的な限界がある。それは新たな知識を生み出せない、ということだ。既存の知識の効率的移転が重要であるから、このモデル自体には新たな知を創発する仕掛けは組み込まれていない。むしろ、知識伝授型では、創造的・創発的な発想や知が知識移転のノイズとみなされてしまうことすらある。

だが、臨床的な実践知では常に新たな知の創出が求められる。ただし、実践知の創発とは、前述の公的知の創出、あるいは他人と共有する知とは限らない。むしろ、個々人の内部に「気づきを通じて新たな知として生成される」ものが重要であることが重要だ。学習者にとっては体系的学術知を取り込むと共に、この知を自分の内部に生み出す営みが求められるのである。

ただし、本人にとって意味ある「気づきや学び」は内容も多様であり、それを獲得・取得するタイミングは突然現れることが少なくない。とはいえ、それを誘導することは可能である。それは「新たな知の創発の「偶発性」を誘導する「場と機会」を提供することである。すなわち「誘発的環境」の構築がポイントとなる。

2.3.4 限界⑤プログラムド・ティーチングは臨機応変でない

知識伝授型の授業のほとんどは「プログラムド・ティーチング」である。すなわち、「事前の詳細な授業設計とそれの計画的な円滑実施」を遂行するデザインアプローチである。講師が事前にしっかりと計画を建て、準備通りに教室で講義をすることは望ましことであるとされていた。古典的なインストラクショナルデザインやそれに基づく e-learning はこのタイプである。たしかに「知識伝授」自体が目的なら、それはそれで有効であるに違いない。

ただし、この方法では、受講生の状況や指導・支援の状況の変化、つまりは課題検討プロジェクトの進度状況に応じた「臨機応変」的展開等を導き難い。つまり知識伝授では、学習者の「自立的な学びと気づき」、あるいは「学習コ

ミュニティの自律的発展」を阻害するリスクが生じるのだ。逆から言えば、ライブ感のある「学びや気づき」「互学互修」は生みにくい。

唯一の正解のない世界において構想を形成する、あるいは問題や課題に取り組む、また特に先端領域であるイノベーションやビジネスの世界を探索学習する等においては、偶発的な気づきや学びを支援する誘導的アプローチが求められるのである。

なお、もちろん以上の議論は、体系的知識を否定しているものではまったくない。限界を指摘しているのであり、その限界の克服が課題であり、コンピュータ利用教育にも求められることを示唆しているに過ぎない。

3 互学互修モデルの特徴と限界:2014 年の議論の再考察②

3.1 実践家の教え合い・学び合う「互学互習」(注2)

従来の「知識伝授」型モデルの限界を超える一つとして互学互修型モデルを私は提案・実践を続けている。そこでは各分野の実務家が、自らが持つ知識や知見をお互いに交換し、「議論を通じた気づきと学び」を積極的に促す“場と機会”を提供するものである。

このモデルの前提には「自学自修」という概念がある。人は教わった時に知を習得するというより、むしろ「自ら学んだ時に初めて、知を修めることができる」という世界観に基づくものだ。つまり、自学自修者が相互に「学び合い、教え合う」関係を持つの場と機会を「互学互習」と呼ぶのである。特に先端的な専門領域では、各分野の実務家が自学自修した自分の知を提供し合い「学び合い・教え合う」ことを通じて、内部に新たな気づきと学びが触発される、すなわち自学自修が生じるという、一種の螺旋的向上をことになるとするものなのだ。

3.2 互学互習モデルの可能性

「互学互習」の可能性はいくつかある。

第一は、多様な知識が交流し、多様な知識修得が促されることだ。異分野の専門家が集まる“場の設定”、共通の論点という“機会の設定”により、自ずと互いの知識と知見の交換が行われる。ただし、その時の知識は体系的な知識が順序だてて出てくるわけではない。論点に応じて、専門家の経験に応じた知識がアドホックに提供されるだけである。ただし、問題意識のある自学自修者は、自ら気づきと学びを行う。すなわち、体系的に順序だってはいないものの、自分が今・ここで必要とされる関連知識や知見を即時即応的に吸収していく。その知は教わるという受動的な営みではなく、能動的な知の獲得という営みである。

第二に、新たな知の創出を促すことが期待できる。多様な論点の多角的な検討を通じ、特に「不確かで、非体系的であったとしても、それらが意味づけられることにより知見が生まれる」可能性が高くなる。つまり「コラボレーション」が誘導され、新知見が生まれる “偶発”が起こりうるのだ。

第三に、このモデルでは、受講生同士だけでなく、教員と受講生の間にも互学互習が起こりうる。教員の役割は、従来の「教える」(知識伝授型)でもなく、また「援ける」(学習支援型)でもない。この側面については、講師の役割は、従来の「教える」(知識伝授型)でもなく、また「援ける」(学習支援型)でもない。なお、互学互修型教育の実践を重ねるうちに、次の5つの役割(互学互修“環境”のプロデューサ、互学互修“状況”のファシリテータ、互学互修の“学習”のアンカー、互学互修のラーナー、学術的リサーチャー)が確認された。

3.3 互学互修モデルの運用:方法論とセッション形式

体系的な知識が確立していない分野での活動が求められる先端人財の育成の方法論では、二つの活動が重要である。

第一に「疑似体験的な訓練」を積むことである。つまり、本番さながらの練習試合を数多く積むことである。事例学習を通じて、「ある状況下で適切な活動は何か」を学ぶのである。ただし、それは単なる事例内容を知るだけの「モノ知り」を増やすことではない。

第二に、「互学互修」である。多様な実務家が持つ知識と知見が、ある論点群に関して、お互いの知見と意見を交換し、「議論を通じた気づきと学び」を通じて、各自が「気づきと学び」を得ることを促すのである。ただし、それは単なる上辺の議論(居酒屋談義)ではなく、事例の要点を抽出し、それを一段高い抽象化を行うこと(抽出と抽象)を指導することが重要となる。

これはセッション形式になる。それを「場当たり的」なものではなく、「方法論的プロセス」として進めようとするには、「プロセス・コンサルテーション」的、すなわち “考え方の筋道を指導する”ことが重要となる。詳細は割愛する。

3.4 「教えない授業」における知識伝授

このような互学互修を意図したセッションにも限界がある。検討課題について必要な知識そのものが不足する場合、いくら議論をしても、そこには自ずと議論内容が浅くなってしまうリスクが生じる。そこで、セッションを指導している講師が、内容的に何かを“教え”なければならない場面が時にあらわれる。

一つは、セッションの進め方(方法論的プロセス)自体や、その際に使用される手法等についてである。

もう一つは、何より、セッションの論点に関する内容そのもの(コンテンツ)に関する知識である。

これは議論のプロセス自体について介入するのとは異なり、受講生の議論にあえて“内容面において”介入を行うことを意味する。プロセス・コンサルテーションであるにも関わらず“教える”こと、すなわち「教えない授業にもかかわらず、教えなければならない状況になる」のである。

こういった適宜臨機応変な知識提供を「オンデマンド・ティーチング」と呼ぶ。二つのモードがある。

第一、「不足対処(オンニード)」モード。グループワークやクラスセッションを見ている講師が「この部分を見落としているな」「あの視点での議論が欠けているぞ」と気づいた場合に、議論に欠けている点、多くの場合は知識不足なので、それに対応する。

第二、「要求対処(オンリクエスト)」モードである。受講生が議論に行き詰まった時など、受講生の「要求(リクエスト)」に講師が対応する場合である。

内容的な知識を、講師の側から提供できるのならば、それを積極的に活用しない手はない。とはいえ、それが“教える”ことを主体にするものになってはならない。あくまで受講生が、“自ら探索し、自ら学び、自ら考え、自ら判断する”ための互学互習を手助けするためでなければならない。つまり、議論の“材料”として講師の知識が付与される、という意味づけが重要である。いずれの場合も、漫然と

「教える」対応をしてはならない。

また、このことは、講師側ができるだけ該当分野について議論を進める上で効果的な知識を持っていることがプロセス・コンサルテーションをより有効に行うのに役立つことを意味する。こ一種逆説的だ。探索学習、互学互習を進めるにあたり、受講生と共に学び合う一人として講師は、実はセッションのコンテンツについて、相当に有効な知識を常に事前習得しなければならないのである。

4. 知識伝授と互学互修の関係性:2024 年の新たな議論

10 年前の議論を中心に再考をしてきた。そこでは基本的に「互学互修」を強く打ち出していた。しかし近時、知識伝授の必要性を痛感する場面を多く体験した。それは、互学互修型セッションにおける、受講者の「基礎知識の不足と受講生のレベルの不揃い」である。言い換えれば、ある程度「議論が噛み合う共通知識の共有化」がないと、生産的な議論になりにくいことが極めて多いのだ。それは多数の企業から参加者があるオープンやセミオープンの研修のみならず、同一企業内研修でも同様である。

つまり、互学互修は、ある程度の「共通の知識」と「理解の共有」に基づかないと、議論がすれ違いだけの「なんちゃってグループワーク」となるのである。

そこで、前述の「オンデマンド・ティーチング」モードに加え、事前に互学互修が効果的・効率的に行えるような、「プレ・ティーチング」モードを組み入れ、学習動画集の導入を行った。ネットにおける学習動画集を5科目(45 クリップ)用意したのである。

- 「循環経済概論」(11 クリップ)
- 「イノベーション基礎論」(8 クリップ)
- 「ビジネスモデル原論(序説)」(7クリップ)
- 「問題学原論(序説)」(13 クリップ)
- 「構想学原論(序説)」(6 クリップ)

https://intelligenceuniv.ub-speeda.com/learning
https://mkt.ub-speeda.com/240617_sprd_LP.html

そして、いくつかの研修・授業において、他のテキスト教材・資料と共に視聴してくることとを事前課題とした。その上で授業を行ったところ、効果はてきめんだった。

講義形式の場合(例えば、東工大社会人教育CUMOT)では、事前課題に基づき受講生へ質問を用意させたところ、授業セッションは極めて充実した。

セッション形式の場合(例えば、短期集中6日間3ヶ月の講座「日本生産性本部サーキュラーエコノミー講座」)でも、多様な業界からの参加者にもかかわらず、共通の用語や知識に基づいて議論のレベルが大いに高まった。

東大大学院では、従来、講演会の動画や2時間番組の動画を事前視聴してくることと、多くのテキスト教材・事例を事前課題としておき、教室はポイントを押さえた「インタラクティブな講義」形式としていたが、それも従来に比し質疑が格段に充実している。今秋からは、前述の学習動画集を加えた活用を企画している。

どれも、事前学習をしっかりしてもらい、「イコールフッティング」な状態にできるだけ近づけておくのである。それが可能になったのは、ビジネス人財育成においても、オンラインインフラが整い、事前学習がネットを通じてかなり確実にしてもらえるようになったからである。

受講生の質問が基礎知識にある程度馴染んでからであること。質問がある程度の知識習得に基づくこと。その時の講義と、その場での質問ではないこと等々が挙げられるであろう。

また、このように見てくると、知識伝授と互学互習の教育・学習モデルは単純に対立するものではなく、実は「図と地」の関係かもしれない。あるいは、単なる代替関係ではなく、相互補完的、さらには相乗関係であるとも見ることも可能だ。つまり両者の関係性の議論に至るのである。

この点は、「MOOC(Massive Open Online Course)における「反転型授業(Flipped Learning)」のフレームで議論することも可能である。MOOC によって知識伝授型が効果的・効率的に行われるのに対して、リアルな反転授業によって互学互習のセッションを行うことが可能だ。つまり両者の「ハイブリッド」型の意味を知識獲得と創出の面から論じる段階に来たと言えよう。

5. むすび

本論では、まず 2014 年論文の再考を行った上で、新たな学習環境下におけるビジネス研修の実践経験を紹介し、現時点での考察を行ってきた。

本論では、コンピュータ利用教育の対象は、従来「学生や社会人」であった。教員の教育研修や啓発自体をオンメディアを活用してどうするのか、という話はほとんどなかったのではないか。すなわちファカルティディディベロップメント(授業法のより効果的・効率的な改善改革の訓練等、学校教員の事務的作業等をどのように効果的・効率的に行うのか、という観点での議論やの話は

これだけ「教員における働き方改革」が社会的問題視され、それを解決あるいは解消しなければ教員のなり手がなくなると言われている自体はどうなるのか。

【注】

本論の前半は次の論文を再考(大幅加筆修正)したものである。妹尾堅一郎「知識獲得と知識創出～互学互修型授業の二つの側面を考える」2014 PC カンファレンス論文集 (9-D-10) CIEC 学会、2014 年。

【参考文献】

【1】妹尾堅一郎: "社会人教育における授業法", CIEC 編「学びとコンピュータハンドブック」第 9 章, p306-349, 東京電機大学出版局、2008 年。
【3】妹尾堅一郎「知と授業法の関係の多様化へ～知識論と教育方法論の関係性論考の起点として」、2008 PC Conference 論文集、pp184-187、慶應義塾大学 SFC、CIEC 学会、2008 年。
【4】妹尾堅一郎「オンデマンド・ティーチングとプログラムド・ティーチング:先端人財育成の教育方法論に関する実践的考察」2007 PC カンファレンス論文集、379-382、PC カンファレンス実行委員会、CIEC 学会、2007 年。
【5】妹尾堅一郎「「知識伝授」で先端実践領域の先端人財を育成できるか:「互学互修」モデルによる専門職育成と知の創出」『コンピュータ&エデュケーション』、vol. 21、東京電機大学出版局、pp114―120、2006 年。
【6】妹尾堅一郎「「互学互修」モデルの可能性:先端的専門職教育における「学び合い・教え合い」」、『コンピュータ&エデュケーション』、コンピュータ利用教育協議会学会誌、Vol.15、pp24―30、2003 年。
【7】妹尾堅一郎「新ビジネス発想塾」、『週刊 東洋経済』、東洋経済新報社。2012.5.12～2014.5.17(全 100 回連載)
【8】妹尾堅一郎「妹尾教授のビジネス探訪:新潮流の Business 航海術」、2017年 04 月号～2022年8月号。『月刊時局』、時局社。

『コンピュータ＆エデュケーション』にみる「コンピュータ利用教育」の再検討

若林靖永*1
Email: y-wakabayasi@bukkyo-u.ac.jp

*1：佛教大学社会学部公共学科

◎Key Words　　コンピュータ利用教育，教育学習環境，教育研究

1. はじめに

コンピュータが登場し、当初は少数の専門家のみが使用する特殊な機械であったが、大学で学生が学び使用するようになり、さらにPC、インターネットの登場により、1人1台、誰もが学び使用する時代へと変わっていった。コンピュータを学ぶという意味では、今日、小学校からプログラミング教育を始めるというようになった。コンピュータで学ぶという意味では、PC教室やタブレット利用などによる教育が展開されるようになった。このように時代とともにコンピュータを利用した教育の展開は大きく変化してきた。

「コンピュータ利用教育」は，コンピュータ等の新しい機器・手段が登場し，それを教育分野でいかに活用するか，という課題と可能性に直面した際においては，適切な問題設定であったと言えよう。しかし，今日においては，どうだろうか。コンピュータ利用教育という意味、実践の広がりはどういうものなのか。コンピュータ利用教育というテーマの定義が教育の理論と実践の広がりをみた際に、適切なものと言えるのだろうか。これらについてあらためて検討することが求められている。

そこで本稿では，CIECの歩み（会誌特集原稿を中心に）をふりかえり，「コンピュータ利用教育」をめぐる研究や教育実践とはどういうものであったか，なにをめざしてきたのか，などについて検討して、上記の問いに答えようとするものである。

2. CIECの歩み

2.1 CIEC会誌1号・2号の特集等(1996-7)

『コンピュータ＆エデュケーション』の特集記事をいくつかとりあげて，CIECの歩みをふりかえる。

会誌1号で佐伯胖氏は「ACM (Association for Computing Machinery)という学会がアメリカにあるわけです。（略）その4月号に特集がありまして，Learner-Centered Education，学習者中心の教育ということが提唱されています。そこで，非常に基本的な原則として，これからのコンピュータ教育は，教えるという側からのコンピュータの発想ではなくて，学習者が学ぶ，しかも生涯教育を視野に入れて，学習者が一生学び続けていくことを中心に考える。そのための道具としてのコンピュータが必要であるということを提言しています。もうひとつは（略）コミュニティの重視です。学習者は決して単独ではありえない，常に人との共同作業をし，人とのコミュニケーションの中で学ぶんだということです。」((1) pp5-6.)

と述べている。

さらに，会誌2号では，「「学習者中心のデザイン」の実際　Learner Centered-Design視察のための北米の大学訪問（CIECの学術視察レポート）」という特集が組まれ，1996年12月，アメリカ・カナダの研究機関を訪問した調査結果がまとめられている（(2) pp8-17）。

このように，いま行っている教育の一部に手段としてコンピュータを利用するというパースペクティブを超えて，教育のあり方を問い，学習共同体としての学びを実現していくツール，環境としてコンピュータ等の利用の研究実践が生まれている。CIECは，その設立時にすでに，そこに注目してきたのである。

2.2 会誌5号特集「小・中・高における新しい学びの紹介」(1998)

会誌5号では「小・中・高における新しい学びの紹介」という特集が組まれている（(3)）。「授業におけるオンラインとオフラインの融合に関する質的研究　ネットワークにおける雪まつり雪像共同制作の事例から」（中川一史）という論文では，小学校4年生のクラスが「バーチャル雪祭り」に参加し札幌での雪像作りに取り組んだ（(3)pp11-16）。「学習活動におけるインターネットの効果的な活用を探る　半田市立亀崎小学校の実践を通して」（丹波信夫）では，学校でのインターネット環境を整備し，6年社会科「歴史討論会」（他の小学校と電子メールで）など，共同学習や総合的な学習に活用し，学校が「オープンな学習の場」を整備提供した((3)pp17-23)。「子どもとコンピュータ利用教育　LOGOを用いた算数の学習実践を手がかりに」（鈴木勢津子）では，5年生の算数の図形の授業にロゴを用いた実践を通じて「受身の学習から発信型の学習への自己の学習課題を積極的に協力しあって解決していける子どもを育てる」と述べている（(3)pp24-33）。「数学学習におけるネットワークの構築」（川上公一・大月一泰・平野圭一）では，数学に対する主体的な学習を援助することを目的に作成されたホームページと，数学研究者・授業者・生徒等のメーリングリストでの交流などを紹介し，さまざまなネットワークがつくられ，数学の学習に生徒の興味・関心を生かすようになっていることが示された（3）34-39ページ）。「世界の高校生と環境問題を考える　第1回高校生による国際環境サミット」（江守恒明）では，世界6カ国の高校生がアメリカに集まって世界の環境問題について議論した（(3)pp40-44）。「Me and Media（私とメディア）というコースを通じての学習と指導の再考」（ヒレル ワイントラウブ）では，「言葉はメタファーである」という観点から，メディアについての概念を学

習者が自分で作り上げる手助けをするように，メディアと関連する映画を観たり，自分たちの学校を映画にするなどに取り組み，「教師の主な仕事は，生徒が自分自身の意味をつくりあげ，他者との交流によってそれをさらに深くほりさげられるような雰囲気をつくることである。」と指摘している（(3)pp11-16）。

以上の教育実践においては，子どもたちが主体的積極的そして共同的にコンピュータやインターネットを活用（検索・電子メール・掲示板・ホームページなど）する環境を提供し，そのことで子どもたちの興味・関心を引き出し，学びへの主体性をつくりだしていくことがめざされている。このことは，コンピュータ等を活用して教育を変え、共同性や主体性が追求されていることを意味している。

2.3 会誌 15 号特集「教育=学習とは何なのか，あらためて考える」（2003）

会誌 15 号では，特集「教育＝学習とは何なのか，あらためて考える」に合わせて，当時会長であった佐伯胖氏に巻頭インタビューしている((4)pp3-10)。

「この「できる」中心主義をちゃんと批判することは，けっこう難しい。（中略）むしろ人間は，「意味」を求めて生きており，「意味」を探して生きているのです。「意味を考えないで手順だけを覚える」というのは，人間の本性に反することなんです。」「具体的な「実践」の中で「できてしまっている」ことが大切なのではないか。「結果的にできている」（すなわち，「実践」しちゃっている）という見方でとらえたら，訓練プログラムを考えるなんていうのは，おかしい。結果的に「できている」のだから，それは神のみぞ知ることだ。そういう状況（やりがいのある，みんなが喜んでくれる実践への参加の場）をつくり出すことが大事ということになる。」

このように佐伯氏は行動主義心理学の「できる」中心の学習観を乗り越えて今日，「わかる」中心の学習観が認知心理学，認知科学によって確立してきたことをふまえて，「できる」中心主義の復活に強い警鐘を鳴らしている。

特集原稿では「構成主義が投げかける新しい教育」（久保田賢一）が，実証主義と構成主義の知識観を比較して構成主義に基づく教え方・学び方について検討する（(4)pp12-18）。「外国語コミュニケーション教育における学習・教育観―使える英語力の獲得を目指して―」（伊藤健一）では，筆者が大学生協の外国語コミュニケーション活動に参加し，インプットとアウトプットの量を圧倒的に増やしていくよう学生の自己学習支援に取り組んだ経験をまとめている（4）pp19-23）。最後に「「互学互習」モデルの可能性―先端的専門職教育における「学び合い・教え合い」―」（妹尾堅一郎）では，「知識伝授型モデル」「学習支援型」モデルに対して，先端的な専門職では学ぶべき伝統的知が確立していないこともあって「互学互習」モデル，すなわち，互いに学び合い，教え合うコラボレーションが求められるということを提言した（(4)pp3-10）。

ここで示されている教育観の転換は CIEC において繰り返し意識され問い続けているテーマである。これまでの教育観、学校教育のあり方を前提に、それをいかに効果的に推進していくかという ICT 活用だけではなく、ICT を活用して新しい教育、学校教育のあり方を作り出していくという問題意識がそこにある。

2.4 会誌 23 号「CIEC 設立 10 周年記念シンポジウム報告」（2007）

設立 10 周年記念シンポジウム「教育とコンピュータの次の関係を探索する」が 2007 年 3 月に開催された。

基調講演で佐伯氏は「今，必要なのは「教育学」ではなくて，「学び学」だとあえて言っています。その主旨は，「教育で子供を変えよう」という観点から，「子供が変わるのは学びから変わる」という発想に立ち，「学びというのがどのように起こるのか」を見つめて，その「学びを支えていく」ということをかなえたいということです。」「私は「コンピュータ利用学習」という視点が必要なんじゃないかと考えます。」と述べている（(5)pp37-41）。

さらにパネル・ディスカッション「次世代教育イノベーション：おもしろ学びの次の姿を思い描く」で，苅宿俊文氏は「T シャツ型コミュニケーションツール「ビタミン T」」の取り組みを紹介し，「要するに今，わたしが課題にしていることは，ただ，教えられたことをやるということではなくて，自分がやったことの意味とか，仕組みというものを考えるということが非常に大切だと思います。」と発言し，美馬のゆり氏は，「学生が何のために今，この科目を学んでいるのかわからないとか，実際にこれがどういうふうに役立つのかわからないというところを解消するためにはどうしたらいいのか，というところから生まれた」，はこだて未来大学のプロジェクト学習を紹介し，「学習とは個人としての問題ではなくて，共同体，自分が生きている社会に対して，自分がある役割をもって，その中に参加していくんだという位置づけが重要になってきます。」と発言し，妹尾氏は東京大学「知財マネジメント・スクール」の経験をふまえ，「われわれが社会人教育の先端をやっていてわかったことは，教師って教える人ではない，ということです。いわば教員のイノベーション，脱・教える人をしなければならない，それがわかってきたのです。」「CIEC は，現在，Council for Improvement of Education through Computers の略だといわれていますが，僕はこう変えてもいいんじゃないかと。Community for Innovations of Education through Computers and communication networks。」と発言している。((5)pp37-41. 2010 年の学会名称の見直し時に採用されている。)。

このように 10 周年での問題提起は，教育イノベーション，教育から学習への転換と言ってもいいだろう。そして、それは個人の知識獲得的な学習のみを意味するのではなく、共同して学び活動するプロセスとしてみることであり、教育者もその役割を変え、教え導くという役割から学習を支援し学習環境を整えることが求められるようになってきているのである。

2.5 会誌 33 号特集「教育とコンピュータの適切な関係―教育論と方法論から―」（2012）

会誌 33 号では，特集「教育とコンピュータの適切な関係―教育論と方法論から―」をとりあげた。「現代社会における「子どもの学び」再考」（木下百合子）では，1)伝統的学校教育から現代的学校教育への転換過程，2)コミュニケーションと協同という授業観の転換，および 3 コミュニケーション・メディアという教材観の転換，4)教える時

代から学ぶ時代という子ども観の転換, 5)意味空間としての教室：対話の必要性に注目する学びの転換というように検討し，学びの転換をもたらす教育環境を創造する視点を提示した（(6)pp14-21)。「算数・数学教育と ICT の不適合性―異端者の考え―」（曽布川拓也）では，ICT と従来型算数・数学教育が不適合であることを主張する（(6)pp20-27)。「ICT を活用して深い学習を支援する」（寺尾敦）では，アクティブ・ラーニングおよび ICT 活用という 2 つの教育手法が深い学習を自動的に実現するものではないとして，初等統計学の授業を新たにデザインし，手作業によるコンピュータ・シミュレーションからはじめ，段階的に自動化していくという教育実践に取り組んだ（(6)pp27-33)。「LMS の相互運用性―学習コンテンツと e ポートフォリオシステムに関して」（吉崎弘一）では，LMS と学習コンテンツ間の通信，e ポートフォリオシステムへの LMS の対応について紹介した（(6)pp34-39)。「北陸地方での双方向遠隔授業を振り返る」（田中一郎）では，北陸の 4 国立大学が 2004 年度からとりくんできた学術情報ネットワーク（SINET）を利用した大学間の双方向遠隔授業を振り返った（(6)pp40-45)。

以上のように，伝統的学校教育から現代的学校教育への転換が構造的体系的に展開されていることが示された。また、教育方法論については，それぞれの教育目標や教育分野によって ICT の活用の是非や使い方の工夫が異なることなどが明らかになった。まさにそれぞれの教育目標、教育課題に照らしてそれをすすめるものとしての ICT 活用を創造的にすすめている事例が示されている。

2.6 会誌 42 号・48 号・49 号（2017，2020）

会誌 42 号では，特集「これからの ICT 教育環境基盤を探る」がとりあげられ，(7)pp10-30)，端末の無い PC 教室（BYOD 化のための仮想端末教室），e ラーニング教材質保証システム，タブレット導入などが報告されている。

会誌 48 号の特集「未来の図書館　教育の未来」これからの ICT 教育環境基盤を探る」では，(8)pp10-41)，ラーニング・コモンズ，電子書籍，図書館の学習支援，学びの「場」としての学校図書館，スマートフォンに最適化した電子図書館などについて報告されている。

会誌 49 号では，コロナ禍での学校での対応に注目し，特集「LCP（Learning Continuity Plan:学習継続計画）をどのように実現するのか」がとりあげられ，(9)pp12-33)，緊急事態宣言等で学校教育が今まで通りには実施できない中で，オンライン授業に取り組み，教員間，教員と生徒，生徒同士の学びのオンラインコミュニティがつくられるなどの取り組みが報告されている。

これらの特集は，コンピュータ等活用教育であると同時に，新たな教育学習環境の開発という特徴を持っている。ICT を活用して自主的に学ぶ環境をつくる、共同して学習する環境をつくる、コロナ下でも学び続ける環境をつくる、などの課題に取り組んでいる。

3. 考察

3.1 教育観

CIEC のこれまでを振り返っても，意識的に繰り返し教育観の転換を探求実践してきたことがわかる。

教員が計画し主導する教育，教師の指示によって統制される教育，個人が学習し成長するという教育，一斉授業で実施される教育，学級が一体化して経営される教育，教室という空間に閉じた教育，知識伝達・知識教授を行う教育，目に見える学力を測定し追求する教育，正解を導くことを目的とした教育，などは伝統的な学校教育の基本的な特徴であった。もちろん，実際の学校教育等においては，個々の学校や教師による，上記の理念・方法を批判し，それを乗り越えようとする探求実践がすすめられてきた。

すなわち，今日において，学習学，学習者の主体性を尊重した学び，学習者の声に耳を傾け対話する教育，学習者個々の関心や状況に合わせた学び，学習者同士のコミュニティやグループでの共同にもとづく教育，互いに学び互いに教え合う，教室が開かれ学校の外に広がる学び，正解がない問題を設定しとりくむ，見えない学力である非認知能力などを重視する，学習者を見守り支援する教師，といった教育観の転換が追求されている（(10)）。

3.2 コンピュータ利用教育の広がり

同時に，CIEC の歩みは，情報機器・情報システムの発展や普及とともに，どのようにしてそれらを教育で活用するか，そのための探求，挑戦の歴史であったと言える。

学習環境デザイン論として，山内祐平氏は①空間，②人工物，③活動，④共同体の 4 側面を挙げている（(11)50-552 ページ)。この 4 側面からみるならば，これまで見てきた教育実践，新しい教育観は，②人工物としてコンピュータ等を利用するとともに，③活動としてプロジェクトや探求に取り組み，①空間もそのためにふさわしい場を用意し，④学習者同士や学内外の関係者とのつながりや相互対話を生み出している，教育学習環境イノベーションをすすめていると言える。

コンピュータを利用した教育という実践は、より総合的全体的には、新たな教育学習環境をつくりだすという実践でもあったと言えよう。

関連して，会誌 54 号の鼎談「変わる大学の学習環境」（(12)pp3-13）では，コロナ禍での大学，大学生協をとりあげて，①大学の授業という教育学習環境，②学生の自主的な学び，③サークルや大学生協などの活動，④大学の外へと開かれた学習環境，という 4 視点をとりあげて話し合った。

4. おわりに

以上のふりかえりと考察を受けてどう思われるだろうか。まず実際的には，「コンピュータ利用教育」であれ「教育学習環境イノベーション」であれ，あまり違いはなく，その多くが重なり合う領域であると言えるだろう。

その上で集合論的にカテゴリーを考えるならば，「コンピュータ利用教育」は，コンピュータ等情報機器・情報システムを部分的にであれ活用さえすれば，なんでも含まれるということになる。

これに対して「教育学習環境イノベーション」は，コンピュータ等も含み，かつ，それに留まらず，広く教育や学習の環境をテーマにし，さらにイノベーションということで教育・学習の環境の開発・発展に取り組んでいくというビジョンを含んでいる。教育学習環境には，学習者をとりまくすべての重要な，影響を与えうる要素がとりあげられ，結び合わされるべきであるが，今日，その中でもコ

ンピュータ，インターネット，AI，メタバースなどは教育学習環境として決定的に重要なものと言えよう。しかし，デジタル環境だけが教育学習環境ではなく，教室のデザイン，自然体験・社会体験，協同の場もまた重要である。

コンピュータ利用教育ということで教育学習環境のイノベーションを探求してきたというのが本稿のとりあえずの結論である。まずは共通項に注目をすべきであって、対立的に論じることは妥当ではない。

その上で、どちらも同じことを言っているともいえるが，その射程，まなざしは異なるのであり、より私たちがイシューとすべきことはなにかを自覚的にすることが大事なのではないかと考える。

参考文献

(1) 『コンピュータ＆エデュケーション』Vol. 1，1996年11月.
(2) 同上 Vol. 2, 1997年6月.
(3) 同上 Vol. 5, 1998年11月.
(4) 同上 Vol. 15, 2003年12月.
(5) 同上 Vol. 23, 2007年12月.
(6) 同上 Vol. 33, 2012年12月.
(7) 同上 Vol. 42, 2017年6月.
(8) 同上 Vol. 48, 2020年6月.
(9) 同上 Vol. 48, 2020年12月.
(10) なお，教育の「学習化」に対する批判もあるが紙数の関係で省く。ガート・ビースタ著 藤井啓之・玉木博章訳『よい教育とはなにか　倫理・政治・民主主義』白澤社発行，現代書館発売，2016年，31-34ページ，などを参照.
(11) 山内祐平『学習環境のイノベーション』東京大学出版会，2020年.
(12) 『コンピュータ＆エデュケーション』Vol. 54，2023年6月.

Contest-Based Learning を用いた統計・データサイエンス教育

竹内光悦*1・末永勝征*2
Email: takeuchi-akinobu@jissen.ac.jp

*1: 実践女子大学人間社会学部
*2: 鹿児島純心女子短期大学

©Key Words　Project-Based Learning, 探究学習, 協働学習

1. はじめに

統計・データサイエンス教育の重要性が高まっている中、教科書の内容の学習だけでは実際の社会で役立つ知識や技能の習得が難しい。この課題に対応するため、探究学習や Project-Based Learning（以下、PBL）などの課題解決型学習が効果を示している。特に、チーム参加型のコンテスト形式である Contest-Based Learning（以下、CBL）は、統計・データサイエンス教育において効果的である。CBL では、実際の社会で直面するようなリアルなデータと課題を扱うことで、実践的な分析スキルを学生に体験させることができる。また、コンテストという形式を取ることで、専門家による評価やフィードバックが得られ、受賞作品を分析することで学びが深まる。本研究では、これまで行ってきた統計・データサイエンスに関するコンテストへの参加や運営を通じた CBL の効果と課題について紹介し、授業モデルを提案する。

2. CBL について

本節では CBL の重要性や授業導入事例を述べる。

2.1 CBL の重要性について

初中等教育では探究学習などで、統計・データサイエンス教育で学んだことを総合的に利活用できる力を育成し、高等教育機関である大学においても、PBL などを用いてこれらの実現を行っている（竹内、2016; 竹内、2020; 竹内、2022）。特に多くの大学で導入を目指している「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度」（文部科学省、2024）においては、文系理系を問わず、すべての大学生が身に付けるリテラシーとして、モデルカリキュラムも提示され、それらを満たすカリキュラムを実施している。これらの導入事例について、新原（2023）では、2021 年度リテラシーレベル認定の 78 校の事例を踏まえ、カリキュラム編成や修了要件のばらつき、学習手段、などの検証に加え、先導的なプログラムに選定されるためには、地域連携や産業界連携の取組が評価される傾向があることなどを指摘している。

一方で、PBL がもたらす学生負担に関する課題についても指摘されるケースがあり、PBL の授業において、その経験的な有益性を認めながらも、課題の難易度や時間的な制約、グループワークの難しさなどで、学生はこれらの授業を負担と感じているケースもあるという。これらの研究はまだ大きくは取り上げられていないが、PBL を受けている受講生や PBL の授業を避ける学生への非公式なヒヤリング調査の結果からは、同じ授業時間であれば、さまざまな負担が少ないほうがよく、修得単位数が同じであれば、PBL のコストパフォーマンスが悪いと判断するケースもあるようである。これらは正式な手続きを取った調査ではないため、参考レベルにしかならないことに注意されたい。

このようなときに CBL の導入により、その動機付けに繋げることができる。CBL はコンテストという競争意欲を利用しており、少なからず取り組みに対する努力の結果を知ることができ、結果を踏まえ、自分の良かった点や悪かった点を振り返ることもでき、有益であると言える。場合によっては、栄誉の証となる賞状や副賞なども得られるケースもあり、それらがモチベーションの向上、維持につながるケースもある。副賞に関する研究も心理学関係ではいくつかあるが、統計・データサイエンス関係では現時点ではないと思われる。

2.2 CBL の授業事例

CBL を学内で行うこともできる。産学連携 PBL といて、企業の方に協力・参加していただき、学生の発表に対して、順位を付けて評価してもらう。このことは著者の一人である竹内が所属している実践女子大学人間社会学部においては、入学前教育の一環で行う産学連携 PBL や入学後に入学生全員が参加する PBL（例えば、実践女子大学、2024）などで行い、学生の感想を見る限り、好意的な意見が多かった。

また学内にとどまらず、学外でのコンテストを利用するケースもあり得る。例えば、統計・データサイエンス教育においては、以下に示したように、いくつかのコンテスト・コンペティションがあることからそれらへの参加でも表彰の機会があることから CBL の授業事例としても活用できる。

・統計グラフ全国コンクール、公益財団法人統計情報研究開発センターが主催、内容；統計グラフポスターを作成。都道府県での開催があり、その後、全国大会が行われる。詳細は https://www.sinfonica.or.jp/tokei/graph/ を参照。

・統計データ分析コンペティション、総務省統計局、独立行政法人統計センター、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構統計数理研究所、一般財団法人日本統計協会が共催、内容：地域別の統計をまとめた SSDSE（教育用標準データセット）を用いた統計データ分析の論文を

募集し、その分析力を活用した課題解決のアイデアを競うコンペティション。詳細は https://www.nstac.go.jp/statcompe/?doing_wp_cron=1719947407.4521930217742919921875 を参照。

・和歌山県データ利活用コンペティション、和歌山県データ利活用推進センターが主催、内容：毎回変わる募集テーマを踏まえ、データ分析からデビデンス（客観的証拠）に基づく施策提案を行う。詳細は https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/020100/data/competition/ を参照。

・スポーツデータサイエンスコンペティション、日本統計学会 スポーツデータサイエンス分科会が主催、プロ野球やプロサッカーのデータを貸与し、その分析力を競うコンペティション。詳細は https://sports.ywebsys.net/ を参照。

上記以外にもマーケティングのデータ解析コンペティションである「データ解析コンペティション」（主催：経営科学系研究部会連合協議会、https://jasmac-j.jimdofree.com/）や大学主催で行われているものも多く存在し、例えば、慶應義塾大学 SFC 研究所が主催する高校生も参加できるコンテストである「データビジネス創造コンテスト」（https://dmc-lab.sfc.keio.ac.jp/dig18/ など）もある。

また企業が実施している例として、インテージテクノスフィア（2024）があり、各大学が学内で発表会を行い、その後、各大学の代表チームが合同発表会で報告、表彰されるというケースもある。これらに参加した学生の感想からは「大変だったが、貴重な体験ができた」などの好意的なものが多く、コンテストだからといって勝ち負けだけにこだわるのではなく、学外者、企業・社会人に認めてもらえたという点でも有益といえる。

2.3 学外 CBL の課題と対策

2,2 節で述べたように、現在、様々な形で学内外でのコンテストがあり、それらを授業に取り入れた CBL が展開されている。参加しやすいことは望ましいことだが、学外のコンテストに参加する際には、文系・理系問わずはもちろんだが、参加者・参加チームの実力の差も常連校と初出場で見られる。この状況では、統計・データサイエンスを学び始めた生徒・学生の学びの動機づけにつながらないケースも見られるようになった。

そこで著者の一人が所属する実践女子大学では、在学生向け、および中高生向けにデータサイエンス×女子教育として、「女性が活躍する社会をデザインするスタートアップデータソン」を開始した。

中高生向けでは、同一の日本国内の中学校・高等学校の生徒で 1 名から 5 名（半数以上が女性であることが条件）までの単独またはチームを編成として、動画による発表ファイルの提出で審査を行う。副賞として、盾や図書券等を授与している（下図参照）。同様に、在学生向けにも実施し、参加者へのアドバイスなど、統計・データサイエンス力の向上支援を目指している。



図. 実践女子大学人間社会学部『女性が活躍する社会をデザインするスタートアップデータソン』（https://sites.google.com/jissen.ac.jp/datathon/）。

3. まとめ

CBL を利用することで、統計・データサイエンスに苦手意識を持つ生徒や学生への参加のモチベーションの維持等への効果が期待できることから、今後、参加学生の意識調査等を踏まえ、より望ましい CBL をモデル化することを今後の課題とする。

参考文献

(1) インテージテクノスフィア（2024）文化通信・新文化に「産学連携 PBL プログラム合同成果報告会」の記事が掲載されました、https://www.intage-technosphere.co.jp/company/news/2024/20240523-001/（最終確認日：24/06/30）。

(2) 実践女子大学（2024）未来のファッションを考えよう！人間社会学部の新入生セミナーで三越伊勢丹のご協力のもと、学生によるメタバース空間での企画発表が行われました、社会連携プログラム、https://socialcooperation.jissen.ac.jp/topics/6938/（最終確認日：2024/06/30）。

(3) 新原俊樹（2023）数理・データサイエンス・AI 教育プログラムの実状―2021 年度リテラシーレベル認定 78 校の事例から―、日本教育工学会論文誌、47(2)、333-342。

(4) 竹内光悦（2016）統計的問題解決育成のためのアクティブ・ラーニング授業の導入、実践女子大学人間社会学部紀要、12、59-67。

(5) 竹内光悦（2020）社会調査・分析を中心とした女性データサイエンス教育の展開、日本ソーシャルデータサイエンス学会論文誌、4(1)、13-18。

(6) 竹内光悦（2022）文系女子大学におけるデータサイエンス教育の導入と実施の課題、実践女子大学人間社会学部紀要、18、111-117。

(7) 文部科学省（2024）数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度、https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm（最終確認日：2024/06/30）。

議論することを中心とした統計教育
―ヒストグラムの意味理解を目指して―

鵜沼拓也*1
Email: takuya-u@akane.waseda.jp

*1：東京都立両国高等学校附属中学校

◎Key Words　　統計教育，ヒストグラム，議論

1. はじめに

中学校学習指導要領数学編（平成29年告示）において「データの活用」の指導のねらいの一つとして「急速に発展しつつある情報化社会においては，確定的な答えを導くことが困難な事柄についても，目的に応じてデータを収集して処理し，その傾向を読み取って判断することが求められる。」としていて，「そのために必要な基本的な方法を理解し，これを用いてデータの傾向を捉え考察し表現できるようにすること」を挙げている。

渡邉(2014)は「等間隔の区間での集計を基にしたヒストグラムのみの取り扱いでは，ヒストグラムの縦軸の意味や，ヒストグラムにおける確率や割合の本来の意味が理解されない。ヒストグラムの縦軸は確率密度であり，確率や割合は面積として示されるものである。海外では区間幅が異なる集計表を扱い，度数に加えて度数密度の概念を導入し，この素地指導としている。」と指摘している。

これを踏まえて小林(2019)は階級幅の異なるヒストグラムを題材とした授業実践を行っている。その中で「既習である階級幅が一定のヒストグラムの認識を変容させ，度数や相対度数を柱の「高さ」ではなく「面積」で表すという認識に至るには，「柱の中に丸がいくつあるか」といった意味での柱の「密度」を表すイメージを有していることが決定的であることを明らかにした。」としている。

本研究ではヒストグラムの導入として小学校で扱ったドットプロットを扱うことで、ヒストグラムとドットプロットのつながりを意識したうえで単元の学習を進め，階級幅の異なるヒストグラムを単元評価として用いる。

2. 授業実践の概要

対象は公立中高一貫校の中学1年生160名中の80名である。4クラスの各クラスを習熟度別2展開としており，習熟度の高いクラス2クラスと低いクラスの2クラスが対象である。授業の実施時期は2024年1月中旬から2月中旬までで，単元全体の指導イメージは表1のとおりである。

表1　単元全体のイメージ

時数	内容
1	小学校で習った知識・技能を用いてデータを整理・分析する。
2	ドットプロットによるヒストグラムの導入
3	ヒストグラムと度数折れ線
4	相対度数と相対度数折れ線
5	階級幅の異なるヒストグラム
6	累積度数分布表，累積相対度数

2.1 ドットプロットによるヒストグラムの導入

ドットプロットと柱状グラフ（ヒストグラム）については小学校6年生の算数科で扱われている。ここでは数量がいくつかある場合，平均を求めることで集団の特徴を掴もうとする。しかし，平均の値だけではデータのちらばりを知ることはできない。そこでドットプロット，度数分布表や柱状グラフ（ヒストグラム）を用いてちらばりを知ろうとする。渡辺（2014）は「（ヒストグラムと）ドットグラフでの密度と対応させること」を提案している。そこで小学校で扱ったドットプロットを復習し，ヒストグラムと関連させる指導を行った。整数値のデータをドットプロットで表す活動から始め，小数を含むデータを同様にドットプロットに表そうとする際に浮かび上がる問題点を整理した。また，散らばりが大きいデータを提示し，想定される問題点を挙げる。ここで挙がった問題点としては「数直線の目盛りを増やすことで数直線が長くなる」「点と点の距離が離れすぎて分かりにくい」といったものが想定される。そこでドットプロット上で別々の場所にプロットされている点の中で近くのものをまとめる活動を行い，階級とヒストグラムの考え方を導入する。これらの活動により，ヒストグラムの柱の中に点が含まれるイメージを生徒の中につくろうとした。

2.2 ヒストグラムと度数折れ線

ヒストグラムの形状を比較するためにヒストグラムを折れ線で表そうとすることを通して度数折れ線（度数分布多角形）をつくる。ここでは，ヒストグラムに対して「ヒストグラムを折れ線でつなぎなさい。」とだけ指示し，異なる意見から妥当な度数折れ線をつくることを目指した。異なる意見としては，折れ線の基準になる点と折れ線の始点終点に関しての異なる意見を想定した。折れ線の基準になる点としては，ヒストグラムの柱の長方形どの位置に点をとるかであり，「a.長方形の左上の頂点」，「b.長方形の上辺の中点」，「c.長方形の右上の頂点」の3通りを想定した。また，折れ線の始点終点に関しては，「A.高さのあるヒストグラムの柱を始点と終点とする」，「B.ヒストグラムの両端に高さ0の柱があるものとして始点と終点とする」の2通りを想定した。はじめに，折れ線の始点と終点をどこにとるかの違いを取り上げ，ヒストグラムの面積に着目させる。折れ線の基準となる点については，始点と終点を考えたときに，より誤差の少なくなるようにという生徒の意見を取り上げることによって結論を導こ

うとした。

2.3 階級幅の異なるヒストグラム

小林の実践と同様に事前に生徒に月々のおこづかいの金額をアンケートで集め，その結果と全国の中学1年生のお小遣いの金額に関する調査結果を比較する。比較するデータは表 2 のとおりである。データを用いて階級幅の異なるヒストグラムを創出することができるかを単元評価と位置付けた。

表 2　生徒に提示したデータ

階級(円)	度数(人)［全国］	度数(人)［18期］	相対度数［全国］	相対度数［18期］
0 以上 1000 未満	86	59	0.43	0.43
1000 ～ 2000	52	25	0.26	0.18
2000 ～ 3000	24	27	0.12	0.20
3000 ～ 5000	21	19	0.11	0.14
5000 ～ 7000	17	6	0.09	0.04
計	200	136	1.00	1.00

3.　実際の授業実践

3.1 ドットプロットとヒストグラム

はじめに体育の授業で行った各チームのシュート数(図1)のデータをドットプロットで表す活動を行ったが，小学校で学習したドットプロットがどのようなものかが分からない生徒が半数ほど存在した。しかし，ドットプロットの例を見せたところ，学習したことがあるとすぐにドットプロットの作成を開始した。

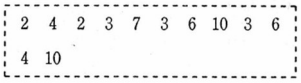


図 1　ドットプロットで用いたデータ

142.7	164.7	158.8	146.2	162.9	155.1	157.3	171.8	160.6	167.8
136.4	161.3	148.3	169.1	141.2	157.8	151.3	167.5	142.6	154.0
151.5	163.8	156.9	159.9	170.8	145.1	170.3	159.7	167.0	147.3
153.8	163.1	150.9	138.5	164.2	159.3	152.0	171.5	162.2	146.9
152.4	158.4	143.5	156.2	169.6	166.3	154.7	168.4	157.5	161.8

図 2　ヒストグラムで用いたデータ

次に，少数を含む身長のデータ(図2)でドットプロットを作成する際の問題点を挙げた。その際のやり取りは表3のようであった。表中の T は教師を表し，S は生徒を表している。

表 3　ヒストグラムを導入するときのやり取り

発言者	発言内容
T	これをかこうとすると，まず，どうしなきゃいけないですか？
S	全部用意する。(目盛りを)
T	うん。全部用意する。1目盛りと1目盛りの間隔は？
S	0.1
T	ああ，0.1cm になりますね。0.1cm のメモリにしなきゃいけないですね。で，何目盛り用意すればいい？
S	2000 弱くらい
T	2000 弱？0 からじゃなくてもいいんじゃない？
S	140 くらい？
S	ああ，え。140？(幅が) 17cm くらいない？
T	130cm 台いない？
S	いるいる。
S	だいたい 400 くらい？
T	ああ，だいたい 400 くらい。そう考えるとドットプロットって使いにくくない？
S	使いにくい。
T	先生的には身長 0.1cm って大して変わんなくない？何ならざっくりまとめてもよくない？

表 3 のようにして，ドットプロットの目盛りをまとめることを通してヒストグラムを導入した。

この実践では，ドットプロットとヒストグラムを関連づけ，ヒストグラムの柱の内部にドットプロットの点が存在しているイメージをつくることができた。図 3 のように，ドットプロットの点をまとめて表記しようとした生徒や図 4 のようにヒストグラムの内部に点が存在するイメージをかく生徒もいた。

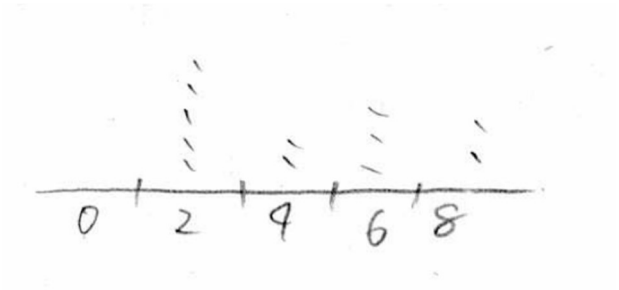


図 3　ドットプロットをまとめたイメージ

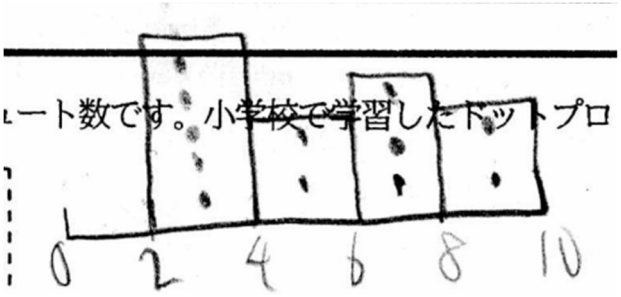


図 4　ヒストグラムの内部に点が存在するイメージ

3.2 ヒストグラムと度数折れ線

ヒストグラムに対して折れ線をかかせたところ，ほとんどの生徒が図5のように，「b.長方形の上辺の中点」と「A.高さのあるヒストグラムの柱を始点と終点とする」の組み合わせでかいていた。図 5 は，想定していた解答の中では最も多いだろうと予想していたものであったが，ほぼ全員がこのように答えたため，教員側で「a.長方形の左上の頂点」「c.長方形の右上の頂点」について提示した。その際のやり取りを表4に示す。

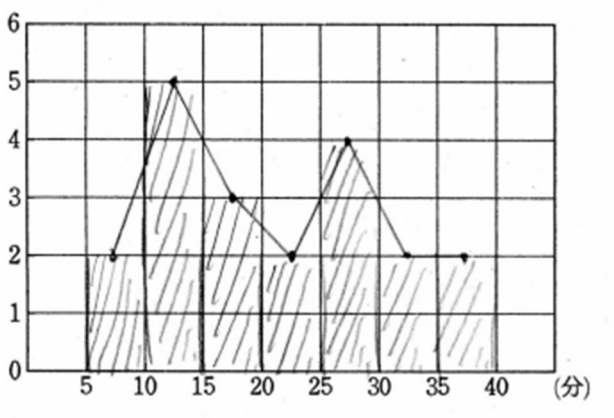


図 5　多くの生徒の解答

表 4　折れ線の基準をどこにするかに関するやり取り

発言者	発言内容
T	皆さん，真ん中を結びたがるんですね。
S	はい
T	え，なんで？
S	なんとなく
S	そこの間だから，例えば，5 から 10 のところで 5 だったら 5 になっちゃう。
T	うんうん。これダメ？（図 6）
S	ダメ。それは 5 から 10 の間じゃなくて 5 分の時間に。
T	じゃあ，真ん中だったら 7.5 分？
S	そうじゃなくて，これは範囲を表してる。真ん中とかじゃなくて範囲だから。5 から 10 っていう範囲。
S	ぴったり線の上じゃなきゃどこでもいいと思う。
T	ぴったり線の上じゃなきゃ，あ，じゃあこっちでもいい？（図 7）
S	あ。そう。5 から 10 の間ならほんとに真ん中じゃなくても。
T	ああ，なるほどね。ぴったり角にあるかわかんないもんね。
S	それいったらキリがない。

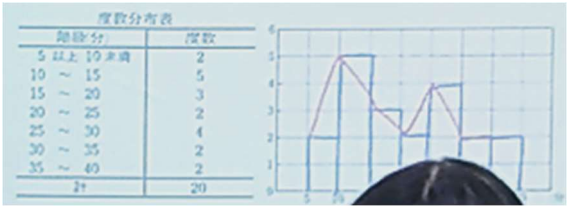


図 6　教員の提示したスクリーン①



図 7　教員の提示したスクリーン②

表 4 のように，議論で結論を導くことは難しかった。そこで，ヒストグラムの柱はそもそも何だったのかに立ち戻った。その際のやり取りを表 5 に示す。

表 5　ヒストグラムが何だったか振り返るときのやり取り

発言者	発言内容
T	そもそもヒストグラムの柱って何？
S	範囲の度数
S	階級にいる数。
T	階級ごとの度数ね。その前は？ヒストグラムってどうやってつくったの？
S	ドットプロット
T	ドットプロットの点を？
S	棒に。
T	ドットプロットの点をざっくりまとめちゃおうって話だったよね。それで点をたくさんかくよりも四角形にしちゃおうよってことだよね。
T	この中には点がいるんじゃない？
S	ああ。点は範囲の中にいる

このように，ただ，ヒストグラムはドットプロットによってつくられたものであることを振り返っても面積やそれに繋がる糸口を見つけることは難しかった。そこで教員側から面積へ着目させた。その際のやり取りが表 6 である。

表 6　面積に着目させたときのやり取り

発言者	発言内容
T	ここの三角形と同じ三角形がない？
S	ああ。ある。
T	こうしてみると。（図 8）
S	だからカットされている部分に入れてあげる。
S	こうしてあげるってことだね。
T	そうすると。はじっこは？
S	そこはない。
T	こっちは？
S	絶対ない。ない。
S	ないじゃん。
T	え，ここだけこんなにカクッってしてるの？
S	はい。はい。
S	だってないからしょうがない。0 はないからしょうがない。
T	ここは，実はかきます。
S	なんでなんで。なんでかくの？
T	これと一緒じゃない。ここの 0 の真ん中を結んだら。ここ持ってきてるだけ。
S	それは埋めるためってことですか？
T	埋めるためっていうよりなだらかにする。

本実践においては，表 6 のように授業時間の関係で折れ線の始点と終点に関する議論は多くとることができなかったため，教員が教えるような形となってしまった。



図 8　面積に着目させるために提示した板書

3.3 階級幅の異なるヒストグラム

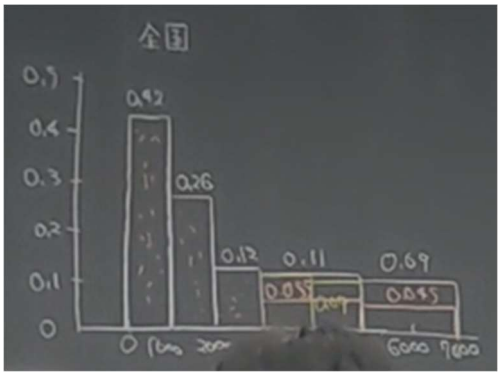


図 9　生徒の意見をまとめた板書

階級幅の異なるヒストグラムの創出については，自力解決の場面で図 9 のように 3 通りの意見がでた。3 つの意見は，「①目盛りをとばさずに高さは数値通り」，「②目盛りをとばして高さは数値通り」，「③目盛りをとばさずに高さを半分」である。正解となるのは③であり，最終的にすべてのクラスが③の意見に集約された。

4. 考察

4.1 ドットプロットとヒストグラムを関連付ける授業に関する考察

生徒のやり取りの中からドットプロットに対する生徒の認知度が低かったことがわかる。ヒストグラムを中心とする本単元においてヒストグラムがどのように成り立っているのかがわからない状態で学習が進んでいくのでは，ヒストグラムを作成する操作のみを伝達するような指導に陥る恐れがある。そのため，ヒストグラムとドットプロットの一体的な指導が必要と考えられる。

4.2 ヒストグラムと度数折れ線の授業に関する考察

ヒストグラムと度数折れ線は，今後，確率密度関数とつながることとなる。そのため，本実践ではヒストグラムの面積に着目させるための手段として，ヒストグラムの背景にドットプロットがあることを前提に，度数折れ線をつくる活動を取り入れた。しかし，生徒自身の力でヒストグラムの柱の高さから面積に着眼点を移すことはできなかったため，今後の指導の改善が必要と考える。

4.3 階級幅の異なるヒストグラムに関する考察

階級幅の異なるヒストグラムの創出については自力解決の場面で，①と②が本質的に同じであることに気が付かない生徒が多かった。視覚的な面積に気を取られ，実際に長方形の面積を計算したらどのようになるかといったことが議論できるとヒストグラムの面積に対して本質的な理解に迫れるのではないかと考えられる。

5. まとめ

本実践では，ヒストグラムにおいて着目する部分が高さではなく面積であることの理解を目指して，議論を中心とした指導を行い，その評価問題として，階級幅の異なるヒストグラムの創出を課した。その結果，全クラスにおいて階級幅の異なるヒストグラムの創出に成功した。しかし，度数折れ線を用いてヒストグラムの面積へ目を向けさせることは教師の働きかけがなければできなかった。今後さらなる指導の改善が必要となる。

参考文献

(1) 文部科学省，“中学校学習指導要領解説　数学編”（2017）
(2) 渡辺　美智子：“不確実性の数理と統計的問題解決能力の育成”, 日本数学教育学会誌, 第 96 巻, 1 号, pp.33-37(2014).
(3) 小林　廉：“ヒストグラム本来の意味理解を促す学習指導に関する一考察-階級幅の異なるヒストグラムの創出する活動を通して-”，日本数学教育学会誌，第 101 巻，1 号，pp.3-11(2019)

大規模私立総合大学における 生成 AI を用いたデータサイエンス・AI 教育

岡部格明[*1]・木元篤郎[*1]・宿久洋[*1]
Email: mokab.0328@gmail.com

*1：同志社大学

◎Key Words　数理・データサイエンス・ＡＩ教育，大規模授業，電子教科書

1. はじめに

情報技術の発達により，大量のデータを収集，解析することが可能となったことにより，AI やデータサイエンスに対する社会の期待が高まっている。AI・データサイエンスの利活用も広がりつつあるが，依然として，数理・データサイエンス・AI を身につけた人材が不足していることが指摘されている。2019 年に政府は，AI 戦略 2019[(5)] をまとめた。この中では，AI，数理，データサイエンスの具体的な教育目標として，「文理を問わず，全ての大学・高専生（約 50 万人卒/年）が，過程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AI を習得することが，挙げられている。同志社大学では，これを受けた取り組みとして，2022 年度より，同志社データサイエンス・AI 教育プログラム（DDASH プログラム）として，数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムの策定したプログラムのリテラシーレベルに準拠したプログラムを全学で実施している[(10)]。

一方で，近年，生成 AI がより普及し，教育分野における生成 AI の活用も課題となっている。文部科学省では，大学・高専における生成 AI の教学面の取扱いについての声明を発表している[(13)]。このほかにも，東京大学や大阪大学なども，生成 AI の講義や学習での活用に関する声明を発表している[(8)(9)]。このように，生成 AI を利活用した教育自体が大きな関心ごととなっている。その中で，大規模言語モデルを用いた生成 AI では，事実ではない情報を事実のように提示してしまう，ハルシネーション（幻覚）を引き起こすことがある[(2)]。さらに，一般向けに公開されている生成 AI のサービスでは，セキュリティの観点から入力する情報に対して注意が必要な場合がある。そのため，教育的な用途での生成 AI システム の利用においては，注意深く検討する必要がある。

このような状況の中で，同志社大学では，NTT 西日本，NTT EDX と共同で，生成 AI を活用したデータサイエンス・AI 教育の実証事業を行っている[(11)]。この実証事業では，次の事項に焦点を当てた生成 AI 利活用の検証を行っている。具体的には，学生への学習支援の仕組み，教職員の教育支援の仕組み，生成 AI の回答を電子教科書・電子教材に限定した利用検証，生成 AI の仕組みを学習向けにチューニングするノウハウの展開の 4 つの事項に焦点を当てている。この実証事業の中で，生成 AI を用いた学習支援システムである，Doshisha AI Buddy (DAIB)[(12)] を NTT 西日本と共同で開発した。本報告では，この DAIB を用いたデータサイエンス・AI 教育の取り組みについて報告する。

2. DAIB

DAIB は，Microsoft Azure サービスを用いて構成されている，生成 AI を用いた AI アシスタントである。DAIB は，Microsoft Teams 上のチャットをインターフェイスとして用いたシステムである。DAIB のインターフェイス画面を図 1 に示す。利用者は，Microsoft Teams のチャットに DAIB を追加し，利用を開始することを想定している。

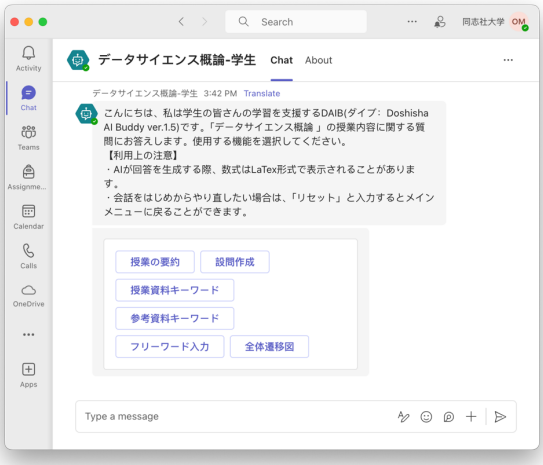


図 1 DAIB のインターフェイス画面

DAIB では，情報源として用いる情報をホワイトリストとして教員側が制限をしているため，信頼できる情報を利用した回答を行うことができることが特徴である。信頼できる情報源としては，DAIB を用いる講義のために作成された講義資料や教科書のほか，数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアムが公開している講義資料やモデルカリキュラムを用いている。コンソーシアムが公開している講義資料については，PDF 公開されている教材を用いている。情報源である教科書の利用に関して，DAIB は，NTT EDX 社が提供する電子教科書配信サービス「EDX UniText」[(4)]と連携することで，教育・学習向けのセキュアな環境で利用できることがもう一つの特徴として挙げられる。

次に DAIB の機能について説明する。DAIB の全体遷移図を図 2 に示す。学生向けに利用可能な DAIB の学習支援機能には次のものがある。1 つ目は，授業内容の要約である。これは，簡易要約と詳細要約の 2 つの要約を利用可能であり，利用者に想定される要求としては，初学者や

大枠を掴みたいことを想定した場合の簡易要約と，より詳細な内容を知りたい場合の詳細要約がある。詳細要約では，数式を用いたより詳細な出力を得ることができる。2 つ目は，授業内容に関する設問作成である。これは，授業内容をもとにした，選択肢式問題や穴埋め式問題，記述式問題を生成する機能である。生成と同時に答えが出力され，利用者は，生成された問題を利用して学習を進めることができる。3 つ目は，授業内容に関するキーワード解説である。これは，授業内容に関するキーワードを解説する機能であり，利用者は，授業内容に関連するキーワードのリストの中から知りたいキーワードを選択することで，そのキーワードに関する解説を得ることができる。4 つ目は，フリーワード入力による質問対応である。これは，利用者が自由に質問を入力することで，その質問に対する回答を生成する機能である。このときにも，回答生成には信頼できる情報源を用いているため，講義の内容や教科書の内容に則した回答を得ることができる。

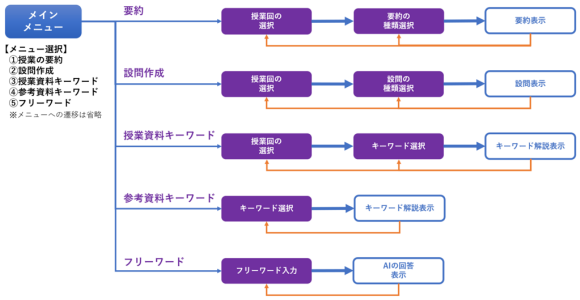


図 2 DAIB の機能遷移図

内部の生成 AI には，GPT-4 Turbo[1] がベースとなっている Azure Open AI が用いられている。利用者は Microsoft Teams を介して Azure OpenAI にアクセスし，Copilot Studio [3] を利用して過去の応答を用いた会話を行うことができる。そのため，各機能で得られた回答に対して，より詳しく知りたい場合や，得られた出力に対して質問がある場合に，継続して会話を行うことができる。

3. 実証事業対象科目

この実証事業では，DDASH プログラムを構成する科目である「データサイエンス概論」と「データサイエンス基礎」を対象としている。

DDASH プログラムの全体について，図 3 に示す。DDASH プログラムは DDASH-L （リテラシーレベル），DDASH-A（応用基礎レベル），DDASH 副専攻，DDASH-E（エキスパートレベル）の 4 段階で構成されている。DDASH-L, DDASH-A, DDASH 副専攻は学部レベルのプログラムであり，DDASH-E は大学院レベルのプログラムである。リテラシーレベルに対応する DASH-L は，実社会で目にするデータを適切に読み解き，使い方を判断できる水準の数理・データサイエンス・AI に関する能力取得を目的としたプログラムである[10]。この教育プログラムは，必修科目である「データサイエンス概論」（2 単位）の単位取得に加えて，プログラム選択科目として，全学教養科目として開講されているいくつかの科目の単位を取得することにより修了することができる。

応用基礎レベルに対応する DDASH-A は，数理・データサイエンス・AI 教育（リテラシーレベル）の教育を補完的・発展的に学びデータから意味を抽出し，現場にフィードバックする能力や，AI を活用し課題解決につなげる機能力を修得し，自らの専門分野に数理・データサイエンス・AI を応用するための大局的な視点獲得を目的としたプログラムである[10]。この教育プログラムは DDASH-L の修了要件に加えて，必修科目として「データサイエンス基礎」，「データエンジニアリング基礎」，「ＡＩ基礎」（各 2 単位）の 3 科目の単位を取得することによって，修了することができる。

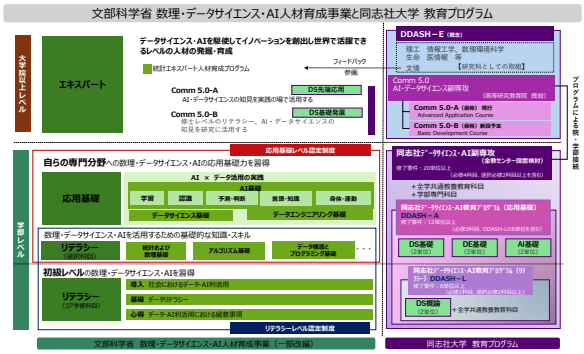


図 3 DDASH プログラムの構成図

実証事業対象の 2 科目の「データサイエンス概論」と「データサイエンス基礎」は，それぞれ DDASH-L と DDASH-A の必修科目である。いずれの科目も同志社大学全学の学生が受講することができる科目であり，学期期間中にオンデマンドで開講される。

データサイエンス概論は，数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムにおいて策定された，リテラシーレベルに含まれる，「導入」，「基礎」，「心得」の項目に準拠した内容となっている[6]。この科目は，「ガイダンスと導入」，「社会におけるデータ・AI の利活用」，「データリテラシー」，「データ・ AI 利活用における留意事項」の 4 つの項目から構成される。教科書として，実教出版の「事例でわかる統計 教養のための統計入門」を用いている。この科目の中では，データサイエンスの方法に関わる箇所を扱っている「データリテラシー」の領域を生成 AI による学習支援を行う対象箇所としている。

データサイエンス基礎は，数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムにおいて策定された，応用基礎レベルに準拠した内容となっている[7]。この科目はデータ分析の演習をすることに重点が置かれており，R 言語を用いたデータ分析の演習を行う。この科目は，「分析設計」，「データ観察」，「データ分析」，「データの可視化」の 4 つから構成されている。教科書としては，データサイエンス概論で用いられているものに加えて，実教出版の「事例でわかる統計 経済・経営計のための統計入門」を用いている。これに加えて，R の演習に関する参考書として，「多次元データ解析法 (R で学ぶデータサイエンス 2)」を用いている。この科目の中では，講義の中で扱う全体の内容を生成 AI による学習支援を行う対象箇所としている。

4. 受講者の利用状況

2024 年度春学期におけるそれぞれの講義の受講者は，データサイエンス概論が 2416 人，データサイエンス基礎が 124 人である。2024 年 6 月 24 日現在で，この実証事業の対象科目としている講義の受講者のうち，データサイエンス概論では，1565 人が利用しており，これは，講義登録者 2416 人のうち 64.8%が利用していることになる。データサイエンス基礎では，78 人が利用しており，これは，講義登録者 124 人のうち 62.9%が利用していることになる。

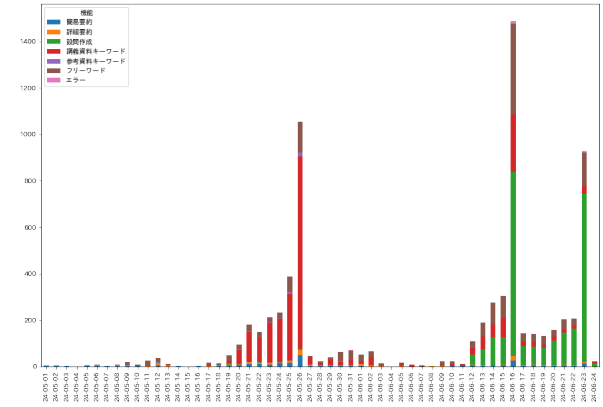


図 4 データサイエンス概論における DAIB の利用状況

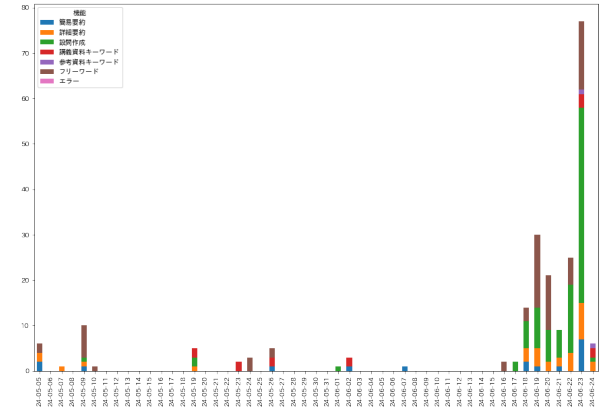


図 5 データサイエンス基礎における DAIB の利用状況

2024 年 5 月 1 日から 2024 年 6 月 24 日までで利用された機能の内訳を示した利用状況について，データサイエンス概論のものを図 4 に，データサイエンス基礎のものを図 5 にそれぞれ示す。いずれの科目でも，リリース時点からの利用はあまり多くなかった。データサイエンス概論では 5 月 20 日の週に配信された講義において，DAIB の講義資料キーワードを用いて回答を行うことを求めた課題を出題したところ，利用が促進されたことがわかる。多くの受講生がこの課題に取り組む際に初めて DAIB を利用したと考えられる。5 月 20 日の週に配信された講義で出題された課題の締め切りが 5 月 26 日であるが，以降もキーワード解説やフリーワードを中心に若干の利用が見られることから，ある程度継続的に利用をしている受講生の存在が考えられる。データサイエンス基礎では，6 月 17 日の週に配信された講義において，DAIB の設問作成を用いて回答を行うことを求めた課題を出題した。ここで多くの受講者が設問作成・フリーワードを中心とした機能の利用をしたことが考えられる。また，2 つの科目において特に日曜日に利用数が増加していることがわかる。これは，2 つの科目の課題の締め切りを毎週日曜日の 23:59 としているためであると考えられる。

データサイエンス概論で特に利用が多かったキーワード解説で調べられることが多かったキーワードを表 1 に示す。第 6 回講義において，課題として出題したところ，最も解説されたキーワードは「ジニ係数」であった。これは，受講者にとって最も馴染みがないキーワードであるためと推察される。第 7 回，第 8 回については課題としての出題は行なっていない。第 7 回で多く解説された「散らばりの指標」については，講義内で扱われた「分散」や「標準偏差」などの散らばりの指標に興味を持った受講生の存在が推察される。第 8 回については，利用の総量が少なかった。これは，扱う内容自体が，高校数学にも含まれる範囲である 2 つの量的変数の関係性に関する範囲であり，受講生にとっても馴染み深かったからであるためと考えられる。第 9 回については，設問作成に関する課題を出題しているが，キーワードとして「クラメールの連関係数」が調べられている。第 9 回の内容は 2 つの質的変数の関係性に関するものであったことから，受講生にとっては，新たな概念の登場が多く，第 8 回に比べて難易度が上がったことが原因として考えられる。

表 1 データサイエンス概論においてよく解説された授業資料キーワード

第5回	**第6回**	**第7回**
5 月 13 日公開	5 月 20 日公開	5 月 27 日公開
社会調査	ジニ係数	散らばりの指標
データリテラシー	平均	平均
前向き研究	ローレンツ曲線	標準偏差
母集団と標本	中央値	分散
標本抽出法	代表値	標準得点
第8回	**第9回**	**第10回**
6 月 3 日公開	6 月 10 日公開	6 月 17 日公開
共分散	クラメールの連関係数	箱ひげ図
偏相関係数	分割表	データ視覚化
相関係数	オッズ比	ヒストグラム
散布図	精度	モザイクプロット
量的変数	データリテラシー	散布図行列

そのほかに，データサイエンス概論・データサイエンス基礎の DAIB において，「フリーワード」機能で質問されていた項目には，「偏差値の標準偏差が 10 になることをより詳しく教えてほしい」，「分割表とクロス集計表と相関表の違いを教えてほしい」，「畳み込みニュートラルネットワークの原理を教えてほしい」，「偽陽性とは何か」などの質問が挙げられていた。このほかにも，R のコードに関するエラーの質問や自身が書いた R コードがあっているかを確認するような質問が見られた。

5. 今後の方向性

今後のDAIB開発・活用の方向性として，次の3点が挙げられる。

1つ目は，ホワイトリストとして参照する教材の拡充である。現状として，数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムに公開されている教材にとどまっているが，インターネット上に公開されており，利用可能なデータサイエンス教材はこのほかにも挙げられる。限られた資料の中からの出力では，キーワード解説において解説される内容の乏しさや，設問作成における問題の多様性の乏しさが問題となる。DAIBによる質問回答を豊かにしていくために，現状のものからいくつか加えていくことが今後の課題として考えられる。

2つ目は，出力内容の改善である。現状のシステムにおいては，利用者の質問から参照している教材へのリンクに関してはある程度信頼できるものである。しかし，参照内容から生成される解説については，信頼性の乏しいものが混じっていることがある。そのほかにも，設問作成においては，資料中の例に過適合した内容が出力されることもある。そのため，講義の課題として出題する際にも，出力内容には注意をすること，出力内容に意見がある場合には回答の中でそれを述べることを受講生に求めている。実際，出力内容に関して挙げられた意見として，「問題として問題文だけからは回答不能である」という意見が挙げられていた。そのほかには，利用者の理解が不十分であることに起因して，実際には問題ない出力に対しても，DAIBの出力に問題があるのではないかという指摘も挙げられていた。出力内容の改善のために，講義期間終了後の受講生のフィードバックを加味した改良を検討していく予定である。

3つ目は，教員向け機能の開発である。同志社大学が取り組んでいる実証事業の中で現在取り組んでいる学生向けのDAIBの他に教職員の教育支援の仕組みについても焦点を当てている。生成AIを活用する方向として，講義で用いる教材の作成や受講生の理解度評価のための設問作成が考えられる。これを中心としたよりよい学習のための教員向けシステムに関しても検討を進めていく予定である。

6. おわりに

本稿では，大規模私立総合大学である同志社大学における生成AIによる学習支援システムを用いたデータサイエンス・AI教育の取り組みについて説明した。より詳細なDAIBの機能や出力，利用状況の分析結果や春学期講義終了後の受講生へのアンケート結果などについては当日報告する。

参考文献

(1) Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F. L., Almeida, D., Al- tenschmidt, J., Altman, S., Anadkat, S. et al.(2023). Gpt-4 technical report, *arXiv preprint arXiv:2303.08774*.

(2) Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Bang, Y. J., Madotto, A., and Fung, P.(2023). Survey of hallucination in natural language generation, *ACM Computing Surveys*, **55** (12), 1–38.

(3) Microsoft. 『Microsoft Copilot Studio』. https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-copilot/microsoft-copilot-studio.

(4) NTT EDX. 『NTT EDX 事業・サービス紹介』. https://www.nttedx.co.jp/service.

(5) 首相官邸政策会議 (2019). 『AI 戦略 2019』. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistrategy2019_fu_sanko.pdf.

(6) 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム (2020). 『数理・データサイエンス・AI(リテラシーレベル) モデルカリキュラム』. http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_literacy.pdf.

(7) 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム (2021). 『数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル) モデルカリキュラム』. http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_ouyoukiso.pdf.

(8) 大阪大学. 『生成 AI 教育ガイド』. https://www.tlsc.osaka-u.ac.jp/project/generative_ai/ .

(9) 東京大学. 『生成 AI(ChatGPT 等) 関連情報』. https://utelecon.adm.u-tokyo.ac.jp/online/topics/generative-ai .

(10) 同志社大学 (2023). 『「同志社データサイエンス・AI 教育プログラム」(DDASH)』. https://cgle.doshisha.ac.jp/ddash/overview.html .

(11) 同志社大学 (2023). 『同志社大学、NTT 西日本、NTT EDX 教育・学習活動への生成 AI 活用 実証事業スタート! ~教育・学習向け生成 AI を活用した新たな「教えと学び」の仕組みづくり ~』. https://www.doshisha.ac.jp/news/detail/001-JhliL9.html.

(12) 同志社大学 (2024). 『学習を支援する AI アシスタント「DAIB」の活用開始について』. https://cgle.doshisha.ac.jp/cgle/news/detail/036-53i3SP.html .

(13) 文部科学省 (2023). 『大学・高専における生成 AI の教学面の取扱いについて』. https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2023/mext_01260.html.

データ･アナリティクスに対応した科目導入と既存科目との調整問題

Sensible Ways to Design Data Analytics Enabled Curriculum- Case Study -

来栖 正利*1
Masatoshi_Kurusu.@red.umds.ac.jp

*1：流通科学大学 商学部 経営学科

抄録

データ･アナリティクス能力修得を目指す学部教育を経営･商学部が設計するさいに考慮すべき諸事項を議論することが本稿の目的である。これをワーテルロー大学の会計及びファイナンス学部の 1-2 年生のデータ･アナリティクス能力修得のための必修科目の新設と既存科目との調整問題を考察した Stratopoulos and Vanden Bosch(2019)と Kennedy and Stratopoulos(2022)を俎上に載せて行う。これらの先行研究の検討を通じた本稿の主張は次の三つである。(1)高等教育機関が掲げる信念/理念に基づくカリキュラム設計を行うこと，(2)労働市場の動向を見据えた新設科目を厳選し，既存科目の体系維持強化を図ること，そして(3)教授法に加えて最善な教材開発を行うことである。

◎Key Words データ･アナリティクス，データに委ねて意思決定を行う(DDDM)，教育信念の明定，“厳選”教育，教材作成の困難さ

1. はじめに

データ･アナリティクスの学修機会を経営･商学部の学部教育として設計するさいに考慮すべき諸事項を本稿は議論する。これを Stratopoulos and Vanden Bosch(2019)[SVB(2019)[2]]と Kennedy and Stratopoulos(2022)[KS(2022)[3]]を俎上に載せて行う。ここでアナリティクスとは，「分析手法や･･･アルゴリズムを駆使してデータを解析し、解析結果から･･･何らかの規則性や相関関係等の知見を抽出する実践行為」と称する[来栖(2019)][1]。

当該人財育成をデータ･サイエンス教育が担っている。そのさい，当該教育を学修する学部生が抱く苦手意識を踏まえた教育指導体制構築の必要性を唱えた綿貫(2021)][4]を踏まえ，学部生の苦手意識を弱めるために有効なドメイン知識[1]の蓄積に寄与するカリキュラム体系を来栖･綿貫(2023a)は概説した[5]。

以上のような問題意識からなる本稿は次の構成に基づく。まず，専門基礎科目(1-2 年次配当科目)に関する視座を概説する。次に，課題のいくつかを指摘，議論する。そして，本稿をまとめ，結びとする。

2. カリキュラムの設計視座

2.1 背景

KS(2022, pp.2-3)は専門基礎科目群(The Data Analytics and Emerging Technologies Foundational Curriculum：DA&ET)の設計視座を６つ指摘した。これらに底流する思考は「データに委ねて意思決定を行う(DDDM：Data Driven Decision Making)」思考である。以下では，列挙する６つの視座の中から(1)から(4)を概説し，(5)(6)を，本稿の議論の対象ではないため，指摘するにとどめる。

2.2 ６つの視座

(1) DA&ET を「数字に強い」専門家として将来成功するための重要事項と位置付けた。(1)の解説として，KS(2022)は職業会計人にとどまらず，会計およびファイナンスを専門業務とするならば，企業の収益性/成長性を長期的に達成できる投資意思決定者を支援/助言できる人財になる必要があると述べた[Lawson et al.(2014)][6]。

(2)3-4 年次配当の専門科目の履修を通じて実践応用力を学修できるために，1-2 年次に DA&ET を修得しておくこと，そのさい(3)実業界で標準的な表計算ソフトを利活用した講義を運営することである。(2)(3)に関する学修事項はデータ加工(Microsoft 社の表計算ソフト EXCEL に内蔵されているマクロ機能の操作)とその可視/視覚化する操作技法の修得である[SVB(2019)][7]。

DA&ET の学修にあたって，Google sheets への登録と基本操作の習得を予め求めた[SVB(2019)]。なお，Google sheets を含む情報処理機器/端末の操作方法の習得と講義中に行った練習問題の反復学習を行うためのチュートリアル(DataCamp と Top Hat)の活用も奨励している[2]。

表１ データの理解のための例題

問 A 携帯電話の位置情報のスイッチを On/Off にしていますか?
問 B Twitter/Fitbit 等のアカウントを持っていますか?
問 1 (例えば，Grey Goose といった)製品名はどの種類のデータか?
(a)2 値変数 (b)カテゴリー変数 (c)順序付け変数 (d)数値変数
問 2 小売価格の単位として用いられるデータの種類はどれか?
(a)2 値変数 (b)カテゴリー変数 (c)順序付け変数 (d)数値変数
問 3 750ml と 375ml はどの種類のデータか?
(a)2 値変数 (b)カテゴリー変数 (c)順序付け変数 (d)数値変数
問 a レシートに表示された情報/データを説明する言葉を示せ

出典：SVB(2019, pp.9-14)。なお，必要に応じて簡略化している。

(4)データの可視化要約機能(ピボット･テーブル)より

[1] 来栖･綿貫(2023)はドメイン知識を「『特定の専門分野や業界についての知識，知見のこと』や『解析しようとしている業界や事業についての知識や知見，トレンドなどの情報』，つまり，定性情報と定量情報を包含する。しかも，当該用語に対する利用者の価値観や重要度が異なる」と定義づけた。本稿も当該定義づけに依拠して論を進める。

[2] DataCamp の web-site は次の通りである。https://www.datacamp.com/ 他方，Top Hat の web-site は次の通りである。https://tophat.com/

も，求める解が予め存在している計算可能な課題に対する手続きの作成能力(アルゴリズムの記述能力)を求めている。多種多様なデータを収集，整理する際に直面する課題の解決能力の学修を求め(表 1)，①無意味なデータ収集が課題解決に結び付く価値を生まないこと，②データの加工方法次第で価値の大きさが決まることを学部生に学修させる。

(5)Tableau や Power BI 等の情報処理機器/端末を用いたデータの視覚化とストーリーテリングによるコミュニケーション能力[3]を訓練すること，そして(6)各種データベースを操作するために用いるデータベース言語の一つである「構造化された問い合わせ言語[SQL：Structured Query Language]」を理解していることである。

2.3 期待される学生像

DA&ETは金融リテラシーを身に着けた人財育成のために設定された。この経緯はタスク・フォースを立ち上げ，卒業生，会計事務所を含む企業，公認会計士協会，教職員，そして在校生の意見を募ると同時に会計教育カリキュラム開発に関する先行研究の考察を経た研究成果の裏付けをともなった実践教育を掲げたことである。そのさいタスク・フォースが意識することは三つである。①証拠に基づく課題認識解決力，②情報処理機器/端末の操作能力，③当該能力が多種多様な経営課題解決に応用できる実践力である[Bharadwaj(2000)[8]]。

3. 調整すべき課題

3.1 教育内容の模索

アナリティクスという用語の定義づけとこの内容を理路整然と一義的に説明することは困難であり，直感的な理解に委ねざるを得ない[Holsapple et al.(2014)[9]]。例えば，「DA&ETが掲げるゴールは，2年次の学期末時点において，新入社員に任せるアナリティクスを駆使する課題が解決できると人事担当者に過不足なく説明できる能力を身に着けた学部生」と述べた KS(2022)の下線部分はDA&ETの見直し作業の困難さを物語る。

時勢の変化を踏まえた DA&ET の見直し作業を誰もが反対するとは考え難いものの，タイムリーな見直しが最善なのかという疑問は，この是非を場当たり的に即断することを戒める。そこで，KS(2022)は「定期的なヒアリングの実施」に加えて，会計学のカリキュラムの考察を行った理論研究[Andiola et al.(2020)[10]]と実証研究[Losi et al.(2022)][11]の検討を重ね，調整を図ると述べた。

3.2 教育信念の固持

高等教育機関が学部生に提供すべき教育内容の一つを社会人/学部生の期待を，どの程度，学部教育に反映させるかは高等教育機関の見識と賢明さに依存する。これは、[1]教育内容を(地域)社会が明確に求める前に，高等教育機関がカリキュラム設計に反映できること，[2]当該教育内容に関する社会の短期的または一過性の評判に一喜一憂しない研究教育活動の裏付けをともなう当該教育の提供を行っていること，そして[3]当該教育の教育効果を享受した学部生の卒業後，当該教育の教育効果を享受していない従業員よりも相対的に業務遂行能力が高いこと，を少なくとも仮定する。

3.3 既存科目との調整問題

次に，設定科目の運用方法を考える場合に解決すべき課題を KS(2022)は指摘した。表 2 の 5 科目が DA&ET に則って設定された Business Analytics I(BA-I)であり，これを詳説した Stratopoulos and Rogozynski(2020)[SR(2020)[12]]に基づく既存科目との調整問題を述べる。

表 2 DA&ET を構成する科目群

Business Analytics I-V	
I.	Introduction to Data Analytics Process
II.	Introduction to Statistics
III.	Communication Using Dashboards and Storytelling
IV.	Foundation of Accounting and Finance Analytics
V.	Emerging Technologies in Business

出典：KS(2022, p.5)

BA-I の設定経緯は次の二点に起因する。①表計算ソフトに慣れ親しんだ会計経理業務に固執する現状維持バイアス(status quo bias)[4]に陥っている職業会計人を喚起する教育提供[Schmidt et al.(2020)[13]]である。②時勢の流れに沿ってデータ・アナリティクスを駆使できる職業会計人の育成・輩出という実業界の期待に応えたもの[Richins et al.(2017)[14]]である[SR(2020)]。

BA-I の配当年次(1 年次の第 1 セメスター)と同時並行に既存科目(『会計入門』,『経営入門』，そして『経済入門』)が開講されている。これらは講義(知識修得)である。他方，BA-I は修得知識の定着と運用力を養うことに主眼があるため，ケースを用いた実践/演習である。

両者の特徴を簡単に説明しよう。例えば，売上高の算定方法を説明するために，商製品の単価を販売数量で掛けて算定すると講義する。他方，講義で修得した知識定着と適用/運用力を養うために，(a)売上高を販売単価と販売数量に分解すること，(b)売上原価を販売数量と販売した商製品の仕入値に分解すること，(c)売上総利益を算定し，その上で(d)売上総利益の程度の分析を行うケースを教材として使用する(図 1)。

（ａ）	売上高	＝	販売単価	×	販売数量	
（ｂ）	売上原価	＝	仕入値	×	販売数量	
（ｃ）	売上総利益	＝	売上高	―	売上原価	

図 1 売上高の分解

BA-I の焦点は(a)~(d)の相互関係の理解を通じて，講義で修得した知識の定着と適用力/運用の育成にある。ここで「相互関係の理解」とは，次の一連の思考を学部生ができることと考えよう。(c)売上総利益を増やすには(a)売上高/(b)売上原価のいずれを変化させた方が有効

[3] Tableau 社の情報処理機器/端末 Tableau の概要等は次の web-site を参照されたい。https://www.tableau.com/ja-jp 他方，Microsoft 社の情報処理機器/端末 Power BI の概要等は次の web-site を参照されたい。https://powerbi.microsoft.com/ja-jp/

[4]「現状維持バイアス」とは，現在の状況よりも最善である/好転することを理解しているにも関わらず，変化を嫌悪/避けて現在の状況に固執することを好み，行動に移せない心理傾向を意味する用語である。

か，それはなぜか，そしてどのような戦略を選択するのか，それはなぜか等，または，(a)-(c)を経て(d)実績値である売上総利益を分析し，他の事項を無視すれば，(a)(b)の何れを重視する戦略を次期に選択すべきか，それはなぜか等の疑問/質問に解答できることである。

同一の学修項目の取扱いが講義と BA-I とで異なることを示した上の例が示唆することは三つである。①講義が「なぜ」という学部生の疑問に適切な説明を提供できるものの修得知識の定着と適用/運用という学修機会の提供が不十分になる，②BA-I が「なぜ」という学部生の疑問に対する適切な説明提供に限界が生じる，そして，この限界を打破するために③ケースの充実を図ることが学修項目の増加を招き，他の講義科目と BA-I のそれとの重複が不可避になることである。

3.4 “厳選”教育への移行

既存の教育目的(詰込み教育)が知識修得目的であると仮定した上で，修得智識の定着と実践/運用力を修得させるためには時間を空けずに講義と実践/演習とをペアにしたカリキュラムを編成することが最善である。とはいえ，例えば，次の二点を検討する必要がある

①既定理念との徹底した擦り合わせを行うことなく設定した科目と明定/明確さを欠く講義内容/項目を決めていないか，②既存のカリキュラム体系に固執する余り既存科目の改廃が容易であるかどうか，である。①②の問題が内包する弊害を最小にするために，「1-2 年生の学生が履修すべき基礎科目の開講枠の上限が 20 と設定されていた(ため，既存科目である)数学を･･･再編成した」という KS(2019, p.5)は学ぶに値する。明確な戦略に則った厳選主義を規準に，開講すべき科目の設定や既存科目の閉講を行うことは，高等教育機関の独自性を保持するだけに留まらず，(地域)社会が期待する人財輩出の可能性を高めるだろう。

3.5 目的と手段の区別

データ･アナリティクス能力を支える学修項目が社会科学(専門知識と抽象概念)と情報工学(数学や数理統計学)の知見に由来すると仮定する。そのさい，後者の基礎学問/科目を数学(算数)に限定する。これらは直観的理解による納得を得るためだけの設定であり，以下の議論を行うために設けられる。

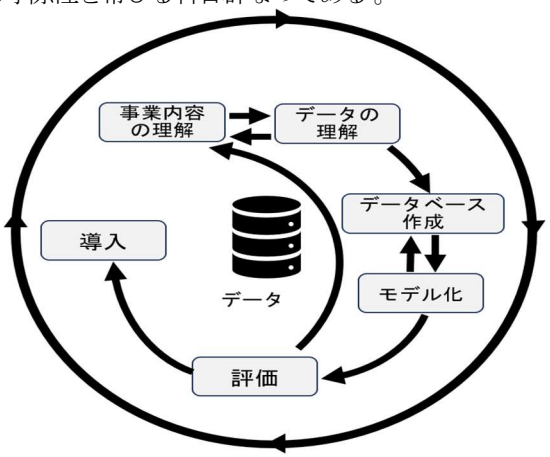
一般に，優れたデータ･アナリティクス能力という場合，数学が得意(数学の問題の正解率が高い)であることを前提にしている可能性が高い。この是非を無視すれば，「数学の問題の正解率の高さ」を(おそらく)前提にする「数学が得意」という表記の意味は，次の(あ)(い)のいずれの意味の方が相対的に強いだろうか。(あ)正解を得る方法(解法)を熟知しているという意味で，処理能力の正確さ/高さ，または，(い)正解率に着目するのではなく，解法そのものを理路整然と説明できる程度，つまり，数学を数学ならしめている知識の熟知度という意味で，詳説度の高さ/緻密さである。

経営･商学部分野の教育に即してデータ･アナリティクス能力の重要性/有用性を説くことを踏まえれば，優れたデータ･アナリティクス能力を具えた人財という場合，(い)よりも(あ)が示唆する意味を踏まえている可能性の方が高いだろう。つまり，データ･アナリティクス能力を身に着ける学生の大半は当該能力を課題解決のための「手段」として学修することが主目的であり，当該能力そのものを教養または専門知識として学修することが目的ではないだろう。

上述の，いわゆる「目的と手段」の意識が稀薄/皆無である原因の一つは(数学に対する)学生の意識を改善する教授能力が稀薄であることにある。「高校数学を履修済みである学生の大半は，データ･アナリティクス能力の学修機会として，数学を『もう一度』学ぶ意味を理解できない。簡潔明瞭なアルゴリズム作成に役立つことを意識して論理的な数学的思考を身に着けること，つまり，数学を自由自在に操ってデータ･アナリティクスを駆使している将来の自分の姿を思い描く(ための)」[KS(2020, p.6)]学修機会を設ける必要がある。

3.6 DA&ET の学際性

BA-I は学部生に次のことを意識させるために学修させる。①社会科学に由来する知見を，データ･アナリティクス能力を駆使して顧客に価値提供でき，これを職務にしたいと(自分自身が)希望していること，②当該価値の最大化を図るために情報工学に由来する知見を「手段」として(BA-I を)学修することである。なお，②は情報工学に由来する知見を講義する教授者とこれを学修する学部生との間に知見(学修事項)に対する価値が不均一になることを示唆する。DA&ET を構成する各科目の講義項目/内容，テーマ/課題または講義の進捗度によって学修が期待される二つの知見(①②)のバランスが可変することを踏まえた DA&ET は①②を包含する学際性を帯びる科目群なのである[5]。



出典：KS(2020, p.7)

図 2 データ･アナリティクスの全体像

KS(2020)はデータ･アナリティクスの全体像を作成して DA&ET の学際性を概説した(図 2)。これは CRISP-DM(Cross Industry Standard Process for Data Mining)と

[5]「学際性を帯びる」とは，(A)複数の研究分野の知見を学部生が学修すること，(B)教授者が複数分野の知見を教授することが求められること，を包含する表記として本稿は用いている。

KS(2020)が名付けた学修過程である。これを「データ・アナリティクス能力の育成と当該能力の体系化された思考を深化させる」[Richardson and Watson(2021)[15]]ため，ワーテルロー大学の会計及びファイナンス学部は導入した。CRISP-DM を 6 つに区分し，局面毎(に巡る学部生の思考/学修)の相互関係を矢印で示した。これらは相互依存/頻度を表し，「事業内容の理解」を始点に，時計回りに循環する[SR(2020, pp.4-5)]。

KS(2020, p.6)は当該学修過程を 4 段階に分けて図 2 の各ボックスを概説した。Step-1 は解決すべき問題として取り組むための経営課題を設定することである。これは「教材(経営課題)を読み込み，データ・アナリティクスに沿って解決するための暫定的な課題形式に置換し，解決に必要と思われるデータを厳選するステップである。」[SR(2020, pp.5-6)]。

Steps-2・3 は経営課題解決を厳密に行うために必要な[データの理解]を図ることである。これはパイロット・テスト(予備分析)であり，データベース作成の完成度を高めることが目的である。つまり，Steps-2・3 は①データベース作成，②仮説構築，そして③推定結果を通じて得た発見事項の学修機会である[SR(2020, pp.6-7)]。

Step-4 はモデル構築を行い，統計解析(仮説検定)の実施である[モデル化]。これは表計算ソフトやプログラミング言語の一つである R 言語を利活用した統計解析である。推定結果に基づいて構築したモデルが経営課題解決に有効であることを実証できれば，この汎用性/一般化の程度を判断する[評価]。これは将来生じる可能性がある経営課題であるか否かを予測するモデルの信頼性，有用性，そして目的適合性の評価も含む。

Steps-1～4 を通じて得た知見を当該モデルの顧客に提示，説明し，当該顧客の経営課題解決に役立てば，当該モデルの利用可能性が高く，その結果，価値を提供できたと結論付ける。以上が経営課題の設定から解決までの学修過程の一巡である[導入][SR(2020, pp.7-8)]。

3.7　教材作成の困難さ

とはいえ，前述の円滑な学修過程を阻害する要因の一つとして最善な教材作成ができる環境に教授者が必ずしもいない点を指摘したい。①リアルな実務/実践と既存の研究/学問分野の学修項目と対応する経営課題を教材にできない。日々の事業活動を教材として学部生に取り組ませることは実際の経営活動に影響を与える責任負担と賞罰をともなう。②学修事項とリアルな実践との詳説は極めて困難である。これが可能なのは実務/実践歴と研究業績が潤沢かつバランスよく利活用できる教授者に限定される。以上から，責任と賞罰が付随しない教材またはタイムリーさを欠く教材の取り組みは目の色を変えて一所懸命に学部生が学修する動機付けにはなり難い。当事者意識を持たせる教材作りと教授力改善が必要である。

4.　おわりに

データ・アナリティクス能力修得を経営・商学部の学部教育として提供する場合，教授者が考慮すべきいくつかの事項を本稿は議論した。既存科目と新設科目の改廃の困難さ，学修項目選定に対する熟慮さ，そして教材作成と教授の困難さを指摘した。高等教育機関への入学者の基礎学力の低さが指摘されて久しいものの，この最善な改善策が運営される前に，データ・サイエンス教育が急速に導入されている。この急成長するデータ・サイエンス教育が深謀遠慮に則ってデザインかつ運営されていることを，老婆心ながら，祈念したい。

参考文献

(1) 来栖正利，2019，アナリティクスと会計思考の育成，『流通科学大学論集-流通・経営編-』，第 31 巻第 2 号，pp.55-64.

(2) Stratopoulos, T. C. and N. Vanden Bosch, 2019, Analytics Methods for Business-I, Unpublished Working Paper, Waterloo, Ontario: School of Accounting and Finance, University of Waterloo. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3618697(2023 年 2 月 1 日取得)

(3) Kennedy, D. B. and T. C. Stratopoulos, 2022, How to Implement a Data Analytics Enabled Accounting Curriculum, Unpublished Working Paper, Waterloo, Ontario: School of Accounting and Finance, University of Waterloo. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4156905 (2023 年 2 月 1 日取得)

(4) 綿貫真也，2021，マーケティング分野におけるデータサイエンス学修カリキュラムの検討，『コンピュータ＆エデュケーション』，50 巻，pp.60-65。

(5) 来栖正利・綿貫真也，2023a，ドメイン知識が拓くデータ・サイエンス，『CIEC 春季カンファレンス論文集 Vol.14』，pp.57-63。

(6) Lawson, R. A., E. J. Blocher, P. C. Brewer, G. Cokins, J. E. Sorensen, D. E. Stout, G. L. Sundem, S. K. Wolcott, and M. J. F. Wouters, 2014, Focusing Accounting Curriculum on Students' Long-Run Careers: Recommendations for an Integrated Competency-based Framework for Accounting Education, *Issues in Accounting Education*, Vol.29, No.2, pp.295-317.

(7) 例えば，来栖(2023b)を参照されたい。
来栖正利，2023b，会計教育におけるデータと可視化とストーリーテリング，『流通科学大学論集-流通・経営編』，第 36 巻第 1 号，pp.1-16。

(8) Bharadwaj, A., 2000, A Resource-based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation, *MIS Quarterly* 24, pp.169-196.

(9) Holsapple, C., A. Lee-Post, and R. Pakath, 2014, A Unified Foundation for Business Analytics, *Decision Support Systems* 64, pp.130-141.

(10) Andiola, L. M., E. Masters, and C. Norman, 2020, Integrating Technology and Data Analytic Skills into the Accounting Curriculum: Accounting Department Leaders' Experiences and Insights, *Journal of Accounting Education* 50, 100655.

(11) Losi, H. J., E. V. Isaacson, D. M. Boyle, 2022, Integrating Data Analytics into the Accounting Curriculum: Faculty Perceptions and Insights, *Issues in Accounting Education*, Vol.37, No.4, pp.1-23.

(12) Stratopoulos, T. C. and D. Rogozynski, 2020, An Introduction to the Standard Data Analytics Process for Accounting Students, Unpublished Working Paper, Waterloo, Ontario: School of Accounting and Finance, University of Waterloo. https://ssrn.com/abstract=3512960 (2023 年 2 月 1 日取得)

(13) Schmidt, P. J., K. S. Church, and J. Riley, 2020, Clinging to Excel as a Security Blanket: Investigating Accountants' Resistance to Emerging Data Analytics Technology, *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, Vol.17, No.1, pp.33-39.

(14) Richins, G., S. Stapleton, T. C. Stratopoulos, and C. Wong, 2017, Big Data Analytics: Opportunity or Threat for the Accounting Profession,?, *Journal of Information Systems*, Vol.31, No.3, pp.63-69.

(15) Richardson, V. J., and M. W. Watson, 221, Act or Be Acted Upon Revolutionizing Accounting Curriculum with Data Analytics, *Accounting Horizons* 32, pp.129-144.

武蔵野 EMC におけるアントレプレナーシップ教育の定着率の計測・分析

笠倉知弥*1・高松宏弥*1
Email: yamada_taro@ciec-u.ac.jp

*1：武蔵野大学アントレプレナーシップ学部アントレプレナーシップ学科

◎Key Words　アントレプレナーシップ教育，起業家精神，Global Entrepreneurship Monitor

1. はじめに

本研究は, 現在の日本における教育機関によるアントレプレナーシップ教育がいかに施され, また, どのように定着しているのかを明らかにすることを目的とする。2021 年 4 月には日本初のアントレプレナーシップ専門の教育機関、武蔵野大学アントレプレナーシップ学部 (以下, 武蔵野 EMC）が誕生するなど, 日本におけるアントレプレナーシップ教育の注目具合がうかがえる。そこで本研究においては, 武蔵野 EMC が目指す起業家精神を, VUCA の時代に国家の経済成長に大きく貢献できる人材と仮定し, 武蔵野 EMC ではいかにして起業家精神が育まれ, 定着していくのかを定量的に明らかにすることを目指す。

2. 背景と目的

2.1 本研究の背景

今日の不確実な世界では, あらかじめ決められた解決策を見つける能力よりも, 新しい視点から未解決の問題を特定し, 効果的な解決策を構築する能力の方が重要とされつつある。VUCA（Volatility : 変動性, Uncertainty : 不確実性, Complexity : 複雑性, Ambiguity : 曖昧性）[1] に代表される現在の社会状況を踏まえ, アントレプレナーシップ教育プログラムの開発が進められている。しかし現在の日本においては, 大学内での体制整備や, 社会全体における認知が進まないなどにより「裾野が広がらない」, 指導体制の構築が進まない等による「学内のリソース不足」, 他大学とのユースケースを共有するプラットフォームの欠如による「効果検証と成功事例の横展開」がなされないといったように, アントレプレナーシップ教育を施す教育機関には多くの課題が挙げられている [2]。2021 年 4 月に誕生した武蔵野 EMC は, アドミッションポリシーを,「仏教精神を根幹として学識, 情操, 品性にすぐれた人格を育成するとともに, 起業家精神（アントレプレナーシップ）を抱き, 既存の枠を超えて新たな価値を創造できる実践的な能力を身につけた人材を育成」すると定めている [3]。つまり, 武蔵野 EMC が目指す起業家精神とは, VUCA の時代に国家の経済成長に大きく貢献できる人材と捉えることができる。アントレプレナーシップ人材の育成が急がれるなか, 国内の新たな教育プラットフォームを構築していくうえで, 日本初のアントレプレナーシップを冠した学部である武蔵野 EMC におけるアントレプレナーシップ教育の定着率を調査することは有意義であるといえよう。

2.2 目的

個人が持つアントレプレナーシップに関する調査として代表的なグローバルアントレプレナーシップモニター（Global Entrepreneurship Monitor : GEM）では, 国家の経済成長に大きく影響するのはモデル中の起業活動の部分であるとされ,「態度(Attitude)」「行動(Activity)」「意欲(Aspiration)」によって構成される [4]。

これまでの研究では, この指標を用いて, 武蔵野 EMC の 1～3 年生を対象に, 学習成果の定着度に関するアンケートを実施した。I'mbesideyou 社の定量分析からメンタルヘルスの状態を示すアクティブスコアの上昇が顕著な学生を 20 名抽出した。上昇上位群（9 名）はアンケート調査の態度, 行動, 意欲それぞれの質問で「入学後の方が当てはまる」と回答した。一方で、上昇下位群（9 名）では, 同じ分類の質問に対して「入学後の方が当てはまる」と回答した層は上昇上位群と比較してやや少ないという結果になった [5]。したがって, メンタルヘルスの上昇と武蔵野 EMC における教育の定着度には相関関係があるといえる。このように, 武蔵野 EMC に入学し, 一定期間, 実践的なカリキュラムを学んだ学生は, GEM に即した起業家精神の定着度を示すスコアにおいて高い結果を記録した。

しかしこの分析においては, 1on1 という流動的なコミュニケーション方法で得た会話データを使用しており, 会話当事者同士の個人的な関係性の影響を排除しきれない。また, 測定頻度が 1 年間に 3 回と限定的であるため, 定期的な追跡は行うことができていない。そのため, より短い期間において学生のメンタルヘルス状態を確認し, 学生の個人活動に結びついた長期的な分析が必要である。

そこで本研究は, 学生個人の活動に着目し, 武蔵野EMC におけるアントレプレナーシップ教育の定着度について, インタビュー調査から明らかにすることを目的とする。

3. 手法

3.1 I'mbesideyou 社によるメンタルヘルススコアの測定

武蔵野 EMC の 2 年生 25 名が, 2023 年 4 月と 8 月に実施した, 教員と学生とのオンライン型 1on1 ミーティングを録画した動画全てを対象とした。ミーティングは ZOOM 上で録画をし, I'mbesideyou 社による AI 解析を行った。I'mbesideyou 社の AI 解析においては, 録画された学生の表情の画像データから Happy, Angry, Neutral, Sad, Fear, Surprise といった感情指標を対象とした。これに音声データから「発言割合」,「発言のネガポジ」,「話速」という 3 つの分析項目を加えることで, メンタルヘルス指数を算出し, 4 月と 8 月のそれぞれの結果を比較した。

3.2 インタビュー調査

2024年1月27日に行われた武蔵野EMC主催の学生ピッチイベントである, EMCサミットでの成績優秀者8名を対象にインタビュー調査を行った。インタビューでは武蔵野 EMC における教育が学生の活動に対してどのような効果をもたらしたのかを調査した。EMCサミットは武蔵野EMCの実践科目の1つであり, 全学生が必修となっている「プロジェクト」の授業の中で, 特に良い成績を残した学生が, 自身の活動を報告発表するためのイベントである。

4. 結論

武蔵野EMCでは, 学部1年時からの実践的なカリキュラム, 実務家によるメンタリング, 起業家との対話を通じて, 起業家精神を持った若い人材の育成を行っている。その経過報告として2024年1月27日にEMCサミットを実施した。EMCサミットには, 武蔵野EMCのカリキュラムのうち最も実践的な科目である「プロジェクト」の成績優秀者12名が登壇した。

成績優秀者12名をI'mbesideyou社の定量分析の結果と照らし合わせると, 12名中7名がメンタルヘルス的にも定着度の上位群に属していた。

また, そのうち3年生2名, 2年生3名, 1年生3名の計8名に対してインタビューを実施した。インタビューでは,「武蔵野 EMC で学んだ事はプロジェクトを進める上で役に立っているか?」「武蔵野EMCに入ってアントレプレナーシップが醸成されたか?またそれは EMC に起因するのか?」というように, 各講義と学生が実施する個別のプロジェクトとの関係性を調査した。

その結果, 3年生では100%, 2年生では66%, 1年生では33%の学生が, 武蔵野 EMC の教育に対してポジティブな回答をした。年次が上がるにつれて, 教育に対してポジティブな回答をしていることから, アントレプレナーシップ教育の定着度が高まると, 学生個人による活動の活性化がみられることがうかがえる。

5. おわりに

本研究の分析では, 8名中5名の学生が, 個人の活動において武蔵野 EMC のカリキュラムは十分に効果を発揮していると回答した。しかし, 低学年においては, その効果の実感は50%ほど低い結果となった。この理由を明らかにするためにも、インタビューの回答内容のさらなる分析を進める必要がある。

一方で, 高学年においては, メンタルヘルスが高いポイントを記録していたことに加えて, インタビューにおいても, 講義を受けたことにより, 個人活動を進めていく中で成長を実感できたという回答が多くみられた。このことから, 年次が進み, 個人活動がより実践的になるほど, アントレプレナーシップ教育の効果がより顕著に現れることがうかがえる。今後も継続して個人に着目した調査を実施することが必要である。

参考文献

(1) 赤尾嘉治 : “VUCA 時代と Entrepreneurship に関する課題の考察”, 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集, 202211, pp.279-282 (2023).
(2) 経済産業省 : “起業家精神に関する調査”, https://www.meti.go.jp/policy/newbusiness/main_01/press001/GSE2019_1.pdf (2020) (2024年6月30日参照).
(3) 武蔵野大学 : “アントレプレナーシップ学部 学部ポリシー”, https://www.musashino-u.ac.jp/academics/faculty/entrepreneurship/entrepreneurship/policy.html (2024) (2024年6月30日参照).
(4) 文部科学省 : “アントレプレナーシップ人材の裾野拡大に向けたプラットフォーム形成に係る調査分析報告書”, https://www.mext.go.jp/content/20220707-mxt_sanchi01-000023882_0.pdf (2021) (2024年6月30日参照).
(5) Tomoya Kasakura, Hiroya Takamatsu : “Evaluating the Effects of Entrepreneurship Education at Faculty of Entrepreneurship at Musashino University: Musashino EMC – A Video Analysis Using AI”, The 16th Asian Conference on Education (2023).

武蔵野 EMC のカリキュラムとアントレプレナーシップ等の成長実感に関する研究

荒井健*1・高松宏弥*2
Email: s2240038@stu.musashino-u.ac.jp

*1：武蔵野大学アントレプレナーシップ学部アントレプレナーシップ学科
*2：武蔵野大学アントレプレナーシップ学部アントレプレナーシップ学科

◎Key Words　　アントレプレナーシップ教育，カリキュラム

1. はじめに

本研究は，日本の大学における学部レベルのアントレプレナーシップ教育の現状と課題を明らかにすることを目的とする。

特に，武蔵野大学アントレプレナーシップ学部アントレプレナーシップ学科（武蔵野 EMC）のカリキュラムを事例として検証を行う。アンケート調査やインタビュー調査を通じて教育効果を調査し，効果的なカリキュラムと学習環境を明らかにすることを目指す。本研究の成果は，アントレプレナーシップ教育のあり方についての議論に貢献することを目的とする。なお，本研究における「アントレプレナーシップ」の定義を研究対象の武蔵野 EMC の定義する「高い志と倫理観に基づき，失敗を恐れずに踏み出し，新たな価値を見出し，創造していくマインド[1]」とする。

2. 序論

2.1. 背景

2022 年 11 月に「スタートアップ育成５か年計画」が策定された。同計画には，スタートアップ創出のための第一の柱としてスタートアップの創出に向けた人材・ネットワークの構築が盛り込まれており，スタートアップ創出の鍵となる起業家育成や起業家教育への関心が高まっている[2]。

日本では，起業家教育の取り組みが限定的である[3]。アントレプレナーシップ教育を普及させるためには，既存の取り組みの効果を検証し，優れた教育を明らかにし，体系化していく必要がある。しかし，アントレプレナーシップ教育における効果検証や方法論は不足している。

2.2. 目的

武蔵野 EMC のカリキュラムが学生のアントレプレナーシップ向上にどのように影響しているかを明らかにする。本研究における調査の観点は以下の通り。

- 武蔵野 EMC のカリキュラム構成
- 入学前と比較した能力・スキルの変化
- 成長実感と要因

3. 方法

3.1. 公開情報調査

武蔵野大学及び武蔵野 EMC のホームページ及び履修要覧等をもとに，カリキュラム設計を検討した。

3.2. アンケート調査

武蔵野 EMC の学生に対し全数アンケート調査を行った。内容は以下の通り。

- 調査時期：2023 年 10 月 30 日から 2023 年 11 月 2 日
- 対象者：武蔵野大学アントレプレナーシップ学部 1 年生から 3 年生 170 人
- 回答者数：170 人（回答率：100%）

3.3. インタビュー調査

武蔵野 EMC の集大成とされる科目のプロジェクト基礎・応用・発展の科目から成績優秀者を抽出し，それぞれの成長実感と要因についてインタビュー調査を実施した。内容は以下の通り。

- 調査時期：2024 年 3 月 20 日から 2024 年 4 月 5 日
- 対象者：プロジェクト成績優秀者（EMC SUMMIT 登壇者）のうち 7 名

4. 結論

4.1. 武蔵野 EMC のカリキュラム

武蔵野 EMC のカリキュラムは，図 1 の「武蔵野 EMC 科目体系図[4]」に示されるように，マインドセット，事業推進スキル，実践の 3 つのカテゴリーに大別される。また，習得内容をもとに 13 の科目群が編成されている。

マインドセットの科目はアントレプレナーシップ１A~４D の科目を通じて四年間提供される。また，マインドセット科目は１・２年次を中心に多くが必修科目として開講されている。講義形式はグループでの対話が取り入れられている対話型の講義とセミナー形式の講義が多く取り入れられている。

事業推進科目は主に 1・2 年次に多く配置されている。クリティカルシンキング基礎，ビジネスモデル研究基礎，インターネットビジネス基礎の３科目のみが必修科目とされている。講義形式としては，ハンズオン形式の講義が多い。

実践科目は，１・２年次では主に PDCA を実行する能力の拡充が図られ，３・４年次では事業推進スキルを基に実践が行われるという構成になっている。実践科目は，マインドセット科目と事業推進科目での学びの集約点と捉えられている。講義形式は，主に実習形式である。

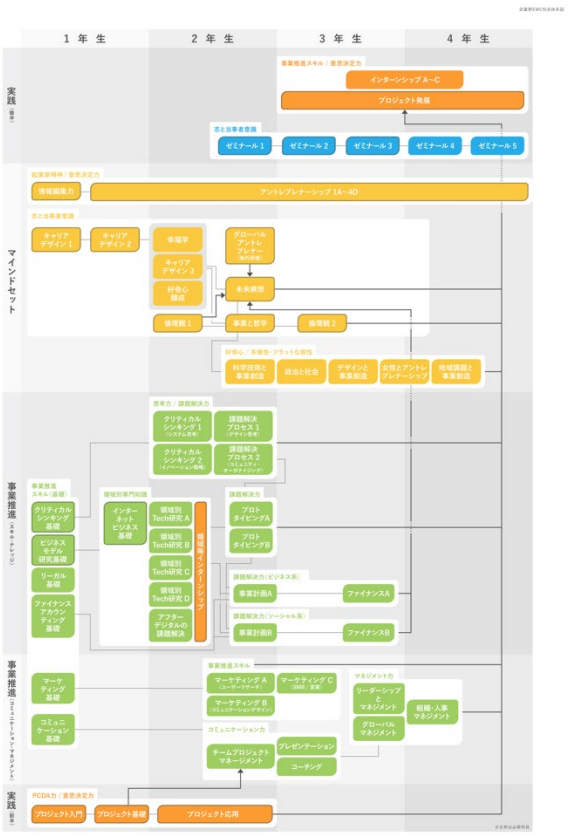


図１「武蔵野 EMC 科目体系図」

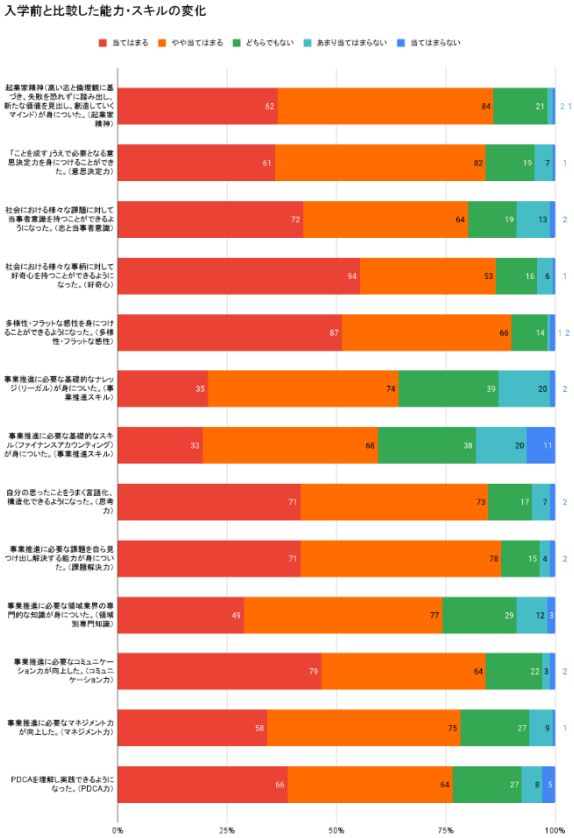


図２「入学前と比較した能力・スキルの変化」

4.2. 入学前と比較した能力・スキルの変化

入学前と比較した能力やスキルの変化について，図１の「武蔵野 EMC 科目体系図」で示されている 13 の教育課程を基に 13 項目のアンケートを実施した。

その結果，すべての項目で Top2Box（当てはまる・やや当てはまる）の割合が 50%を超えていることが分かった。

特に，マインドセット科目の「好奇心／多様性・フラットな感性」に関する質問では，50%以上が Top Box（当てはまる）を選択している。一方で，事業推進科目において，「事業推進に必要な基礎的なナレッジ」のリーガルとファイナンスアカウンティングの両項目で成長実感の低い Bottom 2 Box の割合が約 40%に達している。

4.3. 成長実感と要因

インタビュー調査の結果，成長実感に関して以下のような意見が出た。

まず，複数の学生から，授業による成長実感についてネガティブな意見や疑問視する意見が見られた。特に，事業推進科目に関する意見が多く見られた。一方で，アントレプレナーシップの醸成や成長実感に影響を与えた授業やイベントとしては，アントレプレナーシップ 1A から 4D，クリティカルシンキング，さらには 1 年次の寮生活などの対話の機会が挙げられていた。

また，多くの学生が，自身のプロジェクトを推進する際に武蔵野 EMC の教員の持つ人脈が役立ったと回答した。

5. 考察

今回の研究から，武蔵野 EMC のアントレプレナーシップ教育には以下の現状や課題，特徴があると考えられる。

まず，成長実感やアントレプレナーシップの醸成には，授業外の影響があることがうかがえる。アンケート調査では，高い成長実感が見られたが，インタビュー調査では武蔵野 EMC の講義での学びや成長実感があまり高くないという意見が見られた。これは，プロジェクトやインターンシップなどの課外活動での成長実感が高い可能性がある。また，インタビュー調査の結果から，アントレプレナーシップの醸成は授業カリキュラムだけでなく，１年次の寮生活やゲスト講師の訪問など武蔵野 EMC の学習環境による影響が強いことが考えられる。この結果から，武蔵野 EMC での学びには，授業だけでなく，インターンシップやプロジェクトなどの実践の場や，学外での

学習環境などが大きく影響していると考えられる。

次に，武蔵野EMCの人脈が学生のアントレプレナーシップの醸成に影響があると考えられる。インタビュー調査において，多くの学生から「人脈」というキーワードが頻繁に見られた。教員や友人からの紹介などで構築した人脈が学生に大きな影響を与え，成長実感を高めたと述べられた。これにより，アントレプレナーシップの醸成には，周囲の人脈が一定の影響を持つことが示唆される。

さらに，成長実感が高かった授業や体験の特徴として，対話が多いことがあげられる。インタビュー調査で複数人がアントレプレナーシップの醸成や成長実感に影響を与えた講義やイベントとして挙がったクリティカルシンキングの講義は対話型の授業であり，寮生活も対話の機会が多い。対話は成長実感やアントレプレナーシップの醸成に影響をするのではないかと考えられる。

これらの結果を踏まえ，今後のアントレプレナーシップ教育の改善には，授業以外の学習環境の整備や，人脈構築を支援する取り組み，対話が重要であると考えられる。

6. 課題と展望

今回はインタビュー調査の対象を成績優秀者に限定したが，その他の分類の学生にもインタビュー調査を行い，その違いを比較する必要がある。大学生活全体での成長実感（アンケート調査）と授業における成長実感（インタビュー調査）に乖離が見られた。そのため，この差の原因と考えられる学習環境や教員・友人との関係についても，さらに調査を進める必要があると考える。

また，今回の調査は主観的な成長実感に基づいているため，客観的事実に基づく教育効果の検証も必要である。

7. おわりに

本研究では，武蔵野EMCのカリキュラムが学生のアントレプレナーシップ向上にどのように影響しているかを明らかにするために，「武蔵野EMCのカリキュラム構成」，「入学前と比較した能力・スキルの変化」「成長実感と要因」の 3 つの観点で分析を行った。その結果，本研究から，武蔵野EMCのアントレプレナーシップ教育において，授業外の実践や学習環境が成長に大きく影響していることが考えられる。また，教員や友人との人脈が成長実感を高める要因となっており，今後の改善にはこれらの環境整備が重要であると考えられる。さらに，対話型の講義や対話の機会等が，成長実感の高い講義やイベントとしてあげられている。教育効果を高めるためには，対話の機会も大切であると考えられる。しかし，今回の調査は限定的であることや主観的要素である成長実感に基づいているため，より客観的な数値などでの教育効果の検証をする必要があるだろう。

参考文献

(1) 蔵野大学アントレプレナーシップ学部（EMC）. (n.d.). 武蔵野大学アントレプレナーシップ学部（EMC）. https://emc.musashino-u.ac.jp/，(参照 2024-06-27)
(2) 内閣府(2022).「スタートアップ育成５か年計画」. https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/pdf/sdfyplan2022.pdf ，(参照 2024-06-27)
(3) 有限責任監査法人トーマツ（2021）.「持続的・発展的なアントレプレナーシップ教育の実現に向けた教育ネットワークや基盤的教育プログラム等のプラットフォーム形成に係る調査・分析」.https://www.mext.go.jp/content/20210728-mxt_sanchi01-000017123_1.pdf，(参照 2024-06-27)
(4) 武蔵野大学アントレプレナーシップ学部（EMC）.(n.d.).カリキュラム.https://emc.musashino-u.ac.jp/curriculum/，(参照 2024-06-27)

メタバースの教育活用における可能性と課題

Possibilities and challenges in using metaverse in education

倉茂友杜[*1]・菅谷克行[*1]
Email: 2111050s@vc.ibaraki.ac.jp

*1：茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

◎Key Words　メタバース，教育活用，デジタルディバイド

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大を受けて，多くの学校・地域では ICT を活用した遠隔・オンライン教育が実施された。

近年では，インターネット上に構築された三次元空間にアバターとして入り込む“メタバース”の技術を活用した教育が，大きな注目を集めている。

例えば，学校法人角川ドワンゴ学園 N 高等学校，S 高等学校では，積極的にメタバースを活用した教材を既に活用しており，同校のようなメタバースの導入事例も増えている。

一方で，メタバースを活用するためには，ハードウェア上の課題や，メタバースを活用するユーザーのデジタルリテラシーの必要性について指摘する声もあり、高い注目度を集めている割に，普及率は伸び悩んでいるのが実態である。

そこで，本研究ではメタバースを教育活用する上でのメリットとデメリットを検討したうえで，大学生を対象としたメタバースを教育活用することに対する意識調査の結果から，メタバースを教育活用する際の背景的な課題について考察する。

2. メタバースを教育活用する利点と課題点

2.1 メタバースを活用するメリット

メタバースを活用した教育は，ZOOM や Microsoft Teams のような同期型のオンライン形式の授業や，事前に収録した映像を生徒が閲覧するオンデマンド形式の授業よりも，アバターを活用することで教師と生徒がインタラクティブなコミュニケーションを取ることができる。

メタバースを教育活用するメリットについて，澤崎によると，「学生にとっては，アバターをとおして仮想空間の中で議論する方が，Zoom 等と比較して抵抗が少ないのではないかと考えた．メタバース内では，仮想的な距離や方向によって音声の聞こえ方なども変化し，自由に空間を行き来してコミュニケーションを取ることができる[(1)]」と述べている。

また，メタバース教材は重力の影響を受けないことから，オブジェクトを 360 度あらゆる角度から観察することができたり，拡大や縮小などを容易に行うことができたりすることで，生徒の視覚的で体験的な学びを可能にすることも可能であると言えるだろう。

これらの利点は，文部科学省が推進している「アクティブラーニング」の実践的な現場において，一定の効果を見込むことができると言えるだろう。

メタバースに期待される利点としては，コミュニティ形成としての側面も大きい。複数のユーザーが集まって様々なコミュニケーションを行うことで共同体を形成され，従来の学校教育における学級が担っていた社会性習得などの役割を代替していくことが期待できる。

2.2 メタバースを活用するデメリット

メタバースは，教育業界において多くの注目を集めている一方，その導入事例はまだまだ少ないのも実情である。そうした背景的な要因として一般的に指摘されているのは，ハードウェアやソフトウェアを維持する上でのコスト面の課題だろう。メタバースを教育活用するためには，生徒または学校側が必要なハードウェアやインターネット環境などを整備する必要があるが，その環境がなかなか整っていない。オンライン上の三次元仮想空間へのアクセスは，コンピュータやスマートフォンなどの比較的普及率が高いデバイスからでも可能になっているものの，一定のスペックが要求されているのは事実である。

また，メタバースを教育活用する際のより重要な課題点として挙げられるのは，メタバースを利用するユーザー側のリテラシー上の課題である。メタバースをめぐるリテラシー上の課題については，倫理的な論点と生体的な論点、技術的な論点に大別できる。

倫理的な課題については，ユーザー同士によるトラブルや，暴言などの誹謗中傷，差別的な言動などが例に挙げられる。特に小学生から高校生にかけての学童期・思春期の発達段階においては，大人に比べて自身の感情コントロールが困難な場合が多いため，ユーザーである生徒に対する適切なリテラシー教育が必要となる。

生体的な論点については，いわゆる「VR 酔い」の問題が例に挙げられる。VR 酔いの問題について，朝日新聞内の取材記事によると，「特に初期は酔っているような感覚に陥ることがあり、これは個人差があります。酔いがある場合、体を動かさずに参加できる学習や交流で徐々に慣れることを推奨しています[(2)]」と述べている。

技術的な課題については，メタバースの活用に必要な専門的な知識の不足が挙げられる。特にユーザーが慣れるまでの初期の段階が大きな参入障壁となる。ユーザーが簡単に参入できるようになるために，ユーザーインターフェースなどから工夫をしていく必要がある。

また，技術的な課題は，ユーザー側だけではなく，実際に教材を活用する教員側にも当てはまる。

2.3 メタバースの認知度と経験度の乖離について

メタバースを教育活用する上で，デジタルリテラシーの課題が参入障壁になっていることは上述の通りだが，そうした背景に「メタバースは，認知度が高いわりに，利用経験のあるユーザーが少ない」という点が挙げられる。

電通が行った調査によると，メタバースの認知度は2023 年に 82.1%であったのに対し，メタバースプラットフォームの利用経験率は18.0%にとどまった。Z 世代（15 歳～27 歳）については，認知度が 81.7%，利用経験率が39.9%であった [(3)] 。

このように，メタバースに関する認知度自体は高いものの，実際に経験をしたことがある人やその技術的な知識に精通している人の割合は低いのが現状である。

このことは，メタバースのリテラシーが低い実態があるにも関わらず，メタバース教育が過度な注目を集めてしまっている現状を生み出してしまっている。

2.4 メタバース教育におけるデジタル格差

一般的に教育において“デジタル格差”というと，教育機関や地域の間における ICT 教育の格差を指すことが多い。

しかし，本稿において注目したい点としては，学校教育などの公教育の現場で一律のデジタル教育を行った場合，メタバースをすぐに活用することができる学生とすぐに活用することができない学生の間で生じるデジタル格差について言及したい。

特に，メタバースのような比較的新しい技術に対する生徒の適応能力は，デジタルデバイスに日頃からどれだけ慣れ親しんでいるかというデジタルリテラシーが大きく関係しており，そうしたデジタルリテラシーの格差は学校教育よりも寧ろ家庭教育の現場で発生していると考えられる。

メタバースを教育活用するためには，実際に指導にあたる教員だけでなく，生徒の保護者等も正しい知識を身につけたうえで，子供たちを適切に“デジタル慣れ”させる必要があると言える。

3. メタバース教育に対する意識調査

3.1 調査目的

本章では、前章で述べた「メタバースの認知度とリテラシーの乖離によって，メタバース教育に対する過度な期待を生み出している実態があるのではないか」という仮説を検証し、家庭におけるデジタル教育に対する意識を明らかにする。

3.2 調査概要

調査は，Google Forms を用いた無記名形式による質問紙調査を行った。

調査時期は, 2024 年 1 月 29 日と 5 月 1 日の計 2 回に分けて行い, 調査対象は, 茨城大学の講義を受講している学生で，83 名の回答を得られた。学部については，人文社会科学部を中心に理学部・工学部の学生からも回答を得ている。

調査内容は，メタバースの認知度や利用実態，デバイスの利用状況，教育におけるメタバース活用に対する意識などに関する設問を 4 件法や 5 件法を中心とした選択形式で解答してもらった。

なお, その際に本調査における“メタバース“の定義を，以下のように定め，質問紙の表紙に記載することで調査前に回答者に対して共有を行った。

（以下、実際に用いた質問紙より引用）

・インターネット上に仮想の三次元空間が存在すること

・ 複数のデバイスで同時にアクセスすることができること

・ ユーザーは、アバターを用いて同空間に接続し、空間内のコンテンツを用いて、他のユーザーとの交流を行うこと

3.3 調査結果

最初に，メタバースの認知度について調査をしたところ，「メタバースについて詳しく知っている」と回答した人は, 0 人で,「メタバースについてある程度知っている」と回答した人は, 32 人 (38.6%) だった。「メタバースについて見たり聞いたりしたことがある」と回答した人は, 41 人 (49.4%) で,「ほとんど知らないと回答した人」は，10 人 (12.0%) だった。

次に、メタバースの利用状況について調査をしたところ,「日常的に利用している」と回答した人は 3 人 (3.6%) で,「過去に利用したことがある」と回答した人は 20 人 (24.1%) だった。一方で、「利用したことはないが興味がある」と回答した人は，38 人 (45.8%) で,「利用したことはなく，興味もない」と回答した人は，13 人 (15.7%) ，「よくわからない，知らない」と回答した人は，9 人 (10.8%) であった。

メタバースを日常的利用している人もしくは過去に利用したことがあると回答した人の中で，最も利用されたメタバースのプラットフォームはゲームであり，複数回答による 37 件のうち，29 件 (78.4%) を占めており，MineCraft や Fortnite が特に多かった。次に多かったのは、cluster の 4 件 (10.8%) ， VRChat の 2 件 (5.4%) だった。

メタバースを利用した目的としては,「ゲームをプレイするため」が最も多く,「友人や他者と交流するため」、「イベントに参加するため」と回答した人が続く結果であった。

メタバースに対する印象調査では,「操作が難しい」と解答している人が 51 名 (61.4%) を占めていたものの, 教育に有用であると考えている人は，56 名 (67.5%) であったことから, 教育で使えるとは思いつつも, 自分が使うには難しそうであると考えている人が多いことが分かった。(表 1 を参照)

表 1 メタバースに対する印象調査[1]

項目	そう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
メタバースは操作が難しい	19	30	20	2
メタバースは教育に有用である	18	38	8	0

デバイスの利用実態に関する調査では，ほとんどの回答者が平日・休日両方でスマートフォンやパソコンを利用していた一方で，ウェアラブル端末やスマート家電，タブレット，家庭用ゲーム機はあまり利用していないことが分かった。また，パソコンは休日になると利用時間が減少する傾向があるのに対し，その他のデバイスは休日にデバイスの利用時間が伸びる結果となった。これは，大学の講義などでパソコンを利用せざるを得ない状況にある学生が多いからであると考えられる。(図 1，2 を参照)

学校教育でのメタバースを活用した教育経験についての調査では，ほとんどの学生が「経験したことがない」もしくは「よくわからない・覚えていない」と回答しており，学校教育の現場においてメタバースを活用した教育を経験したことがある，もしくはその自覚がある人は非常に少ないことが窺える。(表 2 を参照)

また，「塾などの民間教育においてメタバースを導入・活用するべきだ」という項目に対し，「当てはまる」「やや当てはまる」と回答した人は，36 人 (43.4%) ，「当てはまらない」「あまり当てはまらない」と回答した人は，33 人 (39.8%) であった。

表 2 メタバースを活用した教育の経験調査

教育機関	経験したことがある	少し経験したことがある	経験したことがない	よくわからない・覚えていない
小学校	1	1	65	15
中学校	1	3	60	18
高等学校等	0	3	66	14

また，「塾などの民間教育においてメタバースを導入・活用するべきだ」という項目に対し，「当てはまる」「やや当てはまる」と回答した人は，36 人 (43.4%) ，「当てはまらない」「あまり当てはまらない」と回答した人は，33 人 (39.8%) であった。

一方で，「親は，自分の子供に対してメタバースの使い方を教えるべきだ」という項目については，「当てはまる」「やや当てはまる」と回答した人は，31 人 (37.3%) ，「当てはまらない」「あまり当てはまらない」と回答した人は，40 人 (48.2%) であった。

また，「公教育の現場では，IT 教育における課題が沢山残っている」という項目では，「当てはまる」「やや当てはまる」と回答した人は，76 人 (91.6%) ，「当てはまらない」「あまり当てはまらない」と回答した人は，3 人 (3.6%) という結果となった。

メタバースが教育に対して期待される役割に関する項目については，表 3 のような結果となった。(表 3 を参照)

表 3 の結果を見ると，生徒の学習効果を高めるための補助教材としての役割よりも，不登校児童に対する学習補助や，学校・家庭以外のサードプレイスとしての役割が期待されていることが窺える。

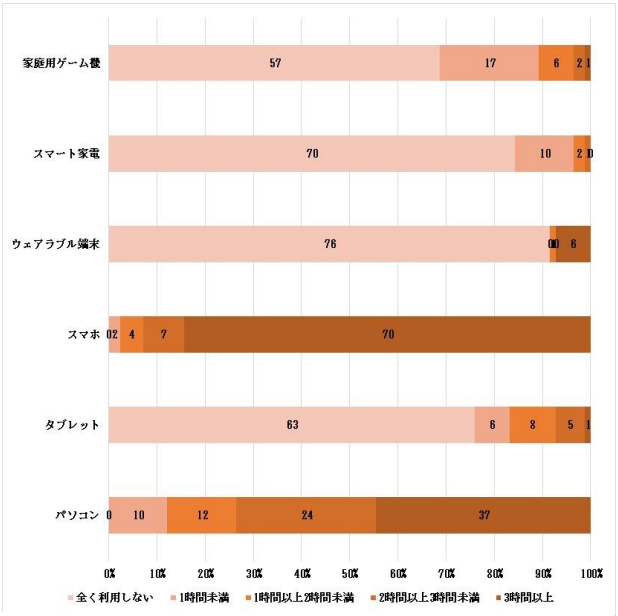


図 1 平日のデバイスの利用時間の分布

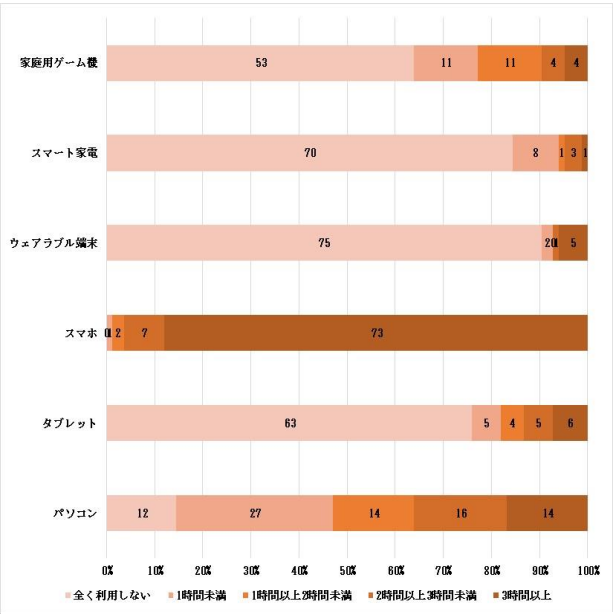


図 2 休日のデバイスの利用時間の分布

[1] 調査は表の 4 つの選択肢に「よくわからない」を加えた 5 件法で行った。調査目的の観点から表では省略をして掲載をしている。

表 3 メタバース教育に期待する役割

項目	当てはまる	やや当てはまる	あまり当てはまらない	当てはまらない	分からない
学習支援	22	37	9	6	9
不登校児童に対する教育ツール	38	29	3	6	7
サードプレイス	38	32	4	3	6

3.4 考察

調査対象者の学生の多くは，「メタバースという言葉は知っているものの，実態については詳しく知らない」という状態にあることが分かった。また，利用しているほとんどの学生においても，そのほとんどがゲームを目的にメタバースを利用しており，メタバースプラットフォーム自体の浸透度はまだまだ低い現状にあると言えるだろう。

そうした背景的な要因として，1 つ目に「メタバース＝難しい」という印象が強いことが挙げられる。メタバースを知っていて興味があると回答した人がおよそ過半数であることからも，メタバース自体は関心があるものの，専門的な知識に対する抵抗感が存在することが窺える。

2 つ目にメタバースにアクセスするデバイスの利用環境が挙げられる。三次元仮想空間にアクセスするためには，高性能なパソコンやウェアラブル端末を利用することが一般的であるが，調査の結果から特に休日において，該当するデバイスを利用している人の割合は低く，そもそも三次元仮想空間にアクセスするための環境が，ハードウェアと利用者の生活習慣，双方の側面から整っていないことが窺える。

とはいえ，メタバースが教育において一定の役割を担うことに期待している人は多く，学習支援としての役割以上に，学校や家庭以外の第三の居場所としての役割を期待している人が多い。公教育においてメタバースを活用することに積極的な立場の人は多いと考えられる。

しかしながら，メタバースが民間教育で取り入れられることやメタバースを親自身の立場として子どもたちに使い方を教えることについては，学校教育での活用よりも消極的な意見の人が多い結果となった。

このことからもメタバースについての経験や知識が少ないことが，メタバースを活用することへの不安感をもたらしているのではないかと考えられる。

加えて，既存の学校教育でメタバースに関する正しい知識を教わらなかったために，ゲームなどのきっかけがない限りメタバースを触ることが無いという状況がある。このことは，結果的に学校教育に一任させてしまい，それがメタバースの普及のさらなる障壁になってしまっているのではないだろうか。

こうした悪循環を止めるためにも，メタバースに対する知識面・ハードウェアの面から参入ハードルを下げるだけでなく，家庭教育の現場においてメタバースがより身近な存在となるような社会風潮を生み出すことで，家庭教育において格差が生じないようなアプローチをとることが有効であると考える。

また，「難しそうだからやらない」という考え方はデジタル格差を拡大させる原因であり，たとえ難しくてもやりたい・やる必要があるという状況になるような大きな社会的インパクトやきっかけは，メタバースの教育活用が浸透する上で不可欠の要素であると言えるだろう。

4. おわりに

本稿では，学校教育などの公教育の現場で一律のデジタル教育を行う際に生じるデジタル格差の背景的な要因について調査・考察を行った。

本稿で行った量的調査の対象となった学生は，デジタルネイティブと呼ばれる比較的デジタルに慣れ親しんでいる世代であり，同時に 10 年後・20 年後の社会で親や教員として子どもたちの教育に携わる立場である。

今後は，メタバース未経験者を対象とした具体的な動作習得の過程を観察する実証実験を行うことで，デジタルに慣れている人とそうでない人の共通点や相違点を見出していければ，メタバース教育の浸透過程の段階において効果的な提言ができるだけでなく，メタバース以外のデジタル技術の活用においても有効な提言ができるようになるだろう。

また，現時点で既にメタバースを活用している教育機関とそうでない機関での実験・意識調査の結果を比較することで，より家庭教育がデジタル教育において担っている役割の重要性について明らかになるだろう。

参考文献

(1) 澤崎敏文：“メタバースを活用した多様な学習環境の構築と実践”，日本教育工学会研究報告集，2023 巻，2 号，pp.83-87（2023）.

(2) 小林香織：“VR 学習に高い満足度　N 高・S 高に聞く「メタバース」の効果　課題は「酔い」とポリシーの理解”，pp3，朝日新聞 EduA（2022.03.03 閲覧），https://www.asahi.com/edua/article/14554217?p=3 .

(3) 株式会社電通“電通、「メタバースに関する意識調査 2023」を実施”，（2023.12.11 閲覧），https://www.dentsu.co.jp/news/release/2023/1211-010670.html .

続・BYOD 環境での PC 授業における問題点の整理
―近未来における小中高からの接続へ向けて―

長澤直子*1
Email: nagasawa.naoko@kuas.ac.jp

*1：京都先端科学大学経済経営学部経営学科

◎Key Words　　BYOD，OS の違い，アクティブラーニング

1.　はじめに

本稿は，大学 BYOD で今後起こり得る問題点を小中高での ICT 機器利用経験からの接続に焦点を置いて整理し，その解決案を図るものである。

2.　これまでの研究と実践の経緯

筆者は，2022 および 2023PC カンファレンスにおいて，大学 BYOD に関する問題点を整理して報告してきた。

まず 2022 年度の報告では，大学の PC 実習室環境と学生が自宅に持ち得るノート PC との間の差異が学生たちを悩ませていることを指摘した。大学のデスクトップ PC で授業を受けた場合，手持ちのノート PC を使えることに直接つながらないという問題である。具体的には，ハード面ではキーボードにおけるテンキーの有無，ファンクションキーに音量や画面の明るさ等の機能が割り付けられていること，マウスとスライドパッドの違い等であった。ソフト面では MS Office の各アプリケーションソフト（以下，アプリと表記）のライセンス問題，クラウドストレージおよび MS と Google のアカウントの違い等であった(1)。

次に 2023 年度の報告では，学生が実際に BYOD 環境で学ぶ場合の問題点を整理した。MS Office の各アプリケーションを大学側が包括契約で提供しても新入生のスキルでは手持ちの PC に導入できないこと，PC 調達を個人に任せると環境が統一されないため授業運営がやり辛いこと，LMS からダウンロードしたファイルの管理等に問題があることを指摘した(2)。

こういったことから，大学の実習室と BYOD 環境との間にはメリットとデメリットがあることが整理できた。また，全員のマシン環境が揃わない場合に実習が止まることがあり得ることも確認できた。ただしこれらの整理は，大学 BYOD を実施するにあたり学生（新入生）がマシンを新調することが前提であったが，今後はそうではないケースが考えられる。そのきっかけが，GIGA スクール構想による低年齢・低学年からの ICT 経験である。

3.　本稿における問題提起

小中での GIGA スクール構想が動き出した今，今後は大学でも BYOD の方向へ向かっていくことは間違いないと考えられるが，そうなると，未来の学生たちは小中学生時代より使い慣れたものを思い思いに持ち込むことが考えられる。実際に本学でも，2024 年春の時点において Windows PC の持ち込みを推奨したものの，実際には MacBook，Chromebook，iPad なども持ち込まれた。いずれも，学生が高校時代に利用していたものだという。これまでも，Windows PC を指定しても MacBook が持ち込まれるケースが相次いだが，それまでの経験からの判断による持ち込みが増えるとなれば，今後は全員のマシン環境が揃わないことが加速することとなる。開沼太郎（2021）は「（GIGA スクールに対応する）教員が日常的に慣れ親しんでいる端末は特定の OS に偏っている」と指摘していたが(3)，大学でも同様のことが言える一方，学生はそれに反して様々な OS のマシンを持ち込むことになる。

そうなった場合に大学側が考えなければならないことは，まずこれらの端末が持ち込まれることが何を意味するのか（→4 節），それまでの経験と持ち込みを尊重すればどこでどのような問題が出ることが予想されるか（→5 節），それらのマシンを用いた授業はどのようにデザインするべきか（→6 節）ということではないだろうか。

4.　大学の新入生がそれまでに使い慣れたマシンを持ち込むことの意味

このことを考えるにあたり，まず，GIGA スクール構想におけるマシン選択がどうなっているかを確認してみよう。たとえば安谷元伸（2021）は大阪府における市町村別導入マシンを整理しているが，それによれば，大阪市だけでも Chromebook と Windows PC に割れている。また，堺市は小学校が Windows PC，中学校が iPad となっている。逆に，吹田市は小学校が iPad で，中学校が Windows PC となっている。大阪市が 4 つのブロックに分けられていて，かつ，上記 2 市が学校別で違うマシンとなっていることから分母（総数）は 48 件となっているが，その内訳は Chromebook が 16 件（33.3%），iPad が 14 件（29.1%），Windows PC が 18 件（37.5%）となっている(4)。

児童生徒はこれらのマシンを用いて学習活動を行っているが，実は共通しているのはキーボードの配列とネットに接続できることぐらいで，ソフト面から見ればそれぞれのプラットフォームに依存した活動が展開されることになる。たとえば Chromebook の場合，教員や児童生徒には Google の ID が付与され，Google のアプリを用いた活動となる。ワープロは Google ドキュメント，表計算は Google スプレッドシート，プレゼンは Google スライド，LMS は Google Classroom となる。同様に，iPad の場合は Apple のアプリを用いた活動になり，Apple ID の下にワープロは Pages，スライドは Keynote が使われる。また同様に，Windows PC（MS）の場合は Microsoft ID の下にワープロが Word，表計算が Excel，プレゼンは PowerPoint が使われ，LMS は Teams となる。これら各アプリを比較すると，できることは似通っていても見た目やメニュー構

成などに違いがある。小中高までの経験で各ソリューションのIDに紐づけられたシームレスな操作体系での学習活動がなされてきたとすれば，大学入学時にはそれまでのIDから離れて異なるプラットフォームへ移ることとなる。その際に，操作方法が変わることが考えられ，学生によってはその切り替えが難しく感じられる可能性がある。ことに，近年は MS との包括契約をしている大学が増えてきており，Microsoft 365 の各アプリを利用することが推奨されるケースが多いが，Google や Apple のアプリを使い慣れてきた新入生に混乱が起きることが考えられる。

小中高で使い慣れたマシンを学生が大学へ持ち込むことは，それまでに各ソリューションでの経験を有する人が集まることを意味する。そして，その経験を尊重しなければならない一方で，新しい環境への切り替えをどう理解させるかという課題も生まれる。これは，小学校から中学校，中学校から高校でも同様のことが言えるだろう。

5. 大学BYOD環境にて現在起こっている問題と，今後起こり得る問題

5.1 現在：大学新入生へのマシン持ち込みへの指導

前節で“経験を尊重する”とは述べたが，実際には各大学で推奨するマシン環境が存在する。しかし，それらを入学前に周知徹底するための指導は想像以上に難しい。

昨今の大学では入試方式が多種多様になっていることもあり，入学前の早い段階で新入生を集めることがある程度可能ではあるが，全員を集めて指導することは不可能である。また，連絡用に使用する ID やパスワードの発行が入学後になることもあり，ネット経由での指導や双方向のやり取りをすることが極めて難しい。そのため，入学手続きの案内状を物理的に送付する際に紙媒体で PC の準備に関する情報を伝えることになりがちである。

しかし，紙媒体で OS や推奨スペックを伝達しても，正しい意図が伝わらないことがある。たとえば，推奨機種の写真を添えて「推奨スペックに合った Windows PC を持参してください，新品でなくても構いません」と伝えた場合に起こっていることは，次のようなことである。

保証期限の切れた OS 搭載 PC の持ち込み

「新品でなくても構いません」の部分を強調して読み取られた場合，Windows 7 などのサポート期限が切れた OS のマシンが持ち込まれることがある。起動に 5 分以上かかっていることから教員やスタッフが気付いて確認すると，こういった古いマシンの持ち込みが発覚する。これについて，本人や保護者には問題意識がない。おそらく，推奨スペックの意味が理解されていないためである。

推奨環境とは異なる OS のマシンの持ち込み

Windows PC を指定したにもかかわらず，MacBook や Chromebook が持ち込まれる現象も後を絶たない。その逆もまたあり得る。これについても，本人や保護者にはおそらく問題意識がない。OS の意味が理解されていないことによるものだからである。

いずれの場合も持ち込まれたマシンにはディスプレイがあり，キーボードがあり，スライドパッドがある。推奨機種の写真と構成は変わらない（図 1）。構成が同じであれば大差はないと判断されてしまうためであろう。



図 1　同一だと見られてしまう 3 種類のマシン（左から Chromebook，MacBook，Windows PC）

同じく，iPad 等のタブレット端末が持ち込まれる現象もある。これらの場合は，高校時代に利用していたものをそのまま持ち込んでくるケースが大半である。大学を高校の延長と捉えている新入生の場合，高校時代の授業で使っていたものを持ち込む方が使い慣れているから良いと判断されていると考えられる。

こういった判断で各自のマシンを持ち込まれることに対して，必ず推奨環境のものを持ち込むようにと入学前に徹底することはほぼ不可能であろう。解釈の違いや理解不足からくる判断を，紙媒体のみでの案内で覆すことは極めて困難だからである。

5.2 未来：大学の授業における GIGA 端末利用

前項で確認したような問題が存在する中で，実際に GIGA 端末が大学 BYOD 環境に持ち込まれた場合，具体的にどのような問題が発生するのだろうか。

初年次授業―推奨環境以外のマシンへの対応

多くの大学では，入学後あまり間がないタイミングで情報リテラシー等の教養科目が設置されている。ここでは，大学独自の情報システムや PC 教室の使い方，アプリの使い方，レポート作成等について教育されている。

しかし，特にアプリの使い方を中心に指導するとなると，全員のマシン環境が揃わなければ授業運営に支障が出ることはこれまでも確認してきたとおりである。推奨環境以外のマシンを持ち込む学生には「自分のマシンは使いにくい」という誤解を与えてしまう。ましてや，高校時代に慣れ親しんだマシンを持ち込んだ学生にとっては，それまで慣れ親しんだ環境を基準として育ってきたのに，急にはぐれ者扱いにされてしまうことへの大きな戸惑いも与えてしまうこととなる。ゆえに，推奨以外の環境を否定することは避けなければならない。そして，今後はこういったことに配慮した授業設計が必要になる。

LMS 利用におけるトラブル

大学にBYOD環境が導入されると，各講義の資料がLMSを通じて電子的に提供され，学生は課題をワープロや表計算等のアプリでこなしてファイルを電子的に提出する形が取られることが日常的になる。そうなった場合，LMSと各マシンの相性の問題や，ファイリングに関する知識が問われることとなる。

しかし，LMSの中には，特定のOSでファイルをダウンロードした際に，ファイル名に2バイト文字が使われていたら文字化けしてしまうものがある（図2, 図3）。加えて，電子的なファイリングの知識を理解していない学生は，

ファイルが開きたい場合に毎回LMSからダウンロードする行動を取るため，一度開いたファイルを保存して再利用できないケースも起こり得る。

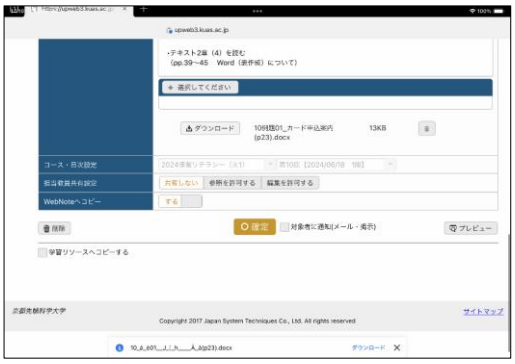


図 2　iPadOS による LMS からのファイルダウンロード例（LMS は Universal Passport RX）



図 3　文字化けしたファイル名の様子（iPad の「ファイル」アプリ）

本来，ダウンロードしたファイルは，クラウドストレージを経由して，PC のみならずスマホやタブレットなど手持ちの ICT 機器全てからファイルにアクセスできる環境を整えて活用することが望まれるが，その際に問題となるのがソリューションとマシンの間の相性である。現在，各大学で包括契約されているクラウドサービスには主に Microsoft の OneDrive や Google の GoogleDrive があるが，Windows や MacOS，iPadOS, iOS, Android ではそのどちらもアプリで利用できる一方，ChromeOS で OneDrive を利用する場合はブラウザ経由になる。そのため現時点では，大学によっては Chromebook を所有する学生が OneDrive をシームレスに使用することが困難な状況となっている（図 4）。同様に，MS Office の各アプリもブラウザ版しか利用できないため，LMS からダウンロードしたファイルをダブルクリックしてもアプリが起動しない（図 5, 図 6）。

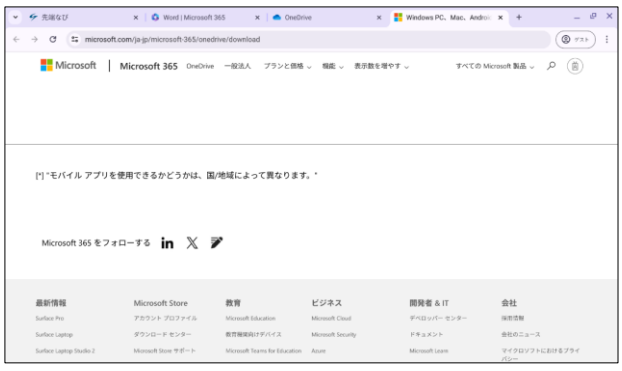


図 4　Office.com の画面上で「OneDrive アプリの入手」メニューを選択した直後の様子（何もメッセージが表示されない）

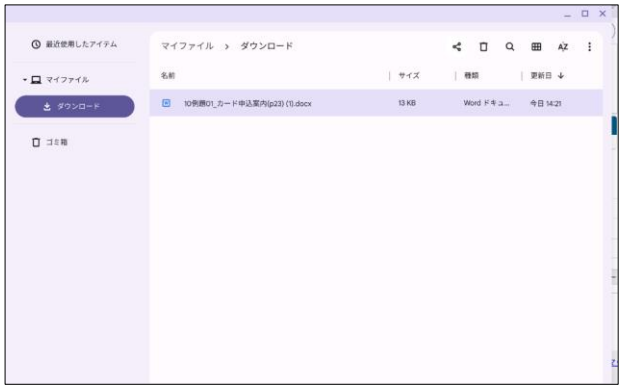


図 5　Chromebook で LMS からファイルをダウンロードした様子

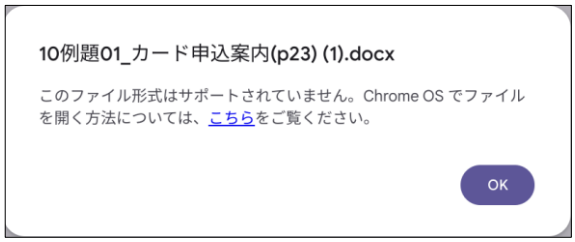


図 6　Chromebook のダウンロードフォルダで Word 文書をダブルクリックした際のエラーメッセージ

Chromebook を持ち込んだ学生が，授業内で Microsoft のアプリを利用しようとしても上記のような状態になる場合，その学生に複数の OS に対応できる能力があれば話は別だが，それまでの経験で単一の OS にしか触れてこなかったとなると，“自らのマシンに現状不具合があるため，修理してもらわなければならない”という発想に至ってしまう。“このマシンでは同じように使えないから”と説明をしてもそれが OS の違いであることが理解できない場合は，自らのマシンが否定されたと解釈してしまう。

これらの問題に対応するには，情報リテラシー等の初年次授業を利用して OS の違いを理解させた上で，それぞれの環境でのファイル活用方法を身に付けられるように工夫していくことが必要になる。

PC 利用の必要性への理解欠如

高校時代までに利用していた iPad 等のタブレット端末を引き続き持参する学生には，いずれ，タブレットではなく PC が必要になることをどこかで理解してもらわなければならない。小中高では統一されたマシン環境で，それらに最適化されたソリューションを用いて育った学生でも，社会へ出れば複数の OS やマシン環境ならびにソリューションが存在することを知るのと同時に，タブレットと PC との違いも理解する必要がある。

しかし，それまでの経験で単一の環境しか知らなかった場合は，学生自らが所有する機械に対して不足が生じること自体が想定外となるため，教員側は，学生がそれまで経験していないことを他者の行動から知ってもらうという難しいチャレンジを強いられる。さらに，学生が PC を入手するには経済的な援助も必要になるが，そのために保護者に説明をすることもかなり困難なこととなる。学生の口から PC とタブレットの違いを説明し，PC の必要性を保護者に理解してもらわなければならないためだ。

6. アフターGIGA における大学 BYOD 環境下での授業デザインはどうあるべきか

さて，これまで見てきたような問題点をクリアしていくためには，どういった工夫が考えられるだろうか。

6.1 Office アプリの操作と電子ファイリング対応

繰り返しになるが，2020 年代現在，初年次向け教養科目として多くの大学で設置されている情報リテラシー等の授業では，大学生として必要な情報探索や MS Office の各アプリ操作が取り扱われているケースが多い。それらの操作は，レポート作成や LMS の利用上でも必要になるため完全に切り捨てることはできない。しかし，Office アプリの操作は OS 毎に微妙な違いがある。

そういった中で BYOD 環境下での授業をデザインしようとすれば，ある特定の OS を基準とせずに展開することが必要になる。そうすることによって，学生がそれまで経験してきたことを否定することなく進めることができるからである。たとえば，教員側から一方的に教科書等の“これが正解”とする資料を提供するのではなく，使うべき機能のヒントを教員が紹介し，その操作方法を学生が各自の OS に応じて調べ，理解できた使い方を各自でまとめて互いに報告するような形をとることができるならば，教室内で個々人が黙々と作業をするのではなくアクティブラーニングにつなげることが可能になるだろう。学生が相互にマシンを見せ合いながら理解したことを報告すれば，種々の環境があることへの理解にもつなげることができる。

もちろん，LMS 利用のための電子ファイリングとクラウドストレージの利用も，学習活動の中に含めて授業を設計していくべきであろう。

6.2 アウトプットへの対応

基本の操作が習得できたら，大学ならではのアウトプットという課題にも取り組まなければならない。たとえばワープロソフトの場合，従来の講義型の授業では，与えられた教材を用いて“レポートの作成に必要な操作を学んでみましょう”と全員で同じものを作成するような取り組みをすることが一般的であった。しかし，それでは学生が作業そのものを自分事として捉えることができず，どこか他人事のまま終わってしまうい，スキルが習得できずに終わることが課題となっていた。それを克服するためには，たとえば探究型に切り替えれば，探求学習をしながら各種機能を学び，ドキュメントを作成していくような活動ができる可能性がある。つまりこの場合，全員が異なるものを作成することとなる。

6.3 効率良い作業と PC の必要性理解促進への対応 —高速操作，大量のデータ処理に必要なこと

小中高でのような教育向けに最適化されたソリューションでの活動ではタブレット端末で十分であったものが，大学でのアウトプットに際しては Office アプリの操作やファイリング等といった PC ならではの作業が中心となる。加えて，なるべく短時間で効率よく作業することの重要性も学ぶ必要がある。そこで重視されるべきなのが，キーボードとマウス（あるいはスライドパッド）の活用である。PC のキーボードは，文字入力だけでなく各種機能を実現できるファンクションキーやショートカットキーを備えており，利用を極めれば大幅な時間短縮が可能になる。マウスも，タブレットでの画面操作と比較すれば範囲選択等を短時間で叶えることができるなどのメリットを有する。PC の利点のひとつは，これらのデバイスが標準的に用意されていることであろう。ことに表計算ソフトでの大きなデータ処理にはこれらのデバイスの使いこなしが欠かせない。やがて社会へ出て時間と戦うことになる学生たちには，就職活動の前にこれらのデバイスに慣れ親しんでおくことが必要である。こうして，大学入学時にタブレット端末を持参した学生に，授業活動を通じて PC 利用の必要性を徐々に理解していってもらうことも重要なポイントの一つとなるだろう。

おわりに

GIGA スクール端末から大学 BYOD へ，どう接続して良いものにしていくか。そのためには，大学側が新入生たちのそれまでの ICT 経験を理解し，尊重しながら，徐々に彼らを大学での学習活動に馴染ませていくことが必要になると考える。その際，情報リテラシー等の初年次科目では，特に BYOD の場合は間もなく従来のスタイルに限界がやってくるため，複数の環境下でも学んでいける新たなスタイルを模索していくことが必要となる。本稿での例示はあくまでも理想論なので，それが叶うか否かは今後の実践次第であり，検証課題でもある。

なお，アクティブラーニングを導入すると学びの範囲が狭まるという問題が発生するが，狭くてもその範囲内の理解度が高まる可能性と背中合わせになる。学生の PC に対する理解度が高まれば，活用度も高まっていくのではないだろうか。このことも，今後の実践での検証課題となる。

参考文献

(1) 長澤直子：“PC 実習室環境と個人の PC 環境との間にある差異—来るべき BYOD 環境へ向けて—”，2022PC カンファレンス論文集（2022）.

(2) 長澤直子：“BYOD 環境での PC 授業における問題点の整理”，2023PC カンファレンス論文集（2023）.

(3) 開沼太郎：“コロナ禍に伴う GIGA スクール構想の加速化にみる ICT 教育政策の課題”，教育行財政研究，48 巻，pp.1-11（2021）.

(4) 安谷元伸：“GIGA スクール構想下におけるタブレット端末の学習利用の有用性に関する一考察”，四条畷学園短期大学紀要，54 巻，pp.75-80（2021）.

(5) Microsoft GIGA スクールパッケージ：“関連資料” https://www.microsoft.com/ja-jp/biz/education/gigaschool-materials（2024.6.28 アクセス）

(6) Google for Education：“Google for Education GIGA School” https://giga.withgoogle.com/（2024.6.28 アクセス）

(7) Apple：“GIGA スクール構想を Apple と - 教師” https://www.apple.com/jp/education/giga/（2024.6.28 アクセス）

高等学校（情報）教員資格認定試験の考察

木崎悟*1
Email: s2477198@s.do-johodai.ac.jp

*1：北海道情報大学通信教育部教職課程

◎Key Words　高等学校（情報）教員資格認定試験，教職課程，社会人

1. はじめに

文部科学省は、大学等で教職課程を取らなかった者にも教員への道を開くことを目的として実施している「教員資格認定試験」において，2004 年度以降休止していた高等学校（情報）教員資格認定試験を 2024 年度より再開した。本試験を受けることができる者は，平成 14 年 4 月 1 日までに出生し，高等学校を卒業した者，その他大学(短期大学及び文部科学大臣の指定する教員養成機関を含む)に入学する資格を有する者で，別に文部科学大臣が定める資格を有するものとしている。筆者は、教員免許取得しておらず，本試験において取得を目指している。本稿では，社会人に門戸を開いた高等学校（情報）教員資格認定試験について考察する。

2. 教員資格認定試験

2.1 教員資格認定試験の概要

教員資格認定試験は，文部科学省が実施する教員資格の認定試験である．合格者には，試験の種類に応じた教諭の普通免許状が授与される．教育職員免許法第 16 条に定めがあり，授与申請も同条の規定に沿って各都道府県に行う形となる．2004 年度（平成 16 年度）以降の高等学校教員についての認定試験は，文部科学省により当分行わないとされていたが，2024 年度から高等学校（情報）に限り再開された．各年度の合格率は，6.8%～23.2%と開きがあるが難関資格と言っていい難易度であった．

表 1 各年度の合格率（出典：文部科学省）

年度	受験者	合格者	合格率
平成 11 年度	685 人	159 人	23.2%
平成 12 年度	1,699 人	126 人	7.4%
平成 13 年度	2,290 人	261 人	11.4%
平成 14 年度	1,963 人	268 人	13.7%
平成 15 年度	353 人	24 人	6.8%

2.2 2004 年度までの教員資格認定試験の概要

過去実施されていた教員資格認定試験の「情報」の受験資格は，大学（短期大学を除く）を卒業したもの，もしくは，学校教育法第 56 条の規定により大学に入学することができるもので，年齢が 22 歳以上のものとなっていた．そのため，国家資格等の要件はなく，22 歳以上であれば受験可能であった．

2.3 2004 年度までの教員資格認定試験

第 1 次試験では，一般教養科目：筆記試験（択一式 90 分）（国語，国文学（文学史），哲学，方角，経済学，政治学，数学，物理学，科学，生物学，地理学，日本史，世界史，英語）．教職に関する科目：筆記試験（択一式 90 分）（教育原理，教育心理学，教育行財政，教育経営学，教育関連法規，教育社会学，教育史，教育哲学，特別活動，生徒指導，教育相談，社会教育，生涯学習等）．情報に関する科目（Ⅰ）：筆記試験（択一式 90 分）（情報に関する一般事項（情報 A，情報 B，情報 C，情報産業と社会，除法と表現）及び指導法，情報に関する専門事項（情報産業と社会，情報実習，情報と表現，アルゴリズム，情報システムの開発，ネットワークシステム，モデル化とシミュレーション，コンピュータデザイン，図形と画像の処理，マルチメディア表現））の 3 科目から構成されていた。

第 2 次試験では，教科に関する科目（Ⅱ）：筆記試験（論述式，140 分），当該種目に関する専門的事項及び指導法に関する事項，教科に関する科目（Ⅲ）A：筆記試験（論述式，60 分），当該種目に関する専門的知事項・図形と画像の処理（図形の表現・画像のディジタル化），教科に関する科目（Ⅲ）B：筆記試験（記述式 60 分）当該種目に関する専門的事項・情報システムの開発（プログラミング設計・プログラミング）及び口述試験（高等学校教員として必要な能力等全般に関する事項）となっていた。

2.4 2024 年度の教員資格認定試験の概要

本試験を受験は，高等学校を卒業した者，その他大学（短期大学および文部科学大臣の指定する教員養成機関を含む）に入学する資格を有する者で，応用情報技術者試験，高度試験または情報処理安全確保支援士試験に合格した者となっている．旧制度のソフトウェア開発技術者や第一種情報処理技術者などを所持していても受験資格がないので注意されたい。筆者は，2014 年に応用情報技術者試験に合格しており，IPA から合格証明書を発行してもらい出願した。2004 年までの教員資格認定試験との違いは，応用情報技術者以上に合格していることが出願要件となっていることである。なお，現職の高等学校教諭を対象とした科目免除の制度もある。受験料は 25,000 円とやや高めである。

2.5 1 次試験の概要

第 1 次試験は，東京会場（東京流通センター）のみ開催となっていた。1 次試験は，2 科目から構成されていた。1 科目目はマークシート方式となって 20 題出題された。また，2 科目目は，論述式となっており，設問が 2 問出題された。以下に概要を記載する。

教科及び教職に関する科目（Ⅰ）：マークシート方式（70 分）

教育職員免許法施行規則第 5 条第 1 項表における「教育の基礎的理解に関する科目」及び「道徳、総合的な学習

の時間等の指導法及び生徒指導、教育相談等に関する科目」に関する専門的事項並びに高等学校の「情報」に関する事項
教科及び教職に関する科目（Ⅱ）：論述式（60 分）
教職への理解及び意欲、生徒理解、実践的指導力等、高等学校教員として必要な能力等の全般に関する事項
※教科及び教職に関する科目（Ⅱ）の免除規定
高等学校教諭の普通免許状を有した後、高等学校等における教員として良好な勤務成績で 3 年以上勤務した者（実労働時間の合計が 4,320 時間以上である場合に限る）
上記のように休止前と比較すると一般教養科目や情報技術に関する試験科目がなくなり，試験自体の難易度は下がっているものと考えられる。

2.6 2 次試験の概要

第 2 次試験は，第 1 次試験に合格した者に限り受験可能である。内容は，教職への理解及び意欲，高等学校（情報）教員として必要な実践的指導力に関する事項となっており，学習指導案作成，模擬授業，口頭試問（個別面接）等が予定されている。なお，日程については以下のようになっている。

第 1 次試験実施日：令和 6 年 6 月 16 日
1 次合格発表：令和 6 年 8 月 28 日
第 2 次試験実施日：令和 6 年 9 月 29 日
最終合格発表：令和 6 年 11 月 20 日

3. 教員資格認定試験の受験体験談

3.1 1 次試験

令和 6 年 6 月 16 日に 1 次試験が実施された。受験者数は 67 名であった。休止前の受験者数が多い時で 2,000 人ほどいたことを考えると非常に少ない人数となっていた。これは受験対象者が，応用情報技術者以上の資格合格者であったことや受験場所が東京のみ（休止前は 4 会場ほど開催）と限られたことなどが影響していると考えられる。なお，科目免除の受験者についてはほとんどいなかったように見えた。年代層は，40 代～50 代程度の受験者が多かったように思える。また，ほとんど男性であり，女性の受験者は非常に少なかった。

受験者が応用情報技術者以上の資格を有していることから情報に関する技術的な問題はほとんど出題されなかった。

3.2 1 次試験の出題傾向

まず，教科及び教職に関する科目（I）では，教育原理，教育心理学，教育行財政，教育経営学，教育関連法規，教育社会学，教育史，教育哲学，特別活動，生徒指導，教育相談，社会教育，生涯学習等の分野から幅広く出題があった。また，高等学校指導要領（平成 30 年告示）からの出題が 5 問あり，高等学校指導要領情報編からの出題が 3 問あり全体の割合的にも多く出題されていた。教科「情報Ⅰ」の範囲の問題が 2 問出題された。

次に，教科及び教職に関する科目（Ⅱ）については，論述式の問題が 2 題出題された。問題 1 は，ウェルビーイングの実現についての論述問題であった。問題 2 は，ヤングケアラーについての論述問題であった。それぞれ，300 文字以上，400 文字以内で具体的に論述する内容であった。

3.3 2 次試験

2 次試験は，第 1 次試験の合格者のみ受験可能である。また，試験会場は東京のみとなっている。時間割については，1 次試験の合否通知時に合格者に限り通知される予定である。2 次試験の内容は，学習指導案作成，模擬授業，口頭試問（個別面接）等となっている。母数が 67 名であったためこのうち何名が 1 次試験を合格しているか現時点ではわからないが，他校種の試験（小学校教員資格認定試験）の 1 次試験合格率は 30%～50%程度となっているため，その割合から考えると 30 名程度になると思う。

4. 本試験の対策方法

4.1 試験対策の方法

2004 年の休止以来，初めての開催になるため，過去問や参考書といった書籍はない。受験案内に関しても「指導助言（参考書，テキスト等含む）は行っておりません。」と記載があり，どのように学習したらよいか迷うところである。受験前の受験生の様子を見ると教職教養の対策書籍を読んでいる方が多い印象であった。しかしながら，実際の問題は高等学校指導要領（平成 30 年告示）及び，高等学校指導要領情報編から多く出題されており，指導要領の理解は必須であると考えられる。情報 I の範囲からも出題されているため教科に関する理解も必要である。余裕があれば，教育学全般に関する知識を付けておく必要もあると考えられる。論述式の問題では，教員としての資質を問われるような問題であったため，教員の仕事について具体的にイメージでき，生徒たちとどう関わるか試験前に考えておくような時間を作ることも必要だと感じられた。

4.2 通信制大学の教職課程を履修

筆者は，情報系の学部を卒業しているが，教職課程を履修していなかったため，何を学習すればいいのかがわからず通信制大学の教職課程の科目を科目履修し対策を行った。試験に不合格であった場合は，勉強した成果が残らないが，教職課程の単位を修得しておくことで不合格であってもその後，教員免許を取得できる可能性が残るためである。

5. おわりに

本稿では，2024 年度より再開した高等学校（情報）教員資格認定試験に関して，実際の体験談を踏まえて考察を行った。本試験は，広く一般社会に人材を求め，教員の確保を図るため，大学等における通常の教員養成のコースを歩んできたか否かを問わず，教員として必要な資質，能力を有すると認められた者に教員への道を開くことを目的としている。「GIGA スクール構想」の実現も背景としてあるかとは思うが，これからの情報教育に取り組もうとする社会人に門戸を開いたことは，我々，社会人で教員免許の取得を諦めていた人間にとっては希望となる試験の再開であった。

参考文献

(1) 独立行政法人教職員支援機構，令和 6 年度 高等学校（情報）教員資格認定試験 受験案内，https://www.nits.go.jp/shiken/2024/files/juken_johoAnnai_20240301_001.pdf

文系学生を対象とした高等学校情報科での知識習得の現状
－2024 年度の結果と傾向－

小河 智佳子*1
Email: chika-co@tf7.so-net.ne.jp

*1：広島修道大学経済科学部

◎Key Words 高等学校情報科，学習指導要領，検定教科書，文系学生，重要語句の理解度

1. 背景と目的

全国の大学で，データサイエンスやAIに関する科目の導入が進められている。「AI戦略2022」では，「文理を問わず，全ての大学・高専生が，課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得すること」(1)を具体目標のひとつに設定されている。筆者の所属大学においても，2024 年度に情報教育の科目改訂が行われ，これまでの情報機器の利活用力を修得する演習科目に加えて，データサイエンスやプログラミングの基礎を学ぶ科目を新規開講し，データサイエンスの基礎科目である「データサイエンス概論」も，全学部の1年生が履修必修することになった。一方で，高等学校の情報教育でも，2022 年度に科目改訂した必修科目「情報Ⅰ」にて，ビッグデータやプログラミング，シミュレーション等の項目が新たに追加されている。

このように，近年は，これまで行われてきた情報教育に加えて，データサイエンスやAIに関する内容が追加導入されている変革期である。大学では，2024 年度までは主に旧課程の「社会と情報」や「情報の科学」を履修した学生が入学してくるが，2025 年度以降は「情報Ⅰ」を履修した学生が入学するようになる。さらに，大学入試にも「情報Ⅰ」が導入される。これらのことから，これまでも学生の高等学校等の教育内容の理解度等の状況をふまえた学習内容を提供することを課題としてきたが，この数年は特に入学者の理解度に合わせて柔軟に授業内容を変えていくべき時期であると考えられる。

学生の高等学校での理解度を調査する先行研究として,相澤（2015）(2)が，「社会と情報」の検定教科書の各索引に記載されている語句を抽出した質問紙による調査を実施し，多くの学生が情報活用能力における基礎的な知識を身に付けられていない状況を報告している。

上記を参考にして，情報の科学的な理解に基づいた知識と重要語句の関連について，2019 年度から文系学生を対象とした理解度調査を実施した研究を継続的に行っている。「情報Ⅰ」に関する研究では，小河（2022）(3)にて，全教科書の記載内容の特徴を分析した。さらに，小河（2023）(4)にて，「社会と情報」と同様の方法を用いて教科書の索引から語句を抽出し，重要語句の整理分類を行った。

本発表では，小河（2023）(4)での重要語句の分類結果を用いた新たな理解度調査を，自身が授業を担当する2大学にて実施し，結果と傾向を報告する。先述したように，今回の調査対象である1年生は，旧課程の情報科目を学んできた学生であることから，「情報Ⅰ」にて新たに追加された統計処理（ビッグデータの解析）やプログラミング等の語句の理解度が低いことが想定されるが，大学教育で求められているデータサイエンス教育を行う参考等にしたいと考え，新科目での調査を実施することとした。

2. 調査対象

今回の調査は，S大学の1年生が履修可能な選択科目「情報基礎演習」と「情報応用演習」，および，B大学1年生の必修科目「コンピュータ演習Ⅰ」を履修している学生のうち，それぞれ再履修等による2年生以上を除いた1年生を対象とする。

S大学の2科目は，カリキュラム改訂に伴い今年度から開講した新科目である。「情報基礎演習」は，文書の編集や表計算，プレゼンテーションの基礎，情報モラルとセキュリティ等を学ぶ演習科目である。「情報応用演習」は，長文の編集や文書の校閲，関数やピボットテーブル等の機能を用いた文書作成やデータ処理を学ぶ科目である。「情報基礎演習」の単位を取得していない学生でも履修が可能であり，履修期間中に基礎と応用を選ぶ上での参考資料を提示することで，学生が自身の判断で履修登録ができるようにしている。また，B大学の「コンピュータ演習Ⅰ」は，S大学の「情報基礎演習」と同等の内容の科目である。

対象人数は，S大学では「情報基礎演習」（以下，S大学基礎）は85名，「情報応用演習」（以下，S大学応用）は36名の計121名，B大学の対象者は78名とし，合わせて199名である。

3. 調査方法

今回の調査は，各大学のLMS（Learning Management System）のアンケート機能を用いて実施する。S大学はMoodle，B大学はe-Campusを用いる。授業内容が本調査に影響しないよう，第1回目であるオリエンテーション回に実施する。

調査項目は，「社会と情報」での調査と同様に(1)自分専用のコンピュータの有無と利用状況，(2)高等学校等での情報科目の履修状況，(3)重要語句の理解度の3項目で構成する。

(1)では，自分専用のコンピュータの有無（タブレット端末は含むが，スマートフォン等の携帯電話は含まない）

を，「持っている」「家族で共有している」「持っていない」の三択で回答してもらう。さらに，自分専用のコンピュータを「持っている」または「家族で共有している」と回答した学生の利用状況を，「ほぼ毎日利用している」「たまに利用している」「ほとんど利用していない」の三択で回答してもらう。

(2)は，高等学校等で履修した情報科目の科目名を問う内容である。複数回答可とし，商業科や工業科等で共通教科情報科以外を履修した学生は「その他」を，科目名が不明な学生は「わからない」を選択する。

(3)では，小河（2023）[4]にて分類した「情報Ⅰ」の192の重要語句のうち，8種数以上の教科書（全12冊）で記載があった162の重要語句を用いた5件法での調査を実施する。それぞれの回答を，「大変よく理解している」を5点，「やや理解している」を4点，「どちらともいえない」を3点，「あまり理解していない」を2点，「全く理解していない」を1点として点数化し，平均点が高い語句（3.5点以上）と低い語句（1.5点未満）を算出する。さらに，これらの語句を，高等学校学習指導要領の「情報の科学的な理解」に関する項目等に照らし合わせて分類を行う。

4. 調査結果

4.1 有効回答数

有効回答数（有効回答率）は，S大学基礎では80（94.1%），S大学応用では31（86.1%）の計111（91.7%），B大学は75（96.2%）であり，全体で186（93.4%）であった。

4.2 自分専用のコンピュータの有無と利用状況

「自分専用のコンピュータを持っている」と回答した学生の割合は，S大学基礎では79名（98.8%），S大学応用では30名（96.8%），B大学では74名（98.7%）であった。また，「家族で共有している」と回答した学生は，S大学基礎とS大学応用でそれぞれ1名ずつ，「持っていない」と回答した学生は，B大学で1名であった。

さらに，「自分専用のコンピュータを持っている」または「家族で共有している」と回答した学生を対象としたコンピュータの利用状況の結果を表1に示す。「ほぼ毎日利用している」または「たまに利用している」と回答した学生は，いずれの集団も7割を超えていた。

表1 コンピュータを所持している学生の利用状況
（単位：人　＊括弧内の数字は集団毎の割合）

	S大学基礎	S大学応用	B大学
ほぼ毎日利用している	19 (23.8%)	8 (25.8%)	27 (36.5%)
たまに利用している	42 (52.5%)	14 (45.2%)	25 (33.8%)
ほとんど利用していない	19 (23.8%)	9 (29.0%)	22 (29.7%)
合計	80	31	74

4.3 高等学校等での情報科目の履修状況

表2は，高等学校等で履修した情報科目と人数である。本設問は複数回答可であるため，合計値はそれぞれの集団の有効回答数を上回る結果となった。S大学基礎とB大学では，6割以上の学生が自分の履修した科目を把握しており，その多くが「社会と情報」と回答しているが，S大学応用では5割弱の学生が「わからない」を選択した。

表2 高等学校で履修した情報科目（複数回答可）
（単位：人　＊括弧内の数字は集団毎の割合）

科目	S大学基礎	S大学応用	B大学
社会と情報	43 (53.8%)	11 (34.4%)	45 (59.2%)
情報の科学	2 (2.5%)	1 (3.1%)	2 (2.6%)
情報A	3 (3.8%)	3 (9.4%)	1 (1.3%)
情報B	1 (1.3%)	0 (0%)	0 (0%)
情報C	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
その他	3 (3.8%)	3 (9.4%)	4 (5.3%)
わからない	31 (38.8%)	14 (43.8%)	24 (31.6%)
合計	83	32	76

4.4 重要語句の理解度

集団毎の重要語句の回答数と割合を表3に示す。いずれの集団も，「大変よく理解している」または「やや理解している」と回答した割合を合わせると25%程度であり，「あまり理解していない」または「全く理解していない」と回答した割合を合わせると6割程度であったことから，全体的に理解度が低い傾向がみられる。

表3 重要語句の回答数と割合
（＊括弧内の数字は集団毎の割合）

	S大学基礎	S大学応用	B大学
大変よく理解している	1167 (9.0%)	459 (9.1%)	1172 (9.6%)
やや理解している	2211 (17.1%)	970 (19.3%)	2174 (17.9%)
どちらともいえない	1439 (11.1%)	613 (12.2%)	1239 (10.2%)
あまり理解していない	2722 (21.0%)	1195 (23.8%)	1875 (15.4%)
全く理解していない	5421 (41.8%)	1785 (35.5%)	5690 (46.8%)

表4 情報の科学的理解に基づいた知識の分類（大項目）における各項目と全体の平均点

	語句数	S大学基礎	S大学応用	B大学
①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法	46	1.98	2.08	1.98
②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響	12	3.11	3.05	2.96
③情報に関する法律・規則・マナー	22	2.73	2.73	2.62
④個人が果たす役割や責任等	18	2.38	2.59	2.36
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	64	2.22	2.41	2.23
全体	162	2.30	2.43	2.28

表4は，学習指導要領における情報の科学的な理解に基づいた知識の分類のうち，5つの大項目に該当する語句数と，それぞれの集団の平均点を算出した結果である。項目によって重要語句数が異なるが，いずれの集団も，「②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響」の平均点が高く，「①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法」の平均点が低い傾向がみられた。

さらに細かく傾向を分析するため，平均点が3.5以上の語句を理解度が高い語句，平均点が1.5点未満の語句を理解度が低い語句とし，それぞれを学習指導要領における情報の科学的な理解に基づいた知識の分類の18の小項目に照らし合わせた。集団毎の理解度が高い語句と低い語句の一覧を，表5と表6に示す。

理解度が高い語句は，「②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響」の「1）情報化の進展により発展した事項」と「④個人が果たす役割や責任等」の「2）情報管理とセキュリティ対策」が比較的多い。一方で，理解度が低い語句は，「①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法」の「2）統計処理（ビッグデータの解析を含む）」や「3）プログラミング」，「⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）」の各小項目に該当する語句に多い傾向がみられた。統計処理やプログラミングは，「情報Ⅰ」から導入された内容だが，基礎理論に関しては，新旧科目問わず取り扱いのある内容である。

表5 理解度が高い語句（平均3.5点以上）

大項目	小項目	語句		
		S大学基礎	S大学応用	B大学
①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法	1）問題の発見・解決の方法	プレゼンテーション	プレゼンテーション	プレゼンテーション
	2）統計処理（ビッグデータの解析を含む）	中央値（メジアン）		
	5）情報デザイン	ユニバーサルデザイン	ユニバーサルデザイン	
②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響	1）情報化の進展により発展した事項	SNS，電子マネー，コミュニケーション，電子メール	SNS，電子マネー，コミュニケーション	SNS，コミュニケーション，電子マネー
	2）情報化により発生した問題	信ぴょう性		信ぴょう性
③情報に関する法律・規則・マナー	1）個人情報の保護に関する法律	個人情報，個人情報保護法，肖像権	個人情報	個人情報
	2）知的財産に関する法律	著作権，引用	著作権，著作権法	著作権
	6）規則・マナー	メディアリテラシー		
④個人が果たす役割や責任等	2）情報管理とセキュリティ対策	パスワード，コンピュータウイルス，ユーザID	パスワード，コンピュータウイルス，ユーザID，不正アクセス	パスワード，コンピュータウイルス，ユーザID
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	2）情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む）	メディア	フォント	メディア
	3）ネットワーク，データ通信に関する基礎的事項等	Wi-Fi，インターネット，データ	Wi-Fi，インターネット，データ，URL	データ，インターネット，URL
	語句数	21	17	14

表 6 理解度が低い語句（平均 1.5 点未満）

大項目	小項目	語句		
		S 大学基礎	S 大学応用	B 大学
①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法	1) 問題の発見・解決の方法	KJ 法, PDCA サイクル		KJ 法
	2) 統計処理（ビッグデータの解析を含む）	名義尺度, クロス集計, リレーショナルデータベース, 順序尺度, 間隔尺度, 質的データ, 欠損値, テキストマイニング, 外れ値, 量的データ, 比例尺度	量的データ, 名義尺度, クロス集計, 順序尺度, 間隔尺度, 欠損値, 比例尺度	クロス集計, 間隔尺度, 名義尺度, 順序尺度, リレーショナルデータベース, 欠損値, 質的データ, 比例尺度
	3) プログラミング	順次構造, CSS, 演算子, アクティビティ図, 引数	演算子, アクティビティ図	順次構造, CSS, 演算子
②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響	1) 情報化の進展により発展した事項	IoT		IoT
③情報に関する法律・規則・マナー	1) 個人情報の保護に関する法律	パブリシティ権	パブリシティ権	
	2) 知的財産に関する法律	実用新案権		実用新案権
	3) サイバー犯罪に関する法律	ISP（プロバイダ）	ISP（プロバイダ）	ISP（プロバイダ）
④個人が果たす役割や責任等	1) 情報の発信, 受信に関する留意事項	平文		平文, 共通鍵暗号方式, 公開鍵暗号方式
	2) 情報管理とセキュリティ対策	可用性, マルウェア		可用性
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	1) コンピュータによる情報処理	API, 論理回路, ドロー系ソフトウェア	論理回路	論理回路, 補助記憶装置, ドロー系ソフトウェア
	2) 情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む）	ASCII, 可逆圧縮, 加法混色, JPEG, 非可逆圧縮, Unicode（ユニコード）	ASCII, 加法混色	ASCII, 加法混色
	3) ネットワーク, データ通信に関する基礎的事項等	IPv6, DNS, SMTP, IMAP, WAN, POP	DNS, POP	IPv6, DNS, SMTP, IMAP
	語句数	40	16	28

5. 考察と今後の課題

今回の調査では, S 大学と B 大学の 2 大学を対象とした。また, これまでの 1 大学 1 集団での調査とは異なり, S 大学では 1 年生の前期から基礎科目と応用科目を選択して履修できることから, 計 3 集団での調査を実施して語句の理解度の傾向分析を試みた。

重要語句の理解度については, これまでの調査結果同様に, 学習内容の範囲が広く重要語句数も多い情報及び情報技術に関する基礎理論等に関する語句の平均点が低いことから, 大学での情報教育でも引き続き, これらを補う授業内容を提供する必要があると考えられる。一方で, 当初想定していたように, 統計処理（ビッグデータの解析）やプログラミング等は, 高等学校での学習範囲ではなかったため, 調査結果も理解度が低い語句として算出された。

今後の課題は, データサイエンスに関する新しい学習内容に関しては, IoT といった情報化の進展により発展した事項に関する語句の理解度が低かった結果もふまえ, 学生が興味を持てるよう, 社会で起きている変化や身近なIoTについて取り入れた授業構成を考えていくこと, さらに, 演習科目でも統計の考え方やExcel の関数を取り入れて, 学生の理解度と共に情報機器の利活用力も向上させること, 引き続き, 学生の理解度に沿った学びを提供することである。

主な参考文献・URL

(1) 内閣府：「AI 戦略 2022」, https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2022_honbun.pdf（アクセス日：2024 年 6 月 30 日）

(2) 相澤崇：“高等学校「情報」における知識の習得状況－初年次の大学生に対する重要語句の理解度調査から－”, 日本教育情報学会年会論文集, 第 31 回, pp.306-307, (2015).

(3) 小河智佳子：“高等学校情報科の文部科学省検定済教科書「情報 I」における記載内容の特徴”, 広島修道大学, 経済科学研究, 第 26 巻, 第 1 号, pp.9-22, (2022).

(4) 小河智佳子：“高等学校情報科の検定済教科書「情報 I」における重要語句の整理分類”, コンピュータ利用教育学会, 2023PC カンファレンス論文集, pp.163-166, (2023).

弱い外発的動機づけを導入した授業における文系大学生のタイピング能力の変化

姉川 正紀・八木 優佳
Email: masanori@anegawa.com

中村学園大学 流通科学部 流通科学科

◎Key Words　　タイピング，プログラミング，情報リテラシー

1. はじめに

コロナ禍も終息し，2022 年度からは著者達が勤務する大学でも，ほとんどの授業が対面形式授業となった。コロナ禍中は，オンライン形式やオンデマンド形式授業を余儀なくされ，自宅でコンピュータを使う機会が増えた（課題のレポート提出等）と推測された。過去に著者達が 2020 年度（コロナ禍中）に，学生のタイピング能力を調査した結果，2019 年度（コロナ禍前）の平均スコア 91.0 に比べ，2020 年度（コロナ禍中）の平均スコア 99.6 と若干の向上（t 検定の結果は，$p = 0.000148$）が見られた [1]。

また，2020 年度（コロナ禍中）には，プログラミング関係の授業ではなく，「日商 PC」の資格取得に関して，全 15 回を全て対面形式の授業でおこなった。当初は，タイピングの機会が減る為，タイピング能力も低下すると推測していた。しかし，プログラミング関係の授業を実施した 2019 年度（コロナ禍前）と比べて，上述した通り若干のスコアの向上が見られた。この結果から、プログラミング関係の授業におけるコード入力程度では，タイピング能力の向上は期待出来ない事が判明した。

また，カリキュラム変更やコロナ禍の影響もあり，2018～2021 年度の間は授業内容を毎年の様に変化させなければならなかった。その為，上述した 2019 年度と 2020 年度のタイピング能力の比較において，有意差はあるが明確な原因が分からない状態である。そこで，2022 年度以降のプログラミング関係の授業では，授業内容をほぼ同一としながら，表 1 に関する 2 項目のみを表 2 の様に変化させ，タイピング能力の変化とその要因を調査している。今回は，2022 年度と 2023 年度の結果に関して報告する。

表 1 2022～2023 年度の授業における変化項目

変化項目	a	b	c
動機づけ	強い外発的動機づけ	弱い外発的動機づけ	内発的動機づけ
タイピング練習	毎回目標を設定	毎回目標を設定しない	練習をしない

※「動機づけ」の詳細に関しては，「2.2 動機づけの有無とその概要」を参照。「タイピング練習」の詳細に関しては，「2.3 目標スコアとタイピング能力の記録」を参照。

表 2 2022～2023 年度の授業における項目の変化

年度	動機づけ	タイピング練習
2022	a. 強い外発的動機づけ	a. 毎回目標を設定
2023	b. 弱い外発的動機づけ	a. 毎回目標を設定
2024	b. 弱い外発的動機づけ	c. 練習をしない

※2024 年度に関しては，現時点で予定であり，今後調査を実施予定。

なお，本論文では，過去のデータとの比較をおこなう都合上，過去に公開した文章やデータ等 [1] ~ [5] の再掲載（再利用）をおこなう場合もある。

2. タイピング能力の調査概要

2.1 タイピング能力の確認方法

タイピング能力の確認方法としては，ホームページ上でタイピング能力の確認が可能な，「e-typing」(https://www.e-typing.ne.jp/)のサイトを 2018 年度から利用している。著者達の授業では，プログラミング関係の授業である事や一部の学生が留学生である為，「e-typing」の英文のタイピング能力を主な調査対象としている。

2.2 動機づけの有無とその概要

本学会の過去の報告 [1], [2], [4] と重複（同じ文章の再掲載等）する部分も多いが，2018 年度から 2023 年度のタイピングの動機づけについて概要を説明する（表 3 参照）。2018 年度は，一定のスコア以上で加点し，一定のスコア未満の場合，単位が取得できない（不合格）という，「強い外発的動機づけ」を導入した。これに対し，2019・2020 年度は，一定のスコア以上の場合加点するのみとし，減点や単位の取得ができない（不合格）等のペナルティは実施しない，「弱い外発的動機づけ」を導入した。また，2021 年度は，タイピング能力の必要性や練習を推奨するだけで，加点や減点等は一切おこなわない，「内発的動機づけ」を導入した。

2022 年度は，「強い外発的動機づけ」を導入した。2018 年度と違い 2022 年度は，授業の終盤 10 分程度を利用して、毎回指定したレベルを超えない限り授業終了迄帰れない，タイピングの練習（記録）を導入した。

2023 年度は，「弱い外発的動機づけ」を導入した。しかし，それ以外は 2022 年度と同様に，授業の終盤 10 分程度を利用して、毎回指定したレベルを超えない限り授業終了迄帰れない，タイピングの練習（記録）を導入した。

但し，本論文で使用している「弱い外発的動機づけ」や「強い外発的動機づけ」という表現は，本論文特有の表現であり，「外発的動機づけ」の強弱を表現する為に，今回の様な用語を用いている。

表 3 2018～2023 年度のタイピング実施方法

年度	動機づけの方法	授業中の練習
2018	強い外発的動機づけ	練習しない
2019	弱い外発的動機づけ	練習しない
2020	弱い外発的動機づけ	練習しない
2021	内発的動機づけ	練習しない
2022	強い外発的動機づけ	練習する
2023	弱い外発的動機づけ	練習する

2.3　目標スコアの設定とタイピング能力の記録

2022・2023 年度の授業では，授業の終盤 10 分程度（授業の進捗によって，この時間は毎回増減する為，この時間はあくまでも平均的な時間）を利用して，毎回の授業でタイピング練習とその能力の記録をおこなわせた。定期的（2022 年度は全 5 回，2023 年度は全 4 回）に，授業補助者が正確なスコアの記録をおこなったが，原則として毎回のスコア記録は，学生自身におこなわせた。

また，図 1 に示す様に，徐々に目標とするタイピングのスコアを向上（初回は 50 から開始し，10 回目の授業迄は授業毎に+10 程度にし，最終的に 145 とした）させていった。この授業終盤 10 分程度に目標とするスコアをクリアした学生は，退室可（早く授業が終わって帰れる）とした。これにより，タイピングを練習する事に対してインセンティブ（動機）を与える事とした。但し，目標とするスコアに達しない学生は，目標のスコアに達するか，授業時間終了まで何回もタイピングの練習を繰り返す事となる。

3.　タイピング能力の調査結果

3.1　タイピング能力の結果概要

表 4 に 2018～2023 年度のタイピング能力の結果概要を示す。参考までに，2020 年度の「弱い外発的動機づけ」と 2021 年度の「内発的動機づけ」では，平均スコアが 99.6 と 96.7 と若干の差があるものの，t 検定の結果では $p = 0.18$ と有意差はなかった。この結果から，著者達が勤務している大学の学部・学科の学生においては，「弱い外発的動機づけ」（一定以上のタイピング能力で加点はするが，どんなにタイピング能力が低くても減点や不合格にはならない）の効果がほとんど無い事が判明した。

2018 年度と 2022 年度は，授業内容もほぼ同一で，ある一定スコア未満の場合，単位が取得できない（不合格）という「強い外発的動機づけ」を導入した。また，2022 年度は，前述した通り授業中にタイピングの練習（記録）をおこなう等の授業改善をおこなった結果，全くタイピングの練習をおこなわなかった 2018 年度に比べて，約 7%のタイピング能力の向上が見られた。しかし，授業時間の約 10 分をタイピングの練習に用いても，約 7%しかタイピング能力が向上しなかった事を考えると，その効果（授業の進捗の遅れや不合格者の増加・授業アンケートへの悪影響等）に疑問が残る結果となった（t 検定の結果は，$p = 0.0000267$）。

2023 年度は，授業内容は 2022 年度とほぼ同一で，ある一定スコア未満の場合でも単位が取得出来る（加点のみ）という「弱い外発的動機づけ」を導入した。その結果，表 4 に示す通り，2022 年度に比べて約 17%タイピング能力が低下した（t 検定の結果は，$p = 1.29 \times 10^{-23}$）。この結果からも、過去の調査結果と同じ様に、「強い外発的動機づけ」（一定以上のタイピング能力で加点し，一定のタイピング能力を獲得しないと不合格となる）が最も効果的がある事を再確認した。

しかし，過去の本学会 [4]での報告でも述べた通り，「不合格者が多く発生する事や，授業アンケートが悪化する（著者達が勤務している大学では，授業アンケートの結果が人事評価に利用されている［詳細は非公開］）」等の問題がある。したがって，効果は高い事が判明しているが，「強い外発的動機づけ」の導入は，今後は困難であると考えている。

表 4 2018～2023 年度のタイピングスコア概要

実施年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023
データ数(n)	262	281	249	253	261	250
最高スコア	302	195	203	177	239	223
最低スコア	69	45	42	43	38	55
平均スコア	138.3	91.0	99.6	96.7	148.6	123.5
中央値スコア	132	87	96	96	149	122
標準偏差	32.9	26.7	24.4	24.3	25.5	29.6
2022 年と比較	93.1	61.2	67.0	65.1	100.0	83.1

※「2022 年と比較」という項目は，2022 年度の平均スコアを 100 とした場合の比較である。また，一部のデータが過去に発表したデータと違う理由は，過去のデータを精査し修正・訂正をおこなった為である。

3.2　最終的な目標スコアの設定と平均スコアの推移

2022・2023 年度は，シラバスや授業では具体的な加点のスコアを明示せずに，100～150 の範囲とだけ通知し，最終的な目標スコアは，10 回目前後の授業で通知する事とした。この理由は，2018 年度は当初から 100 以上で加点（≒合格）と通知した事で，学生のタイピング能力の伸び代を制約（加点スコアに達すると，それ以上練習しない等）している可能性があった為である。

その結果，図 1 に示す通り（表 4 の平均スコアは，最終的なスコアなので図 1 と異なる），当初は容易に目標スコアをクリアする学生が多かったが，徐々に目標スコアが上昇すると目標スコアをクリア出来ない学生が多くなった。また，図 1 からも分かる様に，2022 年度は授業回数が 9 回目付近で，2023 年度は授業回数が 7 回目付近で，目標スコアと平均スコアがほぼ一致した。そこで，10 回目の授業では，今後の学生のタイピング能力の向上も考慮に入れて，最終的な目標スコアを 140 と通知した（2022 年度も 2023 年度も同じ値）。

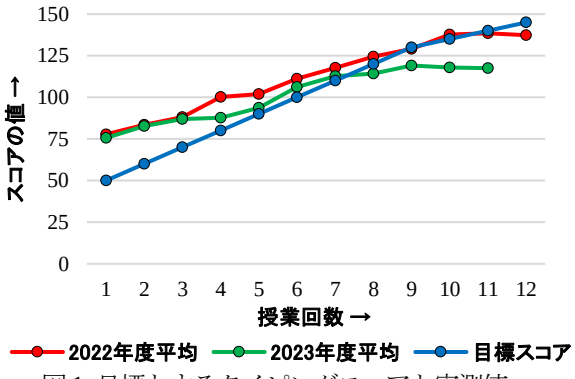


図 1 目標とするタイピングスコアと実測値

※2023 年度は，授業の関係上 12 回目の測定が出来なかった。

3.3　最終的な学生のタイピングスコアの分布

授業内容の関係で，2022 年度は 13 回目の授業で，2023 年度は 14 回目の授業で，最終的な公式のタイピングスコアの調査及び記録をおこなった。この結果がほとんどの学生にとって，最高スコアとなっている。その結果のヒストグラムを図 2 に示す。

140 スコア未満の場合，不合格となる「強い外発的動機づけ」を導入した 2022 年度は，150～160 の階級に最も多くの分布が見られる。この事から，学生はある程度余裕を持って目標スコアをクリアする様に練習したと考えられる。この事から，10 回目の授業で通知した最終的な目標スコアを 140 より上げれば，より高いスコアとなった可

能性も否定出来ない。

しかし，どんなにスコアが低くても不合格とならず，140 スコア以上の場合加点のみとした「弱い外発的動機づけ」を導入した 2023 年度は，120 の階級に最も多くの分布が見られた。このスコアは，加点には達していないが，「内発的動機づけ」や「弱い外発的動機づけ」を導入し，授業時間中にタイピングの練習をしなかった，2019～2021 年度のスコアに比べると，その 3 年間の平均スコアである 95.8 より約 25%高い値であり，この事からもタイピングの練習の効果が見られる。但し，2018 年度の問題と同様に，授業中にタイピングの練習をする事から，授業の進捗が遅れる等の悪影響もある。

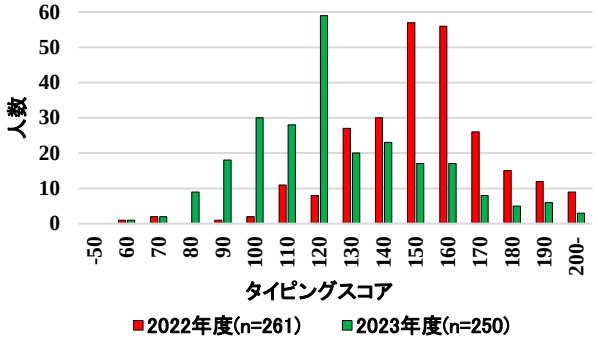


図 2 2022 年度と 2023 年度のタイピングスコアの分布

4. 時間経過に伴うタイピング能力低下の調査

4.1 時間経過に伴うタイピング能力低下の概要

2022・2023 年度は，約半年後に同一の学生において，タイピング能力の追跡調査を実施している。その結果を表 5 に示す。

2022 年度（2022 年 12 月と 2023 年 6 月に調査）は，約半年後には平均スコアが 148.6 から 144.3 へ約 97.1%と低下しており，t 検定の結果は，$p = 0.0348$ となった。この結果から，約半年後ではタイピング能力の低下が見られるものの，ある程度無視出来るレベルと考えている。

2023 年度（2023 年 12 月と 2024 年 5 月に調査）は，約 5 ヶ月後には平均スコアが 123.5 から 119.4 へ約 96.7 と低下しているが，t 検定の結果は，$p=0.133$ と有意差がなかった。この結果から，約 5 ヶ月後ではタイピング能力の低下が見られなかった。この原因として，2022 年度の調査に比べると，2023 年度の調査が約 1 ヶ月早かった事（2023 年 6 月→2024 年 5 月）や，2023 年度の当初のタイピング能力が 2022 年度に比べて低かった等の原因が推測される。しかし，いずれにしても低下率にほとんど差は無く，このレベルのタイピング能力では，誤差の範囲の可能性もあり，今後継続して調査をおこなう予定である。

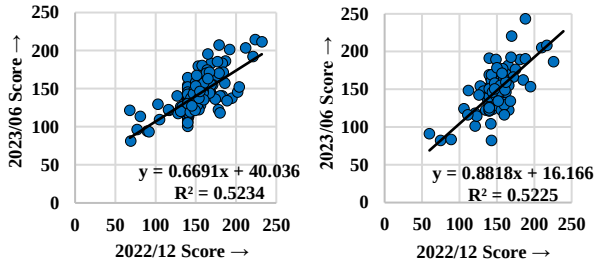
表 5 約半年後のタイピング能力の変化

実施年・月	2022/12	2023/06	2023/12	2024/05
データ数(n)	261	240	250	236
最高スコア	239	285	223	233
最低スコア	38	81	55	56
平均スコア	148.6	144.3	123.5	119.4
中央値スコア	149	142	122	115
標準偏差	25.5	27.5	29.6	30.4
2022 年と比較	100.0	97.1	83.1	80.3

※「2022 年と比較」という項目は，2022 年 12 月の平均スコアを 100 とした場合の比較である。

4.2 時間経過に伴うタイピング能力低下の詳細

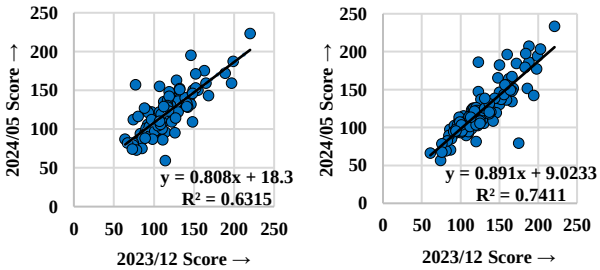
「強い外発的動機づけ」を導入した 2022 年度の同一学生における，約半年後のタイピング能力の変化を，図 3 の散布図に示す。練習していない（=1 ヶ月に 1 回未満の練習）群（図 3(a)参照）の t 検定の結果は，$p = 0.0012$ となった。練習した（=1 ヶ月に 1 回以上の練習）群（図 3(b)参照）の t 検定の結果は，$p = 0.677$ となった。また，図 3(a), (b) の近似直線の傾きからも，練習しなかった群は，練習した群に比べてタイピング能力の低下が大きく，練習の有無による差が見られた。これは，せっかく授業中に習得したある程度高いタイピング能力も，その後練習しなければ低下するという当然の結果と言える。



(a) 練習なかった群 (n=134)　(b) 練習した群 (n=103)

図 3 2022 年度のタイピングスコアの分布

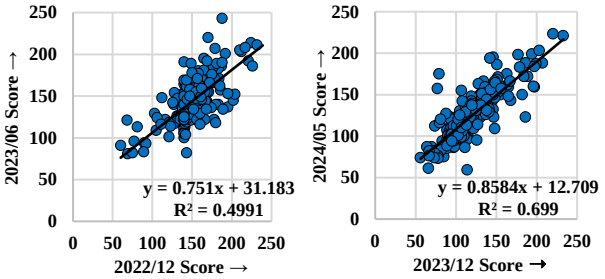
「弱い外発的動機づけ」を導入した 2023 年度の同一学生における，約半年後のタイピング能力の変化を，図 4 の散布図に示す。練習しなかった群（図 4(a)参照）の t 検定の結果，$p = 0.17$ となった。練習した群の t 検定の結果，$p = 0.246$ となった。また，図 4(a), (b) の近似直線の傾きからも，練習の有無による差はほとんど見られなかった。この原因としては，ベースとなるタイピング能力（2022 年度の平均=148.6 に対して，2023 年度の平均=123.5）が低い事等が推測される。



(a) 練習なかった群 (n=119)　(b) 練習した群 (n=117)

図 4 2023 年度のタイピングスコアの分布

2022・2023 年度の同一学生（練習しなかった群と練習した群の全て）における，約半年後のタイピング能力の変化を，図 5 の散布図に示す。2022 年度の t 検定の結果，$p = 0.00837$ となった。2023 年度の t 検定の結果，$p = 0.078$ となった。また，図 5(a), (b) の近似直線の傾きからも，2022 年度は 2023 年度に比べて，タイピング能力の低下が大きい事が分かる。この原因としては，図 3 の 2022 年度と同様に，ある程度高いタイピング能力を維持する為には，定期的なタイピングの練習が必要である事が分かる。



(a) 2022 年度の変化 (n=237)　(b) 2023 年度の変化 (n=236)

図 5 2022 年度と 2023 年度のタイピングスコアの分布

4.3　約 1 年半後のタイピング能力の調査結果（参考）

今回は，データ数(n=17) が少なくデータの信頼性に問題はあるが，3 年生に対して約 1 年半後のタイピング能力の追跡調査をした結果を表 6 に参考資料として掲載する。調査対象の 3 年生は，著者が担当しているプログラミング関係の授業と，2 年前学期の必須科目である入門教育の単位が取得出来なかった（不合格や失格）再履修生のいずれか，もしくはその両方を履修している学生である。

表 6 に示す通り，2022 年度の学生は「強い外発的動機づけ」を実施した学年であるが，約 1 年半後は「弱い外発的動機づけ」を実施した学年と同等の平均スコアになっている事が分かる。この主な原因としては，約 1 年半後という時間経過が考えられる。しかし，再履修生が多い事等，その他の要因の可能性も否定出来ないと考えている。

表 6 約 1 年半年後のタイピング能力の変化

実施年・月	2022/12	2024/05, 06
データ数(n)	17	17
最高スコア	232	191
最低スコア	60	71
平均スコア	142.6	121.2
中央値スコア	140	120
標準偏差	33.4	29.1
2022 年と比較	100.0	85.0

※「2022 年と比較」という項目は，2022 年 12 月の平均スコアを 100 とした場合の比較である。

5.　まとめ

著者達は，ほぼ同一の授業内容において，タイピングに関して，その動機づけや練習方法の違いによるタイピング能力の変化を調査している。また，約半年後の同一の学生のタイピング能力の低下の度合いを継続して調査している。

この結果，2022 年度に導入した「強い外発的動機づけ」が最も効果的である事が判明した。上述した通り，問題点が多く今後の導入は困難と考えられる。そこで，残された改善策としては，タイピングの練習方法がある。上述した通り，2023 年度は 2019～2021 年度に比べると，約 25%タイピング能力が向上する効果が見られた。しかし，2019～2021 年度は授業内容が異なる為，厳密な比較は困難である。

また，約半年後のタイピング能力に関しては，若干の低下が見られた。また，2022 年度と 2023 年度の結果から，ある程度の高いタイピング能力を維持する為には，定期的なタイピングが必要である可能性が示唆された。しかし，上述した通り当初のタイピング能力（授業中に測定した値）がそもそも低いレベルであり，他の原因が存在する可能性も否定出来ない。

6.　今後の課題

表 1 に示す通り，動機づけの種類としては 3 種類，タイピングの練習方法としても 3 種類を想定している。したがって，全ての組み合わせを調査する為には，3×3=9 通りの調査が必要となる。しかし，上述した通り「強い外発的動機づけ」の導入は，今後困難である。また，過去の調査結果から，「内発的動機づけ」と「弱い外発的動機づけ」の間に有意差はなかった。したがって，実質的に動機づけの種類は，「弱い外発的動機づけ」の 1 種類に統一しても問題は無いと考えている。

タイピングの練習方法に関しては，授業中に「目標を設定して練習する」・「目標を設定しないで練習する」と，「授業中に練習しない」の 3 種類を想定している。今回(2023 年度)は，「目標を設定して練習する」を報告した。著者達が勤務している大学では，将来的に 100 分授業の導入が検討されている。そこで，90 分授業の 2024 年度は「授業中に練習しない」を導入し，調査を実施する予定である。

その後，「目標を設定しないで練習する」調査を実施する予定である。この理由としては，過去の本学会 (4)での報告でも述べた通り，著者が非常勤講師をおこなっていた他大学において，「目標を設定しないで練習する」形式のタイピング練習を実施していた。この場合，タイピング能力の向上が，著者達が勤務している大学の学部・学科に比べて少なかった事を検証する為である。これらのタイピング練習の工夫により，より効果的な授業スタイルを確立したいと考えている。

7.　謝辞

今回，この論文の作成にあたり、2 年連続して約半年後の同一の学生に対するタイピング能力の調査をおこなった。今回本学・本学部の「スタディスキル III」という 2 年の前学期の必須科目において，同調査をおこなう機会を与えていただきました。

「スタディスキル III」をご担当の，本学・本学部の浅岡先生・福沢先生・河原先生・三上先生・坂本先生には、多くのご協力をいただき，ここに感謝の意を表します。加えて，授業中にタイピングのスコア記録等の頻繁且つ煩雑な作業に，積極的に参加していただいた，本学・本学部の井手先生や学生授業補助(Student Assistant)の方々にも感謝申し上げます。

参考文献

(1) 八木 優佳, 姉川 正紀：“コロナ禍におけるタイピング能力の調査”，2021PC カンファレンス, https://pcgakkai.univcoop.or.jp/pcc/2021/pdf/2021PCC 論文集.pdf, pp.148-151 (2021)

(2) 姉川 正紀 ：“文系大学生のタイピング能力とタイピングソフト間のスコア変換”，2022PC カンファレンス, https://conference.ciec.or.jp/pdf/2022pcc/2022PCC_ronbun.pdf, pp.75-78 (2022)

(3) 八木 優佳, 姉川 正紀 ：“流通科学部の学生におけるタイピング能力の継続調査(1)”，中村学園大学流通科学研究, Vol.22, No.1, pp39-46 (2022)

(4) 八木 優佳, 姉川 明子, 姉川 正紀 ：“強い外発的動機づけを導入した授業における、文系大学生のタイピング能力の変化”，2023PC カンファレンス, https://conference.ciec.or.jp/pdf/2023pcc/2023PCC_ronbun.pdf, pp.88-91 (2023)

(5) 八木 優佳, 姉川 正紀 ：“流通科学部の学生におけるタイピング能力の継続調査(2)”，中村学園大学流通科学研究, Vol.23, No.1, pp61-67 (2023)

ユビキタス分析環境が拓く「文系からの文理融合型人材育成」の可能性

天野　徹*1
Email: amano @meisei-u.ac.jp

*1：明星大学人文学部人間社会学科

©Key Words　量的社会調査実習，アジャイル型仮説検証，ユビキタス分析環境，数学が苦手な文系学生

1.　はじめに

IoT の進展やビッグデータの蓄積などにより、我々を取り巻く情報環境が激変する中、データサイエンティストの要請が社会的な課題となっている。やLLM の飛躍的な発展に代表される、情報処理の精度とスピードの向上により、文系型の DX 人材すなわち、文系的センスのもとにデータの分析・解釈やAI の活用ができる人材の育成が求められるようになった。そして Society5.0 は、「個人の問題関心・学習の進度に応じた教育」を容易にする、情報環境を提供しつつある。こうした状況下で、文理融合型人材の育成に向けた動きが進んでいる。ただし、文系学生の多くは高校在学中の段階ですでに、「数学に対する苦手意識」を持っていることから、大学における文理融合型人材の育成は大きな困難に直面しているものと思われる。

そして、標準化調査によって得られた数値データの分析を行う授業においては、多くの学生はさらなる困難に直面することになる。データの分析を行うには、分析に必要なソフトウェアがインストールされている大学構内の特定の施設に滞在しなければならならず、時間的・空間的に制約される。統計モデルによる検定作業を行うには、複雑な操作すなわち、表示されるメニューの中から的確な選択肢を間違いなく選んでいく必要があるが、表示される文言は文系学生が難解と感じるものが多い。分析を進める上で新しい変数の合成を行おうとすれば、新たな操作を覚える必要が発生する。このように、調査データの分析・評価・解釈とは全く関係のない要素が、文系学生のデータ分析作業の障壁だった。これもまた、文系型のデータサイエンティストの育成の、大きな阻害要因といえよう。

本稿では、このうちの後者、すなわちデータ分析環境に起因する人材育成上の困難を克服するために「ユビキタス分析環境」を提供する試みが、学生自身によるアジャイル型仮説検証に対する意欲を引き出し、文系型データサイエンティストすなわち、文系からの文理融合人材の育成について、どのような意味で貢献したかについて、考察することにしたい。なお、数学に苦手意識を持っている文系の学生たちが、統計モデルと検定理論を用いてデータの分析を行うにあたっては、文系学生に相応しい統計モデルおよび統計的帰謬法の理解と、検定理論を用いた仮説検証を行う上で必要な帰無仮説・対立仮説の言い回し、検定結果として導き出される p 値の評価についての適切な表現法の使用が不可欠である。小生の授業では、学生たちがこれらのことについて「自分の頭で納得して使う」ことができるようになるよう、文系の世界観に合わせた形で確率・統計の理論を再編集しての解説を行なっているが、本稿での言及は、必要最小限の紹介に止めたい。

2.　文系学生向けの確率・統計教育のリデザイン

2.1　教育コンテンツのリデザインについて

数学嫌いの学生が生まれる理由にはいくつかの理由があるが、社会調査データの分析を行う学生には、単にソフトウェアの使い方とアウトプットの評価法をテクニックとして学ぶのではなく、分析に用いる統計モデルに関係する理論を、最も初歩的なれベルから理解し、スキルとして活用できるようになってもらうことが望ましい．ただし、数学は「積み重ね」の学問であるから、従来の方法面に固執すれば、中学レベルの確率統計から学び直す必要がある．そして、中学高校での数学の授業が、文系学生の数学嫌いの大きな原因となっていることを考慮すれば、大学で数学嫌いを克服するためには、教育内容と方法を、数学嫌いの文系学生にむに再構築する必要がある。しかしながら、社会調査実習の講義には社会調査協会から要請された縛りがあり、数多い統計モデル全てについてそうしたことを行う時間を確保することは不可能であった。

そこで、小生の担当する授業では、学生に使用させる統計モデルを、ほぼ全ての変数について適用可能なカイ二乗検定と、クロス表の各セルにおける出現度数と期待度数の乖離の程度を評価するハバーマンの残差検定に限定し、この二つの統計モデルの理解に必要な確率統計理論を解説した上で、各統計モデルがどのような理論に基づいて作られているかを理解させるという方法をとった。[1)]

カイ二乗検定を理解するには、二項分布と乗法定理・加法定理及び、正規分布による二項分布の近似について学ぶ必要があり、当然のことながら正規分布を理解する必要がある．近似の妥当性を理解させるには、パスカルの三角形や二項定理を用いて視覚的に理解することが必要であり、カイ二乗分布を理解するには、Z 得点の二乗和の出現確率分布がセルの数によって変化する理由を理解することが必要だ．ただし、カイ二乗値の計算式はそもそもカイニ乗分布を導く数式と事なっており、自由度により数学的操作を行うことにより近似を行なっていることを、文系の学生に理解してもらうことは難しい。しかし残差検定の理論を用いれば、カイ二乗検定のモデルの理解は容易になる。残差検定は有意差が認められた場合のクロス集計表の分析に役立つことから、こうした解説方法は分析結果の解釈を行わせる上でも、大変有効であった。

但し、これは「調査データの分析技法を本質的に理解する」ことを目的とした、確率・統計の教育体系の再編に過ぎない。文系学生の数学嫌いの克服のためには、確率統計の理論の展開を、その背景となる社会思想と関連させながら解説する教育を行うべきで、テキスト・著書[2)]を作成して行なった教育実践では、高い効果が認められている。

2.2 ユビキタス・データ分析環境の提供について

昨今における学生の多様化は、社会学を学ぶ学生たちの問題関心の多様化と、自らの問題関心にそぐわない課題を課されれば簡単に授業放棄するという現象をもたらしている．一方で、VUCA ワールドの進展は、一般化された設問による調査と総花的な調査報告書が、ソリューションに繋がらないという事態を生み出している．このような事実をふまえれば、社会調査実習の授業は、学生が自らの問題関心に基づき、自由にテーマを設定し、自らの分析結果を深掘りするプロセスを支援する形に必要がある。そして、学生たちが自らテーマを決定し、アジャイル型の仮説検証作業を行い、特に重要と感じた事柄について自由に深堀りができるようにするためには、時間や空間そして費用の制約のない環境、つまり、いつでもどこでも、難解で面倒な操作を覚えることなく、使い慣れた機材で分析を繰り返せる環境が必要となる。

さらに、こうしたデータ分析環境は、「SPSS for Windows」のように、多層化されたメニューから難解な専門用語のラベルを次々と選んでいかなければ分析ができないようなものではなく、簡単な操作で気軽に仮説検証を繰り返せる類のものであることが望ましい。

なぜならば、 (1)文系学生にとって、数理モデルの検定に用いる様々な手法の全てについて、概念と名称に慣れることは困難であり、(2)大学の施設の特定の機材から限られた時間・限られた人数しか同時利用できないソフトに慣れることは不可能なことに加え、(3)GUI によって見た目には使いやすくなっているにも関わらず、SPSS など汎用分析ソフトのメニューには幾重もの階層があり、その中から分析目的に応じた機能を間違いなく選択していくには慣れが必要であること。そして、(4)新しい変数の作成が必要となれば、複雑な操作あるいは簡単なコードの作成が必要となり、それが「より深い分析」の障害となるからである。そして重要なことは、こうした阻害要因が、社会学理論および文系のセンスを活かした社会調査データの分析能力の習得という、講義の本来の目的とは全く関係がないということだ。

文系型データサイエンス人材とは、データサイエンスのモデルに合わせて社会現象を解釈する人材ではなく、文系的センスに基づき社会現象を理解するための多様な仮説を数多く生み出し、その検証のための道具としてデータサイエンスを活用できる人材であるはずだ。今後、AI の発達等によりデータ分析者自らがメニューを選択していくという行為自体が不要になっていく近未来を想定すれば,今現在の段階でこそ、こうした不毛なスキル習得をスキップして、量的データ分析能力を身につけた文系学生を育てるための活動が、広く行われるべきであろう。

幸いなことに、python についてはクロス集計用ライブラリ、カイ二乗検定を行うライブラリ、残差検定を行うライブラリが公開されていた。また、商用サービスを活用すれば、python で作成したプログラムを用いてデータ分析の講義専用の web サイトを構築できる状態であった。いつでもどこでも PC やスマホでデータ分析ができる環境が提供されれば、自由にアジャイルな仮説検証を行うことを通して、VUCA 時代に対応できる文系型データサイエンス人材へと育つ者が現れる。そうした仮定に基づき、一ヶ月の期間を費やして、web サイトの構築を行なった。

3. データ分析プロセスの支援について

3.1 データ分析サイトの機能および UI について

量的手法を用いて社会調査を行う場合、自由回答の設問を除けば、変数の種類は(a)離散変数と(b)連続変数の二つであり、測定の尺度は(a-1)名義尺度、(a-2)順位尺度、(b-1)間隔尺度、(b-2)比率尺度に分けることができる。データ分析の入門者が視覚的に最も理解しやすいのは、連続変数の間の関係を調べる数理モデルである回帰分析・相関分析であろう。統計的分析手法を解説した書籍には、X 軸とY 軸に二つの変数を割り振り(回帰分析の場合は独立変数と従属変数の区別をつけるが、相関分析の場合は両者の区別がない)、観測値を用いて描いた散布図と相関係数の値の組み合わせについて、いくつかのパターンを用いて関連の方向性と強弱の評価方法を示しているものが散見される。しかしながら、実際の社会調査データでは、離散変数を用いた分析を行う必要があるケースが少なくない。また、連続変数は離散変数に変換して分析を行うことも可能であり、その意味で離散変数を用いた分析モデルの方が適用範囲は広い。そして、単純クロス集計では、擬似相関などによって判断を誤る可能性があることから、ダブルクロス集計ができる環境が必要となる。

これらのことを考慮して、小生が担当する授業では(1)単純クロス集計とダブルクロス集計ができる、(2)出力されたクロス集計表一つ一つについてカイ二乗検定ができる、(3)クロス集計表の一つ一つのセルについて「行%の値」の出力ができる、(4)クロス集計表の一つ一つのセルについて、「残差検定の値」の出力ができる機能を備えた集計環境が必要となる。そこで、python を用い、公開されているライブラリを活用してプログラムを作成して、web サービスの形で学生に使用させることとした。

3.2 合成変数の作成に関わる学生サポートについて

ただし、こうして構築したプログラムは、連続変数を離散変数に変換する機能や、複数の変数の値を元に新たな変数を作成する機能を持ち合わせていない。したがって、調査によって得られたデータのうち、離散変数同士の関係についての仮説検定しか行えないという欠陥があった。

この授業の主題は、学生がいつでもどこでも簡単な操作で活用できるデータ分析環境を提供し、受講生一人一人がアジャイルな仮説検証を行えるようにすることで、文系的センスを活かせるデータサイエンティストを育成すること。合成変数の作成のために必要なアプリケーションの操作はそれを阻害する恐れがあるので、取り除かなければならない。幸い、データ分析環境を提供するために構築した web サーバーのディレクトリ構造やファイル形式については十分な情報が得られている。したがって、新しい変数の作成のためのアルゴリズムさえあれば、新変数の作成と分析データの換装は比較的容易であった。

授業では、受講生から新変数の合成の要望が出された際に、新変数を作成するためのアルゴリズムを提案させるが、変数の作成とデータファイルの換装は教員が行う形とした。新変数の作成のアルゴリズムはLMS 上に提出させ、授業時間中に新変数を作成・データを換装する。換装が終われば学生たちは即座に集計作業を行い、変数の効果を確認した。学生達は次第に、想定された結果が得られなければ、即座に代案を考えて提案するようになった。

4. ユビキタス・データ分析環境の教育効果

4.1 対象年度の授業内容の違いについて

本稿で検討の対象とした調査実習は、新型コロナの流行に伴うロックダウンの翌年、2021 年度に開講した講義で行われたものである。Python によるデータ分析環境の構築は、ロックダウンによる大学への入構制限及び遠隔講義の実施が開始された 2020 年度のことであったが、本報告での考察対象を 2021 年度の授業にしたのは次のような事情による。

まず、ロックダウン開始当初は遠隔講義の継続についての見通しがなく、本格的なデータ分析を行うことになる後期には対面講義への移行も考えられた。しかしながら、七月に入っても新型コロナの流行は続いており、大学側が対面講義の義務化を行わなかった。そのような状況の下で受講生に出校を強要すれば、通学過程および学内滞在中において受講生の罹患の可能性が増す危険がある。また、文系学生による SPSS for Windows の利用には、先に挙げたような障害があり、長時間にわたって罹患の危険を冒しながらそうした障害に立ち向かうことを強いれば、授業を放棄する学生が続出する可能性があった。Python によるユビキタス・データ分析環境の構築の当初の目的は、コロナに伴う遠隔授業という状況下で、対面授業時と遜色ない、あるいはそれ以上の教育効果を上げることであった。そして 2021 年度、ロックダウンがされた後においても、一定の条件のもとで遠隔授業の実施が容認された。これを機に、構築と運用の実績ができ、当初の想定以上の教育効果をあげた分析環境の使用を前提に授業計画を再構成し、授業の教育効果を評価できるようにした。以上が、本報告での考察対象を 2021 年度とした理由である。なおこの授業は、完全に遠隔で行なった。

さて、実習環境の効果を考察するには、二つの年度の教育効果を比較する必要があるが、ここではその十年前、SPSS for Windows を用いて講義を行っていた 2011 年度の講義を対照させることにしたい。

ここで、比較対象を 2019 年度ではなく 10 年前のものにした理由は主に、(1)明星大学人文学部人間社会学科では、社会調査実習の講義が輪番制となっており、2019 年度は小生の担当年ではなかったことに加え、(2)2011 年度から「自治体の住民を母集団に想定して標本抽出作業を行い、郵送調査で回収された調査票から作成したデータの分析を行う」方法を変更し、この年度は過去に収集したデータの二次分析にしたからである。その大きな理由は、受講生強いる負担を軽減し、データ分析作業と分析結果の解釈にあてる時間を拡充することにあった。また、(3)小生の担当年度の講義では、2011 年度を最後に調査報告書の作成を取りやめ、それぞれの学生が作成したレポートをワードファイルの形式で提出させる形に変更した。これは、自らの関心と異なるテーマを課された学生の意欲が低下し、授業を放棄することを防ぐためであった。

つまり、二つの年度の授業内容は(1))学生各自の関心に基づく研究テーマの設定および二次データの分析によるレポート作成という点では共通しているが、(2)統計分析に用いるデータ分析環境という点で異なっていることから、両者の教育効果を比較することによって、分析環境の違いがデータ分析能力の育成に及ぼす影響が、明らかになるものと想定されるのである。

4.2 研究テーマの変化について

まず、学生個人の研究テーマについて見ていくことにしたい。2011 年度の授業で分析対象としたデータは、2010 年 4 月 1 日時点で満 60 歳以上の羽村市民を対象としたもので、調査テーマは「郊外住宅地のライフスタイルと社会意識」であった。学生たちは参考文献の学習を通してそれぞれ個別のテーマを設定したが、前年度の構成が社会意識・社会関係・社会参加・まちづくり・階層意識・地位達成アスピレーションという網羅的なものであったのに対して、二次分析を始めた 2011 年度の構成は、社会意識・社会関係・結婚や性的役割分業、教育意識、情報環境の活用、政治意識と、一冊の報告書にまとめるのが困難なほど多様な内容となっている。これは、1.調査票の作成と印刷、2.標本抽出と調査票の発送及び回収、3.膨大な量の回答のチェックとエディティングおよびコーディング、4.大量のデータの打ち込みとクリーニングなどの時間的・肉体的・精神的に過度な負担がなくなれば、文系の学生であっても、自由なテーマ設定および仮説の設定と検証作業の繰り返しを行うようになることを示唆している。

2021 年の授業で分析対象としたデータは、2016 年度に明星大学の在学生を対象として行った情報行動についてのアンケート調査によって得られたものである。スマートフォンをはじめ、さまざまなモバイル機器を所持する学生が珍しくなくなり、それを前提とした多様なサービスが提供されるようになっていたから、情報行動や日常生活の情報化に関する意識についての質問項目は、多岐にわたった。また、東日本大震災の記憶が薄れる前であったので、災害時の情報行動に関する質問項目も少なくなかった。調査票には学生たちの日常生活および通学時間の過ごし方に関する質問項目と、学生向けに考案されたフェイスシートも掲載された。最終的に作成された調査票は、オーソドックスな質問質問に加えて、学生たちの関心に基づいた質問項目を多く取り入れたものとなった。

こうして得られたデータの二次分析は、1. 既存データに関連させながら自らのテーマに基づく仮説を再構成し検証を重ねる必要があり、2. 時代背景の異なる世代が置かれた背景についての情報を考慮しながら分析結果の解釈を行う必要があった。必要な深掘りを加えながら、学生各自が納得できる分析結果を得るには、アイデアをすぐに試せる環境と、多くの分析時間が必要であったが、時間と場所を問わず簡単な操作で活用できる分析環境は、いつでもどこでもアジャイルなデータ分析を可能とした。その結果、学生たちが提出したレポートのテーマは、通学時間の情報行動、集団参加と SNS 利用、日常生活での先端技術の活用意向という平時に関するものから、危機意識と SNS 活用、災害時の SNS の信頼度という非常時に関するものまで、非常にバラエティに富んだものとなった。

4.3 データ分析スタイルの変化について

新変数の作成作業を教員が代行したことにより、自らの仮説を検証するための新変数作成の要望が増えた。この過程で変数合成についての理解が深まり、様々な新変数が提案され、分析に利用された。また、簡単にダブルクロス集計を行える環境を提供したことにより、第三変数を用いて自らの分析をより精緻化させて、レベルの高いレポートを作成する学生も現れるようになった。

5. おわりに

VUCA ワールドの到来を受け、リベラルアーツを活用しアジャイル型の仮説検証ができる「文系型データサイエンティスト」が求められるようになっている。しかし、高校時点ですでに「数学への苦手意識」が浸透してしまった文系学生を、大学で文理融合人材に育てるのは難しい、とも言われる。小生は「文系学生に相応しい統計学教育のあり方」という視点から、「文系学生の世界観に基づく数理モデルの理解」のあり方を念頭に、統計学の教育コンテンツの再構築を行い、教育現場では大きな成果を挙げた[3]ものの、教育内容のデザインが社会調査士課程の科目としては認められなくなり、この試みは潰えてしまった。

ただし、時代は STEM ではなく STEAM、すなわち、客観的で数値化が可能なデータを数理モデルによって分析できる能力ではなく、リベラルアーツに基づいた発想および考察を合わせて意思決定できる能力。そして、量的調査の分析結果と質的調査の分析結果をより高いレベルで統合しながら考察できるセンスメイキング能力を持った人材を求めている。数学が苦手な文系学生であっても、教育の現場で様々な阻害要因を取り除けば、自由な発想で文系的なセンスを活かしながら研究テーマを設定し、既存の変数をもとに必要な新変数を作成して使用し、アジャイル的なデータ分析により検証するようになるのではないか。そしてそれは、「数学嫌いの文系学生」を「文系的センスを持ったデータサイエンティスト」へと変える上で、非常に有力な方法論になるはずだ。これが、2021 年度に小生が担当した授業の、大きなテーマだった。

標準化調査の実施に伴う様々な作業と、回収した調査票のチェックおよび電子データの作成などに伴う荷重な負担を取り除いてもなお、文系学生の前に立ちはだかる「統計パッケージを用いた仮説検証作業に必要な操作の習得」「新変数の合成のために必要となる操作の習得」「大学の施設を活用する上での時間的・空間的制約」という高い壁。小生が担当する授業では、ユビキタス・データ分析環境を提供してこれらの負担や制約を取り除けば、文系タイプの学生であっても、文系的センスを活かしたデータ分析に専念でき、より優れた能力を身につけることができるとの想定のもと、スマホでも活用できる分析環境を構築・提供したのであった。

こうした試みの効果は、先に見た通り、受講生の積極的な授業参加、新変数作成の提案、そして、提出されたレポートの質の向上という形となって現れた。また、これと同時に、中途で受講放棄をする学生の減少(データ分析期間における授業放棄は皆無)と、レポートの完成度の向上(誤字脱字および修辞法の両面において、大幅な修正が必要となるレポートは提出されなかった)が認められた。1.受講生各自が、先行研究に学びながら自由にテーマを設定できること。2.分析に必要な新変数について、自らの想定に基づき提案したものが、講義時間中に作成されすぐに検証できること。3.いつでもどこでも簡単な操作で仮説検証ができる環境を活用しながら納得できるまで分析できること。4.文系学生に相応しい数理モデルと検定理論の丁寧な解説に加え、5.こうした授業環境を提供したことことが、学生たちを試行錯誤を伴うデータの分析に熱中させるとともに、精神的・時間的余裕を持ってレポート作成ができる状況をつくりだしたものと考えることができよう。

小生の授業は、社会調査士課程の中の、統計学の基礎や量的社会調査の実習に関わるものにすぎず、こうした試みがどれだけ一般化できるかについては、様々な領域におけるケーススタディによって検証が必要と思われる。ただし、数学嫌いの文系学生から文系的センスを活かせるデータサイエンティストを育成する際に、

1.理系タイプの学生との世界観の違いを正しく理解した上で、文系学生に相応しい数学教育のあり方を(コンテンツ・教授法・評価方法を含めて)再構築すること
2.具体的なデータ分析の実習では、使用する分析手法について、文系学生でも理解できるように説明し、それに基づいたデータの分析ができるようにすること
3.実習授業では、受講生一人当たりの作業負担が過度にならないようにすること
4.統計パッケージ等の分析環境を、統計用語やプログラミングに疎い文系学生にとっても分かりやすく、使いやすいものにすること(UI の問題だけではない)
5.時間的・空間的制約を受けず、いつでもどこでもアジャイルな分析ができるような、分析環境を構築し提供すること
6.調査データの分析を行う授業方法を、先行研究に依拠した仮説設定と統計パッケージの出力の解釈という形ではなく、先行研究は参考にするものの、基本的に学生の自由な発想に基づく仮説設定とアジャイルな仮説検証作業を行わせ、教員がそれをサポートする形に転換すること

が有効なことが示唆されたことは、重要であろう。文系学生の多くが高校時代までに数学に対する苦手意識を抱いていたとしても、大学での教育方法次第で、文系的センスを活かしたデータ分析ができる人材に育てることが、決して不可能ではないことを意味しているからである。変えるべきは、教育コンテンツと教育環境および教育法であり、重要なのは、それらの適切な再構築なのである。

注

(1) この説明方法の根拠は、エヴェリット.B.S.(1980)にある.
(2) ハッキング(1999)に着想を得て始めた研究の成果は、天野徹(2002)にまとめ、これをもとに文系学生のための統計学教育を再編成した教科書を作成した(天野徹(2006))。
(3) 松尾由美・玉田和恵(2021)は、文系データサイエンティストを育てる上で、こうした方法が有効であるとしている。

参考文献

(1) 天野徹著：“統計学の想像力―覚束ない未来のために―”，ハーベスト社（2002）.
(2) 天野徹著：“社会統計学へのアプローチ―思想と方法―”，ミネルヴァ書房（2006）.
(3) イアン・ハッキング著(石原英樹・重田園江訳)：“偶然を飼い慣らす”，木鐸社（1999）.
(4) エヴェリット.B.S.著 (内山光哉監訳)：“質的データの解析―カイ二乗検定とその展開―”，新曜社（1980）.
(5) 符儒徳：“文系の学生向けデータサイエンス教育に関する―考察―モデルカリキュラムと認定プログラムに基づいて―”，開智国際大学紀要　第 23 号，pp.5-24（2024）.
(6) 松尾由美・玉田和恵：“私立・文系大学におけるデータサイエンス教育の課題”，江戸川大学紀要第 31 号，pp.249-255（2021）.

映像内テロップ字幕要約技術による教育応用

藤田恭平*1・坂知樹*2・鎌田洋*1
Email: c6301295@planet.kanazawa-it.ac.jp

*1：金沢工業大学工学研究科システム設計工学専攻
*2：東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科

©Key Words　映像字幕要約，テロップ，大規模言語モデル

1. はじめに

近年，オンライン教育が急速に普及しており，その中心的な要素として教育動画が活用されている。教育動画は従来の教室での授業を補完または代替し，多くの教育機関や企業で採用されている。Carmichael ら[1]によると，教育動画は情報量が多いが，視聴時間が長いため，人々は教育動画を見るのを避ける傾向がある。そのため，教育動画を要約する技術が求められている。

教育動画を要約する技術として字幕を要約する技術が挙げられる。字幕にはクローズドキャプション(以下，CC)とテロップ字幕がある。CC は，字幕の ON/OFF の切り替えができ，音声認識技術で自動生成した字幕と人手で作成した字幕の 2 つがある。一方，テロップ字幕は，字幕の ON/OFF の切り替えが不可能で，映像に常に表示され，人手で作成した字幕である。

従来から様々な手法が提案されてきたが，要約文の精度を改善するため，本研究は新たな要約アプローチとして，「映像内のテロップ字幕から要約文を生成する手法」を提案する。この手法は，CC から生成した要約文より高精度な要約文を生成できる。それに加え，動画にテロップ字幕が存在しない場合，画面に表示された CC からも要約できる。このため，テロップ字幕を含まない場合においても要約文を生成でき，要約対象の範囲が広い手法である。

2. 従来手法と問題点

教育動画を要約する手法として，従来から複数の手法が提案されてきた。

1 つ目は，音声認識技術を用いて自動生成した CC から要約文を生成する手法である。音声認識技術は，動画内の発話音声をすべて抽出するため，教育動画全体の情報を網羅できる。Vybhavi ら[2]は，YouTube 動画を対象に音声認識技術を用いて音声情報をテキスト化し，BERT[3]でテキスト要約を行った。これにより，YouTube に存在する教育動画の要約が可能となった。近年では，ChatGPT[4]を用いた映像要約ツールが開発された。Glasp[5]は「YouTube Summary with ChatGPT & Claude」というツールを公開した。このツールにおいても YouTube 動画を対象として音声認識技術で文字起こしを行っているが，テキスト要約に ChatGPT を用いることで高精度な要約を実現した。このツールによって，多くの学習者は教育動画を要約できるようになった。しかし，この手法の問題点は，要約文の品質が音声認識技術で生成された CC の品質に依存する点である。音声認識技術により文字起こしされた CC には誤字脱字が含まれることがあり，それが要約文に誤った情報として反映される可能性がある。教育動画の重要なキーワードが要約文に正確に含まれていない場合，学習者にとって有用ではない。

2 つ目は，人手で作成した CC から要約文を生成する手法である。音声認識技術を用いて自動生成した CC は，誤字脱字を含み，教育動画の重要なキーワードが誤って変換されて要約文に含まれる可能性がある。これに着目し，Alrumiah ら[6]は，教育動画を対象とし，人手で作成した CC からテキスト要約アルゴリズムを用いて要約文を生成した。これによって，誤ったキーワードの含まれていない要約文を作成できた。しかし，この手法の問題点は，要約対象の文章に無駄な情報が含まれる点である。人手で作成された CC は話者の会話内容をすべて抽出しており，正確な情報ではあるが，重要でない無駄な情報も多く含まれる。

3 つ目は，教育動画における画像情報の手書き文から要約する手法である。教育動画では，解説者がホワイトボードやブラックボードに教科書などの知識を書き込むことがある。Kenny ら[7]は，画像認識技術を用いて講義の手書き内容を抽出し，講義動画の要約を行った。この手法により，画像情報を基にした要約が可能となった。しかし，この手法の問題点は，動画全体の情報を網羅しないことである。講義の手書き文はホワイトボードやブラックボードに記述される内容のみで構成されているため，講義全体の情報を十分に反映しない可能性がある。この点より，講義の手書き文からの要約は適切でない。

3. 提案手法

従来手法で利用されていない要約対象として，テロップ字幕が挙げられる。テロップ字幕は，映像内に常に固定され，人手で作成された字幕であるため，音声認識技術で自動生成された CC よりも正確な情報が含まれている。したがって，テロップ字幕から要約することで，正確な情報を含む要約文の生成が期待できる。

また，テロップ字幕は視聴者に重要な情報を強調するために表示される。この字幕は動画全体の重要な情報のみを含むため，人手で作成された CC よりも精査された字幕である。したがって，テロップ字幕から要約文を生成する手法は，重要度の高い情報のみを抽出し，高品質な要約文の生成が期待できる。

さらに，テロップ字幕は，講義の手書き内容に比べて動画全体の情報を網羅している。そのため，手書き内容から要約するのではなく，テロップ字幕から要約文を生成すべきである。

以上のテロップ字幕の有用性より，本研究は「映像内テロップ字幕から要約文を生成する手法」を提案する。本研

表 1　アンケート調査に使用した 5 種類の評価尺度

項目	判断基準
文法性	誤字・文法的に正しくない
非冗長性	同じ情報が繰り返されていない
忠実度	視聴した動画と要約文を比較して、動画内容の重要部分を抽出していない
焦点	視聴した動画と要約文を比較して、動画と無関係な情報が含まれていない
自然さ	文章に違和感がない

究は，従来手法の要約文よりも，高精度な要約文を生成することを目的とする。提案手法の処理について図 1 に示す。提案手法は主に 3 段階の処理を行う。第一に，物体検出モデルを用いてテロップ領域を検出する。第二に，OCR（光学文字認識）モデルを用いて，テロップ文をテキスト化する。最後に，文章要約モデルを用いて抽出した文章を要約する。この手法により，映像内のテロップ字幕から高品質な要約文の生成が可能となる。

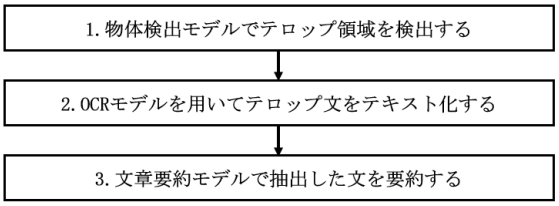


図 1 提案手法の処理内容

4.　試作システム

従来手法と提案手法の要約文の比較実験を行うため，提案手法を搭載した試作システムを開発した。試作システムの処理手順は 3 段階あり，以下の手順で行う。

1 ステップ目では，YOLOv8[8]を用いてテロップ画像を抽出する。YOLOv8 は，Ultralytics が公開した物体検出モデルである。試作システムには，Web 上で収集したテロップ画像を学習済みモデル yolov8l でファインチューニングしたモデルを使用する。動画ファイルから 1 秒に 1 回の頻度で，各フレームに対してテロップ領域を検出し，領域部分の画像抽出を行う。

2 ステップ目では，Google-Drive-OCR[9]を用いて文字起こしを行う。1 ステップ目で抽出したテロップ画像に対して文字認識を行い，テロップ文をテキスト化する。

3 ステップ目では，ChatGPT を用いて要約文を生成する。2 ステップ目で文字起こししたテロップ文を用いて ChatGPT で要約文の生成を行う。

5.　評価実験

本研究の評価実験では，音声認識技術で自動生成した CC の要約文と，提案手法で生成した要約文の品質を比較した。提案手法と比較する従来手法の要約文は，音声認識技術で自動生成した CC の要約文のみとした。テロップ字幕は人手で作成されているため，人手で作成した CC との比較は不要である。また，講義の手書き内容からの要約は動画全体を網羅しておらず，動画全体の情報が著しく少ないため，比較の必要はない。よって，評価実験では，「YouTube Summary with ChatGPT & Claude」で生成した要約文と，提案手法の要約文の品質を比較した。要約文には抽象型要約と抽出型要約の 2 種類があり，両方の評価を行うため，人間による評価と ROUGE[10]による評価を実施した。

人間による評価では，抽象型要約文の言語品質の評価を目的とした。抽象型要約は元の文章に含まれていない単語や表現を用いて生成される要約手法である。したがって，その自然さや文法の正確さを人間が判断する必要があるため，人間による評価を実施した。

一方，ROUGE による評価では，抽出型要約文の正確性の評価を目的としている。抽出型要約は元の文章から直接抽出される要約手法である。したがって，要約の正確性や適切さを定量的に評価するため，ROUGE による評価を実施した。ROUGE は，人間が作成した正解要約とシステムが生成した要約の類似性を測定する指標である。主な測定方法には，ROUGE-1，ROUGE-2，ROUGE-L がある。ROUGE-1 は単一単語の一致数，ROUGE-2 は二連続単語の一致数，ROUGE-L は最長共通部分列を評価する。ROUGE-1，ROUGE-2，および ROUGE-L は以下の計算式で算出する。

$$Precision = \frac{\text{共通部分の数}}{\text{システム生成要約の総単語数}} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{\text{共通部分の数}}{\text{正解要約の総単語数}} \quad (2)$$

$$F\text{-}measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (3)$$

共通部分の数は，システムが生成した要約文と正解要約文が共起した数である。ROUGE-1 は単一単語の一致数，ROUGE-2 は二連続単語の一致数，ROUGE-L は最長共通部分列を指す。

5.1　人間による評価

人間による評価の対象動画として，料理分野の教育動画[11]を 1 本使用した。この動画から従来手法と提案手法で抽象型要約文を生成し，その品質を比較した。評価には金沢工業大学の学部 1 年生から修士 2 年生までの学生を対象とし，Web 上で要約文の品質評価アンケートを実施した。調査では，最初に要約対象の動画を呈示した後，評価尺度を用いた調査を行った。評価尺度には DUC-2005[12]で提案された Quality Questions を修正して使用した。修正した評価尺度は，表 1 の通りであった。被験者には各要約文を呈示し，表 1 の 5 種類の評価指標に対して，1～5 の 5 段階(very-poor～very-good)で回答させた。そして，得られた回答データを基に，Wilcoxon の符号順位検定を実施し，提案手法の要約文が従来手法よりも高い品質を有

表 2　各尺度に対する各手法の平均値と標準偏差

手法	文法性		非冗長性		忠実度		焦点		自然さ	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
従来手法	4.10	1.09	4.45	0.59	2.25	1.37	2.60	1.53	3.50	1.12
提案手法	4.40	0.58	4.40	0.92	4.00	1.00	4.45	0.67	4.15	0.91

表 3　各尺度に対する Wilcoxon の符号順位検定の結果

項目	文法性	非冗長性	忠実度	焦点	自然さ
Z	-1.04	0.14	-3.36	-3.22	-1.94
P	0.15	0.55	3.86×10^{-4}**	6.41×10^{-4}**	0.03*

**p<0.01, *p<0.05

するのかを評価した。有意水準は片側検定で 5%未満とした。

5.2　ROUGE による評価

ROUGE による評価の対象動画として，教育動画データセット EDUVSUM[13]の動画を使用した。EDUVSUM は，98 本の動画とそれぞれの動画の字幕が含まれた教育動画データセットである。このデータセットの教育動画は，科学・工学の歴史，コンピュータサイエンス，Python と Web プログラミング，機械学習とコンピュータビジョン，IoT，ソフトウェアエンジニアリングを扱っている。評価対象の動画には，機械学習・コンピュータビジョン分野の約 7 分の動画と工学・科学の歴史に関する分野の約 10 分の動画の計 2 本を使用した。ROUGE による評価では，正解要約が必要である。EDUVSUM には 1～10 段階で各動画のセグメントごとに重要度をラベル付けした Annotation ファイルが存在する。この Annotation ファイルを参考に，重要度が 8～10 に該当する字幕を抽出し，正解要約を作成した。そして，2 本の動画から従来手法と提案手法の抽出型要約文を生成し，各手法の ROUGE スコアを比較した。

6.　評価実験の結果と考察

6.1　人間による評価結果と考察

1 本の動画から従来手法と提案手法を用いて，抽象型要約文を生成した。従来手法は 3209 字の文を抽出し，134 字の要約文を生成した。また，提案手法は 2947 字の文を抽出し，253 字の要約文を生成した。したがって，抽出した文に対して，従来手法は 96%削減し，提案手法は 91%削減した。

アンケートを収集した結果，20 名から回答を得られた。5 種類の各尺度に対して得られた各手法の回答データを箱ひげ図として図 2 に示す。また，5 種類の各尺度に対する各手法の平均値と標準偏差を表 2 に示す。文法性と非冗長性の尺度において，両手法ともに平均値が高かった。文法性は，従来手法よりも提案手法の方が 0.30 上回ったが，非冗長性は，提案手法よりも従来手法の方が 0.05 上回る結果となった。

次に，5 種類の各尺度に対する Wilcoxon の符号順位検定の結果を表 3 に示す。忠実度と焦点の尺度において，1%水準で有意な向上が見られた。それに加えて，自然さの尺度において，5%水準で有意な向上が見られた。テロップ字幕は，音声認識技術で自動生成された CC よりも，動画の重要な部分だけを含む文章から要約文を生成している。また，音声認識技術で自動生成した CC には誤字脱字が多く，正確な文章から要約文を生成することが困難であるのに対し，提案手法では誤字脱字のない正確な文章から要約文を生成することが可能である。以上の点より，忠実度・焦点・自然さで有意な向上が見られたと推察する。

一方，文法性と非冗長性の尺度において，有意差はみられなかった。この 2 つで有意差がなかったのは，従来手法と提案手法の両方が同じ要約アルゴリズムで要約しているのが原因と考える。

よって，提案手法は，忠実度，焦点，自然さの 3 点で有効性が示された。提案手法は，音声認識技術で自動生成した CC の要約文と比較して，動画の正確な情報と重要部分を含む違和感のない文章を生成可能だと示唆された。

しかし，人間による評価において，評価したのは 1 本の動画のみである。したがって，評価対象の動画の本数を増やし，様々な分野の教育動画に対して評価を行うことが今後の課題として挙げられる。

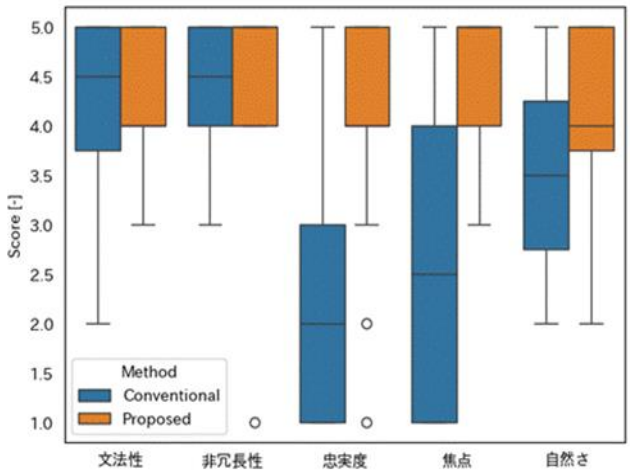


図 2 アンケートの集計結果の箱ひげ図

6.2　ROUGE による評価結果と考察

人間の手で作成した正解要約は 2 本の動画を平均して，4379 字であった。2 本の教育動画から従来手法と提案手法を用いて，抽出型要約文を生成した。2 本の動画を平均して，従来手法は 7761 字の文を抽出し，2287 字の要約文を生成した。また，2 本の動画を平均して，提案手法は 8386 字の文を抽出し，2400 字の要約文を生成した。したがって，両手法ともに抽出した文を 71%削減した。

ROUGE の結果を表 4 に示す。ROUGE-1 において，提案手法は従来手法よりも Recall と F-measure が上回った

表4　ROUGEによる評価結果

手法	ROUGE-1			ROUGE-2			ROUGE-L		
	Pricision	Recall	F-measure	Pricision	Recall	F-measure	Pricision	Recall	F-measure
従来手法	0.71	0.41	0.52	0.32	0.19	0.24	0.39	0.23	0.28
提案手法	0.70	0.45	0.55	0.33	0.21	0.26	0.41	0.26	0.32

ことが確認できる。また，ROUGE-2およびROUGE-Lにおいて，提案手法は従来手法よりも全ての指標で優れていた。以上より，ROUGE-1のPricisionを除いた全ての指標で，提案手法が従来手法を上回ったことが示された。これは，音声認識技術で生成した字幕を利用するのではなく，映像内の字幕を利用することで，正確な文章が抽出できたため，要約の精度が向上したことを示している。

よって，映像内のテロップ字幕から生成した要約文は，音声認識技術で自動生成したCCの要約文よりも有効的であることが示された。しかし，ROUGEによる評価では，評価対象の動画の本数が少なかったため，今後の研究では，さらに評価対象の動画の本数を増やして評価を行うことが必要である。

7. おわりに

本研究は教育動画から従来手法よりも高精度な要約文を生成することを目的とし，新たな教育動画の要約アプローチとして「映像内のテロップ字幕から要約文を生成する手法」を提案した。具体的には，テロップ検出モデルにYOLOv8，OCRモデルにGoogle-Drive-OCR，要約モデルにChatGPTを採用し，試作システムを開発した。提案手法は，テロップ字幕だけでなく，画面に表示されたCCからも要約文を生成できる。

提案手法によって高精度な要約文が生成できたのかを調査するため，従来手法との比較実験を行った。その結果，提案手法が従来の音声認識技術を用いた要約手法よりも高精度な要約文を生成できることが示された。

人間による評価において，提案手法は忠実度，焦点，自然さの点で有意に優れていることが確認された。これにより，テロップ字幕の活用が，誤字脱字のない正確な情報を提供し，学習者にとって有用な要約文を生成する上で効果的であることが示唆された。また，ROUGEによる評価でも，提案手法が従来手法を上回るスコアを記録し，映像内のテロップ字幕から抽出された情報がより正確であることが明らかとなった。

本研究では，人間による評価とROUGEによる評価において，評価対象の動画の本数が少なかったことが課題として挙げられた。したがって，今後は，多くの動画の本数を増やした条件で評価を行うことが課題である。

参考文献

(1) M. Carmichael, A. K. Reid and J. D. Karpicke, “Assessing the Impact of Educational Video on Student Engagement, Critical Thinking and Learning: The Current State of Play”, https://us.sagepub.com/sites/default/files/hevideolearning.pdf（最終参照日: 2024.06.13）.

(2) A. N. S. S. Vybhavi, L. V. Saroja, J. Duvvuru and J. Bayana, "Video Transcript Summarizer," 2022 International Mobile and Embedded Technology Conference (MECON), pp.461-465（2022）.

(3) J. Devlin, M. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, “BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding”, In Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics, 1, pp.4171-4186（2019）.

(4) OpenAI, https://chatgpt.com/（最終参照日: 2024.06.13）.

(5) Glasp, “YouTube Summary with ChatGPT & Claude”, https://glasp.co/youtube-summary（最終参照日: 2024.06.13）.

(6) S. S. Alrumiah and A. A. Al-Shargabi, “Educational videos subtitles’ summarization using latent dirichlet allocation and length enhancement”, Computers, Materials & Continua, 70, 3, pp.6205-6221（2021）.

(7) D. Kenny, X. Fei, S. Srirangaraj and G. Venu. “FCN-LectureNet: Extractive Summarization of Whiteboard and Chalkboard Lecture Videos.”, IEEE Access. pp.1-1（2021）.

(8) Ultralytics, “YOLOv8”, https://docs.ultralytics.com/ja/（最終参照日: 2024.06.13）.

(9) Google-Drive-OCR, https://google-drive-ocr.readthedocs.io/en/latest/（最終参照日: 2024.06.13）.

(10) C-Y. Lin, “ROUGE: A Package for Automatic Evaluation of Summaries”, In Text Summarization Branches Out, Association for Computational Linguistics, pp.74-81（2004）.

(11) 料理研究家リュウジのバズレシピ, “料理研究家が辿り着いた最高の一皿【至高のペペロンチーノ】『Spaghetti aglio e olio peperoncino』”, https://www.youtube.com/watch?v=Jx-tqntWPCM（最終参照日: 2024.06.13）.

(12) H. T. Dang. “DUC 2005: Evaluation of Question-Focused Summarization Systems”, In Proceedings of the Workshop on Task-Focused Summarization and Question Answering, pp.48-55（2006）.

(13) J. A. Ghauri, S. Hakimov and R. Ewerth, “Classification of important segments in educational videos using multimodal features” in the 29th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2020). Proceedings of the CIKM2020Workshops, pp.1-8（2020）.

画像認識を用いた屋外での星座学習の提案

菅波淳之介*1・坂知樹*2・鎌田洋*1
Email: c6302171@st.kanazawa-it.ac.jp

*1：金沢工業大学 工学研究科 システム設計工学専攻
*2：東京電機大学

©Key Words　天体観測，星座教育，深層学習，Web アプリケーション

1. はじめに

近年，世界各国で宇宙開発が加速しており，日本でも宇宙基本計画[1]において，2020 年で 4 兆円の市場規模を 2030 年までに 8 兆円規模に拡大することを計画している。このことからも，今後日本での宇宙産業に取り組む人材を増加させるために，宇宙・天文に興味を持ってもらうための天文教育が重要となっている。

しかし，日本科学教育学会のアンケート調査[2]によると，宇宙教育の課題として観測が難しいことや，教員の知識不足などが挙げられている。このことからも，天体観測には星座や天体，観測に必要な機材に関する事前知識が必要であることが原因で天体観測の魅力を伝えられない場面が多いことが分かる。

一方で，近年デジタルカメラの性能向上に伴って天体写真の撮影が容易になっている。地上の風景と天体を写した星景写真や星の動きを表すタイムラプス動画などは，SNS を通じて配信され，天文・宇宙に興味を持つきっかけの一助となっている。さらに，一部のスマートフォンカメラでは天体写真機能を搭載しており，条件の良い場所では天の川の撮影なども可能になりつつある。つまり，天体観測を楽しむ際に星景写真の活躍の場が広がっており，機材面でのハードルも下がってきている。このことから，カメラ機材の性能向上によって身近となりつつある星景写真から星座を検出できれば，専門的な事前知識や機材を必要とせず天体観測を楽しめるのではないかと考えた。

したがって本研究の目的は，星景写真を用いて初心者が星座を見つける際の支援を行う Web アプリケーションを開発することとした。

2. 従来手法と問題点

2.1 星図アプリ

現在天体観測の支援技術として，スマートフォン向けの星図アプリが提供されている。これはスマートフォンのセンサーを用いて端末を向けた空の方向を認識し，対応する星図を表示するアプリケーションである。しかし，アプリ上の星図と実際の星空を比較して星を見つけるためには一定の慣れが必要であり，「直接夜空から星座を見つける」という手順の補助には改善の余地がある。

2.2 従来の星座検出技術

従来の星座検出技術として， 望遠鏡の自動ガイドを行う技術として Plate Solving 技術が存在する。これは，望遠鏡で撮影された画像と用意された星図のデータベースを照合し，映っている星を特定する技術である。 千代西尾ら[5]は Plate Solving を用いた理科教育における天体観望において，望遠鏡を用いた星雲や星団，銀河などの電子観望を行っている。Plate Solving は現在，望遠鏡の向きを自動計算するためにのみ使われており，デジタルカメラで撮影した星景写真に利用されている事例は見られなかった。従ってこの技術を活用するためには望遠鏡や赤道儀といった専用の機材が必要になる。これらの機材を用意することは個人や少数の初心者団体には困難である。

また，星景写真を用いた星座検出技術に関して，パターンマッチング法を用いた手法[3][4]が存在する(図 1)。これらの手法では，星座を構成する星の一部が，建物などの遮蔽物に隠れている場合に星座を検出できないという問題点がある。

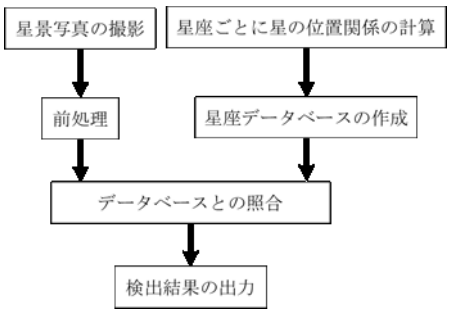


図 1 従来手法[3][4]の星座検出フロー

3. 提案手法

近年の画像処理分野では，深層学習を用いた物体検出技術が向上している。深層学習は物体の特徴量を学習するため，画像に写っている部分的な特徴から物体を検出できる(図 2)。星景写真では星座が建物や木，雲などの遮蔽物によって部分的にしか星座を観測できない場合がある。したがって深層学習によって星座を検出すれば，データベースを用いた検出を行う従来手法より柔軟に検出できる可能性がある。

筆者は以前より星座検出に関する研究を行っており，複数の深層学習モデルを比較して星座検出に適したモデルの模索を行ってきた[6]。この研究では，深層学習を用いた星座検出では物体追跡モデルが有効であることが分かっている。物体追跡モデルを用いて星を検出し，プロットした出力例を図 3 に示す。学習した星の位置関係から星座を検出し，星の位置にラベルをプロットすることができる。学習した星の番号順に対応してカラーマップが設定されており，検出した星の位置に色の付いた点を表示している。図 3 は本研究で学習した北斗七星とこぐま座を検出した結果である。ここでは全 14 点のうち 2 点は検出ができず，検出した 12 点をプロットしている。

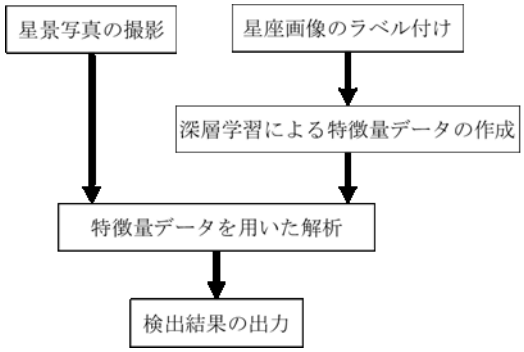


図2 深層学習を用いた星座検出


図3 DeepLabCut を用いて検出した星座画像

本研究では過去の研究[6]の結果にもとづいて深層学習モデルを活用した星座検出アプリケーションを提案する。本アプリケーションの特徴は以下の2点である。

1点目は，画像から星座を検出しプロットする点である。その場で撮影した画像を使用することで，画像内の電柱や建物，山などの前景を目印にでき，より簡単に星座を見つけられるようになると考えた。また，満天の星空では星が多すぎるためにどの星を結べば良いか分からなくなるという場面も存在する。そのような場面でも，その場で撮影した写真であれば，肉眼の景色との差異が少なく肉眼で星座を探す際の参考として適していると考えた。

2点目は，機材の専門性を下げた点である。本アプリケーションは望遠鏡や赤道儀などの天体観測の専門機材を必要とせず，デジタル一眼レフカメラと三脚を用いて撮影した画像を使用する。これによって，専門的な機材を揃えるのは難しいという人々が手軽に天体観測を楽しめるようになると考えた。

4. 試作アプリケーション

本研究では，深層学習による物体追跡モデルを用いた試作 Web アプリケーション(以下，試作アプリ)を開発した。試作アプリの検出対象として，北斗七星とこぐま座を採用した。北斗七星はおおぐま座の一部の星の並びで，日本では広く知られていることから初心者でも理解しやすいと考えた。また，こぐま座 α 星のポラリスという星は北極星という星の中でも重要な役割を持つ天体である。したがって星座教育においても重要であり，かつ初心者にも分かりやすいと考えこれらを学習対象とした。

学習に使用した星景写真の撮影には表 1 の機材を使用した。実験も同様の機材を用いて実験を行った。

星座の検出モデルには，動画に対して物体追跡を行う DeepLabCut[7]を採用した。DeepLabCut に搭載されている GUI を用いて 362 枚の画像に対してラベル付けを行い，データセットを作成した。ネットワークに ResNet152[9]，反復回数を 50,000 回に設定し学習を行った。

試作アプリのフレームワークには Flask[8]を使用した。アプリケーションの処理フローは図4の通りである。

1. 一眼レフカメラで撮影した連続した星景写真を用意する。2. 試作アプリに接続し，連続した画像をアップロードする。3. 受け取った写真をサーバ側でリサイズし，タイムラプス動画に変換する。4. 変換した動画を表示する。5. 表示した動画を用いて DeepLabCut で解析を行い，検出した星をラベル付けした検出動画を作成する。6. 検出動画を表示する。

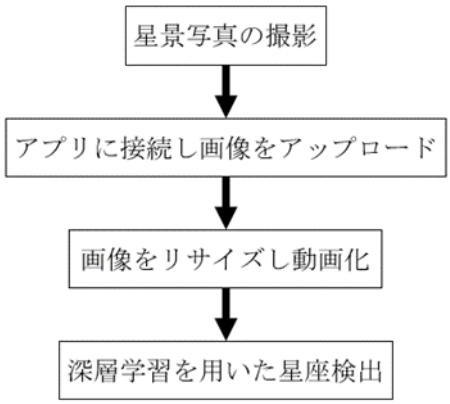


図4 試作アプリケーションの処理フロー

これにより，ユーザーは撮影した画像をアップロードするだけで星座を検出し，動画を閲覧することができる。

5. 実験

試作アプリを使用した天体観測を行い，使用感について調査を行った。実験の手順は図5の通りである。

1. 試作アプリを使用せずに天体観測を行う。初心者向けに，試作アプリの検出対象の星座について口頭での簡単な解説を行い，実験前アンケート調査を行う。2. カメラで5枚程度の連続した星景写真を撮影する。3. カメラと PC を接続し，撮影した画像を PC に送信する。4. PC 上で試作アプリを起動し，画像から検出動画を作成する。5. 表示された検出動画と共に再度同様の解説を行い，被験者に星座を探してもらう。その後試作アプリを使用した感想について，実験後アンケート調査を行う。アンケートは 4 件法の選択式と記述式の設問を組み合わせて調査を行った。

実験前アンケートでは被験者の背景情報を調査した。天体観測の経験や天体観測に使用しているツールについて調査し，普段通りの天体観測を行った感想を調査した。

実験後アンケートでは試作アプリを使用した感想について調査した。各設問で試作アプリの使用感，画像を用いた視覚的なガイドの評価，試作アプリ全体の評価できる点と評価できない点，改善点について調査した。

表 1 使用機材

カメラ	レンズ	フィルター
Nikon D810	AF-S NIKKOR 24-85mm f/3.5-4.5G ED VR SAMYANG 14mm F2.8 ED AS IF UMC	Kenko PRO1D プロソフトン クリア(W)
Nikon Z5	Ai Nikkor 20mm f/2.8	Kenko MC プロソフトン(A)
Canon EOS RP	EF-S15-85mm F3.5-5.6 IS USM	
Sony α7 II	FE 28-70mm F3.5-5.6 OSS	

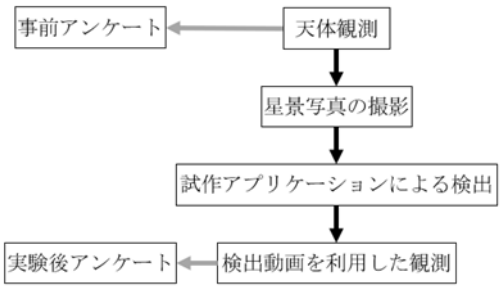


図 5 実験の手順

アンケートの分析ではまず，集計したデータを元に被験者のグループ分けを行った。実験前アンケートで得られた「天体観測の経験について」の回答を元に未経験者，初心者，中級者，上級者の 4 グループに分類した。次にアンケートの記述式設問で得られた記述データを用いてオープンコーディングの手法で分析を行った。須田が提案する手法[10]を元に記述内容を変換し，学びの類型に分類した。最後に分類した記述内容を元に記述者と学びの類型のクロス集計表を作成し，内容についての分析を行った。

学びの類型は，記述内容に合わせて以下の 7 種類を定義した。[評価+]，[評価-]は試作アプリの機能性や有用性についての記述を分類した。[体験+]，[体験-]は天体観測が楽しかった，楽しくなかったという旨の記述を分類した。[理解+]，[理解-]は星座や星が見つけられた，分からなかったという旨の記述を分類した。[願望]は試作アプリの活用方法などについての記述を分類した。

6. 実験結果

本実験では，実験のための天体観測は宿泊を伴わない日帰り形式で実施した。また被験者の送迎の都合のため 3 回の日程に分けて観測を行った。観測に参加した金沢工業大学の学生 11 名に対してアンケート調査を実施した。このうち 10 名は金沢工業大学天文部に所属する学生であった。また，1 名は実験前アンケートが未回答であったため，この 1 名を除外した 10 名の回答結果を元に分析を行った。

実験前アンケートで天体観測の経験について集計した結果，10 名のうち未経験者は 2 名，何度か経験がある初心者が 5 名，経験を積んだ中級者が 3 名，上級者は 0 名となった。実験後アンケートではこのグループごとに分析を行った。

まず実験前アンケートで試作アプリを使用しない天体観測の感想を集計したところ，グループによらず天体観測を楽しめたという感想が多く得られた。記述内容を分析すると，久しぶりに天体観測を行えたことや，参加したことで天体に関する新たな発見があったことなどが理由として挙げられていた。

次に，実験後アンケートから収集した記述内容の分析を行ったクロス集計表が表 2 である。グループに依らず試作アプリに対する[評価-]が最も記述数が多く，次いで試作アプリに対する[評価+]の記述数が多い結果となった。その他の類型では[理解+]や[体験+]など肯定的な記述も多く見られた。[評価-]と[評価+]の差が少なかった未経験者のグループでは[理解-]という記述も見られた。

記述の分析をしたところ，[評価-]の記述では試作アプリの処理速度，検出精度，利便性，汎用性，出力動画の情報量不足という 5 点に関した記述に集約された。[評価+]の記述では，視覚的なガイドと実際に撮影した写真の使用に対しての言及が多く見られた。[理解+]や[体験+]では星座や星同士の繋がりを理解できたという記述や星座を見つけやすくなるといった回答が得られた。[理解-]は[評価-]の記述と関連して星座が分かりにくかったという記述が得られた。[願望]ではアプリを今後部活での観望会に活用したいという記述が見られた。代表的な記述例と分類した類型は表 3 の様になっている。

表 2 学びの類型のクロス集計表

未経験者

	類型					
発話者	理解-	評価+	評価-	体験+	願望	総計
A1		1	2	1		4
A2	1	4	4		1	10
総計	1	5	6	1	1	14

初心者

	類型					
発話者	理解+	評価+	評価-	体験+	願望	総計
B1	1	2	5			8
B2		3	2			5
B3		1	3	1	1	6
B4	2	1	2			5
B5		2	3			5
B6			1			1
総計	3	9	16	1	1	30

中級者

	類型				
発話者	理解+	評価+	評価-	体験+	総計
C1		3	2		5
C2		2	4	1	7
C3	1	1	3	1	6
総計	1	6	9	2	18

表 3 記述例と分類した類型

発話者	設問	テクスト	学びの類型
A2	その他自由記述	のびしろがかなり感じるアプリであった。 実際に観望会の時などに、活用していきたいと感じた。	願望
A2	評価できない点	しかし、ラベルのついた星座の名前が表示されないので、説明してくれる人がいないと、星座の名前を理解できないのがデメリットだと感じた。	理解−
B1	評価できる点	星座の検出ができて星座の位置を確認できるのはすごくいいと思いました。	評価+
B1	改善点	星座の検出ができた場合に星座線や星座絵などを表示できるようになると星座をイメージしやすくなると思います。	評価−
B2	評価できない点	読み込めていない星もあったので、そこは悪かった点であるといえる。	評価−
C2	評価できない点	やはり解析時間がより早くなると使いやすくなると思った。	評価−
C3	アプリの感想	天体に関する知識が乏しく、星座の区別か分からなかったが、今回のアプリを使用することにより、どの場所にどの天体があるから知ることが出来、より天体観測を楽しむことが出来たから	体験+

7. 考察とまとめ

実験前アンケートの集計結果から，アプリケーションを使用しない従来の天体観測でも参加者が楽しめる体験となったことが分かった。これは参加者の多くが大学で天文部に所属しており，初めから星に対して関心が高かったことが影響していると考えられる。

次に実験後アンケートの結果から，視覚的ガイドに関する[評価+]の記述が多く見られ，DeepLabCut を用いた試作アプリが効果的であることが分かった。従ってこの試作アプリを活用することで，被験者が実際の夜空で星座を特定する際に大いに役立ち，天体観測の学習効果を高めることができる事が分かった。

一方で，[評価-]の記述が多く見られた原因として，試作アプリの機能性が低く，多くの改善点があることがわかった。具体的には，星座の検出精度，試作アプリの処理速度，試作アプリのデザインなどの利便性，検出できる星座の種類が少なかったことによる汎用性の低さ，出力動画の情報量不足の 5 点で改善が必要である。これらの問題を解決するためには，以下の点が今後の課題となる。

星座の検出精度と汎用性の向上には，深層学習モデルの学習の改善とデータセットの拡充が必要である。処理速度の向上には，より高速な処理が可能な環境の構築やインターネットを介した処理の実現が求められる。利便性の向上の観点では，CSS などを活用した見やすいアプリケーションデザインが必要である。利便性の観点では無線接続による利便性向上を指摘する記述も見られた。しかし，カメラによって無線接続に対応していない機種も多くあるため，有線接続による実行環境での利便性向上が必要である。出力動画の情報量不足の点では，検出した星同士を星座線で結ぶ機能や星の名前を表示する機能の追加が必要である。

8. おわりに

本研究の目的は，深層学習を用いた星座検出アプリケーションの開発とその有用性の検証であった。実験の結果から，試作アプリケーションは改善点が多くあるものの，初心者から中級者の天体観測の体験の質を向上できることが分かった。従って，試作アプリの有用性が確認されたと言える。

アンケートで得られた改善点を基に，アプリケーションの機能向上を図ることが今後の課題である。具体的には以下の 4 点である。1 点目は検出精度と汎用性の向上である。現在の検出精度と検出できる星座の種類を向上させるためにデータセットや学習方法の改良が必要である。2 点目は処理速度の向上である。処理速度の速いサーバなどを利用したインターネットを介したアプリケーション化を目指す。3 点目は利便性の向上である。ユーザーインターフェースを見直し，操作性を向上させる。4 点目はインターネットを介した処理の実装である。これにより，解析処理速度を向上させる。

これらを実現することで，より多くのユーザーにとって使いやすく，有用な天体観測支援ツールとなることが期待できる。

参考文献

(1) 内閣府 : “宇宙基本計画”, https://www8.cao.go.jp/space/plan/keikaku.html.

(2) 井上春香 : “日本の中学校・高等学校における宇宙教育の現状と課題”, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.29, 2014, No.3.

(3) Suyao Ji, Jinzhi Wang, Xiaoge Liu : ”Constellation Detection”, Stanford University Tech, https://web.stanford.edu/class/ee368/Project_Spring_1415/Reports/Ji_Liu_Wang.pdf, (2015).

(4) takasa5 : ” stardust”, https://github.com/takasa5/stardust, 2024/06/18 参照.

(5) 千代西尾 祐司, 古都 浩朗, 竹内 幹蔵 : ”理科教育における, STEAM 教育教材としての電視観望技術の実践的活用 ― Plate Solving 技術と CMOS カメラを活用した天体観望の運用 ―”, 学校教育実践研究 4, pp17-29, (2021).

(6) 菅波淳之介, 坂知樹, 鎌田洋 : “深層学習を用いた星座の検出手法の検討”, 2023 年映像情報メディア学会冬季大会, 12B-6, (2023).

(7) Alexander Mathis, Pranav Mamidanna, Kevin M Cury, Taiga Abe, Venkatesh N Murthy, Mackenzie Weygandt Mathis, Matthias Bethge : “DeepLabCut: markerless pose estimation of user-defined body parts with deep learning”, Nature Neuroscience 21, pp.1281-1289, (2018).

(8) Armin Ronacher : ”Flask”, https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/, 2024/06/25 参照.

(9) Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun : “Deep Residual Learning for Image Recognition”, 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016, doi: 10.1109/CVPR.2016.90.

(10) 須田 昂宏 : ”リアクションペーパーの記述内容に基づく学生の学びの可視化 ―大学授業の実態把握のために―”, 日本教育工学会論文誌 41(1), 2017, pp13-28.

全学向けオンデマンド学習コースにおける「学びのスタイル」とメタ認知の調査と分析

篠田有史[*1]・岳五一[*2]・鳩貝耕一[*1]・松本茂樹[*3]・高橋正[*4]・河口紅[*5]・吉田賢史[*6]
Email: shinoda@konan-u.ac.jp

*1：甲南大学全学共通教育センター
*2：京都情報大学院大学応用情報技術研究科
*3：甲南大学知能情報学部
*4：羽衣国際大学現代社会学部
*5：一般社団法人さんぴぃす
*6：早稲田大学高等学院

◎Key Words　学習スタイル，学習者分析，情報基礎教育

1. はじめに

個性豊かな学習者に適応するために，学び方をモデル化した学習スタイルに関する多くの取り組みがなされている。著者らは，好みの教示方法を調査するための質問をまとめた「学びのスタイル」調査アンケートを構築し，ここにメタ認知(1)の観点からの質問を追加したアンケートへと拡張して調査を実施してきた(2)。メタ認知とは，「自らの認知過程をひとつ高い次元から知覚，記憶，学習，思考する」認識を指すものである(1)。著者らは，これらのアンケートを利用して，情報基礎教育の現場にて一連の調査を試みてきた。これらの取り組みでは、オンデマンド形式の授業，対面形式の授業など，いくつかの授業形態で，情報基礎教育の授業の現場で調査や学習者のモデル構築をこころみた(3)(4)。しかし，いずれの取り組みにあっても，受講者が少なく，統計的見地からの分析や検討のためには更に大規模な調査が必要となっていた。また，最終的には，調査結果をベースに学習者に何等かのフィードバックを実施して，学習体験の質向上につなげることが必要となるが，対面形式の授業などでは，授業に応じた教材整備に関する教員の作業量負担といった部分も考慮すると，フィードバックにつなげることが現実的には難しい状況に陥っていた。

そこで，本研究では，従来対象としていた情報基礎教育の場から実践の場を変更し，多数の受講者が見込め，将来的には学習者に応じた数パターのフィードバックを含んだ教材の開発も視野に入れることができる全学向けのオンデマンド授業科目をターゲットに据え，従来取り組んでいた枠組みをベースに，学習者の姿を明らかにすることを試みる。学習者の学びに関する知識や，好む学び方を問うプレアンケートと，実際の学びに関する感想を収集するポストアンケートを実施し，二つを組み合わせることで学習者を分析する。

2. オンデマンド学習コースにおけるメタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートによる学習者の調査

本研究でプレアンケートとして用いるメタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートは，著者らが独自に検討していた「学びのスタイル」アンケー

表 1 メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケート(2)

質問番号	質問項目	質問区分	回答選択肢と重み
Q1	はじめに，ソフトの機能や画面の説明をしてほしい	説明への依存	
Q2	じっくり説明を聞いて、その通りに操作したい	手順への依存	
Q3	先に内容の要点をまとめた概要を知りたい	授業内容の概要把握	
Q4	画面に表示されるボタンやメニューについて，省略せずに説明してほしい	説明への依存	
Q5	操作手順をしっかり追えるよう，操作する時間が多めにほしい	手順への依存	
Q6	PCの操作には自信がある	不安	6つの選択肢から一つを選択
Q7	細かな内容説明や注意は後回し，操作をさせてほしい	自習指向	
Q8	疑問点はインターネットで調べてみる	自習指向	とてもよく当てはまる 6 だいたい当てはまる 5 やや当てはまる 4 やや当てはまらない 3 あまり当てはまらない 2 まったく当てはまらない 1
Q9	教員の操作と同じ結果にならないと心配になる	不安	
Q10	難しいときには、図を描くなど、まずは手を動かしてみる	自習指向	
Q11	細かい説明はなくても自分でできるので，大まかな作業の流れがわかれば十分	授業内容の概要把握	
Q12	自分が何が得意で何が不得手かをわかっている	メタ認知的知識(1)	
Q13	過去にうまくいったやり方を試みている	メタ認知的知識(1)	
Q14	重要な事柄に対して、意識的に注意を向けている	メタ認知的知識(1)	
Q15	そのテーマについて何かの知識があるときに、もっともよく学べる	メタ認知的知識(1)	
Q16	学ぶために十分な時間をかけるようにする	メタ認知的知識(1)	
Q17	自分の興味があることについては、より深く学んでいる	メタ認知的知識(1)	
Q18	授業が終わった時点で内容がどれくらいできているか判断できる	メタ認知的知識(1)	
Q19	重要なことがらができたときには、ペースを落として課題に取り組む	メタ認知的知識(1)	

トをベースに，阿部らによって学術論文として公開されているメタ認知の調査アンケート[1]の要素を追加したもので，学習者の学びの個性と，学びの促進の上で好ましい知識を得ているかの主観的な認識を調査するものである。表 1 に，メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートを示す。このアンケートは，19 の質問からなり，Q1～Q11 の 11 問は自分の好きな学び方を質問する部分となっている。Q12～Q19 の 8 問は阿部らによるメタ認知の調査アンケートの中から，「メタ認知的知識」に関する質問[1]を適用したものとなっている[2]。また，本研究で用いるポストアンケートについては，授業課題の難易度や授業の満足度について問う内容とし，自由記述とあわせて合計 12 問を準備した。

本研究では，これらのアンケートを用いて，甲南大学で開講している「AI・データサイエンス入門」の授業での調査を実施した。この授業はオンデマンド形式で開講される科目で，2023 年度は，授業資料が毎週指定日に公開され，公開開始から 8 日後の指定時刻までに，動画資料を中心とした教材を閲覧のうえ，大学公式の LMS で小テストの回答を終える，という形式で開講した。筆頭著者は，この授業の第 4 回から第 8 回までの 5 回分を担当しており，この授業回における学習者の調査・分析を試みる計画とした。学習者は，別の教員が担当する第 1 回から第 3 回の授業にてデータサイエンスと AI に関する基礎知識や最新の動向に触れる。続く第 4 回授業から第 8 回授業にかけては授業内容が大きく変わり，表計算ソフトを使った実習を中心とした構成となる。この部分は，表計算ソフトの基礎的な操作方法，ファイル操作やデータクリーニング，相関係数の計算，グラフ描画による可視化，統計処理などを実習ベースで学び，最終的に架空の店舗のデータを整理して得られる知見を吟味するというデータマイニングを体験する，という内容である。

今回の調査では，表計算ソフトの実習がはじまる第 4 回授業のタイミングで，プレアンケートとして「学びのスタイル」および「メタ認知的知識」のアンケートを実施し，表計算実習の内容の最終回となる第 8 回授業のタイミングで，授業に関する感想の収集などを中心としたポストアンケートを実施する計画とした。学習者に対しては，研究について説明し，調査は成績などには関係がなく回答が任意である旨を記載した資料を公開した。調査の期間は，プレアンケートは第 4 回授業の資料公開日である 2023 年 10 月 21 日から 10 月 31 日までの 10 日間とした。ポストアンケートは第 8 回授業の資料公開日であるプレアンケートは第 3 回授業の資料公開日である 2023 年 11 月 18 日から 11 月 28 日までの 10 日間とした。得られたデータを集計したところ，科目の履修登録者 714 名中，234 名から，プレアンケート・ポストアンケートの双方の回答で協力を得ることができた。2022 年に実施した情報基礎教育科目における対面式授業の調査を例に挙げると，プレアンケート・ポストアンケート双方がそろった学習者は 58 名にとどまっており[4]，今回の科目変更によってデータ数について困難を抱える状況には改善がみられたものと考える。

表 2 項目ごとの集計結果

回答区分	最小値	最大値	平均値	分散	標準偏差	四分位偏差
メタ認知的知識の度合い	15	48	35.83	34.12	5.84	4.00
スタイル：概要	3	12	8.01	3.35	1.83	1.00
スタイル：手順への依存	2	12	8.83	5.10	2.26	1.50
スタイル：説明への依存	2	12	9.19	5.21	2.28	1.50
スタイル：不安	4	12	8.91	3.59	1.89	1.50
スタイル：自習指向	6	18	12.55	5.91	2.43	1.50

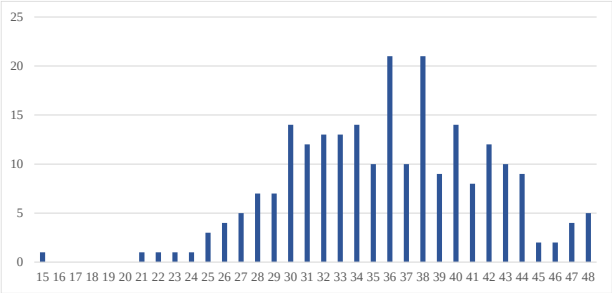


図 1 メタ認知的知識の度合いの度数分布

表 3 「学びのスタイル」の主成分分析の固有値

	第一主成分	第二主成分	第三主成分
スタイル：概要	0.435	0.440	0.549
スタイル：手順への依存	-0.433	0.483	-0.378
スタイル：説明への依存	-0.409	0.528	-0.036
スタイル：不安	-0.566	-0.062	0.745
スタイル：自習指向	0.369	0.539	0.011
固有ベクトル	1.831	1.598	0.628
寄与率	0.366	0.320	0.126
累積寄与率	0.366	0.686	0.811

3. プレ・ポストアンケートデータの分析と考察

収集したアンケート結果については，著者らが実施した 2022 年の取り組み[3]と同じ方法でテータを整理することとした。

得られたメタ認知的知識と学びのスタイルの集計結果を表 2 に，得られたメタ認知的知識の度数分布を図 1 に示す。図 1 のパラメータの分布状況から，アンケートへの回答を通じ，学習者の学びに対する考え方の差異が収集できているものと期待される。なお，ここでは，メタ認知的知識の度合いの大小について検討することとし，中央値を計算したところ，メタ認知的知識の度合いの中央値として 36 が得られた。そこで，学習者を，メタ認知的知識の度合いが 37 以上になったグループ A と，それを下回る値となったグループ B とに分け，考察を行うこととする。

学びのスタイルに関するアンケート項目については，整理を行ったのち，主成分分析を行って，学習者のレスポンスにどのような特徴がみられるかを検討した。この「学びのスタイル」の主成分分析の固有値を表 3 に示す。表 3 の第一主成分からは，相対的に，学びの概要を把握しつつ自習傾向が強い行動をとり，手順や説明には依存せず，不安も過度には感じない学習者，あるいはその逆のパターンの学習者がみられる，という学びの状況が明らかになった。この学習者像は，2023 年の情報基礎教育の調査で見られた結果[4]と基本的には同じ傾向であるものと考えられる。よって，ここで

は，第一主成分を，主体的な学びを実践している度合を表すパラメータであると考え，学習者を第一主成分得点が 0 以上で，主体的な学びの度合いが高いグループ I と，第一主成分得点が 0 を下回る主体的な学びの度合いの低いグループ II とに分け，考察を行うこととする。

得られたグループ A と B，グループ I と II の組み合わせにより，第 4 回授業受講時の学習者の姿を検討することが可能になる。グループ AI は 63 名の学習者から構成される。メタ認知的知識の度合いが平均より大きく，主体的学びの実践も相対的に実施できているというグループである。グループ AII は 43 名の学習者から構成される。メタ認知的知識は高いものの，主体的学びの実践は相対的に実現できていない，という矛盾を抱えるグループである。グループ BI は，61 名の学習者から構成される。メタ認知的知識の度合いは小さいが，主体的な学びの実践は相対的に実現できているというグループである。グループ BII は，67 名の学習者から構成される。メタ認知的知識と主体的な取り組みの双方が平均を下回っており，相対的に見て困難を抱える学習者が含まれると考えられるグループである。

ここで，本稿で検討するポストアンケートの質問項目を抜粋したものを表 4 示す。さらに，この表 4 の質問について，前述の AI，AII，BI，BII の 4 つのグループ分けをもとに，ポストアンケート項目のグループ別整理を行ったものを，表 5 に示す。

表 5 は，各グループの状況を把握するため，便宜的にグループごとに回答結果の算術平均をとって表現したもので，数値が大きいほど，簡単あるいはポジティブ，といったレスポンスを示す。表 5 で最も状況が芳しくないのは，メタ認知的知識の面と主体的な学びの面の双方で困難を抱えていると考えられるグループ BII ではあるものの，メタ認知的知識と主体的学びの実践の間に乖離があるグループ AII は，Post-Q2 や Post-Q3 などの課題の難易度に関する質問や，コンピュータに対する意識に関する質問 Post-Q11 などで伸び悩みが見られることがわかった。ここから，多角的に学習者を分析し，学びの状況が好ましくないグループ，あるいは，知識と実践状況との間に齟齬があると考えられるグループについては，予防的になんらかのはたらきかけを行うといった可能性が示唆させるものと考えられる。一方で，表 5 ではメタ認知的知識が高いグループが，揃って良いレスポンスとなる Post-Q9 や Post-Q10 といった項目も存在する。主観データを中心として実施した今回の調査から，さらに学習者の状況を明らかにするためには，実際のところどうであったのか，という客観的なデータも分析に組み込んでいく必要があるものと考えられる。また，本稿で試みた分析の段階では，統計的見地からの検討には至っておらず，本研究の主なねらいであるところの調査数増による分析の精緻化といった部分は未達成となっている。よって，データの分析の面からもさらに掘り下げが必要である。

4. おわりに

本研究では，全学向けのオンデマンド形式の学習コース上で提案手法によるプレアンケート・ポストアンケート調査を実施し，学習者の活動を分析した。その結果，事前に確認できる，学びに対する考え方とその実践状況との乖離が，授業後のレスポンスと関連していることが示唆された。引き続きデータを収集しつつ，プレアンケートの結果をもとに学習者にアプローチする方法につなげられるよう，さらに検討を実施する予定である。

表 4 ポストアンケートの質問項目の抜粋

	質問項目	選択肢
Post-Q2	授業の進行にあわせて回答するタイプのテスト課題（第7〜8回）の難易度について教えてください	※1
Post-Q3	例題で試した後，よく似た問題を自身で改めて解いてみるタイプのテスト課題（第4〜6回）の難易度について教えてください	※1
Post-Q9	この授業を通じてパソコンの操作スキルは向上したと思いますか	※2
Post-Q10	この科目の授業内容に満足していますか	※2
Post-Q11	コンピュータのことは好きですか	※2

※1 5とても簡単だった，4やや簡単だった，3どちらともいえない，2やや難しかった，1とても難しかった

※2 5たいへんそう思う，4ややそう思う，3どちらともいえない，2ややそうは思わない，1全くそうは思わない

表 5 ポストアンケート項目のグループ別整理

質問	質問要約	回答の平均値 AI	AII	BI	BII
Post-Q2	授業の進行にあわせて回答する課題の難易度	3.00	2.51	2.80	2.45
Post-Q3	例題に類似した問題に回答する課題の難易度	3.10	2.72	2.80	2.75
Post-Q9	パソコンの操作スキルの向上	4.24	4.21	3.70	3.73
Post-Q10	授業の満足度	4.27	4.28	3.84	3.85
Post-Q11	コンピュータについて	4.22	3.47	3.92	3.40

参考文献

(1) 阿部真美子，井田政則：“成人用メタ認知尺度の作成の試み--Metacognitive Awareness Inventory を用いて”，立正大学心理学研究年報，第 1 巻，pp.23-34（2010）.

(2) 篠田有史，岳五一，鳩貝耕一，松本茂樹，高橋正，河口紅，吉田賢史：“学習に関するメタ認知の知見を組み込んだ「学びのスタイル」アンケートによるオンライン授業の分析”，甲南大学教育学習支援センター紀要，第 6 号，pp.99-107（2021）.

(3) 篠田有史，岳五一，鳩貝耕一，松本茂樹，高橋正，河口紅，吉田賢史：“メタ認知の視点を考慮に入れた「学びのスタイル」による対面式情報基礎授業の調査”，Proc. of 2022 PC カンファレンス，pp.192-193（2022）.

(4) 篠田有史，岳五一，鳩貝耕一，松本茂樹，高橋正，河口紅，吉田賢史：“学びのスタイル」とメタ認知の組み合わせによる学習者モデルの構築と評価”，Proc. of 2023 PC カンファレンス，pp.63-64（2023）.

Jolly Phonics Assessment Test のデジタル化

小泉明日海*1・北英彦*1・高瀬治彦*1
Email: 423M218@m.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words　　Phonics，アセスメント，アプリケーション

1. はじめに

2020 年度より新学習指導要領において，3，4 年生では聞くこと・話すことを中心とした外国語（英語）活動，小学校 5，6 年生では文字を書くこと・読むことを加えた外国語（英語）科が開始された。しかし，小学校で音声中心に学んだことが，中学校で音声から文字への学習に円滑に接続されていないといった課題が挙げられている [1]。これは，外国語の習得には，順序としてその文字が持つ「音」の習得が最初に必要であり，その上で文字や意味の理解へと発展していく必要があるが，日本の英語教育の現状では音に関する学習が欠落しているからである [2]。そこで，Phonics を学習する方法が課題解決の一つとして普及促進が図られている [2]。

Phonics には単語を見てから音を理解する Analytic Phonics と，音を聞いて綴りを理解する Synthetic Phonics がある。Synthetic Phonics の中でも「Jolly Phonics」は高い学習効果が実証されており，イギリスをはじめとした世界 120 ヵ国以上の小学校で導入が進んでいる [3]。

Jolly Phonics には Assessment Test という，教師が児童の現在の読み書きのレベルを客観的に確認し，児童が読んだり書いたりできていない音や単語を把握するテストがある [4]。このテストは現時点では紙媒体のみで提供されており，教師が児童一人ひとりの発音を確認する必要があるため，時間がかかり，教師の負担も大きいという問題点がある。そこで，このテストをタブレット端末（iPad）のアプリケーションにすることで上記の問題を解決することを図る。

紙媒体で Assessment Test を行う際は，教師が児童一人ひとりに対し対面で行い，評価をする必要があるためクラス全員の Assessment Test を行うにはかなりの時間がかかる。自動で採点をするための音声認識を組み込んだアプリケーションを用いることでクラス全員が一斉に受験することができ，採点もリアルタイムで行うことができるため時間を短縮でき，教師の負担を減らすことができる。

一方で，音声認識には認識が出来ない音や，認識がしにくい単語があるため [5]，その様な音や単語に関しては，自動採点ができないため，教師が判断する必要がある。教師が児童の発音の良し悪しを評価できるようにするために，アプリケーションに録音と口の形や表情を録画する機能を用意する。

このアプリケーションを用いることで，クラス全員が一斉に Assessment Test を行うことで時間の短縮が可能となる。採点は教師が録画・録音された音声・動画を元に音と口の形で発音の良し悪しを評価する。

本研究では，Assessment Test の最初の項目である Letter sound knowledge（42 音と基本の綴りの対応関係が分かっているか）に関するアプリケーションの実装を行う。

2. Jolly Phonics

2.1 Jolly Phonics とは

Jolly Phonics [3] は単語を構成する文字の並び（綴り）と音の関係を視覚，聴覚，運動感覚，触覚の活動を通して学ぶ多感覚法で学習を進める。視覚では図 1 に示すような絵本を用いた指導を行っている。イラスト横に文字があることで，文字の形を認識しやすくしている。聴覚では，1 つの物語に対して何度も学習する音が登場する。これにより，文字と物語を結び付けて記憶され，そこから学習した音を思い出すことができる。運動感覚出は，各文字と音に図 2 に示すようなアクションの仕方が掲載されている。発音をしながらその発音に対応したアクションを行うことで文字と音の関係が記憶できるようになっている。

触覚では．図 3 に示すような文字に溝が彫られている教材が用意されており，文字と音を触覚で習得できるようになっている。これにより学習障害や発達障害などの特別支援を必要とする児童にとっても有効な教材となっている。



図 1　Jolly Phonics のイラスト



図 2　Jolly Phonics のアクション



図 3　Jolly Phonics の触覚用の溝（S の部分）

2.2 英語の音と文字の関係

英語は原則，a から z までのすべてのアルファベットが「エィ」や「ズィー」の様に 1 つずつ音を持っており，26 種類の音を表すことができる（カタカナでは正確な音を表現できない）。また，母音の a，i，u，e，o は「アー」などの様に各々長音と呼ばれるもう 1 つの音を持つ。この他に表 1 に示すように，英語の特徴であるダイグラフと呼ばれる 2 文字で 1 つの音を作る綴りがある。

また，“th”，“oo”のダイグラフにはそれぞれ 2 種類の音があり，Jolly Phonics では図 4 に示すように独自の書体（Sassoon infant フォント）を用いて区別をしている。

表 1 ダイグラフの音と例

音	例
/sh/	ship, wish
/ch/	chip, lunch
/th/	this, with
/**th**/	thin, cloth
/ng/	sing, strong
/oo/	book, foot
/**oo**/	moon, spoon
/ar/	arm, start
/er/	herb, under
/or/	fork, short
/oi/	oil, spoil
/ou/	out, mouth

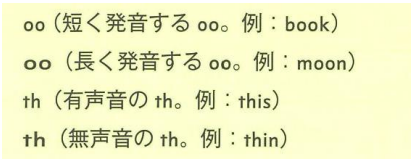


図 4 “th”，“oo”のフォントと例
（この論文では Sassoon infant フォントを表示できないため表 1 では太文字で表している。）

2.3 「文字の名前」と「文字の音」

英語には文字の名前と文字の音がある。「ten」という単語を例にすると，文字の名前は「ティー・イー・エヌ」，文字の音は「トゥ・エ・ン」となり「テン」という音になる。

2.4 Assessment Test

Jolly Phonics では 42 音を 7 つのグループに分け，グループごとに学習を行う。その 1 つのグループに対して 1 つの Assessment Test を行う。42 音のグループ分けを表 2 に示す。

Assessment Test の項目は 3 つあり，(1) Letter sound knowledge（2 音と基本の綴りの対応関係が分かっているか），(2) Reading（文字の音を正確に組み合わせる），(3) Writing from dictation（単語を正確に綴る）である。(1) には (a) Says sound when shown letter(s)（文字を見て正しく言う），(b) Writes letter(s) from dictated sound（文字の音を聞いて正しく書く）の 2 項目がある。本研究ではこの (1) に着目したアプリケーションを作成する。

表 2 42 音のグループ

グループ	音
1	s, a, t, i, p, n
2	c, k, ck, e, h, r, m, d
3	g, o, u, l, f, b
4	ai, j, oa, ie, ee, or
5	z, w, ng, v, oo, **oo**
6	y, x, ch, sh, th, **th**
7	q, qu, ou, oi, ue, er, ar

3. アプリケーションの概要

3.1 対象者

アプリケーションを使用する対象者は小学生から中学生である。小学生も使用するという点においては小学生にもわかりやすいユーザインタフェースにすることに注意しながら作成する。具体的な工夫については 3.3 で述べる。

3.2 対象デバイス

対象デバイスは iPad とする。これは，iPad の録画機能，Apple が提供している音声認識 API の「Speech Framework」を用いるためである。このアプリケーションは他のデバイスでも実装可能であると考えている。

3.3 アプリケーションの構成

(1) タイトル

図 5 のようにタイトルは小学生も親しみやすいカラフルな背景を使用した。



図 5 タイトル画面

(2) 学年・クラス選択

図 6 のように学年の選択は小学生・中学生別にボタンを用意，クラスの選択は学年を選択した後に 1 から 10，A から J のボタンとなっている。クラスは学校によって表記が異なるため数字とアルファベットの 2 種類のボタンを用意した。

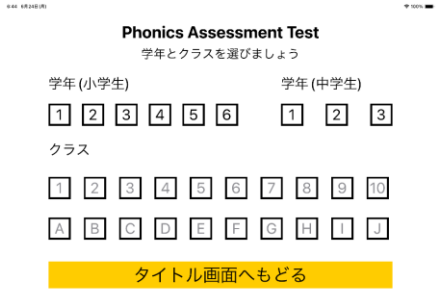


図 6 学年・クラス選択画面

(3) 出席番号の選択

図 7 のように出席番号は 1 から 50 をボタンで選択できる。ボタンを選択すると自動で次の画面に遷移する。名前の入力にするとキーボード入力が必要になるため，出席番号のみにした。

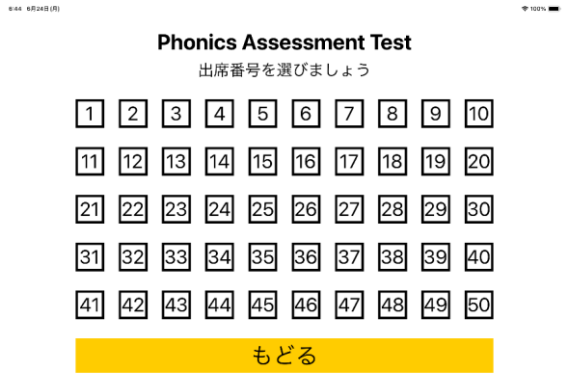


図 7　出席番号選択画面

(4) テストをするグループの選択

グループ 1 からグループ 7 のボタンがあり，各ボタンには各グループの番号と音（文字）が記載されている。また，授業ではグループ 1 から授業を行っていくため，間違えて他のグループを選択してしまわないように前のグループを終了していないと次のグループが選択できないようになっている（例：グループ 2 を選択するにはグループ 1 を終了していないと選択できない）。選択できるボタンと選択できないボタンは異なる色にすることで選択可否と次どのグループを選択すればよいかが視覚的に分かりやすい表示になっている。

(5) テストをする項目の選択

図 8 のように（a）文字を見て発音をする，（b）音声を聞いて文字が分かる，（c）文字の名前を言える，の 3 つのリストが用意されており，各リストに選択ボタンを設けることでどこをタップすれば良いかが視覚的に分かりやすくなっている。

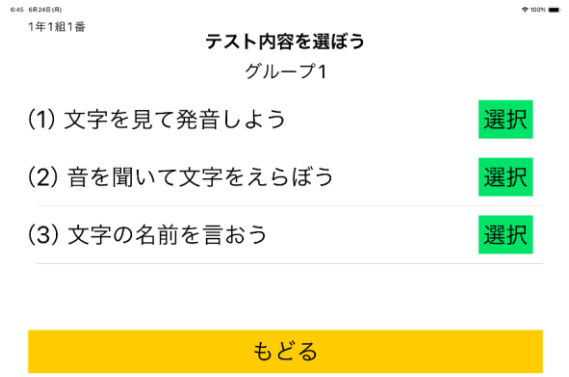


図 8　テスト項目選択画面

(6) 文字の名前と文字の音の確認

テスト項目を選択する際に「文字の名前」と「文字の音」という言葉が出てくるため，児童がその違いが分かるように「s」という文字を用いて「文字の名前」と「文字の音」の音声を確認することができる。

(7) 文字を見て発音をする

表示された文字を見て文字の音を正しく発音するテストである。文字の音は発音する時間が短く，このような短い音は Speech Framework では正しく音を認識できないという結果が出ている [5]。そのため，音声認識ではなく録音機能で児童の音声を録音し，録画機能で口の形を録画する。録音した音声と録画した動画を元に教師が発音の良し悪しを確認する。この画面では図 9 のように，録画開始，録画の停止，録画した動画を保存するボタン（イラスト）と文字が順番に表示される。動画撮影の際にはプレビュー画面を設け，その画面を見ながら録画ができるようになっている。

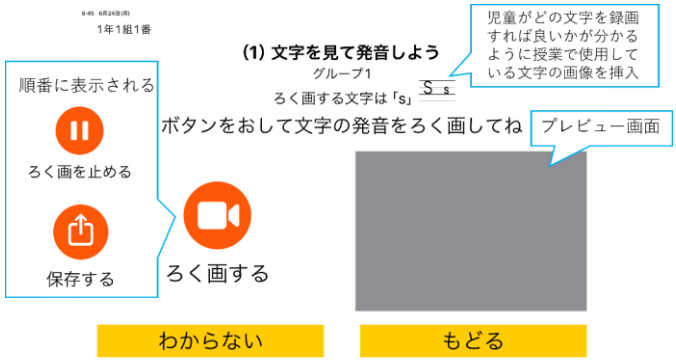


図 9「文字を見て発音をする」のテスト画面

(8) 声を聞いて文字が分かる

音声を聞き，2 つの選択肢から正しい文字を選択するテストである。図 10 のように「音声を聞く」のボタンを押すとテストをする音声が流れ，音声を聞き終わると図 11 のように選択肢を選択できるようになる。間違いの選択肢はミニマルペアと呼ばれる発音の似ている文字を使用している。また，どちらの選択肢が正解かを覚えさせないために選択肢の左右どちらに表示されるかはランダムとなっている。

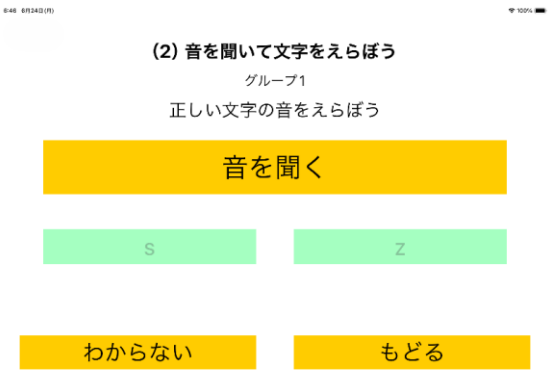


図 10　「声を聞いて文字が分かる」のテスト画面（音声再生前）

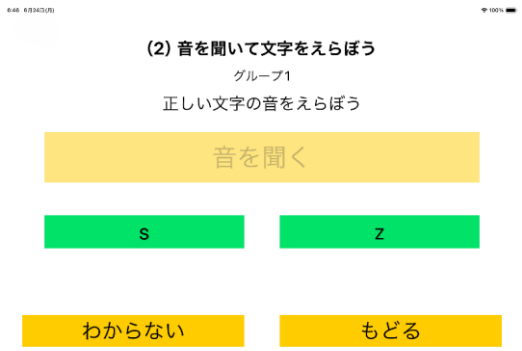


図 11　「声を聞いて文字が分かる」のテスト画面（音声再生後）

(9) 文字の名前を言える
　表示された文字の名前を正しく言えるかどうかのテストである。文字の音に比べると比較的長い音となるため，音声認識が使用できるため自動で正誤判定を行う。ユーザインタフェースについては，イラストや文字を用いることで直感的な操作が可能な画面設計を目指している。これにより，どのボタンを押せばよいかを即座に理解できるように工夫する予定である。

(10) ヒント
　(7) から (9) の各画面に「わからない」というボタンを用意し，そのボタンを押すと図 12 のようなヒントが表示される画面に遷移する。ヒントで用いる画像は Jolly Phonics で学習する際に用いられる画像である。



図 12　ヒント画面

(11) 「文字を見て発音をする」の結果
　このテストでは録音された音声と映像を教師が見て採点を行うため，教師専用の評価画面を設け，パスワードによるアクセス制限を設ける予定である。また，児童も自身の音声と映像を見返すことができるように児童用の録音・録画を再生する画面も用意する予定である。

(12) 「音声を聞いて文字が分かる」の結果
　「問題になっていた文字」,「選択した文字」,「正解の文字」を表示する。ヒントを見ずに正解した場合は「○○」, ヒントを見て正解した場合は「×○」, ヒントを見ずに不正解・ヒントを見たが不正解の場合は「××」と表示を行う予定である。これは点数より○や×で正解を表現した方が児童にとって結果が分かりやすいからである。

(13) 「文字の名前を言える」の結果
　音声認識の認識率の値を元に (b) と同様に「○○」,「×○」,「××」を表示する。認識率は文字によって偏りがあり，ダイグラフの音は特に認識率が悪いという結果が出ているため [5]，参考文献(5)の結果を元に文字ごとに基準点を定め，その基準点以上なら○，以下なら×とする予定である。

4.　今後の計画

　現時点において，本研究の 2.4 節 (1) は約 60%の進捗である。発表時には，システムの実際の動作を提示する予定である。今後，構成が完了次第，実証実験を実施し，その結果に基づいて評価を行う計画である。続いて，2.4 節 (2) および (3) についても同様に構成，実証実験，評価を順次進める予定である。

5.　おわりに

　本研究では，Jolly Phonics の Assessment Test のデジタル化行っている。対象が小学生であることを踏まえたユーザインタフェースの構築や教師の負担を減らすために音声認識の Speech Framework を導入した。このデジタル化により，Assessment Test を行う際の教師の負担の軽減と時間の短縮を図ることができる。

　最終的には，本アプリケーションをアプリストアに公開することで，Jolly Phonics を用いて外国語を指導されている教師に利用してもらうことで，効率的な外国語指導に寄与することができる。

謝辞

　本論文の執筆にあたり，Jolly Phonics の紹介，小学校でのニーズ，アプリ作成への助言を下さった，三重大学教育学部大野理恵教授には多くのご支援をいただきました。お礼申し上げます。

参考文献

(1) 文部科学省：“小学校外国語活動・外国語研修ガイドブック”，pp12，文部科学省 (2017)，https://www.mext.go.jp/a_menu/kokusai/gaikokugo/__icsFiles/afieldfile/2017/07/07/1387503_1.pdf

(2) 平野美沙子：“小学校英語の課題―フォニックスの導入に向けて―”，環境と経営：静岡産業大学論集 22(1)，pp.55-58 (2016)

(3) ジョリーラーニング社，山下佳世子：“はじめてのジョリーフォニックスーティーチャーズブックー”，pp2-17，東京書籍 (2018)

(4) 山下佳世子：“はじめてのジョリーフォニックスの後に取り入れたい「アセスメントと 2 への橋渡し」ワークショップ”，pp1-2 (2023)

(5) 岡井光輝：“英語の発音指導に対する音声認識エンジンの利用可能性の調査”，三重大学工学部電気電子工学科，令和 3 年度卒業論文 (2021)

テスト駆動開発手法によるプログラミング演習

宮崎壮麻[1]・北英彦*1・高瀬治彦*1
Email: 423M247@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学工学研究学科

◎Key Words　　プログラミング教育，テスト駆動開発，コーディング支援

1. はじめに

演習形式で実施されているプログラミング授業では、受講者が課題の内容を正確に理解できないまま進むことや受講者が提出したコードに動作エラーが含まれていることがある。

著者らの研究室では、受講者がコーディングを円滑に進められるように、また、講師やティーチングアシスタント（TA）が適切なタイミングでアドバイスができるようにプログラミング演習システム PROPEL の研究開発および授業での運用を行っている。

PROPEL におけるコーディングの支援は受講者がプログラムを書き始めてからシステムまたは講師や TA がアドバイスを行っている。そのため、課題の内容が理解できない、または、課題の内容が理解できてもプログラミング言語の機能でどう書いたらよいか分からない受講者に対する支援はできていない。

また一方、受講者による動作テストが十分でないため、提出したプログラムに動作エラーが含まれていることがある。これについても、受講者の人数が多く、多数のプログラムをほぼ同時に講師や TA が確認する必要があり、十分な対応ができていない。

そこで、著者らはテストファーストで開発を進めるテスト駆動開発に着目し、受講者のコーディングを支援する機能を提案する。具体的には、以下の機能を提供する。

（1）課題の要求を満たすプログラムに対するテストケースを作成させる。
（2）PROPEL がテストケースの妥当性を評価し、その結果を受講者に伝える。不十分な場合は、不足しているテストケースの数を受講者に伝え見直しをさせる。
（3）従来と同様に PROPEL 内のエディタを用いてプログラムを作成させる。完了したら受講者が作成したすべてのテストケースを使って PROPEL が動作確認をおこない、動作テストの結果を受講者に伝える。動作エラーがある場合は、通過できなかったテストケースがどれであるかを受講者に伝えプログラムの修正をさせる。

これらによりプログラムの作成が始められない受講者でもひとつずつのテストケースを通過するコードを書いていけばよいのでプログラムの作成が始められると期待できる。また、受講者が作成したテストケースが妥当であることは PROPEL が確認しているので十分なテストが行われる。

2. 従来の演習方法

三重大学工学部総合工学科電気電子工学コースではプログラミングに関して、1 年次後期に C の、2 年次前期に Java の演習を行っている。

演習環境は図 1 に示す著者らの研究室で研究開発および授業での運用を行っているプログラム演習システム PROPEL である。PROPEL は受講者がコーディングを円滑に進められるように、また、講師や TA は適切なタイミングでアドバイスが行える機能を備えている。

現在、Eclipse や IntelliJ IDEA といった C や Java に対応した一般に普及する統合開発環境（IDE）がいくつもある中で当研究室が独自の IDE を開発する理由としては、以下の通りである。

（1）多人数での演習をサポートできる
（2）使い方がシンプルで初学者でも使いやすい

また、演習の際に使われる PROPEL の機能を受講者が使う機能と講師および TA が使う機能に分けて以下に示す。

（1）受講者が使う機能
① エラーの早期発見機能(1)
システムによる 1 行単位で分かる構文エラーの指摘
② 記述したプログラムの可視化機能(2)
コンパイル済みのプログラムの逐次動作を可視化
③ 対話型 AI を適切に用いるための機能(3)
プログラムのコード全体ではなく処理の手順について対話型 AI を使って学ぶ、また、デバッグの支援を受ける

（2）講師および TA が使う機能
① エラーランキング機能(4)
早期エラー、コンパイルエラー、スタイルエラーをランキング形式で表示し、指導が必要な受講者を早期発見
② 課題の進捗状況の表示機能(4)
座席表の受講者の座席の文字と背景を用いて、どの課題に取り組んでいるかを表示、また、作業が止まっている受講者の背景色を黄色（5 分）や橙色（15 分）で表示

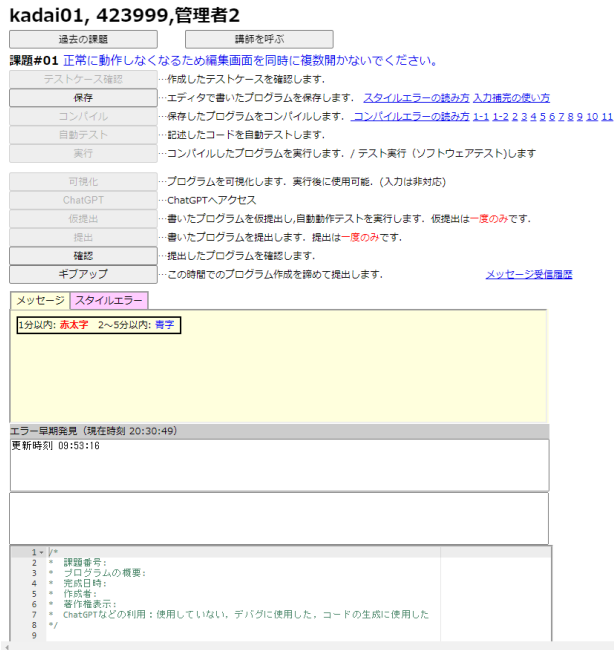


図 1　PROPEL の学習者用画面



図 2　PROPEL の指導者用画面

3.　従来の演習の問題点

前述のとおり、著者らはプログラミング演習において PROPEL を利用し、授業を進めている。しかし、PROPEL に備わる機能や支援で解決することができるエラーは主にコンパイルエラーと実行時エラーで、コードを書き始められる受講者に対応したものとなっており、課題の内容が理解できない、または、課題の内容が理解できてもプログラミング言語の機能でどう書いたらよいか分からない受講者に対する支援はできていない。

また、受講者による動作テストが十分でないため、提出されたプログラムに動作エラーが含まれていることがある。これについても、受講者の人数が多く、多数のプログラムをほぼ同時に講師や TA が確認する必要があり、十分な対応ができていない。

4.　提案手法

3.で示した問題点に対して本研究ではテスト駆動開発手法を用いた演習を解決手法として提案する。具体的には、課題の内容が把握できない受講者にはコーディングに先んじて行う、テストケースを作成する段階で課題内容の理解を促す。

また、コーディングが始められない受講者に対してはテストケースをそのままの形で実装させることで対応する。このような方法で受講者にコーディングを行わせるのは実際のテスト駆動開発手法に則ったものであり、やむを得ない場合とは意味合いが異なる。また、この時記述されたプログラムは 4.8 または 4.9 に従って修正され、提出時には保守的で可読性の高いプログラムに整形される。

4.1　テスト駆動開発

テスト駆動開発とはテストファーストを利用した開発手法である。テストファーストは、プログラムを開発する際に、先行して開発するプログラムの動作を検証するテストコードを先行して記述する。その後、テストを通過できるように本体のプログラムを構成するコードを記述する手法である。

また、テストファーストに加えて記述したコードのリファクタリング（プログラムの動作を保ったまま、実行の効率化と可読性を向上させること）とテスト実行を繰り返しおこなうことで可読性と保守性に優れたコードを記述する手法がテスト駆動開発である。

具体的な開発の基本サイクルとしてはレッド、グリーン、リファクタリングの 3 つであり、以下にそれぞれについての詳細を記述する。

（1）レッド

作成したいシステムの本体のプログラムを記述する前に、テストコードのみが実装されている状態。この時におこなわれるテストは必ず失敗する。

（2）グリーン

先行して記述したテストコードを通過する本体のプログラムが実装されている状態。この時におこなわれるテストは成功する。

（3）リファクタリング

テストを通過した本体プログラムを、その状態を維持しつつ、コードから不必要な部分を取り除き、実行の効率化や可読性の向上を目指す。

テスト駆動開発では、これらの 3 つの状態を 1 つのサイクルとして繰り返し実行し、開発を進める。特に、初めてレッドからグリーン状態に移行するために作成する本体のプログラムは先行して記述したテストを通過することのみが条件である。

4.2　テスト駆動開発を演習に採用する理由

まず一般のシステム開発でテスト駆動開発を利用する際の利点と欠点を以下に示す。

（1）利点

① 開発の早い段階で不具合を検知できる
② システムの要件や仕様を理解しやすくなる
③ 開発者にかかる負担が軽減される

（2）欠点

① テストコードの実装や保守に時間がかかる
② 開発手法に慣れるまでに時間がかかる
③ 開発のコストが大きくなる

上記に示す利点のうち、演習に大きく寄与するものは「システムの要件や仕様を理解しやすくなる」と「開発者にかかる負担が軽減される」ことである。

前提として、大学で演習を受ける受講者の多くが

Java をこれまでに扱ったことがない初学者である。そのため、従来の演習だけでは課題で要求されている内容を理解できない受講者や課題の内容が理解できても、与えられた情報を使ってプログラミング言語の機能でどのようなコードを記述するべきか分からない受講者がいる。

そこで、課題を与えられてからすぐにコーディングを行わせるのではなく、テストケースから考えさせる。そのため、この手法では作業を始める前に課題を理解することを受講者に求め、課題を理解した受講者はテストケースの作成に取り掛かる。テストケースの作成を完了させた受講者は、テストケースをもとにコーディングを行う。

また、この時に行われるコーディングは従来の演習のものとは異なり、テストケースを満たすことができればどのような記法でもよい。そのため、コーディングが受講者に与える負担が軽減される。

以上の理由から、本研究ではテスト駆動開発手法を演習形式で実施されているプログラミング授業に導入することを提案する。

また、テスト駆動開発における欠点については演習レベルであればシステム側で十分に対処可能である。特に、実際のテスト駆動開発で大きな欠点となる「テストコードの実装、保守」については研究では受講者にかかる負担を考慮してテストケースのみを作成させ、テストコードの生成はシステム側のみで実行している。そのため、受講者はテストコードの生成や保守を行うことなく、テストケースのみでテスト実行まで可能である。以上の理由から本研究においてテスト駆動開発における先述の欠点は十分に補っているものとする。

4.3 テスト駆動開発手法を用いた演習

前述の 3.で提示した課題に対応するためにテスト駆動開発手法を取り入れたプログラミング演習を提案する。具体的な手順としては以下の通りである。

（1）テストケースの作成
（2）テストケースの確認
（3）コーディング
（4）保存とテスト実行
（5）コードの修正（テスト失敗時）
（5）リファクタリング（テスト成功時）
（6）コード提出

以下では、これら各手順について詳細を記述する。

4.4 テストケースの作成

テストケース作成用のユーザーインターフェースを組み込んだ PROPEL の学習者用画面を図 3 に示す。テストケースの作成にあたり、受講者はまず課題の内容から何を要求されているのかを読み取り、必要となるテストケースを作成する。

テストケース作成用のユーザーインターフェースには各課題に対応した入力の変数と期待する出力を 1 組のペアが表示されている。

受講者はテストケースを作成するにあたり、入力が予想される変数と期待する出力を考えることで、4.5 でおこなうコーディングに必要となる情報が整理される。

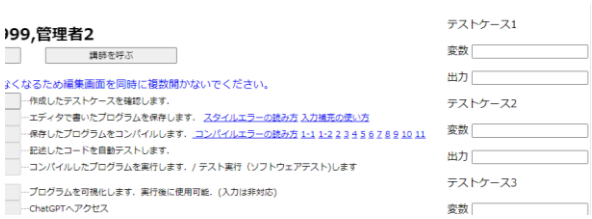


図 3　テストケース作成インタフェースを組み込んだ PROPEL の学習者用画面

4.5 テストケースの確認

テストケースの作成を完了した受講者は次に自身が作成したテストケースの妥当性を評価する。しかし、プログラミング初学者である受講者自身がテストケースの評価を行うのは負担になる。そのため、本研究では PROPEL でテストケースの妥当性を評価することで対応する。

テストケースを作成した受講者は図 4 の左上に示されているテストケース確認ボタンを押下することで自身が作成したテストケースの妥当性を評価できる。

現在、システム内部にはテストケースの確認のためにテストケースを全て通過することができるコードを配置することで受講者のテストケースを評価している。

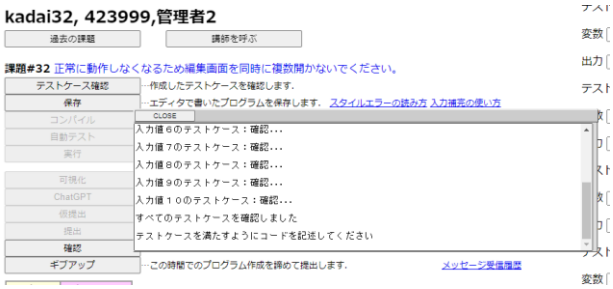


図 4　テストケース確認画面

4.6 コーディング

前工程でおこなったテストケースの作成および確認を終えた受講者はコーディング作業を始める。従来の演習では、課題内容の把握をした後、すぐにコーディングに取り掛かる。

一方で、本提案はテストケースを事前に用意してからコーディング作業を始める。そのため、コーディングを始めた時には課題で要求されている内容や、これから受講者自身がどのようなメソッドを書くべきかを把握した状態でこの作業に臨むことができる。

また、コーディング時にはテストケースを満たすことができるという 1 つの条件のみを意識して作業に取り掛かることができるため、記法についての迷いが生じることはなく、コーディングによる心理的負担が軽減されることが期待できる。

4.7 保存とテスト実行

4.5 でのコーディング作業を終えた受講者は、コードの保存並びにコンパイルをおこない、テストを実行する。テストの実行では図 5 に示す自動テストボタンを押下することでシステム側が 4.3 および 4.4 で作成されたテストケースをテスト実行に利用できるように加工し、自動テストの準備をおこなう。

準備が完了したら、実行ボタンを押下することで受講

者が記述したコードがテスト実行される。テストを実行する際には、余分な情報から受講者を遠ざけるためにテスト実行のプロセスは学習者用の画面には表示しない。

また、学習者用の画面には図 5 に示す通り、各実行におけるテスト実行の結果のみを表示する。

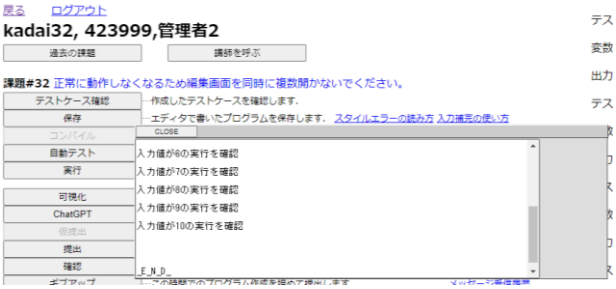


図 5　テスト実行の結果の画面

4.8 コードの修正（テスト失敗時）

ここでは 4.6 においてテスト実行に失敗した際の受講者がとる行動を示す。本システムにおいてテスト実行の失敗とは受講者自身が作成したテストケースのうち一つでも実行が確認できない場合を指す。

そのため、テスト実行の結果が表示された際に、確認できていないテストケースがあれば該当するテストケースのみ、実行を確認したことを伝えるメッセージが表示されない。

これにより受講者はどのテストケースが実行できていないかを知ることができるため、速やかに自身が記述したコードにおける修正すべき動作エラーの内容を知ることができる。

4.9 リファクタリング（テスト成功時）

ここでは 4.6 においてテスト実行に成功した際の受講者がとる行動を示す。本システムでのテスト実行の成功はすべてのテストケースでの実行が確認できることである。そのため、テスト実行成功時にはコード自体に不備はない。

しかし、テスト駆動開発手法を利用する都合上、1 回目のコーディング作業ではコードの可読性や実行の手順は問われない。つまり、どのようなコーディングをしていてもテストに通過できるレベルであれば 4.9 まで到達できてしまう。

そのため、1 回目にテストを通過したのちにこのようなリファクタリング作業をおこない、コードの可読性の向上と実行手順の効率化を試みた上で 2 回目以降のテスト実行をおこなう。

以上の手順を繰り返しおこなうことで受講者が記述したプログラムを保守的で可読性の高いものにする。

4.10 コード提出

4.9 を終え、十分にプログラムのリファクタリングが済んだ受講者は PROPEL 内の提出ボタンからコードの提出をおこない、演習を終える。

5.　今後の展開

現在、特定の課題に対応した演習の実施環境は PROPEL に実装済みである。そのため、6 月中旬から 7 月中旬までに現在の受講者を対象とした実験をおこなう。

現在、PROPEL に実装されているテスト駆動開発手法を用いた演習機能は、前期の受講者を対象とした実験をおこなうため、決められた課題にのみ対応できる形で実装されている。

今後は特定の課題だけでなく、利用できる課題を精査したうえで、幅広い演習課題に対応した実装を目指す。

そのため、現時点で実装済みの機能を一般化させる必要がある。加えて、自動テストに必須となるテストコードやテストケースの判定に用いるプログラムの生成といった演習内容ごとに対応が必要とされている問題にも取り組む。

具体的には PROPEL 内でおこなうテストコードやテストケースの判定に用いるプログラムの生成手順の設定だけでなく、今後行う授業で本研究の演習方法を利用できるように講師用の画面についても整える。

6.　まとめ

現在、本学科で行われている演習型のプログラミングの授業では課題の内容を正確に把握できない、または、動作テストが行えない受講者がいる。そこで、本研究ではテスト駆動開発手法を用いたプログラミング学習支援の機能を提案した。

本機能は既に PROPEL への実装が完了しているため、今後、プログラミング授業の時間で受講者を対象とした実験を行う。

参考文献

（1）小島祐介、高橋功欣、北英彦 : プログラミング演習における効率のよい指導のためのエラー早期指摘、コンピュータ利用教育協議会、PC カンファレンス（2011）

（2）TRAN THANH TUNG、北英彦、高瀬治彦 : プログラムの動作の可視化によるプログラムの動作理解の支援、PC カンファレンス（2022）

（3）井上遙翔、北英彦、高瀬治彦 : プログラミング教育における対話型 AI を用いた学習支援に関する研究、東海支部連合大会（2023）

（4）井冨昌幸、小島祐介、高橋功欣、北英彦 : プログラムの作成状況を把握する機能を持つプログラミング演習システム、PC カンファレンス（2010）

（5）望月将行、森田直樹、高瀬治彦、北英彦、林照峯 : 自動テスト機能を備えたプログラミング演習支援システム、PC カンファレンス（2004）

（6）福本大介、市川嘉裕、山口智浩 : テストケース生成補助に基づくプログラミング学習支援、情報処理学会（2021）

（7）福山裕輝、舩曳信生、中西透、天野憲樹 : テスト駆動開発手法の Java プログラミング教育応用におけるテストコード提出機能、情報処理学会（2009）

フォトレジスタアレイを用いた学生の姿勢判別
―周囲の照度の影響に関する検討―

坂口豪・高瀬治彦・北英彦
Email: 424m216@m.mie-u.ac.jp

三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words　姿勢判別，フォトレジスタ，機械学習

1. はじめに

授業は教育の中心的存在であり，教師はその授業の質を向上させることを追求している．授業の質を向上させるために教師は，授業中の学生の態度や行動を観察し，その学生の集中度や理解度を把握，推測，それぞれの学生に対応した授業をする．だが，多人数授業においては，教師一人では全学生の行動把握が困難である．そのため，学生一人ひとりに対応した授業や指導が困難である．

教師が多人数授業を受ける全学生の行動などを把握するために，さまざまな試みがされてきた．例えば，カメラを使い授業中の学生の顔の表情を読み取り，非言語行動を識別する方法[1]がある．動画を処理するために，高性能な計算機が必要であり，多人数講義に適用するにはコストがかかる．また，この方法にはカメラの使用により学生の心理的ストレスや，プライバシーの問題が発生する．他に，椅子の座面と背もたれに圧力センサを取り付け学生が学習タスクを行う際の関心度を姿勢分析から検出する方法[2]もある．この方法では，圧力分布を測定するために，座面・背もたれにまんべんなく圧力センサを配置する必要があり，設置・運用コストの点で問題がある．また，フォトレジスタアレイ(光の強さを計測するセンサ（フォトレジスタ）を直線状に並べたセンサ)を机の端に設置し，学生の影を測定することで姿勢の推定を行う研究[3], [4]がある．この手法は，他の手法と比べ使用するセンサ数が少なく，設置・運用コストの点では好ましいが，安価なセンサを用いるため，姿勢の判別精度を高い水準で保つことは困難である．

本研究では，文献(3)，(4)のフォトレジスタアレイによる姿勢判別法について，その頑強さについて簡単な実験を通じ検討する．特に，フォトレジスタは影による明るさの変化を検出するために用いているので，周囲の明るさ・被測定者の変化に着目し検討する．

2. 光センサを用いた姿勢検出

2.1 先行手法

有馬らは，フォトレジスタアレイ(図 1)を机の縁に設置し，腕の影を測定することで学生行動を判別する手法を提案した[3]．図 1 の赤丸を付した素子が，フォトレジスタであり，光の強度に応じて電気抵抗値が変化する．これを約 2.5cm 間隔で直線状に並べ，フォトレジスタアレイを構成している．これを図 2 に示すように，机の縁に設置する．図では被測定者の右半身を 15 個のフォトレジスタを用いて測定するように設置している．最終的には，左半身にも同様に設置し，被測定者の体(腕)が落とす影を測定する．

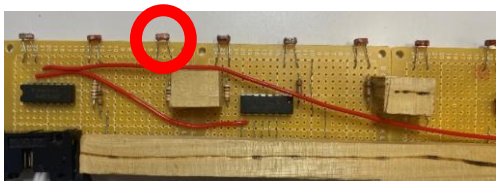


図 1　フォトレジスタアレイ

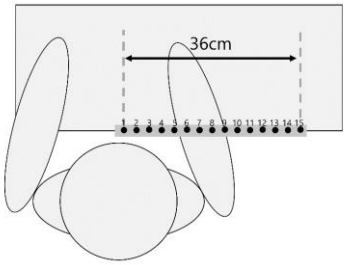


図 2　フォトレジスタアレイの設置

文献(4)では，以下の手順による姿勢の判別法が提案された．

1. 各フォトレジスタの電気抵抗を測定する．実際には，フォトレジスタによる電圧降下の大きさを測定する．
2. 測定値に対し前処理を施し，特徴量を得る．具体的

には，測定値からあらかじめ決めておいた基準に基づいて異常値を取り除き，各センサの測定値をあらかじめ決めたルールに従い標準化した値を特徴量とする．

3. 特徴量をあらかじめ学習しておいた判別器に与え，判別する．

手順2 の異常値検出基準・標準化の規則，および 手順3 の判別器の学習は，推定に先立ち行う必要がある．これらは，あらかじめ収集した測定結果に姿勢のラベルを付与したもの（学習データ）を用いて以下のように行う．

- 異常値の検出基準は，センサ毎に学習データ内で第1，第3四分位数（Q_1, Q_3）を求める．次に，正常範囲の下限を$Q_1 - 1.5(Q_3 - Q_1) - 10$に，上限を$Q_3 + 1.5(Q_3 - Q_1) + 10$に定める．
- 標準化の規則は，センサ毎に学習データの平均が0，分散が1となるように各データの値を調整する変換規則とする．
- 判別器の学習は，SVC(サポートベクター分類器)を，前処理後の学習データを用いて学習する．なお，SVC は2分類を行うものなので，特定の姿勢をしているか否かを分類する SVC を，識別する姿勢の数だけ用意し，すべてを用いて判別する．

2.2 実運用に向けた懸念点

文献(4)では，簡単な実験によりフォトレジスタアレイによる姿勢判別の可能性を論じた．実験では，3 人の被測定者に対し，12 分の間に，事前に与えた課題に解答しながら，指示した姿勢をしてもらい，データの収集を行った．収集したデータについて，行動毎にデータを分類し，80%を学習データ，残りを評価データに分割した．このデータを用いた結果，どの姿勢も 90%以上の精度で判別できた．

しかし，実際の授業で使用するのには，以下の点が不明である．第 1 に，3 人の被測定者のデータを用いて学習し，同じ3人のデータに対して判別している．そのため，未学習の被測定者に対する判別性能が不明である．第 2 に，各被測定者に対して，12 分間の測定しか実施していない．授業時間はこれより長く，その間に周囲の明るさが変化するだろう．また，学習用のデータを準備した時点と異なる明るさのもとで判別する場合もあるだろう．この観点から，周囲の明るさが変化した際の判別性能が不明である．

これらの不明な点について，次章で簡単な実験をつうじ検討する．

3. 実験

この章では，前章で指摘した不明な点を明らかにするため，測定対象・環境の変化に対する頑強性について，実験を通じ検討する．

3.1 実験条件など

本稿では，文献(4)の手法をさまざまな条件（測定対象の人・周囲の明るさ）のもとで取得したデータに適用し，その頑強性について議論する．有馬は，複数人のデータを１種類の明るさのもとで取得し，分類の成否について論じていた．本稿では，学習データ取得時の条件とは異なる条件のもので取得したデータを分類することで，文献(4)の手法の頑強性について議論する．

実験では，測定対象の人を４人，周囲の明るさを２種類変化させデータを取得した．

被測定者には，授業中の演習中に区別したい行動 4 種(紙面に筆記する，本を読む，タブレットを用いて調べる，スマートフォンを用いて調べる)を行ってもらい，卓上で照度計(サンワサプライ CHE-LT1)を用い周囲の明るさを測定すると共に，フォトレジスタアレイを用い測定を行った．各被験者には，(1) 各行動を 30 秒連続して行うこと，(2) 各行動の間に設けた 10 秒の間隔で，次の行動に移ること，(3) 4 種の行動を順に 3 周行うこと，(4)測定器具から大きく外れる（のけぞって本を読むなど）姿勢を取らないことを，あらかじめ文書にて指示した．

各被験者について，まず，最初の行動をする直前に，照度計による明るさの測定をし，その後，各行動時のフォトレジスタアレイによる測定をした．学習用・識別結果評価用のラベルとして，各行動をしている 30 秒間について，当該行動のラベルを付与した．また，各被験者は 4 種の行動を 3 周しているが，1 周分のデータを 1 セットとし，1 被測定者あたり 1 回の測定で 3 セット分のデータを収集した．

3.2 測定対象の変化に対する頑強性

この節では，測定対象が変化した際の頑強性について検討する．具体的には，学習用データを測定した際の被測定者と，異なる被測定者のもとで測定したデータに対して分類精度を評価する．

行動データは測定器具周囲の明るさ約 1000Lux の環境で測定した．データは被測定者 A,B,C,D(いずれも男性大学院生)とした．

ここでは学習用データとして被測定者 A,B,C の行動データ用い，学習にはそれぞれの被測定者データの 2 セット分の行動（計 6 セット）を学習させた．また，評価用のデータは以下の 2 種類を用意し，それらの識別性能を比較した．

- 学習データとして採用した被験者A,B,Cの行動データの未学習の各1セット分（計3セット）の行動
- 学習データとして非採用の被験者 D の行動データの3セット分の行動

結果を表 1，2，3 に示す．それぞれ，4種の行動それぞれの適合率，再現率，F 値を示す．これらの結果から，まず，学習した被測定者の未学習のデータに関して，文献(4)と比べ全体的に低い性能となった．また，学習しなかった被測定者のデータ対しては，さらに性能が低下した．特に筆記・タブレットの行動については，全く検出に成功しなかった．

表 1　測定対象変化時の識別結果の適合率

	被測定者A,B,C	被測定者D
筆記	53.5	0.0
読書	6.2	53.9
タブレット	93.7	0.0
スマートフォン	49.0	57.6

表 2　測定対象変化時の識別結果の再現率

	被測定者A,B,C	被測定者D
筆記	90.1	0.0
読書	2.3	56.6
タブレット	21.1	0.0
スマートフォン	98.7	54.9

表 3　測定対象変化時の識別結果の F 値

	被測定者A,B,C	被測定者D
筆記	67.1	0.0
読書	3.3	56.7
タブレット	34.4	0.0
スマートフォン	65.5	56.2

この性能低下の原因を検討するために，学習データの筆記のセット別の各センサの測定値の平均と分散を図 3，4 にそれぞれ示す．これは，文献(4)の手法では，今回の実験における 1 セット分の測定データを学習用と評価用に分割することで評価を行っていたが，今回の実験では，複数セット分のデータを使用し，セット単位で学習データ・評価データを分けている点が異なるためである．

この結果より，腕の位置に相当するセンサ 6 から 12 の間でセットごとの平均が大きく異なることが分かる．また，ほとんどのセンサで，セット間で分散が大きく異なる．平均が異なることは，影の位置（腕の位置）がセット毎に異なることを示唆する．また，分散が異なることは，腕が動いていた位置（範囲）が異なることを示唆する．これらの結果は，ほぼ同じ明るさのもとで，同一被測定者が同じ行動をした際の測定結果であることを考えると，測定対象の変化に対する頑強性に乏しいと言える．

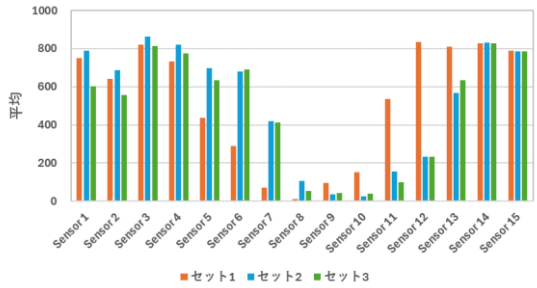


図 3　筆記のセット別の各センサの測定値の平均

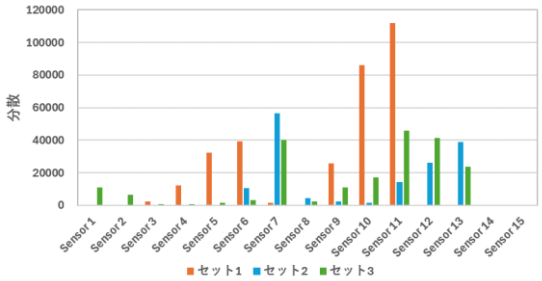


図 4　筆記のセット別の各センサの測定値の分散

3.3 環境の変化に対する頑強性

この節では，環境（周囲の明るさ）が変化した際の頑強性について検討する．具体的には，学習用データを測定した際の明るさと，異なる明るさのもとで測定したデータに対して分類精度を評価する．

行動データは測定器具周囲の明るさ約 1000Lux または 6000Lux の環境で測定した．データは被測定者 A（男性大学院生）とした．6000Lux では 2 回，1000Lux では 1 回の測定を行った．なお，いずれの明るさも書籍を読むのに環境としては十分な明るさであった．

ここでは，学習用データとして，6000Lux の環境で収集した同一人物の行動データ 2 組から各 2 セット，計 4 セット分を使用した．また，評価用のデータは以下の 2 種類を用意し，それらの識別性能を比較した．

- 学習データと同等の明るさ（6000Lux）で測定した 2 組の各 1 セット分(学習データに使用しなかったもの)，計 2 セット分の行動データ
- 学習データと異なる明るさ（1000Lux）で測定した 1 組分(3 セット分)の行動データ

しかし，前処理の結果，評価データのサンプル数が極端に減少する事態が発生したため，識別性能ではなく，前処理前の測定値について議論する．

まず，2 つの評価用データについて，前処理前後でのデ

ータのデータ数・減少率を表 4 に示す．6000Lux の場合は，学習データと同等の明るさのもとでの測定であり，1000Lux の場合は，それよりも暗い状況での測定である．明るさが，学習時から変化することで，前処理により異常値と判定され除去されたデータがほとんどであった．

表 4　評価用データの前処理前後のサンプル数

	前処理前[個]	前処理後[個]	減少率[%]
同等の明るさ	29436	24322	17.4
異なる明るさ	57358	5372	90.6

このような状況が発生した原因を検討するために，学習用データ・1000Lux で測定した結果について，その分布を図 5 に示す．ここでは，最も外側にあるセンサの測定値の値についてのヒストグラムを示す．いずれも，影かほとんど乗らないセンサなので極めて狭い範囲に測定値が分布している．そのため，四分位範囲$(Q_3 - Q_1)$が極めて小さくなり，ほとんどの評価用データが異常値であると判定された．

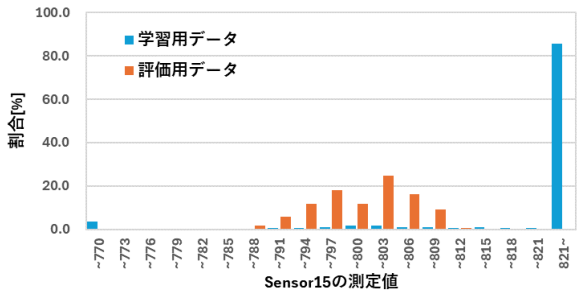


図 5　Sensor15 の測定値の分布

このことから，単純に学習データにおける各センサの値の範囲に基づいて異常値判定・標準化を行う手法は，環境（周囲の明るさ）の変化に対する頑強性を損なうと言える．

3.4　頑強性の向上に向けて

測定データの前処理に関して，明るさが変化すると，測定値の分布が変化する．そのため，各センサ独立に異常値の範囲の決定・標準化を行うのではなく，隣接センサの情報を使用することも必要だろう．

また，識別器に関して，被測定者の違いだけでなく，同一被測定者の繰り返し行動でも，識別性能が低下する要因となった．機械学習全般の性質として，データを増やすことでこのような違いに対する頑強性を得ることはできる．それだけではなく，人や着座位置の移動による腕の位置の変化に追従できるように，適切な特徴量を抽出し，それを用いて判別する必要があるだろう．

4. まとめ

本研究では教師が授業中の学生の情報を把握する支援をすることの一環として提案されたフォトレジスタアレイを用いて学生の姿勢を検出するシステムの頑強さについて検討した．特に，授業中に使用することを想定し，測定対象と環境の変化を発生させたときの姿勢を識別し，それらの比較をつうじ検討した．

これらの実験の結果から，文献(4)の手法は，測定対象・環境(周囲の明るさ)の変化に対する頑強性に乏しいことが明らかにした．

今後は，本研究での検討結果を生かし，測定対象・環境の変化に対する頑強性の向上を行う．

参考文献

(1) Tingting Liu, Jixin Wang and Bing Yang and Xuan Wang：“Facial expression recognition method with multi-label distribution learning for non-verbal behavior understanding in the classroom”, Infarared Physics & Technology, Vol.112,（2021）

(2) Selene Mota and Rosalind W. Picard：“Automated Posture Analysis for detecting Learner’s Interest Level”, IEEE, Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, Madison, WI, pp. 49-49（2003）

(3) 有馬寛太：“フォトレジスタを用いた学生の姿勢推定―腕の左右位置の検出の試み―”, 2022PC Conference 論文集, pp.215-216（2022）

(4) 有馬寛太：“学生の着座姿勢推定のためのフォトレジスタアレイの構成法”, 三重大学大学院工学研究科修士論文（2023）

多人数演習における多くの学習者が自信を持てない箇所の検出・集計

鈴木康平・高瀬治彦・北英彦
Email: 423m222@m.mie-u.ac.jp

三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words　記述式解答，入力過程，自信がない箇所の検出

1. はじめに

多人数講義において，講師はより良い講義のために，短い時間で学習者の理解状況を把握する必要がある。しかし，多人数講義についての最大の問題は，学習者の理解度を講師が把握することにある(1)。

学習者の理解状況を把握する方法の一つに，講義中に簡単な課題を課して，机間巡視や学習者の解答などから，学習者の様子を確認する方法がある。この際，記述式の解答を要求することで，細かく学習者の理解状況が把握できる。その反面，多人数講義においては，解答時間中に学習者全員の解答を読むことは難しい。そのため解答終了後すぐには，学習者の理解状況に応じた指導ができない。

現在，さまざまな大学での PC の必携化(2)などが浸透し，演習も計算機を利用して解答の作成・提出を行う場面が増えている。このような状況のもとで，ICT 技術を利用したさまざまな演習支援が行われている。例えばニューラルネットワークを用いた文章分類により解答の正解/不正解を分類する試みがある(3)。この手法では，提出された解答を判定することで，理解状況把握の支援をしている。しかし，解答を解析する手法では，解答が完成している必要があり，解答が提出されるまで解析結果を得ることができない。また解答に頼らず，学習者のふるまいから理解状況に関する情報を得る手法として，学習者の集中度をカメラで撮影した画像から推定する試みがある(4)。しかし，学習者のふるまいから解析する手法では，解答の「どこ」の部分につまずいているのか把握することはできない。さらに，学習者のふるまいと解答内容を合わせ分析する方法として，計算問題における解答の習熟度が低い箇所をペンストロークの停滞箇所から検出する手法(5)や学習者の自信がない箇所を解答の入力停滞から検出する手法(6)がある。前者は，数字や文字などある程度解答パターンが決められた問題でしか，停滞した箇所を検出することはできない。後者は，各個人の状況が判別できるのみであるため，多人数で実施する演習において，全体の状況を把握するのには向いていない。

本研究では，多人数で実施する演習において，学習者のふるまいと解答内容を合わせることで，多くの学習者が自信を持てない箇所を検出し，講師に提供することを試みる。本稿では，文献(6)の手法により各学習者の自信がない箇所を検出した後，全学習者の自信がない部分に関連した記述をその内容に従い分類し講師に提供する。

2. 解答の入力停滞から学習者の自信がない箇所を検出する手法

この節では，各学習者が自信を持てない箇所を講師に提供するために，入力過程における入力の遅れから学習者の自信がない箇所を逐次検出する方法として，文献(6)の方法について説明する。

この方法は，入力された解答だけでなく，各文字がいつ入力されたかという情報（入力過程）を用いて，解答のどの部分に学習者が自信がないのかを検出する。解答の入力が停滞する箇所の近辺に自信がない箇所が存在する(7)ことに着目し，入力の停滞を検出する。これは，これまでの解答入力速度と，日本語変換の際の入力開始から確定までの入力速度を比較することで行う。この手法により，変換操作毎に，学習者が解答を提出する前から，自信がない箇所の検出ができる。

表 1 はある学習者が「右ねじの法則を説明せよ」という問題に対して「ある電流を流すことにより、…」と解答を入力した解答の一部を示したものである。この学習者は「…/電流を/流すことに/より/…」と/の位置で変換を行った。それぞれの区間において入力が遅延したかどうかの判定を行う。表 1 には，解答開始時点からその時点までの区間の平均入力速度と変換した区間の入力速度（区間平均速度），それぞれの区間の遅延の有無を判定した結果を示す。遅延の有無は平均入力速度と区間平均速度を比較し，区間平均速度が平均入力速度を下回った場合は，入力が遅延・停滞したと判定する。表には，遅延の有無を記した。このように，変換確定毎に平均入力速度と区間平均速度を求めることで，遅延した箇所の判断をするため，変換確定毎に逐次判定する。これをもとに，取得した箇所の前後 2 区間を自信がない箇所として抽出している。

表 1 ある学習者の解答の入力過程の一部の遅延状況

	…	電流を	流すことに	より	…
平均入力速度(字/秒)		0.65	0.57	0.79	
区間平均速度(字/秒)		0.56	0.49	2.1	
遅延の有無		有	有	無	

この手法の課題は 2 つある。第 1 の課題は，検出結果が，読みにくいことである。この手法では入力が遅延・停滞した箇所は，変換単位で抽出される。そのため，

必ずしも意味の切れ目で区切られているわけではなく，読みにくくなる場合が生じる。第 2 の課題は，多人数の動向がわかりにくいことである。この手法では各個人に対して検出を行うため，多人数の場合は，検出結果が多数得られる。多数の解答の断片を並べて提供されても，全体の動向を把握することは困難である。

3. 提案法

本節では，前節で述べた2つの課題(抽出結果が読みにくい，多人数の動向がわかりにくい)を解決する方法について検討する。ここでは，意味をとらえやすいように抽出する手法と，抽出結果を要約する手法についてそれぞれ検討する。

まず，意味をとらえやすいように抽出する手法について検討する。ここでは，抽出結果を意味をとらえやすいよう長さに調整することで，抽出結果を分かりやすくする。文章において，意味を持つ最小の単位は単語である。そこで，第 1 の抽出法として単語一つだけにする方法を考える。この手法では，元の抽出結果に含まれる単語を，一つずつ抽出する。しかし，抽出した各単語それぞれだけでは，「どこ」で入力が停滞したのかを把握するのには適しているが，「どのような内容」を記述する際に入力が停滞したのか把握しにくい。そこで，抽出範囲をより長くすることを試みる。第 2 の抽出方法として，文節単位での抽出することを考える。ただし，単一文節では第 1 の方法と同じく，抽出結果が短く，内容を把握しにくいだろう。そこで，元の抽出範囲に含まれる文節と，それ係る文節を抽出する。ただし，これでも十分に意味が取れない場合もあるだろう。そこで第 3 の方法として，関係のある語を一通り抽出する方法を考える。この方法では，元の抽出結果に含まれる各語について，その語に関係している語を連鎖的に抽出する方法を考える。具体的には各語の依存関係に注目する。具体的な手順を以下に示す。まず，元の抽出結果に含まれる各語を抽出する。次に，元の抽出結果に含まれる各語について，語の依存関係による直接の係り受けの関係にある語をする抽出する。さらに，一つ前の手順で抽出された各語について，そこに係る語をすべて抽出する。これを新たに抽出する語がなくなるまで繰り返す。最後に，ここまでの操作で抽出されたすべての語を，原文の順に連結したものを抽出結果とする。この手法では，下の抽出結果に関係する語がすべて抽出されるため意味は取りやすくなる。その反面，抽出結果が長くなる。

以上をまとめると，抽出単位の候補としては，単語・文節・関連語が挙げられる。これらの違いについては実験の節で比較する。

本稿では，文節・語の係り受けに着目した切り出しには，係り受け解析器と呼ばれる自然言語処理のツールを用いる。係り受け解析とは，文の構成要素(文節・語)間の依存関係を明らかにする方法で，どれがどこに係っているかを解析する方法である。よく使われる係り受け解析器としては語間の関係を出力する GiNZA[8]，文節間の関係を出力する南瓜[9]などがある。

次に，抽出結果を要約する手法について検討する。多数の抽出結果をそのまま提供することは，概要を素早く把握するのには向かない。そこで，抽出結果をクラスタリング(分類)し，各クラスタの代表と大きさを提供することで，多量の抽出結果をすべて閲覧しなくても良いようにする。ここでクラスタリングとは，与えられた多数のデータをその類似度に応じてグループ化する手法である。主要なクラスタリング手法では，各データがベクトルとして表されていることが必要である。文章などをベクトル化する手法としては，使用単語の頻度に基づく Bag of Words 法[10]や，言語モデルにより意味をベクトル化する埋め込みベクトル法などがある。ここで扱う解答は，学生の自由記述によるものを想定しているため，使用単語・表現にはゆらぎが含まれる。そのため，単一単語より長いもののクラスタリングを行う際は，後者の利用を検討する。

埋め込みベクトルの生成には，単語から埋め込みベクトルを生成する word2vec[10]，文章から埋め込みベクトルを生成する doc2vec[10]，任意の長さのフレーズから埋め込みベクトルを生成する Universal Sentece Encorder (USE)[11] などが有名である。

クラスタリング手法には，階層型クラスタリングや K-means 法などがある[12]。本稿では各クラスタの代表を提供するため，K-means 法を用いる。また，各クラスタの代表は，K-means 法の各クラスタの代表点に最も近い抽出結果を選択する。

4. 実験

この章では，提案法により実際の授業の演習問題の解答に対して，前章で検討した手法を適用し，その抽出結果を確認する。

4.1 実験条件

本研究の実験では，Web システムをつうじて演習の解答を行う。使用したシステムは，学習者が打鍵したキーの打鍵時刻を一文字ごとに収集できる。各学習者は簡単な記述式演習問題を解いた。学習者は，本学の電気電子工学科の講義「計算機工学」の受講者 40 名であり，演習問題は計算機のハードウェアに関する質問である。具体的な演習問題と解答例は以下のとおりである。

問: ハーバードアーキテクチャのメリットとデメリットを説明せよ

解答例: メリットはフォン・ノイマンのボトルネックを回避でき，高速な動作を実現できる。プログラムとデータのビット幅を揃える必要がない。デメリットは回路が複雑になることである。

本稿では，形態素解析と係り受け解析は GiNZA，埋め込みベクトルは USE，クラスタリングは K-means 法を使用する。

4.2 実験結果

表 2, 3, 4 に，各種法で抽出・クラスタリングした結果の上位のクラスタの代表とクラスタの大きさを示す。表 2 は，抽出した各語について，その語を使用した解答者数を示している。なお結果は，使用者数順にした上位 9 語分のみを記した。表 3 は文節単位で抽出した結果を USE で埋め込みベクトル化してクラスタリングした結果に

ついて，クラスタサイズの上位 9 件分を記した。表 4 は，関連語で抽出した結果を USE で埋め込みベクトル化してクラスタリングした結果について，クラスタサイズの上位 9 件分を記した。なお，これらの表に記した件数は，各停滞箇所に対して別個に処理した結果を計数したものであり，重複して計数しているものも含まれる。

また表 5，6 にクラスタリングの結果，同じクラスタに分類された抽出結果とその数を示す。表 5 は表 3 における最初のクラスタ「データのビット幅を」と同じクラスタに属しているものすべてを示している。また，表 6 は表 4 における最初のクラスタ「プログラムメモリとデータメモリが」と同じクラスタに属しているもののうち頻度が 2 以上のものを示している。なお，各表に記した数は，文字列が完全に一致したものの数を示している。

表 2 自信がない箇所の頻出単語と人数

自信がない箇所の頻出単語	人数
デメリット	20
プログラム	18
複雑	17
フォン・ノイマン	15
ボトルネック	15
回避	14
回路	14
メリット	13
メモリ	13

表 3 文節単位の代表とクラスタサイズ

文節単位の代表	サイズ
データのビット幅を	22
デメリットとしてはなる	22
データメモリが分離している	20
プログラムとデータの	18
データ用のバスが	17
複雑になるという	16
動作が実現できる	15
プログラムメモリとデータメモリが	15
回路がなりがちという	15

表 4 関連語の代表とクラスタサイズ

関連語の代表	サイズ
プログラムメモリとデータメモリが	48
プログラムメモリとデータメモリが分離しているため、フォン・ノイマンのボトルネックを回避でき、プログラムとデータのビット幅を揃える必要がない	38
デメリット:回路が複雑になりがちだというフォン・ノイマンのボトルネックを回避して	34
回路が複雑になってしまうという	29
ハーバードアーキテクチャのメリットは命令用とデータ用のバスが分離しているので、ノイマン型のボトルネックを回避して高速な動作が実現できる	23
プログラムとデータのビット幅を	21
ハードウェア構成が複雑になってしまう	17
プログラムとデータの	16
命令用とデータ用の	16

表 5 表 3 の最初のクラスタの内容

抽出結果	数
データのビット幅を	12
ビット幅を揃える	3
ビット幅をそろえる	2
データのビットを	1
データの bit 幅を	1
ビット幅をそろえることができる。	1
ビット幅を揃えなくてもよいという	1
プログラムの幅が	1

表 6 表 4 の最初のクラスタの内容

抽出結果	数
プログラムメモリとデータメモリが	8
プログラムメモリとデータメモリの	3
プログラムメモリと	3
命令メモリとデータメモリが	2
メモリ・データメモリと	2
プログラムメモリとデータメモリが分離している	2
デメリットとして、命令側のメモリが余っていたとしても	2
CPU からのメモリがプログラムとデータそれぞれ分断されている	2

5. 考察

表 2 では，抽出結果が読みやすく，解答の「どこ」の部分につまずいているのか把握しやすいだろう。表 2，表 3，表 4 より抽出単位を単語・文節・関連語のように広げると，意味を捉えやすくなると感じる。そのため，「どのような内容」があったのかが把握しやすくなっている。ただし，表 4 の第 2 位の項目のように長過ぎると，読みづらくなる点にも注意が必要だろう。実際に使用する際に

は，抽出単位を変化できるようにすると良いだろう。

表 5，6 より，埋め込みベクトルに基づいてクラスタリングした結果について検討する。表 5 では，全 22 個の抽出結果が，8 種類の抽出結果を含んでいる。「プログラムの幅が」といった，異なる内容が含まれているが，概ね意味が類似したものでクラスタが構成されている。表 6 では，全 48 個の抽出結果が，頻度 1 のものを含めて 32 種類の抽出結果を含んでいる。長い抽出結果の内容は異なるものが多いが，内容的には短いものの内容を含んだものが分類されている。また，いずれの分類結果も文字列としては大きく異なるものが同じクラスタに分類されていることも分かる。このように，抽出長さの調整は必要だが，埋め込みベクトルでベクトル化することにより，意味に基づいた分類ができると言えるだろう。

6. おわりに

本稿では，解答の入力過程から学習者の自信がない箇所を検出した後，多人数で実施する演習において，多くの学習者が自信を持てない箇所を講師に提供することを目的とした。このために，文の構成要素間の係り受けの関係に着目し，単語・文節・関連語それぞれを抽出単位として提供することを提案した。簡単な実験により，抽出単位を単語・文節・関連語のように広げると，意味を捉えやすくなることを確認した。加えて，文節・関連語の際は，埋め込みベクトルでベクトル化することにより，意味に基づいた分類ができることを確認した。しかし，関連語では抽出結果が長すぎる場合もあるため，今後は関連語を抽出する際の抽出範囲についても検討する。

参考文献

(1) 西澤泰彦:“多人数講義における問題点と教育方法”，名古屋高等教育研究，第 6 号，pp.52-56(2006)

(2) 宇治橋祐之，渡辺誓司:“ GIGA スクール構想と「オンライン学習」に向けたメディア利用～2020 年度「新型コロナ下の小学校，中学校，特別支援学校でのメディア利用に関する調査」から～”，メディア研究部，pp.50-58(2021)

(3) 寺田凛太朗，久保顕大，柴田知秀，黒橋禎夫，大久保智哉:“ニューラルネットワークを用いた記述式問題の自動採点”，言語処理学会発表論文集，第 22 回年次大会，pp.370-373(2016)

(4) 藤白智也，浅利恭美，宮田真宏，山田徹志，大森隆司:“授業中の画像からの姿勢推定による集中度の評価”，人工知能学会全国大会論文集，第 34 回全国大会，一般社団法人人工知能学会(2020)

(5) 飯山将晃，中塚智尋，森村吉貴，橋本敦史，村上正行，美濃導彦:“ペンストロークの時 間間隔を用いた解答停滞箇所の検出”，情報システム情報学会誌，Vol. 34，No. 2，pp. 161-171(2017)

(6) 鈴木康平，高瀬治彦，北英彦:“記述式演習からの学習者の自信がない箇所の入力過程を用いた逐次検出に関する一検討”，2023 PC Conference 論文集，pp.237-239(2023)

(7) 鈴木公貴，木村聖，高瀬治彦，北英彦，川中普晴:“解答の入力停滞からの学生の自信がない語の検出の試み―停滞の判定基準に関する検討―”，2018PC Conference 論文集，pp.48-51(2018)

(8) 松田寛:“GiNZA - Universal Dependencies による実用的日本語解析”，学会記事，2020 年 27 巻 3 号，pp.695-701(2020)

(9) 工藤拓，松本裕治:“チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析”，情報処理学会論文誌，Vol.43，No.6，pp.1834-1842(2002)

(10) 山本和英，(2021)，テキスト処理の要素技術，日本:近代科学者

(11) Daniel Cer，Yinfei Yang，Sheng-yi Kong，Nan Hua，Nicole Limtiaco，Rhomni St. John，Noah Constant，Mario Guajardo-Cespedes，Steve Yuan，Chris Tar，Yun-Hsuan Sung，Brian Strope，Ray Kurzweil:“Universal Sentrnce Encoder”，arXiv:1803.11175，(2018)

(12) 新納浩幸，(2007)，R で学ぶクラスタ解析，日本:オーム社

MAS を用いた災害時における最適な避難経路の提案

堺谷天詩[*1]・浅本紀子[*2]
sakaitani.tenshi@is.ocha.ac.jp

*1：お茶の水女子大学大学院人間文化創生科学研究科理学専攻情報科学コース
*2：お茶の水女子大学　基幹研究院　自然科学系

◎Key Words　　災害，マルチエージェントシミュレーション

1. はじめに

近年，地震や地球温暖化が原因とされている予期せぬ豪雨などにより，日常の安全が脅かされているニュースをよく目にする。防災グッズの常備や各地区で提供されているハザードマップの確認といった日頃の災害対策は，今後もかなり重要であると考える。

しかし，東日本大震災の際は，「実際に避難できたのは住民の 7～8 割であると言われている。[(1)]」原因として，危機感を感じられず逃げ遅れてしまったり，自動車による渋滞に捕まってしまったりしたことが挙げられる。また震源地から遠く離れた地域でも，公共交通機関の停止に伴い多くの人が帰宅困難となった。

これらの内容を踏まえると，災害時には 1 人 1 人の迅速かつ効率的な避難が求められる。また，均等に人を分散させることで渋滞を避けることも可能であると考える。さらに近年，電車や商業施設等の現在の混雑状況を知れるサービスや，さまざまな IoT システムによる混雑状況の把握が可能である。これらがさらに発展すれば，1 人 1 人の動きや各所の混雑状況をリアルタイムで取得できるようになると考える。

2. 背景

2.1 災害時における避難者

実際に東日本大震災の際の，首都東京では，「無理な帰宅は控えるようにという指令と共に区市町は一時避難場所として公的施設や民間施設，国の施設，教育機関等，1,000 箇所の避難場所を用意したが，当日夕方より主要幹線道路には歩行者があふれ道路は車で渋滞が続くなど，結果的に首都圏において約 515 万人の帰宅困難者が発生した。首都直下地震の被害想定では帰宅困難者はそれを上回る最大約 800 万人発生すると言われている。[(2)]」

現在は帰宅困難者が発生した際は，警察等の指示により，帰宅困難者を最寄りの避難所へと誘導することが一般的となっている。しかし，人口の多い都心部では人々が一斉に避難することで，救護活動を行うための救急車等の通行の妨げや，過度な人口密度による進行速度の低下，身体的に不自由な方の予期せぬ怪我などの二次災害を作りかねない。さらには，避難所までたどり着いたとは言え，すでにその避難所の収容人数を超過しており，別の避難所を再度探さなければならないという事態に陥ることが想定される。

2.2 先行研究・関連研究

災害時における避難経路に関する研究は数多く行なわれている。小笠原は[(3)]避難経路上の坂の傾きの大きさに基づき，避難経路選択モデルを構築している。川村は[(4)]アンケート調査から得られた被災者の避難特性の結果をもとに，避難時における重要な要素に関する研究を行っている。木村は[(5)]室内で，階段やデイル口付近の渋滞を考慮したリアルタイムの避難誘導システムの開発を行っている。

3. 災害時の避難経路

3.1 本研究の目的の概要

前章で述べたことを実現するために，まずはシミュレーションで人の流れを再現できるモデルを構築する。渋滞状況や避難経路の情報をもとに最適な避難経路を提案することで，災害時における情報交換の重要性の確認や災害時における情報技術の活用を目指す。

本研究では，各避難者のリアルタイムの状況を取得できると仮定する。その上で，その情報を元に最も効率のよい避難経路を提案するモデルを，構造計画研究所のマルチエージェントシミュレーション(以下 MAS という)，artisoc を用いて構築する。

MAS を用いる理由は，個々のエージェントにそれぞれの行動特性を持たせることでより現実に近いシミュレーションができると考えるからである。またシミュレーション結果を擬格的に出力してくれるため，現実で起こり得る状況を目で見て確認することができる。

作成したモデルやシミュレーション結果を利用して，今後の災害に向けた人為的な安全性を検証する。将来的にはどの場所に避難場所を新しく増設すると，より効率的に避難ができるのかという，最適な避難場所の提案に関しても研究する。

3.2 MAS

MAS とは、複数のエージェントに対して同時進行的に各々のルールのもと相互作用を受けながら実行させるシミュレーション手法である。[(6)]

社会にはいくつもの要素が絡み合う複雑な事象が溢れており，個々の人間や生物のミクロな動きだけでは想定できないようなマクロの現象がある。これを「複雑系の現象」という。「複雑系」とは，個々の人間や生物の個人的な好みや行動様式（ミクロ）から推測できることが，必ずしも現象全体（マクロ）に反映しないもののことを言う。例えば，身近な複雑系の現象として，「鳥の群れ」，「高速道路での自然渋滞」などが私たちの生活の周りにも見られる。マルチエージェント。・シミュレーションは，これらマクロな現象について，ここのエージェントの相互作

用が積み重なった結果として捉えて，その仕組みを解析するのに適した手法である。[6]

3.3 構築した避難モデル

今回は東京など震源地から離れた場所での，帰宅困難者の避難に着目して研究を行う。道幅の状況や混雑状況，避難場所収容人数の情報から，シミュレーションを行い避難者 1 人 1 人に最適な避難経路に沿って避難してもらう。最終的に帰宅困難者が全員避難するまでにかかった時間(step 数)を比較して検証を行う。

4. 実装

4.1 空間設定

実際の災害時に渋滞が起きそうな，都心の一部を簡易的な仮想モデルに作り変える。今回は図 1 に示す通り，「港区の住宅地が多い地域[6]」を参考にモデルを構築する。広さは約 2km×2km とする。図 2 は図 1 の地図を簡略化して作成した仮想マップである。白い部分は避難者エージェントが歩行可能な通路である。



図 1 仮装モデルの参考元の地図

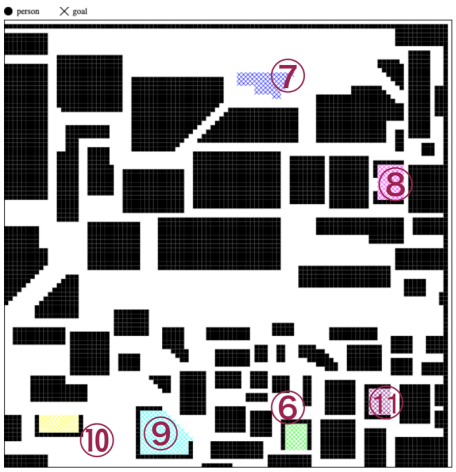


図 2 簡易的に再現した仮装モデル

4.2 避難者エージェント

避難者エージェントは，ランダムに各地点で発生させる。今回は全員が通常歩行が可能であると仮定する。避難者エージェントは 1 エージェント 1 人とし，1000 個のエージェントを発生させる。収容可能な避難所に到達した時点でシミュレーション上から自身は消えるように設定する。

4.3 避難所エージェント

避難所エージェントは 6 から 11 番まで（各避難所の番号は図 2 を参照 ），番号により区別する。各避難所にはそれぞれ収容可能人数が決まっており，その人数を満たした場合は避難者受け入れを終了する。各避難所の収容可能人数は表 1 にまとめる。避難者エージェントは避難所の入り口に到達した時点で避難完了とする。

表 1 各避難所の収容可能人数

避難所番号	収容可能人数(人)
7	200
8	200
9	150
10	150
11	150

4.4 エージェントの行動ルール

今回はエージェントの行動ルールを 2 パターンに分類し，シミュレーションを行う。1 つは，他の歩行者の場所を考慮せず，ただ最寄りの避難所に一目散に向かうパターンである。最寄りの避難所が収容可能人数を超えている場合は次に近い避難所を新たな目的地として行動する。避難可能な避難所にたどり着くまで繰り返す。

2 つ目は，他エージェントの歩行場所，つまり渋滞を考慮し避難所に向かうパターンである。渋滞を回避した場合の方が目的地までの道のりが近い場合はその経路に沿って避難する。

4.5 避難経路決定手法

今回のモデルではポテンシャル法を用い，避難経路決定を行う。まず初めに各目的地に対するポテンシャルを求める。エージェントは収容可能な目的地ごとにムーア近傍でのポテンシャルを取得する。その中で最もポテンシャル値の小さかった避難所を目的地と設定し，1step につき 1 セル進む。渋滞を考慮した場合は、各避難所に対するポテンシャル法を求める際に、他のエージェントがいる場所は歩行不可とし、計算を行う。

4.6 シミュレーション結果　渋滞を考慮しない避難

渋滞を考慮しなかった時の step ごとの避難完了人数の結果は図 3 のようになった。1000 人が避難完了するまでにかかった step 数は 457step であった。93step までかなり順調に避難できていることがわかる。また，139step や 231step あたりでグラフが横ばいになっており避難完了人数に滞りが発生している。これは渋滞が発生したことによる，人の流れの滞りだと考えられる。

4.7 シミュレーション結果　渋滞を考慮した避難

渋滞を考慮した時の step ごとの避難完了人数の結果は図 4 のようになった。1000 人が避難完了するまでにかかった step 数は 386step であった。渋滞を考慮しないシミュレーション結果より避難者の避難完了に要した総 step 数は少なくなっている。また比較的緩やかにグラフが伸びている。グラフが横ばいである箇所も少ない。

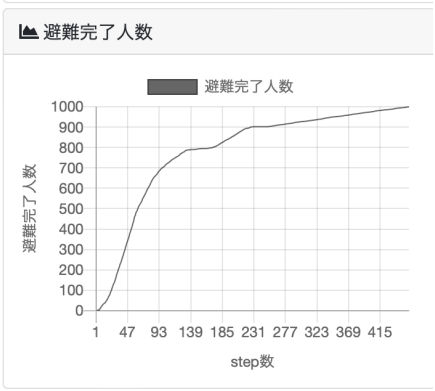


図3 渋滞考慮なし時のstepごとの避難完了人数

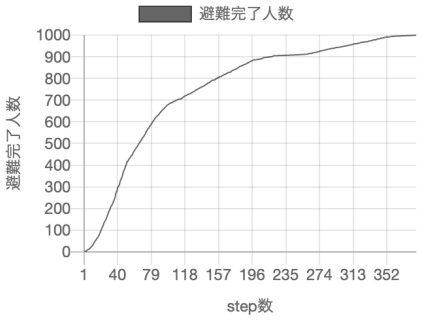


図4 渋滞を考慮した時のstepごとの避難完了人数

5. 考察

渋滞を考慮した時の方が総step数は小さくなっていたため，渋滞を考慮した方が全体的に見ると効率的に避難できることが分かった。実際のシミュレーション過程を見てみても，渋滞を避けて避難している様子がわかる。図5では各所で渋滞が発生しており，立ち往生しているエージェントが見られた。しかし渋滞を考慮した場合でもグラフの横ばいが見られる。この原因として考えられることは，目的地としていた避難所が収容可能人数を満たしてしまい，強制的に目的地を変更せざる終えなくなることである。その場合最初に向かっていた目的地までの道のりが無駄に終わってしまう。

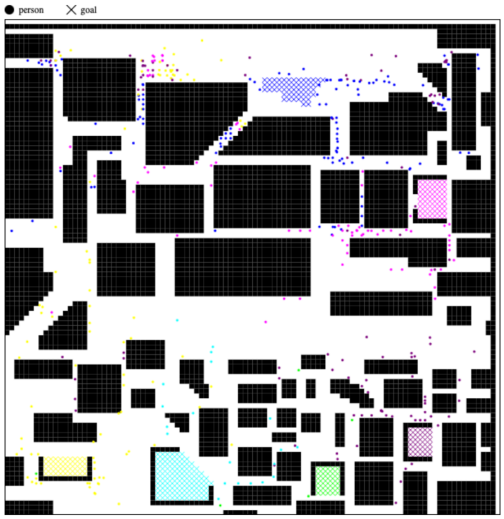


図5 渋滞を考慮しない時のシミュレーション



図6 渋滞を考慮しない時のシミュレーション

6. より現実的なシミュレーションにするために

今後はより現実に近いシミュレーションを行う。今回避難者エージェントは全員が渋滞を考慮した上でより最短で避難所に向かう経路を選択し避難した。しかし実際，現実では渋滞しているとはいえ最寄りの避難所を優先して避難する人もいると考える。また，避難者にはそれぞれの身体的能力の差がある。さらには必ず1人で避難するとは考えられにくい。また，考察でも述べたように避難所が満員になってから，次の避難所へ移動するのではなく，あらかじめ満員になる予定の避難所は目的地として考慮しない設定でシミュレーションを行う。

7. 今後の取り組み

さらに発展した避難経路に関する研究では，新たに避難所の提案を行う。今現在では，既存の避難所にいかに効率よく避難するかという点に着目し行われている研究は多くある。しかし，私は新たな避難所の新設により，さらに効率よく避難できるのではないかという点に着目した。渋滞や避難所の偏りを避け全体的に避難がより効率的に行えるような避難場所の提案に取り組む。

参考文献

(1) https://www.toyo.ac.jp/link-toyo/social/risk_communication
(2) 廣井悠，関谷直也，中島良太，章谷峻太郎，花原英徳：“東日本大震災における首都圏の帰宅困難者に関する社会調査”，地域安全学会論文集，No.15，pp.343-353（2011）.
(3) 小笠原和香，“MASを用いた坂の多い地域における災害時避難ルートの検証と避難誘導アプリの提案”，お茶の水女子大学 修士論文（2023）.
(4) 川村日成，“最適行動に基づく津波避難行動解析を用いた避難経路に係る諸要因の分析”，高知工科大学大学院 修士論文（2018）.
(5) 木村健，“避難者分布と避難障害を考慮したリアルタイム分散避難誘導システムの開発”，名古屋工業大学大学院 修士論文，（2018）.
(6) https://mas.kke.co.jp/about/
(7) https://www.city.minato.tokyo.jp/bousai/bosai-anzen/bosai/daishinsai/b-map/r030301.html

踏切道の交通渋滞問題における改善策の MAS を用いた効果の検討

小峯玲奈*1・浅本紀子*2
Email: komine.reina@is.ocha.ac.jp

*1：お茶の水女子大学大学院　人間文化創成科学研究科　理学専攻　情報科学コース
*2：お茶の水女子大学　基幹研究院　自然科学系

◎Key Words　マルチエージェントシミュレーション・交通渋滞・GIS データ

1. はじめに

交通渋滞は様々な問題に対して影響を与えている。それは不快な気分になったり，苛立ったりする感情的な問題だけに留まらない。まず始めに挙げられる影響は経済的な損失である。国土交通省の調査によると，全国で 1 年間に発生する渋滞損失は約 33.1 億時間，貨幣価値で換算すると約 10 兆円にも上るとされている。(1)

さらに，CO_2 排出量増加による環境への悪影響も考えられる。近年の日本では，2050 年カーボンニュートラルの実現や 2030 年度温室効果ガス 46%削減に向け，国土交通分野における CO_2 排出量の削減に対するより一層の取り組みの推進が求められている。実際に，高速道路では ETC 導入をはじめとした渋滞緩和策によって排出量の削減に成功した。(2)しかし自動車の速度と CO_2 排出量には相関があるため，低速で走行する車が多い一般道，特に慢性的に渋滞が発生する大都市圏の一般道では CO_2 排出量が多い傾向にある。したがって，今後は一般道の渋滞対策に力を入れることで，環境への負荷をさらに減らすことが可能になると考える。このような交通渋滞の要因は様々であるが，主な原因としては交通量の多さ，道路工事や交通事故による道路規制，信号や踏切の存在などが挙げられる。

本研究では，様々な要因の中でも踏切を原因とする渋滞に着目し，マルチエージェントシミュレーションを用いて交通渋滞モデルを構築する。さらに，作成したモデルを利用して踏切が渋滞に及ぼす影響や改善策の効果を分析する。コンピュータを活用し，我々の生活に身近かつ重要な踏切道における交通渋滞問題の理解や問題意識の向上，そして改善に向けた支援を目指す。

2. 関連研究

コンピュータやシミュレーションを用いて，交通流を再現する研究や渋滞等の問題改善を目的とする研究は近年盛んに行われている。中川ら(3)はシミュレーション内にバスなどの公共交通を組み込むことで，都市部の交通流を精度良く再現している。また，藤井ら(4)はドライバーの視野や注視点の移動に基づく認知モデルを構築することで，交通事故が起こる様子をモデリングしている。

渋滞対策に関する研究として，萬屋ら(5)は拡張 NS モデルを利用し渋滞緩和車を用いた高速道路の渋滞解消手法を提案している。また，高橋ら(6)は車の待ち台数に加え通過時間も考慮した信号制御の評価を行なっている。渋滞問題の改善を目指す研究の多くは高速道路や信号制御を対象としたものであり，都市部で大きな問題となっている踏切渋滞に着目している研究は少ない。

こうした中，踏切渋滞解消に向けて導入が進められているシステムに「賢い踏切」がある。一般的な踏切は警報開始点が決まっており，その地点を列車が通過すると警報が鳴る仕組みになっている。一方で，賢い踏切は急行・特急と各駅停車の速度の違いに着目し，列車種別ごとに警報開始点を変えることで無駄な待ち時間を減らすシステムである。(7)（図 1）実際に導入されている踏切もあり，踏切渋滞の改善策の 1 つとして期待されている。本研究の中でも 6 章の各種改善策の検討で取り上げる。

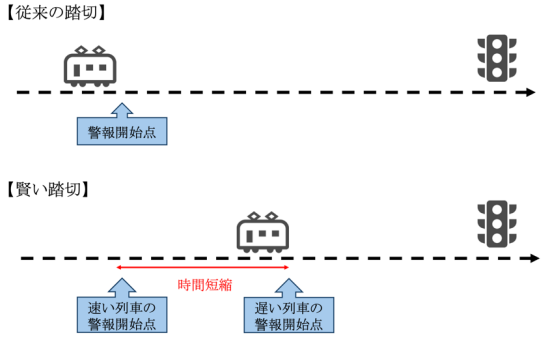


図 1 賢い踏切のイメージ

3. 踏切道について

国土交通省の基準によると，「踏切道とは，鉄道と道路が交差する場所のことであり，踏切道改良促進法においては，鉄道と道路法による道路とが交差している場所のことを指す。(8)」

3.1 踏切道の現状(8)(9)

令和 4 年度の調査によると，全国には 32,442 箇所の踏切が存在している。踏切道改良促進法が制定される前の昭和 35 年には 71,070 箇所もの踏切が存在していたことと比較すると，約 60 年で半数以下まで減少していることが分かる。また，危険性が高い遮断機の無い踏切も大幅に減少しているが，未だ約 1 割が残っている。

3.2 踏切道の課題(9)

踏切道における主な課題は，大きく分けて 2 つある。

1 つ目は安全面に関する課題である。踏切事故件数は昭和 36 年には約 5,500 件に上っていたものの，令和 4 年度には 195 件と約 28 分の 1 にまで減少している。これは踏切の減少とともに，危険な踏切道の整備や遮断機のない踏切の撤去などが行われたことによるものだと考えられる。しかし，依然として踏切事故は鉄道運転事故の約 33%（195 件／584 件）を占めており，死傷者数においても約 27%（137 人／511 人）と高い割合を占めている。

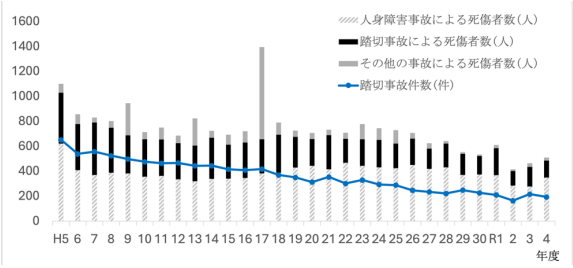


図2 踏切事故件数と鉄道事故による死傷者数の推移
(参考文献(9)をもとにグラフを作成)

そして2つ目の課題は，交通渋滞である。前述したとおり踏切道改良促進法の施行により，現在では 9 割の踏切に遮断機が設置されている。危険な踏切が減少した一方で，踏切による交通渋滞が新たな社会課題となっている。

4. マルチエージェントシミュレーション

本研究で使用するマルチエージェントシミュレーション（以下，MAS）とは，自立した個々の主体が多数集まり，各々の行動ルールや主体同士の相互作用，主体と環境との相互作用を利用して社会現象をモデル化するシミュレーション手法である。MAS の最大の特徴は，相互作用に焦点を当てたボトムアップ・アプローチであると言われている。従来のモデル化の考え方は，社会全体の性質を取り込んだモデルを作るというトップダウン・アプローチであるが，MAS は局所的な関係をモデル化することで全体の性質は自ずと現れるという考え方をしている。(10)

また本研究では，プラットフォームとして構造計画研究所が開発した artisoc を使用してモデルの実装を行う。artisoc は動的シミュレーションであり，数値的な結果だけでなく視覚的に結果を可視化しやすいため本研究に適していると判断した。

5. 基本モデルの実装

本章では，踏切によって渋滞が発生する様子をモデル化する。以下，このモデルを基本モデルと呼ぶことにする。

5.1 対象地域の選定

はじめに，本研究で対象とする踏切道を選定する。対象地域の選定には，国土交通省による「踏切道安全通行カルテ」と「課題となる主な踏切道の基準」を参考にした。(8) 踏切道安全交通カルテとは，開かずの踏切などの「緊急に対策の検討が必要な踏切（カルテ踏切）」を踏切の諸元，交通量，事故発生状況，対策状況等をまとめて公表したものである。ここでは令和 3 年 9 月末に発表されたカルテ踏切の中から，以下2つの基準（表 1）の両方に該当する踏切を対象地域とした。

表1 本研究で対象とした基準

踏切名	基準
開かずの踏切	ピーク時間の遮断時間が 1 時間あたり 40 分以上である。
自動車ボトルネック踏切	1 日の踏切自動車交通遮断量が 5 万以上である。(踏切自動車交通遮断量＝自動車交通量×踏切遮断時間)

以上より，本研究では京王線上の代田橋 6 号踏切と特例都道赤坂杉並線（413 号）とが交差する地点を中心とした範囲でシミュレーションを行う。この踏切は井の頭通り上に位置し，さらに付近には甲州街道と環七通りの2本の主要道路が走っている。（図 3）また，周囲の道路より比較的幅が広い道路であることから，抜け道として利用する自動車も多く，特に自動車の交通量が多い踏切となっている。

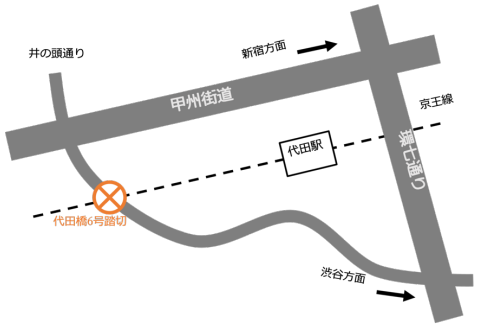


図3 代田橋 6 号踏切周辺のイメージ

5.2 基本モデルの空間設定

国土地理院の航空写真を背景画像として読み込み，各設定を行なっていく。本モデルの空間は縦 180m×横 320m の区域の画像を使用しており，artisoc 上では縦 90 マス×横 160 マスの空間と設定した。したがって，artisoc 上の 1 マスは実測値で 2m となる。また 1 ステップは 1 秒とした。

5.3 経路の設定

自動車が走行する経路は，artisoc の描画ツールを使用して設定を行なった。その際に用いるのが，目的地を表す Point エージェントとそれらのつながりを表す Link エージェントである。基本モデルでは上り車線と下り車線の道路に対して，それぞれ Point エージェントを 20 個（図 4 上の赤い点），Link エージェントを 19 個（図 4 上の緑の線）定義した。

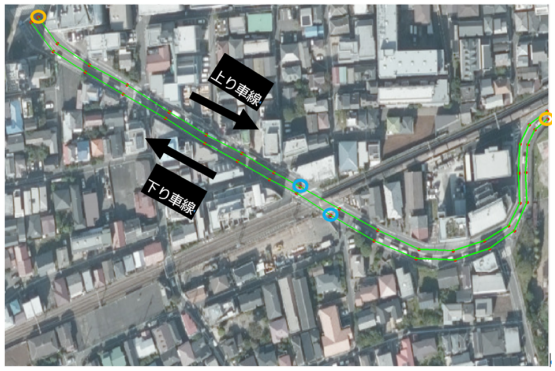


図4 各種設定の様子

5.4 踏切の設定と行動ルール

上り車線と下り車線の経路にそれぞれ 1 ヶ所ずつ踏切（図 4 上の水色の丸）を定義した。実行時に踏切の状態を分かりやすくするため，開放時は緑色，遮断時は赤色に変化するよう設定を行なった。またシミュレーション開始時，踏切は開放状態となっている。その後は開放時間 30 秒，遮断時間 150 秒を繰り返す動きを基本の行動ルールとした。

5.5　自動車の設定と行動ルール

はじめに，自動車エージェントの基本的な設定を行う。東京都建設局のデータなどを参考に，自動車エージェントの発生数を決定した。1 時間あたり上り車線では 549 台，下り車線では 217 台，総数として 766 台発生させるよう定義した。それぞれの車線の自動車エージェントは図 4 の黄色の丸の地点から発生数に応じてランダムに発生し，進行方向へ進む。またエージェントを発生させる際，各自動車に初期速度，最高速度，加速の 3 つの情報を持たせる。これらの値は以下の範囲内でランダムな値をとる。ただし，この値は現実での速度であるためモデル内で計算する際には artisoc 上の数値に変更して使用することに注意する。

表 2　自動車エージェントの初期値の範囲

初期速度	30km/h～60km/h
最高速度	10km/h～40km/h
加速	2km/h～4km/h

次に自動車エージェントの行動ルールの設定を行う。各自動車エージェントは，毎ステップ周囲の自動車や踏切の影響を受けながら自身の速度を変更する。具体的なルールは以下に示す。

1) 周囲 16m 以内にいる自動車の中で，自分と同じ車線かつ前方を走る自動車を前方車に設定
2) 前方車がいる場合，車間距離に応じた速度に変更
3) 初期値の加速以上に速度を上げようとした場合は現在の速度に加速を足す
4) 周囲 4m 以内にある踏切の中で，自分と同じ車線の踏切を前方踏切に設定
5) 前方踏切があり，遮断機が降りていた場合，距離に応じた速度に変更
6) 初期値の加速以上に速度を上げようとした場合は現在の速度に加速を足す
7) 前方車と前方踏切によって更新した速度のうち，低速の方を次のステップの速度とする
8) 前方車と前方踏切がない場合，現在の速度に初期値の加速を足す

5.6　検証結果 -基本モデル-

本研究では，1 回のシミュレーションを 3600 ステップ，すなわち 1 時間とし 50 回実行した。また，空間内の道路を 1 時間で走り切った自動車の台数（以下，交通量）を表 3 に示す。

表 3　基本モデルの交通量（50 回実行）

	上り車線(台)	下り車線(台)	総数(台)
平均	137.08	136.98	274.06
最大	142	142	281
最小	131	130	266

この結果を見ると，1 時間で発生させた自動車のうち約 65%が時間内に道路を走り切ることができなかったと分かる。実行すると，自動車の流れが次第に悪くなり多くの自動車が停止，または低速走行している様子が確認された。（図 5）

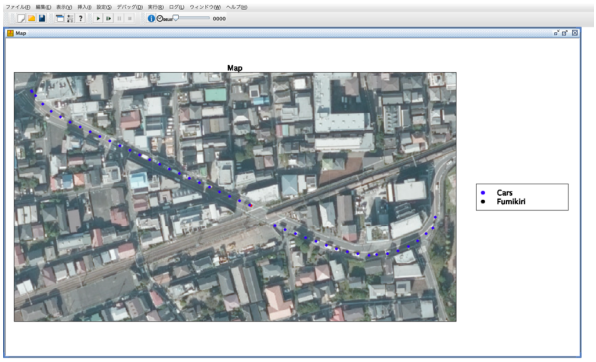


図 5 実行時の様子

6.　各種改善策の検討

6.1　改善策について

これまで述べてきたように，開かずの踏切やボトルネック踏切は危険性が高く，さらに交通にも大きな影響をもたらしている。多くの問題を抱えているため早急に対策を講じる必要があるものの，実際は対策の進みが遅いという状況にある。これは，現在の主な改善策が高架化や立体交差化といった踏切を撤去するという抜本的な対策であるからだと考えられる。この対策は確実に問題の解決を見込める反面，莫大な時間や事業費，長期間の工事が必要となるため，対策を行える踏切は限られてしまう。

そこで先程の基本モデルを活用し，各種改善策は踏切道における交通渋滞にどのような影響を与えるのか検証を行なっていく。本研究では次の 3 つの改善策を扱う。また，それぞれの改善策を適用するため表 4 のようにモデルに変更を加えた。

- 高架化：
  根本的に踏切自体を撤去してしまう方法
- 二車線化：
  片道 1 車線の道路を 2 車線に増幅する方法
- 賢い踏切：
  列車種別に応じて警報開始点を変え，無駄な待ち時間を解消する方法

表 4 モデルの変更点

対策名	変更点
高架化	踏切エージェントの行動ルールを遮断時間 0 秒にし，踏切を撤去する
二車線化	経路を二車線に増やし，自動車エージェントの発生地点も 2 箇所にする
賢い踏切	3 割が各駅停車だと仮定して，その際に開放時間を 30 秒延長する

6.2　検証結果 -各種改善策-

前節で述べた変更を行い，基本モデルと同様の条件で実験した。各策の交通量を以下の表 5～表 7 に示す。基本モデルと比較すると，全ての改善策で交通量の増加の様子が確認できた。

表 5　高架化モデルの交通量（50 回実行）

	上り車線(台)	下り車線(台)	総数(台)
平均	501.82	199.82	701.64
最大	536	228	752
最小	448	172	645

表 6　二車線化モデルの交通量（50 回実行）

	上り車線(台)	下り車線(台)	総数(台)
平均	275.5	193.16	468.66
最大	285	223	501
最小	265	159	439

表 7　賢い踏切モデルの交通量（50 回実行）

	上り車線(台)	下り車線(台)	総数(台)
平均	178.70	172.28	350.98
最大	214	203	417
最小	147	146	293

6.3　検討・考察

最後に，各種改善策の特徴やどのような踏切道に効果的であるのかを考察していく。その際，交通量に加え道路を走り切るまでにかかったステップ数（以下，通過時間）と自動車の平均速度（以下，平均速度）を評価指数とする。

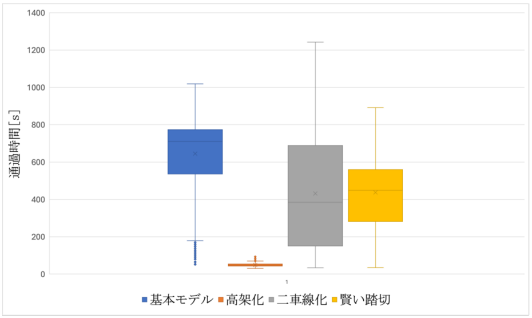


図 6 通過時間の比較

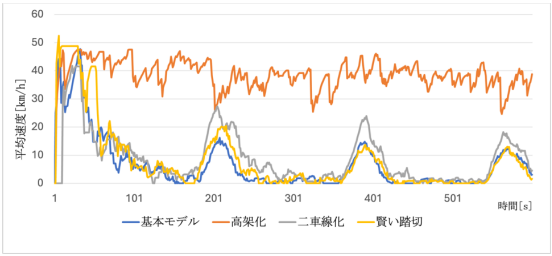


図 7 平均速度の比較

最も効果的であるのは高架化だと言える。全ての評価指数で大きく改善が見られた。一方，交通量が少ない道路（下り車線）に対しては他の策と同程度の効果であるため，工事期間や費用を考えると，必ずしも最良の策とは言えない。ゆえに，交通量が多く渋滞による様々な問題が発生している地域においては，積極的に取り入れるべきだと考えられる。

二車線化について，この策に関しても全ての評価指標で改善が見られた。しかし，この策を講じるには十分な土地が必要となることを考慮する必要がある。したがって，土地や車線の幅に余裕があり，かつ費用や工事期間を考慮したい場合に適していると言える。また，通過時間の範囲が大きくなっているが，これは車線をランダムに選んでいるため片側に交通量が偏ってしまう場合の影響だと考えられる。経路選択の計算などを導入することで，モデルの改善をしていきたい。

賢い踏切に関しても一定の効果が見られた。しかし，通過時間の平均は他のものよりも長い。また，この策は各自動車の待ち時間にばらつきが出る可能性が高いと考えられる。さらに，他の策に比べて平均速度の改善があまり見られなかった。ゆえに，各駅停車の割合が高い駅付近の踏切においては効果的であると考えられる。

以上のことから，各種改善策には特徴があることが分かった。本研究で得られた結果とその地域の課題や周囲の交通状況等を踏まえることで，適切な改善手法の実践が可能になると考える。

7.　GIS データの活用に向けて

本研究の基本モデルでは，対象の踏切とそこを通る一本の道路に着目して実験を行った。しかし，実際には周辺の道路状況や施設による影響を受ける。そこで，より広範囲のシミュレーションを行えるよう GIS データを活用し，より詳細な道路状況の再現に取り組んでいる。

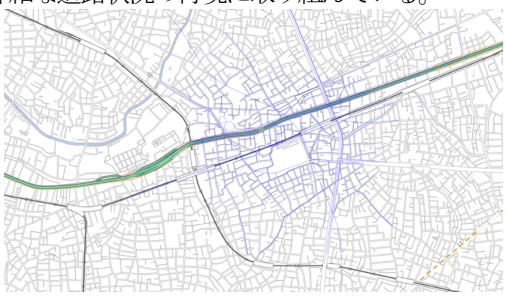


図 8 GIS データ活用例（青線が道路を示す）

8.　おわりに

本研究では踏切道における交通渋滞モデルを構築し，改善策の検討を行なった。踏切が交通流に与える影響や各種改善策がどのような踏切道に適しているのかを明らかにした。今後は，精度向上を目指した GIS データの活用や渋滞学に基づく経路選択，周辺の道路状況を反映したモデルの構築を行いたい。さらに，本研究では既存の改善策のみを扱ったが，新たな踏切制御システムの提案・評価を行なっていきたい。

参考文献

(1) 国土交通省:”平成 19 年度国土交通白書”, pp.23-24 (2007).
(2) 国土交通省 : ”令和 4 年度国土交通白書”, p.353 (2022).
(3) 中川大, 伊藤雅, 小出泰弘 : ”公共交通と自動車交通を統合した都市交通シミュレーションシステムの構築”, 土木情報システム論文集, 7.0, pp.97-104 (1998).
(4) 藤井秀樹, 吉村忍, 高野悠哉 : ”マルチエージェント交通流シミュレーションにおける交通事故モデリング”, 人工知能学会論文誌, 26 巻, 1 号, pp.42-49 (2011).
(5) 萬屋賢人, 菅原俊治 : "渋滞緩和エージェントモデルによる渋滞緩和の提案と評価", 情報処理学会論文誌数理モデル化と応用 (TOM), 4 巻, 4 号, pp.1-9 (2011).
(6) 高橋光紀, 篠田孝祐, 諏訪博彦, 栗原聡 : ”マルチエージェントモデルによる信号制御シミュレーションの考察”, 研究報告知能システム (ICS), 7 号, pp.1-6 (2014).
(7) 国土交通省, ”踏切対策のスピードアップ” : https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/h18/10.pdf.
(8) 国土交通省ホームページ, ”踏切対策の推進” : https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/fumikiri/fu_index.html.
(9) 国土交通省鉄道局, ”鉄軌道輸送の安全に関わる情報 (令和 4 年度) ”.
(10) 影山進, ”人工社会構築指南 -artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門”, 書籍工房早山, (2008).

小学校教員の校務に対する ICT 活用への積極性と負担感の関係性の分析

石切山大[*1]・酒井郷平[*2]
Email: dai.ishikiriyama0131@gmail.com

*1：常葉大学大学院学校教育研究科
*2：常葉大学教育学部

◎Key Words　学校の情報化，校務負担の軽減，小中学校教員

1. はじめに

近年，学校現場を取り巻く労働環境は，必ずしも良好な状態であるとは言えず，その環境改善は十分になされているとはいえない。実際に，教員の労働状況について，「依然として長時間勤務の教員が多い状況」とされている(1)。このことからも，学校教員のおかれている労働環境の改善は急務であるといえる。

このような労働環境に対して， GIGA スクール構想により，校務の情報化を図ることが目指され，労働状況の改善に向けて，各学校において取り組みがなされている。しかし，実際には，この取り組みも自治体や学校間において差が生じているのが現状である。ここからさらにもう一歩踏み込んだ議論をすれば，個々の学校教員ベースでも ICT に対する得意不得意感や必要感からその取り組みに差が生じており，校務の情報化による実質的な労働環境の改善に向けた取り組みがなされているとは言い難い。これは，個々の学校教員がもつ ICT リテラシーの高低に関する問題として「教職員の約 6 割からリテラシーの高い特定の教職員に業務負担が偏ることへの懸念」が示されている(2)ことからも明らかである。もちろん，ICT リテラシーの高い教員が先駆的に ICT を活用し，校務の情報化を図ることで，校務を効率的に消化する ICT 活用の方法を伝播していくことは必要である。ただ，そのような現状が継続されている状態では，実質的な労働環境の改善は図られないのではないだろうか。

それでは，全ての学校教員が無理なく校務で ICT を活用し，校務の情報化を図るためには，どのような取り組みが必要だろうか。そのためには，例えば，教員が ICT の活用方法を理解するだけではなく，その先にある具体的なメリットを実感することが必要であると考える。さらに，授業での積極的な ICT 活用にもつながるのではないかと考える。そこで，まずは全ての校務に ICT を活用するのではなく，負担感や課題を強く感じている校務に対して，優先的に ICT 活用を検討していくべきだろう。

こうした校務とその負担感に着目した研究や校務の情報化に関する研究はこれまでも数多く行われてきた。例えば，校務の負担感について，小学校教員の職務の負担感と多忙感・危機感の関連について明らかにされている(3)。しかし，この研究は，2018 年に行われた調査結果をもとに分析をしていることから，現在の実態とは異なる可能性がある。また，校務の情報化に関する研究として，小中学校教員の校務に対する負担感と ICT 活用による負担軽減方法の認知から校務の情報化における課題を明らかにしている(4)。しかし，この研究の中では，取り上げた各校務の負担感とその校務に対する ICT 活用による負担軽減方法の認知による分析にとどまり，日常的な校務に対する ICT 活用の活用状況からは分析がなされていない。また，調査対象の校種が小中学校であり，学校種の間で校務の性質が一概に同質であるとは限らない。そのため，学校種を限定し，調査と分析を行う必要があると考える。その一方で，研究の方法として質問紙作成や分析方法に関して本研究において援用可能な点は多いと考える。

そこで本研究では，従事率の高い校務を取り上げ，校務において積極的に ICT を活用することで校務の負担感が軽減されるのかについて明らかにすることを目指し，小学校の教員を対象に調査を実施した。

2. 調査の方法

2.1 調査対象

本調査の対象は，X 県の A 小学校，Y 県の B 小学校の教員 31 名である。この調査対象校については，過去 3 年以内に ICT 活用に関する研修会の受講経験を有している。尚，調査の回答は無記名かつ任意とし，Google フォームによるオンライン形式を採用した。

2.2 質問紙調査の項目

本調査における校務とは，『学校現場における業務改善のためのガイドライン』(5)から，教員の従事率 50%以上の校務を抽出し質問項目として採用した。これは，従事率の高い校務を取り上げることで，多くの教員に対して貢献できる調査データの取得を目指したためである。

アンケートの項目は先行研究 (4)を参考に，回答者の属性（経験年数を含む），校務における ICT 活用の積極性，校務に対する負担感，校務に対する ICT を活用した負担軽減方法の認知，自由記述の 5 点で構成した。まず，校務に対する負担感について，抽出した校務を教員が負担に思うかを 5 件法（とてもそう思う，そう思う，どちらとも言えない，あまりそう思わない，全くそう思わない）で回答させた。次に，校務に対する ICT を活用した負担軽減方法の認知について，ICT を活用し校務負担を軽減する方法を知っているかを 5 件法（よく知っている，知っている，どちらとも言えない，あまり知らない，全く知らない）で回答させた。また，すでに実践している校務の負担を軽減する ICT 活用がある場合は，自由記述により収集した。

3. 結果と考察

3.1 回答者の属性

調査の回答は，31 名から得られ，有効回答率は 100%であった。また， 経験年数は，1〜6 年目が 4 人，7〜15 年目が 17 人，16 年目以上が 10 人であった。また，校務に対する ICT 活用の積極性として「校務で積極的に ICT を活用していると思いますか？」の質問に対して「どちらとも言えない」,「あまりそう思わない」,「全くそう思わない」と回答したのは 5 名であった。対して，「とてもそう思う」,「そう思う」と回答したのは 26 名であった。以降は，この校務における ICT 活用の積極性から「積極的群」と「非積極的群」を設け，分析を行うこととする。

3.2 校務に対する ICT 活用の「積極的群」と「非積極的群」の群間における全校務に対する負担感の差異

校務に対する ICT 活用の「積極的群」と「非積極的群」の全校務に対する負担感を集計した結果を表 1 に示す。

「積極的群」における全校務の負担感の平均は 4.38 であった。また，「非積極的群」における全校務の負担感の平均は 4.07 であった。統計解析は，2 群の各平均値に対して正規性の検定を行い，Mann-Whitney の U 検定を行った。その結果，有意差は認められなかった。(z=37.5, p=.14, r=0.03)。このことから，校務において積極的に ICT を活用する群はそうでない群に比べて，負担感に有意な差がないことが明らかとなった。また，平均値のみで見れば，積極的に ICT を活用する群はそうでない群よりも値が高くなっている。この結果は，校務の情報化が望んでいない結果であるといえる。このような結果が表れた原因の可能性として 2 点考察する。

1 点目に，校務の情報化によって負担感を軽減する効果が十分に顕現していない，もしくは，しない可能性である。校務の情報化を進めるにあたって，校務を処理する作業が以前よりも複雑になってしまい，効率が一時的に低下していることで，負担感が高くなっている可能性が今回の結果の原因として考えられる。端末を活用することで作業の効率化を図るには，端末に対する操作技術の向上や慣れが必要である。これらは，習得にも時間を要するため，校務の情報化による負担感の軽減には未だ至っていない現状を表していると考えられる。また，それ以前に本調査で取り上げた校務においては，あまりにも仕事量が膨大で校務の情報化では対処しきれない可能性も考えられる。実際に，校務に対する ICT 活用の「積極的群」と「非積極的群」の両群とも全校務に対する負担感の平均は 4.00 を超えている。そのため，前述したような操作技術や慣れの問題が経年的に解消されたとしても，今回取り上げた校務に対しては，校務の情報化によるアプローチのみでは校務の負担を軽減する効果が十分に顕現しない可能性が窺える。

表 1　2 群における平均値の差

	負担感（M）	$S.D.$	z	r
積極的群（N=26）	4.38	0.95	37.5,*n.s.*	0.03
非積極的群（N=5）	4.07	0.73		

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

2 点目に，ICT リテラシーの高い教員に校務の負担が偏っている可能性である。冒頭に述べたように，校務の情報化が進展するにあたって，「教職員の約 6 割からリテラシーの高い特定の教職員に業務負担が偏ることへの懸念」が示されている[3]。本調査における「校務で積極的に ICT を活用していると思いますか？」の質問に対して「とてもそう思う」,「そう思う」と回答した教員の中には，ICT リテラシーの高い教員が所属していることが考えられる。そのため，ICT リテラシーの高い教員が自身へ校務の負担が偏ることにより，負担感も高く回答したことが考えられる。これらのことから，今回のような結果が表れた原因として，ICT リテラシーの高い教員に校務の負担が偏っている可能性が考えられる。

4. おわりに

本研究では，小学校教員を対象に，校務において積極的に ICT を活用することで校務の負担感が軽減されるのかについて明らかにすることを目指し，調査と分析を行った。その結果，校務に対して積極的に ICT を活用する群の方とそうでない群で，校務における負担感に差がないことが明らかとなった。これは，校務の情報化が望んでいない結果であるといえる。このことから，校務の情報化によって校務の負担感を軽減するには時間を有することや校務の情報化のみでは現状の校務の負担感を解消しきれない可能性が示唆された。また，ICT リテラシーの高い教員に校務の負担が偏っている可能性についても考えられる。

今後は，経時的に校務の情報化と校務に対する負担感の変容について調査を行い，校務の情報化による効果の検証を行いたいと考える。今回の分析では，データ数が少なくなってしまったことが課題として挙げられるため，今後はデータ数を増やし分析を行う予定である。また，情報端末の運用方法や校務の情報化に限らず様々な方法で校務の負担感を軽減するためのアプローチについて模索することも検討している。

付記

本研究は，コンピュータ＆エデュケーション Vol.55 に採録された内容[4]を発展させ，より詳細な分析を行ったものである。

参考文献

(1) 文部科学省：“教員実態調査（令和 4 年度）集計速報値”（2023）.
(2) 品川瑞穂，萬羽侑子，小宮山利恵子，佐々木裕子，松田恵示，中野幸夫，田嶌大樹，山内朋也，酒井春名，金子嘉宏：“小学校教員の職務の負担感と多忙感・危機感の関連”，学校教育学研究論集，41，pp. 1-10（2020）.
(3) 文部科学省：“GIGA スクール構想に関する教育関係者へのアンケートの結果及び今後の方向性について”.
(4) 石切山大，酒井郷平：“小中学校の校務に対する「負担感」と「ICT 活用による負担軽減方法の認知」に着目した課題の整理”，コンピュータ＆エデュケーション，55，pp. 102-105（2023）.

生成 AI を活用した歌詞創作授業の試み
―小学校・総合的な学習の時間における実践―

岡野健人*1・阿部学*2・下大澤翔吾*3
Email: kento.okano.research@gmail.com

*1：千葉大学大学院教育学研究科　*2：敬愛大学教育学部　*3：市原市立石塚小学校

◎Key Words　　生成 AI，歌詞創作，総合的な学習の時間

1. 背景

2022 年 11 月に OpenAI 社が生成 AI を基盤としたチャットボット型ツール ChatGPT を発表して以降，生成 AI が社会の中で大いに注目を集め，その活用のあり方についての議論が急速に進むことになった。

我が国の学校教育においても，2023 年 7 月という早い段階で「初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン」が文部科学省[1]より発表された。そこでは，生成 AI の性質やリスク等について総合的に勘案しつつも試験的に取り組みを進め，生成 AI をどのように学びに活かしていくか議論を重ねることが必要だと示されている。

すでにいくつかの実践事例が報告されている。2023 年 10 月までの情報のまとめ[2]によれば，小学校の授業では「教師のみが生成 AI を操作する」仕方での活用が基本となっており，すべての事例において生成 AI について意見を聞き，回答をもとに児童が考えを深めたり，回答と自身の意見を比較したりすることが行われている。このように，小学校では「壁打ち」「たたき台」として生成 AI を活用しようとする傾向があるとされている。

2. 目的

このように先行実践の蓄積は進んでいるが，学校教育における生成 AI 活用はまだまだ探索期にあると思われる。さらに様々な教科・分野での提案が期待されたり，生成 AI を「たたき台」とするとしてもその実際は様々であると想像されたりする。

そこで本稿では，X 小学校 4 年生・総合的な学習の時間における生成 AI 活用の実践について報告をする。詳しくは後述するが，本実践では子どもたちが生成 AI を活用しながらオリジナル曲の歌詞を創作するという表現活動に取り組んだ。

本稿では，この実践についての考察をとおして，生成 AI 活用のあり方について示唆を得ることを目的とする。なお、生成 AI と歌詞創作をかけあわせた事例の報告は筆者の調べる限り見られない。また，先行実践では生成 AI に意見を聞く（特定の問題についてどう考えるか）という活用が多いのだが，本実践での活用は，先に特定の問題がありそれについて聞くのではなく，生成 AI とともに表現を探っていくというものである。生成 AI に何かを聞くという行為は同じでも，「壁打ち」「たたき台」としてのあり方には差異があると想定される。

3. 歌詞創作の実践

子どもが歌詞創作に取り組む実践は，音楽科や国語科や総合の枠組みなどで行われることがある。報告は少ないものの，その一つにミュージシャンが子どもとオリジナル曲（歌詞）を共作するという実践がある[3]。この実践では，ミュージシャンが一方的に表現の指南や舵取りをするのではなく，子ども一人一人との対話をとおして表現をともに探っていくことが重視されている（皆で一つの曲をつくるのではなく，子どもそれぞれが自分の歌を一つ創作する）。実践の過程からは，ミュージシャンが対話的に子どもと関わろうとすることで，子どもたちがそれぞれの仕方で省察を深められたと考察されている。

ただし，この実践からは生身のミュージシャンが子どもと関わる限界も示唆される。一人のミュージシャンが一人の子と熱心に対話するほど，他の子の対話時間は減少してしまう。表現のために対話が重要だとしても，対話にはコストがかかる。有限の中で何事かをなさなければならない学校教育において，どれほど対話を深められるかについては難しい面もあろう。

他方で，生成 AI が表現活動において子どもたちのよき対話の相手となりうるのであれば，授業デザインの可能性も広がると期待される。そうした可能性を想定しつつ，後述の授業実践を構想していった。

4. 授業実践の概要

本実践は X 小学校 4 年生・総合的な学習の時間の枠組みで，2023 年の 12 月から 2024 年 2 月にかけて行われた。単元のテーマは，全校行事「6 年生を送る会」にて 6 年生への感謝の気持ちを伝えるというものである。気持ちを伝える方法や会当日の役割については，年間をとおした学びの積み重ねをふまえ，いくつかのコースが教師によってデザインされていた。その一つに会当日に学年全員が歌って送る予定のオリジナル曲の歌詞を創作するというものがあり，学年の中から立候補したメンバー4 名がこのコースに参加をした。

オリジナル曲の創作方法については，授業者[4]が曲（メロディ）を先に用意しておき，そこに子どもたちが歌詞を載せ，必要に応じて曲を微調整するという方式をとった。この歌詞創作のプロセスにおいて「教師のみが生成 AI を操作する」仕方で生成 AI（ChatGPT: GPT-3.5）を活用した。なお，授業者は生成 AI について学ばせることを主眼としていたのではなく，あくまで子どもたちに愛される歌詞ができるよう支援することを目指していたため，生成 AI の活用は限定的な範囲にとどまっている。

5. 歌詞創作のプロセス

オリジナル曲をつくるにあたり，子ども一人一人ひいては学年全員の思いをできるだけ反映させた歌詞をつくりたいと教師も子どもたちも願っていた。しかし，大人数で歌詞をつくるということは容易ではない。仮に全員の提案する言葉を形式的に並べるとしても，それを質の高い詞とするには相当な工夫が必要となるはずである。

そこで，次の手順で歌詞創作を行うこととした。このような手順をふむことで，全員の思いをできるだけ反映させるということと，質の高い歌詞を目指すということが両立できるのではないかと考えた。①歌詞創作の参考とするために4年生全員が6年生にインタビューを行う。学校生活の思い出を聞いたり，歌詞になりそうな言葉を探ったりする。②インタビューをもとに，6 年生に送りたい言葉やメッセージ，歌詞の案などを考え，4 年生全員が提出する。一人 5 案まで提出する（約 620 案を想定)。③その学年案をもとにして，歌詞担当のメンバーが歌詞を創作する。自力で歌詞創作に挑戦しつつ，生成 AI の助けも借りることにする。具体的には，学年案を生成 AI に読み込ませながら歌詞のアイデアを出してもらい，その生成 AI 案をもとに自分たちで歌詞を練り上げていく。

授業者は，学年案があがった時点で歌詞担当のメンバーにひとまずすべての情報を共有し，これをもとに歌詞を考えていこうと伝えた。数日後，メンバーの様子をうかがってみると，「数が多い」「このままでは難しい」という意見が出された。第一案を提案できる子もいれば，意欲はありつつも手つかずの子もいた。

そこで，授業者から生成 AI の活用を提案することとした。③のとおり学年案を生成 AI に読み込ませ，次のプロンプト「あなたは作詞家です。これから作詞家として相談に乗ってください。小学校を卒業する 6 年生に送る歌をつくっています。歌詞に反映したい言葉やイメージを以下のとおり考えています。しかし，数が多いため歌詞としてまとめるのに困っています。これらの言葉やイメージをふまえつつ，歌詞の案をつくってもらえませんか」をとっかかりとして，歌詞の「たたき台」を出してもらうこととした。子どもたちは，生成 AI の活用は初めてであったようであり，即座に案が出てくることにまずは感動し，その後は回答をよく読み，「もっと感動できるように」「もっと……風に」「……（固有名詞）を言い換えて」「1 組の案だけで聞いてみてほしい」など次々に要望をリクエストし，教師に入力をしてもらった。

教師の記録によれば，この時間を境にメンバーの「意欲が爆上がりした」とのことである。それぞれから積極的に提案があったり，話し合いにおいてこれまでは発言がなかった子が積極的に発言したりという様子が見られるようになった。教師からすると「生成 AI のおかげで語彙力が増した」「歌詞づくりのコツのようなものを自然と習得していった（自然と韻を踏むよう検討したり，比喩的・間接的な表現などを使ったりするようになった)」と感じられたようである。歌詞の案や，話し合いで出される語が以前とは大きく変わったとのことである。

最終的に，メンバーによる歌詞が学年に提案され，熱烈に受け止められた。熱心に歌唱練習が重ねられ，当日に6年生に送られるに至った。6年生や他学年の教師からも絶賛と言ってよいほどの反応があった。またその後も，年度末のふりかえりを行う際に歌詞を引用しながら記述をする者がいたり，年度をまたいでも歌詞に関連することを教師に伝える子がいたりするなど，ここで創作した歌詞が多くの子に愛着をもって受け入れられたこと，すなわち質の高い歌詞がつくられたことがうかがえる。

6. 考察

本実践では，生成 AI 活用しながらの歌詞創作を試みた。実践のプロセスからは，次の点が考察される。

第一に，集団で表現をする際の教育方法の工夫についてである。今回は学年全員の思いを反映させた歌詞をつくることに挑戦した。生成 AI を活用することにより，子どもでは判断しきれない量の情報を処理することが可能であることが分かった。実際にどの程度全員の思いが反映されたかの判断は難しいが，子どもたちの曲への愛着は高く，歌詞への納得度も高かったようである。生成 AI を活用することで，個だけでなく集団での表現活動をデザインする可能性が広がると思われる。

第二に，生成 AI が子どもの表現活動における「たたき台」たりうる一面が理解された。本実践のメンバーは，創作に悩む中で初めて生成 AI を活用して以降，活動への意欲がかなりの程度高まることになった。その後も，自発的に生成 AI に尋ねたいと教師に要望するなど，「たたき台」として期待をしていたことがうかがえる。生成 AI を「さん」づけで親しげに呼ぶ様子も見られ，よき相談相手と認識されたようである。

第三に，表現活動において生成 AI の活用を想定した場合，レクチャー不要の授業デザインも可能であることが示唆された。本実践のように子どもたちが歌詞の創作に悩むのであれば，「歌詞の書き方」のようなレクチャーを事前に行うことにも意義はあろう。授業者はそうしたプロセスを踏むことも検討していたが，今回は生成 AI の案に対して省察することを繰り返すのみとする判断をした。それでも，前述のように結果として子どもたちの歌詞創作は充実したものとなったと思われる。表現活動に関するレクチャー不要の授業デザインの可能性が示唆された。

第四に，生成 AI を活用する際の文脈の重要性についてである。本実践から上記のような生成 AI 活用の有効性は示唆されたが，それらはすべて「6 年生に思いを伝えたい」「よい曲をつくり，送りたい」という思いがあってのことだと思われる。よい歌詞をつくりたいのだがうまくできないという文脈があったからこそ，子どもたちは生成 AI に期待をすることになった。生成 AI を授業にうまく取り入れるためには，生成 AI との出会わせ方，それを使いたいと思えるような文脈の設定が教師に求められるのだと思われる。

注・参考文献

(1) 文部科学省：“初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン”，(2023)．
(2) 藤川大祐：“初等中等教育実践における生成 AI の活用のあり方”，千葉大学教育学部研究紀要，72，pp.83-90（2024)．
(3) 阿部学：“ある歌づくりの授業における「作詞ノート」の活用”，授業実践開発研究，1，pp.41-50（2008)．
(4) X小学校の教諭および授業に協力した者（筆者ら）を指す。

地方部のデジタルユースワーク拠点における プロボノの教育観に関する一考察

松嶋　駿 *1
Email: matsushima.shun.015@s.kyushu-u.ac.jp

*1:　九州大学大学院人間環境学府

◎Key Words　　デジタルユースワーク，　プロボノ

1.　はじめに

1.1　昨今の ICT 教育の動向と課題

情報化社会の進展により，情報活用能力の習得はすべての市民に不可欠となっている。

学習指導要領において情報活用能力は，言語能力と同様に学習の基盤となる資質・能力と位置付けられ，各教科等におけるプログラミング教育をはじめとして，学校の教育課程にも組み込まれている。

一方，その目的の達成にはいくつかの課題があると考える。例えば田中・中川（2022）は学校教育における昨今の実践においての課題を提起している。その一つとして，プログラミング教育の一部に「教師からプログラミングで表現するものの目標が設定され，児童が手順通りにプログラムを作成したり，児童に一つ一つ指示を与え，その結果を一斉授業の中で確認したりする方法がとられているものがある。」[(1)]と述べている。また，「デジタルとフィジカルの融合を前提とした価値観，知識，スキル，創造性獲得のために，創造的思考の育成を重視したプログラミング教育も必要である」[(1)]と述べている。

以上より，本来，情報活用能力とは，単に与えられた内容に沿ってプログラムを記述したり，コンピュータを使用したりする能力に限定されるものではなく，むしろ活用の場面や方法を子どもたちが自ら試行錯誤し，創造していくことが重要であるといえる。

1.2　ものづくり教育と ICT 教育の関係性及び理論

以上の取組を行うための方法の一つには，プログラミングなどのコンピュータを軸とした ICT 教育を，工作活動やものづくり教育などの活動と関連させることが挙げられる。田中・中川（2022）は，このような視点に立った学習行動の理論的枠組と先行研究を整理している[(1)]。

例えば，Wilkinson&Petrich（2015）による「ティンカリング」がある。これは「現象，道具，素材をいろいろと直接いじくりまわして遊ぶこと」[(2)]と定義される。またレズニック（2018）はこの「遊び」を通じた学習によって、学習者自身がその目的と計画を再評価し続けることを通じて，「創造性と俊敏さ」を学習し，創造性を生み出すことにつながると述べている[(3)]。他にレズニック（2018）は「クリエイティブ・ラーニング・スパイラル」[(4)]を提唱している。これは子どもたちの創造的な学習プロセスを，発想・創作・遊び・共有の４段階の繰り返しによって展開されると述べた理論である。

1.3　ものづくり教育と ICT 教育を関連させた実践

ものづくりと ICT を関連させた教育実践は学校教育でもみられる。一方，その推進のためには制度上の課題もある。山崎ほか（2020）は２都県の実践を踏まえた考察の一つに，STEAM 教育を実施する上で「授業時数・学年・居場所の制約（履修主義・学年制・標準授業時数，狭い「対面」の考え方）」があると述べている[(5)]。

一方で，民間による社会教育に視点を広げると，いくつかの実践がみられる。レズニック（2018）はクリエイティブ・ラーニング・スパイラルに基づいた「コンピュータ・クラブハウス」の実践を報告している[(6)]。また，フィンランド等では「デジタルユースワーク」の実践事例が報告されている[(7)]。

以上より，本稿ではこのような民間の社会教育実践に焦点を置くこととする。なお本稿では便宜上この２つを併せ DY と呼ぶ。

2.　学習支援者としてプロボノを置く理論的枠組

2.1　DY における学習支援者の必要性と課題

ティンカリングなどの理論に基づく創造的かつ自発的な ICT スキルの学習を促すためには，その支援者の存在が必要不可欠であるといえる。その支援者には，子どもの試行錯誤に応じて ICT を活用する手段を多様に発想できる人材であることと，青少年の学習支援者論の観点から，子どもの学習過程を見守り，支える資質・能力を有する人材であることが求められる。

一方，そのような人材は非常に稀有である。よって IT 専門家によるボランティア活動や，逆に教育実践を専門とする者の自発的な IT リテラシーの涵養など，教育と IT 双方の専門性から，子どもたちを支える人材を確保する必要があるといえる。

また、実際に子どもたちと関わる場面においては、支援者自身が自らの活動を省察的に捉え，検討を重ねることによって，子どもに関わる資質・能力を身につけることができるのではないかと考える。

以上より、本研究では，DY 拠点において学習支援者として子どもと関わるスタッフのうち，有職者ボランティア（プロボノ）に着目する。

藤澤・香川（2020）によると，プロボノとは，「仕事で培ったスキルや知識を用いて仕事外で行われるボランティア活動である」[(8)]とされる。また，プロボノは，本業による職能等を「協同で，非営利組織に対して無償で贈与し，その組織の発達を支援する活動」[(8)]であり，それによって「仕事がプロボノへ影響を及ぼすだけでなく，プロボノ

が日頃の仕事の省察を促すこと，あるいは，両者の間で葛藤が生じて参加者はその調整に迫られること」[8]があると論じている。

本拠点に関わるプロボノは，主たる職場で組織全体の情報施策を企画したり，開発者を統括したりするような立場にあることから，専門職として，情報リテラシーの継続的な学習が常に求められる人材であるといえる。本研究においては，このような人材と子どもたちが接点をもつとき，情報リテラシーを活用する過程を，より実社会における活用の在り方に関連させ、実践的に学ぶことができると考える。

2.2 ボランティア活動と活動者の成人教育的視点

以上の理由から，DY においてはプロボノの存在が，子どもたちの学習を発展させる一つの可能性を有すると考えられる。

加えて，ボランティア活動は，ボランティア自身の学習活動につながることも期待されている。

田中(2011)は，成人学習論における省察の理論を背景としながらボランティア実践者へ研究を行い，「学習活動とその成果活用としてのボランティア活動との間には，学習の高度化を志向する行動連鎖が成り立つ傾向を読み取ることができる」[9]と論じた。また，その連鎖を生じさせるためには，「個人の属性に起因すると思われる多様な制約要因を解消し，ボランティア活動に参加できるための条件を整えることが重要である」[9]とも論じている。

以上より，子どもたちの提起した課題に対して実社会での情報リテラシーの実践者たるプロボノが ICT 技術を教え・試す取組は，創造的なプログラミング学習の基盤になると考える。そのとき，ボランティア（プロボノ）がその専門性を活かすことが一つの方法論として考えられるが，成人学習論の観点を踏まえ，ボランティア活動を喚起させる工夫が必要であることがわかる。

2.3 研究の目的

そこで本研究では，DY 拠点におけるプロボノがどのような動機で活動しているか，そして，子どもと関わる中でのどのような学習観の変容が起こっているかについて調査・考察することを目的とする。

3. プロボノに対する調査

3.1 対象の設定と調査方法

以上の目的に対し，本研究では DY 拠点 A にプロボノとして登録し活動している２名に対してオンラインによる半構造化面接を行った。DY 拠点 A は 20XX 年秋に部分開業しており，当時は月１回～２回の開館で，拠点の周知等を兼ねた体験イベントや説明会を随時開催していた。２名はこの部分開業開始直後にプロボノ登録した者である。インタビューは 2024 年 3 月から 4 月にかけて行った。対象者の職業とインタビューまでの来訪回数は**表１**の通りである。

表１ 対象者

対象者	主たる職業	回数
X	民間企業のシステムエンジニア	2
Y	大学の情報系技術職員	3

3.2 質問内容

質問内容の検討においては，以下の点に留意して行った。

まず，２名とも少数の活動回数であり，最終の活動日から数ヶ月経過していたことを踏まえ，当時の状況を面接の中で想起できるように設計した。

また，これまでの教育的経験やボランティア経験等についても尋ねることとした。その上で，プロボノ活動にどのような経緯で参画したのか，さらに活動を経験して，主たる職業での経験や，これまでの教育的経験と関連させ，どのような意識の変容があったかについて調査できるよう検討した。

以上より事前に検討した質問内容は**表２**の通りである。これは事前に質問者へ送付した上で、調査当日は適宜質問の追加や順番の変更を行いながらヒアリングを進めた。

表２ インタビュー内容の概要

(1) 現在の職業，従事している内容の詳細
(2) 子どもとの接点やボランティア経験の有無や詳細
(3) これまでに拠点 A で関わった人数・参加したときの運営形態（体験イベント／説明会／通常利用　等）・インタビュイーが感じた雰囲気
(4) プロボノ活動に参加するきっかけ・参加後の現在拠点 A への印象の変化の有無と内容
(5) プロボノ活動時に行った操作した機材・子どもたちの様子・行った支援の具体的な内容やエピソード
(6) これまでの活動の振り返り：困ったこと，大変だと思ったこと，「もっとこのようにできたのではないか」と振り返ったことなど

3.3 分析方法

インタビューデータの分析には，Steps for Coding and Theorization（以下，SCAT）を用いる。これは大谷（2011）が開発した分析方法である[10]。その利点として，「明示的で定式的な手続きを有すること」「比較的小規模な質的データの分析にも有効である」[10]ことから，これまでより容易にコードの生成を目指せることにあるとされる。

本研究は調査対象者が 2 名であり，今後プロボノに焦点を当てて参与観察等を行うときの観点を見出すことを目的としていることから，明示的・定式的な手続きによって分析を進めることが必要と考えられる。以上の理由より、本調査の分析方法に適していると判断した。

以下，SCAT における手続きの過程について論じる。

SCAT による分析は，「①活動日において最も関わったこどもに関する内容」と「②拠点 A における教育・学習の認識に関する内容」の２つに焦点を絞る。また，紙幅の関係上，SCAT の 4 ステップコーディングの表は省略し，ストーリーラインのみ記述する。

3.4 分析結果（X 氏）

X氏のストーリーラインはそれぞれ以下の通りである。

表３ 活動日において最も関わった子どもに関するストーリーライン（X 氏）

参加当日は，主に Scratch を用いて物体を二次元空間上で移動させるプログラムを組んでいる子ども

に対してのサポートを行っていた。物体を移動した後に移動後の座標を保持する処理を実装するなど，アルゴリズムを考慮した実装を行うよう，言葉がけを行った。

一方で，canva を使ったイラスト等のデザインにおいては，他のプロボノや学生メンターの専門性を活かすことが重要であることを示唆していた。加えて，美術等を専門とするプロボノが開発した教材を用いることによって，自らも子どもたちに指導することのできる可能性についても，併せて言及していた。

表４　拠点 A における教育・学習の認識に関するストーリーライン（X 氏）

A 拠点の学びにおいては，大人と子どもが，「指導する－される」の関係ではなく，大人側もまた子どもたちから学びを得られるような環境であることに気づいており，それを「予想外」だったと表現していた。

また，X 氏は他のプログラミング学習コミュニティに複数関わっており，それらとの対比によって，拠点 A と自己との関係を捉えていた。

その点では，拠点 A における「デジタル学習」がプログラミングに限定されておらず，イラスト制作や音楽制作，LED 等を用いた電子工作など，多様な要素があるという特徴を認識していた。

一方で，自分の専門はプログラミングやアルゴリズムの構築にあるという認識があり，当時の拠点利用者層がデザイン領域に偏っている現状を踏まえ，自分の専門性に近い内容に関心のある子どもがいる日を選び，プロボノ活動をしたいという認識をしていた。

加えて拠点運営上，子どもが関心のある領域をフォローできるかが，専門性のある大人の存在によって左右されることに対して，教材を作成・共有するなど，属人化を避ける方策について示唆していた。

3.5 分析結果（Y 氏）

Y 氏のストーリーラインについては以下の通りである。

表５　活動日において最も関わった子どもに関するストーリーライン（Y 氏）

参加当日は Python を使用して数式を書こうとしている子どもがおり，その児童と主に関わった。今後の自主学習を促すため，他の支援者とともに，動画学習サイト「udemy」や，拠点 A にある書籍を紹介した。

他の場面では，自宅に Mac がないと思われる子どもが拠点備品の Mac 及び DAW を使用して楽曲制作を試みていた。DAW 設定の問題で音声が出力されないトラブルが発生したため，子どもと一緒に解決策の検討にあたった。

表６　拠点 A における教育・学習の認識に関するストーリーライン（Y 氏）

接点のあった子どもたちとのやりとりを通じて，拠点 A は，「やる気がある」「普通の子とは違う」子どもが集まる場であるという認識をしていた。

また，Y 氏自身が子ども時代に参加していた「発明クラブ」活動を想起していた。この２活動の間には，学習拠点の資源を子どもが自ら組合せ創作活動を行う，ティンカリング的な文脈において共通点があるとみられた。

加えて，自分自身の興味・関心を深めつつ，「子どもが何を考えているのか」に寄り添いたいという発言があった。

4.　考察

本研究の考察は以下の通りである。

１点目は，プロボノが子どもたちとの関係の中で自身の専門性に対する認識を内省し，子どもたちの活動にどのように寄与できるかを試行錯誤していることである。このとき、自らの専門性の捉え方が、X 氏と Y 氏で異なっていたことが特徴であると考えられる。

２点目には，プロボノ自身が，教育的な実践に対する捉え方を柔軟に変化させながら子どもたちと向き合っていることが示唆される点である。例えば、他の実践コミュニティとの比較をしたり、子どもたちの様子やニーズに応じて、アルゴリズムの修正点を示したり、教材の紹介をしたりするなど、多様な関わり方がみられる点が特徴であると考えられる。

３点目は，プロボノ活動において，プロボノ自身が学習拠点全体の運営計画や，個々の子どもたちの様子を相互に関係させながら，具体的な活動計画のアイデアについて構想を有している点である。例えば教材をアーカイブするシステムを構築することや、ストーリーラインでは扱えていないが、定期的に拠点に通うことの難しい遠方の子どもに向け、オンラインを活用した交流イベントを実施することなどへの言及がみられた。

これらから，情報科学に対する専門性を有したプロボノが，どのように教育活動に対して行動を起こしているか，計画性を有しているかの一側面が窺える。

拠点運営においては，このようなプロボノ自身の意欲や指向性を支援し，マネジメントしていく必要があるといえる。そのとき特に，プロボノ自身が活動を通して生涯学習を深めているという点を重視する必要があるといえる。

5.　おわりに

本稿では，コンピュータを活用した創造的な学習を支援する民間の社会教育施設において活動する，専門的有職者ボランティア（プロボノ）を対象に，プロボノ自身の学習行動や子どもとの関わり方，及びそれらの振り返りを通じた省察の過程について考察することを試みた。

今後の課題としては以下の点がある。

１点目に，調査手法についての課題がある。今回はオンラインを通じた半構造化面接によるものであったため，施設への参与観察等を通じた継続的・横断的なデータ収集が必要であると考える。

２点目に，対象の拡大である。プロボノをマネージメントする幹部職員等への調査や，彼らが行うプロボノの募集・活動支援の計画立案の過程なども関連させ，拠点運営全体としてのプロボノの存在意義を考察する必要があるといえる。

３点目に，理論的枠組に沿った分析枠組みの精査である。本研究は社会教育・生涯学習にもまたがる研究である。よって拠点設置地域の学習基盤や多様なステークホルダーとの関係性など，社会学的な背景の詳細な分析も，拠点の学習そのものを捉えることに必要な観点となり得るといえる。

本研究の結果を踏まえ，今後プロボノの活動を喚起させる具体的な支援の計画や方策について，研究を重ねたい。

謝辞

ご多忙の中インタビューにご協力頂きましたプロボノのＸ氏・Ｙ氏に，この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

(1) 田中愛, 中川一史: “児童の工作とプログラミングにおけるティンカリング” 日本 STEM 教育学会 第 5 回年次大会予稿, pp.8-11 (2022)
(2) Karen Wilkinson, Mike Petrich, 金井 哲夫（訳）: “ティンカリングをはじめよう-アート，サイエンス，テクノロジーの交差点で作って遊ぶ”, p.13, オライリー・ジャパン (2015)
(3) ミッチェル・レズニック, 村井裕実子. 阿部和広 : ”ライフロング・キンダーガーデン　創造的思考力を育む４つの原則”, p.232 (2018)
(4) ミッチェル・レズニック, 村井裕実子. 阿部和広 : ”ライフロング・キンダーガーデン　創造的思考力を育む４つの原則”, pp.33-38 (2018)
(5) 山崎貞登, 松田孝, 二宮裕之, 久保田善彦, 磯部征尊, 川原田康文, 大森康正, 上野朝大: “Society5.0 を支える STEAM/STREAM 教育の推進に向けた小学校教育課程の教科等構成の在り方と学習指導形態”, 上越教育大学研究紀要, 39, 2 , pp.525-538 (2020).
(6) ミッチェル・レズニック, 村井裕実子. 阿部和広 : ”ライフロング・キンダーガーデン　創造的思考力を育む４つの原則”, p.114 (2018)
(7) 大山宏, 両角達平: “欧州・スウェーデンのユースワークにみる若者の社会参加 JCNC ブックレット２　PDF 版”, pp.31-32, NPO 法人子ども NPO センター(2020)
(8) 藤澤理恵, 香川秀太 : “仕事とボランティアを越境するプロボノの学び–贈与と交歓を志向する情動的ジョブ・クラフティング–" 経営行動科学, 32 , 1・2, pp.29-46 (2020)
(9) 田中雅文: “ボランティア活動とおとなの学び―自己と社会の循環的発展―” , p.150 , 学文社 (2011)
(10) 大谷尚 : ” SCAT: Steps for Coding and Theorization― 明示的手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法 ―” 感性工学, 10, 3, pp.155-160 (2011)

「世界の言葉プロジェクト」–学習成果ビデオから見た発音指導の課題–

岩居弘樹*1・大前智美*1
Email:iwai.hiroki.cmc@osaka-u.ac.jp

*1：大阪大学サイバーメディアセンター

◎Key Words　　複言語学習，発音指導，オンライン授業，小学校外国語学習

1. はじめに

発表者らは，2018 年から小学生を対象とした複言語学習プログラム「世界の言葉プロジェクト」を展開している。この取り組みでは，各回 1 つの言語に焦点を当て，母語話者である留学生を講師として招いて基本的な挨拶や自己紹介の表現などを学びながら，関連する国や地域の地理や文化についても紹介する。児童は，初めて耳にする外国語の発音を聞こえた通りに声に出して練習し，学習した内容をビデオ撮影し Flip[1]や Padlet[2]などで共有する。

当初は小規模校での実践を中心に行なってきたが，2022 年からは大規模校での試みが始まった。大規模校での実践では児童一人一人の声を聴くことが難しいため，提出されたビデオを見てそれぞれの言語の表現や発音の特徴が児童に正しく伝わっているかを母語話者の視点から確認してもらい，音を伝える際の課題を明らかにする必要があった。本発表では，2023 年度に岡山市立芥子山小学校で実施した複言語学習の実践を紹介し，母語話者の視点からみた発音指導に関する課題に焦点を当て，発表者らの考察を交えながら報告する。

2. 複言語学習の実践

2.1 実践の概要

本実践では，小学校 6 年生 4 クラスを対象に全 10 回 12 言語（ドイツ語，韓国語，中国語，ペルシア語，インドネシア語，フランス語，カンボジア語，アラビア語，タイ語，ポルトガル語，ベトナム語，ロシア語）の授業を行った。児童数は 1 クラス約 35 人で，4 クラスを 2 グループに分け，初回は発表者らが小学校に赴き，対面で複言語学習の意味を説明してからドイツ語の授業を行い，2 回目以降は Zoom によるオンライン形式で表 1 のような流れで実施した。各言語の講師は大阪大学の留学生や修了生に依頼し，発表者らがコーディネーターとして参画した。

表 1　2023 年芥子山小学校での流れ

	1・3 組	2・4 組
9 月 22 日	ドイツ語（体育館で対面授業）	
10 月 4 日	韓国語	中国語
10 月 11 日	中国語	韓国語
11 月 1 日	ペルシア語	インドネシア語
11 月 8 日	インドネシア語	ペルシア語
11 月 15 日	フランス語	カンボジア語
11 月 29 日	アラビア語	タイ語
12 月 6 日	タイ語	アラビア語
12 月 13 日	ベトナム語	ポルトガル語
12 月 20 日	ポルトガル語	ロシア語

2.2 授業の内容と流れ

複言語学習は，知らなかった言葉にふれ，世界の人々や文化に関心を持ち，多様性を認め，受け入れる力を身につけることを目的としている。授業では，講師が伝える音や表現をそのまま真似て声に出す練習に重点をおいて言葉を学ぶとともに，地理や文化についても触れる。いろいろな言葉を，音を中心に学び，その言葉を声に出すことで，言葉をからだで体験してもらうことを目指している。



図 1 Zoom での授業の様子

2.3 講師陣について

この実践は大阪大学の留学生や修了生 11 人に協力を仰いでいる。講師である留学生・修了生は，それぞれの母語を教える専門家ではない。第二言語教育を研究分野としているのは 2 人で，5 人は言語，文化，歴史，4 人は AI や情報工学，化学などを専門としている。母語の文法については全員が学習しているが，大学で母語について学習したのは一人だけで，他は高校までで学習したと回答している。

また，7 人が複言語学習プログラム以外で母語を教えた経験があると回答しているが，小学生を教えたことがあるのは 1 人だけであった。

2.4 オンライン授業の環境と制約

小学校側では，Chromebook を各教室の前方にある大型モニターに投影し，Zoom の画面と音声を出力した。児童にとって初めて耳にする外国語を聞き取るには良い環境とはいえないため，各言語のオンライン教材やお手本動画を共有して事後学習できるようにした。また，児童の声を聴くために外付けのピンマイクを用意したが，クラスサイズの関係で授業時間内にひとりひとりの声を聴く時間は取れないため，児童には授業後に各自の端末で学習成果を動画撮影して提出してもらって発音を確認

[1] https://flip.com/

[2] https://padlet.com/

することにした。



図 2 児童が提出した学習成果ビデオ

3. 母語話者からみた発音指導に関する課題

3.1 調査方法

講師として参加した各言語のネイティブスピーカーには, 児童が提出した学習成果ビデオを視聴してもらい, 以下の項目について Google Forms で回答してもらった。

1. 児童達のビデオを見て, うまく伝わっていないと感じる音や表現があれば教えてください。具体的にどの表現のどの音が伝わりづらいと感じたかを教えてください。(その他, 気づいたことを何でもいいので, 記入してください)
2. うまく伝わっていない音や表現について, どのようにすれば伝わりやすくなると思いますか？
3. うまく伝わった表現や音はどれですか？伝わらなかった表現や音との違いは何だと思いますか？
4. 今年度オンラインで実施した小学校向け複言語学習で難しいと感じたことがあれば教えてください。
5. 今年度オンラインで実施した小学校向け複言語学習でうまくいったこと, よかったことがあれば教えてください。
6. その他, こんなことしてみたらどうかな？という提案やご意見があれば記入してください。

児童が提出したビデオの本数は表 2 の通りである。

表 2 児童が提出したビデオの本数

	本数		本数
ドイツ語	28	韓国語	100
中国語	99	ペルシア語	57
インドネシア語	26	カンボジア語	54
フランス語	33	アラビア語	78
タイ語	53	ロシア語	56
ポルトガル語	84	ベトナム語	31

本発表では, 上記項目の 1〜3 に着目し, 「うまく伝わった音や表現, 伝わっていない音や表現」に焦点を当てて考察する。回答を見ると, 各講師は, それぞれの言語の発音をカタカナやアルファベットで工夫しながら表記しており, 非常に興味深い。以下では, 回答に関しては原則として提出された表記のままで引用する。

3.2 課題 1:入れてはいけない U や O の問題

子音＋母音の組み合わせに慣れている日本語話者は, 外国語を発音する際にも無意識のうちに子音の後ろに母音を入れることがある。講師からは以下のような回答があった。

- ✓ "합니다","입니다"が「ハムニダ」「イムニダ」として覚えてしまうケースがほとんどあった（韓国語）
- ✓ 子音は２つとか３ぐらい一緒になると, 日本人にとっては少し発音しなくいだと思います。例えば, また「privet」の例ですが,「pUrivet」みたいな発音がありました。（ロシア語）

韓国語のケースはそれぞれ/hamnida/, /imnida/の/m/が/mu/になる点を問題にしている。韓国語やロシア語以外でも, このように子音の後ろに母音を入れてしまうケースは散見される。発表者のこれまでの経験では, 聞こえてきた音をそのまま真似して発音する場合にはこのような問題はあまり起こらず, 教員の板書や児童がメモしたカタカナを見て発音した場合に「入れてはいけない U や O」が出現するという印象を持っている。これについては詳細な調査が必要である。

3.3 課題 2:日本語にはない音・音の組み合わせ

日本語にない子音や母音, 日本語にはない音の組み合わせ（つながり）に関して以下のような回答があった。

- ✓ 日本語にはない子音や音の組み合わせも伝わりづらいです。例えば,「宜しく」の/x/,「hastam＝です」と「ahle＝出身」です。（ペルシア語）
- ✓ مع السلامه さよなら The combination of the strong M sound + the ع sound made it difficult to pronounce this phrase correctly. The السلامه part sounded fine, but we need to work on the first word.（アラビア語）

このような声門摩擦音や咽頭摩擦音は日本語に対応する音がなく, 耳に入ってきても音の出し方がわからないため真似するのは難しい。

- ✓ 最も難しい音としては「ы」になりました。みんな Ya iz Okayami（岡山から来ました）と言いましたが, 最後の母音の発音は「イ」とちょっと違います。名詞の複数形の語尾が「ЫI」がよく使われています。（ロシア語）

これは非円唇中舌狭母音で, 日本語で正確に表記することはできないが, /m/＋/ɨ/ の場合は「ムィ」「ミ」「ムイ」「ム」のように表記する場合があるようだ。

また, 語末の子音も問題として指摘されている。

- ✓ 最後の子音「n」はうまく伝わっていない感じがします。例えば,「đến」「Bản」です。（ベトナム語）
- ✓ 言葉の語尾をはっきり発音していなかったところ

がありました。最初の挨拶「Привет(Privet)」を行った時,「Приве （Priv ええ）」みたいな発音でした。（ロシア語）

語末の子音も聞き取るのは難しく，文字を見て初めて子音があることに気づくことがある。しかし，文字を見て発音すると課題 1 のような問題が起こる可能性がある。タイ語やベトナム語の「末子音」は，日本語話者はよほど意識しない限り音として認識するのは難しいため，口の形や舌の位置など発音のコツを伝える必要がある。

3.4 課題 3:カタカナでは区別できない音

/s/ と /ʃ/ や/r/ と/l/の区別は，児童だけでなく日本語話者の多くが区別できなくて苦労する音である。

- ✓ 「メルシー」は伝わりやすいですが,「シー」ではなく，/si/の発音に意識・工夫をすることが必要です。（ペルシア語）
- ✓ 正しく発音してない音や表現は ［ri:k riəj］ (嬉しい) /r/と/l/の区別など(カンボジア語)
- ✓ مرحبا こんにちは For مرحبا, I could hear some students add a ル sound, so マルハバ, which sounds acceptable. However, some students completely omitted that sound. The result was more close to L sound that R.（アラビア語）

これらは「シ」や「リ」のようにカタカナで書いた（あるいは頭に浮かべた）途端に，元の言語の発音とは違ってしまう。一方,「タ」と「ダ」,「シ（スィ）」と「ティ（チ）」のようにカタカナでは音を区別できる場合でも発音の間違いがあることが指摘されるケースもある

- ✓ 「t」と「đ」も間違いやすいです。しかし，意味としては伝えらますので，大丈夫です。(ベトナム語)
- ✓ ｓｉの発音が本来であれば日本語の「シ」に近いのですが，音声の問題なのか(小学生の授業に限らず)「ティ」の発音になってしまうことがやはり多く…（インドネシア語）

インドネシア語のケースは Selamat siang（こんにちは）の siang の発音を指摘していると思われる。ここでは「ティ」の発音になるという回答だが，児童の中には /ʃ/ /t͡s/ /t͡ʃ/ と発音しているケースもあった。

3.5 課題 4:声調について

今回扱った言語のうち，声調の練習が必要となるものは，中国語，タイ語，ベトナム語の 3 つであった。

- ✓ 一つの表現として伝わっていないとは感じませんでしたが，音一個一個細かく聴くと合っていないと感じる時があります。中国語の場合，特に声調。①我（wǒ，私）→（wǔ） ②岡山（gāng shān）→（gǎng shān） ③请多关照（qǐng duō guān zhào，よろしくお願いします）→（qīng duǒ guān zhào）（中国語）
- ✓ 声調/短音：sa-wad-di-"ka"（タイ語）
- ✓ ベトナム語の声調はすごく難しいですが，皆はよく発音できました。(ベトナム語)

声調は，児童らと一緒に手やからだで音の高低を示しながら練習した。からだを使って声調を練習することで，児童らは自然に真似することができたと考えられる。声調記号や矢印などを活用すれば，声調を視覚的にも理解できるようになる可能性がある。

3.6 うまく伝わった表現や音

一方，うまく伝わった表現や音と伝わらなかった表現・音との違いについては以下のような回答があった。

- ✓ sa-"wad"-di。wad の後に di がつながるので，"wad" 発音ができた人が多いです。 sa-wad-di-"kub"もできた。後ろに付く言葉がないので，次の音に邪魔にならなかったと思います。（タイ語）
- ✓ うまく伝わった表現や音としては「Spasiba」と「paka-paka」でした。 Пока「paka-paka」の場合には，日本語の「バカ」という言葉と近いので，みんな笑って，すぐに発音できたし，覚えた。覚えるのプロセスに感情，つまり笑いが入ったので，覚えやすかったと思います。 「Spasiba」も大体母音と子音は順番次々に行くので，発音しやすいでした。（ロシア語）
- ✓ I think words that sound like Japanese like يابان ミン ヤバン اسمي イスミ were easier for the children, compared to sounds that are not there in Japanese. So it might work to start from a Japanese pronunciation and move to a more correct one first.（アラビア語）
- ✓ 学生達がカンボジア語の表現や音をうまく発音できたと思います。 鼻音/n/ /ŋ/ /ɲ/ /m/ や 二重子音［kɲom］(私) なども綺麗に発音できました。やはり［kɲom］より［ri:k riəj］の方があまり練習できなかったら，綺麗に発音できなかったのではないかと思います。(カンボジア語)
- ✓ The longer an expression, the more difficult it is to pronounce correctly. （フランス語）

このように，2〜3 音節以内の短いフレーズで日本語の発音でほぼ対応できるものは，児童らにとっても発音しやすく，覚えやすいことがわかる。まずは，できた・わかった・通じたという達成感を得ることで，そのほかの難易度の少し高い発音や長い表現も覚えようというモティベーションが生まれるのではないだろうか。

3.7 カタカナなどでの発音表記について

小規模校の 6 年生を対象に行った過去の実践では，文字を使わずに音声だけで自己紹介の表現を覚えた児童らが，中学進学後もその表現を思い出しながら話している様子がビデオに残っている。ビデオでは，全員が一斉に話していたので一人一人がどの程度記憶に留めていたかはわからないが，すぐには思い出せなくても，初めの音を聞

いたらその表現を思い出すことができるという印象であった。小学校卒業後の調査は難しく，同様のエビデンスはまだ得られていないが，音のみで学習したことが，時間が経っても記憶に定着しており，言葉を体験として身につけていたことがわかる。



図 3 中学校で撮影したビデオの一コマ

一方，今回の実践では，教室の環境や機器の問題で音声が正確に伝えられないという問題が明らかになった。また，児童数が多いために一人一人の発音を聴いて修正することができなかった。このような場合には，カタカナやアルファベット，記号など，児童が音を連想できるような表現方法を用いて児童の理解をサポートする必要がある。例えば現在韓国語では，

반갑습니다　パンガｐスｍニダ

저는 … 입니다　チョヌン … イｍニダ

のような表記を検討している。それぞれの言語の発音にできるだけ近づけるためにどのように表記するかは今後の検討課題である。

4. おわりに

これまで複言語学習は音を聞いて真似るということに重点を置いて実施してきたが，従来とは異なる教室の環境や大人数の児童を対象にすることで，音を伝えるという点についての課題が明確になった。

今後は，音を中心に言葉を学ぶという基本方針を維持しながらも，伝わりにくい音については，カタカナや記号などで音をイメージできるようにする方法を開発する必要がある。現場の教員には聞き取りにくい，あるいは発音が難しい音や表現をあらかじめ伝えておき，板書をはじめとした教室でのサポートの仕方を共有することもあわせて検討しておきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP 21H00543 の助成を受けたものです。岡山市立芥子山小学校石原洋一校長，6 年学年主任の山﨑公平教諭ならびに 6 年担当の先生方にお礼申し上げます。（所属は 2023 年度当時）

参考文献

(1) 岩居弘樹：“医療系大学における「複言語学習のすすめ」－ICT 支援によるオンライン開講の試みと可能性－”，複言語・多言語教育研究，No.10，pp124-139，（2022）.

(2) 岩居弘樹，広瀬一弥，藤木謙壮：“小学校における「世界の言葉プロジェクト」の試みについて：ICT 支援遠隔複言語学習の一例”，CIEC 春季カンファレンス論文集，11 巻，pp.27-34（2020）.

(3) 岩居弘樹，大前智美：“小学生向けオンライン「複言語学習」の可能性と課題 ―大規模校での実践を通して―，2023 PC カンファレンス論文集，pp.207-210（2023）.

(4) 大前智美，岩居弘樹：“「複言語学習のススメ」による学び方の学び”，2023 PC カンファレンス論文集，pp.243-245（2023）.

複言語学習のススメ　−文字講座を通した音と文字の学び方−

大前智美*1・岩居弘樹*1
Email: omae.tomomi.cmc@osaka-u.ac.jp

*1：大阪大学サイバーメディアセンター

◎Key Words　　複言語学習，オンライン講座，ICT 支援外国語学習

1.　はじめに

多言語多文化社会へ移行しつつある日本では，多言語・異文化理解が求められている。発表者らは，さまざまな言葉に触れることで世界の人々や文化に関心を持ち，多様性を認め，受け入れる力を身につけることを目的として複言語学習を行っている。複言語学習の講座は小学生向けの講座と市民向けの講座の 2 種類を実施している。

市民向けの複言語学習は，あいさつや自己紹介などの表現を同時に 3〜4 言語で学習する。この講座の大きな特徴は，学習時に文字を使わず，聞いた音をそのまま声に出すという点にある。受講生は講師の発音を聞き，何度も発音し定着させ，学習内容をビデオで記録する。そして，学習成果のビデオを共有することで，受講生同士で学び合い，さらに理解を深めるというサイクルで学習を行なっている。

また，音を中心としたこれまでの複言語学習の次のステップとして，学習した内容を文字に結びつけるための文字講座を展開した。2021 年度には試行的に，2022 年度からはコンテンツを充実させ，ローマンアルファベット以外の文字を使う言語を対象としたオンライン文字講座を開講した。本発表では，2022 年から行ったオンラインでの文字講座の運用やコンテンツ作成，文字学習支援について報告し，複言語学習における音と文字の学び方について検討する。

2.　文字講座の概要・コンテンツ

2.1　実施言語と内容

2021 年度〜2023 年度の 3 年間で以下の言語の文字講座を実施した。受講対象者はこれまでの複言語学習の講座の受講者で，継続して学習を希望する受講者や音だけでなく文字や文法の学習へと発展させたいと希望する参加者を対象とした。講座の受講者は 1 言語 5 名程度の少人数に限定した。

表 1　文字講座実施言語

2021 年度	2022 年度	2023 年度
韓国語	韓国語	韓国語
ロシア語	ペルシア語	ペルシア語
ブルガリア語	ロシア語	ヒンディー語
		タイ語

講座の内容は，以下のとおりである。

1. 基本的な情報の共有：その言語が話される地域についての情報，文字の成り立ちや身近にある文字や言葉について講師から話題を提供する
2. 複言語学習で学習した内容の復習：参加者は複言語学習であいさつや自己紹介などの表現を音で学習している。それらの表現を復習，確認したのちに，それらを文字にすることにつなげる
3. あいさつや名前の書き方の練習：あいさつ表現などを復習したのち，講師の作成したコンテンツを使用して，文字の書き方を実践的に学ぶ

本文字講座は，最初に音で言葉に触れ，次にその音や表現をどのように文字にするかという流れで学ぶ。また，通常の複言語学習は，どの言語の学習でも共通の表現を同時並行で学習するため，文字講座においても教材の構成，講座内容は共通の枠組みで行っている。

2.2　導入教材：国の情報，身近にある文字

本講座では，すでに音で学習したあいさつや自分の名前を書くことを通して，音と文字を結びつけ，文字やその言語への知識を深めることを目的としている。

講座の導入時にその言葉の話されている地域の情報や現地の看板などにある文字の表記，日本でも目にする学習言語の文字，例えば看板にある韓国語の文字や絵文字に使われるキリル文字などを紹介するスライドを講師が用意して受講者の関心を引いている。

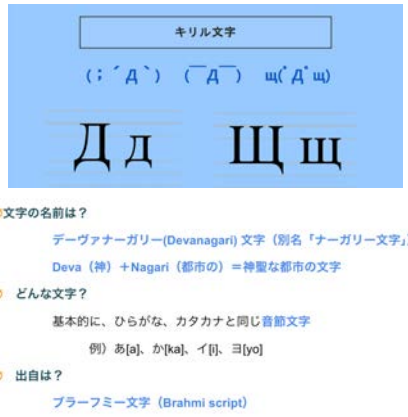


図 1　文字の紹介（ロシア語・ヒンディー語）

2.3　五十音表

受講生はすでに音であいさつなどの表現を学習しているので，その音をどのように文字にするのかを考える際に，五十音表があれば対応する文字を書き出してみることが可能になると考えた。

例えば日本語で「こ」を表す文字が韓国語では「거」「고」「코」「커」「꼬」「꺼」など複数の可能性があるなど，日本語では同じ音に聞こえるけれど違う音・文字となることや日本語にはない音があるなど，五十音表では全ての音を表すことはできない。しかし、五十音表があることで子音字

と母音字が合わさってできる文字の形を理解しやすくなるということもあり，各言語で五十音表を作成し，受講生に共有した。

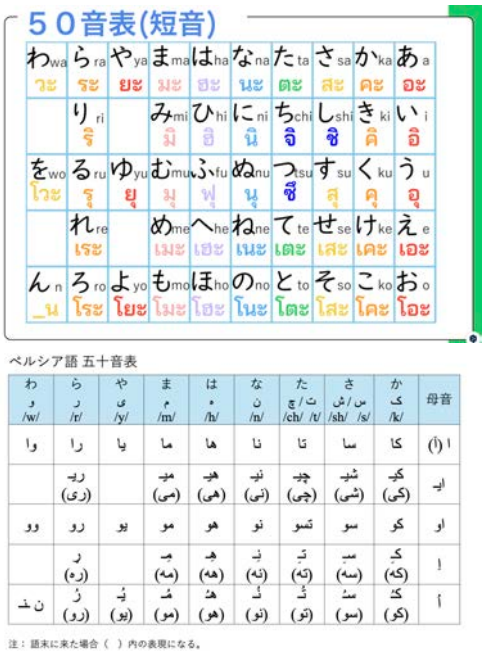


図２　五十音表（タイ語・ペルシア語）

2.4　文字入力支援

ペルシア文字，デーヴァナーガリー文字（ヒンディー語）やキリル文字（ロシア語）のような普段書きなれない言語では，まずオンラインキーボードLEXILOGOS[1] を使いながら一つ一つの文字の形，次に来る文字とのつながりを確認した。

例えばペルシア語では，「س」「ل」「ا」「م」と入力すると，「سلام」（こんにちは）のように文字の形が変わってつながることをキーボードで入力しながら確認した。LEXILOGOSを使用することで文字と文字のつながり方，綴り方，文字と音の関係を理解しやすくなるという効果があった。



図３　オンラインキーボード（ヒンディー語）

2.5　文字の書き方・添削

五十音表やLEXILOGOS で文字の形を紹介した後，それらを参考に手書き，あるいは言語によってはLEXILOGOS を使って，学習した表現の入力にチャレンジした。実際に受講者があいさつや自分の名前を書いたものを講師に添削してもらいながら文字の学習を進める。



図４　文字の添削（タイ語）

講座中には，受講者がお手本を見ながら書いた文字を画面に写し講師が確認したり（図4），Zoom のホワイトボードの機能を利用してみんなで文字を書いて（図5）正しいかどうかを確認した。

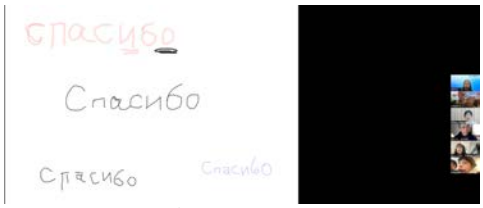


図５　文字の添削（ロシア語）

どの言語も音と五十音表などを手がかりに単語の綴りを正確に表すことはとても難しく，短い時間での講座では伝え切ることができないこともある。そのため，あいさつ表現や受講生の名前の書き方のお手本動画をあらかじめ用意して受講生に共有し，受講生はそれらの動画や画像を見ながら，書き順の確認をしたり，タブレットなどでなぞって書く練習を行なっている。

2.6　補助教材：Quizlet，Mindstamp

あいさつや名前を書くことで，音と文字の対応を意識することはできるようになる。しかし，1 回の講座（45 分×2 セッション）では文字の学習を終えることはできない。そのため，韓国語やロシア語などではQuizlet[2]で発音が日本語と似ている単語や食べ物など身近なものの単語リストを作成し，受講生が一人でも継続して学習ができるよう支援している。Quizlet は語彙の学習などに使用されるアプリであるが，単語の読み上げ機能があり，音と文字を関連づけながら文字を習得するのに役立つと考えられる。

また，韓国語については，Mindstamp[3]を用いて，文字の成り立ちを説明したインタラクティブな動画コンテンツを作成し，公開している。



図６　Mindstamp による復習教材（韓国語）

[1] マルチリンガルオンラインキーボード：https://www.lexilogos.com/keyboard/

[2] Quizlet：https://quizlet.com/

[3] インタラクティブビデオ作成アプリ：https://mindstamp.com/

3. 受講生の反応

講座終了後に文字講座に参加した受講者対象にアンケートを実施した。アンケートの結果から，文字講座による3つの効果と問題点についてまとめる。

3.1 言葉の理解

複言語学習の講座の後にこの文字講座を受講することで，言葉への理解がより深まったという意見が見られた。また，「文字がわかると現地のことばの発音がより詳しくわかる。日本語読みが全然違うことに気づけて面白かった」という，音で導入する複言語学習の意義を理解し，その上で文字を学習することで，音で学習した内容と文字を結びつけ，理解を深められることに気づく声があった。

3.2 異文化への理解

講師の紹介した言葉や文化の情報により，言葉だけでなくその国への興味がわき，文字が読めないとわからない文化・慣習を知るきっかけになっている。例えば，タイの看板（図7）にはタイ人価格と観光客向けの価格が表示されているものがあり，「そのような価格差があること，タイ語が読めるとそれを知ることができ，びっくりしました」というような文字や言葉を知ることで得られる気づきについてのコメントがあった。



図7　タイの看板

複言語学習は多様な文化や考えがあることに気づき，受け入れることのきっかけとなることを学習の目的の1つとしているが，文字講座を通して受講生自身が異文化を受け入れるきっかけとなっていることがわかる。

3.3 言語学習への意欲

自分の名前をローマンアルファベット以外の文字で表記することの楽しさ，文字を書く向きの違いなどに気づく受講生が多くいた。文字学習を行うことで，全く読めなかった文字に親しみを感じ，講師の作成した五十音表を見れば学習した言語を読むことができるようになったという達成感を感じている受講生もいる。その結果，「次は簡単な文章にも触れてみたい」，「ヒンディー以外のインドの文字講座も受けてみたい」，「単語だけではなく，喋ったり簡単な文法も学んでみたい」というように，次のステップへの学習意欲を示す意見も多くみられた。

3.4 問題点と課題

オンライン（Zoom）による文字講座だったため，資料を見ながら書いて，それを添削することの難しさ，「自分で書いた文字がどのぐらい正しいのかわからない」というような正しさを確認することの難しさを示す意見があった。資料の提示方法や学習の記録を残した上で学習者にフィードバックすることが今後のオンライン文字講座での課題となる。

さらに作成したコンテンツに音を組み合わせること，講座後に継続して学習ができるようなコンテンツを充実させる必要があることがわかった。

4. おわりに

発表者らの行っている市民向けの複言語学習は，未就学児から大人まで幅広い年齢層の参加者がいる。受講者たちが同じスタート地点に立ち，音を聞いて，時には体を使ってアクセントや声調を真似しながら複数の言語や文化に触れ，あいさつや自己紹介の表現を学習することが特徴である。この講座を受講した受講者からの，学習を継続し，言葉への理解を深めたい，文字を知りたいという要望を受け，2022年度から文字講座を実施してきた。1回の講座で学習する内容は限られているとはいえ，本講座を通して，すでに音で学習した内容と文字を結びつけ，表現を記録・記憶し，学習した内容を総合的に理解している様子がうかがえた。

複言語学習は，多言語異文化への理解を深め，互いの違いを受け入れる力を身につけることを目的としている。通常の複言語学習とこの文字講座を通して，いくつもの言語・文化を知るきっかけとなり，外国語学習を継続している受講者もおり，本講座の効果を実感している。

今後は音の伝え方，文字の取り入れ方などこれまでの課題を整理し，音と文字を効果的に結び合わせた複言語学習の講座へと発展させたいと考えている。

参考文献

(1) 岩居弘樹：“医療系大学における「複言語学習のすすめ」－ICT支援によるオンライン開講の試みと可能性－”，複言語・多言語教育研究，No.10，pp124-139，（2022）
(2) 岩居弘樹，大前智美：“小学校向けオンライン「複言語学習」の可能性と課題－大規模校での実践を通して－”，2023 PC カンファレンス論文集，pp.207-210（2023）
(3) 大前智美，岩居弘樹：“「複言語学習のススメ」による学び方の学び”，2023 PC カンファレンス論文集，pp.243-245（2023）.
(4) 大阪大学市民講座　世界の言葉プロジェクト：https://bit.ly/3R1giZF
(5) 文字講座2023のコンテンツ共有サイト：https://bit.ly/3Vk7osX
(6) Mindstampで作成したハングルの成り立ち：https://myinteractive.video/w/ufbnsoSeYJsr

本研究は JSPS 科研費 JP 21H00543 の助成を受けたものです。

VR を活用した新たな e ラーニング中国語教材の開発
―語学学習の未来像―

簡珮鈴*1・難波康治*2・Elton Su*3
Email: chien.pei.ling.019@m.kyushu-u.ac.jp

*1：九州大学工学研究院
*2：大阪大学国際教育交流センター
*3：Super720

◎Key Words　仮想現実（VR），e ラーニング教材開発，中国語教育，SDGs

1. はじめに

日本における中国語教育の現状について，張 (2017) は，「文法や語彙など言語形式の学習が優先され，ドリルなどの反復練習によって言語項目の定着を図るスタイルが主流であり，読解指導も，読んで考えるよりも，語彙や文法解説による分析的学習と中文和訳を組み合わせたものが多い[(1)]」としており，一方，西（2021）も，「日本の大学における中国語教育は，全体的には，いまだに文法訳読法（文法と語彙学習），オーディオ・リンガル教授法（Audio-Lingual Method。反復練習，構造中心の文型練習，機械的やりとり，暗唱）が席巻している。現在，日本で出版されている数多ある大学生向け中国語教材の圧倒的多数が文法シラバスによるものである[(2)] 」としている。劉 (2024) は，日本における 9 つの出版社（同学社，白水社，金星堂，白帝社，三修社，松柏社，朝日出版社，郁文堂，好文出版）が 1970 年から 2022 年までの 53 年間出版した中国語教材を対象として考察した結果，2000 年から 2022 年の 23 年間に出版された教材の数は 610 冊があり，1970 年から 1999 年の 30 年間の 80 冊に比べ，7.6 倍よりも増えたにもかかわらず，それは初級レベルの教材がほとんどであり，「初級教材の数の多い中，量から質への転換が重要[(3)]」とその実態と課題を明らかにした。前述を踏まえ，21 世紀に入っておよそ 4 分の 1 の歳月を経ったにもかかわらず，日本における中国語教育は，教材や授業内容や形式に大きな変化は見られず，漢文教育の影響もあるため，長年に亘る文法訳読法の指導からの脱却が容易ではない現状の中，筆者らは，中国語教育をはじめとする外国語教育の「新たな在り方」とは何かを本研究の「問い」とする。その「問い」に挑戦し，仮想現実（VR）を活用した新たな e ラーニング中国語教材の開発を通して，より良い世界のための語学学習の未来像を追求し，それを目指した e ラーニング教材の開発について論じる。

2. 仮想現実（VR）について

2.1 仮想現実（VR）

日本バーチャルリアリティ学会 (2012) は，The American Heritage Dictionary で「Existing in essence or effect though not in actual fact or form」と定義された仮想現実（VR）（以下，VR と称す）を援用し，VR とは，「みかけや形は原物そのものではないが，本質的あるいは効果としては現実であり原物であること[(4)]」という説明がなされている。雨宮（2021）も，VR を「現実ではないが本質的に現実と同等の環境を作る情報技術[(5)]」と定義しており，実際に起こっていないことを疑似体験することを目的とした手段や技術と位置付けられる。Berti（2021）によれば，VR はそのもたらす没入感の程度によって，「低没入感 VR 環境（low-immersion VR environments）と高没入感 VR 環境（high-immersion VR environments）[(6)]」に分けられる。前者は PC モニターを用いた VR 環境で提供されるが，後者は HMD（Head Mounted Display）を用いて提供される。水中メガネ様のゴーグルである HMD による高没入感 VR 環境は，学習者により現実感を持たせることができるため，学習者の関与を向上させるのに役立つとされている。具体的には，アプリケーションや動画などの人工環境を HMD により現実的に認知させるもので，ゲームなどを開発するのと同じように，3D 描写やサウンド再生などの要素を実現するプログラミング言語を使用する。

2.2 外国語学習における VR の活用

小田（2024）は，Google Scholar を用いて 2017 年から 2023 年まで 7 年間の日本国内外の外国語学習における AR および VR の活用についての先行研究の動向を分析した結果，学習者の動機づけにおいては，AR の活用も VR の活用も学習者の「学習意欲や学習の積極的な関与，学習への態度，自己肯定感の向上や言語不安の緩和などに役立つことが確認できた[(7)]」のに対し，学習成果においては，VR は，AR と同様語彙の習得に効果がある上に，「幅広くスピーキング，読解力，構文などにも役立っていた[(7)]」と報告している。実際，AR も VR も，コンピュータグラフィックス（CG）や位置情報などの通信技術の進展によって開発された技術であるが，それぞれ異なるアプローチを取っている。AR（Augmented Reality：拡張現実）は，現実世界にデジタル情報を重ね合わせて表示する技術であり，実際の映像や画像，動画，テキストなどを現実の一部として見せることによって，現実の感覚を拡張させるものである。一方，VR（Virtual Reality：仮想現実）は，360 度の映像や包み込む音響，触感などを駆使して，実在しないデジタル情報をまるで現実に起こっているかのように体験させる技術である。AR と VR は，それぞれ，リアル世界の延長線としての体験と完全没入体験という点で体験の様式が異なり，外国語学習の分野では，学習環境づくりの観点から，VR による完全没入体験がより理想的であることが，上述した小田（2024）のレビュー研究の結果に

おいても窺われる。次項では，VR の教育分野での応用にあたって重要な概念である「体験学習」について述べる。

3. 体験学習

3.1 デューイの体験学習理論

デューイ（Dewey）は，教育を単なる知識の伝達ではなく，実際の体験を通じて学習するプロセスであると捉えた。彼は「Education is not an affair of 'telling' and being told, but an active and constructive process.（教育は「教える」や「教えられる」とういことではなく，能動的かつ建設的な過程である）[8]」と述べており，教育は，経験と相互作用の連続性から成り立つと主張した。彼は，学習者が現実の世界で問題解決に取り組むためには，単に教科書の知識を暗記するだけでなく，社会の中で実際に学び，批判的思考や問題解決のスキルを養うことが重要だと考えた。学習体験は個々の学生の関心に基づくべきであり，教師は学習者が自己主導的な学習を行える環境を提供する役割を持つべきだと主張した。デューイの体験学習理論は，教育に実践的な学習を重視する視点を提供している。この理論は現代の教育においても重要な考え方であり，アクティブ・ラーニングや問題解決学習などのアプローチに大きな影響を与えている。

3.2 コルブの体験学習モデル

コルブ（Kolb）は，体験学習について，成果ではなくプロセスとして捉えるのが一番適切だと考えている。これは，個人と環境との相互作用を伴い，体験に基づく連続的な知識を創造するプロセスであり，世界への適応の全体論的なプロセスでもある。彼は，「経験の把握（grasping experience）[9]」および「経験の変容（transforming experience）[9]」をそれぞれ「具体的経験（Concrete Experiences）－抽象的概念化（Abstract Conceptualization）[9]」や「能動的実験（Active Experimentation）－内省的観察（Reflective Observation）[9]」という二軸からなる体験学習モデルを構築した（図 1）。「具体的経験（Concrete Experiences）－抽象的概念化（Abstract Conceptualization）[9]」や「能動的実験（Active Experimentation）－内省的観察（Reflective Observation）[9]」という二つのモードが循環しながら，学習が始まり，知識が創造される。

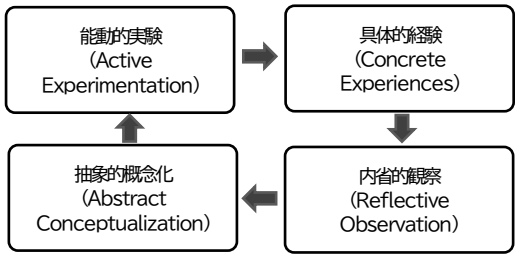


図 1　コルブの体験学習モデル（Kolb, 2001）

今回の教材制作にあたっては，体験学習を「はじめに」でも述べたような現状の中国語教育の問題点を解決するための基本的な考え方として採用することにした。

4. VR を活用した e ラーニング中国語教材

言語の根底にある文化や社会の多様性への認識，配慮は，高度な外国語運用能力育成の基礎となるものである。

中国語圏（中国・台湾・香港・マカオやシンガポール・マレーシア）において各地で話される中国語は，それ自体バラエティに富んでいるが，その文化や社会も多様である。本教材は，中国語の多様性を示したものとして，台湾で話された中国語をもとに，教材開発を行った。教材のコンセプトとして，物事を全体的・包括的に取り扱うホリスティック・アプローチを念頭に，体験学習ベースの 360 度 VR 中国語教材として開発されてきた。学習者の没入感を高めるため，8K の解像度で教材開発を行った。マルチデバイス対応なので，学習者はさまざまなデバイス（HMD，スマートフォン，ノートパソコン，タブレット）を用いて学習することができる。特に，高没入感の体験学習を好む学習者には，HMD による中国語学習を薦める。

4.1 人・文化・歴史・伝統を包括的に取り入れた中国語教材—『鹿港慢旅時光～我和老屋的相遇～（鹿港：時を忘れる古民家の旅）』

今回開発した 360 度 VR 中国語教材は，『鹿港慢旅時光～我和老屋的相遇～（和訳：鹿港：時を忘れる古民家の旅；英訳：A Leisurely Journey in Lugang：My Encounter with the Old Houses）』（以下，『鹿港』と称す）である（図 2）。本教材のテーマは，持続可能な開発目標（SDGs）の理解であり，日本の大学の中国語を専攻する 1 年生の主人公が台湾の友人と一緒に鹿港におけるさまざまな古民家，お廟や歴史的な建物を訪れる旅を描いている。

言語によるコミュニケーションは，話者が属する言語共同体の価値観，規範，さまざまな文化的文脈に基づいているため，言語学習をする際にも，人・文化・歴史・伝統といった異文化理解のための重要な要素を包括的に取り入れることが必要である。このような発想の下で，住民を含む古都が理想的な題材と考えられる。



図 2　スタート画面



図 3　言語設定（オン・オフ可能）



図 4　字幕設定（オン・オフ可能）

台湾には，三つの有名な古都（台南，鹿港，艋舺）があるが，その中で，今回は鹿港を教材の素材として選択した。鹿港は，そのコンパクトな都市規模や町全体が良好な保存状態，さらには地元の街づくりの活動の活発さにおいて教材のテーマとして取り上げる価値があると考えた。

『鹿港』は，全 8 課で構成されており，多言語字幕（繁体・簡体中国語，日本語，英語）に対応している（表 1，

図3，図4)。

表1 『鹿港』の構成

課	タイトル
1	最近怎麼樣？ 最近，どうしていますか？ 最近怎么样？ How have you been recently?
2	您好，我是王莉亞。您貴姓？ こんにちは，私は王莉亞です。お名前は？ 您好，我是王莉亚。您贵姓？ Hello, I am Liya Wang. What is your name?
3	你能推薦嗎？ おすすめの場所はありますか？ 你能推荐吗？ Can you recommend a place?
4	我們要去力野茶陶所 力野茶陶所に行くつもりです。 我们要去力野茶陶所 We're going to the Liye Tea Pottery Studio.
5	架子上放著好多個杯子 棚の上にたくさんのカップが置いてあります。 架子上放着好多个杯子 There are so many cups on the shelf.
6	我不會說台語，但是我會說日語 私は台湾語を話せませんが，日本語を話すことができます。 我不会说台语，但是我会说日语 I can't speak Taiwanese, but I can speak Japanese.
7	你把帽子忘在廟裡了嗎？ 帽子をお廟に忘れてしまいましたか？ 你把帽子忘在庙里了吗？ Did you forget your hat in the temple?
8	這間丁家古厝有名得不得了 この丁家古厝はすごく有名です。 这间丁家古厝有名得不得了 This Dings family historical residence is incredibly famous.

4.2 教材の学習レベル

前述したように，市販の中国語教材は，そのほとんどが初級レベルであり，中級・上級の教材が不足しているという現状を打破するために，『鹿港』は，一つの教材で，より幅広いレベルの対応ができるように開発された。教材には，日本人大学生の主人公が台湾の友人と一緒に鹿港を訪れる旅のセクション（初級レベル〔CEFR A1～A2〕）と旅で出会った人々（店の店長）のインタビュー・セクションがある（中級レベル〔CEFR B1〕）。

4.3 登場人物の選択

『鹿港』は，文法シラバス教材のように文型を示してから，その文型を使う会話文の例を羅列するものや，会話・場面シラバスのようにパターン化した会話文を提示するものとは異なり，学習者を登場人物の1人に成り代らせ，学習者は女性あるいは男性の主人公として台湾人俳優の演じる台湾の友人とともにゲーム感覚で鹿港を歩き回る。（図5)。同じ学習項目（例えば，自分の好みを表すことができる）でも，女性として登場する場合，第3課では，



図5 主人公のキャラクター設定

店でチャイナドレスの「旗袍（チーパオ)」について，自分の好みを言う(図6, 図7, 図8）が，男性の場合，男性が着る「長袍（チャンパオ)」について，自分の好みを言うなどの工夫をした（図9, 図10，図11)。学習者は，こうしたVRによる旅とその中での出会いを追経験することで，前述したデューイの体験学習理論やコルブの体験学習モデルの示した概念のように，学習者自らが実際の異文化に出会った経験から観察，抽象概念の精緻化を経て，他人との交流を深めるように自分の考えを持つといった能動的なプロセスを促進する。



図6 店長から女性主人公の学習者へ質問



図7 答えたいフレーズを選ぶ（女性主人公）



図8 女性による模範音声（ピンイン表示）



図9 店長から男性主人公の学習者へ質問



図10 答えたいフレーズを選ぶ（男性主人公）



図11 男性による模範音声（ピンイン表示）

4.4　より深い学びにつながる体験学習への工夫

『鹿港』は，体験を再構成し，より深い学びにつながる体験学習になるよう，学習者が台湾の友人と一緒に訪れた古民家などのロケ地を探索したり，文の練習をしたりできるように構成している。それに加え，鹿港の古民家でビジネスを経営している人々たち自身が，そこでビジネスを始めたきっかけや直面した困難をはじめ，それぞれの鹿港への思いや鹿港の将来への展望などを語るインタビューを聞くことができる（図 12）。



図 12　より深い学びにつながる体験学習への工夫

表 2 は，各課の探索地（ロケ地）の一覧表である。Google のストリートビューで見るのと同じように，学習者は 360 度画像に没入して臨場感を味わうことができる（図 13）。

表 2 各課の探索地（ロケ地）の一覧表

課	タイトル	探索地（ロケ地）
1	最近怎麼樣？ 最近，どうしていますか？	–
2	您好，我是王莉亞。您貴姓？ こんにちは，私は王莉亞です。お名前は？	小艾人文工房 （古民家）
3	你能推薦嗎？ おすすめの場所はありますか？	旗袍美学文化 センター（古民家）
4	我們要去力野茶陶所 力野茶陶所に行くつもりです。	九曲巷 （歴史的な建物）
5	架子上放著好多個杯子 棚の上にたくさんのカップが置いてあります。	力野茶陶所 （古民家）
6	我不會說台語，但是我會說日語 私は台湾語を話せませんが，日本語を話すことができます。	書集喜室 （古民家）
7	你把帽子忘在廟裡了嗎？ 帽子をお廟に忘れてしまいましたか？	埔鹽順澤宮 （お廟）
8	這間丁家古厝有名得不得了 この丁家古厝はすごく有名です。	丁家古厝 （歴史的な建物）



図 13　第 6 課の探索地ー書集喜室ー

インタビューは，中国語ネイティブスピーカーによるまとまりのある談話であるため，中級レベル（CEFR B1）の学習者向けである。一方、旅のストーリーの部分は、初級（CEFR A1～A2）の復習になるとともに，中級レベルのリスニングのウォーミングアップとなる。また，多言語字幕対応のため，初級レベル（CEFR A1～A2）の中国語学習者でも鹿港の古民家などの中でビジネスを経営している人々たちのことを知ることができる（図 14）。「文の練習」は，各課で話されたセリフの中で，フレーズを 6 つピックアップしたもので，フレーズの練習であるとともに，台湾の友人との旅での会話を再度想起させる役割を果たす。



図 14　鹿港の住民たちへのインタビュー

5.　おわりに

本稿は，体験学習理論に基づき，中国語教育をはじめとする次世代外国語教育の「新たな在り方」を構想し，仮想現実（VR）を活用した新たな e ラーニング中国語教材の開発を行った。本教材の最終的な目標は，単に中国語の表現を学ぶだけではなく，さまざまな体験から他人との交流を深めるために学習者が自身の考えを持つことである。今後の課題として，内容（SDGs の取り組みなど）についての講義を拡充することにより，内容言語統合型学習（CLIL）として機会を提供すること，また，多言語対応の e ラーニング中国語教材でもあるため，母語の異なる中国語学習者間で国際連携型協働学習（COIL）を展開することを可能とするためのプログラムを企画，実施し，その効果を検証することがあげられる。

謝辞

本研究は科研費 22K00697 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 張彤：“「内容言語統合型学習(CLIL)」を取り入れた中国語授業の試み”，Lingua，第 27 号，pp. 161-170（2017）.
(2) 西香織：“大学中国語教育の現状と実践，そして課題”，外国語教育研究ジャーナル，第 2 巻，pp. 224 - 229（2021）.
(3) 劉国彬：“日本における中国語の教材と出版社に関する一考察”, 福山大学 大学教育論叢, 第 10 号, pp. 99 -110（2024）.
(4) 日本バーチャルリアリティ学会 公式ホームページ https://vrsj.org/about/virtualreality/（20224 年 5 月 20 日アクセス）.
(5) 雨宮智浩：“VR/メタバース講義の実践と課題”，国立情報学研究所「第 44 回大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム「教育機関 DX シンポ」」（12/10 オンライン開催）講演資料（2021）.
(6) Berti, M.: “The Unexplored Potential of Virtual Reality for Cultural Learning”, The EuroCALL Review, 29, 1, pp.60-67（2021）.
(7) 小田理代：“外国語学習における AR と VR の活用に向けた先行研究の動向：諸外国と日本の研究から”，麗澤大学紀要，第 107 巻，pp. 11- 22（2024）.
(8) Dewey, J.: “Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education”. p.46, Macmillan（1916）.
(9) Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C.: “Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions”. In R. J. Sternberg & L. f. Zhang (Eds.), Perspectives on Thinking, Learning, and Cognitive Styles, pp. 227-247. Lawrence Erlbaum Associates Publishers (2001).

問題の作成から試験の実施・採点までを支援する簡易 CBT システムの提案

松浦敏雄*1・安留誠吾*2・西田知博*3・宮本友介*4・吉田智子*5・中西通雄*6

*1:大阪市立大学, *2:大阪工業大学, *3:大阪学院大学,
*4:大阪大学, *5:京都ノートルダム女子大学, *6:追手門学院大学

◎Key Words: CBT, 問題自動作成, プログラミング環境, XML, Web

1. はじめに

2025 年度からの大学入試共通テストにおいて「情報」が出題される[1]。これに合わせて入試を CBT(Computer Based Testing)によって実施することを発表した大学もあり[2]、今後、CBT の普及が予想されている。入試における CBT は、IT パスポート試験や TOEIC などの資格試験で行われている多肢選択問題のみからなる試験とは異なり、従来の紙ベースの試験と同様の出題形式への対応や、さらには、プログラミングをその場で実行できるような環境を備えたものが望まれている。高等学校の教育現場では、入試対策として CBT への対応が求められるが、このような出題形式に対応し、かつ、手軽に利用できる CBT は見当たらない。

我々は、このような多様な出題形式に対応した CBT システムの実現方法を明らかにし高校現場で簡便に利用可能な CBT システムの実現を目指している。この CBT システムでは、出題者の問題作成を支援し、作成された一つの問題から多数の派生問題を半自動で作成できる[11]。また、受験者の解答に対して、解が一意に定まるものについては自動採点を行い、そうでない問題については、採点支援のための GUI を用意している。

本稿では、問題の作成方法を示し、作成された問題をどのように記述しているか、また、画面上で問題を表示し試験を実施するために、問題記述をどのように変換しているか、さらには、自動採点、および、採点支援をどのように行なっているかについて明らかにする。

2. CBT システムの概要

本稿で提案する CBT システムでは、問題の作成支援、CBT 実施環境の提供、および、採点まで、CBT の実施を統合的に支援する。

本 CBT で扱う問題は、○×問題、多肢選択問題、穴埋め問題、記述式問題などの紙ベースの試験でよく用いられる基本的な問題(**小問**と呼ぶ)と、複数の小問から構成される**中問**、および、少数の中問、もしくは、多数の小問から構成される**大問**からなる。通常の定期テストや入学試験のような一まとまりのテストは、3 から 5 問程度の複数の大問から、もしくは、多数の小問のみから構成される。

以下、問題作成の手順、試験実施、および、採点の手順について概説する。

(1) 問題の作成

作題者は大問毎に MDL(Mondai Description Language)と呼ぶ形式によって記述する。MDL は、通常の問題文そのものに加えて、以下の付加情報を含む:

(i) 大問、中問、小問の識別のための記号、および、
(ii) 各小問の形式、識別番号、正解、惑わしの選択肢、配点などを示す記号

直接テキストで問題を記述しても良いが、問題作成 GUI(図 1)を用いることで簡便に作成できる。ここで作成された問題は、サーバ上の問題プールに蓄積される。

派生問題作成プログラムにより、一つの大問(**種問題**と呼ぶ)から、類似した多数の**派生問題**を半自動で生成できる。派生問題の生成方法は文献[15]で述べたのでここでは省略する。MDL の記述方法については 3 章で述べる。

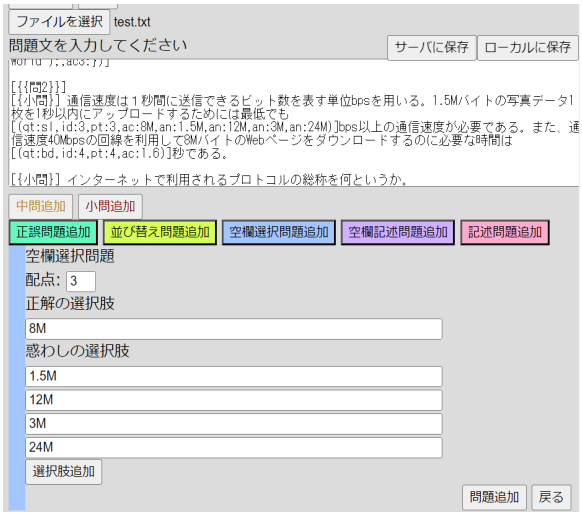


図 1 問題作成 GUI

(2) MDL から XML への変換

MDL は、出題者が少しの記法を学ぶだけで問題の内容を把握できるが、計算機が処理するには必ずしも適切な形式とは言い難い。そこで、問題形式変換プログラムを用意し、MDL 形式のテストを入力として、計算機が処理しやすい XML 形式に変換する。XML での記述については、4 章で詳述する。

(3) 正解表の作成

正解表作成プログラムは、MDL による問題記述から問題番号と正解を抽出し、正解表を出力する。このプログラムが MDL を入力としているのは、試験実施の際に Web ブラウザが XML での記述を動的に読み込むの

で、この中に正解を含めることができないためである。

(4) CBT 実施環境

CBT 実施環境は、XML による問題記述を入力し、Web ブラウザ上にテスト問題を提示し試験を実施する。試験問題の画面表示例を図 2 に示す。テストの終了時には、答案を回収しサーバ上に保管する。

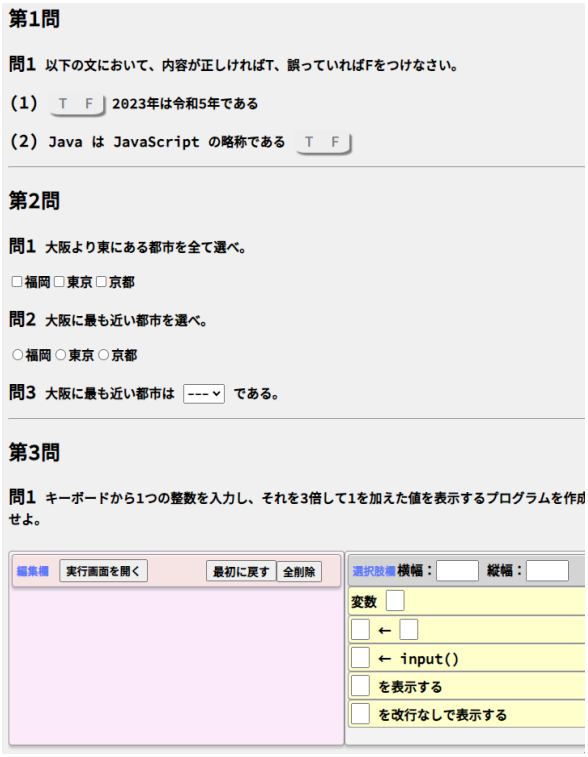


図 2 テスト実施時の画面表示例

(5) 半自動採点と採点支援

多肢選択問題や短い語句を問う記述問題などの自動採点可能な問題については、自動採点プログラムが、正解表と各受験者の答案を比較し、採点結果として**部分採点済答案**を出力する。記述問題など自動採点が困難な問題に対しては、**採点支援プログラム**(GUI)を利用して、採点者が部分採点済答案を見ながら、Web ブラウザ上で採点する。**採点済答案**はサーバ上に保存される。

3. MDL による問題の記述

MDL による問題の記述例を以下に示す。

```
[{{{第 2 問}}}]
  [{問 1}]  大阪より東にある都市を全て選べ。
    [(qt: sl, id: 4 pt: 3, an: 福岡, ac: 東京, ac: 京都)]
```

上記のように、大問、中問、小問のタイトルは、

[{{{大問}}}], [{{中問}}], [{小問}]

のように[{ … }]で囲んで記述する。各小問の問題形式、配点、正解など、画面表示、および、採点に必要な情報を [(…)] で囲んで表記している。

“qt”は問題の種別を示すタグであり、その値“sl”は(複数選択可能な)選択問題を示している。“id”は問題の識別番号、“pt”は問題の配点を表す。“an”は惑わしの選択肢を表し、“ac”は正解を示す。

問題の種類の一部を表 1 に示す。

表 1 問題の種類(一部)

記号	問題の説明
sl	select: 選択問題(複数選択可)
rb	radio button: 単一選択問題
tf	true/false: ○×問題
so	sorting: 並べ替え問題
ds	description: 記述問題

4. XML による問題の記述

図2のテスト問題のうち、第1問のみについてのXMLによる問題記述例を次に示す。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<assessment-item>
  <title>期末試験(2024 年度)</title>
  <body>
    <section label="第 1 問">
      <h1>第 1 問</h1>
      <subsection label="問 1">
        <span class="level2">問 1</span>
          以下の文において、内容が正しければ T、
          誤っていれば F をつけなさい。
        <subsubsection label="(1)">
          <question id="1" type="tf">
            <point>10</point>
          </question>
          2023 年は令和 5 年である
        </subsubsection>
        <subsubsection label="(2)">
            Java は JavaScript の略称である
          <question id="2" type="tf">
            <point>10</point>
          </ question>
        </subsubsection>
      </subsection>
    </section>
  </body>
</assessment-item>
```

テスト問題は、assessment-item 要素内に記述する。assessment-item 要素の子要素として title 要素と body 要素があり、title 要素はテストのタイトル、body 要素はテスト本文を記述する。テスト本文は、HTML をベースとして記述する。MDL での各小問の記述は、XML では question 要素に変換される。

5 答案と採点の記述形式(JSON)

5.1 答案の記述形式

試験を実施した後の答案は、JSON 形式で集めている。答案の記述例を以下に示す。行番号は説明の都合で付与している。

```
 1: {
 2:   "examid": "00000012",              – 試験問題 ID
 3:   "exameeid": "12345",                – 受験者 ID
 4:   "date": {
 5:     "start": "20240621T15:10",       – 開始時刻
 6:     "submited": "20240621T16:30"     – 提出時刻
 7:   },
 8:   "answers": {          – ここから 問題番号: 解答
 9:     "1": "3",
10:     "2": "RAID1",
11:     "3": "わかりません",
12:   }
13: }
```

8 行目から 12 行目までの answer 要素で、全ての問題について、問題 id とその解答の組みが記されている。問題 id1 の問題に"3"、id2 に"RAID1"と解答しており、id3 のは記述問題であり、受験者は「わかりません」と解答している。

5.2 部分採点済答案の記述形式

5.1 節の解答の記述例に対する部分採点済答案の記述は、5.1 節の解答例の 12 行目と 13 行目の間に、以下の score 要素が追加されたものとなる。

```
13:   "score": {
14:     "1": { "pt": "2" },
15:     "2": { "pt": "0" }
16:   }
17: }
```

問題 id1 は正解で 2 点が付与され、問題 id2 は不正解で 0 点となっている。ここで、問題 id3 に対する記述がないが、これは未採点であることを示している。

5.3 採点済答案の記述形式

5.2 の部分採点済み答案に対して、採点支援 GUI を用いて、未採点の全ての問題の答案を参照しながら、採点者が採点する。その結果として、部分採点済答案に採点結果を付加した採点済答案が完成する。

付加する部分は、score 要素中の解答が存在していない問題について、問題番号と採点結果を追記する(16 行目)。なお、受験者の解答に対して、採点者がコメント(com 要素)を返すこともできる。

```
13:   "score": {
14:     "1": { "pt": "2" },
15:     "2": { "pt": "0" }
16:     "3": { "pt": "0",  "com":  "がんばろう" }
17:   }
18: }
```

6 考察

6.1 問題および答案の記述について

問題の記述のために MDL を定義した。作題の際に、できるだけ問題文そのものに集中できるように、問題文以外でコンピュータ処理に必要な記述を[…]内に限定し、最小限で済ませるようにした。この部分の記述方法は単純ではあるが、必ずしも分かりやすいわけではないので、GUI によって問題作成を支援している。

MDL は問題を画面表示するために必要な情報を含んでいない。そこで MDL による記述を入力し、XML に変換するプログラムを用意した。XML では、Web 画面上に問題を表示して解答を入力するための記述が可能である。

試験問題を XML で記述する標準的な方法が、QTI[4]として提案されている。我々の試験環境は従来の問題集合に加えて、プログラムの実行環境を備えているので、既存の QTI だけでは対応できない。ここでは、QTI の記述方法を離れて、独自の XML を用いているが、将来的に QTI に準拠することを考えている。

受験者の答案は、JSON で記述している。問題と答案の記述を JSON に統一した方がプログラムが簡単になったかもしれないが、QTI の普及を睨んで問題記述は XML ベースを採用した。

6.2 試験実施のために必要な設定

本稿で提案した CBT を動作させるには、Web サーバを用意する必要がある。一部のソフトウェアは Web サーバ上で動作し、また、試験問題、答案、採点済答案などもサーバに置くことになる。

限定された作題者のみに試験問題の登録権限を与えること。試験問題は、試験の実施期間のみ登録された正規の受験者に対して提示し、実施できること。採点結果も受験者本人のみにアクセスを許可するなど、厳密なアクセスコントロールが必要であるが、この部分は未実装である。

試験を実施するためには、サーバやネットワークの適切な設定が必要であり、そのため、本 CBT システムを利用して試験をするためには、これらの知識を有する担当者が必要となる。サーバやネットワークに関する必要な知識をなるべく低減させたかったが、現状では十分とはいえない。

Web サーバとして、Amazon AWS のようなクラウドサービスを利用することもでき、多少の作業量の軽減が図れるかもしれないが、本質的に必要となる知識は変わらないと思われる。

6.3 試験の形式

本稿で提案している CBT は、従来の紙ベースで出題されているような問題を含み、試験中にプログラムを書いて実行できるような CBT ならではの問題をも対象としている。

一方、IT パスポート試験[7]や医学部の臨床実習開始前の「共用試験」[8]など現在広く利用されている多くの CBT は、IRT 方式[9]を採用している。IRT 方式については多くの研究成果が発表されており、その有効性は確認されている。しかし、現状の大学入試に求められている厳密性との親和性が必ずしも良いとはいえないので、世の中の理解が得られるのに多くの時間が必要と思われる。それまでの間は、従来の紙ベースを置き換えられることが CBT に求められると予想している。

7. あとがき

本稿では、Web 上で簡便に利用可能な CBT の一つの実現方法を示した。試験問題を記述するための MDL と、試験実施の際に利用しやすい XML による問題記述方法を提案した。MDL から XML への変換プログラムを用意し、XML をベースに Web 上で試験を実施する仕組みを試作した。試験実施時には、受験者がプログラムを記述し実行する環境も備えている。

派生問題の自動作成プログラム、採点支援 GUI の実装は今後の課題である。また、試験を実施するための Web サーバ上のアクセス制御の仕組みの実現も今後の課題として残されている。

参考文献

(1) 文部科学省 : “「令和７年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト実施大綱の予告」及び「令和７年度大学入学者選抜実施要項の見直しに係る予告」について” https://www.mext.go.jp/content/20210729-mxt_daigakuc02-100001207_1.pdf (March 2020).

(2) 大学入試センター: “CBT での「情報 I」の出題に関する調査研究について(報告)”, https://www.dnc.ac.jp/research/cbt/cbt_houkoku.html (2022/06).

(3) 電気通信大学: “2025（令和７）年度入学者選抜における CBT システムの活用について（第３報）”, 電気通信大学入試情報, https://www.uec.ac.jp/news/admission/2024/20240617_6300.html (2024/06).

(4) 1EdTech Consortium: “Question & Test Interoperability (QTI) 3.0 Overview”, 1EdTech Final Release Spec Version 3.0, https://www.imsglobal.org/spec/qti/v3p0/oview (1 May 2022).

(5) W3C: "Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)", https://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/ (2024/1/31).

(6) Ecma Int’l: "ECMA-404", https://ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-404/ (2024/1/31).

(7) 情報処理推進機構: “IT パスポート試験”, https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/index.html (2024/06/22 確認)

(8) 医療系大学間共用試験実施評価機構: “臨床実習開始前の「共用試験」”, http://www.cato.umin.jp/e-book/17/ (2024/06/22 確認).

(9) 宇佐美 慧, 荘島 宏二郎 他: “項目反応理論 IRT の考え方と実践 --- 測定の質の高いテストや尺度を作成するための技術 ---“, Annual Report of Educational Psychology in Japan, vol. 58, pp. 321-329 (2019).

(10) Nishida, T., Harada, A., Yoshida, T., Nakamura, R., Nakanishi, M., Toyoda, H., Abe, K., Ishibashi, H. & Matsuura, T.: “PEN: A Programming Environment for Novices — Overview and Practical Lessons —”, In J. Luca & E. Weippl (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA, 2008,* pp. 4755- 4760 (Jun 30 2008).

(11) Michio Nakanishi, Toshio Matsuura, Tomohiro Nishida, Daichi Omiya: “Programming Environment for Novices with Learning and Examination Functions”, EdMedia: World Conference on Educational Media & Technology 2019 (Jun 2019).

(12) 松浦敏雄, 大宮大地, 安留誠吾, 吉田智子, 西田知博, 中西通雄: “プログラミング学習環境 wPEN を用いた入門用教材”, CIEC 2019 PC Conference (2019/08).

(13) 松浦敏雄, 清水素彦, 香西省治, 萩原兼一: “教科「情報」における CBT のための問題作成支援機能の実現”, 2017 情報処理学会 関西支部大会, E05 (2017/09)

(14) Y. Miyamoto, M. Nakanishi, S. Yasutome, T. Nishida, T. Matsuura: “wPEN -- Programming Environment for Novices: its Extensions and Classroom Practice”, World Conference on Educational Media & Technology 2023, Viena (2023/07).

(15) 松浦敏雄, 安留誠吾, 西田知博, 宮本友介, 吉田智子, 中西通雄: “CBT におけるプログラミング問題の派生問題の半自動作成方法の提案”, CIEC 2023 PC Conference (2023/08).

反転型基礎情報科目における実習スキル向上の課題とコンピュータ適応型テストの活用

神山　博[*1], 瀬戸山　光宏[*2]
Email: kamiyama at mat.nebuta.ac.jp, setomi at narero.com

*1: 青森公立大学　経営経済学部, *2: 株式会社ナレロー
◎Key Words 基礎情報教育, 課題研究型授業, コンピュータ適応型学習

1. はじめに

経営経済学部を擁する本学では、上級年次での専門科目の修得に資する力を獲得させる目的で初年次情報科目を必修としているが、入学時の情報に関する知識やスキルはここ数年来低下傾向が続いており、力不足を補えるような授業設計が必要になってきている。

本学の１年次必修科目「情報リテラシーⅠ」では、反転学習の教材としてクラウド型の記事教材「日経パソコン Edu[(1)]」を用いて授業をおこないつつ、授業時間外のスキル定着の目的で、MS-Office 実習・成績管理システムである「ナレロープレミアムシステム[(3)-(1)]」を併用している。コロナ渦以前の授業形態については、問題解決型プロジェクト遂行を軸としていたが、コロナ禍以降は課題研究型の自学自習を中心に展開している。いずれの場合も、記事型教材と実習型教材「ナレロープレミアムシステム」を併用することで、学生の知識と操作スキルの底上げを目指してきた。

コロナ禍以前の問題解決型授業では、知識の面でもスキルの点でも、授業内でのシナジー効果誘導と、自己有能感の向上などを実現してきた。コロナ禍以降の課題研究型では、それまでと同様の教育効果が見込まれるかが懸念されたが、自学自習ベースの課題研究方式でも、知識やスキル向上に加えて、自己有能感や取り組み姿勢が受講前より大幅に向上することが明らかとなった[(4)-(5)]。またナレローに実装された、コンピュータ適応型学習（CAL）[(4)]は負担を軽減しつつも高いスキル定着効果をもたらすことが示された[(4)]。

昨年度の研究では、学生の学習行動の特徴である「試行錯誤」に注目して分析した結果、スキルが向上するにつれて試行錯誤が減り、IRT の収束時間が短縮されるという、「習得段階仮説」を提示した[(5)]。

今年度はこの仮説に基づき、従来判別できなかった試行錯誤型の正解者と即答型の正解者の習熟度を判別することを試み、個々の試験問題の能力値が収束するのに必要な時間や問題数、及びその際の能力値を個別に測定し、それらの相関を検討する。またスキル学習のコツや注意点の指導を強化することで、学生の取り組み姿勢や能力値の向上幅に改善傾向が見られることから、取り組み姿勢の波及効果とナレローの有効性をさらに高める運用についても検討する。

2. 授業のための環境

授業ではクラウド型の記事データベース教材「日経パソコン Edu」と、オンプレミス型の実習教材「ナレロープレミアムシステム」に実装されている CAL とを組合わせつつ、課題研究型の反転授業を主軸として授業展開した。

CAL では、コンピュータ適応型テスト（CAT）により測定された能力値に基づいて、出題される問題の難易度が調整される。このため、学習者は自分のスキルレベルに合った、最適な難易度の問題群に取り組むことができる。これにより学習者の負担は大幅に軽減され、難しすぎて挫けることが減り、学習意欲の持続することが大いに期待される。

3. 結果と考察

3.1 習得段階仮説と試験時間制限の効果

学生に課した課題を学生が取り組む際、参考として配付した資料を見ずに、自分が慣れた検索方法によってインターネット上の資料を調べようとする学生の姿をよく目にする。同様に配付資料を見れば操作手順が書いてあるにも関わらず、メニューやリボンをあれこれ試して試行錯誤する学生も多く見られる。こうした試行錯誤は探し方が良ければ正解操作に至るので、悪い戦略とは言い切れないし、もしこの試行錯誤を通して失敗に学び、次回の同じ場面で円滑に正しい操作ができるようになるなら良い戦略といえる。しかし、もし次のときも誤った操作をしたり、試行錯誤を繰り返したりするなら、失敗する方法を練習するようなもので、ストレスや苦手意識に繋がりかねない。

昨年の研究では「習得段階仮説」に基づき試験時間を制限した結果、全体として試験段階での試行錯誤を抑制できたこと、そしてナレローの CAL によるスキル定着効果がさらに高まることが示された。

3.2 能力値の収束に要する時間と能力値

試行錯誤した末に正解操作ができる場合は、複雑な階層構造のメニューから正しい 1 つを探し出して正解できる実力がある（未知の課題を解決する力がある）、という見方もできるし、スキルが身についていないという見方もできるが、試験時間が充分に長く、時間内に正しい操作が完了するのであれば、どちらも正解操作をしたことになり、評価上の差が生まれない。そこで試行錯誤型の正解者と即答型の正解者の習熟度を判別することを試みる。

そのためには、学期はじめの習熟度の低い群と、学期末の習熟度が高まった群の比較が必要になるが、今年度の授業はまだ途上であることから、まずは過年度の学習記録と試験記録を使って分析をする。

図 1 に 2020 年度のナレローCAT における、PowerPoint の試験時間に対する能力値を示す。データ点は学生個々の受験時間に対する能力値を表す。ここで受験時間とは IRT での能力値が収束するのに要する実時間である。

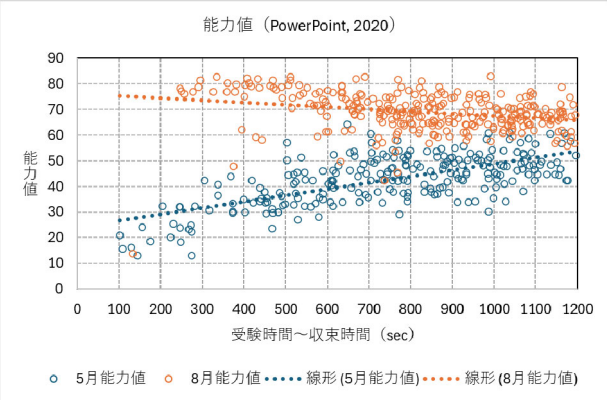


図 1　個々の学生の CAT 受験時間と能力値。2020 年度の PowerPoint 試験結果; Word と Excel でも同様の傾向が得られた。

この年はコロナ禍対応した最初の年度であり、5 月連休後に授業を開始し、三密を避けるために授業時間での一斉試験は実施せず、代わりに期間を設定して各自の都合の良い時間に受験させた。CAT では受験時間の上限を 20 分＝1200 秒としており、解き方が分からず試行錯誤を続けたとしても上限の 20 分で強制的に試験が終了する。2020 年は学期当初も学期末も共に、スキルの身についていない学生が試行錯誤をした結果、試験時間の上限に達する例が目立った。このことは図にも現れている（右端 1200 秒の位置）。

また図 1 より、2020 年の授業開始時（青丸）の能力値は試験時間に対して正の相関があり、対して学期末時点（赤丸）の能力値は、試験時間に対して弱いながらも負の相関があるという結果が得られた。すなわちナレロー学習前の入学時点では、時間をかけて試行錯誤する学生の得点が高く、ナレローで学習した後の学期末時点では、得点の高い学生ほど短時間で試験を終えることが示された。また学期末には 20～25 点程度の能力値向上が見られるが、時間をかけて試行錯誤する学生よりも、やり方を覚えて即答する学生の方が能力値の向上幅が大きいことが示された。

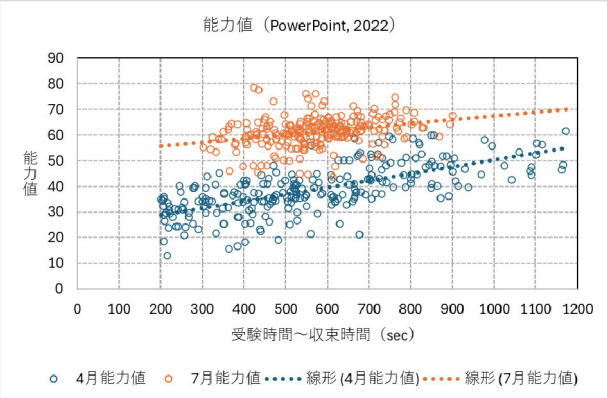


図 2　個々の学生の CAT 受験時間と能力値。2022 年度 PowerPoint の結果; Word と Excel でも同様の傾向が得られた。

図 2 は 2022 年度の、ナレローCAT における PowerPoint の試験時間に対する能力値である。2022 年度はコロナ禍三年目であるが、学期当初でも学期末でも共に、受験時間と能力値の間には正の相関のあることが示された。また学期当初は試行錯誤が目立つが、学期末には試行錯誤が減り、概ね 15 分以内で終了できるようになり、また受験時間のバラツキが少ない。一方、学期末能力値を 2020 年度と比較すると、2022 年は全体的に低いこと、すなわち習熟度が低いことがわかる。習熟度が不充分であるために試験で即答できず、その結果として正の相関関係になった（負の相関関係にならなかった）可能性が考えられる。

3.3　学習方法の指導と取り組み姿勢の変容

スキル学習のコツとして、学生には「学習時は試行錯誤をせずに、まずは解説・動画で確認し、解説と同じやり方で操作して覚えよう。」「試行錯誤で正解しても、やり方を身につけなければ、次回また同様の試行錯誤を繰り返してしまう」「充分練習すれば、試行錯誤をしなくても素早く操作できるようになる」などの指導をしている。その結果、指導前には解説を見ずに試行錯誤して解答する学生が大部分だったが、指導後は大部分の学生が解説・動画を閲覧するようになったことから、学生の学習姿勢が改善したといえる。

4. まとめと今後の展望

ナレローに実装されているコンピュータ適応型テスト（CAT）において、個々の試験問題の能力値収束に要する時間と、その際の能力値の相関を検討した。また学習の方法を指導することで試行錯誤を大幅に減らすことが出来、学生の取り組み姿勢に全体的な改善傾向が見られた。

参考文献

(1) 日経パソコン:“日経パソコン Edu:クラウド型デジタル教材サービス”, https://info.nikkeibp.co.jp/media/NPC/sales/edu/ , 日経 BP(2024).
(2) ナレロー:“ナレローシリーズ”, 株式会社ナレロー(2024), https://www.narero.com/Home/Personal.
(3) ナレロー:"ナレロープレミアムシステム",株式会社ナレロー(2024), https://www.narero.com/Home/School.
(4) 神山 博, 瀬戸山 光宏:"課題研究型基礎情報科目におけるコンピュータ適応型学習(CAL)の有効性", 2021CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 213-214(2021).
(5) 神山 博, 瀬戸山 光宏:"情報スキル教育におけるコンピュータ適応型テストの運用検討とナレローの有効性", 2022CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 243-245(2022).
(6) 神山 博, 瀬戸山 光宏:"基礎情報科目における自宅用 Office 実習教材のより効果的な運用", 2023CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 246-248(2023).
(7) 青森公立大学:“Syllabus2024 春学期 1 年次”,pp.7-9(2024).
(8) 神山 博:"アクティブラーニング用オンプレミス教材の運用方法検討と学習効果分析", 2017CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 59-60(2017).
(9) 高木 正則:"MS-Office 操作スキルを測定するコンピュータ適応型テストの開発", 日本リメディアル教育学会合同フォーラム, 2017.
(10) 神山 博:"反転型基礎情報科目における自宅実習教材による学習効果の検討", 2018CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 86-87(2018).
(11) 神山 博, 瀬戸山 光宏:"反転型基礎情報科目におけるコンピュータ適応型テスト(CAT)活用の検討", 2019CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 25-26(2019).
(12) 神山 博, 瀬戸山 光宏:"反転型基礎情報科目におけるコンピュータ適応型学習(CAL)の導入効果", 2020CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 59-60(2020).

表面実装部品を用いたライントレーサー教材
― 情報科指導法における教材研究への活用 ―

鳥居隆司*1・亀井美穂子*1・宮下十有*1・加藤良将*2
Email: torii@sugiyama-u.ac.jp

*1: 椙山女学園大学 情報社会学部 情報デザイン学科
*2: 名古屋芸術大学 芸術学部 芸術学科 デザイン領域 先端メディア表現コース

◎Key Words　表面実装，ライントレーサー，情報科指導法

1. はじめに

近年の情報分野の加速的な進展を受け，初等中等教育においても情報の科学的理解が重視されている。2025 年からの大学入試共通テストでは，その配点比は 10%未満が 6 割以上と低い[(1)]ものの，情報科が追加され多くの国公立大学で入試科目として利用[(2)(3)]される。このような背景から，情報科の高等学校教員確保にも変化がみられるようである。また，2017 年の学習指導要領の改訂[(4)]で，共通教科「情報」では，「・・・科学的な見方・考え方を働かせ，情報技術を活用して・・・」を教科の目標としており，少なくとも情報技術の活用と情報に関して科学的な見方ができる必要がある。しかしながら，教科「情報」の教員免許は，その多くが情報分野の内容を含む文科系と言われる学部・学科等の教職課程にある。もちろん，社会科学系の学部に設置された課程では，社会と情報に関連する分野，経済系に設置された課程では，問題の解決，法学系では，知的所有権等から関連される分野に関する強みがあるかもしれない。しかし，いずれにしても，電気・電子・情報・通信工学や情報科学等の内容が不足しており，特に情報学や工学実験及びその実習等の時間数が圧倒的に不足していることが問題である。教科「情報」の扱う範囲は非常に幅広く，また，情報科の指導法では，教育職員免許法及び同施行規則に基づき全国すべての大学の教職課程で共通的に修得すべき資質能力を示すコアカリキュラム[(5)]が示され，当該教科の目標，内容，当該教科の指導方法と授業設計，当該教科の目標や内容を理解しながら具体的な授業場面を想定した授業設計を行う方法を身につける必要がある。共通的に修得すべき資質能力を示すコアカリキュラムに沿った方針で，不足すると想定される内容を学習指導要領の単元に沿った形で模擬授業を含めて実施することは，学部学科として設置されている教科に関する授業科目や受講者数にもよるが，かなり厳しい側面がある。本研究では，前述のような分野を総合的に補うための教材を開発し，模擬授業やワークショップの形態で実践的に活用したので報告する。

2. ライントレーサー教材

我々は，アナログとデジタルの違いを考えるきっかけにすることをひとつの目的として，アナログ回路とデジタル回路で，ほぼ同型のライントレーサーを試作[(6)]し，その後，机の小さな講義等の授業にも対応するために A4 サイズのコースでも走行できる小型化[(7)]したライントレーサーの制作を試みた。その大きさがわかるように手の上にのせた（Fig. 1）。



Fig. 1 開発したライントレーサーの大きさ

2.1 回路図での機能追加

本研究では，従来のライントレーサー教材に情報科指導法の模擬授業だけでなく，情報に関して科学的な見方や考え方に幅広く対応できるように，さらに，走行性能や視認性，保守性の向上の他，機能追加を行った。

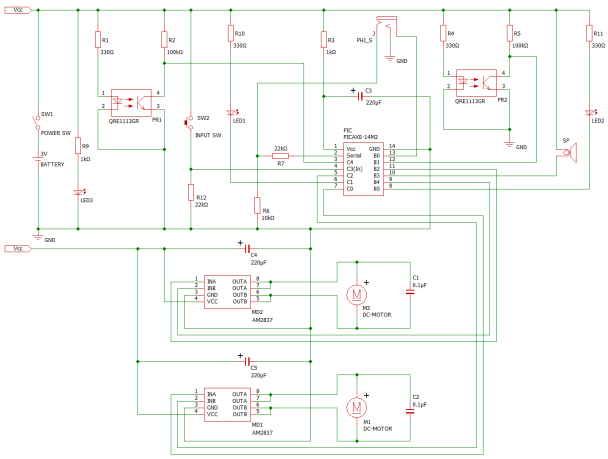


Fig. 2 マイコンを用いたデジタル回路のライントレーサーの回路図

電気回路やコンピュータのハードウェアを学んだ経験がなくても理解しやすく，部品点数も少なくなるように，マイコンの直接出力でモータードライバを経由して DC モーターを駆動させているが，Fig.2 に示すように，スピーカーとして圧電サウンダーを追加し，モーターの駆動

状態を示すLEDは，車体の左右に取り付けるように変更し，マイコンからの制御が可能な接続とした。マイコンによるパルス制御でモーターの出力を容易にコントロールできるように，モータードライバは，スイッチとして動作するトランジスタがH型に構成されているAMtekセミコンダクター社製Hブリッジモータードライバ IC（AM2837）を用いた。

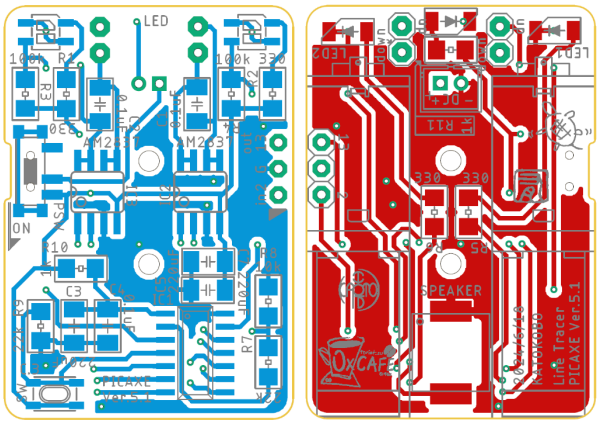


Fig. 3 マイコンを用いたデジタル回路のライントレーサーの基板デザイン（左図：車体下側，右図：車体上側）

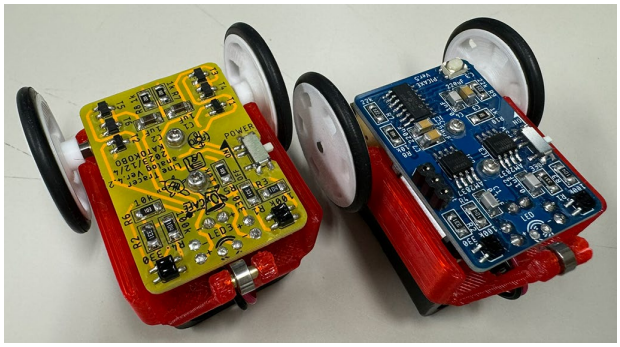


Fig. 4 表面実装部品を取り付け，車体の前部にベアリングを取り付けたアナログ回路のライントレーサー（左）とマイコンを用いたデジタル回路のライントレーサー（右）

2.2 基板の設計変更と車体の改良

電源としての電池ケースの取り外しを容易にするために，電池ケース側の加工として，コンタクトの圧着とPHコネクタハウジングの取り付けが必要にはなるが，基板にPHコネクタベースを取り付けた。また，前述したLEDを左右に配置（Fig. 3 右図の上部左右）し，圧電サウンダーを追加（Fig. 3 右図の下中央）した。さらに，従来，φ3mmのLEDをライントレース走行時の前輪の代わりに用いていたが，走行中の摩擦抵抗が大きく，単5電池の直列3Vでは，走行時間が短くなってしまう点を考慮し，摩擦抵抗の少ないベアリングを用いる方式（Fig. 4）としたため，車体下側に位置するφ3mmのLEDは取り付けず，車体上側に電源ONの状態を示すために表面実装でLEDを取り付け（Fig. 3 右図の上中央）た。

3. 情報科指導法のコアカリキュラム

情報科指導法は，基本的に2年次以降に，いずれも2単位の「情報科指導法I」と「情報科指導法II」が設置される。教職課程コアカリキュラムは，教育職員免許法及び同施行規則に基づき全国すべての大学の教職課程で共通的に修得すべき資質能力を示すものであるが，平成13年7月19日課程認定委員会決定の「教職課程認定審査の確認事項」の「2 教職課程関係」に「(6) 授業科目の審査にあたっては，以下の内容が含まれているか確認を行うこととする。」と定められている。そのため，「各教科の指導法（情報通信技術の活用を含む。）」は，教員免許の開放制や大学の自主性との関係において懸念もあるが，一定の経過措置の後，現状では，教職課程認定申請時に，コアカリキュラムに示されている各目標と，該当科目のシラバス，教員の経歴や業績内容等の対応が，課程認定委員会によって審査される。その後，教職課程認定における審査の透明性の確保等を目的に，認定手続が全て終了した後，「申請時の教職課程認定申請書」，「課程認定委員会の指摘事項及び大学の回答」，「認定時の教職課程認定申請書」が文部科学省のWebページに公開されている。

3.1 コアカリキュラムとの対応

コアカリキュラムでは，「情報科指導法 II」において，「学習指導案の構成を理解し，具体的な授業を想定した授業設計と学習指導案を作成することができる。」「模擬授業の実施とその振り返りを通して，授業改善の視点を身に付けている。」と示されている。学年進行で履修が進む教科に関する科目の内容と関連されることが困難な部分もあるが，本研究では，特に，当該教科の背景となる学問領域との関係を理解し，様々な学習指導理論を踏まえ，教材研究に活用すること，発展的な学習内容についての探究と学習指導への位置付けに関する考察，教科の特性に応じた情報機器及び教材の効果的な活用法の理解に注目して，指導案の作成，模擬授業の実施とその振り返りを通して，実践的な展開を行った。

4. 教材研究への活用

本教材は，電子部品に関する知識とその理解やプログラミング学習に活用できるだけでなく，加算器等に使われているトランジスタによるスイッチング，センサー入力のAD変換によるデータ取得，アナログとデジタルの違い，デジタル出力によるサウンドやDCモーターの動作の他，デジタル通信の仕組みや電気回路，3DCADによるデザイン，3Dプリンタの活用からSociety 5.0やデジタルツイン等々までカバーできる。ここでは，ワークショップでの活用とデジタル通信の基礎的な仕組みへの適用の他，模擬授業として活用できるテーマについて述べる。

4.1 教材のワークショップでの活用事例

本研究で開発した教材は，現状の情報通信機器の中身を実感を伴って理解できるように，表面実装電子部品を用いている。また，小型化したことで，A4サイズのコースのライントレースが可能となり，講義室のA3サイズ程度の机の上であっても，走行実験が可能である。本教材は，時間的な余裕があれば，小学3年生以上で，はんだごて，ピンセット，圧着工具等を準備することで，組み立てを各自で行うことも可能な設計としている。このような教材を工学系でない学校で扱う場合，参加者の年齢，モノづく

りの経験，身近な環境の違い，興味・関心の度合い，獲得している知識・技能等の違いによっては，困難ではないかとの懸念を示されることが多い。しかしながら，実際に本教材のアナログ回路のライントレーサー（Fig.4 左）を用い，トヨタ産業技術記念館の会場で，午前及び午後に 10 名ずつ，小学校 3 年生以上を対象としたワークショップ[8]を行った。内容は，表面実装部品のはんだ付けを伴った組み立てからコースでの走行までとした。トヨタ産業技術記念館は，いわゆる科学館のような役割も担っており，モノづくりに興味がある参加者が多いという偏りはあると思われるが，問題なく実施（Fig.5）できている。



Fig.5 ワークショップ[8]の様子，参加者側（上のぼかし処理の写真），講師側（下）

4.2 通信ネットワークの基礎的な仕組みへの適用

教科「情報」では，学習指導要領のいたるところに「・・・情報通信ネットワークの活用・・・」との記述があり，「情報 I」では，特に(3)コンピュータとプログラミングや(4)情報通信ネットワークとデータの活用の単元において，知識・技能として，「(ア) 情報通信ネットワークの仕組みや構成要素・・・」や「(イ)・・・情報通信ネットワークを介して・・・」の記述があり，思考力・判断力・表現力等として「(ア) 目的や状況に応じて，情報通信ネットワークにおける必要な構成要素を・・・」とされている。

中学校学習指導要領の技術・家庭（技術分野）の「D 情報の技術」においては，「ア 情報の表現，記録，計算，通信の特性等の原理・法則と，情報のデジタル化や処理の自動化，システム化，情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み・・・」と記述され，「・・・通信の特性等の原理・法則と・・・」及び「・・・計測・制御システムの各要素において異なる電気信号（アナログ信号とデジタル信号）を変換し，各要素間で情報の伝達が・・・」で，Ethernet 規格での通信特性や計測時の情報伝達については，取り扱うようである。しかしながら，シリアル通信についての言及はなく，「D 情報の技術」の領域の扱う範囲も広く時間も限られていることを考慮すると，データ通信が具体的にどのように行われているかまで扱うことは困難かもしれない。これは，円周率「π」はその数値を記憶すべきものと思い込んでおり，円の直径に対する円周の長さの比率であると定められていることを知らないという事例や，光ファイバーは，メタルの回線と比較して，圧倒的に高速であると説明するものの，その理由がわからない事例と同様で，シリアル通信が，複数の伝送路によって同時に複数のデータ送信ができるパラレル通信と比較して非常に優れており，USB や Ethernet をはじめとする多くの通信に利用されているにもかかわらず，その仕組みはほとんど理解されていないことを表しているように思える。

ライントレースを教材として扱った実践事例はいくつか存在するが，シリアル通信の仕組みについて言及されている事例はほとんどないと思われる。本研究で開発したライントレーサーは，車体前部に取り付けた光センサーの情報をシリアル通信を利用して，PC 等で確認することが可能であり，ロジックアナライザを用いて計測することで，実際のデジタル信号も直接観察できる。

4.3 模擬授業での活用

本教材を用いる場合のテーマとして，各種電子部品の性質と電気回路の理解 / アナログとデジタルについての理解/ 3DCAD による車体及び車輪等の設計，3D プリンタによる造形と Society 5.0 / ライントレーサー基板への表面実装部品の取り付けとライントレーサーの組み立て / マイコンへの簡単なプログラミング（L チカ，サウンド出力，モーター駆動等，順次及び繰り返し構造の理解，ビジュアルプログラミングまたは，コードによるプログラミングとマイコンへの書き込み，選択構造の理解と応用 / シリアル通信による情報通信の理解 / 光センサーと AD コンバーターによるデータの取得 / 圧電サウンダーを用いたパルス制御 / パルス制御の DC モーターへの適用，様々なラインに対する挙動の確認とフィードバックや複雑なコースを用いた競技，評価・振り返り等があり，これらを組み合わせて行うことも可能であることを示した。

たとえば，各種電子部品の性質と電気回路の理解では，情報機器に多種多様な電子部品が使用されているが，すべて理由があって使われているので，それらの部品の特性と電気回路を理解することで，アナログのライントレーサーの動作原理が見えてくる。この動作をマイコンを用いたデジタル回路のライントレーサーを用い，同様の挙動をするようにプログラミングし，その後，レース等を行うことで，各自の行ったアルゴリズムの振り返りに活用することもできる。

しかし，今回の情報科指導法の受講者は，各種電子部品の性質と電気回路の理解の部分について，これらに関する知識は，全く新しい内容であると考えているようであったが，実際のところ，これらの部品や電気回路については，小学校学習指導要領 理科では，（第 3 学年）の A 物質・エネルギー (5) 電気の通り道では，「電気の回路について・・・」にはじまり，中学校学習指導要領 理科［第 1 分野］の内容の (3) 電流とその利用の (ア) 電流では，回路と電流・電圧，電流・電圧と抵抗等の単元を経て，高等学校学習指導要領 理科 物理基礎の内容の（ウ）電気（ア）物質と電気抵抗において，「・・・物質によって抵抗率が異なる・・・」や，物理の内容の (3) 電気と磁気の (ア) 電気と電流の㋐電気容量では，コンデンサーを㋑電気回路では，電気回路における基本的な法則を理解することになっている。トランジスタについても，高校物理の原子や電子の性質を扱う単元において扱うことも可能で，大学入試では，ダイオードやトランジスタの特性を説明した後，ダイオードやトランジスタを含んだ電気回路の電圧，電流，抵抗の他，トランジスタの増幅度を示す電

圧比を求める問題も出題されている。

4.4 模擬授業の実施と振り返り

本情報科指導法の模擬授業では，前述のテーマの中から，ビジュアルプログラミングとライントレース走行での相互評価や振り返り，あるいは，様々なライントレースのコースをビジュアルプログラミングによって走行する内容が選択された。指導案作成にあたっては，本時の単元を含むまとまりをもった単元全体における位置づけを考慮するとともに，評価基準を示すだけでなく，単元の目標を達成するためにできるだけ具体的なタスクがわかるようにデザインすること。学習モデルとして，学習者のモチベーションの維持・向上のために少なくとも ARCS モデル[9]は考慮するように努めるものとしている。

以下に，ある模擬授業実践者の振り返りの報告を示す。

「ライントレースのプログラムをグループで話し合いながら作り上げていくということを行いました。プログラミングでは，あらかじめ，自分でいくつかのライントレースのコースを考え，そのコースを完走できるプログラムを考え，指導案を作成しました。最初にプログラムを考える段階では，なかなかうまく動かないコースもありましたが，一回うまく走行できるようになると，そこまで難しくないのではないかと思うようになったので，小学生でも扱っているというスクラッチに似たビジュアルプログラミングでしたので，一旦わかってしまえば，簡単にできると思っていたが，センサーからのデータによってモーターの回転を変化させる方法を，ひとつひとつ細かく順をおって考えてもらうことを伝えるのに苦労しました。今回の模擬授業をとおして，いろいろな問題を解決するには，知識として知っているだけでなく，どう使っていくかを考える方法や，逆に他の人の意見から，知らないことが何かに気づいて調べながら解決する方法が，大切だと気づくことができましたが，みんなが話し合いながら考えていく授業で自分が考えている方向に向けていく授業の方法は，難しいことがわかりました。」

また，模擬授業後の生徒役からは，「普段，何気なく使っているちょっとした電気製品がプログラムで動いていることを改めて考えさせられた / いつもつかっている家電製品では，もっと難しいことをたくさん行っているはずなので，開発のときに，どれだけ試行錯誤をしているのか大変だなと思った / 情報の他の授業を聞いて，いろいろなことができるようになりたい / グループで話し合いながらプログラミングをすることで，他の人が自分が気づかないことに気づくことができ，うまく動いたことがあった / それぞれが気づいたことを整理してくれる人がいたからできたように思う / こういうことは他のいろんなことにも役立てることができる / 考えていることを実際にプログラムすることは，大変で，ヒントをもらわないとできなかった」の意見やコメントがあった。

5. 考察

この模擬授業を行った受講者は，本教材に使われている具体的な電子部品や情報に関する技術に触れたことで，教科「情報」の学習内容の背景となる学問領域と関連させて理解が深まったと考えられる。生徒役の学生にも様々な気づきがあるだけでなく，他者の意見やコメントから授業者も振り返ることができている。また，学習モデルを踏まえながら模擬授業を実践することで，情報に関する知識・理解から，考え方，思考の言語化，学ぶための方法にも気づき，ファシリテーションの難しさも実感できたことが示唆されている。情報科指導法は，本学では，2 年次の科目であり，2〜3 年次において様々な教科に関する科目が展開されるが，それらの科目を，単なる知識の習得ととらえるのではなく，発展的な学習内容についても，実践的に探究し，関連する内容の学びの必要性に気づく力も育成されたのではないかと考えられる。

6. おわりに

社会や技術が高度にブラックボックス化されている現代社会では，教科「情報」が，情報に関する科学的な見方・考え方と情報技術を活用した学習活動による問題の発見・解決をその目標としている以上，どうしても教員の資質・能力に依存するところが大きくならざるを得ない。ブラックボックス化も程度の問題で，中身を知ることより使いこなすことが重要であり，問題解決にウェイトをかけるべきであるという意見もあるだろう。ただ，基本的に人は，知らないことは想像すらできない。本教材開発の考え方が，社会や技術が高度にブラックボックス化されすぎていることに気づくだけでなく，それぞれが直面している問題の全体像や概念を正しく把握し，自分が知らない理論や技術に関する知識に至る道筋を照らすことができ，それらの関連性を把握することにつながっていくことを願っている。

参考文献

(1) 2025 年度共通テスト 既卒生にとっての教科「情報」，河合塾の大学入試情報，河合塾の大学入試情報サイト Kei-Net, https://www.keinet.ne.jp/teacher/exam/topic/24/20240422.pdf（2024 年 6 月 28 日参照）.

(2) 2024 年度以降の国立大学の入学者選抜制度―国立大学協会の基本方針―, 一般社団法人国立大学協会, 2022 年 1 月.

(3) 「2024 年度以降の国立大学の入学者選抜制度―国立大学協会の基本方針―」の策定に当たって（会長談話），一般社団法人国立大学協会，2022 年 1 月.

(4) 高等学校学習指導要領（平成 30 年告示），文部科学省, https://erid.nier.go.jp/files/COFS/h30h/chap2-10.htm（2024 年 6 月 28 日参照）.

(5) 教職課程コアカリキュラム（令和３年 8 月 4 日教員養成部会決定），文部科学省. https://www.mext.go.jp/content/20210730-mxt_kyoikujinzai02-000016931_5.pdf（2024 年 6 月 28 日参照）.

(6) 加藤良将, 宮下十有, 亀井美穂子, 鳥居隆司, あいまいなアナログとデジタルの境界の理解を支援する教材の試作, 2022PC カンファレンス論文集 CIEC, pp.266-269（2022）.

(7) 加藤良将, 宮下十有, 亀井美穂子, 鳥居隆司, アナログとデジタルを比較する教材の開発 ―表面実装によるライントレーサーの小型化―, 2023PC カンファレンス論文集 CIEC, pp.219-222（2023）.

(8) 表面実装部品でつくる簡単回路の小さなライントレーサー, 週末ワークショップ, トヨタ産業記念館, 2023 年 9 月.

(9) John M. Keller 著, 鈴木克明監訳, 学習意欲をデザインする: ARCS モデルによるインストラクショナルデザイン, 北大路書房（2010）.

スキルレベルの異なる学習者が集うコンピュータ授業における取組

桑名杏奈*1
Email: a-kuwana@wayo.ac.jp

*1：和洋女子大学 全学教育センター

◎Key Words　　MS Office，一斉授業，IT スキル

1. はじめに

コンピュータ・ICT に関するスキルは個人差が大きく，受講者全員が満足する授業を展開することは難しい。高等学校までにコンピュータに触れる機会が年々増加してきているとはいえ，キーボードやマウスの操作に不慣れな者，デスクトップ型コンピュータの電源の入れ方が分からない者も一定数見受けられる。「パソコンが使えない大学生」の問題はしばしばニュース等でも論じられており，立命館大学ではデジタルデバイスの所有率，文字入力の習熟度，ICT リテラシーに関する学生の自己評価などに基づく大規模な経年調査が行われている(1)-(4)。

逆に，高度なパソコンスキルを高等学校までに身につけた者も多い。本発表では，和洋女子大学共通総合科目（いわゆる一般教養科目）のひとつである「パソコンの基礎と応用」における取組を紹介する。パソコンスキルによるクラス分けをしていないため，スキルレベル・所属学部の異なる学習者が集う授業になっている。MS Office とメールの送信方法を中心に，学生の知識・スキル・モチベーションに合わせて学習できるよう開発した教材の紹介や，授業運営上の問題点などを含めた実践報告を行う。

2. 授業の背景

2.1 授業概要

和洋女子大学は千葉県市川市にキャンパスをおく，学部（4 学部 9 学科），大学院（3 研究科）から成る私立大学である。「パソコンの基礎と応用」は主に 1 年生が履修する（履修学年に制限は設けていないため，2 年生以上も履修可能）。幼稚園教諭，教職，保育士などの課程を履修する学生は，必修科目や選択必修科目として単位を取得する必要がある。それ以外の学生にとっては，卒業に必要な必修科目ではない。半期（全 15 回）の科目であり，2023 年度は前後期合わせて 17 クラスが開講され，教員 3 名が分担して担当した。著者は 2023 年度以降，前期 5 クラス，後期 5 クラスを担当している。時間割の自由度が低い看護学部看護学科 1 年生のみ指定クラスがあるが，それ以外の学科・学年の学生は，自分の時間割を鑑みて都合の良いクラスを受講する。1 クラスの人数は最低で 15 名程度，最大で 60 名である。教室の定員の都合上，抽選になる場合もある。

2023 年度の履修者数は前後期全クラス合わせて 561 人，学部 1 学年の学生数が平均して約 650 人であることを鑑みると，学生の約 85%が履修することになる。

2.2 授業環境

2024 年度の入学生から BYOD（ノートパソコン必携）をお願いしているが，2024 年度の「パソコンの基礎と応用」では，Wi-Fi 環境や教室設備の都合上，コンピュータ教室に設置されたコンピュータ（Windows 11）を使って授業を行っている。学生は学籍番号に基づくアカウントでコンピュータにログインして使用する。教室のコンピュータは，再起動すると，個人が施した設定や保存したファイルが全て削除されるようになっている。そのため，授業時には受講者全員が同一の環境でコンピュータ操作を行うことが可能である。

2.3 MDASH

本学は 2023 年 8 月 25 日に「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム（リテラシーレベル）」に認定された。筆者以外の一教員が担当する「パソコンの基礎と応用」がその必須科目として定められている（2024 年度からは「AI ・データサイエンス基礎」に科目名が変更された）。データサイエンスや AI の解説，VBA を用いたプログラミングなど高度な内容を扱うため，筆者のクラスの履修希望者のうち，パソコンスキルが高く，かつ幼稚園教諭，教職，保育士などに携わらない学生には，「AI ・データサイエンス基礎」を履修するよう勧めている。

2.4 LMS

本学では LMS として株式会社朝日ネット社の manaba を導入している。「パソコンの基礎と応用」でも manaba を使用して授業資料の閲覧，課題の提出・返却，個別の連絡などに用いている。

3. スキルレベルの例

初回授業にて，Windows 操作の習熟度を測る意味を込めて，以下の課題を出している。

① Word ファイルをダウンロード。
② ファイルを開いて編集し，上書き保存。
　ファイル名は変更しない。
③ manaba にアップロード。

コンピュータ教室のコンピュータのウェブブラウザ（Microsoft Edge, Google Chrome）は，ダウンロードしたファイルに対して，保存場所やファイル名の確認なしで「ダウンロード」フォルダに保存し，図 1 のように保存したファイル名がポップアップする設定になっている。ポップアップをクリックすれば自動的に Word が立ち上がり，

ダウンロードしたファイルを編集することができるため，Windows 操作に不慣れな者でも操作を始めやすい。

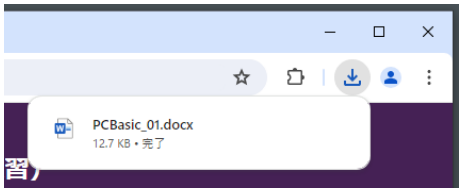


図 1 ファイルダウンロード時の挙動

3.1 ファイル操作

②の作業中に Word 画面が最小化されたり，ウェブブラウザや PDF ビューワなど別のウィンドウがフォーカスを取得したりといった理由で Word 画面を見失うと，Windows 操作に不慣れな者は，再度①の Word ファイルをダウンロードする作業に戻る傾向がみられる。ウェブブラウザ保存場所やファイル名の確認なしで「ダウンロード」フォルダに保存する設定になっていると，同じファイルを複数回ダウンロードした場合，図 2 のようにファイル名の末尾に番号が付く。

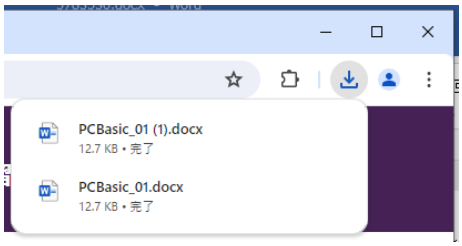


図 2 ファイルを複数回ダウンロードしたときの挙動

ファイル名末尾の番号から推定すると，2024 年度の受講生 241 人のうち 65 人（約 27.0%）が，一度ダウンロードしたファイルを見失い，複数回のダウンロード操作を行っていた。ファイル名末尾に 6 以上の番号が付いている者が 7 人おり，特に Windows 操作に不慣れであると思われる。

3.2 Word ファイルと Word へのショートカット

受講生 241 人のうち 5 人（約 2.1%）から，Word ファイルではなく Word へのショートカットの提出があった。教室のコンピュータのデスクトップには，図 3 のように主なソフトウェアへのショートカットが用意されている。不慣れな学生は「Word」というキーワードに基づき，ファイルではなく図 3 のアイコンを指定したと考えられる。



図 3 デスクトップにある Word のショートカット

なお，上記 5 人とは別に，アップロードの操作方法が分からない，操作方法に自信がない等の申し出があり，10 人程度，授業中に操作方法の指導をした。申し出がなければ上記 5 人と同様，ファイルではなくショートカットを提出していた可能性がある。

3.1 節・3.2 節の内容については，第 2 回目以降の授業中に説明を実施し，適切な操作を身につけられるようにしている。

4. 授業の運営

4.1 内容

コンピュータ初心者が，大学での学修に必要なコンピュータ操作を学ぶことを目標に，Windows の基本的な操作（マウスやキーボードの操作，ウィンドウの移動，エクスプローラの操作，ファイルの圧縮解凍，ウェブブラウジング），MS Office の操作，メールの送信を中心に演習を行っている。

4.2 運営

2023 年 4〜5 月は簡単な資料を配布したうえで，教師用コンピュータでの操作をプロジェクタで提示し，実際に操作してもらうという形態で進めた。しかし，スキルレベルの高い受講生は時間をもてあまし，スキルレベルの低い受講生は一度躓くとそれ以降，授業についてこられなかった。6 月以降，操作方法をあらかじめ動画に収録し，スキルレベルの高い受講生には自分のペースで学修を進めてもらい，スキルレベルの低い受講生の個別指導を徹底するようになった。

スキルレベルの高い受講生には別途，高度な内容の自習用教材を用意し，取り組んでもらっている。ICT プロフィシエンシー検定試験（P 検），マイクロソフト オフィス スペシャリスト（MOS），IT パスポートなどの資格取得も勧め，余裕があれば質問も受け付けている。さらに，タイピングの練習にも取り組んでもらっている。

4.3 教材

4.2 節で述べたように，当初は授業中に説明することを前提に，操作手順を簡単に記した印刷物を配布していた。印刷の都合上ページ数が限られ，白黒印刷にせざるをえなかったこともあり，教材としては優れたものではなかった。

次の段階として，自分のペースで進められる教材としての動画の提供を開始した。受講生から「分からないところを繰り返し確認できて良い」という好評と，「分からないところがあったときや，動画と自分の画面が異なったときに，動画のどこまで戻ればよいか分からない」という不評があった。そこで，1 本の動画を 1 分程度，長くても 2 分程度までとし，段階を踏んで学修を進められるよう工夫した。

2023 年度後期は，授業開始当初から 1〜2 分の動画教材を用いたが，受講生からのコメントは概ね好評であった。反面，提出物を確認すると，動画内の手順のいくつかを見過ごしたと思われる物が散見された。そこで 2024 年度は動画の提供を中止し，操作手順を詳細に記した手順書を，PDF 形式で提供している。ページ数の制限がなく，カラーで提供できるため，キャプチャ画像を多めに使用できる。動画のような手順の見過ごしを防ぎ，操作方法が分からなくなったときに戻るべき箇所も指導しやすい。

4.4 採点

毎回，Word・Excel・PowerPoint による成果物の提出，メールの送信を課題として課している。項目ごとに配点をあらかじめ記載して公開し，どの項目がどこまでできたのか，あるいはできなかったのか，フィードバックしている。図 4 に 2023 年度後期の Excel の動画教材の画面を例として示す。

内容	やり方を説明する動画（音声なし）	配点
(1) Excelの「シート」について学習する 点数はありませんが、これを見ないと (2)以降の作業が無駄になる可能性があるので ちゃんと見ておいてください。		点数なし
(2) 合計点の計算（SUM関数）		10点
(3) 合格者（60点以上）に「合格」と表示（IF関数）		10点
(4) 順位を入力（RANK関数）		10点
(5) 受験者数（COUNTIF関数）		10点
(6) 合格者数（COUNTIF関数）		10点
(7) 合格率（割り算とパーセント表記）		10点
(8) 最高点（MAX関数）		10点
(9) 最低点（MINIFS関数） 欠席者の「0点」は除く		10点
(10) 上位3人の「順位」欄を赤く色づけ 欠席者の「出欠」欄を黄色く色づけ		5点 5点
(11)「人」や「点」を表示する		10点

図 4 Excel の動画教材と配点の例

現時点では採点は手作業で行っており，フィードバックまでに時間がかかるため，自動採点システムの構築を検討している。

5. おわりに

本稿では，スキルレベル・所属学部の異なる学習者が集うコンピュータ授業における教材の紹介や，授業運営上の問題点などを含めた実践報告を行った。今後は以下を予定している。

- 授業初回と最終回にそれぞれ，受講者のスキルレベルを詳細に測る。意識調査や操作ログ解析なども合わせて，授業の効果の定量評価を行う。
- 提出された課題の自動採点，即時フィードバックを行う。

また，スキルレベルの高い受講者は本授業より高度な「AI・データサイエンス基礎」を履修するように，クラス分けなど大学の履修制度の整備を検討したい。

参考文献

(1) 木村修平，近藤雪絵：“ "パソコンが使えない大学生" の実態に迫る ―立命館大学 6 学部の横断調査に基づいて―”，2017 PC Conference，pp.279-282（2017）．
(2) 木村修平，近藤雪絵：“ "パソコンが使えない大学生" 問題はなぜ起こるか―立命館大学大規模調査から考える―”，2018 PC Conference，pp.179-182（2018）．
(3) 長澤直子：”日本語入力から見る “PC が使えない大学生問題”“，コンピュータ＆エデュケーション，VOL.46，pp. 58-63（2019）．
(4) 立命館大学 学びと ICT 活用白書 https://itwp.pep-rg.jp/（2024 年 6 月 30 日参照）

360 度カメラとタブレット端末を活用した 多様な看護系教材制作手法の検討

米満潔[*1]・菊原美緒[*2]・大坪美由紀[*3]・鈴木智恵子[*3]
Email: yonemik@cc.saga-u.ac.jp

*1：佐賀大学全学教育機構
*2：名桜大学人間健康学部看護学科
*3：佐賀大学医学部看護学科

◎Key Words　看護教育，教材制作，360 度カメラ，タブレット端末，Virtual Reality

1. はじめに

これまで授業に使用してきたビデオ動画教材のアップデートや今後制作する動画教材の制作にあたり，周辺全体を撮影できる 360 度カメラ，撮影者に装着することで撮影者の視野の映像が撮影できる 180 度カメラ, および, それらと無線で接続して制御するツールとしてタブレット端末と複数のアプリケーションを活用した。これにより，実験や実習で得られる臨場感やシナリオに沿ったシチュエーションでの気付きを与える動画教材の制作を行うことができた。

ここでは，3 次元コンピュータグラフィックス（以降, 3DCG と記す）制作に関する専門的な知識や技術を必要としないアプリケーションを活用することにより，新たな撮影方法，病院内での看護から災害看護分野への展開, VR（Virtual Reality）やメタバースへの展開を想定した教材開発手法の確立目的とした実践について報告する。

2. 検証の計画

2.1 教材の現状

市販の動画教材や VR 教材はわかりやすいが，高価であり特定の端末でしか視聴できないものが多い。さらに, 大学などの施設や実施する授業内容に対して，市販の教材に適切なものがほとんどない。

そのため，家庭用ビデオカメラやウェラブルカメラを使用して撮影した動画教材を教員が作成し教材とした。しかし, それらの教材動画は, 利用者にとってカメラの手ぶれや急激なカメラの向きの変更があると見づらかったり車酔いに似た状態になったりした。これらは教材利用による教育効果の向上を阻害する要因であった。

2.2 方針の決定

そこで，教員や学生あるいは医師や看護師などの職員が，所属する組織に適した教材を制作できることを目的として，以下の検証作業の方針を決定した。

1) 導入における経費負担が少ない廉価な機材の選択
2) 高性能な手ぶれ補正機能付きカメラの導入
3) 教材は，VR ヘッドセットやスマートフォンを端末とした VR ゴーグルだけでなく, パソコン/タブレットなど多様な端末で視聴可能
4) 映像編集や 3DCG に関する高度な技術や知識がない教員や学生あるいは医師や看護師でも作業が可能

3. 機材の導入

3.1 360 度カメラと 180 度カメラ

まず，条件 1)と 2)を満たす撮影機材として Insta360 社の 360 度カメラ Insta360 One X2 を導入した。その理由は, 他の 360 度カメラと比較して解像度が高く，強力な手ブレ補正と水平補正の機能が搭載されており，長時間撮影可能で，価格が安いためである。

同時に，このカメラで撮影した映像編集のため Insta360 社のカメラ専用アプリケーション“Insta360 Studio”をパソコンにインストールした。次いで, 同社から発売された 180 度カメラ Insta360 Go 2 も導入した。同じ会社の製品を選択した理由は, 撮影動画の規格が同じであり, 同じアプリケーションでどちらのカメラの映像も編集が可能なためである。このアプリケーションでは, 教材として不要な映像の冒頭と末尾の部分のカット程度の軽微な編集は，動画編集に関する専門知識がない人でも行えた。

3.2 遠隔操作用端末の導入

180 度/360 度カメラ導入直後の時点では，撮影開始/停止の際にカメラ本体のボタンを操作していた。そのため撮影した動画に撮影者などが映り込み，それらの映り込み部分をカットする必要があった。この映り込みを回避するために, Insta360 社のカメラ用の遠隔操作アプリケーション“Insta360”を使用した。このアプリケーションはスマートフォン/タブレット端末用である。最初は，個人用の Android スマートフォン端末で使用したが, 端末の画面が小さく映像が確認や操作がしづらかった。

そのため, 遠隔操作用端末として Apple iPad Pro（以降, iPad と記す）を導入した。iPad は画面も大きいため映像の確認もしやすく, カメラの操作もスムースに行えた。さらに，接続するカメラを切り替えることが容易になり，360 度カメラと 180 度カメラを切り替えながらの撮影も可能となった。

4. 展開

これらの機材を活用して, 180 度/360 度カメラを使用して小児看護教育や助産師教育用の教材を作成した[(1)]。iPad を導入したことにより，遠隔操作が可能となったことで，撮影に使用する部屋の外からの操作や屋外での撮影時に建物の陰に隠れた状態で操作し，撮影が行えるようになった。

また，iPad が搭載している LiDAR カメラを使用し物体

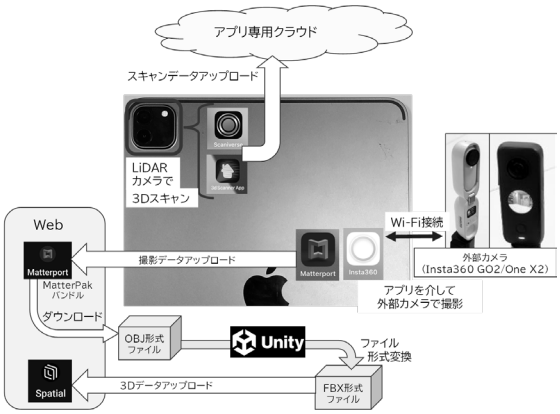


図 1　iPad をベースとした構築方法の概要

や室内を計測しデジタル化する 3D スキャナーアプリについて試用した。なお，LiDAR とは Light Detection And Ranging の略でレーザー光を対象物に照射して，その反射光の情報をもとに対象物までの距離や対象物の形などを計測する技術である。

4.1　部屋の外からの遠隔操作での撮影

「分娩第 3 期の積極的管理:産科異常出血の予防処置」というタイトルで，分娩室内への入室から出産までのシミュレーション動画を 360 度カメラで撮影した。タイトルにあるように途中で異常出血というシーンがあるシナリオで，妊婦・助産師・医師・看護師等複数の役割の人が登場する。このシーンに撮影者が映りこむのは，紛らわしく視聴時の注意を散漫にする恐れがある。そのため，360 度カメラを分娩台の近くに設置し，撮影者は分娩室の外で iPad の画面を見ながら撮影を行った。

4.2　3D スキャナーアプリ

導入した iPad の LiDAR カメラと 3D スキャナーアプリを用いて，広くない場所や大きくない物の 3D データ化を試みた。使用した iPad アプリケーションは，Scaniverse と 3D Scanner App である。

これらのアプリの操作方法は同じで，iPad の LiDAR カメラの向きや高さを変えながら部屋の中を移動し，くまなくスキャンを行う。スキャンが終了していない部分は，赤色系の色で示されるため，赤色系での表示部分がなくなるように時間をかけて丁寧にスキャンする。スキャンしたデータは自動的に 3D 化が行われる。

ただし，現時点では精細度が粗いため，3D 化したデータはごつごつしたものにしかならず，また，ガラス窓などの透過物や鏡面など反射が強い部分については正常にスキャンできない場面があった。これは LiDAR カメラから出されるレーザー光がガラスを透過したり鏡面で想定以上の反射をしたりするためである。

4.3　建築物の 3D データ化

国土交通省の 2023 年度令和 5 年度）河川砂防技術研究開発公募提案型課題（流域課題）に採択された「早期避難ができる住民への行動変容と避難所における住民へのサポートができる人材育成のための XR 教育プログラム構築」プロジェクトの研究活動の一環として避難所における段ボールベッドによる睡眠や健康状態の調査に向けた実地検証を行った。プロジェクトの活動に使用する教材コンテンツ作成にあたり，避難所として指定されている公民館にて撮影を行った。

室内に設置した段ボールベッドは，iPad の LiDAR カメラと 3D スキャナーアプリである Scaniverse を使用して 3D データ化を行った。

避難所となる公民館の玄関から廊下や避難所スペースの 3D データ化において 3D スキャナーアプリを使用するには対象エリアが広すぎる。そのため，撮影とコンテンツ化には 360 度カメラと iPad のアプリケーションである Matterport を使用した。Matterport とは，建物空間を高精度かつ高品質にデジタル化し，活用するためのソフトウェアプラットフォームである。

360 度カメラを使い Matterport アプリで撮影した写真は，Matterport 社の個人用アカウントの Web ページにアップロードすることで，自動的に Web ページ上で撮影した部屋の中を移動できるコンテンツとなる。

さらに，有料の MatterPak アドインを利用することで OBJ 形式の 3D モデリングデータとして利用できるようになる。この OBJ 形式のデータは，Unity などの 3DCG ソフトウェアで利用可能であり，Unity の FBX 変換ツールを使用ことで Spatial などのメタバースプラットフォームでも利用できる。

5.　おわりに

4 つの検証作業の方針に沿った機材の導入とコンテンツ作成を通して，本研究が目的とする 3DCG 制作に関する専門的な知識や技術を必要としない看護系教材作成手法として教材作成ツール構成を確立できた（図 1）。この手法は，病院内での看護から災害看護分野への展開，VR やメタバースへの展開も可能である。

この構成にもとづいて制作した 180 度/360 度動画教材を視聴した学生の評価から，教材として十分な画質で，手ぶれや水平補正機能により酔いにくい動画教材であることが確認できた。また，360 度カメラで撮影した映像教材は，教材を視聴する学生が周辺を見回すことで助産師の視点の外にある介助者や器具の状況についての気づきにつながることも確認できた。

今回提案する iPad を核として 180 度/360 度カメラなどの撮影機材を利用した動画撮影や 3D スキャナーアプリを中心とした看護教育教材開発環境は，ICT を専門としない看護教員や看護師をはじめとする医療関係者でも導入し活用しやすいと推測される。

謝辞

本研究の一部は，独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)21K02349，22K1120)の助成を受けた。また，国土交通省九州地方整備局武雄河川事務所および武雄市朝日公民館の皆様には，本研究の遂行にあたり多大なご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

(1)　米満潔,鈴木智恵子,菊原美緒,合田友美,水戸優子,鮫島輝美,中野理佳,榊原愛,佐藤珠美:“360 度カメラを使用した動画教材制作の看護教育への展開”,第 48 回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp.9-10（2023）

協働場面におけるタブレット端末の利活用が児童の学習意欲に及ぼす影響の検討

齊藤 勝[*1]
Email: masaru.saito@thu.ac.jp

*1：帝京平成大学

◎Key Words　協働学習，タブレット端末，学習意欲，

プログラミング導入教育における ビジュアルプログラミング環境を用いた教材の検討

占部 弘治
Email: k.urabe@niihama-nct.ac.jp

*1: 新居浜工業高等専門学校電子制御工学科

◎ **Key Words**　ビジュアルプログラミング環境　インタラクティブ教材　プログラミング導入教育

1　はじめに

2020 年より小学校、2021 年より中学校でプログラミング教育が必修化されたとはいえ、実践的なプログラム作成能力を育成する必要のある工業高等専門学校ではプログラミングを基礎から改めて教えることは重要と考えられる。そこで新居浜高専電子制御工学科では 1 年生に対して C++を学ぶ講義科目と講義で学んだ知識で実際にプログラムを作成する演習科目を実施してる [(1)]。しかしながら、講義科目において実際にプログラムの作成と実行の確認をする機会がなく、理解と定着を確認することが困難であった。

そこで容易にプログラムの作成･実行ができるビジュアルプログラミング環境に注目した。ビジュアルプログラミング環境とはグラフィカルなインターフェイスを活用し、ブロックやオブジェクトで構成された部品を配置したり、矢印で接続することでプログラミングを行うことのできる環境のことである。この環境についてはマサチューセッツ工科大学のメディアラボが開発した Scratch[(2)] や National Instruments Corporation 開発の LabVIEW[(3)] などがよく知られている。今回は講義に合わせた環境が必要であるため、カスタマイズ可能であり、Web ページ上で動作可能な Blockly[(4)] を用いて開発することにした。Blockly は Google が開発したブロック型の JavaScript で記述されたビジュアルプログラミング環境である。すでに Blockly を用いた C 言語のビジュアルプログラミング環境については佐野･香川によって報告 [(5)] がなされているが、今回は本校の講義に合わせて機能を変更できること、および C++ の記述方法と一致させることを理由に独自に教材の検討を行い、開発を行った。

本稿では、今回開発した教材の検討および試用について述べ、試用の際に行ったアンケートの結果と考察について述べる。

2　教材の検討

今回のビジュアルプログラミング環境の開発について行った検討を述べる。教材を用いるのはプログラミング初学者が受講する C++ の講義とし、C++の構文を理解の補助を目的にする。

教材を用いることにした講義では C++ の文法を元にプログラムの構成や作成方法の説明を行い、サンプルプログラムの解説を行っている。しかし、実際に C++ のプログラムを入力し、実行することはこの講義科目とは別の時限で実施されている演習科目で行っている。講義科目と演習科目を分離することでプログラミングに関わる時間が増加し、演習問題の数を増やすことができた。このとこは 2023 PC Conference で報告をしいてる [(1)]。この演習科目では C++ のプログラムの入力はエディタを用い、コンパイルは Microsoft Visual Studio のコマンド `cl` を用いて行っている。この講義科目および演習科目を受講する学生は高等専門学校に入学したばかりの 1 年生であるため、キーボードを用いた入力にも不慣れなものも多い。よってプログラムの作成およびコンパイル・実行にかかる時間も学生によって大きく異なっている。このことにより講義においてプログラムの動作を実感するためにプログラミングの演習問題を示しても、それを解くには十分な時間をとることが難しいと考えた。

以前、開発した 似たような教材として HTML のドロップダウンメニューを用いたインタラクティブ教材がある [(6)]。この教材の例を図 1 に示す。

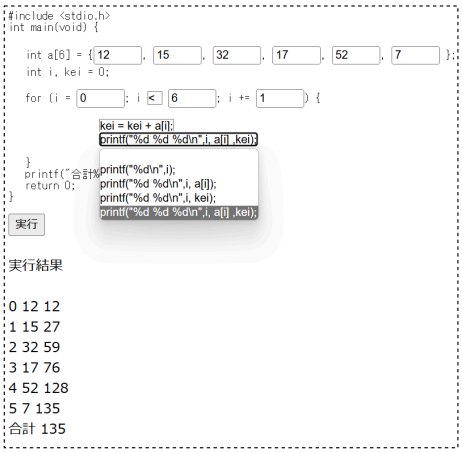


図 1: ドロップダウンメニューを用いた教材の例

この教材は JavaScript を用いて疑似的に実行結果を表示するものであった。しかしながら、教材の作成および実行の確認は手動で行う必要があったため、多くの教材が作成できず、動作は確認できるもののプログラムを作成した体験には繋がらないものであった。

以上より、講義の途中の短い時間で実行ができ、プログラミング体験が簡易にできる教材の必要性を感じた。そこでビジュアルプログラミング環境を用いることを考え、カスタマイズが自在である Blockly を使って独自の教材を開発することにした。

多くの Blockly を用いた環境が自然言語に近い形でプログラムの制御構文を表現しているが、今回開発する環境では C++ の構文に慣れること、プログラミングの体験を実感できることを理由に C++ の表現をそのままブロックの表示とした。

講義と連動して教材を使うため、クリック 1 回で説明に用いたサンプルプログラムを用意する機能を搭載することにする。また、この教材で作成したプログラムの再利用のために作成したブロックプログラムを XML 形式のファイルへ保存する機能、保存した XML ファイルを読み込んでブロックプログラムを再構成する機能を搭載するした。

作成したブロックプログラムを C++ へ変換する機能も搭載することにした。

3 開発教材

前節で述べた C++ のプログラミングをビジュアル環境で行うことのできる教材を作成した。この教材の全体図を図 2 に示す。

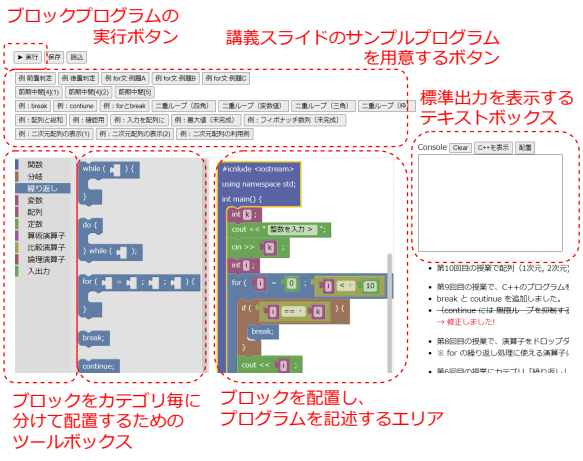


図 2: 開発したビジュアルプログラミング環境

左下のブロックを配置し、プログラムを記述するエリアは Blockly を用いて構成し、C++ の制御構文や変数の宣言、演算子などのブロックは Blockly Developer Tools を用いて独自に作成した。作成された独自ブロックはプログラム記述エリアの左側のツールボックスにカテゴリ別に配置され、自在に選ぶことが可能である。

演算子ブロックはドロップダウンメニューを用いて演算子を変更できるようにした。これによって演算子ブロックがブロックプログラムに組み込まれても容易に演算子を変更できるようになった。また、ブロックを選択するツールボックスでおいては全ての演算子についてドロップダウンメニューが選択された状態にした演算子ブロックを用意した。これは演算子をブロックに組み込む際に演算子を選択する手順を省くためである。

左上最上部には作成したブロックプログラムを実行する「実行」ボタン、作成したブロックプログラムを XML 形式のファイルへ保存する「保存」ボタン、保存した XML ファイルを読み込み、ブロックプログラムを再構成する「読込」ボタンを設置している。これらのボタンの下に、クリックすれば講義で用いたスライドのサンプルプログラムをブロックプログラムで用意するボタンを配置する。

プログラムの実行による標準出力はプログラミング環境の右側に用意したテキストボックスに表示することにした。このテキストボックスの上に「Clear」「C++を表示」のボタンを配置した。「Clear」ボタンをクリックすると、テキストボックスに表示された文字列が消去される。「C++を表示」ボタンをクリックすると、ブロックプログラムを C++ のプログラムに変換し、これがテキストボックスに表示される。

今回作成したビジュアルプログラミング環境教材は HTML と JavaScript のみで構成されているので、本校で採用している学習マネジメントシステムの WebClass には資料として公開することが可能である。

4 講義における試用

4.1 試用状況

新居浜高専電子制御工学科 1 年のプログラミング導入の専門科目の講義「情報処理 1」においてこのビジュアルプログラミング環境の試用を行った。表 1 にこの「情報処理 1」の令和 6 年度の講義計画を示す。

第 4 回目の「分岐を行うための構文（1）」の講義から今回作成したビジュアルプログラミング環境を学生に公開した。さらにこの回以降は講義の進捗に合わせて扱うことのできるブロックを増やした。

第 6 回の「繰り返しを行うための構文（1）」の回からクリックすると講義の解説に用いたスライドに掲載されたサンプルプログラムをビジュアルプログラミング環境に用意するボタンを追加した。講義の回が進む

とサンプルプログラムの数が増えるので、ここのボタンも増えることなった。

表 1: 令和 6 年度の「情報処理 1」の講義計画

回	講義内容
1	コンピュータの基本構成とソフトウェア
2	コンソールの入出力と書式設定
3	データ型と算術演算子
4	分岐を行うための構文（1）
5	分岐を行うための構文（2）
6	繰り返しを行うための構文（1）
7	中間試験
8	中間試験返却・復習
9	繰り返しを行うための構文（2）
10	配列、配列と繰り返し
11	二次元配列
12	関数（1）
13	関数（2）
14	ローカル変数とグローバル変数
15	期末試験
16	期末試験返却・復習

このビジュアルプログラミング環境を学生が活用するとどのような効果が得られるかを調べるために、第 11 回の講義では演習とアンケートを実施した。



図 3: 配列の要素を全て表示するブロックプログラム

演習には不完全なブロックプログラムを与え、これにブロックを追加することでプログラムを完成させる問題を 4 問用意した。例えば、図 3 に示すような配列の全ての要素を表示するプログラムを与え、白の矢印の箇所にブロックを追加することで全ての要素の中で最も大きい整数が求めるプログラムを作成する問題である。

4.2 アンケート結果と考察

この演習を実施した 11 回目の講義において作成したビジュアルプログラミング環境の評価を調べるためアンケートを行った。アンケートの回答者はこの講義を受講している電子制御工学科の 1 年生のうち欠席者を除いた 41 名である。

このアンケート結果を図 4 〜図 7 に示す。

図 4 の結果から、あらかじめ公開していたビジュアルプログラミング環境をほとんどの学生が演習を行う講義より前に使っていることが分かった。

Q. この授業で紹介したビジュアルプログラミング環境が 4 回目の授業から紹介されていましたが、これを試してみましたか？

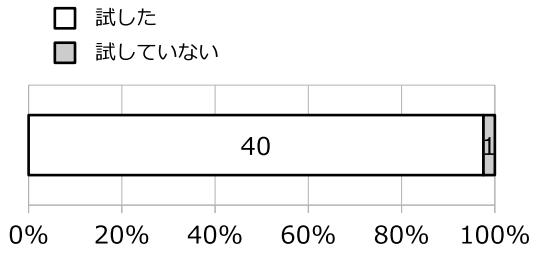


図 4: アンケート結果 (1)

Q. このビジュアルプログラミング環境に第 9 回の授業から C++ のプログラムが表示できるようになりました。この機能を使って C++ のプログラムをテキストエディタにコピーして保存し、実際に Visual C++ コンパイル・実行をしたことがありますか

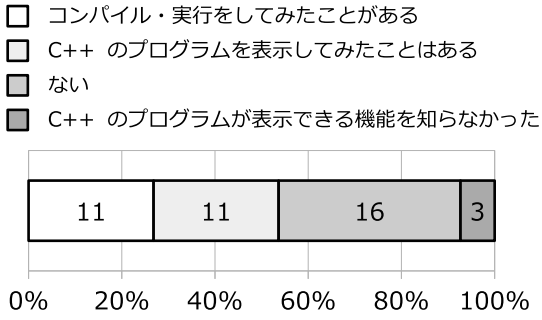


図 5: アンケート結果 (2)

また、図 5 の結果より、C++のプログラムを表示

できることは学生のほとんどが知っていたが、実際に表示した学生はほぼ半数で、これをエディタを使って保存し、実際にコンパイラを使って実行した学生はほぼ 1/4 であった。

これらのことより、環境の存在と利用については学生に周知することができたが、これを用いてコンパイラで実行できることを試してみようと思う学生が多くなかったと考えられる。

図 7 の結果から 2/3 の学生がこの環境を使いやすいと感じているものの、1/3 の学生はそう感じていないことがわかった。また、図 6 の結果はプログラムをエディタで作成し、コンパイルで実行する方法と比較した場合を示しているが、1/2 近くの学生がこの環境よりもコンパイルでの実行のほうが解きやすいと考えていることがわかった。この環境はプログラミングの理解を促すことが目的であるためエディタとコンパイルでプログラムで実行すること同等以上の使いやすさが必要であると考える。よって、この環境の利用を促すためには不便と感じる箇所を調査し、改良する必要があると考える。

5 まとめ

本稿ではプログラミング導入のための講義において学生が講義の合間や復習のために容易にプログラムの動作を確認できるビジュアルプログラミング環境を構築したことを報告した。また、この環境を実際の講義で学生に利用させたときの使用感に関するアンケートについての報告を行った。アンケートの結果から、多くの学生が使いやすと回答したが、そう思っていない学生も少なくないため今後の改良が必要である。

しかしながら、理解に対する効果の調査を行うことができていない。これは今後の課題と考える。

この学年では Visual Studio などの総合開発環境や Visual Studio Code のようなソースコード作成に特化したエディタの利用を行っていないため、これらの環境との比較が行うことができなかった。この調査も必要と考える。

参考文献

(1) 占部, 永井, 眞鍋: “プログラミング導入教育における演習拡充の実践と効果”, 2023 PC Conference 論文集, pp.199-pp.202 (2023)

(2) “Scratch - Imagine, Program, Share -”, https://scratch.mit.edu/

(3) “NI LabVIEW とはテストと測定のためのグラフィカルプログラミング”, https://www.ni.com/ja/shop/labview.html

(4) “Blockly | Google for Developers”, https://developers.google.com/blockly/

(5) Y.Sano, K.Kagawa: “Design of a Programming Environment for Non-Procedural Programming Languages using Blockly”, The International Journal of E-Learning and Educational Technologies in the Digital Media (IJEETDM) Volume 5 Issue 3, pp. 93-101 (2019)

(6) 占部: “プログラミング科目の理解を助けるインタラクティブ教材の検討”, 2016 PC Conference 論文集, pp.63-pp.64 (2016)

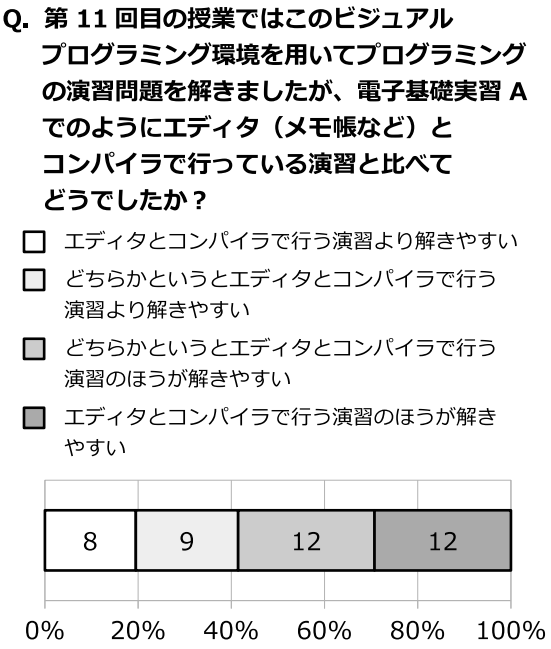


図 6: アンケート結果 (3)

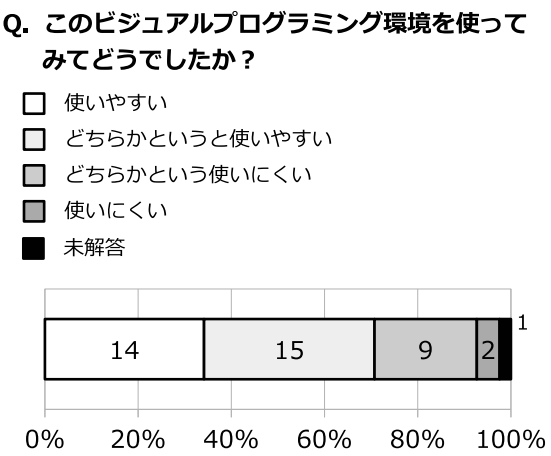


図 7: アンケート結果 (4)

なぞれるけれどプログラムにできない　- コーディングの支援に向けて

土屋孝文*1
Email: tsuchiya@sist.chukyo-u.ac.jp

*1：中京大学工学部

◎Key Words　　学習支援，プログラミング

1.　はじめに

本研究は C 言語入門科目に続く情報系基礎科目「アルゴリズムとデータ構造」を対象に、学習支援環境の開発と運用を行っている。履修者の多くは、プログラミングの学習初期にあたり、カリキュラムを通じて、不完全で不安定な知識を繰り返し再学習しながら、次第にプログラミングスキルを熟達させていく。授業は大まかに 3 種のフェーズ、すなわち、対象問題の「アルゴリズムの理解」、「アルゴリズムに対応するコーディング（プログラム生成）」、「プログラムの実行過程とアルゴリズムとの対応（解答例となるプログラムの理解）」の順に進行する。図 1 に示すように、学習者はカードや表などの自然な情報表現（外部データ表現）を適切に操作すること（アルゴリズムをなぞること）から始めて、対応するプログラムの生成（修正）を行う。これまで本研究は、この過程にへだたりを覚える学習者に向けて、基本知識の再確認、既有知識の活性化や誘発（想起や利用）、誤概念の修正、問題解決（プログラム生成）に関するガイドなど、（再）学習を通して先に進むための外的支援ツールを検討、提供してきた。もちろん一定の支援は期待できるが、これらは学習者側からツールにアクセスすることで一様に「利用可能」なだけである。対話的に説明を引き出して、各自が理解を得たり修正したり深めたり、問題解決を進めることはできない。

そこで本稿では生成 AI （ChatGPT） との対話による学習の可能性を検討する。以下では、選択ソートの各フェーズを例に、ChatGPT を、現在の学習環境にどのように取り入れられそうか、また、これまでの（再）学習支援ツールと ChatGPT の利用との関係について述べる。

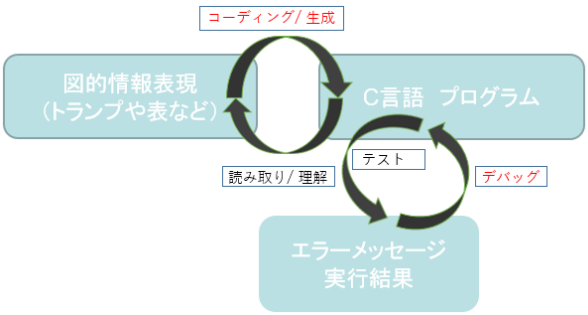


図 1　3 種類の情報表現と表現に対する操作

2.　アルゴリズムの理解 – 説明生成

アルゴリズムの形式的な説明の前に、操作の具体事例から帰納的な推論による手続きの説明（仮説生成）を促すこととしている。具体的な図的情報表現（トランプ）を正解アルゴリズムにしたがって自分で操作する、いわば「アルゴリズムを手作業で正しくなぞってみる」ツールを提供する。図 2 は選択ソート用ツールの観察部である。

ツールは、まず、典型的な入力（[3, 5, 4, 2, 1]）の操作事例のほか、バブルソートと誤りやすい入力（[5, 1, 2, 3, 4]）やユーザ自身の入力について、順に操作事例を表示する。

次に、学習者は与えられた入力に対する操作を試みて、自分が考えた手続きを検証する。手続きを電子掲示板に共有したあと、最後に教員が講義を通して正解を示す。

正解の手続きが確認されたあとに、説明コメントを付加したプログラムと実行結果を例示するレポート作成へ進む。履修者は教科書やネットなど、多くの資料を利用し解答を選択できるが、「なぞれるけれど、自分だけではプログラムにはできない」という振り返りが多い。これは、基本的な既有知識を組み合わせて利用しながら、手続きをアルゴリズムとしてとらえ、プログラムを生成していく方略知識が不十分な状況と考えられる。

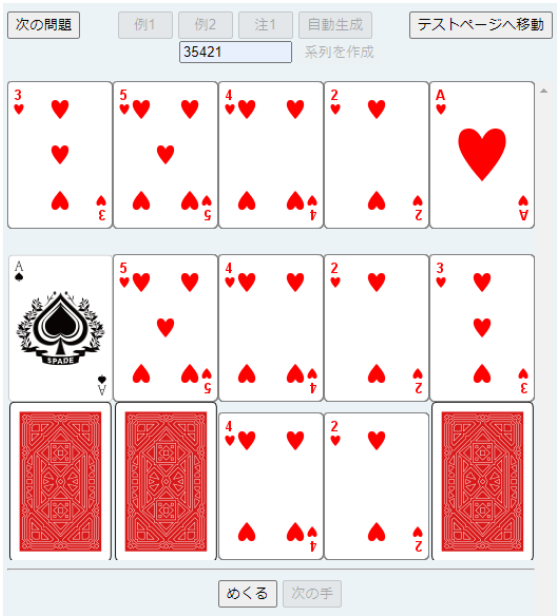


図 2　選択ソートアルゴリズムのなぞり

3.　コーディング – 基本知識の確認

プログラム生成の支援に、まず、C 言語の構文知識や定型的な処理パターンを再学習するための例題プログラム集を準備し、課題に応じた例題の参照や利用を促す。表 1 は基本ソートをプログラムするレベルまでに必要と考えられる 9 つのカテゴリと例題である。例題には、小さくて覚えやすく、多くのプログラムの部品となる操作や定型的処理を含む題材を検討している。

例題の再学習には、例題プログラムを表面的にながめ

るだけではなく、プログラムの一部を再生してみたり（写経）、正しく並び替えたりするツールを提供した。図3は、一次元配列の要素を二重ループ処理で操作する定型的な例題（◤型出力）である。ツールは、入力文字への正誤判定を通して、基本構文の組み合わせによる例題構成の確認を促す。

基本ソートは、一次元配列の二重ループ処理と要素交換の例題を適切に変形し組み合わせようとすれば、プログラムの大枠（不完全な部分コード）が得られる。選択ソートでは、「先頭と最小値の要素交換」の繰り返し手続きのコーディングにこの大枠が利用される。

表1　基本例題集

	カテゴリ	例題1	例題2
1	入出力	おうむ返し	配列格納
2	条件分岐	偶数/奇数判定	月　⇒　季節
3	ループ	N個合計	N個/終了キーまで合計
4	配列処理	要素合計	連続要素縮約
5	文字列	長さ	1文字検索
6	二重ループ	九九表	一次元配列 ◤型出力
7	その他（基本処理）	配列要素交換（swap）	乱数ライブラリ
8	関数	sum関数	配列要素の合計
9	再帰	階乗	二分探索

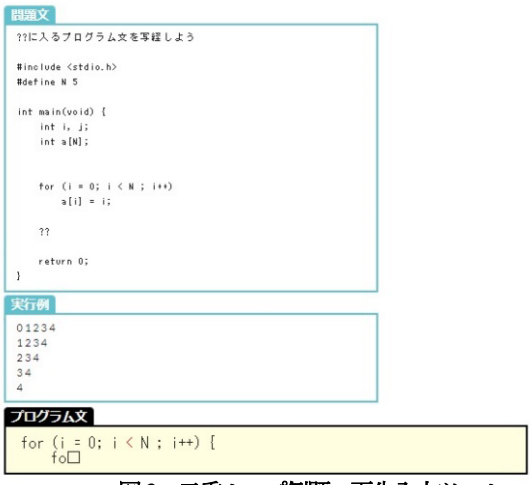


図3　二重ループ例題　再生入力ツール

4.　コーディングとプログラム理解 － ChatGPT

外的な図的情報表現上の手続きをプログラムに対応づけるには、大きく 2 つの視点が必要と考えられる。 1つはデータの表現や制御に使用される変数、定数およびデータ構造の設定である。選択ソートの図的情報表現（トランプ列）は配列で表現され、最小値の決定や配列操作には変数が必要となる。もう1つは、視覚や手指で行っている処理を適切に一連のプログラムに対応づけることである。選択ソートでは、最小値の発見と交換の繰り返しの手続きを二重ループのブロックに対応づける必要がある。

このようなコーディング方略の獲得支援は容易ではない。本研究ではこれまで、手続きのなぞりとプログラムとの間に、コンピュータ側の操作にあたる中間的なアルゴリズム表現を提供する支援を検討してきた。今回は、レポート課題の初期プログラム（基本的なデータ表現とテンプレートプログラム、コメント文を含む）からのプログラム完成と説明を ChatGPT に求めることとした。プロンプトは「{初期プログラム}は途中まで作成した選択ソートのプログラムです。ステップバイステップでプログラムを完成させてください」である。

応答の説明文にはコーディング方略のヒントが含まれている。また、説明文読解には、先行するアルゴリズムの理解と基本知識の確認が有効と考えられる。さらに個別の説明にはプロンプト「{プログラムブロック}の部分をもう少し詳しく説明してください」が有効である。

5.　テストとデバッグ － ChatGPT

選択ソート課題には、「先頭と、より小さい値の要素交換の繰り返し」を繰り返す、誤ったプログラムの提出がみられる（図4）。そこで、観察ツールでは暫定最小値が先頭に移動しないことを示すようにした（図2）。

```
mis-selection-sort() {
    for (i = 1; j =< n - 1; i = i + 1){
        min ← i;
        for (j = i + 1; j =< n; j = j + 1){
            if (A[j] < A[min]){
                swap(A[j], A[min]);
            }
        }
    }
}
```

図4　誤りのある疑似コード

課題後の授業では、図 2 のようにトランプを用いた手続きと、誤答コードの操作を対応づけながら、正解と誤答を比較する。解説後に振り返りの質問を行ったところ、「なぞりは正解したが、誤った手続きのコードを書いた」という選択肢は23%（前年とほぼ同じ)で、講義後は誤りの納得や修正を期待できる。一方、図の工夫や提出プログラムに説明コメントを求めるだけでは、誤りの気づきを誘発しにくい事例である。そこで、ChatGPT に「{作成プログラム} は選択ソートのプログラムです。改良点をステップバイステップで教えてください」をプロンプトとすると、正しく誤りを指摘し修正点を示す返答が得られた。

6.　おわりに

ChatGPT からの情報の引き出しと対話を通した理解を支援するという立場から、教材やツールを検討したい。授業内で利用方法の共有や議論を進める予定である。

本授業レベルのレポートは「とにかく答えを生成する」活動から「答えや生成過程を理解する」活動に変わり、答えの質を評価する意味は少なくなるだろう。むしろ、課題中の ChatGPT 利用前後の理解の変化に注目させる、いわゆる振り返り（リフレクション）が重要と考えられる。

	氏名(読み)	氏名(漢字)	所属機関名	ページ	発表順
ア	アイザワ シュウ	相澤 崇	都留文科大学情報センター	129	3-C-3
	アカマ コウタ	赤間 洸太	東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻	107	3-B-1
	アサモト ノリコ	浅本 紀子	お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系	41	2-A-2
	アネガワ マサノリ	姉川 正紀	中村学園大学 流通科学部 流通科学科	186	4-C-3
	アベ イッセイ	阿部 一晴	京都光華女子大学 キャリア形成学部	89	2-D-4
	アマノ トオル	天野 徹	明星大学人文学部	190	4-C-4
	アヤ コウジロウ	綾 皓二郎	大学生協みやぎインターカレッジコープ	135	3-C-5
	アライ タケル	荒井 健	武蔵野大学	169	4-B-2
イ	イケマツ ユリノ	生松 祐里乃	聖徳学園中学・高等学校 ／ 高校3年	28	1-A-5
	イシイ カナト	石井 奏翔	北海道函館中部高等学校	18	1-A-1
	イシカワ タカユキ	石川 高行	大阪国際大学	91	3-A-1
	イシキリヤマ ダイ	石切山 大	常葉大学大学院	228	ポスター07
	イナモト ハルカ	稲本 遥	聖徳学園高等学校　三学年	20	1-A-2
	イワイ ヒロキ	岩居 弘樹	大阪大学サイバーメディアセンター	236	ポスター10
ウ	ウヌマ タクヤ	鵜沼 拓也	東京都立両国高等学校附属中学校	155	4-A-2
	ウラベ コウジ	占部 弘治	新居浜工業高等専門学校電子制御工学科	263	ポスター19
オ	オオマエ トモミ	大前 智美	大阪大学サイバーメディアセンター	240	ポスター11
	オカノ ケント	岡野 健人	千葉大学大学院	230	ポスター08
	オカベ マサアキ	岡部 格明	同志社大学	159	4-A-3
	オガワ タケシ	小川 健	専修大学（経済学部）	57	2-B-2
	オガワ チカコ	小河 智佳子	広島修道大学 経済科学部	182	4-C-2
	オノダ テツヤ	小野田 哲弥	産業能率大学 情報マネジメント学部	117	3-B-5
カ	カサクラ トモヤ	笠倉 知弥	武蔵野大学	167	4-B-1
	カトウ コウジ	加藤 浩治	平成国際大学	125	3-C-2
	カナヤマ ナオヒロ	金山 直博	株式会社NTT EDX	82	2-D-2
	カミヤマ ヒロシ	神山 博	青森公立大学	251	ポスター14
	カン ハイリン	簡 珮鈴	九州大学	243	ポスター12
キ	キザキ サトル	木崎 悟	北海道情報大学	180	4-C-1
	キタジマ シゲキ	北島 茂樹	明星大学	93	3-A-2
	キムラ シュウヘイ	木村 修平	立命館大学	51	2-A-5
ク	クニナガ イコイ	國永 憩	神奈川県立横須賀高等学校2年	31	1-A-6
	クラシゲ ユウト	倉茂 友杜	茨城大学人文社会科学部現代社会学科	172	4-B-3
	クルス マサトシ	来栖 正利	流通科学大学	163	4-A-4
	クロダ フミヒコ	黒田 史彦	東京都立大学	71	2-C-2
	クワナ アンナ	桑名 杏奈	和洋女子大学	257	ポスター16
コ	コイズミ アスミ	小泉 明日海	三重大学工学研究科	205	ポスター01
	コウケツ ジュンダイ	纐纈 潤大	東京理科大学	113	3-B-4
	コウザイ ヨシミ	香西 佳美	立命館大学 教育開発推進機構	63	2-B-4
	コニシ ケンタ	小西 健太	京都橘高等学校	33	1-A-7
	コバヤシ アキゾウ	小林 昭三	新潟大学教育学部	43	2-A-3
	コミネ レイナ	小峯 玲奈	お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース	224	ポスター06
サ	サイトウ マサル	齊藤 勝	帝京平成大学	262	ポスター18
	サカイタニ テンシ	堺谷 天詩	お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース	221	ポスター05
	サカグチ ゴウ	坂口 豪	三重大学	213	ポスター03
	サクマ ヒロ	佐久間 大	東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻	109	3-B-2
シ	シノダ ユウジ	篠田 有史	甲南大学全学共通教育センター	202	4-D-3

	氏名(読み)	氏名(漢字)	所属機関名	ページ	発表順
ス	スガイ ハルト	菅井 悠人	東北学院大学大学院工学研究科	111	3-B-3
	スゲナミ ジュンノスケ	菅波 淳之介	金沢工業大学	198	4-D-2
	ススキ コウヘイ	鈴木 康平	三重大学	217	ポスター04
	スズキ マホ	鈴木 真帆	聖徳学園中学・高等学校3年	25	1-A-4
	スナミ ホクト	角南 北斗	フリーランス	97	3-A-3
セ	セノオ ケンイチロウ	妹尾 堅一郎	NPO法人産学連携推進機構	145	3-D-3
	セラ ケンジ	瀬良 兼司	近畿大学	79	2-D-1
タ	タカオ イクコ	髙尾 郁子	京都薬科大学	73	2-C-3
	タケウチ アキノブ	竹内 光悦	実践女子大学	153	4-A-1
	タナベ テツ	田邉 鉄	北海道大学	69	2-C-1
ツ	ツチヤ タカフミ	土屋 孝文	中京大学工学部	267	ポスター20
	ツツイ ヨウイチ	筒井 洋一	大谷大学	47	2-A-4
テ	テラオ アツシ	寺尾 敦	青山学院大学	131	3-C-4
ト	ドヒ シンイチ	土肥 紳一	東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科	85	2-D-3
	トリイ タカシ	鳥居 隆司	椙山女学園大学	253	ポスター15
ナ	ナガオカ タケル	長岡 健	法政大学	141	3-D-2
	ナガサワ ナオコ	長澤 直子	京都先端科学大学	176	4-B-4
	ナカダ ヒデ	仲田 秀	なし	139	3-D-1
ヒ	ヒグチ ナオキ	樋口 直樹	大学生協事業連合九州地区	77	2-C-4
フ	フジタ キョウヘイ	藤田 恭平	金沢工業大学	194	4-D-1
	フナキ レオ	船木 麗央	大阪教育大学大学院 教育学研究科	121	3-C-1
	フルショウ ハヤト	古性 隼都	東海大学工学研究科電気電子工学専攻	37	2-A-1
マ	マスヤマ カズミツ	増山 一光	神奈川県立相原高等学校	55	2-B-1
	マツウラ トシオ	松浦 敏雄	大阪公立大学	247	ポスター13
	マツオ オウカ	松尾 桜歌	聖徳学園中学・高等学校	22	1-A-3
	マツシマ シュン	松嶋 駿	九州大学大学院人間環境学府	232	ポスター09
ミ	ミノハラ タツオ	箕原 辰夫	千葉商科大学政策情報学部	99	3-A-4
	ミノハラ タツオ	箕原 辰夫	千葉商科大学政策情報学部	103	3-A-5
	ミヤザキ ソウマ	宮崎 壮麻	三重大学	209	ポスター02
ヤ	ヤスダ シンイチ	安田 伸一	佐賀大学	61	2-B-3
ヨ	ヨシミネ カナコ	吉嶺 加奈子	防衛大学校	67	2-B-5
	ヨネミツ キヨシ	米満 潔	国立大学法人　佐賀大学	260	ポスター17
ワ	ワカバヤシ ヤスナガ	若林 靖永	佛教大学	149	3-D-4