2023

PC カンファレンス

論文集

変わる社会、変わる学習環境

開催日：2023 年 8 月 17 日(木)、18 日(金)、19 日(土)

会場：つくば国際会議場

◆口頭発表1　8月18日(金)　9：30－12：25【U-18】

1-A 【会場】 201A	テーマ	U-18（司会：平田 義隆/京都女子中学校・高等学校）				
	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	大世古　葵	稲葉　剣斗	石島　茉優	八巻　成那	勝見　薫
	所属機関	聖徳学園中学・高等学校	聖徳学園中学・高等学校	聖徳学園中学・高等学校	九里学園高等学校	九里学園高校
	タイトル	外国籍定住者に対する日本での生活状況調査とSNSでの移民問題啓蒙活動について	日本人の幸福度向上における個人に適したコミュニティ参画の必要性	日本の中高生が言うところの「神」とは何なのか～複数の語義とその使い分けについて～	有機野菜が健康であることを広め家庭料理への活用してもらうために	地方における技能実習生の生活行動の分析と検討

1-A 【会場】 201A	テーマ	U-18（司会：平田 義隆/京都女子中学校・高等学校）			
	時間	11：10－11：25	11：30ー11：45	11：50ー12：05	12：10ー12：25
	発表順	1-A-6	1-A-7	1-A-8	1-A-9
	氏名	臼井　悠人	齋藤　広也	榎屋　結	栗山　真幸
	所属機関	諏訪清陵高等学校	横浜市横浜サイエンスフロンティア高校３年	長崎県立長崎南高等学校３年	長崎県立長崎南高等学校3年
	タイトル	大規模言語モデルを使った授業資料生成システムの開発	ブロックチェーンで研究者を守る	快適な住まいと窓の関係～日光の入り方と室内温度の変化～	1人1台端末の自主学習への活用～スケジューリングと個別最適化の学習効果について～

◆口頭発表2　8月18日(金)　9：30－11：55

2-A **【会場】** **201B**	テーマ	**データサイエンス**（司会：飯吉 透/京都大学）				
	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	来栖　正利	白土　由佳	岡部　格明	北村　美穂子	竹内　光悦
	所属機関	流通科学大学商学部	文教大学 情報学部	同志社大学大学院文化情報学研究科	京都ノートルダム女子大学	実践女子大学人間社会学部
	タイトル	データ・サイエンス教育充実策-定性情報から定量情報への置換に着目した検証-	ソーシャルリスニングの日中韓言語展開における課題	大規模私立総合大学におけるオンデマンドデータサイエンス教育の取組	初学者のためのAI・データサイエンス入門授業の試み	統計に対する態度を測る指標でみるデータサイエンス基礎教育の教育測定

2-B **【会場】** **202A**	テーマ	**学びのスタイル**（司会：橋本 諭/産業能率大学）				
	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	篠田　有史	鈴木　あこ	大場　昴人	増山　一光	石毛　昭範
	所属機関	甲南大学全学共通教育センター	茨城大学人文社会科学部	鹿児島大学大学院理工学研究科	神奈川県立相原高等学校	東京インターカレッジコープ（拓殖大学）
	タイトル	「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	子どもの学びと居場所づくりを目指したオンラインプログラムの実践	読み聞かせにおける児童の頭部の揺動を可視化するシステムー集中力の維持と頭部揺動ー	DXの推進に向けた基礎講座の実践とその効果	東京インターカレッジコープの学生活動の新たな展開

2-C **【会場】** **202B**	テーマ	**情報リテラシー**（司会：高松 宏弥/武蔵野大学）				
	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-C-1	2-C-2	2-C-3	2-C-4	2-C-5
	氏名	阿部　一晴	長澤　直子	布施　雅彦	姉川　正紀	岩田　一男
	所属機関	京都光華女子大学 キャリア形成学部	京都先端科学大学 経済経営学部	福島工業高等専門学校	中村学園大学	関西学院大学 共通教育センター
	タイトル	対面授業とオンデマンド授業の受講生によるクラウド型教育コンテンツへの評価比較	BYOD環境でのPC授業における問題点の整理	福島・徳山高専の情報基礎科目でのタッチタイピング学習の指導の取り組みについて	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	コロナ渦3年間におけるPC演習授業の継続調査ー文系学生を対象としてー

◆口頭発表3　8月18日(金)　15：00－17：25

3-A **【会場】** **201A**	テーマ	**学習環境の変化**（司会：河口 紅/一般社団法人さんぴぃす）				
	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	菅原 颯斗	仲田 秀	佐久間 貴士	安井 清一	
	所属機関	東北学院大学大学院	法政大学大学院後期博士課程 2014満期終了	千葉県立保健医療大学健康科学部	東京理科大学	
	タイトル	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	大学生協はコロナを正面から乗り越えている・・・・。	教育現場におけるハラスメントに対する制度的対応と受講生の認識	インタラクティブ動画を用いた適応的授業計画とその実装について	発表辞退

3-B **【会場】** **201B**	テーマ	**プログラミング(1)**（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-B-1	3-B-2	3-B-3	3-B-4	3-B-5
	氏名	綾 皓二郎	箕原 辰夫	藤田 昭人	岡田 大平	山下 悠希
	所属機関	無所属	千葉商科大学政策情報学部	自営業	金沢工業大学・大学院	北陸大学
	タイトル	オブジェクト指向プログラミング（OOP）の学び方を考える	GoDotによるプログラミング教育について	音声チャットボットを活用した学習支援アプリの開発	VRプログラミングの学習システム	ゲームデザインを取り入れた簿記学習アプリケーションの開発と試用

3-C **【会場】** **202A**	テーマ	**AI活用・ICT教育**（司会：布施 泉/北海道大学）				
	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	山内 萌	中西 淳	小林 昭三	妹尾 堅一郎	妹尾 堅一郎
	所属機関	武蔵野大学アントレプレナーシップ研究所	大阪工業大学	新潟大学教育学部	NPO法人産学連携推進機構	NPO法人産学連携推進機構
	タイトル	AI技術を用いたオンライン型1on1に関する実証研究	外国語学習者のための語彙学習支援ツールの開発：文章生成AIの活用による新たな試み	学制150年初期の授業記録で読み解く日本的理学教育の特質とICT活用的再創生	生成型ＡＩの教育活用に関する意味を探る～コンピュータ利用教育の歴史から観た一考察	身体知の学習指導におけるデジタルの貢献 ～デジタルコントリビューションの可能性～

3-D **【会場】** **202B**	テーマ	**アクティブ・ラーニング**（司会：松下 慶太/関西大学）				
	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-D-1	3-D-2	3-D-3	3-D-4	3-D-5
	氏名	橋本 諭	菅谷 克行	米満 潔	南條 健人	千賀 颯斗
	所属機関	産業能率大学	茨城大学 人文社会科学部	佐賀大学 全学教育機構	東北学院大学工学研究科機械工学専攻	東北学院大学大学院
	タイトル	オンライン対面併用型大規模講義科目におけるオンラインインタラクションに関する考察	仮想空間におけるグループディスカッションの諸課題	専門課程以降での活用を想定したインタラクティブコンテンツ制作科目の実践	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	グループワークの構成条件と環境の変化による学習成果の影響

4-A 【会場】406	テーマ	**情報教育**（司会：八百幸 大/早稲田大学高等学院）				
	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	4-A-1	4-A-2	4-A-3	4-A-4	4-A-5
	氏名	吉田　賢史	平田　義隆	小河　智佳子	相澤　崇	金光　安芸子
	所属機関	早稲田大学高等学院	京都女子中学校高等学校	広島修道大学 経済科学部	都留文科大学情報センター	Wolfram Research, Inc.
	タイトル	電子教科書のメリットとデメリット～数学独自教科書の展開から～	データサイエンス的思考を身につける授業の取り組み ～11年前の生徒と比較して～	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	高等学校情報科の「情報Ⅱ」における重要語句の整理分類	体感しながら学ぶAIとデータサイエンス入門授業の試み

4-B 【会場】304	テーマ	**教材・ツール開発**（司会：橘 孝博/早稲田大学高等学院）				
	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	4-B-1	4-B-2	4-B-3	4-B-4	4-B-5
	氏名	村木　美香	奥野　琳太郎	佐合　尚子	小川　健	笹谷　康之
	所属機関	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	東京理科大学大学院 創域理工学研究科生命生物科学専攻	愛知教育大学 総務・企画部 企画課	専修大学・経済学部（生田校舎）	立命館大学
	タイトル	数学オンラインテストのPRT活用	物理学の多肢選択式問題を解く際の習熟度による視線行動の違い	RPAによる文書保存機能を有する電子決裁システムの開発	Microsoft Formsにタイマー機能が付いた意義	伝統的生活様式のアーカイブを活用した地域づくり学習の提案

4-C 【会場】303	テーマ	**プログラミング(2)**（司会：柴田 直美/日本女子大学附属高等学校）				
	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	4-C-1	4-C-2	4-C-3	4-C-4	4-C-5
	氏名	布施　泉	土肥　紳一	野村　松信	占部　弘治	角南　北斗
	所属機関	北海道大学情報基盤センター	東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科	秋田公立美術大学	新居浜工業高等専門学校電子制御工学科	フリーランス
	タイトル	プログラミングロボットを用いたグループ作品制作での達成度とプログラミング能力育成	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	美術大学におけるプログラミング教育の変遷と事例紹介	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	「Excelの次」としてのノーコード

No.	氏名	所属機関	タイトル
1	石切山 大	常葉大学教育学部	小中学校における校務負担の軽減を目的としたICT活用のニーズに関する調査研究
2	岩居 弘樹	大阪大学サイバーメディアセンター	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〜
3	樋口 三郎	龍谷大学先端理工学部	オンライン授業ツール使用練習システムによる詳細な習熟状況の取得と分析
4	渡邉 裕貴	芝浦工業大学	ユーザの継続的な利用を促すタイピングゲームの開発とその効果の検証
5	菅原 良	明星大学明星教育センター	オンライン授業におけるアクティブラーニングによるグループワークの評価
6	加藤 良将	名古屋芸術大学	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 ―
7	松浦 敏雄	大和大学 理工学部	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
8	土屋 孝文	中京大学工学部	アルゴリズムの理解とコーディングの学習支援 － 基本ソートの学習カリキュラム
9	北 英彦	三重大学工学部	ChatGPTのプログラミング演習での利用の可能性
10	笠原 隆誠	三重大学工学部	Chromebook版英語発音学習用アプリケーションの開発
11	外崎 海斗	三重大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻 計算機工学研究室	日本語学習者の作文からの誤り検出 ―決定木からの誤り種類の検出に関する検討―
12	鈴木 康平	三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 計算機工学	記述式解答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
13	二村 駿輔	三重大学大学大学院工学系研究科電気電子工学専攻計算機工学研究室	記述式演習における解答群からのフレーズによる類似解答検索手法の比較検討
14	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」による学び方の学び
15	発表辞退		
16	神山 博	青森公立大学	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
17	浅本 紀子	お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系	全学共通情報教育科目の取組みについて

2023PC 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(2023 年 4 月 30 日)のものです

◆口頭発表 1　8 月 18 日(金)　9：30－12：25【U-18】

テーマ：U-18（司会：平田 義隆/京都女子中学校・高等学校　会場：201A）

■1-A-1
外国籍定住者に対する日本での生活状況調査と SNS での移民問題啓蒙活動について ……16
大世古 葵（聖徳学園中学・高等学校）

■1-A-2
日本人の幸福度向上における個人に適したコミュニティ参画の必要性……20
稲葉 剣斗（聖徳学園中学・高等学校）

■1-A-3
日本の中高生が言うところの「神」とは何なのか～複数の語義とその使い分けについて～……24
石島 茉優（聖徳学園中学・高等学校）

■1-A-4
有機野菜が健康であることを広め家庭料理への活用してもらうために……28
八巻 成那（九里学園高等学校）

■1-A-5
地方における技能実習生の生活行動の分析と検討……30
勝見 薫（九里学園高校）

■1-A-6
大規模言語モデルを使った授業資料生成システムの開発……34
臼井 悠人（諏訪清陵高等学校）

■1-A-7
ブロックチェーンで研究者を守る ……37
齋藤 広也（横浜市横浜サイエンスフロンティア高校３年）

■1-A-8
快適な住まいと窓の関係～日光の入り方と室内温度の変化～ ……41
榎屋 結（長崎県立長崎南高等学校３年）

■1-A-9
1 人 1 台端末の自主学習への活用～スケジューリングと個別最適化の学習効果について～……43
栗山 真幸（長崎県立長崎南高等学校 3 年）

◆口頭発表 2　8 月 18 日(金)　9：30－11：55

テーマ：データサイエンス（司会：飯吉 透/京都大学　会場：201B）

■2-A-1
データ・サイエンス教育充実策-定性情報から定量情報への置換に着目した検証-……47
来栖 正利（流通科学大学商学部）

■2-A-2
ソーシャルリスニングの日中韓言語展開における課題……51
白土 由佳（文教大学 情報学部）

■2-A-3
大規模私立総合大学におけるオンデマンドデータサイエンス教育の取組……53
岡部 格明（同志社大学大学院文化情報学研究科）

■2-A-4
初学者のための AI・データサイエンス入門授業の試み……57
北村 美穂子（京都ノートルダム女子大学）

■2-A-5
統計に対する態度を測る指標でみるデータサイエンス基礎教育の教育測定……61
竹内 光悦（実践女子大学人間社会学部）

テーマ：学びのスタイル（司会：橋本 諭/産業能率大学　会場：202A）

■2-B-1
「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……63
篠田 有史（甲南大学全学共通教育センター）

■2-B-2
子どもの学びと居場所づくりを目指したオンラインプログラムの実践……65
鈴木 あこ（茨城大学人文社会科学部）

■2-B-3
読み聞かせにおける児童の頭部の揺動を可視化するシステムー集中力の維持と頭部揺動ー……69
大場 昴人（鹿児島大学大学院理工学研究科）

■2-B-4
DX の推進に向けた基礎講座の実践とその効果……73
増山 一光（神奈川県立相原高等学校）

■2-B-5
東京インターカレッジコープの学生活動の新たな展開……77
石毛 昭範（東京インターカレッジコープ（拓殖大学））

テーマ：情報リテラシー（司会：高松 宏弥/武蔵野大学　会場：202B）

■2-C-1
対面授業とオンデマンド授業の受講生によるクラウド型教育コンテンツへの評価比較……80
阿部 一晴（京都光華女子大学 キャリア形成学部）

■2-C-2
BYOD 環境での PC 授業における問題点の整理……82
長澤 直子（京都先端科学大学 経済経営学部）

■2-C-3
福島・徳山高専の情報基礎科目でのタッチタイピング学習の指導の取り組みについて……86
布施 雅彦（福島工業高等専門学校）

■2-C-4
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……88
姉川 正紀（中村学園大学）

■2-C-5
コロナ渦 3 年間における PC 演習授業の継続調査―文系学生を対象としてー……92
岩田 一男（関西学院大学 共通教育センター）

◆口頭発表 3　8 月 18 日(金)　15：00－17：25

テーマ：学習環境の変化（司会：河口 紅/一般社団法人さんぴぃす　会場：201A）

■3-A-1
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 ……96
菅原 颯斗（東北学院大学大学院）

■3-A-2
大学生協はコロナを正面から乗り越えている・・・・。……98
仲田 秀（法政大学大学院後期博士課程 2014 満期終了）

■3-A-3
教育現場におけるハラスメントに対する制度的対応と受講生の認識 ……100
佐久間 貴士（千葉県立保健医療大学健康科学部）

■3-A-4
インタラクティブ動画を用いた適応的授業計画とその実装について ……104
安井 清一（東京理科大学）

テーマ：プログラミング(1)（司会：熊澤 典良/鹿児島大学　会場：201B）
■3-B-1
オブジェクト指向プログラミング（OOP）の学び方を考える ……108
綾 皓二郎（無所属）

■3-B-2
GoDot によるプログラミング教育について ……112
箕原 辰夫（千葉商科大学政策情報学部）

■3-B-3
音声チャットボットを活用した学習支援アプリの開発 ……116
藤田 昭人（自営業）

■3-B-4
VR プログラミングの学習システム……120
岡田 大平（金沢工業大学・大学院）

■3-B-5
ゲームデザインを取り入れた簿記学習アプリケーションの開発と試用……124
山下 悠希（北陸大学）

テーマ：AI 活用・ICT 教育（司会：布施 泉/北海道大学　会場：202A）

■3-C-1
AI 技術を用いたオンライン型 1on1 に関する実証研究 …… 126
山内 萌（武蔵野大学アントレプレナーシップ研究所）

■3-C-2
外国語学習者のための語彙学習支援ツールの開発：文章生成 AI の活用による新たな試み …… 128
中西 淳（大阪工業大学）

■3-C-3
学制 150 年初期の授業記録で読み解く日本的理学教育の特質と ICT 活用的再創生 …… 132
小林 昭三（新潟大学教育学部）

■3-C-4
生成型ＡＩの教育活用に関する意味を探る～コンピュータ利用教育の歴史から観た一考察 …… 136
妹尾 堅一郎（NPO 法人産学連携推進機構）

■3-C-5
身体知の学習指導におけるデジタルの貢献 ～デジタルコントリビューションの可能性～ …… 140
妹尾 堅一郎（NPO 法人産学連携推進機構）

テーマ：アクティブ・ラーニング（司会：松下 慶太/関西大学　会場：202B）

■3-D-1
オンライン対面併用型大規模講義科目におけるオンラインインタラクションに関する考察 …… 144
橋本 諭（産業能率大学）

■3-D-2
仮想空間におけるグループディスカッションの諸課題 …… 148
菅谷 克行（茨城大学 人文社会科学部）

■3-D-3
専門課程以降での活用を想定したインタラクティブコンテンツ制作科目の実践 …… 150
米満 潔（佐賀大学 全学教育機構）

■3-D-4
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 …… 152

南條 健人（東北学院大学工学研究科機械工学専攻）

■3-D-5
グループワークの構成条件と環境の変化による学習成果の影響……154
千賀 颯斗（東北学院大学大学院）

◆口頭発表 4　8 月 19 日(土)　9：30－11：55

テーマ：情報教育（司会：八百幸 大/早稲田大学高等学院　会場：406）

■4-A-1
電子教科書のメリットとデメリット～数学独自教科書の展開から～ ……156
吉田 賢史（早稲田大学高等学院）

■4-A-2
データサイエンス的思考を身につける授業の取り組み ～11 年前の生徒と比較して～……159
平田 義隆（京都女子中学校高等学校）

■4-A-3
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……163
小河 智佳子（広島修道大学 経済科学部）

■4-A-4
高等学校情報科の「情報Ⅱ」における重要語句の整理分類……167
相澤 崇（都留文科大学情報センター）

■4-A-5
体感しながら学ぶ AI とデータサイエンス入門授業の試み……169
金光 安芸子（Wolfram Research, Inc.）

テーマ：教材・ツール開発（司会：橘 孝博/早稲田大学高等学院　会場：304）

■4-B-1
数学オンラインテストの PRT 活用……173
村木 美香（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）

■4-B-2
物理学の多肢選択式問題を解く際の習熟度による視線行動の違い……175

奥野 琳太郎（東京理科大学大学院 創域理工学研究科生命生物科学専攻）

■4-B-3
RPA による文書保存機能を有する電子決裁システムの開発……179
佐合 尚子（愛知教育大学 総務・企画部 企画課）

■4-B-4
Microsoft Forms にタイマー機能が付いた意義……183
小川 健（専修大学・経済学部（生田校舎））

■4-B-5
伝統的生活様式のアーカイブを活用した地域づくり学習の提案……185
笹谷 康之（立命館大学）

テーマ：プログラミング(2)（司会：柴田 直美/日本女子大学附属高等学校　会場：303）
■4-C-1
プログラミングロボットを用いたグループ作品制作での達成度とプログラミング能力育成……189
布施 泉（北海道大学情報基盤センター）

■4-C-2
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……193
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）

■4-C-3
美術大学におけるプログラミング教育の変遷と事例紹介……197
野村 松信（秋田公立美術大学）

■4-C-4
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……199
占部 弘治（新居浜工業高等専門学校電子制御工学科）

■4-C-5
「Excel の次」としてのノーコード……203
角南 北斗（フリーランス）

◆ポスター発表　8 月 18 日（金）13：40－14：40（会場：多目的ホール）

■ポスター1
小中学校における校務負担の軽減を目的としたICT活用のニーズに関する調査研究……205
石切山 大（常葉大学教育学部）

■ポスター2
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～ ……207
岩居 弘樹（大阪大学サイバーメディアセンター）

■ポスター3
オンライン授業ツール使用練習システムによる詳細な習熟状況の取得と分析……211
樋口 三郎（龍谷大学先端理工学部）

■ポスター4
ユーザの継続的な利用を促すタイピングゲームの開発とその効果の検証……213
渡邉 裕貴（芝浦工業大学）

■ポスター5
オンライン授業におけるアクティブラーニングによるグループワークの評価……215
菅原 良（明星大学明星教育センター）

■ポスター6
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 ―….219
加藤 良将（名古屋芸術大学）

■ポスター7
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 ……223
松浦 敏雄（大和大学 理工学部）

■ポスター8
アルゴリズムの理解とコーディングの学習支援 － 基本ソートの学習カリキュラム……225
土屋 孝文（中京大学工学部）

■ポスター9
ChatGPTのプログラミング演習での利用の可能性……227
北 英彦（三重大学工学部）

■ポスター10

Chromebook 版英語発音学習用アプリケーションの開発……231
笠原 隆誠（三重大学工学部）

■ポスター11
日本語学習者の作文からの誤り検出　―決定木からの誤り種類の検出に関する検討― ……235
外崎 海斗（三重大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻 計算機工学研究室）

■ポスター12
記述式解答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……237
鈴木 康平（三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 計算機工学）

■ポスター13
記述式演習における解答群からのフレーズによる類似解答検索手法の比較検討 ……240
二村 駿輔（三重大学大学大学院工学系研究科電気電子工学専攻計算機工学研究室）

■ポスター14
「複言語学習のススメ」による学び方の学び……243
大前 智美（大阪大学サイバーメディアセンター）

■ポスター16
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 ……246
神山 博（青森公立大学）

■ポスター17
全学共通情報教育科目の取組みについて ……249
浅本 紀子（お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系）

外国籍定住者に対する日本での生活状況調査に基づく日本の移民政策の考察

大世古葵[*1]

指導教員：竹内一樹[*2]・草野昂志郎[*2]・三岡恵子[*2]

Email：kazuki_takeuchi@shotoku.ed.jp

*1: 私立聖徳学園高等学校3年生
*2: 私立聖徳学園高等学校

◎Key Words　異文化共存、移民統合政策、移民政策、移民・難民問題

1. はじめに

私は本校において,校内における移民問題等へのアドボカシー活動※1を実践すべく,移民・難民問題に特化して活動を行う「移民・難民プロジェクト」を立ち上げた。プロジェクトでは勉強会の実施や地域国際交流協会が主催するイベントへの参加を通して移民・難民問題への理解増進に努めている。実際の在日外国人の方への調査を通して日本の外国人受け入れ政策の課題について明らかにしたいと考え，本研究を実施する。本研究では,現在の日本の移民政策のあり方について論じた後,先行研究を基に同国の移民政策の課題について仮説を立てる。そして日本に滞在する外国籍の方に実施した「日本での生活に関する調査」の結果を基に,同国の移民政策の課題と今後あり方について考察を行う。

※1：一人ひとりが問題について知り、その原因について声をあげ、 解決のためにできることを訴えていくこと

2. 研究の目的

本研究の目的は在日外国籍の方への「日本での生活に関する調査を通じて,日本の外国人受け入れの実態並びに課題を明らかにし,今後の日本における社会統合政策の必要性を論ずることにある。

3. 日本の外国人受け入れの現状

現状,日本政府は移民政策を実施していないスタンスを表明している。「日本において『移民』という用語は，諸外国とは異なり，一時的に日本に滞在する『外国人労働者』と区別して用いられており、日本は労働力としての外国人の受け入れは『移民政策』には当たらないとの見解を示している。そのうえで，政府は外国人労働者についても，『高度外国人材』と『単純労働者（非熟練労働者）』に分け、単純労働者は受け入れないという基本的方針を堅持してきた(1)」とされている。

日本はこれまで1990年に施行された改正入管法で「高度外国人材」の受け入れに繋がる27の在留資格の設立や名目上の国際貢献の観点から1993年に設立された「技能実習制度」に加えて，2019年には外国人の公正で厳格な管理政策を推進するため，出入国管理局が出入国管理庁に格上げなどをしている。政府は「移民政策」はとっていないとしているものの，日本に在留する外国人の数は近年増え続けている中で，上記のように出入国管理政策（外国人の入国・在留・退去等の管理政策）だけが強化され続けており，外国人の社会参画を支援する統合政策についてはほとんど政策は取られていないのが現状である。

4. 日本の外国人受け入れにあたっての課題

現在，日本の外国人受け入れにあたっての課題の多くは政府が出入国管理政策だけに重きを置き，統合政策に関する取り組みが国として行われていないことに起因している。

外国人の受け入れにあたって主に以下の5点が課題として指摘されている。

1点目は防災・災害対応の問題である。防災訓練や災害時において，外国人は言語や習慣の違いから，取り残される可能性の高い存在とされており，外国住民も包括する防災・災害対応の実現が各自治体において求められている。

2点目は公共サービス並びに，医療サービス利用の問題である。外国人が公共サービスを利用するには，公共サービスの多言語対応化が必須であり，特に専門用語が用いられることの多い医療サービスにおいては多言語での医療通訳の実現が急務となっている。

3点目は外国人を取り巻く職場環境である。外国人を受け入れる職場での労働環境は国や地方自体体が介入することなく，雇用主と外国人との関係に左右されることから，外国人を取り巻く職場におけるコミニケーションの問題や残業の強要など様々な問題が取り沙汰されている。

4点目は日本人と外国人間での文化や金銭に関わる習慣を原因としたトラブルである。日本独自の習慣（靴を家で脱ぐ・借家の礼金など）や地域間での生活規則の差異による日本人と外国人間でのトラブルが外国人の増加に伴い増えている。

5点目は外国人の子どもへの教育である。外国人の子どもは日本語を母国語としないため，日本の子どもと同じような教育だけでは不十分であるなど子どもの教育をめぐって考慮しなければならない点が多くある。例えば、学校においてうまくコミニケーションが取れず、不就学児童を生んでしまう問題やクラス内での孤立などの問題が生じている。

5. 研究調査について

5.1. 目的

本調査の目的は在日外国籍の方に対して、日本での生活に関するアンケートを実施し，外国人の日本での生活実態について明らかにした上で，日本において外国人の受けれの課題と今後のあり方について論ずることにある。

5.2. 調査の概要

調査を実施するにあたり，武蔵野市国際交流協会様が紹介して下さったケフィン＝ヨハル様と本校ALT教員3名、計4名の外国籍の方に対して以下の13項目の質問を実施した。ケフィン＝ヨハル様には、Zoomを用いて直接インタビューを日本語で実施した。本校ALT教員にはGoogleフォームにて同質問項目を英語に翻訳して調査を実施した。

図1 在日外国籍の方への質問内容

1、渡日・在住の経緯
2、災害時や防災訓練等の際に困ったこと又は災害発生時に不安に思っていること
3、行政サービスを利用する際に困ったことはあるか。又具体的にどのような状況で困っているのか
4、医療サービス利用の際に困ったことはあるか。又具体的にどのような状況で困っているのか
5、就労または仕事をするにあたって困ったことはあるか。又具体的にどのような状況で困ったか
6、地域参画（近所付き合いも含め）において苦労したことはあるか。又具体的にどのような状況で困ったのか
7、（子供がいる場合）子育てや子供の学校への通学にあたって困ったことはあるか。又具体的にどのような状況で困っているのか
8、コロナ禍による生活への影響はあったか。又具体的にどのような影響があったか
9、日本での生活で他に困ったことはあるか（現在も過去のことも含め）
10、日本で生活をしていて、良いと感じるところはあるか。具体的にどの点で良いと思うか
11、日本での生活の全体の感想
12、外国人市民がより暮らしやすい社会に向けて必要だと思うこと
13、行政の対応および市・国への要望

6. アンケート結果概要

実施したアンケートの結果概要を以下項目ごとに示す。

質問項目1：渡日の経緯については，回答者の大半が日本での仕事を始めるために来日したことを挙げていた。また，他には他国での生活を経験するため渡日したとの回答もあった。

質問項目2：回答者全員が，現在特に困っていることはないが，今後起こるとされている災害に対して準備が整っておらず，災害発生時の対策を不安に思っていると回答した。

質問項目3：回答者の全員が共通して，転入する際など，行政サービスを利用する際は記入すべき書類が多く，日本語を習得していなかった来日当初は，記入に苦労したと答えていた。また，回答者のうち日本語学校に通っていた方については，日本語学校の先生が書類記入の際に支援をしてくださったと回答した。

質問項目4：回答者の多くが，医療サービスを利用する際は，医師との会話の中で医療専門用語を理解するのに苦労したと回答している。しかし回答者の中には医師が写真や図を用いてわかりやすく説明してくれたと答えた方もいた。

質問項目5：就労にあたって，回答者の中には書類記入や面接の際に苦労したと答えた方がいた。また，仕事においては回答者の多くが，同僚が協力的なので取り組みやすいと回答した。

質問項目6：回答者の多くが，近隣住民は友好的で特に不自由はないと答えている。また，市役所や国際交流協会の支援を通して地域に参画しやすくなったと回答した。

質問項目7：回答者は2名で，2名とも子育てにおいては市役所の協力もあり特に不自由なないと回答した。

質問項目8：回答者の多くが，コロナ禍の影響として母国に帰省が出来なくなったことを挙げていた。また，回答者の中にはコロナの影響で家で過ごす時間が増えたことで，新たな趣味を見つけることができたなど，コロナ禍をポジティブに捉えている方もいた。
質問項目9：回答者の多くが、日本での訪日当初，敬語や遠回しの表現など日本独自のコミニケーションのあり方に苦労したと答えている。また，回答者の中には日本人は礼儀正しいが，知人から友人になることが難しく苦労していると回答した方もいた。
質問項目10：回答者の多くが日本での生活の良い点として公共交通機関の信頼性の高さ・質の高いインフラ・人々の礼儀正しさを挙げており，日本は大変生活しやすい場所であると回答した。
質問項目11：回答者全員が、日本での生活に十分満足しているとの旨の回答した。
質問項目12：回答者の多くが医療や行政などの公共施設での多言語対応を拡充すべきであると回答した。
質問項目13：回答者の多くが、多言語で対応できる施設を増やし，情報へのアクセスをより直接的でわかりすいものにしてほしいと回答した。また，電気料金の引き下げや自転車専用道路の拡充など日本人が行政に求めることと同様の要望をする回答者もいた。

7. 考察

今回の調査結果を踏まえて，以下の2点において考察を述べる

1点目は，調査結果を踏まえて，在日外国籍の方の日本における生活実態について調査項目毎に課題を明らかにする。

災害・防災対応においては、回答者の全てが訪日以来、巨大災害を経験していないため、特に苦労したことはないと答えていた。しかし「4.日本の外国人受け入れにあたっての課題」において述べたように防災訓練や災害時において，外国人は言語や習慣の違いから，取り残される可能性の高い存在とされているため、防災訓練や災害時における外国人を取り残さない為の政策の策定を国や地方自治体は急ぐ必要があると考える。

医療・行政サービスの利用において、日本に渡日した直後は、主に日本語に慣れ親しんでいないという理由から医療や行政サービスを受けるに当たって、専門用語の理解という点で苦労したことが多かったと答える回答者が多かった。しかし日本語を習得するにつれて、公共サービスの利用において苦労することは少なくなったと考えられる。

子育て・地域参画においては、回答者の多くが、地方自治体や地域国際交流協会の支援を受けていることから、在日外国人にとって子育てや地域参画は他者からの支援の必要度が高いと考えられる。よって国や地方自治体は特に外国人の子育て・地域参画の支援に力を入れていくべきであると考えられる。

コロナ禍の影響においては、回答者の多くが、外国人という理由で特筆して苦労したことは挙げていないことから、外国人受け入れ政策における在日外国人へのコロナ対応についての課題は、今調査での結果を見る限り上がっていないと考えられる。

2点目は、日本における生活実態についての調査結果を踏まえて，日本の外国人受け入れ政策の現状と課題点を明らかにする。

今回のアンケートに回答した6名の在日外国籍の方は概ね，日本における生活において，行政や医療サービスまた子供の就学の際には国からの支援ではなく、地方自治体や地域国際交流協会の支援を受けていた。従って，現在の日本における外国人支援の実務は地方行政や地域国際交流協会，地域NPOなどが担っていると考えられる。「3. 日本の外国人受け入れの現状」でも述べたように，国として一元的な社会統合政策はとられていないため，外国人支援体制の充実度は地域によって大きく異なっているのではないかと考えられる。

また，課題点としては回答者全員が、「質問項目12. 外国人市民がより暮らしやすい社会に向けて必要だと思うこと」において公共サービスでの多言語対応化を求めていたことから、全国一律に、多様な言語を母国語として持つ外国人に対応する多言語対応や「やさしい日本語※2」の普及が日本の外国人受け入れにおいて必要であると考える。
※2：普段使われている言葉を，外国人にも分かるように配慮した簡単な日本語のこと

8. 今後の日本の外国人政策のあり方

先行研究や今調査を踏まえて，現在政府が，一元的で質の高い社会統合政策を導入していないことが原因で，外国籍の方が渡日後，様々な課題に直面していることが分かった。そもそも現在，日本は移民の受けれは行っていないとのスタンスを表明しているが，ここ数十年の間で訪日外国人の数は急激に増えており，在日外国人の日本での滞在年数も伸びている。従って，政府は在日外国人の生活の安定を日本全国で保障するため，従来のスタンスを転換し，政府による外国人に対する、言語教育と社

会事情教育の全国一律での実施など，社会統合政策を速やかに導入すべきであると考える。

9. 今後の展望

今回の調査を踏まえて明らかになった反省点を基に今後のアドボカシー活動の展望について以下3点を記す。

1点目は，今回の調査において回答者が4名と極めて少数であったこと，また回答者の大半の所属や居住地域も同じてあったことから，日本の外国人受け入れ政策の実態の把握をするには，サンプルとして限度があると考える。従って，今後はよりサンプル数を増やすとともに，多様なバックグラウンドを持つ在日外国籍の方々に対してアンケートを実施していくことで，さらに詳細な日本の外国人受け入れの実態把握に努めたい。

2点目は、今回の調査を通して明らかにした日本の外国人受けれ政策の実情と課題，加えて日本に移住した外国籍の方が直面している困難を1人でも多くの人に知ってもらい，日本の移民政策の問題点について関心を持ってもうことができるようSNSやメディアを通しての発信など啓蒙活動にも取り組んでいきたい。

3点目は、日本の外国人受け入れ政策のより正確な実態把握に向けて、在日外国籍の方だけではなく、実際に外国人支援に取り組んでいる市役所や地域NPOなどの方に対しても日本の外国人受け入れ政策についての調査を行なっていきたい。

10. 終わりに

外国籍の方の日本での生活がより良いものになるよう今後もより良い調査を通して日本の移民政策の課題を明らかにするとともに，今後の移民政策のあり方について絶えず考え，実現に向けて働き続けていきたい

謝辞

本研究を実施するにあたって，武蔵野市在住の在日外国籍の方を紹介してくださった武蔵野市国際交流協会会の村田様、又調査にご協力いただいた在日外国籍のケフィン　ヨハル様並びに本校ALT教員・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訂正をしてくださった指導教員のお三方に特別の感謝を申し上げます。

参考文献

（1）移住労働者と連帯する全国ネットワーク（編）（2006）『多国籍住民との共存に向けて　NGOからの提言』，現代人分社・大学図書，11項

（2）藤本麻亜華，『増加する外国人労働者と日本における移民政策のあり方』，p207–p229，2019年

（3）山田亮介，『日本における移民・外国人労働者受け入れ政策の現状』，p127–p136，2019年

（4）難民支援協会のホームページより
https://www.refugee.or.jp/report/refugee/2017/11/post_453/（2023年6月16日閲覧）

日本人の幸福度向上における個人的に適したコミュニティ参画の必要性

稲葉剣斗*1

指導教員：竹内一樹*2・草野昂志郎*2・三岡恵子*2

Email:kazuki_takeuchi@shotoku.ed.jp

*1: 私立聖徳学園高等学校3年生

*2: 私立聖徳学園高等学校

◎Key Words　　中軽度ヤングケアラー，ヤングケアラー政策，幸福，コミュニティ

1.　はじめに

日本人の幸福度が発展途上国に比べて高いのは，衛生環境が整っているからである。このように個人の主観を離れた幸福度の種類を，客観的幸福度という。しかし、日本人の平均幸福度を下げているのも、この客観的幸福度によるものである。幸福度が下がる生き方は様々あるが、その中でも今回は、ヤングケアラーに注目する。そしてヤングケアラーの幸福度を上げるために，ロバート・ウォールディンガー氏の「人間関係を作ることこそが幸せで健康な暮らしにつながる」という言葉(1)を引用し，地域の居場所に参加することが適切と考える。ヤングケアラーとは，本来大人が担うと想定されている家事や家族の世話などを日常的に行っているこどものことであり，自身もヤングケアラーに該当する。私は学校，地域で啓発活動をはじめ行政視点から考えるために，地域の社会福祉協議会の企画の策定にも委員として参加した。本研究では他の当事者へのヒヤリングや自身の経験からヤングケアラーの属性を把握し，ヤングケアラーの支援にも居場所参加が効果的であり，ヤングケアラーの支援形態をより良くすれば，生活に余裕ができ，地域などにある居場所参加を可能にすることができるという仮説を検証する。

2.　研究の目的

本研究の目的は，自身のヤングケアラーの経験と他のヤングケアラーへの調査から，ヤングケアラーの生の声を公表し，ヤングケアラーという言葉に対して当事者，そして社会がどう受け止めているのかを考え，居場所運営をどのように取り込むかについても当事者の意見を広める。

3.　日本国内のヤングケアラー支援の現状

ヤングケアラーの支援を行う省庁は2023年4月1に設立された，こども家庭庁である。

国全体として行っているヤングケアラー支援は「ヤングケアラー支援体制構築モデル」において，細かい内容を規定されている(2)。内容は主に以下の3点である。

1つ目はヤングケアラー・コーディネーターの配置である。各自治体に配置され，ケアマネージャーや社会福祉士，介護福祉士がこれを担当し，ヤングケアラーを発見するのを役割とする。

2つ目にピアサポートの推進である。支援されているオンラインサロンに当事者が参加し，当事者同士，またはそれ以外に悩みを共有できる。

3つ目は公的介護保険である。要介護判定を受けた場合に，家での訪問介護，訪問入浴を受けられる在宅サービスや，特別養護老人ホームに入所して日常生活の支援を受ける施設型サービスなどがある。

他にも介護休業や介護休暇の仕組みがあり，介護者の休みの取得が可能である。

4.　日本のヤングケアラー支援の課題

上記事項を鑑みると，ヤングケアラー支援は充足しているように見えるが，行き届いていないのが現状である。行き届いていないこと，それが起こる理由について2点を提示する。

1つ目に、ヤングケアラーが発見できていない，制度が使われないことが大きな課題である(3)。行政が住民1人1人を注視するのは難しく，本人からの意思表示が大切である。しかし，ヤングケアラーにとって介護をする生活は当たり前であり，自身がヤングケアラーと自覚するのは僅かな数である。

2つ目に，制度自体の問題である(4)。制度では，

公的介護保険で要介護判定を受けたら支援が受けられる。だがその支援はヤングケアラーに適切ではない。ヤングケアラーは被介護者を福祉施設に入れられずに発生するので，金銭的余裕がない場合が多い。対象者がそのような状況であるにもかかわらず，福祉施設の使用料は要介護上昇に応じて値上がりし，ヤングケアラー関係の制度は，使用を認める程度なので，金銭的支援は乏しい。本来充実するはずの「マイナス水準のものをゼロの水準にする」という福祉の考え方が疎かにされ，その一方で居場所作りなどの「ゼロをプラスにする」，始めやすい非福祉的な支援が多く行われている。

5. 研究調査について

5.1. 目的

本調査の目的は，自身が考えているヤングケアラー支援の問題点を，他のヤングケアラーがどのように捉えているかを調査し，ヤングケアラーの求めている事と，現在の制度の面から「ヤングケアラーという言葉が生まれた理由」が，「当事者の心の拠り所となり、行政が支援しやすくするため」であるという仮説を立て、正しいかを検証する。

5.2. 調査の概要

調査を実施するにあたり，意見がすでに公になっている学校にも行けない状態のヤングケアラーではなく，今まで注目されてこなかった「中軽度ヤングケアラー」が，日々どのような介護をし，何を必要としているかを以下の項目から調査した。自身も「中軽度ヤングケアラー」の1人であるので，自身に加えて，現役中軽度ヤングケアラー2人にインタビューを行った。

図1 現役「中軽度ヤングケアラー」の質問内容

①介護対象
②自身以外の介護参加者
③介護の頻度・内容
④社会福祉協議会・行政をどれくらい利用しているか
⑤医療・看護視点からの状態把握
⑥ヤングケアラーで何を失ったか
⑦ヤングケアラーの経験から何を得たか
⑧ヤングケアラーという言葉をどう思うか・自身が該当すると思うか
⑨行政に対して思うこと

6. アンケート結果

実施したアンケートの結果概要を以下項目ごとに示す。

質問項目①：介護対象は分散しており，母親，父親，祖父であった。

質問項目②：他の介護参加者に共通していたことは，家族が参加していることだ。他にもヘルパーがほぼ毎日介護に参加する事例もあったが，どちらにせよ，これが「中軽度ヤングケアラー」に踏みとどまっている理由である。学校に居る時間やその他課外活動などの，ヤングケアラーがいない時間を補填する存在がいることがいかに大切かを実感できる。

質問項目③：介護の頻度はほぼ毎日の意見がある一方，週で4時間程度の意見もあった。内容の例として出たのは，食事を食べさせる，着替え，トイレでの介助，入浴介助，家の中の誘導，着替えなど一般的に「ヤングケアラー」と言われて想像が沸きやすいことの他にも，料理，歯磨きの介助，洗濯物干し，ゴミ出しといった一般的な家事をこなす必要がある。

質問項目④：自身は普段から社会福祉協議会を利用しているため，一方的に他の2人も社会福祉協議会を活用しているのかと思った。しかし実際には存在を知らなかったり，知っていたとしても具体的な支援の想像がつかず，行く勇気がないとの意見が出た。このことから，支援においてまず支援窓口を知られること，そして支援内容を明確化することが大切であると感じた。

質問項目⑤：意思疎通が図りにくい状態で介護を行っているのは私のみであり，他の2人は意思確認の重要性を述べた。意思確認の中でも目を見て話す大切さを1人は強く論じ，また昨今問題になるヘルパーと被介護者のすれ違いの一因には，ヘルパーの意思が先行し，被介護者への意思確認が少なくなってしまうことがあるのではないか，と述べた。

質問項目⑥：対象者が「中軽度ヤングケアラー」であるので学校には全員行けているが，放課後や休日に友人と交流する時間がなく，深い人間関係を築けなかったことが挙げられた。

質問項目⑦：ヤングケアラーとして生活する中で身についたものとして3人が合致したのは，生活力の向上であった。日々料理，掃除をする私たちにとって家事は自然にできるようになったものである。他にも家族との時間が増えたと捉える意見や，他の人から「（内面が）大人びているね」と言われることが多いと答える意見もあった。おそらく介護が日常化している影響と考えられる。

質問項目⑧：私以外の2人は自身がヤングケアラーということを自覚していなかった。どうしても更に重度な人たちをヤングケアラーとイメージしてしまい，中軽度であればあるほどヤングケアラーと自覚しにくくなる傾向があるのだろう。
質問項目⑨：日々介護を行う身として，行政には人が人を介護をする理由を考え，被介護者も全てを行ってもらうのを望んでいないことをわかってもらいたい，との意見が出た。

7. アンケートからの考察

これらのアンケートから考察を述べる。

1点目は，ヤングケアラーでかつヤングケアラーを自覚しているのはごく僅かであるということだ。学校に通えないような，社会のイメージ通りのヤングケアラーは，そもそもヤングケアラーのワードを知る機会が無く，自覚できることが少ない。一方で今回ターゲットにした「中軽度ヤングケアラー」は，知る機会こそ多いものの，ヤングケアラーで紹介される事例が自身の置かれている状況と乖離しているため，自覚できないことが多い。自覚ができないことによる当事者の減少，それが適切な支援を求められず、行政も名前を付けるのみの支援で終わってしまっている現状を引き起こす原因になっているのではないか。

2点目は，ヤングケアラーという言葉は，当事者が求めた以外にも社会，特に行政が求めたのではないかということだ。行政施策，インタビューを通して，問題提起する人に対してヤングケアラーの言葉の知名度がやけに高いことに気づいた。このことは行政による宣伝やマスコミ報道による効果であるが，なぜここまで宣伝をしたのか。それはインターネットで既に多くの人に知られた大変な若者に，行政が何らかの施策を打った事を示したかったからなのではないか。その裏付けとして，意味をあまり持たない支援形態しか現時点では存在しない。

8. 今後のヤングケアラー施策と幸福度の上昇について

先行研究や本調査を踏まえて、これから必要なことは，ヤングケアラーのしっかりとした定義である。はじめに「ヤングケアラーとは，本来大人が担うと想定されている家事や家族の世話などを日常的に行っているこどものことである」と引用をしたが，こどもの年齢も定義されておらず，18歳以下というのはイギリス法からの引用に過ぎない。これが，ヤングケアラーの当事者が自信を持って当事者と言えない理由と考える。つまり，当事者を見つける現在の施策を中心に置くのではなく、当事者自身から申告できるような準備が必要である。その結果，ヤングケアラーのための施策をヤングケアラーが提案することができる。そして自らの生活を向上することができれば余裕ができ，時間を持つ人しか参加できない地域の居場所への参加も，果たせるのではないか。

ここで社会に存在する全てのコミュニティがどのような属性を持つのか，そしてヤングケアラー以外の社会的な孤立をしている人々がどのような考えを持っているのかは分からない。しかし，今回はヤングケアラーの事例は他にも応用できると考える。同じように社会的に孤立している人が地域やオンライン上の居場所に参加できるようになれば，日本人の幸福度を引き上げられるはずだ。

9. 今後の展望

これらの調査から，更にヤングケアラーの自覚を多くの人に促していくことが重要だと考える。これからも現在行っている，ヤングケアラーと思われるような生活をしている人を見つけ出し、インターネット上でコンタクトをとる活動を続け，特にSNSやWEB会議サービスなどを利用してコミュニティ運営を実施していく。自身もヤングケアラーである私にとって、インターネットを使う居場所作りは、場所を選ばずに出来るので，実行しやすいものである。

更に，ヤングケアラーの中には，学校や課外活動を行えない人も多い。その人たちの意見を代弁するために，社会福祉協議会の委員の立場から実際に感じている事を行政に伝える活動をこれからも行っていく。

10. おわりに

現状のヤングケアラーの施策を改善するために，ヤングケアラーの自認が大切である。そのためにこれからもヒヤリングをして他のヤングケアラーの意見を取り入れつつ，ヤングケアラーとしての要望を行政の場に届けていきたい。そしてヤングケアラーの生活が向上した暁には，地域の居場所などに参加する余裕が生まれ，ヤングケアラーの幸福度向上，ひいては日本人全体の幸福度向上に繋がるはずだ。

謝辞

本研究を実施するにあたって，調布市のヤングケアラー支援の現状をお教えいただきました吉田様、そしてアンケートを受けてくださいましたお二人に感謝を申し上げます。また，本論文の作成に協力い

ただきました先生方にも深く感謝いたします。

参考文献

（1）ハーバード大学「health and happiness go hand in hand」：（https://www.health.harvard.edu/mind-and-mood/health-and-happiness-go-hand-in-hand3）
（2）厚生労働省「ヤングケアラー支援体制強化事業の実施について」：www.mhlw.go.jp/content/11920000/yongcarer_support_20220331.pdf
日本総合研究所「ヤングケアラーの実態に関する調査研究」：https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/column/opinion/detail/2021_13332.pdf
（4）NHK「ヤングケアラー　国がまとめた4つの支援策って？：https://www.nhkhutoken/wr/20210601yc_a01.html.or.jp/s

日本の中高生が言うところの「神」とは何なのか
～複数の語義とその使い分けについて～

石島 茉優[*1]
指導教員：竹内 一樹[*2]・草野 昂志郎[*2]・三岡 恵子[*2]
Email: kazuki_takeuchi@shotoku.ed.jp

*1: 聖徳学園高等学校３年
*2: 聖徳学園中学・高等学校

◎Key Words　　宗教，思想文化，国際交流

1.　はじめに

この研究を行うにあたって契機となったのは，2022 年の 7 月に日本で働くインドネシア人の子どもが集まる学校との間に行われた校内での交流会に参加したことである。相手方のほとんどはイスラーム教徒で，交流会が始まる前に「お祈りの時間だから」と席を外された。知識としてはわかっていても，いざ実際にお祈りの時間というものを目にしてはじめてその習慣が実在することを意識するに至った。そして，イスラーム教以外にも，例えばカトリックのミサやプロテスタントの日曜巡礼，仏教の読経や五体投地など，知識として持っていた宗教的習慣がこのように行われているのだろうと，この世界に存在する宗教すべてに対して現実味が増したのであった。

この経験から，本稿では「宗教」を「複数の信者が共通のものを信仰し，共通の規則に則っている」状態，転じて「共通の世界観を持っている」状態と定義し，研究を行うこととした。

2.　仮説

人類史と宗教とは切り離すことが困難である。なぜなら，信仰というのは人々を取りまとめ得る一つの強大な手段であるからだ。ゆえに，宗教と神の存在もまた切り離すことが困難である。しかし，現代における日本の中高生は宗教的な意図を持たずに「神」という語を使用することがある。この中高生の神への関わり方を論じるうえで，現代人の宗教離れが大きく影響していることは否定するまでもないだろう[(1)]。

このように，日本人，こと中高生にとって宗教とは遠い存在であると言えるが，一方で「神」という語は中高生の日常会話の中で頻繁に用いられる。そこには神という語が神そのものの存在を示すのではなく，単に能力の高さや調子が良好な状態を指し示す形容詞的用法で用いられているといった背景があるのではないかと考えた。つまり，神という語は宗教から離れ，より身近な語句用法としての立ち位置を獲得しつつあるということに着目した。

しかしながら，海外では依然として伝統的な宗教と神の関係は継続されていると考えるのが妥当である。例えばイスラーム教徒などは，不変にその習慣を引き継ぐ信徒の代表例と言えよう。この日本と海外での宗教の捉え方に対する相違が，こと国際交流という分野では顕著に表れ心理的に深い関係を築き上げる妨げになっているのではないかと考えた。

本稿は，日本の中高生の使用する神という語の語法を解き明かすことによって互いの価値観に対する知見を広め，その中で共通項を模索し合うような，国際的により緊密かつ相互的な交流関係を形成する一助として，宗教的視点を持つことを提案することを目指すものである。

3.　中高生の信仰と，「神」という語への認識

3.1　アンケート結果とその考察

中高生が用いる「神」という語への認識を調査するにあたって，回答者の信仰の有無，信仰の詳細，そして「キリスト教の神」「日本の神」「日常会話上の『神』」それぞれについて思い浮かべるものについてのアンケートを聖徳学園中学・高等学校に在籍する 72 名の中高生に回答してもらった。以下は Google フォームで作成し，校内 SNS である「Talknote」に配信して行ったアンケートの結果を表にまとめたものである。

表1　中高生の信仰の有無と詳細

あなたは何らかの宗教を信仰していますか？
はい：9 人　いいえ：63 人
はいと答えた人に質問です。それはどのような宗教ですか？
キリスト教（宗派は問わない）：1 人 イスラーム教（宗派は問わない）：0 人 仏教（宗派は問わない）：4 人 上記にないその他の宗教：4 人 答えたくない：0 人
いいえと答えた人に質問です。あなたの信仰に関する考えにもっとも近いものを選択してください。
無宗教（神やそれに類する存在は認める）：37 人 無神論（神やそれに類する存在を認めない）：13 人 その他：7 人 答えたくない：6 人

表1より，特定の宗教は信仰していないと答えた回答者がおよそ 86%を占めているとわかる。これは 2020 年時点のフランスでの「宗教を信じていない（無神論）」割合が 29%であった(2)ことや，2021 年時点におけるアメリカ合衆国での「信仰を持たない」者の割合が人口の 23%であった(2)こと，そして海外諸国の中でも「無宗教」と答えた人の割合が 48%と多かった 2018 年時点のニュージーランド(3)と比較しても多いと言えよう。その上，日本では無宗教と回答した者が 60%弱おり，特定の宗教は信仰していなものの神の存在は信じている，という日本の中高生が多いことがうかがい知れる。[1]

表2　「キリスト教の神」で思い浮かべるもの

信仰：	ｷﾘｽﾄ	ｷﾘｽﾄの父	ﾏﾘｱ	ｾﾞｳｽ	他[2]
仏教	2	1	-	1	-
ｷﾘｽﾄ教	-	1	-	-	-
他教	2	-	-	-	1
無宗教	29	5	1	1	1
無神論	9	2	2	-	-
他	10	-	-	1	2
計	53	9	3	3	4

表3　「日本の神」で思い浮かべるもの

信仰：	ｱﾏﾃﾗｽ	八百万の神	天皇	仏	他[3]
仏教	-	3	-	1	-
ｷﾘｽﾄ教	1	-	-	-	-
他教	-	2	-	-	1
無宗教	9	4	3	4	15
無神論	5	4	2	-	1
他	4	1	2	1	5
計	19	14	7	6	22

表2，3，4は自由回答式の質問であったために全員が回答を行ったわけではないが，9割以上の回答者がなんらかの回答を行った。表2からは信仰の有無や内容に関わらず「キリスト教の神」は「イエス・キリスト」であるという認識が一般的であることが読み取れる。また，表3では表記の都合上「アマテラス」以外の神の名前の回答については他で一括りにしてしまった[3]のも手伝ってか，回答が割れている。それを抜きにしても「八百万の神」といった特定の神を指さない名称や「仏」，「天皇」など，キリスト教の神を問われた場合と比較して回答の幅の広さが特徴的だ。また，どちらの場合においても神の存在を示す固有名詞の回答が多かったことも念頭に置くべきだろう。

表4　「日常会話上の『神』」で思い浮かべるもの

信仰：	褒め言葉的用法	宗教的用法	他[4]
仏教	2	2	-
ｷﾘｽﾄ教	-	1	-
他教	4	-	-
無宗教	23	11	3
無神論	9	3	-
他	6	4	3
計	44	21	6

表4からは宗教的な意味合いではなく褒め言葉として「神」という語を日常的に用いている中高生が全体のおよそ 3 分の 2 を占めていることがわかる。具体的な回答としては「すばらしい」や「天才的」，「すごい」などが多く見られた。

[1] ここで示されているパーセンテージはすべておよその数であるため、厳密な数字とは異なる場合がある。

[2] ここでのその他の例としては「神聖なもの」や「神と悪魔の存在」といったもの。

[3] ここでのその他の例としては「スサノオ」「イザナミ」といった固有の神の名前や，「七福神」「神社」といったもの。

[4] ここでのその他の例としては特定の曲名など。

3.2　アンケート結果からの推察

以上の結果より，「知識としての『神』」，つまり神の存在は複数のものを指し，また「日常会話上で用いられる『神』」は宗教的存在を示さない場合，多くは褒め言葉として使用されていることがわかる。

神の存在はそこに「〇〇教の神」という指定をされることによって変化するものであり，個人がその知識を持っている場合には具体的な名称を，そうでない場合は大まかな印象を回答する傾向が見られる。

しかし「日常会話上で用いられる『神』」も完全に宗教的意味合いを失っているわけではない。アンケートからもわかる通り３分の１は宗教的意味合いを持つ回答（「天上の存在」,「不可視なもの」,「なんとなく畏怖の念を持つ大きな存在」など）をしている上，褒め言葉と分類した中にも「神のように素晴らしい」や「まじ救われた」など宗教的意味合いから転じて褒め言葉として用いられているものも多く見られたからである。

このことから，日本の中高生にとって「神」という語は非常に身近なものであり，そこから転じて褒め言葉などプラスの語として用いられているのが一般的用法であるということがわかる。

4.　研究の活用

4.1　日本と海外諸国の無宗教，無神論

海外諸国，こと欧米においては無宗教と無神論はしばしば混同される傾向にあり，またそれらは無政府主義などの革命的な思想と結び付けられることが少なくない。背景として，本稿で宗教の定義とした「共通の規範に則る」ことをしないことが法を犯すことに繋がると思われているのかもしれない。しかし，上記の調査結果から，日本の中高生が自認する無宗教や無神論といった属性は，必ずしも革命的思想を指し示すものではないことが推察される。それは彼らが信仰とは別に知識として神を認識し，日常会話上で宗教的意味合いを持たず神という語を使用することからも明らかである。

そもそも（これは一つの研究テーマとして重要なものであるためここでは軽くしか触れないが）日本人の信仰に関しては，神道を宗教とするのか，はたまた祖先崇拝を宗教とするのか，など慣習と宗教を切り離すことが困難である。それゆえ他国の物差しで日本の宗教観を測るのが適切ではないというのは，島薗進氏が著書で「『国家神道』は『宗教』ではない国家統治の儀礼（祭）や道徳の教え（教）の領域の事柄であり，その限りで『祭政一致』や『祭政教一致』は成り立つべきものとされていた。その意味で『祭政一致』に関わる国家や政治の儀礼や教えと，一人一人の心の事柄である『宗教』の領域は別個のものとされていた。」と述べている[(4)]ことからも明らかである。

4.2　信仰への自覚の重要性

他国に訪れた際に無宗教や無神論の者であると何の注釈もなしに伝えてしまえば，無用の誤解を招いてしまうであろうことは想像に難くない。日本人が必ずしも他国の事情に明るくはないように，他国の人間が日本の事情に明るいとは限らないからである。

ゆえに，日本人が自身の信仰について適切に理解し，それを言語化できることが望ましい。宗教を信ずるものにとって信仰は人間の根幹を成すものであり，理解を深めんとする姿勢はそれだけで真摯さを演出し，無用の誤解を防ぐ一助にすらなり得るからだ。海外を訪れる際に，わずかでも価値観が違うということを念頭に置いておくだけで，より円滑な国際交流が望めるだろう。

日本と海外との宗教観の差というものを知識や知見といったもので埋めることは不可能なことではない。むしろ，相手の宗教観や文化といったものに興味を持つことが，一つの敬意の示し方であり，円滑な国際交流に欠かせない態度なのではないだろうか。

5.　おわりに

本稿では日本の中高生の「神」という言葉への関わりかた，および使い方について論じた。契機こそイスラーム教徒との交流であったが，この研究は国際交流のさらなる発展，こと日本人の海外進出に関して生きるだろう。宗教的観点から日本人の価値観を探り，生かしていく上での課題として，１．比較対象となる他国のデータ収集　２．中高生以外の世代への調査などが挙げられる。これらの課題からもわかる通り，より広い範囲でのデータ収集が重要であるということを念頭において，日本人の国際化に生きるような情報を収集し，伝えていくことを目指していきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり，聖徳学園アカデミックアドバイザーである山名和樹先生に多大なるご協力をいただいたことを，この場を借りて厚く感謝いたします。

また，本稿を作成するにあたりアンケートに回答をしてくださった聖徳学園中学・高等学校に在籍する 72 名の

生徒のみなさま，および声掛け等で協力してくださった聖徳学園教職員のみなさまと，本稿を読んで意見や訂正をしてくださった指導教員のお三方，久保圭司先生，山田将大先生に特別の感謝を申し上げます。

参考文献

(1) 文化庁宗務課（2022-12-9）.「2022 年度宗教統計調査「『主要推移の推移　教師・信者数』」. e-Stat. https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003284680,（最終閲覧日：2023-6-26）

(2) 文化庁宗務課(2022)「海外の宗教事情に関する調査報告書」p85，p133

(3) Stats NZ Tatauranga Aotearoa(2018).「2018 Census place summaries『New Zealand』」. Stats NZ Tatauranga Aotearoa. https://www.stats.govt.nz/tools/2018-census-place-summaries/new-zealand,（最終閲覧日：2023-6-29）

(4) 島薗進（2012）.『国家神道と日本人』p7. 岩波書店

有機野菜が健康であることを広め 家庭料理への活用してもらうために

八巻　成那[*1]
指導教員：松岡　大地[*2]
daichimatsuoka1@gmail.com
*1：九里学園高等学校プログレスコース２年
*2：九里学園高等学校

◎Key Words　　有機野菜，安全，販路拡大，情報発信

１　問題所在

現在、SDGs が広がっている今、有機野菜がメディアで多く取り上げて報道されている。「有機農業は、農業の自然循環機能の増進や環境に対する負荷が少ない生産方法に加え、 食の安全・安心に対する消費者ニーズの多様化とともに地産地消や食育という観点から、世界的に関心が高まっている。(1)」（高畠町，2021）しかし、実際にスーパーマーケットで販売している有機野菜の品数は少ない。また、販売経路も少ない。農林水産省においても、2021 年にみどりの食料システム戦略推進のための一つの方策(2) として、販路拡大を課題として挙げている。

販路拡大について、オーガニックビレッジ申請市町村のうち「39 地区の中で，学校給食への販路開拓や拡大を挙げている市町村が 29 に上る (2)」（西村，2023）ことが分かっている。そこで、学校給食について有機農家に実際にインタビューした。学校給食の販路拡大については、拡大したいと思ってはいるが、学校給食に対して生産量が安定しないため厳しいと述べていた。一方で、有機野菜を若い世代にも食べてもらい、有機野菜の魅力を知ってもらいとも述べていた。

学校給食での販路拡大では、生産量が不安定なため向いていない。そこで規模が小さく、また若い世代に有機野菜の魅力を伝えられるような場として、産婦人科が適切だと考えた。適切だと考える理由は、残留農薬から見て有機野菜は健康的であるからでる。**鈴木**（2021）は、タイでは農薬である、パラコート（除草剤）やクロルピリホス、グルホサート（殺虫剤）を健康への悪影響が懸念されると 2019 年に所有自体が禁止されている。(3) しかし日本ではパラコートとクロルピリホスの使用は禁止されておらず、多くの農家が依然として使用していると述べている。残留農薬は体内に蓄積するため、健康への影響は無視できない。

妊婦は、妊娠する前よりも健康意識が高まるため、有機野菜の健康面での魅力を伝える対象に適している。さらに産婦人科は学校よりも人数が少ないため、有機野菜の生産量が不足する心配は少ない。従って、有機野菜の販売拡大には産婦人科が適していると考えた。また、有機野菜を病院食に取り入れ、実際に食べてもらうことで有機野菜の魅力を感じられるのではないだろうか。

よって本研究の目的は、妊婦と胎児の健康にとって有効な有機野菜を安心して使用できることや、産婦人科を通して有機野菜の魅力を学んでもらうことを目的とする。本稿では有機野菜の魅力に関する情報発信に向けて、有機野菜が病院食として実際に使用されているのか調査し、その理由を明らかにする。

２　病院での有機野菜使用状況について

（１）調査方法

山形県内のどれくらいの産婦人科が、有機野菜を使った病院食を使用しているのかアンケートを用いて調査した。１８施設に電話依頼したところ、１１施設でアンケートを実施することができた。依頼文書を郵送し、有機野菜を使用した病院食を提供しているか、その理由も回答してもらった。なお、回答は QR コードから Google フォームで行ってもらった。

（２）調査結果

提供していない病院が過半数を占めていた。過半数を占めた理由について調査したところ、以下の理由が挙げられた。

- 流通が少ない。
- 虫が異物混入になった場合や虫食いの葉があった場合嫌と感じる人が多い。
- 規格や品質が一定ではない。
- 有機野菜に関する知識不足。
- コストが高いと回答した。
- 特にコストが高い

第１表　有機野菜を使用した病院食を提供しているか

している	2
していない	9

第２表　提供していない９つの病院

病院名	公立･私立	診療科
病院Ｃ	公立	婦人科
病院Ｄ	公立	産婦人科
病院Ｆ	公立	産婦人科
病院Ｇ	公立	産婦人科
病院Ｈ	公立	婦人科
病院Ｉ	市立	産婦人科
病院Ｊ	公立	産婦人科
病院Ｋ	公立	産婦人科
病院Ｌ	市立	産婦人科

有機野菜を使った病院食を提供している理由について、第３表の結果となった。これらから、提供していないところではコスト面を重視していたが、提供しているところでは安全安心を重視していた。安心安全を重視している理由についてインタビュー調査をした。

第３表　有機野菜を使用した病院食を提供している理由

病院名	メリット	デメリット
病院Ａ	体に害がない	野菜に虫が食べた跡が残る
病院Ｂ	安心安全	時々虫がついている
	地元の農家さん、業者さんと連携しているため、入手しやすい	

（３）病院へのインタビュー調査

協力者は産婦人科 B である。インタビューは以下の質問項目に基づき面接法で行った。

①なぜ有機野菜を取り入れたのか
②有機野菜を取り入れたメリット、デメリットは何か
③有機野菜を食した時の反応

（４）　インタビュー結果

①なぜ有機野菜を取り入れたのか

営業して 80 年間たまたま仕入れたのが有機野菜だった。有機野菜の菜っ葉類を使用している。

②有機野菜を取り入れたメリット、デメリットは何か

メリット：

一般的な野菜だとすぐに使用しないとしなしなになってしまうが、有機野菜は 1 週間日持ちし、パリパリ覚も残ること。
えぐみがないので食べやすい。
産婦は胎児を産んだ後に便通に悩むことがあるが、有機野菜が便通を良くしている。
彩りが良い。
料理に扱いやすい。
はじめは土からとれた有機野菜だったが、工業生産のものに変更した。
野菜は洗いすぎると、ビタミンが減るので、虫がついた有機野菜はしっかり洗わないといけなかったが、変更してからさっと洗うだけでよかったので、強みに変える事が出来た。

デメリット：

虫が付きやすい。
手間が掛る。
コスト面などであった。

③有機野菜を食した時の妊婦や産婦の反応

有機野菜を提供していること自体発信していないため不明である。

３　考察

病院Ｂは有機野菜の安心安全という魅力を患者に発信できていなかった。よって、多くの人に有機野菜の魅力を伝えきれなかったと考えられる。そのため、患者は慣行農業の野菜だと思って食べている可能性がある。これでは、有機野菜の関心や認識を高めることができないため、情報発信する機会を設けていくことが必要であると考えた。

４　おわりに

本研究は、有機野菜の魅力を、産婦人科を通して妊婦に学んでもらうことを目的とし、本稿では有機野菜に関するリーフレット作成に向けて、有機野菜が病院食として実際に使用されているのか、現状を調査した。

１１つの病院のうち、２つで提供されていることが分かった。９つの病院では提供しない理由について、コスト面を挙げていた。一方で、２つの病院では安全安心を重視して提供していた。病院Ｂは有機野菜を提供していると患者に発信していなかった。患者に有機野菜の魅力をより発信していくために、発信する機会を設けることが必要だと考えた。

そこで今後は、リーフレットを作成し、病院食を提供している産婦人科で、有機野菜の魅力を発信する。病院食と共に、リーフレットを配布してもらえるように交渉していく。安全性や重要性を理解してもらうために本稿の調査結果と残留農薬について記載する。有機野菜に対する興味関心が広がっていくのかどうか検証していく。

謝辞

この論文の執筆にあたり、多くの方々にお力添えいただきました。特に以下の方々に心から感謝の意を表します。

まず、有機農家興農舎の方々に感謝の意を表します。彼らの貴重な時間と情報提供により、論文の内容をより充実させることとなりました。また、彼らの温かいご協力に心より感謝を申し上げます。

次に産婦人科の方々に感謝の意を捧げます。多大なご協力により、貴重なデータを収集し、本研究の目的をより明確に示すことができました。

最後に、九里学園高等学校プログレスコースの松岡先生、太田先生に深く感謝いたします。彼らの知識、貴重な助言、そして研究全体の指導より、本論文を完成させることができました。心から感謝いたします。

心からの感謝を込めて、謝辞を述べさせていただきました。本当にありがとうございました。

参考文献

（1）　高畠町役場（２０２１）:高畠町有機農業推進計画(令和３年度）.
https://www.town.takahata.yamagata.jp/material/files/group/9/Organic_Agriculture_Promotion_Plan.pdf

（2）　西村順二（２０２３）:有機食料品市場の現状に見る有機野菜・果実市場展開の方向性と理論的拡張の可能性.甲南経営研究 第63巻第 3・4 号.

（3）　鈴木宣弘(2021):『農業消滅』,株式会社平凡社,114p.

地方における技能実習生の生活行動の分析と検討

勝見 薫[*1]
指導教員：太田 洋希[*2]
Email: yangxi.kunori@gmail.com

[*1]:山形県私立九里学園高等学校プログレスコース 3 年
[*2]:山形県私立九里学園高等学校

◎Key Words　多文化共生　技能実習生　地方における外国人

１．はじめに

(１)問題の所在と研究目的

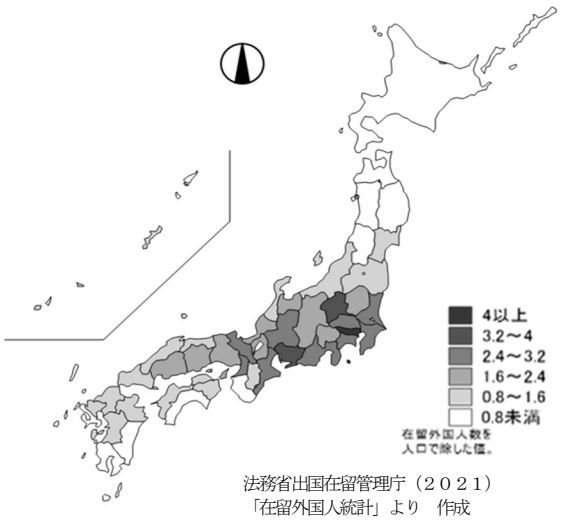
訪日外国人や日本に在住する外国人は，年々増加しており，我々との接点も徐々に増えつつある。観光，留学，技能実習などの短中期的な理由から訪日する外国人が多いが，長期的に住む外国人も居住している。

図 1 は，都道府県ごとの外国人の割合を示したものである。外国人が集住する地域には偏り，特に東京などの大都市に集中している。横浜や池袋，新大久保などのエスニックタウンも首都圏に分布している。一方地方は首都圏に比べると外国人の割合は小さく，本稿で対象とした山形県も割合は特に小さい。山形県は 7,826 人，米沢市には 742 人の外国人在住者が暮らしており，他都道府県に比べ少ないが一定数の外国人が暮らしているということも事実である(表 1)。

山形県米沢市にある九里学園高等学校にて実施した米沢市在住の外国人数名との座談会では，外国人が様々な情報をより得やすいのは地方よりも東京であるとの指摘があった。メディアに取り上げられる「外国」に関する情報も，新大久保などのエスニックタウンが多いと感じられる。実際に地方に住んでいる外国人からの指摘であり，都市と地方での情報格差の存在は無視できないといえよう。

日本における外国人に関連する研究では片岡(2016a)や山下(2016)などのエスニックマイノリティが集住するエスニックタウン研究があげられる。片岡(2016a)では，ブラジル人が多く集住する浜松市において，在日ブラジル人を対象に日常生活活動について調査を行った。生活活動の分析から，「自宅型」「家庭内完結・消費志向型」「家族外ネットワーク・消費志向型」に分類することができた。在日ブラジルの多くは，「家庭内完結・消費志向型」として，家庭内で完結する比較的閉ざされた個人的ネットワークの中で生活し，自宅内での余暇活動よりも，ショッピングモールなどの日本の大型商業施設で消費活動を送ることが多い。また，日本店を多く利用する「消費活動という側面に限定された同化」が在日ブラジル人の中で進行し，ホスト社会住民との接触機会が増加しており，このことがブラジル人とホスト住民側との間で，軋轢や偏見を生み出す可能性があると指摘している。また片岡は，ホスト住民との接点がきわめて少ない外国人を「顔の見えない」(つまり「可視化されない」)外国人と称している。日常生活の分析から就労以外の場面で「顔の見えない」状況がより進んでいる一方で，商業施設や娯楽施設における消費活動が多くみられ，接触の場面は限定されているものの，次第に「顔の見える」存在へと近づいてきていると論じた。

しかし，このように少しずつ「顔の見える」存在になりつつある外国人は，エスニックタウンを形づくる外国人や，外国人が多く集住する地域に限られるであろう。一方で可視化されない外国人は，山形県などの



法務省出国在留管理庁（２０２１）
「在留外国人統計」より　作成

図１　都道府県ごとの外国人の割合

表１　在住外国人数とその割合

	在住外国人（人）	在住外国人の割合（%）
全国	2,887,116	2.30
東京都	560,180	4.01
大阪府	253,814	2.88
山形県	7,826	0.72
＊米沢市	742	0.92

厚生労働省山形労働局報道発表資料(令和４年度)より

表２　山形県における外国人労働者数の割合

在留資格	人数(人)	割合(%)
専門的・技術的分野	575	13.0
特定活動	91	2.1
技能実習	2,175	49.1
資格外活動	157	3.5
身分に基づく在留資格	1,429	32.3
不明	0	0.0
計	4,427	100

法務省出国在留管理庁（２０２１）「在留外国人統計」より

きわめて外国人が少ない地方部に多く存在すると推測でき，彼らのような外国人は何らかのコミュニティにほとんど属していない可能性が高く，地域から孤立している可能性が高いと考えられる。また表 2 によると山形県における在住資格別外国人労働者数のうち技能実習生は 49.1%と約半数を占めており，より地域から取り残された外国人が多いのではないかと考えられる。

可視化されやすい都市部やエスニックタウンに居住する外国人の生活やホスト社会との関係について論じられることは多いが，外国人数が少なく可視化されにくい一地方における外国人の生活などの実態を明らかにした研究などは管見の限りほとんど見られない。

以上より本研究では，山形県置賜地域に居住する，より何らかのコミュニティに属すことが少ないと考えられる技能実習生を対象に，日常の生活についてその実態を明らかにする。また，技能実習生とホスト社会との関わりや，コミュニティの在り方について考察し，彼らを取り巻く諸課題を解決するための方策を検討する。

（2）研究方法

生活活動調査アンケートを実施し，調査対象とする外国人の日常生活を分析する。それらの結果をもとに置賜地域に居住する技能実習生を取り巻く諸課題を明らかにし，それらを解決するための方策を地域の人々や諸団体と協働し検討する。

2．山形県置賜地域における技能実習生の生活行動

（1）調査方法

2022 年 6 月 20 日～26 日にかけて，山形県置賜地域在住の 18 名の技能実習を対象に調査をおこなった（表３）。質問項目は性別，国籍，滞在期間，ビザの種類，同居人，多くの人と交流をもちたいかについて日本語，英語，ベトナム語の３種類を配布した。生活活動日誌調査用紙（図２）は，平日と休日２種類を用意し，それぞれの１日の過ごし方を調査した。なお休日とはシフトが休みの日のことを指す。この活動日誌法は荒井ほか(1996)のフォーマットを参考にした。

（2）調査結果

回答者は，年齢は 20 歳から 25 歳，国籍はベトナムまたはインドネシアであった。これら 2 か国は近年置賜地域で増加傾向にある。ビザの種類は技能実習 1 号・2 号である(１号とは入国後 1 年目の技能などを習得する活動資格であり，2 号とは入国後 2.3 年目の技能等に習熟するため活動資格)。車を保有しておらず交通手段は基本的に自転車を使う人が多かった。外国人にとっ

表３　アンケート調査対象者

回答者	性別	年齢	国籍	滞在期間	ビザ	同居人
1	男	24	ベトナム	3 年未満	技能実習 2 号	実習生 2 人
2	男	25	ベトナム	3 年未満	技能実習 2 号	実習生 2 人
3	男	24	ベトナム	3 年未満	技能実習 2 号	実習生 2 人
4	男	24	ベトナム	3 年未満	技能実習 2 号	実習生 1 人
5	男	22	ベトナム	3 年未満	技能実習 2 号	実習生 1 人
6	女	20	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
7	女	21	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
8	女	20	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
9	女	20	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
10	女	23	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	なし
11	女	20	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
12	女	21	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
13	男	22	ベトナム	2 年未満	技能実習 2 号	実習生 1 人
14	男	22	ベトナム	1 年未満	技能実習 1 号	実習生 1 人
15	男	22	インドネシア	半年未満	技能実習 1 号	実習生 3 人
16	男	22	インドネシア	半年未満	技能実習 1 号	実習生 3 人
17	男	22	インドネシア	半年未満	技能実習 1 号	実習生 3 人
18	男	22	インドネシア	半年未満	技能実習 1 号	実習生 3 人

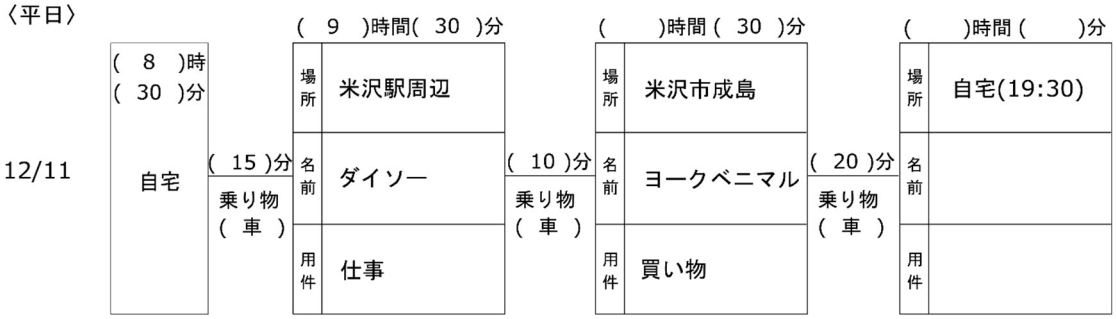


図２　　生活活動日誌調査用紙の回答例

		平均生活活動時間(時間)			ネットワークに所属する平均時間(時間)	
		就労時間	買い物時間	余暇時間	家族同居人	友人
平日	男性	8.0	0.3	0.0		
	女性	8.0	0.4	0.0		
休日	男性		0.6	11.0	11.4	
	女性		0.9	0.8	1.7	

図３　山形県米沢市における技能実習生の平日及び休日の平均生活活動時間

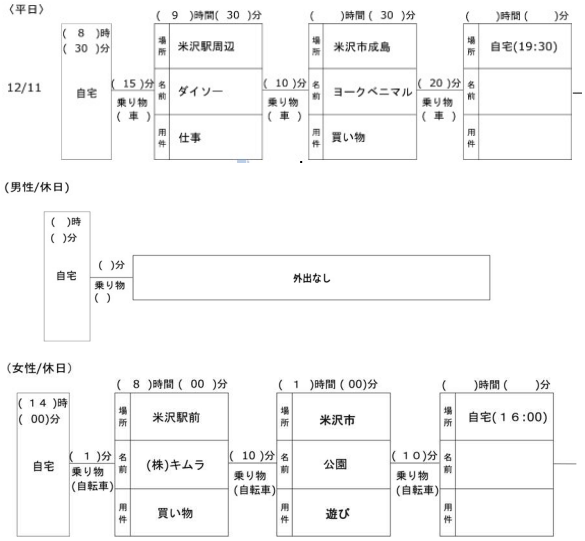


図４　「平日」「休日(男性)」「休日(女性)」のおもな回答パターン

て日本での運転免許の取得は言語の問題等もあり非常に難しいようである。そのため，買い物などの余暇活動や休日の娯楽は自転車での行動が可能な範囲の最寄りのスーパーや公園に限られていた。

特に男性と女性で差異が見られたのは休日の過ごし方である。ほとんどの女性は同居人や仕事の同僚と買い物に行ったり公園で体を動かすことが多く，行動人数も複数人で行動し，行動範囲も拡大することがわかった。男性の場合は自宅から一歩も出ないで過ごすいわゆる「自宅型」の人が多く見られた。また，今回協力いただいたすべての技能実習生が多くの人と交流をもちたいと回答していた。しかし，そう思っている反面，日々の生活の中では同じ技能実習生同士以外との交流はもっていなかった。

技能実習生は日本語や英語がほとんど話せない(日本語は簡単なフレーズ程度)。このことは技能実習生にとって他者と関わりをもちたくても，実際に関わりをもつことが難しくなっている一つの要因である。現状として男性の場合，一日中自宅で過ごす「自宅型」の傾向が見られ，女性の場合は買い物や公園で遊ぶなど地域の中に溶け込んでいるようにも見えるが，同居人同士などの限定されたコミュニティでのみ生活していることが多い。

３．地域と技能実習生とをつなぐ

(1)地域住民と外国人在住者をつなぐ米沢市国際交流協会(YIRA)

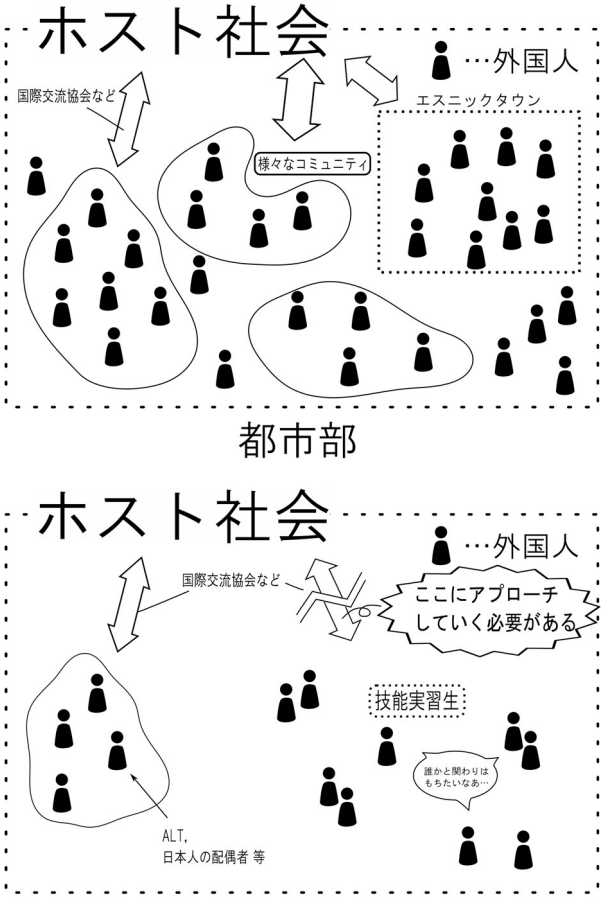


図５　都市部及び地方部におけるホスト社会と外国人との関わり

(筆者作成)

地域と外国人とをつなぐものとして各自治体にある国際交流協会などがあげられる。米沢市にも米沢市国際交流協会などがあり，平成８年３月に市民の国際交流に対する理解と関心を高めるための活動を行うとともに，関係機関等との相互理解と友好親善に寄与することを目的に設立された。

多言語読み聞かせ，国際理解講座，外国料理教室，餅つき新年会，親子外国料理教室など外国人居住者が地域住民とのコミュニティを作ることができるイベントを行っている。しかし，参加者は，日本人の会員が一番多く，外国人参加者については経済的にも余裕のある ALT，次いで日本人の配偶者や家族帯同ビザをもつ日本語教室に通う方の順で多いことがわかった。技能実習生の参加者は限りなくゼロに近く，参加者は常に同一であり，ごく限られた人々のコミュニティとなっている。さらに，米沢市国際交流協会の関係者によれば，外国人が米沢市に転入届を出す際，米沢市役所市民課より多言語生活情報，国際交流協会の案内，入会申込書等の案内書類を配布しているが，国際交流協会の入会につながるケースは少ないとのことである。さらに，経済的余裕と車を保有している ALT と比べると，技能実習生は残業が多く経済的余裕も行動範囲も限られることから技能実習生の参加者は増えないと予想される。

(2) 技能実習生と交流できるイベントの開催

これまでの情報をもとに，図 5 に都市部及び地方部

図6
2023 年5月に実施した
イベントの様子とチラシ

におけるホスト社会と外国人との関わりについて模式図を示した。地方部における本稿で対象としている技能実習生の多くは，他者と交流をもちたいと思っている反面，日々の生活では同じ技能実習生同士以外との関わりをもっていなかった。さらに先述のように，外国人に交流の機会を提供する役割を担う国際交流協会が，技能実習生に対してはほとんどアプローチできていない状況にある。そのことから，筆者は米沢市国際交流協会と協働し，技能実習生へのコミュニティ提供となるようなイベントを開催することにした。米沢市国際交流協会が技能実習生にうまくアプローチできていないことについては先述通りだが，技能実習生の参加を募るという点で何らかの工夫が必要である。

今年の 5 月に筆者はスポーツイベントを主催した。その際には技能実習生を多く雇用している企業に周知することを徹底した。共催として国際交流協会が関わっているという点で，企業側にとって技能実習生をイベントに参加させるという抵抗感が軽減されると思われる。今後は，7 月に国際料理教室，10 月は芋煮会，1 月に餅つき新年会を国際交流協会が主催し，著者が共催として技能実習生の取りまとめをおこなう計画を立てている(表5)。スポーツイベントには関係者も含め延べ 20 人，うち技能実習生 4 人が参加した。参加した技能実習生からは楽しかった，新しい友達ができた，また参加したいなどの感想があった。さらに技能実習生とは別に新規の外国人の方も数名参加し日本語教室に通うことも決まったようだ。また，10 月の芋煮会に合わせ，技能実習生と，地域住民，九里学園高等学校の生徒を対象にしたホームステイを企画検討中である。

4．おわりに

本研究では山形県置賜地域に在住する技能実習生を対象にホスト社会における日常の生活活動空間・時間について生活活動日誌データやアンケート調査を用いてその実態を明らかにするとともにホスト社会における技能実習生の特質や課題を考察し，取り巻く課題を解決するための方策を検討した。生活日誌データより仕事日は我々日本人と同様，自宅と職場の往復または仕事終わりに買い物に行く様子が見受けられた。休日は同じ技能実習生で同居人の仲間と買い物に行ったり公園で遊んだりして過ごすことがわかった。男性の場合，一日中家で過ごすという場合が多く，女性の場合日本人には見受けられない特徴として公園で遊ぶという傾向があった。アンケート調査では全員が多くの人と交流をもちたいと回答したが日々の生活の中では地域住民との交流の機会はなかった。そこで米沢市国際交流協会(YAIR)と協力し技能実習生が多くの人々と関わるきっかけとなるようなイベント開催した。しかし，たった数時間の交流だけではコミュニティの形成とはいえず，持続的なイベント開催が必要であろう。

表5　イベント開催の予定

日付	内容	主催・共催
5月27日	スポーツイベント	主催　筆者 共催　YIRA
7月	料理教室	主催　YIRA 共催　筆者
10月	芋煮会	主催　YIRA 共催　筆者
1月	餅つき新年会	主催　YIRA 共催　筆者

謝辞

本研究を進めるにあたり，九里学園高等学校プログレスコースの先生方には適切なご助言，様々な視点からのご指摘を賜りました。感想申し上げます。また，米沢市国際交流協会(YAIR)前事務局長横山昭子様，事務局長色摩彩佳様，国際交流委員シューベルトトリート B 様，また米沢市卸売業センター，株式会社フーディー，ナカノアパレル山形本社会場，技能実習生の方々には大変お世話になりました。深く感謝申し上げます。

参考文献

荒井良雄・岡本耕平・神谷浩夫・川口太郎（1996）『都市の空間と時間：生活活動の時間地理学』，古今書院.

池上重弘（2016）「浜松市と企業・大学・市民による外国人住民受け入れの経緯と課題」，『社会政策』8(1)，pp.57-68.

片岡博美（2016a）「エスニック集住成員とホスト社会との接点ーブラジル人移住の「日常」を分析するー」，山下清海編『世界との本の移住エスニック集団とホスト社会ー日本社会の多文化に向けたエスニックコンフリクト研究』明石書店.

片岡博美（2016b）「地域防災の中の「外国人」-エスニックシティ研究から「地域のコミュニティ」を問い直す為の一考察-」，『地理空間』9（3）,pp.285-299.

山下清海（2016）「ニューチャイナタウンの形成とホスト社会ー池袋チャイナタウンの事例を中心にー」，山下清海編『世界との本の移住エスニック集団とホスト社会ー日本社会の多文化に向けたエスニックコンフリクト研究』明石書店.

仙田武司・小菅扶温（2020）「外国人材受け入れの課題と地域日本語教室の役割-持続可能な地域づくりの観点から-」，『日本語教育』(176),pp.1-15.

相田華絵・森淑江（2021）「技能実習生の健康に関する分権研究-国際生活機能分類（ICF）を用いた一考察」，『産衛誌』63（5）,pp.162-178.

大規模言語モデルによる授業生成システムの開発

臼井 悠人*1　呉 陽登*1　守屋 燎吾*1　中島 陸貴*1　日室 佑輔*1　島田 憲人*1
指導教員：和田 貢*2
Email: mwada@g.nagano-c.ed.jp

*1: 長野県諏訪清陵高等学校 2 年
*2: 長野県諏訪清陵高等学校

◎Key Words　　LLM, GPT

1.　はじめに

近年，学校教育における人材不足は深刻化しており，教員は多忙な業務や指導要領の変更に対応するために大きな負担を抱えている。特に，学習指導要領改定により追加された新科目である情報 I などに対応できる指導教員の不足は目下の課題である。また、現在 ChatGPT, Stable Diffusion などの Generative AI の進歩が顕著である。そのため，私達はこの学校教育の問題を Generative AI によって緩和できるのではないかと考え，学校教員の負担を軽減し、効率的な授業資料の作成を支援することを目的としてシステムを開発した。

2.　使用するソフトウェア・ライブラリなど

2.1 Markdown

Markdown とは，文書を記述するための軽量マークアップ言語である。プレーンテキスト形式で入力でき，ChatGPT のレスポンスとして適しているため，この言語を採用した。

2.2 ChatGPT

OpenAI が 2022 年 11 月に公開した GPT モデルを用いた人工知能チャットボットである。今回のシステムでは，この ChatGPT の API を利用することで資料を作成した。今回使うモデルは GPT-3.5 である。

2.3 Embedding

Embedding とは，文章をベクトルに変換する事である。ベクトルにすることによって，文字列同士の関連性を測定できる。またこれにより，単語などの検索や分類ができるようになる。今回は Embedding のモデルとして OpenAI によって開発された text-embedding-ada-002 を使用する。

2.4 Chroma

Chroma は、ベクトルデータベースの一つである。ベクトルデータベースとは，ベクトル化した文章 を保存し，他の LLM への情報提供や，検索ツールとしての使用ができるものである。

2.5 LangChain

ChatGPT の機能拡張ライブラリ。 このような機能拡張ライブラリとして，Semantic Kernel，guidance などがあるが，最も有名なものが LangChain であり機能も豊富なため LangChain を選択した。具体的には，Chroma などのベクトルデータベースや，各 LLM（大規模言語モデル，Large Language Model）の API をラッピングして使うことができる。また，情報量も他のライブラリに比べて多く，開発期間が短かったことも考慮して，このライブラリを使用した。

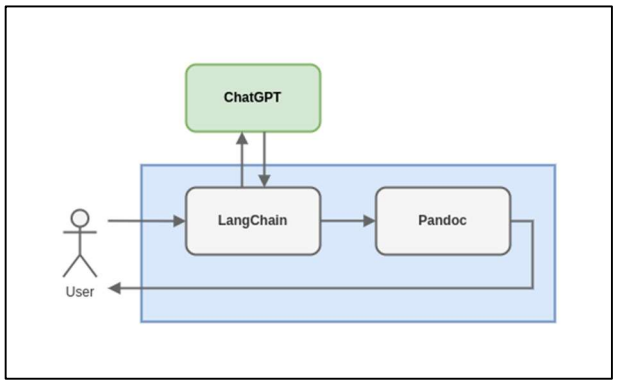
2.6 Pandoc

Pandoc は，Haskell 製のドキュメント変換ツールである。Pandoc により，Markdown，reStructuredText，HTML，LaTeX，PDF などの多様なフォーマットを相互に変換できる。

3.　システムの設計

本システムの設計は以下の図 1 のようになっている。

図 1 システムの設計



1. ユーザーからのリクエストをシステムが受け取る。
2. システムがユーザーから受け取ったリクエストを元にして，プロンプトを生成する。
3. 生成したプロンプト LangChain を通して ChatGPT API に送信する。この際、資料をベクトル化して読み込み、それをもとにした Markdown を生成する。今回は、資料として学習指導要領を読み込ませた。
4. この Markdown を PDF などの任意の形式に変換する。

4.　実装と詳細

4.1 ユーザーから LangChain へのリクエスト

質問の形でどのような資料を作ってほしいかをリクエストする。このリクエストは，REST API に準拠している。

4.2 生成に使うプロンプト

生成に使うプロンプトとして，次のようなプロンプ

トを使用した。

『化学の演習問題（授業資料）を作成してください。また、回答は Markdown 記法でしてください。PDF を必ず使う必要はありません。』

まず初めに何を作成して欲しいのか要求したうえで，その後，出力などに対する条件を加えた文章にした。１つ目の条件は出力形式である。今回の場合は Markdown を指定した。二つ目はベクトル化した学習指導要領に，生成した資料の内容が偏ることを防ぐために加えた。

4.3 プロンプトから Markdown を生成

プロンプトを LangChain を通して ChatGPT API に送信し，Markdown を生成する。この際，ベクトル化した学習指導要領が使用される。

5. 結果

5.1 演習問題

生成した演習問題は，以下の通りである。

図 2 生成した演習問題

化学の演習問題

1. 次の化学式をバランスさせてください。

   Mg + HCl → MgCl2 + H2

   回答：

   Mg + 2HCl → MgCl2 + H2

2. 次の化学反応式において、酸化剤と還元剤をそれぞれ答えてください。

   2K + Cl2 → 2KCl

   回答：

   酸化剤：Cl2

   還元剤：K

3. 次の化合物の組成式を答えてください。

   亜硝酸カリウム

   回答：

   KNO2

4. 次の化学式において、水素イオン濃度（pH）を求めてください。

   HNO3 + KOH → KNO3 + H2O

   HNO3 の濃度：0.1 mol/L

   KOH の濃度：0.05 mol/L

   回答：

   HNO3 と KOH は 1:1 の反応をするため、反応後の HNO3 の濃度は 0.05 mol/L となる。

   HNO3 の水溶液は強酸であるため、pH は -log(0.05) ≒ 1.3 となる。

1

問題と解答が出力できているが，いくつか問題点が見られた。

一つ目は問題文に関してである。化学式や化学反応式など，名称が統一されていない箇所がある。また，一つ目の問題は文章が間違っており，最後の問題では，何の pH を求めれば良いのかが分からない。

二つ目は表現に関してである。文頭の見出しの付け方が誤っている。

5.2 授業資料

生成した授業資料は，以下の通りである。

図 3 生成した授業資料

化学の授業資料

化学とは

化学とは、物質の性質や構造、反応などを研究する科学分野です。化学は、私たちの身の回りにある物質や、自然界で起こる現象を理解するために欠かせない学問です。

化学の役割

化学は、私たちの生活に欠かせない役割を果たしています。以下に、化学が果たす役割の一例を挙げてみます。

- 医薬品の開発や製造
- 食品の生産や加工
- 燃料の開発や利用
- 環境問題の解決

化学の学習方法

化学を学ぶには、以下のような方法があります。

- 教科書や参考書を読む
- 実験を行う
- 課題やレポートを作成する
- 話し合いやディスカッションをする

化学の応用例

化学は、様々な分野で応用されています。以下に、化学の応用例をいくつか挙げます。

医療分野

- 薬剤の開発や製造
- 検査や診断に用いる試薬の開発

1

食品分野

- 食品の生産や加工における品質管理
- 食品添加物の研究や開発

環境分野

- 大気汚染や水質汚染の原因究明
- 環境汚染物質の分解や除去技術の開発

化学の授業資料

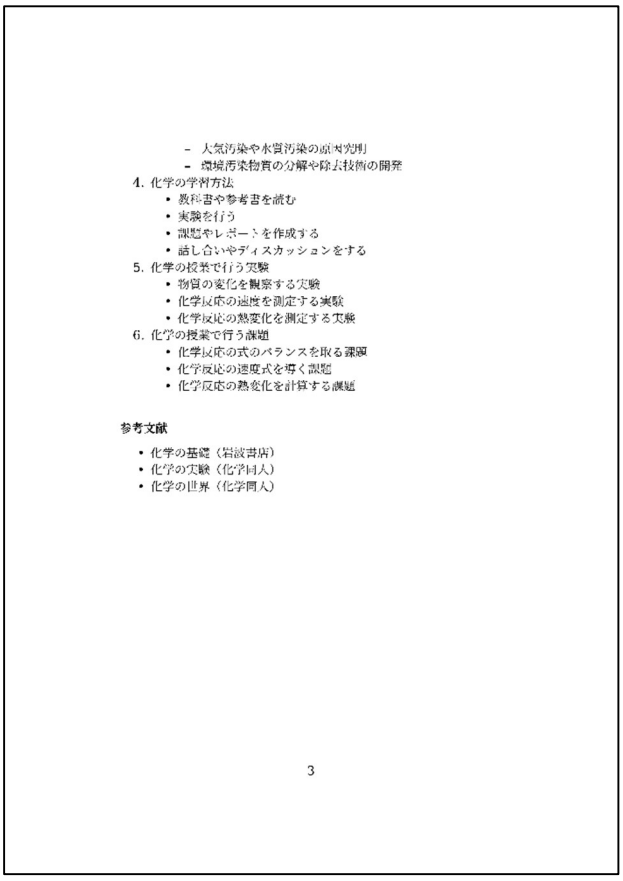
目的

- 化学が果たす役割を理解する
- 物質とその変化に対する興味・関心を高める

内容

1. 化学とは
   - 物質の性質や構造、反応などを研究する科学分野
   - 私たちの身の回りにある物質や、自然界で起こる現象を理解するために欠かせない学問
2. 化学の役割
   - 医薬品の開発や製造
   - 食品の生産や加工
   - 燃料の開発や利用
   - 環境問題の解決
3. 化学の応用例
   - 医療分野
     - 薬剤の開発や製造
     - 検査や診断に用いる試薬の開発
   - 食品分野
     - 食品の生産や加工における品質管理
     - 食品添加物の研究や開発
   - 環境分野

2


- 大気汚染や水質汚染の原因究明
- 環境汚染物質の分解や除去技術の開発

4. 化学の学習方法
- 教科書や参考書を読む
- 実験を行う
- 課題やレポートを作成する
- 話し合いやディスカッションをする

5. 化学の授業で行う実験
- 物質の変化を観察する実験
- 化学反応の速度を測定する実験
- 化学反応の熱変化を測定する実験

6. 化学の授業で行う課題
- 化学反応の式のバランスを取る課題
- 化学反応の速度式を導く課題
- 化学反応の熱変化を計算する課題

参考文献
- 化学の基礎（岩波書店）
- 化学の実験（化学同人）
- 化学の世界（化学同人）

3

こちらでも，改善点が見られた。

まず内容について，「化学の授業資料」と言う点が２か所あるなど、内容の区切り方が不適切である。また，文章が重複している箇所もあり，「化学の学習方法」の項目で起こっている。

次に，表記について。前半と後半で項目の分け方が異なっており統一されていない。

6. 考察

6.1 演習問題

ベクトル化したデータが学習指導要領のみだったため，問題文が不正確になる，Markdown が適切に使用されないなどの結果となってしまった。したがって，実際の問題集や教科書などをベクトル化し，読み込ませることで問題や解説の内容を向上させる事ができると考えられる。ただし，これらのデータを使用する場合，著作権に関連して起こる問題や，使用するデータが増える事による計算時間の増加について考慮しなければならない。

また、Markdown の記法についての資料なども読み込ませることで、生成された Markdown 記法の正確さも向上すると考えられる。

6.2 授業資料

内容に関する改善点が多く見られたため，実際に教員が作成した資料などを読み込ませることで，品質が向上すると考えられる。また，具体的な単元などをプロンプトで指定することで，資料の内容をより具体的にすることができると思われる。

7. 今後の展望

7.1 GPT-4 の使用

今回のシステムでは，GPT-4 の Limited Beta の申請が通らなかったため GPT-3.5 を使用した。そのため，この申請が通った際には， GPT-4 を使用して性能を向上させたいと考えている。また，GPT-4 はマルチモーダルなので，テキスト以外を使用した資料も生成できるようにしたいと考えている。

7.2 授業ライブ配信システム

今回開発したシステムで生成した資料を応用し，AI による授業動画を生成するシステムを開発したいと考ええている。

8. おわりに

8.1 プログラムの応用範囲

今回開発した大規模言語モデルを活用し開発した授業資料生成システムには，教育現場におけるさまざまな応用範囲と展望がある。

このシステムは教員が必要とする教材や資料を自動的に生成するため，教員の時間と労力を大幅に節約できる。例えば，演習問題や解説資料など，さまざまな形式の資料の高品質かつ迅速な作成が可能である。

また，この授業資料生成システムは，学生の学習支援として，学生向けの教材や学習資源を生成し，個別の学習ニーズや進度に合わせた教材を提供することができる。加えて，質問応答システムや解説支援ツールとしても利用可能である。

9. 参考文献

（1） Embeddings - Open AI, URL: https://platform.openai.com/docs/guides/embeddings/what-are-embeddings, (06/29/2023)

（2） Getting Started | Chroma, URL: https://docs.trychroma.com/getting-started, (06/29/2023)

（3） 平成 29・30・31 年改訂学習指導要領（本文、解説）：文部科学省, URL: https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm, (06/29/2023)

ブロックチェーンで研究者を守る

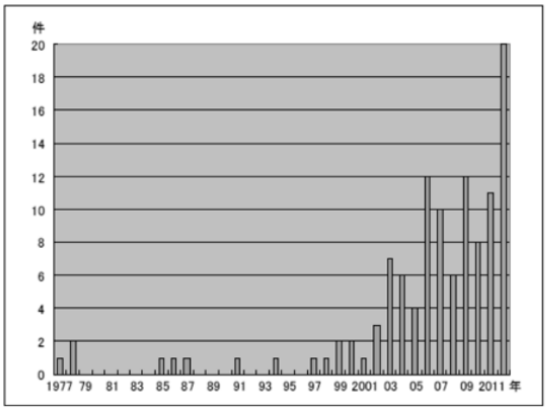
齋藤 広也
指導教員：平賀 清照　矢崎 翔一
Email: ki00-hiraga@city.yokohama.jp

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校３年

◎Key Words　　ブロックチェーン，学術論文，ビジネスモデル

1. 序論

今日，研究者は，彼らの研究成果を学会や出版物で発表している。しかし，研究過程では，研究者間のデータの盗用やデータの改竄などの問題が発生してしまっている。図１からは，2000 年から不正件数が増加していることが読み取れる。またメディアなどでも，研究者の不正について度々報道されるようになったため，研究者の不正を認知しているのは知識人に限られなくなった。



わが国における研究不正 公開情報に基づくマクロ分析（1） 松澤 孝明
情報管理 56(3), 156-165, 2013

図１　研究不正等の発表・報道件数の推移（114 件）

では，なぜそこまで研究者間の不正が多くなってしまったのか。

それは，現在，いずれの国であれ，論文などの研究書物が一般向けに公開され，広く大衆の中で読まれているわけではないことに起因するのではないか。

実際，研究雑誌や出版物は高価であり，大衆には手が届きにくい。ゆえ，研究者や一部の知識人が読者の大半を占める現状にある。これは読者が局所的になってしまっていて，学術コミュニティが閉塞的になっていると捉えられる。

[1]閉塞的な学術コミュニティでは，大衆が干渉していないために，水面下で，利潤を求めた研究競争が熾烈化し，データの盗用や改竄のような内部不経済が発生しているのではないかと考えた。

そこで，ブロックチェーンという技術を駆使することによって，学術コミュニティの透明性と相互監視性を上げ，さらにそれを用いてマーケットを構築し，学術論文を NFT 化する。そうすることで，読者を大衆に分散させ，データの盗用や改竄を解決できるのではないかと考えた。

2. 本論

I　着眼点と持論の展開方向について

先述した学術コミュニティが閉鎖的でそれによって内部不経済が生じているという捉え方をする先行研究を以下引用する。

「…(中略) 20 世紀後半に確立した，印刷版の学術雑誌の編集，流通プロセスを，学術雑誌の機能とそれを担うステークホルダーという観点でまとめたものが図表 2-3 である。

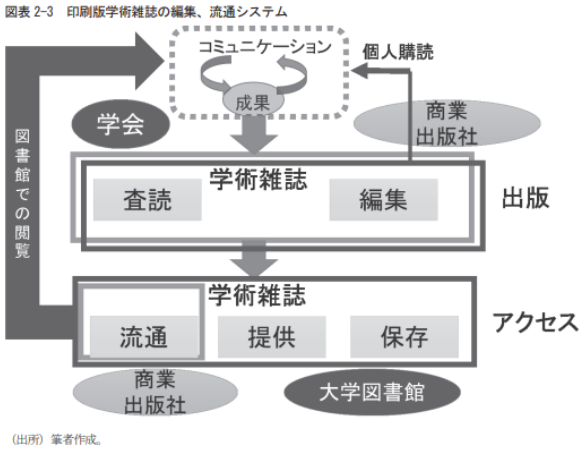


図２　印刷版学術雑誌の編集，流通システム

…(中略) 査読とは基本的に，同じ分野の専門家が評価する（ピアレビュー）ため，研究者にしか行うことができない。しかし，Nature など一部の学術雑誌は，非常に多くの投稿から厳選された少数の論文しか掲載できない（しない）ため，研究内容が適切で一定水準に達しているかどうかのピアレビューの前に，商業出版社の編集委員による選別がなされる。その際の判断基準は，その研究成果が当該分野において意義あるものであるかという点よりも，より多くの人の関心を引くかという点にある。つまり，研究者ではなく，商業的な雑誌を刊行するという立場からの判断がなされていることになる。

…(中略) もう１つは，コミュニケーションの閉鎖性で

[1] 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術・学術基盤調査研究室：“研究現場の閉塞感を打破するには: エビデンスベースの政策立案の前提条件の 共有に向けて” https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-RM286-FullJ.pdf　2022/12/29　参照

ある。共同研究の会合は，当然のことながら共同研究者しか入れない，非常に閉鎖的な「場」である。逆に学会の全国大会などは最も開かれた「場」となろう。その最も開かれた学会の全国大会でも，学会に所属し，参加費を支払って大会に参加した者だけが，そこでの情報を得ることができる。つまり，学術雑誌以外の学術コミュニケーションの場合，情報へのアクセス可能性という観点で，基本的に閉鎖的であり，その意味でインフォーマルなコミュニケーションということができる。
…(中略) オープンアクセスの実現手段でも挙げたが，ResearchGate，academia.edu など研究者たちが自分の論文をアップし共有する多数のサイトが存在するようになっている。学術雑誌論文のオープンアクセスが進めば，これまで商業出版社や大手学会のサイトに囲い込まれていた研究成果は，ウェブサイトにさまざまな形で流通していくことになる。そこにさらに オープンデータの動きが重なり，論文とデータがリンクされることで，学術コミュニケーションの「場」はあらゆるものがつながるプラットフォームとなることが期待されているように思われる。[2]」

以上の先行研究から，現状の学術コミュニティを俯瞰してとらえて感じたことは，情報の発信方法の大半が大型出版社などによる出版であり，その出版元が論文やその他媒体の価格を独占して決定できるということである。そのために，大きな利潤を生むために，ネームバリューに富んだ研究テーマが取り上げられやすい傾向にあり，基礎的な実証研究が取り上げにくくなるのではないか。つまり，人々の気を引くような研究が，基礎的であっても学術的には重要である研究と同じ視座で評価されてしまっていないか。

仮に，論文の読者の幅が広がり，科学そのものがより大衆に広まったら，現状の大型出版社だけでなく，数多くのメディアや SNS が論文や研究成果を取り上げることになるだろう。より多くの人の関心を引くことにのみ富んだ研究は，大衆が知覚しやすいメディアや SNS において消費されるため，現状の格式高い学会や出版社が，基礎的な実証実験の成果についても多く取り上げることが可能になることにより，世界規模の研究界の成果主義に結びつくのではないか。

つまり，現状の学術コミュニティの正当性を保ちながら，論文の読者を拡大し，研究の成果に対して正当な報酬と利益を得ることを実現するシステムを構築するべきだ。そこで，ブロックチェーンを活用し，学術論文を NFT 化するマーケットの構想，そしてそれをビジネスモデルで捉え，社会的な価値を提起する。

II　持論の展開

なぜ，先述した問題を解決するために，NFT マーケットを構築しようとする訳について，技術的側面と，経済的側面から考える。

ア．技術的側面について

学術コミュニティに NFT マーケットを組み込むことによって可能になることは以下のとおりである。
①NFT マーケットを使用することで，論文がインターネット掲載になるので，大手出版社を介さず，出品することができる。
②ブロックチェーンによってオンチェーン分析をすることで，取引を記録し，不正を働いたものを追跡できる。
③スマートコントラクトを用いて査読などの行為に報酬金を付与することができる。

①については，学術コミュニティが閉鎖的である理由は，大手出版社が掲載する論文を決めている点にある。論文のオープンアクセスを可能にする NFT マーケットの構築はこの点において，一つの解決策と考えられる。

次に，②について，ブロックチェーンを用いると，すべての取引記録が，サーバのような機能を有する使用者の PC に分散して同期・保存されるので，その取引履歴の改竄は極めて難しく，また中央集権的なシステムとは違いシステムダウンの心配がなく堅牢性が高い。故に，不正を取り締まることが容易になる。

また，③について，契約を自動的に執行するスマートコントラクトをブロックチェーン上で利用すれば，あらかじめ定めたとおりに自動的に取引を執行することもできる。近年，利用者が増えている NFT マーケットは ETH に対応している。ETH はスマートコントラクト機能を保持するため，研究者間における査読に対し，ETH を用いた報酬システムを構築することができる。

つまり，学術コミュニティに NFT マーケットを組み込むことによって，学術コミュニティの閉鎖感を打破し，研究不正を取り締まることが可能になる。また，査読という行為をより簡略化することもできるようになる。

イ．経済的側面について

そもそも，ブロックチェーン産業は今後ビジネスにおいて成功するジャンルなのであろうか。

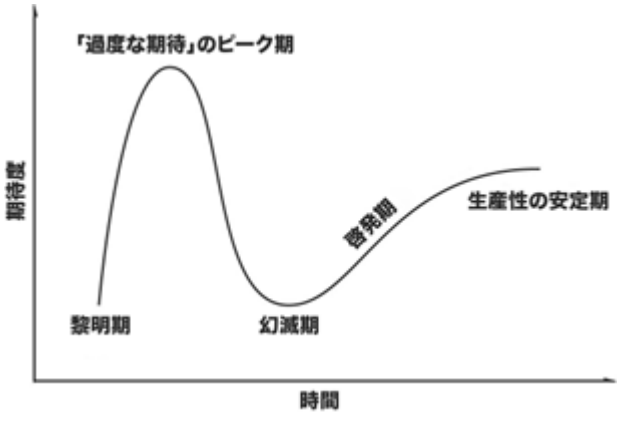


図３　ハイプサイクル

ブロックチェーンは 2008 年ごろに，サトシ・ナカモトと名乗る正体不明のエンジニアが開発した技術であり，一般に，大衆の多くは，ブロックチェーンの実態や仮想通貨に対して深い理解をしていない。そして，2019 年に設立された仮想通貨交換会社，FTX トレーディングは，豊富

[2] NIRA 総合研究開発機構　倉田敬子：“学術コミュニケーションの「場」はどう変わってきたのか ―直接対話からプラットフォームへ―” https://www.nira.or.jp/pdf/1502report_02.pdf 2022/12/29　参照

な金融商品を扱う大手交換会社として注目を集めたが，2022 年 11 月に破綻した。これは，仮想通貨に対する大衆の意識を不安定なものへと変化させた。これらのことから，ブロックチェーンは図３における幻滅期に位置するのではないか。

今までの数多くの発明品は，この幻滅期に磨きをかけることで，大衆が利用するものになった。つまり，今，幻滅期に位置するブロックチェーンは，最大のビジネスチャンスなのではないか。

次に，NFT マーケットが今後の社会で繁栄していくために必要なことを考える。そこで PEST 分析を活用する。

図４　NFT マーケットの PEST 分析

本論文で，特に注目したいのが，Politics である。ブロックチェーンによる NFT マーケットは世界規模で利用されている。そのため，全世界の法に配慮したうえで運営しなければいけないのは確かだが，それは不可能に近い。故，マーケットプレイスとアーティスト(研究者)，および NFT 購入者の間で，マーケットプレイスが定めた利用規約の下で，NFT の発行販売を行うことになる。

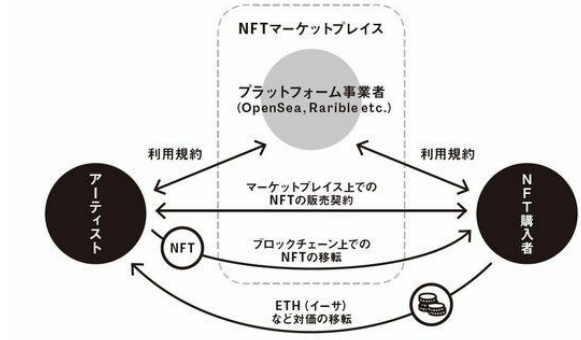


図５　NFT の発行・販売場面における同時者の関係図

しかし，今回構想する NFT マーケットには CC(クリエイティブコモンズ)を用いたい。CC は各規則によって制限された中であれば，その著作物を自由に使うことができるようになる仕組みのことである。本論文自体も CC 化してしまえば，誰でも本論文を引用，加筆，再配布することが可能である。CC には規則の厳しさによるグレードが定められている。[3]このグレードの設定においてはその論文の著者が決めればよいことであって，大きな母体が一律に取り締まるものでもないと私は考える。また，転載そのものが許可されているため，本研究の意義である“不正を防ぐ”という目標は達成される。[4]このような研究・学術誌を CC 化して配布する取り組みは先例がいくつかある。

例えばイギリスの非営利企業である Infrastructure Services for Open Access が管理運営している Directory of Open Access Journals に採録されている雑誌数は，現在（2021 年 5 月 7 日時点）雑誌数は約 16,200 誌，論文数は約 604 万 5.000 件に上る。[5]

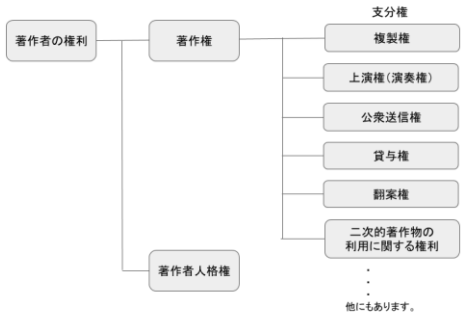


図６　著作権の内容

PEST 分析によると，NFT マーケットが今後の社会で繁栄していくためには課題があるものの，今対処することによって，NFT マーケットを独占することが可能になるかもしれない。そこで，このスタートアップを成功させるために，協業的イノベーションと情報集約型フレームワークを採用したい。

協業的イノベーションを採用したわけは，現在市場にある NFT マーケットらに対抗する際，それら大手に，NFT 化した学術論文のみを対象とする NFT マーケットを構築するというトップダウンアプローチでは，大手に勝つはできないからである。2011 年に日本にクーポン提供サービスのグルーポンが上陸したとき，市場にはグルーポンのコピーキャットがあふれかえった。その半数ほどの企業はグルーポンの仕組みを踏襲しつつ，グルーポンが対応していない市場を攻めて失敗している。この事例から，学術論文のみを対象とする NFT マーケットをスタートアップしても，すぐに限界を迎えるのは明らかである。また，NFT マーケットの構築と運営には，多大な初期投資が必要である。不安定なビジネスプランに多大な初期投資をするのは，いうまでもなく非現実的である。さらには，競争するべき相手は，大手 NFT マーケットに限らず，”CiiNii”や”academia”などの既存サービスである。それらとは，ブロックチェーンの利用という点で差別化ができているものの，知名度という点で，破壊的イノベーションには成り得ない。また，現在論文が投稿されている集約サイトは上記に限らず，無数にあり，どれを参照するべきか悩むほどだ。そこで，価格.com が行った最安値の商品の情報集約と同様に，情報集約型フレームワークを行い，論文投稿サイトの一極化を狙う。そのためには，このスタートアッ

[3] creativecommons JAPAN：“クリエイティブ・コモンズ・ライセンスとは”creativecommons.jp 2022/01/25　参照
[4] 一般社団法人　日本鉄鋼協会：“論文への CC ライセンス付与と本会への天才許可の依頼手続きについて”
https://www.isij.or.jp/request/cc.html 2022/01/25 参照
[5] Medinew：“学術誌にも採用されている Creative Commons とは”https://www.medinew.jp/articles/marketing/contents-marketing/creative-commons2022/1/3　参照

プに協業は必須といえよう。

ここで，協業するべき既存企業を精査する。本研究では Opensea を協業するべき既存企業としたい。なぜなら，Opensea は世界最大級の NFT マーケットであることに加えて，ポリゴン ETH と ETH を使えるという点にある。ETH のほうが利用者は多い。そのため，研究者が出品する際は，ETH を用いることが可能であり，より広くの読者に届けるという目的が達成される。また，大衆が論文を購読するときは，ポリゴン ETH を用いて，決済が可能になり，低いリスクで NFT マーケットを始めることができる。Opensea と協業すれば，出版する研究者と，購読する読者および大衆の双方の利益を得ることができる。

表 1　ETH とポリゴン ETH の違い[6]

	イーサリアム	ポリゴン
お客さんの人数	多い	少ない
商品の値段	高い	安い
品揃え	多い	少ない
ブランド力	高い	低い
手数料	高い	安い
通貨	ETH	ポリゴンETH
円への両替	可能	不可

最後に，本ビジネスモデルをリーンキャンバスにて可視化する。

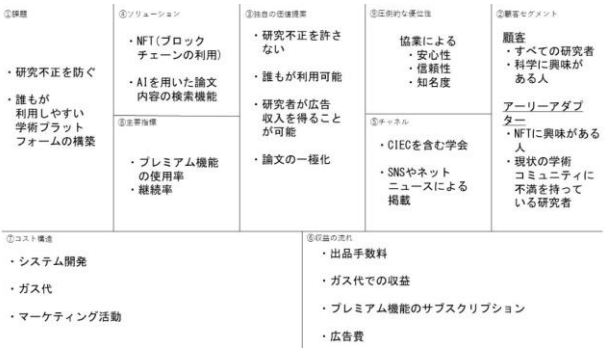


図 8　構想した NFT マーケットのリーンキャンバス

図 9　本マーケットの AARRR 分解

特に注目したいのが図 8 における右側の工程である。これは，AARRR における二つ目の A:②使用開始，最初の体験に満足するにあたる工程である。私自身も本研究にあたり，最大手 NFT マーケットの Opensea を利用してみたが，②の工程でかなり苦労した。ブロックチェーンや NFT について研究している私自身でさえ，これほど苦労したのだから，大衆にとってはかなり取り組みにくいことだろう。これから先，NFT マーケットに求められることは，UI/UX の向上であることは間違いない。

3.　結論

本論で，様々な現状の学術コミュニティの問題点や，NFT マーケットの抱える問題点を明らかにしてきたが，それらは，協業的イノベーションを起こすことで，大半が解決可能である。しかし，大衆が NFT マーケットを当たり前のように利用できる日々は遠いと考えている。それは，UI/UX が発展途上だからだ。

現在，自身で実際にスマートコントラクト機能を所持し，UI/UX の向上を図った独自の NFT マーケットをプログラムし，構築している。夏(2023/8/19)の学会ではその成果が発表できるよう日々精進するのみである。

さらなる科学の進歩と研究者が研究しやすい環境が整うことを心から願っている。

4.　謝辞

本論文および本研究の遂行にあたり，多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。

本研究の遂行，および本学会の参加にあたり，ご指導を賜りました，早稲田大学大学院教育研究科高度教職実践専攻客員教授，早稲田高等学院学院長 武沢護教授に深謝致します。

また，本研究の遂行にあたり，適切なご助言を賜りました，横浜市立大学 国際教養学部 国際教養学科 都市社会文化研究科 都市社会文化先行 滝田祥子教授に厚く御礼申し上げます。

最後に，株式会社 Ayume 代表取締役 髙岸稔氏には，本研究の発表および構成にあたり，温かいご指導ご鞭撻を賜りました。心より感謝申し上げます。

5.　参考文献

(1) 岡嶋裕史：”ブロックチェーン 相互不信が実現する新しいセキュリティ”，講談社，(2019)

(2) 天羽健介，増田雅史：” ビジネス・ブロックチェーン・法律・会計まで デジタルデータが資産になる未来”，朝日新聞出版，(2021)

(3) 田所雅之：”企業の科学 スタートアップサイエンス”，日経 BP 社，(2017)

(4) アレックス・オスターワルダー，イヴ・ピニュール，(訳)小山龍介：”Business Model Generation ビジネスモデル・ジェネレーション ビジネスモデル設計書”，翔泳社，(2012)

(5) Clarian North：”The Complete NFT Web Development Course - Zero to Expert”，Udemy，(最終更新日 2022/10)

1. [6] にじてんブログ：“【完全初心者 OK】イーサリアムとポリゴンの違いを 3 ステップで簡単に解説” https://nijitenblog.com/eth-polygon-difference/ 2023/6/29 参照

快適な住まいと窓の関係
―光の入り方と室内温度の変化―

榎屋　結[*1]・早田　彩恋[*1]
指導教員：末吉　龍弥[*2]
Email: sueyoshi1836@news.ed.jp

*1：長崎県立長崎南高等学校普通科３年
*2：長崎県立長崎南高等学校

◎Key Words　　窓の位置，温度変化，日光

1.　はじめに

私たちは家庭からの二酸化炭素排出量のうち，電化製品からの排出量が最も多い点と電化製品別で考えると夏冬ともにエアコンの消費量が最も大きな割合を占めている点の２点に注目した。エアコンの消費電力は夏に 1 度上げると 13%，冬に 1℃下げると 10%削減できるといわれている。日光による室内の温度変化を抑えるための工夫として，一般的に二重窓や断熱材を利用した窓が挙げられるが，本研究では，窓の構造以外に窓の位置が室内温度の変化と関係があることに着目し，実験を行った。また，SDGs の目標の 7 番目「エネルギーをみんなに そしてクリーンに」と 13 番目「住み続けられるまちづくりを」に貢献できると考えた。

2.　仮説

窓の位置を工夫すれば，室内の温度変化を調節でき，快適な空間を作ることができる。その結果，エアコンの消費量を減らすことができる。

3.1　実験１(温度変化)

実験に使用した模型はプラスチックダンボールを用いて，1 辺 30 ㎝の立方体で作成した。その立方体の 1 面を縦 3×横 3 に 9 等分したうちの 1 ヶ所(1 辺 10 ㎝の正方形)を窓と考えて穴をあけた。これを 9 パターン用意した。(**図** 1)

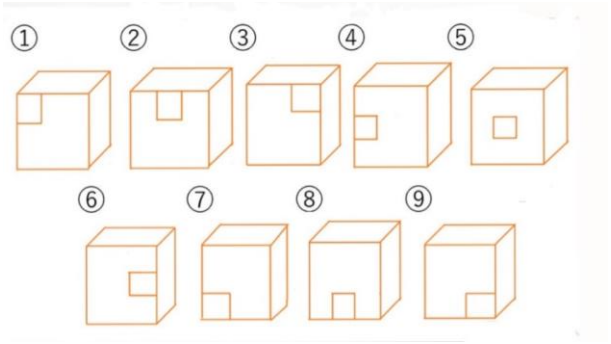


図 1　9 パターンの模型（イメージ図）

次に，模型から 20 ㎝の間隔を空けて白熱電球を取り付けたスタンドを設置した。（図２）設置する位置は冬至(32°)・夏至(78°)の南中高度の高さに合わせる。

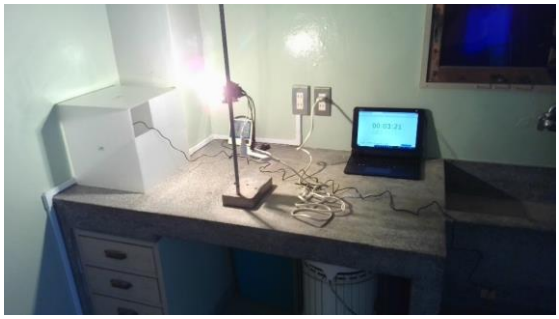


図 2 温度変化測定の様子

測定時間としては，5 分ごとの模型内の温度を測定し，計 20 分間模型に光を当て続ける。これによって，測定開始時と 20 分後の温度差を算出した。これを 9 パターン(窓の位置)×2(冬至・夏至)×2 回測定の計 36 回，実験を行った。

3.2　研究結果(温度変化)

測定結果を表 1 に示す。

表 1 20 分後の温度差

パターン	冬至①	冬至②	夏至①	夏至②
1	2.5	1.7	2.1	1.1
2	2.0	1.1	1.9	1.0
3	1.3	2.5	2.2	2.2
4	1.4	2.3	1.1	0
5	2.9	1.3	2.3	0.5
6	1.8	1.7	1.8	1.3
7	1.5	2.4	2.6	1.3
8	2.0	2.0	1.9	1.6
9	3.0	1.8	2.0	2.1

なお，気温が低い冬は温度差が大きい場合を快適，気温が高い夏は温度差が小さい場合を快適と定義する。

４．１　実験２(照度)

前述の温度変化の測定で使用した模型を黒画用紙で覆い，模型の中に照度計を設置して，前述と同様に照射実験を行った。（図３・4）

本実験に関しては，9 パターン（窓の位置）×2(冬至・夏至)の計 18 回，実験を行った。

図 3　照度実験の様子

図 4　照度計の設置

4.2　研究結果(照度)

測定結果を表 2 に示す。

表 2　照度実験

パターン	冬至	夏至
1	20.8	5.4
2	27.3	1.0
3	23.1	7.6
4	20.5	4.2
5	32.6	5.0
6	27.1	6.2
7	3.7	1.6
8	6.3	2.5

なお, 冬至・夏至ともに明るい場合を快適と定義する。

5.1　実験 1・実験 2 により

表1･2に関して, 各定義にしたがって順位づけを行った。その結果を表 3 に示す。

表 3　実験 1・実験 2 の結果による快適度順位

パターン	冬至①	冬至②	夏至①	夏至②	冬至の照度	夏至の照度	合計順位	快適度順位
1	3	6	6	4	5	5	29	4
2	4	9	3	3	2	1	23	1
3	9	1	7	9	4	2	34	6
4	8	3	1	1	6	6	25	3
5	2	8	8	2	1	4	25	3
6	6	6	2	5	2	3	24	2
7	7	2	9	5	9	9	41	8
8	4	4	3	7	7	7	32	5
9	1	5	5	8	8	8	35	7

表 3 における快適度順位とは,「合計順位」の値が小さいほうがより快適とした場合の順位である。

以上の結果から, パターン 2（上部中央）の窓の位置が温度変化・照度の 2 観点で総合的にみて, 最も快適であると考えられる。

ただし, この結果を通して, 温度変化実験の際の「左右の温度差」に注目した。中心からの距離が同じであれば, 白熱電球によって得られる熱量も左右で同じであると考えられるが, この実験では差が生じていた。温度変化の実験は, 模型の右の側面を壁に寄せるような形で行っていたため, 私たちは「左右の温度差」の原因が壁からの距離にあると考えた。

５．２　実験３（温度変化）

壁から模型までの距離を等間隔にして温度変化を同様に 20 分間測定した。ただし,冬至の南中高度でパターン 4(中部左)とパターン 6(中部右)のみ測定を行った。

５．３　研究結果（温度変化）

表 4

	パターン 4	パターン 6
温度変化	1.5	1.3

等間隔にした実験の方が左右の温度差は小さかった。

以上の結果から, 等間隔にした実験の方がより正確な実験結果が得られると考えられる。

６．今後の展望

壁から模型までの距離を等間隔にした温度変化測定を引き続き実施する。また, サーモグラフィーを利用し模型内の対流を調べる実験を行いたい。

７．　おわりに

研究の結果でパターン 2（上部中央）が最適であることから高窓としての活用法は,キッチンの高い位置に窓を設置ことで,窓の下の壁が広く使える。また,浴室,脱衣所,トイレなどを高窓にすると外からの視線を気にする必要がなくなる。どちらにしてもこの窓の位置は温度変化が最適でさらに光を家の中に取り入れることができるため,活用法は広くあると考えられる。

加えて,今回の研究では模型と壁の距離を等間隔にした場合の全てのデータを得ることはできなかったが,今回の実験状況のように,実際の建物でも右側のみ障害物（隣接された家,山の崖など）が存在する場合には,今回の実験結果を活用することができると考えた。

謝辞

本研究を進めるにあたりご指導いただいた指導教員の末吉龍弥先生に心より感謝申し上げます。

参考文献

源城　かほり；温暖地である長崎県内の住宅地における快適温度と適応モデルに関する研究

1 人 1 台端末の自主学習への活用
—スケジューリングと個別最適化の学習効果について—

栗山 真幸[*1]・猪村 美結[*1]・堺 あゆみ[*1]・森田 陽菜実[*1]
指導教員：岡田 寛子[*2]
Email: okada2967@news.ed.jp

*1：長崎県立長崎南高等学校普通科 3 年
*2：長崎県立長崎南高等学校

◎Key Words　1 人 1 台端末の活用　スケジューリング学習　学習アプリの個別最適化機能

1. はじめに

本稿は CIEC 春季カンファレンス 2023 で発表した「高校生は 1 人 1 台端末を学習にどう活用し，どのような効果を感じているのか」の継続研究の報告である。前稿では生徒に 1 台ずつ貸与されたタブレット型端末（以下，タブレット）の授業や家庭学習のしやすさや便利に感じている点などを，アンケート調査を通じて検証した。

結果として①授業や学習へのタブレットの導入を概ね前向きに捉えているが，家庭学習ツールとしては教科書・ノートがタブレットを上回る。②家庭ではタブレットで授業内容を繰り返し見て定着を図ったり，インターネットで自ら検索した情報を学習に役立てたりしている。③効果的だと感じる科目には偏りがあり，特に効果的だと感じる科目は生徒がタブレットの便利に感じる点である「既習内容を繰り返し見られる」「見やすい」「タブレットだけで十分な情報が得られる」といった点を担当教員がうまく利用していることがわかった。

生徒は「授業内容を十分に学習するという面でタブレットには効果がある」と認識していることは明らかになったが，次の段階として生徒が自主的にタブレットを活用することで自らの学力の向上は図れないかをリサーチクエスチョンとして研究を継続した。

2. 実証実験

2.1 実験準備

自主学習へのタブレットの活用として学習アプリを使った学習を研究対象とすることにし，副教材として学年全員が持っている紙の単語帳『古文単語 315』(桐原書店)の学習アプリ版「きりはらの森」を学年全員のタブレットにインストールしてもらい，これを使用した実証実験を行うことにした。

2.2 実証実験「古文単語攻略チャレンジ」の呼びかけ

「きりはらの森」には単語と意味がフラッシュカードのように切り替わる「単語帳」機能と 4 択から正しい意味を選ぶ「○×クイズ」があり，後者には誤答だけを繰り返しテストし直す機能が備わっている。これらを利用し，短時間で見流す学習[*1]と自分の間違ったところだけを再度覚え直していく個別最適化学習を組み合わせた学習方法を提案し，本校 2 年生（当時）に協力者を募って実施した。実施期間は 2023 年 3 月 21 日から 4 月 10 日の 3 週間である。

＜実証実験「古文単語攻略チャレンジ」の概容＞

・協力者は 140 語の習得を目指し，3 日間 1 クールとして毎回 20 個の古文単語の学習と小テストに取り組む(表 1)。

表 1　古文単語攻略チャレンジの要領

1 日目	単語と意味を短時間見流す（1 度目）
	単語と意味を短時間見流す（2 度目）
2 日目	単語と意味を短時間見流す（3 度目）
	○×クイズに取り組む
3 日目	○×クイズの誤答だけの再テストに取り組む
	Teams に配信される小テストに取り組む

・小テストは計 7 回配信する。各 20 点満点。
・小テストの際，以下のアンケートに回答する。
① 提案した複数回，短時間見流す学習法にどの程度取り組んだか
② 使用したのは紙の単語帳か，学習アプリか
③ 学習アプリについている○×クイズをやったか，その際に誤答のみを再テストする機能を使ったか

2.3 実験の結果

協力した生徒は計 7 回の調査でのべ 366 名であった。得点と学習法について集計を行った。なお、○×クイズでは「その他」と回答した 7 名を除外している。

2.3.1 見流す学習の回数と得点の関係

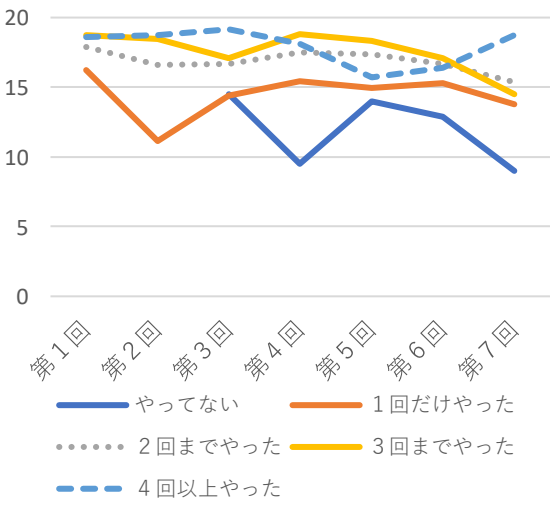


図 1　見流す学習の回数別平均点の推移(n=366)

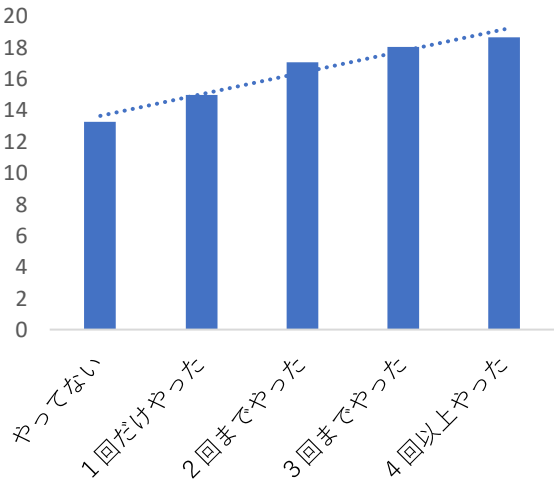


図 2 見流す学習の回数別平均点(n=366)

見流す学習の回数が増えると得点平均も高くなる傾向が見られる。この学習方法は有効性があると考えられるが，4 回以上やると得点平均の伸びはなだらかになる。表 2 における M（平均値）の比較により，見流す学習をルール通り（3 回）することで十分な成果が得られるといえるのではないか。

表 2 見流す学習 1 回とその他の回数間の t 検定

1回だけやった			2回までやった			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
14.99	3.37	95	17.07	2.75	113	3E-06
1回だけやった			3回までやった			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
14.99	3.37	95	18.04	2.37	80	6E-11
1回だけやった			4回以上やった			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
14.99	3.37	95	18.36	2.36	50	1E-10

表 3 見流す学習の回数別の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F
群間	832.71	4	208.18	25.01
群内	2955.19	355	8.32	
全体	3787.90	359		

確認のためにウェルチ検定（非等分散の 2 標本の t 検定）を行った。ウェルチ検定の結果は 1%の有意水準で，それぞれ 2 つのサンプル間の平均値の差に統計的に有意な差が認められた。なお，見流す学習 1 回を基準に置いたのは，学習することを前提として 1 回よりも複数回行うスケジューリング学習の方が効果があるということを検証したかったためである。

また，t 検定の多重性の懸念から分散分析を行ったが，1%有意水準の F 分布表では群内の自由度が 300，群間の自由度が 4 の場合，F=3.38 が棄却域の境目であることから，各項目の少なくとも 1 つの組合せには差があるといえる結果となり，間接的にも t 検定の結果を裏付けるものと考えられる。

2.3.2 使用する教材と得点の関係

学習に使用した教材と得点の関係を平均値だけで見ると「両方使った」，「きりはらの森」，「紙の単語帳」の順で得点が高かった。使っている人数は紙の単語帳が圧倒的に多く，学習アプリの倍の人数であった。「両方使う」集団は，人数は少ないが高い成果を出した。

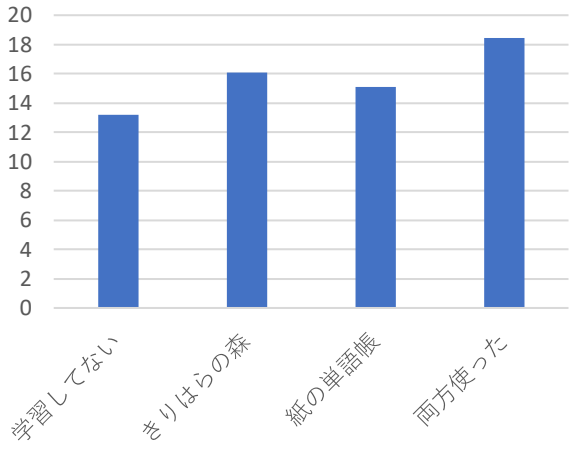


図 3 使用する教材別の全体の平均点(n=366)

表 4 使用した教材間の t 検定

学習していない			学習アプリ			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
13.19	3.19	21	16.08	3.58	101	0.000398
学習してない			紙の単語帳			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
13.19	2.94	21	16.94	2.94	201	9.73E-08
学習してない			単語帳とアプリ両方			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
13.19	2.94	21	18.47	2.24	43	3.25E-08
学習アプリ			単語帳とアプリ両方			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
16.08	3.58	101	18.47	2.24	43	3.95E-06
紙の単語帳			単語帳とアプリ両方			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
16.94	2.94	201	18.47	2.24	43	0.00027
学習アプリ			紙の単語帳			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
16.08	3.58	101	16.94	2.94	201	0.00073

表 4 使用した教材別の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F
群間	442.75	3	147.58	15.73
群内	3396.59	362	9.38	
全体	3839.33	365		

ウェルチ検定の結果は 1%の有意水準で，それぞれ 2 つのサンプル間の平均値の差に統計的に有意な差が認められた。分散分析の結果は 1%有意水準の F 分布表では群内の自由度が 300，群間の自由度が 3 の場合，F=3.85 が棄却域の境目であることから，各項目の少なくとも 1 つの組合せに差があるといえ，間接的にも t 検定の結果を裏付けるものと考えられる。

2.3.3　○×クイズの実施と得点の関係

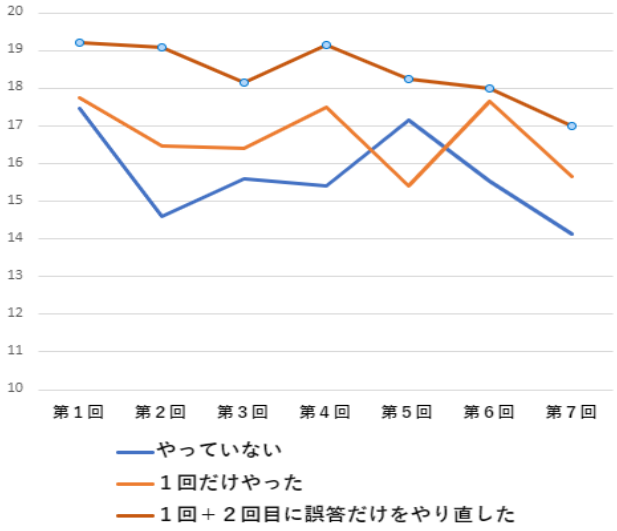


図４ ○×クイズの実施と得点の推移(n=359))

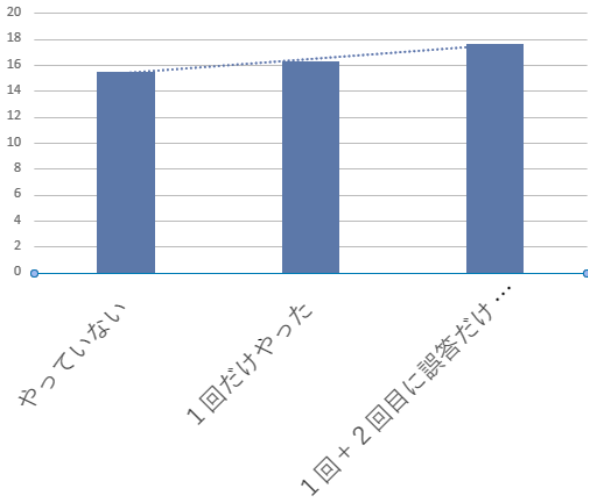


図５　○×クイズの実施と得点平均（n=359）

表５　○×クイズの実施数間の t 検定

やってない			１回だけやった			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
15.98	3.38	199	16.72	3.24	97	0.069
やってない			ルール通りやった			
M	SD	人数	M	SD	人数	P 値
15.98	3.38	199	18.49	1.92	63	4.7E-12

表６　○×クイズの回数別の分散分析表

要因	平方和	自由度	平均平方	F
群間	303.33	2	151.66	15.47
群内	3489.15	356	9.80	
全体	3792.48	358		

○×クイズの実施と得点の関係について，回が進むにつれ全体的に点数が下がっていることが分かる。その原因として最初の問題は解きなれている簡単なものが多く，後半につれて初見の問題が増えるため，覚えにくくなっているということが考えられる。そんな中でも，やっていない人に比べて，ルール通りやった人のほうが，問題が難しくなっていても安定していい点数がとれている。

○×クイズは既習事項を確認するための小テストの役割を果たすものであることから，やらないよりもやる方が，１回やるよりも２回やる方がよいと考えられる。平均値もそのような傾向を表しているように見えた。

しかし，ウェルチ検定の結果は 5%の有意水準でも，「やっていない」と「1 回だけやった」との間の平均値の差に統計的に有意な差が認められなかった。一方，「やっていない」と「1 回やった＋2 回目は誤答だけのクイズをやった」の間では１%の有意水準で平均値の差に統計的に優位な差が認められた。分散分析の結果も，1%有意水準の F 分布表では群内の自由度が 300，群間の自由度が 2 の場合，F=4. 68 が棄却域の境目であることから，各項目の少なくとも１つの組合せには差があることが示された。

2.4　実験結果の考察

時間をかけて必死に覚えようとしなくても短時間見流す学習を定期的にスケジューリングすることで効果が上がることがわかった。見流す学習を繰り返すほど得点は上昇する傾向にあったが，平均値の違いから回数としては 3 回でも学習効果はあると考えられる。また，使用する教材は紙の単語帳と学習アプリでは単独で使用するよりも両方を組み合わせて学習することの方が効果があるとわかった。○×クイズの実施では，1 回やっただけでは効果は薄く，2 回目に誤答だけをやり直す，個別最適化学習の形をとる方が効果があると考えられる。つまり，1 回目のクイズは自分のできないところを確認するために行うものであり，そこでできなかったところだけを復習するという点に効果があるのではないか。こうした個別最適化ができるところに学習アプリの長所があるといえる。

なお，学習のモチベーション維持の点についても触れておきたい。「古文単語攻略チャレンジ」は初めのころは参加人数も多かったが回数を重ねるごとに減少していった。チャレンジに参加する人にはみんなでチャレンジを完遂させるための「チャレンジ宣言書」を書いてもらったが，参加した人数が多かったため「みんなで頑張る」というグループ意識が弱まり持続できなかったことが窺えた。7 クール 3 週間という長期に渡るチャレンジでモチベーションを持続することの難しさが浮き彫りになった。

3.　学習アプリの仕様及び開発の意図

私たちの提案する学習法は学習アプリの開発者の意図に沿ったものであるのか，そもそも開発者は高校生のどのような学習を想定しているのか。また，他社の単語帳でも同様の学習アプリのサービスが提供されているが，それぞれに機能が異なる。それぞれどのような意図が込められているのか。確かめるために開発に関わった方にインタビューをお願いしたところ，快く協力してくださった。対応してくださったのは桐原書店企画開発局デジタル・メディア企画部の馬場政義様・伊藤弘平様，尚文出版営業部の島村健太郎様である。皆様，お忙しい中にも関わらず丁寧にお答えいただいた。

3.1 学習アプリの仕様比較

表７　２社の学習アプリのおもな仕様の比較

	桐原書店	尚文出版
料金	無料	無料
単語帳機能	あり	なし
クイズ機能	あり	あり
出題のカスタマイズ	誤答した問いだけを再度出題できる	１つの単語の意味のうち重要度が選択できる
成績の記録	あり	あり
グループ機能	なし	あり

このほか，桐原書店には有料のサービスとして，音声ツールと解説ムービーがある。

3.2 開発者へのインタビュー

3.2.1 桐原書店

単語帳で覚えた内容を確認するものとしてアプリを開発したが，そこには高校生に気軽に勉強してほしいという思いを込めている。たとえば，バスでの移動時間などでは手が塞がってしまうため単語帳は広げにくいが，片手で簡単にできるスマートフォンであれば操作できる。また，単語帳の内容＝アプリの内容ではなく，アプリには単語帳内の特に大事な必要最低限のことを載せてある。あくまで学習の前提は単語帳の使用ということになっている。即戦クイズ（〇×クイズ）機能をつけたのは，紙の小テストでやっている確認のようなことをアプリでやれないかという発想だった。高校生がどのように勉強するかということを思い浮かべながらアプリの機能を考えていき，このような形になった。

3.2.2 尚文出版

ゲーム感覚でできて学習意欲が向上することや，通学時や休み時間などの隙間時間に手軽に活用できることなどを意識して，日常的に使いやすく，かつ記憶の定着が図れるものを目指した。また，学習アプリは本来の紙媒体での単語帳との併用を狙いとしており，あくまで単語帳がメインの学習媒体であるため，授業での学習は単語帳を利用する，自学としてはアプリを利用するというように，学習手段をあえて分散させている。アプリ活用の理想としては，勉強の合間や通学中に一人で利用，休み時間にグループ機能を友達と共有し，コミュニケーションツールとして活用してほしいとのことであった。

3.2.3 考察

どちらの出版社も高校生の学習のしやすさを念頭におき，紙の単語帳による学習をより効果的にするためにさまざまな工夫をされていた。単語帳と学習アプリの両方を使って学習する人の平均点が最も高かったが，まさにそのようにして使うことを想定した設計であることがわかった。また，モチベーションの持続という点で尚文出版に導入されているグループ学習機能には可能性が感じられた。活用することにより友達同士で楽しく学習ができ，アプリの利用頻度も高くなり学習が持続するのではないかと感じた。

4. 研究の周知活動

4.1 長崎東高校１年生への周知活動

図６　WWL 探究発表会での発表の様子

2023 年 3 月 22 日に行われた長崎県教育委員会主催の「WWL 探究発表会」で本校でのタブレット使用の実態や生徒や先生の意識について，県立長崎東高等学校１年生を中心とする約 300 名に対し研究成果を報告した。その後，同校の生徒と意見交換を行った。同校でのタブレット端末の活用例としては数学科で日々出される課題にノートアプリ「MetaMoji ClassRoom」を使用し，画面共有等で理解を深めているということだが，授業中に板書を書き写す媒体は紙のノートを使用しているということが分かった。英語科では「Microsoft Teams」にリスニング等の音声を掲載し，生徒に活用してもらうようにしているということであった。学校の使用目的に合わせ，導入されている有料アプリが異なったり，共通する Teams でも活用法が異なったりしていることがわかった。

4.2 長崎南高校全校生徒への周知活動

2023 年 7 月 14 日に予定されている校内での研究発表会では全校生徒 680 名に対し，スケジューリングと個別最適化の学習効果を報告するとともに，貸与されているタブレットを使って効果的に学習する方法を提案していく予定である。そうすることで，本校生が自らの生活の隙間時間に短時間見流す学習をスケジューリングし，場面に応じて紙の単語帳とアプリを併用して学習しながら，最後はアプリを使って自分のできないところを自覚し，その部分の習得に時間とエネルギーを注ぐという一連の学習習慣を獲得していくものと期待している。

5 最後に

校外に向けても実証実験によって得られたデータと考察を分かりやすくまとめたポスター等の広報媒体を作成することで，タブレットと単語帳を活用した学習方法によって知識への定着度が変化し向上させることができることを発信し，ICT 教育への前向きな考えに繋げたいと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり，長崎大学経済学部名誉教授，現・長崎 STEAM センターの杉原敏夫先生に統計的な手法について助言をいただいた。心から感謝申し上げたい。

参考文献

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

データ･サイエンス教育充実のための課題
―定性情報から定量情報への置換の難しさに着目した検証―

来栖正利[*1]
Email: Masatoshi_Kurusu.@red.umds.ac.jp

*1：流通科学大学商学部経営学科

◎Key Words ドメイン知識，定性情報，定量情報，データ創作，心情(苦手意識･経験則)，データ･サイエンス教育

1. はじめに

定性情報を定量情報に置換することの難しさに着目し，この行為者の認知過程を議論する。これを，取引内容(定性情報)を定量情報(データ)に置き換える簿記技法を用いた仕訳作業をデータ創作過程とし，この行為者の属性が当該作業の正確さに与える影響を検討することで，行う。

予め決められた手続きの正確な実践を妨げる要因の一つがこの行為者の心情[(1)]にあり，これをドメイン知識の追加的蓄積によっていくらか改善できると筆者は考えている。ここでドメイン知識とは，特定分野に関する知識･知見と解析対象である業界･事業についての知識･知見等の定性情報と定量情報を含む知識と定義づける[(2)]。

なお，当該知識に対する価値観が利活用者毎に異なるため，このことが①苦手意識として物事の内容や事情に意味を付与してデータを創作する行為者の認知過程に(マイナスの)影響を及ぼすだろう。ただし，苦手意識を後天的に改善することができる。例えば，日常生活を送る過程で蓄積されたドメイン知識のうち②成功体験が苦手意識を弱めるのに有効になる可能性があるだろう。

数学の文章題の解決過程を考察した先行研究を援用して本稿は上述の議論を行う[(3)]。これらが考察した情報処理過程が取引内容を仕訳に置換する簿記一巡の手続きと極めて近似すると同時に，当該過程がデータベースの利活用を必然/前提とするデータ･サイエンス教育を根底で支える過程に該当すると筆者は判断した。

多種多様な定性情報や定量情報を，予め決められた形式に整理した情報群をデータベースと呼び，これを駆使できる人財養成をデータ･サイエンス教育が担っている。そのさい，当該教育の成否がデータベース創作にあることを理解している人は皆無に近い。データ･サイエンス教育充実を揺るがしかねない「伏兵」の一つと判断する事項を指摘し、これに対処する必要性を本稿は述べたい。

本稿の位置づけを述べておこう。本稿はデータベース創作者の認知過程とデータベースの構築度との関連性の考察を通じて，データ･サイエンス教育推進に役立つ含意の提供を志向する予備調査であり，よって，制約条件をいくつか設けている。(i)簿記技法に関する仕訳のルールの理解度が回答者間で均質である。(ii)定性情報を定量情報に置換する手続きを回答者は正しく行うことができる。ただし，(iii)当該行為を妨げる主要因は回答者の心情である。(iv)回答者の心情が回答者の認知行為に影響を与えるものの，当該行為に関連するドメイン知識の蓄積はこの制御に，ある程度，寄与する。

以上より，本稿の構成は次の通りである。まず，先行研究の概略と本稿の関心事項を示す。次に，定性情報を定量情報に置換する創作過程を，取引内容を仕訳として記帳する簿記技法に当てはめ，回答者の認知過程とその置換度(正誤)の調査結果を示す。次に，調査結果の議論と限界を示す。そして，最後に本稿の要約を行い，むすびとする。

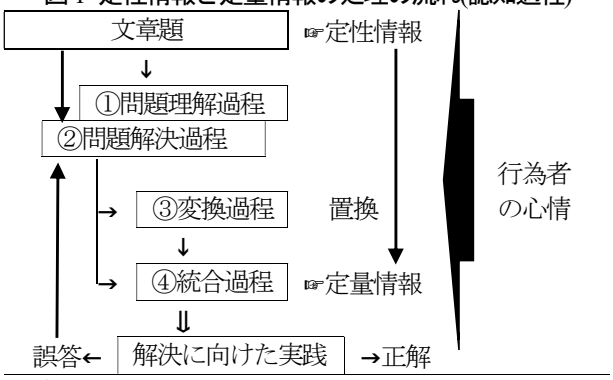
2. 情報処理過程

2.1 先行研究

数学の文章題の解決過程は，問題を読み理解する①問題理解過程と理解した内容に基づき解決を図る②問題解決過程とに二分できる。さらに，②は言語的知識と事実に関する知識を述べた文章群を理解する③変換過程と変換過程を経由して理解された文章群を論理的･数学的知識を用いて問題表象を構築する④統合過程とに二分できると Kintsch and Greeno(1985)は主張する(図 1)。

なお，上述の情報処理過程を構成する①～④の作用順序は臨機応変である[Kintsch and Greeno(1985)]。なぜならば，文章題の内容を読み取りイメージする問題表象，これに基づく問題解決の程度が行為者の認知や心情等の影響を受けるからである。本稿は先行研究が所与としたこれに着目する。つまり，行為者の心情が行為に影響を与えるという経験則に基づいて，定性情報を定量情報に置換する行為が行為者の心情[(a)数字に対する苦手意識と(b)経験則]の影響を受けると仮定し，これを議論する。

図 1 定性情報と定量情報の処理の流れ(認知過程)



注）Kintsch and Greeno(1985), Mayer(1992, 1998), and Mayer and Hegarty(1996)に基づき筆者が作成した。

行為者の心情が取引内容を仕訳に置換する正確さに与える影響を議論する。これを，簿記一巡の流れに乗せる一次情報の創作活動に着目して，行う。当該創作活動を誤って行うと，たとえ正しい処理手続きを経たとしても，誤った一次情報はまったく意味を持たない。これはデータベースの創作過程がデータ･サイエンス教育によって輩出

される人財の生命線になることを意味する。なぜならば，データベースとして集積･整理されるべき情報を誤って創作すれば，当該データベースに価値を見出すことができないからである。

2.2 記帳行為と調査手順

本節は一次情報(仕訳)の創作手順[取引内容(定性情報を仕訳(定量情報)に置換する手順)を概説する(表 1)。(S1)融資契約締結と現金受領という二種類の取引要素に分解する，(S2)それぞれを借入金勘定と現金勘定に対応/照応させる，(S3)それぞれの取引要素(勘定科目)の変化量(金額)を対応/照応させる，そして(S4)予め決められた仕訳のルールに基づいて，記帳(仕訳)する[4]。

[S1 と S2]と[S3 と S4]がそれぞれ正しく対応できることを前提として，定性情報[S1･S2]を定量情報[S3･S4]に置換する難しさ(正誤)が行為者の心情の影響を受けるのか否かに本稿は注目する。これを仕訳の三分割(①～③)の正誤と行為者の心情との関連性を調査し，議論する。なお，一つの仕訳に部分正解は存在しない，つまり，正解①と正解②の一組③[完成形]だけが正解(正しい処理)である。

表 1 記帳事例

＜取引内容(定性情報)＞
現金¥100 の融資を銀行から受けた。
＜仕訳(定量情報)＞
(借) 現　金　100 // (貸) 借入金　100
①正/誤　　②正/誤
③正/誤

2.3 ドメイン知識がデータ創作に与える影響

本節はドメイン知識の一つである既有知識(「現金」)とデータ創作との関係を調査した[5]。日常生活で使用するお金(現金と紙幣)という経験と知識が取引内容の解釈に与える影響を議論する。回答者 49 名のうち，正解者 8 名②と誤答者 3 名②を除く 38 名(57%:[12+16+5+5]÷49×100)が定性情報から必要な情報を抽出し定量情報に置換する時，回答者が既有知識として保有するドメイン知識(「現金」)を最初に認識したと回答した(表 2)。

表 2 既有知識(「現金」)とデータ創作の関係 A1

＜定性情報＞ 商品売買を仲介し，手数料¥22 を現金で受け取った。					
＜定量情報＞					
(借)	現　金　22	//	(貸)	受取手数料　22	
回答者：49 (単位：人数，以下同じ) Q:仕訳する時，最初に認識した取引内容は何か？					
	①	②	③		
正解者 36	12	8	16		
誤答者 13	5	3	5		

他方，表 2 とは異なる調査結果も併せて示し，表 2 の示唆を強化する。回答者 52 名のうち，正解者 17 名①と誤答者 1 名①を除く 34 名(65%：[7+23+3+1]÷52×100)が定性情報から必要な情報を抽出し定量情報に置換する時，回答者が既有知識として保有するドメイン知識(「現金」)を最初に認識したと回答した(表 3)。

なお，表 2 と表 3 は既有知識が「現金」という具体的かつ観察可能な項目と抽象概念とを併せ持つドメイン知識であり，回答者の実体験に依存している可能性を無視できない。そこで，ドメイン知識として後天的に蓄積された抽象概念(「売上」)とデータ創作との関係も調査した。

表 3 既有知識(「現金」)とデータ創作の関係 B1

＜定性情報＞ 商品¥100 を仕入れ，代金を現金で支払った。					
＜定量情報＞					
(借)	商品/仕入　100	//	(貸)	現　金　100	
Q:仕訳する時，最初に認識した取引内容は何か？					
回答者：52	①	②	③		
正解者 47	17	7	23		
誤答者 5	1	3	1		

掛取引に関する回答者のドメイン知識が稀薄であることを前提とした調査結果である(表 4)。なお，「売上」という実態把握が不可能な抽象概念に関して回答者の理解度に幅があり，これを各自の自助努力で改善できると理解しているものの，本調査はこれを制御していない。

表 4 既有知識(「売上」)とデータ創作の関係 C1

＜定性情報＞ 商品¥60(取得原価¥48)を売り渡し，代金は掛とした。					
＜定量情報＞					
(借)	売掛金　60	//	(貸)	売　上　60	
Q:仕訳する時，最初に認識した取引内容は何か？					
回答者：51	①	②	③		
正解者 36	7	8	21		
誤答者 15	10	4	1		

表 4 より，回答者 51 名のうち，正解者 7 名①と誤答者 10 名①を除く 34 名(66%：[8+21+4+1]÷51×100)が定性情報から必要な情報を抽出し定量情報に置換する時，既有知識として保有するドメイン知識(「売上」)を最初に認識したと回答した。

2.4 小括

以上の調査結果から，定性情報の中から定量情報に置換するために必要な情報を既有情報に基づいて回答者が認識していると解釈できる発見事項を得ることができた。とはいえ，上述の発見事項に基づく一般論の導出は早計である。なぜならば，(a)仕訳のルールに関する回答者の理解度と(b)回答者の数字に対する苦手意識等を少なくとも制御する必要があるからである。そこで，(a)(b)が定性情報に関する回答者の取捨選択能力(理解･判断力)に影響を与えるという直観的な理解に基づいて，特に(b)に着目して，回答者の心情を含めた議論を次節で行う。

2.5 行為者の心情がデータ創作に与える影響

回答者の苦手意識の代理指標を四つ設けた。①「四則計算」とは，電卓を使わず 3 桁程度の計算を行うことに煩雑さを感じるか否かという問いに対する回答(Yes/No)である。②「おつり」とは，4 桁程度の計算を暗算で行うことに煩雑さを感じるか否かという問いに対する回答である。③「数学意識」とは，学校教育で学ぶ算数･数学を苦手と感じるか否かという問いに対する回答である。そして，④「初学者」とは，2023 年 3 月の履修登録時において，生まれて初めて簿記を学ぶと回答(Yes)した人数であ

る。これはドメイン知識に簿記会計に関する知識が占める比を示す代理指標として用いる。

表 5　既有知識とデータ創作の関係 A2[表 2 より続く]

＜定性情報＞ 商品売買を仲介し，手数料¥22 を現金で受け取った。								
(借)	現　　金　22		//	(貸)	受取手数料　22			
Q:計算行為を煩雑と感じるか？						数学意識		初学者
回答者		四則計算		おつり				
49 人		Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes
正解者	①12	11	1	7	5	4	8	1
	② 8	5	3	6	2	2	6	-
	③16	14	2	12	4	6	10	1
誤答者	① 8	7	1	5	3	1	7	1
	② -	-	-	-	-	-	-	-
	③ 5	4	1	4	1	2	3	2

表 5 は計算行為(四則計算かおつり)を煩雑に感じる正解者が少なくとも 7 割([7+6+12]÷36), 誤答者のそれも同様に 7 割([5+4]÷13), 他方，数学を苦手と感じる正解者が 3 割程度([4+2+6]÷36)であることを示す。以上より、表 5 は正解率(7 割:[12+8+16]÷49)が既有知識の方が苦手意識を上回った結果を，他方，誤答率が苦手意識の方が上回った結果に起因していることを示唆する。

表 6　既有知識とデータ創作の関係 B2[表 3 より続く]

＜定性情報＞ 商品¥100 を仕入れ，代金を現金で支払った。								
(借)	商品/仕入　100		//	(貸)	現　　金　100			
Q:計算行為を煩雑と感じるか？						数学意識		初学者
回答者		四則計算		おつり				
52 人		Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes
正解者	①17	14	3	11	6	4	13	2
	② 7	7	-	6	1	-	7	-
	③23	19	4	14	9	8	15	1
誤答者	① 2	1	1	1	1	-	2	-
	② 3	1	2	3	-	1	2	1
	③ -	-	-	-	-	-	-	-

表 6 は計算行為を煩雑に感じる正解者が少なくとも 6 割強([11+6+14]÷47), 他方，数学を苦手と感じる正解者の比率が 25%([4+8]÷47)程度であることを示す。これらは定性情報を定量情報に置換するさい，回答者の既有知識の方が苦手意識を上回っていることを示唆する。

なお，表 5 と表 6 の調査結果は回答者の既有知識(現金勘定)に着目している。これは日常生活で使用している硬貨と紙幣に関する経験知/経験則または貨幣概念(知識)のいずれに基づいて回答者が定性情報を定量情報に置換しているのかを区別する必要性があることを示唆する。とはいえ，この区別は極めて困難または不可能である。したがって，既有知識の中から経験知/経験則に代わる抽象概念(売掛金/売上)に着目した調査結果と回答者の心情との関連性も併せて議論する。

表 7 は計算行為を煩雑に感じる正解者が少なくとも 6 割([5+4+13]÷36), 誤答者のそれが 6 割強([1+5+4]÷15)を占めていることを示す。特に，正解者③に着目すれば，少なくとも 6 割(13÷21)が計算行為を煩雑に感じると回答した。加えて，正解者の少なくとも 7 割([6+6+14]÷36)が数学に苦手意識を持っていないと回答した。以上より，正解者が，総じて，ドメイン知識(既有知識)を適切に利活用して定性情報を定量情報に置換できたといえるだろう。

表 7　既有知識とデータ創作の関係 C2[表 4 より続く]

＜定性情報＞ 商品¥60(取得原価¥48)を売り渡し，代金は掛とした。								
(借)	売 掛 金　60		//	(貸)	売　　上　60			
Q:計算行為を煩雑と感じるか？						数学意識		初学者
回答者		四則計算		おつり				
51 人		Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes
正解者	① 7	6	1	5	2	1	6	1
	② 8	6	2	4	4	2	6	1
	③21	18	3	13	8	7	14	1
誤答者	① 4	1	3	4	-	1	2	-
	② 5	5	-	5	-	1	4	1
	③ 6	4	2	4	2	1	5	1

他方，計算行為を煩雑に感じないと回答した誤答者が少数である一方，数学に苦手意識を感じない比率が少なくとも 7 割([2+4+5]÷15)を超えた。これは「数字」に対する苦手意識を少なくとも意識的に感じてないことを示唆する。この結果は，ドメイン知識として抽象概念の理解度を改善することによって誤答者が定性情報を定量情報に置換する難しさを改善できることを示唆する。

3.　考察

データ・サイエンス教育に対する学修者の苦手意識を考察した綿貫(2021)に依拠して，行為者の心情が定性情報を定量情報に置換することに与える影響の調査結果を提示し，行為者の苦手意識をドメイン知識の蓄積が少なくとも改善することを本稿は確認した。とはいえ，いくつかの制約条件の成立を前提に，本調査結果の解釈が成立していることは，今後実施すべき課題があることを物語る。直観的理解に基づく本調査結果は，追加調査を行い頑強な含意を得る必要があることを示唆する。以下，これに関するいくつかの課題を述べたい。

アンケート調査の単純集計に基づく本調査結果は適切な検定(統計解析)を経た信頼性の高いそれではない。したがって，さまざまな調査環境下で同一の調査を実施した場合，本調査結果と同様な結果を得ることができるか否か定かではない。つまり，調査結果の再現可能性を検証する追試の実行が今後実施すべき課題の一つである。

本調査結果の再現可能性に検討の余地ありと指摘する理由は 2.5 節で言及した「初学者」の扱いに基づく。回答者の過半数以上が簿記会計の既修者であることを踏まえれば，定性情報を定量情報に置換する困難さが総じて高い，つまり，正解率が必ずしも高いとはいえない可能性を示唆する。簿記会計に関する回答者の学習履歴を適切に反映する変数を導入し，この原因を適切に説明することが有用である。これは冒頭で提示した制約条件(i)(ii)を外した調査の実施を意味するだろう。

例えば，新卒予定者の選抜を一般事業会社が行う際に課すことが多い総合適性検査(SPI: Synthetic Personality Inventory)の科目の中で数的処理に分類される問題の解答状況を，数字に対する苦手意識を反映する変数として活用できる可能性がある。もちろん出題する問題の難易度を回答が抱いている数字に対する苦手意識の程度を示す

代理変数と解釈すれば，当該変数の活用が本調査結果の頑強度を改善する有効な変数の一つになるだろう。

この調査を実施することは，データ・サイエンス教育の教育効果をさらに高めるという点で，極めて有益である。なぜならば，データ・サイエンス教育の意義を熟知する学習者であっても，当該教育を受講・修了することが当該学習者のキャリア・パスを高めることに貢献するとは限らないからである。データ・サイエンス教育に対する抵抗感/苦手意識をまったく感じない学習者であっても，潜在的に不向きなことの学修は当初に想定した教育効果の享受を保証しない可能性がある。

4. おわりに

データ・サイエンス教育の修了者が活躍するビジネス・シーンは既存のデータベースの利活用を通じた高度な意思決定(判断評価や取捨選択)である可能性が相対的に高いだろう。この高度な意思決定が，実は，基本事項と称される諸事項の正確/精確な理解を前提とした知識/知恵の蓄積を裏付けにしている。とはいえ，残念ながら，この自明の事実を痛感している人は意外にも少ないと思われる。

この典型例の一つが簿記一巡の流れの出発点である取引内容の記帳である。実を言えば，単純作業と解釈されがちな仕訳作業は悩み多き行為である(6)。取引成立の意味は取引当事者同士の利害が一致していることである。この取引の本質を簡潔明瞭かつ過不足なく反映させたセル・データが仕訳なのである。取引の本質を適切に反映する勘定科目を選択し仕訳できる能力は一朝一夕で身に着くものではない。当該能力は後天的に身に着ける(専門)知識と実践知との重層的に蓄積されたドメイン知識がなせる業なのである(7)。

本稿が定性情報を定量情報に置換するという，一見すると，「地味な作業」に着目した理由は，これを行う行為者の認知過程が当該作業の成否を握っているからである。ある作業を正確に「できる」という当たり前のことを当たり前に単発でできることは易しいかもしれない。ただし，これを続けるという能力は卓越したそれになる(8)。なぜならば，当該能力が，他の事項を所与とすれば，行為者の認知過程に影響を与えていると筆者は考えるからである。これは行為者の論理的思考力の頑強さが認知過程の維持強化を支え，これが物事の処理の適切さを担保していることを意味する。

このことを確かめる第一歩として，簿記技法を俎上に載せて考察し，今後の研究活動を進捗させる意味があることを示唆する結果を得ることができた。とはいえ，上述のように，本稿が提示した調査結果が多くの制約条件の成立を前提としている以上，本稿の含意を強化するために，今後，さまざまな検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

(1) 綿貫真也，“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，（2021）。

(2) 来栖正利・綿貫真也，“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，（2023）。

(3) Kintsch, W. and J. G. Greeno, Understanding and Solving Word Arithmetic Problems, *Psychological Review* 92, pp.109-129.
Mayers, R. E., 1992, *Thinking, Problem Solving, Cognition*, 2nd ed., New York, N.Y.: W. H. Freeman and Company.
------, 1998, *The Promise of Educational Psychology*, Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall.
Mayer, R. E. and M. Hegarty, The Process of Understanding Mathematical Problems, In Sternberg and Ben-Zeev(1996), pp.29-54.
Sternberg, R. J. and T. Ben-Zeev, 1996, *The Nature of Mathematical Thinking*, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

(4) 紙幅の都合上，仕訳のルールの説明を省略した。文部科学省検定済教科書は簿記一巡の手続きを平易な記述で過不足なく説明している。例えば，下記の書籍を参照されたい。
大塚宗春・川村義則，『高校簿記』，[7 実教/商業 708] ，(2023) ，実教出版。

(5) 本稿が取り上げた調査の概要を述べておこう。筆者が担当する 2023 年度前期開講の『商業簿記 I』の履修者を調査対象にした。『商業簿記 I』が扱う講義内容は日本商工会議所が実施する商業簿記 3 級が扱う試験範囲相当であるものの検定試験対策を目的とした講義ではない。本講義の履修登録者に対して本調査内容に同意した任意の履修者に対して三回に分けて実施したアンケート調査の内容をまとめている。なお，上述の調査結果は異なる日時の三回すべてのアンケート調査に回答した回答者のそれらであるものの，無効回答を削除しているため，有効回答数が異なる。
加えて，島田奈美氏(流通科学大学)が担当する同一科目の履修者のうち，同意した任意の履修者が回答したアンケート調査(同一内容)も含めている。本調査の実施にあたり島田氏の協力を得た。この場を借りて感謝申し上げる。

(6) 山岡信一郎，『試験に出ない仕訳の本』，(2014)，清文社。
----，『判断に迷う仕訳』，(2017)，清文社。

(7) シティズン・データ・サイエンティスト養成を主軸に行う米国の高等教育機関の概要を議論した来栖・綿貫(2023)はデータ・サイエンス教育を希望する応募者が入学するまでの学修歴や職歴の方を当該高等教育機関が重視すると指摘している。

(8) 「見て分かる」ことが学習者の理解を促すことに一定の効果があるものの，実質的に学習者の理解力を改善するために必要なことが論理的思考力の改善にあることを来栖(2022)は簿記技法の講義実践の経験に基づいて論じた。
来栖正利，“簿記習熟と論理的思考力-視覚に訴える講義実践の功罪-”，『2022PC カンファレンス論文集』，pp.121-124，(2022)。

ソーシャルリスニングの日中韓言語展開における課題

白土由佳*1・華金玲*2
yuka@bunkyo.ac.jp

*1：文教大学情報学部
*2：慶應義塾大学総合政策学部

◎Key Words　ソーシャルメディア，データ分析，ソーシャルリスニング

1. はじめに

ソーシャルメディアのデータ分析を通じた社会の理解をソーシャルリスニングと呼ぶ。近年，ソーシャルリスニングは社会を理解するための調査手法として浸透しつつあり，従来型の社会調査などと組み合わせることは有効だと考えられる。

このような状況において，ソーシャルリスニングにおける多言語間の比較が課題の一つとなっている。例えば昨今話題となった生成系AIは世界中で同時多発的に流行を席巻したが，各国の状況を比較するためには，分析対象となるメディアやキーワードの選定など，様々な障壁が立ちはだかる。

本研究では，日中韓言語の比較分析を行った研究事例に基づき，ソーシャルリスニングにおいて言語間比較を行うための課題を整理する。

2. ソーシャルリスニングとは

ソーシャルリスニングとは，ソーシャルメディア上などで自然に発生した人々の会話や行動などを研究し，人々の生活に基づいた意見を読み取ることである[1]。日単位・週単位で調査を行える柔軟性があり，時として調査者の想像の及ばないデータまでもが得られることもあり，仮説探索的なアプローチが可能となる。従来型の調査と相互補完的に用いることで，社会の理解に役立てることができる。

ソーシャルリスニングの実践には，分析対象に関するドメイン知識，データ取得のためのプログラミング，データ分析スキルが求められる。加えて，実践のプロセスには繰り返しが欠かせないことから，筆者はこれまでソーシャルリスニング実践において繰り返しを組み込んだフレームワークを提案し[2]，教育の現場で活用している。

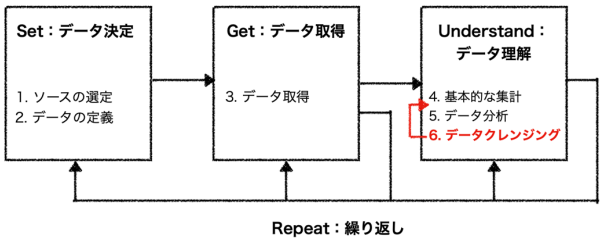


図 1　ソーシャルリスニング実践プロセス
フレームワーク“SGUR” [2]

3. ソーシャルリスニングの多言語展開

ソーシャルリスニングの利点の一つに，プラットフォーム上で交わされるコミュニケーションに言語の壁がないという点が挙げられる。例えばTwitterには様々な言語の投稿が蓄積されている。

言い換えると，ソーシャルリスニングは技術的には多言語展開のしやすいアプローチであるとも捉えられる。例えば，任意のテーマについてTwitter上でどのような投稿がなされているのか，英語や日本語，韓国語など言語を指定してデータを取得することそれ自体は容易い。

しかし，同一プラットフォーム上で多言語展開をすればそのままソーシャルリスニングの実現になるかと言えば，そうではない。本研究では，事例を通じてソーシャルリスニングにおける多言語展開の課題について検討し，多言語展開の実践における知見を蓄積したい。

4. 研究事例

本研究では，筆者らのChatGPTに対する社会的関心の日中韓比較[3][4]を事例に日中韓言語比較における課題を整理する。この事例は，昨年末に世界中で注目を集めた対話型AIのChatGPTについて，それぞれの言語における投稿の比較を通じて社会的関心の共通点と相違点を示している。

以降では，図1に示したソーシャルリスニング実践プロセスの各段階における日中韓言語展開の困難と課題を整理する。

4.1 Set：データ決定

ソーシャルリスニングの第一段階はデータ決定である。事例では，ChatGPTに対する社会的関心を明らかにすることを目的にソースの選定を行った。日本語および韓国語については技術的な話題が共有されやすいTwitterを対象とした。中国語については，中国国内で国外のサービス利用が禁止されていることから，Twitterではなく同様の短文型ソーシャルメディアWeiboを対象とした。

このように，データ決定の際には各言語の置かれた社会的状況によって分析対象とできるプラットフォームが異なる可能性がある。そのような場合には，できる限りメディア特性が類似した対象を吟味し，比較に適切であるかを検討する必要がある。

4.2 Get：データ取得

ソーシャルリスニングの第二段階はデータ取得である。

データ取得における困難は，キーワード選定と取得方法の異なりに起因する。

事例では，ChatGPT について述べる投稿を分析対象とした。従って，当初は一律で投稿に「ChatGPT」を含む投稿を対象としたが，データ取得後に韓国語データの不十分さが指摘され，同様の内容を意味する「챗 GPT」も追加キーワードとして追加のデータ取得を行った。

このように，各言語の特徴によって同一キーワードでのデータ取得では不十分な場合がある。それは，単にキーワードを翻訳すればいいわけではないという意味でもある。そのため，言語間比較においては，目的に応じ，言語的背景を鑑みた柔軟なキーワード選定が求められる。

4.3 Understand：データ理解

ソーシャルリスニングの第三段階であるデータ理解には，データクレンジングとデータ分析のそれぞれにおいて困難がある。

データクレンジングは多言語展開において最も難しい点の一つである。事例では，ローデータのクレンジングとテキストマイニングにおけるストップワードの処理という 2 つの場面で困難が生じた。

ローデータのクレンジングについては，ソーシャルメディア特有の問題であるスパムの扱いが課題となる。例えば日本語においてはバズワードである ChatGPT を付与しただけで全く内容に関係のない投稿はスパムとして判定したが，中国語のデータにおいてそのようなスパムは極めて稀であり，比較分析という点において日本語のみクレンジングの基準を厳しくすることには慎重にならなければならない。

ストップワードの処理については言語それ自体に対する知識の課題がある。事例では投稿本文のテキストマイニングを行ったが，日本語であれば助詞や助動詞で意味をなさない語はストップワードとして分析対象外とする。中国語および韓国語でも原理的には同様だが，どの語をストップワードとするかには言語に対する知識が必要であり，ここに多言語展開の高い壁が見てとれる。語の意味を調べるための翻訳よりも難易度の高い判断が必要とされるためである。

データ分析における大きな困難は技術的な側面である。分析には，KH Coder[5]や Microsoft Excel を使用したが，データの行き来をする過程で文字化けが生じることが多々あった。瑣末な点であるものの，多言語に関する知識がないと対応できないことからソーシャルリスニングの実践においては重要な課題であると考えられる。

また，データ分析においては少なくとも分析対象の 2 言語に精通している必要性が認められた。事例では，著者が中国語ネイティブかつ日本語もネイティブレベルに堪能であったことから語の翻訳や分析結果の解釈が行えた。特に事例のテーマが ChatGPT であったことから新語などへの知識も欠かせず，単に機械的な翻訳ではこのような研究水準には達することができなかったと考えられる。したがって，ソーシャルリスニングの多言語展開においては，分析結果を外部に翻訳依頼する形で取り組むのではおそらく不十分であり，研究者に一定以上の言語レベルが求められる。

さらに，データ分析結果の考察におけるドメイン知識として，諸外国の企業やサービス名，動向といった産業および社会的知識が求められた。対象とした ChatGPT は，新規サービスが次から次へと登場し非常に話題性のある事例のため，サービス提供側と産業構造，その社会文化的背景といった日中韓 3 カ国，それに加えて世界の関連動向の把握が必要となった。

4.4 Repeat：繰り返し

ソーシャルリスニングの実践において重要なのは繰り返しのプロセスである。いずれの段階からも繰り返しを行うことで探索的に分析を進めることができる。

事例では，1 人の著者が全てのデータ分析を担ったため，繰り返しの困難は分析手続きという物理的な負荷の大きさによるものであった。しかし，もし言語ごとに別の研究者が分析を担当する場合，細かな繰り返しプロセスによる分析の精緻化が必ずしも他の言語に展開できる保証はない。一方で，言語間において分析プロセスの統一が求められることから，繰り返しをどのように行うかについては研究者間で密なコミュニケーションを取り続ける必要があろう。

5. 考察

本研究では，事例を通じてソーシャルリスニングの日中韓言語展開における困難と課題を整理した。多言語展開においては，複数言語に対する高度な理解，および分析対象に関連するドメイン知識，分析手続きにおける技術的なスキルが求められる。言語の理解やドメイン知識は一般的な社会調査における多言語展開と同様の要請である一方，技術的なスキルについては言語間の知見の蓄積に乏しいことから，具体的なプロセスの共有化が求められる。

6. 今後の展望

ソーシャルリスニングは仮説探索的な社会調査のアプローチの多言語展開の方向性としての価値を秘めている。実際に多言語比較を行う上での知見を蓄積し続け，グローバルな社会における緻密な理解の方法論的貢献を目指したい。

参考文献

(1) Rappaport, Stephen D.，電通ソーシャルメディアラボ：“リッスン・ファースト！：ソーシャルリスニングの教科書”，翔泳社（2012）.

(2) 白土由佳:“ソーシャルリスニングのフレームワーク SGUR（サグール）の提案と実践”，CIEC 春季カンファレンス論文集，Vol.12, pp.9-16（2021）.

(3) 華金玲・白土由佳：“対話型 AI に対する社会的反響の日中韓比較−ソーシャルメディアへの ChatGPT に関する投稿から−”日本メディア学会 2023 年度春季大会（2023）.

(4) 華金玲・白土由佳：“日中韓における対話型 AI「ChatGPT」の社会的関心―ソーシャルメディアとマスメディアのタイムラインから―”情報文化学会誌，Vol.30，No.1（2023）.（掲載予定）

(5) 樋口耕一：“テキスト型データの計量的分析−2 つのアプローチの峻別と統合−”理論と方法，Vol.19, No.1, pp.101-115（2004）.

大規模私立総合大学におけるオンデマンドデータサイエンス教育の取組

岡部格明*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,オンライン学習,オンラインアセスメント

1. はじめに

近年，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。これにより，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，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。

これを受けた大学教育における取り組みとして，文部科学省は，数理・データサイエンス・ＡＩの教育を進める施策として，2021 年度から数理・データサイエンス・ＡＩ教育プログラム認定制度を開始した[9]。2021 年度からはリテラシーレベルの認定，2022 年度からは応用基礎レベルの認定が開始されている。2021 年度には，リテラシーレベルのプログラムとして，59 大学，2 短期大学，6 高等専門学校の計 67 の組織が実施しているプログラムが認定された。2022 年度には，リテラシーレベルのプログラムとして，96 大学，9 短期大学，34 高等専門学校の計 139 の組織が実施しているプログラムが認定され，応用基礎レベルのプログラムとして，大学等の単位で合計 27 の組織が実施しているプログラム，学部・学科の単位で合計 41 の組織が実施しているプログラムが認定された。

2. 同志社大学の取り組み

本報告では，同志社大学における AI・データサイエンス教育プログラムの取り組みおよび，その必修科目についての取り組みとその課題について紹介する。

同志社大学でも 2022 年度より，文部科学省の「数理・データサイエンス・AI 教育」に関する認定制度に準拠した，同志社データサイエンス・AI 教育プログラムを開始している[8]。このプログラムは DDASH (Doshisha Approved Program for Data Science and AI Smart Higher Education) プログラムと呼ばれており，このプログラムの概要を図 1 に示す。同志社大学は，全 14 学部から構成される総合大学であり，全学で学生数が約 2.5 万人に及ぶ大規模私立大学である。DDASH プログラムの特徴として，特定の学部に所属する学生だけではなく，全学の学生がプログラムを受講可能という特徴がある。

DDASH プログラムのアセスメント方法の 1 つとして，一般財団法人統計質保証推進協会が実施している「統計検定」の受験を推進している。同志社大学は，「統計教育連携ネットワーク (JINSE)」[7] に参画しており，全ての学生は割引価格で受験可能である。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。

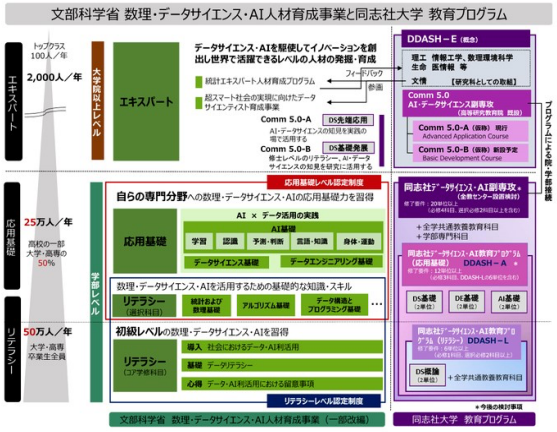


図 1: DDASH プログラムにおける「データサイエンス概論」の位置付け

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[8]。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科目，「数学 1」，「数学 2」，「データサイエンス 1」，「データサイエンス 2」，「論理的思考の基礎 (1)」，「論理的思考の基礎 (2)」，「Statistics for the Social Sciences and Humanities」（各 2 単位）の中から 4 単位以上取得することによって，修了することができる。DDASH-L 修了レベルでは統計検定データサイエンス発展の合格レベルを目指す[10]。

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[8]。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。DDASH-A 修了レベルで統計検定データサイエンスエキスパートの合格レベルを目指す[10] 。

さらに拡充したプログラムである DDASH 副専攻は，数理・データサイエンス・AI 教育（応用基礎レベル）の学びに加えて，各学部で開設している学部専門科目の履修を通して，エキスパートレベルである専門教育への学びにつなげることを目的としたプログラムである[8] 。この教育プログラムは DDASH-A の修了要件に加えて，各学部の開講科目など対象とされている選択科目を合計 20 単位以上取得することによって，修了することができる。

3. データサイエンス概論

3.1 講義の概要

データサイエンス概論は，DDASH プログラム認定に際して，2022 年度から開講されているオンデマンド講義である。この科目は，同志社大学全学の学生が受講することができる。この講義は，最終評価も含めてオンラインで行うという形のフルオンデマンド形式で開講されている。この講義の内容は，数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム[6] 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。この講義は，全 15 回から構成されており，講義は 4 人の教員と 6 名の外部講師によって行われる。講義内容は，大きく「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。

「ガイダンスと導入」においては，モデルカリキュラムにおける「社会で起きている変化」や「データ・AI 利活用のための技術」を取り扱う。「社会におけるデータ・AI の利活用」は，外部講師 6 名による講義であり，「データ・AI の利活用領域」,「データ・AI 利活用の現場」,「データ・AI 利活用の最新動向」を取り扱う。調査系企業や公官庁，製造系企業，製薬系企業，IT 系企業など，様々な分野の外部講師（総務省統計局・独立行政法人統計センター，株式会社日経リサーチ，アステラス製薬株式会社，株式会社リクルート，京セラ株式会社，株式会社 Agoop）を招聘することがこの講義の特色の 1 つとなっている。

「データリテラシー」では，モデルカリキュラムの「基礎」部分にあたる「データを読む」,「データを説明する」,「データを扱う」にあたる部分を取り扱う。具体的には，「様々なデータ」,「データの収集」,「1 変数データの記述と要約」,「2 変数データの記述と要約」,「データの視覚化」の 5 つのトピックを取り扱う。「様々なデータ」では，種々のデータを尺度水準などいくつかの切り口で分類してその種類について説明する。「データの収集」では，データ収集の目的と方法について，概念としての母集団と標本や実験研究と観察研究について説明する。「1 変数データの記述と要約」では，「中心」を表す指標，「散らばり」を表す指標などのほかに，ローレンツ曲線とジニ係数，価格指数を取り扱う。「2 変数データの記述と要約」では，2 つの量的変数同士の関係性の記述，2 つの質的変数同士の関係性の記述を取り扱う。2 つの量的変数同士の関係の中では，相関係数や偏相関係数，擬似相関を扱う。2 つの質的変数同士の関係の中では，一般の分割表に関する関連性の指標，2 標本における分割表の関連性の尺度，予測結果解釈のための分割表の尺度を取り扱う。「データの視覚化」では，変数の数とデータの種類ごとに様々な視覚化の方法を説明する。「基礎」の部分は全 8 回の講義を用いて，先述の内容を丁寧に教える。確率や推測統計についてはこの講義内では踏み込まずに，データの要約やデータの視覚化の内容を教えることにとどまっており，記述的な事項を丁寧に教えることに重点が置かれている。

「データ・AI 利活用における留意事項」では，モデルカリキュラムの「心得」にあたる部分を取り扱う。具体的には「データ分析での注意」,「法の世界とデータ利活用」,「情報倫理，情報セキュリティ」の 3 つのトピックを扱う。「データ分析での注意」では，統計を専門とする教員が講義を行い，ここでは，恣意的な視覚化，因果関係と相関関係，これまでの歴史におけるデータ分析の失敗例を紹介する。「法の世界とデータ利活用」では，法を専門とする教員が講義を行い，データ利活用やデータ利活用や AI 活用によって個人のプライバシーが侵害される危険や市場の公正さが損なわれる危険に関する説明を行う。「情報倫理，情報セキュリティ」では，情報を専門とする教員が講義を行い，情報を扱う上でのモラルやマナー，関連する法律や情報の安全性に関する説明を行う。

3.2 実施上の工夫

講義実施上の課題として，受講者数の多さと受講生の評価に関する難しさが挙げられる。この講義は全学からの受講を受け付けるため，学生，教員とも時間の確保が困難となる。特に，本講義では講義期間中の 15 回の講義を複数教員で担当するため，開講時間の柔軟さが求められる。開講時間の問題に加えて，受講者数が多いことにより，各回の細かな採点が困難になることが問題として挙げられる。そのことにより，学生の取り組み状況の評価が困難となってしまう。

受講者の成績評価基準として，次の得点構成を用いている。講義動画の視聴に対する平常点 20%，講義内容に関わる演習問題である講義内課題の提出状況を 20%，各回の確認テストとしての講義外課題の得点を 30%, 15 回の講義終了後の実施される確認テストとしての最終評価の得点 30% としている。

各回の講義内課題は，次週に解答例を公開しているため，受講者の自主的な復習を期待したものである。各回の講義外課題は，LMS 上で選択問題，数値入力問題として出題している。いずれの課題も講義公開週の土曜日に質疑応答の時間を設けているため，受講者は疑問点をその時間に質問することができる。

最終評価は，制限時間を 60 分とした確認テストを行う。出題範囲は各回の講義外課題として，春学期講義では，114 問，秋学期講義では 122 問の問題セットからランダムに 20 題出題した。これにより，他の受講生とは異なる問題が出題される。この確認テストを LMS 上で各受講者に解答してもらう。受験可能回数が 1 回のみであり，一度開始したら終了できないため，操作方法などは事前の回答練習ページで練習してもらう。最終評価受験時には，問題に関する質問や，トラブル発生時の対応ができないため，質問やトラブルに関する問い合わせについては，

別途質問のためのフォームを設けることにより対応している (図 2)。実際，受講生によっては，自身の受験環境などに起因するネットワークのトラブルなどが発生していた。これらの場合には，最終評価の受験可能期間終了後に別途対応を行なった。

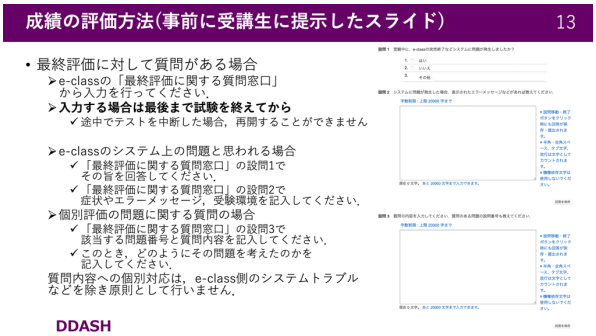


図 2: 最終評価におけるトラブル発生時の窓口

3.3 受講者の状況

2022 年度は春学期，秋学期通年で 1657 人が受講し，合格率は 77.7%であった。各学期の内訳として，春学期は， 939 人が受講し 80.6%が合格している。秋学期は，718 人が受講し 74.0%が合格している。春学期と秋学期ともに全 14 学部全ての学部からの受講生が見られ，春学期と秋学期に両方とも受講した受講生は見られなかった。

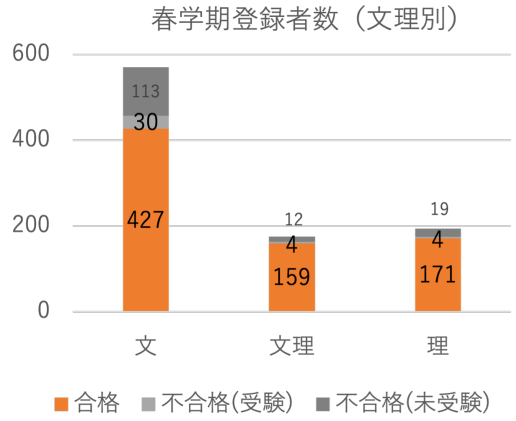


図 3: 2022 年度春学期の文理別登録者数

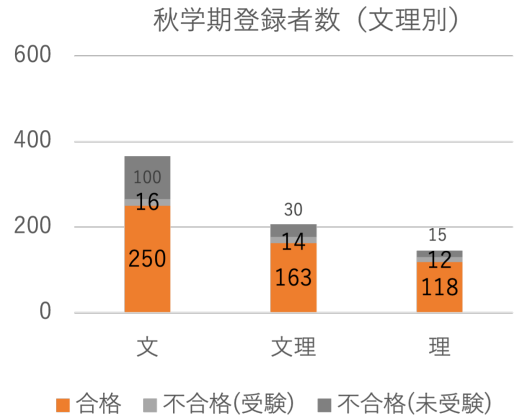


図 4: 2022 年度秋学期の文理別登録者数

春学期と秋学期の講義における受講者の文理区分および合否をそれぞれ図 3，図 4 に示す。ここでの文理区分は，一般選抜入学試験の試験教科の文系型・理系型によって分けている。文系は，神学部，文学部，法学部，経済学部，商学部，政策学部，社会学部，グローバル・コミュニケーション学部，グローバル地域文化学部，国際教育インスティテュートの 9 学部，1 組織である。国際教育インスティテュートに所属している学生は，文系 6 学部のいずれかに所属している。文理系は，文化情報学部，スポーツ健康科学部，心理学部の 3 学部である。理系は，理工学部，生命医科学部の 2 学部である。全体として，文系の受講生が多いことがわかる。春学期の文系学生の合格率は 74.9%，文理系学生の合格率は 90.9%，理系学生の合格率が 88.1%であった。秋学期の文系学生の合格率は 68.3%，文理系学生の合格率は 78.7%，理系学生の合格率が 81.4%であった。一方で，不合格者に限って見てみると，不合格者全体のうち，そもそも最終評価を受験していないが一定数見られたことがわかる。春学期の文系学生で 79%，文理系学生で 75%，理系学生で 82.6%，全体では 79.1%見られた。秋学期の文系学生で 86。2%，文理系学生で 68.2%，理系学生で 55.6%，全体では 77.5%見られた。

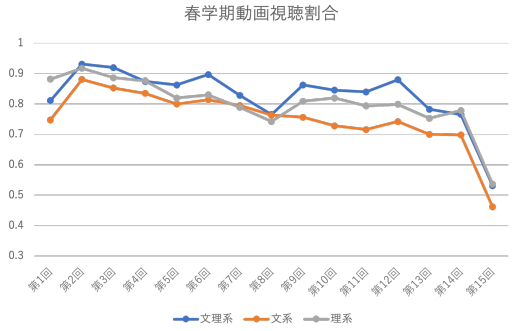


図 5: 2022 年度春学期の各回の講義動画視聴状況

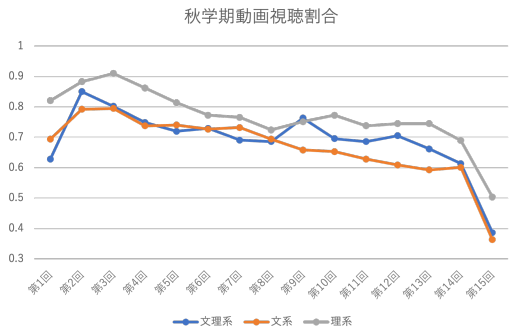


図 6: 2022 年度秋学期の各回の講義動画視聴状況

春学期と秋学期の講義における，文理別の動画視聴状況の推移を図 5，図 6 に示す。各回の動画が概ね 60 分程度であるため，倍速視聴している受講生がいることを考慮し，動画公開期間中に動画ページに合計で 20 分以上の滞留している場合に動画を視聴していると定義した。春学期においても秋学期においても，全受講者に占める動画視聴者の割合は，講義が進むにつれて低下していることがわかる。文系受講者，文理系受講者，理系受講者のいずれも第 6 回から第 8 回で下がっている。しかし，第 9 回で文系受講者以外は再び上昇していることがわ

かる。第 9 回「データリテラシー（6）２変数データの記述と要約（2）」では，2 変数の質的データを取り扱う。文理系受講者及び理系受講者に着目すると，第 6 回から第 8 回の内容については，高校などですでに履修済みであることから視聴を飛ばしていることが考えられる。そのため，第 9 回は新たな内容であるため，視聴割合が再び上昇したことが考えられる。一方で，文系受講者については，単調に減少しているため，何らかの対策が必要であることが考えられる。

最後に，春学期と秋学期の講義における講義外課題の平均得点率をそれぞれ図 7，図 8 に示す。これより，春学期，秋学期ともに第 7 回で大幅に得点率が下がっていることがわかる。第 7 回「１変数データの記述と要約（2）」では，1 変数データのばらつきに関する問題と重み付き平均，データの標準化に関する問題を出題しており，特に重み付き平均の問題に関する正答率が低かった。

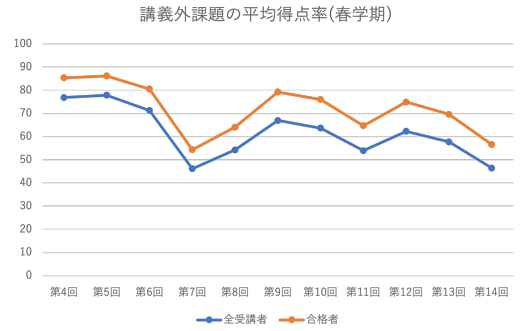


図 7: 2022 年度春学期の各回の講義外課題における平均得点率

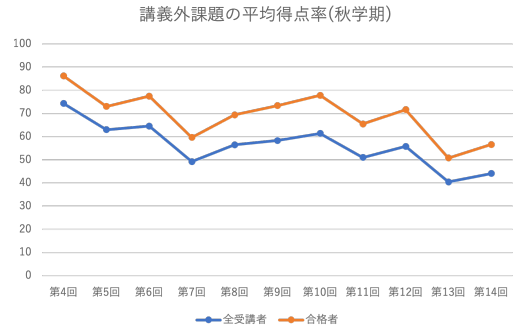


図 8: 2022 年度秋学期の各回の講義外課題における平均得点率

3.4 今後の方向性

この講義の今後の方向性に関して，講義の内容に関する改善，受講対象者の拡大，最終評価方法の見直しの３つの方向性がある。

講義内容に関して，第 6 回から第 9 回の内容や演習問題の改善が必要であると考えられる。高校で履修しているなど，ある程度わかっている文理系や理系の学生にとってはこの内容は簡単と思われる内容であり，そうでない文系の学生にとっては難しいと思われる内容になってしまっている可能性がある。そのため，文系の学生をフォローしつつ理系の学生を退屈させない内容にしていく必要があると考えられる。

受講対象者の拡大に関しては，2023 年度の秋学期より学校法人同志社の学内高校の生徒に対して，科目等履修生として，データサイエンス概論の履修を認める方向で進めている。特に第 6 回から第 9 回の内容については，高校生の受講に際して，検討を進めていく必要があると考えられる。

最後に，最終評価方法の見直しについて，現状の LMS システムでは，悪意を持った受験者に対する対策を行うことができない。例えば，受験する際に生成 AI を使うことや替え玉受験が可能になってしまう。本講義の扱う範囲の AI 技術が含まれており，Open AI の Chat GPT などの生成 AI についても重要な問題となっている。講義の中では，自身の学習を補助する型での利用を推奨しているが，必ずしもそのような使い方に留まらないことも考えられる。受講生の能力の保証を行う際には，生成 AI や替え玉受験の対策を行うことが求められている。この問題への対処として，受験時のカメラ監視を含んだ本人認証，操作中のタブ移動やコピーの禁止，デスクトップ監視を機能としてもつオンライン試験サービスの導入を検討している[(1) (2) (3) (4)]。

4. 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オンデマンド開講講義，データサイエンス概論について説明した。この講義は最終評価も含めて，フルオンデマンドで開講している講義のため，受講生の評価が問題となるが LMS の活用によって，これらの問題に取り組んでいる。講義の内容については，高校で履修済みである部分に関して動画の視聴状況に変化が見られることから，今後対策が必要となっていることが示唆されている。講義及び最終評価で出題した問題のうち，正答率が特に低かった問題及びやその詳細については，当日発表する。

参考文献

(1) 株式会社 EduLab.『Check Point Z』. https://checkpointz.com/jp/.
(2) 株式会社サーティファイ.『スマート入試』. https://smarte.jp/.
(3) 株式会社シェアウィズ.『WisdomBase』. https://wisdombase.share-wis.com/.
(4) 株式会社プロシーズ.『Testable』. https://www.pro-seeds.com/testable/.
(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) 統計教育連携ネットワーク (2022).『JINSE 版統計検定』. https://jinse.jp/kentei.
(8) 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.
(9) 文部科学省 (2022).『「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・応用基礎レベル)」の認定・選定結果について』. https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/1413155_00011.htm.
(10) 統計検定 (2021).『統計検定 検定種別』. https://www.toukei-kentei.jp/exam/.

初学者のためのAI・データサイエンス入門授業の試み

北村 美穂子*1　金光 安芸子*2　吉田 智子*1
Email: kitamura@notredame.ac.jp

*1: 京都ノートルダム女子大学　社会情報課程
*2: Wolfram Research, Inc.

◎Key Words　AI・データサイエンス教育, AI リテラシー, プログラミング教育, 教材・ツール開発

1. はじめに

デジタル社会の「読み書きそろばん」とも言われる「数理・データサイエンス・AI」は，現代において，誰でも学ぶべき科目と言われている。文部科学省においてもMDASHを掲げ，2025年までに全学生(50万人/年規模)が「数理・データサイエンス・AI」の基礎が習得可能となるように，大学教育へ改革を進めている(1)。

しかし，高校時代に数学に苦手意識を持ち，中学・高校の「情報」の授業も関心を持たずに過ごした大学生が少なくない。彼らは「数理・データサイエンス・AI」を学ぶことの重要性を頭では理解しているものの，自分がいざ学ぶとなると，わからないもの，苦手なものとみなし，積極的には受講しないのが文系大学での現状である。これは，教師が説明を簡単にするために内容を単純化し過ぎたり，仕組みや理論にこだわり実社会との関連が不明瞭であったり，学生が知識として身につけた内容を確認する場がなかったりするという教育を提供する側にも課題がある。

筆者らは，このような状況を鑑み，本学の「データ活用プログラム」の必修科目の１つである「AIとデータサイエンス入門」（90分授業15回）の授業において，文系女子大学において数学が不得意な学生にも「わかる，楽しい，役に立つ」を理念にした授業を設計した。

授業は

1) 実社会で使われるAIやデータサイエンスに主眼をおき，そこで利用されている技術や仕組みを学ぶ。
2) 学んだ知識を確認するためのプログラミング実習を行う

という二部構成で行う。プログラミング実習については，AIやデータサイエンスに関する関数が豊富にあるWolfram言語[1]を利用する。

昨年度，本設計により実施した授業では，学生は90分の授業を飽きることなく，より身近なものとして，AIとデータサイエンスの知識を習得することができた。

2. 「AIとデータサイエンス入門」の授業

2.1 授業目標

本授業の対象者は，中学・高校時代に数学や情報を積極的に学ばず，AIについて興味はあるものの苦手意識を持つ学生が大半を占める。したがって，数学的な基礎知識を前提とせず，自分の身近なものから興味を広げ，知識修得につなげるよう配慮する必要がある。授業の目標は，「人間とAIが共存する未来社会を考察するために必要なAI及びデータサイエンスの基礎知識を養う」とする。

2.2 授業方針

以下の４つの内容を授業の柱とする。

（1） プログラミング言語を理解・習得する
（2） データサイエンスの基礎・概要を学ぶ
（3） AIリテラシーを学ぶ
（4） 社会におけるAI・データの役割を学ぶ

2.3 授業内容

上記の方針に従い，授業内容について詳しく説明する。なお，本授業の授業計画を表１に記す。

(1) プログラミング言語を理解･習得する

本授業では，プログラミング言語についての理解を深めるため，各回必ずプログラミング実習を取り入れた。AIとデータサイエンスという授業でありながら，プログラミング実習を取り入れる理由は，次の３点である。

A) AIやデータサイエンスの知識をプログラム演習で体感し，知識の定着を図る
B) AIもソフトウェアであることを，プログラミングを通じて認識し，AIと人間の違いについて理解を深め，AIリテラシーを養う
C) 自分でプログラミングし出力を得ることで，授業に楽しさを与え，情報や数学アレルギーを軽減させる

[1] https://www.wolfram.com/language/

A) の重要性は，AI やデータサイエンスが数学知識を基本とするが，数学が苦手な学生にとって，それを座学のみで理解するには難しい点にある。数学の話を 90 分聴くよりも，たとえ既成のコードであっても自分の手を動かし，結果が出力されれば感動し，記憶にも残る。数学的な知識は，プログラミングを通じて，論理的思考の下で，その概念が理解できればそれでよく，実際の計算はプログラムの関数に任せればよい。

自分自身のプログラミングが，ソフトウェア知識の定着に寄与することは，先行研究からも明らかである[(2)]。

B) については，筆者は，IT 企業に約 30 年勤め，AI 関連の研究開発に従事した経験がある[(3)]。その経験を振り返ると，AI の基礎知識を習得するためには，まずコンピュータにおけるデータの扱い方とソフトウェアの理解が必須である。AI もソフトウェアの１つであるという前提知識がないと，AI と人間の違いについて理解することができず，AI リテラシーも身につかない。学生自ら AI を開発し，AI の能力や課題を実感できるような授業を目指す。

C) において，筆者らが心がけたことは，

- 学生が，より親しみの得られる身近な題材を使う
- 全員が同じ出力を求めるのではなく，オリジナルの作品を作ってもらう

という点である。

Wolfram 言語は，AI やデータサイエンスに関する豊富な関数が用意されているため，これらの関数を用いて，初学者でも簡単に AI プログラミングをすることができる。さらに，Wolfram Cloud [2]を用いれば，学校でも家でも同じ環境でプログラミングに取り組める。

学生の身近な題材で，自分しか作れない作品を創作することでプログラミングの楽しさを経験することは，プログラミングが難しいものではなく，数学やデータサイエンスに対する心理的障壁を下げることに寄与する。

(2) データサイエンスの基礎・概要を学ぶ

データサイエンスには，確率・統計の知識が欠かせないが，基本統計量，偏差，分散の基礎に留め，データビジュアライゼーションを重点的に教える。近年，新聞や広告でも，グラフや地図等，種々な可視化技術を使って理由や根拠を示すことが多い。これらの実例を挙げ，可視化による効果，可視化において注意すべき点を学ぶ。

さらに，後述するワードクラウドによるテキストの可視化の実習を行うことで，データ洞察力や結果を明確かつ魅力的に伝える力を養うことに重点を置く。

表 1 「AI とデータサイエンス入門」の授業計画

回	内容
第 1 回	ガイダンス • 授業の目的・進め方についての説明 • WolframAlpha を使ってみよう
第 2 回	AI による技術および社会の変化 • AI による技術の変化(インターネット,IoT,5G),AI による社会の変化(ソサエティ 5.0,シェアリングエコノミー他) • Wolfram 言語の基本操作の説明と実習
第 3 回	データ活用のための基礎知識 • データの種類，コンピュータ内でのデータの扱い(数字，文字) • プログラミング実習(Wolfram 言語におけるデータ処理)
第 4 回	データ活用のための技術(データ解析,非構造化データ) • データ解析とは，非構造化データ(画像，音，音声)の扱い • プログラミング実習(画像，音，音声処理)
第 5 回	第 2 回から第 5 回のまとめ • 小テストおよび講評
第 6 回	プログラミング言語概論 • プログラミング(アルゴリズムとデータ構造)，プログラミング言語の歴史,種類と特徴 • プログラミング実習(条件分岐，反復等の基本制御)
第 7 回	プログラミング実習 • プログラミング実習(アートプログラミング)
第 8 回	AI の事例 自然言語処理(1) • テキスト解析(形態素解析，構文解析) • プログラミング実習(文字列処理，テキストの文法構造)
第 9 回	AI の事例 自然言語処理(2) • テキスト解析(意味解析，辞書とコーパス) • プログラミング実習(Wolfram 言語の知識ベース)
第 10 回	第 6 回から第 9 回のまとめ • 小テストおよび講評 • アートプログラミング課題の作品発表・ディスカッション
第 11 回	データサイエンスの基礎 • AI と統計学の関係，データの種類と収集方法，ヒストグラムと基本統計量，統計解析 • プログラミング実習(可視化，基本統計量の計算，相関関係)
第 12 回	データビジュアライゼーション • 様々な可視化(グラフ，ワードクラウド，地図上の可視化) • プログラミング実習(データビジュアライゼーション)
第 13 回	機械学習とは • AI と人間の学習の違い，教師あり学習・教師なし学習とは，機械学習(分類，予測) • プログラミング実習(Wolfram 言語の機械学習，分類，予測)
第 14 回	AI が社会に与える影響 • AI 活用における課題と未来(AI と仕事，AI と上手く付き合うには) • データビジュアライゼーション課題のレポート発表・ディスカッション
第 15 回	全体のまとめ • まとめのテストおよび講評 • 本授業の総括

[2] https://www.wolframcloud.com

(3) AI リテラシーを学ぶ

AI については，近年技術の進歩が著しい自然言語処理を題材に，研究の歴史的背景や技術の変遷について説明する。自然言語処理はテキストを扱うため，文系学生でも取り組みやすい題材である。人間の思考を模倣したルールベースの手法から現在主流のビッグデータによる機械学習の手法に AI が変化してきた点を機械翻訳の事例を用いて説明することで，AI の原理や仕組みを学ぶ。

プログラミング実習では，お菓子のチョコを用いた画像判別実験や，自分の好きな小説を用いたワードクラウド作成を体験し，AI やデータサイエンスをより身近に感じてもらうことに注力する。

(4) 社会における AI･データの役割を学ぶ

AI 人材とは，AI についての知識とともに，AI が我々の生活の中で，どのような役割を果たし，かつ，どのような影響や課題があるかを正しく知る必要がある。授業の最終回には，社会的な問題にも目を向け，AI 倫理や政府が提案している Society5.0[4]の話題を提供し，人間と AI が共存する未来社会について問題提起する。

2.4 学生の理解度の確認

本授業は初学者対象であり，学習の躓きを防ぐ必要がある。したがって学生の理解度を確認しながら授業を進める。毎回，授業の最後に IT パスポート[5]の試験問題を 4 問出題し，学生の理解度を測る。IT パスポートの問題を用いた理由は，選択肢で簡単に答えることができ，良問が多いためである。

さらに，第 4 回と第 10 回に，各回のテストで出題された問題をベースに確認テストを実施する。第 10 回には簡単なプログラミングのテストも行う。最終回では，授業目標が達成されたか確認するために「人間と AI が共存する未来社会」に関する設問を用意する。

3. 授業の実施及び実践結果

3.1 授業の実施

2022 年度の後期授業（2022 年 10 月～2023 年 1 月）において本授業は実施された。受講した学生は，文系の学科に所属する 2 年生の 21 名であった。

毎回，授業の最後にアンケートをとり，授業の感想や要望等を質問した（以降「授業アンケート」と呼ぶ）。また，授業の最終回には，大学側が無記名の授業評価アンケートを実施した（以降「授業評価」と呼ぶ）。

3.2 授業アンケート，及び，授業評価の結果

図 1 に，第 1 回から第 10 回の授業アンケートのワードクラウドを示す[3]。この図全体で目立つ単語は，「わかる」「できる」「感じる」「理解」等であり，学生の前向きな姿勢が読み取れる。なお，第 8 回は「難しい」「間違う」のような否定的な単語があるが，「できる」「楽しい」も存在する。この回はプログラミング実習のみの授業であった。学生が苦労しながらも作品を完成させた努力が読み取れる。このように，学生は全授業を通じて，意欲的に取り組んだことがわかる。

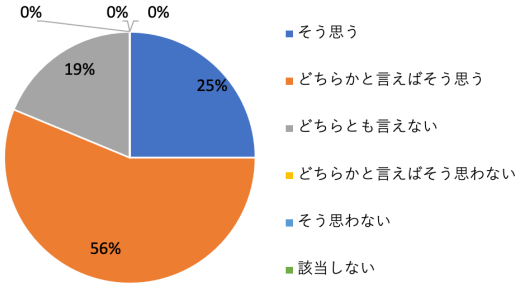


図 2　「この授業に満足しているか」の結果

次に，授業評価の結果について述べる。図 2 は満足度に関する回答結果である。この図に見るように，概ね満足度が高い授業であったと言える。しかし，一部の学

図 1　第 1 回から第 10 回までの授業アンケートのワードクラウド

[3] 実施の都合上，第 7～9 回の授業内容は，授業計画と異なっている。

表 2 授業評価の学生のコメント例

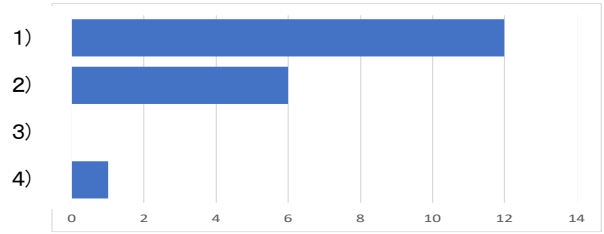
学生のコメント(肯定的な意見)
実習で実際にやってみられるのがよかった。
AI やデータサイエンスについて学ぶ機械は今までなかったので，良い学びとなった。
一回の授業内容で進む速さもいいくらいで，少し難しかったところもありましたが，面白い実習とわかりやすい解説が連続であったので理解しやすかったです。
講義は，講義と実習の2つの部分に分かれています。講義内容はわかりやすく，講義を学んだ後すぐに実践できます。それが私には理解しやすく，覚えるのにも役に立ちました。
学生のコメント(否定的な意見)
もう少し既存知識と結びつけながら，わかりやすく授業をして欲しかった。どんどんと説明が進んでいくので，よくわからない部分が多かった。実習も，今何をしているのか，そのとおりにやることが多かったので改善してほしい
毎回授業と実習があるから，授業が進むのが早かった

生は「どちらとも言えない」という回答をしている。

表2は，授業評価における学生のコメントである。1回の授業にて講義と実習を行うことについて肯定的な意見が多い一方で，授業の進度についていくことができなかった学生もいる。これらの学生は，授業の満足度が低い学生だと思われる。

3.3 AI と共存する未来社会に関する回答

図3と表3は，最終回のテストの設問である「AI は今後我々にとってどんな存在になると思うか？その理由についても記述せよ」の学生の回答である。



1) AI が日常生活に溶け込み，人間が AI に依存することなく，賢く利用し，社会が豊かになる
2) AI が日常生活に溶け込み，人間が気付かないうちに AI の価値判断に影響され，行動するようになる
3) AI ブームは去り，人間は，AI の価値判断や技術そのものを信用しなくなる
4) その他

図 3 「AI と共存する社会」に関する質問の回答

表 3 上記の 1) ～4) を選択した理由

1) ～ 4) の選択肢を選んだ理由
1) 人間は自分の意見に自信がないとき，誰かと情報共有をします。私はその対象が，人間よりもより正確な情報を提供してくれる AI になると考えます。そのように AI に依存していくことで，自分の意見ではなく AI の判断に飲み込まれていくのではないかと考えます。
2) この授業を受ける前までは，いつか AI に仕事を取られたり，AI に依存するようになるのではないかと思っていた。しかし，この授業で AI について学ぶことで，ELSI の倫理的・法的・社会的課題を解決したり，人間中心の AI 社会原則を守ったり，AI が人間の代わりをするのではなく，AI の能力を人間にとって有益になる使い方をすれば，AI に依存することなく，社会が豊かになると考えるようになったからです。
4) AI を使えるか使えないかで社会に差ができると思う。身近なところにも AI が増えており，それらは人間が行う作業をサポートしているから。AI に任せられることが増えると人間は楽になり，それを活用する人と依存する人が出てくると思う。

この回答には正解がなく，学生が授業を通じて，自分の考えを述べられるかどうかを確認するための質問である。図3のように，学生の半数以上は，人間と AI は共存し豊かな社会が実現できると回答した。しかし，異なる回答も存在する。表3の理由にみるように「AI 倫理を遵守し豊かな社会が実現する」と答えた学生もいれば，「人間が AI に依存してしまう未来」を危惧する学生もいる。学生一人一人が，授業で学んだ内容から，AI と人間が共存する未来社会を考えることができるようになったことがこの表からも読み取れる。

3.4 授業実践からわかったこと

授業アンケートや授業評価の結果から，授業の目的「人間と AI が共存する未来社会を考察するために必要な AI 及びデータサイエンスの基礎知識を養う」は達成されたと言える。副次的な効果として，毎回行った確認テストによって「IT パスポート」の受験意欲が湧き，IT 分野の勉強を始めた学生もいた。

一方で，丁寧な説明と実習のサポートを心がけたにもかかわらず，授業に満足していない学生がいたことも確かである。原因としては，授業の進度が早いため1度欠席するとついていけない，学生自身の想定を超える内容で予習復習が思うようにできなかった，ことが考えられる。授業開講前に事前学習を促す，講義のビデオ動画を公開しオンラインで繰り返し学習できる環境を提供する等，次年度以降の課題としたい。

4. おわりに

本稿では，初学者向けの「AI・データサイエンス入門」の授業についてその方針，内容及び実践結果を報告した。なお，本授業におけるプログラミング実習を利用する試みについては，2023PC カンファレンス分科会の「情報教育」において「体感しながら学ぶ AI とデータサイエンス入門授業の試み」でより詳しく発表する。

参考文献

(1) 文部科学省：“数理・データサイエンス・ＡＩ教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）”，https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00002.htm (2019)
(2) 吉田智子，中村亮太，酒井知果，松浦敏雄：“かわいいモノ作りを通してプログラムを学ぶコースウェアの提案と実践”，情報学，14巻，1号，pp.16-30 (2017)
(3) 北村美穂子，村田稔樹，奥村晃弘，佐々木美樹：“テキストマイニング技術を利用したお客様コールログ分析”，OKI テクニカルレビュー，Vol.83，No.1，pp38 (2016)
(4) 内閣府：“Society 5.0”，https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/ (2020)
(5) IPA：“IT パスポート試験”，https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/index.html (2023)

統計に対する態度を測る指標でみる データサイエンス基礎教育の教育測定

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　統計に対する態度，データサイエンス，日本語版 SATS

1. はじめに

初等中等教育および高等教育でもさまざまなデータサイエンスのリテラシー教育が行われている。しかしながら高等教育におけるこれらの導入においては、担当者がデータサイエンス教育を専門としているとは限らず、文部科学省が明示している内容をカリキュラムには反映していても、実際に受講生のリテラシー向上につながっているか否かの専門的な検証はほとんど行われていない。また統計に対する態度を測る指標に対しては、Schau and Emmioglu（2012）の Survey of Attitudes Toward Statistics（SATS）がある。藤井ら（2017）では SATS の日本語版の作成を行っており、SATS に関する詳細やその取り組みについて述べている。

本研究では、実施している授業デザインを日本語版 SATS を用いて評価し、受講生のリテラシー向上につながっているかを検証する。

2. 統計に対する態度を測る指標について

本節では本研究で用いた統計に対する態度を測る指標である SATS および日本語版 SATS について述べる。

2.1 SATS について

本研究では統計に対する態度を測る指標を用いて、学習による受講者の変容を測ることを考える。統計に対する態度を図る指標としては、Roberts and Bilderback（1980）の Statistics Attitude Survey（SAS）やその改良版である Wise（1985）の Attitudes Toward Statistics（ATS）がある。なおこれらの指標に対しては、Gal and Ginsburg（1994）がその問題点を指摘してあり、その指摘を受け、Schau and Emmioglu（2012）の Survey of Attitudes Toward Statistics（SATS）がある。SATS については Ramirez, et al.（2012）にも詳細が書かれており、その説明が藤井ら（2017）によって説明されている。藤井ら（2017）では、Ramirez, et al.（2012）における SATS の以下の 8 つのプロセスに基づいて作成されたと紹介している。

１．統計に対する学生の態度を測定するこれまでの調査票の検証
２．大学での統計入門を受講している学生の態度に対する記述の分析
３．統計入門の受講生と教員による、統計に対する態度を表す単語やフレーズを共通する構成概念の形で分類
４．上の単語やフレーズを用いて作成された項目に対するパイロット研究と改良
５．検証的因子分析による初期の次元の構成概念の妥当性の検討
６．他の調査票との関連や不足部分を検討することで、構成概念のスコアの妥当性の検討
７．2 つの構成概念の追加
８．検証的因子分析によるつの構成概念の内的構造の妥当性の検討

2.2 日本語版 SATS について

藤井ら（2017）では SATS の日本語版の作成を行っており、SATS に関する詳細やその取り組みについて述べており、その調査票等も藤井（2018）で公開している。加えて木根ら（2016）では、2 つの SATS（当初公開された 28 項目の SATS-28 およびその後 8 項目が追加された SATS-36。以後、SATS-36 のみ扱うため、SATS-36 を単に SATS と表記）に触れ、SATS の各項目の詳細を説明し、今後の方針等も述べられている。

木根ら（2016）では、これらの SATS および日本語版 SATS の詳細について次のように述べている。

SATS では授業前と授業後の 2 つの調査票があり、授業での変化を検証することが可能である。SATS には 36 項目の質問があり、以下の 6 つの要素で構成されている（木根ら、2016）。

・感情（Affect）6 項目
・認知コンピテンシー（Cofnitive Competence）6 項目
・価値（Value）9 項目
・困難性（Difficulty）6 項目
・興味（Interest）6 項目
・努力（Effect）9 項目

木根ら（2016）によると、上記はすべて授業前の調査票から選び、その日本語訳したものをあげていることや、SATS の妥当性については、Hilton, et al.（2004）を参照などの補足事項も述べている。具体的な質問文等は藤井（2018）を参照されたい。

2.3 日本語版 SATS の適用事例

藤井ら（2017）で提案された日本語版 SATS の適用事例として、竹内（2023）で大学での事例を紹介している。

竹内（2023）では、2022 年度後期にて、学部統計基礎

教育に該当する授業（必修、2022 年度はオンデマンド方式）を受講した学生の受講前と受講後の統計に対する態度の変容を検証することを目的に、「日本語版 SATS」を用いた調査を行っている。

本研究ではこの結果について、具体的な分析結果を紹介する。

3. 日本語版 SATS を用いた学生の態度の測定

本節では日本語版 SATS を用いた学生の態度の測定結果の詳細を述べる。

3.1 調査の詳細

2022 年度後期にて、学部統計基礎教育に該当する授業（必修、2022 年度はオンデマンド方式）を受講した学生の受講前と受講後の統計に対する態度の変容を検証することを目的に、「日本語版 SATS」を用いた調査を行った。調査概要は以下の通りである。なお本来であれば「日本語版 SATS」には授業前と授業後で、質問文が幾分異なっているが、今回は、前後の変容を見ることに注目したため、受講前の調査票を主として用いたことに注意されたい。

(1) 授業前の調査

調査対象：J 大学学部学生 1 年生（ただし再履修生なども数名受講）249 名。

回答数および回収率：161 名回答。回収率 64.7%

調査方式：ウェブ調査票を用いた調査票調査。講義 01 の授業内課題として実施。

調査日時:2022 年 9 月 23 日 09:00-10 月 6 日 12:00。

(2) 授業後の調査

調査対象：J 大学学部学生 1 年生（ただし再履修生なども数名受講）249 名。

回答数および回収率：107 名回答。回収率 43.0%

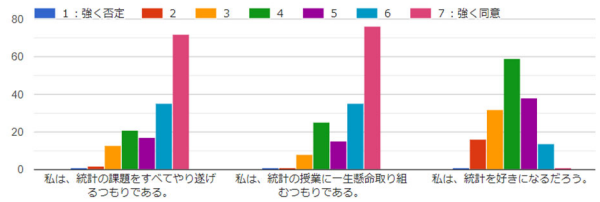
調査方式：ウェブ調査票を用いた調査票調査。講義 14 の授業内課題として実施。

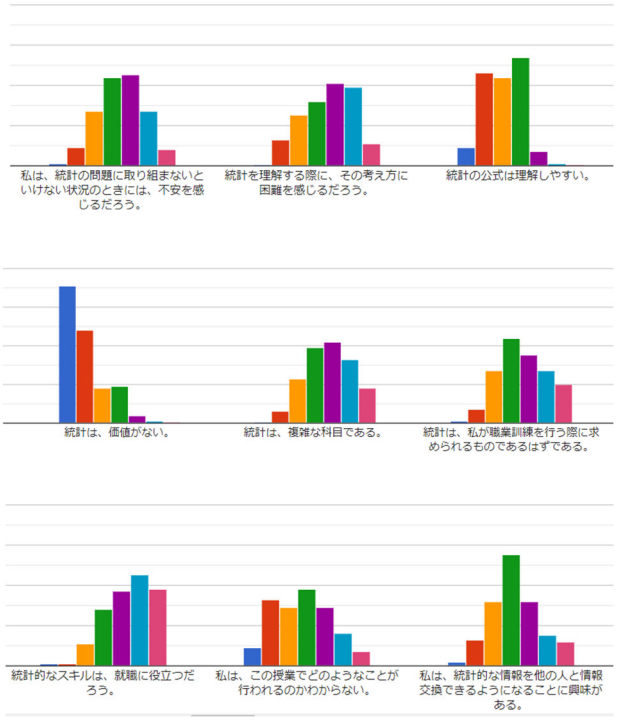
調査日時：2023 年 1 月 20 日 09:00-1 月 26 日 23:55。

なお授業前と授業後の両方を回答している人は、87 名（34.9%）、片方のみの回答している人は 94 名（37.8%）、両方とも回答してない人は 27.3% となった。

3.2 調査結果について

調査結果については、以下のようになった。詳細およびその他の結果については会場にて紹介する。





参考文献

(1) Gal, I. and Ginsburg, L.（1994）The role of beliefs and attitudes in learning statistics:towards an assessment framework、Journal of Statistics Education、2(2)、1-16。

(2) 木根主税・藤井良宜・渡邊耕二・アダチ徹子・川北直子（2016）統計に対する態度を測る調査票 ~日本語版 SATS の作成と今後~、統計教育実践研究、8、165-168。

(3) Schau, C. and Emmioglu, P.（2012）Do introductionary statistics courses in the United States improve students’ attitude、Statistics Education Research Journal、11(2)、86-94。

(4) 竹内光悦（2023）統計に対する態度を測る指標「日本版 SATS」を用いた統計基礎教育の習熟度測定、2023 年度数学教育学会春季年会 2023 年 3 月 16 日 数学教育学会。

(5) 藤井良宜・木根主税・渡邊耕二・アダチ徹子・川北直子（2017）統計に対する態度を測る調査票の日本語版の作成、宮崎大学教育学部紀要 教育科学、89、21-30。

(6) 藤井良宜（2018）統計に対する態度を測る調査票（日本語版 SATS）、https://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/yfujii/JapaneseSATS/（最終確認日：2023/02/04）。

(7) Ramirez, C., Schau, C. and Emmiogle（2012）The importance of attitudes in statistics education. Statistics、Education Research Journal.、11(2)、57-71。

(8) Roberts, D. M. and Bilderback, E. W.（1980）Reliablility and validity of a statistics attitude survey 、 Educational and Psychological Measurement、40(1)、235-238。

(9) Wise, S. L.（1985）The development and validity of a scale measuring attitudes toward statistics 、 Educational and Psychological Measurement、45(2)、401-405。

「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

篠田有史[*1]・岳五一[*2]・鳩貝耕一[*1]・松本茂樹[*3]・高橋正[*3]・河口紅[*4]・吉田賢史[*5]
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: 一般社団法人さんぴぃす
*5: 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。筆者らは，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，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)]。2022 年には，メタ認知の概念を導入した手法を用いて，情報基礎教育の現場で調査を実施した[(3)]。ここでは，発展的な学びの知識や，学びに対する意識といったパラメータにまとめられる要素が，授業の感想に影響を与えていることが確認できた。他方，これまでの調査では，収集したデータから得られた学習者像と，授業の受講状況との関連性については，十分調査ができていない状態である。

そこで，本稿では，これまでの取り組みの結果を参考に，情報基礎教育の授業の中で実施した新たな調査について報告する。ここでは，プレアンケートに相当する調査を実施し，収集したデータの分析を通じて学習者モデルを構築することを試み，得られた結果を検討し，ポストアンケートで実施するべき調査について議論する。

2. 情報基礎教育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，筆者らが独自に検討していた「学びのスタイル」アンケートをベースに，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ある。これにより，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。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)]。

2022 年の前期に，このアンケートを用いて甲南大学で「IT 基礎」の授業での調査を実施した[(3)]。ここでは，筆頭者の担当する 2 つのクラスについて，プレアンケートとしてメタ認知的知識と「学びのスタイル」アンケートの調査を実施した。さらにポストアンケートとして，もう一度メタ認知的知識と「学びのスタイル」に関する質問に加え，授業の感想を収集する調査を実施した。その結果，プレアンケートの項目を取り出して学習者のモデルを構築すると，ポストアンケートとして収集した，授業の感想と結びつく関係を見いだすことができた。そこで 2023 年は，2022 年度の調査を踏襲する形でプレアンケート調査を実施することとした。

授業の対象は，2022 年度と同様に「IT 基礎」とした。この授業は，序盤の第 1 回～第 5 回にかけて情報リテラシーの内容を扱い，第 6 回より，オフィスソフトウェアの利用を開始する構成である。そこで，第 6 回の開講にあわせて，プレアンケートとして，メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートを実施した。調査の期間は，第 6 回授業日の 2023 年 5 月 17 日から 5 月 26 日までとし，授業の際にアンケートに協力を求める説明資料を公開し，任意で回答を募った。その結果，履修者 139 名中，84 名の回答を得ることができた。

3. メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」による 2023 年の学習者の可視化

収集したアンケート結果については，筆者らが実施した 2022 年度の取り組み[(3)]と同じ方法でデータを整理することとした。メタ認知的知識については，得られたスコアをシンプルに合算し，学びのスタイルについては，項目ごとにまとめたものとした。項目ごとの集計結果を表 1 に示す。

2022 年度の取り組みでは，プレアンケートに加え，授業終盤で収集したポストアンケートも組み合わせ，

授業を通じてメタ認知的知識や「学びのスタイル」がどのように変化をしたか，また，それが授業の感想にどのように反映されうるかを検討した。その結果，授業の感想に結び付く手がかりとして，メタ認知的知識と，不安に関する質問項目はあえて無視して構成した学びのスタイルとの組み合わせが有効であるという示唆を得ることができた。すなわち，学習者が訴える不安に関するシグナルは，シンプルに授業の理解に結び付けるのは好ましくなく，不安だという声に惑わされずに，学習者がどのような学びの知見のもとに，どのように学んでいるのかといった部分に着目する必要があるのではなかろうか，ということである。

そこで，2023 年のプレアンケート結果について，不安に関する部分は取り除いた形で実施した主成分分析の結果を表 2 に示す。また，同様の主成分分析を 2022 年度のデータで実施した結果を表 3 に示す。表 3 は，93 名の履修者を対象に実施した 2022 年度の調査において，プレアンケートとポストアンケートの双方に回答した 58 名のデータによるものである。表 2 より，主成分分析の結果，手順や説明に異存し，概要把握や自習については積極的ではない，という学びのスタイルが，第一主成分として表出していることが確認できた。他方，表 2 と表 3 を比較すると，モデルの正負が逆である以外に，第一主成分で大きな差異が表れている。それは，メタ認知的知識の度合いである。2022 年度の調査では，メタ認知的知識も，大きくこの第一主成分に関与していたが，2023 年の調査では特段の関わり合いが確認できない状態である。この結果から，2023 年は，先進的な学びのスタイルは取ってはいないけれども，メタ認知的知識としては高い数値を答えるといったような，矛盾した状況の学生が多い，ということが示唆される。

2023 年のメタ認知的知識の度数分布を図 1 に示す。図 1 からは，メタ認知的知識のパラメータは領域に広く分布しており，この中に，先進的な学びのスタイルは取ってはいないけれども，メタ認知的知識としては高い数値を答えている，という矛盾を持った学習者が含まれていることになる。ポストアンケートでは，このような学生が，授業にどのような感想を持ったかに加え，予習復習に関する質問などを通じ，実際の学びの状況がどのようなものであったかについても調査をして検討を行う必要があるものと考えられる。

4. おわりに

本稿では，メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートを用いて，情報基礎教育の授業における学習者の状況を調査し，どのようなレスポスが得られているか検討した。これに続く取り組みでは，ポストアンケートとして，授業の感想に加え，予習復習の取り組み状況など，実際の学習活動についても調査をすることで，学びのスタイルと学習活動との間にどのような関係を見いだすことができるかを検討する予定である。

表 1. 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
授業内容の概要把握	3	11	7.10	3.00	1.73	1.00
手順への依存	2	12	9.86	3.93	1.98	1.00
説明への依存	2	12	9.45	3.77	1.94	1.50
不安	4	12	9.81	3.26	1.81	1.00
自習指向	7	18	11.25	5.15	2.27	2.00
メタ認知的知識の度合い	23	47	35.82	19.79	4.45	3.00

表 2. 2023 年のプレアンケートによる主成分分析結果

	第一主成分	第二主成分	第三主成分
スタイル：概要	−0.423	0.395	−0.634
スタイル：手順への依存	0.570	0.271	−0.245
スタイル：説明への依存	0.536	0.378	−0.292
スタイル：自習指向	−0.456	0.384	−0.092
メタ認知的知識度	−0.021	0.693	0.666
固有ベクトル	2.086	1.373	0.671
寄与率	0.417	0.275	0.134
累積寄与率	0.417	0.692	0.826

表 3. 2022 年度のデータによる主成分分析結果

	第一主成分	第二主成分	第三主成分
スタイル：概要	0.560	0.187	−0.494
スタイル：手順への依存	−0.472	0.481	0.063
スタイル：説明への依存	−0.425	0.508	−0.110
スタイル：自習指向	0.432	0.358	0.809
メタ認知的知識度	0.311	0.590	−0.291
固有ベクトル	2.133	1.668	0.575
寄与率	0.427	0.334	0.115
累積寄与率	0.427	0.760	0.875

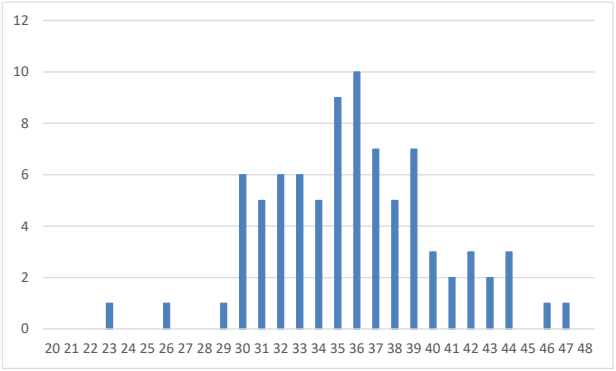


図 1. 2023 年のメタ認知的知識の度数分布

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, Vol. 1, 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, No.6, 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).

子どもの学びと居場所づくりを目指したオンラインプログラムの実践

鈴木 あこ*1・菅谷 克行*1
Email: 20l1063g@vc.ibaraki.ac.jp

*1：茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

◎Key Words　　オンラインプログラム，サードプレイス，学び支援

1. はじめに

本論文では，認定特定非営利法人NPOカタリバが2020年に開始したオンライン教育サービス「カタリバオンライン」にて，著者が伴走者としてボランティア活動を行ってきた内容と実践の結果を報告する。

昨年PCカンファレンス2022で著者らが発表した「コロナ禍における子どもの学びと居場所づくりを目指したオンラインプログラムの実践」(1)では，ICTを活用した完全オンラインの活動を行う上で，スタッフである「キャスト」がオンラインコミュニケーションの不足部分を補うような効果的な関わり方をしているのではないかという点に着目した。スタッフによる振り返りミーティング記録データを分析することにより，スタッフが子どもの各種プログラムへの姿勢・取り組みや子どもの輝いていた点に着目して情報共有を行っていることが明らかになった。情動の伝達が困難なオンライン上のコミュニケーション(2)において，子どもたちとの信頼関係を構築するために，スタッフが子どもの肯定的な要素をピックアップしていることがわかった。

著者らがカタリバオンラインで活動を継続する中で，新たな記録データを入手した。今回は，前回の分析範囲と合わせた2022年4月から9月の半年間を見ることで，カタリバオンラインの活動や学校生活に取り組む子どもたちの様子と伴走するスタッフの姿勢がどのように変化していたか考察する。

なお，本研究におけるオンラインプログラムとは，カタリバオンラインが提供し子どもたちが参加する活動の内容及び日程のことを指し，コンピュータのプログラム・アプリケーション等を指すものではない。

2. カタリバオンラインの活動概要

2.1 カタリバオンライン及びNPOカタリバについて

カタリバオンラインは，認定特定非営利活動法人カタリバ(以下カタリバ)(3)が2020年に開始したオンライン教育サービスである。カタリバは2001年から，多様な出会いと学びの機会を届け，社会に10代の居場所と出番を作るための活動に取り組んでいる。特に貧困や被災によって生まれる「きっかけ格差」を是正する取り組みを行ってきた。2021年には，経済産業省「未来の教室」実証事業の一環としてカタリバが運営するメタバース上の居場所「room-K」を立ち上げた。(4)

2.2 活動内容とキャストの役割

平日の放課後の時間帯にオンライン会議システム「Zoom」でルームを開室し，運営者・キャスト・子どもたちが入って共にプログラムに参加する。プログラムの内容は，英語，イラスト，ゲームやWebツール，ヨガ，ダンス等幅広い題材を扱っている。他にも子どもたちが自主的にプログラムを企画する時間「自主企画」も設けられており，キャストが子どもと話し合ってやりたいことを実現するための計画・実施サポートを行っている。

運営者とキャストは，プログラム実施前後にミーティングを行う。事前ミーティングでは当日の流れを確認し，子どもたちに関する情報共有を行ったり目標を設定したりする。事後ミーティングではプログラムを振り返って意見や感想を述べる。事後ミーティングの内容は，チームコミュニケーションツール「Slack」上で毎回共有される。曜日ごとに参加するキャストのメンバーが異なるため，子どもの様子や気になる点を異なる曜日担当のキャスト間で共有することが困難である。曜日間のキャスト連携を図るため，文面での記録を行っている。

3. キャストの関わり方の特徴及びその変遷

3.1 分析方法

本章では，キャストがプログラム後に行う事後ミーティングにおいて発言された内容の記録を分析して，そこから把握できるキャストの関わり方や向き合い方の特徴を明らかにする。事後ミーティングの記録は曜日ごとにルーム管理を担当する運営者が行っている。

本研究では，運営者によって記録および「Slack」への投稿がなされたデータを対象とする。今回新たに対象に加えた期間は2022年6月～9月分であり，昨年のPCカンファレンス2022で報告した2022年4月～5月分と合わせて分析・考察する。

日付，記録者(その日の運営者)，発言者，発言内容を抽出した。発言内容については，キャスト同士でどのような情報共有が行われているのかを明確にするため，筆者らが独自にカテゴリー分けを行った。カテゴリーの名称および分類基準は，表1のとおりである。新たに対象に加えたデータの中には，前回(1)のカテゴリーに該当しない発言があったため，「プログラム評価(発言者不明)」「子どもからの提案」「子どもからの提案を受けた反応」の3カテゴリーを新たに加えて分類した。

3.2 カテゴリーごとの集計結果とその概要及び考察

発言内容のカテゴリー別に発言数を集計し，いつ何が多く発言されているのか，時期で内容に変化があるのか検証する。合計発言数の月別集計をグラフ化(図1)し，このグラフと各カテゴリーの発言数推移を比較する。

表 1　カテゴリー名称及びその分類基準

カテゴリー	発言者	発言対象 (人・プログラム)	発言対象 (時系列)
子どもの輝いていた点	全員	子ども	当日
子どものプログラムへの姿勢・取り組み	全員	子ども	当日
子どもの近況について	全員	子ども	当日(過去数回を含む)
子どもについて心配なこと	全員	子ども	当日(過去数回を含む)
子ども同士の相互的なコミュニケーション・雰囲気	全員	子ども	当日
運営上の報告	全員	プログラム	当日
参加状況	全員	自身	以前～当日まで
キャストプログラム評価	キャスト	プログラム	以前～当日まで
実施者プログラム評価	プログラム実施者	プログラム	以前～当日まで
推察	全員	子ども	当日
反省	全員	自身	当日
感想	全員	自身	当日
対応	全員	自身	当日
対応における課題	全員	全体	今後
感謝	全員	キャスト	当日
称賛	全員	キャスト	当日
同意	全員	キャスト	当日
応答	全員	キャスト	当日
フォロー	全員	キャスト	当日
進め方の提案	全員	プログラム	今後
関わり方の提案	全員	子ども	今後
(新)プログラム評価(発言者不明)	不明	プログラム	以前～当日まで
(新)子どもからの提案	全員(子どもからの伝達)	全体	以前～当日まで
(新)子どもからの提案を受けた反応	全員	全体	以前～当日まで

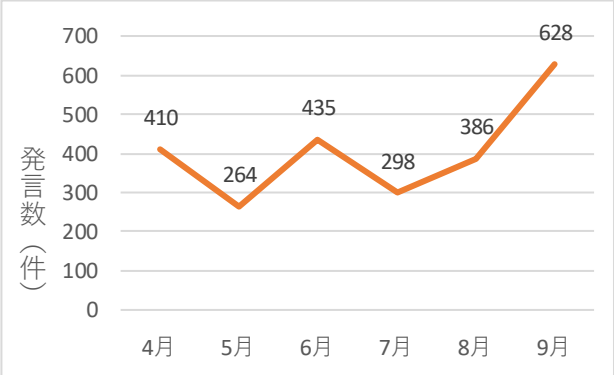


図 1 月別の合計発言数

カテゴリーごとの結果については，特徴的な傾向が現れたもののみに絞り，グラフを示しながら考察を記述する。

（1）「子どもの近況について」（図 2）：

6 月が突出して多く， 4 月が 5 月よりも少ない。このカテゴリーにおける 6 月の発言内容を見てみると，「定期(中間)テスト」「学校行事」「疲れている」など，他の月の内容には見られなかった文言がある。4・5 月は主に「はまっているもの」などマイブームに関連した近況が多かったことが共通しており，4 月-5 月間の増減に関する明確な理由は判明しなかった。

7 月は「3 連休」「夏休み」といった時期特有のキーワードがあるものの，この半年間の中では最も発言数が少なかった。8 月は「夏休み」の思い出やマイブームの話，9 月は最近のプログラムに関する話題が見られた。

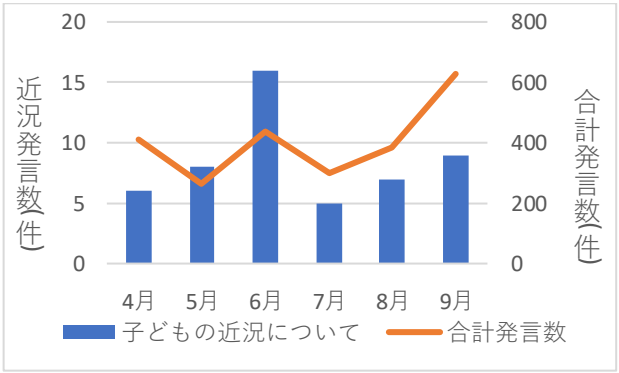


図 2　月別集計「子どもの近況について」

（2）「子どもについて心配なこと」（図 3）：

推移の仕方が折れ線グラフ（合計発言数）と類似しているが， 6 月が突出して多い特徴がみられる。この要因は一人の子どもに関する発言が複数人のキャストからなされた点にあり，11 件中 8 件が同じ日に発言されているものだった。他のカテゴリーと比較した際，どの月も発言数が多いわけではないため，全体的な傾向ではなく，一件の出来事が数値に表れる形となった。

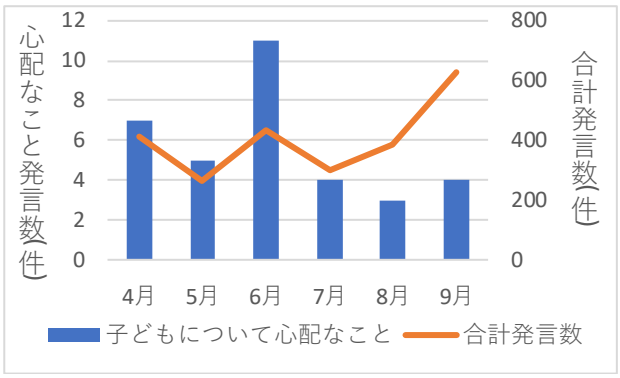


図 3　月別集計「子どもについて心配なこと」

（３）「対応」（図 4）：

上記と同様6月が突出して多いことが特徴であり，4・5月が少ない。6月の発言内容を見ても特徴的な内容は見受けられず，発言したキャストやプログラム名にも偏りは見られなかった。比較的多かった内容を挙げるとすれば，その日の参加者や来た人数に合わせて「プログラムの内容を変更した」という趣旨の記述があり，柔軟に対応している様子が見られた。

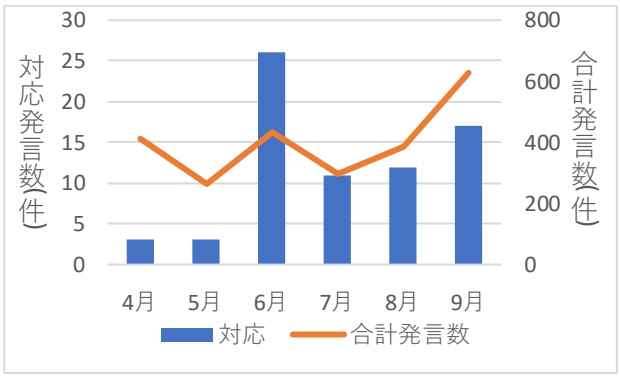


図 4　月別集計「対応」

（４）「進め方の提案」（図 5）：

折れ線グラフ（合計発言数）と推移が類似しているが，4 月が突出して多いことと 9 月の増加が緩やかであることが特徴である。このカテゴリーにおける 4 月の発言数が多い要因として，2022 年 4 月から全体の運営方針の変更があり，プログラムの内容にも転換が起こったことが関係しているのではないかという予測を立てた。しかし，振り返りの中で直接言及している発言は特段多くは見られなかった。また時期的なポイントとしては，当時ロシアのウクライナ侵攻が開始されてから 2 カ月ほどであったことから，その情勢に配慮して進めようという提案も1件ではあるが見られた。

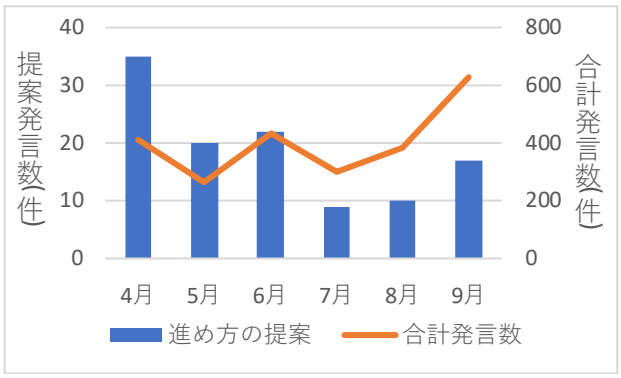


図 5　月別集計「進め方の提案」

（５）「関わり方の提案」（図 6）：

5 月が最も多く，8 月が比較的少なかったのが特徴である。5 月は合計発言数が最も少なかったため，5 月が発言数最多になったカテゴリーはこの「関わり方の提案」のみであった。しかし，発言を辿っても比較的通常通りの内容が多く，明確な要因は不明であった。

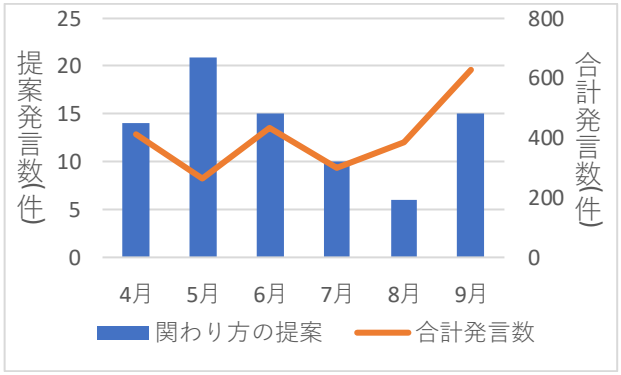


図 6　月別集計「関わり方の提案」

（６）「反省」（図 7）：

6 月-7 月間の増加傾向に加え，4 月が多く 9 月が多いといった特徴があった。発言数そのものが少ないカテゴリーのため絶対値の変化がグラフに表れやすい点に注意すべきだが，それを加味しても 7 月の「反省」は半数が「自主企画」に関する内容であったため，フェスウィークに向けたサポートの難しさがあったのではないかと推測できる。

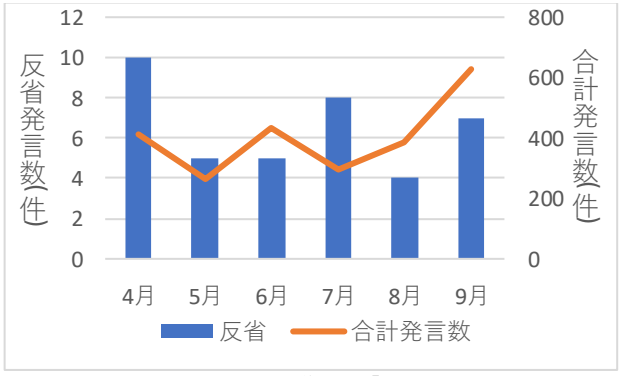


図 7　月別集計「反省」

（7）「称賛」（図 8）：
8 月のみが突出して多く，それ以外の月は折れ線グラフ（合計発言数）通りに推移している。この要因は，子どもたちが自ら考案したプログラムを数日間にわたって実施・展開するイベント「フェスウィーク」であると考えられる。フェスウィークは長期休暇期間に合わせて実施するため普段参加が少ない子どもやキャスト・運営スタッフも参加することがあり，本部運営スタッフが久しぶりに子どもたちと顔を合わせて関わっていた姿を「称賛」する内容が多く見られた。該当の運営スタッフの参加によって多くの子どもたちがプログラムに集まったこともあり，大人数の子どもとの関わり方やこの時間の良かったことを一般化・言語化することで今後取り入れられそうな要素を検討していた。

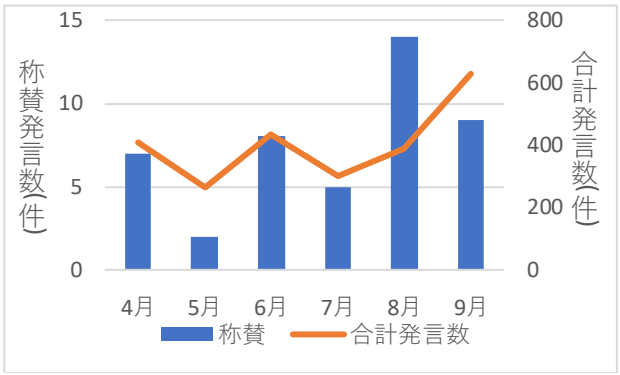


図 8　月別集計「称賛」

（8）「キャストプログラム評価」（図 9）：
4 月が多く，他のカテゴリーと比較すると 6 月と 9 月が少ない。上記の通り，6 月は子どもの様子や対応についての発言数が多かったため，プログラム関連よりもそちらの方に発言が偏ったとみられる。4 月の多さと 9 月の少なさに関する要因は不明だが，4 月は「進め方の提案」でも言及した運営方針変更や年度開始に伴う変更点に言及した発言が若干数見られた。

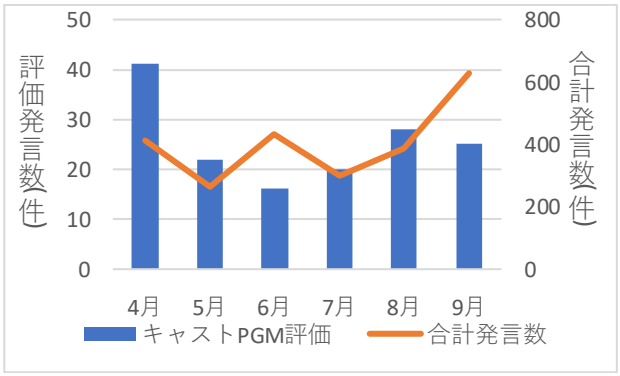


図 9　月別集計「キャストプログラム評価」

4.　おわりに

本論文ではカタリバオンラインにおける子どもたちとの継続的な関わりの事例を基に，サービスの在り方及び子どもたちの様子にどのような変遷が見られたかを明らかにしようとしてきた。2022 年度上半期の振り返りデータの分析を通して，特徴的な内容が多かった月は 6 月で，特に子どもの近況においては学校生活に関する言及が多かった。学校の環境が大きく変わる年度始めの 4 月よりも，徐々に生活に慣れてきたり行事に参加したりすることが子どもに強い影響を与えている可能性が見られた。

これらの結果は，今後のさらに広範囲のデータの分析を行うことで，別の年においても 6 月に同様の特徴が見られるのか否かについて検証していく必要があると考える。

次に，夏のイベントとして行われた「フェスウィーク」は，子どもにとってもキャストにとっても刺激と成長の場になっていたのではないかと考えられる。子どもたちはプログラムでやりたいことを自ら発信・企画し，キャストの手を借りたり子どもたち同士で協力したりして，主体的に取り組もうとする姿勢を見せていた。一方キャスト側も，子どもたちの主体性を重んじつつ適切なサポートを行うにはどうすべきか模索している様子や，フェスウィーク当日のスタッフの関わり方を称賛し学ぶ様子が見られた。

このイベントがきっかけとなり，9 月以降「子どもからの提案」として，子どもたちからカタリバオンラインについての要望を直接キャストに共有する場が設けられた。それを聞いたキャストが「子どもからの提案を受けた反応」としてさらに意見を共有している。子どもたちの主体性を重んじる伴走が，集団における子どもたちの自己効力感に繋がった。それが主体性の連鎖を生み出していたのではないかと推測できる。

そして，これらの結果はオンライン環境でコミュニティ感覚が形成[(5)]されているのではないかと考えられる。現在のコミュニティ感覚における研究は，地政学的枠組みに限定された集団関係に限られている。[(5)] 地理的な条件に囚われないオンライン環境下でのコミュニティ感覚の形成は，今後ますます広がっていくものと考えるため，コミュニティ心理学的観点からも検討の余地がある例だと言える。

謝辞

本研究を進めるにあたり，多くの助言をいただいた NPO 法人カタリバの後藤諄様に感謝いたします。

参考文献

(1) 鈴木あこ，菅谷克行：“コロナ禍における子どもの学びと居場所づくりを目指したオンラインプログラムの実践”，2022PC カンファレンス論文集，p.71-74（2022）.
(2) 朝日新聞「オンラインの会話 心は通じるか」2022 年 2 月 3 日　朝刊 28 面　東京本社
(3) 「認定 NPO 法人カタリバ 未来は，つくれる。」https://www.katariba.or.jp/ (最終閲覧 2023.06.28)
(4) 今村久美：“NPO カタリバがみんなと作った不登校親子のための教科書”，p175，ダイヤモンド社（2023）.
(5) 植村勝彦，高畠克子，箕口雅博，原 裕視，久田満 “よくわかるコミュニティ心理学[第 3 版]”，pp58-61，ミネルヴァ書房（2017）

読み聞かせにおける児童の頭部の揺動を可視化するシステム
—集中力の維持と頭部揺動—

大場昴人*1・Park Taewon*1・熊澤典良*1・島義弘*2・奈良大作*1・上谷俊平*1
Email: kumazawa@mech.kagoshima-u.ac.jp

*1：鹿児島大学大学院　理工学研究科
*2：鹿児島大学　教育学部

©Key Words　　頭部揺動，集中力，AR マーカ

1.　はじめに

幼児教育において園児の成長に沿った保育をするために園児個々の特性を把握することは必要であり，その特性の一つとして集中力を育むことは重要である。一般的に運動によって集中力が高まることが知られており[(1)]，多くの現場では運動遊びを取り入れて，その後の朝の会や読み聞かせといった一斉保育に入りやすくしている。

読み聞かせ時に集中力が低下してその維持が難しくなると，児童は周囲を見渡したり，落ち着きなく動き始めることが多い。読み聞かせ時の物語の内容に集中している児童はじっと話者の方に顔を向け，集中していない児童は身体をゆらゆらと揺らしたりする様子から，児童の頭部の動きを計測することによって集中状態を把握することができると予想した。

我々は幼少期における児童の成長過程の可視化を目指しており，その特性の中でも集中力に着目している。本研究は園児の集中の度合いを明らかにすることを目的とし，日常の保育で頻繁にかつ継続的に行われる読み聞かせ時における児童が対象である。本論文では，話者の読み聞かせに集中する子どもの映像から全ての園児の集中を同時かつ個別に測定するために開発したシステムについて述べ，そのシステムから解析結果として出力される集中度について考察する。

2.　システムの概要

園児の集中を可視化するために，本研究の解析は一斉保育で行われる読み聞かせ時を対象とする。図 1 は園で実施する読み聞かせの模式図であり，保育者がクラス全員に向けて紙芝居を読む様子を表している。絵本の中の世界に入って集中している児童の姿勢は保持されるが，気の散りやすい子や興味を失って集中できなくなった子の姿勢は次第に崩れていく。集中できていないと図に示すようにふらふら歩き回ったりキョロキョロしたり落ち着きがなくなるため，揺動する頭部および身体から園児の集中度を把握できるはずである。

読み聞かせにおける園児の集中状態を頭部の動きから測定するために，教室の天井の四隅にカメラを設置した。読み聞かせ時にカメラにより撮影される映像の解像度は，使用した機器の最大解像度 2592×1944 である。図 2 は本研究において開発したシステムの概略図であり，カメラの映像は有線ネットワーク越しに参照できる。本研究で敷設したネットワークには約 15 台のカメラを含む PC 等のネットワーク機器が接続されているため，全ての機器

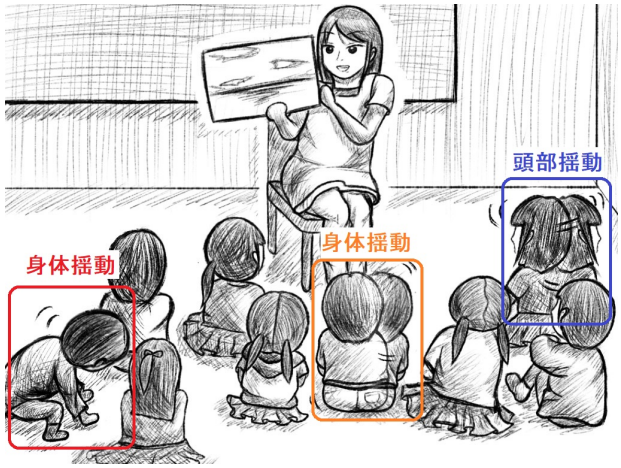


図 1 読み聞かせの概略図

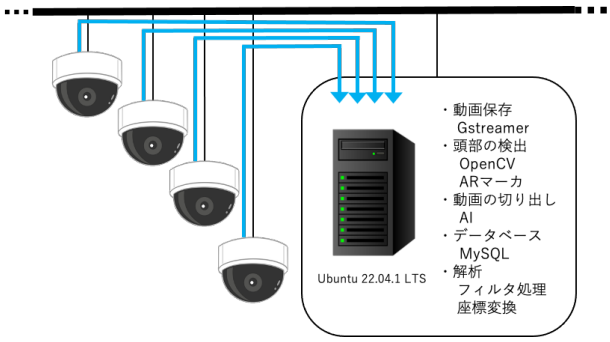


図 2 システムの概略図

の通信のための帯域を考慮して，カメラのフレームレートは 5fps とした。カメラの映像を保存するサーバ機には Ubuntu 22.04.1 LTS OS がインストールされ，4 台のカメラから RTSP(Real Time Streaming Protocol)プロトコルで配信される映像はサーバ内のハードディスクに自動で保存される。映像の保存にはオープンソースのマルチメディア・フレームワークの GStreamer[(2)]を使用し，読み聞かせの行われる可能性の高い時間帯の動画を自動で保存している。

2.1　揺動する頭部の計測

園児の読み聞かせ時の集中状態を把握するために，カメラによる動画から園児の頭部の動きを測定する。頭部の動きを計測する方法として，AI を用いて園児の頭部を検出することが考えられるが，正面以外からの児童の識別は難しい。頭部に何らかの印をつけることが出来ると簡

図3 AR マーカを取り付けた帽子

単に頭部の位置は計測できるが，その印で遊び始めるだろうし，その印を外す可能性も否めない。様々な方法を検討した結果，園児たちは保育の中で帽子に慣れていることがわかったので，園児帽を使用することにした。図3は読み聞かせ時に使用する園児用の帽子であり，3 つの AR マーカが貼付されている。AR マーカを使用することにより，その位置および角度を計測でき，デザインの異なるマーカを使用することでその識別は容易になる。本研究では，カメラの死角に入った頭部の AR マーカが検出されないことを避けるため，帽子に3つの AR マーカを貼付して子どもの頭部の位置を常に把握できるようにしている。AR マーカの大きさは帽子の大きさを考慮して一辺を 80mm の正方形にし，安全面への配慮から AR マーカ本体はフェルト生地を用いて製作し，その内部にプラスチックダンボールを挿入して補強した。

カメラの動画から認識される園児毎の頭部の動きを考える。図 4 は異なるカメラが捉えた読み聞かせの映像の例である。図中の丸で囲まれた園児は同一であり，その円の半径は 50cm に対応している。その園児が前後左右に 50cm 動いたとすると，図 4 左右のカメラの映像ではその半径はそれぞれ 300 ピクセルおよび 100 ピクセルとなる。頭部の AR マーカを認識するために OpenCV[3] 内の Aruco モジュールを使用するが，検出される AR マーカの中心座標は画像の左上を (0, 0) としたピクセル値で表現されるため，同一園児が同じ動きをしたとしても，カメラによって計測されるピクセル値の変化とその方向は全く異なる。このカメラによって生じるピクセル値の差異を補正するために，座標変換を用いて全ての画像を長さの物理量 mm に対応させる。図 5 はカメラの画像を物理量に対応させるために実施した校正実験画像の例である。図 5(a) はカメラによるオリジナル画像であり，教室内の読み聞かせの行われる 3m×3m の範囲に 9 つの AR マーカを 1.5m 間隔で配置している。AR マーカの台は教壇に対して平行に置かれており，その高さは読み聞かせ時の園児の頭の位置とおおよそ同じである。4 台のカメラによって異なるスケールを同一にするために，図 5(a) の台の位置関係が図 5(b) のような等間隔になるように，全てのカメラの画像に対して座標変換を施すことを考えた。変換後の画像は全てあたかも教室の上部から撮影したような形状になり，変換後の画像の 1 ピクセルあたりの物理量は約 2mm となった。本研究の座標変換を使用することによって，異なるカメラの映像から検出された AR マーカの変化を同じ変化

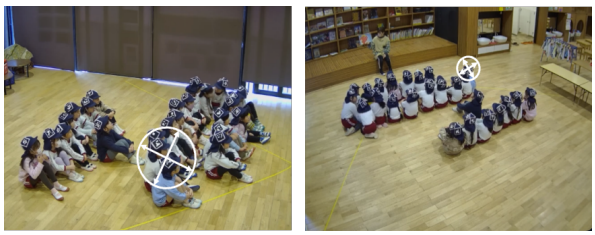


図4 カメラによって変わるスケール

(a) 変換前　　(b) 変換後

図5 校正の予備実験

図6 壇上部の人の検出

量として取得することが可能となり，たとえ AR マーカの検出漏れがあったとしても，他のカメラの映像から頭部の位置の情報を補うことができる。

2.2 頭部の揺動速度の算出

幼稚園の午前の読み聞かせは 10〜11 時の間に 10 分程度行われる。読み聞かせ時の園児の頭部の動きを解析するためには PC に保存した動画から該当する部分を抜き出す必要がある。読み聞かせ部分の動画の切り出しには時間と手間のかかる作業であるし，それが 4 台分のカメラの映像となると尚更である。人的作業を削減するために，AI を用いてカメラ 4 台分の映像から読み聞かせの部分を同期させて切り出すことにした。AI による読み聞かせの判定基準は，壇上に話者がいることと，10 人以上の園児がいることである。図 6 は，判定基準の一つである壇上に話者が検出されている様子を示しており，AI の物体認識[4]によりその判定がなされている。作成した物体認識モデルでは話者と園児の区別が難しかったので，話者の頭の高さを考慮した。もう一つの判定基準の園児の数は検出される AR マーカによって計算されるが，AR マーカ付きの帽子は読み聞かせ時以外には使用されないので，子どもの数による該当部分の切り出しの誤判定は起こっていない。

本研究のシステムは web ブラウザで操作でき，解析したい日を選び，子どもを指定するのみで解析結果が表示される。図 7 および図 8 はそれぞれ揺動する頭部の位置および速度のグラフでり，AI により切り出される読み聞

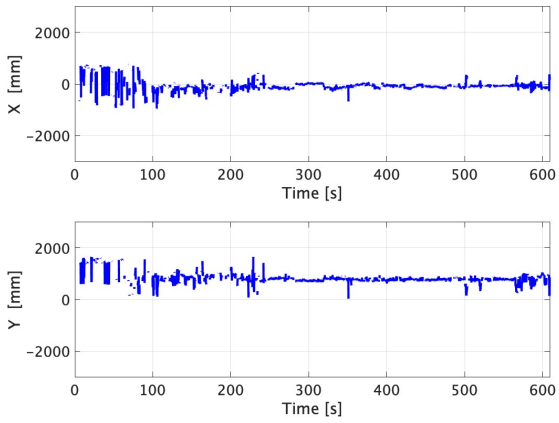


図 7 頭部の位置

図 9 読み聞かせの様子

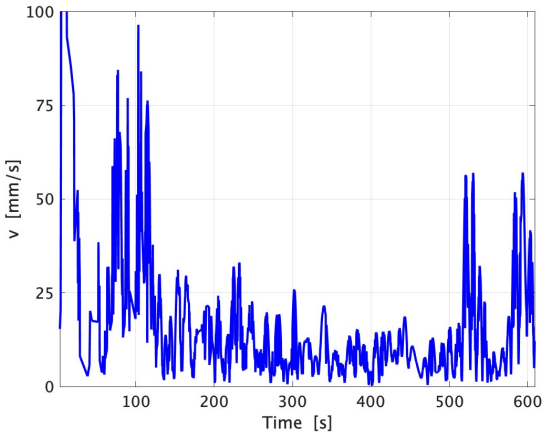


図 8 頭部の速度

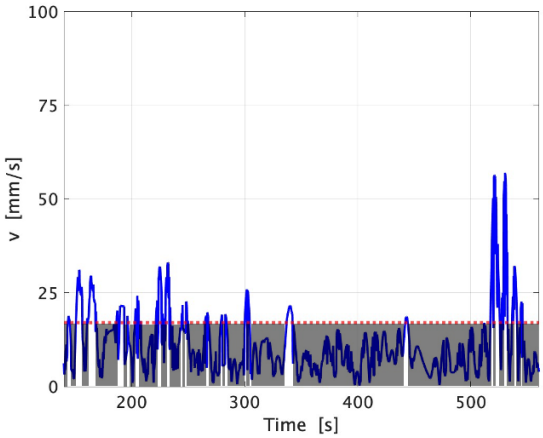


図 10 対象園児の頭部の速度

かせ部の映像から自動的に解析されて作成される。図 7 の上図は x 軸を教壇と平行としたときの頭部の左右方向の位置，下図は頭部の前後方向の位置を示している。横軸は時間であり，縦軸の単位は mm である。図 8 は揺動する頭部の速度であり，縦軸の単位は mm/s である。図 7 の位置は座標変換後のデータであり，前処理としてローパスフィルタを用いてノイズを除去し，図 8 の速度は位置の差分から求めている。本実験に使用している動画のフレームレートは 5fps であるため，頭部の速度は 0.2 秒間のうちに AR マーカの移動した距離に対応する。図 9 は図 7, 8 と同時に画面に表示される読み聞かせ動画である。4 つのカメラの動画は同期して切り出され，動画には解析対象の園児に出席番号のインデックスが付与される。動画は 4 画面同時に再生することもできるし，個別に再生することも可能である。図 7，8 の頭部揺動を参照しながら図 9 の動画を再生すると，0〜140 秒の間の頭部の揺動は読み聞かせの導入として実施する手遊びであり，460〜523 秒の間は読み聞かせの終了による片付けであった。これらの時間を除くと，解析の対象は 140〜460 秒の間の動画になる。

3. 頭部揺動と集中の関係

読み聞かせ時において園児の揺動する頭部と集中の関係を検討する。揺動する頭部の速度と集中度合いを対応づけるため，アンケート調査を実施した。アンケートは園児が集中していたか否かであり，読み聞かせ直後に調査した。アンケートは a〜d の 4 段階であり，園児ごとの集中度合いを保育者に評価してもらった。アンケートにおける評価は，最も集中している場合は a，集中していない場合は d である。本実験の調査対象の園児数は 28 であり，実施期間は 7 週間，アンケート有効枚数は 14 であった。

本システムにより得られる揺動する頭部の速度データとアンケート結果を対応づけるために一致率を調べる。解析対象は読み聞かせの始めに行う手遊びおよび終了後の片付けを除く，紙芝居もしくは絵本を使った純粋な読み聞かせの時間のみである。動画を一旦再生し，システムに手遊び等を除く解析開始・終了時刻および揺動速度を入力すると，システムは画面上に結果を表示する。図 10 は結果の表示例であり，横軸はシステムの操作者が指定した解析対象時間，縦軸は園児の頭部の揺動速度である。図中の破線は揺動速度であり，この場合 17mm/s が指定されている。図中の薄く色付けされた部分は，頭部の揺動速度がその 17mm/s 以下の集中した状態であることを示しており，この割合および時間の合計もシステム上に出力される。

操作者の入力する頭部の揺動速度をv，読み聞かせ中の園児kの頭部の動きがv以下であった割合を$C_k(v)$と表現すると，園児kの集中してじっとしていた割合は$C_k(v)$となる。アンケートと頭部の揺動速度との関係を検討するために新しくパラメータ α を導入し，読み聞かせ中の頭

部揺動の割合$C_k(v)$がα以上か否かによって頭部揺動から導出される集中度X_kを

$$X_k = \begin{cases} 1\ (C_k(v) \geq \alpha) \\ 0\ (C_k(v) < \alpha) \end{cases} \quad (1)$$

と表現する。読み聞かせ中にα以上の割合で頭部が揺動していなければ，X_kは集中を示す数値1となる。

アンケートは4段階評価で実施したが，下位の段階に対する回答が少なかったため2段階として集計し直した。園児に対するアンケートの回答がa，bの場合を1，c，dの場合を0とし，園児のアンケートによる集中度として変数Y_kで表現する。集中度Y_kが1の場合，園児kの読み聞かせ中の評価は「集中している」である。

システムの集中度X_kとアンケートのY_kが一致するようにパラメータv，αを調整する。i回目の読み聞かせのX_kおよびY_kの一致率F_iを

$$F_i = \frac{1}{m_i}\sum_{k=1} M_k \quad (2)$$

定義とする。ここで，m_iは対象となる園児数であり，M_kはX_kおよびY_kの結果が一致するか否かを示す次式のパラメータ，ω_0，ω_1は重みである。

$$M_k = \begin{cases} \omega_0 \times 1\ (X_k = Y_k = 0) \\ \omega_1 \times 1\ (X_k = Y_k = 1) \\ 0\ (X_k \neq Y_k) \end{cases} \quad (3)$$

全てのアンケートに対して(2)式の一致率を最大化するv，αをそれぞれv^*，α^*とし，

$$\{v^*, \alpha^*\} = \arg\max \frac{1}{n}\sum_{i=1} F_i \quad (4)$$

と定義する。ここで，nは対象のアンケート総数であり，アンケートの有効枚数の半数を使用するため，n=7 である。アンケートにおいて下位の回答である「集中していない(c もしくは d)」の選択数が少なかったため，ω_0=2，ω_1=1 として下位の回答に対する重みを上位のそれの倍に設定して(4)式を満たすv，αを求めると，v^*=11, α^*=0.41 となった。このとき，最大化された一致率の平均値は0.94 であった。

式(4)から得られたv^*，α^*をシステムに実装して集中を評価するために，(4)式の導出に使用しなかった残りのアンケートを用いて検証する。検証用の残りの 7 枚のアンケートに対し，下位の回答に対する重みをω_0=1 として(2)式のアンケート一致率を求めると，その平均は 0.96，最大値は1.00，最小値は0.87 であった。一致率が導出時よりも高くなっているのは，検証用のアンケートに下位の回答が多く含まれていたからである。以上より求めたv^*=11, α^*=0.41 を我々のシステムに実装して使用することで，保育者の感じる園児の集中度と同等の評価ができるようになり，日々の子どもの集中度の把握が可能になった。

4. おわりに

本研究では，読み聞かせ時間を対象とした園児の集中度合いを解析・評価するシステムを開発した。集中度は教室内のカメラの動画およびARマーカ付き園児帽によって自動で測定され，その集中度は集中していた時間とその割合で表現される。本システムの示す集中度は，保育者に対して実施したアンケート結果と一致しており，園児の頭部の揺動速度と集中には極めて高い相関があることが示された。

本システムはネットワークカメラおよびサーバ PC を常設して使用しているため，長期に渡る園児一人一人の集中力の成長過程を把握することが可能である。全てのデータはサーバに保存されているので，集中していなかった日もしくは集中できていた日についての検証が可能である。本システムを使用した実証実験では，「前の子との間隔が狭かったため，紙芝居が見えず集中できなかった」「仲のいい子と隣同士にすると，おしゃべりをして集中しなかった」「初めての紙芝居だったので，全員が最後まで集中していた」等の分析が出来るようになり，「子どもたちの座る場所を入れ替える」「紙芝居を読む工夫」などの対策ができるようになっている。

今回，解析を行っていく中で，物語に深く入り込み集中しているが故に，園児が同時に驚嘆して大きく動くケースがあった。園児の同調する動作への対応は今後の課題としたい。

参考文献

(1) アンダース・ハンセン著，御舩由美子翻訳，“一流の頭脳”，サンマーク出版 (2018).

(2) “GSteamer: open source multimedia framework”，https://gstreamer.freedesktop.org/，2023年5月10日アクセス.

(3) “OpenCV-Open CompuTer Vision Library”，https://docs.opencv.org/4.7.0/d5/dae/tutorial_aruco_detection.html，2023年6月1日アクセス.

(4) 斎藤康毅，“ゼロから作るDeep Leaning”，オライリー・ジャパン (2016).

DX の推進に向けた基礎講座の実践とその効果

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　　DX（デジタルトランスフォーメーション），机上演習，市民公開講座

1.　はじめに

近年，企業をはじめとする様々な組織で，DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進を試みている。DX を推進するためには，PoC （Proof of Concept : 概念実証）からプロジェクトの実現可能性を見極めて実践することが重要となる。IPA の DX 白書 2021[1]によれば，米国と比較すると日本の DX の進展が遅れており，日本企業が苦慮していることがわかる。

こうした状況から，ICT の利用はコロナ禍で進展したが，DX の実現には多くの課題を抱えている企業も少なくないのである。この課題の根底には DX に関する理解不足や実践する機会がほとんどなく，DX の推進にあたって必要となるスキルや組織として志向すべき行動を把握することが難しいことが挙げられる。

そこで，東京都町田市と神奈川県相模原市で形成された「さがまちコンソーシアム」[2]の市民公開講座において，これから DX を担っていく人々を対象として，DX の基本や現状の概説と DX を活用した課題解決を体験的に学習する演習によって構成した DX に関する基礎講座の実践を行った。

本稿では，この講座における講義内容の立案をはじめ，実践で DX に関する理解が深まる過程において，社会と DX との関わりや求められるマインドやスキル，演習での情報共有によってもたらされた受講者の変容を含む効果について考察する。

2.　講座の目的と設計

今回の講座の名称は，「DX を知ろう」とし，副題を～これからの DX 推進に向けて～とした。この名称とした理由は，DX に伴う情報技術の専門的な内容を取り扱うことなく，DX の基礎的な内容から全体像を把握させることに主眼を置いたためである。そのため，本講座の目的は，「DX の本質を理解し，近い将来において企業で DX を用いた制度改革を行うことができる素養を身に付ける」とした。

この講座は前半と後半の 2 部構成となっている。前半では，DX に関する基礎的な知識の習得を目指す内容になっている。まず，DX の定義について取り上げる。本講座では，2004 年にエリック・ストルターマン[3]が提唱した「デジタル技術が浸透することで人間の生活のあらゆる面で引き起こす，あるいは良い影響を与える変化」という定義から DX の源流を理解させる。

その上で，近年において用いられている経済産業省による DX の定義[4]との比較から，DX が求められるようになった背景の存在を確認しながら，現状の社会的課題を明確にする。

次に，DX では様々な場面でデジタルを用いることに着目するため，デジタライゼージョンとデジタイゼーション，DX の関連性と違いから，これまでのデジタルの利用とこれからの方策の在り方について学習する。さらに，DX の推進を中心的に担う人材が DX 人材[5]と呼ばれている。こうした人材には，どのようなことが求められているのかを，既存の理系・文系という垣根を越えて考察する。このように学習を進めたうえで実際の企業において DX がどのように実現されているかを事例研究[6]として取り上げる。

前半の講座のまとめとしては企業において DX を推進するということは，改革することを恐れずに，効率を高めることに他ならないことを，組織内の仕事上の事例を交えて認識することで，自らが DX を推進できる人材になることを自覚させる。

以上のような前半の学習内容をまとめたものを図 1 に示すと次のようになる。この図は，受講者に学習の流れを理解してもらうために配布している。

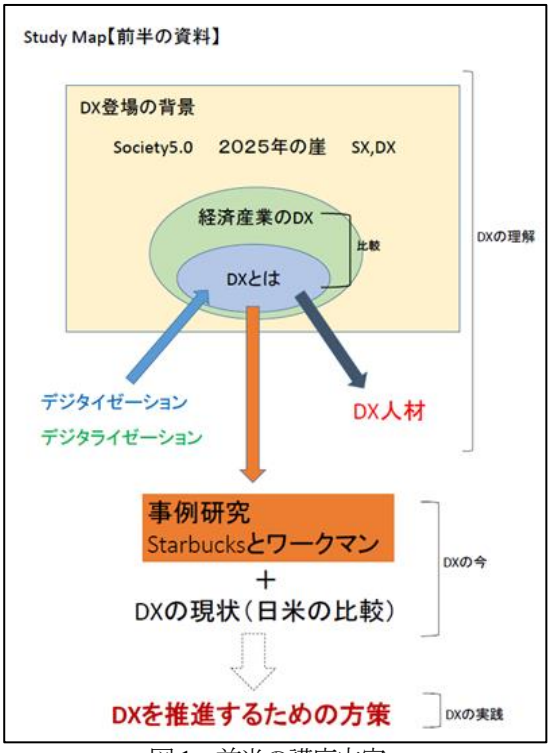


図 1　前半の講座内容

後半の講座の構成は，前半の学習内容を受けて演習が中心となっている。はじめの実習は現在の DX の進展状況を把握するために，昔と今の本の購入方法についてどのような変化がみられるかを討論してまとめるというものである。この討論のプロセスから本の購入が DX によってどのように変化し，人々の生活にどのような影響があったかについて気付きを得る。

次に，これまでの演習によって得た認識を踏まえて仮想の A 社における DX 担当社員として業務プロセスの変革をする机上演習を設定した。仮想の A 社では，事務用品販売を中心にしており，顧客から電話や FAX で注文を受け，商品を仕入れて A 社の営業員が顧客に配送して，Excel で作成した領収書を渡すという業務プロセスを設定した。この A 社の業務プロセスに DX を導入する実習であり，基本的には自由な取り組みを検討して，各自の発表を通じて情報共有をする。

以上のような後半の学習内容をまとめたものを図２に示すと次のようになる。

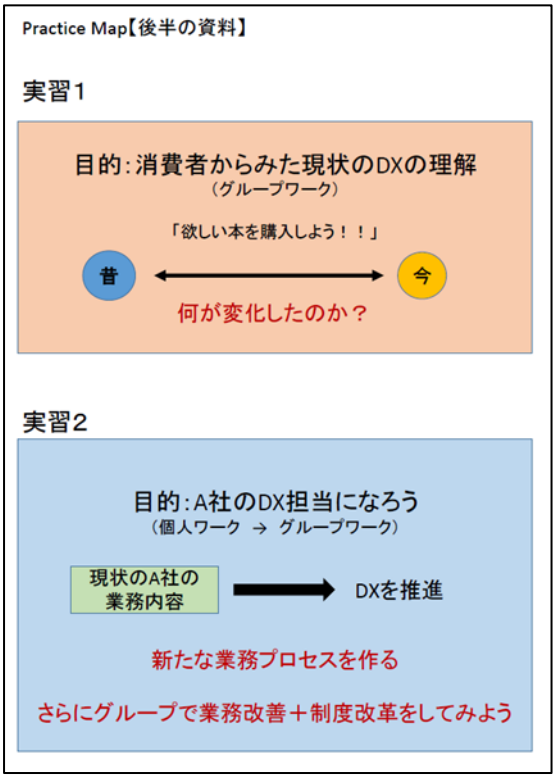


図２　後半の講座内容

3.　事前アンケートによる受講者の傾向

受講者は４名で大学生が３名，社会人が１名という内訳であった。なお，大学生のうち１名は社会人経験がある。

講義実施前の事前アンケートから受講者の DX に関するレディネスについてみることにする。本講座を受講するということで，当然のことであるが DX の内容については理解しておらず，DX の学習経験がない状況であった。そのため，全員が本講座に対して主体的な受講であった。

しかし，DX という言葉に関する認知度は社会人経験のある受講生の方が高くなっていた。そのため，DX の社会的な影響については，学生は懐疑的な見方をしている一方で社会人経験を有している受講者は社会をよくして効率的な生活をもたらすといった回答をしていた。

受講にあたって，あらかじめ知りたいことや要望などの自由記述を求めたところ，次のような回答が得られた。

・DX を理解するために何を学べばよいのか。
・具体的に DX が生活にどのように役立つのか。
・このような講座を学生中心ではなく，働き盛りの人々に実施して欲しい。

これらの自由記述から DX について学習方策が把握されていないことから，学習の効果が受講者からみえにくいことがわかる。さらに，今回は学生中心での募集をして講座を展開したが，幅広い年齢層に対して講座を行う必要性が示されていた。

4.　座学の理解度と態度の育成

前半の講座のまとめとして，坂村の著書[7]から DX 推進のポイントは制度改革であることを示した。その後，前半の講座後のアンケートでは講座内容に対する理解度は概ね良好であり，受講する過程において，今後は DX 人材になりたいと考えていることが明らかになった。

さらに，今の日本の現状を考える上で，DX 白書 2021[1]によれば，こうした改革や変革を進めるにあたって必要となるリーダーのマインドおよびスキルとして，日本企業は「リーダーシップ」「実行力」「コミュニケーション能力」「戦略的思考」など個人の能力に対する割合が高く，米国企業では「顧客志向」「業績志向」「変化志向」「テクノロジーリテラシー」などの成果を重視する割合が高くなっていることを講座内容として取り上げた。

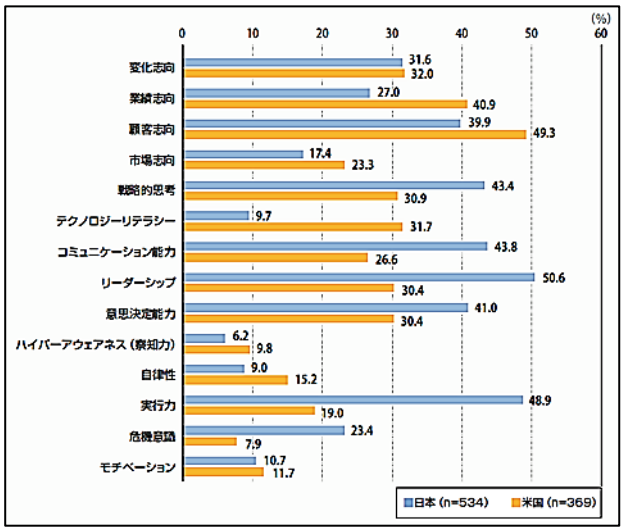


図 3　企業変革を推進するためのリーダーにあるべきマインドおよびスキル[1]

こうした違いに対して，受講後の事後アンケートで必要となるマインドおよびスキルとして同様の質問を行った。その結果をまとめたものが図４である。このなかで，受講者全員が指摘したものは，「変化志向」「顧客志向」の２つであった。受講者は講座を通じて，制度改革や企業改革を伴う DX の推進には，ビジネス環境の変化への対応することによって，顧客満足度や顧客への成果を高めることが重要であるという態度が形成されているようであった。

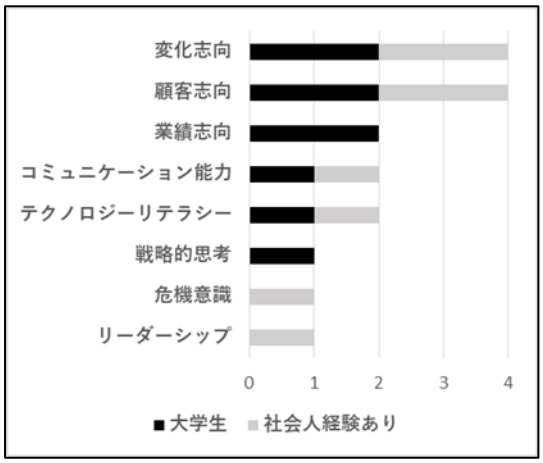


図4　受講者が指摘したマインドおよびスキル

5.　机上演習による情報共有

DX の学習において，単に知識を得るだけでは，その目的を達成することは難しい。一方で，実地演習についても学習する範囲が広く，実施するのは現実的ではない。そこで，本講座では机上演習を用いることで，DX を実践する能力を体験的に身に付けること目的とした。

まず，社会で DX がどのぐらい進展しているのかを把握するために，本を例として昔（ここではインターネットが普及する前を想定）と今の購入方法の違いを受講者が指摘し合うことにした。本講座では，年齢層の幅が広かったため，昔の本の購入方法などについて具体的な指摘があり，若年層の受講者にとってはかなり新鮮な内容になっていたようである。今の本の購入については，様々な本の購入方法が指摘されていた。具体的な指摘は付箋を用いて行ったが，次にこれらを表1にまとめたものを示す。なお，表 1 には受講者が記述したものをそのまま記載している。

表1　受講者による昔と今の本の購入の違い

昔	今
本屋に行く	アマゾンにアクセスする
古本屋に行く	メルカリにアクセス
大きな町に行く	本屋に行く
本屋のおじさんに本があるか聞く	レビューを見て情報を集める
探している本が見つかるまで5件ぐらいはしごする	インスタの広告の本を見る
図書館で調べてから	検索機にかける
見つかったらレジで現金で買う	PayPayで支払う
図書券で買う	口座引き落とし
重い荷物になりかなり使い思いで帰る	Ebookで見る

こうした指摘を通して，本の購入において ICT の利用が主流なっているのは明らかであり，関連する企業での DX が進展していることがわかる。しかし，問題点がないわけではない。これについて，受講者に指摘もらうことで社会も大きく変化していることが認識できた。

次に，仮想の A 社を提示し，この会社の DX 担当として DX を推進するという課題を行った。A 社は事務用品販売業者であり，主に企業や行政機関に販売をして販売後に Excel で作成した領収書を渡している。図 5 は，A 社の業務を図に表したものであり，あわせて課題の内容も記載している。

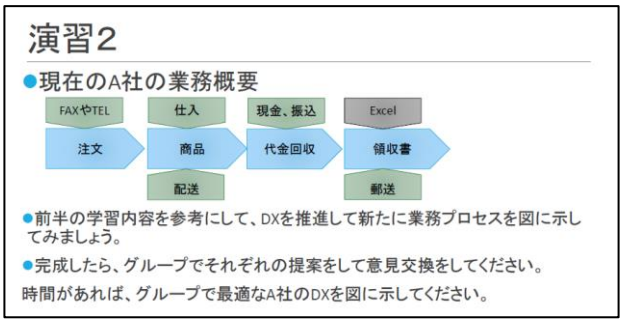


図5　A 社の業務内容

課題を遂行するに当たって，DX を推進するための金銭的，技術的，人員的な制約条件を全く付けないこととした。これは，受講者が保有している知識を使って自由な課題解決を目指すものである。ここで，具体的な解答内容をいくつかを紹介する。

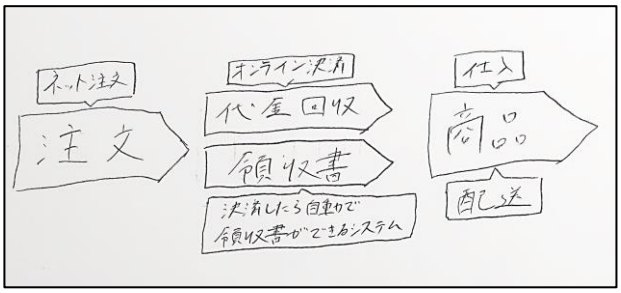


図6　受講者による解答例（1）

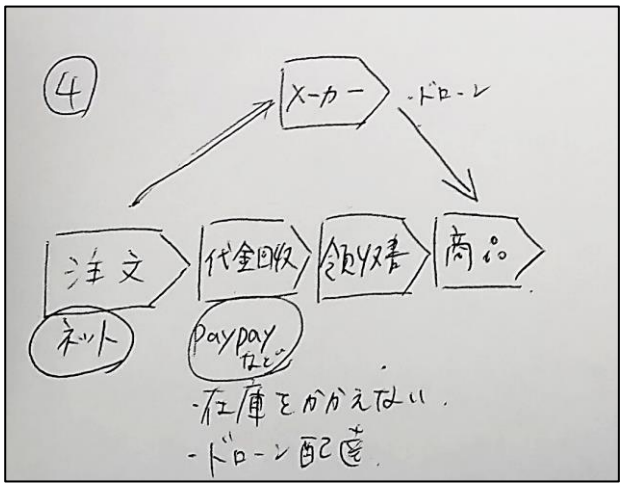


図7　受講者による解答例（2）

図 6 の解答は，現在，一般的に利用されている電子商取引を活用して解決しようとするものである。これは課題設定時に想定した解答の一つであり，もっとも理解しやすいものである。ただし，これを導入した際に，A 社に

とってどのような影響が大切になる。例えば，収益性や人員の増減がどうなるのかを検討するとともに，会社の在り方にも関わってくるのである。こうしたことについても講座内で解説を行っている。

図７では，実現できるかどうかは不明であるが，新たなテクノロジーを用いた解答例である。ドローンを用いることで配送の効率性を図ろうとするものである。このような解答を用いて，議論を深めることでテクノロジーリテラシーの向上とともに，将来の企業の成長につながるDX の実現となる可能性がある。

このような多様な解答を見ながら，自分の解答と他者の解答を比較することで，新たな DX に関わる多くのアイデアが醸成を促すことができることから，机上演習による DX に関わる演習の有効性が確認できた。

6. 課題と考察

DX に関する講座についての課題としては，次のようなものがある。

第１に，DX に関する講座の内容や構成についてである。これは学習者の興味・関心は多様であり，社会人を対象にした場合，マネジメント系の業務に従事している人と，IT 技術の開発・運用に従事している人では大きく内容が異なるものになる。このようにDX に関する講座のスコープを明確にして立案することが難しい側面があり，あわせて講座の目的を何にするのかという課題も存在している。また，広い知見が要求されるDX については講座を担う人材も不足しており，汎用的に教育活動を行うためのカリキュラム開発が求められる。

第２に，DX に関する教育成果に対する評価についてである。DX においては，インプットである学習内容に対するアウトプットである成果が一定ではないという特質が挙げられる。具体的には，社会人を対象にしたDX 講座における成果は，所属している企業や従事している業務によって異なるものになり，教育活動によってもたらされる成果に多様性を有していることになる。そのため，講座によって得られた成果に対してどのような評価を行うかについて，その手法に対する研究を進める必要がある。

これらのDX に関する講座の課題に対して，本講座では学生で初学者を対象にした講座を前提としていたので，講座の構成については基礎的な内容を中心として構成することで対応した。構成を検討する過程で，DX が経済界で叫ばれるようになった背景等を考慮するとともに，必要とされる人材の姿を伝えることで，自らがDX 人材になるための方向性を示すことにした。

加えて，受講者にとって身近なDX の事例研究を取り上げることで，どのようにすればDX が企業経営の変革につながるかを知るだけでなく，消費生活の変化，さらには社会の変化にもつながっていることを把握させた。こうした学習を踏まえて，DX に関する経験則を学べる講座内容とした。

次に，本講座における受講者の学習活動に対する評価については，単にDX に関する知識を得た量を評価するのではなく，本講座を受講することによって得られたDX に対するマインドや思考を評価することで対応した。本講座は技術的なスキルを得ることを目的にしたものではないので，受講プロセスを通じて得られたマインドや思考を把握することで評価することを試みた。DX を推進するための必要となるマインドについては，これまでのDX に関する学習を踏まえて検討することで，受講者自身の DX への重要となる志向を明らかにさせた。加えて，机上研修による置き換え思考法により，自分の仕事として置き換えるとどうなるかについて検討させた。その結果，より最適な解であったかを受講者間で情報共有することで確認させた。

このように，本講座では受講者の特性に合わせて，課題に対応してきたが決して十分なものではない。DX に関わる教育活動は実践が始められたばかりであり，多くの教育的な課題を包含しているので，今後も試行錯誤を繰り返しつつDX 教育を構築していかなければならないのである。

7. おわりに

本稿では，「さがまちコンソーシアム」の市民公開講座において実践した DX に関する講座の教育実践に関する講座の立案及び成果について述べてきた。ここでは，受講者に対応した講座設計と，DX を推進するためのマインドや思考の形成に寄与していることがわかった。

今後は，新たな DX 教育の開発及び評価方法に関する研究を進める。さらに，教育実践の一環として 2023 年 8 月に相模原市の市民大学で中小企業に勤務している方々をはじめとして広く市民の方々などを対象とした DX 講座[8]を担当するので，本講座をブラッシュアップしてDX に関する教育実践を行っていきたい。

謝辞

本講座の実施にあたり，「さがまちコンソーシアム」事務局，相模原市環境経済局産業・雇用対策課，さがみはら産業創造センターの方々に多大なるご協力・ご指導をいただきました。ここに感謝いたします。

参考文献

(1) (独)情報処理推進機構，DX 白書 2021：https://www.ipa.go.jp/publish/wp-dx/qv6pgp0000000txx-att/000093706.pdf(2023 年 6 月 7 日閲覧)
(2) さがまちコンソーシアム：さがまちカレッジ，https://sagamachi.jp/manabi/consuniv/index.html(2023 年 6 月 7 日閲覧)
(3) Erik Stolterman，Anna Croon Fors：Information Technology and the Good Life，Information Systems Research，pp 687–692(2004).
(4) 経済産業省：デジタルガバナンス・コード 2.0，https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/investment/dgc/dgc2.pdf(2023 年 6 月 7 日閲覧)
(5) (独)情報処理推進機構，デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進に向けた企業と IT 人材の実態調査：https://www.ipa.go.jp/jinzai/chousa/qv6pgp000000bv18-att/000082053.pdf(2023 年 6 月 7 日閲覧)
(6) 金澤一央，DX Navigator 編集部：DX 経営図鑑，pp106-110，pp120-123，株式会社アルク(2021)
(7) 坂村健：DX とは何か　意識改革からニューノーマルへ，pp14-20，株式会社 KADOKAWA(2021)
(8) さがまちコンソーシアム：市民大学，https://sagamachi.jp/manabi/shimin-aigaku/list/pdf/B2311910.pdf(2023 年 6 月 7 日閲覧)

東京インターカレッジコープの学生活動の新たな展開

石毛昭範*1・椎葉尚之*2
Email:ishige1963@hotmail.co.jp

*1：東京インターカレッジコープ常務理事、拓殖大学商学部教授
*2：東京インターカレッジコープ元理事

◎Key Words インターカレッジコープ，学生活動，組織活動

1. はじめに

本報告は、東京インターカレッジコープ（以下，東京インカレという）における取り組みの展開についての実践報告である。

東京インカレは，インターカレッジコープゆえの特殊性や制約があり，組織活動とりわけ学生活動にも独自性がある。この点については本学会でも継続的に報告を行ってきており，2015 年・2016 年・2017 年にはその当時の学生活動について(1)(2)(6)，2019 年には東京インカレ組合員の学生の「Peace Now」参加について(3)(4)，2022 年には学生理事が主体となって行った活動について報告した(5)。今回は 2022 年以降の活動の実情や問題点，今後の展望について報告する。

2. 東京インカレの特徴と組合員加入のための活動

本節は 2022 年度の報告(5)と重なる点があるが，東京インカレの大学生協としての特徴を紹介するため，改めて示すこととする。

東京インカレは，各人の所属する学園内に生協がない学生・教職員のために 1993 年に設立された。直近では組合員数 15,000 人余（2023 年 2 月末），年間供給高約 3 億円（2022 年度）である。なお，2022 年度から自動車教習所のプランの供給高が事業連合で計上され，東京インカレには事業連合から手数料が支払われる形となったため，供給高が大幅に減少しているが，剰余ベースでは若干の減少（17 百万円→12 百万円）にとどまっている。

現在、加入のための勧誘活動は，一部の協力校（東京インカレの活動に協力いただいている大学等）におけるものを除いてはあまり行っておらず，東京インカレの商品・サービス購入時の加入が一般的である。例えば、自動車教習所のプランやパソコンなどの購入時や、学生総合共済（以下、共済という）への加入時の生協加入である。加入は WEB 経由が大部分で，他は郵便によるものである。

コロナ拡大前には，推薦入試や入学式の日に，東京インカレ職員が，東京ブロック等の連帯組織の応援を受けて，いくつかの大学で資料配付を行っていた。現在ではこのような宣伝活動は行っていない。このため加入者数は，コロナ以前の 2018 年度新学期が 3,077 人であったのに対し，2023 年度新学期は 1,023 人にまで減少している。

なお，新学期の生協加入が減少するとともに，共済加入も減少している（共済加入数は 2018 年度新学期 1,667 名、2023 年度新学期 589 名）。なお，コープ共済連のコープ共済センターに、生協のない大学の学生から共済加入の問い合わせがあった際，当該学生に東京インカレへの加入資格がある場合、東京インカレへの加入を案内しているということである。また，協力校以外の大学で，大学から共済を勧められて加入する事例がある。おそらくは共済の保障内容のよさが評価されてのことと思われる。

東京インカレには，かつては独立した店舗を有していたが，現在実質的には店舗はなく，大学生協杉並会館内にある本部（本店）のみでの運営である。加入希望者や組合員との接点はメールや WEB が中心である。従って，店舗を拠点とした組織活動は困難で，組合員相互の対面でのコミュニケーションにも限界がある。そもそも，通販での購入（現在は WEB 経由が中心）の場合，特定の商品やサービスの購入（例えば自動車教習所やパソコン）だけのための生協加入となることが多く，それ以降の商品・サービスの利用は少なかった。例えば，2021 年度にある大学から大量のパソコン注文があり（当該大学で生協パソコンを学生に推奨し、東京インカレに供給の依頼があった），その結果新学期のパソコン供給が 3 倍以上に急増し，以後も毎年ある程度まとまった量のパソコンの供給が続いているが，当該大学学生へのパソコン以外の商品・サービスの供給はかなり限定的である。

近年では東京インカレ独自の学生向けイベントは非常に少なくなり，学生委員会等の学生活動への参加もほとんど見られなくなっている。

3. 2021 年までの活動と問題点

2022 年度の報告(5)の通り，東京インカレである程度まとまった形での学生活動が行われていたのは 2013 年ごろまでであり，その後活動が停滞，散発的な内容が多くなって，2017 年ごろを最後に学生委員がほぼ存在しなくなっていた。現在，学生理事・監事は，ほとんどが教員理事の紹介で参加している当該教員の所属大学の学生である。

これまでの活動の問題点は，2022 年度の報告(6)で挙げたとおり，活動する学生の勧誘や学生間のネットワークの構築の難航，参加者の減少による一部の学生の負担の増加，個人的な活動が中心で組織的な活動とならず継承が行われなかったこと，生協執行部や教職員理事，学生の所属校などからの支援があまり得られな

かったことなどがあげられる。

このような中，2021 年以降，学生理事が中心となった学生活動が復活し，まず東京インカレの元理事の社会人の方によるセミナーを実施した。参加人数は少なかったが，問題点がある程度明確になった。すなわち，東京インカレの広報（メーリングリストやツイッターアカウントなど）がほとんど機能していないこと，集客には友人経由が有効なこと，生協は学生活動の場として有効なことであった。

4. 2022 年以降の取り組み

4.1 就活イベントの実施

2021 年のイベントを企画した学生理事（椎葉）が中心となり，前回の反省を踏まえて 2023 年 1 月にイベントを実施した。内容は，直近まで就活をしていた先輩の体験談と，就活のサポートを専門とした大人の就活の基礎の話を聞く機会であり，これを通じて目的意識を持って行動することの大切さを知ることを意図するものであった。

本取り組みの主旨は，第 1 には，組合員かどうかにかかわらず，大学 2〜3 年生が目的意識を持って活動することの重要性を知り，就職活動や今後の人生を充実させたいという課題を解決することである。第 2 には，就活を上手く行くようにする上では目的を持って行動することが大切だと認識してもらうことである。到達目標としては，様々なことに目的を持って行動し，結果として充実した大学生活を過ごすことができるようになることがあげられていた。

本取り組みのインカレの各ステイクホルダーへのメリットとしては以下の点がある。まずインカレ自身にとっては，生協の広報要素となること，学生組織を組織するきっかけになること，組合員加入の機会となること，生協の理念の実現があげられる。次に参加者学生にとっては，直近まで就活をしていた先輩の話を聞けること，就職活動に詳しい大人の話を聞けること，他大学の学生との交流があげられる。そして東京インカレを含む社会全体にとっては，社会で活躍する人材が生まれるきっかけとなること，人材不足の中で効率的に動ける人材を生み出すこと，社会の生産性を上げることがあげられる。

参加者は，生協職員 3 人と生協学生事務局 1 人の計 4 名で，学生の参加者はなかった。

4.2 就活イベントを踏まえた展開

本取り組み自体，連帯組織の東京ブロックの協力を得て実施したものであったが，学生の参加者がないことを含め，東京インカレ単体で学生イベントを実施することの難しさが再認識された結果となった。加えて，本取り組みの中心となった学生理事が 2023 年 3 月で大学を卒業し，後継と，なる学生がいなかったことから，東京ブロックの学生事務局が中心となる形で，新たな活動を行うこととなった。

具体的には，再建されるべき生協学生委員会の前身として，「東京インカレ学生サークル（仮）」をつくり，活動していこうとするものである。このサークルは，まずは生協学生委員会の前身となる，学生有志の集まりとして，異なる大学の学生同士がつながることができるテーマに基づいて，コミュニティを形成していこうとするものである。いきなり「生協学生委員会」に興味・関心を持つ学生は少ないと思われるので，まずはサークルのように雰囲気が柔らかく，活動に参加しやすい組織を立ち上げ，テーマに基づき学んで理解を深める集まりとしていこうとするものである。

活動内容としては，社会的課題をテーマとした交流を検討しており，オンラインでの開催を基本とするが、対面の可能性もありうるとしている。

進め方としては、まず東京インカレ加入の学生組合員に生協学生サークル（仮）の案内を行い，まずは社会的課題をテーマに交流，大学生協のセミナー（本取り組み提案時点では「社会をつくるミーティング#1」「Peace Now! Nagasaki」などが例示されていた）への参加を促進する。次に大学生協および生協学生委員会についても簡単に説明し，今までのセミナーへの参加も踏まえ，生協学生委員会メンバーにならないか呼びかける。興味・関心を持つ学生がいた場合は，改めて大学生協の学習会を行い，セミナーへの参加や他大学の活動への訪問を促し，生協学生委員会のイメージを固めてもらう。そしてメンバーによる定期的な部会をスタートさせるというものである。

本取り組みは，東京ブロックの協力のもと，大学生協のセミナーを活用する形で学生を集め，サークルという形で継続的な組織を作っていこうというものである。これまでの取り組みが，どちらかといえば単発的なイベントに終わっていたことに比べ，最初から組織づくりを展望していることが特徴である。

本取り組みはすでに東京インカレの理事会で協議事項として報告されて了承が得られており，早期の実施が望まれる段階にある。

5. おわりに

東京インカレの学生活動は，学生委員会が事実上消滅して以降単発的な取り組みが多く，組織の再建まで展望していたものになっていなかったことは事実である。その意味で，連帯組織である東京ブロックの学生事務局の支援のもと，継続的な組織づくりを図っていくことの意義は大きいといえる。

今後，新たな取り組みの進捗を注視するとともに、教職員理事としても可能な限り協力していきたいと考えている。

併せて，インターカレッジコープの特質を踏まえた学生活動，ひいては組織活動のあり方についても引き続き考察していきたい。

参考文献

(1) 秋山翔太，石毛昭範：“東京インターカレッジコープの広報活動の新たな展開”，2016 PC Conference 論文集 pp.81-84（2016）.
(2) 石毛昭範，田中義信，石井伸明：“大学生協の「就活応援ステーション」 - 就活生の「あったらいいな」がココにある”，2015 PC Conference 論文集 pp.151-152（2015）。
(3) 石毛昭範：“インターカレッジコープの現状、課題と新たな可能性”，2019 PC Conference 論文集 pp.111-112（2019）.
(4) 石毛昭範，藤本俊明，大澤寛太，内田陽菜：“インターカ

レッジコープの意義と抱負”，univ.CO-OP，vol.427，pp.39-40（2019）.
(5) 石毛昭範，椎葉尚之：”東京インターカレッジコープの学生活動の現状と課題”，2022PC Conference 論文集 pp.189-191（2022）
(6) 木村真那，鶴田英人，石毛昭範：“東京インターカレッジコープの学生委員会活動の展開”，2017 PC Conference 論文集 pp.273-274（2017）.

対面授業とオンデマンド授業の受講生による クラウド型教育コンテンツへの評価比較

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 AI リテラシー教育，授業外学習，クラウド型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）を構築し、2021 年度から全学対象に提供している。筆者は、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を担当している。この科目の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た。そこで、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で学習させるという組み合わせで進めることを考えた。このうち授業外学習の教材として、日経 BP 社の提供する定期刊行されている情報系雑誌と連携したクラウド型の教育コンテンツである「日経パソコン Edu」を利用している。2022 年度はこの科目を同一内容で、対面授業とオンデマンド授業 2 クラス開講した。利用したコンテンツに対するそれぞれの受講生の評価を比較して報告する。

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、筆者の所属するキャリア形成学部を対象に、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、ビジネス・ソーシャル・ホスピタリティ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。

3. 「情報技術の理解」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「情報技術の理解」という科目を開講している。ここ数年は、情報を取り巻く社会環境の変化等から、授業に AI・データサイエンスに関する内容を段階的に取り込んできた。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、2021 年度はキャリア形成学部のみが受講する専門科目であったが、2022 年度は受講対象を全学とするリベラルアーツ（基礎・教養）科目に移行した。受講対象が拡大することから、学部間の時間割調整が困難になることが予想され、特定の曜日・時間に拘束されないオンデマンド形式での授業提供をおこなうこととした。一方、オンデマンド授業を好まない学生も居るため、同一内容を対面授業でも一コマ開講し、受講生がいずれか選択可能とした。2022 年度は、オンデマンド授業に 40 名、対面授業に 74 名の受講があった。

4. 「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。以前からこの科目で利用していたが、上記目的を達成するためにこのサービスを授業と連携して継続利用することにした。

図 1：日経パソコン Edu（https://pcedu.nikkeibp.co.jp/）

5. 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情報技術・通信技術や 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。

6. 授業形態による受講生の評価の違い

日経パソコン Edu の様なオンラインコンテンツの利用について、オンデマンドと対面という授業形態によって受講生の評価が異なるかを受講後のアンケートで確認した。母数となる受講生もそれ程多くないため、統計的な有意差といった厳密なものではなくあくまで感覚的な比較にとどまっている、ここでは特徴的な結果を取り上げる。(図2～図4　いずれも左が対面授業、右がオンデマンド授業)

図2：日経パソコン Edu 利用有無

まずは、実際に授業受講に際し、このコンテンツを利用したかであるが、ほぼ全員が利用したと回答しているが積極的な利用であったかどうかに若干の差が出ている様である。

図3：日経パソコン Edu に興味が持てたか

次に、日経パソコン Edu のコンテンツへの評価であるが、難しいと感じたか、興味が持てたか、内容は役に立つと思うかといった設問に対しての回答はいずれの授業形態の受講生も回答はほぼ同じ傾向を示している。

図3：日経パソコン Edu は使いやすかったか

操作性等についての評価では回答の傾向に若干の差異が出ていることがわかる。

図3：オンラインコンテンツの授業での利用への評価

最後に、このようなクラウドシステムを学習教材として利用することをどう思うかについて尋ねたところ、回答には大きく差が読み取れた。こういったコンテンツを利用することが「良い」という評価はほぼ同じであったったが「非常に良い」という評価がオンライン授業の受講生の方が相対的に多い結果となった。もしかしたら、このあたりの差異は受講生に結果的に自由に選択することを許した授業形態への志向の違いから出てきたものであると言えるのかも知れない。

7. まとめ

これまで述べたとおり、継続的な学習と最新の情報通信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、全体的に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。しかし、オンデマンド・対面というクラスの違いによって回答の傾向は若干異なるものとなっている。この差が、単純に授業形態の差異のみによるものかどうかはもう少し詳細な分析が必要であると考える。

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、次年度以降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（2020）
(3) 日経パソコン Edu、https://pcedu.nikkeibp.co.jp/ 日経 BP 社（2023）

BYOD 環境での PC 授業における問題点の整理

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，ノート PC，クラウドサービス

1. はじめに

2021 年度より，小中学校においては GIGA スクール構想による“1 人 1 台環境”の具体的な環境整備が開始されたが，高等教育の現場では PC 実習室と BYOD 環境での授業が並行する状況が続いている。本稿では，PC 実習室での授業がやがて BYOD 環境へ移行する際に起こり得る問題点を，実際の運用経験も絡めながら整理することを試みる。

2. 先行研究

高等教育での BYOD は国立大学で先行されており，2010 年代より研究成果が蓄積されている。一方，2020 年からのコロナ禍の影響により前倒しされることとなった GIGA スクール構想に絡む研究は，近年になって目立つようになってきた。

国立大学で先行されている BYOD の事例では，金沢大学が 2006 年度から[1][2]，宮崎大学が 2010 年度から[3]，九州大学が 2013 年度から[4]，広島大学が 2015 年度から[5]それぞれ PC 必携化がスタートしたと報告されている。それらによれば，Microsoft との包括ライセンス契約により学生が在学中に Office ソフトを無償で利用できるようにしているほか，既存の PC 実習室と個人の端末との間の棲み分けとして，ライセンス料が高価なものや専門性が高いものを中心に実習室 PC が整備されるようになっている。具体的には SPSS や Gaussian，Mathematica，Adobe CC，CAD などが挙げられている[2][3]。

また，統一した PC 環境を重視する傾向も見られる。たとえば，九州大学で 2016 年度に学生へ提示された PC の仕様は Windows 8 もしくは Mac OS X とされた。理由は最終的に Windows 環境に統一できることで，当時は Mac でも Boot Camp を使えば Windows を無償で利用できたことから，OS を統一すれば授業に支障がないと考えられていた[4]。他の教育機関でも同様の報告事例がある。和田智仁（2020）によれば，鹿屋体育大学で 2015 年度よりスタートした BYOD 環境では，端末に iPad が指定されている。目的は LMS の利用，資料の閲覧，Web での調査，プレゼン資料作成などであるが，特筆すべきは体育大学ならではの実技科目における動画の撮影や映像の提示，それに対するフィードバックなどで活用されていることである。これらの作業はノート PC ではやりづらく，タブレットならではの強みだと言えるだろう。コロナ禍での遠隔授業時においても，iPad は多くの学生に活用されたと報告されている[6]。また，真下峯子他（2021）によれば，私立小中学校において従来 BYOD としていた児童生徒の端末を 2021 年度より Chromebook に統一されている。理由は，生徒によってハードウェアの仕様やソフトウェアの設定が異なるため教員がトラブルに対応できないことと，活用が教員の裁量に任されていて限定的になっていたことであった。統一端末にしたことで教員の指導・指示が通りやすく，生徒同士が協力して教え合いやすくなったと報告されている[7]。

こういった環境の統一は GIGA スクール構想の現場でも行われているが，その際の教員側の問題を指摘しているのが開沼太郎（2021）である。GIGA スクール構想での端末は，モデル仕様が「Microsoft Windows」「Google Chrome OS」「iPad OS」の」3OS で提示されているが，この 3 つからの選択で，教員の活用指導の問題が出てくるという。教員が指導に従事するからにはすべての OS の操作活用に通じていることが求められるが，実際には，習熟に必要な物理的・精神的余裕がない。これが，教員の「使える」と「使っている」の格差を生むと指摘されている[8]。

3. 本論における問題提起

前項で見てきた先行研究での指摘は，実際に教育現場で運用している中で起こり得る問題ばかりである。本論においては，これらの指摘に加えて，PC を用いた授業を実習室から一般教室へ場所を移した際に起こり得ることを含めて，カテゴライズして問題点を整理していきたい。

主な論点は，①ソフトウェアの設定，②環境の統一（が難しいこと），③PC 実習室と一般教室との違い，④PC 実習室と BYOD 端末との棲み分け，⑤LMS の活用とファイリングの問題である。

4. 具体的な問題点

4.1. ソフトウェア（アプリ）の設定

まず，PC を“使えるようにする”には，ソフトウェアの設定から始めなければならない。国立大学での先行の取り組みでは，事前の講習会という形でこれをクリアされており，金沢大学では生協と共同で担われているとの報告があった[2]。特に，近年多くの大学で見られる Microsoft との包括契約がある場合は，新品の PC が学生の手に渡った際に，Office アプリや，OneDrive に代表されるクラウドストレージのアプリ設定がなされていない。授業時間内にこれをやるとなると，既に Office アプリがインストールされている PC でログインすればいいだけのケースと，されていない PC でのダウンロードからのスタートとで対応がまちまちになる。これを，初心者に理解させることは難しく，個別に見て回って状況確認をしなければならない。メールアカウントの開通も含めて，授業が始まる前に，全学生の PC がセッティングされる体制が

構築されることが望ましい。

こういった作業は，実習室環境では起こり得ない。エンジニア等の担当者によってメンテナンス作業が実施され，あらかじめ教室内のすべての PC に Office アプリがセッティングされた状態で準備がなされるためである。この場合，学生にとって必要なのは学内 LAN やメールを利用するためのログイン情報だけとなり，教員にとっては運用がとてもやりやすい。すぐにでも授業をスタートすることができるという利点もある。

しかし，各自のマシンをセッティングするところからスタートすると，セッティングが完了するまで数週間は混乱が続くが，学生の立場から見れば，PC を使えるようにするためのセッティングを体験する機会を得ているとポジティブに捉える方が望ましいだろう。ある商業高校出身の学生は，「自分は PC 操作が得意だと思っていたが，こんなにも分からないものだとは思わなかった。Excel や Word なら分かるのに」という感想を漏らしていた。従来の実習室での教育は，アプリの操作だけに重点が置かれていることを示すコメントだと言える。

4.2. 環境の統一

多くの先行研究でも指摘があるように，学校として児童・生徒・学生に適切なアドバイスを送れるようにするには，マシン環境を統一することが指導の “やりやすさ” につながる。そのためには，学校指定のマシンや銘柄を設けてそれを購入してもらうことになる。しかし，自由に選択をさせると，近年の PC は Windows，Mac，Chromebook の 3 種が売り出されているため，初めて PC を手にする学生には違いが分からず，中身ではなく外見で選択するケースがある。2016 年度の九州大学の事例では，一部の学科で Mac を指定されている一方で，大多数の学科では Windows または Mac とし，Mac を持参した学生には Mac 上で Windows を動かすことで環境を統一されていた。その際，1 学科に数名が Mac を購入していたという[4]。筆者の勤務校でも似たような動きがあり，大学から Windows を指定されていても，40 名ほどのクラスで数名が Mac を持参する。この場合，Mac の操作に完全に慣れ親しんでいるならば問題がないが，これらの学生に話を聞くと「全然使ったことないです」「見た目で選びました」「兄（姉）に勧められました」などのコメントが返ってくる。

4.2.1. Windows と Mac の問題

初心者対象でも，Web 上の資料閲覧やチャットアプリの利用などに限定すれば，Windows と Mac を 1 つの教室で並行して使えるかも知れないが，OS の動きやファイル操作，メールアプリや Office アプリの使い方などを一から細かく学ぼうとすると，初心者には，画面上での見た目の違いをとても吸収し切れない。そこを理解せぬまま Mac を購入して授業に持ち込んだ学生からは「肩身が狭かった」や「自分のマシンを否定された」といったコメントが寄せられる(*)。Windows のエクスプローラーを開けさせる際にも「この，下の黄色いアイコンを押してみましょう」から始めないといけないシーンでは，Mac ユーザーが「どれ？」と首をかしげるため，個別に伝えて回らなければならないような状況がある（図 1）。

図 1　Windows のエクスプローラー(左)と Mac の Finder

ショートカットキーの操作も同様で，教員が「左下にある［Ctrl］を押しながら」と発言すると，Mac ユーザーも［Control］キーを探して押してしまう。実際には［Command］キーでなければならないため，そこで「先生，動きません」と言われると，授業が止まってしまう。また，［Command］キーの位置も左下ではないことから，学生が左下を探しに行くと簡単には見つけられないという問題がある（図 2，図 3）。

図 2　Windows PC の［Ctrl］キーの位置

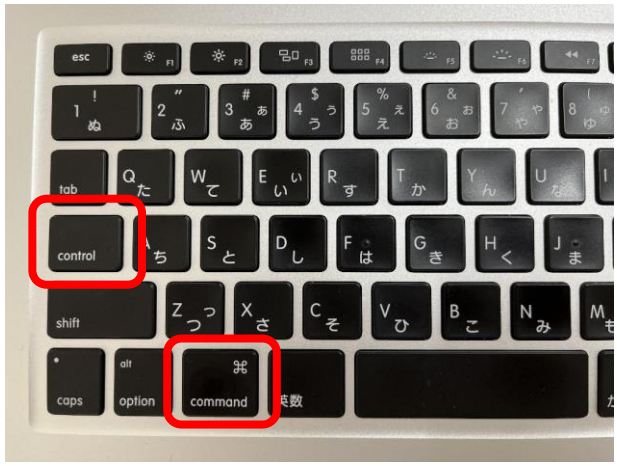


図 3　Mac の Command (⌘) キーの位置
(別途 Control キーもあるため初心者には混乱の元となる)

当然のことながら Mac の利用が否定されるものではなく，また，Mac が使えないものでもない。ただただ，初心者のいる教育現場での環境不統一による弊害で，とても残念なことである。

ただし，Excel 等のアプリケーション操作の実習では，比較的大きな混乱は発生しない。Windows も Mac も，アプリそのものの見た目に大差がないからである。むしろ，同一 OS 内での画面解像度の違いの方や，ファンクションキーへの機能割り付けの方が問題となる。

(*) M1，M2 チップ搭載の Mac では Boot Camp が使えないため，OS を Windows に統一することはできない。

4.2.2. 画面解像度の問題

同じ Windows PC でも，個別のマシンの画面解像度が違うと，アプリで表示されるボタンの見え方が違ってくる。横に並ぶか縦に並ぶかという程度の違いならば口頭のアドバイスで解決できるが，そもそも必要なボタンが見えないケースもある。たとえば，解像度の選択と拡大の選択がうまくマッチしていなかった学生の Windows マシンでは，Excel のオート SUM(Σ)ボタンが表示されないケースがあった（図 4）。

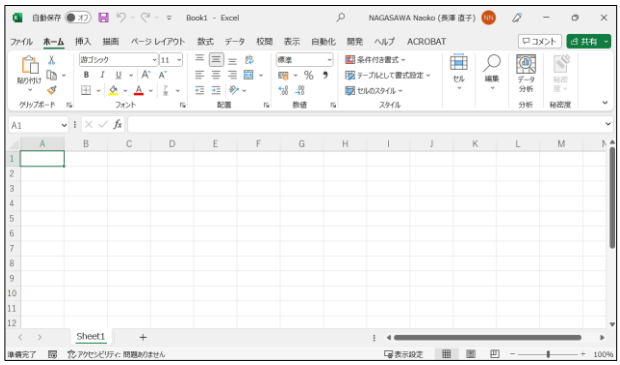


図 4　解像度の都合でオート SUM(Σ)が見えない Excel の様子

また，実習の内容によっては，無理にでも学生のマシンの解像度を統一する方がスムーズに進むケースもあり得る。たとえば，Word のスタイル機能を使った実習では，同じ 1920×1080 の解像度でも，表示倍率が 100%か 150%かによって，リボン上にあるスタイル回りの表示が全く違って見えてしまう。［見出し 1］［見出し 2］など，ある程度その名前が見える状態であれば，教員もまだ説明がしやすいし学生も話が聞きやすいが，ある人には［見出し 1］が見えているのに別のある人には A の文字しか表示されない状況では，特に初心者にとっては，その機能がセットされたボタンがどこにあるのかの検出自体が厳しくなる（図 5，図 6）。こういった場合は，無理にでも，そして一時的にでも，表示倍率を 100%に統一する方が望ましいと考えられる。

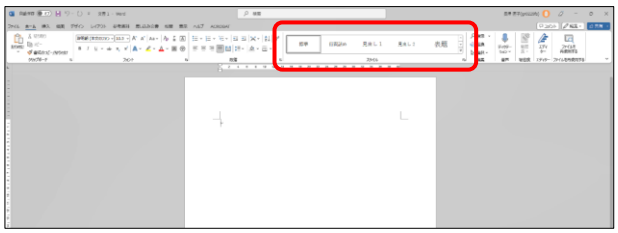


図 5　解像度 1920×1080（100%）で見た Word

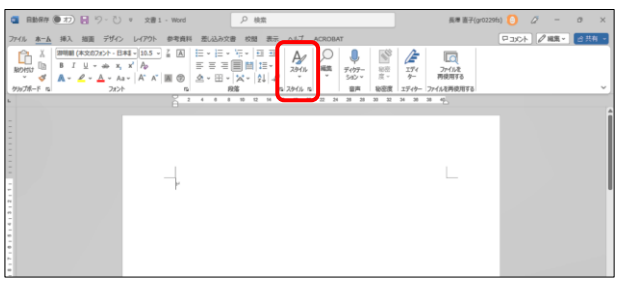


図 6　解像度 1920×1080（150%）で見た Word スタイルの部分がアイコン表示になっている

4.2.3. ファンクションキーの問題

フルキーボードでは，［F1］～［F12］のキーは直接押せばアプリで指定されている役目を果たすが，ノート PC では［Fn］キーの操作を伴わなければならないケースがある。それも，機種によってまちまちのため，教員側は指示を与える際に気を付けなければならない。ことに，Excel の絶対参照や Word の繰り返し操作でよく使う［F4］キーにシャットダウンが割り当てられている機種では，突然マシンの電源が落とされるトラブルに見舞われた。あるいは，［Fn］キーを押しながら［F4］キーを押すよう指示したところ，隣の［Ctrl］キーを押しながら［F4］を押してしまい，アプリケーションのウィンドウが閉じられてしまうケースもあった。また，「名前を付けて保存」のダイアログボックスが直接表示できる［F12］キーにスリープが割り当てられている機種もある。こういった，思わぬアクシデントの類が後を絶たない。

4.3. PC 実習室と一般教室との環境の違い

PC 実習室で実施していたのと内容を同じくして一般教室で授業を実施しようとすると，次のような違いが出てくる。

4.3.1. 教材提示モニターの有無

大抵の PC 実習室では，2 台の PC の間に 1 台の教材提示用モニターが設置されている。一般教室ではこれがなくなるため，前方のプロジェクターや，中間に設けられた天井吊り下げ型のモニターのみとなる。これが，ある程度 PC を使い慣れた者であれば問題がないものの，初心者は細かなところを凝視しようとするため，プロジェクターでの表示では機能しなくなるケースがある。

4.3.2. ノート PC のバッテリー，および教室のプロジェクターの問題

学生が持参したノート PC のバッテリーが充電されていないケースがある。本人は就寝前に AC アダプターに接続したつもりが，実はされていなかったといったケースである。学校側では，マシン環境を統一していない限りは個別の AC アダプターを用意できないため，そうなると，学生は授業を受けるために貸し出し用 PC を借りる手間が発生する。

加えて，仮に満充電されていたとしてもバッテリーが持たないケースがある。これは，バッテリー節約機能が ON になっていないとバッテリーの減りが早くなってしまうことによるものである。ただ，バッテリー節約機能は大抵の場合，画面表示を暗くして実現している。前項で採りあげたプロジェクターの明るさとの問題も絡むが，プロジェクターのランプが明るくなければ部屋（教室）を暗くして運用しなければならない。その際，学生の PC は画面が明るくなければ見づらいという問題が生じる。プロジェクターの問題とバッテリーの問題はある種連動おり，学校側はなるべくランプが明るいプロジェクターを用意し，部屋全体を明るくして運用するべきであろう。

4.4. PC 実習室と BYOD 端末との棲み分け

先行研究によれば，大学によっては，学生の PC 必携化に伴い PC 実習室を廃止されたケースがある。ただし，「4 教室から 2 教室に減らした [2]」，「各学部に設置していた 1

教室 50 台のパソコンを廃止した他，情報基盤センターの演習室に設置していた 100 台を廃止したが，60 台は設置している[3]」といったように，取捨選択がなされている。こういった動きは，各学生の PC にインストールさせるにはライセンス料が高くなりすぎるアプリを使うようなケースが想定されており，実習室を安易に廃止に持ち込むことはあってはならないと示している。一方で，今後，各大学で BYOD 化が進む場合に，ソフトウェアライセンスの問題は避けて通れないが，特に，学生生活を送る上でどうしても必要になる Office ソフトウェアは，必要な教材とみなして大学側からの提供があることが望ましいだろう。それには，OneDrive をはじめとするクラウドストレージが付随するほか，場合によっては Microsoft Teams などのコラボレーションプラットフォームまで有効活用の幅を拡げられるからである。

4.5. BYOD 端末によるファイルやフォルダの管理の問題

学生の PC が必携アイテムとなれば，当然その PC はあらゆる授業で活用されることになるが，その際に問題となるのがファイルやフォルダの管理問題である。

一般の講義科目でも，従来は紙ベースで配布されていた資料が，必携 PC があれば LMS を通してファイルで配布されるようになる。その際，大抵の LMS では講義資料が［ダウンロード］フォルダに格納されるように設計されている。その後，学生は資料を見ながら別途紙のノートにメモを取るか，あるいは，ファイルに直接何らかの形で書き込んだり入力したりするケースがあり得る。そこで表出するのが，ファイルの再利用問題である。

仮に前者であれば，その資料を後日に再度見たければ再度 LMS にアクセスすれば再びの手続きでダウンロードができるが，同じ資料を何度もダウンロードする結果になり得る。一方，後者であれば，書き込みを済ませたファイルに再度アクセスしたくなった際に，そのファイルがどこに格納されているかが分からなかったり，見つけられなかったりするケースが起こり得る。学生側にファイルやフォルダの管理方法やファイル名変更の方法が身についていればよいが，そうでない場合は［ダウンロード］フォルダ内が整理整頓されないまま，必要なファイルを必要なタイミングで利用できない事態となる。これは，PC 実習室では［ダウンロード］フォルダのファイルがシャットダウンと同時に消去される仕組みの裏返しで，実習室では“どうせ消えるから”と詳しく教えられない一方で，個人の PC ではそこにファイルが鬱積されていくことになるのだ。

さらに，将来的に問題になるのが，学生自身のそれまでの PC 利用経験である。先行研究で開沼（2021）が指摘しているとおり，GIGA スクール構想では 3 つの OS のいずれかが選択されて児童・生徒に配布される。そこで，初めて使った PC でのファイルシステムに慣れた人がやがて進学する際，進学先で別の OS に出会っても，ファイルシステムの違いを自分で吸収できるのか否かが未知数である。ファイルやフォルダのみならず，ファンクションキーやショートカットキーなどの違いも，生徒・学生自身が吸収できなければならない。開沼（2021）も指摘しているとおり，教える教員側はすべての OS のオペレーションに精通できているとは限らないからである。

5. おわりに

これまで見てきたように，従来 PC 実習室で行ってきた授業を BYOD 環境で実施しようと思うと，①ソフトウェアの設定等事前の準備，②環境統一の難しさ，③教材提示用モニターのない環境，④実習室の継続設置，⑤LMS の活用とファイリング，といった問題が起こり得る。しかし，①の面倒な作業は，言い換えれば，実際に個人の PC をまるごと使えるようになるための一歩目であるとも表現できる。藤村（2017）の報告では，ソフトウェアライセンスの都合で 1 年生の授業を PC 実習室で実施したところ，学生は自分の PC で作業をしたがったという[4]。これは，自らの PC に対する愛着の表れとも言えるかも知れないが，備品の PC よりも自分の PC の方が使い勝手がよいと感じている証拠ではないだろうか。

一方，②の問題については，授業運営上支障の出るレベルでの環境の違いについては，入学前の機種選択の段階で理解をさせる必要があるだろう。③や④については一般教室と実習室の棲み分けを十分に吟味し，⑤へ向けて，組織全体で必携 PC をいい方向に活用していけるよう働きかける必要がある．授業の内容も，学生がより自身の PC に愛着を持てるよう，アプリケーションの操作以外も含めて方向付けをしていくことが肝心であろう。

参考文献

(1) 佐藤正英，森祥寛，松本豊司：“金沢大学での共通教育における情報教育と必携 PC の活用”，学術情報処理研究，No.15，pp.180-184（2011）．

(2) 森祥寛，佐藤正英，大野浩之，笠原禎也，井町智彦，高田良宏，東昭孝，二木恵：“金沢大学における携帯型パソコン必携化に関する 12 年間の取組”，学術情報処理研究，No.23，pp.29-42（2019）．

(3) 青木謙二，園田誠，黒木亘，川畑圭一郎，廿日出勇：“宮崎大学におけるパソコン必携化の取り組み”，情報処理学会研究報告（2015）．

(4) 藤村直美，緒方広明：“九州大学における学生 PC 必携化（BYOD）の実現と成果について”，情報処理学会研究報告（2017）．

(5) 天野由貴：“広島大学のノートパソコン必携化の取組～教員・学生アンケートの結果から～”，情報処理学会研究報告（2017）．

(6) 和田智仁：“大学における必携デバイスに関する一考察－タブレット必携化の取組を踏まえて－”，学術情報処理研究，No.24，pp.28-35（2020）．

(7) 真下峯子，小川諒大，鳥海航希，大熊太郎，工藤豪：“昭和女子大学附属初等中等教育部門連携での教育 DX 推進”，日本デジタル教科書学会 発表予稿集，Vol.10，pp.9-10（2021）．

(8) 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）．

福島・徳山高専の情報基礎科目でのタッチタイピング学習の指導の取り組みについて

布施雅彦*1・三浦靖一郎*1
Email: mfuse@fukushima-nct.ac.jp

*1：福島工業高等専門学校
*2：徳山工業高等専門学校

◎Key Words　　情報教育，タイピング，情報リテラシー

1. はじめに

1.1 タッチタイピング学習への価値観

タイピングのタッチタイピングの指導を30年弱に渡り携わってきた。今でも，「そんなに早く打つ必要があるの」「考える速さで入力できれば十分」「まだまだ遅い」と様々な価値観で捉える先生も少なくない。タッチタイピングは，学問ではないと考える教員もいれば，必要なスキル（技術）で身につけた方がよいと考える教員もいる。情報教育を専門に指導していなくても多くの分野の先生や，社会人の方々が，実際にパソコンを利用し仕事に活用している為，自分のスタイルに合わせた価値観で物事を見ている場合が多く，指導する教員を悩ませる一つでもある。文部科学省が，小学校・中学校で求める入力文字数の目標を掲げているが，全く達成されていない。(1) 本校の新入生に聞いても取り組んでいる様子は伺えない。GIGA スクールが始まったため，今後注視しながら期待したい。

1.2 学生の ICT 標準ツールはスマートフォン

最近の学生の様子では，スマートフォン（以下スマホ）に関して何も言わなくても，ポケットから取り出し，暇さえあれば画面を触り入力している様子が見受けられ，練習を促さなくても，スマホに向かって取り組む様子が見らる。それと同様に，キーボードに向かってタッチタイピングを練習すれば，直ちに上達するのではないかと感じる。スマホに接続可能な Bluetooth 対応キーボードを購入させ，タッチタイピングを練習させれば，上達が早いかもしれないと考えたこともある。また，「主体的な学び」と叫ばれている中で，黙って興味をもって取り組むようなモチベーションやタッチタイピングの練習が必要なのかもしれない。しかしながら練習サイトの練習ログを見ていると，積極的，マイペース，消極的に別れ，消極的な学生の取り組みの改善に決定的な方法を見つけることができていない。

古い教員からみれば，画面の大きなパソコンでしっかりした文章を書いて欲しいと考えるが，時代錯誤なのかもしれない。30年前の学生時代に友人が，「教育実習先で，ワープロを利用して資料を作っていたら，指導教員に，『そのような遅いものを使ってはいけない』と言われ手書きで授業準備をするように指導された。」という会話を思い出した。今の学生から見れば，高速で入力できる標準入力ツールをスマホと認識し，スマホより入力が遅いと感じるパソコンの入力を指導されるのは，昔の私達が感じたことかもしれない。実際に，新入生の ICT 関連の購入金額をみても，「スマートフォン(例:iPhone14)＞パソコン(例：入門用 DELL,HP,LENOVO)」となっている場合の学生も多く，価値観の違いが現れている。

1.3 タッチピングの必要性

タッチタイピング指導で，いかにこれは必要だと自分に言い聞かせモチベーションを維持し，指導を継続するか，常に自問自答しながらリサーチをしている。近年，AI の性能が著しく向上し，音声入力の精度も非常に素晴らしく，実用性も高くなった。長文をただ入力するという場合に，習得スキルの検討を感じる場面もある。会議の会話の記録や文字起こしなど，AI の自動文字起こしが一般的になった。また，スマホカメラの性能向上や文字認識技術の利用も可能であり，紙にあるような長文の入力において，タッチタイピングの必要性はないかもしれない。しかし，どのような場面でタッチタイピングが必要なのかを考えると，ChatGPT のようなプロンプトタイプの AI を活用する際に，考えて話す音声よりも早く正確に質問する必要があるときに，タッチタイピングが非常に有用だと感じた。

タッチタイピング指導においては，学生への学習（練習）へのモチベーションや必要性を，時代に応じてどのように伝えて，練習したいという気持ちを高めるかが常に難しい課題である。

2. 継続したタイピング指導による知見

タイピング練習には e-Typing 社の練習システムを利用している。(2) 過去の知見から，次のような事柄がわかっている。(3)(4)(5)(6)(7)

・毎年の入学時のタイピング力の変化はあまりない。
・入学時の半数以上が，文部科学省が目標にしている中学校の指標に届いていない。
・正確率が高いほど良く，95%以上だと更に良い。
・練習回数は，（正しい練習方法で）500 回程度練習すると，大半が目標に達する。
・練習に取り組む動機をもたせることが重要
・他のタイピングサイトや検定試験と比較して，ワープロ検定試験準２級レベルの打鍵スピードにおいて，e-Typing スコア 209(A-)以上であれば，速度的には十分であることがわかった。しかし，スコア 250 以上では，全員が合格する速度であった。
・3 年後のタイピングスコアで，練習しなければスコアは伸びないことがわかった。他高専 1 年生の 9 月時期のタイピングスコアの比較から，練習しなければ上達しない

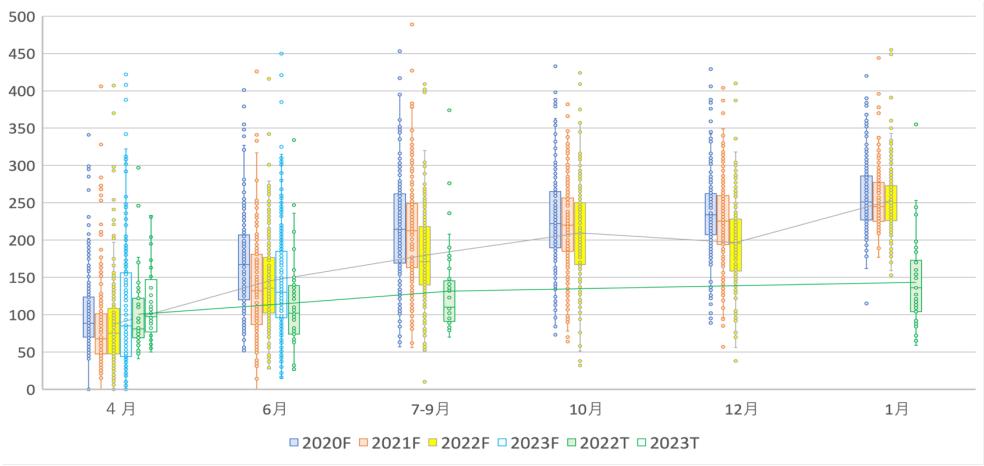


図 1 福島 F (2020. 4–2023. 6)・徳山高専 T (2022. 4–2023. 4) のタイピングスコアの結果

ことがわかった。

3. 福島・徳山高専のタイピング学習の取り組み

3.1 対象学生・学科・科目

2022 年の福島高専の実施授業は，情報基礎（通年），機械システム工学科と電気電子システム工学科，化学バイオ工学科，都市システム工学科，ビジネスコミュニケーション工学科の 208 名の 1 年生である。徳山高専の実施授業は，コンピュータ基礎（前期），機械電気工学科 1 年生の 40 名である。

3.2 タイピングの取り組みの指導

福島・徳山高専ともに，e-Typing 社の練習サイト e-Typing Pro を利用して練習し，定期的なタイピング力の記録には，コンテスト形式の e-Typing Contest を利用した。福島高専ではシラバスの関係で，3 回目の授業時間に実施。練習は授業外で実施し，毎月 e-Typing Contest を実施し変化を確認する。徳山高専でも授業中に紹介し，1 回 15 分程度を 2 回練習．あとは各自で練習．（シラバスで他の授業内容が決まっていた為）

3.3 評価

図 1 は 2020.4～2023.6 の福島高専のスコアの変化，2022.4～2023.4 の徳山高専のスコアの変化である。急遽取り組みを始めた徳山高専であり，学生の興味はあったが，日々練習させるまでに至らず結果として福島高専の 6 月のスコアと同等になった。入学時のパソコンの所有率など練習環境なども異なり，当初は，学生の気持ちを向けるのは難しい。福島高専では，2020 年は遠隔授業で開始され，前期は過去最高の伸び率を示した。10 分間 400 文字を達成する為，2020 年から目標をスコア 250 以上に設定した。図 2 よりそれ以前の 3 年間よりもその後 3 年間の方が，スコアが向上している。

4. まとめ

徳山高専の新入生の能力は高く，高専の中でも上位に位置する。タイピングが重要という認知とモチベーションと取り組もうという環境が，全体にできれば伸びてくるので，今後が楽しみである。福島高専でも目標を決めてタイピングを取り組む環境を作るのに 3～5 年間の年月が必要だった。今後の GIGA スクールの影響や中学生のスマホ利用率の上昇，AI の性能向上など，変化があると思われる。注視しながら指導を継続したい。

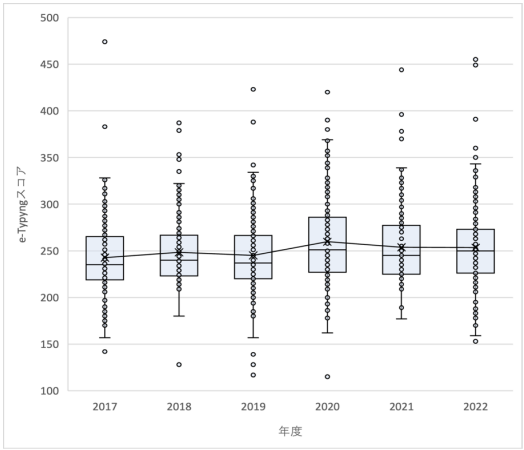


図 2 福島高専の最終タイピングスコアの結果

参考文献

(1) 文部科学省：“情報活用能力調査(高等学 校) 報告書,” http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1381046.htm, (閲覧日 2023.6.21)

(2) イータイピング プロ，https://work.e-typing.ne.jp/e-typing_biz/pro/, (閲覧日 2023.6.21)

(3) 布施雅彦，島貫実：“福島高専における 1 年生へのタッチタイピング指導における取り組みと課題”，2017PC Conference，pp111-112(2017).

(4) 布施雅彦：“福島高専の情報基礎科目におけるタッチタイピング学習での学生の傾向について”，情報教育，Vol. 1，pp39-43(2019).

(5) 布施雅彦：“福島高専の情報基礎科目でのタッチタイピングの習得における 学生の動機分析について”，2019PC Conference，pp231-232(2019).

(6) 布施雅彦，垣内田翔子，三浦靖一郎：“福島高専・情報基礎でのタッチタイピング学習における分析”，2020PC Conference，pp115-116(2020).

(7) 布施雅彦：“福島高専・情報基礎でのタッチタイピング学習における分析 2―e-Typing と他のタイピングサイトの比較と 3 年後の学生のタイピング力の変化―”，2019PC Conference，pp290-291(2021).

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

姉川 正紀*1・八木 優佳*1・姉川 明子*2
Email: masanori@anegawa.com

*1: 中村学園大学 流通科学部 流通科学科
*2: 佐賀市立 北川副小学校

◎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

2020 年度から始まったコロナ禍も徐々に終息に向かい，2022 年度からは著者ら*1 が担当する授業のほとんどが対面授業で実施が可能となった。過去の PC カンファレンスにおいて，コロナ禍中の学生のタイピング能力の調査と報告 (4),(5) をおこなった。その結果，

・プログラミング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。そこで，2022 年度のプログラミング関係の授業において，

・一定のタイピング能力が無いと，単位取得が出来ない，「強い外発的動機づけ」を導入。
・授業の終盤 10 分程度のタイピング能力チェック（練習）をおこない，毎回指定したレベルと超えない限り，授業終了迄帰れない。

等の授業改善をおこなった。本論文では，これらの授業改善をおこなった結果のタピング・スコアの調査結果について報告する。

また，著者ら*1 が所属している大学の授業では，過去に授業中にタイピングの練習をおこなった実績が無い。そこで，著者が非常勤講師をしている大学において，タイピング練習をおこなっている事例と比較する。更に，他の短期大学において，タイピング能力の調査をおこない，一般的な文系の学生の平均的なタイピング能力の調査をおこなう。

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),(2) の再掲載をおこなう場合もある。

2. 本調査における授業概要

2.1 2018～2022 年度の授業概要

2018 年度迄は，授業の前半に html，後半に JavaScript の授業を実施していた。その後，タイピング能力の問題等から，2019 年度には，極力タイピング能力の必要の無い，Scratch を JavaScript と並行して実施した。しかし，授業アンケート等の結果から，Scratch の評判は芳しくなかった。そこで，翌年度からは 2018 年度と同じ授業に戻す予定であった。しかし，翌年度の 2020 年度からは，コロナ禍に入った為，それに応じてオンライン授業をおこなわなければならない等の授業内容の変更を余儀なくされた。

2022 年度になり，上述した通り著者ら*1 が担当する授業のほとんどが対面授業で実施可能になった。そこで，授業内容も 2018 年度と同じ内容に戻す事が可能になった。

表 1 2018～2022 年度の授業概要

年度	授業概要	タイピングの必要性
2018	html と JavaScript	かなり必要
2019	JavaScript と Scratch	かなり必要
2020	日商 PC の資格取得	ある程度必要
2021	Scratch ゲーム作成	ほとんど無い
2022	html と JavaScript	かなり必要

2.2 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。この「e-typing」上では，英文とローマ字のタイピング能力の確認が可能である。著者ら*1 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。

2.3 外発的動機づけと内発的動機づけ

本学会の過去の報告 (1),(2) と重複する部分も多いが，過去のタイピングの動機づけについて述べる。2018 年度の著者が担当する授業では，e-typing（英文）のスコアが 100 以上の場合加点し，スコアが 100 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，スコアが 100 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，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。しかし，2018 年度は違い，シラバスや初回の授業では，そのスコアの具体的な数値をあえて明示せずに，「100～150 の範囲内のスコアを想定しており，授業回数 10 回前後の時に，具体的なスコアを決定して通知する」事とした。この理由に関しては，後述する。また，2022 年度は，「はじめに」でも述べた様に，授業の終盤 10 分程度を利用して、タイピング能力の確認（練習）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 2 2018～2022 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

2.4 2020 年度の授業における毎回のタイピング能力のチェック（練習）と記録

過去の調査結果から，「はじめに」でも述べた通り，

・プログラミング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。

事が判明している。そこで，2022 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ので，この時間はあくまでも平均的な時間です）を利用し，毎回の授業においてタイピング能力のチェック（練習）と記録をおこなわせた。定期的（全 5 回）に，授業補助者が正確なスコアの記録をおこなうが，原則として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 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。

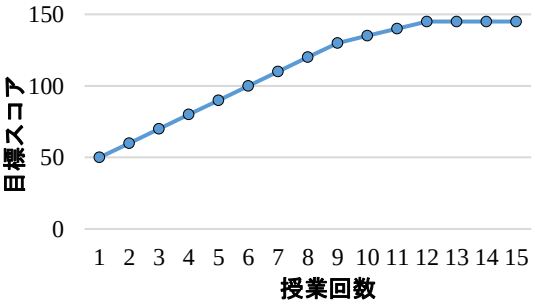


図 1 毎回の授業で目標とするタイピング・スコア

2.5 授業の効率化の為の統合開発環境の導入

授業の終盤とは言え，毎回の授業において 10 分程度のタイピング能力のチェック（練習）の時間を確保する事で，授業の進捗が遅れる可能性が予測された。

そこで，2018 年度までは，一般的なテキストエディタ(TeraPad)と通常のブラウザ(Internet Explorer)の組み合わせで授業をおこなっていたが，2022 年度からは jsFiddle(https://jsfiddle.net/)という無料版の統合開発環境を利用した。これにより，学生はファイルの保存やフォルダーの管理及びテキストエディタやブラウザを利用する事無く，オンライン上で html や CSS・JavaScript を利用し，即座にその結果を内蔵のブラウザで確認する事が可能となった。

この統合開発環境の導入により，若干授業の進捗のペースを速める事が可能になった。しかし，最終的にはタイピング能力のチェック（練習）の時間を確保した結果，2018 年度に比べると 2022 年度は，1～2 割程度授業の進捗が遅れた。その結果として，2018 年度には実施出来た一部の授業内容が実施出来なかった。

図 2 jsFiddle の統合開発環境の一例

3. タイピング能力の調査結果

3.1 他大学と比較した初回の学生のタイピング能力

例年，著者の担当する授業において，タイピング能力の調査をおこなっている。しかし，著者の所属する学部・学科（経営・商学部系）の学生の基礎的なタイピング能力が他大学の学部・学科の学生と比較して，「高いのか？低いのか？」分からない状態であった。

そこで，著者ら[*1]の所属する経営・商学系学科（A 大学と記載）と，著者が非常勤として勤務している他大学の商学系学科（B 大学と記載），及び連名者[*2]が非常勤講師として勤務している他短期大学の教育系学科（C 短大と記載）のタイピング能力（スコア）を比較する。表 3 に示す通り，調査時期の都合上，調査年度や開講時期・学年が異なっているが，結果に大きな影響は無いと考えている。

表 3 3 学校における調査時期の比較

大学名	A 大学	B 大学	C 短大
調査年度	2022	2023	2023
調査時期	後期	前期	前期
調査学年	1	1	2
調査授業回	1	3	7

表 4 に 3 つの学校の初回のタイピング能力（スコア）を示す。いずれもタイピングのスコアは，e-typing の英文の結果である。いずれの大学からも，外れ値と思われる（スコアが 1 桁等のデータ／タイピングのやり方を理解していない等と思われる）データは除外している。著者の所属する A 大学において，若干平均スコアが高い傾向が見られるが，これは前期に情報の授業が実施されており，その影響が考えられる。C 短大は被験者数が少ない為，データの精度に若干の問題があるが，おおむね 3 つの学校共に，特にタイピングの練習をおこなわなければ，平均的なスコアに大きな差は見られなかった。平均スコアや中央値スコアが 20 程度異なるが，後述する図 3 のグラフから，50 台のスコアから 70 台のスコアにする為には，10 分間の練習を 2～3 回する程度で向上が可能である。

表 4 e-typing による英文タイプのスコア比較

大学名	A 大学	B 大学	C 短大
データ数(n)	264	109	20
最高スコア	145	205	131
最低スコア	11	12	16
平均スコア	76.9	58.9	61.8
中央値スコア	75	54	59
標準偏差	22.4	29.1	22.1

3.2 タイピング能力の結果概要

表 5 に 2018～2022 年度のタイピング能力の結果概要を示す。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，前述した通り授業の終盤に毎回約 10 分程度のタイピング能力の確認（練習）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，2022 年度は約 7%のタイピング能力の向上が見られた。

授業終盤の毎回約 10 分程度をタイピング能力の確認（練習）に費やし，その結果授業の進捗が 2018 年度に比べて 1～2 割遅れた。これらの事と，タイピング能力の向上率が約 7%であった事を考えると，その評価は難しいと個人的には考えている。

表 5 e-typing による英文タイプのスコア概要

実施年度	2018	2019	2020	2021	2022
データ数(n)	262	281	249	253	284
最高スコア	302	195	203	177	239
最低スコア	69	45	42	43	38
平均スコア	138.3	91.0	99.6	96.7	148.6
中央値スコア	132	87	96	96	150
標準偏差	32.9	26.7	24.4	24.3	29.7
2018 年と比較	100.0	65.8	72.0	69.9	107.4

※「2018 年と比較」という項目は，2018 年度の平均スコアを 100 とした場合の比較である。

3.3 最終的な目標スコアの設定と平均スコアの推移

2018 年度は，シラバスや授業の初回から，スコア 100 未満の場合単位の取得が出来ない（不合格）と学生に通知していた。その為，当初は平均スコアが 100 を上回る程度であると予測していた。しかし，予測に反して平均スコアは，138. 3 とかなり高いスコアとなった。

そこで，2022 年度は，シラバスや授業では具体的な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。その結果，図 3 に示す通り，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 3 からも分かる様に，授業回数が 9 回目付近で，目標スコアと平均スコアがほぼ一致した。

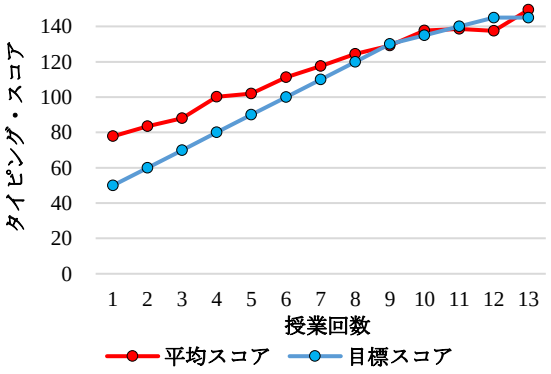


図 3 目標スコアと実際の平均スコアの推移

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。しかし，図 3 からも分かる様に最終的な目標スコアを通知した後の 11・12 回目の平均スコアは停滞している。これは，目標スコアに既に達した学生が，その後のタイピング練習を怠っている可能性がある。

3.4 最終的な学生のタイピング・スコアの分布

14・15 回目の授業では，定期試験等を実施した為，タイピング能力の確認（練習）はおこなっていない。したがって，13 回目の授業におけるタイピング能力の確認（練習）が最終的な結果となった。

図 4 に 13 回目の授業におけるタイピング・スコアの分布を示す。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，最終的にはスコア 140 未満の学生も多く発生した。著者ら[*1]が実施しているプログラミング関係の授業は，コンピュータ教室で実施している。その為，ある一定数以上の不合格者が出た場合，コンピュータ教室におけるコンピュータの台数の問題等から，再履修生専用のクラスを，翌年度設置する必要が出てくる。また，この再履修生専用クラスの人数にも制約がある。

この様な授業運用上の問題から，不本意ながら最終的には，15 回目の授業において，スコア 120 以上の者は，最終的な評価から減点の上合格（単位を与える）とした。これにより，再履修生専用クラスを，1 クラスの現実的な人数にする事が可能となった。そもそも，スコアが 100 未満の学生の多くが，途中から授業に来なくなる学生であった。データの集計の際に，この様な学生のデータを取り除く事も検討したが，本論文では全ての学生のデータを集計している。

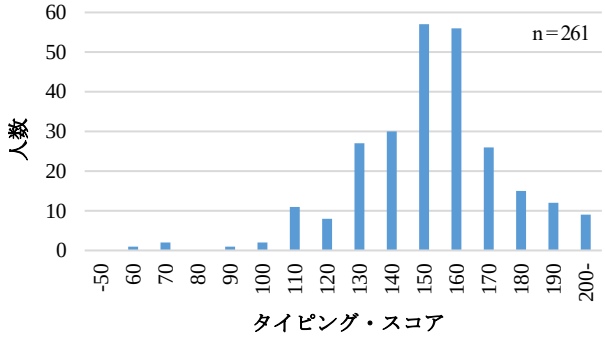


図 4 授業 13 回目におけるタイピング・スコアの分布

3.5 他大学におけるタイピング練習効果の推定

著者ら[*1]が実施しているプログラミング関係の授業では，2022 年度の授業で初めて授業中にプログラミング能力の確認（練習）を実施した。その効果の客観的な評価は，2023 年度以降に実施する予定である（「今後の課題」参照）。

B 大学で，著者が非常勤講師をおこなっているコンピュータ関係の授業では，数年前から授業開始直後に，10 分程度のタイピングの練習時間を設けている。但し，著者ら[*1]が過去実施した様に，タイピング能力が単位の取得に関係しない，加点のみの「弱い外発的動機づけ」となっている。また，授業毎に目標となるスコア等も明示は無い。

更に，タイピングの練習に用いるソフトウェアが「美佳

タイプ」(https://sun.ac.jp/prof/hnagano/mikatype/mika.html)に指定されている。これに関しては，2022 年度の本学会の発表において提案した，「美佳タイプ⇔e-typing」の相互変換式 (2) を用いて，e-typing の英文のスコアに変換する事により，この問題を解決可能である。具体的な変換式は，

y(e-typing) ≒ (x(美佳タイプ) – 40) × 1.087

となっている。

本来であれば，著者ら*1 が 2023 年度に実施予定の授業の結果を待って比較したいと考えている。今回は，それに先立ち他大学における授業中のタイピングの練習が，どの程度タイピング・スコアの向上に影響を与えているのかを調査・推定する。

著者は，B 大学で 2022 年度の 1 年・前期に非常勤講師をおこなったが，複数のクラス（5 クラス）を著者も含めた 3 人の教員で授業を実施した。その都合上，授業内容や進捗，評価を全てのクラスでほぼ同一にする為，自由にタイピング能力の確認・記録が出来なかった。その為，4 回分しか英文タイピング能力の確認が出来なかった。また，7・14 回目の測定は「美佳タイプ」でおこない，8・11 回目は「e-typing」でおこなった。したがって，7・14 回目は，「美佳タイプ→e-typing」への変換式を用いてスコアの変換をおこなった。

図 5 に，2022 年度の B 大学における平均スコアの推移の推定のグラフを示す。実測値が 4 回分しか無い為，グラフは直線近似で推定している。実際には，前述した通り毎回タイピングの練習をおこなっているが，e-typing の英文スコアに変換可能な練習回が少なかった為，実測値が 4 回分と少なくなっている。

異なるタイピング・ソフト間で，スコアを変換している為，若干の誤差が発生していると考えられる。しかし，近似直線上からは大きく外れておらず，ある程度の精度が確保出来ていると考えている。また，表 3・4 から，B 大学の 2023 年度の前期・3 回目における平均タイピング・スコアが 58.9 であった。この事からもこの直線近似は，ある程度の精度が確保出来ていると考えている。

著者ら*1 が本学会で過去に発表 (1), (2) した様に単位の取得を含む（不合格となる）「強い外発的動機づけ」が無い場合，図 5 の結果からは授業時間中のタイピング練習は，若干の効果はあるものの「強い外発的動機づけ」程の効果が無い事が推定される。

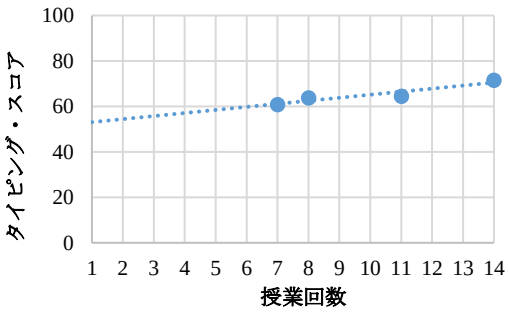


図 5 他大学における，英文の平均スコアの推移の推定

4. まとめ

本論文では，コロナ禍も徐々に終息に向かいつつある中，授業形態や内容をコロナ禍前に戻した。また，今まで実施してこなかった授業中のタイピングの練習を新たに導入した。その結果 2022 年度は，2018 年度に比べて約 7%の平均タイピング・スコアが向上した。しかし，授業中にタイピングの練習をおこなった為に，2018 年度に比べて，授業内容の進捗が 1～2 割程度遅れるなどの問題も生じた。この程度のタイピング能力の向上であれば，授業中にタイピングの練習時間を設ける方が良いのか？判断に迷う所である。

また，この 7%の平均タイピング・スコアの向上が「強い外発的動機づけ」が主たる要因なのか？それとも「毎回目標スコアを明示し，授業の終盤の 10 分間程度を利用した，タイピング能力の確認（練習）」が主たる要因なのか？現時点では判断する根拠が乏しい状態である。

5. 今後の課題

2023 年度以降は，2018 年度や 2022 年度に実施した，ある一定以下のタイピング能力の場合，単位が取得できない（不合格となる）という「強い外発的動機づけ」の導入が困難な状況である。その理由は，学生による授業アンケートの結果が，例年に比べてその評価が低くなった事等である。

詳細は割愛するが，2022 年度の授業アンケートの結果において，自由記述欄（原文をそのまま掲載）では「タイピングの速度が格段に上がったことが、日常生活でとても役に立ちました。これからも頑張ります。」等の好意的な意見もあった。しかし，一部の学生からシラバスや授業中に何度もタイピング能力の必要性を説明しているにもかかわらず，「この授業が必修の意味が分からない。タイピングも一人一人個人差があるのに達成目標スコアがあまりにも過酷すぎます。(涙)」等の否定的な意見も見られた。また，再履修生と思われる学生から「タイピングテストを今年から導入したせいで、授業の時間が少なくなり、理解が追いつきにくくなっているので、タイピングテストは必要ないと思いました。」等のプログラミングの授業とタイピングの時間配分に関する意見も見られた。

また，著者ら*1 が所属している大学では，「授業アンケートが，教員の人事評価に影響を与える」事が判明した。この様な状況で,現在の授業アンケートの結果が低くなる様な授業内容の継続は，今後難しいと感じている。

そこで，2023 年度の授業では，2022 年度と同様に，毎回目標スコアを明示し，授業終盤の 10 分間程度を利用して，タイピング能力の確認（練習）はおこなうが，加点のみをおこなう「弱い外発的動機づけ」をおこなう予定である。これにより，2022 年度に実施した，一定未満のタイピング・スコアの場合，単位が取得できない（不合格となる）という「強い外発的動機づけ」の効果を客観的に測定したいと考えている。

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”，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”，https://conference.ciec.or.jp/pdf/2022pcc/2022PCC_ronbun.pdf, pp.75-78 (2022)

コロナ渦 3 年間における PC 演習授業の継続調査
—文系学生を対象として—

岩田一男*1
Email: k-iwata@kwansei.ac.jp

*1：関西学院大学 共通教育センター

◎Key Words　　授業形態，動画教材，情報リテラシー

1. はじめに

2020 年度は，突然のコロナ渦という特殊な状況下において，心ならずもオンライン授業を取り入れた大学が多くみられた。特に実習や演習を伴う授業をオンラインで実施するには制約が多く，慣れない授業形態で学習効果に影響を懸念する声も聴かれた。2023 年度になってインフルエンザ並みの扱いとなったが，コロナ渦前に戻ったという状況には必ずしもなっていない。

本稿は，2020～2022 年度の 3 年間，講義形式中心ではない授業である「PC 演習授業」を対象に，授業形態の変化による影響を調査した結果報告である。オンライン授業と対面授業の比較を中心に，学生の意見をアンケートで吸い上げ，また実際の学習効果に差が生じていないか確認した。今回の調査結果をもとに，これからの授業改善に繋げることができればと考えている。

2. 調査方法

2020～2022 年度の各学期末に，アンケートツールである Google Form を使い，調査を 6 回（春学期・秋学期×各 3 年間）実施した。本学文系学部に所属する学生のうち，情報科学科目群の中で最もベーシックな科目を履修した学生を対象に任意でアンケートを実施し，1138 名の有効回答を得た（表 2）。授業内容は春学期と秋学期ともに各クラス同じで，主に初年次を対象とした，半期で実施する選択科目である。科目名は「コンピュータ基礎」で，PC 演習がメインの授業である。今回報告の対象となるアンケートの質問事項の一例には，履修した学生の授業形態に対する意見や動画教材に対する評価などがある。それに加えて，学習効果の把握として授業中に実施した確認テストの結果などを使い，データ分析を行った。アンケートの質問事項と，データ分析対象項目を，表 1 に示す。

表 1 アンケートの質問事項とデータ分析対象項目

	項目		質問／（説明）
1	授業形態	対面授業での期待	オンライン授業に対して対面授業のほうが効果があると期待できますか？（6項目の指標別に回答）
2		オンライン授業の継続希望	オンライン授業が含まれている割合は、どれくらいを望みますか？
3	動画	動画の活用回数	利用回数は、延べどのくらいですか？
4		動画の有効度合	動画教材は役に立ちますか（または役に立ちそうですか）？
5		動画の継続希望	動画教材は必要だと思いますか？
6	成績	確認テスト得点	（最終回の授業で実施するテストの得点）
7		課題提出割合	（授業期間中に12回与える課題の提出割合）
8	関連性チェック		（確認テスト得点とオンライン授業の継続希望との相関係数）

3. 調査結果

3.1 授業形態

本学の方針に基づき，年度により授業形態は大きく変化した。2020 年度はオンライン授業で全員が履修し，2021 年度は学内入構制限があったのでオンライン授業と対面授業に参加する人数が半々となった。2022 年度は基本的に対面授業で実施することになったが，許可のある学生や不測の事態に備えてオンライン授業も併用して行った。従ってオンラインで参加する学生は限られており，大部分の学生が対面授業で履修した。年度別の授業形態の変化を表 2 に示す。

表 2 年度別授業形態とアンケート回答数

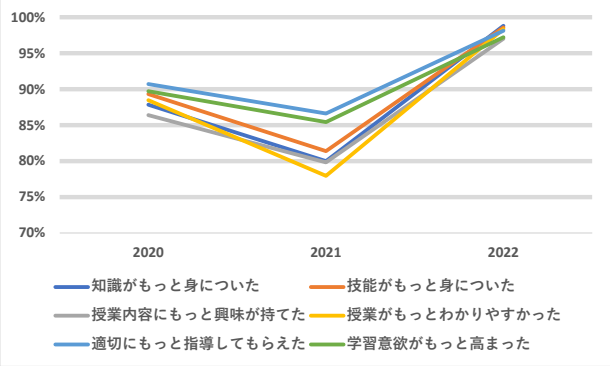
おもな授業形態	2020年度 オンライン	2021年度 オンライン＋対面	2022年度 対面	3年間の計
有効回答数	299	360	479	1138
(有効回答率)	(87.7%)	(90.5%)	(91.4%)	(90.1%)
履修者数	341	398	524	1263

- **対面授業での期待（オンライン授業に対して）**

オンライン授業に対して対面授業の方が，効果がありそうだと考える学生がどれほどいるか確認した。知識がより身についた（知識），技能がより身についた（技能），授業内容により興味が持てた（興味），授業がよりわかりやすかった（理解），適切により指導してもらえた（指導），学習意欲がより高まった（意欲）の，6 項目の視点から確認した。

年度を追って見てみると 2020 年度を基準にして，2021 年度は視点による評価差が大きい。加えてどの視点に対しても対面授業に期待する割合は減少傾向にあった。それに対して，2022 年度は対面メインの授業であったが，どの視点に対しても，オンライン授業より効果があったのではないかと考えた学生が増加している。オンライン授業に対して対面授業での期待がどのように変化したかを，図 1 に示す。

コロナ禍 1 年目に初めて接したオンライン授業では，要領もうまくつかめず不安も大きかったのだろう。項目によってもっと○○してもらえた筈だと考えるのは自然な傾向だろう。2 年目になると全体的に対面授業の期待が薄れ，オンライン授業でもコツをつかんだのか，学習するにあたってはそれほど問題にならないと感じたようである。3 年目になると対面授業で履修する学生が大部分なので，対面授業の方がオンライン授業に比べてもっと○○してもらえた筈だとは答えづらかったのかもしれない。



（肯定割合）	2020	2021	2022
知識がもっと身についた	0.88	0.80	0.99
技能がもっと身についた	0.89	0.81	0.99
授業内容にもっと興味が持てた	0.86	0.80	0.97
授業がもっとわかりやすかった	0.88	0.78	0.98
適切にもっと指導してもらえた	0.91	0.87	0.98
学習意欲がもっと高まった	0.90	0.85	0.97

図 1 対面授業での期待（オンライン授業に対して）

● **オンライン授業の継続希望**

オンライン授業を含む割合は，どの程度を希望するか確認した。ここではオンライン授業を含む割合が 20%以下を選択した学生は，オンライン授業を望んでいないとした。その結果，オンライン授業の継続を希望する学生は，2020 年度は 72.7%，2021 年度は 82.2%，2022 年度は 55.1%と，年度により大きく変化した。オンライン授業の継続希望の変化を，図 2 に示す。対面授業が当たり前と思っていても，オンライン授業のメリットも捨てがたいと考えているようである。

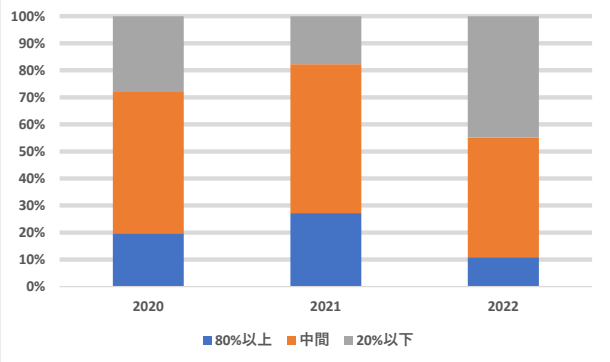


図 2 オンライン授業の継続希望

3.2 動画

この授業で準備した動画は 2 種類ある。学習内容の機能ごとに 10 分以内にまとめた「ポイント動画」と，実施した授業をそのまま丸ごと記録した「全記録動画」である。

● **動画の活用回数**

ポイント動画は，2020 年度は比較的視聴している回数の多い学生（6 回以上）が 25.6%であったが，その割合は年々減っており，2022 年度では 16.9%まで落ち込んだ。

一方，全記録動画は，ポイント動画に比べてどの年度も視聴しなかった学生が多い。全く視聴しなかった学生は 2020 年度では 17.1%に対して，2022 年度では 38.6%に上る。また，比較的視聴している回数の多い学生（6 回以上）は，2020 年度は 17.4%に対して，2022 年度は 7.1%まで減少した。ポイント動画の活用回数を図 3 に，全記録動画の活用回数を図 4 に示す。対面授業がメインとなり，動画を見直さなくても質問等もやり易くなったので，動画の視聴頻度が低下したと考えられる。

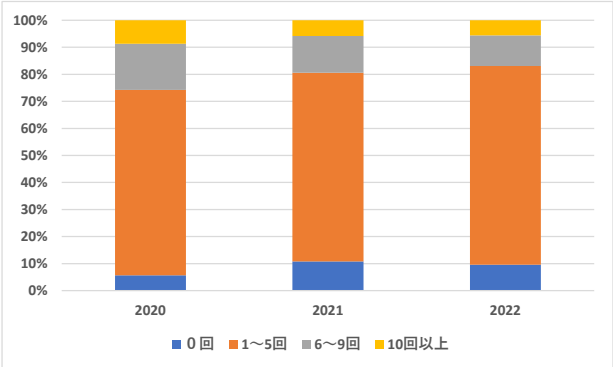


図 3 動画の活用回数（ポイント動画）

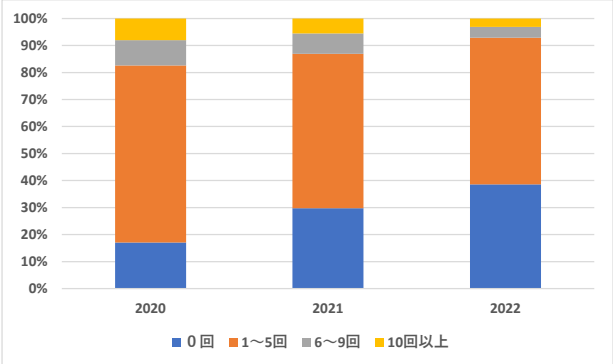


図 4 動画の活用回数（全記録動画）

● **動画の有効度合**

ポイント動画を教材として有効と捉える学生は極めて多い。役に立つか役に立ちそうと回答した学生は，2020 年度は 98.5%，2022 年度では 98.2%である。

一方，全記録動画は，ポイント動画に比べて視聴しなかった学生が多いにもかかわらず，全記録動画であっても教材として有効と捉える学生は意外と多い。役に立つか役に立ちそうと回答した学生は，2020 年度は 97.0%，それに対して 2022 年度では 91.4%と高比率ではあるが，対面メインの授業であったため有効と捉える学生は減少傾向にある。ポイント動画の有効度合を図 5 に，全記録動画の有効度合を図 6 に示す。動画をそれほど実際には視聴していないのにもかかわらず有効度合が高いのは，せっかくあるのだから簡単に否定できず，いわゆる学生のリップサービス的な気遣いがあったのかもしれない。

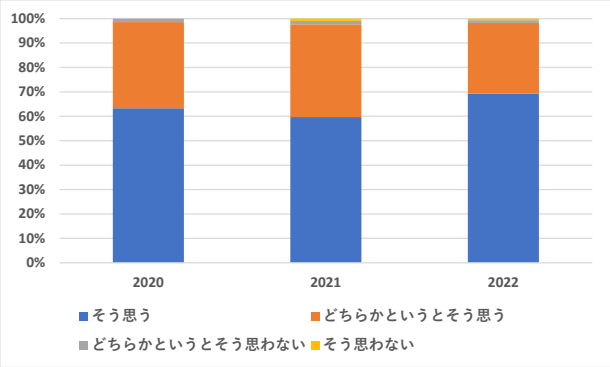


図 5 動画の有効度合（ポイント動画）

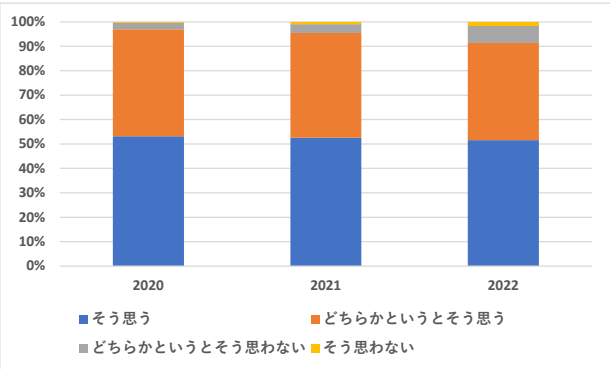


図 6 動画の有効度合（全記録動画）

● 動画の継続希望

ポイント動画を教材として有効と捉える学生が多いのと同様に，継続して提供を希望する学生も多い。ポイント動画が必要かどちらかというと必要と回答した学生は，2020 年度は 97.8%，2022 年度では 97.6%と差はない。

全記録動画の場合は，視聴しなかった学生が多いにもかかわらず，全記録動画を教材として継続して提供して欲しいと希望する学生は少なくない。2020 年度は 85.8%，それに対して 2022 年度では 86.9%となり対面メインの授業であるにもかかわらず変化はほとんどなかった。ポイント動画の継続希望の動向を図 7 に，全記録動画の継続希望の動向を図 8 に示す。

ポイント動画は不得意な箇所の予習復習に役立つように準備したものだが，授業全体をそのまま記録した動画を継続して開示して欲しいと希望する学生が多いのは意外であった。取り敢えず，補助教材として存在するのであれば，そのまま保険的な意味合いで残すことを望んだ可能性がある。

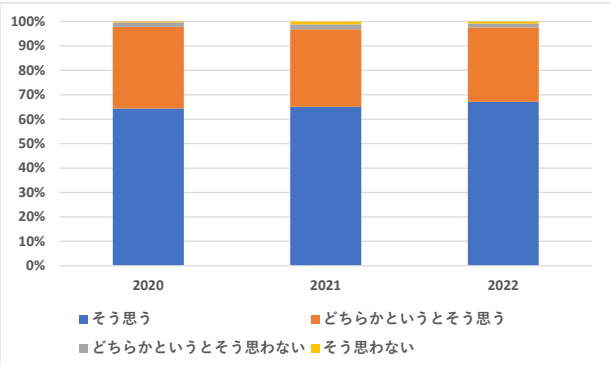


図 7 動画の継続希望（ポイント動画）

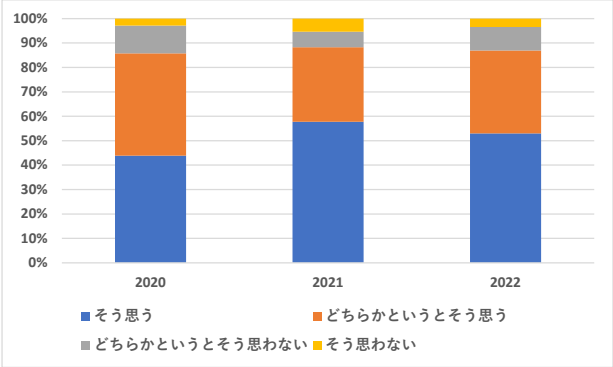
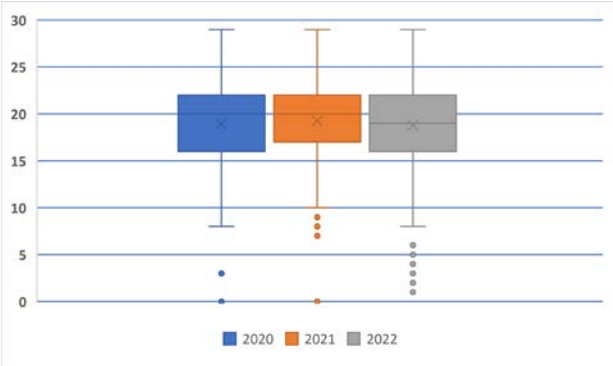


図 8 動画の継続希望（全記録動画）

3.3 成績

● 確認テスト得点

授業期間中に実施した確認テストの，平均点やバラツキは年度による差はほとんど見られなかった。具体的には平均値は MAX30 中，2020 年度 18.9，2021 年度 19.3，2022 年度 18.8 であった。またバラツキである標準偏差は 2020 年度 4.9，2021 年度 4.2，2022 年度 4.6 であった。2020 年度はオンライン授業メイン，2021 年度はオンライン授業と対面授業が半々，2022 年度は対面授業メインで実施したが，授業形態による平均点やバラツキ差は生じていないといえよう。確認テスト得点の推移を図 9 に示す。

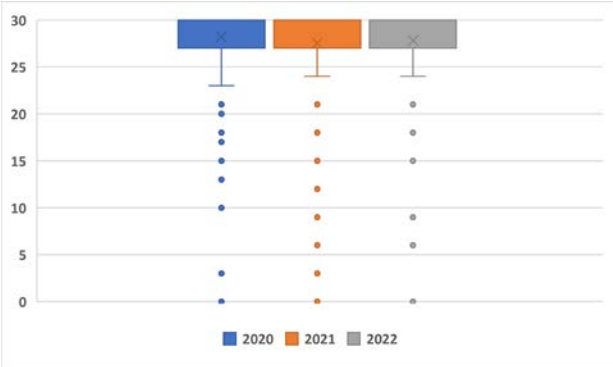


	2020	2021	2022
平均値	18.9	19.3	18.8
標準偏差	4.9	4.2	4.6

図 9 確認テスト得点の推移

● 課題提出割合

同様に日々の課題提出状況について確認した。授業期間中に約 12 回の課題提出を求めているが，平均提出割合やバラツキに大きな違いはなかった。具体的には平均値は MAX30 中，2020 年度 28.2，2021 年度 27.5，2022 年度 27.8 であった。またバラツキである標準偏差は 2020 年度 4.2，2021 年度 5.0，2022 年度 4.2 であった。敢えて指摘しておくと，オンラインと対面が半々であった 2021 年度は，他の年度に比べてバラツキがやや多めであった。コロナ禍 2 年目となり学生によっては，慣れがたるみに変化した可能性がある。課題提出割合の推移を図 10 に示す。



	2020	2021	2022
平均値	28.2	27.5	27.8
標準偏差	4.2	5.0	4.2

図 10 課題提出割合

3.4 関連性チェック

● **確認テスト得点とオンライン授業の継続希望**

授業期間中に実施した確認テスト得点そのもの（素点）とオンライン授業の継続希望割合を確認したところ，どの年度も相関は認められなかった。

しかし，得点グループによる切り口で確認したところ，年度により差異が見られた。得点グループは，授業期間中に実施した確認テスト得点を上位 20%，中間 60%，下位 20%に区分けした。得点グループごとの，オンライン授業の希望割合の変化を，図 11 に示す。この内，差異が見られたのは下位 20%に該当するグループで，2020 年度はオンライン授業のみであるにも関わらずオンライン授業の継続希望割合は低く，逆に 2022 年度は対面授業メインであるにもかかわらずオンライン授業の継続希望割合が高い。つまり，下位 20%に該当するグループは，授業形態が実態と逆を望む傾向にあることがわかった。

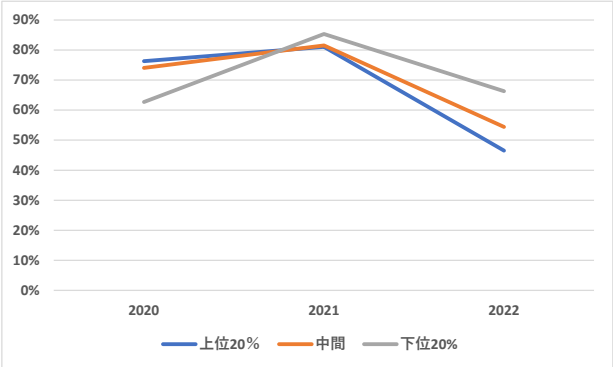


図 11 オンライン授業の希望割合

4. まとめ

履修した学生における対面授業の期待は，3 年間のコロナ禍において変化が見られた。1 年目は不安が大きかったのか対面授業に対する憧れのようなものがあったが，2 年間にその期待は，学生により違いが生じ，慣れからか諦めとも捉えられる学生がいた。最終の 3 年目になると対面授業で履修する学生が大部分になったので，対面授業の方がオンライン授業に比べてどう期待できるかと聞かれてもピンとこない学生が増加したと思われる。

一方で，オンライン授業の継続を希望する学生は，対面授業が増えるにつれて徐々に減少した。しかし，対面授業が当たり前と思っていても，オンライン授業のメリットも捨てがたいと考えているようだ。同様に動画教材にしても，それほど視聴回数は多くないものの，せっかくあるのだったらそのまま使えるようにして欲しいという既得権を主張する傾向にある。

授業形態による違いは，確認テストの平均点やバラツキ差に影響していないが，確認テスト得点が下位 20%に該当するグループは，授業形態が実態と逆を望む傾向にあることがわかった。対面授業がメインの時はオンライン授業を，逆にオンライン授業がメインの時は対面授業を望むのである。

3 年間の調査結果，コロナ禍の当初懸念していたオンライン授業における学習効果の低下やバラツキの心配はやり方次第で解消でき，むしろメリットも少なくない。このようなことから，授業形態についてはオンライン授業か対面授業に方寄せするよりも，流動性を持たせ，さまざまな状況にも対応できる併用という考えが望ましい。

参考文献

(1) 岩田一男：“コロナ禍におけるオンラインを活用した情報基礎教育：情報分野を専門としない文系学生を対象として”，日本情報経営学会誌，Vol.42，No.1，pp.52-61（2022）.

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

菅原颯斗*1・鈴木大貴*1・松浦寛*2
Email: s236511003@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1：東北学院大学大学院工学研究科
*2：東北学院大学工学部機械知能工学科

◎Key Words　　COVID-19，Moodle，製図

1. はじめに

COVID-19 の影響により大学の講義形態は，オンラインミーティングツールを利用した遠隔形式が主流となっていたが，規制緩和にともない対面で実施することが可能になった．本学の機械知能工学科における専門科目カリキュラムは，2 年生で基礎学習（座学），3 年生で応用学習（実習）という構成であり，22 年度から完全対面で実施された．本報では，講義形態の変化による影響を調査するため 2 年生で受講する「機械設計製図」に着目した．課題は「手巻きウインチ」の計算書作成と組立図，部品図の製図である．課題提出日時を Moodle(e ラーニングプラットホーム)で調査し，22 年度（完全対面）と 21 年度（遠隔対面混合）20 年度（完全遠隔）の比較を行った．また，1 年生時の講義形態に違いによる影響も調査するため．入学以来遠隔講義だった 22 年度受講者とコロナ流行前の 19 年度受講者に注目して成績を比較し評価した．

2. 専門科目カリキュラム

表 1 に本学科における専門科目のカリキュラムを示す．

2 年前期の「機械設計学」は機械を構成する各機械要素について知り、社会に出ても実用的な設計ができることを目標とし，講義前半では各機械要素の機能や設計について学習する．講義後半では，学生 2 人 1 組で機械要素についてプレゼンテーションを行う．

2 年後期の「機械設計製図」は，前期で学んだ機械設計学の知識をアウトプットすることを目標とし，手巻きウィンチの設計を行う．講義前半に手巻きウィンチ部品の強度計算を行い設計計算書を作成する．講義後半に計算書に基づいて手書き図面を作成する．

3 年前期の「ユニバーサルデザイン(UD)」は，企業の設計部門で働いているという想定でアクティブ・ラーニング形式で講義を進める．「万人に対して使い勝手のよい設計」というユニバーサルデザインの考え方と原価計算・損益分岐点を計算しながらコストとのバランスを考え現実的な商品開発をシミュレーションする．最後に代表グループがプレゼンテーションを行う．

また、担当教員の商品開発の実務経験を反映させた具体例を通して、設計の前に何を準備するのか，組織の中でどのような役割分担で製品を作るのかを理解する．

3 年後期の CAD（Computer-Aided-Design 以後 CAD）学習は，CAD による 2D 図面作製技術の習得を目標とし，課題図面を PC 上で描く．講義時間が 180 分と短く，時間内での習得は難しいため 3 年次の夏季休暇に基礎的な操作方法などを学習する補講を設ける．

表 1　専門科目カリキュラム

	専門科目			
履修年次	2 年前期	2 年後期	3 年前期	3 年後期
科目	機械設計学	機械設計製図(必)	UD(必)	CAD 学習(必)

表 2　各年度の講義形態

講義回	1	2	3	4	5	6	7~15
内容	計算書						製図
19 年度	対面						
20 年度	遠隔						対面
21 年度	遠隔			対面			
22 年度	対面						

3. 機械設計製図講義内容

表 1 に各年度の講義形態を示す．本講義時間は 1 回 180 分であり，初回講義で 30 分のガイダンスを行う．全 15 回のうち 6 回目の講義までを強度計算や寸法計算を行い計算書を作成する．計算書が完成した学生から，TA（Teaching-Assistant）から確認をもらい製図に移る．

学生間で図面の複写を防ぐため，学生ごとに寸法を変えている．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）の合計 5 枚とし製図を行う．図面が完成次第，TA と教員の 2 重確認を行い，この際図面に関する口頭試問を行い理解度の確認を行う．

成績は，計算書および図面の提出時期・完成度・口頭試問の結果の 3 点から評価を行う．

3.1 19 年度の講義内容

全 15 回の講義をすべて対面で行った．

第 6 回目までを計算書作成の期間とし，手書きで作成した．計算書の確認が終わり次第製図室に移りドラフターで製図を行った．講義時間外でも製図室を開放した．

3.2 20 年度の講義内容

1～6 回目までの講義を遠隔，7 回目以降の講義を対面で行った．遠隔時は Zoom ミーティングを用いた．学生を 6 班に分け全体と班別の２つのミーティングに入ってもらった．班別ミーティングには TA が入っており，質問への対応や学生間の情報共有を容易にした．また，20 年度以降，計算書は Excel に変更した．

対面講義では，12 班に分け，入室可能時間を班別にし講義時間内は進捗確認のみを行った．講義時間外に学生番号ごとに教室を開放し，学生には教室での自習か自宅で製図を行ってもらった．

3.3 21 年度の講義内容

1~3 回目までを遠隔，4 回目以降を対面で行った．対面時は学生を 2 つの班に分け，別教室で計算書を作成させた．計算書が完成し次第製図室で図面を作成させた．20 年度時，自宅で図面を作成した学生の成績が低かったことから，21 年度は学校でのみ課題を行わせた．また，例年六角ボルト・ナットの図面理解度が低かったため，解説動画を moodle に添付した．

3.4 22 年度の講義内容

全 15 回の講義をすべて対面で行った．23 年度から本学部のキャンパスが移動するため，15 回目以降の製図の確認を担当教員ができなかった．そのため TA の検図ボランティアを募り講義時間外での図面確認を行った．

4. 評価基準と結果

講義形態の変化が与える成績への影響を調査するため，課題提出回と図面の完成度・口頭試問の結果から出した点数を比較した．

図 1 に各年度の課題提出回を示す．19 年度では履修放棄者以外すべての学生が 15 回までに課題を提出したが，20 年度では 16 回目以降の提出者が 8 名，21 年度では 5 名，22 年度では 27 名となった．

このことから，遠隔講義を開始してから課題提出回が遅くなっていることが分かった．また，21 年度 では対面講義だったにもかかわらず，課題提出回が最も悪い結果となった．

図 2 に各年度での成績を示す．平均点が 19 年度は 79 点，20 年度が 74 点，21 年度が 72 点，22 年度が 66 点となっており，年々低下していることが分かる．特に図面の完成度は各年度大きな差はないが，口頭試問の結果が 20 年度以降大きく低下していることが分かった．

また， 19 年度と 22 年度を比較すると，どちらも講義形態が完全対面であったが，22 年度の成績が大きく落ちていることが分かった．

5. まとめ

19 年度から 22 年度までの，課題提出回および獲得点数を比較した結果を以下に示す．

1) 遠隔講義になったことで，課題提出が遅くなった．
2) 講義形態が遠隔になることで，受講者の成績が低下していることが分かった．
3) 図面理解度が低下していることが分かった．

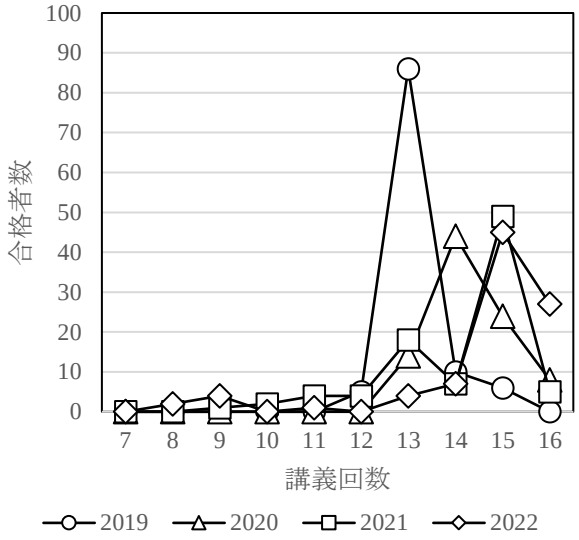


図 1 各年度の課題提出回

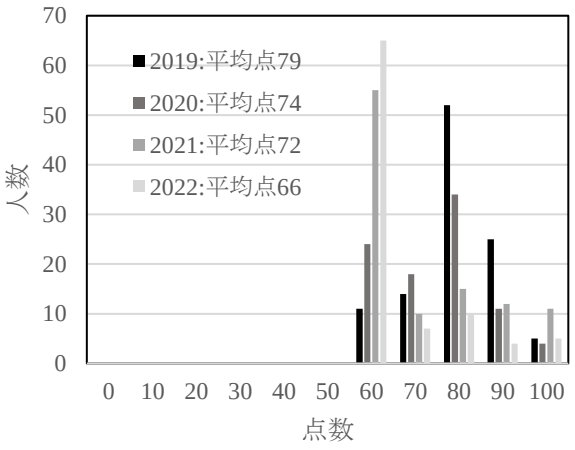


図 2 各年度の点数

4) 本講義の形態だけでなく，関連科目の講義形態にも成績に影響を及ぼす．

このような結果になった要因をいかに示す．

1) 講義形態が遠隔になったことで，学生間のコミュニケーションがとりづらかった．
2) 設計の基礎知識を学ぶ 2 年前期の「機械設計学」が遠隔形式であったため，理解度が低かった．
3) 22 年度では，機械設計学の履修者が他年度に比べ少なかったため，設計に関する理解度が低かった．
4) 21 年度・22 年度の学生は入学以来，遠隔講義であったため，人間関係の構築が難しく，学生間の協力が前年に比べ少なかった．

これらの対策として，23 年度では機械設計学の講義で，学生全員の寸法値を統一した計算書の一部を課題として出して計算方法および Excel の使い方を学習する．また，理解度が低かったボルトの製図に関する学習を行う．

参考文献

鈴木大貴ほか COVID-19 による講義形態の変化に伴う影響 2020PC カンファレンス

大学生協はコロナを正面から乗り越えている
―ここをもう一歩踏み込んではどうか―

仲田　秀
nqb41457@nifty.com

法政大学大学院政策科学研究科　後期博士課程　2014 年満期修了

◎Key Words　つながる・助け合う／大学生協の事業を通して／総代・総代会で相談して決める

1.　はじめに

今回は筆者の 2021 年報告＝「2010 年代、の事業業績をたどる」と、2022 報告＝「小さい（大学）生協、大きい（大学）生協、どこも同じ組織委員会」の続編になっている。数表としては 2019 年以降の 2022 年までを使い、組織的考察は組織委員会についてを結合させている。コロナ禍の経営的危機を乗り越えるための「福武貯金」の放出によっても、基本的な協同の組織文化の存在と今後の組織文化の構築が重要であり、カギともいえるのではないかということを提起したいとこの項を起こしている。

筆者は 2021pc カンファレンスで、2009 年以降の各大学生協の事業経営状況を 10 年間追いかけてたどってきた。そしてコロナ直前の 2018 年の全国状況は累積赤字を未だ克服できない生協を 30%にまで減少させたことを確認した。そして 25 生協を具体的に分析し、組織委員会の強さと教職員委員会や理事会議の存在に到達するのであった(筆者は 202０年経営組織論と言える論文集を発行したが、そこで活用している方法である)。

そして、コロナによる学生生活の破壊は学園コミュニティを破壊し、教育・研究生活と生協経営を破壊した。だが、22 年 12 月大学生協連第 66 回総会は、2030 年目標と 2023 年課題をを掲げて多くの生協が創意と工夫で、お店をたまり場にして楽しい活動をしてきていることを述べている。筆者は自由に考えて活動できる生協好きが集まって誰かが困っていることを解決しようとする事が大切であるから、そのまま進むことを支援している。同時に、22 年総会議案書で大学生協の組織文化を作り出す組織委員会についての記述が見えないことを憂慮している。

2.　全体数値と個別生協で積み上げる数値

大学生協は個別の文化を持った大学環境の中で構成する組合員が力を寄せで事業をして、組合員の生活をも守り育てる協同組合であるから、生協事業が持続的に発展することは重要である。大学生協は地域生協と違って個別の法人であるから、個別の生協の経営数値が独立して重要なのである。そのために筆者は個別生協の経営状態が全体のなかで見えるようにすることを重視してきた。なぜかといへば、個別大学生協の力が、自分たちの組合員に根ざしてどこに対しても対等に物をいえる力を持たなければ、大学生協の持続的発展はないと論証しているからである。個別生協の数値を積み上げて大学生協全体の数値が出来上がるが、一つ一つの表の中に自らの生協の位置を見えるように作っている。各大学生協の各理事会は、各生協の力でそれをしっかりと守ってほしい。それが大学生協の組織の力であると考えるからである

3.　「福武貯金」に依拠して、到達できた経営状況

今回のコロナによる大学生協経営破壊に対して、1970 年代から 80 年代にかけて大学生協連の会長理事を務められた福武会長理事の遺産というか貯金＝学生総合共済とコープイン京都の土地を取り崩して大学生協の再建に当てたのである。資料をひも解いてみると、1980 年の生協数（118）と累積赤字生協数(22)の割合が 19.5%であって、2022 年度決算で生み出した 19.1%とほぼ同レベルであることが不思議と言える一致である。福武元会長理事は経営数値の良くない生協が生協の数にすると 19.5%存在するという経営実態を起点に、会員生協の理事会に呼びかけて、すぐみんなで助け合える学生総合共済を各大学生協や文部省に足を運んで訴えて創設し、学会の時、学生の旅行の時に格安で使える居心地のいいホテルくらい大学生協全体で持ってもいいのではないかと、渋谷と京都にホテルを立てる合意を得たのである（詳しくは 2006.仲田秀「大学生協と福武直」参照)。

表　大学生協の規模（供給高で分類）と累積赤字生協数推移

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	2022年の割合
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	20%
2	私立30億円以上	4	2	4	4	4	3	4	3	4	2	4	2	3	2	3	2	67%
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	100
4	私立20億円以上	4	1	4	2	4	2	4		3	2	3	1	2	2	1	1	100
5	国立10億円以上	16	4	22	12	22	4	22	7	25	9	28	6	18	6	34	9	26.5
6	私立10億円以上	10	2	11	10	11	5	10	6	10	5	9	4	5	2	12	3	16.7
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	25
8	私立５億円以上	12	1	19	13	19	11	19	11	17	9	19	7	16	7	10	4	40
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	8.3
10	私立２億円以上	8	2	18	10	24	10	24	12	26	9	26	7	27	10	28	5	17.9
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	15.4
12	私立２億円未満	5	0	27	22	33	15	34	20	37	19	37	13	44	19	44	11	25
	計	113	22	186	112	210	81	215	91	210	78	213	64	211	86	209	40	19.1
	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	

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。
2023.6.30作製。

4.　大学生協にとっての経営の位置

そして、大学生協といえども事業をするのだから、みんなで新しいことをしたいと思った時みんなで決めて使える剰余金は持っておこうと呼びかけて、新しい投資のための剰余金の考え方を提起したのである。それを果たそうと追いかけてきて、さまざまな社会情勢に出会い、今回のコロナで複合的に貯金をほとんど使わせてもらったが、1980 年からの発展を図ろうとする経営状態に、現在の組合員全体で戻して出発しようとしていると言えるのではないか。大学生協が全体でもつ事業経営の合計値と各生協が供給規模で分類するとどの位置に分布しているかが見える表を作表した。今回はこの 1 表である。規模分類は 12 分類にした。1980 年は福武会長所感の効果をはかりはじめた年、1998 年は消費税アップの年、2007 年は途中経過年、2009 年はリーマンショック、2015 年・2018 年は経過年、2021 年はコロナの影響最大の年である。2022 年は今日最近の配分など補填が入った年である。

5.　同じ立場の組合員の、課題を解決するための、組織委員会について

2021 年第 65 回総会では、組合員組織の役割を重視し、大学教職員に加入を呼びかけ、教職員委員会を作って議論してほしいと呼びかける方針を出した。それが 66 回総会では後退しているように見える。組合員参加の場を作る、つながる、少し弱いことばに変化しているように見える。コロナを乗り越える運動は運動であるから、もう少し頑張ることができる。組合員が自分の要求を自分でまとめていく組織委員会は、つながるだけでなく、つながって離さないで協同するちょっとした強さが必要で、大切なのである。大学生協は全構成員の生協であることが重要なのである。みんな生協に依拠して大学生活を過ごしてきたのだから。教職員委員会や教職員理事会議を作っていくことを求め続けていただきたい。

そして、それぞれの立場で、理事会で意見を戦わせていただきたい。

6.　大学生協の持続的発展のために、今年増やしてほしいこと

まず、考えてほしいこと、これまでの共済活動の組織的位置付けを何処かに置いてあるのだろうか、サポート活動は学生委員会活動に位置付けてあるのだろうか。組織・システムは確立と同時に動いてしまう。大学生協が支援してできた CIEC や JUON が組織文化として大学生協の中に位置づいているのだろうか。無理をしてはいけないが大学生協再構築の時、もう一度引きつけてみる必要はないか。

みなさんとても忙しいけど、教職員に組合員になってもらおう。組合員になって出資して利用して、何か新しいことをちょっとだけ工夫してやってもらおう。生協事業は私たちが、私たちのために生み出した　私たちが考えて作るから、意味がある。生協でのお話は、対等平等だから楽しい。新しいことをどこからでも知ることは、学生も教職員も楽しいことなのである。

最後に一言、つい先日「私にお茶大がくれたもの」というシンポジウムに出席させてもらったのだが、私が大学時代に大学からもらったものは、その後の人生の土台そのものだったことがわかったと伝えた。先輩たちと積み上げてきたから、その協同する組織文化を発展させていけると思う。先輩たちも心配してるから、話す場を作ってみてはどうだろうか

参考文献

(1)　仲田　秀　「大学生協と福武直」（2006.5）
(2)　仲田　秀　「大学生協の持続的発展について―― 理事会のリーダーシップと経営業績」（2020.7）
(3)　伊丹謙太郎　書評　仲田秀「大学生協の持続的発展について―― 理事会のリーダーシップと経営業績」　協同組合研究　第 42 巻第 2 号　2022.12

教育現場におけるハラスメントに対する制度的対応と受講生の認識

佐久間貴士[*1]・菅原良[*2]・奥原俊[*3]・神崎秀嗣[*4]
Email: takashi.sakuma_82@cpuhs.ac.jp

*1：千葉県立保健医療大学健康科学部歯科衛生学科
*2：明星大学明星教育センター
*3：三重大学大学院工学研究科情報工学専攻／データサイエンス教育センター／名古屋大学高等研究院
*4：秀明大学看護学部

◎Key Words　　オンライン授業，教室授業，実習を伴う授業，ハラスメント，制度としての対応

1.　はじめに

2020 年以後の COVID-19 蔓延下において，学生は登校が制限されることとなり，各大学は遠隔授業を工夫しながら実施してきた。オンライン授業では，学生の授業参加に対する態度，参加意欲などに関係するこれまで顕在化してこなかった新たな問題（スクールハラスメント）が報告されている[(1)(2)(3)(4)]。本稿では，新型コロナウィルスの蔓延によって表出したこれらの問題を踏まえ，教室授業，オンライン授業，実習を伴う授業が多く展開される医療教育現場におけるスクールハラスメントに対する制度的対応をデータサイエンス教育における倫理的側面から整理する。

2.　対面授業における諸問題

学校教育法には，生徒または学生に対する規定はない。生徒または学生が学校生活を送るうえで準拠しなければならない規定は，一般に校則または学則である。しかし，学校においては，教員と生徒または学生との不均衡なパワーバランス，体罰，スクールカースト（図 1）といわれる暗黙の生徒間序列が存在するケースなどがあり，いじめ，体罰，刑事事件，民事事件などが発生した場合に校則または学則の範疇を超えて，刑法，民法などの法令による場合が少なくない。

このように，学校では法令による規制が緩くなっているのは，（1）生徒・学生のほとんどが未成年であることによる教育的配慮，（2）教師が教育活動を行う教育の場であること，に関係している。

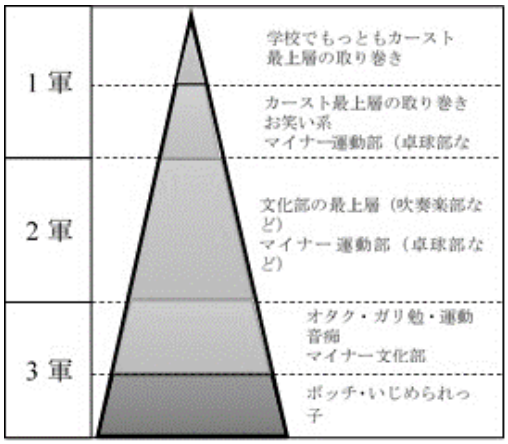


図 1 スクールカーストの構造

その場合に重視されるのは，法令によって規制される行動様式ではなく，教師および生徒または学生によって意識されなければならない校則または学則，そして「学校の集団生活ないし，諸活動に対する帰属度，満足度，依存度などを要因とする児童生徒の個人的，主観的な心理状態」[(5)(6)]であるスクールモラルであるように思われる。本章では，学校で生起する諸問題（スクールハラスメント）のうち，体罰，セクシャルハラスメント（以下，単に「セクハラ」とする），いじめを取り上げ，事例を示しながらスクールモラルとの関係において論じる。

2.1　「体罰」の問題

学校教育法は第 11 条において，「校長および教員は、教育上必要があると認めるときは，監督庁の定めるところにより，学生，生徒および児童に懲戒を加えることができる。但し，体罰を加えることはできない」としており，体罰を明確に否定している。

しかし，文部科学省は，「問題行動を起こす児童生徒に対する指導について（通知）」において，「児童生徒への指導に当たり，学校教育法第 11 条ただし書にいう体罰は，いかなる場合においても行ってはならない」[(7)]としつつも，「当該児童生徒の年齢，健康，心身の発達状況，当該行為が行われた場所的および時間的環境，懲戒の態様等の諸条件を総合的に考え，個々の事案ごとに判断する必要がある。この際，単に，懲戒行為をした教員等や，懲戒行為を受けた児童生徒・保護者の主観のみにより判断するのではなく，諸条件を客観的に考慮して判断すべきである」[(7)]とし，体罰は禁止するが懲戒は許容するとの見解を示している。

2.2　「セクシャルハラスメント」の問題

セクハラは，職務上の地位を利用し，成績，卒業等の「対価」を背景として性的言動を行う「対価型」，はっきりとした不利益は伴わないが，性的な言動を繰り返すことによって就業，修学環境を悪化させる「環境型」に分類することができる。

学校で行われるセクハラは，セクハラの加害者となる教職員の言動がセクハラと気付いていない場合が多く，教職員と生徒との間に絶対的な優劣関係あることにより，「生徒が拒否しなかった」という事実があっても，当該言動を正当化することが極めて弱い。

また，性に関する言動に対する受け止め方には，個人や

性別で差があり，セクハラにあたるか否かについては，被害者側の受け止め方が重要である。さらに，教職員と保護者との間においては，学校内ばかりでなく，学校外や勤務時間外での接触の中で，子どもの成績や進路をめぐってセクハラと訴えられる場合がある。

2.3 「いじめ」の問題

いじめ（殴る，蹴る，嫌なことや恥ずかしいことを無理やりさせる，脅迫して金品を巻き上げる，SNS に誹謗中傷を書き込むなど）の問題は，教職員や保護者の認知しないところで進行するケースがほとんどで，顕在化したときにはすでに手遅れという状況に至ることが多い。いじめは，いじめを受けた児童・生徒の教育を受ける権利を著しく侵害し，心身の健全な成長および人格の形成に重大な影響を与え，社会的発達の阻害，自尊心の低下，学習意欲の低下等の弊害が指摘され，場合によってはいじめを受けた児童・生徒の生命または身体に重大な危険を生じさせる場合がある。

2.4 諸問題の背景にある「学級崩壊」とその対処

対面授業は，教室による集団授業で行われることが多く，例えば神奈川県教育委員会は，「集団としてのモラルが失われた状況が続くと，多くの児童が，教職員や学校，モラルそのものに対して不信感を抱くこと」[8]にもつながるとし，「学級崩壊」の対策として，「学校の問題として，状況を把握し指導方針を決定して，役割分担を行い対応する」をポイントとして示し，(1) 攻撃を受けた本人の安全確保,心のケアと継続的な見守り,(2) その行為は人権侵害であるという毅然とした指導,(3) 攻撃した本人が抱える思い,問題行動の背景や要因を探る,(4) 保護者へのていねいな連絡により，家庭と学校の指導の連携を図る，といった対応を明らかにしている[8]。

3. オンライン授業における問題

3.1 大学における情報モラルとマナー教育の事例

オンライン授業を実施するにあたり，受講者の受講態度が問題になることがある。多くの大学あるいは教育機関では，オンライン授業を実施するにあたり，情報倫理に関する注意点や禁止事項を定めて明示している。例えば岩手県立大学では，「遠隔授業を受ける際の注意点」[9]と題して，情報モラルと著作権の尊重について次のようにまとめている。

「パソコンやインターネットを効率的に活用するためには，一人ひとりの『モラル（道徳・倫理）』や『良識（ものごとを正しく判断する能力）』』が重要です」[9]。さらに，オンライン授業の URL や認証情報の他人への配布，授業の様子や授業の動画に関しては，その配布を禁止している[9]。また，受講者のプライバシー権や肖像権が侵害されるといったことにも留意する必要がある。AMT NEWS LETTER「オンライン授業・セミナーに関する法的論点・留意点」[10]では，受講者のプライバシーに配慮した円滑なオンライン授業を実施するにあたって以下の 3 点がポイントになるとしている。

① 授業動画を事後的に共有・公開する場合には，共有・公開が受講生の便宜（本来的に全受講者が受講すべき授業でありかつ一定数受講しなかった受講者がいる場合や，反復して視聴される意義のある講義である場合には共有・公開の必要性が高いと考えらえる。）のための合理的な時期的・人的な範囲および方法で行われるようにすること

② 私的空間の映り込み等は受講生側でも避けられない場合も想定されることから，希望に応じてカメラをオフにすることを認めること

③ 意図せぬ映り込み等についての受講生側からの対応窓口を設けること等の実務上の手当てをすることが考えられる。

3.2 高校教育までの情報モラルとマナー教育の事例

岐阜県教育委員会が実施した岐阜県内公立の小中高等学校および特別支援学校高等部の生徒を対象として実施した「情報モラル調査結果（確定版）」[11]によると，小学 6 年生以上の学年では，90%以上の生徒が「学校の授業（朝の会，帰りの会を含む）で，情報モラルや携帯電話のマナーについて勉強したことがある」と回答している（図 2）。

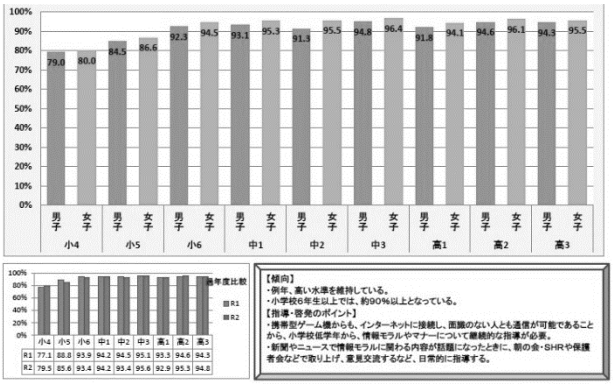


図 2 学校における情報モラル・携帯電話のマナー教育
注 1) 岐阜県教育委員会,「情報モラル調査結果（確定版）」, p.17 より抜粋

また，家庭においても「小学 6 年生以上の学年で，70%前後の生徒が「家庭で情報モラルや携帯電話のマナーについて話を聞いたことがある」と回答している（図 3）。

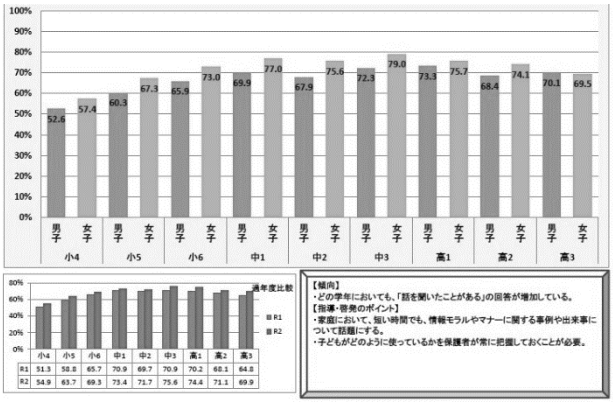


図 3 家庭における情報モラル・携帯電話のマナー教育
注 1) 岐阜県教育委員会,「情報モラル調査結果（確定版）」, p.16 より抜粋

各学校で行われている情報モラルおよびマナー教育の結果として，「インターネットや携帯電話のメールやチャット，SNS などで被害を受けたり，いやな思いをしたりしたことがある」と回答した生徒は 10%以下に止まることから，高校までの情報モラルおよびマナーに関する教育は，十分な成果を挙げていると考えることができる（図 4）。

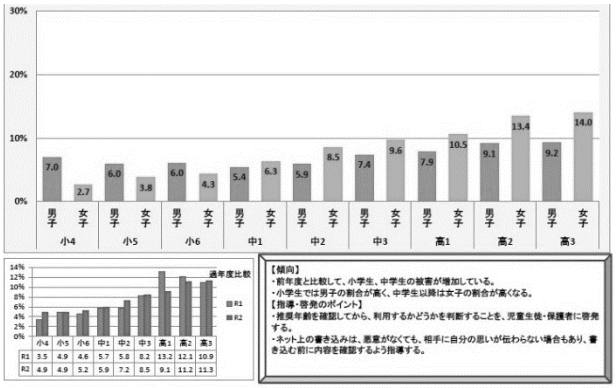


図 4 ICT 環境下における被害および嫌な思い
注 1）岐阜県教育委員会，「情報モラル調査結果（確定版）」，p.18 より抜粋

4. 医療教育現場における諸問題

各大学では，学生とのトラブルを未然に回避し各大学の教育効果を可視化できるように腐心している。また，各大学では，担任制を採用しており，各学生の相談に応じているケースもある。さらに，例えば A 大学では前期 2 回，後期 2 回，授業改善アンケートを実施し，学生の要望から授業改善を行っており，先ず担当教員が省察し，さらに一定の不評の結果があれば，担当教員は学部長面談，さらに担当理事の面談も行っているケースもあるようである（図 5）。

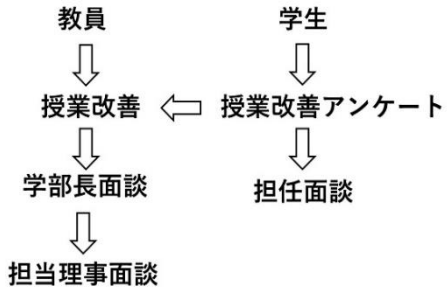


図 5 授業改善の流れ（例）

このような取組みの背景には，教員に対する授業改善の強い要望があり，教員によるパワハラなどが隠れていることが推察される。

文部科学省が発表している「コロナ禍における大学等の学生へのメンタルヘルス等のケアについて」によると，医療専門職養成課程においては，講義だけでなく実習施設での臨地実習が課されている。臨地実習施設側の責任者は必ずしも教育歴があるわけでないため，言動や態度が強くなる傾向があることが指摘されている[12]。実際，看護師だけでなく，理学療法士ほかリハビリテーション専門職の臨地実習時に「言葉による不当な待遇」，「身体へおよぶ不当な待遇」，「学業に関する不当な待遇」，「セクシャルハラスメント」，「性差別の経験」および「他科または他

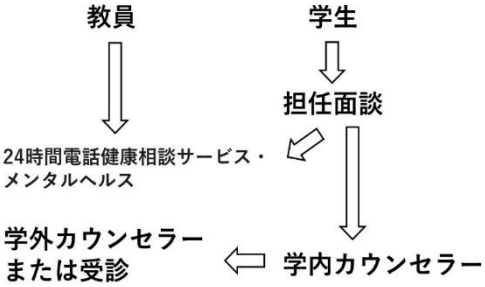


図 6 メンタルヘルス・サポート体制（例）

職種との関係」の領域で不当な扱いを受けている[13]。A 大学では，臨地実習について授業改善アンケートを実施しており，教授法に留まらず実習先の設備面等についても改善項目が示されている（図 4）。

学生は初見の教員や実習教員の言動や態度に戸惑い，不平不満を募らせるケースがあることがある。実習中の学生に対する言動や態度，医療機器の扱いなどについて中傷する教員も少なからず存在し，学生，教員の双方にストレスが募る状況があるように思われる。このようなことが重なることによって，ハラスメントが生じる素地が形成されるのかもしれない。

また医療現場では，同じ職種間の職位によるハラスメントだけでなく，医師が医師以外の医療専門職種へのハラスメント（ドクターハラスメント），看護師が介護職を「下に見る」ようなハラスメントなどが散見されている。これらのことから，予防的メンタルヘルス対策を学生に限らず，教員や現場の医療従事者においても実施する必要があるのではないかと考える。

5. SNS カウンセリングの可能性

SNS カウンセラーでもある第 4 筆者の経験によると，大学のアカウントによるメールによる心理相談は行っていたが、近年 SNS カウンセラーが注目を集めている[14]。心理カウンセラーやスクールカウンセラーなどの専門家は SNS でのカウンセリングに疑問を抱く向きもあるようだ。しかし，若者のコミュニケーションには LINE などが普通に使用されている。大学のアカウントによるメール，面接や電話での相談よりも SNS での相談は，匿名性もあり敷居が低く，2018 年 3 月に行われた全国 SNS カウンセリング協議会の自殺予防相談の LINE アカウントには，約 1 か月で 6 万人超の友達登録があった[15]。カウンセリングの歴史の中で「ゲームチェンジャー」と言える結果であった[15]。中学生および高校生を対象に，いじめ，自傷行為，不登校，自殺予防相談などの模擬事例でも驚くべき内容の相談が見受けられた[16]。スマートフォンのような ICT デバイスとアプリが心理学的に学生の命をつなぐ画期的な手段となりつつある。

このように教員・心理職も時代の流れを注視し，中高生に寄り添うために，形式に拘らず LINE などの SNS での心理相談に取り組むのも一案ではないだろうか。また，それ以前に教員だけでなく，学校関係者は「予防的な生徒指導」[17]だけでなく，日ごろの学生とのコミュニケーションを大切にするべきではないかと考える。

6. まとめ

本稿では，2020 年に端を発する新型コロナの蔓延に伴って社会生活が大きく制限を加えられ，オンライン授業を強いられたことによって表出したオンライン授業における受講者の倫理観を問題意識とし，それまで行われてきた教室授業および対面授業，実習のウェイトが高い医療従事者養成の教育現場における倫理と倫理感を担保する制度的側面に着目して問題提起を行ってきた。

これまで，日本の学校制度は性善説に基づいて運営されてきた側面が強く，それは教職員および児童，生徒，学生の共通認識としての暗黙知によって担保されてきたように思われる。しかし，昨今毎日のように報道される体罰，セクハラ，いじめといった教育の現場で生起する問題に対処するためには，教職員および児童，生徒，学生の倫理観を過大に評価するのではなく，教育的配慮という側面は必要ではあるものの，法制度によって被害者の人権が確固たるものとして保護され，学校に関係する参加者が楽しく有意義に過ごせるような制度および法律が介入する余地を見直す時期に差し掛かっているように思う。

参考文献

(1) 四辻伸吾，房村利香：“調査の在り方についての一考察：新型コロナウイルス感染拡大以後に提出された調査報告書の提言部分に焦点を当てて”，大阪大谷大学紀要，57，pp.55-68（2023）.

(2) 品川裕香，“コロナ禍で，ますます見えにくくなったいじめ”，週刊教育資料，52（2021）

(3) 長久真理子，山口豊一，“小学生・中学生・高校生における被援助志向性研究の動向と課題”，教育実践学研究，24，0，pp.51-60（2021）

(4) 葛文綺，“コロナ禍の大学における学生への関わり方”，中部大学教育研究”，21，pp.1-11（2021）

(5) 藤原和政，“児童のスクール・モラールに影響を与える 要因の分析”，岩手大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要，10，pp.15-22（2000）

(6) 藤原和政，河村茂雄，“高校生における学校適応とスクール・モラールとの関連―学校タイプの視点から―”，カウンセ リング研究，47，(4)，pp.196-203（2014）

(7) 文部科学省，“問題行動を起こす児童生徒に対する指導について（通知）- 学校教育法第 11 条に規定する児童生徒の懲戒・体罰に関する考え方”
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/07020609.htm（参照日 2023.6.28）

(8) 神奈川県教育委員会，学級崩壊対策，児童・生徒指導ハンドブック（小・中学校版），pp.33-77，（2015）
https://www.pref.kanagawa.jp/documents/32805/handbook1.pdf（参照日 2023.6.28）
https://www.pref.kanagawa.jp/documents/32805/handbook2.pdf（参照日 2023.6.28）

(9) 岩手県立大学，“遠隔授業を受ける際の注意「情報モラル，著作権の尊重」について”
https://www.iwate-pu.ac.jp/whatsnew/study/enkaku-chui.pdf （参照日 2023.6.28）

(10) 松本拓，白根信人，山田智希，“オンライン授業・セミナーに関 する法的論点・留意点”，AMT NEWSLETTER，pp1-6，（2020）
https://www.amt-law.com/asset/pdf/bulletins14_pdf/200716.pdf（参照日 2023.6.28）

(11) 岐阜県教育委員会，令和2年度情報モラル調査結果（確定版），（2021）
https://www.pref.gifu.lg.jp/uploaded/attachment/236971.pdf（参照日 2023.6.28）

(12) 文部科学省高等教育局・留学生課，“学生支援について”，https://www.mext.go.jp/content/20210317-mxt_sig sanji-000013293_10.pdf（参照日 2023.6.28）

(13) 松秀隆，原口健三，吉村美香，森田正治，満留昭久，“臨床・臨地実習で医療系学生が感じる不当待遇”，理学療法科学，30，(1)，p.5761（2015）

(14) 一般社団法人全国SNSカウンセリング協議会，https://smca.or.jp/ （参照日 2023.6.28）

(15) 杉原保志，宮田智基 編，“SNSカウンセリング・ハンドブック”，誠信書房，東京，pp.i-iii，(2019)

(16) 同上，pp.152-172.

(17) 文部科学省（令和4年12月），生徒指導提要（改訂版）
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/1404008_00001.htm，（参照日 2023.6.28）

インタラクティブ動画を用いた適応的授業計画とその実装について

安井清一[*1]・上田真也[*2]・石垣綾[*1]
Email: yasui@rs.tus.ac.jp

*1：東京理科大学創域理工学部経営システム工学科
*2：パロニム株式会社

◎Key Words　双方向型授業，課題解決型学習，個別最適な学び

1.　はじめに

大学における授業形態は，大きく分けて，講義（座学）と実験・実習からなる．実験・実習は，物理学の実験であるように，既によく知られている知識を実際に確認する内容もあるが，課題解決型学習（Project Based Learning）のように，能動的で自発的な学びを実現する内容も多く行われている。また，実験・実習では，担当教員数やティーチングアシスタント数も多く，学生の進捗に合わせた指導や，議論を通じての学びの機会でもある。一方，講義は，教員が学生に向かって一方的に知識を伝達する方式であるが，従来，講義形式で行われていた科目についても，アクティブラーニングや課題解決型学習，ソクラテス式問答法のような対話型の講義，メリルの第１原理による教育設計など，学生の能動的で自発的な学びを呼び起こし，生活の中で使える知識を学修させる試みが行われている。しかし，このような取り組みは，講義方式で行なっていた科目を実習形式で実現しようとする活動でもあり，人的資源を含む教育資源の制約から，全ての科目を実験・実習化することは一般的に不可能である。また，講義方式は一定量の知識を体系的に伝えるのに向いており，4C/ID-model[(1)]における反復的スキルの自動化という点で重要であることから，すべてを実験・実習化することは難しい。

近年，教育実務上の制約条件の中，講義方式の特性を活かしつつ，クリッカーなどで授業の双方向性を高め，学生の能動性や自発性を喚起したり，教員が理解度を確かめながら適応的に授業を進行・構成したりして，教育効果を高める工夫が行われている。特に，コロナ禍を経て zoom による講義が行われるようになり，zoom の機能であるチャットや投票によって，ライブ授業において双方向性や適応的授業を行えるようになった。現在，多くの大学において対面授業が実施されているが，対面授業においても zoom を使用することで，特別な設備を導入せずとも，双方向性のある適応的授業を構築することが可能であり，少なくとも，そのポテンシャルは存在する。

このように，奇しくもコロナ禍が牽引した形になったが，教育 DX が一足飛びに進んだ現在において，本論文では，インタラクティブ動画という“さわれる動画”の技術による授業を設計することによって，クリッカーや上述の zoom 機能で実現できる双方向性や適応性とは別の種類の双方向性及び適応性を提案する。提案する双方向性・適応性とは，授業の進行の中で，学生からのフィードバックはもちろんのこと，学生が自分の理解度に合わせて欲しい内容を自ら得ながら理解する，ことである。これにより，教科書や配布資料は授業内容の標準としつつ，各学生においては，理解を助けるために必要な個別の知識が付加された自分独自の教科書が最終的に出来上がるというわけである。また，インタラクティブ動画には動画視聴者のアクション履歴を分析する機能があり，教員がこれを使用することにより，リアルタイムアンケートとは異なった，学生の行動による潜在的な理解度や，理解が困難な点などの推定が可能になると考えられる。

以下，本論文では，インタラクティブ動画による授業設計を提案し，実際の授業で用いたインタラクティブ講義動画の実施例を示す。最後に，ライブ版インタラクティブ動画によって，対面授業においても，同様の双方向型適応的授業を実現しうることを論じる。

2.　インタラクティブ動画

インタラクティブ動画とは，動画内にクリックやタップアクションに反応する領域を設定できる動画拡張技術であり，その領域をクリックすると，動画に関連した情報が現れたり，外部リンクへ移動できたりする。図１は，インタラクティブ動画の一場面であるが，動画中の女性が着ている衣服に"Shirts"や"Dress"などのタグが振られており，例えば，"Shirts"をクリックすると，左の女性が着ている白いドレスの情報が得られたり，それが販売されている EC サイトに移動できたりする。本研究では，パロニム株式会社（以下，パロニム）の Tig（ティグ）技術を用いたインタラクティブ動画を用いている。このインタラクティブ動画では，タグをクリックするとそのタグ情報をストックすることもでき（図１右端），動画視聴後に，そのタグに関する情報を調べることができる。

本論文で作成するインタラクティブ動画は，通常の動画にパロニムが提供するシステム上で，クリックアクションに反応する領域を設定し，その領域とその領域から発したい情報を紐づけることによって完成する。視聴者のクリックアクションの履歴は，システム上から取得することができる。

図１ インタラクティブ動画の例

3. インタラクティブ動画による講義例

3.1 対象とした講義

東京理科大学創域理工学部経営システム工学科，第 2 学年の必修科目であるプログラミング応用実習 A で実施したインタラクティブ動画による講義を示す。本科目では，VBA（Visual Basic for Applications）を用いて数値計算アルゴリズムを実装し，数値計算のプログラミング能力を習得することが目標である。本科目では，まず初めに 30 分程度，その日に扱うアルゴリズムの説明を講義形式で行い，その後，当該アルゴリズムに関するプログラミング課題を行う。学生には，アルゴリズムを説明した課題付きの資料を配布している。ここでは，ガウスの消去法（連立 1 次方程式の解法）の回のインタラクティブ講義動画について示す。なお，受講した学生数は 118 人であり，講義動画の長さは約 26 分である。

3.2 講義動画の作成

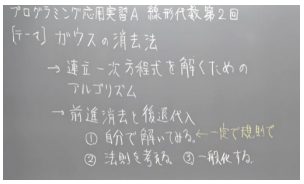
まず初めに，zoom の録画機能にて講義動画を撮影した。講義は黒板の板書で行った。パワーポイント（Ms. PowerPoint）による講義でもよいが，各講義回の動画作成の手間は黒板の板書の方が小さい。また，コロナ禍におけるオンライン授業での経験上，動画に動きがあった方が飽きがこないと思われ，板書が適切と考えている。撮影時間は，機材準備から撮影が完了するまで約 60 分であった。

撮影された動画は約 35 分であったが，Mac の iMove で編集を行い，最終的に約 26 分の動画になった。講義はカメラでの撮影であるため，撮影領域が広くない。黒板を 3 つの部分に分け，3 回のカメラの位置決めで撮影した。それゆえ，スムーズに視聴できるようにするため，不必要な部分の削除と結合を行った。普段から iMove を使用しているわけではないが，それでも，この程度の編集であれば，30 分程度で終了した。

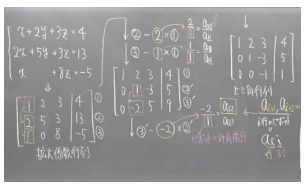
編集後の動画は以下の 3 シーンからなる。ガウスの消去法の概要とプログラミングする上での注意点：（図 2 シーン 1）。

① プログラミングを行うことを前提として，ガウスの消去法で具体的な連立 1 次方程式を解いて解説する：（図 2 シーン 2）。

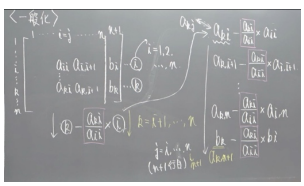
② ②を踏まえた一般的なケースによるアルゴリズムの説明：（図 2 シーン 3）。



シーン 1



シーン 2



シーン 3

図 2　講義動画における 3 つのシーン

3.3 動画のインタラクティブ化

本講義内容を理解するために必要な前提となる知識，もしくは予備知識，動画作成後に補足しておいた方がよい知識・情報などを講義動画に対して付加する。パロニムが提供する Tig Management Tool を用いて行う。これは Web ブラウザ上で行え，SaaS である。

講義動画作成前，授業内容の設計時に付加する内容を決めておくが，講義動画作成後，講義動画をレビューした際に必要であると思いついた内容も制限なく付加できるところが，インタラクティブ動画の利点である。この利点は，講義動画による授業終了後，インタラクティブ動画システムから得られる学生のフィードバックを踏まえた改良が，マイナーチェンジであれば，動画を撮り直さずに情報を付加するだけで実現する，ことに寄与する。

講義動画に付加した情報は，

① 各シーン完了後の板書

② 線形代数学のテキストにあるガウスの消去法の解説

③ 行列成分の表示記号：i 行 j 列成分 a_{ij}

である。ガウスの消去法は，第 1 学年の線形代数学でほとんどの学生が修得済みである。しかし，プログラムのソースコードへ落とし込む力は，学生によってばらつきが大きい。プログラミングが得意な学生は，動画を早送りし，①で示した板書だけを見ればよく，そうでない学生は，動画をじっくり見て，理解に努めることを期待している。②の情報は，多くの学生にとって必要がないと思われるが，知識を確認したい学生に対して付加した情報である。③の情報は，本来であれば，説明の中で定義しておくべき事項であるが，多くの数学の教科書で慣習的に使用している記号であるので，説明中では省略していた。しかし，講義動画作成後にレビューしたところ，こういった細やかな点が，かえってスムーズな理解の分水嶺になると思い，付加したものである。

3.4 インタラクティブ講義動画の視聴

インタラクティブ化された講義動画をインタラクティブ講義動画と呼ぶことにする。インタラクティブ講義動画は，図 3 のように動画の中にクリックできる領域が現れ，そこにマウスポインタを近づけるとアイコンが拡大，さらにクリックすると，外部リンク先にある“線形代数学のテキストにあるガウスの消去法の解説”資料へアクセスすることができる。アクセス中は動画が自動停止し，勝手に進んでしまうことはない。

3.3 節で説明した情報①の“各シーン完了後の板書”は，各シーン終了 10 秒前にクリック領域が現れる（図 4）。この板書は，講義後の演習や自習で見返す際に参照されるであろう資料と考え，インタラクティブ講義動画終了後にリンク先の資料にアクセスする Tig 機能にてクリック領域を設定した。この Tig 機能を“ストック”という。ストックは，学生が“今は必要ないが，後で必要”な情報をその場で確保できる機能であり，動画は止まらないので，スムーズな動画視聴を可能にしている。

また，クリック領域でない場所をクリックすると，その場所と時刻が記録され，教員は後で確認することができる。学生には，事前に，よくわからないところやもっとみたいところなど，気になるところをクリックするように伝えており，教員は，この機能を用いて，学生が授業中の

様子を推測し，次回の授業設計へ反映，本授業内容のブラッシュアップに役立てることができる。

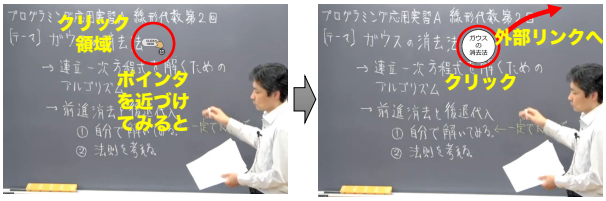


図3 インタラクティブ講義動画を視聴している時のクリックアクションの例

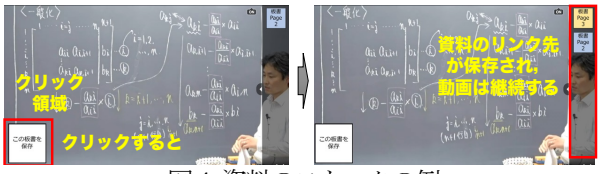


図4 資料のストックの例

3.5 講義後の講義レビュー

Tig Management Tool にはアナリティクス機能があり，本論文で主に使用した分析は以下の通りである。

(a) 再生時間に沿った付加情報へのアクセス回数の表示，ストック回数の表示

(b) 付加情報へのアクセスの総回数，ストックの総回数の把握

(c) 付加情報のない場所をクリックした履歴のヒートマップ表示

図 5 に分析(a)を示す。これは再生時間に対するストックの回数を示したものである。すなわち，どのタイミングで板書（情報②）を何名がストックしたかを見ることができる。板書（情報②）はシーン終了前 10 秒間でクリック領域が表示されるため，その位置にピークが立つが，シーン 1 の板書が最もストック回数が少なく，シーン 2，シーン 3 へと回数が増加する。シーン 1 は説明の概要をまとめたもの，シーン 2 はプログラミングを意識して，具体的な連立 1 次方程式をガウスの消去法で解いたもの，シーン 3 はシーン 2 の内容を一般化したものである。このことか，より複雑な内容に対して，後で見返そうという意識が高まっていると読み取れる。

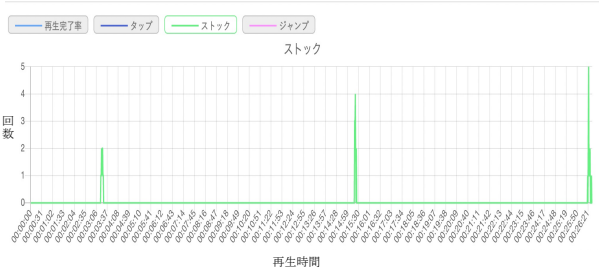


図5 再生時間に対するストック回数

図 6 に分析(b)を示す。付加情報へのアクセスは，線形代数学のテキスト（情報②）へのアクセスが最も多い。これは予想した結果ではなかったが，最も初めのシーンに登場するため，興味本位でアクセスした可能性があると間がられる。この情報は，本来，ガウスの消去法自体の知識に不安がある学生に対するフォローのためであるので，最初に提示するのではなく，講義を聞いても不安が残った学生用に動画の最後に提示するべきあったと反省が残る。このように反省があり，講義動画を修正したい場合であっても，クリック領域を再設定するだけでよい。

図6 付加情報へのアクセス総回数，ストック総回数

図 7 に分析(c)を示す。インタラクティブ講義動画を視聴しながら，気になるところを自由にクリックしてもらった結果を，事後的に動画を再生しながらヒートマップとして確認することができる。図 7 では，クリック回数が多かった 2 つの場面を示している。左の場面は，口頭での言葉を黒板へも書いているところだが，体が被ってしまい，書いている字がよく読めなかったためと推察される。右の場面は，for 文の動く範囲を説明しているが，肝心の for 文で動く式が体で隠れてしまい，見えなくなっている。そのために，その式の周辺がクリックされたと推察できる。これらを改良するためには，動画を撮り直すことが必要に思えるが，クリックできる付加情報として隠れてしまっている言葉や式を表示できるようにすることは，インタラクティブ講義動画であれば容易である。

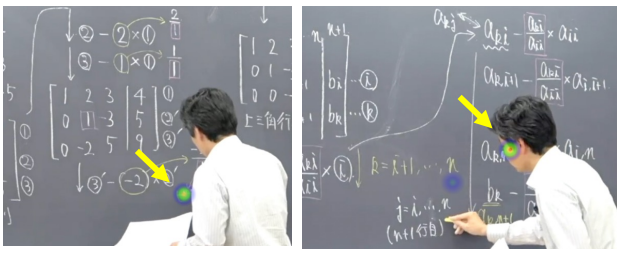


図7 付加情報のない場所をクリックしたヒートマップ

4. インタラクティブ講義動画を用いた適応的授業計画の提案

前章で示したように，Tig 技術を用いたインタラクティブ動画システムによる講義を行うことにより，学生を起点とした能動的なアクションによる学生自らの理解度に適応した講義を実施できる。また，リアルタイムな双方向型授業ではないが，学生からのフィードバックを次の授業に反映するという双方向型の授業を行うことができる。フィードバックはアンケートによるのではなく，動画に対するクリックアクションの時間連続的なヒートマップであるので，授業に意識が向いている状態での学生からの発信を次回の授業に反映させ，より質の高い動画講義を提供できるものと期待される。このようなインタラクティブ動画システムの特徴に基づき，本章では，1 授業科目における全体の授業計画（大学であれば半期 15 回の計

画）におけるインタラクティブ動画による講義の構成を提案する。

まず，学期初めの数回は，学生の理解の様子を推定するために，フェーズ 1 として，あまり付加情報の多くない動画で講義を行う。学生は，わからないところ，気になったところなどをクリックし，教員がフェーズ 2 でヒートマップにより，学生のつまずき箇所や，教員の話し方や黒板の使い方の改善点などを発見し，次回の講義に必要な情報を付加する。フェーズ 3 は，前節で示したようなインタラクティブ講義動画による授業を示している。このように，初めから完璧なものを作成するのではなく，講義と分析を繰り返しながら，漸次的に質の高い講義を実現しようとするモデルである。また，既に行った授業動画に対しても，レビュー分析より必要な情報を付加すれば，質の高い復習動画としても活用できる。

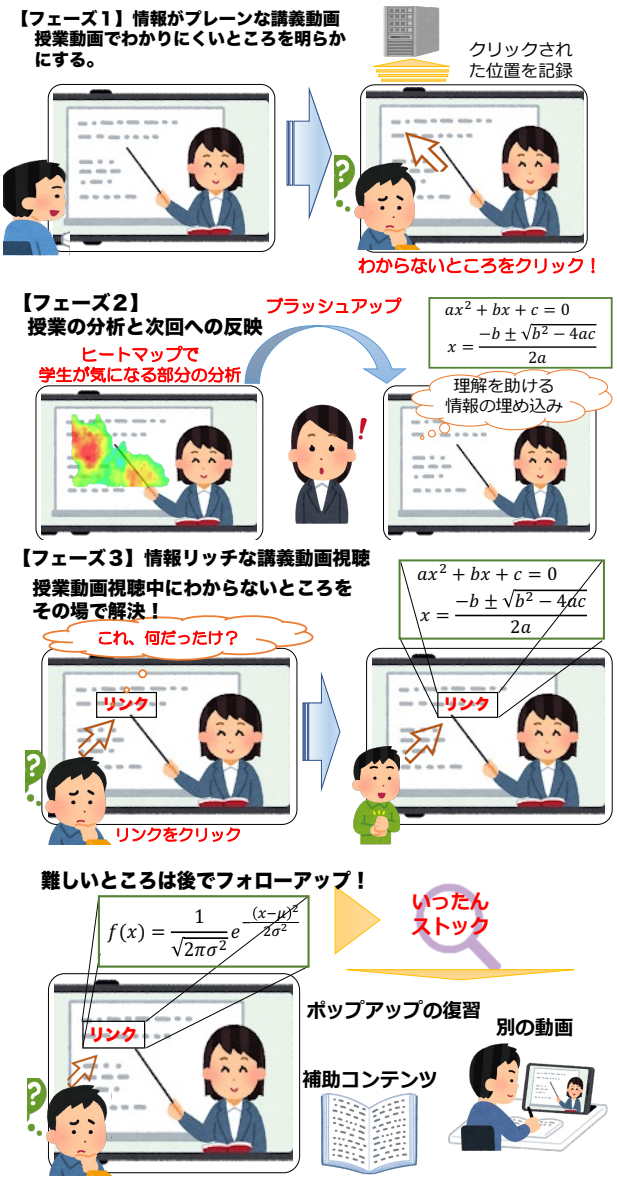


図 8　インタラクティブ動画を用いた授業設計モデル

5.　Tig LIVE による対面授業

これまではインタラクティブ講義動画を用いた非同期型の授業について述べてきたが，Tig LIVE 技術を用いることで，通常の対面授業において，インタラクティブ動画の特徴をそのまま保持した授業を行うことができる。zoom 等のライブで用いられるチャットやアンケートも実施することができる。また，インタラクティブ講義動画では講義終了後に行うアナリティクスを Tig LIVE では，リアルタイムに行うことが可能である。さらに，教員（LIVE 演者）が，クリック領域をリアルタイムに出現させることもでき，アンケートと組み合わせれば，講義内容をよりよく理解する手助けとなる知識・情報を学生（聴衆側）の理解度に合わせて提供することができる。

このような機能を備えた Tig LIVE を利用した対面授業は，次のような特徴を有する双方向かつ学習者に適応的な授業が実現すると考えられる。

- 教員が学生へ質問を投げかけ，それに答える双方向性，及び，回答から理解度を把握して講義内容を変化させる適応性（従来から持つ特徴）
- 学生が自分の理解度に合わせ，必要な知識・情報を自ら得る適応性，及び，教員が，学生自らの発する気になる点をリアルタイムに把握し，それに応じて講義内容を変化させる，もしくは，助けとなる知識・情報を提供するという適応性と双方向性（学生自発的な双方向性と適応性）

学生が自発的に教員に投げかける機会を与え，それを促すことにより，学修に対するエンゲージメントを高め，学業成果にプラスの影響を与えると期待される。

Tig LIVE による対面授業は，対面授業であるにも関わらず，ライブ動画と併用した授業になる。一見，二重の手間がかかった授業のように思えるが，コロナ禍での同期・非同期の動画授業の実施により，学生はそれほど抵抗なく，受け入れるのではないかと推察する。実際，対面授業であっても，黒板やプロジェクタが見えにくいこともあり，zoom で配信してほしいというニーズもある。

6.　おわりに

本論文では，インタラクティブ動画を用い，学生の自発性を起点とする新たな双方向性のある講義，かつ，理解度に応じて自発的に情報を選び取り，教員もそれをサポートするという新たな適応性のある講義の実施例と授業設計モデルを示した。本事例からわかったことは，講義動画を精緻に作り込む必要はなく，また，再撮影をせずとも，事後的に必要な情報を容易に付加できることから，教員にとっても負荷の小さい方法であり，有用性が高いと感じられたことである。

今後の学びのあるべき姿として，高等教育だけでなく，初等中等教育においても，「個別最適な学び」(2)が打ち出されている。インタラクティブ動画は，これを実現するための Edtech の一つになり得る可能性が十分であると言える。

参考文献

(1)　J. J. G. van Merriënboer, R. E. Clark and, M. B. M. de Croock: “Blueprints for Complex Learning : The 4C/ID-Model”, Educational Technology Research and Development, Vol.50, No.2, pp.39-64 (2002).

(2)　中央教育審議会答申：「令和の日本型学校教育」の構築を目指して-すべての子供たちの可能性を引き出す，個別最適な学びと協働的な学びの実現」，(2021).

オブジェクト指向プログラミング（OOP）の学び方を考える

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　　手続き型と OOP，計算論的思考(CT)，OOP と英語

1. はじめに

プログラミングを学ぶ場合，オブジェクト指向プログラミング（OOP）は，手続き型プログラミングほど容易ではなく，学習のハードルがかなり高いことがよく知られている。(1) 本報告では，なぜハードルが高いかを調べ，OOP の難しさを軽減する学び方を検討した。(2)

現在の OOP 言語は多様で，OOP 諸語といってもよいくらいの文法・専門用語にかなりの違いがあるので，学習者はどの OOP 言語を選んで学ぶとよいかという問題が最初にある。

2. OOP 言語の選び方と学習の順序

現在の OOP 言語の主流は，OOP 言語を含むマルチパラダイム言語である。初学者がいきなり純粋な OOP 言語を選ぶことは，学習の準備とその後の展開，および学習環境がマルチパラダイム言語よりはるかに劣るので勧められない。OOP 言語を学ぶ前に，手続き型言語で変数やデータ構造，関数などのプログラミングに共通する概念の理解，抽象化や分解・分割，パターン認識，再帰などの計算論的思考（CT）のコア概念を理解しておくほうがよい。これにより，OOP の理解がスムーズに進むので，マルチパラダイム言語の OOP 言語を学ぶほうが優れた選択である。

OOP 言語を含むマルチパラダイム言語には, Java, JavaScript, C++，Ruby，Python などがあるが，多様な OOP 諸語の間では同じ概念が多くは異なる用語で表されている。たとえば，

- データ：インスタンス変数，メンバー変数，データメンバー，フィールド，属性，プロパティ，状態，など
- 処理： メソッド，振る舞い，操作，メンバー関数，機能，など
- 継承： 基底クラス，スーパークラス；親クラス，派生クラス；サブクラス，子クラス

学習者の頭を混乱させないためには，上記に見られる用語の洪水や，一つの言語を学ぶときに，他言語の用語をむやみに取り込んで説明することをできるだけ避けることが望ましい。たとえば，C++流の OOP での「オブジェクトに対するメソッドの呼び出し」を Smalltalk 流の「レシーバに対するメッセージ送信」などと比喩的に説明することは避けたほうがよい，と思われる。

本報告では，クラスベースの OOP 言語である Python を選んでいる。

3. 手続き型言語から OOP 言語への拡張の視点から学ぶ

手続き型プログラミングから OOP へのパラダイムの自然な拡張をみると，現在のクラスベースの OOP 言語の方法論は，まったく新しいものではなく，手続き型言語の延長線上にあると考えると，理解しやすくなる。

プログラミング言語の開発での方向軸は第一に抽象化のレベルを上げていくことにある。手続き型言語における抽象化には「データをまとめる抽象化」と「処理をまとめる抽象化」が別々にあるが，OOP 言語では，データと処理の抽象化をクラスとして一つにまとめて，抽象化のレベルを一段上の段階に引き上げ，これにより可読性や再利用性などプログラムの作成効率を高めることに成功している。このクラスの抽象化では，データ型を自由に作ることができ，さらにデータ処理のためのメソッドをもつ。クラスはオブジェクトのモデル（テンプレート，設計コード）である。オブジェクトは，手続き型の関数呼び出しと同様に，クラスを呼び出すことで生成される。手続き型プログラミングにおける関数というブラックボックスを拡張したものが，OOP 言語におけるクラスというカプセルである。

Pyhton では初めに手続き型プログラミングを学ぶ過程で，OOP を導入する準備，OOP への慣れが組み込まれている点で OOP が学びやすいと思われる。すなわち，手続き型プログラミングでの組み込みのデータ型が，OOP では組み込みのクラスに拡張され，型とクラスは区別されず同義となっている。オブジェクト，メソッドなど本来は OOP で学ぶ事項が，概念・定義はとりあえず置いておいて，使い方を優先してして出会うことができる。たとえば，組み込み関数 `list()` や `str()` は，変数のデータ型を変換（キャスト）する関数というよりは，`list` クラス，`str` クラスのオブジェクトを生成するコンストラクタと考える。しかもこのオブジェクトは型をもつだけでなく，オブジェクトに固有の関数といえるメソッドもつことができるように拡張されていることを知る。このように，Python では手続き型のプログラミングで，オブジェクトやメソッドをクラスの定義を正式に学ぶ前に知って使うことができるように慣らされる。

4. OOP の基本的な用語の原義を理解する

OOP のクラス，オブジェクト，メソッドという基本用語を，学校英語でクラスを学級，オブジェクトを物体や目的語，メソッドを方法という訳語で類推しても，何か掴みどころがないと感じるのではないだろうか。こういうときには，英英辞典で単語の原義を理解すれば，これらの単語がなぜ術語として選ばれているかがよくわかる。COD によれば，

class: a set or category of things having some property or attiribute in common and differentiated from others by kind, type , or quality（クラス：ある特性や属性を共通に持つものの集合またはカテゴリーであり，種類，タイプ，または品質によって他と区別される）。この原義からクラスは抽象化されたものであることが理解できる。

object: a material thing that can be seen and touched. Philosophy a thing external to the thinking mind or subject. a person or thing to which an action or feeling is directed（オブジェクト : 見て触れることができる有形の物。哲学では，思考する心，あるいは主体の外側にある物）。この哲学での定義に留意しておきたい。

method: a particular procedure for accomplishing or approaching something（メソッド：何かを達成する，またはアプローチするための特定の手順）。メソッドはサブルーチンや関数と同義の言葉である。

5. OOP における俯瞰的視点の重要性を知る

日本語話者が OOP の学習のハードルを下げるには，英語 OOP 言語の背景に，日本語とは根本的に異なる英語の視点・認識があることを知っておくことが重要である。すなわち，英語はモノ志向，場面外視点，客観的観点，分析的把握に，日本語はコト志向，場面内視点，主観的観点，体験的把握に特徴がある,と言われている。[3][4] すなわち，英語では，モノを場面外から客観的に観て分析的に認識する。たとえば，川端康成の小説『雪国』の冒頭の文が，よく引用される。「国境の長いトンネルを抜けると雪国であった」は，サイデンステッカーの英訳では「The train came out of the long tunnel into the snow country」となっている。英文では，原文にはない汽車というモノが主語として出てきて，トンネルから抜け出る汽車を，視点を汽車の外に置いて，それも上方から見下ろして認識していることが分かる。[5]

英語特有の視点は，次の文章に明確に捉えられている。“ものごとを抽象化・理念化 ＝「物」化してとらえる思考（&志向）は英語（等欧米語）の本性である。「物」と「物」の（さまざまな「組み合わせ」としてものごとをとらえ，あるいは構成していく思考は，機械，機械文明に最も端的に現れている。”[6] 英語 OOP 言語がこの英語の発想を受け継いでいることを日本語話者はまず知っておかねばならない。

日本語話者がオブジェクト指向をとらないわけではない。たとえば，将棋の棋士や舞台の演出家，野球の監督は，オブジェクト指向で場面全体を場面外から俯瞰的に観て分析して, 多数のオブジェクト（駒, 俳優，選手など）をオブジェクトが持つ固有のメソッドを使って操作して，それらを協調的に振舞わせることで，その職分を果たしている。

OOP を用いるアニメやゲーム，GUI アプリのプログラミングでは，プログラム作成者は画面上に生成したオブジェク（構成要素）の状態を外から俯瞰的に見て，それぞれに固有なメソッドを使ってオブジェクトに指示を出して課題を解決していく方略をとらなければならないことがわかる。

6. 計算論的思考に基づいて OOP を学ぶ

計算論的思考（computational thinking，CT）とは何かについてはさまざまな考え方ある[7]-[12] が，ここでは「計算が関わる，複雑な課題の解決やシステムの設計に, 数理科学やコンピューター科学, 計算科学, 理工学などにおける思考の諸概念を用いる知の方法

論および思考のプロセス」と定義しておく。[2] CT のコアとなる概念は，抽象化とモデル化，分解と分割，パターン認識，再利用などであるが，これらがアルゴリズムの考案や OOP プログラミングで実際にどのように使われているかを理解する必要がある。クラスやオブジェクトの概念の理解には計算論的思考が必須である。なお，Python などの近年の OOP 言語は，CT の概念に基づいてプログラミングするように設計されているので，CT はプログラミングの過程で自ずと育まれるのであるが，学習の初期には，CT を常に意識してプログラミングすることに越したことはない。CT は，アルゴリズムの構築のみならず，プログラムの作成にも適用できる方法論であることに注意する。

7. OOP でプログラムが効率的に作成できることを学ぶ

OOP 言語の登場の背景には，爆発的に拡大する情報処理に対処できる，信頼性の高い，大型化するプログラムを手続き型言語の手法で効率的に作成することはとても難しくなってきたことがある。特にユーザーとの対話的処理やイベント駆動型の処理を必要とする GUI アプリケーションや Web アプリの作成を容易にさせる生産性の高いプログラミング手法が求められてきたことが OOP 言語の隆盛の要因となっている。

OOP では，クラスを作っておけば，これを再利用して同じ型のデータの異なるオブジェクトをいくつでも作り，オブジェクトをプログラムの構成要素（部品）として利用することができる。さらに，OOP ではあるクラスを継承する派生クラスを作ることにより，プログラム作成の再利用性と効率化を高めることもできる。また，クラスのカプセル化により，クラスへの好ましくないアクセスを未然に防ぎ，プログラムの安全性を高めることもできる。

このように，OOP の手法は，複数のクラスから生成された多数のオブジェクトを部品として利用し，これらの多数の部品を組み合わせ，協調動作させることにより，信頼できる大きなプログラムを効率的に作成することを可能にさせるものである。

OOP では新しいプログラムを一から作ることで，時間と労力の無駄となる，いわゆる「車輪の再発明」をできるだけ避けて，プログラムの大半を容易に手に入る部品の組み合わせで作成する。このとき，クラスから作成された部品の内容の詳細は知らなくてよい。これはロボットを製作するときに，回路部品の中身の詳細を知る必要がないことと事情はまったく同じである。

OOP では実行効率の高いアルゴリズムの考案よりも，再利用性や信頼性，保守性を確保して効率的にプログラムを作成する設計のほうがより重視される。さらに GUI／Web アプリの作成では，アプリのアイデアやデザイン，使い勝手の評価の優先順位が高い。そのためには，高品質のアプリを効率的に作成できるライブラリやフレームワークを整備することが必須となっている。

8. OOP プログラミングの易しい例を学ぶ

OOP の基本的な文法を学んだら，OOP が威力を発揮する，アニメやゲーム，GUI アプリなどの平易な作成例について学ぶことが欠かせない。文法を苦労して学んでも，ここまでやっておかないと，OOP の有効性が実感できないからである。

8.1 タートルグラフィックスにおける OOP

Python の turtle モジュールでは，OOP でタートルグラフィックスを行うことができる。これは，子どもたちがオブジェクトを外から操作する簡単な OOP に触れることで，コンピューターとの能動的な付き合い方を学ぶことや，日常的に接している Web アプリの働きを推し量ることができるようになることを狙っているのではないかと思われる。

タートルグラフィックスでは，たとえば，二匹の亀さんオブジェクトが円柱を周る出会いの場面を簡単にプログラムすることができる（図１）。また，数匹の亀さんオブジェクトを競争させるアニメーションプログラムでもよい。

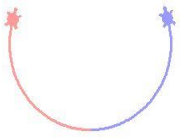


図１　二匹の亀さんの出会い

8.2 GUI アプリの作成における OOP

GUI アプリの作成は分析と設計，実行，評価までを含んだ OOP である。アプリの作成では，まずどのようなインターフェースとオブジェクトを必要とするかの GUI の分析と設計に取り組む。複数のクラスから多数のオブジェクトを生成し，画面にどのよう

に配置し，オブジェクトをどのように連携・協調動作させるかを俯瞰的に考える必要がある。

具体的な例として，BMI 計算器の GUI アプリ（図 2）の作成を取り上げる。必要なオブジェクトには，GUI のウインドウ，ラベル，入出力ボックス，ボタンがあり，各オブジェクト（部品）が何個必要で，どこにどのように配置するかを，俯瞰的に見る外観図を作って決めなければならない。さらに，データ入力とボタンなどのクリックによるイベントの発生を受けて BMI の演算処理をどのように始めるかのイベント処理，さらに演算結果の出力までを設計しなければならない。

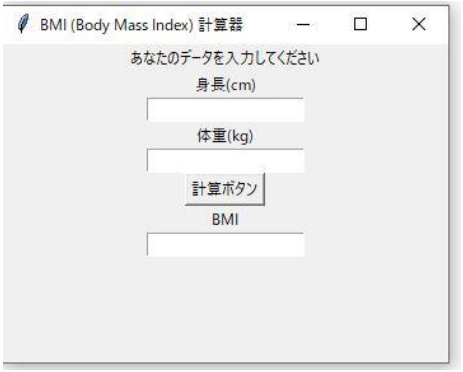


図 2　BMI 計算器（GUI アプリ）の外観図

GUI アプリの作成の場合，MVC アーキテクチャー（デザインパターン）を用いることで効率的にプログラムを作成することができる。MVC アーキテクチャーは一種の分割統合法であって，システムを M(Model)，V(View)，C(Controller) という 3 つの基本単位（サブシステム）に機能分割して作成する。

OOP の下で GUI アプリ作成するプログラムでは，標準ライブラリ Tkinter の tk モジュールが用いられる。View では，tkinter モジュールに収められている，ラベルやボタンなどのクラスを呼び出してオブジェクトを生成し，配置する。Controller は，bind()メソッドを呼び出すことで，イベントと Model にあるイベントハンドラー（演算処理関数）を結合する。この結合により，イベントがハンドラーに渡され，Model では入力されたデータを用いて演算を開始する。このように，OOP は GUI におけるイベント駆動型の処理に適している。

9. おわりに

本報告は，拙著[2] の原稿執筆での OOP の学習についての考察をまとめたものである。OOP の入門学習は，本報告で述べたことを頭に入れてやれば決して難しいものはないことが分かる。

生成系 AI（Artificial Intelligence，人工知能）技術が驚異的な進歩を見せている。たとえば，ChatGPT のサービスに，課題のアルゴリズムとプログラムを教えてくださいとリクエストすると，直ちに回答が得られて，課題解決はきわめて容易である。このようなサービスに依存していて，課題解決能力の育成ができるだろうか。プログラミングを学ぶ楽しさが期待できるだろうか，AI の時代に学校教育でプログラミングを学ぶ意義と学習法を真剣に考察しなければならないときが到来している。

参考文献

(1) 平澤 章：“オブジェクト指向でなぜつくるのか　第 3 版”，日経 BP(2021).

(2) 綾 皓二郎：“計算論的思考を育む python プログラミング入門”，近代科学社(2023).

(3) 池上嘉彦：“「する」と「なる」の言語学―言語と文化のタイポロジーへの試論”，p.256，大修館書店 (1981).

(4) 濱田英人：“認知と言語: 日本語の世界・英語の世界”，開拓社(2016).

(5) 金谷武洋：“英語にも主語はなかった”，pp.28-29，講談社(2004).

(6) 岩谷 宏：“にっぽん再鎖国論―ぼくらに英語はわからない”，p.265，ロッキング・オン社(1982).

(7) Wing J. M.: “Computational Thinking”, *Commun. ACM*, Vol.49, No. 3,　pp.33–35(2008).

(8) 中島秀之(訳)：“計算論的思考”，情報処理, Vol.56, No.6, pp.584-587 (2015).

(9) 磯辺秀司，小泉英介，静谷啓樹，早川美徳：“コンピテーショナルシンキング”，共立出版 (2016) .

(10) Dennin P. J., Tedre M. : “Copntational Thinking”, MIT press (2019).

(11) 綾 皓二郎：“計算論的思考（CT）」を育むプログラミング教育を考える”，2021 PC Conference論文集，pp.120-123 (2021) .

(12) 中島秀之，平田圭二他：“計算論的思考ってなに? ―コンピュータサイエンティストのように考える”，近代科学社 (2022) .

GoDot による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　GoDot, Python, GDScript, Unity, 3D 開発環境

1. はじめに

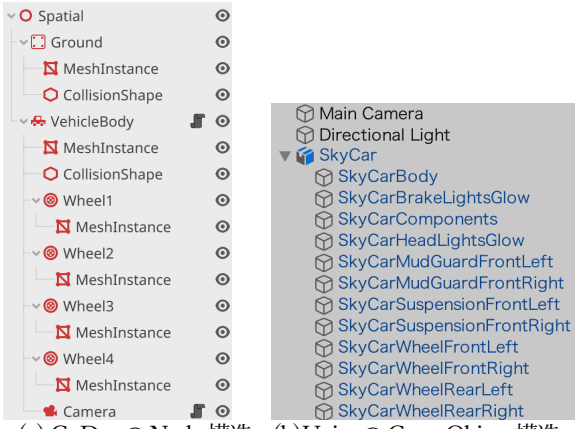
2022 年度秋学期において、ゼミナールの学生を対象に、GoDot[(1)]による 3D プログラミングの教育を行なった。この GoDot は、Unity[(2)]に似た 2D/3D ゲームや 3D アプリケーションのクロスプラットフォームでの開発環境になっているが、Unity と異なり、完全にライセンスフリーになっているのが大きな利点と考えられる。作成したプロジェクトをアプリケーションとして、iPhone なども含む様々なプラットフォームにリリースすることが可能で、そのときになんらのロイヤリティを課されることはない。この GoDot のプログラミングで利用できるのは、Python にかなり似た GDScript[(3)]と呼ばれるスクリプト言語、および、Unity と同様の C#が用意されているが、今回のゼミナールでは、プログラミングの授業で標準的に Python を教えているので、GDScript を選んだ。この報告では、GoDot と GDScript によるプログラミング教育の可能性について、実際に半期扱った経験から考察していきたい。Unity に慣れていると、最初は GoDot 特有の方式に戸惑うこともあったが、慣れると使い勝手も良かったので、今後も GoDot をゼミナールで利用していく予定にしている。

2. GoDot と Unity との違い

GoDot は Unity と操作環境が非常に似ているが、Unity の感覚で使うと思いがけない落とし穴に陥る場合がある。ここでは、Unity との違いに焦点を当てて、開発環境の概略を紹介する。

2.1 コンポーネントがなくノードとして顕在化

Unity では、シーン上に配置されるのは、ゲームオブジェクト（GameObject）が基本であり、そこにコンポーネント（Component）を追加していく形になっている。コンポーネントの種類としては、良く使うものとしては、メッシュのレンダリングのためのコンポーネントや物理エンジン用のコンポーネント、あるいは C#などのスクリプトのコンポーネントなどがある。それに対して、GoDot では、Spatial（シーン空間を示すノード）以下のノード（Node）が基本のオブジェクトの単位になっており、その下に親子構造として、Unity ではコンポーネントに該当するようなノードを追加していく形になる。メッシュ構造(MeshInstance)や、衝突の物体構造（Collider）などがあるが、Unity と大きく異なるのは、逆にこれらを親の構造として、その下にメッシュ構造を子ノードとしてぶら下げる形になる。図 1 は自動車のノードを作成した例であるが、(a) にあるように、GoDot では衝突ノード (CollisionShape や WheelCollider) がノードとして現れており、その下に実際の 3D オブジェクトのメッシュがぶら下がる形になっている。ただし、スクリプトだけは、各ノードに添付できるようになっている。それに対して、Unity では、GameObject（これが 3D オブジェクトのメッシュ構造になっている）の階層構造だけが表れている。衝突のための情報は、コンポーネントとして GameObject に内包されているからである。



(a) GoDot の Node 構造　(b)Unity の GameObject 構造

図 1 Node と GameObject

このような構造は、Blender[(4)]や Autodesk Maya[(5)]などの 3D モデリングソフトウェアで作成した 3D オブジェクトデータをインポートするときに逆に不利になると思われる。Unity のような形にしておくと、それらの 3D モデリングソフトウェアで作成したオブジェクト間の階層構造をそのまま取りこめる利点がある。

2.2 標準 MeshInstance の作成

Unity の場合は、新規 3D オブジェクトのプリミティブを追加する場合に、GameObject メニュー>>> 3D Object サブメニューで、立方体（Cube）や円筒（Cylinder）、球（Sphere）などをシーンの中に簡単に追加できるが、GoDot で同じことをする場合は、かなり面倒になる。まず、左側のシーンの階層構造のパネル（図 1 の（a）のパ

ネル）で、親のノードを選んで、ポップアップメニューの「子ノードを追加」を選択する。子ノードの種類として現れるパネルにおいて、図2のように標準の MeshInstance は、遥か下方の構造に隠れているので「Mesh」で検索して出す必要がある。

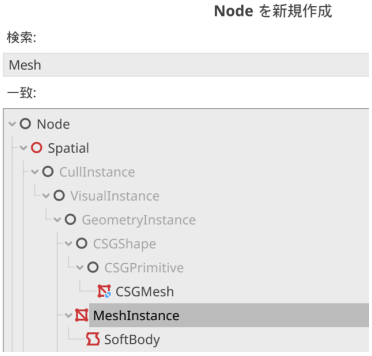


図2 遥か下方に隠れている MeshInstance

この MeshInstance をシーンに追加すると、Unity と同様にこのノードに関してのプロパティが右側のパネルに表示される。このプロパティの「Mesh」の部分が「空」になっているので、このメニューをクリックして、図3のように標準の 3D の Mesh の形状を選択する。

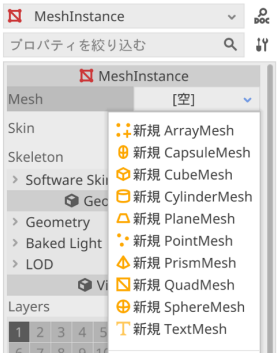


図3 標準の MeshInstance の形状選択

2.3 インポートできる 3D モデルの形式

GoDot でインポートできる 3D モデルの形式は、表1に表わされているファイル形式に限られており、これは Unity に比べると少し見劣りがする。

表1 インポート可能な 3D モデルの形式

ファイル形式	備考
glTF 2.0	テキスト形式・バイナリ形式の両方をサポート（Blender プラグインでエキスポート可能）
DAE(COLLADA)	かなり古い形式
OBJ (Wavefront)	Autodesk Maya のファイル形式
ESCN	GoDot のファイル形式（Blender からプラグインでエクスポート可能）
FBX	Open Asset Import library が必要

Unity では Blender のファイル形式（.blend 拡張子で終わる）を直接インポート可能であり、Blender 上で作成したアニメーションなども含めてインポート可能なのに比べると、だいぶ見劣りがする。glTF や ESCN 形式は、Blender 側でプラグインをインストールしておく必要があり、特に ESCN 形式のプラグインは、GitHub から下記のアドオンをダウンロードして Blender 側にインストールする必要がある。

https://github.com/godotengine/godot-blender-exporter

Unity のプレファブ(Prefab)を利用したアセット(Asset)は、非常に多く作成されて公開されており、アセットで市場を形成しているぐらいになっている。それに対して、GoDot のアセットは、ほとんどが無料のアセットで、質も量も Unity のアセット市場と比べて、かなり見劣りする内容になっている。

3. GDScript の記述方法

Unreal[6]は、データフロー的に計算ノードを結合してスクリプトを記述するが、プログラミング教育としてはあまり効果がないように思える。もちろん、Unreal では C++でのスクリプト記述も可能であるが、リファレンスは Unity や GoDot ほどは充実していない。豊富なリファレンスが存在しており、通常のプログラミング言語と同様な記述方法で、各オブジェクトの振る舞いを記述できる方が、プログラミング教育の観点からは教育効果が高いように感じられる。Unity は、そのような意味で C#の文法規則に従ってスクリプトを記述し、それをスクリプト読込み時にコンパイルしてエラーなどを表示するので通常のプログラミング教育に直結するように感じられる。GoDot も同様であり、C#も利用可能であるが、通常のプログラミング言語として Python を標準で教えている状況から、Python に非常に近い文法構造を持つ GDScript を利用することにした。

Unity では、プログラミングのエディタ環境は、Visual Studio や VSCode などの外部エディタをインストールして選ぶ形になるが、GoDot では、組込みでエディタが内包されているので、これは Unity に比べてコンパクトで扱いやすいのではないかと思われる。

3.1 GDScript の文法概略

GDScript の文法[3,7]は、ほぼ Python と同様なため、Python と異なる点だけを説明していく。

- 変数の導入には、var 宣言が必要
  例：**var** x = 12
- 定数型の変数を宣言するための const がある
  例：**const** E = 2.718281828

- Python では 3.10 から導入された match 文を標準で持つが case 句はなく、パターンを直接記述する
  例：**match** typeof(x):
  TYPE_STRING: print("string")
- 関数宣言は、def ではなくて、func を用いる
  例：**func** some_function(param1, param2): **pass**
- コンストラクタは、__init__ではなくて、_init
- サブクラスから、スーパークラスの同名の関数（メソッド）を呼び出すためには、super を使うのではなくて、ドットを利用する
  例：.overriden_function(param)
- C++や C#と同様に列挙型は標準装備されている
  例：**enum** State {IDLE, RUN=1, WAITING}
- クラスを拡張するには、extends 文を用いる
  例： **extends** Animal

これ以外にも細かな違いはあるが、Python でプログラミングできる学生であれば、問題なく、移行できるレベルである。Unity は、かなり昔の版では、C#と JavaScript の他に、Boo[8]という Python に酷似していた静的型付け言語でプログラミングを行なうことができた。程なくして、Unity の開発言語としては Boo のサポートが中止になった経緯がある。初期の Unity を教えていたときは、Boo を利用したこともある。Boo ほどではないにせよ、Python 流のプログラミング言語を用いて 3D 開発環境でプログラミングできるのは、Panda3D[9]のライブラリ以来だと思われる。

3.2 オブジェクト操作関数と Transform・物理操作

Unity では、Controller の C#のスクリプトがクラスと共に生成され、その中に Start メソッドと Update メソッドが標準で用意されており、最初に Start メソッドが呼び出され、各フレームの描画毎に Update メソッドが呼び出される仕組みになっている。GoDot でも、同じような仕組みになっているが、まず、スクリプトではクラスの定義の代わりに、Node クラスの拡張を宣言する必要がある。Start メソッドの代わりに_ready 関数が、Update メソッドの代わりに_process 関数が用意されている。アンダーバー（_）で名前が始まるのは、Python 流に解釈すると外部非公開関数であると考えられる。Unity では、Time.deltaTime で経過時間を参照する必要があったが、_process 関数では、delta 引数で始めから経過時間が与えられている。

```
extends Node
# ノードがシーンに加わるときに最初に呼ばれる
func _ready(): pass
# 毎フレームごとに呼ばれる
# 'delta' は、前回のフレームからの経過時間
func _process(delta): pass
```

シーンの座標系は、Unity と同じで y 軸が頭頂方向で、z 軸が奥行き方向になっている。オブジェクトを移動させる Transform クラスは、ほぼ Unity と同様のものが用意されている。以下は、カメラノードの制御スクリプトの中でターゲットとなるオブジェクトの方向を見るような関数の定義になっている。

```
func setPosition( target. radius, phi, theta ):
  targetpos = target .get_translation( )
  var x = radius * cos( phi ) * cos( theta )
  var y = radius * sin( phi )
  var z = radius * cos( phi ) * sin( theta )
  self.set_translation(Vector3( x, y, z ) + targetpos )
  self.look_at( targetpos, Vector3( 0, 1, 0 ) )
```

オブジェクトの物理的な挙動を扱うためには、Unity のように RigidBody のコンポーネントの中で値を設定することはできず、RigidBody ノードのコントロールスクリプトの中で、重力方向を指定する。_integrate_forces 関数の中で指定するが、この関数に与えられる引数の state は、経過時間ではなく、剛体に働く物理環境の状況を表わす内容を保持している。

```
extends RigidBody
func _integrate_forces( state ):
    state.add_central_force( Vector3( 0.0, -9.8, 0.0 ) )
```

物理的な挙動を正確に扱うために、フレームレートに依存しないフレーム間の経過時間が必要な場合は、_process 関数ではなく、_physics_process 関数を使う。この中で、物理的な衝突や跳ね返りを扱う。

```
extends KinematicBody
var velocity = Vector3(250, 0, 250)
func _physics_process( delta ):
    var collision_info =
        move_and_collide( velocity * delta )
    if collision_info:
        velocity =
         velocity.bounce( collision_info.normal )
```

3.3 WheelCollider のプログラミング

自動車の 3D オブジェクトを平面上に置き、各タイヤに WheelCollider をつけて（GoDot の場合は Unity とは逆で、WheelCollider の下に 3D メッシュのノードを作成する）、駆動させる方式は、Unity と GoDot ではほぼ同じ仕組みなので、同じ考え方で記述できる。以下は、GoDot で、記述した例であるが、Unity の WheelCollider についている例題の簡易版になっている。なお、該当関数は通常の_process 関数ではなく、物理関係を扱うために、_physics_process 関数を利用する。engine_force の値と

steering の値を変えれば、車が動く。

```
extends VehicleBody
var accelSpeed = 5
var rotateSpeed = deg2rad(15)
var maxRotate = deg2rad(30)
var maxAccel = 20

# 毎フレームごとに呼ばれる
func _physics_process(delta):
    if Input.is_action_pressed("ui_up"):
        engine_force += accelSpeed * delta
        if engine_force > maxAccel:
            engine_force = maxAccel
    if Input.is_action_pressed("ui_down"):
        engine_force -= accelSpeed * delta
        if engine_force < -maxAccel:
            engine_force = -maxAccel
    if Input.is_action_pressed("ui_left"):
        steering += rotateSpeed * delta
        if steering > maxRotate:
            steering = maxRotate
    if Input.is_action_pressed("ui_right"):
        steering -= rotateSpeed * delta
        if steering<-maxRotate
            steering=-maxRotate
```

3.4 ゲームサーバのプログラミング

GoDot では、Unity と同様にサーバを置いて、RPC（Remote Procedure Call）で通信をしながら、クライアント・サーバ間で複数のプレイヤーを対象にしたオンラインゲームを作成する環境が用意されている[10]。まず、サーバー側は接続プレイヤー数の上限を制限して、ポートを指定したサーバをピア（peer：ネットワーク上のプレイヤーを示すオブジェクト）上に用意する。

```
var peer = NetworkedMultiplayerENet.new()
peer.create_server(SERVER_PORT,
MAX_PLAYERS)
get_tree().network_peer = peer
```

クライアント側は、ピア上にサーバの IP アドレスとポート番号を指定してクライアントを用意する。

```
var peer = NetworkedMultiplayerENet.new()
peer.create_client(SERVER_IP, SERVER_PORT)
get_tree().network_peer = peer
```

サーバ側の関数は、rpc 関数によってクライアント側から呼び出すことが可能になっている。また、rpc_id で特定の相手の関数を呼び出すことも可能である。また、RPC で呼び出される関数の定義には、remote タグを追加しておく必要がある。

```
rpc("関数名", <関数へのオプショナル実引数>)
rpc_id(ピア ID,"関数名", <オプショナル実引数>)
remote func 関数名( 仮引数 ): pass
```

remote 以外に、ホストのピアだけ実行される master、および、ホスト以外のピアだけ実行される puppet のタグも追加することが可能になっている。

4. おわりに

ゼミナールでは、Unity を長年利用してきたが、プログラミング言語教育として科目として教えている Python との親和性、および完全ライセンスフリーなどの状況を考慮して、2022 年度秋学期から GoDot も利用してみることにした。Unity を扱ってきた教員であれば、移行は割とスムーズに行なえるのではないかという印象を持った。ただし、アセットの豊富さなどは Unity より見劣りする部分があるので、そのような外部アセットを利用するようなプロジェクトでは、Unity を使い続けるしかないだろう。Unity も引き続きゼミナールでは利用していく予定であるが、GoDot はプログラミング教育環境としては捨てがたいものになってきており、これからも GoDot も並行して扱う予定にしている。

参考文献

(1) “GoDot,” GoDot community, https://godotengine.org, (2007-2023).
(2) “Unity,” Unity Technologies, https://unity.com/ja, (-2023).
(3) “GDScript,” Andrew Wilke et al., https://gdscript.com, (-2023).
(4) “Blender,” Blender Foundation, https://www.blender.org, (-2023).
(5) “Autodesk Maya,” Autodesk Inc., https://www.autodesk.co.jp/products/maya/, (-2023).
(6) “Unreal Engine 5,” Epic Games, https://www.unrealengine.com/ja/unreal-engine-5, (-2023).
(7) “GDScript の基本,” GoDot Community, https://docs.godotengine.org/ja/stable/tutorials/scripting/gdscript/gdscript_basics.html, (-2023).
(8) “Boo: A scarily powerful language for .Net,” Rodrigo B. de Oliveira, https://boo-language.github.io, (2009-2018).
(9) “Panda 3D,” Carnegie Mellon University, https://www.panda3d.org, (2019-2023).
(10) “High-level multiplayer,” GoDot Community, https://docs.godotengine.org/ja/stable/tutorials/networking/high_level_multiplayer.html, (-2023).

音声チャットボットを活用した学習支援アプリの開発に向けて

藤田昭人*1・吉田智子*2
Email: akito_fujita@mvg.biglobe.ne.jp

*1：プログラマー
*2：京都ノートルダム女子大学

◎Key Words　AI と人間の共同作業，チャットボット，プログラミング教育

1. はじめに

本稿は２０２１年度後期に筆者の教える大学で実施した音声チャットボットによる体験実習[1]で得た知見に基づいた後続研究である。同実習では学生に対し「幼児や小学校低学年の生徒を対象とした童話の読み聞かせをするＡＩ」があると仮定し、聴衆の関心を誘う一言をＡＩに教えというテーマでチャットボットの対話ルールを記述させる演習を行ったが、今日の ChatGPT でプロンプトを作成する作業を先取りしたような内容だった。

生成系 AI 技術は事前に大量の文書を学習する。それを活用したチャットボットは、自然な会話から本当に知りたい情報を絞り込んでくれるだけでなく、プロンプトと呼ばれる指示を駆使すると、非常に高度な要求にも応えてくれる。従来の検索エンジンに代わる新たな情報検索手段としても注目を集めている。

冒頭で紹介した体験実習での知見を踏まえて、後続の音声チャットボットの開発を進めていたのだが、ChatGPT の出現により開発は抜本的な見直しを迫られることになった。ChatGPT は基本的に人間が作成した文章を大規模に学習させ「次に来る言葉を確率的に予測する」仕組みで機能するのだが、体験実習での中心的なテーマであった「聴衆の関心を誘う一言」といった人間の感情に訴える文章の生成は苦手だと言われている。

元々、体験実習で使われた音声チャットボットは、初期のチャットボットが備えていた特徴、 すなわちカウンセリングでは一般的な手法である傾聴対話を模倣するアプローチ[2]がアイデアの開発のベースで、それにより「利用者の発話に寄り添う返答」を学生に考えてもらうことに狙いがあった。

本稿では、この先例や前述の実習で得た知見に基づき、利用者に寄り添うような返答をする 音声チャットボットの開発について述べる。

2. 仮想人格（バーチャル・パーソナリティ）

本研究で考える仮想人格（バーチャル・パーソナリティ）は２０２１年度の体験実習で得た知見に由来している。

実習時に使用した実習教材ではブラウザに標準搭載されている音声合成 API[3]を用いたが、一部の学生から「合成音声の声色を変更できないか？」とのリクエストが出た。対話ルールを定義するにあたり発話するチャットボットのキャラクタを分かりやすくしたいとの理由からである。

そこで後続の実習教材の開発を始めた当初から、チャットボットの音声にキャラクタを付与するコンセプト、仮想人格（バーチャル・パーソナリティ）を導入することにした。

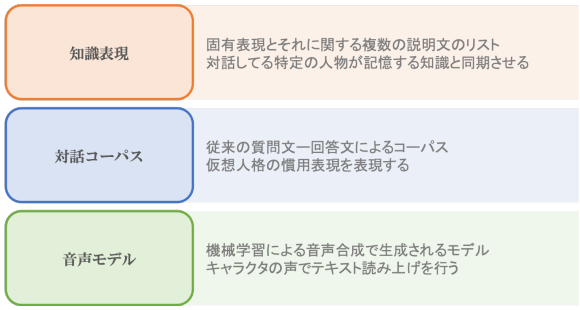


図 1　仮想人格（バーチャル・パーソナリティ）

図１に示すように、仮想人格は「音声モデル」 「対話コーパス」「知識表現」の３つの要素から構成される。「音声モデル」はチャットボットの声を表現し、テキストから音声データを生成するために使われる。最近では V-Tuber が作成する２次元動画に音声を付与する際によく似た要求は存在するようで、そのようなニーズに対応するオープンソースの音声合成システム[4]が既に出回っている。「対話コーパス」は従来のルール型チャットボットが使用する質問文と応答文がペアを構成するコーパスで、質問文が一致した時に発するキャラクター固有の慣用表現を記述したものである。この２つを組み合わせると、 音声チャットボットのキャラクターをよりわかりやすくに表現できる。

３つ目の要素の「知識表現」は学習支援に特化したもので、辞書のような「見出し語」と複数の「簡潔な説明」から構成される形式をとる。 仮想人格は原則的に「見出し語」について質問し、 利用者から回答される「簡潔な説明」を記録する。この仮想人格が発する質問はカウンセリングでは一般的な傾聴対話に基づくも ので、利用者に負担を感じさせないように十分に配慮する。会話が続くにしたがって、さまざまな「見出し後」ごとに利用者が理解する複数「簡潔な説明」が記憶されていくが、これが「見出し語」が示す知識への利用者の理解をデータとして取得することができると考えている。仮想人格のキャラクタや質問方法を工夫 して、定期試験の直前のクラスメイトとの学習成果を確認し合うような会話を再現する。

3. チャットボットの開発

２０２３年度後期に予定している実習授業では『京都検定』をテーマとして取り上げる予定である。

『京都検定』[5]は年２回、７月に東京１２月に京都で（京都開催の場合は１級、２級、３級が、東京開催の場合は３級のみ）検定試験が実施される。なお『京都検定』で出題された問題は試験後に京都新聞に掲載されているが、京都新聞社のホームページでは過去問題を確認することができる[6]。

実習授業では３級（四択問題１００問）を対象とする。利用者を小学校高学年から中学生を想定し、利用者にはゲーム感覚で楽しめる（負担を感じさせない）よう配慮したルールを考えることを実習課題とする予定である。

3.1 音声チャットボットとしての基本機能の実現

既に音声チャットボットの基本機能をサポートした簡易版が稼働している[7]。

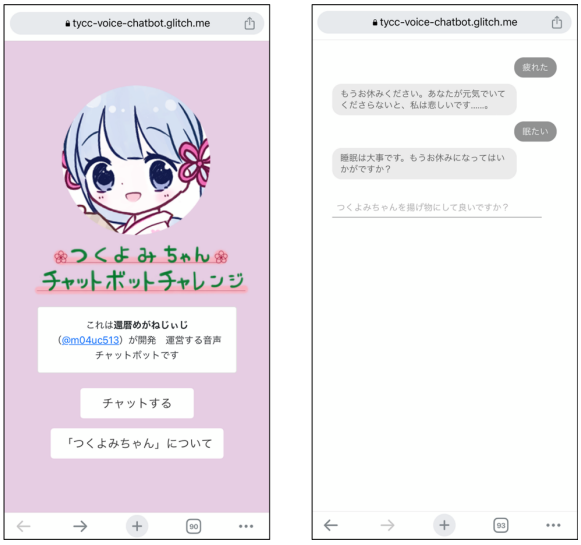


図２　つくよみちゃん、チャットボット・チャレンジ

『つくよみちゃん、チャットボット・チャレンジ』と銘打った同システムは無料の JavaScript 用 PaaS である Glitch.com[8]で稼働するウェブ・アプリケーションとして公開している。同アプリの「音声モデル」は SHAREVOX[9]に標準バンドルされている『つくよみちゃん』[10]の音声モデルを、「対話コーパス」には[11]の会話テキストデータセットを使用している。

このデータセットには、利用者の「疲れた」との発話には「もうお休みください。あなたが元気でいてくださらないと、私は悲しいです。」、あるいは「眠たい」との発話には「睡眠は大事です。もうお休みになってはいかがですか？」といった応答を定義している。

２０２３年度後期の実習授業では、これを参考に『京都検定』に関わりのない利用者の発話にも適切にフォローする応答を考えてもらう予定である。

3.2 『京都検定』問題文の読み方の辞書化

現在、チャットボットが『京都検定』の問題を読み上げ、利用者に回答を促すトライアル・モードの開発を進めている。『京都検定』の問題文を読み上げる音声チャットボットを実装する上で特に問題となるのは漢字の読み方である。

本チャットボットのテキスト読み上げでは、入力として受け付けた漢字カナ交じり文章を自動的にカナ文章に変換するのだが、『京都検定』の問題文には京都特有の読み言葉が特殊な地名・人名・建築名・美術品名・物産名などが多数含まれているため、誤変換が大量に発生する。この問題は本質的に日本語文の漢字には音読みや訓読みといった複数の読み方があることに起因する音声合成システム全般に共通した問題である。

先行の２０２１年度の実習教材を開発した時にも同様の問題が発生したが、その際はこの問題を回避するため画面表示用の漢字と音声合成用のカナ文章の二重に保持する仕様を採用した。今回は、本チャットボット以外の京都関連のウェブ・アプリケーションの需要が幾つか想定できることから、予め画面表示用の漢字表記と音声合成用のカナ表記の対応を定義する辞書を作成して、チャットボットで音声合成を行う際には都度、漢字カナ交じり文章をカナ文章に変換することした。

辞書には地名・人名・建築名・美術品名・物産名などいわゆる自然言語処理での固有表現の単位で漢字カナ交じり表記と対応する音声合成用のカナ表記が登録される。前述の漢字カナ交じり文章からカナ文章への変換の際には、辞書に登録されている漢字カナ交じり表記について最長一致法による探索を行い、一致した語について対応するカナ表記への置き換えを行う。この方法により、形態素解析を実行することなく表記の変換を行なっている。

以上、『京都検定』の問題文および付属する４つの回答例を読み方の補正を行なった後、読み上げ、利用者に（ア）から（エ）までの回答を促す機能をトライアル・モードと呼ぶ。トライアル・モードは、現在公開前のテストを行なっている。

4. より高度な対話に向けて

本チャットボットは２０２２年秋から開発を進めて来たのだが、ChatGPT が公開されたことは本チャットボットの開発課題の実現方法を再考する機会となった。ＬＬＭ（大規模言語モデル）を活用したこのチャットボットは、どんな話題にも対応し、流暢な日本語で返答する。音声合成機能をドッキングさえすれば、体験実習の教材として使える可能性もあったが、それはこれまで実装したほとんどのコードを破棄することを意味する。そこで実装作業と並行して ChatGPT の技術調査と評価を行った。

結論を先に述べれば、開発は従来のアプローチで続行するが、ChatGPT が提供する機能は積極的に活用することにした。ここでは ChatGPT に対する評価と今後の開発について概観する。

4.1 プロンプトによる開発目標の実現の可能性

ChatGPT はチャットボットとして会話できるだけなく、プロンプトと呼ばれる指示を与えれば要求に沿って返答してくれる。ある種のプログラミング機能ともみなせるが、実際にはごく普通の一般的な指示文を書くだけなのでプログラミング経験の人でも簡単に利用できる。なお、プロンプトに関しては[12]に網羅的な解説があるので参照して欲しい。

ChatGPT に対する評価での中心的課題は「開発中の本チャットボットの開発目標が ChatGPT およびプロンプトの記述によって達成できるか？」ということである。本チャットボットの開発目標を次に示す。

- チャットボットが京都検定問題を読み上げ人間が回答する
- 人間が問題に関してヒントを求めるとチャットボットが学習した知識について回答
- 人間が小文章問題[1]を指定するとチャットボットは学習した知識を使って穴埋めを行う

１項目は前述のトライアル・モードのことで、３項目の「京都検定の小文書問題」も含め『京都検定』問題に依存性の高い開発目標である。

前述したとおりトライアル・モードでは漢字の正しい読み方が顕著な問題である。京都検定問題の四つの回答例を選んで ChatGPT に漢字の読みを尋ねてみたところ、不正確な回答が多い。例えば、次の 4 つの建築物の名称の読みを尋ねてみたところは次のように回答を得た。

（ア）　西八条殿（にしはちじょうでん）
（イ）　東山殿（ひがしやまでん）
（ウ）　聚楽第（じゅらくだい）
（エ）　法住寺殿（ほうじゅうじでん）

このうち漢字の読み方が正しいのは（ウ）の「じゅらくだい」だけで、残る（ア）（イ）（エ）は各々「にしはちじょうどの」「ひがしやまどの」「ほうじゅうじどの」といずれも「殿」を「どの」と読むのが正しい。

また『京都検定』第１８回から第２１回の検定３級で出題された穴埋め問題を ChatGPT に回答させてみたところ次の結果だった。

表 1　京都検定１８回～２１回の ChatGPT の正解数

京都検定の実施回	ChatGPT の正解数
第１８回	2/9
第１９回	5/10
第２０回	2/10
第２１回	2/10

第１８回は問題文は（９０）が欠落していたため全9問となっている。また第１９回は例年とは異なり皇后杯全国都道府県対抗女子駅伝競走大会（略称　全国女子駅伝）のコースを紹介する文章であったことも付記しておく。

一般に ChatGPT はこの種の穴埋め問題の正解率は高いと言われているが、こと京都に関わるカルト問題においてはそうでもないようだ。

一方、ChatGPT にトライアル・モードで使用する最長一致法による単語検索を実行するコードを作成させてみたところ正しく動作するコードを瞬時で生成できた。

今回は無償で利用できる GPT-3.5 を使用したこと、さらに短期間に簡易な評価を行なっただけなので断言することは控えたいが、ChatGPT は使用する言語によって回答の精度が異なる使用感を筆者は持っている。ChatGPT に『京都検定』のような日本や京都に関わりの深い問題の回答を求める場合には注意が必要であるだろう。

一方、各種プログラミング言語でのコード生成などワールド・ワイドで言語的に大差ない、コード生成では良好な応答で、非常に期待が持てる。従来、このような実装例を検索エンジンで探すと、テーマによっては英語の文献しか見つからないケースもあったが、ChatGPT なら日本語で質問でき、日本語で回答を得られるので、このような開発作業では作業効率が非常に上がる印象である。

4.2　傾聴対話による学習支援アプリ

次に、前述の開発目標の２番目とは、仮想人格の章でも述べた知識表現を使った傾聴対話のことで、今日カウンセリングの手法[13]として知られている。簡単に説明すると、対話者の発話・発言を促す対話術なのだが、具体的には次のように心がけることが勧められている。

- 非評価的な態度
- 無条件の肯定
- 無言と言葉のバランス
- 共感的な応答
- 反復と要約

この傾聴対話とチャットボットとの関わりは古く、チャットボットが登場した１９６０年代には当時のコンピュータの非常に限られたリソースの中で人間との対話を膨らませるための戦略として、傾聴対話の手法を模倣した歴史がある。チャットボットによる傾聴対話のイメージを次の図に示す。

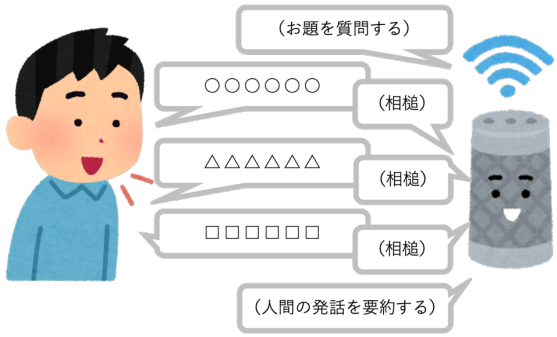


図 3　チャットボットによる傾聴対話

実習授業では、本チャットボットに『京都検定』の問題を一緒に解いてくパートナーの役割を担わせることとし、利用者が回答を見出す手助けをチャットボットにさせるとの設定の元に、受講する学生には利用者からの発話を引き出すためチャットボットが投げかるメッセージを考えてもらう２０２１年度の実習の内容を引き継ぐ考えである。

そこで ChatGPT の評価作業では、この構想に即したプロンプトを書くことに挑戦してみたのだが、残念ながら ChatGPT にこのような振る舞いをさせるプロンプトの記述方法を今のところは見出せていない。プロンプト記述

[1] 『京都検定』の小文章問題とは、検定試験３級の出題では、例年１００問中の（８１）から（９０）の回答は京都を紹介する短い文章の穴埋め問題として出題されることによる。

の習熟度に起因する問題だと考えているが、そもそも事前に学習した大量の知識を駆使して求めに応じた返答を返すことが生成系 AI が提供する本来的な機能である。それとは逆に対話者から発言を引き出すことを ChatGPT に求めること自体に無理があるのかもしれない。

もっとも、近い将来、プロンプトの記述方法が洗練され、方法論として確立される過程で、ChatGPT が傾聴対話の手法を習得する可能性は大いにあると筆者は考えている。『カウンセリングの手法の傾聴対話について教えて』(13)では、教育工学における２シグマ問題、すなわちマンツーマンの個別指導を ChatGPT が行う可能性を指摘している。今後のこのような研究により、ChapGPT は傾聴対話の能力も獲得するのではないかと筆者は考えている。

5. おわりに

本稿では２０２３年度後期に予定している実習授業で利用する音声チャットボットの開発とその開発に ChatGPT が活用できる可能性について考察した。

２０２２年１２月の公開以来、各方面で高い注目を集めている ChatGPT を始めとする LLM（大規模言語モデル）は幅広い分野で活用できる新技術として大いに期待されているが、日本語による実習教材、特に特殊な読み方を要求する「京都学」[2]のようなテーマを扱う教材アプリケーションでの活用には時期尚早というのが筆者の現時点での結論である。筆者が開発する音声チャットボットへの適用を前提に ChatGPT の簡単な評価を行ったが、次の点で懸念が生じた。

- ChatGPT では日本語での要求には日本語で応答する上、回答の日本語には全く問題は感じなかった。しかし、漢字の読み方や穴埋め問題の質問では誤りが多く、残念ながら実務的で使用するには十分に注意する必要があるレベルだった。
- ChatGPT（GPT-3.5）でもプロンプトにより さまざまな指示を与えることができるが、その記述性には特有の難しさがあり、要求どおりの結果を得るためには試行錯誤が必要であった。生成系 AI 本来のテキスト生成という目的では比較的柔軟に対応できることは確認できたが、それ以外の目的で指示を出すにはプロンプトの記述方法を模索せざる得ず、要求を達成することが難しい場合もあった。

この２点はいずれも、言語モデルの学習方法に起因してると推測されるが、今、サービスを提供している各社は LLM の精度向上に注力しているので、上記の懸念が払拭されるのも時間の問題だと考えている。

謝辞

SHAREVOX とつくよみちゃんプロジェクトには、本チャットボットに有用なツールや素材を無料で公開してくださっていることに感謝いたします。またキャラクター『つくよみちゃん』の企画者である夢前黎様には、ウェブ・アプリの開発での様々なアドバイスをいただいたことに感謝いたします。

[2] 国際京都学協会
http://www.kyotogaku.org/index.html

参考文献

(1) 音声チャットボットによる対話型AI体験実習、 ＰＣカンファレンス２０２２、https://conference.ciec.or.jp/2022pcc/program/subcommittee/presentation/pcc036.html（2023.06.26）.
(2) ELIZA -- A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine, http://web.stanford.edu/class/cs124/p36-weizenabaum.pdf（2023.06.26）.
(3) Web Speech API SpeechSynthesis, Mozilla Developer's Network https://developer.mozilla.org/ja/docs/Web/API/SpeechSynthesis（2023.06.26）.
(4) VOICEVOX 「無料のテキスト読み上げソフトウェア」https://voicevox.hiroshiba.jp/（2023.06.26）.
(5) 京都・観光文化検定試験公式サイト（京都検定）https://www.kyotokentei.ne.jp/ （2023.06.26）.
(6) 京都新聞 きょうの京都検定と京都検定問題と解答 https://www.kyoto-np.co.jp/feature/kyoto_kentei（2023.06.26）.
(7) つくよみちゃん、チャットボット・チャレンジ https://tycc-voice-chatbot.glitch.me/（2023.06.26）.
(8) Glitch.com https://glitch.com/（2023.06.26）.
(9) SHAREVOX 「中品質な音声合成システム」https://www.sharevox.app/（2023.06.26）.
(10) つくよみちゃんプロジェクト https://tyc.rei-yumesaki.net/（2023.06.26）.
(11) つくよみちゃん会話 AI 育成計画（会話テキストデータセット配布） https://tyc.rei-yumesaki.net/material/kaiwa-ai/（2023.06.26）.
(12) イベント「教員向け ChatGPT 講座 ～基礎から応用まで～」5/13 開催報告と振り返り https://edulab.t.u-tokyo.ac.jp/2023-05-13-report-event-chatgpt-course/（2023.06.26）.
(13) カウンセリングの手法の傾聴対話について教えて https://akito-fujita.hatenablog.com/entry/2019/02/26/093409（2023.06.26）.

VR プログラミングの学習システム

岡田大平*1・鎌田洋*1・坂知樹*1
Email: c6201777@st.kanazawa-it.ac.jp

*1：金沢工業大学

◎Key Words　　VR，プログラミング，学習

1. はじめに

2016 年に VR 元年を迎えて以来，世間の VR に対する注目度は大きく高まった。離れた場所にいる人との臨場感のあるコミュニケーションを楽しむことが出来る VR 技術への需要がより高まっている。しかし，VR 技術への需要が高まる反面，その作り手である IT 人材の不足が問題視されている。みずほ情報総研株式会社がまとめた経済産業省委託事業の報告書[1]によると，IT 人材の供給が追いつかず，みずほ情報総研株式会社の報告書[1]内にある予想図，図 1 では 2030 年には最大で 78.7 万人もの需給ギャップが生まれると推測している。ここ数年で注目され始めた VR 業界では，既に大きな需給ギャップが生じており，IT 人材が不足している状況においては，今後も需給ギャップが更に拡大していくと考えられる。これからの VR 業界を支えるためにも，VR 技術に理解のある IT 人材を育成できる学習システムの普及が望まれている。

2021 年に発表した VR プログラミングの学習システム[2]は，システム内にある学習スライドを使って 3DCG のプログラムの制作とそのプログラムをヘッドマウントディスプレイまたはスマートフォンを使った VR に対応させていくことを学べ，選択問題を解くことで復習ができた。2022 年に発表した VR プログラミングの学習システム[3]は，2021 年に発表したシステムに，学習に利用できるサンプルプログラムを 1 つ追加し，選択問題に加えて記述問題を追加した。記述問題には画像を使った正誤判定機能があり学習者の回答に合わせて適切な助言ができる。本論文では 2022 年に発表したシステムの記述問題の正誤判定機能である画像を用いた正誤判定機能を変更し座標を使った正誤判定機能にすることで 2 次元コンテンツだけでなく 3 次元コンテンツにも対応できるようにした。

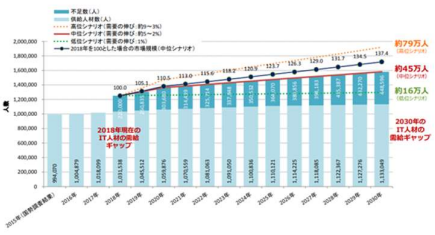


図 1 IT 人材不足の予想図

2. 従来のシステムと問題点

従来の VR 制作のためのプログラミングを学習する手段としてプログラミングスクールに通うこと，書籍を購入すること，ビジュアルプログラミング言語の Scratch にある VR コンテンツの制作チュートリルを使って学習することなどがある。プログラミングスクールに通う方法では，高い技術力を身につけることが可能であるが，受講料が非常に高く定員も限られていることが多いため，人材の需給ギャップを埋めることは難しい。書籍による自学では，人員に限りはなく学習費用も安く抑えることが可能だが，VR プログラミングを学べる書籍は非常に少なく現在のバージョンに対応していないことも多々ある。加えて，書籍の多くは練習問題として選択問題のみを採用していたり，記述問題があっても何もないところからプログラミングさせるものであったりするため，簡単すぎたり難しすぎたりしてどちらもプログラミングが身に付きにくい。Scratch を使う方法では，そもそも Scratch が 2 次元上での表現をするのが得意なプログラミング言語であるため，3 次元上での表現には知識が必要になり VR を学ぶために遠回りをしないといけない。

問題を解いて正誤を判断する場合に，学習者自身で確認することが多く回答が間違っているか，どの部分が間違っているかが分かりにくくその解決策として A Description-Type Programming Learning System Which Advises about Main Wrong Answers[4]では図 2 のような画像を使った正誤判定システムを提案している。しかし，2 次元コンテンツの場合のみ有効で 3 次元コンテンツや VR ではほかの方法が求められる。

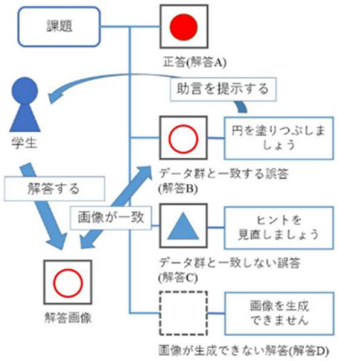


図 2 従来の正誤判定方法

3. 本システムにおける解決方法

プログラミングスクールは定員の少なさと受講料が高い問題があるが，本システムは教師との対話しながらの授業には代わらないがインタラクティブな学習ができデジタル教材なので安価で多量に配布ができるので問題を緩和できる。書籍による学習は書籍の種類の少なさと情報が古くなることで現行のソフトに対応出来なくなることと練習問題の内容に問題があるが，本システムはデジタル教材として構築した事で，最新版へのアップデート対応を取ることが可能な上にサンプルプログラムを追加し学習のレパートリーを増やすことで問題を解決できる。また，練習問題に選択問題と記述問題の両方を採用し，記述問題では特に問題に解答した後，正誤判定とアドバイスを行うことでプログラミングが身につくようにしている。

問題を解いて自身で正誤確認する場合に発生する，何を間違えているのか，どう間違えているのかが分からないという問題は， 図 3 のような 1 つの問題につき問題文と解答用のプログラムファイルが 1 組になった記述問題を作り，解答用のプログラムに，回答すると正誤判定され間違っているならばアドバイスをするという正誤判定機能を付けることで問題を解決する。解答用のプログラムファイルには模範の動作を示すガイドがあり，これによって，白紙からプログラミングする場合でもゴールがどんなものか想像したり，ガイドと同じ動きをするように試行錯誤しながらプログラミングしたりできるのでプログラミングが容易になる。また，記述問題の正誤判定はオブジェクトの座標を利用することで記述の細かな差異や別解があっても正解かどうか判定できる。

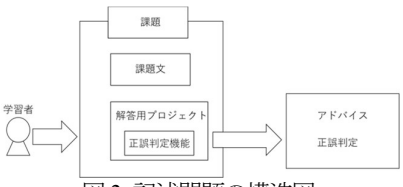


図 3 記述問題の構造図

4. 本システムについて

4.1. 本システムの構成

本システムは VR プログラミングを学ぶためのデジタル教材である。本システムの構造図を図 4 に示す。本システムは，学習部分と問題部分があり，学習部分は学習スライドボタンを押すと各学習スライドへと遷移する事ができ，教科書を読み進めるような感覚で 3DCG のプログラムの制作方法と VR に対応させる方法を学べる。次に，問題部分は選択問題と記述問題に分かれており，これらをとおして学習内容の定着を図る。問題集ボタン押すと選択問題の一覧が表示される。選択問題は 1 つの問題につき問題文と 4 つの選択肢で構成されており問題に回答すると正誤と解説が表示される。各問題のボタン下部には，その問題の正誤及び未回答が表示され，間違えた問題や未回答の問題が一目で分かるようになっており，分からなかった問題を振り返ることができる。記述式問題は問題文に従ってスクリプトの空欄を埋める形で答える。プログラムの画面には実際に学習者がプログラムするオブジェクトとガイドとなる模範のオブジェクトがあり学習者は模範と同じ動作をするようにプログラミングしていく。記述式問題は実際にプログラミングしながら動かすことができる。記述問題にはオブジェクトの座標を使った正誤判定機能があり記述の差異や別解であっても正解かどうか判定できる。

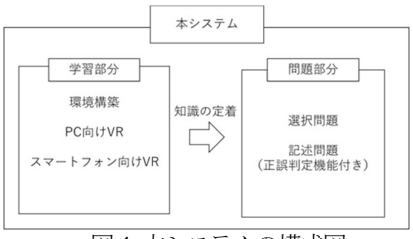


図 4 本システムの構成図

4.2. 本システムにおける学習内容

学習部分では，料理風サンプルプログラムとシューティングゲームの 2 つのサンプルプログラムを通して VR の制作に必要な環境構築の方法，土台となる 3DCG のプログラム制作の作成方法，3DCG のプログラム制作とそのプログラムを VR に対応させている流れを学習できる。また，スマートフォンを使った VR の制作方法を学ぶこともでき，この場合でも同じサンプルプログラムを使って学習ができる。

記述問題は 1 問ごとに課題文と Unity のプロジェクトがあり，学習者は課題文を読んでプロジェクトを編集する形で問題を解く。Unity のプロジェクト内にあるオブジェクトにはそれぞれスクリプトがアタッチされている。また，これらのオブジェクトには種類があり，学習者がプログラミングするオブジェクトと学習者が参考にするためのガイドとしての模範的な動作をするオブジェクトがある。問題を解く手順は，Unity のプロジェクトを開き課題文を読む。課題文に沿って指定されたオブジェクトのスクリプトを，同じシーン内にある模範の動作をするオブジェクトと同じ動きをするようにプログラミングする。シーンを再生してガイドと同じ動きをしているか，正解かどうか判定を確認して不正解であればもう一度プログラミングしなおす。正解であればプロジェクトを閉じて終了するとなっている。

4.3. 利用できるサンプルプログラム

本システムで利用できるサンプルプログラムは 2 つあり，1 つ目は料理風サンプルプログラムである。ユーザが 1 人称視点で包丁を使い野菜を切るゲームとなっており，図 5 は VR に対応する前の実行画面である。できるだけ構成要素を減らすことで始めて VR コンテンツを作る人でも簡単に制作できるようになっている。

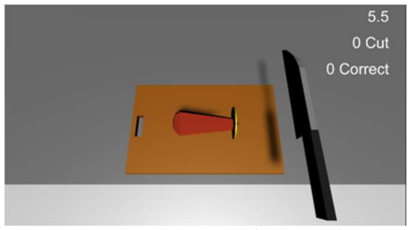


図 5 料理風サンプルプログラムの実行画面

2 つ目はシューティングゲームである。図 6 は VR に対応する前のシューティングゲームの実際の実行画面である。利用者は VR シューティングゲームを制作する前段階として，通常の 3D ゲームの制作を目指す流れとなる。今回のシューティングゲームの制作にあたって必要な銃と的のモデリングについては事前に配布するものとし，銃弾のような簡単な形状のモデルに関しては，Unity 内で作成してもらう方式とした。

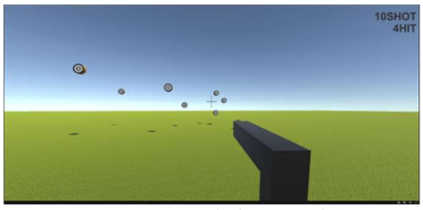


図 6 シューティングゲームの実行画面

4.4. スマートフォンを使った VR 化

VR を利用するとき HMD を使ったものとスマートフォンを使ったものでは没入感に大きな差があるため，より没入感がある HMD の方が良いが，スマートフォンを使った VR と HMD 向けの VR とでは機材をそろえるのにかかる金額が違い，一般的に売られている HMD は安い物でも 3 万円以上する商品が多く，初心者が初めて購入するには少しハードルが高くなっている。一方，スマートフォンは広く普及しておりスマートフォン用の VR ゴーグルも 100 円ショップで売られている物や段ボール製でできたゴーグルなどを用意すれば簡単に VR コンテンツを楽しむことができる。

スマートフォン向け VR は，初心者でもコンテンツが作成できるよう外部機器を使用しない方法でプログラムを制作した。Unity のプログラムをスマートフォンで楽しむためには画面をタッチなどで操作しなくてはならないが，スマートフォンを VR ゴーグルに入れてしまうと画面が触れず操作ができなくなるので，画面の操作を必要としないスマートフォンのジャイロセンサーを使用した方法で操作できる VR コンテンツの開発を行った。サンプルプログラムを，スマートフォンを使った VR にしたものが図 7 と図 8 となっている。また，スマートフォンを使った VR の仕組みは図 9 のような構造となっている。

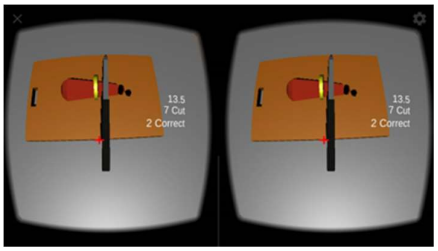


図 7 スマートフォン版の料理風サンプルプログラム

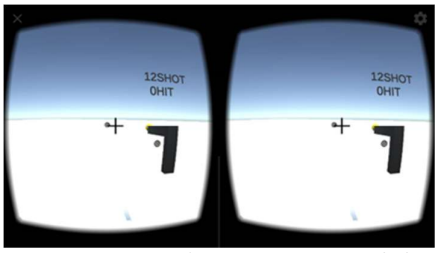


図 8 スマートフォン版のシューティングゲーム

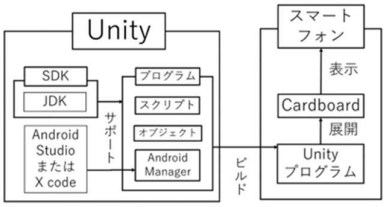


図 9 スマートフォン版 VR の構成図

学習スライドでは，Unity 内の環境構築，スマートフォン向け VR コンテンツに適したカメラやオブジェクトの配置，スマートフォン向け VR コンテンツのスクリプト解説などしている。スマートフォン向け VR コンテンツは HMD 向けの VR コンテンツとかなり仕様が異なるため，VR 化前のシューティングゲームと料理風サンプルプログラムの学習システムを使用して学習していく。

4.5. 正誤判定機能について

従来の正誤判定方法は，図 10 のように問題に対して目標の画像と代表的な間違いの画像を用意し実際に学習者がプログラミングして実行した画像と比較することで正誤を判定する。目標の画像と合致した場合は正解と判定され，そうでなかった場合は代表的な間違いの画像と合致するか調べ，合致するものがあれば対応したアドバイスを学習者へ提示するものである。しかし，これでは 3 次元コンテンツに適応することができないので，画像ではなく座標を使って正誤判定をすることにした。

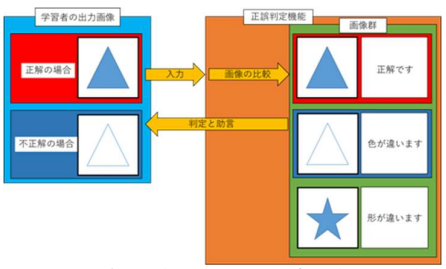


図 10 画像を使った正誤判定機能の構造

座標を使った正誤判定機能は図 11 のようになっている。これは，スクリプトによってオブジェクトの座標が変化することでシーン内のオブジェクトが移動し，その移動が模範の動作をするオブジェクトと同じかどうか比較し正誤を判定している。図 12 は実際の実行画面となっており実体のオブジェクト，この図では包丁が，学習者がプログラミングするオブジェクトで，実体がないオブジェクトが模範の動きをするオブジェクトとなっておりこの 2 つが重なっている状態であれば正解と判定され，シーン左下のインジケータが赤色から緑色へと変わる。

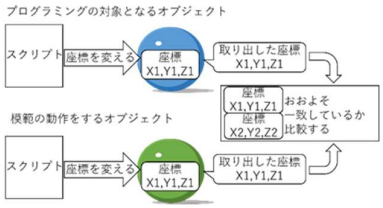


図 11 座標を使った正誤判定機能の構造図

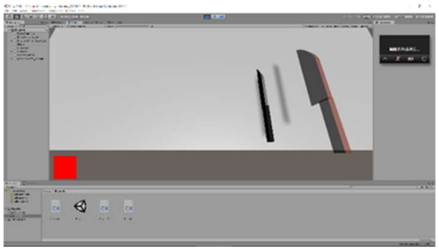


図 12 実行画面の例

5. 評価実験とその結果

本システムは，大学生 17 人に正誤判定システムを除いて学習・クイズ・成績照会までのサイクルの実演を見てもらい，その後アンケートに回答してもらうことで評価実験を行った。評価項目は問 1「VR プログラミングの知識は身につくと思うか(有用性)」，問 2「VR プログラミングを学習したいと思うか(需要)」，問 3「学習する内容は分かりやすいか(学習性)」，問 4「新規性はあると思うか(新規性)」，問 5「使いやすいか(機能性)」の 5 項目に設定した。評価方法は 1 から 5 までの 5 段階評価とし，5 が最も良い結果とした。これらの条件で行ったアンケートの結果を図 13 に示す。

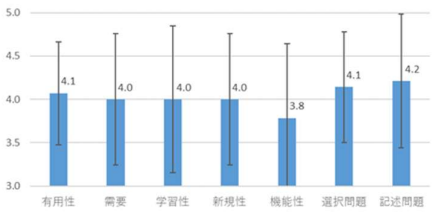


図 13 実験結果

6. 考察

評価実験の結果全ての項目で評価点の中央値である 3 点を超えており，本システムの方向性が妥当であることが確認できる。新規性に関しては評価点の平均が 4.2 点と最も高い評価を得ており，これまでに VR コンテンツの開発に焦点を当てた学習システムがあまり存在しなかったのでこの評価に繋がったのではないかと考えている。また，有用性・需要についても評価点の平均が評価点全体の平均である 3.9 点を超えているのでこのシステムは VR コンテンツの開発に有用性が有り，ある程度の需要が見込めるのではないかと考えている。しかし，学習性や機能性については評価点の平均が評価点全体の平均よりも低くなっていたので改良の余地があると感じた。特に学習性は評価点の平均が 3.6 点と最も低くなっていたので学習内容の見直しやシステムの使いやすさを改善する必要がある。ボタンの配置や説明スライドの説明文の分かりづらさ，ボタンや説明スライドの位置やサイズの不統一などが評価点のマイナスに繋がったのだとアンケート結果から分かった。

肝心の学習内容や本システムの使いやすさの評価が悪かったことから学習内容とシステムの使いやすさを向上させる必要があると感じた。

7. おわりに

本研究は VR 業界に従事する IT 人材の不足を解消することを目的として，本システムの開発を行った。評価実験の結果から本システムには新規性があり，ある程度の需要と有用性があると言うことが確認できた。今後はシステムの使いやすさやの改善が課題となる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K02869 の助成を受けたものです。

参考文献

(1) みずほ情報総研株式会社：“平成 30 年度我が国におけるデータ駆動型社会にかかる基盤整備(IT 人材等育成支援の為の調査分析事業)―IT 人材需給に関する調査―”，(2019)，(https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkokusyo.pdf)，(2023 年 6 月 20 日取得).

(2) 十河穂，清水直繁，岡田大平，鎌田洋：“VR プログラミングの学習システム”，2021 PC Conference 論文集，pp.286-289 (2021).

(3) 岡田大平，十河穂，清水直繁，鎌田洋：“VR プログラミングの学習システム”，2022 PC Conference 論文集，pp.42-45 (2022).

(4) Shun Sasaki，Hiroshi Kamada：“A Description-Type Programming Learning System Which Advises about Main Wrong Answers”，ICIC Express Letters，Part B: Applications，pp.807-813 (2021).

ゲームデザインを取り入れた簿記学習アプリケーションの開発と試用

山下悠希*1・鈴木大助*1
Email: 2020m300@hokuriku-u.ac.jp

*1：北陸大学経済経営学部マネジメント学科

◎Key Words　ゲームデザイン，ゲーミフィケーション, ICT 教育, 簿記学習

1. はじめに

現在、多くの経営系大学において簿記関連科目が設置されているが、受講する学生は原理の理解や実践よりも資格の取得を重視している場合が多い。学生は、単位取得はもちろんのこと、就職活動や就職後に活用出来ると考えてこの種の科目を受講している。また、当初の目標であった検定に合格した学生は、さらに難易度の高い簿記関連の資格取得に向けた学習に取り組む傾向にある。難易度の高い簿記関連の資格では、原理の理解やより実践的な内容が問われるため、指導者側も会計学の理論やより実践的な学習方法を取ることが求められる。

理論や実践を重視する学習方法を実施するにあたっては様々な課題がある。田尾他(2022)によると、簿記検定に合格しただけの学生は企業から実務が出来ないと言われることがあるため、複式簿記の原理や企業毎の異なる書式に対応できる力が必要であるとしている。(1)また、長谷川(2018)によると、全ての学生に当てはまるわけではないが、大学入学以前に簿記を学んだ経験のある学生は、過去の学習手法を好んで活用する傾向にあり、このような学生は大学教育における簿記思考から会計思考への転換に苦しむ場合があるとしている。(2)つまり、現在の簿記教育が抱える課題として、基礎を活用した応用への対応力不足、学生と指導者間における学習目標の乖離が問題となっている。

そこで、本研究では、大学生の簿記学習における学力向上と学習習慣の定着を目的とした簿記アプリケーションの開発とその試用を行い、実践的かつ継続的な学習に有効なゲームデザインがどのようなものか、それがどのような学習方法及び科目で高い有効性があるのか考察する。

2. 関連研究

岸本(2012)は、大学教員から学生への課題に対するフィードバックを早くするなど様々な授業デザインを取り入れた授業を展開し、結果、学生からは「学力が上がった」「集中して行うことが出来た」という評価を得ているが、その反面「フィードバックへの大きな負担」が問題点の一つとなっていた。(3)また、池尻(2011)は、学生による対面での相互フィードバックを行うことで内容理解を促していた。しかし、この研究の対象者は学力が高く学習意欲旺盛な高校生であり、フィードバックはあくまで対面によるものに留まっている。(4)

これに対し本研究では、学生による相互フィードバックをオンデマンドで行うことで、学習における質の向上を図る。

本研究では、学生の学力レベルに関わらず指定の科目に関心のある学生を対象に、オンライン上で非同期でのフィードバックを可能にし、なおかつゲームデザインを取り入れることで、この学習形態に対する意欲を継続させることが可能か検証する。

3. ゲームデザインを取り入れることの効果

ゲームデザインを学習に取り入れることで、楽しみながら本質の理解を促し、学習における質の向上に役立つと考えられる。現在、学習アプリとして様々なアプリがリリースされているが、それらはゲーム要素を含んでいるものの、実際には学習アプリとしての目的が若干希薄になっている。「勉強が楽しいと感じるからやり込む」ではなく、「ゲームで強くなりたいからやり込む」ようになっている。これでは、アプリ内でどれだけ高い成績を出したとしても、必ずしも実践的なスキルが身につくことにはつながらないと考える。

本研究ではアプリケーション内に学習の本質を満たすと考えられるゲーム要素を追加し、実践的なスキルが身につくアプリケーションを制作する。

4. ゲームデザインを取り入れた簿記学習アプリの設計

簿記学習アプリケーションの作成には、Monaca Education(5)、データベースにはニフクラ Mobile backend(6)を利用する。図１は簿記アプリケーションの画面例である。

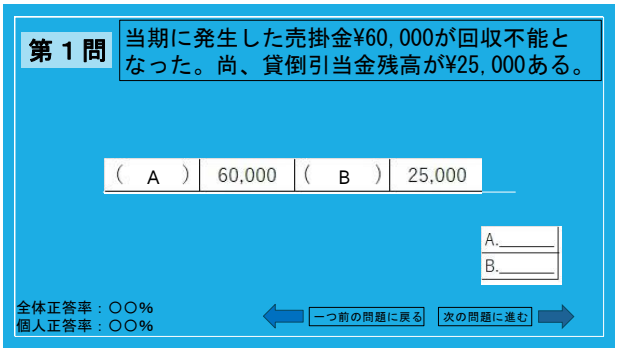


図１　簿記アプリケーションの画面例

本アプリケーションは、プレイヤーの順位を示すランキング機能、学生間又は教員に対して回答のアドバイスを尋ねることが出来るフィードバック機能、正答率やスコアなどこれまでのデータを可視化する機能を備える。当該機能は基本プレイ画面とリザルト画面で有効であり、

自分の実績をリアルタイムで表示することで、現状理解や成長を実感することが可能となり、学習意欲の維持に役立つと考えられる。

また、作成過程で有効であると判断したゲームデザインは今後も追加を検討する。

5. 評価方法

本研究は北陸大学にて簿記関連科目を受講している学生を対象として行う。

まず、事前アンケートと事前テストを行うことで対象者の学力及び簿記学習に対する意欲等のデータを収集する。事前テストの問題内容は、日商簿記検定 3 級合格を目標とした構成を取るため、基礎の仕訳問題、精算表・財務諸表の作成、そして決算整理に関連した問題を出題する。ただし、各項目に基礎・応用・発展の３段階の難易度の問題を設け、最大限の実力を発揮出来るよう、回答経過に応じて途中点を加算する。

事前アンケートでは、簿記学習についての意欲や性格面での自己評価など実験前の主観的データを収集する。以下の表は事前アンケートの項目である。

表１　事前アンケート項目(5 段階評価もしくは記述式)

・簿記の学習に意欲はありますか
・スマートフォンやPC などを活用した学習アプリに興味はありますか
・勉強するなら紙媒体よりも電子機器を利用する派だ
・1 週間当たりの平均学習時間はどのくらいですか
・分からない時はすぐに人に尋ねることが出来る
・分からなければ、まず一人で考えて解決を図る方だ
・勉強において最も重視していることは何ですか
・フィードバック機能は学習において有効だと思いますか
・ランキング機能は学習の継続に役立つと思いますか
・正答率など具体的なデータの可視化は学習の継続に役立つと思いますか

事後アンケートでは、表１の内容に加え、ゲームデザインに対する利用後の評価や学習者自身の自己分析結果について回答してもらう。表２は、事後アンケートの項目である。

表２　事後アンケート項目(5 段階評価もしくは記述式)

・簿記学習アプリケーションの利用時間は1 時間当たりどれくらいでしたか
・フィードバック機能は学習に役立ったと感じましたか
・フィードバック機能を活用することは出来ましたか
・ランキング機能は学習に役立ったと感じましたか
・正答率とスコアなどの具体的なデータの可視化は学習に役立ったと感じましたか
・簿記学習アプリケーションを利用して、どのようなゲームデザインが学習に役立つと思われますか
・簿記学習アプリケーションを利用して、学力が上がった・知識が身に付いた実感はありますか

以上２つのデータを元に簿記アプリケーションを活用する実験群と従来の授業による学習を受講する統制群の２グループに分割する。また、大学入学以前に簿記に関する授業や自主学習を行っていた学生については、データ収集の際に区別して分析を行う。その後、週１回の頻度で計数回に渡る授業を実施した後に再度事前に行ったものと同程度の難易度かつ学習範囲に該当するテスト及びアンケートを実施する。そして、収集した主観的・客観的データを基に、各群の学力向上や学習意欲の変化等を分析する。また、本アプリケーションの大枠の完成は 8 月中旬、評価実験は 9 月下旬を目処に実施する。本実験は北陸大学経済経営学部に所属し、会計学入門などの簿記関連科目を受講したことがある学生約 100 人を対象とする予定である。

6. おわりに

本稿では、大学生の簿記学習における学力向上と学習習慣の定着を目的とした簿記アプリケーションの開発とその試用について、その概要を述べた。先行研究では、教員側の負担の大きさや学習者の学力や意欲の偏りといった課題が示された。これに対し、本研究では、学習者間の相互フィードバックをオンデマンドで実施することで、教員側の負担減少と学生の論理的な思考の形成を図ることを目指す。また、ゲームデザインを取り入れることで、既存の学習アプリと比較して、より実践的なスキルを習得しつつ、ゲームとして楽しめるアプリケーションとなることが期待される。本アプリケーションでは、プレイ画面とリザルト画面について、フィードバック機能やランキング機能などのゲームデザインを実装することで、現状理解や成長の実感を可能とし、学習意欲に繋げることを意図している。

本研究の評価方法としては、簿記学習アプリケーションの試用において、事前・事後アンケート及び一定期間毎にテストを実施することで、対象者の学力や学習意欲の変化等のデータを収集する。そして、それらを適切な方法で分析を行い、本アプリケーションに対する評価や大学生の学習に最適なゲームデザインがどのようなものであるか考察する。

参考文献

(1) 田尾公生, 川道映里, 長濱太造：“短期大学部商科おける簿記指導のあり方について―検定指導から会計学への学びの考察―”, 徳島文理大学研究紀要, 104 巻, pp.71-77(2022).

(2) 長谷川美千留：“簿記会計教育に関する一考察”, 八戸学院大学紀要, 57 号, pp.21-30(2018).

(3) 岸本好弘, 三上浩司：“ゲーミフィケーションを活用した大学教育の可能性について”, 日本デジタルゲーム学会 2012 年次大会発表原稿, pp.91-96(2012).

(4) 池尻良平：“歴史の因果関係を現代に応用する力を育成するカードゲーム教材のデザインと評価”, 日本教育工学会論文誌, 34 巻, 4 号, pp.375-386(2011).

(5) Monaca Education：「JavaScript も Python も選んで学べる Monaca Education」, https://edu.monaca.io/, 最終閲覧 2023 年 6 月 29 日.

(6) ニフクラ Mobile backend：「mBaaS とは」, https://mbaas.nifcloud.com/about.htm, 最終閲覧 2023 年 6 月 29 日.

AI 技術を用いたオンライン型 1on1 に関する実証研究

山内萌*
Email: e01a17@gmail.com

*：武蔵野大学アントレプレナーシップ研究所

◎Key Words　　オンライン教育，1on1，AI 解析

1. はじめに

武蔵野大学アントレプレナーシップ学部（以下武蔵野 EMC）では，教員と学生間でのオンライン型 1on1 を実施しキャリア教育の拡充に着手している。また 2022 年 4 月より 1on1 から得られる教育効果の改善に向けて，オンライン 1on1 の動画を AI 解析によって数量化するプロジェクトを始めた。山内・高松 (2022) では本取り組みの目的，意義，方法について報告し，第 1 回解析結果の共有を行った [1]。今回は取り組みの開始から 1 年以上経過した現時点で得られている解析結果をまとめ，今後目指すべきオンライン 1on1 のあり方を示す。

2. 本取り組みの目的・実施状況

2.1 目的

武蔵野 EMC におけるオンライン 1on1 動画の AI 解析について，目的を簡潔に述べる。本学で行われる 1on1 を通じたキャリア教育は，従来ビジネス領域において行われてきた 1on1 を教育現場に応用し，各学生の学習状況および日常生活について教員がじかに把握することでより高い教育効果の達成を目的とするものである。

ビジネスの現場で実施される 1on1 の効果について分析した研究においては，1on1 が職場の心理的安全性を高め，上司と部下の信頼関係構築に役立つ一方，そのような成果をもたらす 1on1 スキルが属人的であることが指摘されている [2]。

武蔵野 EMC ではこういった知見を踏まえ，大学のキャリア教育において実施される 1on1 の教育効果を高めることを目的として，動画の AI 解析によって教員の 1on1 スキルを可視化する取り組みを開始することとなった。本取り組みの実施にあたっては，AI による動画解析サービスを提供する株式会社 I'mbesideyou と共同で行っている。

2.2 実施状況

2022 年 4 月に本取り組みを開始して以降，計 3 回の 1on1 動画について集計および解析を行った。以下，各回の解析結果について簡潔に記す。

まず，以下の表 1 にて本解析で用いる解析指標である Basic Emotion Score を示す。これは動画内における発話者の表情の変化を数値化して解析する際に，それぞれの数値がどのような感情を示しているか分類するために用いる指標である。これらのうち，Happy と Surprise の数値を中心に算出したスコアを Active Score とし，会話が盛り上がっていたかどうかを検証する指標としている。また，この指標に加え 1 分間あたりに発生している単語数を基にした話速を示す Speech Speed，Basic Emotion Score を基に算出する Health Score，音声ファイルの文字起こしデータの単語分析から算出する Transcript Score も指標にすることで，表情だけでなく発話量や内容からも会話の状況を分析することが可能となる。

表 1 Basic Emotion Score

指標	内容
Happy	ポジティブな雰囲気，心理的安全性が担保されているとき
Angry	真剣に考えているとき，集中しているとき，理解できていないとき
Neutral	飽きている時や感情表現を遠慮しているとき
Sad	理解度が低いとき
Fear	緊張しているとき
Surprise	リアクションがあるとき

これらの指標に基づいた解析の結果，2022 年 4 月分を対象とした第 1 回の解析では，学生の発言に将来の夢について話すなどポジティブな内容が目立ち，教員と学生でテンポよく会話していることがわかった。

2022 年 8 月分を対象とする第 2 回解析では，第 1 回に比較すると Active Score および Speech Speed が増加していた。これは，感情表現が教員と学生の間で豊かになり，発言の量が増加したことを示す。さらに個別の動画から詳細を分析すると，Active Score にポジティブな変化がみられた学生については，春学期を通じた学習経験を踏まえて自信を持つようになったことが変化の要因として挙げられた。一方ネガティブな変化のあった学生については，4 月時点で自らに対して抱いていた高い期待が夏までに思ったように達成されていないことへの焦燥感から，ネガティブな発言や不安な表情が見られたことがわかった。このように解析結果を蓄積し比較作業を行うことで，大学生活を通じた学生の心理的変化や現在の心境について的確に判断することが可能となっている。

3. 第 3 回解析について

3.1 概要

第 3 回解析では年度末にあたる 2023 年 2 月実施の 1on1 を解析対象とした。また第 1 回から第 2 回の解析結果とあわせて比較作業を行った。ここではこれまでの解析結果を踏まえ，主に Active Score および Speech Speed の変化率に着目し分析を行った。前回と同様，全体の解析結果から特徴的な変化を抽出し，該当する学生の 1on1 動画を個

別に検証することで，発言内容や会話の雰囲気を把握することで，解析結果の詳細な検討を行った。

表 2 集計概要

集計対象	51 動画（2023 年 2 月実施分） ※全 3 回の解析結果がある学生 24 人に対し，これまでの結果と比較
集計項目	・Basic Emotion Score ・Speech Speed ・Health Score ・Transcript Score ・Active Score および Speech Speed の変化率

3.2 結果

全 3 回の解析結果が存在する 24 人のデータを検討した結果を以下に示す。2022 年 4 月実施の第 1 回と比較すると，第 3 回の解析においては Active Score は全体平均が 118%，Speech Speed は 19.7%上昇していることが認められた。また Health Score は 53.1%上昇し，Transcript Score のポジティブな変化は 20.1%上昇していた。

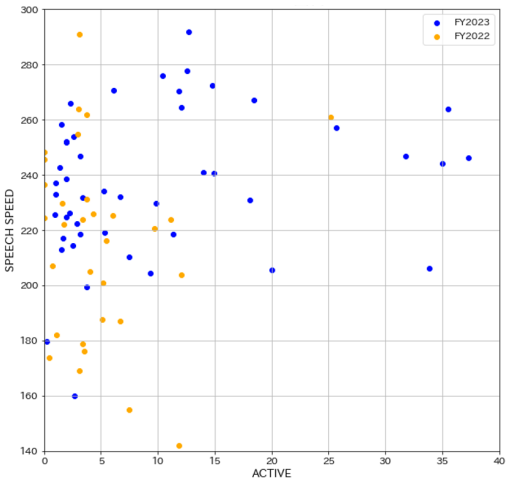


図 1 第 1・2 回と第 3 回の Active Score および Speech Speed の変化率

これらの学生に関して，2022 年に実施した第 1 回，第 2 回解析と今回の解析結果における Active Score および Speech Speed 変化率を散布図にプロットしても，両者とも上昇傾向にあることがわかった。24 人中 23 人にはいずれかの項目でポジティブな変化が確認された。

以下ではさらに特徴的な変化が見られた学生に関して個別に検討する。

まず第 2 回において Active Score にポジティブな変化がみられた学生 A は，第 3 回では Active Score がやや下がっていた。しかし全体に位置づけると第 3 回のスコアが決して低いわけではなく，前回のスコアが高すぎた例と考えられる。今回の 1on1 では理想との違いや人間関係で起きたトラブルに関して述べていたため，Basic Emotion Score のうち緊張を示す Fear が高かった。しかしながら経験から学ぶことができたというポジティブな傾向も見られた。

次に第 2 回解析でネガティブな変化があった学生 B は，第 3 回で大幅に Active Score が上昇していた。夏の時点では大学生らしいことが何もできていないことへの焦りが見られたが，今回は寮生活で他の学生と関わるうちにファッションを楽しんだり筋トレを始めたりと，充実した生活を送っていることが話された。これにより，第 2 回と比較すると Fear のスコアがほとんどなくなっていた。

4. おわりに

本報告では武蔵野 EMC において実施しているオンライン 1on1 動画の AI 解析について，第 3 回目の解析結果を報告した。結果からは，2022 年 4 月実施の第 1 回から比較して，学生たちの心理状況がポジティブに変化していることが明らかとなった。本取り組みの課題としては，このように数値化され得られた結果が教員のどのようなコミュニケーションによって引き出されているのか明確にし，1on1 の課題とされてきたスキルの属人化を防ぐナレッジの構築をしていくことが挙げられる。

参考文献

(1) 山内萌・高松宏弥：“武蔵野 EMC における AI 技術を用いたオンライン型 1on1 の効果測定に関する報告”，2022 PC カンファレンス論文集，pp.87-88（2022）.

(2) 国分さやか：“職場における心理的安全性の要因についての考察”，立教ビジネスデザイン研究，18，pp.65-75（2021）.

外国語学習者のための語彙学習支援ツールの開発
—文章生成 AI の活用による新たな試み—

中西淳*1
Email: atsushi.nakanishi@oit.ac.jp

*1：大阪工業大学情報科学部情報メディア学科

◎Key Words　　文章生成 AI，語彙学習，学習支援システム

1. はじめに

外国語学習者にとって適切なタイミングで適切な語を使用することは簡単ではない。以下は，日本人大学生が書いた英語日記の一部である。

a. All of these hamburgers are very huge and it was very hard to eat without using knife and fork.
b. ...they took care of me very well so I had very good time.

これらの英文を見ると，強意副詞として very が多用されている。これらの very は必ずしも間違いであるとは言えないが，一見不自然なように見える。この点に関して，投野他（2013）では，日本人大学生の使用する強意副詞のうち約 95%が very と so であることを明らかにしており，英語母語話者による添削において別の語に置き換えられたり，削除されたりしていることを報告している(6)。また，Ishikawa（2015）では，外国語学習者のライティングデータを分析しており，その結果，外国語学習者が簡単な単語を繰り返し使用し，馴染みのない単語の使用を避ける傾向にあることを明らかにしている。これらの傾向は，外国語学習者のライティングにおいて語彙の多様性が低くなっていることに深く関係しており，この問題は，外国語能力が向上しても解決しないことが報告されている(1)。

このような問題を解決するためには，外国語学習者が語彙学習をする際に，単語のニュアンスを深く理解し，他の単語との意味やコロケーションパタンの違いを意識した上で，実際の文脈においてどのように活用できるかについて学習する必要がある。

2. 従来の語彙学習とその問題点

2.1 従来の語彙学習

一般的に，語彙学習は語彙知識の「広さ」と「深さ」の２つ側面に分けて考えられる。語彙知識の「広さ」は，どれだけの数の語彙を知っているか（量的な側面）であるのに対し，語彙知識の「深さ」は，1 つの語彙をどれだけ深く知っているか（質的な側面）に着目される。外国語学習者は，「知っている語」の数を増やすことによって語彙知識を広げることができ，「活用できる語」の数を増やすことによって語彙知識を深めることができると言える。

これら 2 つの側面はどちらも重要であるが，現在の語彙学習研究の多くは，語彙リストの活用や語彙サイズの拡大を目指した「知っている語」を増やすことに重点が置かれている。一方，Nation（2001）では，英語学習者の知っている語の数が増えるにつれて，「活用できる語」との差は大きくなると述べている(5)。また，望月・相澤・投野（2010）では，日本の学校教育現場においては，「知っている語」を増やすことによって自然に「活用できる語」が増えることは期待できないと主張している(2)。

これらの点をふまえると，外国語学習者にとって「知っている語」を「活用できる語」にするための語彙学習は必要不可欠であると考えられる。さらに，適切な文脈で適切な単語が使用できていない問題を考慮すると，実際に単語を活用する場面を想定し，単語の使い分けを意識した語彙学習が求められる。

2.2 従来の語彙学習の問題点

外国語学習者が単語の使い分けに意識を向け，「活用できる語」を増やすことは重要であるが，それを実現するためには解決すべき問題点がいくつかある。ここでは，以下 3 つの課題を挙げる。

まず，外国語学習者が十分な活用事例を確認できないことが挙げられる。外国語学習者が単語の使い分けを学習するためには様々な場面での単語の使用例を比較する必要がある。一方，外国語学習者はレベルにあった適切な用例が十分に確認できず，結果として単語集や単語カードなどの 1 語 1 訳で単語を暗記することになる。この点について，中田（2019）では，和訳ではとらえられないニュアンスや，実際に単語をどのように使うかを学ぶ上では，用例を確認することが必要不可欠であると述べている(4)。この点をふまえると，外国語学習者が実際の活用方法をイメージすることができるように，豊富な用例を提示した上で，類語などの他の単語とどのように使い分けるかを様々な文脈から判断できるようにすることが重要となる。

次に，どの単語がどの文脈において置き換え可能であるかが不明瞭である点が挙げられる。単語の言い換え表現を調べる際，多くの場合は類語辞書やシソーラスを用いる。一方，これらは類語を列挙しているにとどまっており，用例はいくつか提示されていたとしても，どの単語がどの文脈において適切であるかは示していない(3)。近年，テキストデータ（コーパス）を用いた学習法（データ駆動型学習：DDL）が注目を集め，SKELL（Sketch Engine for language learning）や SCoRE（Sentence Corpus of Remedial English）などのオンラインツールが登場し，語彙学習に活用されているが，これらも具体的にどの場面でどの単語が適切であるかを示しているわけではない。

最後に，単語の使い分けを学習するための視覚的なツールが少ないことが挙げられる。現在，Web 上で thesaurus.com や Visual Thesaurus など類語を視覚的に確認

できるツールが公開されている。一方，これらは単に各語の類似度の高さに応じてプロットされたものであり，それぞれの語をどのように活用するかについては考慮されていない。外国語学習者が用例と類語を直感的に確認できるプラットフォームがあれば，単語の使い分けを学ぶ際に活用できると考えられ，「活用できる語」を増やすことに貢献できると言える。

3. 本システム(単語使い分けマップ)の概要

3.1 本システムの特徴

上記で述べた 3 つの問題点をふまえ，本研究では，(1)豊富な用例を自動生成し，(2)どの語が文脈に適応するかを計算し，(3)それらの結果を視覚化することのできるシステムとして「**単語使い分けマップ**」を開発した。ここでは，これら 3 つの特徴を 3.2 から 3.4 で具体的に概観する。

3.2 用例の自動生成

すでに述べたように，単語の使い分けができるようになるためには，外国語学習者は豊富な用例に触れ，多くの活用事例を確認する必要があると言える。そこで，本システムでは，近年注目を集めている GPT（Generative Pre-trained Transformer）を用いて検索語を含む英文を自動生成して提示する。

具体的な方法としては，Open AI が提供している ChatGPT API を利用し，Python の openai から gpt-3.5-turbo のモデルを呼び出して実装した。なお，openai では，プロンプト文で指示を与える必要があり，下記のように記述した。

“List {n} examples of English sentences using the word "{word}". They should be no longer than 15 words and written at CEFR｛CEFR｝level.”

{}内は引数として入力できるように設定し，{n}には用例の数を選択できるようにし，{word}には検索語を入力できるようにした。また，用例は外国語学習者の習熟度レベルに応じて変更することが適切であると考えられる。そのため，CEFR（Common European Framework of Reference for Languages）と呼ばれる外国語レベルを表す指標を用いて用例を作成するように指示した。CEFR では，A1，A2，B1，B2，C1，C2 の 6 段階で外国語レベルが分類されている。そのため，{CEFR}には，これらの 6 つのレベルを選択できるように設定した。

3.3 類語の文脈適応度の計算

様々な単語を使い分けられるようになるためには，類語を一覧にして提示するだけではなく，それぞれの用例においてどの類語と置き換えられるかを計算して提示することが効果的であると言える。そのため，本システムでは，類語がどの程度文脈に適応しているかを表す「文脈適応度」を計算する。

まず，大前提として，検索語の類語を取り出す必要がある。類語の抽出には，単語間の類似度を測定することのできる Word2Vec を利用した。Word2Vec は自然言語処理において広く利用されるニューラルネットワークのモデルであり，単語をベクトルと呼ばれる数値データに置き換えて，単語間の関係性を計算するために利用される。ここでは，1 例として，very の類語を Word2Vec で出力した結果を示す（表 1）。

表 1 Word2Vec における very の類語

順位	単語	類似度
1	extremely	0.865
2	quite	0.807
3	incredibly	0.782
4	fairly	0.772
5	unusually	0.705

なお，類似度の計算には、gensim と呼ばれる Python のライブラリを使用し，検索語と類語の 2 つのベクトルがどれだけ同じ方向を向いているかを数値化したコサイン類似度を計算し，その順に並び替えた。

次に，取り出した類語がどの程度文脈に適応するか（文脈適応度）を計算するために，BERT（Bidirectional Encoder Representations from Transformers）を利用した。BERT も Word2Vec と同様，自然言語処理において広く使用されるニューラルネットワークのモデルであり，文中の前後関係を考慮し，空欄に当てはまる単語がどの程度適切かどうかを計算する際に利用される。表 2 では，1 例として“She is very tall.”の very に置き換えられる可能性のある単語を探るため，先ほどの 5 つの類語（extremely, quite, incredibly, fairly, unusually）の文脈適応度を計算し，その値によって並び替えた。

表 2 BERT における very の類語

順位	単語	文脈適応度
1	unusually	0.213
2	extremely	0.162
3	quite	0.044
4	fairly	0.023
5	incredibly	0.013

文脈適応度の計算には，FitBERT と呼ばれる空欄補充タスクに特化した BERT のライブラリを用いた。FitBERT 内には，文脈適応度を計算するための関数があるため，用例中の検索語を類語に置き換え，どの程度構文として成立するかを計算した。

表 1 と表 2 を比較すると，単語間の類似度だけに注目した場合は，very の類語として extremely がもっとも置き換えられる可能性が高い語として算出されたが，“She is very tall.”という文脈の中では，unusually がもっとも置き換え語として適切であることが確認される。このように，様々な用例においてどの類語が最適であるかを確認することで，外国語学習者は類語の細かいニュアンスの違いを理解できるようになると考えられる。

3.4 単語使い分けマップの作図

すでに述べたように，従来の類語辞書は検索語の類語が列挙されているだけであり，どのような文脈において類語が置き換え可能であるかについて視覚化されていない。本システムでは，自動生成した用例（3.2）において

各類語が文脈にどの程度適応するかを算出したもの (3.3) を外国語学習者が直感的に理解できるように作図した。作図には，各用例と各類語の相性の良さを色の濃淡によって表すことができる階層的クラスター付きヒートマップを用いた。階層的クラスター付きヒートマップとは，似た特徴を持つデータをクラスタリングし，色の濃淡によってデータのパタンや相関関係を表現するための図表である。図 1 は，実際に very の用例 5 例を最も簡単な英文（CEFR A1）で自動生成し，very の類語 5 語の文脈適応度を計算した結果をヒートマップで示したものである。

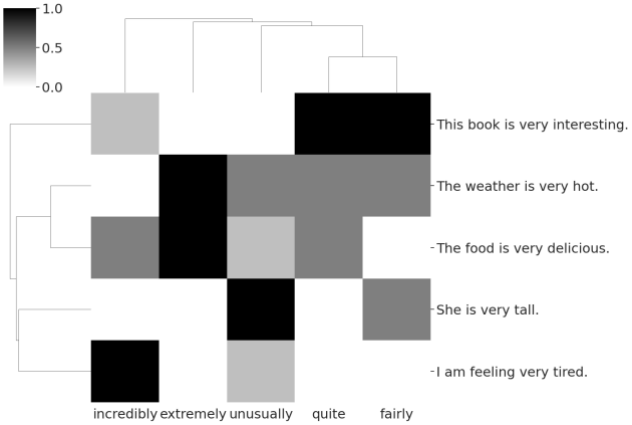


図 1　very の類語ヒートマップ

作図には，Python で利用できるデータを可視化するためのライブラリである seaborn を用い，その中の clustermap というメソッドを用いた。図 1 のように，ヒートマップの右側に用例が一覧で表示され，下側に類語が一覧で表示されるように作図が行われる。ヒートマップは色の濃淡によって各項目の関係性が可視化されるため，1 つ目の用例（“The book is very interesting.”）の場合，quite や fairly といった類語が very と置き換える可能性が高く，反対に，unusually や extremely とは相性が良くないことが確認される。なお，これらの計算（クラスタ間の距離尺度の計算）には，seaborn のデフォルトのものを利用した（method=“average”）。

また，用例や類語は色の濃淡の配置の近似性で並べ替えられ，近似する要素同士が近くに配置される。たとえば，quite や fairly は色の濃淡の配置が近似しているため隣同士に配置されるが，incredibly と fairly は要素間の近似性が遠いため離れて配置される。なお，これらの計算方法に関しても seaborn のデフォルトのものを利用した（metric=“euclidien”）。外国語学習者は検索語の類語や用例をヒートマップを見て分類することで，検索語自体の意味や類語の意味の棲み分けを行うことが可能になると考えられる。

3.5　Web アプリケーションとして実装

本システムは，Web 上で一般公開することで外国語学習者が自由に使用できるようにしている。Web アプリケーションの作成には，Python の Web アプリケーションフレームワークである Flask を用いた。図 2 は，実際に Web アプリケーション上で very の用例 10 例と類語 10 語を検索した結果である。

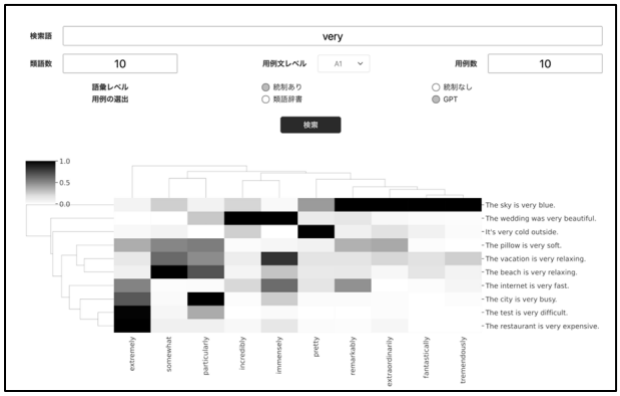


図 2　Web 上のインタフェイス

まず，「検索語」の欄には検索したい単語を入力する。入力された単語は原形以外の場合（例 : went, people）でも原形に変換されるようにレマ化が行われる（例 : go, person）。次に，「類語数」の欄に出力する類語の数を選択する。これにより，Word2Vec を用いて検索語との類似度の高い類語を指定された数だけ取り出される。このとき，「語彙レベル」を「統制あり」にすることで，出力される類語を外国語学習者に適切な単語だけに限定して検索できるように設定できるようにした。これらの設定には，日本の英語教育での利用を目的に開発された語彙リスト（CEFR-J Wordlist）を用いて，語彙リストに含まれる単語だけに限定して検索できるようにした。

その後，「用例文レベル」と「用例数」の欄で用例の難しさと提示する数を設定する。このとき，「用例文レベル」の選択には，CEFR を参考にし，A1 から C2 までの 6 段階と「指定なし」の合計 7 項目の中から 1 つ選ぶようなプルダウンリストを用意した。

これらを設定した上で，「検索」ボタンを押すと，用例が自動生成され，類語の文脈適応度を計算され，ヒートマップが作図される。

4.　実践の結果

4.1　調査手順

本研究で開発した「単語使い分けマップ」の使用感について調査するため，32 名の日本人大学生にアンケートを行った。アンケート対象者は情報系分野を専攻している学生であり，英語の文法について学ぶクラスにおいてアンケート調査を実施した。クラスでは，まず，単語の使い分けに関する課題に取り組んでもらい，その後，それらの課題の解説を行なった。その際に，他の語彙学習支援ツールと合わせて本システムを紹介し，10 分間好きな単語を色々なツールを使って学習してもらった。最後に，「単語使い分けマップを使ってみて感じたことを自由に記入してください。」という質問に自由記述で回答してもらった。

4.2　調査結果

アンケートの回答から本システムに関する多くの利点や改善点が得られた。ここでは，本システムの特徴である (1)豊富な用例を自動生成できる点，(2)どの語が文脈に適応するかを計算できる点，(3)検索結果を視覚化できる点に分けてコメントを整理する。

まず，用例の自動生成に関するコメントとして以下のようなものが得られた。なお，カッコ内の表現は筆者が加

筆したものである。

「用例がたくさんあると勉強になる。」
「(用例の)レベルを選べるのは良い。」
「英文がいつも違うから何回でも楽しめた。」
「A1 とか B2 とかってなんですか？」

多くの学習者が豊富な用例に満足しており，様々な場面での単語の使い分けを確認することができたとコメントしていた。一方で，CEFR に関する説明が不足していたことから，用例文レベルの設定基準に関して疑問を持つ声があった。この点に関しては，学習者にとってより明瞭な設定基準を設けることが必要であると考えられる。

次に，類語の文脈適応度に関するコメントとしては以下のようなものがあった。

「どの語が(文脈の中で)使えるか見れるのはすごい。」
「類語がこんなにもあるとは思わなかった。」

どの語がどの文脈で使えるかどうかを可視化できる点は多くの学習者も便利であると感じており，今後も活用したいという声が多く寄せられた。一方，本システムでは類語を機械的に抽出していることもあり，一部の単語に関しては類語としては適していないものが含まれているという声があった。この点については，今後改善していく必要があると言える。

最後に，ヒートマップ図に関するコメントとして以下のようなものが得られた。

「パッとみてわかるのは助かった。」
「図があるとわかりやすい。」
「スマホだと(図が)少し見づらかったです。」

学習者にとっても視覚的に用例と類語の関係性が視覚的に見られることはインパクトがあるようで，おおむね好評であった。一方，図の見方（特に，色の濃淡）に関する質問があったり，スマホで検索する学習者から見にくいという声があったり，いくつかの改善点が見られた。

5. おわりに

5.1 まとめ

本研究では，外国語学習者が単語の使い分けを学習するための支援ツールとして，「単語使い分けマップ」を開発した。この語彙学習支援ツールを使用することで，外国語学習者は，(1)豊富な用例に触れることができ，(2)どの語がどの程度文脈に適応するかを確認でき，(3)それらの結果を視覚化することができると考えられ，本研究では，それらのシステムを Web アプリケーションとして公開した。

実際に日本人大学生に Web アプリケーションを利用してもらい，アンケート調査を行なった結果，「用例がたくさんあると勉強になる。」や，「どの語が(文脈の中で)使えるか見えるのはすごい。」，「図があるとわかりやすい。」などのコメントが寄せられ，本ツールの学習効果が期待できることが明らかになった。

5.2 制約と課題

今回開発した語彙学習支援ツールは，外国語学習者が類語の使い分けを学習し，「活用できる語」を増やすために有益であると考えられる。一方，本ツールにはいくつかの制約と今後の課題が残されている。

まず，類語の抽出における精度に改善の余地があると言える。たとえば，Word2Vec による類似度計算の場合，品詞の区別がなく，反対語が抽出されることも多い。これは Word2Vec の特性上，コロケーションパタンから語彙同士の類似度を計算していることが起因している。今後，品詞を事前に選択できるようにしたり，類語辞書やシソーラスを参考に類語を定義したりすることで改善が見込める。

また，自動生成する英文にも改良の余地はある。今回のシステムでは，CEFR によって英文のレベルを指定したが，他にも場面やトピックを指定することも可能である。たとえば，生成する用例が，口語か文語か，あるいは，フォーマルな文かカジュアルな文か，など細かい設定を加えることで，様々な場面において外国語学習者の助けになると考えられる。

謝辞

本研究は，科学研究費助成事業（科学研究費補助金）若手研究『深層学習モデルを用いた類語学習支援システムの開発とその学習効果の検証』（代表：中西淳，課題番号：23K12254）の助成を受けたものである。

参考文献

(1) Ishikawa, S. :“Lexical development in L2 English learners’ speeches and writings”, Procedia - Social and Behavioral Science, 198, pp.202-210（2015）.
(2) 望月正道，相澤一美，投野由紀夫：“英語学習の指導マニュアル”，pp.88，大修館書店（2010）.
(3) 中西淳：“ニューラルネットワークを活用した類語検索システムの開発–シソーラスにおける形容詞 good の記述との比較–”，e-Learning 教育研究，17，pp.13-24（2023）.
(4) 中田達也：“英単語学習の科学”，pp.94，研究社（2019）.
(5) Nation, I. S. :“Learning vocabulary in another language”, pp.432, Cambridge University Press（2001）.
(6) 投野由紀夫，金子朝子，杉浦正利，和泉絵美：“英語学習者コーパス活用ハンドブック”，pp.83，大修館書店（2013）.

学制 150 年初期の授業記録で読み解く 日本的理学教育の特質と ICT 活用的再創生

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，学制 150 年の教訓と再創生，簡易理学実験検証

1. はじめに

明治期科学授業記録を全国網羅的に探索して見出してきた理学教育 150 年史の特質・教訓の核心部を，現代的に再創生することを試行してきた[1]。今回は，そのような中で，特にコロナ禍での遠隔的 ICT 活用や簡易実験を核心部に配置するアクティブラーニング（AL）型授業の具体化に関する実践的な試行を報告する。その際，欧米日での科学教育改革的な潮流(カッケンボス・パーカー型からガノー・スチュワート・ゲージ型)における史的相互関連に関する比較検討や資料的な検証として，ハラタマ・リヒター・旧帝大（お抱え外国人教師）潮流から日本流の開拓者（飯盛・桜井・小川・後藤他）に受け継がれた史的変遷とその新展開に注目した[3-6]。特に，その大きな潮流として特徴付けられた人脈により築かれた歴史的遺産や教訓へと集約される点が注目される。

蘭・仏・独・英・米の洋書原著/大ガノー書/スチュワート書/ガノー書類似の飯盛物理書[6]・桜井や小川流の新展開例，等に本論考では焦点化して，その教育記録内容分析・解読による大まかな俯瞰的提示を試みる。

更に，身近な素材を活用した簡易的実験検証を重要な鍵とする「ICT 活用 AL 型授業への現代的再構成」を試みてきた。その際に，100 均店素材活用・ICT 活用した簡易実験的工夫・最適実験教材(力学・流体・波動等の簡易実験装置)作り，能動的深い学びを探索してきた[1]。

そのような身近な簡易実験装置作りを，コロナ禍における遠隔的な授業にも適応できる身近な素材を活用した簡易実験装置作り・モノづくりとして適切に配置した，ハイブリッド型 AL 授業法への現代的再構築した実践的試行に基づいた，これまでの諸研究成果の報告をする。

２．明治期理数工教育に於ける日欧米の比較分析

最初に，日本の理学・数学・工学分野の教育に於ける明治期以来の歴史的変遷の実相と教訓を明らかにするため，明治以来の理数工授業を記録した授業筆記文書他を探索・撮影した経緯と，その調査分析結果を概観する。

2022 年は学制公布 1872(明治 5)年から 150 年である。当初の明治期の日本は，アジア地域でも科学・技術分野で特筆される発展を遂げるに至った。その中でも特に科学教育や理数工教育分野では日本は如何なる進展を遂げたのか。教育は如何なる役割を果たしたのか。科学教育や実学教育における変遷はどの様であったか。この様な，史的課題を掲げて日本の科学や実学教育に於ける明治以来の実相・教訓を国際的視野から解読してきた[1]。特に，1900 年前後頃に於ける，欧米でのパーカー・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[3-5]，などの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見出し解き明かす調査分析研究を推進してきた。

2.1　新潟茨城や静岡埼玉等で講義筆記文書の新発掘

明治初期から中期や後期にかけての特徴的な実相を概観しておこう。学制が開始してから現在までに 150 年に至るが，学制開始から小学校令下での高等小学校制度化に至り，当時の世界的な科学教育の改革期における諸潮流の影響下で，その幾多の潮流が形成され，日本における科学教育の育成期と高揚期とを招来しつつあった。特に，明治中期（明治 20 年代以降）には，カッケンボス・パーカー型から，ガノー・スチュワート・ゲージ型[3-5]への転換が急速に進行し，簡易実験を核心部に配置するような AL 型授業の具体化への息吹が芽を出し始めた。そのような高等小学校における物理教育への芽を育てた簡易実験に基づく授業筆記を提示する。

例えば，星野・太田（那須福岡師範）の『新撰物理書』では，英国教育改革で生まれたサイエンスプリマ型・スチュワート物理型の簡易実験に基づく物理教育教科書が作成され，そうした日本的なスタイルが後藤牧太の「小学校生徒用物理書」による授業展開例として日本各地で普及展開されたことを示す授業筆記での提示を我々は実現してきている。それは，師範学校付属の教育実習教案（新潟や神奈川）や，師範学校生徒や高等中学校生徒の授業筆記（埼玉・群馬・山口・静岡・熊本）としても確認できる。特に，それ等は小学校令期前後において具体化されたことが注目される。旧制中学校や師範学校での教育開始期頃の新鮮な息吹として，当時の生徒に多大な影響を与えた事での史的役割に注目したい。

そうした潮流の代表的な事例である第５高等中学校での櫻井房紀の物理学初歩筆記を，高等中学でのスチュワート型物理教育授業の典型例として詳細に解読した。

さらに，欧米における最先端的な「大ガノー物理書型」でのより高度で実用的な教育授業筆記実例として，実学的な諸要求にも十分対応できる物理授業例が，静岡尋常中学校での小川正孝[2]による「大ガノー書」で，詳細に提示できる。即ち，小川による力学や物性物理：流体（気体・液体），音学（震動体と伝導媒質と波動性），弾性・分子振動・波動的伝導，で詳細に跡付け得る。

その幾つかの授業内容については，本報告後半における，「流体圧力（気体・液体）をめぐる現代的なパラドックス的論争の抜本的な解明」という重要な課題，即

ち，こうした分野に於ける科学や教育の歴史的な教訓に基づいた，歴史的な教育課題の現代的な再構成としてのアクティブラーニング型授業への再構成を論じよう。

さらに，櫻井房紀・スチュワート書型や小川正孝・大ガノー書型の２大典型例以外にも，水戸中学校や山口師範学校他や，次節の埼玉での授業筆記で示される実例のような，幾多の興味深い授業筆記の実例を提示できる。但し，紙幅関係からその詳細な記述は省くことになる。

2.2 埼玉県立文書館の文書検索実例の記録

埼玉県立文書館での特に注目される新文書集録群の発見例を報告する。記事『2023.4.17・古文書・R4 年度刊行目録「古沢家文書」収録分をアップしました』を基に，更なる新〇〇家文書発見の予感が見事に的中した事例である。特に，コロナ禍で現地訪問が困難・苦難な時を経てこの新予感を的中させて，100 件程の大量の新文献の撮影を実現してきた。そこで，「埼玉県立文書館での新理数工農文献を発掘し得る検索をやり直す絶好機を捉えて探索活動を再開し，250 件に近い新文書一覧の発掘が埼玉で実現できた。大量な新収録文献の検索から未知の〇〇家文書に焦点化した包括的網羅的な探索が実現できた。その埼玉文書館での新体験例を報告する。即ち，全体検索から古沢・飯塚・福島(總)姓の新収録文書所蔵家の個別検索へと授業記録資料の増加域に焦点化したキーワード検索・網羅的詳細検索を拡張した，新理数工農文献全体の網羅的探索」の実践例の報告である。

表１．飯塚家と古沢家理数筆記文書の実例 20 件

飯塚家5613	note book	?	第二学年B組号　飯塚素		1
飯塚家5614	note Book	?			2
飯塚家5615	NOTEBOOK	?	飯塚素治		3
飯塚家5616	[雑記帳]	?	大里郡明戸村大字江原		4
飯塚家5618	ALGEBRA（ノ	?	J.iizuka		5
飯塚家5642	理学　巻一	?			6
飯塚家5643	懐中横文字1	明治9.1,18	飯塚冨八		7
飯塚家5644	修身（ノー	?	四ノー　飯塚		8
飯塚家5645	[生物・歴史	?	幡羅郡明戸村大字江原		9
飯塚家5651	修身科	明治30、18	大里郡明戸村大字上江原		10
古沢家文書2	ノート(綴方	大正.8.1			11
古沢家文書2	NOTE BOOK	[大正15]..	4B FKuriko[栗子ふみ]		12
古沢家文書2	算術帳(数学	大正6.9.18	栗子		13
古沢家文書2	[生物学ノー	[近代]			14
古沢家文書2	三角(数学ノ	明治43.4.1	埼玉県立熊谷中学校 第3		15
古沢家文書2	Note Book	[近代].	by Kuriko[栗子]		16
古沢家文書2	Geometry(数	[大正15]..	4B F.kuriko[栗子ふみ]		17
古沢家文書1	鉱物筆記帳	明治39.4.1	第一学年甲組 古澤嘉辰		18
古沢家文書1	数学筆記帳	明治32.5.	中学二年級 古澤善文		19
古沢家文書2	化学筆記帳	[明治42]..	第四年級甲 古澤嘉辰		20

準備段階の「埼玉文書館内の全データベースの横断検索」により，網羅的な探索を私たちが既にしてある「〇〇家一覧表」以外に，新文書が存在しそうな〇〇家を新発見する。その新家名データベースでの個別的と総当たり的との詳細検索を進める。即ち，総当たり的な検索とキーワード絞り込み（ノート・理筆記・教・理・・・他）検索，等を必要に応じて行き来して，重要理数工文献の取り残しを最小限化する文献検索を実施した。

こうした全面的検索が未だにされて無い〇〇家（福島，飯塚，古沢，諸井，中野家）等に検索重点を移した成果である。未探索だった「新たな家名のデータベース」の詳細で網羅的な検索・探索・発掘した飯塚家・古沢家文書リスト（約 250 件中の 20 件）が表１である。

表１の赤字の文書文献は，自然科学分野の筆記文献であり，明治期のものが主で，大正・昭和初期のものも若干は含む。最近に於ける「飯塚家・古沢家の筆記者」は，何代かの兄弟による場合が目立ち，筆者が特定できている事例がとても多い事で「家族史的な変遷をも読み解き得る価値ある資料となる期待が盛り沢山」となる。埼玉県立文書館を 2023 年 6 月には実地訪問し，明治時代から本格化した理数工農教育研究の実相を解き明かす教育関連記録・授業記録に関連する文書の 100 文書程（探索・検索し一覧表全体中の一部）を閲覧・撮影（持参したカメラで）した。それらの写真を pdf 化文書資料として整理・蓄積して，その詳細な調査分析研究を現在も鋭意推進してきた。以上が，埼玉文書館デジタル検索と，それに基く理数工授業記録 PDF 資料作成例である。

2.3 ハラタマ・リッテル・飯盛挺造理学書の変遷史

代表的な講義記録として，外国人教師講義の通訳者による物理化学講義の口述記録書（オランダの外国人教師ハラタマの理化新説や窮理学書全 11 巻）や，ドイツ人教師リヒターの物理日記・化学日記）の特徴的な共通点と転換期の深層を調査探索する。ハラタマ・リヒター以来の旧帝大（旧北大農）外国人教師から日本教師への物理教育潮流の変遷を辿った。飯盛挺造の『物理学上・中・下』[6]は，東大医学教育助教時代の医学教育から，4 高(石川)時代の物理講義書として使用された。その序言には「この書は東京大学医学部の助教時代から物理学授業の際に講義用備忘録として逐次編纂し生徒に与え，内容や順序を改善して実地経験の蓄積で講義録の改良を毎年蓄積し増刷毎に完成度を高めたと記された[6]。それは大ガノー書類似の教科書として 30 余年・28 版[6]に及ぶ。実は，大ガノー書フランス語原著の潮流に強く影響されたドイツ流改良編集版である『ミュウレル氏物理学書（ドイツ語原著版）』によるものだった（大ガノー物理書ドイツ語翻訳書は別にある）。ハラタマやリヒターの授業口述物理書も，大ガノー物理書（オランダ語訳書やドイツ語訳書）に強く影響されたものだった。大ガノー物理書訳や物理実験図の国際連関を浮彫にするため，それらの俯瞰的な総覧図を作成しその実態を対比して，当時の国際連関的な深層的連関分析を進展させた。この①口述記録書（オランダ教師ハラタマ理化新説と窮理学書 11 巻），②ドイツ教師リヒター物理・化学日記，③飯盛挺造の物理学を俯瞰的な対比図を図１にて試作成してみた。その基礎である「カッケンボス型・パーカー型，スチュワート型やガノー型，等の実験図

も配置した。この実験装置の対比的な俯瞰的総覧図で辿る欧米日の大ガノー物理書に至る国際連関と史的変遷を可視化する方法を探索，その具現化を試行してきた。

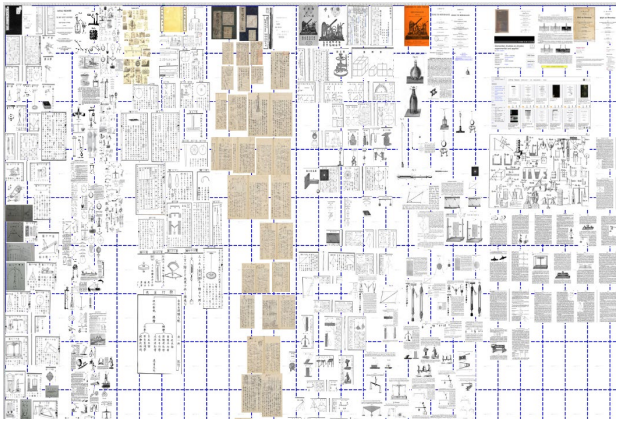


図 1 明治の日欧米物理教科書・物理実験図の比較一覧

加えて小川正孝流の展開例(大ガノー書[4]型実験工夫と物理化学型授業の展開) 他，の豊富な授業記録を調査分析し，「パーカー・カッケンボス型から大ガノー書・スチュワート・ゲージ物理書型」への新展開を跡づけた。そして「当時に特徴的だった原子・分子論・簡易実験検証を重視したアクティブ・ラーニング型講義の史的再構成」を試みた。アジア地域で特筆される発展・科学や技術分野での展開として，日本の理学・数学・工学分野の教育に於ける明治期以来の歴史的変遷の実相と教訓を解読した。　その類似性や革新性を対比分析して，力学や流体分野の授業展開に於ける実態・教訓の具現化を次節で試みる。

3. 流体（気体液体）圧力や物性関連の授業筆記

パスカルの水銀サイフォンの原理を原著[7]を深く読み，以下の見事で正確な実験検証法の記述を再発見した。圧力が 2 気圧（深度 10m）の水中で，大気，水，水銀，油，等の流体が相互に織りなすサイフォン現象を論じる。容器内の流体とサイフォン管内の流体のそれぞれの役割を上手く変え，相互の領域での圧力基準（境界条件）を識別し得る相互圧力差の概念的混乱を解消する。

特に注目すべき事は，「2 気圧水中の水銀管という設定」を同水中の「油管という設定」に代えれば「逆向きサイフォン」になる」とパスカルは明確に推定した事である[7]。私達は，「如何なるサイフォンを，如何なる溶液中に，如何に設定するか」という圧力差を生む境界条件の変更を，思いどうりに・自由自在に行えることで，（水中の，油や空気や，空中の水や炭酸ガス他の）最新型実験装置作り・モノ作りの多彩な工夫を試行した。

我々の「何でもサイフォン化やモノ作り法の考案」で，パラドックス的なサイフォン動因の明快な実験的検証法を再創生した。万能パスカルサイフォン検証装置作り，流体圧差をめぐるパラドックシカル現象[7–9]の解明実験法と動画映像実演の機会を，幾度も持ってきた。この新型サイフォン原理の実演法は，水中での大気入りビニール袋型サイフォン(両端の空気入り袋をサイフォン管で通管させる」の工夫をして，水中に沈めた深さに於ける圧力差のサイフォン動因流を生む。更に，教訓茶椀の逆流を圧差で生む AL 授業法提示案を例示できる。例えば，「サイフォン原理;水流の動因は，次のどれか？①水の鎖的な張力　②水流端の圧力差 ③その他」。

図 2 のサイフォン管の基準気圧 P’，1 気圧 P なる流体容器と水中をつなぐサイフォン管中の流体動因力は，内気圧差 P–P’+水高度差圧 H：サイフォン流動源は　①水分子鎖張力か？　②水流端の圧力差？　③その他？。という簡易実験的な氷解法で大気中開放の容器間での閉じた内圧 P’ P の 2 容器間の圧差と水高差 h の実験だ。

3.1　パスカルのサイフォン原理は間違いか？

「サイフォン流体はなぜ動く?」との問いと，その問に対する「サイフォンの作動原理の理解法をめぐる解説論述」には，根本的な誤解や混乱が目立つ。曖昧な解説スタイルの広がりも著しく無視できない状況にある。

特に「物理学や力学教科書（大学教育）や一般向けの科学入門書のサイフォン現象の解説に多くの間違いがある」という分析が宮地により指摘された[9]。その結果，宮地は「サイフォン原理の間違いが 350 年以上も前から存在していたことが明らかにされた」と明記した[9]。

同様な論理展開を彼の添付論文でも彼は明言した[9]。しかし，実は，次の内容解説のようなパスカル原著[7]の記述を注意深く読むと，「サイフォンは空気圧による押し上げによる」という「パスカルの 350 年以上も前から存在するサイフォン原理の間違い」との決めつけは誤解だった。それはパスカル原著の根本的誤読で生じていた。宮地は重大な誤読から「水分子の鎖（チェーン）の張力説によるサイフォン作動原理で，パスカルの 350 年来の間違いを正した」との思い込みに陥った[9]。「身近な手作りサイフォンの簡易実験法」を次の図 1 に示して，宮地等の根深い誤解[9]を全て氷解させ得よう。

パスカルの「水中下 10 メートルでの水銀柱サイフォンによる実験的検証図解」の核心部を次図 2 で示す。

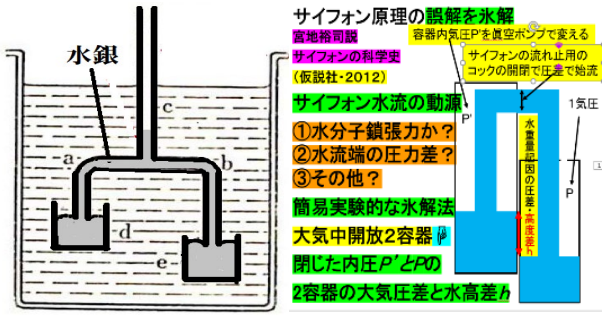


図 2. 水深 10m の水銀サイフォン図とその動因の解説図

即ち，それは水中でのサイフォン(水銀・空気・油の流れ)などによる検証実験法・パスカル科学論文集（7）の 116 頁のように，「大気の重さはサイフォンの中に水を上昇させる」との実験図をもとにするサイフォン現象の考察である。実は，この主な実験的な実証内容は，「空気中のサイフォンの代わりに水中の水銀の管を流れるサイフォン」を考えるものである。その際，10 メートルもの深さの水中なので，1 気圧が増加する水圧下での水圧で水銀が 76 センチも上昇（水銀サイフォン中を図 2 の a から c まで）させる工夫をした。水銀の 1 気圧分を上昇させることで，これによりサイフォンが上手く連

通するようにするため，大気圧(一気圧)に加え水 10m 分の水圧（又は気圧）を使う「パスカル型アイデア」を応用する。この水中 10m と同一な水銀サイフォン動因の実験検証法・図２をより簡明な AL 型授業に再構成する。

「10 メートル分の水量の重力は，水銀サイフォン中の水銀を 76 センチ程上昇させる」，その上で，更に「それより短い下部では，水銀同士の圧力差で，水銀はより下部の器に落ちることになる（水銀同士の重力差が主要因である)」。更に次の問を発して，正解の選択をさせる。

問い：サイフォン水銀流の動因は何だろうか？

回答： 次の①～③から一つを選択し理由を述べよ。

① サイフォン水流作動原因は水分子鎖の張力か？

② 水流端の圧力差か？

③ その他か？

パスカル原著 (7) 油サイフォンで鎖張力説は破綻する

内圧 P`P の２容器のサイフォン管上部の圧力差は，管下端の水高差 h+P-P`；図２。P`P が共に２気圧の水銀サイフォン(水銀管が水中 10m 下と同じ）を，水より軽い油(水銀の代わりに）で満たしたらどうなるか？水銀とは正反対の現象が起こるに違いない。重力と逆方向に，低い方の油が上昇しサイフォン上部に上り高い容器に流れ込むが，鎖張力では不可能だ。鎖張力の無い空気でも同じ逆流する結果が得られ，鎖張力説 (9) は破綻する。

3.2 サイフォン作動原理やマリオット瓶他の応用例

パスカルが本当に示したい極限例は「水銀サイフォン管内で水銀途切れぬ限度が有る」事だった (7-8)。深さ 10m の水中で水銀サイフォン実験で実証をした。実は空気圧２気圧・深さ 80cm の水銀サイフォンと同条件だ。

サイフォン流の動因は容器内の流体の比重とサイフォン管内の流体の比重差（相対的重量差）で，サイフォン最高位置のコック部圧力の差で定まる。サイフォンが置かれる容器流体とサイフォン内流体例として，水中に置いた空気サイフォンで，空気流は高圧部(下底）から低圧部（上面）に流れ，上部風船膨張と底部風船縮少だ。

E.L.マッカーシーはペットボルト栓にストローを付けて，外部の空気をびん中の水中に差し込み，水が流失して減少した（希薄化・減圧）分を補うだけ空気が入るマリオット瓶を作成し普及した（1934)。瓶中のストロー下端と水出口の高さの内外圧差が一定なので，端の水が有る間は一定流量で流出する。次の２実験を試行する。

①２種のマリオット瓶（圧差 h1-h2，h3-h4）の流失量を競争させ，どちらがより早く流出するか？というマリオット瓶とその法則性の探究を試みる。ストローが減水分の空気を補い，水流不変ストロー下端部での水圧差を一定に保つよう容器内に空気が入る原理を検証する。

②教訓茶碗(ストローサイフォン)を作って，その水流出を止める方法は？ と「水圧差をポンプ減圧で変化させ」，サイフォン原理とボイルの法則でピストンの仕事と水の位置エネルギー変化量を探究する。容器内気圧 P’と外気圧 P の２容器を繋ぐサイフォン内水流動力は内気圧差 P-P`+水高度差圧 H に等しい事を検証する。

５．おわりに

学制開始 150 年初期の教育史的文書禄の探究で解読した明治期の特徴的授業の実相を列挙して整理しておこう。

１．櫻井房記の第五高等中物理授業はスチュワート物理教科書と明瞭に対応することを明瞭に対比して解読した。

２．1890 (M23)）年の小川正孝静岡県尋常中学校の物理講義 (石川武平筆記) は大ガノー書と明確に対応していた。

３．1896 (M29) 年の酒井佐保物理学講義・新撰物理学教科書熱学実験検証・法則確証・大ガノー書に対応していた。

４．1900 (M33) 年の松岡豊吉物理学筆記はゲージ物理書の AL 型簡易実験・高水準筆記・深概念形成の源流は，政教社型の役割 (雑誌日本人やな緩やかな文壇的人脈) による。

５．パスカルの水銀サイフォン構想 (2 気圧の水中水銀管の設定) を同水中で「油管の設定」に代えれば「逆向きサイフォン」になる，とパスカルは推定した (7)。私達は見過ごされてきた「パスカル原著でのこの推定」を，空気サイフォンや油サイフォン装置を作って実験的に確証した。

最後に，この様な史的価値ある学習内容を現代的に再創生する例（吸盤作りと ICT 活用型 AL 授業）を４項目ほど列挙することで，本論考のまとめに代えることにする。

１．アルキメデスの原理と排除した水分の重量で浮力流体 3D 圧効果を論証し，吸盤の剥離落下浮上で差異を明示した。吸盤・サイフォン・教訓茶碗・マリオット瓶作り，のようなモノ作りを核心部に配置する効果が大であった。

２．ガリレイ・トリチェリ・パスカル・真空・吸盤流体力学パスカル原理⇔断面積比例水圧・固体間力の差異や流体圧力・深さ比例；四方八方・落下浮き上り明示した。

３．密閉領域毎の流体圧基準を見抜く応力概念を形成し，密閉境界面での圧力差を面圧力ベクトルで可視化したい。

４．圧力差を応用した実験器具作りや逆流弁の原理，真空ポンプ作り，ゴム弁付けと圧力差での圧着，等は意義深い。

謝辞:本研究は JSPS 科研費 21K02947，19H01711 及び，21K02890 によるものである。

参考文献

(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。

(2) 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。

(3) B.Stewart：Lessons in elementary physics，Macmillan，London(1873)，M18 スチュワート物理学川本清一訳.。

(4) A. Ganot:“Elementary Treatise on Physics Experimental and Applied for Use of Colleges and Schools” W. Wood and Company，1879.

(5) 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）物理教科書』。

(6) 飯盛挺造訳述：『物理学上・中・下』，飯森・丹波・柴田出版人（1877－1880）(1917，第 28 版丸善の出版に至る)。

(7) パスカル原著：『パスカルの科学論文集』松波信三郎訳・岩波文庫 1953 初版・1984 年版：(120 頁２段落３行目部分)。

(8) E.マッハ著(1883)，伏見譲訳：“マッハ力学”，講談社(1969)。マッハ力学史・岩野秀明訳(公論社）も同一内容である。

(9) 宮地裕司:: サイフォンの科学史（仮説社・2012)。

生成型ＡＩの教育活用に関する意味を探る
～コンピュータ利用教育の歴史から観た一考察～

妹尾 堅一郎*
Email: kensenoh@senoh.institute

＊ NPO 法人 産学連携推進機構

◎Key Words 生成型AI／コンピュータ利用教育／マスカスタマイゼーション／マスカスタマイゼーション

１．はじめに

AIは，画像，音像，テキスト，プログラムコードをはじめとした多様なコンテンツを生成できるようになってきた。これはABC（A=Algorism，B=Big Data，C=Computing power）が揃ったお陰であるという。AIの登場は，コンピュータ（あるいはロボット）が，ヒトの行為の少なからぬ部分を代替し始めたことを意味するだろう。特に対話型生成AI（Chat GPT 等）の教育分野への影響は既に多くの議論を喚起している。多くの欠点や使用リスク等も指摘されており，多様な実践と省察の繰り返しを通じてさらに議論が必要になっていくはずだ。だが，それを拒絶・規制することは極めて難しい違いない。

本論はそれらの議論を展開するものではない。本論の狙いはコンピュータ利用教育の歴史を振り返りつつ，対話型生成AIの意味と位置付けを検討することである。まず本学会他で既に報告している議論を再吟味する。第一にDX発展の3期5段階論，第二にコンピュータ利用教育に関連する多様な3 期説・論とCEIC発展の3期説を振り返る。第三に産業界におけるビジネスモデルがDX（デジタルトランスフォーメーション）によってマスカスタマイゼーションに向かう議論を概観する。これらを踏まえて考察を行う。今回の対話型生成AIの登場は，マスエデュケーション時代のコンピュータ活用の進展というより，むしろ教育における一種のマスカスタマイゼーション化であり，時代的なシンクロが起こっていることを指摘する。

２．ＤＸ発展の３期５段階論（第１の議論）

筆者は，本学会において，自分の専門である産業生態系やイノベーションの研究教育において，次世代ビジネスは多様なトランスフォーメーション（転換）が相互に関係しながら産業パラダイムを転換させるという議論を行っていることを紹介・議論したことがある[6]。

――――――――

多様なＸ（トランスフォーメーション）の内の一つであるDX（デジタルトランスフォーメーション）とはアナログ基盤からデジタル基盤へ転換することであり，3期（Digitization，Digitalization，Digital-intellization）に分けた上で1期・2期を前後に分けて5段階に整理した。

①Digitization（前期）「点の変換」
②Digitization（後期）「点から円へ」
③Digitalization（前期）「円から線へ」
④Digitalization（後期）「線から網へ」
⑤Digital-intellization「網から基盤へ」

そして，この“DX五段階進展論”に対応して考えると，“コンピュータ利用教育”はどのように位置付けられるか検討して “学びにおけるDX”を考察した。

（ただし，近時の対話型生成AIの進展を考えれば，第3期も前・後期に分け，全体として6段階にする方が適切であると言えるだろう。）

現在ビジネスの先端では，第3期が急速に進展しつつある。あらゆるところに置かれたセンサーを通じてビッグデータが蓄積され，それらをAI分析すれば高精度の予測と深い知見が生まれ，新たなサービスの創出を導く。例えば，ロボットプロセスオートメーション（RPA）等でオフィスワークや教育が根底から変容する。対話型生成AI等で従来のデスクワークは極めて少数のヒトで賄えうるだろう。他方，生産現場では適時適量生産やバーチャル工場化が進む。それらを踏まえてCPS（サイバーフィジカルシステム）あるいはDIME（情報・物質・エネルギーへの依存社会）的な「新しい顧客価値の創出」がビジネスの中心になりつつある。

なおDXはこの3期をもって完結する。なぜならば，トランスフォームを終えたら，デジタル“化”社会ではなく「デジタル社会」そのものになるからだ。それは「図と地の反転」が完結することを意味する。つまり，アナログが「地」でデジタルが「図」であった世界が，デジタルが「地」でアナログが「図」の世界へ転換するのだ。「デジタル起点，デジタル基盤，デジタル主導」の社会基盤が形成されるのである。

これらを踏まえた上で，この議論では，DXの第3期第5段階に応じたコンピュータ利用教育が始まっていると見ることができるかを問うた。その際の議論要点は次の2点であった。

第一は，AIの活用である。AIを如何に使いことなすか，という学生教育の側面と，いかにAIを活用して授業を革新的に行うか，という教員側の授業活用が強調されるはずだと指摘した。そして，大学での技術面でのAI教育は進みつつあるが，初等・中等教育における教育はどうなのかを問うた。その際，AIの将来は量子コンピューティングと繋がることを指摘して，筆者が 2019 年秋にAIと量子コンピューティング関する調査を行ったことを踏まえ，例えばカナダのIBM等では既に量子コンピューティングを初等教育に実施し，そのプログラムも公開していたことを紹介した。こういったコンピュータ利用教育は日本では明らかに立ち後れているのではないか，また，技術自体の教育ばかりか，その応用・活用に向けた教育でも立ち後れているのではないか，と問題提起した。

第二は，CPS（サイバーフィジカルシステム）への寄与を行う教育の遅れである。すなわち，サイバー側のみならず，フィジカル（リアル）側との相互関係によって，新時代の価値創出を行うためのコンピュータ利用教育であり，従来のフィジカル側の人々にサイバー側のデジタル活用を再教育することが大きく求められることを指摘した。（これは現在の「リスキリング」の議論に繋がるだろう。）また学生教育では，例えば，3Dプリンター等の活用が手始めではないかと提案した。さら

に，CE（サーキュラーエコノミー：循環経済）へ向かう社会への寄与もコンピュータ利用教育における大きな課題であるに違いない，と主張した。

ところで IBM は，そのAIサービス「Watson」を“Augmented Intelligence”として展開してきた。背景のコンピューティングの3世代論は注目に値する。

・第一世代 Tabulating computing
・第二世代 Programmable computing
・第三世代 Cognitive computing

またIBMによれば，ヒトは，（機械等による）肉体的限界の克服，（通信手段による）情報的伝達の限界の克服，（従来のコンピュータ等による）生産性の限界の克服を経て，（コグニティブによって）「複雑性の限界の克服」を始めたという。この第三世代の先端に位置するのが対話型生成AIである。

３．コンピュータ利用教育３段階説（第２の議論）

上記とは別に，筆者は本学会において，コンピュータ利用教育にまつわる各種の技術的動向や基本的考え方も，基本的に 3 段階で進展してきた，あるいは 3 つのモデルを軸に進展してきたと見ることができると議論したことがある[8]。

ここでは，簡略化した上で，その議論を再掲する。

（教育の 3 モデル）
・知識伝授（教える・教わる）モデル
・学習支援（学ぶ・援ける）モデル
・互学互修（教え合い・学び合う）モデル

（教育モデルの背後にある「知のフェイズ」の 3 モデル）
・「知の蓄積と継承」フェイズ
・「知の再構成」フェイズ
・「知の創出」フェイズ

（産業生態系進展の3段階）
・「イミテーション」（模倣）段階
・「インプルーブメント」（改善・改良）段階
・「イノベーション」（創新）段階

（ネットワークデバイスの浸透度の 3 段階）
・十人一台の時代
・一人一台の時代
・一人十台の時代

（ITC利用範囲の発展 3 段階）
・プロフェッショナル/エキスパートユース
・ビジネス/ホビーユース
・ホーム/パーソナルユース

（コンピュータ利用構造の 3 タイプ）
・メインフレーム＆端末
・クライアント＆サーバ
・ピアツーピア

（ネットワークの発展3段階）
・Web1．0（ダウンロード）垂直方向（上→下）
・Web2．0（アップロード）垂直方向（下→上）
・Web3．0（アクセスと SNS）水平方向

これらの流れの中で，CIECはどう考えてきたか。

当初，スタンドアローンのパソコンを如何に使いこなすか，という学生教育の側面と，いかにパソコンを活用して授業を効果的効率的に行うか，という教員側の授業活用が強調された。また，この時代は，既存モデルの改善・改良（インプルーブメント）に主眼が置かれていた。つまり「知識伝授（教える・教わる）」モデルを主体にしたコンピュータ利用教育を志向していたと言えるだろう。

次に，ネットワーク化が進み，ネットワークを如何に使いこなすか，という学生教育の側面と，いかにネットワークを活用して授業を革新的（イノベィティブ）に行うか，という教員側の授業活用が強調された。この時代は，教育学習手法や方法論等の新規モデルの開発に主眼が置かれていたと言えよう。それは学習モデルの転換を促した。学習者を中心に据えた「学習支援（学ぶ・援ける）」モデルへと「図と地」を変換したのである。

さらに，社会人教育，特に先端領域における先端人財育成を行っていた筆者の提唱していた「互学互修（教え合い・学び合う）」モデルが，SNS 等の進展によって実践的に進み始めた。上下から平面的な交流等への重点移行である。

ちなみに，この時期は筆者がCIEC会長を拝命していた時期でもある。会名を変更することを提案したのは，ちょうどこの時期であった。残念ながら，その提案は一度否決された。約 10 年前の会員の中には，①コンピュータにネットワークを加えること，②インプルーブメント（改善）ではなくイノベーション（創新）を志向すること，③教育だけでなく学習を追加すること等に，かなり保守的な抵抗感を持っていた方が少なくなかったようである。

この時期，筆者は上述の教育論，知識論の3段階説，3 モデル論等を想定していた。そして，その上で，CIEC 会長として私は次の二点を強調させていただいた。

第一に，「教育とは学習者の創造である」という考え方である。従来の教育観に基づき教育を教える側から教わる側への知識（やスキルの）伝授を行うことを脱し，学ぶ側からの教育観を主体にした佐伯胖先生（CIE 第二代会長）の学習者中心の考え方を延伸し，学習者を如何に創造・育成するという考え方まで進展・強調した（学習者中心主義から学習者起点主義へ）。学生は教師が与える“知識の貯金箱”ではない，ということだ。これは，ICTを利用して「（辛いかもしれない）知識習得を如何に効率的にさせるか」という問いではなく，コンピュータを利用することによって「如何に，気づき・学び・考えることを楽しむ人々を育成できるか」という問いに変えたかったのに他ならない。すなわち背後の世界観は，従来の「勉強は辛い，しかしICTを使えば強いて勉めさせることが効率的にできうる」というもの（＝ICTによる従来型教育の改善）ではなく，「学習は楽しい，ICTを使えば気づき・学び・考えることが，よりワクワクするものになる」，さらには「新たな知を創出しうる（＝ICTによる新型の学習の創新）」だった。

第二に，「皆と同じことが言えるか，他人と違うことが言えるか」を問うた。「皆と同じこと」とは，蓄積された知を継承することを指す。「他人と違うこと」とは，新たな知の創出を指す。前者だけのヒトを「凡人」と呼び，後者だけのヒトを「変人」と呼ぶ。イノベーションの時代は，当然のことながら，他と同じではなく，他人とは違う発想をしなければならない。他方，オペレーションを確実に行う人々にとっては，皆と同じことを言う/できることは極めて重要である。そこで，健全なるミドルクラスを育てることが主軸に置かれるならば，二つの側面の案配は多種多様にあるべきであろう。それを可能ならしめる教育が必要になり，そのための方法論の開発が必須となったのではある。筆者自身は先端人財育成の実践を通じて開発した様々な方法論を本学会で順次報告した。

（講師の役割の多様化(6 タイプ)）
・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
（講師と学習者の関係性の 3 モデル）
・チュートリアルモデル(1:1)(N:1)
・マスデュケーションモデル(1:N)
・マスカスタマイゼーションモデル(N:N)
（ネットワークの提供価値の 3 モデル）
・「デモデモモデル(いつでも，どこでも，何でも，誰にでも価値提供)」
・「ダケダケモデル(今だけ，ここだけ，これだけ，あなただけに価値提供)」
・「でもだけモデル(両者の提供)」

これらを概観して 3 段階論・説や 3 モデル論等を相互に関係づけると，時代がシンクロしていると見ることが可能だろう。いずれにせよ，CIECの歴史は 3 期に整理できると指摘した。
☆第 1 期(奈良久会長時代:コンピュータ利用を通じた知識伝授モデル教育(教える・教わる)の改善志向(背後の世界観は「知の蓄積と継承」)。
☆第 2 期(佐伯胖会長時代:コンピュータ利用を通じた学習支援モデル教育(学ぶ・援ける)の展開志向(背後の世界観は「知の再構成」)。
☆第 3 期(妹尾堅一郎会長時代:コンピュータ＆ネットワーク利用を通じた互学互修モデル(教え合い・学び合う)による知の創出志向(背後の世界観は「知の創出」)。

3．マスカスタマイゼーション（第３の議論）

筆者は，別の学会(研究・イノベーション学会)において，専門であるビジネスモデルに関して，産業生態系が向かうサーキュラーエコノミー(循環経済)では「マスカスタマイゼーション」が一つの重要な実践的概念になると議論をしている[3]。以下，多少の加筆修正をした一部を示す。

――――――――

かつて手作りによる一品生産であった「モノづくり」の主流は注文主に合わせた個別「カスタマイズ」であった。それが産業革命によって「マスプロダクション」へと変容した。消費主導経済は経済を「マス」に塗り替えたのだ。「マスプロダクション(大量生産)」と「マスセールス(大量販売)」，両者を結ぶ「マスマーケティング(大衆市場開発)」を基本として，コストを下げて求め易い価格を実現し「マスコンサンプション(大量消費)」を促進，それを「マストランスポーテーション(大量物流)」や「マスメディア(大衆向媒体)」による「マスコミュニケーション(大量宣伝広告)」が支えたのである。これらが相俟って，消費促進が経済を成長させたのだ。

大量生産された品は，標準化により画一的となる。そこで顧客要望に対応するため，「バリエーション」による顧客選択肢の多様化や，あるいは一部分を調整する「アジャストメント」という部分カスタマイズなどがなされてきた。

だが，大量生産・大量販売は必ず大量在庫と大量廃棄を伴うことになる。そこで，資源枯渇と環境汚染の両者への同時対応として，次世代に向かってサーキュラーエコノミー(資源循環経済)で「使い続け」が推奨されるようになってきた。資源の無駄を省くことが求められるのだ。そこで「個客」からの受注生産や「個客」にあわせた「カスタマイズ」を行うことになり，サイバーフィジカルシステム(CPS)やデジタルトランスフォーメーション(DX)を活用した「マスカスタマイゼーション(個別注文品の大量同時生産)」へ進展を促進するようになっていくことになるだろう。

4．考察

4-1. 対話型生成AIによるマスカスタマイゼーション

では，上記の「カスタマイズ⇒マス⇒マスカスタマイゼーション」の議論を教育に敷衍するとどうなるか。

消費主導経済において産業等で活用される人材の育成は，それまでのカスタマイズ(個別対応)的な教育であった。例えば上流階級におけるチュータリング(家庭教師)であり，職人における徒弟制度である。これは個々にカスタマイズされた教育訓練だったと見ることができる。

それが産業革命以降の市民階級の勃興によって大きく変化した。マスエデュケーション(大衆教育)の登場である。

一つ目は，例えば市民階層(中流)の師弟教育のための学校の誕生と普及である。私立学校にもかかわらず「パブリックスクール」と呼ばれるのは，以前のプライベートな個別教育と対比されたためであった。

二つ目は，勃興した製造業における工場工員等，マスプロダクションを担う人材の大量育成である。企業内訓練所も少なからず存在した。

日本でも明治維新以降の国民学校や企業内訓練所で行われた読み書き算盤をはじめとしたマスエデュケーションは，まさに「マス」の基本を踏まえていた。どういうことか。

マスの基本は「標準化」と「単位化」である。「標準化」として国定教科書(戦後は検定教科書)が使用され，時間割から卒業単位数まで履修・修得認定は「単位」を基本として構成された。これらを起点として学校教育が進展したのである。

そこで，この歴史を踏まえて，対話型生成AIの意味と位置付けを考えてみよう。

まず教育訓練はカスタマイズ(個別分割)であった。

それが産業社会になってマス(大量一括)になった。

そしてAI，特に対話型生成AIの登場によって，個々に進度や設問の異なる学習者を大量同時に一括指導・支援をすることが可能になるのではないか。すなわちマスカスタマイゼーション(個別一括)である。

4-2. ヒトとコンピュータの互学互修関係化？

従来，ヒトをコンピュータ「で」教育するということが強調されてきた。だがAIにおいては，コンピュータに深層学習をさせることといったヒトがコンピュータ「を」教育訓練することが始まったのだ[4]。

このことは 3 つの示唆を含意しているのではないか。

第一，コンピュータとヒトは教育訓練する&されるの関係になってきたという示唆である。そこでは，ヒトがヒトを教育訓練するように，コンピュータがコンピュータを教育訓練するようになっていくことも含まれるだろう。

第二，この見方にたてば，AIとヒトの関係は，代替・競合関係，補完・補足・支援関係，そして相乗／相殺関係のいずれでもあるところまで拡張されることも含意されている。

第三に「コンピュータ利用教育」を拡張し，「「ヒトの教育を行うコンピュータを育成すること」「コンピュータを教育するコンピュータを育成すること」を入れるべきだと含意されている。

５．むすび

教育訓練の歴史を，カスタマイズ(チュートリアル)モデルからマスエデュケーションモデルを経てマスカスタマイゼーションモデルへの移行であると捉え直すと，対話型生成AIはまさに最先端の教育訓練基盤を構成するとみることができるだろう。特に，マスエデュケーション時代のコンピュータ活用から始まった本学会の進展を踏まえれば，教育訓練におけるマスカスタマイゼーションの可能性は大きな学習環境あるいは学習基盤の変容を意味すると考えられる。この観点からの議論を提案したい。また，この動きは，産業界におけるビジネスモデルがDXによってマスカスタマイゼーションに向かうこととシンクロすることも指摘できるだろう。

いずれにせよ本学会には，次世代を先取る果敢な挑戦を期待したい。

【参考文献】

(1)妹尾堅一郎「妹尾教授のビジネス探訪～新潮流の Business 航海術～」,『月刊時局』 2017.4～2023.08, 時局社(2017～2023)。
(2)妹尾堅一郎「講壇 OPINION」,『日刊工業新聞』,2021.10.04～2023.06.26,連載, 日刊工業新聞社(2021)(2022)(2023).
(3)岩井綾子, 妹尾堅一郎, 伊澤久美, 宮本聡治「サーキュラーエコノミーにおける「カスタマイズ」とは何か～資源循環経済におけるビジネス概念に関する一考察～」研究・イノベーション学会,第 37 回年次大会,2C21,(2022)
(4)妹尾堅一郎「スポーツDXを俯瞰する～特に育成指導支援におけるデジタル貢献の可能性～」, PCC2022, CIEC(2022).
(5)妹尾堅一郎「 “DX五段階進展論”に対応する“コンピュータ利用教育”の可能性」,PCC2021, CIEC(2021).
(6)妹尾堅一郎「オンラインによる社会人教育研修の可能性と限界～学びのDXに関する一考察～」, PCC2021, CIEC(2021).
(7)妹尾堅一郎「社会人教育研修における“次世代コンピュータ利用教育”を展望する～学びのDX化に関する一考察～」, PCC2020, CIEC (2020).
(8)妹尾堅一郎「サイバーフィジカルシステム社会におけるコンピュータ利用教育再考～教育とコンピュータの関係に関する一考察～」, PCC2019, CIEC (2019).
(9)宗岡正二・妹尾堅一郎「転換期を迎えた日本のものづくり～技術を輝かせるビジネスモデルの創出を～」(特別対談 新日鉄住金会長対談),『季刊 新日鉄住金』 Vol.21, 新日鉄住金(2018).
(10)妹尾堅一郎「フロンティア学習のプラットフォーム論」再考～コンピュータ利用教育において，何が変わり，何が変わらないか～」PCC2018, CIEC(2018).
(11)妹尾堅一郎「時代の変化をどう読み解くか～産業歴史観と産業世界観～」, JPCA NEWS August 2017, 一般社団法人日本電子回路工業会(2017).
(12)妹尾堅一郎「「コンピュータ自体を教育する」時代の到来～教育とコンピュータの関係に関する一考察～」PCC2016, CIEC(2016).
(13)妹尾堅一郎「イノベーションはコンピュータ利用教育に何をもたらすか～インダストリー4.0 等による次世代産業の影響に関する一考察」PCC2015, CIEC(2015).
(14)妹尾堅一郎「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～」PCC2014, CIEC(2014).
(15)妹尾堅一郎「「コンテンツ産業」における教育コンテンツ～知的体系と産業生態系からの俯瞰的考察～」PCC2013, CIEC(2013).
(16)妹尾堅一郎「教育のコンテンツ，サービス，メディアの変容と多様化～教育産業生態系に関する一考察～」PCC2012, CIEC(2012).
(17)妹尾堅一郎「事業起点型イノベーション人財の育成～事業戦略・ビジネ スモデルと知財マネジメントを連動させる「事業軍師」の育成～」」in 渡部俊也編『東京大学知的資産経営総括寄附講座シリーズ』第 3 巻, 白桃書房(2011).
(18)妹尾堅一郎「教えない」という教授法の可能性と限界～東京大学イノベーションマネジメントスクールの試み～」PCC2011, CIEC(2011).
(19)妹尾堅一郎「コンセプトセットメソッド～コンセプトワークにより知を紡ぐ方法論～」PCC2011, CIEC(2011).
(20)妹尾堅一郎・藤本徹「マイケルサンデル教授「白熱教室」の教授法～講義形式の可能性と限界を考察する～」PCC2011, CIEC(2011).
(21)妹尾堅一郎, 伊澤久美「問題解決から問題解消へ～インプルーブメントアプローチとイノベーションアプローチ～」PCC2010, CIEC(2010).
(22)妹尾堅一郎, 伊澤久美「イシューマネジメントメソッド～論点群から学習方略により知を紡ぐ方法論～」PCC2009, CIEC, 2009 年。
(23)妹尾堅一郎「「課題」は「解決」するな～「問題解決」にまつわる概念群と方法論～」PCC2009, CIEC(2009).
(24)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, 東京電機大学出版局, (2008).
(25)妹尾堅一郎 「実務家教員の必要性とその育成について:「実務知基盤型教員」を活用する大学教育へ」, 大学論集, , pp109-128, Vol.39, 広島大学高等教育研究センター(2008).
(26)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～」PCC 2008, CIEC(2008).
(27)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～」PCC 2008, CIEC(2008).
(28)妹尾堅一郎「教育イノベーションの俯瞰図～従来モデルを再吟味し，新規モデルを探索する～」, PCC2008, CIEC(2008).
(29)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～」, PCC 2008, CIEC(2008).
(30)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関する実践的考察～」PCC2007, CIEC(2007).
(31)妹尾堅一郎, 関口智嗣『グリッド時代～技術が起こすサービス革新』, アスキー出版, 2006 年。
(32)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』, コンピュータ利用教育協議会学会誌, Vol.21, pp114―120, CIEC (2006).
(33)妹尾堅一郎「新規領域の人財育成におけるメディア活用～「知財人材育成総合戦略」を例に～」, PCC2006, CIEC(2006).
(34)妹尾堅一郎「知財マネジメント教育の新展開:先端領域における先端人財育成方法論を吟味する」,『日本知財学会第3回研究発表大会予稿集』, pp90―95, 日本知財学会(2005).
(35)妹尾堅一郎「先端人財育成における教授法～領域の特徴と学習モデルの関係を考察する～」, PCC 2005, CIEC(2005).
(36)妹尾堅一郎「知財マネジメントにおける先端人財育成:「互学互修」を通じて「先端実践領域の知」を創出する」,『特技懇』, Vol.235, pp35―43, 特許庁技術懇話会, 特許庁(2004).
(37)妹尾堅一郎「「互学互修」モデルの可能性と課題:～特に高等教育, 社会人教育における考察～」, PCC2004, CIEC(2004).
(38)妹尾堅一郎「知財ビジネスに資する人材を育成する～知財人材育成スクールの現況と今後の教育に関する基本的考え方～」,『AcTeB Review』Vol. 4, pp36―pp43, 東京大学先端科学技術研究センター先端テクノロジービジネスセンター, (2003).
(39)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, CIEC (2003)
(40)妹尾堅一郎「「互学互修」教育の可能性～慶應 SFC「社会調査法」7 年の結論～」, PCC2003, CIEC(2003).
(41)妹尾堅一郎「慶應 SFC「社会調査法」の試み(その6)～メディア環境, 学習コミュニティ, 方法論の新展開」, PCC2002, CIEC(2002).

身体知の学習指導におけるデジタルの貢献
—デジタルコントリビューションの可能性—

妹尾堅一郎*1
Email: kensenoh@senoh.institute

*1: NPO 法人 産学連携推進機構

◎Key Words　身体知的活動（パフォーマンス）／ＤＣＰ（Digital Contribution to Performance）／学習指導

1. はじめに

本学会の昨年の報告では，トップレベル・アスリートのハイパフォーマンスの背後にスポーツ科学の進展とスポーツトレーニング指導の「デジタル技術」の活用があることを多様な事例を通じて紹介し，それを「スポーツ DX(デジタルトランスフォーメーション)」と呼び，センサー，コンピュータ，ネットワーク等を通じたデータ集積とAI分析等が育成指導支援から医学的知見に裏付けられた体調管理に至るまで，また用具・道具等の開発や競技施設改良から戦術・戦略形成に至るまで，多くの側面を支えていることを指摘・議論した。

本論では，(1)昨年度の本学会での議論を概観し，(2)別途行った研究・イノベーション学会におけるトレーニングジム等における健康増進(フィットネス)に関する議論の一部をご紹介すると共に，(3)以前本学会で行った「問題」と「解決」に関する議論の一部をご紹介する。その上で議論の対象範囲をスポーツ範囲から健康増進(フィットネス)あるいはダンスや音楽演奏等まで広義の「身体知的活動(パフォーマンス)」分野まで拡張を試みる。そして身体知的活動の学習や指導におけるデジタル化の貢献を「DCP:身体知的活動へのデジタル貢献(Digital Contribution to Performance)」と呼び，身体知的活動に関する育成指導や学習支援について議論する。

2. アスリートとテクノロジーの関係(第1の議論)

まず，本学会における昨年の議論[(1)]を概観する。

近時，トップアスリートのハイパフォーマンス(高度な実技)には目を見張る。サッカーの FIFA ワールドカップロシア大会(2018)，ラグビーのワールドカップ日本大会(2019)，そして新型コロナ禍中での東京五輪・パラリンピック(2021)や北京冬季五輪・パラリンピック(2022)，FIFA ワールドカップカタール大会(2022)からWBC(ワールドベースボールクラシック)(2023)に至るまで，世界的なスポーツ大会における選手達の躍動は記憶に新しい。特に米国大リーグにおける大谷翔平選手の“二刀流“の大活躍は信じがたいほどでさえある。

他方，「三苫の一ミリ」判定はテクノロジーのスポーツ利用の典型例になった。また多くの競技の審判や解説は今や360 度の映像処理なくして成り立たないだろう。

昨年度の報告では，このようなハイパフォーマンスの背後にある大きな要因の一つは，スポーツ科学の進展とトレーニング指導における「デジタル技術」の活用であると指摘し，それらを「スポーツDX(デジタルトランスフォーメーション)」と呼んだ。

センサー，コンピュータ，ネットワーク等を通じたデータ集積とAI分析等が競技者のパフォーマンス向上から育成指導支援や医学的知見に裏付けられた体調管理に至るまで大きく寄与していること，またDXは画期的な用具・道具等の開発や競技施設の大幅改良から斬新な戦術・戦略形成に至るまで新局面を拓いている。

その上で，トップアスリートの高度実技育成のDX支援事例や競技場への影響，および民間におけるフィットネス指導のDX支援事例について概観した。

そしてスポーツとDXに関して 3 つの観点から論じた。

第一，「スポーツとテクノロジーとの関係」;既にいくつもの研究がなされていることを踏まえ[(2)(3)(4)]，例えば，素材の進歩が用具や道具の進歩を促していること，近時は明らかに ITC や DXが大躍進していること等が挙げ，これらが相俟って，実技・指導・管理等を急激に進歩させると共に審判・判定等も向上させていることを論じた。さらに一般の人々のスポーツ観戦から健康増進 まで大きな変容をもたらしているにとにも言及した。

また，特許庁によるスポーツ関連技術に関する技術動向調査では，次のように技術を「みる」「する」「ささえる」に分けている。

【提言 1】スポーツ関連技術のビジネス活用に向けた， 成長性の高い技術分野，日本国籍に強みのある技術の 活用への注力

【提言 2】観戦支援など「みる」市場で注目される技術 への注力

【提言 3】「する」「ささえる」市場で極めるスポーツ にとって価値の高い技術の強化

【提言 4】一般の人がスポーツや運動を楽しみ，健康 増進するための「する」「ささえる」市場にも適用できる技術の展開

この提言 4 に関連した「フィットネス」に関する我々の調査研究については後述する。

第二，「スポーツとイノベーションとの関係」;イノベーションを「ドミナントモデルの転換」と定義し，その変遷を概観して見出したモデル群に関する議論を紹介した。実技動作に関するものが主であり、今後はDXによりさらにドミナントモデル転換は進展するであろうことを指摘した。それは後述の身体知活動全般に言える可能性がある。

第三，「スポーツにおける教育との関係(特に実技と座学の関係)」;従来のスポーツが，実際に「する」人(と指導者)および座って「みる」人(応援者) に分けられることを指摘し，それは教育における実技と座学の関係に近いことを指摘した。

特に，マルチモード(音像・画像・映像・テキスト)を扱うマルチメディアの発達は，CPS(サイバーフィジカルシステム)型のシミュレーションという広義の 「コンピュータ利用教育」を発達させるはずであると議論した。これはさらに生成型AIの進展に繋がることになるだろう。

以上の3つの観点を踏まえて「スポーツにおけるコンピュータ利用教育」の論点を概観的に整理・考察した。

3. フィットネスとテクノロジーの関係（第2の議論）

我々は，別の学会（研究・イノベーション学会2020）において別の角度から身体知活動とテクノロジーとの関係を議論したことがある[5]。身体を動かし健康増進を行う「フィットネス活動」と「フィットネス産業」の興隆に関して，事例紹介を通じてその動向と意味について議論を行った。ここではその一部をご紹介する。

3-1 フィットネスの意味の変容と多様化

この議論では，「フィットネス産業」を「フィットネス活動を実施するにあたってのリソースを提供する事業者」と定義し，その提供リソースを「情報」「栄養」「運動装置器具」「運動空間」「計測・記録・分析」「指導」に整理した。

またフィットネスの歴史を調べるみると，人類が意図的にフィットネス活動を行うようになったのは古代以降だと言う。古代において，その主たる目的は「戦争準備」と哲学的思想を結びつけた「教育」の2点であった。

その後，戦争準備における役割は継続しつつも，教育に関しては，運動を通じて心身を鍛錬する現在の「体育」へと展開されてきた。

20世紀に入ると，フィットネス活動への商業的関与が強まった。例えば異性からの「見た目」の評価など，今までとは異なる目的が強調されるようになったのである。さらにスポーツ競技が盛んになると，競技パフォーマンスを高めるためにフィットネス活動を行う人も増加した。その変化に対応し，FC（フィットネスクラブ）のチェーン化やトレーニング機材の通信販売など，様々なビジネスが登場し，フィットネス産業は大きく成長した。

第二次世界大平洋戦争後，先進諸国を中心として経済状況が豊かになると，飽食と運動不足による生活習慣病の人数が増加，その予防や改善を目的としたフィットネス活動も展開されるようになっていった。

さらに，FC が増加すると，地域内のコミュニケーションの場と見なされ，コミュニティ帰属のためにフィットネス活動をする人も現れるようになった。

このようにフィットネス活動は，フィットネス産業との相互関係化を通じて，その意味を変容・多様化させたと言える（表1）。

3-2 身体活動の計測・記録・分析から指導へ

身体情報に関して従来は，例えば体重計の数値をノートや表計算ソフトに記録するのみであった。だが現在はスマートフォンを通じて，体重だけでなく，体脂肪率・筋肉量・内臓脂肪レベル・基礎代謝量なども計測・記録でき，グラフ形式でその変遷を辿ることができるようになった。また，画像計測技術やセンサーの高度化に伴い，身体の形状的特徴についても容易にセンシングできるようになった。重要なことは，これらの計測・記録・分析が指導の高度化をももたらすようになっていったことである。

身体や動作の状態を把握できれば，「理想的なフォーム」との差異（ギャップ）を把握することができる。あるいは，少なくとも現状の問題点を指摘することが可能となる。

後述のとおり，「問題」を「あるべき姿（望ましい・好ましい姿）と現実の姿」の差異とし，その差を埋めることを「解決」とすれば，まさに身体知活動のパフォーマンスを上げることに関する「問題解決」を行うことが，画像・映像の収録・表示・蓄積・分析等を通じて可能になってきているのだ。それは今後の指導のあり方を示唆するものである。

表1　フィットネス活動の目的の変遷
宮本・妹尾・伊澤　(2020)

	フィットネス活動の目的	フィットネス産業
狩猟社会	・プログラム化されたトレーニングではなく、 ・獲物を追いかける、猛獣から身を守る、といった 日常生活の中で、生きるために必要な運動によって鍛錬	・産業化はされていない
農耕社会	・狩猟生活と比較して、運動の必要性が大幅に減少	・産業化はされていない
古代～中世	・戦争準備 ・哲学的理想としての教育（プラトン「国家」など） ⇨キリスト教布教に伴い一時衰退	・ダンベルの原型「ハルテレス」の開発 ・トレーニングプログラムの開発 ・運動の競技化
ルネサンス期	・戦争準備 ・体育教育 （ヴィットリーノ・ダ・フェルトレ「喜びの家」など）	・栄養学・解剖学等が発達 ・身体運動のみを取り上げた最初の本が発刊
18～19世紀	・戦争準備 ・体育（ヨーロッパを中心） ・スポーツのパフォーマンス向上	・ヨーロッパを中心に体操学校が続々と設立 ・近代ウエイトトレーニングの誕生 ・重量調節式のバーベルやダンベルの発明 ・トレッドミルの発明 ・筋力トレーニング専門の施設の誕生
20世紀前半	・戦争準備 ・体育（ヨーロッパを中心） ・スポーツのパフォーマンス向上 ・「カッコ良い」見た目の獲得	・デスポンネット らによる啓発 ⇨「フィットネス as ファッショナブル」 ・ユージン・サンドウが理論的基礎を形成 ・フィットネスクラブチェーンの登場 ・ディスク・ローディング型の普及 ・嘉納治五郎が「サンダウ體力養成法」を出版 ・チャールズ・アトラスらによる体力養成法の通信販売 ⇨商業的なキャンペーン ・ジョー・ウィダーによるトレーニング理論の確立 ・ラジオ体操の開始 ・国民体育大会の創設 ・若木竹丸「怪力法並びに肉体改造体力増進法」
20世紀後半	・生活習慣病の予防・改善 ・コミュニティへの帰属意識	・マルチステーションの登場 ・新たなトレーニング方法が続々と開発 （エアロビクス、サーキットトレーニング etc…） ・トレーニングマシン専用のメニュー開発 （ノーチラスマシンなど） ・EMSの普及 ・映像教材の登場
2000年以降	・「フィットネス活動を行っている」というステータスの獲得 ・SNS上での自己実現（「インスタ映え」など）	・パーソナルトレーニングの普及 ・YouTube等、SNSを活用した情報発信

3-3 フィットネスに関する指導アプローチの多様化

さらにこの議論においては，運動に関する指導のアプローチを，トレーナー（教える側）とトレーニー（教わる側）の関係性という観点から，2つの軸で整理した。第1の軸は「同期/非同期」，つまりトレーナーによるコーチングとトレーニーによる運動が同時に行われているか否か，という軸である。第2 の軸は「同所/異所」，つまりトレーナーとトレーニーが同じ場所にいるかどうか，という軸である。フィットネスにおける運動指導のアプローチをこれら2軸によって整理した（図1）。

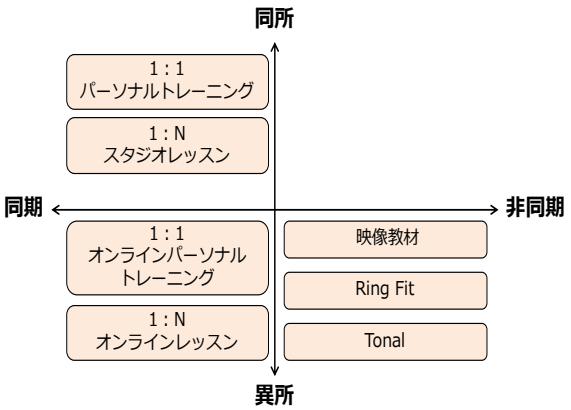


図1　指導アプローチの多様化
宮本・妹尾・伊澤　(2020)

これまでの運動指導は「同期・同所」と「非同期・異所」の 2 タイプに大別されていた。「同期・同所」とは，1:1（トレーナーの人数:トレーニーの人数，以下同様）の場合は対面でのパーソナルトレーニングを，1:N の場合はスタジオでのレッス

ンなどがその代表例となる。

「非同期・異所」としては，これまではトレーナーの指導をビデオや DVD 等の映像教材化して販売する形式が多く普及していた。最近ではオンラインでの映像提供サービスも次々と登場している。他方，装置器具をトレーニーに提供した上でトレーナーがバーチャル空間上で指導を行うアプローチも登場している。

COVID-19 等の外部環境変化に伴い，インターネット通信速度の向上やリモートアプリの進展等で，「同期・異所」の指導が急増し，1:1 あるいは 1:N 形式の指導を，オンライン環境下でライブ実施することも急増した。

そのような状況下でのオンラインを介した「同期・異所」型と従来の「同期・同所」型との関係性を「代替・補完・相乗」という概念セットで考察できる。

第 1 は「代替」;オンラインで指導を受けることによって，「同期・同所」型の対面指導を受けなくても良い場合である。地理的制約を受けないので世界中の優秀なトレーナーから指導を受けることも不可能ではない。ただし，現状で完全代替は難しい。理由の 1 つは設備装置器具環境である。フィットネスの場合，主にオンライン代替されうるのは自体重による運動やチューブ等の軽量かつコンパクトな器具を用いた運動である。大型器具が必要な場合は「同期・異所」型で行うのは難しい。ただし，そのボトルネックを解消するテクノロジーが生まれれば，「代替」可能性は高まるかもしれない。

第 2 は「補完」;装置器具上の制約はあるものの地理的制約を受ける必要はない。そのため，トレーニー側では時折オンライン指導を受けるといった「同期・異所」型指導が「同期・同所」型指導を補完することもあり得る。トレーナー側から言えば，対面型指導を主としつつも事情によってオンラインを行うこともできる。

ただし，「同期・同所」型が「同期・異所」型の指導を補完するという反対の関係性も成り立つこともある。だとすると「同期・同所」型と「同期・異所」型は第 3 の関係;「相乗」すなわち相互補完関係にある，とみなすこともできるだろう。

このように両者を「代替」“OR”の関係性と見るか，「補完」「相乗」といった“AND”の関係性と見るかによって，価値形成のアプローチが大きく異なってくる。

3-4. フィットネスに関する学習プロセスの変容

フィットネスに関する情報提供方法は，コンテンツが文字情報から画像，映像へと移り変わってきた。その流れの中でも 2000 年ごろまでは専門家からの一方向的な情報提供が主であったが，インターネットと関連サービスの普及によって情報発信のハードルが下がった等により，今までは情報受信側であった「セミプロ」や「アドバンストアマチュア」が情報発信側に回りやすくなった。

また，従来の一方向的な情報発信から，SNS 上でのメッセージのやり取り等，インタラクティブなコミュニケーションへと変容が進みつつある。最近では「○○トレーニングを 1 ヶ月試してみた」など，入手した情報を実際にやってみた過程自身をコンテンツとして発信する一般トレーニー/プレーヤーも出るなど，リソースとして提供される情報は多様化し，その量も加速度的に増加している。

このようにフィットネスに関する学習は，発信者と受信者が固定された一方向的な「知識伝授型」から，トレーニー側が主体となり，それをトレーナー側が支援する「学習者支援型」を経て，誰もが発信者にも受信者にもなることができる「互学互習型」へと展開してきたと言えるだろう。学習環境への参加者はそれぞれの立場から有益な情報を提供し合う，双方向の「互学互習」的な学習プロセスへシフトしつつあると言えるのである[6]。

「互学互習」的学習プロセスは，人に蓄積される知識やインターネット上を行き交うコンテンツだけにとどまるものではない。フィットネス活動に関する履歴は，スマホやウェアラブルデバイスなどのセンサーを通じてほぼ全てデータ化されうる。そのデータを分析することでインプット(フィットネス活動実施前のトレーニー)とスループット(フィットネス活動の各要素)とアウトプット(フィットネス活動実施後のトレーニー)の関係性がAIに学習され，提供リソースのさらなるカスタマイゼーションやパーソナライズ化が自動的になされることも可能となっている。すなわち一種のマスカスタマイゼーションである。

さらに，ユーザー自身が自らのトレーニングをもとに，新たな運動メニューを生み出す，一種の「ユーザーイノベーション」も触発されるかもしれない。

これらが指し示す方向性の 1 つは「データリッチ」だ。従来は空間・設備等のモノや一部の有能なトレーナー等のヒトを中心としたフィジカル領域による価値形成が中心に考えられてきたが，今後はデータが中心になり CPS 的な教育学習サービスの提供方法が進展するだろう。

4. 問題と解決の関係(第3の議論)

ところで 10 年ほど前の本学会において「問題と解決」の関係について議論を行った[7]。以下，その一部をご紹介する。

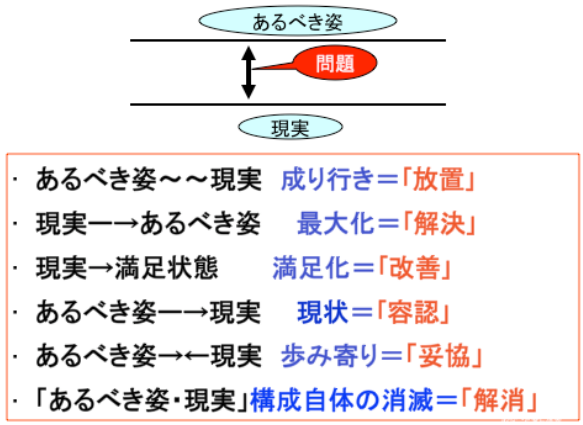


図2 「問題解決」の構造(妹尾 2009)

問題解決とはどういうことか。かつて筆者が学生達と行った調査によれば，ほとんどすべての経営学関係の辞典あるいはビジネス書には，ほぼ同様な定義がなされていた。

「問題とは，“そうあるべき状態(あるいは基準)”と“実際にそうなってしまった状態(あるいは現実)”との間の不均衡」。そして，この不均衡を埋めることが，「解決」に他ならない。(例えばケプナー&トリゴー(1965))

これを「問題解決」の古典的定義と呼ぶと次のような展開と整理ができる。(図2)

(この議論も現在は大分進展しているが，ここでは当時の議論を基本に述べることにする。)

この議論の中で，さらに2つのフレームを提示した。その一つが，「問題解決の二者間認知モデル」である(図3)。

問題解決のジョハリの窓

問題解決のジョハリの窓		クライアントの問題認知状態	
		問題を知っている	問題を知らない
コンサルタントの問題認知状態	問題を知っている	コンサルタントもクライアントも知っている（顕在的問題）	クライアントは知らないがコンサルタントは知っている（無自覚問題）
	問題を知らない	クライアントは知っているがコンサルタントは知らない（潜在的問題）	クライアントもコンサルタントも知らない（未知なる「問題」）

（妹尾・佐川 1994 を修正）

図3 「問題解決のジョハリの窓」
（妹尾 2009, 妹尾・佐川 1994 を修正）

そこから問題解決の3タイプを整理した。
【タイプ1:キオスク】販売者も顧客も「問題解決」自体について共通認識があるときに成り立つモデル。
【タイプ2:化粧品売り場】顧客の側は自らの問題を自覚しているが，解決策がわからないので，解決策を知っているはずのプロに解決を頼むというモデル。この場合，顧客と販売者は，「問題」の提示者と「問題」の解決者という関係である。
【タイプ3:人生相談所】顧客も販売者も双方にとって「問題」も「解決」も曖昧である場合だ。顧客は問題を提示できず，「何かおかしい，何か足りない」といった状況を訴えるが，販売者も何をしてよいのかわからない。そこで，「一緒に考えましょう」と顧客と販売者が共に問題状況の認識を行うことになる。

もちろん，これらの議論は「教育と学習」を「問題認識とそこへの対処」という文脈でとらえることを提案するものであった。今回の議論では，従来のコーチ（トレーナー）がプレイヤー（トレーニー）に対して，映像という「現実」を提示し，両者が共に「あるべき/ありたい姿や動作」との差異を把握・確認し，それを問題として「解決」を図るという活動が起こることを示唆するだろう。

4. 考察:身体知的活動全般へのテクノロジーの寄与

以上の3つの議論を三題噺的に統合するとどうなるか。

第一に，スマートフォン等の普及と各種アプリや関連サービスの登場が，スポーツに留まらず，より広範囲のフィットネス等，身体知体知的活動の環境を大きく変容させていると言えるだろう。

その典型はダンスではないか。フィットネスでもダンスは大きな位置を占める。また，スポーツの一部としてのダンスもその一つである。例えば，フィギュアスケートや新体操からアーティスティックスイミングまで、身体動作と運動性のみならず芸術性をも考慮される競技の場合は言うまでもない。

また近時，学校教育における「体育」においても，小学校の指導要領に「表現運動」として組み込まれているのに加え，2012 年より中学校体育でもダンスが必修化した。つまり児童・生徒は 9 年間通してダンスを学ぶのだ。

さらに2024年のパリ五輪では，ブレイキン（ブレイクダンス）種目が正式競技として追加された。

これらにおいては映像撮影によって自らの身体知的行為（動作）を瞬時に把握すると共に，多様な分析を通じて問題把握と省察を行い，さらに問題への対処として次への課題を設定するのに極めて有用なDX活用がなされる。

第二に，音楽におけるパフォーマンスも多くのデジタルの恩恵を得ている。一つは「歌って・踊って」つまり歌唱とダンスとの同時パフォーマンスは言うまでもない。

また歌唱や演奏も，デジタルによる録音，聞き返し，あるいは演奏動作の可視化による見直し等を通じてパフォーマンス向上がなされるようになっている。

さらに一般でも，カラオケにおける歌唱はデジタル技術によって音階・リズム等との差異を埋めることによって評価されるものになった。これらは YouTube 等のネット配信によるパフォーマンスの可視化を通じて，さらに進展を続けているのである。

つまり，デジタルテクノロジーの進展によって，あらゆる身体知的活動が恩恵を得られるようになってきたのである。それを「DCP：身体知的活動へのデジタルの貢献（Digital Contribution to Performance）」と呼ぶことにしよう。

DCPの基本は，自らの「あるべき姿（動作や姿勢）」あるいは「ありたい姿（動作や姿勢）」へ自らの身体知行為を向かわせる問題対処活動であると言えるだろう。それは，身体知系の学習における育成指導や学学習支援のあり方に大きな変革をもたらしていると言っても過言ではないないだろう。

5. むすび

このようにスポーツ分野における科学技術の活用は大きく進展している。中でも特にデジタルテクノロジーの活用は，スポーツやフィットネスからダンスや音楽的行為に至るまで，プレイヤーと指導者の自己強化・育成支援を大きく変えるものである。

従来，本学会における「コンピュータ利用教育」は「知識の習得と創出」への寄与が中心であった。それに対し「身体知活動（パフォーマンス）の体得と向上」に関するデクノロジー活用による貢献をもっと取り上げても良いのではなかろうか。

これからの期待領域であると注目したい。

参考文献

(1)妹尾堅一郎「スポーツDXを俯瞰する～特に育成指導支援におけるデジタル貢献の可能性～」PCC2022(3E5), CIEC 学会(2021).
(2)「スティーヴ・ヘイグ『スポーツを変えたテクノロジー～アスリートを進化指せる道具の科学』, 白揚社(2020).
(3)北岡哲子『スポーツをテクノロジーする～トップアスリートの記録を引き出した技術の力』日経BP社(2017).
(4)久木留毅『アスリートの科学～能力を極限まで引き出す秘密』ブルーバックス, 講談社(2020).
(5)『スポーツ関連技術～令和元年度　特許出願技術動向調査 結果概要』特許庁(2020).
(6)宮本聡治, 妹尾堅一郎, 伊澤久美「フィットネス産業の変容と多様化」, 研究・イノベーション学会第 35 回年次学術大会(2E03)(2020).
(7)妹尾堅一郎「「課題」は「解決」するな～「問題解決」にまつわる概念群と方法論～」, PCC2009, CIEC 学会(2009).
(8)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」―」CIEC 会誌コンピュータ&エデュケーション, 15:24–30(2003).

オンライン対面併用型大規模講義科目における オンラインインタラクションに関する考察

橋本　諭[*1]
Email: hashimos@mi.sanno.ac.jp

*1：産業能率大学　情報マネジメント学部　法政大学　経営学部　兼任講師

◎Key Words　　オンライン対面併用型，講義科目，グループワーク，

1. はじめに

2020 年度大学では，Covid-19 対策としてのオンライン授業対応を余儀なくされた。2023 年現在，多くの大学においてキャンパスでの対面授業が 2019 年度以前と同様の形で戻ってきている。

この間の変化は，コロナ禍への一時の対策としてオンライン化が行われ，また元に戻るということではなく，教授者および学生にとってオンライン授業に関する新たな教授手段および学習手段の獲得という不可逆な変化が起きたと考える。

本稿では，ICT ツールを用いたオンライン授業という新たな教授手段および学習手段を対面授業の中でどのように用いていくのかについて，特にオンラインインタラクションに関する検討を行う。具体的には，筆者が兼任講師をつとめている法政大学経営学部『組織論入門』において実践した 2022 年度（春・秋学期）および 2023 年度（春学期）の授業設計，授業実施結果を元に，オンライン授業と対面授業を併用する形でのオンラインインタラクションについて考察する。

2. コロナ禍を経た学習環境の変化

2.1 コロナ禍と大学教育

コロナ禍当初，大学は混乱の中にあった。文部科学省による調査によれば，2020 年 4 月 10 日時点での今後の授業方針について，47.4%が遠隔授業を実施すると回答したが，37.0%は検討中であった（実施予定はないが 11.0%）(1)。多くの大学および大学教員は初めての取り組みとしてオンライン授業および遠隔授業を行うことになった。同年 7 月 1 日時点での実施状況調査によれば，面接（対面授業）・遠隔を併用した授業実施が 60.1%であり，（全面的な）遠隔授業が行われたのは 23.8%であった。なんらかの形での遠隔授業が 83.9%の実施されたことになる (2)。しかしながら，その実態は飯吉（2020）が 2020 年度前半を振り返り「コロナ禍下における今年度前半，止むを得なかったとは言え，多くの大学では，『授業をオンラインで行うこと』が目的化してしまっていたのではないだろうか」と指摘するように，コロナ禍において「学びを止めない」ことを旗印とし，突貫工事的にオンライン化が進められることになったと言えよう (3)。

2.2 教授者，学習者としてのツールの獲得

2023 年現在，コロナ以前と同様の授業を実施できる状況となっている (4)。そして，コロナ禍への対応の結果，いくつかの大学では対面授業をオンライン配信（ハイフレックス型）する設備が導入されるなど，コロナ禍を経たことで新たな学習環境を有することとなった。

辻ら（2023）は，オンライン授業について，ICT 利用状況に基づき分類を行っている。「講義科目」，「演習・実習科目」，「ゼミ・セミナー科目」の授業形式に分け，ICT の利用状況に応じてさらに細かくクラスター分析により分類している。「講義科目」においては，リアルタイム主体・アクティブラーニング型講義，リアルタイム主体・一方向説明型講義，オンデマンド主体・課題確認型講義の 3 つに分類している。オンライン授業とは大枠の分類に過ぎず，ICT の利用の仕方に応じて異なる授業となる。つまり，担当教員の授業設計意図により，ICT をどう授業に取り入れるかは異なり，結果として異なる授業となる (5)。

長岡（2020）は，zoom を用いたリアルタイム主体の講義を行いつつ，Twitter を用いた受講生と教員間のインタラクションを実現している。「知識習得よりも考える力の醸成を目指す」という教員の授業設計意図があり，その実現のために ICT ツールを活用している(6)。なお，長岡（2020）における双方向性とは，受講生同士のオンラインツールを通じた対話ではなく，Twitter を用いた双方向（受講生と教員，受講生同士）のやりとりである。それらは，授業の設計意図に沿った双方向のやりとりとなっていることに加え，オンライン授業においては，やりとりが活発化したことが示されている(6)。

他方，学習者としても新たな学習のためのツールを獲得したと言えるだろう。

2021 年 3 月の文部科学省による学生に向けた調査において，オンライン授業に対して 56.9%が「満足」か「ある程度満足」と回答している。また，問題点を指摘する声があるものの「自分の選んだ場所で授業を受けられた」などの肯定的な意見もあり，今後のオンライン授業に関して，「コロナ禍以前に戻ることなく，新しい大学の在り方を考えてほしい」といった声も挙げられている (7)。

植原（2020）では，学生側の意見として，通学の時間を節約できることや，他キャンパスの授業を受けることができるといった地理的な制約を取り除けること，「周りに気をつかわないですむ。集中力が上がる」といった，オンライン授業ならではの利点が挙げられている (8)。

2.3 今後の授業設計における課題

コロナ禍による ICT ツールを用いたオンライン授業は，教授者として授業設計上の新たなツールと捉えることができる。また，学習者としても ICT を用いたオンライン授業というツールが利用可能であり，メリットを有する

ことがわかったとも言える。

そのため，今後の授業設計を考える場合には，ただICTツールを使うのではなく，そのツールの特性を理解した上で，授業設計意図に合わせた学習環境デザインの一環として，「どう使うか」こそが重要な論点であるといえよう。

3. 授業設計

3.1 授業概要

筆者が担当する『組織論入門』は，受講者数が120名以上，最大190名程度の履修者となる大規模講義型科目である。学部における位置付けは，「専門入門科目」という「専門科目を学ぶ上での基礎として位置付けられる科目群」に属している。同科目群には，『組織論入門』のほかに，『戦略論入門』，『マーケティング入門』，『ファイナンス入門』，『簿記入門Ⅰ/Ⅱ』，『経済学入門』，『統計学入門』，『情報学入門Ⅰ/Ⅱ』の10コマが配当されており，うち7コマ（2単位×7コマ=14単位）以上が選択必修となっている。「なるべく多くの科目を，1年次のうちに履修しておくことを強くお薦めします」とアナウンスされており，履修者は1年生が大多数である（年度によっても異なるが8割程度は1年生。ただし、2年生以降も受講可能）[9]。春学期，秋学期に2コマずつ開講されており，筆者は両学期1コマずつ担当している。なお，同時期に別教員も実施しているが，シラバスも異なり，授業実施方法も異なっており，互いに関係はしていない。

『組織論入門』の目的は以下の3点を設定している[10]。

① 経営学における組織論に関する基礎的な内容を広く学習する
② 経営学のモノの見方を学ぶ
③ 今後の学習へのガイド

これは，専門科目ではあるが「組織論」以外の内容に興味関心を有する学生が受講することを想定しているからである。前述のようなカリキュラムの位置付けを想定した上で，「組織論」を自らの専門とするか否かに関わらず，また，現時点での興味関心の有無を問わず，「組織論」に関する内容を理解することを目的としている。そして，「組織論」を通じて，経営学が有する企業の視座を理解することを目指している。さらに，入門科目であることから，カリキュラム上設定されている上位科目で学ぶであろうことを予告し，興味関心を喚起することを狙っている。

3.2 2021年度までの授業設計（完全オンライン授業）

筆者は『組織論入門』を2019年度のカリキュラム変更に伴い新設された際より担当している。コロナ禍以前である2019年度には，対面での講義型科目として運営した。講義を中心に行い，適宜周囲の受講生とのディスカションを行う時間を設けてはいたが，グループメンバーを指定したディカッションの時間などは設けていなかった。

2020年度，2021年度はコロナ禍への対応としてzoomを用いた完全オンライン授業として実施した。主な授業設計は以下の通りである。

① 授業内容：
- 2019年度から毎回の授業テーマに変更なし。なお，表1に示す通り2023年度まで変更はない（授業で扱う内容は変化している）。

② 授業スタイル：
- オンライン講義はzoomを用いたライブ授業とする（授業時間に配信を行う）
- 資料は学部指定の授業支援システム（LMS）上に事前にアップする
- 講義部分は録画し，Youtubeに限定公開でアップした上でLMSからリンクする
- 毎回の授業中に2回，zoomのブレイクアウトルーム機能を用いてディスカッションを行う
- 出席は取らない（成績判定にも含まない）

③ 授業の進め方（100分）：
- 前回の振り返り　15分
- 当回の授業項目に関する講義①　25分
- ブレイクアウトルームでのディスカッション①　10分
- ディスカッション内容の共有　5分
- 当回の授業項目に関する講義②　25分
- ブレイクアウトルームでのディスカッション②　10分
- ディスカッション内容の共有　5分
- まとめ　5分

2019年度との比較において，特徴として挙げられるのが，ブレイクアウトルームを用いたディスカッションである。完全オンライン授業において他の学生とのコミュニケーションを取るために設定を行なった。

授業参加者をランダムで3人から4人のグループを作成し，講義に関連した内容の話し合いを行なってもらう。なお，授業において2回実施するが，この2回のメンバーは同一にしている。

3.3 完全オンライン授業における利点と課題

2020年度，2021年度は完全オンライン授業として実施した。授業実施において，zoomを用いたオンライン講義については，通信環境や受講環境に伴うトラブル等はなく，植原（2020）が指摘するようなメリットを感じる学生が多かった[8]。

なお，学生同士のオンラインインタラクションであるブレイクアウトルームを用いて行うディスカッションについては，利点と課題が示された。

利点としては，当初の設計の通り，他の学生とのやりとり自体が好評であった。コロナ禍の中で，外出も制限される中，同じ学部の学生と話をする機会が評価された。なお，毎回の授業で別々の人とグループをランダムに組むことは，対面授業の際には事前準備の労力をかなり必要とするが，オンライン環境下では簡単に行えるため，授業設計上の利点であるといえる。

他方課題としては，毎回別々の人たちとグループを組むことにより，毎回初対面のような状態になり，授業をまたいだ積み重ねができない点が挙げられる。

3.4 2022 年度，2023 年度の授業設計（オンライン授業対面授業併用型）

表 1 組織論入門（2023 年春）の授業内容

	授業形態	テーマ
第 1 回	オンライン	オリエンテーション
第 2 回	対面	経営学とは何か（1） 株式会社・ステークホルダー
第 3 回	オンライン	経営学とは何か（2） 働き方・採用・キャリア
第 4 回	対面	組織マネジメントとは
第 5 回	オンライン	事例講義（ゲスト講義）
第 6 回	対面	組織マネジメント 組織を取り巻く課題
第 7 回	オンライン	組織文化
第 8 回	対面	組織開発
第 9 回	オンライン	人材マネジメントの範囲と内容
第 10 回	対面	人材マネジメントの現代的課題
第 11 回	オンライン	リクルーティング
第 12 回	対面	人材育成
第 13 回	オンライン	事例講義（ゲスト講義）
第 14 回	対面	ラップアップ

2022 年度からは，オンライン授業と対面授業を併用する形で実施している。2021 年度との差異は以下の通りである。

① 授業内容：
- 変更なし

② 授業スタイル：
- 対面授業の場合は，教室にて講義を行う。オンライン講義は，zoom を用いたライブ授業とする。なお，対面での受講が難しい学生に向けて対面授業の内容も zoom を用いたハイフレックス型として配信を行った（授業時間に配信を行う）
- 対面・オンライン共に講義部分は録画し，Youtube に限定公開でアップした上で LMS からリンクする
- オンライン授業においては，授業時間中に 2 回，zoom のブレイクアウトルーム機能を用いてディスカッションを行うが，対面授業の場合は実施なし
- ディスカッションのメンバーは 6 名ないし 7 名を指定し，学期の間変更しない
- オンライン・対面授業において，別途チャットツール（slack）を用いたインタラクション環境を整備した
- 出席については変更なし

③ 授業の進め方（100 分）：
- オンライン授業の場合には変更なし。
- 対面授業の場合は，ディカッションの時間（20 分）を講義の時間に配当した。

大きな変更点としては，チャットツールの導入とディスカッションのメンバーの固定である。

チャットツールの導入は，オンライン授業実施時の学生の環境が多岐に渡ることが予想されたことが契機である。特に学生同士のインタラクションにおいてトラブルが生じる可能性があることから，状況の変化に依存しにくい（会話はできなくとも，チャットは打てる）チャットツールの導入を行った。

また，3.3 で述べたデメリットに対応するためにメンバーを固定化することとした。メンバーは原則ランダムで割り振った。なお，初回授業においてアンケートを実施し，「大学で学びたいこと」を聞き，その内容から近しいキーワードを有する人たちはできる限り同じグループとするように設定した。そして，授業以外の時間においてもやりとりを可能とするためにチャットツールを用いている。

3.5 チャットツール（Slack）の設定

Slack は初回の授業（オンライン）でアナウンスを行い，第 2 回授業（対面）において slack にログイン参加できない人へのサポートを行った（欠席者は第 3 回以降に個別対応）。

やりとりを行うチャンネルは事前に作成しておき，事前に招待をしておいた。チャンネルは，授業についての連絡を送る「全体連絡（学部指定の LMS にも同一内容を送付する）」，学生全員が参加しオンライン授業対面授業共にリアルタイムで授業に関する質問感想などを投稿する「授業コミュニケーション」，それぞれのグループごとの「小グループ（BOS_01 などと表記）」である。なお，すべてのグループには教員および授業アシスタントが入っており，すべて他の受講生も閲覧可能な公開チャンネルでやりとりを行うことした。

4. 実施結果

4.1 Slack への投稿状況

Slack への投稿状況は表 2 の通りである。

オンライン授業時，対面授業時にリアルタイムでの投稿を行う「授業コミュニケーション」は授業期によるばらつきがあるものの，授業期間を通じて投稿が行われ続けた。書き込まれているのは，講義内容の感想や，講義を通じて気づいた点などである。

また，小グループへの投稿については大きくバラツキが生じている。

表 2 授業別 Slack 投稿状況

	2022 春	2022 秋	2023 春
履修者	168 名	128 名	157 名
授業コミュニケーション	473	198	309
雑談	65	24	11
グループ平均	60.9	25.0	75.5
グループ最高	457	54	132
グループ最低	1	2	18

※2023 年度は 6 月 26 日（第 11 週終了時点まで）

4.2 授業アンケート結果

2022 年春・秋学期においては第 14 回授業の終了時にアンケート調査を行っている。Google フォームで作成し，授業支援システム上にリンクを貼り，授業内で回答を依頼した。学術研究に向けたアンケートであることを明記し，成績判定には用いないことおよび研究上利用する際には個人が特定されないことを条件とし，また，回答の有無も成績に反映させることはない旨伝えた上で回答を依頼した。その結果，2022 年度春学期は，127/168 名，2022 年度秋学期は 66/128 名が回答を行った。

表 3 授業別 授業コミュニケーションへの投稿状況

授業コミュニケーションへの投稿	2022 春	2022 秋
指示があったときのみ投稿した	49	24
自主的に数回（1 から 3 回程度）投稿した	33	18
自主的に（4 回から 6 回程度）投稿した	13	7
自主的に 7 回以上投稿した	6	1
投稿しなかった	24	15
未回答	1	
合計	126	65

表 4 授業別 小グループへの投稿状況

小グループへの投稿	2022 春	2022 秋
指示があったときのみ投稿した	53	40
自主的に数回（1 から 3 回程度）投稿した	34	18
自主的に（4 回から 6 回程度）投稿した	22	2
自主的に 7 回以上投稿した	10	2
投稿しなかった	5	3
未回答	2	
総計	126	65

表 3 および表 4 が示す通り，各自の投稿状況にはばらつきがある。特に，自主的に多く（7 回以上）投稿した人数には差がある。なぜこの差が生まれたのかを分析することが必要であろう。

5. 考察

4.1，4.2 で示した通り，オンライン対面併用型の授業において，チャットツールを用いたオンラインインタラクションはツールとしての可能性を示せたと考える。他方，取組状況にはバラツキがあることから，今後の授業設計においては更なる検討が必要であろう。

なお，アンケートにおける自由記述には，オンライン授業と対面授業を併用することに対しては概ね好評価を得ている。しかし，2022 年度春学期と秋学期を比較すると，春学期の方がオンラインと対面授業を併用することに対する新鮮さがあったようである。

2023 年度は途中経過の報告であるが，2022 年度を踏まえた授業運営上の工夫をいくつか行っている。授業における小レポートに slack やブレイクアウトルームでのディスカッションの内容を元に考察を求めること。対面授業の際にも，積極的に slack を用いたディスカションを促すようにしている。

6. おわりに

本稿では，オンライン対面併用型大規模講義科目におけるオンラインインタラクションに関する考察を行った。コロナ禍を経て，オンライン授業というツールを得た中で対面授業と組み合わせる際に，どういったインタラクションの種類があり得るのかを考えた。チャットツールを用いたオンラインインタラクションはオンライン授業と対面授業をつなぐツールとしての可能性を示唆できたと考えるが，授業設計上においては課題もある。今後はどういった使い分けがあり得るのか，授業設計意図と合わせた形での受講者の活性化方法について検討していきたい。

参考文献

(1) 文部科学省，”令和２年４月１３日新型コロナウイルス感染症対策に関する大学等の対応状況について” https://www.mext.go.jp/content/20200413-mxt¥_kouhou01-000004520¥_2.pdf (2020).

(2) 文部科学省，”令和２年７月１７日 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” https://www.mext.go.jp/content/20200717-mxt¥_kouhou01-000004520¥_2.pdf. (2020).

(3) 飯吉透, “日本の大学はコロナ禍を成長と発展の再起点にできるか オンライン授業を超えて”, アルカディア学報, 日本私立大学協会, (2020).

(4) 文部科学省” 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 (2022).

(5) 辻靖彦, 高比良美詠子, 稲葉利江子, 田口真奈 “コロナ禍におけるオンライン授業の ICT 利用に基づく類型と学生の受講態度との関連”. 日本教育工学会論文誌, _46_(4), 653-666, (2023).

(6) 長岡健, “対話型大規模講義のオンライン化 -受講生/教員間インタラクションに関する考察-“, 2020 PC Conference 論文集, 251-254. (2020).

(7) 文部科学省,"新型コロナウイルス感染症の影響による学生等の 学生生活に関する調査（結果）”, https://www.mext.go.jp/content/20210525-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf, (2021)

(8) 植原啓介, “慶應 SFC における遠隔授業とアンケート調査結果”, https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200605-5_Uehara.pdf, (2020).

(9) 法政大学経営学部, "経営学部 カリキュラム概要", https://www.hosei.ac.jp/keiei/gakka/20140401284/.

(10) 橋本諭, “組織論入門 (2023 年度シラバス)”, 法政大学経営学部, (2023).

仮想空間におけるグループディスカッションの諸課題

菅谷 克行*1
Email: katsuyuki.sugaya.principia@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，教育環境，実在感，非言語情報

1.　はじめに

コロナ禍によりオンライン教育が急速に展開したが，その利点とともに課題や懸念も浮き彫りとなった。今年に入り，コロナ禍は落ち着きつつあるが，オンライン環境を活用した教育や学習は，今後ますます必要性や可能性を高めるのではないかと考えられる。

これまで，オンライン授業内でのグループディスカッションにおける非言語情報の影響力[(1)]や，アバターを使用することがオンラインディスカッションの参加者にどのような影響を及ぼしているのか[(2)]等について，調査・実験を通じた分析をしてきた。本稿では，これまでの分析で得られた知見を整理し，仮想空間におけるディスカッションに関する諸課題について議論する。その上で，今後の教育環境としての仮想空間活用方法と，その可能性について考察する。

2.　オンライン授業におけるコミュニケーション

コロナ禍によって全国的にオンライン授業実施が広がった際，いくつかの課題が指摘された。特に，急速に普及したビデオ会議システムによるオンライン授業については，学校という場所にしばられない教育が実現できた利点は大きかったが，コミュニケーションに関する不満・問題点も指摘された。文科省の調査によると，「自分の選んだ場所で受講できる」，「自分のペースで学修できる」等の良い点とともに，「質問等相互のやりとりの機会が少ない」，「対面授業より理解しにくい」，「グループワークや教授からのフィードバックなど，一方通行ではない双方向のやり取りに関する工夫をしてほしい」といった，他者との関わりやコミュニケーションに対して不満を持つ学生が多かったことが報告されている[(3)]。

対面コミュニケーションの場では，人は言語情報ばかりで意思疎通を行っているのではなく，表情や視線，姿勢，しぐさ，相手との距離など様々な非言語情報を使い，周囲の状況も活用しながら行っている[(4)]。マジョリー・F・ヴァーガスが「『ことばならざることば』は人間のあらゆるコミュニケーションに寄与する」[(5)]と述べているように，非言語情報は日常のあらゆるコミュニケーションに欠かせない要素である。

オンライン授業においてコミュニケーションが不十分である要因は，まさに非言語情報の伝わり難さにあるといえよう。

オンラインコミュニケーションにおける非言語情報とアバター使用の関係性については，「実物の顔が見える『実写』は，誰なのかがすぐにわかり，非言語情報が多く，そこにいるという存在感があり，先入観イメージを抱きやすい」，「実物の顔が見えない『表示名のみ』は，非言語情報，存在感・見られている感は少なく，先入観を持たずに発言の内容に集中することができる。『キャラアバター』はその中間にあり，細かい表情や服装などの非言語情報は程よく遮断しつつも，動きが見えるのでそこにいる存在感は程よく感じられ，実物の顔は見えないので先入観を持たずに発言の内容に集中できる」[(6)]という興味深い報告もある。アバターの存在と非言語情報が，今後のオンライン教育やディスカッションに大きな役割を果たすのかもしれない。

3.　オンラインディスカッションの課題

著者らの研究グループでは，オンライン授業内におけるグループディスカッションの場面を対象として，調査・実験に取り組んできた（図１は仮想空間でのディスカッション実験[(1)]の様子）。授業内グループディスカッションは，課題に対する学生同士の活発な意見交換や合意形成が求められるものであり，コミュニケーションの諸要素が強く影響する。以下，これまでの調査で判ったことを簡単に整理し提示する。

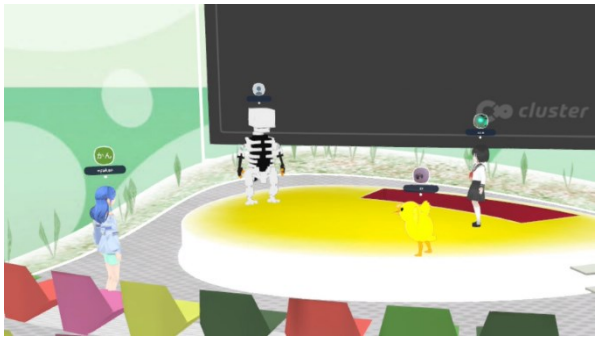


図１　仮想空間でのディスカッションの様子

3.1　カメラオン（顔出し）に関すること

オンライン授業における課題として多くの指摘がなされているのが，カメラオン（顔出し）のメリット/デメリットである。著者らの調査においても，カメラオンに対する課題が指摘されている。

一番多いのが「オンライン越しに顔や室内などを見られることに対する抵抗感」，「プライバシーを守りたい」という意識や，それにより「緊張が高まったり落ち着かなくなったりする」というものであった。中には「（自分や，話し相手の）表情を気にしすぎてしまい議論に集中できない」という指摘もあった。

その一方で「メンバーの表情や相槌・頷きなどの動きが判った方が議論しやすい」，「（顔が見えた方が）コミュニ

ケーションが活性化する」,「議論へ積極性や充実度が向上した」といった利点も明らかになった。メンバーの発言に対する理解度や共感度が向上したり,「参加者との心理的距離感が近く感じる」という意見もあった。表情や相槌などの非言語情報が,ディスカッションを円滑・活性化する役割を担っていることがよく判る。

3.2 アバター利用に関すること

近年はオンライン活動でアバターを利用することが容易になった。メタバースのような3D仮想空間のほか,オンライン会議のような2D であってもアバターを使用できる。しかしながら,アバターを使用したディスカッションを経験している学生は未だ少なく,アバター導入時のセットアップや,アバター搭載機能の利用や操作,パソコンや通信に対する負荷など,不慣れな情報環境に対する諸課題が指摘された。

一方で「相手(アバター)が空間にいることで話しやすかった」,「話し相手を意識して発言できた」,「アバターに見られていることで自分の意見を聞いてもらっている感じがする」など,アバターが仮想空間内にいることによって,聞き手(ディスカッション相手)の存在感や実在感を認識しやすくなり,それが非言語情報を程よく伝え,議論の活性化・円滑化につながっていることが判った。

仮想空間における体験で重要なのは”sense of presence”と言われている。それは,没入感を超えた実在感・存在感であり,仮想空間に自分や他者が存在するという感覚である。自分が仮想空間のディスカッションの場に参加・存在していると感じ,ディスカッション相手も同じ仮想空間内(自分の目の前)にいるという実在感が,臨場感や参加者意識・積極性を高め,ディスカッションの活性化につながっているのであろう。

3.3 仮想空間の広がりに関すること

仮想空間でのディスカッションは,空間的な広がりを感じることも大きな特徴である。実験では「(複数のメンバーが同時に話し出しても)それぞれのアバターの方向から音声が立体的に聞こえてきて,参加者が同じ空間にいる感覚があった」,「ゲームの中に入っている感覚があった」,「(同じ空間で)おしゃべりしているような楽しい雰囲気で議論できた」など,3Dの空間的広がりを実感しながら,リアル空間における対面ディスカッションに近い感覚が実現できていたことと思われる。

実験参加者はパソコンのスクリーン(2D)で仮想空間内を見ていたが,VR ゴーグルを装着すれば,さらに仮想空間への没入感や実在感が向上することと考えられる。その場合,リアル空間における対面ディスカッションと同等のディスカッションになるのであろうか。この点は,今後の課題としたい。

4. 教育環境としての仮想空間活用に向けて

近年,新たな教育環境の可能性として,メタバースの活用が注目されている。ユーザは,アバターを操って動き回ったり,感情を表現するサインを出したりして,その仮想空間内で自由に活動できる。もちろん,現在のオンラインコミュニケーションと同等の,音声コミュニケーションやチャットによる文字を介したコミュニケーションもできる。アバターの仕様によっては,ユーザの表情をカメラでトラッキングし,アバターの表情に反映させることもできる。これらの機能を積極的に活用することにより,プライバシーを意識することなく,非言語情報を適度に伝えるオンラインコミュニケーションが実現できるようになるのかもしれない。

そして,場所にとらわれず,学習者を中心とした,より充実したディスカッション型のオンライン教育や,豊かな仮想体験型の教育が展開されるようになるであろう。

メディア論のマクルーハンは,メディアを人間の身体・精神などの拡張(7)と指摘したが,メタバースという新たなメディアも,人間が活動する空間をオンライン仮想空間上に拡張したと捉えることもできる。このような新空間で,新たな教育や学びがどのように展開されるのか,今後の展開に期待したい。

5. おわりに

本稿では,オンラインにおけるグループディスカッションの諸課題について,アバターを介したオンラインディスカッション実験と,仮想空間でのディスカッション実験の結果から得た知見を整理し提示した。そして,今後の教育・学習環境としての仮想空間(メタバース)活用の可能性について考察した。

インターネットが現代社会の主要メディアになったのと同様に,メタバースも一時の単なる流行ではなく,私たちの生活に浸透し社会の一部になっていくことと考えられる。もちろん学校などの教育機関もメタバース内に活動範囲を広げて行き,メタバース内での教育や学びの機会も展開され,増えていくであろう。さらにメタバースを活用した新たな教育環境の構築は,今後の情報化社会を活性化する上でも極めて重要であろう。

そのためにも,メタバースを活用した教育・学びの方法論の検討や,様々な実践的知見や経験を積み重ねていくことがますます重要であろう。その一部分として,本研究課題についても,継続的に取り組む予定である。

参考文献

(1) 戸塚芽依, 菅谷克行: "オンライン授業内での議論における非言語情報の影響", CIEC 春季カンファレンス論文集, Vol.13, p.19-24 (2022).

(2) 日向寺玲花, 菅谷克行: "アバターを使用したオンライン議論に関する一考察", CIEC 春季カンファレンス論文集, Vol.14, p.14-20 (2023).

(3) 文部科学省: 新型コロナウイルス感染症の影響による学生等の 学生生活に関する調査(結果), https://www.mext.go.jp/content/20210525-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf (2023 年 6 月 21 日閲覧)

(4) 馬田一郎, 伊集院幸輝, 加藤恒夫, 山本誠一: "対面・オンラインのコミュニケーション特性比較 : 共創活動の観点から", 認知科学, 29(2), p.163-173 (2022).

(5) マジョリー・F・ヴァーガス [石丸正(訳)]: "非言語コミュニケーション", 新潮社, 東京 (1987).

(6) 小林英恵: "オンライン授業におけるアバターを活用した個別最適化", デジタルハリウッド大学研究紀要 DHU JOURNAL, Vol.07, p.78-81 (2020).

(7) M.マクルーハン [栗原裕, 河本仲聖 (訳)]:"メディア論―人間の拡張の諸相", みすず書房, 東京 (1987).

専門課程以降での活用を想定した インタラクティブコンテンツ制作科目の実践

米満 潔*1
Email: yonemik@cc.saga-u.ac.jp

*1：佐賀大学全学教育機構

◎Key Words　インタラクティブ，3DCG，デジタルコンテンツ，ノーコード，相互評価

1. はじめに

佐賀大学（以降，本学と記す）では 2019 年度までで，1,2 年次でデジタルコンテンツ制作技術を学ぶことで，3,4 年次に活用する基礎をつくる「デジタル表現技術者養成プログラム」が終了した。これにより，基本教養科目としてデジタルコンテンツ制作技術について学ぶ科目数が，ほぼ無くなった。

しかし，VR コンテンツやインタラクティブコンテンツは，従来の表現方法では表現しにくかった内容を分かりやすく表現することができる。そのため，これらのコンテンツは，大学の専門課程での学習や研究での利用や，GIGA スクールでの利用も普及しつつあり，デジタルコンテンツの需要は増加傾向にある。

そこで，基本教養科目として，これらのコンテンツ制作を学ぶ科目をあらたに開講した。しかし，この科目はプログラミングや CG を専門としない学生も履修するため，それらの専門知識を学ぶことから始めるとコンテンツ制作まで理解するのは困難である。

そのため，この科目ではノーコードでのインタラクティブコンテンツの制作方法を教えることにより，学生がコンテンツ制作に興味を持ち，インタラクティブな動きを考え，制作したコンテンツを相互評価することで論理的思考力を身につけ，この科目で学んだことを卒業研究や就職後など専門課程以降で活用できるようになることを目指した。

2. 2021 年度

2.1 授業形態とスケジュール

後期に，週 1 コマの通常授業として開講した。履修定員は 30 名とした。基本教養科目は，全学部の学生対象であるが，離れたキャンパスにある医学部の学生はこの科目の教室がある本庄キャンパスへの移動手段がないため受講できない。

表 1 に授業スケジュールを示す。

表 1　2021 年度スケジュール

回（日付）	形式	内容	回（日付）	形式	内容
第1回（10月7日）	【対】	ガイダンス	第9回（12月2日）	【対】	Asset（1）
第2回（10月14日）	【対】	受講環境設定（Webex、Zoom、Unity等）	第10回（12月9日）	【対】	Asset（2）
第3回（10月21日）	【対】	インタラクティブコンテンツに関する基礎知識	第11回（12月16日）	【対】	コンテンツ制作（1）：企画
第4回（10月28日）	【対】	3次元仮想空間の基礎知識	第12回（12月23日）	【対】	コンテンツ制作（2）：設計
第5回（11月4日）	【対】	Unityの基本操作（1）	第13回（1月13日）	【八】	コンテンツ制作（3）：制作
第6回（11月11日）	【対】	FPSとTPS	第14回（1月20日）	【オ】	コンテンツ制作（4）：制作&提出
第7回（11月18日）	【対】	Unityの基本操作（2）	第15回（1月27日）	【オ】	相互評価
第8回（11月25日）	【対】	Unityの基本操作（3）	最終レポート	【オ】	

2.2 使用アプリケーション

3D ゲームエンジンの Unity[1]を使用した。理由は，ソフトウェアが無料であり，コンテンツの素材となる Asset も無料のものが配布されているためである。また，Unity でスクリプトと呼ばれるコードを書かなくても基本的な動きの制作が可能なためでもある。

使用する Asset には実装されていないコンテンツの終了のためのキー操作を追加するコードをコピー&ペーストするなどしてテキストエディタで作成して保存してもらう作業は行った。

2.3 実践結果

想像以上に Unity のインストールに時間がかかった。ネットワークが遅くなったのも要因と思われる。1 コマの時間（90 分）内にインストールできない学生が，途中でインストールを止めたことで，自宅等でのインストールが正常に終わらない学生もいた. 2 回目以降の授業は講義を聴きながらイントール作業や設定作業を並行して行い，全員のインストールが完了するのに 3 回ほど要した.

また，キー操作を追加するコードをテキストエディタで作成して保存してもらう作業を行ったが，打ち間違いや必要な文字の削除，全角文字で入力したなどが原因でエラーとなった学生がいた。さらに，表示されたエラーコードの英語であることやプログラミングの知識がないので理解できないなどの理由で作業が進まない学生もいた。これにより，全体的に授業の進行が遅れてしまった。

なんとかインタラクティブコンテンツは制作できたが，ほとんどがダウンロードした Asset に少し手を加えた程度のものであった。

2.4 改善

次年度の授業に向けて，以下の改善を行うことにした。まず，授業形態は週 1 コマの通常授業から集中講義にした。これは，インストールなど受講環境の構築に連続した時間を確保するためである。また，医療関係で XR コンテンツの利用が進んでいることもあり医学部生にも受講機会を作るためである。

また，Unity のスクリプトはファイルを配布する。これは，コードをコピー&ペーストして編集して保存する作業を省きノーコードを徹底するとともに，エラーの発生による進行の遅れを回避するためである。

さらに，3D を学ぶ前に，2D での物体の動きを理解させる。これは，いきなり 3D 空間で作業すると位置関係の把握をしづらい学生がいるためである。

3. 2022 年度

3.1 授業形態とスケジュール

表 2 に示すように連続した 4 日間の集中講義とした。前半に 2D のインタラクティブコンテンツ制作，後半に 3D のインタラクティブコンテンツ制作を行う。

制作したコンテンツは学生間で相互評価を実施する。そのため，グループワークを取り入れ，教え合いや学び合いが行えるような関係性の構築も行う。

また，進学や就職を含めた専門課程以降での活動について考える契機として，インタラクティブコンテンツにかかわりを持たれている方に外部講師を依頼した。

表 2 2022 年度スケジュール

回（日付）	形式	内容	回（日付）	形式	内容
第1回（2月17日）	【対】	ガイダンス	第9回（2月21日）	【対】	受講環境設定（Unity等）
第2回（〃）	【対】	受講環境設定（Springin'Classroom等）	第10回（〃）	【対】	受講環境設定（Unity等）
第3回（〃）	【対】	2Dコンテンツ制作	第11回（〃）	【対】	Unityの基本操作
第4回（〃）	【対】	2Dコンテンツ制作	第12回（〃）	【対】	3Dコンテンツ制作・評価説明
第5回（2月20日）	【対】	2Dコンテンツ相互評価	第13回（2月22日）	【対】	3Dコンテンツ制作
第6回（〃）	【対】	講義（外部講師1）	第14回（〃）	【対】	3Dコンテンツ制作
第7回（〃）	【対】	講義（外部講師2）	第15回（〃）	【対】	相互評価
第8回（〃）	【対】	3次元仮想空間の基礎知識	最終レポート	【オ】	

3.2 使用アプリケーション

2D のインタラクティブコンテンツ制作には，Springin' Classroom[2]を使用した。Springin'とはノーコードで描いた絵や撮った写真に，音や重力や衝突などの物理法則を付加してインタラクティブコンテンツを制作するアプリである。Springin' Classroom は，Springin'で作成したものを教室のように教員と学生で共有するオンラインシステムである（図 1）。

3D のインタラクティブコンテンツ制作には，引き続き Unity を使用した。

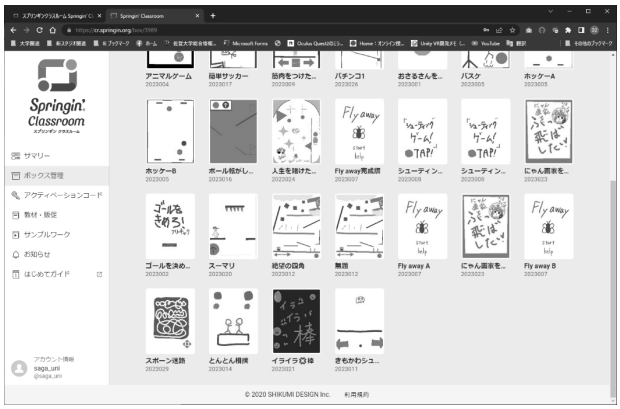


図 1 Springin' Classroom

3.3 実践結果

Springin' Classroom を使用した 2D のインタラクティブコンテンツ制作は，公式テキストに沿ったコロコロゲーム制作で操作に慣れた後，オリジナルのゲーム制作を行った。操作に関する質問等は無く，制作したゲームを共有することで得られた意見や感想をもとにブラッシュアップしていく学生もいた。

Unity を使用した 2D のインタラクティブコンテンツ制作は，2021 年度と比較してスムースに進行できた。ただし，以下の状況が発生した。

1) Unity をインストール済みの学生と，授業が始まってからインストールする学生が混在した。
2) 必要なパソコンの性能や空き容量を確認しないで受講した学生のパソコンが空き容量不足でインストールできない
3) Asset が正常に表示されない。この原因は，学生のパソコンの性能の差によるものなのか明確ではない。

1)については講義の時間中に並行して作業することで対応した。それでも 2)のような学生もいたため，インストールが完了した学生を待たせることになった。そのため学生から「集中講義の開始前に，インストールまで終わらせておくことがのぞましい」との意見があった。

3)については，教員のパソコンで，Asset の表示とコンテンツ終了のコードまで設定したパッケージを作成して配布することで対応した。

外部講師の話に対しては，以下の意見があった。また，授業後のアンケート結果（N=24）から，この科目は学生にとって有効であったと思われる。

- ゲーム業界に興味があったので，実際に就職した人の話が聞けてよかった
- 必要なのは行動力とコミュニケーション力
- 他の人の協力を得て制作するとより良いものが作れる
- 「すごいは一度きり，楽しいは何度でも」というのは興味深い考え方

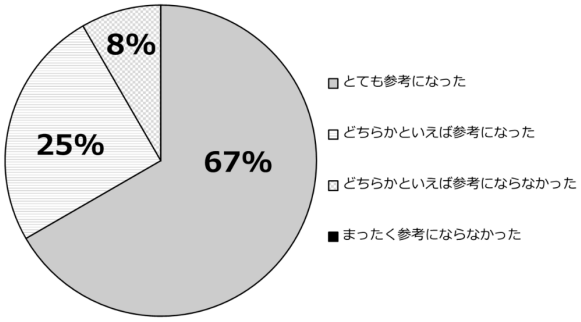


図 2 今後の学業や就職に対して参考になったか

3.4 改善

Unity については，授業開始前にインストールを終わらせておくように指示する。インストール完了できていない学生については，講義時間内等を利用して完了するように指導する。

Unity の Asset のダウンロード時間やダウンロード後の表示にも個人差が出ることもあり，基本構成は Package の配布を行うことも検討する。これにより，学生がコンテンツ制作に使用できる時間数をより長く確保する。

4. おわりに

2022 年度の実践での改善点を踏まえて，2023 年度後期の授業を設計する。集中講義であることや使用するアプリケーションは変更しないが，事前準備を含めた指導や教材の配布や相互評価の仕組みについては検討する。

参考文献

(1) Unity : https://unity.com/ja, (2023).
(2) Springin' Classroom : https://springinclass.org/, (2023).

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

南條健人*1・井上慶星*1・佐々木洸斗*1・松浦寛*2
Email: kento.nanjou20001008@gmail.com

*1: 東北学院大学大学院工学研究科
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

©Key Words　学力差／対面形式／アクティブ・ラーニング

1. はじめに

実業高校出身者と普通高校出身者の学力差が大きいため、本講義では基礎科目の復習を行う工夫をしている。しかし、理工系の専門科目は積み上げの教科であり、知識の定着が難しいという課題がある。実業高校出身者は実践的なスキルや技術に優れた人々も多く存在するため一概に学力が低いとは言えないが基礎学力が低いことは確かである。そのため、私たちは機械設計学の講義においてアクティブ・ラーニングを取り入れ、より効果的な学習成果を得るための研究を行っている。最初に、学生の学習意欲に関するばらつきや出身校別による学力の実態を明らかにするため、基礎テストやアンケートを実施した。昨年度はオンラインで基礎数学テストが行われたが、今年度は規制緩和に伴い対面形式で行った。その結果、平均点が落ちたことが分かった。さらに、機械設計学の講義ではペアリング学習を導入した。ペアを作成し、歯車やネジなど機械要素についての発表を行った。このペアリング学習を通じて、各ペアの特徴を調査した。ペアリング学習では、実業高校出身者と普通高校出身者を意図的に組み合わせることで、異なる経験を持つ学生がお互いの知識や視点を共有できる。各ペアでプレゼンテーションを行い、それぞれの内容の比較を行った。比較を行った結果、各ペアそれぞれに特徴的な違いがあったので報告する。

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．今回講義形態は, COVID-19 の規制がなくなったためコロナ前と同様に対面形式の授業を行った。各学生の入試形態による学力差を図るため第 3 回の講義にて基礎学力試験を Moodle 上で実施した. 入試形態別の基礎学力試験の点数を図 1 に示す．各学生の学習意欲等を調査するためアンケートを Moodle 上で回答してもらった。アンケートでの出身校をもとに様々な組み合わせのペアを作成し、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

講義時間	90 分
第 1～2 回	ガイダンス，通常講義
第 3 回	基礎学力試験
第 4～8 回	通常講義，グループワーク
第 9 回	専門試験
第 10～14 回	プレゼンテーション
第 15 回	専門試験Ⅱ・アンケート

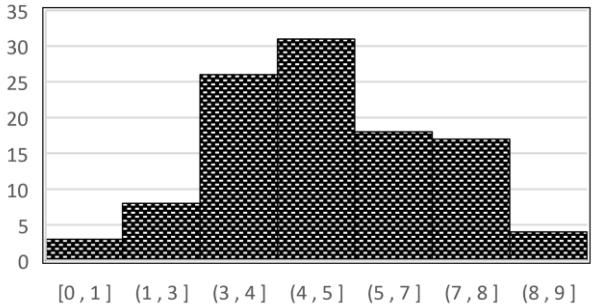


図 1　基礎数学試験結果（今年度）

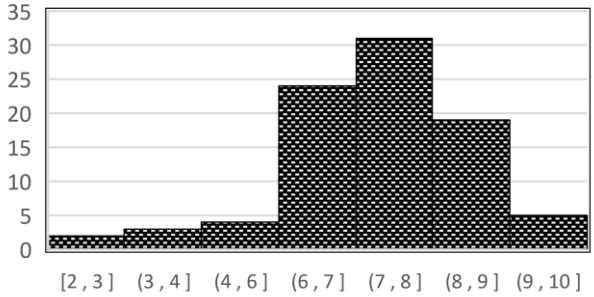


図 2　基礎数学試験結果（前年度）

2.2 試験結果比較

今年の基礎数学試験はコロナによる規制が解除されたため、遠隔で行っていた授業が対面で行われる関係から試験も対面で行われることとなった。試験を対面で行った結果前年度の平均点よりも低くなってしまった。前年度では 6 割以上の点数を取っている生徒が殆どだったが今年度の点数としては 3 割から 5 割の生徒たちが多くなった。この結果ら考えられる要因を以下に記す。

1. 対面試験はオンラインの試験に比べ、他の生徒や監督者がいる場所で受験を行う。これにより、生徒の緊張感が高まる可能性がある。また、教室や会場の環境の変化も、生徒に影響を与えると考えられる。
2. 試験を受ける生徒たちがコロナ禍の授業に慣れてしまったこと。今までの授業ではすべてがオンラインで行われていたため、対面形式の試験に慣れていない。そのため時間配分を間違えてしまい、試験時間が足りずすべての問題を解き終わらずに終わってしまったと考えられる。
3. 他社との情報共有が容易だったこと。オンライン環境では SNS などを通して回答を共有できる、そのため前年度の平均点が高くなったと考えられる。

2.3 入試別結果

入試別の平均点数を図3～図5に示す。基礎数学試験では共通テスト利用の平均点が一番高いことがわかった。推薦入学の平均点が他の入試方法に比べ、平均点が低かった原因として、実業高校出身者が多いことだ。実業高校は専門的な技術や実践的なスキルを重視したカリキュラムを採用している。そのため、一般教養科目や理系科目の範囲が不足していることがある。これにより、実業高校出身者は文系の学問や抽象的な思考に慣れていない場合があり、一般的な学力に差が生じると考えられる。専門試験でも共通テスト利用の平均点が一番高いことがわかった。実業高校出身者の点数が高くなり、普通高校出身者の点数が低くなると予測していたが、結果的には普通高出身者と同じくらいの点数になってしまった。このような結果になってしまった原因としては、教科書持ち込み可で試験を行ったため結果に差が生じなかった。それから問題数が80問と多かったため、生徒が焦ってしまい逆に効率が悪くなったと予測される。実業高校出身者の平均点数が低くなってしまった原因としては、実習などで直接身についた知識は覚えているけれど、座学として学んだ知識はあまり身についてないことが考えられる。

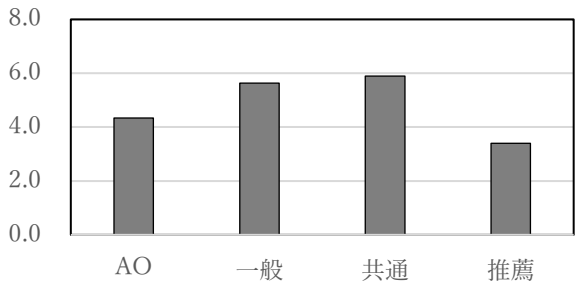


図3　基礎数学試験平均

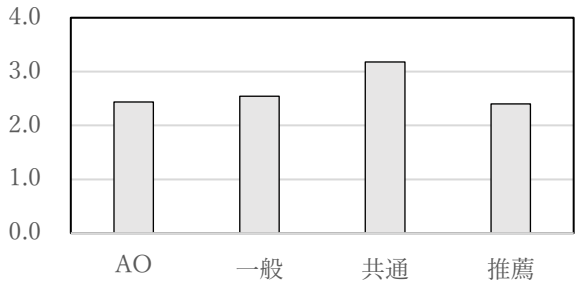


図4　専門試験平均

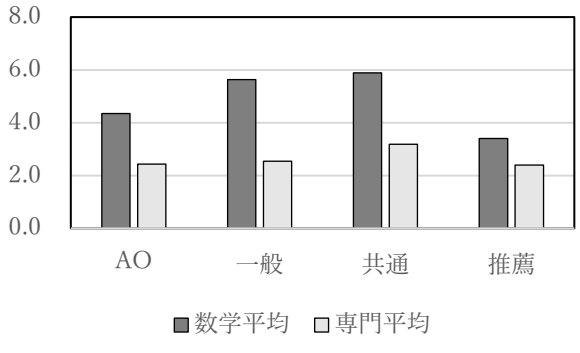


図5　両試験比較

3. ペアリング学習

前述した試験結果の通り、生徒に学力の差があることが分かった。そこでペアリングでは普通高と実業高・実業高と実業高・普通高と普通高といった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を行ってもらった。各ペアの発表から得られたことを以下に記す。

1. 普通高・普通高の発表としては、基礎知識が少ない分ネットなどを駆使してしっかりとまとめられていて見やすいプレゼンテーションになっていた。しかし質問を受けた時に答えられないことがあった。
2. 実業高・実業高の発表としては、基礎知識がほかのペアよりも多いため自分の経験なども交えながらより現実的なプレゼンになっていた。しかし説明不足な部分も多少見られた。
3. 普通高・実業高の発表としては、生徒の経験や知識をまとめながら細かいところまでしっかりとまとめられていた。質問に対しても柔軟に対応していた。

以上のことから、普通高と実業高のペアリングが一番良い発表をしていることが分かった。

4. 結言

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。

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ことが分かった
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ことが分かった。
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人々も多く存在する。そのため学力が低いと一概に結論づけることは難しい。

以上の結果から、学力差を考慮した授業内容を実施することが課題となる。現在のペアリング学習は、授業時間外に行っている。そのため今どこまで進んでいるのかなどの進捗確認が難しい。そこで今後の授業では1回目に基礎試験とアンケート行う。その結果をもとにペアを作成し、それからの授業に参加してもらう。授業内容もペアとしての活動をもっと行える内容に変更する。例えば、授業ごとに課題をだし二人で考える時間を設け、何組かに発表をしてもらう。課題ごとに実業高校と普通高校どちらかが得意な内容にすることで様々な知識を学ぶことができるのではないかと考える。それぞれの知識を教えることで結果として全体の学力差を埋めることができる。大学進学が重要視されている昨今で当然実業高校からの入学者数も増えている。学力差を縮めることが最優先の課題になってくると考えられる。出身校別のカリキュラムや多様化している生徒たちに柔軟な対応ができる大学を作っていかないといけないと感じた。

参考文献

(1) 丹勇人ほか “新型コロナウイルス対策による遠隔授業と対面授業の学習効果の比較”, 2020PC カンファレンス (2020)
(2) 佐々木洸人ほか “講義形態変化と課題難易度による学習成果の影響” 2022PC カンファレンス（2022）

グループ学習の構成条件と学習環境の変化

千賀颯斗*1・櫻田 陸人*1・櫻井 風花*1・松浦 寛*2
Email: s236511004@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科
*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、Moodle、対面

1. はじめに

本校に入学した学生は出身高校により基礎学力に偏りがある。実業高校は専門科目に優れ、普通高校は教養科目に優れている傾向がある。理工学系講義は専門科目と教養科目の応用であるため、それぞれ理解度に差が生じる。その対策として大学は、個別授業や理解度に合わせたコース設定、講義内で基礎科目の復習を行っている。しかし、解決には至っていない。

そこで我々は専門科目である「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。本研究では、e ラーニングシステム（Moodle）を利用したアンケートや基礎学力試験による調査と、これらを基準に編成したグループワークの成績を解析した。また、講義後に出題する調査課題をコピー判定ソフト（コピペルナー）や日本語文章難度判別システム（jReadability）を用いて分析した結果も合わせて報告する。

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。加えて、生徒の主体を向上させるためグループワークを行い、仮想的な商品の提案を行う。これより、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、調査項目を細分化することにより、組織内の役割を実際に近い形でシミュレーションする。以上を通じ、概念と商品開発について理解を深める。また、調査課題を与えることにより、関連知識の習得や文章力向上を図る。

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。第 4 回目は基礎学力を測るため、数学試験を行った。従来は Web 形式で行ったが、今年度は対面形式で実施した。出題範囲は小学生 5 年生から高校 2 年生までの内容である。第 6 回目からは試験結果を参考にグループ編成を行い、新商品の提案をする。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した。
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 16 分、質疑応答は 4 分で行い、各グループ全員が発表するように指示を行った。また、個人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。

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 4 回目	基礎数学試験
第 5 回目	基礎数学試験結果発表とグループ編成
第 6 回目～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

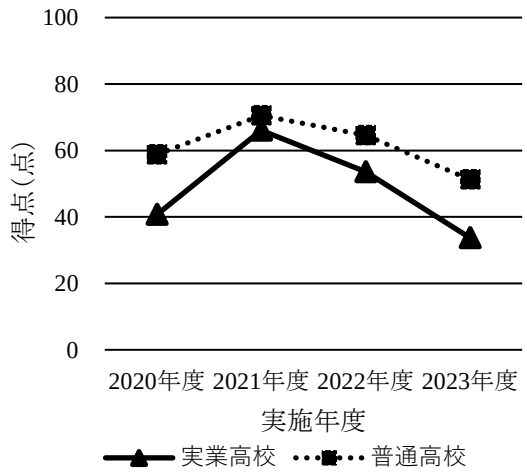


図 1　出身高校による基礎数学試験結果

出身高校による基礎数学試験結果を図 1 に示す。全ての年度において、普通高校出身の方が実業高校出身と比較し、平均得点が高いといえる。これは各高校の授業において、学習の方向性が異なるためと考える。普通高校は、大学進学に向けた幅広い分野や内容を網羅する。対して、実業高校は進学ではなく、就職に向けた技術力や知識を学ぶ。これにより、一般教養の部分で差が生じる。

2020 年度と 2023 年度、2021 年度と 2022 年度で得点の増減に類似性がある。これは、試験方法の違いにより発生したと考える。新型コロナウイルスの流行により、2021 年度と 2022 年度は Web 形式で試験を行った。対して、2020 年度と 2023 年度は、完全対面形式による試験を実施した。また、前者は資料持ち込み有りで、後者は持ち込み無しで行ったことも影響したと考える。

2.3 アクティブ・ラーニングの採用

受講生の主体性を養うため、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．基礎数学試験の結果と出身高校を基準に編成した。ディスカッション時は各グループに教員と TA が参加し、受講生にアドバイスをしながら行った。また、授業内容について理解を深めるため、毎講義ごとに予習・復習課題を設けた。課題は、 講義で得たことと、授業内で学習した専門用語の解説やその用途を調べ、レポートにすることである。これをそれぞれ 1000 文字以上記述し、学習管理システムの一種である「Moodle」上にアップロードして貰う。

3. 評価・結果

3.1 文章力の判定

今回は文章力の判定をリーダビリティ値により分析する。これは、日本語文章難易度判定システム「jReadability®」で算出される [1]。難易度判定を表 3 に示す。「リーダビリティ値」は、論理的な文章を作成するための「論理力」と、正しく文章を構成するための「言語能力」を決める値を指している。判定は対象の論理的な文章力により 6 段階で行う。値が高ければ、Web 資料や書物などの参考文献の専門的な文章を理解でき、文章作成が可能と考えられる。これにより、受講生の文章作成能力と講義内容の理解度を測る。

3.2 コピー率の確認

文章作成における不正引用を防ぐため、テキストファイルチェックソフト「コピペルナー®」を使用した。これにより、提出課題である予習・復習レポートのコピー率を調査した [2]。参考文献を理解し、自分なりの解釈が行えれば、Web 上の文章や他学生とレポート内容が類似することはないと考える。

3.3 グループ構成

商品開発は、機構や材質の専門的知識と幅広い教養知識が必要と考える。そこで、今回のグループ編成は数学試験の結果と出身高校別により行う。これにより、高度な議論を行えるグループ作成方法について調査する。

3.4 分析と評価

基礎数学試験別のコピー率を図 2 に示す。図 2 から試験結果が 20 点～40 点のコピー率が高いといえる。これは、基礎学力が低いと参考文献の模倣を行うためと考えられる。加えて、全体的なコピー率はほぼ 30%以下であった。講義内アンケートにより、学生の８割が調査課題に ChatGPT 使用したと確認した。これを踏まえ、コピー率が低いのは ChatGPT により多様な文章の作成が可能になったためと考えられる。礎数学試験結果別のリーダビリティ値を図 3 に示す。図 3 より 2.0 から 2.5 の値が多いことが分かる。加えて、基礎学力により文章力の違いはほぼ現れないといえる。これは ChatGPT の活用により論理的な文章の作成が行われたためと考えられる。また、グループごとの発表では、普通高校で編成された基礎学力試験が好成績のグループの評価が高かった。

表 3　リーダビリティ値の難易度判定

数値	レベル	備考
0.5-1.4	上級後半	高度で専門的な文章を理解できる。
1.5-2.4	上級前半	専門的な文章をほぼ理解できる。
2.5-3.4	中級後半	やや専門的な文章でも大まかな内容を理解でき、日常生活レベルの文章理解にほぼ不自由しない。
3.5-4.4	中級前半	比較的平易な文章に対し、理解力がある。程度まとまった文章でも内容が把握できる。
4.5-5.4	初級後半	基本的な乱後や文法に対し、理解できる。
5.5-6.4	初級前半	単文を中心とする基礎的日本語表現に関して理解できる。

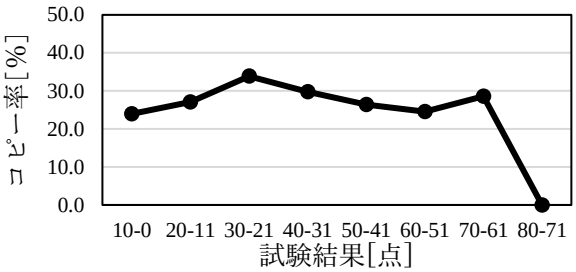


図 2　基礎学力別のコピー率

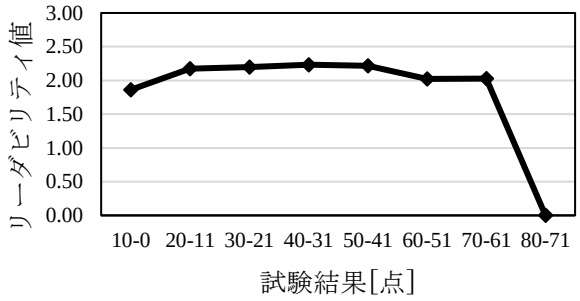


図 3　基礎学力別のリーダビリティ値

4. おわりに

今回は専門科目である「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た講義を行った．出身高校による基礎数学試験結果や各解析ソフトより、以下の結果を得た。

1) 普通高校出身の方が実業高校出身と比較し、平均得点が低い。
2) 数学試験は実施年度である 2020 年度と 2023 年度、2021 年度と 2022 年度で得点の増減に類似性ある。
3) 数学試験結果が 20 点～40 点のコピー率が高い。
4) リーダビリティ値は 2.0 から 2.5 の割合が多い。
5) 発表は、数学試験結果が好成績の普通高校で編成されたグループの評価が高い。

以上から、出身高校と基礎学力の関係とグループの編成条件による違いを確認できた。また、次回から正確な個人の文章力を測るため、従来とは違った評価方法を模索し、アクティブ・ラーニングの研究を行う。

参考文献

(1) 日本語文章難易度判定システム：“jReadability”（https://jreadability。net/）。
(2) コピペ判定支援ソフト：“コピペルナー”、株式会社アンク（2009）。

電子教科書のメリットとデメリット
—数学独自教科書の展開から—

吉田賢史[*1]・篠田有史[*2]・松本茂樹[*3]・大脇巧己[*4]
Email: k.yoshida@waseda.jp

*1: 早稲田大学高等学院
*2: 甲南大学全学共通教育センター
*3: 甲南大学
*4: 一般社団法人さんぴぃす

◎Key Words　電子教科書（デジタル教科書），学習環境

1. はじめに

COVID-19 の影響で GIGA School 構想が前倒しで展開され，1 人 1 台の PC 環境も整い，PC 活用の授業実践が展開されている。

このように，学習を取り巻く環境が大きく変化し，教育方法も大きく変わろうとしている。しかし，多くの教員が生徒時代に受けてきた教育は紙（黒板）と鉛筆（チョーク）という教具による授業展開であり，現在の学習者（学校）の学習環境との間には大きな差が生じている。

本稿ではその乖離の 1 つとして電子教科書（以下，デジタル教科書）にフォーカスする。紙の教科書を使うことを義務づけていた学校教育法が改正され，2019 年 4 月からデジタル教科書が学校で使えるようになった。さらに，2024 年は小学校の教科書の改訂のタイミングでもあり導入が進むと考えられる。実践校である早稲田大学高等学院中学部では，2021 年の PC 必携化に伴い数学の代数分野において独自のデジタル教科書を展開しており，ここからデジタル教科書に関する生徒の感想や，実際の利用状況に関するデータを引き出すことができれば，デジタル教科書の有効性を評価し，価値を高めるための方略に関する知見を引き出すことができると期待される。

そこで，本稿では，学習者の視点から，デジタル教科書のメリットとデメリットに関するアンケートを実施し，その結果をもとにデジタル教科書の有効性について議論する。

2. デジタル教科書

2.1 導入の経緯

初等中等教育において児童・生徒がランドセルやカバンに入れて持ち運ぶ教科書・ノート・資料集などの総重量は学年が上がるにつれて増す傾向にある。2018 年 6 月 6 日のランドセルメーカーセイバンによる報告では，1 週間のうち，ランドセルが最も重い日の荷物の重量は，平均で約 4.7 kgであると述べられている[1]。さらに，2018 年 9 月 6 日に文部科学省は各都道府県教育委員会宛てに児童生徒に何を持ち帰らせるか，また，何を学校に置くこととするかについて特別な配慮を検討するように求める事務連絡を通知している[2]。所謂「置き勉」を文部科学省も認めざるを得ない状況になっている。

しかしながら，「学び」は，教科内で完結するものではなく学習中にふと想起した事柄が気になることもあり得る。「置き勉」はそうした教科を越えた学びの妨げになると考えられる。教科を越えた好奇心を育むことは，学習内容を活用できる知識（暗黙知）を育むことにつながる[3]。

ここで問題となるのは，教科書という物理的な物体であり，情報が得られる状況を作り出すことができれば問題は解決する。重要なのは，教科書に書かれている内容であり，その内容をいつでも取り出せることが重要である。

早稲田大学高等学院では，中学 1 年生から中学 3 年生の統計分野の学習内容は中学 3 年生で学習するため，教科書を 3 冊持ってこさせる必要がある。3 冊の教科書は鞄の中でも場所を占有するため，殆どの生徒は，個人ロッカーに入れ持ち帰ることはなかった。

このような状況のもと，我々は，2018 年度より当初担当科目である中学数学における統計分野について，デジタル教科書を利用する取り組みに着手することとなった。

2.2 DECS プロジェクト

統計分野の教科書は，生活協同組合連合会大学生協事業連合の DECS(Digital Education Contents Support)アプリを活用して提供することとした。DECS は「学びの総合提案」をキーコンセプトに展開されているプロジェクトであり，このプロジェクトの 1 つである「教員の持つ資料の電子書籍化」を活用した。

開発当初の DECS アプリには，豊富なログ機能も含まれており，ページの閲覧開始時刻やアプリの機能の利用時刻などが記録されていた。このような学習 Log は，教科書の読み方に特徴が現れる可能性が高く[4]，個別最適化学習における学習方略を練るための情報になり得る。学習情報を利用者に提供するサビースをおこなっている企業は他にはなく DECS を採用するに至った。

3. 実施対象とアンケート結果

アンケートは，中学 1 年生と中学 2 年生に対して行い，中学 1 年生 109 名，中学 2 年生 86 名からの回答を得た。

アンケート項目「紙の教科書とデジタル教科書，どちらがあなたにあっていますか？」に対して，27. 18%の生徒が紙の教科書を好み，33. 85%の生徒が電子教科書を好むと回答している（表 1）。どちらでもよいと回答した生徒が 38. 97%であることから，担当している科目内では，紙かデジタルかの好意性に大きな差はみられない。

デジタル教科書のメリットについては，中学 1 年生，2

年生ともに「いつでも見られる」を挙げているものが一番多く，次いで「重たい教科書を持ち運ばずに済む」を挙げている。(表 2) デジタル教科書のデメリットに関しては，中学 1 年生は「紙の方が目が疲れない」を上げ，中学 2 年生は「紙の方が気が散らない」を挙げている。(表 3)「紙の方が気が散らない」は両学年とも半数近くが挙げていることから，PC の通知機能などからゲームや動画サイトに誘導されるケースが影響しているものと考えられる。実際，学校において関係のないページを閲覧するに至る生徒は 26. 7%おり，自宅に至っては 54. 87%いる。(表 4, 5)

また，目的のページは検索機能が使えるデジタルの方が便利と回答するであろうと予想をしていたが，2 割ほどの生徒が「紙の方が目的のページを見つけやすい」と回答していた。

紙かデジタルかという議論においては，電子辞書の使用の際にも学習成績と紐づけて語られることが多い。そこで，数学における上位グループと下位グループにおいて，紙とデジタルの好意性を調査した。(表 6) この表においても，紙とデジタルの好意性に成績の関係を見出すことはできなかった。

表 1. 紙の教科書およびデジタル教科書への好意性

紙の教科書とデジタル教科書，どちらがあなたにあっていますか？	中 1		中 2		全体	
絶対に紙	15	(13.76)	6	(6.98)	21	(10.77)
紙がいい	11	(10.09)	2	(2.33)	13	(6.67)
紙のほうがいい	13	(11.93)	6	(6.98)	19	(9.74)
どちらでもよい	42	(38.53)	34	(39.53)	76	(38.97)
デジタルのほうが良い	17	(15.60)	19	(22.09)	36	(18.46)
デジタルがよい	6	(5.50)	8	(9.30)	14	(7.18)
絶対にデジタル	5	(4.59)	11	(12.79)	16	(8.21)
計	109		86		195	

表 2. デジタル教科書のメリット

デジタルのメリット	中 1		中 2		全体	
教科書をいつでも見られる	87	(79.82)	70	(81.40)	157	(80.51)
重たい教科書を持ち運ばずに済む	59	(54.13)	53	(61.63)	112	(57.44)
教科書にペンで書き込める	51	(46.79)	35	(40.70)	86	(44.10)
拡大・縮小できる	36	(33.03)	41	(47.67)	77	(39.49)
必要な箇所を検索ですぐに見つけられる	35	(32.11)	17	(19.77)	52	(26.67)
メモが友達と共有できる	1	(0.92)	0	(0.00)	1	(0.51)
マーカーが友達と共有できる	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
その他						
デメリットしかない	1	(0.92)	0	(0.00)	1	(0.51)
計	109		86		195	

4. デジタルのデメリットを補う技術

デジタル化の流れは社会全体としては進展のスピードが加速されているが，学校教育においてはデメリットが克服されないとデジタル化を進めることは難しく，学校教育と一般社会との乖離が進んでいる。

デメリットを解消し，デジタル化を進めるためには，紙の優位性「目が疲れない」，「気が散らない」，「目的のページが探しやすい」を実現する必要がある。

表 3. デジタル教科書のデメリット

デジタル教科書のデメリット	中 1		中 2		全体	
紙の方が目が疲れない	62	(56.88)	38	(44.19)	100	(51.28)
紙の方が気が散らない	56	(51.38)	43	(50.00)	99	(50.77)
紙の方が使い慣れている	57	(52.29)	29	(33.72)	86	(44.10)
紙の方が目的のページを探しやすい	26	(23.85)	18	(20.93)	44	(22.56)
荷物にならない	18	(16.51)	10	(11.63)	28	(14.36)
特にない	1	(0.92)	6	(6.98)	7	(3.59)
Surface の消しゴム機能を使えない	1	(0.92)	1	(1.16)	2	(1.03)
少し起動に時間がかかる	1	(0.92)	0	(0.00)	1	(0.51)
ペンで書き込むと字が崩れてしまう	1	(0.92)	0	(0.00)	1	(0.51)
なぜか開きづらい，エラーが起きる	0	(0.00)	1	(1.16)	1	(0.51)
バッテリーが切れたら閲覧できない	0	(0.00)	1	(1.16)	1	(0.51)
書きづらい	1	(0.92)	0	(0.00)	1	(0.51)
計	109		86		195	

表 4. 学校における関係のないページの閲覧状況

学校	中 1		中 2		全体	
全くない	35	(32.11)	25	(29.07)	60	(30.77)
ほとんどない	25	(22.94)	15	(17.44)	40	(20.51)
あまりない	22	(20.18)	21	(24.42)	43	(22.05)
時々ある	24	(22.02)	18	(20.93)	42	(21.54)
よくある	2	(1.83)	5	(5.81)	7	(3.59)
非常によくある	1	(0.92)	2	(2.33)	3	(1.54)
	109		86		195	

表 5. 自宅における関係のないページの閲覧状況

自宅	中 1		中 2		全体	
全くない	13	(11.93)	7	(8.14)	20	(10.26)
ほとんどない	24	(22.02)	11	(12.79)	35	(17.95)
あまりない	22	(20.18)	11	(12.79)	33	(16.92)
時々ある	29	(26.61)	29	(33.72)	58	(29.74)
よくある	16	(14.68)	16	(18.60)	32	(16.41)
非常によくある	5	(4.59)	12	(13.95)	17	(8.72)
	109		86		195	

「目が疲れない」に対しては，健康に関する報告が話題になるケースが多い。実際，PC などの直接光は，目の負担が大きく，就寝前の閲覧はメラトニンの分泌を阻害し睡眠の質の低下につながる。しかしながら，反射光を利用して表示する e-Ink であれば目の負担は軽減される。

「気が散らない」に関しては，PC にだけでなくスマートフォンやタブレットなど教具以外からの情報刺激が影響するため，生徒自身の意識が大きく影響する。そこで，生徒のアクセスログを教員と保護者で共有することで自制心が働く仕組みを作ったり[5]，PC もスマートフォンと同じようにペアレンタルコントロールの利用により機能に制限を加えたりする方法などが考えられる。

一方，現存するデジタル検定教科書は，検定教科書と同じ紙面をデジタル化したものであり，デジタルのマルチメディア機能は補助教材として提供されている。本校のデジタル教科書もマルチメディア化されていない。それ故，デジタル教科書の評価は，紙の見やすさと電子デバイスでの見やすさの比較になりやすい。

我々は，デジタルのメリットは，マルチメディア化だけでなく，教科書の可塑性および閲覧データの蓄積にあると考える。生徒の教科書の読み方には個性が表れると考えられ[6]，閲覧データを分析することにより，その生徒に適したページと差し替えるという可塑性をもつ教科書をつくることも可能である[7]。統一した教科書を提供し，ある思考特性を生徒にとって理解しにくい表記を提供し続けることは，個別最適化学習とは逆の展開である。

このように，デジタル教科書は，生徒の学習データを収集することで，その生徒に適した教材提供を可能とするプラットフォームになりうる可能性を持つ。デジタル教科書の導入の問題は，単純に紙あるいはデジタルの見やすさの比較に収まるものではないと考えられる。個別最適化学習に向けた準備を進めるためにも，どのようなデータが学習者の思考特性と関連し，学習を促す項目はどのようなものかを検討しなければならない。

5. おわりに

本稿で実施したアンケートの結果においては，デジタル教科書と紙の教科書の好みに差はみられない。

また，「紙の方が目的のページを見つけやすい」との回答が 2 割を占めたことは，いわゆる検索語による検索機能では補えないページ検索が必要であることを意味している。教科書は，言語優勢でページや機能が構成されることが多い。しかし，学習者の思考特性は必ずしも言語優勢ではなく，イメージや感覚が優勢の生徒もいる。これらイメージ優勢型の生徒はページのイメージで探したい事柄を探すことが多いと考えられ，検索の UI はページのイメージから目的のページを探せるように設計する必要があると考えられる。イメージ優勢の生徒は前からシーケンシャルに探すより，すべてのページを縦横に並べて俯瞰し全体から探す UI の方が好まれる可能性も高い。

以上のように，学習者にはそれぞれの思考特性が存在するため，同じものを提供するだけでは教材による個別最適化学習を進めることは難しい。そこで，紙の教科書とデジタル教科書を選択導入することが，現在の一つの解決策になると考えられている。

以上のメリットとデメリットをふまえ，単にデジタル化するのではなく，様々な学習者に応じて，多様にデジタル化し，それらを学習者本位で意識・無意識を問わず選択できる仕組みを整えることが，教育デジタル化を展開する上で最も重要であり，喫緊の課題である。長期的に考えると教科書をデジタル化する効用は大きい。その効用は，学習履歴の蓄積と学習履歴に基づく AI による個別最適化学習支援である。

学習を取り巻く環境が激変している現在において，教科書のデジタル化による個別最適化学習を選択するか，アナログ情報による均質授業を選択するか，最も重要な判断を迫られる岐路に立っているといえる。

表 6. 成績によるデジタル・紙の好意性差異

紙かデジタルか	上位層		下位層	
紙	9	(25.71)	17	(32.08)
どちらでもよい	14	(40.00)	20	(37.74)
デジタル	12	(34.29)	16	(30.19)
総計	35		53	

参考文献

(1) 上田彩乃：“脱ゆとり教育の小学生，平均 6 kgのランドセルで通学”，セイバン，https://www.seiban.co.jp/news/pdf/news_release20180606.pdf, Access 2023.06.30.

(2) 文部科学省：“児童生徒の携行品に係る配慮について”，事務連絡（2018）

(3) Kidd, C., & Hayden, B. Y.： “Curiosity and Exploration Enhance Implicit Memory in a Computer-Based Environment”， Psychological Science, 26(8), 1272–1280（2015）

(4) 吉田 賢史，武沢 護，榊 哲，荒巻 恵子，八百幸 大：“Varsity Wave eBooks による教科書閲覧 Log とその分析”，PC Conference 北海道 2017，コンピュータ利用教育学会，pp.8-9（2017）

(5) 佐藤 正範：“小学生の Web 検索でデジタルシティズンシップを育む「ログ共有システム」の環境整備”，2022 PC Conference,コンピュータ利用教育学会, on web（2022）.

(6) 吉田 賢史，武沢 護，榊 哲，荒巻 恵子，八百幸 大：“Varsity Wave eBooks による教科書閲覧 Log とその分析”，PC Conference 北海道 2017, pp.8-9 (2017)

(7) 吉田賢史，篠田有史，大脇巧己，松本茂樹：“学習コンテンツ表現方法の差違が学習者に与える好意性と思考スタイルの因果関係－ディジタルの特性を生かした適応的ディジタル教科書を考える－”，2013 PC Conference TOKYO University, pp.365-366 (2013).

データサイエンス的思考を身につける授業の取り組み
—11 年前の生徒と比較して—

平田義隆*1
Email: hiratay@kyoto-wu.ac.jp

*1：京都女子中学校高等学校教諭・京都女子大学非常勤講師
京都教育大学大学院 教職実践研究科 学校臨床力高度化系 中核教員･リーダー教員養成コース

◎Key Words　　統計リテラシー教育，データサイエンス教育

1. はじめに

筆者は 11 年前の PCC2012 において、「数学(統計リテラシー)の授業を通して身につける「生きる力」とは？」の発表を行った。ここで紹介した授業を 2022 年度、再度担当することとなった。筆者が行っていた授業は、近年、「データサイエンス」と呼ばれる領域の初歩的な内容であり、個人的に「データサイエンス的思考」の養成と呼んでいる。また、勤務系列校である京都女子大学にも 2023 年度からデータサイエンス学部が創設されることになった影響もあり、筆者はこれまで以上にデータ分析や統計リテラシー活用の重要性を感じている。ここでは、2022 年度行った授業内容の概観を振り返り、11 年前に初めてこの授業で行ったアンケートと、今回の結果との比較を通して、これから必要となる中高生のデータ活用能力について考えていきたい。

2. 京都女子高校「数学特論」の授業内容

京都女子高等学校では、2006 年に中高大一貫コースとして中学校ウィステリアコースを設置し、その３年後である 2009 年には専門学科として高校ウィステリア科を設置した。コース・学科の目標としては「国際社会で活躍できる京女人の育成」を掲げ、社会で求められている段取り力や場を読む力、コミュニケーション能力などを兼ね備えた人材の育成を行う中で、本校の建学の精神である親鸞聖人の教えに基づいた宗教教育にも力を入れているものである。特に高等学校段階では専門学科とすることにより、普通科の学習指導要領の枠にとらわれない、特色ある教育を行っており、数学科のカリキュラムもそれを踏まえたものとなっている。

高校１年生では「数学Ⅰ」(３単位)を履修し、高校２年生では、科目名は「数学特論」(２単位)としているが、履修内容としては順列・組み合わせ及び確率について学習する時間となっている。これらを履修した上で高校３年生になり改めて「数学特論」(２単位)を設置し、ここで統計教育を中心に行っている。

高校３年生での履修内容は、「数学Ⅰ」で扱われているデータの分析分野の復習からスタートする。具体的な内容としては、度数分布表、ヒストグラム、相対度数、平均値、メジアン、モード、分散、標準偏差、相関係数であり、この授業を約 10 時間程度、１学期前半をかけて行う。１学期後半からは、具体的な表やグラフから、正しく事実を読み取る練習を行う。公務員試験の「資料解釈」分野の教材を参考に組み立てている。与えられた資料をもとに、５択で書かれている文章のうち、最も適当なものを選択する形式である。この授業では、高校卒業程度の公務員試験を想定してそのレベルの問題を中心に２学期前半まで扱う。２学期後半からは、最後のまとめを実践練習として行う。新聞や Web などで見かける実際のデータを基に、それを正しく読み取り、その結果について自分の意見をまとめる練習である。実際には、「小学校での英語教育」や「日本のエネルギー問題」など、あるテーマを設定し、そのテーマにまつわる資料を表やグラフの形で生徒達に見せ、まずはそこからどのようなことが読み取れるかを考えさせる。資料については、「goo リサーチ」等のアンケートページを参考に、高校生でも取り組みやすいテーマを引用した。資料を正しく読み取る活動については、これまで授業で扱った方法と同じ手法を用いて、書かれている文章についての正誤だけでなく、その判断理由を示す方法をとっている。その後、それについて自分はどのように考えるのかをまとめさせる。例えば、「小学校の英語教育」についてであれば、導入について賛成か反対か、およびその判断理由を考えさせる。次に、自分の意見とは別に、データを元に読み取れることを考えさせる。(具体的には、「賛成である人の理由は、国際化や早期の英語教育の必要性、他国からの遅れなどが心配であることなどが読み取れる」や、「反対である人の理由は、国語力の強化の必要性や言語そのものより中身が大切なのではないかと考えていることが読み取れる」など。) さらに、これからの子ども達にどのような大人になってほしいのかを考え、自分の意見をまとめる練習をさせる。この練習を年度末まで行い、学年末考査はレポートを書かせている。

3. 「データサイエンス的思考」とは？

文部科学省の示す高等学校数学のカリキュラムのうち、統計分野については、「数学 I」のデータの活用分野に加え、「数学 B」の統計的な推測分野が設けられている。これまで「数学 B」については、数列、ベクトル、確率分布と統計的な推測に分かれており、この内、２分野を履修するのが標準となっていたため、ほとんどの学校では数列とベクトルを履修するパターンを採用していた。ところが、平成 30 年告示の現在の学習指導要領では、数列、統計的な推測、数学と社会生活の３分野からの２分野履修となっており、ベクトルは新しくできた「数学 C」へ移った。そのため、新しく統計的な推測を採用する学校が多く、これを履修して、大学入試共通テスト等に対応しようとする動きが出ているところである。したがって、これから

の高校生で「数学 B」まで履修している生徒は、統計分野の学習については、二項分布と正規分布、推定や検定まで学習している子どもたちとなり、統計分野をこれまでよりも深く学習してくることになる。

しかし、本校ウィステリア科では、生徒たちが文系型であることから、数学の履修単位数を最小限としているため、そこまでを履修することが物理的にできない状況にある。そこで、高校３年生に専門科目として「数学特論」を設置し、数学 I で履修する統計内容をすべて扱い、それ以降は、数学的な理論に深入りせず、表やグラフを見てどのような意見を持つか考え、それは一般的な意見とどのような関係になっているのか分析し、また、自分の意見を口頭での発表や文章化を通してアウトプットする練習を行い、最後にはそのデータを分析することで自分たちのできることは何か、与えられているデータのその先を考える練習を中心に行っている。

本来は前半に述べた数学的な分析手法をきちんと学ぶことが大切で、「データサイエンス」と呼ばれる分野につながっていくものだと考えるが、私が実践している内容は、その入口にしか立っていない。ただ、身に付けさせたい考え方そのものは、データサイエンス教育と結びつくのではないかと考えており、これらを踏まえて自分の実践を「データサイエンス的思考」と名付けている。

4. この授業で身につけてほしい力

まず、言えることは、この授業は、統計リテラシーを身に付けることを目標としているので、表やグラフを読み解く力に始まり、初歩的な統計スキルをしっかり理解してほしいと考えている。数学 I のデータの分析分野レベルについてはきちんと理解しておいてほしいと考えるため、平均、分散、標準偏差から相関係数までは、きちんと計算でき、またその結果を見て様々判断できるようになってほしいと考えている。ただ、先述の通り、この学科の生徒たちは、そもそも数学に苦手意識を持っている子が多く、特に、割合の計算等においては、中学生レベルの内容でも正しく理解できない生徒もいる。数学 B の統計内容のような高いレベルの理解を求めていないのもこれが理由の 1 つである。しかし、大多数が内部推薦制度で進学する京都女子大学に、2023 年度からデータサイエンス学部が創設され、こちらにも進学する生徒が存在することを考えると、統計分野のみならず、数学Ⅱ及び数学 B レベルくらいまでは理解しておいてほしい。(本来は、この学部で高等学校数学の教員免許を取得することが可能であることから、数学Ⅲ及び数学 C の範囲まできちんと理解してほしいと考えている。)

もう１つ、身に付けてほしい力としては、論理的判断力である。データを読み解いたあと、その結果を文章にまとめる力や、それを発表する力、またその結果に対して自分の意見を持つ力やその意見をまとめ、アウトプットする力など、正しいかどうかを判断する力に加え、それを正しく説明する力をぜひ身につけてほしいと考えている。この力については生徒たちが社会に出てからも間違いなく必要になるものであることからも、重要なものと位置づけて授業を行っている。

5. 受講生徒によるアンケート結果について(11 年前との比較)

11 年前と同じアンケートを今回も行っている。対象者は前回同様、１年間この授業を受講した生徒 67 名で、無記名アンケートを行った。調査内容は次の通りである。

- 各学期に学習した内容の難易度について
- 学習した内容の実用性について
- 学習した内容の理解度について
- この授業を高校で行うことの意味について
- 数学の授業のイメージについて
- 自由記述

アンケートを取った結果であるが、選択式回答による質問では、ほとんどの項目で 11 年前と大きな変化は見られなかった。通年を通して、授業内容が少し難しいと感じている生徒が最も多く、ついで自分の力に合っていたと答えている生徒が多かった。また、授業内容が役立ちそうかどうかについては、いま役立ちそうかという質問も、今後役立ちそうかという質問も、どちらかといえば役立ちそうという回答が多数派を占め、11 年前と今回とでほぼ同スコアであった。さらに、この授業でつけようとしている力については、９月～10 月頃に理解したという回答が最も多く、ついで６月～７月頃と答えた生徒が多くなった。これも 11 年前と傾向は変わらず、数学 I で扱う統計学の理論的分野の履修が終了し、実体験に即した表やグラフを取り扱い始めた頃から理解が深まっていくことを改めて感じた。この授業では、生徒が所持しているスマートフォンを使用して意見を収集したりしているが、このような形態の授業が高校で行われることについても、よいと思うという回答が 11 年前で 70%、今回で 79.1%と高水準であることもわかった。これについては約 10%の差が出ているが、11 年前と比較して、スマートフォン等を授業で利用することも、それほど珍しくなくなり、そういった授業方法が当たり前のように受け入れられていることを現していると感じた。

ただ、1 つの質問だけが 11 年前と大きくスコアを異にしているものがある。それは、「高校入学時の数学のイメージと比べ、今の数学のイメージはどのようになりましたか？」という項目である。グラフの通り、2011 年の調査では「とても変わった」が 74.0%、「少し変わった」20.0%であるのに対し、2022 年の調査では「とても変わった」は 46.3%、「少し変わった」は 37.3%と、以前は大きくイメージが変わったと思った生徒が多い傾向だったが、直

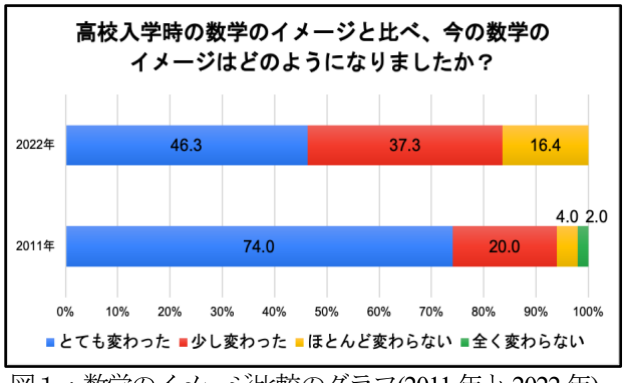


図１：数学のイメージ比較のグラフ(2011 年と 2022 年)

近では変化していても、それほど大きいというわけではない結果になっている。逆に見ると、「ほとんど変わらない」または「全く変わらない」と答えている生徒は 6.0%から 16.4%に増加していることからも、イメージの変化については以前ほど大きなインパクトになっていないと言える。これについては、この 11 年間で、プロジェクタに代表される ICT 機器を使用する授業の大幅な増加や、授業で PC やタブレットあるいは、スマートフォンを使用することへの違和感の減少などが影響していると考えられる。実際、11 年前はまだ本校でも教室に据え付けのプロジェクタはなく、使いたければ授業時間の最初に自力で設置しなければならず、まだまだ普及とまでは言えない状況だったが、現在では各教室に壁付け型のプロジェクタがあり、日々の授業の半分以上で利用されており、なくなると困るものにまでなっている。この 11 年間でいかに ICT 機器が生徒たちの日常に浸透したかが伺える質問だったと言える。

6. アンケート自由記述欄の比較について

この授業アンケートでは、最後の項目で「数学特論の授業に対する意見や感想などがあれば書いてください。」という自由記述項目を設けている。今回は、そこで出された意見の傾向をテキストマイニングの手法を用いて 11 年前と比較した。ここでは、ユーザーローカル社の「AI テキストマイニング」というツールを用いた。

まず、ワードクラウド分析である。この分析では、スコアが高い単語を選び出し、その値に応じた大きさで図示したものである。2011 年のワードクラウドでは、「思う」・「知る」・「できる」・「すごい」・「難しい」などの言葉が目立っている。しかし 2022 年では「数学」・「楽しい」・「考える」が目立っており、2011 年には出てこない言葉も上位に抽出されている。そこで、さらに詳しく分析するために、単語出現頻度と係り受け分析について比較していきたい。

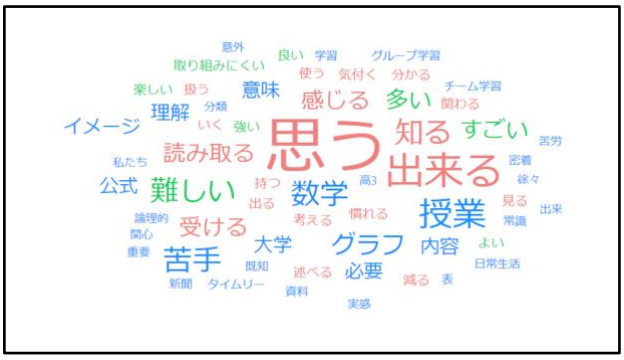


図２：アンケート自由記述のワードクラウド(2011 年)

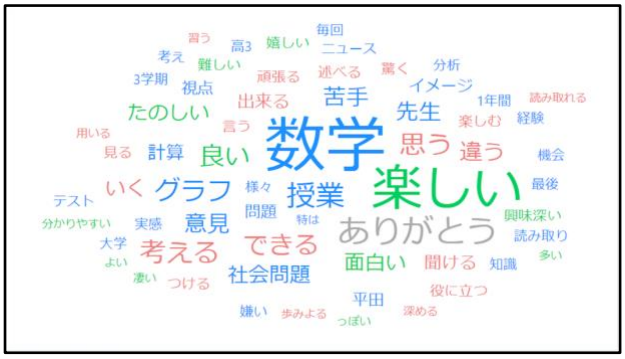


図３：アンケート自由記述のワードクラウド(2022 年)

単語出現頻度は、文中に出現する単語の頻度を表にまとめたものである。これを見ると、2022 年に出現する単語で 2011 年には出現しないものとして、次の語が挙げられた。「意見」・「社会問題」・「視点」・「考える」・「違う」・「いく」・「役に立つ」・「楽しい」・「面白い」・「興味深い」である。前節のアンケート結果や、ここまでのテキストマイニングの結果から分析すると、2011 年は、まだまだ ICT を活用して授業を行うことが当たり前ではなかった時代であったことが背景にあると考えられる。特に本校ではその推進が遅れていたこともあり、いわゆる、チョークと黒板で行われるスクール形式の授業だけが当然のように行われていた。それと比較して 2022 年は、学校での ICT 活用授業はほとんどの教科で当然のように行われている授業スタイルになっている。特に、コロナ禍を通して、学校では GIGA スクール構想の前倒しなども行われ、急激に ICT 機器が導入され、教員のスキルアップも追いつかないようなスピードで学校現場に導入されていった経緯もある。この出来事がなければ、学校現場はもう少しゆっくりとしたスピードでの ICT の導入だっただろうし、こうなった今、11 年前と比較すると現場での教育環境は大きく変化した。子どもたちからすれば、自分が入学したのはすでに現場が変化してからなので、もともと現在の環境であったわけで、私が行っている授業の環境についての違和感はそんなに大きなものではないのだろう。それもあって、生徒たちから出た言葉は、授業の物珍しさからくるものではなく、授業で身につけるべき力のことであったり、考えるべき内容であったりすることをきちんと受け止めてくれていると理解すると、筆者が考えていたことが正しく生徒たちに伝わっており、とても嬉しいことである。

ここで、さらに、係り受け分析について比較してみると、とても興味深い結果が得られた。係り受け分析は、「名詞」にかかる、「形容詞」、「動詞」、「名詞」についての分析を

図４：アンケート自由記述の係り受け分析
(名詞ー形容詞)(2011 年)

図５：アンケート自由記述の係り受け分析
(名詞ー形容詞)(2022 年)

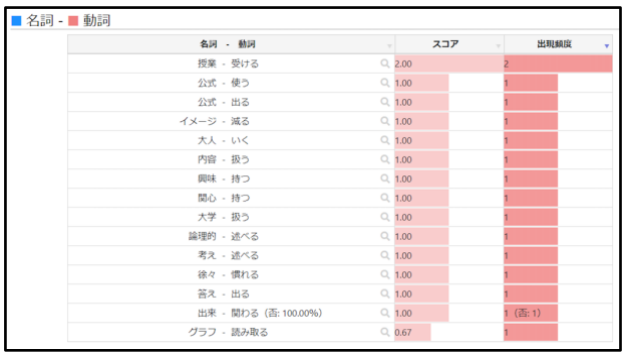


図６：アンケート自由記述の係り受け分析
(名詞ー動詞)(2011 年)

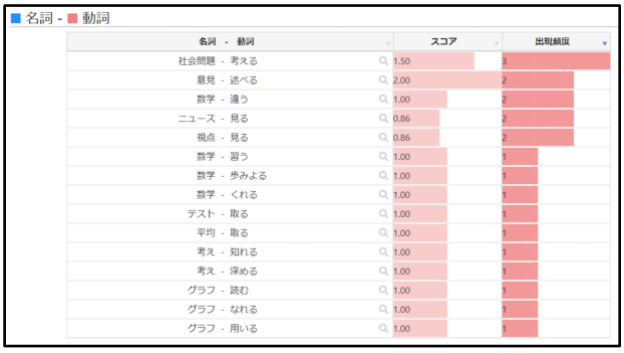


図７：アンケート自由記述の係り受け分析
(名詞ー動詞)(2022 年)

示したものである。まず、「名詞–形容詞」分析では 2011 年では、「数学–強い」、「イメージ–強い」など授業の環境からくる生徒の受けた印象に関するものが多く、分析でも中立と判定されるものがほとんどであるが、2022 年では、「数学–楽しい」、「機会–よい」、「苦手–楽しい」、「授業–楽しい」など、「数学の授業が楽しい。」や「このような機会はとてもよい。」、「苦手だけど楽しい。」のように授業の内容に関わる意見から抽出された係り受け分析が多く、分析ではポジティブと判定されるものがほとんどとなっている。また、「名詞–動詞」分析では、2011 年では「授業–うける」、「公式–使う」、「イメージ–減る」などが抽出されたが、2022 年では、「社会問題–考える」、「意見–述べる」、「数学–違う」、「ニュース–見る」、「視点–見る」といった、生徒の授業内での活動に関わる言葉が目立ち、大変多く抽出されている。さらに「名詞–名詞」分析でも 2022 年では「数学–苦手」などの他に、「社会問題–テーマ」や「統計学–大事」なども現れ、生徒の授業の受け止めに関わる言葉が出現していることは興味深い。

7. 今後の課題

今回 2011 年度と 2022 年度で行った同じ授業における生徒のアンケートを分析した。扱うデータについては、多少アップデートしているため、内容が異なるものも存在するが、生徒に教える内容やその視点については、特に大きな変化はない。また授業を行うための教育環境についても、大きく変化していない。その前提で、アンケート結果を見ると、11 年前はかなり先端を見据えたスタイルで授業を運営していたと振り返ることができる。ようやく 11 年経って、周りの環境が追いついてきたのではないだろうか。そのように考えると、次のステップはどのようなスタイルなのか、これから 10 年先をイメージして授業を組み立てていく必要があると考える。

また、私の授業では様々な理由より、「数学Ⅰ」における統計分野のみ授業内容として扱っているが、先述の通り、高校数学では 2022 年度新入生より新指導要領が施行され、「数学 B」においても統計的な推測の分野を多くの生徒が履修すると予想されている。そう考えると、私が担当するクラスでも、一般教養としての統計学の知識を身につけるためにも、今後の授業ではこれらの領域に踏み込むことも検討しなければならない。また、高校情報科でも新指導要領における改訂で、データサイエンス分野を新しく履修することとなっている。そういったことを考えると、今後は情報科教員とも連携しながら、授業内容を組み立てていく必要があるように思う。さらに前述の通り、京都女子大学では 2023 年度入学生よりデータサイエンス学部を開設し、本校からは内部推薦制度により進学する生徒がいる。特にこの学部は、本大学では家政学部食物栄養学科以来の理系学部の開設であり、本校から進学する多くの生徒は文系であるため、少なくともこれらの学部への進学を希望するものについては、数学Ⅱ及び数学 B までの履修を推奨するなど、検討すべきことが数多くある。世間での統計学履修に関わる流れに本校のカリキュラムも追随できるよう、できるだけ早く、改定や検討をすすめるべきであると考える。

8. おわりに

ここ数年の間に、統計教育の重要性について、しばしば語られるようになり、先ほども述べたようなデータサイエンス教育が全国的に行われるようになってきた。私はそのような未来を見据えたわけではなかったが、その授業を 11 年前から行っていたわけである。いまになって当時を振り返ってみると、卒業生から聞かれる声などからも、自分が行ってきたことは正しかったと言えるのではないかと思っている。数学の授業で扱う知識としてのデータ活用能力は当然のことながら、これらに加えて、データを見る目やデータと向き合う力、さらにはデータを分析・批判し、自分の考えをまとめアウトプットする力が今以上に求められる時代になるのではないだろうか。これからもこのような教育活動を通して中高生が必要とするデータ活用能力を見据え、より確かなデータサイエンス的思考の養成に努めていきたいと考える。

参考文献

(1) 平田義隆 「数学(統計リテラシー)の授業を通して身につける「生きる力」とは？」 PC カンファレンス 2012 分科会発表論文 2012 年
(2) 文部科学省 「高等学校学習指導要領解説 数学編(平成 30 年 7 月)」
(3) 畑中敦子 「畑中敦子の天下無敵の数的処理②数的処理・資料解釈編」 LEC 東京リーガルマインド編
(4) 上藤一郎 「絵と図でわかるデータサイエンス」 技術評論社 2021 年

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

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，情報の科学的な理解，重要語句

1. 背景と目的

2019年に策定された「AI戦略」では，AI人材の育成のための教育改革に向けた取り組みが多数提示されている。取り組み目標として，中等教育では，文理を問わず全ての高等学校の卒業生が数理・データサイエンス・AIの基礎的リテラシーを習得すること，また，高等教育においても，文理を問わず全ての大学生・高専生がAIリテラシー教育を習得することが掲げられている(1)。

具体的な動きとしては，2018年に高等学校学習指導要領が公示され，高等学校普通科の共通教科情報科（以下，情報科）は，これまでの「社会と情報」と「情報の科学」の2科目体制から，両科目の内容を統合する「情報Ⅰ」に科目改訂が行われた。本科目は2022年度より必修科目として新設され，新たに，プログラミングやシミュレーション，データベースの基礎等の数理・データサイエンス・AIに関連する内容が追加された。さらに，今年度からは「情報Ⅰ」の応用として位置付けられた選択科目「情報Ⅱ」が新設されている。

また，大学の情報教育では，2021年度から「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）」(2)が新設された。学部学科を問わず全ての学生が数理・データサイエンス・AIを学ぶことができる環境整備が求められており，モデルカリキュラムとして，データ分析の基礎やデータリテラシー，AIの利活用といった内容が提示されている。

このように，情報教育では，数理・データサイエンス・AIに関連する項目を身に付けることが求められているが，「情報Ⅰ」を履修した学生が入学するのは2025年度以降となる。2025年度以降の入学生が，「情報Ⅰ」の内容をどの程度理解しているのかを把握し，理解度が低い項目に関しては大学での情報教育にて補いつつ，数理・データサイエンス・AIを学ぶ科目を提供することが必要であると考えられる。そのためには，筆者がこれまで整理した情報科の教科書内容や理解度に関する研究を，「情報Ⅰ」でも同様に実施できると考えた。

教科書の重要語句の整理分類に関しては，筆者を含めた相澤ら（2020）(3)の研究にて，「社会と情報」と「情報の科学」に着目した報告を行っている。「社会と情報」と「情報の科学」の教科書を各8冊，計16冊を対象とし，それぞれの各索引に記載されている語句を抽出して，学習指導要領の「情報の科学的な理解」に基づいた知識に関する解説を基に，重要語句の抽出と項目ごとの整理分類を実施した。その結果，「社会と情報」では196の語句，「情報の科学」では239の語句を重要語句と位置付けた。また，「社会と情報」においては，問題の発見・解決の方法，統計処理，プログラミング，モデル化とシミュレーション等に関する語句が少ないことを報告した。

さらに，「情報Ⅰ」を題材とした研究として，小河（2022）(4)にて，教科書の記載内容の特徴分析を行っている。「情報Ⅰ」の教科書全13冊を対象とし，記載されている内容を学習指導要領の科目目標を達成するために設けられた計24の小項目ごとに分類した。「情報Ⅰ」の特徴として，ディジタル表現のしくみやアルゴリズム，プログラミングといった知識や技能に関する記載分量が多かったこと，一方で，思考力，判断力，表現力等を身に付ける項目の記載内容が少なかったこと等を報告した。

これらの経緯より，本研究では「情報Ⅰ」の教科書の索引から語句を抽出した重要語句の分析と，学習指導要領の「情報の科学的な理解」に基づいた分類を試みる。本研究の目的は，「情報Ⅰ」の重要語句を整理分類し，今後の情報教育の内容を検討するための情報収集を行うことである。

2. 分析方法

2023年度の高等学校用教科書目録(5)に記載されている「情報Ⅰ」の教科書は，6社から計13冊である。そのうち1冊は，主に実習内容が記載されており，索引がない。本研究では，この1冊を除いた12冊の教科書を①～⑫と採番し，分析対象とする。

分析方法は，先述した相澤ら（2020）(3)と同様の方法で行う。はじめに，各教科書の索引に記載されている語句を抽出し，語句数の整理を行う。次に，抽出した語句が共通して記載されている教科書の冊数を集計し，記載のある冊数ごとに整理する。その際，カナ文字や英字等による表記の違いは，同一の語句として取り扱うこととする。また，分析対象の半数である7冊以上の教科書で記載されている語句を各項目の重要語句と位置付け，まとめる。

さらに，高等学校学習指導要領の「情報の科学的な理解」に基づいた知識の分類を行う。各重要語句を5つの

大項目と 18 の小項目を照らし合わせて分類を行う。

3. 分析結果

3.1 各教科書の索引から抽出した語句数

表 1 は, 各教科書の索引に記載されている語句数である。12 冊の平均値は 463, 中央値は 450, 最大値は教科書④の 698, 最小値は教科書⑦の 187 であった。教科書ごとに総ページ数が異なるため, 参考値として総ページ数と 1 ページあたりの語句数を算出したが, 1 ページあたりの語句数の平均値は 2.3, また, 最も語句数が多い教科書は教科書④の 3.39 であり, 最も語句数が少ない教科書は教科書⑦の 1.03 であった。

表 1 各教科書の索引に記載されている語句数

教科書 No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
語句数	303	576	684	698	672	365	187	384	432	469	301	487
総ページ数	206	230	206	206	206	184	182	224	200	246	128	200
1 ページあたりの語句数	1.47	2.50	3.32	3.39	3.26	1.98	1.03	1.71	2.16	1.91	2.35	2.44

表 2 共通して記載されている語句の種数

(括弧内は%)

	12 種	11 種	10 種	9 種	8 種	7 種	6 種	5 種	4 種	3 種	2 種	1 種
種数	42 (2.2)	25 (1.3)	32 (1.7)	25 (1.3)	38 (2.0)	30 (1.6)	74 (3.9)	86 (4.5)	120 (6.3)	163 (8.5)	495 (25.9)	779 (40.8)

3.2 索引に共通して記載されている語句の種数

次に, 各教科書に共通して記載されている語句を, 種数ごとに表 2 にまとめた。12 冊の教科書の索引に記載されている語句の合計は 1909 であり, 12 冊全ての教科書に記載があった語句は 42 (2.2%) であった。12 種数から 7 種数までは, 25 (1.3%) から 42 (2.2%) の語句数であるが, 6 種数以降は種数が少なくなるにしたがって語句数が増加し, 1 種数の語句は 779 (40.8%) であった。表 3 は, 10 種数以上の教科書で記載があった語句の一覧である。

表 3 10 種数以上の教科書で記載があった語句

種数	語句	語句数
12 種数	AI (人工知能), HTML (HTML5), IoT, IP アドレス, LAN, OS (オペレーティングシステム、基本ソフトウェア), POS システム, TCP/IP (TCP/IP プロトコル), 圧縮, アルゴリズム, 解像度, 階調, 可逆圧縮, 画素, 個人情報, コンピュータウイルス (ウイルス), 産業財産権, シミュレーション, 情報デザイン, 知的財産権, 著作権, データ, データベース, テキストマイニング, 電子メール, ドメイン名, ハードウェア, パスワード, 非可逆圧縮, ビット, 標本化, ファイアウォール, 符号化, プレゼンテーション, フローチャート, プログラム, 変数, メディア, メディアリテラシー, モデル化, 量子化, 量的データ	42
11 種数	2 進法, Unicode (ユニコード), WAN, 暗号化, 意匠権, 関数, 欠損値, 質的データ, 実用新案権, 商標権, 情報, 情報システム, ソーシャルエンジニアリング, ソフトウェア, 著作者人格権 (著作者の人格権), 特許権, バイト, パケット, 外れ値, ピクトグラム, フォント, 復号, プロトコル, 文字コード, ルータ	25
10 種数	CPU, http, IMAP, SMTP, SNS, アクティビティ図, オープンデータ, 可用性, 間隔尺度, 完全性, 機密性, 共通鍵暗号方式, クライアント, 公開鍵暗号方式, 個人情報保護法 (個人情報の保護に関する法律), コミュニケーション, サーバ, 散布図, 順序尺度, 肖像権, 情報セキュリティ, 著作隣接権, 電子マネー, 配列, ハブ, ピクセル, ビッグデータ, 平文, プログラミング言語, 補助記憶装置, 名義尺度, ユニバーサルデザイン	32

3.3 大項目ごとの重要語句数と割合

さらに, 7 種数以上の教科書に記載されていた語句を重要語句と位置付け, 高等学校学習指導要領の「情報の科学的な理解」に関する 5 つの大項目ごとに, 重要語句を整理した。

表 4 大項目ごとの重要語句数
(括弧内は%)

大項目	語句数と割合
①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法	55(28.5)
②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響	17(8.8)
③情報に関する法律・規則・マナー	22(11.4)
④個人が果たす役割や責任等	22(11.4)
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	77(39.9)
合計	193

「⑤その他(情報及び情報技術に関する基礎理論等)」が 77 語（39.9%）と最も多く，一方で，「②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響」が 17 語（8.8%）と最も少なかった。ちなみに，小項目の数は大項目ごとに異なる。次節にて，小項目ごとに分類した結果を示し，語句数等を整理する。

3.4 小項目ごとの重要語句と語句数

小項目ごとに重要語句の分類を行った結果が，表 5 から表 9 である。特に語句数が多い小項目は，「⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等)」の「3)ネットワーク及びデータ通信に関する基礎的事項」で32語，次いで同⑤の「2)情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む)」で 26 語，「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)」で 22 語であった。一方で，特に語句数が少ない小項目は，いずれも「③情報に関する法律・規則・マナー」であり，「4)情報や権利の保護と活用」で該当なし，「5)その他の犯罪」で 1 語，「6)規則・マナー」で 2 語であった。

表 5 大項目①に分類される重要語句

小項目	語句	語句数
1) 問題の発見・解決の方法	プレゼンテーション，トレードオフ，ブレーンストーミング，KJ 法，PDCA サイクル，問題解決	6
2) 統計処理（ビッグデータの解析を含む)	データベース，テキストマイニング，量的データ，関数，欠損値，質的データ，外れ値，オープンデータ，間隔尺度，散布図，順序尺度，ビッグデータ，名義尺度，データベース管理システム（DBMS)，ヒストグラム，分散，クロス集計，中央値（メジアン)，標準偏差，比例尺度，リレーショナルデータベース，相関係数	22
3) プログラミング	アルゴリズム，フローチャート，プログラム，変数，アクティビティ図，配列，プログラミング言語，順次構造，CSS，演算子，ソースコード，引数，反復構造，丸め誤差，戻り値	15
4) モデル化とシミュレーション	シミュレーション，モデル化，乱数，モデル	4
5) 情報デザイン	情報デザイン，ピクトグラム，ユニバーサルデザイン，ユーザビリティ，可視化，構造化，色相環，抽象化	8

表 6 大項目②に分類される重要語句

小項目	語句	語句数
1) 情報化の進展により発展した事項	AI（人工知能)，IoT，POS システム，電子メール，情報システム，SNS，コミュニケーション，電子マネー，アクセシビリティ，情報社会，マスメディア，BCC（BCC 欄)，CC（CC 欄)，GPS（全地球測位システム)	14
2) 情報化により発生した問題	信憑性，情報モラル，デジタルデバイド（情報格差)	3

表 7 大項目③に分類される重要語句

小項目	語句	語句数
1) 個人情報の保護に関する法律等	個人情報，個人情報保護法（個人情報の保護に関する法律)，肖像権，パブリシティ権	4
2) 知的財産に関する法律等	産業財産権，知的財産権，著作権，意匠権，実用新案権，商標権，著作者人格権（著作者の人格権)，特許権，著作隣接権，引用，著作物，著作権法	12
3) サイバー犯罪に関する法律	ISP（プロバイダ)，不正アクセス禁止法，サイバー犯罪	3
4) 情報や権利の保護と活用	なし	0
5) その他の犯罪	フィッシング	1
6) 規則･マナー	メディアリテラシー，情報セキュリティポリシー	2

表 8 大項目④に分類される重要語句

小項目	語句	語句数
1) 情報の送信、受信に関する留意事項	暗号化，復号，共通鍵暗号方式，公開鍵暗号方式，平文，鍵，公開鍵，秘密鍵	8
2) 情報管理とセキュリティ対策	コンピュータウイルス（ウイルス)，パスワード，ファイアウォール，ソーシャルエンジニアリング，可用性，完全性，機密性，	14

	情報セキュリティ, マルウェア, ユーザ ID, ウイルス対策ソフトウェア, 不正アクセス, デジタル署名, バックアップ	

表 9 大項目⑤に分類される重要語句

小項目	語句	語句数
1) コンピュータによる情報処理	OS (オペレーティングシステム, 基本ソフトウェア), ハードウェア, 2 進法, ソフトウェア, CPU, 補助記憶装置, 16 進法, 主記憶装置, API, 出力装置, ドロー系ソフトウェア (ドローソフトウェア), 入力装置, ペイント系ソフトウェア (ペイントソフトウェア), 論理回路, 演算装置, 応用ソフトウェア, 機械語, 制御装置	19
2) 情報のディジタル化とその特徴 (表現や伝達を含む)	圧縮, 解像度, 階調, 可逆圧縮, 画素, 非可逆圧縮, ビット, 標本化, 符号化, メディア, 量子化, Unicode (ユニコード), 情報, バイト, フォント, 文字コード, ピクセル, ASCII (ASCII コード), JPEG (JPEG 形式), アナログ, 加法混色, デジタル, 光の三原色, JIS コード (JIS), 色の三原色, 減法混色	26
3) ネットワーク及びデータ通信に関する基礎的事項	HTML (HTML5), IP アドレス, LAN, TCP/IP (TCP/IP プロトコル), データ, ドメイン名, WAN, パケット, プロトコル, ルータ, http, IMAP, SMTP, クライアント, サーバ, ハブ, POP, URL, インターネット, フレームレート, 無線 LAN, DNS, IPv6, Wi-Fi, WWW, 情報通信ネットワーク, フレーム, https, IPv4, ネットワーク, パケット交換方式, メールサーバ	32

4. 考察と今後の課題

本研究では,「情報 I」の 12 冊の教科書の索引に記載されている語句数を整理した。その結果, 総語句数は 1909 あり, 7 冊以上の教科書で記載されている重要語句は 192 であることを算出した。

重要語句の特徴としては, 大項目①では, 統計処理やプログラミングの基礎である語句が共通して記載されていた。大項目②では, AI (人工知能) や IoT といった情報化の進展に関する語句が, 大項目③では, 著作権等の知的財産に関する語句が記載されていた。また, 大項目④では, 情報セキュリティの 3 要素やコンピュータを取り巻くウイルス等に関する語句が, 大項目⑤では, ディジタル表現のしくみや, ネットワークの基礎的といった語句の記載が多かった。

「情報 I」は, これまでの「社会と情報」と「情報の科学」の内容を踏まえ, 新たにプログラミングやネットワーク, 情報セキュリティ, データ活用等が必修化されたが, 本研究では, これらの内容に関する語句が多く記載されている傾向があることがわかった。

今後の課題としては, 大学では 2025 年度から「情報 I」を履修した学生が入学することから, 2025 年度以降は, これまでの「社会と情報」と「情報の科学」の教科書から抽出した重要語句の理解度調査と同様に, 新たに今回抽出した「情報 I」の重要語句を用いた理解度調査を行うことである。調査結果をふまえ, 理解度が低い語句や項目を, 初年次を対象とした科目や基礎演習等にて取り扱い, 情報教育における基礎知識を身に付けた学生の育成を行っていきたい。

また, これまでは科目単位で記載内容や重要語句の整理を実施してきたため, 今後は,「情報 I」と「社会と情報」及び「情報の科学」との比較を行うこと, また, 今年度から新設された「情報 II」との比較を行うことも, 今後の課題である。

主な参考文献・URL

(1) 文部科学省 :「AI戦略等を踏まえたAI人材の育成について」 https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg7/20191101/shiryou2_1.pdf (アクセス日 : 2023年6月28日)

(2) 内閣府 :「「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (リテラシーレベル)」の創設について」 https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/suuri/ninteisousetu.pdf (アクセス日 : 2023年6月28日)

(3) 相澤崇・小河智佳子 : "高等学校情報科の「情報の科学的な理解」に基づいた知識に関する重要語句の整理分類－検定済教科書の索引語句から－", 都留文科大学, 都留文科大学研究紀要, 第 91 集, pp.95-108, (2020).

(4) 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).

(5) 文部科学省 :「高等学校用教科書目録 (令和 5 年度使 用)」 https://www.mext.go.jp/content/20220418-mxt_kyokasyo02-000021956_3.pdf (アクセス日 : 2023 年 6 月 28 日)

高等学校情報科の「情報Ⅱ」における重要語句の整理分類

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Ⅱ，知識の理解習得，重要語句，検定済教科書，高等学校学習指導要領解説

1. はじめに

高等学校共通教科情報科（以下，情報科）は，教育課程において，小中高等学校の各教科等の指導を通じて行われる情報教育の中核として位置づけられている[1]。しかし，生徒に対する情報の科学的な理解に関する指導が不十分であること，情報やコンピュータに興味・関心を有する生徒の学習意欲に応えられていない点をふまえ，平成30年に告示された高等学校学習指導要領においては，情報科の目標，科目構成，内容・項目について見直しが行われた[2]。

その情報科の科目の一つである「情報Ⅱ」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を育む選択科目として設置されている[2]。その学習項目は，大項目5小項目9から構成され，その小項目は，「知識及び技能」と「思考力，判断力，表現力等」を身に付ける項目から構成されている。情報Ⅱの小項目の一つ「知識及び技能」では，情報技術に関わる理論，仕組みに関わる知識を取り扱う。これらの知識を理解・習得するためには，情報に関する専門用語が用いられ，その専門用語の中には，小項目の目標達成のために重要語句（以下，重要語句）を含まれる。

学習指導要領は，大綱的な基準が記されているため，その解説においても，上述した全ての重要語句は記されていないと考えられる。そのため，小項目の目標達成のために重要語句を整理しておくことは有用と考えられる。さらに，情報科は，科目創設以降，各社から出版される検定済教科書は，学習項目ごとの記載内容量に差異があることが報告されている。そのため，今回，新たに設定された「情報Ⅱ」の各検定済教科書においても，重要語句の取り扱いに差異があることが懸念される。この点についても検定済教科書の記載内容を検討する必要性があると思われる。そして先行研究おいて，「情報Ⅱ」の重要語句については，筆者が知る限りにおいて，先行研究において報告がされていない。

そこで本研究は，新たに設定された「情報Ⅱ」において，小項目の目標達成のために，必須となる重要語句を整理し，各検定済教科書における重要語句の取り扱いの差異について検討を行う。

2. 研究の方法

重要語句の抽出・整理及び，各検定済教科書における重要語句の確認は，筆者が行った高等学校教科「情報」における知識の習得状況調査での重要語句の抽出方法を一部改良して行う。

2.1 分析の対象

本研究の対象は，新学習指導要領の第2章第10節情報に基づいて著作・編成された令和5年度用の「情報Ⅱ」の検定済教科書3冊（ⅡA，ⅡB，ⅡCと記す。）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たものと見なすことができためである。

2.2 分析方法

本研究における重要語句の範囲は，「情報Ⅱ」の学習目的を達成するための知識面で理解及び習得が必要な語句とする。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する。その重要度の整理分析は，下記に示す方法で行う。

各検定済教科書の「情報Ⅱ」の本文中において，太字で記載されている語句と，巻末の索引語句から「情報の技術」の記載頁の語句を抜き出し，各検定済教科書で整理する。但し，語句を整理する際，名称，カナ文字，英字による表記の違いについては，同一の語句として取り扱う。その後，整理した重要語句は，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。さらに，新学習指導要領解説の「情報Ⅱ」の内容の取り扱いの文章中に記載の有無を確認する。

本研究における重要語句を下記に示す区分で整理する。

①新学習指導要領解説の「情報の技術」に関する「内容の取り扱い」に記載されており，3社の検定済教科書で記載があった語句
②新学習指導要領解説の「情報の技術」に関する「内容の取り扱い」に記載されており，2社の検定済教科書で記載があった語句。
③新学習指導要領解説の「情報の技術」に関する「内容の取り扱い」に記載されており，1社の検定済教科書で記載があった語句。
④新学習指導要領解説の「情報の技術」に関する「内容の取り扱い」に記載されてはいないが，3社の検定済教科書で記載があった語句。
⑤新学習指導要領解説の「情報の技術」に関する「内容の取り扱い」に記載されてはいないが，2社の検定済教科書で記載があった語句。
⑥新学習指導要領解説の「情報の技術」に関する「内容の取り扱い」に記載されてはいないが，1社の検定済教科書で記載があった語句。

3. 結果

各検定済教科書の「情報Ⅱ」の本文中において太字で記載されている語句と索引語句を全て抜き出し，検定済教科書に共通数で整理した。その結果を下記の表1に示す。

表1　検定済教科書から抽出・整理された重要語句

検定済教科書	共通数			抽出された総種数
	3	2	1	
ⅡA	55 (11.0)	99 (19.7)	**348 (69.3)**	502
ⅡB	55 (10.4)	89 (16.9)	**383 (72.7)**	527
ⅡC	55 (15.1)	93 (25.5)	**217 (59.5)**	365
全教科書	55	141	946	1142

注1）カッコ内の数字は，各検定済教科書の合計に対する割合，網掛けは，各検定済教科書での最頻値を示す。
注2）共通数3は他の2社にも掲載，共通数2は他の1社にも掲載，共通数1は他社には掲載されていない重要語句を示す。

全検定済教科書では，総種数が1142種類であった。内訳は，共通数3が55種類，共通数2が141種類，共通数1が946種類であった。

抽出された重要語句の総種数は，ⅡBが527種類，ⅡAが502種類，ⅡCが365種類の順で多かった。各検定済教科書とも，共通数1の重要語句が最も多く，ⅡBが383種類，ⅡAが348種類，ⅡCが217種類の順で多かった，そして全検定済教科書ともに，総種数の半分を超えていた。続いて，全検定済教科書ともに共通数2の重要語句が多く，ⅡAが99種類，ⅡCが93種類，ⅡBが89種類の順であった。共通数3の重要語句は，55種類であった。

全検定済教科書から抽出された重要語句と，新学習指導要領解説の「情報Ⅱ」の内容の取り扱い文章中の記載の有無を確認した。その結果を下記の表2に示す。

表2　重要語句と新学習指導要領の記載

区分	共通数			抽出された総種数
	3	2	1	
新学習指導要領解説に記載有	24 (2.1)	41 (3.6)	60 (5.3)	125 (10.6)
全教科書	55	141	946	1142

注）カッコ内の数字は，全検定済教科書から抽出された重要語句の総種数1142に対する割合を示す。

全検定済教科書から抽出された1142の重要語句の内，新学習指導要領解説の記載されていた語句の種数は，125（10.6%）であった。内訳は，共通数3が25種類（2.1%），共通数2が41種類（3.6%），共通数1が60種類（5.3%）であった。共通数3の重要語句と新学習指導要領解説の記載の有無を下記の表3に示す。

4. 考察とまとめ

各検定済教科書から重要語句の整理と各検定済教科書のおける重要語句の取り扱いの差異を検討した結果，以下のことがわかった。

表3　検定済教科書の重要語句（共通数3）

種数	語句名
55 (25)	**AI（人工知能）**，CSS，HTML，IPv4，JavaScript，Python，**SNS**，SQL，Webサーバ，アクティビティ図，**暗号化**，ウォーターフォールモデル，仮想通貨，**可用性**，**完全性**，ガントチャート，**機械学習**，**機密性**，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，**クラスタリング**，**欠損値**，**個人情報**，個人情報保護法，シーケンス図，**質的データ**，射影，状態遷移図，**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**，深層学習，スパイラルモデル，ソーシャルメディア，**データベース**，**デバッグ**，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，**バイアス**，バグ，**外れ値**，**引数**，**ピクトグラム**，ビックデータ，不正アクセス禁止法，ブログ，**プログラミング**，**プロジェクト・マネジメント**，プロトタイプ，**モジュール**，ユースケース図，**量的データ**

注）下線の語句は，高等学校学習要領情報編「情報Ⅱ」の内容の取り扱いに記載されていたことを示す。

①各検定済教科書から抽出・整理された太字や索引語句は，1142種類あった。全ての検定済教科書で共通して記載があった語句の種数は，55種類(4.8%)であった。このことから，検定済教科書によって，「情報Ⅱ」の知識面でのねらいを達成するために必要と考えられた重要語句は，差異があると考えられた。

②新学習指導要領解説の記載されていた語句の種数は，共通数3が25種類（2.1%），共通数2が41種類（3.6%），共通数1が60種類（5.3%）であった。共通数2，共通数1の重要語句においても，新学習指導要領解説に記載された語句があった。新学習指導要領解説で記載があっても，各検定済教科書では，重要語句として取り扱われていないことがわかった。

③上記のことから，使用する検定済教科書によって重要語句の取り扱いに差異が生じることが懸念された。また，学習者の情報技術に関わる理論，仕組みに関わる知識に関わる重要語句の理解・習得に差異が生じることが予想された。

指導者は，この分析結果をふまえ，情報技術に関わる理論，仕組みに関わる知識に関わる重要語句の取り扱いを検討が必要と考えられた。

5. 今後の課題

高等学校情報科の教員に対して，「情報Ⅱ」に関する重要語句の認識に関する調査を行い，実状との比較を行い，その問題点を明らかにすることが次の課題と考えている。

参考文献

(1) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示），東山書房（2019）.
(2) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示），解説情報編，開隆堂出版（2019）.

体感しながら学ぶ AI とデータサイエンス入門授業の試み
—Wolfram 言語によるプログラミング実践—

金光安芸子*1・北村美穂子*2・吉田智子*2
Email: akikok @wolfram.com

*1: Wolfram Research, Inc.
*2: 京都ノートルダム女子大学 社会情報課程

◎Key Words　AI・データサイエンス教育，プログラミング実習，Wolfram 言語，教材開発

1. はじめに

どのような分野においても AI やデータサイエンスの知識が不可欠な時代である。その流れを受けて，2021 年度から文部科学省は「数理・データサイエンス・AI 教育」を体系的に行なっている大学等に対して認定制度(1)を開始し，文系理系を問わず全ての学生にこの教育を提供するよう推進している。

筆者らが授業を行なった京都ノートルダム女子大学は，文系女子大学でありながら全学的な情報教育を数年前から積極的に行っており，2021 年度に上記の認定制度（リテラシーレベル）の認定を受けた。特に文系学部の学生や女子学生にとって，データサイエンス教育を含む情報教育における教材の選び方は非常に重要である(2)。身近な題材で学ぶ必要性を実感でき，学生自身のデザイン力や創造性を発揮できる教材が受け入れられ易い。

また，データサイエンスの授業において，講義で学ぶ内容をプログラミング実習で体感することは，仕組みを理解するために非常に重要である。ただ，プログラミング言語に馴染みのない学生にとって，言語を学ぶこと自体が負担になることは望ましくない。

本報告では，これらの条件を満たすものとして京都ノートルダム女子大学の“データ活用プログラム”の必修科目の一つである「AI とデータサイエンス入門」で実践した“Wolfram 言語[1]によるプログラミング実習”について紹介する。

2. 「AI とデータサイエンス入門」の授業

2.1 授業の概要

「AI とデータサイエンス入門」（2 単位，90 分授業 15 回）は，2021 年度以降に入学した 2 年生以上の全学部生が選択できるもので，北村と金光の 2 名が 2 クラス（計 21 名）を担当する形で 2022 年度の後期授業（2022 年 9 月～2023 年 3 月）で実践した。すべての授業は原則「講義＋Wolfram 言語によるプログラミング実習」という形式で行った。この授業全体の方針，内容および実践結果については，2023PC カンファレンス分科会の「データサイエンス」において「初学者のための AI・データサイエンス入門授業の試み」で詳しく発表する。

2.2 Wolfram 言語の実習環境

Wolfram 言語は，計算知識エンジン Wolfram|Alpha[2] や数式処理システムとして 30 年以上の歴史のある Mathematica[3] のベースとなっているプログラミング言語である。微積分，線形代数，統計などの数学関数はもちろん，画像分析や音声分析，自然言語処理や機械学習など AI とデータサイエンスに欠かせない高度な関数が豊富に揃っているため，講義の内容に沿った実習が可能である。

本実習では，この Wolfram 言語の実行環境として，Wolfram Cloud[4] を利用した。これは，Web ブラウザからアクセスでき，Wolfram ID というアカウントを作成してサインインすると利用できる（図 1）。PC にアプリケーションをインストールする必要がないため，大学の PC 教室でなくとも，学生が所有する PC，モバイルデバイス，スマートフォンなどでどこからでも同じ環境でプログラミングができる。

実習用の教材テキストは Wolfram Notebook で作成し，学生には Wolfram Cloud 上で公開した。Wolfram Cloud では，ファイルのシェアや公開が簡単にできるため，教材の配布や学生の課題提出，質問のやりとりなど，教員と学生のコミュニケーションも双方向でスムーズに行うことができる。

図 1 Web ブラウザで利用できる Wolfram Cloud

3. Wolfram 言語を使った実習の実践例と学生の反応

全 15 回の授業を「講義＋Wolfram 言語によるプログラミング実習」という形式で行ったが，ここでは，学生が特に意欲的に取り組んだ 3 つの実習内容について紹介する。

[1] https://www.wolfram.com/language/
[2] https://www.wolframalpha.com/
[3] https://www.wolframa.com/mathematica/
[4] https://www.wolframcloud.com/

3.1　アートプログラミング

「プログラミング言語概論」の回（第6回）では，アルゴリズムやデータ構造，フローチャート，プログラミング言語の種類や特徴を講義で学んだ後，条件分岐や反復処理，変数や関数の作成のプログラミング実習を行った。第7回では，それらを組み合わせて大小様々な円のグラフィックスを描くアートプログラミングの課題に取り組んだ。

実習での基本となるプログラムを図2に示す。Circle関数を使って円を一つ描く短いコードから始まり，Table関数を使って複数の円を描く方法，RandomReal関数やRandomColor関数を組み合わせてランダムな大きさや色でアートを作る方法を学んだ。学生は，教材ファイルに記載してあるプログラムをまずはそのまま実行し，プログラムの意味を考えながら数字や関数を少しずつ変えてオリジナルのアート作品に仕上げていった。

さらに応用編として，Circle関数をDisk関数で円盤に，Polygon関数で多角形に，Opacity関数を追加して透明度を与えるなどの方法を提示したところ，大半の学生が意欲的に挑戦し，工夫してアートプログラミングの作品作りに取り組んだ。学生の作品を図3に示す。

学生からは，「自分の思うような色を付けるために試行錯誤するのが楽しかった」，「プログラミングは難しいと思っていたが，実際自分でやってみて様々な色や形が表現出来ることがとても面白く思った」，「自分の創造性で多くの芸術作品を作ることができてよかった」など，学生のやる気を示す感想が多く見られた。

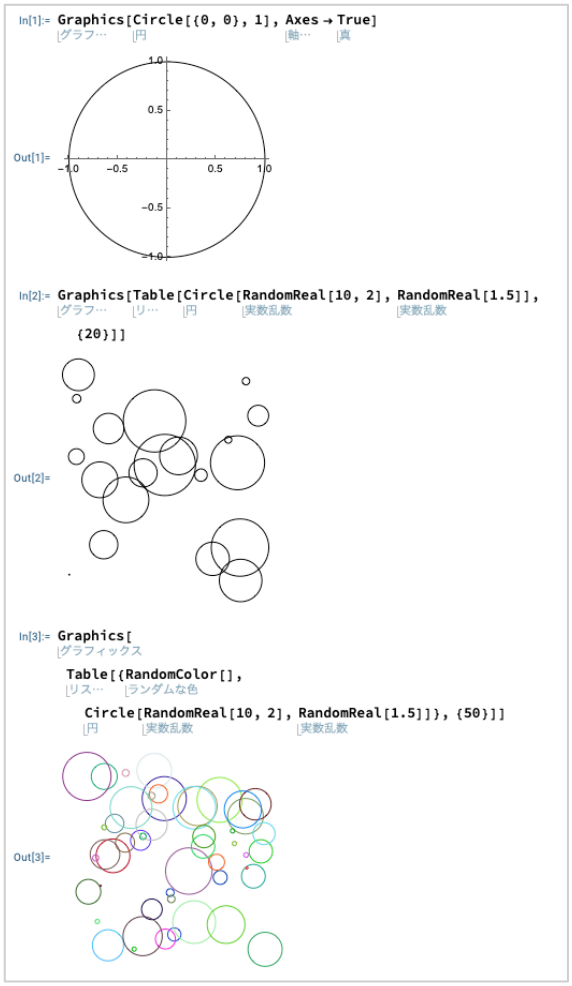


図 2 アートプログラミングの基本プログラム

3.2　文学作品のワードクラウド

「データビジュアライゼーション」の回（第12回）では，可視化の種類(棒グラフや地図上の可視化など)，可視化の重要性，チャートジャンクについて講義で学んだ後，ワードクラウドで可視化するプログラミング実習を行い，可視化の有効性について共に考えた。

ワードクラウドは，アンケートや文章などのテキストデータから出現回数の多い単語をより大きく表示することで，どのようなワードがより多く出てきているのかを瞬時に認識することができるデータビジュアライゼーションの一つである。ニュースや新聞，TVの情報番組などでもよく利用されており，学生にも馴染みがある。

実習では，まず授業アンケートのテキストファイルをWolfram Cloudにアップロードした後，アップロードしたファイルをImport関数で読み込み，WordCloud関数でワードクラウドを作成した。さらに，ハート型や幾何図形を指定して異なる形のワードクラウドを作成した。図4にWolfram言語での具体的な手順を示す。

ここまでの実習を全員で行った後，教員がレポート課題について説明した。課題の内容は，表1の10個の文学作品から2作品を選んでワードクラウドを作り，そこからわかることや工夫した点を記述することである。

表1 ワードクラウドの課題とした文学作品

「吾輩は猫である」（夏目漱石）
「人間失格」（太宰治）
「みだれ髪」（与謝野晶子）
「源氏物語 桐壺」（紫式部，與謝野晶子訳）
「源氏物語 夕顔」（紫式部，與謝野晶子訳）
「母を尋ねて三千里」（アミーチス）
「みにくいアヒルの子」（アンデルセン）
「白雪姫」（グリム）
「ラプンツエル」（グリム）
「若草物語」（オルコット）

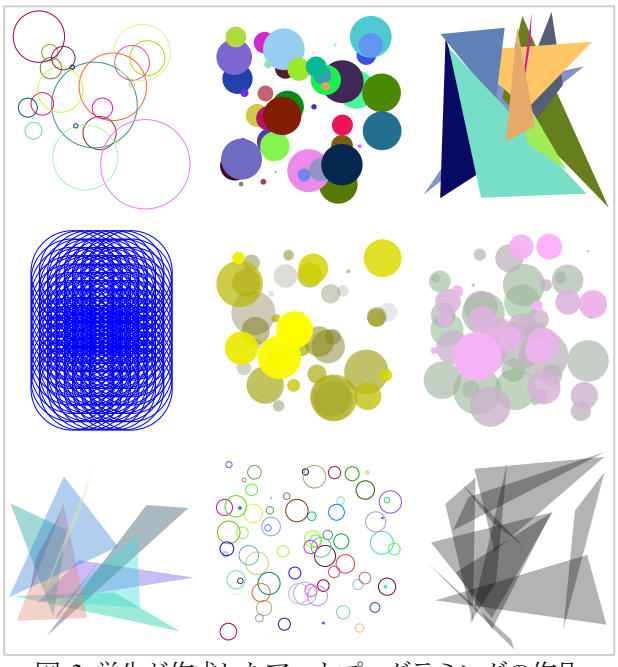


図 3 学生が作成したアートプログラミングの作品

なお，レポートに使用する文学作品のデータは，教員が青空文庫[5]から入手した全文テキストを Python の MeCab[6] を利用して形態素解析をした後，ストップワード（「を」「は」「です」などの助詞や助動詞）を除去してテキストデータファイルを用意した。

学生らがこのレポート課題に取り組んだのは冬休み期間中であったが，休み中にも関わらず，学生から「作品に合わせた形にしたいがどうしたらいいか？」，「リストにない文学作品でワードクラウドを作りたい」という質問や要望があり，意欲的に取り組もうとする様子が伺えた。図 5 は，学生の要望を受けて追加で Web 上に公開したオリジナルの形のワードクラウドを作る手順である。

図 4 ワードクラウドの作成手順

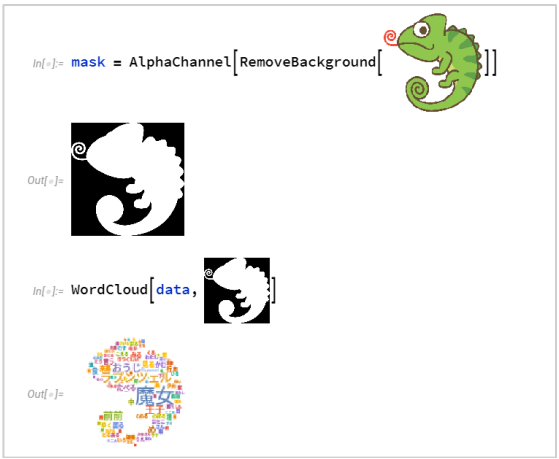


図 5 好きな画像からワードクラウドを作成する方法

[5] https://www.aozora.gr.jp/
[6] https://taku910.github.io/mecab/

学生らはそれぞれの文学作品のイメージや登場人物に合わせて色や形を工夫し，バラエティに富んだワードクラウドを作成した。学生らは，課題として指示された 2 作品以上のワードクラウドを作成したり，自ら Wolfram 言語のオンラインドキュメントを調べて色や配置を変化させたりしており，筆者らの期待以上に意欲的に取り組んでいた。図 6 にレポート課題で提出された学生らのワードクラウドの作品の一部を紹介する。

また，課題の「ワードクラウドからわかること」として，表 2 のような学生の意見があった。文学作品をワードクラウドで可視化することによって新たな発見があったことがわかる。

表 2 ワードクラウドからわかること

「主人公の名前や登場するキャラクターのワードが大きく表示され，それらのワードが多く登場していることがわかった。」
「すべての小説において，一人称，二人称，人物名がよく出てくるということがわかった。また，動詞も多く，特に多いのは“いう”という動詞であることがわかった。このことから，人物が何を言ったのかという文章が多いのではないかと思われる。」
「『ラプンツェル』のワードクラウドからは，主人公の“ラプンツェル”よりも“魔女”の方が多く出現していることに驚いた。この結果は，ワードクラウドを作成してみないと分からないことなので，これこそがワードクラウドの良さだと思った。」

図 6 学生が作成した文学作品のワードクラウド

3.3 機械学習でお菓子を見分けるアプリの作成

「機械学習」の回（第13回）では，機械学習の種類（教師あり学習，教師なし学習，強化学習）と教師あり学習の簡単な仕組みについて講義で学んだ後，教師あり学習で２種類のチョコのお菓子を画像から見分けるプログラムを自作する実習を行った。

実習では，まず教員が用意した２種類のお菓子の画像データのうち，訓練用の画像データにラベリングし，その訓練データを使って Classify 関数で学習させて判別器を作った。次にその判別器を使ってテストデータで判定実験を行い，性能を調べた。さらに，応用として Method オプションを使って異なる機械学習手法の判別器を作り，判定結果を比較した。図 7 に教材テキストで示したプログラムの手順を示す。

学生らはこのプログラムを自ら実行して実験を行なった。そして，判定結果やその根拠となる確率などから，判定が正解あるいは不正解になった理由を考え，よりよい性能の判別器を作るにはどうしたらよいのかを共に考えた。学生からは，「訓練データに様々な角度での写真を増やすと良い」，「訓練データの量を多くする」，「データに適した手法を用いる必要がある」などの意見が聞かれた。

小さいプログラムでも身近な題材を用いて自分で実行し判定することによって，AI や機械学習を使ったサービスやアプリケーションが実際にどのような仕組みで動いているのかを学生自らが考え，気づきを得たことが伺えた。

図 7 お菓子を見分ける教師あり学習の手順

4. おわりに

本実習では，講義で学習した知識の理解がプログラミング実習によって深まるよう，題材選びを工夫した。特に，アートや文学作品，お菓子の判別アプリ作成など，文系の学生にも受け入れられやすい身近な題材では，「プログラミング＝間違えずに打ち込む作業（写経）」に終わらず，学生が自分の創造力を発揮し，楽しく意欲的に取り組むことができた。

また，比較的短いコードで様々なデータサイエンスのエッセンスを体感できる Wolfram 言語を毎回使用することにより，プログラム言語に不慣れな学生も徐々に実習や課題にスムーズに取り組むことができた。さらに Web 版の Wolfram Cloud 環境で大学が休みの期間でも自宅で作業が続けられたことも，学生がやりたいと思ったタイミングを逃さず積極的に取り組めた要因の一つだと考える。

今回の実習テキストの一部は Wolfram Cloud 上に公開しており，だれでも利用することができる[3]。すでに 2023 年度 4 月より華頂女子高等学校２年生を対象とした授業「メディア情報演習」にてこの教材の一部を活用した授業が実践されており，高校生らがワードクラウドに取り組んでいる。

本教材は，理系の専門ではない大学や小中高においても，AI とデータサイエンスをプログラミング的思考と共に楽しく学べる教材になりうると考える。

参考文献

(1) 文部科学省：“数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）”，https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00002.htm（2019）

(2) 吉田智子，有賀妙子，真下武久：“ジェンダーインクルーシブなプログラミング教材の開発”，情報処理，Vol62, No.12, pp.667-671（2021）.

(3) 金光安芸子，北村美穂子，吉田智子：“AI とデータサイエンス入門 - Wolfram 言語を使ったプログラミング実習テキスト”，https://wolfr.am/ai-datascience-textbook (2023)

数学オンラインテストの PRT 活用

村木美香*1・鶴岡篠*1・浅本紀子*2
Email: muraki.mika@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　　オンラインテスト，数式処理，LMS

1. はじめに

教育現場における ICT の活用は盛んになっており、特に近年のコロナ禍の影響で、教員はオンライン教育やハイブリッド型授業に対応することは必須となっている。なかでも数式を含むオンラインテストの作成には，数式処理システムや Moodle のような学習管理システム(LMS)に対する知識が求められるため、教員側の負担をなるべく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，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 STACK を利用した問題作成時に、適切な PRT を設定できるようなツールを開発する。今回は、教師が用意する問題文は先行研究を踏襲し MathML と LaTeX を利用し、主に大学入試問題の範囲を対象とする。

2. 背景

2.1 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[1]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。

2.2 STACK と PRT

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。STACK3.0 以降は Moodle のプラグインとなり，小テストの問題タイプの一つとして利用可能である[2]。

STACK にはポテンシャル・レスポンス・ツリー(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。

2.3 関連研究・先行研究

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。この悩みを軽減するツール等はいくつか発表されている。

畑らは，代数学問題の作成に特化した問題様式の Excel ファイルを Moodle 用 XML ファイルに変換するツールを開発している[3]。Moodle 上で小テストを作る場合と異なる点として，PRT の入力欄がない代わりに「問題タイプ」を入力することで，適切な PRT が自動的に設定されるようになっている。(引用論文では本発表内の「出題パターン」にあたる概念を「問題タイプ」とよんでいる)

内橋らは，数式部分が MathML の意味形式で記述された数学小テスト問題の HTML 文書から STACK 形式に変換するツールを開発した[4]。数式を MathML で記述して公開されている Web ページは多く，表現形式で記述されている場合には意味形式に変換するツールと組み合わせることで，既存の MathML コードの再利用が容易であると考えられる。このツールでは，MathML 内の 1 つの math 要素から 1 つの小問とそれの標準的な PRT を作成し，単一の数式からなる計算問題に対応している。

3. MathML から数学オンラインテスト作成

3.1 既存ツールの改良点

共著者のひとりの鶴岡が PCC2022 で発表した[5]ツールでは，先行研究[4]での単一の数式からなる簡単な計算問題を拡張した。「出題パターン」とよぶタイプを指定することでより複雑な PRT に柔軟に対応でいるようにしている。そこでは，問題作成者が各自のローカルなパソコンに Python3 の実行環境を用意し，ツールの実行はコマンドで行っていた。出題パターンごとに標準的な PRT を用意することで問題作成者の負担軽減を目指した。

今回，同等の機能を Web 上に GUI アプリで実装した(図 1, 2, 3)。問題作成者は現場の教員が想定されており，全員が自分でローカルパソコンの実行環境を用意するスキル/時間/予算が難しい場合もあり、導入と利用のハードルを下げることができると考えている。

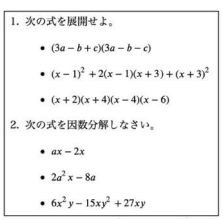


図 1(左) MathML を含む HTML 文書

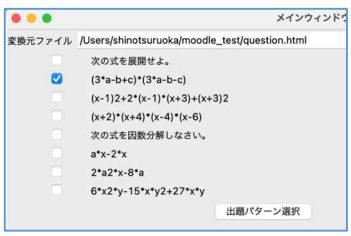


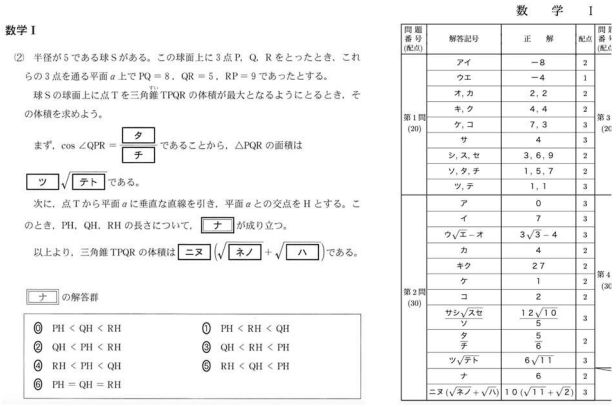
図 2(右) HTML ファイルを読み込んだ様子

図 3 出題パターンを選択した様子

4. 共通テスト形式問題の作成支援

4.1 共通テスト形式

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[6] (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。



数学 I

(2) 半径が 5 である球 S がある。この球面上に 3 点 P, Q, R をとったとき，これらの 3 点を通る平面 α 上で PQ = 8，QR = 5，RP = 9 であったとする。

球 S の球面上に点 T を三角錐 TPQR の体積が最大となるようにとるとき，その体積を求めよう。

まず，$\cos\angle QPR = \frac{\boxed{タ}}{\boxed{チ}}$ であることから，△PQR の面積は $\boxed{ツ}\sqrt{\boxed{テト}}$ である。

次に，点 T から平面 α に垂直な直線を引き，平面 α との交点を H とする。このとき，PH，QH，RH の長さについて，$\boxed{ナ}$ が成り立つ。

以上より，三角錐 TPQR の体積は $\boxed{ニヌ}\left(\sqrt{\boxed{ネノ}}+\sqrt{\boxed{ハ}}\right)$ である。

$\boxed{ナ}$ の解答群

⓪ PH < QH < RH　① PH < RH < QH
② QH < PH < RH　③ QH < RH < PH
④ RH < PH < QH　⑤ RH < QH < PH
⑥ PH = QH = RH

問題番号(配点)	解答記号	正解	配点
第1問(20)	アイ	−8	2
	ウエ	−4	1
	オ, カ	2, 2	2
	キ, ク	4, 4	2
	ケ, コ	7, 3	3
	サ	4	3
	シ, ス, セ	3, 6, 9	2
	ソ, タ, チ	1, 5, 7	2
	ツ, テ	1, 1	3
第2問(30)	ア	0	3
	イ	7	3
	ウ$\sqrt{エ}$−オ	3$\sqrt{3}$−4	3
	カ	4	2
	キク	27	2
	ケ	1	2
	コ	2	2
	$\frac{サシ\sqrt{スセ}}{ソ}$	$\frac{12\sqrt{10}}{5}$	3
	$\frac{タ}{テ}$	$\frac{5}{6}$	2
	ツ$\sqrt{テト}$	6$\sqrt{11}$	3
	ナ	6	2
	ニヌ($\sqrt{ネノ}$+$\sqrt{ハ}$)	10($\sqrt{11}$+$\sqrt{2}$)	3

図 4 問題文(左)と正解表(右)の一部

4.2 作成ツール

共通テスト形式の数学問題では，各解答記号の枠内に入れることができるのは(符号付き)整数のみであり，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 22.04 LTS，Maxima 5.46.0，Moodle 4.2.1，STACK 4.4.4。

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)。

数学の問題で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。

さらに，CSV データのカラムを増やすことで，テキストやフィードバックのテキストも自動でインポートすることができる。ただし，CSV ファイルのセル内が長くなり扱いにくいことと，Mathjax フィルタの Moodle 上での表示の確認が試行錯誤になることが多く，直接 Moodle 上で編集した方が便利なところがある。そのため，Moodle 上で完成した問題を本ツールの CSV データに逆変換するツールも用意したい。

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)

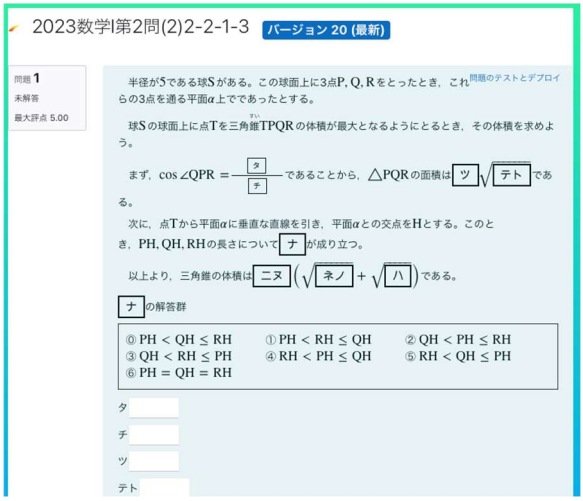


図 7 編集後の問題テキスト

5. おわりに

発表者らは，Moodle 上の STACK を利用した数学オンラインテストの問題を PRT の観点からその作成を手助けすることを考え，いくつかのツールを開発した。本発表では，意味形式 MathML を含む HTML 文書から STACK 用の問題を自動生成し適切な PRT を容易に設定できるような GUI ツールの開発と，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) 稲葉利江子，他："大学における ICT 環境の規模別導入状況の現状と経年変化"，大学 ICT 推進協議会 2021 年度年次大会論文集，pp.307-312 (2021)
(2) <https://moodle.org/plugins/qtype_stack>
(3) 畑篤，上木佐季子，遠山和大，中原敬広：Moodle 小テスト問題の一括作成-数式記述問題支援ツールの改良及び代数学小テスト作成支援ツールの開発-，日本ムードル協会全国大会発表論文集, pp.9–14 (2020)
(4) 内橋夏実，浅本紀子："数式記述言語 MathML の表現形式から意味形式への変換およびオンライン小テスト作問への応用"，情報処理学会コンピュータと教育研究会 161 回研究発表会(2021).
(5) 鶴岡・内橋・浅本："数学オンラインテストの問題作成支援"，2022PCConference，pp.40-41 (2022).
(6) 大学入試センター：https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/

物理学の習熟度による多肢選択式問題を解く際の視線行動の違い

奥野琳太郎[*1]・渡辺祥子[*2]・市川寛子[*3]・大野栄三[*4]
Email: 6422513@ed.tus.ac.jp

*1：東京理科大学創域理工学研究科生命生物科学専攻　*2：東京理科大学理工学部応用生物科学科
*3：東京理科大学教養教育研究院野田キャンパス教養部　*4：北海道大学大学院教育学研究院

◎Key Words　　視線計測，物理教育

1.　はじめに

学生は、力学を学ぶ前の日常経験から運動や力に関する素朴概念を持っている。この素朴概念は、必ずしも正しい物理現象とは一致せず、誤った概念理解は誤概念とも呼ばれ、正しい概念の受容を妨げることがある。力学の理解には、この誤概念を修正することが困難な課題であり、これまでの物理教育研究で議論がされてきた。Hestenes ら[(1)]は、ニュートン力学の基本的な概念や法則についての理解を問う目的で多肢選択式の物理問題を開発した。この問題を解かせることで解答者がどのような誤概念を持っているかを調査することが可能になった。

物理教育において多肢選択式問題に解答する際の解答者の思考過程を調べるために、アイトラッカーを用いた実験研究が近年盛んにおこなわれるようになってきた[(2)]。アイトラッカーとは、眼球に近赤外光を照射することで瞳孔とプルキニエ像の位置関係を計測し、これらをもとに被計測者の視線がどこに向いているかという視線行動を測る装置である。これを使うことで解答時の視線が、どの選択肢に集まっているのかを調べ、これをもとに思考の過程を推定することが可能である。Han ら[(3)]は、大学で物理学の講義を履修中の学生を対象として、講義の序盤と、その後 7 週間の講義を受けた後とで、多肢選択式問題に解答させ、解答中の際の視線行動を計測した。この結果、学習が浅い段階では、誤った選択肢に注視が集まっているのに対し、学習が進んだ後には、誤った選択肢と正答の選択肢間で遷移するような視線行動がみられた。物理の知識量によって、解答時の視線行動に違いが見られることが示唆された。Viiri ら[(4)]は、物理学を履修した高校生 8 名の参加者を対象とし、選択肢がグラフと文章の 2 つの形式で書かれた多肢選択式問題に解答する際の視線行動を計測した。この実験の結果、解答者は、自分の好みの形式で書かれた選択肢をより注視することが示された。Susac ら[(5)]の研究では、物理の習熟度により、グラフの読み取り能力が異なることを示した。

本研究では、選択肢をグラフと文章の 2 つの形式で提示した多肢選択式問題を解答する際の視線を計測し、物理学の習熟度の違いによって、問題解決時の視線行動に違いが生じるのか検討した。習熟度が高いほど、グラフと文章のうち、自分の好みの形式をより注視するという仮説を立て、これを検討した。iMotions の画面提示機能を使用し、PC 画面に提示された問題を見ながら、正答を考えさせ、同時にアイトラッカーで視線計測を行った。この前には、参加者それぞれに事前テストを行い、その成績を元に習熟度を定義した。視線行動の計測結果から、問題への注視と習熟度との関係を調べた。

2.　方法

2.1　実験概要

理工系の大学生 15 名(男性 5 名、女性 10 名、平均年齢=22.3 歳)が実験に参加した。

実験課題は、24 インチ PC モニター（BenQ ZOWIE XL2411P）を用い、心理学実験用ソフトウェア iMotions（https://imotions.com/）の画面提示機能にて提示した。視線計測は Tobii 社製アイトラッカー（Tobii Pro Nano）を用い、サンプリングレート 60Hz で計測した。実験参加者は、モニターの観察距離 60cm となるよう椅子に座り、実験に参加した。実際の実験室内の配置は、図 1 に示した。

図 1　実験室内の配置

2.2　実験課題

力学に関する学生の概念学習を調べるために開発された力学概念調査（FCI : Forse Concept Inventory）を参考に Viiri ら[(4)]が作成した問題を和訳して使用した。摩擦の有無が異なる 2 種類の問題であり、直線運動する物体にはたらく力の大きさが突然変化した時、その後の物体の速さの時間変化がどうなるかを 5 つの選択肢の中から 1 つ選ばせるようになっていた。

全ての問題において、解答のための選択肢として、文章とグラフとが水平に併記されていた。文章とグラフの配置は、問題ごとに、そして参加者ごとに疑似ランダムに左右を入れ替えた。グラフが左側の問題画面を図 2 に、グラフが右側の問題画面を図 3 に例示する。

以下、問題の主題から「等速直線運動に関する問題」と「運動方程式に関する問題」とした。それぞれの主題において、計測結果の信頼性を確認するため、文章とグラフの配置が異なる場合の同型問題を 2 問作成した。2 問は互いに主語と目的語が異なったが、それ以外の文章は同一であった（例. 主語が「婦人」または「男の人」で異なり、目的語も「箱」または「ショッピングカート」で異なる、他の文章は同一であった）。こうして作成した等速直線運動に関する 2 問と、運動方程式に関する 2 問の、合計 4 問を参加者に解答させた。これら 4 問の提示順は、疑似ランダムとし、同じ主題の問題が 2 問続かないように提示した。

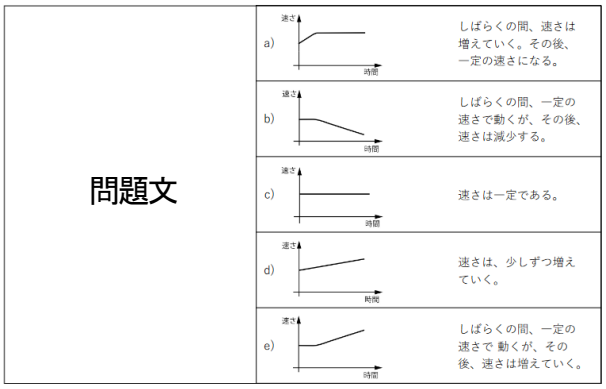


図 2　実験課題(グラフ左・文章右)

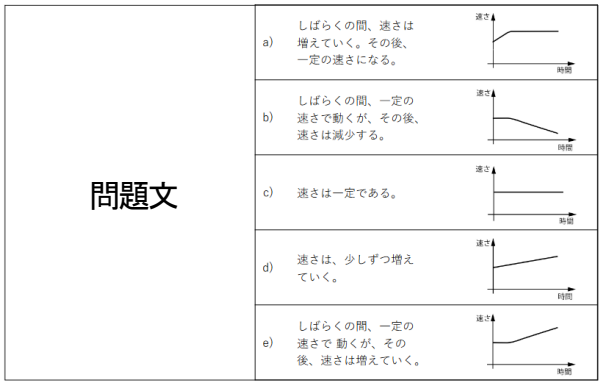


図 3　実験課題(グラフ右・文章左)

2.4　手続き

まず実験参加者は、力学に関する習熟度を調べるための事前テストに解答した。問題は、Viiri ら[4]が用いた問題を、共著者であった大野が和訳したしたものを用いた。内容は、等速直線運動や投げ上げ、投げおろしに関する理解を問うものであった。事前テストの例を図 4 に示す。解答形式は、5 つの選択肢から正答を 1 つ選ばせ、A4 の用紙 2 枚に印刷した紙に丸をつけて解答させた。

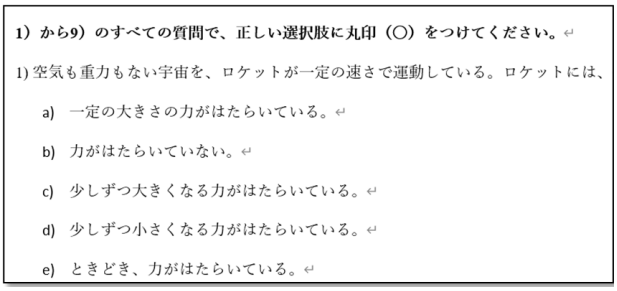


図 4　事前テスト

その後、視線計測器のキャリブレーションを行った。キャリブレーションの手続きは以下の通りであった。参加者の画面上で問題が表示される矩形領域の上辺、中央、下辺のそれぞれにおいて、左辺、中央、右辺に 1 点ずつ、合計 9 点を 1 点ずつ順に表示し、参加者に点を目で追尾させた。これにより、参加者が見ているはずの点と、視線計測器で計測した視線位置とがどれくらい空間的にずれているかが推定できる。ずれに対する補正は視線計測器の機能によって自動で行われるが、ずれが大きすぎて補正できない場合は再度キャリブレーションを行った。ずれが視角 1 度に収まる範囲になるまでキャリブレーションを行った。

キャリブレーションが完了した後、視線計測を開始した。計測開始後、実験者から参加者の画面に図 2,3 で示したような実験課題を提示した。参加者の画面に問題が正しく表示されたことを実験者が確認した後、実験者による合図に合わせて解答を開始した。各問題に解答するための時間制限は設けなかった。1 問終わるごとに参加者が解答すると、すぐに次の問題が画面に提示され、参加者のペースで合計 4 問を解き進めた。解答中は、なるべくモニターから目を離さないように教示し、モニターから目を離す時間を最小限にさせるため、メモ等を取ることは認めなかった。

4 問に解答した時点で視線計測を終了した、視線計測後、グラフと文章形式に関するアンケートを行った。項目は、(1)「グラフを読むことは得意ですか」、(2)「文章を読むことは得意ですか」、(3)「グラフを読むことに自信がありますか」、(4)「文章を読むことに自信がありますか」、(5)「普段グラフをどの程度好みますか」、(6)「普段文章をどの程度好みますか」の 6 項目で、それぞれについて VAS 法（Visual Analogue Scale）で評価させた。(1)(3)(5)で得られた回答値をグラフ形式を好む度合い、(2)(4)(6)で得られた回答値を文章形式を好む度合いとして、参加者ごとに加算平均した。グラフ形式を好む度合いから文章形式を好む度合いを減算した値が、正の値となった参加者はグラフ形式を好む参加者、負の値となった参加者は文章形式を好む参加者として分類した。

3.　解析

3.1　習熟度

事前テストの成績をもとに、参加者 15 名を事前テスト高群と低群とに分類した。1 問 1 点で 9 点満点で採点した結果を図 5 に示す。6 点以上であった 10 名を高群、6 点

未満であった 5 名を低群と分類し、これを習熟度の指標とした。事前テストの詳細な得点分布については、図 5 に示した。

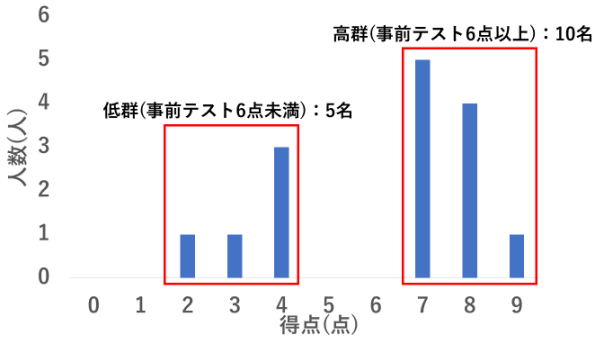


図 5　事前テストの得点分布

3.2　視線行動

視線行動の指標として、問題文・グラフと文章形式で書かれた各選択肢の計 11 カ所を AOI(Area of interest)に設定した。図 6 に AOI の定義された領域を示す。本稿では、グラフ形式の選択肢 5 つの AOI 領域に対する注視行動を合算し、グラフ形式に対する注視行動とした。同様に、文章形式に対する注視行動も、文章形式の選択肢 5 つの AOI 領域に対する注視行動の合算とした。グラフ形式および文章形式のそれぞれについて、注視の合計時間を示す注視時間、注視の頻度を示す注視回数、1 回あたりの注視にかかった時間の 3 つを調べた。

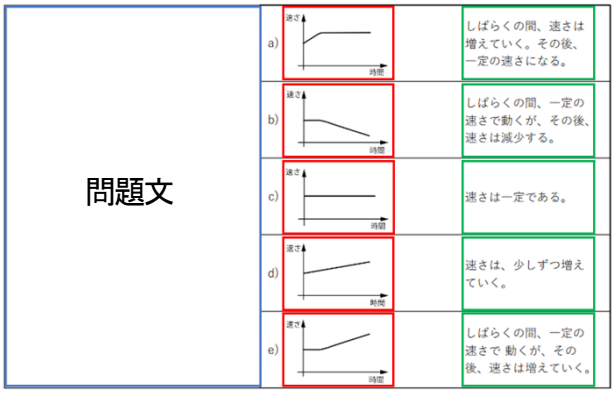


図 6　AOI の設定

4.　結果

課題全体を通しての総注視時間・注視回数・1 回あたりの注視時間の 3 つの指標について、好みの形式と好みでない形式のどちらにより長時間、または頻繁な注視が行われたかを検討した。参加者を事前テスト高群と低群とに分け、好みの形式をより多く見た参加者の人数と、好みでない形式をより多く見た参加者の人数が変わらないという帰無仮説に対し、フィッシャーの直接確率検定を行った。

等速直線運動に関する問題と、運動方程式に関する問題は分けて解析した。各問題について、参加者 1 人あたり同型の 2 問を回答させたため 2 回計測できたこととなる。

・総注視時間

好みの形式に対する課題全体を通しての総注視時間が長かった参加者の人数と、好みでない形式に対する総注視時間が長かった参加者の人数との差が、事前テストの高低によって異なるかを、フィッシャーの直接確率検定によって検討した。その結果、運動方程式に関する問題（$p=.11$）、等速直線運動に関する問題（$p=.26$）いずれでも、事前テスト高群と低群とで異なるとはいえなかった。

・注視回数

好みの形式をより頻回注視した参加者の人数と、好みでない形式をより頻回注視した参加者の人数との差が、事前テストの高低によって異なるかを、フィッシャーの直接確率検定によって検討した。運動方程式に関する問題では、事前テスト高群と低群で有意に異なり（$p=.019$）、事前テスト高群では好みの形式を、低群では好みでない形式を頻回注視していた人数が多かった。等速直線運動に関する問題では、事前テスト高群と低群とで異なるとはいえなかった（$p=.25$）。

・注視 1 回あたりの注視時間

好みの形式に対する注視 1 回あたりの注視が長かった参加者の人数と、好みでない形式に対する 1 回あたりの注視が長かった参加者の人数との差が、事前テストの高低によって異なるかを、フィッシャーの直接確率検定によって検討した。運動方程式に関する問題では、事前テスト高群と低群とで異なるとはいえなかった（$p=.13$）。等速直線運動に関する問題では、事前テスト高群と低群で有意に異なる傾向がみられ（$p=.056$）、事前テスト高群では好みの形式を、低群では好みでない形式を、1 回あたり長時間注視した人数が多かった。

5.　まとめ

本研究では、Viiri ら[4]の研究を参考に、物理学の習熟度を調べる事前テストでの成績の違いによって、問題解決時の視線行動に違いが生じるのか検討した。その結果、事前テスト高群では、グラフか文章かの形式を問わず、自分の好みの形式の選択肢に対して、運動方程式に関する問題では注視回数が、等速直線運動に関する問題では 1 回あたりの注視時間が有意に頻回、または有意に長い時間注視された。

事前テスト高群で自分の好みの形式を注視した要因として、物理の習熟度が高い参加者が、これまでの経験から自分の好みを把握できていたことが考えられる。問題解決の経験が豊富なことから、文章とグラフのどちらの形式が自分に有用かを認識しており、さらに有用であることで好みと感じていた可能性が考えられる。

3 つの指標のうち、注視時間の指標では、有意な差が見られなかった。このことから事前テスト高群は、自分の好みの形式を頻繁に注視した一方で、部分的にもう一方の形式を確認し、解釈の裏付けを行っていた可能性があると考える。

今後の展望として、事前テスト高群と事前テスト低群の詳細な視線行動を解析することで問題解決のポイント（例えばグラフの軸など）となる箇所を明らかにしたいと考える。教育現場では、本研究とは異なり、初修者に教え

ることが主である。そこで視線データを元に見るべき箇所を教授側が明確に指導することで学習の促進に繋げられると考える。よってこれを探求することで学習指導に対する新たな基準を提案できると考えられる。

参考文献

(1) Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G.: “Force Concept Inventory”, Published in The Physics Teacher, 30, pp.141-158(1992).
(2) Hahn, L., & Klein, P.: “Eye tracking in physics education research: A systematic literature review”, Physical Review Physics Education Research, 18, 013102(2022)
(3) Han, J., Chen, L., Fritchman, J., and Bao, L.: “Eye-tracking of visual attention in webbased assessment using the Force Concept Inventory”, European Journal of Physics, 38(4), 045702(2017).
(4) Viiri, J., Kilpelainen, J., Kekule, M., Ohno, E., and Hautale, J.: “Eye-movement study of mechanics problem solving using multimodal options”, Research and Innovation in Physics Education, Two Sides of the Same Coin, pp.145-154(2020).
(5) Susac, A., Bubic, A., Kazotti, E., Planinic, M., and Palmovic, M.: “Student understanding of graph slope and area under a graph：A comparison of physics and non physics students”, Physical Review Physics Education Research, 14, 020109(2018)

RPA による文書保存機能を有する電子決裁システムの開発

佐合尚子*1・大竹栄里子*2・花井咲絵*2・福井真二*3・高橋岳之*3
Email: sagou@auecc.aichi-edu.ac.jp

*1：愛知教育大学　総務・企画部　企画課
*2：愛知教育大学　総務・企画部　総務課
*3：愛知教育大学　教育学部　情報教育講座

◎Key Words　　電子決裁システム，RPA，DX

1.　はじめに

内閣府は，行政文書の電子化を進める方針[1]を示しているが，国立大学法人における事務においても，文書（以下，法人文書という）は電子決裁を行い,電子データで保存することによる業務の効率化が望まれる。

本学では，作成した文書を印刷して一人ずつ押印をして決裁を行い，それを紙の法人文書ファイルに保存しており，電子決裁に変更することに抵抗がある事務職員（以下，職員という）が多く存在する。そのため，文書管理機能を含む市販の電子決裁システムをいくつか検討したが，高額かつ本学の文書保存方法に適合できるものが少なく，導入しても職員が使わない可能性が高いことが予想された。

本稿では，本学の業務に合った文書保存方法を検討し，操作方法の簡単な RPA(Robotics Process Automation)による電子決裁システム（以下，けっさいちゃんという）の開発を行ったので報告する。

2.　今後の目指すべき法人文書管理

2.1　法人文書の電子的管理の背景

「行政文書の電子的管理についての基本的な方針」（平成 31 年 3 月 25 日内閣総理大臣決定）において，今後作成する法人文書は作成・保存・廃棄又は移管までを一貫して電子的に管理とすることにより，法人文書の保存場所・履歴・検索を容易にし，文書管理業務の効率性を向上させることとしている。将来的には，デジタル技術（AI や RPA を含む）も活用して自動化・システム化し，確実（手続漏れ・改ざん・紛失・誤廃棄がない，保存期間の設定等に誤りのない）かつ効率的な（職員の時間的負担やストレスの少ない）文書管理を目指すとしている[1]。

2.2　けっさいちゃんでの法人文書管理

けっさいちゃんを利用することによって，今後作成する法人文書の原本は電子化とすることを全学的に促進する。電子決裁後に指定した場所に文書を自動保存することより，職員は，紙の文書で決裁を回していた作業や文書保存場所の管理が容易となり業務の効率化が期待される。特に，本学では約 15,000 の法人文書ファイルがあるがほとんどが紙ファイルで保存されている。紙ファイルを電子的管理にすることによりその保管部屋や棚等がいらなくなり，保存していたスペースが空くことが期待される。

3.　けっさいちゃんの開発の目標

本学総務課では，月に平均 148 件程度，決裁を行っている。そのうち，機密文書・個人情報を含む決裁は 148 件の数に対して月平均 5 件程度，回覧だけものは月平均 43 件である。文書データの容量は一回 1～5 枚程度の起案者が多いが，毎回 10～20 枚の起案者もいる。枚数が多い場合は97枚のときも過去にあった。決裁文書は，郵送やFAXで送られてきたなど紙しかないものは全体としては月平均 3 件程度であるが，総務係では 30 件程度ある。決裁を回すときに決裁者にコメントをもらうのは文書に書き込むことが最も多く，次に付箋をつける場合が多い。それ以上では主に口頭があった。

これら調査の結果，全課でも決裁回数が多いと思われる総務課でも，回覧が全体の約 3 分の 1 を占めていた。機密情報・個人情報に関しても電子決裁で回してデータ保存することが不安であるという声もあったが，多くの決裁は機密性の低いものであった。

そこでまず，電子決裁に慣れてもらうために，回覧や簡単な決裁から使ってもらい，余分な機能をなるべく取り入れず，マニュアルを読まなくても操作できるようなシンプルなシステムを開発することを目標とした。マニュアルにおいては，職員から問い合わせがあったらわかりやすく変更できるように随時改訂することを考慮に入れて，全体マニュアルの他に個別マニュアルを作成することにした[2]。よくある質問集の Web ページも作成し，かつ Microsoft Forms と Power Automate で作成した問い合わせフォームも用意して複数の担当者が即回答できる仕組みを用意した。

4.　けっさいちゃんの構成

本学では，2019 年より Microsoft と包括契約を結んでいることにより，Microsoft365 の Power Platform を使用して RPA ツールを使うことができる。RPA は，パソコン上でのルーティン業務を得意とするソフトウェアを利用し，業務の自動化・効率化を図ることができる[3]。Microsoft365 のアプリでは Power Automate や PowerApps などが該当するが，Power Automate は，承認コネクタが用意されており，残業申請や休暇申請等の業務決裁フローは他の言語より容易に開発することが可能である[4][5]。また，Microsoft のデータ保存領域に法人文書ファイルのデータを保存することもできる。これらの理由から PowerApps, SharePoint, Power Automate，Teams，Outlook を使ってけっさいちゃんを開発することとした。また，けっさいちゃんが使いにく

い場合や市販の電子決裁システムを将来的に購入することが決まった場合を考慮して，けっさいちゃんで文書保存したデータは容易に他システムに移行できるように設計を行った。

4.1　けっさいちゃんの電子決裁の流れ

けっさいちゃんを使った電子決裁の流れは図 1 に示す。

起案者は，けっさいちゃんを操作して，決裁してもらいたい複数の決裁者とその決裁順序を決めて，決裁文書を回すことができる。

決裁者は，メール（もしくは Teams）で決裁文書を閲覧して，「承認」「差戻」「却下」ボタンをクリックする。そしてコメントも残すことができる。上位の決裁者はこれまでの決裁者のコメントも参照することも可能である。決裁者が「承認」をクリックした場合，次の決裁者に進み，「差戻」「却下」をクリックした場合は，そこでシステムのフローは終了する。一人ずつの決裁結果は，起案者に随時通知メールが送られる。

決裁後，起案者に結果の通知メールが送られ，すべての決裁者が「承認」だった場合，起案時に指定した法人文書ファイルフォルダに，「添付ファイル」，すべての決裁者のコメントや決裁時刻などが記入されている「決裁ログ」（図 2），自動生成された「原議書」（図 3）が自動的に保存される。

保存場所は，Teams のファイルタブから閲覧可能であり，起案時に指定した「年度」→「課」→「係」→「法人文書ファイル名」フォルダに保存される（図 4）。これにより，紙の決裁では，決裁がすべて終わった後に紙の法人文書ファイルに保存する必要があったが，起案者は決裁後この作業をする必要がなくなった。さらに，年度ごとに体系的に保存されるため，保存期間満了時の廃棄の際には廃棄対象のフォルダを削除するだけとなり容易で確実である。

また，決裁ログが残せない等，少し仕様が異なるが，複数の決裁者全員に一斉に決裁通知メールを出して決裁を行ってもらう供覧の機能もある。

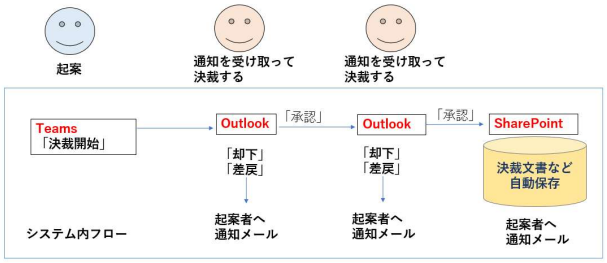
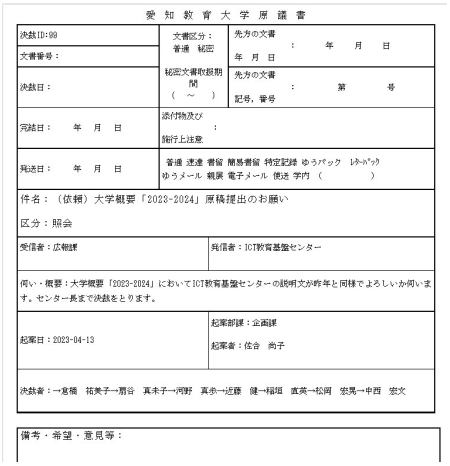


図 1 けっさいちゃんの電子決裁の流れ

決裁ID：130
件名：計画停電時に伴う附属学校ネットワーク停止について
決裁者：松岡　宏晃
結果：差戻
コメント：決裁文書案を先ほどお送りしたものに変えてもう一回決裁送ってください。
回答日時：6/16/2023 12:06:51 PM
決裁者の区分：事務職員

図 2 決裁ログの例


愛 知 教 育 大 学 原 議 書

決裁ID:99	文書区分： 普通　秘密	先方の文書 年　月　日
文書番号：	秘密文書取扱期間 （　～　）	先方の文書 記号，番号
決裁日：		
完結日：　年　月　日	添付物及び 施行上注意	
発送日：　年　月　日	普通 速達 書留 簡易書留 特定記録 ゆうパック ﾚﾀｰﾊﾟｯｸ ゆうメール 親展 電子メール 使送 学内（　　）	

件名：（依頼）大学概要「2023-2024」原稿提出のお願い
区分：照会

受信者：広報課	発信者：ICT教育基盤センター

何い・概要：大学概要「2023-2024」においてICT教育基盤センターの説明文が昨年と同様でよろしいか伺います。センター長まで決裁をとります。

起案日：2023-04-13	起案部課：企画課 起案者：佐合　尚子

決裁者：→倉橋　祐美子→扇谷　真未子→河野　真歩→近藤　健→稲垣　直英→松岡　宏晃→中西　宏文

備考・希望・意見等：

図 3 自動生成した原議書の例

図 4 決裁後，決裁文書が自動保存される場所

4.2　けっさいちゃんの設計

本学の事務組織は 14 課ある。課ごとに Teams のチームを作成し，チームのメンバはけっさいちゃんを Teams 上から起動して起案できるようにした。

設計の概要は図 5 となるが，まず起案者が起案してから決裁者が決裁する流れを説明する。

起案者において，「(1)決裁開始」の操作が行われると，Power Automate においてプログラムが実行されて，指定した決裁者に「(2)決裁通知メール」（図 6）が届き，決裁者は決裁内容を「(3)閲覧」して決裁およびコメントを書いたものが「(4)結果」として送られ，原議書データベースに「(5)結果反映」されるという動作となる。

起案者が操作を行う「原議書一覧」（図 7）と「新規・編集画面」（図 8）は，PowerApps で開発を行った。「新規・編集画面」から，起案者は，起案の内容・添付ファイル・複数の決裁者・文書の保存場所等を入力する。入力されたデータは SharePoint のリストの「原議書データベース」に登録される。

このように Teams のチームの SharePoint を使うことにより，チームのメンバ以外からは決裁文書は閲覧できない。データの追加・復元・削除も誰が行ったか履歴を確認することもできる。また，合議等チームのメンバ以外にも決裁を行いたい場合は，一時的に SharePoint のアクセス権限を与えることにより決裁をすることも可能である。

図 5 けっさいちゃんの設計の概要

図 6 決裁通知メール

図 7 原議書一覧画面

図 8 新規・編集画面

5. けっさいちゃんを導入した結果と評価

5.1 文書保存機能のついたけっさいちゃん公開まで

けっさいちゃんの開発は2022年1月29日から開始し，電子決裁のみができるけっさいちゃんバージョン1を 5 月 31 日に総務課で使えるように公開した。その後，全課が使えるようにしたのは 9 月 20 日である。10 月 24 日に法人文書の電子的管理の話も含めてけっさいちゃんの説明会を学内で行った。この時に開発したけっさいちゃんは，バグが複数報告されていたため，デバッグを行うと同時に文書自動保存の機能を追加したバージョン 2 を，2023 年 5 月 19 日に全課が使用できるように公開を行った。

5.2 開発側からみたけっさいちゃんの評価

けっさいちゃんの開発は，総務課と企画課の開発責任者が定期的に打ち合わせを行い「要件定義・設計・プログラム・テスト」を繰り返し，マニュアル作成も含めて開発時間は約 270 時間であった。今回，RPA ツールで開発し，プログラムをほとんど書かずシンプルな機能しか取り入れなかったため，全学に及ぶシステムにしては短い開発時間で抑えることができたと考える。しかし，RPA はローコードなため，柔軟な対応ができず，詳細な要望には応えることができないものも多かった。また，ほとんどの教員や業者も RPA を使って開発をしたことがなかったため，開発者は，他者に相談することが難しく，出版されている本とインターネット上で個人が発信している Web サイトを参考にするしかなく，情報を得ることが難しいことがデメリットであった。

5.3 けっさいちゃんにおける電子決裁の速度

事務室が 3 つの部屋に分散している課において決裁をとるのが楽になったという意見があった。そのため，2023 年 5 月 1 日～5 月 31 日までに該当の課で行った起案してから決裁終了するための時間を確認したところ，係員から課長までの決裁で，早い決裁では 90 分で決裁終了していた。また，課を超えた事務局長までの決裁において，決裁者 6 人に対して 11 時 07 分に決裁開始し 12 時 38 分に決裁終了しているものもあった。

5.4 けっさいちゃんにおける電子決裁の実決裁数

2022 年 9 月 20 日～2023 年 5 月 31 日までのけっさいちゃんの各課の実決裁数は図 6 に示す。

2023 年 5 月 19 日の文書自動保存機能を有したけっさいちゃんを公開した後，5 月 31 日まで 12 日間，各課の決裁稼働状況を開発側で確認していたが，すべての課において，決裁数が特段増えることはなかった。説明会は後日行うことを周知していたが，問い合わせも少なかったため，「機能が少ない」もしくは「使いにくい」という理由でけっさいちゃんを使わない可能性は低いことが予想された。

また，部長や課長が参加する会議でもけっさいちゃんの使用の推進を図っていたが実決裁数が 0 回の課もあった。そこで，ほとんど使っていない課の職員に使わない理由を聞いたところ，けっさいちゃんは，「使う必要はないと思っていた」と回答があった。「法人文書の電子化」について内閣府から通達が来ているのを知っている職員は

11 人中 4 人だった。また，けっさいちゃんを一度も使っていないのに，「紙の決裁の方が，コメントが書けるので，けっさいちゃんは使わない」，「電子決裁にすると業務が大変になる」と想像をして使っていないことがわかった。このことは，けっさいちゃんを開発する前からある程度は予想していたが，まず職員にけっさいちゃんを起動してもらうところから考える必要がある。

課名	実決裁数	課名	実決裁数
A課	139	H課	6
B課	111	I課	5
C課	44	J課	3
D課	33	K課	0
E課	25	L課	0
F課	9	M課	0
G課	7	N課	0

図 6 2022 年 9 月 20 日～2023 年 5 月 31 日までの
けっさいちゃんの各課の実決裁数

6. 今後の課題

各法人は，法人文書の原本の電子化へ推進する努力を行う必要がある。しかし，今回のけっさいちゃんの導入が学外へのアピールのみになり，現場がほとんど使わないのならば，けっさいちゃんの開発は，ブルシット・ジョブ[6]と言わざるを得ない。

システムは，開発することも市販のものを購入することも可能であるが，職員の業務を変更することの方が難しい。紙の決裁を少なくし，電子決裁を行うことによって，起案者も決裁者も業務の効率化が図れることは間違いないため，それも含めて，随時学内で電子化の推進をしていく必要がある。また，本学は教員養成系大学であり，学生が社会に出て教員になったときに就職した学校で ICT のスキルが必要とされるのは今や必須である。学生の模範とならなければならない大学の職員が紙の業務から脱却することが困難である状態は問題であると考える[7]。

また，各行政機関によって差はあるが，令和 3 年度の文書の電子化の割合によると，電子化が進んでいない行政機関もある[8][9]。そのため，文書の電子化へ向けた業務の変更の難しさは本学に限ったことではないことも想像される。システム導入計画等と同時に現在の職員の業務の仕方について分析をすることも必要である。

7. おわりに

電子決裁後，決裁文書が自動保存される電子決裁システム「けっさいちゃん」を RPA で開発した。今後，市販のシステムを購入する場合を考慮して，けっさいちゃんで保存した文書は容易に移行できるように設計を行った。

職員の業務形態を紙の決裁から電子決裁に変更することが課題であることがわかったが，決裁が終わったら原議書をファイリングする必要がなくなるし，決裁速度も速くなるものもあり起案者にもメリットは多い。しかし，紙の方が決裁しやすいものもあるため，100%の電子決裁を目指すわけではなく，職員自身が，業務の負担が減ったと感じて，電子決裁が進むと同時に法人文書の電子化も進めていけると良い。

謝辞

開発した電子決裁システムの参考およびご意見をいただきました名古屋工業大学：服部実様に感謝いたします。また，ご意見・ご協力いただきました新津勝二理事，総務課：伊原雅人課長，浅岡明美副課長を始めとした総務課の皆様，教務企画課：近田雄介専門員，企画課：松岡宏晃課長，倉橋祐美子準職員を始めとした情報企画室の皆様，その他関係者の皆様全員に感謝いたします。

参考文献

(1) 内閣府：”行政文書の電子的管理について”, https://www8.cao.go.jp/chosei/koubun/densi/densi.html
(2) 工藤正彦：“小さな会社の業務マニュアルの作り方”, pp.249-250, 日本実業出版社, (2021).
(3) 三浦盛生，鈴木岳：“事例から見る RPA 導入の課題とその解決”，情報処理 p.50 ，(2021) .
(4) 小玉純一：“Microsoft PowerApps 入門”，pp.90-205, 株式会社岩波書店，(2021).
(5) 矢谷鷹将，山田哲他：”決裁業務を対象とした業務 UX 調査に基づく電子決裁システム「KadaSign」の内製開発”，情報処理学会 第 85 回全国大会，(2023).
(6) デヴィッドグレーバー，酒井隆史他：“ブルシット・ジョブクソどうでもいい仕事の理論”，pp.32-39, 株式会社岩波書店，(2020).
(7) 佐合尚子，土井宏美他：“教員養成系大学における SD の実践”，大学情報システム環境研究，p.80，国公立大学センター情報システム研究会，(2011).
(8) 内閣府：”行政文書ファイル等の電子媒体割合（令和 3 年度新規作成・取得）”，(2022) . https://www8.cao.go.jp/koubuniinkai/iinkaisai/2022/1109/shiryou1-3.pdf
(9) 内閣府大臣官房公文書管理課：“第 99 回公文書管理委員会議事録“，p.5，(2022) . https://www8.cao.go.jp/koubuniinkai/iinkaisai/2022/1109/99gijiroku.pdf

Microsoft Forms にタイマー機能が付いた意義

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　　Microsoft Forms，タイマー機能，満了時自動送信

1.　はじめに

オンラインテストへの利用が可能なアンケートフォームの 1 つである Microsoft Forms にタイマーの機能が付いた。Microsoft Forms はこれまでもオンラインテストへの活用可能性は小川（2022）など幾つかの説明があるが[1]，タイマーの機能が無かったことが大きなネックとなっていた。今回，タイマーの機能が付いたことでその意義について小川（2023）等を参照しながら説明を加える[2]。

2.　タイマー機能が入る前の Microsoft Forms

そもそもオンラインテストには通常，監視の機能が弱く，カメラを付けられたとしてもその写る範囲に留まる，というのが通例である。そのため，持ち込み制限や参照制限・相談制限などがこれまで取り難かった面がある。そのため，実力測定の手段としては時間制限をかけることが一般的であったが，moodle や manaba, WebClass 等を始めとするオンプレミスな LMS(Learning Management System)でのオンラインテストと違い，Microsoft Forms や Google Forms 等のアンケートフォームベースのオンラインテストはそのタイマー機能の点で大きく出遅れていた。

Google Forms における旧 Timify（現・Quilgo）アドオンのように，「アドオンを入れるなどすることで」手段が全く無かった訳では無かった。しかし，Microsoft Forms は Google Forms と違い「アドオン」という仕組みが無かったので，オンデマンドなタイマーを入れるという手段が無かった。そのため，Microsoft Forms を利用する場合には開放日時と閉鎖日時を設定して，時間を過ぎたら閉鎖して出せなくする，という手法を取るのが一般的だった。

しかし，閉鎖日時の仕組みを取る場合，その日時を過ぎるとたとえ途中まで解いていても送信が一切できなくなる。このため，途中までの努力を反映させることが出来なくなってしまう。その場合，例えばその時間だけ（ビデオ会議でも利用して）口頭で告知をし，その 1 分後までに出して貰って締め切る，という手もあったかもしれない。とはいえ，その方法では通信環境の確保が物凄く大事になる。スマホでの受験者も珍しくない中，それだけの通信環境を受験者全員に良好に保ち続けるというのも難しい場合も有り，また Microsoft Forms 内で閉じていないので，他のシステムを使えない場合には利用できない。他にも，開放日時については告知のみとなることから，見落としていて数分過ぎてしまった場合や，通信環境の一時的な不具合等での対処も充分とは言えなかった。

3.　今回のタイマー機能の特徴:Microsoft Forms

今回，Microsoft Forms にタイマーの機能が付いたことで，これらの懸念点が変わる。小川(2023)によると[2]，図 1 あるいは図 2 は小川(2023)から借用しているが[2]，タイマーの機能が付くと開始直前に制限時間がどれだけか，というのを確認してから開始できる。

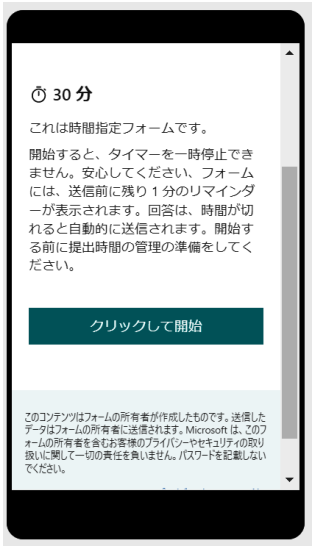


図 1 入力用冒頭画面（タイマー機能有・スマホの場合）

図 2 入力用の冒頭画面（タイマー機能有・PC の場合）

そのため，呼吸を整えて開始，ということが可能となる。

実際に開始をすると，川(2023)にある図を借用することで[2]，図 3 や図 4 のようにタイマーが表示される。

図 3 入力用の開始時画面例（PC の場合）

図 4 入力用の開始時画面例（スマホの場合）

そのため，解答者は残り時間を明示的に認識して解答することが可能になる。

注意点として，制限時間が来ても閉鎖日時は過ぎないような閉鎖日時にする必要がある。閉鎖日時が来てしまうと，制限時間内でも送信できないからである。

4. 自動送信機能の重要性

今回の Microsoft Forms のタイマー機能にはもう 1 つ，制限時間が来た場合に自動送信の機能が付いたという面が重要である。これにより，途中まで解いていたのに時間が来てしまったという場合，そこまでを強制提出とさせる事が出来る。紙面のテストの場合，制限時間が来た場合には一部レポートのように「受け取らない」のではなく，「強制的に提出させる」という形態が一般的と考えられる。そのため，この自動送信の機能が標準で入った重要性は高い。先ほど同様に，閉鎖日時が先に来てしまうと，制限時間内でも送信はできなくなるので，閉鎖日時の設定には注意が必要となる。

実は小川(2022)によると(1)，Google Forms のタイマー機能アドオンの中にも，Extended Forms のように制限時間が来た場合の「自動送信機能」を持つタイマー機能アドオンは存在する。

しかし，標準的な機能での整備とアドオンによる整備には大きな違いが存在する。それが「必答項目」と「解答方式の制限」である。必答項目はその部分を答えないと送信が出来ない。解答方式の制限は例えば数値制限であれば，数値でないもの（全角の数字も含む）を入れてしまえば送信できないというものであり，自動採点の利便性などを考えると非常に重要なものである。Google Forms の解答方式の制限には他にも文字数の下限・上限や必須語句・禁止語句など様々存在する。特に文字数の下限や必須語句の場合には空欄提出が出来ないことになるので，そこまでたどり着かなかった場合や分からなくて空欄にしている場合には送信できない事になる。アドオンはあくまで補助に過ぎないので，基本的にはそうした送信できない状況を残したままで Extended Forms アドオンにより制限時間を迎えた場合には（延長受付を認めていない場合には）送信エラーで送信できずに終わってしまう。そのため，小川(2022)によると(1)，元・青山学院中等部教諭の安藤昇氏の方法を援用する形で，名前や学籍番号など先に必答項目を書かせたうえでセクション分けをして残りを解かせる形を取っていた。

Microsoft Forms に今回標準的に付いた点としては，普段の送信の際にはそうした制限を満たさない場合には送信できないが，制限時間が来た場合に限りそうした制限を満たしていなくても強制送信できてしまう，という部分が挙がる。このため，必答を先に答えさせないと，などの危険性も減る。必答の中には名前や学籍番号等も含む。より現実のテストに近い方になったと言える。

参考文献

(1) 小川健：“アンケートフォームを用いたオンラインテストとその特性比較”，情報科学研究（専修大学情報科学研究所），第 42 号，pp.1-26（2022）.

(2) 小川健：“タイマー機能の付いた Microsoft Forms：オンデマンドなオンラインに求められるもの”，（専修大学）情報科学研究所所報，第 101 号，pp.19-29（2023）.

伝統的生活様式のアーカイブを活用した地域づくり学習の提案

笹谷康之*1・幅彩水*2・菱川貞義*3・西田隆人*4・根岸健太*5
Email: ya.sasatani@gmail.com

*1: 元立命館大学理工学部環境都市学科
*2: 立命館大学理工学部環境都市学科
*3: 275 研究所
*4: 内外エンジニアリング株式会社
*5: 株式会社光陽メディア

◎Key Words　伝統知，デジタルアーカイブ，　地域づくり学習

1. はじめに

持続可能な地域を再生するには，一昔前の循環型社会の統合的な知恵の継承と，今日的な地域 DX との融合が重要である。南北朝時代から高度経済成長期前の 1960 年までの農山村では，集約的な農業を営み，食料・燃料の大半を身近な生活圏で自給し，自律共生型で地域共同体が運営されてきた。しかし今日では，中山間地域は，効率的な農業を営むには不利な条件で過疎化・高齢化が進んでいる。この中山間地域は，日本の，人口の 11%，総土地面積の 65%，耕地面積の 37%，総農家数の 44%を占め，国土の保全，水資源の涵養等の，国民の財産として多機能を有しており，持続可能な地域再生が求められている。

筆者は，まちづくり・環境・建設分野に活用するデジタルツイン/メタバース教育を進めるために，大学教員と実務家で構成する 4D for Innovation Team を結成して，文部科学省が公募した学生中心の学びを推進する Scheem-D の 2021 年度のピッチアクターに採択された(1)。複数年度の 5 テーマに渡る構想を立てて(2)，1 年目の 2021 年度は，第 1 テーマに沿って初年次の 3D-CAD 教育を改善した(3)。2 年目の 2022 年度は，第 2～第 5 までのテーマを再構成しながら，理工学部の学科学年横断型 PBL を行った(4)。学生は随時シビックテックのイベントに参加しながら，フィールドワークに基づいて中山間地域集落の過去・現在・未来を可視化するデジタルジオラマを制作し，これらを用いてフォトロゲイニングという地図と写真で地域資源を理解する関係人口向けのイベントの実証実験を実施した(5)。

3 年目の 2023 年度は，2021・2022 年度の両授業を受講した学生が，大学のサービスラーニングに位置付けられる 20 年間継続してきた学生プロジェクトのリーダーとなり，2 年目の理念と手法を，他の中山間地域集落に横展開する活動を開始した。3 年目の 4D for Innovation Team のメンバーは，CAD の教員・実務家が抜けて，このリーダーの学生が加わった。

そして，学生プロジェクトが関係人口の核となり，学びながら持続可能な中山間地域づくりを進めるために，以下の 4 点を方針と定めた。

① 中山間地域の伝統知をデジタルアーカイブとして可視化して学生・住民・専門家が共有する。
② 学生の農業体験，自然環境体験の記録を，IoT デバイスを用いる等で科学的なエビデンスを捉えて情報発信する。
③ この活動を効果的にマネジメントするために，学生・専門家がタスク管理ツールを用いる。
④ この活動を，NbS（自然に根差した社会課題の解決策）や Satoyama イニシアティブの実例として大局的に位置付ける。

そこで本論では，学生，専門家が地元の協力を得ながら着手し始めた，このフィールドワークと DX を活用した，地域づくり学習のしくみを提案する。

2. 丹後チームの経緯・到達点・課題

学生プロジェクト団体は，立命館大学経営学部プロジェクト団体丹後村おこし活動チーム（以下丹後チーム）である。メンバーは，経営学部のみならず，全学的に構成されている。丹後チームは，京都府宮津市の日ケ谷，上世屋，京丹後市大宮町五十河の 3 集落を対象地に，2004 年から 20 年間にわたり，2022 年度末で，713 名の学生が，延べ 6063 日かけて，村おこし活動を行ってきた。2023 年度の丹後チームの学生メンバーは 32 名である。丹後チームの活動の経緯は，表 1 のように 5 期に分けられる。

第 1 期の 2004 年 1 月～2007 年度は，荒れた里山から刈り取った笹で笹葺き家屋を修復して，棚田の集落景観を保全した時期だ。2004 年 1 月に，経営学部のゼミ活動の延長として設立して，維持管理できなくなった上世屋にある農業体験実習施設(実習棟)の笹葺き屋根の修復から始めた。丹後チームをはじめ，地元企業，NPO 法人，職人など 7 団体が「笹葺きパートナーズ」を結成して，連携して修復作業にとりくんだ。2007 年から第 2 期にかけて，里山保全をテーマとした里山音楽祭を 4 回実施した。2007 年度は，丹後チームのメンバー，プロミュージシャン，立命館大学ジャズクラブの計 93 名が参加した。

第 2 期の 2008～2013 年度は，無農薬の米づくりを始めた。2010 年度より日ケ谷の落山地区の耕作放棄地を使用し，湧水を使った米づくりを行った。

また，当時日本各地に設立された大学生の地域再生団体間の交流がなかったので，2009 年に他大学に呼び掛けて大学生地域再生活動団体連盟(JSARC)を結成して，以後 4 回「大学生地域再生活動団体サミット」を開催した。第 1 回のサミットでは 10 組の学生団体と 6 名が講師として参加し，それぞれの活動を紹介した。

第 3 期の 2014～2019 年度は，味噌づくりと物産販売を開始して，従来の米づくりに加えて生産，製造，販売の流れを確立した。丹後チームの課題を踏まえて，地方から社会を考えるシンポジウムを 5 回開催した。2017 年度からは五十河の田上邸の民具をモデリング，テクスチャマッピングして 3D モデルを制作して公開し，2019 年に Web サイトを全面更新した。

第 4 期の 2020～2022 年度は，コロナ禍で活動が限定され，ノウハウの継承が阻害された。2020～2021 年度は，コロナ禍により，例年どおり丹後へ訪問できず，活動内容を新入生へ継承できなかったため，メンバーが減少した。2022 年度に活動を再開したが，コロナ前の活動を経験してきたメンバーが少なく，活動が軌道に乗らなかった。

表 1．丹後チームの活動略年表

期	期間	メンバー数/丹後訪問日数	活動内容
第1期	2004年1月～2007年度	31人/39日(2004年度)	・丹後チーム設立 ・笹葺き家屋修復開始 ・第 1 回里山音楽祭実施
第2期	2008年度～2013年度	52人/73日(2008年度)	・笹葺き家屋竣工 ・水田耕作開始 ・第 1 回大学生地域再生活動団体サミット実施
第3期	2014年度～2019年度	39人/68日(2015年度)	・味噌づくり，物産販売開始 ・第 1 回地方から社会を考えるシンポジウム実施 ・田上邸の民具を 3D でデジタルアーカイブ化
第4期	2020年度～2022年度	15人/48日(2022年度)	・新型コロナウイルスの感染拡大
第5期	2023年度～現在	32人(現在)	・事業の再編

第 5 期の 2023 年度から，活動の見直しと再生に取り組んでいる。第 1～4 期の成果と課題は，次のようにまとめられる。

上世屋では，丹後チームの笹葺き家屋の修復活用と，他者による藤織の継承再生，無農薬・有機肥料による酢醸造米生産の，3 事業の相乗効果があり，数戸の若年家族が転入して，棚田集落の景観が保全された。ただし，笹葺き家屋の保全技術が丹後チームの現役メンバーに継承されていない。

日ケ谷では，米づくりとともに地域グループで農地周辺の草刈りを行うことに丹後チームも参加して，耕作地の環境保全に寄与した。しかし，持続可能な地域づくりの目的からみると，伝統的な地域資源を総合的に捉える点と，キャンパスと日ケ谷の時間距離を克服するためのコロナ禍で急速に発展した ICT を活用した DX 活用の点で，活動の魅力・効果・効率が不足している。

3.　活動の枠組み

3.1　丹後チームの事業と組織の再編

以上を踏まえ，2023 年度からの活動は，物販を中止して，次の 5 項目の，図 1 の 4 事業/PJ を行うことを決定した。

① 米づくりをメンバー全員で体験する。
② 上世屋での笹葺き家屋の保全・活用はOB/OGの協力を得て徐々に継承する。
③ 日ケ谷 PJ では，耕作水田がある日ケ谷に活動を集中して，学生が関係人口となり持続可能な地域づくりをすることを目的として，フィールドワークに基づく統合的な伝統知調査と地域 DX を推進する。なお，対象地の日ケ谷は，世帯数 82 戸，人口 147 人，面積 1345ha である。
④ キャンパスで行っていた味噌づくりは，日ケ谷に移して，日ケ谷 PJ の一環のワークショップとして継承する。
⑤ 中山間地域の課題を含めて，上記の基礎である活動の理念と手法を学習・共有する勉強会を，学内で行う。

すなわち，笹葺き家屋活用事業と米づくり事業は従来型の里山保全，日ケ谷 PJ は対象地を日ケ谷に絞りその固有性を踏まえた総合的な地域資源活用，勉強会はキャンパスでこれらの基礎を自主学習して講師から学ぶ，事業である。

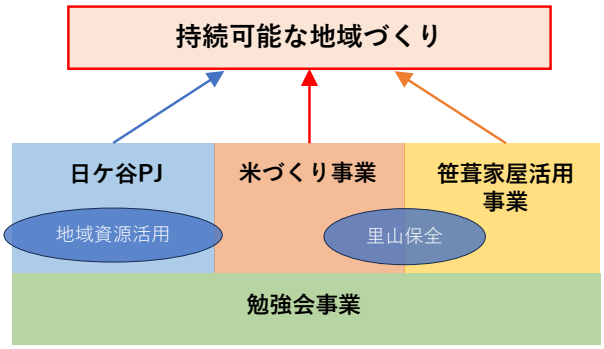


図 1．事業・PJ の位置づけ

これを実践する体制として，丹後チームをこの 4 事業/PJ と，これを横断する 3 部の，図 2 の組織に再編成した。財務部ではチーム全体や事業/PJ の経理，広報部はチーム全体や活動の情報発信，安全対策部は活動の安全管理を担当し，各事業/PJ で共通する事務を，部が横断的に調整している。

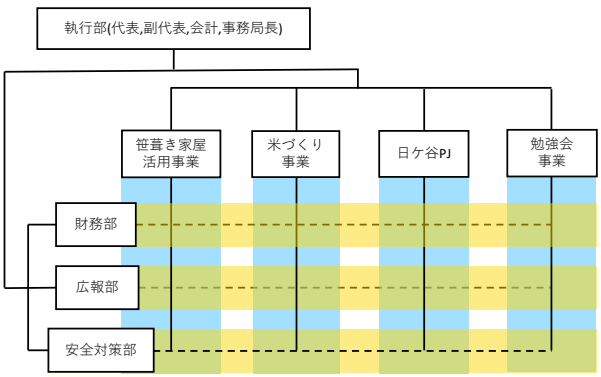


図 2．2023 年度の丹後チームの組織構成

3.2　デジタルアーカイブ

2023年4月に改正博物館法が施行されて，デジタルアーカイブの作成と公開が博物館の目的に加わり，「博物館同士のネットワークや，博物館が教育，まちづくり，観光，福祉といった様々な分野の主体と連携することによって，博物館が地域で多様な価値を発揮することを促す」と位置付けられた。つまり，博物館と連携しながら作成するデジタルアーカイブが，教育やまちづくりに活用される時代になった。そこで，従来の文化財の概念を越えて，デジタルアーカイブを地域の環境文化を統合的に捉えるツールと位置づけて，古老へのヒアリングと現地踏査から伝統的生活様式の資源循環図，歳時暦を作成し，『宮津市史』等からWikipedia を編集する。さらに OpenStreetMap（Wikipedia の地図版）の編集，時層写真（新旧比較写真），ドローン空撮を含む各種位置データや地図をもとにQGIS で編集し，LiDAR による 3D モデルをスキャニングして，これらを統合してデジタルジオラマ等で可視化する。

京都府立丹後資料館，宮津市の文化財担当と連携しながら，デジタルアーカイブ化を進める。

3.3　科学的な活動記録

今日，スマート農業が急速に発達している。2022年度は，シカが水田に入り，電柵が一部壊れた。週末のみ作業を行っており平日は水田を確認できないので，日常的なモニタリングのために，米づくり用のライブカメラや温室照度センサ，獣害調査用の動感センサや赤外線カメラ等の，IoT デバイスの導入・活用を検討する。

3.4　マネジメント支援システム

複数のキャンパスや日ケ谷での同時並行的な活動の調整，事業/PJ に対する部の横断的調整，OB/OG，地元，専門家と円滑に連携するために，日常的に関係者が使えるタスク管理ツールを導入し，組織としてのマネジメントを強化する。

3.5　NbS と Satoyama イニシアティブ

NbS（自然に根差した社会課題の解決）は，2009年に IUCN（国際自然保護連合）が提唱し，その後「社会課題に効果的かつ順応的に対処し，人間の幸福および生物多様性による恩恵を同時にもたらす，自然の，そして，人為的に改変された生態系の保護，持続可能な管理，回復のための行動」と定義されている。SATOYAMA イニシアティブは，環境省が国際的に広げようとしている二次的自然地域において自然資源の持続可能な利用を進める取り組みである。これらの動向を参考にしつつも，日ケ谷固有の伝統知の調査に基づく持続可能な地域づくりを目指す。

4.　活動計画

情報発信は，コロナ禍での中断を教訓に丹後チームの活動継承と，地元や関係人口に向けて，活動の目的を統合的に伝えられるように改良する。丹後チーム内で情報共有を進め，地域外の関係人口の拡大に向けて活動を紹介して，地域の魅力を発信する。よって，情報発信は，従来の Web サイト，Facebook，Twitter，Instagram に，今日的な動画での発信を加える。

資源循環図，歳時暦，時層写真，Wikipedia，OpenStreetMap，ドローン空撮，LiDAR での 3D スキャン，QGIS で編集する各種の基本図や主題図，デジタルジオラマの構成は，図3の案を検討している。

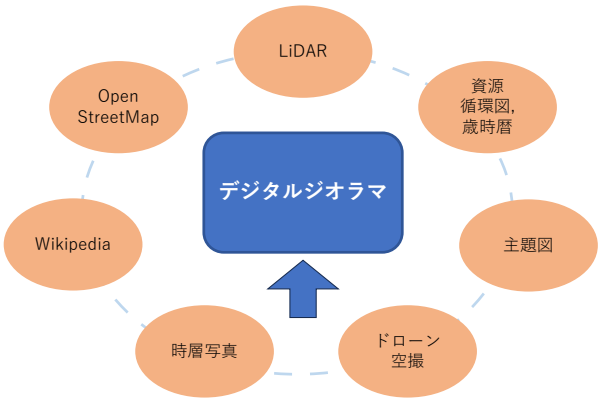


図 3.　デジタルアーカイブの構成案

日ケ谷での伝統知調査は，OpenStreetMap による地物の現地調査と，地域資源や歳時暦などのヒアリングである。このフィールドワーク用であり，デジタルジオラマ作成に活用していく地図は，QGIS で統合的に作成して，下記のデータを基本図，主題図のレイヤとして蓄積している。基盤地図情報，OpenStreetMap，標準地図等の基本図の上に，用途に合わせて必要な主題図を，透過を設定しながら複数枚重ねて，適切に表現する。

① 基盤地図情報：国土地理院
② 町丁大字界：e-Stat
③ 登記所備付地図：法務省
④ 巨樹・巨木林：巨樹・巨木林データベース
⑤ 農地の区画情報（筆ポリゴン）：農林水産省
⑥ 土砂災害（特別）警戒区域：京都府
⑦ 地すべり地形：防災科学技術研究所
⑧ 保安林：EADAS（環境アセスメントデータベース）
⑨ 河川・自然公園地域・農業地域・森林地域：国土数値情報
⑩ 地質図：産総研
⑪ 土壌図：農研機構
⑫ 植生図：生物多様性センター
⑬ 空中写真（直近）：宮津市
⑭ OpenStreetMap
⑮ 標準地図等・空中写真（過去）：地理院地図

さらに追加して，農地の小字と地番が掲載されている農地情報マップ，森林計画図，小字図の入手を試みている。ここから読み取れる主な日ケ谷の

自然環境は，次のとおりである。延長6.5kmの2級河川の犀川が，掌状に流入する支流を集めて，日ケ谷の中心部を南東に流れ，下流の外垣，岩ヶ鼻から若狭湾に注ぐ。地形改変は，農地の基盤整備，道路の拡幅，学校の敷地造成等と小規模で，固有の微地形景観が保全されている。地質は新生代新第三紀中新世の砂岩・礫岩，土壌は川沿いの低地がグライ低地土，山地が黒ボク土で構成されており，水質を含めて農林業に適しているが，土砂災害警戒区域が拡がっている。

基盤地図情報と直近の空中写真で試作した日ケ谷中心部のデジタルジオラマは，図4である。今後，現地調査結果を載せるレイヤも加えて，今日的な博物館にあるような多彩なデジタルジオラマを作成していく。

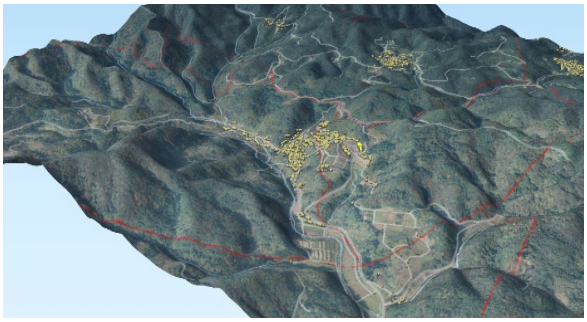


図4. 日ケ谷中心部のデジタルジオラマ

5. 丹後チームの活動の実施と予定

米づくりは，2023年4月20日から，キャンパスで苗代づくりを始め，5月27,28日に田植えをし，9月の稲刈り，脱穀まで続く。米づくりに付随して田んぼの生き物等を調査する。獣害の実態を調査するために，ライブカメラを設置し，赤外線センサで害獣の動きを感知して，光や音で威嚇する対策を検討する。また，ライブカメラで定時観察を行い，畔の草刈りなど農作業の計画を遠隔から判断するとともに，タイムラプス動画を活用する。

OpenStreetMap の作成のための現地踏査と，地域住民へのヒアリングは，5月から開始している。

5月7日に，日ケ谷の天長寺で，学生メンバー11名，OB/OG3名，地元住民10名，専門家2名が集まり，宮津市の文化財担当者が基調講演を行い議論する第1回学習会を行った。

7月23日に，「水生動物植物公園 花蓮の里」で地域住民主催の観蓮会が実施される。地域外を含め例年400人が訪れる。日ケ谷での地域連携活動を進めるため，公民館で丹後チームの 20 年間の軌跡と，米づくり事業から大幅に拡げていく今後の日ケ谷 PJ の活動内容を発表して，住民の理解を得る。日ケ谷中心集落の大西，立の OpenStreetMap と，QGIS で作成した各種の主題図は，この場でお披露目する。

10月7，8日の紅葉時期に，古老の案内で，学生メンバーが地形，植生，その他資源について調査する里山ウォークを開催する。

12月9，10日には，丹後チームで収穫した米を使用した味噌づくりと，地域住民と交流するワークショップを日ケ谷で実施する。住民から味噌を始めとした地域の食文化について学ぶとともに，日ケ谷 PJ の成果発表を行い，持続可能な地域づくりについて議論する。

キャンパスでの勉強会は，学生メンバー内で5月17日より食文化から現代社会を考える文献の輪講から始めている。7月5日にはQGISを用いた主題図の作成やその紙出力，その後 OpenStreetMap の編集について，専門家による講習を予定している。

京都府北部でウィキペディアタウン活動をしている団体のエディタンに，日ケ谷の Wikipedia 編集やこれらのイベントへの協力を随時依頼する。

なお，効果的なマネジメントを支援するタスク管理ツールとして，学生メンバーや専門家が日常的に使える Notion の導入を検討している。

6. まとめ

以上のように，伝統知を体験的に修得し，科学的に調査しながら，NbS の具体例を可視的に示すためにデジタルアーカイブを制作し，IoT デバイスを活用し，タスク管理ツールを利用する。この３つの IT を適切に組み合わせた簡易な DX で，地域課題の解決を目指している。

国は地方の個性を活かしながら社会課題の解決と魅力の向上を図るために，デジタル田園都市国家構想を推進して，自治体への交付金を交付している。筆者の活動は，このような潮流の一環である。よって，現在は大学の助成金と学生メンバー自身の資金で活動をしているが，自治体や民間の助成金を得て，これらを実現していく予定である。

また，まずは大学生の学びから始めるが，日ケ谷に小中高大社連携型の地域づくり学習ができる空間とコミュニティをつくっていきたい。

謝辞

本稿を取りまとめるにあたって，地元の日ケ谷の住民に協力いただいたことを感謝いたします。

参考文献

(1) Scheem-D：https://scheemd.mext.go.jp/，(2023年6月19日閲覧).
(2) 笹谷康之，山本奈美，建山和由，菱川貞義，根岸健太：“4D for Innovation”，2021 PC Conference, pp.160-163 (2021).
(3) 笹谷康之，彌島康朗，西村礼子：“コンピテンシー基盤型の CAD/CG 教育”，私立大学情報教育協会，2022 年度 ICT 利用による教育改善研究発表会，(2022).
(4) 笹谷康之，山本奈美，根岸健太，菱川貞義，西田隆人：“都市のデジタルツイン教育の提案”，2022 PC Conference, p207-210 (2022).
(5) 笹谷康之，菱川貞義，杉原穂紀，幅彩水，廣本翔太，由井綾音，西田隆人，根岸健太：“4D ジオラマを用いたまちづくりゲーム開発の PBL”工学教育，71，4，掲載決定 (2023).

プログラミングロボットを用いた グループ作品制作での達成度とプログラミング能力育成

布施泉*1・野口孝文*1
Email: ifuse@iic.hokudai.ac.jp

*1：北海道大学情報基盤センター

◎Key Words　　プログラミングロボット，協調学習，プログラミング能力

1. はじめに

著者らは，大学 1 年生に対する 20 名程度の少人数の一般教育として，プログラミングロボットを用いた授業を 2018 年度から所属大学で開講している．毎年，文系理系を問わない履修者が受講しており，プログラミングに関する知識レベルも様々である．本授業では，プログラミングロボットの操作を個別学習として学んだ後にグループに分かれ，グループ作品の制作を行う．グループ作品は発表会を行い，学習者同士の相互評価を行った上で振り返りを行う．また，授業の最後にはプログラミングロボットに関するアンケート調査を行う（提出は任意）．

プログラミングロボットは独自開発したものを用いており，基本的に 2018 年度から同じものを使用している（図 1 参照）．2021 年度後期からは，さらにロボットに光センサーを組み込むことを可能とした．それに伴い，グループでの作品制作においても，センサー感知による動きを含めることを課している．

本授業は，大学 1 年生の一般教育であるため，2022 年度における到達目標は以下のように設定している．

- 機械語命令でプログラミングするロボットを用い，ロボットの動きを制御する中で，プログラミングとその背後にあるコンピュータの仕組みを知ることができる．
- センサー等の仕組みを用いて複数のロボットの動きを全体企画するなかで，目的に応じてロボットを動かすプログラムを作ることができる．
- グループでの学習活動を通し，円滑で効果的な協調活動を行うスキルを獲得する．

著者らの意図は，グループでの作品制作を行う中で，個々の学習者のプログラミング能力を育成することを想定しており，プログラムで分からない点があれば，グループ内で相互に解消することを期待していた．このような実践により，知識レベルに差異がある学習者のプログラミング能力の向上を見込んでいた．

グループでの作品制作における役割分担は各グループに任せていたところ，センサーを使い始めた 2021 年度後期から，学習者の作業分担に偏りが出てきた．グループ内の作業分担として，ほぼプログラミングを行わない学習者が発生してきたのである．これは授業の到達目標として想定しておらず，具体的な対処を現在検討している．

2 章では本授業で用いているロボットの形状と授業構成，センサー利用による変化，授業後のアンケート調査の結果，作品企画における制約条件と作品の状況を述べる．3 章で課題解消に向けた試みを述べ，4 章で現状のまとめを記す．

2. プログラミングロボットと授業構成

2.1 プログラミングロボット

本授業で用いているプログラミングロボットの形状を図 1 に示す．8 個の赤 LED の並び（8bit）で命令を表すとともに，当該命令が格納されている番地も赤 LED の点灯状態で確認できる．本授業では，学習者 1 名に対し，1 台を貸与し，特定のロボットを毎回使用する．

ロボット単体でも一通りの操作は確認できるが，ステップ数が多いプログラムは，コンピュータからプログラムを転送することの方が容易である．

授業は半期 15 回（2 単位）で構成する．前半 5 回程度で，ロボットの操作を個人で理解する．授業中盤から後半では，3−4 名のグループを構成し，グループメンバーのロボットを全て用いての作品企画しプログラム等を行う．第 13 回もしくは第 14 回でグループ作品の発表会を行い，第 15 回で授業全体の振り返りを行う．

2018 年度は履修者が 18 名，2019 年度以降は 21-23 名が履修している．2018, 2019 年度は対面のみで行い，2020, 2021 年度が対面とオンラインを併用,2022 年度は再び対面（体調が悪い学習者が発生した場合には対面と Zoom のハイブリッド）で実施した．

2018，2019 年度は，ロボットは授業時のみ貸し出し，グループとしての作品が完成しない場合には，教員が付き添うことを条件に時間外学習を行うことを認めた．2020，2021 年度は，オンラインを念頭に授業を構成する必要があったため，対面時は個別学習によるロボット操作と個人 PC の環境設定に焦点をあて，残りはウェブ会議システムを用いたオンラインでの授業として構成した．このため，ロボットは自宅への持ち帰りを認めている．これら過年度の授業実践は参考文献(1)(2)に詳細を示しているので，必要に応じ参照されたい．

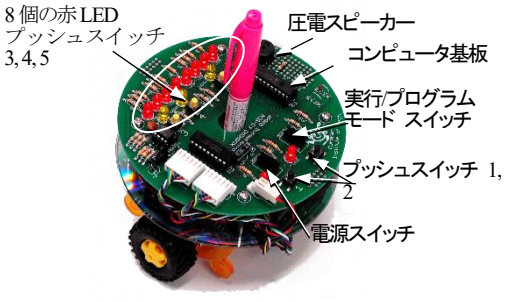


図 1 プログラミングロボット

2022 年度は，コロナも若干落ち着いたため，授業は原則対面に戻したが，必要に応じロボットの自宅への持ち帰りを許可している．

2021 年度後期から，ロボットに光センサーを取り付け，ロボット上のプッシュスイッチの押下をセンサーに代替させることを可能にした．ロボットにはプッシュスイッチが 5 つ付いているが，そのうちの 3 つをセンサーに代替させることができ，センサー関知による様々な条件分岐プログラムを実行可能となった．2022 年度には，2 つのセンサーを用いたライントレースをサンプルとして示し，前半の個別学習時に，学習者に確認させている．

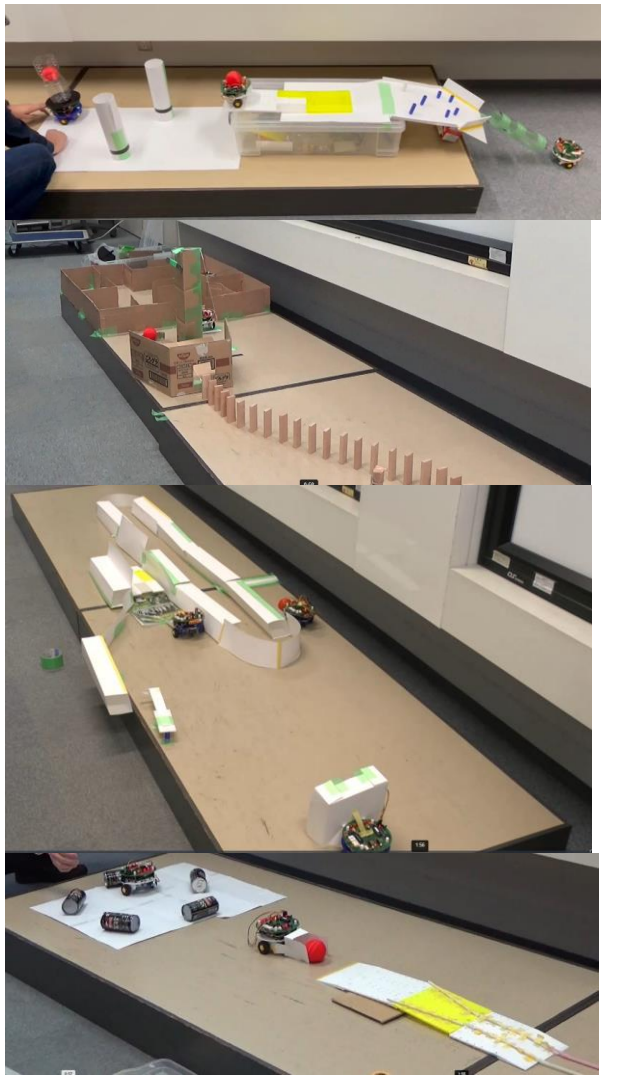
2.2 グループによる作品制作

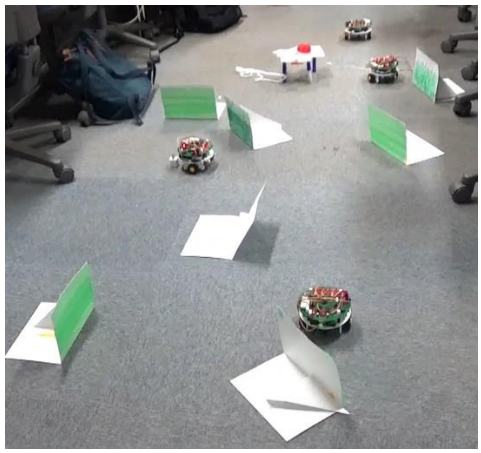
2022 年度のグループ作品制作において課した条件は以下の通りである．

- 全てのロボットは 0 番地からプログラムをスタートさせる．最初のロボットのセンサーを検知として動作開始.
- 実行後は，終了まで原則ロボットには触れない
- グループ員全員のロボットを動作させる
- 各ロボットで最低 1 個のセンサーを必ず用いる
- 少なくとも 1 台は音を出す
- グループで 1 つ以上のボールを使う（ボールは 3D プリンタで制作した 2 つに割れるボール）
- 舞台は教壇 90 cm×180cm を 2 つ組み合わせたものを原則とする（2 つの組み合わせは縦横自由）.
- 上記以外の要素が入ってもよい

3−4 名のメンバー構成のため，3 台もしくは 4 台のロボットで作品を企画する．4 台のロボットの場合は，1 台を音楽担当にするグループが殆どである．残りのロボットは順次，前のロボットの動作に応じて反応する形の作品が多い．2022 年度の発表作品の概況を図 2 にまとめる．

全体を通して，教壇に設置する舞台装置に様々な工夫が凝らされた．結果として，メンバーの作業分担に，プログラムではなく舞台装置のみを制作する担当がいるグループが生じた．例えば，図 2 の上から 3 番目のグループでは，サーキットを 2 台のロボットが回るが，基本的に同じ動作をさせ，ほぼ同一のプログラムをロボットに組み込んでいる．協力してそのプログラムを制作していれば授業意図としては問題ないが，結果的に 1 名が 2 台のロボットのプログラム担当，1 名がサーキットの舞台作り，最後の 1 台は音楽等別動作という形で分担した．また，上から 2 つ目のグループは，最初に迷路ゾーンがあり，最初のロボットは右手の法則で迷路を脱出するプログラムを組み込んでいる．その後は，前のロボットをセンサー感知してまっすぐ進むだけのプログラムのロボットであり，極めて単純なプログラムのみしか行っていない．しかし，当該担当は土台に設置した紐をロボットが超えた際に紐が切れボールが飛び出すといったギミックを組み込んだ．グループ発表全体として，ロボットを動かすプログラムの工夫ではなく，舞台工夫のウエイトが高い傾向が見受けられた． 後述するように，全グループで学生の満足度は高いものの，著者らの意図としたプログラミング





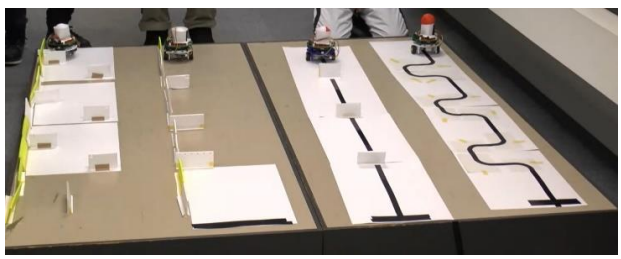


図 2　2022 年度発表会の様子．上 5 グループはロボットが連鎖的に動作，6 番目はロボットが一斉動作.

能力の向上に資する作業分担にはなっていなかったグループが生じた.

2.3 授業後アンケートの結果から

表1および表2は2020年度からのアンケート結果抜粋である. 表1は個人PCを利用したロボットへのプログラム入力と修正に関する難易度について, 表2はロボットの実行とロボットへの興味関心についての結果である.

表1 個人PCを用いたプログラムの入力と修正の難易度

設問	選択肢/年度	20①	20②	21①	21②	22
プログラム入力は簡単だった	強くそう思う	7	3	7	**6**	2
	そう思う	**10**	**8**	**11**	**6**	**9**
	あまり思わない	2	4	1	0	1
	全く思わない	0	0	0	1	0
プログラム修正は簡単だった	強くそう思う	4	3	6	3	2
	そう思う	**12**	**6**	**8**	**6**	**9**
	あまり思わない	3	5	5	3	1
	全く思わない	0	1	0	6	0

表2 ロボットの実行と興味関心について

設問	選択肢／年度	20①	20②	21①	21②	22
ロボットのプログラム実行は簡単だった	強くそう思う	4	4	7	5	0
	そう思う	**12**	**8**	**9**	**6**	**7**
	あまり思わない	3	3	3	1	5
	全く思わない	0	0	0	1	0
ロボットの命令は理解しやすい	強くそう思う	6	4	8	**8**	2
	そう思う	**9**	**8**	**10**	4	**8**
	あまり思わない	4	3	1	0	2
	全く思わない	0	0	0	1	0
考えたとおりに動作させるのは簡単だった	強くそう思う	3	3	5	1	1
	そう思う	6	**7**	**8**	**7**	3
	あまり思わない	**10**	5	6	4	**8**
	全く思わない	0	0	0	1	0
ロボットの動作をプログラムすることは面白いと思う	強くそう思う	**9**	**6**	**13**	**11**	**7**
	そう思う	**9**	**7**	**6**	1	**5**
	あまり思わない	1	2	0	1	0
	全く思わない	0	0	0	0	0
プログラミングに対する興味が増したと思う	強くそう思う	**7**	**7**	**10**	**9**	**7**
	そう思う	**12**	**5**	**8**	3	2
	あまり思わない	0	3	1	1	3
	全く思わない	0	0	0	0	0
もっと複雑なプログラムを作りたいと思う	強くそう思う	**5**	**6**	**11**	**8**	**6**
	そう思う	**12**	**9**	**6**	3	5
	あまり思わない	2	0	2	2	1
	全く思わない	0	0	0	0	0
ロボットのハードウェアに対する興味が増したと思う	強くそう思う	4	2	8	6	5
	そう思う	10	9	8	4	3
	あまり思わない	5	4	3	3	4
	全く思わない	0	0	0	0	0

特に網掛け部の「ロボットの動作をプログラムすること」「プログラムに対する興味」「より複雑なプログラムの作成」について, 年度に寄らず肯定的な回答が殆どである.

一方で, 回答数が少ないので確定的なことは言えないが, 2022年度は「ロボットのプログラム実行は簡単だった」について,「強くそう思う」の回答がないことを鑑みると難易度が上がっているものと考えられる. 2021年度②より, 光センサーを利用しているが, 2022年度は, ライントレース等センサーを用いたより複雑なプログラムが作成可能になったことに起因していると考えられる.

2.4 作品制作における学習者の対応と発表状況

2022年度のグループ作品では, 発表会に成功した事例が少なく, リベンジで及第点の動作をしたグループが殆どである. 図2に示した通り, 順次ロボットの動作を引き継ぐような企画のグループが5グループあった. これらのグループでは, 一つのロボットの動作のずれが, 微妙に次のロボットに引き継がれ, すべてのロボットが100%の出来を出せないために, 本番では, どこかのロボットが失敗してしまっていた. 一方で, 図2の6番目のグループは, 4台のロボットを別々に動作する企画であった. 発表会ではこのうちの1つが動作しなかったが, そのロボットだけ再度動作をさせることで, グループメンバーは概ねの成功に満足していた.

本来, 微妙なロボットのずれは, センサーで補正するように授業設計をしていたが, 学習者たちの工夫に反映されることは少なかった.

しかし一方で, ごく少数ではあるが, 授業で行った条件分岐処理の内容を理解し, 一つのセンサーで, 一度目の動きと二度目の動きを変えるようなプログラムを工夫する学習者もいた. 何ができるか, どのようにするとできるか等をプログラム的に工夫する学習者と舞台装置の改良で問題を解決しようとする学習者に分かれた. 本来は前者のような取り組みにすることを想定した授業であるため, 次章では本課題の解消について検討を行う.

3. 懸案事項の解消に向けて

3.1 ロボットのプログラム送付ログの自動収集

1章で述べた通り, 2021年度からセンサーを用いた舞台上での動作を課したところ, 舞台に凝るグループが発生し, 結果としてプログラミングを作業分担として行わない学習者が発生した. このような状況では, 誰がどの程度, ロボットへのプログラムを実行しているか, どの程度の理解であるかの確認も難しくなる.

この状況を改善するためには, 学習者のプログラム作成のログを収集する必要があると考えている. そのため, 2023年度はロボットへのプログラム転送時にプログラムを保持し, 学習者の状況把握をできる独自システムの使用を検討している.

図3に, 学習者の各回の授業におけるロボット入力データを蓄積する環境を示す. プログラムを入力し, ロボットへ送信する際(「send」ボタンを押下した際)に, PCの特定ディレクトリ内に送付プログラムを機械語及びアセンブリ言語で蓄積する機能を付与したものである. 日付のディレクトリ内に時間・分・秒が記載されたファイルが格納されていく.

毎授業の終了時に，個人 PC 内にあるログデータをアップロードすることを想定している．これは教授者にも学習者にもメリットがある機能である．教授者は学習者のプログラム作成状況の把握が可能になるとともに，ロボットへのプログラム送付変遷を理解できる．どのように困っているかの質問対応にも乗りやすい．また，学習者は，ロボットの動作がうまくいかない場合に，プログラムを戻すことができるようになる．これまでは，意識的にプログラムを確保しなければ，失われていた途中プログラムを自動保持できることのメリットは大きいと考えている．

3.2 ペアワークの導入

本授業はこれまで，個人での学習と 3−4 名のグループ学習で構成していたが，その間にペアワークを組み込むことを検討している．前述のログ収集を行うことを前提にペアワークを課し，比較的容易な課題を具体的に解かせていくことを想定している．例えば定型の迷路から脱出すること，センサー利用による目的地への移動，といった舞台装置に凝らない課題設定を課し，様々なプログラム例を提示しながら，学習者ができるプログラムを増やすことで，学習者のプログラミング能力育成を考えている．

また最後のグループ作業では，作業分担でプログラミングがない学習者をなくすような指示を行っていきたいと考える．

4. おわりに

本稿では，プログラミングロボットによるグループ作品の企画において，メンバーの作業分担がプログラミング能力育成につながらない場合があることを示した．その改善策として，ログ収集といった機能拡張やペアワーク等の学習構成の改善を検討している．

アンケート結果で示されるように異なる知識レベルの学習者に対し，本授業ではロボットプログラミングに対する興味関心が強化されていることが示されている．このようなプログラミングロボットを用いた学習の優位性を生かしながら，学習者のプログラミング能力育成を図ることができるよう，2023 年度の授業で，これらの試みを実践し，プログラミング能力の改善が期待できるかを評価していきたいと考えている．

参考文献

(1) 布施泉，野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄，“ロボット教材を用いた個別学習を連携した協調学習”，教育システム情報学会研究会報告，vol34，no.2，pp.89-95 (2019)

(2) 布施泉，野口孝文，梶原秀一，千田和範，稲守栄，“プログラミングロボットを活用したハイブリッド型授業における協調学習の実践と評価”，教育システム情報学会研究会報告，vol36，no.2，pp.31-38 (2021)

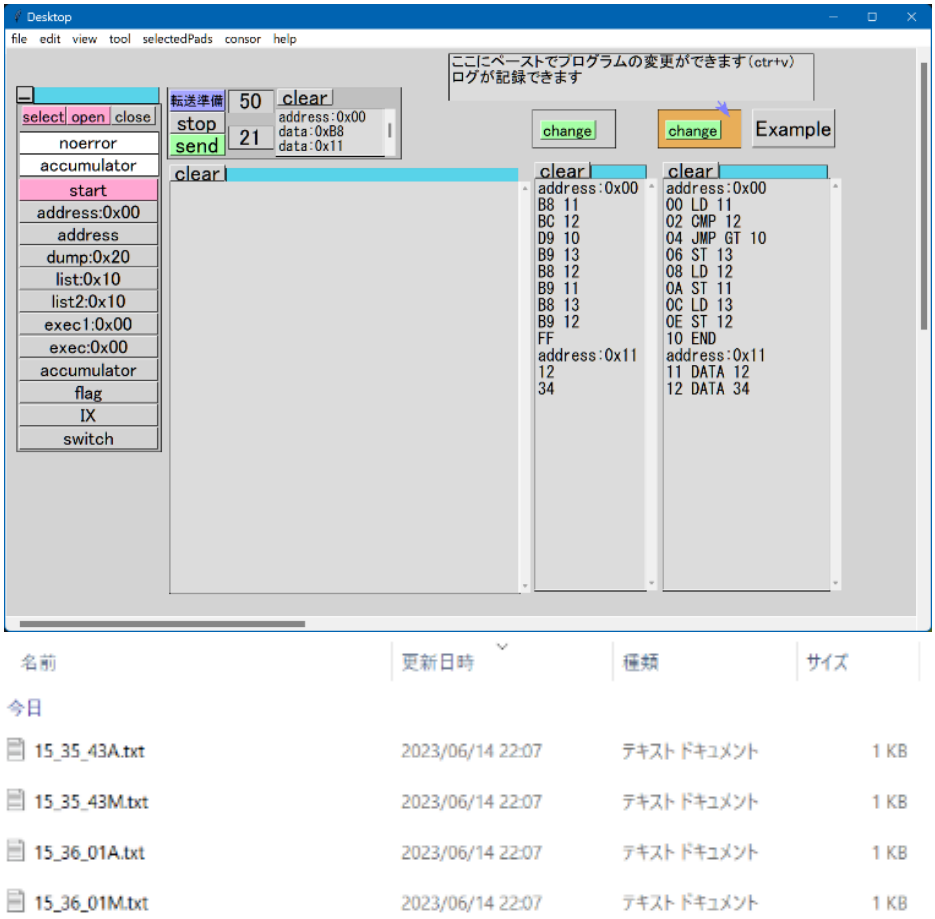


図 3　ロボットへのプログラム転送画面とログ蓄積ファイルの一覧画面（機械語とアセンブリ言語でログ収集）

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

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

電子教科書「ためしながら学ぶC言語」は，昨年，改訂版を出版することができた(1)．電子教科書は，当初，VW-eBooks (VarsityWave eBooks)を使っていたが，2023 年 1 月 12 日をもって終了し，EDX UniText へ移行した(2)．改訂版のタイミングに合わせ，これに移行することを決めた．移行に伴う校正作業自体は著者への影響はなかったが，本学の出版局の担当者はこれまでと異なる作業に追われ，苦労があったそうである．VW-eBooks は Windows, macOS, iOS でビューアのアプリケーションをインストールして閲覧する仕組みであったが，バージョンの違いによる機能の差が問題となっていた．EDX UniText への移行により，web ブラウザで閲覧できるようになり，この問題を解決できた．2022 年 9 月の授業から EDX UniText の電子教科書を使うことになり，これを活用した結果を述べる．

2.　ビューアについて

2.1　旧ビューア

2020 年 9 月の授業では，電子教科書のビューアは，VW-eBooks 専門書学習ビューア(旧ビューアと記載)を使っていた．本論文執筆時に，筆者が起動した時に表示される内容を図 1 に示す．ためしながら学ぶ C 言語（1-2 刷）」と関連するマニュアルが一覧表に出てくる．なお，改訂版を示す「(1-2 刷)」の表示があるが，中身は初版であった．このビューアの設定の一部を図 2 に示す．発行元が全国大学生活協同組合連合会になっており，バージョンは 5.8.10.0 のアプリとしてインストールされている．

ノート PC，タブレット型，スマートフォンなど複数のの情報端末で利用することができ，インストールできる端末の台数は 3 であった．したがって，同じ書籍を複数

図 1　VW-eBooks 専門書学習ビューア(旧ビューア)

図 2　旧ビューアの設定の様子

の端末で同時に見ることができた．

2.2　新ビューア

2022 年 9 月の授業から，EDX UniText へ移行し，電子教科書のビューア(新ビューアと記載)は web ブラウザで閲覧できるようになった．以下は，Firefox の例である．新ビューアの起動は，ブラウザで以下の URL を入力する．

https://app.d-text-service.jp/api/v2/soshiki-cd-nyuryoku

筆者は授業で公開している web サイトにこのリンクを設定している．次に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 3 に示す．これは失念しやすいため，授業の web サイトに明記

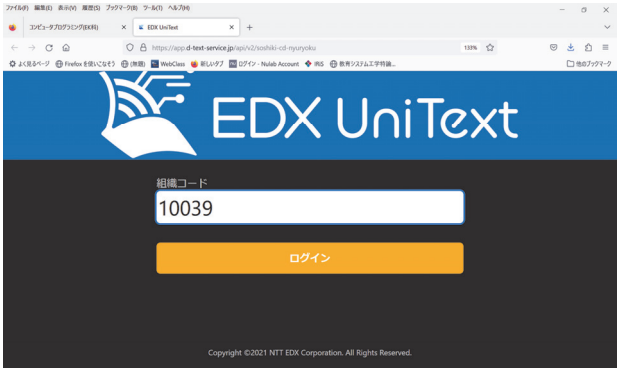


図 3　組織コードの入力

図 4　ID とパスワードの入力

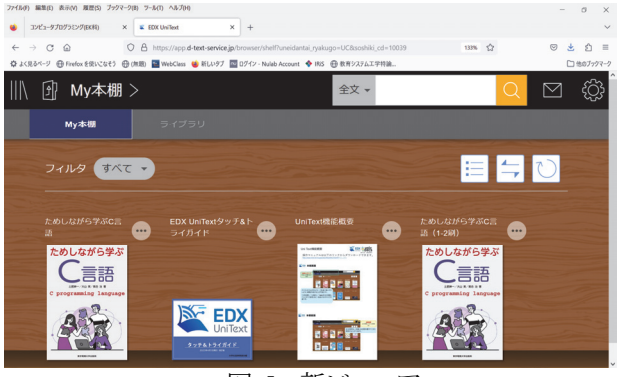


図 5　新ビューア

している．

次にログインIDとパスワードを入力するウインドウが表示される．この様子を図 4 に示す．ログインが完了した直後の様子を図 5 に示す．左端の電子教科書「ためしながら学ぶC言語」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．

ノートPC，タブレット型，スマートフォンなど複数のの情報端末で利用できるが，同時利用は1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.　活用してみて

3.1　拡大

旧ビューアで電子教科書の内容を表示した様子を，図 6 に示す．倍率は100%の状態で表示されるが，文字が小さい．200%に拡大した様子を図 7 に示す．拡大しても大変綺麗に表示される．過去の調査では，受講者は140%辺りに拡大が集中して閲覧していることが分かっている．

旧ビューアは，拡大した直後に本文上でマウスをドラッグすると，紙面をスクロールすることができた．さらに拡大した状態でページを移動しても，拡大率は維持された．この様子を図 8 に示す．

新ビューアは，電子教科書を閲覧するときに，学習履歴の取得が始まる．各個人が書き込んだメモや附箋やペンによる落書きなどの情報を取得するようである．この様子を図 9 に示す．

新ビューアでは，見開きの 2 ページ分がウインドウに表示される．この様子を図 10 に示す．

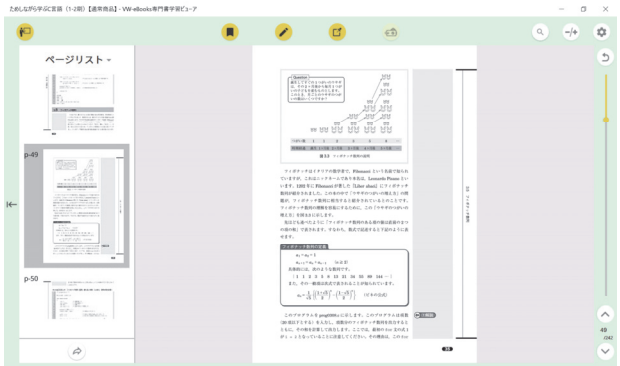


図 6　旧ビューアによる表示

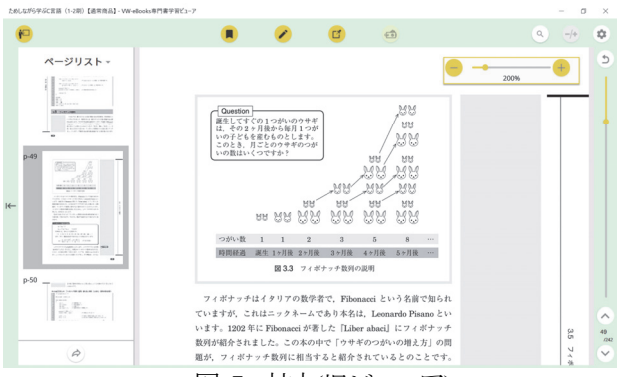


図 7　拡大(旧ビューア)

図 8　ページ移動時の拡大率の維持(旧ビューア)

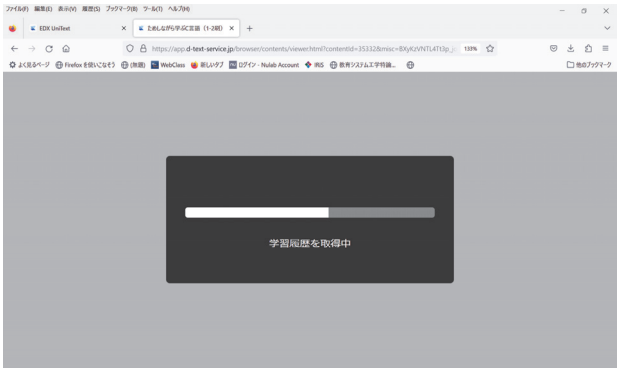


図 9　学習履歴の取得(新ビューア)

図 10　見開きで表示(新ビューア)

旧ビューア同様に，文字が小さ過ぎて読めないため，文字の拡大の操作を行う．拡大しても，大変綺麗に拡大できる．この様子を図 11 に示す．

⊕を使って拡大操作を行った直後，教科書内の表示を移動しようとマウスでドラッグすると，さらに拡大される誤操作に陥りやすいことがわかった．この様子を図 12

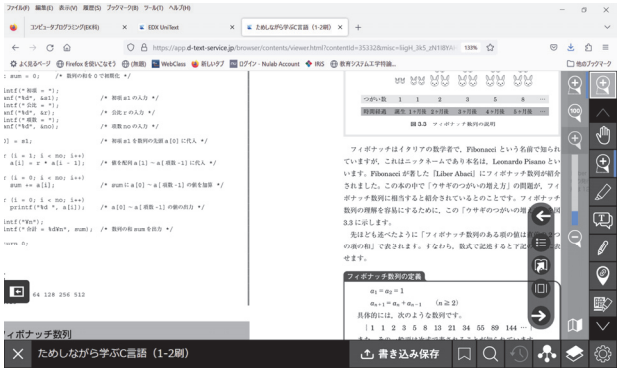


図 11　ページの拡大(新ビューア)

図 12　マウスのドラッグでさらに拡大(新ビューア)

に示す．旧ビューアでは，拡大のボタンを押した後は，選択ツールに戻る設定になっており，この操作に慣れていることが起因しているようである．また，PDF の閲覧では Acrobat Reader に慣れており，同様の誤操作を誘発するようである．

ページ移動時に旧ビューアでは拡大率が維持されるが，新ビューアではデフォルトに戻る．したがって，ページを移動する毎に拡大を行う必要があることが分かった．

3.2　一覧表示

旧ビューアは，左側にページリストが表示され，各ページのサムネイルが見えるようになっていた．サムネールの部分は上下にスクロールできるようになっており，本文の移動方向も上下になっており，扱いやすかった．

図 13　一覧表示(旧ビューア)

新ビューアは，一覧表示の名称に変更され，ウインドウの下の方にサムネイルが左右に表示され，スライダーを使ってサムネイルの表示を移動しながらページを選ぶことができる．サムネールは上下のスクロールに慣れていたため，当初は左右の移動に違和感があったが，使っているうちに慣れることができた．

なお，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．この様子を図 14 に示す．しばらくするとサムネールの内容の表示が完了する．この様子を図 15 に示す．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る．少し待つことで，授業自体に影響を与えることは無かった．

図 14　一覧表示の途中(新ビューア)

図 15　一覧表示の完了(新ビューア)

3.3　ペンで記載した内容の表示

電子教科書の中にペンで要点を書きこんだり，重要な部分を四角で囲むなどの加筆を行えることは，授業で役立っている．教授者の話に合わせて要点を書き込んでいくと，受講者は分かり易いとのコメントを寄せている．旧ビューアで書き込んだ様子を図 16 に示す．書き込んだ後に，ページを移動し再び戻って来てもスムーズに表示される．

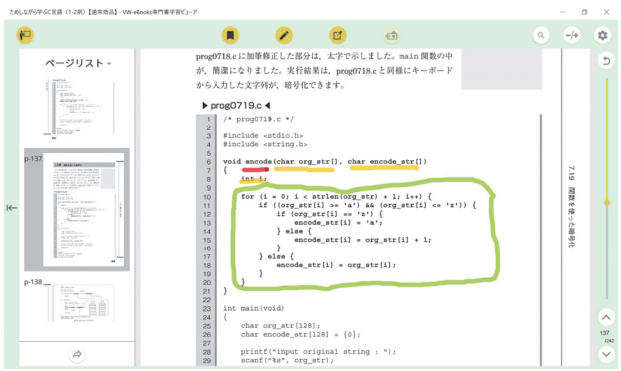


図 16　ページ移動時の拡大率の維持(旧ビューア)

同様に，新ビューアのペンで書き込んだ後に，ページを移動し再び戻って来ると，ペンで書きこんだ内容が先に表示される．この様子を図 17 に示す．少し遅れて本文の内容が表示される．この様子を図 18 に示す．ペンで書きこんだ情報は，書籍とは別に管理されていることが推測されるが，書籍の内容を先に表示した後に，ペンで書きこんだ情報が表示される方が違和感が少ないと考えている．もちろん，同時に表示できることが理想である．

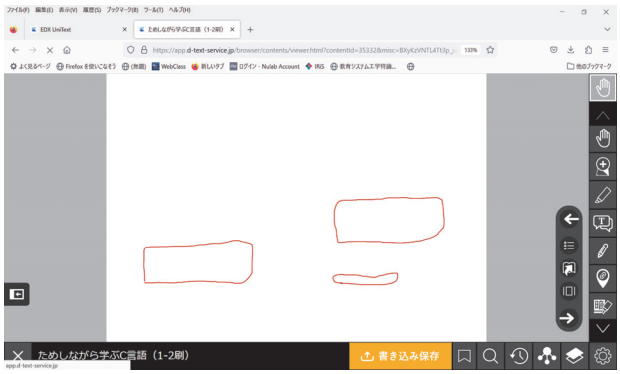


図 17　ペンの書き込み内容(新ビューア)

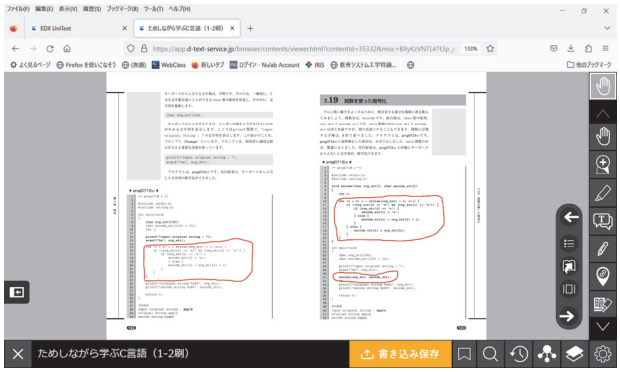


図 18　本文を含む書き込み内容の表示(新ビューア)

3.4　ページ指定

旧ビューアは，右下にある数字をクリックした後にキーボードで変更することによって，目的のページへ移動できた．紙面の都合で，図は省略した．

新ビューアでは，ページ番号を入力するウインドウが表示される．この様子を図 19 に示す．キーボードからは数字を直接入力できない仕様となっており，マウスで数字をクリックする．今後，キーボードからの入力も行えると，操作性が向上すると考えている．

図 19　ページ指定のウインドウ(新ビューア)

3.5　目次の表示

目次の表示は，旧ビューアではナビゲーションで表示されていたが，新ビューアではウインドウが表示されるようになった．この様子を図 20 と図 21 に示す．

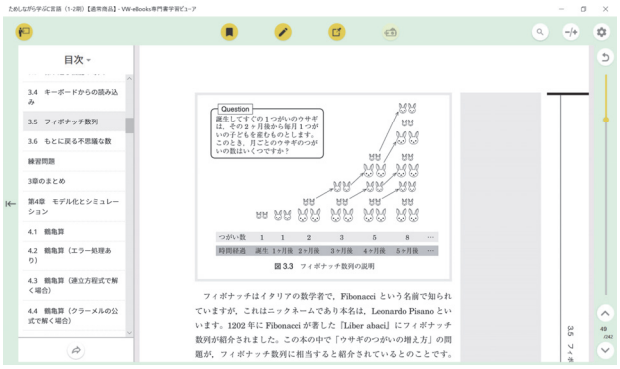


図 20　目次の表示(旧ビューア)

図 21　目次の表示(新ビューア)

4.　おわりに

新ビューアは，インターネットとの接続が大前提となっており，通信速度が十分確保できない場合は，表示が遅れる．現在のタイムアウトは 100 分に設定されている．昼間学部の授業は 1 コマ 100 分になっており，事前の授業の準備で授業前に接続すると，授業の最後の方で時間切れになることがあった．その他に，多くの機能が追加されているが，筆者が十分に使いこなせていない現実がある．2022 年 9 月から，新しいビューアに変更になり，授業での利用で混乱が生じないか，不安があった．受講者は，初めて電子教科書を利用する新入生のため，旧ビューアのことは知らない．特に混乱することはなかった．

電子教科書は，書籍も出版しているため，書籍の制約に電子教科書を合わせている．電子教科書では，すべてのページをカラーにすることは容易であるが，書籍では大幅なコスト増につながり，モノクロでの出版に留まっている．音声や動画などの情報も組み込めるが，書籍との両立の問題が今後の課題として残る．

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」を活用した授業の工夫，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，(2022).

(2)　EDX UniText：https://www.univcoop.or.jp/service/book/univ-etext/etc/etc_376.html，2023 年 6 月 30 日閲覧.

美術大学におけるプログラミング教育の変遷と事例紹介

野村 松信*1
Email: nomura@akibi.ac.jp

*1：秋田公立美術大学美術学部美術学科

◎Key Words　　プログラミング教育，情報教育, PBL 型演習

1. はじめに

近年，日本の初等教育においてもプログラミング教育や情報教育の重要性が認識されている。プログラミングは, 問題解決能力や論理的思考能力・創造性の向上に役立つとされ，2020 年度から小学校でのプログラミングが必修科目となり，教材として Scratch 等のビジュアルプログラミング言語の活用, MicroBit を利用したプログラミングや電子工作の学習が行われている。また，2025 年度から国公立大学受験の受験科目として「情報」科目が導入される。産業界では，IT 業界やコンテンツ産業（アニメ・ゲームやウェブコンテツなど）の人材不足の課題がある。

1995 年に本学の前身である秋田公立美術工芸短期大学が開学し, 2013 年には, 本学が 4 年制大学として開学し，今年で 10 年目を迎えた。美術・工芸やデザインを学ぶ学生にとってのプログラミング教育は，表現素材の一つであると考えて導入した。本稿では短期大学当時から導入しているプログラミング言語の変遷および現在のプログラミング教育の内容およびその成果について紹介する。

さらに，専門分野が異なる学生と実践している地域の課題解決等に向けての分野横断型 PBL 演習によるプログラミング教育の活用について紹介する。

2. 本学のプログラミング教育の変遷

2.1 本学の概要

東北地方で，唯一の公立の美術系短期大学として 1995 年に，工芸美術学科（60 名）と産業デザイン学科（90 名）の 2 学科を有する 1 学年 150 名の小規模の短期大学として，開学した。その後，2013 年に美術学部美術学科の単科の美術系 4 年制大学（1 学年 100 名）として, 開学した。また，2017 年に大学院修士課程，2019 年に博士課程が開設され，今年で 10 年目を迎えた新しい美術大学である。

2.2 プログラミング言語の変遷

短期大学として開学した当初は，情報工学系のプログラミング教育内容と同様であったが，数年ごとに見直し，美術系学生にとって理解しやすいUIを持った開発環境でのプログラミング演習が可能なプログラミング言語を導入した。使用プログラミング言語の変遷を表 1 に示す。

2.3 情報教育とプログラミング教育

本学では情報教育として，「情報リテラシー論 1・2」，「プログラミング入門・演習」，「CG プログラミング」，「情報数学入門」を開講している。これらの科目は，基礎教育科目の位置付けで，1 学年と 2 学年での履修科目である。

表 1. 使用プログラミング言語の変遷

期 間	プログラミング言語
1995 - 1997	コンピュータ工学 / C 言語
1997 - 2001	C 言語 / HyperCard
2002 - 2006	C++ / Java / DBN
2007 - 2011	Java / SqueakToys
2012 - 2020	Java / Processing
2021 - 2023	Processing

多くの美術系学生にとっての苦手科目の一つである数学科目「情報数学入門」では，情報処理技術の原理や基礎となる数学的知識を修得する目的で，論理数学・線形代数・数値表現について学習する。

「プログラミング入門・演習」と「CG プログラミング」において，プログラミング言語 Processing を利用しプログラミングの基本的な構文やアルゴリズムなどを学習する。特に，「CG プログラミング」では，図形処理・画像処理・アニメーション・サウンド処理・インターラクティブ表現などの手法を紹介し，専門課程での美術・デザイン作品制作にも応用できる表現方法などを学習する。

2.4 領域横断型 PBL 演習など

本学での情報教育等と関連して，課外研究活動として，enPiT 教育プログラム[(1)]や IEDC(International Engineering Design Challenge)[(2)]に参加している。専門分野の異なる学生とのグループワークや交流を通して，システム開発の手法や問題解決のためのアプローチ方法などについて演習する機会を提供している。

enPiT とは，2016 年から 2021 年 3 月まで，文科省が高度 IT 人材を育成する産学協働の実践教育ネットワークとし開催した教育プロブラムである。本学は，2019 年度と 2020 年度に，ビジネスシステムデザイン分野のプログラムに本学のデザイン・美術専攻の学生が参加し，IoT を活用したシステム提案を実施した。

IEDC とは，2015 年度から実施している研究テーマ「エンジニアリングデザイン教育のための領域横断型PBL授業設計支援システムの開発」[(3)]，「領域横断型 PBL 演習授業のための自己診断に基づくフィードバックシステムの開発」[(4)]の一環として開催している国際デザインワークショップである[(5)]。国籍や専門分野が異なる学生同士が協力して PBL 演習に取り組むことにより，参加者のコラボレーション能力と批判的思考能力を向上させることを目的としている。デザイン・美術・機械工学・コンピュータ工学・物流工学などを専攻する学生がグループワークで，課

題解決のためのアイディア提案・試作システムの開発・プレゼンテーション等を実施する。

3. 事例紹介と成果

3.1 「CG プログラミング」での作品例

「CG プログラミング」は，すでに，プログラミング言語に関して基礎的知識を修得済みの学生で，プログラミングにより新しい表現を実現したいと考えている学生を対象に，図形描画・画像処理・アニメーション・サウンド・インラクティブ処理に関するアルゴリズム等を学習する。

図 1 に学生作品の一例を示す。これは，取り込んだサウンドの音量と連動し，キャラクターの口が開閉し，マウス操作にリンクして，楽器を演奏する作品である。

3.2 IEDC の概要紹介と成果

IEDC は，2015 年度からタイと日本とを交互に会場にして毎年開催してきた。2020 年から 2022 年まで新型コロナ感染症流行の影響で一時中断したが，2023 年 3 月に再開した。これまで実施してきた IEDC での分野横断型 PBL 演習によりチームワークが新規性・創造性の向上の要素であり，チームワーク構築のためアイスブレイク（擬似課題）が有効であることが確認できた[6), (7)]。

IEDC2023 は，ピッサヌローク（タイ）を会場に，日本・タイ・台湾の 5 大学から学生 26 名が参加し，合宿形式で 6 日間開催した。その時の様子を写真 1 に示す。

図 1. Processing よる学生作品の例

写真 1. IEDC2023 in Phitsanulok, Thailand の様子

4. おわりに

初等教育でのプログラミング教育の必修化により，今後は，高等教育におけるプログラミング教育の充実や内容の高度化・専門化が必要となると考える。

美術系大学におけるプログラミング教育は，情報工学系大学とは異なる教育内容とするべきであると考え，デザイン・美術を学ぶ学生にとって分かりやすいプログラミング言語の使用および専門性との連携を考慮した演習内容とした。

さらに，大学卒業後，会社組織や地域活動などにおいては，専門性が異なるメンバーで構成する各種プロジェクト単位で活動が多くなる。そのプロジェクトチームにおいて美術系大学出身の学生が専門性が発揮できるための教育プログラムが必要と考え，分野横断型 PBL 演習の実践にも積極的に関わってきた。本稿では，その成果について紹介した。

今後の課題については以下のとおりである。

今後，対話型 AI が様々な教育分野においても活用されることが予想される。美術系大学においても AI リテラシー教育と連携したプログラミング教育と発展させる必要があると考えている。しかし，現在は具体的なその教育プログラムについては不明である。

参考文献など

(1) [文科省]成長分野を支える情報技術人材の育成拠点（enPiT）サイト：https://enpit.jp

(2) 野村，須藤，坂本, R. CHAIY, P. PATIAD, W. CHAOWARAT, S. TANPUN：“国際デザインワークショップ（IEDC)の設計と開催報告”，2019PC conference 論文集，巻，pp.224-225 (2019).

(3) 「エンジニアリングデザイン教育のための領域横断型 PBL 授業設計支援システムの開発」（科学研費　基盤 C 一般）（課題番号「15K00486」）, 2015-2018.

(4) 「領域横断型 PBL 演習授業のための自己診断に基づくフィードバックシステムの開発」（科学研費　基盤 C 一般）（課題番号「19K12274」）, 2019-2023.

(5) IEDC 活動報告：https://www.akibi.ac.jp/~nomura/thailand/

(6) M. SAKAMOTO, H. SUTO, M. NOMURA, P. PATITAD, W. CHAOWARAT: “The held report of International Engineering Design Challenge”, The proceedings of International Society of Affective Science and Engineering 2019, Submission No.:C000017, 2019

(7) 坂本，須藤，野村：“チームワーク形成ための協調課題の導入が分野横断型 PBL に及ぼす影響”，工学教育，第 70 巻，第 4 号, pp.107-117(2022).

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

占部 弘治 *1 · 永井 駿也 *1 · 眞鍋 知久 *1
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　プログラミング教育 導入教育 演習講義連携

1　はじめに

令和 4（2022）年より高等学校でのプログラミング教育の必修化が始まったことにより、その実践方法に多くの事例が紹介され、大きな注目を浴びている。

その一方で、高等学校と同じく中学校の卒業生を受け入れる高等教育機関である高等専門学校（以下「高専」）では実践的な技術者の育成を目的として設置されたこともあり、早くからプログラミングに関する教育は行われてきており、新居浜高専電子制御工学科でも創設以来 1 学年から 3 学年にかけて「情報処理 1」～「情報処理 3」という授業名でプログラミング教育を行っている。

しかし、学年が上がるにつれプログラミングの得意な学生と苦手な学生の分化を生じ、以後のプログラミングやそれを用いた実験実習において実施しにくい状況が生じていた。そこでプログラム導入教育にあたる 1 学年においてプログラム作成を主とした演習を行う時間を拡充することでこれを解決することを考え、講義とは別にクラスを半分に分け、電子工作の実習と交互に実施する演習科目を実施することにした。これによりプログラミングの演習は隔週で実施されることになったので前期より開始することになり、これまでの講義「情報処理 1」を前期科目とし、演習と連携した講義を行うこととした。この演習の拡充について実践したこと、およびその効果と今後の展望について述べる。

2　演習拡充への経緯

高専は中学校を卒業した生徒が入学し、5 年間のカリキュラムで主に工業や技術を学ぶ学校であり、昭和 37（1962）年に初めて設置され、現在は全国で 58 校が設置されている。高専は高等学校と異なり高等教育機関として位置づけられるため、文部科学省の学習指導要領に必ずしも従う必要がなく、各校で独自のカリキュラムを作成することが可能である。

新居浜工業高等専門学校の電子制御工学科は昭和 63（1988）年に創設された学科で、電気・電子・情報分野の幅広い専門知識とともに、自然科学の基礎知識及び豊かな教養と倫理観を身につけ、社会の要請を的確に把握して、様々な分野で社会に貢献できる技術者を育成することを目的に教育活動を行っている。この目的のため、コンピュータ技術の基礎とプログラミングを学ぶ科目として 1 学年の後期に 1 単位科目としての「情報処理 1」、2 学年の前期と後期に合わせて 2 単位科目としての「情報処理 2」、3 学年の前期と後期に合わせて 2 単位科目としての「情報処理 3」を開設している。

令和 3（2021）年までは「情報処理 1」では C 言語および C++を用いてプログラミングを学び、「情報処理 2」では C++を用いて、より複雑で応用プログラムができるようアルゴリズムの基礎やクラスについて学び、「情報処理 3」では Windows 上での実践的なプログラミングを学ぶため C# を用いて学んでいた。

特に「情報処理１」はコンピュータやディジタル技術の基礎知識を学ぶとともにプログラミングの導入教育を行うために、表 1 に示す授業計画と演習問題出題数で実施していた。

表 1: 令和 3（2021）年度「情報処理 1」の授業計画

回	授業内容	演習問題数
1	コンピュータの基本構成と動作	
2	プログラムの作成と実行	5
3	キーボードからの入力と式の計算	3
4	選択処理（１）	4
5	情報のディジタル表現	
6	情報のディジタル表現の演習	
7	選択処理（２）	4
8	後期中間試験	
9	後期中間試験の返却・復習	
10	反復処理（１）	4
11	反復処理（２）	5
12	反復処理（３）	5
13	配列	6
14	二次元配列	4
15	プログラミングの演習	8
16	学年末試験	
	問題数合計	48

しかし、令和 4（2022）年度より新居浜高専におい

て「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム」を実施するためにカリキュラム変更があり、1 学年の全学科共通科目として「データサイエンス」が後期 1 単位科目として開設された。これはデータサイエンスの基礎について学ぶとともにコンピュータの基礎や組織におけるセキュリティを学ぶ科目である。

「データサイエンス」の開設によって、後期に情報やコンピュータについて学ぶ科目が増えることとなり、「情報処理 1」を前期の実施へ変更することにした。また、コンピュータの基礎について「データサイエンス」でも学ぶことになったのため、「情報処理 1」でのコンピュータの基礎に関する内容を削減することができるようになった。

その一方で、プログラミングの学習が進んでいくと、プログラミングの得意な学生と苦手な学生の分化が生じ、以後のプログラミングやそれを用いた実験実習において実施しにくい状況が生じていた。図 1 のグラフは令和 3（2021）年度の情報処理 2 における定期試験の正解数の分布である。（ただし、この場合の正解数は解答したプログラムがエラーがなくコンパイルでき、入力に対する出力が正確にできたものを計上しており、減点や部分点は考慮していないため、必ずしも成績の分布とは一致はしない。）

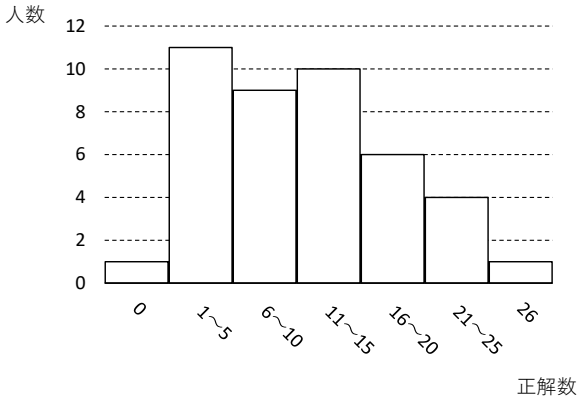


図 1: 令和 3（2021）年度 情報処理 2
の定期試験における正解の分布

このように 26 問中 16 問以上正解できた学生が 11 名である一方、10 問以下しか正解できない学生が 20 名であった。

この状況を改善するためプログラミング科目全体の授業内容について見直しを行った。そのなかで、「データサイエンス」の開設によって実施時期と内容の変更が必要となったプログラミングの導入科目である「情報処理 1」においてプログラミング作成の演習問題を増やすことで、プログラミングの体験を増やし、理解を確実にすることを考えた。

しかしながら、演習問題を実施する時間が十分でないことからこれまで数学や電気基礎、電気回路などの専門科目の導入として演習を行っていた演習科目「電気基礎演習」の内容を変更し、「情報処理 1」と連携したプログラミング演習を行うことにした。

この「電気基礎演習」は実習科目「電子基礎実習」と同時に開講され、これを前期と後期とを通じておこなっている 1.5 単位の科目である。「電気基礎演習」と「電子基礎実習」を同時に開講しているため、1 学年のクラスの半分を対象に「電気基礎演習」と「電子基礎実習」と週ごとに交互に受講するようになっており、学生にとっては「電気基礎演習」の実施は隔週となっている。

3 実施内容

前節の経緯によって行った変更により、令和 4（2022）年の「情報処理 1」の授業計画は表 2,「電気基礎演習」の授業計画は表 3 のとおりとした。

表 2: 令和 4（2022）年度「情報処理 1」の授業計画

回	授業内容	演習 問題数
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、二次元配列	
11	配列と繰り返し	
12	関数（1）	
13	関数（2）	4
14	ローカル変数とグローバル変数	2
15	期末試験	
16	期末試験・復習	
	問題数合計	6

「電気基礎演習」は担当教員を 3 名とし、クラスを半分にした人数に対して複数の教員があたることにし、より細かい指導ができる体制とした。「電気基礎演習」の授業内容のうち「プログラミング演習」は「情報処理 1」での授業内容に対応した演習を行った。さらにプログラミングへの興味と今後の期待のために「コンピュータプログラミングを用いたプログラミング演習」を行った。

この変更によって 1 学年におけるプログラミングに関連した科目は「情報処理 1」1 単位と「電気基礎演

習」1.5 単位の 2 科目となり、実施時間も「情報処理 1」の 1 週間あたり 90 分に「電気基礎演習」の隔週 135 分が加えられることなった。また、プログラミング演習の問題数は「情報処理 1」と「電気基礎演習」を合わせて 128 問となり、令和 3（2021）年度の「情報処理 1」のみで行った年度と比べて 2 倍以上となった。

表 3: 令和 4（2022）年度「電気基礎演習」の授業計画

回	授業内容	演習問題数
1	演習室における C++の プログラミングについて	7
2	プログラミング演習	10
3		9
4		10
5		12
6		11
7		3
8		11
9		11
10		2
11	コンピュータグラフィック を用いたプログラミング演習	10
12		11
13		10
14		5
	問題数合計	122

4 実施効果の考察

今回の演習時間の拡充の効果について、拡充を実施する前の年度と実施した年度の定期試験および授業アンケートの結果から考察する。

4.1 「情報処理 1」の定期試験の結果

授業内容が変更になっていること、異なる年度で同じ問題を定期試験に出題できないことがあり、直接の比較を行うことは難しいので類似の問題についての状況より考察する。

case 1. 割り算の商と余りを求める問題

令和 3（2021）年度の中間試験には整数の割り算の商と余りを求めるプログラムの穴埋め問題を出題した。全ての穴埋めを正解した 42 名中 16 名であり、全ての穴埋めが不正解だった学生は 3 名だった。

令和 4（2022）年度の中間試験では同様に整数の割り算の商と余りを求めるプログラムを記述する問題を出題した。この問題の解答対して正解だった学生は 41 名中 18 名で、全く記述できなかった学生は 2 名だった。

case 2. 配列の要素の最大値を求める問題

令和 3（2021）年度の期末試験には配列の要素の最大値を求めるプログラムを記述する問題を出題した。この問題に対して正解だった学生は 42 名中 9 名で、全く記述できなかった学生は 11 名だった。

令和 4（2022）年度の期末試験には配列の要素の数だけ文字「*」を表示して棒グラフを作成し、さらに配列の要素の最大値を求める問題を出題した。この問題に対して正解だった学生は 41 名中 7 名、全く記述できなかった学生は 14 名だった。

考察

case 1 においても 2 においても令和 3（2021）年度に比べて令和 4（2022）年度のほうが難易度が高い出題がなされているが正解の学生の状況、および記述できなかった学生ともに大きな変化が見られない。これは授業内容を変更によって令和 4（2022）年度に難易度の高い出題となっても学生の理解の状況がかわらなかったと考える。

4.2 アンケート結果の比較

「情報処理 1」を受講した学生による授業アンケートについて次に示す。アンケートの実施は期末試験を返却した授業の最終週に行っている。アンケートの項目のうち学生の理解に関する項目について今回の演習拡充実施前の年度と実施後の年度ものを図 2 に示す。

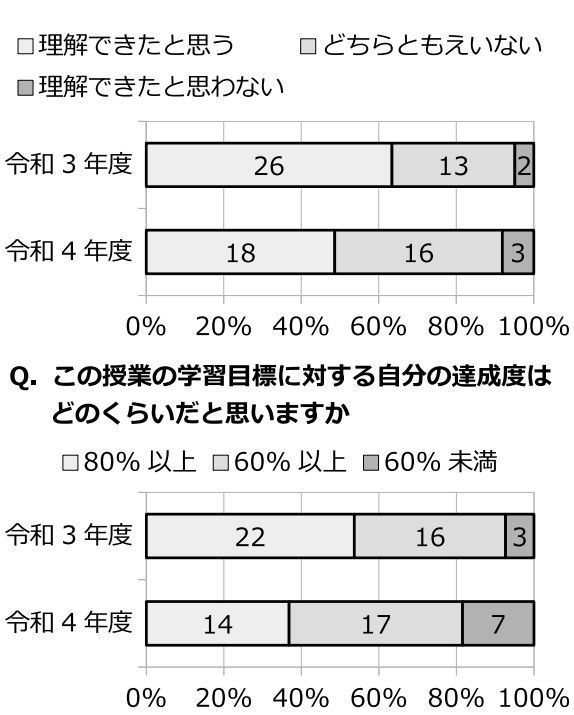


図 2: 「情報処理 1」の授業アンケートの結果

また、実施後の年度における「電気基礎演習」の授業アンケートのうち、学生の意欲と理解に関する項目についての結果を図 3 に示す。

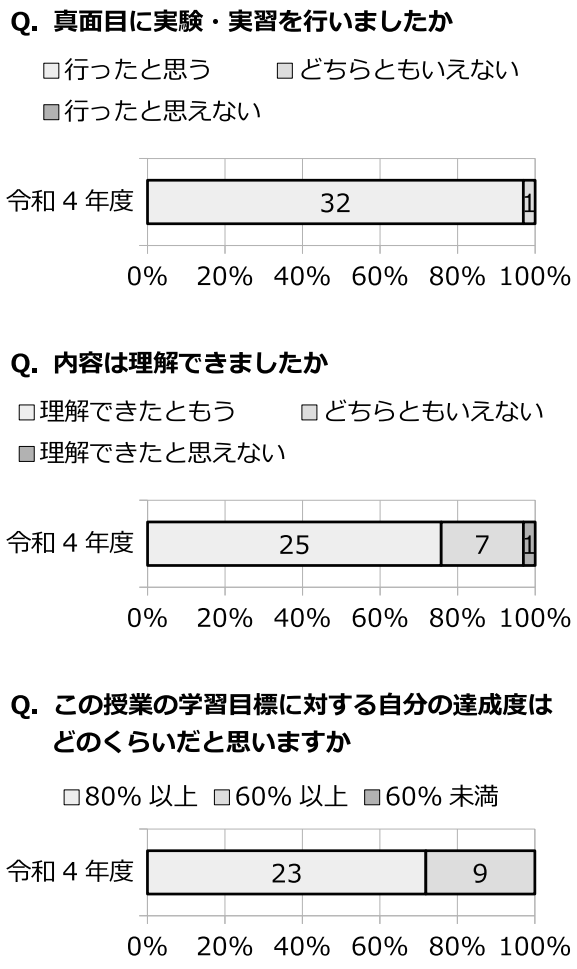


図 3:「電気基礎演習」の授業アンケートの結果

実施後の「情報処理 1」の理解に関する項目について、理解したと思う学生も、達成度が 80%以上であると思った学生が減少している。演習を別科目ににしたことで講義は座学中心となったこと、授業内容を変更し、取り扱う範囲が広がったことが理由と考えられるが、演習拡充が授業の理解に繋がらなかった。しかしながら、「電気基礎演習」については学生は意欲的に実施をしており、「情報処理 1」と比べて理解したと思う学生も達成度が 80%以上であるとと思った学生も多い。

これは授業で取り扱うプログラングの範囲が広がり理解できなかったり、達成度が十分でないと感じた学生に対して演習拡充によってそれを補う効果があったのではないかと考える。

5　まとめ

新居浜高専電子制御工学科では令和 4（2022）年度にプログラミングへ導入のためプログラミング作成演習を授業とは別の演習科目で実施をした。アンケート結果から演習科目においては学生は真面目に受講し、十分な理解と達成度がを見ることができた。また定期試験の解答状況より令和 4（2022）年度に難易度が高くなったにも関わらず学生は理解できている状況がみられた。

しかしながら、演習拡充による授業科目の学生の感じる理解や達成度の改善を見ることができなかった。これは演習を増やすだけで学生がプログラミングに対して理解や達成度を得られるわけでないと考え、授業や演習の実施にさらなる改良が必要であると考える。

「Excelの次」としてのノーコード

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

発表者は、大学で初学者向けの情報の授業を10年以上担当している。その授業でExcelを扱う際、データベース形式のデータ処理の方法も紹介しているが、その有用性にピンとこない受講生が多い、という印象が担当としてはあった。実用的な例を示そうと、Wordの差し込み印刷と連携した宛名印刷を例にして説明してきたが、最近は印刷物の作成自体が身近ではない受講生が大半になっていて、例にするには限界を感じていた。

そこで2022年度は、ノーコード（NoCode）によるアプリ開発を例に、受講生にも身近なアプリとデータベースの関係性をイメージしてもらう試みを行った。本発表は、その教育実践を紹介し、課題も含めて知見を共有するものである。

2. 実践の概要

本実践を行った授業は3つで、主な受講生はそれぞれ1年生、2年生、4年生である。いずれも、授業の前半ないしは別の授業でExcelの基本的な部分は学習済みで、Excelのデータベース活用の代表例であるテーブル機能もそれに含まれている。

授業全体の学習目標は、授業によって多少異なるものの、Excelを使って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、アプリ開発やプログラムに関する特段の知識・関心を受講生は持ってはいない、という前提で授業を設計している。

限られた時間でアプリ開発を経験してもらうためのツールとして、本授業ではGoogleのAppSheet（appsheet.com）を採用した。AppSheetを扱ったのは15週のうち4週程度で、スマートフォンの標準アプリとして用意されているようなベーシックなメモ帳アプリを作ってもらった。最初に最低限の構成のデータベースをGoogleスプレッドシート（以下スプレッドシート）で作成してもらい、AppSheetにそれを読み込ませてアプリを自動で組み上げてもらう。データを追加したり、データベースのカラムを増やしたりしながら、機能の追加と表示の調整をしてもらうといった手順で進め、最後に各自のスマートフォンで（AppSheetアプリを使って）作ったアプリを動作させるというものである。

受講生は多いクラスで30名を超えていたため、担当教員一人で対応できるか不安も大きかった。しかしながら、個別のトラブルシューティングは一部必要だったものの、大半の受講生は発表者の用意した配布資料に沿って進めてもらう形で、アプリを完成させることができた。

3. AppSheetを採用した背景

アプリ開発の手段としてノーコードと呼ばれるサービスを用いたのは、受講生はプログラムに対して知識や関心がない、開発のための特別な環境を用意できない、時間が限られる中でも一定の達成感を持たせたい、といった背景がある。

担当教員である発表者自身も高度なプログラムスキルがあるわけではないが、さまざまなサービスを活用すれば「プログラムが書けなければできないような高度なこと」を実現できる、自分の可能性が広がる、ということを学生時代から体験してきた。受講生にも、そうした体験を今のうちにしてもらいたいという思いが発表者にはある。

ノーコード系のサービスはAppSheet以外にも数多く存在する。その中でAppSheetを採用した主な理由としては、受講生にとって身近なスプレッドシートをデータベースとして使えること、データベースからのアプリ化をほぼ自動でやってくれること、日本語の書かれた解説が（他のノーコード系

サービスと比較して）サイトや書籍などで多く出回っていること、などが挙げられる。

もっとも、ノーコードを使えば専門知識ゼロでもすんなりアプリが作れるのかというと、実際はそう単純な話ではない。AppSheetは確かに「コードを書かずに」アプリを開発できるツールとして設計されているが、データベースのカラムに対するデータ型などの設定は必要であるし、データの抽出には関数を含む数式を記述する場合もある。エラーメッセージを読み解くにはプログラムに対する理解も不可欠である。プログラムそのものは記述しないで済むとしても、画面上での設定操作は基本的な開発の知識を求められる。また、これはAppSheetに限ったことではないが、いざ自分でアプリを作るとなると、インターフェースや画面遷移の役割やパターンを認識し直す必要があり、これもなかなか難しい。

それでも短時間で「自分が作成したデータベースと連動したアプリを作る」という経験がしやすいツールとして、発表者はAppSheetを選んだ。

4. 教材としてのAppSheetの難しさ

AppSheetがツールとして優れているのは、適切なデータベースを設計すれば自動でアプリを生成してくれ、しかもその完成度が高いことである。そのため教師が適切なスプレッドシートを受講生に配布すれば、開発工程を短縮でき、受講生がトラブルに陥るケースも回避しやすい。表示のカスタマイズ要素もさほど多くないうえ、いずれを選んでもそれなりに整ったものになるため、受講生が試行錯誤でアプリを壊してしまう危険性も抑えられている。こうした長所は、時間が限られる授業での利用にも向いているといえるだろう。

ただし同時に、受講生が「手順通り作業してアプリを完成させること」を目標にしてしまいやすい、という面もあると感じた。データベース形式のデータ処理に対する理解を深めるのが授業の目的であるので、例えば「ビジュアル面を好みに変える」といった作業ではなく「データが思ったように表示されないことから原因を考えて改良していく」といった経験を受講生にはしてもらいたい。それを意図的に授業で起こす場合は、AppSheetは適切にアプリ化してくれないようなスプレッドシートを受講生に配布したり、スプレッドシートをゼロから作っていくような授業設計が必要だろう。つまり皮肉なことに、ツール自体の目指すことと逆行するような仕掛けが教師には求められる。

世の中にあるAppSheetの開発工程の解説資料のほとんどは、目指すアプリが具体的にイメージできる・提示されていることや、アプリ化したいデータが手元にあることが前提となっている。そのため当然ながら、アプリを完成させる方法の解説に力点が置かれている。一方で本授業の受講生は、作りたいアプリや活用したいデータが具体的にあるわけではない。アプリを完成させることよりもデータ処理の概念を理解することが実践の目的であるため、授業でそうした資料をそのまま使ってしまうと「作ること」だけに注意が向きやすい。

いくつかアプリを作っていくことで概念に対する理解も深まっていくことは考えられるので、そのようなアプローチも必要だとは思うものの、授業全体の内容のバランスを考えると、アプリ開発に大幅に時間を割くというのは難しい現実がある。

5. 次年度に向けて

前年度に引き続き、2023年度の後半でも、Excelの基本的な学習を行なった後のステップとして、ノーコードを使ったアプリ開発を授業に組み込む予定である。現状は（上述のように課題もあるものの）AppSheetを採用するつもりだが、この種のサービスはアップデートによって設計や機能が大幅に変わることもよくあるので、他のサービスを試しながら準備をしたい。

一例を挙げると、同じくノーコード系のサービスであるGlide（glideapps.com）は、AppSheetよりも画面設計に柔軟性があり、作れるアプリも幅広いという印象を持っている。2022年度は、4年生が主体のクラスでAppSheetのあとにGlideを取り上げたが、受講生からは「ツールを理解するまでが難しいが、Glideの方が自由度が高く面白い」というコメントも多く寄せられた。もっとも、こちらのサービスもこの1〜2年で大きく機能が変更されているため、同じ懸念材料はある。

発表では、プログラム教育などに詳しい参加者から、データベースを使ったデータ処理の理解を促せるような初学者向けの切り口、ツールなどを教えていただき、場で共有できればと考えている。

小中学校における校務負担の軽減を目的とした ICT 活用のニーズに関する調査研究

石切山大*1・酒井郷平*1
Email: 20111002e@sz.tokoha-u.ac.jp

*1: 常葉大学教育学部

◎Key Words　学校の情報化，ICT 活用，GIGA スクール構想，校務負担の軽減

1. はじめに

教員の校務については，「依然として長時間勤務の教員が多い状況」とされており(1)，教員の長時間労働は社会的な問題としても取り上げられている。このような現状から，学校における働き方改革について，次期教育振興基本計画（答申）では，今後の教育政策に関する基本的な方針の中で「労働環境などが良い状態であることなどが求められる」とされている(2)。このことからも，学校教員の校務負担を軽減することは喫緊の課題である。

こうした課題に対して，GIGA スクール構想により校務における ICT 活用を進め，校務負担を軽減することに期待が高まっている。具体的には，これまで手作業で行っていた業務を ICT 活用によって効率化したり，クラウドを活用し業務を分担したりすることにより，作業時間を短縮できるといった点に期待されている。しかし，現状，校務へ ICT を導入して業務の効率化を図れている教員ばかりとは言えない。ICT を苦手とする教員やその必要性について理解を示さない教員もいる中で，限られた教員のみが ICT を活用しているという現状もみられる。

では，校務で ICT を活用するためには，どのような取り組みが必要だろうか。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と考える。さらに，教員が校務における ICT の効果やメリットを実感することで，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 活用を検討してくべきだろう。そのために，まずは教員がどのような校務を負担だと感じているのか，どのような校務を ICT 活用により軽減したいと考えているのかといったニーズを調査し，明らかにすることが必要であると考える。

こうした教員の ICT 活用のニーズに関する先行研究として，学校現場における校務の負担感に関する研究や ICT に関連する教員のニーズの把握を目的とした研究は多く行われてきた。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，この研究では，学校種が小学校に限定されており，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。次に，ICT に関連する教員のニーズの把握を目的とした研究については，1 人 1 台端末活用入門初期における教員の課題意識と研修ニーズについて明らかにされている(4)。また，小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性について明らかにされている(5)。これらの研究の対象は，教員研修やプログラミングであり，本研究の視点である校務とは異なるが，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られる。

そこで，本研究では，小中学校教員を対象とした校務への ICT 活用の促進を念頭に，教員が ICT 活用による校務負担の軽減やメリットを感じやすくするためにも，現時点でどのような校務を負担だと感じているのか，どのような校務を ICT で軽減したいのかのような，負担感とニーズを明らかにするため，小中学校の教員を対象に調査を実施した。

2. 調査の方法

2.1 調査の対象

調査を行うにあたり，X 県の A 小学校と B 中学校，Y 県の C 小学校，D 中学校の教員に対して，調査への回答を依頼した。なお，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 調査項目の内容

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』(6)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 (5)を参考に，回答者の属性（経験年数を含む），校務に対する負担感，校務に対する ICT 活用のニーズ，自由記述の 4 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 活用のニーズについて，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

回答が得られた 37 人のうち，28 人（75.6%）が小学校教員であり，9 人（24.6%）が中学校教員であった。また，経験年数は，1〜6 年目が 5 人，7〜15 年目が 18 人，16 年目以上が 14 人であった。

3.2 各校務に対する負担感

各校務に対する負担感について集計した。その結果を，表1へ示す。最も負担感の強い校務は，「研修会や教育研究の事前レポートや報告書の作成をする」等の校務であった。この校務は，2015年の調査[6]においても「負担である」，「どちらかと言えば負担である」と回答した割合が小中学校で約72%であり，抽出した校務の中でも，最も負担感の強い校務であった。そのため，2015年から現在に至るまで，小中学校において最も負担感の強い校務として認知されていることがうかがえる。

次に，「成績一覧表・通知表の作成、指導要録の作成の負担」，「児童・生徒の問題行動への対応の負担」，「PTA活動に関する業務の負担」を今よりも軽減したいかというそれぞれの校務に対する質問に対して，32人（86.5%）が「とてもそう思う」，「そう思う」と回答した。これらの校務も，先述の校務に次いで，負担感の強い校務である。成績一覧表・通知表の作成、指導要録の作成」については，2015年の調査においても「負担である」，「どちらかと言えば負担である」と回答した割合は小中学校双方で約65%であり，抽出した校務の中でも4番目に負担感が強い校務である。この校務も，2015年から現在に至るまで，小中学校において負担感の強い校務として認知されていると考えられる。

他方，「児童・生徒の問題行動への対応」の校務は，2015年の調査で「負担である」，「どちらかと言えば負担である」と回答した割合は，小中学校でそれぞれ約50%に留まっており，負担感の上位となる校務ではなかった。しかし，今回の調査で「児童・生徒の問題行動への対応」への負担が強く示されていた要因として，子供の問題行動の発生件数が大きく影響していることが考えられる。文部科学省（2021）令和２年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査結果の概要[8]によると，特に小学校でのいじめの認知件数は，2015年の約15万件に対して2020年は約42万件でおよそ2.8倍となっている。本調査に対する有効回答者に小学校教員の割合が多いことに加え，特に小学校でのいじめの認知件数の増加から，「児童・生徒の問題行動への対応」の校務は，先行調査に比べ負担感が高まったと考えらえる。

表1 各校務に対する負担感と回答状況（n=37）

項 目	とても	そう思う	どちらとも	あまり	そう思わない
研修会や教育研究の事前レポートや報告書の作成をする等の負担	16 43.2%	18 48.6%	2 5.4%	1 2.7%	0 0.0%
成績一覧表・通知表の作成、指導要録の作成の負担	25 67.6%	7 18.9%	3 8.1%	2 5.4%	0 0.0%
児童・生徒の問題行動への対応の負担	22 59.5%	10 27.0%	3 8.1%	1 2.7%	1 2.7%

3.3 校務の負担軽減となるICT活用の認知

各校務の負担に対して，ICTを活用し負担軽減をする方法を知っているかについて集計した。その結果，「ICTを活用して『児童・生徒の問題行動への対応の負担』を今よりも軽減する方法を知っていますか？」に対して，「全く知らない」，「知らない」と回答したのは，25人（67.6%）であり，最もICTを活用して負担軽減をする方法が認知されていない校務であることがわかった。これは，生徒指導提要の改訂が影響していると考えらえる。2022年12月に生徒指導提要が初めて改定され，データの利活用に関する文言が盛り込まれた。よって，比較的最近になって生徒指導におけるICT活用が言及されるようになったため，十分に活用方法への理解が進んでいないことによる結果であることが考えられる。

また，「ICTを活用して『児童・生徒、保護者アンケートの実施・集計の負担』を今よりも軽減する方法を知っていますか？」に対して，よく知っている」，「知っている」と回答したのは，17人（45.9%）であり，最もICTを活用して負担軽減をする方法が認知されている校務であることがわかった。また，この項目を経験年数別に見ると，16年目以上の教員が最も活用方法について認知しており，「よく知っている」，「知っている」と回答したのは，7人（50.0%）であった。教師は経験年数が高くなるにつれ，キャリアステージが高まることで，子供・保護者・外部向けにアンケートを作成することが多くある。その際に，アンケートツールを活用することが，活用方法や活用のメリットとして認知され，さらに活用を促進していると推察される。また，最もこの活用方法について認知していなかったのは，経験年数が1〜6年目までの教員であり，「よく知っている」，「知っている」と回答したのは，2人（40.0%）であった。このことから，年齢や経験年数が高いことが，ICT活用の方法やメリットの理解，ICT活用を阻害する要因ではない可能性が示唆された。

4. おわりに

本研究では，小中学校教員を対象とした校務へのICT活用の促進を念頭に，現時点における校務に対する負担感やニーズを検討した。負担感に関しては，「研修会や教育研究の事前レポートや報告書の作成をする等の校務」が1番強く，「児童・生徒の問題行動への対応の校務」の負担を軽減するICT活用があまり認知されていないことが確認された。今後は，調査結果をふまえ，校務負担の大きい項目を改善するICT活用および教員への周知方法について検討してきたいと考える。

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) 文部科学省：“次期教育振興基本計画”（2023）.
(3) 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）.
(4) 石原浩一，泰山裕：“1人1台端末活用入門初期における教員の課題意識と研修ニーズの検討”，日本教育工学会論文誌，46，Suppl.，pp.13-16（2022）.
(5) 黒田昌克，森山潤：“小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性”，日本教育工学会論文誌，41，Suppl.，pp.169-172（2017）.
(6) 文部科学省：“学校現場における業務改善のためのガイドライン”，p.9（2015）.
(7) 文部科学省：“令和２年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査結果の概要”，p.3（2021）.

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—

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，オンライン授業，初等教育，トラブル

1. はじめに

グローバル化の進行に伴い，日本も多言語多文化社会へと移行し，多言語・異文化理解が求められるようになっている。ヨーロッパ評議会が 2001 年に発行した「ヨーロッパ言語共通参照枠（CEFR）」は日本の外国語教育にも影響を与えており，CEFR の中で強調されている「複言語主義」「複文化主義」についても多くの研究者によって紹介され，多言語学習・複言語学習の取り組みも増えつつある。

筆者らは 2018 年から小学校における複言語学習，「世界の言葉プロジェクト」を行なっている。当初は小規模校での実践であったが，2022 年からは大規模校での試みがはじまった。本発表では，これまでの複言語学習の取り組みと小学校での実践を紹介し，同様のオンライン授業を大規模校で行った場合の技術的問題，運営上の課題に焦点を当てて報告する。

2. 複言語学習・これまでの取り組み

2.1 大学院での実践

2013 年から，大阪大学未来共生イノベーター博士課程プログラムで，大学院生向けの「多言語演習」を始めた。1 クラス（15 人前後）を 3 グループに分け，デジタルデバイスを活用しながら 1 セメスター15 回の授業でインドネシア語，トルコ語，ベトナム語 の 3 言語をローテーションしながら学習した。この取り組みでは，学習する言語について「読む」「聞く」「書く」「話す」といった 4 技能全てを網羅するのではなく，「話す」能力を中心にトレーニングしながら，ことばの学び方を学ぶことを目指すプログラムであった [1]。

2.2 医療系大学での実践

2018 年からは，関西の医療系大学で「複言語学習のすすめ」をはじめた。この授業は 1 セメスター15 回の授業で韓国語，インドネシア語，ドイツ語の 3 言語を学習しながら，ことばの学び方を学ぶことを目指した新しいスタイルの授業である。この授業は 2.1 で述べた大学院での取り組みをベースに設計されており，学生のスマートフォンを活用しながら学習を進めた。

この取り組みでは 1 クラス 60 人を 3 グループに分け，ローテーションしながら 3 言語を学習した。2020 年からはコロナ禍のためリアルタイムオンライン授業の形式での実践となり，学生はそれぞれ自宅から Zoom に接続して受講し，対話練習や成果発表も原則としてオンライン上で行った [2]。

3. 小学校（小規模校）での実践

3.1 2018 年 小規模校での実践

医療系大学の取り組みと並行して，岡山県備前市の日生西小学校 6 年生 14 人を対象とした複言語学習（「世界の言葉プロジェクト」）を始めた。

この取り組みは，大阪大学に在籍する留学生（および卒業生）にサポートを依頼し，ICT 機器を活用しながら複言語学習の機会を提供する学習プログラムで，初年度は 7 言語（ドイツ語，インドネシア語，ペルシア語，中国語，ポルトガル語，韓国語，ロシア語）を学習した。初回の授業は岩居が小学校の教室で対面で授業を行い，2 回目以降は Zoom を使ってオンラインで実施した。

この実践にあたっては，iPad LTE モデルを児童 2 人に 1 台の割合で用意した。初等教育の現場では教室に WiFi 環境がない，あるいは特定の端末しか接続できないなどさまざまな制約があり，これまでの授業で活用実績のあるアプリやサービスを利用できない可能性があるため，LTE モデルを採用した。

各言語 1 回の授業で練習した主な表現は
・あいさつ（おはよう，こんにちは）
・名前は〜です
・〜からきました
・よろしくおねがいします
・またあした
・さようなら
で，時間の余裕がある時は「〜がすき」といった表現や数字，食文化，日本語に入っている単語なども紹介した。

3.2 2019 年度 複数の小学校での実施

2019 年度は日生西小学校（16 名）に京都府亀岡市の東別院小学校（8 名）と兵庫県洲本市の加茂小学校（29 人）が加わった。

2019 年度に学習した言語は，日生西小学校は 7 言語（ドイツ語，ヒンディー語，インドネシア語，中国語，ポルトガル語，ロシア語，韓国語），東別院小学校は 6 言語（ドイツ語，ブルガリア語，インドネシア語，ポルトガル語，韓国語，中国語），加茂小学校はドイツ語とインドネシア語の 2 言語であった [3]。

日生西小学校と東別院小学校には，iPad（LTE モデル）を貸与して 1 人 1 台環境を実現したことで，複言語学習以外にも両クラス児童のオンライン交流が生まれた。そして，日生西小学校の修学旅行の際に京都で両校の児童

が対面し，一緒に活動する機会を持つことができ，その後も卒業まで，教師のコントロールの下で児童同士のオンライン交流が続いた（図 1）。

図 1 3 地点接続したポルトガル語の授業

3.3 2020 年度 （iPad）

コロナ禍となった 2020 年度も日生西小学校での実践を継続した。2020 年度は 26 人となったが，iPad を人数分確保できたため一人一台体制で授業を実施できた。2020 年度は従来の学習に加えて韓国語やペルシア語で文字学習の機会を設け，ロイロノート・スクールで手書きで文字を練習し，その成果を提出するという流れで効率的にオンライン授業を行うことができた（図 2）。

図 2 iPad で文字の練習

3.4 2021 年度（GIGA 端末）

日生西小学校では 2021 年度から GIGA 端末が配備された。Windows ノート端末のため，iPad のように自由にビデオを撮ったり手書きで文字学習をするという取り組みはできなくなったが，キーボードを活用して調べたいことをすぐに検索することはできるようになった。一方で，一人で端末に向き合う姿が目立つようになったという印象がある（図 3）。

図 3 GIGA 端末を活用して調べ学習

4. 大規模校での実践と問題点

4.1 2021 年度の試験実施

2021 年度は岡山市立芥子山小学校 6 年生全 4 クラスのうち 1 クラスだけを対象にした実験授業をオンラインで実施した。このときは中央にプロジェクタを置き，Zoom 端末は教室前方廊下側に置かれていた。そのため教員側の画面では生徒は横を見ている状態になった（図 4）。

図 4 カメラ位置の関係で生徒は横を向いている

4.2 2022 年度 4 クラスでの実施

2022 年度は 6 年生全 4 クラスを対象にした実践を行った。児童数は 1 クラス 35〜6 人で，全体で 140 人ほどになる。GIGA 端末は Chromebook で一人一台環境であったが，オンライン授業中は WiFi の帯域を圧迫する可能性があったため今回は使用しなかった。

初回は現地に赴き対面で授業を実施したが，以降はすべてオンラインでの開講とした。4 クラスを 2 グループに分け，大阪大学側はコーディネーター2 人がネイティブスピーカと共に同じ時間に並行して授業を実施，児童らは各教室で受講することにした（表 1）。

表 1 2022 年度芥子山小学校での流れ

	1・3 組	2・4 組
9 月 29 日	ドイツ語（体育館で対面授業）	
10 月 5 日	中国語	韓国語
10 月 12 日	韓国語	中国語
10 月 19 日	インドネシア語	ロシア語
10 月 26 日	ロシア語	インドネシア語
11 月 9 日	ペルシア語	タイ語
11 月 16 日	タイ語	ペルシア語

機材は，教員用の Chromebook を大型モニターに接続，モニター上部に外付けの Web カメラを置いて，児童らの顔を正面から見えるようにした。また，ワイヤレスマイクを端末に 2 本接続し，児童も担任も同時に発言できるようにした。2 学期開始前に筆者が現場でこれらの機器の接続方法や使い方を説明し，大阪大学と接続して映像や音声が問題ないことを確認した上で本番に臨んだが，実際にオンライン授業が始まると，以下のようなさまざまな課題が浮き上がってきた。

4.3 技術面での問題

- **Zoom のスポットライト機能が使えない**

Zoom のスポットライト機能を使うと，講師の映像のみを表示し，各クラスの映像を非表示にできるため，必要のない情報が画面にでることはない。児童らが発言する場

合には，ホスト側でそのクラスにスポットライトをあてれば講師と児童の映像を横にならべることができる。

ところが小学校に配備されている Chromebook には制限がかかっているためアプリをインストールすることができない。そのため，今回は Web 版の Zoom を使用したが，Web 版ではスポットライト機能を使用できないことを事前テストの段階で確認していなかった。スポットライト機能が使えないため，隣の教室の様子も画面に表示される，また図 5 のように講師が大阪大学以外の地点から接続している場合は，さらに多くの画面が表示される状態になった。

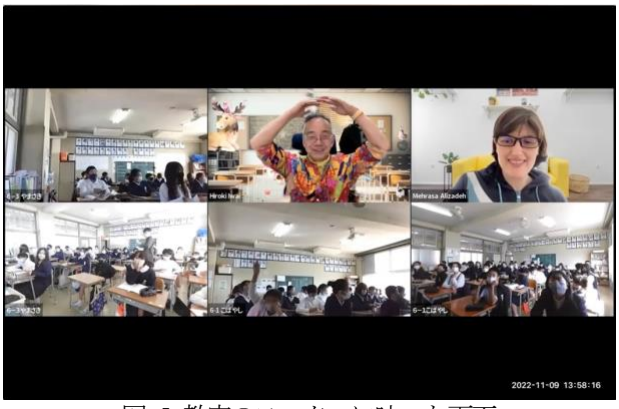


図 5 教室のモニターに映った画面

- **教室の児童らの音声が届かない**

Web 会議システムを使う場合，音声が聞き取りづらい状況は参加者にストレスを与えるという報告がある [4]。Chromebook 本体のマイクでは，すぐ前に座っている児童の声しかクリアに聞こえない。会議用集音マイクを使用しても，30 人を超えるような環境ではこの問題は解決できない。児童らが発言のたびに Chromebook の前に出てくることも可能だが，時間の無駄が生じる。そこで，2 本同時接続できるワイヤレスマイクを用意して，児童らが各自の席で発言できるようにし，マイクの受け渡しがスムーズにできるようになると考えていた。

しかし，Zoom などにマイクをつないだ場合，マイクで拾った音は Zoom の相手側に届くだけで，教室内で拡声されるわけではない。そのため，

・マイクがオンになっているかどうかわからずに戸惑う
・マイクスイッチの切り忘れで雑音が入る

といったトラブルが起こった。これは，Web 会議システムとマイクの扱いに慣れていない場合には頻繁に起こるトラブルである。

今回は横並びの教室で同時に Zoom を接続するため，隣の教室のスピーカーの音声がハウリングを引き起こす可能性があることが事前のチェックでわかっていた。そのため教室が離れている 1，3 組と 2，4 組をグループにしてこれを回避したのだが，別のトラブルが発生した。

用意したワイヤレスマイクが教室後方のドア近くにある場合，隣の教室の音声がクリアにマイクに届いてしまう。例えば 1 組のマイクが隣の 2 組の大型モニターから出力されている音声を拾うと，別の授業の音声が隣の 3 組のモニターと大阪大学側からも出力される，ハウリングを起こすことはないが，非常に耳障りになる。

- **Web カメラでは表情が見えない**

少人数クラスの場合は PC や iPad などの内蔵カメラでも児童ら一人ひとりの様子をある程度把握できるが，20 人を超えると難しくなる。PC の場合は外付け Web カメラを大型モニターの上に付けることで教室全体の様子は見えるようになるが，ズームアップやパンができないため限界がある。

また，4.1 で紹介したように，Web カメラが教室の大型モニターやスクリーンとは別の位置にあると，児童らが横を向いた映像が講師側に届く。教室側から見れば視線は合っているので，講師側がこのこと理解していれば済むことだが，ストレスになることは否めない。

- **Web カメラと音声の問題を解決するために**

現時点での最良の解決方法は，iPhone の連携カメラを Zoom で使用することである。これは佐賀県佐賀龍谷中学校での複言語学習で筆者らが実施した方法であった。連携カメラは，iPhone を Web カメラ＋マイクとしてワイヤレス接続する方式で，児童生徒の前に持っていくことでクリアな画像と音声を相手側に届けることができる（図 6）。MacBook と iPhone が必要なため，汎用性のある解決方法ではないが，同様の方式が他の機器でも実現できるようなれば，状況は大きく好転するものと思われる。

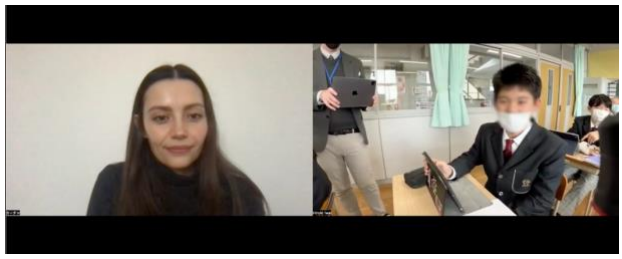


図 6 連携カメラを持って生徒の前に移動

4.4 運用面の課題

- **準備時間の問題**

小学校の場合は，機材準備のための十分な時間を確保することが難しい。1 クラスだけであれば，あらかじめ機材を準備した教室に移動することができるが，今回のように 4 クラス同時に実施する場合には，これができない。

図 7 Zoom を接続してから掃除開始

今回は授業を昼休み直後の 5 校時に設定してもらったが，直前は給食後の掃除の時間になっており，担任は給食指導，掃除指導を行いながらの機材準備になる。そのため，動作確認，接続確認を行う時間が確保できず，トラブルが

起った場合対処ができない。今回も，機材トラブルで 1 クラスが接続できない事態になり，急遽別の教室（音楽室）に移動して授業を受けることがあったが，授業時間が 45 分と短いため，移動時間のロスは非常に大きかった。

図 8　機材トラブルのため 1 クラスが教室移動中

- **Zoom に参加できない時の対応**

この取り組みでは，オンライン授業が実施できない時に，自分たちで自習できるようにデジタルテキストを用意して小学校側に送っている。今回も，ネットワークの不具合で途中から Zoom に接続できなくなった教室があった。この時はクラス担任が機転を効かせて，接続されていた時に学んだ表現をクラスで練習するという対応をとった。この時間に学習する予定だった内容は，後日デジタルテキストを使って自習してもらった。

不具合発生時にトラブルシューティングのために時間を使うか，デジタルテキストを使った自習に切り替えるかは，判断に迷うところである。小学校側に技術サポートスタッフがいれば，担任はトラブル対応を任せて自習や復習に専念することができるが，現状ではこのような対応は難しい。あらかじめトラブル発生時の対応方法を話し合っておく必要があると痛感した。

図 9　授業用デジタルテキスト

- **授業中の連絡**

オンライン授業中にトラブルが発生した時のために，相互に連絡を取るためのチャンネルを用意しておく必要がある。Zoom などの Web 会議システムを使用している場合はチャットでのテキストメッセージのやり取りができるが，教室側の PC は大型モニターに接続されているため，ここでメッセージを送受信することは難しい。また，機材やネットワークの不調で Zoom がつながらない場合もあるので，LINE など Zoom 以外の手段が必要になる。ただし，クラス担任は児童らの様子を見ているため，メッセージには気づきにくい。

5.　おわりに

小規模校での実践とは異なって，大規模校で複数クラスを同時に接続した双方向オンライン授業では，事前の予想を超えたさまざまなトラブルが起こった。また，小規模校での実践では，複言語学習を発展させ学びを深める独自のプロジェクトを展開することができたが，2022 年度の実践では，複言語学習をさらに発展させるだけの余裕はなかった。

しかしこのような状況の中でも，児童らはいろいろなことばを学び，声に出すことを楽しんでいたようだ。復習を兼ねて撮影してもらったビデオには，学んだ表現を一生懸命に覚えて声に出す児童らの様子が残されている。また，卒業文集に複言語学習の経験を書いた児童がいたことからも，大規模クラスでの複言語学習も一定の成果があったことがうかがわれる。

今回明らかになった問題点のうち，技術的課題は早晩解決されるものと思われる。運用上のさまざまな課題については，現場との情報交換を重ねながら最適なオンライン複言語学習の運営方法を構築することを目指したい。

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各クラス担任の先生方にお礼申し上げます。

参考文献

(1)　岩居弘樹, 田川千尋, 神田麻衣子: “ネイティブスピーカーとデジタルデバイスを活用した多言語演習の取り組み”, 日本デジタル教科書学会年次大会発表原稿集, 6 巻, pp.71-72（2017）.

(2)　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, 10 号, pp.124-139 （2023）.

(3)　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）.

(4)　Shure, （株）NTT データ経営研究所：“Web 会議の音質が従業員のストレスを招く”, https://effortless.shure.com/ja/content-hub/posts/stress-verification/（参照日:2023 年 6 月 21 日）.

オンライン授業ツール使用練習システムによる詳細な習熟状況の取得と分析

樋口三郎*1
Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

*1：龍谷大学先端理工学部

◎Key Words　　オンライン授業，初年次教育，クラウド，LMS，ビデオ会議システム

1. はじめに

2020 年度以降，大学においてオンライン授業が増加している。4 月に大学に入学した学生は，授業開始までに，その大学の使用するクラウドサービスやビデオ会議サービスに習熟する必要がある。大学が，履修説明や授業の一部に習熟の機会を設ける場合もあるが，各学生が資料を参照して準備することが必要になる場合もある。そのような場合に対応するため，著者は，学生が単独でクラウドサービスやビデオ会議サービスの使用を練習することが可能なシステムを開発し，運用してきた[1]。このシステムは，その時点での学生全体の習熟度を，使用ログから推定することもできる。

2. 従来システムの概要と問題点

2.1 従来システムの概要

従来システムは，大学が Google Workspace for Education をクラウドサービスとして採用していることを想定している。オンライン授業において学生は，Google Workspace にログインし，アクセス制限された PDF ファイルを閲覧，ストリーミング動画を視聴，Google フォームで小テストやアンケートに回答することが期待される。

従来システムの導入前に学生が遭遇していた困難として，大学の提供するものでなく個人の Google アカウントでログインする，ビデオ会議の音声や画像の送受信に問題があるのに，問題の所在を特定できない，などがあった。

従来システムは Web アンケートシステム Google フォームをプラットフォームとして採用し，利用者を Google フォームの短縮 URL に誘導する。Google アカウントでのログイン自体ができない場合も想定し，Google フォームはアクセス制限しない。学生は，Google フォームの各設問内に設けたリンクから，Google ドライブにアクセス制限下で置かれた資料や動画にアクセスし，アクセスできたか，どのような障害に出会ったかを同じ Google フォームで回答する。また，オンプレミスのノート PC でホストされた 1 つの Google Meet ビデオ会議にアクセスし，操作の練習をして，状況を回答する。

2.2 従来システムの問題点

Google フォームは，アンケート末尾で「送信」をしない限り記録を残さない。すなわち，途中で回答をやめた（以下，脱落したと言う）回答者の部分的回答をログに残さない。

従来システムのようなサービスでは，「必要な練習を完了したらその後には進まず送信しない」「途中で解決しない問題に出会いその後には進まず送信しない」などの行動を行う回答者がいる可能性がある。このようなケースは，発生した行動の一部がログに残らず損失であるのはもちろんのこと，脱落と習熟度の相関が大きい場合には，使用者全体の傾向をログに残っている回答から正確に推定することができなくなる。

なお，従来システムでも，短縮 URL サービスが Google フォームの外部でクリック数を記録しているため，最初の設問に到達した回答者の数は測定でき，途中で脱落した回答者の比率の上限は知ることができる。

3. 提案システム

3.1 提案システムの設計方針

システムをローカルデバイス上で動作するアプリとして実装すれば，すべての記録を残すことができ，ビデオ会議サービスの練習状況も動画として詳細に記録できる。しかし，本システムは，入学直後の学生が容易に練習できることを意図するため，Web アプリの範囲内で実装することにした。

Web アプリであっても，最も細かい粒度では，Web ページ上のボタンや外部リンクのクリックを時刻とともに記録することも考えられる。これはフロントエンドで JavaScript を使用すれば可能である。

従来システムで採用した Google フォームには上で述べた仕様上の制限があり，JavaScript によりユーザが情報を取得することもできないため，別の Web アンケートシステムを基盤とする必要がある。

本システムの目的には，ページ単位で途中までの回答時間を記録することで十分と考え，既存のアンケートシステムである LimeSurvey を採用した。

3.2 オンラインアンケートシステム LimeSurvey

LimeSurvey は 2003 年から PHP で開発され，現在は日本語化されている。ライセンスは GPL2 である。ユーザがサーバにインストールして使用する Community Edition と，開発元 LimeSurvey GmbH が運営する有料の LimeSurvey Cloud とがある。本システムには前者のバージョン 6.0.0 を使用した。

LimeSurvey に，アンケート作成者，回答者はそれぞれ Web インターフェースからアクセスする。回答受付を開始したアンケートの設問はそれ以降変更できない，重複回答を防ぐためにユーザ登録の機能を有する，結果を SPSS や R の形式で書き出せる，など，学術的な社会調査への利用を意識した Web アンケートシステムである。

3.3 練習の構成

本システムでは，次の順で練習と回答を行った。

1. Google Workspace へのログイン
2. アクセス制限された画像の表示
3. アクセス制限された PDF ファイルの表示
4. アクセス制限された Google フォームへの回答
5. 動画ストリーミングへの接続
   (ア) 動画ストリーミングの映像表示
   (イ) 動画ストリーミングの音声再生

例えば2 では，画像へのリンクを表示し，「画像が表示されましたか？」のような問を設けた。

Google Workspace の一般ユーザであるシステム運営者は，個々のファイルがアクセスされたかどうかを知ることができないため，「表示された」という回答が正確かどうかを確認することはできない。そのため，直後に，「表示された画像内の数字は何でしたか？」のような多肢選択の問を置き，「表示された」という回答が正確であることを一定程度保証している（図 1）。

図 1 設問の例（スクリーンショット）

4. オンライン授業の準備のための使用例と結果

4.1 オンライン授業回前の使用

本システムは，不特定の授業履修者が必要に応じて自主的に授業前に使用することを想定したものであるが，システム評価を目的として，筆者を担当教員とする初年次科目（履修登録者 118 名）で 2023 年 5 月 24 日に初めてオンライン授業をする前に使用した。学生への使用指示は，Google Workspace と独立な，学生が十分習熟していることが想定される LMS 上で，短縮 URL を示して行った。この科目の初年次履修者は大学でのオンライン授業の経験はないが， Google ログインの経験はある。

従来システム[1]は，Google Meet のビデオ会議システムへの参加練習の機能を含む。本システムも，同等の機能を持つが，このオンライン授業がオンデマンドによるもので，ビデオ会議を使用しないため，この機能は削除して使用した。

オンライン授業後に履修登録者全体に行ったアンケートでは，回答者中 60 名中 29 名が本システムを使用したと回答した（表 1）。

表 1 アンケート結果「本システムを使用しましたか？」

選択肢	回答数
授業前に使った	25
学習の途中で使った	4
使わなかった	20
存在を意識していなかった	11

4.2 使用結果

一方，本システムの記録によれば， 43 名が使用し，29 名が最後の問まで回答した。最後の問まで回答した人の所要時間は平均 276 秒，中央値 198 秒，標準偏差 194 秒だった。脱落は，ほぼすべてがランディングページで起きていた。最後の問まで回答した人はアンケートにも回答した（表 2，3）。

表 2 アンケート結果「この接続診断の説明・操作はわかりやすかったですか?」

選択肢	回答数
わかりやすい	25
まあわかりやすい	3
ややわかりにくい	1
わかりにくい	0
無回答	0

表 3 アンケート結果「この接続診断は，入学直後の 1 年生に役立つと思いますか?」

選択肢	回答数
役立つと思う	21
ある程度役立つと思う	6
あまり役立たないと思う	1
役立たないと思う	0
無回答	1

オンライン授業後に行ったアンケートでの，オンライン授業で困ったことを問う自由記述への回答では，本システム，およびアクセス制限されたファイル，動画の問題についての記述はなかった。

5. おわりに

本システムが正常に機能することがわかり，有用であることが示唆された。また，従来システムでは測定できなかった途中の脱落率を 33%と測定できた。

この使用は，入学から 2 か月近く経過した時点で，すでに進んでいる授業の中で教員が指示して行ったものであり，本システムが支援を意図している状況下のものではない。そのような状況下で実際に使用する場合は注意が必要である。

参考文献

(1) 樋口三郎：“オンライン授業ツール使用練習システムの大学での配備と使用傾向の分析”, PC カンファレンス 2022 論文集， pp.248-249（2022）.
(2) LimeSurvey GmbH：“LimeSurvey: An Online Survey Tool”, https://www.limesurvey.org/（2023）.

ユーザの継続的な利用を促すタイピングゲームの開発とその効果の検証

渡邉裕貴*1・大橋裕太郎*2
Email: ma23216@shibaura-it.ac.jp

*1：芝浦工業大学大学院理工学研究科　*2：芝浦工業大学工学部情報通信工学科

◎Key Words　　タイピング，ゲームデザイン，学習の継続性

1. はじめに

文部科学省は,日本の ICT 教育を加速させるために,「GIGA スクール構想」を推進している(1)。GIGA スクール構想では「児童生徒 1 人 1 台コンピュータ」の実現を目指している(2)。しかし,現状ではスマートフォンの普及により,若年層のタイピング離れが問題視されている。株式会社セガトイズは 2020 年に 19 歳から 24 歳の学生及び社会人について『キーボードに関する実態調査』を行った(3)。調査の結果,回答者の 69%がタイピングは得意ではない,73%がタイピングの習得に苦労したと回答した。このことから,若年層のタイピング能力の需要は増加していると推測した。

2. 研究内容

2.1 研究目的

本研究では, 10 代から 20 代を対象とした,タイピングを継続的に学習することを目的としたタイピングゲームを開発することとした（以下, 本ゲーム）。ゲーミフィケーションの要素を取り入れることで,学習を継続させる効果とタイピング学習の向上効果について検証する。

2.2 開発内容

本ゲームは, 画面に表示された文字を 1 分間でどのくらいタイプできるかを競うタイピングゲームである。図 1 に, ゲーム画面の例を示す。プレイヤーは画面下部に表示されるローマ字を 1 文字ずつタイピングしていく。正しくタイプできると文字が青色に変化し, 間違えると文字が赤色に変化する。開発環境は Unity を用いている。

本ゲームは継続性を支援するために, 以下の 2 つの機能を備えている。

- ログインボーナス機能

ユーザのゲームプレイを継続させる手法の 1 つに, オンラインゲームに見られる「ログインボーナス機能」がある。ログインボーナスとは, ゲームを起動することで 1 日に 1 度得られる報酬のことである。ユーザは, 連続して本ゲームにログインし一定時間プレイすることで報酬として一定のログインボーナスを受け取ることができる。

- カスタマイズ機能

ユーザは, ログインボーナス機能によって獲得したボーナスを使って, ゲーム内のユーザインターフェース（UI）を自由にカスタマイズしたり, フォントと効果音を獲得したりすることができる。また, ゲームを 5 周プレイすることで背景画像を獲得できる。これによりプレイヤーは独自のタイピングゲームをプレイすることができる。図 2 にカスタマイズ画面, 図 3 に UI をカスタマイズした例を示す。

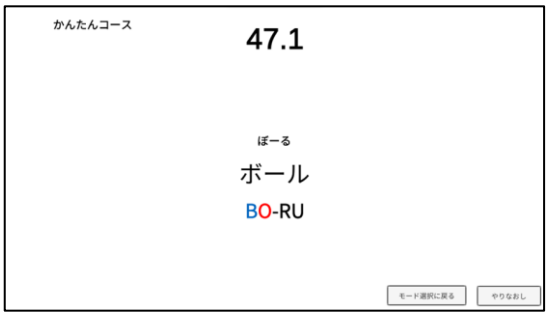


図 1 ゲーム画面の例

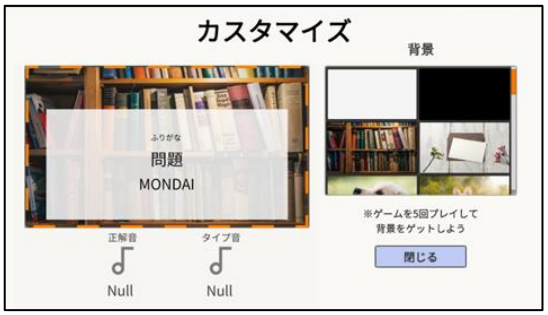


図 2 カスタマイズ画面

図 3 カスタマイズ後の画面の例

3. 調査手順

本ゲームの効果を以下の流れで検証した。

(1) 学生 6 名を A,B の 2 グループに分ける。両グループにはタイピング能力の測定と質問紙調査を事前に行う。タイピング測定には Web サイト「e-typing」を用いる(4)。

(2) A グループには本ゲームのログインボーナス機能を搭載したもの,B グループにはログインボーナス機能を搭載しないものを 7 日間配布する。その間,1 日のプレイ回数と平均キータイプ数を記録する。

(3) 7 日後,タイピング能力の測定と質問紙調査を行い,結果を比較,考察する。

質問内容には,カスタマイズ機能の楽しさや視認性について, 両側に反対語をなす形容詞対を伴った評価尺度の集まりである「SD 法（7 段階）」を使用する。図 4 に,SD 法に使用した 7 段階を示す。

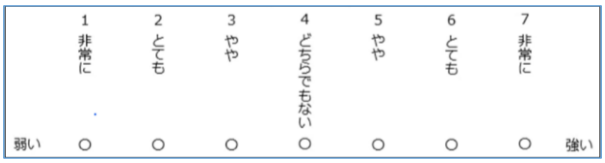


図 4 SD 法（7 項目）

4. 結果と考察

● タイピングスコアの変化

ゲームのプレイ前後におけるタイピングスコアの変化を図 5・6 に示す。A グループの学生はスコアが 2～4 上昇したが,B グループはスコアの変化にばらつきがあった。A・B グループに有意差はみられなかったが,平均スコアの変化を比較すると,A グループは平均スコアが 3 上昇し,B グループは 8.3 減少していた。

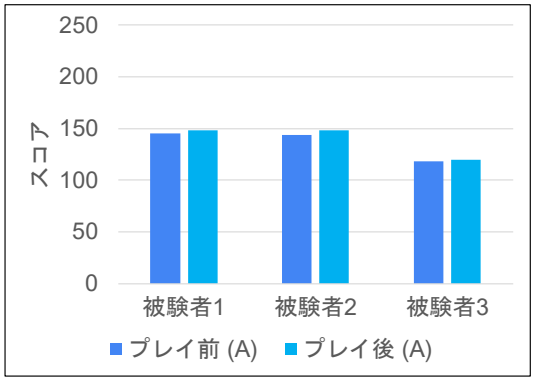


図 5 タイピングスコアの変化（A グループ）

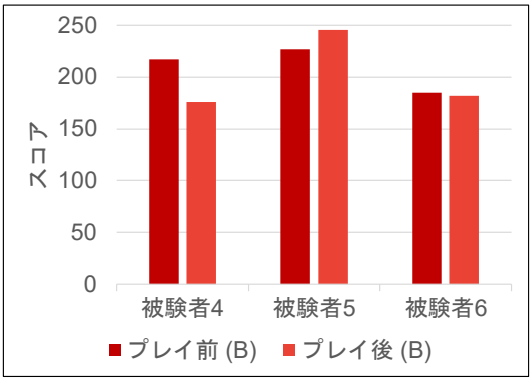


図 6 タイピングスコアの変化（B グループ）

● プレイ回数の変化

A･B グループそれぞれにおけるプレイ回数の平均値の推移を図 7 に示す。A グループの 1 日の平均プレイ回数は 2.67 回であり,後半にかけてプレイ回数が増加していた。対して B グループは 1 日の平均プレイ回数は 1.1 回で,調査日の前半と後半にプレイ回数が集中し,調査の中間ではゲームをプレイしていなかったことがわかる。

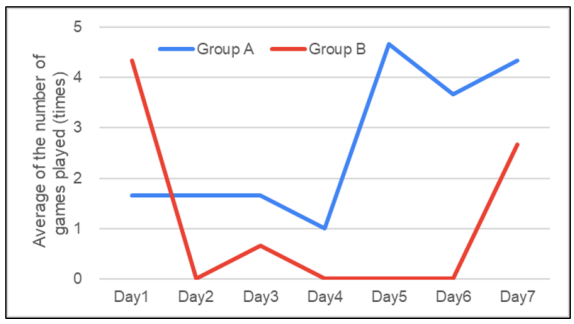


図 7 プレイ回数の平均値の推移

● プレイヤーの印象の違い

プレイヤーがカスタマイズすることができる「フォント」「効果音」「背景画像」の 3 項目ついて,プレイヤーの印象を調査した。図 8 に,SD 法の結果を示す。横軸の値が大きいほど高評価であった。どの評価も 4 以上の評価を得られ,背景画像についての評価が最も高かった。

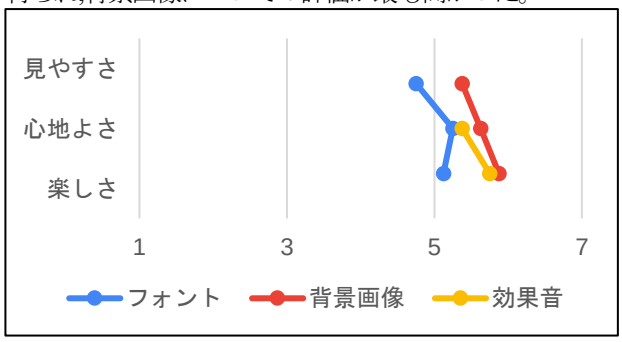


図 8 SD 法の結果

5. まとめ

本研究では,ログインボーナス機能を搭載したタイピングゲームを開発し,学習の継続効果とタイピング能力の向上効果について調査した。その結果,ログインボーナス機能のあるゲームを利用した被験者の方が継続してゲームをプレイしていた。SD 法による評価では,画像のカスタマイズ機能がプレイヤーに良い印象を与えることがわかった。しかし,7 日間ではログインボーナス機能によるタイピング能力の大きな向上は見られなかった。報酬の数や種類を増やし,長期的に調査を進めることが今後の課題である。

参考文献

(1) 文部科学省：教育の情報化の手引き -追補版- (令和 2 年 6 月) 第 1 章 社会的背景の変化と教育の情報化, p1-2 (2020)
https://www.mext.go.jp/content/20200608-mxt_jogai01-000003284_002.pdf

(2) 文部科学省：GIGA スクール構想による 1 人 1 台端末環境の実現等について (2020)
https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_chousa02-000007680-6.pdf

(3) 株式会社セガトイズ：タイピングに苦労している新卒社会人は 7 割！？社会人必須の時間短縮スキルを幼少期に習得 (2020)
https://www.segatoys.co.jp/company/press_release/pdf/20200917.pdf

(4) e-typing https://www.e-typing.ne.jp/

オンライン授業におけるアクティブラーニングによるグループワークの評価

菅原良*1・奥原俊*2
Email: ryo.sugawara@meisei-u.ac.jp

*1：明星大学明星教育センター
*2：三重大学大学院工学研究科情報工学専攻／データサイエンス教育センター／名古屋大学高等研究院

◎Key Words　対面授業，ラーニングマネジメントシステム，オンライン授業，オンラインミーティングツール

1. はじめに

2020 年，COVID-19 が急速に拡大した影響から，世界中の高等教育機関で対面授業が制限されることになった。それに伴って実施されることになったオンライン授業の事例や学生に対する影響は，様々な研究分野から報告が行われている。例えば，スポーツ教育[1][2][3]，看護教育[4][5][6][7]，プログラミング教育[8][9]などが挙げられる。

しかし，本研究で扱う同期型のインタラクティブグループワークを含む授業実践とその評価を大規模データに基づいて検証しようとする研究はあまりみられない。ここで述べる同期型インタラクティブグループワークは，教員が課題などを提示し，学生がリアルタイムでオンライン上で行うグループワークを通じて課題に取り組む授業形態を指す。

本研究では，COVID-19 の拡大によって対面授業が制限されることになった前（対面教室型）と後（非対面オンライン型）において，学生間および教師と学生間のインタラクティブなやり取りを特徴とするアクティブラーニング型のグループワークに対する学生の評価がどう変化するのかを調べた。

2. 研究の背景

2020 年以後の COVID-19 の急速な拡大によるパンデミック以後，様々な形態のオンライン授業が行われ，それらに関する教育効果，学生の満足度などについての調査結果が報告されている。先行研究によると，オンライン授業におけるコミュニケーションの強化，利便性，柔軟性に対する学生の好意的な認識が報告されている[10][11][12]。一方，オンライン授業に中立的あるいはマイナスの影響があるという研究結果も発表されている。例えば，教員の仕事量の増加[13]，学生のモチベーションの低下[10]，技術的な問題[14][15]，限られた相互作用[12][16][17]などがある。Jeong et al.は，学生の満足度と対面およびオンライン授業における実践的なトレーニングおよび理論的な講義の効果との相関関係を調査した[18]。その結果，学生は通学に要する時間を節約することができ，大学が提供するオンライン掲示板等を通じて授業の内容を簡単に確認できるため，事前に録画または録音された講義をオンラインで受講することを好意的に捉えていることを報告している[18]。ただし，ICT（Information and Communication Technology）関連の設備，アクセス，集中力の低下に関連する技術的な問題などが問題点として挙げられている。Jang et al.は，放射線科の学生のオンライン授業に対する満足度を評価する調査を分析し，学習者の満足度が高いことを報告している[18]。彼らは，満足度とコンテンツ品質の相関関係を強調している。Kim は，Minecraft を使った小学校の社会科のオンライン授業の教育効果を分析した[19]。実験群の学生は，Minecraft 仮想空間でより多くの質問をし，より多くの説明や意見を述べ，学業成績，学習態度，場所の感覚は，対照群と比較して大幅に改善された。宮国らは，オンラインによる科学教育プログラムは，従来の対面型プログラムと比較して長所と短所の両方を持ち，ポスト COVID-19 時代が新しい授業スタイルにつながる可能性があることを示唆した[20]。Kim et al.は，コンピュータサイエンスコースのビデオ，対面，ハイブリッド授業での学生の参加レベルを分析し，オンライン環境でのクラス参加と学習者の相互作用のレベルが学習の強化に効果的であることを発見した[21]。北星学園大学のオンライン授業に関する研究では，教員の負担増が教育成果とバランスが取れていないという研究結果を発表している[13]。Warikar et al.は，オンライン学習は学生の学習意欲に影響を与えないことを報告している[22]。Dinh and Nguyen は，ベトナムのソーシャルワークコースでオンラインと対面の授業に対する学生の満足度を評価し，対面クラスに対してオンラインコースの満足度が大幅に高いことを報告している[14]。

受講者間および受講者と教師との交流は，オンライン授業に対する学生の満足度の研究で引用されている重要な側面である[12][23][24]。パンデミック前の研究では，学生と教師との間の対人コミュニケーションが学生の関与と満足度にプラスの影響を与えることが示されている[23][25][26]。Wu et al.は，学生と教師とのインタラクションがオンライン学習環境とパフォーマンスの期待に大きなプラスの効果をもたらし，それが学生の満足度に貢献していることを明らかにしている[27]。

しかし，Kuo et al.は，学習者と教師の相互作用が学生の満足度の重要な正の予測因子であるが，学習者と学習者の相互作用は重要ではないことを発見した[25]。学生は，教師との直接のやり取りがない場合に，教師のサポートがあまりないことを認識していることを報告している[28]。また，オンライン環境における受講者間の交流の難しさを指摘している研究もある[29][30][31][32]。Carver は，学生間の交流と心理社会的学習のための対面の相互作用の重要性を強調している[33]。心理社会的学習環境は，満足度，健康，および学習場所でのパフォーマンスの能力に影響を与え

る心理的および社会的要因を包含している。

また，最近の研究では，過去数年間で状況はほとんど変わっていないことが示されている。例えば，Almahasees et al.による COVID-19 パンデミック時のヨルダンのオンライン学習に関する研究では，学生は学生と教師の相互作用の欠如を実質的な課題として報告している(16)。同様に，Dinh and Nguyen(14)と Giray(17)は，オンライン授業よりも，従来の対面授業での学生と教師，および学生間の相互作用に対する満足度が大幅に高いことを報告している。Lin は，対面とオンラインの両方で実施されたビジネス統計コースに対する学生の満足度を比較した(34)。その結果，学生が対面でより高いパフォーマンスと満足度を示したことを報告している。

3. 研究の方法

3.1 リサーチクエスチョン

本研究におけるリサーチクエスチョンは，対面授業からオンライン授業への移行を促した COVID-19 の流行前後における学生間および教師と学生間の相互作用を特徴とするアクティブラーニングによるグループワーク授業に対する学生の満足度に差があるかどうかを明らかにすることである。

3.2 授業アンケート

本研究では，2019 年度の対面授業後に実施した授業アンケート調査で得られたデータを，2020 年度および 2021 年度のオンライン授業後に実施した授業アンケート調査で得られたデータを比較した（表 1）。

表 1 授業アンケートの質問項目

Q1	学生時代にすべきこと（学生生活）
Q2	大学の歴史や特色を知っている（帰属意識）
Q3	意見を筋道立てて話す（意見表明）
Q4	敬意・関心を持ち他者の話を聴く（傾聴）
Q5	無断欠席や遅刻をしない（規律）
Q6	少人数クラスは役に立った（少人数教育）
Q7	他学部他学科との交流（異なる考えを持つ他者との交流）
Q8	グループでの学習活動は役に立った（GW）
Q9	提出課題や教員からのコメントによって学びが深まった（学びの深化）

なお，本研究で行ったオンライン授業は，ウェブ会議システム（Zoom）を利用して映像や音声データをインタラクティブに送受信し，教員と学生が同時にコミュニケーションをとりながら講義を進めるタイプの授業をいう。学生は，このオンライン授業に参加することによって，ウェブカメラとマイクを使った実際の教室での対面授業に近く，授業に参加する学生のリアルタイム映像がパソコンやタブレット，スマートフォンなどの画面に表示され，教員は教室や研究室などから授業に参加することができる。

3.3 統計分析

本研究では，まず 2019 年度に実施した対面授業と 2020 年度に実施した非対面授業の授業終了時（例年 7 月）に行っている授業アンケート（4 件法，1：とてもそう思う，2：そう思う，3：あまりそう思わない，4：まったくそう思わない）を LMS（Learning management system）で実施し比較した（表 2）。最初に平均値の差が統計的に有意かを確かめるために，それぞれの質問項目ごとに有意水準 1%で両側検定のスチューデントの t 検定を行った。ただし，等分散性のための Levene の検定により母集団間に等分散が確認できなかった質問項目（Q1,2,3,5,7）については Welch の方法によった。その結果，全ての質問項目で 2019 年度と 2020 年度の平均値の差に有意差がみられた（表 2）。

表 2 対面授業（2019 年度）と非対面授業（2020 年度）の比較

	非対面（2020）		対面（2019）				
Q	N	$\bar{x}$	N	$\bar{x}$	t	Df	p
1#	1,996	1.80	1,960	2.00	10.03	3,848	.00**
2#	2,001	2.67	1,957	3.00	15.05	3,889	.00**
3#	2,001	2.44	1,960	2.54	4.57	3,910	.00**
4	2,001	1.59	1,961	1.74	8.08	3,960	.00**
5#	1,995	1.51	1,932	1.57	3.17	3,898	.00**
6	1,505	1.70	1,691	1.58	5.00	3,184	.00**
7#	1,505	1.67	1,691	1.47	8.08	3,194	.00**
8	1,505	1.80	1,693	1.51	11.93	3,196	.00**
9	1,504	1.72	1,684	1.87	6.03	3,194	.00**

** $p < .01$

注）#2019 年度と 2020 年度の母集団間に等分散が確認できない項目

次に，2020 年度に実施した非対面授業と 2021 年度に実施した非対面授業を，授業アンケート（4 件法，1：とてもそう思う，2：そう思う，3：あまりそう思わない，4：まったくそう思わない）を LMS で実施し比較した（表 3）。各質問項目ごとに有意水準 5%で両側検定のスチューデントの t 検定を行ったところ，いずれの質問項目でも有意差はみられなかった（表 3）。

表 3 非対面授業（2020 年度）と非対面授業（2021 年度）の比較

	非対面（2021）		非対面（2020）				
Q	N	$\bar{x}$	N	$\bar{x}$	T	Df	p
1	1,307	1.66	1,996	1.80	.79	1,238	.43
2	1,307	2.14	2,001	2.67	.73	933	.47
3	1,307	2.07	2,001	2.44	.74	861	.46
4	1,307	1.50	2,001	1.59	.18	1,126	.86
5	1,307	1.69	1,995	1.51	.80	1,193	.43
6	1,307	1.42	1,505	1.70	.12	1,165	.91
7	1,307	1.34	1,505	1.67	.04	1,143	.97
8	1,307	1.41	1,505	1.80	.46	1,123	.65
9	1,307	1.73	1,504	1.72	1.49	1,189	.14

* $p < .05$

2020 年度および 2021 年度に実施したアンケート調査により得られたデータの分析結果と，2019 年度および 2020 年度，2021 年度の各質問項目の平均値から，「Q6 少人数クラスは役に立った（少人数教育）」「Q7 他学部他学科との交流（異なる考えを持つ他者との交流）」「Q8 グループでの学習活動は役に立った（GW）」においては対面授業の評価が高く，「Q1 学生時代にすべきこと（学生生活）」「Q2 大学の歴史や特色を知っている（帰属意識）」「Q3 意見を筋道立てて話す（意見表明）」「Q4 敬意・関

心を持ち他者の話を聴く（傾聴）」「Q5 無断欠席や遅刻をしない（規律）」「Q9 提出課題や教員からのコメントによって学びが深まった（学びの深化）」においては非対面授業の評価が高いことがわかった（図 1）。

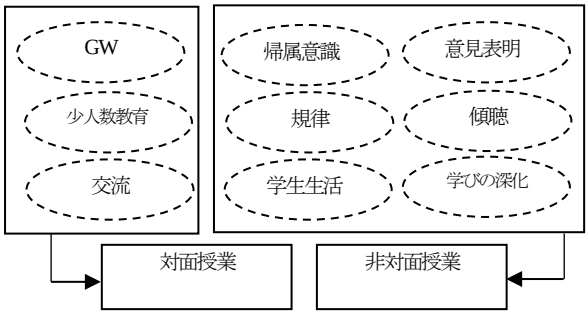


図 1 授業評価を指標とした授業目標グループ別の授業形態（対面・非対面）との対応

4. まとめ

本研究では，非対面同時双方向型のグループワーク型の授業をオンライン上で実施した。受講生に対して行ったアンケート調査の結果，対面教室授業よりもオンライン非対面で実施する授業の方が高い評価となった。

学生による授業アンケートから推察する限りでは，2020 年度の新年度が始まる 4 月の授業開始当初から Zoom を利用した非対面授業環境下における疑似対面授業のデザインを整え，少人数で他者との交流が可能となるブレイクアウトセッション機能などを活用できていたならば，非対面授業においても教員と学生，学生と学生との双方向のフレキシブルな意見交換や交流が可能となるグループワークが展開できた可能性が高いのではないかと考える。

参考文献

(1) Aditya, G., Reza, A, & Nugroho, R. Y. (2021). Learning during the COVID-19 pandemic: Analysis of e-learning on sports education students. *Journal Sport Area, 6(1)*, 51-58.

(2) Yoo, J., Han, J. K., Youn, H. S., & Jung, J. H. (2021). Comparison of health awareness in South Korean Middle School students according to type of online physical education classes during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(15),* Online Access, 2021

(3) Zepeda-Martínez, G., Granados-Magaña, J. A., Gómez-Campos, S.G., & Fregoso-Hernández, C.B. (2021). Development of ICT competencies for higher education teachers in COVID-19 time. *Journal of Information Technologies and Communications, 5(14)*, 1-7.

(4) Lee, S. Y., & Suk, S. S. (2021). The effect of classes through Google Classroom due to COVID-19 on nursing education. *Natural Volatiles & Essential Oils Journal, 8(4)*, 183-193.

(5) Lim, S. H. (2021). Content analysis on online non-face-to face adult nursing practice experienced by graduating nursing students in the contact era. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 22(4)*, 195-205.

(6) Rusnani, A. L., & Wan, I. I. (2021). Open and distance learning(ODL) during COVID-19 : Challenges and obstacles among nursing students. *International Journal on E-Learning and Higher Education, 16*, 87-98.

(7) Susana, P., Fernández, S., Fermín, R. Muñoz., Ana, L., Ivan, C., Berta, M., & Héctor, C. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on rheumatology nursing consultation. *Reumatología Clínica (English Edition)*.

(8) Nofyta, A., Mira, H., Ali, R., Loria, W., & Nelvia, S., (2022). Effectiveness of learning using application zoom on student learning outcomes during COVID-19 at STKIP Muhammadiyah Sungai Penuh. *Linguistics and Culture Review. 6*, 308-319.

(9) Park, S. (2021). A study on non-face-to-face educational methods which can be used in practical subject of game production. *Journal of Korea Multimedia Society. 24(1)*, 125-133.

(10) Chandrasiri, N. R., & Weerakoon, B. S. (2022). Online learning during the COVID-19 pandemic: Perceptions of allied health sciences undergraduates. *Radiography, 28*(2), 545–549. https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.11.008

(11) Elshami, W., Taha, M. H., Abuzaid, M., Saravanan, C., Al Kawas, S., & Abdalla, M. E. (2021). Satisfaction with online learning in the new normal: perspective of students and faculty at medical and health sciences colleges. *Medical Education Online*, *26*(1), 1920090. https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1920090

(12) Landrum, B., Bannister, J., Garza, G., & Rhame, S. (2021). A class of one: Students' satisfaction with online learning. *Journal of Education for Business, 96*(2), 82–88, DOI: 10.1080/08832323.2020.1757592

(13) 永井 暁行，金子大輔，北星学園大学における非対面授業の実態 ―2020 年度前期末調査からの報告―．北星学園大学文学部北星論集, 5(2), 39-49, 2021

(14) Dinh, L.P., & Nguyen, T.T. (2020) Pandemic, social distancing, and social work education: students' satisfaction with online education in Vietnam. *Social Work Education*, *39*(8), 1074-1083, DOI: 10.1080/02615479.2020.1823365

(15) Jeong, H., Lee, H., and Lee, J.S, (2021). Study on the satisfaction and effectiveness of non-face-to-face lectures in 2020 and the necessity of face-to-face lectures: focusing on students studying public health at "S" college in Seongnam-si. *Journal of Technologic Dentistry, 43(2)*, 62-68.

(16) Almahasees, Z., Khaled, M., & Omar, A.M. (2021). Faculty's and students' perceptions of online learning during COVID-19. *Frontiers in Education, 6*. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.638470

(17) Giray, G. (2021) An assessment of student satisfaction with e-learning: An empirical study with computer and software engineering undergraduate students in Turkey under pandemic conditions. *Education and Information Technologies*, *26*, 6651–6673. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10454-x

(18) Jang, H. C., Roh, M. R., & Jeon, B. D. (2021). Satisfaction analysis of online non-face-to-face classes in the COVID-19. *Journal of the Korean Society of Radiology, 15(4)*, 519-524.

(19) Kim, Y, H. (2021). Analysis of the educational effect of non-face-to-face classes in elementary school social studies using Minecraft. *Journal of Korea Game Society. 21(4)*, 85-94.

(20) 宮国泰史，福本晃造，杉尾幸司，前野昌弘，山城康一，濱田栄作，古川雅英，非対面で実施した科学教育プログラムの効果と問題点．琉球大学教育学部紀要 99, 161-171, 2021

(21) Kim, K. A., Kim, J. Sim., and You, J. (2021). An analysis of learning effects according to learning participation level in non-face-to-face classes. *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*. 265-266.

(22) Warikar, A., Mustadi, A., Sayekti, O.M., (2021). The effect of online learning on learning interest during the Covid-19 pandemic. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 13(3)*, DOI: 10.35445/alishlah.v13i3.666.

(23) Chigeza, P., & Halbert, K. (2014). Navigating E-learning and blended learning for pre-service teachers: Redesigning for engagement, access and efficiency. *Australian Journal of Teacher Education, 39*(11), n11. http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2014v39n11.8

(24) Parahoo, S., Santally, M., Rajabalee, Y., & Harvey, H. (2016). Designing a predictive model of student satisfaction in online learning. *Journal of Marketing for Higher Education*, *26*(1), 1–19. doi:10.1080/08841241.2015.1083511

(25) Kuo, Y.C., Walker, A. E., Belland, B. R., & Schroder, K. E. E. (2013). A predictive study of student satisfaction in online education programs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *14*(1), 16–39. doi:10.19173/irrodl.v14i1.1338

(26) Nortvig, A. M., Petersen, A. K., & Balle, S. H. (2018). A literature review of the factors influencing E-learning and blended learning in relation to learning outcome, student satisfaction and engagement. *Electronic Journal of e-Learning, 16*(1), 46–55.
(27) Wu, J.H., Tennyson, R. D., & Hsia, T.-L. (2010). A study of student satisfaction in a blended e-learning system environment. *Computers and Education, 55*(1), 155–164. doi: 10.1016/j.compedu.2009.12.012
(28) Simonson, M., Zvacek, S. M., & Smaldino, S. (2019). *Teaching and learning at a distance: Foundations of distance education* (7th ed.). Information Age Publishing, Inc.
(29) AlHamad, A., Qawasmi, K., & AlHamad, A. (2014). Key factors in determining students' satisfaction in online learning based on 'Web Programming' course within Zarqa University. *International Journal of Global Business, 7*(1), 7–14.
(30) Boyd, P.W. (2008). Analyzing students' perceptions of their learning in online and hybrid first year composition courses. *Computers and Composition, 25*, 224–243. doi:10.1016/i.compcom.2008.01.002
(31) Dyrbye, L., Cumyn, A., Day, H., & Heflin, M. (2009). A qualitative study of physicians' experiences with online learning in a masters degree program: Benefits, challenges, and proposed Solutions. *Medical Teacher, 31*(2), e40–e46. doi:10.1080/01421590802366129
(32) Horspool, A., & Lange, C. (2012). Applying the scholarship of teaching and learning: Student perceptions, behaviours and success online and face-to-face. *Assessment and Evaluation in Higher Education, 37*(1), 73–88. doi:10.1080/02602938.2010.496532
(33) Carver, D. L. (2014). *Analysis of student perceptions of the psychosocial learning environment in online and face-to-face career and technical education courses.* PhD thesis, Old Dominion University, DOI: 10.25777/qj50-pp41 https://digitalcommons.odu.edu/stemps_etds/57.
(34) Lin, T. C. (2022). Student learning performance and satisfaction with traditional face-to-face classroom versus online learning: Evidence from teaching Statistics for Business. E-Learning and Digital Media, 19(3), 340–360. doi:10.1177/20427530211059625

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP21K12154, JP22K02838. の助成を受けたものです。

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 ―

加藤良将*1・宮下十有*2・亀井美穂子*2・鳥居隆司*2
Email: kato@nua.ac.jp

*1：名古屋芸術大学 芸術学部
*2：椙山女学園大学 文化情報学部

◎Key Words　アナログ，デジタル，プログラミング，センサー，アクチュエーター

1. はじめに

現代社会は、高度に情報化された社会であり、人と人、人とモノ、モノとモノの間でコミュニケーションが可能となっているが、それは基本的にデジタル化の恩恵であるため、情報技術に関する科学的理解に基づいた状況判断能力が不可欠である。2021 年に閣議決定された第 6 期科学技術・イノベーション基本計画においても、Society5.0 実現に向けた科学技術・イノベーション政策のひとつである「ひとりの多様な幸せ（well-being）と課題への挑戦を実現する教育・人材育成」においても、「初等中等教育段階からの STEAM 教育や GIGA スクール構想の推進」を示し [1]、科学技術に関する教育を推進する方針を打ち出している。

科学技術に関する教育は、1945 年から 2 年間ほど一部の師範学校において特別科学教育 [2] が行われていたが、その後のいわゆる平等主義 [3] を経て、その後 1991 年の第 14 期中央教育審議会答申「新しい時代に対応する教育の諸制度の改革について」で、「個性を尊重するこれからの時代においては，特に能力の伸長の著しい者に対しては教育上の例外措置を認め，その能力の一層の伸長を図ることが必要である。」として、「まず，数学や物理などの特定の分野に関しては，特に能力の伸長の著しい中等教育段階の生徒に対して大学レベルの教育研究に触れる機会を与えることが望ましい。」との記述もある。このような方針は、1996 年に策定された科学技術基本計画へとつながっている。

しかしながら、科学技術が高度化するにしたがって、科学技術のブラックボックス化が進展する。このことは、1994 年に発行された科学技術白書 [4] に、若者の科学技術離れという文脈で懸念が示され、『科学技術に関する展示,行事等を実施するに際して,今後これまで以上に期待されることのひとつとしては,生活の中における「科学技術のブラックボックス化」に対応した視点からの工夫が考えられる。』との記述がある。そして、2000 年頃から、ものづくりの基盤の整備として、『プロジェクトの複雑化,製造現場の自動化等が進展する中で「技術のブラックボックス化」を回避するため,プロジェクト全体のスコープやコスト,品質,リスク等の適切な管理のための知識・手法の体系化を行い,高いプロジェクトマネージメント能力を有する技術者を養成する。[5]』などの施策が行われている。

また、このような科学技術に関する発明は、知的財産権に関わる制度の活用や論文発表によって，ある程度一定期間保護されているが、特許は基本的に公開され、その権利の存続期間には限りがあること、特許の取得や維持のためのコスト、国際特許をすべての国で取得することは困難であること、特許権が侵害された場合の対応の煩雑さ等の様々な理由から、技術開発上の成果や製造のノウハウのブラックボックス化は常に検討されており、最近では、研究開発費に対する特許出願件数の減少も報告 [6] されている。

いずれにしても、科学技術の進展や社会の複雑化によって、あらゆるものが入力と出力の関係や使い方だけを知って使用するブラックボックスとなっており、それぞれの分野の専門家でなければ、原理や仕組みを理解していないことも多く、因果関係や影響の大きさを推測することが困難である。

最近話題の ChatGPT についても、機械学習がどのようなデータを用い、どのようなプロセスを経て結果を導き出したのか、理解せず、説明されないまま使用されている事例がほとんどであるが、今後は、ある程度、仕組みが透明化された機械学習 [7] [8] の活用へと変化するようになるのかもしれない。

我々は、ものづくりを通して部品の構成や動作の仕組みを理解し、情報の科学的な内容の理解を支援できるライントレーサーを制作 [9] しているが、表面実装部品の使用とギアードモータの配置等を改良し、安価な部品で手作業のはんだ付けで組み立てることが可能なまま、さらに小型化することで、一般的な授業時に使用される机上であっても十分活用することができるライントレーサーを開発した。

2. ライントレーサー

2.1 ライントレース

メカニカルな仕組みを備えて動作するものは、紀元前 1 世紀頃の古代ギリシャ時代に制作されたとされるアンティキティラ島の機械と言われるものであるが、天体の運行をシミュレートする装置 [10] であったことが解明されており、自動的に移動するロボットではないとされている。自動的に移動するロボットは、ゼンマイで動作する茶運び人形 [11] やトイ・ビートル [12] があり、その後、光に反応し、バッテリーを電源としてモーターで移動するロボット [13] が作られているが、このロボットは、光に向かって走行するもので、光センサー、真空管、リレー等を用いた電気回路による自動制御フィードバックによって自動的に動作 [14] するサイバネティックスによる生物のシミュレーションに関するものである。

ライントレースに近いものとしては、60m以内の距離の黒い床に引かれた白いラインの周回コースをトレースすることを競うロボトレース競技がある。ロボトレース競技は、マイクロマウス大会で行われている競技であるが、マイクロマウスの大会が始まった当初から行われていた競技ではない。マイクロマウス大会は、1977 年にIEEE より提唱 [15] されて始まり、日本では、1980 年から開催されている。競技内容としては、18cm×18cm を単位区画とする迷路を走行するというもので、2009 年からは9cm×9cm を単位区画とするハーフサイズのマイクロマウスの規定も設定された。その後、ハーフサイズを通常のマイクロマウス競技、従来のサイズで参加する競技はクラッシック競技となっている。

2.2 教材としてのライントレーサー

ロボトレース競技が、マイクロマウスの大会に設定されてから、初心者から参加できるレベルになったため、中学生や高校生も多数参加するようになっている。この競技でも、次第に技術レベルが上がり、ライントレースであるロボトレース競技でも、多数のセンサーによる位置計測、高性能の CPU、精密なアクチュエーター機構等のハードウェアだけでなく、ソフトウェアの技術も進化し、かなりの高速走行を実現している。

このようにマイクロマウス大会でも、ライントレースであるロボトレース競技は、出場者の幅が広い競技であり、小学校段階から大学の初学者が、電子、機械、材料、プログラミング等に関する学びを総合的に獲得できる教材である。ライントレーサーは、特に大学の工学系、高専、中学校技術科で、一般的な教材として使用され、最近では、小学校におけるプログラミングや高等学校の教科「情報」においても活用されている。

このような教材は、それぞれの教育現場で開発されたものの他、アナログ回路のものとしては、（株）タミヤのかたつむりライントレーサーII [16]、（株）イーケイジャパンのライントレースカーMR-002 [17] やハイパー・ライントレーサーMR-973 等がある。デジタル回路でマイコンを使用し、プログラミングによってライントレースの動作に対応できるものとしては、（株）アーテックのアーテックロボ 2.0 [18]、LEGO 社のマインドストーム [19] や（株）ソニー・インターラクティブエンターテインメントの toio [20] の他、ヴィストン（株）のビュートローバー [21] やビュートレーサー [22]、スイッチエデュケーション（株）の Micro:bit を活用するライントレーサー [23] 等々、様々なタイプのものも市販されている。

2.3 様々な場面での活用について

教育現場で、このような教材を使用する場合、PBL 型授業としてグループでの取り組みで実施されることが多い。PBL でないにしても、グループ学習を選択する場合、他者の意見や多様な考え方に触れるという面もあるが、教材の大きさやコストの問題も大きい。また、グループでの取り組みの場合、受講者は、興味・関心や意欲、知識や経験等の差によって依存関係や作業の役割分担、それぞれの体験や学びに差異が生じる。

最近では、プログラミング、データサイエンス等、情報科学の分野の学びが重要とされ、初等中等教育、高等教育まで様々な場面で、これらの内容に関する取り組みが行われている。そうなると、環境も様々で、それぞれに PC を使用しながら授業等を受講するだけでなく、対面とオンライン環境を併用することさえある。グループ学習に適した環境を確保できない場合も多く、受講者一人が占有できる机等の大きさは限度があり、電子教科書や BYOD の PC を使用しながらの場合には、さらに制限が大きい。大学等でよく見かける固定机の大講義室は典型的な例であるが、このような教材を扱いたい場合に、固定机の講義室を割り当てられた場合には、絶望しかない。教材を選択する場合、発達段階や個別の進度に応じた展開の可能性は、重要な要素であるが、大きさやコストも、受講者それぞれが、体験を伴いながら実感をもって学ぶ個に応じた活動のための教材としては、大きな要因である。

ライントレーサーは、前述のようにマイクロマウス競技のロボトレース競技で様々なタイプが開発されており、基本的に速さを競う競技であるため、ラインを検出するセンサーの数を増やす手法を用いることが一般的である。競技のラインの幅が規定で決まっている以上、センシング部分を含めたライントレーサー全体の大きさは、それほど小さくはならない。大きさという点では、1990 年から、公益社団法人精密工学会が主催するマイクロメカニズム（以下 MM）コンテストで開発されているものがある。MM コンテストは、現在、国際化され、障害物走破・作業 MM、相撲 MM、自慢 MM 等の種目があり、小型化された様々なメカニズムのマシンが参加している。1993 年にセイコーエプソン株式会社が制作した超小型自律走行ロボット「ムッシュ」がある。自立動作のためのソフトウェアの高度化よりも、1 辺が 10mm 程度の立方体に収まるようにメカニズムの小型化やアクチュエーター技術に重点が置かれる方針で、外部電源の他、有線や無線による操作を必要とするものが多い。

前述の市販のライントレーサーの大きさは、10cm×10cm 程度のものから 25cm×25cm 程度であるため、A4 程度の大きさのコースを走行させることは困難であるが、そのコストは比較的安価（数千円程度）である。Micro:bit を活用するライントレーサー（はんだ付けが必要なキット）は、別途 Micro:bit が必要であるが、数千円程度である。現在のマイクロマウス大会用で使用されるものは、A4 程度のコースを十分走行可能であるが、本体のみで、数万円以上のコストがかかる。LEGO 社のマインドストームや株式会社ソニー・インターラクティブエンターテインメントの toio は、多様な付属品を併用することで、様々な学びが展開できるが、かなり高価な教材である。

3. 小型ライントレーサー教材の開発

3.1 ライントレーサーの小型化

ライントレーサーは、初等中等教育では、中学校技術・家庭科技術分野の内容「D 情報の技術」における「計測・制御のプログラミング」と関連付けられることが多い。しかし、アナログ回路により動作するライントレーサーは、「C エネルギー変換の技術」でも活用可能であるだけでなく、同等の機能をもつデジタル回路のライントレーサーを併用することで、計測・制御やエネルギー変換を含めたハードウェアの理解を伴ったプログラミングを展開でき、ビジュアルプログラミングも可能なため、初等教育か

ら、高等教育の初学者までも十分対応可能である。

そして、小型化することによって、活用できる場所の制限が少なくなる。コンピュータに関する基礎的で科学理解のためには、実感を伴った体験が重要である。例えば、未知の現象について、公式や法則を最初から知っている科学者はいない。基本的には、具体的な様々な現象から抽象化した方向性、特定の現象に定性的な一致、定量的な合致を経て、一般的な公式や法則の導出を行うはずである。文科系の学部学科等において、基礎的な知識や概念が理解されていないにもかかわらず、公式や法則を提示し、その本質にかかわる洞察や実践的な課題解決を求めたとしても、困難であると考えられる。

3.2　ライントレーサーの回路図と基板デザイン

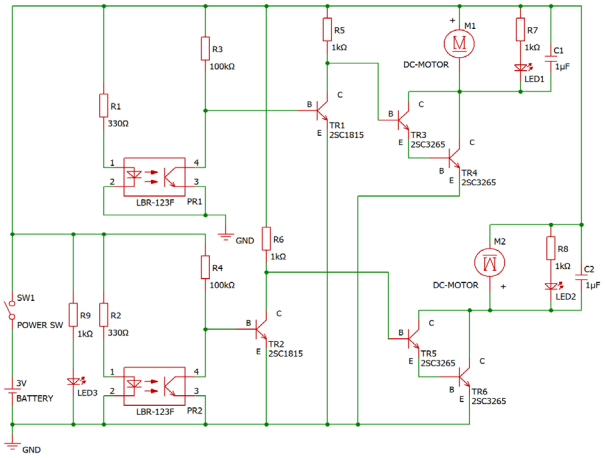


Fig. 1 アナログ回路のライントレーサーの回路図

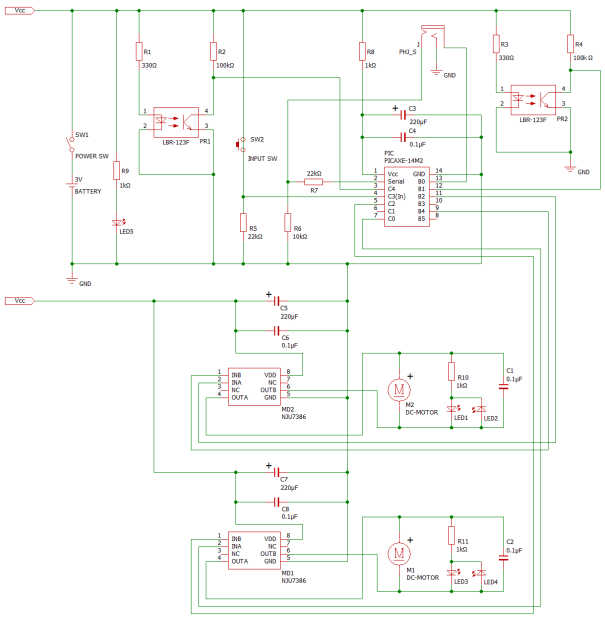


Fig. 2 デジタル回路のライントレーサーの回路図

今回、開発したライントレーサーは、フォトリフレクタ及び前部のキャスター機能を果たす LED 以外は、小型化のため、すべて表面実装部品とし、28mm×40mm の基板デザインとし、抵抗やコンデンサ等は、基本的に 3216 サイズ程度の部品を用いた。3216 サイズの表面実装部品を用いるのは、小学校 3 年生程度から、問題なくはんだ付けが可能であるためである。これは、我々が、これまで行ってきた電子工作ワークショップの経験の結果である。以下の Fig.1～Fig.4 に回路図と基板デザインを示す。

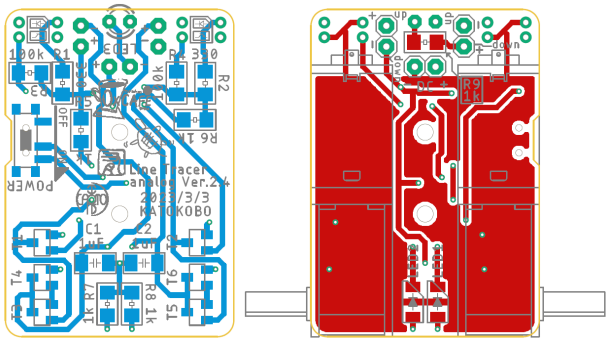


Fig. 3 アナログ回路のライントレーサーの基板デザイン、車体上側（左）、車体下側（右）

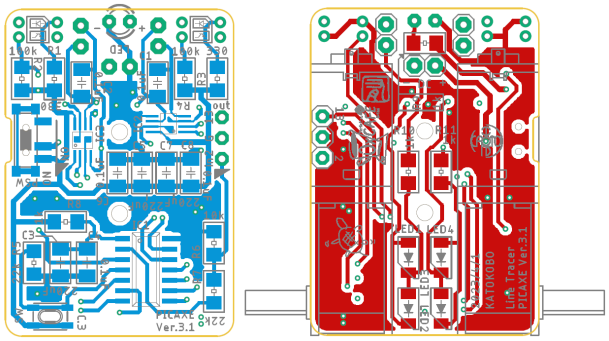


Fig. 4 デジタル回路のライントレーサーの基板デザイン、車体上側（左）、車体下側（右）

3.3　ライントレーサーの形状

開発したライントレーサーを Fig.5 に示す。図の説明にも記述しているが、アナログ回路、デジタル回路のライントレーサーともに、ボディの大きさは、34mm×43mm で、車輪を含んでも 45mm×50mm に収まる。

Fig. 5 アナログ回路（それぞれの写真の左側）とデジタル回路（それぞれの写真の右側）で構成された同等の機能のライントレーサーの背面（左の写真）と側面（右の写真）、一緒に写っている定規や格子模様のマットからもボディ幅 3cm 程度、長さ 4cm 程度であることがわかる。

3.4　ライントレーサーの走行

Fig.6 にライントレーサーが A4 のコピー用紙に印刷されたコースを走行している様子を示す。デジタル回路のライントレーサーでは、曲がる場合にモーターを逆回転させる可能性もあるため、左右のモーターそれぞれに LED を 2 つずつ配置し、正転と逆転で別の色の LED が点灯するようにした。

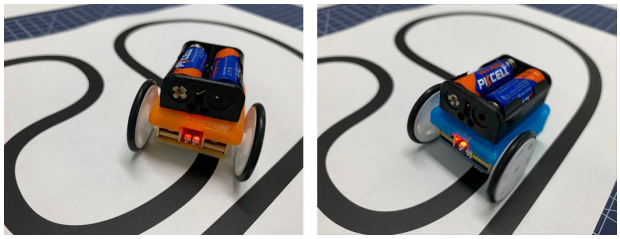


Fig.6 アナログ回路（左の写真）とデジタル回路（右の写真）のライントレーサーが A4 サイズのコースを走行する様子、動作しているモーターの LED が点灯する。

4. 考察

教材を考えるには、文部科学省が学習指導要領の趣旨等を踏まえた学習目標の達成に必要な教育環境を整えるための「教材整備指針」がある。学習指導要領の改訂に伴い「教材整備指針」も一部改訂され、技術革新に関連した教材について、「プログラミング教育用ソフトウェア・ハードウェア」と記述されているが、現実の環境等を考慮した上で、学びの内容に適した教材を選択する必要がある。

本研究では、できるだけブラックボックスにならず、仕組みがシンプルで想像しやすいことを考慮して開発し、さらに、何のための教材かわかりやすく身近に感じられること、自ら組み立てることが可能であること、幅広い発達段階に対応可能であることの他、狭い机上でも安全で、手軽に活用でき、丈夫で壊れにくいこと、幅広い発達段階に対応可能であること、車体や車輪を溶融型の家庭用 3D プリンタで作成できること、遊びながら学ぶことに適すること、数千円以内であることをほぼ満たす教材として開発することができたと考えられる。

5. おわりに

本研究では、ライントレーサーを安価な部品で手作業のはんだ付けによって組み立てることが可能なまま、表面実装部品の使用とギアードモータの配置等を改良し、さらに小型化した。このことにより、アナログ回路、デジタル回路のライントレーサーのいずれも A4 サイズのコース走行が可能なため、学校現場等で A3 サイズ程度の机が確保できれば、電子部品の性質やセンサーとトランジスタによる制御、センサーからの情報のコンピュータへの取り込み、コンピュータからのデジタル信号によるモーターの制御やギアによる機械機構の動力伝達の他、3D プリンタによるボディ設計と出力等の統合的な学びが可能になる。今後は、これらに加え、ペットボトルのキャップを粉砕し、溶融、押し出しを行うことで、3D プリンタのフィラメントを制作し、その素材を用いて 3D プリントを行ったリサイクル素材ボディの活用も考えている。

参考文献

(1) 内閣府：“科学技術・イノベーション基本計画”，2021 年 3 月 26 日, https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(2) 田中紀子, “京都における特別科学教育学級の記録 (数学史の研究)“, 数理解析研究所講究録別, B85, pp.93-115 (2021).

(3) 坂本保富，“GHQ 占領下における教育制度改革の現代的意義『米国教育使節団報告書』の教育制度史的研究”，教職研究，平成国際大学教職支援センター紀要，No.2，pp.79-120 (2017).

(4) 科学技術庁, “平成 5 年版科学技術白書科学技術白書 -若者と科学技術-”，1994. https://whitepaper-search.nistep.go.jp/white-paper/view/16863（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(5) 文部科学省，“平成 13 年版科学技術白書–我が国の科学技術の想像力–”，2001. https://whitepaper-search.nistep.go.jp/white-paper/view/38749（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(6) 高橋政治：“技術開発・研究開発成果のブラックボックス化”，化学経済，化学工業日報社，Vol.62，No.3，pp.56-61 (2015).

(7) Alejandro Barredo Arrieta, Natalia Díaz-Rodríguez, Javier Del Ser, Adrien Bennetot, Siham Tabik, Alberto Barbado, Salvador Garcia, Sergio Gil-Lopez, Daniel Molina, Richard Benjamins, Raja Chatila & Francisco Herrera, “Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI”, Information Fusion, Vol. 58, pp.82-115, 2020.

(8) Riccardo Guidotti, Anna Monreale, Salvatore Ruggieri, Franco Turini, Fosca Giannotti & Dino Pedreschi, “A Survey of Methods for Explaining Black Box Models”, ACM Computing Surveys, Vol. 51, No..9, pp.1–42, 2019.

(9) 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”, PC カンファレンス論文集，CIEC，pp.226-229, 2022.

(10) Tony Freeth, Alexander Jones, John M. Steele & Yanis Bitsakis, “Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism”, Nature, Vol. 454, pp.614–617, 2008.

(11) 細川半蔵, 機巧図彙, 1796.

(12) A.J. Lotka, Moving Toy, U.S. Patent No 1,017,066, Patented Feb. 13. 1912.

(13) Benjamin Franklin Miessner, “The Electric Dog -Use of the Selenium Cell to Make an Orientation Mechanism -”, Sientific America Supplement No.2267, 1919.

(14) “Exploration and High Adventure: The Legacy of Grey Walter”, The Rayal Society, Owen Holland, pp.2085-2121, 2003.

(15) Donald Christiansen, “Announcing the Amazing Micro-Mouse Maze Contest”, IEEE Spectrum, IEEE, Vol.14, p.27, 1977.

(16) かたつむりライントレーサーII 工作セット，エレクラフトシリーズ，No.27，株式会社タミヤ, https://www.tamiya.com/japan/products/75027/index.html（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(17) ライントレースカー MR-002，株式会社 イーケイジャパン，https://www.elekit.co.jp/product/MR-002（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(18) アーテックロボ 2.0，株式会社アーテック, https://www.artec-kk.co.jp/artecrobo2/ja/（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(19) レゴ® マインドストーム，LEGO 社, https://www.lego.com/ja-jp/themes/mindstorms/about（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(20) toio，株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント，https://toio.io/（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(21) ビュートレーサー，ヴイストン株式会社, https://www.vstone.co.jp/products/beauto_racer/index.html（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(22) ビュートレーサー，ヴイストン株式会社, https://www.vstone.co.jp/products/beauto_rover/index.html（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

(23) micro:bit 用ハンダづけキット（ライントレーサー），株式会社スイッチエデュケーション, https://switch-education.com/products/microbit-linetracer/（最終アクセス 2023 年 6 月 29 日）

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

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(現: 大和大学), *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 年以降の大学入試共通テストで高校教科「情報」が取り入れられることが決まっており、個別の大学の「情報」入試では CBT(Computer Based Testing)で行うと発表している大学も現れている。CBT では、従来の紙の入試(PBT: Paper Based Testing)ではできないような出題方法も可能であり、採点のコストの軽減も図れることから、ますますその採用が増加すると予想される。CBT では、日程をずらして試験を実施することも可能であり、そのために一つの問題に対して、複数の派生問題の作成が求められる。

本研究では、出題者が作成したプログラミング問題に対して、複数の派生問題を半自動で生成する方法を提案し、我々が開発したプログラミング学習環境 wPEN 上での実施を目指す。

2. 対象とする問題

本研究で対象する問題の形式を以下に示す。

(1) ○×問題: 単語もしくは文章の正誤を問う問題
(2) 単一選択問題: 複数の項目 (単語もしくは文章、以下同様) の中から唯一の正解を選択させる問題
(3) 複数選択問題: 複数の項目の中から複数の正解を選択させる問題
(4) 空欄記述問題: 文中の空欄に適切な語句を記述させる問題
(5) 空欄選択問題: 文中の空欄に当てはまる語句を選択肢群から選択させる問題

文中の複数の空欄に対して同じ語句を選択させる場合、これらの空欄に同一のラベルを付与することで同一であることを示す。

(6) 並替え問題 --- 選択肢群に用意された文を並べ替えて、適切な文章を構成する問題

プログラミング問題は、(6)の形式をベースに構成する。プログラムの各行を選択肢群に順不同で並べておき、それを解答欄に適切な順に並べることで解答する。選択肢群からは同じ選択肢を複数回選択することを許すこともでき、惑わしの選択肢を追加することもできる。また、選択肢欄に置く各行には、(4)もしくは(5)の形式の空欄を含ませることも許す。

3. プログラミング問題作成の過程

ここでは、プログラミング問題に絞って、その作成過程を示す。

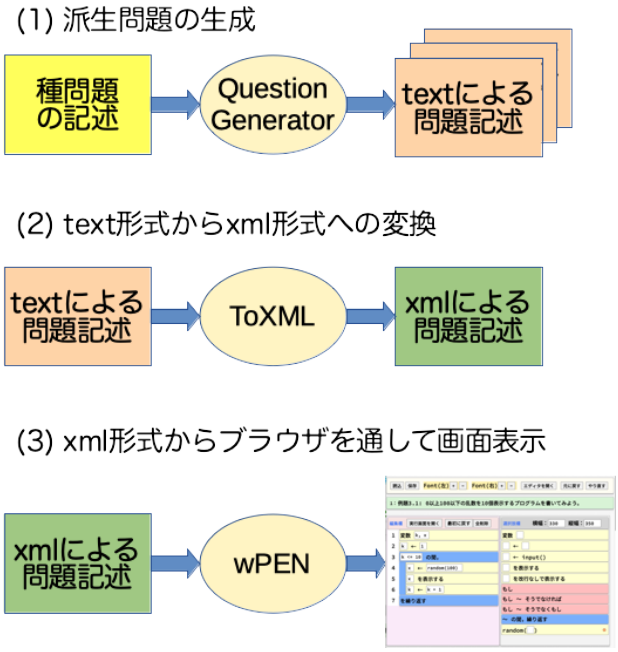


図 1 問題の作成手順

3.1 空欄選択問題の場合

(1) 種問題の記述

作題者は、ひとつの**問題文**とその**解答例のプログラム**を記述する(**種問題**と呼ぶ)。さらに、**空欄の候補**となるすべての項目にマークを付与する。

(2) 派生問題の作成

派生問題生成プログラム(**QG: Question Generator**)は、マークされた空欄候補(n 個)の中から、パラメータとして指定された数(k 個)の空欄を選択し、それ以外の空欄は正解で置き換えた ${}_nC_k$ 個の問題と、それぞれの正解表を生成する(図 1(1))。また、各空欄の選択肢群は、正解を含み、プログラム中の変数名、および、0, ±1 などの定数から自動生成する。作題者は、生成された問題群を確認し必要があれば微調整を行う。

3.2 並替え問題のの場合

(1) 単純並替え問題: QG は、解答例プログラムを行毎に分解したもの(短冊とよぶ)を並べ替えて**命令選択欄**に置き、空の**プログラム編集欄**を生成する。作題者は惑わしの選択肢(短冊)を追加するなどの調整ができる。

(2) 空欄付並替え問題: 並替え問題の短冊の一部を自由記述の空欄とすることもできる。

(3) 自由記述並替え問題: 並替え問題の命令選択欄

として、条件分岐、繰り返し、代入文など、任意のプログラムを構成可能な汎用の短冊(式を書くべき部分はすべて空欄)を並べておき、空の解答欄に一からプログラムを作成させることもできる。

4 text による問題の記述

問題の作成は、紙での問題と同様にテキストで記述する。 CBT システムに対する作問上の指示は […] で囲まれた最小限の情報に留める。

空欄選択問題の記述例を次に示す。

```
「問 11 最も北にある都市は、
    [:01: {a:ローマ, b:+ベルン, c:札幌}] である。
```

この記述で :01: は問題識別記号、{…}で囲まれた項目が選択肢の候補、+が付与された項目は正解を表している。空欄記述問題の場合は、 [:01:+ベルン] のように正解のみを記述する。

自由記述並替え問題の例を次に示す。

```
[第 3 問] 1 から 100 までの整数のうち、3 の倍数の和を
        求めるプログラムを書け.
    [AA: (400, 240); ]
    [FA: (300, 240); #import typeC; ]
```

AA:はプログラム編集欄、FA:は命令選択欄を指定し、(…)内はそのサイズを指示している。FA:にはプログラムを構成する部品(短冊)を列挙するが、この例では、予め定められた汎用の選択肢群(typeC)を表示するように指示している。

5 xml による問題記述

上の[第 3 問]の記述から生成された生成された XML ファイルの主要部分を図 2 に示す。

```
<doc>
<question horizontal='true'>
  <textArea visible='true'>
      <text>[第 3 問] 1 から 100 までの整数のうち、3 の倍数
          の和を求めるプログラムを書け。</text>
  </textArea>

  <answerArea  width='400'  height='240'>
      <!-- 空のプログラム編集欄 -->
  </answerArea>

  <itemsArea  width='300'  height='240'>
    <item>変数 {text::text} </item>
    <item>{text::text} ← {text::text}  </item>
    <item>{text::text} ← input()</item>
    <item>{text::text} を表示する</item>
    <multi multiname='もし ～ そうでなければ'>
        <item>もし {text::text} ならば</item>
        <item>を実行し，そうでなければ</item>
        <item>を実行する</item>
    </multi>
    <multi multiname='～ の間，繰り返す'>
        <item>{text::text} の間，</item>
        <item>を繰り返す</item>
    </multi>
  </itemsArea>
</question>
</doc>
```

図 2 生成された XML ファイルの例

wPEN は、HTML と JavaScript で記述しており、XML による問題記述を読み込んで、問題文とプログラム編集欄、命令選択欄を表示し、プログラム編集欄で作成したプログラムを実行できる。wPEN が図 2 の XML ファイルを読み込んで表示した画面を図 2 に示す。

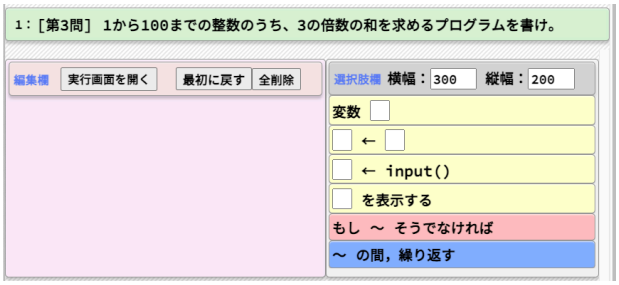


図 2 問題の画面表示例

6 おわりに

問題作成者が種問題を作成してから、派生問題の作成方法、および、CBT を実施するまでの過程を示した。図 1 の問題作成手順のうち、(1)および(2)で用いる QG、および、ToXML を現在作成中である。(3)については、プログラミング問題に関しては稼働しており、手作業で記述した XML を用いての CBT は既に実施している。プログラミング問題以外の一般的な問題への対応が残されている。また、CBT 実施後の採点の支援のしくみ、および、採点の自動化については今後の課題である。

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) 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).

(3) 大宮大地, 松本嵩大, 松浦敏雄, 中西通雄: “試験問題作成機能と学習及び受験用機能を持つ DNCL プログラミング環境”, 情処研報 Vol. 2019-CE-148, No.7 (2019/2).

(4) 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).

(5) 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).

(6) 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)

アルゴリズムの理解とコーディングの学習支援
—基本ソートの学習カリキュラム

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。鈴木（2022）[1]は、学習初期に見られる不安定なパフォーマンスを学習者内外の多様な認知リソースの創発的な働きととらえ、その不安定さを問題解決方略構成に必要なパフォーマンスの揺らぎと論じている。このような観点からは、不完全なパフォーマンスに対して、正解に至る手続きと手順を明示的に示す支援のほかに、次に続く躓きや誤りの調整や（再）学習に有効な支援の提供が考えられる。たとえば、基本知識の獲得、既有知識の活性化や誘発（想起や利用）、誤概念の修正、問題解決に関するガイド、誤りを含む解の自己調整などを目的とする再学習のための外的支援ツールである。本稿では、基本ソートアルゴリズム(選択ソート)の理解について、再学習に注目したカリキュラムと支援ツールの現状を実践報告する。

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。以下では選択ソートの各フェーズに関する（再）学習の支援環境について報告する。

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）を促すこととした。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1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。

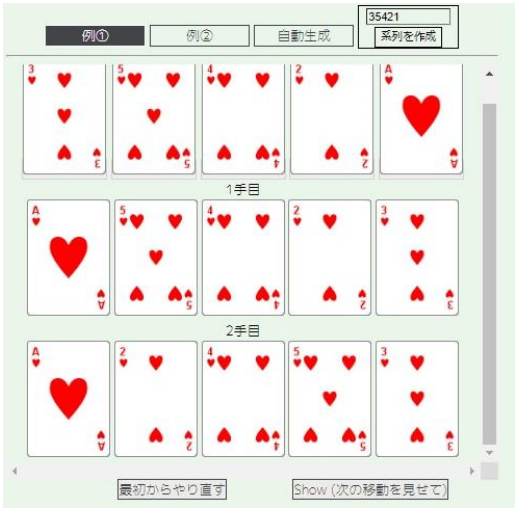


図1　選択ソートアルゴリズムのなぞり

3. コーディング – 既有知識の準備

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ぞるだけではなく、プログラムの一部を再生してみる（写経）ツールを提供した。図2は、一次元配列の要素を二重ループ処理で操作する例題（◤型出力）で、多くの基本アルゴリズムに繰り返し利用される定型的処理である。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。このほか、プログラム実行順序（特にループ）など、隠れた誤概念[2]に気づき修正するためのクイズツールを提供している。

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

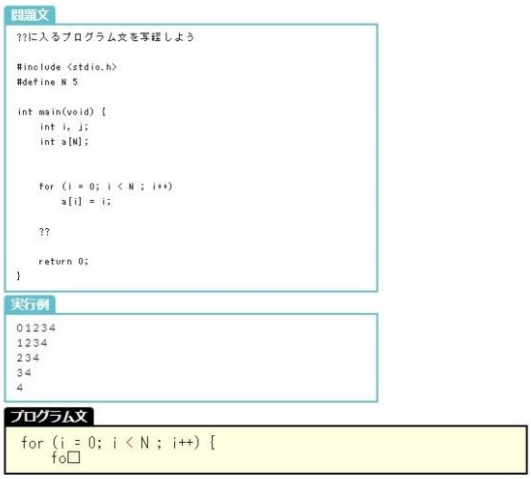


図 2　二重ループ例題　再生入力ツール

4.　コーディング　－　問題解決のガイド

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。

図 3　選択ソート　中間表現からプログラムへ

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。そこ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いる。現状の中間表現は、変数の役割の記述と日本語による疑似コードで、プログラムの説明コメント（アルゴリズムとしての読み）に対応する。

ここから、中間表現内の構文要素やブロックを、プログラムへ変換する様子をクイズ形式で学習者に提供する（図 3）。クイズ（ガイド）は、既有知識の想起や問題解決 1 ステップの推論にあたる。最終的に中間表現（アルゴリズムの読み）と解答プログラムを比較表示する。現在は 5 つの基本アルゴリズムについて運用を行っている。

5.　解答プログラムの理解　－　自己調整

選択ソート課題には、一定数、「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）。

```
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 1 のようにトランプを用いた手続きと、誤答コードに従った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 26%で、講義後は誤りの納得や修正を期待できる。一方、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り、誤りの発見と修正に関する支援が今後の課題である。

6.　おわりに

なぞりからのアルゴリズム理解は、教科書の形式的な解説文や解答プログラムの読解に対するトップダウン情報となる。なぞりと解答プログラムからプログラムの生成方略を推論するための支援を引き続き検討したい。

参考文献

(1)　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”, ちくまプリマー新書 403, 筑摩書房 (2022).
(2)　江川紘美, 三宅芳雄："詳細な観察に基づくプログラミング学習過程の研究", 中京大学人工知能高等研究所ニュース (IASAI News) , 12,　pp.10 -15 (2003).

ChatGPT のプログラミング演習での利用の可能性

北英彦[*1]・中田大雅[*1]
Email: kita_yh@yahoo.co.jp

*1: 三重大学工学部

◎Key Words　ChatGPT, プログラミング教育, プログラミング演習

1. はじめに

著者が ChatGPT[(1)]の存在を遅ればせながら意識したのは 4 月末の新聞の記事でレポートの作成，特に，コード生成ができると書いてあったためである[(2)]。プログラミング演習を担当する教員として学生が ChatGPT で何ができるのか，授業としてどう対応したらよいかを速やかに検討する必要を感じた。本発表では，短期間で調べた結果ではあるが ChatGPT のプログラミング教育での利用可能性の調査結果と試行錯誤しながらの授業の運用状況を報告する。また，授業でのプログラミングの授業における ChatGPT の暫定的な利用法を提案する。

2. ChatGPT

ChatGPT は OpenAI 社が開発した大規模言語モデル GPT-3.5 として用いた無料で利用できるチャット（会話）のサービスである。「言語モデル」とは文章の並び方に確率を割り当てるものであり情報を大規模に収集することでもっともらしい文章を生成できる。

「ChatGPT とは何か」を ChatGPT に質問した結果のプログラミングに関係する部分の抜粋を示す。

- 情報提供：一般的な知識に関する質問に答えることができる。2021 年 9 月までの情報である。（考察：プログラミングに関しては影響が少ない）
- 質問応答：プログラミング、数学、科学的な概念などに関する質問に対しても回答を提供する。（考察：プログラミングを重視している，数学の入試問題は解けない）
- 対話：具体的なトピックについての会話、また，質問への追加の質問や指示に対しても応答する。（考察：対話的に生成するコードの修正が可能である）

OpenAI 社は GPT-3 をベースとして自然言語による要求を解析し対応するコードを生成する codex を開発した。codex はソフトウエア開発用プラットフォーム GitHub[(3)]に保管されている大量のコードを学習に用いている。逆に，codex は GitHub Copilot[(4)]においてコーディング作業を支援するために利用されている。推測ではあるが ChatGPT は codex の成果を利用しているものと思われる。

試してみたところ，Google の Bard，Microsoft の Bing AI でもコード生成は可能であり演習で作成するような簡単なコードについては生成されるコードにほとんど差はない。ChatGPT は生成したコードの説明を丁寧にしているのが特徴であり，現時点では ChatGPT が先行していることもあり，授業での利用は ChatGPT がよさそうである。

3. 三重大学の対応

東京大学では 4 月 3 日の時点で ChatGPT などの利用に関する文書を公開しており[(5)]，他大学でも同様な表明をしている。使用を禁止することは事実上不可能であるので，誤りを含むこと・そのままの利用が自分の学習にならないことを注意するものが多いようである。三重大学でも遅ればせながら学外には非公開だが 5 月 30 日に ChatGPT などの利用に関して以下の留意事項を学生・教員に周知している。

- 参考文献に類するものとして利用を明記すること
- 授業によっては利用を禁止することがある
- 不正行為として懲戒処分の対象となることがある
- そのままの利用は自分の学習にならない
- 誤りが混ざっていることがある，自分で確認すること，参考程度にとどめること
- 著作権侵害として処罰の対象になるおそれがある
- 個人情報の漏洩につながるおそれがある

4. 授業での対応

今年度のプログラミング演習の授業における ChatGPT に関する試行錯誤での運用を時系列で紹介する。

- 5 月 9 日：ChatGPT の利用に関する指導（初回）
  - ChatGPT を用いてもかまいません。（使用は禁止しない，利用の推奨はしていない）
  - できること（コードの生成だけでなくデバグで使えることを伝える）
    1. コードのデバグ
    2. スタイルの修正（一部，授業のコーディング規則と異なる
    3. コードの生成（一部，授業の運用と異なる）
  - プログラミングの知識を理解してプログラムの記述ができればこの科目に合格はできない。（安易な使用への警告）
- 5 月 9 日：ChatGPT を用いた例の公開
  - デバグの例とコード生成の例を公開した。どちらの例も誤りを含むこと，授業の運用と異なる点を説明するものである。
  - Moodle 上で公開しただけなので全員が確認しているとは限らない。
- 5 月 16 日：ChatGPT の利用状況：95 名中
  - 4 月 25 日の演習でコードの作成に使用：19 名
  - 他の科目の宿題で使用：22 名
  - 東北大の調査ではほぼ同時期に 3 割使用[(6)]
  - 考察：初回の指導の前の時点で約 2 割の学生が ChatGPT を使用している。

- 5月30日：ChatGPTの使用の演習
  - ChatGPTにできることを理解させるために，全員にChatGPTの使用を授業として体験させる。
  - 課題：動作エラー・例外発生のある下記のメソッドをChatGPTを用いて修正すること，このメソッドの動作確認をするメインメソッドも記述すること

間違いの部分に下線（学生には非通知）

```
public static void reverse(int[] array) {
    for (int i = 0; i < array.length; i++) {
        array[i] = array[array.length];
    }
}
```

  - 課題の提出状況（出席者101名）
    1. 提出：77名
    2. ギブアップ・未提出：24名
  - 考察：ChatGPTは妥当なコードを生成しておりほぼそのまま利用するだけで動作するはずなのだが，4分の1の学生は授業で用いている開発環境で動作するように加筆修正することができていない。プログラミング能力の低い学生（出席確認の小テストの点数でおおかかに確認）はChatGPTの生成したコードを利用できていない。ChatGPTの回答を利用するためには，ある程度のプログラミング能力が必要である。
- 5月30日：ChatGPTの利用の演習
  - 課題：与えられた配列の要素の値を反転した配列を生成するメソッドをChatGPTを用いて記述すること，与えられた配列の要素の値は変更しないこと，このメソッドの動作確認をするメインメソッドも記述すること
  - 課題の提出状況（出席者101名）
    1. 提出：55名
    2. ギブアップ・未提出：46名
  - 考察：上記の考察とほぼ同じだが，未提出者の中にはプログラミング能力が低く時間不足で加筆修正を終了できていないものが多数含まれていると思われる。
- 6月6日：プログラムヘッダーのルールの変更
  - 大学のChatGPTの使用の有無の明記の方針に従いChatGPTの使用の有無を明記するように授業のルールを変更した。

```
/*
 * 課題番号：#NN
 * プログラムの概要：（処理の内容を簡潔に）
 * 作成者：
   :
 * 著作権表示：（自分に著作権があることを意識させるために明示させる）
 *  ChatGPTなどの利用:未使用,デバグに使用,コードの生成に使用（該当するものを残す）
*/
```

- 6月6日：三重大学からの留意事項の小テスト
  - 1日間隔で合計10回受験可能，周知のため
  - 初回の結果：出題前の予想通り，ほとんど学生が留意事項を読んでいないか覚えていない
- 6月6日：ChatGPTを強制的に使用させる小テスト
  - 1日間隔で合計10回受験可能，ChatGPTの回答が不十分であることを理解させるため
  - コード生成だとChatGPTの回答にある間違いを学生が見つけることが困難なので，解くのに少し工夫の必要な数学の問題でChatGPTを強制的に使わせる。試して見た結果では「少し工夫が必要な」の部分があるとChatGPTは正しく回答できないことが多い。
  - 問題
    1. 以下の連立方程式のすべての解をChatGPTを用いて求めること
    2. 2xy + y^2 - y = 0，x^2 + 2xy - x = 0
    3. 多肢選択の中からChatGPTが回答した解のみを選ぶこと
  - 初回の結果：ほとんどの学生が（1/3, 1/3）をChatGPTに回答させることができていない
- 6月9日～：連立方程式の問題の実施で理解したこと（学生の解答例）
  - 二度同じ質問をすると違う答えを出してきた。
  - 3分の1がなかなか出ないため、分数の計算が苦手なのかもしれない。
  - 答えから逆算するように命令したら「前回の回答が正しくないと気づきました。」とだけ言い、逆算の過程を見せずにもう一度解き直し始めた。しかし計算速度が著しく落ちていた。
  - 計算過程を見ると、因数分解はできていたが、代入ができていなかった。
  - 回答を求めても必ずあっているとは限らず、参考までにするのが賢明である。
  - たまに的外れの回答を示すため気を付けて情報を取捨選択しなければならない。
  - 人間と会話しているような文章で解答を得ることができる。（重要）
  - 何通りかある答えだったため、二段階に質問しなければならない。（重要）
- 6月13日：ChatGPTの可能性・限界に関する多肢選択子の出題（抜粋，正解に☆，不正解に★）
  - ドメイン知識がないので必要に応じて質問に付け加える必要がある☆
  - 常に最適なコードを生成する★
  - 大量の情報に基づく妥当なものなのでそのままコピー&ペーストして提出してよい★
  - 生成したコードが課題で要求されている要件を満たしているかを確認する必要がある☆
  - 生成したコードをコンパイル・実行して動作確認をする必要がある☆
  - 同じ内容の質問を何度もしてはならない★
  - 授業で定めているコーディング規約を満たしているか確認する必要がある☆
  - デバグに使用してはならない★
  - 生成したコードが課題で要求されていない処理をしていないか確認する必要がある☆
  - 生成したコードの動作を説明できるようにならなければならない☆

- 6 月 20 日：質問の仕方の公開
  - 処理の流れのアドバイスを求める場合の質問の仕方（プロンプティングの仕方）を公開した。
  - 「具体的なコードを示さないでください。」を質問の最初と念のため最後に書く
  - 課題文に書かれていない前提の情報も質問文に書く，例：配列を使って自然数の集合を表す，集合の要素は昇順に格納されているとする
- 6 月 20 日：上記の利用の可能性の小テスト
  - 問題（ChatGPT への質問）：具体的なコードを示さずに処理の流れを解説してください．二つの自然数の集合の差集合を求める．（省略：詳細条件）具体的なコードは示さないでください（念を押しておく）．
  - ChatGPT からの回答（抜粋）：
    1. 二つの自然数の集合を昇順に格納された配列 A と配列 B とする。
    2. 差集合 A-B を格納するための空の配列 diff を作成する。
    3. インデックス変数 i と j をそれぞれ 0 で初期化します。これらの変数は配列 A と配列 B の要素にアクセスするために使用する。
    4. i が A の最後の要素のインデックスを超えるまで以下の手順を繰り返す。（不正確，学生には非通知）
       - A[i]と B[j]が等しい場合、j を 1 つ進めて次の要素を比較する。（不正確，学生には非通知）
       - A[i]が B[j]よりも小さい場合、A[i]を diff に追加して i を 1 つ進める。
       - A[i]が B[j]よりも大きい場合、j を 1 つ進めて次の要素を比較する。
    5. ループの終了後，A に要素が残っている場合は，残りの要素を diff に追加する
  - 学生の解答（コーディング前の見込み）81 名
    1. 確実に記述できる：6 名
    2. ほぼ確実に記述できる：14 名
    3. おそらく記述できる：24 名
    4. 五分五分：19 名
    5. おそらく記述できない：9 名
    6. ほぼ記述できない：6 名
    7. 確実に記述できない：3 名
  - 問題（ChatGPT への追加質問）：差集合
  - 問題（ChatGPT からの追加回答）（抜粋，例あり）：差集合を日本語で表現すると、「A の要素であり、B の要素ではないものからなる集合」となる。
  - 学生の解答（コーディング前の見込み）81 名
    1. 確実に記述できる：11 名
    2. ほぼ確実に記述できる：22 名
    3. おそらく記述できる：22 名
    4. 五分五分：14 名
    5. おそらく記述できない：8 名
    6. ほぼ記述できない：1 名
    7. 確実に記述できない：3 名
  - 考察：ChatGPT が示した処理の流れの中の用語の意味が理解できれば約 7 割の学生がコードが作成できると回答している。
- 6 月 20 日：生成したコードを利用する場合の指示
  - コードそのものを質問するのは最後の手段とすること
  - ChatGPT が生成したコードの動作を説明できるようにすること
  - 類似の課題に対して自分でコードが記述できるようにすること

5. 授業での対応に関する考察

- 授業で ChatGPT に関して紹介する前に ChatGPT を使用したことのある学生が約 2 割いた。授業で強制的に使用の経験をさせたので履修者の全員が利用できることを認識しているはずである。
- ChatGPT の回答に誤りがあったり回答の内容が不十分だったりすることを，ChatGPT の使用例・小テスト・演習で繰り返し体験させたので，ChatGPT の回答をそのままは利用できないことは理解しているはずである。ただし，演習中のコード作成途中の状況やギブアップしたコードを見ると，プログラミング能力の低い学生の中には自分で加筆修正ができずにそのまま利用している学生がいた。
- ChatGPT の回答を利用しても課題の要求通りに動作するコードを完成させることができない学生がいる。ChatGPT の回答を利用する場合でも，ある程度のプログラミング能力が必要である。処理の流れを ChatGPT から提供されても処理の流れの中の 1 段階ずつをコードに表現できない学生がいる。Java の各機能の理解が不十分であるか，または，どの機能を用いたらよいか，または，それらをどのように利用できるかの発想できないことが理由として考えられる。

6. 数学の入試問題を用いた調査

プログラミングから外れるが ChatGPT が「数学」に対しても回答できると回答していたので，三重大学の昨年度の数学の入試問題で試してみた。比較的簡単である小問題集（問題 1）の中の問題で試してみた。

- 質問（小問の最初の部分）
  cos x = a として，cos 3x を a で表せ.
- chatGPT の回答（最後の部分のみ）
  cos(3x) = (a)^3 - 3a * (sin(x))^2（5 月初旬）
  cos(3x) = 4 * a^3 - 3 * a（6 月末）
- 質問の仕方の変更
  cos 3x を cos x で表せ.
- cos(3x) = 4 * (cos(x))^3 - 3 * cos(x)

5 月末の時点では，受験生なら当然気が付くはずの (sin(x))^2 が cos x で表せることに気が付いていない。ChatGPT は同じ日に同じ質問をしても回答が異なることがある。期待する回答が得られるまで質問の表現を変えたりして再質問する必要がある。ただし，数学の問題の場合は時間をかけても正解できないことが多々あった。

7. ChatGPT のコード作成能力

ChatGPT のコード生成能力を調べるために演習で用いた課題のコードを ChatGPT に生成させてみた。また，デバグで利用できるかどうかを調べてみた。プログラミング演習を担当する教員として妥当なコードを生成することができ，また，デバグに利用できることが分かった。以下に具体的な例を示す。

- 課題 1 :「Hello, World.」と表示するプログラムを Java で作成すること
- 課題 1 に対して ChatGPT の生成したコード

```
public class HelloWorld {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello, World.");
    }
}
```

- 評価 1 : 妥当なコード，ただし，授業の開発環境ではクラス `Main` しか記述できないので構文エラーとなり実行できない
- 課題 2 : 以下の Java のコードを書きなさい
  - 三角形の 3 辺の長さをひとつずつ 1 行で入力させる，適切な入力プロンプトを表示すること，入力プロンプトと同じ行で辺の長さをひとつ入力させる，3 行で入力させる
  - 「辺の長さが 3，4，5 の三角形の種別を調べます.」のように表示する.
- 課題 2 に対して ChatGPT の生成したコード : 省略
- 評価 : ほぼ妥当なコード，下記のように不十分な部分および課題で要求されていない余分な実装がある
  - 入力プロンプトの表示が不適切である，「辺の長さ」のみ表示しており何の辺の長さがプログラムの利用者にわからない，「三角形の辺の長さ」と何の辺の長さか明示すべきである
  - 辺の長さの型が不適切である．表示例「辺の長さが 3，4，5 の三角形の種別を調べます.」を見ると辺の長さは整数であることが分かる，課題の文章全体をみて型を推測することができていない
  - 課題で要求している『「辺の長さが 3，4，5 の三角形の種別を調べます.」のように表示する.』がコーディングされていない
  - この課題は少しずつ三角形の種別を判別させるコードに近づけていくいくつかの課題の最初の課題であるので，ある意味不自然ではあるのだが「辺の長さが 3，4，5 の三角形の種別を調べます.」までで止めてある，これに対して「正三角形」「二等辺三角形」「不等辺三角形」の判別という要求された以上のことがコーディングされている，三角形の種別の判別をさせる方が一般的であるので言語モデルに蓄積してあるコードから三角形の種別までコードを生成していると思われる
- デバグに用いた場合 : ほぼ完璧，「構文エラーを修正してください」という文がなく構文エラー・スタイル違反があるコードのみを入れても適切にデバグ・修正がされる，メソッド名などから処理内容が分かる場合には動作エラーもデバグされる

8. 授業での ChatGPT の利用の提案

プログラミングの授業における ChatGPT の暫定的な利用法を提案する。「ほぼ」の部分は学生がコードを理解し適切に修正する必要がある。

- ChatGPT ができることを伝える。
  - コードのデバグ（利用に問題はない，ほぼ完璧でデバグできる）
  - スタイルの修正（利用に問題はない，ほぼ完璧にスタイルを修正できる）
  - 処理の流れのアドバイス（処理の流れはまずは自分で考えてみること，処理の流れを考えることができることはプログラミング能力の一部）
  - コードの断片の生成（処理の流れの各段階を見てもコードを書けない場合にはコード全体ではなくその部分のみの書き方を質問すること）
  - コード全体の生成（コードの断片を組み合わせても課題で要求する動作を実現できない場合に用いる，最初からコード全体を生成させないこと，コード全体を生成させた場合は生成されたコードの動作を理解できるようにすること）
- ChatGPT を利用するときの注意事項を周知する
  - 間違いを含む場合がある
  - そのままの利用は自分の学習にならない
  - 個人情報の流失がないように気を付ける
  - ChatGPT を利用した場合は明記する
- ChatGPT を用いた演習を 1 回のみ実施する
- ChatGPT の回答に誤りがある可能性があることを小テストなどで実感させる

以上は，従来の授業のやり方の中で ChatGPT をどのように利用するかを暫定的に提案したものである。これだけでは不十分で，ChatGPT などの生成 AI の出現により，授業の内容や授業のやり方，そのものを根本的に見直す必要があるかもしれない。

9. おわりに

ChatGPT のプログラミング教育での利用可能性の調査結果と試行錯誤しながらの授業の運用状況を報告した。また，プログラミングの授業における ChatGPT の暫定的な利用法を提案した。原稿の提出時点では前期の授業の中間の時点であるので，発表のときには前期終了時の状況を含めて報告する予定である。

参考文献

(1) ChatGPT，https://openai.com/chatgpt（参照 : 2023 年 6 月 28 日）
(2) “AI 時代「もう後戻りできない」”，朝日新聞，2023 年 4 月 21 日，朝刊，2 ページ，東京本社
(3) GitHub，https://github.co.jp/（参照 : 2023 年 6 月）
(4) GitHub Copilot, https://docs.github.com/ja/copilot/getting-started-with-github-copilot（参照 : 2023 年 6 月）
(5) “生成系 AI(ChatGPT, BingAI, Bard, Midjourney, Stable Diffusion 等)について”，東京大学，https://utelecon.adm.u-tokyo.ac.jp/docs/20230403-generative-ai（参照 : 2023 年 6 月）
(6) “対話型 AI 大学生の 3 割使用”，朝日新聞，2023 年 6 月 8 日，朝刊，2 ページ，東京本社

英語発音学習用タブレットアプリケーション“Let's Phonics!!”の Chromebook への移植

笠原隆誠*1 北英彦*1 高瀬治彦*1 大野恵理*2 須曾野仁志*2
Email: 420320@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学工学部
*2：三重大学教育学部

◎Key Words Chromebook，フォニックス，タブレットアプリケーション

1. はじめに

本研究では著者らが開発している英語発音学習用タブレットアプリケーション「Let's Phonics!!」（iPad 版）を Chromebook に移植し，より多くの小学生に英語学習の機会を与え，小学生の英語能力の向上をめざす。三重大学では工学部と教育学部が協力し三重県の東紀州地域における小学校英語教育の支援を行っている。具体的には，英語発音学習用のタブレットアプリケーションとして「Let's Phonics!!」を開発し実践授業を行っている。

文部科学省は 2019 年に「GIGA スクール実現推進本部」を設置し，義務教育段階における「1 人 1 台の端末」と，小中高における「高速通信環境」の整備を柱とする「GIGA スクール構想」を推進している。コロナ禍により教育でもオンラインの利活用が求められ，令和 3 年 7 月末時点で 96.2%の自治体で端末の納品が完了している(1)。GIGA スクール構想の進展に伴い，三重県を含む全国の小学校で Chromebook の導入が進んでいる。Chromebook は他の製品と比べて，低コストで導入がしやすく，耐久性やセキュリティ面も充実していることがその理由である。Chromebook は，Google が提供する ChromeOS を搭載したノートブックパソコンであり，Windows や MacOS のように，アプリケーションやデータをパソコンではなく，インターネット上に保存する仕組みのため，パソコン自体に大きな負荷がかからない。パソコン自体に高スペックを必要としないため，3 万円～5 万円と低価格で購入することが可能である。一般的なパソコンよりも耐久性が高く作られており，高いセキュリティを保つことができる。また，Chromebook では，オンライン上で遠隔から大量の Chromebook を一元管理することができる。ユーザーが Chromebook へログインするだけで，教師や生徒それぞれの環境へセットアップが完了することができる(2)。

本研究では「Let's Phonics!!」を Chromebook に移植し，より多くの小学生にさらなる英語学習の機会を与え，小学生の英語能力の向上をめざす。

2. 「Let's Phonics!!」

「Let's Phonics!!」では，学習内容に応じて 1 から 8 までレベル分けされ，山中，阪井，大澤，岡井，岩崎，奥山，山本 (2017～2022) による先行研究で iOS 版のレベル 1 から 8，Chromebook 版ではレベル 1 から 3 までの実装は終了している。大澤による小学校実践調査では，「Let's Phonics!!」は英語学習の楽しさ，使いやすさで高い評価を得ている(3)。

3. 方針と研究方針

本研究では，山本による先行研究により，Chromebook を対象のデバイスとした，「Let's Phonics!!」のレベル 4～8 の構築，実装を目標とする。Chromebook の OS は ChromeOS であり Android をベースとしている。そのため，Chromebook で動作するアプリケーションは Android アプリケーションとなる。実装では，三重県の小学校の協力を得て実践授業を行い，使用感などについてアンケート調査を行い，その結果を用いて，改善や機能の拡張を行う。

開発環境には Google が提供している Android Studio を用いる(4)。開発に用いる言語は Java である。

Android Studio は Android を OS とするデバイスのエミュレート機能を備えているが，動作が遅く実用に耐えないため，動作確認は実機上で行う必要がある。

4. 進捗

4.1 「Let's Phonics!!」レベル 1

レベル 1 は「音をきいてみよう」「音の 3 たくクイズ」の二つにわかれている。「音をきいてみよう」では，iPad 版「Let's Phonics!!」と同様に，児童の英単語の発音を録音・再生して見本の音声と聞き比べることで正しい発音を身に付けることができる。以下の図 1 に Chromebook に実装したレベル 1「音をきいてみよう」の画面例を示す。

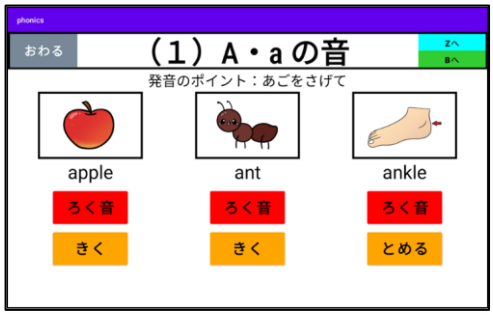


図 1 レベル 1「音をきいてみよう」の画面例

また，「音の 3 たくクイズ」は，アルファベットの発音を聞いて，その単語から始まる英単語を絵から選択するクイズとなっている。解答した英単語・クイズの正誤結果・かかった時間をそれぞれ表示し，正解した問題数と合計時間を表示する成績画面を実装した。以下の図 2 に Chromebook に実装したレベル 1「音の 3 たくクイズ」の画面例を示す。

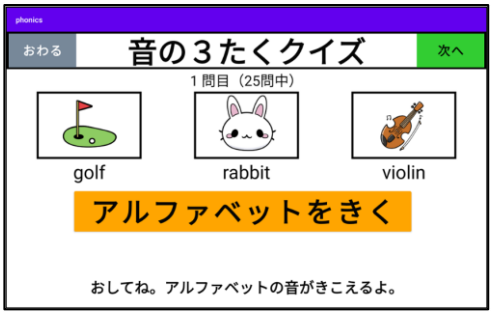


図２ レベル１「音の３たくクイズ」の画面例

4.2 「Let's Phonics!!」レベル２

レベル２は「音をきいてみよう」「音の足し算」「どっちかな？」の三つにわかれている。「音をきいてみよう」では，短母音を含む英単語について，見本の発音を聞き，発音した音声を録音して聞き比べをすることができる。また見本の口の形をイラストから学習することもでき，iPad 版に実装されているカメラを用いて自分の口の形を確認することができる機能は山本による先行研究により実装済みである。以下の図３，図４にレベル２「音をきいてみよう」の画面例とカメラ機能を用いている画面例を示す。

図３ レベル２「音をきいてみよう」の画面例

図４ カメラ機能の画面例

「音の足し算」では，短母音を含む英単語について，アルファベットの文字が持っている音を足し合わせることによって未学習の英単語の発音を身に付けることができる。以下の図５にレベル２「音の足し算」の画面例を示す。

「どっちかな？」では，短母音のみが異なった二つの英単語から，発音された英単語を選択するクイズとなっている。ここでも，レベル１「音の３たくクイズ」と同様の成績画面を実装している。以下の図６にレベル２「どっちかな？」の画面例を示す。

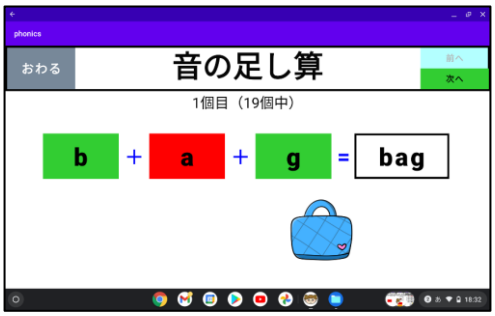


図５ レベル２「音の足し算」の画面例

図６ レベル２「どっちかな？」の画面例

4.3 「Let's Phonics!!」レベル３

レベル３では，「音をきいてみよう」，「どっちかな？」の二つに分かれている。現在レベル３の実装が完了した。「音をきいてみよう」では，iPad 版「Let's Phonics!!」と同様に，児童の英単語の発音を録音・再生して見本の音声と聞き比べることで正しい発音を身に付けることができる。以下の図７に Chromebook に実装した「音をきいてみよう」の画面例を示す。

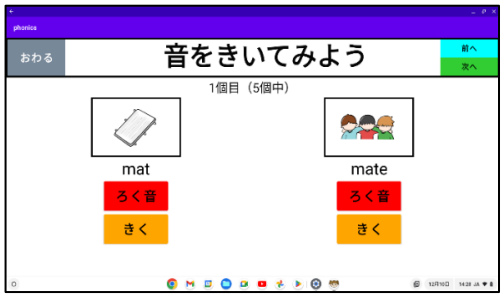


図７ レベル３「音をきいてみよう」の画面例

また，「どっちかな？」は，英単語の発音を聞いて，似た英単語二つの絵から選択するクイズとなっている。クイズが終了すると，解答した英単語・正誤結果・かかった時間をそれぞれ表示する成績画面へ移動する。以下の図８に Chromebook に実装した「どっちかな？」の画面例，図９に Chromebook に実装した「クイズのけっか」の画面例を示す。

図 8「どっちかな？」の画面例

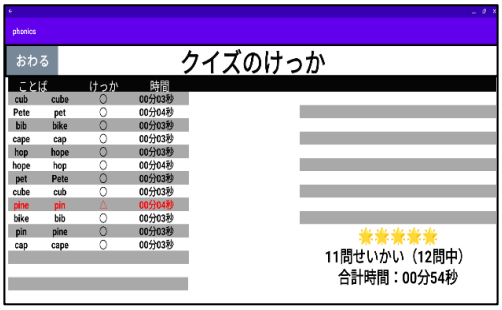


図 9「クイズのけっか」の画面例

4.4　実践授業調査

4.3 の内容について，2023 年 1 月 20 日に，三重県熊野市立木本小学校の 4 年生の児童計 9 人を対象として，実践授業を行った。英語の授業において本アプリケーションを児童に利用してもらい，その後アンケートへの回答を求めた。以下の図 10～15 にアンケート結果を示す。

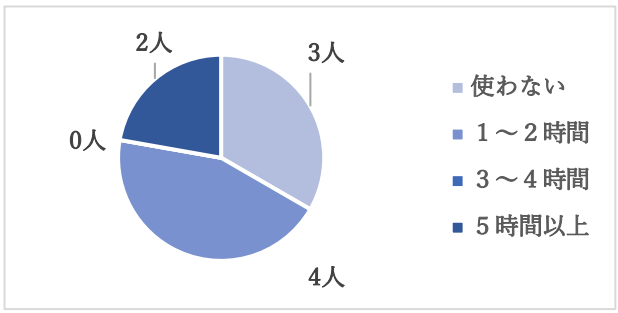


図 10 学校外でタブレットやパソコンを一週間にどれくらい使用するか

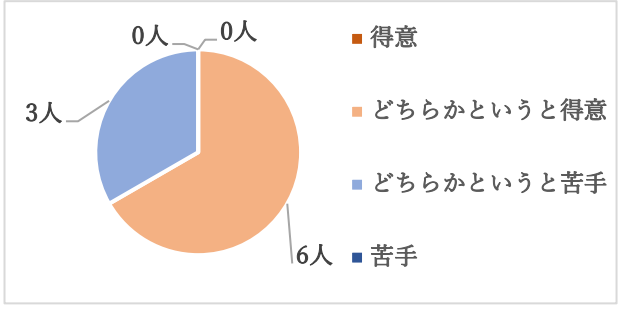


図 11 パソコンを使うことは得意であるか

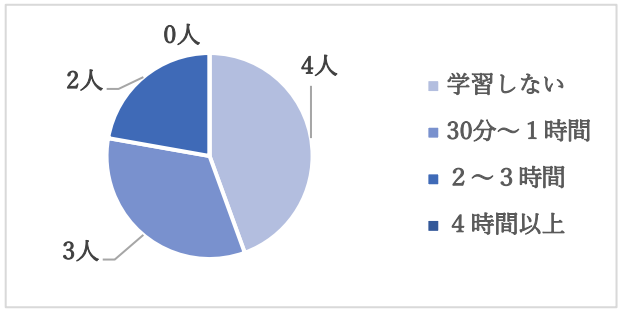


図 12 学校外で一週間にどれほど英語を学習するか

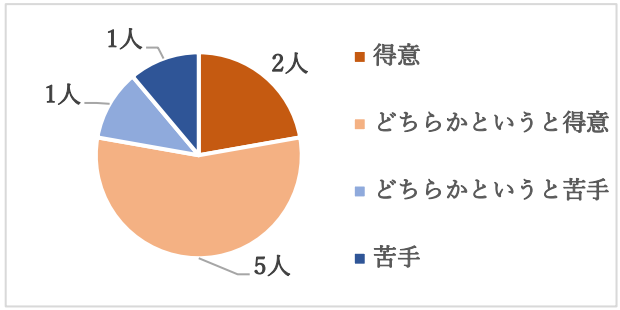


図 13 英語は得意であるか

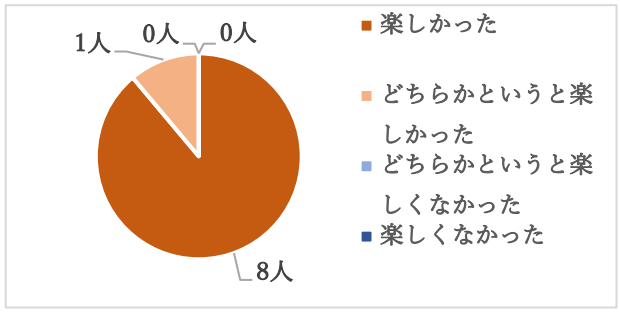


図 14 このアプリを使った英語は楽しかったか

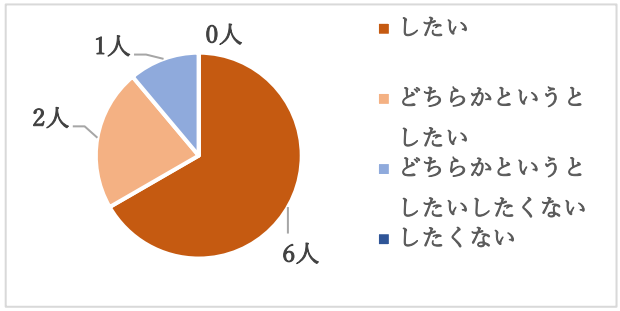


図 15 このアプリで今後も英語を学習したいか

図 10，図 11 より，今の児童は，学校以外でもタブレットやパソコンを使う児童が多いことがわかり，パソコンを扱うことが得意な児童が多いことがわかる。また，授業でもタブレットやパソコンを使う機会が多いため児童はある程度キーボード扱うことができ，検索なども自分で行うことができる。図 12，図 13 より，今回対象に行った児童は，英語がどちらかというと得意な児童が多く，学校以外でも英語を学習する児童が半数以上であり，多いことがわかる。図 14，図 15 より，「Let's Phonics!!」に高評価を得た。

自由記述欄では，「問題を増やしてほしい」，「絵を大きくしてほしい」などの意見を得た。これらの改善の要望については次回のバージョンアップのときに反映させる。

5. iPad と Chromebook の入出力機能の比較

三重県東紀州地域における小学校英語教育の支援を行っている重大学教育学部の大野が「Let's Phonics!!」の iOS 版と Chromebook 版の比較を行った。iPad のほうが入出力機能の性能が高いが，Chromebook のほうが多数利用されているため性能の差が影響しないように Chromebook 版を開発する必要がある。

- 操作性
  Chromebook 版のほうが，タッチパネルの操作性が悪い。Chromebook 版のほうが 1 つ 1 つしっかりとタッチしないといけない。しかし，iPad だとゲーム感覚で連打する男子児童が多かったが，Chromebook 版では連打できないため，1つ1つしっかりとタッチしてゆっくりと学習できる。
- 音質
  Chromebook 版のほうが悪い。改善策としてヘッドセットを用いることを検討している。
- 画像解析度・画像精度
  「Let's Phonics!!」の利用に関しては差がない。ディスプレイの品質は iPad のほうが高いが学習する上では，両者の画質に差異はないと考えられる。

6. 今後の課題

Chromebook 版の今の課題を以下に示す。

- 「Let's Phonics!!」の Chromebook 版のレベル 4 以降が未実装のため，開発を行う必要がある。
- 「Let's Phonics!!」の iOS 版も含めた問題数の増加を検討する必要がある。
- 本アプリケーションを Google Play Store に公開し，より幅広い活用を求める必要がある。

7. おわりに

「Let's Phonics!!」のより多くのレベルを構築，実装を行い，GIGA スクール構想の進展に伴い，三重県を含む全国の小学校で導入が進む Chromebook を用いて，より多くの小学生にさらなる英語学習の機会を与え，小学生の英語能力の向上をめざす。

参考文献

(1) 文部科学省：“端末利活用状況等の実態調査”，https://www.mext.go.jp/content/20211125-mxt_shuukyo01-000009827_001.pdf（2023 年 6 月参照）
(2) 株式会社電算システム：“GIGA スクール構想で最も選ばれた端末、Chromebook の強み”，https://www.dsk-cloud.com/blog/procedure-for-introducing-ict（2023 年 6 月参照）
(3) 奥山陽斗・北英彦・大澤遼・大野恵理・須曽野仁志：“フォニックスを学ぶためのタブレットアプリケーション”，2021PC カンファレンス論文集
(4) developers：“Android Studio の概要”，https://developer.android.com/studio/intro?hl=ja（2023 年 6 月参照）

日本語学習者の作文からの誤り検出
—決定木からの誤り種類の検出に関する検討—

外崎海斗・村田紘基・高瀬治彦・北英彦
Email: 422m232@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　自然言語処理，日本語作文授業，誤り検出

1. はじめに

近年，第二言語として日本語を学ぶ外国人が増加している。それに対し，日本語教師の増加はそれほどではなく，日本語学習の支援が必要とされている[(1)]。言語学習では読む力・書く力・話す力・聞く力の涵養が必要である。本稿では，書く力の涵養に対して，効果が高いが，教師への負担が大きい作文授業に注目する。作文授業の中で講師への負担が大きいのは，提出された作文の添削である。添削が不十分であったり不正確であったりすると，学習効果が上がらないが，多人数講義で正確な添削を十分に行うのは，教師一人では困難である。

このような状況を改善するために，計算機を用いたさまざまな支援が試みられている。宇佐美らは，作文指導を行う教師を支援することにより，間接的に学習者の学習を支援することを試みた[(2)]．この間接的に学習者の学習を支援する手法では，作文とそれに付ける添削結果をデータベースに蓄積し，教師の誤用分析を支援するが，学習者を直接支援するまでに至っていない。また，近年は，大規模言語モデルを利用した，校正が高い性能を示している。その反面，あらゆる誤りを訂正するため，学習範囲を超えた指摘がされたり，訂正理由が学習した内容に沿っていなかったりして，作文授業に用いるのには難がある。

そこで本稿では，学習内容に則した添削を行うシステムの構築を目標に，誤りの検出およびその理由付けを試みる。

2. 作文の誤り指摘

前節で述べたように，大規模言語モデルを使った作文校正は，精度は高いもののその理由付けにおいて難がある。そこで，決定木の学習に基づき誤り判定を行う手法[(3)]に着目し，得られた決定木の解釈を試みる。

この手法では，与えられた作文を解析し，作文を形態素・文節に分割する。文節ごとに，そこに含まれる形態素の情報を特徴量として抽出し，それに正誤のラベルを付けながら収集したものを機械学習することにより，正誤の判定をする正誤判定器を，決定木を用いて構築する。

しかし，作文を形態素・文節に分割する際に用いるツールは，文法的に正しい文を対象にしており，誤りを含む作文を解析する場合，不具合が発生する可能性がある。そのようにして得られた特徴量を用い機械学習を行った場合，学習した正誤判定器にも不具合が波及するだろう。

実際，学習の結果得られた正誤判定器によりある程度の正誤判定の精度を得ることができたが，得られた決定木を解析した結果，学習者に示す誤りの理由としては不適切な理由(文節内の形態素数など)による正誤判定が行われている事例が散見した。

3. 提案法

前節での問題点をふまえ，不適切な理由による正誤判定を軽減する手法について，本節で検討する。

まず，不適切な理由による正誤判定が，不適切な形態素・文節情報を学習した結果と考え，学習用のデータからそのようなデータを除く。形態素・文節情報は主に形態素解析により得ている。ここで文献(4)では，形態素解析の際に使用しているコストに着目することで，形態素解析結果に不具合があるかどうかを判定できる可能性が示されている。これに基づき，機械学習に用いるデータから不適切なデータ除くことは可能だろう。

また，文献(3)では，学習器としてランダムフォレストが好ましいとしている。また，文献(5)では，同じく決定木に基づく手法である XGboost を用いることで，判定精度の向上と，判定理由の解釈の容易化ができると報告している。

これらをふまえて，本稿では不適切な学習データを除き XGboost で学習した際の，判定精度・判定理由について，実験をつうじ確認する。

4. 実験

本節では，不適切な形態素解析結果を除くことの，判定精度・判定理由への影響を，簡単な実験をつうじて確認する。

4.1 実験方法と条件

実験には，作文対訳データベースと，文献(3)で使用していた実際の日本語授業の作文から，正しい文節 49 個，誤りの文節 39 個を含むデータを用いた。不適切な形態素解析結果が含まれている文節は，文献(4)による判定，または，日本人の著者二人による判定の二種類の手法により除いた。

4.2 誤り指摘の正答率

本節では①すべてのデータを用いた場合，②人手で不適切なデータを除いた場合，③文献(4)の手法により不適切なデータを除いた場合について， XGboost で学習し行った正誤判断の結果を表 1,2,3 にそれぞれ示す。なお，正答率は① 60%，② 68%，③ 59%となった。人手で不適切なデータを除くことで正答率は向上したが，文献(4)の手法を用いた場合は，わずかに悪化した。この結果は，不適切なデータを用いずに学習することの効果を示しているが，不適切なデータの判定方法については問題があるこ

とを示している。

表１①の混合行列

		予測結果	
		正	誤
文節の正誤	正	32	17
	誤	18	21

表２②の混合行列

	予測結果		
		正	誤
文節の正誤	正	38	11
	誤	15	18

表３③の混合行列

	予測結果		
		正	誤
文節の正誤	正	28	17
	誤	13	16

4.3 指摘内容の解釈

本節では，正答率が改善した②の場合について，得られた決定木を可視化し，誤りの指摘するルールの解釈を試みた。図１，２にその一例を示す。図中，f0～f2 は判定対象の文節内の形態素(先頭から順に 0, 1, 2)から抽出した特徴量を意味する。特徴量の数値化の規則[3]と合わせ解釈すると，決定木から抽出できた判断条件は 3 つであった。

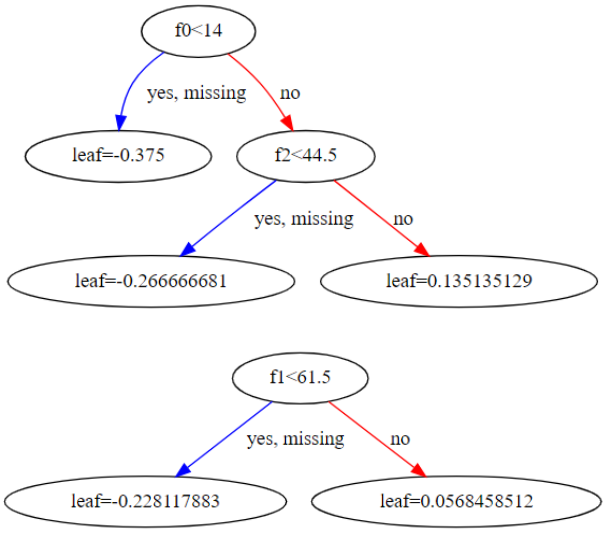


図１　決定木

(1) 文節の 1 つ目の形態素が名詞か接頭語であるか
(2) 文節の 2 つ目の形態素が名詞，接頭語，動詞，形容詞，副詞，接続助詞のいずれかであるか
(3) 文節中の 3 つ目の形態素が名詞，接頭語，動詞，形容詞のいずれかであるか

この判断条件から得られるルールはいずれも依然として，学習者に示すのには不適切な条件であった。しかし，形態素数のような文法的に意味のなさそうな情報ではなく，品詞の種類に基づいた判定をしており改善の兆しが見られる。

5. おわりに

本研究では，学習内容に則した添削を行うシステムの構築を目標に，誤りの検出およびその理由付けを試みた。その結果，不適切なデータを用いずに学習することの効果はあったが，不適切なデータの判定方法については問題があった。

また，今回決定木から抽出できたルールは，いずれも，学習者に示すのには不適切な条件ではあるが，改善の兆しが見られた。

参考文献

(1) 国際交流基金：“海外の日本語教育の現状”, pp.9-11 (2020).
(2) Usami Y., Yarimizu K.: “Design of XECS (XML-based Essay Correction System): Effects and implications”, In Proceedings of the CASTEL-J in Hawaii 2007, pp. 182-184 (2007)
(3) 趙艶，高瀬治彦，北英彦：“機械学習による日本語学習者の作文からの誤り検出 —1 文節内の文法誤りの検出—”，知能と情報，32 巻，5 号，pp. 887-890 (2020)
(4) 村田紘基，趙艶，高瀬治彦，北英彦：“日本語学習者の作文からの誤り検出 —形態素解析時のラティス値による誤り検出—”, PC カンファレンス 2022，pp. 233-234 (2022)
(5) 村田紘基，趙艶，高瀬治彦，北英彦：“日本語学習者の作文からの誤り検出 —決定木に基づく検出法に関する検討—”, PC カンファレンス 2021，pp. 244-245 (2021)

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

鈴木康平*1・高瀬治彦*1・北英彦*1
Email: 423m222@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words　記述式演習，講師支援，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，学習者の理解状況を素早く把握して，素早いフィードバックをする必要がある。しかし，多人数講義で最大の問題点は，学習者による講義の理解状況を講師が把握することである(1)。

学習者の理解状況を把握する上で確実なのは，学習者一人一人に質問し，その回答を聞くことになる。しかしこれは，多人数講義で行うのは困難である。そこで，講義中に比較的理解状況が現れやすい記述式演習問題を解いてもらい，講師が机間巡視などで学習者の様子を確認することで，学習者の理解状況を把握する方法がある。しかし，多人数講義においては，学習者全員を机間巡視で確認することは難しい。また，記述式演習では，解答を読むのに時間がかかってしまい，演習中に学習者全員の解答を読むことは難しい。そのため，学習者の理解状況把握が遅れてしまい，フィードバックが遅れてしまうという問題がある。

さまざまな大学での PC の必携化(2)などが浸透し，ICT を活用した教育方法・教材を開発がすすんでいる(3)。これをうけて，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，さまざまな演習支援が行われている。例えば，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，学習者の集中度だけでは，学習者が演習のどの部分に取り組んでいるのがわからない。また，解答から理解状況の把握を支援する方法として，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/不正解を分類すること試みがある(5)。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，演習の途中で解析結果を得ることができない。また，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と思われる停滞箇所の検出(6)や解答の入力停滞から自信がない語の検出(7)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において，学習者の解答の作成状況から解答作成が停滞した箇所を検出する。後者は，キーボードを使用し解答を入力する際の入力の停滞箇所と学習者の自信がない箇所の関係について議論している。

本研究では，文献(7)の手法を発展させ，計算機を用いて解答する記述式演習で，解答の入力過程も用いて学習者の自信がない箇所を演習中に逐次検出することを目的とする。これにより，講師は学習者の理解状況を把握しやすくなる。

2. 記述式演習における学習者の自信がない箇所の検出

この節では，同様の考えに基づいた従来研究として鈴木らによる研究(7)（以降，従来法と呼ぶ）を紹介する。

2.1 従来法

従来法では，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。具体的には，解答の入力が平均より遅い箇所の近辺に自信がないキーワードが存在すると考えた。ここで，平均の入力速度は解答の入力に要した時間と，解答の文字数から算出する。この平均入力速度から求めた時間と各時点での入力文字数を比較することで，入力が遅れている箇所を検出する。図 1 はある学習者の入力過程を，横軸を解答開始からの経過時間・縦軸を入力文字数としたグラフに示したものである。黄色の範囲は，当該学習者が解答終了後に自信がない箇所として解答後に示した箇所に対応する。従来法では，平均入力速度から 2 秒以上遅れている区間を入力遅延が発生した箇所として，その前後 2 文節を学習者が自信の無い箇所として検出する。図 1 では，遅延として検出された区間が，黄色で示された区間に含まれており，その結果，自信がない箇所を概ね正しく検出できた。

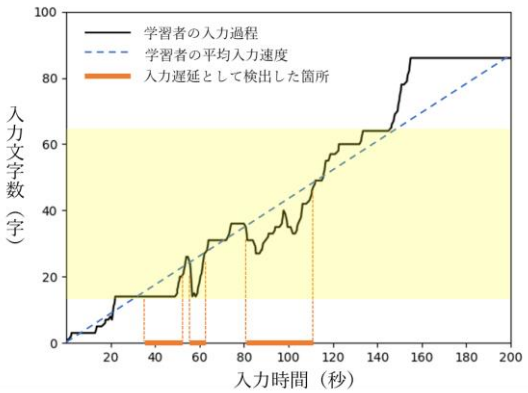


図 1　ある学習者の解答の入力過程

2.2 従来法の問題点

従来法の問題点は，平均入力速度の計算法にある。従来法では，平均入力速度は，学習者のタイピングスキルや，その問題における入力状況によって変化するため，事前に計測することはせずに，当該解答の提出後に算出する。

そのため，自信がない箇所を演習中に検出することはできないという問題点がある。

3. 提案法

この章では，前章で指摘した従来法で演習中に学習者の自信がない箇所を検出できないという問題を解決する。

先に述べたとおり，平均入力速度が解答提出後にしか計算できない点が問題である。そこで，解答入力途中で得られる情報から，全体の平均入力速度に代わる指標を求める。そこで，平均入力速度の代わりにその時点までの平均入力速度を，着目時点での入力速度の代わりに直近に入力したフレーズの入力速度を採用する。これは，日本語での演習を前提とした場合，解答の入力は，かなの入力と変換作業を繰り返すことに着目している。変換確定のたびに，その時点までの平均入力速度と，確定したフレーズの入力速度を比較することで，入力の遅延を検出する。この手法により，ある程度の塊を入力する毎に，学習者の解答入力が終了するまで待たずに，演習の途中で，遅延した箇所の検出ができる。ここで，変換確定したフレーズの入力速度を求めるにあたって，文字削除の扱いについて述べる。従来研究では，文字削除で入力文字数を削除していたが，短いフレーズでの入力速度を扱う提案法では，誤字などの削除による影響が大きくなる。そのため，文字削除による入力文字数の変化は無いものとする。これにより，誤字による削除であれば，入力速度がほとんど変化せず，解答に悩み解答を多く削除した場合は，入力速度が低下する。

図 2 に示した解答の入力過程を用いて具体的に説明する。この図は，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、…」と解答を入力していった入力過程の一部を示したものである。灰色で網掛けした部分が「流すことに」の部分を入力し，変換した区間に対応している。この区間の入力が遅延したかどうかの判定を行う。まず，解答開始時点からその時点までの区間である「ある電流を流すことに」の平均入力速度を求める（図中青線，平均入力速度=0.57 字/秒）。次に，「流すことに」の部分を入力し，変換した区間の入力速度（区間平均速度）を求める （図中緑線，平均入力速度=0.49 字/秒）。求めた２つの平均速度を比較し，区間平均速度が，その時点までの平均速度を下回った場合に，入力が遅延・停滞したと判定する。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，変換確定毎に逐次検出する。

このようにして検出した入力の停滞・遅延箇所を用いることで，従来法と同様の手順により，学習者が自信がない箇所を推定できる。

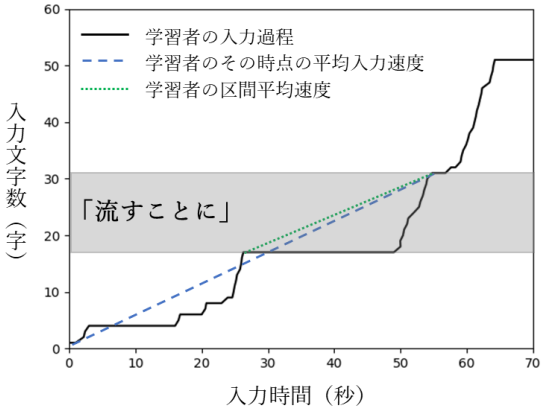


図 2 ある学習者の解答の入力過程の一部

4. 実験

この章では，提案法により従来法と同等の自信がない箇所を検出できるかどうかを，簡単な実験を通じて確認する。

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 1 問 5 分の制限時間で，簡単な記述式演習問題を解いた。加えて解答終了後に，各学習者は解答に自信がなかった箇所とその理由を回答した。被験者は，本学の電気電子工学科の学部生・大学院生 10 名であり，演習問題は理系・電気分野に関する基礎的な質問である。具体的な演習問題は以下のとおりである。

問 1：右ねじの法則を大学 1 年生向けに言葉で説明してください

問 2：フックの法則を「弾性」「近似」という語を使って大学 3 年生向けに説明してください

4.2 実験結果

検出した自信がない箇所の評価は，そこに含まれる語により評価する。被験者が解答後に示した自信がない箇所，および，提案法・従来法により抽出された自信がない箇所が含む自立語の名詞・動詞を比較する。本稿では，演習中の支援を意図しているので，主要な語に着目する。そのため，全被験者分の抽出結果における累積使用者数上位 50%の語のみに着目する。

表 1 に問 1, 問 2 それぞれにおける提案法により検出された箇所に含まれる語，表 2 に従来法により検出された箇所に含まれる語の，それぞれ累積使用者数上位 50%の語とその使用者数を示す。同様に，被験者が自信がないと申告した箇所に含まれる累積使用者数上位 50%の語を示す。

表 1 提案法により検出された箇所に含まれる語

問 1		問 2	
キーワード	人数	キーワード	人数
電流	8	弾性	7
方向	7	バネ	6
向き	7	近似	5
右	5	力	4
ねじ	5		
磁界	4		
流す	4		

表 2 従来法により検出された箇所に含まれる語

問 1		問 2	
キーワード	人数	キーワード	人数
電流	7	弾性	9
方向	7	バネ	6
向き	5	力	6
右	5	近似	5
ねじ	4		
磁界	4		
流す	4		

表 3 被験者が自信がないと申告した箇所に含まれる語

問 1		問 2	
キーワード	人数	キーワード	人数
電流	6	弾性	8
方向	6	近似	7
向き	5	バネ	6
磁界	5	力	5
ねじ	4		

5. 考察

表 1, 2 より，提案法で検出した語と従来法で検出した語は同じであることがわかる。したがって，従来法では解答提出後でしか検出できなかった自信がない箇所と同等の箇所が，提案法によりそれを含む部分の変換が完了した時点で検出できた。

また表 1, 2, 3 より，提案法・従来法で検出した語は，いずれも学習者が自信がないと申告した語をすべて含んでいた。この結果より，入力の遅延・停滞に着目した部分を検出することで，自信がない箇所を概ね正しく検出できたと言える。

6. おわりに

本稿では，計算機により解答を入力する記述式演習において，解答の入力過程から学習者の自信がない箇所を逐次検出することを目的とした。このために，変換確定毎に，それまでの平均入力速度および確定キー間の区間入力速度を求め比較することで，入力が停滞・遅延した箇所を検出する手法を提案した。簡単な実験により，従来法で検出する箇所と同等の箇所を提案法により検出したことを確認した。加えて，検出した箇所が，学習者が自信がないと申告した箇所と同等の箇所であったことも確認した。以上より，提案法により解答の入力過程から学習者の自信がない箇所を逐次検出できたといえる。

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) 中島英博：“多人数講義で学生の深い学習を促す教員の特質”，名古屋高等教育研究，第 15 号，pp161-162 (2015)

(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) 寺田凜太朗，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)

(6) 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)

(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)

記述式演習における解答群からのフレーズによる類似解答検索手法の比較検討

二村駿輔，高瀬治彦，北英彦
Email: 422M240@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　記述式演習，自然言語処理，類似判定

1. はじめに

教育において学習の指導を行う講師は学習者に対して質の高い講義を行うことが求められている。そのためには学習者の理解状況を講師が把握し，それに適したフィードバック（解説、改善）を行うことが必要である[1]。しかし，現在の教育においては多人数講義が主であり，多人数講義において学習者一人一人の理解状況を把握することは講師の負担，講義時間を考えると非常に困難である。その中で問題演習を課し，その解答から学習者全体の理解状況の把握を行っている。問題演習にも，穴埋め式や記述式，選択式などの種類がある。

特に，記述式演習が学習者本人の言葉で解答をするため理解状況が解答に現れやすく，理解状況の把握に適している。講師は，把握した状況をもとに適切なフィードバックを行うことができる。しかし，記述式演習は個々の解答を読まなければならず，多人数講義においては，講師が要点を把握することに時間がかかり，学習者へのフィードバックが遅れてしまう。このことによる学習効果の低下と講師への負担が大きいという点が問題である。

これをふまえて，本研究では記述式演習において講師が示したフレーズをもとに解答群からそのフレーズの意味を含む解答群を抽出することを最終目標する．本稿では特に指定したフレーズと解答の間の含意関係判定手法の検討を行う。この結果，講師が気になったフレーズを含む解答群を簡単に得られるようになり，学習者への素早いフィードバックを行えるようになる。

2. 類似文書の抽出

2.1 単語による類似文書抽出

指定したフレーズ(クエリ)を含む解答を抽出するタスクは，類似文書検索の一種とみなすことができる。古典的な類似文書の検索の手法のひとつに，クエリに含まれる単語をもとに，単純に単語検索をしたり，Bag of Words による単語出現回数をもとにした文書ベクトルのコサイン類似度による抽出したりする手法がある。これらの手法は，使用されている単語が共通であれば類似している文書であるという考えに基づいている。これらの手法では検索対象の文書群が多岐にわたる分野の文書からなる際には有効である。しかし，単語の有無に着目しているため，同義語の判断ができない，語順による意味の異なりを判定することができないといった欠点がある。

2.2 大規模言語モデルによる類似文書抽出

大規模言語モデルとは，多量の文書からそこに含まれる言語的な規則・意味を獲得した深層学習モデルである。BERT [2]，GPT [3] などさまざまなアーキテクチャ・学習方法に基づいたモデルが開発されており，自然言語処理分野の様々なタスクに利用され好成績をおさめている。特に，英語圏における自然言語処理の標準ベンチマークになっている GLUE [4] のうちのひとつである STS-B(テキストの意味的類似度判定) で高いスコアを出しており，本稿でめざす含意判定への適用も期待できる。

ただし，大規模言語モデルそれ自体は，主に与えられた文に続く文を生成するものであり，含意判定に用いるためには，判定用のニューラルネットワークを追加し，これを学習（ファインチューニング）することで対応する。

3. 記述式演習における類似解答の抽出

前節から本稿でめざす含意判定を，大規模言語モデルを使用し実現するためには，ファインチューニングが必要である。ファインチューニングは少量のデータで可能であると説明されることが多いが，それは大規模言語モデルを学習する際のデータと比べたものである。本稿で対象としているのは，授業中の演習の解答群であり，更に少ないデータ量である。講師の負担・文書のバリエーションを考慮したうえでファインチューニングが可能であるか不明である。

そこで次節では，実際の授業(数回分)で行った演習の解答群を用いファインチューニングした場合の，含意判定の性能を評価する。

4. 実験

今回は大規模言語モデルのひとつである BERT による含意関係判定を行い，その判定精度を評価する。また，単語に基づく判定手法で抽出することが困難な同義語や語順の変化による判定能力についても検討する。

4.1 使用する解答データ

評価に用いるデータおよび含意判定を行うためのファインチューニングに用いるデータには，実際の講義で行った演習の解答を用いた。用いたのは，三重大学工学部で実施した，2021 年度および 2022 年度の計算機工学の授業の演習の解答である。2021 年度の解答(256 文)を学習に用い，2022 年度の解答(151 文)を評価に用いた。なお，実験で用いた検索フレーズに対する正解含意判定結果として，授業を行った講師とその授業を受講したことのある生徒によって手作業でラベル付けを行った。使用した演習は「ハーバードアーキテクチャの長所と短所を記述せよ」

という問いで検索対象のフレーズは 5 種類とした。フレーズ 1 を「ボトルネックを回避する」，フレーズ 2 を「データのビット幅をそろえる必要がない」，フレーズ 3 を「ハードウェア構成が複雑になる」，フレーズ 4 を「コストが大きくなる」フレーズ 5 を「命令用とデータ用のメモリが分かれている」とした。フレーズと解答の含意関係の例を下記に示す(文頭〇は検索フレーズの意味を含み，×は意味を含まないとラベル付けされたことを示す)。

フレーズ 1（ボトルネックを回避する）

〇長所はフォン・ノイマンのボトルネックを回避できる

×長所としては、命令用とデータ用のバスを分離することで高速な動作を実現している

〇ノイマン型とは命令用のプログラムメモリとデータ用のデータメモリを分離している点が異なり、フォン・ノイマンのボトルネックを回避できる点やプログラムとデータのビット幅を揃える必要がないが優れているがその反面回路が複雑になりやすいという欠点がある

4.2 モデルのファインチューニング

使用した大規模言語モデル(事前学習モデル)は文献 [5] の日本語学習モデルを使用した。

ファインチューニングの手順として教師入力データとして，判定対象の解答文と検索フレーズを SEP トークンで繋げたものを入力し，人手で付与したラベルを教師出力として学習を行った。この際，最適化手法は最適化手法として AdamW を利用し，学習率は 2×10^{-5}，バッチッチサイズは 32，エポック数は 50 とした。

4.3 フレーズに対する検出性能

4.2 節でファインチューニング結果(モデル A)を利用して 2022 年データの含意関係判定を行った。学習時と同様に解答を入力し，判定結果を得た。フレーズごとの正答率を表 1 に示す。いずれのフレーズに対しても高い正答率を示している。

表 1　フレーズごとの正答率

フレーズ	正答率
ボトルネックを回避する	0.97
データのビット幅をそろえる必要がない	0.99
ハードウェア構成が複雑になる	0.99
コストが大きくなる	0.99
命令用とデータ用のメモリが分かれている	0.97

4.4 同義語に対する検出性能

単語を基準にした検索では検索することができない同義語に対する検出性能を確かめるために，疑似的に解答を作成し，モデル A を用いて含意判定を行った。「コスト」や「大きくなる」という単語と同義語であり 2021 年度の解答に含まれていない語である「費用」，「経費」，「負担」「増加」「掛かる」を含む解答を作成し「コストが大きくなる」という意味を含意していると検出できるか判定を行った。その解答と結果を表 2 に示す。

表 2　疑似解答の判定結果

疑似解答	含意判定	
	人手	自動
コンピュータの設計のための費用が増加する	〇	〇
ハードウェア作成にかかる費用が大きくなってしまう	〇	〇
欠点としてコストが増加してしまう点が挙げられる	〇	〇
バスを二本にしているためより複雑になり、設計の負担が大きくなる	〇	〇
ノイマン型に比べて多くの経費が掛かってしまう	〇	〇

「コスト」，「大きくなる」が同義語に入れ替わっても含意判定ができていた。この結果から学習していない同義語に対する検出も可能だといえる。

4.5 語順の違いによる検出性能

次に使用単語が同じでも語順により文意が変化する場合について調査するために，疑似的に解答を作成し，モデル A を用いて含意判定を行った。作成した疑似解答は，「ハードウェア」，「複雑」というふたつの単語を文に含みながら「ハードウェア構成が複雑になる」という意味を含まない解答を作成した。その解答と判定結果を表 3 に示す。

表 3　疑似解答の判定結果

疑似解答	含意判定	
	人手	自動
新しいハードウェアの組み立ては、予想以上に複雑な手順を要します	〇	〇
複雑なデータを扱う上に、ハードウェアに負荷がかかる	〇	〇
複雑な動作を実現できるがハードウェアのコストが大きくなってしまう	〇	〇
ハードウェアの構成を大きく変えて、複雑なデータを扱っている	〇	〇
ハードウェア構成が大きく変わることなく、メモリが複雑に分かれていない点	〇	〇

表 3 から，語順により意味が変化した場合は，正しく判定できなかったことがわかる。この結果から語順による意味の違いには対応が困難だと考える。ただし，2.2 節で示したように，ベンチマークでは高い含意判定性能を示しているので，学習したデータの量・学習手法の変更により改善する可能性はあるだろう。

4.6 許容しない同義語の取り扱い

最後に，講師によって異なる含意の基準に対応できるのかを検討する。モデル A では，フレーズ 3 において，「ハードウェア構成」と「回路構成」を同義語とみなして学習した。講師により「回路」を許容しない場合を想定して，「回路構成」と記した解答はフレーズ 3 を含意しないとラベル付けしたデータを用いて学習したモデル(モデル

B)を用いて，2022 年度の解答群についてフレーズ 3 を含意しているか判定した。モデル A を用いた場合の判定果を表 4 に，モデル B を用いた場合の判定果を表 5 に示す。なお，表 5 の正解ラベルも，モデル B の学習データと同じ基準でつけ直している。

表 4　モデル A によるフレーズ 3 の判定結果

		予測		解答合計
		○	×	
正解	○	71	0	71
	×	1	80	81

表 5　モデル B によるフレーズ 3 の判定結果

		予測		解答合計
		○	×	
正解	○	18	3	21
	×	1	130	131

表 4，5 より，学習段階から「ハードウェア」と「回路」を同義語でないとして学習したモデル B では含意しているものを含意していると予測できる数が減少した。個々の事例を見ていくと，解答の中に「ハードウェアの回路構成が複雑になる」といった二つの意味を含んでいる解答で誤って予測を行っていた。そのほかの解答では「ハードウェア」と「回路」を異なるものと認識として含意判断を行えていた。このことから，許容しない同義語の指定は，学習データを適切に用意することで可能になると考えられる。

5.　考察

前節の実験結果より，今回ファインチューニングで用いた程度のデータ量(1 年分)であっても，学習したフレーズに関連した含意判定は，同義語を許容する部分までは可能になった。ただし，語順による意味の変化には対応できなかったので，今後の検討が必要であろう。また，ファインチューニングの際に学習しなかったフレーズへの対応もできていないので，この点についても併せて検討が必要である。

6.　おわりに

本稿では記述式演習において講師が示したフレーズをもとに解答群からそのフレーズの意味を含む解答群を抽出するためにフレーズと解答の含意判定を目的とし，実際の講義の解答データをもとに深層学習由来の BERT による手法の検討を行った。この手法では単語検索や Bag of Words では検索が困難な同義語による類似解答の検索の可能性が示すことができた。しかし，教師データ作成のコストや教師データのないものに関してはまだまだ課題がある。今後は学習するデータ量や，種類に着目して語順による意味の異なりが判別できるかも検討していきたい。

参考文献

(1) 中島英博：“多人数講義で学生の深い学習を促す教員の特質”，名古屋高等教育研究，Vol.15，pp.161–177 (2015).

(2) Jacob Devlin， Ming-Wei Chang， Kenton Lee and Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding， Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies， Vol.1， pp.4171-4186 (2019)

(3) Alec Radford， Karthik Narasimhan， Tim Salimans and Ilya Sutskever. Improving Language Understanding by Generative Pre-Training 2018

(4) Alex Wang， Amanpreet Singh， Julian Michael， Felix Hill， Omer Levy & Samuel Bowman1. GLUE: A MULTI-TASK BENCHMARK AND ANALYSIS PLATFORM FOR NATURAL LANGUAGE UNDERSTANDING， Proceedings of the 2018 EMNLP Workshop BlackboxNLP: Analyzing and Interpreting Neural Networks for NLP， pp.353-355 (2018)

(5) GitHub - cl-tohoku/bert-japanese: BERT models for Japanese text. https://github.com/cl-tohoku/bert-japanese 閲覧日 2023 年 6 月 30 日

「複言語学習のススメ」による学び方の学び

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、ICT 支援外国語学習、オンライン講座

1. はじめに

本稿は，大阪大学サイバーメディアセンターが中心となり 2019 年度より行っている市民講座「複言語学習のススメ」の実践報告である。

この市民講座では，普段触れる機会の少ない言語で挨拶や自己紹介などの表現を，複数の言語で並行して学習する。新しい言語を学習する際に，できるだけ文字を使わず，耳で聞いた音をそのまま表現することに重点を置き，何度も発音しながら音で定着させる学習スタイルが特徴である。

もう一つの特徴は，参加者がそれぞれ学習内容をビデオに記録し，共有することである。学習した言葉の音を自分自身が再現できているかどうか客観的に確認するだけでなく，そのビデオを共有することで，参加者同士が学び合い，自身の発音や表現方法を改善する効果もある。

本講座は，どの言語も学習する内容を統一しているため，別の言語を学ぶ際に，言語間の共通点や相違点に学習者自身が気づき，覚え方，学び方を学び，次の学びにつなげていく姿がみられる。本稿では，これまでの講座を振り返り，複言語学習の効果的な枠組み作りを検討したい。

2. 市民講座「複言語学習のススメ」概要

2.1 実施形態

市民講座「複言語学習のススメ」は 2019 年度から毎年 8 月から 12 月の間に，3〜5 回の講座を実施している。2019 年度は大阪大学豊中キャンパスにおいて対面で実施した。しかし，2020 年度から 2022 年度までの 3 年間は，コロナの影響によって対面開催が困難となり，Zoom によるオンラインで実施した。

2.2 開講言語

本講座は，大阪大学サイバーメディアセンター主催，人文学研究科共催で実施しており，言語の指導はサイバーメディアセンター，人文学研究科の教員と複言語学習に興味を持つ他大学の教員や留学生の協力を得て行なっている。

表 1 開講言語と実施形態

年度	開講言語数と言語	実施形態
2019	13 言語（ドイツ語，インドネシア語，ウクライナ語，デンマーク語，ヒンディー語，フランス語，ブルガリア語，ペルシア語，ポルトガル語，ロシア語，英語，韓国語，中国語）	対面
2020	13 言語（ドイツ語，インドネシア語，ウクライナ語，デンマーク語，ヒンディー語，フランス語，ブルガリア語，ペルシア語，ポルトガル語，ロシア語，英語，韓国語，中国語）	オンライン
2021	13 言語（ドイツ語，インドネシア語，ウクライナ語，デンマーク語，ヒンディー語，フランス語，ブルガリア語，ペルシア語，ロシア語，韓国語，中国語，スペイン語，タミル語）	オンライン
2022	13 言語（ドイツ語，インドネシア語，デンマーク語，ヒンディー語，フランス語，ペルシア語，ロシア語，韓国語，中国語，スペイン語，タミル語，タイ語，トルコ語）	オンライン

2.3 学習方法

2019 年，2020 年は，1 回の講座で 45 分を 2 セッションに分けて，前半と後半で別々の言語を学習した。参加者には申し込み時に言語学習歴とレベルを申告してもらっており，できる限り学習歴のない言語に割り当てた。前半，後半を通して，2 言語で挨拶や自己紹介の表現を学習することとした。

2021 年，2022 年の講座では，1 回の講座 45 分を 2 セッションで，1 講座内で複数言語を同時に学習した。例えば，1 回の講座でインドネシア語，トルコ語，スペイン語で，同時に挨拶（「おはよう」，「こんにちは」，「さようなら」）や自己紹介（「私の名前は〜です」，「〜から来ました」，「よろしくお願いします」），「ありがとう」，「〜が好きです」というような表現を学習する。「〜が好きです」という表現を学習する際には，いろいろな言語で色やフルーツの名前，野菜の名前などを交えながら語彙の学習も含めた。

それぞれの表現を，文字を使わず，音を聞いてその音を自分の口で繰り返し発音することで覚えるということに集中した。講座の途中でわからなくなった時には，何度でも講師に聞き，その音を繰り返し発音し身につけた。また，その覚えた表現を話す自分の姿をビデオに記録し，講師や他の受講生と共有し，学習の振り返りを行った。

3. 学び方の学び

3.1 学習内容の振り返りによる学び

複言語学習を市民講座で実施し始めてから継続してい

るのが，受講生自身が耳にした音をそのまま再現し，自分自身が話す姿で記録に残すということである。そのためのツールとして教育用動画共有ツール Flip[1]を使用している。

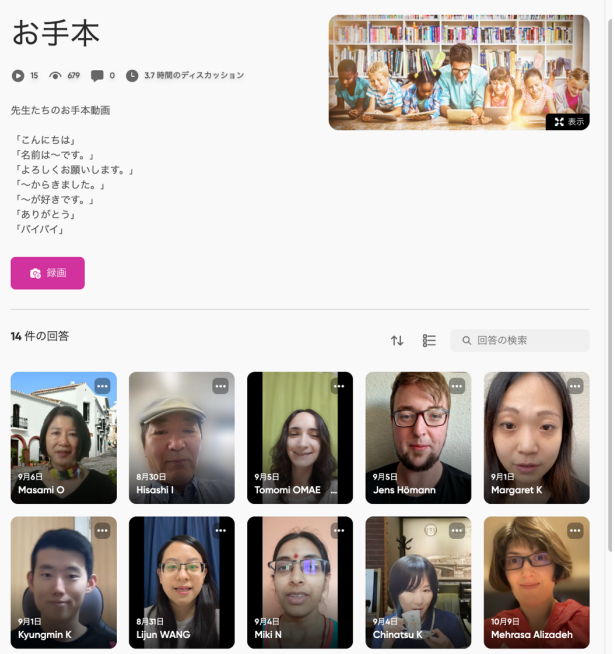


図 1　Flip を使った動画共有（講師のお手本動画）

各講座で学習した内容とお手本動画を参考に，自分自身が学習した内容を話す動画を受講生や講師と共有する。発音や表現のミスがあれば講師がコメントをすることでより正確に記憶・記録する，あるいは他の受講生が上手に話すビデオを見て，刺激を受けてさらに練習するという姿が見られた。

学習内容を自分自身の姿・声で記録することで，客観的に自分自身の学習を振り返り，学習言語に対する新たな気づきを得ることもある。また，どの言語も同じ内容を学習しているので，他の言語のお手本動画を見て，自分が学習した言語との類似点や相違を受講生自身が気づき，学びを深める様子が窺えた。

3.2　言葉の類似点・相違点についての学び

2021 年度の市民講座からは，一度の講座で 3～4 言語を同時に学習するスタイルに変更した。45 分 2 セッションで，前半には「こんにちは」，「私の名前は～です」，「～からきました」，「ありがとう」，「よろしくね」，「バイバイ」といった挨拶と自己紹介表現を学習する。例えば，ヒンディー語，韓国語，ロシア語，がセットの場合，「नमस्ते」，「안녕하세」，「Привет」を同時に覚えていく。何度も同じ音を繰り返し発音し，覚えられなかった時は再度講師に尋ね，また発音を繰り返し，音に慣れる練習を行う。

前半で自己紹介ができるようになったら，後半では色や野菜，食べ物，好きなものなど各回テーマを決めて，複数言語で学習する。フルーツをテーマにする際には，「黄色いバナナ」や「赤いりんご」など色とフルーツの名前をセットにして学習し，「私は赤いりんごが好きです」のように文章にして 3～4 言語で言えるようにする。このような学習を行う中で，「複数の言語を学ぶ事で何語と何語が似てる、など普段では気付かない発見があって楽しかったです」という意見や「スラブ語系（ロシア語とブルアリガ語）がかなり似ている一方で、タミル語とヒンディー語が驚くほど違うのが、不思議で面白かったです。」のような意見があった。似た言語だと思っていたのに全然違う音であることなどに受講生自身が気づき，言語への関心を深めている。音に集中して学習しているからこそ，音の相違・類似点に注目し，そこからその語のルーツを講師に尋ねるなど，音・表現にとどまらない学習に発展することもある。

3.3　文字から音・音から文字への学び

「複言語学習のススメ」は音で学ぶことを中心にしているが，受講生からの要望もあり，2021 年度と 2022 年度には 1 回ずつ文字講座を実施した。

表 2　文字講座実施言語

年度	言語
2021 年度	ブルガリア語，ロシア語，韓国語，ペルシア語
2022 年度	ロシア語，韓国語，ペルシア語

文字講座では，文字の成り立ちについての説明を受け，その後，自分の名前や挨拶表現などこれまでの講座で学習した音を，実際に文字で書く練習を行なった。

図 2　オンラインキーボード（LEXILOGOS）

ペルシア語やキリル文字を使うブルガリア語やロシア語はオンラインキーボード LEXILOGOS[2]を使いながら，文字の形・つながりを確認し，書く練習を行なった。

韓国語はハングルの成り立ち・文字の組み合わせ方を学び，自分の名前を書いてみる練習をし，その後，挨拶表現など音で学んだものを文字にするとどうなるのかを 50 音表を参考に参加者が書いたものを共有し合いながら学習

[1] 教育用動画共有ツール：https://info.flip.com/

[2] マルチリンガルオンラインキーボード：https://www.lexilogos.com/keyboard/

を行なった。また，韓国語はインタラクティブビデオコンテンツ作成ツール Mindstamp[3]を用いて，ハングルの基礎学習コンテンツを公開した。

図 3　ハングルの成り立ち（Mindstamp による動画教材）

どの言語も，すでに学習した音を文字にする中で，文字への興味が高まるだけでなく，ことばへの理解が深まり，発音がよりわかりやすくなるなど，音と文字のつながりを意識する学習が行われた。

3.4　講座終了後の学び

先述の通り，本市民講座では，1 度の受講で 3〜4 言語に触れることになるが，受講しなかった言語についても学習したいという要望があり，2021 年度以降はオンラインデジタル教科書を，BookCreator[4]を使って作成し，公開している。

図 4　BookCreator によるデジタル教科書

本講座では，どの言語でも学習内容をほぼ統一しているので，デジタル教科書も統一フォーマットで作成し，それぞれの言語の音・文字を参加者自身で聴いて・見て学習することができるように工夫されている。

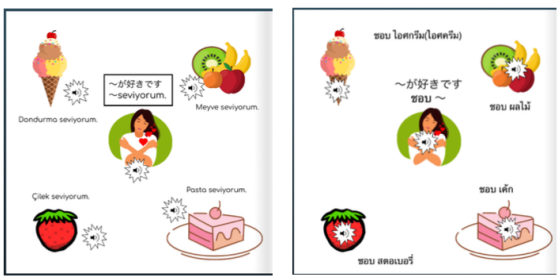


図 5　BookCreator で作成した教材（トルコ語・タイ語）

一度の講座で 3〜4 言語を学習し，言語間の類似や相違を感じながら，言葉の学び方を学習した受講生が，同様の内容を別の言語でどう表すのか，どのような音を出すのかを確認しながら，自分自身で学習を進められるようになっている。

4.　おわりに

この市民講座における複言語学習の取り組みは 2019 年度から形式や内容を変化させながら 4 年間実施してきた。講座の目的は，世界にあるたくさんの言葉に触れて，自分で口に出してみることで，その言葉を知識として「知っている」というよりも，その言葉やそこにある文化を身近に感じ，世界を広げるきっかけにするということである。実際に参加者はそれを体感し，「複数の言葉を同時に学ぶ事で、文化の違いを知る事だけではなく、意外な共通点を発見できたりという楽しさがあると思いました。世界を立体的に見れるような、、、そんな楽しさを感じました。」といった意見があった。この取り組みをきっかけに世界を身近なものに感じ，学び方を学び，また別の言葉への学びに発展する活動ができていることがわかった。

今後は，参加者からの「もう一歩先」を望む声に対して講座内容の見直し，学習者間のコミュニティ作りなど，本講座をきっかけにつながる輪を広げ，継続的な学習につながる「場」の構築などの取り組みも加えたいと考えている。

参考文献

(1)　岩居弘樹：“医療系大学での「複言語学習のすすめ」の試み−対面授業とオンライン授業の実践報告と学生の声−“，複言語・多言語教育研究，No.8，pp106-116，（2020）
(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，Vol11，pp27-34，（2020）
(3)　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）

参考 URL

(1)　大阪大学市民講座　世界の言葉プロジェクト：
https://sites.google.com/g.les.cmc.osaka-u.ac.jp/plurilingual/Plurilingual?authuser=0
(2)　BookCreator で作成したデジタル教科書：
https://read.bookcreator.com/library/-MgPK3yY_7GNKIZNxO_9
(3)　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。

[3] インタラクティブビデオコンテンツ作成ツール：https://mindstamp.com/

[4] オンラインデジタル教科書作成ツール：https://bookcreator.com/

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

神山　博[*1]，瀬戸山　光宏[*2]
Email: kamiyama at b.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，反転授業，コンピュータ適応型学習

1. はじめに

スマートフォンの普及とともに近年の大学生の PC 利用スキルは年々低下してきている。特に 25 年度以降の入試に「情報」を課さない大学では、入学時の知識やスキルが大幅に低下し個人差も拡大することが予測される。今後初年次情報科目では「専門科目の修得に資する力の獲得」という本来の目的に加え、基礎スキル不足を補えるような内容・構成で設計することがますます必要になると考えられる。

経営経済学部を擁する本学では、初年次必修科目として「情報リテラシーⅠ」を開講している。経営経済学系の上級年次での学習に欠かせない内容を扱う科目と位置づけており、2014 年以降は、問題解決型プロジェクト遂行を中心としつつオンプレミス型の MS-Office 実習・成績管理システム「ナレロープレミアムシステム[(1)-(2)]」を組合わせた授業をおこなって成果を上げてきた。しかしコロナ渦の下での三密回避の必要から、2020 年度以降は課題研究型の自学自習を軸とし、記事型教材「日経パソコン Edu[(3)]」による課題研究と「ナレロープレミアムシステム」を併用して授業展開することで、学生の知識と操作スキルの底上げを目指した。その結果、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ている[(4)-(5)]。特に「ナレロープレミアムシステム」に実装されているコンピュータ適応型学習（CAL）が、高いスキル定着効果により、学生のスキルを大幅に底上げできること、自己有能感を著しく高めることを明らかにしてきた。

今年度は、授業内でも CAT および CAL を実施して、授業外のみでの実施と比較検討し、学生の取り組み姿勢に与える影響について検討する。

2. 授業のための環境

先に述べたように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」で提供されているコンピュータ適応型学習（CAL）[(4)]とを組合わせた、課題研究型の反転授業を主軸として授業展開することとした。

授業運営のプラットフォームとして Google Classroom を用い、対面授業での説明に加えて Classroom 上でも各回の主題や要点の解説をおこない、課題の提示とレポート収集、小テストの実施・採点等をおこなった。また各授業回での出席確認や質疑応答、個別指示などの双方向性を担保する手段として Google Forms により質問やコメントを受け付けた。質問に対する回答や追加の指示については、全員に共通する事項は Google Sheets を介して QA 集の形で受講生に公開し、個別の事項や個人的な質問に対する回答には電子メールを併用した[(6)]。Google サービスのためのアカウントは、Google for Education により約 350 人分の Google アカウントを一括作成した。

対面授業では課題の提示と、ポイントや留意点の説明をおこない、授業外では日経パソコン Edu 収録の記事やインターネット上の資料を参考にして学習を進めさせ、次回の対面授業では課題研究成果の試問や発表を中心に進めた。また自学部分ではナレローによるスキル学習も進めさせた。ナレローにはプログラム学習の原則を備わっており、ゲーム感覚で学習を進められるようになっているが、これに加えてさらなる動機付けとして、3 度の CAT により実力が身についていることを実感させるようにした。ナレローの学習によって MS-Office の操作スキルの能力値が 20～25 ポイント程度向上することが、これまでの研究で明らかとなっているからである[(1),(4)-(5)]。

CAL では 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て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. 本研究の論点

3.1 操作スキルの習得段階仮説

まず操作スキルの習得段階に関し、初心者がどのようにスキルを身につけていくのか、どのようなスキルが望ましいのか、について、整理する。

表 1 では、学習者が課題に取り組むときに、資料を見るか・見ないか、時間をかけるか・かけないか、メニューやリボンを探し回るような試行錯誤をするのか、しないのか、最終的に正解できたのか・不正解だったのか、などの項目を使って分類し、それぞれの場合に学生が、Office の課題を解くのが得意だ、と受け止めるか、苦手と感じるか、操作が好きか嫌いか、など、のラベルをつけた。

最近の学生を見ていて目立つのは、表内の 3 番と 4 番のように、課題を解く際、資料を見ずにリボンタブやメニューやボタンをあれこれ試して、試行錯誤するような学生の姿であろう。試行錯誤なので、あれを試してダメ、これも試してダメ、のように時間がかかってしまう。

表 1 操作スキルの段階表

段階	資料	時間	試行錯誤	正解	意識	好嫌
1	有	長時間	有	×	苦手	嫌
2	有	短時間	無	○	苦手	依存
3	無	長時間	有	×	苦手	嫌
4	無	長時間	有	○	得意	好／嫌
5	無	短時間	有	○	得意	好
6	無	短時間	無	○	得意	好

もしこの試行錯誤を通して、ダメだったやり方を覚え、次回はそれを避けて、円滑に正しい操作ができるようになっていれば良いが、そうでもない。次のときも同じようにダメだった操作をして、失敗し、また別の操作を試してみるということを繰り返してしまう。失敗に学ぶ練習ではなく、失敗を重ねる練習をしているとも思える時がある。

表内の 4 番の場合は、試行錯誤した末に正解操作をしているから、見方によっては、多くの階層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、つまり未知の課題を解決する力がある、という見方もできるし、正解操作を知らなかったのだから、スキルが身についていないという見方もありうるので、評価が分かれるところではある。しかし時間内に操作が完了するのであれば、どちらも同じ得点となって、評価上は区別ができない。

ある程度の経験があれば、知識がなくても正解を探し出すことができるとも推定できる、それも実力の 1 つという意見もあろうが、こうしたオフィスツールは、他の目的、例えば Excel で専門分野の分析をしたり、Word でレポートを書いたり、パワポで発表したりするために使うので、いざそれをやろうとしたときにオフィスツールの使い方を試行錯誤したのでは、せっかく良いアイデアが浮かんだのにそこで思考・考えが中断されてしまう。

これはちょうど小学校で作文教育の前段階として綴り方を学んだり、文書作成の学習の前にタッチタイピングを練習したりすることに類似している。

試験時間と問題の難易度・問題数のバランスによっては、時間がかかったとしても、試験時間が十分長ければ試行錯誤を経て正解に至ることができる。こういう学習者(4 番)と、正解操作を覚えていて、短時間に即座に正解できる学習者(6 番)の成績は同じになってしまって区別が出来ない。これらの違いを評価に反映できる方法を検討する、というのが本研究の目的である。そこで、本学の情報科目では、「操作スキル」を「資料を見ずに」「短時間に」正解できることと位置付けることにする。

今回の研究では、これら 2 種類の解答に得点差をつけるために、試験時間を短縮するという手段をとる。

そして、「スキルの底上げをする」という最終目標を損なうことなく、試行錯誤を解消できれば、この試験時間短縮という方法が有効と判断する。

3.2 試験時間制限の効果・影響

本研究で検討する論点は以下の2つである。

① 時間制限により試行錯誤を抑制できるか

② 時間制限下で能力値が下がらないか

すなわち①は表 1 の4番と6番を判別できることを確認することであり、②は試験時間を短縮することによる副次的な影響、例えば最終的に到達する能力値が、時間制限の悪影響で低下してしまわないかを確認することである。

4. 結果と考察

4.1 時間制限することで試行錯誤を抑制できるか

授業では学生に「試行錯誤は真の実力だろうか」「たまたま正解して満足したまま、やり方を覚えなければ次回また試行錯誤することになるのでは」などと問いかけている。

また、初回の試験では時間制限をしていない(実質20分)が、十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ので、繰り返し多くの回数を練習するように指導している。

表 2 に実施した試験の授業週と制限時間を示す。本研究では 5 回の CAT(T0～T4)を実施した。このうち CAL のためのプレースメントテストとして実施した T0 を除き、T1～T4 までの4回のうち、T1 のみ 20 分、その他は 12 分の時間制限を設けた。

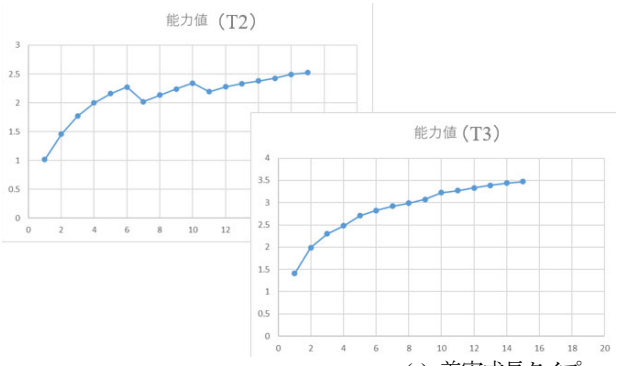
表 2 5回の CAT それぞれの実施週と制限時間

試験回	授業週	制限時間
T0	2W	20分
T1	6W	20分
T2	9W	12分
T3	12W	12分
T4	15W	12分

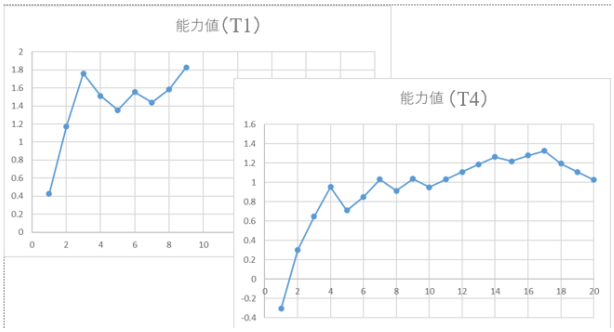
図 1 (a)は、ある学生 A の CAT 受験時の能力値の推移である。最大 20 問を横軸にとって、正解・不正解にあわせて能力値が変化していく様子がわかる。試験の終了条件は「収束」「項目数」「タイムオーバー」の 3 つを設けている。この学生はいずれも「収束」条件により、17 問目と 15 問目で試験を終了している。

この学生は真面目に学習に取り組んでスキルを着実に身につけているようで、図中左上の T2 では時々間違えてはいたものの、順調に能力値が高い値に収束して能力値が 75 となった。3 週間後の T3(図中右下)では全ての問題に正解し、能力値 85 まで向上した。いずれも制限時間 20 分の半分以下の、8 分前後で試験を終了していた。

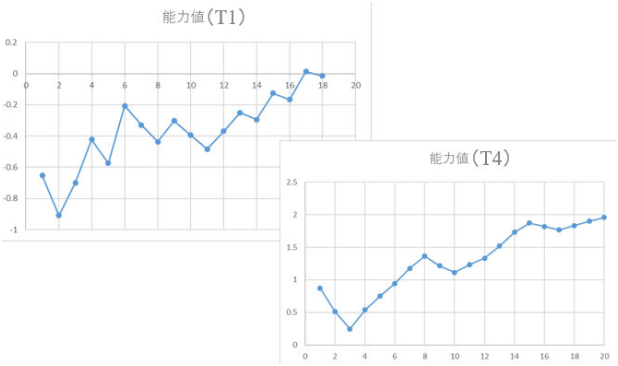
図 1 (b)は、長時間試行錯誤タイプの学生 B の、CAT 受験時の能力値の推移である。この学生は試行錯誤をひたすら繰り返し、左上の T1 では9問回答したところで 20 分の上限時間に達して強制終了したが、時間をかけて試行錯誤したおかげで能力値68と高得点となった。一方、右下の T4 では12分の時間制限を超えてしまい、T1より得点が下がってしまった。もしこの学生 B が T4 受験の前に充分習熟していれば、学生 A のように連続正解しつつ素早い操作ができるようになった可能性が高い。



(a) 着実成長タイプ



(b) 試行錯誤タイプ



(c) 伸びしろ有りタイプ

図 1 学生の CAT 受験時の能力値の推移

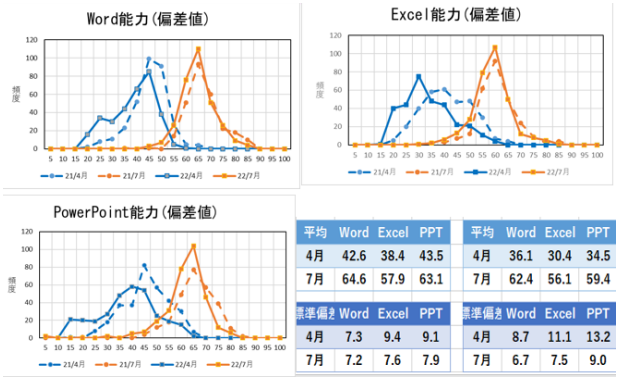
図 1(c)の学生 C の場合、左上の T1 では 15 分かけても能力値が 50 点だったが、右下の T4 では時間制限が 12 分と短くなったにも関わらず、能力値は T1 より格段に向上して 70 点を獲得した。ただし学生 A と比べると、連続して 2 問間違えるなど、CAL による学習が充分でないことが示唆される。

その他、時間制限下の試験において、試行錯誤では良い成績が取れないことがわかると、素早い操作を目指して熱心に繰り返し学習する学生の姿も見られるようになった。

必ずしも全員ではないが、CAT の試験時間を制限したことで、試行錯誤をかなり抑制できた、すなわち迷わずに操作できるまで練習するようになる傾向が強まったといえる。

4.2 時間制限による能力値への影響

学期前後の能力値に関し、今年度の最終結果は出ていないが、一昨年と比較することである程度の目安を得ることができる。図 2 に、2021 年と 2022 年の、Word、Excel、PowerPoint それぞれの能力値の分布を、学期の前後別に示す。およその傾向は昨年の結果[4]-[5]と共通しており、時間制限を設けた場合でも、学期の前後で大幅に能力値が向上していることがわかる。年度比較をすると若干下がっているが、習熟度の低い学生の能力値が影響していることが考えられる。



平均	Word	Excel	PPT
4月	42.6	38.4	43.5
7月	64.6	57.9	63.1

標準偏差	Word	Excel	PPT
4月	7.3	9.4	9.1
7月	7.2	7.6	7.9

平均	Word	Excel	PPT
4月	36.1	30.4	34.5
7月	62.4	56.1	59.4

標準偏差	Word	Excel	PPT
4月	8.7	11.1	13.2
7月	6.7	7.5	9.0

図 2 時間制限が能力値に及ぼす影響

実線は CAT の時間制限有り、点線は時間制限なし。青線は学期開始時、オレンジ線が学期終了時の能力値分布。右下の 4 つの表については、上の表は能力値、下の表が分散。

5. 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)の制限時間の調整をした結果、授業時間での受験が容易となった。また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) ナレロー:“ナレローシリーズ”, 株式会社ナレロー(2023), https://www.narero.com/personal/products/products.html .
(2) 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(2023), https://www.narero.com/school/school.html .
(3) 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(2023).
(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) 青森公立大学:“Syllabus2023 春学期 1 年次”,pp.7-9(2022).
(7) 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).
(8) 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.
(9) 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).
(10) 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).
(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学習(CAL)の導入効果", 2020CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 59-60(2020).

全学共通情報教育科目の取組みについて

浅本紀子[*1]・笹倉理子[*2]・桑名杏奈[*3]・小柏香穂理[*4]
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：電気通信大学 実験実習支援センター
*3：和洋女子大学 全学教育センター
*4：お茶の水女子大学 教学ＩＲ・教育開発・学修支援センター

◎Key Words　全学情報教育，大学初年度科目，情報系センター

1. はじめに

お茶の水女子大学で長年行っている全学向けの情報系授業の構成とその見直しについて，発表者らは2018 PCCで実践報告を行った(1)。今回，その後の5年間の取組みを紹介する。

見直し後の全学向け情報系授業の構成と必修授業の共通教育化の紹介をし，合わせて，情報基盤センターと全学情報教育の関わりについても紹介する。そして，どちらも新型コロナウイルスの感染拡大対策でオンライン授業が急遽導入されたことに影響を受けている部分があり，それについても紹介する。

2. 本学の全学向けの情報系授業

2.1 背景

お茶の水女子大学は東京都文京区に主キャンパスを置く学部(3学部13学科)，大学院(1研究科6専攻)からなる国立の小規模総合大学である。令和6年4月からは4番目の学部として共創工学部が設置される。学部生約2000人，大学院生約760人が在籍するキャンパスと同じ敷地内に附属学校園の幼小中高および保育所がある。

本学では，平成16年度に，全学部の情報教育を整理し全学向けの情報基礎科目「情報処理演習」を設置し，翌年度に全学部学科の必修科目とした。また，それまでのプログラミング実習を6種類の演習科目に再編し選択科目にした。その後社会の情報化にあわせ，何度かリニューアルを行い(1)，現在，必修科目1，選択科目17(講義11・演習6)で構成される。

2.2 全学情報教育科目の位置づけと変遷

本学の全学向け教育科目は，文理融合リベラルアーツ・基礎講義・情報・外国語・スポーツ健康に区分されており，全学向け情報教育科目は学内では「コア科目(情報)」と呼ばれている。さらに，令和2年度より「全学データサイエンス学際カリキュラム」科目群を開設して，データサイエンスに関する開講科目を体系化しカリキュラム(科目群)として提示することにより，全学部の学生にデータサイエンスへの関心を喚起し，これに関心をもつ学生が学部・学科を超えて，学際的・系統的に履修することを目的としている。また文系・理系を問わず多様な分野で有用なスキルとなるデータサイエンスを全学的に普及することで、卒業研究や大学院進学後の研究においてデータにもとづいた客観的な研究手法を学ぶこととしている。そして令和3年にこのカリキュラムは，文部科学省「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）」に認定されている。

コア科目の内訳は，以前より選択の演習科目は年度によりテーマや言語等を変えて対応していたが，この学際カリキュラムの開設や新設の工学部の基礎教育に合わせてここ数年で次の8科目を追加している：文理融合データサイエンスⅠ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ，文化情報工学総論，データサイエンス（基礎）・（中級）・（上級）。

2.3 全学向け必修情報授業の共通教育化

平成16年度の全学共通科目の設置から長らく，大学初年度必修科目の「情報処理演習」の授業は少人数演習授業とし，原則学科単位の13クラスを開講していた。35名前後(20～50)。各クラスは別々の非常勤教員が担当し，シラバスも別に作成されていた。しかし，大学初年度必修科目は，学生教育の質保証から学内専任教員によるシラバス作成及び授業担当が望まれていた。

学内調整と採用ポスト枠の変更等を経て，令和4年度より大学初年度必修科目については常勤教員が全13クラスを同一カリキュラムで行うこととし，令和2年度より順次移行をすすめていた。実際にはコロナ対策の影響で予定と違った手順になった部分もあるが，当初の計画通り令和4年度より学内の専任教員が全13クラスを同一シラバスで行うことができた。共通シラバス2年目の今年度前学期も前年度と同じ体制で開講した。

共通教育化計画期間にオンライン授業対応が始まったことで予定と異なったことの話題を2つ紹介する：

(1) 令和2年度の必修授業の救済方法

演習・実習を含む授業である必修の情報処理演習の登校自粛期間の授業方法を，本学では次のように決めた：

> ①授業計画を組み直し教室実習前に修得可能と判断される項目を15時間にまとめオンライン授業を行う
> ②残り15時間分を1年生集中登校期間(8/20-9/4)に対面で行う

この方式で①では他のオンライン授業と同程度の受講率だが，②では緊急事態宣言が解除されていたとはいえ登校を控える学生も多く受講対象者(学部1年生)478名のうち，クラスにより差はあるがおよそ7,8割の学生が出席した。未受講生については全学科共通シラバスのもと次の代替措置②'を用意することとした：

②’主として知識の理解を求める分野については，Moodle のコースに配置したオンデマンドビデオ教材で学習し，オンラインの確認テストで学習状況を評価する。コンピューターを用いた演習を必要とする分野については，大学の IT 教室において実施し演習で作成した成果物で評価する

本人の希望する時期に教室授業を履修できるように，9 月(3 セット), 11 月，12 月，3 月の 6 セット用意し実施した。結果，計 92 名の学生が受講し単位を取得することができ，残りの学生は次年度以降に再履修することにした。

(2) サテライト教室同時授業(令和 4 年度～)

本学には演習授業用に同一環境の PC 教室が，別建物で 2 室あり，それぞれ定員が 70,45 である。令和 4 年度より主担当教員が 1 名となり，時間割が同じクラスについては合同授業としたが，40 人クラス同士の組合せの曜日は別の建物の教室間でサテライト教室にすることとなった。

当初の計画では，専用の授業配信システムを更新して対応する予定であったが，費用/機能の両面から難航していた。大学全体でオンラインビデオ配信が可能になったことにより，専用の授業配信システムを更新する代わりに，両教室にネットワークカメラと大型ディスプレイを設置するだけで実現できた。(因みに，大型ディスプレイ 2 台は学内別部署から無料で譲り受けた)

3. 情報基盤センターの関わりの変化

3.1 背景

多くの大学には，大学の情報基盤を担当する部門として情報系センターが設置されている[2]。大学によって業務範囲は異なるが，PC 教室を含む全学の情報・ネットワークシステムを管理することが多い。

お茶の水女子大学で全学組織としての情報系センターができたのは平成元年に理学部計算機室を改組して発足した情報処理センターである。その後平成 15 年に総合情報処理センターに改組，平成 20 年に名称変更して現在の情報基盤センターとなった。

30 年前には学外接続や計算サーバー等の管理が主な業務であったが，平成 11 年頃に学内の各建物の部屋まで学内 LAN を整備しインターネット接続を始めた頃より，学生向けの PC 教室や各種情報基盤を管理・運用し，広く学内の情報環境サポートを担うことになった。

30 年の間に，DX の進展で学内の情報基盤管理の重点がハードウェアからソフトウェアやサービスへと大きくシフトしており，情報基盤センターの学内の位置づけも変化している。そのうちの全学教育への関わりで，この 5 年での大きな変化を次に 2 つ紹介する。

3.2 教育を支える情報環境サポート

情報基盤センターでは，2012 年度より学内サービスとして LMS の Moodle を教育用に運用している[3]。毎年新規にサーバーを建て，全構成員のアカウントと大学シラバスに載っているすべての開講授業を登録している。

従来は利用したい教員が自由に利用していたが，令和 2 年春の登校規制の対応で，全授業での利用が大学から教員に指示され，学生の履修登録データも連動させることとした。当然のようにサーバー負荷は激増した(表 1，図 1)。

この年からセンターの Moodle から大学の Moodle に変わったことで，追加の予算を充てることができた。サーバーを学内の仮想基盤上に用意していたことで，サーバー増強に柔軟に対応できたと考えられる。

3.3 全学向け情報授業担当

学内の教育に関しては PC 教室やネットワーク環境は用意し学生サポートは行うが[4]，授業そのものについては学内の別部署の担当であり，長年複数の非常勤講師が担当していた。

令和 3 年度の人事で，2.3 で前述した大学初年度必修科目の「情報処理演習」の担当教員としてようやくセンターに情報教育担当の専任講師が配置され，情報授業そのものに情報基盤センターが直接かかわることとなった。

その他の授業担当としては：

・複数教室同時授業時の授業時間にサテライト教室側で教室運営をする補助教員

・1 年生の各クラス初回授業時の先頭の数分で，大学全体の情報システムの紹介・利用の注意

・同じく 1 年生の各クラス初回授業に立ち会い，ログイン手順などの学生サポートと机間巡視

などの役割は情報基盤センタースタッフが対応している。

表 1 Moodle 使用量

年度	コース数	データ領域(KB)	DB 領域(KB)	ログイン数
2019	3,053	81,224,908	1,144,528	107,818
2020	3,280	678,592,216	6,316,452	973,281
2021	3,286	653,651,476	6,431,112	902,422
2022	3,190	490,856,472	5,396,808	750,372

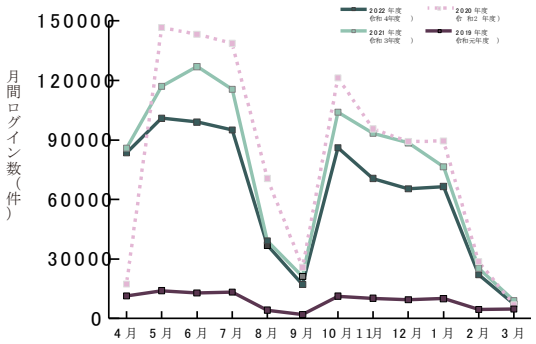


図 1 コロナ前後の Moodle ログイン数の変化

4. おわりに

本発表では，お茶の水女子大学で長年行っている全学向けの情報系授業について，主にここ 5 年間の取組みを紹介した。また，本学における情報基盤センターの全学情報教育への関わりの変化についても紹介したい。

参考文献

(1) 浅本紀子，桑名杏奈，笹倉理子：“全学向け情報教育カリキュラム見直しの取組みについて”，2018 PC Conference，pp.66-69（2018）.

(2) 国立大学法人情報系センター協議会：https://www.nipc.gr.jp

(3) 桑名杏奈，笹倉理子，浅本紀子：“お茶大 Moodle(Chimes)の活用”，2017 PC Conference，pp.75-78（2017）.

(4) 池田佳奈子，當間亜紀子，廣田知子，桑名杏奈：“アカデミック・スキルズにかかる学修支援の実践報告”，2014 PC Conference，pp.74-75（2014）.

	氏名(読み)	氏名(漢字)	所属機関名	ページ	発表順
あ	あいざわ しゅう	相澤 崇	都留文科大学情報センター	167	4-A-4
	あさもと のりこ	浅本 紀子	お茶の水女子大学 基幹研究院 自然科学系	249	ポスター17
	あねがわ まさのり	姉川 正紀	中村学園大学	88	2-C-4
	あべ いっせい	阿部 一晴	京都光華女子大学 キャリア形成学部	80	2-C-1
	あや こうじろう	綾 皓二郎	無所属	108	3-B-1
い	いしきりやま だい	石切山 大	常葉大学教育学部	205	ポスター1
	いしげ あきのり	石毛 昭範	東京インターカレッジコープ（拓殖大学）	77	2-B-5
	いしじま まひろ	石島 茉優	聖徳学園中学・高等学校	24	1-A-3
	いなば けんと	稲葉 剣斗	聖徳学園中学・高等学校	20	1-A-2
	いわい ひろき	岩居 弘樹	大阪大学サイバーメディアセンター	207	ポスター2
	いわた かずお	岩田 一男	関西学院大学 共通教育センター	92	2-C-5
う	うすい ゆうと	臼井 悠人	諏訪清陵高等学校	34	1-A-6
	うらべ こうじ	占部 弘治	新居浜工業高等専門学校電子制御工学科	199	4-C-4
え	えのきや ゆい	榎屋 結	長崎県立長崎南高等学校３年	41	1-A-8
お	おおせこ あおい	大世古 葵	聖徳学園中学・高等学校	16	1-A-1
	おおば ほしと	大場 昴人	鹿児島大学大学院理工学研究科	69	2-B-3
	おおまえ ともみ	大前 智美	大阪大学サイバーメディアセンター	243	ポスター14
	おかだ たいへい	岡田 大平	金沢工業大学・大学院	120	3-B-4
	おかべ まさあき	岡部 格明	同志社大学大学院文化情報学研究科	53	2-A-3
	おがわ たけし	小川 健	専修大学・経済学部（生田校舎）	183	4-B-4
	おがわ ちかこ	小河 智佳子	広島修道大学 経済科学部	163	4-A-3
	おくの りんたろう	奥野 琳太郎	東京理科大学大学院 創域理工学研究科生命生物科学専攻	175	4-B-2
か	かさはら りゅうせい	笠原 隆誠	三重大学工学部	231	ポスター10
	かつみ かおる	勝見 薫	九里学園高校	30	1-A-5
	かとう よしまさ	加藤 良将	名古屋芸術大学	219	ポスター6
	かなみつ あきこ	金光 安芸子	Wolfram Research, Inc.	169	4-A-5
	かみやま ひろし	神山 博	青森公立大学	246	ポスター16
き	きた ひでひこ	北 英彦	三重大学工学部	227	ポスター9
	きたむら みほこ	北村 美穂子	京都ノートルダム女子大学	57	2-A-4
く	くりやま まさゆき	栗山 真幸	長崎県立長崎南高等学校3年	43	1-A-9
	くるす まさとし	来栖 正利	流通科学大学商学部	47	2-A-1
こ	こばやし あきぞう	小林 昭三	新潟大学教育学部	132	3-C-3
さ	さいとう こうや	齋藤 広也	横浜市横浜サイエンスフロンティア高校３年	37	1-A-7
	さくま たかし	佐久間 貴士	千葉県立保健医療大学健康科学部	100	3-A-3
	さごう なおこ	佐合 尚子	愛知教育大学 総務・企画部 企画課	179	4-B-3
	ささたに やすゆき	笹谷 康之	立命館大学	185	4-B-5
し	しのだ ゆうじ	篠田 有史	甲南大学全学共通教育センター	63	2-B-1
	しらつち ゆか	白土 由佳	文教大学 情報学部	51	2-A-2
す	すがや かつゆき	菅谷 克行	茨城大学 人文社会科学部	148	3-D-2
	すがわら はやと	菅原 颯斗	東北学院大学大学院	96	3-A-1
	すがわら りょう	菅原 良	明星大学明星教育センター	215	ポスター5
	すずき あこ	鈴木 あこ	茨城大学人文社会科学部	65	2-B-2
	すすき こうへい	鈴木 康平	三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 計算機工学	237	ポスター12
	すなみ ほくと	角南 北斗	フリーランス	203	4-C-5
せ	せのお けんいちろう	妹尾 堅一郎	NPO法人産学連携推進機構	136	3-C-4
	せのお けんいちろう	妹尾 堅一郎	NPO法人産学連携推進機構	140	3-C-5
た	たけうち あきのぶ	竹内 光悦	実践女子大学人間社会学部	61	2-A-5

	氏名(読み)	氏名(漢字)	所属機関名	ページ	発表順
ち	ちが はやと	千賀 颯斗	東北学院大学大学院	154	3-D-5
つ	つちや たかふみ	土屋 孝文	中京大学工学部	225	ポスター8
と	とのざき かいと	外崎 海斗	三重大学大学院 工学研究科 電気電子工学専攻 計算機工学研究室	235	ポスター11
	どひ しんいち	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	193	4-C-2
な	ながさわ なおこ	長澤 直子	京都先端科学大学 経済経営学部	82	2-C-2
	なかだ ひで	仲田 秀	法政大学大学院後期博士課程 2014満期終了	98	3-A-2
	なかにし あつし	中西 淳	大阪工業大学	128	3-C-2
	なんじょう けんと	南條 健人	東北学院大学工学研究科機械工学専攻	152	3-D-4
に	にむら しゅんすけ	二村 駿輔	三重大学大学大学院工学系研究科電気電子工学専攻計算機工学研究室	240	ポスター13
の	のむら まつのぶ	野村 松信	秋田公立美術大学	197	4-C-3
は	はしもと さとし	橋本 諭	産業能率大学	144	3-D-1
ひ	ひぐち さぶろう	樋口 三郎	龍谷大学先端理工学部	211	ポスター3
	ひらた よしたか	平田 義隆	京都女子中学校高等学校	159	4-A-2
ふ	ふじた あきと	藤田 昭人	自営業	116	3-B-3
	ふせ いずみ	布施 泉	北海道大学情報基盤センター	189	4-C-1
	ふせ まさひこ	布施 雅彦	福島工業高等専門学校	86	2-C-3
ま	ますやま かずみつ	増山 一光	神奈川県立相原高等学校	73	2-B-4
	まつうら としお	松浦 敏雄	大和大学 理工学部	223	ポスター7
み	みのはら たつお	箕原 辰夫	千葉商科大学政策情報学部	112	3-B-2
む	むらき みか	村木 美香	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	173	4-B-1
や	やすい せいいち	安井 清一	東京理科大学	104	3-A-4
	やまうち もえ	山内 萌	武蔵野大学アントレプレナーシップ研究所	126	3-C-1
	やまき せいな	八巻 成那	九里学園高等学校	28	1-A-4
	やました ゆうき	山下 悠希	北陸大学	124	3-B-5
よ	よしだ けんじ	吉田 賢史	早稲田大学高等学院	156	4-A-1
	よねみつ きよし	米満 潔	佐賀大学 全学教育機構	150	3-D-3
わ	わたなべ ひろき	渡邉 裕貴	芝浦工業大学	213	ポスター4