2026

# PC カンファレンス

# 論文集

## AI 時代における人間主体の学習と教育

開催日：2026 年 8 月 17 日(月)、18 日(火)、19 日(水)

会場：東洋大学　赤羽台キャンパス

# 2026PC 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(2026 年 4 月 30 日)のものです

※口頭発表の会場は HELSPO HUB3 です

## ◆口頭発表 1　8 月 18 日(火)　9：30－11：45【U-18】

テーマ：U-18(1)（司会：柴田直美/元日本女子大学附属高等学校　会場：30402）

■1-A-1
生成 AI を活用した数学問題作成の実践と改善～学習意欲と自学意識の向上を目指して～……20
桑原 大和(長崎県立長崎南高等学校)

■1-A-2
長崎バスの乗降者数データの分析と考察……22
田中 歩武(長崎県立長崎南高等学校)

■1-A-3
ブロック-テキスト型による段階的プログラミング学習の提案……25
池見 樹(東京都立多摩科学技術高等学校)

■1-A-4
理解度推定に基づく適応的プログラミング学習支援の提案と開発……29
佐伯 介(東京都立多摩科学技術高等学校)

■1-A-5
動画通信技術の提案と課題……32
保田 篤輝(早稲田大学高等学院中学部)

■1-A-6
震災時の避難行動促進に向けた避難体験ソフトウェアの開発……36
渡邉 凜乃(聖徳学園高等学校)

■1-A-7
SNS における承認格差と自己承認の喪失②Later を用いた内省構造の定量的検証……39
北川 達大(聖徳学園高等学校)

テーマ：U-18(2)（司会：橘孝博/早稲田大学　会場：30403）

■1-B-1

日本とアジア圏の制服比較、多様性分析と同調圧力の影響、今後の課題について ……42
後藤 喜帆(聖徳学園高等学校)

■1-B-2
自作のリフレーミングアプリケーションの効果検証とその分析について ……46
村上 愛幸(聖徳学園高等学校)

■1-B-3
RaspberryPi を用いた物体検出の実装と救助ロボットとの統合……50
髙橋 力良(東洋大学付属牛久高等学校)

■1-B-4
小中学生の制作者志向の育成を目的とした電子工作学習用ロボット教材の開発……54
島根 夢之進(東洋大学付属牛久高等学校)

■1-B-5
JUDO AI ～識別 AI を活用した柔道審判補助システム～……57
髙田 錬(富山県立高岡高等学校)

■1-B-6
利用者属性と需要計算に基づく防災準備支援サイトの設計と実装……61
井上 美奈(東京都立科学技術高等学校)

■1-B-7
中高生における文理選択の意識について ……65
鈴鹿 泰正(東京都立科学技術高等学校)

**◆口頭発表 2　8 月 18 日(火)　9：30－11：55**

**テーマ：キャリア・教材開発**（司会：布施雅彦/福島工業高等専門学校　会場：30301）

■2-A-1
ネットワークドライブの活用による学習進捗状況協把握手法の提案と実践 ……66
占部 弘治（新居浜工業高等専門学校）

■2-A-2
東京インターカレッジコープの学生活動の昨今の状況 ……70
石毛 昭範（東京インターカレッジコープ（拓殖大学））

■2-A-3
大学生協のアソシエーション性と CIEC について……72
眞田 隆裕（法政大学大学院連帯社会インスティテュート）

■2-A-4
電気回路実験を対象としたプロトタイプ複合現実教材の一提案……75
丸子 兼成（東北学院大学）

■2-A-5
機械設計製図による学習成果の分析と評価……79
高橋 秀（東北学院大学大学院）

テーマ：AL・BPL・探究（司会：平田義隆/京都女子高校　会場：HELSPO ホール）

■2-B-1
課題意識の類似度によるグループ編成がアクティブラーニングの学習効果に与える影響……81
伊藤 恭生（東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻）

■2-B-2
個人志向性と学力平均化を考慮したグループ学習における効果検証 ……83
木村 夏輝（東北学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻）

■2-B-3
J リーグクラブと連携した PBL 科目におけるスポンサーアクティベーションの実践 ……85
小野田 哲弥（産業能率大学 情報マネジメント学部 現代マネジメント学科）

■2-B-4
探究学習における地域の位置づけ再考 -地域を探究することから地域を通じた探究へ-……89
橋本 諭（産業能率大学）

■2-B-5
小さな対話の連鎖がつくる協働：大学ゼミにおける協調学習を意識した PBL のデザイン……93
長岡 健（法政大学）

テーマ：AI(1)語学教育（司会：木村修平/立命館大学　会場：30404）

■2-C-1

生成 AI 時代における語学教師の役割と聴解教材の設計に関する一考察……97
阪上 彩子（奈良教育大学）

■2-C-2
サマセット・モーム著『Red』と日本語訳『赤毛』の一読者による比較検討（Ⅲ）……101
綾 皓二郎（みやぎインターカレッジコープ）

■2-C-3
AI 時代の初年次英語教育における学習者主体性の形成―ICT 活用授業の実践評価―……105
デイヴィス 恵美（大阪成蹊大学）

■2-C-4
生成 AI を活用した中国語学習支援サイトの構築と実践……109
永江 貴子（拓殖大学）

■2-C-5
音声認識 AI を活用した英語音読データの分析……112
長岡 穂（西武文理大学）

**◆口頭発表 3　8 月 18 日(火)　15：00－17：15【U-18】**

テーマ：U-18(3)（司会：八百幸大/早稲田大学高等学院　会場：30402）

■3-A-1
解体校舎の記憶継承と避難判断を支える 3D 校舎メタバースと煙体験 VR 防災教材……116
藤原 遙馬(愛媛県立松山南高等学校)

■3-A-2
視覚障害者の聴覚知覚を体験するクイズアプリ「Hear and Seek」の開発……119
橋本 雄太(青翔開智高等学校)

■3-A-3
AI 野鳥観測システム及び若年層の干潟への関心を高めるアプリの開発による湿地保全……123
川口 明莉(名古屋大学教育学部附属中・高等学校)

■3-A-4
「TEETH！」あなたと歯科衛生士の応援団……126
大月 文芽(京都女子高等学校)

■3-A-5
生成 AI を活用した情報モラルと情報セキュリティのアクティブラーニングの一検討……130
大西 晴也(新居浜工業高等専門学校)

■3-A-6
職員室における教員への対応要請システム……133
長澤 孝樹(東京都立多摩科学技術高等学校)

■3-A-7
GPS・気圧情報を用いた屋内位置把握システムの開発-実用性評価と運用課題の検証-……137
武内 龍義(聖徳学園高等学校)

**◆口頭発表 4　8 月 18 日(火)　15：00－17：25**

**テーマ：初中等教育**（司会：興治文子/東京理科大学　会場：30301）

■4-A-1
ボードゲームの制作を通した創造性を引き出す情報 I のカリキュラムデザイン……140
木村 剛隆（聖徳学園中学・高等学校）

■4-A-2
Kahoot!のゲームモードがもたらす学習エンゲージメント差の比較研究……144
小川 智博（日向市立財光寺小学校）

■4-A-3
認知思考特性を活かす公民科教育の展望 ―思考特性に応じた社会的事象の捉え方―……148
堀口 愛芽紗（早稲田大学本庄高等学院公民科・明治大学大学院）

■4-A-4
中高生における ICT 機器の利用実態と学習効果に関する分析……149
加藤 浩治（平成国際大学）

■4-A-5
高校情報科『情報 I』令和 7 年検定済教科書のレビューと情報教育の課題……153
綾 皓二郎（みやぎインターカレッジコープ）

**テーマ：AI(2)教育利用**（司会：竹内光悦/実践女子大学　会場：HELSPO ホール）

■4-B-1
生成 AI 環境の選択能力形成と認識変容：情報の機密性レベルと関連付けた体験型授業 …… 157
坂田 信裕（山梨大学）

■4-B-2
生成 AI 使用における不適切な出力をテーマにした初年次教育の事例 …… 159
白土 由佳（文教大学）

■4-B-3
生成 AI が変える語彙教材と教師の役割 …… 161
角南 北斗（フリーランス）

■4-B-4
ＡＩの“発想”は、ヒトの創発能力を促すか？～創発思考とＡＩ活用に関する一考察～ …… 164
妹尾 堅一郎（NPO 法人産学連携推進機構）

■4-B-5
生成ＡＩの自律的自学自修がもたらすこと～“発明”と“フィジカルＡＩ”からの一考察 …… 165
妹尾 堅一郎（NPO 法人産学連携推進機構）

**テーマ：プログラミング・可視化**（司会：李凱/獨協大学　会場：30404）

■4-C-1
C#を用いたプログラミング教育について …… 166
箕原 辰夫（千葉商科大学）

■4-C-2
プログラミングロボットを用いた協調学習～グループ活動の活性化を促すために～ …… 170
布施 泉（北海道大学）

■4-C-3
WordNet 収録語彙における意味的距離の最適化表示に向けた制御 …… 174
金崎 航平（公立千歳科学技術大学 大学院 理工学研究科 理工学専攻）

■4-C-4
中学生を対象としたプログラミング講座の実施結果について …… 178
土肥 紳一（東京電機大学）

テーマ：VR・MR・メタバース（司会：菅谷克行/茨城大学　会場：30403）

■4-D-1
スマートグラスを用いた顔向きに基づく集中度推定手法の提案……182
山本 朔叶（東北学院大学大学院）

■4-D-2
企業間取引管理システムを活用した仮想的なモノづくり企業経営演習の設計と実践……186
纐纈 潤大（東京理科大学）

■4-D-3
文系からの文理融合人材育成におけるメタバース活用の意義……190
天野 徹（明星大学）

■4-D-4
スマートフォン活用 VR ツアー制作による地域連携型 PBL 教育の実践……194
布施 雅彦（福島工業高等専門学校）

■4-D-5
AI 時代における人間主体性と「縄文システム工学」……198
曽我 聡起（公立千歳科学技術大学）

◆口頭発表 5　8 月 19 日(水)　9：30－11：55

テーマ：AI(3)初中等教育（司会：白土由佳/文教大学　会場：30301）

■5-A-1
中高生の生成 AI 利用実態と発達段階に応じた指導の重要性について……200
平田 義隆（京都女子中学校高等学校）

■5-A-2
対話を生むデータの条件－成績個票と AI 分析を用いた教師協働実践－……204
鈴木 尚子（京都女子中学校高等学校）

■5-A-3
中等教育における生成 AI を用いた数学演習問題生成の自動化……208
吉田 賢史（早稲田大学高等学院）

■5-A-4
主権的教育 AI の実装と演出家モデル：32 回のリテイクが導く知的主権の育成……210
山口 伸也（長崎県立川棚高等学校）

**テーマ：データサイエンス**（司会：角南北斗/フリーランサー　会場：HELSPO ホール）

■5-B-1
ソーシャルビッグデータから読み取る、ICT 活用上の困難さの表現に関する一考察……214
松嶋 駿（所属なし）

■5-B-2
「人間中心の AI 社会」指向の全学データサイエンス・AI 教育プログラムの開発と実践……215
神村 伸一（東北文化学園大学）

■5-B-3
社会人におけるデザイン思考態度とデータ活用態度の関連……218
竹内 光悦（実践女子大学）

■5-B-4
データサイエンス全体の歴史から気がついたこと……220
鈴木 治郎（信州大学）

**テーマ：授業デザイン**（司会：橋本諭/産業能率大学　会場：30404）

■5-C-1
メタ認知の知見と「学びのスタイル」から検討するオンライン学習コースの受講状況……223
篠田 有史（甲南大学）

■5-C-2
視線移動データに基づく絵本読解過程の分析……227
菅谷 克行（茨城大学）

■5-C-3
理科授業における ICT 活用経験が教員志望学生の授業構想力と自信に与える影響……229
興治 文子（東京理科大学）

■5-C-4
夏目の送籍・徴兵拒否の予見と科学文芸の内的開化―DX 期における科学教育史的意義……233

小林 昭三（新潟大学）

■5-C-5
ブレンド型実習授業の質的改善と生成 AI 普及による教育変革への一考察……237
児島 完二（名古屋学院大学）

**テーマ：初年次教育**（司会：布施泉/北海道大学　会場：30403）

■5-D-1
本学 1 年生における情報セキュリティの把握傾向に関する考察……241
増山 一光（嘉悦大学）

■5-D-2
福島高専におけるピアモデル活用した新入生タイピング指導改善と達成度の変化 ……244
布施 雅彦（福島工業高等専門学校）

■5-D-3
日英大学新入生の情報リテラシー比較……248
李 凱（獨協大学）

■5-D-4
8,000 名規模学部における一般情報教育の継続的改善の取り組み ……252
小林 貴之（日本大学）

■5-D-5
文系学生を対象とした高等学校情報科の知識習得における経年比較 ……255
小河 智佳子（広島修道大学）

**テーマ：学習環境**（司会：曽我聡起/公立千歳科学技術大学　会場：30402）

■5-E-1
電子教科書の余白ページの活用方法の検討（その２） ……259
赤星 保浩（九州工業大学）

■5-E-2
情報通信技術基礎・AI リテラシー基礎科目授業における日経パソコン Edu の利用 ……262
阿部 一晴（京都光華大学）

■5-E-3

大学 BYOD 環境における GIGA スクール世代の適応課題（続報）……264
長澤 直子（京都先端科学大学）

■5-E-4
nocookie の URL が使えなくなった YouTube の動画と教材活用……268
小川 健（専修大学）

**◆ポスター発表　立会時間　8 月 18 日(金) 13：40－14：40**（会場：アリーナ）

■ポスター01
初修外国語学習における AI 活用の実態と学習者の意識ー「楽」より「学び」を選ぶー……269
大前 智美(大阪大学)

■ポスター02
「面白がる」チカラを育てる―生成 AI の使い方を学ぶ中国語 CLIL 授業の構築……272
田邉 鉄(北海道大学)

■ポスター04
論文執筆時の生成 AI の活用に関する勉強会の試み……274
中川 健司(横浜国立大学)

■ポスター05
記述式解答群に対する観点を指定した概要把握　―観点の指定法に関する検討― ……276
平澤 賢人(三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)

■ポスター06
記述式回答の入力過程からの自信がない箇所の検出 ―入力遅延の要因の調査と判別― ……280
内海 翔太(三重大学大学院)

■ポスター07
生成 AI による学級経営コンサルテーション：教師の意思決定支援モデルの提案……284
齊藤 勝(帝京平成大学)

■ポスター08
自由な発想と対話を促すゲーム型教材の開発と教員研修―生成 AI の普及を背景として―……288
岡野 健人(千葉大学大学院教育学研究科)

■ポスター09
インタラクティブ動画の視聴ログを活かした小児看護学概論の授業改善……290
菊原 美緒(令和健康科学大学)

■ポスター10
360 度カメラを活用した盗撮被害の防止を目的とした小学校向け KYT 教材の開発……292
福嶋 紳(常葉大学)

■ポスター11
アナログ情報デジタル化の理解を支援するための AD/DA 変換ツールについて……294
加藤 良将(名古屋芸術大学)

■ポスター12
「多角的視点」を養うカードゲームの設計②-教材としての有用性の検討について-－……298
熊本 悠亜(聖徳学園高等学校)

■ポスター13
信号の周期を利用した最速のマップ案内……301
篠原 一志(東京都立科学技術高校)

■ポスター14
高齢者における感情調節機能の変容と易怒性に関する考察……304
小町 彩寧(聖徳学園高等学校)

■ポスター15
爬虫類の非接触寸法計測システム……307
多賀 千遥(東京都立多摩科学技術高等学校)

■ポスター16
視覚障害者の向けリモコンデバイスの開発……311
松井 大和(聖徳学園高等学校)

■ポスター17
小中学校の授業における生成 AI 活用場面創出ツールの開発……314
山田 耀(常葉大学大学院)

## ◆口頭発表1　8月18日(火)　9：30－11：45【U-18】

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-A<br>【会場】<br>30402 | テーマ | U-18(1)（司会：柴田直美/元日本女子大学附属高等学校） | | | | |
| | 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 | 桑原 大和 | 田中 歩武 | 池見 樹 | 佐伯 介 | 保田 篤輝 |
| | 所属機関 | 長崎県立長崎南高等学校 | 長崎県立長崎南高等学校 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 早稲田大学高等学院中学部 |
| | タイトル | 生成AIを活用した数学問題作成の実践と改善<br>～学習意欲と自学意識の向上を目指して～ | 長崎バスの乗降者数データの分析と考察 | ブロック-テキスト型による段階的プログラミング学習の提案 | 理解度推定に基づく適応的プログラミング学習支援の提案と開発 | 動画通信技術の提案と課題 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1-A<br>【会場】<br>30402 | テーマ | U-18(1)（司会：柴田直美） | |
| | 時間 | 11：10－11：25 | 11：30－11：45 |
| | 発表順 | 1-A-6 | 1-A-7 |
| | 氏名 | 渡邉 凜乃 | 北川 達大 |
| | 所属機関 | 聖徳学園高等学校 | 聖徳学園高等学校 |
| | タイトル | 震災時の避難行動促進に向けた避難体験ソフトウェアの開発 | SNS における承認格差と自己承認の喪失②<br>Laterを用いた内省構造の定量的検証 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-B<br>【会場】<br>30403 | テーマ | U-18(2)（司会：橘孝博/早稲田大学） | | | | |
| | 時間 | 9：30－9：45 | 9：50－10：05 | 10：10－10：25 | 10：30－10：45 | 10：50－11：05 |
| | 発表順 | 1-B-1 | 1-B-2 | 1-B-3 | 1-B-4 | 1-B-5 |
| | 氏名 | 後藤 喜帆 | 村上 愛幸 | 髙橋 力良 | 島根 夢之進 | 髙田 錬 |
| | 所属機関 | 聖徳学園高等学校 | 聖徳学園高等学校 | 東洋大学付属牛久高等学校 | 東洋大学付属牛久高等学校 | 富山県立高岡高等学校 |
| | タイトル | 日本とアジア圏の制服比較、多様性分析と同調圧力の影響、今後の課題について | 自作のリフレーミングアプリケーションの効果検証とその分析について | RaspberryPiを用いた物体検出の実装と救助ロボットとの統合 | 小中学生の制作者志向の育成を目的とした電子工作学習用ロボット教材の開発 | JUDO AI ～識別AIを活用した柔道審判補助システム～ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1-B<br>【会場】<br>30403 | テーマ | U-18(2)（司会：橘孝博） | |
| | 時間 | 11：10－11：25 | 11：30－11：45 |
| | 発表順 | 1-B-6 | 1-B-7 |
| | 氏名 | 井上 美奈 | 鈴鹿 泰正 |
| | 所属機関 | 東京都立科学技術高等学校 | 東京都立科学技術高等学校 |
| | タイトル | 利用者属性と需要計算に基づく防災準備支援サイトの設計と実装 | 中高生における文理選択の意識について |

## ◆口頭発表2　8月18日(火)　9：30－11：55

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2-A**<br>**【会場】30301** | テーマ | **キャリア・教材開発（司会：布施雅彦/福島工業高等専門学校）** | | | | |
| | 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 | 2-A-1 | 2-A-2 | 2-A-3 | 2-A-4 | 2-A-5 |
| | 氏名 | 占部 弘治 | 石毛 昭範 | 眞田 隆裕 | 丸子 兼成 | 高橋 秀 |
| | 所属機関 | 新居浜工業高等専門学校 | 東京インターカレッジコープ（拓殖大学） | 法政大学大学院連帯社会インスティテュート | 東北学院大学 | 東北学院大学大学院 |
| | タイトル | ネットワークドライブの活用による学習進捗状況協把握手法の提案と実践 | 東京インターカレッジコープの学生活動の昨今の状況 | 大学生協のアソシエーション性とCIECについて | 電気回路実験を対象としたプロトタイプ複合現実教材の一提案 | 機械設計製図による学習成果の分析と評価 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2-B**<br>**【会場】HELSPOホール** | テーマ | **AL・BPL・探究（司会：平田義隆/京都女子中学高等学校）** | | | | |
| | 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 | 2-B-1 | 2-B-2 | 2-B-3 | 2-B-4 | 2-B-5 |
| | 氏名 | 伊藤 恭生 | 木村 夏輝 | 小野田 哲弥 | 橋本 諭 | 長岡 健 |
| | 所属機関 | 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻 | 東北学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 | 産業能率大学 情報マネジメント学部 現代マネジメント学科 | 産業能率大学 | 法政大学 |
| | タイトル | 課題意識の類似度によるグループ編成がアクティブラーニングの学習効果に与える影響 | 個人志向性と学力平均化を考慮したグループ学習における効果検証 | Jリーグクラブと連携したPBL科目におけるスポンサーアクティベーションの実践 | 探究学習における地域の位置づけ再考 -地域を探究することから地域を通じた探究へ- | 小さな対話の連鎖がつくる協働：大学ゼミにおける協調学習を意識したPBLのデザイン |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2-C**<br>**【会場】30404** | テーマ | **AI(1)語学教育（司会：木村修平/立命館大学）** | | | | |
| | 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 | 阪上 彩子 | 綾 皓二郎 | デイヴィス 恵美 | 永江 貴子 | 長岡 穂 |
| | 所属機関 | 奈良教育大学 | みやぎインターカレッジコープ | 大阪成蹊大学 | 拓殖大学 | 西武文理大学 |
| | タイトル | 生成AI時代における語学教師の役割と聴解教材の設計に関する一考察 | サマセット・モーム著『Red』と日本語訳『赤毛』の一読者による比較検討（III） | AI時代の初年次英語教育における学習者主体性の形成―ICT活用授業の実践評価― | 生成AIを活用した中国語学習支援サイトの構築と実践 | 音声認識AIを活用した英語音読データの分析 |

## ◆口頭発表3　8月18日(火)　15：00－17：15【U-18】

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3-A<br>【会場】<br>30402 | テーマ | U-18(3)（司会：八百幸大/早稲田大学高等学院） | | | | |
| | 時間 | 15：00－15：15 | 15：20－15：35 | 15：40－15：55 | 16：00－16：15 | 16：20－16：35 |
| | 発表順 | 3-A-1 | 3-A-2 | 3-A-3 | 3-A-4 | 3-A-5 |
| | 氏名 | 藤原 遙馬 | 橋本 雄太 | 川口 明莉 | 大月 文芽 | 大西 晴也 |
| | 所属機関 | 愛媛県立松山南高等学校 | 青翔開智高等学校 | 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 | 京都女子高等学校 | 新居浜工業高等専門学校 |
| | タイトル | 解体校舎の記憶継承と避難判断を支える3D校舎メタバースと煙体験VR防災教材 | 視覚障害者の聴覚知覚を体験するクイズアプリ「Hear and Seek」の開発 | AI野鳥観測システム及び若年層の干潟への関心を高めるアプリの開発による湿地保全 | 「TEETH！」あなたと歯科衛生士の応援団 | 生成AIを活用した情報モラルと情報セキュリティのアクティブラーニングの一検討 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3-A<br>【会場】<br>30402 | テーマ | U-18(3)（司会：八百幸大） | |
| | 時間 | 16：40－16：55 | 17：00ー17：15 |
| | 発表順 | 3-A-6 | 3-A-7 |
| | 氏名 | 長澤 孝樹 | 武内 龍義 |
| | 所属機関 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 聖徳学園高等学校 |
| | タイトル | 職員室における教員への対応要請システム | GPS・気圧情報を用いた屋内位置把握システムの開発-実用性評価と運用課題の検証- |

## ◆口頭発表4　8月18日(火)　15：00－17：25

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4-A** | テーマ | **初中等教育（司会：興治文子/東京理科大学）** | | | | |
| | 時間 | 15：00－15：25 | 15：30－15：55 | 16：00－16：25 | 16：30－16：55 | 17：00－17：25 |
| | 発表順 | 4-A-1 | 4-A-2 | 4-A-3 | 4-A-4 | 4-A-5 |
| | 氏名 | 木村 剛隆 | 小川 智博 | 堀口 愛芽紗 | 加藤 浩治 | 綾 皓二郎 |
| **【会場】30301** | 所属機関 | 聖徳学園中学・高等学校 | 日向市立財光寺小学校 | 早稲田大学本庄高等学院公民科・明治大学大学院 | 平成国際大学 | みやぎインターカレッジコープ |
| | タイトル | ボードゲームの制作を通した創造性を引き出す情報Iのカリキュラムデザイン | Kahoot!のゲームモードがもたらす学習エンゲージメント差の比較研究 | 認知思考特性を活かす公民科教育の展望 ―思考特性に応じた社会的事象の捉え方― | 中高生におけるICT機器の利用実態と学習効果に関する分析 | 高校情報科『情報I』令和7年検定済教科書のレビューと情報教育の課題 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4-B** | テーマ | **AI(2)教育利用（司会：竹内光悦/実践女子大学）** | | | | |
| | 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 | 4-B-1 | 4-B-2 | 4-B-3 | 4-B-4 | 4-B-5 |
| | 氏名 | 坂田 信裕 | 白土 由佳 | 角南 北斗 | 妹尾 堅一郎 | 妹尾 堅一郎 |
| **【会場】HELSPOホール** | 所属機関 | 山梨大学 | 文教大学 | フリーランス | 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 | 生成AI環境の選択能力形成と認識変容：情報の機密性レベルと関連付けた体験型授業 | 生成AI使用における不適切な出力をテーマにした初年次教育の事例 | 生成AIが変える語彙教材と教師の役割 | ＡＩの“発想”は、ヒトの創発能力を促すか？～創発思考とＡＩ活用に関する一考察～ | 生成ＡＩの自律的自学自修がもたらすこと～“発明”と“フィジカルＡＩ”からの一考察 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **4-C** | テーマ | **プログラミング・可視化（司会：李凱/獨協大学）** | | | |
| | 時間 | 15：00－15：25 | 15：30－15：55 | 16：00－16：25 | 16：30－16：55 |
| | 発表順 | 4-C-1 | 4-C-2 | 4-C-3 | 4-C-4 |
| | 氏名 | 箕原 辰夫 | 布施 泉 | 金崎 航平 | 土肥 紳一 |
| **【会場】30404** | 所属機関 | 千葉商科大学 | 北海道大学 | 公立千歳科学技術大学 大学院理工学研究科 理工学専攻 | 東京電機大学 |
| | タイトル | C#を用いたプログラミング教育について | プログラミングロボットを用いた協調学習～グループ活動の活性化を促すために～ | WordNet収録語彙における意味的距離の最適化表示に向けた制御 | 中学生を対象としたプログラミング講座の実施結果について |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **4-D** | テーマ | **VR・MR・メタバース（司会：菅谷克行/茨城大学）** | | | | |
| | 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 | 4-D-1 | 4-D-2 | 4-D-3 | 4-D-4 | 4-D-5 |
| | 氏名 | 山本 朔叶 | 纐纈 潤大 | 天野 徹 | 布施 雅彦 | 曽我 聡起 |
| **【会場】30403** | 所属機関 | 東北学院大学大学院 | 東京理科大学 | 明星大学 | 福島工業高等専門学校 | 公立千歳科学技術大学 |
| | タイトル | スマートグラスを用いた顔向きに基づく集中度推定手法の提案 | 企業間取引管理システムを活用した仮想的なモノづくり企業経営演習の設計と実践 | 文系からの文理融合人材育成におけるメタバース活用の意義 | スマートフォン活用VRツアー制作による地域連携型PBL教育の実践 | AI時代における人間主体性と「縄文システム工学」 |

## ◆口頭発表5　8月19日(水)　9：30－11：55

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5-A<br>【会場】30301 | テーマ | AI(3)初中等教育（司会：白土由佳/文教大学） | | | | |
| | 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 | 5-A-1 | 5-A-2 | 5-A-3 | 5-A-4 | 5-A-5 |
| | 氏名 | 平田 義隆 | 鈴木 尚子 | 吉田 賢史 | 山口 伸也 | ポスター発表へ変更 |
| | 所属機関 | 京都女子中学校高等学校 | 京都女子中学校高等学校 | 早稲田大学高等学院 | 長崎県立川棚高等学校 | |
| | タイトル | 中高生の生成AI利用実態と発達段階に応じた指導の重要性について | 対話を生むデータの条件ー成績個票とAI分析を用いた教師協働実践ー | 中等教育における生成AIを用いた数学演習問題生成の自動化 | 主権的教育AIの実装と演出家モデル：32回のリテイクが導く知的主権の育成 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5-B<br>【会場】HELSPOホール | テーマ | データサイエンス（司会：角南北斗/フリーランス） | | | |
| | 時間 | 9：30－9：55 | 10：00－10：25 | 10：30－10：55 | 11：00－11：25 |
| | 発表順 | 5-B-1 | 5-B-2 | 5-B-3 | 5-B-4 |
| | 氏名 | 松嶋 駿 | 神村 伸一 | 竹内 光悦 | 鈴木 治郎 |
| | 所属機関 | なし | 東北文化学園大学 | 実践女子大学 | 信州大学 |
| | タイトル | ソーシャルビッグデータから読み取る、ICT活用上の困難さの表現に関する一考察 | 「人間中心のAI社会」指向の全学データサイエンス・AI教育プログラムの開発と実践 | 社会人におけるデザイン思考態度とデータ活用態度の関連 | データサイエンス全体の歴史から気がついたこと |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5-C<br>【会場】30404 | テーマ | 授業デザイン（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 | 5-C-1 | 5-C-2 | 5-C-3 | 5-C-4 | 5-C-5 |
| | 氏名 | 篠田 有史 | 菅谷 克行 | 興治 文子 | 小林 昭三 | 児島 完二 |
| | 所属機関 | 甲南大学 | 茨城大学 | 東京理科大学 | 新潟大学 | 名古屋学院大学 |
| | タイトル | メタ認知の知見と「学びのスタイル」から検討するオンライン学習コースの受講状況 | 視線移動データに基づく絵本読解過程の分析 | 理科授業におけるICT活用経験が教員志望学生の授業構想力と自信に与える影響 | 夏目の送籍・徴兵拒否の予見と科学文芸の内的開化ーDX期における科学教育史的意義 | ブレンド型実習授業の質的改善と生成AI普及による教育変革への一考察 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5-D<br>【会場】30403 | テーマ | 初年次教育（司会：布施泉/北海道大学） | | | | |
| | 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 | 5-D-1 | 5-D-2 | 5-D-3 | 5-D-4 | 5-D-5 |
| | 氏名 | 増山 一光 | 布施 雅彦 | 李 凱 | 小林 貴之 | 小河 智佳子 |
| | 所属機関 | 嘉悦大学 | 福島工業高等専門学校 | 獨協大学 | 日本大学 | 広島修道大学 |
| | タイトル | 本学1年生における情報セキュリティの把握傾向に関する考察 | 福島高専におけるピアモデル活用した新入生タイピング指導改善と達成度の変化 | 日英大学新入生の情報リテラシー比較 | 8,000名規模学部における一般情報教育の継続的改善の取り組み | 文系学生を対象とした高等学校情報科の知識習得における経年比較 |

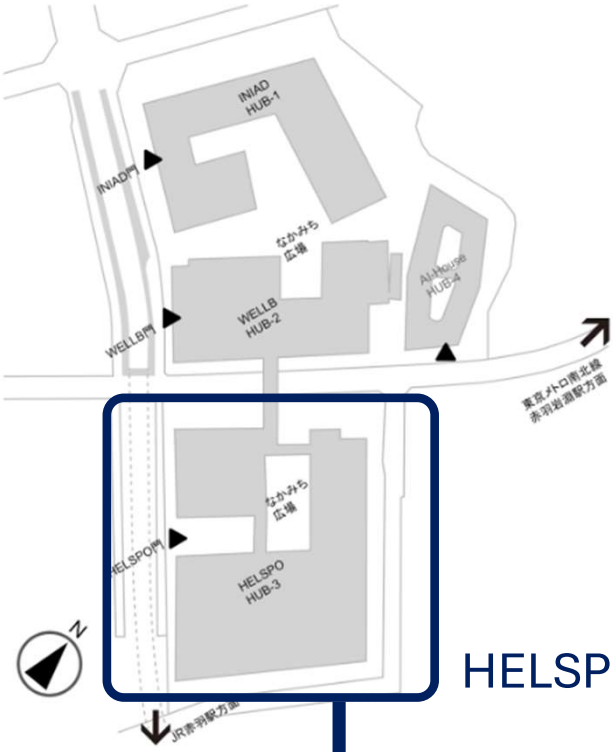
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5-E<br>【会場】30402 | テーマ | 学習環境（司会：曽我聡起/公立千歳科学技術大学） | | | |
| | 時間 | 9：30－9：55 | 10：00－10：25 | 10：30－10：55 | 11：00－11：25 |
| | 発表順 | 5-E-1 | 5-E-2 | 5-E-3 | 5-E-4 |
| | 氏名 | 赤星 保浩 | 阿部 一晴 | 長澤 直子 | 小川 健 |
| | 所属機関 | 九州工業大学 | 京都光華大学 | 京都先端科学大学 | 専修大学 |
| | タイトル | 電子教科書の余白ページの活用方法の検討（その２） | 情報通信技術基礎・AIリテラシー基礎科目授業における日経パソコンEduの利用 | 大学BYOD環境におけるGIGAスクール世代の適応課題（続報） | nocookieのURLが使えなくなったYouTubeの動画と教材活用 |

**◆ポスター発表　立会時間　8月18日(火) 13：40－14：40（会場：アリーナ）**

| No. | 氏名 | 所属機関 | タイトル |
|---|---|---|---|
| 1 | 大前 智美 | 大阪大学 | 初修外国語学習におけるAI活用の実態と学習者の意識ー「楽」より「学び」を選ぶー |
| 2 | 田邉 鉄 | 北海道大学 | 「面白がる」チカラを育てる―生成AIの使い方を学ぶ中国語CLIL授業の構築 |
| 4 | 中川 健司 | 横浜国立大学 | 論文執筆時の生成AIの活用に関する勉強会の試み |
| 5 | 平澤 賢人 | 三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 | 記述式解答群に対する観点を指定した概要把握　―観点の指定法に関する検討― |
| 6 | 内海 翔太 | 三重大学大学院 | 記述式回答の入力過程からの自信がない箇所の検出 ―入力遅延の要因の調査と判別― |
| 7 | 齊藤 勝 | 帝京平成大学 | 生成AIによる学級経営コンサルテーション：教師の意思決定支援モデルの提案 |
| 8 | 岡野 健人 | 千葉大学大学院教育学研究科 | 自由な発想と対話を促すゲーム型教材の開発と教員研修―生成AIの普及を背景として― |
| 9 | 菊原 美緒 | 令和健康科学大学 | インタラクティブ動画の視聴ログを活かした小児看護学概論の授業改善 |
| 10 | 福嶋 紳 | 常葉大学 | 360度カメラを活用した盗撮被害の防止を目的とした小学校向けKYT教材の開発 |
| 11 | 加藤 良将 | 名古屋芸術大学 | アナログ情報デジタル化の理解を支援するためのAD/DA変換ツールについて |
| 12 | 熊本 悠亜 | 聖徳学園高等学校 | 「多角的視点」を養うカードゲームの設計②-教材としての有用性の検討について- |
| 13 | 篠原 一志 | 東京都立科学技術高校 | 信号の周期を利用した最速のマップ案内 |
| 14 | 小町 彩寧 | 聖徳学園高等学校 | 高齢者における感情調節機能の変容と易怒性に関する考察 |
| 15 | 多賀 千遥 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 爬虫類の非接触寸法計測システム |
| 16 | 松井 大和 | 聖徳学園高等学校 | 視覚障害者の向けリモコンデバイスの開発 |
| 17 | 山田 耀 | 常葉大学大学院 | 小中学校の授業における生成AI活用場面創出ツールの開発 |

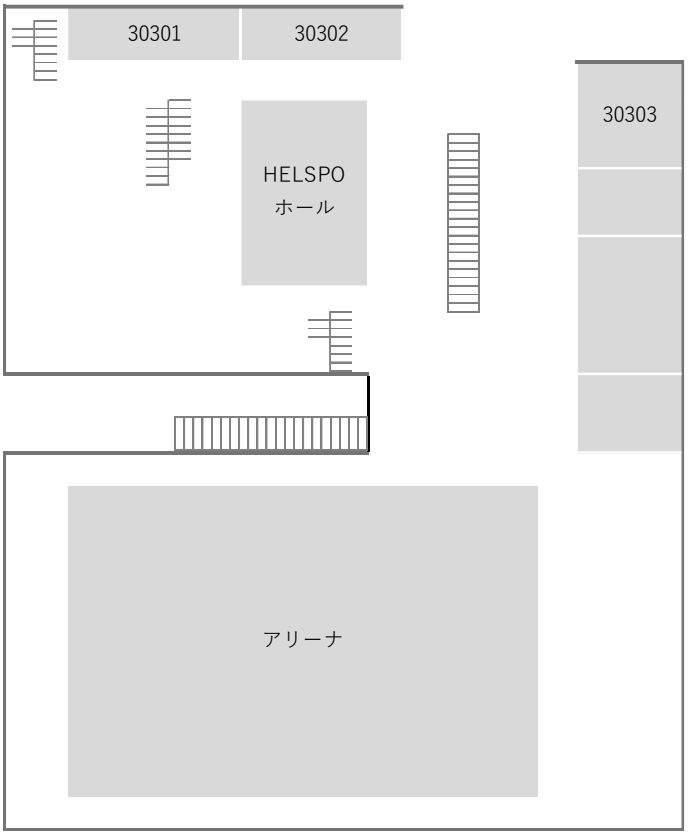
# 「2026PCカンファレンス」会場図

## 東洋大学　赤羽台キャンパス

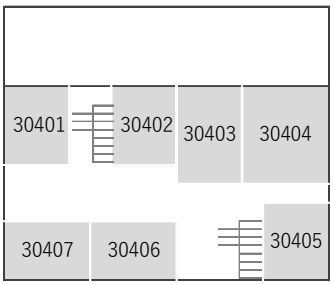



HELSPO　HUB3

### HELSPO　HUB-3 3階




### HELSPO　HUB-3 4階




【受付】
3階：30302

【口頭発表会場】
3階：30301/HELSPOホール
4階：30402/30403/30404

【ポスター発表会場】
3階：アリーナ
※会場内で「教育・ITフェア」も開催

# 生成 AI を活用した数学問題作成の実践と改善
## ー学習意欲と自学意識の向上を目指してー

桑原 大和[*1]・佐藤 心結[*1]・濵﨑 龍馬[*1]・吉田 光希[*1]
指導教員：七條 慶子[*2]・吉田 優[*2]
Email: shichijou8730@news.ed.jp

*1：長崎県立長崎南高等学校 3 年
*2：長崎県立長崎南高等学校

©Key Words　生成 AI,　学習意欲向上,　教材開発,　高校数学

## 1.　はじめに

本校は，創立 65 周年を迎える長崎市内の普通科高校で，過去に著名人を輩出するなど，公立進学校の一つとして発展してきた。しかし，長崎市の深刻な人口減少や公共交通機関の縮小等もあり，本校への志願者は年々減少し，入学者の学力も低下傾向にあるといわれている。私たちも決して例外ではなく，授業以外の時間にどれだけ学習意欲を持ち，自主的な学習習慣を身につけられるかが大きな課題となっている。そのような中，近年，生成 AI は急速に発展しており，教育をはじめとする日常生活のさまざまな場面で活用されるようになっている。

本研究では，「本校生徒が場所や時間を問わず手軽に学習できる環境を整備することが，主体的な学習の促進や学習意欲の向上につながる」という仮説を立てた。そこで，生成 AI を活用して数学の定期考査や対外模試の対策問題を作成・配信し，本校生徒が学校のタブレット PC や自身のスマートフォンを用いて，いつでも数学の学習に取り組める環境を整備した。さらに，問題の配信とアンケート調査を通して，この取り組みが本校生徒の学習意欲にどのような影響を与えたのか分析を行った。

## 2.　活動内容

### 2.1. 具体的な活動について

私たちはまず，生成 AI を活用して数学の問題を作成した。作成した問題は，Microsoft Teams（本校で使用している連絡アプリ）を通じて，本校 3 年生の理系生徒を対象に配信・共有した。また，問題の配信と同時に，問題に対する意見を把握することを目的としてアンケート調査を実施した。数学を題材として採用した理由は，短時間で手軽に学習できるツールが比較的少ないことに加え，生成 AI を活用することで，1 つの問題から多数の類題を効率的に作成できるという利点があるためである。これらの活動は，内容や時期を改善しながら計 3 回実施した。

### 2.2. 作成した問題について

作成した問題は 図 1 の通りである。操作方法をタップ又はクリックにすることによってテンポよく問題を解くことができるようにした。作成した問題には各単元の基礎問題を採用した。また，回答者が回答時の打ち間違いや答えを打つ手間をなくし，取り組みやすい問題作成を行うために，回答は四択形式を採用した。さらに，回答後には解説が出るようにし，見直しまでセットでできるようにした。また，2 回目の実施時には「わからない」という五択目を用意することで答えを導くことができなかった回答者のための選択肢を用意した。




図 1　作成した四択形式の問題

### 2.3. 問題の内容について

生成 AI で作成した問題の内容は，確率，三角関数，微分積分，関数，極限の全 5 分野である。問題の難易度にも差をつけ，合計 11 種類の問題を作成・配信した。すべてに取り組まなければならないというものではなく，各自の実力や意欲に見合う内容の問題を自由に選択して取り組める仕組みとした。

### 2.4. 使用した生成 AI について

使用した生成 AI は，Canva Pty Ltd 社が提供している「Canva」のコード生成機能である。生成 AI の選定にあたっては，OpenAI 社の「チャット GPT」についても試用を行ったが，単一での使用では PC およびスマートフォンの両方の環境において正常に動作しない場合が多く，コードの使用ができなかった。そのため，安定して動作する「Canva」のコード生成機能を採用した。また，問題の作成については，「チャット GPT」を用いて作成した問題を「Canva」のコード生成機能へ入力し，その内容を流用してシステムへ反映させる方法も併用した。

### 2.5. 問題作成手順

1. Canva のコード生成機能を開く
2. 作りたい単元の問題を作成するよう指示する
3. 四択問題にする
4. 解答解説をつける
5. 問題数等の細かな調整を行う

## 3. 結果

### 3.1. 1 回目の結果

1 回目は，本校の定期考査に向けた自学教材を作成した。

配信した問題は三角関数である。基本問題を中心に 5 問回答する形式の問題を作成したが，提示の時期が考査直前となり，問題提示の認知が不十分なまま考査が終了してしまい，分析できるデータは得られなかった。

### 3.2. 2 回目の結果

2 回目の活動は，11 月対外模試に向けた学習支援を目的として実施した。配信した問題の内容は，「確率」および「図形」に関するものである。活動期間中は，1 日につき 1 問の問題を 4 日間にわたり配信した。しかし，配信した問題にシステム上のバグが発生したため，当初予定していた 4 日分のデータを取得することができず，実際に分析に用いることができたのは 2 日分のデータのみであった。そのため，本活動の結果については，取得できた 2 日分のアンケート結果をもとに分析を行った。なお，その結果を図 2 に示す。

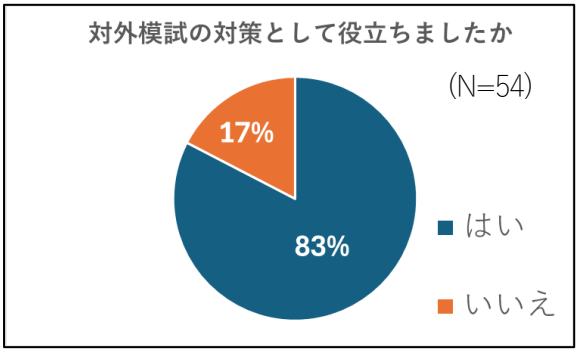



図 2　2 回目のアンケート結果

### 3.3. 3 回目の結果

1，2 回目の活動で得られた，問題の提示時期やシステムエラー等の反省点を踏まえ，3 回目の活動では配信する問題の内容についても一部変更・調整を実施するとともにアンケート内容の見直しを行った。今回の活動は，6 月対外マーク模試および定期考査への対策を目的として実施したものである。配信した問題は，微分積分に関する基本的な計算問題に加え，三角関数の「加法定理」，「二倍角の定理」，「半角の定理」，さらに「分数関数」，「無理関数」，「逆関数」および「極限」に関する問題である。これらの単元は，模試や定期考査において頻出であり，基礎的な知識の定着と計算力の向上を目的として取り上げた。アンケート内容については，「学習に取り組むうえでの手軽さ」や「自学意識の向上」を調査項目に加え，本活動の学習効果についてより直接的に分析できる項目へと変更した。活動後に実施したアンケート結果を図 3 に示す。

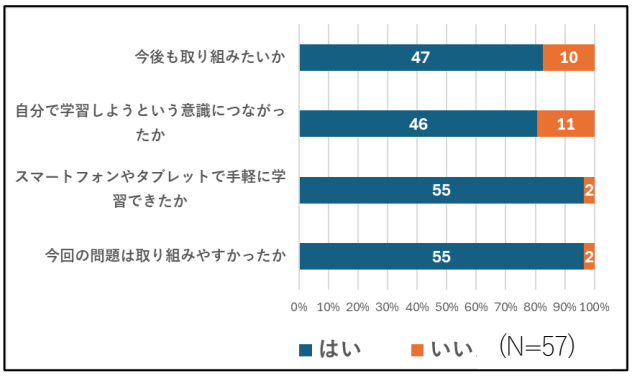



図 3　3 回目のアンケート結果

## 4. 分析

2 回目の活動では，問題にバグが発生するというアクシデントが起こったが，問題作成・共有に対する意見は前向きなものが多かった。3 回目の活動では，すべての項目において，肯定的回答を，それぞれの割合，母比率 0.5 と仮定した片側検定を行ったところ，$p<0.01$ であり，1%水準で有意差が認められた。したがって本取り組みには効果があると判断できる。2 回目と 3 回目において，ともに自学意欲においても肯定的意見が多く，本活動に取り組んだ生徒には十分な効果があったといえる。しかし，実際には本活動に不参加であった生徒が一定数存在しており，その生徒たちにとって問題に取り組むこと自体への意欲は高まらなかったと言わざるを得ない。この点においては，まだまだ改善の余地があると考える。

学力向上に直接つなげることは難しいが，学習に向かう姿勢や習慣をつけるための手軽なツールとして，本活動は有効であったと判断できる。現在は，一般企業においてもこのような教育ツールが多数開発されているが，本研究がそれらと大きく異なる点は，学内の状況や時期に合わせて問題を作成し配信することができる点である。また，本活動に対する課題を即座に改善できることである。例えば，2 回目は模試に合わせた問題作成を行ったため、学内のレベルに合っていない問題になっていたことが実施により判明し，3 回目では問題の難易度を基礎レベルに変えて実施した。また，問題配信を繰り返す中で，定期考査や対外模試の約 1 週間から 10 日前が本校生徒にとって最も適切な配信時期であることがわかった。このことから，私たちの活動は一般ツールと差別化しつつ生成 AI を活用して学習意欲の向上を図る強みがあると言える。

## 5. おわりに

本研究では，生成 AI を活用した問題作成により学習意欲の向上を目指した。今後は，学力向上につながるツールとして進化していくことが大きな課題である。生成 AI を活用した問題作成により，身近なところから学習効果を高める工夫について今後も研究していきたい。

## 参考文献

高橋麻衣子：生成 AI 時代の教育の在り方を再考する―テクノロジーは学習をどのように支援するのか―，コンピュータ＆エデュケーション，一般社団法人 CIEC（コンピュータ利用教育学会）(2023)

# 長崎バスの乗降者数データの分析と考察

田中　歩武[*1]・古藤　瑞生[*1]・酒井　三四郎[*1]・三浦　咲太郎[*1]
指導教員：松本　康佑[*2]・七條　慶子[*2]
Email: matsumoto5080@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　過疎地域のバス運行実態，　長崎バス乗降者数データ分析，路線バスの持続可能性，地域活性化

## 1. はじめに

本研究では，長崎自動車株式会社が運行する長崎バスのバス路線を対象に，運行本数や乗車数の分析を行った。特に長崎市南部地区の公共交通の現状について分析し，その結果，同地区においても利用者のニーズに応じたきめ細かな運行が行われていることが明らかとなった。その後，バス運転士不足や人口減少による減便が課題であることが分かり、バスを活用した南部地区の観光施策を提案した。

## 2.　現状分析

### 2.1 長崎市の現状

図 1 に示す通り，近年，長崎市は人口減少が深刻な問題となっている。特に生産年齢人口と年少人口が今後大きく減少することが予測されている。また，図 2 の人口ピラミッドによると，2020 年では 65 歳から 74 歳の人口の割合が最も多く，いわゆるつぼ型の形をしている。2050 年の予測ではその形はさらにいびつなものとなり、生産年齢人口も 2020 年と比べ、約 10 万人減少する予測となっている。

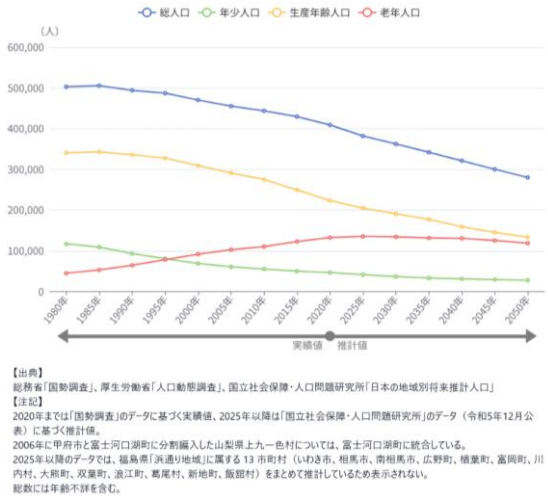



図 1　人口推移グラフ（長崎県長崎市）
出所：RESAS

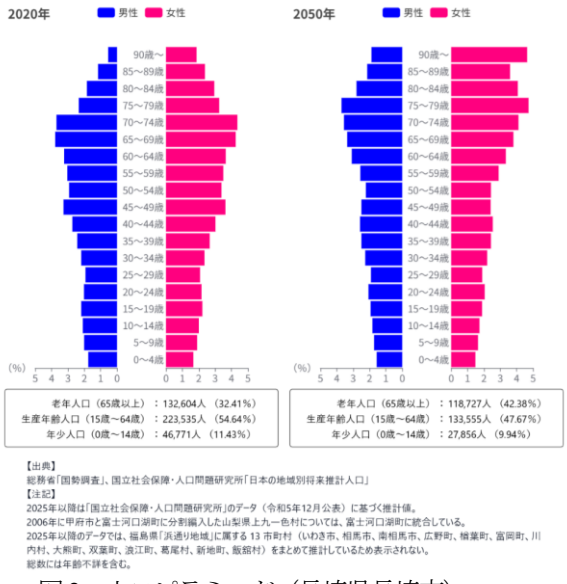



図 2　人口ピラミッド（長崎県長崎市）
出所：RESAS

### 2.2 長崎市南部地区の現状

長崎市南部地区は，美しい海，歴史的な教会・灯台，八郎岳をはじめとした山々など自然と歴史が調和する魅力あふれるエリアであり，土井首，深堀，香焼，三和，野母崎，伊王島，高島の 7 つの地域を指す。普段生活する中で南部地区の過疎化を実感することも多くあるが，それは図 3 からも明らかである。平成 28 年から令和 7 年の人口推移を見たところ，7 つのすべての地域において減少傾向が見られる。




図 3　長崎県長崎市南部地区人口推移
出所：長崎市統計課 HP「町別人口・世帯数」（各月末・住民基本台帳）よりグラフ作成

## 3. 研究動機

長崎市南部地区に住む班のメンバーが日ごろから長崎バスを利用する中で，同方面の路線である県内最大級の民間大型団地ダイヤランド車庫行と比較して，南部地区への運行本数が少なすぎるのではないかという疑問を持っていた。それは，南部地区の人口が少ないために配車が少なくなっているのではないかと考えた。そのため，「長崎市南部地区におけるバス運行本数は，ダイヤランド（中心部）と比較してどれほどの差異があるのか，また，その差異が生じている背景にはどのような課題が存在しているのか」というリサーチクエスチョンを設定し，「南部地区へのバスの運行本数を増やすことで，住民の交通利便性が向上するとともに地域の活性化につながる」という仮説を立てるに至った。これを基に，南部地区を運行するバスの運行状況について調査と分析を行った。

## 4. 研究方法

### 4.1 乗降者のデータの分析方法

長崎自動車株式会社様より提供していただいた「ダイヤランド営業所管轄のバス」と「柳営業所管轄のバス」の2025年7月の乗車数の記録を用いて，まず，各バス系統の特徴を整理するとともに，乗車数や運行本数の傾向を把握した。次に，7月1日～7月8日までの1週間のバス運行本数と乗車数の平均値をグラフ化し，傾向の比較と分析を行った。最後に，各バスの乗車数を箱ひげ図化し，分析を行った。

### 4.2 運行バス系統の特徴づけ

下大橋発ダイヤランド車庫行きのバスには6841便，7571便，7581便がある。その特徴を見ると，7571便は平日45本の運行があった。さらに，最大乗車数も99人と，南部行きのバスに比べて本数が多く，その需要も多くあることが分かった。一方で，南部地区の便に関しては，例えばココウォーク茂里町（下大橋の近くにある商業施設）発深堀着の5770便は平日3～6本の運行があり，最大乗車数は91人であった。平均乗車数は30～50人程度であり，平日と土日祝日で大きく差があることが分かった。この例も含め，南部発着の便は通勤や通学で利用する人が多いという傾向が見られた。さらに特徴的だったのは，樺島発磯道行きなど，南部発南部着のバスもあった点である。そのような便は，乗車数自体は多くはないが，一定の需要もあり，長崎バスが地域住民のニーズに応えながらバスを運行している好例であると考えた。

### 4.3 運行本数・乗車数の比較分析（棒グラフ）

図4は，下大橋，ココウォーク発のバスの本数と平均乗車数を棒グラフで示したものである。左側の3本のグラフが示すダイヤランド車庫行きのバスは，他の南部地区行のバスに比べて運行本数が多いが，南部行きのバスも各方面に一定数運行されていることがわかる。ダイヤランド車庫行きのバス，南部地区のバスともに平均乗車数は33.8～53.6人と一定数の利用者がおり，いずれの路線にも需要が存在することが分かった。

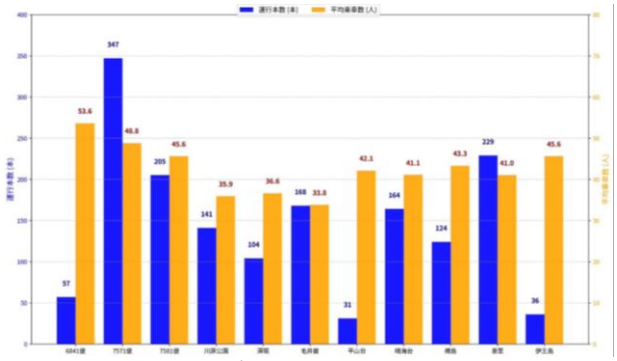


図4 ダイヤランド，南部着バスの運行本数と平均乗車数

### 4.4 乗車数のばらつき分析（箱ひげ図）

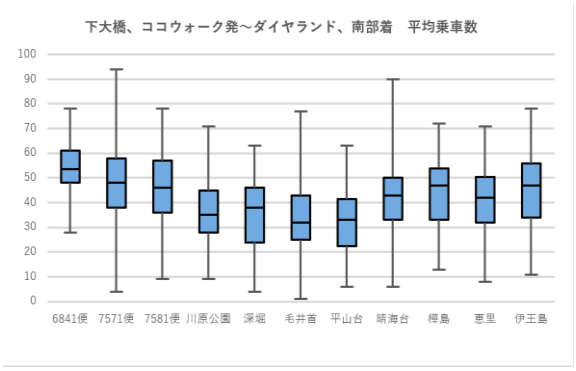



図5　ダイヤランド，南部着バスの乗車数

図5は，「ダイヤランド営業所管轄のバス」と「柳営業所管轄のバス」の乗車数のグラフを箱ひげ図で表したものである。各便の外れ値に着目すると，通勤通学で利用している方が多いことから，やはり時間帯によって乗車数のばらつきが大きいことが分かる。中央値と四分位数の関係を見ると，ダイヤランド着の便は，中央値と各四分位数との区間の長さが一定であるのに対し，南部地区着の便は，中央値と各四分位数との区間の長さに違いが見える。このことから，ダイヤランド着のバスは一定の乗車数が見込まれるのに対し，南部着のバスは乗車数が予想しにくい状況があるのではないかと考えた。

## 5. 分析結果と考察

南部地区のバスを調査するために，中心地を走るダイヤランド着のバスと比較分析をした結果，南部地区にもきめ細かくバスが運行されており，時間帯や場所など乗客のニーズに合わせたバスが計画的に運行されていたことが分かった。「南部地区の運行バスはダイヤランド（中心部）と比べると少なすぎるのではないか」という予測は後の詳細分析により修正された。そこで、バス会社が現在の運行体制を維持する上で課題となっている点はないのか、新たな疑問がわいた。本研究では、その疑問について研究を進めた。

## 6. 追加調査（バス運転士体験会）

新たに浮かんだ疑問を解決するため，長崎自動車株式会社様が月に1回実施しているバス運転士体験会に参加し，詳細な聞き取り調査を行った。2025年9月27日に開催された体験会に班のメンバーの2人が参加した。

### 6.1 南部地区の運行状況の特徴

長崎バスプロモーション戦略室長の久野様によると，南部方面へのバスは過去と比較すると減少しているとのことであり，その主な原因は 2 つあるということが分かった。

1 つ目は，運転士不足，2 つ目は，その地区の人口減少による利用者の減少である。運転士不足の課題に対しては，定期的に長崎バス様が運転士体験会を実施しており，その中から運転士の採用に繋がってきていることがわかった。そこで，私たちは南部地区の人口減少に何か着手できることはないか考えた。人口減少に歯止めをかけるには，南部地区の魅力をより多くの人に知ってもらい，移住者や観光客を呼び込むことが重要である。そこで，長崎バス様と協力しながら魅力発信活動ができないか考えた。

### 6.2　南部地区の課題に対する施策提案

本研究では，長崎バスが提供している「長崎バス 1 日・24 時間 PASS プラス」に，南部地区の魅力あるスポットを追加することを提案する。長崎バス 1 日 24 時間 PASS プラスとは，長崎市指定利用区間内において，バスを 1 日何度でも乗り降りできるほか，各施設や店舗等で利用できるクーポンが付いたお得な乗車券である。この PASS に南部地区の魅力あるスポットを加えることで，南部地区の 認知度向上や地域活性化に繋がると考えた。

具体的には，「観る」の分野では野母崎恐竜博物館や軍艦島の見えるコスモス畑，「体験する」の分野では体育館や海水浴場，温泉などを有するアイランドナガサキを，「グルメ」の分野では和食レストラン海城を組み込んだ３つのプランを提案する。

## 7. 提案の評価（長崎バスとの協議結果）

2025 年 5 月 22 日，長崎自動車株式会社を訪問し，提案を行った。その結果，以下のことが明らかとなった。

第一に，長崎バスにおいても，南部地区の人口減少を重要な課題として認識しており，その対策を講じる必要があると考えていること。

第二に，南部地区の活性化および利便性向上を目的とした施策を検討・実施したいと考えていること。

第三に，野母崎地区の将来性に期待を寄せており，京急電鉄が実施している「みさきまぐろきっぷ」を参考にした施策の実現可能性を模索していること。

以上より，本研究で提案した施策は，地域交通事業者の課題意識とも一致しており，実現可能性を有するものであると考えられる。

## 8.まとめ（結論と今後の課題）

本研究では，長崎市南部地区のバス路線について分析を行った。その結果，南部地区においても利用者のニーズに応じたきめ細かな運行が行われていることが明らかとなった。また，追加研究を通して，運転士不足や人口減少が課題となっていることが分かった。

そこで，本研究では，「長崎バス 1 日・24 時間 PASS プラス」に南部地区の観光資源を組み込む施策を提案した。この提案は，長崎バスの課題意識とも一致しており，地域活性化に繋がる可能性を有していると考えられる。

今後は，南部地区の魅力発信のあり方や，公共交通を活用した地域活性化の方法について，さらに研究を深めていく必要がある。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり，貴重なデータをご提供いただくとともに，聞き取り調査や提案発表の機会を設けてくださった長崎自動車株式会社の皆様に深く感謝申し上げます。特に，バス運転士体験会や聞き取り調査において，丁寧にご対応いただいたプロモーション戦略室長　久野隆紹様，長崎自動車株式会社自動車部　佐藤綾花様，長崎自動車株式会社自動車部　弓削香様をはじめとする関係者の皆様に，心より御礼申し上げます。

## 参考文献

RESAS
長崎市統計課ホームページ
長崎自動車株式会社ホームページ
長崎自動車株式会社乗降者数データ

# ブロック−テキスト型による段階的なプログラミング学習の提案

池見 樹[*1]・工藤 隼佑[*1]・森本 悠介[*1]・若松 大樹[*1]
指導教員：渡邉 寿昭[*2]
Email: Toshiaki_Watanabe@education.metro.tokyo.jp

*1：東京都立多摩科学技術高等学校 3 年
*2：東京都立多摩科学技術高等学校

◎Key Words　　プログラミング学習，ビジュアル型プログラミング，段階的学習

## 1. はじめに

現在，情報技術の発展に伴い，家電製品や自動車をはじめとする様々な製品にコンピュータが組み込まれており，人々の生活の利便性と豊かさの向上に大きく寄与している。これらのコンピュータを制御するためにはプログラムに関する知識が不可欠であり，プログラミングは情報社会を支える基盤技術の一つとなっている。近年では，生成 AI の普及により，AI を利用したコーディングも行われるようになったが，AI に依存することによって，十分なプログラミング能力の向上につながらない可能性が指摘されている[(2)]。したがって，このような環境においても，より実践的なプログラミング能力を身に付け，プログラムの理解を深めることは依然として重要である。そのため，初学者が無理なく知識・技能を習得できる学習環境の整備が求められている[(1)]。

プログラミング教育の手法として，テキスト型プログラミングを用いるものと，ビジュアル型プログラミングを用いるものがある。ビジュアル型プログラミングは視覚的に理解しやすいブロックやアイコンを組み合わせてプログラムを構成する方法である。この手法では，文法エラーを意識せずに試行錯誤できる点や，プログラムの構造理解を促しやすい点から，初学者の導入教材として有効であることが報告されている[(3)]。

一方，テキスト型プログラミングは自由度が高く，実際のソフトウェア開発でも広く利用されていることから，実用的なスキルの獲得に不可欠である。しかし，記述ミスの発生やエラー原因の特定・理解に時間を要し，学習者が達成感を得にくいという問題がある。また，コード量が多くなるため，初学者が学習初期に用いるには負担が大きい。

これらの特徴から，初学者がプログラミングを学習する際には，ビジュアル型プログラミングからテキスト型プログラミングへ段階的に移行する学習方法の有効性が示されている[(4)]。

また，近年では，ビジュアル型とテキスト型を同時に扱う学習環境の開発も進められており，その一つに Google が提供する Blockly がある。この環境は，ブロックで作成したプログラムを JavaScript や Python のコードへ変換する機能を備えている。しかし，このような環境は学習者の理解度に応じてテキスト型へ移行させる支援機能が十分でなく，変換されたコードの理解を促す学習支援機能も不足しているとの指摘がある[(4)]。

## 2. 研究目的

本研究では，初学者がビジュアル型プログラミングからテキスト型プログラミングへ段階的に移行できる学習環境を開発することを目的とする。また，学習者が自律的にプログラムへの理解を深め，継続的な学習を行える環境の実現を目指す。

## 3. システムの設計

本研究では，利便性の観点から，VS Code の拡張機能として学習環境を実装する。

### 3.1 全体の構成

本研究で開発した VS Code の拡張機能は，エディタ内に「ブロック型エディタ」と「テキスト型エディタ（Python）」を並列配置し，同一のプログラムを複数表現で同時に扱える学習環境を提供する。内部構造として，ブロック表現とテキスト表現の間に中間表現（Intermediate Representation：IR）を配置する。ブロック表現からテキスト表現への変換は，「ブロック表現→IR→Python」の変換パイプラインによって実現している。一方，テキスト表現からブロック表現への変換については，Python ソースコードを抽象構文木（Abstract Syntax Tree：AST）へ変換した後，IR を経由してブロック表現へ変換する「Python→AST→IR→ブロック表現」のパイプラインを設計した。これにより，片方の表現を編集すると IR を介してもう一方へ意味的に整合性のとれた変換が行われる。

UI は，左ペインに Blockly によるブロック型エディタ，右ペインに Python エディタを配置する構成とする。また，1 つの IR から複数言語のテキストコードを生成・同期する拡張も想定する。

### 3.2 ブロック型→テキスト型(Python)変換機能

ブロック型エディタには，「出力（print）」「変数の代入」「条件分岐（if 文）」「繰り返し（while，for）」「算術演算」など，初学者向けに限定したブロックを用意する。各ブロックは，ブロック固有 ID（blockID），ブロック種別（print，assign，if，while，など），引数スロットに設定された文字列や式，および接続構造（前後関係・入れ子関係）を内部に保持する。

ブロックを IR に変換し，IR から生成された Python コードは右側のテキストエディタに即座に反映される。学習者がブロックを追加・削除・編集するたびに IR が更新され，それに基づき Python コードも再生成されるため，「ブロックで組んだ処理がどのようなテキストコードに対応するのか」をリアルタイムに確認できる。

### 3.3 テキスト型 → ブロック型変換機能

本拡張機能の設計では，Python コードからブロック構成を再構成する機能も組み込む。想定する手順は次のとおりである。学習者がテキストエディタ上で Python コードを編集し，構文解析器により抽象構文木（AST）を構築する。AST を IR へ変換し（例：ast。If ノードを IR の If ノードへ写像），言語依存の構造を言語非依存の IR へ置き換える。その後，IR から Blockly 上のブロック構成を再生成する。IR には可能な限り元の blockID や行番号などのメタデータを保持し，既存ブロックとの対応づけを行う。対応ブロックが存在する場合は更新し，存在しない場合は新規生成してワークスペースへ配置する。

一方，構文的には正しいが対応するブロック定義が存在しない高機能な構文（例：一部標準ライブラリの呼び出し等）については，ブロックへの変換を行わず，ブロックエディタ上部に警告メッセージを表示して学習者に通知する設計とする。

### 3.4 IR を中心とした双方向同期設計

ブロックとテキストの相互変換はすべて IR を経由して行う。この設計により，Python に加えて Java などの多言語を導入する場合にも，IR の設計を大きく変えずに多言語対応が可能となる。さらに，IR ノードに「どのブロックから生成されたか」「Python コードの何行目に対応するか」といったメタデータを付与することで，将来的にブロックとコード行の相互ハイライト等の視覚的マッピング機能を実装しやすくなる。

### 3.5 レベル別 UI による段階的学習支援

本拡張機能は，学習者の習熟度に応じてブロック表示を切り替える「レベル別UI」を備える。Webview 上部のレベルボタン操作により，ツールボックス内のブロックに加えて，ワークスペース上のブロックラベルも切り替える。

・レベル 1：日本語中心の表現
（例：「出力する」）
・レベル 2：日本語＋コードの併記
（例：「出力（print）する」）
・レベル 3：コード中心の表現
（例：print）




図 3-1 UI（レベル 1）

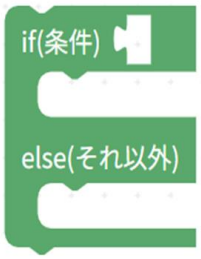



図 3-2 UI（レベル 2）

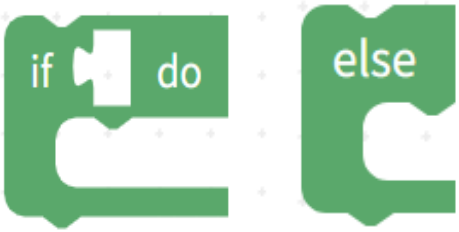



図 3-3 UI（レベル 3）

内部の IR はレベルに依存せず同一であるため，見た目のみを切り替えながら意味的には同じプログラムとして扱える。この設計により，「自然言語に近い見た目 → 混合表現 → 純粋なコード表現」という足場かけを通じて，初学者が無理なくテキスト型プログラミングに移行することを支援する。

## 4. 評価実験

本研究の実証実験は，2026 年 2 月 6 日～12 日の間に，実験を実施した。参加者はプログラミング経験のない 9 名（小学生 1 名，中学生 3 名，高校生 4 名，大学生 1 名）である。

### 4.1 実験方法

参加者を，本制作物を用いて学習する群（パターン 1）と，従来どおりテキスト（コード）ベースで学習する群（パターン 2）の 2 グループに分け，同程度の難易度の課題を取り組ませた。学習効果を検証するため，学習の前後に内容が酷似したテスト（事前テスト／事後テスト）を実施し，得点の変化を比較した。

### 4.2 実験環境

両条件間で使用する指導書の基本構成及び，課題内容を統一した。ただし，パターン 1 では本制作物の利用方法の理解をするため，ブロック操作に関する簡易的な説明を追加した。また，実施するテストの問題も両条件で統一したが，プログラムの説明方法のみを変更した。なお，参加者の条件振り分けは参加者本人の希望を考慮し決定している。

使用した指導書を作成するにあたって，多摩科学技術高等学校の IT 領域指導書を一部参考にした。




図 4-1 パターン 1 の指導書の例




図 4-2 パターン 2 の指導書の例

### 4.3 評価方法

事前テストおよび事後テストの得点を用い，得点差（事後テスト得点 − 事前テスト得点）を学習効果の指標とした。事前テスト，事後テストの構成はパターン 1，パターン 2 で同一である。テストは全 6 問からなり，プログラムに関する知識を問う設問と，フローチャート作成を通じてプログラミング的思考の理解を問う設問を同程度の割合で含めた。事前テストは選択式や並び替え問題を中心に初学者でも取り組みやすい難易度とし，事後テストは記述式を中心にして難易度を上げた。問題は、参考文献[5]をもとに作成した。

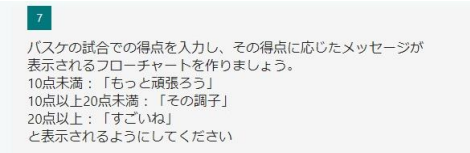



図 5-1 事前問題の例(フローチャート)

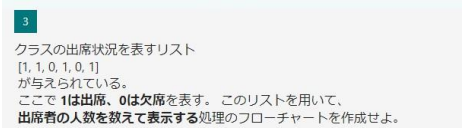



図 5-2 事後問題の例(フローチャート)

## 5. 結果

本制作物を用いて学習を行ったパターン 1（参加者 5 名：BA, BB, BC, BD, BE）と，従来どおりテキスト（コード）ベースで学習を行ったパターン 2（参加者 4 名：CA, CB, CC, CD）の結果を比較したところ、図 6 のようになった。

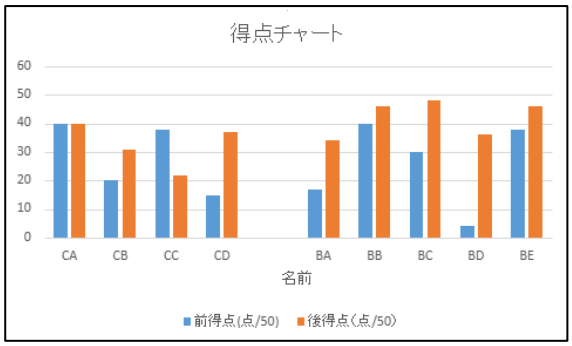



図 6 得点変化量

パターン 1 とパターン 2 を比較すると，パターン 1 では平均 16.2 点，パターン 2 では平均 4.25 点の上昇が見られた。よって，パターン 1 の得点向上幅は，パターン 2 に比べて大きい傾向が見られた。

## 6. 考察

本研究は，中高生を中心としたプログラミング未経験者を対象に，ブロック表現とテキスト表現の相互翻訳機能を備えた学習用エディタを開発することを目的とした。実証実験の結果，本制作物の使用者（パターン 1）の得点向上幅は，従来どおりテキスト（コード）ベースで学習した参加者（パターン 2）より大きい傾向が見られた。この要因として，複数段階のブロック表現により，学習者が理解度に応じて表現の抽象度を調整しながら学習できた可能性がある。また，ブロックとテキストの対応関係を即時に確認できることで，構文と意味の結び付きが促進され，テキスト型への移行に伴う負荷が軽減された可能性がある。以上より，本制作物は短期間の学習において，従来法と比較して学習効率を高める可能性が示唆された。

また、本制作物を使用した学習者では得点の低下が見られなかった一方で，従来法では得点が低下した参加者が見られた。このため，条件間の平均値の差は，従来法における得点の低下によって生じた可能性もある。今後は，平均値に加えて個人ごとの変化量の分布を提示し，ばらつきも含めて評価していく。

## 7. 今後の課題

本結果は短期的な傾向ではあるが，段階的表現と即時翻訳が学習負荷を下げ，誤りの自己修正を促した可能性がある。一方で本実験は参加者が計 9 名と少ないかつ 2 パターン間で年齢などが統一されていない，また参加者の希望に基づいて条件を割り当てたため（無作為割り付けではない），条件間の差が介入効果のみを反映していない可能性がある。さらに，事前・事後テストは内容が近いものの同一ではないため，テスト難易度差の影響を受ける可能性がある。今後の課題として，以下のことが必要である。

・評価の妥当性を高めるため，参加者数（サンプル数）を増やした上で，学習時間・使用機器等の条件を可能な範囲で統制した長期的な検証を行う。

・学習継続率，課題完遂率，理解度テストの再現性などの評価指標の整備を行うことで，時系列で評価できる枠

組みを構築する。

・参加者の年齢層・経験レベル・学習目的を拡大し、より広い学習者層に適用可能な環境へ発展させる。

・他の有効な学習方法（教材・支援機能）との比較実験を通じて，本機能の有用性および強みを明確化する。

・対応する実装プログラミング言語を増やし，学習者の目的や学習段階に応じた言語選択を可能にする。

・ブロックとテキストの対応関係の提示方法（行数表示）を改善し，関連性をより理解しやすくする。

・学習者の理解度を確認できる実力テスト機能を実装し，学習の定着度を継続的に測定できるようにする。また，それにより学習のモチベーション維持を図る。

## 8. おわりに

本研究では，ビジュアル型プログラミングからテキスト型プログラミングへ段階的に移行できる学習支援の開発を目的として，ブロック表現とテキスト表現の相互翻訳機能を備えた学習用エディタを開発した。実証実験の結果，本制作物の使用者は従来法と比較して得点向上幅が大きい傾向を示し，短期間の学習における有効性が示唆された。ただし，本成果は短期評価に基づくため，学習効果の持続性や理解度の定着度を確認する長期的な評価が不可欠である。また，評価対象の年齢層・経験レベル・学習目的を拡大し，教材設計や機能設計の最適化を進めることで，より広い学習者層に適用可能な環境へ発展させたい。

## 参考文献

(1) 文部科学省，「小学校プログラミング教育の趣旨と計画的な準備の必要性について」，2019.（参照日：2025 年 11 月 28 日）

(2) Prather, J., Reeves, B. N., Leinonen, J., MacNeil, S., Randrianasolo, A., Becker, B. A., Kimmel, B., Wright, J., & Briggs, B. (2024). The Widening Gap: The Benefits and Harms of Generative AI for Novice Programmers. Proceedings of the International Computing Education Research Conference (ICER 2024).

(3) David Weintrop and Uri Wilensky, “Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms,” ACM Transactions on Computing Education,18(1), Article 3, 2017.（参照日：2026年2月27日）

(4) Kölling, M., Brown, N. C. C., & Altadmri, A. (2015). Frame-Based Editing: Easing the Transition from Blocks to Text-Based Programming. Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education.

(5) 会津大学,「管理学研究科ニュース 2019 年 4 月」，2019.（参照日：2026 年 2 月 27 日）https://www.jc.u-aizu.ac.jp/news/management/gr/2019/04.pdf

# 理解度推定に基づく適応的プログラミング学習支援の提案

佐伯 介[*1]・坂田 瑛祐[*1]・黒坂 修喜[*1]
指導教員：渡邉 寿昭[*2]
Email: Toshiaki_Watanabe@education.metro.tokyo.jp

*1：東京都立多摩科学技術高等学校科学技術科 3 年
*2：東京都立多摩科学技術高等学校

◎Key Words　大規模言語モデル，プログラミング学習支援，理解度推定，個別最適化学習，対話型学習環境

## 1. はじめに

近年の大規模言語モデル（Large Language Model：LLM）の発展に伴い，LLM を活用したプログラミング学習が広がっている。LLM を用いたプログラミング学習は自然言語による質問応答や即自的なフィードバックによって学習成果の向上や心理的不安の軽減をもたらすことが報告されている一方で，過度な依存や知識定着の難しさが指摘されている。

Ramazan Yilmaz らの研究(1)では，ChatGPT を用いた学習者が，用いていない学習者と比べて，計算論的思考スキル，プログラミングの自己効力感，学習意欲の 3 点で高いスコアを示したと報告している。一方で，Gregor Jošt らの研究(2)では，LLM の使用頻度と最終成績の間に負の相関が確認されている。

この 2 つの結果は，プログラミング学習における LLM の影響は条件や領域によって変化することを示唆している。

認知負荷理論(3)では，初心者に対して有効な指導方法が，より経験豊富な学習者に対しては効果を失うか，かえって負の効果をもたらすことが知られている。この現象は「熟達化反転効果」と呼ばれる。したがって，AI による支援も学習者の習熟度に合わせて変化させる必要があると考える。

Steve Woollaston ら(4)は，学習支援 AI の設計原理として，「意図的な摩擦」と「動的なフェーディング」を提案している。前者は AI が即座に回答を提示せずに学習者に考えさせる「摩擦」を設計に組み込むことで，批判的思考と深い学習を促すものであり，後者は学習者の習熟度に応じて AI の支援を自動的に減らし，最終的な学習者の自律性の確保を目指すものである。

これらの先行研究から，学習支援のあり方は学習者の状態に応じて変化することが望ましいと考えられる。そこで本研究では，学習者の習熟度に応じて LLM による支援の方向性，介入の程度を段階的に調整するプログラミング学習環境を設計し，その有効性について検討する。

## 2. 目的

本研究では，学習者のプログラミングスキルを複数の観点から評価し，その状態に応じた学習支援を実現するため，支援内容や程度を動的に調整する AI プログラミング学習環境の設計・構築を行う。

## 3. 評価観点に基づく支援レベルの設計

プログラミングスキルの評価観点として、本研究では、次の 4 観点を設定した。

問題理解（Q）
問題の内容や制約条件を理解し，求められていることを考えて行動の方針を決めるスキル。問題文中の条件の整理や，制約条件からの計算量の推定などが当てはまる。

コード読解（R）
自身以外が記述したコードを読み、実装意図や使われているアルゴリズムを理解し，整理する能力。変数や関数の役割の把握や，バグの原因箇所の特定などが当てはまる。

設計（D）
問題の要求を満たす実装方法やアルゴリズムを検討し，実装に先立って計画を建てるスキル。モジュールや関数の設計，適切なデータ構造やアルゴリズムの選択などが当てはまる。

実装（I）
設計に基づいて実際にプログラムを記述するスキル。また、エラーや要件に応じてプログラムを修正するスキル。デバッグ作業もこれに含まれる。

本研究ではこれら 4 つの観点に基づいた適応支援を行うこととした。観点ごとに習熟度の推定を行い，観点ごとに支援のレベルを決定する。これにより得意，不得意に応じて支援内容を変更することができ，不得意なスキルについては重点的に支援を行うことができる。

また，すべての問題が 4 つのスキルのすべてを要求するわけではない。例えば，コードを読解し，説明することを目的とした問題ではコード読解能力が主に求められる一方で，実装能力はほとんど要求されない。このような問題ごとの差異を考慮するため，その問題において求められるスキルにおうじて，4 つの観点の一部に注目して適応を行う。

さらに，学習者の習熟度のみを参照した適応では，問題

の難易度の上昇と支援の減少が重なり，こう難易度問題における過少支援が発生する可能性がある。そこで，学習者の習熟度だけでなく問題の難易度も観点別に管理し，両者の差に基づいて支援内容を決定することで，学習者にとっての相対的な問題難易度に応じた適応支援を実現する。

## 4. 方法

### 4.1 基本設計

本研究では，学習者のプログラミングスキルを問題理解（Q），コード読解（R），設計（D），実装（I）の4つの軸でモデル化し，4観点の習熟度に応じてAIによる支援内容を動的に調整する。

システムはeラーニング形式のWebアプリケーションとして実装する。学習時には問題画面とAIとのチャット画面を並列に表示し，学習者はAIとの対話を行いながら学習を進めることができる。

各観点の習熟度は学習者ごとにレーティング値として管理する。また，各問題について，関連する観点に対して難易度レーティングを設定する。問題によっては一部の観点を使用せず，習熟度更新および支援内容決定の対象外とする。 例えば，コードの読解説明を行う問題では，実装を伴わないためI軸の設定を行わない。問題の難易度レーティングは問題作成者が各観点に対して事前に設定し，動的な更新は行わない。

### 4.2 習熟度レーティングの更新

学習者の習熟度レーティングは，Eloレーティングの考え方を参考にしつつ，問題難易度と学習者習熟度の差を反映する独自の更新方式によって算出する。

学習者の能力軸レーティングを $R_u$，問題の難易度レーティングを $R_p$ とする。また，更新量の調整係数を $K$ とする。

まず，学習者の習熟度と問題難易度の関係を表す係数 $(C)$ を次式によって求める。

$$C = \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{10(R_p - R_u)}{100}\right)}$$

問題難易度が学習者の習熟度を上回る場合には $C$ は大きくなり，逆に学習者の習熟度が問題難易度を上回る場合には小さくなる。

次に，問題難易度に基づく基本変動量 $B$ を次式で定義する。

$$B = \frac{R_p}{K}$$

学習者が問題に正答した場合のレーティング変化量 $\Delta R$ は

$$\Delta R = BC$$

とする。

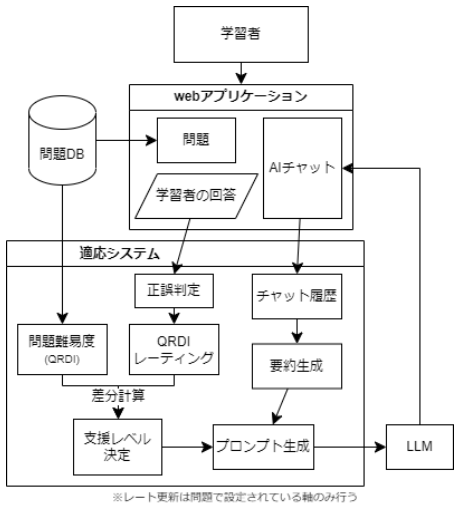



図1 システム構成図

表1 支援レベル

| レベル | 支援内容 |
|---|---|
| Level 5 | 具体的手順や詳細な助言を提示 |
| Level 4 | 設計例や部分的な実装例 |
| Level 3 | 方針の示唆 |
| Level 2 | 抽象的ヒント |
| Level 1 | 能動的支援なし |

一方，不正答の場合は

$$\Delta R = -B(1 - C)$$

とする。

この更新方式により，学習者にとって難易度の高い問題に正答した場合には大きなレーティング上昇が得られる。一方で，難易度の高い問題への不正答によるレーティング低下は小さく抑制される。逆に，学習者にとって容易な問題への不正答は大きなレーティング低下となる。これにより，各能力軸の習熟度を継続的に推定することが可能となる。

### 4.3 AIによる適応的支援

AIによる支援内容は，各能力軸における学習者の習熟度レーティングと問題の難易度レーティングとの差に基づいて決定する。

支援レベルは5段階とし，レベルが高いほど具体的かつ積極的な支援を行う。例えば，高い支援レベルでは解法の方向性や設計方針に関する具体的な助言を与える。一方，低い支援レベルでは直接的な回答を避け，学習者自身の思考を促すためのヒントや質問を中心とした支援を行う。

問題の難易度が学習者の習熟度を大きく上回る能力軸については，その能力軸に対応した支援レベルを高く設定する。一方，学習者の習熟度が問題難易度を十分に上回る能力軸については，支援レベルを低く設定する。

これにより，学習者にとっての相対的な問題難易度に応じた支援が可能となる。さらに，同程度の難易度の問題に対しては，学習者の習熟度向上に伴って支援量を段階的に減少させることができる。この仕組みは，意図的な摩

擦および動的なフェーディングの考え方を実現するものである。

### 4.4 対話履歴を用いた支援内容の調整

能力軸ごとのレーティングに加えて，学習者と AI との対話履歴も支援内容の決定に利用する。

学習者の質問内容や誤解の傾向，思考過程に関する情報を対話履歴から抽出し，それらを要約した調整用プロンプトを生成する。この調整用プロンプトをシステムプロンプトに付与することで，レーティングでは表現しきれない学習者固有の特徴を支援内容へ反映する。

これにより，同一のレーティングを持つ学習者であっても，個々の理解状況や学習上の課題に応じた支援を提供できる。

## 5. 実験予定

実験参加者は高校生から大学生のプログラミング学習者を対象とする。

提案システムの有効性を検証するため，以下の 3 条件で比較実験を行う。

[A] 理解度に応じて支援を動的に調整する AI 支援付学習（提案手法）
[B] 支援レベルを固定した AI 支援付学習（静的 AI 支援）
[C] 支援なし（非 AI 学習）

被験者には最初に AI 補助なしでの能力テストを実施し，正答率，回答速度を記録する。その後，被験者には開発したアプリケーションを用いて学習を実施させる。

各条件における課題達成度・回答速度を比較する。また，AI 支援群の被験者の AI との会話内容を分析する。加えて，アンケート調査を通じて AI 支援の有用性および心理的傾向を測定する。最後に，能力テストを再度実施し，正答率，回答速度を記録する。

使用言語は Python とし，問題は自己制作したものに加え、MBPP(Mostly Basic Python Problems)をはじめとした外部問題データセットを改変したものを利用する。

評価においては，以下の項目を検証する。

- 学習前後の能力テストの点数の変化を分析し，学習の効果を比較検証する。
- AI との対話内容を分析し，学習者が教員 AI をどのように利用したかを定性的に考察する。
- アンケートの結果をもとに，学習者にとっての支援の有用性，自己効力感，AI への依存自覚度などを検証する。

本研究で実装した AI が学習補助者としての役割を適切に遂行できている場合，能力テストの点数や回答速度は，A 群が B 群, C 群と比べてより向上しているはずである。逆に A 群が C 群と比較して悪い結果を記録した場合，AI 利用が学習者の自律的思考に十分寄与せず，学習者が AI に依存している可能性がある。

## 6. 今後の展望

### 6.1 モデルの検討

本研究では，学習支援に用いる大規模言語モデルとして GPT-4o-mini を使用したが，他のモデルを使用した場合の挙動差については検討されていない。

具体的には GPT5.2 などの上位モデルや, Google Gemini, Claude Sonnet などの他社モデル，GPT-5-Codex といったコーディング特化モデルとの比較を実施したい。

また，現在は学習者との対話，問題回答の採点，会話ログの分析に AI が用いられているが，タスクの性質が異なるため，それぞれに適切なモデルを割り当てることが理想である。

### 6.2 AI による問題の自動生成

本研究では，学習者が解く問題は事前に用意されたものとなっている。

AI により，学習者の苦手に合わせた教材，問題を動的に生成することができれば，より高い学習効果を目指せると考える。

ただし，考察で述べたような問題に対する相対的な難易度による適応が AI 生成の問題でも同様に機能するようにするためには，生成された問題の難易度の数値を適切に設定しなければならない。さらに，CDM を導入した場合，属性ごとに値を設定する必要がある。AI によって問題を生成する場合，こういった数値設定で適切な値を設定することについて，大きな課題があると予想される。

## 7. おわりに

本研究では，学習者の能力を問題理解（Q），コード読解（R），設計（D），実装（I）の 4 軸としてモデル化し，能力に応じた AI 支援を行うシステムを提案した。

今後，実際に本システムによる実験を実施し，効果の検証を行いたい。

## 謝辞

論文執筆にあたり，多大なるご指導とご助言を賜りました東京都立多摩科学技術高等学校 樫村陽子先生に深く感謝申し上げます。

また，本研究で利用した各種オープンソースソフトウェアおよびデータセットの開発・提供者の皆様に感謝いたします。

## 参考文献

(1) Ramazan Yilmaz, Fatma Gizem Karaoglan Yilmaz : “The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation”, (2023).
(2) Gregor Jošt, Viktor Taneski, Sašo Karakatič : “The Impact of Large Language Models on Programming Education and Student Learning Outcomes”, (2024)
(3) Slava Kalyuga, Paul Ayres, Paul Chandler, John Sweller : “The Expertise Reversal Effect”, (2003).
(4) Steve Woollaston, Brendan Flanagan, Isanka Wijerathne, Hiroaki Ogata : “Agentic AI and Pedagogical Best Practice: The Tension Between Automation and Learning”, (2026).

# 動画通信技術の提案と課題

保田 篤輝[*1]
指導教員：吉田 賢史[*2]
Email: yasuda.a.06@akane.waseda.jp

*1：早稲田大学高等学院中学部 2 年
*2：早稲田大学高等学院中学部

◎Key Words　　ストリーミング，伝送技術，圧縮技術

## 1. 動画通信技術とは

動画データ（映像・音声）をインターネットなどの通信ネットワークを経由して，離れた場所にいる視聴者やサーバーへ届けるための技術の総称である。今回は，その中でもリアルタイム配信（ストリーミング）に着目して説明する。ストリーミングとは，リアルタイム配信のように，データを送りながら同時に再生する技術のことを指す。

現在のストリーミング技術には，主に以下のものが利用されている。

- HLS / MPEG-DASH：広く普及した標準的なストリーミング方式
- LL-HLS：低遅延を実現した HLS の改良版
- WebRTC：リアルタイム双方向通信に特化したプロトコル（ブラウザやアプリで広く採用）

また，データ配信の基盤としては，CDN（Content Delivery Network）がよく利用されている。これは，世界中に配置されたエッジサーバーを経由することで，大容量コンテンツを高速・安定して配信する基盤技術のことであり，「Cloudflare」や「AWS CloudFront」などが代表例として知られている。

また，Netflix の「Open Connect」のように，大規模サービスが独自 CDN を構築している例もある。

## 2. ストリーミングに求められる要件

ストリーミング技術には，「安定性」「リアルタイム性」「品質」など，複数の要件が存在する。

今回は，その中でも安定性を重視し，課題と理想について説明する。

今回の場合，「安定性」とは，映像が途切れずにドット抜けや解像度の低下が発生せずに映り続けることを指す。

なお，安定性を優先する分，処理が増えリアルタイム性は犠牲になりやすいと考えられるため，ここではある程度の遅延を許容する前提で話を進める。

用途によって，優先すべき要件は異なる。ストリーミングにおいて，安定性と品質が求められる場面を検討する。

例えば，研究等の動物観察配信や，スポーツ配信，非参加型の動画配信などは，「リアルタイム性」がなくても，「安定性」や「品質」の高さが求められると考えられる。

今回は，研究等の動物観察配信を重視して考えることとする。

現在，安定性を重視したプロトコルとして SRT（Secure Reliable Transport）が知られている。今回の設計においても参考となる技術である。

## 3. TCP による安定性の実験と結果

双方向のリアルタイム通信では UDP が主流だが，一方向の動画配信（HLS 等）では TCP による安定通信が既に主流である。

TCP には，不足したパケット（パケットロス分）を再要求するしくみが備わっており，これによってパケットロスをゼロに抑えることができる。

ただし，TCP には深刻な２つの課題がある。1 つめは，回線弱者の切り捨てであり，２つめは，遅延超過時の映像停止である。 回線弱者の切り捨てとは，パケットロスが発生した際に再送要求を繰り返すため，回線が不安定なユーザーを完全に切り捨てる形になってしまう現象である。遅延超過時の映像停止は，一定の遅延域を超えると，画面が黒くなり，その後に映像が一気に早送り再生されるという問題が発生する現象である。

精細な画像を目的とする場合，遅延そのものは許容できるが，遅延が一定の閾値を超えることは避けなければならない。

今回のような動物観察等では，送信側の回線が不安定である可能性も大いにある。そのため，この問題は大きな問題と考えられる。

このような状況に備えて，UDP へ動的に切り替える機構や，パケット数自体を削減して回線弱者を救う手段を検討する必要がある。 しかしながら精細な画像を送る目的を考慮するとパケットロスを調査する必要がある。

画像のように，WSL2 と iperf3 を利用して，通信量を約 1Mbps に制限し，10 秒間 10Mbps で UDP および TCP でデータを送信し，パケットのロス率を計測した。

これを 10 回行ったところ，UDP では，送信された全パケットのうち，約 90%が破棄されるという結果が出た(表 1)。一方，TCP での実験結果では，パケットロス率が 0%であった。また，帯域制限を検知し，自発的に送信速度を約 1Mbps まで強制的に低下させ，データの再送処理も行われていることが確認できた。

## 4. パケットの軽量化

### 4.1 可逆圧縮による対応

回線弱者を救う方法として，まず考えられるのがパケ

表 1 パケットロスの実験結果

| プロトコル | パケットロス率 | 送信速度の挙動 |
|---|---|---|
| UDP | 約 90%破棄† | 制限を無視 |
| TCP | 0%‡ | 帯域制限に低下 |

†図 1 参照。　‡図 2 参照

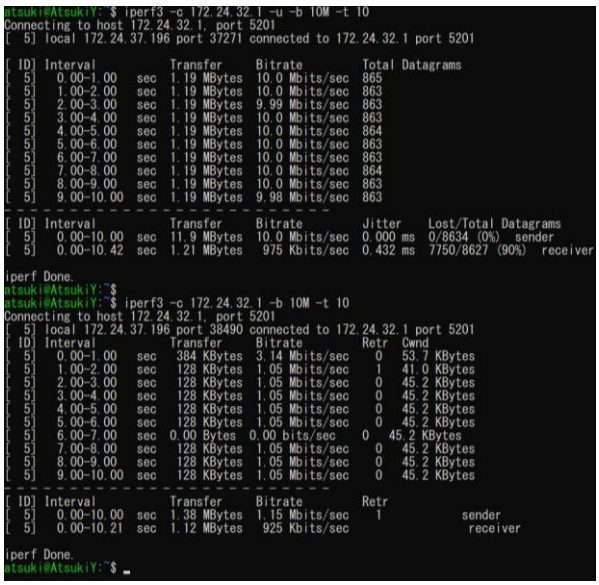



図 1 送信側の UDP/TCP での計測画面

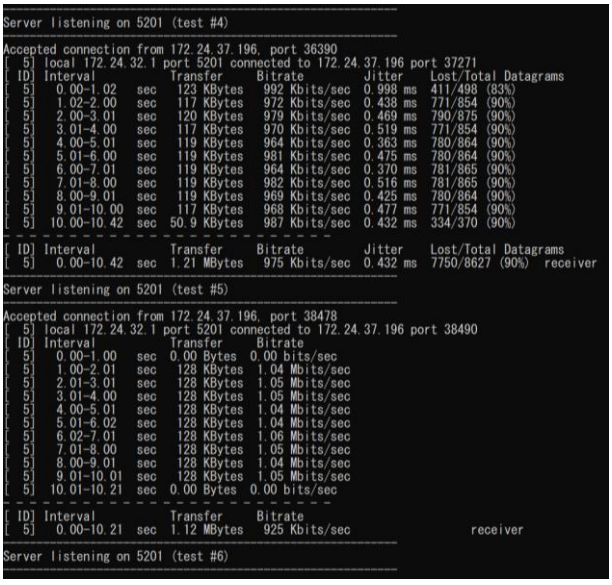



図 2 受信側の UDP/TCP での計測画面

ットの軽量化（圧縮）である。今回は「安定性」と「品質」を重視しているため，データを完全に復元できる可逆圧縮を採用する必要がある。

可逆圧縮は現在でも文章データ等で広く利用されているが，映像データへの適用においては圧縮率が低いという課題がある。また，映像通信において，圧縮を復号する処理によって，時間もかかるので，そこも課題である。

## 4.2 送信部分の軽量化

可逆圧縮による軽量化にも，限界が存在している。

そこで，今回のような研究等の動物観察配信は固定カメラのように，ある一定のところから撮影し，画面の変化が少ないことに注目した。変化のあった部分だけを送信し，受信側では前のフレームに上書きして表示する。これを繰り返すことで，変化分だけを送信することができ，また，軽量化ができる。

この方法は，後に知ったが，MPEG や H.264，H.265 といった現在の標準的な動画圧縮技術（フレーム間予測圧縮）の根本原理であった。

ただし，必要分だけ送信であっても，最初の一回や，リロード直後はすべてダウンロードする必要がある。そこで，もとから仮の色を入れておき，それで画面を埋め尽くしたうえで，同じような計算を実行するのがいいのではと考えた。撮影された 1 度目のデータを RAM 上で確認し，その中から一番多いもので埋め尽くす処理を，繰り返しでいいので，非常に少ないパケットで送信することができる。

しかし，このような技術を実行するには処理速度が課題となる。つまり，画像センサーから送られたデータを RAM に保存し，前回送られた RAM 上のデータと比較し，差分のデータを送信する。待機列の次のフレームデータを送信後の RAM 領域に上書きする。待機列にフレーム情報を送信し，RAM にロードした待機データを待機列から削除する。この工程は，処理に時間がかかり，品質も担保するため，30fps で再生することを考えると，この処理方法は難しいと考えられる。

## 4.3 処理方法

そこで，YouTube などの別の動画配信サイトではどのような処理をおこなっているのか調査した。バイナリ値を送信し，それをクライアント側で復号し，その情報をもとにクライアントで映像を作成しているのか，それとも別の方法なのか検討する。しかしながら，結論としてはおおむね実験前の予測通りであった。

映像を受け取り，デコードを行い，カラースペース変換を行った後，GPU チップの中にある専用のデコード回路，ハードウェアデコーダーを利用して映像化処理をおこなっていた。このハードウェアデコーダーのおかげで，スマホでも快適に映像の処理を行えていた。GPU を使用せず CPU だけで処理するのは，高速な CPU を用いても処理に負荷がかかり，高精細な処理の実現は難しいと推測する。

それでは，そのデコーダーロジックはアプリを使用せず web で視聴する場合，どのように端末に処理方法を伝えているのだろうか。

調査したところ，Safari や Chrome，Firefox などの web ブラウザに，もとからデコーダーロジックを組み込んでいる。そのため，ブラウザをインストールした時点で，ユーザーが気づかぬうちにデコーダーロジックを端末内にダウンロードされている仕組みである。

過去のブラウザはこのような機能を有しないため，専用のプラグインをダウンロードする必要もあった。しかし，これでは主流なデコーダーロジックしか利用できない。

独自に開発したデコーダーロジックをブラウザで使用したい場合，専用のプラグインを導入する手間が発生する。今回のような研究的な実験を考えると，問題は生じないが，できるだけ手間を増やしたくないので，ロジックをダウンロードさせる方法を考えたい。

そこで考えたのは Cookie の活用である。Cookie にデコーダーロジックをダウンロードさせる機能をもたせられないか検討した。

しかし，Cookie には最大約 4KB までしか保存できない。この容量はデコーダーロジックをダウンロードさせるのには少なすぎる。ダウンロードを必要としないデコーダ

ーロジックを調べたところ Web Assembly (WASM) という技術で実現可能であると考えた。

Web Assembly は，ブラウザ上で C/C++/Rust などのネイティブコードを JavaScript から呼び出せる技術で，これを利用することで，デコーダーロジックの導入を実現可能である。

また，システムのサイトに再訪問したときは，Service Worker と Cache API で，デコーダーロジックの再ダウンロード不要となる仕様が提供されている。Cache API という仕組みもあり，デコーダーロジックのダウンロードを行う際，Service Worker という機能が働き，サーバーへのリクエストを割り込み命令として受け取ることが可能となる。この機能によりキャッシュ済みのデータとして Web Assembly がユーザーの操作不要で即送信可能となる。

Cache API は，Cookie とは違い，デバイスのストレージ容量に依存するため，Cookie のように，最大容量に悩まされることもない。

しかし，大きな弱点も存在しており，Web Assembly は，GPU ハードウェアデコーダーが利用できない。GPU ハードウェアデコーダーが利用できないことで，CPU ソフトウェアデコーダーに頼るしかなくなり，ネイティブのブラウザデコーダーよりも重くなってしまう。

また，高解像度・高フレームレートの動画には性能が足りない場合もある。研究等で利用するなら，スペックも十分に担保可能だが，実用レベルで配信する場合，一般人は見られないという事態が発生してしまう。そのため，別の方法も考える必要がある。

### 4.4 AI の活用

送信するフレーム数，画素数を減らせば，その分だけパケットを小さくすることができる。ただし，品質を求めているので，それは難しいだろうという結論に至った。

そこで，AI の活用を検討する。大手 GPU メーカーである Nvidia の RTX シリーズでは，DLSS という，AI を利用して，間のフレームを生成し，それを再生することで，フレーム数を大幅に増やすことができる技術を搭載している。最近では DLSS 4.5 が発表され，DLSS 4.5 以前に比べて性能が大幅に向上し，違和感のないフレーム生成として少し話題になった。

しかしながら，今回のような観察実験に AI を組み込むことは，実際の様子ではないものを見ることになるので，利用は慎重に検討する必要があると考えられる。

## 5. 接続方式の検討

### 5.1 P2P 接続の特徴

1 対 1 通信を主に行う一部のサービスでは，P2P (Peer-to-Peer) 接続が採用されている。

これは 2 つのクライアントが直接通信する方式であり，サーバー側の負荷が小さく，仲介が不要な分，低遅延を実現できる。また，仲介サーバーが存在しないため，サーバー障害の影響を受けずに通信を維持できるという点で，安定性の観点からも優れている。

### 5.2 1 対多数への対応課題

しかし，今回の主な対象である動物観察配信などの用途では，1 対多数の構成が想定される。

そのため，P2P 接続をそのまま適用することは難しい。サーバー側の負荷を抑えながら，1 対多数に対応し，かつ安定性に特化した配信サービスの設計が必要となる。

## 6. 流暢な再生のためのバッファリング

### 6.1 TCP ではなく UDP が使われてきた理由

これまでの映像・音楽再生に TCP ではなく UDP が採用されてきたのは，主にリアルタイム性の欠如と流暢な再生ができないという 2 つの理由による。

リアルタイム性の欠如は，TCP はコネクション確立とパケットロスの再送処理が必要なため，リアルタイム性が損なわれる。流暢な再生ができないことについては，第 3 節の実験結果が示す通り，TCP は失われたパケットがすべて揃ってからしか映像を表示しないため，回線が細い環境やパケットロスが発生する環境では映像が完全に止まってしまう。一方，UDP は再送処理を行わずパケットを破棄するため，パケットロスがあっても一瞬の乱れで済む。

### 6.2 バッファによる解決

そこで，一時的にデータを蓄積する受信バッファ（RAM バッファ）の導入を提案する。

前述の「10 秒〜1 分程度の遅延許容」はここに起因している。例えば，10 秒分のデータを保持できるバッファを設けた場合，最初の 10 秒間は映像が再生されないが，その後は常に 10 秒分のデータが蓄積された状態で再生が進む。送信側で一時的な遅延やパケットロスが発生しても，バッファ内のデータを消費している間に再送処理が完了するため，映像が途切れることなく流暢な再生を維持できる。

### 6.3 バッファによる再生の挙動

実際に，動画再生プラットフォームとしてよく知られる，YouTube とブラウザに内蔵されているデベロッパーツールを利用して，バッファによる再生が本当にうまくいくのかを次の手順で確認した。

第 1 にインターネット環境で動画を数秒再生する。第 2 に，デベロッパーツールを用いて，通信を完全に遮断する。第 3 に JavaScript を用いて，動画を再生してから停止するまでの時間を計測した（図 3）。

これを 5 回行った結果，バッファによる再生で維持できた時間の平均は，約 24.25 秒であった(表 2)。

このように，バッファを設けることで，インターネット

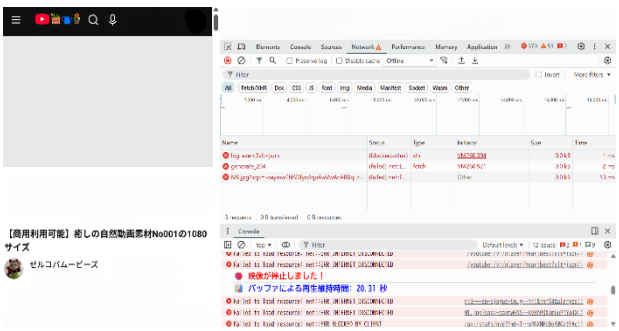



図 3 計測の方法とその様子

表2 バッファ計測の結果

| | 再生維持 | 画質 | 再生速度 |
|---|---|---|---|
| 結果 | 約24.25秒 | 1080p | 標準 |

が不安定な状況でも，状況を立て直す程の猶予時間を確保することが可能であるとわかった。

また，その間も流暢な再生を実現することができていた。

## 7. 結論

結論としては，今回のような貴重な研究対象等に対する安定性を重視したストリーミング技術に関して，TCP を利用した安定的な通信方法の利用と，バッファを利用することによる安定的な通信技術と，効果的な可逆圧縮によるパケットの軽量化を用いることで，問題を解決できると分かった。

また，これらはすでに FFmpeg 等で実現がされており，かなり安定したストリーミングがすでに確立されつつあることも分かった。

しかし，可逆圧縮などの，送信側のスペックが必要になってしまうなどの問題点もあると考えた。

## 参考文献


(1) マスタリング TCP/IP 入門編 第6版(出版ページ)：
https://www.amazon.co.jp/マスタリング TCP-IP―入門編―第6版-井上-直也/dp/4274224473

(2) Rakuten Mobile「ストリーミングとは？ダウンロードとの違いや仕組みを解説」：
https://network.mobile.rakuten.co.jp/sumakatsu/contents/articles/2022/00041/ (参照 2026-6-8)

(3) AWS「CDN(コンテンツ配信ネットワーク)とは何ですか？」：
https://aws.amazon.com/jp/what-is/cdn/ (参照 2026-6-8)

(4) SimulTrans「SRT ファイルとは」：
https://www.simultrans.com/ja/blog/what-is-an-srt-file (参照 2026-6-8)

(5) iperf3: https://iperf.fr/iperf-download.php (参照 2026-6-8)

(6) WSL2:
https://learn.microsoft.com/ja-jp/windows/wsl/install (参照 2026-6-8)

(7) IT 用語辞典「ハードウェアデコード【hardware decoding】」：
https://e-words.jp/w/ハードウェアデコード.html (参照 2026-6-8)

(8) Wikipedia「WebAssembly」：
https://ja.wikipedia.org/wiki/WebAssembly (参照 2026-6-8)

(9) Nvidia: https://www.nvidia.com (参照 2026-6-8)

(10) Coincheck「P2P(ピアツーピア)とは？仕組みやメリット，活用事例を紹介」：
https://coincheck.com/ja/article/577 (参照 2026-6-8)

(11) YouTube - ゼルコバムービーズ「【商用利用可能】癒しの自然動画素材No001 の 1080 サイズ」：
https://www.youtube.com/watch?v=W_OK4TLbvYs (参照 2026-6-6)

(12) FFmpeg: https://ffmpeg.org/ (参照 2026-6-8)

# 震災時の避難行動促進向けた避難体験ソフトウェア開発

渡邉凜乃[*1]
指導教員：白石利夫[*2]
Email: toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校データサイエンスコース 3 年
*2：聖徳学園高等学校教員

◎Key Words　　データサイエンス，震災，プログラミング

## 1. 研究の背景

本論では，地震大国である日本において災害発生時に迅速な避難行動が十分になされていない現状に着目し，解決策として筆者が開発した避難ソフトウェアを提案する。従来のハザードマップでは，建物の高さや起伏，東日本大震災の統計データでも指摘される避難所の定員超過や動的な経路寸断の影響を把握することが難しい。そこで本研究では，3D 都市モデル PLATEAU と Unity を活用し実際の街並みを再現したシステムを開発した。本作は，上空視点から建物をリアルタイム破壊し，定員制限のある避難所へ向かう 100 人の住民 AI の迂回行動や避難完了時間を CSV データとして記録できる。本稿では，開発に至る課題設定やデータ収集を概観し，実装やシミュレーションの具体的内容を提示する。最終的に，危険箇所を把握する防災計画ツールとしての実用性を検討し，今後の応用可能性を論じる。

## 2. 問題の所在

日本では，地震調査研究推進本部による長期評価において，南海トラフ巨大地震や首都直下地震の発生可能性が高いとされており，大規模地震への備えは急務の課題となっている。特に住民一人ひとりの避難意識や心理プロセス，避難を妨げる背景要因の現状を把握することは重要である。

そこで，東日本大震災における沿岸部住民の避難行動を詳細に調査した杉浦ら（2019）[(1)]の統計データを表 1 に集約して示す。

表 1 避難行動・心理的プロセス
・背景要因に関する変数一覧

| カテゴリ | 項目 | 内容/数値 |
|---|---|---|
| 適切な津波避難 | 即時避難（地震直後） | はい：510（54%），いいえ: 440 (46%) |
| 適切な津波避難 | 自発的避難（勧告前） | はい：467（50%），いいえ: 475 (50%) |
| 心理プロセス | リスクの認識（津波が来ると思ったか） | はい：420（44%），いいえ: 529 (56%) |
| 心理プロセス | 脅威の認識（すぐに来ると思ったか） | はい：413（44%），いいえ: 529 (56%) |
| 背景因子（環境） | 警報・勧告の認知（TV・携帯・広報車等） | はい：707（77%），いいえ: 213 (23%) |

表 1 によると，地震直後に即時避難を行った人は 54%に留まり，津波のリスクや脅威を正しく認識していた人も半数以下であった。この結果は，災害時の避難行動が単純な知識の有無だけでなく，状況判断や心理的要因にも大きく左右されることを示している。このように，多くの人が災害の危険性をデータとして理解していても，実際の心理プロセスや背景要因の影響によって，迅速に行動に移せていない現状がある。Schmöcker ら（2023）[(2)]では，東日本大震災の被災地域において市町村ごとの避難率に大きな差が見られ，地域によって避難行動にばらつきがあることが示されている(図 1)。




Figure 1. Proportion of population evacuating in each city.

図 1 各都市における避難した人口の割合

図 1 は，この避難開始割合を地図上に表したものである。これにより，多くの人が災害の危険を理解していても，行動に移せていない現状を明確に示すことができる。

また，避難の判断には時間的制約や周囲の状況も大きく影響する。同研究の意思決定モデル（表 2）では，東日本大震災時の 11,239 人の調査データを用いて，どのような要因が住民の避難行動に影響を与えたのかを統計的に分析している。

表 2 東日本大震災における
避難行動の意思決定モデル分析結果

Table 1. Model Results

| | Base Model | | Naive Model | | 2-Stage Model | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Step 1 | Step 2 | |
| | Estimate | Stdz. Est. | Estimate | Stdz. Est. | Estimate | Estimate | Stdz. |
| ASC | 1.26 | | -1.01 | | 1.17 | 1.10 | |
| *Person specific* | | | | | | | |
| Male | -0.05 | *-0.11* | -0.05 | *-0.11* | -0.05 | -0.04 | *-0.10* |
| Heard Tsunami Warning | 0.39 | 0.86 | 0.35 | 0.77 | 0.37 | 0.39 | 0.87 |
| Family at home | 0.13 | 0.15 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.16 |
| Family at work | -0.11 | -0.13 | *-0.09* | *-0.10* | -0.11 | -0.10 | -0.12 |
| Family at kindergarten | *0.19* | *0.11* | 0.22 | 0.12 | *0.20* | *0.21* | *0.12* |
| Live near harbour | 0.24 | 0.29 | 0.04 | 0.05 | 0.28 | 0.26 | 0.31 |
| Preparation | 0.28 | 0.67 | 0.28 | 0.65 | 0.30 | 0.27 | 0.65 |
| Seen sign | 0.10 | 0.23 | *0.06* | *0.14* | 0.10 | 0.10 | 0.23 |
| *City specific* | | | | | | | |
| Tsunami warning time | -0.01 | -0.21 | 0.00 | 0.04 | | -0.01 | -0.16 |
| Population density | *-0.01* | *-0.11* | 0.00 | 0.01 | | 0.00 | -0.07 |
| Flooded area density | *0.01* | *0.12* | 0.00 | -0.02 | | *0.01* | *0.13* |
| Harbor city (dummy) | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.04 | | 0.00 | -0.13 |
| *Field effect* | | | | | | | |
| Fitted evacuation (sum in city) | | | 3.14 | 0.78 | | 0.21 | 0.30 |
| Sample Size N | 10384 | | | | | | |
| AIC (Pseudo R2) | 10620 (0.05) | | 10532 (0.06) | | 10678 (0.05) | 10651 (0.05) | |

*Note:* Bold *p*-value<0.05, Italic *p*-value <0.1; Stdz: standardised value

表 2 のモデル推定値を見ると，津波警報の認知や事前の備えが避難確率を大きく高める一方で，周囲の避難状況を示す現場効果も強いプラスの影響を与えている。これは，周囲の行動が個人の避難判断に極めて強い影響を与えていたことを示している。

## 3. システムに必要な機能

以上の震災データが示した現状から、従来のハザードマップを見るだけの防災教育には限界があり、災害時に発生する人々の動きや状況の変化を体験できるシステムが不可欠であると言える。そこで本研究では、統計データから得られた結果を基に以下の 3 つの要素をシミュレーション機能として取り入れる必要があると考えた。

第一に、住民の即時避難が 54%にとどまる現状や地域によって避難行動にばらつきがある問題を再現するため、街の中に 100 人の住民エージェントを配置し、それぞれが避難経路を探索しながらリアルタイムに移動する仕組みが必要となる。第二に、意思決定モデル(表 2) で示された避難警報や事前の備えが重要であるという結果を踏まえ、シミュレーション内の主要避難所に定員制限を設け、満員時に別の避難所を再び探して移動する二次避難の機能を実装する必要がある。第三に、周囲の状況や時間経過によって変化する動的な阻害要因を再現するため、上空視点から建物をリアルタイムで破壊し、その瓦礫によって道路が閉塞される環境を構築する必要がある。

これら住民の移動や避難所の定員超過、道路の閉塞という現実の課題をシステム上で再現し、それらが全体の避難完了時間にどう影響するかを定量的に検証するため、3D 都市モデル PLATEAU と Unity を用いた避難体験ソフトウェアを開発した。

## 4. シミュレーションゲームの詳細 : Unity による動的体験

本研究で開発した避難体験ソフトウェアは，ゲーム開発エンジンである Unity[3]と，国土交通省が提供する 3D 都市モデル PLATEAU[4]を活用して開発した。

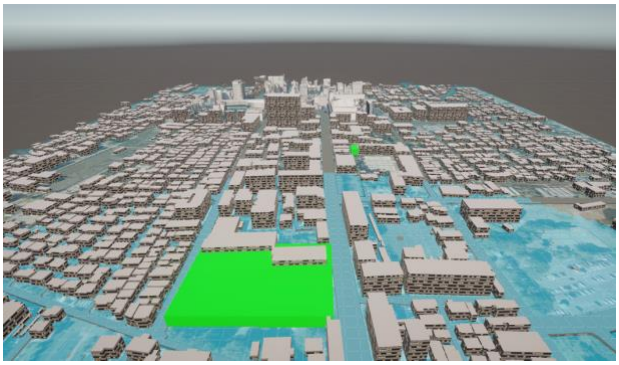


図 2 シミュレーションの画像

実際の街並みを三次元都市モデルとして構築することで，従来のハザードマップでは把握しにくい建物の高さや地形の起伏を可視化した。また，100 人の住民エージェントを配置し，それぞれが周囲の状況に応じて避難経路を探索しながら移動するシミュレーションを開発した。

本ソフトウェアの特徴は，プレイヤーが上空視点から避難状況を観察しながら，任意の建物をリアルタイムで破壊できる点である。建物を破壊すると，その瓦礫によって道路が閉塞され，避難経路に障害物が発生する。これにより，災害発生後に道路状況が変化する環境を再現し，避難への影響を検証できる。

住民 AI には，避難所の定員制限と二次避難の機能を実装した。シミュレーション開始後，住民はまず主要避難所である Shelter C へ向かう。しかし，Shelter C には定員が設定されており，満員となった後に到着した住民は受け入れられない。その場合，住民は現在地から最も近い別の避難所を再び探し，新たな目的地として避難を継続する。また，住民 AI は経路探索アルゴリズムによって移動しており，避難中に道路が閉塞された場合には通行経路を探索し，目的地までの移動を継続する。この仕組みにより，災害発生後の道路閉塞が避難行動に与える影響を再現した。

さらに，建物の破壊時刻，避難所の定員超過による受け入れ拒否，経路変更の発生回数，避難完了時間などのデータを CSV 形式で毎秒記録する機能を実装した。

表 3 収集可能データ

| Time(s) | Event | AgentName |
|---|---|---|
| 1.74 | Goal | TestAgent(Clone) |
| 4.83 | Goal | TestAgent(Clone) |
| 8.6 | Goal | TestAgent(Clone) |
| 8.95 | Goal | TestAgent(Clone) |
| 10.46 | Goal | TestAgent(Clone) |

## 4. 防災活動への応用と実用性

本ソフトウェアを実際の防災活動に応用する最大のメリットは，普通のハザードマップでは分からない時間や危険な場所のポイントを，具体的な数字で見つけられる点にある。これまでの防災訓練やハザードマップでは，避難所が満員になってしまったら，溢れた人はどこへ逃げればいいのかや，建物が崩れたらどの道が通れなくなるのかを予測することは難しかった。しかし，このゲームが記録する CSV データ（避難にかかった時間や，満員で断られたタイミングなど）を分析すれば，震災が起きてから何分後にメインの避難所がパンクするのか，住民がどの交差点に集まりすぎて遠回りすることになったかが，具体的なデータとして一目で浮かび上がってくる。これは，地域の自治体において、避難所が満員になったあとの誘導計画などを考えるときに役立つだろう。

また，このソフトウェアはゲームとして作られているため，地域の人たちの防災意識を高める学習ツールとしての実際に役立つ可能性が高い。本研究のゲームにおいて，あえて建物が崩れやすい古い住宅街などを舞台に選んだ理由はここにある。普段から見慣れている自分の街の 3D 空間の中で，目の前で建物が崩れ，やっとたどり着いた避難所から満員だから入れないと拒否されるという最悪のシナリオを上空から客観的に体験することは，プレイヤーに大きな驚きを与える。

このように，プレイヤー自身の手で街を破壊し，住民 AI が困る様子をシミュレーションすることで，ハザードマップに載っている避難所だけを信じるのではなく，そこがダメだったときの第 2，第 3 の避難ルートを普段から考えておくことが大切だという実践的な危機意識を身につけることができる。定員漏れした人たちがどのように動き，どうすれば全滅を防げるのかを自分自身の手で実験できるこのソフトは，地域のみんなで防災について話し合うきっかけ作りや，これからの防災活動を支える新しい教育ツールとして，とても高い実用性を持っていると考えている。

## 5. 今後の課題

本研究では，3D 都市モデルを用いた避難体験ソフトウェアの開発と，定員制限や道路の閉塞に伴う住民 AI の U ターン行動を観測するための基礎的なシステムを完成させた。しかし，本ソフトウェアは開発を終えたばかりの段階であり，現時点では私自身による検証にとどまっている。今後は，本ソフトを最悪の被災シナリオを自分で作ってデータを集める研究システムとして発展させるため，以下の 3 点に取り組みたい。

第一に，多くの人にこのソフトをプレイしてもらい，災害時における人間のルート選択のデータを集めることである。プレイヤーに神の視点から建物を壊すという操作をしてもらい，予期せぬ通行止めが起きたときに住民 AI や人間がどのように新しい道を選ぶのか，その行動パターンを分析したい。まだ誰にもやってもらっていない現状を活かし，今後は実験データを蓄積することを最優先に進める。

第二に，システムが得られたデータと，実際の防災訓練などで得られるリアルな避難データ（人間の歩行速度や移動ルート）を比較・検証することである。AI の数値データと人間のリアルな行動データを比較して分析することで，プログラムを調整し，より現実の災害に近い高精度なシミュレーションへと進化させたい。

第三に，このソフトを地域の防災学習や自治体のワークショップなどで実際に使ってもらい，その実用性を検証することである。

このシステムを地域に提供することで，住民の危機管理能力を高めるとともに，集まったプレイデータを基に，本当に役に立つ地域の避難計画づくりに貢献することを目指したい。

## 参考文献

(1) Sugiura, M., Sato, S., Nouchi, R., Honda, A., Ishibashi, R., Abe, T., Muramoto, T., and Imamura, F., "Psychological Processes and Personality Factors for an Appropriate Tsunami Evacuation", *Geosciences*, Vol. 9, No. 8, Article 326, 2019.

(2) Schmöcker, J. D., Ji, J., Belgiawan, F. P., and Uno, N., "Evacuation Decisions during the Great East Japan Earthquake", *Findings*, May, 2023.

(3) 国土交通省，「3D 都市モデル PLATEAU（プラトー）」，https://www.mlit.go.jp/plateau/

(4) Unity Technologies, "Unity Real-Time 3D Development Platform", https://unity.com/

# SNS における承認格差と自己承認の喪失②
## ―「Later」を用いた最適な内省構造の定量的検証―

北川達大*1
指導教員：白石利夫*2・ドゥラゴ英理花*2
Email: toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校データサイエンスコース 2 年
*2：聖徳学園高等学校

◎Key Words. SNS，内省，遅延設計

## 1. はじめに

現代の SNS は，「いいね」やコメントなどの即時的な反応を中心に設計され，反応数が可視化されることで他者との比較が生じやすい。その結果，若者の承認欲求は他者からの評価に依存する他者承認へ偏りやすく，自分自身の体験を自分の言葉で肯定する自己承認が育ちにくいという課題がある。

このうち自己承認は，他者承認よりも安定した満たされ方だとされる。本研究は，この自己承認が若者，とくに 10 代で低くなっていることを根本の課題ととらえ，それを取り戻すためのアプリケーションの提案を行う。

### 1.1 意識調査による課題の確認

課題の実在を確認するため，個人で 107 名を対象とするアンケート調査を Google form にて実施した。調査では，回答者の年代と，承認を自己承認（自分で自分を認める）と他者承認（他者からの評価で満たされる）のいずれに置くかに関する項目を尋ねた。

その結果，10 代の自己承認欲求は 62.5%に対し 20 代は 86.4%，30 代 100%，40 代 73% 50 代 100%と 10 代が他の年代に比べて自己承認欲求が低い傾向が得られた(図 1)。これは，内閣府 (1) が示す若年層の自己肯定感の低さと整合し，本研究の問題意識を実データの面から裏づけるものである。

| 年代 | 「自己承認欲求」 | 「他者承認欲求」 | 総計 |
|---|---|---|---|
| 10代 | 62.5%(40件) | 37.5%(24件) | 64件 |
| 20代 | 86.4%(19件) | 13.6%( 3件) | 22件 |
| 30代 | 100%( 8件) | 0%( 0件) | 8件 |
| 40代 | 73%( 8件) | 27%( 3件) | 11件 |
| 50代 | 100%( 2件) | 0%( 0件) | 2件 |

図 1 Google form アンケート結果

## 2. 先行研究と解決策の提案

### 2.1 自己承認と他者承認に関する先行研究

承認欲求はマズロー(4)の理論で「尊重欲求」にあたり，〈自己承認〉と〈他者承認〉に分けられ，自己承認の方が安定しているとされる。自己承認の中心にある「自尊感情（self-esteem）」とは，自分を全体としてどれくらい肯定的に見ているかを表すもので（Rosenberg(2)），これを測る尺度が広く使われている。

ここで注意したいのは，自分の価値を他人の評価に頼って決めると，評価が変わるたびに気持ちが揺れて不安定になりやすいという点である（Crocker & Wolfe(5)）。一方で，同じ他人からの評価でも，「ダメだ」と決めつける圧力ではなく，「ここが良い」「こう直すともっと良い」と教えてくれる情報として伝わるなら，それは自分の中に取り込まれ，自分への評価を支える（Deci & Ryan(6)の自己決定理論）。これらから，自己承認を高めるには，人と比べることや他人からの評価を弱め，価値の基準を「外（他人）」から「内（自分）」へ移すことが効果的だと考えられる。

### 2.2 先行研究からの解決案の提案

以上の問題設定および先行研究に基づき，本稿では，即時的な反応・比較・評価の可視化を意図的に弱めた写真アプリ「Later」を提案する。具体的には，撮影直後に写真を見せない解禁遅延，写真より先に自分の言葉で記録する言語先行，記録と振り返りを分ける時間差，いいね数や順位を排した匿名の共同投票，選ばれた一枚を残す記念日化という設計要素により，外部評価から距離を取り，自分の言葉と振り返りで日常を意味づける体験を実現して，自己承認を高めることを目指す。

### 2.3 自己承認を高める考え方の補足

自分にとって大切な経験を自ら意味づける行為は自己の価値を支え（自己肯定理論：Steele(7)），体験を予期・回想で味わう過程は肯定的感情と自己評価を高める（セイバリング：Bryant & Veroff(8)）。さらに，若年層はありふれた経験よりも稀で特別な体験から大きな幸福を得る（Bhattacharjee & Mogilner(9)）。したがって，自分の日常を自分自身で意味づけ “特別” だと感じることは，自己承認を高める道筋になると考えられる。

## 3. アプリ「Later」の機能説明

### 3.1 アプリケーションの概要

アプリケーションは Swift 言語を用いて Xcode にて作成した。「Later」は，撮影した写真をその場では見せず，時間をおいて現像（解禁）し，その日の一枚を残す，解禁遅延型の写真アプリである。1 日の流れは，00:00-20:00 を撮影時間とし，撮った写真は即「現像中」として封印され閲覧できない。20:00 以降に解禁・共同投票を行い，「今日の一枚」を決定して撮影者を解禁し，以降は閲覧のみとなって翌 00:00 に循環する。以下，主要な機能を説明する。

### 3.2 目標達成枚数の設定

撮影を始める前に，ユーザーはその日に撮影する目標枚数を自分で設定する（図 2）。この機能は，自分で立てた目標を達成する経験が自己承認欲求の向上につながる，という仮説に基づく。目標設定理論（Locke & Latham[10]）によると，自分が受け入れた具体的な目標の達成は満足をもたらし，次の動機づけを高める。また，Bandura[13] の自己効力感理論では，自分が立てた課題を実際に成し遂げる達成体験が，自己効力感を高める最も強い源とされる。さらに，他者から課された目標ではなく自分で選んだ目標であることが，自己決定理論の自律性に対応し，内発的な動機づけと自己評価を支える。

### 3.3 撮影・現像（封印）機能

ユーザーはアプリ内カメラで写真を撮影する。撮影した写真はその場では確認できず，即「現像中」として封印される（即時確認の禁止）。また撮影時に，写真を見ないまま自分の言葉で一行のキャプションを記録する（言語先行）。これにより，出来栄え評価や他者比較を先行させず，自分の視点からの意味づけを促す。

### 3.4 解禁・共同投票機能

撮影時間の終了後，グループ内でその日の写真が匿名で一斉に解禁される。ユーザーは「今日の一枚」を 1 人 1 票で選ぶ。票数や順位は表示されず，人気や比較ではなく，「その日の象徴を皆で選ぶ」儀式として機能する。

### 3.5 本日の一枚・撮影者解禁機能

投票により「今日の一枚」が決定する。決定した瞬間に，その一枚の撮影者だけが解禁される。称えるのは「人」ではなく「その日の一枚」であり，外的指標に依存しない特別感を生む。

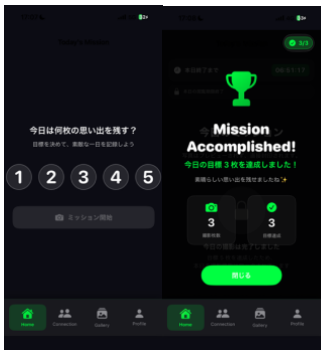



図 2 目標設定画面（左） 目標達成後(右)




図 3 Home 画面（左）解禁前フォルダ（右）

## 4. 効果検証の方法

本章では，Later が利用者の自己承認（自尊感情・自己肯定感）を高めるかを検証する方法について述べる。

### 4.1 検証の目的と仮説

本検証の目的は，Later の使用が利用者の自己承認を高めるかを明らかにすることである。本研究では次の仮説を設定する。

- 仮説 1 : Later 使用後の自尊感情得点は，使用前より有意に上昇する。
- 仮説 2 : 目標枚数機能による目標の達成を通じて，自己効力感が上昇する。
- 仮説 3 : 利用頻度・目標達成度が高い参加者ほど，得点の上昇が大きい。

### 4.2 測定に用いる尺度

自己承認の程度をできるだけ客観的に測るため，すでに信頼性と妥当性が確かめられている既存の尺度を使う。中心となるのは，自分を全体としてどれくらい肯定的に見ているか（自尊感情）を測る「ローゼンバーグ自尊感情尺度（RSES）」である。これは世界的に標準とされる尺度で 10 項目の尺度をもとに測定を行い，これを自己承認の中心的な指標とする。あわせて，短い期間での変化をとらえやすい「状態自尊感情尺度」（阿部・今野, 2007）を使う。さらに，目標枚数の機能の効果を確かめるため，ふだんの生活での「自分はできる」という感覚（自己効力感）を測る「一般性セルフ・エフィカシー尺度（GSES）」（坂野・東條, 1986，16 項目）も用いる。加えて，承認を自己承認と他者承認のどちらに置くかを尋ねる独自の項目も使い，他者承認から自己承認へ移ったかを補足的に確認する。

### 4.3 検証のデザイン

同一の参加者に対して使用前と使用後に同じ尺度を実施し，その得点の変化を比較する，一群事前事後デザインを採用する。

### 4.4 手順と期間

第一に，Google フォームを用いて参加者を募集し，データ収集および本アプリがベータ版であることへの同意を得る。対象は高校生を中心とする。第二に，介入開始前の 8 月 15 日に，RSES・状態自尊感情尺度・GSES・独自項目による事前アンケートを実施する。第三に，2026 年 8 月 15 日から 8 月末までの約 2 週間，参加者は日常的に Later を使用する。使用にあたっては，撮影・現像（封印），解禁・共同投票，本日の一枚，記念日化，および目標枚数設定の各機能を用い，あわせてアプリの利用ログ（利用日数・目標達成回数など）を記録する。第四に，介入終了直後の 8 月末に，事前と同一の尺度による事後アンケートを実施する。

### 4.5 分析方法

事前と事後の得点について，Later の使用によって自己承認が高まったかを確かめる。具体的には、参加者一人ひとりの「使う前」と「使った後」の点数を集計し、その差が、たまたまのばらつきではなく、本当に意味のある変化といえるかどうかを確かめる。あわせて、点数がどのくら

い大きく変わったかも調べる。さらに、アプリをよく使った人や、目標をよく達成した人ほど点数が大きく上がっているか、という関係も確認する。これらを通して、Later の使用と自己承認の高まりとのつながりを明らかにする。本検証は対象群のない一群事前事後デザインであるため，得点の変化が Later の使用のみによるものとは限らず，時間経過やその他の要因の影響を排除できない点に留意する。また，自己報告尺度を用いること，参加者数や期間が限られることも考慮すべき点である。これらを踏まえ，今後は対象群の設定や介入期間の延長により，より厳密な検証を行う。

## 5. まとめ・今後の展望

本研究では，若者の自己承認欲求（自尊感情・自己肯定感）の低下を根本的な課題として設定した。現代の SNS は即時的な反応と評価の可視化を前提とするため，若者の承認は他者からの評価に依存する他者承認へ偏りやすく，自分で自分を認める自己承認が育ちにくい。実際に，内閣府の調査では日本の若者の自己肯定感が国際的に低い水準にあることが示されており，筆者が実施した 107 名を対象とする意識調査においても，10 代は他の年代に比べて自己承認欲求が低い傾向が得られた。

この課題に対し，本研究では，自己承認を高める設計を備えた写真アプリ Later を開発・提案した。Later は，撮影直後に写真を見せない解禁遅延，写真より先に自分の言葉で記録する言語先行，記録と振り返りを分ける時間差，自分で決めた目標枚数の設定，いいね数や順位を排した匿名の共同投票，選ばれた一枚を残す記念日化という設計要素をもつ。これらにより，比較や外部評価から距離を取り，自分で決めた基準と自分の言葉によって日常を意味づける体験を実現し，自己承認を高めることを目指した。また，本研究では，自己承認の変化を客観的に測定するための効果検証の方法を，用いる尺度・手順・分析まで含めて具体的に設計した。

一方で，本研究にはいくつかの課題が残る。第一に，効果検証は計画段階であり，今後，実際に検証を行って自己承認への効果を実証する必要がある。とくに，対照群を持たない一群事前事後デザインには限界があるため，対照群の設定や介入期間の延長により，より厳密な検証を行うことが求められる。第二に，目標枚数の設定機能については，達成時の効果に加え，未達成時の失望や負担感が自己承認に与える影響も検証しなければならない。利用を毎日課す設計は達成が義務化して負担となる恐れがあるため，達成感と継続可能性の両立を図る調整が必要である。第三に，共同投票についても，匿名性・非ランキング性を維持しなければ他者承認へ偏る危険があるため，その設計を保ったまま効果を検証する必要がある。

今後は，これらの課題を踏まえて効果検証を進めるとともに，自己承認を高める核となる「自分の日常を自分自身で意味づけ，特別だと感じること」をより強める方向で，目標設定・共同投票・記念日化の各機能を改善していく。本研究が，外部評価に偏りやすい現代の SNS とは異なる，自己承認を育てる記録のあり方を目指していく。

## 参考文献


(1) 内閣府：「我が国と諸外国の若者の意識に関する調査(平成 30 年度)」，内閣府, (2019).(2026 年 6 月 29 日閲覧).

(2) Rosenberg, M.:Society and the Adolescent Self-ImagePrinceton University Press, (1965) .(2026 年 6 月 29 日閲覧).

(3) 山本真理子・松井豊・山成由紀子:「認知された自己の諸側面の構造」, 教育心理学研究, 30 巻 1 号, 64-68, (1982).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(4) H. マズロー(小口忠彦訳):『人間性の心理学』，産業能率大学出版部(原著 A Theory of Human Motivation，Psychological Review，50(4)，1943).(2026 年 6 月 29 日閲覧).

(5) Crocker，J., & Wolfe，C. T.: “Contingencies of Self-Worth”，Psychological Review, 108(3), (2001). (2026 年 6 月 29 日閲覧).

(6) Ryan，R. M.，& Deci，E. L.:“Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation，Social Development, and Well-Being”，American Psychologist，55(1)，(2000).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(7) Steele，C. M.:“The Psychology of Self-Affirmation: Sustaining the Integrity of the Self”，Advances in Experimental Social Psychology，21，(1988).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(8) Bryant，F. B.，& Veroff，J.:Savoring: A New Model of Positive Experience，Lawrence Erlbaum Associates，(2007).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(9) Bhattacharjee，A.，& Mogilner，C.:“Happiness from Ordinary and Extraordinary Experiences”，Journal of Consumer Research, 41(1)，(2014).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(10) Locke，E. A.，& Latham，G. P.:“Building a Practically Useful Theory of Goal Setting and Task Motivation”，American Psychologist，57(9)，(2002).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(11) 阿部美帆・今野裕之：「状態自尊感情尺度の開発」，パーソナリティ研究，16 巻 1 号，36-46，(2007).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(12) 坂野雄二・東條光彦：「一般性セルフ・エフィカシー尺度作成の試み」, 行動療法研究, 12 巻 1 号, 73-82, (1986).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(13) Bandura, A. : "Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change"，Psychological Review，84(2)，191-215，(1977).（2026 年 6 月 29 日閲覧）.

(14) 北川達大：SNS における承認格差と自己承認の喪失 - 記念日化 SNS による承認デザインの再構築（2026）

# 日本とアジア圏の制服比較

## 多様性分析と同調圧力の影響今後の課題について

後藤 喜帆[*1]・石井 陽色[*1]・平岡 竜胆[*1]
指導教員：小田浩之[*2] 草野昂志郎[*2] 山田 将大[*2]
Email: yukihiro_yamada@shotoku.ed.jp

*1: 聖徳学園高等学校3年
*2: 聖徳学園高等学校

◎Key Words　　制服，同調圧力，アジア圏

### 1. はじめに

AIやデータサイエンスが求められるPCカンファレンスに明らかに人文社会科学の領域である我々の論文を応募した理由を述べる。研究当初、我々は量的研究をはじめとしたデータで分析を試みたが、表層的な数値データのみでは我々の研究議題の範疇に収まらなかった。よって質的研究のアプローチであるオートエスノグラフィー[1]を採用し、研究を推進することとした。趣旨から離れているが現代において量的研究のみならず、フィールドワークといった人間の足を運ぶことで得られる質的研究も複雑化した現代の諸問題を扱う研究において不可欠な要素となってきていることを共に言及することには重要な意義があると考え応募した。

### 2. 序論

同調圧力は人間のもつジェンダーへの固定概念を超えられるのか。我々は2024年より自身の高校の制服が性差を意識させないようなブレザーデザインに大きく変わったことを機に制服に関する探究活動を行う中で、日本人に強く根付くとされる「同調圧力」に焦点を当てた。菅公学生服株式会社の調査によれば1099人の全国の高校生の中903人は制服が定められている高校に通っていると答えた。つまり現在約8割の日本の高校生は制服を着ている。　2015年に国連サミットにてSDGsという大きな開発目標が採択され、同年には文部科学省による「性的マイノリティの子供への配慮」の通知が全国の教育機関に促された。こうした背景から教育機関を含めジェンダー平等を掲げる世の中となった今日本の制服制度はどうあるべきなのだろうか。各国における男女格差を測るジェンダーギャップ指数2021年の日本の総合スコアは0.656,順位は156カ国中120位であり、先進国の中で最低レベルという現状がある。各国がジェンダー平等に向けた努力を加速している中で日本が遅れを取っていることから、男女共同参画の視点を中心に高まってきたのではないかと思われる。「電通ダイバーシティ・ラボのLGBT調査2018」から日本では人口の8.9%がLGBTであると掲載されている。またこれが事実であれば、このような生徒が「制服が持つ強制力」に苦しんでいる可能性は十分にあるのではないか。では何故苦しめられているのかという原因に辿り着こうとした時、同調圧力という壁がそびえ立った。同調圧力とは、集団の中で個人が周囲と同じ価値観や行動を求められる現象と広辞苑で定義されている。換言すると集団の一体感や暗黙のルールに基づいた心理的な働きかけである。その「集団の一体感」を象徴するひとつの要素こそが制服といえよう。

603年、冠位十二階の衣類による視覚的な階級制度から始まり1886年、帝国大学にて洋装の制服が採用され、そこからセーラー服や変形学生服[2]、そして平成の制服の代名詞でもある安室奈美恵から触発された着崩し高校生[3]が脚光を浴びるなどの長い歴史がある中、現代社会では世界各国で宗教上適

[1] 研究者自身が自己の個人的な経験、感情を記述・省察し広い社会的な文脈と結びつけて分析する質的研究の手法。

[2] 昭和40年代末から50年代に登場した通常の制服とはプロポーションが異なるであり、素行不良の生徒らによって制服の範疇を踏襲しながら、凶悪なイメージによって改造されたもの。

[3] 女子はルーズソックスなどの独特な着こなしをしたもの。男子は米国のラッパーを真似たスタイルが流行し、双方に共通して制服が着崩されたことから呼ばれる。

した制服やジェンダーレス制服の制度の検討そして導入が講じられている。

このような背景の中、我々は制服におけるジェンダーの意識というものがどのように形作られ、人間を縛っているのかということを考えていきたい。縛られる背景に、特に日本人には同調圧力が大きく影響しているとしばしば語られる。仮に身体的特徴が男性であっても女性の心を持っていた場合、スカートを履く行為は許されるべきでないのか。また我々はそのような事象に対してどう向き合っていくべきなのか。「制服制度の中でみるジェンダー論」という我々を含めた高校生が進行系で生きている社会制度の構造を解き明かし、解決の可否を知るため岡山に向かった。これより本稿にて述べることは、我々がそこで得たインサイト[4]である。

## 3. 先行研究

前項にて述べたテーマを追究するために我々は実際に多様性に配慮した制服を導入した教育機関とそこでの導入効果を知る必要があった。したがってジェンダーレス制服の導入効果に関する研究として内藤章江氏らの調査[5(1)]を先行研究とした。そのうち女子用スラックスが導入されている357校の調査によると、たとえ導入されても着用率は10%に満たないということが示されていた。

この資料からスラックスが導入されるだけでは必ずしもスラックスの着用率が高くなるわけではないことが言える。しかし内藤らの研究ではなぜ着用率が10%に満たない理由までは十分に解明されていない。そこで本研究では同調圧力に限らず、制服の着用選択に影響を与える心理的、社会的な障壁について明らかにすることを着地点とする。

## 4. 実験、方法

### 4.1 量的研究

我々は2026年4月中旬から6月下旬にかけて学校内の生徒、学校外の生徒、学校で勤務している教員の三つの視点に分けGoogleフォームを用いて「多様性に配慮された制服の導入が中高生の自己表現および集団的同調性に及ぼす影響に関する調査」という質問調査を実施した。またアンケートの質問項目は内藤氏らの先行研究を参考にしながら設定した。「今現在自分の周りの環境は制服を選びやすい環境と言えるか」という質問を五段階評価に設定して実施したところ図1より119人中24人（約20%）が1と2の評価に投票し、加えて同じ評価設定の質問である「制服を自由に選べることは多様性の実現につながると思いますか」に対しては図2より119人中96人（約81%）が4と5の評価に投票した。これらより、多様性の実現に向けて制服の選択肢の幅の拡大を求める声が8割という大多数を占めているのに対し、現実には2割が依然として制服を選びにくい環境下に置かれている。ここから理想とする多様性に配慮された環境と現在の環境との間に大きな乖離があるということが数字として明らかになったと言える。

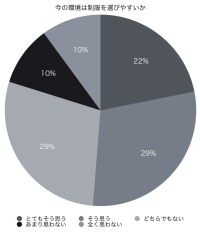


図1

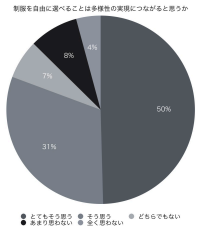


図2

### 4.2 質的研究（フィールドワーク）

<u>①岡山にある制服会社二社への企業訪問</u>

我々は２つの質的研究を行った。1つ目は内省的なデータと研究内容に沿った活動をしている当事者に直接会うための岡山への企業訪問である。我々が在籍している聖徳学園高等学校の制服を製造しているトンボ株式会社と、我々の研究内容と類似している企業企画[6]に数々取り組まれている菅公学生服株式会社に勤務されており、先行研究の共同研究者である川井正則氏にアポイントメントを取った結果快く承諾していただき前日の夜より夜行バスで10時間かけて向かい2026年5月25日、二つの企業に計4時間ほど聞き取り調査、そして各企業の現在の取り組みに関する貴重なお話を伺った。また全ての調査内容は対象者の同意を経て録音、撮影し、のちに逐語録（文字起こし）を作成して分析対象データとした。

企業への取材質問事項は二点ある。ひとつはスラックスを履く女性生徒に対して男子生徒がスカートを履く割合である。回答としては433校中、409校は着用事例が見られず、3校は実際に着用例が見られるというものであった。我々が注視したのは21校が「男子生徒がスカートを履く行為」を校則で禁止しているという事実である。先述の通り、近年

[4] データや観察結果の背後にある本質的な発見や新たな洞察

[5] 多様性を配慮した学校制服の導入効果　-女子向けスラックスの導入が及ぼす影響-（2024）

[6] 学生と企業が共同開発を行う「学生ピッチコンテスト」や生徒が企業活動の疑似体験を行う「産学連携実学体験」をはじめとした企業企画。

多様性に対する配慮が著しく現れたことで「自分の性に違和感を覚え、スカートを履く男子生徒が現れた」というケースが生まれ、学校側はそのような措置によって対応せざるを得なくなったと推測できる。ふたつは着用例が見られる3校のLGBTの生徒に対しての具体的な対応措置やそのことに関する心理的実験の有無について尋ねた。その質問により我々では考えもしない未知の領域の知見に出会った。

取材した菅公学生服株式会社では2024年11月から2025年2月において、多様性を配慮した制服は全国的に広がったものの着用は少ないというデータの元、スラックス着用が見られる女子生徒とスカート着用が見られる男子生徒が多様性に配慮した学校制度をどのように理解し、受容しているかを調査することにした。そこでとある高校に在籍する高校2年生の野球部の男子生徒（髪型は丸坊主）にスカートを履かせるといった実験を行っていた。その実験の結果から「多様性配慮」とは何であるのか、何のために制服を変更しアイテムを追加するのかということが制服企業では考えられていた。

②SOPHIA国連WEEKSへの参加

2つ目に、ジェンダー概念そのものの学術的理解を深めるため、6月19日に上智大学にて開催されたSOPHIA国連WEEKSの「人類の未来を変えるジェンダー主流化」という大崎麻子氏らの講演イベントに参加した。イベント内の三浦まり教授[7]の講演によると、教師を含めた大人によってジェンダーバイアスが引き起こされる事例が多く、少年期の環境で「男らしさ」や「女らしさ」を学習することでジェンダーの固定概念が形成されている現状があるということだ。またその可能性を支持するデータとして我々の量的研究であるアンケート調査の内の教員用のものの中で「女子生徒がスラックスを履く行為に対してどう思われますか」という自由記述式の質問では「時代の流れを感じた」「冬場は防寒になる上、動きやすくていいと思う」という肯定的な意見があった一方、「マイノリティで珍しい」や「あまり校風的に好ましいと思わない」と言った否定的な意見も寄せられた。そして「男子生徒がスカートを履く行為についてどう思われますか」という質問に関しては「絶対に履いて欲しくない」という回答も実際に見られた。依然として男性がスカートを履くことは、女性がスラックスを履くことに比べて抵抗感が強い風潮が根付いていることを再認識できたと言えよう。したがって子供のジェンダーバイアスは人為的なものではなく環境による無意識の言動によって生まれうるという着眼点を得ることができた。また、その無意識の言動の中にはSNSを始めとした未成年同士の相互作用もありうるのではないだろうか。

## 5. 考察

### 5.1 量的研究

我々が実施したアンケート調査の結果は多様性に配慮された制服の導入に対しての理想と、実際に生徒らを取り巻く現実との間に見過ごすことのできない大きな乖離が存在すること、そしてジェンダー配慮の通知が促されて10年が経った現在においてもなお、歴史通りの男女区別が著しく現れる制服制度の形骸化や、先入観や同調圧力が背景にあると考えられる心理的障壁が根強く残り続けていることを裏付けたといえよう。

そして最終的に内藤氏らの研究（2025）では、女子用スラックス導入による「学校生活の充実化とプライドの醸成」の効果に対し、「防寒対策の実現、多様性意識や評価の向上」といった効果を育むことは明らかとなったが、コミュニケーションや勉強意欲の向上については期待と効果が低かったと言えると指摘されていたが、本研究結果もこれらを支持する形になった。

### 5.2 質的研究①

二社の企業訪問より得られた見解は、先行研究から残された「選択肢が存在するにも関わらず、実際の着用者が増えない正体」すなわち心理的障壁を明らかとするものだった。第一に、高校生である我々から見ても男子生徒のスカート着用を校則で禁止する学校が一部存在することは、非常に考えさせられるものである。このことは、生徒に対して「異性の衣服を着用するという行為は異常なことである」という印象を与えている可能性があると大きく言える。さらに菅公学生服株式会社が実施した野球部の男子生徒にスカートを着用させる実験は「制服の選択を妨げている壁」がどこにあるのか示している。あえて「野球部」「丸刈り」の特徴を持つ運動部員にスカートを履かせたということは、LGBTの生徒を個々に対応し、支えるという段階を超越しマジョリティの多様性意識や、その生徒が存在する場所の雰囲気を実際にどう変えていくのかを実証するための試みだと考えられる。

これらより考えられるのは、「スラックス、スカート、男女共通のブレザーデザイン」といった幅広い選択肢の普及率を全国で伸ばすのも一つの

[7] 現上智大学法学部教授。ジェンダーと政治を専攻しジェンダー平等のための法政策の研究を行っている。

方策である。しかし教育機関に在籍する私たち高校生をはじめとした当事者がこれから目を向けるべきなのは、個人個人がそれぞれ持ち合わせる「自身の性への考え」を歴史や固定概念により正しく自己理解ができないような環境の壁を少しでも軽減していくことであると考えた。

### 5.3 質的研究②

大崎氏らの講演で得た知見から、ジェンダーは身体的な男女区分に限らず周囲の人々との関わりや社会的環境における性差意識によって形成されている現状があることわかる。このことは制服制度における同調圧力と共通している部分があると言えるのではないか。なぜならジェンダーバイアスと同調圧力のどちらも強制的な力で生じるものではなく周囲の価値観や慣習から無意識に形成されている可能性が高いものであるからだ。また子どもたちに大きな影響をもっている教師がアンコンシャス・バイアスを理解することで人間関係力の向上を各学級において目指してほしいと感じた。

これより、制服制度に関する研究の中で制服だけに焦点を当てるのではなく、学校の文化や伝統的校風また信教の違いにも着目することが必要だと考えた。我々は本稿を執筆する以前に「アジア圏との多方面からの制服比較」という探究を行っていた。それにより、アジア圏で見ても日本とは大きく異なった制服制度や信教を含めた「制服に対する価値観」が存在し、その各国の価値観に沿った制服が存在していることを知った。令和2年国勢調査[2]より地球上でグローバル化が急速に進み、多くの国籍の外国人が日本に増え日本の教育機関ではこれから先より一層信教や価値観の相違によりさまざまな制服への考え方が混在することが予測される。そのことから、固定観念やアンコンシャスバイアスによる圧力や差別を減らしていく制度や案がもっと重要視されていく必要があるのではないかと現在高校生である我々は強く感じた。

## 6. 結論

本研究は、制服制度の中で見たジェンダーレス化の現状とそれを阻む心理的・社会的障壁の正体を量的および質的研究の双方から明らかにした。調査結果として、多様性に配慮した制服の導入という「理想」に対し依然として2割の生徒が選びにくさを感じる「現実」との乖離が浮き彫りになった。この障壁の本質は、単に校則などのルールの中のみにあらず教員や家族を含めた周囲の人間と生徒間の相互作用によって無意識に形成される同調圧力，固定概念，ジェンダーバイアスという集団心理に起因している。菅公学生服株式会社の実験例が示す通り、今求められているのはマイノリティとも言えなくなってきたLGBTの個人対応を超え、マジョリティ側の意識や社会全体の雰囲気そのものを変革することと我々は考える。

今後のあるべき方針として、急速に進むグローバル化に伴い信教そして文化の相違などより多層的な価値観が教育現場に混在することが予測される。したがってジェンダーの固定概念を超え、あらゆる方向からの差異に対するアンコンシャスバイアスを低減していく学校制度や意識改革の重要性はさらに高まるであろう。制服という我々の身近な制度の変革を契機として、教育機関に留まらず社会全体の集団心理を正しく理解し、誰もが自己の性に対する意識を抑圧されることのない社会を我々当事者をはじめとする関わりによって一歩ずつ構築していくことをここに提言し本稿の結びとする。

## 7. おわりに

世の中に多く存在する量的研究のみならず、質的研究から試みた本研究では、書籍やネットで閲覧可能な効率性の良い情報収集よりも、我々高校生といった社会から見て珍しい枠組みである研究者が自分で冒険心の果てにあるものを見つけることに「高校生の探究活動」は最大の価値を生み出すのではないかと72時間にわたる岡山への探検を通じて考えさせられた。我々の一つの試みに過ぎないが、探究活動において未だ見ぬ領域への扉を開く契機となることを期待したい。

## 謝辞

本論の執筆に際し、貴重なお話および資料を提供して頂いた株式会社トンボ岡山本社事業開発本部事業推進部副部長の槙野陽介さん、菅公学生服株式会社開発本部学生工学研究所の川井正則さんにこの場を借りて心より感謝申し上げます。

## 参考文献

(1)内藤　章江，川井　正則，安木　綾乃，お茶の水女子大学，菅公学生服株式会社：“多様性を配慮した学校制服の導入効果”，繊消誌，Vol.66，No.3，pp.156-165（2024）

(2)統計局: 令和２年国勢調査“人口等基本集計結果からみる我が国の外国人人口の状況”

上田　裕也，"性的マイノリティ（LGBTQ+）の性的アイデンティティ発達における交差性（intersectionality）と心理的支援"，京都大学大学院教育学研究科紀要，第72号，pp.343-356(2026)

# 自作のリフレーミングアプリケーションの効果検証とその分析について

村上 愛幸[*1]
指導教員：ドゥラゴ 英理花[*2]・白石 利夫[*2]・世古 直輝[*2]
Email: toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園中学・高等学校　データサイエンスコース 3 年
*2：聖徳学園中学・高等学校

◎Key Words　　アプリケーション開発，データ分析，リフレーミング

## 1.　はじめに

近年，メンタルヘルスの重要性が強調されている。WHO[(1)]によるとメンタルヘルスとは，人々が自らのストレスに対処し，自身の能力を発揮し，仕事や勉学に励み社会に貢献できるような精神の状態を指す。そして，WHO の発行しているメンタルヘルスアクションプラン[(2)]では，“No health without mental health”と書かれており，身体の健康にはメンタルヘルスが重要であることが強調されている。しかし，思春期から青年期にかけては心理的変化が大きく，多くの精神的不調がこの時期に初めて現れることが知られている。この思春期のメンタルヘルスの問題は世界共通の課題であるが，なかでも日本の現状は深刻である。実際に日本財団[(3)]が行った生活満足度調査によると，家族や友達との関係や生活水準といったすべての項目において満足度が一番低いという結果だった。さらに，ユニセフ[(4)]が行った世界の幸福度調査では 38 カ国中精神的幸福度が 37 位であり，総合的幸福度は 20 位であった。したがって，日本人高校生のメンタルヘルスの現状を分析し，その向上を図ることは，きわめて重要な課題である。

### 1.2　日本の高校生のストレスの要因

本節では，その実態をより具体的に把握するため，筆者が実施したアンケート調査の結果について述べる。本調査は高校 1・2 年生を対象とし，「ストレスの有無」「ストレスを感じている場合の相談先」「その相談先のメリット・デメリットは何か」などについて質問を行った(n=52)。筆者が実施したアンケート調査(n=52)の結果，全体の 86%の生徒がストレスを感じていると回答した。相談相手は友人（62.2%）や親（40%）が多かった一方，スクールカウンセラーなどの専門家は 4.4%と極めて低かった。身近な人への相談には「話を言いふらされる」「気を遣わせる」といった不安がある一方，AI に対しては「誰にも言いふらさない」といった利点が挙げられた。

## 2.　先行研究と解決策の提案

### 2.1 高校生の心理的負担と AI チャットボット

Amelia，Kathleen（2010）[(5)]によると，高校生は相手から評価されることを怖がる羞恥心や，相談することが相手の負担になるかもしれないといった気遣いが原因で，他者に相談することに負担を感じている。しかし，Kathleen，Alison(2017)[(6)]によると，相談相手が人間ではなく AI であるということを認識することができれば，人間相手よりも進んで本心を話すことができる。そのため，高校生が心理的負担を感じずに相談することのできる相手はAIチャットボットであると考えられる。

AI チャットボットの見た目を変化させることで，ユーザーの自己開示などにどのように影響を与えたかの研究[(7), (8)]もある。この研究によると，動物アバターは他 2 つのアバターと比較して自己開示を促進させ，リラックス効果を与えることが確認された。また，バーチャルペットを撫でる，話しかけるといったインタラクションは抑うつや怒りを抑えるという効果も確認されている[(9), (10)]。

さらに，AI チャットボットに認知行動療法(CBT)を搭載しAIチャットボットの得手不得手を研究した論文[(11)]もある。その論文によると，ユーザーの感情を共感的に受け止めて肯定する能力，文脈を読み取って，別の視点からの言葉を生成する能力，ソクラテス式質問（問いかけによって本人の気づきを促す技法）などが高いということがわかった。その一方で，過度な肯定，上から目線で話し，AI の用意した回答に辿り着かせるための誘導尋問が行われる，文章理解が苦手なため表面的な感情しか理解することができていないといった問題点も発見された。AI チャットボットの得意な点は認知行動療法の中の手法の一つである，リフレーミングを行う上で必要な力である。鬼塚(2019)[(12)]と河内，小嶋(2013)[(13)]によると，大学生と中学生が実際にリフレーミングを行うことでリフレーミング能力の向上につながるほか，自己理解も促進する。そのため，高校生においても同様にリフレーミングを実践させる活動を取り入れることで，リフレーミング能力の向上が期待できると考えられる。

### 2.2　先行研究からの解決案の提案

以上の問題設定および先行研究に基づき，本稿では主に 3 つの機能を組み合わせたアプリケーションを提案する。具体的には，相談の心理的負担を軽減し適切な視点を提供する動物アバターの見た目をした，リフレーミング特化型 AI チャットボットとの対話機能（チャット機能）。キャラクターとのインタラクションにより，直接的な癒しを与える動物アバターとのふれあい機能。そして，リフレーミングの実践により能力の定着を図るリフレーミン実践機能（逆相談機能）である。これらを実装することで，高校生のメンタルヘルスの向上を目指す。

### 2.3 リフレーミングの概要

リフレーミングとは，リチャード・バンドラーとジョン・グリンダーが唱えた，物事を捉えている枠組み(フレーム)を変化させることで新たな意味や肯定的な意味を見出す心理テクニックのことである。このリフレーミングにはいくつかの手法が存在する。それは以下の通りだ。
言葉のリフレーミング：言葉の定義を変換する(例：飽き性→決断力がある)
時間軸のリフレーミング：未来や過去の視点から考える(例：将来の自分はその悩みをどう考えるか)
As if のリフレーミング：仮定して考える(例：もしプロだったらどうするか)

### 2.4 リフレーミングの分類

このような手法は存在しているものの，どの手法がどのニーズを持った人に対してどのように効果を与えるのかについては解明されていなかった。そのため，リフレーミングを用いた実験論文を読み，それらを使用された手法，ニーズ，対象，結果・効果，提供方法の 5 つの観点から分類を行った。先行研究におけるリフレーミングの実験知見を横断的に分析した結果，手法ごとに対応する心理的ニーズや効果が異なることが分かった。具体的には，言葉のリフレーミングはネガティブ感情の軽減，As if のリフレーミングは不安の低下，時間軸リフレーミングは自己効力感の向上や自己受容に対して有効であるという対応関係が整理された。本研究ではこの知見に基づき，ユーザーのニーズに応じてこれら 3 つの手法を最適に提示するシステムを設計した。

## 3. アプリケーションの機能説明

### 3.1 アプリケーションの概要

アプリケーションの作成については，Swift 言語を用いて Xcode にて作成した。このアプリケーションには大きく主要 3 機能に追加して，アンケート機能を含めた 4 機能ある。この 4 つの機能の説明を行う。

### 3.2 アンケート機能の説明

アンケート機能とはアプリインストール時に 1 度実施する。そこで得たアンケート結果を 3.4 節で整理した心理的ニーズとの対応関係に基づき，言葉，時間軸，As if の 3 つの手法からユーザーに適した手法を 1 つ選択する(図 1)。ここのアンケートで実施するものは，CERQ(認知的感情制御尺度)[14]だ。CERQ は何か辛い状況に対峙した際に，その人がどのようにその物事を考えているかを明らかにすることのできる質問紙である。この質問紙は 9 つの要素(自己非難, 反芻など)をそれぞれ 4 つの質問(計 36 問)で測る。この 9 つの要素のうち 3.4 章にて求められたニーズと対応している指標(全 12 問)をこのアンケート時に使用する。なお，CERQ の原作者と日本語版製作者には CERQ の使用許可を得ている。

リフレーミングは精神疾患(双極性障害や統合失調症等)を持つ人に対しては逆効果であるため，このアンケートを実施する前に精神疾患を問う質問を行う。そこで「いいえ」を選択した人に対しては CERQ を行い，「はい」を選択した人に対してはリフレーミングを行わず，現実世界の専門家に繋げるためのシステムが適応される。

### 3.3 チャット機能の説明

チャット機能では，ユーザーが AI に相談を行う。AI は前節で選択されたリフレーミング手法を用いて，ユーザーの相談内容にリフレーミングを施した返答を行う(図 1)。また，1 度選択された手法でも，ユーザーの発言内容に応じて変更される。例えばユーザーが継続的または極めて反芻の強い発言を行った場合は As if のリフレーミングが選択されるというものだ。そして，このチャットでの返答の構成としては以下のようになっている。
1 文目：相槌または打ち明けてくれたことへの感謝
2-3 文目：リフレーミングを施した 2 つの返答
4 文目：Why を除いた 4W1H の質問

この構成にした理由としては，以前カウンセラーの方にこのアプリの返答の構成についての質問を行った際に，このような構成にするといいとアドバイスをもらったからだ。1 文目に打ち明けてくれた事に感謝する事で，安心感を与える。2-3 文目にリフレーミングを施した返答を 2 つ入れることで，1 つ目のものにしっくりこない場合も 2 つ目は気にいるかも知れない。また，3 文目に質問をすることでよりくわしくユーザーの状況を把握することができ，より良いリフレーミングにつながる。

AI チャットボットのエンジンには，ハルシネーションのリスクを抑制し，設定したプロンプトへの高い追従性を実現するために Gemini API を採用した。安全設計として，自傷行為等に関する質問には回答しないよう制御している。

### 3.4 ふれあい機能の説明

ふれあい機能ではユーザーがキャラクターを撫でる，ご飯をあげる，話しかけるといったインタラクションを通じて癒しを受けることができる(図 1)。ユーザーがキャラクターと触れ合いたくなるようなきっかけ作りとして，気分ゲージを導入した。このゲージは時間経過で低下していく。しかし，ご飯をあげるなどすることでその気分ゲージを上昇させることができる。気分ゲージがマックスになるとキャラクターは感謝の気持ちを込めて楽器を演奏するようになっている。

### 3.5 逆相談機能の説明

前節で触れた気分ゲージが 0 になると，この逆相談機能が稼働する。逆相談機能はキャラクターがユーザーに相談を持ちかけるという機能である(図 1)。キャラクターの悩みを解決するには，ユーザーがキャラクターの悩みをリフレーミングしなければならない。この逆相談機能を通じて，ユーザーのリフレーミングの能力向上の効果を与えることが期待される。なお，鬼塚(2019)[12]と河内，小嶋(2013)[13]の研究では，リフレーミングの理論を説明したうえで，対象者自身がネガティブな言葉を抽出し，それをポジティブな意味へと変換し，最後に認識の変化を

振り返るという手順を踏んでいる。しかし，これらの手順をアプリ内で課すことは操作の負担や理解のハードルが高いと判断した。そのため，本アプリケーションの逆相談機能では理論理解の段階を省略し，ネガティブな言葉を直接ポジティブにリフレーミングする簡易的な手順を採用した。




図 1　アプリケーションの実際の画面

## 4.　アプリケーションの効果検証

### 4.1　実施内容

このアプリケーションが，高校生の相談に対する心理的負担を軽減し，リフレーミング能力を向上させるかを確かめるべく，アプリケーションの効果検証を行った。Google フォームにて参加者を募り，参加者にはアプリケーションで収集するデータやこのアプリケーションはベータ版だということに同意してもらった。介入期間は 1 ヶ月間(5/16〜6/16)で合計 21 人の参加者が集まった。アプリケーションの利用時間の制限に関しては，1 ヶ月に最低 2 回使用してもらう事にした。1 日 1 回以上と制約を設けないことで，よりリアルなデータを入手できるようにした。

### 4.2　効果検証の方法と収集するデータ

アプリケーションの効果を確かめるために，事前アンケートと事後アンケートを実施した。事前アンケートでは ERQ[15]とセルフスティグマ尺度[16]という質問紙を用いた。ERQ は，全 10 問の質問から構成され，そのうち 6 問を用いて個人のリフレーミング能力を測定できる質問紙である。セルフスティグマ尺度とは，全 14 問の質問から身近な人に相談する際に生じる心理的負担の程度を図ることのできる質問紙である。事後アンケートでは，ERQ とセルフスティグマ尺度に加え，セルフスティグマ尺度の質問文を身近な人から作成したアプリケーションの AI に変更した独自のセルフスティグマ尺度の質問紙(以降，AI セルフスティグマ)を作成し使用した。

## 5.　効果検証の結果と今後の課題，展望

### 5.1　事前，事後アンケートの分析と相関関係

事前，事後アンケートの結果を分析したところ，以下の表のようになった(表 2)。この表によると，ERQ については事前(Mean=4.30，SD=1.36)から事後(Mean=4.56，，SD=1.19)にかけて平均値の上昇が見られたものの，t 検定の結果，統計的に有意な差は確認されなかった。一方で，セルフスティグマ尺度については事前(Mean=2.56，SD=1.25)から事後(Mean=2.29，SD=1.20)にかけて有意な減少が見られた。さらに，セルフスティグマ尺度と AI セルフスティグマ尺度を比較した結果，AI セルフスティグマ(Mean=1.80，SD=0.98)は対人セルフスティグマ(Mean=2.56，SD=1.25)よりも有意に低い値を示した。

これらの結果から，作成したアプリケーションを利用することで，身近な人に相談することへの心理的負担が有意に軽減されたことが示された。また，人に対するセルフスティグマと比較して AI セルフスティグマが有意に低かったことから，ユーザーは身近な人に対してよりも AI に対して心理的負担を感じにくい傾向にあることが確認された。これは，Kathleen，Alison(2017)[6]が指摘するように，相談相手が人間ではないと認識できる場合に，より進んで本心を話すことができるという知見と一致する結果である。

表 1　事前，事後アンケート結果の分析

| 比較項目 | 事前 平均/SD | 事後 平均/SD | 差 | n | t値 | 自由度 | p値 | 効果量 | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ERQ | 4.3/1.36 | 4.56/1.19 | 0.27 | 21 | 0.9 | 20 | 0.3785 | 0.2 | 有意差なし |
| 対人セルフスティグマ | 2.56/1.25 | 2.29/1.2 | -0.27 | 21 | -2.6 | 20 | 0.017 | -0.57 | 有意差あり |
| 対人セルフスティグマとAIセルフスティグマ | 2.56/1.25 | 1.8/0.98 | -0.76 | 21 | -3.39 | 20 | 0.0029 | -0.74 | 有意差あり |

さらに，ERQ(事後の ERQ のスコア−事前の ERQ のスコア)とセルフスティグマ尺度(事後の AI セルフスティグマ尺度-事前セルフスティグマ尺度)の相関関係を見たところ，図 2 のように負の相関が見られた。そのため，ERQ の向上とセルフスティグマの低下には相関があるということがわかる。

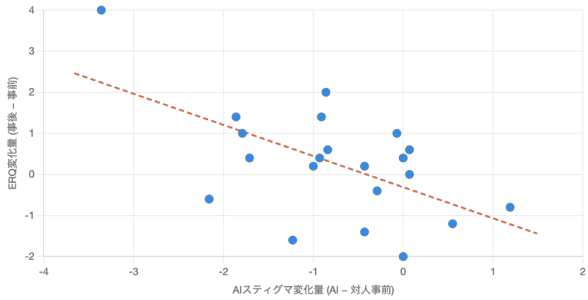



図 2　ERQ とセルフスティグマ尺度の変化量に関する相関関係

### 5.2　今後の課題と展望

セルフスティグマ尺度の有意差が確認できた一方で，ERQ については平均値の上昇は見られたものの，統計的な有意差には至らなかった。この点については，本研究の対象者数が限られていたことに加え，2.4 節で述べた設計判断，すなわち逆相談機能において理論理解や振り返りの段階を高校生の負担軽減を優先して省略したことが，リフレーミング能力の向上を十分に促せなかった一因と考えられる。今後は，操作性を損なわない範囲で理論説明や振り返りの要素を段階的に組み込む方法を検討し，再

度効果検証を行う。さらに，今回の事後アンケートでは，セルフスティグマ尺度を独自にAIに着目したものに変更させた。従来のセルフスティグマ尺度は統計的な根拠に基づく質問紙であるが，今回作成したAIセルフスティグマ尺度は統計的な根拠がない。そのため，今後は統計的データに基づいたAIセルフスティグマ尺度を作成し，もう一度効果検証を行う。

そして，今回の効果検証に参加してくれた21人は分析するにはあまりにも少ない。そのため今後は更に参加者を集めることが重要となってくる。

## 6. おわりに

本稿では，高校生のメンタルヘルス向上を目指し，動物アバターを用いたリフレーミング特化型AIチャットボットアプリを開発・検証した。効果検証の結果，身近な人に相談する際の心理的負担（セルフスティグマ）を有意に軽減できることが示され，相談の新たな選択肢としての有効性が確認された。今後は，実験参加者の拡大，独自尺度の統計的信頼性の検証，およびリフレーミング能力（ERQ）向上のための逆相談機能の改善を進めていく。

## 謝辞

本稿を執筆するにあたり，終始熱心なご指導いただいたデータサイエンスコースのドゥラゴ英理花先生，白石利夫先生，世古直輝先生に感謝の意を表します。

## 参考文献

(1) World Health Organization : “Mental health: strengthening our response”, World Health Organization Fact sheets, (2022), https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response（2026年6月24日閲覧）.

(2) 世界保健機関 : “メンタルヘルスアクションプラン 2013-2020”, 世界保健機関（2013）, https://www.afro.who.int/sites/default/files/2017-06/9789241506021_jpn.pdf（2026年6月24日閲覧）.

(3) 日本財団 :“第64回国際世論調査報告書（若者のメンタルヘルス）”, 日本財団基金報告書, (2026), https://www.nippon-foundation.or.jp/wp-content/uploads/2026/04/new_inf_20260406_03.pdf（2026年6月24日閲覧）.

(4) ユニセフ・イノチェンティ研究所 :“レポートカード16：子どもたちの世界における幸福度”, 日本ユニセフ協会ライブラリー, (2020), https://www.unicef.or.jp/library/pdf/labo_rc16j.pdf（2026年6月24日閲覧）.

(5) Amelia Gulliver, Kathleen M Griffiths & Helen Christensen : “Perceived barriers and facilitators to mental health help-seeking in young people: a systematic review”, Springer Nature Link, (2010), https://link.springer.com/article/10.1186/1471-244X-10-113（2026年6月24日閲覧）.

(6) Kathleen Kara Fitzpatrick, Alison Darcy, Monique Vierhile : “Delivering Cognitive Behavior Therapy to Young Adults With Symptoms of Depression and Anxiety Using a Fully Automated Conversational Agent (Woebot): A Randomized Controlled Trial”, JMIR Mental Health, 4 (2), e19, (2017), https://mental.jmir.org/2017/2/e19/（2026年6月24日閲覧）.

(7) Jeremy N. Bailenson, Nick Yee, Dan Merget, Ralph Schroeder : “The Effect of Behavioral Realism and Form Realism of Real-Time Avatar Faces on Verbal Disclosure, Nonverbal Disclosure, Emotion Recognition, and Copresence in Dyadic Interaction”, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 15(4), 359-372, (2006), https://vhil.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj29011/files/media/file/bailenson-face-disclosure.pdf（2026年6月24日閲覧）.

(8) Han Zhang, Shiyi Wang, Rui Peng : “Human-like, Animal-like, or Object-like? The Impact of LLM-Based Virtual Doctor Avatar Design on User Emotion, Physiology, and Experience”, Prerpints.org, 16(3), 349, (2026), https://www.preprints.org/manuscript/202512.0332（2026年6月24日閲覧）.

(9) 佐藤, 鑑永, 木藤恒夫 : “操作者とバーチャル・ペットとのどのような関係が癒し効果をもたらすのか”, 久留米大学大学院心理学研究科, (2010), https://cir.nii.ac.jp/crid/1050282677925212672（2026年6月24日閲覧）.

(10) 三雲真理子・水政沙貴 :“バーチャルペットとの触れ合いによる気分変化”, 梅花女子大学心理子ども学部心理学科, ポスター P-2-38, (2015), https://www.jstage.jst.go.jp/article/cogpsy/2015/0/2015_134/_pdf/-char/ja（2026年6月24日閲覧）.

(11) Yinzhou Wang, Yimeng Wang, Ye Xiao, Liabette Escamilla, Bianca Augustine, Kelly Crace, Gang Zhou, Yixuan Zhang : “Evaluating an LLM-Powered Chatbot for Cognitive Restructuring: Insights from Mental Health Professionals”, Manuscript submitted to ACM, (2025), https://arxiv.org/pdf/2501.15599（2026年6月24日閲覧）.

(12) 鬼塚拓 : “リフレーミング能力を育成するための社会科学習指導の方法”, 宮崎大学教育学部附属教育協働開発センター研究紀要 27, pp. 17–32, (2019), https://cir.nii.ac.jp/crid/1050851739696167296（2026年6月24日閲覧）.

(13) 河内晴美, 小嶋玲子 : “教員・保育者をめざす大学生の自他への肯定的対応の試み—SFAのリフレーミング技法を取り入れた指導—”, 日本教育心理学会総会発表論文集 **55**, p. 204, (2013), https://www.jstage.jst.go.jp/article/pamjaep/55/0/55_204/_pdf/-char/ja（2026年6月24日閲覧）.

(14) 榊原良太 : “認知的感情制御方略の使用傾向及び精神的健康との関連”, 東京大学大学院教育学研究科, 第23巻第1号 46–58, (2015), https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsre/23/1/23_46/_pdf（2026年6月24日閲覧）.

(15) 吉津 潤, 関口理久子, 雨宮俊彦 : “感情調節尺度（Emotion Regulation Questionnaire）日本語版の作成”, 感情心理学研究, 第20巻第2号 56–62, (2013), https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsre/20/2/20_56/_pdf/-char/ja（2026年6月24日閲覧）.

(16) 永井智, 木村真人, 飯田敏晴, 廣井いずみ : “身近な他者への援助要請におけるセルフスティグマ尺度の作成”, 学校心理学研究, 第22巻第1号, (2023), https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspedit/22/1/22_19/_pdf/-char/ja（2026年6月24日閲覧）.

(17) 村上愛幸:“リフレーミングの類型化とアプリケーションの提案”, CIEC 春季カンファレンス 2026, https://www.ciec.or.jp/archives/002/202603/d25fe9503536c32ee3013f9dd74aa364ca6202c204629b3ab7a6bfeadf2446e7.pdf（2026年6月24日閲覧）.

# Raspberry Pi を用いた物体検出の実装と救助ロボットとの統合

髙橋力良[*1]・千田結月[*2]
指導教員：徳竹圭太郎[*3]
Email: t25393jka@toyo-ushiku.jp

*1: 私立東洋大学附属牛久中学校・高等学校 2 年
*2: 私立東洋大学附属牛久中学校・高等学校 1 年
*3: 私立東洋大学附属牛久中学校・高等学校

©Key Words　物体検出, 自律移動ロボット,災害救助ロボット

## 1. はじめに

ロボカップジュニア・レスキューライン部門では, 被災状況を模したフィールド上において, 自律移動ロボットが要救助者の探索及び救助を行う競技である(1)。競技では, ライントレースによる走行制御に加え様々な障害を切り抜けながら, 救助エリアにおいて要救助者を発見し, 属性に応じた適切な場所へ搬送する能力が求められる。しかし, 従来の単純なセンサ判定では要救助者の位置や種類を柔軟に認識することが難しい場面が多く, カメラ画像に基づく認識処理の導入が有効であると考えられる。

一方で, ロボットに搭載できる計算資源や電力には制約があり, 高精度な画像認識モデルをそのまま搭載することは容易ではない。また, 競技においては単に対象を認識することだけでなく, 検出結果を走行制御へ変換し, 実際の救助動作に移行する必要がある。従って, 限られた計算資源の中でリアルタイムに物体検出を行い, その結果を制御系へ統合するシステムの構築が重要な課題となる。

そこで本研究では, エッジデバイスである Raspberry Pi 5 上に軽量な物体検出モデルである YOLOv8n を実装し, 搭載カメラから取得した映像に対して救助対象の検出を行うシステムを構築した。更に, 検出した対象のクラス情報および位置情報を制御パラメーターへ変換し, シリアル通信を介して下位制御マイコンに送信することで, 救助ロボット全体へ統合する構成を採用した。

本稿では, ロボカップジュニア・レスキューライン部門における救助課題を整理した上で, 構築したロボットシステム, YOLOv8n を用いた物体検出手法, 及び制御系との統合方法について述べる。最後に現在の実装状況と今後の展望について報告する。

## 2. ロボカップジュニア・レスキューライン部門における救助課題

### 2.1 救助エリアの概要

ロボカップジュニア・レスキューライン部門では, ロボットは黒いラインに沿ってライントレースで走行した後, 救助エリアへ進入し要救助者の探索及び搬送を行う。救助エリアでは, 床面上に配置された救助対象を回収し, その属性に応じて指定された救助エリアに搬送しなければならない。

RoboCupJunior Rescue Line の公式ルールでは, 救助対象は直径 4~5cm, 最大重量 80g の球体であり, 以下の２種類が存在する。

・銀ボール : 生存者を表す。反射性があり, 導電性を有する。ロボットはこれを緑色の救助エリアへ搬送する必要がある。

・黒ボール : 死亡者を表す。導電性を持たない。ロボットはこれを赤色の救助ゾーンへ搬送する必要がある。

また, 救助エリアには複数のボールがランダムに配置されるため, ロボットは単に物体を見つける能力だけでなく, 対象の種類を判別し, 位置に応じて接近し, 適切なゾーンへ搬送する能力が求められる。このことから, 位置に基づいて「検出」「分類」「接近」「回収」「搬送」を一連の流れとして実装する必要がある

### 2.2 理想的な救助動作

救助エリアにおける理想的な救助動作は, 以下のような流れで表される。

1. 救助エリア内を探索し, カメラ画像から救助対象を検出する
2. 検出結果から, 対象が銀ボールか黒ボールかを判別する
3. ボールの画像上の位置からロボットに対する相対位置を推定する
4. 対象の方向へロボットを向けて接近する
5. 十分に近づいた後, 回収機構又は救助アームにより対象を回収する。
6. 対象のクラスに応じて, 銀ボールなら緑エリアへ, 黒ボールなら赤エリアへ搬送する
7. 出口領域を検出し, 救助エリアから脱出する

このように, 画像認識系には単なるクラス分類だけでなく, 走行制御や救助機構へ利用可能な位置情報を出力する役割が求められる。また, 本研究では上記の一連の救助動作のうち, 1 の探索から 4 の対象への接近のみを実装対象とした。回収機構及び搬送については今後実装を進める予定である。

## 3. システム構成

### 3.1 ハードウェア構成

本研究では, 画像認識系と走行制御系を統合した救助

ロボットを開発した。ロボットの主要構成要素は以下の通りである。

・画像認識用計算機：Raspberry Pi 5 (8GB)
・カメラ：Raspberry Pi Camera Module 3
・下位制御マイコン：ESP32-S3
・駆動系：STS3032 シリアルサーボモータ 4 基
・サーボ通信変換基板：FE-URT-1
・電源系：NiMH バッテリー
　　電源分岐基板 (ユニバーサル基板にて実装)

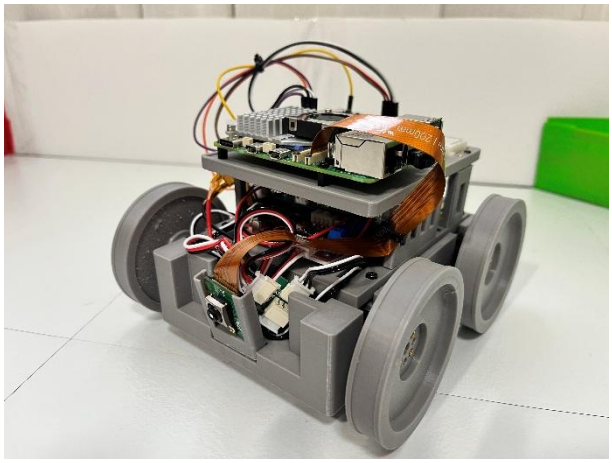


図 1 実際に開発したロボット

Raspberry Pi 5 は画像認識処理を担当し，Raspberry Pi Camera Module 3 から取得した画像に対して YOLOv8n による推論を実行し，検出結果を UART 通信によって ESP32-S3 へ送信する。ESP32-S3 は Raspberry Pi 5 から受信した情報に基づく走行制御の実行を担当する。また，駆動用モータである STS3032 は FE-URT-1 を介して制御する構成とした。

### 3.2　処理分担の設計方針

本システムでは，画像認識処理と走行制御処理を異なる計算機へ分離して実装した。物体検出は深層学習モデルによる推論を伴うため計算負荷が大きく，リアルタイム制御と同一プロセッサ上で実行すると制御周期の乱れを招く可能性がある。そこで Raspberry Pi 5 を画像認識専用計算機として用い，YOLOv8n による推論，対象選択及び制御パラメータの生成を担当させた。一方，ESP32-S3 にはリアルタイム性が要求されるライントレース制御およびモータ制御を担当させた。

両者は UART 通信によって接続されており，Raspberry Pi 5 は画像認識結果から生成した制御パラメータのみを ESP32-S3 へ送信する。この構成により，計算負荷の高い画像認識処理と周期性が重要なモータ制御を分離し，それぞれの処理特性に合わせた計算機上で実行できるシステムを構築した。

## 4.　物体検出システムの実装

### 4.1　検出対象とデータセット

本研究で検出対象とするクラスは，救助対象である「silver ball」及び「black ball」の 2 クラスである。データセット作成にあたっては，実際の競技環境に近い条件で撮影し，銀ボール 700 枚，黒ボール 700 枚の計 1400 枚の画像を用意した。これらの画像に対し，手作業でアノテーションを付与した。ボールまでの距離や画面内での位置の偏り等を含めることを意識した。推論時の頑健性向上のため，視点の高さやカメラ角度が異なる画像も含めた。

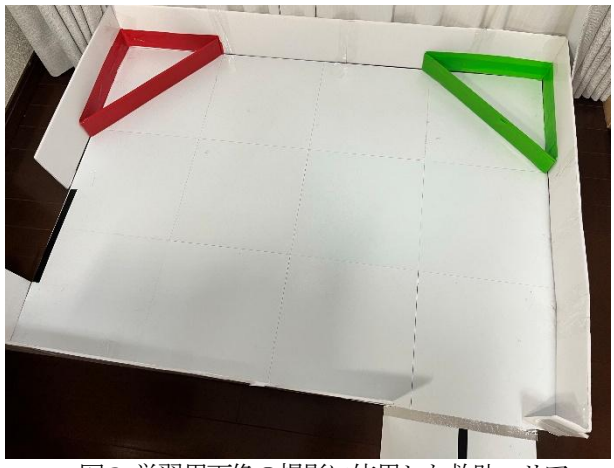


図 2 学習用画像の撮影に使用した救助エリア

### 4.2　YOLOv8n による推論

物体検出モデルには，軽量でエッジデバイス上でも動作しやすい YOLOv8n を用いた。Raspberry Pi Camera Module 3 から取得した映像に対して，Raspberry Pi 5 上で逐次推論を実行する構成とした。現在のシステムでは，入力画像サイズを 640×480pixel としている。これにより，Raspberry Pi 5 上でも比較的扱いやすい計算量で推論を行うことができる。推論結果として，各検出対象のクラスラベル，信頼度，バウンディングボックス座標を取得し，これらをロボット制御に利用する。

### 4.3　対象選択と位置情報の算出

YOLOv8n による推論では，1 フレームに複数の検出結果が得られる場合がある。そのため，本研究ではロボットが接近対象とするボール 1 つに決定するアルゴリズムを実装した。

まず，各検出結果をクラスごとに分類し，「silver ball」と「black ball」に分ける。競技ルールでは，銀ボールは生存者を表し，救助の優先度が高いことから，本システムでは銀ボールを優先的に追従対象として選択することにした。銀ボールが検出されなかった場合には，黒ボールを対象とする。更に，同一クラスのボールが複数検出された場合には，画像中で最も面積の大きいボールを制御対象として選択する。画像上で面積が大きいボールほどロボットから近い位置に存在すると考えられるため，最も効率よく接近できる対象として採用した。

制御対象となるボールが決定した後，バウンディングボックスから位置情報を算出する。YOLOv8n の推論では，各検出対象について左上座標 $(x_1, y_1)$ と右下座標 $(x_2, y_2)$ が得られる。本研究では，この座標からボール中心を算出し，ロボットの進行方向を決定するための基礎情報として利用する。

ボール中心座標($x_c$, $y_c$)は式(1)で求められる。
式(1)

$$x_c = \frac{x_1+x_2}{2}, \qquad y_c = \frac{y_1+y_2}{2},$$

また，本研究では対象との距離を直接計測するセンサを用いてないため，画像中に占めるボールの見かけの大きさを距離推定の指標として利用した。具体的には，バウンディングボックス面積を画像全体の画素数で正規化し，面積比を算出する。

バウンディングボックス面積を$A_{box,}$画像全体の画素数を$A_{img}$とすると，面積比 r は式(2)で表される。
式(2)

$$\mathrm{r} = \frac{A_{box}}{A_{img}} \times 100$$

面積比が大きいほどボールがロボットに近いと判断できるため，現段階ではこの値を用いてボールへの接近動作を実装している。

## 5. Raspberry Pi 5 と ESP32-S3 の統合

### 5.1 制御用パラメータの生成

検出対象へロボットを接近させるため，本システムでは画像から得られた位置情報を制御パラメータへ変換している。画像中心の水平方向座標を$x_{ref}$，検出対象中心を$x_c$とすると，偏差 e は次式で表される。

$$\mathrm{e} = x_{ref} - x_c$$

### 5.2 シリアル通信による情報伝達

Raspberry Pi 5 と ESP32-S3 の間は UART によって通信し，Raspberry Pi 5 側で得られた認識結果を文字列形式で送信する構成とした。送信データには，検出対象のクラス，操舵量，画像上の縦方向位置，および面積比を含める。例えば，対象を検出した場合には以下のような形式で送信する。

“SILVER, steer_val, center_y, area_ratio”

また，対象が検出されなかった場合には，未検出を表す情報を送信し，探索動作へ移行できるようにしている。このに，認識結果を制御に利用しやすい低次元のパラーメータへ変換して送信することで，ESP32-S3 側では受信値に応じた探索・接近・救助動作を実装しやすくなる。

### 5.3 Raspberry Pi 5 側の処理フロー

Raspberry Pi 5 側では，カメラ画像の取得，物体検出，制御量生成，及びシリアル送信を繰り返し実行する。処理の流れを以下に示す。

1. Raspberry Pi Camera Module 3 からフレーム画像を取得する
2. カメラの搭載方向に応じて画像の向きを補正する
3. YOLOv8n により silver ball と black ball を検出する
4. 銀ボール優先・同一クラス内では面積最大という規則に基づいて制御対象を選択する
5. 対象の中心座標と面積比を算出する
6. 必要に応じて操舵量を計算する
7. クラス名，位置情報，面積比などを UART で ESP32-S3 に送信する

また，開発効率向上及びデバックのため，推論結果を重畳表示した映像を Flask により配信し，ブラウザから確認できるようにしている。これにより，推論結果と制御パラメータの変化を同時に確認しながら調整を進めることができる。

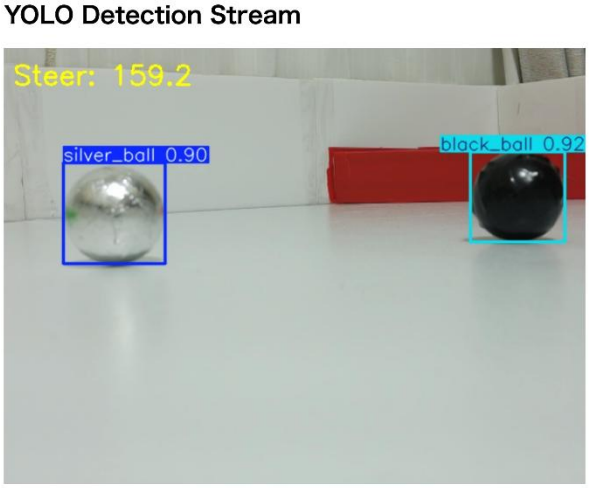



図 3 Flask から確認した映像

### 5.4 ESP32-S3 側の駆動制御

ESP32-S3 側では，STS3032 サーボモータ 4 基を用いた走行制御を行う。STS3032 は半二重シリアル通信方式を採用しているため，ESP32-S3 の UART とは通信方式が異なるため，通信変換基板である FE-URT-1 を介して通信している。これにより，ESP32-S3 から送信した速度指令を各モータへ伝達し，4 輪独立駆動による走行制御を実装した。

## 6. 現在の実装状況と初期評価

本研究は，ロボカップジュニア・レスキューライン部門に向けて実際に運用する救助ロボットの開発の一環として進めている。従って本稿で述べた物体検出システムは，単体の画像認識実験ではなく，実機ロボット上での運用を前提とした統合システムとして設計されている点に特徴がある。

現在までに，上述のハードウェアを搭載したロボットを開発し，学習済み YOLOv8n モデルを Raspberry Pi 5 上で動作させ，銀ボール及び黒ボールの検出に成功している。これにより，救助対象を画像から検出し，位置情報を抽出するという基礎機能については，実機上での有効性を確認することができた。

一方で，実際の競技環境における完全な自律制御を安定して実現するためには，まだ改良の余地がある。特に，照明条件の変化，床面反射，ロボットの姿勢変動などは認識制度や接近動作に影響を与える可能性があるため，今後は実環境に近い条件下での評価とパラメータの調整を進めている段階である。

## 7. 今後の展望

本システムの高度化に向け，以下の拡張を計画している。

1. 状況認識の拡張：現段階では，2 クラスのボールの検出に焦点を当てているが，緑エリア，赤エリア，出口領域も検出対象として追加し，救助エリア全体の状況認識をカメラベースで実現したいと考えている。これにより，要救助者の発見のみならず，属性に応じた搬送エリアの認識や救助エリアからの脱出口も含め，より統合的な救助行動が可能になると期待される。

2. 制御とセンシングの融合：現在は主として画像中のボールの面積比を利用して対象との距離を縮める方式を採用しているが，将来的には画像中心との偏差に基づく PD 制御によって対象方向へ直進し，さらにタッチセンサー等の物理センサによる接触を確認した上で，救助アーム等による回収動作に移行する方式へ発展させる予定である。このように，画像認識による遠距離・中距離での接近制御と，物理センサによる近距離での確実な検出を組み合わせることでより安定した救助動作を実現したい。

3. 視野の拡張：現在のシステムでは推論時の入力解像度を 640×480pixel とし安定した推論を図っている一方で，一度に観測できる範囲が狭く，救助エリア全体を探索効率や遠距離からの検出可能範囲に制約がある。そのため，将来的にはカメラの画角や配置方法の改善に加え，推論時の入力画像サイズを拡張し，救助エリアにおける探索効率の向上と救助成功率の向上を目指す。

## 8. おわりに

本研究では，ロボカップジュニア・レスキューライン部門における自律的救助を目的とし，Raspberry Pi 5 上に YOLOv8n を用いた物体検出システムを実装し，下位制御マイコンによる駆動制御を統合したロボットシステムを提案・開発した。現段階で，エッジ環境下における救助対象のリアルタイム検出と位置情報の取得，及びシリアル通信を介した制御パラメーターの伝達機構を確立した。今後は救助エリアなどの検出クラス追加や PD 制御・物理センサを融合した救助動作を実装し，実環境の救助エリアを模した環境で評価を行う予定である。本研究で得られる知見は，計算資源に制約のある小型自立ロボットにおける画像認識と制御の統合に有用であり，競技ロボットのみならず，エッジ環境で動作する小型救助ロボットの高度化にも寄与すると考えられる。

## 参考文献

(1) ロボカップジュニアレスキューライン 2025 競技ルール
https://drive.google.com/file/d/1ehjgXts0oMskaBu-sNlrfKRa2JlNuKo7/view

# 小中学生の制作者志向の育成を目的とした電子工作学習用ロボット教材の開発

島根 夢之進*1・齋藤 楓日*1・今村 悠祐*2
指導教員：徳竹 圭太郎*3
Email: t24388gez@toyo-ushiku.jp

*1: 私立東洋大学附属牛久中学校・高等学校3年
*2: 私立東洋大学附属牛久中学校・高等学校1年
*3: 私立東洋大学附属牛久中学校・高等学校

◎Key Words　教育用ロボットキット，電子工作，Fab Lab

## 1. はじめに

近年，学校教育における情報環境は大きく変化している。文部科学省が推進するGIGAスクール構想のもとで，児童・生徒に一人一台の情報端末を整備し，これを日常的に活用する環境が全国の学校に広がった(1)。また，2020年度から全面実施された小学校学習指導要領ではプログラミング教育が必修化され，論理的思考力やプログラミング的思考の育成が学習の基盤として位置づけられるようになった(2)。これにより，情報技術に触れる機会は一部の関心の高い児童・生徒に限られたものではなく，すべての学習者に開かれたものとなりつつある。

しかし，こうしたICT環境の活用の多くは，用意されたアプリケーションやサービスを利用することに重点が置かれている。完成された道具を上手に使う消費者としての技能の習得が中心であり，自ら技術を用いて新たに何かを生み出す制作者としての経験を得る機会は，依然として限られているのが現状である。プログラミング教育においても，その学習の多くは画面の中で完結しており，自分の書いたプログラムが現実の世界で物を動かすという体験に乏しい。

これに対して，電子工作やロボット開発は，学習者に制作者としての経験を与える有力な題材である。第一に，実物が目の前で動くという感動がある。自分の組んだ回路と書いたプログラムによって機械が光り，音を鳴らし，体を動かす様子は，学習者の興味関心を引き立てるものであると考える。第二に，ソフトウェアだけでなくハードウェアも併せて学べる。部品の役割や配線，電気的な仕組みといった，目に見える形での知識を同時に身につけることができる。第三に，思いどおりに動かないものに向き合う経験が得られる。ロボットは設計どおりに動かないことが多く，その原因を探り，仮説を立てて修正していく試行錯誤そのものが作り手として欠かせない学びとなる。

このように，自ら手を動かしてものを生み出す経験は，消費者的な技能の習得だけでは得がたい価値をもつ。本研究では，こうした「制作者志向」を小中学生のうちから育むことを目的とし，電子工作の基本を体験的に学べる学習用ロボット教材を開発した。

本稿では，教材の設計方針，部品構成と製作工程，小中学生への指導を前提とした教材化の工夫を報告するとともに，地域の小中学生を対象とした電子工作教室の運営計画を示す。

## 2. 関連する取り組みと本研究の位置づけ

### 2.1 基盤としての校内FabLab

本研究の教材開発は，校内FabLabであるICT Labを基盤として行われた。ICT Labは，生徒のアイディアを形にするための設備を整え，成果物や情報を共有する場を設け，学習者自身に運営方針を決定させることで，自発的かつ協働的な学びを支援する学習環境として学校内に構築されたものである(3)。

これまでICT Labは，ある程度の知識や明確な目標をもった生徒が自らのプロジェクトを進める場として機能してきた。本研究において制作する教材は，そうした段階に至る以前の，電子工作に初めて触れる小中学生が最初の一歩を踏み出すための入り口を整えるものであり，ICT Labの取り組みを年齢の低い初学者層へと広げ，地域全体のICT環境の活性化を目指すものである。

### 2.2 既存のロボット教材との比較

教育用のロボット教材として広く知られているものに，レゴ®社が提供しているSPIKE™ Primeがある。これは，ブロックを組み合わせて構造を作り上げる組み立て式の教材であり，小学生を中心として使用されている。これらは直感的に扱える優れた教材である一方，いくつかの制約も抱えている。まず，本格的なセットを揃えようとすると，数万円程度の費用がかかることが多く，個人が手元で気軽に始めるには負担が大きい。また，こうした教材ではブロックを組み合わせる形式のプログラミング言語が用いられることが多い。視覚的で分かりやすい反面，表現できる処理の自由度には限りがあり，そこで身につけたスキルが，その後に学ぶ一般的なプログラミング言語へ必ずしも直接つながらないという課題もある。本教材は，これらの教材を入り口とした学習者が次の一歩を踏み出すための，一段進んだ位置づけを意図している。

### 2.3 学校のプログラミング学習・FabLabとの比較

学校におけるプログラミング教育は，情報技術の基礎を体系的に学ぶ上で重要な役割を担っている。しかし，そ

の多くはPC上での作業に閉じており，プログラムが正しく書けているかという論理的な側面に学びが偏りやすい。これに対してロボット開発では，プログラムが正しくても，部品の接続や機械的な負荷といった物理的な要因によって思いどおりに動かない事態に必ず直面する。学習者はそのたびに，原因が回路にあるのか，部品にあるのか，プログラムにあるのかを自ら予想し，一つずつ確かめながら解決していかなければならない。この経験こそが，画面の中だけでは得がたい問題解決の力を育てると考える。

これらの観点に基づいてデジタルファブリケーション機器を学校教育に取り入れる実践は進められており，高等学校の情報科の授業に三次元プリンターやレーザーカッターを導入することで，生徒のものづくりに対する敷居が下がったことが報告されている[4]。こうした取り組みは，ものづくりを学校の学びに位置づける重要な先行例である。一方で，こうした実践は比較的高価な機器や外部の支援を前提とする場合が多く，より身近な題材で初学者が手元で完結して取り組める電子工作教材に関する研究は十分に行われていない。

### 2.4 研究の目的

本研究の目的は，小学生を中心とした児童・生徒の制作者志向を育成することにある。これを実現するため，低予算で電子工作を学べるロボット教材を開発する。この教材は，約3000円という低予算で構成でき，一般的なプログラミング言語によって高い自由度と将来への発展性を備える。また，思いどおりに動かない物理的な壁に向き合い，その原因を自ら考えて解決する経験を通じて，問題解決の力を育む。これにより，完成された道具を使う消費者的な技能の習得にとどまらず，自ら手を動かしてものを生み出す制作者志向を，小中学生のうちから育てることを目指す。

## 3. 提案する教材の設計思想

### 3.1 設計コンセプト

本教材の設計にあたって，二つの基本的なコンセプトを掲げた。一つは「子供向けの製品でも力を抜かない」ということである。対象が初学者や子供であっても，作りの甘い間に合わせの教材にはせず，完成度の高いものを目指した。次に「誰が見ても関心を持てる」ということである。製作者である高校生はもちろん，大人が見ても面白いと感じられるような魅力を備えることを重視した。また，本教材は他のデバイスに依存せず、ロボット単体で動作することを前提として設計している。外部の機器と連携させることでより高度な機能を実現できる拡張性も持たせているが，その拡張機能も含めて，基本的には本体だけで完結して動かせるようにしている。これにより，学習者は余計な準備をせずとも，PC と手元のロボットだけで開発と動作確認のサイクルを回すことができる。

### 3.2 ロボットの形態

本教材では，ロボットの題材としてシマエナガをかたどった形状を採用した。小中学生が興味を持ち，気軽にロボット開発を楽しめるようにするためには，まず手に取りたくなる親しみやすさが重要である。

そこで，可愛らしく愛着の湧く外見をもつ題材を選ぶことで，学習者が技術的な内容に踏み込む前の段階で心理的な抵抗を感じにくくなるよう配慮した。愛らしい見た目は完成したロボットを動かしたときの喜びを高め，学習を続ける動機づけにもつながると考えている。サイズは20cmであり，基板などの部品を収納しつつ，片手で持てるサイズ感を重視した。

### 3.3 手を動かして学ぶ設計

本教材は，実際にロボットを作り上げる楽しさを体験できるよう，手を動かして学べることを重視して設計した。基板をロボット本体に固定し，ケーブルを接続し，モーターを取り付けるといった一連の組み立て作業を学習者自身が行う。

こうした作業を通じて，学習者は部品の役割や全体の構造を体で理解していく。画面の中だけでは得られない現実の物に触れながら学ぶ感覚を大切にしている。限られた活動時間のなかでも完成までたどり着けるよう，回路・機構・プログラムの各要素は，初学者にとって必要十分な範囲に整理して統合している。

### 3.4 編集可能なソフトウェアと公開・拡張性

プログラミングを学べるように，ロボットの動作を記述したコードのうち一部を容易に編集できるソフトウェア設計とした。学習者は与えられた完成品をただ動かすだけでなく，コードに手を加えることで自分なりの動きを試すことができる。これにより，プログラムを書き換えると振る舞いがどう変わるかを実際に確かめながら学習を進められる。

さらに，本教材では製作したロボットをその場限りで終わらせるのではなく，学習者が持ち帰って自分なりにカスタマイズし続けられることを重視している。そのために，開発に必要なすべてのデータをGitHub上で公開し，誰でも参照・改変できるようにした。また，基板を拡張できる設計とすることで，学習者が新たな部品や機能を追加し，自分だけのロボットへと発展させていく余地を残している。

## 4. システム構成と実装

### 4.1 マイコンとプログラミング言語

本教材の中核となる制御装置には，マイコンとしてFreenove ESP32 WROOM-32Eを採用した。小型でありながら十分な処理能力と入出力端子を備えており，初学者向けのロボットに適している。プログラミング言語にはMicro Pythonを採用した。ロボット開発ではC言語が使用されることが多いが，C言語は文法が厳格で初学者がつまずきやすい要素が多く，電子工作の入り口としては扱いにくいと判断した。そこで，マイコンのファームウェアを書き換え，より平易に記述できるMicro Pythonで動作するようにした。Micro Pythonは構文が簡潔で読みやすく，書いたコードをすぐに試せるため，試行錯誤を繰り返しながら学ぶ本教材の方針と合っている。初学者にも親しみやすく，将来にプログラミング言語を学ぶ際の素地ともなる。実際に制作した基板を図1に示す。

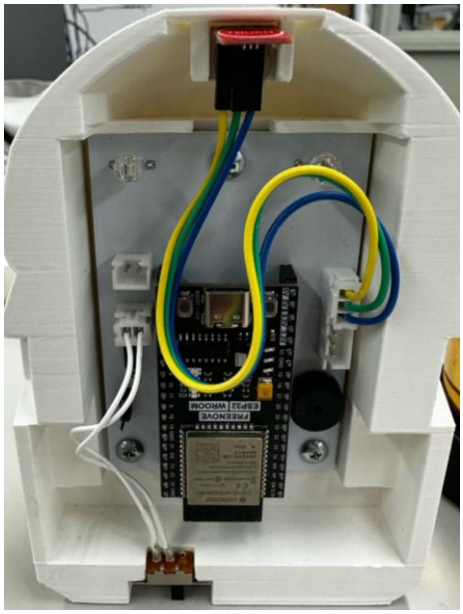


図 1 内部基板

### 4.2 構成要素と機能

本ロボットは，複数の入出力部品を組み合わせることで感情表現とゲーム機能を実現している。頭部にはタッチセンサーを備え，撫でられたことを検知して操作の入力として用いる。両目の位置にはフルカラーの LED を配置し，色の変化によってロボットの感情や状態を表現する。翼にはサーボモーターを用い，動きによって表情豊かな振る舞いを与えている。さらに，可変抵抗をつまみとして用いることで動作モードを切り替えられるようにし，パッシブブザーによって鳴き声や効果音を鳴らす。

これらの部品を組み合わせることで，ロボットは撫でられると反応し，色や音，動きによって感情を示し，簡単なゲームを楽しめるなど，単なる機械を超えた愛らしい振る舞いを実現できる。限られた部品であっても，その組み合わせと制御の工夫によって豊かな表現を生み出せることは，ものづくりの面白さを学習者に伝える上で重要な要素であると考える。



図 2 完成したロボットの外観

## 5. 今後の実践計画

### 5.1 ロボット教室の構想

今後，地域の小学校六年生を対象としたロボット教室を開講する予定である。参加した児童が本教材を用いて実際にロボットを組み立て，プログラムを編集しながら動作を確かめる体験を提供することを想定している。

教室では部品の取り付けやケーブルの接続といった手を動かす作業と，コードを書き換えて動きを変える作業の双方を経験できるよう構成する計画である。対象を小学校高学年とすることで，初学者が無理なく取り組める本教材の特長を生かしつつ，ものづくりへの興味が生まれやすい時期に働きかけることを狙いとしている。

### 5.2 評価の観点と方法

本実践では，主に二つの観点から学習効果を検証することを計画している。第一に，技術やものづくりに対する意識の変化である。ロボット開発を体験する前と後とで，参加者が技術やものづくりをどのように捉えるようになったかを比較し，作り手としての関心の高まりを確認したいと考えている。第二に，ロボット作成スキルの向上である。組み立てやプログラムの編集にどの程度取り組めるようになったかを通じて，実際の技能の伸びを把握することを想定している。これらを検証するにあたっては，技術への興味，ハードウェアへの理解，ものづくりに対する興味関心といった観点に着目し，講座の事前事後でアンケート調査を実施し，その回答内容の変化を分析することを検討している。

## 6. おわりに

本研究が目指すのは，初学者が気軽に電子工作へ踏み出せる入り口を整え，消費者として道具を使うだけでなく，自ら手を動かしてものを生み出す制作者志向を，より多くの小中学生に育てることである。今後の実践とその検証を通じて，開発した教材の教育的な有用性を確かめるとともに，得られた知見を踏まえて教材や進め方の改善を重ねていきたい。校内 FabLab という制作の場と，本教材という具体的な題材とを結びつけることで，実物に触れながらつくることを学ぶ学習の一つの形として，広く活用されていくことを目指す。

## 参考文献


(1) 文部科学省：“GIGA スクール構想について”，https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_0001111.htm（2026 年 6 月閲覧）．

(2) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）」および「小学校プログラミング教育の手引”，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm（2026 年 6 月閲覧）．

(3) 徳竹圭太郎，佐久間大：“校内 Fab Lab における自発的な学びを支援するための学習環境の構築”，CIEC 春季カンファレンス論文集，Vol.14，pp.27-32（2023）.

(4) 松浦李恵，岡部大介，渡辺ゆうか：“高等学校における FAB LAB の公教育導入実証実践の事例報告”，日本教育工学会論文誌，Vol.44，No.3，pp.325-333，（2020）．

# JUDO×AI
## ～識別 AI を活用した柔道審判補助システム～

髙田 錬[*1]
指導教員：伊東 佳剛[*2]
Email: ito-yoshitaka@ed.pref.toyama.jp

*1: 富山県立高岡高等学校普通科 2 年
*2: 富山県立高岡高等学校

◎Key Words　柔道，識別 AI，審判補助

## 1. はじめに

柔道は，単なる格闘技ではなく，心身を鍛える「教育」として創始された。その根本には「精力善用」と「自他共栄」の精神がある。試合において審判が不当な判定を行えば，不信感や怒りが生まれ，柔道が目指す人間形成の場ではなくなってしまう。そのため，柔道の試合では，すべての試合で正確に統一した基準を用いる判定が必要であると考えた。

そこで，高岡高校の総合的な探究の時間で学んだ識別 AI を応用して，柔道の試合での審判を補助する AI の開発ができないか考えた。

また，先行研究を調べたところ，機械学習による対戦相手の技の予測[(1)]や試合局面の分析[(2)]などの研究は存在したものの，審判補助を行う先行研究は確認できなかった。

## 2. 審判判定の現状

### 2.1 「有効」と「技あり」

柔道の判定で特に判別しにくいポイントの中に，「有効」と「技あり」がある。

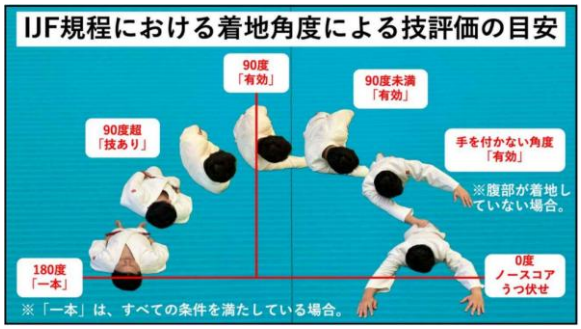



図 1 国際柔道連盟試合審判規程[(3)]における「有効」と「技あり」の定義

実際の試合においても，主審の見る角度によっては判別が非常に難しくなり，投げられた瞬間に誤った判定を下してしまうケースが少なからずある。

### 2.2 ケアシステムによるビデオ判定

上述の通り，主審がビデオ判定を要請した場合やジュリー(ビデオ判定を担当する審判補助員)が必要と認めた場合にはビデオ判定が行われる。しかし，特に地方の大会などではそのビデオ撮影が不慣れな役員によって行われることもある。実際に，富山県で行われる中学生・高校生の大会の多くにおいて，ケアシステムのビデオ撮影は各校の生徒からなる補助役員に任されている。

このような要因から，ビデオ判定が行われてもすぐには正しい判定が出ないこともある。場合によっては 5 分以上試合が中断することもあり，試合進行に支障をきたしている。

## 3. 開発環境

### 3.1 識別 AI「Teachable Machine」

AI の開発には，Teachable Machine(Google 社)[(4)]を用いた。これは，Web ブラウザ上で動作する機械学習（画像・音声・ポーズの識別）モデル作成ツールである。迅速なプロトタイピングが可能であることと，AI の専門知識を持たないユーザーでも運用可能なシステムを作成することできることが当該 AI を採用した理由である。

### 3.2 教育用マイコンボード「micro:bit」

投げ技が行われたかどうかの判定には，micro:bit (Micro:bit Educational Foundation) を採用し，その内蔵 3 軸加速度センサーから得られるデータを取得した。

### 3.3 独自機能拡張版 Scratch「Stretch3」

プログラムの制御および各システムの統合環境として，Scratch の独自機能拡張版プラットフォームである Stretch3（石原淳也 開発）[(5)]を使用した。

### 3.4 システム構成

本研究で開発したシステムは，ハードウェア，AI モデル，制御環境の 3 つから構成される。 物理的な入力インターフェースには，micro:bit に内蔵された 3 軸加速度センサーを用いた。また，識別 AI の構築には Teachable Machine（Google 社）を使用し，判定を識別する学習済みモデルを作成した。これらハードウェアから得られるセンサー値と，AI による識別結果の統合・制御には，Web ベースのビジュアルプログラミング環境である Stretch3 を使用した。Stretch3 内の拡張機能（micro:bitMore および TM2Scratch）を介することで，リアルタイムでのデータ連携とシステム制御を実現した。

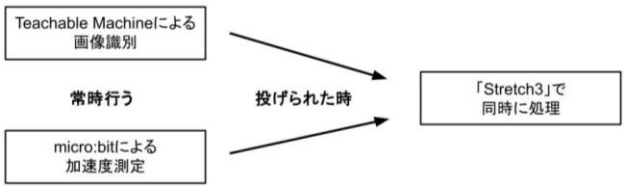



図 2 判定方法の模式図

## 4. 背中につける目印

「有効」と「技あり」は，主に投げられた際の背中の着地の程度によって判別する。そのため，柔道着の背中に目印を付け，カメラで撮影したときにどれほど目印が変化しているかを Teachable Machine に判別させる手法を取った。

### 4.1 ドットによる目印

最初に，背中にドットの画像を貼り付け，カメラに写ったドットの数から背中の着き具合を判別させる実験を行った。

Teachable Machine に学習させて判別を試した所，判別の際に映っているドットの数ではなく「各ドットのつぶれ具合」により強い影響を受けていることが分かった(図 3)。また，倒れた際の影などにも影響を受けており，判別の精度は低かった。

表 1 ドットの認識についての概略

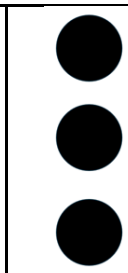
| 背中の状態 |  |  |  |
|---|---|---|---|
| 判定 | 有効 | 技あり | 有効<br>（エラー） |



図 3 ドットのつぶれ具合による不具合および投げられた際の画像

### 4.2 カラーテープによる目印

ドットによる問題を解決するため，図 4 のように柔道着にカラーテープを貼り付け，倒れたときに最も外側にある色から背中の着き具合を判別させる実験を行った。



図 4 カラーテープを貼った柔道着

この手法により，倒れた状態での「有効」「技あり」の判別精度を大きく向上させることができた。

## 5. Stretch3 によるプログラムの作成

Teachable Machine および micro:bit の情報を処理する，以下のようなプログラムを構築した。

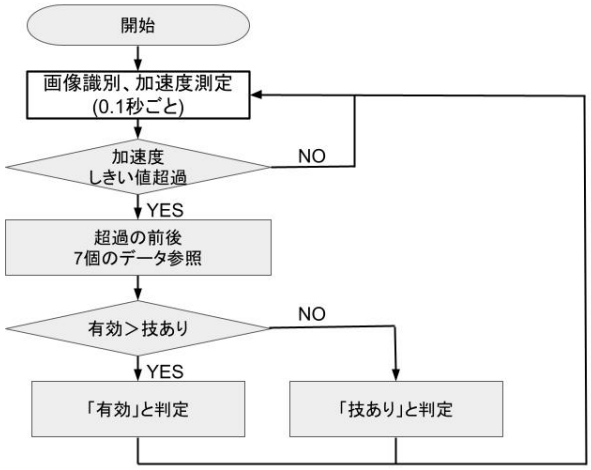



図 5 プログラムのフローチャート図

このプログラムでは，常時 0.1 秒ごとに Teachable Machine の判定および micro:bit によって測定した加速度の記録を取り続け，加速度がしきい値を超過した(=投げられた)際にその前後の記録を参照するようにした。その際に参照する記録については，投げられる動きの実験の結果から，加速度がしきい値を超過する直前の 2 個，直後の 5 個の計 7 個とした。この 7 個のデータから「有効」「技あり」の判定を下す。

## 6. micro:bit を利用しないシステム構築

### 6.1 micro:bit を利用する上での懸念点

ここまでの手法では，micro:bit の加速度センサーを用いて「投げられた」かどうかの判定を行っていた。しかし，実際に柔道の試合で活用する際に micro:bit を装着することは安全面を考慮すると

現実的ではなく，プログラムの動作も重くなることがある(後述)ので，他の手段を用いて「投げられた」ことを識別することとした。

### 6.2 TeachableMachine 単体で動作するシステム

この問題を解決するべく，Teachable Machine に「有効」「技あり」の画像を学習させる時点で「投げられていない」の状態も学習させ，投げられた状態も同時に判別することを可能にした。また，その過程において，柔道着に貼るテープの配色を 2 種類用意することによって「A 有効」「A 技あり」「B 有効」「B 技あり」のように映像に映る 2 人のうちどちらが投げられたかの判別の実験も行った。

これらのシステムを導入することで判別精度は若干低下したが，Teachable Machine に学習させる画像の数を増やすことで識別精度を上げることが可能であると考えられる。

## 7. 現状の課題と今後の展望

### 7.1 識別精度の低下について

実験をする中で，同じ識別モデルを使用しているにも関わらず，Teachable Machine のサイト上での判定と Stretch3 での判定が異なっているという事象が何度か発生した。

その原因を調査した所，

・Teachable Machine のサイトでは，カメラの映像をトリミングして正方形にし，判定に使用している。

・一方，stretch3 では元のカメラの映像のアスペクト比を無理やり変更し，1:1 の正方形にしている可能性がある。

ということが分かった。

この問題を解決するには，「OBS studio」などのソフトを用いることで，入力するカメラの映像を 1:1 の正方形のものにする必要がある。

### 7.2 識別間隔について

Stretch3 でプログラムを構築する際，Teachable Machine による判別の間隔は 0.1 秒毎としていた。しかし実験の際には，パソコンの動作環境によっては動作が重くなり，最低で約 0.25 秒毎の判定となることもあった。

これには使用するコンピュータのスペックなどの要因もあるが，地方の大会でも高性能なコンピュータを使わずシステムを動かせるように普及させたり，逆に世界大会など高性能なコンピュータが用意できる上で 0.1 秒より細かい識別を必要とする場面に対応したりする点を考えると，問題となる。

Stretch3 上では 0.1 秒毎の識別が限度であるので，この問題を解決するためには Stretch3 以外でのプログラム構築が必要となる。

### 7.3 今後の展望

#### 7.3.1 カメラの追尾について

前述のように，たとえ判別精度が向上してもカメラに選手が映っていなければ判別は行えない。そのため，カメラが選手を追尾する機能を追加することでより確実な動作が期待される。

しかし，AR マーカーなどの柔道着の一部に加工を施す手法を用いると，柔道着が歪んだときに追尾ができなくなる。したがって，色で識別する Pixycam のようなカメラを使うことが望ましいと考えられる。

#### 7.2.2 web アプリ化について

本研究で開発したシステムは，プロトタイプとして Stretch3 上で構築した。構成要素である Teachable Machine および micro:bit は，いずれも JavaScript 環境（TensorFlow.js や Web Bluetooth API）との親和性が高い。そのため，今後は Web アプリケーションとしてのパッケージ化を想定している。これにより，ユーザーは特別な開発環境を必要とせず，一般的な Web ブラウザのみで本システムを容易に利用することが可能となり，社会実装へのハードルを大きく下げることが期待できる。

## 8 おわりに

ここ数年の間で，スポーツのみならず様々な分野において AI 技術は飛躍的に進歩している。その一方，柔道界においては AI などの技術が十分に使用されていないというのが現実である。

今回私が行った研究やこの先の研究を通して，柔道界，ひいてはスポーツ界全体がより活発になることを願っている。そして，このことが冒頭で述べた「精力善用」と「自他共栄」の精神に繋がると考えている。

## 謝辞

本研究を進める中で，丁寧に指導していただいた富山県立高岡高等学校の伊東先生，表先生，川腰先生，多くの面でご協力いただいた富山県立高岡高等学校柔道部およびコンピュータ部の皆様に深く感謝いたします。

## 参考文献

(1) S. Kato, S. Yamagiwa, Predicting successful throwing technique in judo from factors of Kumite posture based on a machine-learning approach, Computers, 10 巻, 10 号, 175, 2022.

(2) Anthony Miyaguchi, Jed Moutahir, Tanmay Sutar, Annotation Techniques for Judo Combat Phase Classification from Tournament Footage, arXiv preprint, arXiv:2412.07155, 2024.

(3)2025-2028 国際柔道連盟試合審判規程について (2026.3.17) 2026 年 6 月 13 日閲覧 https://www.judo.or.jp/coach-referee/referee-regulations-rules/

(4)Google, Teachable Machine, https://teachablemachine.withgoogle.com/ 2026年12月14日閲覧

(5) 石原淳也. Stretch3. https://stretch3.github.io/ 2026年12月14日閲覧

# 利用者属性と需要計算に基づく防災準備支援サイトの設計と実装

井上　美奈[*1]
指導教員：菅野　一喜[*1]
Email: Kazuki_Kanno@education.metro.tokyo.jp

*1：東京都立科学技術高等学校

◎Key Words　防災用品，サイト制作，避難行動シミュレーション

## 1. はじめに

日本では地震や台風，豪雨などの自然災害が頻繁に発生しており，平時からの防災準備が重要である。しかし，内閣府の世論調査では，「食料・飲料水，日用品，医薬品などを準備している」と回答した割合は46.1%であり，多くの家庭では十分な備えが行われているとは言えない。(1)

現在，防災準備に関するWebサイトは数多く公開されている。しかし，それらの多くは防災用品の一覧を提示するのみであり，利用者ごとに必要な数量までは示していない。また，飲料水や食料の必要量を計算できるサイトも存在するが，防災用品の選定機能と分離されていることが多い。加えて，防災用品を準備していないことによる具体的な影響を利用者に提示する機能は少なく，防災への関心が低い人の行動変容を促すことは難しいと考えられる。

一方，自治体は避難所ごとの備蓄品情報を公開している場合が多い。しかし，それらの情報は防災計画書などの資料内に掲載されていることが多く，一般市民が容易に確認し活用できる状態とは言い難い。また，避難所に備蓄されている物資は想定避難者数を基に整備されている(2)ため，多数の住民が十分な備蓄を行わずに避難した場合には，一人当たりに支給される物資量が不足する可能性がある。

そこで本研究では，利用者の年齢，性別，体重および世帯人数から必要な防災用品とその量を提示する防災準備支援サイトを設計・実装した。さらに，東京都23区の人口データおよび避難所データを用いた避難行動シミュレーションを行い，避難所ごとの利用人数と一人当たりの備蓄品量を算出した。そして，防災用品選定の効率化および避難所備蓄情報の可視化による防災意識向上の観点から，本サイトの有効性を評価した。

## 2. 既存サイト

### 2.1　既存サイト調査

本研究では，防災用品紹介サイトおよび必要量計算サイトを調査した。その結果，多くのサイトは防災用品一覧の提示または必要量計算のいずれか一方のみを提供していた。また，避難所の備蓄品情報を活用したサービスは確認できなかった。

### 2.2　比較対象サイト

①防災用品情報提供サービス
首相官邸が公開している「災害の備えチェックリスト」(3)では，災害時に必要となる防災用品が一覧形式で提示されている。

②必要量計算サービス(4)
k!sanでは，利用者の身体情報を基に必要水分量やTDEEを計算するサービスが提供されている。必要量を数値として把握できるため，健康管理や生活設計に活用できる。

## 3. システム設計

### 3.1　システム概要

本研究では，利用者の防災準備を支援するWebサイトを開発した。利用者は世帯人数，年齢，性別，体重および住所を入力する。サイトは入力情報を基に必要な防災用品およびその数量を算出し，最寄り避難所の備蓄状況とともに表示する。また，避難行動シミュレーションの結果を用いて，一人当たりに配布可能な備蓄品量を表示する機能を実装した。

### 3.2　必要量計算機能

本機能では，利用者の世帯人数，年齢，性別および体重を入力情報として用いた。まず，首相官邸が公開している「災害の備えチェックリスト」(3)を参考に，懐中電灯や携帯ラジオ，救急用品など，全利用者に共通して必要な防災用品を人数分表示した。さらに，女性には生理用品やサニタリーショーツ等，乳幼児にはミルクや紙おむつ等，高齢者には介護食や持病の薬等を追加表示した。また，飲料水および非常食の必要量は，利用者の年齢，性別および体重から必要水分量(5)とエネルギー量(6)を算出し，世帯全体で必要となる飲料水量および非常食量として表示した。

### 3.3　避難行動シミュレーション

本研究では，避難所ごとの利用人数を推定するため，東京都23区の人口データ(7)および避難所データ(8)を用いた避難行動シミュレーションを実施した。

まず，各区の人口データを基に仮想住民を生成した。計算量を削減するため，生成する住民数は各区の人口の100分の1とし，各区の境界ポリゴン内にランダムに配置した。

次に，各住民は最寄りの避難所へ避難するものと仮定し，避難先を決定した。避難所探索にはKDTreeを用いた。KDTreeは空間データに対する最近傍探索を高速に行うためのデータ構造であり，本研究では避難所の位置情報を基に構築し，各住民の最寄り避難所を求めた。

避難先が決定した後，各避難所に割り当てられた住民数を集計し，避難所利用人数とした。これを乱

数シードを変更しながら100回のシミュレーションを実施した。計算時間短縮のため，joblibを用いた並列処理を行い，複数のCPUコアを利用して計算した。

最後に，100回のシミュレーションで得られた各避難所の利用人数の平均値を算出し，その値を各避難所の推定利用人数とした。

なお，本シミュレーションでは，全住民が最寄りの避難所へ避難することを前提とした。また，避難所の収容人数や実際の避難行動については考慮していない。

### 3.4　避難所備蓄表示機能

本機能では，利用者が入力した住所から最寄りの避難所を検索し，当該避難所の備蓄状況を表示する。

まず，利用者が入力した住所をジオコーディングによって緯度経度へ変換した。次に，避難所データベースに登録された避難所の位置情報と比較し，最寄りの避難所を特定した。避難所が決定した後，対応する自治体の備蓄品データを読み込み，備蓄品名，数量および単位を取得した。さらに，3.3節で求めた避難所利用人数の推定値を用いて，一人当たりに配布可能な物資量を算出した。

一人当たり配布可能量は，各備蓄品の数量を推定利用人数で除することで求めた。また，女性向け用品については避難者の半数を女性と仮定し，推定利用人数の2分の1を用いて算出した。

算出結果は避難所名，避難所までの距離および各備蓄品の一人当たり配布可能量として表示した。これにより，利用者は避難所の備蓄品の有無だけでなく，実際にどの程度の物資が配布される可能性があるかを把握できる。現時点では，目黒区[9]，板橋区[10]，葛飾区[11]，北区[12]，品川区[13]，杉並区[14]，中野区[15]，墨田区[16]，江戸川区[17]および江東区[18]の10区について実装した。

## 4. 評価実験

### 4.1 防災用品選定機能の評価

作成したサイトの有効性を検証するため，既存の防災準備サイトとの比較実験を行った。被験者は6名とし，既存サイトおよび本サイトの両方を使用した。順序による影響を軽減するため，被験者3名は既存サイトを先に使用した後に本サイトを使用し，残り3名は本サイトを先に使用した後に既存サイトを使用した。既存サイトとして，(3)および(4)を使用した。

実験では，「4人家族（女性を含み，乳幼児および高齢者を含まない世帯）が新たに防災リュックを準備する」という条件を設定した。被験者は指定されたサイトを利用し，必要と考えた防災用品および数量をGoogleフォームへ入力した。

評価項目として，防災用品の選定に要した時間を計測するとともに，入力された防災用品および数量を比較し，本サイトの効率性および妥当性を評価した。

### 4.2 備蓄品表示機能の評価

備蓄品表示機能が利用者の防災意識に与える影響を評価するため，サイト利用前後にアンケートを実施した。サイト利用前後には，以下の4項目について10段階評価で回答を求めた。

Q1：自宅の防災用品は十分に備えられていると思う。
Q2：自宅で防災用品を準備する必要があると思う。
Q3：避難所にどれくらいの備蓄品があるか知っているか。
Q4：自分が災害時に必要な品・量を知っているか。

また，サイト利用後には，以下の2項目について10段階評価で回答を求めた。

Q5：一人当たり備蓄量の表示は分かりやすかった。
Q6：このサイトは防災準備に役立つと思う。

さらに，自由記述欄を設け，サイトを利用して感じたことや改善点について回答を求めた。

## 5. 結果と考察

### 5.1 防災用品選定機能の評価結果

比較実験の結果，本研究で開発したサイトを使用した場合は，既存サイトを使用した場合と比較して，防災用品の選定に要する時間が短かった。各サイトを使用した際の平均所要時間を表1に示す。また，選定された防災用品および数量を比較したところ，大きな違いは見られなかった。このことから，本サイトは既存サイトと同程度の内容で防災用品を選定できる一方，選定に要する時間を短縮できることが示された。

表1防災用品選定に要した平均時間

| | 平均 |
|---|---|
| 作成したサイト | 3分07秒 |
| 既存のサイト | 4分14秒 |

### 5.2 防災用品選定機能の考察

本研究で開発したサイトでは，利用者が年齢，性別および体重を入力することで，必要な防災用品とその数量を同時に確認できる。そのため，防災用品の選定に要する時間が短縮されたと考えられる。一方，既存サイトでは，防災用品の一覧を確認するサイトと必要量を計算するサイトを併用する必要があり，利用者自身が情報を整理しながら準備を進めなければならない。このことが，本サイトとの所要時間の差につながったと考えられる。また，本サイトで選定された防災用品および数量は既存サイトと大きな違いが見られなかったことから，本サイトは既存サイトと同程度の内容で防災用品を選定できることが確認された。

### 5.3 備蓄品表示機能（アンケート）の結果

サイト利用前後のアンケート結果を表2に示す。また，利用前後の比較にはWilcoxon符号付順位検定を用い，有意水準を5%とした。サイト利用後の追加の質問は表3に示す。

表2　備蓄品表示機能に関するアンケート結果1

| 質問 | 利用前<br>平均 | 利用後<br>平均 | 変化 | p値 |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Q1 | 5.3 | 3.5 | ▼1.8 | 0.0039 |
| Q2 | 8.6 | 9.5 | ▲0.9 | 0.0625 |
| Q3 | 2.8 | 7.4 | ▲4.6 | 0.0039 |
| Q4 | 3.5 | 8 | ▲4.5 | 0.0039 |

表3　備蓄品表示機能に関するアンケート結果2

| 質問 | 平均 |
|---|---|
| Q5 | 8.1 |
| Q6 | 9.7 |

自由記述では，「一人当たりの備蓄量が分かりやすい」「避難所の備蓄状況を知ることで危機感を持つことができた」といった意見が得られた。一方で，「不足している物資を区別して表示してほしい」「チェックリスト形式で表示してほしい」などの改善点も挙げられた。

### 5.4備蓄品表示機能（アンケート）の考察

アンケート結果より，本サイトは利用者の避難所備蓄や必要な防災用品に対する理解を深める効果があることが示された。特に，Q3およびQ4では有意な向上が認められ，避難所の備蓄状況や自身に必要な備蓄品・数量についての理解が深まったと考えられる。また，Q1では「自宅の防災用品は十分に備えられている」という認識が有意に低下しており，サイトの利用によって自宅の備蓄を見直すきっかけになったことが示唆された。

一方，Q2では平均値は上昇したものの，有意差は認められなかった。これは，利用前の平均値が8.6と既に高く，多くの被験者がもともと防災用品を準備する必要性を認識していたため，サイト利用による変化が小さかったことが要因であると考えられる。

### 5.5シミュレーションの安定性評価

100回のシミュレーション結果から，各避難所の平均避難人数，標準偏差および変動係数（CV）を算出した。平均避難人数と変動係数との関係を図1に示す。さらに，平均避難人数と変動係数との関係を検討したところ，ピアソンの相関係数は−0.380，スピアマンの順位相関係数は−0.958となった。散布図より，両者の関係は直線的というよりも単調減少的な関係であり，特に平均避難人数が小さい領域でCVが急激に増加する傾向が確認された。このため，ピアソン相関では弱い負の相関にとどまる一方，スピアマン相関では強い負の相関が得られた。

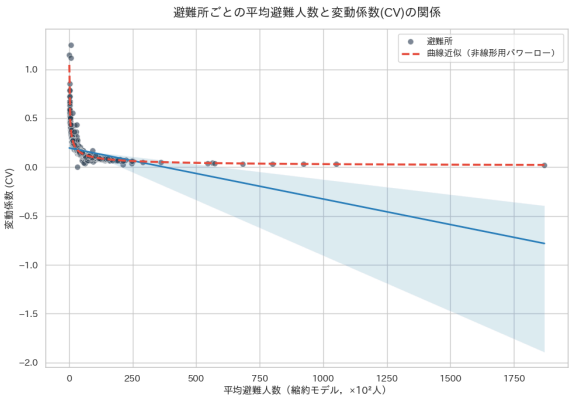



**図1**平均避難人数と変動係数の関係

さらに，各区ごとに同様の解析を行ったところ，スピアマンの順位相関係数は−0.85〜−0.97の範囲となり，世田谷区（−0.950），千代田区（−0.958），江東区（−0.968），港区（−0.976）など，いずれの区においても強い単調な負の相関が確認された。一方，ピアソンの相関係数は−0.37〜−0.53程度であり，線形関係の強さは限定的であった。以上より，平均避難人数と変動係数の関係は線形性よりも単調性が強く，避難人数が少ない避難所ほど相対的な変動が大きくなる傾向が示唆された。

### 5.5シミュレーション回数の妥当性

シミュレーション回数の妥当性を確認するため，15か所の避難所を抽出し，10回，20回，50回および100回実施時点における平均避難人数の変化率を比較した。結果を図2に示す。その結果，平均値の変化率は，10回から20回では2.87%，20回から50回では2.28%，50回から100回では1.34%となり，試行回数の増加に伴って変化率は減少した。また，50回以降では平均値の変化は小さく，収束する傾向が確認された。このことから，本研究で採用した100回のシミュレーションは，平均避難人数を推定する上で十分な試行回数であり，結果は安定していると考えられる。

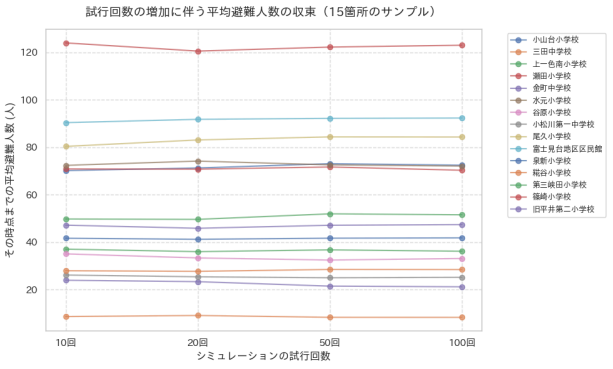



図2　各試行回数時点での平均値の推移（一部）

## 6. おわりに

本研究では，利用者属性に応じた防災用品および必要量を提示するとともに，避難所の備蓄状況を一

人当たりの配布可能量として表示する防災準備支援サイトを設計・実装した。
防災用品選定機能の評価実験では，既存サイトを利用した場合と比較して，本サイトを利用した方が防災用品の選定に要する時間を短縮できることが確認された。また，避難行動シミュレーションでは，避難所ごとの推定利用人数や一人当たりの備蓄量に差が生じることが分かった。さらに，アンケート調査により，本サイトが利用者の防災意識や自助による備えの重要性を認識するきっかけとなることが期待される。
一方，本研究では住民を区内にランダムに配置し，全住民が最寄りの避難所へ避難することを前提としてシミュレーションを行ったため，実際の避難行動を完全に再現したものではない。また，現時点で対応している自治体は東京都23区の一部に限られている。
今後は，実際の人口分布や避難所の収容人数を考慮したシミュレーションへの改良を行うとともに，対応自治体を拡大する予定である。また，被験者数を増やした評価実験を実施し，本サイトの有効性についてさらに検証を進めたい。

## 参考文献

(1) 内閣府："防災に関する世論調査"，令和7年8月調査，
https://www8.cao.go.jp/survey/r06/r06-bousai/index.html（参照日：2026年6月28日）．
(2) 内閣府防災情報のページ："特集 災害の備え、何をしていますか"，2022年12月2日，
https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h22/09/special_01.html（参照日：2026年6月28日）．
(3) 内閣官房："新しい生活様式の実践例（PDF）"，
https://www.kantei.go.jp/jp/content/000182715.pdf（参照日：2026年6月28日）．
(4) CASIO："Keisan 高精度計算サイト"，
https://keisan.site/（参照日：2026年6月28日）．
(5) 看護roo!："水分量の計算"，
https://www.kango-roo.com/kokushi/kako/detail/10183/1（参照日：2026年6月28日）．
(6) 大塚製薬："栄養計算（カロリー計算）"，
https://www.otsuka.co.jp/cmt/nutrition/calorie/（参照日：2026年6月28日）．
(7) 東京都総務局統計部："住民基本台帳による東京都の世帯と人口（町丁別・年齢別）"，
https://www.toukei.metro.tokyo.lg.jp/juukiy/2025/jy25000001.htm（参照日：2026年6月28日）．
(8) 東京都オープンデータカタログサイト："避難所一覧データ"，
https://catalog.data.metro.tokyo.lg.jp/dataset/t000003d0000000093/resource/4d800809-d51c-41e1-8311-f708a488978e（参照日：2026年6月28日）．
(9) 目黒区："目黒区地域防災計画"，
https://www.city.meguro.tokyo.jp/kusei/keikaku/bousai/sonae/bousaikeikaku/index.html（参照日：2026年6月28日）．
(10) 板橋区："避難所の備蓄物資"，
https://www.city.itabashi.tokyo.jp/bousai/bousai/1005690.html（参照日：2026年6月28日）．
(11) 葛飾区："避難所の備蓄物資"，
https://www.city.katsushika.lg.jp/kurashi/1004028/1000063/1004029/1030341/1021421.html（参照日：2026年6月28日）．
(12) 北区："避難所の備蓄物資"，
https://www.city.kita.lg.jp/safety/disaster/1002639/1002641.html（参照日：2026年6月28日）．
(13) 品川区："避難所備蓄物資数量・成分一覧（PDF）"，
https://www.city.shinagawa.tokyo.jp/contentshozon/bashosuuryouseibun.pdf（参照日：2026年6月28日）．
(14) 杉並区："震災救援所運営マニュアル等（PDF）"，
https://member.sugi-chiiki.com/shouan-choukai/wp-content/uploads/2024/06/f0efac475b76da3528c9df13d3a256b1.pdf（参照日：2026年6月28日）．
(15) 中野区："備蓄物資"，
https://www.city.tokyo-nakano.lg.jp/bosai/suigai-sonae/keikaku/bichikubusshi.html（参照日：2026年6月28日）．
(16) 墨田区："墨田区地域防災計画 別冊（備蓄計画）（PDF）"，
https://www.city.sumida.lg.jp/kuseijoho/sumida_kihon/ku_kakusyukeikaku/bousaiplan_r2.files/06bessatu2026.pdf（参照日：2026年6月28日）．
(17) 江戸川区："避難所備蓄品"，
https://www.city.edogawa.tokyo.jp/e008/bosaianzen/bosai/kojo/hinanjobichiku.html（参照日：2026年6月28日）．
(18) 江東区："江東区地域防災計画（PDF）"，
https://www.city.koto.lg.jp/057101/bosai/bosai-top/taisakukeikaku/documents/20260420174650.pdf（参照日：2026年6月28日）．

# 中高生における文理選択の意識について

鈴鹿泰正[*1]
指導教員：菅野一喜[*1]
Email: Kazuki_Kanno@education.metro.tokyo.jp

*1：東京都立科学技術高等学校

◎Key Words　　文理選択，データサイエンス，アンケート

# ネットワークドライブの活用による学習進捗状況協把握手法の提案と実践

占部 弘治
Email: k.urabe@niihama-nct.ac.jp

*1: 新居浜工業高等専門学校電子制御工学科

◎ **Key Words**　学習進捗状況　ラーニングアナリティクス

## 1　はじめに

学生の授業中の状況などのさまざまな学習に関するデータを収集し、これを解析するラーニングアナリスティックは、データサイエンスや人工知能技術の発展によって大量のデータの解析が可能になったことから、授業改善のためには重要な手法となっている。そこで、これまで PC を操作する学生の状況を把握するシステムの開発を行い [(1)]、解析を行ってきた [(2)(3)]。

しかしながら、多くの大学や高専で BYOD による学生の PC の必携が進められ、学生が授業で使用する PC が学校管理の演習室 PC から学生個人の PC に移行していることが多くなった。このため、ラーニングアナリティクスに必要なシステムのために、学生の PC へアプリケーションをインストールすることはアップデートや削除などの管理も困難になってきている。

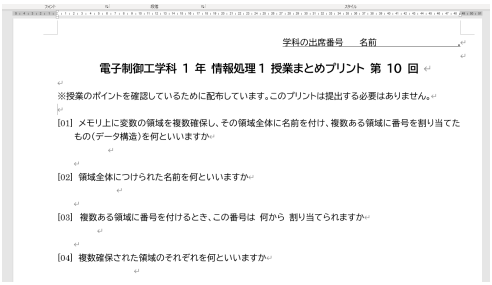
また、学校が契約したクラウドサービスや学習マネジメントシステム（LMS）など認証が必要なシステムが増加したことで学生個人が使用するユーザ ID も増加し、セキュリティ的な不安も生じやすくなってきており、新たなサービスへの参加を依頼することが学生の負担になってきていると思われる。

そこでこれらの懸念を考慮し、すでに学生にユーザ ID とパスワードが配布済みである Microsoft のクラウドサービス Microsoft365 のネットワークドライブ OneDrive 上に Excel シートのファイルを配布し、その入力結果を一定の時間間隔で収集するシステムを提案する。このシステムでは問題に対する解答状況を収集するが、従来の LMS ではできなかった問題ごとの解答の記入時刻を得ることができ、それを自在に可視化することが可能となる。なお、今回のシステムでファイルの形式に表計算ソフトの Excel のファイルを採用した理由は、Microsoft365 内で動作するロボット・プロセス・オートメーションの Power Automate のスクリプトによって収集が可能であるからである。

このシステムによって学生の PC へアプリケーションをインストールすることなく、LMS よりきめ細かい状況把握が可能にすることができるようになるのと考える。

## 2　開発システム

スライドを用いた授業において、図 1 に示すようなスライドの内容から問題を作成したプリントを紙に印刷して配布することで、学生に授業の進捗と要点を伝える手法がある。また、この手法は授業の進捗に合わせてプリントに解答を記入させることで、メモをとるかわりとして授業に集中するための補助としての効果も考えられる。


学科の出席番号　名前

電子制御工学科 1 年 情報処理 1 授業まとめプリント 第 10 回

※授業のポイントを確認しているために配布しています。このプリントは提出する必要はありません。

[01] メモリ上に変数の領域を複数確保し、その領域全体に名前を付け、複数ある領域に番号を割り当てたもの（データ構造）を何といいますか

[02] 領域全体につけられた名前を何といいますか

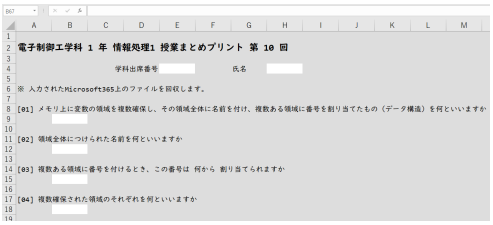
[03] 複数ある領域に番号を付けるとき、この番号は 何から 割り当てられますか

[04] 複数確保された領域のそれぞれを何といいますか

図 1: 紙で配布していたプリントの例

しかしながら、紙で配布したプリントは授業中の講師からは学生が記入状況を知ることができず、回収しても解答がいつ記入されたものかを知ることはできない。

そこで、まず今回はこの図 2 のようにプリントをネットワークドライブ（Microsoft OneDrive）上の表計算ソフト（Microsoft Excel）のシートファイルに置き換えた。


電子制御工学科 1 年 情報処理1 授業まとめプリント 第 10 回

学科出席番号　　氏名

※ 入力されたMicrosoft365上のファイルを回収します。

[01] メモリ上に変数の領域を複数確保し、その領域全体に名前を付け、複数ある領域に番号を割り当てたもの（データ構造）を何といいますか

[02] 領域全体につけられた名前を何といいますか

[03] 複数ある領域に番号を付けるとき、この番号は 何から 割り当てられますか

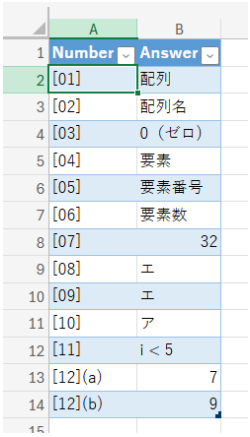
[04] 複数確保された領域のそれぞれを何といいますか

図 2: Excel シートに置き換えたプリントの例

この Excel ファイルを Microsoft365 の OneDrive に作成した学生個別のフォルダにコピーする。学生個別

のフォルダはその学生講師のみが変更可とするアクセス制限をすることで学生からは自分のフォルダのファイルのみを閲覧・入力することを可能としている。

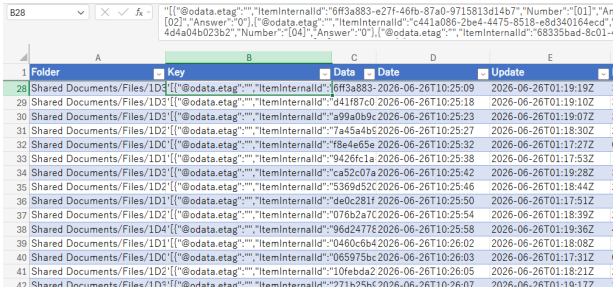
学生は BYOD によるノート PC 必携化としたため、1 人 1 台の PC を利用可能であり、Microsoft365 のアカウントは配布済みであるため、学生は自分の PC を用いて、Microsoft365 にサインインし、この Excel ファイル にアクセスすることが可能である。授業では、講師が説明に用いるスライドの進捗と講師の指示に従って Excel シートの問題の解答を入力する。なお、OneDrive 上の Excel ファイルは入力や変更があった場合は自動的に保存されるため、学生は解答の入力以外の操作をする必要がない。また、学生の入力した解答は同じ Excel ファイルのテーブルに集約される（図 3）。



| | A | B |
|---|---|---|
| 1 | Number | Answer |
| 2 | [01] | 配列 |
| 3 | [02] | 配列名 |
| 4 | [03] | 0（ゼロ） |
| 5 | [04] | 要素 |
| 6 | [05] | 要素番号 |
| 7 | [06] | 要素数 |
| 8 | [07] | 32 |
| 9 | [08] | エ |
| 10 | [09] | エ |
| 11 | [10] | ア |
| 12 | [11] | i < 5 |
| 13 | [12](a) | 7 |
| 14 | [12](b) | 9 |

図 3: シートに入力された解答を集約

学生の解答の集約されたテーブルには Microsoft365 内で動作するロボット・プロセス・オートメーションの Power Automate のスクリプトによって集約用の Excel シートのテーブルに学生名を含むファイル名と収集時刻・ファイルの更新時刻とともに記録される（図 4）。



| | Folder | Key | Data | Date | Update |
|---|---|---|---|---|---|
| 28 | Shared Documents/Files/1D3 | [{"@odata.etag":"","ItemInternalId":"6ff3a883- | | 2026-06-26T10:25:09 | 2026-06-26T01:19:19Z |
| 29 | Shared Documents/Files/1D3 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"d41f87c0 | | 2026-06-26T10:25:18 | 2026-06-26T01:19:10Z |
| 30 | Shared Documents/Files/1D3 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"a99a0b9c | | 2026-06-26T10:25:23 | 2026-06-26T01:19:07Z |
| 31 | Shared Documents/Files/1D2 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"7a45a4b5 | | 2026-06-26T10:25:27 | 2026-06-26T01:18:30Z |
| 32 | Shared Documents/Files/1DC | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"f8e4e65e | | 2026-06-26T10:25:32 | 2026-06-26T01:17:27Z |
| 33 | Shared Documents/Files/1D1 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"9426fc1a | | 2026-06-26T10:25:38 | 2026-06-26T01:17:53Z |
| 34 | Shared Documents/Files/1D3 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"ca52c07a | | 2026-06-26T10:25:42 | 2026-06-26T01:19:28Z |
| 35 | Shared Documents/Files/1D2 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"5369d52( | | 2026-06-26T10:25:46 | 2026-06-26T01:18:44Z |
| 36 | Shared Documents/Files/1D1 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"de0c281f | | 2026-06-26T10:25:50 | 2026-06-26T01:17:51Z |
| 37 | Shared Documents/Files/1D2 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"076b2a7( | | 2026-06-26T10:25:54 | 2026-06-26T01:18:39Z |
| 38 | Shared Documents/Files/1D4 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"96d2477( | | 2026-06-26T10:25:58 | 2026-06-26T01:19:36Z |
| 39 | Shared Documents/Files/1D1 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"0460c6b4 | | 2026-06-26T10:26:02 | 2026-06-26T01:18:08Z |
| 40 | Shared Documents/Files/1DC | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"065975bc | | 2026-06-26T10:26:03 | 2026-06-26T01:17:31Z |
| 41 | Shared Documents/Files/1D2 | {"@odata.etag":"","ItemInternalId":"10febda2 | | 2026-06-26T10:26:05 | 2026-06-26T01:18:21Z |

図 4: 集約用 Excel シートのテーブル

このテーブルに記録された学生ごとの解答の入力状況は Excel の機能を用いて容易に解析することができ、これによって問題ごとの学生の入力状況（図 5）や学生ごとの入力を時系列表示を行い、授業中に学生の状況（図 6、図 7）を可視化することができる。



図 5: 学生の入力状況

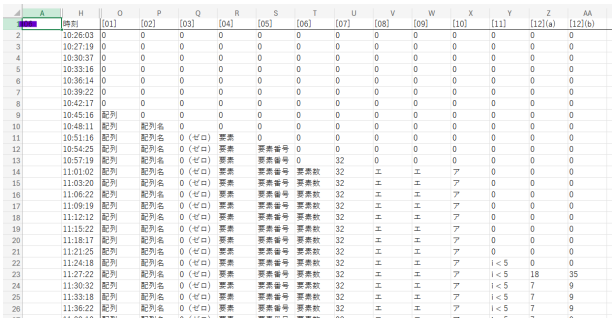


図 6: 学生ごとの入力の時系列表示

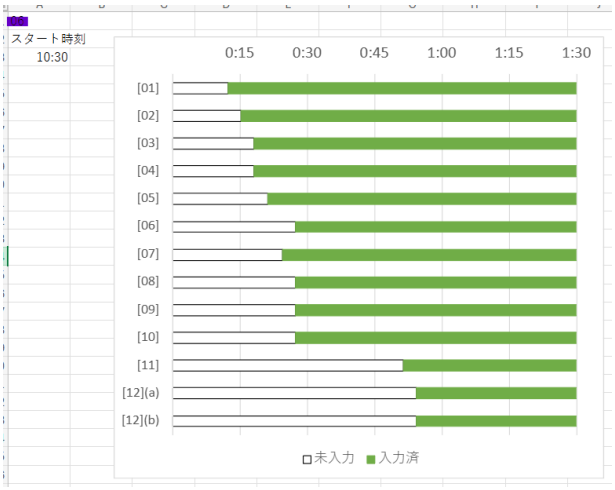



図 7: 学生ごとの入力時刻の可視化

## 3　実施状況

### 3.1　スクリプト実行間隔

まず、本システムで用いた Power Automate のスクリプトの実行時間を計測し、スクリプトの実行間隔を決定する。

学生 42 名+講師 1 名の計 43 名分の実際の授業中に行ったスクリプトの実行時間を表に示す。

表 1: スクリプト実行時間

| 測定日 | 実行回数 | 問題数 | 平均実行時間 |
|---|---|---|---|
| 5/26 | 7 | 12 | 3 分 16 秒 |
| 6/19 | 17 | 17 | 3 分 3 秒 |

以上の結果より、3 分間隔でスクリプトの実行することにした。この実行間隔が観測できる学生の状況変化の最小の時間間隔となる。

### 3.2　授業での実践結果

このシステムを実際の授業で用いた結果を示す。

用いた授業は本校の電子制御工学科 1 年の科目「情報処理 1」の 6/26 の回である。この科目では 1 回目の授業から Excel シートを作成し、One Drive 経由で配布し、授業後に回収していた。また、「入力が確認できれば課題提出点として成績に加算する」ことも学生には知らせ、入力が必須である状況としていた。

このシステムは授業を集中して聞くためのものであるので、システムを利用して実施した 6/26 の回では「授業とスライドの進行に合わせて、Excel シートに記入すること」を授業の開始時に伝えた。また、授業もスライドでの説明だけでなく、Excel シートへの記入例も示しながら行った。

授業後、受講した学生対象にアンケートを図 8 に示す。

これらの結果より、多くの学生が Excel シートの教材は学生の理解や授業への集中に役に立っていることがわかる。また、ほとんどの学生が授業の進行に合わせて入力できたと感じており、システム上の遅延や停滞などはなく実施できたと考えられる。

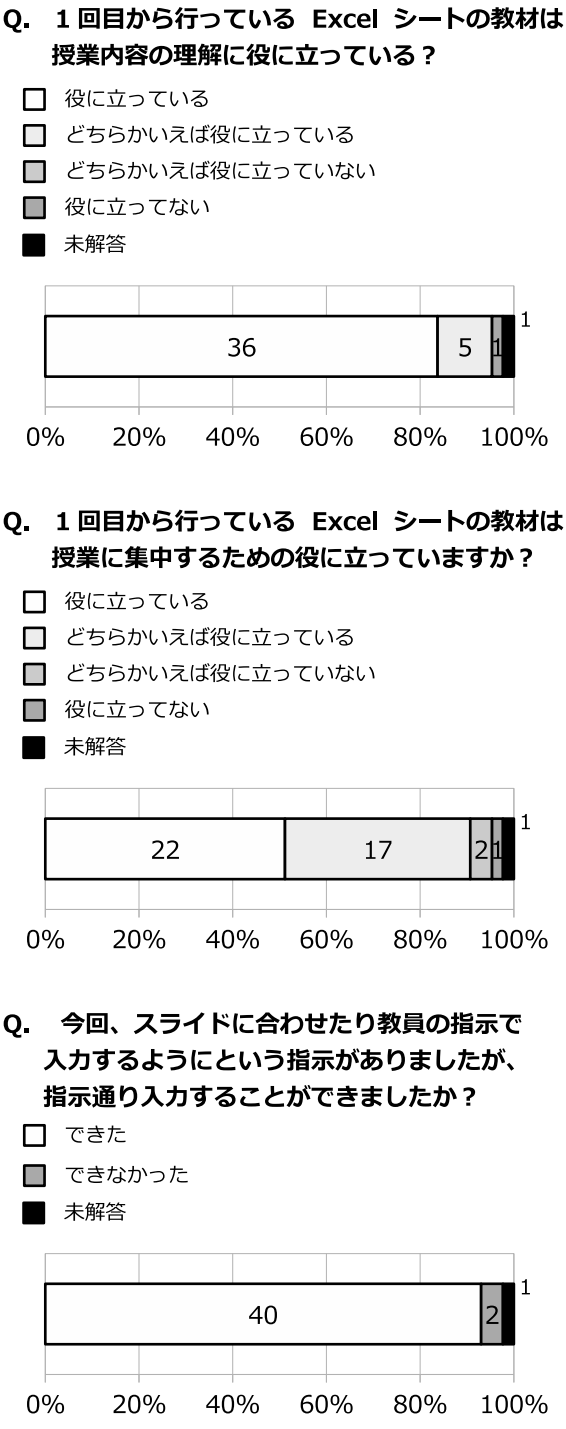



図 8: アンケート結果

## 4　まとめ

クラウドサービス Microsoft365 の提供するネットワークドライブである OneDrive を利用することで、授業中における問題に対する解答と入力時刻を自動的に収集し、解析結果を可視化するシステムを開発し、実際の授業での実践状況を報告した。

今回開発したシステムは、すでに利用しているクラウド上でのアプリケーションであるため学生に新しい認証情報を与えることなく実施可能であり、授業への導入も容易にできると思われる。しかしながら、利用したスクリプトの実行がほぼ 3 分の処理時間を要するため、これより短い時間間隔での収集を行うことはできなかった。

今後は、さらに使用しやすいユーザインターフェイスや確認しやすい解析結果の表示を実装する必要があると考える。また、今回開発したシステムによって収集した学生の状況と成績や理解度と関連付けることで授業中の態度が学生の理解とどのような関連するかを解析し、より理解を助ける教育手法を開発することが重要と考える。

## 参考文献

(1) 占部 : “スライド提示型授業における受講状況を収集するシステムの開発と実践”, 2012 PC Conference 論文集, pp.347-pp.349 (2012)

(2) 山内, 占部 : “スライド提示型授業受講状況収集システムにおけるデスクトップ画像解析”, 2017 PC Conference 論文集, pp.237-pp.239 (2017)

(3) 占部, 福田 : “デスクトップキャプチャ画像によるアプリケーション操作演習の進捗状況解析の検討”, 2022 PC Conference 論文集, pp.157-pp.160 (2022)

# 東京インターカレッジコープの学生活動の昨今の状況

石毛昭範*1・菅野滉葵*1*2
Email: aishige@takushoku-u.ac.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理事　拓殖大学商学部

◎Key Words　　インターカレッジコープ，組織活動，学生活動

## 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）における学生による組織活動の昨今の状況についての実践報告である。

東京インカレは，他の大学生協と異なり、特定の学園に基礎をおかないインターカレッジコープであるがゆえの特殊性や制約があり，学生による組織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) (7) ，2019 年には東京インカレ組合員の学生の連帯企画参加について(3)(4)，2022 年・2023 年にはその当時の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)(6)。今回は 2024 年以降の活動の状況や問題点などについて報告する。

## 2.　東京インカレの特徴

本節は 2022 年度・2023 年度の報告[(5)(6)]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，再度示すこととする。

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 10,000 人余（2026 年 2 月末），年間供給高約 3 億円（2025 年度）である。

現在、組合員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 経由が大部分である。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。

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，2025 年度新学期は 877 人にまで減少している。

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。現在では理事会もほとんどがオンライン開催となっている。

そもそも東京インカレの場合，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，共済）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（この点，こくみん共済 coop や都道府県民共済などの共済生協と似たところがあるかもしれない）。反面，実質無店舗で職員も少ないことなどから人件費・物件費が抑えられており，収益面・財務面では安定した経営を行っている。

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。

東京インカレの学生活動に対する現在の方針は、「組織委員会の復活再生を目指す」「(学生組合員の) 興味関心のある“テーマ”に集って取り組みを進めていく」「大学生協連帯組織が主催する現代の社会について学び考える組合員参加型企画などの平和な社会・安心で安全な社会を作っていく取り組みへの参加を通じた集まりを形成していく」（東京インカレ第 7 期（2024～2026 年）中期活動計画より）である[(8)]。

## 3. 2024 年までの活動と問題点

東京インカレで組織的な学生活動が行われていたのは 2013 年ごろまでであった。このころまでは，上述の推薦入試・入学式時の宣伝で新入生向けイベントを告知し，そのイベントの際に学生活動の案内を行って、学生委員を集められており，その学生委員が各種のイベントや学生向け広報活動などの担い手となっていた。当時は実店舗があり，かつその店舗が大学生協渋谷会館内にあったことから、東京ブロックなどの協力を得やすい環境にあり、組織活動やノウハウの継承が進めやすい状況にあった。

ところが次第にイベント参加者が減少するにつれて活動が停滞，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。その後は学生理事・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となった。

そのような中、2021 年から 2022 年にかけて、当時の学生理事が中心となって学生組合員向けの就職活動支援イベントが実施された。このイベントには広報面・集客面の問題があり成功とは言い難いものであったが，久しぶりの学生主体のイベントであった。

こののち，2023 年から東京ブロックの学生事務局が中心となって「東京インカレ学生サークル」を立ち上げることとなり、学生組合員にメールでの勧誘を行っているが，これまで参加希望者がなく，サークルとしての実態はないのが実情である。

このように、現在の東京インカレの学生活動は組織的に展開されているとは言い難い状況にある。2022 年度・2023 年度の報告[5][6]で挙げたとおり，その背景には，活動する学生の勧誘や学生間のネットワークの構築の困難さ，一部の学生の負担の重さ，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。

とはいえ，東京インカレの存在意義の 1 つに生協のない大学の学生が生協活動に参加したり生協の商品・サービスに接したりことができるようにすることがあるのであって，東京インカレの活動に関心をもってもらえる学生の“発掘”は継続して行っていく必要があると思われる。2025 年にはそういった学生が東京インカレに加入し、大学生協のイベント「Peace Now」に参加するとともに、そこから得た学びを東京ブロックのイベント（ブロック大会）で発表することができた。以下、この事例について参加した学生（現東京インカレ学生理事）が報告する。

## 3. 東京インカレの学生による大学生協イベントへの参加とそこから得た学び

昨年，報告者（菅野）は沖縄での Peace Now に参加，その後東京ブロック大会に参加して沖縄でのフィールドワークをもとに発表を行った。Peace Now では全国の学生とともに戦争や平和について議論し，多様な視点に触れる機会を得た。また，東京ブロック大会では，自身の学びを発信し，他大学の学生と意見交換を行うことで理解を深めることができた。

沖縄での活動として，1 日目には沖縄県平和祈念公園を訪れた。園内にある平和の礎には多くの戦没者の名前が刻まれており，その一つひとつから命の重さと遺族の悲しみを強く感じた。資料館では，写真や遺品，証言を通して戦争が人々の生活や未来を奪った現実を学んだ。また，「命どぅ宝（ぬちどぅたから)」という言葉に触れ，命を何よりも大切にする沖縄の人々の思いを深く理解した。

2 日目には，旧海軍司令部壕，糸数アブチラガマ，ひめゆりの塔を訪問した。壕の中に残る痕跡から，兵士や住民が極限状態の中で生きていたことを実感し，手榴弾による自決の跡などから当時の追い詰められた状況の深刻さを理解した。また，ひめゆりの塔では、若い看護学徒たちが命を落とした事実に強い衝撃を受け，平和の尊さを改めて認識した。

3 日目には，沖縄の現状と課題について参加者同士で議論を行った。沖縄には米軍基地が集中しており，騒音や事件・事故のリスクなど，住民に大きな負担がかかっている現状がある。安全保障上の必要性がある一方で，その負担が沖縄に偏っていることに課題を感じた。この問題は日本全体で考えるべきであり，住民の生活と安全保障の両立が求められる。また，沖縄が歴史的に本土より低い立場で扱われ，文化や言語が否定されてきた背景についても学び，大きな衝撃を受けた。

これらの経験をもとに行った発表では，戦争の悲惨さと平和の尊さ，そして現在の課題を自分の言葉で伝えることを意識した。しかし，発表を通して，知識の浅さや伝え方の難しさといった課題も明らかになった。特に，聞き手に分かりやすく伝えるためには，内容の整理や表現の工夫が必要であると感じた。

今後の自分自身の課題としては，平和問題に関する知識をさらに深めるとともに，それを自分の言葉で分かりやすく発信する力を高めることである。また，発表力の向上も重要であり，聞き手の関心を引きつける構成や表現を意識していきたい。

さらに，この活動を東京インカレや他の学生に広げていくにあたっては，平和活動の意義や魅力をどのように伝えるかが課題である。関心を持つ学生が限られがちな中で，身近なテーマと結びつけたり，SNS や体験型の企画を活用したりすることで，参加のハードルを下げる工夫が必要であると考える。

以上の経験を通して，現在の平和な生活は多くの犠牲と努力の上に成り立っていることを強く実感した。今後は「命どぅ宝」という言葉を胸に，命を尊び，より多くの人とともに平和について考え続けていきたい。

## 4. おわりに～今後の展望

前節で紹介した学生組合員の経験は，大学生協に所属することによって可能になった貴重なものといえる。しかし，これを他の組合員にまで共有させていくだけの組織的な動きは、現状の東京インカレにはまだない。

大学生協において学生委員会をはじめとする組織委員会は，生協の社会的目的の事業である「運動」の担い手とされる[9]。東京インカレにおいて学生委員会の再建はかなり難しいと思われるが,前節のような経験を継承できる学生の発掘と，経験の継承は続けていきたいと考えている。

## 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) 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新たな展開”，2023PC Conference 論文集 pp.77-79（2023）

(7) 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）.

(8) 生活協同組合東京インターカレッジコープ : “2024 年度通常総代会議案書”（2024）

(9) 滝川好夫 : “大学生協のアイデンティティと役割　協同組合精神が日本を救う”，日本経済評論社 (2012)

# 大学生協のアソシエーション性とCIEC

眞田　隆裕*1
Email: takahiro.sanada.6h@stu.hosei.ac.jp

*1：法政大学公共政策研究科連帯社会インスティテュート　修士２年

◎Key Words　　大学生協　アソシエーション　CIEC

## 1.　はじめに

本稿は、昨今急速に進歩し普及し続けるAI時代、効率性重視のタイパ・コスパと言われる時代にあって、大学生協とCIECの持つアソシエーション性を明らかにする。そしてコンピュータ利用教育において、両者のアソシエーション性の結合によって進んできた学生・教職員・大学生協職員による取り組みを振り返り、2026PCカンファレンスのテーマ「AI時代における人間主体の学習と教育」について、協同組合―アソシエーション的視点から考える。

## 2．アソシエーションとアソシエーション性

（1）アソシエーション（Association）　結合体

アソシエーションとは社会学においては、特定の目的のために人々が自分の意志で集まった組織や集団のこととされる。単語としては、「協会」「団体」「結社」などと訳される。サッカーという言葉も「アソシエーション・フットボール」から来ている。

20世紀の社会学者R.M.マッキーヴァーは、社会集団をコミュニティとアソシエーションの２つに分類した。コミュニティ（共同社会、共同体）は、一定の地域で自然発生的な共同生活を営む集団であり、『地域コミュニティ』という言葉がその性格を良く表している。一方アソシエーションは前述のように人為的、意識的に作られた機能的集団である。区分けとしては分かりやすい分類の仕方と言えよう。

しかし現在における『コミュニティ』の日本語としての使われ方は、必ずしもマッキーヴァーの区別通りではなく多様性がある。『大学コミュニティ』『市民社会とコミュニティ』などのように必ずしも地域ではない集団に対しても用いられている。

（2）アソシエーション性について

アソシエーションとして結成された集団が、その目的を果たそうとしているか、構成メンバーがその目的のために意志を持って参加しているか、などに応じてアソシエーション性については評価されよう。

## 3．大学生協について

大学生協は、キャンパスのインフラとして、食堂や購買店舗を拠点に、長く学園の福利厚生事業としての役割を果たしてきている。

その事業活動は、①食生活支援（食堂や飲食料品の販売）、②教育・研究・学修支援（新入生向け等PCの提供、教科書販売、文房具等用品提供、教員・研究室の校費対応）、③キャリア形成支援（就活支援、公務員等講座、旅行、教習所、専門学校斡旋）、④健康で安全な生活支援（学生総合共済、学生生活 110 番）⑤一人暮らし・日常生活支援（下宿紹介、受験生新入生支援）などを主要な柱として、学生・教職員の学園生活に貢献している。（全国大学生協連ホームページ 大学生協REPORT 参照）

また大学生協は単なる学内福利厚生事業者にとどまらず、本来的には定款第１条（目的）にあるように、協同互助の精神により組合員の生活向上（文化的、経済的）を図り、出資した組合員の事業を中心とした利用、活動や運営への参加にもとづき、組合員が主権者である＝組合員の主体的参加による運営組織である。

協同による生活向上の目的のために、大学人＝学生・教職員が自ら生活協同組合を結成し、自由意志に基づき、出資・加入して組合員となり、その事業を利用し、活動や運営に参加するという、まさしく２におけるアソシエーションとしての性格を元々は有する団体である。

## 4．CIEC=コンピュータ利用教育学会について

歴史的には、1993年の東西PCカンファレンスの開催に端を発している。1990年代にPCが普及し、大学教育の中での活用推進の草創期でもある。大学の先生方が学生への教育へどうPCを利活用していくのが効果的か、そのもととなる考え方はどうしていけば良いのか、などを大学生協が組合員の活動として位置づけて、カンファレンス形式で全国の経験や知見の交流の場として毎年開催してきた。

そして当初は協議会組織として1996年にCIEC＝「コンピュータ利用教育協議会」（Council for Improvement of Education through Computers）として発足し、2013年には一般社団法人「コンピュータ利用教育学会」（Community for Innovation of Education and learning through Computers and communication networks）となった。日本学術会議での位置づけは「教育学」である。

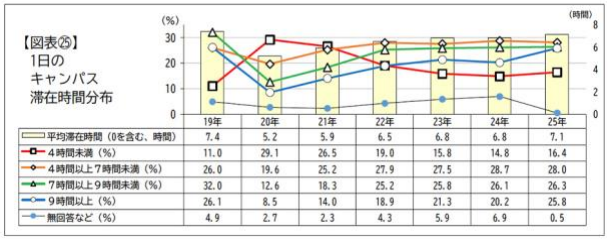
CIECは大学生協無しには発足されていない。またその設立趣意書にもあるように会員対象には、「教育関係者、研究機関、企業及び生協の関係者」など参加対象を広く設定している。大学生協の組合員の活動として始まったこともあり、大学生協職員部会、小中高生部会など、他の学会にはないユニークな活動も盛んである。当然大学生協のない大学や小中高等学校の教職員も広く活動に参加をしている。またカンファレンスには企業参加のITフェアも行われている。

一般的にCIECも含めて、学会そのものが特定の研究分野の研究者による研究成果の交流や情報交換を行うため

の学術団体（知の共同体）であり、学会員の主体的参加による組織として、アソシエーション性は全体的に強い。

## ５．大学生協のアソシエーション性の現在

一方2020年からのコロナ禍は、学生の生活様式に変容をもたらした。5年を経て、週登校日数は若干減少（19年4.4日→25年4.2日）し、1日のキャンパス滞在時間は段階的に回復（19年7.4時間→25年7.1時間）してはいるが、短時間滞在と長時間滞在が増加し、一定の厚みのあった中程度滞在時間が減少し、大学生活の行動様式の多様化を示している（全国大学生協連「第61回学生生活実態調査　概要報告」より）。




| | 19年 | 20年 | 21年 | 22年 | 23年 | 24年 | 25年 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均滞在時間（0を含む、時間） | 7.4 | 5.2 | 5.9 | 6.5 | 6.8 | 6.8 | 7.1 |
| 4時間未満（%） | 11.0 | 29.1 | 26.5 | 19.0 | 15.8 | 14.8 | 16.4 |
| 4時間以上7時間未満（%） | 26.0 | 19.6 | 25.2 | 27.9 | 27.5 | 28.7 | 28.0 |
| 7時間以上9時間未満（%） | 32.0 | 12.6 | 18.3 | 25.2 | 25.8 | 26.1 | 26.3 |
| 9時間以上（%） | 26.1 | 8.5 | 14.0 | 18.9 | 21.3 | 20.2 | 25.8 |
| 無回答など（%） | 4.9 | 2.7 | 2.3 | 4.3 | 5.9 | 6.9 | 0.5 |

転載：全国大学生協連「第61回学生生活実態調査　概要報告」

図１　１日のキャンパス滞在時間分布

大学間格差がありつつも特に都市部の大学（特に一都三県）では、コロナ禍前に比べて利用客数の減少と営業時間の短縮に伴う供給高＝組合員利用高の減少、最低賃金制上昇や人手不足による人件費の高騰、システム開発など、収入減少と費用増加により経営困難を抱える生協も多く見られる。総代会での予算設定では、コロナ以前にはあまり考えられなかった赤字予算を議決する生協も数多くある。

大学生協のアソシエーション性を考える場合には、組合員が単なる利益の享受者ではない主権者意識（ジブンゴト意識）を持てるかどうかが一つの評価点になるだろう。また協同組合として人と人のつながり（学生・教職員・生協職員や関係者）やそれにもとづく「あたたかさ」なども重要な面である。コロナ後の経営困難を脱するために、経営効率・経営数値のみに特化した運営に注力することは、アソシエーション性の毀損、生協らしさの疎外につながりかねない。経営困難だからこそ、生協執行部＝理事会は主権者である組合員に対して利用結集を促す呼びかけを行い、組合員の声にもとづく店づくり、学生委員会を先頭にまた組合員の代表である総代を組織して、組合員の創意工夫による活動を生協の場で実現することなどを、あわせて進めていく必要がある。事業経営と活動や運動、生協組織の三位一体的バランスをとりながらの民主的運営に注力することが、大学生協のアソシエーション性の保持であり、経営困難を乗り越える道である。そして経営困難でない生協も同様である。

具体的な活動を挙げると、コロナ期も含めて継続している新入生歓迎活動、助け合いを具現化した学生総合共済活動、組合員と生協とのコミュニケーションツールである一言カードの積極的活用、組合員がお店や食堂に注目を集めるような店舗活動（七夕飾りや商品投票など）、法政生協で何十年も継続しているオールナイトスケートなどの文化活動、平和活動など、学生委員会を中心に各大学毎の特色を活かしながら推進されている。

５月は数多くの大学生協で総代会が開かれた。筆者もいくつかの総代会を見学したが、総代会議案書に学生委員会活動を掲載し、学生委員が総代会でその活動を報告する生協は、活気があることが見て取れる。

「生協は組合員が主権者の組織である」と組合員や大学にきちんと広報し続けているかどうか。筆者が５月に日本協同組合連携機構による千葉大学寄附講座『非営利市民事業と協同組合』で発表した際に、学生からの感想や質問で、「自分事として生協を考えなければ」「単なる便利な店と捉え、、、、ライトな消費者が増えている、主権者としての当事者意識を持ってもらうには」と極めて率直な意見をいただいた。協同組合の第５原則「教育、訓練および広報」の重要性を物語っている。

「自分たちの生協」と思う組合員がどれだけいるかがアソシエーション性の一つの指標だが、現実的には「主権者」というよりも「ライトな消費者」意識の学生が多く、役職員・学生委員と一般組合員の意識の乖離があるのも全国的な実態である。

## ６．CIEC、PCカンファレンスと大学生協

全国大学生協連は、PCカンファレンスを全国的な組合員の主体的活動としても位置付けて、主催団体として支援し、その発展に応じてCIEC結成にも尽力し、事務局機能を大学生協杉並会館内に置いて、専門的に人員を配置している。またPCカンファレンスはコロナ禍の開催を除いて、全国大学生協連の会員生協のある大学で開催し、その大学生協は事務局の一翼を担い専務理事が実行委員となり、その成功に尽力している。筆者も慶應義塾生協専務理事としてSFC開催に臨み、実行委員会での妹尾先生と若林先生のテーマ議論は良い思い出でもある。その回をきっかけにCIECに関わった熊坂先生が会長になられた時のSFC開催では全国大学生協連職員として事務局の任にもあたった。

大学生協の事業活動の大きな柱の一つとして、新入生向けのPC提案がある。各生協とも自大学の教育でのPCに関する情報収集を、大学関係者や利用する学生から行い、キャンパスや学部学科に見合った学生の意見に基づいた新入生向けPCの提案活動を行っている。単なる機種提案にとどまらず、学習活動での先輩学生の使用の仕方や講座、アフターケアなどの提案も含めて動画を作成して、先輩学生が新入生向けの「入学準備説明会」などの場面で、自分や周りの友人の体験を踏まえて行っている。これから進学する大学の先輩からの説明やアドバイスは、学習面と合わせて新生活に不安を抱える新入生に安心感やあたたかみをもたらすものでもある。

また大学生協職員も、「教育学」学会としてのCIECのPCカンファレンスで発表される様々な知見を、新入生をはじめ組合員への提案につながるよう、また大学生協職員部会での全国の取組交流も含めて、PCカンファレンスを学ぶ場として位置付けている。

このようなPCを中心とした教育場面での、教職員と学生、大学生協職員のそれぞれの役割に応じた協力・協同の実践は、組合員の主体的意思に基づき、事業面・運動面・組織面が一体となったアソシエーション性が良く発揮されている取り組みと言えよう。

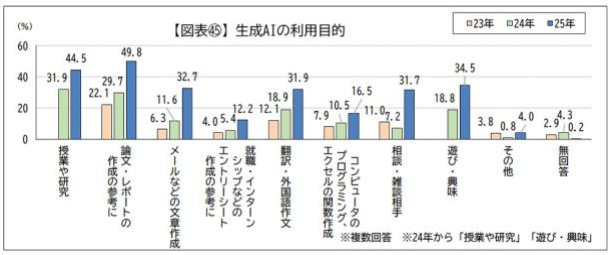
また2002年12月には大学生協東京事業連合（当時）で「店づくりプロジェクト」答申がだされたが、その中で

生協における組合員活動のこれからの形態として、「組合員の専門参加」＝学生や教職員が持つ様々な専門性を活かした活動が重要になってくることが述べられている。PC 教育という大学での専門性を組合員活動としても位置付けられる CIEC の活動も、大学生協の重要な活動として評価できよう。

振り返って 2000 年代半ばの PC カンファレンスでは、学生相互の学び合い、学生と教職員の学び合いとして「互学互修」が強く推し出されていた。大学でも教育や生活面での学生の peer to peer 支援が言われていた時期と重なっている。現在は当たり前となって強調されなくなったが、様々な場面や大学内外の人々の間での PC に関わる「互学互修」は、引き続きアソシエーション性を示す大事な観点であろう。

## ７．AI 時代を迎えて

ここ数年の生成 AI の進歩は凄まじい。学生の生成 AI 利用経験も大きく進展し、全国大学生協連の第 61 回「学生生活実態調査」では、23 年 46.7%・24 年 68.2%・25 年 92.2%と年々増加し、『生成 AI 利用は当たり前』の段階になっている。生成 AI 利用のガイドラインは多くの大学で示されており、生成 AI のハルシネーションについては多くの学生も認識していることだろう。




転載：全国大学生協連「第 61 回学生生活実態調査　概要報告」

図２　生成 AI の利用目的

学生の利用目的は、同調査の上記表（複数回答可能の項目）にあるように、勉学学習に関わる利用が多くを占める一方、遊びや相談雑談なども普通に利用されており、様々な生活のために活用されている実態が現れている。

いずれにせよ大学生が勉学学習活動に当たり前に生成 AI を利用している実態がある現実に対して、生成 AI 利用のためのリテラシー教育は大学において必須の時代である。インターネット時代が始まって、その使い方はもちろん倫理教育的なものも大学教育で重視されていた。これだけ SNS で生成 AI 作成のコンテンツが流れている今、学生が生成 AI を使うにあたっての倫理教育、それぞれの大学での利用ガイドライン（の進展）などの必要性も、生成 AI の進歩に応じて高まることが予想される。

あまり生成 AI に詳しくない筆者も大学院発表などで活用するが、良くまとめるなあと感心する場合と、ちょっとそれは違うだろうと思う場面とがある。生成 AI 活用で効率性が上がる場面もあるが、最終的には自分で手を入れる必要性を強く感じさせるものでもある。

## ８．最後に

ここまで大学生協と CIEC・PC カンファレンスの持つアソシエーション性に関連して述べてきた。これまでも両者の持つアソシエーション性が結合して、学生・教職員・大学生協職員の協力・協同で、それぞれの役割や専門性、得意分野を活かして、ＰＣ利用教育が進んできたと感じている。

学生の利用するＳＮＳでは、「生成 AI 活用講座」「資料作成は○、動画作成は△」「この AI でこのプロンプトを使えば効果的な出力がでる」などが自動的に出てきて、また巷間「AI の発展で仕事がなくなるのではないか」「AI を使いこなせないとこれからは生き残れない」などの言説も多く、これらが学生に影響を与えていることも否めない。現実的に企業の採用活動は、「AI 利用拡大で新卒採用減少　量から質へと転換する企業の採用戦略」（日経ビジネス 2026.6.9）との報道もされている。

学生のユニバーサル時代の大学教育の大きな役割が、社会人（企業人に限定されるものではない）として生きていく力を、学生の主体的学習（課外活動も含む）を通じて育むことであるならば、PC 利用教育においても、学生・教職員そして大学生協職員が主体となって、時代の変化に対応しながら、自ら学び、学び合い、教え合い、支え合うというお互いの協同組合的＝アソシエーション的な人と人とのつながり＝結合による取り組みは、大学コミュニティの中での知の共同体として、AI 時代が進展しても人間主体の学習と教育につながっていくだろう。さらに少子高齢化、18 歳人口減少に伴い、リカレント教育や社会人学生の増加により、社会人学生もつながりの輪に加わることが進むのであれば、より多様なものになるだろう。

## 参考文献

(1) 全国大学生活協同組合連合会：“第 61 回学生生活実態調査概要報告”，ホームページ（2026）
(2) R.M.マッキーヴァー：“コミュニティ”，P45-51，ミネルヴァ書房（1981）.
(3) 妹尾賢一郎：“「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 Vol.15，P24-30，ＣＩＥＣ（2003）

# 電気回路実験を対象としたプロトタイプ複合現実教材の一提案

丸子兼成*1・金惠鎭*2・金義鎭*1
Email: s266521004@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1：東北学院大学工学研究科
*2：日本大学商学部

◎Key Words　電気回路，複合現実，学習教材，回路構築，可視化

## 1. はじめに

教育機関では，実験的な学習による体験学習が重要視されている(1)。例えば，大学における電気回路分野の学習では，座学で学習した内容について実験を通じて自身の手で体験することが挙げられる。このような学習では理論的な理解を促進する学習形態が望ましいが，回路の誤接続により正しい測定ができない場合や，機器の損傷や学習の中断といった問題が生じる。そのため，実験環境では安全性や再現性を確保しつつ，試行錯誤を伴う実験的学習の支援が求められる。近年では，実験的学習を支援するアプローチの一つとして，デジタル教材の活用が挙げられる(2)。電気回路学習に関する研究として，XR 技術を用いた学習環境も提案されており(3)(4)，実験学習における電圧や電流などの物理量の可視化が試みられている。しかし，これらの教材では複数人での実験学習への対応，直接的な相互作用の不足，機器損傷への対応は十分でない。

我々は，先行研究としてこれまで Mixed Reality（以降 MR と略す）技術を活用した電気回路学習教材の開発を行っている(5)。先行研究では，ヘッドマウントディスプレイ上に回路模型を表示し，物理量を変更できる教材を提案している。この教材は複数の学習者による利用を想定し，学習者が自身の手を用いて物理量を操作し学習できる環境に調整している。また，実験は仮想空間で行うため，実験用具の損傷に関する問題は発生しない。一方で，先行研究では既に構築された回路模型を対象としており，学習者自身が回路を構築する学習を行うことは難しい。加えて，先行研究では物理量を直接表示していたため，測定器を用いた測定体験までは至っていない。さらに，学習者は必要な支援内容に個人差が存在するため，理解状況に応じて利用できる学習支援機能も必要である。

そこで本研究では，MR 空間上で回路構成から測定までの一連の学習を体験できる電気回路学習教材を提案する。この提案により，学習者は自ら回路を構築し，測定器を用いて物理量を取得するとともに，可視化によって回路構造と物理量との関係について学習できる。本研究では，提案手法および動作検証について述べる。

## 2. 先行研究における課題点

本章では，先行研究の概要および課題について述べる。

我々は，電気回路学習を対象とした複合現実教材の開発を行っている。先行研究では，MR デバイスとして Microsoft HoloLens 2（以降 HoloLens 2）を用い，学習者がハンドトラッキング機能によって回路模型中の物理量を操作する教材を提案している。開発は Unity を使用し，MR 機能の実装には Mixed Reality Toolkit（以降 MRTK と略す）を用いる。また，状態同期機能の実装には，Photon Unity Networking 2（以降 PUN2 と略す）を使用している。図 1 に，先行研究で使用するシステムデザインを示す。

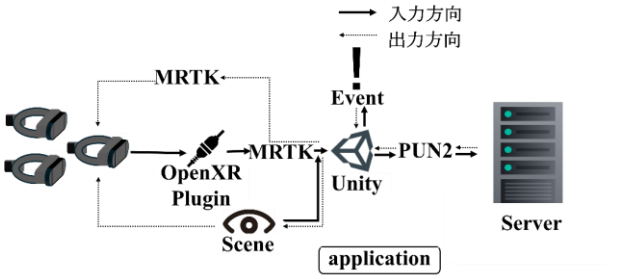



図 1. 本教材のシステムデザイン

先行研究における教材では，電圧源および抵抗から構成される回路模型を MR 空間上に表示し，学習者が回路上の素子を操作しながら学習を行う。実装した回路は単純な直列回路や並列回路だけでなく，複数の素子および閉ループを含む構成とし，キルヒホッフの法則を扱う学習に対応する。また，回路は自身の電圧および電流を算出し，導線や素子上に表示する機能を実装している。さらに，教材では学習者が素子を操作することで物理量を変更できるようにし，回路状態の変化に伴う物理量の変化を観察できる環境を実現している。また，複数の学習者間では回路状態を共有しながら学習できることを確認している。一方で，先行研究では以下の課題が残されている。

［課題 1］は回路構築過程を扱うことができないことである。先行研究では，あらかじめ構築された回路模型を対象としていたため，学習者は完成した回路を操作することはできるものの，回路図を基に素子や導線を配置し，回路を構築することができない。しかし，実際の電気回路実験では，回路図を確認し，回路を構成する作業そのものが重要な学習である。そのため，実験学習では回路構築過程を含めた学習環境が求められる。

［課題 2］は測定操作を再現することができないことである。先行研究では，回路中の電圧および電流を素子や導線上に数字として直接表示しており，物理量の変化を容易に観察できた。一方で，教材では実際の電気回路実験で行われる電圧計や電流計を

用いた測定操作は再現されていない。測定器の接続方法や測定箇所の選択は電気回路実験における重要な学習内容であるため，測定操作を含めた学習環境が必要である。

［課題 3］は回路構成と物理量の関係を把握しにくいことである。先行研究では，回路中の物理量を数値として表示していた。しかし，電流や電位差は本来直接観察できない物理量であり，数値情報のみでは回路内で生じている現象を直感的に理解することが難しい場合がある。また，回路図と実際の回路との対応関係を把握することは初学者にとって難しい場合がある。そのため，教材では学習者が回路構成と物理量との関係を理解するための支援機能が求められる。

本研究では，これらの課題の解決を目的として，回路構築機能，測定機能および学習支援機能を備えた MR 教材を提案する。

## 3. 提案手法

提案手法では，2 章で提示した［課題 1］から［課題 3］への対応を示す。3. 1 では［課題 1］，3. 2 では［課題 2］，3. 3 では［課題 3］への対応について述べる。

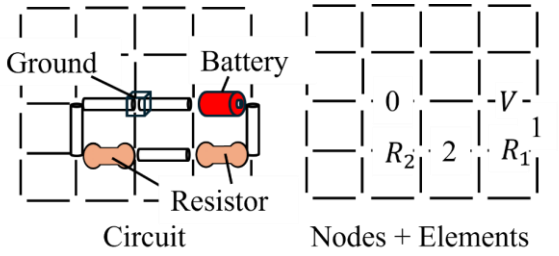
2 章では，学習者が回路構築過程を体験できないこと，測定操作を再現できないこと，および回路構成と物理量との関係を把握しにくいことを 3 つの課題として整理した。これらの課題は独立したものではなく，相互に関連している。例えば，実験学習では回路構築過程を扱うことができなければ，回路図と実際の回路構造との対応を理解することが難しい。また，学習者は測定操作を再現することができない場合には，物理量の位置を意識する機会が失われ，回路構造と物理量の関係を理解することも困難となる。したがって，これらの課題は個別に扱うのではなく，相互の関係性を踏まえた学習支援として設計することが望ましい。そこで本研究では，共通の回路解析結果を基盤として学習環境を設計し，回路構築，測定および学習支援を機能として実装する。学習者は回路を構築し，測定器を用いて物理量を確認しながら学習を進めることができる。

### 3.1 体験型実験の設計

ここでは［課題 1］への対応として，学習者が回路構築過程を体験できる学習環境を設計する。電気回路実験では，学習者自身が回路図を基に回路を構築する過程そのものが重要な学習内容となる。学習者は回路構築を通して，回路図と実際の回路構造との対応関係を理解することが期待される。本システムでは，学習者が回路素子および導線を MR 空間上に直接配置し，回路を構築できるよう設計する。また，提案システムでは，構築された回路に対して物理量を算出する回路解析機能を備える。回路の接続情報を基に各節点電位および各素子を流れる電流を算出することで，学習者は回路構造と物理現象との対応関係を確認できる。

### 3.2 測定体験

ここでは［課題 2］への対応として，回路中の物理量を測定操作で取得する学習環境を設計する。電気回路実験では，回路構築後に電圧計や電流計を用いて物理量を測




$$\begin{bmatrix} \text{N1} \\ \text{N2} \\ \text{Voltage} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{N1Voltage} \\ \text{N2Voltage} \\ \text{Current} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{N1Current} \\ \text{N2Current} \\ \text{VoltageValue} \end{bmatrix}$$

図 2. 回路解析処理による物理量導出の流れ

定する過程が含まれ，測定対象の選択や接続方法そのものが重要な学習内容となる。一方，物理量を直接表示する方式では結果のみを確認することになり，測定操作を学習することはできない。そのため本システムでは，学習者が回路中の任意の位置に測定器を接続することで，電圧および電流を取得できるよう設計する。電圧計は二点間の電位差を取得するために用いられ，電流計は回路経路における電流を取得するために用いられる。また，実際の実験環境との対応を図るため，実験環境では測定器の特性も考慮した測定環境を提供する。さらに，測定結果は測定器の接続状態に応じて変化するため，学習者は接続方法の違いが測定結果へ与える影響についても確認できる。これにより，本研究では測定結果だけでなく測定過程そのものを学習対象として扱うことを目指す。

### 3.3 学習支援

ここでは［課題 3］への対応として，回路構造と物理量の関係を視覚的に理解するための学習支援機能を設計する。電気回路の学習では，電流や電位差といった物理量を直接観察することができないため，学習者は理論と現象を対応付けて理解することが難しい場合がある。また，電気回路は図上では理解できる内容であっても，実際の回路構造との対応関係を把握することが困難な場合がある。そのため本システムでは，回路構造および解析結果に基づき，電圧分布，電子可視化および回路図表示を行う。電圧分布表示では，回路中の各位置における電位の変化を視覚的に提示し，電子可視化では，回路中を流れる電子の移動を表現する。さらに，構築される回路は回路図を生成し，MR 空間上に提示する。学習者は自ら構築した回路と生成された回路図を比較しながら学習を進めることができるため，回路図上の接続関係と実際の回路構造との対応関係を理解しやすくなる。これにより，本研究では抽象的な記号表現と物理的な回路構造を関連付けた学習を支援する。これらの機能は補助的な学習支援として位置付ける。学習者によって必要な支援の程度は異なるため，各機能は個別に表示および非表示を切り替えられるようにし，理解段階に応じた利用を可能とする。

## 4. システム開発

システム開発では，提案手法に基づいて実装した MR 学習支援システムの構成および実現方法について述べる。開発では図 1 に示す先行研究と同様のシステムを用いた。

本システムは，MR 空間上における回路構築から物理量の算出，測定操作および可視化表示までを一連の処理として扱う構成となっている。図 2 に回路解析処理の流れを示す。教材は学習者による素子配置から回路構造を生成し，その接続情報を基に回路解析を行うことで電圧および電流を算出する。算出結果は測定機能および学習支援機能で共通して利用される。

### 4.1 回路構築および回路解析機能

本システムでは，学習者が MR 空間上において電圧源や抵抗などの素子および導線を配置することで回路を構築する機能を実装した。素子はグリッド状の配置領域に基づいて配置される。各回路素子は複数の接続端を有しており，各端子には対応するノードを割り当てる。導線が配置された場合には，接続されたノード同士を統合することで回路全体の接続関係を表現する。このように生成したノード情報は，回路解析および回路図生成の基礎データとして利用される。

構築された回路は，生成されたノード情報を基に回路解析処理へ入力される。本システムでは，学習者によって構築される回路構造が一定ではなく，素子の追加や接続変更に応じて回路構成が変化する。そのため，ここではあらかじめ回路ごとの計算式を設定する方式ではなく，構築された回路から自動的に物理量を算出できる手法が必要となる。そこで，本システムでは修正節点解析（以降 MNA と略す）を採用した。MNA は回路の接続情報から回路方程式を構築できるため，回路構成が動的に変化する環境との親和性が高い。そのため，学習者が構築した任意の回路に対して物理量を自動的に求めることが可能となる。本システムでは，生成されたノード情報を基に，各素子の接続関係を反映した回路方程式を構築する。各素子の接続端を節点として扱い，導線によって接続された端子を同一節点として統合することで，学習者が構築した回路を MNA で扱うことのできる回路表現へ変換する。システムは構築した回路方程式に MNA を適用することで，各節点電位および各素子を流れる電流を算出する。また，素子の追加や削除，接続変更が行われた場合には回路解析を再実行し，回路状態に応じた物理量を更新する。

算出された節点電位および電流値は，測定機能および学習支援機能の基礎データとして利用される。算出結果は電圧計および電流計による測定結果の表示に加え，電圧グラフ表示や電子可視化機能の更新にも利用される。

### 4.2 測定機能

本システムでは，学習者が回路中に測定器を接続することで電圧および電流を取得できる測定機能を実装した。電圧計は二点間に接続することで電位差を測定し，電流計は回路経路に直列接続することで電流値を取得する。測定結果は回路解析によって算出された節点電位および電流値を基に表示される。電圧計では接続された二点の節点電位差を計算することで測定値を求める。一方，電流計では接続箇所を流れる電流値を取得し表示する。これにより，学習者が構築した回路構成に応じた測定結果を提示できる。また，本システムでは測定器に内部抵抗を設定した。実際の電圧計および電流計には内部抵抗が存在し，測定器の接続によって回路状態に影響を与える場合がある。そのため，本システムでは実際の測定器同様に内部抵抗を考慮した回路解析を行うことで，実際の測定器に近い挙動を再現している。

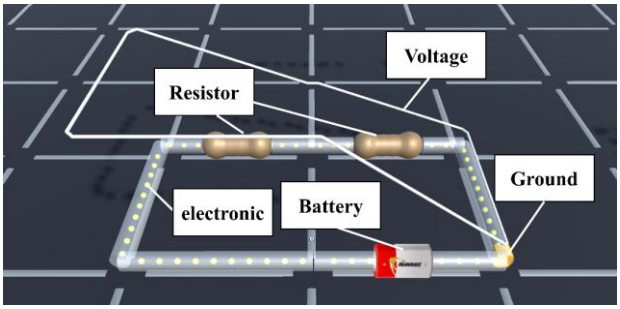


図 3. 回路中の電圧および電子可視化例

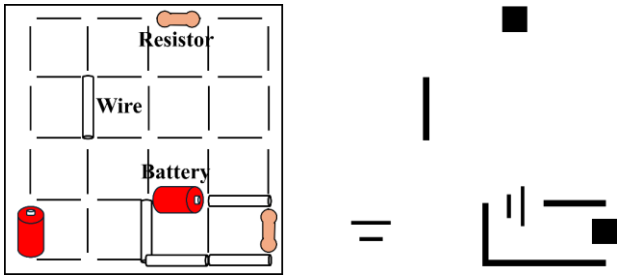


図 4. 構築回路と生成回路図の対応例

さらに，測定結果は測定器を接続した時点で再解析を行い，最新の回路状態を反映した値を表示し，値は測定器の接続状態に応じて変化する。これにより，学習者は目的とする物理量を取得するために適切な測定箇所や接続方法を考えながら操作を行う必要がある。このように，測定機能は測定器の接続方法と測定結果との関係を理解しながら学習を進められる構成とした。

### 4.3 可視化および回路図生成機能

本システムでは，回路中の物理量を直感的に理解するための可視化機能を実装した。ここでは回路解析によって算出された物理量を視覚的に提示し，回路構造と物理量との関係を理解しやすくすることを目的とした。

電圧表示では，各節点電位を基準電位との差分として算出し，回路上に電圧分布として表示した。具体的には，算出した節点電位を用いて電圧グラフを生成することで，回路全体における電位変化を確認できるようにした。これにより，学習者は電源による電位上昇や抵抗による電圧降下を視覚的に把握できる。

また，電流表示では，電子を表す球状オブジェクトを導線上で移動させることで，回路中を流れる電流の経路を視覚的に表現した。電流は直接観察できない物理量であるため，本機能により電流の方向や経路を直感的に理解できる。図 3 に回路中の電圧および電子可視化例を示す。

さらに，本システムでは，構築された回路の接続情報を用いて回路図を生成する機能を実装した。本機能では，グリッド上に配置された素子の種類および接続情報を取得し，素子に対応する回路記号と接続線を描画することで回路図を生成する。生成された回路図は，学習者が構築した回路に対応しており，回路図と構築した回路を比較しながら学習を進めることができる。回路図は回路構築後に自動更新されるため，学習者は回路を変更するたびに最新の回路図を確認できる。これにより，学習者は回路図と構築した回路との対応関係を確認しながら理解を深め



図 5. 提案システムの利用風景

られる。図 4 に構築回路と生成回路図の対応例を示す。また，これらの可視化機能は学習者ごとに表示方法を切り替えられる構成とした。表示状態は各学習者の端末で個別に管理され，共有される回路状態には影響しない。

## 5. 動作確認

動作確認では，提案システムに実装した回路構築機能，回路解析機能，測定機能および学習支援機能についてそれぞれ確認した。

動作確認では，3 名でそれぞれ HoloLens 2 を装着し，同一の MR 空間を共有した状態でシステムを利用した。ここでは，回路構築機能，回路解析機能，測定機能および学習支援機能について，各機能がそれぞれの視点で正常に動作することを確認した。また，実験者らはマルチユーザー間で回路状態および測定結果が共有されることを確認した。図 5 に動作確認時の様子を示す。

回路構築機能では，学習者が回路素子および導線を実験台上に配置し，任意の回路を構築できることを確認した。また，格子状の配置領域を用いることで，素子および導線を近くに移動し離すと所定の位置へ配置され，接続情報が正しく取得されることを確認した。さらに，素子や導線の追加，削除および再配置を行った場合にも接続情報が適切に更新され，回路構成の変化に対応できることを確認した。

回路解析機能では，学習者によって構築された回路の接続情報を基に回路解析が行われ，各節点電位および各素子を流れる電流が算出されることを確認した。また，回路構成を変更した場合には解析結果が自動的に更新されることを確認した。さらに，回路構成に用いる抵抗値や電源電圧などのパラメータを変更した場合にも，再計算された結果が反映され，回路状態に応じて物理量が変化することを確認した。

測定機能では，電圧計および電流計を用いて回路中の物理量を取得できることを確認した。電圧計は測定対象の両端へ接続することで電圧値を表示し，電流計は回路経路へ接続することで電流値を表示した。また，測定器の接続位置や接続方法に応じて表示される測定結果が変化することを確認した。これにより，測定器では適切な接続によって目的とする物理量を取得できるだけでなく，不適切な接続を行った場合には異なる測定結果が得られることを確認した。

学習支援機能では，回路図表示機能，電圧表示機能および電子可視化機能について確認した。回路図表示機能では，学習者が構築した回路の接続情報に基づいて対応する回路図が生成されることを確認した。また，回路構成の変更に応じて回路図が更新されることを確認した。電圧表示機能では，回路中の各位置における電位がグラフとして表示され，電源による電位上昇や抵抗による電圧降下が確認できることを確認した。さらに，電子可視化機能では，電子を表す球状オブジェクトが導線上を移動することで回路中の電流経路を表現できることを確認した。これにより，学習者は回路中を流れる電流の様子を視覚的に把握できることを確認した。また，各学習支援機能について表示および非表示の切り替えは正常に動作することを確認した。

また，以上の機能はマルチユーザーによる利用環境においても，各利用者が同一の回路状態を共有できることを確認した。利用者による素子配置や測定結果は他の利用者にも反映され，共通の回路状態を参照しながら学習できることを確認した。これにより，本システムが協調学習環境として利用可能であることを確認した。

以上の結果より，提案システムに実装した回路構築機能，回路解析機能，測定機能および学習支援機能が正常に動作することを確認した。これにより，学習者が回路構築から測定までの一連の学習活動を MR 環境上で実施できることが確認された。

## 6. まとめ

本研究では，電気回路実験を対象とした MR 教材を提案した。提案手法およびシステム開発で，先行研究の課題に対応するシステムを実装し，動作確認では各機能が動作することを確認した。今後は，電気回路学習を対象とした評価実験を実施し，本システムの有効性について検討する予定である。

## 参考文献

(1) 文部科学省 : “高等学校指導要領(平成 30 年告示)”, 平成 29・30・31 年改訂学習指導要領(本文、解説), 文部科学省, pp.103（2018）.

(2) 文部科学省 : “デジタルを活用した大学・高専教育高度化プラン”，令和 2 年度第 3 次補正予算(案) 当日説明資料，文部科学省，pp.4（2020）.

(3) 馬文鵬, 伊藤陽介 : “電気回路を対象とする拡張現実技術を用いた実験学習支援システムの有用性”，日本産業技術教育学会誌，vol.59，no.1，pp.9-18（2017）.

(4) Elliott Wolbach，Michael Hempel，Hamid Sharif : “Leveraging Virtual Reality for the Visualization of Non-Observable Electrical Circuit Principles in Engineering Education”，Virtual Worlds，vol.3，no.3，pp.303-318（2024）.

(5) 丸子兼成，金惠鎭，金義鎭 : “キルヒホッフの法則を題材とした複合現実教材の実装と検証”，令和 8 年東北地区若手研究者研究発表，pp.63-64（2026）.

# 機械設計製図による学習成果の分析と評価

高橋秀[*1]・目崎碧都[*1]・塔ヶ崎巧[*1]・小幡望美[*1]・松浦寛[*2]
Email: s266511007@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

◎Key Words　機械設計製図，機械工学，Moodle

## 1. はじめに

理工系専門科目では基礎知識の習得に加え，演習や実験を通した実践的技能の習得が重要である。本研究では，本学機械知能工学科 2 年後期必修科目「機械設計製図」における学習成果を分析対象とした。本科目では手巻きウィンチを題材とし，計算書作成および組立図・部品図の製図を通して，機械要素や設計原理の理解と図面表現力の養成を目的とする。本年度は計算書作成を個人からグループ作業へ変更し，グループ内での相談をしながらの計算書の作成とした. さらに今年度は計算書に着手する時期の前倒を行い計算書にかける時間を長くすることで設計や製図への理解を深まるよう促した。また，e ラーニングプラットフォーム Moodle を用いて授業時間の充足度やグループ作業の有効性に関するアンケートを実施した。本報では年度別の取り組みの違いが学生に与えた影響を，成績傾向の分析やアンケート調査を通して評価したので報告する。

## 2. 専門科目カリキュラム

本学科における専門科目のカリキュラムを図 1 に示す。

2 年前期に開講される「機械設計学」では，機械を構成する各機械要素について学び，社会に出ても実用的な設計ができることを目標とした講義を行う。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。講義後半では学習した知識をもとに，学生が 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 年後期に開講される「機械設計製図」では，手巻きウィンチの設計および製図を行う。同年前期に履修した機械設計学の知識をアウトプットすることを目標としている。講義前半に手巻きウィンチ部品の寸法および強度計算を行う。講義後半は計算書に基づいて手書き図面を作成する。その後，TA（ティーチングアシスタント）と教員がそれぞれチェックを行い，図面に関する口頭試問を通じて理解度を確認する。

3 年前期に開講される「ユニバーサルデザイン」では，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。ユニバーサルデザインの考え方と原価計算・損益分岐点・特許費用を計算しながらコストとのバランスを考え，商品開発のシミュレーションを行う。商品を実際に考案・設計することで，技術者としての多角的な思考力を養い，現実的な製品設計スキルを高めている。

3 年後期に開講される「CAD 学習」では，CAD を用いた 2D 図面作成技術の習得を目標とする。機械設計学で学習した機械要素や，機械設計製図で手書きした図面の内容をもとに，PC 上で課題図面を作成する。講義内での CAD 操作の習得が難しいため，夏季休暇に操作方法を学習する。

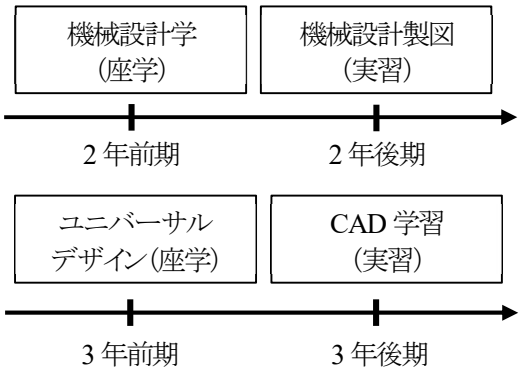



図 1　専門科目のカリキュラム関係図

## 3. 機械設計製図の授業内容について

前述のとおり，本科目では手巻きウィンチの設計および製図を行う。手巻きウィンチの全体図を図 2 に示す。学生は製図の前段階として，各部品の寸法を Excel で計算し，計算書を作成する。その後，計算書をもとに製図を行う。図面は，組立図（正面図・側面図）と部品図（巻胴・中間歯車・中間軸・フレーム・ブレーキドラム）の合計 7 枚とする。年度別の機械設計製図における取り組みを以下に示す。

### 3. 1 2023 年度

機械設計学の授業内および課題として計算書を作成した。学生は全員，教科書の値に従って計算を行った。その後，機械設計製図で自分の学籍番号に従った値を提示され，その値に基づいて再度計算書を作成した。計算書が完了した学生から順に製図に取り掛かった。事前に機械設計学で計算書の作成方法を学んでいるため，2022 年度よりスムーズに製図に取り掛かることができた。

### 3. 2 2024 年度

2023 年度と同様に，機械設計学の課題として計算書を作成した。ただし，計算に用いる値は 2023 年度とは異なり，初めから自分の学籍番号に従った値で計算書の作成を行った。その後，機械設計製図で，計算書の値を基に製図を行った。また，教室ではグループごとに席を配置し，話し合いながら図面作成に取り組むことで，図面の理解度や完成度の向上を図っている。グループは機械設計学の初回授業の際に基礎的な数学のテストを行い，その点数を基に各グループの平均点が近しくなるよう割り振った。

### 3. 3 2025 年度

2024 年と同様にグループに分け，初めから自分の学籍番号に従った計算書の作成を行った後，機械設計製図で計算書の値をもとに製図を行った。ただし，グループは2024年度とは異なり基礎的な数学，国語，英語を基に作成した。

## 4. 結果と考察

本科目は，図面の提出時期と完成度，TA および教員による口頭試問での理解度に基づいて評価を行った。

図 3 に各年度の課題提出状況を示す。2023 年度および 2024 年度は，15 回目に提出が集中していた。15 回目までに提出を完了した学生の割合は，2023 年度で 76.7 %，2024 年度で 76.9 %，2025 年度で 86.8 %であった。2024 年度のグループ制を基にグループ分けの方法を変更した 2025 年度は，全体の提出率は増加し，12 回と14 回に提出者がかたまった。これは，各グループのさまざまな面での能力のバランスが取れグループワーク力が上がったのではないかと考える。具体的には，2025 年度は数学の試験だけでなく国語，英語の試験も追加したことにより，計算力だけでなく読解力、理解力、コミュニケーション能力にかかわる面が反映され 2024 年度よりもより多面的な能力バランスを持ったグループ分けを行うことができたと考える。その結果，グループワーク力が上がりグループ内での進捗が近しくなり，12 回，14 回での提出者数のかたまりが見られたと考える。

図 4 に各年度の評価点数を示す。2023 年度で 78 点，2024 年度で 90 点となり，2025 年度は 76.7 点となり平均点が下がった。また，100 点を取得した学生は，2023 年度で 24 名，2024 年度で 77 名，2025 年度で 30 名であり 100 点を取得した学生は 12 回目の授業，60 点を取った学生は 14 回目の授業に集中していた。さらに 60 点を取得した学生は，2023 年度で 28 名，2024 年度で 14 名，2025 年度で 59 名であった。このことから，12 回目に提出した学生が所属するグループは 100 点取得者が多く，14 回目に提出した学生が所属するグループは 60 点の取得者が多かったといえる。

これらは，数学，国語，英語の試験を基にグループ分けを行うと グループ内の製図の進捗だけではなく，完成度も近しくなっていることを示している。

しかしながら，結果として 60 点を取得している生徒が多く平均点の低下が見られた.

今後は，提出人数をそのままに、点数上昇を目的とした下位層の学生の理解度向上を図るための個別指導や補習，新たなグループ分け方法を検討する。

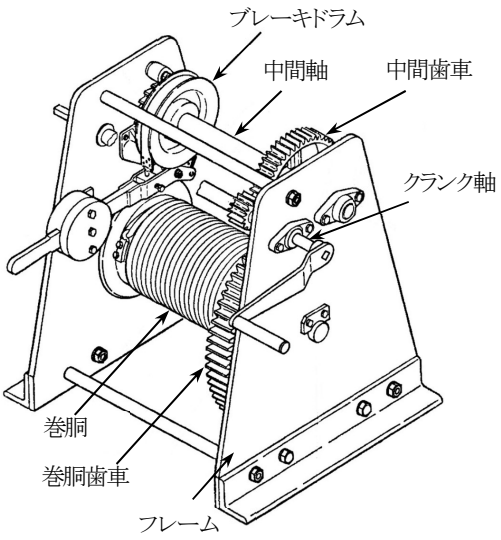



図 2 手巻きウィンチの全体図

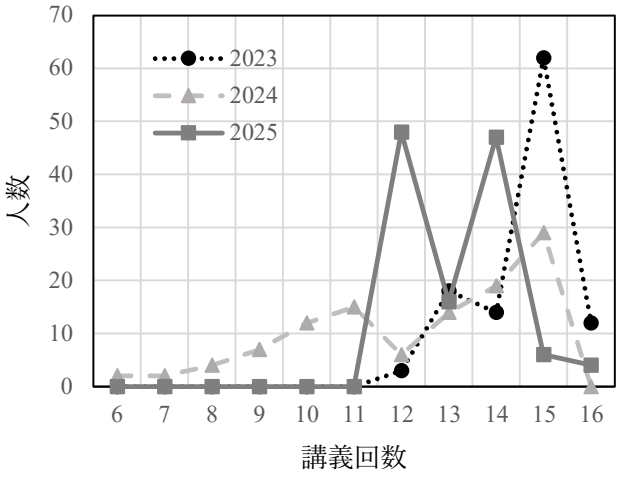



図 3 各年度の提出状況

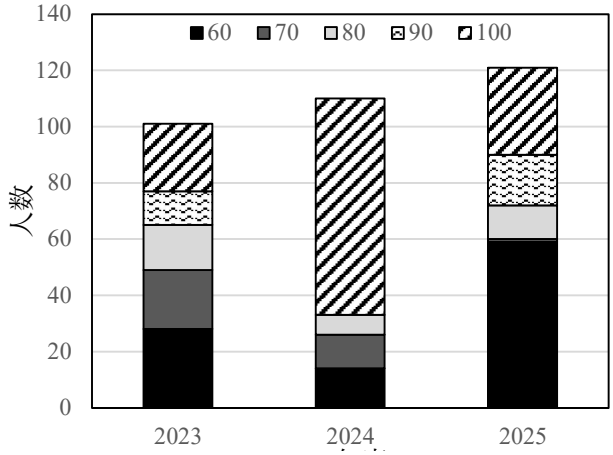



図 4 各年度の評価点数

## 5. まとめ

本稿では，機械設計製図の講義内容変化が与える成績への影響を調査するため，課題提出時期と図面の完成度，口頭試問の結果から出した点数を比較した。2022 年度から 2024 年度の調査により得られた結果を以下に示す。

1. 過去 3 年間で課題提出率は過去最高となった，
2. 2025 年度は 12 回と 14 回に提出する学生が多かった。
3. 課題の評価点数で 100 点を取得した学生は 30 名と減少した。
4. 平均点は 76.7 点と大幅に下がった

2024 年度ではグループごとの活動を取り入れたことで，話し合いをしながら進めることができた。2025 年度はグループ分けを変更した結果，グループワーク力が向上し，図面の提出率の向上に繋がったと考えられる。その一方で昨年度より平均点が大幅に下がってしまった。今後はグループ分けの利点を理解しつつその方法を考えるとともにさらなる学生の図面理解度向上へ向けて，基本的な機械要素の指導を継続する必要がある。

### 参考文献

手巻ウインチの設計〔改訂版〕(機械設計法 9)：立矢 宏 編

# 課題意識の類似度によるグループ編成がアクティブ・ラーニングの学習効果に与える影響

伊藤恭生*1・菅原柚稀*1・木村亮馬*1・佐藤慎之助*1・松浦寛*2
Email: s266511003@g.tohoku-gakuin.ac.jp
*1: 東北学院大学大学院工学研究科
*1: 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，ユニバーサルデザイン，学習者特性

## 1. はじめに

本学機械知能工学科の専門科目「ユニバーサルデザイン（以降 UD)」にアクティブ・ラーニングを導入し，効果的に学習成果を得るための研究を行っている。本講義では，学生がグループに分かれて UD を取り入れた商品の開発，原価や損益分岐点などのシミュレーションを行い，その成果をスライドにまとめて発表する. 本研究では，大学におけるグループ活動において，課題意識の類似度に着目したグループ分けが学習成果に与える影響を調査した. 課題意識の調査には，アンケートを実施し日常生活においての不便さについて調査した. また，活動前に授業意欲や自己効力感に関するアンケートを実施し，学習に対する姿勢を調査した. グループ編成では，共通の課題意識を持ったグループと，特定の傾向に偏ったグループを編成し，活動後に発表内容を評価した. 評価結果をもとに，性格傾向と学習への姿勢が学習成果に及ぼす影響について報告する.

## 2. 講義について

### 2.1 目的

本講義は UD の概要や理念について学ぶ。加えて，生徒の自主性を向上させるためグループワークを行い，実際に自分たちのアイデアを製品化する力を習得することを目的とする。これによって，製品開発における原価計算や損益分岐点など会社の経営的視点を取り入れている. また，調査項目を細分化することによって，組織内の役割を実際に近い形でシミュレーションする。以上によって，概念と商品開発についての理解をより深める。また，講義後にはレポート課題を設けることによって関連知識の習得や文章力工場を図る。

### 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 回から第 3 回までは UD の基本的な概念や理念について事例を交えながら学ぶ。第4回には基礎学力を図るための数学試験を，学習意欲・課題意識を調査するためにアンケートを行った。試験範囲は小学生 4 年生から高校 3 年生までの内容である。第 5 回には第 4 回に実施した試験・アンケートの結果に基づき 7~9 人 1 組のグループ編成を行った。

第6回から第11回までは各グループで新商品の提案を行う。第 12 回から第 15 回で提案した商品の最終成果をプレゼンテーション形式で発表した。発表時間は 10 分，質疑応答は 3 分で行い，各グループ全員が発表するように指示を行った。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 | 基礎数学試験，学習意欲・課題意識アンケート |
| 第 5 回 | グループ編成 |
| 第 6 回～第 11 回 | グループワーク |
| 第 12 回～第 15 回 | プレゼンテーション |

表 2　グループ構成内容

| | 共通の課題意識 有 | 共通の課題意識 無 |
|---|---|---|
| 授業意欲 | グループ 1,5 | グループ 2,6 |
| | グループ 3,7 | グループ 4,8 |

表 3　実際の質問内容

| 質問内容 | 解答例 |
|---|---|
| 朝の準備で面倒だと感じる動作は何か | 布団から出ること |
| 身の回りの道具で改善してほしい物とその例 | 作業用手袋がすぐ壊れること |

### 2.3 アクティブ・ラーニングの採用

能動的学修（アクティブ・ラーニング）の成果を最大化することを目的に、第 6 回から第 11 回の講義においてグループディスカッションを実施した。なお、ディスカッションのテーマには UD の視点を活かした商品開発を設定した。グループの構成内容を表 2 に示す。本研究では，三段階の手法を用いてグループ編成を行った。まず、「学習意欲」に関するアンケートを基に各学生を意欲が高いグループと低いグループの大きく二つ分けた。さらに、それぞれのグループから「日常生活における課題意識」に関するアンケートを行い共通の課題点の有無により分けた。これによって学習意欲と共通の課題意識の組み合わせ（高 : 有，高 : 無，低 : 有，低 : 無）によって 4 つのカテゴリに分類した。その後、各グループの学力差をなくすため基礎数学試験の結果を基に各グループの平均点をなるべく均一にした。最終的にあらかじめ編成した 8 グループをこれら 4 つのカテゴリへと分類し，各カテゴリに 2 グループずつ配置した。この手法によって，グループ間の平均的な学力差の偏りをなくしたうえで，学習への姿勢と共通の課題意識の有無が与える影響を比較・検討することを可能としている。

## 3. 評価・結果

### 3.1 評価方法

全8グループによる最終成果のプレゼンテーション第12回から第15回にかけて行った。このプレゼンテーションでは学生同士による相互評価とTA 7人による各グループの評価，および点数を付けた。その点数から平均点を算出し、各グループのプレゼンテーションにおける評価点とした。

### 3.2 グループ構成

学習意欲のアンケートの中には「授業に関係のない話はしていない」や「授業の内容を予習することができている」などの質問を「とてもよく当てはまる」から「全く当てはまらない」までの 5 段階評価で回答を求め，それぞれ 5 点から 1 点を割り振ることで各指標を数値化した。このデータを用いて二つのグループに分けた。次に共通の課題意識を調査するため記述式で回答を求めた。実際の項目を表 3 に示す。この結果から日常生活で感じる課題点のデータを基にグループ編成を行った。また，本研究では学力差ではなく学生の学習意欲と共通の課題意識の有無について着目しているため各グループの差をなくさなくてはならない。そこで，基礎数学試験を行った。試験の結果を基に各グループの学力差を平均で 40 から 60 の間に収め，大きな学力差はないと言える。これによって学生を 4 つのカテゴリ（学習意欲：共通の課題意識が高：有，高：無，低：有，低：無）に分類した。

### 3.3 分析と評価

分析および評価の対象としたのは、第 12 回から第 15 回に実施された全 8 グループによる最終成果プレゼンテーションである。評価は学生間での相互評価形式を取り入れ、「発表の分かりやすさ」「スライドの見やすさ」「商品の魅力（購入・利用意欲）」「UD の体現度」という 4 つの観点を設けた。各項目において、聴講した学生が 5 段階（5：分かりやすい ～ 1：分かりにくい）の評定を行い、その結果を 5 点から 1 点までのスコアとしてデータ化した。図 1 には、学習に対する姿勢から分類した 4 カテゴリ（学習意欲：共通の課題意識が高：有，高：無，低：有，低：無）のグループにおける、評価項目別の平均値を提示する。図 1 からわかるように，4 つの評価項目（発表の分かりやすさ，スライドの見やすさ，購入意欲，UD の採用度）のうち，発表のわかりやすさ，スライドのみやすさ，購入意欲の項目では学習意欲が高く，共通の課題意識が有る（高：有）のグループが他グループよりも高い数値を示していることが分かる。その次に先の三つの項目の数値が高かったグループは学習意欲が高く，共通の課題意識が無い（高：無）のグループであった。一方で，学習意欲が低い二つのグループ（低：有，低：無）では特におおきな差は見ることができなかった。また，各グループとも UD の採用度に関しては特に大きな差は見られなかった。

表 4 に 4 カテゴリの各評価項目の合計点を示す。各項目 5 点満点で，合計点は 20 点満点とした。図 1，表 4 から，本実験の条件下では，学生の授業意欲と共通の課題意識の組み合わせは，多少なりとも最終成果のプレゼンテーションの評価に対して影響をもたらしていたことが分かり、学習意欲のみに着目すると大きな影響をもたらしていることが分かる。

図 1　各カテゴリの評価項目における点数比較

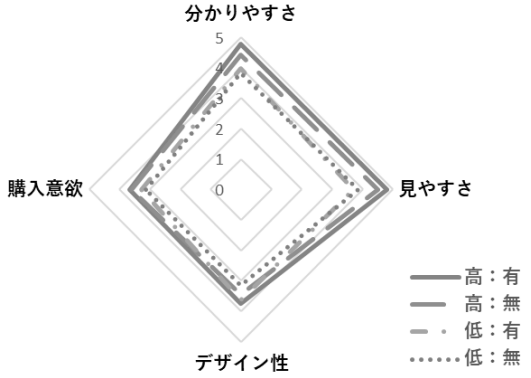



表 4　各評価項目の合計点数

| 学習意欲 | 高 | 高 | 低 | 低 |
|---|---|---|---|---|
| 課題意識 | 有 | 無 | 有 | 無 |
| 点数 | 17.02 | 15.97 | 14.57 | 13.93 |

## 4. 結言

本研究は、アクティブ・ラーニングのグループ編成において、グループ間の「学力」による偏りをあらかじめ均一化した上で、学生個人の「学習意欲」と「共通の課題意識の有無」が最終的な学習成果にどのような影響を及ぼすかを検証することを目的とした。この検証プロセスを経て，以下の成果を得られた。

1) 「発表の分かりやすさ」や「スライドの見やすさ」といった，プレゼンテーションの技術的側面に関する評価において，4 つのカテゴリ（授業意欲：共通の課題意識の有無が「高：有」「高：無」「低：有」「低：無」）間で大きな差は見られた。
2) 共通の課題意識の有無と学習意欲の高低，それぞれに着目した場合、学習意欲の高低での差が最終的な成果に対して大きな影響を及ぼしていた。
3) 授業意欲の高低と共通の課題意識の有無のグループをそれぞれ比較しても，「UD の採用度」の項目に関しては大きな差が見られなかった。

以上の結果から，本研究で実施したグループ間の学力をあらかじめ均一化したグループ編成において，個々の学生が持つ共通の課題意識の有無や学習意欲の高低は「UD の採用度」には影響しないものの，プレゼンテーションの技術的評価や最終成果の成否を分ける要因となり，特に学習意欲の差を適切にコントロール・向上させることがグループ全体の成果を一定水準に引き上げる効果を持つと考えらえる。

今後の展望として、今回は均一化の対象とした「学力」や、成果への影響に留まった「共通の課題意識の有無」といった要因を多角的に組み合わせ、より最適なグループ編成を検証・模索する。

## 参考文献

(1) 佐藤慎之助，他：“性格傾向を考慮したグループ編成によるアクティブ・ラーニングの実践と評価”，PC カンファレンス(2025)

# 個人志向性と学力平均化を考慮したグループ学習における効果検証

木村夏輝[*1]・大内陸[*1]・浅沼昇輔[*1]・松浦寛[*2]
Email: s266511005@g。tohoku-gakuin。ac。jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科

©Key Words　　他教科成績，グループ編成，機械設計学

## 1. はじめに

教育現場では，知識の定着に加えて協働的な問題解決能力やコミュニケーション能力の育成を目的として，グループ学習が広く導入されている。しかし，その教育効果はグループの編成方法に大きく左右されることから，本研究ではグループ編成の手法に着目した。従来のグループ編成では，学力の平均化を目的とした手法が多く用いられ，一定の学習効果が確認されている。そこで本研究では，学力の平均化に加え，個人志向性を考慮したグループ編成を行い，その有効性を検証する。個人志向性を考慮することで，グループ内での役割分担やコミュニケーションが円滑になり，より活発な協働学習が期待される。また，同一の志向性を持つ学生同士が協働することで学習意欲や理解度の向上につながる可能性がある。

本報告では，個人志向性と学力平均化を考慮した今年度のグループ編成と，学力平均化のみを考慮した従来のグループ編成とを比較し，それによって得られた特徴的な違いについて説明する。

## 2. 講義方法と学力分析

### 2. 1 講義方法

本研究の対象者は，機械設計学の講義に参加した工学部学生であり，Moodle と呼ばれる e ラーニングシステムを用いて講義を行った。講義スケジュールを表 1 に示す。

第 1,2 回には，学生の基礎学力と学習意欲を把握する目的で，アンケートと基礎学力試験を実施した。第 10 回にて行った専門試験は，機械工学に関する基本的な知識を問う内容であり，グループでの学習活動が適切に機能しているか，学生同士が協力し授業に取り組めているかを評価するためである。また，通常講義の内容がどの程度定着しているかを確認する目的もあり，グループ学習の効果を測る指標の一つとした。第 14〜15 回では，各グループが機械設計に関する課題についてプレゼンテーションを行い，その成果を教員と他学生で評価した。

表 1　講義スケジュール

| 講義回(各回 90 分) | 講義内容 |
|---|---|
| 第 1 回 | ガイダンス，アンケート |
| 第 2 回 | 基礎学力試験 |
| 第 3 回 | グループ分け |
| 第 4 〜 9 回 | 通常講義 |
| 第 10 回 | 専門試験 |
| 第 11〜13 回 | グループワーク，通常講義 |
| 第 14〜15 回 | プレゼンテーション |

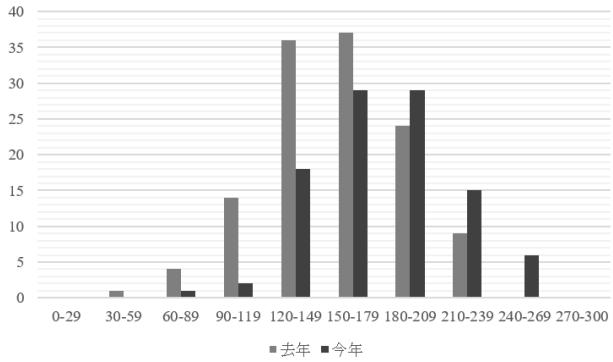



図 1　基礎学力試験比較

### 2. 2 学力分布の分析

授業の第 2 回で行った基礎学力試験では，小学 5 年生から高校 3 年生までの内容を工学の知識に絡める形で出題した。今年度は，昨年度の結果を踏まえ,多角的な学力を評価する方向を維持しつつ学部に因んだ学習を行えているか検証することを目的とし、能力の比較,分析をすると共に目的に沿った学習が行われているかの検証を行った。基礎学力試験の 3 教科合計点の比較を図 1 に示す。

図 1 を見ると，今年度は 150〜209 点に学生が多く分布し，8 割以上の高得点層も一定数見られる。一方，昨年度は 120〜179 点帯に集中し，低得点層も目立った。この違いの背景には以下のような要因が考えられる。

1. 設問の傾向を工学に関連する要素を絡めて作成し直したことにより，1 年度の学習を生かして回答できた。
2. 日々の学習に AI が利用されるようになりつつあり，学生の授業理解度が高くなりつつある。
3. 試験科目数が増加していることが周知となり，試験対策に取り組む猶予ができた。

### 2. 3 学習意欲と学力の相関分析

同時期に実施したアンケートでは，学生の学習意欲を 5 段階で評価した。図 2 に学習意欲と基礎学力試験による学力の相関関係を示す。意欲の自己評価は「3〜5」が多いものの，試験結果との明確な相関は見られなかった。

例えば，60 点以上の得点者でも意欲が「3」付近と低い学生がいた一方で，点数関係なく全体において意欲が「4〜5」と高い学生も多数見られた。この結果は，学力と意欲が必ずしも一致しないことを示している。

したがって，本講義では，グループ分けに際して基礎学力だけでなく学習意欲の高低も考慮した上で，一人ひとりが発言・貢献しやすい環境を整えることを重視し,グループ分けを行った。

## 3. グループ学習

### 3. 1 昨年度のグループ学習とその評価

昨年度は，数学や国語・英語の成績も活用し，論理的思考力・言語理解力・表現力のバランスを考慮した5〜6名のグループ編成を実施した。グループ編成後の第9回講義で専門試験を行い，知識共有や補完の効果を確認しており,後期開講の「機械設計製図」に関連するテーマで各グループのプレゼンテーションを行った。グループ発表の評価方法は,「内容理解」「説明の仕方」「資料の完成度」（各3点満点）と「総合評価」（5点満点）について，教員と学生アンケート形式で評価を実施した。

その結果，出席率や課題提出率が向上し，学生の協働的な姿勢や主体的な参加が見られるようになり協働による学習環境が学生の行動面にも好影響を与えるようになった。一方で，グループ内における表現力の偏りや本授業への意欲の差，特定の学生に発言の機会が集中してしまうなどの課題も確認された。

### 3. 2 今年度のグループ学習

昨年度の課題を踏まえ，学習意欲や論理的思考力・言語理解力・表現力のバランスを考慮した6名のグループ編成を実施し,後期開講の「機械設計製図」に関連するテーマで各グループがプレゼンテーションを行った。グループ発表の評価方法は，昨年度と同様に「内容理解」「説明の仕方」「資料の完成度」（各3点満点）と「総合評価」（5点満点）について，教員と学生アンケート形式で評価を実施した。また,基礎学力試験の結果に加えて本人の趣味趣向や，本授業への意欲のアンケートをもとにグループを行い,昨年の課題であった発言の集中や表現の偏りの解消を図った。

## 4. 結果と評価

### 4. 1 専門試験の結果

第10回に実施した専門試験の結果を図3に示す。今年度は昨年度と比較し全体的な得点分布が上昇傾向にある。この結果から，通常講義とグループ学習を通じた知識の定着・相互補完が効果的に働いていることがうかがえる。グループ内での意見交換や課題への協力的な取り組みを通じて，従来理解の浅かった学生も専門知識を補うことができたと考えられる。また，対話する機会が増えるように趣味でのグループ分けを行った結果，授業中のディスカッションや復習がより深まり,学力向上に寄与したといえる。

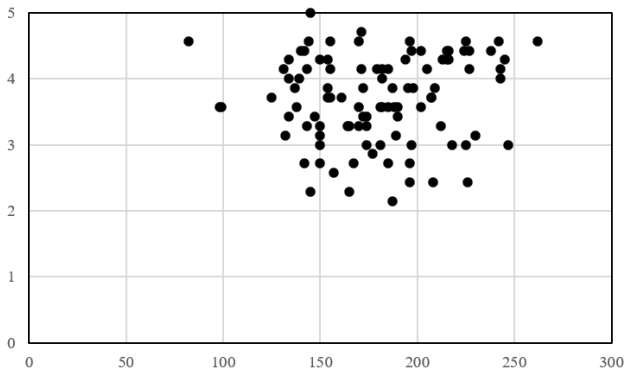



図2　基礎学力試験と学習意欲推移

表2　グループ分け例

| グループ名 | 分類（趣味） |
|---|---|
| A | スポーツ（陸上） |
| B | スポーツ（サッカー） |
| F | 音楽（洋楽） |
| G | アウトドア（キャンプなど） |

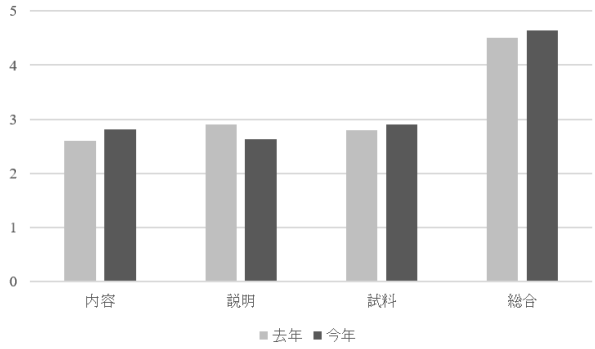



図3　専門試験結果

### 4. 2 グループ発表の評価

説明以外の項目において昨年度より高い平均値であり，プレゼン資料の質が向上した。

特に「内容理解」「資料の完成度」，平均点が昨年よりも高かったこと前年よりも質の良い復習など出来ていたこと，それがグループ内で共有されていた結果であると言った事が推測される。これは，共通の趣味による対話の機会を増やす効果に起因し，対話機会の作成による良好な学習環境の構築と，相互の学力差と学習意欲の補完関係により学習効果の安定性が高まったことを意味する。

一方,「説明の仕方」では平均点が減少しており，AIに作成させたとみられる資料を効果的に説明できていない様子が見受けられた。「内容理解」においては平均点が向上していると言う点はここに置いて相反する現象に考えられるが，これは発表内容の質が低下したと言うことではなく発表の際の表現方法に不十分な点があったため減点が起こったと考えられ、今後はAIを活用して作成した資料の活用方法を指導していくと言った課題がある。

## 5. おわりに

以上の結果から，今年度のグループ学習では，昨年度の課題であった発言機会の偏りや表現力の差の改善を目的とした，趣味趣向を考慮したグループ編成を行った。結果、グループ内でより協働的な学習環境の構築が図られた。また，グループ発表を通じて，専門知識の理解のみならず，出席率や課題提出率の向上も確認されており，協働による学習環境が学生の主体的な学習姿勢や行動面にも好影響を与えている。今後も，学力だけでなく，学習意欲や個々の特性を考慮したグループ編成を継続することで，学生同士が互いに学び合い，それぞれの能力を発揮できる学習支援を展開していくことが望まれる。

## 参考文献

(1) 浅沼昇輔，佐久間大，佐々木拓巳, :“他教科成績を用いた学力平均化グループによる機械設計学習の効果検証”，PCカンファレンス（2025）

# Jリーグクラブと連携したPBL科目における スポンサーアクティベーションの実践

小野田哲弥*1・馬場里沙子*1・友寄隆哉*1・香西大地*2・坂下達郎*2
Email: onoda@mi.sanno.ac.jp

*1：産業能率大学 情報マネジメント学部 現代マネジメント学科
*2：株式会社 湘南ベルマーレ

◎Key Words　PBL（課題解決型学習），スポンサーアクティベーション，営業活動

## 1. はじめに

FIFA ワールドカップ 2026 北中米大会の熱狂は記憶に新しい。YouGov 社の調査[1]によれば，「世界の人々の 75%が観戦者としてスポーツに少なくとも何らかの関心を示している」とされ，スポーツは日々の生活に密着した関心事であり，世界的な主要産業の一つである。

我が国においてサッカーは，1993 年の J リーグ開幕と 2002 年の FIFA ワールドカップ日韓共同開催によって，野球と並ぶ人気競技としての地位が確立された[2]。1996 年に制定された「J リーグ百年構想[3]」の「地域密着」の理念は，野球をはじめとする他のスポーツにも波及している。2015 年に文部科学省の外局として設置されたスポーツ庁の『第 3 期スポーツ基本計画』では，「スポーツによる地方創生，まちづくり」が重点施策として掲げられ，本年度策定の『第 4 期スポーツ基本計画』では，スポーツに求められる役割が「スポーツそのものが有する価値」を超え「社会活性化に寄与する価値」への期待が反映される予定であり，スポーツが「日本社会全体のウェルビーイング向上」の中軸として位置づけられている[4]。

社会人教育をルーツとする学校法人産業能率大学（以下，本学）は，1979 年に 4 年制大学を神奈川県伊勢原市の「湘南キャンパス」に開設した。「マネジメントの思想と理念をきわめ これを実践の場に移しうる能力を涵養し」で始まる『建学の精神[5]』をもつ本学は，地域と密着した実践的フィールドを必要とする観点から，2004 年に株式会社湘南ベルマーレ（以下，湘南ベルマーレ）と提携を結び，2007 年には「スポーツマネジメントコース」を開設し，スポーツビジネスの実務家を招聘した講義科目などを共同開発してきた[6]。

その 20 年以上にわたる協働の延長線上にあるのが 2025 年度に開講された PBL（Project-Based Learning：課題解決型学習）科目の『湘南ベルマーレコラボレーションプロジェクト』である[7]。本稿では，科目開設の背景と目的，初年度 2025 年の実践報告を述べ，その成果と課題をもとに将来展望を図る。

## 2. 科目の新設

### 2.1 Jリーグの収益構造とパートナーシップの進化

はじめに，湘南ベルマーレ側の開発動機についてである。その背景を知る上では，J リーグ全体で共通する収益構造の理解が不可欠と思われる。図 1 は「2024 年度クラブ決算一覧[8]」をもとに筆者が作成したグラフだが，ディビジョン（J1・J2・J3 各 20 クラブ）を問わず，売上構成比で最大のウエイトを占めるのは「スポンサー収入」であり，全 60 クラブを個別で見ても例外がない。

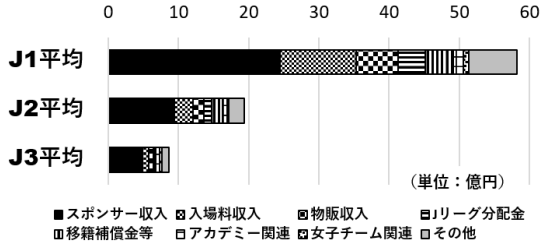



図 1　J リーグのディビジョン別平均売上の構成比

スポンサーシップの最もオーソドックスな類型は，スタジアムのネーミングライツ取得や看板広告，選手着用のユニフォームへのロゴ掲出等の「露出型」である。しかし今日では，「企業名の露出による宣伝効果のみを理由にスポンサーシップを継続することは合理的でなくなっている[9]」とされ，スポーツチームにとっても露出による収益増には限界があり，互いにメリットを享受する価値を創り出す「戦略的パートナーシップ」への発展が進んでいる。それらの類型は「経営課題解決型」や「社会課題解決型」とされ，前者は「アクティベーション」（スポンサーが，スポンサーシップの目的を効果的に達成するため，取得した権利を活用すること[10]）として知られる。後者に関しては，J リーグ全体で 2018 年から「社会連携活動」を略した「シャレン！」を推し進めている。シャレン！は「単なる慈善活動ではなく，3 者以上の協働者と共通価値を創る活動[11]」と定義されていることから，スポンサー同士の相互連携による相乗効果が期待されている。

『湘南ベルマーレコラボレーションプロジェクト』の科目開発に話を戻すと，J リーグクラブにとって収入の大部分を支えている「スポンサー」の普遍的な重要性に加え，パートナーシップの時代的変容を受け，湘南ベルマーレもスポンサーに対してアクティベーションを提案する必要性に迫られていた。それには柔軟な発想を必要とするため，大学生がその企画を考案し，企業に掛け合い，実施までを行う新科目の開発を長年のパートナーである本学に持ち掛けたというのが経緯の発端である。

新科目の開講に先立って行われた記者発表会[12]における代表取締役社長・副社長（当時）の言葉を借りるなら，本学とのパートナーシップは湘南ベルマーレのクラブミッション「夢づくり 人づくり」を「実現する重要な取り組みの一環」であるが，「これまでのプログラム（科目）

は座学・理論が中心」であった。さらに「インターンシップでは，多くの学生」を受け入れているが「お手伝い」が一般的であった。それに対して新科目では「学生が主体となること」と「スポーツビジネスの現場を体験すること」という 2 つの軸を重視している。「湘南ベルマーレの強みの一つは，昨年（2024 年）時点で 600 社以上の企業に協賛」されているという「J リーグ全体でも突出」したパートナー企業数のため，提案先のバリエーションは無数である。さらに「スポーツ領域の生きた現場」の際たるものである「予測不能な出来事が生じるダイナミックな」「営業現場」を経験できる。以上が，本科目がかつてない「超実践型授業」とされる所以として説明された。

### 2.2 カリキュラム上の位置づけ

他方，実践型のアクティブラーニングを特色[13]とする本学においても，本科目はより高次の要素を備えている。情報マネジメント学部（以下，本学部）には 5 つのコース（スポーツマネジメントコース，マーケティング企画コース，ビジネスマネジメントコース，コンテンツビジネスコース，デジタルビジネスデザインコース）があり，それぞれのコースで必要単位数を満たす必要があるが，本科目はどのコースの卒業単位としても認定される「コース横断プロジェクト」である。そのコース横断プロジェクトを一覧したのが表 1 だが，「高年次」「通年」「BtoC」「BtoB」すべての要素を備える唯一の科目となっている。

表 1 情報マネジメント学部「コース横断プロジェクト」

| 科目名 | 配当年次 | 配当期 | | 実践対象 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 前 | 後 | toC | toB |
| イベントプロデュース | 2 | ○ | ○ | ○ | |
| フィットネスビジネス実践 | 2 | | ○ | ○ | |
| スポーツ・プロモーション | 2 | ○ | | ○ | |
| 地域ブランド創造プロジェクト | 2 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| コンテンツビジネス実践 | 3・4 | ○ | | | ○ |
| 湘南ベルマーレコラボレーションプロジェクト | 3・4 | ○ | ○ | ○ | ○ |

### 2.3 到達目標

本科目は以下の 3 点を「到達目標」に掲げる。

- 文献調査，アンケート調査，フィールドワークを通じて，業界が抱える社会的課題を発見することができる。
- 社会的課題の解決に適した，斬新かつ実現性の高いアクティベーション企画を提案することができる。
- グループワーク，プレゼンテーション，営業訪問，イベント接客において，主体的な応対力を発揮することができる。

### 2.4 授業スケジュール

本科目の授業スケジュールは表 2 の 5 つのフェーズに分けられる。Ⅰのスタジアムでのアンケート実施，ⅡのＪリーグクラブ役員に対するプレゼンテーション，Ⅳの J リーグ公式戦でのイベント実施と接客体験，Ⅴの協賛企業関係者を招いての報告会など，通常の科目では経験しがたい内容を多く含むが，とりわけⅢの営業経験は，本科目最大の独自性として位置づけられる。

表 2 本科目の 5 大フェーズ

| フェーズ | | 時期 | 概要 |
|---|---|---|---|
| Ⅰ | 調査・研究 | 4 月<br>5 月 | ・本科目の目的と概要理解<br>・スタジアム視察<br>・スポンサーシップ事例研究<br>・スタジアムアンケート実施 |
| Ⅱ | 企画提案 | 6 月<br>7 月 | ・社会的課題の抽出<br>・ターゲット業界/企業の選定<br>・企画の具体化<br>・湘南ベルマーレへの提案 |
| Ⅲ | 営業訪問 | 8 月<br>9 月 | ・プロジェクト組織編成<br>・提案書の作成<br>・営業研修<br>・複数社への営業の実施 |
| Ⅳ | イベント実施 | 10 月<br>11 月 | ・協賛企業との擦り合わせ<br>・プロモーションの実施<br>・イベント準備<br>・イベント当日の設営/接客 |
| Ⅴ | 振り返り | 12 月<br>1 月 | ・参加者アンケートの分析<br>・報告会資料の作成<br>・報告会の設営/実施<br>・次年度引き継ぎ資料の作成 |

## 3. 初年度の実践報告

本科目は初年度である 2025 年度の活動を終えたばかりであるが，その 1 年間の軌跡について具体的に報告する。

授業時間は金曜日の 1 時限（9:00-10:40）に配当され，4 月 11 日（金）にスタートし，前学期は 7 月 18 日（金）までの計 14 週実施された。夏休みは学外を中心とした営業活動を行った。後学期の授業は 9 月 26 日（金）が第 1 週であり，イベント実施日の 10 月 19 日（日）を経て，11 月 28 日（金）までの計 9 週実施された。受講生は，3 年生 16 名，4 年生 14 名の計 30 名であった。

### 3.1 フェーズⅠ：調査・研究

初週の「ガイダンス」では，担当教員から科目概要説明，湘南ベルマーレ担当社員より J リーグやクラブ，広告や協賛の歴史，そしてアクティベーションの定義や事例について講義を行なった。以降の週では，表 3 のように「J リーグクラブの社会課題解決型イベント」，続いて「一般企業の協賛イベント」の事例研究をグループワークで行い，プレゼンテーションを通して，理解を深めた。

表 3 グループワーク「事例研究」の概要

| 事例研究 | 具体事例（抜粋） |
|---|---|
| J リーグクラブの社会課題解決型イベント | ・子ども/高齢者向けスポーツ大会<br>・フードドライブ<br>・アウェイツーリズム促進 |
| 一般企業の協賛イベント | ・8 月 1 日「水の日」イベント<br>・大阪・関西万博「未来の都市」<br>・“直して使う”文化を広げる「DO REPAIRS」 |

その間，授業外学習ではパートナー企業の業界分類や事業内容の調査を課した。フィールドワークでは，4 月 20 日（日）の J1 リーグ公式戦のホームゲーム開催日にレモンガススタジアム平塚を視察した。担当社員引率の下，スタジアム内外を巡って施設や掲示広告などについて説明を受け，スタジアム内の記者会見ルームでは toC 事業部

部長の日下部諒氏より，社会連携活動事例，座席やチケット（フレックスプライシングや販売促進方法），クリエイティブ制作，グッズ開発，フードパーク運営について講義を受けた。受講生はサッカーに詳しい学生から基本的なルールさえ知らない学生まで幅広かったが，以上の活動を通じて土台となる共通の知識のベースが形成された。

その後，「産業能率大学スペシャルデー」が開催される6月1日（日）のJ1リーグ公式戦において来場者アンケートを実施すべく，調査票を練り，Webフォームを作成した。表4がその調査項目である。

表4 「スタジアムアンケート」の調査項目

| 分類 | 具体事例（抜粋） |
|---|---|
| 基本属性 | Q1.ベルマーレ会員属性　Q2.居住地<br>Q3.性別　Q4.年齢　Q5.職業　Q6.勤務先業界 |
| 企画考案<br>参考情報 | Q7.社会課題（現在のお困りごとについて）<br>Q8.パートナー企業認知（対象165社）<br>Q9.実施してほしいイベント内容 |

### 3.2　フェーズⅡ：企画提案

第8週に当たる6月6日（金）からは，スタジアムアンケートで回収した432件の回答を分析し，5つのグループに分かれて，ブレインストーミング，企画書の作成へと進んだ。科目担当の教員および社員からの助言も参考にしながら，コンペティション形式の企画審査会に備えた。

第12週7月4日（金）の企画審査会では，表5の内容にて各チーム8分間の発表と7分間の質疑応答を行なった。審査員は，株式会社湘南ベルマーレ代表取締役社長・坂本紘司氏，代表取締役副社長・大多和亮介氏，営業本部長・雲出哲也氏の3名であった。審査の結果，1班と2班の上位2企画が採用された。

表5「企画審査会」における提案内容

| チーム | 対象業界 | 目的 |
|---|---|---|
| 1班 | 墓地業界 | 霊園を「感謝を伝える場」に再定義し心豊かな絆を強化する |
| 2班 | 製造業界 | ITが支えるモノづくりを周知して将来的なDX人材の確保につなげる |
| 3班 | 建設業界 | 施工管理ゲームを通じて業界の魅力を伝え人材不足解消のきっかけに |
| 4班 | 電力業界 | スタジアム周辺を電飾し暮らしを支えるエネルギーへの関心を高める |
| 5班 | 食品業界 | 地産のフルーツ牛乳開発により朝食欠食問題にアプローチ |

### 3.3　フェーズⅢ：営業訪問

企画が採用されたからといって実施が決定したわけではない。学生自らが営業に赴き，協賛金を獲得して初めて実施が可能になる。表6が実際に行われた営業訪問の一覧である。他班の受講生が企業役を演じるロールプレイングを複数回実施してから訪問当日を迎えた。

営業はそのすべてが成功したわけではない。協賛が得られた1班のケースでも，業界・企業分析の拙さを指摘され，交渉が決裂寸前にまで追い込まれたこともあった。いずれにせよ，受講生たちにとり，リアルな「営業の現場」を体験する機会となった。

表6「営業訪問」の実施内容

| チーム | 実施日 | 訪問先 |
|---|---|---|
| 1班 | 8月22日（金） | 湘南ふじみ霊園 |
| | 8月28日（木） | 株式会社パイロットコーポレーション |
| | 9月4日（木） | 湘南森林霊園 |
| | 9月12日（金） | 株式会社サン・ライフホールディング |
| 2班 | 8月21日（木） | 株式会社アマダ |

### 3.4　フェーズⅣ：イベント実施

協賛獲得により，1班の企画は「湘南Belloom!! ～想いを咲かせる“感謝のパス”～」と銘打たれて，イベント開催に向けた準備が本格化した。具体的には運営用の「実施マニュアル」の作成，湘南ベルマーレの公式ホームページやSNSを活用した「プロモーション」，イベント当日の「装飾」や「ノベルティグッズ」の制作などを担当チームに分かれて進めていくことになった。

プロモーションでは選手にも撮影等の協力を得て，日頃応援してくれている「サポーターへの感謝」を伝えていただいた。スタジアム内の「サポーターがクラブに感謝を伝える」企画に関しては，SNSで募集を行い，決定したサポーターの方と連絡を取り，メッセージ内容や当日の段取りについて入念に確認を行なった。装飾では，協賛企業のロゴ，メイン協賛である湘南ふじみ霊園の最大の特徴「富士山の眺望」が記憶に残るよう工夫を凝らした。

中でも，企画の根幹を成す『エンディングノート』に関しては，参加者に協賛企業の魅力を伝えることに加え，参加者本人に「今までの人生を振り返り，感謝の想いを相手に伝えたくなる」気持ちが芽生えるよう，株式会社サン・ライフホールディング，湘南森林霊園からは細部に至る監修をいただいた。また，「手書き」の特別感を創出すべく，株式会社パイロットコーポレーションからは，「万年筆」の提供と使用方法に関する指導をいただいた。

後学期第2週に当たる10月3日（金）にキャンパス内の体育館にて，運営スタッフと参加者役に分かれたシミュレーションを行うなど接客対応も強化した上で，イベの当日となる10月19日（日）を迎えた。

### 3.5　フェーズⅤ：振り返り

当日のスタジアム入場者数は11,688名[14]であり，スタジアム内イベントにおいて，多くのサポーターに本企画の意義を周知できた。ブースには442名の来場があり，そのうち248名（回答率56.1%）が回答した来場者アンケートによれば，イベント内容への満足率は85.9%，スタッフ対応への満足率は92.3%であった。そして当該イベントの目的である「感謝を伝えたい気持ちが強くなった」についての肯定率は89.9%を記録した。

その他，定性的なコメントとしては，「去年夫を亡くしたので，思い出してうるうるしました。感謝の気持ちでいっぱいです。」（60代女性），「介護の仕事をしています。エンディングノートは感慨深かったです。」（30代女性），「普段伝えられない言葉を伝えられてよかった。」（10代男性）といった感想が寄せられた。

イベント実施後の報告会は後学期第8週に当たる11月21日（金）に，企画審査会と同じ3名の湘南ベルマーレ

役員に加え，協賛各社を招いて実施された。

## 4. 成果と課題

### 4.1 学習効果

最終授業日の後学期第 9 週 11 月 28 日（金）に行なった授業評価アンケートにおいては，以下のような自由記述が見られ，受講生の充実感と成長実感が確かめられた。

- BtoB を，しかもプロスポーツチームと共同で学べるという点は，この大学の特色にあった斬新な内容だった。
- 企業の方や湘南ベルマーレの社長の前でプレゼンするなど，普通の授業ではできない体験ができた。
- 常に主体性を意識しなければならない状況下に置かれている感覚で確実に成長につながった。

### 4.2 持続可能性と応用可能性

初年度の実施により，5 つのフェーズから成るシラバスが確立された。湘南ベルマーレのパートナー企業は数百社に及び，その業界も多様であることから，今後も常に新鮮な状態で，最新の社会課題に挑むことができる。

全国には 60 の J リーグクラブだけでなく，他にも数多くのスポーツチームが存在することから，同様の PBL 科目の開発が可能である。またスポーツに限らず，地域の祭りなど，大小さまざまなイベントが存在する。その主催団体と連携し「営業」体験を積む内容もまた，学生たちに貴重な経験と成長をもたらすに違いない。

### 4.3 改善点

授業評価アンケートでは「タイトなスケジュール」に関する改善要望が多かった。当初の表 2 のスケジュールに比べてイベント実施日が早かったことが最大の理由である。そのため，2026 年度はイベント実施日を 11 月末とし，後学期も第 14 週まで実施することにより，科目開発当初のスケジュールを遵守することで改善を図る。

シャレン！は，CSV[15]（Creating Shared Value：共通価値の創造）を念頭においていると考えられる。当該理論では，CSV を CSR（Corporate Social Responsibility：企業の社会的責任）や慈善活動とは全く異なるものとして定義している。SROI（Social Return on Investment：社会的投資効果）の文献[16]などを参照し，「経済的価値」の側面をより強化し，その効果の試算を精緻化していくことも次なる課題である。

## 5. おわりに

本科目を受講した 4 年生 14 名は 2026 年 3 月に本学を卒業した。本学の最新の入学案内『SANNO UNIVERSITY GUIDEBOOK 2027』では，本科目の修了生複数人が，希望の進路実現を果たした卒業生として紹介されており，いずれも「受講して良かった科目」として本科目を挙げている。実際に本科目には，営業職をはじめ，販売職，企画職，宣伝職，経理職，さらには管理職の要素までを内包している。現在 4 年生となった 16 名の在学生ならびに今後の受講生にとって，本科目での経験が就職活動の糧になるだけでなく，就職・進学後の活躍につながることを切に願う。それこそが本学の「建学の精神」と湘南ベルマーレの「ミッション」の体現であるからだ。本科目の活動が，地域活性化の一助となり，人々のウェルビーイングの向上にも貢献できるよう，その発展に努めていきたい。

### 謝辞

多大な協賛と指導を賜った，湘南ふじみ霊園，株式会社サン・ライフホールディング，湘南森林霊園，株式会社パイロットコーポレーションの皆様に厚く御礼申し上げる。

学生提案企画の実現を真摯に検討いただき，不採用に際して理由説明の機会を設けるなど，誠心誠意対応してくださった株式会社アマダの皆様にも深く感謝する。

そして，湘南ベルマーレ担当社員として本科目の開設に尽力し，初年度実施の先導役を担った，ON THE BALL 株式会社代表取締役の片瀬雄介氏に心から謝意を表したい。

### 参考文献

(1) YouGov: “Global Sports 2022: Uncovering the Socially Responsible Sports Fan,”, https://yougov.com/reports/47060-global-sports-2022-report，2023 年 8 月 8 日公開，(2023).
(2) 笹川スポーツ財団:「【スポーツ観戦率】スタジアムや体育館などでの直接スポーツ観戦率は 26.2% 1 位はプロ野球 12.1%，J リーグ，高校野球，B リーグと続く」，https://www.ssf.or.jp/thinktank/sports_life/data/sportsspectating.html，2025 年 12 月 1 日公開，(2025).
(3) 日本プロサッカーリーグ:「J リーグ百年構想」，https://aboutj.jleague.jp/corporate/about_j/profile_j/hundred_year_vision/，(1996).
(4) スポーツ庁:「第 4 期スポーツ基本計画の策定について【諮問の概要】」，https://www.mext.go.jp/sports/content/20251120-spt_sseisaku02-000045843_000112.pdf，(2025).
(5) 産業能率大学:「建学の精神」，https://www.sanno.ac.jp/undergraduate/about/spirit.html.
(6) 産業能率大学:「プロスポーツチームとの連携」，https://www.sanno.ac.jp/undergraduate/society/iac/01.html.
(7) 小野田哲弥:「湘南ベルマーレとの新コラボ科目キックオフ！パートナー企業と新たな価値を創造し地域に還元」，産業能率大学地域創生・産学連携研究所，https://www.sanno.ac.jp/undergraduate/societylab/researchreport/2025_onoda_column.html，2026 年 1 月 21 日公開，(2026).
(8) 日本プロサッカーリーグ:「2024 年度クラブ決算一覧」，https://aboutj.jleague.jp/corporate/assets/pdf/club_info/j_kessan-2024.pdf，2025 年 7 月 29 日公開，(2025).
(9) 稲垣弘則，小幡真之:「スポーツスポンサーシップの類型と今後の課題 -スポーツに関する価値算定の意義・手法を中心に-」，『ビジネス法務』，2024 年 2 月号，pp.112-115，(2024).
(10) 加藤志郎:「スポンサーシップ・パートナーシップ契約の最新実務」，『ジュリスト』，No.1619，pp.21-26，(2026).
(11) 日本プロサッカーリーグ:「シャレン！-J リーグ社会連携-」，https://www.jleague.jp/sharen/，(2018).
(12) 株式会社湘南ベルマーレ:「【産業能率大学でスポーツビジネスの最前線を学ぶ】2025 年度「湘南ベルマーレコラボレーションプロジェクト」開講」，https://www.bellmare.co.jp/361477，2025 年 3 月 11 日公開，(2025).
(13) 産業能率大学:「SANNO の学び」，https://www.sanno.ac.jp/undergraduate/learning/index.html.
(14) 株式会社湘南ベルマーレ:「2025 年 10 月 19 日（日）第 34 節 VS 京都サンガ F.C.」，https://www.bellmare.co.jp/2025_j1_34_kyoto，2025 年 10 月 19 日公開，(2025).
(15) Porter, Michael E., and Mark R. Kramer: "Creating Shared Value," *Harvard Business Review*, 89, nos.1-2, pp.62–77, (2011).
(16) 西村貴之，鳥山稔，田辺良輝，神野賢治，佐々木達也，池田幸應:「社会貢献活動の SROI 測定 -J リーグクラブの社会連携活動「シャレン！」に着目して-」，『スポーツ産業学研究』，Vol.34，No.4，pp.377-389，(2024).

# 探究学習における地域の位置づけ再考
## —地域を探究することから地域を通じた探究へ—

橋本　諭
Email: hashimos@mi.sanno.ac.jp

産業能率大学情報マネジメント学部

◎Key Words　　探究学習，地域，産学・地域連携

## 1.　はじめに

高等学校において探究（総合的な探究の時間）が 2022 年度より必修科目となった。各学校では探究学習を推進していく必要があるが，多くの高校教員は，「テーマ設定」に悩みを抱えている[1]。なお、実際にテーマとして設定されるのは「地域社会」や「地域課題」が多い[2] ことから、多くの学校にて地域を探究のテーマと設定しているといえる。

大学としての地域との関係は，社会貢献の一形態として捉えられる。社会貢献は教育基本法や学校教育法などにより基本的役割として位置付けられており，地域貢献は社会貢献の一環として，大学に期待する役割として地域社会からも認識されているといえよう。大学としての地域貢献には様々な関わり方のレイヤーが存在するだろうが，地域の課題解決に資する活動を教員および学生の研究活動の一環として行うことは，大学に求められる主要な役割と言えるだろう。

このような背景から高校および大学において教員および学生・生徒は，それぞれ異なった目的意識をもとに，地域をテーマにした研究や探究活動を行うことになる。しかしながら，地域が学生・生徒の直接の関心事項と結びつかないこともある。その際には，地域を探究するのではなく，単なる「調べ学習」で終わってしまう[3]ことにつながるのではないだろうか。

そこで本稿では，地域を探究のテーマとする際の問題点を認識しつつ，理論的な観点からの再考を行った上で，「地域を探究する」ことから「地域を通じて探究する」への転換を提案する。具体的な事例として，筆者の研究室で行った研究の中から，地域を通じた探究となったと考えられる研究を紹介することで，この提案の実際的な意義について論じたい。

## 2.　地域を探究のテーマとする際の問題点

### 2.1　ミスマッチ

地域を探究のテーマとする際には，いくつかのミスマッチが生じる。その一つにスケールのミスマッチがある。探究で扱いたい内容と地域との間にスケールの違いが生じることである。端的な例としては，気候変動対策について探究したい場合，そのスケールは地球規模である。しかしながら，市区町村レベルの地域の場合には、その取り組みは，一見解決につながらないものと見えてしまう。一例として，公共施設の Co2 排出量の削減を打ち出したとしても，ある特定の市区町村での取り組みは、日本全国的な動きにならなければ気候変動対策としてのインパクトは弱いものと受け取れてしまう。つまり、地域の取り組みを追っていっても気候変動対策にはつながらないと捉えられてしまいかねない。

また，地域として（たとえば、地域住民）取り組んで欲しい内容と、大学や高校として探究したいテーマにズレが生じるミスマッチもある。地域としてはある喫緊の課題に対する解決を求めているが，大学や高校としては，その課題が生じるメカニズムを知りたいと思っているようなミスマッチである。

### 2.2　調査されるという迷惑

探究の活動自体が迷惑をかけることもあり得る。宮本らによる「調査されるという迷惑」は，フィールドワークを行う際の必読書として紹介されることも多い名著である[4]。本書では，調査を行う側，そしてフィールドワーカーとしての心がけが記されている。中でも、宮本は調査をされる側が被る様々な悪影響を「調査地被害」と称し，警鐘を鳴らしている。その指摘事項は，当然探究活動においても，考慮しなければならないだろう。しかしながら，現実問題として高校生以下の場合には，必要な研究方法に関する学習は大学生と同様に実施することは困難である。

また，昨今では「探究公害」という言葉も一部 SNS などで使われている。これは，探究活動の一環として有識者（たとえば大学教員や，企業人，行政職員など）に，前提知識が乏しいままで質問することなどを「公害」と評したものである。

これらは現実的に難しいかもしれないが、決して無視してよい問題ではない。

### 2.3　スチューデントエージェンシーの観点からの問題点

2.1 および 2.2 で論じた内容は，個別に議論し検討していくべき内容である。本稿では，これらの問題点の中から、探究を行う学生や生徒のスチューデントエージェンシーの観点に絞り、問題点を指摘し，考察を行なっていきたい。スチューデントエージェンシーについては次章にて詳細に論じるため，本節では問題点を検討していきたい。

2.1 で論じたミスマッチも，2.2 で論じた調査に関連した迷惑についても，学生や生徒のスチューデントエージェンシーの問題、特に探究を自分ごととして捉えているかが影響しているといえよう。すなわち，これらはスチューデントエージェンシーが発揮されていないことが要因として起きる問題であり、学生や生徒が探究活動に対してスチューデントエージェンシーを発揮したとすれば，

ミスマッチが生じたとしてもテーマを再考することにつながり，調査に関連した迷惑もそれが大きな問題になる前に教員に相談することなどで、解決とはいかなくとも問題を小さくすることは可能になるのではないだろうか。

## 3. 理論的検討

### 3.1 探究学習におけるジョンデューイからの影響

泰山ら (2025) では，各種先行研究のレビューを通じて，探究学習の理論的背景はジョンデューイに遡ることができると述べている[5]。デューイの「教育を『経験の再構成』と捉え,知識は受動的に伝達されるものではなく,学習者が環境との相互作用の中で能動的に構築するものであると位置付けている」という教育観が前提にあり，「探究とは『不確定な状況 (問題状況)』を『確定した状況』へと転換しようとする営みそのものであり,このプロセスを通じて学習者は『反省的思考 (Reflective Thinking)』を獲得する」とまとめている（泰山ら 2025)。

探究学習がデューイを前提とするのであれば，学習者の経験や問題意識が不可欠である。地域について探究を行う場合に，学習者の経験や問題意識とどのように接続していくのかは，探究学習をデザインする上で必要不可欠な内容であると考えられる。

### 3.2 スチューデントエージェンシー

OECD（経済協力開発機構）では，2030 年に生きる子どもたちに必要な広範囲な能力として，スチューデントエージェンシーの重要性を提唱している。

スチューデントエージェンシーとは，「変革を起こすために目標を設定し，振り返りながら責任ある行動をとる能力」と定義され，働きかけられるよりも，自ら働きかけること，型にはめ込まれるというよりも自ら型を作ること，他人の判断や選択に左右されるよりも責任を持った判断や選択を行うことを指しているとされる[6]。

2 章での問題点で述べた通り、探究を行うにあたりスチューデントエージェンシーを発揮することは活動の前提として捉えられる。そして、スチューデントエージェンシーが発揮されやすい状況を作ることが探究学習をデザインする上で必要なことであろう。

## 4. 探究実践

### 4.1 事例の概要と共通点

本章では，筆者の研究室にて行ったいくつかの研究の中から，地域を通じた探究と考えられる内容となった事例を紹介していく。それぞれの研究は，筆者の大学が所属する同じ地域 (神奈川県伊勢原市) を中心としたものであり，テーマは学生と研究相談を行った上で設定している。また，その研究活動は 2025 年度に卒業論文として執筆することに加えて，研究室で運営を行っている Web メディア（SNS 含む）にて情報発信を行っている。

### 4.2 狩猟と獣害対策の探究

2025 年は全国的に熊などの獣害問題が各種報道でも話題になった。一つ目の研究は，狩猟や獣害対策についての研究である。この研究では，獣害問題に着目し実際にどのような被害があるのかを探究した。ある畑のオーナーに許可を取り，夜間の動きを観察できるトレイルカメラを設置し，夜間に野生動物がどの程度侵入してきているのか，どういった種類の野生動物が来ているのかを調べている。農家の方からは，「野生動物が来ていることはわかっていたが，どんな動物がどこから、どのようにやってきているのかなどはわからなかった。映像で見ることにより実態がよくわかった」という感想を頂いた。

また，猟師の活動に着目し，自ら狩猟免許（わな猟）の免許を取得したうえで，猟師の方々の活動を手伝い，実際の猟師の活動の苦労を学んでいる。

その学びの一部を紹介しよう。獣害問題とは，野生動物（たとえば猪や鹿）が増えることで農作物を食い荒らしてしまうことである。野生動物の数が増えていることから，野生動物の肉を食べるジビエが着目されているが，猟を行った際にジビエにすることができるのはかなり稀なことであることがわかった。ジビエとして食肉にするためには，屠殺した後すぐに食肉として処理しなければならないが，山奥深くで捕えたとしても食肉処理できる場所に時間内に運ぶことはかなり困難である。山奥で捕えた 60kg の鹿を実際に運び出してみて，その重労働を実感したという。そのことから経済的な面での狩猟に着目し，各地域での狩猟による報奨金を調べた上で，狩猟に対して実際にかかるコスト計算によって報奨金の額の妥当性について議論を行っている。




図 1 トレイルカメラの設置に関する X の投稿 [8]

本学生がこのテーマに行き着いた流れを説明したい。最初は，調べ学習からスタートしている。ゼミの活動として「ジビエ」を扱い，伊勢原市でも鹿などの獣害が問題であることを知った。その後，狩猟に興味関心が移り，自ら狩猟免許を取得することになった。そして，自ら各地域

（他県含む）で狩猟を行っている方にコンタクトを取り，お話を聞きに行ったり，活動の手伝いを行ったりするフィールドワークを行った。それらの活動をもとに，地元の畑にトレイルカメラを設置することで被害状況を可視化していくことになった。




図 2 鹿による被害の映像 [8]

### 4.3 インバウンド観光客の探究

日本政府観光局（2026）[7]によれば，2025 年の訪日外国人客は年間で 4200 万人を超え，過去最高となった。伊勢原市にある大山（おおやま）は，江戸時代から信仰と観光の名所であり，現在でも多くの観光客の方が訪れる観光地である。もちろん，訪日外国人も多く訪れている。2 つ目の研究は，大山に訪れる外国人にインタビューを行い，どういった外国人が大山を訪れているのか，なぜ大山にきているのか，どういった手段で情報を集めているのかについて調査を行ったものである。

インタビューは計 28 組行ったが，その中に初めて日本にやってきた外国人はおらず，皆 2 回目以降の来日であったり、滞在期間が半年や 1 年といった単位での留学生であった。また，大山を訪れる目的としては，日本の文化を知りたいというものであり，「人があまりいなさそうだから」という理由で訪れる人がいたり，最も観光客が増える秋の紅葉シーズンにおいては，「人が多すぎるので落胆している」といった声もあった。

また，情報については地元の行政，観光協会や公共交通機関の公式情報を見ているという声は聞かれず，各国で用いられているスマートフォンのアプリを用いたり，Google マップや ChatGPT で調べてきたという声も聞かれた。

これらの情報をもとに，今後どのような調査を行えば良いのかの仮説を提示し，現状のインタビュー結果から言えることを卒業論文としてまとめている。

本学生がこのテーマに行き着いた流れを説明したい。この学生は，英語の勉強に力を入れてきた。大学在学中に 1 年間イギリスに留学し，その後も英語の勉強を継続していた。ゼミとして取り組んでいる地域に関する探究に対して，自身の英語への関心から，同研究に辿り着いている。




図 3 ドイツからの旅行者のインタビューインスタグラムへの投稿 [8]

### 4.4 小田急線沿線の探究　全駅歩くことを通じて

大学がある伊勢原駅を通る路線である小田急小田原線は東京都の新宿駅から神奈川県の小田原駅までをつないでいる。駅数は 47 駅ある。3 つ目の研究は，47 駅を全て巡り駅周辺や駅から駅へ歩くことにより，小田急線がどういった地域を走っている路線であるのかを探究したものである。

小田原駅からスタートし，新宿駅まで半年間かけて全ての駅を周っている。快速急行が止まる主要駅や，各駅停車しか止まらない駅という駅ごとの違いによって周辺の街にはどのような差があるのか，また周辺地域の元々の地形をどのように活かしたまちづくりがされているのかについて探究した。

本学生がこのテーマに行き着いた流れを説明したい。当初はゼミとして取り組んでいる地域に関する SNS の発信コンテンツの一つとして駅巡りを行なっていた。情報を発信する中で，SNS の閲覧者からの反響があり，その反響に応えていく形で活動を継続させていった。小田急電鉄の方々とも SNS の活動を通じて接点ができ，卒業論文の内容を発表する機会も得ることとなった。




図 4 伊勢原駅の紹介 [8]




図 5 向ヶ丘遊園駅の紹介 [8]

## 5.　まとめと考察

本稿では，地域を探究のテーマとして設定する際に，地域についての探究から，地域を通じた探究にシフトすることを提案した。具体的には，探究活動のデザインとしてスチューデントエージェンシーを発揮できるように，また，しやすいようにすることが重要であり，地域に関する探究を行う場合には、「地域を通じた探究」とすることを提案している。そして，事例として報告した 3 つの研究は，学生自らの問題意識が地域を通じて醸成され，また地域からのフィードバックを得ながら活動が進んで行ったものであるといえよう。加えて，同じ地域を探究していながらも内容は大きく異なっている。この差とは、地域側に明確な差があると捉えるよりも、学生の個性の差が現れていると捉えることができるのではないだろうか。

地域について探究する場合には、地域自体に何らかの特徴が必要であり、その特徴こそが重要であると認識されやすい。言い換えれば、「この街には何もない」といった反応が起こることがある。しかし、地域を通じて探究する場合には、自らの問題意識を地域を通じて醸成することである。ここにスチューデントエージェンシーを発揮する余地があると考える。

## 参考文献

(1) リクルート進学総研：“高等教育改革に関する調査報告書 2024” https://www.recruit.co.jp/newsroom/pressrelease/assets/20250109_study_01.pdf（2025）.

(2) ベネッセ教育総合研究所：“小中高校の学習指導に関する調査 2023 ダイジェスト版”, https://benesse.jp/berd/up_images/research/shido2023_all_.pdf , （2024）.

(3) NPO 法人カタリバ: “探究学習をサポートする全国の教員向けに実態調査”, https://www.katariba.or.jp/news/2023/03/20/40481/ , (2023).

(4) 宮本常一・安渓遊地：“調査されるという迷惑　フィールドに出る前に読んでおく本” ,みずのわ出版,（2008）.

(5) 泰山裕・稲垣忠・三井一希・登本洋子：“初等中等教育における探究学習に関する研究の動向と展望”, 日本教育工学会論文誌, *49*(4), 651–664. (2025).

(6) OECD：“Student Agency for 2030 仮訳” , https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/concept-notes/OECD_STUDENT_AGENCY_FOR_2030_Concept_note_Japanese.pdf,(2019).

(7) 日本政府観光局:”訪日外客数(2025 年 12 月推計値”, https://www.jnto.go.jp/news/press/20260121_monthly.html , （2026）.

(8) 産業能率大学橋本ゼミ運営 My Playful Town： https://myplayfultown.hashimoto-lab.com/, https://twitter.com/myPlayfulTown, https://www.instagram.com/myplayfultown, (2026).

# 小さな対話の連鎖がつくる協働
## ― 大学ゼミにおける協調学習を意識したPBLのデザイン ―

長岡健 *1
Email: t.nagaoka@hosei.ac.jp

*1：法政大学経営学部

◎Key Words　対話，経験学習，協調学習，PBL，大学教育

## 1. はじめに

本稿では、大学ゼミにおける協調学習を意識したプロジェクト活動について報告する。具体的には、2026年春学期、法政大学経営学部・長岡健研究室のゼミ活動(1)において取り組んでいる協働活動（PBL）に焦点を当て、従来的なPBLの問題点について、経験学習論と協調学習論の視座から論じながら、当該活動の背後にあるデザイン・コンセプトの特徴を示す。

さらに、実施プロセスにおける学生たちの行動について考察する。特に、協働活動の様々なフェーズで発生する「ナレッジワーカーのワークスタイル」をめぐる学生たちの“小さな対話”に着目し、構成主義的な視座からその学習効果について考察する。

## 2. PBLの理論的背景

### 2.1 大学教育におけるPBLの課題

近年、大学教育においては、学生が主体的に課題解決へ取り組むProject-Based Learning(PBL)が広く導入されている。PBLは、講義中心の受動的な学習から脱却し、実践的な知識やスキルの獲得を促す教育手法として評価されている(2)。しかし、大学で実施されているPBLの中には、経験学習として十分な機能を果たしていない場合もある。

第一の課題は、多くのPBLが提案や企画の発表を最終成果としており、その内容を実際に実践する機会が限定されている点である。学生は調査や分析、プレゼンテーション能力を高めることはできるが、自らのアイデアを実行し、その結果を体験する機会が乏しい。そのため、本来PBLが目指す実践的な学習よりも、プレゼンテーション演習に近い活動となる場合がある。

第二の課題は、試行錯誤のプロセスが十分に確保されていない点である。大学の授業期間には時間的制約があるため、多くのPBLでは企画立案から発表までを短期間で終えることが求められる。その結果、活動を「振り返り、改善策を考え、再度実践する」という試行錯誤的な学習過程が成立しにくい。こうした課題を踏まえ、本研究では、経験学習論および協調学習論の視点から、実践と試行錯誤を重視したPBLのあり方について検討する。

### 2.2 経験学習論

経験学習論は、人間が経験を通じて学び、成長していくプロセスに着目した学習理論であり、特にKolb(1984)(3)の経験学習モデルが広く知られている。

Kolb(1984)によれば、学習は「具体的経験(Concrete Experience)」「省察的観察(Reflective Observation)」「抽象的概念化(Abstract Conceptualization)」「能動的実験(Active Experimentation)」という４フェーズで構成される循環的プロセスとして理解される。学習者はまず何らかの経験をし、その経験を振り返りながら意味づけを行う。そして、そこから得られた気づきから“マイセオリー”を紡ぎ出し、次の行動に活かすことで新たな実践を生み出していく。

このモデルにおいて重要なのは、経験そのものではなく、経験を振り返り、次の実践へとつなげる循環的な“試行錯誤”である。単に活動に参加しただけでは学習は保証されず、省察や再実践を通じて初めて経験が知識や能力へと転換される。したがって、学習者が試行錯誤を繰り返しながら行を修正していく機会を確保するこが極めて重要である。

大学教育におけるPBLも、本来はこの経験学習サイクルを促進する教育手法として位置づけることができる。しかし前節で述べたように、実践機会や試行錯誤の機会が十分に確保されない場合、経験学習サイクルは途中で停止してしまうことになる。

### 2.3 協調学習論

経験学習論が個人の経験と省察を通じた学習プロセスに着目するのに対し、協調学習論は他者との相互作用を通じた学習に着目する(4)。協調学習とは、学習者同士が対話や協働活動を通じて知識や理解を共同で構築していく学習観である。そこでは、知識は個人の内部に蓄積されるものではなく、他者との関わりの中で生成されるものとして捉えられる。

大学教育においては、グループワークやPBLが協調学習の実践として位置づけられることが多い。しかし、単に学生をチームに編成して共同作業を行わせるだけでは協調学習は成立しない。重要なのは、活動の過程で学習者同士が継続的に対話を重ねることである。学習者は自らの考えや経験を言葉にし、それに対して他者が質問や意見、異なる視点を返すことで、自分一人では気づかなかった新たな意味や理解を獲得していく。こうした相互作用は、単なる情報交換にとどまらず、既存の認識や前提を見直す契機となり、学習をより深いものへと発展させる。

また、協調学習は経験学習とも密接に関連している。個人が経験から得た気づきは、他者との相互作用の中で言語化され、共有されることでより深い理解へと発展する。その際に学習を促すのは、授業内で設定された発表や振り返りといったフォーマルな場面だけではない。共同作業の進め方を相談する場面や、成果物への何気ないコメント、活動中に生じた疑問や違和感の共有など、日常的な

活動の中で交わされる短いやり取りも重要な意味をもつ。こうした“小さな対話”は、一つひとつは断片的であっても、積み重なることで学生たちの認識や行動に影響を与え、学習を支える基盤となる。

以上を踏まえ、本研究では授業時間内に行う“大きな議論”のみに着目するのではなく、活動の随所で生じる“小さな対話”の連鎖として捉え、その学習的意義に着目したPBLのデザインを試みた。

## 3. 協調学習型PBLのデザイン

### 3.1 ナレッジワーカーを意識した協働活動

長岡研究室では、2026年度春学期に所属学生14名を3チームに編成し、協働活動を中心としたPBLに取り組んでいる。各チームは4〜5名で構成され、ポッドキャスト番組の制作、ラジオ公開収録の企画・運営、カフェゼミの開催、Webマガジン『妄想紙』の記事執筆など、多様なプロジェクトを担当する。

これらの活動の目的は、単に成果物を完成させることではない。本ゼミでは、学生がナレッジワーカーの行動様式を体験的に学ぶことを重視している。ナレッジワーカーという概念は、知識を主要な生産手段として価値創造を行う人材を指す[5]。本研究ではこれをより実践的に捉え、自ら課題を発見し、他者と協働しながら試行錯誤を重ね、社会に向けて価値ある成果を発信する人材として理解する。ゼミ活動の中で学生たちは、教員から与えられた手順に従うのではなく、自ら企画を立案し、関係者と調整しながら活動を推進することが求められる。こうした実践を通じて、ナレッジワーカーとして働くための思考様式や行動様式を学んでいく。

### 3.2 小さなプロジェクトの連鎖

本ゼミのPBLは、一つの大規模なプロジェクトを長期間かけて遂行するのではなく、数週間から1か月程度の短期プロジェクトを連続的に経験するように設計されている。その目的は、学生が試行錯誤を繰り返しながら学習する機会を確保することにある。

まず、学生たちはラジオ公開収録（4月23日、5月21日、6月11日に実施）の企画・運営を担当する。公開収録では、事前準備、告知、当日の進行などをチームで担う。その後、これら3回の経験を踏まえ、7月2日にはカフェゼミを開催する。つまり、学生たちはワークショップ型イベントの企画・運営を学期中に計4回経験することになる。また、ポッドキャスト番組[6]の制作では、毎週1チームが担当し、各チームが学期中に4回程度の収録・配信を行う。さらに、Webマガジン『妄想紙』[7]では、月1回の記事執筆を継続的に行い、学期中に4回の発信機会を経験する。

このように、本ゼミでは同種の活動を反復的に実施することで、一度きりの成功や失敗で終わらせない学習環境を構築している。学生たちは前回の活動を振り返りながら改善点を見出し、それを次回の活動に反映させることができる。その結果、経験学習論が重視する「経験→省察→概念化→実践」の循環が促進され、試行錯誤を通じた学習が継続的に生み出されることを期待できる。

### 3.3 多様なプロジェクトの組合せ

本ゼミのPBLでは、短期プロジェクトを繰り返すだけでなく、性質の異なる複数の活動を組み合わせている。ラジオ公開収録の企画・運営とカフェゼミの開催は、参加者が学び合う場を設計するワークショップ・デザインの活動である。一方、ポッドキャスト番組の制作は、音声メディアを通じて経験や考えを伝えるコンテンツ制作であり、Webマガジン『妄想紙』の記事執筆は、個人の経験や学びを文章として表現する活動である。

このように多様な活動を同時並行的に進めることには、学生の活動を単なるマニュアルワークにしないという意図がある。同じ種類の活動だけを繰り返すと、学生は活動の意味を問い直すよりも、手順を覚え、早く、正確に、大量に作業をこなすことに意識を向けやすくなる。その場合、PBLは試行錯誤を伴う学習活動ではなく、定型的な作業活動へと変質してしまう危険がある。

そこで本ゼミでは、場をつくる、音声で表現する、文章で発信するという異なる形式のプロジェクトを組み合わせている。学生たちは活動ごとに求められる役割や判断基準の違いに直面し、その都度、何を目的とし、どのように進めるべきかを考え直す必要がある。こうした多様な活動への継続的な挑戦が、マニュアルワーカー的な作業遂行から離れ、ナレッジワーカーとして主体的に価値を生み出す学習を促すことを期待できる。

### 3.4 ミッション：「PJの成果」より「個人の成長」

長岡（2024）[8]が示したPBLの4類型に照らすと、長岡ゼミではこれまで「学習者としての実践者」に近い活動を中心に展開してきた。「学習者としての実践者」とは、PBLにおいて学習成果と実践成果の双方を追求する立場であるが、とりわけ実践成果へのコミットメントが強い類型である。特にカフェゼミのような活動では、参加者の満足度やイベントの完成度など、実践の成果を強く意識しながら活動を進めてきた。その結果、学生たちは現実社会に近い環境の中で主体性や責任感を身につけ、多くの学習成果を生み出すことができた。

しかし、そのような特徴は常にポジティブな影響だけをもたらすわけではない。実践成果へのコミットメントが高まるほど、学生は失敗を回避しようとしたり、確実に成功しそうな方法を選択したりする傾向を示すことがある。特に経験の少ない学生にとっては、「成果を出さなければならない」という意識が挑戦への心理的な障壁となり、新たな試みや創造的なアイデアの提案を抑制してしまう可能性もある。

そこで2026年度春学期は、プロジェクトの成功そのものを最優先の目標とするのではなく、「活動を通じて自分自身がどのように成長するか」を重視する方針を明確にした。もちろん、公開収録やカフェゼミなどでは一定の成果が求められる。しかし、それ以上に重視したのは、新しい役割への挑戦、自分なりのアイデアの提案、失敗からの学びといった個人の成長である。学生たちには、成果を競う実践者としてだけでなく、挑戦を通じて学ぶ学習者として活動することを繰り返し伝えた。これにより、実践成果を意識しながらも失敗を恐れず挑戦できる学習環境の構築を目指した。

### 3.5　チーム内の活動：「作業活動」より「学習活動」

前節で述べたように、本ゼミではプロジェクトの成果そのものよりも個人の成長を重視する方針を掲げた。しかし、学生が日常的に取り組む活動の多くは、受付、会場設営、機材準備、参加者対応、記事執筆などの具体的な作業として現れる。そのため、学生が活動を単なる業務遂行として捉え、「やるべきことを終わらせること」自体を目的化してしまう危険がある。

そこで本ゼミでは、活動を作業としてではなく学習として捉えることを繰り返し促した。例えば、公開収録やカフェゼミの準備では、当日の運営方法を検討するだけでなく、ゲスト出演者に関する情報収集を行い、関連するテーマについて事前に議論する機会を設けた。また、イベント終了後には運営上の反省に留まらず、ゲストの語った内容や参加者との対話を振り返り、自分たちの学びについて話し合うことを奨励した。

同様に、『妄想紙』の執筆においても、文章の執筆・修正の個人作業だけでなく、互いの記事を読み合い、そこから得られた気づきや関連テーマについて対話することを重視した。さらに、協調学習の観点から、プロジェクトの内容だけでなく、「どのようにコラボレーションを進めるか」という協働のプロセスそのものについても積極的に話し合うよう促した。こうした働きかけを通じて、学生たちが日々の活動を単なる作業ではなく、学習機会として意味づけることを目指した。

### 3.6　チーム間の関係：「競争」と「協力」のバランス

本ゼミでは、プロジェクトの性質に応じてチーム間の関係性を意図的に変えている。公開収録[9][10]やカフェゼミ[11]では、各チームが異なる役割を担当しながら一つのイベントを共同で作り上げる形式を採用した。例えば、会場運営、カフェ運営、コンテンツ制作などを各チームが分担し、全体として一つの成果を生み出すことが求められる。そのため、各チームは定期的に情報共有を行い、準備状況や課題について話し合いながら活動を進めた。ここでは、チーム間の協力そのものがプロジェクト成功の前提となっていた。

一方、『妄想紙』の記事執筆やポッドキャストコンテンツ制作については、異なる設計を採用した。これらの活動では、各チームが独立して企画・制作を行い、それぞれがより魅力的なコンテンツを生み出すことを目指した。そのため、活動内容に関するチーム間の調整や共同作業は最小限に留められていた。むしろ学生たちは、他チームよりも面白い記事や質の高いコンテンツを制作することを意識しており、そこには緩やかな競争関係が存在していたと言える。

このように本ゼミでは、協力的な関係と競争的な関係の双方を経験できるよう活動を設計している。ナレッジワーカーに求められるのは、他者と協働しながら成果を生み出す力だけではない。互いに刺激を与え合い、切磋琢磨しながら新たな価値創造に挑戦する姿勢も重要である。本ゼミでは、協力と競争の両方を含んだ学習環境を構築することで、多様なコラボレーション経験を学生に提供することを目指した。

## 4.　協調学習型 PBL における学生の行動

### 4.1　2026 年春学期（前半）の活動内容

本章では、協調学習型 PBL において学生たちがどのような学習を生み出しているのかについて検討する。なお、本稿を執筆している時点では 2026 年度春学期の第 10 週が終了した段階であり、プロジェクトは現在も進行中である。そのため、本章での分析は第 10 週終了時点までの参与観察にもとづく中間的な考察として位置づけられる。

第 10 週までに、学生たちは 3 回のラジオ公開収録の企画・運営を行うとともに、各チームが 1 回ずつポッドキャスト番組の制作・配信を担当した。また、Web マガジン『妄想紙』では 5 月号と 6 月号を発行し、7 月に予定されているカフェゼミの準備も進めている。さらに、毎週のゼミ活動において、プロジェクトの振り返りや読書会、チームミーティングなどを通じて対話を重ねてきた。

本章では、担当教員である筆者による参与観察に加えて、学生が SNS や Web メディア上に投稿した省察的記述も分析資料として用いる。具体的には、X（旧 Twitter）への投稿および Web マガジン『妄想紙』の記事を対象とした。これらの資料をもとに、(1)個人に生じる小さな変化の継続、(2)同じ活動から異なる学びが生じる学習の非対称性、(3)チームごとに異なるコンセプト共有の方向性、の 3 点について考察する。

### 4.2　小さな変化の継続

協調学習の成果について語る際、私たちはしばしば「大きな成長」や「決定的な変化」を期待しがちである。しかし、参与観察を通じて学生たちの活動を見ていると、実際に起きている変化はそれほど劇的なものではない。学生たちは、ある日突然「こうすべきだ」と確信を得るわけではなく、悩みや迷いを抱えながら試行錯誤を繰り返している。そして、その積み重ねの結果として、「最近少し変わったかもしれない」と感じられる程度の変化が生じているように見える。

その一例が、4 年生の「あおぞら」である。彼女は以前から、プロジェクト活動において目の前の作業に意識が向きすぎてしまい、創造的な発想ができなくなることに悩んでいた。こうした悩みは昨年度から継続しており、担当教員との面談やゼミ内での対話においても繰り返し語られていたテーマであった。しかし、今期の『妄想紙』の記事では、その悩みを別の角度から捉え直そうとする姿勢が見られる。彼女は、場づくりに取り組む中で、いつの間にか目的よりも作業そのものに意識が向いてしまう自分に気づきながらも、創造性とは作業の対極にあるものではなく、「何のためにその作業をしているのか」を問い直すことから生まれるのではないかと考察している[12]。

重要なのは、彼女自身が「変われた」と語っているわけではないことである。むしろ記事からは、依然として迷いや葛藤を抱え続けている様子がうかがえる。しかし、担当教員の視点から見ると、作業と創造性を対立的に捉えていた状態から、その関係性そのものを問い直す段階へと移行しているように見える。協調学習の場で生じる変化とは、このような小さな認識の変化が積み重なる過程なのではないだろうか。学習者は劇的に変わるのではなく、悩み続けながら少しずつ変化していくのである。

### 4.3　学習の非対称性

協調学習では、同じ活動に参加していても、参加者全員が同じことを学ぶわけではない。むしろ、他者の行動や発言は、それを見る人によって異なる意味を持つ。本研究では、このような現象を「学習の非対称性」と呼ぶことにする。

その一例が、3 年生の「ひなピヨ」と 4 年生の「あおぞら」の関係である。ひなピヨは『妄想紙』の記事の中で、ビデオ視聴後の感想共有において、4 年生たちが単に内容を理解するだけでなく、「次回のカフェゼミで実践できることは何か」という視点から考えていることに気づいたと記している(13)。そして、その姿勢について「アウトプットを前提としたインプット」を行っていると表現し、自分にはまだ十分にできていない実践者としての思考様式として捉えていた。彼女にとって 4 年生は、自分とは異なる視点を持ち、学ぶべき存在として映っていたのである。

しかし前節で見たように、その 4 年生の一人であるあおぞら自身は、自らを成熟した実践者として認識しているわけではない。むしろ、作業に意識が向きすぎることや創造的な発想の乏しさに悩み続けており、自身の未熟さを強く意識している。つまり、ひなピヨが尊敬や憧れの対象として見ている人物は、本人から見れば依然として試行錯誤の途上にある学習者なのである。

この事例は、協調学習における学びが必ずしも対称的ではないことを示している。ある学生が抱えている葛藤や悩みは、別の学生から見れば成長した姿として映ることがある。また、本人が変化を自覚していなくても、その行動や考え方は他者に影響を与えている場合がある。協調学習における対話の価値は、自分自身の学びだけでなく、自らの存在や行動が意図せず他者の学習資源となる点にも見出すことができる。

### 4.4　コンセプト共有の方向性の違い

2026 年 6 月 4 日のゼミでは、春学期前半の活動を振り返るワークショップを実施した。その中で学生たちは、「長岡ゼミの特長を表す言葉を挙げる」というテーマについてチームごとに対話を行った。興味深かったのは、同じゼミ活動に参加しているにもかかわらず、チームごとに共有されたコンセプトの方向性に違いが見られたことである。

チーム A が挙げたキーワードは、「プレイフル」「セレンディピティ」「直感と好奇心で動け」「アマチュアリズム」「同じ時間、同じ場所に集おう！」であった。これらの言葉に共通しているのは、偶然性や自由な発想、人と人が直接出会うことの価値への関心である。チーム A は、長岡ゼミを予測や計画よりも好奇心を重視し、まず行動することを奨励する場として捉えていたように見える。

一方、チーム C が挙げたのは、「If you want to go fast, go alone. If you want to go far, go together」「考えながら動く、動きながら考える」「対話」「内発的動機」「成長（growth）より発展（development）を目指す」といった言葉であった。こちらは協働や対話、継続的な自己変容といったテーマが中心となっている。活動の楽しさや偶然性よりも、人と共に学びながら発展していくプロセスに価値を見出している点が特徴的である。

もちろん、両者は対立するものではない。実際、いずれも長岡ゼミが大切にしてきた価値観である。しかし、同じ活動に参加していても、チーム A は「越境や偶然との出会い」に、チーム C は「協働や対話による発展」に着目していた。この事例は、協調学習におけるコンセプト共有とは、全員が同じ理解に到達することではなく、それぞれが異なる意味づけを行いながらも共通の方向性を見出していくプロセスであることを示している。

## 5.　おわりに

本研究では、長岡ゼミにおける協調学習型 PBL の実践を対象に、そのデザインと学生の学習過程について検討した。具体的には、ナレッジワーカーの行動を体験的に学ぶことを目的として設計された活動の特徴を整理するとともに、第 10 週までの参与観察および学生による省察的記述をもとに、「小さな変化の継続」「学習の非対称性」「コンセプト共有の方向性の違い」の 3 点について考察した。その結果、学生たちは対話や協働を通じて多様な学習を生み出しており、一定の学習成果が確認された。しかしながら、こうした成果が、本研究で示した PBL のデザイン原則によってどのように生み出されたのかについては、現時点では十分に明らかになっていない。今後は春学期終了後まで継続的に観察を行い、活動デザインと協働および学習成果との関係について、より詳細な分析を進める必要がある。

## 参考文献


(1) 法政大学・長岡研究室 https://www.tnlab.net/seminar/

(2) 溝上慎一：「アクティブラーニングとしての PBL・探究的な学習の理論」，溝上慎一・成田秀夫（編），『アクティブラーニングとしての PBL と探究的な学習：アクティブラーニングが未来を創る』，東信堂 （2016）．

(3) Kolb, D. : “Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development”, Prentice-Hall, (1984).

(4) 中原淳：「学習のメカニズム」，中原淳・編，『企業内人材育成入門：人を育てる心理・教育の基本理論を学ぶ』，ダイヤモンド社（2006）．

(5) P. ドラッカー：『ドラッカー名著集 7・断絶の時代』，上田惇生（訳），ダイヤモンド社（2007）．

(6) カフェゼミラジオ https://note.com/tnlabmelc/m/m140b523a6aae https://open.spotify.com/show/53H0lkzDlhOLVPVknk1ZzU

(7) 『妄想紙』 https://note.com/tnlabmelc/m/mf4791bb4c018

(8) 長岡健：「実践と学習のグラデーションに着目した PBL のデザイン」，『2024 PC カンファレンス 論文集』，p141-144，コンピュータ利用教育学会（2024）．

(9) カフェゼミラジオ公開集収録（2026 年 4 月 23 日） https://cafezemi70.peatix.com/view

(10) カフェゼミラジオ公開集収録（2026 年 5 月 21 日） https://cafezemi71.peatix.com/view

(11) カフェゼミ #72（2026 年 7 月 2 日） https://cafezemi72.peatix.com/view

(12) あおぞら（ハンドルネーム）：「ネコになりたいイヌはどう動く？：『「組織のネコ」という働き方』の感想レポート」，『妄想紙』，vol.51，法政大学・長岡研究室（2026）．

(13) ひなピヨ（ハンドルネーム）：「 2026/05/07 ゼミ活動レポート：インプットを意識する」，『妄想紙』，vol.51，法政大学・長岡研究室（2026）．

# 生成 AI 時代における語学教師の役割と聴解教材の設計に関する一考察

阪上彩子*1・日比伊奈穂*2
Email: sakaue.ayako.ph@cc.nara-edu.ac.jp

*1：奈良教育大学国際戦略センター
*2：大阪大学日本語日本文化教育センター

◎Key Words　聴解教育，日本語学習，ボトムアップ処理，オーセンティック，Human-in-the-loop

## 1. はじめに

生成 AI の台頭とともに，言語教育でもその活用が模索されている。現在は成果物の評価への利用が多くみられるが，生成 AI を利用した教材開発も進められている。生成AIの活用が進む中での教師の役割はどのようなものであるのか。そもそも聴解能力向上には何が必要で，どのような指導が必要であるのか。

本研究では，聴解指導における教師の役割を再検討するための理論的視点を整理し，それに基づく聴解教材の設計の考え方と特徴を提示する。特に，先行研究においてAI では十分に対応が難しいとされる「ボトムアップ処理」や「オーセンティックな言語使用」に着目し，これらを担保するために教師がどのように教材を構成し得るのかについて検討する。

## 2. 先行研究の概観

### 2.1 聴解における生成 AI の活用の研究

生成 AI の言語教育での利用に関する研究は，まだ始まったばかりである。その中でも聴解への応用は，英語教育の分野では見られるが，日本語教育の分野では管見の限り見当たらない。そのため，本稿では英語の第二言語教育での研究を中心に，先行研究を概観する。

英語教育の聴解では生成 AI を使用した教材作成や，評価への応用などさまざまな試みがなされ，その成果が報告されている。例えば，Sahito et al.（2025）は，調査の結果，AI を活用した学習のほうが，従来の学習の仕方よりもテストの結果がよくなると報告している。また，AI を活用したツールが，リアルタイムのフィードバック，個別最適化，対話型のやりとりを提供することで，学習者の聴解能力の向上に重要な役割を果たしているとも述べている。(1)

しかし，一方で，聴解での生成 AI の利用には懐疑的な意見もみられる。Liu et al.（2024）はアカデミック・コミュニケーションにおける学生の生成AIに対する認識について調査を行っている。その結果，学生はリスニング能力向上に，生成 AI は最も役立たないと認識していた。学生は生成 AI がアカデミック・コミュニケーションを学ぶ上で有用だとみなしているが，スピーキングやリスニングへの効果については懐疑的であったとしている。(2)

また，Goh and Aryadoust（2025）はスピーキングやリスニングでの生成 AI の活用に期待を寄せる一方で，その限界も指摘している。例えば，生成 AI を用いた対話システムでは人間のような特徴を持ったやり取りが可能であるが，必ずしも実際の人間による複雑な対話が再現できるわけではないという。実際の人間による対話は話す・聞くの幅広いスキルが必要であり，適切に設計された授業を通じて可能となるような広範なスキルの育成には必ずしも役立つわけではないと指摘している。(3)

### 2.2 聴解における教師の役割の研究

現状では聴解教育での生成AIの活用は試行錯誤の段階で課題も多いが，生成 AI を活用する場合の教師の役割とはどのようなものなのだろうか。

これまでの聴解の研究で言及されているように，聴解には「ボトムアップ処理」と「トップダウン処理」がかかわっている。「ボトムアップ処理」は，音を解読し，その解読された音から意味が構築されていく過程であり，「トップダウン処理」は長期記憶に蓄積された言語や世界に関する既知の知識を応用して意味を推論・構築する過程である（Goh, 2014）(4)。生成 AI は，背景知識を活用した「トップダウン処理」を助けることは得意だが，個別の音を正確に聞き分ける「ボトムアップ処理」の困難を直接解決するわけではない。Goh（2014）は聴解指導において過程重視の指導を行うべきだと述べている。Gohによると，教師は聴解での認知過程を深く理解し，聴解を習得する過程でそれらをどのように支援すべきかを把握しておくことが求められる。認知過程の理解はボトムアップ処理の指導にもトップダウン処理の指導にも有効である。そのような過程重視の指導のための教師の役割は，学習者の認知的なつまずきを補完する「足場かけ」を提供することにあるとしている。(4)

また，Goh and Aryadoust（2025）は，生成 AI をリスニングに活用する際は，教師が専門的判断を持ち，AI ツールをどのように，どれくらい使うかを見極める必要があると述べている。他の方法とバランスを取りながら，練習のパートナーとして適切に活用することが求められるという。さらに，教師は教材や評価資料の選定という伝統的な専門性を発揮し，どの AI ツールが学習者の利益につながるか見極める必要があると述べる。(3)

生成 AI の活用が広がるなかでも，教師には依然として言語知識や聴解の認知過程に関する専門性が求められる。聴解指導においては聴解能力の向上を支援すること，教材の作成においては，Goh and Aryadoust（2025）が述べているように，設計者として介入する（Human-in-the-loop）ことが必要であり，教師は依然必要な存在であると言えるだろう。

### 2.3 聴解教材に関する先行研究

Deroey（2018）はアカデミック・イングリッシュのための25種類の講義聴解教材と160本の講義コーパスを分析し，聴解教材は実際の大学講義を十分に反映していないことを指摘している。例えば，教材とコーパスの重要ポイントを示す表現を比較したところ，講義コーパスではさまざまな暗示的で多機能なマーカー（例えば，“the thing is…” “remember…”など）が用いられているのに対して，教材では明示的なマーカー（例えば，“the important point is…” “it's important to note that…”）が多く用いられていた。この結果から，教材ではわかりやすいが実際にはあまり使われない表現で学生を訓練していることが考えられるとしている。また，教材に収録されている講義は「本物の講義」ではないことが多いとも指摘している。短めの講義で，明確に構成され，比較的ゆっくり話され，中には内容的に学術的ではないものもあり，教材での練習が実際の講義への十分な備えとなるかは疑問であるとしている。さらに，多くの教材が聴解スキルや講義のディスコース研究に基づいて作られていない点も指摘している。(5)

このDeroeyの指摘は日本語の教材にもあてはまる。野田（2022）は既存の聴解教材について，現実的ではない状況設定であることや，実際には使われない語彙や文型を使用して不自然になっている点，また，音声が整えられ，理想的で聞きやすい話し方になっていることを問題点として挙げている。

野田（2022）は聴解教材の作成方針として次の3点を挙げている。(6)

（1）現実的な状況設定
- 実際の状況から出発する
- 実際に使われる語彙・文型を使う
- 実際に聞くような音声を聞いてもらう

（2）明確な目標設定
- 聴解だけを目標にする
- 具体的な目標を示す
- すべてを理解することを目標にしない

（3）聴解技術の明示
- 具体的な聴解技術を示す
- 背景知識だけの聴解技術も示す
- いろいろな言語で説明がある音声中心のウェブ教材にする

そして，こうした方針で教材を作成するためには，日本語で話される内容と表現の研究，学習者が日本語を聞く難しさの研究，聴解教材の構成と内容を設計する研究が必要であるとしている。「日本語で話される内容と表現の研究」は，現実的な状況設定や表現を用いた教材につながる。「学習者が日本語を聞く難しさの研究」は学習者の聴解過程を解明し，困難点を聴解指導に生かすことにつながるとともに，「聴解教材の構成と内容を設計する研究」にもつながる。

聴解過程を聴解指導に生かすべきだとの指摘は，近年に始まったものではない。聴解指導において聴解過程が注目され始めたのは1990年代からで，認知過程や聴解ストラテジーの研究が進んだ。しかし，先にも述べたとおり，こうした研究が生かされた教材がいまだ作成されていない。そこで，次節では過程を重視して作成してたウェブ聴解教材について，その設計と特徴について述べる。

## 3. 理論的基盤に基づく聴解教材の設計と特徴

既存の聴解教材は，まとまった話を聞き，その内容についての質問に答える形式となっている。野田（2024）が指摘するように，「一般的に聴解教材ではどのような音声が聞こえたらどう理解すればよいかという具体的な聴解技術が示されていない。音声を聞いて質問に答えるような練習が提供されているだけである。(7)」。音声を聞き，内容に関する質問に答えるだけで，聴解能力が伸びるとは限らない。Goh（2014）が述べているような，聴解過程を深く理解し，学習者にどのように支援すべきかを把握している教師の指導があれば，聴解能力の向上が期待できるかもしれない。しかし，そうでなければ，聴解能力の向上や，たとえ向上したとしても学習者自身がそれを実感することは難しいだろう。

ウェブ聴解教材「日本語を聞きたい！」は，主に2.3で言及した野田（2022）の指摘をもとにした教材である。この教材では，(1) 現実的な状況設定，(2) 明確な目標設定，(3) 聴解技術の明示を基本方針とし，さらに，聴解過程の研究成果に基づいて作成を行っている。教材にはいわゆる初級から上級まで幅広い学習者向けの教材が用意されている。以下3.1.から3.4で，具体的にその特徴を述べる。

### 3.1 現実的な状況設定

本教材は，実際に使われている語彙や表現を使用している。Deroey（2018）の指摘にあるように，既存の教材やAIが生成したテキストでは，明示的でわかりやすい表現が取り上げられ，実際の使用とはずれが生じることもある。本教材では，実際の場面で用いられる表現を調査し，オーセンティックな表現を採用している。

例えば，図1は著作権の講義で2つのものを対比していることを聞きとるレッスンの解説である。

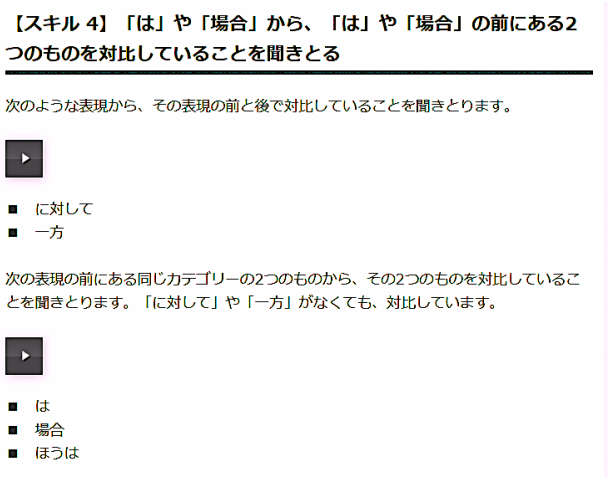



図1 対比を聞きとるレッスンの表現の解説

2つのものを対比していることを示す表現としては「に対して」，「一方」がある。しかし，実際にはこれらの明示的なマーカーが使われず，暗示的で多機能なマーカーである「は」のみで対比されることも多い。そのため，暗示

的なマーカーである「は」や「場合」,「ほうは」の聞きとりが重要になる。このようなことから,対比を表す「に対して」や「一方」を取り上げつつ,これらの表現がない場合もあることを説明し,何を対比しているかを示す「は」や「場合」のような表現を取り上げている。

また,音声についてもオーセンティックであることを方針としている。この教材の音声は,速さや発音の明確さなどを考慮していない。このことは,上記の講義の聴解だけではなく,初級向けの教材でも同様である。学習者が実際の場面で聞く話し方は,早口であったり,不明瞭な発音であったり,方言のアクセントが交じっている場合もある。そのため,話す人の自然な話し方での音声を用いている。

このように,現実的な表現,現実的な音声で練習することにより,学習者は実際の場面で遭遇する生きた言語に備えることが可能となる。

### 3.2 明確な目標設定

本教材では各練習に,どのような聴解技術を身につけることが目標であるかを明示している。この目標は,それぞれの状況で必要なことを理解するための具体的なものを設定している。例えば,図 2 は自宅のインターホンを聞きとるレッスンの解説である。ここでの目標は話の長さからセールス・勧誘であるかそうでないかを判断することである。音声の内容を聞きとることではない。

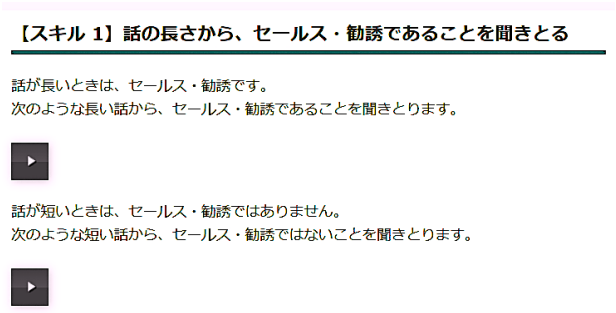



図 2 インターホンを聞きとるレッスンの解説

いわゆる初級レベルの学習者がインターホンを聞いて対応しなければならない状況の一つは配達の場合だろう。配達か,そうでないかを聞き分ける技術の一つとして,この練習は設定されている。学習者は音声の内容を理解する必要はなく,音声の長さから判断すればよい 。

具体的な目標を示すことによって,学習者はどのように聞くことが必要かを理解することができる。聴解の技術を意識して練習することで,実際の場面での聴解に役立てることが可能となる。

### 3.3 聴解技術の明示

本教材では各練習のはじめに,聴解技術の解説をしている。目標を達成するために覚える表現や,聞きとりのポイントなどを示している。

図 3 は音の高さの違いから,質問しているか同意を求めているかを聞きとるレッスンの解説である。雑談などのカジュアルな会話では,音の高さの違いで質問か同意を求めているかが表されることがある。その違いが聞きとれるようになるため,音の高さを図示して解説している。

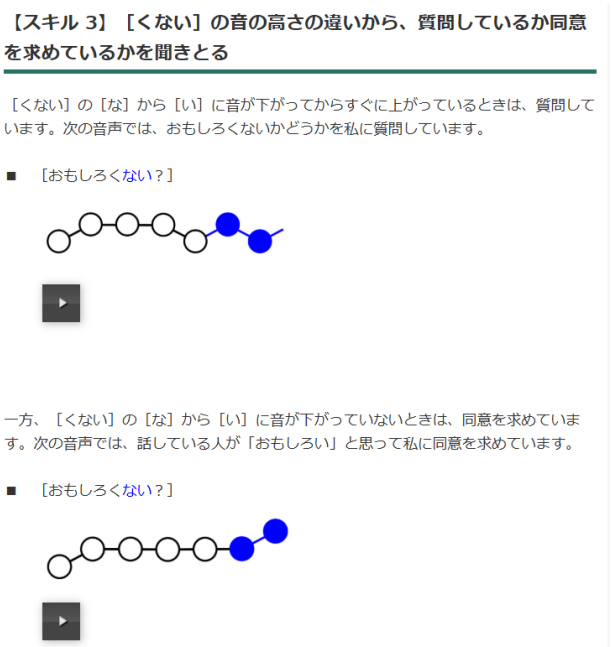



図 3 雑談を聞きとるレッスンの解説

また,図 4 は対比を聞きとるレッスンの解説で,3.1 の図 1 の続きの部分にあたる。ここでは例文を使って図示し,対比の構造と表現が理解できるようにしている。

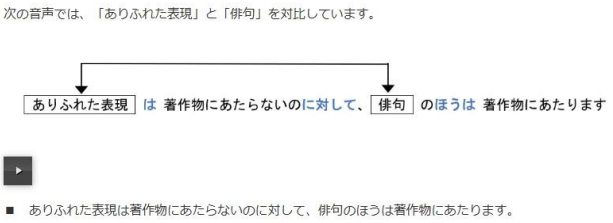



図 4 対比を聞きとるレッスンの対比の構造の解説

このように,注意して聞きとるべき表現の音の高さの違いから意味の理解につなげることや,音声の中から重要なことばを正確に特定し,文の構造を理解することは,ボトムアップ処理にあたる。2.2 で述べたように,生成 AI はこのようなボトムアップ処理を助けることは苦手とする。こうした教材は,専門的知識を持った教師の介入（Human-in-the-loop）（Goh and Aryadoust 2025）[3]がなければ設計は難しい。Goh（2014）が述べる教師の役割は,生成 AI による教材開発が進む中でも,依然として必要であると言えるだろう。

### 3.4 聴解過程の研究成果に基づく作成

本教材を作成するにあたっては,学習者がどのような点に聞く難しさを感じるかの調査を行っている。この調査は,学習者に映像を見てもらいながら,そこで話されている内容やわからなかったこと,推測したことなどを語ってもらうという方法で行う。調査方法の詳細は阪上・日比（2025）を参照されたい。

作文のように書いたものであれば,学習者の躓きに気づくことができる。しかし,聴解は学習者がどのように聞

きとって，何に困難を感じているかがわかりにくい。そのため，この調査によって学習者の聴解過程や聴解困難点を分析し，教材で取り上げる表現や聴解技術を抽出している。

Deroey（2018）や野田（2022）が指摘するように，多くの聴解用教材は，研究に基づいて作成されていない。聴解過程に着目した研究が進み，それを基にした教材作成が期待される。

## 4. おわりに

以上，聴解指導における教師の役割と聴解教材に関する研究を概観し，それを基にして設計した聴解教材の考え方と特徴を示した。音声を聞いて内容質問に答える教材は生成 AI でも作成が可能である。しかし，そのような練習だけでは聴解能力の向上が期待できない。学習者の困難点を発見し，それを聴解技術として取り上げ，指導するのが教師の役割だと言える。教材も，学習者の聴解過程に基づき，かつ，オーセンティックなものを教師が作成する必要がある。しかし，残念ながら，多くの教師が聴解過程を十分に理解しているとは言えない。生成 AI の活用が広がる中で，教師には聴解教育における専門性がますます求められているだろう。

## 参考文献


(1) Sahito, J. K. M., Panwar, A. H., Ramzan, I.: “Exploring the impact of artificial intelligence (AI) on the listening skills of English as a second language (ESL) learners”, Journal of Applied Linguistics and TESOL (JALT), 8(1), pp.1059-1067 (2025).

(2) Liu, Y., Park, J. McMinn, S.: “Using generative artificial intelligence/ ChatGPT for academic communication: Students’ perspectives”, International Journal of Applied Linguistics, 34, pp.1437-1461 (2024).

(3) Goh, C. C. M. and Aryadoust V.: “Developing and assessing second language listening and speaking: Does AI make it better?,”, Annual Review of Applied Linguistics, 45, pp.179-199 (2025).

(4) Goh, C. C. M.: “Second Language Listening Comprehension: Process and Pedagogy”, Teaching English as a second or foreign language 4th edition, pp.72-89 (2014).

(5) Deroey, K. L. B.: “The representativeness of lecture listening coursebooks: Language, lecture authenticity, research-informedness”, Journal of English for Academic Purposes, 34 pp.57-67 (2018).

(6) 野田尚史：“日本語コミュニケーションのための聴解教材作成の基本方針”，日本語コミュニケーションのための聴解教材の作成，pp.3-21，ひつじ書房（2022）．

(7) 野田尚史：“日本語学習者の聴解困難点と推測技術”，日本語プロフィシェンシー研究，12，pp.42-56（2024）．

(8) 阪上彩子，日比伊奈穂：“聴解困難点調査に基づく講義の聴解教材の開発 ―列挙の表現に着目して―”，2025PC カンファレンス論文集，pp.263-266（2025）．


## 参考資料


野田尚史（他）：“ウェブ版日本語聴解教材 日本語を聞きたい！”，2017–．［https://www.nihongo-tai.com/japanese/kiku/］2026 年 6 月 25 日最終閲覧

# サマセット・モーム著『Red』と日本語訳『赤毛』の一読者による比較検討（Ⅲ）

## ― 翻訳の方法と疑問点を生成 AI に訊く―

綾　皓二郎*
Email: aya.k2015h27@gmail.com
*: みやぎインターカレッジコープ

◎Key Words　生成 AI，精読，翻訳論，同化翻訳，差別語

### 1. はじめに

この報告は 2016PCC と 2020PCC での「サマセット・モーム著『Red』と日本語訳『赤毛』の一読者による比較検討」の発表[1][2]を引き継いだものである。この二つの報告で翻訳の方法や翻訳文について自分なりの考え方と多くの疑問点を提示したが，その後それらについて納得のできる説明を得ることはできないままになっていた。しかし，近年になって生成 AI の力を借りることで，これらの解明を試みることができるようになったので，第 3 報として副題「翻訳の方法と疑問点を生成 AI に訊く」を付けて報告することにした。使用した生成 AI は主に ChatGPT と Gemini である。ただし，この論文では生成 AI との詳しい質疑応答は，頁数との関係で省いている。

### 2. 原著『Red』と翻訳『赤毛』

検討の対象とした日本語訳『赤毛』を発刊順に訳者の年齢を付して記す：中野好夫訳（岩波文庫, 1940, 37 歳）[3]，中野好夫訳（新潮文庫, 1959, 56 歳）[4]，朱牟田夏雄訳（南雲堂文庫 1960, 54 歳）[5]，朱牟田夏雄訳（岩波文庫, 1962, 56 歳）[6]，北川悌二訳（講談社文庫, 1978, 64 歳）[7]，行方昭夫訳（DHC, 2015, 84 歳）[8]，行方昭夫訳（Gakken, 2024, 93 歳）[9]である。これらの訳者は，英文読解の達人，翻訳の名人，英文学・モーム研究の大家と呼ばれている[10]。

文献(5)は脚注が付いた対訳版である。文献(8),(9)は，解説付きの対訳版を含む。文献(9)は，文献(8)の一部の語句を修正した復刻版である。

### 3. 講義訳と出版訳

「講義訳」とは，大学等での講読形式の授業で使われる学生向けの英文和訳的翻訳であり[11]，対訳本における翻訳が典型的である。講義では構文が理解できているか，単語の意味や表現が理解できているかを訳読で確かめることが最優先課題となる[12]。そこで，その翻訳は，日本語としてぎこちない訳や原文が透いて見えるような和訳となることが少なくない。『赤毛』では，講義訳は文献(5)と文献(8), (9)の対訳である。

他方「出版訳」は，不特定多数の一般向けに出版される翻訳である[11]。通常，和訳のみが提供されるので，日本語として自立した訳文にまで練り上げる必要があり，自然な日本語訳であることが最優先課題となる。『赤毛』の出版訳は，文献(3), (4), (6), (7)と(8), (9)の翻訳版である。

### 4. 朱牟田訳『赤毛』（岩波文庫）の検討

岩波版『赤毛』[6]が南雲堂版の講読訳[5]を出版訳としたことが適切かを検討する。岩波版の翻訳は，南雲堂版の対訳の日本語訳とほとんど同一で，手を入れた訳文は 10 数箇所の語句だけである。これから判断すると，翻訳版としては問題があるであろうことが予想できる。実際，この翻訳に関しては，朱牟田が出版訳と講義訳（英文解釈）とで訳文を見事に差異化している[10]という指摘はあたらない。また，朱牟田訳には文芸翻訳とは言い難い不自然な訳文が少なくなく，日本語の文章が破格[13]という評価からも大きく外れている。たとえば，差別語を除いても，次のような疑問／違和感のある訳文が見つかる[1][2]。

・受動態をそのまま訳すと不自然になる。

He climbed stiffly down the ladder and was rowed to a little cove.（小さな入り江にボートで運ばれた） 船長に視点を固定するために，運ぶ行為者（部下の水夫）を示す必要がないので，受動態が用いられている。

・返り読みする訳し上げは読み手に負担をかけるので，語順通りに先に概要，次に追加／詳細情報の順で訳すほうが分かりやすい。

There was a grand piano littered with music（楽譜の散らばったグランドピアノがあり）。

He was boarding with a half-coast trader who had s store … at edge of a native village.（海岸ぞいに二マイルほど言った土人の村のはずれに店をかまえていた，ある混血の商人のところに彼は下宿していた）。

・原文が透けて見える訳文が少なくない。たとえば，

whole-heartedly （全心的に）この訳語は造語か？

fancied himself（自分自身を空想した）。

filled the coconut trees with their clamour（にぎやかな声でココやしの木立を一ぱいにしていた）

・50 代の，粗野な男が「ぼく」「私」，教養のある男が「わ

し」と言っている。また，彼らは「〜かしら」という女言葉を使っている。

・擬声語・擬態語が 30 語以上も用いられていることで，訳文の格調が損なわれている。モシャモシャ，ポチャポチャ，ペチャペチャ，ゲラゲラなど。

・語句の繰り返しがくどい。うねうねうねっている，一すすりすすった，かきむしられるようにかきむしられる，すこしもかわらず〜すこしもかわらず，など

・不適切な訳語やこなれていない訳文が少なくない。

to come to some agreement （何か協定が成立する）島の果物類と本物のタバコを交換する取引の場面で，「協定が成立」では不適切な訳であることはいうまでもない。

apathy（痴呆状態）apathy は無関心で，医学用語の痴呆 dementia とは異なる。

to keep house for a white man （白人の内妻になる）。keep house は平易な語で内妻になるでは硬い表現になる。

She had burnt down the hut（その小屋は火にされてしまった）火にされるとは普通いわない。

Neilson gave a gasp. （声をのんだ）give a gasp は息をのむこと。ここは声をのむではなく，息をのむ場面。声をのむは別の意味である。

I'd be very glad if you'd stay and have a bit of dinner with me.（ゆっくり食事でも一しょにしていきなさい）。Google 検索では「このフレーズは，モームの短編『レッド』などで使われる，少し古風で丁寧な招待の表現です。自然な訳例：もしよろしければ，夕食でも一緒に召し上がっていただけると嬉しいのですが」とある。

岩波文庫の編集者は訳文の多すぎる不自然さや間違いに気づかなかったのだろうか。

## 5. 行方訳『赤毛』（DHC, Gakken）の検討

第一の問題は，対訳版で精読と翻訳の対象とする『Red』は，原文を丸ごと全部使っているが，原作が正確に翻刻されていないことである。すなわち，行方版『Red』は，原作にない独自のセクション別の構成をとった上で，原作のパラグラフ（paragraph）を大きく改変している（計 27 箇所）[(2)]。そこで，元の原文を読めないのであるから，行方版『Red』で作品の全体を味読することは，難しい課題となることに注意が必要である。

第二の問題は，対訳版ではセクション別をあらかじめ知らせてもパラグラフを大改変したことはまったく説明しないで，精読と翻訳の講義をしていることである。

最初にパラグラフの改変の概要を示す。大セクションは原作のパラグラフの切れ目で五つに分けているが，これらを小セクションに分けるときに原作の 1 パラグラフを 2 分割している場合が計 8 箇所ある。さらに小セクション内で改行してパラグラフを細分割している場合が計 19 箇所もある。これらのパラグラフの大改変がなぜ『Red』全文の精読に必要かの説明が一切ないのである。

次にパラグラフの改変が引き起こす問題について述べる。原作での長い 1 パラグラフはモームの独特の文体にあるといわれている。たとえば，長い時間の流れのなかでの情景描写を 1 パラグラフとする。また主人公の心理描写では畳みかけるように文を重ねることで緊張感をもった 1 パラグラフとする。こうした文体のパラグラフを細分割すると，情景描写の時間的連続や心理描写の緊張感が切断され，モームの意図したトーン（tone）とは異なる英文となってしまう[(2)]。たとえば，セクション 5-2 の半ばで，原作の 1 パラグラフを行方版『Red』では，以下に示すように 4 パラグラフに分割している[(2)]。

Neilson watched him make his way across and when he had disappeared among the coconuts he looked still. Then he sank heavily in his chair.

Was that the man who had prevented him from being happy? Was that the man whom Sally had loved all these years and for whom she had waited so desperately? It was grotesque.

A sudden fury seized him so that he had an instinct to spring up and smash everything around him. He had been cheated. They had seen each other at last and had not known it. He began to laugh, mirthlessly, and his laughter grew till it became hysterical.

The Gods had played him a cruel trick. And he was old now.

この一節は，ニールスンの幻想がグロテスクな現実によって打ち砕かれ，怒りと虚脱が押し寄せる，小説のクライマックスの場面である。モームがこれを 1 つのパラグラフに収めたのは，圧倒的な心理的緊張感を読者に強いるためと考えられる。他方，行方がこのパラグラフを 4 分割したのは，ニールスンの感情変化の段階をきちんと分析することが精読には欠かせないという学習的配慮と推測される。しかし，この分析的読解では，改行によるパラグラフ分割で作者の意図が軽んじられ，読者の心理的緊張感が減殺されてしまう。精読には正確な文法訳読にとどまらず，文体の読解も含まれるという観点にたてば，パラグラフの改変による文体の解体は致命的な損失であると考えられる。

第三の問題は，講義訳と出版訳の接続関係が不明で，出版訳の全体がどのようにして出来上がったのかが分からないことである。講義訳のセクションが出版訳にセクションとして反映されていないことは当然のこととして了解できるが，これだけでなく，行方版『Red』のパラグラフと出版訳の段落は 1 対 1 対応していないのである。出版訳では，小セクションでのパラグラフ分割を 1 段落に戻さない場合もあれば，理由を示さずに，1 段落に戻している場合もある（たとえば，上記 5-2 の半ば）。出版訳の段落数は，読みやすさを考慮したのか，原作のパラグラフ数と比べて 39 段も増加している。

朱牟田の対訳版では原文のパラグラフに変更はなく，対訳版と出版訳の段落は，原文のパラグラフ通りである。したがって，訳文は一段落が長いものが多いので，日本語

の文章としては読みやすいとはいえない。

第四の問題は，行方の訳文が他の訳者の訳文とは大きく相違する箇所があり，これをどう理解すればよいか，新訳と先行訳の解釈の違いで済ませることができるか，ということである。ここでは，次の 2 点を指摘する。

第 1 点は，'A year,' I cried to myself. 'I have a year. I will spend it here and then I am content to die.' という文章の訳読である。行方の訳では，cry は「叫ぶ」ではなく「しっかり言い聞かせる」として語順を変えて文末に置いている（ただし，朗読版で音声を聴くと確かに叫んでいる）。しかし，語順通りに読むと別の解釈が得られる。すなわち，この文章は，文頭に 'A year' の語を置き，直後に I cried to myself を割り込ませて叙述の流れを中断することにより，主人公の強い感情（心の中での叫び）を衝動として提示し，引き続く文で，自覚から決意，諦念へという心の推移を簡潔に表現していることが分かる。朱牟田と北川は語順通りにこの解釈で訳している。他方，行方訳では主人公の昂ぶった感情が消えて，心情の状況説明となり，モームの表現意図から外れた訳となっているといえないだろうか。

第 2 点は，原文は一続きの一節であるが，行方版『Red』ではセクション 4-1 の末尾と 4-2 の冒頭にパラグラフ分割されている節の訳読についてである。

[…] It was when he first came to the island, . . . , coarse sensuality, a sick man, trying to resign himself to the loss of the career which had fired his imagination with ambitious thoughts. ［ここで分割］He set behind him resolutely all his hopes of making a great name for himself and strove to content himself with the few poor months of careful life which was all that he could count on.

行方の訳は，朱牟田と北川の訳と比べて，意味が追加され，かなり踏み込んだ解釈が見受けられる訳となっている点を列挙する：coarse sensuality を「下卑たセックス」では露骨な表現となる。原文は a sick man といっているだけなのに「不治の病」と断定している。 the career を「運命」と訳すと抽象化しすぎる。trying to resign himself は，状況や運命を「甘んじて受け入れようとする」という意味であるのに，「必死になって頑張っていた」では主人公の心理／振る舞いが能動的でポジティブな印象を与える。making a great name を「有名な学者」とまで特定するのは行きすぎであろう。the few poor months を「無念な数ヶ月」と訳すと，感情移入が強すぎることにならないか。strove to content himself は「我慢しようと努めた」というよりは，不本意ながらも現状で満足するしかないと読める。

行方の訳では感情をかなり前面に出して主人公の心理を説明しているので，モーム特有の抑制された語り，トーンからは外れているという印象を受ける。

## 6. 同化翻訳の検討

『赤毛』にある文化的・社会的・時代的・地理的距離を縮めようとする訳語は，原文のトーンを歪めて伝えることになる[2]。代表的な例を次に示す：原語 → 訳語

- Red（書名）→ 赤毛[3]–[9]
- the Saturday Evening Post → 土曜夕刊新聞[5][6]，土曜週刊誌[8]
- passed into the darkness → 死んだ[8][9]
- his disease → 結核[8][9]
- a concertina → アコーディオン[8][9]
- a tunic → シャツ[3][4][7]，上衣[5][6]，上着[8][9]
- a Mother Hubbard → 簡単服[5][6][8][9]
- the bungalow → バンガロー[3]-[6][8][9]

これは同化翻訳といわれるもので，原文にある異文化的な要素や時代的な背景を翻訳先の文化になじみ深い表現に置き換えて翻訳する手法である[13]。上記の訳語が同化翻訳であることは生成 AI で確認できる。

同化翻訳された訳語については，英文学者でもある訳者の翻訳観が問われているのではないだろうか。同化翻訳により訳文は確かに読みやすく親しみやすくなるが，失われるものは小さくないことを次に示す。

最大の問題は，『赤毛』が『Red』の訳題として適切といえるかである[1]。モームは作品のテーマやモチーフ，人物を象徴する一語のタイトルを好んだことが知られている（たとえば，『Red』や『Rain』）。『Red』というタイトルには，いくつかの象徴的な意味が隠されている[1]。すなわち，'red' は，恋の情熱，若者の純粋さ，生命力，死の影，船長の粗暴さ，怒り，破滅を象徴している。書名を『赤毛』と訳すと，これらの多層的な意味が失われる。赤毛は人物の外見的特徴を表す説明的な意味しかもたない。『Red』は分かりやすい訳題ではあるが，文学的な意味を失っている。英文学者でもある訳者は，象徴的意味は分かっていたはずであるが，訳題を『赤毛』とする理由や 'red' の象徴的意味を著者解説で説明していない。『赤毛』は最初の訳者の中野が付けたものであるが[3]，後進の英文学者はなぜかそれを踏襲している。ただし，英文学者でない訳者は，『赤』，『レッド』を訳題としている[14][15]。

*The Saturday Evening Post* という，20 世紀アメリカを代表する雑誌の固有名詞を一般化して訳してしまうと，文化的・時代的背景と国民的雑誌という格が完全に消え去ってしまう。大衆誌ではあるが，フォークナーやフィッツジェラルドなどの純文学の作品がしばしば掲載されていること考慮すれば，英文学者が文化的アイコンである雑誌名を直訳することは適切である，とはいえないのではないか。行方は，文献(9)では「サタデー・イブニング・ポスト」と改めている。文化的距離を残す価値があると判断をしたと推測する。

passed into the darkness のような典型的な婉曲表現を「死んだ」と直接的に訳すと，平板にすぎる。ニールスンは初対面でもあるので相手に配慮して最初は丁寧な遠回しの表現を使ったのではないか。なお，「あの世にひっこし」の訳[5][6]では安っぽい感じがする。

his disease としか書いておらず，モームは病名をわざと曖昧にしている可能性が高い。原文にはない情報を補充して「結核」と断定することでよいか。

a concertina はアコーディオンとは構造も音も違う楽器で，当時の社会階層・地域文化を示す文化記号である。「アコーディオン」と訳すと，社会的・文化的距離が消えてしまう。バンジョーとアコーディオンが並ぶ訳文では釣り合いがとれず違和感がある。

a tunic これを一般的な語に置き換えて訳すと，この衣服のもつ社会階層性を失う。衣服も文化記号である。

a Mother Hubbard は，植民地時代に宣教師がサモア等の南海の島々に持ち込んだ女性用の家庭着である(1)。これを「簡単服」と訳すと，文化的・時代的・地理的距離が消えて，社会階層と生活文化が不明となる。

the bungalow 「バンガロー」はカタカナ語を使った見かけの異化飜訳で同化翻訳とはいえないが，文化的誤読を生む同化とみなせる。「バンガロー」は日本語では キャンプ用の宿泊小屋を連想するが，bungalow は南海の島々に見られるヨーロッパ風の平屋様式の木造家屋である。

以上のように，同化翻訳は，誤った文化的イメージを読者に与えることが往々にしてあり，作品の文学的価値を損なう可能性が小さくないというデメリットがある。現代の文芸翻訳においては，同化翻訳で読みやすさを確保しつつ、重要な文化的要素には異化翻訳を取り入れるというアプローチが重視されている，といわれている。飜訳術を解説する対訳版(8)(9)では，同化翻訳の訳語を選択したことに言及があってもよかったと思われる。

## 7. 差別語の検討

精読においても，『Red』が白人優位主義の時代に書かれた小説であり，さらに訳出時の日本の社会状況や翻訳事情を踏まえたうえで，『赤毛』の差別的表現を，現在の視点から批判的に読み解くことが必要と考える。『Red』に native, Chink, savage, half-cast などの差別語が使われていることからモームに植民地主義的な偏見があったことは否定できないが，『Red』や『Rain』で白人側の退廃や醜悪さを描いており，白人優位主義への皮肉や懐疑が伺えることも事実である。

『赤毛』では中野訳の没後 1994 年の改版でやっと「土人」，「土語」，「酋長」などの差別語が改められた。行方は，「訳で差別用語とも受け取れる表現が使われているが，作品のオリジナリティを尊重するためで，差別を助長する意図は一切ない」と断りを入れている(8)(9)（たとえば，試訳での'Chink'の訳語「シナ人」）。ただし，Gakken 版でも解説に「現地妻」という差別語が残っている。さらに，先行訳の『赤毛』には，障碍者に対する，どめくら，痴呆，気ちがい等の差別語が使われていることにも注意が必要である(1)。

英文学者であり教育者でもある訳者，およびプロ編集者に，差別という認識がなぜ持てなかったのかを解明しておくことは重要である(1)。英文学者は「原文に忠実であること」を翻訳の至上命令としていたこと，編集者は英文学者の権威に抗えず，訳文を尊重し差別語を放置したことが考えられる。サモアが 1962 年に独立しても，訳者と編集者には翻訳を改める理由として認識されなかった。国内で差別語に対する批判・是正運動が本格化したのは 1970 年代以降で，それが文学の翻訳表現にまで波及して，訳者と編集者の意識を変えるにはさらに十数年の歳月を要している。

## 8. おわりに

俵 万智が国語の古典教育について次のように述べている(16)：（ある高校生の和歌「業平の一途な恋が黒板に品詞分解されゆく午後」を引用して） 文法と語彙の知識で現代訳して一丁あがり。業平の和歌の芳醇な香りも味わいも消え果ててイケメンのレントゲン写真のようなものが残るだけ。意味がわかったところでスタートするはずなのに，意味が分かることがゴールになっていた。これは，英語の「文法訳読」の授業にも当てはまる指摘である。

生成 AI が精読においても文体や作品の背景，飜訳論などの質疑応答で有益であることを確認した。

## 参考文献


(1) 綾 皓二郎：“サマセット・モーム著『Red』と日本語訳『赤毛』の一読者による比較検討”，PC カンファレンス論文集， pp.115-118（2016）.

(2) 綾 皓二郎：“サマセット・モーム著『Red』と日本語訳『赤毛』の一読者による比較検討（II）”，PC カンファレンス論文集， pp.197-200（2020）.

(3) S.モーム，中野好夫(訳)：“雨：他二篇”，岩波書店（1940）.

(4) S.モーム，中野好夫(訳)：“雨・赤毛”，新潮社（1994）.

(5) S.モーム，朱牟田夏雄(訳註)：“赤毛—対訳 Somerset Maugham”，南雲堂（1960）.

(6) S.モーム，朱牟田夏雄(訳)：“雨・赤毛他一篇”，岩波書店（1962）.

(7) S.モーム，北川悌二（訳）：“雨・赤毛”，講談社（1978）.

(8) 行方昭夫：“英文精読術—東大名誉教授と名作・モームの『赤毛』を読む”，DHC（2015）.

(9) 行方昭夫：“英文精読術—東大名誉教授と名作・モームの『赤毛』を読む”，Gakken（2024）.

(10) 斉藤兆史：“英語達人列伝II”，pp.147-175，中央公論新社（2023）.

(11) 稲垣直樹：“翻訳技法実践論”，p.11，p.57，平凡社（2016）.

(12) 菅原克也：“英語と日本語の間”，p.155，講談社（2011）.

(13) 山本史郎：“飜訳の授業”，p.152，p37，朝日新聞出版（2020）.

(14 井上英三：“南海の人々：赤”，人文書院（1942）.

(15) 小牟田康彦：“一葉の震え：レッド”，近代文藝社（2015）.

(16) 俵 万智：“言葉の豊かさに触れること”，文學界，9 月号，pp.59-61（2019）.

# AI 時代の初年次英語教育における学習者主体性の形成
## —ICT 活用授業の実践評価—

デイヴィス恵美*1
Email: davis@g.osaka-seikei.ac.jp

*1：大阪成蹊大学国際観光学部

◎Key Words　学習者主体性・批判的思考・ICT 活用型英語教育

## 1. はじめに

「生成 AI の急速な普及は，大学英語教育における「教えること」の価値基盤を根本から問い直している。情報検索・文章生成・翻訳といった従来の学習活動の多くが AI によって代替可能となった今，教員が担うべき役割とは何か，そして教室という場でしか生まれない学びとは何かを改めて問う必要がある。

こうした問いに対し，本研究は「教員のかかわり方」と「授業環境の設計」という二つの軸から接近する。Bandura（2018）は，社会的認知理論がエージェンティックな視点を基盤としていることを示し，人間のエージェンシーの中核的特徴として，個人・代理・集合の三様態と，三項相互決定による因果プロセスを論じた。また Biesta & Tedder（2007）は，エージェンシーを個人が所有する属性としてではなく，個人が自らの行為文脈と能動的に関与することを通じて達成されるものとして捉える，生態学的視点を提供した。これらの知見は，教員のかかわりと授業環境の設計が学習者主体性の形成に果たす役割の重要性を理論的に支持するものである。

政策的背景としても，OECD（2018）は「Education 2030」において，学習者が自らの人生と社会をよりよく形成していくエージェントとして育つことを教育目標の中核に据えた。また文部科学省（2018）は，高等学校学習指導要領において，英語教育の目標を知識・技能の習得にとどまらず，情報や考えを主体的・自律的に理解し表現・伝達するコミュニケーション能力の育成として明示している。

こうした理論的・政策的枠組みを踏まえ，本研究は初年次必修科目を対象に，ICT と対面インタラクションを組み合わせたブレンデッド型授業設計が，学習者の主体的変容をいかに引き出したかを混合研究法によって検証する。本発表は，複数年にわたる継続的な実践評価研究の第一報として位置づけるものである。

## 2. 研究の目的と問い

本研究の目的は，授業内外の役割分担を明確に設計したブレンデッド型英語授業において，学習者がいかなる主体的変容を経験したかを，学習者自身の認識から実証的に明らかにすることである。

具体的には以下の二つのリサーチクエスチョン（RQ）を設定する。

RQ1：大学初年次生はどのような批判的思考態度の傾向を持つか，また授業を通じていかなる変容の認識を示すか。

RQ2： 授業内外の役割分担設計と教員の継続的かかわりは，学習者の主体的変容をいかに促進・支援するか。

## 3. 授業設計の概要

### 3.1 設計思想：授業内外の役割分担

本授業の設計思想の核心は，授業内と授業外の学習活動の役割を明確に分担することにある。授業内では，教員と学習者，および学習者相互のインタラクションに全リソースを集中させる。一方，英語基礎力の底上げに向けた個別的な練習は授業外での自律的取り組みに委ね，ICT がその支援を担う構造とした。この設計は，ブレンデッド学習において自己調整学習方略が学習成果と学習者経験の向上に寄与するという知見（Luo & Zhou, 2024）と整合するとともに，教員の自律支援行動が学習者の自律性・有能感・関係性という基本的心理欲求を満たすことで主体性を高めるという枠組み（Alrabai, 2021）を実践的に具体化したものである。

### 3.2 授業外：e ラーニングによる個別最適化と動機付けの可視化

授業外学習の基盤として，個別最適化された文法・語彙練習が可能な e ラーニングシステム（ぎゅっと e）を導入し，成績評価の 20%に位置づけた。単に課題として課すのではなく，学期を 4 つのブロックに分割し，各ブロック末に学習者全員の取り組み状況と達成度を全クラスで公表した。これにより，社会的比較と相互意識を意図的に活用した動機付けの仕掛けとして機能させた。Wenger（1998）が論じる実践共同体における相互説明責任の枠組みと同様に，仲間の取り組みを可視化することで，自らの学習を相対化し，継続的な努力を促す環境を形成した。

### 3.3 授業内：AI を含むデジタルツールの活用と人間的プロセスの統合

授業内プレゼンテーションのリサーチおよび原稿作成において，生成 AI を含むデジタルツールの積極的な活用を促した。これは AI 時代に求められる「ツールを使いこなす主体」としての学習者像を念頭に置いた判断である。ただし，AI が生成した原稿をそのまま読み上げることは明確に否定し，

自らによる推敲，発音できない単語の置き換え，十分な声出し練習を最低条件として徹底指導した。Wale & Kassahun（2024）が示すように，AI ライティングツールを EFL 指導に統合することは，学習者の推敲プロセスを支援し，ライティング成果を向上させる可能性を持つ。本授業はその知見を踏まえつつ，AI 生成原稿をそのまま使用することを否定し，学習者自身による推敲と練習を最低条件として授業設計に組み込んだものである。

### 3.4 授業内：インタラクションとメタ認知的フィードバック

授業内活動の中心は，ペアワーク・グループワーク・ピアフィードバック・プレゼンテーションであり，いずれも教室という場でしか生まれない人間的なインタラクションを重視した活動である。プレゼンテーション後には，「なぜうまくいかなかったのか」「次にどうすれば自己肯定感が高まるか」を自ら考えさせるメタ認知的フィードバックを継続的に実施した。何をすればよいかわからない学習者に対しては，学習のオーナーシップへの意識転換を粘り強く語りかけることを実践の中核とした。Hattie（2012）はフィードバックを学習成果に影響を与える強力な要因として位置づけつつ，その効果はフィードバックの種類と与え方によって大きく異なることを示している。本授業のフィードバック実践はその知見を初年次英語教育の文脈に応用したものといえる。また，Mercer & Dörnyei（2020）が強調するポジティブな教室力学と教師・学習者間の信頼関係の構築を，教員のかかわり方の一貫した方針として意識した。

## 4. 調査方法

本研究では，二種類のアンケート調査を用いた混合研究法を採用した。調査対象は初年次英語基礎科目履修生であり，当該科目の履修者数は 110 名であった。履修生の英語能力は英語能力測定テスト CASEC による CEFR A1〜C1 相当レベルに分布しており，大多数は A2〜B2 レベルの範囲にあった。授業は習熟度別に編成されている。アンケート①は，平山・楠見（2004）の批判的思考態度尺度の因子構造に基づき独自に作成した批判的思考態度尺度（7 件法・33 項目），中央教育審議会答申（2008）が示す学士力の 4 分野 13 項目を参照して作成した大学教育質保証に関する認識尺度（7 件法・14 項目），ならびに自由記述 5 問から構成され，43 名から回答を得た（回収率 39.1%）。アンケート②は，カリキュラム評価尺度（5 件法・22 項目）および自由記述 3 問から構成され，41 名から回答を得た（回収率 37.3%）。いずれも Google フォームを用いて授業終了後に実施し，回答は任意かつ匿名とした。なお，本調査は所属機関の研究倫理審査委員会の承認を得た上で実施している。量的分析では，各尺度の記述統計（平均値・標準偏差）を算出し，セクション別および項目別の傾向を検討した。質的分析では，自由記述回答を川喜田（1967）の KJ 法に準拠してカテゴリー分類し，学習者の主体的変容に関わる語りの構造を検討した。

## 5. 結果

### 5.1 学習者の批判的思考態度の傾向

アンケート①第一部（批判的思考態度尺度，7 件法）のデータを 33 項目を平山・楠見（2004）の枠組みに基づき「論理的思考への自覚」「探究心」「客観性」「証拠の重視」の 4 つのサブカテゴリーに分類して平均値を算出したところ，探究心（M=4.97）が最も高く，客観性（M=4.69），証拠の重視（M=4.37）がこれに続いた一方，論理的思考への自覚（M=3.90）が顕著に低い値を示した。

項目別では，「たとえ意見が合わない人の話にも耳を傾ける」（Q30，M=5.80）および「いろいろな考え方の人と接して多くのことを学びたい」（Q14，M=5.70），「判断を下す際は，できるだけ多くの事実や証拠を調べる」（Q32，M=5.70）が高値を示した。一方，「何か複雑な問題を考えると，混乱してしまう」（Q5，反転処理後 M=2.70）および「何事も，少しも疑わずに信じ込んだりはしない」（Q33，反転処理後 M=2.82）が低値を示し，自己調整的な批判的思考の弱さが示唆された。また，「誰もが納得できるような説明をすることができる」（Q4，M=3.41）も低値を示した。

この結果は，対象学習者層が多様性への開放性と学習への探究心においては高い潜在力を持つ一方，自らの考えを論理的に言語化・表現する力および批判的自己調整においては課題を抱えるという，非対称な学習者像を示している。

### 5.2 授業評価の量的結果

アンケート②（カリキュラム評価尺度，5 件法）の全体平均は M=3.94 であった。項目別では，「将来（就職・留学等）への有用性」（Q18，M=4.15）および「発表活動を通して英語で意見を述べる力がついてきた」（Q8，M=4.12），「1 年間の成長の実感」（Q22，M=4.10）が高値を示した。一方，「英語を使うことへの自信」（Q13，M=3.56）および「プレゼンテーション活動によるモチベーション向上」（Q11，M=3.56）が相対的に低く，自信の形成が発展途上にある段階を反映していると考えられる。

### 5.3 自由記述の質的分析

アンケート①において，学びへの取り組み姿勢に「変化があった」と回答した学習者は 43 名中 42 名（97.7%）であった。変化の内容を KJ 法によってカテゴリー分類した結果（有効回答 42 件），「積極性・主体性の変化」（9 件，21%），「英語・学習への意識変容」（8 件，19%），「学習習慣・自律性の形成」（8 件，19%），「思考・視野の変化」（6 件，14%）の 4 カテゴリーが抽出された。具体的な記述

としては，「自分から積極的に発言できるようになった」「面白くないと思っていたのが楽しいと感じるようになった」「一日に何かしらは勉強しようと心掛けるようになった」などが見られ，態度・感情・行動の各層にわたる変容が確認された。

自律的学習に必要なこと（Q3）については，「自己調整・自律的態度」（15 件，35%）が最多であり，「継続・習慣化への意志」（13 件，30%），「目標・動機の明確化」（6 件，14%），「他者との関わり・社会的動機」（4 件，9%）が続いた。「仲の良い友だちとみんなで競い合い成長しようと誓い合った日から勉強のやる気がみなぎった」という記述に代表されるように，少数ではあるが仲間との相互意識が自律的学習の動機として内面化された様子も読み取れる。

課題設定の適切さ（Q4）については，「非常に適切であった」6 件（14%），「適切であった」19 件（44%），「ある程度適切であった」13 件（30%）であり，肯定的回答は合計 88%に達した。Q5（理由）の記述では「自分の実力より少し難しいくらいで良かった」「先生がクラスのペースに沿って進めてくれた」「先生の話の中にヒントが時々あるのでしっかり聞くようになった」など，適度な難易度設定と教員の調整的かかわりへの肯定的評価が複数見られた。一方，「何のためにやっているのかわからなくなっていった」「テンポが速すぎてついていきづらかった」という記述も見られ，一部の学習者において目標の見通しとペース調整に課題が示唆された。

アンケート②の印象に残った活動（Q23，有効回答 40 件）では，「プレゼンテーション活動」（17 件，42%）が最多であり，「Kahoot（ゲーム的活動）」（10 件，25%），「協働・グループ・ペアワーク」（7 件，18%），「e ラーニング（ぎゅっと e）」（5 件，12%）が続いた。Kahoot については「競い合うことで単語を何度も見て覚えた」など，競争的要素が語彙習得の動機付けとして機能したことを示す記述が複数見られた。

改善点・難しかった点（Q24，有効回答 21 件）では，「授業ペース・難易度」（8 件，38%）が最多であり，「課題・学習量」（4 件，19%），「授業環境・クラス運営」（3 件，14%）が続いた。次年度への提案（Q25，有効回答 17 件）では，「授業活動の拡充・変更」（7 件，41%）が最多であり，Kahoot の継続活用や会話活動の増加を求める声が複数見られた。「学習支援・教材改善」（4 件，24%）および「クラス編成・環境」（3 件，18%）も挙げられた。

## 6. 考察

本研究の結果は，授業設計と教員のかかわりが学習者の主体的変容を複合的に促したことを示唆している。なお，以下で言及する数値の相対的な高低は，尺度内の項目間レンジに基づくものであり，絶対的な評価基準を設定したものではない。

第一に，批判的思考態度の非対称な学習者像と授業設計の妥当性について述べる。CT 尺度 4 因子は M=3.90〜4.97 の範囲に分布し，探究心（M=4.97）および客観性（M=4.69）が上位に，論理的思考への自覚（M=3.90）が下位に位置した。学士力尺度 14 項目も M=4.58〜5.88 のレンジを示し，「語学 4 技能」（M=5.88）が上位に，「ICT 活用」（M=4.58）が下位に位置した。対象学習者層は他者や世界への開放性と学習意欲という動機的基盤を相対的に強く有する一方，思考を言語化・構造化する力に課題を抱えるという非対称な像が示された。これは，本授業がインタラクション中心の活動設計を選択したことの事後的な妥当性を裏付ける。Bandura（2018）が論じるエージェンシーの中核的特徴である意図性・自己調整・自己内省は，この潜在的動機を行動へ接続する回路において発達するものであり，本授業はその接続を設計段階から組み込んでいた。

第二に，発表活動を軸とした主体的変容の多層性について述べる。アンケート②の 22 項目は M=3.56〜4.15 のレンジに分布し，「発表活動による意見表明力」（M=4.12）および「1 年間の成長の実感」（M=4.10）がこのレンジの上位に位置し，自由記述においても「プレゼンテーション活動」が印象に残った活動の最多（17 件，42%）を占めた。一方，「英語を使うことへの自信」（M=3.56）および「プレゼンテーションによるモチベーション向上」（M=3.56）はレンジの下位に位置し，項目間の見かけ上の不一致のようにも見える。しかし，自由記述には「前に立って話すことが楽しく思えるようになった」「自分から積極的に発言できるようになった」など，態度・感情・行動の各層にわたる変容の語りが確認された。これらが相互に関連しながら学習者の主体的変容を構成していたと解釈できる。Alrabai（2021）が示す自律性・有能感・関係性という基本的心理欲求の充足が主体性を高めるという枠組みに照らせば，自信の形成がレンジの下位にあること自体が「継続的な学習の必要性への気づき」を促している段階として解釈でき，成長過程の一局面として位置づけられる。

第三に，継続・習慣化と社会的動機の複合的機能について述べる。Q3（自律的学習に必要なこと）では「自己調整・自律的態度」（15 件，35%）と「継続・習慣化への意志」（13 件，30%）が主要カテゴリーを占め，個人内の意志と習慣が自律学習の基盤として学習者自身に認識されていた。これはアンケート②の「反転学習の有用性」（M=3.98）および「積極的な取り組み」（M=4.07）の結果とも整合する。また少数ではあるが，「仲の良い友だちとみんなで競い合い成長しようと誓い合った日からやる気がみなぎった」という記述に代表されるように，他者との相互意識が自律的動機の触媒として機能した事例も確認された。4 ブロック制による達成度の公表は競争的動機付けの仕掛けとして設計されたものであったが，学習者の内省において協働的な成長動機として再解釈されていた。Wenger（1998）が論じる実践共同体における相互説明責任の論理が，英語基礎教育の文脈において

も機能しうることを示唆する。

第四に，授業設計の課題と今後の方向性について述べる。改善点の自由記述では「授業ペース・難易度」（8 件，38%）が最多を占め，アンケート②の「学びの発展性」（M=3.73）および「批判的思考力の向上」（M=3.73）がレンジの下位に位置したことと照合すると，授業全体の見通しと学習目標の可視化が十分でなかった可能性が示唆される。また「プレゼン準備で AI に頼ってしまう」という記述は，Wale & Kassahun（2024）が示す AI ライティングツール活用における学習者主体性の担保という課題の難しさを正直に反映しており，今後の授業設計において取り組むべき課題として受け止める必要がある。Luo & Zhou（2024）が示すブレンデッド学習における自己調整学習方略の重要性に照らせば，授業外での自律的取り組みを支援する構造をさらに精緻化することが次の課題となる。

第五に，AI 時代における教員の役割について述べる。アンケート②のレンジの中で「将来への有用性」（M=4.15）が最上位に位置し，「教員コメント・助言の有用性」（M=4.02）もレンジの上位寄りに位置した。質的データからも，教員の調整的かかわりへの肯定的言及が複数確認された。これらを総合すると，教員は知識の伝達者としてではなく，学習者の内発的動機を引き出し，ペースを調整し，目標の見通しを与える存在として機能していたと解釈できる。Alrabai（2021）の枠組みに照らせば，こうした教員のかかわりは学習者の自律性・有能感・関係性という基本的心理欲求を日常的に満たす実践として位置づけられる。AI が課題の提供・進捗管理・フィードバックの一部を担える時代においても，学習者が「何のためにやっているのか」という問いに応え，個々の状況を読みながら働きかけ続ける教員の存在は代替困難である。Biesta & Tedder（2007）が論じるエージェンシーが個人の属性としてではなく環境との相互作用の中で達成されるという視点に立てば，本授業における学習者の主体的変容は，学習者個人の変化であると同時に，教員・仲間・課題・空間が織りなす生態学的文脈の産物として理解すべきものである。

## 7. おわりに

本研究は，初年次英語基礎科目を対象に，授業内外の役割分担設計と教員の継続的かかわりが学習者の主体的変容に与える影響を混合研究法によって検討した。その結果，97.7%の学習者が学びへの姿勢の変化を認識しており，その内容は態度・感情・行動の各層に及ぶことが確認された。また，探究心の高い学習者特性とインタラクション中心の授業設計との整合性も示された。

本研究で特に示唆されたのは，教員の役割の重要性である。量的・質的データを総合すると，教員は知識の伝達者ではなく，学習者の内発的動機を引き出し，学習の方向性を示しながら主体的な学びを支える存在として機能していたと解釈できる。Alrabai（2021）の自律支援の枠組みに照らせば，こうしたかかわりは学習者の自律性・有能感・関係性を支える実践として位置づけられる。AI が課題提示やフィードバックの一部を担う時代においても，学習者が学ぶ意味を見出し，自らの成長を振り返る過程を支援する教員の役割は依然として重要である。

一方で，本研究は単一機関における一つの授業実践を対象とした探索的研究であり，結果の一般化には慎重である必要がある。また，データは任意回答による自己報告を中心としているため，回答者の自己選択バイアスや認識と実際の能力変容との乖離が含まれる可能性もある。今後は複数年にわたる縦断的調査や他クラス・他科目との比較を通して，主体的変容を促す授業設計と教員の役割についてさらに検証していきたい。

## 参考文献


(1) Alrabai, F. : "The influence of autonomy-supportive teaching on EFL students' classroom autonomy: An experimental intervention", Frontiers in Psychology, Vol.12, Article 728657 (2021).

(2) Bandura, A. : "Toward a psychology of human agency: Pathways and reflections", Perspectives on Psychological Science, Vol.13, No.2, pp.130–136 (2018).

(3) Biesta, G., Tedder, M. : "Agency and learning in the lifecourse: Towards an ecological perspective", Studies in the Education of Adults, Vol.39, No.2, pp.132–149 (2007).

(4) 中央教育審議会："学士課程教育の構築に向けて", 文部科学省 (2008).

(5) Hattie, J. : "Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning", Routledge (2012).

(6) 平山るみ・楠見孝："批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響：証拠評価と結論生成課題を用いての検討", 教育心理学研究, Vol.52, No.2, pp.186–198 (2004).

(7) 川喜田二郎："発想法：創造性開発のために", 中央公論社 (1967).

(8) Luo, R.-Z., Zhou, Y.-L. : "The effectiveness of self-regulated learning strategies in higher education blended learning: A five years systematic review", Journal of Computer Assisted Learning, Vol.40, No.6, pp.3005–3029 (2024).

(9) Mercer, S., Dörnyei, Z. : "Engaging language learners in contemporary classrooms", Cambridge University Press (2020).

(10) 文部科学省："高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）外国語", 文部科学省 (2018).

(11) OECD : "The future of education and skills: Education 2030", OECD Publishing (2018).

(12) Wale, B. D., Kassahun, Y. F. : "The transformative power of AI writing technologies: Enhancing EFL writing instruction through the integrative use of Writerly and Google Docs", Human Behavior and Emerging Technologies, Vol.2024, 9221377 (2024).

(13) Wenger, E. : "Communities of practice: Learning, meaning, and identity", Cambridge University Press (1998).

# 生成 AI を活用した中国語学習支援サイトの構築と実践
## —語学教員による教科書準拠システムの自作—

永江貴子*1
Email: tnagae@takushoku-u.ac.jp

＊1: 拓殖大学外国語学部中国語学科

◎Key Words　生成 AI　中国語教育　学習支援システム

## 1. はじめに

ICT を活用したブレンド型学習は，対面授業と自学自習を有機的に結びつけ，初級語学教育において学習量の確保と知識の定着に効果を上げることが報告されている(1)。ここで報告された教科書に準拠した学習管理システムである「ポイント学習中国語初級デジタル版」(2)は，音声を用いた反復練習と進捗の可視化が学生の自律的な学習を促す。

しかし，こうした教科書準拠の学習支援システムは一部の教科書にしか用意されていない。公開されている様々な中国語学習サイトでは，授業で扱う語彙や本文と練習内容が一致せず，予習・復習の連続性を確保しにくいという課題があった。

そこで，自身が使用する教科書に完全準拠した学習支援サイトを独自に構築することを試みた。プログラミングの専門的な教育を受けた経験がなくとも，生成 AI を開発の補助として活用することで，要件の整理からコーディング(プログラム作成)，デバッグ(不具合の修正)までを進め，実際に授業で運用可能なシステムを完成させることができた。本発表では，生成 AI を活用した学習支援サイトの構築過程を報告するとともに，当該サイトを授業実践に適用した際の教育的効果について検討する。

## 2. 学習支援サイトの構築

### 2.1 開発の方針と環境

本システムは，生成 AI を活用した中国語教材・Web アプリケーション開発の取り組み(3)を参考に，HTML，CSS，JavaScript，および音声ファイルを基盤とする Web アプリケーションとして構築した。学習履歴は MySQL データベースに保存し，レンタルサーバー（エックスサーバー(4)）上に設置することで，PC・スマートフォンの双方から利用できるようにした。コードの記述・修正やサーバーの操作方法は，一つ一つを生成AI(5)に質問しながら進め，デバッグとテストを繰り返して完成させた。開発過程では，生成 AI との対話を通じて機能を段階的に改善しながらシステムを構築した。

具体的には，実現したい練習の仕様（出題範囲・採点の基準・画面構成など）を日常の言葉で AI に伝え，提示されたコードを実際に動かして確認し，不具合があればその状況を伝えて修正する，という対話を繰り返した。複数の AI を併用し，一方が示した解決策を他方に検証させるなど，相互に補完させた点も有効であった。専門的なプログラミング知識がなくても，「何を・どのように学ばせたいか」を言語化できれば実用的なシステムを構築できることが示され，これは文系の語学教員が生成 AI を活用して自らの教材環境を整える一つのモデルになり得ると期待される。

### 2.2 練習コンテンツの構成

学生はログイン後，トップページの目次から学習する課を選ぶと（図 1 左），その課の練習メニューが表示される（図 1 右）。メニューは各課で取り組む 4 種類の練習が並び，1 つ選び学習を始める。




図 1　課の選択（左：目次）と練習メニュー（右）

各課の画面構成はほぼ共通で，音声再生ボタン・入力欄・「答え合わせ」ボタン・正解回数の表示からなる。出題はその都度シャッフルされる。各練習の画面を順に示す。




図 2　単語練習の画面（初期状態）

図 2 は「単語練習」の画面である。音声を聞いて簡体字を音声または手で入力する練習で，語彙の聞き取りと簡体字表記の定着をねらう。




図 3　単語練習のフィードバック
（左：正解時，右：誤答時）

図 3 に示すように，正解の場合は「正解です！」と緑色で表示され，正解回数が一つ進む。誤答の場合は「違います。正解は…」と赤色で正答を示し，Enter キーで音声を再生して再挑戦できる。この練習は，3 回正解すると「完了」となる。こうした即時のフィードバックにより，学生はその場で誤りに気づき，正答を確認し再度取り組める。




図 4　単語ピンイン練習の画面

同じ語を聞いて声調記号付きのピンインを入力する練習で，発音と声調の習得を目的とする。3 回正解で「完了」となる。




図 5　会話練習の画面

本文（会話）の音声を聞いて中国語で書き取る練習で，簡体字入力モードで Win＋H の音声入力により発音しながら入力するか，キーボードから手入力する。2 回正解で「完了」となる（第 12 課は 16 問）。




図 6　閲読練習の画面

本文（閲読）の音声を聞いて書き取る練習で，入力方法は会話練習と同じである。2 回正解で「完了」となる（第 12 課は 10 問）。

単語ピンイン練習・会話練習・閲読練習（図 4〜図 6）においても，正解時・誤答時の画面展開は単語練習（図 3）と同様である。すなわち，正解時は緑色のメッセージとともに正解回数が進み，誤答時は赤色で正答が示され，音声を再生して再挑戦できる。

教材の語彙・本文・音声はすべて授業で用いる教科書に合わせてあり，予習・復習が授業内容と直接つながるよう設計した。なお，サイト化にあたっては教科書中の登場人物名“高木”（高木）などの固有名を削除し，汎用的な練習素材として再構成した。

## 2.3 自動採点と反復学習

各問題には音声が紐づけられ，学生はボタンまたは Enter キーで音声を何度でも聞き直せる。入力された解答は即時に自動採点され，誤答の場合は同じ問題の音声が自動的に再生されて再挑戦を促す。出題順はその都度シャッフルされるため，丸暗記ではなく聞き取りと理解に基づく学習となる。採点では表記のゆれにも配慮し，例えば代名詞の“他”と“她”はいずれも正解とし，句読点の有無は問わないようにした。習熟度は正解回数で管理し，繰り返し正解した問題が「完了」となる（練習に応じて 2〜3 回）。画面上部には正解回数ごとの問題数が色分けして表示され，学習の進み具合が一目で把握できる。学習の途中段階と，全問題を完了した状態を図 7 に示す。




図 7　学習の進捗表示（左：学習途中，右：完了）

完了時には「練習完了です！」と表示され，別の練習や繰り返しの学習を進められる。

## 2.4 本システムの特徴

本システムの特徴は次の 4 点に整理できる。第一に，使用教科書に完全準拠し，授業と自学自習が一体化している点である。第二に，全問題が音声駆動で，聞き取り・入力・即時フィードバック・誤答時の自動再生による反復が自律的に行える点である。第三に，PC とスマートフォンの双方に対応し，時間や場所を選ばず学習できる点である。第四に，ログイン制により個々の学習履歴（正解回数・完了状況・所要時間）がサーバー上に蓄積され，学生本人の振り返りと教員による把握の双方に活用できる点である。

## 3. 学習進捗管理機能

学習の進捗を管理するため，教員用のダッシュボードを実装した。学生別・課別・練習種別ごとに，学習の完了状況（正解回数）と所要時間を一覧できる（図 8）。

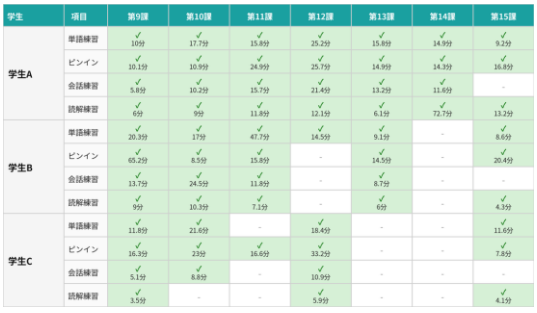



図 8　教員用ダッシュボード

図 8 のように，各セルには「完了」を表すチェッ

クと所要時間（分）が色付きで示され，誰がどの練習にどこまで取り組んだかが一目で分かる。これにより未着手の学生への声かけやつまずきの個別把握が容易になり，従来は紙やメールで個別に行っていた提出確認とフィードバックを大幅に効率化できた。

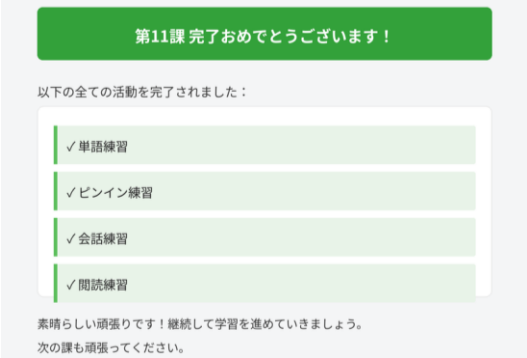



図 9　課完了時に自動送信される通知メール

また，学生が一つの課（全練習）を完了すると，本人に「課完了通知」メールが自動送信されるようにした（図 9）。完了した練習が一覧で示され，達成感を可視化して学習の継続を促す。

## 4. 授業実践と成果

### 4.1 運用の概要

本システムは，大学の初級中国語の授業において，後期に毎週の宿題として運用した。スマートフォン・PC のいずれからもアクセスでき，学生は主にスマートフォンから利用した。

### 4.2 定期試験成績

表 1　定期試験平均点の比較

| 学期 | 平均点 | 人数 |
|---|---|---|
| 前期（システム未使用） | 71.4 | 18 |
| 後期（システム使用） | 75.9 | 18 |

システム使用前の前期期末試験と，使用後の後期期末試験について比較した。対応のある $t$ 検定を行った結果，後期期末試験の平均点は前期期末試験より高かったものの，その差は統計的に有意ではなかった（$t(17) = 1.12, p > .05$）。この点で，本システム導入後に平均点の上昇はみられたものの，統計的に有意な差は確認されなかった。

### 4.3 観察された効果

自動採点と進捗の可視化により，学生の自習への取り組みが観察されるようになり，教員は個別フィードバックを効率化できた。また，提出状況の把握や採点にかかる負担が軽減され，学習支援により多くの時間を充てられるようになった。

### 4.4 学習量と成績の関係

個々の学生について，システムでの学習量と成績との関係を検討した。学習量の指標には，システムで完了した練習数（第 9〜15 課×4 練習，最大 28）および総学習時間を用いた。

完了練習数と後期期末試験得点との間には有意な正の相関が認められた（$r(16) = .51, p < .05$）。一方，総学習時間と後期期末試験得点との間には有意な相関は認められなかった（$r(16) = .25, p > .05$）。この結果から，学習時間よりも，完了した練習数の方が成績との関連が強い可能性が示唆された。

表 2　完了練習数による後期期末試験の比較

| 群（完了練習数） | 人数 | 平均点 |
|---|---|---|
| 完了多群（22 問以上） | 11 | 80.3 |
| 完了少群（22 問未満） | 7 | 69.1 |

完了練習数の中央値（22）を基準に 2 群に分けて比較したところ，完了多群は完了少群よりも後期期末試験の平均点が有意に高かった（80.3 点対 69.1 点，$t(16) = 2.48$，$p < .05$）。ただし，前期期末試験でも同様の傾向がみられた（78.1 点対 60.4 点，$t(17) = 1.97, p > .05$）。この結果は学習量と成績との関連を示すが，因果関係を示すものではない。

## 5. おわりに

本実践は，プログラミングを専門としない文系の語学教員であっても，生成 AI を活用すれば，授業で使用している教科書に完全準拠した学習支援システムを自作し，授業で運用し得ることを示した。結果として，試験成績は前期を上回る傾向を示したものの，有意な向上は認められなかった。一方で，システムへの取り組みが多い学生ほど成績が高い傾向もみられた。加えて，学習継続の促進，フィードバックの効率化，教員の負担軽減といった面で効果が認められた。今後は対象とする課の拡大と，学習ログを活用した個別最適化の検討を進めたい。

## 付記

本稿で用いた学習ログ・試験成績は既存の授業記録を匿名化したものであり，図表中の氏名・学籍番号は仮符号に置き換えた。

## 謝辞

本システムの構築および運用にあたり，使用教科書の利用についてご快諾を賜りました伊藤さとみ先生に感謝申し上げる。本研究は JSPS 科研費（JP24K04084）の助成を受けた研究成果の一部である。

## 参考文献

(1) 渡辺昭太：“初級中国語授業へのブレンド型学習の導入とその成果”，法政大学教育研究，第 6 号，pp.33-47（2015）.
(2) 学習管理システム：“ポイント学習中国語初級デジタル版”（https://hosei-ch.xsrv.jp/hosei/index.html）.
(3) 氷野善寛：“これは使える！中国語教材—AI とハサミは使いようで切れる！—”，中国語教育，第 24 号，pp.43-53（2026）.
(4) レンタルサーバー：“エックスサーバー”（https://www.xserver.ne.jp/）.
(5) 生成 AI：“Claude”（https://claude.ai/），“Gemini”（https://gemini.google.com/），“ChatGPT”（https://chatgpt.com/）．いずれも 2025 年 9 月時点の有料版（Claude は上位プランの Claude Max，ChatGPT は ChatGPT Plus，Gemini は Google AI Pro）を使用.

# 音声認識 AI を活用した英語音読データの分析
## —大規模フォニックス学習データに基づく誤読傾向の可視化—

長岡　穂[*1]
Email: s-nagaoka@bunri-c.ac.jp

*1：西武文理大学　サービス経営学部

◎Key Words　　音声認識 AI，音読，第二言語音声習得，誤読分析，音素

## 1. はじめに

教育研究においては，学習活動のデータ化とその分析に基づく指導に関する知見の蓄積の重要性が指摘されている。英語教育における音読活動の評価は，これまで主観的判断に依拠する傾向があり，客観的データに基づく分析の必要性が指摘されている。こうした中，音声認識技術の発展は，学習者の発話を記録・分析する手段を提供し，音読に関する学習過程を定量的に把握することを可能としている[(1)(2)]。

音読は，語彙認識の自動化や文理解の促進に関与する重要な学習活動であり，そのパフォーマンスは学習者の言語処理能力を反映すると考えられている。しかし，日本の英語教育では語彙や文法に関する指導が中心となる場面も多く，音声と綴りの対応関係に関する体系的な指導は必ずしも十分とは言えない。その結果，学習者は音読において誤読を生じやすく，その傾向を把握することが課題となっている。

音読に関する研究では，流暢性（fluency）は正確性・速度・表現の統合的指標として位置づけられ，読解能力の発達と密接に関連することが指摘されている[(3)(4)]。また，誤読は単なる誤りではなく，読みの処理過程を反映する重要な指標として，誤発音・挿入・省略といった観点から分析されている(4)。

加えて，フォニックス指導に関する研究では，文字と音の対応関係の習得が初期読解能力の発達に寄与することが示されており，音韻認識やデコーディング能力は読解の基盤となるとされる[(5)(6)]。

一方，音声認識（ASR）技術を用いた研究では，音読速度や誤読の自動測定が可能となり，学習ログに基づく大規模分析が進展している[(7)]。特に教育現場における実践的研究では，Reading Progress を用いた分析が報告されており，音読速度および誤読行動の経時的変化が検討されている[(7)]。また，音素レベルの分析では，日本人英語学習者の誤りが特定の音素に集中する傾向が示されている[(8)]。

第二言語音声習得研究では，母語音韻体系が第二言語音の知覚および産出に影響を与えることが知られている。Flege（1995）の Speech Learning Model（SLM）は，第二言語音が母語音韻カテゴリーに同化されることで新たな音韻カテゴリーの形成が困難になることを示している[(9)]。また，Best & Tyler（2007）の Perceptual Assimilation Model（PAM）は，複数の非母語音が同一カテゴリーに同化される場合，弁別が困難になることを指摘している[(10)]。

この観点から，日本語母語話者は母音体系が比較的単純であり，弱化母音（/ə/）や二重母音を持たないことから，英語母音の習得に困難を示すとされる。このような音韻体系の差異は，特定の音素における誤読の集中として現れる可能性がある。

以上を踏まえると，音声認識 AI による音読データ分析と第二言語音声習得理論を統合し，音素単位で誤読傾向を検討することには重要な意義がある。しかしながら，既存研究では誤読を単語単位または誤読タイプ単位で扱うものが多く，音素レベルでの大規模分析は十分に行われていない。したがって，本研究は，「どの音が誤られやすいか」という音韻的傾向の解明に焦点を当て，音素単位で誤読傾向を分析する点に特徴がある。

## 2. 研究目的と仮説

本研究の目的は，音声認識 AI により取得された音読データを用いて，英語学習者の誤読傾向を音素単位で定量的に明らかにし，誤読率の算出および比較を通じて学習者が困難とする音素を可視化することである。加えて，誤読の分布がランダムではなく，音韻体系に依存した体系的傾向を有するかを検討することを目的とする。

本研究では以下の仮説を設定する。

(1) 日本語母語話者は，母語に存在しない音素（例：/ʌ/，/ə/ など）において誤読率が高くなる。これは，新たな音韻カテゴリーの形成が困難であるとする第二言語音声習得理論に基づく。

(2) 弱化母音（/ə/）など，語中で音価が変化する曖昧な音素は，知覚および産出の両面で不安定となるため，誤読率が高くなる。

(3) 母語音韻体系において複数の音素が同一カテゴリーに同化される場合（例：英語母音が日本語の/a/に近似される場合），それらの音素において弁別困難が生じ，誤読率が高くなる。

これらの仮説は，Flege（1995）の Speech Learning Model および Best & Tyler（2007）の Perceptual Assimilation Model に基づくものであり，本研究では大規模音読データを用いて音素別誤読率を算出し，母音・子音の比較や音素間の分布を分析することで，これらの理論的予測との整合性を検討する。

## 3. 分析方法

### 3.1 対象者および語彙レベル

本研究の対象は，日本語を母語とする英語学習者 46 名であり，大学 1・2 年生を対象とした 2025 年度の通年必修英語科目の受講者である。当該科目において，週 1 回・

全30週にわたり音読課題を実施し，継続的に音読データを収集した。学習者の英語レベルはCEFR A2〜B1相当である。

音読課題には，TOEIC 対策用の語彙を基にした単語フレーズリストを使用した。これらの語彙は短母音・長母音・子音結合など，多様な音素を含むよう設計されている。語彙レベルは概ねCEFR A1〜B1相当であり，学習者のレベルをやや下支えする難易度として設定されている。

### 3.2 使用データ

本研究では，Microsoft Teams および Learning Accelerator (Reading Progress) を用いた音読課題により収集されたフォニックス学習データ約10万件を対象とした。その中から1000件を無作為抽出し，分析に用いた。抽出に際しては，特定の音素や語彙に偏りが生じないよう留意し，主要な音素分布を含むことを確認した。

本データは音声認識AIによりテキスト化されたものであり，誤認識が含まれる可能性がある。しかし，同一条件下で収集された大規模データであることから，個別誤差の影響は平均化されると考えられ，相対的な誤読傾向の分析には一定の妥当性を有すると判断される。

### 3.3 データ前処理

本研究では，Microsoft Teams の Reading Progress 機能により取得された音読データを用いた。Reading Progress では，誤発音（mispronunciation），挿入（insertion），削除（omission），および音読速度（WPM: words per minute）といった指標が提供される。本研究ではこのうち誤発音に着目し，フォニックス単位で出力される評価結果を分析対象とした。

次に，フォニックス単位で出力された音読評価データを基に，各単語に含まれる音素情報を整理した。その上で，分析の一貫性を確保するため，フォニックス表記を国際音声記号（IPA）に対応づけて正規化した（例：broad a → /ɑː/，uh → /ʌ/，schwa → /ə/）。これにより，表記上異なる項目であっても，同一または類似する音素として比較できるようにした。

また，各音素について誤読回数および出現回数を集計した。ここで出現回数とは，分析対象データ内において当該音素が含まれていた総回数を指す。誤読回数とは，当該音素を含む単語において誤発音が検出された回数を指す。

以上の手順により，音素単位での誤読傾向を定量的に分析した。

### 3.4 誤読率の算出と可視化

誤読率は，音素ごとに集計した誤読回数を，同一音素の出現回数で除することにより算出した。ここで，誤読回数とは，正解語と音読結果を比較した際に，当該音素を含む項目で誤読が確認された回数を指す。出現回数とは，分析対象データ内において当該音素が出現した総回数を指す。誤読率は以下の式により算出した。

誤読率 ＝ 誤読回数 ÷ 出現回数

算出した誤読率は，音素ごとに比較できるよう百分率に換算した。同様に，出現回数が極端に少ない音素は誤読率が過大に算出される可能性があるため，本研究では出現回数30以上の項目を中心に分析した。また，音素別誤読率を棒グラフとして可視化し，学習者がどの音素において誤読しやすいかを視覚的に把握した。

## 4. 結果

分析の結果，誤読率は特定の音素に偏って分布していることが確認された（図1）。

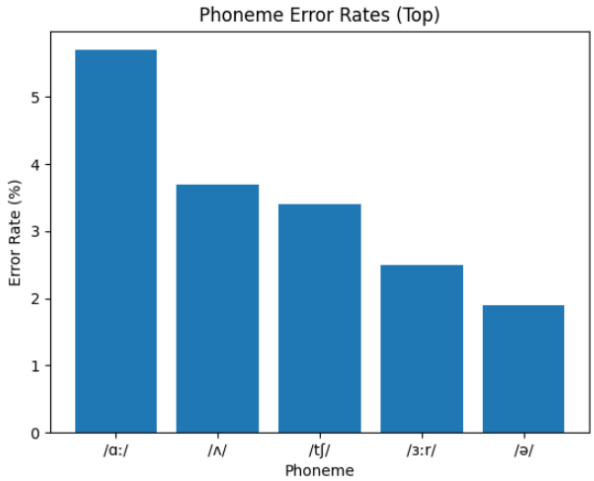



図1 音素別誤読率（上位）

図1は音素ごとの誤読率を示したものであり，誤読率の高い音素ほど棒の長さが大きくなるように表示している。

特に，/ɑː/ が5.7%と最も高く，次いで /ʌ/（3.7%），/tʃ/（3.4%），/ɜːr/（2.5%），/ə/（1.9%）の順であった。これらの音素は主に母音または母音を含む複合音であり，子音単独の音素と比較して誤読率が高い傾向が見られた。加えて，英語特有の母音体系に関わる音素に誤読が集中している点が特徴的である。

その上で，母音と子音を比較した結果，母音の誤読率は0.31%，子音は0.10%であり，母音の誤読率は子音の約3倍であった（図2）。

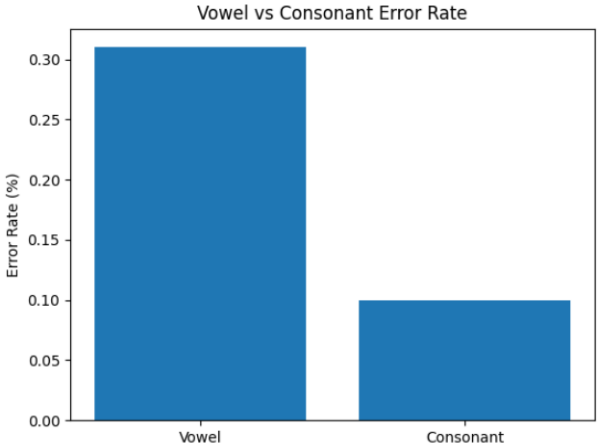



図2 母音と子音の誤読率比較

図2は母音と子音の平均誤読率を比較したものであり，母音の方が一貫して高い値を示していることが分かる。母音の誤読率は子音の約3倍に達しており，音読における誤りが母音に顕著に集中していることが示唆される。

母音を短母音・長母音・二重母音に分類して誤読率を比

較した結果，長母音において最も高い誤読率が確認され，次いで短母音，二重母音の順となった（図3）。

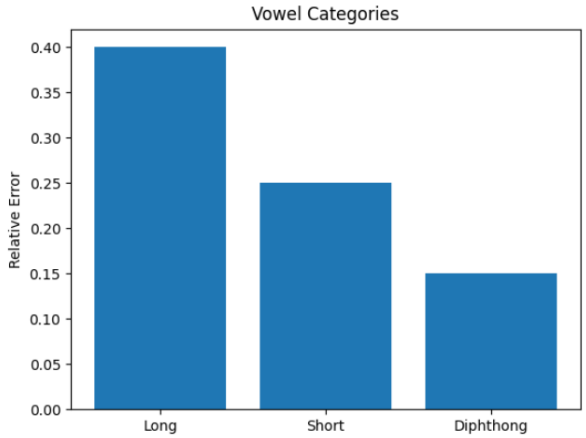



図3 母音カテゴリ別誤読率

特に /ɑː/ を含む長母音において顕著な誤読が見られた。このことは，日本語において音長の対立が限定的であることに起因し，長母音の知覚および産出が不安定となるためと解釈できる。一方で，二重母音については構成要素が比較的明確であるため，誤読率が相対的に低く抑えられている可能性がある。

次に，子音を破裂音・摩擦音・破擦音に分類し，誤読率を比較した結果，破擦音および摩擦音において相対的に誤読率が高く，破裂音では低い傾向が確認された（図4）。

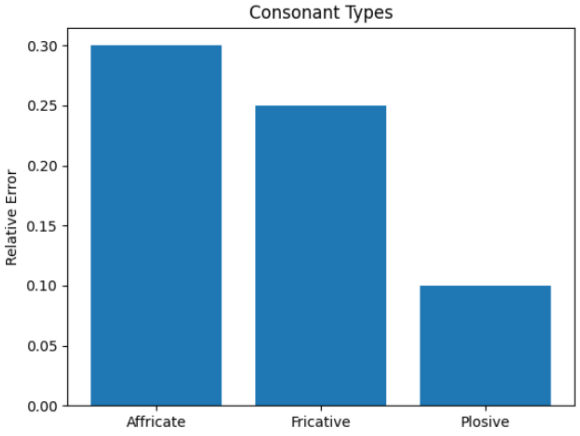



図4 子音タイプ別誤読率

特に /tʃ/ に代表される破擦音では，複数の調音動作を伴うことから，調音の複雑性が誤読の要因となっている可能性がある。また，摩擦音についても持続的な気流制御を必要とするため，音声産出の安定性が低下しやすいと考えられる。

併せて，音素の出現位置に着目し，語頭・語中・語末の各位置における誤読率を比較した結果，語中において最も誤読率が高く，次いで語末，語頭の順となった（図5）。

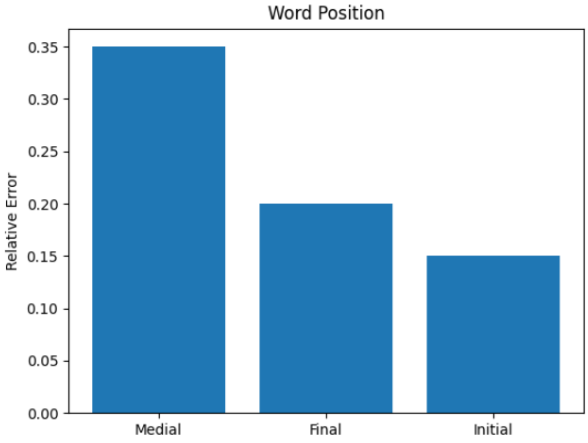



図5 語中位置別誤読率

語中で誤読率が高い要因としては，弱化母音 /ə/ の出現頻度が高いことや，強勢の影響により音価が変化しやすいことが挙げられる。一方で語頭は比較的明瞭に発音されるため，誤読率が低く抑えられていると示唆される。

以上の結果から，誤読は特定の音素に集中するだけでなく，音素の種類（母音・子音），音韻的特徴（音長・調音様式），および語中位置といった複数の要因が相互に影響して生じていることが示唆された。

## 5. 考察および結論

本研究では，音声認識 AI を用いた大規模音読データの分析により，英語学習者の誤読が特定の音素に集中する傾向が確認された。特に /ɑː/，/ʌ/，/ɜːr/，/ə/ といった母音において誤読率が高く，誤読はランダムではなく音韻的特性に依存して分布することが明らかとなった。

これらの結果は，第二言語音声習得理論により説明可能である。Flege（1995）の Speech Learning Model（SLM）によれば，第二言語音が母語の音韻カテゴリーに同化される場合，新たな音韻カテゴリーの形成が阻害される。本研究で誤読率が高かった /ʌ/ や /ə/ は，日本語母語話者にとって対応する音が不明確であり，「新規音」または「曖昧に同化される音」として処理される可能性が高い。その結果，音韻カテゴリーが安定せず，誤読として現れると示唆される。また，/ɜːr/ のような母音と /r/ の連続を含む音素は，日本語の音韻体系に類似構造が存在しないため，単一単位としての知覚が困難であると示唆される。このような複合音は部分的に既存カテゴリーに同化され，不完全な音声表象となることで誤読を引き起こす可能性がある。

さらに，Best & Tyler（2007）の Perceptual Assimilation Model（PAM）によれば，複数の非母語音が単一の母語カテゴリーに同化される場合，弁別が困難になる。本研究で観察された /ɑː/，/ʌ/，/ə/ は日本語の /a/ に近似的に知覚される可能性があり，複数の母音が同一カテゴリーに統合されることで弁別困難が生じ，誤読の増加につながったと解釈できる。

以上より，本研究の結果は，SLM および PAM が示す「非母語音の知覚・産出困難」が実際の音読における誤読として現れることを示しており，理論と実証データの整

合性を支持するものである。

教育的観点からは，フォニックス指導において単なる文字―音対応にとどまらず，音韻カテゴリーの再編成を促す指導が重要である。特に /ə/ や /ʌ/ のような弱化母音については，強勢や語中位置との関連を明示する指導が有効と考えられる。また，/æ/–/ʌ/–/ɑː/ のようなミニマルペア練習は，単一カテゴリー同化の回避に寄与する可能性がある。加えて注目すべきは，音声認識 AI による即時フィードバックは，学習者の誤読傾向の自覚と修正を促す点で有効である。

本研究の意義は，大規模音読データに基づき誤読の体系的傾向を音素単位で明らかにした点にある。特に，誤読が母音に偏在することを定量的に示した点は，音韻指導の重点を明確化する上で有用である。また，第二言語音声習得理論と学習データを接続した点にも意義がある。

一方で，本研究には限界もある。第一に，音声認識 AI による誤発音検出には誤差が含まれる可能性がある。第二に，本分析はテキストベースの評価結果に依存しており，知覚過程や調音運動を直接測定したものではない。第三に，対象者が特定の教育環境に限定されているため，一般化には慎重な検討が必要である。

今後は，音声波形や知覚実験を組み合わせた分析により誤読の発生メカニズムを詳細に検討する必要がある。また，縦断的データを用いた分析により，音韻カテゴリーの形成過程や指導効果の検証が求められる。

以上より，本研究は音声認識 AI と第二言語音声習得理論を統合することで，英語学習者の音韻的困難を実証的に明らかにし，音読指導に対する新たな分析枠組みを提示した。

参考文献

(1) Vančová, H.: “AI and AI-powered tools for pronunciation training”, Journal of Language and Cultural Education, 11(3), pp.12-30（2023）.
(2) Alonzo, D., Abril, J. M. V., & Oo, C. Z.: “The use of artificial intelligence in English language assessment: Empirical evidence and future directions”, Cristal: Critical Studies in Teaching and Learning, 13(2)（2025）.
(3) Kuhn, M. R., & Stahl, S. A.: “Fluency: A review of developmental and remedial practices”, Journal of Educational Psychology, 95(1), pp.3-21（2003）.
(4) Rasinski, T. V.: “Speed does matter in reading”, The Reading Teacher, 54(2), pp.146-151（2000）.
(5) Ehri, L. C.: “Phases of development in learning to read words”, Journal of Research in Reading, 18(2), pp.116-125（1995）.
(6) Adams, M. J.: Beginning to Read: Thinking and Learning about Print, MIT Press（1990）.
(7) 長岡 穂: “AI 音読評価ツール Reading Progress による音読速度と誤読の経時的変化” , CIEC 春季 PC カンファレンス論文集 Vol.17,pp16-23（2026）.
(8) 長岡 穂: “日本人英語学習者における音素別発音誤りの体系的分析”, JACET 言語エキスポ 2026 予稿集 pp129-130（2026）.
(9) Flege, J. E.: “Second language speech learning: Theory, findings, and problems”, in Strange, W. (Ed.), Speech Perception and Linguistic Experience, York Press, pp.233-277（1995）.
(10) Best, C. T., & Tyler, M. D.: “Nonnative and second-language speech perception: Commonalities and complementarities”, in Munro, M. J. & Bohn, O.-S. (Eds.), Second Language Speech Learning, John Benjamins, pp.13-34（2007）.

# 解体校舎の記憶継承と避難判断を支える 3D 校舎メタバースと煙体験 VR 防災教材

藤原 遙馬[*1]・浮田 明季[*1]・大野 智己[*2]・高松 胡桃[*3]・中村 南瑠[*3]
指導教員：笹岡 慎太郎[*4]
Email：ssasaoka9030@gmail.com
*1：愛媛県立松山南高等学校理数科 3 年
*2：愛媛県立松山南高等学校理数科 2 年
*3：愛媛県立松山南高等学校普通科 2 年
*4：愛媛県立松山南高等学校

◎Key Words　3D 校舎メタバース，煙シミュレーション VR，地域デジタルアーカイブ

## 1. はじめに

学校統廃合や校舎老朽化で失われるのは建物だけではない。教室の雰囲気，階段からの景色，体育館での行事など，卒業生や地域の人の記憶も，場所とともに共有しにくくなる。文部科学省によると，平成 16 年度から令和 5 年度までに公立学校 8,850 校が廃校となり，現存施設のうち 213 校は取壊し予定である。(1) 松山南高校でも旧校舎の解体が進み，私たちは，なくなる前に空間を記録したいと考えた。

写真や動画でも校舎を残すことはできる。しかし，後から見る人が自分で歩き回り，教室と廊下の距離感を確かめたり，離れた人と同じ空間を見ながら話したりすることは難しい。3D 計測は文化資産の記録に有効であり，VR は危険な火災場面を安全に学ぶ手段として研究されてきた。(2)(3) 一方で，記憶継承用の 3D モデルと防災教材は別々に作られることが多く，撮影や形状修正の負担が二重になりやすい。そこで本研究では，本校の先行活動「南高 3D 博物館」(4)を発展させ，同じ校舎 3D 資産を，記憶を語り合う Web 空間と避難を判断する VR 教材の両方に用いることにした。

本研究で確かめることは三つである。RQ1：身近な機器で取得した校舎をブラウザ上で共同訪問できるか，RQ2：同じ 3D 資産を煙体験 VR へ再利用できるか，RQ3：実装と公開の結果から，他校展開に必要な条件と限界を明らかにできるか，である。本稿の主張は，システムを実際に動かせたこと，公開を通じて外部に届いたこと，他校でも取り組む条件を整理したことまでとする。避難学習としての効果は，今後の体験者調査と事前・事後比較で検証する。本研究の新規性は，保存用 3D データをただ眺める記録で終わらせず，思い出を語り合う場と避難判断を考える教材の二つに生かした点にある。

## 2. 研究設計

### 2.1 「共通原モデル＋用途別派生」

私たちの考え方は，「一度記録し，二つの学びに使う」である（図 1）。設計要件は，A：校舎を「歩ける記憶」として残す，B：専用アプリなしで閲覧できる，C：離れた利用者が同時訪問できる，D：同じ形状を防災教材へ転用する，E：他校が段階的に追試できる，の 5 点とした。スマートフォン等で取得したデータを Blender で修正し，縮尺と座標をそろえた高精細の共通原モデルを保存する。そこから Web 用には軽量モデル，VR 用には火災計算と体積描画に適したモデルを作る。再利用とは完成ファイルをそのまま使うことではなく，撮影と形状修正を共通化し，用途に合わせて派生版を作ることである。




図 1　共通原モデルから記憶共有と避難判断へ展開する構成

### 2.2 評価の考え方

成果を感覚だけで判断しないため，先に確認項目を決めた。RQ1 では，ブラウザ閲覧，複数端末での位置・向きの同期，公開後の到達範囲を確認した。RQ2 では，校舎形状を使った煙計算，VR 端末での校舎移動と煙描画を確認した。RQ3 では，開発中の不具合や解決方法，必要な機材，専門家の支援を記録した。アクセス数は実人数や学習効果を直接表すものではないため，公開の広がりを示す指標として扱った。

## 3. 開発方法

### 3.1 3D 取得とモデル管理

屋内や校内の小物は，LiDAR 対応スマートフォンと Scaniverse で分割して撮影し，8 名の協力生徒も参加した。スマートフォンでは死角になりやすい外壁は，えひめ産学官ドローン利活用協議会と連携して空撮した。取得したメッシュには穴，重複面，浮遊点，面の向きの乱れ，縮尺のずれがあったため，Blender で修正した。保存用の高精細原本と，公開・VR 用の軽量な派生版を分けて管理し，公開時には立入可能範囲，人の顔，掲示物，個人情報を確認した。

### 3.2 交流型 Web メタバース

Web 版では，軽量化したモデルを Three.js で描画し，(7) PC やスマートフォンのブラウザから一人称視点で歩けるようにした。Node.js サーバと WebSocket を用い，各利用者の識別子，位置，向きを送受信して，他の利用者を同じ空間に表示した。通信では

3D 形状全体を送り続けるのではなく，各端末が共通モデルを持ち，変化する利用者の状態だけを同期した。これにより通信量を抑え，単独で眺めるアーカイブから，離れた人が同じ場所を歩きながら話せる共同訪問の空間へ広げた。

### 3.3 煙体験 VR

防災教材では，廊下，教室，体育館，階段室など避難判断に関わる 10 か所を出火候補とし，まず 1 条件を FDS で予備計算した。FDS は米国 NIST が公開する火災流体解析ソフトである。(5) 個人用 Linux PC では 1 条件の計算に約 40 時間かかった。煙の時系列体積データは，GPU で扱いやすい NanoVDB へ変換し，(6) Unity に読み込んだ。OpenXR を介して Meta Quest 3S 上で動作させ，(8) 校舎内を移動しながら煙の広がりと視界低下を見て経路を選ぶ試作教材とした。

この VR 教材では，正解の経路を自動で表示しない。利用者が煙の見え方を手掛かりに，自分で進む方向を考えるためである。ただし，FDS の結果は出火位置，燃焼物，換気，格子幅などの条件で変わるため，実際の建築安全性を保証しない。防災・流体分野の専門家による条件確認を前提とし，体験時には VR 酔いや心理的負担にも配慮する。




図 2　解体中の校舎と二つの実装結果

## 4. 結果

RQ ごとの確認結果を表 1 にまとめた。Web 版では，旧校舎，階段，体育館，思い出の品を閲覧でき，複数端末間で位置と向きの同期を確認した。公開サイトは 2025 年 10 月時点で総閲覧数 591 件，20 か国からアクセスされた。この数値だけで記憶継承の効果は示せないが，地域に限られた題材を校外・国外へ届け，複数人が同じ空間を訪問できる構成が実際に機能したことは確認できた。

煙体験 VR では，予備 1 条件の計算が完了し，煙が校舎内へ広がる時間変化を確認した。また，Meta Quest 3S 上で校舎内移動と煙描画を同時に実行できた。一方で，Web 用モデルをそのまま入れるだけではうまく動かなかった。ポリゴン削減，座標の統一，衝突判定，FDS 用形状の整理，煙データの変換が必要であった。この経験から，「完全な使い回し」ではなく，「共通原本から用途に応じて派生させる」設計が現実的だと分かった。

表 1　研究課題に対する確認結果

| RQ | 根拠（観察・データ） | 現時点の結論 |
|---|---|---|
| 1 | ブラウザ閲覧，複数端末同期，591 件・20 か国 | 共同訪問と校外公開の成立を確認 |
| 2 | FDS 予備 1 条件，約 40 時間計算，VR 内移動・煙描画 | 同一 3D 資産から煙体験 VR へ派生可能 |
| 3 | 外壁欠損，表示負荷，計算負荷，個人情報確認の改善記録 | 原本／派生分離，状態同期，事前計算が条件 |

### 4.1 開発過程から得た五つの設計原則

開発を進める中で，次の五点が重要だと分かった。第一に，スマートフォンだけでは取得しにくい外壁は，地域のドローン技術で補う。第二に，保存精度と実時間動作を両立させるため，高精細原本を残して軽量版を派生する。第三に，Web では 3D 形状ではなく利用者の状態だけを同期する。第四に，高負荷な煙計算は事前に行い，VR 端末には描画しやすいデータを渡す。第五に，公開前に立入範囲と個人情報を確認する。失敗や制約を次に使える設計原則へ変換できたことが，RQ3 への成果である。

## 5. 考察

### 5.1 独創性：同じ 3D 資産を二つの学びに生かす

本研究で最も大切な点は，3D 保存と VR 防災を単に並べたことではなく，一つの校舎空間を共通基盤として，Web では他者と思い出を語り，VR では自分で避難経路を判断するという二つの学びにつなげた点である。失われる校舎を懐かしむ記録として残すだけでなく，命を守る判断を考える教材へ変換した。AI 時代には，技術に何を任せるかだけでなく，人が何を考え，どのように他者と関わるかが重要になる。本研究は，情報技術を人が語り合い，考えて選ぶために用いた点に意義がある。

また，私たち高校生が，課題発見，協力依頼，撮影，3D 修正，Web 通信，流体計算，VR 実装を分担し，大学・企業・地域団体の専門性を取り入れながら形にした。単一ソフトの使い方を学ぶだけではなく，「保存精度と動作速度」「公開性と個人情報」「現実性と安全性」の間で何を優先するかを何度も判断した。この点に，情報機器を用いた探究学習としての価値がある。

### 5.2 有用性：他校が段階的に始められる構成

他校で応用する場合，最初からすべての機材をそろえる必要はないと考える。段階 1 では，スマートフォンと PC で撮影し，Web で閲覧できるところまで行う。段階 2 では，サーバを用意し，複数人で同じ空間を訪問できるようにする。段階 3 では，計算環境，VR 端末，専門家の助言を得て煙体験へ進む。校舎モデルだけを自校のものに置き換え，Web 表示，通信，煙描画の枠組みを再利用できれば，統廃合校，文化財，避難所，公共施設にも応用できる。

表 2　他校展開の段階モデル

| 段階 | 必要なもの | 得られる成果 |
|---|---|---|
| 1 記録 | スマートフォン，PC，3D 編集 | 歩ける地域デジタルアーカイブ |
| 2 共有 | Web サーバ，リアルタイム通信 | 遠隔地からの共同訪問 |
| 3 防災 | FDS 計算環境，VR 端末，専門助言 | 煙下での避難判断体験 |

### 5.3 限界と実証計画

第一に，591 件・20 か国は閲覧の広がりを示すものであり，記憶が実際に継承されたことを示すものではない。今後は卒業生や地域住民への同意付き調査で，想起された場所，語られた記憶，共同訪問の有無，継続利用意向を記録する必要がある。第二に，煙計算は 1 条件の予備実証である。火源，材料，換気，格子幅について専門家と確認し，残る 9 候補も比較する必要がある。

第三に，VR が避難判断を改善するかは，まだ検証できていない。次の評価では三つの面から確かめる。記憶継承では，想起場所数，記憶エピソード，共同訪問の有無，継続利用意向を調査する。避難判断では，同じ校舎について「平面避難図」「煙なし 3D」「煙あり VR」の三条件を比較し，危険経路選択率，出口決定時間，経路記憶，確信度，VR 酔いを測る。再現性では，撮影時間，データ容量，変換手順，必要機材，外部支援の有無を記録し，他校での段階導入を検討する。

## 6. おわりに

私たちは，解体される校舎を 3D で保存し，共通原モデルから交流型 Web メタバースと煙体験 VR へ展開した。複数端末での共同訪問，591 件・20 か国への公開，FDS 予備計算，Meta Quest 3S での校舎移動と煙描画までを確認した。成果は，保存用 3D データを記憶共有と避難判断の両方へ生かす設計と，そのための原本や派生分離，状態同期，事前計算，安全確認という原則である。今後は利用者データを集めて学習効果を検証し，撮影・変換・安全運用の手順を公開して，他校が再現できる地域デジタルアーカイブへ発展させたい。

## 謝辞

本研究にあたり，3D 制作を支援いただいた有限会社ナカノジョイントカンパニー，空撮に協力いただいたえひめ産学官ドローン利活用協議会，計算環境・研究助言に協力いただいた愛媛大学関係者，ならびに撮影・公開に協力いただいた本校生徒・教職員の皆様に感謝する。

## 参考文献

(1) 文部科学省：“令和 6 年度 公立小中学校等における廃校施設の活用状況に関する調査”，2025.
(2) Koller, D., Frischer, B., Humphreys, G.：“Research Challenges for Digital Archives of 3D Cultural Heritage Models”, Journal on Computing and Cultural Heritage, Vol.2, No.3, Article 7, pp.7:1-7:17 (2009).
(3) Smith, S., Ericson, E.：“Using immersive game-based virtual reality to teach fire-safety skills to children”, Virtual Reality, Vol.13, No.2, pp.87-99 (2009).
(4) 松山南高校ばーちゃるず：“松山南高校バーチャル博物館”，https://mmh-virtual.jp/ (参照 2026-06-20).
(5) McGrattan, K. et al.：“Fire Dynamics Simulator User’s Guide”, *NIST Special Publication 1019*, Sixth Edition, National Institute of Standards and Technology (2023).
(6) Museth, K.：“NanoVDB: A GPU-Friendly and Portable VDB Data Structure for Real-Time Rendering and Simulation”, SIGGRAPH ’21 Talks, Article 26 (2021).
(7) Three.js：“three.js docs”，https://threejs.org/docs/ (参照 2026-06-20).
(8) Khronos Group：“OpenXR Specification”，https://registry.khronos.org/OpenXR/ (参照 2026-06-20).

# 視覚障害者の聴覚知覚を体験するクイズアプリ「Hear and Seek」の開発

橋本 雄太*1
指導教員：兼重 堅志郎*2
Email: k.kaneshige@seishokaichi.ed.jp

*1：青翔開智高等学校 3 年
*2：青翔開智高等学校

◎Key Words　　視覚障害，福祉，立体音響

## 1. はじめに

私は，ダイアログ・イン・ザ・ダークという施設にて，視覚障害者の生活を体験した際に，聴覚で周囲を一切把握できず，難しさや怖さを感じ，視覚障害者の聴覚知覚を用いた生活への認識の足りなさを強く実感した。この経験を知人と話す中で，晴眼者の多くは視覚障害者の聴覚知覚に対する認識に乖離があると考えた。本研究では，この乖離を解決することを目的とした視覚障害者の聴覚体験アプリを作成し，その効果を検証した。

## 2. 視覚障害者に対する認識の現状

本章では視覚障害者の生活に対する当事者と晴眼者の認識の現状について説明し，課題設定について述べる。

### 2.1 視覚障害者の持つ認識の現状

鳥取県内の視覚障害者 3 名を対象にインタビュー(2025 年 8 月 29 日 夢ハウスにて)を実施したところ，聴覚知覚を用いた生活に関して，音の反射や環境音(車の通過音，水の音，風の向きなど)を通じて空間の広さや障害物を把握していること，生活において聴覚を最も重要な感覚として活用していることが明らかになった。加えて，工事現場や蝉の声など騒音が多い環境では音による判断が困難になるという聴覚知覚に関する生活課題も挙げられた。

視覚障害者が生活の中でどのように聴覚を活用しているかについて，伊藤亜紗『目の見えない人は世界をどう見ているのか』では，視覚障害者は，周囲の様子を音で把握しており，これは見える人が目で把握していることを耳で行っているに等しいと述べられている(1)。金治直美『指と耳で見る，目と手で聞く：視覚障害・聴覚障害のある人の暮らす世界』では，雨の日に外出すると雨の音で周囲の音が消されてしまい情報を得づらくなってしまうと述べられている(2)。また，視覚障害者と音による移動支援に関する調査では，103 名の視覚障害者のうち 88%が音響式信号機を，76%が盲導鈴を使用していると示されている(3)。

このことから，視覚障害者は生活において聴覚知覚を重要なものとして，移動支援設備や，周囲の音を活用している。一方で，音の中には周囲の把握を妨げるものもあるということがわかる。

### 2.2 晴眼者の持つ認識の現状

神戸大学の大学生 209 名を対象に行なわれた移動支援手段への意識に関する調査では，点字ブロックと盲導犬の認知度は 100%であり，白杖と音響式信号機の認知度は 80%以上と高い水準にあった。一方で，盲導鈴の認知度は 7.2%と著しく低い結果となっている(4)。また，後述する仮説検証において私が実施したインタビュー調査では，聴覚知覚にまつわる体験をした後，体験をする前を振り返った際に，20 人中 17 人が盲導鈴や音響式信号機を知らなかったこと，意識したことがなかったことを語った。また，体験しなかった群の全員が視覚障害者のイメージとして，点字ブロックや白杖，盲導犬を挙げ，聴覚知覚にまつわる生活や移動支援には言及されなかった。

このことから，晴眼者における視覚障害者に対する認識は，特に聴覚知覚の面において実際の生活との間に乖離があるということが課題として明らかになった。

## 3. 提案手法および検証方法

本章では，設定した課題に対する既存のアプローチを整理し，提案方針，評価方法，および分析方法を述べる。

### 3.1 既存のアプローチ

現状の視覚障害者の聴覚知覚に対する理解を促すことのできる取り組みとして，ダイアログ・イン・ザ・ダークが挙げられる。視覚障害者による案内のもと，暗闇の中を視覚障害者と同じ立場となって体験し，対話を行うイベントである(5)。イベントの開催地や時期が不定期であるため参加へのハードルが高い点が，多くの人に対して理解を促すには問題である。また，体験における所要時間も 90 分と手軽に体験することはできない。第 2 章では，盲導犬や点字ブロック，白杖の認知度は高く，視覚障害者のイメージとして多くが挙げていたと述べたが，これは学校における盲導犬に関する出前授業のような福祉教育の機会や，日常的に接する機会が多く存在するためであると考えられる。このことから視覚障害者の聴覚知覚に対する認識の乖離が生まれている原因として，聴覚知覚を知る機会や体験する機会が限られていることが考えられる。

### 3.2 提案方針

現状の聴覚知覚に対する理解を促す取り組みを踏まえ，課題を解決するために新たに提案する手段の条件として以下を設定した。

- 聴覚知覚に対して主体的に当事者に近い体験をすることができる。
- 場所を問わず利用することができる。

- 利用に際して，複雑な機器の使用を伴わない。

これらを条件に先行研究や既存の開発事例を調査した結果，視覚障害者に対して提供されている聴覚空間認知訓練システム[6]が存在することがわかった。これは，音を3次元的に再現する音響技術を用いて，自動車や壁などが存在する仮想空間を再現し，訓練を行うシステムである。このことから，聴覚体験を提供するためには，音響技術を用いた仮想空間上での再現が有効であると考えた。

また，場所を問わず，複雑な機器の使用を伴わないという点で，スマートフォン等の機器で使用できることが適切であると考えた。アプリケーションの内容としては，ユーザーが主体的な理解をするという点で，自身の認識を把握できるような形にしたいと考え，正誤判定を出すことのできるクイズ形式が望ましいと考えた。

以上から，仮想空間の音による再現を参考にした晴眼者向けの聴覚知覚体験型クイズアプリケーションを作成し，課題を解決することを目指した。

### 3.3 提案手法

作成したアプリケーション「Hear and Seek」は，視覚障害者の生活における聴覚知覚を晴眼者が体験的に理解するためのクイズアプリケーションである。体験者はイヤホンおよびヘッドホンを着用し，問題で指定された音の方向を知覚した上で，4〜8 択の選択肢から正しい方向を選択する(図 1)。所要時間は3〜5 分程度となっている。

問題は全 10 問とし，問題設計として，指定された音の発生方向を 8 方位から当てる問題と，移動する音の始点および終点を当てる問題の 2 種類を出題した。また，視覚障害者の聴覚知覚を用いた生活を体験できる場面として，3 種類の場面を設定した。1 つ目は，盲導鈴や音響式信号機の音を聞き取ることで，音による移動支援機器の認知度向上を目的とした場面である。2 つ目は，車や自転車の通過音を聞き取ることで，視覚障害者が危険を感じる場面を体感する場面である。3 つ目は，インタビューにおいて「騒音が多い場所では音による判断が難しくなる」との意見が得られたことから，1 つ目，2 つ目の場面に環境音(駅構内や屋外の人混み，セミや葉の揺れる音，工事音，雨音)を加えた場面とした。

アプリケーション作成のプラットフォームとして Unity(バージョン : 6000.1.15f1)を使用し，スクリプト作成には ChatGPT を部分的に使用している。

各場面はそれぞれ別々のシーンとして作成し，車や自転車などの移動するものは，音を割り当てたオブジェクトをスクリプトで移動させることで再現した。また，Valve が提供する SteamSound(空間オーディオ用ソフトウェアツールキット)を使用し，前後上下左右の音の位置を知覚できるようにした。問題開始時およびリプレイボタン押下時に，バックグラウンドで作成したシーンが実行され，バイノーラル音源で再生される仕組みとなっている。また，後述するアプリケーションの評価に用いるため，回答内容，正答数，回答時間，およびリプレイボタンの使用回数を Google Apps Script(GAS)を介し，Google スプレッドシートへ自動記録する機能を実装した。

アプリケーションは，インタビューを実施した視覚障害者３名に体験していただき，フィードバックを反映している。

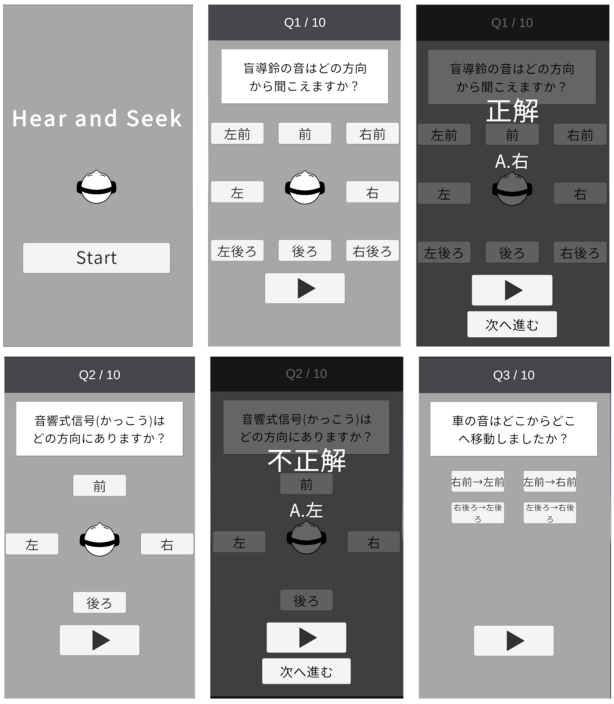



図 1 開発したアプリケーションの画面

### 3.4 評価方法

アプリで提供する聴覚知覚の体験によって認識の乖離が解消されるかを検証するため，高校 2 年生(2026 年 1 月時点)15 名を非体験群(n=5)，資料体験群(n=5)，アプリ体験群(n=5) にわけインタビュー，アンケート調査を行った。

資料体験群とは，アプリの内容に即した盲導鈴および音響式信号機に関する説明と，視覚障害者へのインタビューをまとめた資料を，アプリ体験と同等の時間である 5 分間で読解を行う群である。

インタビュー調査では，非体験群と体験群で異なる質問を設定し，体験群については，各体験の終了後に実施した。アンケート調査は，各群共通で 5 段階評価(1 : まったくそう思わない，2 : あまりそう思わない，3 : どちらとも言えない，4 : ややそう思う，5 : 非常にそう思う)を用い，体験群は体験後に回答を依頼した。

また，音源の聞き取り能力の個人差が考えられるため，その影響を調べる目的で，アプリ体験群からは，回答内容，正答数，回答時間，リプレイボタンの使用回数を記録した。

### 3.5 分析方法

インタビューの回答は，「音と生活場面の結びつき」，「音源への言及」，「音による困難性への理解」の 3 つの観点から分析した。「音と生活場面の結びつき」は音と生活場面が結び付けて語られているか，「音源への言及」は盲導鈴などの具体的な音源への言及が見られるか，「音による困難性への理解」は音による判断が困難となる場面への理解が見られるかを評価基準とし，認識の乖離の解消について発言内容や傾向を分析した。

アンケートの回答は，マン・ホイットニーの U 検定を用いて，有意水準 5%($p < 0.05$)で群間の有意差を検証した。

## 4. 評価結果

本章では，収集したインタビュー回答，アンケート回答

の内容について述べる。

### 4.1 インタビュー結果

**音と生活場面の結びつき**

**非体験群**

全員が外出場面の想起は道具中心であり，音に関する言及は移動支援手段も含めて見られなかった。

**資料体験群**

音と生活場面との結びつきは認められるが，具体的な行動への言及は限定的であった。

**アプリ体験群**

音と生活場面の結びつきに関して，具体的な音源を聞き取る行動と結びつけて理解している。

**音源への言及**

**非体験群**

音響式信号機に関しては 5 人中 3 人が，盲導鈴に関しては 5 人中 4 人が正しい役割を説明できなかった。

**資料体験群**

全員が盲導鈴と音響式信号機に関して，音源の役割を理解していた。

**アプリ体験群**

盲導鈴，音響式信号機に関して，体感的な理解は多く見受けられたが，定義的な役割については自信を持って回答をできない，あるいはわからないという回答も見受けられた。

**音による困難性への理解**

**非体験群**

また，環境音が周囲の音の聞き取りに与える影響について理解は見られたが，その具体的な影響や具体的な場面への言及は不明確であった。

**資料体験群**

非体験群と同様に，環境音が周囲の音の聞き取りに与える影響について理解は見られたが，その具体的な影響やその具体的な場面への言及は不明確であった。

**アプリ体験群**

音による判断の困難さについては，アプリでの体験を踏まえた当事者視点での理解が多く見られた。

また，アプリ体験群については，アプリの正答率が高い者ほど，低い者と比較して視覚障害者の立場に対する共感を示す回答が多く見られた。アプリの回答内容，回答時間，リプレイボタンの利用回数に関しては，発言内容との関係は見られなかった。

### 4.2 アンケート結果

アンケート調査の結果，以下の質問において有意差が認められた，または高い傾向が見られた。各群の項目ごとの 5 段階評価の平均値，および p 値は表 1 に示す。

Q1：盲動鈴が，どのような場面でどのように役立つかを具体的に想像できる。

Q2：音響式信号が，利用者にどのような情報を伝えているか説明できると思う。

Q3：音は周囲の状況を把握する上で，「助けになる面」と「判断を難しくする面」の両方があると思う。

Q4：音によって判断を誤ってしまう状況があると想像できる。

Q5：車や自転車の音から，位置や距離をある程度判断できると思う。

表 1 項目ごとの平均値及び群間比較結果

| 項目 | 非体験群平均 | 資料体験群平均 | アプリ体験群平均 | P 値（非-ア） | P 値（非-資） | P 値（資-ア） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Q1 | 2.2 | 4.8 | 4.6 | 0.016 | 0.012 | 0.60 |
| Q2 | 2.4 | 4.4 | 4.4 | 0.047 | 0.022 | 0.47 |
| Q3 | 3.6 | 4.2 | 4.4 | 0.25 | 0.35 | 0.84 |
| Q4 | 3.6 | 4.8 | 4.6 | 0.14 | 0.076 | 0.60 |
| Q5 | 2.8 | 3.8 | 3.0 | 0.68 | 0.14 | 0.25 |

アプリ体験群と非体験群の間において，盲導鈴の役割を想像できるか(Q1：p=0.016)，音響式信号機の与えている情報を説明できるか(Q2：p=0.047)を問う項目でアプリ体験群のスコアが有意に高いことが認められた。また，音の二面性(Q3：p = 0.25)，音により判断を誤ってしまう場面(Q4：p = 0.14)を問う質問では，有意差は認められなかったがアプリ体験群の方が高い傾向が見られた。

資料体験群と非体験群の間でも，盲導鈴の役割を想像できるか(Q1：p=0.012)，音響式信号機の与えている情報を説明できるか(Q2：p=0.022)を問う項目で資料体験群のスコアが有意に高い結果であることが認められた。また，車や自転車の音から位置や距離を判断できるかを問う質問(Q5：p = 0.14)，音によって判断を誤ってしまう場面を問う質問(Q4：p=0.076)でも，有意差は認められなかったが資料体験群のほうが高い傾向が見られた。

アプリ体験群と資料体験群の間では，車や自転車の音から位置や距離を判断できるか(Q5：p = 0.25)を問う質問において資料体験群のほうが高い傾向が見られた。

## 5. 考察

アンケートの結果より，アプリ体験群および資料体験群は，非体験群と比較して，音響式信号機や盲導鈴の役割ならびに，それらが与える情報をより適切に理解できていることが明らかになった。また，音によって判断を誤ってしまう場面への理解についても同様にアプリ体験群と資料体験群が非体験群と比べて高い傾向にあった。一方で，車や自転車の音から位置や距離を特定できるかを問う質問では，資料体験群の方がアプリ体験群と比較して高い傾向が見られた。この結果は，アプリ体験群がアプリ上での車や自転車の方向を特定する体験を通じて，位置や距離を把握する難しさを体感できていることを示している。これは，当事者の視点に近い形で理解や共感が促進されている点において評価できる。

非体験群では，外出場面に関する想起が白杖や点字ブロックに限られ，音に関する言及が見られなかった。音による判断の困難性に関して，環境音の聞き取りに与える影響への理解が見られたが，当事者の立場に基づく理解には至っていなかった。また，5 人中 4 人が盲導鈴と音響式信号機について説明することができなかった。これは課題調査で述べた移動支援手段の認知度に関する結果と

概ね一致しており，本検証で用いた対象が課題と整合していることを示す。このことから，非体験群では認識の乖離は解消されていない状態にあると考える。

資料体験群では，音と生活場面の結びつきや，環境音が周囲の音の聞き取りに与える影響についての理解は認められるが，具体的な場面や行動に関しての言及は限定的であった。盲導鈴と音響式信号機の役割に関しては知識的な理解が見られ，「盲導鈴だったら場所だったり，信号だったらどっちに歩けばいいのか判断できる」といった説明が可能であった。したがって，資料体験群では認識の乖離が部分的に解消されていると考える。

アプリ体験群では，具体的な状況での音と生活場面が結びついており，音から周囲を把握する過程への言及から，当事者視点での理解が確認された。さらに，環境音や複数の音が重なる状況において判断が難しくなってしまうことに対して，アプリでの体験を踏まえた具体的な理解が見られた。一方で，盲導鈴，音響式信号機に関しては，体感的な意見に留まり，それらの定義についての回答は不十分であった。以上より，アプリ体験群でも認識の乖離が部分的に解消されていると考える。

また，正答率の高い者ほど共感的な回答が見られた理由として，聴覚面における個人差が関係し，正答率の高い者ほど音による空間把握がより正確であるため，当事者の立場を具体的に理解しやすかった可能性があると考えられる。本点については，今後さらなる検証が必要である。

## 6. 結論

第 4 章，第 5 章より，聴覚知覚の体験によって，当事者の生活における音の結びつきや，音が複数重なる状況に関して，具体的かつ当事者視点での理解が見られた。一方で，盲導鈴や音響式信号機の「定義」や役割の理解に関しては資料体験に劣る結果となった。

このことから，聴覚知覚の体験によって，晴眼者のもつ視覚障害者の聴覚知覚に対する認識の乖離の解消が部分的に可能であることが示された。特に，当事者視点に基づく理解を促進する点において有効である。

## 7. 改善と今後の展望

本章では，アプリケーションの課題点を踏まえた改善と，今後の展望を述べる。

### 7.1 アプリケーションの改善

アプリケーションでの盲導鈴や音響式信号機の「定義」や役割の理解が資料体験に劣ったことを踏まえて，正答表示画面に説明を加える改良を行った(図 2)。




図 2　改良したアプリケーションの画面

また，新たに改良アプリ群(n=5)としてアプリ群と同様の検証を行ったところ，盲導鈴と音響式信号機に関して，全員が体感的な理解を，4 人が定義的な理解を示した。

代表的な発言

「盲導鈴をうまく活用するにはそれなりの技術が必要だと感じました。」

「(音が与えている情報に関して)目的地に行くための目印」

「(盲導鈴の役割に関して)場所的な情報を教えてくれる」

したがってこの改良アプリケーションは認識の乖離が見られるかの判断基準である，音と生活場面が結びついて語られるか，盲導鈴などの具体的な音源への言及が見られるか，音による判断が困難になる場面への理解が見られるかの 3 観点を総合的に満たしており，認識の乖離の解消に適切であると考える。

### 7.2 今後の展望

本校で開催された課題研究成果発表会において，インタビュー調査にご協力いただいた視覚障害者の同行援護従業者から「同行援護の講習に使用できる」との評価を得た。このことから，本アプリケーションは同行援護従事者の養成や視覚障害への理解促進に活用できる可能性が示唆された。今後は社会実装を目指してアプリケーションの品質向上を図りたいと考えている。

## 謝辞

インタビューおよびフィードバックに際してご協力いただいた小林様，森様，近藤様，ならびに，鳥取県視覚障がい者東部支援センターの市村様，夢ハウスの西垣様，石原様に加え，インタビューの機会をご提供いただいた鳥取県障がい福祉課の岩越様に心より謝意を表する。

## 参考文献

(1) 伊藤亜紗：“目の見えない人は世界をどう見ているのか”，参照ページ，光文社（2015）.
(2) 金治直美：“指と耳で見る，目と手で聞く：視覚障害・聴覚障害のある人の暮らす世界”，参照ページ，ぺりかん社（2023）.
(3) 船場ひさお，上田麻理，岩宮眞一郎：“視覚障害者のための音による移動支援に関するアンケート調査”，日本音響学会誌，62 (12)，pp.839-847（2006）.
(4) 細川絢加，三浦靖史：“視覚障害者の移動支援に関する大学生の意識調査”，日本補助犬科学研究，10(1)，pp.28-34 (2016).
(5) ダイアログ・イン・ザ・ダーク：“ダイアログ・イン・ザ・ダーク”，（閲覧日：2026 年 4 月 29 日）.
(6) 関喜一，岩谷幸雄，千葉武尊：“3 次元音響を用いた聴覚空間認知訓練システム β 版”，視覚障害リハビリテーション研究発表大会プログラム・抄録集，19，pp.39-39（2010）

# AI 野鳥観測システム及び若年層の干潟への関心を高めるアプリの開発による湿地保全

川口明莉*1・川道かのん*1・江原風花*1
指導教員：都丸 希和*2
Email: tomaru.kiwa.f3@f.mail.nagoya-u.ac.jp
*1: 国立名古屋大学教育学部附属高等学校 1 年
*2: 国立名古屋大学教育学部附属高等学校

◎Key Words　湿地保全，藤前干潟，AI 画像認識，市民参加，ゲーミフィケーション

## 1. はじめに

地球の陸地表面積のわずか約 6%にあたる湿地には，世界の生き物の約 40%の種が生息している[8]。また，湿地は大量の炭素を吸収して蓄えるため，気候変動の緩和にも貢献している[4]。しかし湿地は今，深刻な危機に直面しており，過去 50 年間で約 35%が失われ，森林の約 3 倍の速度で消失している[6]。この問題の解決は，SDGs の目標 13「気候変動に具体的な対策を」，目標 14「海の豊かさを守ろう」，目標 15「陸の豊かさも守ろう」に直結する課題である。

私たちは，特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約であるラムサール条約の登録湿地である藤前干潟（愛知県名古屋市）の現状から仮説を立て，湿地を守るための新しいソリューションを開発した。本稿では，その開発の過程と成果，そして社会実装に向けた課題について報告する。

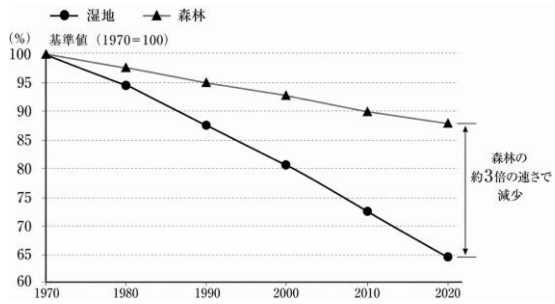



図 1 湿地と森林の減少率の比較

## 2. 課題の把握と仮説

### 2.1 湿地減少の原因

Murray et al. (2019) が衛星データを分析した研究によれば，湿地消失の主な原因は，埋め立てなどの人間による開発であることが示されている[3]。また，湿地面積の変化を継続的に観測した研究でも同様に，人間活動による湿地の減少が報告されている[1]。

### 2.2 藤前干潟の現状

湿地を守る手がかりは，藤前干潟の歴史にある。この場所にはかつてごみ処理場として埋め立てられる計画があった。しかし「野鳥の観測データ」と市民の強い反対運動がその国際的価値を証明し，ラムサール条約への登録[7]につながり，埋め立て計画は中止された。

### 2.3 仮説

藤前干潟の事例から，私たちは、湿地保全には「①継続的な観測データ」と「②市民の関心」という 2 つの要素がともに重要であるという仮説を立てた。これは，登録湿地の継続的なモニタリングと地域社会の参加を重視するラムサール条約の考え方とも一致する[7]。

しかしながら現在，この両方が危機にある。①の観測データについては，観測を担う人材が高齢化により減少している。②の市民の関心については，若年層の自然への関心が 11 歳頃から急激に低下しているという研究結果があり[9]，将来の社会を担う若年層の自然離れは，中長期的には市民全体の関心や参加の低下につながる可能性がある。

そこで私たちは，持続可能な観測データの蓄積と，若年層の干潟への関心向上を目的としたソリューションを開発することにした。

## 3. 開発したソリューション

私たちは，観測データを相互に連携させるシステムとアプリの 2 つを開発した。湿地管理者向けの観測自動化システム「Bird Counter」と，市民向けのアプリ「Bird Quest」である。

### 3.1 Bird Counter

現在，藤前干潟では，長年の経験を持つ観測者が毎日手作業で鳥を数えている。しかし，観測者は高齢化により減少している。こうした観測者を支えるため，私たちが開発した「Bird Counter」は，

既存の望遠鏡にスマートフォンとモーターとマイクロコンピュータ(micro:bit)を後付けすることで、AI 観測が可能になる。このシステムは、気象庁の API（JMA API）から潮汐情報を取得し，干潮時刻になるとスマートフォンが Bluetooth 経由で micro:bit へ指示を送り，モーターが望遠鏡を約 180° 自動回転させてスキャンする。そして、鳥を検知した瞬間に AI がシャッターを切る。撮影された画像から重複を除去しながら鳥を種類ごとにカウントし，クラウドデータベースに登録する。

私たちは、中核となる AI を 2 段階構成とした。第一段階は端末上で高速にシャッター判定を行う ML Kit[2]，第二段階はクラウド上で重複除去と詳細な種類判定を行う OpenAI の API[5]である。（図 2，表 1 参照）

専用の AI 双眼鏡が 50 万円程度であるのに対し，このシステムは約 10 万円の費用で AI 機能を付加できる点に優位性がある。




図 2 Bird Counter 概要

表 1 Bird Counter の技術要素

| Bird Counter（管理者向け） | |
|---|---|
| 対象 | 湿地の管理者／観測の自動化 |
| 形態 | 望遠鏡に後付けする観測装置 |
| ソフト開発 | Flutter、MakeCode |
| AI① | ML Kit（シャッター判定） |
| AI② | OpenAI（重複除去・カウント） |
| ハード制御 | micro:bit＋モーター |
| 外部データ | 気象庁 API（JMA API） |
| 通信 | Bluetooth(端末⇔micro:bit 間) |
| DB | Firebase（観測結果） |

### 3.2 Bird Quest

「Bird Quest」は，自然から離れた若年層を主な対象とするアプリである。私たちは、Google 社が提供する開発基盤である Flutter と Firebase を用いて開発し，QR コードからすぐに使える Web アプリとして提供することで参加の障壁を下げた。鍵となるのはゲーミフィケーションである。干潟で鳥にスマートフォンをかざすと OpenAI の API が即座に種類を判定し，図鑑に登録される。新たな発見をするたびに、ユーザーは可愛らしいイラストのバッジを獲得でき，投稿画面ではユーザー同士で発見やコメントを共有できる。

また倫理面に配慮し、投稿時には OpenAI の API が画像とテキストの内容を自動で判定し，差別的・不適切と判断された投稿を公開前に検出してブロックする仕組みを実装した。（図 3，表 2 参照）

さらに Home 画面では，Bird Counter が当日カウントした情報や干潮時刻を確認できる。逆に，市民が未カウントの珍しい鳥を発見した場合には管理者へ通知されるなど，管理者と市民の間でデータを双方向に連携する機能を実現した。これにより「データ」と「関心」が相互に高め合う仕組みとなっている。

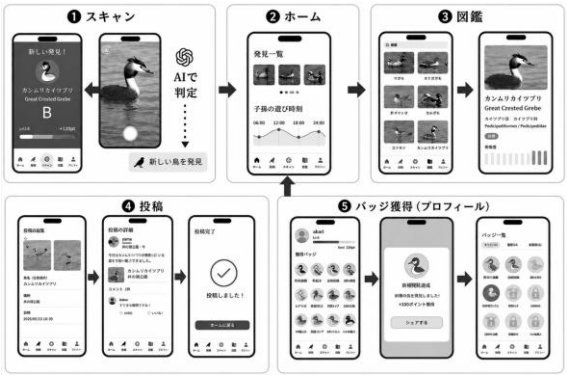



図 3 Bird Quest 概要

表 2 Bird Quest の技術要素

| Bird Quest（市民向け） | |
|---|---|
| 対象 | 市民・若年層／関心の喚起 |
| 形態 | Web アプリ（QR コードで起動） |
| ソフト開発 | Flutter |
| AI | OpenAI（種類識別、投稿判定） |
| 外部データ | 干潮時刻・カウント情報表示 |
| DB | Firebase（投稿・プロフィール） |

## 4. 評価と検証

Bird Counter の計測精度を検証するため，現在目視で野鳥の数を計測している観測者の計測結果と比較するテストを行った。ここで精度とは，専門的な観測者による計測値を基準とし，それに対する AI の計測値の一致度を表したものである。開発当初の精度は 43%であったが，モーターの速度や AI の判定閾値の調整，および前述の 2 段階構成への変更により，最終的に最大 84.55%の精度に達した。比較テスト時に藤前干潟で観測できた鳥の種別ごとの計測結果を表 3 に示す。

表 3 専門的な観測者と AI の精度比較(最大値)

| 種名 | 観測者 | AI | 精度 |
|---|---|---|---|
| カワウ | 1193 | 1004 | 84.15% |
| アオサギ | 13 | 14 | 92.86% |
| ダイサギ | 4 | 5 | 80.00% |
| 合計 | 1210 | 1023 | 84.55% |

私たちは，2026 年 3 月 29 日に実施された

「Coolest Projects Japan」で，Bird Quest を 10 代を中心とする 33 名に体験してもらった。「ゲーム感覚で野鳥の名前がわかって楽しい」と好評で，アンケートでは 94%が「干潟に興味を持つきっかけになりそう」と回答した。若年層の関心を取り戻せることを実証できたといえる。

## 5. 社会実装に向けた課題

Bird Counter と Bird Quest は，社会実装に向けてそれぞれ異なる課題を抱えている。以下では，それぞれの課題を整理する。

### 5.1 Bird Counter の精度とハードウェアの課題

Bird Counter については，社会実装に向けて AI のさらなる精度向上が不可欠である。4 章で示した精度は，あくまで都合の良い特定の条件下で得られた最大値であり，実用化には長期的な検証と改善が必要である。具体的には，次のような課題が残されている。

① 季節によって干潟に飛来する鳥の数や種類が大きく異なるため，鳥の種類や個体数が非常に多い時期には正確にカウントできない可能性がある。

② 雨の日や，気温の高い日に発生する陽炎によって画像が乱れ，精度が低下する可能性がある。

③ 鳥がより広範囲に分散した場合には，望遠鏡の画角に収まらず、カウントに必要な画像が撮影できない場合がある。

④ モーターをはじめとするハードウェアの耐久性や，日々のメンテナンスについては未検証であり，機器の劣化によりカウントができなくなる可能性がある。

### 5.2 Bird Quest の関心の持続と普及の課題

Bird Quest については，体験会で若年層から高い評価を得られたものの，社会実装に向けては次のような課題がある。

① 体験時の一時的な興味を，継続的な利用や実際の干潟への来訪へとつなげられるかは，まだ検証できていない。

② 利用者を増やすためには，展示会以外での周知や学校教育との連携など，普及のための仕組みづくりが必要である。

## 6. おわりに

本研究では，湿地保全に不可欠な「継続的なデータ」の蓄積と「市民の関心」を高めるソリューションとして，Bird Counter と Bird Quest を開発し，その有効性と課題を検証した。藤前干潟は，私たちが小学生の頃から学んできた場所である。干潟を見守る目を AI に託し，私たち若者が干潟を守ってきた人の想いを継いでいきたい。今後は本稿で挙げた課題の解決に取り組みながら，この取り組みを日本全国，そして世界の湿地へと広げ，地球規模の生物多様性の維持に貢献することを目指す。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり，藤前干潟関係者の皆様に多大なご協力とご助言をいただきました。ここに記して深く感謝申し上げます。

## 参考文献

(1) Darrah, S. E., et al. : “Improvements to the Wetland Extent Trends (WET) Index as a tool for monitoring natural and human-made wetlands”, Ecological Indicators, 99, pp.294-298 (2019).
(2) Google for Developers : “Image labeling | ML Kit Overview”, p.1, Google (2026).
(3) Murray, N. J., et al. : “The global distribution and trajectory of tidal flats”, Nature, 565, 7738, pp.222-225 (2019).
(4) Nahlik, A. M. and M. S. Fennessy : “Carbon storage in US wetlands”, Nature Communications, 7, 13835 (2016).
(5) OpenAI : “OpenAI API Platform Documentation”, p.1, OpenAI (2026).
(6) Ramsar Convention on Wetlands : “Global Wetland Outlook 2018 Executive Summary”, pp.1-16, Ramsar Convention Secretariat (2018).
(7) Ramsar Sites Information Service : “Ramsar Sites Information Service Database”, p.1, Ramsar Secretariat (2026).
(8) United Nations Environment Programme (UNEP) : “Wetlands and Biodiversity”, pp.1-4, UNEP (2020).
(9) University of Derby : “New study pinpoints when teenagers fall out of love with nature”, p.1, University of Derby (2019).

# 「TEETH!」あなたと歯科衛生士の応援団

大月 文芽[*1]
指導教員：平田 義隆[*2]・鈴木 尚子[*2]
Email: k36142@w.kyojo-j-h.ed.jp

*1：私立京都女子高等学校普通科 2 年
*2：私立京都女子中学校高等学校

◎Key Words　歯科衛生士，モチベーション，アプリ開発

## 1. はじめに

近年，日本では高齢化社会の進展に伴い，健康寿命の延伸，全身疾患の予防のために，口腔ケアや予防歯科の重要性がますます高まっている。歯科疾患の予防や口腔衛生の向上を担うのは，国家資格を持つ専門職の歯科衛生士である。今や歯科医院だけでなく，病院や介護施設など幅広い場面で重要な役割を果たしている。しかし，その需要が増加する一方で人材の確保は十分に進んでおらず，歯科衛生士の有効求人倍率は 3.08 倍[(1)]と高い水準にあり，人手不足が深刻な課題となっている。

そこで本研究では，歯科衛生士の人材不足，負担軽減につなげることを目的として，患者の継続的な口腔ケアを支援する AI とゲーミフィケーションを活用した口腔ケア継続支援アプリ「TEETH!」を提案する。また，アプリ設計には Toda ら[(2)]が提案したゲーミフィケーション・タクソノミーを参考にし，利用者が楽しみながら継続できる仕組みについて検討した。

## 2. 先行調査

### 2.1 歯科衛生士へのアンケート調査及び回答

現場の課題を把握するため，歯科医院や病院，介護施設に勤務する歯科衛生士 15 名を対象にアンケート調査を実施した（表１）。

歯科衛生士としての「どのような時にやりがいを感じるか」については，15 名中 8 名が「患者の口腔内の状態が改善したとき」や「患者のモチベーションが向上し，行動変容が見られたとき」と回答した。一方，「仕事をする中で大変なことや時間がかかることは何か」については，4 名が「患者のモチベーションを維持すること」や「患者の行動変容を促すこと」と回答した。「男性の歯科衛生士が少ないのはなぜか」に関しては，15 名中 12 名が「男性歯科衛生士の認知度の低さ」を挙げた。

**表1アンケート質問票**

**質問項目**

1. あなたが歯科衛生士を目指したきっかけは何ですか。
   【回答形式：自由記述】
2. 仕事をしている中で，どのような時にやりがいを感じますか。
   【回答形式：自由記述】
3. 勤務時間や週の出勤日数は適切だと感じますか。
   □ はい　□ いいえ
4. 歯科衛生士に男性が少ないのはなぜだと思いますか。
   【回答形式：自由記述】
5. 仕事をサポートしてくれるAIがあるとしたら，どのようなものが望ましいと思いますか。
   【回答形式：自由記述】
6. 仕事をする中で，最も時間がかかること（または大変だと感じること）は何ですか。
   【回答形式：自由記述】
7. あなたは，歯科衛生士の社会的意義をどのように考えますか。
   【回答形式：自由記述】

### 2.2 アプリを開発する理由

アンケート結果から，患者の口腔状態の改善や継続的な口腔ケアの支援は，歯科衛生士にとって大きなやりがいにつながる一方で，患者のモチベーションを維持し，行動変容を促すことは業務上の負担や課題となっていることが示唆された。そのため，歯科医院における指導のみならず，患者が日常生活の中でも継続的に口腔ケアに取り組むことができる支援方法や環境づくりが必要であると考えられる。

また，男性歯科衛生士の認知度の低さが指摘されたことから，歯科衛生士という職業自体の社会的認知度を向上させることが，人材確保や職業選択の促進につながる可能性がある。性別にかかわらず歯科衛生士の役割や専門性を広く発信し，職業としての理解を深める取り組みが求められる。

この課題を解決する手段として，本研究ではスマートフォンアプリに着目した。総務省の「令和 7 年通信利用動向調査」[(3)]によると，スマートフォンの個人保有率は80%を超えており，多くの人が日常的に利用していることが分かっている。

スマートフォンを用いて，歯科医院で受けたブラッシング指導やセルフケアのアドバイスを自宅でも継続して確認できるだけでなく，通知機能や記録機能，AI による個別アドバイス，ゲーミフィケーションを組み合わせることで，患者のモチベー

ション維持と継続的な口腔ケアを支援できると考えた。また，このような支援により患者が主体的にセルフケアへ取り組めるようになれば，歯科衛生士の継続支援にかかる負担軽減にもつながると考えた。

### 2.3　既存アプリの調査

App Store で公開されている口腔ケア関連アプリを調査したところ，歯磨きタイマーや歯磨き記録，リマインド通知などの基本的な機能を備えたアプリは複数確認できた。しかし，歯科衛生士から受けた指導内容を継続的に支援し，AI とゲーミフィケーションを組み合わせて患者のモチベーション維持や行動変容を目的としたアプリは，調査した範囲では確認できなかった。

## 3.　継続的支援手法の検討

先行調査の結果から，歯科衛生士は患者のモチベーション維持や行動変容を支援することに多くの時間と労力を費やしていることが明らかになった。また，患者側にも，歯科医院で受けたアドバイスを忘れてしまうことや，口腔ケアを日常生活の中で継続することが難しいという課題がある。

具体的には，患者には以下のような課題が考えられる。

- 歯科医院で受けたアドバイスを帰宅後に忘れてしまう
- 歯磨きやフロスなどの日常的なセルフケアを継続することが難しい
- 自己流のケアとなり，歯科衛生士の指導内容から徐々に逸れてしまう
- 自分の口腔状態の変化を把握できず，改善を実感しにくい

これらの課題を解決するため，本研究では，AI を活用した口腔ケア支援アプリ「TEETH!」を提案する。

## 4.　ゲーミフィケーション要素の分析

本研究では，利用者が楽しみながら口腔ケアを継続できる仕組みを設計するため，Toda ら[(2)]が提案したゲーミフィケーション・タクソノミーを参考にアプリを設計した。教育におけるゲーミフィケーションの要素の整理と設計・分析の枠組みを，教育システムで利用可能な 21 種類のゲーム要素を提案した論文である。5 つのカテゴリー，21 種類のゲーム要素に分かれている（図 1）。以下に，それぞれのカテゴリーの機能及び詳細な内容について示す。

**1.Performance / Measurement（成果・測定）**

ストリーク機能：連続して口腔ケアを実施した日数を表示し，継続への意欲を高める。

報酬機能：一定期間継続するとメダルなどの報酬を獲得できる仕組みを設け，達成感を得られるようにする。

**2. Ecological（環境特性）**

シンプルな操作性：子どもから高齢者まで利用しやすい画面設計とし，誰でも簡単に記録できるようにする。

**3.　Social（社会的要素）**

AI による励まし：利用状況に応じてポジティブなフィードバックや励ましのメッセージを表示し，モチベーション維持を支援する

**4.　Personal（個人要素）**

通知機能：歯科衛生士からのアドバイスやセルフケアのタイミングをリマインドし，習慣化を支援する。

口腔状態の可視化：日々の記録と歯科医院での検査結果をグラフで表示し，自身の努力が健康状態の改善につながっていることを実感できるようにする。

**5.　Fictional（物語性）**

キャラクター要素：親しみや愛着を持てるキャラクターを採用し，継続利用を促進する。

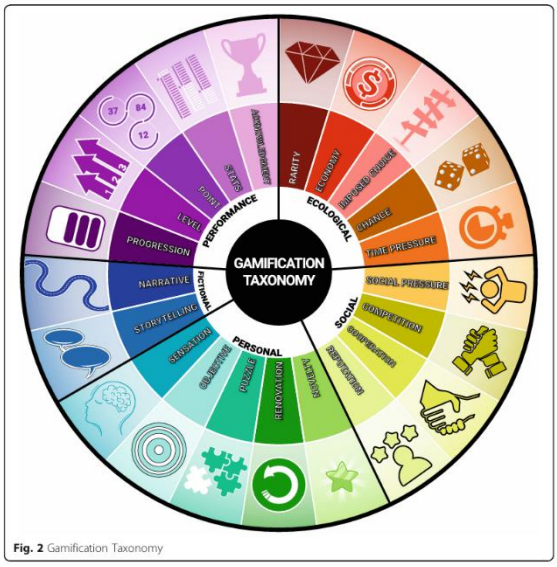



図 1　ゲーミフィケーションの要素
5 つのカテゴリー，21 種類のゲーム要素からなる構造図（参考文献 2 より抜粋）

また，本アプリには歯科衛生士という職業への理解を深めるコンテンツも搭載する。調査では歯科衛生士の認知度不足も課題として挙げられたため，仕事内容や専門性，患者の健康を支える役割などを紹介することで，利用者が歯科衛生士への理解を深められるようにした。

これらの機能により，患者には口腔ケア習慣の定着と健康意識の向上，歯科衛生士には継続支援にかかる負担軽減，歯科医院には患者との継続的な関係構築が期待される。さらに，社会全体として歯科衛生士という職業への理解が深まり，人材不足の解決にも寄与することが期待される。

## 5.　アプリの設計

本研究では，AI を活用した口腔ケア支援アプリ「TEETH!」を提案する。本アプリの名称は，歯を

意味する teeth に加え，Trust（信頼），Engagement（継続的な関わり），Empowerment（主体的な行動支援），Training（習慣化），Health（健康）の頭文字から構成されており，患者と歯科衛生士の信頼関係を基盤に，継続的な口腔ケアを支援するという理念を表している。

本アプリは病気を診断するものではなく，患者の日常的な口腔ケアを継続的に支援し，歯科衛生士による保健指導を補完することを目的としている。

利用方法としては，歯科医院が本サービスを契約し，患者は歯科医院から配付される QR コードを読み取ることにより無料でアプリを利用できる。歯科衛生士は患者のカルテ情報とアプリを連携させ，口腔内の状態や検査結果を記録する。患者は歯磨きやフロス・歯間ブラシの使用状況，歯肉からの出血の有無，痛みや違和感などを簡単に記録できる。

また，診療時に歯科衛生士から受けたアドバイスをアプリ内で録音すると，AI が内容をわかりやすく要約し，患者がいつでも確認できるようにする。さらに，その内容をもとに AI が日々リマインド通知や励ましのメッセージを送信し，継続的なセルフケアを支援する。

モチベーションを維持するため，ストリーク機能，メダルなどの報酬，親しみやすいキャラクター，シンプルで直感的な操作画面を採用した。これにより，子どもから高齢者まで楽しみながら継続できる設計とした。

さらに，患者が入力した日々の記録と，歯科医院で測定したプラークスコアや出血率（BOP），歯周ポケットの深さなどのデータをグラフで可視化し，患者自身が口腔状態の変化を確認できるようにする。

加えて，アプリ内には歯科衛生士の仕事内容や専門性，患者を支える役割などを紹介するコンテンツを設け，歯科衛生士という職業への理解を深められるよう設計した（図２）。




図２　TEETH!アプリデザイン案

## 6.　考察

本アプリは，歯科医院で受けた保健指導を日常生活へつなげることを目的として設計した。患者は歯科医院を離れると指導内容を忘れてしまったり，セルフケアを継続することが難しくなったりするという課題がある。そのため，AI によるアドバイスの要約やリマインド通知を導入することで，歯科衛生士の指導内容を継続的に振り返ることができるようにした。

また，ストリーク機能やメダル，キャラクターなどのゲーミフィケーション要素を取り入れることで，楽しみながらセルフケアを継続できる環境を目指した。さらに，日々のセルフケア記録と歯科医院での検査結果を可視化することで，患者は自分の努力が口腔状態の改善につながっていることを実感しやすくなり，モチベーションの維持や行動変容が期待できる。

歯科衛生士にとっては，患者への繰り返しの説明や継続的な声掛けに要する負担の軽減が期待される。AI が日常的なフォローを担うことで，歯科衛生士は専門的な診療補助や保健指導など，本来の専門性をより発揮できる環境につながると考えられる。

さらに，本アプリには歯科衛生士の仕事内容や専門性を紹介する機能を搭載した。今回の調査では，歯科衛生士という職業に対する認知不足も課題として明らかになったためである。患者が日常的にアプリを利用することで，歯科衛生士の役割や魅力を知る機会が増え，家族や知人などへもその理解が広がることで，将来的な人材確保にもつながる可能性がある。

また，歯科分野だけでなく，「日々の行動を継続すること」を支援する仕組みとして，さまざまな分野への応用が期待できる。例えば，筋力トレーニングの継続支援や禁煙，禁酒支援，生活習慣予防のための運動・食事管理など，健康行動の習慣化を目的としたサービスへ発展させることも可能であると考える。

## 7.　今後の課題

本研究では，AI を活用した口腔ケア支援アプリ「TEETH!」を提案したが，実用化に向けてはいくつかの課題が残されている。

第一に，スマートフォンを所有していない利用者への対応として，家族による利用支援や，スマートフォン以外のデバイスへの対応を検討する必要がある。

第二に，スマートフォンの操作に不慣れな利用者への対応として，子どもから高齢者まで幅広い世代が利用しやすいよう，文字やボタンを大きくするとともに，直感的に操作できるシンプルな画面設計とする必要がある。

第三に，本研究ではアプリの設計を提案した段階であり，その有効性については検証できていない。今後は実際に歯科医院で試験運用を行い，患者のセルフケア継続率や口腔状態の変化，歯科衛生士の業務負担の軽減効果などを評価する必要がある。

さらに，患者情報を取り扱うため，個人情報保護やセキュリティ対策，AIが提供する情報の正確性や信頼性についても十分に検討することが重要である。

## 8. おわりに

本研究では，歯科衛生士不足という社会問題に着目し，患者の口腔ケア継続を支援するとともに，歯科衛生士の負担軽減を目的とした AI 活用型口腔ケア支援アプリ「TEETH!」を提案した。AI によるリマインド機能やゲーミフィケーション，口腔状態の見える化などを組み合わせることで，患者の行動変容を促し，歯科衛生士が本来の専門性をより発揮できる環境づくりにつながると考えられる。AI は医療従事者に代わる存在ではなく，人と人とをつなぎ，継続的な健康行動を支える存在である。本研究で提案した「TEETH!」が，患者と歯科衛生士の応援団として，口腔の健康増進と歯科衛生士不足という社会課題の解決に貢献するとともに，健康支援分野全体へ発展していくことを期待する。

## 参考文献

(1) 厚生労働省：「歯科衛生士 － 職業詳細」 職業情報提供サイト（job tag），https://shigoto.mhlw.go.jp/User/Occupation/Detail/166 ，(2026 年 6 月 30 日参照)

(2) Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I., Gasparini, I., Isotani, S., & Cristea, A. I.: “Analysing gamification elements in educational environments using an existing Gamification taxonomy”, Smart Learning Environments, pp6-16(2019).

(3) 総務省：「令和 7 年通信利用動向調査の結果」https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin02_02000183.html ，(2026 年 6 月 30 日参照)

# 生成 AI を活用した情報モラルと情報セキュリティのアクティブラーニングの一検討

大西 晴也*1
指導教員：占部 弘治*2
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 2 年
*2: 新居浜工業高等専門学校

◎Key Words　情報モラル，生成 AI，アクティブラーニング

# 職員室における教員連絡システムの開発

長澤 孝樹[*1]・米持 旭峯[*1]
指導教員：渡邉 寿昭[*2]
Email: Toshiaki_Watanabe@education.metro.tokyo.jp

*1: 東京都立多摩科学技術高等学校科学技術科 3 年
*2: 東京都立多摩科学技術高等学校

◎Key Words　IoT，教育支援，教員，呼び出し，人感センサ，在室検知

## 1. はじめに

学校教育現場において，生徒が教員と接触を試みる際の教員の所在と状況の不透明性は，生徒の待機時間を増大させ学習機会を奪うだけでなく，周囲の教員への確認業務という余剰コストを発生させている。既存の校内コミュニケーションツール等は，授業や面談といった流動的な教員の対応可能性をリアルタイムに共有・同期する手段としては十分に機能していない。

医療現場における外来患者の待ち時間可視化システム［1］［2］に代表されるように，動的なステータス共有は利用者のストレス緩和に有効である。しかし，呼び出し側（生徒）の緊急度と，被呼び出し側（教員）の受容可能性の双方を双方向かつ動的に提示するシステムは，教育現場の要件に特化した形では十分に確立されていない。

これに対し我々は，人感センサで職員室内の教員在籍状況を取得する教員連絡システム（T-Connect System：以下 TCS）を開発し，教員不在の判明に要する平均時間を 2 分 28 秒から約 1 分 10 秒に短縮した。しかし，人感センサ単独による在室判定の信頼性が不十分であり，呼び出し成功率は従来方式を下回った。

また，次なる実証実験にむけた基礎データを得るため，IoT デバイスに搭載した人感センサの検出特性を実験的に把握した。

本論文では，これら一連の実験から得られた知見を報告するとともに，近日中（2026 年 7 月中旬）に実装予定である，圧力センサを統合したマルチセンサ融合型アルゴリズムへの改定指針および次期評価実験の計画について記述する。

## 2. 既存システムの概要と設計

### 2.1 課題調査

2025 年，東京都立多摩科学技術高校の生徒および教員の協力者(n=188)を対象として，教員呼び出しの現状に関する定量的なアンケート調査を実施した。

表 1　生徒へのアンケート　n=188(人)

| 質問事項 | はい(n) | いいえ(n) |
|---|---|---|
| 教員を呼び出したことがあるか | 98.4%（185） | 1.6%（3） |
| 呼び出したが会えなかった経験があるか | 97.3%（183） | 2.7%（5） |
| その状況で不便を感じたか | 94.1%（177） | 5.9%（11） |

表 1 に示す通り，生徒の九割以上が教員を呼び出す際に不満を抱えていることがわかる。自由記述からは教員を探す時間や，職員室前の混雑などに対する不満が挙げられた。

教員側からは，「生徒の呼び出しの声が聞こえない」，「代わりに教員を探す業務が負担である」といった意見が寄せられたことから，確実かつ流動的な呼び出しを実現するシステムの必要性が裏付けられた。

### 2.2 システム設計

#### 2.2.1 システム設計概要

TCS は，教員の「対応可能性」と生徒の「連絡緊急度」をリアルタイムで同期・可視化することを主目的とする。全体のデータフローおよび情報遷移を図 1 に示す。

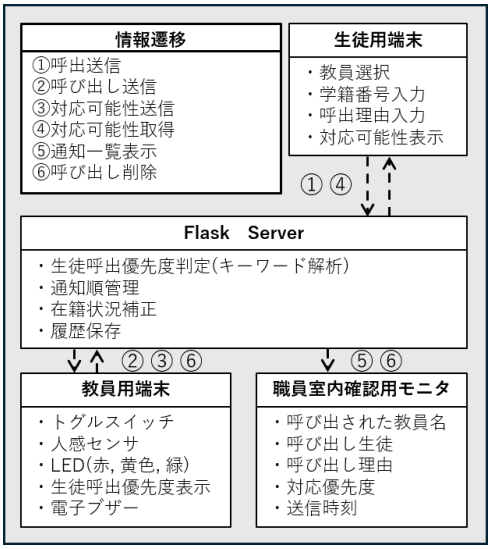



図 1　TCS 全体設計

#### 2.2.2 システム構成

TCS は生徒用端末(Web アプリ),教員用端末(ESP32-WROOM-32E),職員室モニタ,中央サーバ(Flask・REST API)の 4 要素で構成され,校内 Wi-Fi (WPA2-Enterprise)上で連携する。生徒が連絡を送信すると,教員用端末とモニタに即時反映され,教員の在室状況は生徒用端末にフィードバックされる。

#### 2.2.3 生徒用端末

生徒は教員一覧から対象を選択し,学籍番号と連絡理由を入力する。入力テキストは事前に決定したキーワードリストと照合され,優先度(高・中・低)が自動判定される。送信後,対象教員の対応可能性が画面に表示される。

#### 2.2.4 教員用端末

LED・ブザー・応答ボタン・トグルスイッチ・人感センサを搭載した IoT 端末であり,連絡の有無・優先度の確認と在室状態の検知を担う。在席推定のアルゴリズムについて,教員用端末(ESP32)では,教員の主観入力(トグルスイッチ)を正解ラベルの基準としつつ,センサによる客観判定を組み合わせた離散時間状態遷移モデルを実装した。

サンプリング間隔ごとにセンサのバイナリ出力を監視し,無反応継続時間が予め設定した閾値を超過した場合,教員がスイッチを切り替え忘れて離席したとみなし,システム上のステータスを「在室(対応可)」から「不在(対応不可)」へと段階的に自動下方修正するロジックを採用した。

#### 2.2.5 職員室モニタ・通信設計

職員室内のモニタには,連絡対象の教員名・理由・優先度・時刻をリアルタイムで一覧表示し,優先度順に自動ソートされる。履歴は蓄積され,いつでも参照可能である。各端末間の通信は JSON 形式・REST API で統一し,校内 Wi-Fi を介して行う。

## 3. 実証実験

本研究では,提案システムの有効性を検証する「実運用実験」と,そこで露呈した課題を解決するための「人感センサ特性把握実験」の二段階の実験アプローチをとった。

### 3.1 実験目的

1. 実運用評価: 従来方式(対面での直接訪問)と TCS 運用時における「呼び出し成功率」「不在判明までの時間」「対応完了までの時間」を定量的に比較し,システムの有効性と技術的課題を抽出する。

2. 人感センサの特性把握実験: 実運用実験において発生した判定不一致の原因を解明するため,搭載された焦電型赤外線センサの物理的制約(距離,動作特性,死角)を実験的に明らかにする。

### 3.2 実運用実験

本実験では,本校の生徒 5 名および教員 4 名を対象として評価を実施した。実験期間は 6 日間とし,前半 3 日間を従来方式,後半 3 日間を TCS による運用期間として比較を行った。

評価項目は,①呼び出し成功率,②失敗と判明するまでの時間(s),③対応完了までの時間(s),④アンケートによる主観評価,⑤センサによる在室検知精度の 5 項目とした。

呼び出し成功率は,生徒が教員と実際に接触できた場合を成功と定義し,各方式における成功割合を算出した。失敗と判明するまでの時間については,教員が不在または対応できないことが判明するまでの時間を計測した。

また,対応完了までの時間については,従来方式では職員室前で呼び出してから教員と接触するまでの時間,提案方式では呼び出し送信から教員が応答し接触するまでの時間を計測した。

時間の計測には Microsoft Forms のタイムスタンプ機能及びサーバーログを用いた。各実験参加者は呼び出しを行うたびに記録を行い,得られたデータを集計して平均時間や成功率を算出した。また,教員および生徒を対象にアンケート調査を実施し,呼び出し状況の把握しやすさ,優先度表示の有用性,対応のしやすさ,精神的負担の軽減度,システムの使いやすさなどについて評価を行った。

さらに,在室検知機能の評価として,教員の在席・離席状況を記録し,人感センサおよび距離センサによる判定結果と比較した。これにより,在室検知の正答率を算出するとともに,誤検知の発生要因を分析した。加えて,センサごとの検知特性や環境条件による影響についても確認し,実運用における課題を整理した。収集した各データについて平均値や割合を算出し,グラフを用いて比較・分析を行うことで,従来方式と提案システムの有効性および実用性を総合的に検証した。

### 3.3 人感センサの特性把握実験

実験では,人感センサの正面方向に被験者または物体を配置し,センサからの距離を段階的に変化させながら検知の可否を記録した。評価対象の動作は,「静止(10 秒間)」,「手を動かす」,「ゆっくり手を動かす」,「横切る」,および「物体を動かす」の 5 条件とした。

各条件について複数の距離で実験を行い,センサが反応した場合を「検知あり」,反応しなかった場合を「検知なし」として記録した。また,検知の安定性や

反応時間についても観察し，システムへの適用可能性を評価した。

## 4. 実験結果

### 4.1 呼び出し成功率の評価

従来方式と TCS 導入時における呼び出し成否の割合を図 2 に示す。

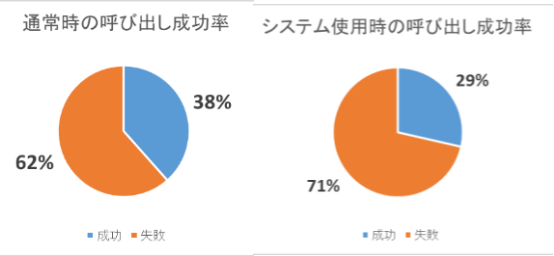



図 2　従来式とシステム呼出時の呼出成功率

TCS の導入によって呼び出し成功率が 9 ポイント低下するという結果を示した。なお，実験期間中，ESP32 エッジデバイスと Flask サーバー間でネットワークの切断が一時的に発生した。

### 4.2 失敗と判明するまでの時間

教員が不在，または対応不可であると生徒側が認識（判明）するまでの時間分布を図 3 に示す。

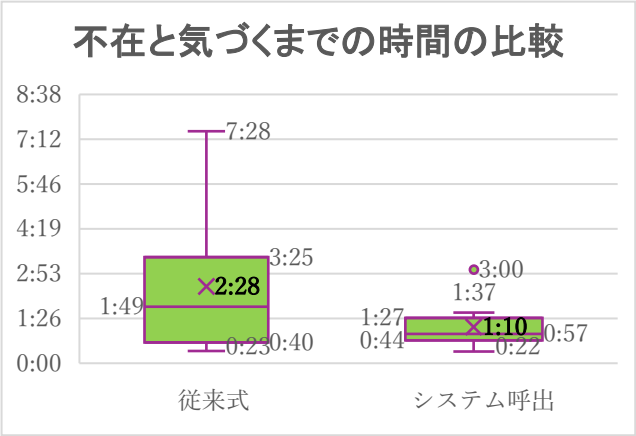



図 3　不在・対応不可の判明に要する時間の箱ひげ図分布

成功率の低下とは対照的に，不在判定に要する時間の大幅な短縮が確認された。特に最大値が 7 分超から 3 分 00 秒へと短縮されており，無駄な待機時間の削減において TCS は高い有効性を示した。

### 4.3 アンケート結果

アンケートでは，「教員の状況が分かりやすい」「無駄な移動が減った」などの肯定的な意見が得られた一方で，効果を十分に実感できなかったという意見もみられた。また，操作性や呼び出し方法そのものに関する改善を求める意見もあり，システムの運用方法や設計について再検討の必要性が示された。

### 4.4 人感センサ特性把握結果

表 2 のとおり，「手を動かす」条件では約 1.5 m まで安定して検知し，「ゆっくり手を動かす」条件では約 0.9 m まで検知可能であった。一方，「横切る」条件では最も高い検知性能を示し，約 2.5 m まで安定して検知できた。これに対し，「物体を動かす」条件および静止条件ではほとんど検知が見られなかった。

表 2:各動作条件における動作条件

| 動作条件 | 安定検知距離（m） | 備考 |
|---|---|---|
| 静止（10 秒） | 0.0 | 検知なし |
| 手を動かす | 1.5 | 1.6〜1.7m で不安定 |
| ゆっくり手を動かす | 0.9 | 動作速度低下で検知距離減少 |
| 横切る | 2.5 | 最も高い検知性能 |
| 物体を動かす | 0.0 | 検知なし |

また，動作開始から検知までにわずかな遅延が観測されたが，教員の在室状況を推定する用途においては大きな問題とならないことを確認した。

## 5. 考察

### 5.1 TCS 実運用における有用性の検討

実験結果において，教員が不在または対応不可と判明する平均時間が短縮されたということから，本システムが教員不在時の待機時間や探索時間の削減に寄与したことが示された。これは，教員の在室状況や対応可能性が事前に可視化されることで，生徒が状況を把握した上で行動できるようになったためであると考えられる．また，従来は目的の教員が不在の場合，近くの教員が代わりに探索を行う必要があったが，本システムではその必要が減少するため，教員側の業務負担軽減にも寄与すると考えられる。

それに対し，呼び出しの成功率は本システムを従来方式が上回ったが，これは実験期間中に通信不良が発生したことが原因の一つであると考えた。

しかし，これらの結果について，実証実験に参加した被験者数が少なく，実施期間も短いことから，必ずしもこの結果があてはまるかどうかは確認できていない。

### 5.2 人感センサ特性把握に関する考察

焦電型赤外線センサは，人体から放射される遠赤外線の変化量（微分値）を検出する焦電効果に依存している。実験結果からも，本センサは静止状態では反応せず，移動を伴う場合に高い検知性能を示す特性が確

認された。特に横方向の移動に対しては約 2.5m の広 9 範囲まで安定して検知できるため，職員室内における教員の動的な活動を把握する上では有効である。

しかし，その物理的特性ゆえに，着席して動きが少ない状態では至近距離であっても検知出力はゼロとなる。実際の職員室において，教員が自席で PC 作業や書類採点に没頭し，静止している状態では，人感センサからは「不在」として認識されてしまうだろう。本システムでは無反応時間の累積によって自動的にステータスを不在へと下方修正する設計をとっていたため，教員が自席で執務を行っている最も連絡を取りやすいタイミングにおいて，システムが不在と誤判定を生み出す結果となった。これが呼び出し成功率を低下させた最大の要因であり，単一の人感センサを用いた在室推定の理論的限界であると結論付けられる。

以上より，人感センサは教員の活動状況を推定するための補助的な情報源としては妥当であるものの，確実な在席判定には不十分である。したがって，今後は人感センサのみの単一判定に依存せず，着席時の荷重を連続的かつ定量的に検知できる圧力センサなど，異なる検知方式を持つセンサを組み合わせたマルチセンサ融合型のアルゴリズムへと拡張する必要がある。

## 6. 課題・今後の展望

本研究によって明確になった主な課題は，単一の焦電型赤外線センサに依存した在室判定モデルの認知限界である。環境変化や教員の静止執務状態による誤判定は，生徒端末に誤った在室情報を提示することになり，呼び出し成功率の低下に直結する。この物理的制約を解決するためには，人感センサによる動的な変化の検知だけでなく，着席時の荷重を連続的かつ定量的に検知できる圧力センサなど，異なる検知方式を持つ複数のセンサを組み合わせたマルチセンサ融合型アルゴリズムの構築が不可欠である。

さらに，今回の実証実験は自校の限られた被験者数および短い実施期間内での運用に留まったため，データの統計的信頼性や汎用性の検証には至っていない。今後は実験環境を拡大し，広さや教員数が異なる多様な環境での試験運用を通じてシステムを洗練させていく必要がある。将来的には，蓄積された呼び出しデータや在室ログから教員の行動特性を解析し，職員室の混雑予測や教員配置の最適化といった学校運営全体を支援する基盤技術への応用を目指す。

## 7. 今後の活用方法

本研究で開発した教員呼び出しシステムは，教員と生徒間の呼び出しを効率化することを目的として構築したものであるが，その基本的な仕組みである「待ち時間の可視化」および「非対面による呼び出し通知」は，学校以外の場面にも応用可能であると考えられる。

特に，待ち時間が発生多く発生し，呼び出し者，被呼び出し者の双方が動的に情報共有を行う必要のある環境として，病院，公共施設，イベント会場などが挙げられるが，これらの場面では，利用者が順番を待つ際に呼び出しの不確実性や混雑が問題となることが多い。本システムを応用することで，利用者は呼び出し状況や対応可能性を事前に把握でき，無駄な待機や探索行動を減らすことが可能となる。

さらに，本システムはソフトウェアとハードウェアを組み合わせた IoT システムとして構成されているため，環境に応じて表示内容や通知方法を柔軟に変更できる。例えば，整理番号の表示，優先度に基づく呼び出し順制御，履歴データの蓄積などを行うことで，待ち時間の分析や業務改善への応用も期待できる。

また，複数環境で実証実験を行うことで，本システムの汎用性および実用性をより明確にできると考えられる。以上より，本研究で提案した呼び出しシステムは，教育現場にとどまらず，待ち時間が発生する様々な場面へ適用可能な基盤技術として発展する可能性を有している。

## 参考文献

[1] 大前浩司，小林春香，内村祐之，脇嘉代，新秀直，田中勝弥，藤田英雄，大江和彦（2014）「携帯情報端末を用いた外来患者案内システムの開発と実証」，*医療情報学*，34(2)，pp. 55-64.

[2] 厚生労働省（2009）「病院における IT 導入に関する評価について」.

# GPS および気圧情報を用いた屋内位置把握システムの開発
## −実用性評価と運用課題の検証−

武内 龍義*1
指導教員：白石 利夫*2・ドゥラゴ 英理花*2
Email: toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校　データサイエンスコース　第 2 学年
*2：聖徳学園高等学校

◎Key Words GPS，気圧センサー，プログラミング，IoT，相対高度

## 1. はじめに

学校は複数階からなる広い建物であり，多くの教職員が授業や会議，校務などで校内を移動している。そのため，急な連絡や相談，資料の受け渡しなどが必要になった際に，目的の教員がどこにいるのか分からず校内を探し回る場面は少なくない。このような「人探し」に費やされる時間は一回あたりが短時間であっても，日常的に繰り返されることで教職員の業務効率を低下させる要因となっている。実際に，株式会社ビーキャップ(1)（2026）による位置情報システムに関する調査では，誰がどこにいるか分からない環境では人探しに平均 5 分以上の時間がかかるが，システムを使うことでその時間を 1 分以下に減らせることが分かっている。

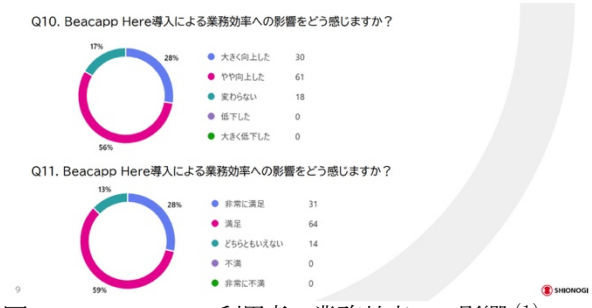



図 1　Beacapp Here 利用者の業務効率への影響 (1)

筆者は第一報(2)において，小型の開発デバイスに GPS センサーと気圧センサーを組み合わせ，何階にいるかを特定する基本的な仕組みを作った。本システムは，インターネット環境と屋上への基準機の設置だけで，手軽に導入できるという強いメリットを持っている。しかし，第一報の段階では「実際に長い時間，多くの人数で動かす実験がまだできていない」という課題が残されていた。そのため，実際の学校現場で日常的に動くかどうかやデバイスの携帯性など，使用感を確かめる実験が不可欠であった。

本論文では，実際に学校内でデバイスを動かす運用実験を行った。その中で新しく見つかった課題と，それを解決するための改良，そしてシステムの安定性を確かめた結果について報告する。

## 2. システムの概要と構成

本システムは，校内の教員が携帯する「移動デバイス」と，屋上に設置する「基準機デバイス」，データを処理して画面に表示する「クラウドシステム」の 3 つで構成されている。

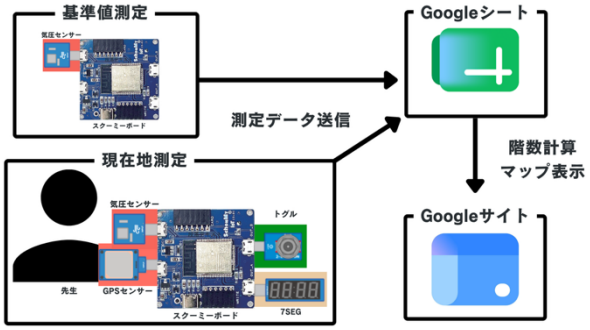



図 2　システムの構成図

ハードウェアには，初心者でも扱いやすい小型 IoT デバイスである「スクーミーボード」※1 を採用した。移動デバイスには，GPS センサー，気圧センサーを接続している。一方，屋上の基準機デバイスには気圧センサーのみを接続し，常にその日の基準となる気圧データを計測している。

データの流れとして，各デバイスが計測したデータは Wi-Fi を通じて Google スプレッドシートに送られる。スプレッドシート側では，送られてきたデータの処理や保存を行い，最終的に校内のパソコンやスマートフォンからいつでも先生の居場所を確認できる Web サイトの画面へと出力される仕組みを構築した(2)。




図 3　実際に製作したサイト

※1 スクーミーボード[3]：株式会社スクーミーが提供するプログラミング学習・IoT 開発用の小型マイコンボード。センサー等のモジュールを簡単に接続でき，高度な電子工作の専門知識がなくても IoT 機器のプロトタイプを容易に開発できる特徴を持つ。

## 3. 階数特定におけるセンサーの選定と相対気圧の活用

建物の中での位置を確かめる際，平面的な位置（緯度と経度）の特定には GPS モジュールがよく使われる。一般的な GPS は人工衛星からの電波を受け取るため，高さのデータも手に入れることができる。しかし，システムの開発中に行った実験では，GPS だけで測定した高さデータは環境による誤差が大きく，1 階あたり約 3 から約 4 メートルという建物の細かい高さの違いを見分けるには，正確さが足りないことが分かった。

そこで本研究では，高さ方向の正しい位置を知るための別の方法として，ここ数年で大きく性能が上がっている「気圧センサー」に注目した。新居ら[4]（2025）は気圧センサーを用いた生活環境活動記録に関する研究において，最新のセンサーの良さについて次のように述べている。

「2000 年以降，スマートフォンなどに内蔵するための小形デジタルデバイスが出てきている。それに加えて，ここ 10 年ほどで（中略）容量変化を計測するタイプが出てきて，ノイズが少なく高感度になってきている。」

このように，現在の高感度な気圧センサーは，わずかな環境の変化や数十センチ単位の高さの変化を捉えることができ，建物の何階にいるかを特定するのに十分な力を持っている。

しかし，気圧センサーの値をそのまま「高さ」として使うことには問題がある。なぜならば、気圧は天気の変化やエアコンの動きによって常に変わってしまうため，1 つのセンサーの数値だけでは，それが「階を移動したことによる変化」なのか，「天気のせいによる変化」なのかを区別できないからである。

Yi ら[5] (2019)はスマートフォンを使った階数特定システムの研究において，基準となる気圧センサーと移動するセンサーのペアを作って差を計算することで，センサーの不安定さや信頼性の低い値を排除できると報告している。

本システムでも，この一対の気圧データによる誤差をなくす方法を取り入れた。具体的には，天気の変化などの基準となる気圧センサーを屋上に設置し，持ち歩くデバイスとの「高さの差」を常に計算する仕組みを作った。これにより，GPS の高さデータの大きな誤差や，天気による気圧の変化といった弱点を克服し，建物の中での正確な階数判定を可能にした。

## 4. 実証実験の方法

本システムの学校現場における実用性を検証するため，聖徳学園の校舎内において運用実験を行った。実験では，実際に複数台の移動デバイスを同時に稼働させ，教員に日常の業務中に携帯してもらう形で長時間の連続データを取得した。

実験は 2026 年の 6 月中の梅雨の時期に実施し，期間中には台風が接近するような気圧変化が起こる環境下でデータを取得した。

実験中，各デバイスはあらかじめ設定された一定の間隔で位置情報と気圧情報を送信し続け，Google のクラウドシステムを通じて Web サイト上の画面が正しく更新されるか，また，長時間の運転によってシステムが停止するなどの不具合が起きないかを詳細に観察した。

## 5. 実証実験の結果および考察

改良したシステムを確かめるため，先生一人を対象とした、校内での運用テストを行った。

### 5.1 建物の中での GPS 通信中断と再接続

実験の結果，持ち歩く人が校舎の奥深くに長い時間いると，GPS が人工衛星の電波を捕まえられなくなり，位置データの更新が一時的に止まることが何度かあった。筆者の第一報[2]においては，2026 年 1 月頃に実施し，建物の中にいても位置情報が断続的に送信され続けていた。今回の実験では，通常の気候ならば問題なくデータが送信されたが、梅雨の時期であったために，厚い雨雲や，台風による激しい豪雨が重なる日には、データ収集が停止することがあった。GPS の電波は水分に吸収されて弱まる性質があるため，この天候の違いによる電波の減衰が，屋内奥深くでの通信中断を引き起こした原因であると考えられる。

しかし，持ち歩く人が窓際や外に移動したときには，システムがすぐに電波を捕まえ直し，正しい位置の計測へ素早く戻った。これにより，一時的に電波が途切れることはあっても，校内での移動を記録する仕組み全体が壊れてしまうわけではないことが確認できた。

### 5.2 天気の変化に対する気圧センサーの安定性

GPS が電波を失ってしまうような気候や建物の奥でも，気圧センサーによる階数の測定は，天気が急激に変化しても，通常通りに安定して動き続けた。

実際に，天候が穏やかであった 6 月 24 日（曇り）と，台風が直撃し急激な気圧低下が起きた 6 月 27 日（14 時～15 時）の標高データの比較を行った。

| | 高度（気圧）データ 平均値 |
|---|---|
| 2026/06/24 曇り・降水量0 | 127.2848101 |
| 2026/06/27 東京に台風7・8号が直撃 | 204.9745223 |

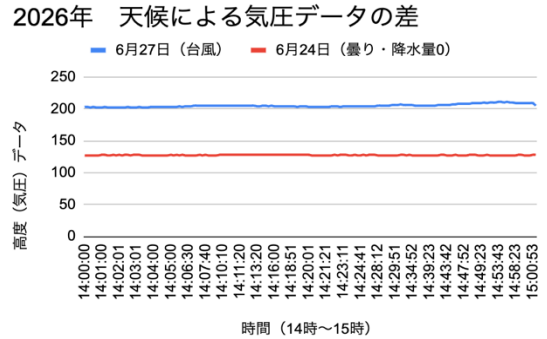



図４　天候による気圧データ実測値の差

図４が示すように、台風接近時には周囲の気圧が大きく変化していた。しかし、システムの階数表示機能は両日ともに問題なく機能していた。これは、基準値を測定する屋上の機器と現在地を測定する機器との「相対気圧」を用いた計算が正しく作動し、天候による気圧変動のノイズを完全に打ち消していたことを示している。

この結果から、GPS による平面の位置が一時的に分からなくなっても、気圧を用いた高さ（階数）の情報の収集と計算は、台風のような悪天候下でも正確に働くことが実証された。

### 5.3 改善した自動状態判定手順の効果

季節や天候によって GPS の安定性が大きく変わることがわかったため，電波が途切れた際に画面を「停止中」に切り替えるステータス判定機能を追加した。（図３上部より）

以前のシステムでは，GPS が電波を失うと，画面上は最後に確認された場所に止まったままになり，見ている人は「そこにずっといる」のか「システムが壊れて止まっている」のか区別できなかった。これに対し，電波が届かなくなってデータの送信が一定の時間（15 分）を超えたとき，画面の状態表示が自動的に「停止中」へと切り替わるようにした。これにより，システムの実用性が大きく上がり，探している人が勘違いしてしまうことを防げるようになった。

### 5.4 携帯性における課題と機器接続の安定性

実験を通じて，デバイスの持ち歩きやすさ（携帯性）に関して，実運用上の新たな課題が見つかった。今回の実験機は，仕組み上，本体であるスクーミーボードに各種センサーを Micro-B ケーブルで接続しただけの状態であった。そのため，教員がデバイスをポーチ等に入れて校内を持ち歩く際，歩行時の揺れやカバンの中での接触によって，ケーブルが根元から抜けてしまう事象が何回か発生した。

ケーブルを差し直せば，データはすぐに計測し直すが，抜けているとデータの送信が完全に止まってしまうため，今後は基盤とセンサーを一体化させて固定する専用のケースを用意するなど，利用者の負担にならず，かつ激しい動きでも通信が途切れない形状の工夫が必要であることが分かった。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では，前回の研究で開発した屋内位置把握システムを実際の学校現場に導入し，実験時期によって梅雨や台風といった悪天候環境下での運用実験となった。

実験の結果，悪天候による GPS 電波の減衰という課題に直面したものの，屋内の基準機を用いた気圧補正システムは極めて安定して動作し，正確な階数判定を維持できることが実証された。また，電波途絶時に対応するために新しく追加した自動状態判定手順により，「停止中」のステータスを正しく画面に表示させることができ，実運用におけるシステムの信頼性を向上させることができた。一方で，歩行によって Micro-B ケーブルが脱落するという，ハードウェアの固定方法（携帯性）に関する新たな課題も明らかになった。

今後の課題として，まずは今回見つかった物理的な接続不良を解決するため，センサー類を衝撃から守り固定できる専用ケースの設計・製作を行う必要がある。

さらに，悪天候による GPS の通信中断への対策として，今後は「直前に取得した位置情報のデータ」を用いた「大まかな平面位置の推定」のような一時的にデータ送信が中断されても問題がないシステムを検討している。これにより，万が一 GPS が完全にロストした場合でも，実用性を維持できると考えている。

また，既存の商業的な屋内位置情報サービス：Beacapp Here [1]と比較した場合，1 台あたりの製造・運用のコストパフォーマンスという面では本システムよりも優れている部分がある。しかし，商業サービスは組織全体での一括管理を基本とするため，利用する個人が自分の意思でシステムを制御することは難しい。

これに対して，本システムは「個人」に焦点を当てた運用ができる点に大きな強みがある。小型の独立した物理デバイスを採用しているため，例えば「プライバシーを守りたい時には手元のトグルスイッチで自分の意思で一時的に通信を切る」といった，利用者の権利や心理的抵抗に寄り添った柔軟な設計が可能である。

今後は，学校現場での複数台同時稼働による検証をさらに進めることや，この「導入障壁の低さ」と「個人仕様に特化できる」という強みを活かし，スマートフォンの所持が制限される福祉施設における高齢者の見守りや，ショッピングモールでの子供の迷子防止など，多層階構造を持つ様々な施設や，個人・特定のコミュニティを守るためのローカル・トラッキングシステムへの応用を視野に入れ，本システムの汎用性と実用性をさらに高めていきたい。

### 参考文献


(1) 株式会社ビーキャップ：“ビーキャップ，シオノギヘルスケアにおいて屋内位置情報サービス「Beacapp Here」を導入。86%が人探し時間削減効果を実感。”, https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000085.000068929.html, PR TIMES（2026），（2026 年 6 月 15 日閲覧）

(2) 武内龍義：“GPS および気圧情報を用いた屋内位置把握システムの開発 - 校内における実証結果から - ”, CIEC 春季カンファレンス論文集, Vol.17, pp.134-135（2026）

(3) スクーミー:“スクーミースポットを活用した授業活用事例集”, https://schoomy.com/2025/06/07/情報iでスクーミー/, (2025), (2026 年 6 月 29 日閲覧).

(4) 新居英明，小林康平，吉田貴寿，南澤孝太：“気圧センサを用いた生活環境活動記録に関する基礎的実験 (その 2)”，第 30 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，3B1-08（2025）

(5) Chungheon Yi, Wonik Choi, Youngjun Jeon, Ling Liu : “Pressure-Pair-Based Floor Localization System Using Barometric Sensors on Smartphones”, Sensors, 19 巻, 16 号，3622（2019）

# ボードゲームの制作を通した創造性を引き出す情報Ⅰのカリキュラムデザイン

木村剛隆*1
Email: yoshitaka_kimura@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園中学・高等学校

◎Key Words　Project Based Learning，学習環境デザイン，情報教育

## 1. はじめに

本研究の目的は，情報Ⅰの授業において，ボードゲーム制作を通して生徒の創造性を引き出すカリキュラムデザインの要件を検討することである。具体的には，情報Ⅰの知識を習得・活用しながら，生徒にどのような学びが生じているのかを明らかにする。そして生徒の創造性を引き出すためには，どのような学習環境をデザインする必要があるのかを，生徒のふりかえり記述の質的分析から明らかにする。

## 2. 研究の背景

### 2.1 社会の変化と創造性の育成の必要性

近年，AIをはじめとするテクノロジーの急速な発展により，社会のあり方は大きく変化している。また，環境問題，格差，人口減少，地域課題など，地球規模・社会規模の複雑な課題も多く存在している。久保田・今野（2018）は，このような社会においては，他者と協働し，社会課題について相互作用的な関係を持ちながら，解決に向けた活動を継続的に展開していく力が求められると述べている。また，佐藤・宮本（2025）は，正解のない問いに向き合い，解決していくためには，創造性の育成が重要であると指摘している。AIをはじめとするテクノロジーが発展する社会においては，情報を利用する力だけでなく，問題を設定し，他者と協働しながら，価値あるものを構想・具体化する力がより重要になると考えられる。

創造性の定義について，高橋ら（2025）は，創造性を「独自で有用なアイデアを生み出すこと」としている。また，胸組（2024）は，STEAM教育の文脈において，創造性は一部の人だけが持つ特別な能力ではなく，誰もが持っており，適切な環境によって引き出されるものであると述べている。本研究では，これらの議論を踏まえ，創造性を，ユーザーにとって価値のある独自のアイデアを生み出す力として捉える。すなわち，創造性は個人の内面だけに閉じた能力ではなく，知識を結び付け，他者との関わりの中で価値あるものを生み出す過程で発揮されるものと考える。

さらに，久保田ら（2012）は，問題解決型の授業設計や創造性のようなコンピテンシーの育成には，学習環境デザインの視点が重要であることを示している。学習環境デザインとは，学習者が自ら問題を見つけ，その解決の手立てとして，周囲の人やものなどのリソースにアクセスできるように設計することである。この視点に立てば，創造性を育成するためには，生徒に自由な発想を求めるだけでは十分ではない。生徒が多様なリソースを活用し，知識をつなぎ合わせ，他者と協働しながら，価値あるものを生み出す学習環境を設計する必要がある。

### 2.2 問題解決を中心にした情報Ⅰ

高等学校の共通必履修科目である情報Ⅰは，問題の発見・解決に向けて，事象を情報とその結び付きの視点から捉え，情報技術を適切かつ効果的に活用する力を全ての生徒に育むことを目指して設定されている（文部科学省，2018）。つまり，情報Ⅰは，単にコンピュータの操作技能や知識を習得する教科ではなく，情報や情報技術を活用して問題を発見し，解決することを重視する教科である。

このような教科の性質を踏まえると，情報Ⅰは，生徒が知識を活用し，独自で有用なアイデアを具体化する学習活動と接続し得る科目であると考えられる。特に，問題を発見し，情報を整理し，他者に伝わる形で表現し，成果物を改善していく活動は，創造性の発揮と深く関わる。

情報Ⅰにおける問題解決型の授業実践として，渡邉ら（2023）は，情報デザインの単元においてWeb地図コンテンツ制作の授業実践を報告している。この実践では，Web地図コンテンツの制作を通して，HTMLやCSSへの理解が促進されるとともに，生徒が社会における情報デザインの役割を考え，情報の受け手を意識するようになったことが示されている。このことは，情報Ⅰにおける制作活動が，教科内容の理解だけでなく，他者に伝わる表現やユーザーを意識した設計につながる可能性を示している。

また，小原（2025）は，大学入学共通テストとの関連から，問題解決型の情報科授業実践を報告している。この実践では，HTMLとCSSを用いたWeb制作や，生成AIも活用したPythonプログラミングなど，問題状況を解決する実習がデザインされている。さらに，このような実習に積極的に参加した生徒の方が，共通テストの得点が高い傾向にあることも示唆されている。

これらの研究は，情報Ⅰにおける問題解決型授業や制作活動の有効性を示している。一方で，問題解決のプロセスで教科の内容の理解や技能の習得を促進するような研究にとどまっている。そこで，本研究では，情報Ⅰの知識を活用したものづくり活動において，生徒の学びと創造性を引き出す学習環境要素を明らかにすることを目指す。

### 2.3 情報における創造性育成の研究とその課題

情報教育に関する研究では，プログラミング教育に関する知見が多く蓄積されている。森下ら（2023）は，日本教育工学会における情報教育研究の動向を整理した結果，情報モラル教育とプログラミング教育の研究に傾倒していることを明らかにした。その上でこれまでの研究成果と今後の課題を検討している。特にプログラミング教育に関する研究では，小学校における論理的思考やプログラミング的思考の育成に焦点を当てた研究が多く見られる。今後の展望として，実際の社会で起こっている問題を解決するような新しい時代のプログラミング教育の研究の学術的知見の蓄積が必要であると示唆した。

プログラミング教育は，情報Ⅰにおける重要な学習内容であり，問題解決や創造性の育成と接続する可能性を持っている。しかし，普通科高等学校における情報Ⅰの限られた授業時数の中で，すべての生徒がプログラミングを通して創造的な成果物制作まで十分に経験するには制約もある。飯坂ら（2024）は，高等学校情報Ⅰにおけるプログラミング指導について，内容・時間の面から評価が難しいことを指摘している。また，複数校へのヒアリングをもとに，情報Ⅰにおけるプログラミング指導の共通課題として時数の不足を挙げている。さらに，プログラミングにかけられる時間は 10 時間から 14 時間程度が現実的である一方で，プログラミング領域を十分に扱うには時間が不足していると述べている。加えて，14 時間程度の実践を行った事例においても，目標とした水準の簡易ゲームやシミュレーションを作成できた生徒は約 20%にとどまったことが報告されている。

このことから，プログラミングを中心とした実践では，初学者が構文，記法，デバッグ，タイピング，実行環境の理解などに多くの認知資源や授業時間を費やす可能性があると考えられる。その結果，限られた授業時間の中では，課題設定，ユーザー価値の検討，試作・改善，成果物の具体化といった，問題解決や創造性に関わる過程を十分に扱いにくい場合がある。

したがって，情報Ⅰにおいて創造性を引き出すためには，生徒がより多面的に創造性を発揮できる学習活動を検討する必要がある。すなわち，情報Ⅰの知識を活用しながら，課題設定，ユーザー視点，論理的構成，情報デザイン，協働，試作・改善を統合的に経験できる学習環境が求められる。

## 3. 研究の対象と方法

前章で述べたように，情報Ⅰにおけるプログラミング教育は問題解決や創造性の育成において重要である一方で，限られた授業時数の中では，コードの記述や実行環境の理解に多くの時間が割かれやすい問題を指摘した。すべての生徒が，実際に問題状況を経験するような，学習環境デザイン必要になる。

そこで筆者は，ボードゲーム制作を通して，情報Ⅰの知識を活用しながら，論理的構成，情報デザイン，ユーザー視点，協働，試作・改善を統合的に経験できる実践をデザインした。ボードゲーム制作は，プログラミングの代替を目指すものではない。しかし，ルール設計や手順化，条件の整理など，プログラミングと関連する論理的思考の一部を制作活動の中で扱うことができる。また，カード，盤面，説明書，パッケージなどを制作する過程で，情報デザインやユーザーに伝わる表現を具体的に考えることができる。

### 3.1 本研究における実践の概要

筆者は所属校における情報Ⅰの授業で「ボードゲームデザインプロジェクト」と題した 1 年間のプロジェクト型のカリキュラムを設計し，実践した。所属校における情報Ⅰは 1 年生に 2 単位配当されているが，授業担当者が異なる 2 つの授業をそれぞれ実施している。1 単位は主にボードゲームの制作を進める「STEAM α」として設定している。もう 1 単位は情報Ⅰの知識教授や思考ツールを使ってプロジェクト活動に落とし込む「STEAM β」と設定している。表 1 は年間の授業計画を簡易的に示したものである。

表 1　簡易版年間の授業スケジュール

| 学期 | STEAM α | STEAM β |
|---|---|---|
| 1 学期 | ・ペーパータワーでデザイン思考<br>・Adobe Express の活用<br>・Keynote の活用<br>・個人企画の制作<br>・チームづくり | ・ボードゲーム体験<br>・問いづくり<br>・情報デザインの理論<br>・知的財産権<br>・2 進数とデジタル化 |
| 2 学期 | ・SWOT 分析<br>・企画書制作<br>・中間発表<br>・ルールづくり<br>・プロトタイプ制作 | ・データ引用と分析<br>・Illustrator 入門<br>・デジタル化の仕組み<br>・コンピュータの基礎<br>・spreadsheet の活用 |
| 3 学期 | ・ボードゲーム制作<br>・表紙などの制作<br>・テストプレイ | ・ネットワークの基礎<br>・情報セキュリティ<br>・テストプレイ |

1 学期の「STEAM α」の授業では個人でボードゲームの企画を検討し，プレゼン動画の制作をした。その際に「STEAM β」の授業でプレゼンスライドのデザインの理論や知的財産の知識を共有し，意識させた。2 学期はチームを作り，SWOT 分析やペルソナ分析やデータ分析の知識を共有し，改めて企画書とプロトタイプの制作を行った。そして，3 学期でテストプレイをしながら，実際に遊べるボードゲームを制作した。

制作したボードゲームは年度末に実施している「STEAM　FES」という全学年の探究活動の発表会にて，生徒や保護者や外部の教育関係者に披露した。制作して「実際に遊んでもらう」までがこのプロジェクトのゴールである。写真 1 は「STEAM FES」で披露した生徒が制作したボードゲームの例である。



写真 1　生徒が制作したボードゲーム「おつかい大作戦」

### 3.2　分析方法

分析の対象は2025年度に所属校で実施した情報Ⅰを受講した252名の生徒である。具体的には3学期の最後の課題として提出させたふりかえりである。そして，分析の対象になったのは回答があった203名分の生徒のふりかえりデータである。

分析の方法としては，戈木（2016）のグラウンデッド・セオリー・アプローチによる質的な分析の方法を参考にした。具体的な手順は以下の4つのプロセスである。①元データの意味の切れ目を723に分割，②723の文節をオープンコーディング，③17個にカテゴリ化，④4つコアカテゴリを生成，⑤カテゴリ間の関係性を図式化，の5つのプロセスである。この手順で行なった分析のプロセスの一部を例として表2に示す。

表2 質的分析のプロセスの一部

| コアカテゴリ | カテゴリ | 番号 | ラベル | ふりかえり元データ |
|---|---|---|---|---|
| 適切なリソースの配置 | 豊富な制作ツールの配置 | 33 | Adobe Illustratorの活用 | 1学期の後期は，1学期と2学期で組織に戻ったボードゲーム会議の実行だった。カードの作成の時にAdobeのイラストレーターを使ったり，パッケージを作る時にAdobe Expressを使ったりと今までAdobeの使い方を学んできたことが活かされた活動だったように思った。 |
| | | 34 | PCを使った印刷や折にする作業 | また，1学期や2学期に続いて，データを学校のパソコンにアドロップして印刷したり，印刷したものを切ってそれをファイルに並べてラミネートしたりと初めて聞いた言葉や初めて行なった作業などが多く，苦労した一方で。 |
| | | 50 | 画期的なAIの台頭 | そのため，なぜ一瞬で企画書やプレゼンが一瞬で作れるAIが画期的なのか実感できました。 |
| | | 55 | デジタル技術で駒やダイスの制作 | これを作る際にさまざまなデジタル技術を活用することができたと感じます。例えば，駒を作った際や，ダイスを自作したことなどが挙げられます。 |
| | | 56 | 3Dプリンターの調整に苦労 | 3Dデータを作成し，印刷するからことはかしありましたが，推薦しているオブジェクトを作るのは初めてのことだったので，調整に時間がかかり苦労しました。 |
| | | 62 | AIを活用してゲームのお題を検討し効率化 | お題をAIに考えてもらって作業を効率よく進めたり，自分が見て面白そうと思ったお題を選んでいるから，客観的かつ面白いと思うお題を選ぶことができたのは，うまく時間を使えたなと思った。 |
| | | 65 | Canvaの活用 | ページごとを使って資料をまとめることはできました。 |
| | | 81 | AIを活用した説明書づくり | 説明的にキャッチフレーズを挿入するか，ここについてはみんなで付き話ったため，多少なりともAIの力を駆使して文章を作り上げた。 |
| | | 117 | Illustratorの活用の失敗 | 作ってみたはいいもののイラストレーターで作ってみてとてもデザインがダサくなってしまいました。もっとデザインを学び，イラストレーターの使い方なども学んでみたいと思いました。 |
| | | 157 | iPadの使い方の成長を実感 | 例までではわからないことも人に教えられるくらいiPadの使い方にも慣れてきて最初はPDF化すらできなかったけれど今ではすぐにPDFにできるようになり成長できたなと感じました。 |
| | | 180 | ラミネーターの使い方は良い経験 | それを切るのも貼るのもラミネートするのも家庭ってものすごく面倒でした。他の授業では使わない機械などを使ったりできるいい経験になったので良かったです。 |
| | 知識活用の文脈 | 37 | 複雑社会で生きるために必要な知識を学ぶ | STEAMの授業でボードゲームの制作や授業では現代の社会で生きる上で必要な基礎知識などを学ぶことができました。 |
| | | 144 | 他教科にも活かすことができる力 | これは他の教科でも活かせる資産な考え方だと思うので，この経験を活かして高年もっといい成績を狙いたいです。 |
| | | 166 | 自分に結びつく探学の授業 | また，探学もいままで勉強してきたことを使って，より良いゲームができるように，どちらの情報の授業も自分に結びつけることができた。 |
| | | 413 | 学んだことを活かせるプロジェクト | Steamの授業では情報や問題の解決方法，見やすく惹きつけられるスライド作成などを学び，それらを活かしてボードゲーム作成を進めてきた。 |

## 4.　分析の結果

分析の結果，生徒の創造性を引き出す学習環境は，大きく4つに分類された。すなわち，①魅力的なテーマと逆向き設計，②他者と協働したものづくり，③適切なリソースの配置，④試行錯誤の機会である。また，これらの学習環境が生徒の学びにどのように影響しているのかを図1に示した以下では，4つのカリキュラム設計上のポイントについて，具体的な学習環境と，それによって生じた生徒の学びを記述する。なお，カテゴリは【　】，ラベルは〈　〉，生徒のふりかえりデータは「　」で示す。

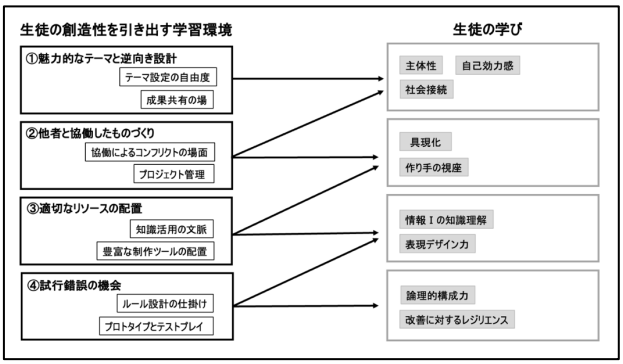



図 1 創造性を引き出す学習環境と生徒の学びの関係図

### 4.1　魅力的なテーマと逆向き設計

ボードゲームを制作するという魅力的なテーマと，最終的に作品を披露し，互いにゲームをプレイする場を設定する逆向き設計である。このような学習環境は，活動に対する生徒のモチベーションを高め，創造性を引き出す要素として機能していた。まずボードゲームの，【テーマ設定の自由度】は生徒が＜好きなものからゲーム制作＞できるため，興味関心やモチベーションに影響を与えていて，制作のプロセスで探究したい関心ごとの内容理解にもつながっている。生徒のふりかえりでは，「制作の過程では，日本の税制度や政治の仕組みについて調べました。例えば、国会の役割や法律がどのように決まるのか，また脱税が社会にどのような影響を与えるのかを学びました。」とある。このように自由なテーマ設定により生徒の【主体性】を育み，制作のプロセスで【社会接続】のきっかけにもなる。

また最終的に多くの人に自分の作ったものを体験してもらう【成果共有の場】が設定されている。生徒は「自分達の理想のボードゲームを作り上げることができたし，最後までものを作り上げる達成感をおおいに感じることができた。」や「ボードゲームは普通の人は作れないと思っていたけど、思っていたより簡単に作れました」と述べている。これらの記述から，作品を完成させ，他者に体験してもらう経験が，達成感や「自分にもできる」という感覚を生み出し，【自己効力感】につながっていたことが示唆される。

### 4.2　他者と協働したものづくり

本実践ではチームで取り組むプロジェクトとして設定した。それにより，生徒同士の【協働によるコンフリクト場面】が生まれるからこそ，＜チームでの役割分担＞も生まれ，より創造的な制作につながる。生徒は「3学期からは友達と二人でより本格的に制作し，役割分担や話し合いを重ねながら進めたことで，より完成度の高い作品に近づけることができた。一方で，意見がぶつかることもあり，協力する難しさも感じた。もっと分担の仕方をかえて効率よく進めたかった。」と述べている。

さらに，ボードゲームを期限内につくり切ることで，＜見通しを立てたTodoリストの共有＞の不足や＜計画の見通しの甘さ＞を実感し，【プロジェクト進行支援】の重要性を振り返っている。生徒は「また，やることを整理して共有することで，作業の見通しが立ちやすくなることも分かった。制作を通して，協力して一つの作品を作るためにはコミュニケーションが不可欠であることを学んだ。」と述べている。

これらの学習環境と協働したものづくりの経験によって，【作り手の視座】の獲得もあった。生徒は「普段，こうしたゲームやデザインを作っている方々は，膨大な時間をかけて細部まで工夫しているのだと実感し，改めて深く尊敬しました。今回の活動は、ものづくりの難しさと喜びを知る，自分にとって非常に良い経験になりました。」と述べている。このような＜クリエイターの視点＞は創造性という観点としても重要な視点である。

### 4.3　適切なリソースの配置

本実践では，プロジェクトを進めるαの授業と，情報Ⅰの知識をプロジェクトに落とし込むβの授業を関連付けて設計した。このことにより，【知識活用の文脈】が形成され，〈学んだことを活かせるプロジェクト〉として学習活動が展開されていた。ある生徒は，「STEAMの授業では情報や問題の解決方法，見やすく惹きつけられるスライド作成などを学び，それらを活かしてボードゲーム作

成を進めてきた。」と述べている。また，別の生徒は，「情報の授業では，情報社会の仕組みや著作権，因果関係，コンピュータやネットワークの構造などを学びました。また，情報デザインの 3 要素や色の組み合わせについて学んだ上で，実際にカードゲーム制作などの活動に取り組みました。企画からルール作成，デザインまで自分たちで考え，学んだ知識を実践に活かす機会が多くありました。」と述べている。これらの記述から，生徒は情報 I で学んだ知識を，単なる知識として理解するだけではなく，ボードゲーム制作の中で活用していたことが分かる。すなわち，知識活用の文脈を持つプロジェクトは，【情報 I の知識理解】を促進する役割を果たしていた。

また，生徒が自分たちの構想を【具現化】するためには，【豊富な制作ツールの配置】も重要であった。生徒は，「カードの作成の時に Adobe の Illustrator を使ったり，パッケージを作る時に Adobe Express を使ったりと今まで Adobe の使い方を学んできたことが活かされた活動だったように思った。」と述べている。さらに，「いざ作るにあたって，ラミネーターや，3D プリンターなど触れたことのない機械ばっかりでとても難しかったですが，両方説明をしてもらい使えるようになりました。」という記述も見られた。これらの記述から，アプリケーションやデジタルファブリケーションは，生徒のアイデアを具体的な制作物へ変換するための重要なリソースとして機能していたことが分かる。また，カード，盤面，パッケージ，説明資料などを作成する過程では，他者に伝わる見た目や構成を考える必要がある。そのため，制作ツールの活用は，単なる操作技能の習得にとどまらず，【表現デザイン力】の育成にもつながっていた。

### 4.4 試行錯誤の機会

2 学期後半から 3 学期にかけては【プロトタイプとテストプレイ】を重ねる時間を設計していたので，生徒は「実際に友達に遊んでもらうと、思っていた通りに進まない場面もあり，改善点に気づくことができた。」と述べている。何度もテストプレイをするプロセスで「同じグループの人と協力して自分たちの納得のいくボードゲームにするために何度も試行錯誤して思い通りのボードゲームを作ることができた。」と述べていて，【改善に対するレジリエンス】が身についた。

また，ボードゲームのルールを設計する過程では，論理的な構成を考える必要があった。ある生徒は，「しっかりとしたルールの構築に努めましたが，テストプレイでの矛盾に苦労し，客観的な視点でシステムを設計する難しさを痛感しました。」と述べている。この記述から，生徒は〈矛盾のないルールを作る難しさ〉を実感していたことが分かる。ボードゲーム制作においては，勝敗条件，プレイの手順，カードの効果，ゲームバランスなどが互いに矛盾しないように設計される必要がある。そのため，ルールを構築し，テストプレイを通して矛盾を発見し，修正する過程は，【論理的構成力】の成長につながっていたと考えられる。

このように【試行錯誤の機会】は，生徒が自分たちの作品を改善し続ける姿勢を育むとともに，ルールやシステムを論理的に構成する力を高める。このような反復的な制作過程は，創造性を，単なる発想ではなく，具体化と改善を伴うプロセスとして経験させる上で重要であったといえる。

## 5. おわりに

前章でも述べてきたように，生徒の創造性を引き出す学習環境として，①魅力的なテーマと逆向き設計，②他者と協働したものづくり，③適切なリソースの配置，④試行錯誤の機会の 4 つの要素が明らかになった。学習環境デザインは生徒が主体的に関わり，学習者が道具を自ら選んで問題解決する設計のため学習環境と学びを因果関係で説明することはできない。したがって，生徒の創造性を引き出すためには，これらの学習環境をデザインすることをガイドラインとすることを提案したい。

情報 I の授業では，2 章で指摘した時間数の問題なども考慮すると，このガイドラインを元に情報の知識を活用しながら，ものづくりを通して問題解決をするようなカリキュラムづくりが肝要だと考える。そして，そのようなカリキュラムが，これからの社会で力強く生きていくために必要な創造性の育成につながる。

また，今回の研究の対象は生徒による最終ふりかえりであったため，生徒の学びのプロセスを豊かに表現することができなかったことが研究の課題として挙げられる。今後は学期ごとのふりかえりや，生徒へのインタビュー調査のデータも研究の対象にすることを検討する必要がある。生徒の学ぶプロセスをどのように見取るのかは今後の課題である。

## 参考文献


(1) 飯坂正樹，五十嵐智生：“高等学校における情報Iの必修化とプログラミング”，会誌「情報処理」，65 ，デジタルプラクティスコーナー（2024）

(2) 小原格：“問題解決型による情報科授業実践と共通テスト”，コンピュータ&エデュケーション，58，pp17-23（2025）

(3) 久保田賢一，岸磨貴子，大学教育をデザインする　構成主義に基づいた教育実践，pp21-30,晃洋書房（2012）

(4) 久保田賢一，今野貴之，主体的・対話的で深い学びの環境と ICT，pp4-7，東信堂，(2018)

(5) 佐藤雄紀，宮本浩紀：“学校教育における創造性育成に関する研究-創造性研究の動向把握に基づく小学校の音楽科にけるモデル授業の提案-”，茨城大学教育実践研究，44，pp117-130（2025）

(6) 高橋雄介，外山美樹，石黒千晶，渡邊智也，澤田和輝，清河幸子：“創造性を高める教育とは”，教育心理学年報，64，pp266-278（2025）

(7) 戈木クレイグヒル滋子，グラウンデッド・セオリー・アプローチ改訂版　理論を生み出すまで，pp27-44，新曜社(2016)

(8) 胸組虎胤，STEAM 教育の実験とデザインが生む創造的教師，pp117-118 リフレ出版（2024）

(9) 森下孟，鶴田利郎，板垣翔大，今野貴之，倉田伸，寺嶋浩介：“情報教育への教育工学的アプローチによる研究の成果と今後の方向性　初等・中等教育を中心として”，日本教育工学会論文誌，47，pp553-565（2023）

(10) 文部科学省：【情報編】高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説（2018）

(11) 渡邉拓斗，佐々木雄太，伊藤陽介：“高等学校情報科「情報Ⅰ」にける情報デザインを考慮した WEB 地図コンテンツ制作教材の開発と授業実践”，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，20，pp23-28（2023）

# Kahoot!のゲームモードの違いに対する小学校高学年児童の認識
## —計量テキスト分析による学習エンゲージメントの検討—

小川　智博・鈴木　達矢
Email: endlesssummersurfing01@gmail.com

日向市立財光寺小学校

◎Key Words　Kahoot!，学習エンゲージメント

## 1.　はじめに

GIGA スクール構想の推進により小学校への ICT 環境の整備が進む中，ゲームベースラーニング（GBL）は学習者のエンゲージメントを高める手法として注目されている(1)。なかでも Kahoot!は，即時フィードバックとスコアリングを組み合わせたGBL プラットフォームとして国内外の教育現場に普及しており，複数のゲームモードを有している。中原はKahoot!のゲームモードの違いが語彙学習の効果に影響することを示し(2)，鳴戸・鳴海は，Kahoot!を用いた語彙学習が生徒の学習意欲を高く維持しつつ高い学習効果をもたらすことを示し，トールタワーやサブマリンなどのゲーム要素が習熟度にかかわらず学習意欲や主体性を高めたと述べている(3)。

一方，小川らによる小学校での実践では，競争型のクラシックモードが学習意欲の低い児童にも一定の効果をもたらした反面，下位層において意欲の低下が懸念される場面も示唆された(4)。これらの知見は，ゲームモードの構造の違いによって，児童が学習にどう取り組み，何を感じるかが変わりうることを示すものである。しかし，既存研究の多くは学習効果や情意面の変化を扱っており，競争・協力・個人といった多様なモードを対象に，児童自身がその違いをどのように認識し意味づけているかに焦点を当てた検討は十分でない。

そこで本研究では，Kahoot!の 5 つのゲームモード（サブマリン，ロボットラン，トールタワー，カラーキングダム，チルアート）を小学校高学年の授業で実施し，児童がこれらのモードの違いを学習エンゲージメントの観点からどのように認識・意味づけ，どのモードを選好するかを明らかにすることを目的とする。本研究は学習成果そのものではなく，児童の認識・選好に焦点を当てる認識研究であり，量的データで全体的な傾向とモード間の選好差を示したうえで，計量テキスト分析による質的分析を中心に，児童の意味づけに迫る。

## 2.　研究方法

### 2.1　対象と手続き

対象は小学校第 5 学年 2 学級（計 63 名）である。同一の児童がKahoot!の 5 つのゲームモードをすべて体験する反復測定デザインを採用する。各モードには，全モードに共通して第 4 学年で既習の 47 都道府県に関する問題を用いた。これは，新たな知識の習得の難しさではなく，ゲームモードの違いそのものに児童の経験が左右されるようにするためである。

表 1　実践研究の流れ

| 時期 | 内容 |
|---|---|
| 6 月 15 日（月） | ①サブマリン実施・質問紙 A |
| 6 月 16 日（火） | ②ロボットラン実施・質問紙 A |
| 6 月 17 日（水） | ③トールタワー実施・質問紙 A |
| 6 月 18 日（木） | ④カラーキングダム実施・質問紙 A |
| 6 月 19 日（金） | ⑤チルアート実施・質問紙 A<br>全モード終了後に比較振り返りシート B |

両学級で共通の順序により授業内で実施し，モード実施直後に質問紙【A】を，全 5 モードの体験後に比較振り返りシート【B】を回答させる。なお実施順は両学級で統一しているが，モード間で順序を入れ替えるカウンターバランスは行っておらず，順序効果は統制していない（本研究の限界）。実施の流れを表 1 に示す。

本研究で用いた 5 つのゲームモードの画面例と回答画面を図 1 に示す。(a)サブマリンは，学級全員で取り組むモードで，正解するとゲージがたまり，画面に現れた記号を担当の児童が仲間に伝えて全員で押すと潜水艦が魚から逃げ切る。(b)ロボットランは，チームで協力してロボットから逃げるモードで，正解でブーストがたまり，安全地帯へ移動するミニゲームを挟みながら進む。

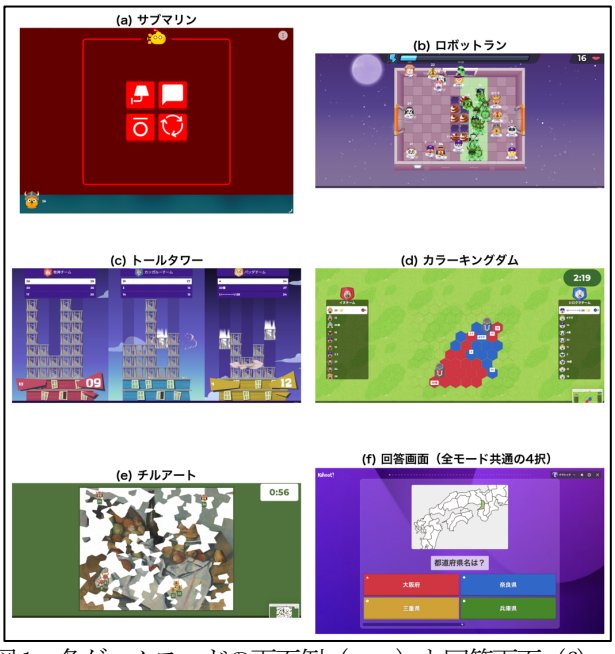



図 1　各ゲームモードの画面例（a〜e）と回答画面（f）

(c)トールタワーは，チームで協力してブロックを積み，横一列をそろえて階を重ね，チーム間で高さを競う。(d)カラーキングダムは，2 チームに分かれ，正解して陣地を塗り広げ，相手の陣地を囲んで奪い合う。(e)チルアートは，一人で落ち着いて取り組むモードで，正解するごとに名画を区画ごとに塗り進め，作品を完成させる。児童はいずれのモードでも(f)の回答画面（4 択）で問題に答える。

これらのモードは社会的相互作用（児童同士の関わり方）の構造が異なると考えられる。サブマリンとロボットランは，仲間と協力して脅威から逃れる，競争を含まない協力型である。トールタワーとカラーキングダムは，チーム内で協力しつつチーム間で競う，協力と競争が併存する型である。チルアートは時間的制約のない個人・非競争型である。

### 2.2 質問紙の構成

質問紙【A】は，学習エンゲージメントを測定する 4 つの下位尺度（各 3 項目，計 12 項目）のリッカート 5 件法（1=そう思わない〜5=そう思う）と自由記述 1 項目で構成した。行動的・感情的・認知的エンゲージメントの 3 側面は，フレデリックらの概念をもとに藤本が探索的に整理した枠組み[1]を参考に，筆者が項目を作成した。社会的エンゲージメントは，モード間で社会的相互作用のあり方が異なる可能性を踏まえ，筆者が探索的に追加した下位尺度である。なお本研究は，既存の枠組みを参考に項目を構成したものであり，因子分析等によって尺度を検証したものではない。

各下位尺度の具体的な項目は表 2 に示す。一体感を問う項目は個人で取り組むチルアートには適用できないため，チルアートのみ「自分のペースで安心して取り組めた」という項目に差し替え，非競争・個別化の構造がもたらす充実感を測定した。

各モードの実施直後の自由記述では，「このゲームをやっているとき，友達やチーム・クラスのことをどんなふうに意識したか，問題を考えるときどのような気持ちだったか」を，具体的な場面を想起させながら記述させた。さらに，全 5 モードの体験後に比較振り返りシート【B】を実施した。【B】は，(1)5 つのモードを「またやりたい順」に並べる順位づけ，(2)各モードについて，取り組んでいるときに考えたこと・感じたことの自由記述，(3)最も「自分に合っていた（自分らしく取り組めた）」モードの選択とその理由，(4)5 つのモードを通して気づいたこと・思ったことの自由記述，から成る。(1)の順位と(3)の選択は，リッカート尺度で生じやすい天井効果に左右されないモード間の選好差を捉える量的データとして，自由記述は計量テキスト分析の中核データとして用いる。

### 2.3 量的分析の方法

本研究は同一の児童が 5 つのモードを体験する反復測定デザインであり，リッカート 5 件法のデータであることから，正規分布を仮定しないノンパラメトリックな手法を用いる。下位尺度得点は各 3 項目の平均値とし，行動的・感情的・認知的・社会的の 4 得点×5 モードを分析の対象とする。なお，Kahoot!は各モードとも高い参加意欲を引き出すため，リッカート尺度では天井効果が生じうる。そこで本研究では，比較振り返りシートの選択・順位データを併用し，天井効果に依存しない形でモード間の選好差を検討する。

分析は，(1)平均・標準偏差・中央値による記述統計，(2)各下位尺度の内的一貫性を Cronbach の α 係数により事後的に確認する信頼性分析，(3)5 モード間の差を検討する Friedman 検定，(4)有意差が認められた下位尺度については効果量を確認し，実質的な差が認められた場合に Wilcoxon の符号順位検定（Bonferroni 補正，10 ペア，$\alpha=0.05\div10=0.005$）による多重比較を行う，(5)比較振り返りシートの選択分布に対する $\chi^2$適合度検定，(6)「またやりたい順」の順位に対する Friedman 検定，の手順で行う。これらの分析には統計ソフト jamovi を用いた。

### 2.4 質的分析の方法

質的分析には計量テキスト分析ソフトウェア KH Coder[5]を用いる。質問紙 A の各モード直後の自由記述については，語に分けて共起ネットワークを作成し，モードごとに特徴的な語のまとまりを可視化する。比較振り返りシート B の自由記述については，語に分け，モードを外部変数とした対応分析を行って，どのモードにどのような語が結びつくかを可視化する。量的分析がモード間の傾向と選好差を示すのに対し，質的分析は児童がその違いをどのように意味づけているかを明らかにする点に，本研究の独自性がある。

表 2　学習エンゲージメント尺度の質問項目と全体平均

| カテゴリ | 番号 | 質問内容 | M(SD) |
|---|---|---|---|
| 行動的 | Q1 | このゲームに積極的に取り組んだ | 4.73(0.63) |
| | Q2 | 問題を真剣に考えながら解こうとした | 4.64(0.66) |
| | Q3 | 最後まで集中して取り組んだ | 4.70(0.64) |
| 感情的 | Q4 | このゲームは楽しかった | 4.58(0.89) |
| | Q5 | またこのモードでやってみたいと思った | 4.47(0.94) |
| | Q6 | このゲームをやると授業が好きになる気がした | 4.44(0.87) |
| 認知的 | Q7 | 問題についてもっと調べたいと思った | 4.10(1.06) |
| | Q8 | まちがえた問題の答えを確かめたくなった | 4.14(1.07) |
| | Q9 | 学習内容がよくわかった気がした | 4.40(0.84) |
| 社会的 | Q10 | 友達と一緒に取り組んでいる感じがした | 4.49(0.87) |
| | Q11 | 友達（チーム）のためにがんばれた | 4.49(0.88) |
| | Q12 | 友達（チーム）と一体感があった | 4.52(0.86) |

## 3. 結果

### 3.1 各モードの学習エンゲージメント

各モード直後のリッカート 12 項目はいずれも平均 4.1〜4.7 と高く，とりわけ行動的側面の項目（Q1〜3）は 4.6 を上回った（表 2）。下位尺度得点（各 3 項目平均）の Friedman 検定では，行動的・感情的・社会的に有意差がみられたものの効果量はいずれも小さく，モード間の実質的な差は乏しかった（天井効果）。すなわち，Kahoot!はゲームモードを問わず児童の参加意欲を高く保っていた。モードの選好全 5 モードを体験した後の「またやりたい順」には，明確な序列が見られた。平均順位はロボットラン 1.42，サブマリン 2.20，トールタワー3.52，カラーキングダム 3.85，チルアート 4.02 であり，Friedman 検定で有意な差が認められた（$\chi^2(4)=124.1$，$p<.001$，Kendall's W=0.52）。1 位に選んだ児童はロボットランが 60 名中 48 名と突出する一方，競争型のカラーキングダムと個人型のチルアートが下位であった。すなわち児童は，勝敗のプレッシャーや個別作業よりも，仲間と協力して危機を切り抜けるモードを強く選好した（表 3）。

### 3.2 自分に合うモード

「最も自分に合っていた」モードは，ロボットラン 34 名，サブマリン 12 名，チルアート 6 名，トールタワー5 名，カラーキングダム 3 名であり，$\chi^2$ 適合度検定で偏りが有意であった（$\chi^2(4)=54.2$，$p<.001$）。一方で，選好で 1 位を集めたロボットラン（48 名）と適合（34 名）の間にはずれがあり，最も好きなモードと自分に合うモードが一致しない児童が存在した。また，選好で上位ではないモードを「自分に合う」と答えた児童も少数みられ，適合には個人差が認められた。

### 3.3 各モードで児童が考え・感じたこと

各モードの自由記述には，モードごとに特徴的な語りが現れた。サブマリンとロボットランでは「逃げる」「ドキドキ」「安全」といった，仲間と協力して危機から逃れる語りが多くみられた。カラーキングダムでは「囲む」「相手」「勝つ」「負ける」など陣地を奪い合う競争の語が，トールタワーでは「積む」「タワー」「チーム」などチームで積み上げる語りが現れた。チルアートでは「絵」「塗る」「色」「完成」といった，競争のない個別の制作の語りが特徴的であった。たとえば，ある児童はチルアートを「勝ち負けがないので焦ることがなくてうれしい」，別の児童はカラーキングダムを「負けるととても悔しい」と記していた。また，サブマリンでは「みんなと一緒に協力して楽しかった」，ロボットランでは「安全なところに逃げたところが楽しかった」，トールタワーでは「ゴリラに邪魔されていらついたけど楽しかった」，カラーキングダムでは

表 3　モードの平均順位・1 位選択・適合（n=60）

| モード | 平均順位 | 1 位人数 | 「自分に合う」人数 |
|---|---|---|---|
| ロボットラン | 1. 42 | 48 | 34 |
| サブマリン | 2. 20 | 8 | 12 |
| トールタワー | 3. 52 | 1 | 5 |
| カラーキングダム | 3. 85 | 1 | 3 |
| チルアート | 4. 02 | 2 | 6 |

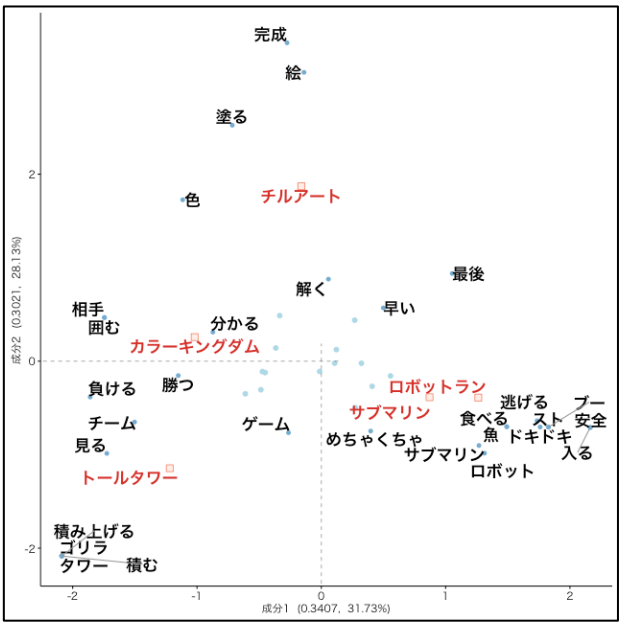



図 2　比較振り返りシート（B）の自由記述の対応分析

「相手のチームの城を囲んで勝ったときはうれしかった」，チルアートでは「問題を解いてから絵をかくのが楽しい」といった記述がみられた。

対応分析では第 1 成分（31. 7%）と第 2 成分（28. 1%）が抽出され，5 つのモードが布置上で互いに分離した（図 2）。

## 4. 考察

本研究の結果は，第一に，Kahoot!がゲームモードを問わず高い学習エンゲージメントを引き出すことを示した。リッカート尺度ではモード間の差が現れにくかった一方で，選好（順位）と自由記述の対応分析には明確なモード差が現れた。すなわち児童は，モードの違いを意欲の高低としてよりも，好みと意味づけの違いとして経験していたと考えられる。

自由記述の対応分析では，児童の語りが二つの軸で整理された（図 2）。第 1 成分（31. 7%）は「協力（競争なし）⇔競争を含む活動」の軸であり，仲間と脅威から逃れるサブマリン・ロボットランが一方の極に，陣取りや構築で競い合うカラーキングダム・トールタワーが反対の極に布置された。第 2 成分（28. 1%）は「集団での活動⇔個別の制作」の軸であり，個人で取り組むチルアートのみが独立して布置された。すなわち児童は，モードの違いを主として「競争の有無」と「個人か集団か」という二つの観点から意味づけていたと考えられる。これはゲーム設計上の構造の違いを，児童が誰にも示されることなく自分の言葉で再現したものであり，モード間の違いが児童にとって実体のある経験だったことを示している。とりわけサブマリンとロボットランがほぼ同一に布置されたことは，両モードが「仲間と協力して危機を切り抜ける」共通の経験として捉えられていたことを表す。

自由記述の共起ネットワーク（図 3）をみると，児童の語りはいくつかの語のまとまりに分かれた。「協力」「チーム」「友達」が結びつく仲間との協働を表す語群，「勝つ」

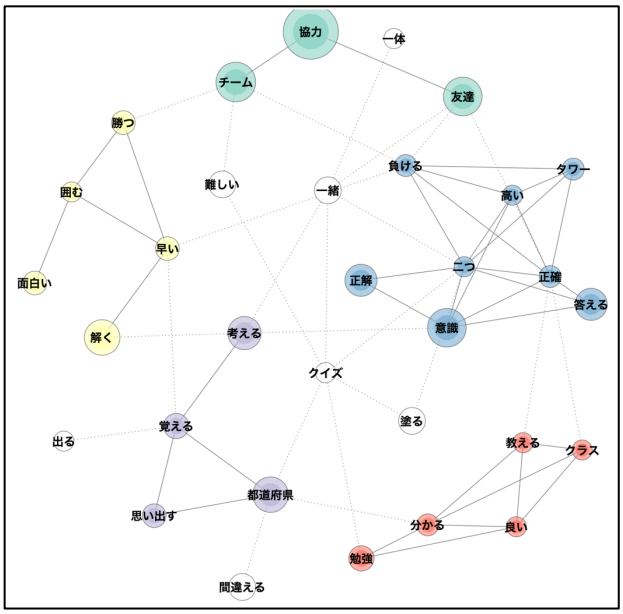



図3　各モード直後の自由記述の共起ネットワーク

「負ける」「囲む」などの競争を表す語群，「正解」「正確」「答える」「早い」といった速く正確に答える意識を表す語群，さらに「都道府県」「覚える」「思い出す」「考える」や「勉強」「分かる」「教える」といった学習を表す語群が認められた。とりわけ「協力」「意識」「都道府県」「勉強」が高頻度であり，児童はゲームに取り組むなかで仲間との協力や競争を意識すると同時に，既習の都道府県の知識を思い出しながら問題を解くという学習の側面も意識していたことがうかがえる。

選好において危機×協力型（ロボットラン・サブマリン）が最も好まれたこと（表3）と合わせると，児童は緊張を仲間と共有して乗り越える体験を強く価値づける一方，個別的・競争的なモードはそれと異なる少数派の経験として認識していたと解釈できる。一方，「自分に合う」の回答には個人差がみられ，好みと自己との相性が一致しない児童も存在した。学級全体としての選好と個々の児童に適したモードが必ずしも一致しないことは，教師がねらいや児童の特性に応じて，集団での緊張共有・競争・個別の落ち着きといった質の異なる経験を選択できる余地を示している。

本研究の知見は，教育実践に対して次のような示唆を与える。第一に，どのモードでも児童の学習意欲は高く保たれており，教師はモードの選択を「意欲が上がるかどうか」ではなく「どのような関わりと気持ちを経験させたいか」という観点から行えばよい。仲間と緊張を共有させたい場面では協力型（サブマリン・ロボットラン），競い合う高揚感を活かしたい場面では競争を含むモード（トールタワー・カラーキングダム），一人で落ち着いて取り組ませたい場面では個別型（チルアート）というように，本研究で得られた「競争の有無」と「個人か集団か」の二軸が，ねらいに応じたモード選択の枠組みとして利用できる。

第二に，学級全体で好まれるモードが，個々の児童に適したモードと必ずしも一致しない点に留意が必要である。本研究でも，選好と「自分に合う」の回答にはずれがみられた。競争に強い高揚を感じる児童がいる一方で，競争のない個別の活動に安心して取り組める児童もいる。したがって，特定のモードに偏らせず，複数のモードを意図的に組み合わせて用いることが，多様な児童それぞれに活躍と安心の機会を保障するうえで有効と考えられる。

## 5.　おわりに

本研究では，小学校高学年児童がKahoot!の5つのゲームモードの違いを学習エンゲージメントの観点からどのように認識・意味づけているかを検討した。児童はどのモードでも高い意欲を示したが，各モードをそれぞれ違った気持ちで受け止めており，選好には明確な差がみられた。本研究は学習成果ではなく児童の認識に焦点を当てたものであり，1校・少人数・統制群なし，モードの実施順を統制していない点に限界がある。今後は対象を広げるとともに，長期的な効果や学習成果との関連を検討することが課題である。

## 参考文献

(1)　藤本徹：“ゲーム学習研究の動向と今後の課題”，コンピュータ&エデュケーション，Vol.56，pp.12-17（2024）.

(2)　中原涼介：“Kahoot!を用いたL2語彙学習におけるゲームモード間の学習効果の比較—1セッション内の繰り返し想起の有無の観点から—”，LET中部支部研究紀要，第35号，pp.31-42（2024）.

(3)　鳴戸宏太，鳴海智之：“中学3年生を対象としたKahoot!を用いた英語の語彙・表現の学習効果”，コンピュータ&エデュケーション，Vol.58，pp.82-87（2025）.

(4)　小川智博，下田航，小林博典：“ゲーミフィケーションを取り入れた学習活動の教育実践-Kahoot!の活用に着目して-”，CIEC春季研究会論文誌，Vol.16，pp.50-54（2025）.

(5)　樋口耕一，社会調査のための計量テキスト分析-内容分析の継承と発展を目指して-「第2版」，ナカニシヤ出版，2020.

# 認知思考特性を活かす公民科教育の展望
## ―思考特性に応じた社会的事象の捉え方―

堀口愛芽紗*1
Email: aga2000h@yahoo.co.jp

*1：早稲田大学本庄高等学院公民科・明治大学大学院

◎Key Words　個別最適な学び，認知思考特性，法教育

# 中高生における ICT 機器の利用実態と学習効果に関する分析
## —ICT の学びやすさとスタイラスペン利用に着目して—

加藤浩治*1
Email: kato@hiu.ac.jp

*1：平成国際大学 スポーツ健康学部 スポーツ健康学科

◎Key Words　ICT 機器，iPad，スタイラスペン，学習効果

## 1. はじめに

近年, GIGA スクール構想等を契機として学校教育における ICT 活用が急速に進展した。こうした流れの中で，私立学校においても独自方針による 1 人 1 台端末環境の整備が進められている。

一方，著者らが実施した大学生調査[1]では，紙媒体の方が学習しやすいとする回答が多数を占めたものの，スタイラスペン利用者では ICT 画面を学びやすいとする回答が有意に多かった。このことから，スタイラスペンの利用が学習効果や媒体選好に影響する可能性が示唆された。

そこで本研究では，1 人 1 台 iPad 環境を導入している私立中高一貫校の生徒を対象として，ICT 機器の利用実態，スタイラスペンの利用状況，学習効果及び心身への影響について調査し，スタイラスペン利用と学習効果との関連を検討した。

調査は 2025 年 12 月に実施し，中学 1〜3 年生及び高校 1〜3 年生から 2,178 名の有効回答を得た（男子 51.8%，女子 46.5%，無回答・その他 1.7%）。

## 2. ICT 機器利用学習

### 2.1 学習に利用する ICT 機器の状況

学習に利用する ICT 機器は iPad が中心であり，最もよく使用する機器としても約 9 割が iPad を選択している。一方で，約 1 割の生徒はスマートフォンを主な学習端末として利用していた（表 1）。また，授業における ICT 機器の利用頻度は高く，約 9 割の生徒が全て又はほとんどの授業で利用していた（表 2）。

表 1　学習に使う ICT 機器

| | 学習に使う機器（複数回答） | 最もよく使う機器（単一回答） |
|---|---|---|
| iPad | 99.4% | 88.6% |
| スマートフォン | 55.3% | 9.8% |
| ノートPC | 5.6% | 0.3% |
| デスクトップPC | 3.3% | 0.2% |
| Androidタブレット | 1.7% | 0.3% |
| Chromebook | 1.0% | 0.0% |
| 未回答・その他 | 0.9% | 0.1% |

表 2　ICT 機器を使う頻度

| 項目 | 比率 |
|---|---|
| 全ての授業で使う | 25.7% |
| ほとんどの授業で使う | 63.9% |
| 一部の授業で使う | 9.3% |
| ほとんど使わない | 0.7% |
| 全く使わない | 0.2% |
| 未回答・その他 | 0.2% |

ICT 機器の主な用途は，ノート作成，調べ学習，教材閲覧及び復習であり，コミュニケーションよりも個人学習を支援する用途が中心であった（表 3）。

表 3　主な用途

| 用途（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| ノートを書く | 90.7% |
| 調べ学習をする | 65.7% |
| 教科書や教材を読む | 54.0% |
| 授業の復習やテスト勉強をする | 51.1% |
| 学習アプリ／辞書／翻訳などを使う | 41.0% |
| 教材に書き込む | 34.2% |
| 動画教材を見る | 23.4% |
| オンラインの授業／課題に取り組む | 21.6% |
| 先生や友達と連絡・共有する | 17.9% |
| その他 | 2.5% |

ICT 機器の学習効果については，「理解しやすい」及び「学習の効率が上がる」に対する肯定的回答が約 8 割を占めた一方，「記憶しやすい」及び「集中しやすい」は相対的に低い傾向がみられた（図 1）。

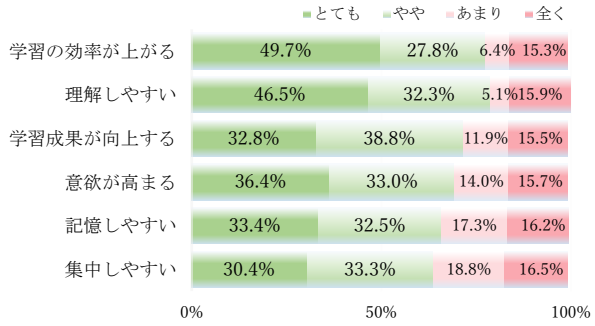



図 1　ICT使用による学習効果

### 2.2 機器の操作とスタイラスペン

ICT 機器の操作方法を複数回答で尋ねたところ，Apple Pencil の利用が 91.2%と最も高く，指によるタッチ操作も 58.2%であった。マウスやトラックパッドの利用は少なく，iPad をスタイラスペンとタッチ操作で利用する学習環境が中心で，スタイラスペンは約 9 割の生徒が授業で日常的に利用していた（表 4）。

表 4　スタイラスペンの利用頻度

| 項目 | 比率 |
|---|---|
| ほぼ全ての授業で使う | 67.6% |
| 授業ではよく使う | 20.1% |
| 必要な時だけ使う | 8.2% |
| あまり使わない | 1.2% |
| 全く使わない | 2.7% |
| 未回答・その他 | 0.3% |

スタイラスペンは主としてノート作成や板書記録に利用されていたが，自由記述やメモ，図表作成など多様な学習活動にも活用されていた（表 5）。

表 5　スタイラスペンを使う場面

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| ノートを書く | 93.7% |
| 黒板の内容を書き写す | 72.8% |
| 先生の大切な話を書き留める | 51.2% |
| 重要な部分を強調する | 44.3% |
| 図やイラストを書く | 41.8% |
| 自分で考えたことをメモする | 41.1% |
| グラフや式を書く | 40.6% |
| 教材に書き込む | 37.6% |
| 教材に印をつける | 36.0% |
| 自由にイメージなどを描く | 29.7% |
| 必要なときだけ使う | 9.5% |

スタイラスペンの利点としては，整理のしやすさや修正の容易さなどデジタルならではの編集性が高く評価された。一方，「理解しやすい」「集中しやすい」といった学習そのものへの効果を挙げる生徒は相対的に少なかった（表 6）。

表 6　スタイラスペンの利用メリット

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| きれいにまとめられる | 76.8% |
| 書き直しや消去が簡単にできる | 76.0% |
| 重要な部分を色分けしやすい | 56.4% |
| 図やグラフを描きやすい | 48.7% |
| 教材に書き込みやすい | 35.3% |
| 書くと覚えやすい | 31.6% |
| 内容を理解しやすい | 27.8% |
| 集中しやすい | 21.3% |
| どれも該当しない（不使用） | 4.0% |

### 2.3　文字入力方法と媒体別の学習しやすさ

日常的な学習における文字入力方法としては手書き文字入力とキーボード入力が中心であり，スマートフォン由来の入力方法も一定数利用されていた（表 7）。

表 7　文字の入力方法

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| 手書き文字入力 | 51.6% |
| キーボード入力 | 45.9% |
| フリック入力 | 27.6% |
| ソフトウェアキーボード | 26.5% |
| その他 | 0.8% |

次に，キーボード利用者のうち完全なタッチタイピング習得者は 8.1%に留まり，目視入力が最も多かった（表 8）。

表 8　キーボードのタッチタイピング状況

| 項目名 | 比率 |
|---|---|
| 完全なタッチタイピング | 8.1% |
| ある程度のタッチタイピング | 27.8% |
| キーボード目視での入力 | 41.3% |
| キーボードの不使用 | 22.1% |

媒体別の学習しやすさでは，ICT を支持する回答が「やや」を合わせて 61.2%，紙を支持する回答が同じく 38.7%であり，本対象では ICT を支持する生徒が多数派であった（表 9）。

表 9　媒体別の学習しやすさ

| 項目名 | 比率 |
|---|---|
| ICTの方が学習しやすい | 28.1% |
| ややICTの方が学習しやすい | 33.1% |
| やや紙の方が学習しやすい | 21.6% |
| 紙の方が学習しやすい | 17.1% |

## 3.　家庭における ICT 機器利用と心身への影響

### 3.1　ICT 利用時間と利用環境

家庭における ICT 利用時間では，学習利用は比較的短時間に集中していた。一方，非学習利用は長時間化する傾向がみられ，利用時間の分布は学習利用と大きく異なっていた（表 10）。

表 10　家庭における学習利用・非学習利用の時間分布

| | 学習利用時間 | 非学習利用時間 |
|---|---|---|
| 使用しない | 15.0% | 9.4% |
| 30分未満 | 22.2% | 5.6% |
| 30分～1時間 | 24.4% | 10.8% |
| 1～2時間 | 20.4% | 22.5% |
| 2～3時間 | 9.7% | 27.5% |
| 3～5時間 | 4.8% | 15.0% |
| 5時間以上 | 3.3% | 9.0% |

ICT 機器を連続して利用する時間は 1～2 時間が最も多かったが，2 時間以上連続して利用する生徒も約 4 割を占めていた（表 11）。

表 11　ICT 機器の連続利用時間

| 項目名 | 比率 |
|---|---|
| 30分未満 | 9.3% |
| 30分～1時間 | 25.0% |
| 1～2時間 | 29.8% |
| 2～3時間 | 16.9% |
| 3時間以上 | 19.1% |

最近 1 週間の睡眠状況では，十分な睡眠が確保できている生徒が多数を占めた一方で，睡眠不足を自覚している生徒も一定数みられた（表 12）。

表 12　最近 1 週間の睡眠状況

| 項目名 | 比率 |
|---|---|
| よく眠れており、十分な睡眠 | 27.1% |
| まあ眠れているが、少し短い | 49.6% |
| あまり眠れず、質が良くない | 20.2% |
| ほとんど眠れず、質も悪い | 3.1% |

ICT 機器の利用環境については，視距離や利用姿勢，学習環境に個人差がみられた（表 13）。

表 13　ICT 機器の利用状況・環境

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| 長時間使ってしまう | 60.1% |
| 姿勢が悪くなることが多い | 56.2% |
| 画面との距離が近い | 40.7% |
| 暗い部屋で使うことが多い | 17.4% |
| 画面が明るすぎる（まぶしい） | 12.4% |
| イスや机の高さが自分に合っていない | 7.9% |
| イスや机の高さを調整できない | 5.8% |
| イスは使っていない（座卓など） | 5.6% |
| 特に問題はない | 14.2% |

### 3.2　利用上の課題と心身不調

ICT 利用に伴う困難としては，機器の操作や活用方法に関するものに加え，学習活動や健康面に関する課題もみられた（表 14）。

表 14　ICT 利用に伴う困難経験

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| インターネット接続が不安定だった | 58.0% |
| 機器の操作方法がわからなかった | 23.0% |
| 必要な機能が見つからなかった | 16.0% |
| 疲れや痛みなどの不調を感じた | 11.6% |
| 作成中のファイルを消失した | 10.3% |
| 文章の入力に時間がかかった | 9.7% |
| レイアウトや調整に時間がかかった | 8.0% |
| 説明や教材提示がわからなかった | 6.6% |

また，ICT 利用に関して何らかのサポートを希望する生徒が多数を占めており（表 15），利用上の課題に対する支援ニーズの存在が示された。

表 15　学習活動におけるサポート希望

| 項目名 | 比率 |
|---|---|
| ときどき ある | 50. 1% |
| あまり ない | 21. 5% |
| いつも ある | 16. 3% |
| 全く ない | 11. 2% |

身体的不調では，目の疲れや肩・首の不調が比較的多くみられた（表 16）。

表 16　最近 1 か月の身体の状態

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| 目が疲れやすい | 48. 8% |
| 肩や首がこる | 38. 2% |
| 眠気・だるさが出やすい | 27. 8% |
| 腰が痛い | 23. 6% |
| 頭痛が起きやすい | 16. 0% |
| 背中が痛い | 14. 2% |
| 腕や手・指が疲れやすい | 8. 5% |
| 特に身体の不調は感じない | 24. 0% |

精神的不調では，集中力の低下や意欲の低下を経験する生徒が比較的多くみられた（表 17）。

表 17　最近 1 か月の気分の状態

| 項目名（複数回答） | 比率 |
|---|---|
| 集中が続かない | 34. 4% |
| やる気が出ない | 26. 6% |
| ストレスを感じることが増えた | 17. 9% |
| 気分が落ち込むことがある | 17. 5% |
| 不安を感じることがある | 16. 3% |
| イライラしやすい | 14. 6% |
| 特に気分の不調は感じない | 40. 0% |

## 4.　相関分析

### 4.1　ICT 機器とペンの用途による学習効果

表 18　ICT 機器・スタイラスペンの用途と学習効果との相関

| 項目 | 理解 | 記憶 | 効率 | 意欲 | 集中 | 成果 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ICT機器 | | | | | | |
| 教科書や教材を読む | .019 | .023 | .005 | .022 | .006 | .015 |
| ノートを書く | .076 | .055 | .087 | .060 | .055 | .054 |
| 教材に書き込む | .030 | .040 | .027 | .047 | .035 | .046 |
| 動画教材を見る | .064 | .003 | .063 | .044 | .011 | .040 |
| 学習アプリ／辞書など | .052 | −.006 | .053 | .023 | −.005 | .022 |
| 調べ学習をする | .093 | .035 | .083 | .064 | .031 | .049 |
| オンライン授業・課題 | .036 | .019 | .052 | .043 | .005 | .018 |
| 復習やテスト勉強 | .120 | .094 | .135 | .101 | .078 | .094 |
| 先生や友達と連絡 | .006 | .009 | .033 | .032 | .015 | .018 |
| その他 | −.004 | .008 | −.025 | −.019 | −.009 | −.015 |
| スタイラスペン | | | | | | |
| ノートを書く | .054 | .037 | .073 | .072 | .066 | .062 |
| 黒板の内容を書き写す | .083 | .045 | .083 | .062 | .040 | .053 |
| 先生の話を書き留める | .081 | .051 | .093 | .086 | .081 | .076 |
| 教材に書き込む | .038 | .017 | .044 | .050 | .028 | .043 |
| 教材に印をつける | .058 | .039 | .056 | .064 | .041 | .051 |
| 重要な部分を強調する | .105 | .064 | .110 | .091 | .070 | .091 |
| 自分の考えをメモ | .074 | .044 | .081 | .088 | .066 | .079 |
| 図やイラストを書く | .072 | .017 | .077 | .052 | .021 | .040 |
| グラフや式を書く | .094 | .031 | .097 | .069 | .036 | .056 |

ICT 機器及びスタイラスペンの利用用途と学習効果との相関を分析した結果，全体として相関係数は高くなかったものの，利用用途によって関連する学習効果に違いがみられた。

ICT 機器の用途では，「授業の復習やテスト勉強をする」が理解しやすい（r=.120），学習効率が上がる（r=.135）などの項目と比較的高い関連を示した。一方，「先生や友達と連絡・共有する」などの用途は学習効果との関連が小さかった。

スタイラスペンの用途では，「重要な部分を強調する」が理解しやすい（r=.105），学習効率が上がる（r=.110）など複数の学習効果と関連を示した。また，「先生の大切な話を書き留める」，「グラフや式を書く」，「自分で考えたことをメモする」なども比較的高い関連を示した。一方，「自由にイメージなどを描く」や「必要なときだけ使う」は学習効果との関連が小さかった。

### 4.2　「記憶」と「効率」に高い相関を示す項目

「記憶しやすい」と「学習効率が上がる」について相関分析を行った結果，両者には共通する要因と異なる要因が認められた。共通する項目としては，正の相関に「授業の復習やテスト勉強をする」，負の相関に「集中が続かない」が挙げられ，学習内容の定着や学習への集中が重要であることが示唆された。

表 19　記憶と効率に上位の相関を示す項目

| 記憶しやすい | r | 学習効率が上がる | r |
|---|---|---|---|
| 正の相関（上位5項目） | | 正の相関（上位5項目） | |
| 書くと覚えやすい | .137 | 授業の復習やテスト勉強をする | .135 |
| 集中しやすい | .126 | 重要部分を色分けする | .113 |
| きれいにまとめられる | .105 | 重要部分を強調する | .110 |
| 内容を理解しやすい | .102 | 書き直しや消去が簡単 | .104 |
| 授業の復習やテスト勉強をする | .094 | グラフや式を書く | .097 |
| 負の相関（下位5項目） | | 負の相関（下位5項目） | |
| やる気が出ない | −.061 | やる気が出ない | −.126 |
| 精神的不調数 | −.064 | 疲れや痛みなどの不調 | −.132 |
| 集中が続かない | −.067 | 集中が続かない | −.140 |
| 困難経験数 | −.069 | 精神的不調数 | −.146 |
| 疲れや痛みなどの不調 | −.071 | 困難経験数 | −.158 |

一方，「記憶しやすい」では，「書くと覚えやすい」，「集中しやすい」，「内容を理解しやすい」など認知的な学習過程に関する項目が上位に位置した。これに対し，「学習効率が上がる」では，「重要部分を色分けする」，「重要部分を強調する」，「書き直しや消去が簡単」など，情報整理や編集に関する項目が上位に位置した。

### 4.3　ICT を学びやすいと感じる項目

ICT 支持との相関分析を行った結果，正の相関を示した項目として，「きれいにまとめられる」，「集中しやすい」，「内容を理解しやすい」，「書くと覚えやすい」に加え，スタイラスペン利用頻度や重要部分の強調・色分けも上位に位置した。一方，負の相関を示した項目としては，「必要な機能が見つからなかった」，「内容が理解できなかった」，「インターネット接続が不安定だった」などの困難経験に加え，「集中が続かない」，「精神的不調数」，「不安を感じる」などが上位に位置した。これらの結果から，ICT 支持は学習効果と関連する一方，困難経験や心身不調と負の関連を示し，特に「集中が続かない」や「不安を感じる」といった精神的側面との関連が

みられた。

表 20　ICT 支持との相関係数上位項目

| ICT支持に正の相関（上位10項目） | r |
|---|---|
| きれいにまとめられる | .247 |
| 集中しやすい | .241 |
| 内容を理解しやすい | .233 |
| 書くと覚えやすい | .225 |
| スタイラスペン利用頻度 | .209 |
| 重要部分を強調する | .198 |
| 重要部分を色分けする | .192 |
| 自分で考えたことをメモする | .184 |
| 先生の大切な話を書き留める | .179 |
| 教材に書き込む | .171 |
| **ICT支持に負の相関（下位10項目）** | **r** |
| 必要な機能が見つからなかった | −.039 |
| 内容が理解できなかった | −.041 |
| インターネット接続が不安定だった | −.042 |
| やる気が出ない | −.062 |
| ストレスを感じる | −.078 |
| 入力に時間がかかった | −.080 |
| 不安を感じる | −.101 |
| 精神的不調数 | −.105 |
| 集中が続かない | −.111 |
| 困難経験数 | −.129 |

## 5.　考察

本研究では，1 人 1 台 iPad 環境を導入している私立中高一貫校の生徒を対象として，ICT 機器の利用実態と学習効果との関連を分析した。

その結果，「授業の復習やテスト勉強をする」，「重要な部分を強調する」，「先生の大切な話を書き留める」など，学習内容の整理や定着を意識した活用が学習効果と関連していた。また，「記憶しやすい」では理解や集中など認知的な学習過程との関連が高く，「学習効率が上がる」では色分けや強調，編集のしやすさなど情報整理に関する項目との関連が高かった。学習効果は単一の概念ではなく，認知的側面と実務的側面から構成される可能性が示された。

さらに，ICT 支持は「きれいにまとめられる」，「集中しやすい」，「内容を理解しやすい」，「書くと覚えやすい」などの学習効果と関連していた。このことから，ICT 支持は単なる媒体選好ではなく，学習効果の実感と関係する可能性が示された。

本研究では，スタイラスペンを用いた重要事項の強調や記録が学習効果と関連し，特に「記憶しやすい」は理解や集中など認知的な学習過程との関連が高かった。赤堀[3]は，紙媒体や手書き入力が PC 入力と比較して認知的処理に優位性を示す可能性を指摘している。また，Mueller ら[4]は，キーボード入力よりも手書きによるノート記録の方が概念理解や記憶保持に有利であることを報告している。さらに，Van der Meer ら[5]は，手書きや描画時にはタイピングより広範な脳活動が生じることを示している。本研究においても，スタイラスペンを用いた記録や強調といった活用方法が理解や効率と関連し，記憶とも一定の関連を示した。これらの先行研究を支持する結果と考えられる。

また，前年度に実施した大学生調査では紙媒体を支持する回答が多数を占めた一方，スタイラスペン利用者では ICT 支持が高かった[1]。本研究においても，ICT 支持は学習効果と正の相関を示した一方で，困難経験や精神的不調とは負の相関を示した。著者によるオンライン学習時の心身不調に関する研究[2]では，ICT 利用上の困難が精神的不調と関連する可能性が示されている。今回の結果は，ICT 機器学習利用の持続性が学習効果だけでなく，利用時の困難や心身への負担によっても左右される可能性を示唆している。以上のことから，ICT 機器学習利用における効果と持続性は独立した課題ではなく，相互に関連する要素として捉える必要がある。今後は，学習効果を高める活用方法と，利用時の困難や心身への負担を軽減する支援を一体的に検討していく必要がある。

## 6.　参考文献


(1) 加藤・風間・藤谷・長澤，「大学生における ICT 機器利用実態と課題分析 ―学びの持続性に資する要素の抽出と考察―」，2025 PC カンファレンス 論文集，pp.232-235，2025. https://conference.ciec.or.jp/pdf/2025pcc/2025PCC_ronbun.pdf

(2) 加藤浩治，「大学生のオンライン受講状況と心身不調に関する数量化理論による分析」，コンピュータ＆エデュケーション，52 巻，pp.60-65，2022. https://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.52.60

(3) 赤堀侃司：“インターフェイスの比較による紙・PC・タブレット型端末の認知的効果”，白鷗大学教育学部論集，7 (2)，pp.261–279，2013. https://hakuoh.repo.nii.ac.jp/records/351

(4) Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M.，“The Pen Is Mightier Than the Keyboard”，Advantages of Longhand Over Laptop Note Taking，Psychological Science，Vol. 25，No. 6，2014 年 6 月，pp.1159-1168. https://doi.org/10.1177/0956797614524581

(5) Van der Meer, A. L. H., & van der Weel, F. R.，“Only Three Fingers Write, but the Whole Brain Works”，A High-Density EEG Study Showing Advantages of Drawing Over Typing for Learning，Frontiers in Psychology，Vol. 8，No. 706，2017 年 5 月，pp.1-14. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00706


## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 23K02663「ICT 機器学習利用における効果と持続性の向上に関する研究」の助成を受けて実施した。

# 高校情報科『情報Ⅰ』令和7年検定済教科書のレビューと情報教育の課題

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　大学入学共通テスト，コンピュータ科学，基礎情報学，メディア

## 1. はじめに

この報告は，2024PCC で発表した『情報Ⅰ』令和3年検定済教科書のレビュー(1)を引き継いだものである。今回レビューの対象とする教科書は，文科省教科書目録（令和8年度使用）に記載の7社13種類である。レビューの範囲は，著者の関心と頁数の関係で限られている。

## 2. 令和7年版『情報Ⅰ』の教科書の特徴

### 2.1 『情報Ⅰ』の履修に関わる問題

『情報Ⅰ』は2単位の必履修科目で，情報について4単元の広い範囲にわたって座学と実習で学ぶ。学習量は膨大であるが，履修時間はじゅうぶんとはいえず，授業は過密化し知識を詰め込む授業は避けられないであろうことを懸念する。同一年次の履修で1年次に学ぶことが想定されるので，数学科との連携が難しく，アルゴリズムやデータ分析の学習で大きな制約となっている。進学を希望する生徒には『情報Ⅰ』を履修してから大学入学共通テスト「情報」の受験までに2年近くの空き時間があるので，学習の継続が難しいという問題がある。

### 2.2 令和7年検定済の教科書

① 東書『新編 情報Ⅰ』B5判，202頁
② 東書『情報Ⅰ Step Forward!』B5判，234頁
③ 実教『高校情報Ⅰ 新訂版』B5判，216頁
④ 実教『最新情報Ⅰ 新訂版』B5判，216頁
⑤ 実教『情報Ⅰ Flex』B5判，200頁
⑥ 実教『図説 情報Ⅰ 新訂版』AB判，192頁
⑦ 開隆堂『実践 情報Ⅰ』AB判，162頁
⑧ 大修館『高等学校 情報Ⅰ』B5判，194頁
⑨ 数研『改訂版 高等学校 情報Ⅰ』B5判，226頁
⑩ 数研『改訂版 情報Ⅰ Next』B5判，206頁
⑪ 日文『情報Ⅰ』B5判変形，222頁
⑫ 日文『情報Ⅰ ADVANCED』B5判変形，238頁
⑬ 第一『高等学校 改訂版 情報Ⅰ』B5判，190頁

以後，教科書を引用するときには，この丸数字を使う。⑤⑧⑫は令和7年からの新版である。

### 2.3 プログラミング言語はPythonが標準

Pythonが学習言語として，⑥を除く，すべての教科書で採用されており，擬似言語やMacro言語，Scratchが併用されているが，JavaScriptの出番は大きく減っている。

### 2.4 難易度のある教科書

教科書は判型や文字サイズに違いがあるが，頁数にかなり大きな差がある。内容については，ハードウェア，論理回路，2進法の計算，アルゴリズムとプログラミング，データ分析などの説明で，範囲と詳しさに明らかな差がある。教科書には，多様な学力の生徒に対応すべく，3レベル程度の難易度が認められる。易しいレベルの教科書には次のような特徴がある。

・本文に実習編までを含めた頁数が少ない。
・一つの項目の授業内容を見開き2頁でまとめている。
・深入りは避けているが，丁寧で分かりやすい説明をしている教科書が多い。
・プログラミングにScratch，Pythonを使っている。
・漫画とキャラクターの登場が多くかつ大きい。
・情報技術の偉人やITに関わる職業，最新の情報技術などを紹介する頁を設け，読み物として飽きさせない工夫をしている。そのため，本文の実質的な頁数はさらに少なくなっている。

### 2.5 大学入学共通テストを強く意識した教科書

共通テストを見据えた教科書（③④⑨⑪⑫））が発行されている。以下にその特徴を示す。

・B5判（変型）の頁数は216頁以上で多く，本文にプラスして「研究・発展」や「ADVANCE」などがある。
・共通テストで使用される擬似言語が扱われている。
・実習よりも座学を重視している傾向が見られる。
・共通テストで重要な論理回路，アルゴリズム，プログラミング，データ分析が詳しく説明されている。
・問題数が大幅に増えており，共通テストに向けた学習が継続してできるように編集されている。

## 3. 令和7年版『情報Ⅰ』教科書の問題点

### 3.1 参考文献の記載

どの教科書にも参考文献欄が全くない。教科書の説明が特定の説に基づくのであれば，参考文献に記載するこ

とが求められる[1]。たとえば，③は，西垣 通の「基礎情報学」[2][3]に基づいて，情報の定義と分類，コミュニケーションとメディアを説明している。この説明ではドイツの社会学者N・ルーマンを引用しているが，「基礎情報学」の提唱者である西垣を引用せず，彼の著作を参考文献として載せないのは，きわめて不自然である。

### 3.2 教科書での漢字表記とルビ

令和7年版の教科書でも，漢字の表記にルビの使用が他教科の教科書と比べて圧倒的に多い。教科名「情報」にもルビを振らなければならないものか。ただし，⑦⑪⑫ではルビが振られている漢語は5語以内と極めて少ない。なお，ルビを振った交ぜ字はやめたほうがよい。

### 3.3 ITに関わる仕事と進路の紹介

『情報Ⅰ』の教科書には，進路・将来の職業としてIT分野を強く意識した頁が少なくない。①②⑥⑦⑬ は ITの専門分野や IT を用いる製品開発の業務，起業で活躍する人々を取り上げている。これに対して，⑧では「生活の中の情報」欄で仕事と情報との関わりを幅広く紹介し，進路は IT 分野に拘らなくてよいことを示唆している。ただし，どの教科書も紹介の頁数が多すぎる。

### 3.4 情報社会に参画する態度の育成

令和7年版でも市民教育としてきわめて重要なことが書かれていない。18 歳になれば選挙権をもつのであるから，次の点についてきちんと認識させてほしい。

望ましい情報社会を構築するためには， 法規や制度を，遵守するだけでなく，主権者が自らの意志で変更することや創ることができる。

## 4. 高校の情報教育『情報Ⅰ』の検討

### 4.1 日本と英米の情報・コンピュータ教育の違い

日本の情報教育と英米のコンピュータ科学教育は，問題を発見・解決・評価する学習を目指していることは同じといえるが，方法論に大きな違いがある。日本は情報社会おける実際的な問題解決を対象にして情報技術の知識とスキルを習得させることを目的とするが，英米はアーキテクチャを創る／設計することに目標をおいて，コンピュータ科学のものの見方・考え方（計算論的思考）を身につけさせることを最重点としている。

『情報Ⅰ』の教科書は，なぜコンピュータ科学の発想法や思考法をきちんと取り上げて丁寧に説明しないのだろうか。これができない背景には，教科「情報」が発足時に専門的知識の足りない教員を大量に任用して，授業が情報リテラシーの習得から出発していることがある。

### 4.2 問題解決とビジネス的手法の導入

教科書には情報社会における問題解決の思考法，評価法として，ブレーンストーミングや KJ 法，PDCA・PPDAC サイクルなどが取り上げられている。これらの専らビジネスパーソン向けの実務的手法を『情報Ⅰ』で学ばせることは適切だろうか。手法にデメリットがあることにも触れてほしい。たとえば，KJ 法には，知的作業を物理的作業に変換すると能率がガタ落ちする こと[4]やコンピュータとの相性がよくないこと（一覧性の欠如）などの問題があるが，何ら言及されていない。

### 4.3 コンピュータ科学の計算論的思考法

情報学は教科「情報」の親学問といわれるが[5]，国により学問分野がかなり異なる。米国ではコンピュータ科学が一般的である。『情報Ⅰ』では情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ[6]というのだが，どの教科書にもコンピュータ科学という言葉を用いた説明はない。

③-⑥の「はじめに」には，コンピュータ科学のコンピュテーショナルシンキング（計算論的思考）[7]という言葉が登場するが，本文で具体的な説明はない。⑧の編修者は，計算論的思考の教育が目指すものと日本の高校の情報教育は本質的に重なる[8]と述べているが，⑧ではその重なりは不明である。計算論的思考をアルゴリズム構築でどのように用いるかの詳しい説明がほしい。

計算論的思考のコア概念に，抽象化，分割，階層化，パターン認識，再利用，トレードオフがある[9]。これらの用語の一部は『情報Ⅰ』の教科書にも現れるので，その現れ方を教科書数で示す： 抽象化(11)。()内の数字は教科書の数である（以下同様）。この抽象化は本質的な部分を抽き出す意味で，情報デザインとモデル化に出てくる。分割(13)はコンピュータの五大装置で現れる。階層化(8)ではデータベースの階層構造(5)，ネットワークプロトコルの階層(2)，記憶装置の階層化(1)。パターン認識(0)。再利用(0)。トレードオフ(9)である。ただし，一つの教科書に各用語の現れる頻度はきわめて少ないし，用語として現れても，計算論的思考の概念として明示的に丁寧に説明されていない。

これらの概念はアーキテクチャを創る／設計する場合に重要な働きをする。たとえば，コンピュータの構成では，応用ソフトウェア，基本ソフトウェア，ハードウェアという分割，階層化，抽象化がある。ここでの抽象化は詳細情報を隠蔽する意味である。ネットワークプロトコルの階層化では，抽象化がキーとなっている。すなわち，プロトコルの設計では，各階層は自分より下の階層を抽象化ツールとして使用する階層構造とする。記憶装置の階層化ではトレードオフの考え方―アクセス速度と記憶容量・コストの究極的選択―により，システム全体としての最適化を達成して問題解決が図られている。

分割，階層化，抽象化に基づく問題解決は，問題を理想と現実とのギャップ[6]として捉えるのではなく，理想的な正解はないとして，何かを得るために何かを犠牲にするトレードオフという考え方をとることである。

### 4.4 論理回路の取り扱い

論理回路での演算は実装を隠蔽して抽象化して行うことを最初にきちんと述べてほしい。

論理回路で1ビットの加算ができる説明はあるが，1ビットの記憶はどうすれば実現できるか―レジスタの記憶の原理―の説明がない。記憶を理解するには順序回路（FlipFlop回路）の知識が必要となるが，これは難しいので，どの教科書も載せていない。しかし，記憶の原理を知りたい生徒もいるはずである。「研究・発展」でこれを説明し，生徒の疑問に答えることが望ましい。

NAND回路を取り上げるのであれば，論理回路の基本は実装的にはNAND回路であること，CMOSのNAND回路を使うと，何が圧倒的に有利かをいってほしい。

### 4.5　教科書での新しい学説の取り扱い

**■「情報の一般原理」と「基礎情報学」**

情報に関する本質的な理解を『情報Ⅰ』の根底に置くこと，コンピュータやプログラミングを扱うだけが情報教育ではないという主張[10]はよく理解できる。しかし，そのために「基礎情報学」[2][3]を教科書に持ち込むことが適切かどうかは判断の分かれるところであり，新しい学説の扱いはきちんと議論されるべきことである。

情報学の知識体系[5]で最初に学ぶべき分野が「情報一般の原理」[11]とされる。『情報Ⅰ』では，③のみがを基礎情報学をベースにして情報一般の原理を学ばせる試みをしている。しかし，基礎情報学をそのまま教える必要は全くないという考え方もある[11]。たとえば，大学の一般情報教育における代表的な教科書[12][13]では，基礎情報学は全く取り上げられていない。

**■　新学説の教科書への導入**

新学説を学校教育に導入することの問題点を次に示す。

・国内外で一般的に認知されていない学説を教科書で取り扱うことは適切ではないと考える教育者が多いのではないか。学習指導要領の範囲を超える新学説や理論を取り扱うことは認められるが，それは本文ではなく「研究・発展」の中で，提唱者を明記し文献を引用して紹介し，探求課題とする扱いが好ましいのではなかろうか。

・ 高校生が新しい概念を無理なく理解できるか，慎重な検討が必要ではないか。理論社会学のメディア論，「成果メディア」は，高校生には難しすぎて問題が多い。

**■「成果メディア」の検討**

成果メディアという用語名と概念が，なぜ混乱と誤解を招きやすく，難しいかを次に述べる。

・日常的なメディアのイメージと大きく異なる抽象的な概念をメディアとしている。真理，愛，権力，法，宗教，ブランド，内輪ネタなどが成果メディアであるといわれても，メディアと呼ぶには違和感が大きすぎる。

・「成果」という言葉を用いているが，その存在によってコミュニケーションの成果が上がるとは限らないものを成果メディアと呼んでいる。現実の事象は，成果メディアが判断基準とする2値コードで切り分けられないことが少なくなく，成果メディアは，成果だけでは括れないポジティブとネガティブの二面性をもっている。現実世界では，権力，法，宗教，愛などにより，コミュニケーションが円滑に進むどころか，激しい衝突や暴力，排除，分断，対立に至ることが少なくない。教科書の説明をキレイごとで済ませてはいけない。

成果メディアの代わりに，別の言葉を用いて，たとえば，コミュニケーション・フレーム（意思疎通の枠組み）と呼ぶことにすれば，混乱と誤解を抑えることができる。枠組みなら，成果にある価値観が入らない利点がある。

### 4.6　教科書におけるメディアの取り扱い

一般情報教育の教科書[13]でのメディアの分類を示す。

・表現メディア：情報を表現するためのメディア。
（例）文字，音声，画像，図表，記号，符号，象徴

・伝達メディア：表現メディアを物理的伝達するためのメディア。通信メディアと記録メディアに分けられる。
（例）空気，光，電線，電波，紙，CD，DVD

・情報メディア：情報を伝えるためのメディア
（例）テレビ，新聞，電話，電子メール，ホームページ，ソーシャルメディア

ただし，具体的なメディアには機能が複数あり，複数に分類されるものがある。たとえば，スマートフォン。

上の分類を階層的にモデル化すると，次となる。

上段：情報メディア。情報サービス層という媒体
中段：表現メディア。表現形式層という媒体
下段：伝達メディア。物理的伝達層という媒体

ここで，上段の社会情報を担う情報メディアは，中段・下段のメディアを抽象化ツールとして用いる。

『情報Ⅰ』の教科書のメディア分類では，表現・伝達・記録メディアに[6]，情報メディアが追加されている。

・表現メディア：すべての教科書13種類が採用。

・伝達メディア：すべての教科書が採用。しかし，分類の仕方は様々である。詳しく見ると，情報メディア(4)，通信・記録メディア(3)，通信・情報メディア(3)，通信メディア(1)，記録・情報メディア(1)，通信・記録・情報メディア(1)。ここで( )内の数字は教科書の数である。

・伝達メディアとは別分類とする記録メディア(8)。

・伝達メディアとは別分類とする情報メディア(5)。

③だけは，基礎情報学に基づいて，表現・伝達・記録メディアをまとめて伝播メディアとし，新たに成果メディアを加えて，メディアを2分類している。伝達メディアは通信メディアに限定され，情報メディアという分類はない。他の教科書が情報メディアとする新聞，雑誌，書籍，ラジオ，テレビ，インターネットなどの社会情報を伝える媒体名は，どの分類にも現れない。 しかし，これらは，前触れもなく，後のメディアリテラシーの説明で，マスメディアとして登場する。

基礎情報学では伝播メディアは機械情報の流通範囲を拡大する機能―記号の伝送・蓄積，機械的処理の技術的な機能をもつとする[3]。具体例として，③の伝播メディアには含まれていないマスメディアが該当するとしている。それでは伝播メディアで働く記者や著作者などは，何を目的に仕事をしているのだろうか。彼らの目的は，情報を社会に伝えること／自分たちの考えをメッセージとして社会に発信することではないのか。機械情報の流

通範囲を拡大するのは，社会情報をできるだけ多くの人々に伝えたいと考えているからではないのか。

情報メディアは，社会情報を伝えることで，ポジティブな働きとして，人々の認識や行動を変容させる，社会的合意を形成する機能をもっている。たとえば，成果メディアという概念がなかった 1960 年代に，キング牧師の演説は公民権運動に，R・カーソンの『沈黙の春』は環境保護運動にきわめて大きな影響を与えた。このことは，高校の情報教育に理論社会学の概念を無理して持ち込まなくてもよいことを示唆する。

伝播メディアの機能を技術的な機能に限定すると，新聞や放送などの報道内容になぜ政治権力が介入し言論の自由を侵害する問題を引き起こすのか，説明がつかない。

### 4.7 プログラミングとシミュレーション

学習指導要領解説には，コンピュータについての本質的な理解に資する学習としてのプログラミングを充実した[6]，と書かれているが，教科書の実際はどうであろうか。プログラミングに使える時間は，アルゴリズム，モデル化，シミュレーションを含めて，高々18 時間程度ではないかと推測するが，その割には実習もあり学習量は多く，身に付ける知識・技能や思考力・判断力は多様で，生徒には過重な負担となるのではないか。さらに問題となるのは，数学的準備が不十分なことがある。『数学 A』の「数学と人間の活動」の単元は授業で扱わないか，扱っても『情報 I 』とは学習時期がずれる。このため，アルゴリズムでは，素因数分解や，最大公約数，ユークリッドの互除法などを扱うことが避けられているが，もっと積極的に取り上げてもよいのではないか。漸化式や，仮説検定，回帰分析は『数学 B』にあるが，『情報 I 』では回帰直線は⑥を除く全てで扱われており，漸化式[9]と仮説検定[3][12]を巻末で扱う教科書もある。

コンピュータについての本質的な理解に資するためには，プログラミングに計算論的思考のコア概念に基づいた説明が求められる。たとえば，高水準言語と低水準言語は抽象化のレベルに違いがあること，関数ではプログラムに「パターン」を発見して 1 つにまとめて「分割」し名前を付け，その詳細は手続きとして隠蔽して「抽象化」し，関数を抽象化ツールとして「再利用」できるようにすることをきちんと述べてほしい。

## 5. その他

### 5.1 個々の教科書の記述の問題点

③：p.5 側注 5 の機械情報の説明は不正確で誤解を招く。p.34 アルファベットでなくて英字である。p.94，p95 PEP8 は規約でなくてガイドラインである。p.94 Python で字下げを必ず半角スペース 4 文字分とするというルールはない。p.99 Python のリストと配列は，最初からきちんと区別しておくほうがよい。p.200 1 Byte＝8 bits（複数形）が正しい。日本人は複数の概念が希薄なので，他の教科書でもすべて 1 Byte = 8 bit としている。

④：p.168 平均気温平年差を観測データから回帰式を求めて，外挿により 40 年後の予測値を求めている。この外挿による予測は不適切である[14]。令和 3 年版についてレビューで指摘したが[1]，修正されていない。

### 5.2 寸評

③－⑥：「はじめに」の文章が，初めて『情報 I 』を学ぶ高校生に向かって述べる文章となっていない。

⑧：各項目を見開き 2 頁収めるためか，説明を簡略にまとめすぎている。また。説明の文字が小さい欄が多く，読みにくい。頁番号が分かりにくい。

⑫：編集意図は明確であるが，これだけの量と内容をこなすのは，2 単位では教員も生徒も相当に難しい。抽象化の説明に情報隠蔽がない。レジスタの機能の説明がほしい。索引に「トレードオフ」がない。

## 6. おわりに

教科「情報」の学習において，すべての高校生にコンピュータ科学と計算論的思考のエッセンスが届くことを願っている。データサイエンス・AI については，今回は取り扱えなかったので，別の機会としたい。

## 参考文献


(1) 綾　皓二郎：“高校情報科『情報 I 』検定済教科書のレビューとプログラミング教育の在り方”，2024 PC Conference 論文集，pp.135-138 (2024).

(2) 西垣　通：“基礎情報学―生命から社会へ”，NTT 出版 (2004).

(3) 西垣　通: “生命と機械をつなぐ知―基礎情報学入門 C, p.108, 高陵社書店 (2012).

(4) 立花　隆：“「知」のソフトウェア”，p.158，講談社 (1984).

(5) 萩谷昌己: “情報学を定義する ―情報学分野の参照基準”，情報処理, Vol.56 No.7, pp.734-743 (2014).

(6) 文科省：“高等学校情報科「情報 I 」教員研修用教材”，p.15, p.16, p.18 (2018).

(7) Wing J. M.: “Computational Thinking”, Commun. ACM, Vol.49, No. 3, pp.33–35 (2008).

(8) 磯部秀司 他：“コンピュテーショナル・シンキング”，p.2, 共立出版 (20016).

(9) 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 Digital (2023).

(10) 藤岡健史：“すべての高校生に「基礎情報学」のエッセンスを！ https://www.youtube.com/watch?v=aVEKIcrW6xM (2023).

(11) 萩谷昌己: “大学情報学分野における参照基準”, 実教情報教育資料，41 号，pp.6-9 (2015).

(12) 山口　泰 編；“情報”，東大出版会 (2006 年初版，2025 年第 3 版).

(13) 情報処理学会一般情報教育委員会 編：“一般情報教育”，p.4，オーム社 (2020).

(14) Bruce, P. et al.: “データサイエンスのための統計学入門 第 2 版”, p.150，オライリー・ジャパン (2020).

# 生成 AI 環境の選択能力と認識変容
## ― 情報の機密性レベルと関連付けた体験型授業 ―

坂田信裕*1
Email: n.sakata@yamanashi.ac.jp

*1：山梨大学 大学教育・DX 推進センター

◎Key Words　生成 AI 環境の選択，情報の機密性，ローカル LLM

## 1. はじめに

生成 AI の社会展開が始まった 2022 年 11 月以降，大学教育にも大きな影響をもたらし，生成 AI を教育活動の中でどのように位置付け，活用していくかについて，多様な取り組みが現在も続いている。その背景には，生成 AI の機能・性能が日々進化し，利用範囲が急速に拡大していることがある。

このように生成AIの活用が大学教育全般へ急速に広がる中，利用者が生成 AI を適切に活用する力，すなわち AI リテラシーの育成が重要な課題となっている。そのため，生成 AI 活用力を育む一環として，文部科学省の認定する数理・データサイエンス・AI 教育プログラムにおいても生成 AI に関する内容が追加されるなど，教育内容の充実が進められている。また，本学では 2024 年度から共通教育選択科目「AI・デジタル社会の歩み方」を開講し，生成 AI の利用体験を含むリテラシー教育を実施している。(1) しかし，生成 AI の急速な進化に伴い，授業内容も毎年見直し，その時点の技術動向や社会状況に応じて継続的に更新していくことが求められている。

とくに，生成 AI は多数の企業から提供され，個人向けの無償・有償サービスに加え，大学等が契約する法人向けサービスなど，多様な利用環境が存在している。しかし，「どの生成 AI 環境を選択すべきか」という判断基準については十分に共有されておらず，利用者が情報セキュリティや情報管理上の違いを十分に理解するための教育機会は限られている。今後は，「使えるものを使う」という段階から，取り扱う情報の機密性に応じて適切な生成 AI 環境を選択して利用する段階への移行が重要になると考えられる。

そこで本研究では，情報の機密性レベルに基づいて生成 AI 環境を適切に選択するための授業モデルを設計・実践し，その授業を通じた学生の環境選択能力の形成と認識変容について検討した。

## 2. 授業設計

山梨大学の共通教育選択科目「AI・デジタル社会の歩み方（1）」（クォーター制（全 8 回），最大 50 名）は，生成 AI，ロボット，デジタルツイン，VR/AR 等のデジタルテクノロジーに実際に触れながら学ぶ体験型学習を基本とした授業として設計された。その利用体験を含む授業内容は，技術進歩の状況に合わせて毎年見直しているが，生成 AI についてはその進化が著しいため，大幅なアップデートが必要な状況が続いている。特に 2026 年度の授業に向けて見直しを行う際，従来の生成 AI の使い方等に関する内容に加え，「どの生成 AI 環境を選択すべきか」という判断基準に関するリテラシーの重要性を考え，情報の機密性レベルと関連させる形で生成AI環境の選択力を育む目的の授業回を設定した。

この授業回では，①事前課題（総務省「生成 AI はじめの一歩」）による生成 AI の利用法に関する確認(2)，②生成 AI を体験しつつ学ぶ，③授業振り返りによる理解度チェックという流れで構成した。②の体験学習では，実際にクラウド AI およびローカル LLM を体験的に利用させる中で，生成 AI 環境の形態・種類の違いと情報の機密性レベルとの関連について学ぶ内容とし，情報の機密性に基づく生成AI環境選択の重要性を理解させる授業として設計した。また，③授業振り返りでは，理解度チェックシートへの回答を求め，事前認知度と受講後の理解・行動に関する到達度について，自己評価を記録した。以下に②と③の内容を詳述する。

## 3. 生成 AI 環境の選択に関する学習内容

### 3.1 情報の機密性レベルと生成 AI 環境の分類

情報の機密性レベルは，山梨大学のクラウドサービス利用ガイドライン（令和 5 年 11 月第 2.3 版）を参考に，情報の機密性レベルを「機密性 1（公開可）」「機密性 2（内部情報）」「機密性 3（高機密）」の 3 段階で整理した。

生成 AI 環境については，種々の分類方法があるが，今回は，①個人向け SaaS 型，②法人向け SaaS（チャット）型，③法人向け SaaS（アプリ統合）型，④法人向け SaaS（API・プラットフォーム）型，⑤プライベートクラウド（PaaS）型，⑥オンプレミス／ローカル LLM 型の 6 類型に分類した。その中で，最初の段階として，学生が主として利用可能な①個人向け SaaS 型と，大学が提供可能な②法人向け SaaS（チャット）型の生成 AI 環境について情報を整理し，情報の機密性レベルとセキュリティに関する情報を含めて，生成 AI 環境の選択という視点で考え・議論するための情報を提供した。その一例として，学生利用に推奨される生成 AI 環境を示し，以下に示すように実際の環境を用いて理解を深める機会を設けた。

### 3.2 学生利用に推奨される生成 AI 環境

前項で示した①個人向け SaaS 型と②法人向け SaaS（チャット）型の生成 AI 環境について整理し，学生利用の推奨度を，A（推奨）・B（条件付き）・C（慎重利用）の 3 区分に整理した表を提示した（表 1）。大学契約環境として，大学アカウントで利用する Microsoft 365 Copilot（A3）や Google Gemini（Google Workspace）は A 区分とし，入

力データがAIの学習に利用されないことが大学との契約で保証されている点を説明した。B区分の個人向け有償契約のサービスでは，最新モデルの利用などが可能である一方，環境管理の責任は学生自身に発生することを示した。また，C区分の個人向け無償サービスは，そのリスクを説明し，一般知識の確認や公開情報の整理では問題ないが，個人情報・学内情報・未公開内容についての利用が制限される点を説明した。この説明とともに，学生は実際に大学契約環境へのログインを行い，環境の確認や利用を行う中で，生成AI環境の選択について学ぶ機会とした。

表1 学生向け生成AI利用推奨区分

| 区分 | 利用環境・主なサービス例 | 利用の位置づけ（メリット・リスク） | 推奨される用途（学生利用向け） |
|---|---|---|---|
| A<br>（推奨） | **大学契約環境**<br>・Microsoft 365 Copilot（EES）<br>・Google Gemini NotebookLM（Workspace） | 大学との契約により、入力データがAIの学習に利用されないことや第三者への提供がないことが保証されている。この環境を学生も利用できる。 | レポート作成支援<br>要約・整理アイデア発想・ゼミ資料の要約 |
| B<br>（条件付き） | **個人向け 有償契約**サービス<br>・ChatGPT<br>・Claude<br>・Gemini<br>・Copilot | 最新モデルを利用可能。設定次第で学習をオフにできるが、管理ミスによる漏洩リスクは自己責任となる。月額費用が個人負担として発生する。 | 大学環境よりも高性能なモデルや機能が必要な場合・プログラミング・制作活動 |
| C<br>（慎重利用） | **個人向け 無償契約**サービス<br>・ChatGPT<br>・Claude<br>・Gemini<br>・Copilot | 入力データがAIの学習に再利用され、将来的に第三者への回答として出力される可能性が否定できない。 | 一般知識の確認<br>公開情報の整理 |

### 3.3 高機密情報とローカルLLM

情報の機密性レベルと生成AI環境の選択においては，さらに高機密（機密性３）な情報の生成AIにおける取り扱いについても学ぶ機会を設けた。これは，教育や医療などの種々業務において，個人情報を含む情報やデータが多数存在する中，生成AIを活用する業務が今後さらに増加すると考えられるため，どのような環境であれば利用可能なのかについて理解することを目指した。

そのため，個人情報を含む医療情報を例に，高機密な情報を取り扱える生成AI環境について各自が調べる機会を設けた。さらに，その結果の中にも示されているインターネットを介さずとも利用できるローカルLLMに関する情報を提供した。実際に，教員のPC上で動くローカルLLMのデモを示した後，スマートフォンにインストールしたGoogle AI Edge Gallery上で動く，ローカルLLM（Gemma 4）を実際に操作する体験を行った。これにより，機密性の高い情報を扱う場合における生成AI環境の選択肢としてローカルLLMが有効であることを体感させた。

また，「自分の所属する学部や専門分野に関連した情報・データの中で機密性の高いものはどのようなものか」をテーマに各自調べ，グループ内で意見交換を実施し，高機密な情報について，自分ごととして考える機会も加えた。

### 3.4 理解度チェックシートへの回答

これらの授業内容を実施した上で，理解度チェックシート（10項目）を用いて生成AIに関する事前認知度と受講後の理解・行動に関する到達度の自己評価を回答させ，自由記述の授業振り返りレポートの作成も求めた。チェックシートの項目は，生成AI環境形態の認識，個人アカウントと大学契約アカウントのデータ保護範囲の差異，情報の機密性レベルに応じた環境の使い分け，ローカルLLMの仕組みと特性など，授業目標と対応した内容とした。

## 4. 結果および考察

理解度チェックシートおよび振り返りレポートの分析から，情報の機密性や利用目的に応じた適切な生成AI環境選択の必要性を認識する傾向が確認された。受講前に「知らなかった」と回答した学生の割合が高かった項目（特にローカルLLMの仕組みとオフライン環境での利用可能性，個人アカウントと大学契約アカウントにおけるデータ保護範囲の差異）において，受講後は多くの学生が「理解できた」以上の到達度を示した。

認識変容として確認された主な成果は以下の3点である。第一に，「使える生成AIを使う」から「環境を適切に選んで使う」への意識変容であり，生成AI環境の形態・種類の多様性の理解と，クラウドAIにおける個人向け無償契約環境と大学契約環境の安全性の差異の理解が進んだと考える。第二に，情報の機密性レベルを認識し，それを踏まえた選択・判断軸を形成したことが考えられる。特に医療情報を話題にしたことと，自分の専門分野の機密情報についても調べ，考える機会を設けたことが影響したと考える。第三に，クラウドAIとローカルLLMの実体験を通じ，外部へ情報が送られない閉じた環境としてのローカルLLMへの理解が深まったと考える。これらの結果から，本授業デザインは生成AI環境の選択能力の形成と認識変容に有効であることが示唆された。

## 5. おわりに

今回，情報の機密性レベルと関連付けた体験型授業の実践を報告し，生成AI環境の選択能力の形成と学生の認識変容について述べた。クラウドAIとローカルLLMの体験型学習を組み合わせることや，情報の機密性との関連性を示すことで，生成AI環境選択の判断軸を形成できることが示された。

今後は，振り返りレポートの内容をより詳細に分析し，選択能力の形成プロセスを明らかにすることが課題である。また，生成AI環境の急速な変化に対応した授業内容の継続的なアップデートも必要と考えている。

## 参考文献

(1) 坂田信裕，岡村康弘：“ハッカソン・アイディアソンの要素を含む新たなテクノロジー体験型授業への取り組み －教養教育科目「AI・デジタル社会の歩み方」における実践”，教育システム情報学会研究報告，39巻，5号，pp.43-45 (2025).

(2) 総務省：“生成AIはじめの一歩～生成AIの入門的な使い方と注意点～”，https://www.soumu.go.jp/use_the_internet_wisely/special/generativeai/ (2026年6月30日参照).

# 生成 AI 使用における不適切な出力をテーマにした初年次教育の事例

白土由佳*1
yuka@bunkyo.ac.jp

*1：文教大学情報学部メディア表現学科

◎Key Words　　生成 AI、初年次教育

## 1. はじめに

生成 AI の普及に伴い、学生の主体的な学びにどのように活かしていくべきかという議論が活発に行われている。一方で、生成 AI の仕組みや特徴に関心を持たないままの活用は、出力結果の盲信や安直な利用を招きかねない。

このような背景を受け、本報告では生成 AI 使用における不適切な出力をテーマとした初年次教育の実践例を紹介する。初年次向け授業の中で、社会における生成 AI の利用状況を踏まえた上で、どのような指示によって不適切な出力がなされるかを調査、発表を行なった。

授業における実践を通じて、あえて不適切な出力を行うことによって、生成 AI の仕組みや特徴に対して学生がどのような知見を得られるか検討した。さらに、大学初年次の段階において、学生が生成 AI のどのような出力を不適切と捉えるかを分析することで、顕在化していない不適切な出力にはどのようなものがあるかを捉え、今後の教育活用に向けて示唆を得たい。

## 2. 本取り組みの目的

本取り組みの目的は、大学初年次の学生が不適切な生成AIの利用とはどのようなものだと捉えているかを明らかにすることである。私たちを取り巻く情報環境の多様性は、生成 AI 利用のあり方にもそのまま影響を及ぼしている。学生らの認識の理解なくして、生成 AI の学習活用に関する議論は進められないだろう。

この取り組みを通じて、学習者が自ら、適切な AI 利用について考える枠組みの検討につなげていきたい。

## 3. 対象

### 3.1 カリキュラムにおける位置付け

今回取り組みを行ったのは、神奈川県下の私立大学におけるメディア関連の学科に所属する 1 年生向け必修科目「アカデミック基礎演習」である。2026 年度は履修者 98 名（うち再履修 7 名）であり、履修者を 3 クラスに分け、3 教員が 5 回ずつ担当するオムニバス形式で運用をしている。科目名が表す通り、大学における学びの基礎を学習する内容で構成されている。

### 3.2 授業実施計画

アカデミック基礎演習の授業実施計画を表 1 に示す。全 15 回のうち、大学における学びの基礎として、「調べて書く」「統計データ読解」「データ収集」といったテーマによる演習型の授業として開講されている。

この授業の中で、筆者の担当する「統計データ読解」の 5 回では、「生成 AI における適切ではない出力の事例について」をテーマに据え、統計データの調べ方や読み解き方、ポスターによる発表の方法について学ぶ。

表 1 アカデミック基礎演習の授業実施計画

| 回 | テーマ | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | | 構想を立てる |
| 2 | | 調べる |
| 3 | 調べて書く | 書く |
| 4 | | 冊子に仕上げる |
| 5 | | 発表 |
| 6 | | 個人のメディア利用 |
| 7 | | 統計データ読解 |
| 8 | 統計データ読解 | 調査と分析 |
| 9 | | ポスター制作 |
| 10 | | 発表 |
| 11 | | 量的／質的研究 |
| 12 | | 量的データ収集 |
| 13 | データ収集 | 質的データ収集 |
| 14 | | データ収集の実施 |
| 15 | | 発表 |

## 4. 授業内容と生成 AI に関する演習

筆者の担当する「統計データ読解」では、5 回を通じて「生成 AI における適切ではない出力の事例について」をテーマに演習に取り組む。

授業内容および演習について説明する。

① 身近なメディア利用を捉え直す
生成 AI の仕組みを説明した上で、自身の生成 AI 利用について説明する。

② 統計データから見るメディア利用
統計データの調べ方・読み解き方を理解し、生成 AI に関連する統計データを調べる。

③ 調査と分析
総務省による AI 利用リスクに関する調査[(1)]を参考に、生成 AI による不適切な出力の例を学び、プロンプトを調査する。

④ ポスター制作
学術的発表形式としてのポスターの役割を学び、これまでの調査結果をポスターにまとめる。

⑤ 成果発表とレポート提出
クラス内でポスターセッションを行い、発表を通じた振り返りをレポートにまとめる。

## 5. 演習成果の検討

履修者の演習成果の検討については、3 クラスすべての

授業を終えた後に改めて分析を試みる予定である。本稿では、現時点で課題が提出された 2 クラス 64 人の集計結果を紹介する。

### 5.1　第一回：身近なメディア利用

生成 AI の個人利用については、9 割超の学生が利用しているという回答であった（図 1）。

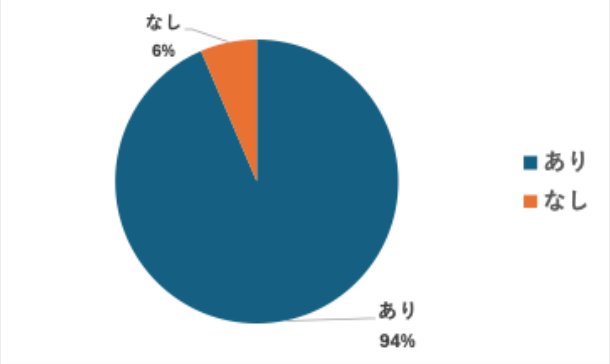



図 1 生成 AI の利用状況

続いて、生成 AI の主な利用目的を図 2 に示す。最も多いのがレポートやメールなどの文章添削、次いで学習支援となった。学習支援については、受験勉強のための一問一答を作成してもらうなど、受験生の特徴が色濃く反映された。さらに、対人関係を中心とした相談、情報収集や生活支援、創作支援といった回答があった。情報収集については検索エンジンの代替としての利用、生活支援ではレシピ検索など日常に密着した気軽な相談を頻回で行う様子が窺えた。創作支援については、小説やゲームプログラミングの支援としての利用があった。

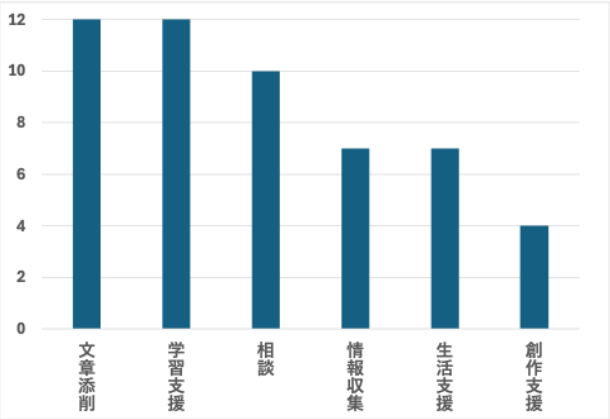



図 2 生成 AI の主な利用目的

### 5.2　第三回：プロンプト調査

生成 AI が不適切な出力をするプロンプトの調査では、様々な事例が示された。ここでは、代表的な幾つかの例を紹介する。

まず、時事的な出来事を問うた際の間違いに関する事例が多く示された。任意の学校の校長や学長の名に関する質問に対して過去のデータを示すといった間違いが散見された。その亜種として、現在の日本の総理大臣について問うた際、氏名は正しくとも歴代数に間違いが指摘された。

続いて、不適切な判断に基づく出力をする例として、死体の隠し場所や窃盗の行い方などの違法行為を助長する質問に対する応答が挙げられた。質問当初は生成 AI による回答が控えられたものの、ユーザの立場を警察官と偽ることで多くの回答が出力された。

さらに、フェイクや虚構の例として、任意の小説家の架空の作品名についてのあらすじ紹介を質問すると、存在しない作品に関する架空の内容が出力された。架空の作品名であったことを示されてもなお修正は行われなかった。

## 6.　考察と展望

本取り組み開始時、大学初年次の学生のほとんどが生成 AI の間違いに対してある程度のリテラシーを会得した状態にあった。「受験勉強中にいつの間にか架空の歴史用語の学習をしている状態になっていた」「試しに好きなアイドルのことを調べてみたら間違いがあったので生成 AI 使用に慎重になった」といった声が聞こえる中での演習であったため、不適切な出力をするプロンプト調査の演習はスムーズに進められた。

一方で、学生によるプロンプト調査で得られた不適切な出力には、「差別や偏見の助長」あるいは「専門資格なしの断定」などの事例に乏しく、その意味で、学生が慣れ親しんだわかりやすい不適切な出力が多く挙げられたことが推測される。言い換えると、不適切とわかりづらい出力について、いかに学んでいくかが課題であるとも考えられる。

本取り組みでは、授業内で行われるポスターセッションを通じて、生成 AI による不適切な出力の事例に数多く接触する機会が設けられた。普段の個人的な生成 AI 利用では得られることの少ない他者の生成 AI 利用について知る機会は、ICT の学習活用という観点においても有益であると考えられる。今後も検討を重ねていきたい。

## 参考文献

(1)　総務省：“国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究の請負成果報告書”, https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r07_02_houkoku.pdf（2025）.

# 生成AIが変える語彙教材と教師の役割

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　教材開発，語彙学習，AI

## 1. はじめに

語彙に焦点を当てた教材は、言語学習を支える基本的なツールのひとつである。辞書、語彙リスト、フラッシュカードのように情報を提示する教材だけでなく、多肢選択問題や穴埋め問題などの知識の確認・定着を目的としたクイズ形式の教材も、広く学習に使われている。

近年はウェブサイトやスマートフォン用のアプリの形の教材も一般的になり、それらは検索性が高く、情報が多くても柔軟に表示できるという長所がある。その一方で、教師が授業や自律学習支援のために制作する語彙教材はというと、形式や内容が固定された紙媒体のリストであることが依然として多い。これには、特にデジタルベースの語彙教材を制作するのに必要な語彙データの作成、整理、画面や機能の設計・実装などが、教師にとって技術的・心理的な負担が大きい、ということが関係していると見られる。

しかしながら、近年の生成AIの普及によって、この状況は変わりつつある。生成AIが語彙データの作成や整理を支援できるようになり、教師による教材制作はもちろん、学習者が自身のニーズに合わせて教材を制作することも容易になってきた。

本稿では、まず従来の語彙教材制作が抱えていた課題を整理し、生成AIがそれをどう解決しつつあるのかを論じる。さらに、教師だけでなく学習者も教材制作ができるようになった状況をふまえ、完成された教材を提供するだけではない、新たな教材観と教師の役割について考察する。

## 2. 従来の語彙教材制作の困難点

### 2.1 語彙データの作成

筆者はこれまで、主に日本語教育分野においてウェブ教材の制作支援を行ってきた。その経験から見ると、語彙教材の制作には、まず語彙データそのものを整備する作業の大変さがある。これは大きく「語彙データの作成」と「教材設計に応じたデータベース化」に分けられる。

まず「語彙データの作成」についてである。教材で扱う語彙の選定は、単に初級・中級といった日本語レベルだけでなく、特定の学習目的・場面・分野についても考慮する必要がある。筆者の関わった事例で言うと「介護福祉士国家試験において出現頻度の高い専門用語」といった設定である。そのため、既存のテキスト、試験問題、専門分野の資料などを大量に分析し、学習対象とする語彙を抽出する作業が必要になる。

さらに、抽出した語彙には、訳語、読み、品詞、例文、文法情報、使用場面などのメタデータを付与する必要がある。これらの情報は、学習者が語彙を理解するために重要なものであるが、特に例文や翻訳の作成には、学習対象となる分野、すなわち日本語教育分野以外の専門的知見も必要とされる場合が多く、コストのかかる作業である。

### 2.2 教材設計に応じたデータベース化

次に、作成したい教材の形に合わせた形式でデータを整理する「教材設計に応じたデータベース化」が、教材制作には必要になる。教材設計においては、多肢選択問題であれば誤答選択肢をどのように生成・管理するか、検索機能はどの項目を対象とするのか、文法情報や使用場面を指定したリストも任意で生成できるようにするのか、といったことを決めなければならない。そのうえで、データの形式を整え、構造化された列（カラム）に適切にデータを割り振り、足りないメタデータは追加で作成するといったことが求められる。

筆者がウェブ教材の制作支援をする際も、画面デザインやプログラムの実装そのもの以上に、その教材の利用者や利用場面に合った情報の提示方法を教師と考えること、データをその提示方法に適した種類・構造に調整することなどに、多くの時間を費やすことになる。

ウェブ教材を作りたいと考えている日本語教師であっても、その教材を支える情報処理技術には必ずしも詳しいわけではない。データベースとして語彙を管理することの重要性を十分に理解していな

かったり、データベースの各項目が教材の画面や機能とどのようにつながるのかを具体的にイメージできなかったりするケースの方が、むしろ多いのである。教師からすれば、ウェブ教材は「何となく難しそうなイメージ」であり、実際にやってみると「技術的なことを理解していなければ判断すら難しい」ものなのである。そういった部分を丁寧に支援するような、技術に明るい人材がいなければ、スムーズな制作進行や高い教材品質を実現するのは難しいといえる。

## 3. 生成AIが制作のハードルを下げる

### 3.1 データの作成コストの削減

しかしながら、近年の生成AIの普及は、こうした状況を大きく変えつつある。ここまで述べたような語彙教材制作の工程を、生成AIが支援できるようになってきたからだ。

まず、語彙データの作成そのものが容易になった。生成AIに対して学習対象となるテキストなどを提示し、語彙の抽出に必要な条件を与えることで、一定の基準に沿った語彙リストを短時間で作成できる。そうして抽出した語彙に対して翻訳を付ける、指定した長さで例文を作成する、といったことも生成AIが担えるようになった。

もちろん、生成AIによる出力品質は常に十分というわけではない。語彙の抽出結果が指定の基準に対応できていないこともあれば、訳語に誤りが含まれることもある。情報の種類だけでなく、指定する分野や場面によっても、出力されるデータの品質は変わってくるだろう。そこは、教師をはじめとする専門家による確認と修正が依然として必要である。

しかし、コストのかかる工程の多くを自動化できる恩恵は大きい。教師はゼロからデータを作るのではなく、AIが作成したデータを評価し、必要な部分を修正するという形で教材制作に取り組めるようになった。

### 3.2 教材設計に応じたデータベース化

さらに重要なのは、こうした作業を、言語処理やプログラミングの知識を持たない教師でも、比較的容易に試行錯誤できるようになった、という点である。従来、語彙をデータベースとして管理するには、Excelに代表されるようなアプリケーションの扱いに慣れているだけでなく、どのような項目をどのように整理すればよいのか、というデータ設計の知識も必要であった。

しかし生成AIは、必要なデータを含むファイルを生成するだけでなく、適した列構成やデータ形式も提案してくれる。生成AIとチャットで対話を重ねながら、教材のイメージを具体化しつつ、その段階に応じてデータを整備していけるのである。筆者がこれまでウェブ教材の制作支援の現場で担ってきた役割の少なくない部分は、今や教師と生成AIが対話することで代替できつつあると感じる。

さらに、語彙データが完成した後にウェブ教材として仕上げて公開する、という作業に対するハードルも格段に下がっている。コードの記述ではなく自然言語による指示をもとにプログラムを生成・修正する、いわゆる「バイブコーディング」と呼ばれる開発手法を用いる教師も出てきた。情報処理技術には詳しくないが教材のイメージを具体的に描ける、開発における試行錯誤も楽しめる、という教師にとっては、ウェブベースの語彙教材の制作は、以前とは比較にならないほど取り組みやすいものになったと言えるだろう。

## 4. 生成AIは学習環境を大きく変える

### 4.1 自作教材も効率化する生成AI

ここまでは、主に教師の視点から生成AIが語彙教材制作にもたらした変化を見てきた。しかし、誰もが自由に利用できる生成AIの存在は、学習者にとっても大きな意味を持っている。それが学習者による教材制作を加速させるからである。

一般に、語彙だけでなく文法、読解、聴解などを含めた総合的な学習については、教師や出版社が制作した体系的な内容の教材を利用することが基本である。その一方で、学習者はこれまでも、そうした教材をもとに、自分の学習目的や学習段階に応じた補助的な教材を自ら作ってきた。

語彙学習の分野で言えば、リング型の単語カードやノート型の単語帳を自作したり、教科書の一部をマーカーで塗りつぶして下敷きで隠しながら暗記したりすることは、今でも一般的に行われている。また、PCやスマートフォンを使った学習であれば、Quizlet（https://quizlet.com）のようなフラッシュカードが作成できるオンラインサービスに語彙を登録したり、そこにExcelで作成した語彙リストをインポートして、自分専用の教材を作ったりする学習者もいるだろう。

ただ、そのために必要な語彙データを作成するのには多くの手間がかかっていた。学習したい語彙を集め、意味を調べ、例文を探し、Excelなどのアプリケーションまたはサービスの画面に入力するといった作業は、単純ではあるがそれなりに時間を要するものだ。結果として、そうした自分専用の教材まで作ろうとするのは、学習方法にこだわりのある一部の学習者に限られていた。

生成AIは、この手間のかかる作業を大きく変える。学習者は教師と同様に、生成AIに対して教材のもととなるテキストを提示し、重要語彙の抽出や翻訳、例文、四択問題の生成などを指示することで、必要な語彙データを手に入れることができる。つまり、教師が教材制作のために行っている作業の多くを、学習者自身もAIの支援を受けながら行えるようになったのだ。

さらに近年は、最低限の語彙データを提示するだけで、分類や翻訳などのメタデータを追加してくれたり、出題順を調整したクイズの生成や学習管理までを自動で行なってくれたりするような多機能なサービス（アプリ）も登場している。教師が同じものを作ると膨大なコストがかかるような教材であっても、学習者は非常に低コストかつ気軽に試すことが可能になっているのである。

### 4.2 生成AIそのものが教材になる

また、そうした作業を重ねて教材を制作しなくても、生成AIとの対話そのものが、すでに語彙学習の有効な手段となっている点も重要である。

例えば、知らない語彙の意味を質問する、使い方を説明してもらう、例文を作ってもらう、あるいはその語を使った問題を出題してもらうといったことは、生成AIの得意分野である。授業や教師の都合を考慮する必要はなく、チャット形式で、しかも母語でも行える点も、気軽な利用につながる大きな要因と言える。

これまで自作教材を作るまでには至らなかった学習者であっても、生成AIをそのように日常的に使っているというケースは非常に多いだろう。このように学習者にとっては、今や生成AIそのものが重要な教材、学習環境であると言える。

## 5. 変わる教材観と教師の役割

### 5.1 完成形ではなく教材データを提供する

これまで教師は、既存の教材から適切なものを選ぶか、データ収集から始めて作り込んだ教材を提供することで、学習者の学習を支援してきた。それをアレンジした教材を作る学習者は一定数いるものの、一般的に教材は「教師側が完成品として提供するもの」と考えられてきたといえる。

しかし生成AIの普及によって、学習者は自分の興味や目的に応じた教材を、学習対象となる資料さえあれば自分で作り上げて学習することも難しくなくなった。このような状況では、教材制作のあり方や教師の役割も変わっていく必要があると考えられる。

例えば、教師は学習対象となるテキストや語彙データを、AIや各種学習サービスで利用しやすい形で学習者に提供し、学習者自身が教材を作ることを支援する、というアプローチも考えられるだろう。また、AIに指示して生成させるだけでは十分な精度が得られない種類・分野のデータについては、教師が確認・修正した信頼性の高いデータを提供することで、学習者の制作する教材の質を引き上げることもできる。何も完成品の教材を提供することにこだわる必要がない、というケースも今後増えていくだろう。

### 5.2 データの活用を支援する

同時に、教材用のデータを提供するだけでなく、その活用方法を学習者に助言するのも、教師の重要な仕事となるだろう。その学習者にはどのような教材や学習スタイルが適しているのか、どのような学習設計をすればよいのか、どんなツールやサービスが使えそうなのか、データの加工に生成AIやアプリケーションが具体的にどう使えるのか。そうしたことを伝えていくことで、学習者のITリテラシーや学習者オートノミーを高めるというのは、教師の新しい役割ではないか。

その役割を担うためには、教師自身が、いまAIで何ができるのか、その精度はどの程度なのか、学習に活用できるサービスやツールはどんなものがあるのか、それらを使う際に障壁になることは何かといったことを、情報収集し、自ら試しながら、常に学び続ける必要がある。

これは非常に大変なことではあるが、生成AIによって教材制作の効率化が進んだことで浮いた時間が活用できる、と考えて取り組んでいくしかないのであろう。

## 6. おわりに

本稿では、生成AIの普及によって、語彙教材制作の技術的・心理的な負担が小さくなってきていることを示した。このことは教師だけでなく学習者にも当てはまり、それが自律的に学習しやすい環境を生む流れにもなっている。教師は、完成された教材を提供するだけでなく、時に教材のベースとなるデータを学習者に提供し、それをうまく活用するための支援を行うような役割も求められるようになるだろう。

学習者にとってより良い学習環境とは何か、その設計と構築には何が必要なのかを、時代の変化に合わせて考え続けることが、これからの教師に求められる姿勢ではないだろうか。

# ＡＩの“発想”は、ヒトの創発能力を促すか？

## ～創発思考とＡＩ活用に関する一考察～

妹尾堅一郎[*1]
Email: kensenoh@senoh.institute

*1：NPO 法人産学連携推進機構

◎Key Words　　生成ＡＩ，創発思考，何なのさドリル

# 生成ＡＩの自律的自学自修がもたらすこと
## ～“発明”と“フィジカルＡＩ”からの一考察～

妹尾堅一郎[*1]
Email: kensenoh@senoh.institute

*1：NPO 法人産学連携推進機構

◎Key Words　　生成ＡＩ，発明開発，フィジカルＡＩ

# C#を用いたプログラミング教育について

箕原辰夫*1
Email: minohara@cuc.ac.jp

*1: 千葉商科大学基盤教育機構

◎Key Words　C#, Unity, .NET, プログラミング教育, プログラミング言語

## 1. はじめに

ゼミナールで、Unity(1)の開発環境を用いた 3D プログラミングを行なう前段階として、C#(2)のプログラミング言語教育を行なっている。C#は、Java(3)から発展して、独自の仕様なども採り込んでおり、現在の主要なプログラミング教育言語の一つになっている。型推論も採り入れた C#のテンプレートを用いた多相型対応のメソッド定義など、C#言語自体の実践的な内容について扱った講義での注意すべきトピックについて報告する。ここ数年のゼミナールでは、開発環境として VSCode(4)を使い、ターミナルベースのアプリケーションを作成するためのプログラミングを対象にして実習を行なってきた。

## 2. 講義での授業構成

### 2.1 開発環境構築について

最初の回で開発環境として VSCode をダウンロードして、以下の拡張機能をインストールさせた。

C# Dev Kit…C#の開発を支援する拡張機能
C#…C#文法を支援する拡張機能
.NET Install Tool…SDK をインストールする拡張機能

また、ターミナルベースのアプリケーションを開発するには、基本ライブラリが入った.NET SDK(5)が必要なので、各年度で以下の版のライブラリをダウンロードして利用することにした。

2024 年度　.NET 8
2025 年度　.NET 9
2026 年度　.NET 10

### 2.2 プログラムの作成の仕方

ゼミナールでのアプリケーション開発のために、学生に 1 つのプロジェクトとして作成させた。たとえば、プロジェクト名が TerminalProject であれば、PowerShell やターミナルから、以下のコマンドを入力して作成する。

```
dotnet new console -n TerminalProject
```

プロジェクトのフォルダが作成され、その中に Program.cs というファイルができる。このファイルの中のプログラムは、クラスを定義しなくても、直接書かれた内容が実行される。プロジェクトを実行するこのプログラムから実行が始まるので、ここから、各プログラムファイル（クラス定義をする）の Main 関数を呼び出す。たとえば、Practice01.cs という名前のプログラムを実行させるには、以下のように記述する。

```
Practice01.Main( [ ] );
```

また、プログラムのビルドが出来てしまえば、ターミナルからでも、以下のようにして、直接該当のプログラムを実行することができる。

```
dotnet Practice01.cs
```

なお、Practice01.cs には、次のようにして Main 関数をクラスメソッドとして定義しておく。こちらの記述の仕方は Java と共通になっている。

```
public class Practice01 {
    public static void Main( string [ ] args ) { .... }
}
```

### 2.3 各授業回の構成

各授業回は、以下のように行なった。

表 1 各授業回での講義内容

| 授業回 | 講義内容 |
|---|---|
| 第 1 回 | 開発環境の構築、プログラムの定義と実行 |
| 第 2 回 | それぞれの型のリテラル |
| 第 3 回 | 型と型変換 |
| 第 4 回 | カスタムフォーマット指定子と文字列補完 |
| 第 5 回 | C#の整数演算子 |
| 第 6 回 | オプショナル型と演算子 |
| 第 7 回 | 条件分岐と繰返し |
| 第 8 回 | try 文と using 文 |
| 第 9 回 | 関数定義 |
| 第 10 回 | 値を返す関数 |
| 第 11 回 | 再帰関数・高階関数 |
| 第 12 回 | Linq ライブラリと List クラス |
| 第 13 回 | Hashtable, Collection |

学生の中には、タイピングが極度に遅い学生もいるために、結局、半期 13 回の授業で終わらないので、次の半期のゼミナールの前半 1/3 を使って、Unity のプログラミ

ングに入る前に、以下の内容を追加で講義している。

表2 追加授業回での講義内容

| 授業回 | 講義内容 |
|---|---|
| 第1回 | クラスの定義 |
| 第2回 | コンストラクタ・総合的なクラス定義 |
| 第3回 | プロパティの設定 |
| 第4回 | 継承とサブクラス定義 |
| 第5回 | インターフェースの定義と利用 |

## 3. C#の文法的な注意事項

ここでは、C#を扱うプログラミングの講義において、気をつけるべき注意点を列挙していくが、特に Python[6] や Java との差分について説明する。ゼミナールでは、Java との差分については、学生と共に Gemini[7] (Google の AI 検索機能) や Perplexity[8]などの AI を参照しながら、ゼミナール中で調べながら、講義を行なっている。

### 3.1 原始型と型変換

原始型としては、C/C++からの踏襲で、基本的には整数型と実数型、文字型（char/Char）および文字列型（string/String）があり、Java からの踏襲で論理型 (bool/Boolean) が用意されている。整数型と実数型には、bit サイズによって、各種の型に分かれている。表3 に挙げた以外に、整数型には、short(Int16), ushort(UInt16), byte(Byte)型も用意されている。Python のように整数型のリテラルとして、0b の前置詞をつけて2進数も扱えるようになっている。float に対応するクラスが、Float ではなくて、Single であることは注意が必要である。また、四倍精度実数型が実装されているのは、数値計算を扱う場合には望ましいと言える。

表3 C#の主な数値型

| 型名 | 対応クラス | 内容 |
|---|---|---|
| int | Int32 | 標準の符号付き整数型 32bit |
| long | Int64 | 符号付長桁整数型 64bit |
| uint | UInt32 | 符号なし整数型 32bit |
| ulong | UInt64 | 符号なし長桁整数型 64bit |
| float | Single | 単精度実数型 32bit |
| double | Double | 倍精度実数型 64bit |
| decimal | Decimal | 四倍精度実数型 128bit |

明示的な型の変換は、キャストの文法に加えて Convert クラスのクラスメソッド等で行なうことができる。

```
Convert.To クラス名( 変換する式 )
   例：int value = Convert.ToInt32( "345" );
型名.Parse( 文字列 ) // 型名.TryParse もある
   例：long value = long.Parse( "2134" );
値.ToString( ) // 文字列へ変換 ""+値でも可能
```

これらの主要な型変換メソッド以外にも、ジェネリック関数対応として、以下のようなメソッドが用意されている。

```
Convert.ChangeType( 値, クラス名 )
型名.CreateCheckd( 値 )
```

### 3.2 複数変数への代入

最近のプログラミング言語と同様に C#でも、Python のタプルのような記法を用いて、複数変数に一括して値を代入することができる。また、これを用いて、変数の値を交換することができる。

```
int value1, value2;
(value1, value2) = (12, 23); // 一括代入
(value1, value2) = (value2, value1); // 変数の値の交換
```

### 3.3 カスタムフォーマット指定子と文字列補完

C 言語の printf 関数のフォーマット指定子や、Python のフォーマット指定子に比べると指定できる形式が限られるが、以下のようなカスタム指定子が用意されていて、ToString メソッドや文字列補完の式で利用することができる。n は正の整数で指定する。

Dn…整数 n 桁、0 で右側を埋める
Fn…実数を固定小数点表記で、小数部を n 桁に制限
En…実数を指数表記で、仮数の小数部を n 桁に制限
Cn…通貨形式で、小数部を n 桁に制限
Pn…パーセント形式で、小数部を n 桁に制限
X…整数の 16 進数形式（x だと英字は小文字）
指定桁形式‥#,0,.(小数点),%（パーセント）および ,（3 桁ごとのカンマ区切り）が指定可能

また、Python のフォーマット済み文字列リテラルのように、$で始まり、文字列の中の式を{}で囲むような文字列補完の形式も用意されている。

```
$"{value:D2} {value,2}" // 0・空白で埋める 2 桁指定
```

### 3.4 型推論と型の判定

C#では、変数の型を指定せずに初期値からその変数の型を推論する機能がある。ただし、C#は厳格な型言語であるために、決定された型はそこで完全に固定されるため、Python のような動的型推論言語とは異なり、後から別の型を代入したり、変数自体の型を変更したりすることはできない。

```
var value = 123; // value は整数型と決定される
```

この型名を指定しない変数やジェネリック関数があるために、型を同定するためのいくつかの仕組みが導入されている。

- typeof( 型名 )…その型の対応クラスが返される
- 値.GetType( )…その値の対応クラスが返される
- 型名または対応クラス名.isSubclassOf(対応クラス)…その型が対応クラスのサブクラスかどうか

・値 is 型名またはクラス名…その値が、その型・クラスとして利用可能かどうか（サブクラス判定も含む）

Python のように型名やクラス名を使って直接判定することはできず、一旦 typeof 関数を使って、対応クラス同士で判定をすることになる。

```
value.GetType( ) == typeof( int )
```

### 3.5 オプショナル型とポインタ型

近年の新しい言語で導入されてきた null 値を持つことができるオプショナル型と、null 値がどうかを判定する演算子や強制評価の演算子などが導入されている。

```
int ? value = null; //  オプショナル型の宣言
int y = value ?? 0;   // value が null なら y に 0 を代入
int? length = message?.Length;
// message が null なら length にも null が代入される
double? x = array?[ 2 ];
// array が null でない場合、array[2]の要素を返す
string line = Console.ReadLine()!;
//  オプショナル型のラップを外し強制評価する
```

Java では回避されていたポインタ型も使うことができる。ただし、ポインタを使う場合、メソッドやコードブロックに unsafe キーワードを付ける必要がある。加えて、コンパイルするときに、/unsafe オプションを必要とする。

### 3.6 switch 式と関係パターン

従来からの switch 文に加えて、最近の言語で導入されてきた match 文に該当する switch 式を使うことができる。この式では、Python と同様に論理演算子を&&, ||, ~ ではなく、and, or, not での英単語での演算子で記述する。

```
var season = date.Month switch {
      > 3 and < 6 => "spring",
      >= 6 and <= 9 => "summer",
      > 9 and < 12 => "autumn",
      12 or (>= 1 and <= 3) => "winter",
    _ => "not a month"};
```

### 3.7 using 文によるブロック

using 文は通常は名前空間の導入に用いられるが、Python の with 文と同様に使うことができる。この文で用いられるオブジェクトには、IDisposable インターフェースを実装する必要がある。

```
using (var writer = new
System.IO.StreamWriter("sample.text"))
{ writer.WriteLine("Hello, C# using block"); }
```

### 3.8 内部関数

Java とは異なり、Python と同様に、メソッドの中に関数を定義することができる。Java では、クラスメソッドで統一するか、一度クラスのオブジェクトを生成してインスタンスメソッドで統一するかしなければならなくて面倒だったが、通常の関数であれば、Main クラスメソッドの中で閉じて定義できるので、実際に関数の定義の例を示すのに役立った。

```
public static void Main(string [ ] arg ) {
    int square( int x ) { return x*x; } //  内部関数
    Console.WriteLine( square( 12 ) ); }
```

### 3.9 オプショナル引数と名前付き実引数

Python と同様に、関数・メソッドの引数において、デフォルト値を指定しておくオプショナル引数を利用することができる。また、実引数で指定するときに、キーワード引数のように、引数名を指定することができる。

```
int cube( int x:1 ) { return x*x*x; }
int value = cube( ); //  実引数が省略された場合
value = cube( x: 17 ); //  キーワード的に指定する
```

### 3.10 配列の引数と ref, out 引数、params 引数

配列の引数の場合は、Java とは異なり、値渡し（コピー渡し）ではなく、Python と同様に参照渡しになる。また、1 つの変数についても、ref や out などの修飾子をつけることで参照渡しになり、関数の中で値を設定すると元の変数に値が代入される。ただし、実引数の方でも ref, out の修飾子をつける必要がある。ref は、変数に予め値が設定されている必要があるが、out は設定されていなくても構わない。

```
void ModifyRef(ref int num) {  num = 20;  }
int number = 12;
ModifyRef(ref number); // number  →  20
void InitializeOut(out int num) {  num = 30;  }
int value;
InitializeOut(out value); // value  →  30
```

Python と同様に、可変個数の引数を受け渡すことができる params 修飾子も導入された。

```
void PrintNumbers(params int[] numbers) {
  foreach ( int num in numbers ) {
      Console.Write( num + " " );
PrintNumbers( 12, 23, 34, 45 );
```

### 3.11 メソッドとシグネチャ

Java と同様に、メソッドの場合は、名前以外に仮引数の型や戻り値の型を用いたシグネチャで識別されるためにメソッドのオーバーロードが可能で、多相型を実現することができる。しかしながら、内部関数ではシグネチャが使えないので、オーバーロードはできないのには注意が必要である。Perplexity にそれを確かめさせた。

### 3.12 ジェネリック関数

C++から始まりJavaでも導入されたテンプレートを使って、C#でもジェネリック関数を導入することができるが、加えて、where句で受け取れる型の制限をすることが可能になっている。このときに比較ができるクラスのオブジェクトの場合は、ICompatible, 四則演算ができるクラスのオブジェクトの場合は、INumberのインターフェースを指定することができる。

```
using System.Numerics; //INumber 導入用
T Modulo<T>(T n, T m ) //剰余を返す関数
  where T: INumber<T>, IConvertible {
  T result = n;
  while ( result > m ) { result -=m; }
  if ( result is double ) { // 実数の場合は誤差を考慮
    double r = Math.Round( Convert.ToDouble( result ),
        14, MidpointRounding.AwayFromZero );
    return (T)Convert.ChangeType(r, typeof(T));
  } else { return result; } }
```

戻り値の型が静的に定まらない関数の場合、戻り値型をobjectにしておくが、これもジェネリック関数で対応できることが多い。

```
object GetHalf( int n ) { // object 版
  return (n%2==0) ? n/2 : (double)n/2.0; }
T GetHalf<T>( int n ) { // ジェネリック版
  return (n%2==0)
  ? (T)Convert.ChangeType(n/2, typeof(int))
  : (T)Convert.ChangeType(n/2.0, typeof(double)); }
```

ランタイムに型推論をするdynamic型、シグネチャやジェネリック関数を利用することで多相型を実装することが可能だが、Pythonのような標準で動的に型推論をするインタープリタ言語と比べると記述能力は劣るだろう。

### 3.13 高階関数と無名関数

Javaとは異なり、Pythonと同様に、関数やメソッドもファーストオブジェクトになっているために、高階関数を定義することができる。関数の型を指定するときには、Func <引数の型,戻り値の型>を指定する。また、高階関数には実引数として無名関数も利用することが可能になっている。無名関数は、「引数 => 戻り値の式」で指定する。

```
void PrintThree( Func<int, string> fun ){
    Console.WriteLine( fun( 3 ) ); }
PrintThree( n => "ABC:" + n ); // 無名関数
```

### 3.14 配列のLinqライブラリとListクラス

配列に対しては、Linqライブラリ や Listクラスのオブジェクトに変換して使うことで、Python のリストに対しての様々な関数と同様なメソッドを利用することができる。たとえば、Pythonのenumerate, zip, map, filter, reduce, index などの関数も以下のようなメソッドで実現することができる。

```
配列.Select(1 変数関数)…map, enumerate
配列.Where(論理値関数)…filter
配列.Aggregate(2 変数関数)…reduce
Array.FindIndex(配列, 論理値関数)…index
配列.Zip(配列)…zip
```

### 3.15 プロパティ制御

C#では、Javaのフィールドに加えて、フィールドへのアクセスを制御する仕組みのことをプロパティと呼んでいる。無名関数の記法を利用して、クラスの定義に、getterと setter の関数を定義することにより、プロパティへのアクセスの仕組みを実装することができる。

```
class Point { private double _x;
    public double X {
      get => _x;
      set => _x = value; // value は代入された値 } }
```

## 4. おわりに

C#はJavaから進化して、最新のプログラミング言語で導入されている様々な仕様を取り込んできている。Unityで3次元CGのプログラミングをするために扱ってきたC#であるが、Unity 自体は JavaScript でも開発が可能である。しかしながら、ローカルなアプリケーションの開発での需要があって C#の方が正式な開発言語として用いられてきているのだと考えている。Pythonが普及し、圧倒的な記述の容易さが波及して、コンパイラ言語でもPythonで導入されてきたような機構の一部を採り入れてきている。ただ、プログラミング教育はC#から始めるのではなく、Pythonから始める方が良く、Pythonである程度学んだ学生に需要に応じてC#を学ばせた方が良い。

## 参考文献


(1) Unity, Unity Technologies, https://unity.com/ja.
(2) C# language reference, Microsoft Corporation, https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/language-reference/.
(3) Java language specification (Java SE21 edition), Oracle Corporation, https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se21/html/.
(4) Visual Studio Code, Microsoft Corporation, https://code.visualstudio.com/.
(5) .NET SDK, Microsoft Corporation, https://dotnet.microsoft.com/en-us/download.
(6) Python, Python Software Foundation, https://docs.python.org/3/.
(7) Google Gemini, Google LLC, https://gemini.google.com/app.
(8) Perplexity, Perplexity AI, Inc., https://www.perplexity.ai/.

# プログラミングロボットを用いた協調学習
## —グループ活動の活性化を促すために—

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，ペア学習

## 1. はじめに

筆者らは、大学の一般教育で，独自のプログラミングロボットを用いた小人数（最大 23 名）の演習授業を 2018 年度から開講している．履修者は抽選で決定され，男女，文理等，属性は幅を持つ．授業終了時に行うアンケート調査結果は，年度に依らず，学習者の 9 割程度以上は興味・関心を持つとの肯定的な回答を得ている．この学習者の自己評価結果に加え，より詳細に学習者の状況を把握するため，2023 年度からは，学習者が実際にロボットに転送したプログラムのログを蓄積し，内容に応じた学習者支援を行っている．また，2023 年度からは，ペア学習を行う期間を授業構成に組み込み，個別学習，ペア学習，グループによる協調学習の順で，授業を実施している(1)．

2025 年度は，第 6 回と第 15 回（最終授業時）にロボットを用いた小演習課題（小テスト）を行った．その結果から，協調学習におけるグループ活動状況により，学習者の当該課題に対する理解状況が変わっている可能性が見受けられた．本報告では，2025 年度の授業を主対象とし，ペア活動の状況ならびに，グループ活動の活性化を示す指標を検討する．さらに，グループの活性化を促す協調学習のデザインを再検討・提案することを目的とする．

## 2. プログラミングロボットを用いた授業実践

### 2.1 プログラミングロボット

図 1 は，プログラミングロボットの外観とロボット前方にある 8 個の赤 LED の点灯・消灯による移動・回転・停止命令との対応関係を示す模式図である．本ロボットは高級言語を用いず，機械語もしくはアセンブリ言語にてプログラムを作る．また初回はロボットに直接命令を入力し操作するが，2 回目以降は大学設置の PC に支援システムを組み込んだ USB メモリを挿入し，PC を通じてロボットにプログラムを転送する形で授業を行っている．

一般に，機械語を用いたプログラミングは，命令の理解が難しく初学者への適用は懸念されるが，本ロボットは LED の点灯・消灯(1/0)と直接対応させた 8bit 命令を基本表現としているため，学習者は感覚的に理解可能である．

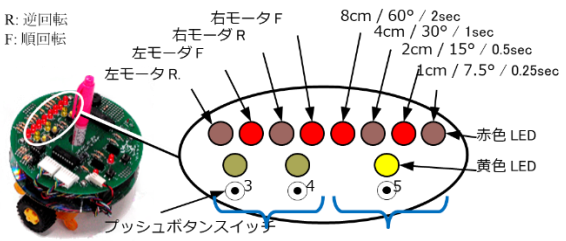



図 1 用いるロボットの外観と命令・動作の対応関係

表 1 2024 年度以降の授業構成の詳細

| 授業回 | スタイル | 概要 |
|---|---|---|
| 1-4 | 個別 | 基本操作・繰り返し・PC 利用・条件分岐・光センサ利用 |
| 5-8 | ペア | ペアでの相談を推奨した課題解決（個別 3 種，ペア 1 種） |
| 9-13 | グループ | 4−6 名グループを形成しロボット作品の企画・実装 |
| 14 | 発表会 | 発表会・相互評価 |
| 15 | まとめ | 振り返りと確認の小演習課題 |

具体的には上位 4bit は，左右の車輪と接続しているモータの逆回転・順回転を各 2bit で指示する．両モータが順（逆）方向に揃っている場合には，ロボットは前後へ移動する．左右で，順回転・逆回転と異なる指示をする場合は，その指示に従ってロボットは回転する．左右のモータの動作を指示する上位 4bit の LED が全て消灯した場合は停止命令である．下位 4bit は動作量を指示し，移動命令の単位は 1cm，回転命令の単位は 7.5°，停止命令の単位は 0.25 秒としている．例えば，2 進表現 5C（0101 1100）は，8+4 単位量であり，12cm 前進という命令になる．このルールを理解することで，0/1 の並びを 4 つずつ区切る 16 進表現のメリットや前進命令は「5n（n は 0〜F）」となる等のロボットの基本命令の概念も理解可能である．

基本動作での命令（順次処理）を理解した後には，左右のモータの移動量を 2Byte で別指定する円弧命令，レジスタ（アキュムレータ）を用いた各種演算命令，3 種のジャンプ命令（無条件ジャンプ JMP，スイッチ押下によるジャンプ JMP_SW，演算結果のフラグを用いたジャンプ JMP_F）を用いた，条件分岐，反復処理を学ぶ構成とした．また，音を鳴らす命令も用意している．

### 2.2 授業構成

表 1 に半期 15 回の授業構成を示す．個別学習によりロボットの基本操作を学んだのちに，図 1 のボタンスイッチを用いた条件分岐処理を第 3 回で行う．その後，第 4 回ではスイッチ押下を光センサに置き換えることで，センサの利用を学ぶ．光センサは，3 つまでロボットに装着できる．装着位置は任意ではあるものの，ロボット底面には装着のためのくぼみを作っている．その指定位置にセンサを装着した場合は，床面の白黒で ON/OFF を判別できるように調整しており，底面に 2 個センサを取り付けることで，ライントレースができる仕組みとしている．

この個別学習の段階を経た後に，ペア学習に移行する．

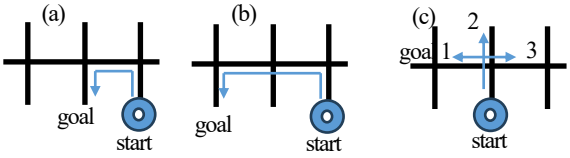



図 2　個別課題3種，(c)の3分岐課題は乱数を利用

ペア学習は，ペアでの教えあいを想定して，各種課題を実施するロボット活用期間として設定している．課題内容は個別課題3種とペア課題1種を用意している．個別課題においても，不明点があればペアでの相談を推奨している．教授者も学習者からの求めにより，適宜対応をしているものの，ペアの学習者に不明点を聞く方が学習者は気軽で理解しやすいようである．

個別課題では，主にレジスタの利用とジャンプ命令（JMP, JMP_SW, JMP_F）を用いて，格子模様のボード上を，指定通りにロボットが動くプログラムを作成する．なお課題(c)では，乱数の値による3分岐での移動を求めるが，分岐の割合は一律でなくてよいこととしている．その実装は，データをある番地に置き，その値とレジスタの値とを比較演算して分岐するもの，シフト演算を用いるもの等，達成プログラムは一通りではない．これら複数の課題に取り組む過程で，学習者はレジスタの使い方を学び，繰り返し回数を制御できるようになることを目指す．

その上で，ペア課題は，ボールの授受をペアで行うものとした．図2に示すボード上を動かすことは変わりない．対角（図2では右下と左上の位置に対応）に置いた2台のロボットは，同時に格子上を動き，中央でボール授受を行うものである．ペアはボールの渡す側，受ける側に分かれ，それぞれが自分のロボットのプログラムを行う．ロボットに装着するホール把持の道具を利用したプログラミングであり，道具ならびにライントレース用のセンサ2個を装着したロボット画像例を図3に示す．一般のペアプログラミングでは，一画面上で，一人がプログラムを作成し一人がその確認をする分業制が従来から行われているが，本実践では，ペアが教えあいながら各自のロボットを協力させ，ペア課題をクリアすることを求めている点に新規性がある．位置合わせや授受後の停止処理等，成功率をあげる工夫をしながらペアで取り組む．なお学習者数が奇数のため，1ペアは3名構成とした．



図 3 ボール把持道具とセンサ2個を装着したロボット

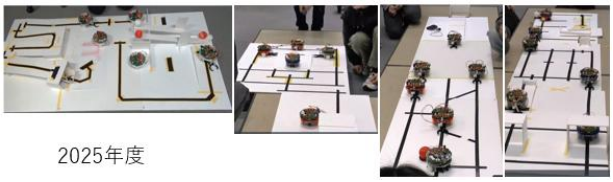



図 4 ボール把持道具とセンサ2個を装着したロボット

このペア学習は2023年度から取り入れたが，道具を用いたペア課題は2024年度から実施した．また，2024年度は，個別課題3題を早く終えた人同士でペアを組むよう，途中で一部ペアの組み換えを行ったが，2025年度は全てのペアを保持して授業を進めた．また，年度に依らず最初のペアは着席位置で隣同士の学習者で構成している．

ペア学習を終えた後には，ペアを2−3チーム組み合わせてグループを構成し，14回授業で行うロボット作品の企画と実装プログラムを作るグループ学習に入る．授業では，同じロボットを半期用いるため，初期には同じ席に座らせている．つまり2025年度は，隣同士になった学習者同士は，終盤のグループ活動まで，一貫しての協力体制を取るようにしたことになる．

2025年度は，23名を4チームに分け，5−6名のメンバー構成とした．発表会におけるロボット作品の画面例を図4に示す．黒テープを多用しており，ライントレースを含む比較的複雑なプログラムを実装しようとしていることが見受けられる．

グループ作品制作時に課した条件（抜粋）を以下に示す．

- 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を検知して動作を開始する．
- 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プリンタで制作しており白赤の2種がある）
- 舞台は教壇90 cm×180cmを2-3つ組み合わせたものを原則とする（組み合わせは縦横自由）．
- 上記以外の要素が入ってもよい

## 2.3　2025年度に実施した2回の小演習課題

本ロボットを用いたプログラミングのポイントの一つは，レジスタとジャンプ命令を組み合わせた各種分岐処理と繰り返し処理を活用することである．これにより，ロボットに複雑な動作を指示することが可能となる．学習者には，ペア学習で各種課題に取り組む中で，レジスタの利用とジャンプ命令の使い方の理解促進を図る授業構成としているつもりではあるが，実際に学習者がどの程度の理解状況であるかを，2025年度は計2回の小演習を実施することにより確認した．

まず，小演習課題時には他者との相談はしない，ロボットのマニュアルは確認してよい，という条件下で，ロボットを動かしながら設問に解答する形式のものとした．この解答状況で学習者の理解状況を確認する．

第6回の授業開始時には．2題の小演習（確認テスト）を行った．第6回は，個別課題3題を完了させる学習者が発生する程度の進捗状況であり，ペア課題に取り組む前の状況である．小演習の設問2題は，ともに2種類の条件付きジャンプ命令を含むもので，いずれも具体的なプログラムを提示する．そのプログラムの動作内容を記述する課題(Q1)と，間違いを指摘させる課題(Q2)とした．

表 2 第 6 回ならびに第 15 回の小演習結果（単位：名）

| 回・設問 | 正解 | 不十分 | 不正解 |
|---|---|---|---|
| 6 回 Q1 | 12 | 7 | 2 |
| 6 回 Q2 | 13 | 2 | 6 |
| 15 回 Q1 | 14 | 5 | 3 |
| 15 回 Q2 | 16 | 2 | 4 |
| 15 回 Q3 | 12 | 6 | 4 |
| 15 回 Q3 理解 | 13 | 2 | 7 |

提示したプログラムは，各学習者がロボット内に転送させ，動作を確認した上で，解答する．

また，最終授業時には，3 つの小演習課題を実施した．レジスタとジャンプ命令を用いて，正多角形の軌跡を描くプログラムを作る課題（Q1），スイッチを押して前進するプログラムと押して離すと前進するプログラムを 2 種のプログラムを具体的に提示し，それらプログラムの違いと特徴を記述する課題(Q2), Q2 のプログラムを修正し，ボタンを押す（押して離す）動作を 3 回繰り返すと実行するプログラムとし，両者の特徴とどちらのプログラムがより適切かを検討する課題（Q3）の 3 題である．実際のプログラム作成，ならびに記述を伴う設問であり，記述状況により当該学習者の理解状況が推定可能である．

表 2 に小演習の結果を示した．第 6 回 Q2 の誤り修正の小演習の正解状況（13, 2, 6 名）と，第 15 回 Q3 の理解状況（13，2，7 名）は，分布がほぼ一致しているが，同じ学習者で構成されているとは限らない．この点は，次章で述べる．なお，全体としては，多くの学習者が指定されたプログラムを実装することができたことを示している．

### 2.4 最終授業時のアンケート結果

最終授業時に，学習者にアンケート調査への協力を依頼した．なおアンケートに回答せずとも，成績評価には一切関係せず，結果は研究に使う旨も説明している．ここでは次章の分析の際に用いる「ロボットの動作をプログラムすることは面白いと思う」「プログラミングに対する興味が増したと思う」「もっと複雑なプログラムを作りたいと思う」「ロボットのプログラム作成（考えたとおりに動作させる）は簡単だった」の 4 設問の結果を示す．いずれも回答は「強くそう思う」「そう思う」「あまり思わない」「まったく思わない」の 4 択から回答する．2024 年度との比較のため 2024，2025 年度の回答結果を図 5 に示す．

ロボットに対する興味・面白さの傾向はほぼ変わらないが，「より複雑なプログラムを作りたいと思う」，「考えたとおりに動作させることは簡単であった」の設問は，2024 年度の肯定割合が高いように見える．これは，前述した通り，グループの作品企画が 2024 年度に比較して難易度が高いこととも関係すると考えられる．

## 3. 結果と考察

### 3.1 2024 年度と 2025 年度のグループ活動の比較

前述の結果をグループ毎の結果として確認していく．まず，表 2 に示した小演習課題に関し，グループ構成員全体の正誤割合を確認した．また，最終授業時の調査結果について，横軸を「より複雑なプログラムを作りたいと思う」という設問へのグループ構成員の肯定・否定の割合

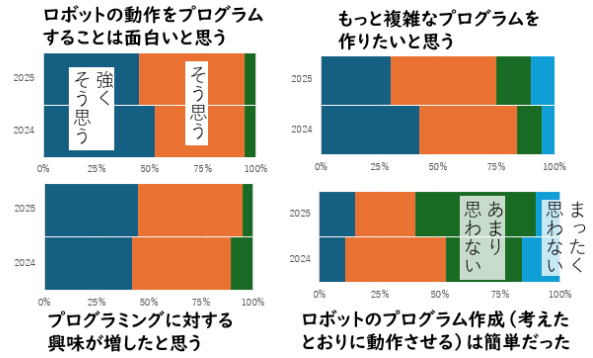



図 5 調査結果（2024 年度 19 名 2025 年度 20 名が回答）

とし，縦軸を「考えたとおりにロボットを動作させることが簡単か」の設問について，構成員の肯定・否定割合として図示したものが図 6 である．グループ構成員全員が肯定回答であれば 1，肯定・否定が半数ずつであれば 0 となる指標である．また，図 6 には，当該グループにおける最終授業時の Q3 理解状況を併せて付記した．また，便宜的にグループ番号を図 6 の横軸が高い順に①②③④と付与して表記した．

横軸が 1 であれば授業終了時にグループ構成員全員がより複雑なプログラムの作成意欲を持っていることを示す．2024 年度，2025 年度とも各 1 グループが該当した．図 6 より，グループ①の両グループにおける 15 回 Q3 理解度は高く（2024 年度は 80%,2025 年度は 92%），ジャンプ命令とレジスタの利用を多くのグループ構成員が理解していることが分かる．また，それはそもそものグループ構成員の力量が高いためかどうかを確認するため，第 6 回の小演習結果におけるグループ比較を表 3 に示した．全体として，グループ①の構成員の理解度が最初から高かったわけではないことが，表 3 の 6Q2 の正答割合の結果から明らかである．

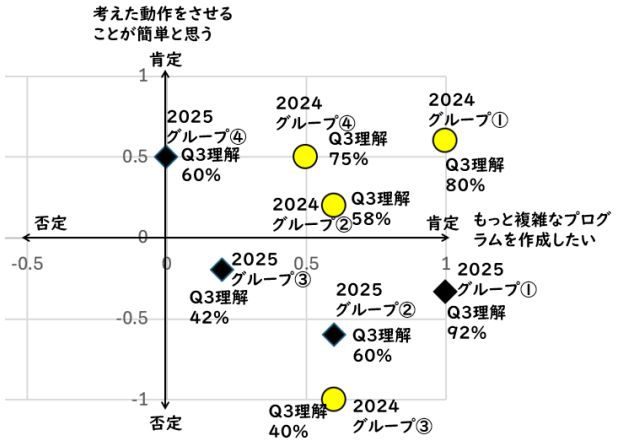



図 6 調査結果（2024 年度 19 名 2025 年度 20 名が回答）

表 3 2025 年度小演習のグループ毎の正答割合

| グループと図 6 横軸の値 | 6Q1 | 6Q2 | 15Q1 | 15Q3 理解 |
|---|---|---|---|---|
| ①1.0 | 0.83 | 0.58 | 0.75 | 0.92 |
| ②0.6 | 0.88 | 0.88 | 0.90 | 0.6 |
| ③0.2 | 0.6 | 0.60 | 0.67 | 0.42 |
| ④0.0 | 0.67 | 0.67 | 0.70 | 0.6 |

表 4　2025 年度の各期間（授業時）におけるグループ毎の学習者 1 名あたりのロボット転送プログラム数の総計

| グループ | ペア（5-8 回） | グループ（9-13 回） |
|---|---|---|
| ① | 28.5 | 19.5 |
| ② | 29.8 | 31.8 |
| ③ | 28.0 | 23.0 |
| ④ | 38.0 | 15.5 |

15Q3 は，ロボットが動作するキーとなるイベントを待つタイプの反復処理が必要なプログラムを作成する．ボタンを押して離した際に動作するプログラムは，同じ番地への条件ジャンプ命令が必要になる．2025 年度のグループ①では，実際のグループ活動時に，ボタン動作によるジャンプ命令を工夫していたこともあり，実体験として学習者が状況を理解できたために，極めて高い理解（15Q3 の理解割合が 92%）になったものと考えられる．

なお，図 6 の横軸の分布状況からは，2024 年度の方が 2025 年度に比して，全体に正方向にグループが集中して位置しており，授業終了時点の意欲状況は，全体としてみれば 2024 年度の方が高かった可能性がある．また，図 6 の縦軸についても，2025 年度は負の方向に偏っていることがわかる．これはグループ企画の難易度が高く，思ったようにロボットを動かすことができなかったことを意味しているとも考えられる．結果的に企画を高難易度にしたことで，レジスタとジャンプ命令の基本事項についての理解促進を妨げた可能性もある．

グループ企画の難易度を適正化についても，授業途中でも適宜評価を行い，支援する必要があると考える．

### 3.2　2025 年度のペア活動とグループ活動の状況

2025 年度の授業では，前述の通りペアの組み換えは行わなかった．そのため，理解が進んでいる学習者が，相方の進行を待つこととなり，より高い課題を課すことができなかったことも考えられる．グループ毎に，各期間にどの程度のプログラムをロボットに転送していたか，授業時に限定して各グループの転送数の比較を行った結果を表 4 に示す．グループ①は，全体としてプログラム転送数は多くはないが，当該グループは授業時間外での転送数が多く，今回の議論からは除外する．本稿ではグループ④に焦点を当てて議論する．グループ④は，ペア学習時は多数のプログラムを転送実行していた．しかし，グループ活動に移った後は，プログラム転送数が他のグループに比べ極端に少ない．この結果から，グループ内での企画相談ならびに協調学習における活動があまり上手くいかなかったことが示唆される．表 2，表 3 で，学習者の理解状況を小演習で把握したが，理解が不十分な学習者に対しては，ペア学習やグループ学習により，課題解決の経験を積みながら理解促進を目指した授業構成を教授者は想定していた．しかし，グループ④では，グループ活動時にプログラム転送回数が少なく，ロボットプログラミングにおける試行錯誤を行っていない．このような状況では，第 6 回の時点で理解が不十分な学習者は，それ以上の理解が得られていないことが懸念される．さらには，第 6 回では理解していたはずの学習者の一部が，理解が定着されず，第 15 回時の理解状況が第 6 回に比して退行した結果も確認された．そのため，最終授業時の調査では，より複雑なプログラムを欲する意欲が，グループ全体として低い結果として現れたと考えられる．

このように，図 6 の二次元マップによる各グループの活動状況を可視化することは，グループ活性化の状態を把握するために有益な情報であることが期待される．2025 年度は授業終了時に確認しただけであるが，今後の実践においては，毎授業の終了時に学習者意欲を確認する設問を付加し，ペア状況ならびにグループ状況を把握しながら授業を推進することが必要であると考える．

## 4.　おわりに

本稿では，独自のプログラミングロボットを用いた大学 1 年生に対する演習授業において，授業時に行った小演習の結果，グループ構成員の授業終了時の調査状況，ならびにグループ毎のロボット転送の状況把握により，協調学習におけるグループ活動の活性状況が把握できる可能性について検討した．また，グループ活動がプログラミングの理解促進にもたらす影響に関しても考察した．

本授業は選択科目による授業であり，抽選で履修者が決まるシステムから，学習者の授業開始時の知識習得状況には幅がある．授業終了時のアンケート調査では，年度に依らず，学習者の 9 割程度以上は興味・関心に対して肯定的な回答をしているが，学習者の主観評価に加え，本稿では実際の課題による客観評価を踏まえ，学習者の理解状況とグループの活性化状況との関係を示した．

結論として，グループによる協調活動が活性化しているグループでは，第 6 回時に理解が不十分であった学習者も協調活動を通じて，当該のプログラミングに対する理解促進が見受けられた．そのようなグループ構成員は，「より深いプログラミングを行いたい」という意欲が全体として高くなる傾向がある．一方，グループによる協調学習が思うように進んでいないグループでは，最終的な理解度に差異が生じていた．知識習得状況が低めの学習者は，協調学習での協調活動が芳しくないため，理解促進は不十分であり，低いままであるものがいる．さらには理解の定着がなされず，第 15 回時に理解が退行したように見受けられる場合も一部で見受けられた．

以上から，グループ活動における活性化状況を毎授業時に把握しながら授業を推進することを検討していく．また，2024 年度はペア学習時にペアの組み換えを行い，2025 年度はペアを継続して学習を進めた．どちらが良いかは一長一短であるものの，2026 年度の実践では，今一度，ペアの組み換えを行う方針で授業設計を変更し，先に進むペアには，さらなる課題を課すことを検討する．最終的なグループでの協調活動時に学習者全体の理解促進がなされるように，グループ活性状況を踏まえた支援体制についても検討を進めていく．

謝辞　研究支援推進員の伊藤恵理さんには，道具・ロボット台座の制作で支援を受けた．ここに深く感謝する．

## 参考文献

(1) Izumi Fuse and Takafumi Noguchi: “Effectiveness of Tool Use in Robot-Based Programming Education for Courses with Learners of Varying Knowledge Levels”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.38 No.1, pp. 276-287, Feb. 20, 2026.

# WordNet 収録語彙における意味的距離の最適化表示に向けた制御

金崎航平*1・小野真嗣*2・曽我聡起*1
Email: m2250080@photon.chitose.ac.jp

*1：公立千歳科学技術大学 大学院理工学研究科理工学専攻
*2：北見工業大学 工学部 地域国際系

◎Key Words　WordNet，反意語，意味的距離

## 1. はじめに

本研究は，英語学習者が既習語の一部しか活用できていない現状を改善し，語彙の運用力を向上させることを目指す。語彙の意味的関係を理解することは，語彙知識の深化や文脈理解において重要な要素である。学習者に関連語を効果的にグルーピングして学習させるため，文字情報に加え視覚的な図示情報を提供する。

筆者ら(2025)[1][2]の先行研究では，英語語彙を意味関係に基づいて体系化した語彙データベースである WordNet[3]の上位語(hypernym)・下位語(hyponym)・同義語(synonym)の関係を Universal Sentence Encoder(USE)[4]を用いてコサイン類似度を算出し，語彙間の意味的距離を可視化するアプリを開発した。その結果，学習者が語彙関係を視覚的に理解する有効性が確認された。

さらに，WordNet 全体を対象とした語彙関係の分析を行った結果，反意語(antonym)は意味的に対立関係にあるが，高いコサイン類似度が算出される問題が確認された。この結果，可視化図上でも反意語が近くに配置され，学習者に意味的関係の誤解を生じさせる可能性が示唆される。

そこで本研究では，Counter-Fitting[5]を用いて反意語間の意味的距離を制御し，人間の意味理解に近い意味空間を構築する。さらに，SimLex-999[6]を用いて意味空間の妥当性を評価するとともに，二次元および三次元可視化による語彙学習支援の可能性を検討する。

## 2. 本研究の目的

本研究では，反意語間の意味的距離を制御した意味空間を構築し，その有効性を評価することを目的とする。具体的には以下の 3 点を目的とする。

第一に，反意語が定義文中の共通語彙の影響により高い類似度を示す問題に対し，Counter-Fitting を用いて反意語間の意味的距離を適切に制御することである。

第二に，構築した意味空間が人間の意味的類似度判断とどの程度一致するかについて，SimLex-999 を用いて定量的に評価し，その妥当性を検証することである。

第三に，構築した意味空間を二次元および三次元で可視化し，可視化手法の違いが語彙間の意味理解に与える影響を検討することである。

## 3. 研究方法

本研究では，Counter-Fitting を用いて反意語間の意味的距離を制御し，SimLex-999 による評価を行った。また，構築した意味空間を二次元および三次元で可視化し，その有効性を検証した。次節以降で，各手法および評価方法の詳細について記述する。

### 3.1 コサイン類似度の算出方法

英語語彙間の意味的距離を算出するため，WordNet に収録された各語彙の定義文を利用した。各語彙がもつ複数の定義文をピリオドで連結し，一続きの文章として扱い，文単位の意味情報を高精度にベクトル化できる USE によってベクトル化を行った。USE は文全体の意味を保持した分散表現を生成する文埋め込みモデルであり，WordNet の定義文のような長文テキストから語彙の意味を表現する手法として適しているため，本研究において採用した。これにより，1 つの単語に含まれるすべての語義情報を統合した上で，語彙全体を 1 つの意味ベクトルとして扱うことが可能となる。この手法によって得られたベクトル数は，148,731 個であり，今回抽出した語彙数に対応している。

語彙間の意味的類似度は，ベクトル間のコサイン類似度によって算出した。コサイン類似度は-1 から 1 の範囲をとり，値が大きいほど意味的に近いことを示す。

一例として，”absent”の定義文を以下に示す。

” go away or leave. not being in a specified place. nonexistent. lost in thought; showing preoccupation.”

### 3.2 Counter-Fitting による反意語制御

先行研究の結果，反意語は意味的に対立関係にあるが，定義文には共通する文脈や語彙が多く含まれるため，必ずしも低い類似度を示すとは限らず，高いコサイン類似度が算出されるという問題が確認された。

そこで本研究では，Counter-Fitting を適用し，語彙ベクトル空間の再構築を行った。Counter-Fitting は，同義語を近づけ，反意語を遠ざけるようにベクトルを調整する手法である。

本手法は，既存の単語埋め込みを再学習するのではなく，後処理として言語学的制約を付与する手法のため，元の意味空間を大きく壊さずにベクトルを調整できるという利点を持つ。

本研究では，WordNet から取得した反意語および同義語の関係を制約条件として利用し，反意語間の意味的距離を拡大することで，人間の意味理解に近い意味空間の構築を試みた。

また，Counter-Fitting では，反意語を引き離す項（AR），同義語を引き寄せる項（SA），および元の意味空間を保持する項（VSP）からなる目的関数を用いてベクトルを最適化する。主な制御パラメータとして，反意語間に要求する最低距離を表すδ，同義語間の目標距離を表すγ，反意語を引き離す強さを表す $k_1$，同義語を引き寄せる強さを表す $k_2$，元の意味空間を保持する強さを表す $k_3$ を用いる。また，最適化には確率的勾配降下法（SGD）を用い，SGD ステップ数をベクトル更新回数として設定した。目的関数は以下のように定義され，これを最小化することで語彙ベクトルの最適化を行う。

$$L = k_1 AR + k_2 SA + k_3 VSP$$

### 3.3 SimLex-999 による妥当性評価

Counter-Fitting による反意語制御の有効性を検証するため，SimLex-999 を用いた評価を行った。SimLex-999 は，

人間が評価した単語対の意味的類似度を収録したデータセットであり，単なる関連性ではなく意味的類似性を評価対象としている。

本研究では，Counter-Fitting 適用前後の語彙ベクトルについて，各単語対のコサイン類似度を算出し，SimLex-999 の評価値との比較を行った。評価指標として，Pearson 相関係数および Spearman 順位相関係数を用いた。

また，Counter-Fitting のパラメータは，SimLex-999 との Spearman 順位相関係数が最大となるよう調整した。各パラメータを複数の条件で変更しながら評価を行い，最も高い評価値を示した組み合わせを採用した。

### 3.4 可視化システムの構築

Counter-Fitting によって構築した意味空間を学習者が直感的に理解しやすくするため，可視化システムを構築した。

可視化対象には中心語とその関連語である，上位語，下位語，同義語，反意語を用い，語彙間の距離が意味的距離を反映するよう配置した。距離が近い語ほど意味的に近く，距離が遠い語ほど意味的に離れていることを表す。

本研究では，二次元可視化および三次元可視化の 2 種類を実装した。二次元可視化では平面上に語彙を配置し，全体構造を把握しやすくした。一方，三次元可視化では奥行きを加えることで，語彙群の空間的な広がりやクラスタ構造を表現できるようにした。

システムは FileMaker の Web ビューア上で動作するよう構築した。二次元可視化には Canvas API を用い，三次元可視化には Three.js を用いて描画を行った。また，JavaScript によって描画処理および操作機能を実装し，利用者はドラッグ操作による視点移動や回転，ピンチ操作による拡大・縮小を行うことが可能であり，スマートフォンで操作可能な学習支援アプリとして構築した。

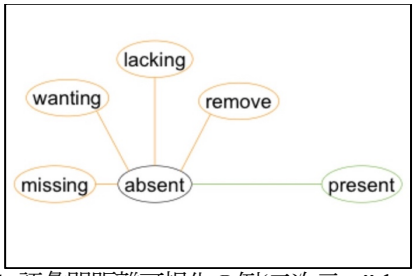



図 1 語彙間距離可視化の例(二次元，”absent”)

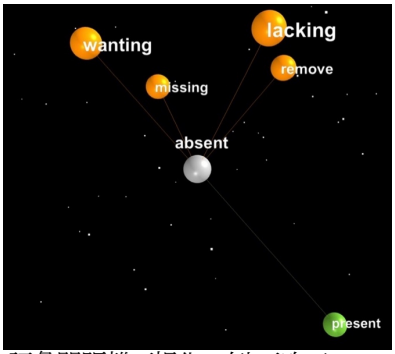



図 2 語彙間距離可視化の例(三次元，”absent”)

### 3.5 予備実験

構築した可視化システムの有効性を検証するため，予備実験を実施した。本実験では，二次元可視化と三次元可視化を比較し，可視化手法の違いが語彙間の意味理解に与える影響を調査した。

実験で使用する語彙は，CEFR-J Wordlist[7]を参考に選定した。CEFR-J Wordlist は，日本人英語学習者を対象として語彙を CEFR レベル別(A1~B2)に分類した語彙リストである。本研究では，被験者の語彙知識の影響を考慮し，A1 から B2 レベルの語彙を対象とした。また，WordNet において反意語および同義語の関係が定義されている語を対象とし，可視化図上で語彙間の意味関係を表現できる語を選定した。さらに，各タスク間で語彙の難易度に大きな偏りが生じないよう，CEFR レベルを考慮して語彙を選定した。

被験者は公立千歳科学技術大学の学生 6 名とした。実験開始前に操作方法の説明および操作練習を実施した後，本実験を行った。被験者は二次元および三次元可視化の両条件でタスクを実施した。順序効果を抑制するため，被験者を「二次元可視化→三次元可視化」と「三次元可視化→二次元可視化」の 2 群に分けた。

なお，本予備実験では語彙関係に基づく色分けは行わず，距離情報のみに基づいて可視化図を提示した。これにより，視覚的手がかりを最小限にした条件下で，語彙間距離そのものが意味理解に与える影響を検証した。

実験では，以下の 3 種類のタスクを実施した。

タスク 1：近い語・遠い語選択

中心語から視覚的に最も近い単語と最も遠い単語を選択するタスクであり，可視化図における距離情報を正しく知覚できるかを評価した。

タスク 2：同義語選択

中心語と意味的に近い語を全て選択するタスクであり，同義語を他の語群と区別して認識できるかを評価した。

タスク 3：反意語選択

中心語と意味的に反対の語を全て選択するタスクであり，反意語を他の語群と区別して認識できるかを評価した。

評価指標として，各タスクの正答率および回答時間を記録した。また，各可視化条件終了後に主観評価アンケートを実施した。アンケートでは，可視化図の見やすさ，意味関係の理解しやすさ，近い意味を持つ単語群の認識しやすさ，反対の意味を持つ単語群の認識しやすさ，単語間距離の理解しやすさ，操作性，学習意欲，有用性および疲労感について 5 段階評価で回答を求めた。

加えて，タスク 2 およびタスク 3 で使用した単語について，被験者が各単語の意味をどの程度理解していたかを確認するため，語彙既知度調査を実施した。調査では，各単語に対して「1：知らなかった」「2：見たことはあるが意味はわからなかった」「3：なんとなく意味はわかった」「4：意味を説明できる」の 4 段階で回答を求めた。この調査により，タスク成績に対する語彙知識の影響についても検討した。

## 4. Counter-Fitting による反意語制御の評価

本章では，SimLex-999 を用いて Counter-Fitting のパラメータ設定を検討した結果を示す。さらに，選定したパラメータを適用した際のコサイン類似度の変化および SimLex-999 との相関を分析し，反意語制御の有効性について考察する。

### 4.1 Counter-Fitting パラメータの検討

制御後のコサイン類似度と SimLex-999 との Spearman 順位相関係数が最大となるパラメータの組み合わせを探索した結果を表 1 に示す。

表 1 より，反意語間に要求する最低距離を表す δ および反意語を引き離す強さを表す $k_1$ は，反意語のコサイン類似度に大きな影響を与えることが確認された。一方，同義語の目標距離を表す γ および同義語を引き寄せる強さを表す $k_2$ の影響は比較的小さかった。また，元の意味空

間を保持する強さを表す $k_3$ は，全体の類似度分布に影響を与えることが確認された。

表 2 に，Counter-Fitting 適用前後におけるコサイン類似度の変化を示す。表 2 より反意語の平均コサイン類似度は 0.4546 から−0.6781 へと大きく低下したことが示された。また，中央値についても 0.4500 から−0.7120 へ低下しており，反意語間の意味的距離が明確に拡大されたことが確認できる。

一方，上位語 / 下位語の平均コサイン類似度は 0.3175 から 0.2590 へとわずかに低下し，同義語についても 0.5115 から 0.4834 へとわずかな変化に留まった。この結果から，Counter-Fitting は主として反意語関係に強く作用し，他の語彙関係への影響は比較的限定的であることが示唆される。さらに，反意語のコサイン類似度の差分について Wilcoxon 符号順位検定を行った結果，制御前後で統計的に有意な差が確認された（$p < 0.0001$）。このことから，Counter-Fitting による変化は統計的にも有意であることが示された。

表 3 に SimLex-999 との相関評価について示す。表 3 より Counter-Fitting 適用前は Pearson 相関係数が 0.3704，Spearman 順位相関係数が 0.3621 であったのに対し，適用後はそれぞれ 0.4036, 0.4287 へと向上した。特に Spearman 順位相関係数は約 18%の向上が確認された。

表 1 制御パラメータ設定

| パラメータ | 値 | 説明 |
|---|---|---|
| $\delta$ | 1.4 | 反意語に要求する最低距離 |
| $\gamma$ | 0.0 | 同義語の目標距離 |
| $k_1$ | 5.0 | 反意語を引き離す強さ |
| $k_2$ | 0.1 | 同義語を引き寄せる強さ |
| $k_3$ | 0.06 | 元の意味空間を保持する強さ |
| SGD | 20 | ベクトル更新回数 |

表 2 Counter-Fitting 適用前後のコサイン類似度変化

| 関係種別 | 条件 | 平均 | 中央値 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|---|
| 反意語 | 制御前 | 0.4546 | 0.4500 | 0.1691 |
| | 制御後 | -0.6781 | -0.7120 | 0.2406 |
| 同義語 | 制御前 | 0.5115 | 0.4828 | 0.2177 |
| | 制御後 | 0.4834 | 0.4482 | 0.3162 |
| 上位語 / 下位語 | 制御前 | 0.3175 | 0.3104 | 0.1366 |
| | 制御後 | 0.2590 | 0.2606 | 0.1995 |

表 3 SimLex-999 に基づく相関評価

| 条件 | Pearson 相関係数 | Spearman 順位相関係数 |
|---|---|---|
| 制御前 | 0.3704 | 0.3621 |
| 制御後 | 0.4036 | 0.4287 |

### 4.2 考察

Counter-Fitting を用いて反意語間の意味的距離を制御し，語彙ベクトル空間の改善を試みた結果，反意語の平均コサイン類似度は大きく低下し，反意語間の意味的距離が適切に拡大されたことが確認された。この理由として，WordNet の定義文には反意語間で共通語彙が多く含まれ，高い類似度が生じやすい構造的問題に対して，Counter-Fitting は共起による類似度の歪みを制約で補正するため，反意語に強く作用したと考えられる。

一方で，上位語・下位語および同義語においてはコサイン類似度の変化は限定的であり，本手法は反意語関係に対して重点的に作用することが示された。これは，語彙間の意味的距離や構造を維持しながら，一部の関係のみを選択的に調整できるという点で，語彙の構造的理解を支援することが示唆される。

また，SimLex-999 との Spearman 相関係数も向上しており，人間の意味的類似度判断との一致度が改善されたことが示された。この改善は，USE による定義文ベースの埋め込みが共起語に依存する構造を持つため，反意語間の距離が適切に拡大されたことにより，「純粋な意味類似度」を評価する SimLex-999 との整合性が高まったためと考えられる。これにより，人間の意味的類似度判断に近づいたことを示され，意味空間が統計的共起構造から認知的意味構造へと再配置された可能性を示唆している。

さらに，本研究では元の意味空間を可能な限り保持することを目的として，反意語に対してのみ制御後のコサイン類似度を利用した。この設計により，既存の上位語・下位語・同義語の関係性を維持しながら，反意語のみを選択的に再配置することが可能となった。

以上より，Counter-Fitting は語彙可視化における反意語制御手法として有効であり，人間の意味理解に近い語彙意味空間の構築に寄与することが示された。

## 5. 予備実験結果

本章では，二次元可視化および三次元可視化を用いた予備実験の結果について述べる。

### 5.1 タスク結果

各タスクにおける正答率および回答時間を表 4 に示す。

タスク 1 では，二次元・三次元いずれの条件においても正答率は 100%であり，天井効果が確認された。このため，本タスクでは可視化条件による差異は確認されなかった。回答時間については，二次元条件が 21.62±7.32 秒，三次元条件が 25.55±2.92 秒であり，二次元条件の方がやや短い傾向が見られた。

タスク 2 では，二次元条件の正答率が 67%，三次元条件が 100%であり，三次元可視化において正答率の向上傾向が見られた。これは，語彙の意味的クラスタ構造が三次元空間においてより把握しやすかった可能性がある。回答時間については，二次元条件が 27.64±17.00 秒，三次元条件が 22.25±9.13 秒であり，三次元条件の方が短い傾向が見られた。しかし，二次元条件では標準偏差が 17.00 秒と大きく，被験者間のばらつきが大きかったことから，回答時間の差については今後，被験者数を増やした検証が必要である。

タスク 3 では，二次元・三次元いずれの条件においても 83%の正答率であり，可視化手法による明確な差は見られなかった。回答時間については，二次元条件が 14.77±3.00 秒，三次元条件が 20.93±5.25 秒であり，二次元条件の方が短い傾向が見られた。

以上より，タスク 1 では天井効果により条件間の差は確認されなかった一方で，タスク 2 では三次元可視化が正答率で改善傾向を示した。またタスク 3 では正答率に差は見られないものの，回答時間には条件による違いが見られた。これらの結果から，可視化手法はタスクの種類によって異なる影響を与える可能性が示唆される。

表 4 各タスクにおける正答率および回答時間

| タスク | 条件 | 正答率(%) | 回答時間(s) |
|---|---|---|---|
| 1 | 二次元 | 100 | 21.62±7.32 |
| | 三次元 | 100 | 25.55±2.92 |
| 2 | 二次元 | 67 | 27.64±17.00 |
| | 三次元 | 100 | 22.25±9.13 |
| 3 | 二次元 | 83 | 14.77±3.00 |
| | 三次元 | 83 | 20.93±5.25 |

### 5.2 主観評価

主観評価の結果を表 5 に示す。表 5 より，全体的な傾向として三次元可視化は「見やすさ」「近い意味のまとまり」「反対の意味のまとまり」「操作性」「学習意欲」「有用性」において二次元可視化を上回る評価を示した。特に「学習意欲」は三次元条件で平均 5.00 と最も高い値を示しており，学習支援ツールとしての有効性が強く示唆される。また「操作性」においても三次元条件の評価が高く，インタラクティブな操作性が学習体験の向上に寄与した可能性がある。

一方で，「意味理解」および「距離理解」については二次元可視化の方が高い評価を示した。これは，平面上での配置の方が語彙間の距離関係を直感的に把握しやすい可能性を示している。

さらに，「疲労感」については両条件とも低い値を示しており，操作負荷は小さいことが確認された。なお，疲労感は値が低いほど負担が少ないことを意味する。

以上より，三次元可視化は学習意欲や操作性の向上に寄与する一方で，二次元可視化は距離および意味関係の直感的理解に優れていることが示された。したがって，両者はそれぞれ異なる認知的利点を持つ補完的な可視化手法であると考えられる。

表 5 二次元および三次元可視化に対する主観評価

| 質問項目 | 二次元 | 三次元 |
|---|---|---|
| 見やすさ | 4.17±0.37 | 4.67±0.47 |
| 意味関係理解 | 4.83±0.37 | 4.17±1.21 |
| 近い意味のまとまり | 4.17±1.07 | 4.67±0.75 |
| 反対の意味のまとまり | 3.83±1.34 | 4.33±0.94 |
| 距離理解 | 4.50±0.76 | 4.17±0.90 |
| 操作性 | 3.17±0.90 | 4.33±0.75 |
| 学習意欲 | 4.50±0.50 | 5.00±0.00 |
| 有用性 | 4.67±0.47 | 4.83±0.37 |
| 疲労感 | 1.83±1.07 | 1.67±0.75 |

### 5.3 語彙既知度調査

タスク 2 およびタスク 3 で使用した単語について，各条件での既知度の平均値および標準偏差を表 6 に示す。表 6 より，A1 および A2 レベルの語彙では高い既知度が確認される一方で，B1 および B2 レベルでは既知度の低下が見られ，特に B1 および B2 において標準偏差が増加していることから，語彙知識の個人差が大きくなる傾向が示された。

全語彙を対象とした既知度の平均値は 3.35±0.31 であり，被験者は対象語彙に対して中程度以上の理解を有していることが確認された。また標準偏差は 0.31 と小さく，全体として極端な未知語は少ないことが示された。

また，正答語の平均既知度は 3.35±0.90，誤答語の平均既知度は 3.17±1.21 であり，わずかな差が確認された。さらに誤答語の CEFR 分布を分析したところ，B1 および B2 レベルの語彙が誤答全体の 67%を占めている一方で，A1 および A2 レベルの基礎的語彙も誤答に含まれていた。

表 6 CEFR レベル別語彙既知度および正誤別語彙既知度

| 条件 | 既知度 |
|---|---|
| A1 | 3.78±0.42 |
| A2 | 3.70±0.46 |
| B1 | 3.17±1.11 |
| B2 | 2.71±0.98 |
| 全体 | 3.35±0.31 |
| 正答語 | 3.35±0.90 |
| 誤答語 | 3.17±1.21 |

以上より，語彙難易度の上昇に伴い既知度の低下およびばらつきの増加が確認された。また，タスク成績との比較から，語彙既知度は一定の影響を有するものの，可視化による意味構造理解など他の要因もタスク遂行に関与している可能性が示された。

## 6. おわりに

本研究では，Counter-Fitting を適用することにより反意語間の意味的距離を制御し，人間の意味理解に近い意味空間の構築を試みた。さらに，構築した意味空間を二次元および三次元で可視化し，語彙間の空間構造の理解に対する可視化手法の影響を検討した。

Counter-Fitting により反意語間のコサイン類似度は大幅に低下し，意味空間の構造が適切に調整されたことが確認された。また，SimLex-999 との相関係数の向上から，意味空間の妥当性が改善されたことが示された。

予備実験の結果，三次元可視化は操作性および学習意欲の向上に寄与する一方で，二次元可視化は語彙間距離および意味構造の把握において優位性を示す傾向が見られた。語彙既知度の分析では，CEFR レベルの上昇に伴い既知度の低下およびばらつきの増加が確認され，特に B1，B2 レベルにおいて個人差が大きいことが示された。また，タスク結果に語彙既知度は一定の影響を持つものの，それのみでは結果を十分に説明できず，可視化による構造理解など他の要因の影響が示唆された。

以上より，本研究で提案した語彙可視化手法は，語彙間の意味理解を支援する有効な手法である可能性が示された。一方で，本研究は被験者数が 6 名と少ないため，統計的検定の解釈には慎重を要する。本予備実験は探索的研究として語彙可視化手法の初期的傾向を把握することを目的としており，一定の妥当性を有すると考えられる。加えて，タスク 2 における結果は示唆的ではあるが，一般化には追加実験による検証が必要である。

今後は，本予備実験の結果を踏まえ，被験者数を拡大した本実験を実施し，統計的有意性の検証および可視化手法の効果をより厳密に評価する予定である。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K02825 の助成を受けたものです。

### 参考文献

(1) 金崎航平，小野真嗣，曽我聡起：「英語語彙間の語義繋がりの可視化アプリ開発-学習者の語彙記憶保持を求めて-」『2025 PC カンファレンス論文集』.pp.126-129(2025)

(2) 金崎航平，小野真嗣，曽我聡起：「WordNet におけるコサイン類似度を用いた語彙間の分析と学習支援アプリへの応用」『2025 PC カンファレンス北海道論文集』.pp.20-23(2025)

(3) Miller, G. A. : “WordNet: A Lexical Database for English”. Communications of the ACM, Vol.38, No.11, pp.39–41, (1995)

(4) TensorFlow「@tensorflow-models/universal-sentence-encoder」https://www.jsdelivr.com/package/npm/@tensorflow-models/universal-sentence-encoder(最終閲覧日 2026 年 6 月 27 日)

(5) Mrkšić, N., O’Seaghdha, D., Thomson, B., Gašić, M., Rojas-Barahona, L., Su, P.-H., Vandyke, D., Wen, T.-H., and Young, S. : “Counter-fitting Word Vectors to Linguistic Constraints”, Proceedings of NAACL-HLT, pp. 142–148, (2016).

(6) Hill, F., Reichart, R., and Korhonen, A. :“SimLex-999: Evaluating Semantic Models with (Genuine) Similarity Estimation”, Computational Linguistics, Vol.41, No.4, pp.665–695, (2015).

(7) CEFR-J Project :“CEFR-J Wordlist and Related Resources”, CEFR-J Project, Tokyo University of Foreign Studies, https://www.cefr-j.org/research.html(最終閲覧日 2026 年 6 月 27 日)

# 中学生を対象としたプログラミング講座の実施結果について

土肥紳一*1
Email: dohi@mail.dendai.ac.jp

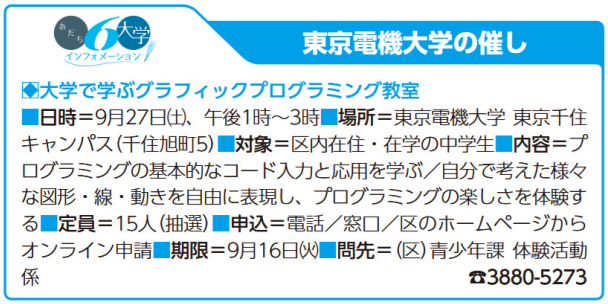
*1：東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科

◎Key Words　　Processing，プログラミング，中学生，電子工作

## 1. はじめに

東京電機大学の東京千住キャンパスは，足立区の北千住の駅前に立地している。この度，足立区から中学生を対象としたプログラミング講座の依頼があり，2025 年 9 月 27 日(土)の 13:00～15:00 に学内の教室で実施した[1]。2025PCC では，本講座の実施計画について述べた[2]。発表時に，参加者の皆様から貴重なコメントをいただいたことに，この場を借りて感謝申し上げます。

本講座は「あだち広報 2025 年 8 月 25 日号」で紹介され，その内容を図 1 に示す[3]。ノート PC は 15 台準備し，親子での参加も歓迎した。プログラミング言語はスケッチブックに絵を描く感覚で学べる Processing 言語を使う[4]。少ないキー入力でお絵描きを行え，実行結果はグラフィカルに表示できるため，興味を喚起できると期待するものである。本講座の先には L チカ(発光ダイオードの点滅)などの発展があることもデモとして紹介した。実施した講座の様子を紹介するとともに，受講者の声を交えながら結果について述べる。


東京電機大学の催し

◆大学で学ぶグラフィックプログラミング教室

■日時＝9月27日㈯、午後1時～3時■場所＝東京電機大学 東京千住キャンパス(千住旭町5)■対象＝区内在住・在学の中学生■内容＝プログラミングの基本的なコード入力と応用を学ぶ／自分で考えた様々な図形・線・動きを自由に表現し、プログラミングの楽しさを体験する■定員＝15人(抽選)■申込＝電話／窓口／区のホームページからオンライン申請■期限＝9月16日㈫■問先＝(区)青少年課 体験活動係 ☎3880-5273

図 1 あだち広報 2025 年 8 月 25 日号より引用

## 2. 参加者の状況

### 2.1 参加者の学年

本学の事務局にてアンケート調査を実施し，届いた結果を再編集し，参加者の状況についてまとめた。「学年を教えてください」は，1 年生が 8 名と最も多く，2 年生が 5 名，3 年生が 2 名であった。この様子を表 1 に示す。

表 1 参加者の学年

| 学年 | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| 1 年生 | 8 | 54 |
| 2 年生 | 5 | 33 |
| 3 年生 | 2 | 13 |

### 2.2 本日のイベントの広報

「本日のイベントを何で知りましたか？」は，友人・知人が 6 名と最も多く，チラシが 4 名，保護者宛メールが 3 名，あだち広報が 2 名であった。この様子を表 2 に示す。

表 2 本日のイベントの広報

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| チラシ | 4 | 27 |
| あだち広報 | 2 | 13 |
| 友人・知人 | 6 | 40 |
| 保護者宛メール | 3 | 20 |

### 2.3 参加しようと思ったきっかけ

「参加しようと思ったきっかけは何ですか？」は，家族が申し込んだが 10 名，自分で決めたが 4 名，友人にすすめられたが 1 名であった。この様子を表 3 に示す。

表 3 参加しようと思ったきっかけ

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| 自分で決めた | 4 | 27 |
| 家族が申し込んだ | 10 | 67 |
| 友人にすすめられた | 1 | 6 |

### 2.4 実施前の教室の様子

教室は横長でスクリーンが 2 面利用できる教室を使った。スクリーンに近い机 3 列にノート PC を計 15 台設置し，受講者に利用してもらった。教室の後方は，保護者の席として利用した。この様子を図 2 に示す。また，一人分のノート PC と配布資料等を図 3 に示した。ノート PC は操作性を考慮しマウスも接続している。ノート PC は本学の総合メディアセンターから借用した。学生アシスタントは，計 3 名で対応した。



図 2 実施前の教室の様子



図 3 ノート PC と配布資料等

最初のプログラムは円を表示するプログラムである。ellipse(50, 50, 80, 80); を入力し，実行ボタンをクリックすると真円が表示される。ellipse は楕円を表示する関数であり，4 つの数字の意味を説明した。円は circle になるが，Processing では ellipse にて円を表示することを補足した。この様子を図 4 に示す。




図 4 円を表示するためのプログラムの説明

プログラムを文字で入力することに，最初は戸惑いが見られたが，少ないキー入力で実行結果が図形で表示できると，慣れるのも早かった。この様子を図 5 に示す。

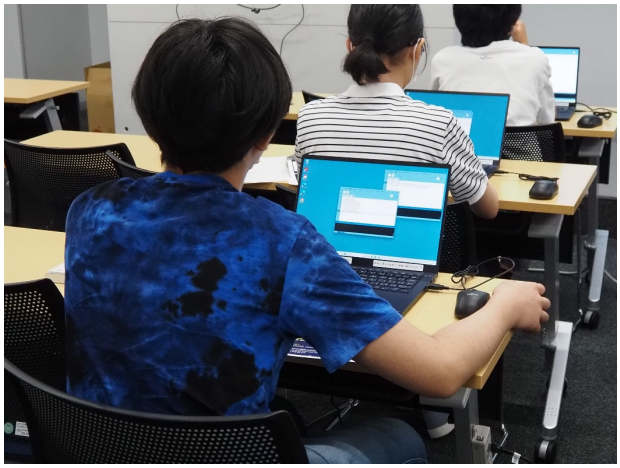


図 5 成功体験によって段々と慣れていく

## 3. デモの実施

### 3.1 L チカのデモ

本日のプログラミング講座の先にあるものについて，デモンストレーションも行った。Raspberry Pi 4 は，小型のシングルボードコンピュータであるが，OS をインストールし，キーボード，マウス，ディスプレイを接続するとちょっとしたデスクトップコンピュータになる。さらに Raspberry Pi 4 の GPIO を使って LED と接続してある。大型のディスプレイを用意し，●を 3 つ表示し，マウスが●の中に入ると，●が赤くなり，これに連動してブレッドボード上の対応する赤色の LED が点灯する。Raspberry Pi 4 は，本日紹介した Processing をインストールでき，電子工作で自作したものが，Processing で制御できることをデモとして見せた。この様子を図 6 と図 7 に示す。

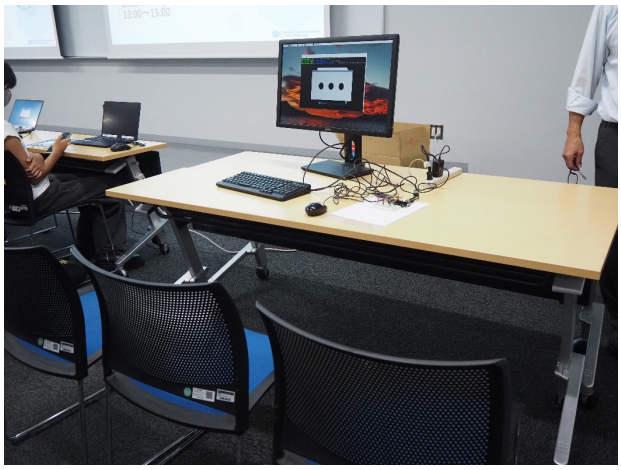


図 6 L チカのデモ機



図 7 円の中にマウスが入ると対応する LED が点灯

### 3.2 手動による L チカのデモ

コンピュータを使わない，手動による L チカのデモも体験してもらった。赤，緑，青の LED が組み込まれた 8×8 の RGB DOT Matrix を使い，タクタイルスイッチを押すことによって，対応する LED の点灯を手動で行うことができる。この電子工作は配線が複雑であるが，手動の操作が LED の点灯と連動し，受講者とアシスタントの学生達にも評判が良かった。スイッチを押す手の操作が LED との連動につながり，さらに赤，緑，青の色も表示でき，興味を喚起したようである。この様子を図 8 に示す。



図 8 手動による L チカ

### 3.3 Raspberry Pi Pico 2W によるL チカのデモ

Raspberry Pi Pico 2W を使い，8×8 の RGB DOT Matrix を順に点滅させ，一巡すると赤から緑，さらに一巡すると緑から青，さらに一巡すると再び赤色になるデモを実施した。プログラムは MicroPython になる。

128 個の LED を順に点滅させるデモを実施した。Raspberry Pi Pico 2W の GPIO では個数が不足するため，IO エクスパンダーを 8 個使って I2C インタフェースで Raspberry Pi Pico 2W と接続し，MicroPython で制御した。このプログラムはかなり複雑ではあるが，本日の講座のさらなる延長線上の一つとして紹介した。

これらの様子を図 9 に示す。

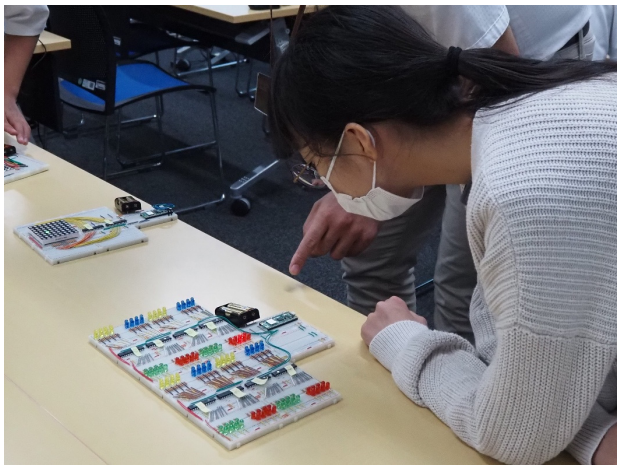


図 9 Raspberry Pi Pico 2W を使った L チカ

## 4. 受講者の声

本日の内容に関するアンケート調査を事務局にて実施し，届いた結果を編集した。回答者数は合計 14 名となった。

### 4.1 楽しさ

「楽しかったですか？」設問について，「とても楽しかった」が 8 名，「楽しかった」が 6 名であった。この様子を表 4 に示す。「あまり楽しくなかった」や，「楽しくなかった」が 0 名であったことは，講座の担当者として，実施して良かったと感じる結果である。

表 4 楽しさ

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| とても楽しかった | 8 | 57 |
| 楽しかった | 6 | 43 |
| あまり楽しくなかった | 0 | 0 |
| 楽しくなかった | 0 | 0 |

「とても楽しかった」理由として，
・新しいことが学べたから
・説明がわかりやすくて，すらすらできたから
・自分の知らないことが知れた等
・自分が知らなかったことがいろいろ学べたから
・プログラミングをしたことがあったけど，それより難しかったこと
が挙げられた。

「楽しかった」理由として，
・プログラミングで楽しいゲームのようなものを作れたから
が挙げられた。文字を入力するプログラミングではあったが，楽しんでもらえたようである。

### 4.2 内容の満足度

「内容に満足しましたか？」かの設問について，「とても満足」が 10 名，「満足」が 4 名であった。この様子を表 5 に示す。

表 5 内容の満足度

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| とても満足 | 10 | 71 |
| 満足 | 4 | 29 |
| やや不満 | 0 | 0 |
| 不満 | 0 | 0 |

「とても満足」の理由として，
・コードのプログラムを考えることができたから
・パソコンで絵をかくプログラムを自分でできたから
・２時間でいろいろできた
・英語のスペルとその意味や，自分でプログラミングを試せたから
が挙げられた。

「満足」の理由として，
・ところどころ難しいところもあったけど，よかった
が挙げられた。とても満足した方が約 7 割おり，満足感も十分に得られたことがうかがえる。

### 4.3 初めて知ったことや体験したこと

「初めて知ったことや体験したことはありましたか？」の設問について，「たくさんあった」が 12 名，「あった」が 2 名であった。この様子を表 6 に示す。

表 6 初めて知ったことや体験したこと

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| たくさんあった | 12 | 86 |
| あった | 2 | 14 |
| あまりなかった | 0 | 0 |
| なかった | 0 | 0 |

### 4.4 新しいことにチャレンジすることの大切さ

「新しいことにチャレンジすることは大切だと思いますか?」の設問について,「とても思う」が 12 名,「思う」が 2 名であった。この様子を表 7 に示す。チャレンジ精神が旺盛であることがうかがえる。

表 7 新しいことにチャレンジすることの大切さ

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| とても思う | 12 | 86 |
| 思う | 2 | 14 |
| あまり思わない | 0 | 0 |
| 思あない | 0 | 0 |

### 4.5 新しいことにチャレンジしたいという気持ち

「今回の体験は，これからも新しいことにチャレンジしたいという気持ちにつながる内容だったと思いますか?」の設問について,「とても思う」が 11 名,「思う」が 3 名であった。この様子を表 8 に示す。

表 8 新しいことにチャレンジしたいという気持ち

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| とても思う | 11 | 79 |
| 思う | 3 | 21 |
| あまり思わない | 0 | 0 |
| 思あない | 0 | 0 |

「とても思う」の理由として,
・今回とても楽しかったから
・ソースコードを初めて書きました
・今回の体験だけで知らないことをたくさん学べて楽しかったし, 新しいことにチャレンジすることは, 自分の可能性を広げることにつながるから
・最初はめんどうくさそうだなと思っていたけど, やっていくうちに楽しくなったから
・まだ知らないことがいろいろあったから, 新しいことにチャレンジしていろいろ知ろうと思えたから
・これからプログラミングは大切になってくるから
・知らないことを知ることが楽しいと感じることができたから
・知らない初めてのことでもやればできると知ったので
・最初は全然わからなかったけど, やるにつれてうまくできるようになったから
が挙げられた。
「思う」の理由として,
・今回のプログラミングに来てよかったと思ったから
・新しい体験をすると新しい発見があるからです
・新しいことに挑戦し，楽しかったから
が挙げられた。

プログラムのコードを入力することが，新鮮な体験であったことがうかがえる。また, 慣れてくると成功体験が増え，自信がついていることもうかがえる。

### 4.6 将来の進路や職業を考えるきっかけ

「将来の進路や職業を考えるきっかけになりましたか?」の設問について,「とてもなった」が 6 名,「なった」が 7 名,「ならなかった」が 1 名であった。この様子を表 9 に示す。

表 9 将来の進路や職業を考えるきっかけ

| | 人数 | 割合(%) |
|---|---|---|
| とてもなった | 6 | 43 |
| なった | 7 | 50 |
| あまりならなかった | 0 | 0 |
| ならなかった | 1 | 7 |

「とてもなった」の理由として,
・自分に向いていると思ったから
・理系か文系か悩んでいたけど, 今回の講座で理系に傾いた
・最初の進学のルートなどをたくさん知ったから。今回のプログラミングもうまくなったから
が挙げられた。
「なった」の理由として,
・アプリの開発など
・まだ決まってないので，選択の幅が広がりました
・ゲームとか作ってみたいと思ったから
・プログラミングに興味を持ったから
・理系や文系を考えるきっかけになった
が挙げられた。
「ならなかった」の理由については, 筆者のもとには届いていない。

## 5. おわりに

システムデザイン工学部デザイン工学科の 1 年生は, 後期からコンピュータプログラミング I の授業が始まる。1 回目の授業内容の一部を，本講座に取り入れ実施した。アンケート調査結果から，大学でのプログラミングの一部を体験し，その興味につながったものと考えている。

筆者は電子工作に興味を持つ児童や生徒が増え，電子部品を組み合わせ，色々なハードウェアの試作体験が非常に重要であると考えている。さらにコンピュータと組み合わせることによって，ハードウェアを制御できることを知り，プログラミングの楽しさを知ってもらいたい。

## 謝辞

今回の講座をご支援ただいた足立区役所の関係者の方々，本学の関係者の方々に謝意を表します。

## 参考文献

(1) 中学生向けワークショップ「大学で学ぶグラフィックプログラミング教室」開催報告（9/27），https://www.dendai.ac.jp/about/regional/news/20250927-99.html，2026 年 6 月 30 日閲覧.
(2) 土肥紳一 : 中学生を対象としたプログラミング講座の実施計画について, PC カンファレンス講演論文集, コンピュータ利用教育学会(CIEC)，pp160-163（2025）.
(3) あだち広報 2025 年 8 月 25 日号，https://www.city.adachi.tokyo.jp/documents/73569/20250825_all.pdf，2026 年 6 月 30 日閲覧.
(4) Processing をはじめよう第 2 版，Casey Reas，Ben Fry 著，船田 巧訳，オライリー，https://www.oreilly.co.jp/books/9784873117737/，2026 年 6 月 30 日閲覧.

# スマートグラスを用いた顔向きに基づく集中度推定手法の提案

山本朔叶[*1]・金惠鎭[*2]・金義鎭[*1]
Email: kim@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学工学研究科電気工学専攻
*2: 日本大学商学部

©Key Words　スマートグラス，集中度推定，頭部姿勢推定，リアルタイム

## 1. はじめに

近年，教育現場では個別最適な学びの実現に向けて，学習者一人ひとりの理解状況や学習状態を把握し，個々に応じた学習支援を行うことが求められている(1)。そのため，教員は授業進行と並行して全ての学習者の状態を継続的かつ客観的に把握し，適切に指導する必要がある。例えば，大人数授業では学習者の集中状態や注意状態を個別に把握することが容易ではなく，教員による学習状況の把握を支援することが望ましい。

このような学習支援の一つの方法として，視線情報，顔表情，身体姿勢，頭部姿勢などを利用した注意状態推定手法が提案されている(2)~(5)。視線情報は高い推定精度が期待できるが，専用の計測装置や高精度な撮影環境を必要とする場合が多い。そこで，Web カメラやスマートフォンカメラなどの一般的な RGB カメラで取得可能な頭部姿勢情報を利用した手法が注目されている。頭部姿勢は人物の注視方向と関連が深く，集中状態を推定する有効な指標である。しかし，従来研究の多くは教室前方や天井に設置した固定カメラを前提としており，教員が教室内を移動しながら学習者の注意状態を推定する利用形態については十分に検討されていない。そのため，教員の移動に追従しながらハンズフリーかつリアルタイムに映像を取得できる撮影手段が求められている。

この課題に対して，装着者の視点から画像を取得できるスマートグラスは有効な手段である。スマートグラスを利用することで，教員は学習者に視線を向けることで情報を取得でき，固定カメラでは困難な柔軟な運用が可能となる。我々はこれまでに，スマートグラスを用いた顔認識システムを開発し，学習者の識別や学習状況の確認を支援する手法を提案するとともに，スマートグラス環境における人物認識の実装可能性を確認している(6)。一方で，学習者の集中状態を把握する機能は実現していない。

そこで本研究では，スマートグラスに搭載されたカメラ映像から顔向きを推定し，その結果に基づいて集中度を推定する手法を提案する。提案手法では，ML Kit Face Detection および MediaPipe Face Landmarker を用いて顔情報を取得し，顔向きに基づいて集中度を推定する。推定された集中度はスマートグラス上にリアルタイム表示され，授業中における教員による学習者の状態把握を支援する。実験では，ML Kit Face Detection と MediaPipe Face Landmarker の両方式を実装し，スマートグラス環境における顔向き推定性能および集中度推定への適用可能性を定量的に比較評価する。

## 2. 関連研究

本章では，頭部姿勢推定，注意・集中度推定，およびスマートグラスを用いた研究について述べる。

### 2.1 頭部姿勢推定に関する研究

頭部姿勢推定は，顔画像から頭部の向きを推定する研究分野であり，従来から多くの手法が提案されている。頭部姿勢推定手法としては，顔ランドマークを用いて頭部姿勢や表情を推定する OpenFace などの実装も広く利用されている(7)。総説研究において，頭部姿勢推定は制約の少ない実環境において困難な課題であり，顔ランドマークを用いる手法や深層学習を用いる手法が発展してきたと報告されている。これらの研究は，頭部姿勢が人物の向きや注視傾向を表す有効な指標であることを示している。

頭部姿勢は，人物の注意方向を推定するための代理指標としても利用されている。しかし，既存研究の多くは頭部姿勢の推定精度向上を目的としており，推定結果を教育現場における集中度推定へ応用する検討は十分ではない。そのため，頭部姿勢情報を利用した集中度推定手法の実用化に向けた検討が必要である。

### 2.2 注意・集中度推定に関する研究

注意状態や視覚的焦点を推定する研究では，頭部姿勢が重要な入力情報として利用されている。会議環境を対象とした研究では，頭部姿勢から Visual Focus of Attention を推定する手法が提案されており，頭部の向きと注視対象の関係が分析されている。また，教室環境を対象とした研究では，コンピュータビジョンを用いて学生の注意状態を監視する試みが報告されている。これらの研究は，頭部姿勢が学習場面における注意推定へ有効な指標として応用可能であることを示している。

注意推定の精度向上には，視線，顔表情，身体姿勢などの複数情報を組み合わせる手法が有効である。しかし，視線計測や複数センサを利用する構成は専用機器を必要とするため，教育現場への導入コストが高くなるという課題がある。そのため，単一の RGB カメラのみを利用して集中度を推定できる手法が求められる。

### 2.3 スマートグラスを用いた研究

スマートグラスを用いた研究では，装着者の視覚情報や注意情報を利用したインタラクション手法が提案されている。iGaze は，スマートグラスを用いて装着者の視覚的注意を取得し，関心対象との接続に反映する仕組みを

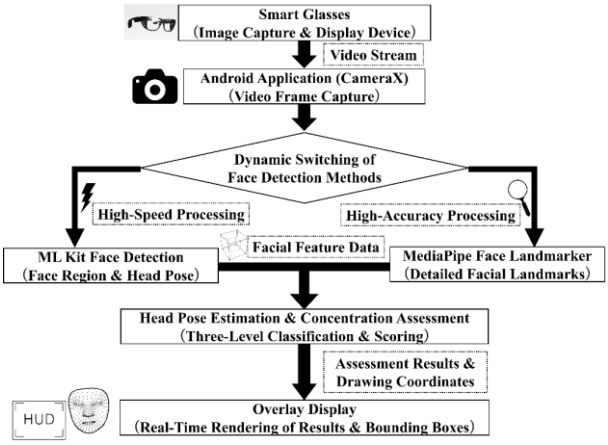



図 1. システムの概要図

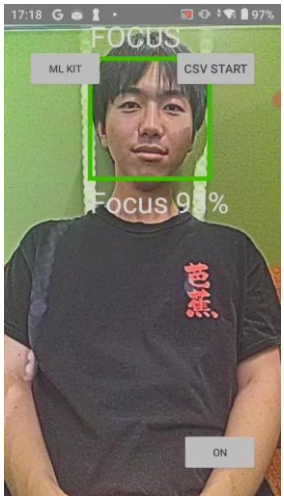



図 2. ML Kit 動作画面




図 3. MediaPipe 動作画面

提案している[8]。この研究は，スマートグラスが表示端末としてだけでなく，人物の注意状態を扱う入力デバイスとしても利用可能であることを示している。

一方で，既存研究ではスマートグラスを用いて学習者の集中状態を把握する研究と，教員がリアルタイムに学習者の状態を把握する仕組みについては十分な検討が行われていない。そのため，スマートグラス上で顔向きを利用した集中度推定を実現する手法の検討が必要である。

## 3. 提案手法

前章で示した課題を解決するため，本研究では顔向き情報を利用した集中度推定システムを提案する。提案システムは，頭部姿勢情報を利用した集中度推定，RGB カメラのみを用いた低コストな構成，およびスマートグラス上でのリアルタイム表示を特徴とする。本章では，提案システムの構成および集中度推定手法について述べる。

### 3.1 システム構成

図 1 に提案システムの概要を示す。本研究では，スマートグラス上で動作する Android アプリを用いて，対象者の顔向きを推定し，集中度を推定するシステムを構成した。システムは，カメラ映像取得部，顔検出部，顔向き推定部，集中度推定部，表示部の 5 つで構成される。カメラ映像は CameraX で取得し，検出結果は画面上のオーバーレイに重ねて表示する。

本システムは，スマートグラス上でのリアルタイム動作を考慮し，撮影から表示までを端末内で完結する構成とした。これにより外部サーバとの通信を必要とせず，ネットワーク環境に依存しない運用が可能である。また，教員が学習者へ視線を向けるだけで推定結果を確認できるため，授業中の利用を想定した低遅延な情報提示を実現している。顔検出方式は，ML Kit Face Detection と MediaPipe Face Landmarker の 2 方式を切り替えて利用できるようにした。ML Kit Face Detection を用いる方式では，顔領域と頭部回転角度を取得する。MediaPipe Face Landmarker を用いる方式では，顔ランドマークから両目と鼻の位置関係を利用して顔向きを推定する。ML Kit Face Detection は，顔の位置情報と headEulerAngleX，headEulerAngleY，headEulerAngleZ を提供し，MediaPipe Face Landmarker は 3 次元顔ランドマークを出力する[9] [10]。

### 3.2 顔検出と顔向き推定

ML Kit Face Detection を用いる場合，本システムは頭部姿勢情報として上下方向および左右方向の回転角度を利用する。headEulerAngleX は顔の上下方向の傾き，headEulerAngleY は左右方向の傾きを表す。本研究では顔向きの代表値として両角度の絶対値の大きい方を利用する。図 2 に ML Kit Face Detection を用いた動作画面を示す。ML Kit 方式は顔検出と同時に頭部姿勢情報を取得できるため，追加の計算処理をほとんど必要としない。この特徴により，処理能力が限られるスマートグラス環境においても安定したリアルタイム動作が期待できる。

MediaPipe Face Landmarker は，MediaPipe Face Mesh で提案された顔ランドマーク推定技術を基盤としており[11]，本研究では取得したランドマークから両目と鼻の位置関係を利用して顔向きを推定する。顔向き推定には，左目，右目および鼻先の 3 次元ランドマークを利用する。まず左右の目の中心座標を求め，その中心から鼻先へ向かうベクトルを算出する。顔の左右回転角度は，鼻先と目中心との X 方向成分および Z 方向成分を用いて逆正接関数 atan2 を適用して推定する。これにより，MediaPipe Face Landmarker が出力する 3 次元情報を利用した顔向き推定を実現する。また，MediaPipe 方式では顔ランドマーク群の外接矩形を算出し，顔位置の可視化にも利用している。MediaPipe Face Landmarker は高密度な 3 次元顔情報を取得できるため，顔向きだけでなく，将来的には視線推定や表情解析などへの拡張も期待できる。

### 3.3 集中度推定手法

本研究では，顔向きが小さいほど対象者が正面方向を向いているとみなし，集中状態を推定する指標として利用する。ML Kit 方式では，角度が 10 度以下のときに FOCUS，10〜20 度のときに WARNING，それ以外を LOST とする 3 段階推定を行う。集中度は，式(1)により算出した値を 0〜100 の範囲に補正して百分率として表示する。この設計では，顔向きの変化を定性的な状態だけでなく，定量的な値としても扱える。

$$Focus = 100 - 2 \times Angle \qquad (1)$$

表示部は，顔領域の矩形，状態ラベル，集中度の 3 要素を重ねて表示する。FOCUS は緑，WARNING は黄，LOS



図 4. 実験に使用したマネキン

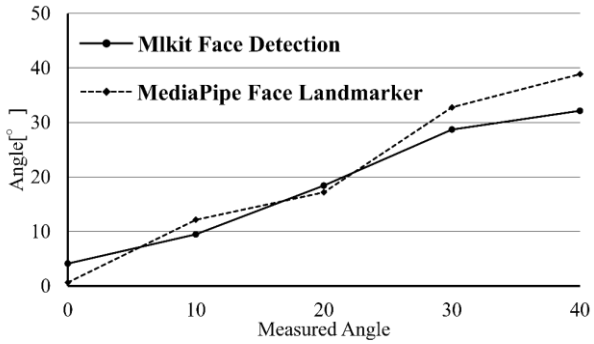



図 5. ML Kit Face Detection および MediaPipe Face Landmarker の 1m の結果

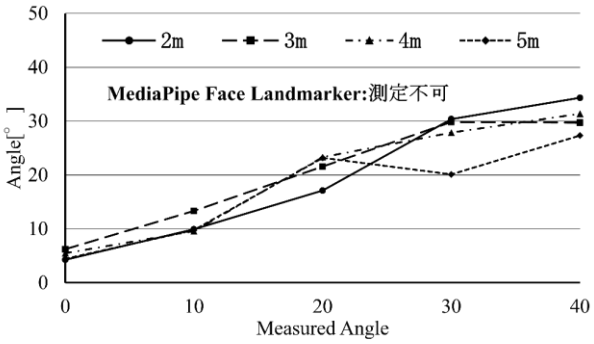



図 6. 2~5m における ML Kit Face Detection の結果

T は赤で示し, 装着者が一目で状態を把握できるようにする。MediaPipe 方式でも同様に，検出顔ごとに状態と集中度を描画する。また, 本システムはスマートグラスでの表示位置ずれを考慮し, 描画オフセットを補正する。この補正により，本システムはスマートグラス特有の表示環境においても利用時の見やすさを維持できる。本研究では予備実験において顔向き推定値を確認した結果に基づき，10°および 20°を閾値として設定した。なお, 本閾値は集中状態との対応を直接示すものではなく，正面注視からの逸脱度を表す指標として利用する。

## 4. 実験

本章では，提案システムの有効性を確認するために実施した実験方法および結果について述べる。

### 4.1 実験方法

本研究では，顔向き推定機能が実際の顔向き変化をどの程度反映できるかを確認するため，角度および距離を変化させた実験を行った。実験にはスマートグラス上で動作する試作アプリを用いた。評価対象には図 4 に示すマネキンを使用し，カメラに対して正面 (0°)，10°，20°，30°，40°の 5 条件で顔の向きを変化させた。また，マネキンとスマートグラス間の距離は 1m，2m，3m，4m，5m の 5 条件に設定した。測定は室内環境で実施し，照明条件を大きく変化させないようにした。各角度条件では，マネキンの設置位置を固定したまま顔向きのみを変更した。本実験では，マネキンを用いることで人体の動きや姿勢変化による影響を排除し，頭部姿勢推定結果のみを評価できるようにした。

各条件について 5 回ずつ測定を行い，ML Kit Face Detection および MediaPipe Face Landmarker から取得した顔向き推定値を記録した。なお，MediaPipe Face Landmarker については，スマートグラス上での処理負荷が大きく，2m 以上の距離では安定した顔検出が困難であったため，1m 条件のみ評価対象とした。本研究では，取得した測定値の平均値を用いて顔向き角度と推定値の関係を評価した。複数回測定の平均値を利用することで, 一時的な検出誤差やフレームごとのばらつきの影響を低減し，評価結果の信頼性を向上させた。

### 4.2 結果

本節では，ML Kit Face Detection および MediaPipe Face Landmarker による実験結果について示す。

図 5 に 1m 条件における ML Kit Face Detection と MediaPipe Face Landmarker の測定結果を示す。両方式とも，顔向き角度の増加に伴い推定値が増加する傾向が確認された。MediaPipe Face Landmarker は実角度に近い推定値を示した一方で，ML Kit Face Detection は推定値がやや小さくなる傾向が見られた。しかし, いずれの方式も顔向きの変化に応じて推定値が一貫して変化しており，顔向きの変化を反映できることが確認された。

図 6 に 2～5m 条件における ML Kit Face Detection の測定結果を示す。ML Kit Face Detection は，全ての距離条件において顔検出および顔向き推定を継続して行うことができ，距離が増加しても顔向き角度の増加に伴う推定値の増加傾向が維持された。一方，MediaPipe Face Landmarker は 2m 以上では顔ランドマークの検出が安定せず, 継続的な測定結果を取得することができなかった。以上より，両方式とも 1m では顔向き推定が可能であったが，測定可能距離および処理性能には差が見られた。

## 5. 考察

本章では, 実験結果に基づき, ML Kit Face Detection および MediaPipe Face Landmarker の特徴と実用性について比較しながら詳細に考察する。

### 5.1 ML Kit Face Detection の評価

ML Kit Face Detection では，全ての距離条件において顔検出および顔向き推定を実施することができた。図 5 および図 6 より，顔向き角度の増加に伴い推定値も増加する傾向が確認できることから，頭部姿勢の変化を概ね適切に反映できていると考えられる。一方で, 実際の顔向き角度と推定値の間には差が見られた。特に 30° 以上では推定値の増加が緩やかとなり，大きな顔向き変化に対して推定値が飽和する傾向が確認された。

しかし，本研究の目的は顔向きを厳密に計測することではなく, 集中状態の変化を推定することである。そのた

め，実角度との完全な一致よりも，顔向き変化に応じて推定値が一貫して変化することが重要である。本実験結果から，ML Kit Face Detection は集中度推定に必要な顔向き情報を取得する手法として有効であると考えられる。また，5m 条件においても安定した顔検出が可能であったことから，教室環境のような比較的広い空間への適用可能性が示された。

### 5.2 MediaPipe Face Landmarker の評価

MediaPipe Face Landmarker では，1m 条件において顔向き角度の増加に伴い推定値も増加する傾向が確認された。ML Kit Face Detection と比較すると，実角度に近い推定値を示す傾向があり，顔向きの変化をより詳細に把握できる可能性が示された。また，468 点の顔ランドマークを利用するため，将来的には顔向き以外の特徴量を利用した応用も期待できる。

一方で，本研究で使用したスマートグラス環境では処理負荷が大きく，リアルタイム処理時に描画の遅延やフレームレートの低下が確認された。また，2m 以上では顔ランドマークの検出が安定せず，十分な測定結果を取得できなかった。以上より，MediaPipe Face Landmarker は推定精度の面では有望であるものの，本研究のようなスマートグラス上でのリアルタイム集中度推定においては，処理速度および測定可能距離の面で課題が残る。そのため，現段階では ML Kit Face Detection の方が実運用に適した方式であると考えられる。この結果は，顔向き推定精度とリアルタイム性との間にトレードオフが存在することを示している。

## 6. おわりに

本研究では，スマートグラス上で動作する Android アプリを用いて，対象者の顔向きを推定し，集中度を推定するシステムを提案した。本システムは，ML Kit Face Detection と MediaPipe Face Landmarker を切り替えて利用し，顔領域，顔向き，集中状態をリアルタイムに表示する。また，顔向きの変化に応じて集中度を数値および 3 段階の状態として提示することで，学習者の状態把握を支援するための基盤システムを実現した。

実験の結果，1m 条件では両方式とも顔向きの変化に応じた推定値の増加が確認された。一方，2m 以上では ML Kit Face Detection は安定して顔検出および顔向き推定を行えたのに対し，MediaPipe Face Landmarker では安定した測定結果を取得できなかった。以上より，本研究で対象とするスマートグラス上でのリアルタイム集中度推定には，ML Kit Face Detection が有力な候補であることが示された。今後は，測定数を増やした評価実験を実施し，顔向きと実際の集中状態との関係を検証する。また，顔表情や視線情報との統合により集中度推定の高精度化を図るとともに，実際の教室環境において複数の学習者を対象とした評価を行い，教育支援システムとしての実用性および有効性を検証していく。

## 参考文献


(1) 文部科学省："「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実"，文部科学省，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseiouen/mext_01317.html.

(2) Erik Murphy-Chutorian, Mohan M. Trivedi : "Head Pose Estimation in Computer Vision: A Survey", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.31, No.4, pp.607-626 (2009).

(3) Khalil Khan, Rehanullah Khan, R. Leonardi, P. Migliorati, S. Benini : "Head Pose Estimation: A Survey of the Last Ten Years", Signal Processing: Image Communication, Vol.99, pp.116479 (2021).

(4) Sileye O. Ba, Jean-Marc Odobez : "A Study on Visual Focus of Attention Recognition from Head Pose in a Meeting Room", Lecture Notes in Computer Science, Vol.4299, pp.75-87 (2006).

(5) Daniel Canedo, Alina Trifan, António J. R. Neves : "Monitoring Students' Attention in a Classroom Through Computer Vision", Communications in Computer and Information Science, Vol.725, pp.371-378 (2018).

(6) 山本朔叶，金惠鎭，金義鎭："スマートグラスに適する異なる深層学習モデルの評価"，画像電子学会年次大会，paper_57 (2025).

(7) Tadas Baltrušaitis, Peter Robinson, Louis-Philippe Morency : "OpenFace 2.0: Facial Behavior Analysis Toolkit", IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG), pp.59-66 (2018).

(8) Lan Zhang, Xiang-Yang Li, Wenchao Huang, Kebin Liu, Shuwei Zong, Xuesi Jian, Puchun Feng, Taeho Jung, Yunhao Liu : "It Starts with iGaze: Visual Attention Driven Networking with Smart Glasses", Proceedings of the 20th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking, pp.91-102 (2014).

(9) Google : "ML Kit Face Detection for Android", Google Developers, https://developers.google.com/ml-kit/vision/face-detection/android

(10) Google : "Face Landmarker Guide for Android", Google AI Edge, https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/face_landmarker/android

(11) Yury Kartynnik, Artsiom Ablavatski, Ivan Grishchenko, Matthias Grundmann : "Real-time Facial Surface Geometry from Monocular Video on Mobile GPUs", Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPR Workshops) (2019).

# 企業間取引管理システムを活用した仮想的なモノづくり企業経営演習の設計と実践

綴綴 潤大*1・篠原 かれん*1・石垣 綾*2・藤井 覚*3
Email: 7425702@ed.tus.ac.jp

*1: 東京理科大学 創域理工学研究科 経営システム工学専攻
*2: 東京理科大学 創域情報学部 情報理工学科
*3: 株式会社 NexusCloud Systems

◎Key Words 企業経営体験，協働学習，game-based learning

## 1. はじめに

大学教育では，講義で学んだ理論や知識を，学生が社会に出てから実際の課題解決に活かせるかどうかが，分野を問わず長年の課題である。とりわけ経営や生産にかかわる分野では，意思決定の結果が損益として返ってくる実務の環境を在学中に経験させることが難しく，ビジネスゲーム等を用いた体験型の教育実践が数多く報告されてきた。しかし，こうした体験の中で再現が難しいのは，「市場の要請」と「自社現場の能力」を往復しながら意思決定するという，企業経営の中核にある営みである。そのため，注文に応じて生産スケジュールを組み替えながら，現場の能力に応じて受注や価格の判断を進める，双方を往復した意思決定が重要となるが，後述するように，既存の教育用シミュレーションやビジネスゲームの多くは，この往復を体験させることが困難であった。

本研究は，生産システムシミュレーションゲーム Factorio(1)と，実際の企業活動で用いられている企業間取引管理システム GOING-LINK(2)を組み合わせ，仮想的なモノづくり企業を学生に経営させ，市場に必要とされるものを必要な分だけ生産・販売し，利益を競う企業経営演習を設計・実践した。学生は自ら設計した生産現場を持ち，他チームとの受発注を実行する。市場と現場の往復が，自チームの利益を最大化するための構造として強制される点が本演習の核心であり，2024 年度から実践してきたゲームベースの生産システム演習(3)を，経営の次元へと拡張するものでもある。

本稿では，関連する教育実践に対する本研究の位置づけ，演習環境の設計，2026 年度の実践方法と結果について報告する。

## 2. 企業活動を体験させる既存の教材とその限界

### 2.1 2 つの系統と共通する限界

企業活動を体験的に学ばせる教育教材は，経営の意思決定を扱う経営系と，生産現場の設計・運用を扱う生産系に大別できるが，いずれも市場と現場の片方を「所与」として固定してしまう。

経営系の代表は，企業の主要な業務をまとめて管理するシステムの 1 つである SAP ERP 上に構築された ERPsim(4)であり，その教育効果は繰り返し検証されてきた。しかし生産工程はシミュレータが自動実行し(4)，調達・販売・会計プロセスの大半も自動化されている(5)。すなわち，現場が所与であり，現場の改善が意思決定に影響を与えることはない。

生産系には，生産シミュレーションを用いた演習(6)，LEGO を用いた工程管理教育(7)などがあり，筆者らの前報(3)もここに属する。学習者は生産システムを自ら設計するが，市場が所与であるため，あくまで決められた製品を効率的に生産するだけに留まってしまう。

この結果として，1 章で述べた市場と現場の往復は，少なくとも本節で整理した両系統の教材においては，受注しても組み替えるべき現場がなく，設計した現場に応えるべき市場もないため，構造上発生しない。本研究は，学習者自身が設計する生産現場と企業間取引システムを直結し，往復そのものを体験できる環境を構築することで，このギャップに対処する。

### 2.2 前報の課題と本研究の方針

前報(3)は生産系に注目した実践として一定の成果を得たが，2 つの限界を残した。第一に，課題が生産時間の最小化に閉じていること。第二に，受講者全員が管理者かつ作業者となるため，ゲーム操作の習熟度（作業速度）が成果に交絡してしまい，マネジメント能力などの向上を成果から分離できないことである。前報ではこれらを受け，「受講者が作業者とならない講義設計」と「学習目標の達成を客観的に示すデータ収集」を今後の課題として挙げた。本研究はこの 2 つの課題への応答でもある。

表 1 に前報(3)と本研究の比較を示す。本研究では，評価軸を「時間」から「利益」へ変更した。利益には販売による収入だけでなく，設備投資や調達，納期遅延に伴う費用が反映されるため，ただ効率よく決められたものを生産するのみならず，何をどれだけ作り，誰といくらで取引するかという経営判断が重要となる。一方で，利益を上げるためには，効率の良い生産システムや，注文に応じて柔軟にシステムを組み替えられる優秀な作業者も必須となる。これにより，ゲーム操作に長けた受講者は生産を，ほかの受講者は調達・販売・原価管理を担うという役割の分化が自然と促され，前報(3)の限界へ対処することを目指す。

表 1 前報（2024）と本研究（2026）の演習設計の比較

| 項目 | 前報（2024） | 本研究（2026） |
|---|---|---|
| 評価軸 | 時間（最速達成） | 資産（利益） |
| 意思決定の範囲 | 生産工程の内部 | 生産＋投資・調達・受発注・納期 |
| チーム間の関係 | 独立に競争 | 取引相手として相互依存しながら競争 |
| 使用システム | Factorio＋MOD | 左記＋GOING-LINK |
| 受講者の役割 | 全員が管理者兼作業者 | 経営機能ごとに自然と分化 |

## 3. 演習環境の設計

### 3.1 仮想企業としてのチーム

本演習では受講者を複数チームに分け，各チームを仮想的なモノづくり企業として位置付ける。各企業は与えられた土地から産出される資源のもとで資源採掘，生産加工ライン設計，製品製造を行い，他チームとの受発注を通じて部材や製品を売買する。各チームの目的は，取引と生産を通じて自社の資産を増大させることである。なお，指定の製品（ロケット）を生産したチームにはその速さに応じて賞金が与えられる。つまり，ある 1 チームがロケットを素早く打ち上げ賞金を得ることになり，その賞金が部品などを納品したチームに分配される仕組みである。

### 3.2 講義の進め方

講義 1 回（135 分）は，準備・設計・実行・振り返りという 4 段階にて構成されている。図 1 に，各段階における商流フローを示す。

準備段階では，各チームが自社の資源と工場の生産能力を確認し，何を生産して販売し，何を他チームから調達するかを検討して，その意思をチーム間で公開する。設計段階では，他チームからの見積依頼に対して価格・納期・数量を回答し，受注した注文を納期どおりに生産できるよう工場の改修や設備投資を行う。実行段階から工場を稼働させ，原料の受け取りと製品の納品を行いつつ，納期遅れなどの対処も，その場で行う。振り返り段階では，請求書の支払いなどを踏まえた各チームの資産を計上し，価格設定や工場の改修方針が適切であったのかを取引記録から振り返り，次回の講義に向けた方針を立てる。

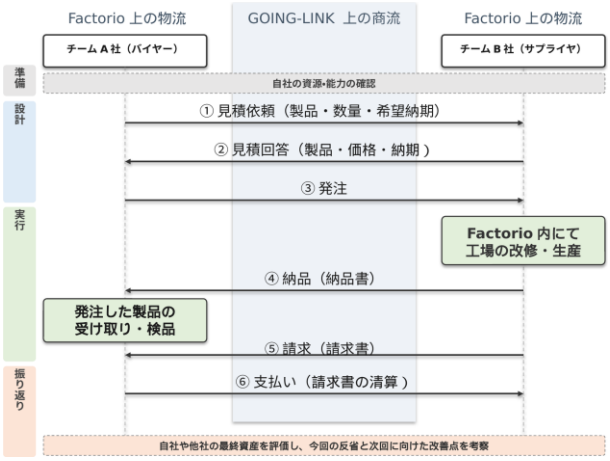



図 1 演習 1 サイクル（準備・設計・実行・振り返り）と企業間取引のフロー

### 3.3 講義にて使用したシステム構築の概要

本研究にて構築したシステム全体のコンセプトは，工場における製品生産や輸送などの物流を Factorio にて再現し，見積依頼から発注，納品，請求といった，いわゆる商流を GOING-LINK 上にて表現しつつ，それぞれに対して学生らの意思決定が及ぶことである。

物流を担う Factorio は，前報[3]にて開発したゲームの修正プログラム TUSFactorio を用いて，東京理科大学側が部品点数や講義内容に合わせた要素の調整を行った。企業間取引などの商流を担う GOING-LINK は，共著者である藤井氏を介して株式会社 NexusCloud Systems へ依頼し，本講義専用の環境を構築した。なお，講義では，GOING-LINK をそのまま使用するのではなく，学生ができる限りすぐに操作へ習熟できるように，講義内容に合わせて機能を簡略化している。図 2 に，本講義にて構築したシステム全体の概念図を示す。

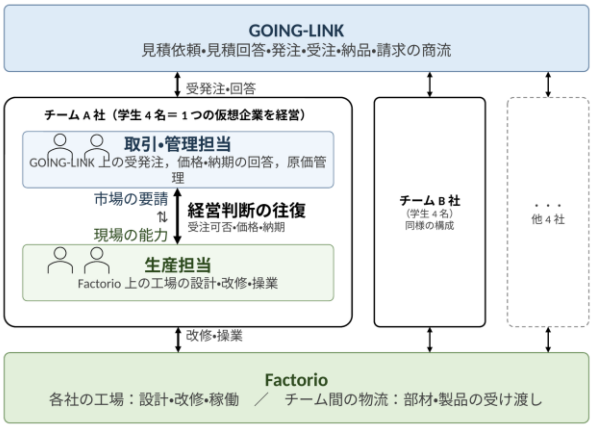



図 2 本講義にて構築したシステムの概念図

### 3.4 本システムの設計意図

第一に，生産と経営を分離せず一体として扱うことである。様々な受注への対応力を高めるには設備投資が必要だが，過剰投資は設備の遊休化を招く。在庫を厚くすれば納期遅延リスクは下がるが資金効率は悪化する。受注を増やせば売上は伸びるが，納期遅延のリスクを抱える。学生はこうしたトレードオフを，チーム内で議論しながら，自社の損益として体験する。

第二に，チーム内の能力差を問題ではなく役割として扱う。前報[3]では，ゲームへの理解や操作に長けた学生に生産システム構築の指示・作業が集中して負荷が上昇する一方，他の受講者は議論へ参加できず，意欲の低下や実質的なフリーライダーの発生を招く恐れがあった。そこで，本演習では，利益を上げるためにゲーム操作以外の経営機能（市場分析，取引交渉，原価計算など）が不可欠となるよう設計しており，能力の差がそのまま役割分担の合理性につながる構造を心掛けた。

第三に，利害関係の異なる他企業との取引の推奨である。各チームに与えられる土地から産出される資源は偏っており，単独では高度な製品を生産できない。付加価値が高く，利益につながりやすい製品の生産・販売のためには，他チームとの受発注が不可欠となる。しかし，他チームとの受発注は，想定していた生産ラインの原料が納品されないという他チーム依存のリスクが生まれ，結果として自チームの製品も納品できないという損失にも連鎖する。学生は，このような利害関係の異なる他企業とサプライチェーンを構築する意味を体感し，リスク分散や適正価格の設定を実践する必要に迫られる。

## 4. 2026 年度の実践と観察された結果

### 4.1 実施概要

経営工学実験 C（東京理科大学 創域理工学部 経営システム工学科 3 年次，135 分×15 回）にて，講義を実践した。受講者は 24 名，6 チーム（各 4 名）であり，各チームが 1 つのモノづくり企業を経営する。第 1〜3 回の講義にて，Factorio の操作説明とチーム編成を行い，第 4〜7 回

では，特定の製品の生産効率を競う前報[3]と同様の生産課題を実施し，効率の良い生産システムのプレゼンテーションを行った。その後，第 8〜15 回にて，企業間の取引を開放し，本稿にて紹介したシステムを導入した。本稿では，講義日程の関係上，第 12 回までの実践結果を報告する。

### 4.2 講義全般に対する受講者の積極性

前報[3]と比べ，より受講者の主体的かつ積極的な姿勢がみられる講義となった。積極性を示す具体的な事例として，図 3 は，講義第 7 回にて受講者が提出したプレゼン資料の一部である。本講義では，すべてのチームが，図 3 のような生産システムの設計図を作成し，チーム内での議論の土台や改善に向けた意思統一を図っていた。前報[3]では特定のチームのみに限定されていた設計図の作成が，本講義では全チームで実施された。その要因の 1 つとして，課題の難易度調整の適正化が挙げられる。本講義は今年度で 3 年目になり，毎年，適切な難易度となるように課題の分割や順番の調整を行っており，継続的な調整の結果，多くの受講者が本講義へ集中できるようになったと考えられる。

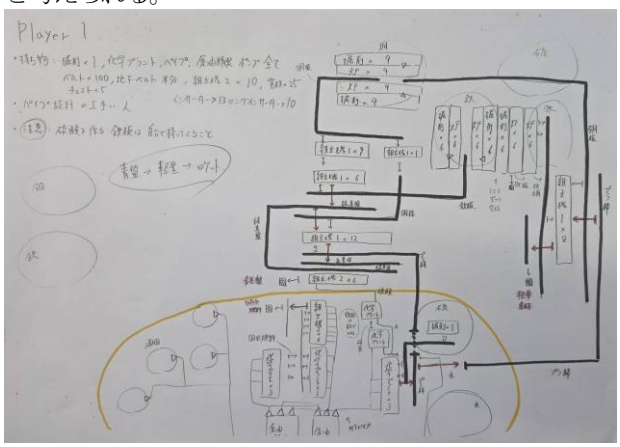


図 3 受講者の提出した生産システムの設計図

### 4.3 取引の導入に対する反応

第 8 回より企業間の製品取引が導入され，受講者には決められた製品を効率よく作る方法に加えて，何をつくり，何を調達するのかという意思決定を行う必要が生まれる。図 4 は，GOING-LINK の見積もり依頼を提出する画面である。図 4 の例では，チーム A は，チーム C に向けて，「発展基盤」という製品の見積もりを依頼している。このようにして，各チームは見積もりや受発注を行い，取引が進む。



図 4 GOING-LINK 上の見積依頼画面

しかし，GOING-LINK の操作説明とチュートリアルを行った後，初めての講義において，一切取引が成立せずに振り返りの段階となってしまった。受講者の振り返りレポートやログを確認したところ，取引が成立しなかった原因は「できること・考えることが多すぎる」ため，「自チーム内での作業に注力」したことに集約された。

### 4.4 講義の改善

そこで，第 10 回より他チームとの取引を実践するための足場として，どのチームが，どのチームへ，どの製品を供給するべきなのか，サプライチェーンの全体像を提示した。図 5 は，受講者へ配布した調達・供給関係を図示したスライドの一部である。

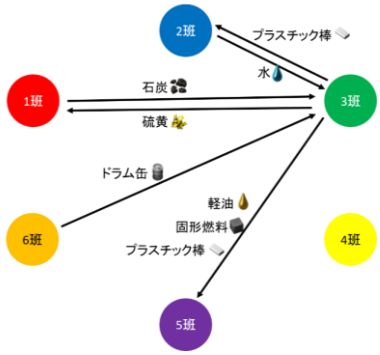



図 5 チーム 3 に向けた調達・供給関係のスライド

この資料を配布したところ，全チームにて取引が成立し始め，それらの受発注に合わせて生産システムのレイアウトも修正されるようになり，意図する形で講義が進展するようになった。

### 4.5 講義にて観察された結果

改善後の第 11，12 回では，2 点の特徴的な結果が見受けられた。

1 点目は，役割分担の発生である。前報[3]では生産システムを統括する代表 1 人と，その部下 3 人のような状況であったが，本講義では，生産システムの担当 1 人，他チームへの納品管理 2 人，他チームからの受注管理 1 人という形で，多くのチームが分担して動くようになった。自身の PC の前で張り付いて生産システムを改善する受講者もいれば，他のチームの机へ直接向かい，注文や交渉を行っている受講者，それに対応する受講者なども現れた。

2 点目は，役割分担によって生じた納期遅れである。図 6 は，ロケットを生産するために必要な主要品目ごとの，全注文の内，発注書に記載された納期を遵守できた注文数を示す。例えば，第 11 回の軽量化素材は，全注文の内 45%程度しか納期通りに納品されなかったことを示している。全体を平均すると，第 11 回の遵守率は 83.2%，第 12 回は 79.3%とわずかに減少している。振り返り段階のレポートから原因を確認したところ，生産システムの担当者が「受注してもよいかという問いに対して，明確な根拠もなくできると回答してしまった」ことが，多くのチームから挙げられていた。特に，第 12 回では，第 11 回にてうまくいった鋼材と銅線という基礎的な部品を受け持っていたチームが，より多くの注文を受け付けてしまい，大規模な納期遅れが発生した。その結果，第 11 回の大規模な遅延を踏まえて発注をしたはずの上位の部品（軽量化素材や青基盤など）でも，連鎖的な納期遅れが生じている。

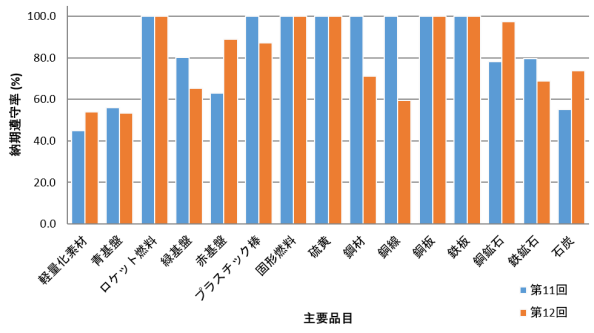



図 6 主要品目ごとの納期を遵守できた製品割合（左の製品ほど，加工回数が多い上位の製品）

## 5. 考察

### 5.1 設計意図と観察された現象の対応

4 章で観察された現象は，3.4 節で述べた 3 つの設計意図に沿って現れたと考えられる。

第一に，チーム内の能力差を役割として扱う設計は，生産・納品管理・受注管理への役割分化として現れた。前報[3]では生産を統括する一人に作業と意思決定が集中していたが，本講義では生産の担当者と，受発注を担う経営側の担当者が分かれることとなった。

第二に，生産と経営を一体として扱う設計は，4.5 節の納期遅れの原因として現れている。できる限り多くの受注を得ることで利益に繋げたい経営側の担当者と，自チームの生産能力の限界を把握しきれていなかった生産側の担当者の間で起きた意思疎通のミスは，納期遅れによる損失として計上されている。

第三に，利害の異なる他企業との取引を促す設計は，基礎的な部品を担うチームの過剰な受注が上位部品へ波及した連鎖的な納期遅れとして現れた。他チームへの依存によるリスクが，自チームの損失へとつながっており，管理のできない他チームのリスクへの対処を求められる。

これらはいずれも，市場が所与であった前報[3]の演習では生じ得なかった現象である。

### 5.2 足場の重要性

本実践から得た教育設計上の知見は，実際の経営に近づけるほど意思決定の要素が増え，受講者の負荷を上昇させる点である。4.3 節で述べたとおり，取引の導入直後は一件も取引が成立しなかった。サプライチェーンの全体像という足場を提示して初めて取引が動き出した事実は，実務の複雑さをそのまま提示するのではなく，段階的な足場とともに説明する設計が不可欠であることを示している。同様の調整は過年度にも繰り返されており，実践的な講義を志向するほど，受講者が段階的に課題を進められる設計が重要となる。

### 5.3 限界と今後の検証計画

本稿が示したのは設計した講義環境が意図どおりに機能することまでであり，それが受講者の能力向上をもたらすかは今後の検証課題である。

検証手段として，演習環境が生成する 3 種類のデータを活用したステルス評価[8]を計画している。1 つ目は講義の結果を示すデータであり，資産増加額・納期遵守率・取引件数（図 6）などを用いる。2 つ目はその結果を生んだ受講者の行動のデータであり，Factorio や GOING-LINK のログから，誰がいつどのような操作を行ったかを時系列で抽出する。3 つ目はその行動の背後にある議論のデータであり，講義中の音声から，チーム内でどのような検討が交わされたかを抽出する。これらを組み合わせ，議論と行動の対応づけにはネットワーク分析[9]を用いて，どのような議論が行動を導き，結果にどうつながったのかを明らかにする。これにより，良い結果が単なる試行錯誤ではなく，論理的な思考と建設的な議論に基づいて生み出されたのかを評価し，講義の改善につなげる。

## 6. おわりに

本稿では，学生自身が設計する生産現場（Factorio）と実務の企業間取引管理システム（GOING-LINK）を直結し，市場と現場の往復を損益構造として強制する企業経営演習を構築・実践した。既存の主要な教育実践では構造上体験させることが難しかった市場と現場の往復，および役割分化が実際の講義で発生することを確認し，構築した環境が設計意図どおりに機能することを示した。あわせて，実務の複雑さを段階的な足場とともに開放することが，この種の実践的な講義の設計に不可欠であるという知見も得た。今後は，講義から取得できるデータの蓄積と分析を通じて，環境の機能の先にある教育効果を検証していくとともに，市場と現場を突き合わせる判断とチームの協働を体験的に養う本演習のような学習環境の，人間主体の学びを支える役割を，実践を通じて検討していきたい。

## 参考文献

(1) Wube Software：“Factorio”．https://factorio.com/（閲覧日：2026/6/13）
(2) 株式会社 NexusCloud Systems：https://www.nexuscloud.co.jp/（閲覧日：2026/6/13）
(3) 綴綱潤大，石垣綾，安井清一：“PC ゲームを活用したプロジェクトマネジメント演習による協働的問題解決の実践”，PC カンファレンス 2024 予稿集，pp.113-116（2024）．
(4) Léger, P.-M., et al.：“Business Simulation Training in Information Technology Education: Guidelines for New Approaches in IT Training”，Journal of Information Technology Education: Research，10，pp.39-53（2011）．
(5) Seethamraju, R.：“Enhancing Student Learning of Enterprise Integration and Business Process Orientation through an ERP Business Simulation Game”，Journal of Information Systems Education，22(1)，pp.19-30（2012）．
(6) Frantzén, M., Ng, A. H. C.：“Production Simulation Education Using Rapid Modeling and Optimization: Successful Studies”，Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference，pp.3526-3537（2015）．
(7) Müller, B. C., Reise, C., Seliger, G.：“Gamification in Factory Management Education – A Case Study with Lego Mindstorms”，Procedia CIRP，26，pp.121-126（2015）．
(8) Rahimi, S., Shute, V. J., Almond, R. G.：“Stealth assessments in digital learning environments: Current trends, new directions, and ethical considerations”，Journal of Research on Technology in Education，58(1)，pp.1-10（2026）．
(9) Sun, Z., Theussen, A.：“Assessing negotiation skill and its development in an online collaborative simulation game: A social network analysis study”，British Journal of Educational Technology，54(1)，pp.222-246（2023）．

# 文系からの文理融合人材育成におけるメタバース活用の意義
## —Z 世代文系学生を対象とした確率・統計教育の実践から—

天野　徹*1
Email: amano@soci.meisei-u.ac.jp

*1：明星大学人文学部人間社会学科

◎Key Words　　Z 世代のデジタル・ネイティブ，文系からの文理融合，メタバース活用

## 1.　問題設定

数理モデルの発達とビッグデータの利用拡大により，確率・統計の知識と技能を活用できる人材，いわゆるデータサイエンティストの不足が指摘されて久しい。こうした現実と文部科学省による制度改革を受けて，大学ではデータサイエンスに関連した学部・学科が新設され，遠隔教材やオンデマンド教材も整備されるようになった。しかし，教授法については ICT 環境の活用という面で一定の変化が見られるものの，教育コンテンツそのものは，従来型の確率・統計教育の漸進的改良にとどまっていると言わざるを得ない。

一方，生成 AI の発達と社会実装により，データ分析の実行や分析結果の一次的な説明は，急速に自動化・半自動化されつつある。これにより，従来型の数学教育の基本であった「数理モデルを習得するために計算手続きを理解し，その理解の程度を計算結果の正確性によって評価する」という教育方法および成績評価の妥当性は，再考されるべき段階に入っている。もはや機械的なデータ処理能力は，それだけでは十分な価値を生まない。価値の源泉は，計算処理そのものから，問いの設定，モデル選択，結果の解釈，現実社会への接続へと移行している。

SPSS，SAS，R などの統計パッケージは，数学的計算の自動化・高速化・正確化をもたらした。しかし同時に，数理モデルに基づく計算過程のブラックボックス化も進めた。特に文系人材の場合，数学モデルの理解は，数式の暗記や計算スキルの習得にとどまり，本質的理解に至らないことが少なくない。その結果，盲目的なモデルの適用，帰無仮説・対立仮説の形式的あるいは恣意的な設定，統計的検定量の機械的評価が行われ，データの持つ多様な可能性が看過される傾向も否めなかった。

従来の確率・統計教育は，先行研究や例題の分析結果を読み解く「テクニック習得型」の人材と，現場のデータを分析・解釈し，組織や現場の文脈に適応させる「アジャイル型問題解決人材」を主に想定してきた。しかし，VUCA の進展，価値観やライフスタイルの多様化という状況下においては，社会調査データの分析は，従来の「平均」の学としての統計学の教育方法および分析モデルの活用方法に再定義を迫っている。社会調査においては，調査に要した費用と時間，根拠となる文献，調査や分析手続きの妥当性といった形式的条件に加え，データからより深いインサイトを得ることが求められている。すなわち，数理モデルの本質的理解に基づき，モデルの有効性と限界，適用すべきモデルの妥当性，分析結果の解釈の妥当性を評価・検証する能力が，これまで以上に重要になっている。

ビッグデータ分析や量的社会調査データの分析に関わる領域において，文系のセンスで理系のスキルを活用できる「文系からの文理融合人材」の育成が要請されているのは，こうした理由による。しかし，文系タイプの学生の多くは，高校時代までに数学嫌いに陥り，あるいは数学に対する苦手意識を形成しており，大学入学後にそのまま文理融合人材として育成することは容易ではない。

ここで注目すべきなのは，先に示した二つの類型から逸脱した学生層である。すなわち，従来の教育内容・教育方法・評価方法に馴染めず，数理モデルや確率的判断，指標の読み方自体に違和感を持ち，「理解できた」という感覚を持てない文系タイプの学生である。本稿では，こうした学生層を便宜的に「数学的アクセス困難層」と呼ぶ。これは，従来型の数学教育では数理モデルへの理解に到達しにくい一方，社会現象の文脈理解と数理モデルの意味理解を接続する可能性を秘めた学生層を指す。

こうした学生は，数式が苦手で複雑な計算ができず，Excel 関数の活用にも困難を覚えることが少なくない。しかし，それゆえに，先行研究や数学モデルから過度な影響を受けず，社会現象や調査対象について，生活実感や現場感覚に基づいて理解しようとする姿勢を持ちうるのである。彼らはあらかじめ設定された仮説に合わせて現実を解釈するのではなく，丁寧なコンテクスト設定に基づく本質的理解の補助として，数量化可能なデータや学説・仮説を活用できる人材に育つ可能性がある。そして，仮説が本質の理解に役立たない場合には，柔軟な発想に基づいて仮説を再構築するという，アブダクション能力を発揮できる人材へと成長する可能性すらある。

生成 AI の発達と社会実装が進み，数理モデルによる数量化データ分析の限界と可能性が改めて問われるようになった今日，文系学生を対象とした理系領域の教育のあり方を根本的に見直す必要がある。必要なのは，文系的世界観を理系的世界観によって上書きする教育ではない。文系学生が持つ生活実感，文脈理解，違和感への感受性を出発点としながら，数理モデルの成り立ちと限界を理解し，データを社会的文脈の中で活用できるようにする教育である。

本報告では，文系学生を対象とした確率・統計教育の再定義に基づき，筆者が行ってきた教育内容，授業進行，成績評価の再構成について示す。そのうえで，メタバース空間を活用した学び合いのコミュニティ形成の実践を取り上げ，文系からの文理融合人材育成におけるメタバース活用の有効性と限界について検討することにしたい。

## 2.　教育内容・授業進行・成績評価の再構成

文系学生を対象とした確率・統計教育を再構成するた

めには，まず文系学生がなぜ数学に苦手意識を持つのかを検討する必要がある。ある調査では，文系学部の学生のうち約 63%が「数学が好きではない」と回答している。また，高校生を対象としたアンケート調査では，数学の授業について「授業が次から次へと進んでいくので，わからないままでした」「意味のわからないもの・訳のわからない記号が出てくる」と感じる生徒が少なくなかった。さらに，「一方的に知識は与えてくれるが，なぜそうなるかまでは教えてくれない」「高校では覚えるという授業を受けていた。公式を紹介され，使い方を何度も練習して覚えました」といった回答も認められた。

これらの記述からは，数学が「理解が十分でなくても，与えられた問題が解ければよい科目」として経験されてきた可能性が読み取れる。数学に苦手意識を持つ文系学生にとって，数学は「なぜそうなるのか」を考える学問ではなく，公式を覚え，手続きを習得する訓練として経験されてきた側面がある。この経験が，大学入学後の確率・統計教育に対する抵抗感を形成していると考えられる。

こうした状況を放置すれば，文系のセンスで確率・統計のスキルを活用し，新しい価値を創造する文理融合人材の育成は著しく困難である。そこで必要となるのは，文系的世界観のもとで確率・統計に関する教育コンテンツを再構築し，講義方法と評価方法を転換することである。

推測統計学の基本スキルを対象とする場合，その教育内容は次の四つの観点から再構成できる。第一に，確率・統計のモデルがどのように生み出され，展開していったのか。第二に，確率・統計の社会現象への適用がどのように進み，どのような影響を与えてきたのか。第三に，理論とモデルがどのように構成され，具体的な計算はどのように行われるのか。第四に，確率・統計のモデルを用いることにより，社会現象の理解にはどのような可能性と限界が生まれるのか，である。

筆者が試みたのは，確率・統計という数学的スキルの発展を，社会への実装や社会哲学と関連させながら解説する，社会思想史的なアプローチであった。そこでは，確率・統計を数学的記号の体系としてではなく，人間が不確実な世界をどのように理解し，判断し，制度化してきたのかという歴史的過程として説明する。受講生は，公式を覚えるのではなく，確率的判断が社会の中で必要とされてきた理由や，統計的検定がどのような思考の積み重ねによって成立しているのかを追体験することになる。

具体的には，「コイン投げ」から出発し，確率，期待値，分散，二項分布，正規分布，二項分布の正規分布近似，統計的検定へと進む構成を採用した。これは，推測統計のモデルが高度な数式によって突然出現するものではなく，基本的な概念や計算の積み重ねによって構成されていることを理解させるためである。簡単な四則演算を組み合わせることで統計的検定の数学モデルが理解できることを知れば，受講生にとって退屈に見えていた計算は，それまでとは異なる意味を持つようになると考えられる。

この教育方法は一定の成果をもたらした。補講を希望する学生が現れ，納得した理解を得た学生は，他の受講生に自分の理解を伝えるようになった。数学嫌いの克服は，単に計算ができるようになることではなく，「自分にも理解できる」という感覚の獲得によって進むのである。

成績評価についても，従来型の「正しい計算結果に到達できたか」という基準だけではなく，問いを立てる力，データの意味を説明する力，仮説を修正する力，社会的文脈と数値を結びつける力を評価する方向に再構成する必要がある。文系からの文理融合人材に求められるのは，単に計算できることではなく，数理モデルの意味と限界を理解し，現実の社会現象を解釈するために適切に活用できることだからである。

ただし，こうした教育実践は，制度的条件によって安定して継続できるわけではない。筆者の担当講義も学科内の科目担当体制の変更，外部認証制度における科目要件との調整，学生の学習特性の変化などにより，同一の形で実践を続けることは困難になった。その一方で，コロナ禍によって大学における遠隔講義が急速に普及し，通信環境やハードウェアの高度化，メタバース関連サービスの普及が進んだ。こうした状況の中で，筆者は，文系学生の数学忌避を緩和し，確率・統計教育を再構成する新たな教育環境として，メタバース空間を活用することにした。

## 3. メタバース活用の背景

本実践は，2024 年度前期に開講された「社会をよみとく統計学」において実施したものである。本科目は，文系学部の学生を主たる対象とし，確率・統計の基礎概念，社会調査データの読み方，推測統計の基本的考え方を学ぶことを目的としている。履修登録者は 65 名，最終講義時点で課題を提出した学生は 48 名であった。

本科目の受講生の多くは，いわゆる Z 世代に属する大学生である。もちろん，Z 世代を一括して論じることには慎重であるべきだが，同世代内での横並びの関係性や，他者からの評価への不安が，質問行動を抑制する傾向にあるものと思われる。特に数学に苦手意識を持つ学生の場合，「わからない」と発言すること自体が心理的負担となりやすいようだ。さらに，教員はしばしば「評価者」として認識されるため，講義外で質問に行くことには高い心理的ハードルが伴う。その結果，講義内容を十分に理解できないまま課題に取り組むことができず，受講継続を断念する学生が生じる可能性が高い。

また，対面の教室では，既存の友人関係や座席配置に基づくグループが形成されやすく，そこに参加できなかった学生は学び合いに入りにくい。特に数学に苦手意識を持つ学生にとって，自分の理解不足を他者に知られることは大きな不安となり，リアルな教室空間だけでは学び合いが十分に機能しない場合がある。

こうした背景を踏まえ，本実践では，アバターを介して他者と接続し，一定の匿名性を保持しながら学習できるメタバース空間を導入した。メタバース空間は，対面よりも気軽に参加できる一方で，単なる掲示板やチャットとは異なり，同じ空間に他者が存在している感覚を持つことができる。この「匿名性」と「共在感」の両立が，文系学生の数学忌避や質問忌避を緩和する可能性を持つと考えたからである。

本実践では，メタバース関連サービス提供企業のスタンダードルームを使用した。1 ルームの同時参加人数は25 人に制限されるものの，費用，資料共有機能，動作環境の点で，授業実践には必要十分であると判断した。受講生は学生番号を用いてログインし，アバターは自由に選択できるようにした。こうした配慮を行うことで，本人確認の

最低限の管理を行いながらも，顔や身体を直接さらさずに参加できる環境を提供しようとしたのである。

メタバース空間は，主として三つの目的で活用した。第一に，授業内容に関する質問や相談の場としてである。第二に，課題に取り組む際の受講生同士の学び合いの場としてである。第三に，授業時間外にもアクセス可能な，非公式な交流と相互支援の場としてである。講義の一部では，メタバース空間における共同作業の時間を設け，講義時間中にも，受講生が課題について相談しながら学習を進められるようにした。

課題設計においては，単に計算結果を求めるだけではなく，確率・統計の概念を自分の言葉で説明すること，分析結果を社会的文脈に結びつけて解釈すること，わからなかった点を明示することを重視した。これは，文系学生に対して，数理モデルを「正解を出すための装置」としてではなく，社会現象を理解するための道具として経験させるためである。

成績評価においても，計算結果の正確性だけでなく，授業内容の理解，課題への継続的取り組み，データ解釈の妥当性，仮説設定や説明の工夫を評価対象とした。数学に苦手意識を持つ学生が，途中で履修を断念することなく，学び合いの中で理解を深めていく過程を重視したのである。

次章では，メタバース活用の効果を検討するために，主として三種類のデータについて考察を加える。具体的には，第一に，最終講義時点で提出された自由記述，第二に，各回の課題提出者数の推移，第三に，受講生の課題内容やコメントに見られる学習態度や理解の変化に関する記述である。本実践には対照群が存在しないため，効果を因果的に断定することはできないが，メタバース空間が文系学生の学び合いと受講継続意思を支える環境として機能する可能性を検討する上では意味を持つであろう。

## 4. メタバース活用の効果

数学が苦手・嫌いなZ世代の文系学生にとって，確率・統計の授業におけるメタバース空間の利用は，複数の意味を持ったと考えられる。

第一に，メタバース空間は，ゲーム的・非日常的な空間であるため，数学や統計に対する回避条件づけを緩和する可能性があった。リアルな教室は，数学に苦手意識を持つ学生にとって，受動的に授業を受ける苦痛の空間として経験されることがある。それに対して，アバターを介して参加するメタバース空間は，従来の教室とは異なる印象を与えるため，学習に向かう心理的負担を低減しうる。

第二に，メタバース空間では，顔を見せずに会話できること，相手が誰であるかを過度に意識せずに関われること，アバターを介して発言できることにより，質問や相談のハードルが下がると考えられる。数学に苦手意識を持つ学生にとって，「こんなことを聞いてよいのか」という不安は大きい。メタバース空間は，その不安を完全に解消するものではないが，対面的な緊張を緩和する緩衝材として機能しうると思われた。

第三に，メタバース空間は，時間と空間の制約を緩和し，同じ課題に悩む仲間と出会う機会を提供する。授業時間外にも相談できる環境は，教員から一方向的に教わるだけでは得られない安心感をもたらす。そして第四に，メタバース空間は，深い友情ではなく，必要なときに質問でき，わからないことを否定されない関係を生み出す可能性がある。現実の教室に比べて移動や退出が容易であり，相性のよい相手を見つけやすく，そうでない相手とは距離を取りやすい点も，Z世代の学生にとって大きな意味を持ったものと考えられる。

最終講義時点で提出された自由記述を見ると，多くの学生がメタバース空間の利用について肯定的に評価していたことが確認された。最終課題提出者は48名。メタバースに関する具体的記述を行った学生は37名。そのうち，肯定的な記述を含むものは33名，否定的な記述を含むものは5名であった。一部の学生は，メタバースの有効性を認めつつも，操作性や端末負荷について否定的な意見を述べていたため，合計と記述者数は一致しない。

肯定的な記述の中には，わからないことをその場で質問できた，他の学生と相談できた，一人では難しい課題にも取り組めた，教室よりも気軽に話せた，といった内容が含まれていた。これらの記述は，メタバース空間が，少なくとも一部の受講生にとって，学び合いの場として機能していたことを示している。

また，課題提出者数の推移からも，メタバース上の学び合いが受講継続を支えた可能性が示唆された（第1回53名，第3回43名，第5回47名，第7回48名，第9回48名，第11回48名，第13回30名，第15回48名）。本実践には対照群が存在しないため，課題提出者数の回復や履修継続をメタバースの効果と断定することはできない。しかし，自由記述において，メタバース上での相談や学び合いが課題への取り組みを支えたことを示す記述が見られたことから，メタバース空間が受講継続意思の維持に寄与した可能性はあるといえよう。

一方で，メタバース活用には課題もある。学生から寄せられた否定的な感想としては，資料閲覧の操作性，他者による資料操作への不満，過去資料の見直しにくさ，端末のバッテリー消費などがあった。これらは，メタバースの教育的可能性を否定するものではないが，実装条件の重要性を示している。学習空間として機能させるためには，資料閲覧の権限管理，LMSとの連携，端末負荷への配慮，利用方法の事前説明などが不可欠である。

また，すべての学生にメタバースが適しているわけではない。メタバース活用を肯定的に受け止められるか否かは，継続的に課題に取り組む姿勢，他者に質問できる心理的柔軟性，学習ペースの違いを許容する余裕，仮想空間を楽しめるICTリテラシーなどによって左右される。したがって，数学に苦手意識を持つ文系学生に対してメタバース空間を活用すれば，どのような場合でも効果が得られると考えることはできない。さらに，本分析は最終講義時点で感想を提出した学生を対象としているため，途中で履修を断念した学生や，メタバースに適応できなかった学生の意見を十分に反映できていない。この点は，本実践の効果を評価する上での限界である。今後は，履修初期段階からのアンケート調査，途中離脱者への調査，メタバース利用頻度と課題提出状況の関係分析などを通じて，より精緻な検討を行う必要がある。

以上を踏まえると，メタバース空間は，数学嫌いそのものを直接的に解消する装置ということはできない。しかし，数学に苦手意識を持つ文系学生が，質問し，相談し，他者と学び合いながら受講を継続するための心理的・社

会的環境として機能する可能性が示唆された。メタバース活用の効果は，授業内容の再構成，課題設計，教員のファシリテーション，学生同士の関係形成と結びつくことによって初めて発揮されるのである。

## 5. まとめと展望

本報告では，生成AI時代における文系学生対象の確率統計教育について，計算手続きの習得を中心とする従来型教育から，数理モデルの意味理解，社会的文脈に基づく解釈，仮説の再構成を重視する教育への転換が必要であると論じた。そのうえで，数学に苦手意識を持つ文系学生に対する，社会思想史的アプローチに基づく教育内容の再構成の効果について示した上で，メタバース空間を用いた学び合いの場の教育効果についての考察を行った。

生成AIが発達し，データ分析の実行や分析結果の一次的な説明が自動化・半自動化されつつある今日，大学における確率・統計教育の目的は，単に計算手続きを習得させることではなくなりつつある。むしろ重要なのは，数理モデルがどのような前提に基づいて成立しているのか，そのモデルによって何が見えるようになり，何が見えなくなるのか，得られた結果をどのような社会的文脈の中で解釈すべきなのかを考える力である。

この意味で，文系学生に対する理系領域の教育は，理系的世界観によって文系的世界観を上書きするものであってはならない。ここでいう「上書き」とは，文系学生が持つ生活実感や文脈理解の方法を否定し，記号操作や計算手続きだけを正統な理解の形式として押しつける教育を指す。これに対して今日必要なのは，文系学生が持つ違和感，実感，文脈への感受性を出発点としながら，数理モデルの成り立ちと適用の限界を理解させる教育である。

たとえば推測統計の基本的手法であるカイ二乗検定については，それを単なるブラックボックスとして扱うのではなく，独立の概念，乗法定理，期待値，二項分布，正規分布近似，確率的判断，有意水準，棄却域といった基本的な概念の組み合わせとして理解することが重要である。文系学生が，カイ二乗検定を「使い方」としてのみ学ぶならば，文系のセンスと理系のスキルは分断されたままである。しかし，カイ二乗検定の数理モデルが基本的な概念や定理の組み合わせで成り立っていることを理解すれば，モデルの限界をわきまえたうえで，文系のセンスによって理系のスキルを活用する可能性が生まれるであろう。

本実践で用いたメタバース空間は，そのような理解を直接もたらす万能の装置ではない。しかし，数学嫌いの学生が「わからない」と言える環境をつくり，受講生同士が水平的に学び合う場を提供し，課題に継続的に取り組むための心理的安全性を支えるという点で，一定の効果を持つ可能性が示唆された。特に，顔や身体を直接さらさずに参加できること，相性のよい相手と関わりやすく，そうでない相手とは距離を取りやすいこと，授業時間外にも相談や交流の場として利用できることは，Z世代の文系学生にとって重要な意味を持つと考えられる。

本実践には限界もある。対照群を設定していないため効果を因果的に断定できず，最終講義時点の感想を主たる分析対象としているため，途中離脱者やメタバース環境に適応できなかった学生の意見を十分に反映できていないからである。メタバースの活用については，資料閲覧の操作性，端末負荷，通信環境，LMSとの連携，ICTリテラシーの差といった実装上の課題も残されている。

今後は，メタバース利用頻度，課題提出率，成績，自由記述，受講継続意思などを継続的に分析し，メタバース空間がどのような学生に，どのような条件のもとで効果を発揮するのかを検討する必要がある。また，生成AIによる個別質問への応答やデータ分析の補助と，メタバース空間による学生同士の学び合いの促進や心理的安全性の確保をどのように組み合わせることができるのかについても検討すべきである。両者を適切に組み合わせることによって，文系学生のための新しい文理融合教育のあり方が見出せるかもしれない。

新しい価値の創出がイノベーションであるならば，それは既存の知識の新しい組み合わせによって生まれるものである。文系学生にとっての確率・統計教育もまた，数式や計算手続きを一方的に習得させるものではなく，文系的世界観と理系的スキルを新たに結合させるものでなければならない。数理モデルの成り立ちと限界を理解し，社会的文脈の中で数理モデルを用いてデータを読み解き，必要に応じて仮説そのものを再構成する力こそが，生成AI時代における文系からの文理融合人材に求められる能力である。

社会統計学教育におけるメタバース空間の活用と，学び合いのコミュニティ形成は，そのような能力を育成するための一つの試みであった。今後も，授業内容，教授法，評価方法，生成AI活用，メタバース環境の設計を相互に関連づけながら，文系学生が理系領域の知を自らのものとして活用できる教育方法を模索していきたい。

## 参考文献

(1) 天野徹：“統計学の想像力―覚束ない未来のために―”，ハーヴェスト社 (2002).
(2) 天野徹：“社会統計学へのアプローチ―思想と方法―”，ミネルヴァ書房 (2006).
(3) 天野徹：“21世紀型スキルとしての情報社会学―VUCAワールドを生きる人たちのために―”，春風社 (2022).
(4) 天野徹：“「文系からの文理融合人材育成」の課題と展望―Z世代の文系学生を対象としいた数学関連科目における他バース活用の効果―”，社会学研究紀要, 46号, pp. 19-50，明星大学人文学部人間社会学科 (2026).
(5) 栗津俊二，竹内光悦：“社会科学系女子学生における数学嫌い・数学学習意欲の分析”，実践女子大学人間社会学紀要，第3集，pp. 167-176，実践女子大学 (2007).
(6) 日本学術会議情報学委員会：“生成AIを受容・活用する社会の実現に向けて”，日本学術会議 (2022)，https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-26-t381.pdf (2025.7.19最終確認).
(7) 坂下鈴鹿：“Society5.0に向けた「文系」と「理系」の知の総合と発信―人文学の新潮流を踏まえて―”，STI Horizon, Vol.3, No.1，文部科学省科学技術・学術政策研究所 (2017)，https://www.nistep.go.jp/activities/sti-horizon誌/vol-03no-01/stih00073/ (2025.7.19最終確認).
(8) 相馬一彦・長岡耕一：“高等学校数学に関する一考察―大学生に対するアンケート調査から―”，北海道教育大学紀要（教育科学論），第51巻，第1号，pp. 199-212，北海道教育大学 (2008).
(9) 辻諒子：“高校の授業における生徒の数学不安についての研究”，上越数学教育研究，第28号，pp. 87-96，上越教育大学数学教室 (2013).

# スマートフォン活用 VR ツアー制作による地域連携型 PBL 教育の実践
## —勿来関文学歴史館 VR 版のデジタルツイン化より—

布施雅彦*1
Email: mfuse@fukushima-nct.ac.jp

*1：福島工業高等専門学校

◎Key Words　　VR，デジタルアーカイブ，デジタルツイン，スマートフォン

## 1. はじめに

筆者らは, 30 年近く前からパノラマ画像を活用した VR ツアーのデジタルコンテンツを開発・制作してきた。当初の閲覧画像サイズは QVGA（320 ×240 ピクセル）からスタートし，その制作プロセスの大部分は手作業操作や計算に依存していた。布施ほか (2003, 2005) の時点では, 200 万～500 万画素のデジタルカメラが主流の時代であり, コンテンツの制作には長期間を要した。[1] [2] [3] また，当時のインターネット回線は ISDN や ADSL が中心であり, 現在の通信環境と比較すると非常に低速であった。

その後 10～20 年で撮影機材や制作ソフトウェアは大幅に向上し，これらの技術は徐々に身近なものとなり，珍しいものではなくなってきた。特に 2010 年代には，リコーの THETA や Insta360 をはじめとする 360 度カメラが登場したことにより，撮影技術および画像のスティッチ（結合）処理が容易になった。さらに 2010 年代後半には，低価格で本格的な VR ゴーグルが発売され，視聴環境は PC 画面上の平面的なものから，より臨場感のある空間視聴へと進化を遂げた。

教育学習における VR ツアーの制作において，2000 年代は卒業研究やセミナーなどの高学年（主として 4・5 年生や専攻科生）を対象に制作を行っていたが，2010 年代になると課題達成型学習（PBL）の自由研究として，低学年である 2 年生の課題にも取り組むようになった。[4] 以下にその実践例を記す。

・暮らしの伝承郷（古民家）(2001 年）卒業研究
・福島高専 VR 紹介（2006 年）課題研究
・茨城高専 VR 紹介（2007 年）卒業研究
・福島高専 VR 紹介（2008 年）課題研究
・みろく沢石炭の道（常磐炭鉱遺跡）課題研究 (2010 年)
・いわき市廃校アーカイブ（2015–2016 年）課題研究
・いわき市石炭・化石館（資料館）(2017 年）課題研究
・いわき市芸術文化交流館（2018 年）課題研究
・火薬庫／母子憩（校内）（常磐炭鉱遺跡）課題研究 (2020 年)
・福島高専図書館 VR（校内）課題研究（2021 年）

しかし，COVID-19（新型コロナウイルス感染症）の影響により，校外活動が制限される環境となったため，これらの一連の取り組みは一時中断を余儀なくされた。

「5～10 年で学生の気質は変わる」と言われるが，時代が IoT や AI，データサイエンスへとシフトする中で，学生の興味・関心も変化している。360 度カメラを利用した撮影であっても，一定の撮影技術は不可欠であり，撮影後の画像処理や VR ツアー化の習得には相応の学習時間が必要となる。2010 年代は 2000 年代よりも技術が進歩し，作業時間の短縮が可能となったが, 2020 年代においては, その指導法や学習ステップに対する学生の興味・関心が低下する傾向が見られた。そこで，さらなる撮影の簡略化および VR ツアー作成作業の時間短縮方法を検討した。

先行研究として，布施（2014）は Matterport 社のアプリとクラウドサービスを活用し，身近なスマートフォンで撮影を行うことで，撮影地点間の移動などを自動化した VR ツアーの制作が可能であることを示した。[5] さらに, スマートフォンで制作した VR ツアー空間における LiDAR（ライダー）の有無による測距精度を課題とし，距離を計測する精度の調査を取り組みとして実施した。[6]

・VR ツアーでの LiDAR あり／なしの測距精度の検証（校内）課題研究（2023–2024 年）

Matterport 社のサービスを利用して VR ツアーを制作すれば, 機能に一部制限はあるものの, 比較的効率よく制作が可能であることがわかった。また, 機材は学生が所有しているスマートフォンを利用できるため, VR ツアー制作ソフトを別途購入する必要もない。さらに，VR ゴーグルでの視聴にも対応している。実際に, 布施 (2026) は Google Pixel を利用し，100 年前に建築され 2013 年に解体された駅舎を VR ツアー化してデジタルアーカイブとして品質を検証し，十分な成果を得ている。[7] また，いわき市美術館主催の「いわき市小中学校版画展」の展示会の VR 化を，2022 年から 5 年間継続し，さらにスマートフォンでの Matterport の VR ツアーも 2024～2026 年の 3 年間ほど制作し経験を積み上げてきた。そこで，R7 年度は，校外での学生によるスマートフォンを活用した VR ツアー制作を試みることにした。

## 2. 地域連携型 VR ツアーの制作

### 2.1 VR ツアー制作のテーマ

どのようなテーマで制作するか？具体的な考えがある学生が, 課題研究を選んでくれる場合は良いが, 滅多にない。また著作権や撮影・公開許可を得るにもかなり時間が必要となる場合もある。そこで，「いわきデジタルミュージアム」として, いわき市内に点在する文化施設の収蔵品や指定文化財などを，デジタル化して公開している取り組みがあり, いわき市観光文化スポーツ部文化財課 (以後文化財課）が管理運用している。[8] 令和 7 年度から文化財課と連携を検討し, 主に VR ツアーの制作可能なテーマや施設のマッチングについて相談し，施設との橋渡しをお願いした。

## 2.2 いわき市勿来関文学歴史館のデジタルツイン化

R7 年度の取り組みでは，文化財課から勿来地区の活性化として，いわき市勿来関文学歴史館を紹介された。この施設は，この地に関わる文学や歴史に深く親しむことができる施設で 1988 年に開館した。歌枕「勿来の関」にまつわる紀貫之や小野小町らの和歌の世界を紹介する施設である。また，江戸時代の旅風俗や宿場町を体感できる展示もある。また，比較的新しい 2007 年に開館した隣接する体験学習施設の吹風殿もある。

そこで，勿来関文学歴史館の VR ツアーでは，和歌の紹介の第 1 常設展示室と，宿場町の雰囲気の第 2 常設展示室，制作時に開催されていた企画展示室と，隣接する吹風殿の園庭と建物の制作を検討した。

## 2.3 VR ツアーの制作

今回の制作には，福島高専の 2 年生の学生 2 名を中心に，サポート学生 2 名の合計 4 名である。過去の VR ツアー作品を調査し工夫点を検討した。施設は学校から 26km 離れており，交通アクセスは良くない。そのため，実際の学生の下見は 1 回，実際の撮影は 1 日と準備を整えた。

VR の制作には，VR 撮影機材に Apple 社の iPhone14 を利用し，VR ツアーのシステムには，Matterport Axis を利用した。Matterport 社のシステムを利用した背景には，いわき市文化財課が進めるいわきデジタルミュージアムと，




図 2 バーチャル勿来関文学歴史館・吹風殿

同じ VR ツアーを活用することで，使用者の操作性の向上を考えた。公開 WEB サイトは，スマートフォンからのアクセスが多い為，シンプルなデザインで，PC・スマートフォン・タブレット・META Quest3 のような VR ゴーグル等で閲覧可能な仕様とした。また，図１は，制作したバーチャル勿来関歴史館・吹風殿の WEB ページである。和歌の解説動画の一覧のページも準備し，和歌の解説を中心に視聴もできる。また別途解説動画の Youtube プレイリストも準備した。図２は撮影時の様子である。表１は，具体的な VR の撮影地点数と解説動画・画像数である。



図 1 撮影時の様子

表 1 VR ツアーの各コンテンツ数

| | 撮影場所 | VR | 動画 | 画像 |
|---|---|---|---|---|
| 歴史館 | 和歌 | 30 | 1+27 | 52 |
| | 歴史体験 | 23 | | 14 |
| | 企画展 | 11 | | 18 |
| 吹風殿 | 建物・庭 | 70 | | 2 |
| | 計 | 134 | 28 | 86 |

### 2.4 VR ツアーの制作の工夫点

今回の VR ツアー制作について，下記のような事柄について，議論し検討した。

・和歌の実際の展示パネルより，ふりがなを多く設定
・展示にない歌人の相関図を準備し，一目でわかるように着色
・動画に誰の和歌かわかるように，歌人名入りサムネイルを設定
・動画のナレーションには，Youtube でよく利用されている AI 音声合成ツールと声を活用
・生成 AI を活用したナレーションのセリフ作成
・和歌番号１番の解説動画は，興味を持ってもらえるように工夫
・和歌と現代語訳を動画で視聴可能
・解説動画を連続再生できるように，Youtube のプレイリストも準備
・歴史体験では，VR 画像に学生が登場し，実際に生活・利用している様子をギミックに表現（・駕籠に乗っている様子・蛇の目傘を差す・寝具で寝る・竈に息を吹き込む）
・吹風殿では，VR ツアー内を迷わず殿内に行けるように推奨ルートマップを掲載

## 3. VR ツアーの評価

### 3.1 関係担当者のコメント

施設の学芸員と，文化財課の担当の方から，完成した VR ツアーについて，コメントを頂いた。

●いわき市勿来関文学歴史館の学芸員のコメント

・全体として学生の皆さんの熱意が感じられ，館内の様子がよくわかり感動した。
・和歌解説の動画で，パネルに書かれている以外の会話の内容は文字起こしがあるとより分かりやすいと思った。
・ただ文章を読み上げるより，会話形式で解説してもらうと視聴者の興味を引くことができると思った。
・義家の和歌についているような一歩踏み込んだ解説動画が増えるとより内容が充実して面白くなると思う。今後の拡充に期待したい。

●文化財課の担当のコメント

・市で作成掲載しているデジタルミュージアムより，より詳細な内容(画像や動画，説明の追加など)となっており，大変驚いた。
・現地を訪れている感覚になれるようなきめ細やかな構成となっており，市としても今後のデジタルミュージアムの構築の参考にさせていただきたいと感じた。

### 3.2 高専生のコメント

高専１年生 152 名に，バーチャル勿来関文学歴史館・吹風殿を閲覧して頂き，アンケートの結果が下記である。

Q1：コンテンツ別評価（★5 段階）

| コンテンツ | 平均評価 | 5★+4★の割合 |
|---|---|---|
| 和歌 | 4.11 | 77.6% |
| 歴史体験 | 4.20 | 79.6% |
| 企画展 | 3.96 | 67.8% |
| 吹風殿 | 4.05 | 71.7% |
| 全体評価 | 4.32 | 84.9% |

Q2：現地来館経験

89.5%（136 名）は勿来関文学歴史館への来館経験が「ない」と回答した。来館経験がある 16 名（10.5%）のうち，最後の来館は「学校（授業）」と「個人」がほぼ半数ずつ（8 名・8 名）であり，来館時期は小学生時代・中学生時代が中心であった。

Q3：利用デバイス

「パソコン」が 99 名（65.1%），「スマートフォン」が 53 名（34.9%）であった。両デバイス間で操作性や満足度に大きな差はなく，PC・スマホどちらでも安定して閲覧できる設計になっていることが確認された。

Q4：サイト操作性・技術評価

サイト全体の表示・移動・操作については「問題なくできた」（75 名）と「とてもスムーズにできた」（74 名）を合わせて 149 名，98.0%が良好と回答した。「あまりできなかった」「できなかった」は合計３名（2.0%）のみであった。VR 内ホットリンク（画像・動画再生）の操作についても同様に，「問題なくできた」77 名・「とてもスムーズにできた」69 名で 96.1%が良好という結果であり，VR ツアーの操作は問題ないことがわかった。

Q5：常設展（和歌）

和歌パネル（ふりがな付き）は「とても有効」88 名・「少し有効」31 名で計 78.3%が有効と評価。相関図（家系図，オンライン限定コンテンツ）についても「とても有効」73 名・「少し有効」35 名で計 71.1%が有効と回答し，オンライン限定の付加情報が高く評価されている。和歌の学習への寄与は「とても役立つ」68 名・「少し役立つ」49 名で 77.0%が肯定的。一方，解説動画の長さについては「見ていないのでわからない」が 1 番・13 番で 35 名，その他で 36 名と多く，視聴率自体に改善余地がある。

Q6：常設展（歴史体験）

4 ゾーン中で最高評価（4.20，5★+4★が 79.6%）。江戸時代の歴史体験学習への役立ちは「とても役立つ」60 名・「少し役立つ」50 名で 72.4%。VR 内に学生の体験の様子が映っている点は「とても感じる」52 名・「少し感じる」49 名で計 66.4%が「面白い・工夫されている」と回答し，体験者目線の映像が好意的に受け止められている。

Q7：企画展（遠野和紙）

4 ゾーン中で平均評価が最も低い（3.96）。学習への役立ち度は「とても役立つ」46 名・「少し役立つ」53 名で 65.1%。実際の企画展は終了済みだが，アーカイブとして閲覧可能な点については「とても役立つ」73 名（48.0%）と高評価で，終了済み展示の保存的価値が評価されている。風船爆弾の特別展示は「見ていない」91 名（59.9%）と閲覧率が他に比べて低く，認知・誘導面の課題が示唆される。

Q8：吹風殿

庭・室内の様子の確認度は「少し確認できた」が最多（庭 62 名，室内 54 名）で，「詳細に確認できた」はそれぞれ 40 名・42 名。「見ていないのでわからない」も 44 名・47 名と一定数おり，4 ゾーン中で最も閲覧率が伸びていないコンテンツである。平安時代の邸宅を模した体験学習施設への訪問意欲は高く，「行ってみたい」系の回答（とても・少し・近くに行く機会があれば）合計が 100 名（65.8%）に達した。

Q9：和歌パネルのクリック数・動画の視聴数

和歌パネルを実際にクリックして閲覧した数は平均 2.97 枚（中央値 2 枚），0 枚（未閲覧）と回答した者が 35 名（23.0%）であった。和歌の解説動画再生数は平均 1.52 本（中央値 1 本），0 本が 51 名（33.6%）であった。パネル閲覧者の方が動画視聴者よりも多かった。

Q10：遠隔・アクセシビリティ価値

「遠方在住者にとって訪問の動機づけになるか」という質問には「少しは行きたいと思う」92 名・「とても行きたいと思う」40 名で計 86.8%が肯定。「訪問困難な人（遠方・身体的事情）にとって役立つか」には「とても役立つと思う」91 名・「少しは役立つと思う」52 名で計 94.1%が肯定し，本サイトのアクセシビリティ向上効果が非常に高く評価されている。

Q11：スマートフォン撮影による VR 制作への驚き・関心

VR が一般的なスマートフォンで撮影されている点について「とても驚いた」65 名・「少しは驚いた」60 名で計 82.2%が驚きを示した。「自分のスマホで何か作ってみたい」という意欲は「機会があれば作ってみたい」87 名・「とても作ってみたい」24 名で計 73.0%にのぼり，技術の民主性が参加意欲の喚起につながっている。音声合成を使った動画制作への関心は「機会があれば作ってみたい」67 名・「とても作ってみたい」26 名で計 61.2%。

Q12：VR ゴーグル体験への興味

VR ゴーグル使用による臨場感のある体験については「機会があれば見てみたい」73 名・「とても VR ゴーグルで見てみたい」50 名で計 80.9%が前向きであり，将来的な VR ゴーグル対応コンテンツの需要が高いことが示された。

Q13：自由記述のコメント

代表的な声として，現地を訪れずとも詳細を確認できる点や，画質・解像度の高さによって「実際に行ったかのような感覚」が得られた点を評価する記述が多数見られた。歴史体験ゾーンでの体験者映像や，ふりがな付きパネル・解説動画といった「現地展示にはない付加価値」への言及も目立った。スマートフォン撮影でこのクオリティの VR が作れることへの驚きと，「自分でも作ってみたい」という創作意欲を示す声が複数あった。また，地元（いわき・福島）の歴史や文化を初めて知ったという声，他の美術館・施設にも同様の技術を展開してほしいという要望もあった。

## 4. おわりに

従来は，VR の方に制作時間が多く費やされ，内容面の工夫や質の向上，意識を向けることが難しかったが，今回のような制作方法では，短時間で VR 制作が可能で，VR 以外の動画素材等に，力を入れることが可能であった。また，地方からでも情報発信が可能なデジタルコンテンツの制作ができ，非常にローカルではあるが，その地域では貴重な事柄を情報発信することが可能であることがわかった。スマートフォンでの撮影でも品質を高く評価でき，満足できるものであった。

## 参考文献


(1) 布施雅彦，大河原麗偉，湊 淳，小澤 哲，“発見・探求学習に利用できるヴァーチャルリアリティーとマルチメディアを使った資料館サイトの開発”，第 28 回教育システム情報学会，全国大会論文集，pp. 122-123，(2003)．

(2) 布施 雅彦，大河原 麗偉，湊 淳，小澤 哲: “e ラーニングを利用した事前擬似体験学習が学習意欲に与える効果-VR資料館コンテンツ開発-”，コンピュータ＆エデュケーション，Vol.18，pp.84-89，(2005)．

(3) 布施雅彦，三浦 靖一郎，“常磐炭田の由来を題材としたモバイル・仮想体験が可能なマルチメディア観光・学習システムの開発”，2011PC カンファレンス,pp.92-95，(2011)．

(4) 布施 雅彦: “全天球映像(VR)を活用した ICT 教材制作と教材化の試み”，日本教育工学会第 34 回全国大会(2018).

(5) 布施雅彦:“スマートフォンで開発する全円周 360 度 VR 画像によるバーチャルツアーの試み”，CIEC 春季カンファレンス論文集，Vol.15，pp.65-68，(2024)．

(6) 布施雅彦: “スマートフォンで撮影した 360 度全天球画像の VR ツアーにおける学習教材開発の可能性について “，CIEC 春季カンファレンス論文集，Vol.16，pp.7-14，(2025)．

(7) 布施雅彦 : “スマートフォンによる全天球画像を利用した地方におけるデジタルアーカイブの VR ツアーの制作と評価”，CIEC 春季カンファレンス論文集，Vol.17，pp.33-38，(2026)．

(8) いわきデジタルミュージアム，https://iwaki-museum.com/vr/，(閲覧日 2026.6.14)．

(9) バーチャル勿来関歴史館・吹風殿，https://nakoso.iwakicity.org/，(閲覧日 2026.6.16)

# AI 時代における人間主体性と「縄文システム工学」

曽我聡起*1
Email: t-soga@photon.chitose.ac.jp

*1：公立千歳科学技術大学 理工学部 情報システム工学科

◎Key Words　「縄文システム工学」，人間主体の学習，STEAM 教育

## 1. はじめに

生成 AI の急速な普及により，教育現場では「AI をいかに活用するか」が主要な議題となっている。しかし，AI の高度化は単なる学習支援技術の進展にとどまらず，人間の判断領域の縮小や責任の所在の曖昧化といった構造的問題を引き起こす。秋元が指摘[1]するように，戦争支援 AI は一度に千件もの作戦案を提示するが，人間がその全てを検証することは不可能である。また，誤入力による誤爆のような事案が起きても，責任主体は不明確である。

生成 AI の再現性の問題も深刻である。語彙学習のイラスト生成では，部分修正が全体の変質を招き意味が漂流する。一方，特徴点抽出や回帰モデルを用いた機械学習は比較的制御可能である。AI 時代の教育において重要なのは，AI を使うことではなく，AI を使うべきか否かを判断できる力である。

こうした AI の急速な進展を，人類史的な視野から捉え直すことも重要である。ダイアモンドが『銃・病原菌・鉄』[2]で示したように，文明は環境・技術・文化の相互作用によって形成されてきた。AI の登場も，技術が社会構造を変容させる歴史的プロセスの延長線上に位置づけられる。したがって，AI 時代の教育には，技術動向だけでなく，人類史で培われた価値観や主体性を再評価不可欠である。

本研究では，筆者らが展開してきた「縄文システム工学」の実践を基盤に，AI 時代における人間主体性の再構築と教育の役割について考察する。

なお昨年度は，地域文化資源を活用した PBL を通じて AI では得られない身体性・関係性に基づく学びの可能性を示した[3]。本年度は，AI の構造的限界を明確化し，「縄文システム工学」を再定義することを試みる。

## 2. 知能の外部化と教育の課題

PC とインターネットは記憶の外部化をもたらし，AI は知能の外部化を加速させている。ハラリは「生命において最終的に重要なのは知能ではなく意識である」[4]と述べるが，AI が知能領域を急速に侵食する現代において，人間に残される価値は何かという問いは教育にとって避けられない。

教育学界ではAI活用に関する研究や実践報告が数多く蓄積されつつある一方で，AI が社会構造をどのように変容させるのか，あるいは AI が人間の判断領域をどのように侵食し得るのかといった，より構造的・哲学的な論点については，相対的に議論の機会が限られている。こうした視点は，AI 時代における教育の役割を再考する上で欠かせない。

AI は誤情報を増幅し，判断を高速化し，責任を曖昧化する。教育者は AI の利活用だけでなく，AI の構造と限界を理解し，それを学習者に伝える役割を担う必要がある。

## 3. 「縄文システム工学」：AI 時代の対抗軸

縄文的価値観は，AI 時代の価値観と対照的である。縄文時代の制作物には，効率性よりも「満足するまで作り込む」姿勢が見られ，4 章の実践報告に示すように，千歳市の滑走路建設現場から出土した動物形土製品の CT スキャン分析や美術専門家による再制作からも，縄文人が高度な感性と身体性をもって制作していたことが示唆される。制作行為は触れ合いと関係性の中で創発される営みであり，AI が模倣できない人間固有の主体性の源泉である。

こうした縄文的価値観をより体系的に理解するために，本研究では AI システムとの価値観の違いを整理した（表 1）。AI システムは，大量のデータ処理と最適化を前提とした集中型の構造を持ち，速度や効率を重視し，対象を切り分けて扱う判断様式を採用する。一方，「縄文システム工学」は，分散性，多様性，循環性といった価値観を基盤とし，対象を関係性の中で捉え，調和や共生を重視する姿勢が特徴である。制作観においても，AI が最短経路での達成を志向するのに対し，縄文文化では制作そのものが感性と関係性を伴うプロセスとして重視される。

この対比は，AI 時代における教育の方向性を考える上で重要な示唆を与える。すなわち，AI が得意とする最適化・効率化の価値観だけでなく，縄文的な関係性・多様性・循環性といった価値観を教育の中に位置づけることで，AI では代替できない人間主体性を育む可能性が開かれる。

筆者らは，地域文化資源を教育資源として活用する枠組みを「縄文システム工学」と呼び，STEAM 教育の一環として展開してきた。本概念は，昨年度の実践報告における地域文化資源の活用という枠組みから，今年度は AI 時代の人間主体性を再構築する教育哲学へと発展した。

表 1 AI システムと「縄文システム工学」の価値観の比較

| 観点 | AI システム | 「縄文システム工学」 |
|---|---|---|
| 構造 | 集中 | 分散 |
| 目的 | 最適化 | 多様性 |
| 時間感覚 | 速度 | 循環 |
| 判断様式 | 切り分けて最適化 | 関係性を重視（共生・調和） |
| 制作観 | 効率 | 満足するまで作り込む |

## 4. 実践報告：地域課題 PBL とビビちゃん WS

PC カンファレンス北海道で報告した[5]ように，我々は，千歳市埋蔵文化財センターと連携し，動物形土製品「ビビちゃん」を題材とした市民参加型ワークショップを実施した（以後，「ビビちゃん WS」と表記する）。3D プリン

トモデル，制作手順書，CT スキャンデータを活用しつつ，参加者は粘土を用いて自由に制作を行った。活動を支援した学生（公立千歳科学技術大学・曽我研究室）はリハーサルを重ね，参加者との対話を通じて協働的な学びを体験した。



図 1 ワークショップの様子

このワークショップを振り返ると，テクノロジーとアートを融合させた STEAM 教育であり，AI では代替できない経験を提供する場となった。粘土の質感や重さ，指先の抵抗感，参加者同士の対話，文化的背景への想像力といった要素は，いずれも AI が embodiment（身体性）を欠き，contextual grounding（文脈的基盤付け）を行えないために扱うことができない領域である。さらに，生成 AI は部分修正の過程で semantic drift（意味の漂流）を起こしやすく，作品の意図や文化的意味を保持することが困難である。

これらの点から，ビビちゃん WS は AI の構造的限界を体験的に理解し，人間主体性の価値を再認識する教育実践として重要な意義を持つ。学生は地域文化資源を教育的に活用する実践力を養い，参加者は縄文人の制作観や文化的背景に触れることで，AI では得られない学びの深さを体験した。

さらに，本ワークショップで自然に立ち現れた身体性・関係性・循環性といった学びの要素は，「縄文システム工学」が重視する価値そのものである。すなわち，制作行為を通じて他者や素材と関わりながら意味を創発していくプロセスは，最適化や効率化を前提とする AI システムとは異なる，人間固有の学びの在り方を具体的に示している。ビビちゃん WS は，縄文的価値観が AI 時代の教育において有効であることを，裏付ける結果となった。

## 5. AI 時代の教育デザイン：判断・責任・主体性の再構築

AI は高速かつ大量の判断を行うが，その過程はブラックボックス化しやすく，人間が全てを検証することはできない。戦争支援 AI が千件の作戦案を提示し，人間が追認するだけの構造に陥るように，教育 AI もまた，教師が AI の判断を吟味するのではなく，受容する方向へと誘導される危険がある。誤入力・誤判断・責任の所在の曖昧化は，戦争 AI だけでなく教育 AI にも共通する。

生成 AI の構造的限界も深刻である。生成 AI は部分修正を指示しても locality（局所性）を保持できず，全体を再生成するため，semantic drift（意味の漂流）が生じやすい。また，AI は contextual grounding（文脈的基盤付け）を欠き，文化的背景・歴史的意味・倫理的価値を理解できない。さらに，AI は embodiment（身体性）を持たず，粘土の重さや手触りなど身体的情報を扱えない。これらは，AI が incomplete world model（不完全な世界モデル）に基づいて推論していること，そして causal reasoning（因果推論）を欠くことに起因する。

一方，ビビちゃん WS は，AI では扱えない身体性・感性・文脈の重みを体験的に学ぶ場である。作品の意味や形に対する責任は人間に帰属し，AI の判断を追認する構造とは対照的である。

したがって，AI 時代の教育デザインには次の三点が不可欠である。

① AI の構造と限界を理解する教育（semantic drift / grounding / embodiment の理解）
② 責任の所在を明確化する教育（AI 判断の追認構造を避ける）
③ AI では代替できない主体性を育む教育（身体性・感性・文化的文脈の重視）

ビビちゃん WS は，これら三点を具体的に体現する，「縄文システム工学」の実践事例である。

## 6. おわりに

AI は判断を高速化し，責任を曖昧化し，人間の存在価値を揺るがす可能性を持つ。生成 AI は semantic drift（意味の漂流），contextual grounding（文脈的基盤付け） の欠如，embodiment（身体性） の欠如といった構造的限界を抱えており，文化的文脈や身体性を伴う学習を扱うことができない。だからこそ教育は，AI の利活用だけでなく，AI の構造的限界を理解し，AI を使うべきか否かを判断できる主体性を育む役割を担わなければならない。

「縄文システム工学」は，AI では扱えない身体性・感性・文脈の重みを学ぶ教育モデルであり，AI 時代のリベラルアーツとして位置づけられる。地域文化資源を活用した小さな実践は，AI 時代における人間主体性の再構築に向けた普遍的な意義を持つ。教育は，人間が人間であり続けるための最後の公共領域であり，AI 時代においても決して諦めてはならない。

## 参考文献


(1) 秋元千明：“AI・ロボットの戦争を解説”，時事通信映像センター（https://www.youtube.com/watch?v=P5qsZXX-EvE，2026/06/27 参照）.
(2) ジャレド・ダイアモンド（著），倉骨彰（訳）： “銃・病原菌・鉄 1 万 3000 年にわたる人類史の謎”，草思社（2000）
(3) 曽我聡起： “AI 時代の人材育成を意識した地域課題解決プロジェクトの実践報告”，2025PC カンファレンス論文集，pp. 214-217（2025）
(4) ユヴァル・ノア・ハラリ：“NEXUS 情報の人類史”，河出書房新社（2025）.
(5) 曽我聡起・佐藤祈： “「縄文システム工学」に基づく STEAM 型ワークショップの展開と教育的意義に関する実践報告”，PC カンファレンス北海道 2025 論文集，pp.30-31（2025）

# 中高生の生成 AI 利用実態と発達段階に応じた指導の重要性について

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　　生成 AI，対話的存在，AI リテラシー

## 1. はじめに

近年，生成 AI は急速に普及し，教育現場においてもその活用可能性が議論されるようになっている。特に ChatGPT の登場以降，生成 AI は単なる情報検索ツールにとどまらず，文章作成，翻訳，学習支援，アイデア生成など，多様な用途で利用されるようになった。また，UNESCO は 2023 年に「教育・研究における生成 AI に関するグローバルガイダンス」を公表し，教育分野における生成 AI 利用の在り方について各国に提言を行っている。一方，学校現場では，生成 AI の活用方法や指導方針について検討が進められているものの，生徒側ではすでに学校外で日常的な利用が進んでいる実態がある。特にスマートフォンを中心とした利用環境においては，学校が直接的に利用を制御することは難しく，実際の利用状況を踏まえた指導の必要性が高まっている。これまでの生成 AI に関する教育研究では，授業実践や学習支援ツールとしての活用可能性に焦点が当てられることが多かった。しかし，生徒が生成 AI をどのような存在として捉え，どのような関係性の中で利用しているのかについては，十分に明らかになっているとは言い難い。特に，学習支援に加え，「相談しやすい」，「安心する」，「何度でも聞ける」といった対話的･心理的側面を伴う利用については，今後の教育を考える上で重要な視点になると考えられる。そこで本研究では，中学 1 年生から高校 2 年生までを対象に実施した生成 AI 利用調査をもとに，中高生における生成 AI 利用の実態を明らかにするとともに，生徒が生成 AI をどのような存在として受け入れているのかについて考察することを目的とする。

## 2. 調査の概要

本調査は，中高生における生成 AI 利用の実態と意識を把握することを目的として実施した。調査対象は，中高一貫女子校に在籍する中学 1 年生から高校 2 年生までの生徒であり，Google フォームを用いてアンケート調査を実施した。調査期間は 2026 年 3 月 9 日から 3 月 31 日までの 23 日間である。調査内容は，「生成 AI の認知状況」，「利用頻度」，「利用目的」，「利用経験」，「リスク認識」，「家庭や周囲の環境」に関する選択式の質問に加え，「生成 AI に対する印象や利用経験」に関する自由記述を含む構成とした。

本研究では単純集計に加え，自由記述の内容についても分類整理を行い，中高生が生成 AI をどのような存在として受け入れているのかについて検討を行った。

## 3. 調査結果

### 3.1 結果の概要

本調査には，中学 1 年生から高校 2 年生までの計 816 名から回答が得られた。回答率は全体で 61.7%であり，学年間で差は見られるものの，多くの生徒から回答を得ることができた。家庭で使用できる端末については，「スマートフォン」と答えた生徒が最も高く，全体の 97.4%が所持しており，日常的にスマートフォンを中心とした利用環境が整っていることがうかがえる。したがって，生成 AI の利用は学校管理下の端末だけではなく，生徒個人の端末を通して日常的に行われていると考えられる。1 日のインターネット利用時間については，「2〜3 時間」が最も多く，全体の 32.0%，「1〜2 時間」が 25.7%であった。一方で，「4 時間以上」と回答した生徒も 19.7%存在しており，インターネット利用そのものが既に生活の一部となっている実態が確認された（表１）。さらに，「自分の生成 AI アカウントを持っているか」という設問では，全体の 64.3%が「持っている」と回答した（表２）。つまり，生成 AI は一部の限られた生徒のみが利用している段階ではなく，多くの生徒が実際にアクセス可能な状況にある

表１　インターネット利用時間

| | 1時間以内 | 1時間〜2時間 | 2時間〜3時間 | 3時間〜4時間 | 4時間以上 |
|---|---|---|---|---|---|
| 全体 | 7.2% | 25.7% | 32.0% | 15.3% | 19.7% |
| 中1 | 9.4% | 42.8% | 27.5% | 7.2% | 13.0% |
| 中2 | 7.1% | 23.6% | 38.5% | 13.2% | 17.6% |
| 中3 | 6.3% | 30.4% | 26.8% | 18.8% | 17.9% |
| 高1 | 3.1% | 19.2% | 31.0% | 23.1% | 23.6% |
| 高2 | 12.3% | 19.4% | 33.5% | 11.0% | 23.9% |

表 2　生成 AI アカウントの所持について

| | 持っている | 持っていない |
|---|---|---|
| 全体 | 64.3% | 35.7% |
| 中1 | 65.2% | 34.8% |
| 中2 | 60.4% | 39.6% |
| 中3 | 67.0% | 33.0% |
| 高1 | 66.8% | 33.2% |
| 高2 | 62.6% | 37.4% |

表 3　生成 AI を使い始めた時期

| | まだ | 3ヶ月前 | 半年前 | 1年前 | 1〜2年前 | 2年以上前 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 全体 | 3.9% | 17.8% | 30.3% | 44.1% | 13.1% | 3.9% |
| 中1 | 5.8% | 24.6% | 28.3% | 37.7% | 9.4% | 3.6% |
| 中2 | 4.9% | 21.4% | 33.0% | 36.8% | 10.4% | 3.8% |
| 中3 | 1.8% | 11.6% | 32.1% | 48.2% | 20.5% | 6.3% |
| 高1 | 3.1% | 14.4% | 25.3% | 53.3% | 14.0% | 3.9% |
| 高2 | 3.9% | 16.8% | 34.8% | 41.9% | 12.9% | 2.6% |

ことが分かる。そして,「初めて生成AIを利用した時期」については,「この1年以内」と回答した生徒が最も多く,全体の44.1%を占めていた（表3）。これらの結果から,中高生における生成AI利用は,既に特別なものではなく,日常的にアクセス可能な環境の中で急速に定着しつつあることが示唆された。

### 3.2 結果の特徴

続いて，この調査の結果の特徴について述べていきたい。まず，生成AIの認知状況について見ると，「ChatGPTを知っている」と回答した生徒は全体として非常に多く，中学3年生以上ではほぼ全員が認知している結果となった。また,「生成AIという言葉を知っているか」という設問についても，多くの生徒が認知しており，生成AIそのものが既に一般的な存在になりつつあることが確認された。また先述の通り，自分のアカウントを持っている生徒は6割以上であることも加えると，生成AIは一部の生徒のみが利用する特殊なツールではなく，多くの生徒にとって実際に利用可能な環境にあることが分かる。また,利用頻度を問う設問では,「週に何回か使う」と回答した生徒が最も多く,「毎日使う」と回答した層も一定数存在した。つまり，生成AIはまだ完全に常時利用の段階にまでは至っていないものの,「必要なときに使うツール」として既に生活の一部になり始めていると考えられる。その上,利用環境について,主として個人端末を通して生成AIの利用が行われている実態が確認されており，学校管理下の端末ではなく，学校外の環境での生成AI利用の実態が確認された。

次に,学習支援ツールとしての利用についてである（表4）。生成AIの利用目的についての設問では,「英語の翻訳」,「数学の解き方説明」,「文章の要約」,「調べ学習の手助け」など,学習に関連する利用が多く見られた。特に,「数学の解き方説明」や「英語の翻訳」に関する利用割合は高く，生成AIが学習支援ツールとして既に定着し始めていることが分かる。また，自由記述においても,「分からない問題をすぐに教えてくれる」,「先生よりも分かりやすいことがある」,「理解できるまで何度でも聞ける」といった記述が複数見られた。これらの記述から,生徒は生成AIを単なる検索ツールとしてではなく,「対話しながら学習を支援してくれる存在」として利用していることがうかがえる。さらに「時間短縮になる」,「要約してくれる」,「レポート作成を助けてくれる」といった記述も多く,効率化ツールとしての利用も進んでいることが確認された。特に高校段階では,学習課題への実用的利用が進み,生成AIを「必要に応じて使い分けるツール」として利用している様子も見られた一方で,「AIの回答をそのまま提出したことがある」という回答も少数ながら存在していた。また,「必ずしも正しいとは限らない」,「もっともらしい嘘をつく」といった認識を持ちながらも利用している生徒が多いことから，生徒たちは生成AIの危険性を一定理解しつつも，利便性を優先して利用している実態も見られた。

表4　生成AIの利用目的（複数回答可）

| | 宿題のヒント | 作文・レポート | 要約 | 英語の翻訳 |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 37.4% | 19.5% | 19.5% | 31.7% |
| 中1 | 25.4% | 17.4% | 22.5% | 26.1% |
| 中2 | 34.6% | 19.8% | 15.9% | 27.5% |
| 中3 | 43.8% | 24.1% | 19.6% | 27.7% |
| 高1 | 39.3% | 11.4% | 16.2% | 35.8% |
| 高2 | 43.9% | 29.7% | 25.8% | 38.7% |

| | 数学の解き方 | 調べ学習 | プログラミング | プレゼン |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 45.6% | 40.0% | 2.9% | 16.2% |
| 中1 | 28.3% | 35.5% | 2.2% | 13.0% |
| 中2 | 33.0% | 41.8% | 0.5% | 22.5% |
| 中3 | 46.4% | 41.1% | 0.0% | 25.9% |
| 高1 | 58.1% | 34.9% | 7.9% | 11.4% |
| 高2 | 56.8% | 48.4% | 1.3% | 11.6% |

| | 壁打ち | 話し相手 | 悩み相談 | イラスト |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 23.3% | 35.5% | 39.5% | 16.9% |
| 中1 | 22.5% | 34.1% | 32.6% | 25.4% |
| 中2 | 21.4% | 29.7% | 31.9% | 16.5% |
| 中3 | 24.1% | 34.8% | 34.8% | 18.8% |
| 高1 | 20.5% | 41.0% | 47.2% | 10.9% |
| 高2 | 29.7% | 36.1% | 46.5% | 17.4% |

| | 小説・物語 | 使ったことなし | その他 |
|---|---|---|---|
| 全体 | 9.1% | 3.1% | 9.3% |
| 中1 | 13.8% | 2.2% | 18.1% |
| 中2 | 8.2% | 3.8% | 11.5% |
| 中3 | 9.8% | 1.8% | 7.1% |
| 高1 | 5.2% | 3.1% | 5.7% |
| 高2 | 11.0% | 3.9% | 5.8% |

表5　生成AIとの対話的・心理的関係に関する回答

| | AIと話すと安心する | 人よりAIの方が相談しやすい | 誰にも言えないことをAIに言ったことがある | AIに励まされたと感じたことがある |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 14.0% | 27.1% | 25.1% | 26.8% |
| 中1 | 13.0% | 22.5% | 23.2% | 24.6% |
| 中2 | 14.3% | 22.5% | 21.4% | 21.4% |
| 中3 | 9.8% | 24.1% | 23.2% | 27.7% |
| 高1 | 15.7% | 33.2% | 24.5% | 29.7% |
| 高2 | 14.8% | 29.7% | 33.5% | 30.3% |

| | AIと話しすぎたと感じたことがある | AIは自分を否定しないと感じる | AIがあると勉強への不安が減る | AIがあると考えなくなると感じる |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 16.4% | 32.6% | 16.4% | 32.5% |
| 中1 | 10.9% | 37.0% | 11.6% | 24.6% |
| 中2 | 13.2% | 21.4% | 9.3% | 23.1% |
| 中3 | 14.3% | 35.7% | 17.9% | 44.6% |
| 高1 | 17.0% | 31.4% | 21.4% | 34.5% |
| 高2 | 25.8% | 41.3% | 20.6% | 38.7% |

| | AIを使うと理解が深まる | AIを使うと成績が上がると思う |
|---|---|---|
| 全体 | 35.2% | 11.0% |
| 中1 | 27.5% | 7.2% |
| 中2 | 32.4% | 5.5% |
| 中3 | 30.4% | 14.3% |
| 高1 | 39.3% | 15.3% |
| 高2 | 42.6% | 12.3% |

最後に，対話的・心理的利用についてである（表 5）。今回の調査で特に特徴的であったのは，生成 AI が学習支援だけでなく，対話的・心理的側面を伴って利用されている点である。生成 AI の利用目的についての設問では，「話し相手」や「悩み相談」を選択した生徒も一定数存在している。また，AI の使用感触についての設問では，「AI と話すと安心する」，「人より AI の方が相談しやすい」，「誰にも言えないことを AI に言ったことがある」といった項目に対して肯定的回答を示す生徒も見られた。さらに自由記述では，「否定せずに話を聞いてくれる」，「何回聞いても嫌な顔をしない」，「人に言えないことも相談できる」，「気を遣わなくてよい」といった記述が複数確認された。また，生成 AI の良くない点として，「全部肯定してくる」，「否定しないので逆に危険」，「自分が正しいと思い込んでしまう」といった回答も見られた。このことは，生徒自身も生成 AI との関係性について一定の危うさを感じていることを示している。加えて，「AI のリスクについて」の設問では，「特に心配していない」と回答した生徒が約 8 割に達していた。一方で，自由記述では「嘘をつく」，「もっともらしい間違いがある」，「依存してしまう」といった回答も多く見られた。つまり，生徒たちは生成 AI の危険性について知識としては理解しているものの，それを自分自身の問題としては十分実感できていない可能性を示している。

【自由記述例】
- 「何回聞いても嫌な顔をしない」
- 「人に言えないことも相談できる」
- 「否定せずに話を聞いてくれる」
- 「気を遣わなくてよい」
- 「先生よりもわかりやすい」
- 「理解できるまで聞ける」
- 「気持ちが楽になった」
- 「全部肯定してくるので逆に危険」
- 「もっともらしい嘘をつく」
- 「自分が正しいと思い込んでしまう」
- 「AI の方が気軽に聞ける」
- 「怒られないから質問しやすい」・

## 4. 考察

ここでは，以上の結果に基づき考察を行いたい。そこで筆者が考えるものとして次の二点を挙げる。

一点目は，「生成 AI の対話的存在化」についてである。先述の通り，中高生における生成 AI 利用は，単なる情報検索や学習補助を超えた段階へ進みつつあることが示唆された。従来の ICT 機器やインターネット検索は，主として「情報を取得するための道具」として利用されてきた。しかし，本調査では，「話し相手」，「悩み相談」といった利用目的に加え，「AI と話すと安心する」，「人より AI の方が相談しやすい」といった回答も一定数見られた。また，自由記述においても，「否定せずに聞いてくれる」，「何度でも聞ける」，「気を遣わなくてよい」といった記述が複数確認された。これらの結果から，生徒たちは生成 AI を単なるツールとしてではなく，「対話できる存在」として受け入れ始めている可能性が考えられる。特に，生成 AI は感情的反応を示さず，否定や拒否を行わないため，生徒にとって心理的負担の少ない相談相手として機能している側面があると考えられる。その一方で，自由記述では「全部肯定してくるので危険」，「自分が正しいと思い込んでしまう」といった記述も見られた。このことは，生徒自身も生成 AI との関係性に一定の危うさを感じていることを示している。つまり，生徒たちは生成 AI に安心感や利便性を感じながらも，その影響については十分整理し切れていない状況にあるのではないだろうか。以上のことから，生成 AI は従来の ICT 機器とは異なり，「認知的支援」だけでなく，「対話的・心理的支援」にも関与し始めている存在として，当たり前になってきていると考えられる。特に中高生段階は，対人関係への不安や他者評価への敏感さが高まりやすい時期でもある。そのような中で，否定や拒否を行わず，繰り返し対話可能な生成 AI は，生徒にとって心理的負担の少ない存在として受け入れられやすい可能性が考えられる。従来の ICT 機器やインターネット検索が「情報取得」を中心としていたのに対し，生成 AI は「対話」を通して利用される点に特徴があることに加え，生徒が感情的安心感や相談相手としての役割を見出している点は，従来の情報機器とは異なる側面であると考えられる。

二点目は，「生成 AI 時代の学校教育のあり方」についてである（表 6）。今回の調査から，生成 AI の利用について，学校が「使わせるか，禁止するか」を検討する段階は，既に過ぎつつあることが示された。特に，スマートフォンを中心とした個人端末環境の中で，多くの生徒が既に生成 AI を利用しており，その利用は学校管理下ではなく，学校外の日常生活の中で進行している。さらに，すべての学年で一定割合の生徒が自分の生成 AI アカウントを所有していたことからも，生成 AI 利用は既に一部生徒だけの特殊な行動ではなくなっていると考えられる。一方で，生徒たちは生成 AI を積極的に利用しながらも，「どこまで使ってよいか分からない」，「学校で AI をどのように扱えばよいのか迷う」といった回答も示している。また，「学校で AI の使い方を正式に教えてほしい」とする回答も一

表 6　生成 AI 利用に対する不安・学校への期待

| | AIなしで勉強するのは不安 | AIを使っていることを先生に言いにくい | 学校でAIを使ってよいか分からない | テストでAIを使うのはよくないと思う |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 8.0% | 12.7% | 19.1% | 42.9% |
| 中1 | 2.9% | 13.0% | 27.5% | 51.4% |
| 中2 | 1.1% | 6.6% | 16.5% | 37.9% |
| 中3 | 5.4% | 12.5% | 17.0% | 50.0% |
| 高1 | 14.8% | 11.4% | 15.3% | 38.9% |
| 高2 | 12.3% | 21.9% | 21.9% | 41.9% |

| | 宿題でAIを使うのは問題ないと思う | どこまでAIを使ってよいか迷うことがある | AIを正しく使うためにルールが必要だと思う | 学校でAIの使い方を正式に教えてほしいと思っている |
|---|---|---|---|---|
| 全体 | 19.2% | 43.9% | 46.4% | 20.2% |
| 中1 | 21.0% | 50.0% | 60.9% | 28.3% |
| 中2 | 10.4% | 48.4% | 47.3% | 25.3% |
| 中3 | 24.1% | 34.8% | 49.1% | 19.6% |
| 高1 | 16.6% | 38.9% | 39.7% | 12.2% |
| 高2 | 28.4% | 47.1% | 40.6% | 19.4% |

定数存在している。これは，生徒自身も生成AIとの適切な距離感や利用基準を模索している状況にあることを示している。このことから，今後の学校教育においては，単純な禁止や制限を中心とした対応ではなく，生成AI利用を前提とした指導へ転換していく必要があると考えられる。特に重要なのは，「使う，使わない」を判断することではなく，「どのように使うか」を考えさせることである。また，生成AIは学習支援だけでなく，相談や対話など心理的側面にも関与し始めていることから，従来の情報モラル教育だけでは十分ではない可能性もある。今後は，AIリテラシーに加え，「生成AIとの適切な距離感」や「AIとの関係性を主体的に考える力」を育成する視点も必要になると考えられる。

## 5. 今後の課題

本研究では，中高生における生成AI利用の実態について，特に対話的・心理的利用の側面に注目して分析を行った。しかし，本調査は単純集計および自由記述分析を中心としたものであり，どのような生徒が生成AIに対して強い心理的依存傾向を示すのか，あるいは学習利用と対話的利用との関連性についてまでは十分に明らかにすることはできていない。また，本研究では中学1年生から高校2年生までを対象としたが，学年による利用傾向の変化についても，さらに詳細な分析が必要であると考えられる。特に，生成AIを「学習支援ツール」として利用する段階から，「対話的存在」として利用する段階への変化については，今後の重要な研究課題となると考える。さらに，本調査は女子校に在籍する生徒を対象として実施したものであり，回答者が女子生徒に限定されている点にも留意する必要がある。特に，本研究で特徴的であった「悩み相談」や「対話的利用」に関する傾向については，男女によって利用傾向や生成AIとの関わり方に違いが生じる可能性も考えられる。そのため，今後は男女共学校や男子校を含めた比較検討も必要になると考えられる。加えて，生成AIを取り巻く環境は現在も急速に変化しており，生徒の利用実態や認識も短期間で大きく変化する可能性が高い。そのため，今後も継続的な調査を行い，中高生と生成AIとの関係性がどのように変化していくのかを追跡していく必要がある。

## 6. おわりに

本研究では，中高生を対象とした生成AI利用調査を通して，生徒たちが生成AIをどのように利用し，どのような存在として受け入れているのかについて検討を行った。その結果，生成AIは学習支援ツールとして利用されているだけでなく，「相談しやすい」，「安心する」，「何度でも聞ける」といった対話的・心理的側面を伴いながら利用されている実態が確認された。これは，生成AIが単なる情報取得手段を超え，中高生にとって「対話的存在」として受け入れられ始めていることを示している。また，生成AI利用は既に学校外の日常生活の中へ浸透しており，学校教育においても，その存在を前提とした対応が求められる段階に入っていると考えられる。今後は，「生成AIを使うか，使わないか」を議論するのではなく，「生成AIとどのような距離感で関わり，どのように活用していくのか」を考える教育へ転換していく必要がある。

本研究で明らかになったのは，生成AIが中高生にとって単なる学習支援ツールではなく，対話や相談を行う相手としても受け入れられ始めているという実態である。今後，生成AIの性能向上と普及がさらに進む中で，生徒と生成AIとの関係性も大きく変化していくことが予想される。学校教育には，そうした変化を適切に捉えながら，生徒が生成AIを主体的かつ適切に活用できるよう支援していくことが求められる。

## 参考文献

(1) UNESCO (2023) Guidance for generative AI in education and research. UNESCO Publishing.
(2) 文部科学省（2024）『初等中等教育段階における生成AIの利活用に関するガイドライン（Ver.2.0）』
(3) 中央教育審議会（2021）『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して（答申）』

# 対話を生むデータの条件
## —成績個票と AI 分析を用いた教師協働実践—

鈴木尚子
Email: suzukin@kyoto-wu.ac.jp

京都女子中学校高等学校

◎Key Words　　教師協働，データ設計，生成 AI，境界対象

## 1. はじめに

近年, 学校現場では DDDM (Data-Driven Decision Making) に基づく教育改善が提唱されている。また，サーベイ・フィードバック研究では，データの「見える化」だけではなく，教員同士がデータを介して対話することの重要性が指摘されている(1)。しかし実際には，データが管理や評価の道具として受け取られたり，読み解きが困難であったりするために，データが存在していても対話や協働が十分に生まれない場合も少なくない。

日本の教師協働研究では, 校内研修や ICT 活用, DDDM に関する研究が蓄積されている。しかし管見の限り，国内ではデータそのものが教師協働を媒介するメカニズムに焦点を当てた研究は少ない。

一方, 海外では, 異なる立場の専門家がデータを介して協働するメカニズムを説明する理論として，境界対象（Boundary Object）概念が広く用いられている(2)。さらに，学習分析研究においては，利用者の目的に応じた指標や可視化の設計が，意思決定支援に重要であることが指摘されている(3)。

筆者は高校 1 年学年団の運営において，教員間の対話と協働を促進する目的で，データ共有を積極的に行った。本研究の目的は，対話を生み出すデータにはどのような条件が必要かを明らかにすることである。

分析にあたっては，Star と Griesemer の境界対象概念を参照した。Star らは境界対象を，「異なる立場や利用目的に応じて適応可能な柔軟性（plastic）を持ちながら，複数の場面を通じて共通の同一性を維持できる堅牢性（robust）もあわせもつもの」として定義している(2)。

本研究では, この二重性を教育の文脈にあわせて, 収束性・発散性と名付けて表 1 のように整理した。収束性とは共通理解を形成する機能であり，発散性とは多様な解釈や発話を促す機能である。学年団運営で用いたデータを，この 2 つの側面から分析する。

表 1　収束性と発散性の定義

| 概念 | Starらの定義 | 本研究での整理 |
|---|---|---|
| 収束性 | robust | 共通理解を形成する機能 |
| 発散性 | plastic | 多様な解釈や発話を促す機能 |

## 2. 学年団で活用したデータ

### 2.1 分析対象データ

年度末に学年団教員 16 名を対象として，学年団運営に関する匿名アンケートを実施し，13 名から回答を得た。アンケートで有用と実感したデータを複数回答可で尋ねたところ，模試分析（11 名）が最も多く，次いで定期考査の成績個票（8 名）が挙げられた。さらに，「特に有用と感じたデータ」を自由記述で尋ねた設問には 3 名が回答し, そのうち 2 名が定期考査の成績個票を挙げていた。

また, 学年運営にあたっては, 進路学習で生徒が記述したワークシートを生成 AI に要約・分析させたプリントを活用した。進路学習は 1 年間を通して継続的に実施しており, 生徒の学びの傾向を把握するために, 記述内容を生成 AI で分析した結果を B4 両面 1 枚に整理し，学年団で共有した。

本研究では, 対話を促進したデータとして, 定期考査の成績個票および AI 分析プリントを分析対象とする。なお, 対話事例は日常的な学年運営を通して筆者が経験し，特に印象的であった場面を記憶に基づいて再構成したものである。

### 2.2 成績個票

成績個票は定期考査の成績通知用であり，定期考査ごとに生徒に配付し，振り返りを書かせて担任に提出させていた。図 1 に示したように，個票には，時系列推移や複数評価軸を一覧化したデータを記載した。

個票は, 生徒面談だけでなく, 教員同士が生徒対応について相談する際に参照資料の一つとして活用された。

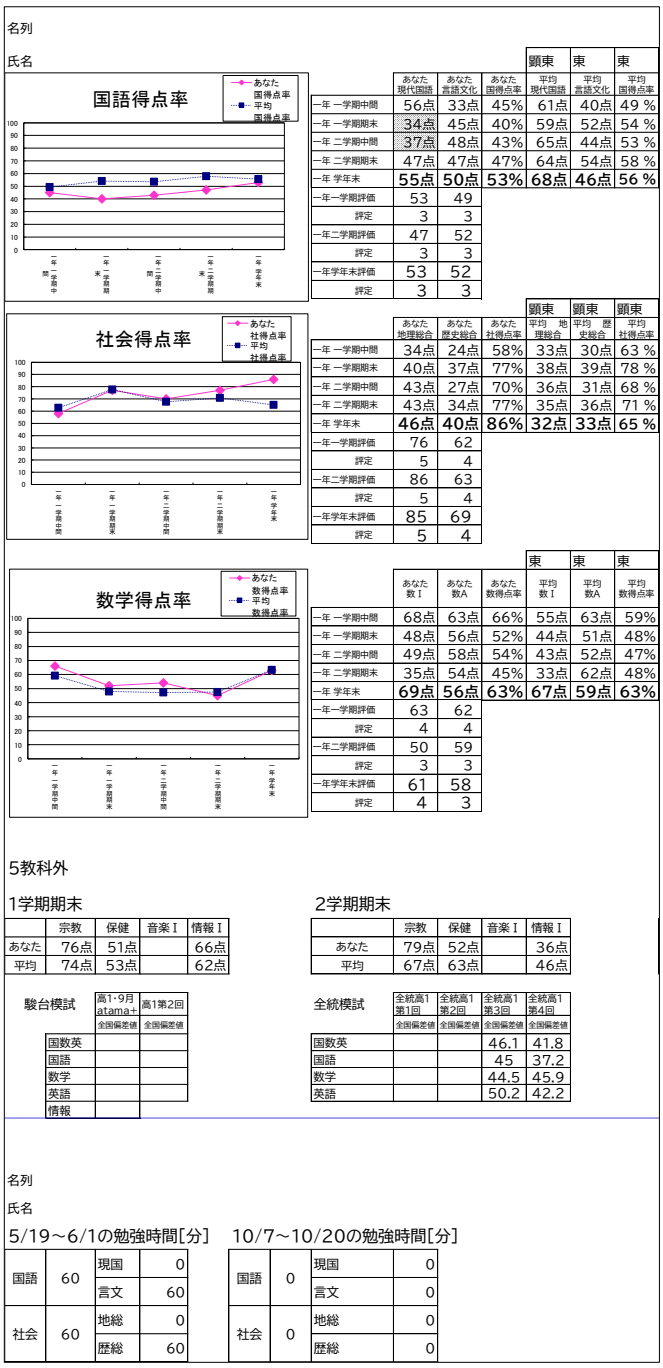
### 2.3 AI 分析プリント

生徒のワークシートを PDF 化し，生成 AI に読み込ませて分析を行った。

ワークシートは複数の項目に分け，それぞれ書く内容を指定した構造化形式とした。例えば, 夏休みの進路学習課題では,「未来の自分を考えるための行動を始める」というテーマを設定し,「取り組み内容」「やってみて学んだこと」「自分の興味についての分析」「次のアクションプラン」の 4 項目について記述させた。各項目の記述量は概ね 200 字である。

生成 AI へのプロンプトは,「傾向を分析して」「学びの質を分析して」などの簡易プロンプトを用いた。ワークシートが構造化されていたため，複雑なプロンプト設計を用いずに分析可能であった。

分析結果は, 各クラスごとに B4 両面 1 枚にまとめて担任へ配付した。また, それらをもとに学年全体の傾向をまとめた同じく B4 両面 1 枚の資料（AI 分析プリント）を作成し，学年団全体で共有した。図 2 に AI 分析プリントの一部を示した。


名列

氏名

国語得点率

| | あなた 現代国語 | あなた 言語文化 | あなた 国得点率 | 平均 現代国語 | 平均 言語文化 | 平均 国得点率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 一年 一学期中間 | 56点 | 33点 | 45% | 61点 | 40点 | 49 % |
| 一年 一学期期末 | 34点 | 45点 | 40% | 59点 | 52点 | 54 % |
| 一年 二学期中間 | 37点 | 48点 | 43% | 65点 | 44点 | 53 % |
| 一年 二学期期末 | 47点 | 47点 | 47% | 64点 | 54点 | 58 % |
| 一年 学年末 | 55点 | 50点 | 53% | 68点 | 46点 | 56 % |
| 一年一学期評価 | 53 | 49 | | | | |
| 評定 | 3 | 3 | | | | |
| 一年二学期評価 | 47 | 52 | | | | |
| 評定 | 3 | 3 | | | | |
| 一年学年末評価 | 53 | 52 | | | | |
| 評定 | 3 | 3 | | | | |

社会得点率

| | あなた 地理総合 | あなた 歴史総合 | あなた 社得点率 | 平均 地理総合 | 平均 歴史総合 | 平均 社得点率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 一年 一学期中間 | 34点 | 24点 | 58% | 33点 | 30点 | 63 % |
| 一年 一学期期末 | 40点 | 37点 | 77% | 38点 | 39点 | 78 % |
| 一年 二学期中間 | 43点 | 27点 | 70% | 36点 | 31点 | 68 % |
| 一年 二学期期末 | 43点 | 34点 | 77% | 35点 | 36点 | 71 % |
| 一年 学年末 | 46点 | 40点 | 86% | 32点 | 33点 | 65 % |
| 一年一学期評価 | 76 | 62 | | | | |
| 評定 | 5 | 4 | | | | |
| 一年二学期評価 | 86 | 63 | | | | |
| 評定 | 5 | 4 | | | | |
| 一年学年末評価 | 85 | 69 | | | | |
| 評定 | 5 | 4 | | | | |

数学得点率

| | あなた 数Ⅰ | あなた 数A | あなた 数得点率 | 平均 数Ⅰ | 平均 数A | 平均 数得点率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 一年 一学期中間 | 68点 | 63点 | 66% | 55点 | 63点 | 59% |
| 一年 一学期期末 | 48点 | 56点 | 52% | 44点 | 51点 | 48% |
| 一年 二学期中間 | 49点 | 58点 | 54% | 43点 | 52点 | 47% |
| 一年 二学期期末 | 35点 | 54点 | 45% | 33点 | 62点 | 48% |
| 一年 学年末 | 69点 | 56点 | 63% | 67点 | 59点 | 63% |
| 一年一学期評価 | 63 | 62 | | | | |
| 評定 | 4 | 4 | | | | |
| 一年二学期評価 | 50 | 59 | | | | |
| 評定 | 3 | 3 | | | | |
| 一年学年末評価 | 61 | 58 | | | | |
| 評定 | 4 | 3 | | | | |

5教科外

1学期期末

| | 宗教 | 保健 | 音楽Ⅰ | 情報Ⅰ |
|---|---|---|---|---|
| あなた | 76点 | 51点 | | 66点 |
| 平均 | 74点 | 53点 | | 62点 |

2学期期末

| | 宗教 | 保健 | 音楽Ⅰ | 情報Ⅰ |
|---|---|---|---|---|
| あなた | 79点 | 52点 | | 36点 |
| 平均 | 67点 | 63点 | | 46点 |

駿台模試

| | 高1・9月 atama+ 全国偏差値 | 高1第2回 全国偏差値 |
|---|---|---|
| 国数英 | | |
| 国語 | | |
| 数学 | | |
| 英語 | | |
| 情報 | | |

全統模試

| | 全統高1 第1回 全国偏差値 | 全統高1 第2回 全国偏差値 | 全統高1 第3回 全国偏差値 | 全統高1 第4回 全国偏差値 |
|---|---|---|---|---|
| 国数英 | | | 46.1 | 41.8 |
| 国語 | | | 45 | 37.2 |
| 数学 | | | 44.5 | 45.9 |
| 英語 | | | 50.2 | 42.2 |

名列

氏名

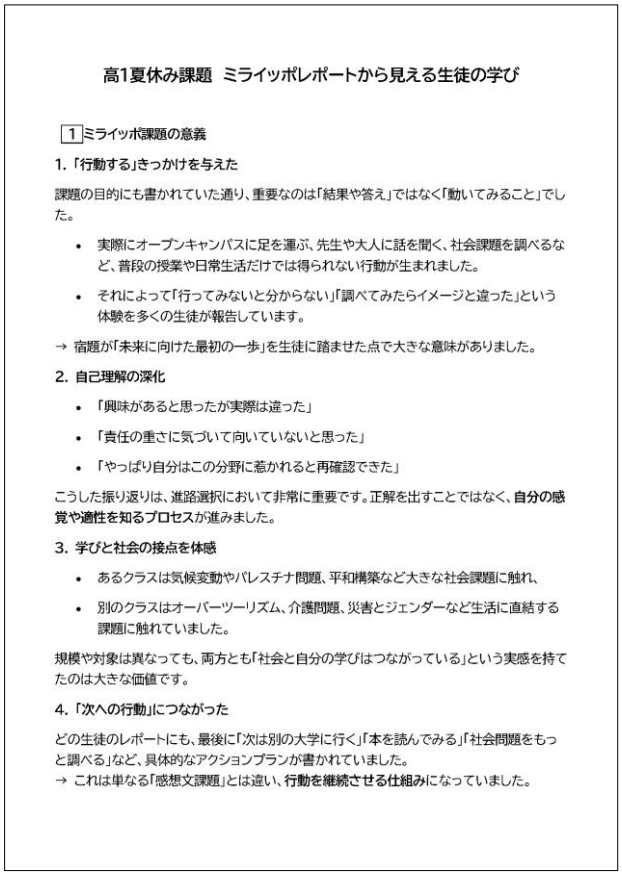
5/19～6/1の勉強時間[分]

| | | | |
|---|---|---|---|
| 国語 | 60 | 現国 | 0 |
| | | 言文 | 60 |
| 社会 | 60 | 地総 | 0 |
| | | 歴総 | 60 |

10/7～10/20の勉強時間[分]

| | | | |
|---|---|---|---|
| 国語 | 0 | 現国 | 0 |
| | | 言文 | 0 |
| 社会 | 0 | 地総 | 0 |
| | | 歴総 | 0 |

図１　成績個票（部分）


高1夏休み課題　ミライッポレポートから見える生徒の学び

1 ミライッポ課題の意義

1.「行動する」きっかけを与えた

課題の目的にも書かれていた通り、重要なのは「結果や答え」ではなく「動いてみること」でした。

- 実際にオープンキャンパスに足を運ぶ、先生や大人に話を聞く、社会課題を調べるなど、普段の授業や日常生活だけでは得られない行動が生まれました。
- それによって「行ってみないと分からない」「調べてみたらイメージと違った」という体験を多くの生徒が報告しています。

→ 宿題が「未来に向けた最初の一歩」を生徒に踏ませた点で大きな意味がありました。

2. 自己理解の深化

- 「興味があると思ったが実際は違った」
- 「責任の重さに気づいて向いていないと思った」
- 「やっぱり自分はこの分野に惹かれると再確認できた」

こうした振り返りは、進路選択において非常に重要です。正解を出すことではなく、**自分の感覚や適性を知るプロセス**が進みました。

3. 学びと社会の接点を体感

- あるクラスは気候変動やパレスチナ問題、平和構築など大きな社会課題に触れ、
- 別のクラスはオーバーツーリズム、介護問題、災害とジェンダーなど生活に直結する課題に触れていました。

規模や対象は異なっても、両方とも「社会と自分の学びはつながっている」という実感を持てたのは大きな価値です。

4.「次への行動」につながった

どの生徒のレポートにも、最後に「次は別の大学に行く」「本を読んでみる」「社会問題をもっと調べる」など、具体的なアクションプランが書かれていました。
→ これは単なる「感想文課題」とは違い、**行動を継続させる仕組み**になっていました。

図２　AI 分析プリント（部分）

## 3.　データに対する反応と分析

### 3.1　成績個票

教員アンケートでは，「成績推移が一目で把握でき，指導の説得力が増した」「面談時に活用しやすく，生徒自身も今後の取り組み方を考える際に使いやすそうだった。」などの意見が挙がった。

成績個票には成績推移がグラフとして可視化されている。グラフは 6 種類あり，1 つは 5 教科総合得点率，残り 5 つは各教科の得点率である。本人成績とクラス平均を折れ線グラフで示しているため，今回のテスト全体の傾向だけでなく，教科ごとのばらつきや過去との比較も直感的に把握しやすい。

さらに個票には，テスト得点だけでなく，評定や評価点，模試成績も併記されている。そのため，異なる評価軸を一枚の中で比較することができる。

こうした個票を用いた生徒面談では，「なぜ今回急に成績が伸びたのか」「英語は好調なのに数学が急に落ちたのはなぜか」「模試では英語ができているのに，定期考査では点数が取れない理由は何か」「テストは良いのに評価点が伸びないのはなぜか」など，生徒の学習状況について複数の視点から検討する対話が生じた。

また，教員間の相談においても，「理科が苦手な生徒だと思っていたが，国語はこんなに得意なのか」「国語の授業では積極的に発言していますよ」など，それぞれの教員が持っていた部分的な見取りを持ち寄る場面が見られた。

このように，成績個票は，生徒についての共通理解を形成する一方で，教員ごとの異なる見立てや経験を引き出し，生徒像をより立体的に捉える媒介として機能していたと考えられる。

### 3.2　AI 分析プリント

進路学習は，従来の単発イベント型ではなく，生徒の実態を学年団で見取りながら逐次構築していく形で実施した。そのため，各取り組みで生徒がどのような学びを得たのかを学年団で共有し，次の課題や学習計画を対話の中で検討していく必要があった。

しかし実際には，学年団教員，特に担任外教員が，生徒の学びを具体的に把握することは容易ではない。全生徒のワークシートを読むことは時間的に難しく，生徒の学習過程を観察できる機会も担当授業時に限られている。担任は自クラスの状況を比較的把握しているが，他クラ

スの様子については断片的な理解にとどまりやすい。

そこで，学年で活用したのが AI 分析プリントである。生成 AI の活用にあたっては，ハルシネーションや過度に肯定的な出力への懸念もあった。しかし実際には，こうした「褒めすぎ」に見える記述が，むしろ教員間の対話を促す場面が多く見られた。

例えば，「これは褒めすぎではないだろうか」など，AI の分析結果に対して教員同士が気軽に意見を交わし，互いに「ツッコミ」を入れるような形で会話が始まる場面がしばしば見られた。

一方で，「生徒の成長をほめてもらえて嬉しい」など，生徒の学びや進路学習の成果を肯定的に捉える雰囲気が生まれる効果も見られた。

また，ハルシネーションについては，担任や学年主任が実際にワークシートを読んでいるため，大きな誤りは比較的容易に発見できる状態にあった。実際には重大な誤認はほとんど見られず，運用上大きな問題にはならなかった。

学年団では進路学習として 1 年間に 3 つの取り組みを行った。最初の取り組みである夏休みの進路学習の結果を，AI 分析プリントで共有することで成果と課題が明らかになり，それを受けて 2 学期に第 2 回の取り組みを新たに構築した。2 回目の結果も同様に AI 分析して共有し，さらに 3 回目の取り組みを構築し実施している。

AI 分析プリントによって一つの取り組みにおける生徒の成長が可視化され，学年団内で進路学習の成果や課題について共有しやすくなった。これが，次の取り組みを検討する際の重要な材料となった。また，担任外教員も含めて学年全体で生徒の成長を見守り，支えるという意識が生まれた。そのことが，「次はこれが課題ではないか」「こういう取り組みをしてみたらどうだろうか」といった意見交換を促し，学年団の協働につながったと考えられる。

## 4. 考察

### 4.1 データのもつ収束性

成績個票は，主として客観的データによって構成されている。例えば，生徒が面談で「数学を頑張った」と語った場合でも，その成果や変化の程度は個票上の数値や推移グラフによって可視化される。そのため，会話が本人の主観的感覚のみに依拠することを避けやすい。

また，生徒が「英語の対策に時間を取られて数学に手が回らなかった」と説明した場合でも，それが今回のみの出来事なのか，継続的傾向なのかを，過去の成績推移や勉強時間記録から確認することができる。成績個票は，思い込みや印象のみが往復する対話を避けるための参照資料として機能していた。

これは教員間の対話においても同様である。教員はそれぞれ異なる授業場面や学校生活の中で生徒を観察しているため，生徒像も部分的になりやすい。成績個票は，それぞれの教員が持つ見取りを，異なる視点から相対化・補完する客観資料として機能し，印象だけに依存した生徒理解を避ける役割を果たしていた。

AI 分析プリントにおいても，ワークシートの各項目について，生徒がどのような回答傾向を示しているのかを概観することができた。クラスごとに分析を行い，それをさらに学年全体へ統合することで，全員分のワークシートを直接読まなくても，一部の印象的な記述のみに依拠した評価を避け，全体像を把握しやすくなった。

また，ワークシートが項目ごとに構造化されていたため，生成 AI による分析についても，教員側が「どの記述をもとにその分析が生成されたのか」を一定程度推測しやすかった。そのため，AI の分析結果も完全なブラックボックスにはならず，教員間で共有可能な参照資料として機能していた。

このように，データは教員間・教員生徒間の対話において，各人の発話を支える共通参照基盤として機能していた。主観のみが飛び交う「空中戦」を避け，意味ある対話を形成するうえで，このデータの「収束性」は重要であったと考えられる。

また，成績個票と AI 分析プリントはどちらも両面の 1 枚のプリントに収めてあり，一覧性に優れる。ページをめくるなど資料のあちこちを見る必要がなく，各情報が一つの視野に入るため，情報どうしの比較が容易であった。この一覧性が参照基盤としての使いやすさを支える要因の一つになっていたと推測できる。

### 4.2 成績個票データの発散性

成績個票には多様なデータが記載されているが，それらのデータ相互の関係性については明示されておらず，解釈の余白が存在する。

そのため，複数のデータを比較することで，「なぜこの結果になったのか」という問いが自然に生まれる。そこに，生徒本人の語りや，教員・保護者による日常的観察が重ね合わされることで，新たな気づきや解釈が生成される。

例えば，数学の成績が上がり，英語が下がっていること自体は成績個票から確認できる。しかし，その理由については個票のみから確定することはできず，生徒本人や教員との対話を通して意味づけを行う必要がある。教員アンケートにおける「面談に役立った」という記述は，こうした機能を示していると考えられる。

教員間の対話においても同様である。解釈に余白があるからこそ，同じ成績個票を見ながら，「この時期，この生徒は家族とのトラブルでやる気が低下していたが，最近ようやく調子を取り戻してきた」「古典や社会でこれだけ低迷しているのは，暗記に課題があるのではないか」など，それぞれの教員の観察や経験を持ち寄る会話が生まれ，生徒理解がより立体的なものになっていった。

### 4.3 AI 分析プリントの第三者性と発散性

AI 分析プリントに対しては，「AI はこう分析しているが，実態としてはまだ課題も多い」「AI なのに生徒のことをよくわかっている」など，小さな違和感や共感を起点とした対話が生まれやすかった。

AI 分析プリントは，教員自身が直接作成した資料ではなく，第三者である機械が作成したものである。そのため気兼ねや遠慮が不要で，意見を表明する心理的負担が比較的小さい。そのことが，解釈の気軽な表明を可能にしていた。すなわち，AI の第三者性はデータの発散性に寄与していたと考えられる。

また，AI 分析プリントによって担任外教員も生徒の成長を把握することができたことで，その成長と関連付ける発言が生じた。「AI 分析にこう書いてあったけど，そう

いえば英語の授業中にこのクラスでこんなことがあった」など，AI 分析プリントの記述内容を裏付けるような授業中の出来事や生徒の発言を職員室で共有する場面がよく見られた。AI 分析プリントは，担任外教員を含む教員の経験や観察を引き出す発話の起点として機能していたといえる。

### 4.4 発散性と対話生成

成績個票やAI分析プリントの反応から推測されるのは，データが完全に意味を固定するものではなく，一定の解釈の自由度を持っていたことが，教員の発話を促進していた可能性である。

解釈はそれぞれの教員の経験・専門性・当事者性に基づいて行われる。そのため，他の教員の発言は自分とは異なる視点を提供する。その視点に共感する教員もいれば，異なる見方を提示する教員もいる。そのずれが可視化されることで，さらに新たな発言が引き出され，対話が継続していたと考えられる。

### 4.5 対話を生むデータの設計条件

以上の考察をもとに，対話を生むと考えられるデータの設計条件を表２にまとめた。

まず収束性とは，客観性を持つデータであり，共通の事実を教師間で共有する役割を持つ。これがあることで，共通の土台の上で対話することが可能になる。グラフなどの直感で把握しやすい形式や一枚で全体像が見えるプリントにしておくと参照しやすく，共通参照基盤として使われやすくなる。

発散性のあるデータは多様な解釈を引き出す役割を持つ。解釈の余白や多義性があるため，各自が自分の経験や観察を発話しやすくなる。生成 AI が書いた分析などの，著者への遠慮が不要な資料や，定期考査の成績と模試の成績など複数の指標を併記したデータにしておくと，様々な視点からの意見が出やすくなる。

この異なる２つの性質の両方を持つデータを設計し，提示することで，教師間の対話が生じやすくなると考えられる。

表２　対話を生むデータの設計条件―収束性と発散性―

| 観点 | 収束性 | 発散性 |
|---|---|---|
| データの役割 | 共通の事実を共有する | 多様な解釈を引き出す |
| 特徴 | 客観性 | 解釈の余白・多義性 |
| 教師の行動 | 共通の土台で議論する | 自分の経験や観察を持ち寄る |
| 例 | 成績個票グラフ | 定期考査の成績と模試成績の併記 |
| 設計上のポイント | ・直感で把握しやすい<br>・一枚で全体像が見える | ・第三者作成資料などの，意見表明の心理的負担を軽減するしかけ<br>・複数の指標を組み合わせる |

## 5. 結論

一般に，データ活用は教師協働を通じて促進されると言われている。しかし本研究から示唆されるのは，適切に設計されたデータは，教師間の対話を生み，協働を促進し得るということである。つまり，教師協働を促進するためには，データそのもののあり方が重要であるという点である。

データの収束性は，議論が印象論や主観だけに流れることを防ぎ，対話の土台を形成するために重要である。また，成績向上や進路学習改善といった共通課題を可視化する働きがあり，対話を協働へと接続する役割も果たしていた。つまり，データの収束性は対話を協働へと導く羅針盤となると考えられる。

しかし，それだけでは教員の対話は活性化しない。データに発散性が存在することで，教員は自身の経験や観察に基づいて発言しやすくなる。共通の土台や課題を踏まえた上での異なる立場からの発言は，新しい視点を議論の場に提供し，議論を深めていく役割を果たす。

以上のことから，協働の出発点となる対話を生むデータに必要な条件とは，「収束性と発散性の 2 つを併せ持つこと」である可能性が示唆される。そのようなデータは Star らのいう「境界対象」として機能して対話を生み，支援や実践改善についての協働へとつながっていった。

この結果は，教師協働の成否を個人の資質や組織文化だけで説明するのではなく，収束性と発散性を備えたデータ設計という観点から捉え直す必要性を示している。

## 6. 限界と今後の展望

本研究で提示した「収束性／発散性」というデータ条件は，成績個票のような教科学習データと，進路学習における自己理解データ（生成 AI 要約）という，異なる性質のデータを対象とした単一校・単一学年の観察から抽出した仮説的枠組みにとどまる。また，実践者である筆者が単独で振り返ったものであり客観性が十分担保されているとは言い難い。本研究は一実践の省察に基づく試案に過ぎない。

しかし，教師協働を促すデータ設計という視点は，これからの教育実践や研究において検討する価値があると考える。今後は他校・他データでの検証や定量的評価が課題である。

## 参考文献

(1) 鈴木綾，姫野完治，戸田弘二：“サーベイ・フィードバックを中核とした中等教育学校における校内研修の実施と評価”，日本教育工学会論文誌，49 巻，1 号，pp.109-121（2025）.

(2) Susan Leigh Star，James R. Griesemer：“Institutional Ecology, ‘Translations’ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39”，Social Studies of Science，Vol. 19，No. 3，pp.387-420（1989）.

(3) Mohamed Amine Chatti，Arham Muslim，Mouadh Guesmi，Florian Richtscheid，Dawood Nasimi，Amin Shahin，Ritesh Damera：“How to Design Effective Learning Analytics Indicators? A Human-Centered Design Approach”，Proceedings of the 15th European Conference on Technology Enhanced Learning，pp.303-317（2020）

# 中等教育における生成 AI を用いた数学演習問題生成の自動化

## ― 教師の作問負担を軽減：「問題を作る」から「生成する」へ ―

吉田賢史*1・八百幸大*1・劉雪峰*2・齋藤裕*3
Email: k.yoshida@waseda.jp

*1：早稲田大学高等学院
*2：東京女子大学 現代教養学部 情報数理科学科 / 株式会社 CES-Alpha
*3：新潟大学 ビッグデータアクティベーション研究センター

◎Key Words　生成 AI，数学教育，CBT(Computer Based Testing / Training)

## 1. はじめに

GIGA スクール構想のもとで 1 人 1 台端末環境が整備され，文部科学省が開発した公的 CBT（Computer Based Testing）プラットフォームである MEXCBT（メクビット）は，2024 年には約 890 万アカウントが登録されるに至った[1]。MEXCBT は，学校や家庭における個別最適な学びを支える基盤として広く活用されており，自動採点機能を通じた即時フィードバックや学習ログの蓄積が，児童生徒の学力向上に寄与することが期待されている[1][2]。一方，数学分野では，記述式解答や数式の代数的等価性を自動判定する機能が十分ではなく，CBT の利点を十分に活かしきれない状況が続いている。

中等教育における数学の授業では，演習問題を通じた反復学習が学力定着に重要な役割を果たす。しかし，教員による作問・採点・返却という一連の作業は時間的負担が大きく，十分な問題量の確保が課題となってきた。我々はこの課題に対応するため，数式の代数的等価性を直接判定する数式処理エンジン（CAS: Computer Algebra System）を搭載した自動採点システム CES-Alpha を開発し，中等教育の現場に導入してきた。CES-Alpha は，Moodle STACK と同様に数式の等価性判定を行う機能を持ちつつ[3]，フリーパラメータによる類題の自動生成や，ブラウザ上での即時採点を特徴とする。吉田らは本システムを中学生に試用してもらい，経験指向型の学習者が目的指向型より有意に高い利用頻度を示すこと，および教員の視点から問題作成数が最も多く確保できたことを報告している[3]。同報告では，今後の展開として生成 AI を活用した解説機能や学習支援の個別化の可能性を示した。

しかしながら，教員の視点からは，紙媒体の問題を LaTeX 化する手間と，変数を意識した Step-by-Step の解説を LaTeX 形式で記述する負担が，実用上の課題として残されていた。本稿では，これらの課題を解消することを目的として，既存の問題（紙媒体または手書き）を OCR により LaTeX 化し，生成 AI が問題と解説をセットで自動生成する機能を開発したので報告する。発表では本機能の UI を中心に示し，作問から授業設計への教員の役割変化について議論する。

## 2. CES-Alpha の概要

CES-Alpha は，クラウド環境上で数学演習問題の自動出題および自動採点を実現する教育支援システムである。数式処理システム（CAS: Computer Algebra System）として Python の代数計算ライブラリ SymPy を採用し，「$2x+6$」と「$2(x+3)$」のような代数的に等価な式を正答として認識する。問題作成は LaTeX 形式に対応しており，入力された数式のリアルタイムプレビューや穴埋め形式の専用構文も実装されている。また，フリーパラメータを設定することで，同一の問題構造を保ちつつ数値や条件を変更した類題を自動生成できる。例えば，「$\int (\sin(ax+b)\ \mathrm{d}x$ を求めよ」という問題においてパラメータ $a \in \{2,4,6\}, b \in \{1,2,3,4,5\}$ と設定した場合，15 通りの異なる問題が自動生成される。生成された問題は自動採点と連携し，学習者がブラウザ上で解答を送信すると即時に正誤判定が行われる。

## 3. 生成 AI を活用した問題・解説生成機能

### 3.1 設計の方針

2 節で述べたフリーパラメータによる類題自動生成では，教員が変数の範囲や組み合わせを設計する必要がある。また，変数の値に応じた Step-by-Step の解説は教員が別途作成しなければならず，特に LaTeX 形式での記述は中等教育の現場では習熟者であっても手間を要する。本機能はこれらの課題を解消するため，生成 AI を活用して問題と解説をセットで自動生成する仕組みを新たに実装したものである。

具体的には，紙媒体や手書きの問題を OCR により LaTeX 化し，その LaTeX ソースを入力として生成 AI に与えることで，同一の問題構造を保ちつつ数値や条件を変更した類題と，それに対応する Step-by-Step の解説を同時に生成する。フリーパラメータ方式と異なり，生成 AI が問題そのものを生成するため，教員はパラメータの設計を行う必要がない。Moodle STACK が乱数を用いて係数を変えた類題のみを一括生成するのに対し，本機能は問題と解説をセットで生成する点に特徴がある。また，手書き入力を起点とすることで，タイピングに不慣れな教員でも容易に利用できる UI を実現している。

### 3.2 システム構成と UI

本機能は，OCR モジュール，生成 AI 連携モジュール，および CES-Alpha への出力モジュールの 3 つから構成さ

れる。教員は UI を通じて紙媒体または手書きの問題画像を入力し，OCR により LaTeX 化し，生成 AI による類題・解説の生成を実行する。その後，生成された問題文を確認・修正する。修正された結果は JSON ファイルとして出力され, CES-Alpha に読み込むことで即時に演習へ活用可能である（図 1）。

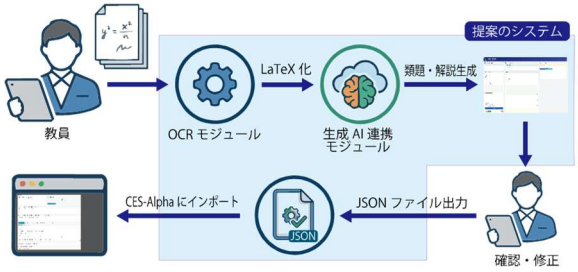



図 1 提案するシステムの概要

### 3.3 生成される問題・解説の形式

生成 AI は，入力された手書きの LaTeX 形式の問題，或いは，入力された画像データ問題から生成された LaTeX ソースをもとに，同一の解法構造を持つ類題を LaTeX 形式で出力する。あわせて，問題の数値・条件に対応した Step-by-Step の解説も自動生成される。解説は各ステップを順序立てて記述した LaTeX 形式で出力される。画像データを入力として利用する場合，教員は LaTeX 記法を直接記述することなく問題を入力できるため, LaTeX 記法に不慣れな教員であっても解説付き演習問題を容易に準備できる。

## 4. UI と生成例

### 4.1 画面構成

本機能の UI は，画像入力画面，LaTeX 確認・修正画面，および生成結果確認画面の 3 つの画面から構成される。教員はまず画像入力画面において，紙媒体または手書きの問題画像をアップロードする。次に LaTeX 確認・修正画面において，OCR により変換された LaTeX ソースを確認し，必要に応じて修正を加えた後，類題・解説の生成を実行する。生成結果確認画面では，生成された類題と解説をプレビューし，CES-Alpha への出力を行う。各画面の UI を図 2 に示す。

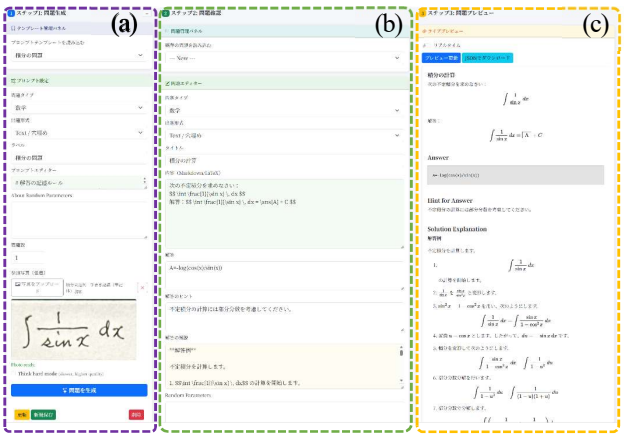



図 2 システムの UI

### 4.2 生成例

図 2(a)に，手書きまたは過去の問題の画像をアップロードする。画像ではなく LaTeX 形式で記述することも可能である。例えば，$\int \frac{1}{\sin x}\,dx$の問題をシステムに与えた場合，類題として，$\int \frac{1}{\cos x}\,dx$及び$\int \frac{1}{\sin(2x+1)}\,dx$の問題を生成した。このそれぞれの問題に対し，積分の手順を段階的に示した Step-by-Step の解説のセットが，図 2(b)の項目に CES-Alpha の問題形式で出力される。解説は LaTeX 形式で記述されており, CES-Alpha に読み込むことで即時に演習へ活用可能である。図 2(c)には，LaTeX 形式ではなく実際に生徒に示される解法が，見慣れた数式の形で表示される。

## 5. おわりに

本稿では，自動採点システム CES-Alpha を基盤として，生成 AI を活用した問題・解説自動生成機能を開発したので報告した。本機能は，紙媒体や手書きの問題を画像として入力し，OCR により LaTeX 化した後，生成 AI が類題と解説をセットで自動生成するものである。生成された問題・解説は JSON ファイルを介して CES-Alpha に取り込まれ，即時に演習へ活用可能である。

筆者の使用感として，以下の 3 点が挙げられる。第一に，生成 AI が問題そのものを生成するため，フリーパラメータの設計が不要となり，作問にかかる負担が大きく軽減された。第二に，手書きの問題を画像として入力できるため，LaTeX 記法に不慣れな教員であっても類題と解説を容易に準備できる。第三に，Step-by-Step の解説を LaTeX 形式で自動生成する機能により，解説作成の負担が実質的に解消された。

これらにより，教員が作問・採点に費やしていた時間を授業設計に充てることが可能となり，教員の役割が作問から授業設計へと移行することが期待される。また, CES-Alpha が元々有する学習ログ機能と組み合わせることで，生徒の試行錯誤の過程を記録・分析する基盤がさらに充実し，思考特性に応じた個別最適化学習の設計への示唆が得られると考えられる。

今後の課題として, 生成 AI の出力品質の安定性の検証，および本機能の CES-Alpha への統合が挙げられる。統合が実現することで，画像入力から類題・解説の生成，演習への活用までの一連の操作を単一の UI で完結できる環境が整い，教員の利用障壁がさらに低下することが期待される。

## 参考文献

(1) 文部科学省："文部科学省 CBT システム（MEXCBT：メクビット）について"，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/mext_00001.html（アクセス日：2026 年 4 月 25 日）.
(2) 文部科学省："文部科学省 CBT システム（MEXCBT）について"，pp. 30，教育 DX 推進室 (2022).
(3) 吉田賢史，八百幸大，劉雪峰，齋藤裕，田中一成："中等数学における自動採点システム CES-Alpha の導入と実践的活用―思考特性に応じた個別最適化学習の可能性と課題―"，PC カンファレンス北海道 2025 論文集，pp. 24-27 (2025).

# 主権的教育 AI の実装と演出家モデル

## —32 回のリテイクが導く知的主権の育成—

山口伸也*1
Email: gachapinkingu@yahoo.co.jp
＊1: 長崎県立川棚高等学校

©Key Words　生成 AI，AI 言語設計，演出家モデル，情報セキュリティ，守破離

### 1. はじめに

生成 AI の急速な普及は，教育現場に二律背反の課題を突きつけている。大規模言語モデル（LLM）による個別最適化への期待の一方で，クラウド型 AI への情報入力による流出リスクが公教育の安全性を脅かしている。文部科学省は「初等中等教育段階における生成 AI の利活用に関するガイドライン（Ver. 2.0）」(1)を公表し国レベルの方向性を示したが，各自治体のセキュリティ規律との整合性の確保には現場での努力が必要である。

本研究の実践校が準拠する県立学校情報セキュリティ基本方針(2)，および同方針に基づき教育庁が定める一連の規定は，校務系と学習系ネットワークの厳格な物理的分離を規定し，Edge／Chrome のブラウザ分離と Microsoft Teams を基軸としたネットワーク二層構造という堅牢な県域インフラを整備している。本研究は，この県域インフラの安全性を大前提として受容した上で，それを現場の教育課程で安全かつ機能的に運用するための情報ガバナンス体制──信号機ルール，Teams ラボ，知能資産 23 点，教科別指導案等──を本校独自に構築・実装した実践の報告である。

本研究の問題意識は三点に集約される。第一に，県域インフラの堅牢性を前提としつつも，それを日々の多様な教育課程で機能的に運用するための，現場レベルの具体的な運用プロトコル（動線指針）を模索する段階にあること。第二に，AI を「正解の自動供給装置」と見なす認識に留まり，学習者の思考を研ぎ澄ます「砥石」として再定義する視座の欠如。第三に，個々の教員の属人的実践が組織的に持続可能な仕組みへと統合されていないことである。本稿は，これら三つの課題に対し 5 層からなる「組織的知性マネジメント」モデルを提示する。

生成 AI の教育利用に関する既往研究は，個別授業における対話活用とその学習効果の検証(3)，あるいはプロンプト技法の精緻化による出力の最適化(4)に焦点を置いてきた。本研究の差分は，組織的なセキュリティガバナンスと教育方法論を単一のアーキテクチャに統合した点，および出力の最適化ではなく，あえて過剰に生成させ人間が削ぎ落とす「演出家モデル」という逆方向の設計思想を採る点にある。

### 2. 県域インフラへの適合と現場ガバナンスの構築

#### 2.1 ブラウザ分離と規律適合性の検証

長崎県教育委員会が定めた前述の基本方針(2)およびその下位規定は，校務アカウント（ドメイン A）を Edge，学習アカウント（ドメイン B）を Chrome で運用するブラウザ分離を規定し，クラウド AI による「情報のスープ化」──全データの横断的インデックス化による分離不能な混入──を物理的に遮断する堅牢なガバナンス基盤を提供している。令和 8 年 3 月のパイロット授業において，Copilot デスクトップアプリの認証時の挙動が Windows OS 上の校務セッションと密結合し，学習アカウントでのログインに際して追加の技術的検証が必要となった。筆者は前年度の Teams 運用で蓄積した知見から仮説を導出し，県が整備したブラウザ分離の枠組みを維持したまま，Chrome Web 版をプラットフォームとして選択することでログの継続性を担保した。

以下，本選択の規律適合性を検証する。Chrome Web 版 Copilot へのアクセスは，学習系セカンドドメイン（ドメイン B）のセッション内に完全に閉じており，校務系テナント（ドメイン A）のデータには一切接触しない。Edge が保持する校務セッションとの間にセッション境界が物理的に存在し，基本方針(2)とその下位規定が規定する校務・学習間の物理分離要件は完全に充足されている。「情報のスープ化」は論理的に遮断されており，本選択は県の定めるセキュリティ規律の精神と要件に整合する技術的適応である。国語科教諭の「前回の続きから表現を深化させたい」という要請は，技術管理と教育目標が「ログ」という一点で接続する契機であり，この観測基盤が第 4 章の実証の前提条件をなす。

#### 2.2 信号機ルールと 23 点の知能資産

物理的隔離だけでは善意のヒューマンエラーを排除できない。筆者は「信号機ルール」（赤＝入力禁止，黄＝マスキング，緑＝推奨）を設計し，Teams ラボの 01 チャンネルにデジタル・プロトコルとしてデプロイした。教員が資料にアクセスする動線上に規律が必ず存在する「環境一体型規律」を実現し，ゼロトラストの原則を組織の共通言語として定着させた。02 チャンネルには全 23 点の教育資料を格納した。内訳は，教科別 AI 活用ロードマップ 10 点（国語・英語・社会・数学・物理・生物・生活・情報・保体・全校ドクトリン）と，教科別指導案 13 点（国語・英語・数学・生物・化学・物理・日本史・公民・世界史・生活総合・情報・保健・音楽）である。

### 3. 知の循環基盤と演出家モデル

#### 3.1 AI の「砥石」としての再定義

本研究は AI を「知の砥石」として再定義する。砥石自体は刃物ではなく，研ぐ行為の主体はあくまで人間（学習者）である。従来の「作成 80%：検品 20%」から「作成 20%：検品 80%」への労力配分の構造的転換がこの再定義の核心であり，AI が素材を大量に生成し，人間が判断と選択に集中する構造を実現する。

従来のプロンプト設計論(4)は，AI を「一発必中の自動販売機」として扱い，手順（How）を逐一指定する細密命令（Befehlstaktik）に陥っていた。入力を精緻に整えれば完璧な出力が得られるという前提は，プロンプトの起草に人間のリソースを浪費させ，かつ出力への無批判な依存を助長する。本研究はモルトケの委任命令（訓令戦術：Auftragstaktik）(5)に着想を得て，この前提を根本から転換する。ただし，本概念は軍事理論の厳密な移植ではない。「目的のみを伝え，手段は委ねる」という制御原理を教育文脈へ翻案するための着想源（アナロジー）として位置づけるものであり，理論的な妥当性の検証対象は，あくまで後述する教育実践のデータである。

万能型紙の 4 要素（#役割・#命令・#条件・#参考情報）は，一回の入力で完成した出力を得るための固定的な型

ではない。それは，AI という砥石に対し人間が思考を働かせるための起点である。初手で大局的な「目的と価値観（What/Why）」のみを注入し，AI が自律的に返してきた粗削りな素材に対して，人間が「80%の検品（眼による精査）」と再質問（リテイク）を厭わず繰り返す。この対話の反復によって学習者の知的主権を漸進的に磨き上げる過程こそが，本制御原理の骨子である。

### 3.2 相互検証モデルと守・破・離

AI の同調バイアス（sycophancy）[6]──大規模な LLM ほど対話相手の選好に迎合した回答を返す傾向──を克服するため，役割を先鋭化させた複数のペルソナに討議させ，相互に出力を監視させる「相互検証モデル」を設計した。各ペルソナが固有の視点から他の出力を批判的に検討することで，迎合的応答とハルシネーションの発生を抑制する。さらに教育実装の局面では，「情報科のブレーキ」（ハルシネーション検出・情報分類）と「国語科のアクセル」（拡張型指示による生成能力の解放）を組み合わせる文理融合の構成とした。検証機能のみでは生成が萎縮し，生成機能のみでは妥当性の検証を欠く。両者の併用が STEAM 教育の理念を AI 活用において具体化する。この理論を守→破→離の 3 段階でスパイラル的に循環させる育成ロードマップとして実装した。

**表 1　「守・破・離」育成ロードマップ**

| 段階 | 目標 | 検品の深度 |
|---|---|---|
| 守 | リスク検知・意図同期 | Lv.1 意図の同期 |
| 破 | デバッグ・論理監査 | Lv.2 論理の検証 |
| 離 | 倫理・主権・統合 | Lv.3 創造的判断 |

## 4. 国語科の実践とリテイクデータの検証

### 4.1 パイロット実践の設計

令和 8 年 3 月，国語科教諭との協働で高校 2 年生 21 名を対象に三行詩創作を実施した。教諭は型紙を用いず「ふくらませて」という素朴なアクセルで生徒を AI と向き合わせ，「最低 10 回は修正指示を出すこと」を条件とした。

ここで「ふくらませて」という指示の技術的特性を定義する。3.1 節で批判した細密命令が，ハルシネーションを排し一発で正確な出力を得るための固定的な型として機能するのに対し，「ふくらませて」は LLM の持つ確率的な言語生成能力を極限まで解放する拡張型コマンドである。この指示は AI に対し，語彙の選択肢を意図的に広げ，修辞・比喩・情景描写を過剰に重畳させた，極めて冗長度の高い言語素材を生成させる。その出力には必然的にノイズ──学習者の意図とは乖離した表現──が大量に混入する。

この設計は，3.1 節の制御原理と正確に対応している。「ふくらませて」は大局的な目的（What：表現を豊かにせよ）のみを注入し，具体的な手順（How：どの語彙を，どの構文で）を一切指定しない。これは委任型制御の教育的実装に相当する。教諭はこの一語によって，AI の出力精度を高めるのではなく，生徒の前に，選び取るべき素材とそぎ落とすべきノイズが混在する広範な言語素材を提示させた。生徒に求められたのは，この素材に対して 80%の検品（眼による精査）を繰り返し，自己の内面にある固有の情景や感情との整合性を問い続ける行為である。

なお本稿では「リテイク」を，生徒が AI に送信した発話のうち，修正指示・問い返し・完了判断を含む一連の対話ターンとして操作的に定義する。これは，委任型制御において対話の各ターンが意図同期の構成単位をなすという 3.1 節の枠組みに基づく。「どう思う」という問い返しは AI に判断を委ねて素材を引き出す行為であり，「満足した」という完了判断は自己の表現意図との一致を確認した主権的判断の表明である。いずれも外的条件を離れて生徒が対話を主導した契機であり，リテイク過程の正当な構成要素として計数する。後述の回数は，この定義に基づき全生徒について同一基準で集計したものである。

### 4.2 定量データと同調バイアスの否定

**表 2　三行詩創作の定量データ（N=21）**

| 指標 | 数値 | 教育的意味 |
|---|---|---|
| AI 初期出力の採用率 | 0% | 全員が自己の表現意図を優先 |
| 修正指示の平均回数 | 約 12 回 | 反復的な意図の同期（中央値 10 回） |
| 最大リテイク回数 | 32 回 | 主権的態度の持久的発揮（生徒 E） |
| 最少リテイク回数 | 3 回 | 高解像度の初期設計（生徒 W・4.4 参照） |
| 労力配分の転換 | — | 作成 20%：検品 80%の実現 |

「教諭が最低 10 回と命令したから生徒が従っただけではないか」という同調バイアスの批判に対し，リテイク履歴を質的に分析する。最大値 32 回は生徒 E と生徒 H の 2 名に観察されたが，生徒 H の記録は完成作品と総リテイク数のみで修正過程の対話ログが残されていないため，本稿では修正指示の全過程が検証可能な生徒 E を分析対象とする。生徒 E は「恋心」という主題から出発し，32 回のリテイクを重ねた。前半は「明るい詩に変えて」「恋をしている相手への気持ちがとても強い情景」という主題設定・雰囲気指定が中心であり，教諭の「10 回」条件はこの段階で充足される。しかし中盤以降，生徒 E は条件を大幅に超過しながら「2 連目を全部変えて」「1 連目の 3 行目をこの気持ちに変えて」という構造操作や，「ニヤけているがきもいから別の表現で」「君だとかっこつけているから別の表現で」という精密な語句調整へ推移し，「もっと男子高校生っぽくして」という自己の表現意図への自発的こだわりを発露させた。

この変容の因果メカニズムを，4.1 節で定義した「ふくらませて」の技術的特性から解明する。AI が生成した極めて冗長度の高い言語素材には，LLM の確率分布に基づく平均的な修辞──恋愛主題に対する定型的な感傷表現や汎用的な比喩──が大量に含まれる。生徒 E はこの平均的な表現群と，自己の内面に存在する固有の感情との間に，決定的なズレ（違和感）を検知した。中盤以降の精密な構造操作・語句調整は，このズレを自発的にデバッグしようとする行為──すなわち，AI の平均的な語彙を自己の固有表現で上書きする反復的な意図同期のプロセスである。

10 回の条件を満たした後に 22 回もの追加リテイクを自発的に行った事実は，外的命令への服従では説明できない。生徒 E にとってノイズは「排除すべきバグ」ではなく，自己の内面にある言葉を浮上させるための砥石として機能した。この「ノイズの教育的逆用」──ハルシネーションを知の砥石へと転化する過程──こそが，拡張型コマンドが 32 回の自発的リテイクを駆動した技術的・言語学的な要因であり，受動的な利用者から能動的な編集主

体への移行を示す事例である。

### 4.3 ノイズを砥石として活用した生徒 B

最大値（4.2）と中間層（4.4）がリテイク回数に基づく分析であるのに対し，本節では一回の対話内部における精錬の過程を，回収した対話ログに即して定性的に記録する。生徒 B は「雨上がりの朝／靴下が濡れた感覚」から出発した。AI は「未来の気配に触れたような」という大仰な修辞を生成したが，生徒 B は「なんか違う」と直感的に応じ，「やっぱ登校の描写なくして」と指示を精錬させた。AI のノイズが「自分は何を求めているのか」を問い直す砥石として機能した過程が，対話ログに明確に記録されている。

### 4.4 中間層の成熟パターンと対抗事例

生徒 E は最大値の事例であり，分析を極値のみに依拠させることはできない。21 名の多数を占める中間層（リテイク 6〜11 回）の対話ログには，共通する成熟パターンが観察された。初期段階では「チームワーク系の言葉にしてほしい」「淡さを加えてほしい」という抽象的な形容詞による指示が主であるが，対話を重ねるにつれ「二連を削除して」「最後の三文をカット」「行を短く切ってほしい」等の具体的な構造操作へと指示が精錬されていく。抽象から構造操作へのこの推移は外部から教示されたものではなく，AI との反復対話の中で内発的に生じた学習であり，生徒 E に観察された変容が特異な一例ではないことを示す。

一方，対抗事例も存在する。最少リテイク回数は生徒 W の 3 回であった。生徒 W は「もっと短く」「もたもたをのんびりに変えて」「時間がないという言葉を入れて」という，いずれも具体的かつ構造的な 3 回の指示で作品を完成させた。これは修正以前の段階で表現意図を高い解像度で言語化できていたことを示唆するが，他方で，検証を途中で切り上げた早期の妥協の可能性も排除できない。すなわち，リテイク回数の多寡それ自体は能力の高低を直接反映せず，修正指示の質的内容と完成作品における表現意図の実現度を総合的に評価する方法論の開発が今後の課題である。なお本実証は 21 名・1 教科・1 単元のパイロットに限定され，守段階に相当する活動の報告であることを明記する。

## 5. 教員研修の二極化とローカル AI への拡張

### 5.1 専門家検証と「知の検品」

23 点の資料は各教科の専門教諭に個別対面で提示し査読を依頼した。国語科教諭は内容的に使えると納得し，教頭（数学専門）は内容的におもしろいと評価した。社会（歴史）科教諭は強い関心を示し，その後数回の授業に取り入れている。物理科教諭の「従来の延長線にあり，従来からその方法は使われているので，どうだろう」という慎重な反応は，新規性への留保として記録されるべきものである。他方でこの反応は，AI との対話で構成した物理教材が，実験による検証・理想条件と現実の乖離の認識等の知的伝統を，現場の教員が既知と感じる水準で再現していたことの傍証ともなる。この開発・検証プロセス自体が「作成 20%：検品 80%」という演出家モデルの組織的実践である。

### 5.2 発想のキャズムとマイクロ・サクセス

数学科教諭の「活用の発想が出ない」という言葉は，活用層と未経験層の間の溝──「発想のキャズム」──を端的に示す。図書館の開館日数算出のような日常業務でのデータ処理が「マイクロ・サクセス」として機能し，「自分にもできるかもしれない」という予感を与えて壁に亀裂を入れる。しかし現時点では，その発生と共有の双方にアーキテクト（筆者）の介入が不可欠である。

### 5.3 ローカル AI：主権的処理基盤の展望

教務主任から，年度後半の入試業務（成績・調査書・合否判定等の機密性の高い大量データの処理）を見据え，「機密性を保持して校内で処理できる AI」への打診があった。これは信号機ルールの赤（入力禁止）を正確に理解した組織中枢が，クラウド AI 依存という構造的脆弱性の物理的排除を自発的に求めた帰結である。筆者は，Llama-3-ELYZA-JP-8B 等の日本語対応オープンソース LLM をインターネット非接続のスタンドアロン PC 単体で運用する技術的可能性を提示し，動作検証に着手した。外部に送信しないという物理的原理が情報分類の判断負荷そのものを解消する点に，この主権的処理基盤の本質がある。導入は予算措置・管理体制を含む組織的意思決定を要する段階にある。

## 6. おわりに：砥石が映し出す主権的意志

### 6.1 5 層構造の統合的評価と実証スコープ

**表 3　組織的知性マネジメントの 5 層構造**

| 層 | 構成要素 | 機能 |
|---|---|---|
| 第 1 層 物理的基盤 | ブラウザ分離（Edge＝校務，Chrome＝学習） | 情報のスープ化の物理的防止と観測基盤 |
| 第 2 層 環境一体型規律 | 信号機ルール＋検証済み資料 23 点 | ゼロトラスト原則の環境実装 |
| 第 3 層 知の循環基盤 | Teams ラボ＋専門監査員モジュール | 成功・失敗・検品技法の組織的循環 |
| 第 4 層 主権的処理基盤 | ローカル AI（スタンドアロン運用） | 機密情報を外部に出さない処理（検証段階） |
| 第 5 層 ドクトリン | 実施ガイドブック（守・破・離スパイラル） | 規律と教科裁量の統合（初期運用段階） |

本研究は，表 3 に示す 5 層からなる組織的知性マネジメントの設計と試行を報告した。5 層は相互依存であり，いずれか一つが欠けても全体が機能しない。ただし，本研究の実証スコープには明確な限界がある。本稿のデータによって直接検証されたのは第 1〜3 層──ブラウザ分離による観測基盤，環境一体型規律と専門家検証済みの知能資産，知の循環基盤──であり，第 4 層（ローカル AI）および第 5 層（デジタル・ドクトリン）は，アーキテクチャの設計・初期運用の段階にとどまる。これらの本格的な効果検証は，今後の継続的な実践と縦断的な観測に委ねられる。

### 6.2 「発想のキャズム」とマイクロ・サクセスの堆積

最大の課題は，6.1 節の実証スコープと並んで，教員の認識の壁──「発想のキャズム」──であった。この壁は知識の不足ではなく体験の不在に起因するため，卑近な「マイクロ・サクセス（小さな成功体験）」の堆積によってのみ突破しうる。ただし，発生と共有の双方でアーキテクト（筆者）の介入が不可欠であった点は構造的課題であり，各教科へのファシリテーター育成とローカル AI 定着による属人的依存からの脱却が今後の最重要課題である。

### 6.3 主権的意志の再発見

0%の初期採用率と 32 回のリテイク，そして中間層に共通する指示の成熟が示したのは，AI の有用性ではない。AI という砥石を前にしたときに学習者の内部から立ち現れた「自分の言葉で語りたい」という主権的意志である。教育の役割は，この意志を喚起し，それを研ぎ澄ます環境を整えることにある。本研究の実践報告が，AI を主権的に制御する教育モデルの設計と検証に，一つの具体的な事例を加えるものと考える。

## 参考文献

(1) 文部科学省：“初等中等教育段階における生成 AI の利活用に関するガイドライン（Ver. 2.0）”，文部科学省（2024）．
(2) 長崎県教育委員会：“県立学校情報セキュリティ基本方針”，長崎県教育委員会．https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/kanko-kyoiku-bunka/kyoikukikannado/kyoikuiinkai/sec-policy/ （参照 2026-06-26）．
(3) 後藤勝洋，松浦執：“生成 AI とクリティカルシンキングの相互作用―教育現場における ChatGPT の応用と影響に関する研究―”，コンピュータ＆エデュケーション，Vol.56，pp.68-74（2024）．
(4) Schulhoff, S., Ilie, M., Balepur, N., et al. : “The Prompt Report: A Systematic Survey of Prompt Engineering Techniques”， arXiv preprint arXiv:2406.06608（2024）．
(5) 片岡徹也編著：『モルトケ』（戦略論大系 3），芙蓉書房出版（2002）．
(6) Perez, E., Ringer, S., Lukošiūtė, K., et al. : “Discovering Language Model Behaviors with Model-Written Evaluations”，arXiv preprint arXiv:2212.09251（2022）．

# ソーシャルビッグデータから読み取る、ICT 活用上の困難さの表現に関する一考察

松嶋駿[*1]
Email: is@shunm.work

*1: なし

◎Key Words　情報活用能力，テキストマイニング，ソーシャルビッグデータ

# 「人間中心のAI社会」指向の全学データサイエンス・AI教育プログラムの開発と実践

神村 伸一*1
Email: kami@ait.tbgu.ac.jp

*1: 東北文化学園大学 工学部 知能情報システム学科

◎Key Words　データサイエンス・AI教育，データサイエンス・リテラシー，MDASH

## 1. はじめに

本学では2025年度より、データサイエンス・AI教育プログラム（本学の公式プログラム名称は「AI教育プログラム」）の一環で、工学・医療福祉・現代社会・経営法学の全学部共通の必修基礎科目「データサイエンス入門」を開講している。本科目は文理を問わず、人間中心のAI社会において不可欠なデータサイエンス・AIのリテラシーの修得を目的としている。本科目の最大の特徴は、初年次教育でありながら、各学部の専門分野に即したデータ活用を組み込んでいる点にある。また教材開発にあたり、出版社より刊行された教科書に本学教員が監修者として参画し、本学のカリキュラムに適合するよう監修を行った。2025年度の開講から1年間の実践を経て、学習成果とともに、運用上の課題も明確化してきた。

本報告ではデータサイエンス・AI教育プログラムの開発経緯と、初年度の実践から得られた知見および課題と今後の改善策について述べる。

## 2. 作業部会の活動内容

2023年12月に教学マネジメント委員会の下、「2025年度新カリ全学共通基礎科目データサイエンス入門検討WG」(以下、DS入門検討WGと略す) が発足した。DS入門検討WGは、2025年度の全学カリキュラム改正に伴う全学共通基礎科目の新設科目「データサイエンス入門(必修 2 単位)」のシラバスおよび授業運営を含め実質的な内容の検討を目的として活動を始めた。

DS入門検討WGの主な活動内容は、1) 全学共通科目としてのシラバス作成、2) 授業形式および授業運営、3) 授業教材の検討および作成、4) 全学FD研修会の実施である。ここで「データサイエンス入門」のシラバスについては、文部科学省の数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (MDASH) リテラシーレベルへの申請を念頭に作成した。なおDS入門検討WGの活動期間は2023年12月～2024年10月で全10回の対面による会合を実施した。また併せてメールによる意見交換や検討が密に行われた。

### 2.1 全学共通科目としてのシラバス作成

（1）「データサイエンス入門」のシラバスは、大学が2023年度から実施している全学共通モデルシラバスに基づく情報リテラシー系科目(科目名は統一されていないが、ミニマムセットの学修項目を含む)の学修項目と、データサイエンス・AI分野の学修項目を適宜融合することにした（図1参照）。

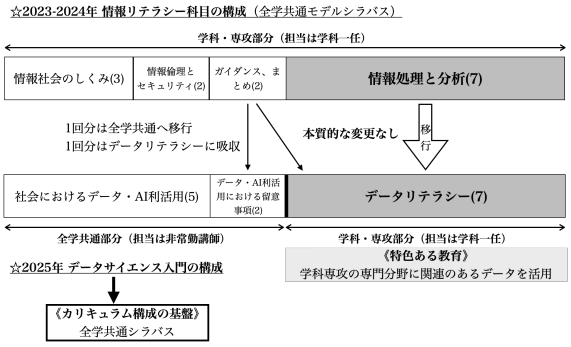



図1　情報リテラシーからデータサイエンス入門

（2）データサイエンス・AI分野の学修項目は、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（MDASH）リテラシーレベルの申請を前提にモデルカリキュラムに準拠させた。なおDS入門検討WG発足直後の2024年2月に公表された、文科省MDASHのモデルシラバスの改訂（主に生成AIに関する学修項目の追加・変更）を反映させることにした。

（3）データサイエンス分野と情報リテラシー分野の学習項目は、全ての高校生が履修する高校「情報Ⅰ」の学習内容との整合性を図ることにした。

（4）「データサイエンス入門」のシラバスの学修項目と配置は、当時、制作が進められていた教科書候補 (後述) の章立て構成および学習内容との整合性を図ることにした。次にシラバスの学修項目14項目を示す。

第1回 ガイダンス、AI・データがもたらす社会変動
第2回 コンピュータとAI
第3回 社会で活用されるAI・データ
第4回 AI・データ社会がもたらす諸問題
第5回 生活の中の生成AI
第6回 生成AIの活用の今と将来
第7回 社会が求めるデータサイエンス
第8回 学修分野におけるデータサイエンスのガイダンスと情報処理ツールの基礎1
第9回 情報処理ツールの基礎2
第10回 データの散らばりを読み取る1
第11回 データの散らばりを読み取る2

第 12 回 データから全体を推測する 1
第 13 回 データから全体を推測する 2
第 14 回 AI・データ利活用の分野別諸問題

ここで学科専攻が担当する第 8 回～第 14 回については、各専門領域に関連したデータを取り上げ、データ活用力(データの散らばりを読み取り、データから全体を推測する)を学修する授業を展開することとした。これは学科専攻の学生が、授業内容を身近に感じ、「授業の実感」を持てるようにするためである。

## 2.2 授業形式および授業運営

授業形式と授業運営については次のとおりとした。

（1）授業形式

「データサイエンス入門」は 1 年次必修科目 (2 単位)のため前期または後期のどちらかで履修することになる。全 14 回の授業は、全学共通部分の 7 回分(第 1 回～第 7 回)と、各学科専攻部分の 7 回分(第 8 回～第 14 回)の 2 つに分けて実施できるように、前半 7 回分と後半 7 回分が明確に二分割できるよう学修内容を配置している。これにより学部・学科・専攻の都合で、学期の前半および後半のどちらでも全学共通の 7 回分または学科専攻の 7 回分の前後の配置が自由にできるようにした（図 2 参照)。

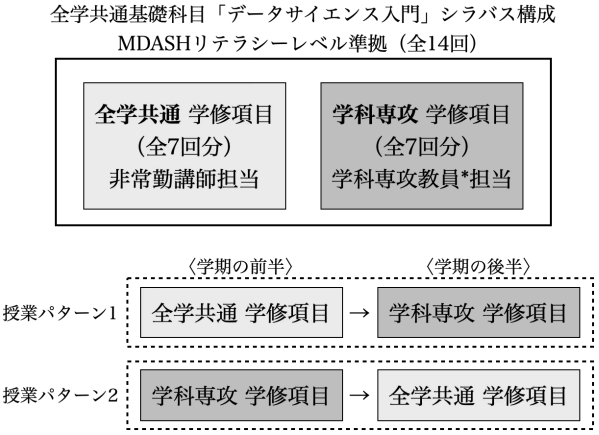



図 2 データサイエンス入門のシラバス構成と実施方法

（2）授業運営

全学共通の学修項目 7 回分は非常勤講師 2 名が担当し、学科・専攻担当の学修項目 7 回分は学科・専攻で選出する担当教員が実施することとした。また授業のクラス分けおよび開講時期については、学部・学科・専攻の都合および履修予定の人数を基に、前期・後期の開講時期およびクラス編成を検討して次のように実施することにした。

・前期：理学療法・作業療法、看護・言語聴覚・視覚視能、現代社会・臨床工学 以上、3 クラス編成で実施する。
・後期：知能情報・建築環境、経営法学 以上、2 クラス編成で実施する。

## 2.3 教科書について

「データサイエンス入門」の教科書は、市販のデータサイエンス・AI 関連書籍[1]と、当時学外で作成が進められていた書籍「人間中心の AI 社会とデータサイエンス」を比較・検討した結果、様々な事情を考慮して、後者を教科書として選定した。

本書は当初、文系の在仙大学のデータサイエンス系授業科目における教科書として作成が始まり、理工系分野だけでなく、あらゆる分野の学生が学べるように人間中心の AI 社会の視点で、平易かつ丁寧に解説されている。本書のまえがきに

「AI やデータサイエンスの基礎や特性、課題などについて、人間中心の視点に立って、人類進化の背景や、人間の認知特性、持続的社会の発展、人間発達や教育などの幅広い問題を示しながら議論を深めたものになっています。[2]」

とあり、本学のような医療系・人文系・理工系の多様な学部の学生が学修する教科書として最適であると判断した。また「データサイエンス入門」を担当する予定の非常勤講師の外部委員が共同執筆者であること、さらには本学所属の教員 2 名が監修で関わることで、本学の「データサイエンス入門」のシラバスの学修項目に内容を適宜盛り込むことができた。このような経緯で教科書の作成を進め、さらには文科省 MDASH リテラシーレベルのモデルカリキュラム改訂版に準拠するよう著者と監修者が緊密に連絡調整を行った。このように幾度かの校正を経て、2025 年 3 月に出版社より刊行された。

## 2.4 授業教材の検討および作成

授業用の教材は次の方針の下で作成を進めた。

「データサイエンス入門」のシラバスに基づき、全学共通 7 回分の授業用教材は、DS 入門検討 WG の外部委員でもある非常勤講師予定者 1 名に作成を委託した。授業用教材の難易度については、次のように検討した。2025 年度以降の入学生は、高校「情報 I」を履修済みであることと、高校「数学」の科目 （I/II/III/A/B/C） の履修が出身校によりばらつきがあることを前提とした。検討の結果、難易度は高校「情報 I」の教科書「図説 情報 I (実教出版)」[3]を基準とすることにした。全学共通部分の第 1 回から第 7 回までの授業教材は、DS 入門検討 WG の開催の度に活発な意見交換を行い、徐々に完成度を高めていった。同時に可能な限り教科書の章立てに沿うように学修内容を調整した。なお学科専攻が担当する 7 回分の授業教材については、学科専攻毎に作成することにした。

## 2.5 成績評価法について

成績の評価方法については、全学共通部分と学科専攻部分の点数配分を各 50 点の合計 100 点満点で評価する。全学共通部分と学科専攻部分の担当教員が異なるので、可能な限り客観的な評価ができるように、全学共通部分と学科専攻部分の 2 つのルーブリックを作成した。ルーブリックは全学共通部分と学科専攻部分の学修項目を観点に設定し、それぞれ基準を設けて到達度により点数を配点する。

## 3. FD 研修会の実施

全学に対して 2025 年度新設の全学共通基礎科目「データサイエンス入門」の周知を図るため、全学教員を対象とした FD 研修会（2024 年 10 月 30 日(水) 16:45～18:30） を

実施した。この本科目の位置づけと狙い、具体的な科目の構成、学科専攻が担当する部分のポイントなどを紹介し、意見交換や質疑応答を行った。なお本研修会終了後もフォーム入力による質問を受け付け、DS 入門検討 WG にて可能なものについては回答を作成し、全学へ公開した。

## 4. 2025 年度授業の振り返り

2025 年度「データサイエンス入門」の授業を総括するため、授業担当の教員が参集し、振り返り会（2026 年 3 月 16 日(月) 11:00〜12:30)を実施した。振り返り会の実施にあたり、全学共通部分および学科専攻部分の授業を担当した教員から事前に意見等を提出してもらい、集約したデータの共有を図った。なお事前提出を求めた項目を次に示す。

1）授業の振り返り
 ①データの活用等の学修で実際に使用したデータ
 （学科専攻の専門分野との関連の有無を含む）
 ②前述のデータを使用して具体的に実施した学修内容
 ③授業において効果的だった点および改善を要する点
 ④授業について特にアピールできること
2）成績評価について
3）使用教室の PC 用電源環境の整備状況
4）意見・要望

以上のような項目に対して出てきた意見等を集約し、その結果から得られた主な問題点や改善点について述べる。

### 4.1 学生の ICT スキルの二極化

Excel、Word、PowerPoint といった基礎的な ICT スキルの個人差が非常に大きく、どの学科においても「できる学生が進捗を待つ」一方で、「できない学生がつまずく」という二極化が顕著に現れている。高校で基本操作を学んでいることを想定していたが、実際には「操作のイメージが持てない」、「基本操作に不安がある」など、学生はパソコンの操作よりもスマートフォンに慣れている傾向が強く、パソコン操作に対して強い抵抗感を持つ者が一定数存在している。この習熟度の差が、実際の授業進行に影響を及ぼしていることが判明した。さらに Microsoft 365 のインストールを済ませていないなど、授業に入る前の準備不足が目立つ学生も散見し、この点も二極化への影響を与えていることが窺えた。

### 4.2 インフラ面の課題

授業は、学生に自己所有パソコン（BYOD）を持ち込ませて実施している。事前に充電してくることを前提としていたが、授業中にバッテリー不足になる学生が複数発生し、特にコンピューター室や CALL 教室では、学生用テーブルに電源供給用コンセントがないなど、設備上の不備が確認された。また学生の BYOD から学内 Wi-Fi に接続できないケースもあり、個別に対応しても解決できないことがあった。教室の電源供給用コンセントの整備など、インフラ面での改善の必要性があることが判明した。また学生に対して、BYOD は授業開始前に十分に準備（WiFi 接続の確認やバッテリー充電を含めて）するよう周知徹底したい。

### 4.3 成績評価スケジュールの管理

授業の全学共通部分を担当する非常勤講師と、学科専攻部分を担当する教員との間で、学生の成績評価に関する課題提出状況などの情報共有を強化したい旨の意見があった。現在進行している 2026 年度（2 年目）の授業においては、Google クラスルームの運用を改善し、全学共通部分のクラスルームに学科専攻部分の担当教員を招待することで、学生の学習状況や成績データを共有し、円滑に引き継げる体制を整備している。

### 4.4 生成 AI 利用による成績評価負担

全学共通部分(非常勤講師担当)の授業において、学生に小テストで生成 AI の使用を認めたことにより、提出された内容の真偽確認やそれに対するフィードバックを行う負担が増加した。学生の提出物の内容にばらつきが大きく、生成 AI の利用による「過度に専門的な文章」が混ざるようになったことで、採点作業に非常に大きな労力が必要となり、授業運営における大きな課題として認識している。

## 5. おわりに

今回は本学のデータサイエンス・AI 教育プログラム（全学共通科目「データサイエンス入門」）の開発経緯と、初年度の実践から得られた知見および今後の課題について述べた。現在、2 年目を迎えている「データサイエンス入門」の授業に、これらの知見を活かし、さらなる改善を進めていきたい。

なお本学の全学共通科目「データサイエンス入門」を含むデータサイエンス・AI 教育プログラムは、2025 年 12 月下旬に文科省 MDASH リテラシーレベルの先行認定の申請（2025 年度前期の実績を踏まえて申請し、認定されると 2025 年度に履修して単位を取得した学生から MDASH リテラシーレベルを認定できる）の結果、2026 年 2 月下旬に認定を受けた。この認定実績も踏まえ、教育プログラムの質をさらに向上させていく所存である。

## 謝辞

全学共通基礎科目データサイエンス入門検討 WG 構成員としてデータサイエンス AI 教育プログラムの開発にご尽力いただいた鈴木陽一 工学部長・教授（座長）をはじめ、山本和恵 教務部長・工学部教授、鈴木誠 医療福祉学部教授、山川樹 現代社会学部教授、河本進 経営法学部教授、大黒一司 基礎教育センター長・医療福祉学部教授、渡邊晃久 客員教授、増岡美千代 教務部副部長、高橋亜季 基礎教育センター課長、以上の皆さまに深く感謝申し上げる。

## 参考文献

(1) 北川源四郎, 竹村彰通他 : “データサイエンス入門シリーズ 教養としてのデータサイエンス”, 講談社 (2021)
(2) 鈴木陽一, 神村伸一 監修, 行場次朗, 髙谷将宏, 渡邊晃久 共著 : “人間中心のＡＩ社会とデータサイエンス -MDASH リテラシーレベル準拠-”, p. ii, コロナ社 (2025).
(3) 実教出版 : “高校教科書 図説情報 I [情 I 706] ”, 実教出版 (2021)

# 社会人におけるデザイン思考態度とデータ活用態度の関連

竹内光悦[*1]・末永勝征[*3]
Email: takeuchi-akinobu@jissen.ac.jp

*1：実践女子大学人間社会学部
*3：鹿児島純心女子短期大学

◎Key Words　デザイン思考，データサイエンス教育，データドリブン

## 1. はじめに

近年、データサイエンスやAIの発展に伴い、データを活用して課題を発見・分析し、意思決定や価値創造につなげる能力の重要性が高まっている。高等教育においても、数理・データサイエンス・AI教育の推進が進められており、分析手法の習得だけではなく、実社会の課題解決にデータを活用する力の育成が求められている（竹内、2020；竹内、2022）。

一方、実社会における課題解決では、データ分析のみならず、利用者や当事者の視点を踏まえて柔軟に発想し、試行錯誤を繰り返しながら解決策を検討する姿勢も重要である。このような背景から、近年ではPBL（Thomas、2000；Barron & Darling-Hammond、2008）やデザイン思考（黒川、2012）に関する研究では、デザイン思考とデータ活用を統合した教育実践や人材育成への関心が高まっている（竹内、2026a）。

筆者らはこれまで、大学初年次学生を対象として、デザイン思考態度、データ志向・活用態度、統合的活用意識、不安、探究・学習志向から構成される尺度を作成し、その基礎的検討を行った（竹内、2026a）。さらに、大学生向けに作成した調査票を社会人向けに修正し、社会人を対象として尺度の信頼性や各尺度の特徴について検討した（竹内、2026b）。また、大学生と社会人を対象とした比較分析を行い、両者におけるデザイン思考態度やデータ活用態度の特徴について報告した（竹内、2026c）。

これら一連の研究により、測定尺度の信頼性や大学生と社会人における態度の特徴は明らかとなった。一方で、社会人において、デザイン思考態度およびデータ志向・活用態度が、統合的活用意識や探究・学習志向とどのように関連しているのかについては、十分に検討されていない。これらの関連構造を明らかにすることは、社会人を対象とした統計教育やデータサイエンス教育において、どのような能力や態度を育成すべきかを検討する上でも重要である。

そこで本研究では、社会人を対象として、デザイン思考態度、データ志向・活用態度およびデータや課題に対する不安が、統合的活用意識および探究・学習志向に及ぼす影響について重回帰分析により検討し、その結果を踏まえて統計教育およびデータサイエンス教育への展望について考察する。

## 2. 社会人向け調査の概要

本節では、竹内（2026b）で実施した社会人調査の概要を紹介する。

調査は、Web調査会社を利用し、全国の23～25歳の就業者を対象として2026年3月5日から8日に実施した。有効回答数は1,236名（男性618名、女性618名）であった。

調査票は、竹内（2026a）で大学初年次学生を対象として作成した調査票を基に、社会人向けに一部の表現を修正したものである（竹内、2026b）。調査項目は、デザイン思考態度、データ志向・活用態度、統合的活用意識、不安、探究・学習志向の5尺度から構成し、各項目について「まったくそう思わない」から「とてもそう思う」までの5件法により回答を求めた。

各尺度のCronbachの$\alpha$係数は0.778～0.891であり、十分な内的一貫性が確認されている（竹内、2026b）。

本研究では、統合的活用意識および探究・学習志向を目的変数とし、デザイン思考態度、データ志向・活用態度および不安を説明変数とした重回帰分析を行った。なお、分析にはRを用い、有意水準は5%とした。

## 3. 分析結果

本研究では、統合的活用意識を目的変数とし、デザイン思考態度、データ志向・活用態度および不安を説明変数とした重回帰分析を行った。

分析の結果、データ志向・活用態度は統合的活用意識に対して最も大きな正の影響を示した。また、デザイン思考態度についても正の影響が認められ、データを根拠として考えようとする姿勢だけではなく、利用者の立場に立って柔軟に発想し、試行錯誤を重視する姿勢も、データ活用とデザイン思考を統合して活用しようとする意識の形成に寄与していた。

一方、不安については統計的に有意な影響は認められなかった。このことから、社会人における統合的活用意識には、データや課題に対する苦手意識よりも、デザイン思考やデータ志向・活用態度といった前向きな態度の方が強く関係しているものと考えられる。

以上の結果から、統合的活用意識を高めるためには、データ分析の方法を習得させるだけではなく、デザイン思考とデータ活用を関連付けながら学習する機会を提供することが重要であることが示された。

## 4. 統計教育およびデータサイエンス教育への展望

本研究では、データ志向・活用態度が統合的活用意識に対して最も大きな影響を示し、デザイン思考態度についても有意な正の影響が認められた。一方、不安については有意な影響は認められなかった。

これらの結果は、統計教育やデータサイエンス教育において、分析手法や統計的知識の習得だけではなく、データを根拠として課題を考察し、その結果を活用して新たなアイデアや解決策を検討する姿勢を育成することの重要性を示している。

近年では、データを活用した科学的問題解決を重視したPBLや課題解決型学習を取り入れた教育実践が広く行われている。しかし、データ分析と課題解決を個別に学習するだけでは、デザイン思考とデータ活用を統合した能力の育成には必ずしも十分とはいえない。課題の発見、情報収集、データ分析、結果の解釈、提案、改善という一連のプロセスを繰り返し経験することにより、データを根拠として課題解決を行う姿勢や、利用者の視点を踏まえてよりよい解決策を検討する態度の育成が期待される。

特に、デザイン思考ではアイデアを創出することが重視されるが、本研究の結果は、発想するだけではなく、そのアイデアをデータによって検証し、改善につなげようとする態度が統合的活用意識の形成に関係していることを示している。このことは、統計教育やデータサイエンス教育において、分析結果を得ることを目的とするのではなく、データを活用した科学的問題解決活動を通して、課題の発見、仮説の設定、データによる検証、改善を繰り返す学習活動を取り入れることの重要性を示している。

また、本研究で用いた尺度は、デザイン思考とデータ活用を統合した態度を把握するための評価指標として活用できる可能性がある。今後、PBLや課題解決型授業の前後で継続的に測定することにより、教育効果の評価や授業改善への活用も期待される。

## 5. まとめ

本研究では、社会人を対象として、デザイン思考態度およびデータ志向・活用態度が統合的活用意識に及ぼす影響について重回帰分析により検討した。その結果、データ志向・活用態度が統合的活用意識に対して最も大きな影響を示し、デザイン思考態度についても有意な影響が認められた。一方、不安については有意な影響は認められなかった。

これらの結果は、統計教育やデータサイエンス教育において、分析手法や統計的知識の習得だけではなく、データを活用した科学的問題解決活動を通して、デザイン思考とデータ活用を統合的に育成することの重要性をしめしている。

今後は、本尺度を用いた授業実践を通して教育効果を検証するとともに、対象者や教育場面を拡大し、デザイン思考とデータ活用を統合した統計教育・データサイエンス教育の実践と評価に活用していきたい。

## 参考文献


(1) 黒川利明（2012）大学・大学院におけるデザイン思考（Design Thinking）教育. 科学技術動向, 2012年9・10月号, 10-23。

(2) 竹内光悦（2020）社会調査・分析を中心とした女性データサイエンス教育の展開. 日本ソーシャルデータサイエンス学会論文誌, 4(1), 13-18。

(3) 竹内光悦（2022）AI時代に必要な統計教育―学校教育から見るAI時代に必要な統計教育の3要素の学び―. コンピュータ&エディケーション, 52, 12-17。

(4) 竹内光悦（2026a）デザイン思考とデータサイエンスを融合したPBLの実践と教育効果. 実践女子大学人間社会学部紀要, 22, 61-75。

(5) 竹内光悦（2026b）デザイン思考とデータ活用の統合スキルに関する測定尺度の検討. 日本計算機統計学会第40回大会講演論文集, 136-137.

(6) 竹内光悦（2026c）大学生および社会人におけるデザイン思考・データ活用意識の比較分析. 日本分類学会第45回大会予稿集, 33-34.

(7) Thomas, J. W.（2000）A Review of Research on Project-Based Learning. http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf （最終確認日：2026/05/08）。

(8) Barron, B., & Darling-Hammond, L.（2008）Teaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED539399.pdf （最終確認日：2026/05/08）。

# データサイエンス全体の歴史から気がついたこと

鈴木治郎*1
Email: szkjiro@shinshu-u.ac.jp

*1：信州大学全学教育センター

◎Key Words　　データサイエンス，科学技術史，

## 1. はじめに

データサイエンス教育の扱う対象は，近年，急速な発展を迎えた人工知能（AI）技術をおおむね包含する領域である．とくに文部科学省による AI 戦略 2019 が提唱されて以降，高等教育機関ではそのカリキュラムを構築し，実施を進めている．一方でデータサイエンスの定義は人それぞれに違うという現状もある．このような状況を踏まえて筆者は，大学でのデータサイエンスリテラシー教育の基盤と考えるべきデータサイエンスの歴史を記述しようと構想した．そのために現代的視点から取り上げるべき対象を定めて，古代から現代までの，私たち人類のデータサイエンス的活動を一冊の書籍[(1)]にまとめてみた。本発表ではその中でも，科学技術史として注目すべきなのに，科学史の文脈では取り上げられることの少ない事例を 4 点紹介したい．

## 2. 天動説とはデータサイエンス的に見て何であったか

プトレマイオスの天動説は，その依拠する地球中心モデルの誤りが，コペルニクスによる地動説の出版，ガリレイによる地動説を裏付ける事実の発見を通じて正されて，地動説へと交代すべき状況が醸成された。また，火星など惑星の公転軌道モデルは，ガリレイと同時代のケプラーにより楕円軌道であることが示され，それはニュートンにより単純な力学法則にしたがって導出されたことで幕を閉じたと通常は説明されている。ところでデータサイエンス的にはガリレイによる発見よりも，プトレマイオス，コペルニクス，そしてケプラーに至る幾何学モデルは，実際の観測値への説明能力がどうであったかは見逃せない。以下ではとくに火星の扱いに注目しながら整理したい。

### 2.1. プトレマイオスの幾何学モデル

プトレマイオス[(2)]は地球中心の円軌道に各天体を配置し，単純な円軌道では不十分であれば，周転円などの工夫により，当時として十分に高い水準まで天体運動を再現できた。とくに火星の場合，逆行（「惑星」という名のもとにもなった，天球上に想定した円上を逆に進む現象）を説明するために周転円が必須であり，後に楕円軌道が原因として解明された円軌道とのずれは，エカントと呼ばれる円の中心をずらす工夫により修正できた。

### 2.2. コペルニクスの地動説モデルは十分か

コペルニクス[(3)]は地球も火星も太陽の周りを公転するとした地動説モデルにより，火星の逆行自体はプトレマイオスの周転円に頼らずに単純に説明できた。しかしながら，円軌道に固執した彼は，円軌道と楕円軌道との差異を埋める工夫であったエカントは採用せず，プトレマイオスモデルよりは少ないものの周転円を用いた地動説モデルを構築せざるを得なかった。しかも天体運動の説明能力はプトレマイオスモデルよりも低かった。コペルニクスの説は，パラダイム転換への抵抗感ばかりか，データサイエンス的に見ても説明能力の低いモデルであったことを覚えておきたい。

### 2.3. ケプラーによる楕円軌道

ケプラー[(4)]は，ティコ・ブラーエによる精度の高い大量のデータを引き継いだ。肉眼によるティコの観測精度は 1 分に届いていた。それを，円軌道モデルにより火星の軌道を計算したケプラーの与えた誤差は 8 分あり，観測精度を大きく超えていた。何回もの再計算の末，ケプラーは円軌道を捨て，楕円軌道を得たのである。それは周転円やエカントのような技巧を含まない美しいモデルであるとともに，データサイエンス的な説明能力の観点からも，プトレマイオスモデルを凌駕したのである。

## 3. マカロックとピッツの論文

私たちがニューラルネットワークの基本モデルとして目にするのは，ローゼンブラットによるパーセプトロンを表す次図であろう。この図が多くの入門書で「マカロックとピッツのモデル」と説明されている。

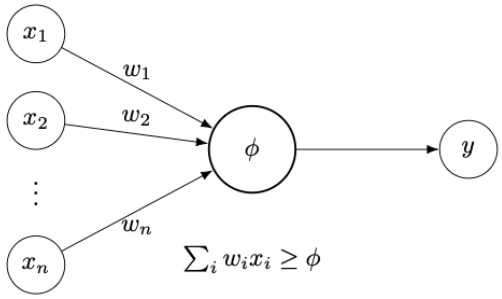



図 1 よく目にするマカロックとピッツのニューロンモデル

しかし，マカロックとピッツの論文[5]において，ニューロンモデルに学習のための重みは描かれてはいない。たとえば次図のようなもである。

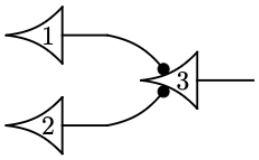



図 2 マカロックとピッツの論文にあるニューロンモデル（AND 素子の例）

この図にはローゼンブラットがパーセプトロンで設けた，学習のための重みはない。マカロックたちはニューロンによる AND，OR，NOT その他の論理素子を提案し，それを組み合わせれば脳を，ニューラルネットワークとして捉えられることを主張していた。図の数字は閾値の構成に対応し，この点はパーセプトロンにも受け継がれている。

### 3.1. ノイマンの EDVAC 報告書

ノイマンの EDVAC 報告書[6]に関しては，ストアドプログラム方式の発明者は誰であるかが議論の中心である[7]ように見える。以下は筆者が歴史概説とした文献[1]よりも詳しく論じた論文[8]からの要約である。

ノイマンは真空管素子を有力候補としながら，逐次処理コンピュータを実現するための設計書を書き上げた。そこではマカロックたちのニューラルネットワークモデルに多く言及しながら，とくに以下を提案している。

・ニューロンの代わりの演算・記憶素子
・クロックに基づく強制計算の枠組み

設計書の記述においては，随所でマカロックたちの設計との対比があり，とくに記憶素子に関しては，当時の真空管は高価過ぎたためか，具体的な推奨はしていない。

クロックを持つ設計を特徴と捉えるべきなのは，マカロックたちの論文が，現代的視点から見たときデータフロー計算機に相当する設計を提案していたためである。

当時の電子計算機に至る道筋の中では，機械式計算機，継電器（リレー）式計算機の後継者として ENIAC などが登場したため，逐次計算機構そのものは，ノイマン以前には強調されていなかった。

## 4. チューリングとベイズ推定

アラン・チューリングは第二次世界大戦中のエニグマ暗号の解読作業において，暗号鍵候補の蓋然性の評価にベイズ推定の手法を用いていた。しかし，それはベイズの事前・事後確率の直接計算ではなく，オッズ比の形で進めていた[9]ことを解読グループの一人，グッドが説明している。

### 4.1. オッズ比の方法

一般に確率$P$に対して

$$O = \frac{P}{1-P}$$

で定義される値がオッズである。ところで，仮説$H$がデータ$E$で更新されるベイズの事後確率$P(H|E)$は，ベイズの定理により

$$\frac{P(H \mid E)}{1-P(H \mid E)} = \frac{P(H)}{1-P(H)} \times \frac{P(E \mid H)}{P(E \mid \neg H)}$$

という関係になる。これはオッズを用いれば

$$O(H|E) = O(H) \times B$$

と書き直せる。ここで$B$はベイズ因子または尤度比と呼ばれる。もともとのベイズ確率の式を扱う教科書の多くが，その計算は煩雑であるとしている。一方でオッズを用いれば，適当な事前確率から出発し，データ$E$が得られる度に事後確率に代わるオッズを計算することは容易である。

### 4.1. オッズ比による推論例

次の仮説$H$　を考えよう。

$H$　：「この暗号文には WE ATTACK AT DAWN が含まれている」

１．事前確率$P(H) = 0.10$　（ベイズ推定では適当な根拠のもとに事前確率を設定する）とすれば，

$$O(H) = \frac{P(H)}{1-P(H)} = \frac{0.10}{0.90} \approx 0.111$$

になる。

２．暗号文の一部を復号してみたら，

$E_1$　：短い語の並びが WE に見えた。

$P(E_1 \mid H) = 0.60$を仮定し，また間違ってそう思う確率$P(E_1 \mid \neg H) = 0.20$と仮定すれば，ベイズ因子は

$$B_1 = \frac{P(E_1 \mid H)}{P(E_1 \mid \neg H)} = \frac{0.6}{0.2} = 3$$

になる。新たなオッズ$O_1$　は

$$O_1 = O \times B_1 = 0.111 \times 3 = 0.333$$

になる。つまり仮説$H$　が正しいとするオッズは３

倍になった。オッズから確率を計算すれば 0.25 と，最初の 0.1 と比べて大きくなっている。

以下「ATTACK に関する確率の仮定」，「AT に関する確率の仮定」，「DAWN に関する確率の仮定」と続けて，計算を進めることは容易である。

このようにオッズで考えるとき，新たなデータを用いてオッズを更新するのは電卓を用いた簡単な作業になるのである。

## 5. 暦の改定

グレゴリオ暦の改定は，制定から 1500 年ほど経過したユリウス暦（閏年は 4 年ごとに設けるもの。現在の西暦＝グレゴリオ暦に比べて簡単である。）が，たとえば春分の日において 10 日近くのズレを生じるようになった当時，取り組まなければならない課題であった。

この暦の改定事業は，当時のヨーロッパ諸国が関わる一大事業となり，データの公開，改暦モデルの公開と検討など長年の月日をかけてなされた。オープンサイエンスの先駆けの一つといってよい事例である。

### 5.1. 日本の改暦

日本でも江戸時代前期，春分の日に 2 日のズレを生じる暦の改定が課題となっていた。その改定を請け負ったのが渋川春海である。そのことを描いた小説（冲方丁『天地明察』）は映像化作品にもなったので，知っている人もいるだろう。渋川自身は，その暦が日食を正しく予測できるまでに失敗も繰り返しながら誠実に成し遂げたわけだが，ヨーロッパの改暦と比べるとき，一人の人間に重大な事業を託してしまった進め方は，文化の違いと考えるべきなのか興味深い。

## 6. おわりに

以上，科学技術史の事例のいくつかを，データサイエンスの視点から見るとき，今まであまり注目されてこなかったいくつかの事実に気づく。その中には「オッズによるベイズ推定」のように，教育手段としても興味深い例もある。文献(1)に取り上げた事実の多くは，筆者が調べた限りでは，エッセイやデータサイエンスの演習問題としてのみ公表されているものも少なくない。

データサイエンスを進める営みは，数値化された事実に向かい合う私たち人類の歴史でもある。だから，より興味深い話題を発見できることがまだまだ潜んでいると思われる。文献に取り上げたリストを大きくできれば幸いである。

## 参考文献


(1) 鈴木治郎：“データサイエンスの航海”，1-160，学術図書（2026）.

(2) プトレマイオス（藪内清訳）：“アルマゲスト”，1-610，恒星社恒星閣（1993）.

(3) ニコラウス・コペルニクス（高橋憲一訳）：“完訳**天球回転論**”，1-728，みすず書房（2017）.

(4) Ioannes Keplerus（**ケプラー**）：“新天文学（Astronomia Nova Αἰτιολογητός seu Physica Coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis）”，**ラテン語**／日本語未訳（1609）

(5) McCulloch, W. S., & Pitts, W：“A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity”， 115-133， Bulletin of Mathematical Biophysics, 5(4)（1943）

(6) バークス著：“誰がコンピュータを作ったか”，1-545，工業調査会（1998）

(7) John von Neumann： “First Draft of a Report on the EDVAC”， Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania. June 30 (1945)

(8) 鈴木治郎：“マカロック**とピッツの論文について**”，**オンライン**，第 19 回国際 ICT 利用研究学会研究会（2026）.

(9) Good, I. J.：“Probability and the Weighing of Evidence. London”，Charles Griffin (1950)

# メタ認知の知見と「学びのスタイル」から検討するオンライン学習コースの受講状況

篠田有史[*1]・岳五一[*2]・鳩貝耕一[*3]・松本茂樹[*3]・高橋正[*4]・河口紅[*5]・吉田賢史[*6]
Email: shinoda@konan-u.ac.jp

*1: 甲南大学全学共通教育センター
*2: 京都情報大学院大学応用情報技術研究科
*3: 甲南大学
*4: 羽衣国際大学現代社会学部
*5: 一般社団法人さんぴぃす
*6: 早稲田大学高等学院

◎Key Words　学習スタイル，学習者分析，オンデマンド教育

## 1. はじめに

個性豊かな学習者に適応するために，学び方をモデル化した学習スタイルに関する多くの取り組みがなされている。著者らは，好みの教示方法を調査するための質問をまとめた「学びのスタイル」調査アンケートを構築し，ここにメタ認知(1)の観点からの質問を追加したアンケートへと拡張して調査を実施してきた(2)。メタ認知とは，「自らの認知過程をひとつ高い次元から知覚，記憶，学習，思考する」認識を指すものである(1)。著者らは，これらのアンケートを利用して，情報基礎教育の現場にて学習者の学び方に関するモデル構築を試み(2)，さらに多数のデータを収集するため、データサイエンスを扱ったオンデマンド授業について学びのスタイルとコンテンツの受講状況について調査をおこなってきた(3)。一方，学習者に対してどのような働きかけを行うことができるか，という部分は，多数の学習者を対象とするオンデマンド授業においては，授業の準備と実施の上で必然的に制約があるものと考えられる。すなわち，現実的には，可能な範囲で働きかけを行って，それらの学習者にどのように影響を与えたのかというところを分析するところから，取り組みを進めて行かざるを得ないと考えられる。

そこで，本研究では，「学びのスタイル」を活用して学習者に働きかける一事例として，全学向けのオンデマンド授業科目に対し，「閲覧状況を把握して成績に反映する」というアナウンスを行った状態における，実際の受講状況の調査に取り組むものである。学習者の学びに関する知識や，好む学び方を問うプレアンケートと，実際の学びに関する感想を収集するポストアンケートを実施し，さらに，学習者のオンデマンド動画の閲覧行動に関するログデータと組み合わせることで，どのような学習者に対して働きかけが効果を発揮していると考えられるかを検討する。

## 2. 調査の概要と実施

### 2.1 対象とする授業の状況と学習者への働きかけ

本研究では，過去の取り組みに引き続き，甲南大学で開講している「AI・データサイエンス入門」の 2025 年度の授業を対象とする。授業はオンデマンド形式で開講され，動画資料を中心とした教材が毎週指定日に公開され，公開開始から 8 日後の指定時刻までに教材を閲覧のうえ，大学公式の LMS にて小テストの回答を終える，という形式で開講される。授業は，第 1 回から第 3 回までは講義形式で進行し，筆頭著者が担当する第 4 回から第 8 回までの 5 回分は，表計算ソフトを使った実習形式で進行する。第 4 回から第 6 回では，表計算ソフトの基礎的な操作方法，ファイル操作やデータクリーニング，相関係数の計算，グラフ描画による可視化，統計処理などを，表計算ソフトを学習者が自ら操作しながら習得する。第 7 回と第 8 回は，学んだ内容をもとにした実践的な取り組みとして，架空の店舗のデータを整理して得られる知見を吟味するデータマイニングを体験する。これらの授業は，学習者自身に手元のコンピュータ上で表計算ソフトを操作することを求め，テストについてもその操作結果やさらなる操作を行った結果を問うものであり、試行錯誤を通じて学びを深めてもらうことを目的として構築したものである。

しかし，2024 年度までの調査研究の中で，動画資料を十分に閲覧しないままテストを回答しているケースが複数見られた。これは，複数人で教材を受講しているといった活動が考えられる一方，授業のデザインとしては，基礎的な内容を各自が納得いくまで試行して回答してほしいというものであり，それぞれの学習者による閲覧を促進したいという背景がある。一方で，理系・文系を問わずに表計算ソフトの基礎を学んだ学習者に対する実習の説明ムービーを収録し，これに対応する課題を数百名単位の受講者に提供する必要があることから，筆頭著者のリソースでは，担当部分において学習者毎に異なる実習課題によるテストを出題するといった工夫を行うことが困難であった。そこで，2025 年度においては，第 4 回から第 8 回の授業に限って，「閲覧状況を把握して成績に反映する」という内容を，シラバスと授業資料でアナウンスしたうえで，授業を実施することとした。

### 2.2 メタ認知の知見を活かした「学びのスタイル」アンケートによる学習者の調査の計画と実施

学習者の学びに関するアンケートについては，第 4 回が開始するタイミングでプレアンケート，担当が終了する第 8 回のタイミングでポストアンケートを実施することとした。プレアンケートは，「学びのスタイル」および「メタ認知的知識」を問うもので，ポストアンケートは表計算実習の授業に関する感想の収集を試みるものである。プレアンケートは，著者らが独自に検討していた「学びのスタイル」アンケートをベースに，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の要素を追加したもので，学習者の学びの個性と，学びの促進の上で好ましい知識を得ているかの主観的な認識を調査するものである[2]。ポストアンケートは，授業課題の難易度や授業の満足度，動画配信システムの利用の感想などについて問う内容である。これらは 2025 年度の取り組みと同様の構成として準備した[4]。

学習者に対しては，本研究について説明し，調査は成績などには関係がなく回答が任意である旨を記載した資料を公開した。調査の期間は，プレアンケートは第 4 回授業の資料公開日である 2025 年 10 月 18 日から 10 月 28 日までの 10 日間とした。ポストアンケートは第 8 回授業の資料公開日である 2025 年 11 月 15 日から 11 月 25 日までの 10 日間とした。

### 2.3 学習コースにおける学習者の閲覧行動の調査

学習者は，個別に用意された招待状メールから動画配信システムにアクセスし，ユーザー登録の後教材を閲覧して授業を受講する。学習者には，授業のスケジュールに沿って，大学の LMS には動画配信システムに教材が追加された旨がアナウンスされ，動画配信システムを使って授業を受けたのち，大学 LMS から課題に回答する流れで授業を受講する方式とした。

今回は，得られた動画配信システムのログより，それぞれの動画教材について，閲覧開始時刻と閲覧時間のデータを抽出することとした。

## 3. 収集したデータの分析

### 3.1 アンケートデータの整理と分析

収集したアンケート結果については，著者らが実施した 2025 年度の取り組み[4]と同じ方法でデータを整理した。得られたデータを集計し，プレアンケート・ポストアンケート・閲覧データの状況を確認したところ，科目の履修登録者 1039 名中 188 名分について，アンケート結果と第 4 回授業から第 8 回授業の受講状況のデータとを組み合わせて分析が可能であった。そこで，本研究では，この 188 名の学習者を対象に検討を実施することとした。

得られたメタ認知的知識と学びのスタイルの集計結果を表 1 に，得られたメタ認知的知識の度数分布を図 1 に示す。本研究では，メタ認知的知識の度合いについては，学習者の中での相対的な大小について，学習者の状況を把握するための手がかりとして用いることとした。メタ認知的知識の度合いの中央値は 36 となっており，平均値についても考慮しながら学習者を分類することとした。メタ認知的知識の度合いが 37 以上になったグループ（100 名）をメタ認知的知識の値が大きいグループ，と，36 以下となったグループ（88 名）を，メタ認知的知識が小さいグループとし，考察を行うこととした。

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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| メタ認知的知識の度合い | 19 | 48 | 36.28 | 24.81 | 4.98 | 3.13 |
| スタイル：概要 | 2 | 12 | 8.04 | 3.60 | 1.90 | 1.00 |
| スタイル：手順への依存 | 3 | 12 | 8.49 | 4.97 | 2.23 | 1.50 |
| スタイル：説明への依存 | 2 | 12 | 8.76 | 5.55 | 2.36 | 2.00 |
| スタイル：不安 | 2 | 12 | 9.01 | 3.30 | 1.82 | 1.00 |
| スタイル：自習指向 | 5 | 18 | 12.19 | 5.98 | 2.45 | 1.50 |

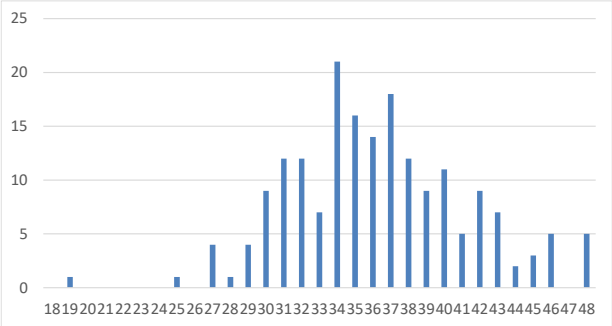



図 1 メタ認知的知識の度合いの度数分布

学びのスタイルに関するアンケート項目については，得られたデータについて，2025 年の取り組みと同様に整理を行ったのち[4]，主成分分析を行って，学習者のレスポンスにどのような特徴がみられるかを検討することとした。この「学びのスタイル」の主成分分析結果および固有値を表 2 に示す。

表 2 「学びのスタイル」の主成分分析の固有値

| | 第一主成分 | 第二主成分 | 第三主成分 |
|---|---|---|---|
| スタイル：概要 | 0.401 | 0.513 | 0.033 |
| スタイル：手順への依存 | −0.488 | 0.435 | −0.285 |
| スタイル：説明への依存 | −0.471 | 0.476 | −0.206 |
| スタイル：不安 | −0.529 | −0.106 | 0.780 |
| スタイル：自習指向 | 0.315 | 0.556 | 0.517 |
| 固有ベクトル | 2.004 | 1.552 | 0.617 |
| 寄与率 | 0.401 | 0.310 | 0.123 |
| 累積寄与率 | 0.401 | 0.711 | 0.835 |

表 2 の第一主成分からは，学びの概要把握を重視して自習傾向が強い行動をとり，手順や説明には大きく依存せず，不安は過度には感じない学習者，あるいはその逆のパターンの学習者がみられる，という学びの状況となった。この第一主成分は，主体的な学びを実践している度合いを表すパラメータであると考えられる。第二主成分からは，手順や説明への依存が大きく，不安もそれに伴うという学習者と，その逆のパターンの学習者が見られることが確認できた。第二主成分は，不安の項目以外は全て大きい，あるいは小さい，という状況を示すパラメータで，過去の取り組みとは異なった傾向が見られた部分である[4]。ここでは，学びに対する表面的なポジティブさを表すパラメータとして検討を進めることとする。本研究では，整理のために，主体的な学びの傾向が大きく，学びに対してポジティ

ブさが大きい学習者をグループ 1(++)，主体的な学びの傾向が大きく，学びに対してポジティブさが小さい学習者をグループ 2(+-)，主体的な学びの傾向が小さく，学びに対するポジティブさが大きい学習者をグループ 3(-+)，主体的な学びの傾向が小さく，学びに対するポジティブさが小さい学習者をグループ 4(--)として検討を行う。

### 3.2 閲覧行動データの分析

閲覧行動データについては，閲覧開始時刻と教材の閲覧時間のデータが得られた。今回については，「閲覧状況を把握して成績に反映する」というようにアナウンスを行っており，学習者が教材にもれなくアクセスをしたかどうかを検討するため，それぞれの教材に閲覧を行ったかどうかについてデータを抽出した。教材は，受講前の解説動画 3 本，第 4 回授業 5 本，第 5 回授業 4 本，第 6 回授業 5 本，第 7 回授業 6 本，第 8 回授業 6 本の，合計 29 本の動画から構成されていた。

こちらについて，授業の内容に関わる 26 本の動画について，閲覧が行われた日を抽出した。また，受講行動を把握するために，別の日に動画が閲覧されているかについても調査した。これにより，一つの教材に複数日をかけてじっくり学習をおこなったのか，それとも一度に学習を済ませたのかという行動について確認を行うことが可能となる。今回は「閲覧状況を把握して成績に反映する」というアナウンスを行っており，学習者が形式的に動画教材を再生したケースもある程度含まれていると考えられる。複数日にわたって受講を行った学生については，少なくともそのような活動をしていないと期待されることから，閲覧日について検討を行うこととした。ただし，特定の授業回を 1 回まるごと閲覧していいない，いわゆる授業の欠席にあたる状態の学生が複数存在することから，参加した授業回に含まれる教材について，どれほど閲覧していたか，という観点から検討することとした。ここでは，1 つの動画についてある 1 日にアクセスがあった場合について 1 閲覧, 1 つの動画について 2 日間アクセスがあった場合について 2 閲覧，とカウントする形式でデータを収集した。得られた閲覧回数の評価を表 3 に示す。

表 3 閲覧回数の評価

| 閲覧数から見た状況 | 人数 |
|---|---|
| 準ドロップアウト | 3 |
| 不足 | 10 |
| 規定数 | 50 |
| 規定＋ | 70 |
| 規定＋＋ | 55 |

準ドロップアウトは，授業中盤で 3 回以上連続した授業の欠席，あるいは 2 回以上の授業の欠席が 2 回発生した学習者である。不足は，閲覧回数が参加した授業回の教材数を下回った学習者で，閲覧を行っていない教材が発生していた学習者である。規定数の区分は，参加した授業回の教材数と閲覧数が等しくなった学生で，丁度必要な数だけ教材を閲覧した学習者である。規定＋の区分は，閲覧数が教材の数を 1 回から 3 回上回った学習者である。規定＋＋の区分は，閲覧数が教材の数を 4 回以上上回っている学習者である。

この表から，今回の調査に協力をしてくれているという基本的にはしっかり授業に参加している学習者については，多くの学生がきちんと教材を閲覧する状況が構築できているものと考えられる。他方，規定数の区分に含まれる学生には，閲覧時間自体は少なく，中身の教材自体はあまりしっかり見ていないというケースが含まれていることが確認できた．よって，「閲覧状況を把握して成績に反映する」というアナウンスで教材を見るだけは見ている，という学習者が含まれると考えられる．規定＋の区分の学習者は，最低限以上の教材閲覧をしているという状態であり，「閲覧状況を把握して成績に反映する」というアナウンスがきっかけであったにせよ，十分な活動をしていることが期待できるものと考えられる．規定＋＋の区分の学習者については，平均閲覧数は教材の数を 9.21 上回る値であった。この大きな差は，受講スタイルの違いから発生しているものと考えられる一方，主体的に何日もかけて教材を見て進めているという状況も表しているものと考えられる。

### 3.3 アンケートと閲覧行動を組み合わせた分析

ここでは，メタ認知的知識と「学びのスタイル」に関する調査で構成された学生のグループと，動画の受講状況を組み合わせることで，どのように学習を分析することができるかを検討する。

表 4 に，受講状況とスタイルの組み合わせによる学習者の分布状況を示す。この表は，メタ認知的知識の度合いの大小，学びのスタイルから導出された，第一主成分と第二主成分の組み合わせによる 4 つのグループについて，それぞれがどのような閲覧情況の学習者を含んでいるのかを表したものである。

表 4 受講状況とスタイルの組み合わせによる学習者の分布状況の可視化

| メタ認知的知識の値が小さい | | | メタ認知的知識の値が大きい | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 準ドロップアウト | グループ1(++) | | 準ドロップアウト | グループ1(++) | 1 |
| | グループ2(+−) | 1 | | グループ2(+−) | 1 |
| | グループ3(−+) | | | グループ3(−+) | |
| | グループ4(−−) | | | グループ4(−−) | |
| 不足 | グループ1(++) | 4 | 不足 | グループ1(++) | 3 |
| | グループ2(+−) | | | グループ2(+−) | |
| | グループ3(−+) | 1 | | グループ3(−+) | 1 |
| | グループ4(−−) | | | グループ4(−−) | 1 |
| 規定数 | グループ1(++) | 2 | 規定数 | グループ1(++) | 15 |
| | グループ2(+−) | 7 | | グループ2(+−) | 5 |
| | グループ3(−+) | 2 | | グループ3(−+) | 6 |
| | グループ4(−−) | 10 | | グループ4(−−) | 3 |
| 規定＋ | グループ1(++) | | 規定＋ | グループ1(++) | 16 |
| | グループ2(+−) | 8 | | グループ2(+−) | 6 |
| | グループ3(−+) | 8 | | グループ3(−+) | 7 |
| | グループ4(−−) | 20 | | グループ4(−−) | 5 |
| 規定＋＋ | グループ1(++) | 2 | 規定＋＋ | グループ1(++) | 9 |
| | グループ2(+−) | 7 | | グループ2(+−) | 11 |
| | グループ3(−+) | 10 | | グループ3(−+) | 7 |
| | グループ4(−−) | 6 | | グループ4(−−) | 3 |

規定数の動画を閲覧している学習者について確認すると，メタ認知的知識の度合に分けて考えない場合，各グループ間の差異がはっきりしないものの，メタ認知的知識の大小も含めて検討すると，グループによって偏りがあることが確認できた。

## 4. 考察

表4より，メタ認知的知識の大小にかかわらず，不足の区分に含まれる学習者については，グループ 1 といった，表面的には学習に意欲が高いというレスポンスをしているケースが含まれていることがわかった。また，メタ認知的知識の大小で，グループ 1 と 4 は大きく 2 つに分かれるものの，大部分が規定数および規定＋の区分に収まっていることが確認された。他方，相対的にみると，グループ 2 とグループ 3 については，規定＋および規定＋＋の区分に分布する学習者が多く，規定時間にとらわれない学習ができている可能性があるものと考えられる。

これらのグループ間の分布の差異を考慮すると，今回の，「閲覧状況を把握して成績に反映する」というアナウンスについては，グループ 1 とグループ 4 に対して，相対的には影響が大きかったものと考えられる。得られた手がかりからは，グループ 4 は学習に対して苦手な印象を持っているものの，実際のところは，規定＋の区分に多くの学習者が分布しており，苦手なりに取り組んでくれたという状況が見られるのではないかと考えられる。一方，グループ 1 は，学びに対して積極的だという割には，規定時間で学びを収める学習者も多く，またドロップアウトもこのグループから出ている状態であったことから，非常にスムーズに受講を終えている可能性もある一方，アナウンスに従って閲覧はしたものの，主体的な学びを授業の中で引き出すことができていないといった状況が発生している，転じて「教材の魅力が不足している」，といった可能性もあるものと考えられる。まだ検討の余地はあるものの，「学びのスタイル」とメタ認知的知識を組み合わせる本研究のアプローチにより，学習者の学びの状況を可視化することができ，学習者への働きかけの様子を多面的に検討することができたものと考えられる。

一方，今回分析を行ったのは，授業内で実施した任意のアンケートに回答をしてくれるという，ある程度モチベーションが高い学習者群が対象となっており，今回の働きかけが授業全体にどのように効果を発揮したのかについては，十分に明らかにできているとは言えない状況である。また，取り組みの有効性を訴求するためには，さらなる事例の積み重ねが必要であるとともに，本稿においては推測に留まった，学習者が規定時間に教材閲覧を終わらせた理由を裏付けるような行動が確認できるかどうかなど，客観的データとの比較検討も必要である。

## 5. おわりに

本研究では，閲覧状態のログが取得できるオンデマンド学習コースを対象に，閲覧状態を把握して成績に反映させるというアナウンスのものとで，どのような受講の様子が現れるかについて調査を実施した。プレアンケートとして実施したメタ認知的知識と「学びのスタイル」を手がかりに，教材の受講状況について分析を行った。得られた結果を用いて，指定された教材の閲覧にとどまりがちなグループと，そうではないグループを確認し，グループの特徴をもとに今回のアナウンスがどのように機能したかについて考察を試みた。今回の検討では，グループとスタイルの組み合わせから十分な状況の解明には至らなかったものの，本研究で試みた，学習者の学び方を手がかりに働きかけに対するレスポンスを調査するというアプローチは，苦手意識を持つ生徒へのアプローチの模索など，ターゲットを意識した授業改善を進める上での手がかりになり得るものと考えられる。今後は収集済みのデータについてさらに詳細に分析を行うとともに，当該授業の改善を継続する予定である。

## 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ーMetacognitive Awareness Inventory を用いて"，立正大学心理学研究年報，第1巻，pp. 23-34（2010）.
(2) 篠田有史，岳五一，鳩貝耕一，松本茂樹，高橋正，河口紅，吉田賢史: "学習に関するメタ認知の知見を組み込んだ「学びのスタイル」アンケートによるオンライン授業の分析"，甲南大学教育学習支援センター紀要，第6号，pp. 99-107（2021）.
(3) 篠田有史，岳五一，鳩貝耕一，松本茂樹，高橋正，河口紅，吉田賢史: "メタ認知の視点を考慮に入れた「学びのスタイル」による対面式情報基礎授業の調査"，Proc. of 2022 PC カンファレンス，pp. 192-193（2022）.
(4) 篠田有史，岳五一，鳩貝耕一，松本茂樹，高橋正，河口紅，吉田賢史: "メタ認知の知見と「学びのスタイル」を活用したオンデマンド教材閲覧状況の分析"，Proc. of 2025 PC カンファレンス，pp. 248-251（2025）.

# 視線移動データに基づく絵本読解過程の分析

菅谷 克行*1,*2・神澤 ほのみ*2
Email: katsuyuki.sugaya.principia@vc.ibaraki.ac.jp

*1：茨城大学 学術研究院 人文社会科学野
*2：茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

◎Key Words　読解過程，マルチモーダル，絵本，視線，読書教育，メディア特性

## 1. はじめに

教育・学習の場において，学習者がどのようにテキストを読み解いているのかを把握することは重要な課題である。特に近年では，学習者が文章と図表等が複雑に関係し合うテキスト（マルチモーダルテキスト）に学習者が日常的に接するようになっており，学校におけるリテラシー教育の焦点を，文章を中心とした印刷物の読み書きのみに限定することは難しい。言語・図・表・写真が混在した印刷物から，オンラインコンテンツ（Web サイト，SNS，仮想空間等）に至るまで，多様なマルチモーダルテキストから意味を読み取れるように，学習者を指導・支援する必要がある [(1)]。特に，言語情報と視覚情報が組み合わさったマルチモーダルテキストについては，その読解過程を正確に把握し，適切に指導することが求められている。

そのため，従来の文字中心の読解研究に加え，視線の動きに基づいて読解過程を分析する新たな方法論が注目されている。人の視野は解像度の高い「中心視野」と解像度の低い「周辺視野」で構成されており，視覚情報は脳内で補完処理されているため，眼球は頻繁に動いている。文章読解時は，注視状態（停留）と次の停留点への順行運動（サッカード）や，一度読んだところに戻る運動（逆行）等を繰り返す視線移動により文章を認識している [(2)]。つまり，視線移動データは，読者がどこに注意を向け，どの情報を優先的に処理しているかを客観的に示すものであり，絵本読解時における言語と画像の相互作用を明らかにする有効な手段である。

本研究では，マルチモーダルテキストの読解を検討する一つの題材として，絵本の読解に注目した。絵本は，文章と視覚表現（イラストやレイアウト）が互いに補完し合い，一つの物語を創り出す表現形式であり，文字情報だけでは伝わりにくい感情や時間の経過を，視覚的表現を通して立体的に読者へ伝えている [(3)]。また，絵本は，絵と文の「視点」の関係によって読者の体験が決まる表現形式でもあり，「誰が何をどの位置・立場から見ているか」という点が，読者の理解や感情体験に影響を与える [(4)]。絵本のようなマルチモーダルテキストを正確に理解するためには，言語的要素と視覚的要素の双方から導かれる意味を総合的に解釈する読解力が求められる。

そこで本研究では，絵本の読者が文章要素と視覚的要素とをどのように視線を移動させながら読解を進めているのかを，視線計測装置を用いた実験により明らかにすることを目的とする。特に本稿では，注視領域の割合の比較や，視線移動の特徴に注目して分析を行った結果について報告する。絵本というマルチモーダルなコンテンツにおける読解プロセスの可視化を通して，今後の読書教育における指導・支援方法や，教材設計への応用可能性を検討することが本研究全体の目標である。

## 2. 研究方法

### 2.1 実験の概要

本研究では，絵本の読解過程を分析するために，読解中の視線移動データを実験によって取得した。実験参加者は大学生 12 名であり，実験に関する事前説明を行ったうえで，参加への同意を得た者である。

読解課題として用いた絵本は，実験参加者（今の大学生）が幼少期に接した可能性が低いと考えられる作品の中から選定した。具体的には，著名な作家の作品や広く流通し話題となった作品等は避け，近年刊行されたもののうち，物語構造が単純ではなく，何らかのメッセージ性を有する作品を実験者らが選定した。

使用する書籍媒体としては，印刷絵本，電子絵本（液晶モニター使用）の 2 種類を設定した。電子絵本の提示には，媒体間で提示サイズに大きな差が生じないよう，印刷絵本の見開きサイズに近い大きさのタッチパネル型モニターを用意した。実験では，印刷絵本は見開きの状態で，電子絵本についても見開き（2 頁分）が同時に表示される形式で読解に取り組んでもらった。

本研究で使用した視線計測機器は，Tobii Pro Glasses3 であり，トラッキング方式は角膜反射法・暗瞳孔法・ステレオ画像法を組み合わせたもので，サンプリングレートは 50Hz である。本研究では，得られた知見を教育の分野に活かすことを目標にしているため，可能な限り日常の読書状況に近い条件で実験を行うこととした。そのため，実験参加者には視線計測機器のみを装着してもらい，頭部の固定や視距離を一定に保つための補助器具は使用しなかった。

### 2.2 実験の手順

実験では，実験参加者それぞれに，印刷絵本と電子絵本で１作品ずつ読んでもらった。カウンターバランスに配慮し，参加者１名ずつ，以下の手順で実験を行った。

(1) 実験目的と内容の説明，実験参加承諾書への署名
(2) 日常の読書に関する質問紙調査
(3) 視線計測機器の装着と起動
(4) キャリブレーション
(5) 絵本読解時の視線測定（作品１）
(6) 読解内容の確認（半構造化インタビュー形式）

――休憩――
(7) 視線計測機器の装着と起動
(8) キャリブレーション
(9) 絵本読解時の視線測定（作品２）
(10) 読解内容の確認（半構造化インタビュー形式）

手順（2）では，日常の読書習慣（絵本を含む）について，読書頻度や利用する書籍媒体（印刷・電子），書店および図書館の利用状況等を含めて回答を求めた。

手順（5）では，実験参加者に作品１を，半数の参加者には印刷絵本で，残りの半数には電子絵本で読解してもらった。読解開始前には，読後に「絵本から受け取ったメッセージ」と「内容に関する質問」への回答を求める旨を伝え，丁寧な読解を行うよう促した。

手順（6）では，読解終了後に測定機器を取り外した後，半構造化インタビューを行った。読解開始前に伝えておいた「絵本から受け取ったメッセージ」と「内容に関する質問」について口頭で回答を求めた。インタビューの音声データは録音・保存した。

手順（9）では，カウンターバランスに配慮し，実験参加者に作品２を手順（5）とは異なる媒体（印刷または電子）で読解してもらった。

手順（10）では，手順（6）と同様に「絵本から受け取ったメッセージ」と「内容に関する質問」について口頭で回答を求めるとともに，媒体間の比較（印刷版と電子版のどちらが読みやすかったか，どのような差異を感じたか等）についても回答を求めた。

## 3. 結果と考察

まず，実験終了直後に半構造化インタビュー形式で実施した読解内容の確認においては，すべての実験参加者が明確に回答しており，各参加者が絵本の読解を丁寧に行っていたことが確認された。絵本から受け取ったメッセージについては参加者間で差異が見られ，表層的な理解にとどまらず，物語の奥行きを捉えた深い読解を示す回答も確認された。

次に，読解時の視線移動データに基づき，文章および絵領域における注視時間の割合を各作品・媒体ごとに集計した結果を表１に示す。

表１　文章および絵領域における注視時間の割合

| 作品（媒体） | 文章領域 | 絵領域 |
|---|---|---|
| 作品１（印刷） | 72.2％ | 27.8％ |
| 作品１（電子） | 76.0％ | 24.0％ |
| 作品２（印刷） | 49.3％ | 50.7％ |
| 作品２（電子） | 43.1％ | 56.9％ |

表１から，媒体間の差は小さく，作品間の差異の方が大きいことが判る。作品１では，文章領域を注視している時間の割合が７割以上を占めており，実験参加者は主に文章から内容を理解していたことが推察される。一方，作品２では，文章領域と絵領域における注視時間の割合がほぼ同程度である。すなわち，絵と文章が内容理解に対して同程度の影響を及ぼしている可能性が示唆される。

次に，読解時の視線移動の特徴を表２に示す。表中の「文→絵」の表記は見開きページ内の文章領域をすべて読んだ後に絵領域に視線を移していたことを示し，「絵→文」は，はじめに絵領域に視線を向けた後に文章領域を読み始めていたことを示す。また，「文＋絵」は文章領域と絵領域の間で視線を往還させながら読んでいた（絵を参照しつつ文章を読んでいた）ことを示す。これらの表記が複数記入されている箇所は，上記視線移動の特徴が複数観察されたことを示している。

表２　視線移動の特徴（作品別）

| 参加者 | 作品１ | 作品２ |
|---|---|---|
| A | 文→絵 | 文→絵，文＋絵 |
| B | 文→絵，文＋絵 | 文→絵 |
| C | 文→絵 | 文→絵 |
| D | 文→絵，文＋絵 | 文→絵，文＋絵 |
| E | 文→絵 | 文→絵 |
| F | 絵→文 | 絵→文，文＋絵 |
| G | 文＋絵 | 文→絵，文＋絵 |
| H | 絵→文，文＋絵 | 文→絵 |
| I | 文→絵 | 文→絵，文＋絵 |
| J | 絵→文，文＋絵 | 文→絵，文＋絵 |
| K | 文→絵 | 文→絵 |
| L | 文＋絵 | 文→絵，文＋絵 |

表２から，文章領域から先に読む（文→絵）実験参加者が全体的に多いことが判る。しかし，作品２においては，視線を往還させながら読解する（文＋絵）実験参加者も多く見られ，相対的に絵領域の影響力が作品１よりも大きいことが示唆される。すなわち，作品に応じて読み方（視線移動）を変化させ，適切に情報要素を組合せながら意味を読み取ろうとしていると示唆される。

## 4. おわりに

本稿では，絵本読解中の視線移動データを基に，文章領域と絵領域における注視時間割合の比較や，視線移動の特徴について分析・報告した。今後は，これらの結果と読解の深さ・正確性との関係性，日常の読書状況との関連，他の眼球運動指標との関連について分析を進める。

## 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 24K00421 の助成を受けて実施した。

## 参考文献

(1) Ika Lestari Damayanti, Yusnita Febrianti : "Multimodal literacy: Unfolding reading path in children's picture book and its potential for EFL classrooms", Indonesian Journal of Applied Linguistics, 9 (3), p.616-627 (2020).
(2) 苧坂直行 編：“読み－脳と心の情報処理”, 朝倉書店, 東京 (1998).
(3) Shumin Hao : "A Study on the Multimodal Stylistic Features of Picture Book Finding Winnie", International Journal of Languages, Literature and Linguistics, 10 (2), p.167-172 (2024).
(4) 村尾 聡："絵本における絵と文の関係:西郷文芸学「視点論」からの考察", 語文と教育/ 鳴門教育大学国語教育学会編, 33, p.1-9 (2019).

# 理科授業における ICT 活用経験が教員志望学生の授業構想力と自信に与える影響

興治文子[*1・5]・田中秀志[*2・5]・小林一人[*3・6]・長谷川大和[*4・7]
Email: okiharu@rs.tus.ac.jp

*1：東京理科大学理学部第一部科学コミュニケーション学科
*2：下関市立養治小学校
*3：国立教育政策研究所
*4：東京科学大学附属科学技術高等学校
*5：東京理科大学大学院理学研究科科学教育専攻
*6：東京理科大学創域理工学部
*7：東京理科大学理学部第二部

◎Key Words　教員養成，ICT 活用，理科

## 1. はじめに

### 1.1 研究背景

GIGA スクール構想および新型コロナウィルス感染症の流行を契機として，中学校における生徒 1 人 1 台端末環境が整備され，学校教育における効果的な ICT 活用の重要性がますます高まっている。理科教育においても，タブレット端末やデジタル教材，シミュレーション(1)，センサー等を活用した授業実践が数多く報告されている。理科教育における ICT 活用の目的は，単に ICT 機器を使用することではなく，観察や実験では捉えにくい現象の可視化や，データの収集・共有・分析，複数の表現の統合などを通して，児童生徒の科学概念形成を支援することに本質的な意義がある。例えば，運動の動画解析による速度や加速度の理解，センサーを用いたリアルタイム計測による現象理解，シミュレーションによる不可視な現象の可視化などは，従来の授業では実現が難しかった学習活動を可能にしている。

こうした状況を踏まえ，教員養成課程においても ICT を効果的に活用した理科授業を構想，実践できる教員の育成が求められている。Mishra らは，ICT 活用には教科内容，教授法および ICT に関する知識を統合した TPACK（Technological Pedagogical Content Knowledge）が必要であることを提唱した(2)。一方，Abbitt は，ICT 活用指導力には TPACK だけでなく，「ICT を授業で活用できる」という自己効力感が深く関係することを示している(3)。

国内においても，小学校理科教育法において ICT を活用した模擬授業を取り入れることで，教員養成学生の ICT 活用指導力や自己効力感が向上するという報告がある(4)。また，模擬授業においては ICT を活用する模擬授業を児童役として受けることによって，児童の ICT 活用を指導する能力や ICT 活用の必要性に対する認識が高まることが示されている。さらに，中学校，高等学校理科教員を志望する学生を対象とした調査からは，ICT 機器を扱う経験は豊富である一方，授業運営や生徒同士の学びを支援する ICT 活用には課題が残ることを指摘し，教員養成段階では ICT 機器の活用自体が目的化しないよう配慮する必要があるという研究もある(5)。

大学の教職課程においては，将来教師となる学生が ICT を活用した理科授業を構想し，実践するための指導力を身に付けることが求められている。しかし，ICT を活用した理科授業を構想するためには，ICT 機器の操作技能だけでなく，「ICT を活用することで理科概念の理解がどのように深まるのか」を把握している必要がある。Lortie は，教師志望者は長年にわたり生徒として授業を観察してきた経験を有しており，その経験が将来の授業観や指導行動の形成に影響を及ぼすことを Apprenticeship of Observation（観察による徒弟制）として説明している(6)。すなわち，生徒時代に ICT を活用した理科授業を経験していない学生は，理科授業における ICT 活用の具体的なイメージを十分に持てない可能性がある。一方で，ICT を活用した授業を経験していたとしても，その経験が将来の ICT 活用指導力にどのように結び付くかについては十分に明らかにされていない。

### 1.2 研究目的

そこで本研究では，中学校理科において ICT を活用した授業を受けた経験の有無に着目し，大学で教職課程を履修している学生の ICT 活用意欲，自信および関心との関連を明らかにすることを目的とした。また，理科教育について深く学ぶ前の段階で，どのような理科授業での ICT 活用方法を想定することができるのかを合わせて取ることで，今後の教員養成における理科の ICT 活用指導力育成の在り方を検討するための基礎的調査として位置付ける。

## 2. 調査の対象と方法

### 2.1 調査時期および対象者

2026(令和 8)年 4 月に大学のアンケートフォームを用いて調査を実施した。

調査対象者は首都圏の私立大学において理科の教員免許状を取得するための教職課程を履修している 4 クラスの大学生である。調査の趣旨を説明の上，同意が得られた

56 名を調査対象者とした。

### 2.2 調査項目

調査項目は全部で 18 であり，回答者の属性に関する基本調査 4 問ののち，本研究の調査項目 13 問と，最後に回答時に生成 AI の利用の有無を尋ねた。表 1 に関連する調査項目 13 問を記す。

表 1 質問項目

| 番号 | 質問内容 |
|---|---|
| Q5 | あなたが中学生のときに理科授業で「ICT 活用」は行われましたか。行われた人は，どのような内容でしたか。 |
| Q6 | 中学校の理科授業において「ICT（生成 AI を除く）」を取り入れることで，ICT はどのような役割を果たすと思いますか。あなたの言葉で自由に記述してください。 |
| Q7 | あなたが中学校の理科授業で「ICT（生成 AI を除く）」を取り入れるとしたら，どの単元で取り入れようと思いますか。 |
| Q8 | Q7 で答えた単元の授業の流れを説明してください。また，授業の中での教師と生徒の主な活動についても説明してください。 |
| Q9 | Q7 で構想した授業では，ICT がない場合と比べてどんなことが変わりますか。ICT がない場合と比べて，どのような新しい活動や効果がもたらされるかについて説明してください。 |
| Q10 | 理科授業で ICT を活用することの利点・可能性と，課題・懸念点について書いてください。 たとえば，学習者の理解や興味，授業の効率，教材の工夫などの観点から自由に記述してください。 |
| Q11 | ICT 活用が生徒の学びや興味，学習意欲にどのような影響を与えると考えますか。 学習者の視点から自由に意見を書いてください。 |
| Q12 | 将来，理科の授業で ICT を活用することに対する意欲についてお答えください。 |
| Q13 | 前問で選んだ選択肢について，理由があれば記述してください。 |
| Q14 | 将来，理科の授業で ICT を活用することに対する自信についてお答えください。 |
| Q15 | 前問で選んだ選択肢について，理由があれば記述してください。 |
| Q16 | 理科授業における ICT 活用に関する関心度を評価してください。 |
| Q17 | 前問で選んだ選択肢について，理由があれば記述してください。 |

Q5 は，中学生のときの理科授業における ICT 活用経験の有無である。何を ICT 活用ととらえるかは人によって異なるため，内容も自由記述で答えさせた。

Q6 から Q11 は，理科をどのように教えるかという授業を受ける前の段階で，どのような理科授業を構想することができるか，またその際の ICT 活用についての考えについて自由記述式で答えさせた。これらの問いについては，生成 AI を利用して回答すると調査の分析には用いることができないため，調査の末尾で生成 AI の利用の有無について尋ね，調査対象者全員から「利用していない」との回答を得た。

Q12 から 17 は，理科授業で ICT を活用することに対する意欲，自信，関心度について 5 件法で尋ね，それぞれについてその理由について自由記述式で答えさせた。問番号に下線がついているものが 5 件法で問うたものである。

### 2.3 分析方法

本研究では，量的データと質的データを組み合わせて分析を行った。

まず，中学校理科における ICT 活用経験の有無（Q5）について集計し，経験内容を分類する。次に，Q12，Q14 および Q16 については，「1」を最も否定的，「5」を最も肯定的とする 5 件法で得点化した。中学校理科における ICT 活用経験の有無による平均値の差を比較するため，母分散の等質性を仮定しない Welch の $t$ 検定を行う。有意水準は 5%とする。

さらに，Q6～Q11 の自由記述について内容分析を行う。授業構想に関する記述を精読し，ICT の教育的役割に着目してカテゴリー化を行い，学生が理科授業において ICT をどのような目的で活用しようと考えているかを分析する。また，ICT を活用することで理科授業がどのように変化すると捉えているかについても，同様に内容分析を行う。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 中学校理科における ICT 活用経験

中学校理科での ICT 活用経験ありの学生数は 24 名，なしは 32 名であった。経験ありの学生に詳細を尋ねたところ，表 2 のような内訳となった。

表 2 中学校理科での ICT 活用理科授業の経験
（複数回答有）

| 授業の詳細 | 教師による資料提示 | 生徒による調べ物学習等 | 生徒による発表 | その他 |
|---|---|---|---|---|
| 人数（名） | 16 | 4 | 5 | 1 |

最も多かった回答は「教師による資料提示」(16 名)であり，「資料集を映し出していた」または「動画を見た」などの内容であった。

「生徒による調べ物学習等」については，「1 人 1 つ iPad をもって課題やグループ枠で使っていた」，「自然に関する分野でパソコンで調べ物をした」などである。

その他 1 名は，「複数の授業で，一人一台配布されていたタブレットでコラボノートというアプリを使って意見の交換などを行っていた。発言だと時間の関係で全員分は聞けないが，コラボノートではみんなが書き込んでそれを見られるようになっていた。調べ学習で使っていた。」とあり，協働学習の長所を利用した使用法であった。

次に，中学校理科での ICT 活用理科授業の経験の有無を分けた群ごとに，理科授業において ICT を活用することに対する意欲，自信，関心を 5 件法で問うた。1 が最も否定的な回答であり，5 が最も肯定的な回答である（表 3）。

中学校理科における ICT 活用経験の有無による比較するため，母分散が等しいことを仮定しない Welch の $t$ 検定を実施した。その結果，経験あり群は経験なし群と比較して，ICT 活用意欲，ICT 活用自信，ICT 活用関心のいずれにおいても高い値を示した。ICT 活用関心については，経

表 3 中学校理科での ICT 活用理科授業の経験と理科授業での ICT 活用の意欲・自信・関心と関係

| 項目 | ICT 活用授業経験あり 平均 (標準偏差) | ICT 活用授業経験なし 平均 (標準偏差) | *t* | *p* | *d* |
|---|---|---|---|---|---|
| ICT 活用意欲 | 4.33(0.70) | 3.88(1.07) | 1.93 | 0.059 | 0.49 |
| ICT 活用自信 | 3.00(1.10) | 2.63(0.98) | 1.32 | 0.19 | 0.36 |
| ICT 活用関心 | 4.29(0.55) | 3.88(0.87) | 2.19 | 0.033 | 0.55 |

験あり群（$M = 4.29, SD = 0.55$）が経験なし群（$M = 3.88, SD = 0.87$）より有意に高かった（$t = 2.19, p = 0.033, d = 0.55$）。一方, ICT 活用意欲については経験あり群の方が高い傾向を示したものの，有意差は認められなかった（$t = 1.93, p = 0.059, d = 0.49$）。また，ICT 活用自信についても有意差は認められなかった（$t = 1.32, p = .19, d = 0.36$）。つまり，中学校理科における ICT 活用経験は，将来の ICT 活用への関心には関連が示されたが，意欲や自信については有意な差は確認できなかった。

ICT 活用に対する自信について，中学校理科における ICT 活用経験の有無による比較を詳細に調べたところ, 図 1 に示したように経験なし群では正規分布の形を示したものの, 経験あり群では「どちらかと言えば自信がない」か「どちらかと言えば自信がある」にピークが来ていることが分かる。経験なし群では,「黒板で教える以上の教わり方をしていないので自信がない。」「自分自身があまり ICT 教育を受けてきていないので, 授業のアイディアがない。」といった意見があった。

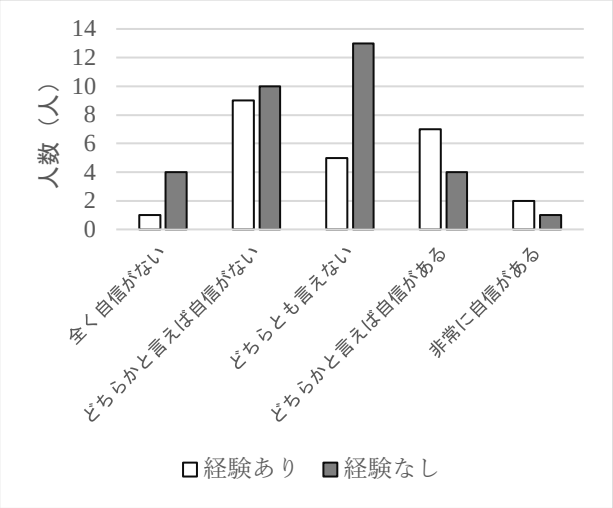



図 1 中学校理科での ICT 活用理科授業の経験と理科授業での ICT 活用の自信の詳細

経験あり群では,「パソコンを使うのがあまり得意ではないから。」「ある程度 ICT には強いと自負しているので」など, 機器操作に関する理由もみられ, 内容と機器操作の 2 要因が自信の有無に関係していることが示唆された。

### 3.2 ICT を活用した授業構想

Q6 では,「ICT は理科授業においてどのような役割を果たすか」を自由記述で尋ねた。回答を分類した結果，多くの学生は,「現象を分かりやすく可視化する」「理解を深める」「興味・関心を高める」といった役割を挙げていた。また,「情報収集」や「調べ学習」,「意見共有」など，学習活動を支援する役割を記述した学生も認められた。一方,「仮説設定」「データ分析」「探究活動」といった，ICT を理科概念の形成や探究的な学習を支援する役割として捉えた記述は少数であった。

Q7 から Q11 については，多くの学生は，ICT を「資料提示」や「現象の可視化」のための手段として位置付けていた。具体的には, 動画や画像，アニメーション，シミュレーションを用いて，教科書だけでは理解しにくい現象を視覚的に示す授業構想が多くみられた。また, 調べ学習や意見共有, 発表活動など, 生徒の学習活動を支援する目的で ICT を活用する記述も多く認められた。

一方で，ICT を活用して仮説設定，実験，データ収集・分析, 考察といった探究活動として構成し, 理科概念の形成を支援しようとする授業構想は少なかった。このことから，多くの学生は ICT を授業を分かりやすくしたり効率化したりするためのツールとして捉えている一方, ICT を理科概念の形成や探究的な学習を支援するための手段として位置付けている学生はこの段階では限定的であることが示唆された。

## 4. おわりに

本研究では，中学校理科における ICT 活用経験の有無と，教職課程を履修している大学生の ICT 活用意欲，自信および関心との関連を調査した。その結果, ICT 活用経験のある学生は，経験のない学生と比較して ICT 活用意欲, 自信, 関心のいずれにおいても高い値を示し, 特に ICT 活用関心については有意な差が認められた。一方で，ICT 活用自信については有意差が認められなかった。

この結果は，生徒として ICT を活用した授業を経験することが, ICT に対する関心や肯定的な態度の形成には寄与するものの，教師として ICT を活用する自己効力感の形成には十分ではないことを示唆している。理科教育において求められるのは, ICT 機器の操作技能そのものではなく，ICT によってどのような学習活動が可能となり，理科概念の形成がどのように支援されるのかを理解した上で授業設計を行う力である。そのためには, 教職課程において，ICT を活用しない授業と比較して,「なぜその場面で ICT を活用するのか」,「ICT によってどのような学びが実現されるのか」を学生自身が考察する機会を設けることが重要であると考えられる。

今後は ICT を活用することが理科授業においてどのような意味を持つのかについて問うた Q6 から 11 について分析し，さらに大学生が教職の授業を受けたのちにどのように捉えるようになったかの変容を分析を進める予定である。

## 参考文献

(1) C. Wieman, W. Adams, K. Perkins：“PhET: Simulations That Enhance Learning.”, Science, 322, 5902, pp.682–683 (2008).
(2) Punya Mishra, Matthew J. Koehler：“Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Integrating Technology in Teacher Knowledge, Teachers College Record,” 108, 6, pp.1017-1054 (2006)
(3) J. Ab.bitt：“An Investigation of the Relationship between Self-Efficacy Beliefs about Technology Integration and Technological

Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Preservice Teachers", Journal of Digital Learning in Teacher Education, 27, 4, pp. 134-143 (2011).
(4) 北澤武, 藤谷哲, 福本徹 : "小学校理科教育法における ICT 活用指導力向上を目指した模擬授業の効果分析", 科学教育研究, 43, 2, pp.92-103 (2019).
(5) 内田隆 : "教職課程学生の ICT 活用指導力の現状と課題 - 中学高校理科教員免許取得希望学生の事例-", 日本科学教育学会研究報告, 35, 5, pp.69-74 (2021).
(6) Lortie, D. C : "Schoolteacher: A Sociological Study", University of Chicago Press (1975).

# 夏目の送籍・徴兵拒否の予見と科学文芸の内的開化
## —DX 期における科学教育史的意義—

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

*1：新潟大学教育学部
*2：東京理科大学理学部第一部科学コミュニケーション学科

◎Key Words　科学文芸の内的開化，新しい戦前と外的文明破壊，漱石の送籍と徴兵拒否

## 1. はじめに

新しい戦前を想起させる米国・イスラエル・イラン・ロシア等を震源とする「覇権と破壊と侵略や支配」の連鎖が日本での新しい戦前を強く想起させる最近において，日本の科学技術開化史における「開化と禍機」の歴史的教訓を掘り起こすことが，焦眉の緊急課題となって来ている。

本研究では，「明治の文明開化期から世界大戦・敗戦期に至る科学や文芸の開化史的な実態と教訓」を，科学や文芸の開化史的な視座から実証的に読み解いて来た。その DX 期における科学教育史的な意義を現代的に再創成する方策の探究等を，生成 AI 活用等も武器に進展させている。

特に，夏目漱石が北海道岩内への「送籍」という抵抗（兵役拒否）[(1)]の底流で予見した「帝国主義的戦争へと盲進する国家主義（外発的開化）」への危機感と，それに抗う「平和の建設と維持に寄与し得る内的開化」を生むような「自己本位の科学文芸潮流」を探索し，その科学思想史的解読解明を進展させてきた[(1-3)]。既存の知の模倣や兵器化に陥らづに「内発的な開化の有り方」で「現代の画一化されたデータ駆動型 DX 社会での強力な予見を生む方略と位置付け得る可能性」も，当時の漱石予見は内包していたのだ。

更に，その漱石的な内的開化潮流と，菊池熊太郎[(5-6)]・杉浦重剛・三宅雪嶺・宮崎滔天らに代表される「政教社的・アジア主義的な科学教育・文化思索交流共同体」の動向との相互関連性を史的に看取が意義ある探索となってきた。

国家の要請のみに埋没されない「科学教育の自律性と倫理」が如何に模索されたか，科学教育思想深層への一次史料（講義筆記やアーカイブ等）からの深掘りを試みる。

東京電力福島原子力発電所事故調査委員会（国会事故調）の黒川清委員長は，報告書の「はじめに」において，3.11 という未曾有の惨禍を「メイド・イン・ジャパンの地災・人災」と断じ，その根底にある「変われない日本」の構造的病理を鋭く告発した。黒川氏は，日露戦争後に日本が破滅へと突進していく禍機（アジア侵略・植民地支配への暴挙）を正確に予見・警告していた福島の偉人・朝河貫一の著書『日本の禍機』を特筆し，今こそこの歴史的先見性の現代的意義を日本全土に喚起すべきだと訴えた[(7)]。

国民の生命と生活を守れなかった「政府・規制当局・社会構造・マインドセット（思い込み）」を抜本的に変革し，この国への信頼を立て直す機会は今しかないと主張した。この黒川氏が朝河を例示して放った警告は，過去の歴史と 3.11 現代ガバナンス不全を突く峻烈なメッセージだ[(7)]。

この朝河の洞察を，戦前に至る「日本の科学教育の禍機」として読み替えるならば，それは近代教育史への極めて厳格かつ客観的な評価・教訓となる。日清・日露戦争後の教育史的禍機とは，勝利の熱狂の中で「皇国主義・国家主義・領土拡張主義・軍国主義化」との精神の歪みに気づかず自滅的な敗戦へと突き進んだプロセスに他ならない。

日本は日露戦争の結果として，韓国の支配権や旅順・大連の租借権，南満州鉄道利権等を手中に収め，そのわずか 5 年後には韓国併合へと踏み出し，植民地支配の過ちへと道を誤った。第一次世界大戦が「科学戦（総力戦）」へと変貌を遂げた時代，本来であれば日本は物質世界における科学的・合理的世界観を深め，多角的な国際協調の科学観を進展させる絶好の機会（好機）を迎えていたはずであった。しかし日本はその機会を見逃し，主観的精神論に依拠した非科学的な無謀の戦争に突入し大敗北を喫した。

この致命的な判断誤認を検証し，是正できるはずの「内発的で有能な人材」の育成は，1903 年（明治 36 年）に導入された画一的な国定教科書制度，および尋常高等小学校の「授業細案」にまで至る徹底した国家統制によって完全に途絶させられていたのである。科学や理性を国家主義の枠内に閉じ込め，教育の自律性を圧殺した制度的責任として，文相・菊池大麓，理数分野の藤沢利喜太郎，そして櫻井錠二らの思想的・行政的関与は，まさに歴史の法廷において厳しく問われる知のガバナンス不全例である。

当時の「画一化による科学的合理性の喪失」という戦前の教訓は，現代の DX・AI 期における教育再構築に対しても，現代的内的 DX/AI 開化という新たな視点における，より深刻化を生むに至る強烈な警告を発してきている。外発的な数値目標や「変われない前例主義」に縛られた現在の教育・行政構造は，戦前の国定教科書制度や 3.11 で崩壊した安全神話（思い込み）の構造と完全に同根である。

朝河貫一が説いた「国際的・客観的な視座」と，夏目漱石が求めた「自己本位（内発的開化）」の精神に立ち返り[(1-3)]，技術の奴隷でも国家の歯車でない「真に平和を建設・維持できる科学的・倫理的批判精神」を持った人材育成を創成する。これこそ明治の禍機から現代の DX 期に至る歴史が私たちに突きつけている最大の現代的課題である。

## 2. 世紀末ロンドンでの奇遇：夏目漱石達のニュートン主義の完成期の「知的な最前線」への同期

1900 年，夏目漱石は明治政府による第 1 回文部省官費留学生として大英帝国へと旅立った。日清戦争の賠償金によって財政とインフラを急拡大させていた明治政府にとって，この派遣は「近代国家の道具」を養成するための実用的な国家投資の一環であった[(1-3)]。漱石への辞令に

「英語授業法ノ取調」とあるように，政府が求めたのは技術の輸入という「外発的開化」の要請であった。しかし，当局の上田万年が「真意は特に束縛なし」と告げた通り，具体的な研究目的は曖昧であり，国家の制度的要請と，漱石自身の純粋な学問的探求（内的開化）との致命的な乖離が最初から生じていた[1-3]。ロンドンで2年間の漱石を根源的に苦しめた不快感や神経衰弱の本質は，単なる異文化適応の失敗ではなく，日本の「模倣すべきモデル」とされた英国文明そのものが内包する精神的危機に直面した。

しかし，櫻井房記の推奨に始まったこのロンドン留学の滑り出しには，歴史の奇妙な配剤というべき幸運な出会いがあった。1901年3月29日，漱石は日本領事館を通し，グラスゴー大学から日本語の「入学試験出題委員」を委嘱される。福沢諭吉の三男・三八が同大を受験する際，第二外国語に日本語を選択したためである。漱石日記に「夜に領事館より電報があり……直ちに問題を作り送る」とある慌ただしさは，図らずも漱石を英国最高の科学的知性の揺籃へと接続させる契機となった[2]。

折しも1901年は，グラスゴー大学創立450周年の記念式典の年であった。日本からは櫻井錠二が政府特使として派遣され，熱力学体系の確立者であり「19世紀のニュートン」と称されたケルビン卿（ウィリアム・トムソン）への叙勲式典が執り行われた。23歳にして同大教授となったケルビン卿は，物質の特異性に依存しない普遍的な「絶対温度目盛り（ケルビン）」を導入し，ジュールらが発見した熱の仕事当量（4.2 ジュール=1 カロリー）を基礎に，全系のエネルギー総量が厳密に保存・散逸するという熱力学第一・第二法則の体系化を1848年までに確立していた。混迷する人間心理や社会を普遍的な法則で捉えんとする野心（のちの『文学論』）を抱いていた漱石は，自然界の無秩序さの中に絶対的な数理体系を与えたこの「熱力学の美学」に強い衝撃を受ける[2-3]。

本業であるはずの英文学の研究に行き詰まる中，漱石は一転して科学への関心を深めていった。ロンドンから妻の鏡子へ「近頃は文学書は嫌になり，科学上の書物を読み……」と書き送るほど，彼の知性は科学へと傾倒していく[2-3]。この熱量は帰国後の第一高等学校での英語授業にも直結し，1903年に彼がテキストに用いたのは，文学書ではなく『Science and Technical Reader（科学技術読本）』という極めて理系色の強い一冊であった[2]。受講生であった若き日の高嶺俊夫（のちに東京帝大教授，水素のバルマー系列に対する第二次シュタルク効果の研究等で学士院恩賜賞を受賞する分光学の第一人者）は，英語教師であるはずの漱石が語る「科学への異常な思い入れと知的情熱」の記憶を，後年まで鮮明に回想している[2]。

漱石は高嶺に英語を教授した2年後の1905年に『吾輩は猫である』で作家デビューを果たすが，すでに熊本の第五高等中学校時代には，もう一人の若き知性・寺田寅彦との深い交流が始まっていた。物理学徒でありながら漱石の自宅へ足繁く通い，俳句や文学の刺激を受けた寅彦は，「まるで恋人にでも会いに行くような心持で通った」と述懐している。漱石が『猫』を発表する前年の1904年，寅彦は東京帝国大学講師に就任しており，作中で「寒月君（寅彦がモデル）が主人（苦沙弥）より立派になっている」と猫に語らせた描写は，知の師弟関係を象徴する[2]。

当時のNature誌（1901年9月12日号）に掲載された，A・W・リュッカー英国科学振興協会会長による講演録[4]を目撃した漱石は，「確証された科学最先端の状況分析に基づく，驚きに満ちた現状認識」を読み解きその興奮をただちに寺田寅彦への手紙（1901年）で共有した[2]。リュッカー講演の核心とは，当時マッハやオストワルドらの実証主義者が「原子は誰も見たことがないから単なる計算上の仮説に過ぎない」と主張していたのに対し，熱力学や電磁気学の具体的な実験的再現と確証を根拠に，「原子や分子の実在性は明快に確立された」と強く訴えるものだ[4]。

「目に見えないが，確かにそこに存在する物理的実体（原子やエネルギー）を厳密な論理で結びつける構築法」だ。漱石はこの目覚ましい最先端の科学の手法を，人間の心理や文学を解析する『文学論』の数理的構築への強い熱情と自信へと変換したのである。皮肉にも，このリュッカー講演[4]が「古典物理学の完全なる到達点」を告げた数年後に，アインシュタインの相対性理論やハイゼンベルク・シュレーディンガーの量子力学が登場し，世界は「古典物理学の完成と黄昏の境界期（科学史的大転換期）」を迎える。漱石と寅彦は，まさにロンドンという知の集積地を通じて近代知性の最前線にリアルタイム「同期」をしていた。

## 3. ジンゴイズムという「外発的熱狂」の正体：『猫』と『三四郎』が告発する日本の禍機

漱石の偉才たるゆえんは，下宿の片隅という「個人の身辺レベル」の小さな出来事から，世紀末の大英帝国が露呈しつつあった帝国主義末期の巨大な世界情勢を，一気に大局的に見据えてしまう特異なマクロ的時代感覚にあった。彼は個人，国家，国際社会，そして世紀の転換期という多層的な時空に通底する相関関係を冷徹に認識し，その巨視的な対象化をのちの文芸作品へ結晶化させたのだ。

特に1901年から1902年にかけてロンドンで漱石が目撃した，ボーア戦争をめぐる知識人や大衆の狂乱，すなわち「ジンゴイズム（盲目的・好戦的愛国主義）」の実態は，彼の近代文明への根源的な不信感となったのである[1,3]。

**【具体的例事：ジンゴイズム（自動化された熱狂）の構造】**

メディアが「正義のための戦い」を派手に宣伝し，社会全体が若者に戦場への参加を同調圧力として強制する。愛国心が絶対的な「道徳」として押し付けられる一方で，戦地の悲惨な現実や死傷者の実態は「国家の都合」で徹底的に隠蔽される。漱石はこの病理を新聞報道や大衆の生態から観察し，システム化された近代社会において，人間がいかに容易に思考停止（他人本位）に陥り，国家の歯車へと流されていくかを痛感した。英国のジンゴイズムの構造は，日本における日清・日露戦争期のナショナリズムの熱狂と完全に符合するものであった。急速な国家形成の途上にあった日本の熱狂は個人と国家の精神が未分化なまま一体化してより脆くより危うい破滅の火種を孕む。

帰国後の漱石は，この悲惨な「外発的熱狂」を克服するための文芸表現として『吾輩は猫である』を執筆する。徴兵令を嫌って籍を北海道岩内町に移した自身の「送籍」体験を短編の話題として滑稽に滑り込ませた[1,3]。漱石は当時街に溢れかえった「大和魂・記号」を徹底揶揄化した。

**【『吾輩は猫である』における滑稽化を以下に例事】**[1,3]

苦沙弥先生が手製の半紙を持ち出して読み上げる。「大和魂！と叫んで日本人が肺病やみのような咳をした」。

「大和魂！と新聞屋が云う。大和魂！とすりが云う。大和魂が一躍して海を渡った……」。「東郷大将が大和魂を有っている。肴屋の銀さんも有っている。詐偽師，山師，人殺しも大和魂を有っている」。「大和魂はどんなものかと聞いたら，大和魂さと答えて行き過ぎた……魂であるから常にふらふらしている。それ天狗の類か」。ここで漱石が突いているのは，「大和魂」という言葉が，中身（実体）のないご都合主義・外発的なスローガン・抽象語に流された人々の思考停止されてきた悲惨な現実のみが表出する。「自己本位市民（内面的自立）」育成なき国は内部崩壊だ。

この批評の到達点が，『三四郎』において広田先生（そのモデルには長岡半太郎や櫻井房記ら「理学の徒」の冷徹な知性が投影されている）が放つ，「日本は滅びるね」という予言である[3]。日本は日露戦争の勝利によって，韓国の支配権，旅順・大連の租借権，満州鉄道利権などを獲得し，その 5 年後には韓国併合へと突き進み，領土拡張と軍国主義・植民地支配の過ちへと舵を切った。第一次世界大戦が「科学戦（総力戦）」へと変貌を遂げた時代，本来日本がなすべきだったのは，物質世界における科学的・合理的世界観を深め，多角的な国際協調の科学観を進展させる「内的開化」であった。しかし日本は，その好機を見逃したまま，「大和魂」という非科学的な精神論と主観的集団心理に盲従し，無謀な侵略戦争へと突入して大敗北（必然的敗戦）を喫することになる。広田先生のいう「滅びる」とは，単なる軍事的な敗北ではない「精神の近代化（科学的合理性と個の確立）に失敗した国は文明国として内部から崩壊する」[3]との冷徹なガバナンス不全指摘だ。

## 4. 教育の画一化という「知のガバナンス不全」：菊池大麓・藤沢利喜太郎らの制度的責任

破滅的な判断誤認（非科学的精神論への退行）を検証し，未然に防ぐべき「批判的精神を持つ有能な人材」の育成は，なぜ大正から昭和にかけて途絶したのか。その原因は 1903 年（明治 36 年）から 1945 年（昭和 20 年）まで続いた「画一的国定教科書制度」と，尋常高等小学校の「授業細案」に至る徹底した国家統制にある。当時文相を務めた菊池大麓，藤沢利喜太郎，櫻井錠二といった当時の最高峰の数理的知性たちは，皮肉にも「国家システム（外発的指標）」の構築者・推進者として，教育の画一化と国家主義への従属を容認・主導してしまった。国の定めた「授業細案通りに教えることが絶対とされ，子供たちが「なぜ？」と自発的に問いを立てる（内的開化）の余地が排除され「自分で考えない集団」を大量生産する教育ガバナンスの失敗が，戦前の日本を「無謀で非科学的な戦争」へと直進させた真の禍機であった。朝河貫一がその著書『日本の禍機』で痛烈に鳴らした「現状への過信と領土拡張が国を滅ぼす」[7]という警告を受け止めるだけの批判的知性を，国定の画一的な教育制度はすでに根本から失っていた。

## 5. 3.11 福島原発事故・外発的 DX・AI 期の峻烈教訓

この戦前における「科学教育の禍機」と「変われない組織の病理」は，100 年の時を超えて，2011 年 3 月 11 日の福島第一原子力発電所事故において完全に再現された[7]。

国会事故調の黒川清委員長は，事故報告書の「はじめに」において，この悲劇が自然災害ではなく人災であると断じた。日露戦争後に破滅へ突進した日本の暴挙を正確に予言していた朝河貫一の『日本の禍機』をわざわざ例示し，「戦前と全く同じガバナンス不全（変われない日本）が，この原発事故を引き起こした」と強く警告したのだ[7]。

国民の生活と安全を守れなかった「政府・原子力関係諸機関・社会構造・思い込み」を抜本的に変革し，この国への信頼を立て直す機会は今しかない。黒川委員長の叫びは，戦前の画一的教育がもたらした「非科学性への退行」に対する，現代の審判である。そしてこの教訓は，現代の「DX（デジタルトランスフォーメーション）問題」や「生成 AI の普及」に直面する私たちの足元を鋭く刺している。

現在，教育や行政の現場で叫ばれている DX や AI の導入は，しばしば「論文数」「IT スキルの習得」「画一的なデジタル評価指標」といった「外発的指標」の達成ばかりが目的化している。これは明治 36 年の国定教科書制度が目指した，「国家の効率化のために，規格化された人間を育てる」という発想と完全に同根である。人間自らが「実体（なぜそのデータが生まれたのかの真理）」を問い直すことを忘れた DX 社会は，「大和魂のスローガンに熱狂した思考停止や 3.11 安全神話盲従」と何ら変わらない。

今こそ，朝河貫一が説いた「国際的・客観的な批判精神」と，夏目漱石がロンドン留学の絶望の果てに掴み取った自己本位（内発的開化）の精神に立ち返らねばならない。

## 6.「私の個人主義」と題する学習院大での講演[3]。

夏目漱石は第一次世界大戦の参戦（1914 年 8 月 23 日）後の 11 月 25 日に学習院（大戦主導者の藩閥権力中枢子弟の院）にて「私の個人主義」と題する講演をした[3]。松山中学勤務 1 年後に熊本 5 高に転勤したが「英語教師の職業では充分満足する興味が持てない」状況で，「この先自分はどうなるだろうか」という不安がわだかまっていた。その不安を解消することなく「ロンドン留学に至った。だが「私はこの先どうなるだろうか」とロンドンでも考え続けた。そして，文学とはどんなものであるか，その概念を根本的に自力で作り上げる他に，私を救う道はないのだと悟った。それまでの自分は「他人本位」即ち「人真似」でやってきたのがいけなかったと自覚した。これは明治維新後の「文明開化」が外的な開化となり内因的な開化とならないのであれば本物でないと自覚したのだ。私はこの自己本位という言葉を自分の手に握ってから大変強くなりました。今まで茫然と自失していた私にこう行かなければならないと指図をしてくれたものは実にこの自我本位の四字なのです。私の不安は全く消えました。私は軽快な心をもって陰欝な倫敦を眺めたのです。「比喩で申すと私は多年の間懊悩した結果，ようやく自分のつるはしをがちりと鉱脈に掘り当てたような気がした。」と前半で述べている。後半では「国家的道徳というものは個人的道徳に比べると，ずっと段の低いもののように見える事です。元来，国とは辞令はいくらやかましくっても，徳義心はそんなにありゃしません。詐欺をやる，ごまかしをやる，ペテンにかける，めちゃくちゃなもの。国家の平穏な時には，徳義心の高い個人主義にやはり重きをおく方が私にはどうしても当然のように思われます。その辺は時間がないから今日はそれより以上申上げる訳に参りません。私はせっかくのご招待だからできるだけ個人の生涯を送るべきあなたがたに個人主義の必要を説きました（世の

中へ出られた後参考になるから）と講演を結んだ[3]。

## 7. おわりに　「外発的徳育主義教育の禍機克服」への自己本位 AI/DX 活用科学教育創成の未来像

明治から世界大戦へと至る「日本の科学教育の禍機」とは，世界帝国主義の過酷な生存競争を勝ち抜くため，1903 年（明治 36 年）から 1945 年（昭和 20 年）まで強行された「画一的国定教科書制度」と，尋常高等小学校の「授業細案」検閲・徹底統制の帰結だった[5]。従順に服従・徴兵される国民（道具）を大量生産する「教育勅語型徳育強制と修身教条化」や兵式体操の本格化等の暗黒教育期に，菊池大麓や藤沢利喜太郎・櫻井錠二ら最高峰の数理的知性が「この国家システム（外発的指標）」の構築を放任容認し無自覚に主導した責任は重い。

敗戦という未曾有の破局は皇国主義・軍国主義・国家神道主義の教育潮流を根絶し，真の「内発的開化」へと歩みを進める断絶の好機ともなった。戦前のガバナンス不全と知の隷属に対する骨身に徹した猛省から，戦後の科学者・技術者・教育者たちは，自主・民主・公開の三原則を掲げた科学技術教育の構築に向け教育研究集団を結成し，自律的・国際的な科学教育運動を開始した。

地下水脈には理研・仁科芳雄らに受け継がれたコペンハーゲン精神や，京都学派的な自由かつ批判的な知の伝統が脈々と流れていた。その先駆的実例が，新潟師範学校（現・新潟大学）教授の関根栄雄らの実践でもあった。関根らは，戦後の京都大学理学部で同級生であった原光雄，武谷三男，坂田昌一，三田博雄らとの自由な弁証法的論議を原点に，科学教育研究の新たな地平を切り拓いていった。自然の階層性と実体を客観的に捉えるこの理学的哲学こそが，戦後の系統的科学教育論の強力な思想的背骨となった。敗戦から 10 年が経過した 1956 年，小倉金之助古稀記念書『科学史と科学教育』が出版され田中実，三田博雄，三枝博音，遠山啓，武谷三男らによる峻烈な科学論と科学教育論考が一堂に会した[8]。

当時，日本の教育現場は米国占領軍下で導入された「生活単元学習・問題解決学習」で，その基礎的な経験の蓄積や論理的体系性を欠いた，雑多で無系統な「這い回り生活主義」へと変質し戦後の理科教育の現場を大混乱に陥れた。科学が持つ「体系的・合理的な真理の構造（理）」そのものをも霧散させてしまったからである。

この戦前（国家主義の画一化）と戦後初期（無系統な生活主義）の双方の矛盾を根本的に止揚し，科学教育改革の基本方向を体系的に再構築しようとする新潮流が，田中実編『新しい理科教育』（1957 年）の出版へと結実する。この運動下で，「科学的方法の筋道をふんで子供自らが納得できる手順で実験（検証）をさせる」という子供の主体的・内発的な認識を重視する教育が全国で開始された。田中実や真船和夫らは全国の教育現場を精力的に行脚し・新潟の地においても，関根栄雄らの教育集団と緊密に連携することで，「系統的科学概念形成」の潮流を深く広く根づかせるに至った[8]。これこそが個の自律を目指した，夏目漱石の「自己本位」の精神の理科教育における具現化であった。現代の DX 期及び生成 AI 時代における教育の現状を見るに，戦前の国定教科書制度や授業細案がもたらし外発的知性の禍機再来に直面していると言わざるを得ない[8]。IT スキルの画一的な習得やアルゴリズムが弾き出す「効率的な正解」への無批判な盲従は，かつて子供達から「なぜ？と問いを立てる」力を奪った国家統制構造と全く同根の誤りなのである。

だが，AI/DX という強力な計算・情報技術は，本来なら国定化や前例主義といった「外発的な枠組み」を内部から破砕する道具として活用されてこそ本来的意義ある活用となる。知識の暗記から自然の階層性と実体探究に生成 AI や高度 DX 技術の寄与が試されよう。田中実らが黒板と素朴な実験装置で必死に子供たちに伝えたような強力な武器となろう。子供たちは，AI を「正解を教えてくれる全知の神（他人本位）」として消費するのではない。「授業細案の自動化」でない「Active learning（内発的開化）」での個別最適化で，子供一人ひとりの内発的な疑問を即座に感知した実験探究へと深化させる[5]。

文部省の「外発的要請」に悲鳴を上げた夏目漱石の絶望を救い，朝河貫一が『日本の禍機』で警告した「変われない組織の思考停止」を根底から解体する，真の教育ガバナンスの民主化としても新展開するからである。

戦後 80 年を越えた今，私たちがなすべきは，教師の多忙を極める現代の教育現場を救う強力な「ツールキット」であると同時に，AI を「全知の神（他人本位）」として消費するのではなく，自らの批判的精神を磨くための「真理の対話相手」へ変革する真の教育ガバナンスの民主化を生む。情報の濁流（現代的ジンゴイズム）を自らの倫理で相対化し，客観的な科学の「理（ことわり）」に基づいて，平和の建設に主体的に寄与できる自律した個人を育てる戦後の理科教室の闘いで，現代の AI 期に至る歴史のバトンを今こそ私たちが受け継ぐ時だ。AI/DX という新たな技術の濁流（現代のジンゴイズム）に呑み込まれず，「理」と個人の「誠実さ」を平和の建設に主体的に寄与する人材を育成する，AI/DX 活用した自己本位型開拓こそが真の未来的科学教育展望を生む。

## 参考文献


(1) 小森陽一編著『夏目漱石，現代を語る』角川新書 2016，p. 225.
(2) 小山慶太『寺田寅彦・漱石・レイリー卿と和魂洋才の物理学』中公新書（2012）。
(3) 夏目漱石著『私の個人主義』『現代日本の開化』『三四郎』・青空文庫，夏目漱石全集（講演・日記・執筆文等）・岩波書店刊他の漱石全書で，漱石文書の網羅的発掘集録が完備。
(4) A・リュッカー「ロンドン大学長講演」・1901・9・12・nature。
(5) 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，pp. 207-210（2020）。
(6) B. Stewart: “Lessons in elementary physics” Macmillan, London（1873）, M18『スチュワート物理学』川本清一訳。A. Ganot: “Elementary Treatise on Physics Experimental and Applied for Use of Colleges and Schools” W. Wood and Company, 1879. A. P. Gage A, “Textbook on the Elements of Physics for High Schools and Academies”, Boston, 1882. M25-27。菊池熊太郎編訳：『理化示教』（分子存在証明を含む物理教科書の実例），他。
(7) 黒川清：東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書。
(8) 小倉金之助古稀記念出版書：『科学史と科学教育』（1956），田中実編『新しい理科教室』新評論版（1956），関根栄雄『理科教育これまでとこれから』新評論版（1957），西谷正『坂田昌一の生涯』鳥影社（2011），坂田昌一『物理学と方法』。

# ブレンド型実習授業の質的改善と生成 AI 普及による教育変革への一考察

児島完二*1
Email: kkojima@ngu.ac.jp

*1：名古屋学院大学経済学部経済学科

◎Key Words　　ブレンド型授業，PC 統計実習，生成 AI の課題

## 1.　はじめに：問題意識

大学における 100 名超の大人数 PC 実習科目を効果的に運用することは容易ではなく，授業マネジメントを含めた入念なデザインが求められる。これまでも，対面授業に e ラーニングの手法を取り入れ，理解度を向上させる試み(1)は行われてきた。特に 2020 年のパンデミック以降，オンライン環境の劇的な進化に伴い，従来は限定的であった遠隔授業やオンディマンド型授業などの e ラーニング活用は標準化した。同時に，反転授業の手法も定着しつつある。

本稿では，100 名を超える実習授業について現在までの変遷を事例に基づき考察する。具体的には，文系の専門科目における PC 実習を対象とし，個々の教員が運用可能な範囲の取り組みをテーマとする。文系学生の多くは依然として表計算ソフトを苦手としているが，Excel を用いたデータ分析の機会を増やすことで，その苦手意識は軽減できる。適切な予習・復習時間を確保し，Excel 操作を反復させることは，基本操作の定着に有効である。さらに，データ処理の背景にある統計基礎理論の理解を深め，卒業後に必要となるビジネスパーソンとしての基本知識・ICT スキルの修得にも寄与する。

以上を踏まえ，本稿では 20 年以上にわたるブレンド型実習授業の展開から成果と課題を総括する。生成 AI の急速な普及は，ブレンド型授業のあり方に変化をもたらし始めており，将来的には PC 実習科目の存在意義そのものを揺るがす課題へ発展することが予測される。本稿の締めくくりには，新たな技術的課題である生成 AI の影響に触れ，現段階における利用上の問題点を整理したい。

## 2.　ブレンド型授業の進化過程

### 2.1　パンデミック前：ラストワンマイル問題

まず，取り上げる事例について，前提になる情報教育環境を紹介する。本学では 1996 年以降，全新入生へノートパソコンが配付されており，大学からの連絡に加え，情報リテラシー関連の授業などで活用されてきた。これは今日の BYOD の先駆けであり，単なる情報教育から「教育の情報化」への転換を目指す取り組みであった。学生用ノートパソコンの配付と同時に，学内情報の環境整備としてイントラネットや情報端末口の敷設・強化，および LMS の導入が進められた。その上で，ノートパソコンの情報活用率を高めるため，専門科目での積極的な活用が要請された。

本稿で取り上げる経済学部の専門科目における事例は，2002 年からスタートしたブレンド型の PC 実習である。本授業では，受講生の理解度を向上させるために LMS 上にクイズを用意し，予習を義務付けた。しかし当時は，自宅からパソコンでアクセスしようにもプロバイダ契約をしていない世帯も多く，家庭での学習環境は決して十分とはいえなかった。そこで，学生の間で普及率が高かった携帯電話からでもアクセス可能とする措置を講じた。具体的には，取り組みやすいように選択式のクイズ形式を採用し，詳細な解説も付記した。図 1 に示すように，LMS 上から毎回の学修範囲を明示するとともに，予習の取り組み状況を平常点に反映させるなどのインセンティブを与えた。さらに，予習状況を確認するため，LMS を用いた小テストもあわせて実施した。

自学自習リンク

| 科目：範囲、ブック | 検索コード | 状態 | |
|---|---|---|---|
| データ分析B6：決定係数 | 47643 | オープン | 成績を見る |
| データ分析B5：最小2乗推定量 | 48909 | オープン | 成績を見る |
| データ分析B4：残差平方和 | 47627 | オープン | 成績を見る |
| データ分析B3：直線上のYの値と残差 | 57657 | オープン | 成績を見る |
| データ分析B2：相関係数の計算 | 47600 | オープン | 成績を見る |
| データ分析B1：2変数の関係と散布図 | 47597 | オープン | 成績を見る |
| データ分析A6：標準偏差と偏差値 | 47570 | オープン | 成績を見る |
| データ分析A5：偏差の概念と偏差平方和・分散 | 47562 | オープン | 成績を見る |
| データ分析A4：データの散らばりと四分位範囲 | 47554 | オープン | 成績を見る |
| データ分析A3：データの代表値 | 47678 | オープン | 成績を見る |
| データ分析A2：度数分布表とヒストグラム | 47660 | オープン | 成績を見る |
| データ分析A1：データの整理 | 47651 | オープン | 成績を見る |
| データ分析00：スプレッドシートの構成 | 59692 | オープン | 成績を見る |

図 1　LMS でのクイズ一覧（自学自習）

その他にも，LMS を通じて授業内で利用するサンプルデータ付きの Excel シートを履修生へ配付し，データ入力にかかる時間を省くことで実習時間の効率化を図った。また，Web ページを作成して授業内容を公開（配付資料の代替）するなど，可能な限り ICT を駆使した授業運営を推進した。

以上のように実習科目を運用したものの，授業の欠席者や理解が遅れてしまった学生へのフォローアップには課題が残った。復習のために貴重な授業時間を割いても，ドロップアウトする学生の割合はさほど改善されなかった。100 名を超える学生が出席する限られた授業時間内だけで，全員をフォローすることは不可能であった。そこで，授業時間外でも一人で学習できるよう動画教材を試作したが，自宅からの回線や端末のアクセス環境（ナローバンド回線やパケット通信量の制限など）は世帯ごとに様々であった。いわゆる「ラストワンマイル問題」が壁となり，予習・復習において教室内と同様の良好な環境を学外で確保することは困難であった。

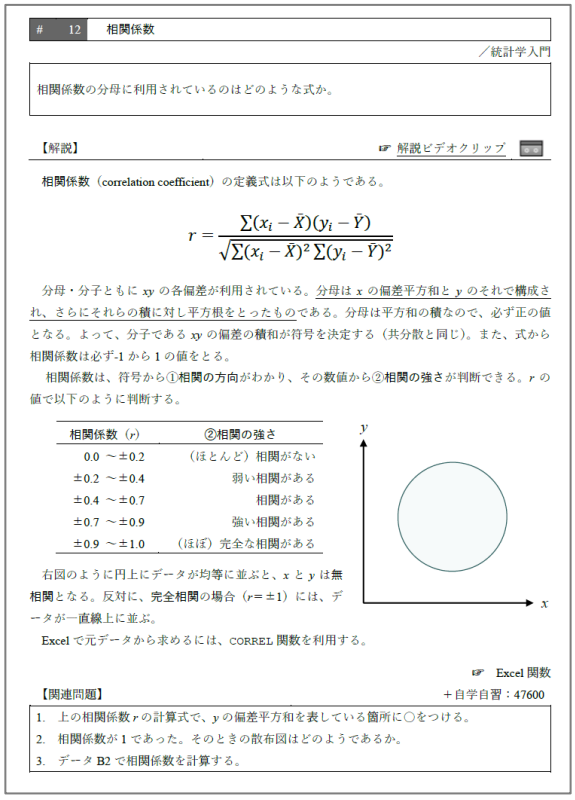
### 2.2 コロナ対応：完全オンライン化（2020-21 年）

COVID-19 の拡大に伴う緊急事態宣言下で，2020 年度の大学授業は当初から完全オンライン対応を余儀なくされた。これに伴い，学内インフラに Microsoft 365 が導入され, Teams を用いたライブ配信授業の運用体制が構築された。パンデミックへの緊急対応策としてテレワークや遠隔教育に対する公的補助や設備投資が加速した結果，従来の実習教育において最大の障壁であった受講生の学外通信環境，いわゆる「ラストワンマイル問題」は劇的に改善された。

100 名超を対象とする PC 実習科目では，既存のデジタル教材（Web 資料や既成のクイズセットなど）を流用し，遠隔ライブ授業を展開した。しかし，教員および受講生のスキル不足や，遠隔授業に適したコンテンツ不足が露呈する結果となった。この初期実践の失敗により，対面授業を遠隔ライブ配信へと単純に置換・代替することの限界が明らかになった。

この解決に向けて，当該科目では実習用デジタル教材を全面的に見直し，コンテンツの拡充に即座に着手した。新たなアプローチとして，①授業進度に完全準拠したテキストの構築，および②操作プロセスを視覚化する Excel 解説ビデオの制作，を展開した。

まず①においては，散在していた Web 上の解説資料や PowerPoint 教材を体系的なテキストへと集約した。受講生の自習を支援するため，図 2 のように単元ごとに「例題とその解説」と「関連問題」のページ構成とした。これを PDF テキストとして配付し，例題解説の通読と関連問題の解答を受講生の課題にした。



# 12 相関係数

／統計学入門

相関係数の分母に利用されているのはどのような式か。

【解説】 ☞ 解説ビデオクリップ

相関係数（correlation coefficient）の定義式は以下のようである。

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{X})^2 \sum(y_i - \bar{Y})^2}}$$

分母・分子ともに $xy$ の各偏差が利用されている。分母は $x$ の偏差平方和と $y$ のそれで構成され、さらにそれらの積に対し平方根をとったものである。分母は平方和の積なので、必ず正の値となる。よって、分子である $xy$ の偏差の積和が符号を決定する（共分散と同じ）。また、式から相関係数は必ず-1 から 1 の値をとる。

相関係数は、符号から①相関の方向がわかり、その数値から②相関の強さが判断できる。$r$ の値で以下のように判断する。

| 相関係数（$r$） | ②相関の強さ |
|---|---|
| 0.0 ～±0.2 | （ほとんど）相関がない |
| ±0.2 ～±0.4 | 弱い相関がある |
| ±0.4 ～±0.7 | 相関がある |
| ±0.7 ～±0.9 | 強い相関がある |
| ±0.9 ～±1.0 | （ほぼ）完全な相関がある |



右図のように円上にデータが均等に並ぶと、$x$ と $y$ は無相関となる。反対に、完全相関の場合（$r=\pm1$）には、データが一直線上に並ぶ。

Excel で元データから求めるには、CORREL 関数を利用する。

☞ Excel 関数

【関連問題】 ＋自学自習：47600

1. 上の相関係数 $r$ の計算式で、$y$ の偏差平方和を表している箇所に○をつける。
2. 相関係数が 1 であった。そのときの散布図はどのようであるか。
3. データ B2 で相関係数を計算する。

図 2　PDF テキストの構成例

次に②の解説ビデオ作成においては，サンプルデータの計算手順を画面収録した。このビデオは，図 3 に示すように Excel の実際の操作画面をキャプチャーしたものであり，従来は対面授業で一方的に説明していた内容を動画にしている。受講生が集中して視聴できるようコンパクトにまとめ，動画 1 本あたり 5 分以内とすることを目標に制作した。完成した動画は Microsoft Stream にアップロードし，履修生には予習用動画の URL をアナウンスするだけでなく，PDF テキスト内にも直接リンクを埋め込み，アクセシビリティの向上を図った。

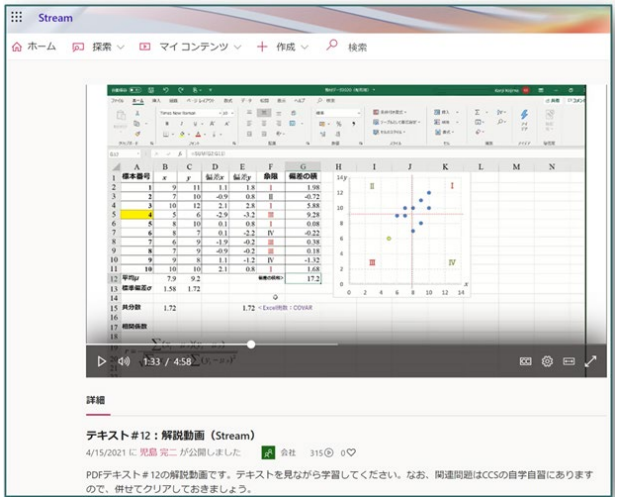



図 3　Stream からの動画配信

受講生に課す予習内容は表 1 に示す 4 項目であり，具体的には，V) 作業動画の視聴，E) Excel の操作実践，T) テキストの読解と関連問題の解答，Q) 15 問のクイズへの解答，というステップで構成されている。受講生はこれらに関連する設問への解答を，授業前日の夜（22 時）までに LMS を通じて提出することが義務付けられている。

表 1　デジタル教材と毎回の予習メニュー

| 項目 | 説明 |
|---|---|
| V) 作業動画の視聴 | ビデオの長さはほぼ 5 分以内，Stream に保存 |
| E) Excel での実習 | 動画を参考に配付の Excel ファイルで同じ作業をする |
| T) テキストを熟読 | 指定のページを読み，関連問題を解く |
| Q) クイズに解答 | 択一式 15 問を全問正解する |

全面的な反転授業は，図 4 のようなインストラクショナルデザインに基づき 2021 年度から開始した。授業前に LMS に提出された回答状況を確認した上で，対面パート（図の右側）に入る。質問への回答や，予習で間違いが多い課題を丁寧に解説する。また，作業の背景にある基本的な統計学については，授業内で予習課題内容と関連付けながら説明する。

反転授業によって，文部科学省の定めを表現した履修規程の「各授業科目の単位数は，1 単位の授業科目を 45 時間の学修を必要とする内容を持って構成する」という基準も満たすことができるようになった。

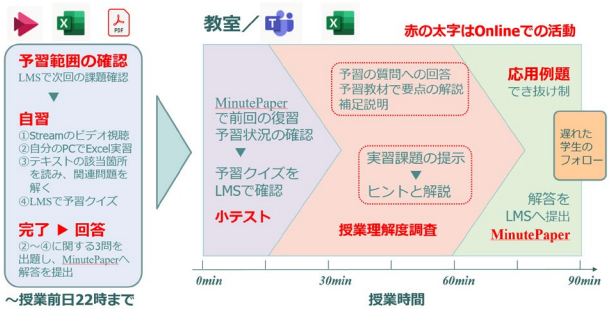



図 4　毎回の授業スケジュール（反転授業）

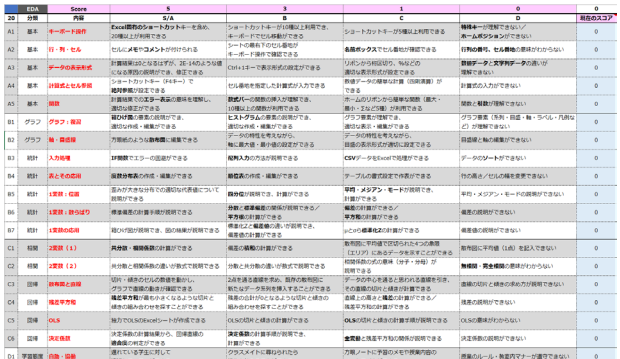
### 2.3　ポストコロナ：質的改善（2022 年度～）

反転授業の導入当初には不慣れな点も多く，さまざまな問題が散見されたが，毎学期，コンテンツの修正や授業運営プロトコルの改善を重ねてきた。

まず，予習教材の核となる Excel 操作の動画については，1 コース分（全 15 回）を完成させて Microsoft Stream で公開した。受講生が利用する LMS には記載文字数や配信サイズに制限があるため，すべての教材を 1 枚の SharePoint ページで閲覧できるよう配慮した。

続いて，重要項目を中心に解説動画を追加した。具体的には，従来教室で口頭説明していた統計学の内容もビデオクリップにした。動画のクオリティを担保するため，入力文字読み上げソフト「VOICEPEAK」を採用し，受講生にとって聞き取りやすいナレーションを加えた。動画での解説は，対面での口頭説明に比べて冗長な時間（言い淀みや間など）が一切排除されるため，説明時間は大幅に短縮される。実際の対面授業でこれらの動画を提示し，特に注意すべき要点を口頭で補足することで，大幅な時間の節約につながった。

さらに，受講生の能力到達度を測定するため，ルーブリックで示した 20 項目の評価基準をコースワーク内で確認させた。具体的には，配付教材の Excel ファイル内に図 5 に示すようなルーブリックシートを添付し，授業の初回と中間テスト前（第 8 回），および最終回（第 15 回）の計 3 回に自己チェックを行う。本ルーブリックは授業の進度に応じた項目構成なので，2 回目，3 回目とチェックを重ねるごとにスコアが上昇する仕組みである。100 点満点で自身の習得レベルが可視化されるため，受講生は自らの成長を直感的に実感できる。こうした工夫を通じて，授業に対する満足度をより高めることができた。



| 20 | 分類 | 内容 | S/A | B | C | D | 得点のスコア |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | 基本 | キーボード操作 | Excel操作のショートカットキーを含め、20種以上が利用できる | ショートカットキーが10種以上利用できる。キーボードでセル移動ができる | ショートカットキーが5種以上利用できる | 特殊キーが理解できない／ホームポジションができない | 0 |
| A2 | 基本 | 行・列・セル | セルにメモやコメントが付けられる | シートの最下行の行番号／列番号／セル番地の理解ができる | 名前ボックスでセル番地が確認できる | 行列の番号、セル番地の意味がわからない | 0 |
| A3 | 基本 | データの表示形式 | 計算結果が25となるはずが、26.14のような値になる原因の説明ができ、修正できる。 | Ctrl+1キーで表示形式の設定ができる | リボンから桁区切り、%などの書式を表示形式が設定できる | 数値データと文字列データの違いが理解できない | 0 |
| A4 | 基本 | 計算式と セル参照 | ショートカットキー（F4キー）で絶対参照が設定できる | セル番地を指定した計算式が入力できる | 数値データの種類が計算（四則演算）ができる | 計算式の入力ができない | 0 |
| A5 | 基本 | 関数 | 計算結果をエラー表示の意味を理解し、適切な修正ができる | 数式バーの関数の挿入が理解でき、10種以上の関数が利用できる | ホームのリボンから簡単な関数（最大・最小・ＳＵＭ）が利用できる | 関数と 数値が理解できない | 0 |
| B1 | グラフ | グラフ：表現 | 目的に応じた適切なグラフの作成と修正ができる。 | ヒストグラムなど標準の統計グラフを作成できる。適切なグラフの作成・編集ができる | グラフ要素（軸・凡例など）が理解できる。適切な表示・編集ができる | グラフ要素（系列・目盛・軸・ラベル・凡例など）が理解できない | 0 |
| B2 | グラフ | 軸・目盛線 | 万能感のような散布図に編集できる | データの特性を考えながら、軸に最大値・最小値の設定ができる | データの特性を考えながら、目盛線の表示形式の適切に設定できる | 目盛線と軸の編集ができない | 0 |
| B3 | 統計 | 入力処理 | IF関数でエラーの回避ができる | 配列入力の方法が説明できる | CSVデータをExcelで処理ができる | データのソートができない | 0 |
| B4 | 統計 | 表とその応用 | 複数分布表の作成・編集ができる | 階級表の作成・編集ができる | テーブルの書式設定で作表ができる | 行の高さ／セルの幅を変更できない | 0 |
| B5 | 統計 | 1変数：位置 | 店ごとの売り上げでの適切な代表値について説明ができる | 平均値が説明でき、計算ができる | 平均・メジアン・モードが説明でき、計算ができる | 平均・メジアン・モードの説明ができない | 0 |
| B6 | 統計 | 1変数：散らばり | 標準偏差の計算手順が説明できる | 分散と標準偏差の関係が説明できる／平方和の計算ができる | 偏差の計算ができる／平方和の計算ができる | 偏差の説明ができない | 0 |
| B7 | 統計 | 1変数の応用 | 箱ひげ図が説明でき、図の特徴が説明できる | 標本および偏差値のあいが説明でき、偏差値の計算ができる | 5つの標準化の計算ができる | 偏差値の説明ができない | 0 |
| C1 | 相関 | 2変数（1） | 共分散・相関係数の計算ができる | 偏差の積和の計算ができる | 散布図に平均値で区切られたときの象限（ユリア）にあるデータを示すことができる | 散布図に平均値（Ｌ点）を記入できない | 0 |
| C2 | 相関 | 2変数（2） | 共分散と相関係数の違いが表式で説明できる | 分散と共分散の違いが表式で説明できる | 相関係数のがの意味（好ま・分裂）が説明できる | 無相関・完全相関の意味がわからない | 0 |
| C3 | 回帰 | 散布図と回帰 | Ｘ軸・Ｙ軸のどの数値を動かし、グラフで直線の動きが確認できる | 2点を通る直線を求め、残存の散布図に新たなデータ系列を挿入することができる | データ点中心を通ると思われる直線を引き、その直線のＸ軸・Ｙ軸との傾きが計算できる | 直線のＸ軸・Ｙ軸との求め方が説明できない | 0 |
| C4 | 回帰 | 残差平方和 | 残差平方和（偏差のかまくらようなＸ軸とＹ軸との組み合わせを探すことができる | 残差の合計がになるようなＸ軸とＹ軸との組み合わせを探すことができる | 直線との偏差と残差の計算ができる／残差平方和の計算ができる | 残差の説明ができない | 0 |
| C5 | 回帰 | OLS | 独力でOLSのExcelシートが作成できる | OLSのＸ軸とＹ軸との計算ができる | OLSのＸ軸とＹ軸との計算手順が説明できる | OLSの意味がわからない | 0 |
| C6 | 回帰 | 決定係数 | 決定係数の計算結果から、回帰直線の適合度の判定ができる | 決定係数の計算手順が説明でき、計算ができる | 全変動と残差平方和の関係が説明できる | 決定係数の説明ができない | 0 |
| D1 | 学習態度 | 自習・協働 | 進行している学生に対して、適切なフォローができる | クラスメイトに尋ねられたら、操作を教えることができる | 万能ノートに予習のメモや授業内容のノートテイクができる | 授業のルール・無意味ノーが遵守できない | 0 |
| D2 | 学習態度 | 学習課題 | 指示された課題を期日に終わらせることができる | 指示された課題を期日に終わらせることができる | 指示された課題を期日になんとか終わらせることができる | 指示された課題を期日までに完了できない | 0 |

図 5　ルーブリック 20（Excel シート）

パンデミック以降，このようにデジタル教材を整備し，予習での活用を徹底している。これらの教材を LMS で効果的に連動させ，予習前提のブレンド型授業（広義の反転授業）を展開した。毎学期にわたりコンテンツや運営方法の改善を継続した結果，受講生の理解度は著しく向上し，極めて教育効果の高いコースに進化した。

以上のような 5 年間にわたる先進的な取り組みにより，100 名を超える大規模な受講生を対象とした PC 実習授業の質を劇的に改善することができた。

## 3.　ブレンド型授業での成果と課題

### 3.1　成果：内容の充実

作業動画をオンディマンドで配信するという反転授業によって，対面授業で一方的な説明をするパートはほぼ省略される。そのため時間的な余裕ができ，学習範囲の拡大が可能となった。以前より増やすことができた新たな単元は，表 2 の下線部である。

表 2　毎回の授業内容

| 回数 | 内容 |
|---|---|
| 1. | スプレッドシートの構成，ルーブリック確認① |
| 2. | データの整理と順位表 |
| 3. | 度数分布表の作成，ヒストグラムの作成，幹葉図 |
| 4. | データの代表値：平均・メジアン・モード |
| 5. | 散らばりの尺度：四分位範囲と箱ひげ図 |
| 6. | 散らばりの尺度：平均からの偏り，偏差平方和 |
| 7. | 散らばりの尺度：分散から標準偏差の導出 |
| 8. | 偏差値，中間テスト，ルーブリック確認② |
| 9. | 中間テストの復習，ヒストグラムからの計算 |
| 10. | 2 変数の関係：散布図，偏差の積和 |
| 11. | 2 変数の関係：共分散，相関係数の導出 |
| 12. | データの中心を通る直線 |
| 13. | 残差の概念と残差平方和の計算 |
| 14. | 残差平方和最小の条件：最小 2 乗推定量 |
| 15. | 適合度としての決定係数，ルーブリック確認③ |

また，解説動画も加えたことから以下のような効果が見られる。

a) 意欲的な学生は，わかりづらかった箇所を理解できるまで何度も視聴できる
b) 欠席などで授業に遅れてしまっても，各種動画で自分自身でもフォローアップができる

### 3.2　課題

予習パートを完全オンディマンドとした反転授業の実践から，一定の授業改善を達成できた。しかしながら，依然として授業運営上の課題が残る。

第 1 に，予習が不十分な受講生は授業についてこられないという点である。これは反転授業全般において指摘される問題である。予習未実施者への対応として，対面授業時に注意を促すほか，予習のクイズに関する小テストを毎回の授業内で実施するなどの措置を講じている。また，予習課題の提出状況を平常点に反映させているものの，真摯に取り組む学生とそうでない学生との間で，理解度の二極化がかなり進行している。

第 2 に，実習でのスキル習得に主眼が置かれているため，反転授業本来の目的である PBL や対話といったアク

ティブラーニングの実践にまで至っていない点である。現状では Excel 実習から統計学の基礎を理解するという内容が中心となっており，受講生の思考力を高めるまでに到達していない。理想的なブレンド型授業として，オンラインでの予習結果を教員が授業開始前に把握し，それに基づいて授業内のディスカッションや個別指導の内容を柔軟に調整するモデルがある。しかしながら，100 名を超える大人数の実習型授業では，モデル授業の実現は極めて難しい。すなわち，「捻出した時間をいかに高次な学習活動に充てるか」という授業設計が構造化されておらず，本来の意味でのブレンディッド・ラーニングには達していないといえる。

上記に関連して，対面授業パートの位置づけにも運用上の課題がある。予習ビデオやテキストを通じて大半の内容を自己完結できる優秀な受講生にとって，対面授業時間は形式的なものになりかねない。したがって，習得の早い学生が満足できるような授業デザインの構築が求められる。その対策のひとつとして，予習動画では Excel の基本的な処理手順の紹介に留める一方，対面授業ではそれ以外の代替手法や応用的な活用法，各種 Tips を教授することで，優秀層の興味・関心を高める工夫を試みている。

以上のような既存の課題に加え，現在は生成 AI の急速な進化への対応が問題である。この技術革新の中で反転授業のあり方を再考する必要性が生じている。

## 4. 生成 AI の登場と授業での現状

ChatGPT が登場した頃から，学生の提出課題において新たな事態が生じつつある。本授業では毎回，LMS の Minute Paper から提出された解答を教室内で匿名にて一覧提示し，模範的な解答例の紹介や，頻出するミスとその原因を口頭でコメントしてきた。最近は，Minute Paper に生成 AI を活用したと推察される解答が一定の割合で散見されるようになった。特に「自らの言葉で簡潔に説明する」といった記述問題でその傾向が強く見られる。これらに対して授業内で注意を促しているものの，現時点では根本的な対策を見出せていない。今後，懸念されるのは，配付したデジタル教材のすべてを生成 AI に読み込ませ，予習課題すべてを AI に代行させる行為である。

授業の課題を生成 AI で済ませている学生の多くは，実習に必要な知識やスキルが十分に定着していない。そこで，ひとつの対策として，定期試験を持ち込み不可の客観テスト形式で実施している。試験問題は，単に知識の有無を問うものではなく，授業で扱った基本的な操作スキルや知識さえあれば容易に解答できる内容にし，身に付けた実力を測る工夫をしている。

学生側の利用への対応に苦慮する反面，教える側の生成 AI の活用場面もある。例えば，これまで蓄積したデジタル教材を基に新たな関連問題を作成させる試みや，テキストにある関連問題の解答例を作成することに生成 AI を利用している。予習課題の評価いわば「AI には AI で」という支援は，受講生から得られる大量の学習データを生成 AI に分析・評価させ，最終評価の補助として活用する手法も有効であろう。

さらに，最も優れた生成 AI の利用法には，学習用エージェント機能を活用した「個別最適化された学習」が挙げられる。しかし，これを実現させるには学生自身の高い学修モチベーションが不可欠であり，この点は前述した反転授業における「自律的学習の難しさ」という課題とも共通している。

## 5. おわりに：PC 実習科目の意義

生成 AI の登場により，日常的に利用する情報機器のあり方が大きく変化しつつある。大学では BYOD の普及に伴いパソコンが教育基盤の一つとなっているが，その適切な利用への対応は喫緊の課題である。そこで本稿の結びとして，PC を活用する授業と生成 AI の関わりを検討するとともに，これからの大学における情報教育の方向性を考察したい。

まず検討すべきは，従来の PC 実習を今後も継続するべきかという点である。これは，社会から求められる知識・技術・コンピテンシー（行動特性）に対し，大学がどこまで保証すべきかという問題に直結する。特に，文系の学部生に求められる ICT スキルの再定義が必要である。

また，データドリブン社会においてデータ処理に関する基礎知識や技術の重要性が増す一方，大学教育においてどの程度の活用レベルを想定すべきかの判断は難しい。もはや「Excel などの汎用的な表計算ソフトを用いた実習科目は不要」との見方もあるが，ビジネスの現場における Excel のニーズは依然として根強く，現在は「Excel 操作における AI の活用」へとシフトしている。したがって，生成 AI の台頭によって Excel スキルが直ちに不要になるとは考えにくい。むしろ今求められているのは，AI を「壁打ち」の相手として使いこなしながら，統計的知識やデータの背景を読み解くリテラシーであると言える。

一方で，データマイニングやビッグデータなどの専門領域における統計処理スキルに関しては，計算プロセスそのものの習得は不要であり，「計算結果を正しく判断できる力」があれば十分なのではないか，という問いも生じる。これらを専門科目の中でどのレベルまで扱うべきか，また受講生の到達目標をどこに設定すべきかは，カリキュラム設計上の難題である。履修生の理解度に合わせすぎれば教育内容は限定されてしまうため，将来的には AI エージェントによる個別最適化された指導の導入も視野に入れるべきだろう。

生成 AI の登場を受け，大学は学位プログラムの中で PC 関連授業の運用をどのように位置づけるかを検討しなければならない。教養科目としての「情報」科目群，専門カリキュラムでの科目群の中で，社会に求められる人材を育成できるようなカリキュラムを策定・運用しなければならない。同時に，実習科目の授業デザインについても抜本的な再考が必要となる。

大学教育において「学習者本位の教育」が重視される中，生成 AI をいかに教育プロセスへ組み込んでいくかは一刻を争う課題である。シンギュラリティ（技術的特異点）の到来が予想を上回る速度で現実味を帯びている今，先見的な準備と迅速な対応が強く望まれる。

## 参考文献

(1) 児島完二：“大規模講義におけるブレンド型授業の展開”，平成 20 年度情報教育研究集会講演論文集, pp.173-176, (2008)

# 本学１年生における情報セキュリティの把握傾向に関する考察

増山　一光*1
Email: masuyama@kaetsu.ac.jp

*1：嘉悦大学経営経済学部

◎Key Words　　情報セキュリティ，情報セキュリティ対策，計量テキスト分析

## 1.　はじめに

本学 1 年生に対してデータサイエンス入門という授業を行っており，この授業内で情報セキュリティの導入授業を行った際に，情報セキュリティに関する理解や意識に関する調査を行った。この調査の分析を行うことで，学生の情報セキュリティに対する意識，自身の情報セキュリティへの対策，学習欲求の程度などを示しつつ，これらの調査結果に対してクロス集計を通じて情報セキュリティに対する把握傾向を考察する。

さらに，社会全体として情報セキュリティを高めるため方策についての自由記述から，今後の情報セキュリティ意識の形成に向けた要素について検討する。

## 2.　アンケートの概要

アンケートは、2025 年 12 月に情報セキュリティの導入授業後に 4 件法で実施し，回答者数は 171 名であった。このアンケートの結果をまとめたものが表 1 である。

アンケートの質問内容は，講義内容の理解，情報セキュリティへの興味関心，企業の情報セキュリティインシデントの対策，自身の情報セキュリティ対策に対する内省，将来の情報セキュリティへの関わり方に分かれている。

表 1 アンケート結果

| 質問番号 | 質問 | まったく当てはまらない | あまり当てはまらない | やや当てはまる | とても当てはまる |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | これまでの講義の内容で「情報セキュリティ」の意味を理解することができた。 | 1.2% | 5.8% | 62.6% | 30.4% |
| 2 | 私は、「情報セキュリティ」に興味・関心がある。 | 1.2% | 10.5% | 56.7% | 31.6% |
| 3 | 私は、「情報セキュリティ」を学習したい。 | 1.8% | 16.4% | 53.2% | 28.7% |
| 4 | 現在の企業では、情報セキュリティ対策が不足していると思う。 | | 15.8% | 59.1% | 25.1% |
| 5 | 私生活において、「情報セキュリティ」を意識して対策をしている。 | 8.2% | 39.2% | 37.4% | 15.2% |
| 6 | 自分の個人情報を流出させないような具体的な対策をしている。 | 6.4% | 29.8% | 46.2% | 17.5% |
| 7 | 情報セキュリティに関わる仕事をしたいと思いますか。 | 8.2% | 42.7% | 40.4% | 8.8% |

情報セキュリティに関する基礎的な内容の理解については，概ね良好であった。これを踏まえて，情報セキュリティへの興味や関心が高いことが挙げられる。加えて，今後の情報セキュリティに対する学習意欲も高い割合となっている。この背景には，昨今のランサムウェアによる企業に対する被害[1][2]などの報道と相まって，関心の高まっているようである。さらに，こうした情報セキュリティインシデントがなぜ発生してしまうのかという疑問を感じているようであった。

企業の情報セキュリティの対策については，かなり厳しい結果になっている。これは，前述のようにランサムウェアによるインシデントが影響しているとともに，様々な要因による個人情報漏えいに関する事件が多く発生していることで不信感が募っているようである。このことについては，後述する自由記述から把握することができた。

個人の情報セキュリティ対策に対しては，「あまり当てはまらない」と「まったく当てはまらない」を加えて，47.4%となっており対策していない学生が多くみられる。しかし，個人情報に対する対策に限定すると 1 割程度は向上している。

これまで情報セキュリティ人材は不足しているという現状[3]があり，様々な対策が取られている。こうした状況のなかで，情報セキュリティの仕事をしたいと回答している学生が半数近くいるのは特筆すべきことである。本学が経営経済学科ということもあり，情報セキュリティの技術的な側面よりも，経営管理的な側面からから関わろうとしている。

## 3.　クロス集計による分析

本章では，前章でのアンケート集計の結果を用いてクロス集計をすることで，回答者の詳細を分析する。集計をするにあたって，4 が「とても当てはまる」，3 が「やや当てはまる」，2 が「あまり当てはまらない」，1 が「まったく当てはまらない」となっている。

表 2 質問番号 2 と 3 のクロス集計

| | | 私は、「情報セキュリティ」を学習したい。 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 総計 |
| 私は、「情報セキュリティ」に興味・関心がある。 | 1 | 1 | 1 | | | 2 |
| | 2 | 1 | 10 | 6 | 1 | 18 |
| | 3 | 1 | 17 | 67 | 12 | 97 |
| | 4 | | | 18 | 36 | 54 |
| | 総計 | 3 | 28 | 91 | 49 | 171 |

表2は，表1における質問番号2と3をクロス集計したものである。ここでは，情報セキュリティに興味・関心を持っている学生は，学習したいと思っていることがわかる。特に，両者とも肯定的な回答をしている学生が133名となっており多くなっている。なお，相関係数はr=0.62である。

表3 質問番号2と5のクロス集計

| | | 私生活において、「情報セキュリティ」を意識して対策をしている。 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 総計 |
| 私は、「情報セキュリティ」に興味・関心がある。 | 1 | 2 | | | | 2 |
| | 2 | 3 | 8 | 5 | 2 | 18 |
| | 3 | 7 | 40 | 39 | 11 | 97 |
| | 4 | 2 | 19 | 20 | 13 | 54 |
| | 総計 | 14 | 67 | 64 | 26 | 171 |

表3は，表1における質問番号2と5をクロス集計したものである。これは，情報セキュリティに興味・関心を持っている学生が，対策をしているかどうかをみるものである。ここからは，情報セキュリティに興味・関心があることにより，情報セキュリティ対策が取られているわけではないことを示している。なお，相関係数はr＝0.24である。

表4 質問番号4と6のクロス集計

| | | 自分の個人情報を流出させないような具体的な対策をしている。 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 総計 |
| 現在の企業では、情報セキュリティ対策が不足していると思う。 | 1 | | | | | |
| | 2 | 2 | 12 | 11 | 2 | 27 |
| | 3 | 8 | 22 | 55 | 16 | 101 |
| | 4 | 1 | 17 | 13 | 12 | 43 |
| | 総計 | 11 | 51 | 79 | 30 | 171 |

表4は，表1における質問番号4と6をクロス集計したものである。ここでは，情報セキュリティ対策が不足していると肯定的に回答している学生が，必ずしも個人情報を流出させない対策をしていると多くはなっていないことがわかる。ここからは，企業の情報セキュリティ対策に対する考え方と，自身の自衛手段として対策を行うことにはあまり関連性がない。なお，相関係数はr=0.12である。

表5 質問番号2と7のクロス集計

| | | 情報セキュリティに関わる仕事をしたいと思いますか。 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 総計 |
| 私は、「情報セキュリティ」に興味・関心がある。 | 1 | 2 | | | | 2 |
| | 2 | 5 | 11 | 2 | | 18 |
| | 3 | 7 | 48 | 36 | 6 | 97 |
| | 4 | | 14 | 31 | 9 | 54 |
| | 総計 | 14 | 73 | 69 | 15 | 171 |

表5は，表1における質問番号2と7をクロス集計したものである。ここでは，情報セキュリティに興味・関心の高い回答者が，必ずしも情報セキュリティに関わる仕事をしたいわけでないことを示している。ここからは，情報セキュリティに関わる仕事の内容をあまり認識していないなどの課題はあるが，希望する職業にあまりなっていないのが現状である。なお，相関係数はr=0.46である。

## 4. 情報セキュリティ対する学習ニーズ分析

今回のアンケートでは，「もし，情報セキュリティを学ぶ機会があったならば，どのようなことを学びたいですか」という問いに対して，学習したい内容について自由記述をさせた。このアンケート結果を用いて情報セキュリティに関する学習ニーズを分析するために，生成AIであるGeminiに記述内容を入力し，記述の多いものから上位の10の内容にまとめるように指示をした。その結果が，表6である。

表6 希望する学習内容の一覧

| 順位 | 学習項目（カテゴリ） | 主な学習要望・学生の関心内容 |
|---|---|---|
| 1 | サイバー攻撃の手口・対策・事例 | 実際のハッキング手法、最新の攻撃と具体的な防御策、過去の事件のケーススタディ |
| 2 | コンピューターウイルス・マルウェア | ウイルス感染の経路・仕組み、ランサムウェア対策、感染時の具体的な対処法 |
| 3 | 個人情報の保護・漏洩対策 | 情報が流出する経緯やプロセス、個人情報を100%守るための具体的な流出防止策 |
| 4 | 日常生活・身近なセキュリティ | スマホやPCの安全な利用、ネットリテラシーの基本、日常で使える自衛の技術 |
| 5 | 企業のセキュリティ・リスクマネジメント | 組織の情報資産を守る仕組み、リスクマネジメント、セキュリティ関連の法律や資格 |
| 6 | パスワードの作成・管理・認証 | 強固なパスワードの作り方、使い回しのリスク、二段階認証などの認証技術 |
| 7 | SNS・ネットサービスの安全利用 | 投稿からの個人特定プロセス、アカウント乗っ取り・なりすましの対策 |
| 8 | システム・ネットワーク・プログラミング | 不正アクセスの仕組み、ネットワーク防御、保護プログラムやアプリ開発の基礎 |
| 9 | 暗号技術の基礎・仕組み | データの暗号化・復号のプロセス、公開鍵・共通鍵暗号、パスワードのハッシュ化 |
| 10 | 危険なサイト・フィッシング詐欺の見分け方 | 偽のネット通販サイトや危ないサイトの見抜き方、詐欺メールの識別方法 |

この表からは，日々発生しているサイバー攻撃をはじめとする情報セキュリティインシデントへの学習意欲が高いことがわかる。これは，今回行った講義の内容も影響しているが，情報セキュリティインシデントに関する報道内容を理解することが難しいことが一因である。特に，ランサムウェアに関連した被害は，システムの暗号化による障害や，個人情報の流出，身代金の支払いの有無など広範囲に渡るため，インシデント自体の把握が難しく全体像を理解しにくい。このため，学習意欲の動向もこうした内容に集中していると思われる。

これ以外の学習傾向は，学生の身近な生活に密着した情報セキュリティに関する内容が多くなっている。その

ため，4 位に日常生活・身近なセキュリティが入っており，これに関連した項目が多数みられる。加えて，本学では多くの学生が経営や経済を学んでいるため，企業のセキュリティやリスクマネジメントへの興味も高くなっており，あわせて関連法律の学習希望の高まりも示されている。

一方で，情報セキュリティに関するテクノロジー分野に対する学習ニーズは低くなっている。これは，やはり文系の学生が多くため，ICT 分野の理系に関連する学習分野であるプログラミング，ネットワーク，暗号等に対するニーズは低くなっている。

## 5. 共起ネットワークによる分析

さらにアンケートにおいて，「社会全体として情報セキュリティを高めるためにはどのようにしたらよいでしょう」という問いに対して自由記述で回答させている。

この記述内容に対して，KHCoder[4]を用いて計量テキスト分析を行い，Excel の 1 つのセルまたは 1 行を集計単位として，出現数による語の取捨選択における最小出現数を 5，文章数による語の取捨選択における最小文章数を 1 と設定して，図 1 のような共起ネットワーク（一部分を抽出）を作成した。

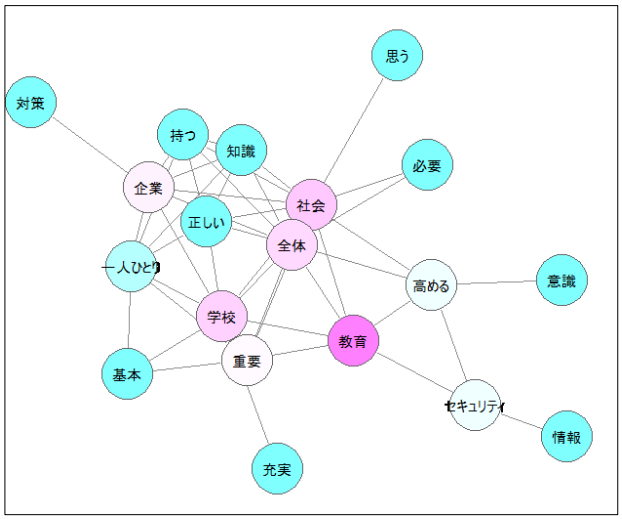



図 1 自由記述の共起ネットワーク

社会全体として情報セキュリティを高める方策という問いに対する回答は，多種多様となる。今回，回答した学生の特徴として，1 年生であり情報セキュリティの初学者であることから，専門的な技術やマネジメントを用いた手法に関する記述はほとんど見られなかった。そのため，本質的な解決策について，何が必要であるかを多く回答していた。

具体的には，情報セキュリティを高めるためには教育の重要性について述べている回答が多いことがわかる。そのため，教育に関連して学校や正しい知識といったキーワードの関連性がみられる。こうしたことから，学校などで情報セキュリティに関する教育を実施して，正しい知識を身に付けることで，社会全体として情報セキュリティを高めることができると考えていることがわかる。

さらに，詳細に自由記述の内容を分析すると，低年齢からの情報セキュリティ教育の必要性を述べている。特に，義務教育段階から情報セキュリティの学習をするべきであるや，学習を通じてリテラシーの向上が重要であるという主張が多くみられた。

## 6. 考察

今回，実施したアンケートは情報社会において情報セキュリティが必要不可欠なスキルであることから，学生たちの多くが興味・関心を持っていることがわかった。一方で，本学の学生は多様な高校から入学しており，情報セキュリティに関する学習の内容にばらつきがみられるようである。

そのため，自身の情報セキュリティ対策があまりできていないとともに，企業の情報セキュリティ対策への不安を抱いていた。こうした状況の中で，社会全体として情報セキュリティを高めるために，教育や個人のリテラシーの向上が必要であることを示していた。

このようなアンケートの結果から，未就学児からスマートフォンを使用し，小学校に入学以降は GIGA スクール構想によって PC とともに学習を行っており，実効性のある形で発達段階に応じた情報セキュリティ教育の必要性を示唆している。

次期学習指導要領では，小学校の総合的な学習の時間に情報の領域，中学校で情報・技術科の設置が行われ，デジタル学習基盤を前提にしようとしていることからも，児童生徒の情報セキュリティ意識の育成が求められる。

さらに，情報活用能力の抜本的向上に向けて，情報技術の活用，適切な扱い，特性の理解という観点を用いてアプローチすることから，情報セキュリティを基礎とした系統的なデジタルリテラシーを身に付けられるようにしなければならない。

今後は，情報セキュリティ教育が特別な教育ではなく，一般的なリテラシー教育の一環として幅広い年齢層で継続的な実施をしていけるような教育デザインの構築が求められる。

## 7. おわりに

本稿では，本学 1 年生に行った情報セキュリティに関する理解や意識に関する調査について分析を行うことで，学生の情報セキュリティに対する意識等を明らかにし，社会全体として情報セキュリティを高めるため方策について検討した。

今後は，大学での基礎教育として情報セキュリティ教育を実践し，初等中等教育におけるデジタルリテラシーを高めつつ情報セキュリティを確保できる教育デザインの研究を進めたいと考えている。

## 参考文献

(1) アサヒグループホールディングス，サイバー攻撃被害の再発防止策とガバナンス体制の強化について，https://www.asahigroup-holdings.com/newsroom/detail/20260218-0101.html（閲覧日：2026.6.14）
(2) ASKUL，アスクルのサイバーセキュリティ，https://www.askul.co.jp/corp/security/（閲覧日：2026.6.14）
(3) (独)情報処理推進機構, 情報セキュリティ白書 2025, pp.141-144，(独)情報処理推進機構(2025)
(4) KH Coder，KH Coder:計量テキスト分析・テキストマイニングのためのソフトウェア，https://khcoder.net/（閲覧日：2026.6.14）

# 福島高専におけるピアモデル活用した新入生タイピング指導改善と達成度の変化

布施雅彦*1・三浦靖一郎*2
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 タッチタイピング，タイピング，情報リテラシー，BYOD

## 1. はじめに

情報化社会において，コンピュータへの文字入力（タイピング）は学習・業務の基盤となるスキルである。最近では筆者も生成AIの膨大なプロンプト入力を多用するようになり，その重要性がより増していると感じる。しかし，年々学生の質の変化とともに，学校でのタイピング指導は非常に難しく，指導方法の工夫が求められる。特にスマートフォンの普及がより低年齢化し，パソコンに触るより前にスマートフォンに慣れ，コミュニケーションにおいては，パソコンを開く必要性がない場合も増えてきている。福島高専では，情報リテラシー教育の一環としてタッチタイピングの指導を長年に渡り実施してきた。長期的に e-Typing 社のイータイピングコンテストにおける e-Typing スコア（1 分間の正確なキー入力量に基づく指標）とタイピング練習用の e-Typing Pro の練習状況を分析し，様々なタイピング指導を実施してきた。しかし，近年の学生の取り組み方の変化により，2024 年度には，過去にない取り組みの停滞が発生し，タイピング練習の不活性化が起きた。そこで，2025 年からの立て直し向けて検討が必要になった。さらに，1 年生へより効果的な動機づけをえるため，タイピング指導を経験した 4・5 年生（2021・2022 年度入学）を対象にアンケートを実施した。先輩の「生の声」を通じて，タイピングの現実的価値・学習のコツの示唆を収集し改善を試みた結果を報告する。

## 2. タイピング指導と現状確認

### 2.1. タイピングの取り組みと現状

現在のタイピングスキルの学習状況について，福島高専（2019～2025 年度，7 年間，5 学科（約 200 名），$N_F$=1,423 名）と徳山高専機械電気工学科（2022～2024 年度，3 年間，1 学科（40 名），$N_T$=112 名）における入学時と年度末の e-Typing スコアの変化について分析しまとめたデータを，表 1 および図 1 と図 2 に示す。また，筆者の考える e-Typing スコアの数値の見方を以下に示す。

- Lv.1a：スコア 55 未満は，はじめての状態（キーの位置を完全に把握しておらず探す場面があり，キーボードをみながら打鍵する。）
- Lv.1b：スコア 55~106 未満は，パソコンを使い始めた入門状態で，キーボードで打鍵ミスも多くリズミカルに入力できない。または，ゆっくりの入力
- Lv.2：スコア 106~157 未満は，普通に入力できPC に触っていたら到達できる状態
- Lv.3：スコア 157～209 未満はミスを減らし，練習なしで長年利用していると到達可能なレベル
- Lv.4：スコア 209～250 未満は，正確率も高く，しっかり練習してたどりつくレベル。
- Lv.5：スコア 250 以上は，おおよそ 10 分間でかな漢字変換で，安心して 400~600 文字以上の入力ができ，タッチタイピングをマスターしたレベル

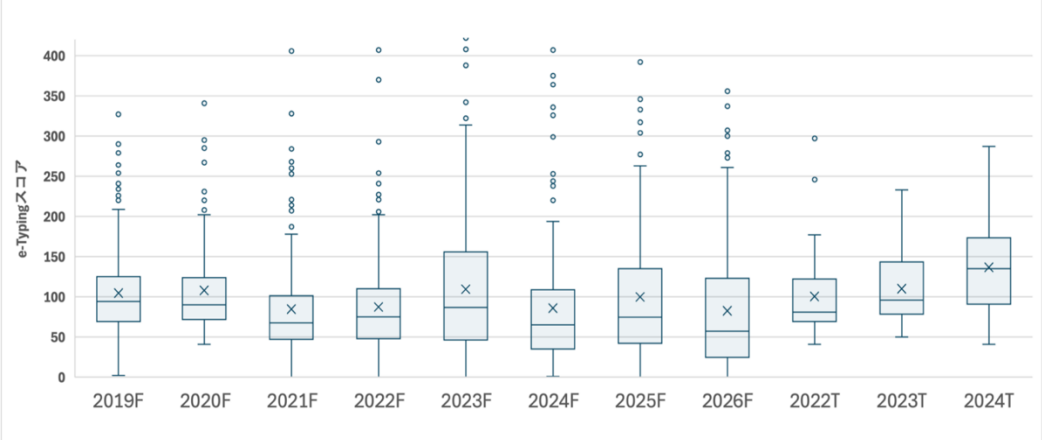



図 1 福島・徳山高専の入学時の e-Typing スコアの変化

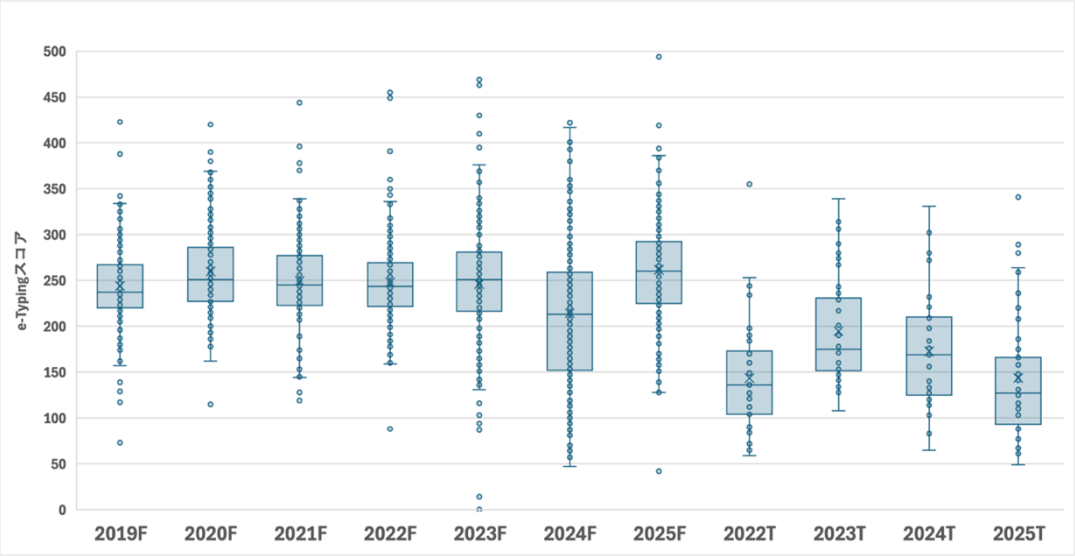



図 2 福島・徳山高専の学年末の最終 e-Typing スコアの変化

## 2.2. 入学時のタイピングスキル

図 1，表 1 より，入学時のスコアは約半数以上が Lv.1 からのスタートで，基本初心者である。2023 年後度から，入学時のスコアのばらつきが大きくなっている。GIGA スクールの影響なのか，中学校でも端末に触る機会が増え，タイピングに興味をもって取組んでいる人の割合が高くなっている可能性がある。また，入学時においては，福島高専より徳山高専の方がわずかに高い状況である。

表 1 福島・徳山高専の入学時と最終 e-Typing スコア

*Note.* 全項目において対応のある $t$ 検定を実施（$df = n - 1$），効果量 $d$ は Cohen's d, $p < .001$.

| 機関 | 年度 | $n$ (対) | 入学時 平均 ±SD | 最終平均 ±SD | 成長幅 平均 ±SD | $t$ 値 | $p$ 値 | $d$ 値 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 福 | 2019 | 203 | 104.7±53.7 | 244.1±42.2 | 139.4±52.4 | 37.69 | < .001 | 2.66 |
| 福 | 2020 | 199 | 107.6±57.1 | 260.1±44.8 | 152.5±49.0 | 43.80 | < .001 | 3.11 |
| 福 | 2021 | 202 | 84.6±58.9 | 249.7±45.0 | 165.0±51.7 | 45.12 | < .001 | 3.19 |
| 福 | 2022 | 205 | 87.6±61.9 | 249.0±43.6 | 161.4±59.2 | 38.87 | < .001 | 2.73 |
| 福 | 2023 | 202 | 108.7±83.9 | 249.6±63.9 | 141.1±67.8 | 29.35 | < .001 | 2.08 |
| 福 | 2024 | 207 | 84.8±74.7 | 214.7±80.0 | 129.9±77.5 | 24.00 | < .001 | 1.68 |
| 福 | 2025 | 205 | 100.0±85.5 | 261.6±62.9 | 161.6±70.2 | 32.84 | < .001 | 2.30 |
| 福 | 2026 | 213 | 82.5±75.3 | — | — | — | — | |
| 徳 | 2022 | 37 | 99.2±53.6 | 144.1±59.2 | 44.9±34.6 | 7.94 | < .001 | 1.30 |
| 徳 | 2023 | 37 | 110±45 | 196.0±58.0 | 89.6±54.3 | 11.62 | < .001 | 1.65 |
| 徳 | 2024 | 38 | 137.9±58.6 | 173.9±60.5 | 36.0±49.0 | 4.32 | < .001 | 0.73 |
| 徳 | 2025 | 43 | — | 143.7±67.3 | — | — | — | |

また，徳山高専機械電気工学科は，高専の中でも優秀な学生が受験し，入学時から PC の購入し GW までには，準備が整う環境である。一般的な PC 活用で上昇した程度と考え，このデータは一般的な数値として捉えても良いと考える。

## 2.3. タイピングスコアの練習回数とスコアの成長の関係

タッチタイピング練習システム（e-Typing Pro）における「練習回数」と「成長幅（最終テストスコアと入学時スコアの差）」の相関関係を定量的に分析した。

表 2 と図 3 は，その関係を示すもので，相関係数 0.64(全体)は，中から強い正の相関に該当し，指導現場において非常に強力な因果的連関を示している。さらに，対数近似における相関係数 0.71 になり，強い正の相関になる。「初期に急激に伸び，一定量を超えると緩やかに向上する」という典型的な運動学習モデルに従っている。

表 2 福島高専の成長幅と練習回数の関係

| 年度 | 人数 (n) | 平均 入学時 | 平均 最終 | 平均 成長幅 | 平均練習 回数 | 相関係数 (r) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2019 | 203 | 104.7 | 244.1 | 139.4 | 412.1 | 0.61 |
| 2020 | 199 | 107.6 | 260.1 | 152.5 | 458.0 | 0.63 |
| 2021 | 202 | 84.6 | 249.7 | 165.1 | 512.4 | 0.68 |
| 2022 | 205 | 87.6 | 249.0 | 161.4 | 488.2 | 0.66 |
| 2023 | 202 | 108.7 | 249.6 | 140.9 | 431.1 | 0.62 |
| 2024 | 207 | 84.8 | 214.7 | 129.9 | 184.2 | 0.48 |
| 2025 | 205 | 100.0 | 261.6 | 161.6 | 588.6 | 0.72 |

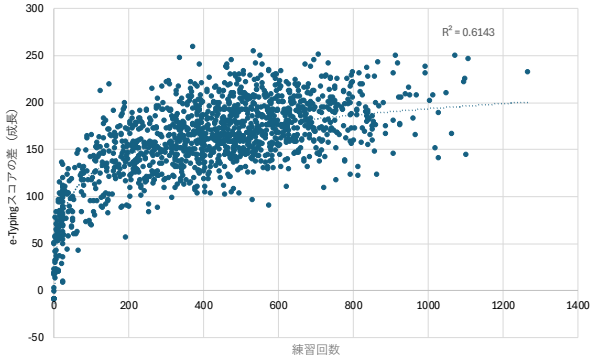



図 3 福島高専の成長幅と練習回数の関係 n =1423

2024 年度は，平均練習回数が 184.2 回と例年の半分以下に急落した。この年，相関係数 $r$ は 0.48 まで低下している。これは，多くの学生が「初期の練習ルーティン」をこなす前に挫折し，練習回数 30 回未満の「未稼働層」が大量発生したため，練習量と実力向上の正常な相関プロセスが機能しなかったことを裏付けている。学生の練習のモチベーションを高めるために，練習すれば上達することを示しながら，2025 年度は次の事項に取組んだ。

## 3. 2025 年度の改善に向けての取り組み

### 3.1. スコアの記録票

従来のタイピング練習をするタイピングプロにもグラフ表示はあるが，さらに図 4 のように，毎月の記録テストの e-Typing コンテストを紙に記録させ，意識させることにして，実際に成長を実感できるようにした。

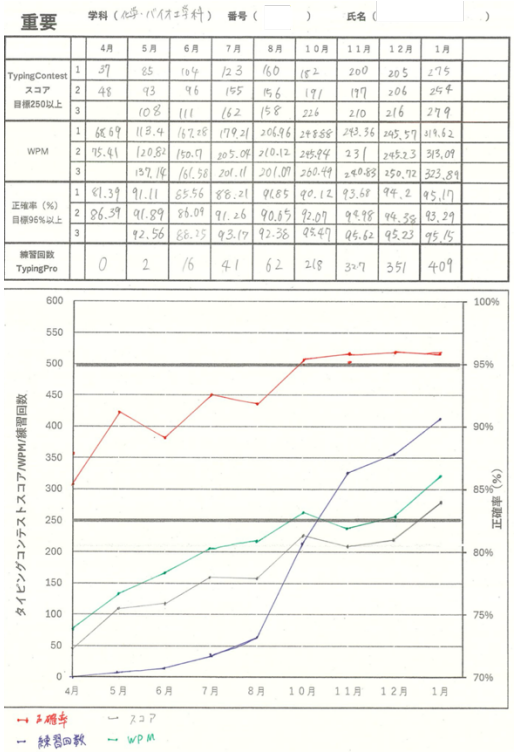



図 4 タイピング練習の個人に記録画面

### 3.2. 夏休み中の練習状況の連絡

1 年生の前期は，パソコンの準備もまばらで，部活動・通学，寮生活など学校に慣れることなど，忙しいさ・大変さを感じて練習が進まない学生も少なくない。お盆を過ぎて，落ちついた時期の 8 月後半に，練習サイトにアクセスヒント，練習回数，8 月のタイピングの成績など調査し，練習を促す連絡した。そして 9 月の上旬にも，練習が進まない学生に，再連絡をして練習を促した。

### 3.3. 夏休み明け自主的な特別補習

10 月の練習状況，タイピングスコアの成績をみて，放課後に，強制的な補習でなく自主的な練習促す。個別に連絡をして練習を促し改善を試みた。

### 3.4. 先輩たちの具体的な声（ピアモデル）

2025 年 9 月に，4・5 年生に対して e-Typing コンテスト（$n$=122）とアンケート調査を依頼した。アンケートの回答者は 4 年生 25 名，5 年生 36 名の計 61 名であった。それらの事柄をまとめ，2025 年の秋に学生に公開した。一部特徴のある事柄を下記に示す。

図 5 に，122 名の先輩の現在のタイピングスコアの実力を示す。図 5 は，1 年生の最終問題と同じお題を入力とした結果で，著しい成長はないが，実力は衰えておらず，そのまま上級生でも維持しており，1 年生で取組んだ事項がそのまま残っていると言える。

表 3 のように，タイピングが上達すると，学生の意識は，嫌い→好き，苦手→得意に転換した。表 4 のように，上級生は「タイピングが必要」と考えていることがわかり，この結果を後輩へのアドバイスとして利用した。また，表 5 のように，上級生が考える目標スコアは，授業担当教員が設定したスコアより高いレベルを求めていることがわかった。

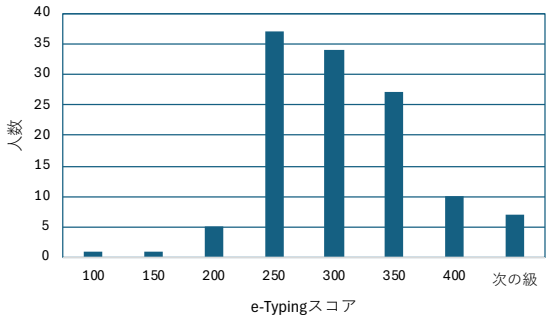



図 5 上級生の e-Typing スコアの分布 $n$＝122

表 3 上級生の意識の転換 $n$＝61

| | 入学時 | 上級生時 |
|---|---|---|
| 「嫌い」 | 47.6% | 6.6% |
| 「好き」 | 49.2% | 88.5% |
| 「苦手」 | 65.6% | 13.1% |
| 「得意」 | 32.7% | 85.3% |

表 4 タイピングスキルは必要か $n$＝61

| タイピングスキル | 入学時 |
|---|---|
| とても必要 | 37（60.7%） |
| 必要 | 22（36.1%） |
| あまり必要でない | 2（3.3%） |

表 5 上級生が考える目標スコア $n$＝61

| 目標スコア | 入学時 |
|---|---|
| 300 点以上 | 22（36.1%） |
| 250 点以上 | 19（31.1%） |
| 200 点以上 | 16（26.2%） |
| 150 点以上 | 16（26.2%） |

上級生になってからは，日頃の練習について，大半が特に特に取組んでおらず，追加練習はない。レポート課題などの実用のみで，スコアを維持している学生が 75%以上であった。具体的なタイピングが役立った場面や先輩のコメントを以下に記す。このようなコメントを学生に公開して，タイピング学習のモチベーション維持を図った。

①レポート作成への直接的効果・将来の必要性「卒業研究・社会人場面（インターンシップ）での実感」「高専在学中どころか就職後も最も使える能力」「レポートへのストレスが減った」「詰みます」という率直な表現が多数

②タイピング速度が「思考」
「タイピング自体に思考のリソースをさかなくて済むのでレポートを書く際に，入力しながら次の内容を考えたりできた」「考えていることをすぐパソコンのメモに残せるようになった」「正確率もスコアも上がると，誤字脱字の確認が少なくて済む。また，レポートやメール一つ一つに対して割く時間が短くなる」

③プログラミング・英語入力への波及効果

「3・4 年次の C 言語プログラミングで置いていかれない」「私は日本語入力だけでなく英語入力の練習もしていて，そのときの経験が，3・4 年次の C 言語プログラミングで活きた」

④継続の大切さ

「1 日 15〜30 分だけでも全然違う」「1 年次に継続して練習を行うことで今後の高専生活が格段に楽になる」

⑤練習の時期の提案・夏休みが転換点

「70 点→250 点を夏休みの集中練習で達成」という具体的体験談

⑥練習方法や工夫の具体的な提案・速さより正確さ

「ミスがあると台無し」という上級生らしい実用観点

⑦モチベーションや楽しさの発見

「ゲーム感覚で」「できると気持ちいい」という内発的動機への転換が効果的

1 年生への伝言（先輩からの言葉・抜粋）

①「1 年生が終われば，タイピングがスムーズにできることは当たり前に求められます。できて当たり前という前提で進んでいくので，基本的なタイピングはしっかりできていたほうがいい。もしできなかったらかなり苦労すると思います。今のうちたくさん練習しておいたほうが絶対いいです！」

②「できるようになってくると PC に触るのが楽しくなり，モチベーションも上がっていいことずくめです。ぜひ頑張ってください」

③「タイピングは今後の高専とその後の生活で必要不可欠なスキルです。あまり追い込みすぎずに，暇なときに，何かのついでに練習してほしいです。苦手意識を持たない程度に頑張ってみてください」

④「卒業研究を進めている今は，タイピングができてよかったと心の底から感じています！」

### 3.5. LMS による成績の見える化

授業の関連する成績を採点毎に LMS で表示し，現在の自分のスコアをリアルタイムで把握できるようにした。

## 4. まとめ

授業最終回に実施したアンケートの主要結果を表 6 に示す。学生のタイピングへの好感度は入学時から授業後に 55%向上し，対応 $t$ 検定で有意な改善が認められた（$t=8.01, p<.001$）。授業後に「得意」と回答した学生は 47%，「苦手」は 20%であった。スコアのグラフ・表が学習継続の役に立ったと回答した学生は 79%（うち「とても役立った」26%）に上り，可視化によるフィードバックの効果が示唆される。練習に本気で取り組んだ時期は，前期早期（〜5 月）23%，夏休み前後（6〜8 月）39%，後期以降（10 月〜）37%と後半に集中する傾向があった。動機の自由記述（$n=195$）は，「成績・留年への危機感（23%）」「仲間との競争・焦り（22%）」「将来の実用性（23%）」「楽しさ・達成感（19%）」「先輩・家族からの助言（7%）」に分類された。「周りのスコアが上がって焦った」「スコアが伸びていくのが楽しかった」「将来のために必要だと思った」などの記述が多く，外発的・内発的双方の動機が混在していた。授業後の自由感想では「一年間でタイピング力がついた実感がある」「グラフで成長が見えたことがモチベーションになった」「今後もレポート作成のために継続したい」との記述が多数確認された。先輩家族からの声は 7%あり，少しでも改善に寄与したことは嬉しい。

先輩の声の結果公表が後期になってからなので，時期的に遅くなる思ったほどアンケートに出ていない。また，学生の記述に夏休みの先生からの連絡という学生もいた。

2024 年のタイピング学習の崩壊から様々な工夫を取り入れた 2025 年のタイピング学習結果は，過去最高値になり，授業の工夫により学生の可能性が広がることを感じることができた。今回は，「藁にもすがる思い」で可能な事項を試した結果で，練習開始時期・練習動機などの変化も伺える。タイピング学習をするための目的やモチベーションを考えると先輩の声は大切で，学生の練習を進める起爆剤に，また教員としても練習を推奨する理由にもなる。引き続き，効果的な指導方法を模索していきたい。

表 6　2025 年度 1 年生アンケート結果 $n=196$

| 項目 | 結果 | 主な記述例 |
|---|---|---|
| タイピングへの好感度（入学時→授業後，5 件法） | 向上 55% $t=8.01$*** ($p<.001$) | 「スコアが上がっていくのが楽しかった」「一年通して力がついた実感」 |
| 授業後の得意意識 | 得意 47% 苦手 20% 意識なし 33% | 「タイピングが早くなれば課題がスムーズ」「英語タイピングも上達したい」 |
| スコアグラフ・表の役立ち | 役立った 79%（とても 26%） | 「グラフで可視化されたのがモチベーション」「記録が伸びているのが見えた」 |
| 練習開始時期（本気になった時期） | 早期〜5 月 23% 夏前・夏 39% 後期〜37% | 「夏休みに本気で取り組んだ」「1 月になって焦った」 |
| 練習動機（複数回答） | 成績・危機感 23% 仲間・競争 22% 将来性 23% 楽しさ 19% | 「周りが速くて焦った」「将来必ず役立つ」「スコアが上がると嬉しい」 |

注）好感度はリッカート 5 件法（1=とても嫌い〜5=とても好き）。動機は自由記述を複数カテゴリに分類（複数該当あり）。

## 参考文献


(1) 布施雅彦：“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”，pp.111-112，2017 PC Conference(2017)

(2) 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，pp.41-43（2019）

(3) 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”，pp.230-231，2019PC カンファレンス（2019）.

(4) 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 —WEB タイピング練習と仮名漢字混じり文の入力との関係—“，pp.115-116，2021 PC カンファレンス(2021)

(5) 布施雅彦，三浦靖一郎：“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”，2023PC カンファレンス（2023）

(6) 布施雅彦：“新型コロナウィルス時における福島高専新入生対象の情報基礎における遠隔授業の実施について”，高専教育，pp.25-32(2021).

# 日英大学新入生の情報リテラシー比較

李凱*1
Email: likai@dokkyo.ac.jp

*1：獨協大学経済学部経営学科

◎Key Words　　情報教育，情報リテラシー，情報プレースメントテスト，国際比較

## 1. はじめに

日本における情報教育は段階的な発展を遂げてきた。1985 年は「マイコン教育元年」と言われ，各学校にコンピュータの導入とコンピュータ教育が始まった(1)。当時の臨時教育審議会は，コンピュータ・リテラシーという言葉を用いずに，情報活用能力という用語を用いていた。コンピュータについての能力を大きくコンピュータについての理解（教養と知識）とコンピュータについての技能（利用と処理）二つに分かれていた。また，科目の設置について，情報科が新設されたのは 2003 年であるが，それ以前から情報の内容は複数の教科に取り入れられていた。教科「情報」の独立した科目として 2003 年に「情報 A」「情報 B」「情報 C」が誕生し，2013 年度から「社会と情報」と「情報の科学」の 2 科目となった。そして 2022 年度から新学習指導要領に基づき共通必修科目「情報 I」と選択科目「情報II」が新設された(2)。さらに，2025 年 1 月，初の「情報」の大学入学共通テストが実施された。令和 7 年度試験情報データにより，情報科の受験者は「情報 I」「旧情報」を合わせて 30 万人を超え，全体受験者約 46 万人のおおよそ 65.5%が受験したとされる(3)。7 教科中に情報科の選択率は最下位であるが，情報科目の共通テスト導入が多くの受験生に受け入れられたことを示唆している。このように，情報活用能力は学習の基盤となる資質・能力の一つとして明確に位置付けられている。

一方，海外における情報教育の実施状況と日本との相違を比較検討するため，本研究では英国の情報教育に着目し，その現状ならびに生徒の情報活用能力について調査・比較を行った。

英国における情報教育は，1980 年の時点で，ほとんどの小・中学校に複数のコンピュータが導入されていた。政府は，子供たちが情報化社会に適応できるようにすることを目的として，学習の成績管理，授業編成，学校の管理・運営，学習過程の改善に資する教育利用を推進し，コンピュータの購入，教育利用に関する研究，ならびに各種ソフトウェアおよび教材の開発を支援した(1)。

英国の義務教育における National Curriculum は，初等教育段階の Primary Curriculum (Key Stage 1「Year1~2」および Key Stage 2 「Year3~6」)と，中等教育段階の Secondary Curriculum（Key Stages 3「Year7~9)および Key Stages 4「Year 10~11」)に区分されている(4)。なお，本研究では用語上の解釈の相違を避けるため，これらのキーワードは英語原文のまま用いる。さらに，Secondary School の Key Stage 4 の終了時には，国家試験である GCSE（General Certificate of Secondary Education）を受験する必要がある。GCSE は義務教育修了時に課される試験であり，日本における中学卒業資格に相当する。GCSE において選択し科目や成績は，その後の進路選択に大きな影響を及ぼし，大学進学を希望する者は，日本の高等学校段階に相当する Sixth Form（Key stage 5「Year12-13」）へ進学する。一方，就職を希望する者は，資格取得を目的とする Further Education（カレッジ，専門学校）へ進学するほか，就労と並行して資格取得を目指す apprentice 制度（見習い，訓練生）に参加したりなど，複数の進路が用意されている。

A-Level(Advanced Level)は英国の教育制度において最も広く受験される大学入学資格の一つである。すなわち，日本の高校生は，文系であっても数学を，理系であっても国語を学ぶなど，7〜8 科目を幅広く履修することに対して，A-Level では，大学で学びたい分野に関連する 3〜4 科目だけに絞って学習する。2025 年夏には，英国国内に約 102 万人の生徒が GCSE の結果を受け取り，約 31 万の生徒が A レベルの結果を受け取った(5)。こうした状況から，GCSE 卒業者のうち A-Level へ進学する者は約 3 分の 1 以下にとどまり，残る多くの生徒は，職業系資格の取得や Further Education College への進学を選択していることが分かる。日本と比較すると，英国では中等教育段階の比較的早い時期から，将来の進路の方向性が明確化される傾向にある。

GCSE（約 60 科目の中から 7~8 科目を受験し，各学校ではおおむね 20 科目程度を提供）および A-Level（85 科目中から 3~4 科目を受験し，各学校では 15〜40 科目を提供）における受験科目 Computer Science（2014 年に Computing から改称）は，基本的に選択科目として位置づけられている。2025 年の GCSE では，約 9 万人が Computer Science を受験した。受験者数上位 3 科目は，Science Double Award, Mathematics, English Language であり，Computer Science の選択率は第 15 位であった。一方，A-Level では，2025 年に約 2 万人が Computer Science を受験した。受験者数上位 3 科目は，Mathematics，Psychology，Biology であり，Computer Science の選択率は第 15 位であった(5)。このように，GCSE や A-Level のいずれにおいても，Computer Science の受験者数は必ずしも多いとはいえない。従って，Computer Science は，主として大学で同分野を専攻することを志向する生徒によって選択される科目であると考えられる。

一方，教科としての Computing は，National Curriculum において，Key Stage 3 では Compulsory subject（必修科目），Key Stage 4 でも Foundation subject（基礎科目）として必修的に位置づけられている(6)。

Key Stage 3 における Computing 科目では，Systems Architecture, algorithms, programming languages, logic, applications, security などを学習する。この段階では，資格試験への対応を主たる目的とするものではなく，コンピュータサイエンスの基礎的な考え方を身に付けるための

導入段階として位置づけられる。

Key Stage 4 においては，多くの生徒は GCSE に向けて選択科目を決定するため，Computer Science を GCSE 科目として選択した生徒は，Key Stage 3 における Computing の学習と比較して，より体系的かつ試験対応型の学習を行うこととなる。公式の GCSE Subject Content により，試験内容としては，コンピュータサイエンスの基本的な原理，問題分析，創造的・革新的・分析的・論理的・批判的に思考，システム構成，社会全体に与える影響，ならびに数学的スキルなど内容が重視されている。すなわち，GCSE は「情報活用」そのものよりも，コンピュータサイエンスの基礎的学力を形成する段階として位置づけられる。GCSE の Computer Science 筆記試験は Computational thinking and programming skills と Computing concepts によって構成されている[7]。具体的な内容としては，algorithms, programming, data, computer system, network, cyber security, SQL, ethical/ legal impact on society などが含まれる[8][9]。

また，A-Level の受験科目である Computer Science は，GCSE と比較して，より高度かつ専門的な内容を扱う。2014 年以後，A-Level Computer Science では，筆記試験に加え，NEA(non-exam assessment)の調査プロジェクト(investigative project)が導入されている。公式の A-Level Subject Content および各試験委員会(Awarding Bodies)である AQA, OCR, WJEC, Pearson Edexcel により，筆記試験では，programming, data structures, algorithms, theory of computation and practical problem-solving skills, data representation, computer systems, architecture, consequences, networking, databases, big data, functional programming and algorithms などに関する知識が評価される。また，調査プロジェクトでは，Analysis, Design, Technical Solution, Testing, Evaluation の各観点から，systematic problem-solving and investigation 体系的な問題解決能力および探究的実践力が評価される[10][11]。このように，A-Level の Computer Science は，大学における情報系専攻の初年次教育に近い内容まで踏み込んでいる。

このように，英国においては，すべての生徒が Key Stage3 において Computing を必修科目として学習し，その後，当該分野に関心を有する生徒が Key Stage 4 で GCSE Computer Science を選択科目として履修する。さらに，Computer Science を将来の進路として志向する生徒は，Sixth Form において A-Level Computer Science を選択し，より専門的な学習へと進む。このように，英国では，生徒の関心や進路希望に応じて学習内容が段階的に専門化していく教育体系が構築されている。

英国の教育制度において，Computing は Key Stage 4 および Key Stage 5 の段階では選択科目として位置づけられている。加えて，Computer Science は難易度が高く，実技を伴う学習が求められること，さらには担当教員の不足といった課題が阻害要因となり，Computing の履修者数および Computer Science の受験者数がいずれも限定的である。こうした状況を受け，英国政府は，Computer Science 教育の質の向上と履修者拡大を図るため，教員養成・教材整備・学校支援を柱とする改善策を段階的に進めてきた。

例えば，2018 年に Theresa May 政権が 8,400 万ポンドを投資し，National Centre for Computing Education(NCCE)が設置され，学校現場に対して教材提供，教員研修，ならびに地域の Computing Hubs を通じた支援体制が整備された[12]。また，学校全体の Computing 教育の質保証と改善を促す仕組みとして Computing Quality Framework が導入され，教育課程，指導，評価，教員の専門性向上，進路・キャリア教育等の観点から学校の実践を継続的に見直す体制が構築されている。

また，2025 年には，社会全体におけるデジタル格差の是正を目的として Digital Inclusion Action Plan が策定され，地域支援，スキル向上，デバイス整備，行政サービスへのアクセス向上，及びエビデンスの収集という 5 つの施策が掲げられている[13]。とりわけ，学校におけるデジタル格差の解消に向けては，4,500 万ポンドの投資が行われ，無線ネットワークの更新や光ファイバーの整備などを通じたインターネット接続環境の改善が推進されている。その結果，累計で 3700 校 130 万人を超えうる生徒および教職員への支援が見込まれている[14]。

2025 年 11 月に公表された Curriculum and Assessment Review 報告は，Computing をデジタルリテラシーの担う中核教科として位置づけるとともに，各 Key Stage における学習内容をより明確化する必要性を提言している[15]。これを受けて，英国政府は改訂後のカリキュラムを 2028 年 9 月から学校現場で実施する方針を示している。今回の改訂における最大の特徴は，「Computer Science を教える」ことを中心とした枠組みから，「Computing を通じて digital literacy および AI literacy を育成する」方向へと重点が拡張された点にある。政府は将来の GCSE における Computer Science の理論のみを扱うのではなく，テクノロジーを効果的かつ批判的に活用する力を含む，より広範な資質・能力を評価の中核に据える方針を明確にしている。

さらに，英国政府は，2030 年までに全学校に対して，6 つのデジタル標準（Six Core Digital Standards：Broadband Internet， Wireless Networks， Network Switches， Digital Leadership and Governance，Filtering and Monitoring，Cyber Security）の達成を求める方針を示している。加えて，AI 人材育成の強化に向けて，2030 年までに労働者 1,000 万人の AI スキル向上を図るとともに，中等学校段階においても 100 万人規模の生徒を対象とした技術・AI 教育の拡充が進められている。さらに，data science と AI に関する新たな Level 3 資格の創設が検討されているほか，AI・データ分野における奨学金，学位課程，および徒弟制度（apprenticeships）の拡張も進行している。英国の政策は初等中等教育から高等教育・職業教育に至るまで一貫したデジタル人材育成体系を構築しようとするものといえる[16]。

その他，2025 年 6 月，英国政府は TechFirst および AI Skills Boost に関する政策を発表した。TechFirst は，デジタル技能および AI 学習を学校教育や地域社会に広く導入することを目的とする総額 1 億 8,700 万ポンド規模の施策であり，その背景には，2035 年までに約 1,000 万人の労働者が AI を職務の一部として用いる役割に就くとする見通しがある[17]。その中核をなす TechYouth は，政府から 2,400 万ポンドの支援を受け，全国の Secondary School を対象として，3 年間で 100 万人の生徒に対し，テクノロジーを学ぶ機会，ならびに新たなスキルトレーニングおよびキャリア機会へのアクセスを提供するものである。

また，AI Skills Boost は，2030 年までに 1000 万人の労働者に対して AI の基礎的スキルを普及させることを目標としている[18]。さらに，2025 年には Generative AI in education に関する政府方針も公表され，教育現場における生成 AI の安全かつ効果的な活用に向けた基本的な方向性が示された[19]。

以上のように，英国政府は，学校情報環境の整備，カリキュラムの改訂，さらには AI・デジタル人材育成政策の拡充を通じて，情報教育基盤の強化を進めている。英国では，Key Stage3 において Computing は必修科目として位置づけられ，Key Stage 4 および Key Stage 5 では選択科目として設定され，早い段階で computing を発展的に学習する体系が採られている。これに対して，日本では，小学校段階では既存教科への組み込み，中学校では技術・家庭科の一部，高等学校では独立した情報科として構成されている。このように，両国の情報教育カリキュラムには共通点もみられる一方で，学習者が実際にどの領域の知識を習得しているのかという点については，実証的な比較検討が必要である。そこで本研究では，両国の大学に入学した新入生を対象とする調査を通じて，中等教育段階までに習得された情報関連知識の実態を把握するとともに，両国の情報教育の比較分析から得られる知見に基づき，今後の情報教育の改善に資する示唆を得ることを目的とする。

## 2. プレースメントテストの実施

本研究で用いた情報プレースメントテスト(Information Placement Test，以下 IPT と略す)は，情報処理学会一般情報教育委員会が開発した IPT を利用したものであり，10 エリアの知識体系から各エリアに 5 問ずつを選定し，計 51 問を出題した(そのうち 1 問は基礎チェック問題である)。各エリアは，エリア 1「情報とコミュニケーション」，2「情報のデジタル化」，3「コンピューティングの要素と構成」，4「情報ネットワーク」，5「データモデルとデータベース」，6「社会と情報システム」，7「情報倫理と情報セキュリティ」，8「アカデミック ICT リテラシー」，9「問題解決技法」，10「メディアとコンピュータの歴史と未来」から構成され，それぞれの知識を測定するものである。すべての問題は，四つの選択肢と「わからない」を含む五つの選択肢の中から一つを選択する形式に統一した。配点は 1 問 1 点とし，51 点満点とした[20]。

両国の大学 1 年次生徒を対象として，Microsoft Forms を用いたオンライン形式による IPT を実施した。テスト問題については，同一内容のものを英語版および日本語版に翻訳して使用した。英国では 2026 年 2 月に実施し，現地の教員の協力のもと文系生徒を対象として調査を行い，147 名(男性 123，女性 24 名)から回答を得た。日本では 2026 年 4 月に，同様に文系大学の生徒を対象として実施し，181 名（男性 110 名，女性 70 名，その他 1 名）の回答を得た。分析にあたっては，基礎チェック問題に誤答した生徒を除外し，最終的に英国 72 名，日本 147 名のデータを用いて比較・分析を行った。

## 3. 結果

本研究では，個別問題の解答状況を評価対象とするのではなく，情報処理学会が作成した一般情報教育に関する知識体系(GEBOK: General Education Body Of Knowledge)の各エリアに注目し，高等学校までの情報教育を通じて学習者がどの領域の知識をどの程度習得しているかを評価した。

比較の結果。エリア 1「情報とコミュニケーション」のみ，日本の得点が英国より有意に高かった (図 1，表 1)。一方，エリア 3,4,5,6,7,8,10 については，英国の得点が日本より有意に高かった。エリア 2 およびエリア 9 については，両国間に統計的に有意な差は認められなかった。なお，エリア 2「情報のデジタル化」については，両国ともに低い得点を示した。さらに，総得点においても，英国の生徒は日本の生徒より有意に高い平均得点を示した。

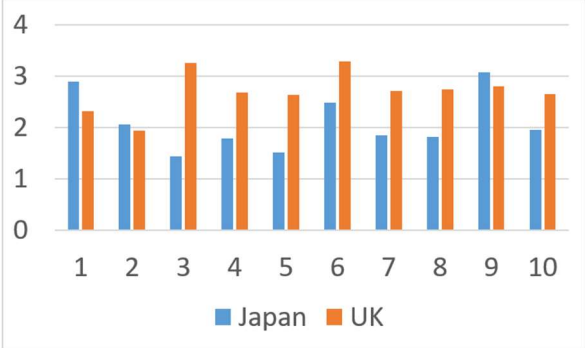



図 1　各エリアの平均比較

表 1 英国と日本の各エリアの比較

| エリア | t | *p* | Cohen's d |
|---|---|---|---|
| 1 | 2.85 | 0.005 | 0.426 |
| 2 | 0.59 | 0.554 | 0.084 |
| 3 | -8.11 | <0.001 | -1.232 |
| 4 | -3.37 | 0.001 | -0.531 |
| 5 | -5.73 | <0.001 | -0.842 |
| 6 | -3.55 | <0.001 | -0.526 |
| 7 | -3.39 | 0.001 | -0.530 |
| 8 | -3.57 | <0.001 | -0.553 |
| 9 | 1.01 | 0.316 | 0.152 |
| 10 | -2.61 | 0.010 | -0.407 |
| 合計 | -3.004 | 0.003 | -0.477 |

Welch's *t-test*

## 4. おわりに

本研究の結果から，英国の生徒が日本の生徒よりも多くのエリアで高得点を示した背景には，英国の情報教育が Key Stage 3 における Computing の必修履修を基盤とし，その後 GCSE Computer Science，A-Level Computer Science へと段階的に専門性を高めていく体系を備えていることが関係していると考えられる。とりわけ，英国の Computing 教科および Computer Science 受験科目では，algorithms，networking，databases，cyber security，computer systems など，コンピュータサイエンスの基礎概念を体系的に学習する構造が明確であり，こうした教育内容が，エリア 3「コンピューティングの要素と構成」，エリア 4「情報ネットワーク」，エリア 5「データモデルとデータベース」，エリア 7「情報倫理と情報セキュリティ」などにおける英国の優位に結び付いた可能性がある。また，近年の英国では，教員支援，学校の質保証，デジタル基盤整備，さらには digital literacy や AI literacy を重視するカリキュラム改訂が進められており，こうした制度的支援も学習

成果の差異を支える一因であると推察される。

一方で，エリア 1「情報とコミュニケーション」において日本の得点が英国を有意に上回ったことは，日本の情報教育が，独立教科としての「情報」に加え，日常的な ICT 活用を通じて，情報伝達やコミュニケーションに関する理解を比較的広く育成している可能性を示唆している。他方，エリア 2「情報のデジタル化」で両国とも低得点であったことから，デジタル表現や情報の符号化といった基礎的内容は，いずれの国においても学習者にとって抽象度が高く，十分な定着に至っていない可能性がある。以上より，英国の情報教育は中学校早い段階からコンピュータサイエンスの体系的理解に強みを有する。一方，日本の情報教育は高校段階では必修科目として一定の強みを有していると考えられる。したがって，今後の情報教育の改善にあたっては，日本においてはより早い段階からコンピュータサイエンスの基礎知識を系統的に学ぶ機会を充実させること，中学校に情報資格試験の拡大，またデータサイエンスと AI を導入し，職業教育まで一貫した教育体系の構築，教員研修などが重要な課題となる。

本研究の課題として，調査対象が両国の一部大学の文系学生に限定されており，対象大学数およびサンプルの属性にも偏りがある。また，IPT が主として知識面を測定するものであり，実践的な情報活用能力，問題解決力，プログラミング力などを十分に把握できていない。さらに，同一内容を英語版・日本語版に翻訳して実施したとはいえ，設問表現や語彙のニュアンス，専門用語に対する理解の差異が解答結果に影響を及ぼした可能性も否定できない。したがって，本研究の結果をもって両国の情報教育全体を一般化して論じるには慎重である必要がある。今後は，対象校・対象者を拡大するとともに，履修歴や専攻分野を考慮した比較分析を行う必要がある。また，知識テストに加えて実技課題やインタビュー等を併用し，知識と実践的能力の双方から検討することが求められる。加えて，英国と日本のカリキュラム改革の進展を踏まえ，中等教育段階から大学入学時までを視野に入れた縦断的・継続的な比較研究を行うことも，今後の課題である。

## 参考文献


(1) 坂元 昂: “情報化社会における教育メディアの発展とコンピュータ教育”，教育情報研究，4 巻，3 号，pp. 3-13（1988）.

(2) 鹿野 利春: “情報科の導入と変遷及び大学入試”，コンピュータ＆エデュケーション，58 巻，pp. 10-16 (2025)

(3) 大学入試センター 令和 7 年度 試験情報データ（本試験） https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/hyouka/r7_hyouka/r7_data.html, 2026.6.10 参照

(4) National curriculum, https://www.gov.uk/government/collections/national-curriculum, 2026.6.10 参照

(5) Qualification results in England: summer 2025, https://www.gov.uk/government/publications/qualification-results-in-england-summer-2025/qualification-results-in-england-summer-2025-accessible , 2026.6.10 参照

(6) Key stage 3 and 4, https://www.gov.uk/national-curriculum/key-stage-3-and-4, 2026.6.10 参照

(7) AQA GCSE Computer Science Specification : https://www.aqa.org.uk/subjects/computer-science/gcse/computer-science-8525/specification/specification-at-a-glance, 2026.6.10 参照

(8) National curriculum in England: computing programmes of study, https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study, 2026.6.10 参照

(9) GCE AS and A level computer science Guidance, https://www.gov.uk/government/publications/gcse-computer-science/gcse-subject-content-for-computer-science, 2026.6.10 参照

(10) AQA A-level Computer Science Specification, https://www.aqa.org.uk/subjects/computer-science/a-level/computer-science-7517/specification, 2026.6.10 参照

(11) GCE AS and A level computer science, https://www.gov.uk/government/publications/gce-as-and-a-level-for-computer-science, 2026.6.10 参照

(12) Tech experts to provide National Centre for Computing Education, https://www.gov.uk/government/news/tech-experts-to-provide-national-centre-for-computing-education, 2026.6.10 参照

(13) Digital Inclusion Action Plan, https://www.gov.uk/government/calls-for-evidence/digital-inclusion-action-plan/digital-inclusion-action-plan, 2026.6.10 参照

(14) No child left behind in plans to narrow the digital divide in education, https://www.gov.uk/government/news/no-child-left-behind-in-plans-to-narrow-the-digital-divide-in-education, 2026.6.10 参照

(15) Government response to the Curriculum and Assessment Review, https://assets.publishing.service.gov.uk/media/690b2a4a14b040dfe82922ea/Government_response_to_the_Curriculum_and_Assessment_Review.pdf, 2026.6.10 参照

(16) PM launches national skills drive to unlock opportunities for young people in tech, https://www.gov.uk/government/news/pm-launches-national-skills-drive-to-unlock-opportunities-for-young-people-in-tech, 2026.6.10 参照

(17) TechFirst Guidance, https://www.gov.uk/guidance/techfirst, 2026.6.10 参照

(18) AI Skills Boost explainer, https://www.gov.uk/government/publications/ai-skills-boost-explainer, 2026.6.10 参照

(19) Generative artificial intelligence (AI) in education, https://www.gov.uk/government/publications/generative-artificial-intelligence-in-education/generative-artificial-intelligence-ai-in-education, 2026.6.10 参照

(20) 河村一樹 ：“情報分野における高大接続のためのプレースメントテストの実施と評価”，東京国際大学論叢 人間科学・複合領域研究, 4, pp.35-57 (2019).

# 8,000 名規模学部における一般情報教育の継続的改善の取り組み

小林貴之*1
Email: kobayashi.takayuki@nihon-u.ac.jp

*1：日本大学文理学部

◎Key Words　一般情報教育，多人数教育，アンケート分析

## 1. はじめに

日本大学文理学部は、日本大学 16 学部の一つであり、東京都世田谷区桜上水キャンパスに設置されている。哲学、史学、国文学、中国語中国文化学、英文学、ドイツ文学の文系 6 学科、社会学、社会福祉学、教育学、体育学、心理学、地理学の社会系 6 学科、及び地球科学、数学、情報科学、物理学、生命科学、化学の理系 6 学科から構成され、2026 年 5 月現在の在籍人数は約 8,300 人である。

本学部では、1972 年の研究・教育用メインフレーム計算機導入とともに、一般情報処理教育として通年科目「情報処理概論」を開講した。当時は、「コンピュータ利用が実社会で確実に進んでいる状況から、プログラミングができるか否かは問わないが、コンピュータ用語やコンピュータに対する基本的な知識を与えることと、更に進んでプログラミングができるまでを教育する」ことを方針としていた。この科目では、プログラミング言語として FORTRAN または COBOL を取り扱った。その後、UNIX サーバとパーソナルコンピュータを導入し、1991 年の教職課程教科専門科目改定時には、「理科実験」科目で情報処理教育を行う必要が生じたため、カリキュラム改定を行った(1)。

1992 年 10 月に WIDE 経由でインターネットと IP 接続した後、1994 年にはカリキュラム改定を行った。この改定では、共通専門科目、選択コース科目、基礎技能コース科目として「コンピュータ入門 I～VI」を開講した。また、学部共通専門科目として「情報処理概論」と「情報処理演習」を設置し、さらに教職コース・司書コース向けの選択コース科目、および 9 学科における学科専門科目として情報処理科目を開講した。しかし、「コンピュータ入門」向けの教室確保が難しく、夏季集中科目として開講せざるを得なかった。

1996 年には、教育にインターネットを活用しようという機運が学内で高まり、240 人収容の講義室に 160 台の Windows NT ノート PC を設置した教室を構築し、運用を開始した。あわせて、今後の本学部における情報処理教育の骨子を検討するための委員会を設置した。その結果、「文理学部の教育、ひいては実社会で必要とされるコンピュータの知識や操作技能に関する教育を行うこと」「学科ごとに異なる専門的な知識や技能については学科専門科目で行うこと」「高校までに行われるコンピュータ教育の推移を十分に考慮し、常に大学における教育であることを念頭に置いた内容とすること」の 3 点を基本方針とした。

この方針に基づき、2000 年のカリキュラム改定では、基礎的な一般情報処理教育科目である「コンピュータリテラシー」を、主に人文・社会系学生向けの選択科目として開講した。また、理系学生や基礎的なコンピュータ知識を持つ学生向けの選択科目として、「コンピュータ入門 II～VI」に相当する科目を設置するとともに、専門科目扱いであった「情報処理概論」と「情報処理演習」を「情報処理 I（含演習）」「情報処理 II（含演習）」として再編した。

このカリキュラム改定前後にあたる 1999 年から 2001 年に実施した受講者アンケートの結果、PC 利用者は 67.2%から 86.2%に、PC 所有率も 49.8%から 65.9 へ、そしてインターネット利用経験率は 22.1%から 62.6%に、3 年間で増加していることが確認された。一方、160 台の PC 教室を利用しても 10 コマ以上の開講が必要であり、複数教員による担当が不可欠であった。そのため、授業内容や難易度を統一する目的で、共通教科書の利用を検討した。しかし、適切な教科書が見つからなかったため、担当教員らにより新たに教科書を作成した(2)。この教科書は本学部以外でも採用され、最大 20 校で利用された。

また、受講生の増加に伴い、一部科目で LMS（Learning Management System）の導入を行った。その結果を踏まえ、学部として LMS 導入の検討を開始した。

本発表では、本学部における 1972 年から 2025 年までの一般情報教育の変遷を整理するとともに、継続的に実施してきたアンケート調査結果を基に、教育内容改善の取り組みとその成果について報告する。

## 2. 2000 年代の一般情報教育

PC 設置教室の完成により、物理的には最大 160 人規模の授業を実施できる環境が整った。しかし、コンピュータを利用した実習を教員 1 名で実施することは現実的には困難であった。このため、既に理系学科や心理学科で導入されていた大学院生 TA に協力を求めたが、必要人数に達しなかった。そこで、新たに学部学生を SA として採用し、授業運営を支援する体制を整備した(3)。

2003 年から高等学校普通科で教科「情報」が導入され、「情報 A」「情報 B」「情報 C」のいずれかを履修した学生が、2006 年以降に入学することとなった。また、次期カリキュラム改定を 2004 年に実施することが決まり、カリキュラムの見直しに着手した。

その結果、全学共通の必修科目として「コンピュータ・情報リテラシー」を設置する案をまとめた。この科目では、単なるコンピュータ操作教育にとどまらず、情報倫理や著作権など、インターネット社会で活動するために必要な知識を扱うこととした。さらに、専門科目等の学修でインターネットを活用できるよう、プレゼンテーション技法を含め、情報の収集・編集・提示の流れに沿った構成と

し、他の情報関連科目についても見直しを行った。これらの内容については学部内で承認されたが、「コンピュータ・情報リテラシー」の必修化については一部学科から反対があり、この時点では認められなかった。その後、2010年のカリキュラム改定において全学科必修科目となった。

2005年には、検討を進めていたLMSとして、当時広く利用されていたWebCT Vistaをコンピュータセンターに導入した。これにより、Webブラウザ経由での資料配布、課題提出、テスト等の機能を、コンピュータ科目を含む文理学部の全開講科目で学生全員が利用できる環境が整備された。その後、Blackboard社によるWebCT買収に伴いBlackboardへ移行し、2024年度からは日本大学として導入したCanvas LMSへ移行している。

2006年度入学者から、高等学校で教科「情報」を履修した学生が入学することに伴い、WebCTを用いて「コンピュータ・情報リテラシー」の授業内で全受講生を対象にICTスキル等に関するアンケート調査を開始した。あわせて、入学、進学、就職などに関する情報も収集する新入生共通アンケート(以下初年次アンケート)としても利用した。アンケートのうち、ICTスキルに関する5段階自己評価については、「十分使いこなせる」を5点、「普通に利用できる」を3点、「全く利用できない」を0点とし、1点刻みで点数化して集計した。このアンケートは、2023年のBlackboard運用終了まで継続的に実施した。

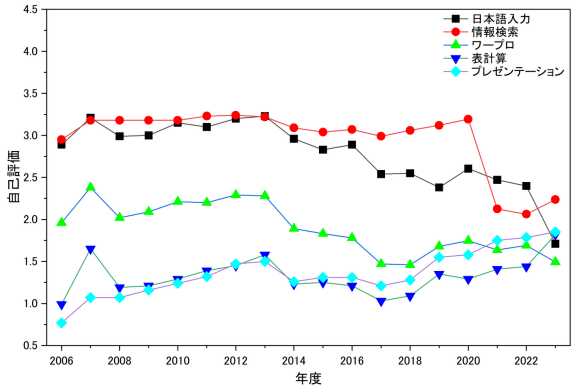



図1　新入学生ICTスキル自己評価推移

図1に示す結果では、2017年度までは自己評価が低下傾向にあったが、2018年度以降は上昇傾向で、一部を除き近年はICTスキル自己評価の回復傾向が見られる。

この傾向はスマートフォンの普及によりICT機器利用機会は増加したものの、PC操作経験は減少した可能性がある。一方、2012年から中学校技術分野において情報に関する内容が4領域に整理されたことや、高等学校教科「情報」の取り扱い変更の影響が考えられる。ただし、初年次アンケートには中学校時代の学習経験等に関する質問項目が含まれていなかったため、詳細な要因分析には至っていない。

次期カリキュラム改定に向けては、初年次アンケートを毎年実施するとともに、LMS機能を活用した学生へのフィードバックを行った。また、科目終了時にもアンケートを実施し、授業内容の改善に活用した。LMS機能を活用したフィードバック等についてはおおむね高評価であり、科目終了時アンケートでは、学生自身によるICTスキル向上の認識も確認された[4]。

一方、高等学校における教科「情報」の必修化に伴い、入学者のICTスキルは年々向上すると予想していたが、入学時の自己評価には大きな向上が見られず、むしろ低下する年度もあった。このため、次期カリキュラム改定では内容を大きく変更するのではなく、「コンピュータ・情報リテラシー」の全学科必修化に注力した。その結果、2010年度に同科目は必修科目となった。

必修化にあわせて、テキストの改訂と成績評価方法の再検討を行った。担当教員間で成績評価に差が生じないよう、評価基準をシラバス等に明確に記載し、テストやタイピングの評価に統一基準を導入した。また、レポート評価についてもルーブリックを導入し、学生にフィードバックできるようにした。さらに、学生間の相互評価を取り入れ、ルーブリック評価への理解を促した[5]。

2016年のカリキュラム改定に向けては、社会状況の変化に対応するため、新たに「コンピュータ・情報セキュリティ」を新設し、「コンピュータ・情報リテラシー」のテキストについても改訂を行った。また、2コマ連続で実施していた設計系科目を分割し、受講生の利便性向上を図った。一方、「コンピュータ・情報リテラシー」履修後に選択したい科目に関するアンケートでは、Office系ソフトウェアに関する科目を希望する学生が毎年20%以上存在したため、既存科目の大幅な改訂は行わなかった。

## 3.　資格試験対応とデータサイエンス教育への展開

本学部には、年度ごとに学生と教員が相談して申請し、審査結果に基づいて開講されるプロジェクト教育科目がある。学生からは、情報分野の資格試験対策を希望する声が一定数あったが、大学の授業にはなじみにくいとの判断から、これまで開講してこなかった。そこで、ITパスポート試験に準拠し、従来の一般情報処理教育では十分に扱っていなかった会計や企業活動に関する内容を含めた科目を申請したところ、2年間の開講が認められた。この科目の受講生の状況やアンケート結果を踏まえ、資格試験に関連する内容を一般情報処理教育に含めることが妥当であるとの結論に至り、次期カリキュラムに反映させることとなった。

次期カリキュラム改定の議論と並行して、政府のSociety 5.0や数理・データサイエンス教育強化の方針、さらに情報処理学会によるGEBOK2017.1の策定などを踏まえ、カリキュラム全体の見直しを行った。必修科目である90分15回の授業のみでGEBOK2017.1に準拠することは難しく、また学生のICTスキルの状況から、一定程度のコンピュータリテラシー教育を残す必要があると判断した。そのため、必修科目だけでなく選択科目も含めて対応する方針とした。

また、MDASH（数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度）のリテラシーレベルについても、必修・必履修科目を活用して対応する方針とした。さらに、科目名に数字を用いることを避け、具体的な内容が分かる名称にすること、開講コマ数を極力絞ることが学部方針として求められたため、2020年のカリキュラム改定では科目名称を大幅に変更した。また、アプリケーション操作に重点を置いた教育からの転換を明確にするため、科目名に原則として「コンピュータ」の語を用いないこととした。

表 1　本学部コンピュータ科目の変遷概要

| 2000 年 | 2016 年 | 2020 年 | 2025 年 |
|---|---|---|---|
| コンピュータリテラシー | コンピュータ・情報リテラシー | 情報リテラシー | 情報リテラシー |
| ワープロソフト活用法 | コンピュータ文書作成基礎 | アカデミック ICT 基礎 | 情報活用 基礎/応用 |
| 表計算ソフト活用法 | コンピュータデータ処理基礎 | データ処理基礎 | データ処理基礎 |
| インターネット活用法 | 情報検索・ホームページ作成法 | ICT 機器活用法 | 情報基盤活用法 |
| コンピュータプレゼンテーシ | コンピュータプレゼンテーション | プレゼンテーション法 | プレゼンテーション法 |
| | コンピュータ・情報セキュリティ | 情報倫理・情報セキュリティ | 情報倫理・情報セキュリティ |
| 情報処理 I(含演習) | ネットワーク構築 1~6 | ネットワーク設計基礎(含演習) | ネットワーク設計基礎(含演習) |
| 情報処理 II(含演習) | ネットワーク構築演習 1~6 | ネットワーク設計　活用/応用 | ネットワーク設計応用 |
| | サーバ構築 1~6 | 情報セキュリティ基盤構築　基礎/応用 | 情報セキュリティ基盤構築 |
| | サーバ構築演習 1~6 | 次世代情報基盤構築　基礎/応用 | 次世代情報基盤構築　基礎/応用 |
| | データベース構築 1~6 | サーバ構築 1~2 | 仮想情報基盤構築　基礎/応用 |
| | データベース構築演習 1~6 | サーバ構築演習 1~2 | |
| | | Windows サーバー管理の基礎（含演習） | Windows サーバー管理の基礎（含演習） |
| | | サーバーの仮想化環境の構築（含演習） | サーバーの仮想化環境の構築（含演習） |
| | | ビッグデータサイエンス | ビッグデータサイエンス |
| | | アルゴリズムとプログラミング基礎/応用 | アルゴリズムとデータ構造 |
| | | | プログラムミング入門 |

MDASH については、リテラシーレベルと応用基礎レベルの双方に対応できるよう運用を開始した。リテラシーレベルについては、日本大学全学生が受講できるという条件を満たすことが難しく、学部独自の運用となった。一方、応用基礎レベルは学部単位での申請が可能であり、2024 年度に認定を受けた。 2000 年以降の一般情報関連科目の変遷を表 1 に示す。

2025 年のカリキュラム改定では、学部として副専攻制度を導入することが柱となった。そのため、データサイエンス副専攻を各学科の専門科目と連携して設置できるよう、情報関連科目の見直しを行った。あわせて、アンケート結果からアプリケーション活用を希望する学生が一定数存在することを踏まえ、「情報活用」科目を設置した。また、資格試験に対応する内容や、発展が著しいクラウドコンピューティングを活用する科目も設置した。

2024 年度から学部で利用する LMS が Canvas に変更されたことにより、これまでと同様の形式でアンケートを実施することが難しくなった。そのため、現在は Google フォームを利用し、カリキュラム改定が学生ニーズに対応できているかを調査している。その結果、「データサイエンス（AI、データ活用等）に関する授業は、自身の学科や将来を考える上で必要だと思うか」という問いに対しては、9 割以上の学生が必要であると回答した(図 2)。

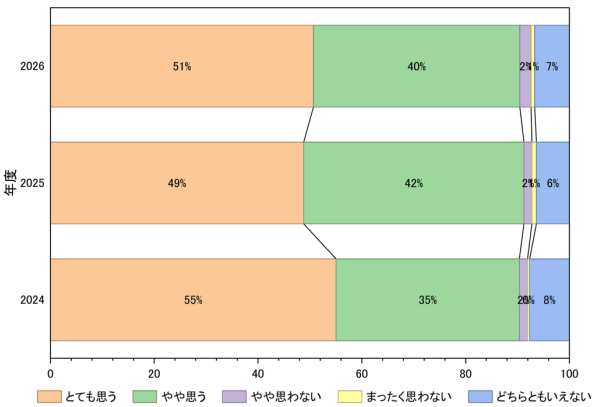



図 2　データサイエンス授業必要性回答

一方、MDASH 応用基礎レベルの取得を検討している学生は 5 割程度に留まっている(図 3)。

データサイエンス副専攻の取得を検討している学生も 3 割程度と少ないが、よく分かっていないとの回答も

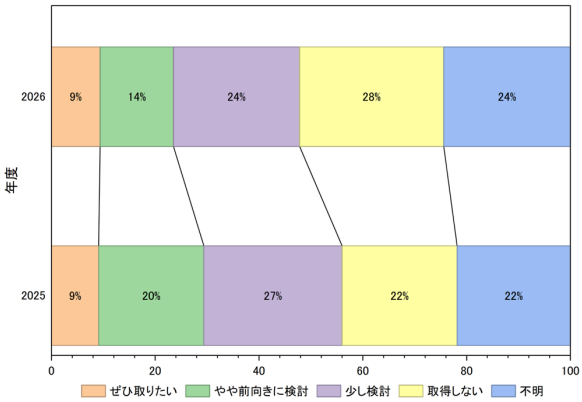



図 3　MDASH(応用基礎レベル)取得意向回答

2 割以上有った。データサイエンス教育の必要性については高い認識がある一方で、MDASH 取得や副専攻取得など追加的な学習負担を伴う制度への参加意欲は相対的に低いと考えられる。

## 4.　おわりに

本学部では、1972 年から継続して一般情報教育を改善してきた。特に LMS を活用したアンケート調査と教育改善の PDCA サイクルを確立し、近年では MDASH 認定やデータサイエンス副専攻へと発展している。今後は生成 AI やクラウドコンピューティングを含めた新たな一般情報教育体系の構築を進める予定である。

## 謝辞

本アンケート調査では各担当科目の教員の理解と協力とともにコンピュータセンター事務室の方々から大変な助力を頂いた。ここに期して感謝の意を表します。

## 参考文献

(1) 守屋政平：“文理学部における情報処理教育に関する一考察”, 日本大学教育制度研究所紀要, 27, pp.45-71(1996).
(2) 毒島雄二, 谷口郁生, 小林貴之 :“初心者のためのコンピュータリテラシー”, 共立出版 (2000).
(3) 小林貴之 :“多人数基礎情報教育授業の実施に関する工夫について”, 論文誌情報教育方法研究, 5, pp.19-21(2002).
(4) 小林貴之 :“大学新入生向けコンピュータ必修科目授業改善の試み”, CIEC 研究会報告集, 7, pp.58-62(2016).
(5) 小林貴之 :“LMS を用いた多人数コンピュータ・情報リテラシー教育改善の試み”, 日本大学 FD 研究, 3, pp.1-8(2015).

# 文系学生を対象とした高等学校情報科の知識習得における経年比較

小河 智佳子*1
Email: chika-co@tf7.so-net.ne.jp

*1：広島修道大学経済科学部

◎Key Words 高等学校情報科，学習指導要領，検定教科書，文系学生，重要語句の理解度

## 1. 背景と目的

近年, 高等学校と大学における情報教育は転換期を迎えている。高等学校では，2022 年度より新課程「情報Ⅰ」が必修科目として導入され, 情報社会で問題発見と問題解決を行うために, 情報技術の効果的な活用力を育成することが重視されるようになった。新たにプログラミング，ネットワーク，情報セキュリティ，データ活用等を学ぶ内容に改編され，新課程を履修した学生は，2025 年度から大学へ入学し始めている。一方で，大学でもデータサイエンスやAIに関する教育が全国的に導入されるようになり，データ分析・活用能力等を育成する取り組みが広がっている。このように, 高等学校と大学それぞれで情報教育の刷新が図られていることから, 高等学校と大学の学びの連続性を踏まえることの重要性が増している。

これまでの研究にて，高等学校の学習指導要領[1]に記載されている「情報の科学的な理解」に基づいた知識と重要語句の関連について, 文系学生を対象とした理解度調査を継続的に行ってきた。直近では，「情報Ⅰ」の全教科書の索引に記載されている語句を抽出して重要語句の整理分類を行い[2]，これらの重要語句を用いた理解度調査を実施した[3][4]。

本研究では，2024 年度から 2026 年度にかけて実施した理解度調査の結果を経年比較し, 入学生の高等学校情報科の知識習得における理解度の傾向を探ることを目的とする。

## 2. 調査対象

S 大学の選択科目「情報基礎演習」の履修者のうち, 筆者が担当する 2024 年度から 2026 年度の各クラスの 1 年生を対象とする。対象人数は, 2024 年度は 85 名, 2025 年度は 142 名，2026 年度は 143 名である。

## 3. 調査方法

いずれの年度も Moodle のアンケート機能を用いる。また, 大学の授業内容が本調査に影響することを避けるため，第 1 回目のオリエンテーション時に実施する。

調査項目は，(1) コンピュータの所持と利用状況，(2) 高等学校での情報科目の履修状況，(3) 重要語句の理解度で構成する。設問の大部分を占める重要語句は，小河（2023）[2]にて分類した「情報Ⅰ」の語句のうち，8 種数以上の教科書で記載がある 162 の重要語句を用いることとする。

## 4. 調査結果と年度ごとの比較

### 4.1 有効回答数

有効回答数（有効回答率）は, 2024 年度は 80 名（94.1%）, 2025 年度は 135 名（95.1%）, 2026 年度は 137 名（95.8%）だった。

### 4.2 コンピュータの所持と利用状況

コンピュータの所持と利用状況として，「1.自分専用のコンピュータを持っている」，「2.家族で共有している」，「3.持っていない」の 3 択で回答を得た。「1.自分専用のコンピュータを持っている」と回答した学生の人数（割合）は，2024 年度は 79 名（98.8%），2025 年度は 127 名（94.1%），2026 年度は 132 名（96.4%）だった。「2.家族で共有している」と回答した学生の人数は，2024 年度は 1 名，2025 年度は 5 名，2026 年度は 1 名であり，「3.持っていない」と回答した学生の人数は，2024 年度は 0 名，2025 年度は 3 名，2026 年度は 4 名だった。いずれの年度においても，入学直後である 4 月の第 1 回目の授業時に, ほぼ全ての学生が自分専用のコンピュータを準備できている状況が定着している。

続いて，「1.自分専用のコンピュータを持っている」または「2.家族で共有している」と回答した学生のコンピュータの利用頻度を表 1 に示す。いずれの年度でも「たまに利用している」と回答した学生の割合が最も多く，半数程度を占めている。

表 1 コンピュータを所持している学生の利用頻度
（単位：人）

| | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|
| ほぼ毎日利用している | 19 (23.8%) | 35 (26.5%) | 35 (26.3%) |
| たまに利用している | 42 (52.5%) | 63 (47.7%) | 56 (42.1%) |
| ほとんど利用していない | 19 (23.8%) | 34 (25.8%) | 42 (31.6%) |
| 合計 | 80 | 132 | 133 |

### 4.3 高等学校での情報科目の履修状況

高等学校で履修した情報科目とそれぞれの人数を表2に示す。本設問は複数回答可であるため，合計値は各年度の有効回答数を上回っている。また，新課程科目である「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」は，2024 年度の 1 年生には

該当しない。2024 年度は「社会と情報」履修者が約半数だったことに対して履修した科目が「わからない」と回答した学生が 4 割弱だったが，2025 年度と 2026 年度は「情報Ⅰ」履修者が 8 割弱，「わからない」と回答した学生は 1 割前後であった。

表 2 高等学校で履修した科目と人数（複数回答可）
（単位：人　＊括弧内の数字は年度ごとの割合）

| | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|
| 情報Ⅰ（新課程） | | 111 (76.6%) | 115 (78.8%) |
| 情報Ⅱ（新課程） | | 4 (2.8%) | 5 (3.4%) |
| 社会と情報（旧課程） | 43 (51.8%) | 1 (0.7%) | 1 (0.7%) |
| 情報の科学（旧課程） | 2 (2.4%) | 1 (0.7%) | 1 (0.7%) |
| その他 | 7 (8.4%) | 15 (10.3%) | 7 (4.8%) |
| わからない | 31 (37.3%) | 13 (9.0%) | 17 (11.6%) |
| 合計 | 83 | 145 | 146 |

### 4.4　重要語句の理解度

重要語句の回答数と割合を表 3 に示す。いずれの年度も「全く理解していない」が最も多く，次いで「あまり理解していない」と続く。年度間の比較では，「大変よく理解している」に増加している傾向がみられる。また，「全く理解していない」は，2024 年度と比べて 2025 年度と 2026 年度は減少している傾向がみられる。

表 3 重要語句の回答数と割合
（＊括弧内の数字は年度ごとの割合）

| | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|
| 大変よく理解している | 1167 (9.0%) | 2389 (10.9%) | 2930 (13.2%) |
| やや理解している | 2211 (17.1%) | 4871 (22.3%) | 4492 (20.2%) |
| どちらともいえない | 1439 (11.1%) | 2733 (12.5%) | 2812 (12.7%) |
| あまり理解していない | 2722 (21.0%) | 5031 (23.0%) | 4816 (21.7%) |
| 全く理解していない | 5421 (41.8%) | 6846 (31.3%) | 7138 (32.2%) |

次に，学習指導要領における「情報の科学的な理解」に基づいた知識の分類より，5 つの大項目ごとに語句の点数化を行った。表 4 は，大項目ごとの語句数と各年度の平均値である。いずれの年度においても，「②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響」の平均点が最も高く，「①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法」が最も低かった。また，全ての大項目と全体で，平均値が年々増加している傾向がみられた。

表 4 情報の科学的理解に基づいた知識の分類（大項目）における各項目と全体の平均値

| 大項目 | 語句数 | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|---|
| ①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法 | 46 | 1.98 | 2.39 | 2.41 |
| ②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響 | 12 | 3.11 | 3.16 | 3.21 |
| ③情報に関する法律・規則・マナー | 22 | 2.73 | 2.95 | 2.95 |
| ④個人が果たす役割や責任等 | 18 | 2.38 | 2.63 | 2.69 |
| ⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等） | 64 | 2.22 | 2.48 | 2.49 |
| 全体 | 162 | 2.30 | 2.59 | 2.61 |

続いて，学習指導要領における「情報の科学的な理解」に基づいた知識分類の 18 の小項目を用いた分類を行った。平均点が 3.5 点以上を理解度が高い語句，平均点が 1.5 点未満を理解度が低い語句とし，これらの結果を一覧で示したものが表 5 と表 6 である。下線を引いている語句は，調査対象である 3 つの年度全てで該当した語句である。

理解度が高い語句は，各年度で同じ語句が該当しているものが多く，語句数にあまり差がなかった。一方で，理解度が低い語句は，2024 年度は 40 語句が該当し，2025 年度と 2026 年度は 10 語句に満たなかった。補足として，2024 年度の対象者は，旧課程科目を履修し，大項目①「2) 統計処理（ビッグデータの解析を含む）」や「3) プログラミング」等は必修ではなかったため，理解度が低いことが考えられる。しかし，大項目⑤「2) 情報のディジタル化とその特徴」等は旧課程も履修した内容だが，理解度が低い語句がその他の年度よりも多かった。

表 5 理解度が高い語句（平均 3.5 点以上）

| 大項目 | 小項目 | 語句 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
| ① | 1）問題の発見・解決の方法 | プレゼンテーション | プレゼンテーション | プレゼンテーション |
| | 2）統計処理（ビッグデータの解析を含む） | 中央値（メジアン） | 中央値（メジアン） | 中央値（メジアン），外れ値 |
| | 4）モデル化とシミュレーション | | | シミュレーション |
| | 5）情報デザイン | ユニバーサルデザイン | ユニバーサルデザイン | ユニバーサルデザイン |
| ② | 1）情報化の進展により発展した事項 | SNS，電子マネー，コミュニケーション，電子メール | SNS，電子マネー，コミュニケーション | SNS，電子マネー，コミュニケーション，AI（人工知能） |
| | 2）情報化により発生した問題 | 信ぴょう性 | 信ぴょう性 | 信ぴょう性 |
| ③ | 1）個人情報の保護に関する法律 | 個人情報，個人情報保護法，肖像権 | 個人情報，肖像権，個人情報保護法 | 個人情報，肖像権，個人情報保護法 |
| | 2）知的財産に関する法律 | 著作権，引用 | 著作権，引用，著作物 | 著作権，引用，著作物 |
| | 6）規則・マナー | メディアリテラシー | メディアリテラシー | メディアリテラシー |
| ④ | 2）情報管理とセキュリティ対策 | パスワード，コンピュータウイルス，ユーザ ID | パスワード，コンピュータウイルス，不正アクセス | パスワード，コンピュータウイルス，不正アクセス，ユーザ ID |
| ⑤ | 2）情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む） | メディア | メディア，光の三原色 | フォント，メディア，光の三原色 |
| | 3）ネットワーク，データ通信に関する基礎的事項等 | Wi-Fi，インターネット，データ | Wi-Fi，インターネット，データ，URL | インターネット，Wi-Fi，データ |
| | 語句数 | 21 | 23 | 27 |

表 6 理解度が低い語句（平均 1.5 点未満）

| 大項目 | 小項目 | 語句 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
| ① | 1）問題の発見・解決の方法 | KJ 法，PDCA サイクル | | |
| | 2）統計処理（ビッグデータの解析を含む） | 名義尺度，クロス集計，リレーショナルデータベース，順序尺度，間隔尺度，質的データ，欠損値，テキストマイニング，外れ値，量的データ，比例尺度 | クロス集計，リレーショナルデータベース | リレーショナルデータベース，クロス集計 |
| | 3）プログラミング | 順次構造，CSS，演算子，アクティビティ図，引数 | CSS | CSS |
| ② | 1）情報化の進展により発展した事項 | IoT | | |
| ③ | 1）個人情報の保護に関する法律 | パブリシティ権 | | |
| | 2）知的財産に関する法律 | 実用新案権 | | |
| | 3）サイバー犯罪に関する法律 | ISP（プロバイダ） | | |
| ④ | 1）情報の発信，受信に関する留意事項 | 平文 | | |
| | 2）情報管理とセキュリティ対策 | 可用性，マルウェア | | |
| ⑤ | 1）コンピュータによる情報処理 | API，論理回路，ドロー系ソフトウェア | API | API |
| | 2）情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む） | ASCII，可逆圧縮，加法混色，JPEG，非可逆圧縮，Unicode（ユニコード） | ASCII | ASCII |
| | 3）ネットワーク，データ通信に関する基礎的事項等 | IPv6，DNS，SMTP，IMAP，WAN，POP | DNS，SMTP | DNS，POP，IPv6 |
| | 語句数 | 40 | 7 | 8 |

さらに各年度の特徴や違いを分析するため, 表 7 に点数分布を示す。全ての年度にて「2 点以上 3 点未満」が最も多く，次いで「1 点以上 2 点未満」が多い。年度間で比較すると，「1 点以上 2 点未満」は，わずかに減少している傾向がみられる。また，2024 年度と比べると 2025 年度と 2026 年度は「2 点以上 3 点未満」が減少し，「3 点以上 4 点未満」が増加している。

表 7 重要語句の点数分布

| | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|
| 1 点以上 2 点未満 | 25 (31.3%) | 34 (25.2%) | 36 (26.3%) |
| 2 点以上 3 点未満 | 49 (61.3%) | 64 (47.4%) | 65 (47.4%) |
| 3 点以上 4 点未満 | 5 (6.3%) | 32 (23.7%) | 31 (22.6%) |
| 4 点以上 | 1 (1.3%) | 5 (3.7%) | 5 (3.6%) |
| 合計 | 80 | 135 | 137 |

次に, コンピュータの利用状況と重要語句の点数との関連の有無を調べるため, 表 8 に利用状況別の平均値と中央値を示す。「ほぼ毎日利用している」学生は，平均値と中央値が共に最も高い。「ほとんど利用していない」学生は, 利用頻度が高い学生と比べると平均値と中央値が共に低い傾向がみられるが，2024 年度と 2025 年度と比べると 2026 年度の中央値が上昇している。

表 8 コンピュータの利用状況別の平均値と中央値
（上段：平均値，下段：中央値）

| | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|
| ほぼ毎日利用している | 2.55<br>2.41 | 2.86<br>2.76 | 3.03<br>2.88 |
| たまに利用している | 2.27<br>2.26 | 2.63<br>2.62 | 2.67<br>2.75 |
| ほとんど利用していない | 2.08<br>2.10 | 2.25<br>2.15 | 2.22<br>2.32 |

表 9 にて, 高等学校での情報科目の履修状況と重要語句の点数との関連の有無を調べるため, 履修科目を覚えていた学生と，「わからない」と回答した履修科目を覚えていなかった学生に分けて, それぞれの平均値と中央値を算出した。2024 年度は，「わからない」と回答した学生の割合が他の年度よりも多かったが, 履修科目を覚えていなかった学生の方が平均値と中央値が共に高い結果であった。2025 年度と 2026 年度は，どちらも履修科目を覚えていた学生の方が平均値と中央値が高い結果であった。

表 9 履修科目の記憶状況別の平均値と中央値
（上段：平均値，下段：中央値）

| | 2024 年度 | 2025 年度 | 2026 年度 |
|---|---|---|---|
| 履修科目を覚えていた | 2.29<br>2.16 | 2.63<br>2.58 | 2.66<br>2.71 |
| 履修科目を覚えていなかった | 2.33<br>2.33 | 2.15<br>2.14 | 2.24<br>2.23 |

## 5. 考察と今後の課題

本研究では, 文系学生の高等学校での情報科の知識習得状況を探るため, 2024 年度から 2026 年度まで 3 回実施した「情報 I」の重要語句を用いた理解度調査を経年比較した。

学習指導要領における「情報の科学的な理解」に基づいた知識分類別の分析では, 平均値が年々増加している傾向や，理解度が高い語句が増え，低い語句が減っている傾向がみられたため, 全体的に知識習得の底上げがされ, 学生の理解度が高くなっていることが考えられる。また，コンピュータ利用状況別の比較では，利用頻度が高いほど理解度も高い傾向があることが示された。一方で, 点数分布では, 約 25%の学生が「1 点以上 2 点未満」であることから, 大学の授業では基礎を補う必要もあると考えられる。

今後の課題は，コンピュータの利用頻度が低く，高等学校での情報科目の理解度が低い学生に対して, コンピュータ利用の頻度を高めて学習を促す仕組みの検討である。そして，大学のデータサイエンス教育と高等学校の情報科との接続を踏まえた授業内容の検討も必要である。「情報 I」の内容は，データサイエンス教育の内容と強く関連している。そのため，どの内容を前提知識として取り扱うか, どの部分を大学独自の内容として発展させるか等を検討していきたい。

## 主な参考文献・URL


(1) 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，（2018）.
(2) 小河智佳子: “高等学校情報科の検定済教科書「情報 I」における重要語句の整理分類”，コンピュータ利用教育学会，2023PC カンファレンス論文集，pp.163-166，（2023）.
(3) 小河智佳子：“文系学生を対象とした高等学校情報科での知識習得の現状－2024 年度の結果と傾向－”，コンピュータ利用教育学会，2024PC カンファレンス論文集，pp.182-185，（2024）.
(4) 小河智佳子：“文系学生を対象とした「情報I」の知識習得の現状，コンピュータ利用教育学会，2025PC カンファレンス論文集, pp.228-231,（2025）.

# 電子教科書の余白ページの活用方法の検討（その２）

赤星保浩*1
Email: yamada_taro@ciec-u.ac.jp

*1：九州工業大学 工学研究院 宇宙システム工学研究系

◎Key Words　　B 材料力学，デジタル教科書，主体的学び，マーク

## 1.　はじめに

「学校教育法等の一部を改正する法律案」が第 221 回国会で可決され，2026 年 6 月 17 日公布され[1]，2030 年度にはデジタル教科書が検定を受けた正式な教科書として位置付けられる。2030 年度に小学校から適用予定の次期学習指導要項[2]に合わせて学校現場で，英語，数学以外の科目でもデジタル教科書が導入されようとしている。一方で，大学では BYOD(Bring Your Own Device)[3]導入に伴い，電子教科書を採用している大学は 583 校[4]に達してきているが，著者が所属する九州工業大学で今年度は電子教科書を採用しているのは著者のみとなってしまった。

著者は 2020 年度から材料力学の講義において，電子教科書を導入し，今年度で７年目となった。最初の５年間の受講生の利用状況を見ていると，積極的に利用している学生もいれば，電子教科書にほとんどアクセスしていない学生もいた。積極的にアクセスしている学生は書き込みも多くしているが，既存の電子教科書では余白が少なく，書き込みスペースが限られていた。そこで，昨年度からは大学生協と相談し，両開き表示をした場合に右側のページが常に空白となるように初期設定をしてもらった。本講演では，昨年度に続きこの右側のページの利用状況を報告する。

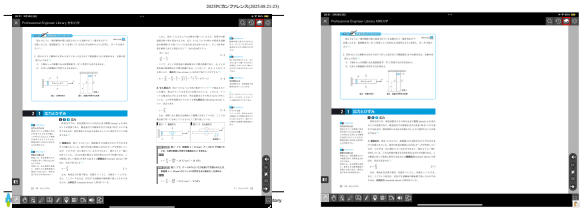
## 2.　電子教科書の採用

### 2.1　２０２４年度以前

2019 年度に大学生協から電子教科書について説明を受け，翌年度の機械知能工学科知能制御工学コースの材料力学 I において電子教科書を採用してみた[5-6]。著者は宇宙システム工学科機械宇宙システム工学コースでも材料力学 I, II を担当していたが，当時採用していた教科書は電子教科書化されていなかった。一方，知能制御工学コースの材料力学 I で使用していた教科書はすでに電子教科書化されており，紙の教科書から電子教科書への切り替えは VarsityWave eBooks[7]用アプリを使って比較的スムーズに行えた。2022 年度からは機械宇宙システム工学コースでも電子教科書に切り替えた。2023 年度からは NTT EDX 社の UniText[8]に移行した。

### 2.2　２０２５年度[9]

電子教科書を採用して６年目に当たる 2025 年度は大学生協と話し合いを行い，左のページを教科書，右のページを白紙という特定仕様の教科書を九工大のためだけに作成してもらった。図１に従来の電子教科書と新電子教科書の比較を示す。



(a)　従来の教科書　　(b)　新教科書

図１　新旧のデジタル教科書の比較

受講生には各章が終わるごとに，両開き状態でスクリーンショットを撮影してもらい，それを LMS である Moodle にアップロードしてもらうようにした。リアルタイムではないものの，それぞれの章が終わる段階で，各受講生がどのように余白ページを活用しているかを把握することができる。図２に余白ページへの書き込み事例を示す。

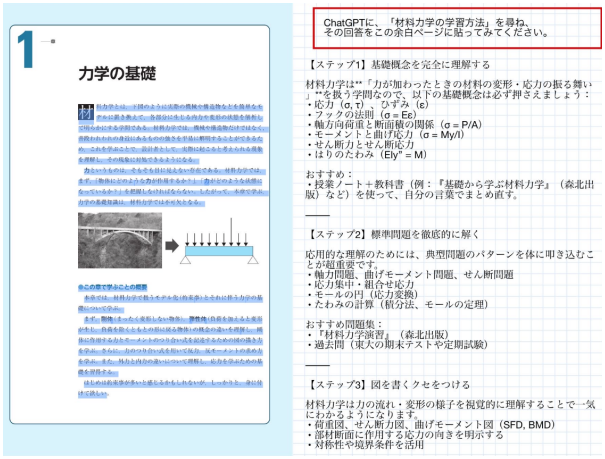



図２　第１章空白ページの書き込み事例

余白ページの書込みを促進するため，図３に示すような課題を講義開始時に提示し，配布したプリントに材料力学の専門用語の英語表記とその専門用語の説明を記述するとともに，電子教科書の該当ページにその専門用語の説明を記載するようにさせた。



図３　４月 22 日に配布したプリントの一部

このプリントでは，９５個の材料力学専門用語の調べ学習になっており，その多くは教科書中に太文字で表記されたものである。図４に期末試験の点数と電子教科書中に引いたマーカーの回数との関係を示す。個々の・は受講生一人一人に対応している。

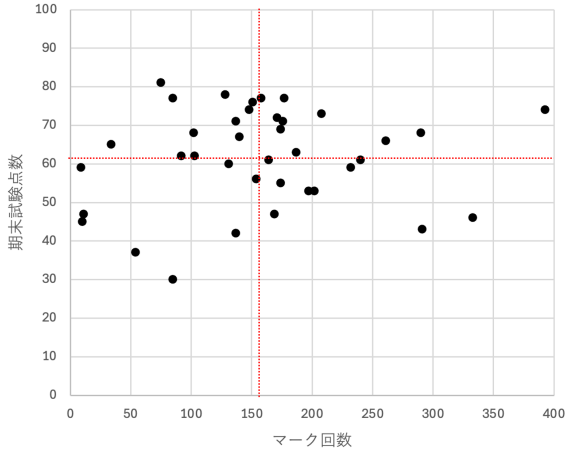



図４　期末試験とマーク回数との関係

赤線はそれぞれ期末試験の平均点，マーク回数の平均回数を示している。第一章限に位置する受講生は積極的に電子教科書を活用しており，なおかつ，材料力学の考え方が定着している層と言える。一方，第四章限に位置している受講生は，マークはしているものの，材料力学の定着には必ずしも結びついていない層である。問題は第三章限に位置する受講生で，電子教科書を読み込んでおらず，成績も良くない層である。受講生全体の約２割に相当しており，これらの受講生の底上げをどうするかが大きな課題である。図５にGPA と期末試験との関係を示す。図４とほぼ同様の傾向を示しており、材料力学の期末試験の点数が低い受講生は GPA も低い層が一定数いることが分かる。以前は，材料力学補講を２年生後期(受講生全員が対象)，３年生前期(材料力学 II 不合格者のみ対象)に実施し，成績不良学生の底上げを実施してきた。担当教員の定年退職に伴いこの材料力学補講は廃止し，代わりに工学５類からの進学者を対象に材料力学(事前学習)を 2022 年度入学生から 1Q に配置し，材料力学 I は 2Q 開始に変更した。

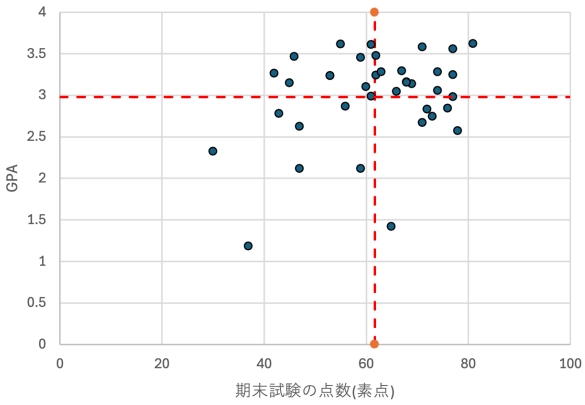



図５　GPA と期末試験との関係

## 2.3　２０２６年度

今年度も昨年度と同様に余白ページ付きの電子教科書を採用し，余白ページに材料力学の専門用語の解説等を記載し，各章が終わるごとに Moodle 経由で両開き状態で電子教科書のスクリーンショットを提出させた。機械宇宙システム工学コースの進学者は３８名であるものの，休学者が３名おり，履修登録者は３５名である。図６に原稿提出時点の提出状況のグラフを示す。(第８章の提出期限は 7/8 のため、原稿提出時点では提出者はゼロ)

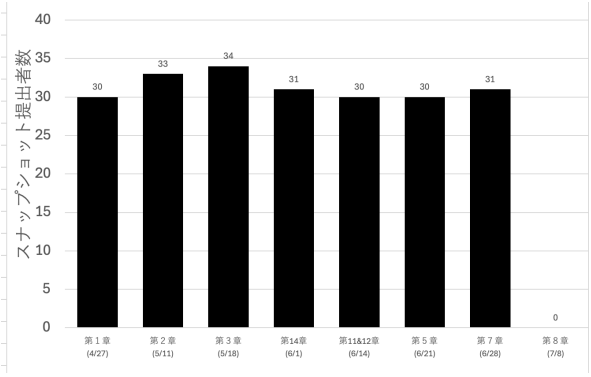
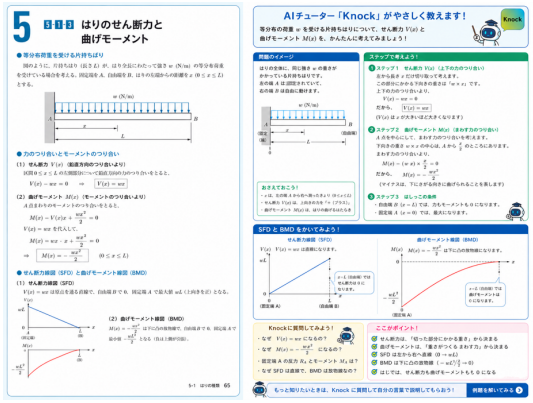



図６　スクリーンショットの提出状況

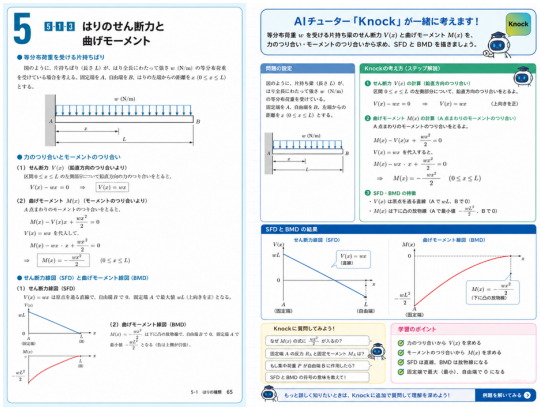
年度当初から学力レベルの低下が予想されたため，今年度は早めに講義を進め，７月９日に期末試験を実施し，総合点で６０点未満の受講生に対しては７月１６日に再試験を実施し，その後，再試験受験者に対して順次，再試験の答案，レポートをもとに口頭試問を９０分／学生で実施する予定である。個別指導することで，躓いている箇所を明確にし，材料力学に対する苦手意識を少しでも取り除こうという取り組みである。

## 2.4 電子教科書の将来像

2025 年度に導入した特注の電子教科書では余白ページ数は各ページに対して１ページのみである。この余白ページ数を各ページごとにダイナミックに変化させ，余白ページには材料力学の専門用語の解説だけではなく，演習問題の解答などを随時自由記載し，記載完了すると直ちにに AI による添削を行い，間違えた箇所を重点的に解説する。その上で，その解説を理解できたどうかを確認するための小テストを余白ページに動的に生成し，オンラインで理解が深まるまで繰り返し実施する。そのようなインタラクティブ性を有する電子教科書に進化する必要がある。図７に将来の電子教科書のイメージ図(ChatGPT で作成)を示す。




(a) 高校生レベルの解説




(b) 大学生レベルの解説

図７　将来の電子教科書のイメージ図
(左ページが教科書、右ページは個々の受講生の理解度に応じて動的に AI で生成)

生成 AI を利用して，高校生段階の数学や理科に対して，添削機能を有する AI チューター[10,11]が登場してきた。手書き答案も対応できるようになっている。このような AI チューターを電子教科書に統合したものが将来開発され，右側のページは受講生の理解度に応じて解説レベル(高校生レベル，大学１年生レベル，大学２年生以上レベルなど)を動的に変化させるような機能を搭載することが期待される。

## 3. おわりに

九州工業大学では2020 年度から材料力学において電子教科書を採用し，その特徴を活かした教育を模索してきた。2025 年度からは右側のページを余白ページとすることで，より書き込みがしやすい電子教科書を特注品として作成してもらった。材料力学という古典的な科目ではあるものの，新しい教育方法に思考錯誤している段階であり，より効果的な教育方法を今後も模索していきたい。

## 謝辞

デジタル教科書の導入，材料力学履修者のグループ登録，アクセスログの提供に至るまで大学生協事業連合の藤井論様，片平綺乃様，森川佳則様，西里明子様，九州工業大学生活協同組合戸畑店の井上真佑華様にはたいへんお世話になりました。御礼申し上げます。

## 参考文献

(1) 学校教育法等の一部を改正する法律案，https://www.sangiin.go.jp/japanese/joho1/kousei/gian/221/meisai/m221080221055.htm (2026 年 6 月 28 日参照)
(2) 教育課程企画特別部会における論点整理について（報告），https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/mext_00010.html (2026 年 6 月 28 日参照)
(3) ノートパソコンの必携化のおしらせ，https://www.kyutech.ac.jp/student-cheer/kyutech_byod.html (2026 年 6 月 28 日参照)
(4) EDX UniText とは？，https://www.nttedx.co.jp/service/edx-unitext/ (2026 年 6 月 28 日参照)
(5) 赤星保浩，「材料力学教育における新しい試み－電子教科書採用と自己添削導入－」，2D08，第 69 回年次大会・工学教育研究講演会，2021.9.9
(6) 赤星保浩，「材料力学教育における新しい試み (その２)」，2A02，第 72 回年次大会・工学教育研究講演会，2024.9.5
(7) 大学生協の電子教科書， https://www.univcoop.or.jp/service/book/univ-etext/index.html
(8) EDX UniText , https://www.univcoop.or.jp/service/book/univ-etext/etc/etc_376.html
(9) 赤星保浩、「電子教科書の余白ページの活用方法の検討」，2025PC カンファレンス論文集，2-B-2，pp.94-97，2025 年 8 月 22 日、鹿児島大学郡元キャンパス
(10) 生徒の勉強に寄り添う中高生向け AI チューター，https://knock-snap.jp （2026 年 6 月 26 日参照）
(11) 数百枚の答案と向き合って生まれた「赤入れ添削機能」開発の裏側，https://note.com/knock_by_hanji/n/neb5f83215b04 （2026 年 6 月 26 日参照）

# 情報通信技術基礎・AI リテラシー基礎科目授業における日経パソコン Edu の利用

阿部 一晴
Email: i_abe@koka.ac.jp

京都光華大学 社会学部

◎Key Words 情報リテラシー教育、授業外学習、クラウド型デジタル教材

## 1. はじめに

本学では、リベラルアーツ科目として PC 操作を中心とした演習（2 科目）と情報倫理・モラル等を中心とした講義、コンピュータ・ネットワーク技術の基礎を扱う講義の合計 4 つの情報リテラシー科目に加え、各学部等の専門教育とは独立した形で、数理・データサイエンス・AI 教育プログラム（リテラシーレベルおよび応用基礎レベル）を構築し、2021 年度から段階的に全学対象に提供してきた。これらのうち主に知識習得を中心とした講義科目では、情報通信技術や AI に関する最新の動向や事例等を取り上げることが求められるため、それらについては授業外学習と課題の教材として、当初から日経 BP 社の提供する「日経パソコン Edu」を利用してきた。しかし、提供元の方針によりこのサービスは 2025 年度末を以て終了した。本稿では約 10 年にわたるこれまでの複数の授業でのこのデジタル教材を利用した取り組みや受講生からの評価等についてのふり返りを報告する。

## 2. 「情報技術の理解/情報社会の理解」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、人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（本学ではリベラルアーツ科目）の位置づけの「コンピュータ概説」、「ネットワーク概説」という科目を開講していた。

いずれも具体的なレベルとして、IT パスポート試験に合格する、もしくは同水準の問題（テクノロジ系該当分野）で合格点レベル（概ね 70 点）以上の得点をとることとするとシラバスで明示していた。これらの科目で、後述する「日経パソコン Edu」を教材として利用していた。

現在は、この 2 科目を統合した「情報技術の理解」という科目を開講している。また、これとは別に、社会の情報化が及ぼす影響と課題，現代の情報社会を生きていく上で必要となる情報倫理や情報セキュリティの重要性について等を扱う「情報社会の理解」という講義科目を開講している。

## 3. 「AI へのアプローチ」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。その中核として、幅広い AI リテラシーの習得を目的とした「AI へのアプローチ」という講義科目を開講している。

「AI へのアプローチ」の授業概要は、

現代社会の特徴は高度な情報化にあり、社会経済システム・生活・文化とあらゆる面で情報化が進み、情報社会と呼ばれる。最近は新たな流れとして、DX（デジタルトランスフォーメーション）や AI（人工知能）といったものへの注目が高まっている。これからの世の中では、DX や AI、データサイエンスを正しく理解し、それらを使いこなすことが求められる。本科目では、現代の高度情報化社会の進展という背景を踏まえ、特に昨今急速に身の回りの様々な分野で活用されるようになっている AI（人工知能）の概要と AI が社会をどのように変えるか等について、その土台となるデータサイエンスを含めて取り上げる　　としている。

具体的には、①社会におけるデータ・AI の活用　②AI・データ利用の責任　③AI（人工知能）の技術（データサイエンス・ビッグデータ・プログラミング）　④その他 AI（人工知能）の概要理解に必要な知識・技術の基本を取り扱う　　となっている。

## 4. 授業外学習に取り組ませることの困難さ

現在の大学等における単位制度は、学習時間をベースとしたものとなっている。すなわち、一般的な講義科目は 1 週 90 分（これを 2 時間と換算する、以下同様）の授業に加え各 2 時間の予習・復習の合計 6 時間の学習を 15 週おこなうことにより 2 単位というのが基本となっている。2 単位の講義の場合、半期 15 週で 90 時間の学習を要する。この単位制度自体には、その実質化という観点で是非についても様々な議論が進んでいる。しかし、現在の大学設置基準において上記の規定がある以上、教員としてはこれを意識した授業提供をおこなう必要がある。このため、レポート等を中心とした

宿題や事前学習課題を毎回課す等で、強制的に次回までに授業外学習をおこなわせる工夫等をおこなっていることが多い。ただし、特に実験や実習等を一切伴わない講義科目では、現実には確実に規定時間どおりの授業外学習をおこなわせることは容易ではない。

## 5. 日経パソコン Edu について

情報関連テキストの出版社である日経 BP 社から、「日経パソコン Edu」（図 1）という名称で、教育機関向けのクラウドコンテンツ提供がされている（現在はサービス提供されていない）。これは、同サービスの Web によると、

> 雑誌「日経パソコン」が提供するクラウド型の教育コンテンツ提供サービスである。学生・生徒の IT リテラシー向上、資格取得、就職活動などに役立つ多彩なコンテンツを届ける。新しいコンテンツを随時追加するので、学生・生徒は常に最新の情報を入手できる。紙の書籍ではフォローできない最新トレンドや活用情報を Web 上で提供していく。（「日経パソコン Edu とは」より）

といったものとなっている。

前述した「コンピュータ概説」「ネットワーク概説」では、授業外学習の教材としてこれを利用していた。これらの科目は、経済産業省　情報処理技術者試験の一区分である IT パスポートに合格する、もしくは同水準の問題（テクノロジ系該当分野）で合格点レベル以上の得点をとれるという到達目標を設定していた。前項で述べたとおり、単位としての要件および資格試験合格を目指させるという意図から、授業と授業外学習を有機的に繋げる工夫をどうするか検討している中、このテキストの出版社である日経 BP 社から、新しく教育機関向けのクラウドコンテンツ提供サービスを開始するので、これを授業連携として利用してみないかという提案を受けたことがきっかけであった（PCC2013 で報告）。科目統合により結果的にしばらく離れていたが、数理・データサイエンス・AI 教育プログラムの目的達成のために、「AI へのアプローチ」という科目で再びこのサービスを授業と連携して利用することにした。




図 1：日経パソコン Edu（現在はサービス提供されていない）

## 6. 授業と連携した取り組みと受講生の評価

「AI へのアプローチ」は、2022 年度・2023 年度に対面授業、2024 年度以降はフルオンデマンド授業として開講している。受講生数は、2022 年度：81 名　2023 年度：13 名　2024 年度：49 名　2025 年度：61 名と推移している。本科目は全学 2 年生以上を対象としており、時間割の配当をどの学部・学科からも受講しやすい様に考慮していたのであるが、2023 年度は特定の学科の専門必修科目が年度開始直前に時間割変更となり、その影響を受けて受講生が極端に減少した。2024 年度以降他科目との時間割重複を意識することなく受講ができるようにフルオンデマンド授業に変更した。本科目では、上記の「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。主に授業内で取り扱った AI・データサイエンスの普遍的な内容に関しては、この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。それに加えて、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」などでコンテンツを検索させ、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うものである。

過去 5 年間の受講生のアンケート結果から、回答者の 99%がこの教材を利用したこと、多くの受講生が授業後も積極的に利用したいと回答している。また、21%がこの授業で利用したことを非常に良い、63%が良いと回答している。課題ということで強制されたこともあるが、受講生はこれらのコンテンツを利用して、積極的に学ぶことに取り組んでくれた様である。

## 7. まとめ

これまで述べたとおり、継続的な学習と最新の情報技術や AI などの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、「日経パソコン Edu」を教材として利用してきた。受講終了後に実施したアンケートでは、こういったコンテンツの授業での利用に肯定的で、内容についても良かったと評価する回答が多かった。また、情報技術や AI・データサイエンスに関する最新の話題に興味を持つきっかけになった、AI の最新動向への理解が深まったといった前向きな自由記述への回答もあった。

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成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いる。日経パソコン Edu のサービス提供は 2025 年度末で終了したため、同様の効果が期待できる代替の教材等を見つけることが今後の課題である。

### 参考文献

(1) 阿部一晴、“クラウド型デジタル教材を利用した AI リテラシー基礎オンデマンド授業の取り組み”、2025 PC Conference 論文集　pp.88-89（2025）
(2) 「基礎から学ぶ ICT リテラシー」、日経 BP 社（2023）
(3) 日経パソコン Edu、https://pcedu.nikkeibp.co.jp/ 日経 BP 社（2025）

# 大学BYOD環境におけるGIGAスクール世代新入生の適応課題（続報）

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　　大学 BYOD，GIGA スクール世代，OS の違い

## 1. はじめに

本稿は, 2023PCカンファレンスから3年連続で報告してきた，大学BYOD環境において新入生が適応していくべき課題の抽出に関する研究報告の続報である。表題で用いている「GIGAスクール世代」とは，高校にてGIGAスクール構想による1人1台マシンの環境を経験した大学生の事で，具体的には2025年度以降の新入生を指している。

京都先端科学大学では, 2020年度より, 学生が全授業にWindows PCを必携するBYOD環境での教育が展開されている。そして，2025年度よりGIGAスクール世代の新入生が入ってきたことから，高校時代と大学とで異なるOSの機械を操作する学生が現れるようになった。

## 2. 研究の背景

### 2.1 日本の大学生が抱えるPC利用への問題

2010年代より，日本の若者がPCよりもスマートフォン（スマホ）を好んで利用することで，PCを利用する際にさまざまな困難や不具合が生じるという社会問題が起き始めていた。筆者の過去の研究報告では, 文字入力に特化してこの問題に対する調査・報告を実施してきた[1]。

しかし, 問題は文字入力装置だけにとどまらない。筆者の過年度におけるPCカンファレンスの報告では，大学のPC実習室と個人のノートPCとの間にある環境の違いを問題点として抽出してきた。そこでは, マウスとスライドパッド, フルキーボードとテンキーレスキーボード, 画面解像度の高低など，さまざまなインターフェイスの違いが学生たちを困惑させていることを明らかにした[2][3]。

そこへ, 2025年度からGIGAスクール世代の学生が入学してきた。彼らもまた, 高校時代に利用した機械と大学入学後に利用する機械の違いに悩みを抱えているのではないだろうか。

### 2.2 大学の初年次教育としての「情報リテラシー」が抱える問題

一方，大学側にも変化が求められる局面が訪れている。一般的に, 多くの大学において設置されている「情報リテラシー」をはじめとする初年次教育科目は, 1990年代以降にワープロや表計算ソフト等の利用スキルを習得することを目的として設置された内容が，30年以上にわたって踏襲しているケースが多い。ことに, 2000年代以降における大学のPC実習室では，統一された環境のデスクトップ機が利用され，1人のユーザーが利用した後にシャットダウンすると初期化される仕組みが標準的である。そのため, 授業の目的としてはPC利用全体よりもOfficeアプリの利用が中心となることが多く，市販のテキストも多くはその形を踏襲している。しかしながら，前述のとおり，PC実習室環境での受講では，自宅のノートPCを自在に使えるだけのスキルが身に付かないという問題を抱える[2]。

さらに，高校時代の利用機器と大学でのPC利用との間でOSが異なることは，学生にとって，スキル習得に対して二重の問題を抱える可能性がある。

## 3. 本研究の問い

本研究の問いは，「PCでのBYOD環境下に置かれた大学新入生は，高校・大学間でのICT環境の違いにどのように対応しているのか，あるいは対応できていないのか」である。高校時代，主にタブレットを利用してきた学生は，そのOSの違いから，PCの利用に不安を感じているのではないかという仮説を立て，利用機器やツールと不安の有無，あるいは半期の授業を通してそれらが解決されたか否かを明らかにする。その上で，GIGAスクール世代の新入生が大学BYODでのPC利用に適応していく課題を抽出する。

## 4. 調査の概要と手法

京都先端科学大学の2025年度新入生を対象として，4学部の男女学生に対してアンケート調査を実施し，439件の回答を得た。このうち425件を有効回答として分析した。調査の目的は, 高校までの利用機器や利用方法と，大学入学後のWindows PC利用との違いによって生じる戸惑いの有無や内容を明らかにすることである。

調査は, 2025年7月21日～7月25日，オンライン上のアンケートフォームにて実施した。学内LMSを通じてアンケートのURLを告知し，任意で回答を募った。

本稿と関係する主要な設問内容は，次のとおりである。

- 高校時代，学校で使用していた機械
- 高校時代に授業で使ったツール
- 大学に入った当初, PC利用で不安に思っていたこと（Windows PCの操作，タッチタイピング，ファイルやフォルダの扱い）
- 入学当初におけるPC利用での不安のうち, 春学期の大学での学びで対応できたこと
- 高校時代と大学入学後の機械の使い方の違いでの戸惑い（自由記述）
- PCを用いて大学の授業を受けることについての感想や，困っていること（自由記述）

高校時代の利用機器と大学入学後の利用場面への不安との間の関係性，および当初の不安事項と半期授業受講後の対応との間の関係性は，独立性の検定を用いて検証する。

自由記述欄のコメントはWord Cloud を用いて可視化し，頻出語の度数や利用文脈を明らかにする。Word Cloud の作成には，株式会社ユーザーローカルの AI テキストマイニングを利用している[4]。

## 5. 調査の結果

### 5.1 使用機械と大学での利用への不安感との関係性

① 高校時代の利用機器と，Windows PC 操作への不安

表 1

| | Chrome book | Windows PC | iPad | スマホ | その他 |
|---|---|---|---|---|---|
| PC不安なし | 40 | 94 | 80 | 28 | 14 |
| PC不安あり | 26 | 55 | 68 | 18 | 2 |

高校時代にタブレットを使用していた学生は，大学でのWindows PCの利用に対して不安があったのではないかと考え，使用していた端末と，Windows PC操作への不安との関連を検討した。しかし，有意な関連は認められなかった（$\chi^2_{(4)}$=7.84, p=.097, V=.136）。ただし，iPad利用者では不安を示す割合がやや高い傾向がみられた。

② 高校時代の利用機器と，タッチタイピングへの不安

表 2

| | Chrome book | Windows PC | iPad | スマホ | その他 |
|---|---|---|---|---|---|
| TT不安なし | 37 | 73 | 63 | 21 | 9 |
| TT不安あり | 29 | 76 | 85 | 25 | 7 |

同じく，タブレット使用者はキーボードに馴染みがなかったのではないかと考え，高校時代に使用していた端末とタッチタイピング不安との間の関連を検討した。しかし，有意な関連は認められなかった（$\chi^2_{(4)}$=4.06, p=.398, V=.098）。

③ 高校時代の利用機器と，ファイルの扱いへの不安

表 3

| | Chrome book | Windows PC | iPad | スマホ | その他 |
|---|---|---|---|---|---|
| ファイル不安なし | 53 | 123 | 117 | 40 | 14 |
| ファイル不安あり | 13 | 26 | 31 | 6 | 2 |

Windows PCでは，どうしてもエクスプローラーの利用頻度が高く，ファイルやフォルダの整理が自在にできるかどうかが使いこなしの鍵を握る。しかし，OSによってはその環境がないケースもある。そのため，この二者の関係性に注目し，関連を検討した。しかし，有意な関連は認められなかった（$\chi^2_{(4)}$=2.06, p=.725, V=.070）。

④ 高校時代のロイロノート利用と，ファイルの扱いへの不安

表 4

| | ロイロ利用なし | ロイロ利用あり |
|---|---|---|
| ファイル不安なし | 187 | 174 |
| ファイル不安あり | 31 | 47 |

ロイロノートでは成果物を提出するという概念があるため，ロイロノート利用履歴がある学生はファイルの操作への不安が多少なりとも少ないのではないかと考えた。そのため，ロイロノート利用の有無とファイルの扱いへの不安との間の関係性に注目し，関連を検討した。しかし，有意な関連は認められなかった（$\chi^2_{(1)}$=3.73, p=.053）。

⑤ 高校時代の Google Classroom 利用と，ファイルの扱いへの不安

表 5

| | GC利用なし | GC利用あり |
|---|---|---|
| ファイル不安なし | 233 | 128 |
| ファイル不安あり | 58 | 20 |

Google Classroomでは，ロイロノートとは反対に，生徒はファイルやフォルダの存在を意識することなく操作をし，成果物の提出へ至ることができる。そのため，利用履歴がある学生はファイルの操作への不安が高かったのではないかと考えた。そのため，Google Classroom利用の有無とファイルの扱いへの不安との間の関係性に注目し，関連を検討した。しかし，有意な関連は認められなかった（$\chi^2_{(1)}$=2.77, p=.096）。

### 5.2 入学当初にあった不安感と半期授業受講後の改善との間の関係性

① 入学当初のタッチタイピングへの不安と，半期の授業受講により改善されたか否か

表 6

| | 半期後改善なし | 半期後改善あり |
|---|---|---|
| TT不安なし | 167 | 36 |
| TT不安あり | 194 | 28 |

筆者の過去の研究でも，日本の大学生はタッチタイピングに長けていないことは明らかになっていた[1]。BYOD環境では，文字入力にキーボードを用いる頻度が高くなるため，楽に入力ができるタッチタイピングの技能に着目し，入学時のタッチタイピング不安と，半期の情報リテラシー授業受講後の改善との関連を検討した。しかし，有意な関連は認められなかった（$\chi^2_{(1)}$=2.17, p=.140, Φ=.072）。不安あり群の改善率（12.6%）は，不安なし群（17.7%）より低い傾向がみられた。

② 入学当初に持っていた「キーボードを速く打てない」という不安と，これが半期の授業受講により改善されたか否か

表 7

| | 半期後改善なし | 半期後改善あり |
|---|---|---|
| 速さに不安なし | 124 | 112 |
| 速さに不安あり | 80 | 123 |

手元を見ながらの入力でもキーボードが速く打てないことに着目し，入学時の入力速度に関する不安と，半期の情報リテラシー授業受講後の改善との関連を検討した。これについては，有意な関連が認められた（$\chi^2_{(1)}$=7.57, p=.006, φ=.13）。タッチタイピングは習得できないものの，タイピングへの意欲と速度の向上は認められた。

③ 入学当初に持っていた Word 利用への不安と，これが半期の授業受講により改善されたか否か

表 8

| | 半期後改善なし | 半期後改善あり |
|---|---|---|
| Wordに不安なし | 193 | 125 |
| Wordに不安あり | 24 | 97 |

タブレットを利用していたり，Chromebookを利用していたりした学生は，高校時代にMS Officeの各アプリを利用していない可能性がある。そのため，Word利用への不安と，半期の受講後の改善との関連を検討した。これについても，有意な関連が認められた（$\chi^2_{(1)}$=58.53, p<.001,

φ=.37)。授業開始時にWord操作への不安を抱えていた学生ほど授業後に改善を実感する傾向が強かったことから，半期の授業受講はWord操作に不安を抱える学生に対して有効に機能した可能性が示唆された。

④ 入学当初に持っていたExcel利用への不安と，これが半期の授業受講により改善されたか否か

表9

| | 半期後改善なし | 半期後改善あり |
|---|---|---|
| Excelに不安なし | 185 | 93 |
| Excelに不安あり | 48 | 113 |

前項と同じく，Excel利用への不安と，半期の授業受講後の改善との関連を検討した。これについても，有意な関連が認められた（$\chi^2_{(1)}$=55.24, p<.001, φ=.35)。授業開始時にExcel操作への不安を抱えていた学生ほど授業後に改善を実感する傾向が強かったことから，半期の授業受講はExcel操作に不安を抱える学生に対して有効に機能した可能性が示唆された。

⑤ 入学当初に持っていたWindows PC利用への不安と，これが半期の授業受講により改善されたか否か

表10

| | 半期後改善なし | 半期後改善あり |
|---|---|---|
| PC不安なし | 176 | 94 |
| PC不安あり | 44 | 125 |

前項と同じく，Windows PCの利用そのものへの不安と，半期の受講後の改善との関連を検討した。これについても，有意な関連が認められた（$\chi^2_{(1)}$=63.72, p<.001, φ=.38)。授業開始時にWindows PCの利用への不安を抱えていた学生ほど授業後に改善を実感する傾向が強かったことから，半期の授業受講はWindows PCの利用に不安を抱える学生に対して有効に機能した可能性が示唆された。

### 5.3 自由記述欄から浮かび上がったこと

① 高校時代の利用機器と大学入学後のPC利用との間の違いで戸惑ったこと

自由記述欄にて高校から大学への移行で戸惑ったことを尋ねた結果，「特になし」を含めて188件の書き込みがあった。頻出語を大きく表示する形でWord Cloudを作成したところ，図1の結果となった。

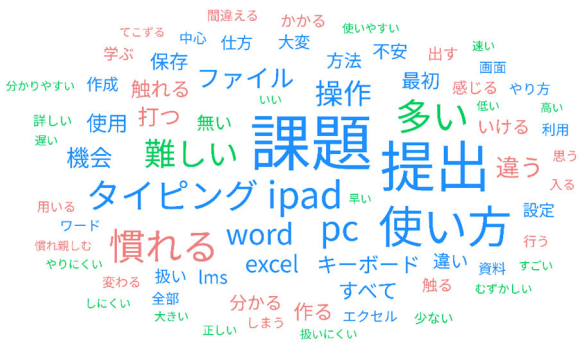



図1 高校→大学で戸惑ったこと

頻出単語と件数の上位5件は，次のとおりである。

| | | |
|---|---|---|
| 1位 | 課題 | 27回 |
| 2位 | 提出 | 24回 |
| 3位 | 使い方 | 19回 |
| 4位 | iPad | 15回 |
| 5位 | タイピング，PC | 14回 |

② PCを利用して授業を受ける上で困っていること

自由記述欄にて，情報リテラシー以外の授業でもPCを利用して受講することについて困っていることを尋ねた結果，「特になし」を含めて166件の書き込みがあった。頻出語を大きく表示する形でWord Cloudを作成したところ，図2の結果となった。

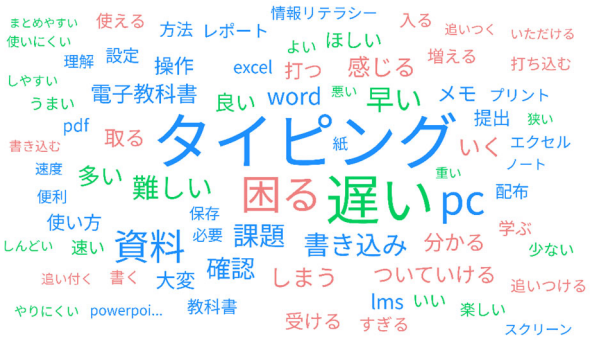



図2 PCを利用した授業受講の困難事項

頻出単語と件数の上位5件は，次のとおりである。

| | | |
|---|---|---|
| 1位 | タイピング | 33回 |
| 2位 | PC | 20回 |
| 3位 | 資料 | 17回 |
| 4位 | 書き込み，課題 | 11回 |
| 5位 | 確認 | 10回 |

## 6. 考察

### 6.1 高校時代の使用機械と，大学でのPC利用への不安感との関係性

高校時代にタブレットを利用していた学生は大学でのWindows PC利用に不安を持っていたのではないかという仮説を立てていたが，独立性の検定の結果，有意な関連は認められなかった。不安を抱いていない理由としては，Windows PC利用経験の不足から，そもそも，タブレット等とWindows PCの間の相違点を十分認識していない可能性が考えられる。

タッチスクリーンとスタイラスペンの組み合わせでの利用と，キーボードとポインティングデバイスの組み合わせの利用とでは，インターフェイスが大きく異なる。仮に前者に慣れていても，PCでの大量の文字入力やデータ処理，そしてファイルやフォルダの扱い等には初見で対応できるものではない。これら双方の違いを最初から理解している者からすれば「さぞかし不安に思うだろう」と考えてしまいがちだが，本調査ではそのような傾向は確認されなかった。むしろ，新入生には大学で求められるPC利用の具体像そのものが十分に認識されていない可能性が示唆される。

### 6.2 大学入学当初におけるPC利用への不安感と，半期授業受講後の改善との関係性

学生が，大学入学当初に，PC利用やアプリ利用，タイピング等に対する不安を抱いていても，半期の情報リテラシー授業受講後にこれらへ対応できたのではないかと

いう仮説を立てていたが，独立性の検定の結果，多くの項目では有意な関連が認められた。半期の授業は，それなりに機能していたことが示唆された。

ただし，タッチタイピングだけは解決に至らなかった。授業内では習得を勧めていたものの，練習時間の確保や個別指導の困難さなど複数の要因があり，容易には習得に至らないためである。

### 6.3 BYODでの学びの目的と自由記述欄での学生の声

自由記述欄で学生が訴えたことはBYOD環境ならではの困惑内容であった。

BYOD環境下の大学生は，あらゆる授業で資料がPDFで配布されたり，教科書が電子教科書として配信されたりする。そのPDFに直接ペンで書き込みができないこと，電子教科書にも直感的な書き込みができないことなどが，彼らにとっての足枷になっていることが浮かび上がっている。提出課題も紙のプリントではなく，書き込み用のWordファイルが配布される。それを開いて入力し，保存してLMSに添付し，提出ボタンを押すことが要求される。この時に必要になるのが，タイピングとWindowsエクスプローラー利用のスキルである。学生はタイピングの遅さや，ファイルとフォルダの扱いに苦労している。

Word Cloudに現れる「課題」「提出」「タイピング」「遅い」「困る」からは，この一連の流れに困難があることが読み取れる。仮に，PC実習室環境がかつての「ワープロ教室」であるとするならば，BYODでのPCは「紙と鉛筆」のデジタル化であり，まさに「教具」を使うことになる。

### 6.4 「ICT機器の活用」の定義とは

GIGAスクール構想は，1人1台端末や高速大容量の通信ネットワーク等の学校ICT環境を整備・活用することによって，教育の質を向上させ，全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」を実現することを目的としている(5)。これは，タブレットの利用でも十分に達成され得ることである。

一方，大学BYODでは，LMSを通じた資料の配布，課題の提出，電子教科書の閲覧やそれを用いた学修のほか，学び以外でも掲示板での情報配信，アンケートへの回答など，あらゆることでPCが活用され，タブレットと比較すれば利用頻度も利用のハードルも上がる。学生たちにとっては，タブレット利用ではあまり強く求められてはいなかった，デバイスを用いて書き込む作業への作法の違いが，学びへの足枷となっている。

両者の間にはこういった違いが存在するが，どちらもICT機器を「活用」すると表現される。

では，「活用」の定義とは何なのだろうか。

小中高でタッチスクリーンの機械（タブレット等）を「活用」して授業を受け，課題が提出できていたとしても，その「活用」は，大学BYODで求められるファイル操作やPC操作全般での「活用」とは意味が異なる。同様に，大学でも，実習室環境のように毎回起動するたびに初期化される環境では中にインストールされているアプリの使い方を学習することが「活用」の目的になるが，BYODではそれだけでは十分な学修とは言えない。つまり，「活用」の意味や目的が，時代や用途，あるいは立場によって変化し，異なるものとなっているのだ。「活用」という言葉の中身に統一感がなく，汎用性もないものとなっているため，明確に定義することが困難である。この困難こそが，学生が直面している困難なのではないだろうか。

### 6.5 GIGAスクール世代学生のPC利用適応課題とは

では，GIGAスクール世代学生が大学BYOD環境でのPC利用に適応するための課題とは，何なのだろうか。

仮に，スマホ等のタッチスクリーンの機械が「直感的に使える」デバイスであるとするならば，PCでのキーボードやポインティングデバイスが「直感的に使えない」デバイスだからこそ，苦労が絶えないということになる。

そうなると，後者の利用は前者に比べて身体化，つまり反復的な操作によって無意識に実行できる状態になることが必要だと言えるだろう。Windowsエクスプローラーでのファイルやフォルダの扱いも含め，自らのPCを利用して学ぶためには，それらを迷いなく操作できるだけの身体化された認知が必要になる。つまり，PCのインターフェイスに慣れて馴染める身体を獲得することが課題であると言える。

より具体的に言えば，教具としてのPCを自在に扱うためのタッチタイピングやポインティングデバイスの操作習得，さらにはファイルとフォルダの構造の理解の上に立って，各種アプリの操作方法を習得することが課題になると考えられる。これらは個別の技能ではなく，BYOD環境下でPCを教具として利用するための基礎的な適応課題である。

## 7. おわりに

AI時代におけるPC利用の教育は，Officeアプリケーションの操作方法を習得するだけでは十分とは言えない。AIを活用するためにも，ファイル管理や情報検索，タッチタイピングなどを含めたPC環境全体の運用能力が重要になる。

この問題に対応するべく，本学の初年次必修科目「情報リテラシーⅠ」では，学生自身のPC全体をより能動的に使っていけるように組み立てたカリキュラムを展開している。特に，2026年度の授業ではエクスプローラーの使い方で1コマを確保した他，授業中のパフォーマンスが評価に結びつくような立て付けを設定し，学生がより集中力を持って取り組めるよう工夫した。それでも，まだ新たな課題が見つかっており，次年度のカリキュラムでは修正が必要である。そして，今年度の1年生に対しても，昨年度と同様の調査を7月に実施する予定である。2026PCカンファレンスの当日には，このカリキュラムの工夫と，今年度の学生への調査結果の速報値を報告する予定である。

### 参考文献

（Web上の資料は2026年6月20日アクセス）


(1) 長澤直子：“大学生のスマートフォンとPCでの文字入力方法”，Computer & Education，Vol.43，pp.67-72（2017）.

(2) 長澤直子：“PC実習室環境と個人のPC環境との間にある差異”，2022PCカンファレンス論文集，pp.175-178（2022）.

(3) 長澤直子：“BYOD環境でのPC授業における問題点の整理”，2023PCカンファレンス論文集，pp.82-85（2023）.

(4) 株式会社ユーザーローカル：“AIテキストマイニング” https://textmining.userlocal.jp/

(5) 文部科学省：“GIGAスクール構想について”，https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00011111.htm

# nocookie の URL が使えなくなった YouTube の動画と教材活用

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

*1：専修大学

◎Key Words　広告入り YouTube 動画，音声ファイルとの選択制，広告に対するストレス

# 初修外国語学習における AI 活用の実態と学習者の意識
## —「楽」より「学び」を選ぶ—

大前智美*1・岩居弘樹*2
Email: omae.tomomi.cmc@osaka-u.ac.jp

*1：大阪大学 D3 センター
*2：藍野大学医療保健学部

©Key Words　生成 AI 活用，ビデオプレゼンテーション，学び方の学び，外国語学習，AI 活用意識

## 1.　はじめに

近年，ChatGPT，Gemini などをはじめとする生成 AI が急速に普及し，語学教育の現場においても，その活用が注目されている。特に外国語の翻訳・添削支援や発音の確認といった機能は，学習者が即座にフィードバックを受けられる環境を提供し，従来の教室環境では難しかった学習の個別最適化を可能にしつつある。生成 AI が外国語習得に与える効果については近年実証的な知見が蓄積されつつある。Mizumoto（2025）は，日本人 EFL 学習者を対象とした一連の調査を通じて，学習者が翻訳や添削の場面で AI を積極的に活用する傾向にあること，さらに言語学習への動機づけの違いが AI 活用のあり方に影響することを明らかにした。こうした知見を踏まえ，学習者が言語リソースを戦略的に使いこなすための「Metacognitive Resource Use（メタ認知的リソース活用。以下，MRU）」フレームワークを提唱している[1]。MRU は，自律的で自己調整のできる語学学習者の育成を目指すものである。

その一方で，AI の安易な利用が学習者の思考力や自立性を損なうという懸念も根強く存在している。学習者が AI を単に「楽をするための手段」として用いているのか，それとも学びを深めるために主体的に活用しているのかという問いは，AI 時代の語学教育設計において核心的な問題である。

筆者らの担当する初修ドイツ語科目では，授業課題であるビデオプレゼンテーション制作の過程で，翻訳支援や発音練習支援のために AI を活用している。授業実践後には，学習者の AI 利用意識の実態についてアンケート調査を行った。本稿は，その分析を通じて，初修外国語学習者の AI 利用意識の実態を明らかにするとともに，初修外国語学習において自己調整学習が実現可能かどうかを検討することを目的とする。

## 2.　授業の概要

筆者らは，担当する初修ドイツ語授業において，日本の文化（食文化や季節の行事）や大学・街の紹介をテーマとしたビデオプレゼンテーションを課題として授業を行ってきた。作成したビデオは，ドイツの大学（アーヘン工科大学やルール大学ボーフムなど）の日本語学習者との非同期交流の実践にもつなげている[2]。

本実践の対象は，大阪大学の 1 年次学習者と関西大学の 2 年次学習者である。大阪大学のドイツ語学習者は，週 2 回の授業のうち 1 回で初級文法を，もう 1 回で筆者らの担当する「地域言語文化演習（ドイツ語）」においてドイツ語による表現などを学習している。関西大学では，週 1 回のドイツ語授業で 1 年次から 2 年次前半にかけて初級文法や表現を学習し，2 年次後半にビデオプレゼンテーションの活動に取り組んだ。



図 1　ドイツの日本語学習者との非同期交流の場（Padlet を使用）

ビデオプレゼンテーションの制作にあたっては，翻訳・添削，発音確認，動画・画像の編集や生成，プレゼン資料の作成などのために，生成 AI を含む各種 ICT ツールを学習者が自律的に選択・組み合わせて活用することを推奨した。

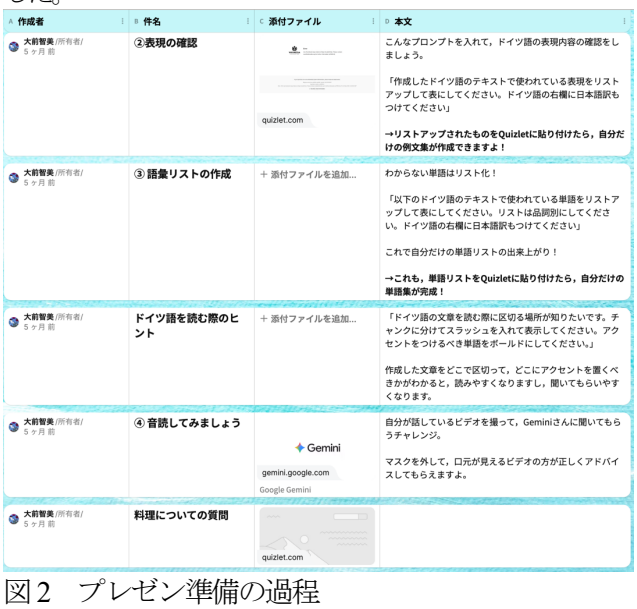


図 2　プレゼン準備の過程

例えば，図 2 にあるように，日本料理の紹介をする際には，ChatGPT を用いてプレゼン原稿のたたき台を作成し，

学習者がその内容を修正した。その後，教室内で会話練習を行ったり，作成したドイツ語をQuizletに登録して語彙や表現の定着を図ったりした。さらに，発音練習後の動画をGeminiに読み込ませて発音評価を行い，AIからのアドバイスを受けながら発音改善に取り組んだ。このような活動を通して，学習者は自分の言いたいことや自分の関心に合った内容のドイツ語表現を身につけている。

## 3. アンケート調査結果

### 3.1 アンケート調査

全授業終了後に受講生にGoogle Formsを使用したアンケート調査を行った（任意回答）。主な調査項目は，ツールの使用状況（複数選択），生成AIを使う際のプロンプトの工夫の実態（自由記述），生成AIが作成した回答のチェック行動，AIやICTを活用したプレゼン作成を通じてついた能力，AIを活用した学びの中で気づいたこと（良いことも悪いことも）などである。

### 3.2 ツール使用状況

ビデオプレゼンテーション制作に際して使用したツールについての回答を表1に示す。翻訳・添削ツール（ChatGPT，DeepL等）は97.4%と最も広く利用された。発音確認のためのGemini，Google翻訳（マイク入力機能の活用）も89.7%と高い使用率を示している。これはビデオプレゼンテーションのためにドイツ語を声に出すことを意識した活動をしていたためだと考えられる。

また，プレゼン制作（Canva）は53.8%，動画編集・生成は26.9%，音声合成・ナレーション機能は15.4%が使用しており，ビデオ制作の各工程でAIを組み合わせて活用していた様子が示された。

表1 ツール使用率（N=78，複数回答）

| ツール | 人数 | 使用率 |
|---|---|---|
| 翻訳・添削（ChatGPT, DeepL等） | 76 | 97.4% |
| 発音の確認（Gemini，Google翻訳等） | 70 | 89.7% |
| プレゼン作成（Canva） | 42 | 53.8% |
| 動画編集・生成 | 21 | 26.9% |
| 音声合成・ナレーション機能 | 12 | 15.4% |
| 画像生成（Adobe Firefly，Midjourney等） | 8 | 10.3% |

### 3.3 主体的なAI使用 —「楽をするため」ではなくリソースを戦略的に活用—

「AIに指示を出す際，どのような工夫をしましたか？」という自由記述の質問に対して（有効回答66件），24件（36.4%）は，出力するドイツ語の難易度を自身の習熟度に合わせて明示的に制御しようとする試みに関するものであった。具体的には，「A1レベルのドイツ語で」「学んでいない単語が出にくいように語彙レベルを調整してもらった」「副文を含むか，仮定法を含むかなどの自分で理解できているドイツ語の領域まで設定すると自分に合ったレベルを見つけることができた」等の記述が見られた。

また，「ドイツ語の文章を自分なりに作ってからそれを添削してもらうプロンプトを出すようにした」「翻訳や添削では，ヒントをもらって自分が作る感じになるようにした」という回答も複数確認され，AIを一方的な生成装置ではなく，自身の表現産出を支援するフィードバック媒体として捉えている様子がうかがえた。AIの使用にあたってはAI依存や思考力の低下が懸念されるが，この点について学習者自身が批判的に省察しており，「楽をする」ために丸投げするのではなく，自分のドイツ語レベルに適した表現を能動的に引き出そうとする主体的な姿勢を示している。

「AIが出したドイツ語の回答を，自分なりにチェック・修正しましたか？」という質問に対しては，「しっかりチェックし，修正した」が30名（38.5%），「少しチェックしたが，ほぼそのまま使った」が45名（57.7%）であり，96.2%の学習者が何らかのチェックを実施していた。「チェックせず，そのまま使った」は3名（3.8%）のみであった。

「AIを活用した学びの中で，気づいたこと（良いことも悪いことも）や，気になったこと」についての自由記述でも，「AIは嘘をつく」「AIも間違えることがありそれに気づかずに使ってしまうとよくない」「一旦ほかの翻訳アプリなどで確認してからじゃないと違うことがたくさんある」等，複数のツールによるクロスチェックを行っていたことが確認された。また，「AIを使う時は情報が本当に正しいかを自分で調べるその行動に一番意味がある」という記述は，AIとの共生において批判的な情報リテラシーが自律的に形成されていたことを示している。

### 3.4 学習時間の再配分と学びの幅の拡張

前項で示したとおり，学習者はAIを「楽をするため」ではなく，批判的に，かつ自分自身の能力を引き出すために活用していることがわかる。それだけでなく，「文章をAIに任せることで，その分の時間を発音練習などに使えた」という回答は，学習者がAIを代替的な言語リソースとして活用することで，限られた学習時間をビデオ収録に必要な発音練習などのアウトプット活動へ配分していたことを示している。発音チェックによる改善度の平均は4.01（N=77，5件法）と高く，こうした学習時間の再配分が，実際の発音・発話能力の向上の実感と結びついていたと考えられる。

「今まであまりAIを使ってこなかったが，色々の活用法を知ることができて，学びの幅が広がりました」「この授業で学んだ方法で化学の問題を作ってもらって勉強しました」等の記述は，AIが単なる省力化にとどまらず，他の学習文脈へ転移するリテラシーの習得をもたらしていたことを示している。

AIやICTを活用したプレゼン作成を通じて，どのような力が身についたと感じますか？（複数選択）」という質問では，語彙・表現の知識（87.2%），正しい発音やリズム（69.2%）に次いで，AIを使いこなすスキル（65.4%）が上位を占め，ドイツ語能力とAIリテラシーが並行して獲得されていたことが示された。

一方で，「著作権や情報の正確性に対する意識」を挙げた学習者もみられ，AI活用に伴う倫理的側面への関心も一部で確認された（表2）。

表2 身についた力（N=78，複数回答）

| 項目 | 人数 | 割合 |
|---|---|---|
| 語彙・表現の知識 | 68 | 87.2% |
| 正しい発音やリズム | 54 | 69.2% |

| | | |
|---|---|---|
| AI を使いこなすスキル（プロンプト作成等） | 51 | 65.4% |
| 論理的な構成力 | 16 | 20.5% |
| 著作権や情報の正確性に対する意識 | 4 | 5.1% |

定量的評価を表 3 に示す。「AI を使用することで能力以上の表現ができた」は平均 4.49（N=78）で，96.2%が 4 以上を回答した。従来の教科書・筆記学習との比較では，67 名（85.9%）が「AI 活用の方が深まった」と回答した。なお，「話すことに関しては AI 活用の方が深く学べた。文法などの知識に関しては教科書の方がより学習しやすかった」という回答も見られ，領域によって有効なメディアが異なるという学習者の洞察も示された。「言葉の学び方が身についた」は平均 4.38 であった。AI や ICT の活用を通じて，自ら学習資源を選択し活用する経験を得たことは，他の言語学習にも応用可能な学習方略の獲得につながる可能性がある。なお，授業全体の満足度および言葉の学び方の習得は，関西大学 2 年生クラス（N=42）のみの設問項目であった。

表 3 主な評価指標の記述統計（5 件法）

| 質問項目 | N | 平均 |
|---|---|---|
| AI 使用で能力以上の表現ができた | 78 | 4.49 |
| 発音チェックで発音を改善できた | 77 | 4.01 |
| 授業全体の満足度 | 42 | 4.62 |
| 言葉の学び方の習得 | 42 | 4.38 |

## 4. 考察

本調査から得られた最も重要な知見は，ビデオプレゼンテーション制作という実践的なアウトプット課題において，学習者が AI を「楽をするためのツール」として受動的に使うのではなく，自身のドイツ語習熟度に見合った出力を引き出すための有効な手段として活用していた点である。出力レベルを A1・A2 といった CEFR の基準や習得済みの文法事項で指定したり，「自分で文章を作ってから添削してもらう」という産出優先の使い方を意識的に選んだりする行動は，メタ認知的学習方略の実践として解釈できる。

また，AI が生成したドイツ語文を他のツールで照合したり，誤りがないか自分で確認したりするファクトチェック行動は，96.2%の学習者が自発的に実施しており，批判的情報リテラシーとしての「AI との共生スキル」が，ビデオ制作のプロセスを通じて実践的に涵養されていたことを示している。AI による省力化で生まれた時間を発音練習に振り向けたという記述は，アウトプット活動（スピーキング）が外国語習得を促進するという枠組みに照らして重要な知見であり，ビデオプレゼンテーション制作という課題形式が，その時間の再配分を自然に促した可能性がある。

さらに，AI リテラシーが他教科の学習へ転移した事例や，85.9%の学習者が「AI 活用の方が深く学べた」と回答している点が確認された一方，「自分で考える時間が減った」「文法を意識してドイツ語文を書く能力が育たない」等の批判的な省察も複数見られた。ビデオ制作のどの工程で AI を活用し，どの工程では自力で取り組むかという「戦略的非活用」の設計が，今後の課題である。

## 5. おわりに

本実践の分析から，以下の知見が得られた。(1) 学習者の 36.4%がレベル適応的なプロンプト設計を主体的に行うなど，MRU フレームワークにおけるメタ認知的調整を自律的に実践していた。(2) 96.2%が AI 回答に対して何らかのチェックを実施し，批判的情報リテラシーがビデオ制作のプロセスを通じて実践的に涵養された。(3) AI による省力化により，発音練習等のアウトプット活動への時間の再配分が促され，発音改善の実感（平均 4。01）と結びついた。(4) 身についた力として語彙・表現の知識（87.2%），発音・リズム（69.2%），AI スキル（65.4%）が上位を占め，ドイツ語力と AI リテラシーが並行して獲得された。(5) 授業満足度（平均 4.62），学習深化感（85.9%が「AI 活用の方が深まった」と回答）ともに高い評価が示された。これらは，生成 AI を活用したビデオプレゼンテーション制作という実践が，AI を単なる省力化ツールとしてではなく「学びの幅を広げるツール」として活用する外国語学習の有効な形態となり得ることを示している。

## 参考文献

(1) Mizumoto, A. : "Generative AI in Foreign Language Learning and Teaching: A Summary and Insights from Our Empirical Investigations", Information and Technology in Education and Learning , Vol.5 , No.1 , Inv-p001(2025) . https://doi.org/10.12937/itel.5.1.Inv.p001

(2) 岩居弘樹：“ビデオ撮影を中心にした初修ドイツ語授業と非同期型ビデオ交流”，コンピュータ＆エデュケーション (57), pp54-59, CIEC コンピュータ利用教育学会，(2024).

# 「面白がる」力を育てる
## —生成 AI を活用した中国語 CLIL 授業の試み

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

*1：北海道大学 情報基盤センター デジタルコンテンツ研究部門

◎Key Words　　大学，中国語教育，CLIL，生成 AI，面白がる力

## 1.　はじめに

生成 AI の教育利用をめぐる議論では，語学学習においても「正しい文法を学ぶ」「効率よく練習する」「個別最適化された指導を受ける」といった観点が注目されている。しかし，外国語学習の意義は本来，単に正確な言語運用能力を獲得することだけにあるのではない。むしろ自分とは異なる世界の見方や価値観に触れ，それまで当然だと思っていた認識を相対化することに重要な意味がある。

本実践では，生成 AI を「教師の代替」や「学習支援ツール」としてではなく，「異なる意味世界への案内人（ナビゲーター）」として位置づけ，中国語 CLIL 授業を設計した。授業の中心となる活動は，AI が生成した一枚の水仙の絵を多角的に解釈することである。学習者は中国語を用いて描写・解釈・物語生成を行いながら，一つの対象が立場によって異なる意味を持つことを体験する。本稿では，その実践を通じて育成を目指した「面白がる力」について考察する。

## 2.　「正しい答え」を求める学習からの転換

外国語教育では長らく，「正しい表現」を習得することが重視されてきた。もちろん，文法や語彙の学習は不可欠である。しかし学習者はしばしば，「正しい中国語は何か」という問いに過度に意識を向けるあまり，「なぜそのような表現になるのか」「別の見方は可能か」という問いを立てなくなる。

生成 AI の登場によって，この状況は大きく変わりつつある。AI は一つの質問に対して複数の回答を提示し，同じ対象について異なる物語や解釈を生成することができる。そこでは唯一の正解ではなく，多様な可能性が可視化される。

筆者は，これこそが AI 時代の外国語教育における重要な価値であると考える。生成 AI を用いることで学習者は，「正しい答え」を探すことから，「なぜ異なる答えが生まれるのか」を考えることへと関心を移していくことができる。

そこで，生成 AI を用いて作成した「多義的なコンテンツ」「疑似多文化環境」を提示し，多様な価値や思考の存在を前提とした産出訓練を行い、多文化環境に対応した意識・知識・技能・態度を自然に身につけられるような授業を構想した。

## 3.　授業全体の設計

週 1 回半年，全 15 回，初中級レベルの演習授業として企画した。履修者は中国語学習歴半年〜2 年の学 9 名と大学院生 1 名である。

授業は 5 回ずつ，3 つのセクションに分けて実施した。

最初の 5 回は，初回のオリエンテーションを含め，LLM の動作原理や，ヒトの認知との違いを体験的に学ぶ「生成式 AI 是誰？」というテーマで，文化的多義性をもつ絵画や音楽・文芸などの解釈や，AI とヒトの「錯視」の起こり方の違いなどについて，中国語でのワークショップを実施した。今回紹介するのは，このセクションの 2 回目に行った授業である。

第 2 セクションでは，学生から事前に申告させた，興味関心のある分野に基づいて，Web 検索やオンラインリファレンスの使い方，得られた情報をインフォグラフィックや概要として見やすくまとめる方法，Web テキストから単語リストや文法項目を抽出して教材を自分で作る方法などを実習形式で行った。

第 3 セクションでは，それぞれのテーマで発表を行うための知識と技能を学びながら，提示スライドの作成・中国語の発表原稿作成・発音や発表態度の細かな改善等を，いずれも生成 AI の助けを借りながら進めていった。日本の特に初等教育においては「紙芝居」になぞらえられることの多い PowerPoint が，中国では「連環画」（漫画と絵本の中間形態の子供向け絵物語）を比喩として使っていることに，考え方の違いを「実感」した学生も多かった。



図 1　多元文化的な「水仙の絵」

## 4.　水仙の絵をめぐって

学生には最初，図 1 の水仙の絵を提示した。授業で使う

ことを意図して制作したものではなく，筆者が友人から許可を得て使わせてもらったものである。

一見，日本の花鳥画などに見られる構図―左下に植物の塊，下に水，左に余白―のようだが，個々の花や葉のディテールや，背景の色などは西洋のボタニカル・アート的でもある。さらに日本画が影響を受けた，中国宋代の文人画の水仙モチーフに通じる描写もある。

そういった違和感は美術的素養のある専門家であれば一目瞭然であるが，そうでない人はほとんど気づかない。これを利用して，芸術作品の多義性，言語多様性・文化的寛容の重要性などに気づく機会にしようと，次のようなワークショップを行った。

### 4.1 「客観的」な観察

「花びらは何枚あるか」「どのような色をしているか」「背景には何が見えるか」といった「客観的・外形的」な問いに基づく観察を行い，それを日本語で発表。次に，中国語で同様の活動を行う。日本人学生のほかに，中国人のティーチングアシスタントにも同じ活動を行わせる。生成AIにも同じ問いを日本語と中国語で与え，それぞれ回答を得る。私たちは眼前に見えているものを「客観的事実」だと考え、他者にも同じように見えていると受け止めることが多い。だが、「見えているものはそこにある」こと自体が、単なる思い込み、認知バイアスである可能性に気づき，母語や自文化、さらには自らの認知をも相対化する視点を身につける手がかりを得る。

### 4.2 立場によって変わる物語

「西洋の絵画工房で働く職人」「中国宋代（唐代・明代など）の文人」「江戸時代の絵師（伊藤若冲など）」「現代日本の美術評論家」，また，「水仙を見ている人」「水仙に特別な思い出がある格闘マンガの主人公」「擬人化された水仙自身」など，この絵との様々な関わり方，立場を設定して，絵の解説や評価をAIに作らせる。また，それをもとにAIで中国語のダイアログを生成し，ペアでロールプレイングを演じてみる。

### 4.3 二次創作（？）

「あなたは中国北宋の文人です。この絵の情趣を五言の詩で表現してください」「あなたはユーロ系のロック歌手です。この絵をもとにした楽曲を考えて下さい」「私は漫画家です。ハードな格闘漫画を連載しています。あなたは編集者として，この漫画に水仙の花がモチーフとして登場する理由を私に聞き，また，それを象徴するような水仙の登場シーンを絵にしてください」などというプロンプトを入力し，文化のミックスを簡易に体験してみる。

### 4.4 水仙の花を描いてみる

日本語で複数の生成AIに指示を出して，水仙の絵を描かせてみる。細かな指示を加えながら絵を完成させる。

次に同じことを，指示を中国語に切り替えて行う。

また，中国人アシスタント（TA）にも，同じことをやってもらう。

学生同士のペアでお互いの絵を比べて，どこが同じで，どこが違っているかを指摘する。

生成AIに同じモチーフで絵を描かせても，言語によってかなり違った絵が出てくる。日本人と中国人も注目点が違うなど，絵画やその解釈に差ができる。同じものを見ても，認知の仕組みや依って立つ前提が異なっていると，まったく違って見えていることを体験する。

## 5. 「面白がる」力の養成

本実践で養成を目指した「面白がる力」とは，単なる興味関心や好奇心ではない。それは，自分とは異なる認識や解釈が存在することを，肯定的に受け止める態度である。

本実践ではAIによる多様な解釈生成を通じて、「そんな見方もあるのか」という経験を繰り返し生み出した。学習者は正解か不正解かを判断するのではなく、それぞれの解釈がどのような前提から生まれているのかを考えるようになる。ここで重要なのは、理解することよりも先に「面白がる」ことである。

理解できないものを即座に否定するのではなく、「なぜそう考えるのだろう」と興味を持つ。その態度が、異文化間の扉を開ける鍵となるだろう。

## 6. 学習者の変化はあったか

この授業の後に、自由記述で「振り返り」を書かせた。

当初想定した、学生の「多文化環境に対応した意識・知識・技能・態度」の変容は起きたと言えるか。残念ながら、はっきりと「変わった」と言えるほどの変化は見受けられなかった。

ただ、「思い込み」がオセロのようにひっくり返されていくことには面白さを感じていたようで、自分の考え方が絶対とは限らない、世界には自分とは異なる常識がいくつもある、といったことに気づけたようである。特に、二次創作活動では、一枚の絵から、全く異なる創作物が次々と生み出されることに、言語世界の広さ・多様さを十分に感じ取ることができたように見える。今後はそれが、実際のコミュニケーション場面に結実するような指導・活動を考えていく必要があるだろう。

他方、外国語を効率よく学ぶための「チート技」を期待していた学生には物足りないものだったようで、「何のためにこんなことをしなきゃならないのかわからない」という否定的な意見もあり、趣旨説明をもっと丁寧にすべきであった。

## 7. おわりに

生成AIは人類に、かつてないほど広大な言語世界を開きつつある。外国語を学ぶことは、新たに広がった世界を自由に歩き回るための地図を手に入れることである。

水仙の絵を用いた授業実践では、一つの対象に複数の解釈が成立することを体験する中で、学習者は中国語を単なるコミュニケーション手段としてではなく、新たな世界認識の入り口として捉えられるようになった。

AI時代の外国語教育に求められるのは、「正しい答え」を教えることではなく、多様な世界との出会いを設計することである。その意味で生成AIは、学習者を未知の言語世界へ導くナビゲーターとして重要な役割を果たす可能性を持っている。

# 論文執筆時の生成 AI の活用に関する勉強会の試み

中川 健司*1
Email: nakagawa-kenji@ynu.ac.jp

*1：横浜国立大学国際戦略推進機構

◎Key Words　論文執筆，生成 AI の活用，許容度，利用意向

## 1. はじめに

2026 年 3 月に公益社団法人日本語教育学会のウェブサイトに「研究不正及び研究倫理遵守に関する注意喚起」というお知らせが掲載された[注1]。そこには、「研究活動においても生成 AI が利活用されることが増え、さまざまな学術領域において、実在しない文献情報が生成・利用される事例や不正確な引用の事例が報告される」とあり、投稿論文を執筆する際の不適切な生成 AI の利用が指摘されている。研究における生成 AI 活用が大きな課題であることは広く共有されているが、その技術的進歩の速さもあり、具体的に何がどこまで許されているのかについては明確な線を引くことは容易ではない。そのため、執筆者は、その方法が許容されるのか（言い換えると、その方法をとったことが著者の主体性を損なうと見なされないか）ということについて不安を感じながら模索しなければならないのが現状である。

そこで、筆者は、論文執筆時の生成 AI 活用に関して何がどこまで許されるのかを考える機会を持つことを目的とした勉強会を開催した。本稿は、その勉強会の内容と、フォローアップとして実施したアンケート結果（使用方法の許容度）について報告するものである。

## 2. 勉強会の内容

2026 年 3 月、オンラインにおいて、生成 AI の研究への活用に関する勉強会を開催し、筆者が講師を務めた。参加者は、大学教員、高校教員、博士課程の大学院生の 3 名で、全員が学術誌への論文投稿の経験があった。勉強会の手順は以下の通りである。

### 2.1 参加者の AI 利用状況の共有

勉強会の冒頭で、講師及び参加者がどの生成 AI（ChatGPT、Gemini、NotebookLM など）をどのような用途（アイデア出し、英語のチェック、音声入力、文章の推敲など）で使っているかを共有した。

### 2.2 生成 AI 活用の「大前提」の提示と議論

講師から生成 AI を研究に活用する際の大前提として「著者性の担保」「プロセスの透明性」を提示した。特に、「自分が書いたものである（著者性がある）と言うための最低条件は何なのか」という「著者性の担保」について参加者と議論を行い、最終的な結論や考察が自分自身の思考によるもの（勉強会中では「自分を通ったもの」と表現）であることが重要であるということが共有された。

### 2.3 作業効率化の工夫と正確性の確認プロセス解説

講師が実際の学会発表準備で NotebookLM 等の生成 AI をどのように活用したかを共有し、その中で

-直接参照しやすいように対象とするファイル名に著者名を入れる
-生成 AI の負担を軽減するためにソースを絞り込む
-複雑な作業は分割して指示する

といった具体的な工夫が紹介された。また、出力結果の検証方法として、「文脈からの判断」→「AI への問い返し」→「原典の直接確認」の 3 ステップを踏むべきであり、原典を確認せずに引用する「孫引き」は避けるべきだという解説を行った。

### 2.4 プロンプトの実例提示とその可否の議論

勉強会の後半では具体的なプロンプト（指示文）を見せながら、その利用方法が研究において「許容される」か「許容されない」かの議論が行われた（勉強会で扱ったのは、3.2 で述べた利用方法 1 - 4 である）。

## 3. フォローアップアンケート

勉強会では議論の時間や参加形態の制約もあり、そこで扱ったすべての利用方法について参加者の許容度を十分に可視化することができなかった。また、勉強会の終了後にも、講師は複数回論文執筆時の生成 AI の活用方法に関する情報提供を行っていたこともあり、各利用方法に対する判断を改めて整理・比較するため、フォローアップアンケートを実施した。

### 3.1 アンケートの内容

アンケートは匿名で行われ、論文執筆における 6 つの具体的な生成 AI 利用方法に関して「A.一般的な学術界での許容度」と「B.自身の利用意向」という 2 つの観点から前者については「5. 広く許容される」～「1. 許容されない」の、後者については、「5. 積極的に利用したい」～「1. 利用したくない」のそれぞれ 5 段階で評価してもらった。さらに、回答が「許容されない」「あまり許容されない」、または「利用したくない」「あまり利用したくない」といった否定的なものの場合にはその理由も述べてもらった。

### 3.2 アンケートで扱った利用方法

アンケートで扱った 6 つの利用方法をプロンプトとともに示す。

利用方法 1：投稿先の規程に合わせて読み込ませた先行研究の文献リストを作成させる

プロンプト：「この 27 件の文献について、以下の要領でリストを作成し、著者の五十音順に示してください。著者

（刊行年）「論文タイトル」『掲載雑誌』巻，掲載ページ」

利用方法2:該当する具体例を探して引用させたものをAIが書いたまま本文中で使用する（人の判断が介在しない）

プロンプト:「次の章の導入部の「・・・」に具体的な例を２，３入れて文を補強してください。ここでは、協働の発端及び、その協働者とどのようにして接点を持ったのかについてみてみたい。「協働の発端は、A. 業務・制度主導型とB. 個人・現場主導型に大別され、前者には・・・、後者には・・・といったものがある。」

利用方法３：利用方法２でAIに引用させたものを筆者が取捨選択して本文中で使用する（人の判断を前提とする）

プロンプト:「前者に斉藤ら（2014）のかわりに亀井・浜口（2007）の例を、後者において服部ら（2024）のかわりに永井・南浦（2014）の例を入れて文を作り直してください。その際に、前者、後者とも古いものの順番に入れてください。」

利用方法4:修正箇所明記書に記載した修正が実際に第二稿に反映されているか確認させる

プロンプト:「ソース①はこの論文の第一稿です。それに対してソース②の査読コメントがつきました。それを踏まえて修正を加え、第二稿（ソース④）を作成しました。ソース③はその修正箇所を明確にした、修正箇所明記書です。ソース②でついたコメントがきちんと対応されているかを、ソース③とソース④で確認してください。また、ソース③で明記された修正箇所が本当にソース④に反映されているかも確認してください。」

利用方法5:アップロードした第一稿と第二稿の原稿を比較対照させて修正箇所明記書を作成させる

プロンプト:「ソース１はこの論文の第一稿です。これに対してソース２の査読コメントがつきました。それを踏まえて第二稿（ソース３）を作成しました。ソース１とソース３を比較して、ソース２でついたコメントを踏まえて何をどう修正したかを明記した修正箇所明記書の案を作成してください。その際にソース２の各コメントの下に、どのような意図で何をどのように修正したかを記してください。」

利用方法6:「結論（おわりに）」より前の部分の原稿を読み込ませて、結論の案を提案させる（分析・考察は結論以前の本論の部分で既に行われている場合）

プロンプト:「以下は、これらのデータの中から特に協働の始まり方に関する記述を調査した「日本語教師と異分野の専門家の協働はどのように始まるのか」の本文です。これを受けた「４．おわりに」にどのようなまとめがあると、読者にとって有益なものになるでしょうか。（以下、本文のテキスト）

### 3.3　アンケート回答

アンケートの回答を表１に示す。利用方法１を例にとると、一般的な許容度に関して「5」と回答した者が２名、「4」と回答した者が１名いるという意味である。回答者が３名に過ぎず、この結果を一般化することはできないが、各利用方法に対する判断の傾向や、その理由については一定の示唆を与えるものと考えられる。利用方法1、4、5といった定型的な作業の自動化・整合性確認のような生成AIをアシスタントとして利用するものについては、許容度が高い傾向になった。利用方法５に関しては、修正箇所明記書の作成を、第一稿と第二稿の差分を機械的に抽出することと考えるか、筆者の修正の意図を示すことと考えるかで意見が分かれたようだ。「1」と回答した者は、この利用方法に対して、「『意図』はソースの文章から生成させるのではなく、自身の言葉で説明する必要があると思うため」とその理由を挙げている。具体例を抽出させた利用方法2に関しては3名とも否定的な回答をしており、その理由として、生成AIの選択を信頼できないこと、選択したものを使用する場合であっても、それを本文に反映させる作業は自分でしたいことが挙げられている。それに対して利用方法3には、生成AIが抽出した利用方法の取捨選択を筆者の判断で行うものであるが、筆者本人の判断が介在するという違いがあるためか、利用方法2よりもやや許容度が上がっている。利用方法６はいわゆるアイデア出しとしての使い方だが、許容度は決して高くない。「2」と回答した者は、「本論が結論に左右されてしまい、重要な分析の視点を見逃してしまうおそれがあると考えるため」と、生成AIの出した意見に筆者が影響されることを恐れている様子がうかがえる。

表１アンケートの回答

| 利用方法 | 一般的な許容度 | 自身の利用意向 |
|---|---|---|
| 1 | ⑤⑤④ | ④④② |
| 2 | ②②② | ②②② |
| 3 | ④③② | ④③② |
| 4 | ⑤④④ | ⑤④④ |
| 5 | ⑤④① | ⑤⑤① |
| 6 | ③③② | ③③② |

## 4.　おわりに

本稿では論文執筆時の生成AIの活用に関する勉強会の内容及び、フォローアップとして実施した使用方法の許容度に関するアンケートの結果について述べた。一口に生成AIの使用に関しても、その内容やその人自身の考えによって、許容度が異なってくると考えられる。本稿で扱った範囲においては、根本的な大枠の議論だけで、論文執筆時の生成AI利用の可否を判断することは難しく、個別の使用方法に即したより詳細な検討が必要であることが示唆された。

注１

公益社団法人日本語教育学会「研究不正及び研究倫理遵守に関する注意喚起」

https://www.nkg.or.jp/news/2026/2026_03_26.html

# 記述式解答群に対する観点を指定した概要把握
## —観点の指定法に関する検討—

平澤賢人*1・高瀬治彦*1
Email: 425M237@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 演習支援，解答要約，大規模言語モデル

## 1. はじめに

教育現場では，学習者に対して質の高い講義を行うことが，講師に期待される。そのため，講師は講義における学習者の理解状況に応じて，フィードバックを行う。[1, 2] このため，講師は小テストや課題などの問題演習を活用し，学習者の理解状況の把握を行う。しかし，講義は，多人数講義として多くの場合実施される。多人数講義では，講義内に学習者の理解状況を把握するのは時間的にも労力的にも困難である。

講義の演習の解答形式には，穴埋め式や選択式，記述式などさまざまな種類がある。これらの演習のうち，学習者の理解状況をより詳細に把握することができるのは記述式の演習である。これは，学習者が自身の言葉で解答を記述するため，解答に学習者の理解状況が現れやすいためである。しかし，記述式の解答形式では，学習者の解答が多種多様であるため，要約等の支援がされてきた。[3, 4] 文献 (3) の手法では，解答を計算機によって採点を行い，支援している。しかし，結果が点数の形で要約されるため，フィードバックに必要な情報が欠落してしまう。また，文献 (4) の手法では，解答群から自動抽出された重要語の前後を分類し提供している。しかし，講師が解答に対して着目すべき観点は複数存在するため，それを考慮した要約が必要とされている。

我々の研究グループでは，講師が解答に対して着目したい観点を，クエリ（観点を質問文の形式で表したもの）として提示することで，クエリに沿った学習者の解答の概要を講師が素早く把握できるよう提示する方法について検討してきた。しかし，クエリの記述方法によって抽出される記述内容が変化してしまう問題について検討されていない。[5]本稿では，投げかけるクエリの表現ゆれとそれに対する記述抽出の変化について調査を行い，適切な観点指定法について検討する。

## 2. 記述式解答群における解答概要把握支援システム

本節では，従来研究である二村らの解答の概要把握支援システムについて説明を行う。

### 2.1 概要把握支援システムの概略

従来法である二村らのシステムは，解答中に複数存在する着目したい観点を「クエリ」（質問形式の文章）により指定することで，クエリに関連する記述を学習者の解答から抽出し提供するものである。短文記述式解答の課題の解答に対して講師が自分の知りたい情報に関連するクエリを投げかけることで，クエリに沿った内容を抽出し，クラスタリングして提供する。[5]

具体的な例を使用して説明する。まず，講師は「コンピュータの 5 大装置それぞれの働きを 100～200 文字で説明しなさい」という課題を課したとする。学習者はこれに解答する。そして，講師は解答群閲覧のための観点を決定する。例えば，演算装置（5 大装置の一つ）の働きに対して着目したとする。講師はこの観点に対するクエリを，「演算装置は何を行いますか？」のように指定する。システムは，このクエリに従い，各解答から該当する箇所を抽出する。例えば「演算装置がデータの算術演算や論理演算などの演算、制御装置がすべての装置のコントロール、記憶装置がデータやプログラムの記憶、入力装置がプログラムやデータを主記憶装置への入力、出力装置がコンピュータが処理したデータの出力という働きをしている。」という解答から，「データの算術演算や論理演算などの演算」という部分を抽出する。すべての解答からの抽出結果を，その意味に基づいてクラスタリングし，講師に提供する。最後に，講師はこの結果から，指定した観点に関する記述の概略を把握し，これに基づいて学習者の理解状況を把握する。

### 2.2 クエリの表現ゆれについて

二村らのシステムでは，講師が観点をクエリという文章（の断片）により指定する。そのため，同じ観点を指定するために，さまざまな表現のクエリが使用されてしまう。例えば，「演算装置」に関する記述を得たい場合に，単純に「演算装置は何を行いますか？」というクエリがある。また，丁寧なクエリとして，「コンピュータの 5 大装置には演算装置，制御装置，記憶装置，入力装置，出力装置がある。この 5 大装置のうち，演算装置は何を行いますか？」というものもある。さらに，体言止め「演算装置が行うものは何？」や，言い換え「演算装置の働きは何ですか？」などの表現のクエリが講師により指定される可能性がある。

クエリに従った解答からの抽出には，大規模言語モデル（LLM: Large Language Model）を使用しており，クエリの変化による抽出結果の変化には不明な点が多い。実際，2.1 節の例で，クエリを「演算装置が行うものは何？」とした場合には，抽出結果は「データの算術演算や論理演算などの演算、制御装置がすべての装置のコントロール、記憶装置がデータやプログラムの記憶、入力装置がプログラムやデータを主記憶装置への入力、出力装置がコンピュータが処理したデータの出力という」となる。

したがって，クエリの表現ゆれに対する記述内容の変化を具体的なデータを用いて比較検討することが必要である。次節では，被験者に詳細なクエリを提示し，抜き出してもらった記述と被験者が作成したクエリを LLM に投げかけて抽出した記述の比較を行う。これにより，最適な記述を抜き出すクエリを調査し，講師が安定して投げかけられるよう支援する方法の一助とする。

## 3. 実験

本節では，講師のクエリがゆれることでどの程度抽出結果に影響を及ぼすかを，実験を通じて調査をした。

### 3.1 実験方法と条件

本実験では，複数のクエリを用いて，LLM または被験者が，解答群からの抽出を行い，それらを比較する。

分析対象の解答群は，工学系の大学の講義「計算機工学」(計算機のハードウェアに関する講義, 受講者 77 人) の各回の最後に，講義内容に関する課題を課すことで収集した。実験には，2 回分の解答群をもちいた。加えて，各回の課題に対して，講師の観点を詳細なクエリの形で記述したものをあらかじめ用意した。以下に，具体的な課題とクエリを記す。

課題 1「フラッシュメモリの記憶方式を簡単に説明しなさい（10〜30 文字)」回答数（71 人）

元クエリ 1

「フラッシュメモリは、電源を切ってもデータが消えない記憶媒体です。データを記録する際、その中核となるフローティングゲートと呼ばれる部分に電子を蓄えます。このフローティングゲートは、周囲が電気を通さない絶縁体の酸化膜で囲まれています。では、フラッシュメモリは記憶をするために、酸化膜でどのような働きをしますか?」

元クエリ 2

「フラッシュメモリは、電源を切ってもデータが消えないように、内部に電子を閉じ込めて記録を保持しています。この閉じ込めた電子が勝手に逃げ出さないよう、あるものが壁となって移動を管理しています。では、フラッシュメモリはデータを記憶するために、何で電荷を制御していますか?」

課題 2「仮想メモリの目的・実現のための基本的な考え方を答えなさい」回答数（64 人）

元クエリ 1

「仮想メモリとは、主記憶装置の物理的な容量を超えるメモリ空間をプログラムに提供するために、補助記憶装置の一部を主記憶装置の延長として利用する仕組みです。データを主記憶と補助記憶の間で動的に移動させることで、限られた物理メモリを効率よく管理します。この仕組みの中で、主記憶装置はデータの一時的な保持場所として中心的な役割を担っています。このような仮想メモリの仕組みにおいて、主記憶装置にはどのような特徴（ポジティブなものとネガティブなものどちらでも可）がありますか?」

元クエリ 2

「仮想メモリとは、プログラムが必要とするメモリ容量が主記憶装置の物理的な容量を超える場合に、補助記憶装置を活用することで不足を補う技術です。現代の OS では、複数のプログラムが同時に動作するため、主記憶装置だけでは容量が不足するケースが生じます。そこで補助記憶装置を組み合わせることで、より大きなメモリ空間を実現しています。このような仮想メモリの仕組みを実現するための考え方として、補助記憶装置をどのように使いますか?」

さまざまなクエリおよびそれに対する抽出結果は，以下の手順により，被験者から収集した。ここで被験者は，当該講義の受講経験者である大学生 6 人とした。

1. あらかじめ定めた詳細なクエリと同義のクエリを被験者が 3 つ生成
   （各クエリに対する指示，端的，体言止め，言い換えの 3 つ)
2. あらかじめ定めた詳細なクエリに従い，被験者が解答群から記述を抽出
3. 手順 2 の後，被験者が手順 2 の抽出結果を得るための適切なクエリを生成
4. 手順 1 と 3 で生成したクエリに従い，LLM が記述を抽出

抽出結果には，解答中の一部を抽出する場合だけでなく，該当箇所がないことを意味する「抽出なし」の場合がある。これをふまえて，2 つの抽出結果群の，同じ解答からの抽出結果が，ともに存在するものと，一方もしくは両方で「抽出なし」の場合に分けて，抽出結果の類似度を評価する。

抽出結果がともに存在する場合は，抽出結果の類似率により評価した。これは，同じ解答から抽出した対となる抽出結果に対して，LLM により意味を表すベクトルに各記述を変換し，それらのコサイン類似度により評価した。抽出結果群どうしの類似度は，そこに含まれる抽出結果うち該当する全ペアの類似度の平均とした。なお，ベクトル化には paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2[6] を使用した。また，クエリ同士の類似率も同様に求めた。

抽出結果がないものを含む場合は，抽出漏れと抽出過剰により評価した。これは，解答ごとに抽出結果の有無により，抽出漏れ（人 : 抽出あり，LLM : 抽出なし)，抽出過剰（人 : 抽出なし，LLM : 抽出あり）を計数した。

元クエリから被験者が抜き出した記述と複数のクエリから LLM が抽出した記述の比較結果を以下に示す。

### 3.2 人と LLM の抽出結果に関する考察

まず，人の抽出と LLM の抽出にどの程度差があるのかを明らかにするために，元クエリから被験者が抽出した記述と複数のクエリから LLM が抽出した記述を比較する。

課題 1 元クエリ 1（1-1）〜課題 2 元クエリ 2（2-2）までの被験者の抽出結果に対するクエリの抽出結果の類似率・抽出漏れ・抽出過剰を次の表 1〜4 に示す。

表 1　1-1（元クエリ−人 VS LLM）の結果（6 人）

| クエリ/評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 元クエリ | 0.90 | 3.8 | 7.5 |
| 端的 | 0.87 | 0 | 21.7 |
| 体言止め | 0.87 | 0 | 21.2 |
| 言い換え | 0.88 | 0 | 21.4 |
| 適切 | 0.88 | 0 | 21.7 |

表 2　1-2（元クエリ−人 VS LLM）の結果（6 人）

| クエリ/評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 元クエリ | 0.91 | 0.83 | 25.7 |
| 端的 | 0.92 | 0.17 | 32.8 |
| 体言止め | 0.85 | 0 | 32.1 |
| 言い換え | 0.88 | 0.2 | 32.6 |
| 適切 | 0.89 | 0 | 31.1 |

表 3　2-1（元クエリ−人 VS LLM）の結果（6 人）

| クエリ/評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 元クエリ | 0.59 | 20.5 | 6.3 |
| 端的 | 0.53 | 5 | 31.8 |
| 体言止め | 0.51 | 3.6 | 37.7 |
| 言い換え | 0.55 | 2.4 | 37.1 |
| 適切 | 0.58 | 3.7 | 34.9 |

表 4　2-2（元クエリ−人 VS LLM）の結果（5 人）

| クエリ/評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 元クエリ | 0.80 | 7.6 | 20.4 |
| 端的 | 0.82 | 0.44 | 28.6 |
| 体言止め | 0.77 | 1.32 | 27.9 |
| 言い換え | 0.80 | 0 | 28.6 |
| 適切 | 0.81 | 0.68 | 27.9 |

まず，類似率に着目すると，課題によって異なるが，クエリ間での大幅な数値の変動は見られなかった。このことから，クエリの表現がゆれたとしても，抽出結果は意味的な変化がほとんど発生しなかったことがわかる。

次に，抽出漏れ，抽出過剰に着目すると，元クエリと他のクエリとで異なる傾向になった。他のクエリと比べて，元クエリでは抽出漏れが多く，抽出過剰が減っている。抽出漏れと抽出過剰の合計を見ると，他のクエリより少ない。ただし，表 3 のみ他と傾向が異なる。これは，被験者による抽出結果に含まれる「抽出無し」の場合が，他と比べ多かったため，異なる傾向になったと考える。そのため，以下ではこの場合を除外して考察する。

以上より，元クエリのように詳細にクエリを記述することで，人に最も近い抽出結果を得ることができる。また，他のクエリ間では大きな違いはないが，わずかに「体言止め」の場合に，最も人の抽出結果から外れる。

### 3.3 LLM によるクエリの抽出結果に関する考察

3.2 節より，元クエリ（詳細な記述）により最も高精度な結果を，体言止めのクエリにより最も低精度な結果をもたらすことが示された。この 2 つのクエリによる抽出結果を比較することで，クエリの表現ゆれよる抽出結果の影響を確かめる。

まず，元クエリと体言止めのクエリの，クエリ自体の類似率を表 5 に示す。すべての類似度は 0.8〜0.9 の範囲にあり，多少の意味的な違いが確認できる。具体的なクエリの例を以下に示す。

体言止め
- 課題 1-1
  「フラッシュメモリが記憶を保持するための酸化膜の働き」
- 課題 1-2
  「フラッシュメモリの電荷制御方法」
- 課題 2-2
  「仮想メモリの仕組みを実現するための考え方として、補助記憶装置を使い方は何か？」

表 5　元クエリ VS 体言止めの類似率

| 課題 | 1-1 | 1-2 | 2-2 |
|---|---|---|---|
| 平均 | 0.84 | 0.87 | 0.82 |

また，課題 1-1，1-2，2-2 における抽出結果は以下のとおりである。これらの表は，元クエリによる抽出結果に対する体言止めの抽出結果の類似率・抽出漏れ・抽出過剰を示している。

表 6　1-1（元クエリ-LLM VS 体言止め-LLM）の結果

| 評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 平均 | 0.96 | 0 | 17.5 |

表 7　1-2（元クエリ-LLM VS 体言止め-LLM）の結果

| 評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 平均 | 0.87 | 0.7 | 8 |

表 8　2-2（元クエリ-LLM VS 体言止め-LLM）の結果

| 評価指標 | 類似率 | 抽出漏れ | 抽出過剰 |
|---|---|---|---|
| 平均 | 0.86 | 1.8 | 15.6 |

表 6〜8 より，類似率は表 1〜4 と同様に高い値となった。それに対し，抽出漏れはほとんど無く，抽出過剰が多い結果となった。これは，体言止めのクエリを用いることで，余分な抽出が発生していることを意味する。

最も類似率が低かった課題 2-2 の場合について，具体的に，同じ解答からのそれぞれのクエリによる抽出結果の例を示す。

Case1（類似率 0.86）：
- 元クエリによる抽出結果
  「酸化膜で電荷を閉じ込め」
- 体言止めによる抽出結果
  「電荷を閉じ込めることで」

Case2（類似率 0.86）：
・元クエリによる抽出結果
「補助記憶装置の一部を主記憶に見せかけて使用する方法主」
・体言止め
「主記憶に見せかけて使用する方法」

多くの場合は，上に示した例のように，意味的には同義であるが，主語や目的語の有無による違いが見受けられた。したがって，講師が 2 つの記述を見たときに記述間の差は少ないと考える可能性が高い。

以上の結果から，最も人間の抽出に近いクエリは元クエリであり，一方で，体言止めのクエリが人間の抽出から遠いクエリであることが分かった。また，元クエリによる抽出結果と比べ，体言止めのクエリでは抽出過剰が多く，講師が閲覧する際の障害となりかねない。そのため，抽出結果の可読性を高めるためにクエリ情報を追加してもらうような機能やクエリのサジェスト機能を追加することで支援していきたい。

## 4. おわりに

本稿では，クエリに沿った学習者の解答の概要を講師が素早く把握することを目標とした。そのために，現在構築を目指している支援システムのクエリの表現ゆれによる抽出結果の変化を調査した。調査の結果，最も人間の抽出結果に近い結果をもたらすのは詳細なクエリであることがわかった。また，クエリが簡略化されることにより，抽出結果の意味は変わらないものの抽出結果が過剰に抜き出されてしまうこともわかった。そのため，抽出結果の可読性を高めるために，今後はクエリを投げかける際のサジェスト機能やクエリに関する情報を追加してもらえるような機能を追加するなど，適切なクエリを安定して投げかけられるようシステムを改良していきたい。

## 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) 西森敏之：“大学生の授業における態度と数学教師の対策―日本数学会のある調査より―”， 高等教育ジャーナル―高等教育と生涯学習―，vol.6，pp.1-31（1999）.
(3) 田中博，斎藤健：“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 第 22 回年次大会 発表論文集，pp.123- 126（2016）.
(4) 伊藤慎治，大庭知也，高瀬治彦，川中普晴，鶴岡信治：“記述式解答群の主要な内容の把握 支援 ―三段階表示の効果の検証―”, 2016 年度 PC カンファレンス論文集, pp.41-44（2016）.
(5) 二村駿輔：“記述式演習の解答群の概要把握の支援―大規模言語モデルを利用したインタラクティブな要約―”，三重大学大学院工学研究科 修士論文（2023）.
(6) Nils Reimers, Iryna Gurevych. “Sentence-BERT: Sentence Embeddings using Siamese BERT-Networks.” Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP) (2019)

# 記述式回答の入力過程からの自信がない箇所の検出 —入力遅延の要因の調査と判別—

内海翔太*1・高瀬治彦*1
Email: 625M001@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学大学院地域イノベーション学研究科

◎Key Words　入力過程分析，自信推定，記述式演習

## 1. はじめに

講義型授業において，講師が効果的に講義を進めるためには，学習者の理解状況に応じたフィードバックが必要不可欠である。そのために，講師は学習者の理解状況を適切に把握することが求められている。しかし，多人数講義では，一人一人の学習者の理解状況を講師が把握することは容易ではない(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，その解答から理解状況を確認することである。しかし，多人数講義で全ての学習者に対してこれを行うことは困難である。

学習者の理解状況を把握する方法の一つとして，学習者に演習やテストを実施し，その解答やふるまいから理解状況を推測する方法がある。講師は演習中または終了後に机間巡視を行い，学習者の様子や提出された解答から理解状況を把握し，即時のフィードバックを行っている。つまり，講師は学習者の解答だけでなく，ふるまいそのものからも理解状況を把握している。

近年，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・教材の開発が進んでいる(3)。これをうけて，学習者自身の PC やタブレットで教材を閲覧し，授業を行う状況が大学を含む高等教育機関に広がっている。このような状況のもとで，演習実施の負担を軽減させるための授業支援システムとして，e-Learning の普及に伴い，Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)などのさまざまな学習管理システムが開発されてきた(4)。学習管理システムの導入により，演習の出題・解答の収集およびその分析が素早く行えるようになった。例えば，加藤は授業支援システムを用いて小テストの結果から理解度不足の検出を試みた(5)。具体的には，設問を学習項目に分類し，正答率の差を統計的に検定して，理解度が低い項目を講師に提示するものである。学習管理システムにより，解答だけでなく学習者のふるまいも収集・分析できるようになる。例えば，鈴木らは記述式演習における解答の入力過程から学習者が解答中に自信を持てていない箇所の抽出を試みた。これは，入力が遅延した区間の近辺に学習者が自信を持てていない箇所が存在するという仮定のもと，入力遅延区間を検出する手法である(6)。この手法は，講師が机間巡視を通じて学習者のふるまいから理解状況を推測する方法に類似しており，解答内容だけでは見えにくい思考の迷いやつまずきを可視化できる点に特徴がある。

本研究では，鈴木らの研究（以降，従来法と呼ぶ）と同様に解答の入力の遅延からの自信がない箇所の検出に着目する。ただし，入力の遅延は必ずしも学習者の自信のなさだけに起因するとは限らず，さまざまな入力操作や入力行動によっても生じる。そのため，従来法では自信のない箇所以外も入力遅延区間として検出される可能性がある。そこで本研究では，従来法によって検出された入力遅延区間を対象とし，要因ごとの停止時間に着目した分析を行う。具体的には，要因別の停止時間の特徴と学習者が回答後に申告した自信の有無との関係を調査するとともに，停止時間が入力遅延要因の判別に利用できる特徴となるかについて検討する。

## 2. 記述式演習における学習者の自信がない箇所の検出

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。特に，入力の速度を，日本語入力の際のかな漢字変換の単位で計測して，検出を行う。まず，確定キー（Enter キー）ごとに入力を分割し，区間ごとの入力速度の平均を区間平均入力速度と解答開始時点から注目時点までの平均入力速度とを比較することで，入力の遅延を検出する。すなわち，区間平均入力速度からその地点までの平均入力速度を引いた速度差が負となる区間は，従来法における入力遅延区間である。また，速度差が小さい（より負の値となる）ほど，平均入力速度に対して区間入力速度の低下が大きいことを表す。そして入力遅延区間に加え，その前後 2 区間も含めて自信がない箇所とし，学習者が自信を持てない箇所の候補として講師に提示する。

検出区間について，具体例を使い説明する。図 1 では，短期大学（文系）の講義のコンピュータリテラシーの実習において，「明朝体・セリフ体フォントの特徴 (形状・用途) を説明しなさい」という問題に対して，ある学習者が「横線の右端にうろこと呼ばれる装飾が…」と解答を入力していった入力過程の一部を示している。灰色の範囲は学習者が 「うろこと呼ばれる装飾が」と入力し，変換した区間である。横軸はその学習者の入力開始からの経過時間を表し，縦軸は解答として入力された文字数を表している。青線の傾き(平均入力速度)は 1.53 入力文字数/秒，赤線の傾き(区間平均入力速度)は 0.75 入力文字数/秒であった。この場合は，区間平均入力速度の方が遅いので，入力が遅延した箇所として，この区間を検出する。

しかし，入力速度の低下は必ずしも学習者の自信のなさだけに起因するとは限らない。解答入力過程に着目すると，学習者は解答開始時や入力途中，変換操作後，削除

操作後などに入力を一時的に停止する様子がみられる。これらの停止は，解答内容について考えている場合だけでなく，変換候補の選択や文章の推敲など，さまざまな要因によって生じる可能性がある。そのため，従来法では自信のない箇所以外も入力遅延区間として検出される可能性がある。

そこで本研究では，従来法によって検出された入力遅延区間を対象とし，入力開始時の停止，入力途中の停止，変換操作，削除操作の四つの入力遅延要因に着目する。そして，各要因における停止時間と学習者の自信の有無との関係を調査し，停止時間が入力遅延要因の判別に利用できる特徴となるかについて検討する。

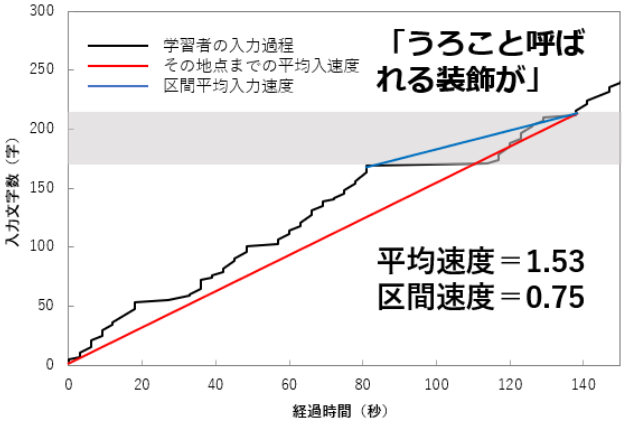



図１　学習者の入力過程の一部

## 3.　調査

本章では，入力遅延区間について，入力遅延要因ごとの停止時間と学習者の自信の有無との関係を調査し，それらの要因が自信の有無の判別に利用できるかについて検討する。

### 3.1　調査対象

調査では，2025 年度後期の三重大学「計算機工学」の受講生 18 人を対象とした。分析対象は，第 11 回講義で実施した記述式演習における解答入力過程を用いた。また，解答終了後，各学習者は自分の解答の中で自信を持てなかった箇所を図 2 に示すインターフェイスを用いて回答した。

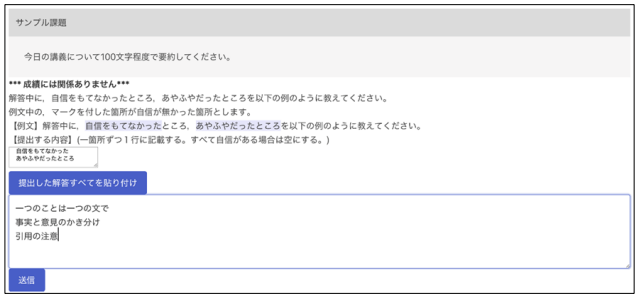



図２　自信がない箇所のアンケート

### 3.2　調査方法

これにより得た自信がない箇所と，従来法によって検出された入力遅延区間を対象として，入力遅延要因ごとの停止時間と学習者の自信の有無との関係を調査する。

また，停止時間が入力遅延要因の判別に利用できる特徴となるかについて検討する。

入力遅延要因ごとの停止時間は，入力遅延区間における入力開始時，入力途中，変換操作後および削除操作後の停止時間をそれぞれ算出した。なお，入力途中および削除操作後の停止時間は，当該区間内の平均値を用いた。

また，要因ごとの停止時間と速度差との関係を散布図により可視化するとともに，速度差が一定値以下となる入力遅延区間を対象として停止時間の分布をヒストグラムにより比較し，入力遅延要因の特徴について調査した。

### 3.3　調査結果

図 3～図 6 に，要因ごとの停止時間と速度差（区間速度と平均速度）との関係の散布図を示す。各図では，横軸を速度差，縦軸を停止時間とした。学習者が解答後のアンケートで自信がないと申告した箇所を含む入力遅延区間を赤色，申告箇所以外の入力遅延区間を自信ありの区間として青色で表示した。

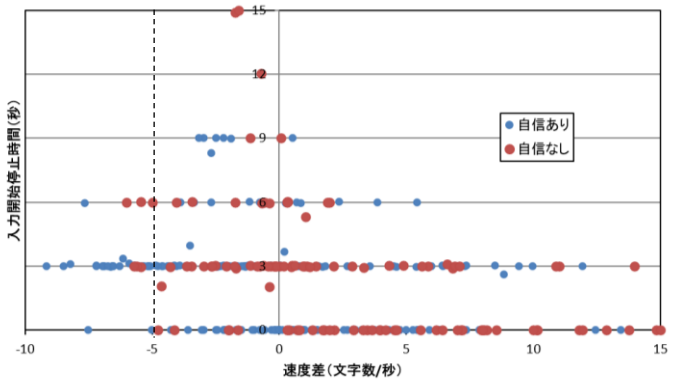



図３　入力開始停止時間と速度差との関係

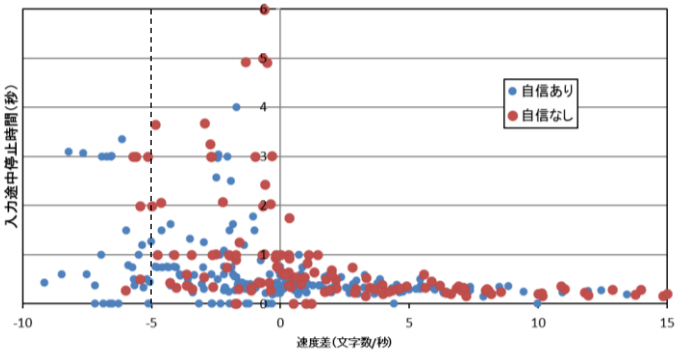



図４　入力途中停止時間と速度差との関係

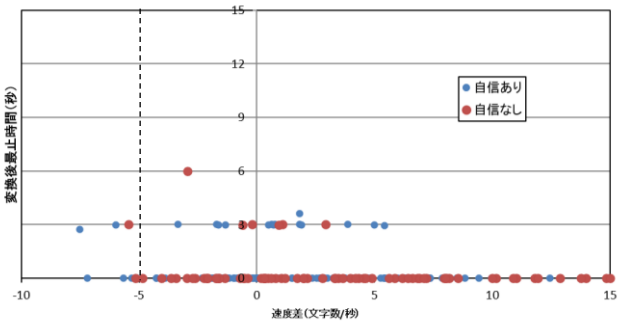



図 5　変換操作後停止時間と速度差との関係

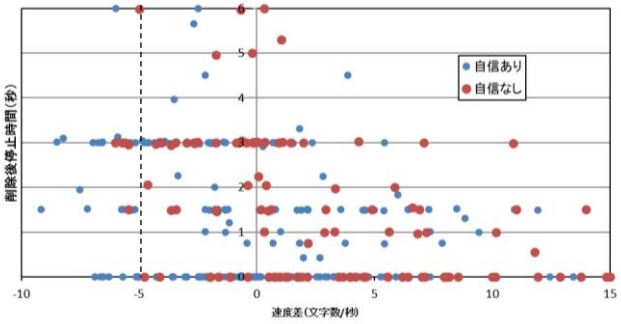



図 6　削除後停止時間と速度差との関係

図 3～図 6 より，速度差が負の部分（グラフ左半分）は，入力遅延区間ではある。そのうち，速度差−5 の左右で分けると，右側は赤点・青点ともに多いが，左側は赤点の割合が減っているように見える。このような青点は，自信がある区間なのにも関わらず，入力遅延区間として検出されるため，これらの点を除外できれば自信がない区間の検出精度が改善するだろう。

そこで，この右側にプロットされた点について，停止時間により区分した点数のヒストグラムを図 7～図 10 に示す。図 7 から順に，入力開始停止時間，入力途中停止時間，変換後停止時間および削除後停止時間のヒストグラムを示す。

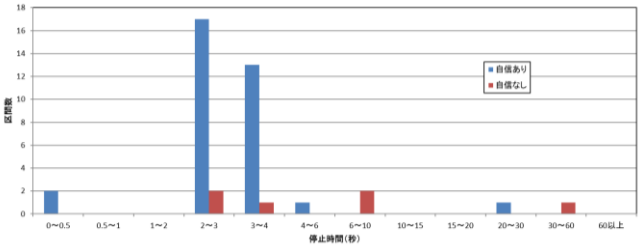



図 7　入力開始停止時間の分布

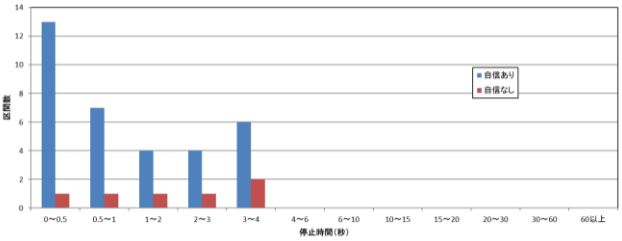



図 8　入力途中停止時間の分布

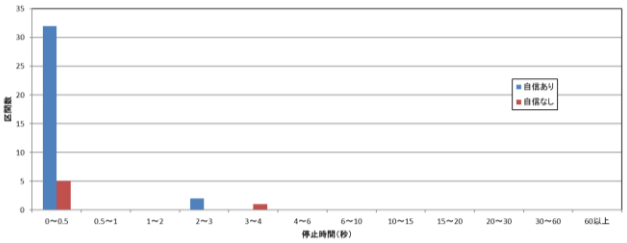



図 9　変換後停止時間の分布

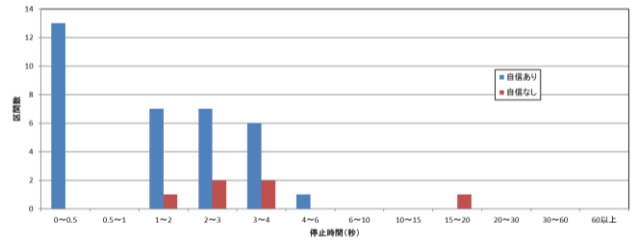



図 10　削除後停止時間の分布

図 7 より，自信がある区間は，入力開始停止時間が 2～4 秒の範囲に多く分布していた。また，自信がない区間は 2 秒以上の広い範囲に分布していた。これより，入力開始停止時間が短い場合（図 7 では 6 秒以下）は，自信がある区間が多い。そのような場合を精査することで，入力速度が遅いにも関わらず，自信がある区間を検出結果から除外できるだろう。

図 8 より，入力途中停止時間は，自信の有無にかかわらず，広く分布していた。これより，自信あり区間と自信なし区間を，入力途中停止時間で明確に分離できないと考える。

図 9 より，自信の有無にかかわらず，変換後停止時間が 0～0.5 秒の範囲に最も多く分布していた。これより，自信あり区間と自信なし区間を，変換後停止時間で明確に分離できないと考える。

図 10 より，自信がある区間は，削除後停止時間 0～0.5 秒の範囲に最も多く，かつ広く分布していた。自信がない区間は，削除後停止時間 1 秒以上の広い範囲に分布していた。これより，自信あり区間と自信なし区間を，削除後停止時間で明確に分離できないと考える。ただし，分布自体は異なるように見えるので，これを分離できる可能性は否定できない。

以上より，入力速度が遅い区間にも多数の自信がある区間が含まれており，それらを除外できれば自信がない区間の検出精度が向上することが分かる。また，入力速度が特に遅い区間（速度差-5 未満）について，入力開始停止時間・削除後停止時間に着目することで，自信がある区間を除外できる可能性が示された。

今後は，停止時間だけでなく速度差や複数の入力遅延要因を組み合わせることで，より有効な判別方法について検討する。

## 4. おわりに

本研究では，従来法によって検出された入力遅延区間を対象として，入力開始停止時間，入力途中停止時間，変換後停止時間および削除後停止時間について学習者の自信の有無との関係を調査した。

その結果，速度差が−5 以下となる入力遅延区間には，自信あり区間が多く含まれており，速度差のみでは自信の有無を判別することが難しいことを確認した。また，要因ごとの停止時間を調査した結果，入力開始停止時間，削除後停止時間などに着目することで，入力速度が遅いにもかかわらず自信がある区間を除外できる可能性を示した。

今後は，本研究で得られた停止時間の特徴を基に，入力遅延要因の判別方法について検討するとともに，その判別結果を従来法に組み合わせることで，学習者の自信がない箇所をより高精度に検出する手法について検討する。

## 参考文献

(1) 西澤泰彦 : “多人数講義における問題点と教育方法”，名古屋高等教育研究，第 6 号，pp. 52-56 (2006).
(2) 宇治橋祐之，渡辺誓司 : “ GIGA スクール構想と「オンライン学習」に向けたメディア利用～2020 年度「新型コロナ下の小学校，中学校，特別支援学校でのメディア利用に関する調査」から～”，メディア研究部，pp.50-58（2021）.
(3) 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，pp. 161-162 (2015).
(4) 米満潔，梅崎卓哉，藤井俊子，江原由裕，穂屋下茂，角和博，高崎光浩，大谷誠，大月美佳，皆本晃弥，岡崎泰久，渡辺健司，近藤弘樹 : “Moodle と XOOPS を基盤とした大学の要求を考慮した学習管理システムの開発と運用”，情報処理学会論文誌，Vol. 48，No. 4，pp. 1710-1718 (2007).
(5) 加藤利康 : “授業支援システム Moodle における小テスト結果からの理解度不足の検出機能の提案”，学習分析学会論文誌，２巻，pp. 1-10 (2018).
(6) 鈴木康平，高瀬治彦，北英彦 : “記述式演習からの学習者の自信がない箇所の入力過程を用いた逐次検出に関する一検討”，PC カンファレンス 2023，pp. 237-239 (2023).

# 生成 AI による学級経営コンサルテーション：教師の意思決定支援モデルの提案

齊藤 勝[*1]・片瀬 桂[*2]・小林 信三[*3]
Email: masaru.saito@thu.ac.jp

*1：帝京平成大学人文社会学部
*2：京都嵐山桂行政書士事務所
*3：NPO 法人コンソーシアム TIES 附置研究所

◎Key Words　生成 AI，学級コンサルテーション，意思決定支援

## 1. はじめに

学校教育において，学級経営はすべての教育活動の基盤をなすものであり，児童生徒の認知的・社会的発達を支援し，社会で自立するための力を育む極めて重要な営みである（酒井・藤原,2025）。しかしながら，多様な教育的ニーズを抱える児童生徒が在籍し，社会的背景が複雑化する今日の教室環境において，学級担任が単独で学級集団をマネジメントし，最適な学習環境を維持することは困難を極めている。酒井・藤原（2025）が指摘するように，教員養成の段階で学級経営について体系的に学ぶ機会は乏しく，教員は現場に出てから先輩の姿を見たり，試行錯誤を繰り返したりしながら暗黙知的にスキルを獲得していくことが一般的である。とりわけ，近年の教員の大量退職と新規採用の増加に伴い，学校現場の年齢構成は必ずしも均一ではなく，経験豊かな熟練教員から若手教員へのノウハウの継承が構造的に難しくなっている。結果として，学級経営の質が教員個人の経験や勘，あるいは属人的な文化論に依存し，学級の状態に格差が生じやすい土壌が形成されているのが現状である。

一方，企業経営の領域に目を向けると，デジタル技術の飛躍的進展に伴う「超高速化社会」を迎え，生成 AI および AI エージェントの導入が急速に進展している。松延（2025）は，超高速化社会においては環境変化への即応と個別最適化が企業競争力の鍵となるため，膨大なデータからのパターン抽出や定型オペレーションを AI に委ね，人間は複雑な文脈を踏まえた問題解決や高度な意思決定に専念するという「ハイブリッド型の意思決定モデル」が不可欠であると論じている。さらに，清家（2025）はソニーグループの事例に着目し，先進的な企業が「データドリブン経営」を各事業で強力に推進していると言及している。そこでは，グローバルなデータサイエンスの活用により意思決定のスピードを飛躍的に向上させているだけでなく，AI エージェントが経営の根幹に関わるタスクを人間と協働して遂行する段階へと移行しつつある。

こうしたデータドリブンな AI 利活用の潮流と比較すると，教育の要である学級経営の領域においては，客観的なデータに基づく意思決定の導入が著しく遅延していると言わざるを得ない。学級内の複雑な人間関係や児童生徒の心理的状態を把握し，適切な指導行動へと変換するプロセスは，依然として教師個人の経験と勘に基づく主観的な判断に委ねられることが多い。学級経営の属人化を防ぎ，エビデンスに基づく実践を実現する手立てとして，教員間での相互コンサルテーションやピアフィードバックの有効性がこれまで指摘されてきた（酒井・藤原,2025）。しかしながら，指導力の高い教員間や心理的安全性が十分に確保された集団であれば機能するものの，現在の学校現場においてこれを一般化するには多くの障壁が存在する。

とりわけ，前田・井口（2025）は，新任教員に対する学級経営コンサルテーションの効果を検証した研究において，客観的なフィードバックが視野の広がりをもたらす一方で，経験年数が浅い教員にとっては「評価されることへの抵抗感」がその受容を妨げる要因となることを浮き彫りにしている。自身の学級経営の実態を他者に開示し，直接指摘を受けることは，強い重圧や心理的負担を生み，純粋な内省を阻害してしまうのである。事実に基づいた客観的な学級状態の分析を提供するためには，AI を活用した学級コンサルテーション・システムの導入が極めて有効である。教師の主観を排除し，データに基づいて分析・提示する AI は，教師にとって「評価を下す上司」ではなく，「客観的な壁打ち相手」として機能する。AI を介在させることで，対人関係における防衛機制を下げ，指導の改善に焦点を当てたリフレクションを安全に促進することが可能となる。

そこで本研究では，標準化された学級アセスメントデータと生成 AI を統合し，教師の経験や勘に依存しがちであった学級経営を構造的に可視化するモデルを提案し，迅速かつ的確な意思決定を支援する次世代の教育 DX システムの構想を論じる。

## 2. 研究概要

本研究は，学級経営を中核に据えた「教室状況認識」の知見を基盤とする。若松ら（2023）によれば，教室は「多元性」「同時性」「即時性」を内包する複雑な環境であり，教師は絶え間なく生じる事象を「知覚・理解・投影」のプロセスでリアルタイムに認識する必要がある。本研究では，この高度な認識プロセスを AI で補助するために，曼荼羅の構造と思想をモデルとした「DMM：デジタル・マンダラ（以下，DMM）」をインターフェースに採用する。曼荼羅は，複雑な概念や体系を論理的かつ幾何学的に配

置・構造化し、視覚的に表現する特徴を持つ。この構造を教育システムに援用することで，複雑で属人的になりがちな学級経営の課題を，論理的かつ可視化された枠組みへと変換することが可能となる。

小林ら（2023）が開発したプラットフォームは，曼荼羅の構造をモデルとしたDMMを中核に据え，生成AIを統合することで効果的な授業支援を実現するものである。本来、思考の可視化と目標達成の明確化のために開発されたDMMの「構造的視覚化」という設計思想に着想を得て，本研究では学級経営における体系的な構造の表現と，そこからの意思決定支援へと応用展開を図る。

DMMは，中心概念とその周辺概念を3×3のマトリクス構造（中心1要素＋周辺8要素）で階層的に配置し，各要素間の垂直的・水平的な繋がりを直感的に把握可能にする視覚的表現手法である。学級経営における多面的な要素を曼荼羅状に配置することで，教師は自身の現在の指導状況や学級の課題を鳥瞰的に捉え，メタ認知活動を促進することが可能となる。

## 3. 提案システムの基本構想

### 3.1 DMMによる学習構造の可視化

開発するアプリケーションのインターフェースの中核において，学級経営を構成する主要な視点を「DMMモジュール」として捉える。各マスに配置された指導指標は，河村（2010）が示した「ルールの確立」「リレーションの確立」「意欲の活性化」「自治性の確立」という望ましい学級集団の4要素を網羅するよう配置されている。

教師はこの3×3の構造を操作することで，中心となる指導概念とそれを取り巻く8つの具体的な行動指針との論理的な結びつきを確認できる。この構造的な可視化により，漠然とした学級経営上の判断を，根拠に基づいた「知の体系」へと整理することが可能となる。



図1 DMMのUI（ユーザーインターフェース）構成例

### 3.2 客観的アセスメントツールとの統合とAIによる分析

本モデルの独自性は，DMMの構成要素として，標準化された学級アセスメントである「WEBQU」などの理論的枠組みを精緻に組み込んだ点にある。WEBQUとは，質問紙調査によって学級集団の状態（満足型，管理型，ゆるみ型，崩壊型等のタイプ）を診断し，担任の指導行動と児童の対人関係欲求のズレを客観的に把握するアセスメントツールである。

本研究では，WEBQUの開発者である河村茂雄氏の許可を得て，主要な書籍・論文から64のキーワードを抽出・構成した。具体的には，「学級状態のアセスメント」「ゼロ段階の確立」「教師のリーダーシップ」「ソーシャルスキルの育成」「集団発達に合わせた指導の移行」「インクルーシブな学級づくり」「協同的な学びの仕組みづくり」「ICTの効果的な活用」という8つの主要カテゴリを設定している。これら8カテゴリの下層に，それぞれ8つずつの具体的な教師の指導行動（Do）を配置することで，計64マスの行動指標が網羅的に提示される。この多層的なマトリクスに，学級力アンケートなどの集団の状態情報や教師の自己評価データを入力し，生成AIがその背後にある集団の力学や潜在的なリスクを構造的に分析・診断する仕組みを構築した。

### 3.3 ICEアプローチに基づく主体的指導の促進

本研究における学習支援の基本フレームワークとして，ICEアプローチ（Ideas: 基礎的知識，Connections: つながり，Extensions: 応用）を意識的に組み込む。

・Ideas（基礎的知識）：アセスメント結果や指導の基礎知識をシステムが提示する。

・Connections（つながり）：DMMを用いて，特定の子どもの行動変容を学級全体の「リレーション」や「ルール」と結びつけ，個別の支援が全体の学級風土にどう影響するかを構造的に捉える。

・Extensions（応用）：AIの助言を基に，日々の学級経営において「架け橋対応（アドボカシー）」を実践し，集団の中での個の成長を促すという，より高度な教師行動へ発展させる。

### 3.4 提案モデルの設計と実証アプローチ

本研究で提案する生成AIによる学級コンサルテーション・モデルは，これまで暗黙知とされていた学級経営のノウハウをDMMによって構造化し，AIによる客観的かつ心理的障壁の低いフィードバックを提供するものである。今後の展開として，本システムの実証的検証を通じ，AIによるコンサルテーションが教室環境の最適化にいかに寄与するか，その定量的な効果測定を進めていく。同時に，生成AIが提供する助言の精度向上や，ハルシネーションの抑制，プロンプト設計の最適化といった技術的課題の克服にも取り組んでいく。

## 4. 研究のデザインと今後の展開

本研究で提案する生成AIによる学級コンサルテーション・モデルは，これまで暗黙知とされていた学級経営のノウハウをDMMによって構造化し，AIによる客観的かつ心理的障壁の低いフィードバックを提供するものである。

本研究の構築にあたっては，梶原（2025）が医療現場におけるオンプレミス型生成AI導入で示した「院内完結型システム」の知見を援用する。児童生徒の機微な情報や，教師個人の内省データを含む学級経営ログは，外部クラウドに依存せず，安全なローカル環境またはクローズド

なセキュアクラウド内で処理することを前提とする。これにより，情報流出リスクを最小化し，守秘義務を遵守しながら高度な AI コンサルテーションを実現する。今後の実証実験では，この安全なプラットフォーム上で，教師の意思決定変容がどのように指導行動の質を高めるかを検証する。

## 5. 期待される効果

生成 AI は，DMM を通じて可視化されたデータに基づき，学級経営において「成果を上げた教師」に共通する特性へと導くための最適な介入策を提示する。実証的な調査によれば，成果を上げる教師には，①指導と援助のバランスがよい，②援助に関して「インクルーシブ」の意識が高い，③情報活用の頻度と活用スキルが共に高い，という 3 つの明確な特徴が存在する。

第一に，指導と援助のバランスについて，AI は PM 理論における「目標達成機能（P 機能）」と「集団維持機能（M 機能）」の偏りを客観的データに基づき解析する。例えば，規律に偏った「管理型学級」や，ルールのない「なれあい型学級」の兆候を早期に検知し，誰もが安心できる「満足型学級（PM 型）」へと向かうための具体的なアプローチを提案する。

第二に，インクルーシブの意識に関して，AI は教師の指導が対象児への 1 対 1 の「個別対応」に終始していないかを評価する。深沢・河村（2020, 2021）の知見が示すように，成果を上げる教師は，誰もが過ごしやすい「全体対応」の環境整備と同時に，対象児の特性を周囲に分かりやすく通訳する「架け橋対応（アドボカシー機能）」に長けている。AI は，異質なものを排除しようとする同調圧力を防ぎ，他者を助ける「愛他性」を学級全体に育むための具体的な介入ステップを明示することで，真にインクルーシブな学級集団の構築を支援する。

上記と併用し，ポジティブ行動支援（PBS）の枠組みを統合することで，より効果的な支援を実現する。PBS は，行動に関する反復測定データを活用し，ポジティブな行動が生起しやすい環境調整とフィードバックを行うプロセスである。本システムは，日々の学級経営ログから「ほめるべき瞬間」を AI が抽出・提示する機能を実装することで，教師が応用行動分析学（ABA）の ABC フレームに基づく「結果事象に対する支援（ポジティブフィードバック）」を習慣化できるようにする。

第三に，AI 活用は教師の「情報活用能力」を伸長させる効果も有する。これは，個別最適な学習や協働学習の文脈において，AI が提示するデータを根拠として教師がいかにアシスティブ（支援的）な取り組みを設計できるかという高度なメタ認知能力の向上を指す。

この AI コンサルテーション・システムを日常的に利用し，客観的な遂行データに基づいて支援の変更や付加を行う反復プロセス自体が，教師自身の情報活用スキルとアセスメント能力を持続的に高める訓練として機能し，経験の浅い教員であっても的確な意思決定を可能にするものであると考える。

## 6. 専門的知見の構造化による AI 助言の信頼性と責任の所在

AI を活用したコンサルテーションにおいて，最も重要となるのが「説明責任（Accountability）」である。影浦ら（2025）が企業経営における AI 倫理の観点から論じるように，AI が業務上の判断を下す際，そのロジックがブラックボックス化することは重大なリスクを孕む。教育現場においても，AI が提示した介入策が「なぜその策なのか」「どのようなデータに基づいているのか」が教師に説明されなければならない。この課題に対し，本システムは曼荼羅の幾何学的思想をモデルとした「3×3 の構造体」をインターフェースに採用することで，論理の透明性を担保する。曼荼羅が真理を細分化して論理的に提示するように，3×3 の構造体は，一つの中心的な学級経営課題を 8 つの具体的な指導行動（Do）へと明確に分節化する。これにより，AI が提示する介入策が DMM 上のどの指導要素を根拠としているかが可視化され，AI の助言は論理的な根拠を持った「説明可能な AI（XAI）」として機能する。教師は AI を盲従するのではなく，可視化されたロジックを通じて納得のいく意思決定を下し，自身の責任において主体的に実践を選択することが可能となる。

さらに本研究では，生成 AI の回答精度と教育的妥当性を担保するため，WEBQU の開発者である河村茂雄氏の許可を得て，河村の主要な知見を「コンサルテーションの基盤」としてシステムに精緻に実装している。一般的な生成 AI はインターネット上の広範な情報を統計的に結びつけるため，ハルシネーション等の不正確な出力リスクを排除できない。これに対し本システムは，河村が提唱する学級集団発達や対人関係欲求に関する理論を学習・構造化させることで，いわば「河村ブレイン」を実装している。これにより，的外れな助言や教育的観点から逸脱した出力を抑制し，学術的妥当性を保持した信頼性の高い支援を実現する。

本研究は，こうした「3×3 構造による論理の明示（XAI）」と「専門的知見による精緻な制約」という二重の構造により，教育現場における AI 倫理と説明責任を技術的・構造的に具現化する。これにより，学校現場に適合した，安全かつ効果的な意思決定支援モデルの構築を企図している。

## 7. まとめと考察

本研究は，教員の世代交代に伴う暗黙知の継承困難や，属人的な指導による学級間格差，さらには若手・新任教員が抱えるピアフィードバックへの心理的抵抗感といった構造的課題を解消するため，生成 AI と DMM を活用した新たな学級コンサルテーション・モデルを提案した。客観的なデータ分析と具体的な改善策の提示を AI に代替させることで，教師は「他者から評価される重圧」から解放され，心理的安全性が担保された状態で自身の指導を振り返ることができる。これは，個人の経験や勘に依存しがちであった学級経営のノウハウを構造化し，すべての教員がエビデンスに基づく質の高い意思決定を行うための極めて有効なアプローチである。

教育現場において，AI 技術は人間の教員に完全に取って代わるのではなく，教員の専門性を拡張し，児童生徒とのより豊かな人間関係を構築するための時間を創出する「パートナー」として機能することが求められる。

今後の展望として，本システムを実際の教育現場に導入し，教師の意思決定変容や児童生徒の適応感向上に対する定量的効果を実証的に検証していく。さらに，学びの

ユニバーサルデザイン（UDL）の視点をシステムに統合し，AI の助言を多様な教育的ニーズに応じたアダプティブな支援へと昇華させることで，教師の負担軽減と誰一人残さないインクルーシブな学級経営を両立する，次世代の教育 DX モデルの確立を目指していく。これは単なる効率化の追求ではなく，教師が児童生徒一人ひとりと深く関わり，成長の瞬間を見逃さないための「時間を創出するパートナー」としての AI 活用である。

## 参考文献


(1) 影浦亮平, 藤嶋大介, 堀口朋亨 : 企業経営における AI 活用の倫理的課題―経済産業省の「AI 事業者ガイドライン（第 1.0 版）」を手掛かりに―,千葉商大論叢,第 63 巻,第 1 号, pp. 37-52（2025）.

(2) 梶原晃 : オンプレミス型生成 AI 導入による病院内業務の効率化に関する研究―久留米大学病院における中核的経営戦略ツールとしての活用案―, 医療経営と病院管理, 第 7 号, pp. 31-46（2025）.

(3) 河村茂雄 : 日本の学級集団と学級経営, 図書文化（2010）.

(4) 清家彰敏 : ソニーグループの顧客満足経営における AI エージェント導入の問題についての試論, 年次学術大会講演要旨集,第 40 号, pp. 539-544（2025）.

(5) 齊藤勝, 片瀬桂, 武沢護 : 学習履歴の可視化と AI 分析に基づく子どもの主体性を育む学習環境の構築（2025）.

(6) 酒井佳代, 藤原寿幸 : 学級経営の充実をめざした実践, 教育デザイン研究, 第 16 巻, pp. 156-165（2025）.

(7) 小林信三, 青木成一郎, 土持法一, 小林祐也, Nepal Ananda（2023）: 生成 AI・MANDALA・ICE アプローチを取り入れた主体的な協調型学習の提案, 情報処理学会情報教育シンポジウム論文集, 2023 巻, pp. 109-116（2023）.

(8) 前田美穂, 井口武俊 : 新任教員に対する学級経営コンサルテーションの効果と課題, 日本教育心理学会第 67 回総会発表論文集（2025）.

(9) 松延智彦 : 超高速化社会と AI―超高速化社会の到来と AI がもたらすもの, 知的資産創造, 2025 年 5 月号（2025）.

(10) 松山康成 : エビデンスに基づく実践を実現するポジティブ行動支援, 特集 学校経営と授業 UD, pp. 30-33（2024）.

(11) 若松美沙他 : 特別活動を中核に据えた学級経営実践者の教室状況認識, 広島文教教育, 第 38 巻, pp. 31-40（2023）.

# 自由な発想と対話を促すゲーム型教材の開発と教員研修
## —生成 AI の普及を背景として—

岡野健人[*1]・古谷成司[*2]・水川史也[*3]・水嶋未来[*3]・鈴木友[*3]
Email: kento.okano.research@gmail.com

*1：千葉大学大学院　教育学研究科
*2：千葉大学教育学部　非常勤講師
*3：株式会社エフアイシーシー

◎Key Words　　生成 AI，ゲーム型教材，教員研修

## 1.　はじめに

生成 AI の普及により、文章作成・情報整理・アイディア生成などを容易に行える環境が広がっている。教育現場においても、生成 AI を授業や校務にどのように活用するかが重要な課題となっている。一方で、生成 AI を活用すれば多様な案を短時間で得られるからこそ、子どもたちが生成 AI に頼りすぎることなく、自ら考え、他者と対話しながら発想を広げる学習機会をどのように設定するかが問われるようになってきている。特に、明確な正解が一つに定まらない課題に取り組む際には、子どもたちが自分なりの考えを持ち、また他者の考えに触れながら思考を広げていくことも重要であると考えられる。以上をふまえると、子どもたちが自由に発想する力や、正解のない問いに対峙する力をいかにして育成していくのかということが課題となる。しかし、そのような授業実践のデザインについて、教員が具体的なイメージを持つことは、必ずしも容易ではない。

そこで本稿では、子どもの自由な発想と対話を促すゲーム型教材「モヤヤヤン」を小学校教員が体験する教員研修の実践について報告する。なお、「モヤヤヤン」は本来、子どもを対象とした教材である。研修では、教員がまず学習者の立場で本教材を体験し、その体験をもとに、子どもたちの発想や対話を促す活動として学校現場でどのように活用できるかを検討した。本稿では、研修後アンケートの記述をもとに、教員研修における「モヤヤヤン」の実践の意義や、「モヤヤヤン」の学校現場への実装可能性について探索的に検討する。

## 2.　教員研修の概要

実践は、生成 AI の教育利用を主題とする小学校教員対象の教員研修として 2026 年 1 月に実施され、約 60 名が参加した。研修ではまず、生成 AI の利点・仕組み・リスク・教育利用における基本的な考え方について確認した。そこでは、生成 AI は学びを深めるための道具であり、使用そのものを目的化しないこと、誤情報や偏りなどの限界を理解した上で活用する必要があることが示された。また上記のような内容を子どもたちにわかりやすく伝える教材として、岡野ら（2026）による教材が紹介された(1)。

次に、学校における生成 AI の活用場面として、学校独自の情報をもとに子どもたちが生成 AI ツールを開発する実践（岡野 2025）などが紹介された(2)。これらは、生成 AI を単に答えを出す道具として使うのではなく、児童の考えを広げたり、学校の学習活動と接続したりする方法を検討するものであった。

その後、生成 AI の活用に伴う課題として、記憶や思考を外部ツールに委ねる危険性などが取り上げられた。総括として、生成 AI を活用することの利便性を確認しつつも、子どもたちが自分で考える経験や、好奇心を持って問いに向き合う経験を重視する必要性が示された。この問題意識を踏まえ、後半では株式会社エフアイシーシーの協力の元、ゲーム型教材「モヤヤヤン」の体験が行われた。

## 3.　ゲーム型教材「モヤヤヤン」のデザイン

「モヤヤヤン」は、子どもが正解のない問いに向き合い、自由に発想し、他者と考えを共有することを促すゲーム型教材である。ゲームは、少人数のグループでプレイする。ゲームには、宇宙人である「モヤヤヤン」が抱える悩みを、アイテムカードである「ドーツカウンカード」を用いて解決するというストーリーが設定されている。子どもたちは、「モヤヤヤン」から提示される悩みを解決するべく、他者と話し合いながら解決策を考えていくことになる。

たとえば、ゲームの中では、「空を飛びたい」といった「モヤヤヤン」の悩み（図 1）が提示される。このミッションに対して、子どもたちは「サッカーボール」「なわとび」「せんぷうき」「ビニール袋」「クッキー」などの様々な道具が記載された「ドーツカウンカード」（図 1）を手がかりに、どのような解決策が考えられるかを自由に検討し、まずは個人の考えをグループ内で共有する。なお検討に当たっては、「せんぷうき」で風を起こし、「ビニール袋」をパラシュートや気球のように用いて空を飛ぶなど、道具本来の用途に限定されない発想も許容・推奨される。各々の考えを共有した後、それを踏まえた上で、個々でもう一度解決策について考え、それをグループ内で再度共有するという流れでゲームが進行する。




図 1　「モヤヤヤン」と「ドーツカウンカード」

本教材の第一の特徴は、多様なアイディアを肯定的に受け止めるルールにある。通常の学習活動では、正しい答えを求めたり、他者から評価されたりすることを意識して、発言をためらう子どもも少なくない。これに対して本ゲーム型教材では、出されたアイディアを直ちに正誤で判断するのではなく、発想の一つとして受け止めることが重視される。これにより、子どもが間違えることへの不安を軽減し、発言しやすい雰囲気を生み出すことが意図されている。この点で、本教材は、自由な発想を促すための心理的安全性を備えた活動としてデザインされている。

第二の特徴は、「ドーツカウンカード」を媒介として子どもの発想を支える点である。子どもに対して、何もない状態で「自由に考えよう」と求めても、かえって発想が難しくなる場合がある。本教材では、手元のカードに示されたアイテムを組み合わせることで、考えるための手がかりが与えられる。カードは答えを示すものではなく、子どもの発想を引き出すためのきっかけとして機能する。このように、「ドーツカウンカード」は、発想を広げやすくするための足場架けとして機能するようデザインされている。

第三の特徴は、グループで対話をしながら解決策を考え、発表する活動にある。本教材では、子どもが個人で考えたアイディアをグループ内で共有し、それをもとに再度解決策を考えていく。このプロセスを経ることで、子どもたちは自分では思いつかなかったカードの使い方や組み合わせ・予想外の解釈等に触れた上で思考を深めていくことができる。つまり、他者の視点に触れ、自分の考えを広げることができるのである。このように本教材は、個人の発想を促すだけでなく、対話を通して発想を拡張できる教材としてデザインされている。

なお、前述のようなゲームデザインの根底には、異なる視点や思考を掛け合わせることで新たな可能性を生み出す「クロスシンク」の考え方が取り入れられている(3)。本教材においても、子どもは一人で完結した答えを出すだけでなく、他者の考えを聞き、それらを組み合わせながら自分の考えを発展させていく。「モヤヤヤン」における対話では、単なる意見交換ではなく、異なる視点を掛け合わせて新しい発想を生み出す活動が目指されているのである。

以上のように、「モヤヤヤン」は、宇宙人の悩みを解決するというストーリー、正解のないミッション、「ドーツカウンカード」による発想支援、グループでの対話を組み合わせることで、子どもが自由に発想し、対話しながらアイディアを練り上げていくことの楽しさを体験できるように設計されている。

## 4. アンケート結果と考察

研修後に、参加者を対象にアンケートを実施した。アンケートの有効回答件数は56件であった。アンケートでは、生成AIの学校現場での活用に関する意見と、ゲーム型教材「モヤヤヤン」に関する感想を尋ねた。

生成AIの活用については、授業準備・学級活動・行事の計画・児童の考えへのコメント作成などに活用できるという肯定的な記述がみられた。特に、教員がアイディアを広げたり、教材作成の補助として用いたりすることについては、有効性を感じている参加者がみられた。一方で、児童に直接活用させることについては、発達段階・情報の正確性・使い方の指導・思考力への影響などを踏まえ、慎重に扱う必要があるという意見もみられた。

「モヤヤヤン」に関する自由記述では、自由に発想することの楽しさや、他者の考えに触れることの面白さに言及する肯定的な記述がみられた。また、生成AIの便利さを認識しつつも、それだけでは代替しにくい人間同士の対話や、未完成な考えを出し合う活動の価値に気づいていた可能性がうかがえた。加えて、正解を一つに定めない問いに対して、さまざまな考えが出ることや、他者の発想をきっかけに自分の考えが広がることを肯定的に捉えていた記述もあった。また、ゲーム形式であることにより、話し合いへの参加のハードルが下がる可能性も示唆された。こうした結果から、教員研修における「モヤヤヤン」の実践は、生成AI時代において、子どもが自ら考え、他者と対話しながら発想を広げる活動の意義を、教員が体験的に捉える契機となった可能性がある。また、「モヤヤヤン」の学校現場への実装可能性についても、肯定的な記述がみられた。

一方で、実際に学校現場で活用する際の課題も示された。特に、低学年で実施する場合には、ルール理解への支援や、ミッションの難易度調整の必要性が示唆された。また、自由に発想するだけで終わらせず、出された考えをどのように共有し、深め、振り返りにつなげるかが重要であるとの示唆を得た。「モヤヤヤン」を授業で活用する際には、ゲームの実施方法だけでなく、活動後の対話や振り返りを含めた授業デザインが求められる。

## 5. おわりに

本稿では、子どもの自由な発想と対話を促すゲーム型教材「モヤヤヤン」を小学校教員が体験する研修の実践について報告した。研修では、生成AIの教育利用の可能性を確認するとともに、生成AIに思考をゆだねすぎることへの課題意識を共有した。その上で「モヤヤヤン」の体験を行った。アンケート等の結果から、参加者は体験を通して、正解のない問いに対して自由に発想することや、他者の視点に触れることの意義を捉えていたことがうかがえた。以上より教員研修における「モヤヤヤン」の体験は、生成AI時代において、子どもが自ら考え、他者と対話する活動の価値を、教員が体験的に検討する機会を提供しうることが示唆された。また、参加者の記述からは、「モヤヤヤン」を学校現場で活用することに対する肯定的な見通しもうかがえた。今後は、実際の学校現場での活用を通して、子どもたちの発想や対話がどのように促されるのか等を検討していく必要がある。

## 参考文献

(1) 岡野健人, 古谷成司, 和田翔太, 藤川大祐 : “生成AIについて学ぶ小学校向け教材の開発と授業実践”, 授業実践開発研究, 19, pp.31-40（2026）.

(2) 岡野健人 : “生成AIについて学ぶ小学生向け授業プログラムの開発―オリジナル生成AIツールの製作を通して―”, 授業実践開発研究, 18, pp.21-30（2025）.

(3) 株式会社エフアイシーシー : “よい対話ってなんだろう？自分を見失った時、クロスシンクによって得た学び”, https://www.ficc.jp/inside/20220315/（2026年6月29日最終確認）（2022）.

# インタラクティブ動画の視聴ログを活かした小児看護学概論の授業改善

菊原美緒*1・上田恵*1
Email: m.kikuhara@kyoju.ac.jp

*1：令和健康科学大学看護学部看護学科

◎Key Words　学習ログ，看護基礎教育，学習可視化

## 1. はじめに

看護基礎教育では，受講者が多い大人数科目において，個々の学生の理解度を把握し，その情報を授業改善へ結びつけることが課題となっている。とりわけ講義中心の概論科目では，教員が学生のつまずきをその場で把握しにくく，改善の手がかりを得る機会が限られる。近年，LMS やオンデマンド教材の普及により，視聴時間や再生・一時停止などの学習履歴データの蓄積が可能となり，学習者の行動パターンを把握する学習分析（ラーニング・アナリティクス）が進められている[1]。

一方で，受動的な動画視聴のみでは学習効果が限定的であることが指摘されており[2][3]，視聴回数や再生時間といった行動指標だけでは，学習者の思考過程や理解の深さを十分に捉えることは難しい。動画教材に問いを埋め込むインタラクティブ動画は，受動的学習から能動的学習への転換を促す手法として注目され，即時テスト成績や知識の保持率を向上させることが報告されている[4]。学習活動を認知的関与の深さによって分類する ICAP モデル[5]に照らせば，視聴しながら問いに答える行為は学習者の関与を高め，即時フィードバックを通じて自己調整学習（Self-Regulated Learning）を支援する点でも教育的合理性を有する[6]。

こうした背景のもと本実践では，事後学習に導入したインタラクティブ動画の学習ログを活用し，教員が翌週の授業改善に活かす仕組みを検討した。本稿では，その取り組みの概要と得られた示唆を報告する。

## 2. 方法

### 2.1 対象と科目

2 年次配当の「小児看護学概論」（受講者約 90 名）を対象とした。本科目は大人数の講義科目であり，事後学習の充実が課題であった。

### 2.2 インタラクティブ動画の設計

事後学習用の動画教材に複数の問いを埋め込み，学生が視聴しながら理解度を確認できるよう設計した。視聴時間は 5〜7 分とした。問いは要点の確認を目的とし，回答の正誤が記録される形式とした。単元の内容に適応した国家試験の過去問題から選択問題を 5〜7 問、学習目標に関する記述問題を 1 から 2 問、学生自身が問題を考えるなどの工夫をした。

### 2.3 取得したログと分析方法

取得できる視聴ログ（再生完了率, 視聴回数, 未再生率）と回答ログ（設問別正答率）を収集した。これらを集計し，多くの学生が離脱した箇所と正答率の低い設問を特定したうえで，次回授業の重点箇所を再設計した。なお，ログは学生個人の評価には用いず，授業改善のための資料としてのみ利用した。

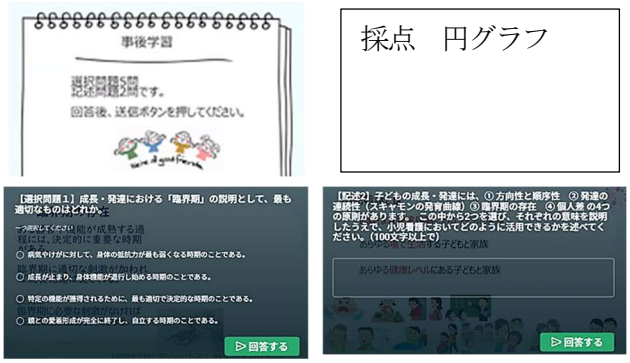



写真 1　インタラクティブ動画の一例

## 3. 結果

事後学習として配信した動画教材について，配信後 1 週間と中間テスト終了までの 2 期間の視聴ログを表 1 に示す。配信後 1 週間では，表示 361 回のうち再生開始は 186 回（52%），再生完了は 99 回（再生完了率 27%），合格率は 63%であった。中間テスト終了までの累計では，表示 677 回，再生開始 416 回（61%），再生完了 220 回（再生完了率 32%），合格率 67%へと増加した。期間の経過とともに視聴開始率・再生完了率・合格率がいずれも上昇しており，配信直後だけでなく中間テストに向けて継続的に視聴と学習が行われたことが示された。

表 1 視聴ログと合格率（配信後 1 週間と中間テスト終了までの比較）

| 指標 | 配信後 1 週間 | 中間テスト終了まで |
|---|---|---|
| 表示回数 | 361 | 677 |
| 未再生 | 175（48%） | 261（39%） |
| 再生開始 | 186（52%） | 416（61%） |
| 再生完了数 | 99（27%） | 220（32%） |
| 合格率 | 63% | 67% |

ログの分析から，視聴の離脱が集中する箇所と正答率の低い設問を特定できた。これらの結果をもとに，次回授業では説明の順序を調整し，つまずきの多い内容について補足資料を追加することができた。

配信から中間テストまでの期間における週別の視聴回数を図 1 に示す。視聴は配信直後の週に最も集中し（約 228 回），いったん低調になった後，中間テストを控えた週に再び増加した（約 125 回）。この再増加は，学生が試験前に教材を見直す学習行動を反映していると考えられ，インタラクティブ動画が事後学習だけでなく試験前の復習教材としても活用されていることが示唆された。

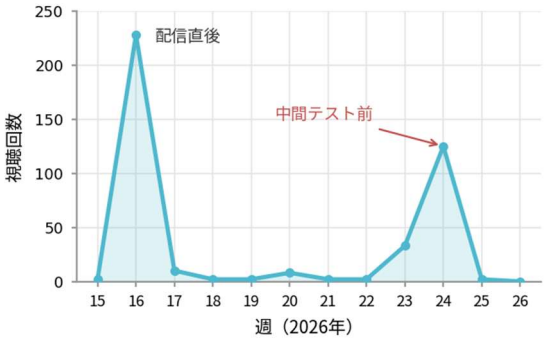



図 1 週別の視聴回数（配信直後と中間テスト前に増加）

## 4. 考察

本実践において学習ログは，学生個人を評価する指標ではなく，教員自身の授業を見直し，磨くための指標として機能した。視聴の離脱箇所や低正答の設問は，説明の不足や提示順序の課題を具体的に示し，翌週の授業設計に直接反映することができた。

また，配信後 1 週間から中間テスト終了までの間に，再生開始率（52%→61%），再生完了率（27%→32%），合格率（63%→67%）がいずれも上昇した。とりわけ週別の視聴回数が中間テスト前に再び増加したことは，学生が試験を契機として教材を見直したことを示しており，インタラクティブ動画が事後学習と試験前復習の双方を支える教材として機能したと考えられる。

また本取り組みは，特別な分析環境を必要とせず，既存のインタラクティブ動画教材から得られるログを用いて小規模に開始できる点に特徴がある。こうした手軽さは，継続的な授業改善を支える持続可能なモデルとして示唆に富む。さらに，自己調整学習（Self-Regulated Learning）を支援する点については，学生が中間テストを見据えて自ら視聴のタイミングを選び，教材を繰り返し見直していたことが，予見・遂行・自己内省という自己調整学習のサイクルの一端を反映していると考えられる。動画内に配置した問いと即時のフィードバックは，学習者が自らの理解状態を点検し，その後の学習行動を調整する契機となり得る。

一方で，未再生が配信後 1 週間で 48%，中間テスト終了時点でも 39%を占めたことは，配信した教材に取り組まなかった学生が一定数存在したことを示している。ただし，視聴はしたものの回答後に送信操作を完了しなかったなど，操作上の要因によりログ上「未再生」として記録された可能性も否定できず，ログの解釈には留意が必要である。今後は，配信方法や操作方法、視聴を促す仕掛け，問いの設計を改善するとともに，複数回の配信や他科目への展開を通じて効果を検証する必要がある。

## 5. おわりに

本稿では，インタラクティブ動画の視聴ログを活用した小児看護学概論の授業改善の取り組みを報告した。学習ログは教員の授業改善を支える有用な手がかりとなり，小規模から始められる持続可能な改善モデルとしての可能性が示された。今後は対象や配信回数を広げるとともに，動画内に記述式課題を配置し，回答を AI ルーブリック評価により分析することで，視聴ログだけでは捉えられない理解の質や思考の深さを可視化する学習分析へと発展させることが課題である。これらを通じて，学習成果との関連を含めた教育評価モデルの構築を継続的に検討していきたい。

## 6. 参考文献

(1) Yoon, M., Lee, J., Jo, I.-H. : Video learning analytics: Investigating behavioral patterns and learner clusters in video-based online learning, The Internet and Higher Education, 50, 100806 (2021).

(2) Koedinger, K. R., Kim, J., Jia, J. Z., et al. : Learning is not a spectator sport: Doing is better than watching for learning from a MOOC， Proceedings of the Second ACM Conference on Learning @ Scale，pp.111-120 (2015).

(3) Seo, K., Dodson, S., Harandi, N. M., et al. : Active learning with online video: The impact of learning context on engagement, Computers & Education，165，104132 (2021).

(4) Schacter, D. L., Szpunar, K. K. : Enhancing attention and memory during video-recorded lectures， Scholarship of Teaching and Learning in Psychology，1 (1)，pp.60-71 (2015).

(5) Chi, M. T. H., Wylie, R. : The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes， Educational Psychologist，49 (4)，pp.219-243 (2014).

(6) Zimmerman, B. J. : Becoming a self-regulated learner: An overview，Theory Into Practice，41 (2)，pp.64-70 (2002).

# 360 度カメラを活用した盗撮被害の防止を目的とした小学校向け KYT 教材の開発

福嶋紳[*1]・酒井郷平[*2]
Email: 23111115a@sz.tokoha-u.ac.jp

*1：常葉大学 教育学部
*2：常葉大学 教育学部

◎Key Words　危険予測トレーニング，情報モラル教育，360 度カメラ，小学生

## 1. はじめに

近年，学校現場における児童生徒に対する盗撮による犯罪が増加しており，教員や児童による学校内での盗撮の事例が多数報告されている。[(1)(2)]学校現場で児童生徒を対象とした性暴力犯罪の増加を受けて，2022 年には「わいせつ教員対策新法」が施行された。しかし，教員によるわいせつ事案は横ばいで減少していないのが現状である。[(3)(4)]これらの事件は，ICT 機器の急速な普及が要因の 1 つとして挙げられる。ICT 機器によるトラブルを防ぐため，最近では情報モラルを身に付ける必要性が指摘されており，情報モラル教育に関する授業・教材の開発が行われている。情報モラルとは，「情報社会で適正な活動を行うための基になる考え方と態度」であり，子どもたち一人一人が他者への影響や自己の健康などを考えながら，ICT 機器を適切に使うために必要な力である。[(5)] GIGA 端末の利用においても，活用の側面だけではなく，情報モラルも併せて指導していくことが情報活用能力の育成においては重要である。しかし，盗撮被害を防ぐという視点での情報モラル教材は少なく，バリエーションもあまり存在しないため，被害を防ぐために十分寄与しているとは言えない。実際，文部科学省が作成している情報モラル教育ポータルサイトにも盗撮におけるコンテンツは存在していない。[(6)]そこで本研究では，児童が盗撮から身を守るために，具体的な予測力を身につける教材を開発することを目的とする。

## 2. 研究の方法

### 2.1 教材開発の視点

加害者にアプローチする教材の開発を検討したが，加害行動の抑止を目的とした授業は，個人の規範意識や心理的要因，モラル，欲求に深く関わるため，集団で授業をする学校教育のみでの行動変容には一定の限界がある。そこで，児童自身が危機的状況を認知し，回避するための被害防止能力の育成を目指す。本教材では，安全教育の視点から危険予測トレーニング(KYT)の手法を用いる。KYT とは，イラストや写真などから職場や作業の中に潜む危険を見つける訓練である。また，安全教育の効果を高めるために，3DVR を活用した事例も見られる。[(7)]

これらの成果を本教材に応用し，危険な箇所を 360 度カメラを用いた画像で子どもに探してもらうことで盗撮被害に対する予測力を身につけることができると想定した。

### 2.2 教材の概要

場面を更衣室に設定し，計 8 か所に盗撮が疑われるカメラを設置し，360 度カメラで撮影をした。盗撮が疑われる機器として，「①小型カメラ」，「②スマートフォンやタブレットなどの ICT 機器」，「③擬態化したカメラ」を設けた。概要を表 1 に示す。




図 1 360 度カメラを活用した教材

**表 1** 授業の流れ

| T | 内容 |
|---|---|
| 5 分 | 【1. 導入・アイスブレイク】<br>・授業の目的の説明する。<br>・危険（リスク）ってなに？（KYT） |
| 5 分 | 【2. 自分が危険を高めるトラブル】<br>・どんな写真を撮ったらトラブルになりやすいかを「危険」「迷う」「安全」に分類する活動などを通して，自分では気づいていない「リスク」があることを認識する。 |
| 15 分 | 【3. 相手から危険を高められるトラブル】<br>・タブレットを用いたジャイロ操作で更衣室を 360 度見渡し，盗撮に関わる危険を探す。<br>・発見した箇所をワークシートに丸をつける。<br>・答え合わせを解説を交えながら行う。<br>・盗撮を防ぐためにはどうしたら良いのかを考え，グループで共有する。(KYT) |
| 5 分 | 【4. まとめ】<br>・「盗撮に気を付ける」だけではなく，具体的にどんな場所に気を付けなければならないかを予測できる力が大切であることを説明する。 |

## 3. 教材の実践

開発した教材について，本研究は小学校での実践に先立つ予備的実践として教員養成課程の大学 3 年生 64 名を対象に実施した。授業実施前（事前），授業実施後（事後）の 2 回の質問紙調査により，盗撮被害に対する意識変容

について調査を行った。調査項目としては，「①更衣室等を利用したとき，盗撮の被害が起こることを想定することができると思う」，「②自分自身が盗撮にあうかもしれないという危機感を持っていると思う」，「③更衣室等を利用したとき，盗撮被害にあっても気づける自信があると思う」，「④撮影機器がどのような場所・方法で仕掛けられているか知っていると思う」，「⑤更衣室等において，盗撮の被害を防ぐ方法を理解していると思う」，「⑥更衣室等で不審な機器を見つけたとき，自分の身を守るための適切な行動をとることができると思う」，「⑦不審な機器を発見したとき，周囲の目や「勘違いだったらどうしよう」という不安を感じて，行動することをためらうと思う」，「⑧盗撮被害を防ぐためには，更衣室を利用する人の警戒心が重要だと思う」の 8 項目とした。回答方法は，「5：とてもそう思う」～「1：まったくそう思わない」の 5 件法とした。

また，教材・活動に対する評価についても事後アンケートで実施した。調査項目としては，「①盗撮被害を予防するために必要な視点が得られるものでしたか」，「②今日の授業で行った活動は，盗撮の手法や防止方法を理解できるものでしたか」，「③360 度カメラを用いた教材は，盗撮被害の危険箇所を理解する上で効果的でしたか」，「④今日の授業で行った活動は，興味・関心を高めるものでしたか」，「⑤今日の授業で，自分の行動を変えたいと思う内容がありましたか」の 5 項目とした。

## 4. 結果と考察

授業前後の盗撮に対する認識の変化を検証するため，事前と事後の回答に対して平均値と標準偏差を算出し，Wilcoxon の符号付順位検定により分析を行った（**表 2**）。その結果，⑦を除く全質問項目で事後の平均値が事前を上回った。⑦に関しては，事後の平均値が事前を下回っているが，ためらいが減ったことを表しているため，望ましい変化であると言える。したがって，授業直後の時点において，盗撮被害に対し危機的状況を自覚し，回避するための被害防止に対する認識に変化がみられた。

360 度カメラを活用し，どんなところが危険なのかを認識し，盗撮を防ぐためにはどうしたら良いのかを考える活動により，単に「盗撮に気をつける」だけではなく，リスクを自分事として自覚し，具体的に予測する力が必要であると捉え直すことが促されたと考えられる。

**表 2**　盗撮被害に対する認識の変化（*n*=64）

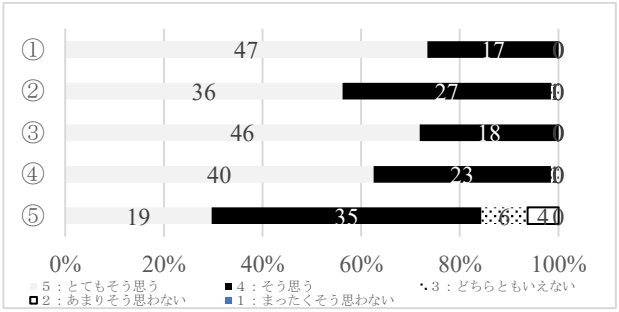
| 項目 | 事前 *M*(*SD*) | 事後 *M*(*SD*) | *Z* | *r* |
|---|---|---|---|---|
| ① | 2.84(1.12) | 4.07(0.76) | 5.79*** | 0.72 |
| ② | 2.45(1.12) | 3.75(0.85) | 5.58*** | 0.70 |
| ③ | 1.73(0.71) | 2.78(0.91) | 5.47*** | 0.68 |
| ④ | 2.34(0.83) | 3.77(0.79) | 5.94*** | 0.74 |
| ⑤ | 1.80(0.64) | 3.53(0.85) | 6.60*** | 0.83 |
| ⑥ | 3.22(0.98) | 3.88(0.80) | 4.25*** | 0.53 |
| ⑦ | 3.34(1.25) | 2.78(1.18) | 3.97*** | 0.50 |
| ⑧ | 3.84(0.99) | 4.39(0.80) | 4.32*** | 0.54 |

*$p$<.05, **$p$<.01, ***$p$<.001

*Z* は Wilcoxon の符号付順位検定の検定統計量，*r* は効果量を示す。

教材・活動に対する評価の結果を**表 3** に示す。全体として，項目①から④は「5：とてもそう思う」が回答数として最も多い結果となった。また，項目③から盗撮被害を自覚する手段として，360 度カメラを用いたことが効果的であったことがうかがえる。一方で，項目⑤は，他の項目と比較して，「5：とてもそう思う」の回答数が少なかった。この結果から，盗撮に対する危機的状況を認識することはできていたものの，リスクに対する自覚までに留まってしまっており，実際の行動変容にまでは繋がらなかったと考えられる。

**表 3**　教材・活動に対する評価（*n*=64）




## 5. おわりに

本研究では，360 度カメラを活用して，盗撮被害の防止を目的とした小学校向け KYT 教材の開発を試みた。教員養成課程の大学生を対象とした予備的な実践では，全質問項目で盗撮に関する認識に授業直後の向上がみられ，教材の一定の有効性が示された。この結果を踏まえ，今後は小学校での実践により，同様の効果があるのかを検討していく。

## 参考文献

(1) テレビ静岡：“担任が女子児童の着替えを隠し撮り…生徒いない間にカメラ設置 当初はウソの説明 悪質とんでも教師を免職【静岡発】”，FNN プレミアムオンライン（2023 年 11 月 16 日）https://www.fnn.jp/articles/-/616803 (2026/06/30 閲覧).

(2) 読売新聞：“女児盗撮，SNS に教員約 10 人参加か…互いに感想「これはいいですね」「見入っちゃいます」”，讀賣新聞オンライン（2025 年 06 月 25 日）https://www.yomiuri.co.jp/national/20250625-OYT1T50122/ (2026/06/30 閲覧).

(3) 吉田浩一：“教職員の性犯罪・性暴力等懲戒事案の推移 ～文部科学省「公立学校教職員の人事行政状況調査」10 年の俯瞰～”，九州女子大学紀要，第 60 巻，2 号，pp.25-36 (2024)．

(4) 文部科学省：“性犯罪・性暴力等に係る懲戒処分等の状況（教育職員）（令和６年度）”，(2025)．https://www.mext.go.jp/content/20251217-mxt_syoto01-000046407_36.pdf（2026/06/30 閲覧）．

(5) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 総則編”，p.86，東京書籍株式会社（2017）．

(6) 文部科学省：“情報モラル教育ポータルサイト” https://www.mext.go.jp/zyoukatsu/moral/（2026/06/30 閲覧）．

(7) 永井徹，田部井優也，渡邊浩大，長田哲平，大森宣暁，新吉高：“軌道系交通との接触事故防止を目的とした 3DVR コンテンツの効果に関する研究”，交通工学論文集，6 巻，4 号，pp.14-21（2020）．

# アナログ情報デジタル化の理解を支援するための AD/DA 変換ツールについて

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 情報社会学部

◎Key Words　アナログ，デジタル，AD/DA 変換，ON/OFF 制御，PWM，PDM

## 1. はじめに

現代の情報社会では、AI の日常的な活用や IoT によるモノのネットワーク化が急激に進行し、仮想空間とフィジカル空間の高度な融合が進みつつある。次期学習指導要領の改訂に向け、中央教育審議会の諮問を受けた議論も行われ、情報教育に関する内容として、小学校における総合的な学習や探究に情報に関する領域を設けることや、中学校や高等学校において情報に関する内容をさらに充実させることがあげられている。中学校においては、技術科を情報・技術科（仮称）とする案も議論され、情報技術の仕組みや原理、仕組みが分からないまま生成 AI を使うリスクの懸念も示されている。しかし、公表されている関連資料等では、「AI を補助的に用いてプログラミングを行う」や「情報技術の原理や社会的影響を科学的に理解し、多様な情報を分析・統合・・・」などの文言が散見される。

日本の教育・技術政策を決定する文部科学省の官僚組織や、中央教育審議会をはじめとする有識者会議において議論を行っている構成員の専門性を考えると仕方のない面もあるのかもしれないが、このような表面的な IT 教育が継続されれば、結果として、ハードウェアやソフトウェアの基盤技術を海外に依存する構造から脱却できず、中長期的な国際競争力の低下を招くことが危惧される。

近年の政策方針においては「理系重視」が強調されているものの、実態としてはコンピュータサイエンスそのものよりも、データサイエンスや統計学的な内容に比重が置かれる傾向がある。これは、コンピュータを単なる道具として捉え、ツールを上手に活用することを重視する従来のユーザー育成思考の延長線上にあり、基盤となる開発力を培う教育が長年十分に機能してこなかった背景に起因する。

そのため、AI ツールの基盤提供、クラウドサービス（AWS、Microsoft Azure）、OS（Microsoft、Apple、Google）、生成 AI の基盤モデル（OpenAI）、および半導体（NVIDIA、AMD、Intel 等）の多くは米国企業が市場を主導しており、近年では中国企業の台頭も著しい 。このようにプラットフォーム市場において海外企業のシェアが高い現状は、国内産業における重大な課題となっている。

初等中等教育のみならず、高等教育においても「文理融合」や「理系人材養成」を目的とした大学・高専機能強化支援事業等の補助金政策により、情報系学部の新設が相次いでいる。しかし、特に私立大学等においては、文理融合の理念や文系学生への門戸拡大の必要性から、線形代数や解析学、あるいは電子工学や量子力学といった基礎的な理論・物理系科目が敬遠される傾向にある。代わりに、数式を極力排除した入門的な情報数学や、実務的な応用科目が多数配置される事例が散見される 。このようなカリキュラムは、従来のオフィスソフト（Excel 等）の利用が、Python のライブラリ利用や生成 AI のプロンプトエンジニアリングに置き換わった側面が強く、技術の表面的な利用者の育成に留まり、基盤的な開発能力や理系能力の習得に結びつきにくいという課題がある。

本研究では、単なるソフトウェアの利活用にとどまらず、コンピュータが情報を処理する下層の仕組みであるアナログ・デジタル変換（AD/DA 変換）の原理を、体験的に理解できる教育用ツールを開発し、それらの変換のプロセスの可視化等について確認したので報告する。

## 2. 情報科での AD/DA 変換

### 2.1 教科「情報」の学習指導要領

学習指導要領で該当する内容とその取扱いは、「(2) コミュニケーションと情報デザイン」の「ア（ア） メディアの特性とコミュニケーション手段の特徴について，その変遷も踏まえて科学的に理解する」や「イ（ア） メディアとコミュニケーション手段の関係を科学的に捉え，それらを目的や状況に応じて適切に選択すること」である。その学習指導要領解説において、やや具体的に、「情報のデジタル化に関して標本化，量子化，符号化，二進法による表現などを理解するようにするとともに，標本化の精度や量子化のレベルによって，ファイルサイズや音質，画質の変化が生じることを科学的に理解するようにする。」や「例えば，電子メールの送受信や SNS でのコミュニケーションの際に利用する数値や文字，静止画や動画，音声や音楽などの情報について，アナログ情報をデジタル化する一連の手続（標本化，量子化，符号化）を行い，効率的に伝送するためにデータの圧縮を行うなどの実習が考えられる。」との記述がある。

### 2.2 共通教科「情報」

高等学校の教科「情報」におけるアナログとデジタルの変換についての現状についての動向を調べるために、最新のいくつかの教科書の記述を確認した。実教出版の教科書「高校情報 I」では、「第 2 章 コミュニケーションと情報デザイン」の「12. 情報のデジタル化」において標本化・量子化・符号化が解説されている。「最新情報 I」の「3 章情報のデジタル化とコンピュータ」の「1. 情報のデジタル表現」の「3. 音の表現」において、標本化、量子化、符号化が解説されており、マイクロホンでのデジタル化

の例を示し、PCM（パルス符号変調）方式が説明され、パルス密度変調（PDM）が意識されているとも考えられる。「情報 I Flex」の「第 2 章 コミュニケーションと情報デザイン」の「2 節 情報のデジタル表現」の「17. 音のデジタル化」において標本化・量子化・符号化が解説され、符号化として PCM（パルス符号変調）方式が図示のみされているが、図としては、パルス密度変調（PDM）を示唆する表現であると考えられる。また、「新訂版 図説 情報 I」では、「第 3 章 情報とコンピュータ」の「2 節 コンピュータでの情報のデジタル表現」の「3. 音の表現」で、音のデジタル化の過程の符号化の段階として PCM（パルス符号変調）方式が図示のみされている。「情報Ⅱ」の「第 4 章情報システム」の「10. 計測・制御システム」の「1. コンピュータによる計測・制御」で、AD コンバータや DA コンバータが示されている。

東京書籍の教科書では、「新編 情報 I」において、「2 章情報を伝える」の「15 音と画像のデジタル表現」の「1. 音のデジタル化」において、標本化・量子化・符号化が解説され、欄外に MIDI 規格が説明されている。「情報 I Step Forward!」の「2 章情報デザイン」の「17 音のデジタル表現」において、標本化・量子化・符号化が解説されている。欄外に AD 変換、DA 変換や PCM（パルス符号変調）方式が説明されている。また、「情報Ⅱ」は、本文には関連する内容がないが、索引・用語集に AD 変換、標本化、標本化周波数、符号化、量子化、量子化ビット数がある。

日本文教出版は、「情報 I」において、「第 2 章コミュニケーションと情報デザイン」の「2 節 デジタル化による表現手段」の「4. 音のデジタル化」において、標本化・量子化・符号化が解説され、PCM 方式のデータ量についての記述があり、PCM（パルス符号変調）方式の図になっている。「情報 I ADVANCED」の「第 4 章 情報のデジタル化」の「5. 音のデジタル化」において、標本化・量子化・符号化が解説され、PCM 方式のデータ量についての記述があり、PCM（パルス符号変調）方式の図になっている。「情報Ⅱ」の本文には関連する内容がないが、序章において、情報 I で学んだ内容のキーワードとして、標本化、量子化、符号化の語彙のみが示されている。

東京書籍や日本文教出版の教科書では、図がパルス振幅（量子化）に基づく伝統的な PCM モデルを提示しているのに対し、実教出版の図はパルス密度変調（PDM）、すなわちデルタ・シグマ変調のような 1 ビット信号による表現を採用しており、現状の社会で多く利用されている AD/DA 変換の仕組みを意識した構成となっている。

### 2.3 専門教科「情報」「工業」について

専門教科の情報では、「第 3 節 情報の表現と管理」の目標として、「情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ，実践的・体験的な学習を行うことなどを通して，情報産業の維持と発展を支える情報の表現と管理に必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」としており、「(1) 情報の表現と管理について体系的・系統的に理解するとともに，関連する技術を身に付けるようにする。」となっており、その内容の「(1) 情報の表現」の「イ メディアの特性とその表現」で、「文字，音・音楽，静止画，動画などのメディアの特性と役割，効果的な表現について扱うこと。」とされている。該当する教科書は、実教出版であるので、「音による表現」の節の「音楽・音楽表現の基礎」では、「音のデジタル化」や「デジタル化と音質」「MIDI」「音声ファイルの圧縮」「DTM」「ボーカルシンセサイザ」等の部分で、共通教科「情報 I 」に掲載されている内容について、デジタル化と音質についてやや詳しく解説し、その後、音楽や音声合成、エフェクト等を扱う内容となっている。

情報科ではないが、専門教科の工業では、その学習指導要領の「電子技術」の目標として、「電子技術に関する知識と技術を習得させ，実際に活用する能力と態度を育てる。」としており、その指導要領解説では、「この科目のねらいは，半導体と電子回路，AD 変換と DA 変換，通信システム及び音響・映像機器などの応用技術や電子計測技術に関する知識と技術を習得させ，実際に活用する能力と態度を育てることである。」と記述されている。「(3) AD 変換と DA 変換の基礎」では、「AD 変換及び DA 変換の原理と利用例を扱うこと」となっており、ここでは，AD 変換及び DA 変換について取り扱い，AD 変換と DA 変換に関する知識と技術を習得させることをねらいとしている。「ア AD 変換」では、「AD 変換の原理や基本的な回路，計測機器などの利用例を取り上げ，AD 変換について理解させ，実際に活用できるようにする。」「イ DA 変換」では、「DA 変換の原理や基本的な回路，制御機器などの利用例を取り上げ，DA 変換について理解させ，実際に活用できるようにする。」としている。

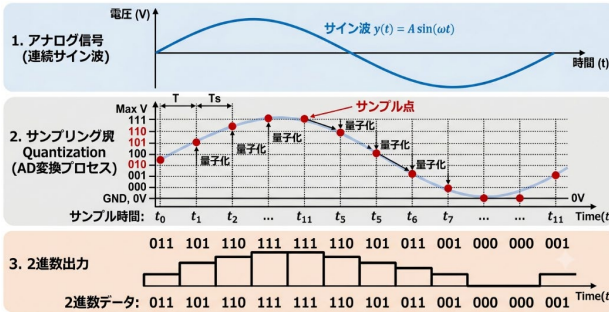



Fig.1 様々な教科書等に書かれているアナログ信号をデジタルデータに変換する説明図 *

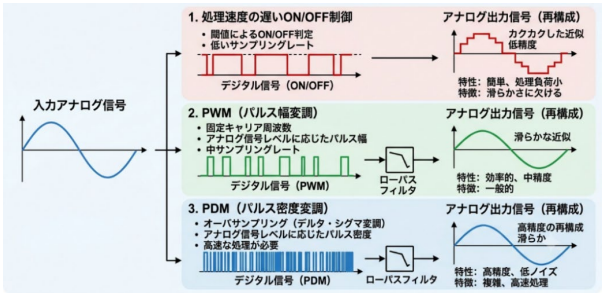



Fig.2 様々な AD/DA 変換、PWM、PDM による変換の概念図 *

「電子計測制御」の「(4) コンピュータによる制御の基礎」「イ 制御プログラム」では、スイッチ，センサ信号入

* Google Nano Banana 2 により生成

力や外部機器の制御など，各種の制御プログラムに関する事例を取り上げ，入出力制御，AD 変換，DA 変換，ハンドシェークを使った事例，割込み処理などの制御プログラムの考え方などについて理解させ，実際に活用できるようにする。プログラミング言語については，実習や関連科目との連携を図り，実際に活用できるようにする。」

「電子情報技術」の目標は、「電子情報技術に関する知識と技術を習得させ，実際に活用する能力と態度を育てる。」となっており、「(3) コンピュータ制御」の「ウ 入出力と周辺回路」で、インタフェース回路における増幅，直流電圧への変換，交流電圧への変換などの入出力について理解させ，実際に活用できるようにする。また，パラレル信号用インタフェース，シリアル信号用インタフェースなどの周辺回路について理解させる。AD 変換回路，DA 変換回路についても触れる。」とされている。

具体的には、「電子情報技術」には、実教出版の情報 I の AD 変換の説明と同様の解説の後、デジタル信号を入力としてアナログ信号を出力する DA 変換器の説明があり、具体的な例として、4 ビットラダー型 DA 変換器が記載されている。また、「電子技術」には、「3 節アナログ−デジタル変換器」に、1．DA 変換器（1．はしご形 DA 変換器、2．抵抗分圧形 DA 変換器）、2．AD 変換器（1．AD 変換の原理、2．二重積分形 AD 変換器、3．逐次比較形 AD 変換器、4．並列比較形 AD 変換器）の記載がある。

## 3. 教材としての AD/DA 変換ツールの開発

ここまで述べてきたように、AD/DA 変換については、Fig.1 に示すように、標本化・量子化・符号化でデジタル化に関する知識とその応用分野の他、いくつかの基礎的でやや具体的な DA 変換の方法にとどまっている。そこで、我々は、AD/DA 変換を、それぞれ簡単なプログラミングを行うことで実現でき、その様子を確認できる端子を備えたツールを開発し、比較的低い周波数の信号の AD/DA 変換が可能であることを確認した。

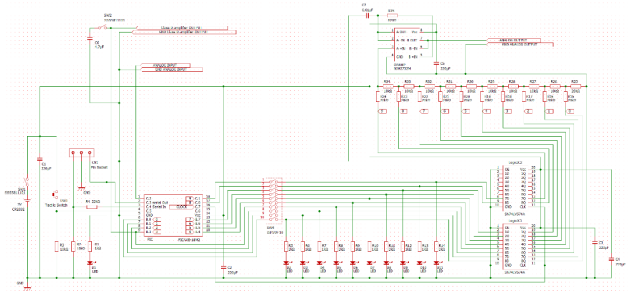


Fig.3 本研究で開発した教材の回路図、アナログ信号のサンプリングによるデジタル化や、PWM、PDM による AD/DA 変換にも対応している。

AD/DA 変換は基本的には、Fig.2 に示すように、かつての一種の ON/OFF 制御、離散値制御と捉えることが可能であるが、リレーやトランジスタ等の高速化、およびバンドギャップを用いた電子の流れの制御の改善がなされてきている。この概念図の PDM については、概念上パルスの幅を一定にするよう、十数回以上、様々な指示※を行ったが、その時点での説明によれば、ピクセル単位で制御して図を生成しているので、現状の仕組みでは、極めて困難との説明とともに出力されたものである。

これらの内容を比較的容易に実現できるようにするため、Fig.3 に示すように、ビジュアルプログラミングでプログラミング可能なマイコン PICAXE を用いて、10 ビットパラレル出力を行い、LED による 2 進数表示の後、SN74LV574A を用いて、クロック信号で同期化処理を行い、R-2R ラダー型 DA 変換を行う仕様とした。R-2R ラダー型 DA 変換は、工業科の「電子技術」や「電子情報技術」で扱う内容となっているが、非常に簡単な抵抗のみの回路であるので、中学校のオームの法則程度の知識で十分理解できるものである。開発した回路では、R-2R ラダー型 DA 変換によってアナログ信号とした後、レール to レールのフルスイングオペアンプにより、ボルテージフォロワや典型的なローパス・フィルタを設定しているが、R-2R ラダー型 DA 変換のアナログ出力を整えているに過ぎないので、教材として、R-2R ラダー型 DA 変換後のアナログ信号をそのまま測定してもよい。

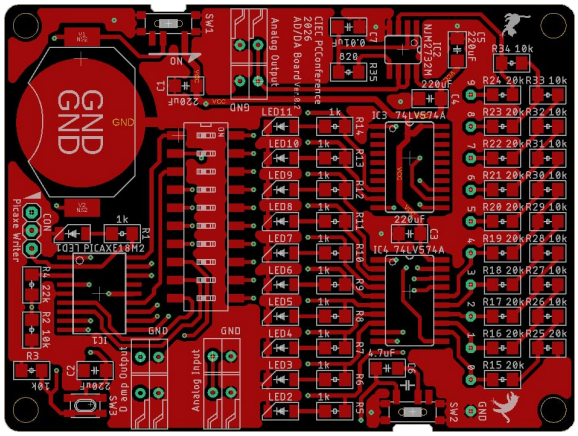


Fig.4 本研究で開発した教材の基板デザイン

この回路図を Fig.4 に示すように、表面実装部品で構成する基板（60mm×70mm 程度）としてデザインした。机の大きさやどのようなデザインの教室等であっても、授業等で展開できるように、ボタン電池の CR2032 で動作するポータブルな教材として設計した。

## 4. 開発した教材による変換

### 4.1 アナログ入力と AD/DA 変換

今回、開発した教材に 100Hz 程度のアナログ正弦波を PICAXE の C.2 端子より入力し、デジタル化した結果を R-2R ラダー型 DA 変換を行った様子を Fig.5 に示す。

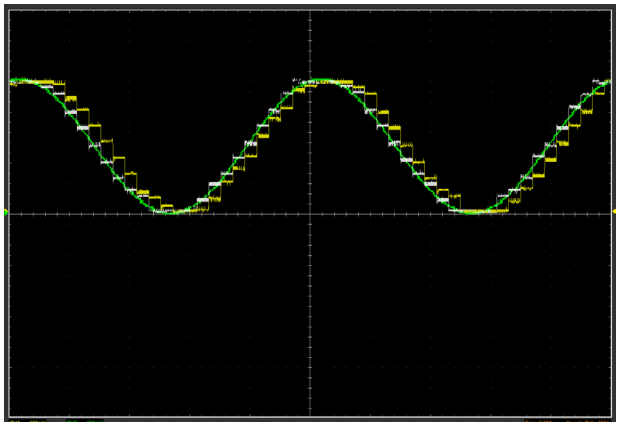


Fig.5 本研究で開発した教材による正弦波の変換とラダー型 DA 変換器によるアナログ化

### 4.2 100Hz 正弦波のアナログ入力と PDM 変換

前述と同様の 100Hz の正弦波をアナログ入力し、PDM 変換を行い、PDM 信号をそのまま出力した様子を Fig.6 に示す。

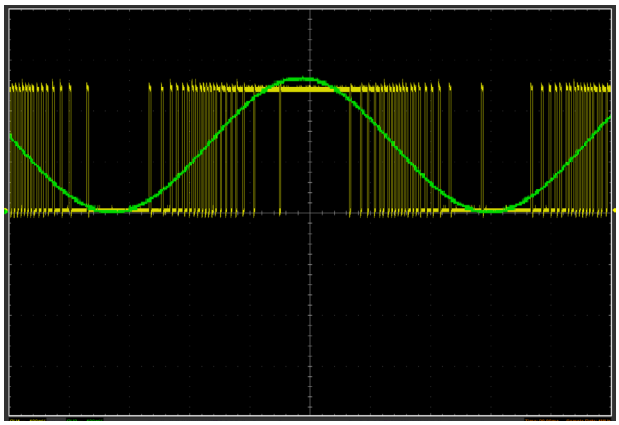


Fig.6 本研究で開発した教材による正弦波の PDM 変換

## 5. 考察

本教材では、ワンチップの高性能な DAC（D/A コンバータ）を採用せず、あえて R-2R ラダー型 DA 変換回路を導入した。この回路は抵抗のみで構成されており、中学校で履修する「オームの法則」程度の知識で十分に動作原理を理解でき、D/A コンバータは「ブラックボックス」ではなく、計算可能な物理現象の組み合わせとして捉えることが可能となる。前述した LED による 2 進数表示や、オシロスコープを用いた実際の波形観察を組み合わせることで、従来は教科書の「概念図」としてしか学べなかったデジタル・アナログ変換のプロセスを、現実の電圧変化として直感的に理解できるようになる。

また、既存の教育課程においては、例えば、多くの教科書において ON/OFF 制御は「風呂の湯沸かし」や「エアコンの温度設定」といった限定的な事例でのみ扱われる傾向がある。本稿が意図するのは、ON/OFF 制御によるハンチング現象（チャタリング）の弊害を防ぐためのヒステリシス制御といった基礎を単に教え込むことではない。現在の学校教育では、理科（物理）、技術分野（技術・家庭）や共通教科「情報」がそれぞれ別のカリキュラムとして分断されている点が本質的な課題である。

一例として、情報に関する内容では「CPU には数百億個以上のトランジスタが集積されている」といった説明がされる。しかし重要なのは、集積された個数そのものよりも、トランジスタが半導体の結晶構造におけるバンドギャップを応用したデバイスであるという動作原理の理解である。電子が量子力学的に取り得ないエネルギー準位が存在するという事実は物理学（化学）の領域であり、この性質を電子の流れ（電流）の制御や調整に応用したものがトランジスタであるという文脈は、現在の情報教育のハードウェアを扱う領域であってもほとんど言及されていない。当然、信号増幅のためのアンプにも利用できるという言及はなく、A 級アンプを自作するのは、趣味の領域にとどまるラジオ少年で十分ということで、中学校の技術で学べばよいということなのかもしれない。ただ、A 級、AB 級アンプについての知識は、トランジスタや真空管を ON/OFF ではなく、増幅するための素子と捉えている。ただ、最近普及しているハイレゾ対応アンプは、すべて D 級アンプであると言っても過言ではない。

トランジスタの本質的な仕組みへの理解は極めて重要であるにもかかわらず、学校教育現場では「トランジスタはスイッチの役割を果たすため ON/OFF が切り替えられ、それを組み合わせることで 0 と 1 を表現し、AND 回路や OR 回路などの論理ゲートを構成できる」という説明にとどまっている。また、電流の ON/OFF 制御からインバータ（否定）回路を導くような文脈での説明や、論理演算から論理数学へと発展させる展開もほとんど見られない。その結果、半導体物理という微視的な世界が、いかにして現代の高性能なコンピューティング技術へと繋がっているのか、その技術的連関に対する生徒の想像力を喚起することが極めて困難な状況にある。このように、非常に幅広い分野が密接に関連し合って現代のテクノロジーを支えているからこそ、教科横断的なカリキュラムデザインを再考する必要がある。

実際の教育現場において本教材を用いた授業実践を行い、生徒の理解度や興味関心の変容について定量的・定性的な評価を行うことは今後の重要な課題である。しかし、一部の共通教科「情報」の教科書において PDM を示す図が採用され、AD/DA 変換の仕組みへの言及が始まっている現状を踏まえると、本教材の活用を通じて、ブラックボックス化された半導体チップの内部やハードウェアそのものへの関心を誘発することは、中長期的な視点においても極めて有意義であろう。

## 6. おわりに

本研究では、高等学校の情報科および専門教科における情報のデジタル化に関する教育の現状と課題を整理した上で、アナログ信号とデジタルデータの変換プロセスを体験的に学習できる AD/DA 変換ツールを開発し、その動作等を確認した。

現在の情報教育や人材育成においては、ソフトウェアやツールの利活用（ユーザーとしてのスキル）に焦点が当てられる傾向がある。しかし、ハードウェアやソフトウェアの根幹となるコンピュータサイエンス（CS）やデータサイエンス（DS）の開発能力、さらにはその前提となる数学や物理学の基礎的な理解が希薄なままでは、中長期的な我が国の技術競争力の低下を招く懸念がある。

現代の高度な情報社会は、半導体技術やコンピュータの高速処理、そしてアルゴリズムを支える数学的理論など、最先端技術を根底で支える分厚い基礎技術のレイヤーの上に成り立っている。本研究で開発したような、基礎的な変換原理をブラックボックス化せずにハードウェアレベルで可視化・体験できる教材を活用することは、表面的なツールの理解に留まらず、本質的な人材の育成に寄与すると考えられる。

## 参考文献

(1) 高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）, 文部科学省, 2018.
(2) アナログ・デバイセズ社,「アナログ/デジタル変換ハンドブック」, 丸善出版, 2004.
(3) Behzad Razavi,「Analysis and Design of Data Converters」, Cambridge University Press, 2025.

U-18 発表論文

# 「多角的視点」を養うカードゲームの設計②

## ―有用性の検討について―

熊本 悠亜[*1]

指導教員：白石 利夫[*2]・ドゥラゴ英理花[*2]・世古 直輝[*2]・コデュア ヘネ[*2]
toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校　データサイエンスコース　2 年
*2：聖徳学園高等学校

◎Key Words 多角的視点，データサイエンス教育，教育，カードゲーム

### 1. これまでの研究の概要

著者による前回の報告[(1)]では，「多角的視点」を「同じ問題を，立場や役割の違う人の目線から考えること」と定義し、作田らによるイエナプラン教育の先行研究[(2)]に基づき「多角的視点」を養うことが幸福度につながると考え，これを手軽に養えるカードゲームの制作を行なった。

ターゲットであった小学生にやらせるにはゲームの難易度が高いことなどのゲーム性の問題点や，このゲームの教材としての有用性が十分に検証されていないという問題点も浮上した。そして，前回の研究での「多角的視点」の定義がどこの先行研究にも基づいていない曖昧なものだったので，その部分をより強固にすることの必要性も考えられた。

これらの点を踏まえて今回は，ターゲットを小学生から高校生に変更し，出てくるカードを増やしてより複雑化して，高校生にとって飽きないゲームになるよう工夫を加えた。さらに，「多角的視点」の定義を，統計やデータサイエンスにおいての重要性を先行研究に基づいて検討することによって強固にした。

### 2. はじめに

Idol Gal は，「統計リテラシーにおいて，メッセージの妥当性や証拠の信頼性を検討するだけでなく，提示された結論について，あり得る別の解釈を検討することが重要である」[(3)] と述べられている。統計リテラシーにおいて重要であるということは，統計やデータサイエンスを考える際においても重要であると言える。

また，小野寺は，「多面的・多角的に考察する力」を，「さまざまな側面をもった社会的事象をさまざまな資料や情報を用いて複数の立場から捉え、事象間の比較・関連付け・序列化をする思考力」[(4)] と定義している。Gal が述べた統計リテラシーにおいて重要なことと，小野寺が述べた「多面的・多角的に考察する力」とでは，一つの見方・一つの結論をそのまま受け入れるべきではないことを示唆しているという点で共通している。よって，統計やデータサイエンスの分野において，「多面的・多角的に考察する力」は重要であると言える。本研究では，この「多面的・多角的に考察する力」の定義で述べられている「さまざまな資料や情報を用いて」[(4)] というところには限定せず，複数の立場から物事を捉えること自体に重点置く。これを「多角的視点」と定義する。

小野寺は，「「いくつかの立場に分かれて考える活動」・「学習者が互いに対話する活動」・「価値判断する活動」を取り入れた中学校社会科歴史的分野の授業」」[(4)] の考案，及びそれを用いて生徒の「多面的・多角的に考察する力」を育てることが目指されており，その授業を実践したことによる成果も示されている。[(4)] しかし，Wansink らは，その授業が「multiperspectivity」と結びつけられているかどうかは，教材の有無，教師の知識，カリキュラム上の時間的制約，テーマの扱いやすさによって左右されてしまうことが示している。[(5)] したがって，学校のカリキュラムにこれらの授業を取り入れることが適切であるとは限らないと考えられる。そこで本研究では，生徒が個人間で行うことができる，生徒の「多角的視点」を養うカードゲームの制作，及びその有用性の検討を行った。

### 3. このカードゲームについて

「プレイヤーは街の市民となり，街をより良くするために，どの施設を建設するかを協議して決めていく」というストーリーの元で進められるゲームだ。ゲーム性については，小野寺が考案した「「いくつかの立場に分かれて考える活動」・「学習者が互いに対話する活動」・「価値判断する活動」を取り入れた中学校社会科歴史的分野の授業」[(2)] を参考にし，各プレイヤーを違う立場に置いた上で全プレイヤーに同じ選択肢を与えて協議させるという形式を取っている。

### 4. 有用性の検討について

#### 4.1 実験方法

高校一年から高校三年生の男女 7 人を対象として，本研究で開発したカードゲームをプレイさせ，その後に用意した課題に取り組んでもらうという実験を，一から二週間ほどのスパンで四回行った。課題とは，**「市は，駅から徒歩 10 分の空き地に〇〇を建設する計画を**

**進めています。この計画について，どのような立場の人がどのように考えるかを，できるだけ多く挙げてください。※例（仕事を探している人：選べる仕事が増えて嬉しい）」**という問題を五分間で解くというものである。問題文中の○○という部分には毎回違うものが入る。それぞれの実験で○○に入れた言葉を表1に示した。

表1 各実験の課題

| 実験の回数 | ○○に入れた言葉 |
|---|---|
| 1回目 | 大型スーパー |
| 2回目 | 保育園 |
| 3回目 | スポーツ施設 |
| 4回目 | 公園 |

その課題で答えられた立場の数で，「多角的視点」が養われているかどうかを検討した。



図1：実験の風景




図2：試作したカード
（左：役割カード，右：施設カード）

## 4.2 実験結果

表2の中の数字は各被験者がその回で答えられた立場の数を，「-」が入っているところは実験不参加であったことを示しているである。被験者Bを除けば，全体的に概ね減少傾向にはない。被験者C，D，Fには若干の上昇傾向が見られ，被験者Aは2回目から4回目にかけて2倍の上昇が見られた。

表2 実験結果

| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 |
|---|---|---|---|---|
| 被験者A | 8 | 6 | 9 | 12 |
| 被験者B | 14 | - | - | 11 |
| 被験者C | 12 | - | 13 | 13 |
| 被験者D | 9 | - | 11 | - |
| 被験者E | 4 | 7 | 5 | 7 |
| 被験者F | - | 10 | - | 11 |
| 被験者G | 5 | - | 5 | - |

## 4.3 成果と課題

上昇傾向が見られた被験者の方が多かったことと，その中の1人において効果が大きかった。一方，全体7人の被験者のうち3人の被験者には減少や現状維持の傾向が見られ，まだまだ課題が残る結果となった。

また，このカードゲームのゲーム性が原因で，全員が得する，または全員にとって被害が少ない選択肢を選ぶ単純作業となっており，ゲームとしての盛り上がりに欠けるという課題も露呈した。今回の実験でも分かる通り，何度も継続的にこのカードゲームを実施することによって効果が出る。継続的にやられるカードゲームにおいて，面白味に欠けるというのは問題であり，工夫が必要だと分かった。

## 5. 今後の展望と課題

実験の結果，一部の被験者において「多角的視点」の向上が見られた。その一方で，全ての被験者に明確な上昇傾向が見られたわけではなかった。そのため，今後は被験者数を増やし，より多くの実験データを集めることで，本カードゲームの有用性をより正確に検討する必要がある。また，今回は各回の実験に参加できなかった被験者もいたため，今後は全被験者の参加回数をそろえたうえで，より継続的な実施によって「多角的視点」がどの程度変化するのかを検証したい。

また，単純作業になりやすいゲーム性であることが露呈し，ゲームとしての盛り上がりに欠けるという課題が見られた。多角的視点を養うためには，このカードゲームを一度だけでなく継続的に実施することが重要である。そのためには，学習効果だけでなく，プレイヤーが繰り返し遊びたいと思える面白さを高める必要がある。今後は，役割ごとの利害対立をより明確にしたり，選択によって得点や状況が変化する仕組みを加えたりすることを検討してそれを達成したい。

今後の研究では，これらのことを中心に改善を行う。そして，改良したカードゲームを用いて再度実験を行い，生徒の「多角的視点」を養う教材としての有用性をより明確に検証していきたい。

## 参考文献

(1) 熊本悠亜：“「多角的視点」を養うカードゲーム設計―1つのことを様々な視点から考える力の育成のために―”，pp.1-2，（2025）.

(2) 作田澄泰，中山芳一：“多面的・多角的な思考に根差した教育原理の考察―イエナプラン教育事例をもとにした教育方法から―”，岡山大学教師教育開発センター紀要，第10号，pp.1-13（2020）.

(3) Iddo Gal:“Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities”, University of Haifa, Israel, pp.1-38（2002）.
(4) 小野寺 涼:“生徒の多面的・多角的に考察する力を育む社会科授業の在り方―「立場」・「対話」・「価値判断」を重視した探究的な社会科学習―”, 埼玉大学, pp.1-8（2019）.
(5) Bjorn Wansink , Sanne Akkerman , Itzél Zuiker , Theo Wubbels:“Where Does Teaching Multiperspectivity in History Education Begin and End? An Analysis of the Uses of Temporality”, pp.1-35（2018）.

# 信号の周期を利用した最速のマップ案内

篠原 一志 ストリャロフ ティモフェーイ*1
担当教員：菅野一喜
Email：Kazuki_Kanno@education.metro.tokyo.jp

*1：東京都立科学技術高等学校

◎Key Words　　信号機、マップ、プログラム

## 1. はじめに

現在，多くの地図アプリや経路案内サービスでは，目的地までの距離や推定移動時間をもとに経路が提示される。徒歩移動においても，経路の距離や道路形状をもとに所要時間が推定されることが多い。

しかし，歩行者の場合，実際の移動時間には交差点での信号待ち時間が影響する。特に，交差点が多い地域や大通りを横断する経路では，距離が短い経路であっても，信号待ちによって到着時間が長くなることがある。交通信号制御は交通流や待ち時間に関わる要素として扱われており[12]，歩行者向けの経路案内においても信号待ちを考慮する意義がある。

そこで本研究では，Web 地図上に歩行者信号や横断歩道の情報を表示し，取得した徒歩ルートに対して，ルート付近に存在する信号数と推定待ち時間を加算表示する試作システムを開発する。

## 2. 目的

本研究の目的は，歩行者信号の待ち時間を考慮した経路案内マップを開発することである。具体的には，出発地と目的地を指定すると徒歩ルートを取得し，そのルート付近の信号情報を抽出して，通常の徒歩時間に推定信号待ち時間を加算表示する。

現段階では，実際の歩行者信号の秒数はまだ取得できていない。また，実際の経路比較や，信号待ちを考慮した複数経路の比較もまだ実施していない。そのため，本稿では，現在の実装で行っている信号情報の取得，可視化，および仮の信号周期にもとづく待ち時間加算表示について述べる。

## 3. 用語と前提

本システムは，Web 技術，地図データ，経路探索サービス，信号情報取得を組み合わせて動作する。初見でも構成を追えるように，本稿で使用する主な用語を表 1 に示す。

表 1　本稿で使用する主な用語

| 用語 | 説明 |
|---|---|
| Web ブラウザ | Web ページや Web アプリを表示・操作するソフト。Chrome や Edge など。 |
| Web アプリ | インストール専用アプリではなく，ブラウザ上で動作するアプリ。 |
| フロントエンド | 利用者が画面上で操作する部分。入力欄，ボタン，地図表示などを含む。 |
| React | 画面部品を組み合わせて Web アプリを作る JavaScript ライブラリ[[3]]。 |
| JavaScript | ブラウザ上で動くプログラミング言語。地図操作やボタン処理に使う。 |
| ライブラリ | 一から作らずに利用できる機能のまとまり。 |
| Leaflet | Web 地図を表示・操作するための JavaScript ライブラリ[[2]]。 |
| React Leaflet | React 上で Leaflet を扱うためのライブラリ[[4]]。 |
| OpenStreetMap | 道路，建物，信号機などの地物情報を持つ地図データベース[[1]]。 |
| OSM Wiki | OpenStreetMap で使うタグやデータの意味を説明する文書群。 |
| 地物 | 地図上の対象物。道路，横断歩道，信号機，建物など。 |
| API | 外部サービスからデータを取得するための接続口。 |
| Nominatim | 地名や住所を緯度経度に変換する OpenStreetMap 系の検索サービス[[5]]。 |
| ジオコーディング | 「西大島」などの地名を緯度経度に変換する処理。 |
| 緯度経度 | 地球上の位置を数値で表す座標。地図表示や経路算出に用いる。 |
| Geolocation API | 利用者の許可を得て端末の現在地を取得する Web API[[11]]。 |
| OpenRouteService | 徒歩などの経路を取得する外部経路探索サービス[[9]]。 |
| OSRM | 経路探索用のサービス。OpenRouteService が使えない場合の代替として用いる[[10]]。 |
| Overpass API | OpenStreetMap から条件に合う地物を取得するための API[[6]]。 |
| タグ | OSM の地物に付く属性。例として highway=traffic_signals などがある。 |
| highway=traffic_signals | OSM で信号機を表すタグ[[7]]。 |
| crossing=traffic_signals | 信号制御された横断箇所を表すタグ[[8]]。 |
| highway=crossing | 横断歩道などの横断箇所を表すタグ。 |
| 徒歩ルート | 出発地から目的地まで歩いて移動する経路。 |
| ポリライン | 地図上で経路を線として表示するための折れ線。 |
| 信号群 | 同じ交差点にある可能性が高い近接信号をまとめた単位。 |
| 信号周期 | 赤，青，黄が一巡する時間。現段階では仮の秒数を使う。 |
| 推定待ち時間 | 信号状態から計算した仮の待ち時間。実測値ではない。 |
| 信号込み表示時間 | 通常の徒歩時間に推定待ち時間を加えた表示用の時間。 |
| 重み付きグラフ | 距離や待ち時間などの重みを持つ点と線の構造。将来の経路選択で利用候補となる。 |

## 4. システム構成

本システムは，利用者が操作するフロントエンドと，外部サービスから取得する地図・経路・信号データによって構成される。利用者はブラウザ上で出発地と目的地を入力し，システムは地名検索，徒歩ルート取得，信号情報取得，推定待ち時間計算を順に行う。

地図表示には Leaflet および React Leaflet を用いる。地図データには OpenStreetMap を利用する。OpenStreetMap のデー

タ利用時には，ライセンスおよびクレジット表示に注意する必要がある[1]。

出発地と目的地の検索には Nominatim の Search API を用いる[5]。徒歩ルートの取得には OpenRouteService を用い，取得できない場合には OSRM public server を用いる。信号情報については，Overpass API を用いて出発地周辺の highway=traffic_signals，crossing=traffic_signals，highway=crossing などの地物を取得する。

表 2　システムを構成する要素

| 構成要素 | 役割 |
|---|---|
| 入力部 | 出発地と目的地を指定する。現在地取得または地名検索を利用する。 |
| 地図表示部 | OpenStreetMap の地図上にピン，徒歩ルート，信号マーカーを表示する。 |
| 経路取得部 | OpenRouteService または OSRM から徒歩ルート，距離，通常時間を取得する。 |
| 信号取得部 | Overpass API を用いて周辺の信号機・横断歩道情報を取得する。 |
| 信号処理部 | 信号の分類，信号群の作成，ルート付近判定，推定待ち時間の計算を行う。 |
| 表示部 | 通常時間，信号数，推定信号待ち時間，信号込み表示時間を表示する。 |



図 1　試作システムの表示画面

## 5.　実装方法

本システムの処理は，入力，経路取得，信号取得，信号処理，表示の順に進む。まず利用者が出発地と目的地を指定する。出発地はブラウザの位置情報取得機能による現在地，または地名検索によって指定できる。目的地は Nominatim による地名検索によって指定する。

次に，指定された出発地と目的地をもとに徒歩ルートを取得し，取得したルートを地図上にポリラインとして表示する。さらに，取得したルートの座標列をもとに，ルート付近に存在する信号を抽出する。近接する複数の信号は，同じ交差点や横断箇所に対応する可能性があるため，一定距離以内の信号をまとめて信号群として扱う。

現段階では，実際の信号秒数を取得できていないため，赤信号，青信号，黄信号に仮の秒数を設定している。推定待ち時間は，赤信号の場合は残り赤信号時間，青信号の場合は 0 秒，黄信号の場合は赤信号時間の半分として計算する。算出した推定信号待ち時間を通常の徒歩時間に加算し，信号込み表示時間として表示する。

表 3　システムの処理手順

| 手順 | 処理内容 |
|---|---|
| 1 | 出発地と目的地を指定する。 |
| 2 | 地名検索または現在地取得によって緯度経度を得る。 |
| 3 | 徒歩ルートを取得し，地図上に表示する。 |
| 4 | 出発地周辺の信号機・横断歩道データを取得する。 |
| 5 | ルート付近の信号群を抽出する。 |
| 6 | 仮の信号周期から推定待ち時間を計算する。 |
| 7 | 通常時間に推定待ち時間を加え，信号込み表示時間として示す。 |

## 6.　現在の実装状況

現在のシステムでは，出発地と目的地を指定し，徒歩ルートを地図上に表示できる。また，出発地周辺の信号機や横断歩道の情報を OpenStreetMap から取得し，地図上に表示できる。

さらに，取得した徒歩ルートの付近に存在する信号群を抽出し，仮の信号周期にもとづいて推定待ち時間を算出する機能を実装した。これにより，通常の徒歩時間に加えて，信号待ちを含めた表示時間を確認できる。今後の実測に向けて，信号計測用機材も準備している。図 2 に機材の構成と設置例を示す。




図 2　信号計測用機材（a）構成機材，（b）設置例

一方で，現在表示される信号待ち時間は実測値ではなく，仮の信号周期にもとづく推定値である。また，複数の経路候補を比較し，信号待ちが少ない経路を自動的に選択する機能は未実装である。したがって，現段階で本システムが行っていることは，信号待ちを考慮した最適経路の提示ではなく，取得した徒歩ルートに対する信号情報の可視化と，推定信号待ち時間の加算表示である。

## 7.　今後の課題

第一に，実際の歩行者信号の赤信号時間と青信号時間を現地調査によって測定し，現在用いている仮の信号周期を実測データに置き換える必要がある。これにより，推定待ち時間の精度を高めることができる。

第二に，複数の候補経路を取得し，それぞれの距離，信号数，推定待ち時間を比較できるようにする必要がある。現段階では，取得済みの徒歩ルートに対して信号待ち時間を加算しているだけであり，信号待ちを考慮した経路選択までは行っていない。

第三に，実際に歩行して測定した所要時間と，システムが算出した推定所要時間を比較し，推定の妥当性を検証する必要がある。将来的に信号待ち時間を重みとして経路選択を行う場合には，重み付きグラフの最短経路探索手法の利用も検討できる[13]。

## 8. おわりに

本研究では，歩行者信号の待ち時間を考慮した経路案内マップの試作システムを開発した。現在の実装では，Web 地図上に徒歩ルートと信号情報を表示し，ルート付近の信号に対して仮の信号周期にもとづく推定待ち時間を算出できる。

現段階では，実際の信号周期データの取得，複数経路の比較，信号待ちを考慮した経路選択は未実装である。今後は，実測した信号データを反映し，複数経路の比較と実歩行による検証を行うことで，歩行者にとってより実際の移動時間に近い経路案内の実現を目指す。

## 参考文献


(1) OpenStreetMap contributors：“Copyright and License”，OpenStreetMap，https://www.openstreetmap.org/copyright（参照 2026-06-30）.

(2) Leaflet：“Leaflet API reference”，Leaflet Documentation，https://leafletjs.com/reference.html（参照 2026-06-30）.

(3) Meta Open Source：“React”，React Documentation，https://react.dev/（参照 2026-06-30）.

(4) Paul Le Cam and contributors：“React Leaflet: Introduction”，React Leaflet Documentation，https://react-leaflet.js.org/docs/start-introduction/（参照 2026-06-30）.

(5) Nominatim：“Search”，Nominatim Manual，https://nominatim.org/release-docs/latest/api/Search/（参照 2026-06-30）.

(6) OpenStreetMap Wiki contributors：“Overpass API”，OpenStreetMap Wiki，https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Overpass_API（参照 2026-06-30）.

(7) OpenStreetMap Wiki contributors：“Tag: highway=traffic_signals”，OpenStreetMap Wiki，https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:highway=traffic_signals（参照 2026-06-30）.

(8) OpenStreetMap Wiki contributors：“Tag: crossing=traffic_signals”，OpenStreetMap Wiki，https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tag:crossing=traffic_signals（参照 2026-06-30）.

(9) openrouteservice：“Directions Service”，openrouteservice backend documentation，https://giscience.github.io/openrouteservice/api-reference/endpoints/directions/（参照 2026-06-30）.

(10) Project OSRM：“OSRM API Documentation”，Project OSRM，https://project-osrm.org/docs/v5.24.0/api/（参照 2026-06-30）.

(11) MDN Web Docs：“Geolocation API”，Mozilla Developer Network，https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Geolocation_API（参照 2026-06-30）.

(12) Wei, H., Zheng, G., Gayah, V., Li, Z.：“A Survey on Traffic Signal Control Methods”，arXiv:1904.08117（2019）.

(13) Dijkstra, E. W.：“A note on two problems in connexion with graphs”，Numerische Mathematik，Vol.1，pp.269-271（1959）.

# 高齢者における感情調節機能の変容と易怒性に関する考察

小町 彩寧*1
指導教員：白石利夫*2
Email: toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校データサイエンスコース 2 年
*2：聖徳学園高等学校

◎Key Words 高齢者，易怒性，感情調節

## 1. はじめに

高齢化社会において，高齢者が周囲と良好な関係を保ちながら健康に暮らすことは大切な要素である。しかし，高齢期における心理的な変化の一つとして，感情のコントロールが難しくなり，怒りっぽくなる「易怒性（いどせい）」の問題が指摘されている。身近な高齢者が急に怒り出すようになり，家族が対応に苦慮するというケースは少なくない。周囲の負担を減らし，お互いが快適に過ごすためには，「どうしたら怒りが早く静まるか」を明らかにする必要がある。

私は，この「怒り」という感情の変容は，身体の自律神経の働き，特に「心拍数」の変動に現れるのではないかと考えた。怒りの感情と心拍数の関係を調べることで，主観的な感情の変化を客観的なデータとして捉えられる可能性がある。

したがって本研究では，高齢者の感情調節機能の変化と怒りやすさについて考察するとともに，心拍数と怒りの関連性について先行研究などを基に検討する。高齢者が怒るメカニズムを生理的な視点から紐解き，具体的な対処法についての考察を行う。

## 2. 怒りを増幅・減少させる行動

本研究では，高齢者の易怒性のメカニズムを科学的に解明するため，先行研究を基に「増幅させる行動」「減少させる行動」の視点から分類・整理した。

怒りを増幅させる行動として，いくつかの先行研究から整理すると，次のようなものがあげられる。

表 1 怒り増幅させる行動(先行研究[2)-(5)]より筆者が整理)

| 行動 | 概要 | 怒りのきっかけ |
|---|---|---|
| 反芻 | 怒りを感じた相手のことを繰り返し考える。原因や結果に注目することで被害感を高め，ますます怒りを高める。 | 内的要因 |
| 認知の肥大化 | 自らの怒りを高めてしまう受け止め方。怒り経験の 2〜3 日後において，相手への仕返しをハッキリと促進させる原因になる。 | 内的要因 |
| 特性怒り・悪意の知覚・被害感 | 日常生活で普段から怒りを感じやすいことや，相手の悪意を感じることが被害感を高める。受けた被害が心理的なときほど，怒りや抑うつの感情が強く喚起される。 | 内的要因 |
| なだめ（感情の抑制）の声掛け | 感情を抑え込もうとする声掛けは，相手の怒りを増幅させるか，あるいは怒りが全く静まらずに維持されてしまう | |
| 理由のない「共感」 | 共感するだけでは，自分の被害にあった事実が頭の中で強調されてしまい，怒りが長引く，あるいは高まる傾向がある。 | 外的要因 |

同様に、怒りを減少させる行動についても整理を行なった。

表 2 怒り減少させる行動(先行研究[2)-(5)]より筆者が整理)

| 行動 | 概要 | 怒りのきっかけ |
|---|---|---|
| 気晴らしや何もしないこと | 別のことで気を紛らわせたり何もしなかったりすることは反芻よりも，怒りの鎮静に効果的である。怒りの経験直後といった一定の期間においてのみ効果的と考えられる。 | 内的要因 |
| 認知の客体化 | 出来事を客観的に受け止めようとする考え方。怒り経験の 2〜3 日後において，相手への仕返しをハッキリと抑制させる。 | 内的要因 |
| 認知の終息化 | 出来事を過去のもの・終わったものとして受け止める考え方 | 内的要因 |
| 共感的受容＋客観的理由の提示 | まず相手の怒りに共感し，その上で相手が納得できる客観的な理由や事情を説明する声掛け。時間が経ってしまうよりも，怒りが喚起された直後に行う方が，怒りの減少効果がハッキリと高くなる。共感がなくても，相手にという正当な理由や背景を説明する声掛けは，怒りを減少させる効果がある。 | 外的要因 |
| 他者の視線・存在 | 周りに第三者がいるという状況。社会的な世間体や，恥ずかしいという気持ちが働き，怒りの表出を減少させる。 | 外的要因 |
| 利害関係 | 怒っている相手が友人や仕事の人間関係である場合，関係の崩壊を防ぐために怒りを抑制しやすい。 | 外的要因 |
| 相手への共感・配慮 | 相手の立場を思いやったり，傷つけたくないと考えたりする外部への意識が，怒った行動を減少させる。 | 内的要因 |
| 社会的規範・ルール | 社会的な規範を意識する状況。 | 内的要因 |
| エネルギーの回避 | 怒るためのエネルギーを使うのを意識的にやめる行動。 | 内的要因 |

以上の整理から，怒りの増幅と減少について，次のことが考えられる。

- 怒りの維持・増幅には「内的思考」が強く影響する。
  怒りを増幅させる要因として，個人の考え方（内的要因）が大きな役割を果たしている。
- 単なる「なだめ」や「共感」は逆効果になる可能性がある。
  周囲からの働きかけ（外的要因）において，良かれと思った行動が裏目に出ることが読み取れる。
- 効果的な鎮静化には「客観性」と「納得感」が必要
  怒りを減少させるためには，出来事をどう再定義するかが重要である。
- 介入のタイミングと生理的反応の関係
  実証的な分析結果からは，介入の仕方が身体的な落ち着きにも影響することが示唆される。

## 3. 家庭内での高齢者の易怒性分析

次に，80 代男性一名を対象とし，家庭内での高齢者の易怒性調査を行った。調査方法は被験者に約 45 日間心拍数が計測できるスマートウォッチを着用してもらい，心拍数を測る。ただ，心拍数は怒りだけによって増加するわけではない。そのため，被験者の家族に協力してもらい，被験者が怒ったと感じた時の日時を記録してもらい。図 1 のように整理した。

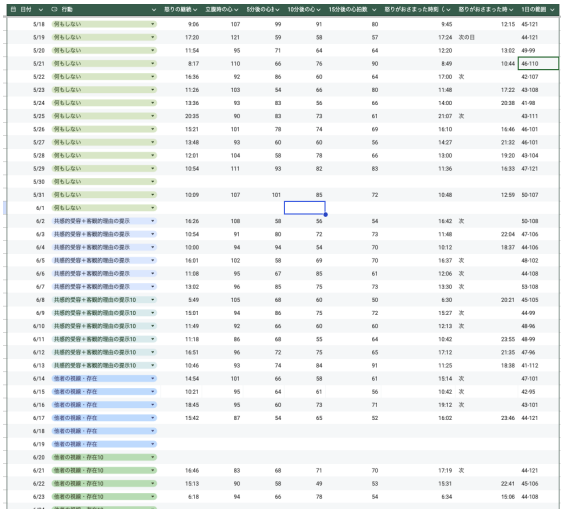


図 1 怒っている時の心拍数の計測データ

周囲の人からの記録と，被験者の心拍数を比較すると，平常時は，心拍数が 40~70 ぐらいなのに対して，周囲の人が怒っていると判断している時，心拍数が 90-120 程度に上がっていることが多かった。しかし，周囲が怒っていると判断しても，心拍数の変化が特に見られないこともあった。

さらに，怒りが減少すると考えられる行動（表 2）のなかで，実際に働きかけが可能な外的要因を実際に行なった時と，何もしなかった場合の平均の心拍数の差について着目し，被験者に怒りの様子がみられた時の５分ごとの心拍数の変化および，心拍数が落ち着くまでの時間，周囲の人が落ち着いたと判断するまでの時間をそれぞれの外的要因ごとに整理した。

表 3 外的要因による怒りの変化の比較

| 行動 | | 心拍数 | | | | 継続時間 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 分後 | 10 分後 | 15 分後 | 落ち着くまで | |
| 何もしない | | 76 | 71 | 70 | 33 分 | 10 時間 |
| 感的受容＋客観的理由の提示 | 発生時 | 74 | 69 | 69 | 34 分 | 10 時間 |
| | 10 分後 | 72 | 68 | 67 | 19 分 | 10 時間 |
| 他者の視線・存在 | 発生時 | 61 | 64 | 60 | 22 分 | 8 時間 |
| | 10 分後） | 64 | 66 | 59 | 22 分 | 8 時間 |

上記のような，調査の結果，怒りが収まるまでの時間は，外的要因による大きな差が見られなかった。

また，心拍数は２０分から３０分程度で収まるが，実際の怒りは収まるまでに８～10 時間程度と時間を要することが多かった。

## 4. 考察

以上の結果からも，怒りが収まるまでの時間や心拍数の変化には，外的要因による明確な差は見られなかった。

このことから，先行研究で挙げられた，怒りを収めることができる行動のうち，外部的要因，つまり外部からの働きかけによるものについては効果を認めることができなかった。

## 5. 結論

文献調査で怒りを減少させることができる行動を行ったところ，何もしない場合と比べて心拍数が落ち着く時間は減少傾向が多かった。さらに，周囲の人からみた怒りの持続時間は何もしない場合と比較するとほとんど変化しないか，減少している。しかし，実際には怒りを減少させることができるとされている行動を被験者に実行したところ，次の日まで怒りが伸びてしまったり，日をまたぐまで怒りが収まらなかったりするケースが増加してしまっていた。

何もしない場合では 13 日中 3 日間怒りが日を跨いだ，もしくは日を跨ぐまで収まらなかったが，怒り発生時に共感的受容＋客観的理由の定時を行うと 6 日中 4 日，怒り発生から 10 分後の場合 6 日中 2 日，怒り発生時に他者の視線・存在を示した場合，4 日中 3 日，10 分後は 3 日中 1 日となった。

このように，一般的には怒りを減少させる行動でも，高齢者を対象とすると，逆に怒りを増加させてしまうことが考えられる。

このことから，高齢者の怒りを収めるためには，他者からの働きかけなどの外的要因は効果が薄く，自身の内発的な取り組みが必要であると考えられる。

## 6. 今後の課題

今回の研究では，実際に高齢者の怒りを収める行動として有効な手段を見出すことができなかった。

怒りを収める方法としては，外的要因ではなく，内的要因を生かす必要があると考えられる。例えば，内的要因のうち，「気晴らし」に着目する。

気晴らしを行うことにより，怒りを鎮静化させるため，高齢者を対象とした気晴らしをすることができるようなゲームアプリを考案する。人々は，ゲームをすると時が経つのを忘れるほど熱中することがある。このアプリは，この特性を生かして楽しくゲームをプレイすることによって気晴らしをはたすのと同時に，嫌な記憶を楽しい記憶で上書きし，怒りを抑えることができると考えられる。

今後は，内的要因により怒りを収めることができないかを検証するため，気晴らしができるようにゲームを活用するなどの調査を行っていきたい。

## 謝辞

本研究のデータ収集にあたり、被験者として、また家族による記録として、ご協力いただいた祖父母に、心より感謝をします。

## 参考文献

(1) 安藤 俊介, “日本の高齢者が怒りっぽいといわれる 原因を考える”, 三洋化成ニュース, https://www.sanyo-chemical.co.jp/magazine/wp/wp-content/uploads/2023/01/stresscare530.pdf (2022)(2026 年 6 月 25 日閲覧)

(2) Bushman, P. J. 2002 Does venting anger feed or extinguish the flame? Catharsis, rumination, distraction, anger and aggressive responding. Personality and Social Psychology Bulletin, 26, 724-731.

(3) 湯川進太郎・日比野桂, “怒り経験とその鎮静化の過程”, 心理学研究, 74, 428-436(2004)

(4) 日比野 桂・湯川 進太郎・中村 真, “日常生活における怒り感情の抑制要因の分類”, 日本心理学会大会(2001)

(5) McFarland, C., & Buehler, R. “The impact of negative affect on autobiographical memory”: The role of self focused attention to moods. Journal of Personality and Social Psychology, 75, 1424-1440.

# 爬虫類の非接触寸法計測システム

多賀 千遥*1・藤野 温子*1
指導教員：渡邉 寿昭*2
Email:Toshiaki_Watanabe@education.metro.tokyo.jp

*1：東京都立多摩科学技術高等学校科学技術科
*2：東京都立多摩科学技術高等学校

◎Key Words 爬虫類，非接触計測，画像処理，体長計測，寸法計測

## 1. はじめに

近年，地球温暖化や外来種の持ち込みなどによる環境の変化により，さまざまな生物が減少しており，爬虫類も例外ではない。現在爬虫類の種の21.1%がレッドリストに掲載されている(図1)。その減少数や要因を明らかにするためには，現地での採取調査によるデータの取得が必要である。

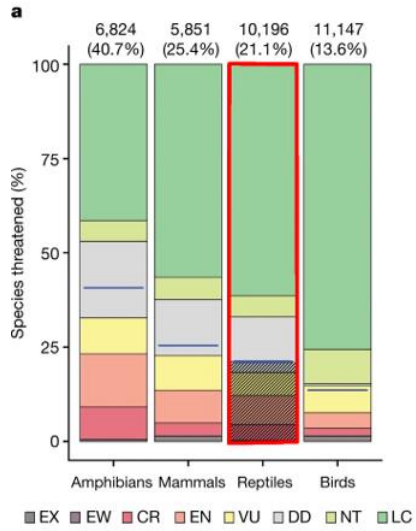



図 1 四肢動物の絶滅リスクの分類学的パターン

従来の寸法計測では，生体の姿勢をまっすぐに保つために人の手で計測する方法が用いられている。しかしこの方法では，押さえるときに生体にストレスを与えてしまう。また，この計測方法では計測者によって同じ生体を図ったとしても異なる数値を得てしまうため，複数の計測者が計測した場合データが扱いづらくなってしまう。



図 2 直接接触する計測法イメージ

また，既存の画像から計測できるツールにimageJというものがある。このソフトウェアは計測する体の中心線を人の手で描画しなければならず，こちらも計測者によってデータの数値が変わってしまう。そのため，私たちはよりデータ入力が簡単で正確に計測できるシステムを開発し，解決しようと考えた。

## 2. 事前知識

爬虫類には尾の自切をする習性をもつ種があるため，尾の寸法が変化しやすい。そのため，爬虫類の生体の体長の寸法はSVL（頭胴長：頭と胴体を合わせた寸法）とTL（尾長：尾の長さ）に分けて計測する。

SVLは口先を始点，総排出腔を終点として計測し，TLは総排出腔を始点，尾の先を終点として計測する。

検証にはニホンヤモリ(*Gekko japonicus*)を使用する。

## 3. 研究目的

本研究では，現在用いられている計測方法よりも生体に与えるストレスが少なく，短時間で誰が測っても同じ値をとれる計測ツールの開発を目的とする。

## 4. 設計

### 4.1. 処理概要

(1) 計測する生体の画像から口先，総排出腔，尾の先端の位置を取得する。

(2) 画像内で長さの基準となる線分を決める。
(3) 四肢をそれぞれ囲むように四角形を描画し，画像にマスクする
(4) 画像から身体の輪郭を抽出する。
(5) 位置情報と輪郭をもとに身体の中心線を計算する。
(6) 中心線を生体の画像にマスクし出力する。

### 4.2. 中心線の計算方法

(1) 同じ垂線の上にある口先と総排出腔(SVL)，総排出腔と尾の先端(TL)をそれぞれ直線で結ぶ。
(2) 直線から等間隔に垂線をいくつか伸ばす。
(3) 垂線と生体の輪郭の交点を探す。輪郭との交点の中点を探す。
(4) 交点同士の中点をSVLとTLそれぞれについてスプライン補完でつなぐ。

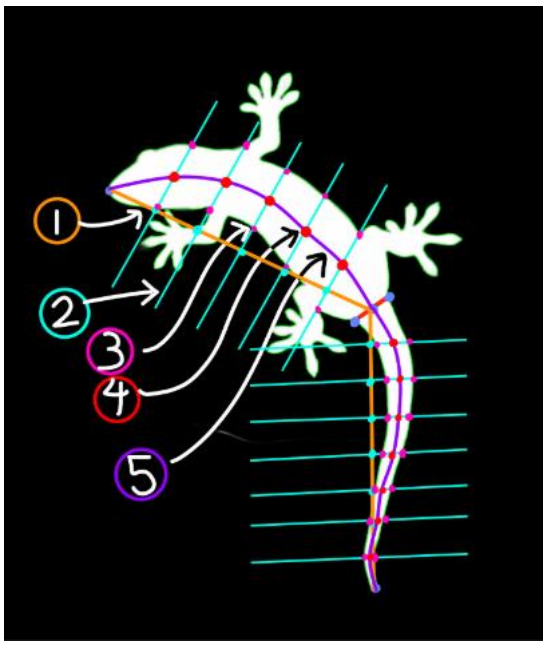



図 3 計測方法のイメージ

### 4.3. 内部システムの計算

ウェブサイトおよびサーバの処理

**ウェブサイトはHTML，CSS，JavaScriptで作成した。**

(1) ユーザは計測したい生体の画像をサーバにアップロードする。
(2) の画像をウェブサイト上に表示する。
(3) 画像上の長さの基準となる線分(基準線)の両端をクリックし，基準線の長さ(基準値)を入力する。
(4) 生体の口先，総排出腔の両端，尾の先端の位置を順番にクリックして入力する。
(5) 総排出腔の両端をつないだ線分とその中点を出力する。
(6) ユーザは決定ボタンを押してサーバに基準値，基準線と生体の各部位の座標を送信する。
(7) 内部システムから送られてきた曲線の長さと曲線をマスクした画像を出力する。

## 5. 結果と考察

検証には図4を使用した。



図 4 テストに使用した画像

### 5.1. 実際に人間が計測した値

表 1 人間が計測した値

| | SVL (mm) | TL (mm) |
|---|---|---|
| 図 4 | 52 | 48 |

以降，実測値と呼ぶ。

### 5.2. 四肢があるまま計測した場合

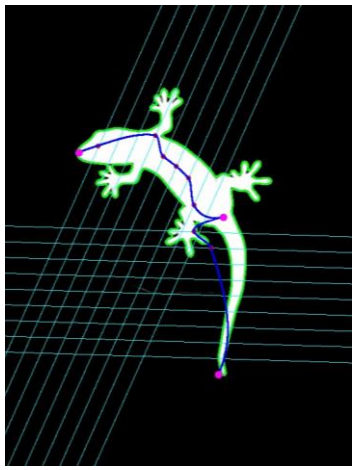


図 5 TLの終点を尾の先に近づけた場合

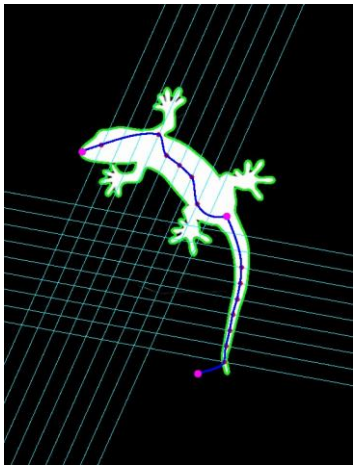


図 6 TL の終点を尾の先から遠ざけた場合

**表 2 四肢ありの計測値**

| 画像 | SVL (mm) | TL (mm) |
|---|---|---|
| 図 5 | 129 | 121 |
| 図 6 | 129 | 124 |

ニホンヤモリの画像では計測できなかったのは四肢があったためと考えられる。四肢があると 4.2(3)の処理時に交点が二つ以上になったこと。交点の中点が胴体の中央ではなくなったことが原因であると考えた。

尾が丸まっているときも同様に交点が二つ以上になるため計測できないと考えられる。

実測値より倍の値が算出された。

TL の終点を尾の先に合わせると中点が取れない値がでてきた

## 5.3.四肢をなくして計測した場合

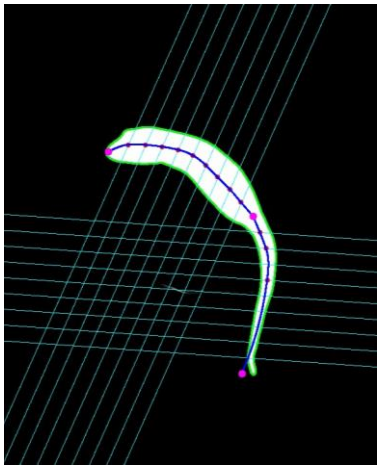


図 7 TL の終点を尾の先に近づけた場合

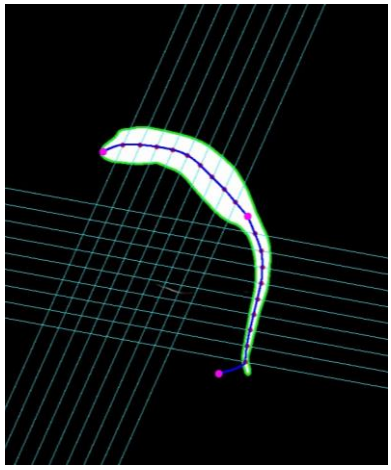


図 8 TL の終点を尾の先から遠ざけた場合

**表 2 四肢無しの計測値**

| | SVL (mm) | TL (mm) |
|---|---|---|
| 図 7 | 113 | 107 |
| 図 8 | 113 | 124 |

四肢をペイントソフトで消した画像を用いて計測した。

画像上では体の中心線が歪まずに補完できた。

また四肢がある画像と同様に、実測値より倍の値が算出された。

TL の終点を尾の先に合わせると中点が取れない値がでてきた。

## 6. 改善・展望

### 6.1.改善

- 画像から生体の四肢を無くす処理を追加する。
- 尾が曲がっていても計測できる処理を追加する。

### 6.2.展望

#### 6.2.1.評価

複数のニホンヤモリを本システムと複数の人間で計測する。各個体の体長の比が本システムで計測した値と人間の平均値が何パーセント異なるのか調べる。

### 6.2.2.今後の実装

- 複数の個体をまとめて測れるようにする。
- 画像から自動で口先，総排出腔，尾の先端を自動で検出する処理を追加する。
- 手軽に使えるようにするため，スマートフォン向けアプリケーション化する。
- より正確な値を得るために生体を撮影した動画から体長を計測できるようにする。

## 7. おわりに

本研究の目的は，爬虫類研究に用いるための，爬虫類を計測することに特化した計測システムの開発であった。

爬虫類の身体の対称性に着目し，体の輪郭から，中心線を算出するシステムを開発した。現在の一番の課題は四肢が中心線の算出の障害になること。5.3の四肢を無くした画像を用いて計測をしてみた場合の結果より，この課題が解決することができれば本システムは爬虫類を計測することが可能になると考えられる。

この課題を解決したうえで，より爬虫類研究に対し有用なシステムにし爬虫類研究を発展させる一つの力となるものにしていきたい。

## 8. 参考文献

(1) SIKINO. “秋間補完”.SikiNote. 2020/11/11.https://slpr.sakura.ne.jp/qp/akima-interpolation/ , (2025/5/2)

(2) Neil Cox, Bruce E. Young, et al “A global reptile assessment highlights shared conservation needs of tetrapods”. Nature. 2022/4/27. 605, p.285-290 (2022)

U-18 発表論文

# 視覚障害者向けリモコンデバイスの開発

松井大和*1
指導教員：白石利夫*2・ドゥラゴ英理花*2
Email: toshio_shiraishi@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校データサイエンスコース 2 年
*2：聖徳学園高等学校教員

◎Key Words　視覚障害者，Arduino，リモコン

## 1.　はじめに

近年，家電のインターフェースがタッチパネル化やフラットデザイン化する中で，視覚障害者がボタンの物理的な位置や操作のフィードバックを把握できないなどの課題が生じている(1)。加えて，内閣府が実施「生活のしづらさなどに関する調査」によると，全国の視覚障害者（身体障害者手帳所持者）は約 31 万 2 千人のうち，65 歳以上（年齢不詳を含む）は 22 万人と全体の約 7 割（72.5%）を占めており，当事者の高齢化が顕著となっている(2)。

このような背景から，高齢の視覚障害者にとって，近年普及が進むスマートスピーカー等の最新機器は，初期設定やネットワーク接続，複雑な音声コマンドの記憶などを要するため，認知面および操作面での心理的抵抗が極めて高い。そのため，昔ながらの物理ボタンによる，設定不要で直感的な操作体系が強く求められている。視覚障害者であっても，防犯対策といった目的から，自力で室内の照明をコントロールしたいという需要は大きい。

現在，様々な障害者向け学習リモコンの開発が行われている。しかし，それらの多くは入力操作のしやすさに重点を置いており，現在の動作状況や操作後，機器が反応しているかなどの情報を得ることができるものは少ない。

そこで本研究では，視覚的な情報に頼らなくて簡単に操作できる入力方法と音・振動・光といった複数の感覚フィードバックによって状況を把握できる機能組み合わせ，視覚に課題がある人でも簡単に利用することができるデバイスの開発を行った。また，照度センサを用いて実際の部屋の明るさなどの情報も取得できるように配慮した。

## 2.　システム概要及びハードウェア構成

本デバイスは，視覚障害者が直感的に照明を操作でき，感覚フィードバックにより，状況を確認することができる。

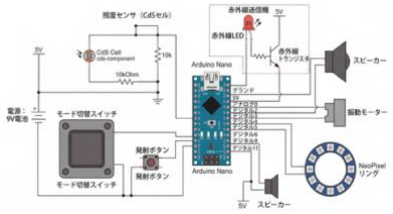



図 1　システム構成図（回路図）

### 2.1　マイコンおよび入出力モジュール

制御用マイコンには，コードの書き込みおよびデバイスの小型化・省電力化に適した Arduino Nano を採用した。入力部にはモード切り替えおよび発射用のタクトスイッチを実装し，出力部には赤外線 LED および，空間の明暗変化をリアルタイムで数値化するための照度センサー（CdS セル）を搭載した。さらに，既存の家電リモコンの信号を受信するため，赤外線受信モジュールを実装した。

### 2.2　多感覚フィードバックモジュール

視覚・聴覚・触覚の 3 つの感覚をフィードバックするために，フルカラーLED（NeoPixel リング），圧電スピーカー，および振動モーターを内蔵した。これにより，全盲のユーザーだけでなく，弱視のユーザーや周囲の介助者にもデバイスの状態を共有できる設計とした。



図 2　開発した試作機

## 3.　ソフトウェアとユーザーインターフェース

### 3.1　物理的なインターフェースの工夫

視覚情報に頼らずにボタンの役割を触覚のみで識別できるよう，操作用の２つのボリュームスイッチは大きさが異なるものを用いた。そして大きいボリュームスイッチには、立体的なシールを貼り，より識別しやす

いようにし，指先が触れた瞬間に識別しやすく、直感的に操作できるようにした。

電源については，現段階ではモバイルバッテリーを外部接続する一時的な給電システムを採用している。

これについては今後，デバイスに内蔵するなどの検討が必要である。

### 3.2 信号補完の仕組み

当初は未知の信号を記録・再現する学習機能を試みた。しかし，安価な受信モジュールやマイコンの性能限界からノイズが混入しやすく，送信する信号が不正確なものになり，家電が反応しないことがあるなどの問題があった。

これを解決するため、受信した信号から家電を特定し，ノイズを含む元のデータは破棄して，事前に用意した正しい信号（辞書データ（図４））に置き換えて送信する仕組みを構築した。（図３）

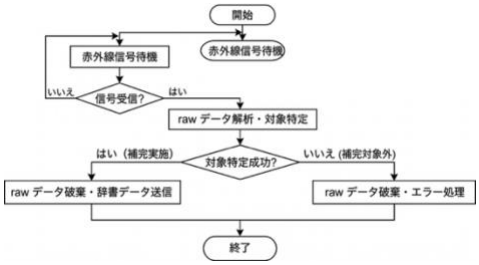



図 3 信号処理の流れ

```
// ★ アイリスオーヤマ「黄金データ」（プリセット）
const uint16_t IRIS_FINAL_DATA[] = {
  2050, 950, 5500, 950, 1550, 400, 1550, 450, 550, 450,
  600, 450, 550, 450, 550, 450, 600, 400, 600, 400,
  1600, 400, 600, 400, 600, 450, 550, 450, 600, 400,
  550, 450, 550, 450, 1600, 400, 600, 400, 1600, 400,
  600, 400, 600, 450, 550, 450, 550, 450, 550, 450,
  600, 400, 600, 450, 550, 450, 600, 400, 600, 400,
  600, 400, 550, 500, 550, 450, 600, 400, 600, 400,
  1600, 400, 600, 400, 1600, 400, 1600, 400, 550, 450,
  1600, 400, 1550, 450, 500
};
```

図４ プログラム内の辞書データ

学習した不安定な信号を使うのではなく，この綺麗な辞書データだけを代わりに送信することで，ハードウェア側の精度の限界をソフトウェアの力でカバーし，純正リモコンと同等の極めて安定した家電操作を行うことができる。

### 3.3 光と音によるフィードバック

操作モードごとにフルカラーLED の発光色を変化させ，例えば照明点灯操作時は赤，消灯操作時は青といったように視覚的な情報を提示すると同時に，それぞれ異なる周波数の操作音が出力されるようプログラムした。また，高輝度の LED を採用することで，弱視のユーザーであっても色の変化を視認しやすくする工夫を施した。

また，本デバイスの光の配色においては，利用者の多くを占める高齢の弱視の人の視覚特性を考慮し，カラーユニバーサルデザインの観点に基づいて色彩設計を行った。

人間の水晶体は加齢や白内障の進行に伴って黄変し，特に短波長である青色系の光の透過率が著しく低下することがある。これにより，高齢の弱視者は青色を暗く感じ，黄色や白との区別が困難になる傾向がある。そこで本研究では，高齢者の目でも色がハッキリと見分けやすく，注意を引きやすい長波長の赤や黄色を意図的に採用した。これにより，残存視力を持つユーザーが直感的に操作結果やデバイスの状態を識別できるようにした。

### 3.4 振動による合図

送信ボタンを押下した瞬間に，デバイス本体に内蔵されたモーターが振動するよう設計した。この物理的な振動伝達により，厚手の手袋を着用している場合や，加齢等で指先の触覚が低下している状態であっても，ボタンを押し込んだという感覚で操作を確認することができる。これにより，ユーザーはデバイスの操作に対して高い安心感を得ることができる。

### 3.5 照度センサーによるフィードバック

本システムの最大の特徴として，操作の結果として実際に照明が変化したかを検知するプログラムを開発した。設計段階において，照度変化の判定基準（閾値）を固定の数値で設定した場合，元の部屋の明るさによって未検知や誤検知が頻発することが判明した。

これを解決するため，部屋の元の明るさをセンサーで読み取り，その明るさに応じて判定の基準を自動で計算・調整するプログラムを導入した。

さらに，操作者の手や体がセンサを横切った際に生じる一時的な影を消灯と誤検知するリスクへの対策として，変化を検知してから 0.5 秒待って再計測を行う処理を実装した[3]。

これにより，事前の環境設定を必要としない堅牢な判定システムを構築した。

### 3.6 結果通知の音響最適化

照度センサーが照明の動作を確定検知した際の結果通知において，生活音の中で聞き取りやすさを向上させるため，ブザーの音を人間の耳に一番聞こえやすい高めの音（2000Hz から 4000Hz 付近）に設定した。成功時には聞き取りやすい高音のメロディの再生と緑色 LED の点滅が行われ，操作者に最終的な結果を通知する。

## 4. 検証と考察

### 4.1 実証実験の概要

本システムに実装した明るさの自動調整プログラムが，実生活の多様な環境光の下で正確に機能するかを検証するため，開発者およびその家族を含む 3 名を対象に実証実験を行った。同一の室内において朝，昼，夜の 3 つの時間帯を設定し，アイマスクを着用して視覚障害を模擬した被験者が天井照明への操作を各 10 回ずつ計 90 回実施した。なお，本検証は健常者がアイマスクを用いて視覚を遮断した模擬的なテストである。そのため，実際の視覚障害者を対象とした使いやすさの評価ではなく，朝昼夜といった異なる環境光の下で，本システムの自動調整プログラムが設計通りに

正しく照明変化を検知できるかという技術的な動作確認を主目的としている。



図 7　アイマスクを着用した実証実験の様子

### 4.2　実験結果

実験の結果，表 1 及び図 8 に示す通り，実験環境の明るさが変化することによって判定精度に明確な差が生まれた。室内照明のみの外光がない夜間においては 100%の成功判定を記録した。一方で，自然光が差し込む朝および昼の時間帯においては，環境光の強さに比例して一部で判定の取りこぼしが発生する割合が増加した。特に太陽光が直射する昼間においては成功率が 76.7%まで低下し，未検知となる割合が全体の 2 割以上（23.3%）を占める傾向が視覚的にも確認された。

なお，全試行を通じて影などの一時的な誤検知をするエラーは 0 回であった。

表 1　時間帯および部屋の状況別の実験結果

| 実験時間帯 | 部屋の状況 | 操作回数 | 成功判定回数 |
|---|---|---|---|
| 朝（8:00） | カーテン越しの自然光と照明 | 30 回 | 26 回(86.7%) |
| 昼 (13:00) | 太陽光の直射等による強い自然光 | 30 回 | 23 回(76.7%) |
| 夜 (20:00) | 室内照明のみの外光なし環境 | 30 回 | 30 回(100%) |

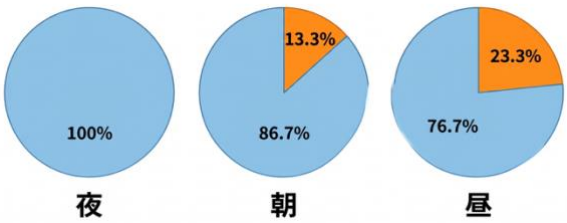



図 8　時間帯別の操作成功率の比較
（青：成功，橙：判定取りこぼし）

### 4.3　考察

時間遅延フィルターの導入により，操作者自身が落とす影による誤検知は完全に防ぐことができ，プログラム処理による誤検知対策の有効性が実証された。

しかし，自然光が入り込む環境下ではアルゴリズムの限界が浮き彫りとなった。数万ルクスにも及ぶ強い太陽光が差し込む昼間において，照度センサの測定限界（ダイナミックレンジ）に達してしまい，数百ルクス程度の照明による微小なプラスの変化が相対的にノイズに埋もれてしまう。設定した元の明るさから 30%変化するという判定基準は，元の環境光が強すぎる場合には計算上，到達が困難となることがデータによって示された。

## 5.　今後の課題

本研究では，視覚情報に頼らず直感的に操作と結果フィードバックが行えるスマートリモコンの開発を行った。一方で，開発と実験を通じて実用化に向け，以下のような課題が明確になった。

- 手探り操作時の無意識な動作によりうまく動作しないことである。例えば，センサーなどを触れてしまったり，覆ってしまうことでうまく動作できなくなることがあった。
- 今回は家族に目隠しをしてテストしたもらったため，障害を持つ当事者特有の課題を確認することができなかった。今後は，実際の視覚障害者を対象とした実地テストを行う必要がある。
- ハードウェアの物理的限界とコンセプトとの矛盾である。照度センサの測定限界の特性上，昼間の強い外光下では相対変化の検知することができない。
- 正確にデバイスを向けるための利用者がデバイスを機器に向ける必要がある。これは、視覚に頼らないという本機のコンセプトに矛盾している。このことを解消するため，現在の赤外線方式のリモコンの仕組みを見直すなどの検討が必要である。
- リモコンの学習機能の省力化である。本試作機は手動による事前データの定義と補正を必要であるが。これを誰でも簡単に行い，利用しやすくする必要がある。

今後はこれらの課題に取り組み，より障害のある人が，快適に暮らせる環境の実現に貢献していきたい。

## 参考文献

(1)　渡辺哲也，山口俊光，南谷和範：“視覚障害者の携帯電話・スマートフォン・タブレット・パソコン利用状況調査”，電気通信普及財団 研究調査助成報告書. https://niigata-u.repo.nii.ac.jp/record/33340/files/TAF_Report_H26.pdf（2026 年 6 月 2 日閲覧）.

(2)　厚生労働省：“平成 28 年生活のしづらさなどに関する調査（全国在宅障害児・者等実態調査）”，p.10, https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/seikatsu_chousa_c_h28.pdf （2026 年 6 月 14 日閲覧）.

(3) Arduino：“delay()”，Arduino Documentation, https://docs.arduino.cc/language-reference/en/functions/time/delay/（2026 年 6 月 10 日閲覧）.

# 小中学校の授業における生成 AI 活用場面創出ツールの開発

山田耀[*1]・巻本直人[*2]・酒井郷平[*3]
Email: hikaluyamada@gmai.com

*1：常葉大学大学院　学校教育研究科
*2：静岡大学大学院　教育学研究科
*3：常葉大学　教育学部

◎Key Words　　生成 AI，授業構想，教員支援

## 1.　はじめに

生成 AI が急速に社会に普及・浸透していく中，学校教育の現場もその例外ではなく影響が広がっている。文部科学省の自治体アンケート調査によると，令和 5 年度から令和 7 年度にかけて学校での生成 AI の利用率が年々増加しており，全体の約 4 割の学校で生成 AI を活用している。[(1)]一方，実際に学校現場で生成 AI を使う上で，様々な課題も指摘されている。

例えば，文部科学省は令和 5 年度より生成 AI パイロット校の取り組みでは，実践校から「当初計画していた授業目標そのものからは少しそれてしまった」などの声が上がっており，授業効果につながらないという課題が挙げられている。[(2)]こうした中で，パイロット校等による先行事例の蓄積が行われているが，これらの先行事例を全ての教員が模倣することは難しく，あくまで他校の事例として，自分自身の授業には反映させられない可能性も考えられる。

そこで本研究では，小中学校の教員が自身の授業の中で生成 AI を活用する場面を，具体的に創り出すことができる支援ツールを開発し，そのツールの有効性を検証することを目的とする。

## 2.　方法

### 2.1　支援ツール開発の要件

本研究で開発する支援ツールでは，授業のねらいや教員の意図をプロンプトとして入力することで，効果的な活用場面を提案することを想定した。また，教員が普段の業務の中で使うことを考慮すると，操作が容易であることが重要である。

そこで，先行研究や現場の実態を踏まえ，以下の 3 点を開発する支援ツールの要件として定めた。

要件 1：使いやすい UI であること
要件 2：教員の思いや子どもの実態を反映できること
要件 3：授業の中での具体的活用場面を提案すること

### 2.2　生成 AI 活用場面創出ツールの開発

開発した生成 AI 活用場面創出ツールを図 1 に示す。インターフェース部には HTML，CSS，JavaScript を用い，エンジン部には Node. js を用いて実装した。また，外部 API として GPT-3. 5 Turbo を利用した。使用者が直感的に操作しやすいよう，最低限の情報のみを表示させたシンプルな UI 設計とした（要件 1 に対応）。

操作手順は以下のとおりである。

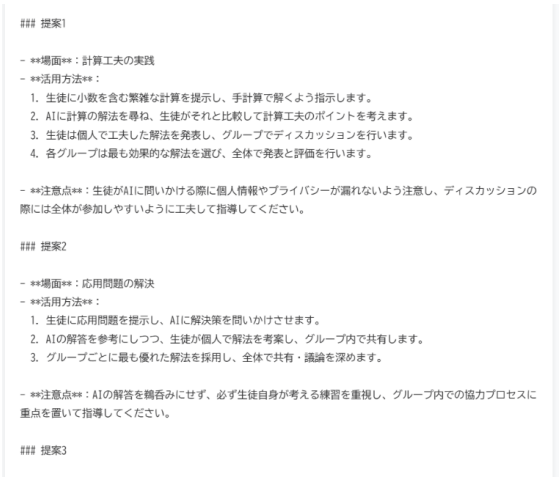
①「学年」「教科」を選択し，「単元」「授業構想」「子どもの実態」を入力する。
②「提案をもらう」ボタンをクリックする。
③「活用場面の提案」が表示される（図 2）。

①の「授業構想」には，教員が自分の構想する授業の流れやねらい等を自由記述で入力する。教員自身の思いや意図が個々に異なるため，それらを十分に表現できるよう，字数制限を設けない自由記述方式とした。「子どもの実態」は，教員の思う子どもたちの課題感を授業提案に反映させることを目的として設定している（要件 2 に対応）。

③の「活用場面の提案」では，具体的な活用場面の提案が 3 つ表示され，それぞれ「場面」「活用方法」「注意点」が示される。使用する教員がより具体的に活用場面をイメージできるよう，「場面」だけでなく「活用方法」としてその手順も示している（要件 3 に対応）。




図 1 生成 AI 活用場面創出ツール



### 提案1

- **場面**：計算工夫の実践
- **活用方法**：
  1. 生徒に小数を含む繁雑な計算を提示し、手計算で解くよう指示します。
  2. AIに計算の解法を尋ね、生徒がそれと比較して計算工夫のポイントを考えます。
  3. 生徒は個人で工夫した解法を発表し、グループでディスカッションを行います。
  4. 各グループは最も効果的な解法を選び、全体で発表と評価を行います。

- **注意点**：生徒がAIに問いかける際に個人情報やプライバシーが漏れないよう注意し、ディスカッションの際には全体が参加しやすいように工夫して指導してください。

### 提案2

- **場面**：応用問題の解決
- **活用方法**：
  1. 生徒に応用問題を提示し、AIに解決策を問いかけさせます。
  2. AIの解答を参考にしつつ、生徒が個人で解法を考案し、グループ内で共有します。
  3. グループごとに最も優れた解法を採用し、全体で共有・議論を深めます。

- **注意点**：AIの解答を鵜呑みにせず、必ず生徒自身が考える練習を重視し、グループ内での協力プロセスに重点を置いて指導してください。

### 提案3

図 2 「活用場面の提案」の例

### 2.3 調査方法

開発した支援ツールの効果を検証するため，X 県 Y 市の小中学校の情報主任対象の教員研修会に参加した教員を対象に質問紙調査を実施した。調査対象者には，調査の目的，回答は任意かつ無記名であり不利益を被ることはないこと，収集したデータは研究目的以外には使用しないことを説明し，同意を得た上で回答を依頼した。

事前調査項目は【属性】，【生成 AI 活用に対する意識】で構成した。事後調査項目は【支援ツールに対する評価】，【生成 AI 活用に対する意識】，【自由記述】で構成した。【生成AI活用に対する意識】,【支援ツールに対する評価】については，7 件法（「1＝全くそう思わない」から「7＝そう思う」）とした。

## 3. 結果と考察

### 3.1 教員の生成AIに対する意識の変容

【生成AI活用に対する意識】への回答結果について，欠損がある回答を除外した11件を分析対象として事前・事後の差を比較し，対応のある $t$ 検定を行った結果を表1に示す。5%で有意差が認められた項目に着目すると，「自分の授業の中で生成AIを活用する場面をイメージできている」（$t(10)=3.11$, $p<.05$），「生成 AI を活用した授業を自分で設計できる」（$t(10)=3.11$, $p<.05$），「 生成AIの使い方を自分の学校で教えていきたい」（$t(10)=2.39$, $p<.05$）において，有意な差が見られた。これは本ツールを通して，教員の授業での生成AI活用について，イメージを持つことができ，授業の中で生成AIを活用できる場面を想定することができたと考えられる。このことから，本ツールが生成AIの授業での活用を促すことに寄与したことが考えられる。

### 3.2 ツールに対する教員の評価

事後アンケートにおける【支援ツールに対する評価】への回答結果について，平均値に注目すると，全ての項目で中立点の 4.00 以上となっており，おおむね肯定的な評価を得られた。本ツールのUI面が評価されていることからも，手軽に使うことのできる支援ツールが手元にあることが，生成AIを自分の授業の中で使ってみることの足場掛けになると考えられる。

表1 $t$ 検定の結果（$N$=11）

| 質問項目 | 事前 $M(SD)$ | 事後 $M(SD)$ | $t$ |
|---|---|---|---|
| 業における有用性を感じている | 5.36(1.03) | 5.18(0.75) | 0.69 |
| 授業の中で活用場面をイメージできている | 3.27(1.62) | 4.09(1.30) | 3.11* |
| 授業を自分で設計できる | 3.00(1.61) | 3.82(1.54) | 3.11* |
| 授業で活用することは不安である | 4.10(2.33) | 4.30(2.16) | 0.30 |
| 校務で活用することは不安である | 3.00(1.79) | 3.27(1.95) | 0.40 |
| アイデアを増やすために役立つと思う | 6.18(0.87) | 6.18(0.75) | 0.00 |
| 業務の中で活用したい | 6.18(0.87) | 6.27(0.79) | 1.00 |
| 使い方を学校で教えていきたい | 6.09(0.94) | 5.36(1.57) | 2.39* |

*$p < .05$

支援ツールに関する自由記述では，*「授業構想，実態の記入の仕方にスキルが必要だと思います。」*，*「AIを活用するねらいや効果まで考えて教えてほしい。」*などの記述が得られた。ここから，支援ツールの「授業構想」を自由記述か場面の選択式か選べる仕様に改善することや「活用場面の提案」について，「その場面で AI を使うことで期待される効果」や「提案を実現するためのプロンプト文」を一緒に表示させることがより支援ツールの有用性を高めることが考えられる。

## 4. おわりに

本研究では，教員が自身の授業の中で生成AIを活用できる場面の創出を支援するツールを開発し，その効果を明らかにすることを目的とした。開発した支援ツールが生成AIを授業で活用する場面を想起し，生成AIの使い方を伝えていくという意識が向上したことから一定の有用性が示唆された。今後はツールを使用して教員がどのように授業へ反映していくかを検証する必要がある。

## 参考文献

(1) 文部科学省:“GIGA スクール構想の下での校務DXチェックリスト～学校・学校設置者の自己点検結果～〔確定値〕”, (2025).
https://www.mext.go.jp/content/20250326-mxt_jogai01-000033278_1.pdf (2026.6.28 閲覧)

(2) 文部科学省:“学校現場における生成AIの利用について”, (2023).
https://www.mext.go.jp/zyoukatsu/ai/(2026.6.28 閲覧)

※タイトル/氏名/所属機関名は応募時(2026年4月30日)のものです


| | 氏名(読み) | 氏名(漢字) | 所属機関名 | ページ | 発表順 |
|---|---|---|---|---|---|
| ア | アカホシ ヤスヒロ | 赤星 保浩 | 九州工業大学 | 259 | 5-E-1 |
| | アベ イッセイ | 阿部 一晴 | 京都光華大学 | 262 | 5-E-2 |
| | アマノ トオル | 天野 徹 | 明星大学 | 190 | 4-D-3 |
| | アヤ コウジロウ | 綾 皓二郎 | みやぎインターカレッジコープ | 101 | 2-C-2 |
| | アヤ コウジロウ | 綾 皓二郎 | みやぎインターカレッジコープ | 153 | 4-A-5 |
| イ | イケミ タツキ | 池見 樹 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 25 | 1-A-3 |
| | イシゲ アキノリ | 石毛 昭範 | 東京インターカレッジコープ（拓殖大学） | 70 | 2-A-2 |
| | イトウ トモキ | 伊藤 恭生 | 東北学院大学大学院工学研究科機械工学専攻 | 81 | 2-B-1 |
| | イノウエ ミナ | 井上 美奈 | 東京都立科学技術高等学校 | 61 | 1-B-6 |
| ウ | ウツミ ショウタ | 内海 翔太 | 三重大学大学院 | 280 | ポスター06 |
| | ウラベ コウジ | 占部 弘治 | 新居浜工業高等専門学校 | 66 | 2-A-1 |
| オ | オオツキ アヤメ | 大月 文芽 | 京都女子高等学校 | 126 | 3-A-4 |
| | オオニシ セイヤ | 大西 晴也 | 新居浜工業高等専門学校 | 130 | 3-A-5 |
| | オオマエ トモミ | 大前 智美 | 大阪大学 | 269 | ポスター01 |
| | オカノ ケント | 岡野 健人 | 千葉大学大学院教育学研究科 | 288 | ポスター08 |
| | オガワ タケシ | 小川 健 | 専修大学 | 268 | 5-E-4 |
| | オガワ チカコ | 小河 智佳子 | 広島修道大学 | 255 | 5-D-5 |
| | オガワ トモヒロ | 小川 智博 | 日向市立財光寺小学校 | 144 | 4-A-2 |
| | オキハル フミコ | 興治 文子 | 東京理科大学 | 229 | 5-C-3 |
| | オノダ テツヤ | 小野田 哲弥 | 産業能率大学 情報マネジメント学部 現代マネジメント学科 | 85 | 2-B-3 |
| カ | カトウ コウジ | 加藤 浩治 | 平成国際大学 | 149 | 4-A-4 |
| | カトウ ヨシマサ | 加藤 良将 | 名古屋芸術大学 | 294 | ポスター11 |
| | カナザキ コウヘイ | 金崎 航平 | 公立千歳科学技術大学 大学院 理工学研究科 理工学専攻 | 174 | 4-C-3 |
| | カミムラ シンイチ | 神村 伸一 | 東北文化学園大学 | 215 | 5-B-2 |
| | カワグチ アカリ | 川口 明莉 | 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 | 123 | 3-A-3 |
| キ | キクハラ ミオ | 菊原 美緒 | 令和健康科学大学 | 290 | ポスター09 |
| | キタガワ タツキ | 北川 達大 | 聖徳学園高等学校 | 39 | 1-A-7 |
| | キムラ ナツキ | 木村 夏輝 | 東北学院大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 | 83 | 2-B-2 |
| | キムラ ヨシタカ | 木村 剛隆 | 聖徳学園中学・高等学校 | 140 | 4-A-1 |
| ク | クマモト ユウア | 熊本 悠亜 | 聖徳学園高等学校 | 298 | ポスター12 |
| | クワハラ ヤマト | 桑原 大和 | 長崎県立長崎南高等学校 | 20 | 1-A-1 |
| コ | コウケツ ジュンダイ | 纐纈 潤大 | 東京理科大学 | 186 | 4-D-2 |
| | コジマ カンジ | 児島 完二 | 名古屋学院大学 | 237 | 5-C-5 |
| | ゴトウ キホ | 後藤 喜帆 | 聖徳学園高等学校 | 42 | 1-B-1 |
| | コバヤシ アキゾウ | 小林 昭三 | 新潟大学 | 233 | 5-C-4 |
| | コバヤシ タカユキ | 小林 貴之 | 日本大学 | 252 | 5-D-4 |
| | コマチ アヤネ | 小町 彩寧 | 聖徳学園高等学校 | 304 | ポスター14 |
| サ | サイトウ マサル | 齊藤 勝 | 帝京平成大学 | 284 | ポスター07 |
| | サエキ タスク | 佐伯 介 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 29 | 1-A-4 |
| | サカウエ アヤコ | 阪上 彩子 | 奈良教育大学 | 97 | 2-C-1 |
| | サカタ ノブヒロ | 坂田 信裕 | 山梨大学 | 157 | 4-B-1 |
| | サナダ タカヒロ | 眞田 隆裕 | 法政大学大学院連帯社会インスティテュート | 72 | 2-A-3 |
| シ | シノダ ユウジ | 篠田 有史 | 甲南大学 | 223 | 5-C-1 |
| | シノハラ カズシ | 篠原 一志 | 東京都立科学技術高校 | 301 | ポスター13 |
| | シマネ ユメノシン | 島根 夢之進 | 東洋大学付属牛久高等学校 | 54 | 1-B-4 |
| | シラツチ ユカ | 白土 由佳 | 文教大学 | 159 | 4-B-2 |
| ス | スガヤ カツユキ | 菅谷 克行 | 茨城大学 | 227 | 5-C-2 |

※タイトル/氏名/所属機関名は応募時(2026年4月30日)のものです


| | 氏名(読み) | 氏名(漢字) | 所属機関名 | ページ | 発表順 |
|---|---|---|---|---|---|
| | スズカ タイセイ | 鈴鹿 泰正 | 東京都立科学技術高等学校 | 65 | 1-B-7 |
| | スズキ ジロウ | 鈴木 治郎 | 信州大学 | 220 | 5-B-4 |
| | スズキ ナオコ | 鈴木 尚子 | 京都女子中学校高等学校 | 204 | 5-A-2 |
| | スナミ ホクト | 角南 北斗 | フリーランス | 161 | 4-B-3 |
| セ | セノオ ケンイチロウ | 妹尾 堅一郎 | NPO法人産学連携推進機構 | 164 | 4-B-4 |
| | セノオ ケンイチロウ | 妹尾 堅一郎 | NPO法人産学連携推進機構 | 165 | 4-B-5 |
| ソ | ソガ トシオキ | 曽我 聡起 | 公立千歳科学技術大学 | 198 | 4-D-5 |
| タ | タガ チハル | 多賀 千遥 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 307 | ポスター15 |
| | タカタ レン | 髙田 錬 | 富山県立高岡高等学校 | 57 | 1-B-5 |
| | タカハシ シュウ | 高橋 秀 | 東北学院大学大学院 | 79 | 2-A-5 |
| | タカハシ チカラ | 髙橋 力良 | 東洋大学付属牛久高等学校 | 50 | 1-B-3 |
| | タケウチ アキノブ | 竹内 光悦 | 実践女子大学 | 218 | 5-B-3 |
| | タケウチ リュウギ | 武内 龍義 | 聖徳学園高等学校 | 137 | 3-A-7 |
| | タナカ アユム | 田中 歩武 | 長崎県立長崎南高等学校 | 22 | 1-A-2 |
| | タナベ テツ | 田邉 鉄 | 北海道大学 | 272 | ポスター02 |
| テ | デイヴィス エミ | デイヴィス 恵美 | 大阪成蹊大学 | 105 | 2-C-3 |
| ト | ドヒ シンイチ | 土肥 紳一 | 東京電機大学 | 178 | 4-C-4 |
| ナ | ナガエ タカコ | 永江 貴子 | 拓殖大学 | 109 | 2-C-4 |
| | ナガオカ スイ | 長岡 穂 | 西武文理大学 | 112 | 2-C-5 |
| | ナガオカ タケル | 長岡 健 | 法政大学 | 93 | 2-B-5 |
| | ナカガワ ケンジ | 中川 健司 | 横浜国立大学 | 274 | ポスター04 |
| | ナガサワ コウキ | 長澤 孝樹 | 東京都立多摩科学技術高等学校 | 133 | 3-A-6 |
| | ナガサワ ナオコ | 長澤 直子 | 京都先端科学大学 | 264 | 5-E-3 |
| ハ | ハシモト サトシ | 橋本 諭 | 産業能率大学 | 89 | 2-B-4 |
| | ハシモト ユウタ | 橋本 雄太 | 青翔開智高等学校 | 119 | 3-A-2 |
| ヒ | ヒラサワ ケント | 平澤 賢人 | 三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻 | 276 | ポスター05 |
| | ヒラタ ヨシタカ | 平田 義隆 | 京都女子中学校高等学校 | 200 | 5-A-1 |
| フ | フクシマ シン | 福嶋 紳 | 常葉大学 | 292 | ポスター10 |
| | フジワラ ハルマ | 藤原 遙馬 | 愛媛県立松山南高等学校 | 116 | 3-A-1 |
| | フセ イズミ | 布施 泉 | 北海道大学 | 170 | 4-C-2 |
| | フセ マサヒコ | 布施 雅彦 | 福島工業高等専門学校 | 194 | 4-D-4 |
| | フセ マサヒコ | 布施 雅彦 | 福島工業高等専門学校 | 244 | 5-D-2 |
| ホ | ホリグチ アガサ | 堀口 愛芽紗 | 早稲田大学本庄高等学院公民科・明治大学大学院 | 148 | 4-A-3 |
| マ | マスヤマ カズミツ | 増山 一光 | 嘉悦大学 | 241 | 5-D-1 |
| | マツイ ヤマト | 松井 大和 | 聖徳学園高等学校 | 311 | ポスター16 |
| | マツシマ シュン | 松嶋 駿 | なし | 214 | 5-B-1 |
| | マルコ ケンセイ | 丸子 兼成 | 東北学院大学 | 75 | 2-A-4 |
| ミ | ミノハラ タツオ | 箕原 辰夫 | 千葉商科大学 | 166 | 4-C-1 |
| ム | ムラカミ アイコ | 村上 愛幸 | 聖徳学園高等学校 | 46 | 1-B-2 |
| ヤ | ヤスダ アツキ | 保田 篤輝 | 早稲田大学高等学院中学部 | 32 | 1-A-5 |
| | ヤマグチ シンヤ | 山口 伸也 | 長崎県立川棚高等学校 | 210 | 5-A-4 |
| | ヤマダ ヒカル | 山田 耀 | 常葉大学大学院 | 314 | ポスター17 |
| | ヤマモト サクト | 山本 朔叶 | 東北学院大学大学院 | 182 | 4-D-1 |
| ヨ | ヨシダ ケンジ | 吉田 賢史 | 早稲田大学高等学院 | 208 | 5-A-3 |
| リ | リ ガイ | 李 凱 | 獨協大学 | 248 | 5-D-3 |
| ワ | ワタナベ リノ | 渡邉 凜乃 | 聖徳学園高等学校 | 36 | 1-A-6 |