

も く じ

■開催日時：2023年5月20日（土）

■テーマ：DX時代に向けた学習環境の変革・リスキリング／ヘルスケア分野のDX人材育成／
一般

- 1) プロジェクト型作業支援エデュテインメント教材を用いたITエンジニアのリスキリング研修の試み-----1
○白澤秀剛(東海大学)
- 2) ショート動画活用による企業連携PBL型授業の実践と課題-----7
○澤崎敏文(仁愛女子短期大学)
- 3) 理系大学におけるFDセミナー改善に向けた異分野教員チームの構築-----11
○加藤由香里(東京工業大学)，山下幸彦(東京工業大学)，
畠山久(東京工業大学)，大石敏也(東京都立大学)
- 4) 大学生のセルフメディケーション実践支援に向けたLINE版おくすり手帳の開発-----17
○阿部祐来(大阪公立大学)，南野早芸(共和メディカル)，真嶋由貴恵(大阪公立大学)，
榊田聖子(大阪公立大学)，川原淳(共和メディカル)
- 5) 学習コンパニオンロボットによる「Peerさ」形成に関する実験的検証
～長期的非言語インタラクションによる競争感誘発の可能性～-----22
○本多昂生(早稲田大学大学院)，田和辻可昌(早稲田大学データ科学センター)，
松居辰則(早稲田大学人間科学学術院)
- 6) 弱さをもつコミュニケーションロボットによる学習援助の誘因のための要因分析-----28
○白石誠(早稲田大学大学院)，松居辰則(早稲田大学人間科学学術院)
- 7) 生体情報を用いた学習中における学習者の感情隠蔽状態の推定及びフィードバック生成-----34
○篠原洸一(早稲田大学大学院)，村松慶一(早稲田大学グローバルエデュケーションセンター)，
松居辰則(早稲田大学人間科学学術院)
- 8) 要約フィードバックによるパッティングスキルの熟達化に関する研究-----39
○西村陽平(静岡大学大学院)，遠山紗矢香(静岡大学大学院)

9) テキスト生成システムを用いたプログラミング学習法の検討-----	43
○森幹彦(法政大学)	
10) 生成系 AI の教育および教育研究へのインパクトについて-----	51
○武田俊之(関西学院大学)	
11) データサイエンティストのための情報倫理教育プログラムの提案-----	58
○大崎理乃(信州大学)	
12) 高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材学習環境としての EduBlocks の評価-----	64
○内田保雄(宮崎産業経営大学), 井田志乃(宮崎公立大学), 西田若葉(宮崎産業経営大学)	

プロジェクト型作業支援エデュテインメント教材を用いた IT エンジニアのリスキリング研修の試み

白澤 秀剛^{*1}

^{*1} 東海大学

Format of the Research Report

Hidetaka Shirasawa^{*1}

^{*1} Tokai University

IT 企業での情報システム開発プロジェクトの7割は何らかの問題が発生して失敗になっているとの報告がある。このプロジェクトの主要な失敗要因として参加メンバーのモチベーション管理が指摘されているが、プロジェクトマネージャーのメンバーとのコミュニケーションについてはさまざまな議論がある一方、メンバー同士のコミュニケーションについてはあまり報告が見られない。そこで、IT 企業におけるプロジェクト型開発作業におけるコミュニケーションスキル育成を目的としたエデュテインメント教材「Project Luna 2」を開発した。この教材を用いて IT 企業 2 社で予備実験を実施したところ、業務中のコミュニケーションに対する自己認識に変化が見られたと同時に、本教材がプロジェクト作業支援に役立つと感じるとの回答を得た。本発表では、開発した教材の概要と予備実験の結果について報告する。

キーワード: プロジェクトマネジメント, ピアサポート, コーピングレパートリー

1. はじめに

IT 企業における情報システム開発作業は多くの場合プロジェクト形式で行われる。情報システム開発プロジェクトの7割は品質、コスト、納期のいずれかに問題が発生して失敗プロジェクトになっているとの報告もある⁽¹⁾。プロジェクトの失敗要因には様々なものがあるが、その主要な要因として参加メンバーのモチベーション管理の難しさが指摘されており、各プロジェクトメンバーはチームとして変化への対応をサポートし、早急な問題発見やプロジェクト内での密なコミュニケーションを行う必要があると述べられている⁽²⁾。

大学でのプロジェクト型学習 (PBL) では、コミュニケーション能力育成を目指した学習内容になっていることを強調した報告が見受けられるが⁽³⁾、社会人のプロジェクトにおいてはプロジェクトマネージャーの

メンバーとのコミュニケーションについての報告があるにとどまり、個別のプロジェクトメンバーのコミュニケーションスキルを向上させようとする報告がほとんど見られない。

これまでに筆者は、新規に宇宙開発に挑戦するプロジェクトにおける不安感情相互支援を訓練することを目的に、コミュニケーションスキル育成のための宇宙開発エデュテインメント教材「Project Luna」を開発してきた⁽⁴⁾。また、大学生のプロジェクト型学習 (PBL) の導入・アイスブレイク用として、システムはそのままに、内容をファンタジー世界に置き換えた教材「Project 勇者」も開発した⁽⁵⁾。これら教材を用いた実験では、プロジェクトメンバー同士の相互支援能力の自己認識の変化や、相互支援の必要性を認識するなどの効果を得ている。

今回は IT 企業におけるプロジェクト型開発作業に

おけるコミュニケーションスキル育成を目的として、「Project Luna」をベースとして、アジャイル要素を追加したエデュテインメント教材「Project Luna 2」を開発した。エデュテインメントとは娯楽として遊ぶことができるが、その中に学習要素を含めていて学習効果を狙った教材のことである。エデュテインメント教材としているのは、正式な研修としてではなく、プロジェクトメンバー間のレクリエーションの一環として実施することで、より高い効果が得られると考えたことと、コミュニケーションスキルは繰り返しの訓練が必要と考え、繰り返し実施することが苦痛にならないようにエンターテインメント性を持たせることが効果的と判断したためである。

本発表では、開発したエデュテインメント教材「Project Luna 2」がコミュニケーションスキルのリスクリング研修として効果があるかを検証するために実施した IT 企業 2 社での予備実験の結果について報告する。

2. 教材

2.1 教材の設計思想

本教材ではプロジェクト作業中のモチベーション阻害要因として不安に焦点を当て、不安を吐露できる心理的安全性の獲得及び不安を解消するためのストレスコーピングレパートリーの獲得を目指した。プロジェクト作業中におけるストレスが不安という形で表出すると仮定し、不安を認知行動療法的なコミュニケーションによる介入⁶⁾によって解決するように設計した。

不安はカードとして表現することでセルフモニタリングでの気付きを擬似的に表現した。この不安に対して、自分自身で解決する方法を皆の前で披露する、仲間の不安を解決するような提案を皆の前で披露することをゲーム内で要求している。披露された解決策に対して皆が納得できた場合に不安を解決できる、納得できない場合には言い直しを要求できるというルールとしている。これによって、ストレスまたは不安を抱えるメンバーとのコミュニケーション方法を相互に学習していくとともに、コーピングレパートリーを大量に獲得することを目指している。また、不安を吐露でき

る環境を獲得することで、プロジェクト内でのリスクマネジメントに貢献することも狙っている。

2.2 教材の詳細

本教材はボードゲームにおけるデッキ構築型ゲーム（できる行動が手札で示される）をベースとしたシステムとなっている。以下に特徴的な点を説明する。

2.2.1 ミッションと成果物

研修教材として繰り返しの実施を想定しているため、参加人数や難易度に応じて、開発する内容や開発に関わるメンバーを設定したミッションカードを用意している。ゲーム開始時にはミッションカードから 1 枚を選択する。

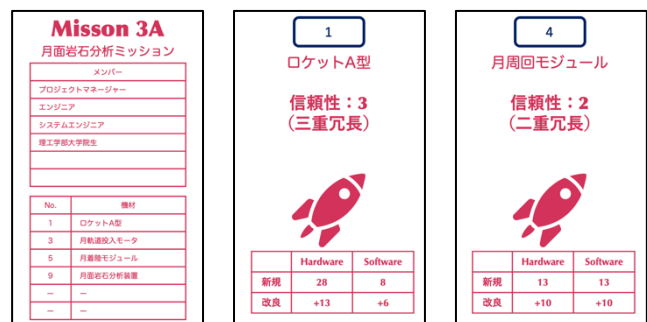


図1 ミッションカードと成果物カードの例

開発する成果物はミッションカードで指定されているが、成果物には信頼性が1～3まであり、信頼性が高いものほど必要作業量が多くなっている。作業中に設計変更や想定外などの予想外の事態が起きるようになっており、信頼度の高いものを作ろうとすると予想外の事態に遭遇するリスクが高くなる。信頼性が低いものを作ってからアップデートで信頼度を上げることができ、その方が予想外の事態に遭遇した場合のリスクは減るが、信頼度の高い成果物を直接作成するよりも作業量が多くなるデメリットがある。この仕組みによって、プロジェクトとしての戦略をメンバーで議論するような仕掛けとしている。

2.2.2 ロールカードとアクションカード

参加者は1人1枚のロールカード（役割カード）を持ち、そこに記載された枚数のアクションカードで自身の山札（デッキ）を構築する。ゲーム中は、1ターン（1ターンはゲーム内時間1ヶ月）毎に自身の山札から4枚を取って手札とし、手札を使って行動する。

山札がなくなった際は捨て札を再びシャッフルして山札とする。1ターン終了後とに不安、疲労など作業を邪魔するカードが1枚捨て札に加えられていくため、徐々に自分の山札に不安や疲労のカードが混じってきて作業効率が低下する。これら不安や疲労カードを除去するにはセルフサポート、ピアサポート、仲間の作業協力などが必要となる。

 プロジェクトマネージャ		 システムエンジニア		 Software 2	
初期デッキ		初期デッキ			
ハードウェア1	3	ハードウェア1	0		
ハードウェア2	0	ハードウェア2	0		
ソフトウェア1	3	ソフトウェア1	5		
ソフトウェア2	0	ソフトウェア2	5		
セルフサポート	3	セルフサポート	2		
ピアサポート	3	ピアサポート	0		

図2 ロールカードとアクションカードの例

2.2.3 サポート

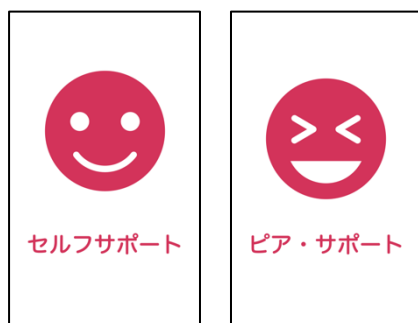


図3 2種類のサポートカード



図4 不安カードと疲労カードの例

本教材の訓練はこのサポートカードによって実現している。手札の中にサポートカードがあり、かつ、対象者の手札に不安カードがある場合には、サポート作業を行うことができる。自身の手札に不安カードとセルフサポートカードがある場合には、自分自身を鼓舞して不安を払拭する発言をして、プレイヤー全員が納得するような鼓舞方法のとき不安カードを除去できる。

また、自身の手札にピアサポートカードがあり、相手の手札に不安カードがある場合には相手を鼓舞する発言をしなければならない。この場合もプレイヤー全員が納得するような鼓舞方法のとき不安カードを除去できる。不安を解消する際に他者はどうやって自分を鼓舞しているのか、仲間はどんな言葉をかけられると不安が解消されるのかなどを学ぶことができる。ゲームという仮想の場であるため、「いいセリフだけど自分には合わない」など、言い直しを求めることが可能で、ゲームを続けることで、効果的なコーピングレパトリーを大量に知ることができるようになっている。

3. 実験方法と結果

3.1 実験方法

実験は公募に応じた国内のIT企業2社の協力で行った。A社では1日研修の形式、B社では4日研修の形式で実験を行った。1回の研修時間は2時間で行った。今回の予備実験では教材の効果を見ることを目的としたため、コミュニケーションスキルに関する講義は行わず、教材による研修（ゲームプレイ）だけを実施した。

3.1.1 1日研修実験

A社社員のシステムエンジニア4名、マネージャ1名の計5名を対象として2時間の実験を行った。2時間の中で、実験説明、事前アンケート、教材による研修を行い、実験の2週間後にWebフォームによる事後アンケートに回答を依頼した。

参加者のうち、プロジェクトマネージャ経験が0回の社員は1名であった。プロジェクトメンバーについては全員が経験していた。

3.1.2 4日研修実験

B社社員のシステムエンジニア4名を対象として、週1回2時間の研修を4週間に亘って実施した。1回目は実験説明、事前アンケート、教材による研修。2回目と3回目は教材による研修を2回ずつ実施。4日目は教材による研修実施後に事後アンケートを実施した。

参加者のうち、プロジェクトマネージャ経験が0回の社員は1名であった。プロジェクトメンバーについて

ては全員が経験していた。

3.2 倫理承認

実験の実施にあたっては東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て実施した。

3.3 教材の感想

題材が宇宙開発であることや、社会人研修としてはあまり馴染みのないエデュテインメント教材の形式であったが、自由記述回答は概ね好意的な回答が多かった。また、コミュニケーションスキル訓練に対しても好意的な意見が見られた。一方、今回はコミュニケーションスキルに対する講義を行わなかったことから、スキル育成の面での介入を期待する声が見られた。

本業を題材とした教材は研修感が強まって望まれないと考えていたが、本業のシステム開発を題材としたものを望む声も見られた。

表 1 教材に対する自由記述回答（一部編集）

ロールプレイが多く、仕事でプロジェクト参加経験のある人にとってやりごたえのあるゲームだと思いました。
メンバーと相談してプロジェクトを動かしていったり、ピアサポートなどコミュニケーションを取る機会が多く楽しかったです。
あるあるの不安がどんどん重なり思うような作業が出来ず、後ろになるにつれ不安が邪魔になるので辛かった。 自分、相手へのサポートがどんだけ大切かゲームで実感できた
最後が運ゲーになってしまう点が少し気になった
担当した役割（PM）の特性上か、メンバーや自分をケアするフレーズを発言する回数が多く、単調になってしまった。事前かゲーム中盤かに、いくつかのフレーズの方向性例示が合っても良いかと感じました。また役割によってはあまりフレーズ発言がなかったように感じました。 （他の方の発言も聞いてみたかったので）
ロケット、月面という題材が身近ではないから客観的に楽しかったです。業種別の内容であるとより面白いと思いました。IT と言えばシステム開発など。あと今回は合議制で行いましたが、プロジェクトマネージャーに全権委任させたバージョンでやってみたかったです。

ロケット打ち上げという普段あまり接さない世界でのプロジェクト疑似体験なので、俯瞰的に自身とプロジェクトを眺めることが出来て気づきが多いのではと感じます。

これからよくチームを組むことになるメンバーや、まさにプロジェクトが始まるチーム内メンバーでプレイすると、コミュニケーションのきっかけにもなり、ゲームながら共通のプロジェクト体験をしたことがコミュニケーションの円滑化につながると思いました。

ゲーム的にはよくできておりましたが、もう少し難易度があったらおもしろかったと思いました。

（単に低いレベルでプレイした＆1 回のプレイなので結果が偏っただけかもしれませんが）

「どういうネガティブな気持ちになり、周囲からのどういう働きかけが効果的か、が重要」という説明ではあったが、そこがなあなあ（？）というかあっさりしていた感がある。

より各ロールの性格や立ち位置などを厳格化すると、サポート時の言い回しに気を使う必要が出てきて、研修の価値が高くなると思います。

メンバーがプロジェクトマネージャーに意見することはできるけど、採用可否などでやる気に影響するなどするとリアルに近づく気がしますし、ゲーム性が高まると思いました。あと業種に沿った内容だと面白いかと思います。

プロジェクトマネージャを集めた研修に効果的かと思います。またゲーム中の決断はプロジェクトマネージャしか出来ない（メンバーの意見を募るのは自由）とすると、全体のリソースを俯瞰的に見れる能力があるか、チーム内コミュニケーションが取れるか等々の学びが生まれるかもと感じました。

3.4 業務中の行動の変化

プロジェクトにおけるコミュニケーションスキルの自己評価を事前事後で比較した。1 名は事前アンケート利用の同意が得られなかったため、8 名の結果を示す。他の教材での実験でも、研修によって自己のスキルが向上したとする回答と、事前の自己評価が過剰で研修によって自己評価が低く修正される回答が見られ

た．今回の結果においても，事前事後で上昇した項目も下降した項目も見られる．この変化の様子は1日研修のA社と4日研修のB社での違いは見られなかった．

表 2 コミュニケーションスキル自己評価の変化

項目	A 1	A 2	A 3	A 4	B 1	B 2	B 3	B 4
自分が不安を感じた場合に自分で不安を解消することができる	-	-	-	-	↑	-	-	-
自分が不安を感じた場合にプロジェクトメンバーに不安の解消のアドバイスや援助を求めることができる	-	-	-	-	↑	↑	↓	-
不安を感じていそうなプロジェクトメンバーに気付いて声を掛けることができる	-	-	-	↓	-	-	↑	↓
不安を感じていそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	-	-	-	↓	-	-	↑	↓
自分のやる気が低下した場合に自分でやる気を回復させることができる	↑	-	-	-	-	-	-	↓
自分のやる気が低下した場合にプロジェクトメンバーにやる気回復のアドバイスや援助を求めることができる	-	-	↑	↑	↑	↓	↓	-
やる気が低下していそうなプロジェクトメンバーに気付いて声をかけることができる	-	-	↓	-	-	-	-	-
やる気が低下していそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	-	-	↓	-	↑	↑	-	↓
自分が作業を投げ出しなくなっているときに自分自身で踏みとどまって作業を続けられる	↓	-	-	-	↑	-	-	-
自分が作業を投げ出しなくなっている時にプロジェクトメンバーにアドバイスや援助を求めることができる	-	-	-	↓	↑	↑	-	↓
作業を投げ出しそうなプロジェクトメンバーに気付いて声をかけることができる	-	-	↓	↑	-	↓	-	-
作業を投げ出しそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	-	↑	↑	-	↓	↑	-	-
自分がプロジェクトを辞めたくなったときに自分自身で踏みとどまって活動が続けられる	↓	-	↓	↓	-	-	-	↑
自分がプロジェクトをやめたくなったときに周囲にアドバイスや援助を求めることができる	-	-	-	↓	↑	↓	-	-
プロジェクトを辞めそうなプロジェクトメンバーに気付いて声をかけることができる	-	-	-	-	-	↓	-	-

プロジェクトを辞めそうなプロジェクトメンバーに適切なアドバイスができる	-	↑	↑	-	-	-	-	↓
-------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

3.5 スキル上達に対する自己評価

B社実験においては4週間経過後のセルフサポート技術の上昇に関する自己評価結果を回答させた．集計したものを表3に示す．

表 3 セルフサポート技術は上達したと思いますか

回答	人数
まったくそう思わない	0
そう思わない	0
どちらとも言えない	2
そう思う	2
とてもそう思う	0

3.6 プロジェクト支援に対する評価

教材「Project Luna 2」がプロジェクト作業の支援に役立つかどうかの回答を集計したものを表4に示す．エデュテインメント教材であることを告知した上での公募に応じた参加者であるというバイアスについては配慮が必要だが，プロジェクト作業支援に役立つとの評価を得た．2社の参加者それぞれの中にカードゲームを趣味とする人が複数名いたため，厳しい評価となることも予想したが，比較的高い評価を得ることができた．

表 4 プロジェクト作業の支援に役立つと思うか

回答	人数
まったくそう思わない	0
そう思わない	0
どちらとも言えない	1
そう思う	7
とてもそう思う	1

4. 考察

4.1 予備実験の評価

自由記述回答及びスキル上達に対する自己評価から，本教材がプロジェクト型業務におけるコミュニケーションスキルのリスキリング研修として役立つ可能性を示唆する結果を得た．特に今回はゲーム形式のエデュ

テインメント教材が IT 企業の社員研修として受け入れられるのかを確認することが第一目標であったが、その点については問題ないことが確認できた。自由記述回答では「楽しい」という回答と共に「気づきを得た」「研修として効果的」など研修として一定の効果を感じさせる回答を得ることができた。

プロジェクト作業の支援に役立つと思うかの回答結果を見ても、本教材を用いたコミュニケーション研修に一定の効果が期待できることがわかった。一方で、1 日研修と 4 日研修での効果の違いが見られず、業務中の行動を実際に変化させるためには教材による研修（ゲームプレイ）だけでなく、コミュニケーションスキルに対する講義を含めた研修カリキュラムを開発するなどが必要かもしれない。また、アジャイル要素の学習を加えた点について、プレイ中に議論する様子は見られたが、アジャイルについての評価コメントは見られなかった。アジャイル要素については改良または講義などを加える必要があるかもしれない。

4.2 今後の課題

今回の結果から「Project Luna 2」を用いることによって楽しみながらコミュニケーションスキルの訓練ができる可能性が示された。今回は Pre-Post 実験であったが、今後は統制群を用いた 2 群対照実験によって研修効果を定量的に測定することを検討している。併せて、認知行動療法をベースとしたセルフサポート、ピアサポートのコミュニケーション講義を用意し、講義を含めた研修として業務中の行動の変化も目指したい。

謝辞

本研究は株式会社 Yspace, 株式会社ホロスエンターテインメント、東海大学共同研究として実施したものです。また実験はホロスエンターテインメント社の主催で実施したものです。ここに感謝を申し上げます。

参 考 文 献

(1) 坂口広大, 宮川裕之: “成功プロジェクトを導くための人

的資源管理に関する一考察”, 情報システム学会, 第 9 回全国大会・研究発表大会論文集, (2013)

- (2) 高橋雄介, 矢島敬士, 壇卓也, 村田隆司: “激変する IT プロジェクトメンバーにおけるモチベーション管理手法の研究”, 電気学会論文誌 C, Vol.136, No.8, pp.1246-1252 (2016)
- (3) 井垣宏, 武元貴一, 上田悠貴: “基礎的な IoT 教育のためのチーム開発を重視した PBL 授業の提案”, コンピュータ ソフトウェア, Vol.35, No.1, pp.54-66 (2018)
- (4) 岩崎祥大, 白澤秀剛: “宇宙開発プロジェクトにおけるコミュニケーション改善を目的としたエデュテインメント教材開発”, 宇宙科学技術連合講演会講演集, Vol.66, 論文番号 3C06 (2022)
- (5) 白澤秀剛: “プロジェクト型学習円滑化支援を目的としたロールプレイ教材開発の試み”, JSiSE Research Report, Vol.37, No.5, pp.9-14
- (6) <http://www.jsise.org/society/format.html> (2015 年 9 月 11 日確認)
- (7) 伊藤絵美: “自分でできるスキーマ療法ワークブック Book1”, 星和書店, 東京(2015)

ショート動画活用による企業連携 PBL 型授業の実践と課題

澤崎敏文^{*1}

^{*1} 仁愛女子短期大学

Practice of PBL-Type Classes for Corporate Collaboration by Utilizing Short Videos

Sawazaki Toshifumi^{*1}

^{*1} Jin-ai Women's College

We have designed and built Project Based Learning classes that allow students to learn with a sense of realism, and have implemented them in various forms, including face-to-face, online, and hybrid, in collaboration with companies and other organizations. In this report, we examine the possibilities and challenges of PBL-type classes utilizing YouTube short videos in collaboration with the Fukui Chamber of Commerce and Industry and local SMEs in the second half of 2022, with an eye toward "Education DX" and "Post Covid-19".

キーワード: PBL, 地域連携, 産学連携, 授業設計

1. はじめに

主体的で深い学びを創発させるためには、職場や日常生活における「リアルな課題」に取り組ませ、プロセスの中で評価することが重要であると言われる。本学では、これまでも、学生がリアリティを持って学習できるような PBL 型授業を設計・構築し、企業等との連携により、対面・オンライン・ハイブリッド等様々な形式で実践してきた。

今回は、教育 DX が叫ばれるなか、ポストコロナも見据えて 2022 年度後期に実施した福井商工会議所(以下「商工会議所」という。)・地元中小企業等との連携において、YouTube のショート動画を活用した PBL 型授業の実践について、その可能性と課題についての考察である。

2. 授業概要とプロジェクトの位置づけ

2.1 商工会議所との動画プロジェクトの概要

今回の PBL 型授業は、商工会議所と本学が中心となり、地元企業(商店等)が連携して PR 用のショート動画を制作するプロジェクトである。商工会議所では「学生がつくる駅前 PR 動画プロジェクト - Z 世代

の若者視点で見つかる、お店のチャームポイント」と題して、北陸新幹線開業を控えた福井駅周辺地区からプロジェクトへの参加企業・商店等を募り、マスメディア等への広報も含めて、大掛かりなプロジェクトとして実施した。本プロジェクトにおいては、大学、商工会議所双方にそれぞれのメリットがあり、今回はそれらを最大限に活かせるようなかたちで企画段階から共同でプロジェクト設計をおこなった。具体的なメリットについては以下のとおりである。

2.2 商工会議所側のメリット

商工会議所としての利点としては、学生参加型でのプロジェクトにより、地元駅前商店等の魅力を学生目線で映像化して発信することで、商店の認知度向上に加えて、参加学生自身にその良さを再認識してもらえるという点がある。また、新幹線開業前の賑わい創出と若者の当事者意識の醸成という点も利点として挙げられていた。さらに、映像技術者ではない学生がショート動画形式で短期間に多数の動画による情報発信ができることを企業や店舗に経験してもらうことで、今後、動画等を活用して情報発信することの重要性や効果について理解を深めたいという意図もある。

2.3 大学側のメリット

当該プロジェクトの本学としての利点としては、次のとおりである。まず、当該授業の目的に合わせて、外部からの依頼に基づき、実際にビジネス活用できる動画作成過程を1から体験できること。また、映像制作という技術的な経験だけでなく、企業への連絡調整、企画立案等を含めた全体的なプロジェクトが経験できることである。特に、店舗への基本的な段取り等の連絡なども学生自らが実施することで、ビジネスに必要なコミュニケーションスキルについても経験することができ、社会人基礎力等の向上という点でも寄与していると考えられる。

2.4 授業概要

今回のプロジェクトは、本学で開講されている「マルチメディア演習」の地域連携 PBL の一環として実践した。この授業は、本学の 2021 年度新専攻設置によるカリキュラム改変を期に、映像制作アプリに関する操作方法習得中心の従来型の授業から、複数の映像プラットフォームを駆使してプロジェクト型学習で制作を進める演習授業へと、内容の大幅な改変をおこなった。特に、ビジネスにおける動画での情報発信を念頭に置き、スマートフォン、PowerPoint 等での動画作成、YouTube 等での情報発信を学ぶことが主となっている。事務職として就職する学生が多いため、特定のアプリケーションに依存せず、様々なプラットフォーム上で汎用的な映像制作に関する知識を幅広く身に着けるという主旨である。また、この授業を履修することで、他の授業で必要な映像作成のスキル（発表を動画で作成して提出、共有等）の基礎を習得するという意図もある。

○授業名 : マルチメディア演習

○実施期間 : 2022 年 9 月～2023 年 1 月

○受講学生 : 本学生生活情報デザイン専攻 91 名

今回は、全 15 週のうち、前半 3 週目から 10 週目までをこのプロジェクトに当て、事前準備(3～4 週目)、取材・撮影・編集(5～8 週目)、学内・学外発表(9～10 週目)というスケジュールでおこなった。

3. 動画プロジェクトの詳細

3.1 事前準備から発表までの流れ

今回のプロジェクトの大まかな流れは前述のとおりであるが、商工会議所との授業前からの企画段階も含めた詳細な流れを以下のとおり、フェーズ 1 から 4 まで示す。

3.1.1 フェーズ 1 : 授業前の事前準備

当該プロジェクトは後期の授業であるが、2022 年 4 月から、商工会議所との事前準備として、プロジェクト全体の打ち合わせなど実施した。北陸新幹線開業に合わせて、様々なプロジェクトがある中で、学生と映像を活用した連携を実施したい旨の打診がこの時期にあり、具体的にどのようなプロジェクトとするのか、授業としての実現可能性も含めた打ち合わせを複数回おこなった。5 月ごろには、後期の「マルチメディア演習」を想定して、どのような規模でプロジェクトをおこなうかを決定した。また、7 月上旬、試験的に、協力していただける店舗と一部の学生（研究室所属の 2 年生で、今回の授業対象外の学生）で実証実施をおこない、問題点等がないかを確認した。これら結果を踏まえて、福井商工会議所では、プロジェクトに参加する企業（JR 福井駅前の商店等）を募った。



図 1 事前打ち合わせの様子

3.1.2 フェーズ 2 : 授業開始、概要説明

2022 年 9 月下旬からの授業開始にあわせて、3 週目に、商工会議所の担当者が授業に参加、プロジェクトの主旨について学生に説明をおこなった。

プロジェクトの実施に先立ち、4 週目の授業の一環として、現役新聞記者による取材方法に関する特別講演、SNS インフルエンサーによる写真撮影・動画作成

手法に関する特別講演を実施した。なお、これら実施に関する費用等は商工会議所が負担している。



図 2 現役記者等による講演会の様子

3.1.3 フェーズ3：取材準備から撮影，編集まで

5 週目からは，商工会議所が募集した 14 企業（福井駅周辺の店舗等）ならびに福井駅周辺の観光名所等を取材・動画撮影するグループを編成し，取材計画を立てた。

6 週目から 8 週目にかけて，グループごとに選択した取材対象に，それぞれ連絡を取り，取材日時，場所，内容等の打ち合わせを実施。その後，グループごとに，決定事項を教員に報告し，取材活動をおこなった。学生は，それぞれの動画企画に応じた機器（各自のスマートフォン，大学貸出のビデオカメラ，三脚等）により撮影をおこない，特に編集方法，使用アプリケーションなどの指定はおこなっていない。なお，それぞれの取材に際しては，担当教員，商工会議所の担当者が全ての企業（店舗等）に同伴した。



図 3 学生の取材・撮影の様子

3.1.4 フェーズ4：制作動画の公開

完成した動画作品は，9 週目の授業時間までに学生は大学の Google アカウントで設定した YouTube チャンネルにより限定公開で共有をおこない，教員ならびに受講学生全員が視聴可能できるようにした。

9 週目の授業では，4 週目のゲストに再度登壇していただき，あらかじめ選抜された 14 企業（店舗等）の動画作品について講評を頂く機会を設けた。

また，10 週目には，授業時間外ではあるが，外部への公表を兼ねて，福井駅隣接の公共施設にて，取材対象の企業の方々を招き，マスコミも含めた一般公開で動画発表会を実施した。また，学生の作成した動画作品は，商工会議所の公式 YouTube チャンネルにより実際に広報ツールとして広く利用されている。



図 4 福井駅隣接の公共施設での発表会

3.2 授業実施における注意点等

今回のプロジェクト実施における注意点等について，主なものを 3 点示す。まず，1 点目は，プロジェクトの継続性の問題である。今回のようにプロジェクトの規模や範囲が大きくなると，同様のプロジェクトを継続的に毎年実施するのは困難を伴う。今回は商工会議所が中心となり，多数の企業のとりまとめを実施しているが，このような中間団体の協力が得られることは，継続的な学習環境の維持という点でも有益であると考えられる。2 点目は，学生の演習環境に関する問題である。地域連携をおこなう場合，学生は授業として大学構外で活動することになるため，学内での事前調整，学外活動に対する保険の適用など，配慮すべき点は多岐にわたる。特に，今回のプロジェクトでは，90 名を超え

る学生の福井駅周辺地区での活動ということで、事前の行動計画を提出させる等、学生の状況把握等に細心の注意を払った。最後に、授業における教員負担の問題である。想定よりも大勢の受講生であったため、学生の行動管理という点では大きな負担となったが、この問題も、商工会議所による連携・協力体制により負担を分散できたと考える。

また、上記の注意点以外にも、様々な問題が散見された。例えば、作成された約 90 本の動画全てが、本来予定していたとおりの扱いになっているわけではないケース（不採用となり、公開されていない）もあり、リアルな課題の困難さにも直面している。過去のプロジェクトでも、商品開発において学生の検討結果がほぼ採用されない状態で、企画者名のクレジットだけ入って発売されるというケースもあり、このようなことも含めて、学生への事前理解、企業との話し合いをしていく必要がある。設計する教員側での詳細、綿密な段取りが要求される。

4. まとめ

学生の主体的な学びを創発するには、プロジェクトの設計において以下の 3 点を考慮することが重要であるといわれているが、今回の事例については、地元の商工会議所との連携、そして、新幹線開業を控えた福井駅周辺地区という注目度の高いプロジェクトであったため、リアリティという点では十分であり、授業評価アンケート等の結果からも、学生の満足度が非常に高かったことがわかった。

- ① プロジェクトの目的を学生が十分に理解し、自発的に行動できるような環境が整備されているか。
- ② プロジェクトを教員側でデザインしすぎたり誘導しすぎたりしていないか。PBL 型の授業では、失敗等も貴重な経験であり、予測不能な問題を自ら解決することで、自分たちの学びを実感するきっかけが生まれると考えられる。
- ③ 学生自ら成し遂げたという達成感の醸成のためには、プロジェクトの成果が最終的に具体的な形となって表れているか。個別の定量的な評価が難しいからこそ、活動の結果が表出化して「見える」こ

とで達成感につながると考えられる。

最後に、これまでも、様々なかたちで地域連携による PBL 型授業を実践してきたが、このような授業設計における主な課題は 2 つあると考える。

1 つ目は、授業としての課題の選定と設計である。リアリティの追求は重要である一方で、あくまで大学教育内での演習であるということを前提に、これら学習活動に理解ある企業や団体と連携することが重要である。また、学生の取り組みとして、ある程度実現可能であることも重要である。答えの設定されていない課題解決に挑むことが PBL 型学習の魅力である一方で、課題設定については、あまりに専門的すぎたり高度になりすぎたりすると、解決策に現実味がなくなる。一方で、極端に容易すぎる課題、抽象的すぎる課題ではリアリティがなくなり、具体的な解決策の質も低下する。

2 つ目は、これら課題の成果および授業そのものをどのように評価していくかである。一般に PBL 型授業による定量的な評価は困難であると言われるが、それらはビジネスにおける事業評価が困難であることと似ている。今後は、授業におけるプロジェクトデザインに加えて、評価を客観的に測る指標等の検討もおこなっていきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 澤崎敏文: “産学官連携による Project Based Learning の設計とその実践”, 仁愛女子短期大学研究紀要第 51 号, pp.13-18 (2019)
- (2) 澤崎敏文: “大学の講義と連動した企業研修プログラムの開発と効果に関する考察”, 仁愛女子短期大学研究紀要第 52 号, pp.9-13 (2020)
- (3) 澤崎敏文, 野本尚美: “海外での企業連携による PBL 型授業設計と実践に関する考察”, 仁愛女子短期大学研究紀要第 53 号, pp.13-18 (2021)
- (4) 澤崎敏文: “地元企業等との連携による PBL 型授業設計とその実践”, 日本教育工学会第 32 回全国大会講演論文集, pp.163-164 (2016)

理系大学における FD セミナー改善に向けた 異分野教員チームの構築

加藤由香里^{*1}, 山下幸彦^{*1}, 畠山久^{*1} 大石敏也^{*2}

^{*1} 東京工業大学教育革新センター

^{*2} 東京都立大学国際センター

Building a Cross-Disciplinary Faculty Team for Improvement of FD Seminars at Science University

Yukari Kato ^{*1}, Yukihiro Yamashita ^{*1}, Hisashi Hatakeyama ^{*1}, Toshiya Oishi ^{*2}

^{*1} Center for Innovative Teaching and Learning (CITL), Tokyo Institute of Technology

^{*2} International Center, Tokyo Metropolitan University

This study investigated that data of three FD staff members and one external lecturer were analyzed with the aim of structuring problems in the implementation of FD seminars and ways to improve them. As a result, the following three points were highlighted. (1) the FDer is apt to "chase after two hares," for seeking student-centered teaching style and instructors' language skills improvement, (2) the lack of a clear image of the target participants causes discrepancies between the participants' needs and the FD seminar planners' side, and (3) FD seminars should be focused on a specific topic to be more attractive to the target participants.

キーワード: 教育改善, FDer (FD 担当教員), 質的分析法 (SCAT: Steps for Coding and Theorization),
英語による授業 (English Medium Instruction)

1. はじめに

グローバル化の中で、共通語としての英語 (English as a lingua franca : ELF) は、近隣のアジア諸国においても重要度を増しつつあり、外国人教員の雇用、外国人留学生の受け入れ、交換協定による教員ならびに学生の流動性の促進、学部教育における EMI (English-Medium Instruction, 英語を媒介とする授業科目の増加などの手段で進められている⁽¹⁾。日本の高等教育においても、このような国際化は、他の非英語圏諸国と同様に、Global 30 Project⁽²⁾ や Top Global University Project ⁽³⁾ などの政府主導の政策を通して強力に推進されている。

2014 年から我が国の高等教育の国際競争力の向上を目的に文部科学省「スーパーグローバル大学創成支援事業 (Super Global University, SGU)」において世

界レベルの教育研究を行う「トップ型 (タイプ A)」13 大学と日本社会のグローバル化を牽引する「グローバル化牽引型 (タイプ B)」24 大学に与える重点的な支援が行われてきた。採択校は、学生のグローバル対応力育成のための体制強化や世界トップレベルの大学との交流・連携を実現し、さらに加速するための徹底した国際化に取り組んでいる⁽³⁾。

SGU 採択校には、全学生に占める外国人留学生の割合、外国語による授業科目割合、柔軟な学事暦の設定 (クォーター制度導入) などの「共通の成果指標」が示されており、その達成に向けて様々な組織内改革、ならびに教育課程の変更が行われてきた⁽³⁾。例えば、海外有力校から講師を招いての英語による講義のためのワークショップ ⁽⁴⁾ や海外協定校と連携した「英語による専門教育 (EMI) 実施のための共同研究⁽⁵⁾」などが報告されている。

SGU 成果指標の達成に向けて、東京工業大学においても、大学院開講科目の 90%以上で英語を用いた講義が行われている。筆者らの所属する教育革新センター（CITL）においても、海外提携校（クイーンズランド大学）や国内の英語教育機関から講師を招聘して授業の英語化をすすめるための研修会を開催してきた。

2. 新しい FD 研修企画と実施

2.1 反転授業による FD 研修企画

2022 年度 FD 研修は、「大学院の講義を英語で効果的に行う(EMI)ための知識・スキルの習得」をテーマとした。EMI は、単に教員が英語で授業を行うだけで成り立つわけではなく、学生の持つ文化や学習の進め方の違いを前もって理解し、学生が理解できるように授業計画にも取り組むことで、効率的に英語で授業を運営できるとされる。

そこで、実施にあたっては、英語で授業を行う場合に必要なノウハウ（基本的知識）を効率的に習得する動画デジタルコンテンツを予め準備し、その理解を深め、さらに、知識を応用するための対面型研修を企画した。この FD 研修では、参加教員が、新しい知識を参加者間で協調的に確認しながら定着をはかる「反転学習」を体験し、これにより、従来の「集団に対して知識を伝授する」FD 研修から「必要な知識・スキルを速習する場」へと変革を遂げることを意図して企画された。これにより、実験・学生指導等の制約により参加が困難である教員であっても、学習の機会が確保でき、対面型研修において実践的な活動を体験する時間を増やすことが可能となる^{(6) (7)}。

2.2 FD 研修準備

2022 年 4 月から始まった FD 研修準備は、表 1 に示すように、本務教員 A が中心となって、外部講師 B とともに FD 研修の内容を立案し、教材作成と研修企画をすすめていった。当初は、直接、研修を担当する A と B のみで相談を行い、(a) 授業計画の考え方、(b) 課題、宿題の与え方、(c) 授業の始め方などの英語で授業を行う際の基本スキルと扱う講義内容を計画した。また、学習者中心の授業を展開するためのインタラクティブな活動として、学生同士の能動的な学習を促すストラテジーの講義を初級、中級の 2 つのレベルを設

定して行うことも決定した^{(6) (7)}。

表 1 研修準備スケジュール

時期	準備内容	担当者	相談形態
2022.4	講師決定 企画案作成	A	---
2022.5-8	ビデオ構成案の打ち合わせ (0.5時間×10回) FD研修案Ver.1作成	A, B	オンライン
2022.9.9	B講師によるデモ授業 (Public Speaking) 撮影 (4時間)	A, B, C, D, 学生 2名	対面
2022.10	ビデオ内容確認 削除場面の決定	A, B	オンライン
2022.11	ビデオ編集作業 撮影動画を8場面分割	業者委託	オンライン
2022.10-12	FD研修の打ち合わせ (0.5時間×8回)	A, B	オンライン
2022.12.19	FD実施方法の相談 FD研修案Ver.2作成	A, C, D	対面
2022.1 下旬	学内広報	C	---
2023.2 中旬	リハーサル	A, B	対面
2023.2.2 1	第1回FD研修(初級)参加者6名	A, B, C, D	対面
2023.3.7	第2回FD研修(中級)参加者3名	A, B, D	対面
2023.3.7	FD研修振り返り	A, B	対面

2.3 異分野チームによる FD 研修の企画

英語による専門教育をすすめるための FD 研修を実施するにあたり、外国語教育を専門とする教員 A と外部講師 B だけでなく、理系専門教育の経験を持つ CITL 所属の専任教員 (C と D) らも加わって議論をすすめていった。

表 2 のように教員 A と D は、他大学から新しく異動してきた教員であるため、所属大学の研究を重視した理系教育での教員の役割、英語を用いた大学院授業の運営方法については十分な情報を持ち合わせていなかった。一方、教員 C は、専門部局から教育系センターに学内異動した教員であり、専門分野領域において学部・大学院での指導経験を持ち、学内事情に通じている。特に、「理系大学教員に受け入れられる研修とはどうあるべきか」、「研究で忙しい理系教員が興味を持ち、負担なく参加できる内容とは何か」について、専門領域を英語で教えた経験を持つ教員 C、ならびに、所属組織の博士課程での授業受講経験を持つ教員 D らを交えて、さらなる検討を行った。

しかし、複数回にわたる広報にも関わらず、各回の

参加人数は 10 名以下であり、理系教員らの関心を引く企画とはいえなかった⁽⁸⁾。

表 2 担当者のプロフィールと役割

	役割	専門分野 (教育改善 業務経験)	所属 (年代・在職年数)
教 員 A	研修企画・ 研修担当者	教育学 日本語教育 (10年超)	CITL教員 (50歳代 ・1年未満)
講 師 B	研修担当者	英語教授法 国際理解 (なし)	外部講師 (40歳代)
教 員 C	研修実施 支援	知能情報学 (1年未満)	CITL教員 (60歳代 ・30年以上)
教 員 D	研修実施 支援	科学教育 (1.5年程度)	CITL教員 (40歳代 ・1年程度)

3. 目的

本研究では、英語授業化のための FD 研修を計画・運営方針を決定していく方針決定のプロセスを明らかにし、研究志向の強い理系大学において効果的な FD 研修を企画し、実施していくための知見を得ることを目的とする。特に、新しく着任した FD 担当者（教員 A）が他のメンバー（教員 C, D）との議論を通じて、研究志向の強い組織に合わせた FD 研修を設定するための手がかりを探っていく過程の解明を試みた。加えて、先行研究においても検討した教員同士の協力関係の構築⁽⁸⁾、チームでの問題解決⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ についても検討するため、理系大学における FD 研修の問題を探り、その改善策を明らかにすることを目指した。

4. 方法

本研究では、FD 研修をどのように実施すべきかについて研修担当者間で議論を行った過程を明らかにするために、大谷⁽¹¹⁾⁽¹²⁾が提案する Steps for Coding and Theorization (SCAT)を用いて質的に分析することを試みた。SCAT とは、観察および面接によって採取した言語記録から潜在的な意味を見出し、新たな概念を案出するための道筋を示した分析方法である。また、現状を打開するための有益な情報を得るための探索的な調査には、仮説生成を目的とした質的研究手法が適しているとされている⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。

そこで、本研究では、小人数での話し合いにおいて

「望ましい研修のあり方」をどのように決定したのかを解明するために、質的研究手法 SCAT によって理系大学における FD 研修の問題を探り、その構造化を試みた。

4.1 データ収集

本分析は、表 1 の研修準備スケジュールに示した 2022 年 12 月 19 日に行われたミーティングの言語記録を対象とした。この会議では、教員 A が進行役となり、表 3 のインタビューガイドにそって 3 名の教員が「理系教員が受講を希望する FD 研修の内容・実施方法とは何か」について意見を述べた。記録時間は、53 分 12 秒であった。

ミーティングの言語記録を SCAT の分析手順に従ってセグメントに分割した結果、301 セグメントとなった。このうち一部（8 セグメント、28 秒）は、教員 D が参加した他機関での FD 研修についての報告等が含まれていたため分析対象から外し、293 セグメントとなった。

表 3 インタビューガイド

	内容
1	理系大学での専門授業を教え方
2	アクティブ・ラーニングなど Student-Centered Learning/Teaching の進め方
3	理系教員が受講したい FD 研修内容・実施方法
4	FD 担当者の役割、 研修後半の振り返りの促進は必要か

4.2 対象者

本研究の調査対象者は、研修の主担当である教員 A と同じ組織に属する教員 C, D の 3 名であった。外部講師 B は対面でミーティングには参加しなかったため分析の対象から外れている。

5. 結果

参加者の発話は、発言者を特定して文字化が行われ、SCAT の手順に従って、時系列に並んだ言語情報を他の参加者の発言との関連、および発言者の背景知識を考慮しながら、第一著者により適切なコードを 4 つのステップごとに付していった⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。その分析結果を共著者間で共有し、検討しながら改善を加えていった。

本文中の「 」はテキストデータ、＜＞はサブカテゴリー番号、アルファベットは、表2の示した参加者
 ゴリ、【 】はカテゴリ（概念）、[]の数字はセグメントを指す。（）は筆者の注釈を意味する。

表 4 FD 研修の問題点のサブカテゴリ

【FDer の迷い】	
＜サブカテゴリ＞	代表的なテキストデータ例
＜ぶれるターゲット＞	やってる人が改善っていうのがありますけど、そういうの、取りあえず取り入れようと思ってる人も、まずは見に来るはできますので、ただ、あくまでやってる人向けっていう前提にしちゃったほうが授業にグループワークを取り入れるっていうのと、グループワークを英語でやるっての、ちょっと別の話だと思うので。[230:D]
	二つ入れると、結局ターゲットがばらけるっていうのと、ぶれるのと、あくまでもう（英語を授業に）取り入れてる人とか、取り入れようと思ってる、取り入れ方が分かってる人に対してというふうに。[234:D]
	それぐらいの人になるので、学内の全体の中でそういうグループワークを英語でやろうとしてる先生もきっとそれぐらいいて、（中略）今回はそれぐらいのちょっとニッチって言うと言い過ぎかもしれないですけど、そういう層を狙ってるので、別にそんなに方向として私は悪くはないというか、全然これでよいと思うんですけど。[270:D]
＜二兎を追求＞	英語教育機関の（研修を）受けたときに、これ、大学院生とかが受けて、国際会議に行く前に。例えば、堂々と話して、英語で発表できるってんなら十分な内容だったと思ったんです。でも、先生だから、やっぱりただ話すだけでいいのかなってすごい思って、そこの話がないなと思って、自分も何度か受けたんですね。だから、そこまでのニーズが果たしてあるのかな、どうかなってのがちょっと自分もなかなか悩ましくて。[219:A]
	そうですね。そういう感じだと思う。私が勝手に、今、受けてる印象だと、割と両方を取ろうとしている感じがあるので、なので、さっきの ARCS モデルとかが入ってるのも両方取ろうとするとうなるというか、こういうふうにちょっともりもりになっちゃう感じがあって、別にそれはそれで時間が許せばいいんですけど、学習者のターゲットと、それから、学習者がどこにたどり着くかっていう目標をもうちょっと絞ってあげたほうが、より参加者も絞られるんですけど明確にはなるかな。[236:D]
	多分、FD セミナーだと、皆さんが学生になってるんですけど、でも、いざ教室に帰れば、皆さん、先生、なっちゃうから、多分、学生から教師への転換があると思うんですね。そこは学生だったらこんなふうな楽しさがあったんだってのも、多分、体験と、じゃあ、それを生かして、自分がいざ教師に戻ったときにどうするかっていうの、ちょっとすごいあるかなと思って、そこは少し考えたり振り返りがあっても。（省略）[280:A]
＜研修内容の不一致＞	（外部講師 B と）一緒にやってたんですけど、何しようか、FD みたいになると、ちょっとお互いに意思疎通がうまくいなくて、私はもうちょっと教授ストラテジー、教えるべきだってどうも頭があって、でも、B 先生はディスカッション、どう教えましょうとか、アイスブレイキングなアクティビティーってこんなやり方、しますとか、ちょっと活動にフォーカスしたような形で[186:A]
	そういう意味でどうなんでしょうね。だから、具体的な専門の講義を開設するとかですかね。どうなんでしょうね。やってるビデオか何かでもいいんですけど、本人（外部講師 B）は専門があれ(理系)じゃないので。[188:C]
	だから、私もずっと4月、5月からやって、ちょっとこれ、やり過ぎたかなと反省したの、最近。英語教育機関みたいないまいレクチャーのやり方にしとけばもうちょっとすぐできたなと思って、反省したところもあるんです。[209:A]
	すぐできるんですけど、ただ、一方で年々参加者が減ってるっていうところだと、それも需要がないっていうのは事実なので、何らかの変えるのは必要だと思うんですね。だから、今回、A 先生がいろいろ試行錯誤して準備してくださってるのは、方向性としてはそんなに、私は間違えてないとは思っていて、(略) [210:D]

表 5 FD 研修改善指針のサブカテゴリ

【FD 研修の改善指針】	
＜サブカテゴリ＞	代表的なテキストデータ例
＜明確なゴール設定＞	そうですね。どんな体験ができるかと、シラバスっぽくなっちゃいますけど。[171:D]
	（レッスンプランを持ってきて模擬授業をやってもらい、クリニックを行うのは）合わないような気がするんですね。さっき言ったあれならできるかもしれませんけどね。さっき言った、グループワーク講義をよくするみたいな感じだったら、まだいいんじゃないでしょうかね。[192:C]
	体験してみて、その後の解説でこういうふうなやり方があって、こういうやり方ちょっとまねするとよくなりますよっていうので、ゴールとしてはグループワークを英語でやるときによりよく似てるとかってのは。[241:D]

<絞りこまれた研修内容>	その一端をノンネイティブですけども、海外風の授業として、一つ今のトレンドを踏まえた、そういう学生参加型の授業の例ですと。こういう授業スタイルを仮に取り入れるとしたら、どういふふうに取り入れられるでしょうかっていうような話につなげていくとかだったら、割と先生が学ぶことが明確になるかなと。この FD 研修を受けて、先生が何を得られるかっていうのを結構明確に決まるので、時間の制約を考えても、それぐらい明確に絞ってしまって、あまりもりもりにしないほうがいいかなと思って [121:D]
	そういうことよりも、それは無理だと思います。すいません。それは諦めてグループワークはやっぱありますので、それで英語のグループワークをよくしようみたいな形でしょうかね。[229:C]
	難しくすればするほど、人、来なくなるんです。[286:C]
<漸次的成長>	(授業中に英語では) 言えない。日本語で言えても英語では言えないっていうの、やっぱたくさんありますよね。[57:C]
	A 先生の目指してる方向は英語、日本語問わない話だと思って、そこは私は割とちょっと 2 段階飛んでるっていう印象、さっき受けてしまってそれでお伝えしたんですけど、そういうところかな、どちらがいいとかでもないんですけど。[198:D]
	(英語で) 伝えることができる人に対して、さらにどういうふうに学生に積極的に授業に参加してもらおうかっていうところなので、2 段階目なんですよね。[214:D]
	(FD 研修へ) 行かないかもしれない。そういう人たちは、多分、今回はやらないとしても、英語教育機関みたいな、そういううまく伝えとか、どういうふうに話せばいいとか、説明はこうするとか、英語のプレゼンテーションって言い過ぎかもしれないですけど、そういうような話をそもそも学ばないとここのレベルまでいけない気はします。[218:D]

FD 研修の問題点の改善策

今回、参加者が十分に集まらなかった FD 研修の企画上の問題点については、表 4 に示すように、研修を企画した FDer と実際の担当者である外部講師の間で<研修内容の不一致>が生まれていること、また、研修が対象とする教員像、ならびに内容が不明確であるという<ぶれるターゲット>も指摘された。加えて、FDer が教授法の改善と英語力向上にこだわりをもち<二兎を追求>したために、学内参加者が求めている FD 研修の内容に合致していなかった可能性も明らかにされた。これらの 3 つのサブカテゴリをまとめて【FDer の迷い】とした。

この状況を改善し、より理系教員のニーズに合う FD 研修に改善していくために、表 5 に示すように<明確なゴール設定>を行うとともに、対象教員の<漸次的成長>を前提とした<絞り込まれた研修内容>とすることが提案された。これらの 3 つのサブカテゴリをまとめて【FD 研修の改善指針】と概念化した。

6. 考察

本研究では、理系大学における専門授業の英語化 (EMI) を進めるための FD 研修を本務教員 A が中心となって、教材作成と研修実施を外部講師 B に依頼した。しかし、外国語教育を専門とする教員 A と講師 B だけでは、理系大学の専門教育の状況を十分に理解で

きないため、英語で専門の授業経験のある教員 C と理系学部出身者である教員 D らを交えて、FD 研修のさらなる検討を行った⁽⁸⁾。この話し合いの過程を質的分析法 (SCAT) を用いて詳細に分析した結果、教員 A と講師 B だけの相談では気づき得なかった【FDer の迷い】と【FD 研修の改善指針】が明らかになった。理系大学での FD 研修の問題点とその改善策について、以下のようなストーリーライン (表 6) を見出し、さらに、理論記述 (表 7) を行った⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。

ここでのストーリー・ラインとは、SCAT の質的データ分析において、個々のセグメントの部分に着目して概念化を行って見出した<サブカテゴリ (テーマ・構成概念)>を紡ぎ合わせた複合的で構造的な記述を指す⁽¹¹⁾⁽¹²⁾。

また、SCAT における理論記述は、一般的・普遍的な原理を導くものではなく、収集したデータ分析を通じて得られたストーリー・ラインから重要な部分を抜き出す方式で行われ、命題や定義のような端的な表現で記述される⁽¹¹⁾⁽¹⁵⁾。これらの記述により「理系大学における FD 研修」に潜在する意味や意義の再文脈化を行うとともに、他の文脈でも応用可能な改善策の手がかりを得ることを試みた。

表 6 SCAT によるストーリー・ライン

企画担当者 FDer が「教授法の改善」と「英語力向上」の＜二兎を追求＞したために、英語教育を専門とする外部講師と FDer の間で＜研修内容の不一致＞が生まれた。その原因として、対象とする教員像が明確でないという＜ぶれるターゲット＞があり、実際に参加者も少なかった。この状況を改善するには、＜明確なゴール設定＞を行うとともに、＜絞り込まれた研修内容＞に変更し、対象教員の＜漸次的成長＞を保証する改善策が有効であると考えられる。

表 7 理論記述

- (1) 理系教員像や研修ニーズが明確でないため、担当者間で研修内容の不一致が生じた可能性がある。
- (2) 研修ターゲットが明確でないため、研修内容の選定に迷いが生じ、内容を盛り込みすぎた可能性がある。
- (3) FD 研修改善策として、参加者の漸次的成長を保証するための明確なゴール設定と研修内容が有効である可能性がある。

今後も、FD 研修の改善に向けて、従来の前提や枠組みでは解決できない実際の問題点を明らかにすることを目指してデータを収集して分析を続けていきたいと考える。

参 考 文 献

- (1) Murata, K. (ed.): “English-Medium Instruction from an English as a Lingua Franca Perspective: Exploring the Higher Education Context”, Oxon, Routledge (2018)
- (2) 文部科学省 令和元年度の大学における教育内容等の改革状況について（概要），https://www.mext.go.jp/content/20211104-mxt_daigakuc03000018152_1.pdf (2023 年 4 月 25 日確認)
- (3) 文部科学省 スーパーグローバル大学創成支援事業 <https://tgu.mext.go.jp/about/index.htm> (2023 年 4 月 25 日確認)
- (4) 有川友子: “大阪大学における教育の国際化への取り組み—教育の国際化推進のための FD 事業:英語による講義のためのワークショップを終えて”, 大阪大学大学教育実践センター紀要, 1, pp.97-105 (2004)
- (5) 奥田隆一, 山本英一, 西平等, 田中孝憲, 平田孝志, 林沁雄, 陳立剛, 李淑容: “アジアにおける英語による専門教育(EMI)の課題と展望: 日本と台湾での実践から”, 関西大学高等教育研究, 12, pp. 99-111 (2021)
- (6) 加藤由香里, 大石敏也: “工学系大学における反転学習を取り入れた FD セミナーの企画・実施”, 教育システム情報学会全国大会(第 47 回), pp.213-214 (2022a)
- (7) 加藤由香里, 大石敏也: “英語講義法セミナーのための e コンテンツ開発”, 日本高専学会第 28 回年次大会”, pp.42-43 (2022b)
- (8) 加藤由香里, 東田卓, 金田忠裕, 北野健一, 山下哲, 土岐智賀子, 石丸裕士, 古田和久, 早川潔, 和田健, 倉橋健介: “TP ワークショップでのピア・カンファレンスを通じたメンター教員の成長”, 日本高専学会誌, 23(3), pp. 33-40 (2018)
- (9) 加藤由香里, 山下幸彦, 畠山久, 大石敏也: “理系大学における英語講義法 FD 研修の実施—研修内容の選択と伝達—”, 日本教育メディア学会研究会論集, 54, pp.7-14 (2023)
- (10) Kato, Y., Higashida, S., Kaneda, T., Kitano, K., Furuta, K., Hayakawa, K., Wada, T., Kenshuke Kurahashi, K., Ishimaru, Doki, C., and Satoshi Yamashita, S.: “Awareness of Mentors in the Peer-Mentoring Conferences”, International Journal for Educational Media and Technology, 12(1), pp.41-48 (2018)
- (11) 大谷尚: “4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案—着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き—”, 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要(教育科学), 54(2), pp.27-44(2008)
- (12) 大谷尚: “SCAT: Steps for Coding and Theorization”, 感性工学, 10(3), pp.155-160 (2011)
- (13) 福士 元春, 名郷 直樹: “指導医は医師臨床研修制度と帰属意識のない研修医を受け入れられていない—指導医講習会における指導医のニーズ調査から—”, 医学教育, 42(2), pp.65-73 (2011)
- (14) 田中孝治, 水島和憲, 仲林清, 池田満: “営業実習の週報から見る新入社員の学び方の学びと指導員によるその支援—質的データ分析手法 SCAT を用いた一事例分析—”, 日本教育工学会論文誌 41(1), pp.1-12 (2017)
- (15) 森谷健太, 中沢峻, 佐々木秀之: “大学生の災害ボランティアへの参加動機の質的分析と参加推進の方策に関する一考察”, 日本教育工学会論文誌, 44, pp.13-16(2020)

大学生のセルフメディケーション実践支援に向けた LINE 版 おくすり手帳の開発

阿部祐来^{*1}, 南野早芸^{*2}, 真嶋由貴恵^{*1}, 榎田聖子^{*1}, 川原淳^{*2}

^{*1} 大阪公立大学大学院 情報学研究科

^{*2} 共和メディカル株式会社

LINE version to support university students in practicing self-medication Development of a medicine notebook

Yuki Abe^{*1}, Saki Minamino^{*2}, Yukie Majima^{*1}, Jun Kawahara^{*2}, Seiko Masuda^{*1}

^{*1} Graduate School of Informatics, Osaka Metropolitan University

^{*2} Kyowa medical CO.,LTD.

Self-medication is defined as taking responsibility for one's own health and treating minor physical ailments by oneself, and is expected to bring about a reduction in medical costs. While it has been suggested that self-decision-making regarding self-medication is established at the age of college students, there are issues regarding the awareness of college students regarding medicines. Therefore, in this study, we developed LINE chatbot system to support university students' self-medication practice.

キーワード: セルフメディケーション, OTC 薬品, チャットボット, おくすり手帳, 大学生

1. はじめに

セルフメディケーションとは、自分自身の健康に責任を持ち軽度な身体の不調は自分で手当てすること⁽¹⁾と定義されており、医療費の適正化をもたらすことが期待されている⁽²⁾。最近では、手軽に薬局・薬店・ドラッグストアなどで処方箋無しで医薬品（OTC 医薬品）の購入が可能になり、セルフメディケーションの重要性が高まっている。OTC とは「Over The Counter : オーバー・ザ・カウンター」の略でカウンター越しに薬を販売するかたちに由来している⁽³⁾。

厚生労働省医薬・生活衛生局では、平成 22 年 7 月から、文部科学省の協力を得て、「薬害を学び再発を防止するための教育に関する検討会」を開催し検討を行い、薬害を学ぶための教材を作成して、平成 23 年度から全国の中学校に、令和 4 年度から全国の高等学校に配布して⁽⁴⁾教育を実施している。

しかし近年、若者の市販薬のオーバードーズ（Overdose）が社会問題となりつつある。「オーバードーズ（Overdose）」とは、薬を使うときの一回あたりの用量（dose）が過剰である（over）こと、または薬物の過剰摂取に及ぶ行為のことをさす⁽⁵⁾。特に医師の処方箋がなくても薬局等で自由に購入できる OTC 医薬品がオーバードーズの対象になっている。

薬に対する意識に関係したセルフメディケーションに関する自己決定は、大学生位の年齢で構築されることが示唆されている⁽⁶⁾が、大学生の薬教育に関する研究は少なく、健康な大学生の薬の接触頻度や薬の知識に着目した研究は見られない。また、高校までの薬教育内容には、薬の副作用、飲み合わせなど適切な薬使用に関する知識の獲得が含まれる⁽⁷⁾一方で、大学生 104 名に対する事前調査では、「薬の飲み方は理解しているが、副作用は理解していない」といった意見や、

「飲み合わせへの意識が低い」ことなどが明らかになり、高校までの薬教育が定着していない⁽⁸⁾ことが示唆された。この調査から大学生の薬に対する意識には課題があり、人生設計において大切な時期を過ごす大学生に適切なセルフメディケーションの実践支援を行う必要性は高い。そのためには、自らの健康を意識して薬に対する知識を深め、必要に応じて実践に移せることが重要である。

セルフメディケーションを支援する有効な手法としてお薬手帳の活用が挙げられる。お薬手帳とは、薬の名前や服用方法などに関する情報を過去のアレルギーや副作用の経験の有無と併せて経時的に記録するためのものであり、近年では紙だけでなく電子版のお薬手帳⁽⁹⁾も登場している。また医療用医薬品だけでなく OTC 医薬品を検索、登録できるお薬手帳⁽¹⁰⁾も提供されており、これらの活用によって簡便な薬剤管理が可能になると考えられる。しかし一方で、既存のアプリでは登録した薬の情報は web 上の検索エンジンによる検索結果しか得ることができず、多くの大学生が理解していない薬の副作用や飲み合わせに関する情報を気軽に得ることは難しい。そこで本研究では大学生のセルフメディケーションを身近に実践でき、簡単な操作で薬の相談もできる機能を持つアプリ開発を行った。

2. 目的

本研究では大学生のセルフメディケーション実践支援を目的に、チャットで相談できる機能を持つ LINE を活用した「おくすり手帳」の開発を目的とする。

3. 開発したおくすり手帳

3.1 概要

本研究では LINE 株式会社の「Messaging API」を利用したユーザーの送信内容に応じた自動返信が可能なロボットを活用した。開発環境は Google の「Google Apps Script (GAS)」, 開発言語は JavaScript を使用した。薬について気軽に相談ができる機能を実装するため、OpenAI が提供している「ChatGPT」を活用した。次ページ図 1 にシステムの構成を示す。

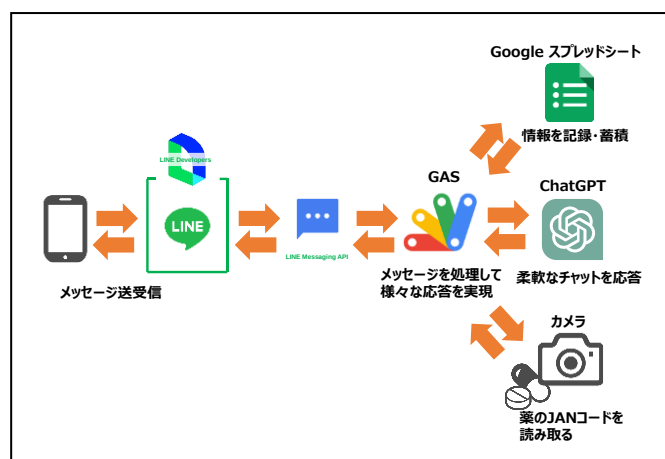


図 1 システム構成図

3.2 実装内容

開発した「おくすり手帳」では、3 つの機能を実装した。具体的には (1) 購入した OTC 医薬品の JAN コードを登録する機能、(2) 薬に関して気軽に相談ができる機能、(3) 登録した薬の情報を確認する事ができる機能である。以下にその詳細を説明する。

3.2.1 薬の登録機能

カメラ撮影によって、購入した OTC 医薬品を登録できる。実行画面 (図 2) の左側左下①枠にある「薬の登録」アイコンをタップすると、右側の②の枠でカメラを起動するプログラムが実行され、商品の JAN コード (バーコード) を入力することで薬剤データを登録することができる。



図 2 OTC 医薬品の登録手順

3.2.2 薬について相談ができる機能

実行画面（図 3）左側右下の「基礎質問」アイコンをタップすることで事前に研究者が作成した質問について答えを得ることができる。具体的な実行画面は図 3 の右側に示す。また ChatGPT による様々な応答を受け取ることができる。ただし、ChatGPT は常にセルフメディケーション実践において適切な回答をするとは限らないため、回答内容について自ら検討をするよう使用者にあらかじめ注意勧告を行う。



図 3 相談機能

3.2.3 登録した薬の情報を確認することができる機能

実行画面（図 4）右側中央の「在庫確認」アイコンをタップすることで自身が登録した OTC 医薬品の情報を確認することができる。具体的には、事前に登録した性別・年齢に合わせて薬の「飲み方」「副作用」「飲み合わせ」について知ることができる。また、メッセージ内のリンク(7)をタップすることで詳細な情報を得ることができる。



図 4 在庫確認方法

4. 評価方法

4.1 目的と対象者

開発した「おくすり手帳」により、セルフメディケーションに関する知識の増加、意識の変化・実践、アプリの使用感等に関する評価を行うことを目的とする。対象者は、機縁法による募集によって研究参加への同意が得られた大学生 20 名程度を対象とする。

4.2 評価実験

評価実験は、図 5 に示すように I～IV の 4 段階で行うこととする。なお、行動習慣の変容には最低でも 1 か月かかる⁽¹¹⁾ことから実験期間は 1 か月とする。II、IV のアンケートではセルフメディケーションに関する知識問題や実践意識、さらに「おくすり手帳」の使用感について問う。



図 5 実験手順

4.3 評価指標

4.3.1 セルフメディケーションに関する知識

日本薬剤師会の HP⁽⁹⁾を参考に作成した問題を使用し点数を前後比較する。表 1 に問題内容を示す。

表 1 セルフメディケーションに関する知識問題

	項 目
1	セルフメディケーションの定義
2	セルフメディケーションの実践方法
3	セルフメディケーションで済ませべき場合と処方を受けるべき場合の違い
4	薬の種類（要指導医薬品、一般用医薬品等）
5	かかりつけ薬局について
6	セルフメディケーション税制について

4.3.2 セルフメディケーション実践

自己報告式習慣尺度⁽¹³⁾（SRHI-J）を用い、セルフメディケーションに関する行動変容が起こっているかを前後比較する。表 2 に質問項目を示す。

表 2 自己報告式習慣尺度（SRHI-J）

	項目（SM：セルフメディケーション）
1	SM を現在、頻繁に行っている
2	SM は自動的（無意識的）にやっている
3	SM は思い出さなくても、やれる
4	SM はやらないと、気持ち悪い
5	SM は意識して考えることなくやっている
6	SM をやらないようにするには、我慢する必要がある
7	SM は毎日・毎週・毎月の決まり事のようになっている
8	SM は気がついたら始めていることがある
9	SM をやらないことは考えられない
10	SM のやり方をいちいち考える必要がない
11	SM をすることは、とても自分らしい事だ
12	SM はすでに長い間、やってきている

4.3.3 システムの使用感

開発システムのユーザーインターフェースや、ChatGPT による介入はセルフメディケーション実践において適切であったかについて、自由記述で問いその内容をカテゴライズして質的に評価する。

5. まとめ

本研究では、大学生のセルフメディケーション実践を支援するため LINE を用いて「おくすり手帳」を開発した。今後、評価実験を行い、開発システムの有用性について検証する予定である。また、今回使用する ChatGPT による相談機能がセルフメディケーション実践において適切な介入であるかについても質的に考察していきたい。

参 考 文 献

- (1) WHO(2000) : “ Guidelines for the Regulatory Assessment of Medical Products for use in Self-Medication.2000”,
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66154>(2023.4.13 確認)
- (2) 厚生労働省：“セルフメディケーションを知っていますか!?～平成 29 年 1 月から特定の医薬品購入に対する新しい税制が始まります～”，
https://www.mhlw.go.jp/houdou_kouhou/kouhou_shuppan/magazine/2016/12_03.html(2023.4.6 確認)
- (3) 日本 OTC 医薬品協会：“OTC 医薬品とは”，
<https://www.jsmi.jp/what/>（2023.4.13 確認）
- (4) 厚生労働省：“薬害を学ぼう”，
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/iyakuhin/yakugai/index.html>(2023.4.13 確認)
- (5) 東京ドクターズ：“社会現象化しているオーバードーズとは”，<https://tokyo-doctors.com/pickup/sick/2106/>（2023.4.13 確認）
- (6) 本間隆之：“全国の大学生を対象としたセルフメディケーション実態調査”，調査研究報告書(2008)
- (7) 厚生労働省：“学習指導要領等における「医薬品」・「薬害」の取扱い”，
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002llss-att/2r9852000002llxa.pdf>(2023.4.13 確認)
- (8) 南野 早芸，真嶋 由貴恵，阿部 祐来，坂口 夢羽斗： “大学生のセルフメディケーション実践への学習システムの構築に向けた実態調査”，第 54 回日本薬剤師会学術大会，pp.216

- (9) 日本薬剤師会：“e お薬手帳とは”
<https://www.nichiyaku.or.jp/e-okusuri/e-okusuri-02.html> (2023.4.13 確認)
- (10) 日本 OTC 医薬品協会：“おくすり検索”，
<https://search.jsm-db.info/>(2023.4.13 確認)
- (11) 諏訪茂樹，酒井幸子：“行動変容ステージと支援技術”，
日本保健医療行動科学会雑誌，Vol.34，No.1，pp.1-6
(2019)
- (12) 日本薬剤師会：“「セルフメディケーション」について”，
<https://www.nichiyaku.or.jp/activities/self-medication/index.html>(2023.4.13 確認)
- (13) 高見和至：“健康関連行動における心理学的構成概念としての習慣とは？自己報告式習慣指標日本語版(SRHI-J)の開発”，日本健康心理学会 第 33 回記念大会プログラム (2020)

学習コンパニオンロボットによる「Peer さ」形成に関する 実験的検証

長期的非言語インタラクションによる競争感誘発の可能性

本多 昂生^{*1}, 田和辻 可昌^{*2}, 松居 辰則^{*3}

^{*1} 早稲田大学大学院人間科学研究科

^{*2} 早稲田大学データ科学センター

^{*3} 早稲田大学大学院人間科学研究科

Experimental Verification of "Peer-ness" Formation by a Learning Companion Robot The Possibility of Inducing a Sense of Competition through Long- Term Non-Verbal Interaction

Koki Honda^{*1}, Yoshimasa Tawatsuji^{*2}, Tatsunori Matsui^{*3}

^{*1} Graduate School of Human Sciences, Waseda University

^{*2} Center for Data Science, Waseda University

^{*3} Faculty of Human Sciences, Waseda University

本研究の目的は、仲間意識(Peer さ)誘発により学習者の学習意欲の向上を図る学習環境を提供するコンパニオンロボット動作モデルの構築にある。中でも、ロボット動作による「Peer さ」の誘発は重要な課題である。そこで、「競争感」誘発を含む「Peer さ」誘発を志向したロボットの動作モデルについて、長期間非言語インタラクションを通じた実験的検証を行った。その結果、心的状態による変化はあるものの「Peer さ」誘発が確認され、妥当性が示された。

キーワード: Peer Learning, 学習支援ロボット, 非言語インタラクション

1. はじめに

IT 技術の発展や GIGA スクール構想の発足に伴い、e ラーニングと呼ばれる教育・学習の形態が一般化しつつある。しかしながら、e ラーニングにおける学習支援の形態は、知識の伝達や理解の促進に適した学習者よりも学習ドメインに関する知識が豊富な立場からの支援が主流である。しかしながら、我々の学びの中には同級生と協働することで知識を定着・確認する重要な学び(Peer Learning)も存在している。一方、学習支援ロボットに関する研究も盛んに行われている。柏原(2019)は、他メディアとは異なり身体性を有している学習支援ロボットは、学習者との間でより自然かつ真正性(authenticity)の高いコミュニケーションの実現が可能であることを示した[1]。それゆえ、学習阻害等のネガティブ感情の軽減が期待される[1]。従って、

本研究では Peer Learning の存在と、学習支援におけるロボット活用の有用性を基に、学習者と同じ立場を演じる学習支援ロボットの基本動作モデル構築を目標とする。学習環境におけるコンピュータをコンパニオンとして用いる研究に着目してみると、笠井ら(1999)は学習者の状況に応じ、コンパニオンの立場を学習者と同等である Peer な立場と教師の立場を使い分けて学習支援を行う、協調学習環境におけるマルチエージェント学習環境を開発している[2]。しかしながら、2つの立場の振る舞い分けによる Peer さに関する印象低下の可能性も示唆されている。Chan, T. (1991)は、教師的立場を振る舞うコンパニオンロボットが、「監視されている」といった印象を与えうることを指摘している[3]。ただし Marder, N ら(2017)によって、仲間の存在がポジティブな効果を生み出すことが示唆されている[4]。総じて、これまでの Peer learning やロボッ

トによる学習支援の先行研究は、その有用性が示唆される一方で、教師的立場がもたらす「監視されている」感を考慮していないという課題がある。そこで、本研究では様々な状況に応じて適切な Peer な立場のみを呈するロボットの構築を志向した、「Peer さを誘発させるロボット動作モデル」の構築を目指す。

さらに、学習時の内発的動機付けがもたらす好影響についてはこれまで多くの先行研究が存在する。また、内発的動機付けへの関係がある自律性を引き起こす行動決定について、横山ら(2009)は他者の意図推定が自己の行動決定に影響を与えると述べている[5]。また意図推定について、大澤(2014)は対象の振る舞いが意図推定を誘引しており、対象の擬人化によって対象の振る舞いからの意図推定を行っていると述べている[6]。そこで本研究では、振る舞いによる意図推定を誘発させ、学習者の自律性へ働きかけることを目指すため、ロボットが非言語情報のみを提示し、それによるロボットの擬人化並びに意図推定を誘引することで学習者の内発的動機付けをもたらすことを目的とする。それゆえロボットの動作モデルには言語情報を含まず、無意味発話を含む非言語情報のみの提示に限定することとする。

2. ロボット動作による「Peer さ」誘発の短期的検討

我々は実験ベースで学習時に学習者の抱く Peer さが、どのような心理的要因によって構成されているのかを明らかにし、それらを階層的な構造を持たせた心理モデルを作成した(図1)[7]。Peer さを構成する要因として、上位層に学習者と同じ状況・状態であるように感じられることを意味する「同等感」、学習者と競っているように感じられることを意味する「競争感」、学習者が信頼おける存在であると感じることを意味する「信頼感」の3つが存在している。「同等感」の下には近しさを感じる「親近感」、同程度の能力であると感じる「同速感」が存在する。「競争感」の下には切迫する能力さを感じさせる「緊張感」、抜きつ-抜かれつ状態を感じさせる「不定感」と何となく気になると感じさせる「意識感」が存在する。「信頼感」の下にはお互い

に理解し合っていると感じさせる「理解感」、相手に対して優れている能力があると感じさせる「尊敬感」が存在する。それぞれの評価値が高くなることで上位に存在している心理的要因の印象が高くなり、最終的に「Peer さ」を感じるようになっている。

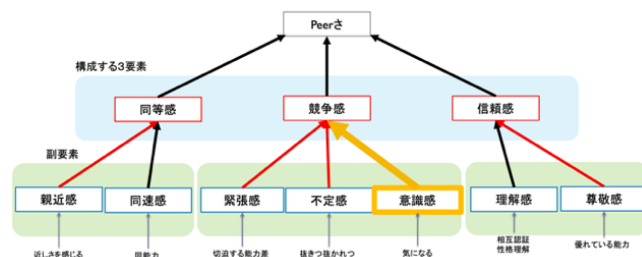


図1 Peer さを感じる心理モデル

作成した心理モデルに従い、ロボット動作による Peer さ誘発を試みるため、ロボット動作と心理モデルとの関係性の調査をし、得られた結果をもとに短期的な「Peer さ」誘発の検討を実施したところ、複数ロボット動作をストーリー立てて提示することで一定の成果を得られたものの、瞬間的生成が厳しい「競争感」並びに「競争感」に基づく「Peer さ」誘発についての有力な結果は得られなかったため、長期的検討の必要性が示唆された[7]。

3. 長期的インタラクションによる「Peer さ」誘発の長期的検討

短期的検討の結果示唆された、「競争感」の誘発並びに「競争感」誘発による「Peer さ」の誘発可能性についての長期的検討を本研究では実施することとする。

実験にて用いるロボット動作の情報並びに心理モデル情報が以前の研究に基づくものである[7]ため、本研究では発達段階における各種能力を習得した都内の中学校に通学する学生を対象に長期的インタラクションにおける印象評価実験を実施することとした。

3.1 実験の流れ

神田ら(2004)を参考に、これまでの実験で得られたデータを基に「競争感」を誘発されると想定される状況に対応するロボット動作を示すエピソードを作成した[6]。また、今回は実際にロボットと共に数学学習の実施を指示した。実験の期間は長期的インタラクシ

ンの研究を行った Marder ら(2017)[4]と神田ら(2003)[6]を参考に、1日あたり1時間で週3回の2週間実施することとする。図2に実験の流れを示す。

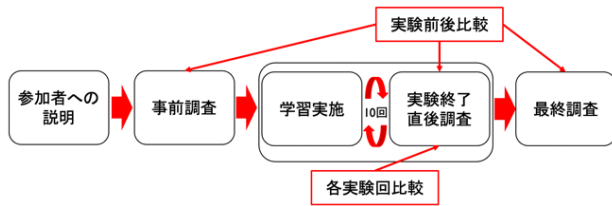


図2 実験の流れ

参加者には事前調査として個人特性(年齢・性別・数学学習への意欲・ロボットに対する印象)と学習能力について質問紙調査を実施した。ここでのロボットに対する印象については、ロボットに対する前持った印象を調査するため、ロボットに対して抱く経験と興味に関する評価指標を神田ら(2001)で用いられた評価指標を現在版に一部改良して使用することとする[7]。学習実施では、事前調査情報を基に難易度を設定された演習課題の実施とロボットによる動作提示を1回の学習にて3回実施する。1日あたり2回の学習を実施した。学習1回終了毎に「競争感」と「Peerさ」に関する印象並びに学習に対する意欲と感想について質問紙調査を実験終了直後調査にて実施した。学習実施と実験終了直後調査を10サイクル実施した後、最後に「競争感」と「Peerさ」に関する印象並びに学習者の学習に対する気持ちについて質問紙調査を実施した。また、各実験日終了時に、ロボットに対する印象や学習に関する感想などについてインタビュー調査を実施した。

3.2 実験対象

今回は心理モデル作成時に取得したデータの制約上、発達段階において、基本的な学習能力を有している男子の中学1年生1名と、都内に通学する大学生4名(男性2名・女性2名)を対象に実施した。本稿では、中学生を対象に実施した実験結果について報告する。

3.3 実験環境

本研究は、eラーニング環境下における個人での学習を想定している。そのため、被験者と実験者が衝突を隔てて別空間にいるように設定した。また、被験者

が学習時に実験者の存在を認識しないようにするため、基本的に学習者が1人で学習を行い、実験者とは別の第3者から指示を受けながら進めていく環境を設定した。演習課題については、eラーニング下での学習を想定しているため、PCを用いて課題を提示し、白紙のルーズリーフへ自由に使い解答するように指示することとする。実験者は被験者に装着したウェアラブルカメラにてモニタリングをし、作成したエピソードに従うロボット動作をWoz法によって被験者へ都度提示した。

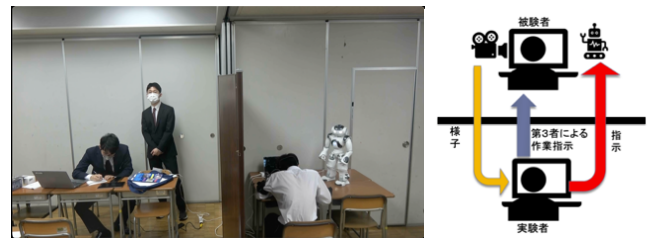


図3 実験の様子と環境の概要図

3.4 結果と考察

実験の結果、ロボットへの印象変化がもたらす「競争感」印象への影響と、学習意欲への影響が示唆された。

3.4.1 「Peerさ」と「競争感」の印象評価について

「Peerさ」について10段階での評価を各実験回終了後に求めた。以下に「Peerさ」印象の推移について表したグラフを示す。縦軸はVAS(Visual Analog Scale)法で評価したスコアを100点満点に換算した評価点を示し、横軸は実験回を示している。また、図中の赤線にて実験日を区切っている。

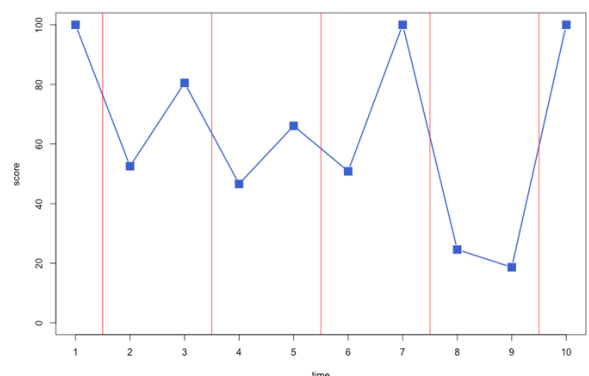


図4 「Peerさ」の印象評価結果

図4より、全実験回を通して「Peerさ」の印象スコ

アが比較的高く表れていることがわかる。しかしながら8・9回目の際にスコアが明らかに低くなっている。これは、インタビューの際にロボット動作の意味がわからないとの回答があった回と一致しているため、動作理解の影響であると考えられる。また、最終日の実験終了後に、インタビューにて仲間っぽく感じるようになったとの旨の発言があったため、実験全体を通しての「Peer さ」誘発の可能性が示唆される。更に、各実験日内において「Peer さ」の印象が増加していることがグラフより読み取れる。それゆえ、これまでの実験[7]での瞬間的誘発試行において見られなかったものが、今回の一定時間インタラクションを続けることによって「Peer さ」の印象が高まっていると考えられる。

「Peer さ」と同様、「競争感」について10段階での評価を各実験回終了後に求めた。以下に「競争感」印象の推移について表したグラフを示す。縦軸はVas法で評価したスコアを100点満点に換算した評価点を示し、横軸は実験回を示している。また、図中の赤線にて実験日を区切っている。

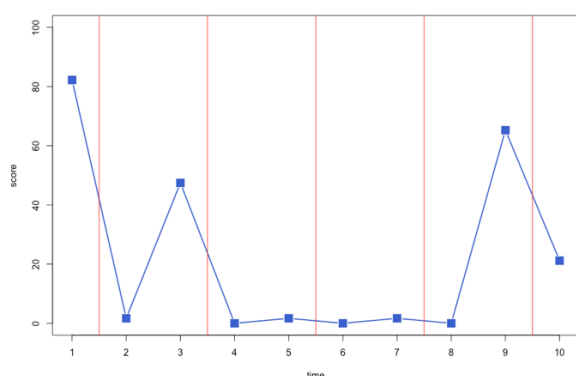


図5 「競争感」の印象評価結果

図5より、全体を通して「競争感」が高まっているかどうかの判断はつけることができなかった。しかしながら、各実験日内での比較を行うと、全ての実験日において後半の方が、印象評価値が高くなっていることがわかる。それゆえ、瞬間的に高めることができなかった「競争感」の印象を、一定時間インタラクションを続けることによって高めることができると考えられる。

これら「Peer さ」と「競争感」の印象評価結果より、

全体を通してのつながりはあまり見られなかったものの、1日の中において「競争感」の高まりと「Peer さ」の高まりが正の相関のような関係性があることが示唆される。

3.4.2 数学学習に対する意欲について

本実験を通して見られた被験者の数学学習に対する意欲の変化について示す。

事前調査にて、数学学習の意欲について10段階での自己評価を求めた。その結果、初期解答が8点(10点満点)であった。しかしながら、最終日のインタビューにて記述式解答についての取り組む姿勢が、初期の頃は解かずに諦める傾向にあったとの申告があった。

それゆえ初期の状況として、数学学習に対する意欲は扱う問題に依存していることがわかる。ここで、実験最終回の質問紙感想欄の内容を以下に示す。

今、とても算数の問題をときたい！みたいになってます。
問題がすらすらとけてたのしかった。
ロボットがやさしくてうれしかった。

図9 10回目終了後の感想

このことより、実験全体を通して数学学習への意欲がより向上していることが示唆された。また、実験全体を通しての本人の内省について確認するため、最終調査での感想欄の内容に着目する。以下に実際の内容について示す。

いままでロボットは「いつか人間を滅ぼす物」とも考えてしまっていたが(アニメや仮面ライダーの影響)
今ではロボットは人間とも仲良くやっていけるようにかんじている。
ロボットに愛着がわいた
計算問題が前よりも楽しくなった。

図10 最終調査感想欄の内容

以上の結果より、先述した意欲向上の示唆がより強いものであると考えられる。

3.4.3 ロボットの印象について

本実験では、各実験終了後の質問紙調査と各実験日終了後のインタビュー調査にてロボットに対する印象や感想について解答を求めた。その結果、インタラクションを重ねることで、ロボットを人間に見立てて判断するようになってきていることが明らかになった。以下に変化が特に表れていた、1・4回目の感想並びに

3 日目(5 回目終了後)のインタビュー結果(一部)を示す。

最初のロボットの拍手はとてもうれしかった。
そのせいか、2 回目の時のまああという動きをしていて若干くやしかった。でも最後に○をしてきてとてもうれしくなった。
2 番目の問題たちをもう 1 回といてみたい。とける気がするから。

図 6 1 回目終了後の感想

(被験者)なんかそうですね...やっぱりロボットがどんどん人間に見えてきました。
(実験者)人間に...なるほど...
(実験者)そう。なんか...なんか最初なんかロボットが、なんか、動いていることになんか驚いていたんですけど、なんか、今は普通に思えてきて、なんか、それが、なんか、自然だになっているのか、なんか...はい。

図 7 4 回目終了後の感想

1 回目の拍手は大人がやっているようにみえた。「うむ、よくできた」といっているようにかんじた。
2 回目の拍手は自分の味方の友だちのようにできた。「よくできました」といっているようにかんじた。
3 回目は照れている(?)動作をしていたが、よくわからなかった。

図 8 3 日目インタビューの内容

2 日目までに現れなかった、ロボットを人間のように捉える発言が初めて生じたことがインタビューの結果よりわかる。また、人間のように捉えることにより、ロボットが学習者に伝えたい内容について推測する作業が行われるようになったことが質問紙調査にて記された感想の結果より読み取ることができる。

3.5 考察

今回の実験結果から以下の 2 点について考えられる。

- 学習解答動作の無さが「競争感」評価の不安定さを生じさせる
- 非言語情報提示による意図推定の誘発

これら 2 つの考察についてまとめる

3.5.1 学習解答動作の無さが「競争感」評価の不安定さを生じさせる

本実験において、「Peer さ」ならびに「競争感」についての印象の高まりを見ることができた。しかしながら、「Peer さ」の印象については常に高い印象評価値となっている一方で、「競争感」については安定した

印象の高まりが見られない。特に 4 回目以降(3 日目以降)において急激な印象評価の低下が見られる。これにはロボットに対して人間のように捉えた印象評価の変化が大きく関係していると思われる。今回のロボット動作では、実際に問題を解いている動作を提示しない。それゆえ、人間に置き換えた際に解答動作を行っていないコンパニオンに対して、共に競う相手というよりも、自分自身の学習を見守っている存在としての認識が強くなっていることが考えられる。実際、インタビューの際に「見守ってくれる存在」を意味する発言が存在していた。このことが、全体を通しての「競争感」印象の低下をもたらしていると考えられる。

3.5.2 非言語情報提示による意図推定の誘発

質問紙・インタビュー調査の結果より、実験を通して被験者の数学学習に対する意欲の向上が見られた。これは、扱う問題の難易度に偏りはなく、各実験回において必ず時間内での回答ができていない問題が存在していることから、単に学習思考を繰り返すことによる自己効力感の高まりなどが原因などではないことが考えられる。また、図 7・8 にて示したロボットを人間として捉えるようになってきていることに着目してみると、大澤(2014)が示した四肢の示す形から人間に当てはめて捉える「擬人化」に類似した思考プロセスを経ていると考えられる[6]。また、ロボットが示す動作からロボット動作の意図推定を行っていることも結果として表れている。更に、ロボット動作は学習者の発した演習時の状況情報を起点として返す形での動作提示になっている。これにより横山ら(2009)が示した、自身の発する情報に対する反応の意図推定を行う能動的戦略を誘発させていることが考えられ、演習中の行動決定がなされていることが考えられる。これは内発的動機づけ 3 要素の 1 つである「自律性」と関係していると考えられる。このことから学習者自身の学習への「自律性」が高まり、最終的に内発的動機付けがなされている可能性も考えられる。更には、「次は解けるかも」という感想より自己肯定感の高まりが見られるため、このことから内発的動機付けがなされている可能性が考えられる。

4. まとめ

我々は学習時に学習者の抱く Peer さがどのような心的要因によって構成されているかを表現する心理モデルを構築した[7]。作成した心理モデルに基づく「Peer さ」誘発の短期的検討を実施したところ、特定条件下における「Peer さ」誘発の可能性が示唆された。しかしながら、瞬間的生成の厳しい「競争感」に関わる有力な結果が得られなかった。それゆえ本研究では、実際の学習の場における長期的なインタラク션을を擬似的に作成し、「競争感」印象を高めるロボット動作提示によって「Peer さ」を誘発させるという仮説の下、長期的なインタラク션을を含むロボットの印象評価実験を行うこととした。本研究の結果から、1 日のうち一定時間のインタラクーションによる「競争感」誘発と、それに基づく「Peer さ」の誘発が示唆された。また、非言語情報提示のみによって、Peer な存在としての認識並びにロボットの意図推定が誘発され、それにより自己の動作決定を無意識的に行われるようになり、内発的動機付けがなされてきている可能性も示された。

5. 今後の課題

本研究の結果、一定時間インタラクーションを続けることによって、ロボットに対する「競争感」を誘発し、「Peer さ」を誘発する可能性が示された一方で、断続的に複数日インタラクーションを行う中ではこの関連性が見られなかった。それゆえ今後の研究では、断続的なインタラクーションにおける「Peer さ」誘発の検討の必要性があると考えられる。また、「Peer」な存在として認識したロボットの意図推定を行うことによる内発的動機付けの可能性も示唆された。そのため、内発的動機付けの高まりについて超察する必要性も示された。この内発的動機づけにおいては、ロボットがもたらす非言語情報によって誘発された、ロボットを人間のように見なす行為の後に起こったロボットの意図推定が存在していた。それゆえこの点においても検討を行っていく必要があると考えられる。

参 考 文 献

- (1) 柏原昭博: エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット. コンピュータ&エデュケーション, CIEC 会誌創刊準備号編集委員会 編, 46, pp. 30-37. (2019)
- (2) 笠井俊信, 岡本敏雄: 仮想的協調学習環境におけるエージェント間コラボレーション, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, no. 11, pp. 100-110. (1999)
- (3) Chan, T.: integration-Kid: A Learning Companion System. Proc. Of 12th IJCAI, Vol. 2, pp. 1094-1099. (1991)
- (4) Marder, N., Velarde, C., Huycke, S., & Schleien, S.: The Peer Companion Program: An Experiential Learning Opportunity. SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education, Vol. 32, No. 1, pp. 49-66. (2017)
- (5) 横山 絢美, 大森 隆司. (2009). 協調課題における意図推定に基づく行動決定過程のモデル的解析. 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界 = The IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences (Japanese edition). A, 92(11), 734-742.
- (6) 大澤 博隆. (2014). 人工知能はどのように擬人化されるべきなのか?: 人の擬人化傾向に関わる知見と応用 (「人工知能」表紙問題における議論と論点の整理). 人工知能, 29(2), 182-189. https://doi.org/10.11517/jjsai.29.2_182
- (7) 本多 昂生, 田和辻 可昌, & 松居 辰則. (2022). 学習時における Peer さを誘発させるコンパニオンロボット動作モデルの構築. 人工知能学会研究会資料 先進的学習科学と工学研究会, 94. https://doi.org/10.11517/jsaialst.94.0_05
- (8) 神田 崇行, 平野 貴幸, & Daniel Eaton 他. (2004). 日常生活の場で長期相互作用する人間型対話ロボット--語学教育への適用の試み. 日本ロボット学会誌 = Journal of the Robotics Society of Japan, 22(5), 636-647.
- (9) 神田崇行, 石黒浩, & 石田亨. (2001). 人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価. 日本ロボット学会誌, 19(3), 362-371.

弱さを持つコミュニケーションロボットによる 学習援助の誘因のための要因分析

白石誠^{*1} 松居辰則^{*2}

^{*1} 早稲田大学大学院人間科学研究科, ^{*2} 早稲田大学人間科学学術院

Factor Analysis for Inducing Learning Assistance with a Weakness Communication Robot

Makoto SHIRAISHI^{*1}, Tatsunori MATSUI^{*2}

^{*1} Graduate School of Human Sciences, Waseda University

^{*2} Faculty of Human Sciences, Waseda University

This study focuses on robots with weaknesses and aims to learning by teaching the process of helping robots during cooperative learning. In order to clarify what kind of weakness makes people want to help the robot, we first conducted a survey of impressions of aided persons toward assisted persons in general learning situations. Next, we conducted the same survey using a robot as the assisted person. In this paper, we compare the two surveys, analyze the factors of the robot's weakness in learning situations, and examine its behavior model.

キーワード：弱いロボット、学習援助、HRI、援助要因

1. はじめに

近年、e-learning と呼ばれる学習形態の普及により、場所に縛られない学習が可能になってきており、特に自宅学習での機会が増えている。一方で小学校及び中学校学習指導要領解説総則編では主体的で対話的学びについて 3 つの視点に立った授業改善を行うことが示されている(1)。その視点の 1 つとして「子どもたちの協働・教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手がかりに考えること等を通じ、自己の考え方を広げ深める対話的学びが実現できているかという点」(中央教育審議会答申, 2016)が挙げられる(1)。e-learning の普及により友人との学習といった社会的活動を伴う学習の機会の減少が起こることによって、対話的な学びの減少が問題に挙げられる。こうした背景から本研究ではコミュニケーションロボットを友人の代わ

りの学習のパートナーとして活用することを試みる。教育現場で活用する学習支援メディアとしてロボットを導入する事例が増えており、様々な有効性が確認されている。柏原(2019)はロボットの活用が学びとしての主体的学習におけるエンゲージメントを促進すると述べた(2)。また松添ら(2013)によるロボットの賢さの違いに着目し、子どもたちの学習にどのような影響を与えるか調査した研究では、ロボットに対して直接教示を行うことは学習自身の回答に自信を持たせることができると示した(3)。そこで、ロボットへの教示行動が学習者に対して、自信に繋がることに着目し、勉強に対するやる気などの心的な動機づけにつながると仮説を立てた。本研究ではロボットの弱さを活用することで学習者がロボットに対して教示や学習援助の実現することを目的とする。

2. 弱いロボット

本研究では「弱さ」に着目し、ロボットとのインタラクションを考えるものとする。ここでロボットの持つ弱さとは、岡田(2016)が提唱する弱いロボットである(4)。岡田(2016)が提唱する弱いロボットとは関係論的で他者からのアシストを上手に引き出した上で、行為と一緒に組織していくロボットである(4)。助けることにより、助けた方も悪い気がしない、そうしたインタラクションを通じてお互いの弱みを補い合い行為を達成することが弱いロボットの大きな特徴といえる。友人との学習活動に注目し、その選考要因としての自律的な動機づけとの関連を検討した岡田ら(2008)の研究によると、学習活動のうち、援助提供を行うことは学習に対する、自律的な動機付け及び充実感と関連することが分かっている(5)。人と人のインタラクションにおいて、援助提供は有効であることが示されているが、友人の代わりのパートナーとしてロボットを活用する本研究においても学習場面でロボットを助けることは自律的な動機付けに繋がることが期待できる。また、小林ら(2017)が行なった研究では、弱いロボットとの長期的な関わりの中で子供たちはロボットとの会話に同調し、話を聞いてあげるという内容が増加し、また事後アンケートの中で自尊感情の項目が上昇していることがわかっている(6)。弱いロボットの有効性が示される一方で、先行研究では学習場面ではなく日常的なインタラクションであること、弱さの定義が曖昧であることが課題に挙げられる。また、人とロボットの関わり合いのなかで学習する「ヒューマン・ロボット・ラーニング」の領域ではロボットが「よい聞き手」としての振る舞いを求められており(7)、様々なアプローチが行われているが、関連研究の多くではロボットが教示を求める動作においてのアプローチは少ない。これにより、インタラクションが長く続かない、すぐ飽きてしまうなどの問題が挙げられる。そこで、本研究では学習場面において助けたいようなロボットの振る舞いモデルの作成を目的とし、本稿では助けたいような振る舞いモデルの実現のために、一般的な学習場面における援助者の被援助者に対する印象に関する調査、またロボットとの学習場面を想定した援助者のロボットに対する印象の調査実験の概要について報告をする。

3. 本研究の概要

先行研究では教示を促す行為において「誤答」以外のア

プローチで取り組んでいる研究が少ないことが課題に挙げられる。そこで本研究では弱いロボットに着目し、人の持つ援助行動といった性質を利用し、学習のデザインの実現を目指す。本研究の大きな目的は以下の2点である。

1. 助けたいような弱いロボットの振る舞いモデルの作成
2. 弱いロボットへの学習援助が学習に対するやる気など心理的な動機づけにつながるか検討する

本研究ではまず、目的1の達成のため、一般的な学習場面における援助者の被援助者に対する印象に関する調査実験を行った。また本稿では目的1の達成のための次の調査実験の概要についても報告する。2つ目の調査実験では調査実験1の想定場面の登場人物である被援助者を人からロボットに変えた。目的1のための調査実験は以下の2つである。

- I. 一般的な学習場面における援助者の被援助者に対する印象調査
- II. 一般生活にロボットが導入された環境における学習場面の学習援助者のロボットに対する印象調査

2つの調査実験を比較検討することで、学習場面におけるロボットの弱さについて明らかにする。

次に調査実験2を行う上でロボットの役割について説明する。本研究の弱いロボットの役割は、学習者の友人のような学習のパートナーである。具体的には学習者と同じ課題を解く中で、教示されたり、学習に関する手助けを得ることで課題を進めていく。松添らの研究によると、問題を間違い続ける、すなわち誤答動作をし続けるロボットよりも、一度教えたら学習をするロボットの方が学習者の自発的な教示行動の誘引に効果的であることが示唆された(3)。本研究においてもロボット自身が学習する中で知識を得て成長していくものとする。このようなインタラクションの中で、援助を誘引する弱さとは何か明らかにしていく。

4. 実験1

本実験は、弱いロボットの振る舞いモデルの実現のため、最初の段階として、学習場面における被援助者のどのような印象が援助行動を引き出すか(誘発するか)検証することを目的に実施した。そこでオンラインアンケート(CrowdWorks)を用いて、質問紙調査を行なった。

4.1 実験1参加者

本実験はオンラインで実施した。被験者には一般的な学習場面におけるエピソードに対して、援助経験、援助理由、被援助者に対する印象について回答してもらった。実験の所要時間は40分程度であり、参加者100名(男性61名、女性39名)であり、平均40.62(標準偏差9.15)歳であった。3名ほどデータが不十分であったため、分析の段階では除外し、97名(男性58名、女性39名)で分析を行った。

4.2 実験1タスク

実験のタスクとして質問紙を用いた。本実験では学習場面における援助行動に着目し、実験を行う。援助行動の要因は大きく状況要因、個人要因、文化要因の3つに分けられる。本実験では学習場面において援助者が被援助者に抱

表1: 実験1で使用した援助エピソード

番号	エピソード
1	解答欄を間違えて答えている子に注意してあげる
2	問題を誤って答えている子に対して、正しい答えを教える
3	締切間際のレポートが終わっていない子を手伝ってあげる
4	消しゴムを忘れてしまった子に貸してあげる
5	病気で休んでいる人のために授業のノートを取ってあげる
6	英語で何かが書いてあるか分からない子に対して、丁寧に説明してあげる
7	英単語を思い出せない子と一緒に考えてあげる
8	テストの点数が低く、落ち込んでいる子と一緒に勉強をしてあげる
9	じっと問題を考えている子にヒントを与えてあげる
10	授業の内容について質問され、答えてあげる
11	数学が苦手なこの宿題を一緒に解いてやる
12	赤点を撮り続けている子に次のテストの範囲を教える
13	どの授業を取るか迷っている子におすすめの授業を教える
14	宿題の進め方を悩んでいる子にアドバイスをしてあげる
15	テスト前、復習をしている子に簡単な問題を出してあげる

く印象を調査するため、状況要因に着目した。また、状況要因は認知的要因と情動的要因に分けられる。認知的要因について学習場面は日常的な小さな親切(思いやり)に当てはまる。そこで「教育学習時における思いやりについて教えてください」と簡単なアンケートを実施し、これと菊地(1988)による思いやり尺度を参考にしながら(8)、援助エピソードを作成した(表1参照)。また他者の存在が援助の責任を分散すること(9)から援助エピソードは1対1の場面を想定している。認知的要因の統制をおこなった上で情動的要因として考えられる被援助者の印象について回答を求めた。回答の方法として、思いやり尺度に基づき、援助経験について5件法(したことがないーもっとやった)で回答を求めた。また援助の理由として自由記述で回答を求めた。被援助者に対する印象としては井上、小林ら(1985)によるパーソナリティ認知の測定に有効な尺度(10)の形容詞対から「明るいー暗い」、「強いー弱い」、「意欲的なー無気力な」などの48項目に加え、「頭の良いー頭の悪い」、「近づきやすいー近づきにくい」の計50項目に対して回答を求めた。

4.3 結果

本実験では被験者100名のうち、97名のデータを活用して分析をおこなった。データの分析方法は探索的因子分析を援助エピソード15個それぞれに対して行った。まずそれぞれの援助エピソードに対して、Kaiser-Meyer-Olkinの標本妥当性の測度(Kaiser 1974)を測定した。測定の結果、すべての援助エピソードに対して、0.87以上の結果が得られ、潜在因子の可能性が示された。以上の結果から因子の抽出として最尤法に統一して因子分析を行った。結果、全15個の援助エピソードに対して、10個の因子として確認することができた。それぞれに因子は、活動性因子(エピソード1, 2, 5, 8, 12, 13, 14、表1参照)、社交性因子(エピソード3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15、表1参照)、勤勉性因子(エピソード1, 2, 15、表1参照)、信頼性因子(エピソード3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14、表1参照)、丁寧性因子(エピソード7, 8、表1参照)、親和性因子(エピソード1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15、表1参照)、好意性因子(エピソード11, 13、表1参照)、反応性因子(エピソード5、表1参照)、頑強性因子(エピソード13、表1参照)、性急性因子(エピソード3, 5、表1参照)である。全体としてそれぞれの因子は因子に含まれる項目の因子負荷量の値

が大きく、「内向的な」、「静的な」などの説明能力が高く、因子の説明として低い傾向であった(表2参照)。次に実験で得られた自由記述においてそれぞれのエピソードごとにグループ分けを行なった。各エピソードで得られた自由記述は表3の通りである。多くのエピソードで同情や気遣いなどの記述が見られた。また特定の科目をさすエピソードでは援助者自身の経験や自信による援助の記述が見られた。また持ちつ持たれつや親近感、親密な関係など、被援助者との関係性によって得られた回答があり、被験者が友人との学習場面を想定していたことがわかる。

表2：実験において確認できた因子とその解釈
(注釈1. 高い傾向、2. 低い傾向)

因子名	印象の解釈
活動性因子	1. 活発な
	2. 大人しい
社交性因子	1. ハキハキした
	2. シャイな
勤勉性因子	1. きちんとした
	2. だらしない
信頼性因子	1. 信頼できる
	2. 不安な
丁寧性因子	1. 丁寧な
	2. 適当な
親和性因子	1. 感じの良い
	2. 感じの悪い
好意性因子	1. 好感のある
	2. 苦手な
反応性因子	1. 敏感な
	2. 鈍感な
頑強性因子	1. 屈強な
	2. 気弱な
性急性因子	1. せこせこした
	2. のんびりした

4.4 考察

本実験は学習場面における被援助者の印象調査を目的としている。実験を行った結果、全15エピソードに対して、10個の因子を確認することができた(表2参照)。それぞれの因子は低い傾向であることが分かり、援助者が被援助者に対して、なんらかの弱さを印象として感じているこ

とが示唆された。因子の特徴として、活動性因子は「動的な-静的な」、「活発な-不活発な」などの項目が挙げられ、低い傾向として大人しい印象を与えていたと考えられる。次に社交性因子について「外交的な-内向的な」、「社交的な-非社交的な」などの項目が挙げられ、低い傾向としてシャイな印象を与えていたと考えられる。これらの因子は15個の援助エピソード全てにおいてどちらかの因子が確認でき、被援助者の印象に大きな影響を及ぼしていることが示唆された。また多くの援助エピソードの自由記述で

表3：実験1で得られたエピソードごとの自由記述

番号	自由記述
1	気遣い、同情、気づき、改善、共感(過去の記憶)
2	気遣い、同情、改善、好意、改善、自己満足、持ちつ持たれつの関係
3	同情、援助依頼、気遣い、持ちつ持たれつ、共感(過去の記憶)、自己満足
4	同情、気遣い、持ちつ持たれつ、常識、親近感、共感
5	同情、気遣い、共感、共感(過去の記憶)、親切心、援助拒否、持ちつ持たれつ、親密な関係
6	同情、気遣い、共感、不安、経験・自信、常識、改善、興味を持ってもらい、援助依頼
7	気遣い、楽しい、同情、寄り添う、しない、持ちつ持たれつ、不快感、自信・経験
8	気遣い、同情、寄り添い、改善、援助依頼、協力、持ちつ持たれつ、楽しい、経験・自信
9	気遣い、共感、しない、同情、援助依頼、自己満足、きっかけづくり
10	援助依頼、気遣い、拒否、同情
11	経験・自信、同情、共感、期待、気遣い、自分のため、援助依頼、協働・寄り添う、気遣い
12	期待、親切心、しない、同情、援助依頼、持ちつ持たれつ、共感(過去の経験)
13	気遣い、迷い、共感(過去の経験)、第三者、期待、悩み、援助依頼
14	期待、共有、気遣い、親切心、しない、過去、援助依頼、必要、共感、優越感、同情
15	持ちつ持たれつ、手助け、期待、気遣い、共感(過去の経験)、援助依頼、協働

「可哀想であるから」などの同情、「困っていそうだったから」などの気遣いの記述が見られた。これは援助行動における先行研究と同じ傾向の感情の質であると考えられる(11)(表4参照)。一方で先行研究に見られる不快感や怒り、驚きといった感情の質は自由記述においてはあまり確認されなかった。他に自由記述において数学や英語などのエピソードでは援助者自身の経験や自身などの記述が見られた。援助者自身の科目の得意の度合いによって援助の提供が起こることが示唆され、今後の実証実験における課題において重要な知見であると考えられる。また親和性因子が確認された援助エピソードにおいて、援助者との関係性によって援助をする記述があり、援助行動の1つの要因として関係性が関わってくることが示唆された。因子は低い傾向として出ていたため、親和性が低いと援助に繋がらないと仮説を立てることができる。今後は援助者とロボットの関係性も重要な要因として考慮することが必要である。しかし本実験において被援助者に対して弱さを感じることが示唆された一方で、その弱さが直接援助につながるか検証ができていない。また援助者と被援助者の関係性についても明示していないことが課題に挙げられる。そこで実験2では実験1と同様な調査を行いつつ、ロボットと人の関係性、援助の有無について新たに質問項目を改正することとした。

表4：援助行動時における情動的側面(11)

援助行動の情動的側面	
Coke, J. et al. (1978)	共感的情動
	個人的不快感
Meyar, J. R. & Mulherin, A (1980)	怒りと気遣い
	共感
小嶋(1983)	他者への否定的感情
	他者への同情
	驚き

5. 実験2

本実験は、弱いロボットの振る舞いモデルの実現のため、次の段階として、想定された学習場面におけるロボットのどのような印象が援助行動を引き出すか(誘発するか)検証することを目的に実施する。

5.1 実験2 タスク

実験1では一般的な学習場面において援助者が被援助者に対してどのような印象を抱くか質問紙調査を行った。実験2では実験1のエピソードで登場する被援助者の人をロボットに置き換えて調査実験を行う。そこで人とロボットが学習する想定場面を設定した。実験1において被援助者である人は、援助者の友人やクラスメイトなど一緒に学習を行うパートナーである。実験2における被援助者であるロボットも学習者と一緒に学習するパートナーとして設定した。具体的には同じ課題を行う中で教示されたり、学習に関する手助けを得ることで課題を進めていく。ロボット自身も誤答を提示し続けるのではなく、教示を行われることで学習し成長していくものとする。このような想定場面を提示した上でアンケートの回答を求める想定法で調査実験を行う。ロボットは図1に示したNUWA社のKebbi Airを活用するものとする。ロボットでの想定された場面である場合、実験1のエピソードである「消しゴムを忘れてしまった子に貸してあげる」(表1参照)は適切ではない。そこで実験1の援助エピソードの抽象化を行った上で、エピソードの改正を実施した。本実験ではエピソードを抽象化するにあたって、「なぜ援助が必要なのか」、「どんな援助を行うか」に着目した。エピソードの抽象化は表5の通りである。抽象化した内容を十分に参照を行なった上で、ロボットとの援助エピソードの作成を行なった。実験1同

表5：実験1の援助エピソードの抽象化

番号	援助要因	援助提供
1	不注意	注意する
2	誤答	訂正する
3	時間がない	一緒に行く
4	道具の不足	補填
5	病気	代わりにやる
6	分からない	説明する
7	思い出せない	一緒に考える
8	落ち込む	一緒に行く
9	じっとして	ヒント
10	協力依頼	答える
11	苦手	一緒に行く
12	苦手	手助け
13	迷って	教える
14	悩んで	アドバイス
15	頑張ってる	手助け

様に想定場面では1対1の状況を想定し、認知的要因の統制を行なった上で情動的要因として考えられる被援助者のロボットに対する印象の回答を求める。回答の方法として、思いやり尺度を参考に、援助の有無について5件法(助けない-いつも助ける)で回答を求める。また実験1と同様に援助の理由と小林ら(1985)によるパーソナリティ認知の測定に有効な尺度(10)の形容詞対の48項目に2項目を追加した合計50項目に対して回答を求める。

6. 今後の展望

本実験では人と人の一般的な学習場面における被援助者の印象について調査し、10つの因子を確認することができた。全体として因子の説明は低い傾向が見られ(表2参照)、援助者は被援助者に対して、「大人しい」、「シャイな」など何か弱さを連想する印象を感じる事が示唆された。また印象から感じる感情の質について、自由記述から先行研究と同じ傾向を確認することができた。しかし本実験の課題として、弱さを感じる事が援助につながるか検証できていないこと、被援助者との関係性を明示していないことが挙げられる。本研究は「人はロボットに弱さを感じ、助けられるか」を1つの目的としている。そこで次の実験として、実験1の課題を考慮しつつ、ロボットを被援助者として提示することで印象の変化が起こるか比較検討することとした。具体的には、被援助者をロボットの画像を提示しながら、明示すること。ロボットとの学習する想定場面を設定すること。想定場面に応じたエピソードの改訂を行なった。以上の点を加え同様の調査実験を行う。2つの調査実験を比較検討することで共通した弱さ、ロボット特有の弱さを明らかにし、振る舞いモデル検討する。ロボットはNUWA社のKebbi Airを活用する(図1)。Kebbiは動作と表情を変化させることのできるロボットであり、本研究ではその両方を活用して、振る舞いを実現するものとする。また実験1では感情の質と因子の関係性について検証できていない。ロボットの振る舞いについて印象評価を行なっていく上で、検証していくべきと考える。以上の検証を通した上で最終的な実証実験において弱いロボットとの学習が学習者の勉強に対する内発的な動機付けにつながるか検証を行なっていきたいと考える。



図1：本研究で活用するロボット

参考文献

- (1) 文部科学省国立教育政策研究所；主体的・対話的で深い学び, <https://www.nier.go.jp/pdf/seika>, 2020.
- (2) 柏原昭博；エンゲージメントを引き出す学習支援ロボット, *コンピュータ & エデュケーション*, Vol. 46, pp. 30-37, 2019.
- (3) 松添静子, 田中文英；教育支援ロボットの賢さの違いが子どもの英単語学習に及ぼす影響, *人工知能学会論文誌*, Vol. 28, No. 2, pp. 170-178, 2013.
- (4) 岡田美智男；人とかかわりを指向するく弱いロボットとその展開, *日本ロボット学会誌*, Vol. 34, No. 5, pp. 299-303, 2016.
- (5) 岡田涼；友人との学習活動における自律的な動機づけの役割に関する研究, *教育心理研究*, Vol. 56, No. 1, pp. 14-22, 2008.
- (6) 小林溪太；et al；コミュニケーションロボットを活用した児童の自尊感情向上の研究-弱いロボットの中長期的な相互作用による検証, *コンピュータ & エデュケーション*, Vol. 43, pp. 49-54, 2017.
- (7) 三宅なほみ, 石黒浩；人とロボットの協創へ向けて, *日本ロボット学会誌*, Vol. 29, No. 10, pp. 868-870, 2011.
- (8) 菊池 章夫. *思いやりを科学する*, 川島書店, 1988.
- (9) Darley, J. M., Latane, B.; Bystander intervention in emergencies; Diffusion of responsibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 8, pp. 377-383, 1968.
- (10) 堀 洋道, 吉田 富二雄. *心理測定尺度集 II*, サイエンス社, 2001.
- (11) 中村陽吉, 高木修. *他者を助ける行動の心理学*, 光生館, 1987.

生体情報を用いた学習中における学習者の感情隠蔽状態の推定 及びフィードバック生成

篠原 洸一^{*1}, 村松 慶一^{*2}, 松居 辰則^{*3}

^{*1} 早稲田大学大学院人間科学研究科, ^{*2} 早稲田大学グローバルエデュケーションセンター,
^{*3} 早稲田大学人間科学学術院

Development of Estimation Method for Learner's Emotional Concealment During Learning Using Biometric Information and Feedback Model

Koichi Shinohara^{*1}, Keiichi Muramatsu^{*2}, Tatsunori Matsui^{*3}

^{*1} Graduate School of Human Sciences, Waseda University, ^{*2} Global Education Center,
Waseda University, ^{*3} Faculty of Human Sciences, Waseda University

教授・学習過程において学習者の心的状況を理解することは重要であるが、学習者はネガティブな感情を意図的に表出しないことがある。本研究では、このようなネガティブな感情を意図的に表出しないことを感情隠蔽と呼び、学習者の生体情報から推定することを検討した。特に学習者の顔の特徴点に着目し、微表情と感情隠蔽の関係を明らかにすることを試みた。その結果を用いて、感情隠蔽状態を生体情報の時系列データから感情隠蔽の定量化を行い、それを異常値として検出することを試みた。また、その結果を用いて感情隠蔽していることを教師に伝えるフィードバック生成を開発することを試みた。

キーワード: 感情隠蔽, 学習, 推定, フィードバック, 微表情

1. はじめに

コミュニケーションにおいて、相手の発話内容を理解することができないことは日常的に起きうることである。しかし、その状態を解消しないままに会話を継続することは結果的にコミュニケーションの質の低下につながることになる。教授学習過程は教授者と学習者のコミュニケーションとして捉えることができるため、同様のことは学習時においても起きうることである。特に、教授者と学習者という非対称な関係、あるいは学習環境における学習者自身への他者からの評価を鑑みて、学習者は教授者の発話内容が理解できない等のネガティブな感情を意識的に表出しないことがしばしば起きうる(1)。このような状態が継続することは結果的に学習の質の低下につながることになる。本研究で

はネガティブな感情を意識的に表出しない行為を感情隠蔽(2)と呼ぶこととする。すなわち、感情隠蔽とは自身のネガティブな感情を認識しながらもその感情を意識的に表出しないことと定義する。このような感情隠蔽状態を本研究では生体情報を用いて推定することができるのではないかと考えた。さらに生体情報から感情隠蔽の定量化をし、異常値として検出することを試行している。この感情隠蔽状態を異常値として検知し、その結果を用いて教師に対してのフィードバックモデルを作成することを試みている。この問題を解決することにより、学習者が隠蔽していた感情を推定することにより、教師が学習者の心的状況をより正確に把握することができ、結果的により質の高い学習が実現できることが期待される。

2. 学習中の感情隠蔽状態と生体情報に関する予備的検討（実験 1）

感情隠蔽は生体情報から得られるのか、もし得られたとしたら、学習中においてどのような反応があるのかということを調査する実験を行なった。具体的には、学習者に本研究での感情隠蔽の定義、実験中に撮影を行うこと、2 回授業を受けてもらい、1 度目はネガティブな感情が生じたら感情隠蔽を行ってもらい、2 度目は通常通りに受けてもらうという指示を与え、こちらが提示した前半は簡単で後半にかけて内容が難しくなっている 25 分程度の知識表現を題材にしたオンデマンドコンテンツを視聴している学習者の生体情報を取得した。取得した学習者の生体情報は、呼吸、脈波、皮膚コンダクタンスが取得できる生体計測機器 NeXus MARK II を使用した。また、学習中において、感情隠蔽があったのか、あった場合どの時間帯に起きたのかという内省報告を学習者が 2 回オンデマンドコンテンツを見てもらった後に、記録映像を見ながら求めた。内省報告では、実験刺激のスライドごとに内省報告を求めた。その際には、感情隠蔽が行われていたのか、もし行われていたとしたら授業中のどの部分において行われていたのか、どのような感情を隠蔽したのかということの内省報告を求めた。取得した生体情報と学習者の内省報告から、感情隠蔽時と平常時において、学習中の呼吸と脈波において違いがあることが示唆された、どの学習者においても、感情隠蔽時において、平常時よりも数値が高いことが示された。また、撮影した記録映像を視聴した際に、学習者の感情隠蔽時と平常時における表情の違いが示唆された。

3. 学習中における感情隠蔽状態と通常時の学習者の表情に関する検討および分析（実験 2）

先程の実験 1 で得られた生体情報に加えて、表情にも違いがあったことが示された。そこで実験 2 では、表情に注目をして分析を行なった。実験 1 と同様の教授を与え、学習中において、感情隠蔽があったのか、あった場合どの時間帯に起きたのかという内省報告を

学習者が 2 回オンデマンドコンテンツを見てもらった後に、記録映像を見ながら求めた。取得した学習者の生体情報は、呼吸、脈波、皮膚コンダクタンスが取得できる生体計測機器 NeXus MARK II と、スマートフォンで表情を撮影した。表情分析には、Open Face(3)という顔認識に特化したディープラーニングを用いて分析を行なった。さらに今回の分析に用いたのは、この Open Face から出力される Action Unit という顔面筋の動作の有無の強度を数値化したものであり、萱谷らの研究(4)のようにコミュニケーション中の表情分析の際に利用されている。本研究においても Action Unit を対象に分析を行なった。学習者からの内省報告と Open Face を用いた分析の結果、Action Unit 2,9,10,12,17,23 の 6 種類で、感情隠蔽時と平常時において差異が示唆された。この 6 種類の Action Unit を組み合わせてみると考えているような顔ができ、学習者全員で、口周りに何かしらの共通性があるということが示唆された。学習者の多くは、感情隠蔽時に Action Unit の強度が高いことが多かったが、一部の学習者では、平常時の方が感情隠蔽時よりも Action Unit の強度が高いことが示唆された。

4. 感情隠蔽の定量化および分析（実験 3）

実験 2 で得られた Action Unit の強度の時系列データにおいて異常値を示す時区間と感情隠蔽の関係があるものと仮定し異常値検出(5)の手法を適用した。分析は 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20 秒間隔で異常値検出を行なった。結果的に、どの秒数間隔でも異常値を検出することはできたが、実際に学習者の内省報告からあった感情隠蔽時区間と有意な関係性を導くことはできなかった。有意な結果が得られなかったこととして考えられるのは、Action Unit の強度の数値の振れ幅が大きいたことが影響しているのではないのかと考える。

5. 学習中における感情隠蔽状態と通常時の学習者の顔の特徴点に関する検討および分析（実験 4）

実験 1 から 3(6)の考察から、Action Unit の時系列

データにおいて異常値を示す時区間と感情隠蔽の有意な関係性を導くことはできなかった。そこで実験4では、図1のように、学習者にオンデマンドコンテンツを見てもらい、その表情を撮影するという追加実験をおこなった。取得した学習者の生体情報は、呼吸、脈波、皮膚コンダクタンスが取得できる生体計測機器 NeXus MARK II と、スマートフォンで表情を撮影した。また、Open Face から出力される顔のランドマーク推定(顔の特徴点) 67 個に着目し再分析をおこなった。早稲田大学の学生 26 人(男性 19 名、女性 7 名)を対象に実験をおこなった。具体的な実験の教示として、実験1, 2 と同じように、学習者に本研究での感情隠蔽の定義、実験中に撮影を行うこと、2 回授業を受けてもらい、1 度目はネガティブな感情が生じたら感情隠蔽を行ってもらい、2 度目は通常通りに受けてもらうという教示を与え、図2と図3のような、こちらが提示した前半は簡単で後半にかけて内容が難しくなっている 25 分程度の知識表現に関するオンデマンドコンテンツを視聴している学習者の生体情報を取得した。また、学習中において、感情隠蔽があったのか、あった場合どの時間帯に起きたのかという内省報告を学習者が2回オンデマンドコンテンツを見てもらった後に、記録映像を見ながら求めた。内省報告は、実験刺激のスライドごとに内省報告を求めた。その際には、感情隠蔽が行われていたのか、もし行われていたとしたら授業中のどの部分において行われていたのか、どのような感情を隠蔽したのかということの内省報告を求めた。その結果、全員の学習者の口周りにおいて感情隠蔽時と平常時で違いがあることが示された(図4, 5, 6, 7, 8, 9)。また、全員の学習者の内省報告からあった感情隠蔽時区間の口周りの特徴点の数値が、上がって下がるということを繰り返していることが示唆された。しかし、下唇の下側以外の特徴点においては、感情隠蔽時区間において、下がってから上がるといった特徴が現れる特徴点もあれば、特徴が現れない特徴点があることが示唆された。その例として、図10, 11 は上唇の上側の数値をグラフ化したものである。この図10, 11 から感情隠蔽時だけでなく、平常時にも上がってから下がるということを繰り返している特徴点である

ことが示唆され、多くの学習者に共通した傾向が示されなかった。また、4 人の学習者の目の位置の特徴点においても、感情隠蔽時には上がって下がるということを繰り返しているということが示唆されたが、多くの学習者に共通した傾向ではなかった(図12, 13)。そのため、本研究においては口周りの特徴点、特に下唇の下側の特徴点に着目し分析を行った。このことから、感情隠蔽状態と口周りの微表情(7)には関係があるのではと考える。



図1 実際の実験風景

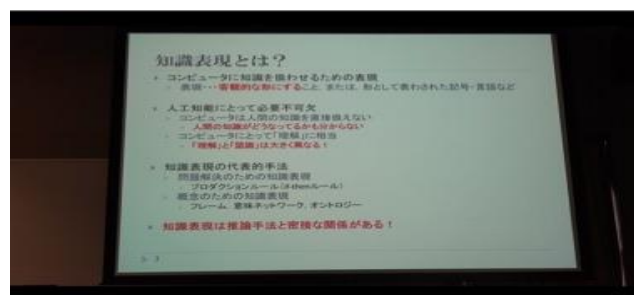


図2 実験刺激(前半部分)

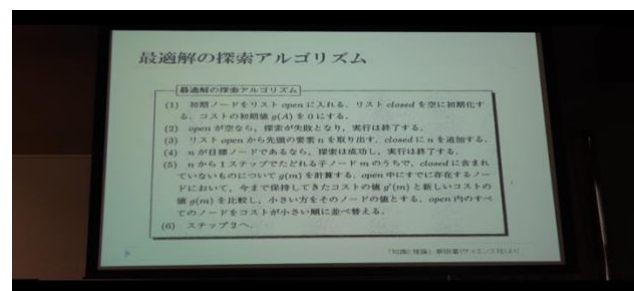


図3 実験刺激(後半部分)

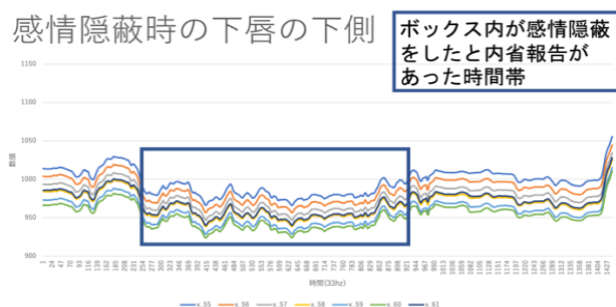


図4 学習者Aの感情隠蔽時の下唇の下側の特徴点
グラフ

平常時の下唇の下側

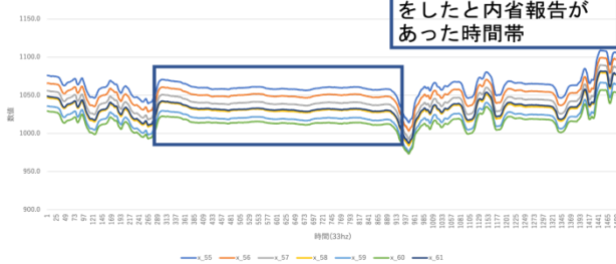


図5 学習者Aの平常時の下唇の下側の特徴点グラフ

感情隠蔽時の下唇の下側

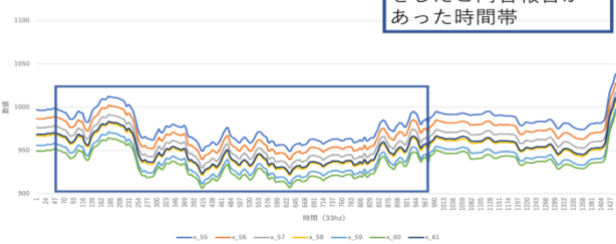


図6 学習者Bの感情隠蔽時の下唇の下側の特徴点グラフ

平常時の下唇の下側

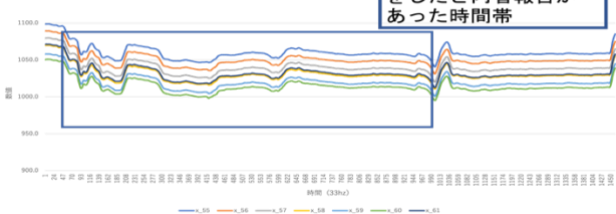


図7 学習者Bの平常時の下唇の下側の特徴点グラフ

感情隠蔽時の下唇の下側

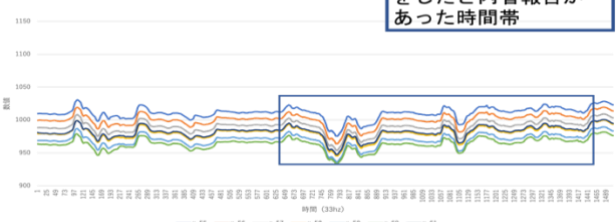


図8 学習者Cの感情隠蔽時の下唇の下側の特徴点グラフ

平常時の下唇の下側

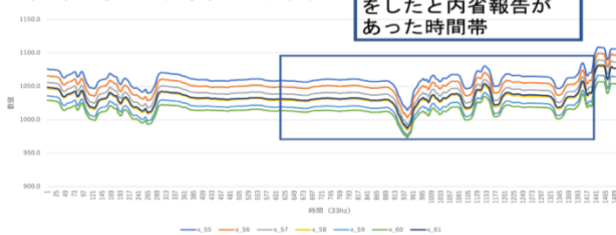


図9 学習者Cの平常時の下唇の下側の特徴点グラフ

感情隠蔽時の上唇の上側

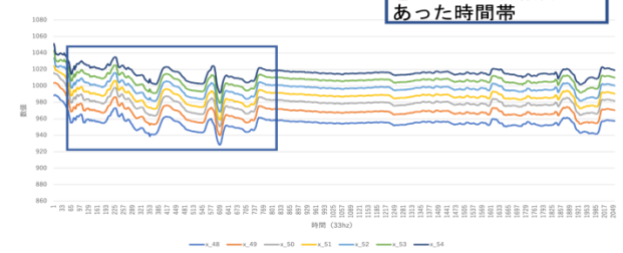


図10 学習者Aの感情隠蔽時の上唇の上側の特徴点グラフ

平常時の上唇の上側



図11 学習者Aの平常時の上唇の上側の特徴点グラフ

感情隠蔽時の両目

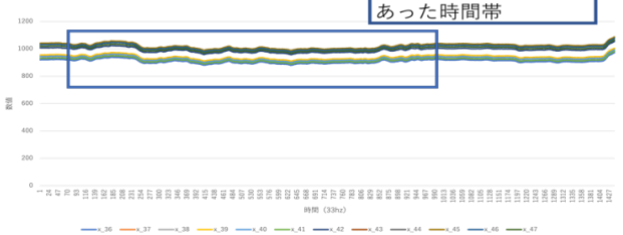


図12 学習者Aの感情隠蔽時の両目の特徴点グラフ

平常時の両目

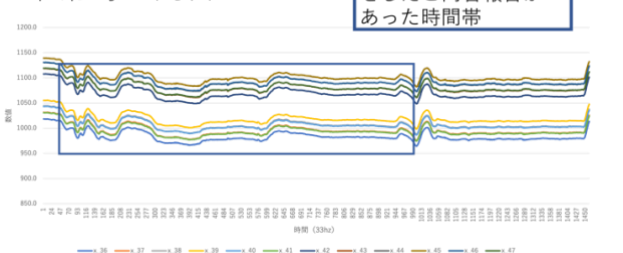


図13 学習者Aの平常時の両目の特徴点グラフ

6. 感情隠蔽状態推定を用いたフィードバックモデルの検討

Ekman(8)や Tian(9)のように, Action Unit を用いて表情推定をする研究が多くなされてきているが, 学習中に顔の特徴点を用いて感情隠蔽状態を推定しフィードバックを行うという研究はない. そこで本研究で

は、実験4の結果を用いて、感情隠蔽状態を異常値として検知し、それに基づいて教授者に対するフィードバックモデルを作成することを検討した。フィードバックを作成することによって、教授者が学習者に対して、学習してほしい内容を正確に伝えるようになることができ、学習効果の向上につながると考える。図14のように、感情隠蔽状態推定結果を用いた対教授者フィードバックモデルを作成する。まず、学習者に授業を受けてもらう。この際に、学習者の表情を撮影する。その後、学習者に対して授業に関する①レビューシート（感想）課題を行う。授業中に撮影した学習者の表情を Open Face で分析し、②感情隠蔽状態を推定する。この①と②の結果を教授者に示す。そこから教授者は学習者に対してフィードバックが必要かそうでないのかということを判断するというフィードバックモデルになっている。このフィードバックを行うことにより、教授者が学習者に対して伝えたいこと、学習してほしいことを正確に伝えることができ、学習効果の向上につながると考える。また、学習者自身に対して、①と②の結果を示すというフィードバックモデルも作成できるのではないかと考える。学習者自身で推定された結果を用いて自主的に学ぶことができるフィードバックモデルに应用することが可能であると考えられる。

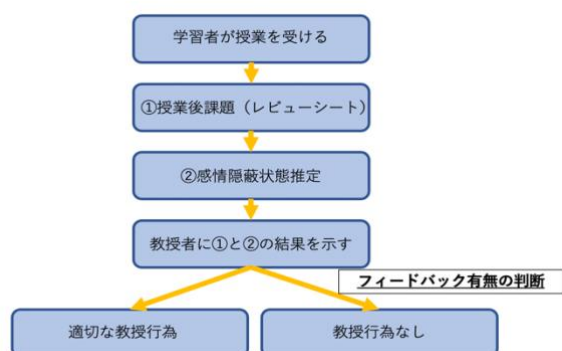


図14 教授者用フィードバックモデル

7. まとめと今後の課題

本研究では、学習者の生体情報を用いて感情隠蔽状態を推定し、その結果を用いてフィードバック生成を行うことを目的としている。現在実験4まで進行しており、感情隠蔽と学習者の表情に関係があることが示

唆された。特に、学習者の感情隠蔽状態では口周りの特徴点が細かく動いているということが示唆された。この結果から、感情隠蔽状態と微表情には何かしらの関係性があるのではないのかと推察した。今後の課題は、学習者の感情隠蔽状態を定量化し推定する手法を開発すること、開発した推定手法を基に、フィードバックモデルを作成する。この作成したフィードバックモデルを用いて、実際の学習場面において学習効果が向上したのかということを検証する必要がある。

参考文献

- (1) 神藤貴昭：“学習コミュニティにおける「ネガティブ感情」の意味”，立命館教職教育研究(特別号) pp.91-100 (2016)
- (2) James J. Gross：“Handbook of Emotional Regulation”，Guilford Press (2015)
- (3) Tadas Baltrusaitis, Amir Zadeh, Yao Chong Lim, Louis-Philippe Morency：“Openface 2.0: Facial behavior analysis toolkit”，13th IEEE international conference on automatic face & gesture recognition, pp.59-66 (2018)
- (4) 萱谷勇太, 大谷まゆ, 中島悠太, 竹村治雄：“コメディドラマにおける字幕と表情を用いた笑い予測”，人工知能学会全国大会論文集第33回全国大会 (2019)
- (5) 堀口祐樹, 小島一晃, 松居辰則：“e-learning における学習時の潜在的な意識変化の抽出”，2008 年度人工知能学会全国大会（第22回）論文集 (2008)
- (6) 篠原洗一, 村松慶一, 松居辰則：“生体情報を用いた学習中における学習者の感情隠蔽状態の推定手法の開発”，教育システム情報学会 2021 年度学生研究発表会, pp.53-54 (2021)
- (7) Paul Ekman, Wallace V. Friesen, 工藤力（訳）：“表情分析入門”，誠信書房 (1987)
- (8) Paul Ekman, Wallace V. Friesen, Sonia Ancoli：“Facial Signs of Emotional Experience”，Journal of Personality and Social Psychology, Vol.39, No.6, pp.1125-1134 (1980)
- (9) Ying-li Tian, Takeo Kanade, Jeffrey F. Cohn：“Recognizing action units for facial expression analysis”，IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 23, No. 2, pp.97-115 (2001)

要約フィードバックによる バッティングスキルの熟達化に関する研究

西村陽平^{*1}, 遠山紗矢香^{*1}

^{*1} 静岡大学大学院総合科学技術研究科

A study about expertise on batting skill under summary feedback

Yohei Nishimura^{*1}, Sayaka Tohyama^{*1}

^{*1} Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

Previous research on novice skill expertise revealed that the effects of sequential feedback is different from summary feedback depending on the feedback timing: immediately after the practice or after a certain period of time has passed. More research is needed to know whether the same effects can be obtained for experienced players who engage in sports on a daily basis. Further, whether the difference of the feedback method affects the transfer of players' skill to real game is expected to be studied. The purpose of this study is to examine the effect of feedback to the experienced players compare to the novices, and how the difference of feedback affects skill transfer to real games. 24 fielders from the Shizuoka University baseball team used the measurement device "BLAST" for the experiment. The results showed the same results as previous studies for feedback methods and test timing, but no significant results were obtained in the transfer test.

キーワード: 要約フィードバック, 逐次フィードバック, 熟達化, 学習, BLAST

1. 背景と目的

特定の運動スキルに対する熟達を促すためのフィードバック研究は, 初心者に対して数多くなされてきた. 一方で, 経験者がよりスキルを伸ばすためのフィードバック研究は限られている. さらに, 経験者が実際の競技へ学習したスキルを転移するためのフィードバック方法については検討の余地がある.

そこで本研究では, 初心者に対して有効とされているフィードバック方法が経験者に対しても有効かを検証すること, さらにフィードバック方法の違いが学習成果の試合への転移にも影響するか検証することを目的とした.

1.1 逐次フィードバックと要約フィードバック

フィードバックの方法は, 逐次と要約の二種類に分

けられる⁽¹⁾. 課題に対するパフォーマンスを毎試行ごと被験者に提示するのが逐次フィードバック, 数試行後にまとめて提示するのが要約フィードバックである. Lavery と Suddon は, 被験者が課題に対して練習を行う「習得期」が終了した直後におけるテストでは, 逐次フィードバックの方が要約フィードバックよりも効果が大きい, 習得期の終了から一定期間が経過した後に「保持テスト」では一転して, 要約フィードバックの方がより効果的であることを示した⁽²⁾.

1.2 パフォーマンスと学習

特定の課題に対する練習の成果は, その課題に対するパフォーマンスの向上として表れる. 一方で, 特定の運動スキルに熟達するという意味での「学習」の成果は, そのスキルが求められる課題に直面したときはもちろんのこと, 実際の試合のように状況が統制され

ていない環境でも発揮されることが期待される。統制されていない場面で学習の成果を測定するためには、後述する「転移テスト」が有効である。

1.3 保持テストと転移テスト

パフォーマンスの向上は、習得期から一定期間を空けて行う「保持テスト」、および習得期の課題と類似した別の課題で行う「転移テスト」によって計測可能である。保持テストでは、習得期の練習によって引き起こされる「永続的变化」と、一時的な練習効果とを分けて計測できる。永続的变化とは、自転車の乗り方のように一度獲得すれば長期間学習者が再現可能なスキルを獲得することである。一方で転移テストでは、課題に対する練習で生じた学習の転移の有無を計測することができる⁽²⁾。

2. 実験方法

静岡大硬式野球部の野手 24 名を表 1 に示す逐次フィードバック群（逐次群）と要約フィードバック群（要約群）の 2 群に分けて、実験を行った。対象者の年齢は 19.79 才±1.35、野球歴は 12.45 年±1.61 であった。群分けにあたっては、各野手の 2022 年 6 月から 8 月末までの OPS¹⁽³⁾をもとに、2 群間で差が出ないように行った。

表 1 各群の実験条件				
	フィードバック	球数 (球)	人数 (名)	OPS 平均 (SD)
逐次群	1 球ずつ	1×9	12	0.6396 (0.1320)
要約群	3 球一括	3×3	12	0.6197 (0.1708)

実験場所は静岡大学静岡キャンパス野球場であった。選手はバットのグリップエンドに BLAST²を装着し、スタンドティーを使用したティーバッティングを実施した(図 1)。BLAST はバットのグリップエンドに装着してボールを打つことで、スイングに関する 13 項目のデータを計測できる機器である(図 2)。選手へフィードバックしたのは、BLAST で計測できる 13 項目のデータとスイング軌道を示した 3D モデル(図 3)、撮影したスイング動画であった。選手は 13 項目の中から 1

つ、練習時に注目する項目を選択し、その項目について目標値を設定したうえで実験に参加した。



図 1 撮影風景(手前が実験者)



図 2 BLAST

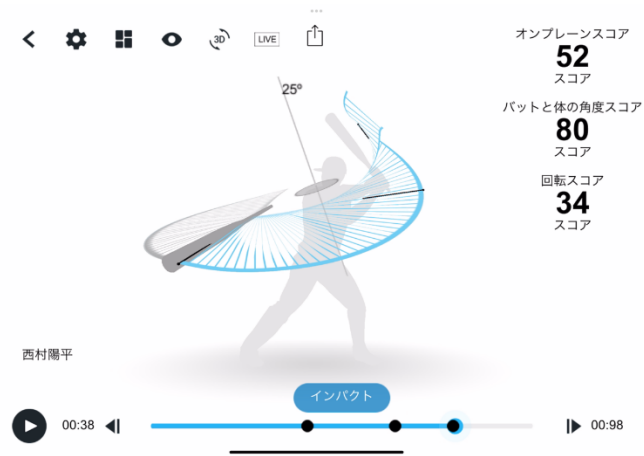


図 3 フィードバック画面(3D モデル)

習得期では、1 日 9 球のバッティングを合計 4 日分を行うことで 1 人当たり 36 球分の計測とフィードバックを行った。フィードバックを行った期間は 2022 年 9 月 9 日から 10 月 13 日であった。保持テストでは、選手 1 人当たり 9 球の計測を 1 回行った。保持テストは、2022 年 11 月 12 日から 11 月 24 日の期間に、各選手につき 1 日実施した。転移テストで

¹ On plus slugging(その打者が生みだす得点の期待値)

² <https://jpn.mizuno.com/baseball/products/BLAST>

— 40 —

は、2022 年 10 月から 12 月までの公式戦と練習試合の OPS を選手のパフォーマンスとして扱った(図 4)。

	9月	10月	11月
習得期	9月9日~9月28日		
保持テスト			11月12日
転移テスト		10月1日~11月26日	

図 4 習得期とテストの時期

3. 仮説

- 選手のパフォーマンスについて以下の仮説を立てた。
- A) 習得期の伸びは、逐次群の方が要約群より大きい。
 - B) 習得期初日から保持テストにかけての伸びは、要約群の方が逐次群より大きい。
 - C) 仮説 B)が支持された場合、転移テストでも要約群の方が逐次群より高い。

4. 結果

分析では js-STAR³を用いた。仮説 A)について、各選手が選択した項目のパフォーマンスについて、習得期 1 日目と最終日で比較した。表 2 より、習得期でパフォーマンスが向上した選手は逐次群で 9 名、要約群で 7 名だった。

各群で選手 2 名以上が選択したバットスピードに注目して 1 日目と最終日で t 検定を行った結果(図 5)、逐次群でのみ有意差が見られた(逐次群 $t=-2.5849, df=6, p<0.05$; 要約群 $t=-1.7204, df=5, n.s.$)。以上より、仮説 A)は支持された。

仮説 B)について、各選手が選択した項目について習得期 1 日目と保持テストの結果を比較した。表 2 より、保持テストでパフォーマンスが向上したのは逐次群で 6 名、要約群で 9 名だった。また、バットスピードに注目した選手について 1 日目と保持テストを比較する t 検定を行った結果、両群で有意差は認められなかった(逐次群 $t=0.0245, df=6, n.s.$; 要約群 $t=0.5208, df=5, n.s.$)。以上より、仮説 B)は支持されなかった。

仮説 C)について、実験開始前と習得期終了後の OPS を比較した。その結果、OPS が習得期終了後の方が高かった選手は両群とも 7 名、低かった選手は両群とも 5 名だった。OPS を比較するマン・ホイットニー U 検

定を行った結果、有意差は示されなかった(逐次群 $U=49, n.s.$; 要約群 $U=70, n.s.$)。以上より、仮説 C)は支持されなかった。

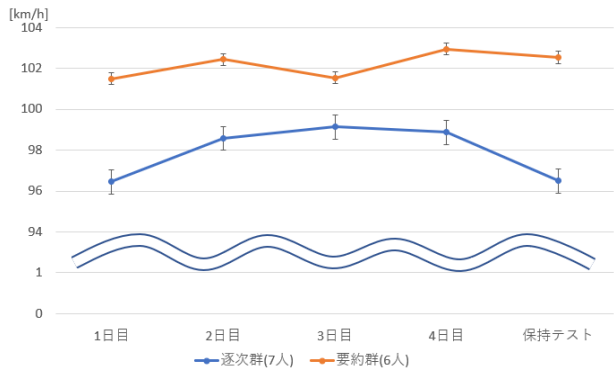


図 5 バットスピード平均値の群間比較 (習得期-保持テスト)

表 2 選択項目における習得期 1 日目との比較[人数]

	習得期最終日			保持テスト	
	向上	低下	変化なし	向上	低下
逐次群	9	2	1	6	6
要約群	7	4	1	9	3

表 3 フィードバック前後の比較[OPS 平均値]

	フィードバック前	フィードバック後
逐次群	0.6396 ($SD=0.1320$)	0.7368 ($SD=0.3399$)
要約群	0.6197 ($SD=0.1708$)	0.6729 ($SD=0.4789$)

5. 考察

仮説 B)が支持されなかった原因を検証するため、習得期 1 日目と保持テストの差分を比較するマン・ホイットニー U 検定を行った結果、群間に有意差は認められなかった($U=18, n.s.$)。研究対象者の選手は、実験期間中も実験とは独立して野球の練習を続行していたため、逐次群の選手にも実験外の練習によって永続的変化が起きた可能性が考えられる。このため、群間で差が生じなかった可能性がある。

仮説 C)が支持されなかった原因は、実験等で生じた永続的変化が、試合で結果を残すには不十分だったことが考えられる。実験期間での永続的変化と試合での OPS の関係を検討するため、各群の習得期 1 日目と保持テストのパフォーマンスを比較したときの向上/低下と、同時期の OPS の向上/低下をまとめたものを表 4 に示す。

³ <https://www.kisnet.or.jp/nappa/software/star/index.htm>

表 4 介入実験による永続的变化と OPS[人数]

		パフォーマンス			
		要約群		逐次群	
		向上	低下	向上	低下
OPS	向上	7	0	3	4
	低下	2	3	3	2

表 4 各群についてフィッシャーの正確確率検定を行った。その結果、要約群では有意差が認められたが、逐次群では認められなかった ($p=0.045$, $p<0.05$; $p=0.379$, $n.s.$)。このことから要約群では、実験による永続的变化が試合に転移した可能性が指摘されるが、逐次群では転移しなかったと考えられる。

一方で表 3 の結果を見ると、試合成績としての OPS 平均の伸びは、逐次群の方が要約群より大きかった。このため、本実験はフィードバックの方法とは独立して、どちらの群に対しても野球練習の機会を与えていた可能性がある。

6. まとめと今後の展望

本研究では野球経験者の野手を対象に実験を行い、フィードバック手法の違いによるパフォーマンスの変化を検証した。実験結果から、習得期の伸びでは先行研究と同様の結果が得られたが、保持テストと転移テストでは仮説と異なる結果となった。その原因として、本実験では実験以外の場面でも選手が練習していたことが挙げられる。このため、フィードバック手法だけでなく、通常の練習方法やその量も調査することで、永続的变化や試合への転移で異なる結果が得られると考えられる。

また、本研究では、フィードバックの際に選手が記した自由記述の内容に対する分析を含められていない。これまでに行った分析では、逐次群のほうが要約群よりも、BLAST で得られたフィードバックの数値と自身の身体感覚とを関連付けて自由記述欄に記載した選手の数が多い傾向が示唆されている。今後さらに分析を行い、フィードバック方法の違いが、選手がフィードバックをいかに活用できるかに対してどのように影響を及ぼすのかを質的にも検討したい。

付記

本研究は第一著者が令和 4 年度に静岡大学情報学部へ提出した卒業論文の一部を抽出し、加筆したものである。

参 考 文 献

- (1) Schmidt, R. A. (調枝孝治訳): “運動学習とパフォーマンス”, p.309, 大修館書店, 東京 (1994)
- (2) Lavery, J. J., and Suddon, F. H.: “Retention of Simple Motor Skills as A Function of the Number of Trials by Which KR is Delayed”, *Perceptual and Motor Skills*, Vol.15, pp.231-237 (1962)
- (3) Max, M., Jim, A., and Benjamin, S. B. (露崎博之, Yoshihiro Nishiwaki 訳): “R によるセイバーメトリクス”, p.344, 技術評論社, 東京(2020)

テキスト生成システムを用いたプログラミング学習法の検討

森 幹彦^{*1}

^{*1} 法政大学

A Study of the Programming Learning Method by Using Text Generation Systems

Mikihiko Mori^{*1}

^{*1} Hosei University

This paper investigates the method to learn programming with text generation systems. We practiced learning to reduce the influence of their proficiency level in programming languages for the people who do not specialize in computer science. The results showed that appropriate verbalization of procedures improved the quality of the program code output by the text generation systems, but that the modification process was affected by proficiency in the programming language.

キーワード: テキスト生成, プログラミング教育, ChatGPT, GitHub Copilot

1. はじめに

近年, さまざまなコンテンツを生成できる大規模言語モデル(Large Language Model: LLM)が急速に進展してきており⁽¹⁾, テキスト生成システム (以降では, Text Generation System を略して TGS と呼ぶ) も実際に利用可能になってきている⁽²⁾. OpenAI が提供を始めた ChatGPT^aは, ユーザの入力する質問 (プロンプトと呼ばれる) に対して, 回答 (生成テキストと呼ばれる) を出力することによってテキスト応答が可能なシステムのひとつであり, 急速に利用者を増やしている. ChatGPT は, 様々な分野でのテキスト生成が可能で, プログラミングも例外ではない⁽³⁾. ユーザが入力するプロンプトは, 日常的に使う自然言語をそのまま使えばよく, 出力される生成テキストは流暢な自然言語である. 一方で, ソフトウェア開発環境では, プログラミングにおける様々な場面で入力補完をする GitHub Copilot (以降, Copilot と略す) が商用提供されている. Copilot は, OpenAI が提供する GPT-3⁽⁴⁾を基にしている^{(5) b}.

ChatGPT と Copilot はいずれも少量のテキストから優れたテキストを生成する. これらのシステムが一般に提供されるに至り, プログラミング環境が大きく変化した. 職業的なプログラマだけでなく非エンジニアのユーザにも簡単に使えるようになり, これからプログラミングを学ぶ者にも影響がある⁽³⁾. したがって, コンピュータ科学 (以降, CS と略す) を専門としない学習者がプログラミングを学ぶ際にも大きな影響を与えることは容易に想像できる.

LLM をベースとした自然言語生成では, 事実とは異なる出力 (hallucination と呼ばれる) が常につきまとう⁽⁶⁾⁽⁷⁾. そのため, プログラミングを容易にする期待とは裏腹に, 誤ったプログラムコードが生成されることがある. しかし, プログラミングにおいては, 少なくともそのプログラムコードを実行すれば意図と合致するものであるかどうかを確認できる. また, プログラミングの学習では, 生成されたプログラムコードを読む段階や実行する段階において, 期待したものかどうかを確認できる能力が学習の一環として求められるだろう.

^a <https://chat.openai.com/>

^b ChatGPT は GPT-3.5 をベースとしているとされており, 有料プランでは次バージョンである GPT-4 が試験的に提供されている (2023 年 4 月 6 日現在).

表 1 日程と各活動にかけた時間（10 分単位で記載）

日次	時間（分）	活動内容
1 日目	120	事前課題の実施
	30	「知る」
	120	「触れる」(ChatGPT)
2 日目	150	「触れる」(Copilot)
	180	「試す」
3 日目	120	「試す」(続き)
	120	「振り返る」
	40	事後課題の実施

したがって、一般の自然言語の生成よりもプログラムコードの生成は、検証可能性に優れており学習における利用にも有利と考えた。つまり、TGS は CS を専門としないプログラミング学習者の支援が期待できる。そこで本研究では、CS の基礎が十分でない文系学生を対象にした ChatGPT と Copilot の 2 つのテキスト生成システムを用いたプログラミング学習法を提案し、その実施結果を報告する。

2. テキスト生成システムを用いた学習法

2.1 方針

CS は、「研究 (study)、設計 (design)、実装 (implementation)」^⑧として、現実の問題解決に関わる学問だという主張^⑧がある。本稿はこの主張を採用し、その中でも設計の段階に注目した。ただし、CS を専門としない学習者を対象にして、CS の専門性を問わない汎用的な技能の獲得を目指すことにした。

そこで、「設計」にかかわる計算論的思考^⑨ (Computational Thinking, 以降では CT と略す) を獲得することを目指して学習設計することにした。そのための道具立てとして TGS を用いたプログラミング活動を行う。したがって、本稿では特定のプログラミング言語の仕様を把握することや、プログラミング技術を駆使して高度なアルゴリズムを組み立てるといったことは目標にはしていない。

対象となる学習者が実務の中でプログラミングに大きくかかわる機会として、自らが求める情報システムをつくりあげようとするときであることは容易に想像

できる。CS の専門性を求めないことから、対象者が実務で利用するシステムについて、特にシステム設計の場面でかかわることになる。その際には、システム構築を受け持つシステムエンジニアとの間で円滑なコミュニケーションを進めて具体化していく⁽¹⁰⁾必要があるため、CS への理解や CT に対する学習は実務への貢献も大きい。

ChatGPT は、適切な CS 課題を提示すれば正確な回答が期待できる⁽¹¹⁾。同様に Copilot も、状況に応じたコードやコメントなどのプログラミングに関わるテキスト生成を適切に行えるとの期待が持てる⁽¹²⁾。実際、ChatGPT を用いて自然言語での要求に対する自動生成したプログラムコードを実行するような仕組みがサービスとして提供し始めている（例えば、replit⁽¹³⁾）。

したがって、これらの TGS を道具として用いていく際には、システム設計の中でも特に要件定義や基本設計を適切に指示できることが学習者に求められる。これは CT であり、「手順的な自動処理」⁽¹⁴⁾にも関わる。本稿では、直接コンピュータに指示するよりは抽象的または曖昧と言える、人間に対する「手順的な自動処理」の指示を想定して、そのレベルでの達成を目指すことにした。

2.2 学習設計

次のような学習活動を行う。

- (1) 事前学習
- (2) 実践
 - (a) 知る：TGS の概要説明をする。
 - (b) 触れる：TGS を利用してみる。
 - (c) 試す：プログラミング課題について、TGS を用いて実装を試す。
 - (d) 振り返る：想定と生成結果の関係を考える。
コードレビューをする。

事前学習では、Python の初歩的な知識を得ることを目標とした。参加希望者には実践開催日までに、変数とオブジェクト、条件分岐と繰り返しの機能と記述法に触れておくように伝えた。基準として、東京大学が公開する Python 入門⁽¹⁵⁾の 4 節までを確認することとした。なお、参加を呼びかけた対象者は、正規授業で学ぶことが可能であった。また、この授業を受講していない場合や Python を独りで学習することが難しい

場合も想定し、paiza^cで提供されている講座を案内した。paiza を利用する場合は、「Python 体験編」程度を必須として、「新・Python 入門編」と「Python3 入門編」の受講を推奨する旨を伝えた。

実践においては、「知る」「触れる」「試す」「振り返る」の4つのステップを踏むことにした。

「知る」ではTGSについての概要を学んだ。その後に、ChatGPTへのプロンプト（質問）と生成テキスト（回答）の関係を把握することを目的に行った。「触れる」では、各サービスのアカウントを作成して、実際に様々なプロンプトを入力した結果を確認させた。いずれも、プログラミングに限定しなかった。

「試す」では、プログラミング課題に応じた実装を試させた。特定のソフトウェアの完成を目標として与え、TGSを自由に用いてよいとして実装させた。ChatGPTへのプロンプトを意図に合わせて修正できるようになること、Copilotに適切なきっかけを与えて入力補助に用いることができるようになることを期待した。「振り返る」では、実際にできあがったプログラムコードを見せ合い、評価し合うとともに、主として教授者によるコードレビューを行った。いずれのステップでも、学習者間で意見を出し合うこと、相談すること、プログラムコードやプロンプトを見せ合うことを推奨した。

このような学習設計は、プログラミング学習の活動において従来からよくみられた。それらとの違いは、TGSによってプログラムコードを学習者自身が考えなくてよいことである。一見すると思考力の低下を招くようにも考えられるが、プログラミングにおけるつまずき⁽¹⁶⁾を軽減する方法と捉えることもできる。本稿の学習法は、一般的なプログラミング学習の課程においてつまずく場面を置き換えるまたは容易化する方法とも言える。

2.3 評価法

学習活動を始める前に、事前課題として次の4問に解答させた。

問1：ジャムとバターの塗り方を指示する説明書の作成する^d

問2：飯ごう炊さんでカレーを作る

問3：自転車操縦手順の修正をする

問4：九九表作成プログラムの出力例とプログラムコードの修正をする

問1から問3までは、手順的な指示能力の確認を意図した設問である。問4は、今回の学習活動の中で実際に会う可能性のある問題に対する解決能力を見ようとした。プログラムで実現したいことを手順として示した上で、出力結果とプログラムコードが誤ったものを掲載して、この出力結果とプログラムコードのそれぞれを修正させた。

問4は、九九の数値が偶数か奇数かを表形式で表示させるための手順が自然言語で示してある。このとき、行と列に見出しとして掛ける数を表示することになっている。また、この手順を実装したとするプログラムコードと、そのプログラムが出力するはずとする出力結果が示されている。しかし、プログラムコードは、手順とは異なっている。また、出力結果にも誤りがあり、行と列の見出しが表示されていない。また、偶数・奇数の表示に失敗があって数値が表示されていて、その数値も誤りがある。なお、この問4の元となった手順、プログラムコード、出力結果は、筆者がChatGPTに何度かプロンプトを与えた中で誤ったときの生成テキストを基にしている。

事後課題は、事前課題で提出したものを修正させた。学習活動を通じてCTやプログラミングについて理解が深まったなら、適切に修正されることを期待した。事前課題・事後課題はともに、Microsoft Word形式のファイルの中で実施した。最初に課題を示し、その末尾に解答を記入させた。

3. 実践結果

3.1 実践設定

課外学習の機会として文系学部生に参加を呼びかけた。日程と2.2節で示した各活動にかけた時間を表1

^c <https://paiza.jp/>

paiza ラーニング学校フリーパスを利用した。

^d YouTubeに掲載された次の動画からアイディアを得た。

Josh Darnit: Exact Instructions Challenge - THIS is why my kids hate me.

https://www.youtube.com/watch?v=cDA3_5982h8

表 2 参加者のプログラミング経験

参加者	授業	自習
A	同年度秋学期にプログラミング科目において Python を学習	なし
B	なし	なし
C	なし	Paiza で「Python 体験編」「Python 入門編」を受講
D	なし	1 年前に 1 年前に東大の教材 ⁽¹⁵⁾ の基礎部分

に示す。ChatGPT は無料版、すなわち GPT-3.5 ベースのものを使った。Copilot は GitHub Education のうち GitHub Student Developer Pack として無料で提供されたものを使った。

3.2 実践結果

本実践は、2023 年 3 月 20 日から 21 日の 3 日間で行った。実践参加者は、5 名の 2 年生であった。このうち、4 名が最終日まで参加した。それぞれを A, B, C, D と呼ぶことにする。それぞれの Python への習熟度を表 2 に示す。

事前課題は、1 問ごとに全員が回答し終わるまで待つようにして進めていった。長いもので 40 分程度だった。解答の間は、参加者間での会話は禁じた。

「触れる」ステップでは、ブロック崩しゲームを題材に、Pygame を用いて実装するデモンストレーションをしながら ChatGPT と Copilot での実現可能性を示した。

「試す」ステップでは、To-Do リスト管理ソフトウェアを Python で作成することを目標とした。一般に Python で GUI を実現する場合、標準で提供されている tkinter パッケージが使える。また、「触れる」でも示した Pygame でも可能ではある。

実践中の発言から、参加者たちは TGS を全般的に知らず、本実践ではじめて ChatGPT の存在も知ったようだった。当然ながら利用経験はなく、プロンプト・エンジニアリング⁽¹⁷⁾も知らなかった。なお、本実践中には、プロンプト・エンジニアリングについて触れていない。

3.2.1 事前・事後課題の内容

事前・事後課題の内容を確認したところ、次のようなことが分かった。まず、4 問のうち手順的な記述を

求める最初の 3 問は、事前課題の段階で人間に伝えるには十分な粒度の記述がなされていた。事後課題として修正させた結果、多くの場合に手直しされて厳密になった。例えば、問 2 において、作業ごとに対応する作業分担者の名前を記入していた。

問 4 のプログラム修正では、次のようになった。まず事前課題において、参加者 B と D は修正しなかった。参加者 A と C は、出力結果の部分を正しく修正していたものの、プログラムの修正は十分ではなかった。参加者 A は、for 文の二重構造を分解して 2 つの単独ループにしてしまい、元のプログラムよりも出力結果が期待よりも遠くなった。参加者 C は、改行が適切に行われなかったために、1 行にすべてを出力するコードだった。

次に、問 4 の事後課題について修正点を確認した。参加者 A は、ほぼ正しいプログラムコードを書いていた。ただし、print 関数が標準で末尾で改行することを理解できていなかったためか、`\n` を print 文に与えてしまって余計な改行が入った。参加者 B は出力結果の部分を修正しなかった。また、行見出しを表示するプログラムコードの追加に成功したが、列見出しを表示するプログラムコードの追加をしなかった。また、同じ変数名にすべきところを別にしたために、偶数・奇数の判定コードが動作しなかった。参加者 C は、行・列の見出しはないものの、偶数・奇数の表示が正しくできるプログラムコードだった。参加者 A と同様に `\n` を print 文に与えて余計な改行をしていた。参加者 D は、出力結果の修正は、部分的にできていた。ただし、偶数・奇数の表示が掛け算の結果と一致しない修正をしていた。プログラムコードは修正しなかった。

なお、`\n` をプログラムコードに入れがちだった原因として、問 4 の設問文中に示した手順の中に「各行の

末尾に改行(¥n)を入れること。」があったことが考えられる。改行コード(¥n)が改行であることは文意として理解したときに、それが `print` 関数の標準的な動作と結びついていなかった可能性がある。

3.2.2 コードレビューの内容

参加者たちが作成した **To-Do** リスト管理ソフトウェアを「振り返り」としてコードレビューした。いずれの参加者も **TGS** の生成したコードをおおよそそのまま使い、大幅な修正をしていなかった。各参加者のプログラムコードは次のようになっていた。

参加者 A は、最初に生成したプログラムコードが思い通りの結果にならず、最後の 5 分でもう一度 **ChatGPT** に生成させたと話した。当初のプログラムは参加者 A の要件を満たそうとするときに根本的な修正が必要になり、多くの修正を加えたが要件を満たせなかった。最後に生成したものは期待した動作をしていた。参加者 B は、生成されたプログラムコードを修正してカテゴリごとにリストを分けようとしたが、カテゴリ数の分だけリスト作成部分のプログラムコードをコピーして実装に失敗していた。参加者 C は、生成されたプログラムコードに対して多くの修正を加えていた。参加者 D は、ラベルを修正する程度の修正にとどまっていた。

それぞれの参加者が提示したプログラムコードに対して、各行やブロックにおいてどのような動作であるかを尋ねたところ、いずれの参加者も答えられないことが多かった。**ChatGPT** や **Copilot** が生成したものが動いたから問題ないと判断したといった回答をされた。

3.2.3 アンケート結果

アンケートで尋ねたことは次のとおりである。まず、学習経験を尋ねた後に、今回の課題について機能、注力した点、その実装方法について尋ねた。その後、つまりいた点、コードレビューを通じて自分のプログラムコードについて感じたこと、プログラミングにおいて **ChatGPT** が上手く使えるときや場面の気づき、プログラミングにおいて **Copilot** が上手く使えるときや場面の気づき、検索エンジンなど他のサービスが上手く使えるときや場面の気づき、**TGS** を授業で使うとしたら教員に尋ねる場合との使い分け方を尋ねた。最後に、プログラミングを今後進めるときにどのような知識やスキルが必要になるかを尋ねた。

今回の課題についての質問に対しては、それぞれの参加者は自身のソフトウェアへの機能や注力した点について具体的に回答していた。注力した点や実装方法も具体的であった。参加者 A は、修正した箇所を示していた。参加者 B と D は、意図した生成が行われるようにプロンプトを試行錯誤しており、プロンプトの与え方について具体的に回答していた。実践中に、参加者 C は期限入力を選択式にしようとして方法がわからず困っていた。その機能を提供するウィジェット名を知らなかったためである。そこで、教授者として立ち会った筆者が **Combobox** を使えばできる旨を伝えた。アンケートでは、その情報を得て **Google** 検索を用いて使い方を調べたと回答していた。

コードレビューを通じて感じたことについての回答として、参加者 A は修正しようとした際に根本的な修正が必要になり修正が簡単ではなかったとしていた。参加者 C は、大体は分かっているが詳細に説明させられるとよく分かっていることがないことや、全部を理解しなくても動かせることを回答していた。参加者 B は、理解していなくても書けるとはいえ、書かれているコードが理解できれば追加機能の実装ができたとして回答していた。参加者 D は、コードの修正をするときに、**Python** の知識が足りないために回り道をして時間がかかったと回答していた。

ChatGPT や **Copilot** を上手く使える場面と他のサービスとの使い分けについての回答からは次のようにまとめられる。**ChatGPT** について、最初のコードを作成する段階で **ChatGPT** を使うと時間短縮ができる。漠然とした要求ではなく具体的な指示をすると大きな力になる。自分の中で具体化していくと **ChatGPT** の回答も良くなる。**Copilot** については、書き方がうろ覚えのときに助けになった。標準的な手続きの場合に自動で次のプログラムコードを出力するため楽だった。検索エンジンについては、過去に確実に動くプログラムコードを得るために使える。ある程度出来上がった後では、**ChatGPT** に尋ねなくても解説が詳しく書かれた **Web** ページが見つけれられる。

教員と **TGS** の使い分けにおいて教員に尋ねる意義についての回答として、的確に解決に向かいたいとき、**ChatGPT** への質問する内容自体が分からないときに教員に尋ねるとしていた。一方で、多くの質問に対し

て ChatGPT の回答で満足が得られると感じてもいるようで、ChatGPT へ質問しても上手く解決できないときに教員に尋ねたいとの意見が出された。その背景には、教員が常に回答できる状況とは限らないことが挙げられていた。

今後のプログラミングに必要なこととして次のような回答があった。参加者 A は、その言語の基礎知識を得て何ができるかを知っている必要があるとした。参加者 B は、エラーの読み方、書かれているプログラムコードの読み方を知る必要があるとした。参加者 C は基礎知識と、書かれている内容の理解の向上を挙げた。参加者 D は、ChatGPT と教員のどちらに対しても、実行したい「ビジョン」が明確でないと得たい結果に繋がらないと答えた。

3.3 考察

本実践の参加者は、言葉で手順を伝える能力が相応にあったことが事前課題の結果から言える。参加者たちが期待するプログラムコードを的確に ChatGPT が生成できた要因であろう。手順を的確に説明できる能力は、TGS が質の高いテキストを生成するために必要であると言える。したがって、CT のうち本稿で注目した「手順的な自動処理」の考え方は TGS によるプログラムコードの質を向上させると考えられる。ただし、参加者 A のように、実際に修正しようとする際には、少しの修正のために根本的な修正が要求される可能性は排除できない。

一方で、プログラムコードを読む力は、Python に関する事前学習による習熟度の影響があることが事前課題の間 4 やコードレビューにおける状況から見える。アンケートの回答からも、習熟していない場合には、生成されたプログラムコードを修正する段階で困ることも分かった。プログラミングが不要になるとの見立てがある⁽¹⁸⁾が、完全に不要になるにはまだかかるか、新たなサポートが必要になるだろう。現状では、プログラミング言語への習熟度は、プログラムコードの適切な修正に大きく影響し、作成されるソフトウェアの質にも影響すると言える。

昨今、ChatGPT へのプロンプトの内容によって、得られる生成テキストの質が異なることが言われており、適切な質問をいわゆる AI に入力できることが成果の

違いを生む（例えば、文献⁽¹⁹⁾）との言説に繋がっている。それもあるが、生成結果の精度向上の方法（例えば OpenAI Cookbook⁽²⁰⁾）や、プロンプト・エンジニアリング⁽¹⁷⁾といったテクニックが話題に挙がることが多い。しかし、本実践ではこのようなテクニックに一切触れなかった。プロンプト・エンジニアリングとして紹介されているようなテンプレートを自ら見つけ出すことが学習者に求められることだと考えたためである。この判断による大きな不利益はなかったように見える。ただし、修正が難しいためにつまずいた場面で、プロンプト・エンジニアリングなどのプロンプトの工夫によって解決できた可能性は否定できない。

これらのことから、CT やプログラミング言語への習熟度が高いほど、TGS を用いたときにプログラムコードの質も高まることが示唆された。プログラミング言語への習熟度は求められるものの詳細な記憶は不要になり、アルゴリズムを自然言語で記述すれば初期のプログラムコードが生成できる。つまり、従来よりも抽象的な思考、すなわち CT が重要になる。

本実践における「試す」で設定した To-Do リスト管理ソフトウェアは、チュートリアルによく用いられるものである。つまり、様々な場所で関連する文章が書かれている可能性が高い。参加者たちがプロンプトを入力したとき、相応に適切なプログラムコードが生成されたのは、例が多いことも一因であろう。プログラミング課題を学習者に委ねて実装させる制作を授業で設定すると、ありふれた制作目標を掲げた学習者が簡単に実装でき、独創的であるほど目標の難易度だけでなく例示されにくいための難易度も高まってしまう可能性がある。先述した習熟度と質の関係とは異なり、習熟していないからこそ成果の質が高まる可能性も考えられる。授業においてこのようなプログラミング課題を与える場合には、一定の独創性を要求することが必要になるかもしれない。

本実践の参加者たちは、生成されたプログラムコードを十分に理解しているとは言えなかった。その一方で、プログラムを完成させられたことにも注意が必要である。このような乖離は、コピー＆ペーストでプログラミングしていった場合にも起きていた。その場合にこれまでは、変数名の不整合などで上手くいかないことも多かった。TGS によってそのような不整合が起

きにくなかったことは大きな進歩と言える。一方で、学習者にとっては、失敗（エラー）によって理解が促される機会の喪失とも言える。従来であれば、「プログラムが動かない」ことは大きなつまずきであり、プログラミング関連授業においては離脱を引き起こす要因であった。したがって、授業の中で利用を許す場面や段階などを十分に授業設計として折り込んでいくことによって、学修成果を引き出す道具として TGS を使えるだろう。また、CT のトレーニングの一環としても、ソフトウェアの要件を絞り込み設計を十分に行った上でそれに沿った実装をさせるような授業設計が考えられる。

3.4 本研究の限界

本稿での学習活動は、正規授業ではない。ノンフォーマル教育⁽²¹⁾と呼ばれる正課外であるが構造を持った教育として捉えられる。正規授業で実施する場合には、時間数としてもテーマの広さとしても十分ではない。ただし、簡単に TGS を試せる時間数でもあり、ノンフォーマル教育としては妥当な学習設計と考える。

本実践では 4 名が最後まで参加した。人数が少ないため数量的な分析はできなかった。一方で、詳細に活動を確認できた。一般的な教育現場では、数十名規模が想像に難くない。その場合には、グループ編成を行うことなどにより対応可能であると考ええる。

「手順的な自動処理」を確認するために用いた事前・事後課題の妥当性が示せていない。また、「試す」でのプログラミング課題は、本実践からも分かるように TGS によってほぼ自動的に生成可能である。課題の設定方法について今後検討していく必要がある。多少の難しさは、進展する TGS によってすぐに自動で解けてしまう可能性が高い。自動で解けてしまってさえも課題として成立するために求められる要件を考えていかなければならない。

4. まとめ

本稿では主に文系学部生を想定し、非専門家としての CS への関わりを考えて、CT の獲得を目指して TGS を用いたプログラミング学習法を提案した。4 人の学習者による実践の結果、「手順的な自動処理」の思考は TGS が生成するプログラムコードの質を高めること、

その一方で修正段階ではプログラミング言語の習熟度の影響を受けることがわかった。ただし、本実践では、すべての参加者が手順を言葉として表す能力を一定程度持っていた。そのため、事前に想定していた「試す」「振り返る」でのフォローアップをしなかった。今後、本学習法を再実践するにあたり、言語化の能力の違いに注目しながら、本学習法の精緻化を進めたい。

現在、TGS にかかわる進展は非常に速い。その中でも「手順的な自動処理」のような CT にかかわる技能は重要さが保たれると考えている。一方で、CS の専門でなかったとしても、プログラミング言語の仕様を理解することから始める学習が不要であるとは言い切れない。適切な内容を考えていかなければならない。このときに、TGS を用いた自動生成を導入として、言語仕様の理解に繋げる学習も考えられる。様々な形態を模索していく必要がある。

実施時点では、国内でプロンプト・エンジニアリングに言及する記事は一般向けにほとんどなかった。しかしその後、この 1 か月にはそれに触れる記事が Web や新聞・雑誌で大量に現れている。今後は、このテンプレート化された「命令」または「質問」との向き合い方も学習設計の中に取り込む必要がある。今後もプロンプト・エンジニアリングが継続的に利用可能であると推察するものの、技術の進展によって求められるものは大きく変化し続けると考える。プロンプト・エンジニアリングを学習の中にどの程度とり入れるべきかが今後の検討課題である。

本実践では、実施中に偶然にも ChatGPT の障害があった⁽²²⁾。このような問題によって学習活動が滞ることは避けられないとはいえ、バックアップ手段が求められる。例えば、今回の障害のように Web UI の問題なら API 経由では問題ない。API 経由でアクセスするシステムを構築すれば、障害を避けられるだけでなく学習者の活動の記録を残せて、より詳細な分析が可能になるだろう。しかし、これはサービス全体が使えなくなる場合の回避策にはなっていない。実利用が本格化する場合には、耐障害性についても検討しなければならない。この場合には、ローカルに動かす LLM を用いてもよいかもしれない。例えば、LLaMA⁽²³⁾などが考えられる。今後のコンピューティング環境の変化に依存すると考える。

参 考 文 献

- (1) Cao, Y., Li, S., Liu, Y., Yan, Z. et al.: “A Comprehensive Survey of AI-Generated Content (AIGC): A History of Generative AI from GAN to ChatGPT”, arXiv (2023). doi: 10.48550/arXiv.2303.04226.
- (2) 吉川和輝: “AI に人間らしさをもたらした大規模言語モデル”, 日経サイエンス, vol. 53, no. 5, pp. 32-39 (2023).
- (3) Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L. et al., “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy”, International Journal of Information Management, vol. 71, no. 102642, pp. 1–63 (2023). doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642.
- (4) Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah M. et al.: “Language Models are Few-Shot Learners”, arXiv (2020). doi: 10.48550/arXiv.2005.14165.
- (5) Dohmke, T.: “GitHub Copilot X: The AI-powered developer experience”, The GitHub Blog (2023). <https://github.blog/2023-03-22-github-copilot-x-the-ai-powered-developer-experience/> (閲覧日 2023 年 4 月 6 日)
- (6) Dziri, N., Milton, S., Yu, M. et al.: “On the Origin of Hallucinations in Conversational Models: Is it the Datasets or the Models?”, arXiv (2022). doi: 10.48550/arXiv.2204.07931.
- (7) Ji, Z., Lee, N., Frieske, R. et al.: “Survey of Hallucination in Natural Language Generation,” ACM Comput. Surv., vol. 55, no. 12, pp. 1–38 (2023). doi: 10.1145/3571730.
- (8) 赤堀侃司, “プログラミング教育の現状についての考察”, CRET 年報, no. 2, pp. 19-34 (2017).
- (9) Wing, J. M., 中島秀之(訳): “Computational Thinking 計算論的思考”, 情報処理, vol. 56, no. 6, pp. 584-587 (2015).
- (10) 深沢隆司: “SE の教科書”, 完全版. 技術評論社 (2009).
- (11) Bordt, S. and von Luxburg, U.: “ChatGPT Participates in a Computer Science Exam”, arXiv (2023). doi: 10.48550/arXiv.2303.09461.
- (12) Sareini, M.: “Building Ghostwriter Chat”, Replit Blog (2023). <https://blog.replit.com/ghostwriter-building> (閲覧日 2023 年 4 月 5 日).
- (13) Wermelinger, M.: “Using GitHub Copilot to Solve Simple Programming Problems”, in Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1, in SIGCSE 2023 pp. 172–178 (2023) doi: 10.1145/3545945.3569830.
- (14) 情報処理学会情報処理教育委員会: “日本の情報教育・情報処理教育に関する提言 2005 (2006.11 改訂/追補版)” (2006). <http://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/teigen/v81teigen-rev1a.html> (閲覧日 2023 年 3 月 29 日)
- (15) 東京大学数理・情報教育研究センター: “Python プログラミング入門” (2020). <https://utokyo-ipp.github.io/> (閲覧日 2023 年 4 月 7 日).
- (16) 岡本雅子, 喜多一: “プログラミングの「写経型学習」における初学者のつまずきの類型化とその考察”, 滋賀大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, vol. 22, pp. 49–53 (2014).
- (17) Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D. et al.: “Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models”, arXiv (2023). doi: 10.48550/arXiv.2201.11903.
- (18) Welsh, M.: “The End of Programming”, Commun. ACM, vol. 66, no. 1, pp. 34–35 (2023). doi: 10.1145/3570220.
- (19) サム・ポトリッキオ: “ChatGPT は大学教育のレベルを間違いなく高める——「米国最高の教授」がそう言い切るこれだけの理由”, Newsweek 日本版 (2023). <https://www.newsweekjapan.jp/sam/2023/03/chatgpt.php> (閲覧日 2023 年 4 月 5 日)
- (20) OpenAI: “OpenAI Cookbook”, OpenAI (2022). <https://github.com/openai/openai-cookbook> (閲覧日 2023 年 4 月 7 日)
- (21) Eshach, H.: “Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education”, J Sci Educ Technol, vol. 16, no. 2, pp. 171–190 (2007). doi: 10.1007/s10956-006-9027-1.
- (22) Cole, S.: “ChatGPT Users Report Being Able to See Random People’s Chat Histories”, Vice (2023). <https://www.vice.com/en/article/5d9zd5/chatgpt-users-report-being-able-to-see-random-peoples-chat-histories> (閲覧日 2023 年 4 月 5 日)
- (23) Touvron H., Lavril, T., Izacard, G. et al.: “LLaMA: Open and Efficient Foundation Language Models”, arXiv (2023). doi: 10.48550/arXiv.2302.13971.

生成系 AI の教育および教育研究へのインパクトについて

武田俊之^{*1}

^{*1} 関西学院大学

The Impact of Generative AI on Education and Educational Research

Toshiyuki Takeda^{*1}

^{*1} Kwansei Gakuin University

対話型の大規模言語モデル (Large Language Model) である ChatGPT は、大量のテキストデータを学習することによって、文章生成、要約、QA、翻訳などのさまざまなタスクを実行可能な生成系 AI (Generative Artificial Intelligence) である。ChatGPT は従来の AI と比較して人間らしく知的水準の高い応答が可能であり、教育および教育研究へのインパクトは大きい。この報告では生成系 AI が適用可能な教育の場面と今後の教育研究にあたえる影響を探求する。

キーワード: 生成系 AI, 大規模言語モデル, ChatGPT

1. はじめに

2022 年 12 月に発表された対話型の大規模言語モデル (Large Language Model: LLM) である OpenAI 社の ChatGPT[1]は、従来の AI よりはるかに人間らしく知的水準の高い応答が可能で、自然言語処理分野だけではなく社会的なインパクトをあたえた。その後 Microsoft 社の Bing Search との連携や、より大規模な学習をおこなった GPT-4[2], OpenAI API など、ChatGPT の関連技術が公開されている。

ChatGPT のように、新しい情報やコンテンツを生成する人工知能を生成系人工知能 (生成系 AI , Generative Artificial Intelligence: GAI) と呼ぶ。GAI の研究開発はテキスト、画像、音楽、動画などで活発におこなわれており、人間の専門家が制作するレベルのアウトプットが得られる製品が増えている。なかでも Transformer アーキテクチャの発表以降、大規模言語モデルの性能向上と適用範囲の拡大はめざましい。

ChatGPT は、(1) 誰でも使えるインターフェース (チャット) 上で、(2) システムと対話することによって広く深い知識を引き出すことが可能であり、(3) 他

のシステムと比較してバイアスが少ないため安心して利用することができることが特徴である。このような生成系 AI の利用によって、人間の知的活動の生産性は向上する可能性がある。

一方で生成系 AI は社会活動に脅威となる可能性がある。ChatGPT のような LLM は入力テキストからそのつづきを予測して出力したテキストは実社会で正確であるとは限らない。また学習で使用されたテキストに含まれる差別的表現等のバイアスが LLM でも表現されていて出力に含まれることがある。入力に個人情報や企業の機密情報がふくまれた場合に漏洩する可能性がある。その他、生成系 AI を悪用する方法は多数あり、より社会的な問題としては「AI が仕事を奪う」などの議論もある。リスクの評価をおこなうためには、ChatGPT の技術的詳細を公表するなど、基盤技術の透明性確保も必要である。

このような生成系 AI のインパクトが大きい領域の一つが教育である。AI が教員のさまざまなタスク (教材作成など) のアシスタントとなるなどの益がある一方で、AI で生成したレポートの提出や AI による試験

代行など大きなリスクに直面している。さらに「生成系 AI が日常的な知的ツールとなる時代になにをどのように教えるか」のようなより大きなインパクトのある課題がある。コンピューターやインターネットの普及が教育を変えたように、実践上のタスクの内容と方法の見直しだけではなく、上位の目的や目標の変更はさらに大きな変化が必要となる。生成系 AI のインパクトは人間の知的活動の多くを代替する可能性があり、過去の技術進歩よりも大きいと思われる。

このような教育の内容と方法に大きな変化が必要なら、それは教育研究の過去の研究に基づくことが望ましい。それは新技術の適用が効果的、効率的におこなうこと、そして、ステークホルダーのリスク低減のためである。特に学校教育において児童生徒学生等は新技術の実験台とすべきではなく、リスクを最小化しなければならない。

以上の点からこの報告では、(1) 生成系 AI の中でも大規模言語モデルをベースとした ChatGPT の仕組みを説明した上で、(2) 教育場面における生成系 AI の利用とリスク、今後の研究開発の可能性について記述する。新規性が高く技術進歩も速いため、内容は不十分であるが、なるべく体系的な記述を試みる。

2. ChatGPT とは

2.1 大規模言語モデル

ChatGPT は大規模言語モデルの一種である。言語モデル (Language Model) とは、自然言語の単語や文章が生成される確率をモデル化したもので、テキストのデータセットを用いて作成される。言語モデルの中でも非常に大きなデータセットで訓練した言語モデルを大規模言語モデル (LLM) と呼ぶ。

言語モデルの主な機能は単語や文章などのテキストを生成する確率の計算であるが、ニューラルネットワークに基づくニューラル言語モデルは、さまざまな自然言語処理 (NLP) タスクに対応できるように設計されている。たとえば、機械翻訳、質問応答、固有表現抽出、文書要約、単語や文章の生成、文章の補完、文法誤り訂正、文章の内容判定、感情分析などを、言語モデルを用いておこなうことができる。

Transformer アーキテクチャ[3] に基づく大規模言語モデルである BERT[4] が高い性能と汎用性を示して以降、さまざまな派生モデルや他の Transformer ベースのモデル (GPT[5] 等) の大規模化と性能の向上が進んだ。

2.2 ChatGPT

2022 年 12 月に公開された OpenAI の ChatGPT は、自然で「知的」な文章を生成する性能の高い LLM ベースのチャットボットである。専門家以外にも使いやすい対話型のインターフェース (チャット) を備えており、社会に大きなインパクトをあたえた。ChatGPT 以前のチャットボットの多くは、あらかじめ定形の回答を用意しておき、入力文に近い回答を返す。しかし、一方で、ChatGPT との対話は自然で、ほとんどの質問に自然な形でもっともらしい答えを返す。

チャットの中の ChatGPT への指示はプロンプトとして機能する。プロンプトとは、特定のタスクを実行させるための LLM に対する指示で、質問と回答の例示や処理するデータを含む。LLM が生成するテキストの品質や適切性はプロンプトによって変わる。望ましいテキストが得られるようなプロンプトの設計をプロンプト・エンジニアリングと呼ぶことがある。また、LLM を特定のタスクやドメインに適応させるために、そのタスクを解くための入力と出力のペアなどをあたえることをファインチューニングと呼ぶ。

ChatGPT は、大規模言語モデル (GPT-3.5) を、対話テキストをデータとして、人間によるフィードバックを用いた強化学習 (Reinforcement Learning from Human Feedback: RLHF) によってファインチューニング (微調整) をおこない、人間の指示、嗜好に合った応答を返せるようにしている。

さらに ChatGPT は安全な利用にも配慮されている。悪意のある指示や言及すべきではない内容のフィルターや、さらに社会的、文化的な問題 (差別などのバイアス等) のある応答の監視と、頻繁な改善とリリース (Iterative deployment) をおこなっている。ただしプライバシー上の懸念は残っており、次節で述べる。

これらの高度なエンジニアリングによって、

ChatGPT は膨大な知識を持つだけでなく、安全に利用できることのできる Web サービスとして、広範囲な利用を獲得した。ChatGPT は Web インターフェースだけではなく、OpenAI API を通じて利用することが可能である。API によって外部と連携したアプリケーションを作成することが可能であり、2021 年以降のデータやドメイン知識の少ない分野でも ChatGPT の機能を強化することができる。

ChatGPT は GPT 3.5 がベースの LLM である。その前のバージョン (GPT-3) (2020) は 570GB のデータセット (元となるテキストデータは 45TB) を用いて作成した 1750 億パラメータの言語モデルである。最初の GPT の 1.17 億パラメータと比較して極めて大きくなっている。

その後発表された GPT-4 はさらに性能が高く、米国の司法試験の内容で上位 10% のスコアを獲得するなど人間の専門家に匹敵する。教育分野では、Duolingo, Khan Academy などが GPT-4 と連携している。また、GPT-4 は画像の出力を含めたマルチモーダルなモデルであるが、2023 年 3 月現在公開はされていない。

2.3 ChatGPT への批判

実用性が高く、リスクへの対処よりも普及が急速であったこともあり、さまざまな点において ChatGPT は批判を受けている。

(1) 不正確な出力

LLM の性質上、出力は知識を反映しているのではなく、入力から予測したものである。ChatGPT は (おそらく差別的な内容は別として) 不正確な内容であってもそのまま出力する。ChatGPT は 2021 年までのテキストで学習しているためそれ以降のことは正確に答えられない。場合によっては平然と嘘をつくかのように答えることもある (幻覚: hallucination)。

また人種、性別、宗教などに関するバイアスがあるかもしれない。これらは LLM 構築時のテキストの正確性、即時性の向上や学習時間の増加によって改善が期待できるが、本質的に解消できないため、別の方法で出力の検証が必要である。

(2) プライバシー、著作権、機密情報の問題

ChatGPT が学習した内容には個人情報が含まれている。また API 版を除くデータは LLM の追加学習に使われる可能性がある。これらは歴史上の人物を含めた著名人以外は個人名の削除等によってプライバシー侵害にならないよう処理されているということであるが処理方法は公開されていない。この点への懸念からイタリアの個人データ保護局は ChatGPT へのアクセスを一時的に禁止した。EU の他国も同様の懸念を持ち調査をおこなっている。

また安全保障上のリスクへの対策も諸国で検討されている。企業の機密情報の漏洩やソースコードの流出を防止するための利用ガイドラインの策定などを進める組織も少なくない。

(3) 寡占

ChatGPT 発表以降同等性能の LLM がいないため、サービスの寡占状態となっている。競争上の問題の解消は重要であり、また、データソースが異なる他の LLM があれば不正確な出力の検証やバイアスの検出に役立つ可能性がある。

2017 年にアシロマ AI 23 原則 [6] を発表した Future of Life Institute は、OpenAI の生成系 AI 開発を 6 ヶ月停止して、安全な AI を開発のプロトコルと監査の策定することを求める "Pause Giant AI Experiments" [7] を公表した。批判を受けて Open AI は "Our approach to AI safety" [8] を発表した。

2.4 教育機関等の反応

ニューヨーク市教育局は学校から ChatGPT へのアクセスをブロックした [9]。理由は ChatGPT の使用が批判的思考などのスキル育成の妨げとなることと、提供されるコンテンツの安全性・正確性に対する懸念であった。初等教育においてはこのような利用制限をかける自治体は少なくない。

大学の場合は、生成系 AI の日常化を前提として、その特徴とリスクに対する心構えを述べる [10] か、一定の制約とともに教員の責任における利用の許諾 [11] か、が示されることが海外を含めて多いようである。いずれにしても技術の進歩を見極めながら、教育の価値を高めるよう施策を更新することになろう。

3. 教育へのインパクト

教育における ChatGPT の登場のインパクトは大きい。社会的に AI の利用が進む中で各個人の AI の支援を受けた知的活動をおこなう以上、その教育への反映は必須である。

このような AI が知的リソースと日常化した社会において、教育はどのように変化するであろうか。以下のようないくつかの問いが考えられる。

(1) 個人より優秀な AI が日常化したときに、個人が習得すべき能力はどのようなものか。そしてその能力を獲得する方法はどのようなものか。

ChatGPT と GPT-4 でも性能や特徴が異なっており、今後はさらに特徴の異なる AI が利用可能になる。さらに複数の AI を連携させながら知的生産活動に従事するならば、個人に必要な能力は何で、それを学校教育ではどのように学ぶのであろうか。この問いは簡単に答えられるものではなく、また技術の変化の影響も大きい。現時点の生成系 AI を対象として答えを出せるものでもない。

しかし、この問いの検討は緊急性があり、教育研究だけではなく、他の社会科学、人文学、自然科学、工学など、人間と社会に関連する学問の領域横断的で精緻な議論が必要であろう。

生成系 AI の道具としての AI の位置づけをインターネットや検索エンジンの利用（さらに電卓、コンピューターなどまで遡ることも）と同様とする意見もある。しかし、個人の知的生産のかなりの部分を代替する AI はこれらと同等ではないと思われる。詳細な比較、検討が必要であろう。

(2) 教育の公平性、公正性をいかに維持するか。

「ChatGPT の利用を教えて当然」という主張は、OpenAI 社が戦略として無料にしていることを無視している。上位版の値段は 2023 年 4 月現在で 20 ドル/月であり、今後さらに差がつくともあり得る。個人の能力が AI を含めて判断されるならば、経済格差が能力格差であり、学校入学時から格差は広がることになる。このような格差と学校教育の公平性、公正性のコンフリクトをいかに解消するか（または容認するか）。

以上は教育研究を越えた問いであるが、教育の科学的、技術的問いをいくつか挙げる。

(3) AI の使用を前提としたときの個人の能力の定義とその評価方法

これは問いの(1)のサブタスクであり、新しい能力（観）とその評価方法の研究開発である。能力の定義と評価を含めた妥当性の確認は大きな問いへの貢献となる。実際には現代の能力観で問題ないかもしれないが検証は必要である。

(4) AI の特徴と人間との違いはなにか

GPT-3 で認知心理学のタスク実行と人間との比較 [12] のように知的主体としての AI の特徴の研究が進んでいる。教育や学習の支援において、AI の特徴を知することは必須である。一方で、ある生成系 AI の特徴が普遍的であるとはかぎらない。LLM の数理的性質の研究の進展も取り入れながら、教育利用に必要な項目を整理する必要がある。

4. 生成系 AI を用いる教育の場面

この節では、今後の教育の研究と開発の手がかりとなるよう、授業関連のプロセスで生成系 AI を用いる場面、内容、方法について記述する。

4.1 教員の授業のプロセス

教員の授業のプロセスは以下のステップは、授業目標の設定、目標と連結した評価方法の設定、これらを元にした授業の構造・内容の設計と学習活動・教材の選択の3段階で進む。そして、授業中、評価、そして授業全般に関わる場面で生成系 AI を用いることができる（表 1）。

4.2 学生の受講のプロセス

学生の授業受講プロセスを、授業の選択、授業中および授業外学習、評価とフィードバック、成績評価、そして全般に分類した。表 2 にこれらの場目において生成系 AI の利用法を挙げた。

4.3 教育における生成系 AI の研究開発

以上比較的単純な例として項目を示した。これらは

方法の効果に関して研究と開発は課題である。

今後の教育における生成系 AI の研究開発において特徴的と考えられる事項について述べる。

- AIを用いて生成したテキストを直接課題レポートにすることを防ぐことやその検出は困難である。ゆえに個人の能力を測定するための新しい方法の開発が必要であり、オンライン試験も同様である。
- ChatGPT の普及により、言語モデルから知識を引き出すために対話（プロンプトの入力と出力の利用）の重要性が一般に認識された。AIとの対話は、個別学習、適応的学習、アクティブ・ラーニング、グループ学習におけるファシリテーションにおいても重要と考えられる。対話による知識構築の理論的、実践的研究とそのアプリケーション開発は重要な課題となるであろう。
- ファシリテーターとしての生成系 AI を考える場合に生成系 AI の知性の特徴研究は重要である。
- 以上は既存の ITS (Intelligent Tutoring System) と関連する点も多い。特定の領域を対象にすることが多い ITS の知見で、汎用性のある LLM ベースの AI で適用されることも多いであろう。

5. まとめと今後の課題

生成系 AI が教育に革命をもたらすのか、さまざまなリスクが発現するのかわからないが、多くの新技術がそうであるように課題を解決しながら適応していくのであろう。短期的にはレポートや試験での不正利用が課題であり、教育評価やレポート課題などの方法の見直し、不正検出や利用のルールづくりが喫緊の課題である。一方で教材開発や授業スクリプト作成の支援は教員にとって大きな力であり、適切な方法の確立と普及が望まれる。

現状は個人（教員、研究者、その他）の経験に基づく思いつきで ChatGPT の活用が試されている時期である。その中には学校の学習者を実験台とするような倫理上問題のある実践もあるかもしれない。今後は生成系 AI のインパクトと進歩の速さの負の側面を軽減するために、教育への生成系 AI についてシステマティックな検討が必要であろう。この報告は、今後の研

究開発の可能性とリスク評価のために、教育のプロセスにおける生成系 AI が支援、代替する要素を列挙する手がかりとなることを意図している。教育研究にはさまざまな価値やパラダイムのもとでおこなわれている。そのため、アドホックなアプローチに陥らずに生成系 AI のような革新的な技術の適用、評価を行うことは容易ではないが、既存の理論やエビデンスと生成系 AI のある教育環境デザインに教育研究者の果たす役割は大きい。

謝辞

本研究は科研費 JP21K02759 の助成を受けている。

参 考 文 献

- (1) OpenAI: "Introducing ChatGPT"
<https://openai.com/blog/chatgpt>
- (2) OpenAI: "GPT-4 Technical Report",
arXiv:2303.08774[cs.CL]
- (3) A Vaswani, N Shazeer, N Parmar, J Uszkoreit, L Jones, A N. Gomez, L Kaiser, I Polosukhin. 2017. Attention is All You Need. In NIPS, pp. 5998-6008.
- (4) Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. _arXiv preprint arXiv:1810.04805_.
- (5) Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). Improving language understanding by generative pre-training.
- (6) Future of Life Institute: "Pause Giant AI Experiments", <https://futureoflife.org/open-letter/ai-principles/>
- (7) Future of Life Institute <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>
- (8) OpenAI: "Our approach to AI safety",
<https://openai.com/blog/our-approach-to-ai-safety>
- (9) Michael Elsen-Rooney: "NYC education department blocks ChatGPT on school devices, networks",
<https://ny.chalkbeat.org/2023/1/3/23537987/nyc-schools-ban-chatgpt-writing-artificial-intelligence>
- (10) 太田邦史: “生成系 AI(ChatGPT, BingAI, Bard, Midjourney, Stable Diffusion 等)について”,

<https://utelecon.adm.u-tokyo.ac.jp/docs/20230403-generative-ai>

(11) 上智大学: “ChatGPT 等の AI チャットボット (生成 AI) への対応について”,

<https://piloti.sophia.ac.jp/assets/uploads/2023/03/27162222/23f430e7f216cbe188652f8a6855c493.pdf>

(12) Binz, M., & Schulz, E. (2023). Using cognitive psychology to understand GPT-3. _Proceedings of the National Academy of Sciences_, _120_(6), e2218523120.

	オン補助 授業内容に関する学習者個別の対話と補足説明 学習者への課題やプロジェクトのアイデアの提案
評価	レポート課題の提案 レポート課題の模範解答の作成支援 試験問題作成支援 学習者へのフィードバック支援

表 1 生成系 AI を用いる場面 (教員)

ステップ	AI の指導, 支援内容
授業目標の設定	学校の教育目標, カリキュラムの理解支援 他科目の理解の支援 カリキュラムやポリシーに関連した知識やスキルの列挙 学習者の事前知識の把握支援 知識, スキル, 学習者レベルに応じた授業目標の提案
評価方法の設定	授業目標に合致した達成度の評価方法の提案 評価方法の解説 定量的・定性的な指標の理解の促進 形成的・総括的評価の理解の支援
授業の構造・内容の設計 学習活動・教材の選択	授業各回のトピックの例示, 提案 学習目標に沿った活動の列挙, 提案 学習目標に沿った教材の列挙, 提案 学習者の事前知識に沿った教材の提案 教材作成の支援 インストラクショナル・デザイン 授業進行のシナリオの提案
授業中	進行, 教材に基づく授業スクリプトの作成 学習者個別の課題の提示, 応答へのフィードバック 学習者との対話支援 グループ学習でのファシリテーシ

表 2 生成系 AI を用いる場面 (学生)

ステップ	AI の指導, 支援内容
授業選択	学生の興味や専攻, 卒業要件に適した授業を提案 シラバスの内容の分析 教員の評判の分析 履修の推薦 スケジュールの最適化
授業内/ 授業外学習	適応的な課題の提示 回答への個別フィードバック 個別化された対話 AI への出題 課題トピックの探索 授業内容に関する対話 追加の資料や説明の提示 課題やプロジェクトのアイデアの提案
評価とフィードバック	練習問題の提供 弱点の提案
成績	成績と授業内容の関連付け 授業の総括 (対話) 達成状況の分析 次の学習トピック, 履修の提案
全般	目標設定 時間管理 学習方法の提案 自己評価と成長に関する対話

データサイエンティストのための 情報倫理教育プログラムの提案

大崎理乃
信州大学

A Case Study on Information Ethics Education for Data Scientists

Ayano Ohsaki
Shinshu University

As opportunities to study AI and data science continue to expand, there is a growing need to incorporate ethical education into these programs. This study proposes an educational program focused on data ethics for a specialized data science course and analyzes changes in learners' attitudes toward data ethics resulting from the program. The program, which lasted for seven weeks and covered topics such as responsible data collection and the ethical use of AI, was delivered through a combination of group discussions and project-based learning. The results suggest that the learners' interests expanded from ethical data usage to social issues.

キーワード: データサイエンス教育, Epistemic Network Analysis, 高等教育, 情報倫理, AI 倫理

1. はじめに

世界的にデータサイエンティスト育成のための教育プログラムの設置が多く大学で進んでおり、その教育プログラムの検討が進んでいる^(1,2)。中でも倫理教育は、社会において人工知能(AI)の利用機会が拡大するにともない、データを扱うことに関する倫理的知識・配慮が求められることから、一層の充実が求められている。

そこで、本研究では、データサイエンティスト育成のための専門課程におけるデータ利用と倫理に関する教育プログラムの開発を目的として、参加者がデータの収集と分析を行うプロジェクト型の授業を提案する。本研究における問いは、「倫理的配慮が求められるデータサイエンスプロジェクトの実践的学習の中で、学習者はどのように学習要素を認識しているのか」である。

2. 研究の位置づけ

2.1 専門職教育における倫理教育

専門職教育における倫理教育は、技術者を対象とした「技術者倫理」⁽³⁾などで、これまでも検討されてきた。技術者教育は、国際的な枠組みもあり、国を越えてその内容や歴史が議論されてきた⁽⁴⁾。日本においても、学校を越えた専門職育成のための教育プログラムの検討⁽⁵⁾、教科書の発行など^(6,7)、様々な教育リソースが充実している。一方、新たな専門職であるデータサイエンティストの教育プログラム検討では、倫理教育の重要性は議論されている⁽⁸⁾ものの、その専門職の特性に合わせた個別の教育プログラムの検討はいまだ少ない。なお、村田・折戸⁽⁹⁾による定義「ICTの利用に関わる倫理問題・社会問題を考察の対象とする情報倫理」に基づき、本稿が対象とする分野をデータの収集と利用といった情報行動に関わる情報倫理教育として

扱う。

2.2 提案

本研究が提案する教育プログラムでは、変化する社会において適切にデータを利用することができるようになるために、①倫理的問題の多様性、②国内外のデータ利用・AI利用に関する倫理的議論、③データ収集と利用の体験、の3点を重視することとした。授業の最終的な目標は、「AI社会で情報・データを取り扱うことについて、データ収集側とデータ提供側の両視点を踏まえて倫理的な視点から『あるべき姿』を説明できる」とした。

授業スケジュールは、表1のとおり7週間に14回の授業を実施した。授業は全てグループワークやプロジェクト活動を中心とした構成とした。前半の第1週から第3週では、倫理に関する基礎的な知識の利用と議論の練習を目的として、各回の授業テーマに関するグループディスカッションを実施した。各回授業では、グループディスカッションの内容を深めるために、教師による基礎的な知識の共有がなされた。基礎的な知識として扱われた内容は、技術者倫理教育で利用される事故のケーススタディ^(6,7)、倫理学ならびに情報倫理の視点からの議論^(9,10)であった。また、哲学的視点からのデータ利用と社会の発展についての議論であるポジティブな倫理とネガティブな倫理⁽¹¹⁾のほか、AI利用と倫理に関するテーマとしてロボットに倫理を教えることを試みるモラルマシンプロジェクト^(12,13)なども扱った。

後半の第4週から第7週では、グループで「幸せ」を評価するための評価式の開発に取り組んだ。この授業テーマは、「幸せ」という計量しにくく個人の価値観が強く影響する概念の評価方法開発をプロジェクト活動のゴールとすることで、プロジェクト活動中に参加者が①データの収集と生成について議論すること、②倫理的な検討が必要なデータの扱いについて議論すること、③参加者が自分ごととしてプロジェクトに関わることの3点を期待した。グループ成果物の評価は新規性、倫理性、妥当性、データ数の4観点をそれぞれ4点満点で行った。これらの評価観点のうち、本提案授

業が特に重視する倫理性については「データ収集に関する倫理的な考察がなされている」を1点、「倫理的な検討が求められるデータが一つ含まれており、そのデータ収集に関する考察がなされている」を2点、「倫理的な検討が求められるデータが二つ含まれており、そのデータ収集に関する考察がなされている」を3点、「『3点』の基準を満たした上で、特筆すべき点がある」を4点とした。評価基準はプロジェクト活動準備の第6回授業時に参加者へ伝え、参加者がプロジェクトの初期段階から、プロジェクトでは倫理的配慮についての検討が必要であることを知っている状況とした。

表 1 授業スケジュール

週	回	テーマ	形式
1	1	AI と倫理	ディスカ ッション
	2	データサイエンスと倫理	
2	3	世界で語られる AI 社会の倫理	
	4	技術発展と倫理	
3	5	ネガティブな倫理とポジティブな倫理	プロジェ クト
	6	プロジェクト活動の準備	
4	7	プロジェクト活動 1	
	8	プロジェクト活動 2	
5	9	プロジェクト課題の発表 1	
	10	プロジェクト活動 3	
6	11	プロジェクト活動 4	
	12	プロジェクト活動 5	
7	13	プロジェクト課題の発表 2	
	14	学修の振り返りとまとめ	

3. 方法

3.1 実践

提案する教育プログラムは、武蔵野大学データサイエンス学部の専門選択科目「人工知能（AI）社会の情報倫理」の中で実践した。授業中のグループは、1 グループ3名から5名で構成された。本研究では、研究協力の同意を得た24名のデータを対象に分析を行う。

3.2 分析

授業実践において、参加者がどのような点を意識して学習、活動していたのかを把握するため、本研究では第1週から第6週までの授業後に収集した活動・学習報告の記述を分析対象とした。活動・学習報告は授業の振り返りとして実施し、授業内容に特に関連のあるものは翌週の授業で取り上げるものとして扱った。活動・学習報告の設問は「本日の授業で行った活動、活動を通して学んだこと・考えたこと、もっと知りたいと思ったことを説明してください」であった。

また、学習の成果だけでなく、参加者が期待する学習活動・内容も分析対象とするため、第1週授業後に実施した、授業における個人目標のアンケートも分析に利用した。個人目標アンケートの設問は、「14回授業が終わった時にできるようになりたいことや知ってほしいことを、その評価基準（何ができればOKかということ）とともに教えてください」であった。活動・学習報告と個人目標アンケートへの回答を合計した文章の行数は、159行であった。

分析には、数量的エスノグラフィー（Quantitative Ethnography）のツールとして利用されている Epistemic Network Analysis（以下、ENA）^(14,15)を利用した。ENAは、コーディングされた発話や記述のデータを用いて、コード間の関係を2次元上に可視化するネットワーク分析の一種である。ENAの設定条件は、Unit（分析の視点）に、Phase（フェーズ）、Lesson（授業回）と Writer（活動・学習報告および学習目標の執筆者）を、Conversation（共起の計算範囲）には Lesson と Writer を用いた。

なお、ENAのためのコードは、トピックモデルを利用して生成した。トピックモデルを利用することで、文章に含まれる単語の構成を可視化し、その文章に含まれるトピックの推定が可能となる。先行研究では、論文概要を分析対象として研究領域の特徴を分析する研究⁽¹⁶⁾や、高等教育機関における授業評価アンケートの自由記述分析⁽¹⁷⁾に利用されている。本研究では、参加者による文章の特徴を捉えたコードを生成することにより有用であると考え、トピックモデルを利用することとした。分析には Mathworks の MATLAB 2023a

Text Analytics Toolbox ⁽¹⁸⁾を使用した。

4. 結果

4.1 コードの作成

コードを決定するためのトピックモデルによる分析の結果、上位4トピックは図1のとおりとなった。この結果に基づき、表2のコードを作成した。第1のトピックでは、倫理とAIが特徴的な語として確認されたため、コードは「AI倫理」とした。二つ目のトピックは、「問題」を最頻出語として、倫理や思いという言葉が確認された。さらに、人間や社会という言葉も確認されたため、コードは「社会の問題」とした。第3のトピックでは、計算とデータという用語が頻出語として確認されたため、第3のコードを「データ利用」とした。最後のトピックは、特徴的な用語として確認された「幸福」をコードとして採用した。各コードの定義と文章例は表2に示す。

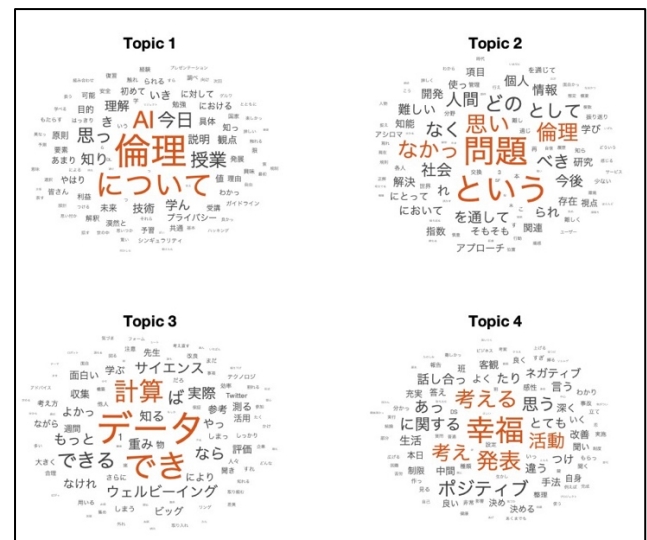


図1 トピックモデル分析の結果

コーディング後のデータを利用した ENA の分析結果を、図2から図4に示す。本研究では、授業の流れに応じた参加者の認識の変化を捉えることを目的に、授業目標アンケートへの回答を Pre、前半授業の活動・学習報告を Discussion、後半のプロジェクトの活動・学習報告を Project の三つのフェーズに分けて分析した。図中の三つの四角は、それぞれのフェーズのネットワークの中心を表し、黒丸はコードを表す。コード

表 2 コード一覧

コード	定義	例
AI 倫理	倫理および AI 倫理に関する記述	海外の倫理観や日本との倫理観の違いについての話がとても興味深かく（原文ママ）
社会の問題	データや AI 利用に関連した社会・人間活動での問題に関する記述	シンギュラリティについての議論をした
データ利用	データ利用に関する記述	アンケートの結果を分析できる形にする
幸福	幸福やウェルビーイングに関する記述	グループで幸せについての議論を行った

間をつなぐリンクは、色でフェーズを、太さでそのつながりの強さを表現する。ネットワークの色による識別は、Pre が赤、Discussion が青、Project が紫で表現されている。図 2 は授業目標アンケートの回答のみを表示させた結果であり、図 3 と図 4 は ENA の差分ネットワークの作成機能を利用して二つのフェーズの差を示した。

図 2 から図 4 までの変化は、前半の授業を通して参加者が目標に比べて「AI 倫理」と「社会の問題」を結びつけて記述していたものの、後半の授業ではあまり「AI 倫理」や「社会の問題」について記述していなかったことが示されている。具体的には、授業目標アンケートでは「AI 倫理」と「データ利用」のコードが最も強い結びつきを示しており、授業の開始時点では、参加者の認識はデータ利用と倫理に関することに向けられていたと考えられる（図 2）。続いて、Pre フェーズと Discussion フェーズの比較では、Pre フェーズを表す赤色のリンクがほとんど見えず、Discussion フェーズを表す青色のリンクは「AI 倫理」と「社会の問題」の間で最も濃くなっている（図 3）。これは、授業目標アンケートの回答に対して、Discussion フェーズの活動・学習報告で倫理と社会問題の関連が強くなっていることが示されている。最後に図 4 からは、授業スケジュールの前半と後半では、参加者の記述の特徴が大きく異なっていたことが確認できる。具体的には、Discussion フェーズでは活動・学習報告において「AI 倫理」と「社会の問題」のコード間のつながりに特徴があるのに対して、Project フェーズでは活動・学習報告において「データ利用」と「幸福」のコード間に特

徴があることが確認された。

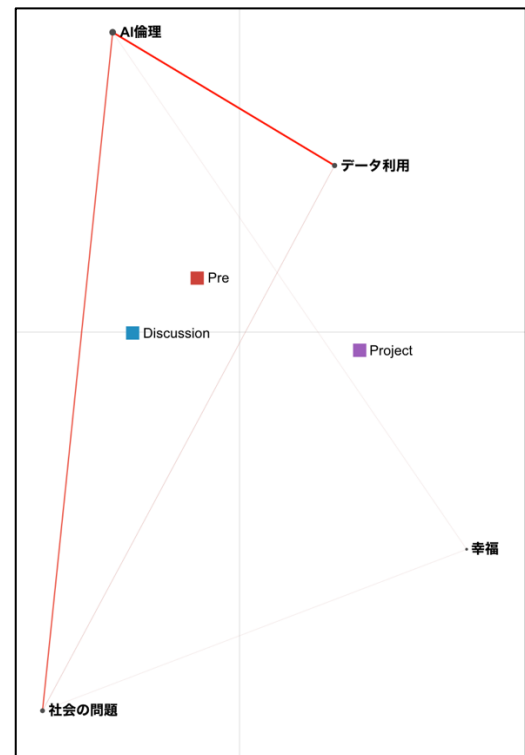


図 2 ENA による分析結果（Pre フェーズ）

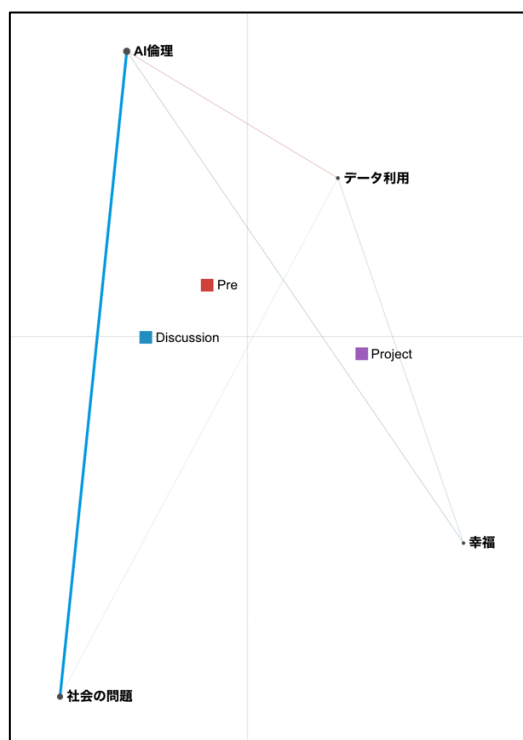


図 3 ENA による分析結果
(Pre フェーズと Discussion フェーズの比較)

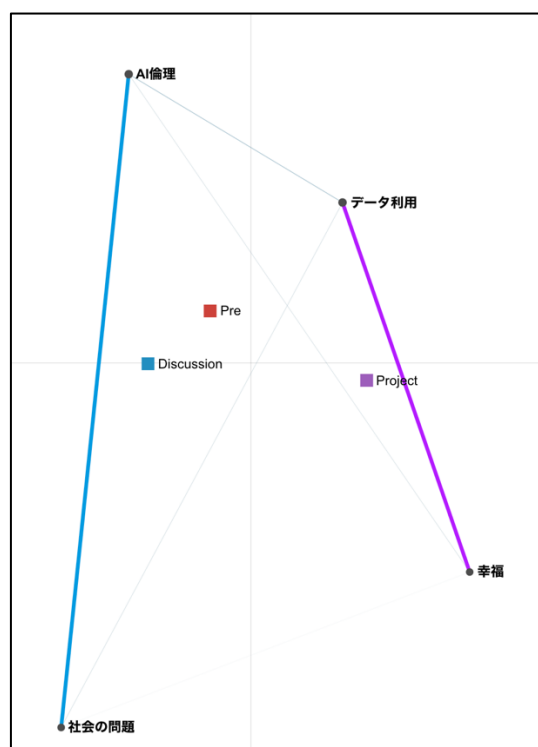


図 4 ENA による分析結果
(Discussion フェーズと Project フェーズの比較)

5. まとめ

本研究では、データサイエンティストのための倫理教育プログラムを提案・実施し、その参加者の認識の変化を数量的エスノグラフィーのツールとして知られる ENA を利用して分析した。データサイエンティストの教育は、今後ますます機会が増加することが想定される。そのため、専門教育としての倫理教育プログラムの開発を目的として、プロジェクト型の教育プログラムを提案・実施した。授業は、多角的視点から継続的にデータの適切な利用方法について検討することができるようになることを重視し、知識獲得を主目的とせず、実社会に関わりのある複雑な問題に関する議論やプロジェクト活動を中心に設計した。

本研究の問いは「倫理的配慮を求められるデータサイエンスプロジェクトの実践的学習の中で、学習者はどのように学習要素を認識しているのか」であった。トピックモデルを利用したコード生成と、コーディングしたデータの ENA による可視化の結果、全 7 週間の授業スケジュールのうち、前半のディスカッション中心のフェーズでは倫理と社会の問題のつながりについて、参加者が意識していたことが示唆された。これは、各回の授業で、倫理的検討の必要となる社会問題をディスカッションテーマとして提供していたことが大きな影響と考えられる。一方で、プロジェクト活動のフェーズでは、データ収集に関する倫理的検討が参加者に求められていたにも関わらず、プロジェクトのテーマである幸せの評価式開発が活動や学習の中心になっていたことが示唆された。一般的に、プロジェクト型学習においては、学習目標よりも活動目標に参加者の意識が向きやすい。今回の実践においても同様の状況が発生していたと考えられる。なお、授業目標とディスカッションのフェーズの比較からは、授業が本格的に始まる前の参加者の興味はデータ利用と倫理の関係が中心であったものの、授業スケジュール前半では社会における倫理的問題に対象が拡張したことが示唆されている。このことは、専門学科においてデータの利用方法や分析方法を主に学んできた学生の認識を拡張させることに、本授業が貢献した可能性を示して

いると考えられる。

本研究では授業期間中の参加者の変化を捉えるために、授業の活動・学習報告を主な分析対象とした。しかし、最終的な参加者の状況を把握するためには、今後、最終レポートなどの最終成果物の評価が必要となる。また、本研究で取り組んだトピックモデルを利用した分析では、「について」「でき」など意味を持たない用語が検出されていることが確認された。今後、分析方法の精緻化を目指して、改善が必要とされる。

これらの課題があるものの、本研究ではデータサイエンスの専門教育を対象としてデータの収集や利用、AI を扱った情報倫理教育プログラムの提案と実践に取り組み、その効果だけでなく、課題としてプロジェクト活動期間には参加者の認識がプロジェクトテーマに偏っていることが示唆された。この問題については、参加者へプロジェクト活動の目的をより丁寧に周知するなど改善が期待される。今後、改善された授業のデータ分析などを通して、授業デザインの原則について検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP18K13238, 23K11357 の支援を受けたものである。

参 考 文 献

- (1) 竹村彰通, 和泉志津恵, 齋藤邦彦, 姫野哲人, 松井秀俊, 伊達平和: “データサイエンス教育の滋賀大学モデル”, 統計数理, 第 66 巻, 第 1 号, pp. 63-78 (2018)
- (2) 情報処理学会: “データサイエンス・カリキュラム標準 (専門教育レベル) の公開”, https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/public_comment/kyoiku20210415.html, 2021 (2023 年 4 月 12 日確認)
- (3) 札野順: “技術者倫理教育, その必要性, 目的, 方法, 現状, 課題”, 工学教育, 第 54 巻, 第 1 号, 1_16-1_23 (2006)
- (4) 金光秀和: “技術者倫理の展望—その歴史的背景と今後—”, 情報知識学会誌, 第 16 巻, 第 3 号, 3_24-3_38

- (2006)
- (5) 小林幸人, 札野順: “「技術者倫理教育における学習・教育目標 2016」 および 「モジュール型モデル・シラバス」 解説”, 工学教育, 第 64 巻, 第 5 号, 5_141-5_159 (2016)
- (6) 札野順: “新しい時代の技術者倫理”, 放送大学教育振興会 (2015)
- (7) 金沢工業大学・科学技術応用倫理研究所: “本質から考え行動する科学技術者倫理”, 白桃書房, (2017)
- (8) ACM Data Science Task Force: “Computing competencies for undergraduate data science curricula”, Association for Computing Machinery: NY, 2021, <https://doi.org/10.1145/3453538>
- (9) 村田潔, 折戸洋子 (編著): “情報倫理入門”, ミネルヴァ書房 (2021)
- (10) 児玉聡: “実践・倫理学”, 勁草書房 (2020)
- (11) M・クーケルバーク (著), 直江清隆ほか (訳): “AI の倫理学”, 丸善出版社 (2020)
- (12) Moral machine, <https://www.moralmachine.net/hl/ja> (2023 年 4 月 13 日確認)
- (13) W・ウォラック, C・アレン (著), 岡本慎平, 久木田水生 (訳): “ロボットに倫理を教える モラル・マシーン”, 名古屋大学出版会 (2019)
- (14) Shaffer, D. W.: “Quantitative Ethnography”, Cathcart, Madison (2017)
- (15) Epistemic Network Analysis, <https://www.epistemicnetwork.org/> (2023 年 4 月 13 日確認)
- (16) Lemay, D. J., Baek, C., & Doleck, T.: “Comparison of learning analytics and educational data mining: A topic modeling approach”, Computers and Education: Artificial Intelligence, Vol.2, 100016 (2021)
- (17) 松河 秀哉, 大山 牧子, 根岸 千悠, 新居 佳子, 岩崎 千晶, 堀田 博史: “トピックモデルを用いた授業評価アンケートの自由記述の分析”, 日本教育工学会論文誌, 第 41 巻, 第 3 号, pp. 233-244 (2017)
- (18) Mathworks : “Text Analytics Toolbox”, <https://jp.mathworks.com/products/text-analytics.html> (2023 年 4 月 13 日確認)

高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材学習環境としての EduBlocks の評価

内田 保雄^{*1}, 井田 志乃^{*2}, 西田 若葉^{*1}

^{*1} 宮崎産業経営大学, ^{*2} 宮崎公立大学

Evaluation of EduBlocks as a Learning Environment for Teaching Materials for High School "Information I" Teacher Training

Yasuo Uchida^{*1}, Shino Ida^{*2}, Wakaba Nishida^{*1}

^{*1} Miyazaki Sangyo-keiei University, ^{*2} Miyazaki Municipal University

文部科学省は、2022 年度から始まった高等学校情報科「情報 I」向けの教員研修用教材を公開している。学校の実情に合わせて複数のプログラミング言語から研修内容を選択できるようになっているが、言語間の差異は大きく、どの言語を選択するかは重要な関心事である。そこで、学習環境としてブロックプログラミングツール EduBlocks を利用する場合の適合度について評価する。

キーワード: 高等学校情報科, 情報 I, 教員研修用教材, EduBlocks

1. はじめに

高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材（本編）⁽¹⁾の「はじめに」によれば、高等学校学習指導要領解説情報編において、『情報 I』では、プログラミング、モデル化とシミュレーション、ネットワーク（関連して情報セキュリティを扱う）とデータベースの基礎といった基本的な情報技術と情報を扱う方法とを扱うとともに、コンテンツの制作・発信の基礎となる情報デザインを扱い、更に、この科目の導入として、情報モラルを身に付けさせ情報社会と人間との関わりについても考えさせる。」としている。そして、今回の指導要領改訂では「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善の推進」について示されているように、プログラミングなどに慣れ親しむ中で、生徒が主体的に試行錯誤をし、何を修正していけば良いのかを協働的に解決していく力をつけていくプロセスにおいて、個々の生徒に寄り添うということである、と述べられている。

本稿では、この教材のうち「第 3 章 コンピュータ

とプログラミング」に焦点を当て、実際にプログラミング環境を利用して学習を進めるために、ブロックプログラミングツール EduBlocks⁽²⁾を利用する場合の適合度について評価する。

評価は、教員研修用教材に含まれるプログラム例および演習問題を実装して実行し、所望の結果が得られるかどうかを検証することにより行うものとする。

教員研修用教材（本編）では Python 言語が使用され、他プログラミング言語版では、JavaScript 版, VBA 版, ドリトル版, swift 版が提供されている。

それにも拘わらず、EduBlocks を取り上げるには理由がある。まず、ブロックプログラミングツールであるため学習負荷が少なく、教員はもちろん生徒が学習する場合にも理解しやすいことが挙げられる。さらに、内部で Python 言語が動作するため、教材の内容との親和性も高く、ビジュアル言語からテキスト言語への接続性の観点からも効果的である。さらに、Web ベースで作成・実行が可能であり、環境構築や設定が不要で、アカウントも作成せずに利用できるため、手軽に利用できるという大きなメリットがある。

弱点としては、Web ベースであるため、Python 版はハードウェアを制御するような分野には向いていないことであるが、関連のツールとして BBC micro:bit, CircuitPython, Raspberry Pi 版も準備されている。

2. 先行研究

情報 I の教科書におけるプログラミング分野の比較と考察が井手によって行われている⁽³⁾。

松島は、「情報 I」実施に向けたプログラミング教材および使用ツールの検討としてビジュアルプログラミング言語からテキストプログラミング言語への接続について検討している⁽⁴⁾。

奥村は、高等学校情報科「情報 I」プログラミング分野の教員研修用教材に関して考察を行い、教科担当の教員の現状や学習指導要領の目的、STEM 教育等の知見等には必ずしも合致していない箇所が散見される、と指摘している⁽⁵⁾。

長島らは、Bit Arrow における高校教科「情報 I」教員研修資料との対応評価を行い、その得失を検証している⁽⁶⁾。

3. EduBlocks における変数の利用について

EduBlocks では、あらかじめ変数をブロックとして作成しておく流儀となっている。ただし、記述方法によっては Python と同様に変数宣言を行わずにすぐにも利用することも可能である。変数の利用に際して留意すべき例について紹介する。

1 から 10 までの数値の和を求める際に合計を求めるための変数として「sum」という名前を使用する場合を考える。なお、Python では sum は組み込み関数の名前として使用されている。

3.1 変数をブロックのみで構成する場合

図 1 のように変数「sum」をブロックのみで構成すると、コードは図 2 のように「sum2」という変数名に変更されて記述される。そして、統一して変更されるために矛盾は生じず適切に実行される。

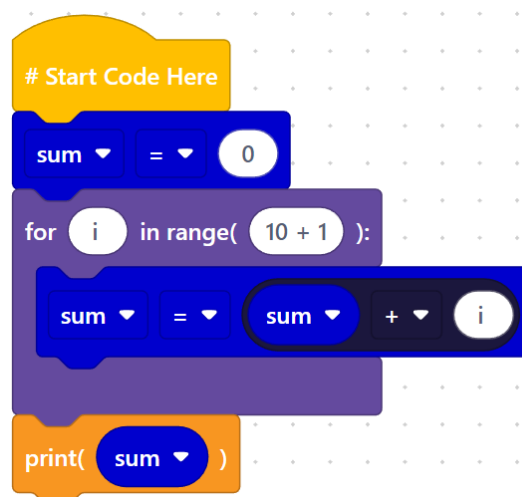


図 1 変数「sum」をブロックのみで構成

```
1 # Start Code Here
2 sum2 = 0
3 for i in range(10 + 1):
4     sum2 = sum2 + i
5 print(sum2)
6
```

図 2 変数「sum」をブロックのみで構成した場合のコード記述

3.2 変数をブロックと直接記述で混在させる場合

図 3 のように変数「sum」をブロックと直接記述で混在させると、図 4 のようにエラーとなる。また、コードは図 5 のように記述される。

したがって、このような意図しないエラーを避けるためには、初心者の場合には日本語をローマ字にした変数名（例えば「goukei」など）を利用することが勧められる。

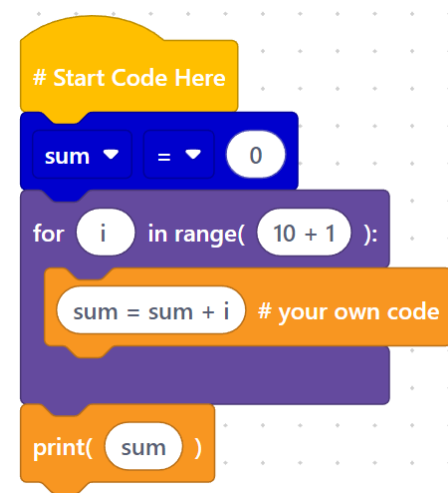


図 3 変数をブロックと直接記述で混在させる例

TypeError: unsupported operand type(s) for Add: 'function' and 'int' on line 5 in main.py

図 4 エラー表示

```
1 # Start Code Here
2 sum2 = 0
3 for i in range(10 + 1):
4     sum = sum + i# your own code
5 print(sum)
6
```

図 5 変数をブロックと直接記述で混在させた場合のコード記述

4. 適合度の検証

4.1 検討対象

本稿では、教員研修用教材（本編）のうちの「第 3 章 コンピュータとプログラミング」を対象とする。ただし、ハードウェアが必要な「学習 12 外部装置との接続」は除くこととした。「第 3 章 コンピュータとプログラミング」の中から検討を要すると想定される項目を抜粋して検証する。なお、EduBlocks は Python 3 のコア部分の実装されているため、その範囲においては基本的に適合している。したがって、おもにライブラリが使用されている例や演習に焦点を当てて検討した。

4.2 学習 11 図表 7

現在のところ「sys.float_info.max」定数が実装されていないため、その部分は実行できない。それ以外は掲載プログラムのとおり実行でき、所望の結果が得られる。

4.3 学習 13

学習 13 中のプログラムは問題なく実行できる。

4.4 学習 14 図表 11

掲載プログラム中の URL を <https://zip-cloud.appspot.com/api/search> に変更することで問題なく実行できる。

4.5 学習 15

学習 15 中のプログラムは問題なく実行できる。

4.6 学習 16 図表 5

コードを 1 文追加するだけで、図 6 のように同等の実行結果を得ることができる。

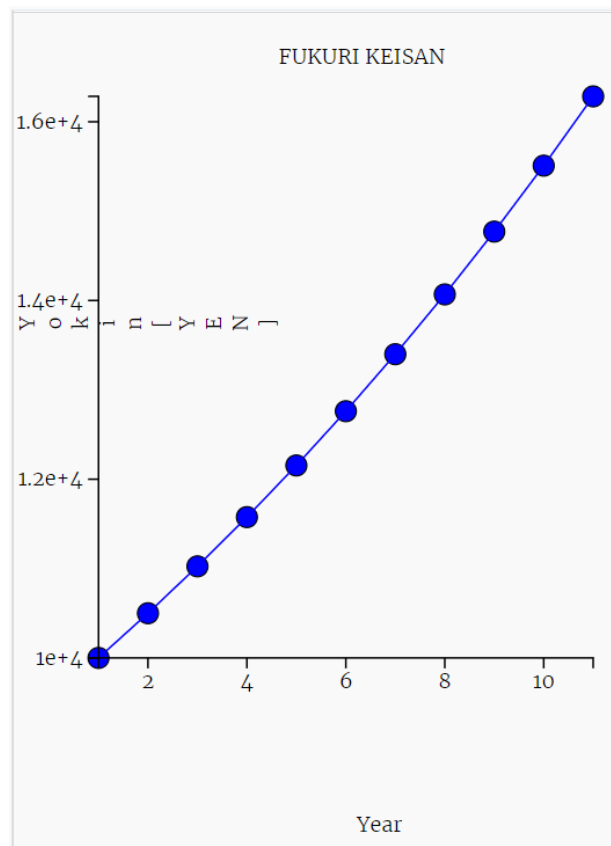


図 6 図表 6 と同等の結果

4.7 学習 16 図表 8

numpy の count_nonzero()関数が実装されていないため掲載プログラムでは実行できない。しかしながら、ハードウェアやライブラリに直接依存するような処理でない限り、自分で類似の機能を実装することができる。関数を実装することで、掲載プログラム同様の流れのプログラムとして実現できるため問題はない。実行結果も同等の内容を得ることができる。むしろ、関数の内容を把握する段階で、原理を理解することに役立つことが期待できる。

4.8 学習 16 図表 10

matplotlib.pyplot モジュールの bar 関数が実装されていないため掲載プログラムでは実行できない。しかしながら、Pygal ライブラリを使用することで図 7 のように同等の実行結果を得ることができる。

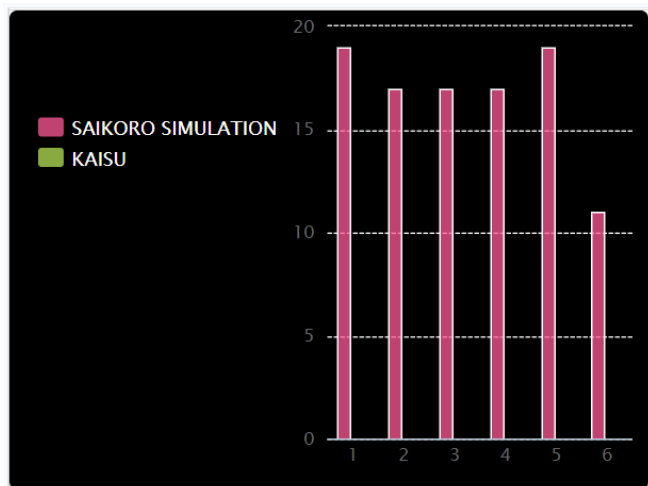


図 7 図表 11 と同等の結果

4.9 学習 16 図表 13 (モンテカルロ法の散布図)

matplotlib.pyplot モジュールの `scatter()` 関数が実装されていないため掲載プログラムでは実行できない。しかしながら、Processing モジュールを使用することでモンテカルロ法の散布図を表示するという主題は図 8 のように実現できる。

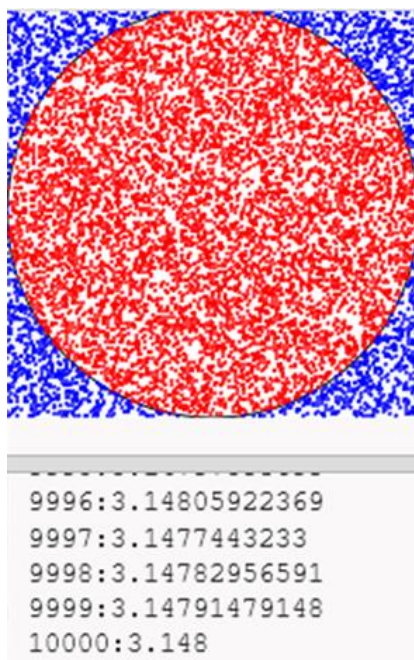


図 8 π の計算 (モンテカルロ法)

4.10 学習 17

学習 17 中のプログラムは問題なく実行できる。

5. まとめ

プログラミングの入門段階における制御構造とリス

トを用いた範囲であれば, Python で記述されたコードをほぼそのまま EduBlocks のブロックとして構成することでプログラムを作成し, 所望の結果が得られることが確認できた。一方, ライブラリを使用する例においては EduBlocks で未実装となっている機能については実行できない。しかしながら, 類似のライブラリを利用するなどの対応をとることで主題に沿ったプログラムを作成することが可能であることも検証した。

以上のことより, EduBlocks を利用することで, 小学校段階の入門から始めて, 中学校, 高等学校へと切れ目なくプログラミングを学ぶことができると言える。さらには, ブロックとコードを同時に学習することも可能であるため, プログラミング経験が少ない大学初年次生などの入門コースの学習環境としての活用も期待できる。

なお, 今後の課題としては, 中学校段階で求められるハードウェア関連機能についての検証が挙げられる。

参 考 文 献

- (1) 文部科学省: 高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材 (本編) 第 3 章 コンピュータとプログラミング, https://www.mext.go.jp/content/20200722-mxt_jogai02-100013300_005.pdf (2023 年 3 月 24 日確認)
- (2) EduBlocks, <https://edublocks.org/> (2023 年 3 月 24 日確認)
- (3) 井手広康: “情報 I の教科書におけるプログラミング分野の比較と考察”, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ, Vol.8, No.3, pp.8-18 (2022)
- (4) 松島拓路: “「情報 I」実施に向けたプログラミング教材および使用ツールの検討ービジュアルプログラミング言語からテキストプログラミング言語への接続ー”, 日本情報科教育学会 第 13 回全国大会講演論文集, pp.54-55 (2020)
- (5) 奥村英樹: “高等学校情報科「情報 I」プログラミング分野の教員研修用教材に関する一考察”, 四国大学紀要, (A) 57, pp.13-26 (2021)
- (6) 長島和平, 長慎也, 兼宗進, 並木美太郎: “Bit Arrow における高校教科「情報 I」教員研修資料との対応評価”, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ, Vol.8, No.2, pp.91-106 (2022)