

生成 AI によるプログラミングが学習効果に与える影響

The impact of generative AI programming on learning outcomes

川村 達矢、内田眞司

Tatsuya KAWAMURA、Shinji UCHIDA

*1 奈良高専情報工学科

National Institute of Technology, Nara College

E-mail: i10766@nara.kosen-ac.jp, uchida@info.nara-k.ac.jp

あらまし：生成 AI がプログラミング初学者に与える影響を分析するため、奈良高専の学生を対象に生成 AI 使用グループと教科書使用グループに分けてプログラム作成課題後の理解度を比較した。生成 AI は課題時間の短縮やばらつきを小さくさせることが確認されたが、理解度テストの結果には有意差が見られなかった。また、生成 AI はコードの理解を促進する一方で、思考や探索の機会を減少させる可能性があることが示唆された。

キーワード：生成 AI、プログラミング学習

1. 研究目的

近年、自然言語処理技術や人工知能の進歩により、ChatGPT などの生成 AI が注目を集めており、教育の分野においてもその活用が期待されている。

その活用範囲はレポートの作成や論文の執筆だけでなく、プログラミング支援にも活用が広がっており、コードの自動生成、デバッグの補助、プログラムの最適化が容易になり、プログラミング学習における効率向上が期待される。

一方で、生成 AI の教育への活用は注意を要する。レポートの作成や論文の執筆などが簡単に作成できてしまうように、プログラミング教育においても一からソースコードを作成してしまうような使い方ではなく、学習者の試行錯誤やトラブル解決の手助けをするような活用が望ましいと考えられる。しかし、生成 AI を活用することで学習者の課題解決能力や理解度が向上するのか、それとも AI に依存することで深い学習が阻害されるのかについては、十分な検証がなされていない。

村田らは、生成 AI が課題解決の探索プロセスを省略するリスクを指摘しつつも、エラー修正やデバッグを通じた基礎理解の向上に寄与すると報告している⁽¹⁾。藤村は、生成 AI の教育利用に関する調査を行い、情報モラル教育やガイドラインの見直しの重要性を指摘した⁽²⁾。原田らは、生成 AI を活用したペアプログラミング学習法を提案し、学習プロセスの向上や自己成長の促進に有効性を示した⁽³⁾。Haindl と Weinberger は、大学生の ChatGPT 活用を調査し、基礎学習には有効だが、コード実装には課題があると述べた⁽⁴⁾。しかし、生成 AI を活用することで学習者の課題解決能力や理解度が向上するのか、それとも AI に依存することで深い学習が阻害されるのかについては、十分な検証がなされていない。

そこで、本研究では生成 AI を活用したプログラミング学習が、学習者の課題解決速度や理解度などのような影響を与えるのかを定量的に評価すること

を目的とする。具体的には、生成 AI を用いたグループと、教科書のみを使用したグループに分け、それぞれがプログラミング課題に取り組んだ際の回答時間や正答率、課題終了後の理解度確認テストの結果を比較、分析する。これにより、生成 AI を活用したプログラミング学習の有効性や課題を明らかにし、今後の教育現場での AI 活用の指針を提供することを目指す。

2. 実験概要

本実験では、奈良高専情報工学科の2年生10名を対象にしたプログラム作成課題を実施した。被験者全員がJava言語を用いたプログラミング講義を受講中であり、基礎的なプログラミング知識を有する。被験者はプログラミング能力が均等になるように2つのグループに分けて実験を行った。

グループAには生成AIを利用してプログラミング課題を解いてもらう。グループBには講義で利用している教科書を参照してプログラム作成課題を6問、解いてもらった。各グループには同一のプログラミング課題を解いてもらった後、理解度テストを実施した。

実験で使用したプログラミング課題と理解度テストは、奈良高専のプログラミングIの前期範囲(変数と演算子、条件分岐、繰り返し処理)に基づいて作成された。

生成AIには天秤AI⁽⁵⁾を利用した。天秤AIには大規模言語モデル(LLM)として知られるGPT-4oが搭載されており、無料かつ無制限に使用可能である。本研究でもGPT-4oを使用し実験を行った。

3. 結果

3.1 課題回答

両グループの課題回答に要した時間と正答率を表1、表2に示す。グループBと比較してグループAの課題回答に要した時間は短く、標準偏差も小さくなった。特に、繰り返し処理と条件分岐を含む難易

度が高いと思われる問題 4,6 では、生成 AI を活用したグループ A の方が短い時間で解答していた。一方、グループ B では、回答時間に大きなばらつきが見られ、時間内に解答を終えられなかった問題もあった。

正答率に関しては、全ての問題においてグループ A の方が高い結果を示した。Welch の t 検定の結果、回答時間の短縮には統計的に有意な差が確認された ($p < 0.01$)。

表 1：グループ A の平均回答時間と正答率

問	平均回答時間 (秒)	標準偏差	正答数	正答率 (%)
1	424	244.6	5	100
2	369	219.6	5	100
3	230	178.6	5	100
4	288	247.9	5	100
5	306	302.5	4	80
6	249	180.6	4	80

表 2：グループ B の平均回答時間と正答率

問	平均回答時間 (秒)	標準偏差	正答数	正答率 (%)
1	754	502.9	2	40
2	503	364.9	4	80
3	336	249.0	5	100
4	1033	611.4	2	40
5	599	207.3	1	20
6	600	127.3	2	40

3.2 理解度テスト

理解度テストの回答結果を表 3 に示す。テストは 7 点満点である。理解度確認テストの結果、グループ B の平均点の方が高く、ばらつきも小さかった。グループ A の点数にはばらつきが大きく、生成 AI を活用した学習が必ずしも安定した理解度向上につながらない可能性が示唆された。Welch の t 検定の結果、両グループ間の理解度の有意な差は確認されなかった ($p = 0.15$)。

表 3：理解度テストの回答結果

グループ	平均点	標準偏差
A	2.8	2.14
B	4.4	1.02

3.3 プロンプトの分類と回答

グループ A が課題に取り組む際に生成 AI に入力したプロンプトを、全体的なコードを生成する「コード生成」、部分的なコードを生成する「部分生成」、エラーの修正を求める「エラー修正」の 3 つに分類し、その入力回数を計測した結果と理解度テストの得点を表 4 に示す。多くの生徒が「コード生成」のプロンプトを使用しており、「部分生成」や「エラー修正」のプロンプトを活用する生徒は少なかった。プロンプトの種類と理解度テストの得点の間に相関は見られなかった。

表 4：プロンプトの分類と理解度テストの得点

	コード生成	部分生成	エラー修正	理解度テストの点数
生徒 1	6	2	8	2
生徒 2	6	0	0	2
生徒 3	6	0	0	7
生徒 4	7	0	0	1
生徒 5	3	4	0	2

3.4 実験後アンケート

実験後に自由記述のアンケートを実施したところ様々な意見を得た。生成 AI の利用についてポジティブな意見としては「for 文が前より理解できた」、「繰り返し構造の重要性を学べた」、「if の条件の順序の大切さを学べた」といった意見があった。一方、ネガティブな意見としては「生成 AI を使うと自分の力でプログラミングしていないので、頭に残らないと感じた」、「コードがすぐに出てくるので、自分で試行錯誤する機会が減った」といった意見があった。これらの結果から、生成 AI がプログラミング概念の理解を助ける一方で、主体的な学習プロセスを阻害する可能性があることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、生成 AI がプログラミング学習における課題遂行の効率を向上させることを示したが、理解度の向上には統計的な有意差が確認されなかった。また、生成 AI の活用によって、学習者の思考プロセスが省略される可能性があることが示唆された。

今後の課題として、追加実験、長期的な学習効果の検証、適切な生成 AI 活用法の確立が挙げられる。

参考文献

- (1) 村田美友紀, 嘉藤直子, 大月美佳, 掛下哲郎: “生成 AI によるプログラミング教育のパラダイム転換と教育支援ツールに関する研究構想”, 情報教育シンポジウム論文集 2024 95-102, 2024.8.
- (2) 藤村裕一: “生成 AI の教育利用に関する研究”, 日本教育工学会研究報告集 2023 (2), 75-82, 2023.7/
- (3) 原田紗希, 山口大成, 丸山浩平, 森本康彦: “生成 AI を用いたペアプログラミングによるプログラミング自己学習方法の開発”, 日本教育工学会論文誌 advpub (0), 2024.12/.
- (4) Philipp Haindl, Gerald Weinberger, “Student’s experiences of using ChatGPT in an undergraduate programming course”, IEEE Access 12, pp.43519 - 43529, 2024.1.
- (5) 天秤 AI : <https://tenbin.ai/workspace/welcome>