

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システムの提案

Proposal of a Programming Self-Learning System by Pair Programming with a Generative AI

原田 紗希^{*1}, 田中遼^{*1}, 萩原浩平^{*2}, 森本 康彦^{*1}

Saki HARADA^{*1}, Ryo TANAKA^{*1}, Kohei HAGIWARA^{*2}, Yasuhiko MORIMOTO^{*1}

^{*1}東京学芸大学

^{*1}Tokyo Gakugei University

^{*2}大成高等学校

^{*2}Taisei High School

Email: m258125n@st.u-gakugei.ac.jp

あらまし: 大学での数理・データサイエンス・AI 教育をはじめ, プログラミング学習が注目されている. しかし, 学習者 1 人ではエラー等のつまずきを解決すること, 考えを広げたいときに考えることは難しい. それゆえ新たに学んだことや成長したことを実感しづらい. そこで, 本研究では, プログラミング自己学習方法の開発を目的に, 生成 AI を用いたペアプログラミング自己学習方法の開発と効果検証を行った. 本稿では, 本自己学習方法にもとづくプログラミング自己学習システムの提案について述べた.

キーワード: プログラミング学習, 自己学習, 生成 AI, ペアプログラミング

1. はじめに

現在, 文理を問わず数理・データサイエンス・AI を学ぶカリキュラムの導入が進むなど⁽¹⁾, プログラミング学習が注目されている. しかし, 文法ミスやエラーにつまずくことがあり解決することは難しい (**問題点 1**), 考えを広げたいときに 1 人で考えることは難しい (**問題点 2**). それゆえに, 新たに学んだことを振り返り, 成長を実感することは難しい (**問題点 3**). このため 1 人でプログラミング学習に取り組むこと (以下, プログラミング自己学習) は容易でない. ここで, 協働的なプログラミング学習では, 教え合い学び合う中でつまずきを解決し, 多くの選択肢を検討することが期待される.

一方で近年, 生成 AI の教育での活用が注目されている. ここで生成 AI を一緒に学ぶ相手とし, 学びを記録しながら取り組む方法を開発できれば, 問題点を解決したプログラミング自己学習を実現できると考えた. そこで, 本研究では, プログラミング自己学習の支援を目的に, 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と学習効果の検証を行った⁽²⁾⁽³⁾. A 大学の情報教育を専攻する学生を対象とした検証の結果, 1 人でもつまずきを解決し, 新たな考えを知りながらプログラミングでき, プログラミングを通じた成長を実感できる可能性が示唆された.

本自己学習方法は, 学習者が手順を理解し, 生成 AI へのプロンプトを使い分けながら取り組む必要がある. ここで, 本自己学習方法の一連の流れを実現し, 学びを蓄積するシステムがあれば, 学習者のプログラミング自己学習を支援できると考えられる.

そこで本稿では, 本自己学習方法にもとづくプログラミング自己学習システムの提案について述べる.

2. 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

開発した自己学習方法を図 1 に示す. 本自己学習方法では, まず, 学習者と生成 AI はナビゲーターとドライバーの役割を交代しながらペアプログラミングする (図 1-①②③④). その中で, 学習者は新しく学んだことや工夫したことを振り返りシートに記録し (図 1-⑤), プログラム完成後に振り返りシートを見返して今回の学習における学びや成長を振り返り次の学びにつなげる (図 1-⑥).

開発した自己学習方法により, 1 人でも自分の間違いに気づいてつまずきを解決し, 新しい考え方や多くの選択肢を検討できること (**問題点 1, 2** に対応), 振り返りシートを見返すことで, 自分の成長を実感しながらプログラミング学習に取り組めることが期待される (**問題点 3** に対応).

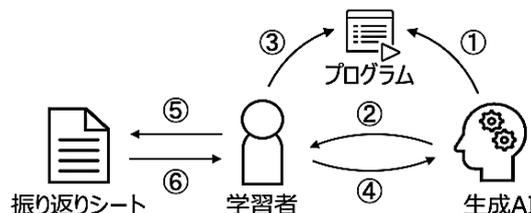


図 1 生成 AI を用いたペアプログラミングによる
プログラミング自己学習方法の概念図⁽²⁾

3. プログラミング自己学習システムの提案

3.1 システムの機能要件

本自己学習方法は, 手順通りに, 生成 AI へのプロンプトを使い分けながら, プログラミング実行環境, 生成 AI, 振り返りシートを用いて学習に取り組む必

要がある。しかし、学習者が手順を理解し、生成 AI へのプロンプトを場面に応じて使い分けながら取り組むことは容易ではなく、支援が必要と考えられる。

また、本自己学習方法では、学びを振り返り、成長を実感し、次の学びへとつなげていく持続的な学びを目指している。そのため、作成したコードや振り返りの記録を見返し、学びの過程を通じた自身の成長を実感するための支援や、自身の学びの状況を踏まえて新たな知識・技能の習得やプログラミング的思考力の育成に向けてどのような課題に取り組めばよいか考えるための支援が必要と考えられる。

以上を踏まえ、プログラミング自己学習システムの機能要件として、以下の3つが挙げられる。

機能要件 1: システムは、学習者が本自己学習方法にもとづき学習に取り組むよう誘導することができる

機能要件 2: システムは、学習者の取り組んだプログラミング学習の蓄積された記録を表示することができる

機能要件 3: システムは、学習者の学びの状況を踏まえて次に取り組むプログラミング課題を学習者に提案することができる

3.2 システムの構成

提案するシステムは、1つのDBと4つのモジュール、プログラミング自己学習サブシステムにより構成される(図2)。

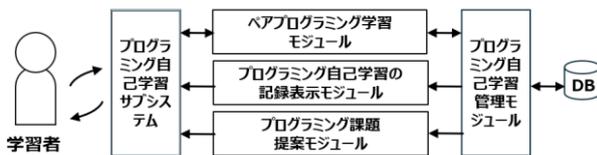


図2 提案システムの構成図

3.3 システムの機能

以下、提案システムの主な機能について述べる。

機能1) ペアプログラミング学習機能

本機能により、学習者は生成 AI をパートナーとしたペアプログラミングに取り組むことができる(機能要件1に対応)。

具体的には、システムは、学習者がナビゲーターとして入力したプログラミングの指示やドライバーとして入力したコードを、あらかじめ設定されたプロンプトに埋め込み、生成 AI へ送信する。また、役割を交代する際、生成 AI と役割を交代するためのプロンプトを生成 AI へ送信する。

さらに、学習者は、ペアプログラミングに取り組む中で工夫したことや新たに学んだことを振り返りシートに記録できる。そして、課題の完成後、作成したコードや振り返りシートの記述を見返して学びを振り返り、記録できる。

機能2) プログラミング自己学習の記録表示機能

本機能により、学習者は今まで取り組んだプログラミング学習の一覧を閲覧できる(機能要件2に対応)。このとき、システムは、各取り組みにおける、

プログラミング課題、ナビゲーターとドライバーの割合、完成したコード、振り返りシート、生成 AI との対話の履歴を表示する。

機能3) プログラミング課題提案機能

本機能では、直近のプログラミング学習における、プログラミング課題、完成したコード、全体の振り返りをもとに、生成 AI が提案する3つのプログラミング課題を表示する(機能要件3に対応)。

3.4 提案システムの利用の流れ

提案システムの利用の流れは次のとおりである。

まず、学習者は取り組む課題を決定し、ナビゲーターとドライバーの役割を生成 AI と交代しながらペアプログラミングに取り組み、その中で工夫したことや新たに学んだことを振り返りシートに記録する。プログラムの完成後、完成したコードと振り返りシートを見返しなが、全体の学びを振り返って記録する(機能1)。

次に、学習者は次に学びに取り組む際、これまで取り組んできたプログラミング自己学習の記録を見返し、自身の現状を把握する(機能2)。

そして、学習者はこれまでの自己学習の記録と、生成 AI が提案するプログラミング課題を踏まえて、次のプログラミング自己学習における課題を決定し、取り組んでいく(機能3)。

3.5 期待される効果

提案するシステムにより、学習者は本自己学習方法の一連の流れにもとづいて学習に取り組むことができると考えられる。さらに、蓄積・表示された学びの記録を見返すことで自身の成長を実感し、プログラミング課題の提案を受け、自ら学び続けることができると考えられる。

4. おわりに

本稿では、プログラミング自己学習の支援を目的に、著者らが提案した生成 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にもとづくシステムの提案について述べた。今後は、システムを開発し、その有用性を検証していく。

謝辞

本研究は、科研費(23K02681)の助成を受けた。

参考文献

- (1) 内閣府: “AI 戦略 2022”, [https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2022_honbun.pdf\(2022\)](https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/aistrategy2022_honbun.pdf(2022))
- (2) 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, 48 巻, Suppl 号, pp.197-200(2024)
- (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自己学習とリアルペアプログラミングによる学習効果の比較”, 日本教育工学会 2024 年秋季全国大会講演論文集, pp.393-394(2024)