

生成AIを活用したプログラミング授業 Programming Class Using Generative AI as a Tutor

榎本光一郎[†] 北村太一[‡] 居駒幹夫[†] 宮川裕之[†]
Koichiro Enomoto[†] Taichi Kitamura[‡] Mikio Ikoma[†] Hiroyuki Miyagawa[†]

[†] 青山学院大学 社会情報学部

[‡] 青山学院大学 大学院理工学研究科

[†] School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University.

[‡] Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University.

要旨.

中学校のプログラミング教育には様々な問題を抱えており、それらの問題を克服した授業方法が求められている。そこで生成 AI を活用することで、問題を解決できる可能性を明らかにすることを目指した。具体的な検証方法として、生成 AI にプロンプトを設定し、教育指導要領に沿ったチューターとして活用することで、生成 AI が教師の役割を担えるか、またどのような使い方をすれば意図したプログラミングを実現ができるかを授業実践により分析した。検証結果として、生成 AI を活用したプログラミング授業は従来の授業方法と比べて行き詰っている生徒たちがより円滑に授業内の課題で自らの抱えている問題を解決できるようになった。また、プログラミング教育において重要である「プログラミング的思考」を養う面で有用であるということが示唆された。

1. はじめに

近年、小中学校に関して情報およびプログラミング教育が必修化され、生徒が「プログラミング的思考（物事を考える時にその物事の動作や順序を理解し、効率的に意図した動作や結果を導くために論理的に考える力）」を習得することが求められるようになった[1]。しかし、体系的な授業が明確に提示されておらず、対応できていない小学校も少なく、効果的な指導方法の構築が急務とされている。先行研究として、小中学校でのプログラミング教育に関して、テキストベースのプログラミング言語を使わないプログラミング環境「Scratch」を用いたプログラミング授業によって、プログラミングに対してあまり知識のない教師でも体系的な授業を行うことができるのかというものがある。検証を行った結果として「Scratch」を使った授業は体系的な授業として、生徒のプログラミング的思考や情報活用能力全般の育成に貢献できることが報告された[2]。しかし、この先行研究には教員が生徒一人一人に個別対応することができず、支援を受けられない生徒の学習進度が滞りやすく、生徒の人数が多い場合、進行度に大きなばらつきが起こってしまうという課題が指摘されている。そこで、この課題を解決する手法として、本研究では生成 AI をチューターとして活用することで、生徒個人へ即座な学習支援が可能となり、体系的な授業の形態を維持しつつ、行き詰まった生徒が自律的な問題解決ができるという仮説を立てた。

2. 検証方法

2.1. 実験概要

実際に中学生に対して、ChatGPT 使用グループ（生成 AI(ChatGPT)をチューターとして利用するグループ）と ChatGPT 未使用グループ（教師が教えるグループ）に分かれて従来研究[2]のプログラミング授業受けさせた。2つのグループのこの授業およびプログラミングに関する評価と生成 AI グループの ChatGPT の使用ログを分析することで、生徒にどのような影響を生成 AI が与えたか検証する。ここで、実験に協力した中学生は「Scratch」の作業については何回か経験があり、ChatGPT の使用経験はない。具体的な授業内容は、従来研究[2]の体系的な授業と同様で以下の通りである。

1. 「Scratch」の動かし方について再確認する
2. 正三角形や正六角形といった図形の作図によって実際に「Scratch」を体験する
3. 生徒を学年別にいくつかのグループに分け、アナログ時計のプログラミングを行う（うち、半分のグループにはチューターの役割をエミュレートした ChatGPT を与えて、生徒をサポートさせる）

この流れで、上記3.の内容をもとに比較・分析をしていく。

2.2. 生成 AI(ChatGPT)に設定したプロンプト

生成 AI(ChatGPT)を教師として扱うための条件として、文部科学省の学習指導要領[3]内のプログラミング教育での教師としての在り方に沿った以下のプロンプトを設定した。

1. 中学生の生徒の視点から見て、プログラムの構造が分かるように、なぜそのブロックを選んだか示して段階的に理解させる
2. 生徒が試行錯誤を行った末に自分で間違いを発見し、修正できるように筋道がずれないようにプロセスのヒントを示す
3. 実際に使ってみて実生活等にも使えるようなプログラミングとなるように指導を行う

また、これに加えてプロンプトの構成要素[4]である「文脈（何を教えるべきか）」「タスク（実行させたい具体的な作業）」「入力データ（タスク遂行で必要になるデータ）」「出力形式」の4つをプロンプトとして与えた。また、「タスク」では、Bloom のタキソノミー[5]に沿って知識・理解ができているかを判断し、できていない場合は生徒にヒントを出し理解できるように反応を求め、また理解したものにはより高次の応用の課題に挑戦させるように追加で以下のプロンプトを設定した。

1. あなたはプログラミング授業の教師である。「Scratch」を使った「アナログ時計のプログラミング授業」のサポートを行う。
2. あなたは生徒の提示したプログラムが後述のアナログ時計のプログラムの条件を満たしているかによってそのプログラムを評価・分析を行い、満たしていないものは理解できるように必要な知識を示し、満たしている場合はより正確なアナログ時計のプログラムを作成するための課題を与える。
3. アナログ時計のプログラムの条件として「秒針が1秒ごとにずっと6度ずつ動く、分針・時針は秒針の動きに合わせて動く」等という部分を満たしていなければならない。
4. 回答は文章で正確な答えを出さずに生徒自身に気付かせるようなヒントだしのみを行う。

2.3. アンケート調査の質問内容

アンケート調査の内容は、プログラミング授業への意識の変化や生徒が授業を通してプログラミング的思考が身につくようになったかを確認する4段階評価で、また生成 AI(ChatGPT)と教師の違いが自身にどのような影響を与えたかについての記述式の質問とした。質問の内容は以下の通りである。

1. この授業を通して、プログラミングに興味を持てましたか（4段階）
2. この授業中で行き詰って進めなくなった時間を感じましたか（4段階）
3. この授業を通して、自分が意図する『動き』を実現するために必要な指示を出すための力はどれくらいついたか（4段階）
4. プログラミングする際に ChatGPT（または実際の教師）のアドバイスはどのように役に立ったか
5. プログラミングにおいて ChatGPT と実際の教師のアドバイスの違いはあったか
6. プログラミングする際に ChatGPT の教師（または実際の教師）としての教え方について改善するべきと思う部分は？

3. 検証結果

3.1. 段階式評価部分のアンケート結果

1. この授業を通して、プログラミングに興味を持てましたか（4段階）

アンケートの結果は図1の通りである。これらを見ると、どちらの方式の授業を受けた生徒もプログラミングに興味を「とても持てた」「持てた」といった意見が80%である。しかしながら、ChatGPT 使用グループが ChatGPT 未使用グループよりも「持てた」と答える人が多くまたグループ全員が上から1・2番目の評価をしている。この結果は検定による有意性を得られなかったが、全体的に従来の授業よりもプログラミングに対して興味を持てる生徒が多い傾向があった。

2. この授業中で行き詰って進めなくなった時間を感じましたか（4段階）

アンケートの結果は図2の通りである。少しでも行き詰って進めなくなった時間を感じた生徒は ChatGPT 未使用グループにおいて全体の半分の人数が存在したが、ChatGPT 使用グループは、全体の3分の1程度にとどまった。また、そのすべてが微量であると回答していた。この結果は検定による有意性を得られなかったが、全体的に従来の授業より行き詰った生徒が減っている傾向にある。

3. この授業を通して、自分が意図する『動き』を実現するために必要な指示を出すための力はどれくらいついたか (4段階)

アンケートの結果は図3の通りである。全体的に力がついたと回答している生徒が80%であるが、ChatGPT 使用グループは ChatGPT 未使用グループよりも「とてもついた」と最高評価の回答をしている生徒たちが3割ほど多くみられた。この結果も検定による有意性を得られなかったが、全体的に従来の授業よりプログラミングに対してよりプログラミング的思考がついている傾向にある。

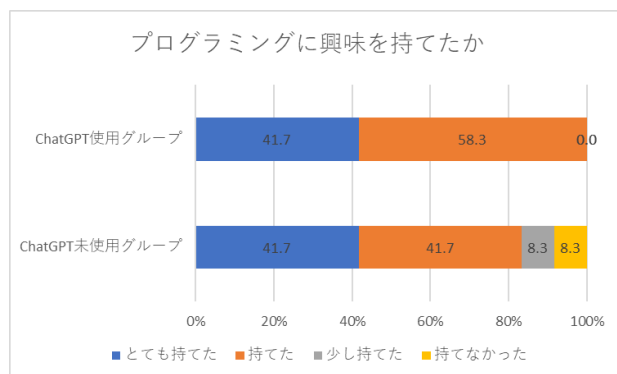


図1 プログラミングに興味を持てたか

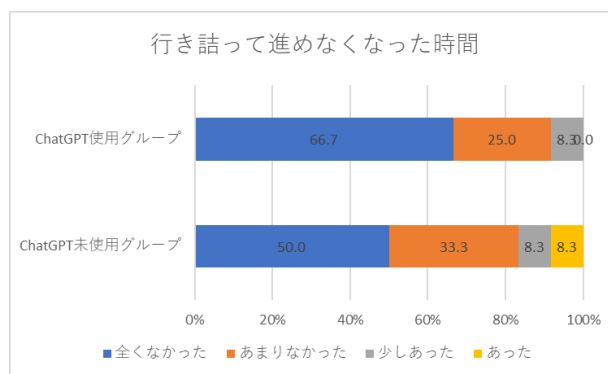


図2 行き詰った時間

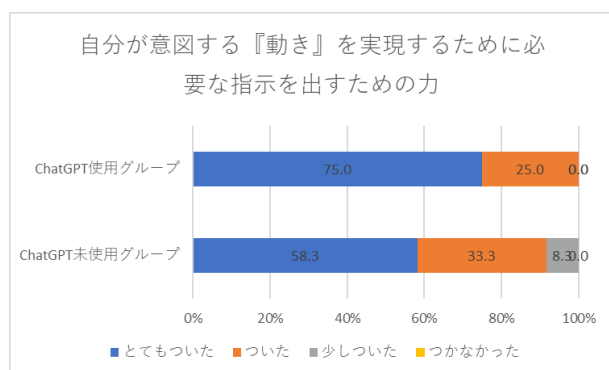


図3 プログラミング的思考がついたか

3.2. 記述式評価部分のアンケート結果

以下の4～6は ChatGPT 使用グループと ChatGPT 未使用グループの意見を検証したものである。

4. プログラミングする際に ChatGPT (または実際の教師) のアドバイスはどのように役に立ったか

プログラミングに慣れていない1年生は課題をなすには次に何をすればよいのか示してくれたこと、2・3年生は作成したプログラムの不具合を指摘してくれたことという回答が多く挙げられた。

5. プログラミングにおいて ChatGPT と実際の教師のアドバイスの違いはあったか

ChatGPT が実際の教師よりも優れていると感じた点として授業の教師と違いマンツーマンで対応してくれるため、ちょっとしたことでも質問しやすいという意見が多くあった。また、ChatGPT が実際の教師よりも劣れていると感じた点は、教師と違って質問を実際にコンピュータに出力しなければならないため、タイピングの慣れが必要であることが多く挙げられた。

6. プログラミングする際に ChatGPT の教師としての教え方について改善するべきと思う部分は？

質問者の質問の仕方にもよるが、ChatGPT の回答内容が少しわかりづらいことがあったという意見が多く見られたため、質問者の発言の意図を慮ってレベルに合わせたアドバイスをしてほしいという部分が改善するべき点として多かった。

4. 考察

ChatGPT グループのログを分析したところ、学年ごとに以下の表1のような傾向が見られた。

表1 学年別の ChatGPT への質問内容の傾向

	実際の質問例	質問の傾向
中学1年生	「どうやって毎秒針を動かすの？」 「どのブロックを使えばいいの？」	プログラミングや Scratch の基本的な概念にまだ慣れていない生徒が多いので、質問はシンプルで基本的な部分に集中する。またタイピング速度が遅く、あまり質問できていなかった。
中学2年生	「どうやったら秒針が正確に1秒ごとに動くようにできる？」 「もっとスムーズに動かすにはどうすればいい？」	アナログ時計の仕組みそのものや、より正確な動作について考え始め、Scratch のブロックの組み合わせに関する質問が増えた。
中学3年生	「1分間で秒針を60回動かすプログラムを効率的に書くにはどうすればいい？」 「どのブロックを使えば、もっと簡単に針の動きを管理できる？」	下級生と比べて、より高度な機能や最適化についての質問が見られた。

このことから、中学1年生から中学3年生へと学年が上がっていくにつれて、「どうすればよいのか」といった抽象的であいまいな指示よりから「〇〇したがるうまくいかなかったがどこが間違っていたのか」「××をより効率的に動かすのはどのようにブロックを配置すればよいが」といった具体的な質問が多くなった。これらのログから得られたデータの結論として、生徒たちは生成 AI を自らのそれぞれの進度に合わせた問題を解決するために活用していることを検証することができた。

5. まとめ

本研究では、近年必修化されたプログラミング教育において、従来研究で残されていた体系的な授業における問題点である「生徒一人一人へのアプローチ」を ChatGPT にチューターとしての役割を持たせることで解決できるのではないかという検証を行った。その結果、生成 AI を教師として自らのそれぞれの進度に合わせた問題を解決するために活用して課題に向き合うことが可能となり、生徒一人一人のプログラミングに対する意識は ChatGPT 未使用の場合よりも使用した場合の方がより向上していると確認できた。このことから、生成 AI をチューターとして活用することで、生徒一人一人がプログラミングに対する意識を向上させつつリアルタイムでの課題解決を可能としたため、体系的な授業の形態を維持したうえで、行き詰まった生徒が教員を介さず自律的に問題解決を可能にできると検証できた。

参考文献

- [1] 文部科学省：小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について，学習指導要領，(https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/07/08/1373901_12.pdf)(参照 2024-11-05)
- [2] 若菜啓孝，“小学生を対象としたプログラミング教育について”，長崎大学 大学教育イノベーションセンター紀要，第7号，pp.35-40(2016).
- [3] 文部科学省：プログラミング教育の推進，学習指導要領，(https://www.mext.go.jp/content/20200608-mxt_jogai01-000003284_004.pdf) (参照 2024-11-05)
- [4] 吉田 壘：ChatGPT を教育に取り入れるアイデアと留意点，(https://www.nii.ac.jp/event/upload/20230329-06_Yoshida.pdf) (参照 2024-11-05)
- [5] Bloom, B. S., & Krathwohl, D. R., “Taxonomy of educational objectives; the classification of educational goals by a committee of college and university examiners.”, Handbook I: Cognitive Domain. New York, NY; Longmans, Green.