

AI を活用した高校数学の反転授業

鍵本聡^{*1}

Email: kagichan@kwansei.ac.jp

*1: 関西学院大学・大阪芸術大学（情報系）太成学院大学・コリア国際学園（数学）非常勤講師

◎Key Words 反転授業, テキスト生成 AI, ChatGPT, Gemini, Copilot, 高校数学, 大学数学

1. はじめに

高等学校や大学における数学の授業において、学生の積極的な参加を促す目的で「反転授業」を導入する事例が増えてきている。反転授業とは従来の「学校で講義を受け自宅で宿題をこなす」という学習形態を逆転させた授業形式であり、自宅で予習（動画教材など）を行い、授業では議論や演習など、より実践的な活動を行うことで、学習効果を高めることを目指す手法を指す。

一方、ChatGPT などの昨今のテキスト生成 AI（以下「生成 AI」）の発展は目覚ましいものがある。少々の難問でも、生成 AI に写真を撮影して読み込ませ「解いて」と指示することで精度の高い解答を手に入れることができる。また教科書程度の内容であれば、単元名や概念を入力して「〇〇を説明して」と指示することで、わかりやすい説明を手にすることができる。生成 AI はその説明文で分からない単語などがあれば「〇〇がわからないので、もっとわかりやすく説明して」などと入力することで、より深くかみ砕いた内容を手にするすることができる。

そこで本研究では従来の反転授業における予習教材として生成 AI を用いることで、数学の授業における学生の学習意欲を高めることを狙いとする。

2. 数学教育における反転授業

2.1 予習教材

従来の数学教育においてもっとも核となる予習教材としては、昨今の YouTube などに代表されるインターネット上の動画配信サイトで公開されている動画を使うのが主流である。今や高校生や大学生のほとんどが携帯電話や PC を持ち、手軽に動画配信サイトにアクセスできるため、授業に取り入れやすいという利点がある。

2.2 授業での発表

動画などで予習してきた内容をどのように授業で発表するのかというのは、授業の内容や学生の進度などによってまちまちであるが、いくつかの先行事例を見ると、○教科書の内容を説明する、○具体的に問題を解く、などが多いようである。

2.3 従来の教材での問題点

従来の数学の授業における反転授業では、動画を視聴することで予習をするわけであるが、その内容が理解できるレベルに達していない学生も存在するため、学生がうまく予習してくれないケースも多かった。

3. 生成 AI の評価

筆者は昨今の進歩が目覚ましい生成 AI の実力をはかるため、同じ数学の問題を異なる生成 AI に読み込ませた。また受講生にも生成 AI を紹介し、同じ問題に対して解答を出してもらい、内容を比較する作業を行った。具体的には「ChatGPT」「Gemini」「Copilot」という有名な3種類の生成 AI について、いくつかの数学の問題についての解答を依頼し、出力結果を比較した。なお、この原稿を書いている間にも各生成 AI が新しい機能をさらに追加しているため、あくまで2025年6月現在の結果である。

図1 生成 AI に読み込ませた問題例（画像データ）

点 (x,y) が原点を中心とする半径1の円の内部を動くとき、点 $(x+y,xy)$ の動く範囲を図示せよ。
[1954年 東京大]

この問題文（画像）を読み込ませ「解いてください」と生成 AI をお願いすることで解答を得た。なお、各生成 AI とも途中で一旦停止して「このあとさらに詳しい解答を出しましょうか?」という感じで聞いてきたので、それらはすべて「はいお願いします」という感じで続きを出力してもらった。

以下に各生成 AI の解答の出だし部分を掲載する（図2～図4）。

図2 chatGPT の解答、出だし部分

問題文（訳）：
点 (x,y) が原点を中心とする半径1の円の内部を動くとき、点 $(x+y,xy)$ の動く範囲を図示せよ。
(1954年 東京大学)

解説：

1. 条件整理
点 (x,y) は原点中心、半径1の円の内部を動く。
すなわち：
$$x^2 + y^2 < 1$$

このとき、点 $(x+y,xy)$ の動く範囲を求めたい。
新しい変数を次のように置きましょう：
$$X = x + y, \quad Y = xy$$

これら (X,Y) がどのような範囲を動くかを求めることになります。

2. 条件を変数 X,Y で表現
与えられた $X = x + y, Y = xy$ という変換は、対称式に関係があります。
ここで、 x と y を X,Y を使って逆に表すのは難しいので、別の方針をとります。

図3 gemini の解答、出だし部分

1. 変数の置き換え

まず、求めたい点の座標を $X = x + y, Y = xy$ と置きます。私たちの目標は、 (X, Y) が満たすべき関係式（不等式）を見つけ出すことです。

2. 条件式を X, Y で表現する

問題で与えられた条件は、点 (x, y) が原点を中心とする半径1の円の内部にあることなので、次の不等式が成り立ちます。

$$x^2 + y^2 < 1$$

ここで、 $x^2 + y^2$ を X と Y を使って表現することを考えます。

$$x^2 + y^2 = (x + y)^2 - 2xy$$

この式に $X = x + y$ と $Y = xy$ を代入すると、

$$x^2 + y^2 = X^2 - 2Y$$

となります。したがって、元の条件式 $x^2 + y^2 < 1$ は次のように書き換えられます。

$$X^2 - 2Y < 1$$

これを Y について解くと、1つ目の条件式が得られます。

$$Y > \frac{1}{2}X^2 - \frac{1}{2} \quad \dots \textcircled{1}$$

図4 Copilot の解答、出だし部分

おお、東京大学1954年の問題だね！まず、この問題を解くためには、原点を中心とする半径1の円の内部を動く点 (x, y) の条件を考える必要があるね。

ステップ1: 条件を定義する

- 点 (x, y) は、円の内部を動くため次の条件を満たします: $x^2 + y^2 \leq 1$

ステップ2: 新しい座標の式

- 点 $(x + y, xy)$ の範囲を求めるには、まずそれぞれの式を観察しよう:
 - $x + y$: 円の内部でどのように動くか。
 - xy : x と y の積がどの範囲を取るか。

これを視覚化するために、特定の例でグラフを描画するか、範囲を分析してみるとよい！

こうやっていくつかの数学の問題を読み込ませた結果、ChatGPT(無料版)と Gemini は反転授業の予習材料として使えるらしいことがわかった。そこで学生にこれら2つの生成AIを、反転授業の予習の際のツールとして推奨することとした。

4. 反転授業における生成AIの導入と学生の反応

そこで筆者が担当する2つの学校での数学の授業で反転授業を導入するとともに、生成AIの使用方法を紹介することにした。2つの学校名と内容は次の通り。

学校名	内容
太成学院大学（人間学部）	「現代の統計学」
コリア国際学園（高3）	「数学B」数列

なお太成学院大学は厳密には「高校」ではないが、内容が数学Bの「統計分野」とほぼ同じであるため、ここでは高校数学の授業として扱うこととする。

2つの授業後、それぞれにつきアンケートを行い、学生から大きな支持を得た。また従来の映像などを使う反転授業に比べて次のような利点があることが分かった。

○わからない点をどんどん生成AIに質問できる

生成AIの場合、わからない点などはその場で追加の質問をすることが可能である。例えば解説文中の用語がわからなければ「○○って何？」と即座に説明を聞くことができる。この点が映像の予習に比べて格段に予習しやすい。

○例題なども詳しく説明しながら解いてくれる

従来の映像などを使った予習に比べて、例題の解説を直接聞けることは大きい。数式などはコンピュータへの入力に面倒であるが、生成AIの場合は問題文の写真を撮影し、アップロードするだけで説明や解答を得ることができる。

○手持ちの携帯電話で手軽に質問できる

映像などの場合、携帯電話では字が小さいなどの問題点があったが、文字ベースでの説明なので、わかりやすい。またイヤホンなどもない。

逆に欠点として次のような点が挙げられた

○数式の表現が日本の方式と違うことが多く戸惑った（組合計算の表記や標準正規分布表の見方など）
○生成AIの出してきた解答がかなり大きく間違っていたり、問題文を読み間違えていることがたびたびあった。

○質問の仕方によって答えが違っていた

特に画像で問題を読ませてOCRで文字を認識させた場合に、文字（数字）の認識の時点で問題を間違えて認識した例が多かった。

5. 考察

生成AIは必ずしも数学の問題を解くために開発されていないにも関わらず、洗練された生成AIは高校数学における反転授業の予習教材として非常に有効であると考えられる。ただし、その出力する解答は常に正しいというわけではなく、そのあたりが逆に人間っぽさを感じさせたりもする。学生には「生成AIは、色々なことを教えてくれる友達や先輩ぐらいの認識でいいと、とんでもない間違いを信じてしまうことになる」ということを何度も繰り返し伝える必要がある。

6. おわりに

生成AIを数学の授業に取り入れていく手法は今後さらに広がっていくと思われる。また多くの学習塾や予備校が生成AIにとってかわられる日も近いのかもしれない。これからの生成AIの発展並びに数学の授業の動向に注目したい。

参考文献

廣瀬英雄：「大学基礎数学教育における反転授業の試み」

https://it-hiroshima.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=382&item_no=1&attribute_id=22&file_no=1

松原孝典：「線形代数学における反転授業の効果と印象」

<https://scholar.google.co.jp/scholar?oi=bibs&cluster=10362514615377480226&btnI=1&hl=en>