

【第131回数学教育実践研究会】フィジカルレポート発表

生徒が知的に熱中する方程式で Moon Shot!!!

令和6年11月30日（木）フィジカルレポート数実研
北海道美深高等学校 教諭 小川尚也

※10月24日（木）第79回北海道算数数学教育研究大会 Online 領域分科会④「教具・ICT」発表資料を数実研用にアップデートしたものです！！

0.自己紹介

北海道美深高校数学科の小川尚也と言います。初任5年目です。今回は生成AIと数学を組み合わせた探究授業について実践発表します。至らない点が多いと思いますが、先生方からご助言、ご鞭撻をいただけると幸いです。よろしくお願いいたします。

1.研究発表の主張

今回の研究発表の主張は、

AI×数学×探究=∞の可能性

があると考えています。生成AIが登場し、数学の授業にAIを組み合わせることで、授業の組み立てや授業展開の幅がたくさん増えていると実感しています。そのため、今回は、AIを活用した数学科における探究的な学びの授業実践についてご提案いたします。

2.AIとは??

AI（人工知能）は1956年のダートマス会議で「人間のように考える機械」として初めて提唱され、その後急速に進化してきました。特に注目されたのは、2022年11月30日にChatGPTが無料公開されたことで、わずか6日で100万ユーザーを突破したことです。このスピードは、Twitterが100万ユーザーに達するのに2年、Facebookが10ヶ月、Instagramが2ヶ月かかったのと比較しても非常に速い速度感です。

AI技術は現在「Society5.0」時代の到来を迎え、情報化やグローバル化の進展が加速しています。この時代では、AI、ビッグデータ、IoT（Internet of Things）、ロボティクスなどの先端技術が高度化し、あらゆる産業や社会生活に組み込まれることで、社会のあり方が劇的に変わるとされています。現在の課題に対応するため、AIやロボットの活用は不可欠です。更に、今後の社会では情報技術を効果的に活用する能力が重要になると予想されます。ChatGPT-4oは勿論や動画生成AI「SORA」などの新しいAI技術が次々と登場し、日々進化

し続ける中で、これらの技術を理解し活用することがますます重要になっています。そのため、未来を生き抜く高校生達にも、AIを見せ、使わせ、体感させ、メリット・デメリットを十分に理解させたうえで、AIを活用できる人材になって欲しいと思い、授業中、積極的にAIを活用しています。

3.今回授業で使用したいろいろなAI

授業で使用した生成AIはChatGPT-4oチャットジーピーティー オー（有料版）、WolframAlphaウルフラムアルファ（無料版）、MathGPTマスジーピーティー（無料版）、Perlexityパーレキシティ（無料版）、NoLandノーランド（無料版）、Geminiジェミニ（無料版）、Copilotコパイロット（無料版）、DALL·E3ダリイー、Claude2クロード2（無料版）、You.com（無料版）、AIとおしゃべり（無料版）を使用しました。

4.数学科における探究的な学びとは??

令和6年2月20日（火）北海道教育委員会主催の『S-TEAM 教育推進事業』プロジェクト 授業改善セミナーにZOOMに参加しました。その時の学びが現在の授業作りにおける芯となっています。講師である文部科学省初等中等教育局教育課程課調査官国立教育政策研究所教育課程研究センター教育課程調査官の小林 廉氏による「数学科における探究的な学び」について次のように言いました。

高等学校数学科における「探究的な学習」を平たくいえば、「生徒が問いをもち、その答えを探る活動を通して数学的に考える資質・能力を身に付ける学習」となる。（講演スライドから一部引用）

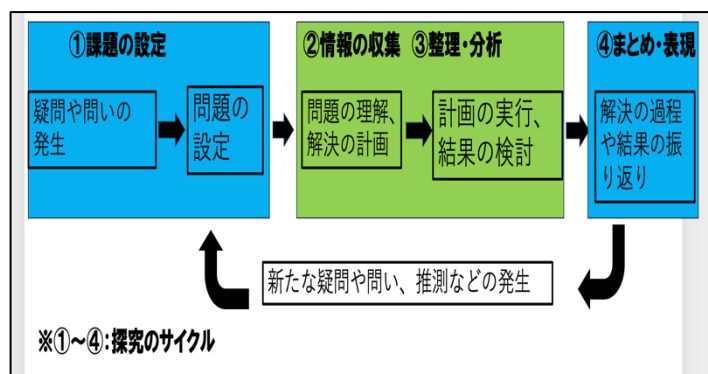
これはどういうことか。学習指導要領や教科書、インターネットを用いて、私なりに考えた数学科における探究的な学びとは、授業の中で、

「シンキングサイクルが回っているかどうか。」

のことだと考えています。

シンキングサイクルとは、「課題の設定」→「情報の収集」→「整理・分析」→「まとめ・表現」のサイクルのことを指します。小林氏の講演を聞き、数学科におけるシンキングサイクルを私が PP でまとめてみました。

シンキングサイクルが授業中に回ると、授業の空気感が変わります。生徒達が勝手に問いや課題（の設定）を持ち、問題解決に向けて、情報の収集、結果の検討をひたすら繰り返します。そして、解決の過程や結果を振り返り、更に練習問題等を通して、思考力を働かせて、問題を解きます。何より探究的な授業は（シンキングサイクルが回る）生徒達が楽しそうに問題に取り組みます。



「図2.数学科における探究的な学びのシンキングサイクル」

5.授業実践

AIを活用した数学科における探究型の授業で、次の10個の授業の実践を（教材研究も含めて）してきました。

- (1) 「AIが生成した回答を批判せよ。」
- (2) 「AI活用した教材研究」
- (3) 「数学的な討論活動」
- (4) 「AIをツールとしたProject Based Learning (PBL)」
- (5) 「STEAM【T】教育～数学的思考で動画読解しよう」
- (6) 「数学的AI読解力」
- (7) 「数学的逆プロンプト読解」
- (8) 「AI活用×統計で統計リテラシー力を身につける」
- (9) 「AI活用した定理の拡張を探究する」
- (10) 「理数探究基礎での授業実践」

今回の発表資料では、抜粋して5つの授業実践や生徒の事実について記載します。

- (1) 「AIが生成した回答を批判せよ。」

2023年7月から、私は本格的に「生成AI」を授業で活用し始めました。具体的には、ChatGPT-3.5（無料版）を用いた授業実践です。私は当時ChatGPT-3.5やGemini（旧GoogleBird）の無料生成AIを活用していたので、この授業実践は「生成AIをインストールしていない」方や「AIに興味があるけど、授業でどう使うかわからない」方にお勧めの授業群です。授業にAIを導入した初期段階では、右図のような発問・指示を生徒達に発します。

意図としては、AI が生成した回答を読解させ、思考させるためです。今の高校生は、デジタル・ネイティブ世代で、読解力が低下しています。読解力を向上するために AI 教材を活用しています。そして、AI 導入中期段階の発問・指示は次のように言います。



指示 「AI の回答は適切か、不適切か。」
指示 「AI の回答の何行目がはてな、疑問ですか。」
指示 「AI の回答を見て、別解を考えなさい。」

最初に AI の回答は全て正しくないという認識をさせ、AI のハルシネーションを見つけて、適切な式に修正し、正しい解答を導く体験を通して、生徒達の自己肯定感を向上させます。

そして、生徒たちの読解力の向上も目指します。ある程度、生徒たちが生徒達が AI に慣れきたら、次のような数学的な討論の授業展開も可能になります。

B: 「Gemini」の回答






尚也 「母音a,i,u,e,oと子音k,s,tの8個を1列に並べるとき、母音が5個が続いて並ぶ並べ方は何通りか。

他の回答案を表示  

◆ 母音a,i,u,e,oと子音k,s,tの8個を1列に並べるとき、母音が5個が続いて並ぶ並べ方は120通りです。

母音が5個が続いて並ぶ並べ方は、母音5個と子音3個を1列に並べることになります。母音5個の並べ方は5通り、子音3個の並べ方は3通りなので、母音5個が続いて並ぶ並べ方は $5 \times 3 = 15$ 通りです。

しかし、母音5個が続いて並ぶ並べ方は、母音の順番が違うだけで同じ並べ方と見なすことができます。例えば、auiouは、uiouaと見なすことができます。そのため、母音5個が続いて並ぶ並べ方は、15通りを5通りで割って120通りとなります。

「図3.第78回北海道算数数学教育研究大会分科領域基礎・基本の発表スライド一部抜粋」

【授業の流れ】

- ① 教科書の例題を確認する
- ② 生成 AI (ChatGPT3.5 や Gemini) に問題文をプロンプトする
- ③ 生成 AI が生成した回答を複数 (単数) モニターに提示する
- ④ 「適切な解答はどれですか？」と発問する「選択肢: ChatGPT が正しい・Gemini が正しい・その他」
- ⑤ 各自選択肢からどれが適切かを選び、検討する
- ⑥ 各自自分の意見を発表、討論

実際に授業してみてわかったことは、生徒達は私達が思っている以上に「最先端のモノ」に触れること、体験することに好奇心を覚えます。数学が苦手な生徒でも、前のめりで問題を解きます。

(2) 「AI 活用した教材研究」

現在、教材研究を行う際は関連する書籍やインターネットに加えて、

ChatGPT-4o や Perplexity (無料版) を活用しています。AI を活用することで、授業の展開

の幅が大幅に広くなり、面白そうな授業を創ることができます。AIを活用し、教材研究を行うと、

思いつかなかったアイデアを生成し、そのアイデアを叩き台として、壁打ち行うことで少しずつ修正し、理想の授業展開を創作する

ことができます。

図4は、Perlexityに「『二次関数』と『エネルギー』を組み合わせた授業展開を作成してください。」とプロンプトした出力結果です。

このようにAIが提供した素材を叩き台にして、ブラッシュアップし、授業を創ることで、時間短縮にもなります。

Perlexityの利点は、ウェブからの情報源を用いて回答を生成し、回答文中に根拠となる情報源を引用してくれるところです。

つまり、調べたい内容について、関連した情報源を複数できるため、短い時間にたくさんの情報を引き出す

ことができることです。

次にPerlexityを活用した授業実践を1つご紹介します。1学年数学「因数分解」の導入時に次の発問・指示を生徒達に出しました。

発問1:「因数分解を学ぶとどんな場面で活用できると思いますか、ノートに書きます。」

発問2:「因数分解の考え方は日常生活でどのように関連していますか、お隣と相談。」

発問3:「検索AI Perlexityにプロンプトしました。どんな出力結果になるとおもいますか。近くの人と相談。」

発問4:「AIが生成した回答以外で他の考えはありますか。予想をノートに書きます。」

発問5:「今日の授業で皆さんはどんな力をつけるために勉強に励みますか。各自ノートに書いてごらん。」



「図5.Perlexityに『因数分解を学ぶ理由、日常生活との関連をプロンプトした出力結果』」

中学校でも因数分解を学んだと思いますが、因数分解が日常生活にどう関連しているか、因数分解の考え方を社会にいかすこともできると感じさせ、実際に因数分解の問題を解かせた方が学習意欲が向上すると思い、上記の授業を行いました。

(3) 「**数学的 AI 読解力**」

最後3つ目の授業実践です。数学I「**図形と計量**」の学習内容で、**木の高さを求める問題**の既習後、次時の授業で次のプロンプトを生徒達に示しました。そして、次の発問・指示をしました。

問題:

あなたは海辺の公園で友達とキャッチボールをしています。ボールを投げたとき、そのボールが一定の高さに達した瞬間に、あなたとボールとの距離が地面に平行に6メートルであることがわかりました。また、そのボールを見上げるあなたの視線の角度が地面と45度であることもわかりました。このとき、ボールが地面からどのくらいの高さにあるかを求めてください。

指示 1 : 「AI に問題文を図に描いてもらいました。見ます。」

発問 1 : 「AI が描いた図に賛成か、反対か。理由も含めてノートに書きなさい。」

発問 2 : 「どんな条件を追加すると問題が成立しますか。できるだけたくさん自分の考えを CL に投稿します。」

説明 1 : 「登場人物の身長を 170cm とします。」

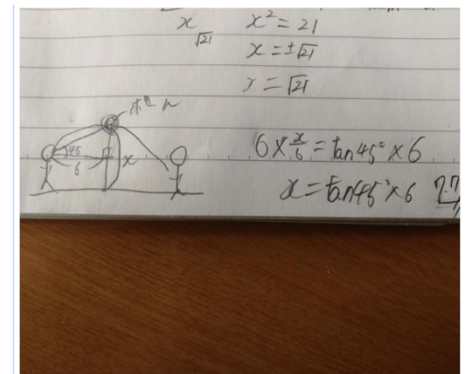
指示 2 : 「ノートに図解しなさい。」

指示 3 : 「図解したものを CL に投稿しなさい。」

指示 4 : 「ボールは地面からどのくらいの高さにあるか求めなさい。」



「**図 4. ChatGPT-4o が生成した画像**」

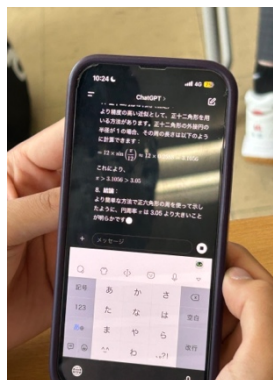


こうだと思います

特に**発問 2**と**指示 3**が生徒達は熱中して取り組んでいました。

(4) 「**生徒達が自主的に AI を思考ツールとして活用する**」

4つ目は授業の実践というよりは生徒の事実になります。私の担当するクラスの大半は生成 AI を活用することに躊躇はなく、自主的に活用しています。生徒達が生成 AI を自主的に活用する環境整備の工夫について詳細は実践発表で伝えます。



「**写真 1. 授業中の学習活動している生徒の様子**」

(5)「STEAM【T】教育～数学的思考で動画読解しよう」

最後はショート動画生成NoLangを活用した授業実践です。

NoLangを使用すれば、TikTok,Instagram, YouTubeに投稿可能なショート動画を驚くほど簡単に作成できます。

今回は数学Iと理数探究基礎の授業で「因数分解を学ぶ意義」について動画読解を行った授業実践です。次の発問・指示を出して授業を行いました。



動画生成 NoLang を使って「因数分解の解説動画」

を作りました。興味ある方は、

QRコード読み込んでみてください。↑

【授業中扱った発問・指示】

指示1:「動画です。感想。(個人指名します)」

説明1:「NolangというAIは、TikTok, Youtubeのショート動画に使われています。簡単に作れる時代です。」

発問1:「今までは文章読解を小中高で学びましたが、今後令和で必要なのは□□読解、漢字2文字。何が入りますか。」

説明2:「動画読解も因数分解の考え方を使います。」

説明3:「今日は因数分解を学ぶ意義について動画を作成します。」

発問2:「約1分の動画で、どのシーンに何のメッセージを伝えますか。」

まずは Padlet の sandbox にできるだけたくさんのアイデアを付箋に貼りなさい。」

指示2:「構成が決まった人は、Classroomを開き、スプレッドシートに入力しなさい。」

指示3:「入力できた人は先生のところにいらっしゃい。NoLangにプロンプトしなさい。」

発問3:「どの動画が1番わかりやすかったですか、それぞれ分析しなさい。」

動画読解するために必要なのは、全体構成、各シーンの構成、伝えたいメッセージ、何をどの順番で構成し、1番伝わりやすいための言葉、キーワードを考え、組み立てる等、についてを考えることも数式は使わないかもしれませんが、言語活動を用いた立派な数学的活動だと思います。

以上で、AIと数学科における探究的な学びの実践のご紹介を終わります。

今回の資料は10月24日(木)オンラインで行われた北海道算数数学教育研究大会(渡島・檜山・胆振・日高)で使用した発表資料となります。

6.助言者からのアドバイス

知内高校教頭石垣教頭先生、小樽水産高校黄田教頭先生からたくさんのご助言をいただきました。

知内高校 石垣教頭先生：2点の質問を頂きました。「①数学以外の授業で生成AIを活用しています授業はありますか。」「②校務で生成AIを活用している場面は具体的にありますか。」

小樽水産高校 黄田教頭先生：2点「①オンラインでの動画共有についての環境設定について」と「②今後もAIを活用した授業実践を継続してほしい。」

今回の発表からオンラインスキル、動画共有について学ぶことができました。黄田教頭先生からオンラインについて助言をいただいたので、次のオンライン発表について活かしたいと考えています。そして、オンライン授業技術についてもっと勉強して、今後オンライン技術についてのレポートも発表したいと強く思いました。

7.AIと数学を組み合わせた探究授業を実践してみよう

生徒の授業の様子や振り返りから、次のことが示唆されると考えています。

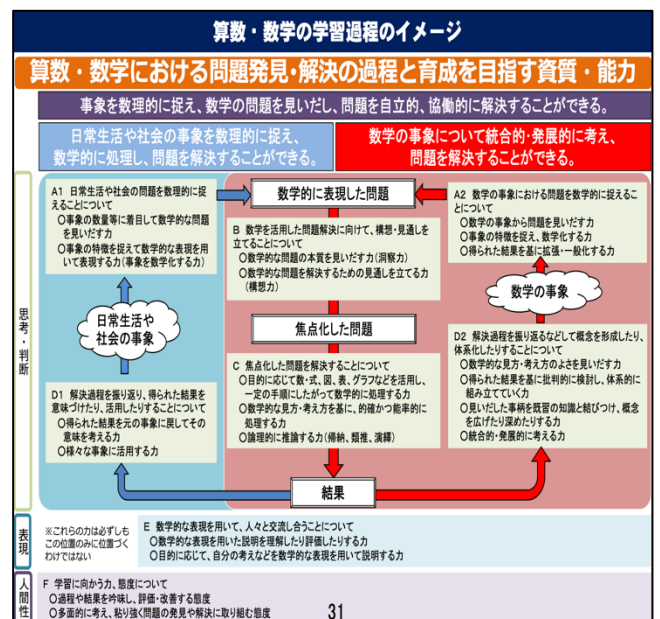
1 生成AIの教材は生徒達の興味関心を高める。

「よっしゃ、AI問題だ!」と嬉しそうに生徒達はスマートフォン、デバイス、友達と協働し、対話を深めながら解答の検討を行っていたため、生成AIを活用した授業に対するの関心を持って取り組めた様子うかがえる。また、AI教材は、生徒達の知的好奇心をくすぐり、苦手な文章問題も積極的に読解する傾向に見える。

2 生成AIの教材は生徒達の思考力、読解力を高める。

AIの文章問題を提示したら、生徒達はすぐにデバイス等を出し、写真を撮り文章を吟味する時間が始まる。フィードバックした際に、「いつも以上に頭を使って疲れた。でもすごく楽しかったです。」と記述していることから、問題の理解、解答の計画、実行に向けて思考力、読解力が向上した様子うかがえる。

3 数学のぐるぐる図(算数・数学の問題発見・解



「図5 算数・数学の学習過程のイメージ(ぐるぐる図)」

決の過程）が積極的にサイクルする。

AI の解答からハルシネーションを見つけ、正しい解答を導く。次に解答から逆算し、どのようなプロンプトを入力し、適切な解答を出力できるか数学的活動を通して検討します。この探究活動は、ぐるぐる図を（算数・数学の学習過程のイメージ）サイクルできていると考えています。

8.初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイド

ラインについて

文部科学省より「初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン」が出されています。

そこに生成 AI を活用方法として考えられる例として次の方法が挙げられています。

- 1 「情報モラル教育の一環として、教師が生成 AI が生成する誤りを含む回答を教材として使用し、その性質や限界等を生徒に気付かせること。」
- 2 「生成 AI をめぐる社会的論議について生徒自身が主体的に考え、議論する過程で、その素材として活用させること。」
- 3 「グループの考えをまとめたり、アイデアを出す活動の途中段階で、生徒同士で一定の議論やまとめをした上で、足りない視点を見つけ議論を深める目的で活用させること。」
- 4 「英会話の相手として活用したり、より自然な英語表現への改善や一人一人の興味関心に応じた単語リストや 例文リストの作成に活用させること、外国人児童生徒等の日本語学習のために活用させること。」
- 5 「生成 AI の活用方法を学ぶ目的で、自ら作った文章を生成 AI に修正させたものを「たたき台」として、自分なりに何度も推敲して、より良い文章として修正した過程・結果をワープロソフトの校閲機能を使って提出させること。」
- 6 「発展的な学習として、生成 AI を用いた高度なプログラミングを行わせること。」
- 7 「生成 AI を活用した問題発見・課題解決能力を積極的に評価する観点からパフォーマンステストを行うこと。」 ※赤：授業で取り扱った内容です。青：授業で取り扱っていない内容です。

目の前の生徒達は未来を担う人材です。いわば、日本の宝です。そして、目の前の高校生達は AI 共生社会を生きています。そのため、AI について理解し使いこなす能力と思考力が必須になると考えられます。日々の各教科における探究的な学びや総合的な探究の時間・理数探究基礎の授業にて、積極的に AI 触れ、AI の創造的なアイデアと高校生の柔軟な感性を組み合わせ、よりよいアイデアが生まれ、新たな課題の設定が生まれ、シンキングサイク

ルが何度も何度も回転し、新たな教育価値が生まれると考えています。

9.生成 AI 登場で学ぶ意味

東北大学大学院教授・東京学芸大学大学院である教授堀田龍也氏は 2023 年 8 月 21 日に
行われた教育と ICTonline「AI の登場で学び意味を伝えることがより重要に――堀田龍也氏
インタビュー」のオンライン記事を読みました。氏は、生成 AI 利用ガイドラインの策定も
担当したデジタル学習基盤特別委員会において委員長も務めています。氏は AI について次
のように言及しました。オンライン記事から一部抜粋します。

子供たちは、何か探究的なことをやろうとしたり、詳しく知りたくなったりしたとき、
まず先生に聞きますね。しかし、先生も全て答えられるわけではなく、時には困ることも
あるでしょう。そういうときに、AI に質問しながら学んでいくのは有意義だと思います。
(中略) 中高生は、適切な使い方をするという前提で、AI を相談相手として利用すること
が考えられます。AI に方程式の答えを聞くのではなく、解き方の解説をしてもらいながら
自分でできるようになればよいのです。(中略) 知識だけを教えるのが先生ではありません。
先生方は、「学ぶのは子供自身」という視点を持つべきです。しかし、子供が
理解できないと「私が全て教えましょう」となることがあります。それはある意味過剰で
あって、「私が教えることはあるけれど、学ぶのは君たちだよ」と伝えることも必要なの
です。

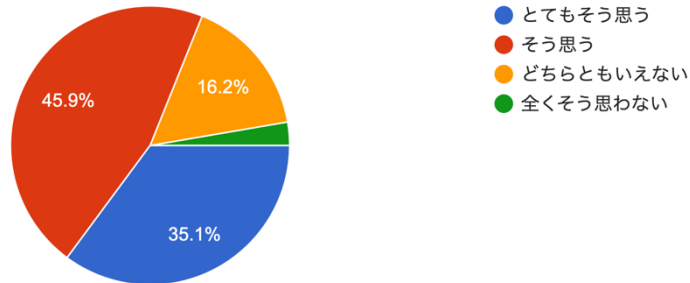
堀田氏のインタビューから生成 AI の大切さ、探究的な授業に必要なエッセンス、教師の
教えるから子供の学び方に転換など、様々なことを学ぶことができました。

10.AI×数学を活用したアンケート結果

AI×数学を活用したアンケートの結果について一部添付します。対象学年は 1～3 学年の
私が担当しているクラスの生徒達です。全部で 37 人です。

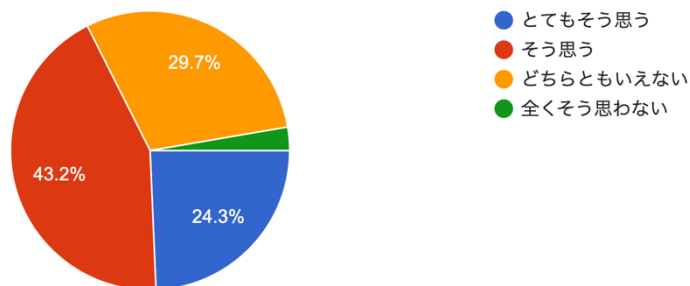
(1) 生成AIを活用した授業は知的で面白いと思いますか？

37件の回答



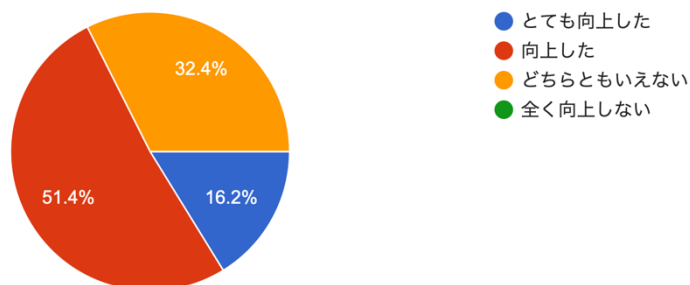
(2) 生成AIを活用した授業を通して、自分で主に学習に取り組む姿勢が身についたと感じますか？

37件の回答



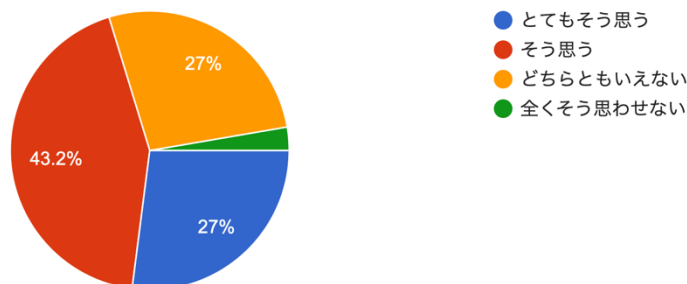
(5) 生成AIが提示する文章問題や画像読解など...より論理的に考える力が向上したと感じますか？」

37件の回答



(10) 生成AIが生成する問題は、面白く知的な問題で興味が湧きましたか？

37件の回答



11.最後に

今回は、第79回北海道算数数学教育研究大会の運営者並びに事務局の皆様にご発表者にご選んでいただき誠にありがとうございます。そして、分科領域発表で助言していただいた小樽水産高校の黄田教頭先生、知内高校石垣教頭に心から感謝いたします。また日頃から勤務校学校長である大谷健介氏、そして数実研の会員である皆様にご指導のおかげでAIと数学を組み合わせた授業をたくさん実践することができました。今後ともご教授賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。本日の数実研の講演、レポート発表、懇親会が楽しみです。

以上で、研究発表資料を終わります。ご拝読ありがとうございます。

12.参考文献・引用

ICTonline「AIの登場で学び意味を伝えることがより重要にー堀田龍也氏インタビュー」のオンライン記事(2023年8月21日)初出:2023年7月18日発行「日経パソコン 教育とICT No.25」/S-TEAM教育推進事業「STEAM」推進プロジェクト 探究学習推進事業 令和5年度(2023年度)授業改善セミナー(数学)特別企画演題「探究的な学習の一層の充実に向けて～日々の授業で生徒が数学を探究するには～」(文部科学省初等中等教育局教育課程課調査官国立教育政策研究所教育課程研究センター教育課程調査官 小林 廉氏)