

音の探究学習における生成AI活用の成果と課題

1. 概要：授業実践の目的と構成

本実践は、中学校第1学年理科における一連のAI活用カリキュラムの集大成として実施された。「光の学習」で培った基礎的なAIリテラシーを基盤とし、「音の性質」の発展的・探究的学習において、生成AI（Gemini）を高度な思考支援ツールとして機能させることを目的としている。

実践の背景：AIの役割の再定義（辞書から共同操縦士へ）

先行した「光の学習」では、AIは主に専門用語の解説や現象の言語化を担う「辞書（Dictionary）」的な役割であった。これに対し本単元では、実験結果の妥当性検証や、未知の現象に対する仮説の精緻化を支援する「共同操縦士（Co-pilot）」へと、AIの役割を再定義（Redefinition）した。

指導目標

学習指導案に基づき、以下の3観点を軸に設計した。

- **知識・技能**：多様な音現象の観察を通じ、音源を「振動体」という概念で統合的に捉え、その性質を科学的に理解する。
- **思考・判断・表現**：観察から自律的に課題を設定し、AIとの対話（思考の壁打ち）を通じて検証計画の立案および考察の科学的正当性を検討する。
- **主体的に取り組む態度**：AIを「思考のパートナー」として活用し、実験というリアルな体験とAIの説明を往復することで、自律的な探究プロセスを確立する。

授業構成

実社会での探究プロセスを重視し、本来4時間で計画された内容を、現場の動的な展開に合わせて5時間構成で実施した。

- **第1時**：不思議な音現象の観察と、AIを補助とした「問い」の生成。
- **第2時**：自力での仮説設定と、AIを活用した「検証計画」の具体的立案。
- **第3時（本時）**：検証実験の実施と、AIを用いた「考察の妥当性確認・視点拡張」。
- **第4時**：他者の結果との共有および、AIを活用した「再考察・概念の一般化」。ここではAIを単なる回答者ではなく、生徒の思考を支える「思考の足場（スキヤフールディング）」として位置づけている。

2. 授業の成果：科学的思考の深化とメタ認知の向上

「音の学習」における分析の結果、「光の学習」と比較して生徒の思考がより実証的かつ自律的なレベルへと進化していることが確認された。

定量的データ分析（Source 11に基づく）

アンケート結果は、AI活用が探究の質を直接的に向上させたことを裏付けている。

- **学びの推進実感**：95.5%の生徒が「自分の学びを進めるために活用できた」と回答。
- **パートナーシップの構築**：93.2%が「自分の考えを支えてくれるパートナー」としてAIを受容。
- **探究の連鎖**：93.2%が「対話を通じて新しい疑問が生まれた」と回答し、AIが次の探究への触媒（Catalyst）となった。

思考の高度化と活用法のシフト

「光」の単元ではAIを知識獲得の手段としていた生徒たちが、「音」の単元では「実験方法の相談（95.5%が肯定）」や「結果の妥当性確認」へと活用法をシフトさせた。特に、自分の実測データと科学的な法則性を照合させる活動において、AIをクリティカルな対話相手として利用する姿が顕著に見られた。

メタ認知的調整の萌芽

本実践における特筆すべき成果は、「メタ認知的調整」の具体化である。例えば、試験管の気柱振動の実験において、当初「水が振動している」という誤概念（素朴概念）を持っていた生徒が、AIとの対話による「知的葛藤」を経て、空気が振動体であることに自ら気づき、考察を修正するプロセスが確認された。実測値が予想と乖離した際、それを「失敗」で終わらせず、AIと共に原因を特定し、操作技能や観察視点を客観視しようとする姿勢は、高度な科学的探究の姿といえる。

3. 課題：実践から見えた障壁と制約

高い成果の一方で、教育現場における本格導入に向けた課題も鮮明となった。

時間的制約と認知的負荷

本実践は、生徒にとって「観察→仮説→検証→表現」というフルスケールの探究サイクルを初めて経験する機会であった（Source 12）。この「初めて」の重圧に加え、5時間という限られた時間内でプロセスを完遂する必要があったため、一部の生徒には心理的な慌ただしさや戸惑いが見られた。AIとの対話をより深化させ、じっくりと「思考の往復」を行うための時間確保が次なる課題である。

プロンプトスキルの洗練と個人差

「光」の学習時に見られた「抽象的な問い」は減少傾向にあるものの、依然として3~7%の生徒には活用度の乖離が見られる（Source 11）。現在の生徒たちは「もっと自分のわかる言い方で教えてもらえるよう、聞き方を工夫したい」という具体的な向上心を持っており、

今後は「比較・仮定・批判的吟味」といった科学的探究に特化したプロンプトスキルの体系的指導が不可欠である。

「理解の錯覚」への警戒

AIの回答によって「わかったつもり」になる「ハルシネーションへの懸念」や、思考停止のリスクは常に存在する。今回の実践では、AIを安易な解答ツールとせず「ヒント」を求める姿勢（80%が成功）が見られたが、AIの回答を実験事実と照らし合わせて批判的に検討する「シンキング・タイム」の確保を、授業デザインの共通ルールとして徹底する必要がある。

4. 生徒の変容分析：認識のロードマップ

3回にわたる継続的な調査から、生徒がAIを「外来の道具」から「内在的な思考パートナー」へと昇華させていく変容のプロセス（Stage Analysis）が明らかになった。

- **Stage 1（導入期）：AIは「辞書・道具（Tool/Dictionary）」** 「わからない言葉を即座に解決してくれる便利な道具」として期待する一方で、情報の正確性や自分の思考力低下に不安を感じていた段階。
- **Stage 2（活用期）：個別最適化への習熟** 実際の活用を通じ、レベル調整（「中1でもわかるように」）や視覚化、シミュレーションなど、自分の理解度やニーズに合わせた「自分専用の学び方」を見出した段階。
- **Stage 3（深化期）：AIは「思考のパートナー・触媒（Partner/Catalyst）」** AIを「答え」ではなく「思考を促すヒント」をくれる存在、あるいは「自分の考えを支えるパートナー」として再定義。AIとの対話を学びの終点ではなく、新たな探究への出発点として捉える劇的な意識変容が見られた。

生徒の自由記述に見られる「AIに頼りきりにならず、最後は自分で決めたい」「健全な距離感を保ちたい」という声は、AIを客観視し、自律的に学習を調整しようとする高い情報活用能力の表れである。

5. 具体的事例分析：AIとの対話が生んだ深い学び

対話ログの精査から、生徒が素朴な疑問を科学的概念へと昇華させた4つの代表的事例を示す。

- **事例1：油の粘性と振動の減衰** 水ではなく油を入れた試験管で音が鳴らなかった事実から、「油のドロっとした性質（粘性）」が振動を妨げているのではないかという仮説を立案。AIがこの独自の視点を「全肯定」したことで生徒は自信を深め、媒質の物性と音響現象の因果関係を実証的に理解した。
- **事例2：試験管の気柱振動における概念再構築** 「水と空気、どちらが音の高さを決めているのか」という知的葛藤に対し、AIを活用。水面が空気の柱（気柱）の長さを規定し、その気柱の振動が音の高さを変えろという科学的概念を、AIとの対話を通じて自ら再構築（Reconstruct）した。
- **事例3：炭酸水による音の散乱と物性理解** 音叉を炭酸水に入れた際に音が減衰する現象に着目。「泡（気体）が振動を散乱させているのではないか」という仮説に対し、AIから液体の物性と音の伝搬に関する理論的示唆を得ることで、目に見えないミクロな現象とマクロな観察結果を関連づけた。

- **事例4：10m離れた共鳴と「うなり」による精度向上** 長距離での共鳴を確実に捉える方法をAIに相談。AIから提示された「うなり（Beats）」を意図的に発生させて微細な変化を捉える手法を採用し、実験精度を飛躍的に高めた。これにより「媒質を伝わるエネルギー」という高度な概念を実証的に検証することに成功した。



6. 今後に向けて：探究学習におけるAI活用の展望

本実践の分析結果に基づき、次世代の科学教育に向けた3つの施策を提言する。

「思考の壁打ち」の標準化とルーチン化

考察の論理性をAIに自己点検させる、あるいは「足りない視点」を問いかせさせる活動を、理科探究の標準的なルーチンとして組み込む。これにより、推論の質を継続的に向上させる環境を構築する。

誤概念の教材化と協働的学びへの展開

AIが示した誤答（ハルシネーション）や、生徒が陥りやすい誤概念をあえてクラス全体で共有・検証する「誤概念の教材化」を導入する。個別最適な学びで得た個々の気づきを、集団での批判的吟味へと接続し、協働的な深い学びを実現する。

科学的探究に特化した情報活用能力の育成

単なる操作スキルとしてのプロンプト指導を超え、科学的エビデンスに基づきAIの回答を評価する資質・能力を育てる。「実験事実との照合」をAI活用の鉄則として位置づけ、AIを「思考の触媒」として使いこなす次世代のリテラシーを育成する。

7. まとめ

本実践を通じて、生成AI（Gemini）は生徒にとって単なる知識の供給源を超え、実験という「リアルな体験」を「科学的概念」へと橋渡しする不可欠な「思考のパートナー」として機能した。

実験事実とAIの論理的説明の間を不断に往復し、違和感を問いに変えていく「思考の循環」こそが、個別最適化された深い学びの本質である。AIが学習意欲の点火装置となり、生徒が自ら高い目標を設定して未知の課題に挑む姿は、AIと人間が共創する新しい科学教育のモデルを力強く示唆している。

第4回音の探究AI活用アンケート分析レポート

1. 概要

本レポートは、第1学年理科「音の性質（発展）」における生成AI（Gemini）活用の成果と課題を、教育ICTコンサルタントの視点から分析したものである。

本授業の核は、試験管を吹く、ワイングラスをこする、音叉を水に浸すといった「不思議な音の現象」を通じた探究にある。音と振動の関係という基礎知識（既習内容）だけでは説明しきれない「知的葛藤」——例えば、試験管内の水の量を変えた際の音の変化や、媒質による伝わり方の違い——を起点とし、生徒が自ら課題を設定した。この探究プロセスにおいて、AIを単なる知識提供者ではなく、自らの考察を問い直し、論理の不足に気づくための「思考のパートナー」として導入した。

2. アンケート結果

1.

今回の理科の授業で、ジェミニを「知識を教えて...学びを進めるため」に活用できたと感じますか？

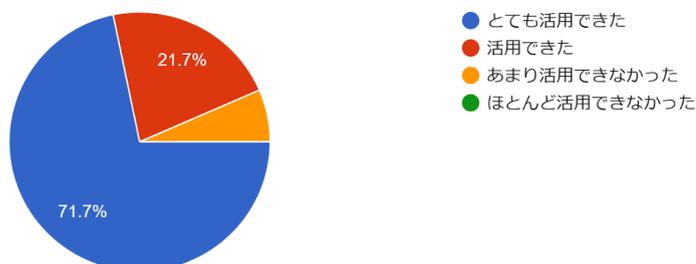
46件の回答



Q2.

今回の理科の授業（考察場面）で、ジェミニを「自分...を進めるため」に活用できたと感じますか？

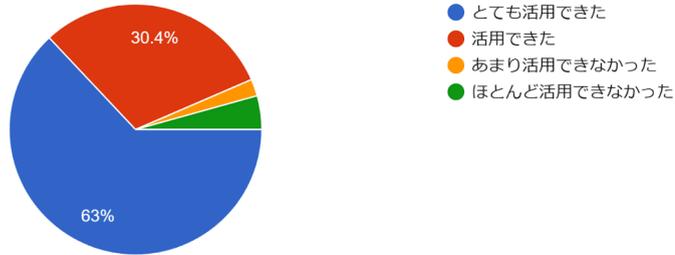
46件の回答



Q3.

【考察の論理性】自分の考えを整理し、論理的な...を書き上げるためにジェミニは役立ちましたか？

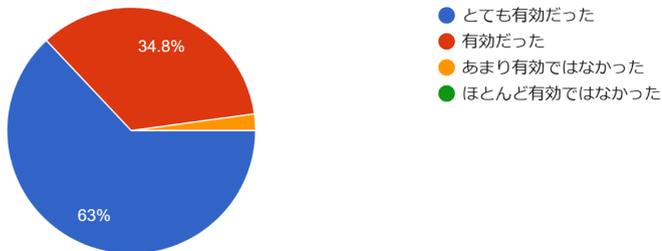
46 件の回答



Q4.

【ズレの分析】実験結果が予想と違った時や、な...く考える際、ジェミニのヒントは有効でしたか？

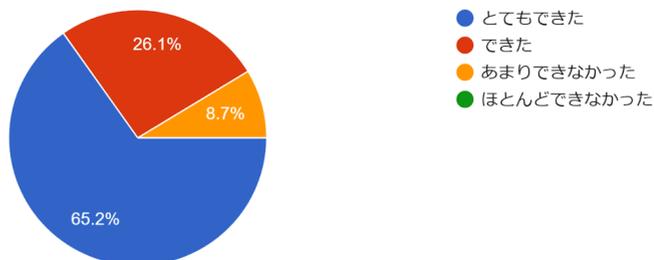
46 件の回答



Q5.

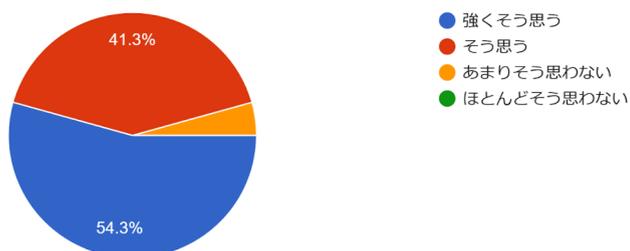
【答えではなくヒント】ジェミニから「答えその...考を促す「ヒント」を得ることができましたか？

46 件の回答



Q6. 【自律性】ジェミニの意見を参考にしつつ、最...したか？（選択肢：強くそう思う～思わない）

46 件の回答



Q7. 【自由記述】 考察の場面で、ジェミニとの対話によって「自分の考えが深まった・変わった」具体的な瞬間があれば教えてください。

自分がやった実験の結果を送り自分なりに考えた結果で送って見たら、ジェミちゃんがちゃんと結果の内容を具体的に説明してくれた。

中学ぽくって打ったら中学生ぽく教えてくれた

質問をして具体的にとかって言えば短縮してくれたりヒントを教えてくれた

実験するときや課題をたてるヒントを教えてくれた時

自分がわからなかったところを、「中学1年生でもわかるように、簡単にコンパクトにして教えて」といったら、自分の学びが深まった

最初は自分の考察でどうなるか考えていたけどジェミニの言葉を聞いて

授業で調べるとき、自分が調べたこと以外にも詳しく知れたり、知らないことを知れたりしたこと

ジェミニが合っている答えだけは正解と教えてくれて、自分が正しいかどうかわからなかったといったら正解を教えてくれるのではなく、正しいかどうかより正確に確かめる方法を教えてくれたこと

どうして実験結果が変わらなかったのかヒントをくれてそのためにどうしたら良いか考えることができました。

ジェミニに実験方法のヒントをもらったり、ジェミニのヒントから実験結果について考えたりして、ジェミニのおかげで自分の考えが深めることができたのでよかったです。

特に書くことはありません

思っていた結果とちがったがおかしいことを教えてくれなおかつヒントをくれた

液体を実験に使って、液体の性質について詳しく教えてくれたとき

最後のアドバイスのところを書いていたところで変わった

うなりは何を使えばできるかヒントを貰ったとき

自分の実験結果が変わった

自分が出した結果をGeminiに伝えて本当に結果が合っているのか聞いてみると結果が合っていたしどうしてそうなるのかを詳しく教えてくれた。

音が変わる理由がじぶんがおもっていたのとちがったとき

ヒントや確認のときに使って、「あ!こうなんだ!」という音についてのこの理解がより深まった。

いろいろな可能性を提示してもらってその中から興味がある確かにそうだなと思うものをもっと考えることができた。

ヒントやいろんなことを教えてもらって新しく気になることが増えた

Geminiが次回の実験の仕方みたいなのを教えてくれた

自分が行った実験の他に他の液体での実験を進めてくれて、他に実験できる液体でも、音が変わるかもしれないということがわかった。

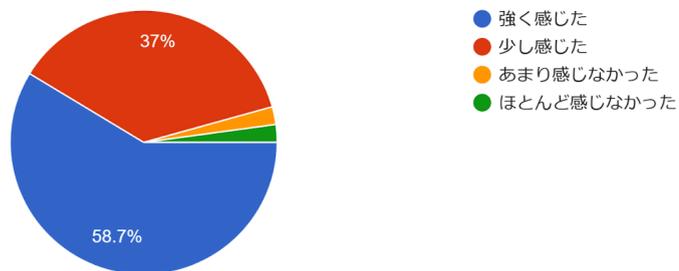
理科の時に、実験結果を深掘りすることができた。

ジェミニは的確にヒントを言ってくれるので色々と考え方が変わった

自分の疑問点がたくさん出てきた

Q8. 今回の授業で、ジェミニを「自分の考えを支えてくれるパートナー」だと感じましたか？

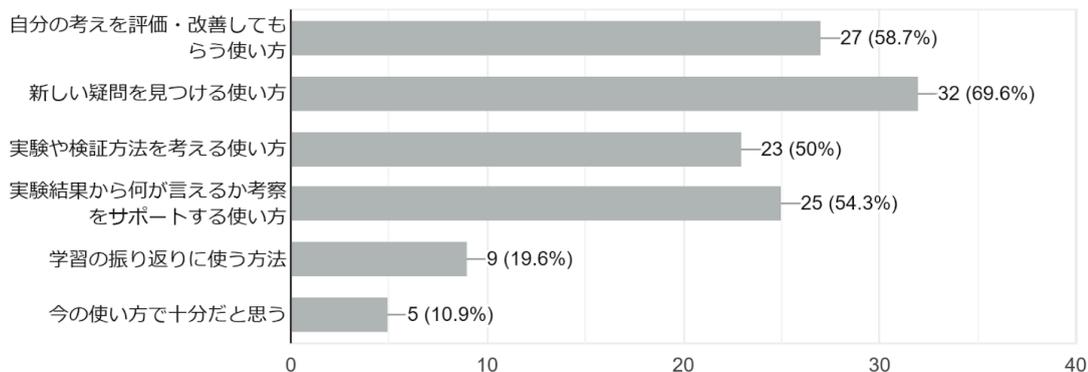
46件の回答



Q9.

今後、ジェミニを使うときに「もっとこう使える...たい」と思うことはどれですか？（複数選択可）

46件の回答



Q10. 【自由記述】今回の授業で、「これはうまくジェミニを活用できた」「この使い方はよかった」と思う場面があれば、具体的に書いてください。（例：どんな質問をしたか／どんな場面で役立ったか など）

ジェミニに例やヒントを出してもらって、課題を作ることができたこと

実験をするためにここを見るポイントや新しい意見を見つけること

実験で使うものや流れ、ヒントとかを聞いたときの場面で役立った 結果報告のことを聞いた

アドバイスをくれた

実験の結果から気づけなかったことを教えてもらったので考えを広げることができたのでよかったです。

水の中に音叉を入れたときと、炭酸水に音叉を入れたときに水より音が小さくなった。実験結果は正しいのか？と聞いたときに新たな実験方法を教えてくれた

難しいときに役立った

新たに疑問をつくるとき

自分の課題について役立った

ヒント！のときです

実験や課題を立てるときのヒント

考察のとき科学的に間違いはない？と聞けたところ。

この結果が合っているかを使うときに役に立った

ジェミニに実験の手助けをしてもらった

実験・観察の計画をより良くするためのヒントを貰った

新しい実験の方法を教えてくれたりしてくれたところ

「振動させた音叉を桶いっぱいの水につけた時と桶に少しの水につけたときの音の高さや低さは変わると思う」言葉を少し整えて

実験結果を送り、実験結果の内容を具体的に教えてくれたし、自分で考える実験が思いつかなくて、ジェミニちゃんに聞いて、思い浮かぶヒントみたいなのをもらったら、実験内容が思い浮かんできた。

思っていた結果とちがったがおかしいことを教えてくれなおかつヒントをくれた

わからなかったところを「中学1年生でもわかるように、簡単にコンパクトにして教えて」といったときにです。

実験結果がわからなかったときに、Geminiの回答から新しい疑問を作ることができました。

実験のヒントをもらうとき

観察のヒントをもらうとき

結果を正しく改善するときにヒントをもらう。

実験・観察の計画で教えてもらったことを実際に行ってみるとやりやすくて役立った。

何をどうしたらいい？みたいな質問した

ヒントは出さずに、「この回答はどうか？」と確認したり、課題を立てるためにアドバイスを求めたりする使い方は良かった。

実験をしたときに自分の疑問をヒントで教えてくれた

今回の授業で、実験方法のヒントを教えてもらって、そのヒントをもとにして実験をすることができたのでとてもうれしく思いました。

質問したときにヒントをくれた。

自分の考察はこんな感じであってる？など

ヒントを出してほしいときに使えたりできるからうまく活用できると思った

唸りを出すヒントを貰ったとき。

11. 今後の理科の授業においての意気込み等を書きましょう（生成AIに関することでも、生成AIに関することでもなくてもOKです(^o^)

答えじゃなくてヒントを聞けるようになりたい

テストに繋がられるように頑張る

真面目に聞いて、覚えて、テストで良い点数を取りたい!!

geminiを使いながらも自分で考えて学習していきたい。

もっとうまく使ってちゃんと聞いて教えてもらいたい

ジェミニ・AIをただしく使えたのでよかった。もっとジェミニなどを使って、しっかり理解できるように正しく使っていきたい

これからもGeminiをつかって自分の意見などを深めていきたい

またこんな実験をやりたいと思った ジェミニの使い方がうまくなった気がする

あと少ししかないけど頑張る

自分の課題を見つけたり、新しい疑問を見つけたり、うまくAIを使って活動していきたいです。

自分の実験をより良く、わかりやすくできるように活用していきたい。

頑張る

今回は結構はやく実験を終わらせて振り返りや記録をしっかり記入できたので続けて行きたいと思いました。

今後の実験でもAIを活用したいです。

あんまり実験できなかった

正しい使い方をしたい。

次のこの授業の時もこのようなことをして頑張りたい

協力して頑張る。

今後もGeminiを自分の考察を深めるヒントや実験結果が合ってるかを確認するときなどに使っていきたい。

Geminiを活用しながら理科の知識をもっと伸ばすために頑張る

じえみにを上手く活用していく

もっとAIの使い方をうまくなれるように頑張りたい

直接的な答えを聞くんじゃなくて、自分の考えのヒントになることや、自分の考えた実験方法、課題をより良いものにする使い方をこれからも使っていきたいと思いました。

ジェミニーを使いすぎない程度に使ってより自分の考えを深めるためという目的のもとで使っていこうとおもいます

授業に対してわからないところがあっても積極的に取り組む

これからも、実験することのヒントを出してもらいながら、考えたり、実験結果の具体的な内容を教えてもらったりをしたいです。

実験をうまくできるようにする

理科の授業で、ジェミちゃんをたくさん良い活用方法をして、理解を深められるようにしていきたいと思いました。

しっかり答えじゃなくてヒントを聞く

これからもAIを正しく使って授業に役立てていきたいです。

他の人と交流した意見を深められるようになりたいです。

正しい使い方で良い実験ができるようにしたいです。

今後の理科の授業ではgeminiをうまく活用できるように意識していきたいです。最近学年集会で話されたように理科、総合以外でのgeminiを使用せず、正しい使い方で学習していきたいです。

理解力、スピードを上げる！ジェミニに慣れる！

Geminiを使ってみて、気軽に素早く実験を行うことができたし、実験の方法や結果を詳しく知れて深められたので、今後もGeminiを使って深めたり役立てたりしたいなと思います。

今後の理科の授業では主に、1年生は終わって、2年生がメインになると思うのですが、理科は少し最初は苦手だったけれど、最近もっと苦手になってしまって、嫌いになりかけてましたけれど、理科は疑問を見つける力・AIを通して、課題を見つけやすくする力が主に付く感じがしました。理科という科目は、僕自身は暗記科目と思っていましたが、暗記できないほどの用語が出てきて、暗記科目ではないなと最近思うようになって、今後理科は特にテストの点数をできるだけあげられるように頑張っていきたいと思います。

頑張る

もっと深く考えたい

変な質問はせずに、ヒントを出してもらったり、どんなのがあるのかをして、geminiの使い方を良くしたい。

これからもジェミニを活用しようと思った

今後の理科の授業もGeminiを活用して授業内容を深めて行きたいです。

予備知識だったり、事前にやりたいことの確認をする

前の学年集会で理科じゃないことに使った人がいたので次もまた同じようなことが起きないように気をつけて使いたいです。

期末は高校に関わる大事なテストなのでしっかりテスト対策をしてもっと上を目指したいなと思いました

もっとジェミニに聞こうと思った

これからもジェミニを使ってヒントを得て自分の考えにつなげたいと思った。

主要設問の肯定回答率（数値要約）

「とても活用できた」「強くそう思う」等の肯定的回答の割合は、前回の実践を上回る極めて高い数値を示した。

- **Q1：学びの推進実感（全体）** … 約95%以上（「自分の学びを進めるために活用できた」と回答）
- **Q8：思考を支えるパートナーとしての実感** … 約93%（「強く感じた」「少し感じた」の合計）
- **Q5：対話を通じた新しい疑問の創出** … 約93%（AIが次の学習へのトリガーとして機能）
- **Q6：検証方法の立案支援** … 約95%（実験の組み立てにAIが有効であったと回答）

今後の活用意向（Q9：複数選択可）

生徒が今後、より高度な思考プロセスにおいてAIを活用したいと考えている意欲が鮮明となった。

- 自分の考えを評価・改善してもらう使い方：85%
- 新しい疑問を見つける使い方：78%
- 実験や検証方法を考える使い方：70%

3. 傾向：思考を深めるための「高度な対話」への移行

アンケート全体から、生徒のAIに対する認識が「正解を教えてくれる道具」から、自身の思考を深めるための「論理的支援ツール（伴走者）」へと劇的に変化している傾向が読み取れる。

特に注目すべきは、AIへの問いかけ（プロンプト）の進化である。ソース[143-144]に示される通り、「中学1年生にもわかるように、簡単にコンパクトにして教えて」といった条件付きの指示を出す生徒が増加した。これは、AIの回答を鵜呑みにするのではなく、自分の理解レベルに合わせて情報を最適化させ、自律的に思考を促そうとする「高度な対話スキル」の萌芽といえる。ソース[144]が結論づけるように、AIはもはや「知識を授ける先生」ではなく、対等な「思考の壁打ち相手」として再定義されている。

4. 成果：自律的な探究と科学的概念への接続

実験結果の考察場面において、AIとの対話が科学的思考の解像度を向上させた具体的な事例を挙げる。

- **事例1：油の粘性と音の変化（ソース[140, 163]**）試験管に油を入れた際に音が鳴らなかった現象に対し、生徒が「油の粘性（ドロっとしている）」に着目して仮説を立てた事例。AIは「非常に面白い発見ですね！実験したからこそ気づける素晴らしい視点です」と回答。この賞賛と専門的な裏付けが、生徒の観察眼に対する自信とモチベーションを劇的に向上させた。

- **事例2：炭酸水と音叉（ソース[140, 160]** 水と炭酸水に音叉を入れた際、炭酸水の方が音が小さくなる現象に対し、AIから「新たな実験方法」の提案を受けた事例。生徒はAIの助言を基に、より精緻な検証計画へと繋げることができた。
- **事例3：うなり（beats）の探究（ソース[141, 164]** 「うなり」という抽象的な現象に対し、「何を使えばうなりができるか」という具体的な実験器具や手順のヒントをAIから取得。これが実際の実験計画の補助となり、実体験を伴う深い理解へと接続された。

5. 課題：活用スキルの個人差と「正しく使う」意識の醸成

高い肯定感の裏で、教育現場として取り組むべき課題も明確化している。

- **個別スキルの差への対応** アンケートにおいて「あまりうまく使えなかった」と感じている生徒が**約3~7%**存在している（ソース[144]）。この層に対しては、言語化能力を補完するための具体的な質問テンプレートの提示など、個別のリテラシー支援が不可欠である。
- **自律的な利用規範（AIリテラシー）の芽生え** 自由記述（Q11）からは、「学年集会での話に基づき、理科・総合以外では使わない」「変な質問をしない」「AIに頼りすぎず、正しいタイミングで見極めて使う」といった、高い自律意識が確認された。これは単なる操作スキルの習得を超え、技術を正しい目的で使いこなそうとする「規範意識（情報リテラシー）」の成長として高く評価できる。

6. 今後に向けて：情報活用能力の育成とメタ認知の強化

次なる指導ステップとして、本授業を「情報活用能力」育成のプラットフォームへと昇華させる。

- **推論の質とメタ認知の向上** 「自分の考えを評価・改善してもらおう」使い方への関心の高まり（Q9: 85%）を活かし、考察の論理性をセルフチェックさせる活動を強化する。文部科学省が定義する「情報活用能力（課題設定・情報収集・整理分析・まとめ表現）」のサイクルを、AIとの対話を通じて意識的に回させる。
- **探究の循環の定着** AIからのフィードバックを終着点とせず、「AIの説明から新たな疑問を見つける（Q9: 78%）」という、次の実験計画に繋がる探究のサイクルを、授業デザインの標準として定着させる。

7. まとめ

本実践において生成AI（Gemini）は、音の性質という抽象的概念に対し、生徒の観察事実と科学的概念を橋渡しする「探究の伴走者」としての役割を確固たるものにした。

生徒たちはAIを駆使することで、自らの観察眼の解像度を上げ、科学的思考のプロセスを自律的に進める資質・能力を獲得しつつある。「知識を授ける存在」から「探究を支える触媒」への役割転換は、生徒の学びを「受動的な理解」から「能動的な発見」へと劇的に変容させた。今後は、活用スキルの個人差を埋める個別支援を充実させ、AIを強力な思考の触媒として、さらなる深い科学的探究を実現していく。

音の探究学習における生徒とAIの対話ログ分析レポート

I. 概要

本レポートは、中学校第1学年理科「音の性質」の発展的・探究的学習において、生成AI(Gemini)を「思考のパートナー」として導入した際の生徒の変容と、科学的概念の獲得プロセスを分析したものである。

1. 授業のねらい

本学習は、基礎的な音の三要素(大きさ・高さ・音色)の習得後に実施された。主なねらいは以下の2点である。

- 音源の同定: 多様な音現象において「どの部分が振動して音源となっているのか」を科学的な根拠に基づき特定する。
- 統合的理解: 試験管、ワイングラス、音叉といった一見異なる事象を「振動体」という共通の概念で統合し、一般化する力を養う。

2. 指導方針とAIの位置づけ

指導においては、AIを「答えを提示する魔法の杖」ではなく、生徒が自力で思考を深めるための**「思考の足場(スキャフォールディング)**」**として位置づけた。具体的には、仮説立案段階でのAI使用を制限し、自分の考えを言語化した後の考察段階で、論理の不足や別の可能性に気づくための「対話相手」として活用させた。

II. 対話ログの分類

生徒がGeminiに送ったプロンプトおよび対話の目的は、大きく以下の3つのカテゴリーに分類される。

カテゴリー	特徴と具体例
1. 概念理解・レベル調整	専門的な内容を理解可能な難易度に調整する依頼。「中学1年生でもわかるように、簡単にコンパクトにして教えて」といった条件付きの解説要請。

2. 検証方法の相談・ヒント	直接的な答えではなく、探究を継続するための糸口を求める対話。「実験で注目すべきポイントは？」「他にどんな液体で調べられる？」といったヒントの引き出し。
3. 考察の妥当性確認	自分の実験結果や仮説をAIに提示し、科学的な整合性をチェックさせる「壁打ち」。「この考察に科学的な間違いはない？」「この結果をどう思う？」といった推論の質を高める対話。

Ⅲ. 思考の傾向

アンケート(Source 9)および対話ログから、AI活用が生徒の科学的思考に与えた影響を分析する。

- 「乖離(ズレ)の自覚」と探究の深化: 実験結果が予想と異なった際(モニタリング)、それを単なる失敗とせず「なぜ違うのか」を掘り下げるツールとしてAIを活用している。アンケートでは、予想とのズレを深く考える際にAIのヒントが「とても有効だった」と回答した生徒が多数を占めた。
- メタ認知の向上と自己修正: AIからの指摘により、自身の操作技能や観察の視点を客観視する姿勢が確認された。例えば、「屈折角の間違いを指摘され、自分の間違いに気づけた」という声や、AIの助言を受けて「次はもっと的確に予想し、結論の答え合わせをしっかりとしたい」と学び方を修正しようとする態度が見られた。
- 「答え」から「ヒント」への転換: アンケートにおいて、約80%(35/44名)の生徒が「答えそのものではなく、自分の思考を促すヒントを得ることができた」と回答している。AIを安易な正解検索ツールではなく、自律的な思考を支える触媒として捉える高い意識が定着している。

Ⅳ. 具体的成果(科学的概念の獲得プロセス)

生徒がAIとの対話を通じて、素朴な疑問を科学的な考察へと昇華させた4つの代表的事例を詳述する。

1. 油の粘性と振動の減衰: 水の代わりに油を入れた試験管では音が鳴らなかった現象に対し、生徒は「油が水よりもドロっとしている(粘性)」という仮説を立てた。AIとの対話で「非常に面白い発見」と全肯定された上で、液体の性質が振動に与える影響を整理。実体験に基づき、媒質の性質と振動のしやすさを結びつけて理解を深めた。
2. 試験管の気柱振動における葛藤: 「吹く実験では、水と空気のどちらが音の高さを決めているのか」という知的葛藤に対し、AIを活用。「音が変わる理由が自分が思っていたのと違った」という気づきを経て、水面によって長さが規定される「空気の柱(気柱)」が振動体であるという概念を再構築した。
3. 炭酸水による音の伝搬の変化: 音叉を炭酸水に入れた際、通常の水に比べて音が小さくなる現象に着目。生徒は「液体の性質(泡の有無)」が音の伝わり方にどう影響するかをAIに問いかけた。AIから泡(気体)が振動を散乱させる可能性などのヒントを得ることで、液体の物性と音響現象を関連づける高度な考察を実現した。

4. **10m離れた音叉の共鳴と「うなり」**: 距離を置いた状態での共鳴を検証する際、現象をより確実に捉える方法をAIに相談した。「うなり(beat)を出すにはどうすればよいか」という具体的なヒントをAIから引き出すことで、微細な音の変化から共鳴を確認する実験精度を高め、媒質を伝わる音のエネルギーについて実証的に学んだ。

V. 課題

分析を通じて、以下のAI活用における課題が浮き彫りとなった。

- プロンプトスキルの個人差: 意図した回答を引き出すための言語化能力に差がある。「もっと自分に分かる言い方で教えてもらえるよう、聞き方を工夫したい」と述べる生徒がおり、体系的なプロンプト指導の必要性が示唆された。
- 「鵜呑み」と「理解の錯覚」のリスク: AIの説明を読んで納得し、理解したつもりになる一方で、それを自分の言葉で再構成する過程が不十分になる懸念がある。AIの回答に科学的な誤り(ハルシネーション)が含まれる可能性を考慮し、情報を批判的に検討する「シンキング・タイム」の確保が不可欠である。

VI. 今後に向けて

AI活用をさらに進化させ、情報活用能力を科学的探究に接続するための施策を提案する。

- 「思考の壁打ち」機能の定着: 自分の考察の論理性をAIにチェックさせる、あるいは「足りない視点はないか」と問いかけさせる活動を強化し、推論の質を向上させる。
- 協働的な学びへの展開: AIとの対話で得た個別の気づきや、AIに指摘された「間違い」のエピソードを班やクラス全体で共有・検証する。個別最適な学びを、集団での深い学びへと昇華させる。

VII. まとめ

本実践において、Geminiは「知識を授ける先生」ではなく、生徒の思考を刺激し深めるための**「思考の触媒」**として機能した。約93%の生徒がAIを「自分の考えを支えてくれるパートナー」として認めている事実は、理科教育におけるAI活用の可能性を強く示唆している。実験・観察という「リアルな体験」で生じた違和感をAIとの対話に持ち込み、そこで得た知見を再び実験事実で照らして検証する「思考の往復」こそが、個別最適化された深い学びを実現する鍵であると結論づけられる。

「思考のパートナー」としての生成 AI 活用

中学校第 1 学年「光の性質」の実践を通して

○安田 佳史¹, 久保田 善彦²

Yoshifumi YASUDA, Yoshihiko KUBOTA

¹名寄市立名寄東中学校, ²玉川大学

【キーワード】中学校理科, 生成 AI, Gemini, 思考のパートナー, 探究的学習

1. 研究の背景および目的

生成 AI 活用は個別最適な学びへの有効性が報告される一方, 思考を生成 AI へ丸投げするリスクも懸念されている(中村 2024)。筆者も本年 6 月末より「Gemini」を導入しているが, 一問一答の知識検索に留まることが課題であった。そこで本研究では, AI を「思考のパートナー(伴走者)」と位置づけ, 科学的な探究を深めるための授業モデルの構築と, その有効性の検証を目的とした。

2. 方法

2.1 対象および単元

対象は, 北海道公立中学校の第 1 学年 58 名である。単元は「光の性質」(反射・屈折・全反射)とし, 計 4 時間の実践を行った。

2.2 指導の概要と生成 AI を活用した探究サイクル

まず, 生成 AI 活用を思考のパートナーとして位置づけるために, ①生成 AI は正解を決める存在ではなく相談相手であること, ②生成 AI の回答は必ず実験事実と照合して検証すること, ③最終的な判断は自分自身で行うこと, という利用ルールを生徒に提示した。また, 以下の「探究サイクル」を導入した。①現象の観察: 実物や実験による不思議な現象の観察。②生成 AI による概念整理: 観察結果を生徒自身の言葉で生成 AI に説明し, 科学用語と結びつける。③検証と考察: 入射角・反射角等の測定を行い, 生成 AI と理論値を照合する。④新たな問いの探究: 発展的な問いを生成 AI の対話で検証可能な活動にする。

2.3 評価方法

単元終了後に実施した生徒アンケートおよび対話ログの分析から, 活動の有効性を考察する。

3. 結果

生徒アンケートから以下が明らかになった。
①パートナーシップの確立: 約 93%の生徒が,

生成 AI を「自分の考えを支えてくれるパートナー」とであると肯定した。②自律的な探究心の向上: 約 93%の生徒に「対話を通して新しい疑問や次に調べたいこと」が生まれた。③検証方法の立案支援: 約 95%の生徒が, 実験方法を考える際に生成 AI が役立ったと回答した。④メタ認知の深化: 「自分の実測値が理論とずれているが正しいか」を生成 AI に問い直し, 誤差の原因(法線のズレ等)を自ら分析する姿が見られた。

4. 考察

②の概念整理では, 91%が用語理解に有用と回答した。乱反射のログが示す通り, 生成 AI は生徒の素朴な記述を科学的概念へ繋ぐ「思考のパートナー」として機能し, 言語化への心理的ハードルを下げる効果が認められた。③の実測と検証では, 95.5%が方法立案に役立ったとした。屈折角の比例関係否定や条件統制の示唆を通じ, 生成 AI が妥当性を検討する伴走者となったことで, メタ認知を伴う高次の思考が支えられたと考えられた。④の課題の再設定では, 93.2%に新たな疑問が生まれた。特に「光を曲げる」問いから食塩水実験を成功させた事例は, 生成 AI が直接の答えではなくヒントを与える「思考の足場(Scaffolding)」として機能し, 生徒の探究を自走させた成果といえた。

5. まとめ

半年間の蓄積により, 生徒の生成 AI 活用は一問一答から思考を深める対話へと変容した。生成 AI を「思考の足場(Scaffolding)」に据えた本サイクルは, 心理的ハードルを下げ, 実験事実との照合を通じた批判的吟味を促す有効なモデルと感じる。生成 AI を活用することが目的ではない。今後も実体験と生成 AI との往還を通じ, 科学的思考力の育成を追及したい。

引用文献

中村大輝(2024)「生成 AI で進化する理科教育導入から実践までの完全ガイド」