

研究課題	生成 AI との伴走が学びの解像度を高めることを明らかにする
副題	～ 1 杯の珈琲で世の中の体温を上げることができるような持続可能な社会の創り手を育む教科生物の実践～
キーワード	生成 AI PBL 体験活動
学校/団体名	公立滋賀県立河瀬中学校・高等学校
所在地	〒522-0223 滋賀県彦根市川瀬馬場町975
ホームページ	http://www.kawase-h.shiga-ec.ed.jp/

1. 研究の背景

現代の教育現場は、知識や技能の習得だけでなく、自ら課題を発見し解決する力を育むことが求められている。特に、複雑で不確実性の高い課題に対し、自律的にアプローチできる能力が重要となっている。しかし、現状の教育は、系統主義的なカリキュラムによる知識伝達型教育と、体験主義的な問題解決型教育との間で揺れ動いているのが実情である。

John Dewey は著書『Experience and Education (経験と教育)』(1938) で、体験主義的教育の重要性を強調した¹。一方、Jerome Bruner は『The Process of Education (教育の過程)』(1960) において、系統的な知識の重要性を指摘した²。文部科学省の『GIGA スクール構想の実現に向けた取り組みについて』(2021)³や OECD の『生成 AI 時代の教育に関する国際的動向』(2023)⁴でも、情報活用能力の重要性と AI 技術を活用した新たな学習の可能性が示されている。

2. 研究の目的

本研究は、上記の背景を踏まえ、高校 2 年生の生物選択者を主な対象としつつ、高校 1 年生全体にも波及させることを視野に入れて実施した。生成 AI を教育活動の中で日常的に活用し、生徒が体験的に得た感覚や直観的な気づきを系統的かつ深い学びへと昇華させる新たな教育手法を開発・検証することを目的とする。具体的には、生態系保全や持続可能性など複雑で解決が容易でない問題に対して、生徒が体験活動を通じて得た直感的理解を生成 AI との対話によって理論的に掘り下げていくことを目指している。これにより、生徒が自己の学びを客観視・言語化し、「1 杯の珈琲」が象徴する持続可能な社会の実現に主体的に関与する力を育むことを目標としている。

3. 研究の経過

本研究では、生成 AI を活用した体験型学習を通じて、生徒の学びの解像度を向上させることを目的とし、以下のようなステップで研究を進めた。前半(6月～9月)では、生徒が個々の体験を通じて感覚的な理解を深めることに重点を置き、後半(11月～2月)では、体験した内容をより広い視点で整理し、多角的な理解を促進することを目指した。主な体験活動とねらいを示す。

前半		基礎体験と直感的理解の深化
日時	概要	詳細やねらい
2024年6月	珈琲ワーク	遺伝的浮動など進化のコンテンツで珈琲を取り扱い、目の前の一

	ショップ1	粒の珈琲豆が辿ってきた背景を想像する。
2024年7月	多賀フィールドワーク	里山を歩き、自然環境や地域の生物多様性を五感で直接感じ取る。地域振興の一環として「まちのコイン"ビワコ"」を活用したスタンプリングを実施し、社会参画意識を高める。生成AIを活用し、体験を系統的知識と結びつける。養蜂場を訪れ、社会的昆虫についても学習し、教科内容の深化を図る。
2024年8月	木工ワークショップ	様々な樹木を用いた珈琲計量スプーン作りを通じ、樹木ごとの触覚・嗅覚的差異を感覚的に体験する。生成AIとの対話を通じて、それらの感覚を言語化し、生物学的な特徴や役割への理解を深める。
2024年9月	造形ワークショップ	プラモデルを教材として使用し、創造性と科学的な分類方法を結びつけることを目的とする。生成AIとの対話を通じ、プラモデル制作に隠された複雑な要素や曖昧さを言語化・整理し、深い科学的理解と創造的な思考を養う。
後半		体験の統合と多角的思考の促進
2024年11月	ラコリーナ近江八幡フィールドワーク	企業施設訪問を通して、生徒が持続可能な社会の実現に向けた生態系保全や地域経済を実際に体験し、企業の実践を理解する。生成AIとの対話を通じて、生徒自身が体験を深め、多面的な視点で理解を整理する。
2024年11月	カーボンフットプリントゲーム	地元のスーパーで、生徒がカーボンフットプリントを考慮しながら食材選びを行い、調理活動を実施する。生成AIと設定した複数の視点からの議論を行い、二項対立を超えた複眼的・多角的思考力を養う。
2024年12月	政所茶ワークショップ	お茶の味の違いについて政所茶をテーマに、生徒が地域の伝統産業と自然環境との関わりを体験的に学ぶ。生成AIを活用し、体験を学術的視点で言語化・整理することで、地域の伝統文化と持続可能性についての理解を促進する。
2025年2月	珈琲ワークショップ	1年間の総括として、体験した科学的内容や社会的テーマを生成AIで理論的に整理し、学問的知識や感情的体験を定着させ、生徒が自己の学習を客観視して深化させることをねらいとする。

以上の活動を通じて、生徒は体験を通じた学びを単なる感覚的なものにとどめず、生成AIの活用によって言語化・理論化し、知識を統合的に理解することができた。

4. 代表的な実践

事例 1: 珈琲計量スプーン作り (機微や感情からの解像度アップ)

単元: 生物 (バイオーム、生態系)

本活動では、生徒が地域の森林資源を活用し、様々な樹木を素材として珈琲計量スプーンを制作するプロジェクト型の体験活動を実施した。導入段階では、生徒が木材の視覚的・触覚的・嗅覚的な特性を感じ取り、自分の感覚を豊かにすることを目的とした。具体的には、ヒノキやサクラ、クスノキなど異なる種類の木材を用意し、それぞれの木目の美しさや質感の違いを五感で捉えることを促した。

【活動の進行】

1. 木材の選択・加工 (一次体験)

- 生徒は複数の木材から好きなものを選び、スプーンの形に削り出す作業を行う。
- 木目の違い、匂い、硬さ、削った時の手触りなど、樹種ごとの特徴を五感で体験する。

2. 生成 AI との対話 (感覚の言語化)

- 「サクラの木は甘い匂いがするが、なぜ？」という生徒の疑問に対し、生成 AI が「特定の昆虫を引き寄せるフェロモン的一种が含まれている可能性がある」と返答。
- 生徒が「ヒノキの香りが独特だが、何か理由があるのか？」と質問すると、AI は「抗菌・防虫作用のためにフィトンチッドという物質を含んでいる」と解説。
- 生徒は、体験した感覚を AI を通じて学術的な知識と結びつけることで、感覚を体系化するプロセスを体験。

3. 最終的なまとめ (視点の拡張)

- 生成 AI のフィードバックを元に、生徒はスプーン作りの感覚的な体験を生態系や人間との関わりの中で再解釈する。
- 「木の香りが心を落ち着かせる理由」「木材の種類による利用用途の違い」などについて、生徒自身が考察を加える。

この実践を通じて、生徒は単なる木工作業を超え、五感と学問的理解を接続する経験を積むことができた。

事例 2: プラモデルの分類 (曖昧な領域を評価基準に基づいて作り込む)

単元: 生物 (進化と系統)

この活動では、一般的な理科教育にありがちな「既存の生物を分類する作業」とどまらず、



写真 1 樹木について生成 AI と対話



写真 2 様々な木材を感じる生徒

生徒自身が「未知の生物」を分類することで科学的思考を深めることを目的とした。教材として用いたのは、生物とは無関係なプラモデルである。生徒たちはそれを「未来の未知の生物」と仮定し、既習の生物分類学の知識に基づいて系統分類を行い、自分たちでオリジナルの「未来生物図鑑」を作成した。



写真3 プラモデル分類図鑑

【活動の進行】

1. プラモデルの組み立て (仮説の構築)

- 生徒は自由にプラモデルを組み立て、外見や構造から「どのような進化過程を経てきた生物なのか」を仮説立てる。
- 例:「この生物は昆虫の仲間のようなだが、節足動物の特徴が明確に揃っていない」

2. 生成AIとの対話 (分類の精査)

- 生徒がAIに「この生物は節足動物か？」と質問。
- AIは「外骨格・関節構造・体節があるかどうかをチェックすると良い」とアドバイス。
- 生徒はAIの提案を元に、自分たちの分類基準を見直し、科学的根拠を強化。

3. 未来生物図鑑の作成 (総合的な考察)

- 各グループが自分たちの分類基準を整理し、未来の進化系統図を作成。
- 生成AIのフィードバックを元に、**分類基準の一貫性をチェック**し、図鑑を完成させる。

この活動では、「生物分類の曖昧さ」と向き合うことで、柔軟な思考力と論理的な推論力を養うことができた。

事例3: カーボンフットプリントゲーム (広義のシチュエーション作りと多角的議論)

単元: 生物 (生態系と環境問題)

本活動では、滋賀県を拠点とする地域密着型スーパーマーケット「平和堂ビバシティ彦根店」の協力を得て、生徒



写真4 プラモデルの分類作業



写真5 食材の点数を判定

がカーボンフットプリントを意識した食材選びを行い、限られた予算内で広義のシチューを作成する実践を行った。これは、単なる調理実習にとどまらず、持続可能な社会を意識した食生活の選択を促進する狙いがある。生徒たちは購入時に食材ごとのカーボンフットプリント（生産・流通・消費過程における CO₂排出量）を意識しながら予算内で食材を選択した。その後、グループごとにシチューを調理し、実食することで自身の選択がどのような味覚的・栄養的結果をもたらすかを体験した。

なお、ゲームルールの制定にあたっても生成 AI を活用した。

生成 AI を活用して作成したルール

制限

品数 10 品以内（平均点×10）かつ金額 5000 円以内

基本点

カーボンフットプリントスコア（35 点×最大 10 品 = 350 点満点：10 品未満の場合は平均点の 10 倍） 各食品のカーボンフットプリントに基づいて、スコアを決定します。以下のよう
に点数を割り振ります：

輸送距離

地元産（100km 以内）：+10 点

国内産（100km 以上 300km 未満）：+7 点

国内産（300km 以上）：+5 点

海外輸入品：0 点

生産方法

有機農法・自然栽培や飼育・有機 JAS 認証や JGAP といった持続可能性や動物福祉対応のもの・MSC 認証等の天然魚など：+10 点

通常栽培・従来農法・通常の畜産・ASC 認証養殖など：+7 点

工業的畜産・認証無し養殖：3 点

工場生産（添加物を多用した原材料不明確な食品など）：0 点

加工度

未加工（生野菜、生魚、生肉など）：+10 点

軽度加工（冷凍野菜、冷凍肉、缶詰、素材レトルトなど）：+7 点

高度加工（フリーズドライ、練り物、ソーセージ、調理済みレトルトなど）：+3 点

旬の食材の考慮 旬の食材を使用することで各食品毎にボーナス。

国内産で季節に合った食材：ボーナス+5 点

国内産で季節外れの食材：0 点

養殖・判断不能（肉類）・輸入品：0 点

ボーナス点：5 界説スコア

食材に 5 界全てがそろっている+50 点、4 界+30 点、3 界+20 点

【活動の進行】

1. カーボンフットプリントを考慮した買い物（持続可能な食選択）

- 生徒はスーパーマーケットで「環境負荷が少なく、栄養バランスを満たす食材」を選ぶ。
- 生成 AI を使って、食品のカーボンフットプリントや栄養価をリアルタイムで分析。

2. 調理と試食（実体験による学び）

- 各グループが選んだ食材を調理し、味や栄養バランスを確認。

3. AI との議論（多角的な意思決定）

- 生成 AI に設定された 5 つの人格（海外の若者活動家、企業経営者、地方政治家、環境研究者、平和堂担当者）が、買い物の選択を巡り多角的な意見を提示。
- 「安い輸入品 vs. 地元産食材」「環境負荷 vs. 経済性」など、トレードオフを考慮しながら議論を深める。

<実際に使用したプロンプトの反応（例）>

- 「安くて環境負荷の低い食材を選ぶと、美味しさや栄養バランスが犠牲になる気がする。安くて環境に良い輸入食材と、少し高いけど地元産の食材、どちらを選ぶべき？」

こうした生徒の問いかけに対して、AI 上の各人格が異なる立場や価値観を交えて意見を述べ、対話が進められた。例えば、海外の若者活動家は「地球全体で見れば輸入食材も悪くない選択肢」と発言し、環境研究者は「輸送距離だけでなく生産方法の違いに注目すべき」と専門的な観点を提供した。平和堂担当者からは「地域経済への貢献も健康と関連する」といった地域性の視点が加わった。地方政治家は「地元産業支援が重要だ」と強く主張し、一方で企業経営者は「持続可能な選択にはコストが伴う」と経済的視点を提供した。

この活動を通じて、生徒は **持続可能な食の選択が単なる「環境に良い・悪い」の二元論ではなく、社会的・経済的・倫理的な複雑さを伴う** ことを理解し、より多面的な視点で食の未来を考える力を養った。

5. 研究の成果

本研究では、生成 AI との伴走が学びの解像度を高めることを明らかにすることを主目的としたが、明確に確認することができた。後半の活動であった政所茶ワークショップについての分析を例に挙げる。

政所茶を題材とした生成 AI との対話を通じて、生徒がどのように知識を深め、科学的な思考を身につけるかを検証した。生徒と生成 AI の対話ログをすべて解析し、その結果、以下の 3 つの顕著な成果が得られた。

（1）思考の深化の観察

活動において、生徒は単なる知識の受動的な獲得にとどまらず、新しい発見、仮説構築、論理的推論、そして知識の統合というプロセスを経て、思考を段階的に深めていることが確認できた。

例えば、生徒は最初に政所茶と市販茶の違いに「アミノ酸の豊富さ」という漠然とした興味を抱き、その後、日光を遮る栽培法とカテキン生成量の関係に関する仮説を構築した。最終的に「日光を遮るとカテキンが少なくなり、炭素骨格と窒素の結合が促進されテアニンが生成される」という統合的で論理的な理解に至った。このように、知識を単に受動的に獲得するのではなく、新たな発見を起点として仮説を構築し、論理的に推論しながら理解を統合する主体的な思考プロセスが見られた。

(2) 生成 AI によるスキヤフォールディング効果

本研究における生成 AI の主な役割は、生徒の気づきをより深い思考へ導く「スキヤフォールディング」(足場掛け)として機能することであった。具体的には、生徒が漠然とした気づきを持った際に、AI が「日光を遮ることが、どのようなお茶の特徴に影響を及ぼすか」と具体的に問いかけることで、生徒の認識をより明確で詳細なレベルに誘導した。また、「日光の遮断によってなぜカテキンやテアニンの量が変化するのか?」という問いを通じて、生徒が自ら仮説を立て、論理的に思考を深めることを促した。こうした段階的な問いかけにより、生徒が能動的に探究活動を行い、科学的な思考を習慣づけることに貢献した。

(3) 言語表現の変化と概念の獲得

AI との対話を通じて、生徒の言語表現に明確な変化が観察された。活動の初期段階では「焙煎したから味が変わったのかな?」など、主観的かつ抽象的な表現が多かったが、AI との対話を経る中で、「焙煎によってカテキンが分解されるため味が変わる」という科学的かつ具体的な説明に変化した。また、生徒が「焙煎」という現象や「カテキン」「テアニン」といった専門用語を適切に使いこなせるようになったことから、AI との対話が概念理解を促進し、言語表現の解像度を高める効果があることが確認された。

(4) 政所茶を題材とした探究活動の教育的意義

今回の研究で政所茶を選定したことにより、生徒は地域特産物を科学的視点から分析する機会を得た。この題材は、生物学的な視点(光合成、アミノ酸生成、植物の防御機構など)を実社会と関連付けることで、地域理解と科学的知識の統合を可能にし、生徒がより主体的かつ文脈に根ざした探究を行う上で有効であることを示した。

(5) 授業アンケート

授業アンケート[授業デザインが優れており主体的に学習できた]の高校 2 年生生物選択者の結果を表 1 に示す。生成 AI 導入後の R6 で 100%が「そう思う」と回答し、導入前の R5 では 68%が同様の回答を示した。実施対象は異なるものの、同じ教育課程で同時期に実施されたため、この比較は有意であると考えられる。生成 AI の導入により、生徒の自律学習が顕著に促進されたことが示された。

また、これらの事例以外にも、授業の板書や資料が

表 1.授業アンケート

Q.主体的に学習できた。	R6 (%) (n=13)	R5 (%) (n=25)
そう思う	100	68
どちらかというと思う	0	32
どちらかというそうは思わない	0	0
そうは思わない	0	0

理解しにくかった際に、生成 AI に質問を投げかけ、自主的に学ぼうとする姿や、PBL において生成 AI を活用してブラッシュアップするための案を尋ねる様子も確認された。これにより、生成 AI は単に個別最適化のツールにとどまらず、教員の役割や働き方を改革し、教育全体の解像度向上に寄与するものであることが示された。

6. 今後の課題・展望

本研究では生成 AI との伴走が学びの解像度を高めることが明らかにされ、一杯の珈琲の背景に広がる様々な要因について探究の根を伸ばすような態度を育成することに寄与することが示唆された。しかし、新たな価値の創造や詳細で定量的な分析が行われるまでには至っていない。今後は、さらに広範な学習環境での応用を試み、実践的な教育モデルの確立を目指す。

7. おわりに

本研究を通じて、生成 AI との対話が学びの解像度を高め、思考の深化を促すことが明らかになった。

珈琲の一滴の薫りが部屋全体に広がるように、生成 AI との対話による学びは、単なる知識の獲得にとどまらず、個々の思考を刺激し、他者との対話を生み出す。その波紋はやがて、他の学びへとつながり、新たな探究心を呼び起こす。

これからの教育において、重要なのは「正解を知ること」ではなく、「自分なりの問いを立て、対話を通じて思考を深めること」である。生成 AI は、そのプロセスを支え、教師と生徒の双方に新たな学びの可能性をもたらすツールになり得る。

たった 1 杯の珈琲の背景には、数えきれない学びが潜んでいる。種から育ち、時間をかけて熟成し、焙煎によって香りを引き出され、丁寧に淹れられた一杯。そこには、科学の知見、歴史の積み重ね、そして文化の交わりが詰まっている。学びもまた、問いを立て、対話を重ね、思考を深めることで新たな世界へと広がっていく。どんな豆を選び、どんな温度で、どのように淹れていくのか。私たちは、未来の学びのために、この一杯をどう育てていくべきなのだろうか。

本助成が無ければ、このような研究を実施することは不可能でした。この場を借りて謝辞を申し上げます。

8. 参考文献

- [1] Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Macmillan.
- [2] Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- [3] 文部科学省 (2021) 『GIGA スクール構想の実現に向けた取り組みについて』
- [4] OECD (2023) 『生成 AI 時代の教育に関する国際的動向』