

研究課題	ELSI（倫理的・法的・社会的課題）を軸とした理数系生徒に対する探究学習教材の開発
副題	～生成 AI 時代に適応した学習課題のあり方とその評価方法の研究～
キーワード	ELSI、探究学習、生成 AI、自然科学
学校/団体名	京都府立西舞鶴高等学校
所在地	〒624-0841 京都府舞鶴市字引土 145
ホームページ	https://www.kyoto-be.ne.jp/nishimaizuru-hs/

1. 研究の背景

京都府立西舞鶴高等学校（以下、本校）の理数探究科ではこれまでに京都府の鳥であるオオミズナギドリの生態調査や夏期実習（京都大学と連携した環境調査）をそれぞれ 10 年以上継続しており、地域と連携した探究活動のレベルが着実に向上しつつある。また、本校スクール・ポリシーにおいて「科学、科学技術の進展が及ぼす影響を社会的、倫理的な側面から考える力の育成」を目指す方針も打ち出されたことも契機となり、数名の教員が断片的に前述の資質能力の向上を目指した授業や課題提示を行ってきた。しかし、教員集団としての体系的な指導には至っておらず、多くの生徒では科学や技術を社会的、倫理的な側面から見る力が十分育っていない状況である。現在は理数探究科の生徒に対して学習内容や探究活動の社会的、倫理的な意義を再考させ、真の主体性を育むための動機づけとなる授業や課題づくりの必要性が浮き彫りとなっていた。さらに、倫理的・法的・社会的課題（以下、ELSI）に関する学習や、課題作成時には生成 AI による対話が親和性の高いツールであると考えられる。そこで生徒が ELSI に関する課題に取り組む際に、効果的に生成 AI を利活用し、一層創造的で効果的な学習を行うことができるような環境を構築する必要があった。

2. 研究の目的

文理融合や学際的な研究活動の重要性が提言される中、生徒の主体性を重視しながら新しい学習のあり方を研究・実践していくことは、加速する科学技術や AI の進歩により急務となっている。一方で新たなツールや教育方法については、中心となる概念を設定し、教員・教員間、生徒・教員間で連携しながら着実に進めていく必要がある。本活動の研究的側面における仮説は「ELSI を意識した探究学習により、教科のつながりを感じることができ、かつ理数系の学習のモチベーションが向上する。」「ELSI に関する学習により、生成 AI の効果的な活用方法を身につけることができる。」の 2 つである。同時に、各教科の教員が ELSI に関連する学習課題を作成・提示することを通して、生成 AI を用いた課題作成や生徒の活用方法の研究を行うことで、新時代の学習の萌芽的な取組となる教育活動を創出することを目的とした。

3. 研究の経過

生徒・教員間での連絡調整には本校で日常的に利用している Microsoft Teams を用いた。また、生成 AI の使用について、未成年の場合は保護者の同意が必要など、慎重な使用が求められるた

め、使用については文部科学省の暫定ガイドラインなどを参考にすること、また東京大学 大学院工学系研究科 吉田墨氏により立ち上げられたポータルサイト「Manabi AI(まなびあい)」を用いて AI に関する知識を深めることを関係教員・生徒に周知した。

月	生徒の活動	教員の動き
4	<ul style="list-style-type: none"> ・ ELSI/生成 AI に関するアンケート調査 ・ 生成 AI についての生徒講習会 ・ ELSI の視点を踏まえた課題研究テーマ決定（理数探究科 2 年生） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトメンバー（教員）確定 ・ 申請内容の共有と役割分担調整 ・ 生成 AI についての教員講習会 ・ 評価ルーブリックの作成
5	<ul style="list-style-type: none"> ・ 京都府舞鶴市冠島オオミズナギドリ生態調査への参加生徒・教員決定と ELSI に関する学習会（希望者対象、外部講師による講演） ● 京都府舞鶴市冠島からの LIVE 配信（YouTube Live 使用） ・ 授業内での ELSI に関する学習課題への取り組み（生成 AI 不使用） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ LIVE 配信環境設定と広報 ・ 生成 AI の利用を見据えた ELSI に関する課題の作成検討（例：環境問題（再生可能エネルギーと鳥類保護）、自動運転技術、監視カメラとプライバシーなど）
6	● 評価のためのアンケート調査（生徒・教員）	
7	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各教科での ELSI に関連した学習課題の提示と実施（夏季休業中課題、必要に応じて生成 AI 使用） ・ 夏期実習（環境調査）の実施・データ分析・ELSI と関連した発表準備（理数探究科 1 年生 40 名、7～10 月） ・ 中学 3 年生対象「探究道場」で高校生講師を中心とした探究講座の実施 	
9	● ELSI に関する学習課題、生成 AI の利用に対するアンケート	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各教科での ELSI に関連した学習課題の評価 ● 教員への聞き取りによる省察
	・ 探究学習発表会および高校生講師を中心とした科学体験講座の企画会議	
10	<ul style="list-style-type: none"> ・ 夏期実習（環境調査）発表会の実施（発表者：理数探究科 1 年生 40 名、参加者：中学生 100 名程度） ・ 小学生を対象とした科学体験講座「西高サイエンス・デイ」実施（発表者 1，2 年生希望者、参加者 30 名程度） ● 評価のためのアンケート調査（参加者・高校生講師・教員） 	
11	<ul style="list-style-type: none"> ・ ELSI、生成 AI に関するルーブリックによる自己評価と見直し（生徒の振り返りアンケートなどから改善点を立案） 	
～	<ul style="list-style-type: none"> ・ ELSI 関連トピックのデータベース、生成 AI 活用のためのプロンプトデータベースの作成、近隣 SSH 校の発表会への参加、学会発表など 	
12	● 蓄積した形成的評価に関するデータ、アンケートなどを分析	
1	● 関係教職員、希望生徒による振り返り会議	

「ELSI について広く市民に伝える活動」

【概要】

中学生対象の「探究道場」で耐震構造についての工作と実験を通じた防災に関する課題意識を向上させる活動を、一般市民対象の「きょうと☆いきものフェス」や小学生対象の「西高サイエンス・デイ」で京都府の鳥であるオオミズナギドリについての発表とワークショップを行うことで、自然保護意識を向上させる活動を行った。（詳細は表2）

これらの活動は、高校生が講師となって実施し、対象は参加を希望した小中学生や京都府民の方々であった。高校生が講師となることで、自身の活動のメタ認知を行うことが可能となり、達成感も得られる活動となった。生成 AI を活用して企画・アイデア出しを行うよう指導した。

表 1：高校生講師による ELSI について広く市民に伝える活動

活動名	実施日	対象（人数）	高校生 講師	その他
探究道場	7月30日(火)、 31日(水)	地元中学3年生 (48名)	6名	本校主催
きょうと☆いきものフェス	9月28日(土)	一般市民(12名)	3名	京都府生物多様性センター主催
西校サイエンス・デイ	10月20日(日)	地元小学5、6年生 (16名)	12名	本校主催

【評価・分析方法】

ワークショップ参加者へのアンケート調査により、理解度や満足度を測定した。また、高校生講師による活動の振り返りシートとインタビューをもとに、自己評価と達成感を記録した。参加した高校生はイベントによって異なり（1～3年生3～12名）、日程の関係ですべての取組に参加した生徒はいなかったが、以下の分析では特に熱心に活動した3名の生徒を追跡した結果を用いた。

【結果と考察】

市民向けの活動を通じて、生徒は自身の知識を他者に伝える難しさを実感するとともに、次回の改善点を具体的に挙げる能力を育成した。生成 AI の活用による企画段階での工夫が、活動の質向上に寄与した。

小学生対象「西校サイエンス・デイ」実施後の小学生 16 名・保護者 15 名の感想（抜粋）

「高校生が教えてくれたおかげで楽しく学ぶことができた」、「冠島に行ってみたいと思った」、「もっと鳥のことを知りたいと思った。」、「保護者としてもとても良い勉強になった」

中学生対象の「探究道場」実施後の中学生 48 名、保護者 24 名の感想（抜粋）

「理数探究の体験授業が、とてもよかったです。高校生の進め方が上手で驚きました。」、「学力も大切ですが、社会で必要な力が学校生活の中で日々培われていることがよく伝わってきました。」、「全く知らない人とグループでしたが、高校生の支援もあり、非常に有意義な2時間だったと思います。」、「理数探究科の体験授業「探究道場」では、建物が高ければゆっくりとした揺れで揺れ、建物の高さが低ければ細かい揺れで揺れる、という、「固有振動数」について説明し

てくださり、また高いビルなどの上部におもりをぶら下げることで建物自体は揺れないという耐震構造も説明してくださり、とても興味を持ちました。」

高校生の活動の振り返りと ELSI に対する変容

高校生は、自分の中で理解していたつもり知識を他者に伝えることの難しさを実感した。「どう説明すれば理解してもらえるか」という視点を持つことで、自らの理解をさらに深める契機となったと多くの生徒が振り返っている。また、対象者の年齢や知識量に応じて説明を調整するスキルが重要であることを学んだ。また、生成 AI を活用してアイデア出しや計画作成を行ったことで、企画段階からスムーズに活動を進められた。特に「探究道場」では、アイスブレイクや想定質問を生成 AI を使って事前に準備、想定することで、中学生にとって分かりやすく、かつ興味深い内容を提供することができた。一方で、**時間配分や道具の準備に関する改善点を次回以降に活かしたいという声も挙がった**。アンケート調査や感想を通じて、参加者からポジティブなフィードバックを得たことで、高校生は大きな達成感を得ていた。振り返りシートには「参加者が楽しんでいる様子を見て、自分の説明が役立ったと実感できた」「自分がやり遂げたことで自信がついた」などの記述が見られた。一方で、「自分の説明が十分でなかった部分に気づいた」「深く質問される場面で困った」という反省も記されており、今後の活動に向けての具体的な改善案が挙げられている。

高校生がこれらの活動を振り返る中で、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）に対する理解や関心の変容も確認された。例えば、「社会的意義の自覚」として、自然保護活動や防災教育をテーマとしたイベントを通じて、科学技術が社会に与える影響を考えるきっかけが得られた。また、「きょうと☆いきものフェス」に参加した生徒は、オオミズナギドリの保護活動が地域社会や観光業、環境保全に与える多面的な意義を学び、「科学技術は自然や人間生活にどのように関与すべきか」という観点で考察を深めるようになった。図 2 に示したように、振り返りシートの記述でも冠島を中心として、社会や課題といったワードが共起することが見て取れた。

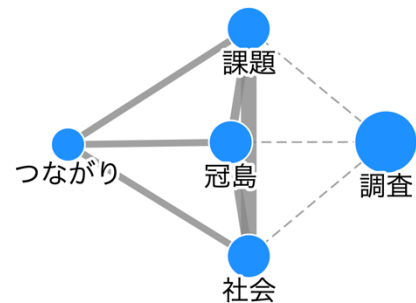


図 2 高校生による活動後の自由記述の共起ネットワークの一部

「生成 AI に対する視点の変化」として、生成 AI を活用することで、情報収集やアイデア出しが効率的になった一方で、生成された内容の精査が重要であることも認識した。振り返りシートには「AI の助けを借りて企画を立てたが、出力された案が本当に適切かどうかを自分たちで確認することが必要だった」との記載があり、科学技術の利用に伴う責任を意識するようになったと考えられる。

5. 研究の成果

本研究の最も顕著な成果は、ELSI を意識した探究活動が理数系学習への動機づけを大きく向上させた点である。従来の理数教育では、技術的・専門的な知識の習得に重点が置かれがちであったが、本実践を通じて生徒たちは科学技術の社会的意義や倫理的側面にも目を向けるようにな

り、より深い学びを実現することができた。

特筆すべきは、生成 AI の効果的活用により、生徒の思考が質的に深化したことである。AI との対話を通じて、生徒たちは自身の考えを客観的に見つめ直し、より論理的で多面的な考察を行うことができるようになった。また、教科横断的な学習アプローチにより、生徒たちは科学技術と社会の関係性について、より統合的な理解を示すようになった。

対外的な発表活動においても大きな成果が見られた。日本水産学会秋季大会での研究発表や、第 58 回全国野生生物保護活動発表大会での文部科学大臣賞受賞は、本実践の教育的効果を客観的に示す結果となった。特に、生徒たちのプレゼンテーション能力やコミュニケーション能力の向上は顕著であり、専門家や一般市民との対話を通じて、自らの研究の社会的意義をより深く理解することができた。

6. 今後の課題・展望

本研究を通じて明らかとなった課題として、まず ELSI に関する教員研修の体系化が挙げられる。個々の教員の理解度や指導方法にばらつきが見られることから、より組織的な研修体制の確立が必要である。また、生成 AI 活用の指導方法・評価方法についても、さらなる研究と実践の蓄積が求められる。特に、AI ツールの特性を活かしながら、生徒の主体的な思考を促す指導技術の確立は急務である。

今後は、他校との連携をより積極的に進め、実践事例の共有と発展を図っていく必要がある。また、カリキュラム・マネジメントにおいて ELSI の視点をより明確に位置づけ、持続的な教育実践の基盤を構築することが重要である。さらに、細分化された課題意識を教員も含めて深く理解し、コンフリクトや共生の観点からより深い議論を展開していくことが求められる。

7. おわりに

本研究実践は、理数教育における ELSI の重要性と、生成 AI を活用した新しい学習アプローチの可能性を示すものとなった。生徒たちは、科学技術の発展がもたらす社会的影響を多角的に考察する力を身につけ、より深い探究活動を展開することができた。特に、実地調査と理論的考察の往還、生成 AI を活用した思考の深化など、新しい学びの形を一定水準で確立できたことは大きな成果である。

本実践で得られた知見は、今後の理数教育のあり方に一つの示唆を与えるものであり、さらなる発展が期待される。今後も、持続可能な社会の構築に貢献できる人材の育成を目指し、実践研究を継続していきたい。最後に、本研究に御協力いただいた京都大学フィールド科学教育研究センターの皆様、福知山公立大学の先生方、助成をいただいたパナソニック教育財団の皆様に深く感謝申し上げます。

8. 参考文献

- ・吉田 壘 ”Manabi AI (B) 教育 × 生成 AI ポータルサイト”, (2024-12-07 確認)