

琉球大学学術リポジトリ

探究活動の初期段階における人工知能活用の可能性
—中高生の研究計画立案におけるChatGPTを用いた
壁打ち学習法の検討—

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2024-03-25 キーワード (Ja): 探究活動, STEAM教育, 情報工学, 教育工学, プロンプト キーワード (En): 作成者: 宮国, 泰史, 加藤, 司, 杉尾, 幸司 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24564/0002020204

探究活動の初期段階における人工知能活用の可能性

—中高生の研究計画立案におけるChatGPTを用いた壁打ち学習法の検討—

宮国 泰史¹・加藤 司²・杉尾 幸司²

The Potential of AI at the Beginning of Inquiry Activities: ChatGPT as a Brainstorming Tool in Research Design for Junior High School and High School Students

Yasushi MIYAGUNI¹, Tsukasa KATO², Koji SUGIO²

要 約

ChatGPTは、小中学校の「総合的な学習の時間」や高校の「総合的な探究の時間」における探究学習の支援ツールとして有用である可能性があるが、その具体的な活用方法についてはまだ手探りの状態が続いている。探究活動の場面においては、「専門家からの研究テーマや内容についてのアドバイス」を得たいという、生徒への指導に苦慮している教員からの要望や、「どのようなキーワードで情報を集めたらよいかわからない」といった、探究活動を始めたばかりで専門的な知識に乏しい生徒からの要望が多く聞かれる。そのため、本研究では、探究学習を進める教育現場の様々な課題についてChatGPTが支援ツールになりえるかを検討した。その結果、ChatGPTは研究テーマに対する疑似的な専門家としての立場からコメントを行ったり、研究テーマに関する検索キーワードを提案したりすることが可能であり、教育現場の課題について有用な支援ツールとなる可能性が示された。

キーワード：探究活動，STEAM教育，情報工学，教育工学，プロンプト

1. はじめに

高等学校における「総合的な学習の時間」は、新たな高等学校学習指導要領（平成30年告示）において、「総合的な探究の時間」という名称に改められた（文部科学省，2018）。そこでは、旧学習指導要領で行われていた教科などの枠組みを超えた課題の解決という点は堅持され、「探究の見方・考え方」の重視や、キャリア形成と関連付けた探究的な学びとして科目の改善が図られており、名称変更の背景には、探究的な学習活動の重視があるものと思われる（寺西ら，2022）。ここでの探究とは、日常生活や社会の中から、学習者自身が解決する課題を設定して解決していく学習活動を想定しており、高等学校の場合は、「総合的な探究の時間」を中心に行うことになる。

文部科学省は、探究的な学習の過程を問題解決的な学習が発展的に繰り返されていくものとして図1のように示している（文部科学省，2018）。

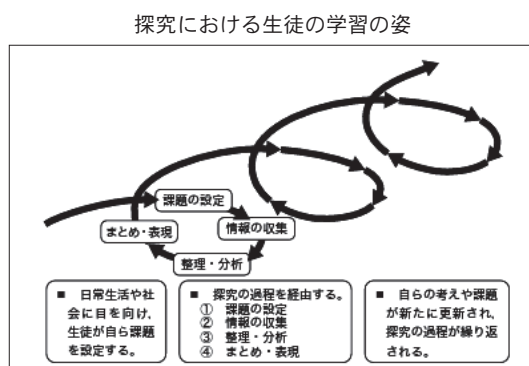


図1. 探究のサイクルのイメージ図（『高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説総合的な探究の時間編』p12を改変）。

¹ 琉球大学地域連携推進機構

² 琉球大学大学院教育学研究科

そこで示された探究の学習活動のサイクルは、①日常生活や社会に目を向けた時に湧き上がってくる疑問や関心に基づいて、自ら課題を見付け（課題の設定）、②そこにある具体的な問題について情報を収集し（情報の収集）、③その情報を整理・分析したり、知識や技能に結び付けたり、考えを出し合ったりしながら問題の解決に取り組み（整理・分析）、④明らかになった考えや意見などをまとめ・表現し、そこからまた新たな課題を見付け、更なる問題の解決を始める（まとめ・表現）、というものである。探究的な学びは、そのサイクルが1回限りで終わるものではない。上記の④に示されているように、直前の探究的な学びの活動のサイクルから、学習者がさらに深い新たな解決すべき問題を見つけて、より発展した次のサイクルが行われていく。このサイクルは、校種の枠を超えて小学校から大学、さらには社会においても繰り返される。そのために、学校教育に対しては発展的・反復的に繰り返される探究の基盤を育むことが求められている（寺西ら、2022）。

一方で、学校現場における探究活動の導入や「総合的な探究の時間」においては、多くの教師は生徒指導上の悩みを抱えている。教員の働き方改革を支援する株式会社トモノカイ（東京都渋谷区、<https://www.tomonokai-corp.com/>）が、「探究」の指導経験がある全国の高校教員301人を対象に行った「探究を教えていて感じる課題」に関する調査において、「探究」を教える際に感じる課題として「生徒からの質問に答えるために情報を調べる時間がない」と回答した割合が23%と最も多く、次いで22%が「生徒からの質問に答えるために大学の研究室などに問い合わせるネットワークがない」と回答していた。また「生徒からの質問に答える方法がわからない」が5%、「生徒からの質問の専門性が高く、答えられない知識がない」も3%いるなど、教員だけで生徒の質問に答えることに負担を感じる教員が多いことが示された（株式会社トモノカイ、2022）。このような「総合的な探究の時間」や学校教育下での探究活動実施における課題の解決策については、大学・企業等の教員や研究者等の専門家との連携が想定される（長坂ら、2014；鈴木、2021；宮国ら、2022）。実際、本稿著者の宮国や杉尾も参加する研修会等

において、STEAM教育や探究活動の推進のため著者らとも協力関係のあるスーパーサイエンスハイスクール指定校の教員現場教員や教育委員会からの要望として、「それぞれの専門家とコンタクトの取れる体制の構築」や「生徒の疑問や取り組みについて、専門家からのコメントや回答を得られるようなシステムの構築」のコメントが聞かれている。一方で、個々の生徒の探究分野や内容、段階は非常に多様であると想定され、全ての生徒の状況に対応した専門家による支援体制を構築するのは困難である。

近年、生成系AIの発展が急速に進んでおり、様々な課題や懸念はあるものの、教育の場面への普及が見込まれている（藤村、2023；平本ら、2023；倉次野ら、2023）。なかでも、ChatGPT（Generative Pre-trained Transformer、以下、ChatGPT）は、OpenAI社によって開発された自然言語処理モデルであり、ユーザーが入力したテキストの文脈について、2021年までに収集されたWEB上にある膨大なテキストデータを基に判断し、文章生成系AIとして文脈にあった回答テキストを予測することで、ユーザーへの回答や会話を行うなどインタラクティブな対話システムとして利用することができる。ChatGPTはWEB上のテキスト、電子書籍、ニュース記事など、さまざまなソースから収集されたテキストをもとに大規模なトレーニングデータセットを使用して学習がされており、情報の正確性や最新性についての懸念はあるものの、ある程度一般化した知識や学術研究領域においては、あらゆる分野におけるある程度の専門知識の集まった知識の集合体として扱うことが可能である。

したがって、ChatGPTとの適切な会話スキームを確立することが可能となれば、ChatGPTは、中学校や高等学校の探究活動の場面における現状のいくつかの課題の解決に有用な支援ツールになりえると思われる。しかしながら、ChatGPTの利用場面や、実際に使用する場合の会話スキーム・学習の手順等については、まだ手探りの状態が続いている（近藤ら、2023）。

そのため、本研究では、中学校や高等学校の教員や生徒が探究活動においてChatGPTを活用する場面を想定し、ChatGPTへの具体的な指示や

設定について検討を行った。その結果について報告する。

2. 研究方法

①作業ステップ

令和5年7月4日に通知された「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」においては、生成系AIの適切な活用の場面として「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」が挙げられている（文部科学省、2023年）。本研究では、これらの指針を考慮し、中学校や高等学校の探究活動においてChatGPTを活用しうる場面として、生徒らがある程度、探究したい内容や方向性を定めた状況下を想定し、そのうえで、生徒を指導する教員等からの要望の多いと思われる「専門家からの研究テーマや内容についてのアドバイスが欲しい（以下、課題①）」と、探究活動を始めたばかりで専門的な知識に乏しい生徒がつまづきやすいと思われる「どういったキーワードで情報を集めたらよいかわからない（以下、課題②）」について、ChatGPTを有用に活用する場合を想定し、教育学や情報教育の専門家との事前検討を行い、ChatGPTでの事前確認を行う際の適切な手順等について検討を行った。これらの検討の結果、以下の8つのステップを設定した。

- (1) ChatGPTのアカウントの事前準備
- (2) 研究概要説明文の事前用意
- (3) ChatGPTへの研究概要説明文の読み込ませ
- (4) ChatGPTを活用した研究分野の推定
- (5) ChatGPTの立場の設定
- (6) ChatGPTからの研究概要への質問およびコメントの引き出し
- (7) 各質問と関連した検索キーワードについてChatGPTからのコメントの引き出し
- (8) 生徒の情報検索作業

各ステップについては、以下に概要を述べる。

- (1) ChatGPTのアカウントの事前準備

本学習法を行うための事前の準備として、ChatGPTをWEB上で使用するためのOpenAIのアカウント作成を行うステップである。

(2) 研究概要説明文の事前用意

本学習法では、探究活動を行う場面で、学習者が現状でどのような研究を行いたいと思っているのかをChatGPTに提示するために、200~800字程度の研究概要説明文の用意を想定している。

(3) ChatGPTへの研究概要説明文の読み込ませ

用意した研究概要説明文をChatGPTに記憶させる作業である。ChatGPTへの作業指示の出し方によっては、次のステップと同時に行っても構わないが、本稿では独立した項目として提示する。

(4) ChatGPTを活用した研究分野の推定

本ステップより、ChatGPTの活用に入る。探究活動を行う中学生や高校生は、研究テーマによっては、専門的な知識が不足しており、自分の研究がどのような分野になるのか判断することも困難な場合がある。また、生徒を指導する教員も、生徒と同様であれば、生徒の行いたい研究がどのような分野になるのか判断することが困難である場合が想定される。そのため、ChatGPTに適切な指示を与えることによって、研究内容に適合した研究分野の推定を行う。

(5) ChatGPTの立場の設定

本ステップでは、(4)で取得した情報をもとに、ChatGPTの立場を設定する。通常、ChatGPTはWEB上の膨大な学習データをもとにした知識の集合体となっており、中立的な立場で回答する。そのため、ChatGPTから専門的なコメントを引き出そうとすると、よく知られている一般的な解答になることが多く、探究活動を行う生徒にとって有用な情報にならない可能性が高い。もし、高校等で探究活動を行う際に、専門分野を理解している研究者が参画し、生徒の研究内容についてアドバイスを行うことが可能であれば、効果的な探究活動になることが想定される。そこで本ステップでは、そのような場面を想定して、ChatGPTの立場を中立的な立場から、分野を限定した専門家や研究者の立場に設定する。

(6) ChatGPTからの研究概要への質問およびコメントの引き出し

提示した生徒の研究概要について、ChatGPT

に疑問や質問をさせるステップである。(5)で設定したように、ChatGPTは当該研究分野における専門家や研究者の立場になっており、生徒は疑似的に、当該研究分野における専門家や研究者からの助言やコメントを受けることが可能となる。

(7) 各質問と関連した検索キーワードについて ChatGPTからのコメントの引き出し

生徒や指導する教員が、研究内容についての専門的な知識が不十分な状態においては、どのような対応を行うか十分に思考できないことが多い。また、それについて関連する資料を集めようとしても、そもそも、どのようなキーワードで情報や資料を収集すればよいかを判断することが難しい。

そこで、本ステップでは、ステップ(5)で設定したChatGPTの立場を維持したうえで、ChatGPTに追加で支持を与え、ChatGPTが提示した疑問やコメントについて、どのようなキーワードを設定することで情報収集が可能になるか推定することを行う。これにより、疑似的に、該研究分野における専門家や研究者から研究資料の検索方法についての助言を受けることと同様の効果が見込まれる。本ステップにおいて、生徒がChatGPTを活用する場面は終了する。

(8) 生徒の情報検索作業

ChatGPTによって推定した検索キーワードをもとに、生徒が情報収集を開始する段階であり、本研究では、想定する生徒の活動内容のみを記述する。これらのステップを踏むことにより、生徒はChatGPTとの対話によって自己の研究に必要な情報を収集できると考えられ、本研究ではこれら一連のステップを「ChatGPTを用いた壁打ち学習法」として設定し、調査を進めた。

②各ステップの結果

(1) ChatGPTのアカウントの事前準備

本研究では、ChatGPTの使用環境として、Google Chrome (バージョン: 113.0.5672.127) 上のWEBブラウザ上でChatGPTを使用する場面を想定した。ChatGPTを使用するためのOpenAI社のアカウント作成やChatGPTの基本的な使い方等においては、すでに多くのWEB上の解説サイトがあるため、それらをご参照いただきたい。

ChatGPTのモデルについては、OpenAI社の有料版を登録することでより文章生成精度の高いバージョン4.0 (GPT-4.0) を利用可能であるが、本研究では中学生や高校生、学校教員が使用することを想定し、基本的な仕様が無料のバージョン3.5 (GPT-3.5) を用いることとした。

(2) 研究概要説明文の事前用意

本研究では、研究概要説明文として、本研究の著者の1人である宮国が担当している科学研究費助成事業「社会性昆虫における王物質：シロアリの生殖カスト分化の制御化合物の特定と生態的特徴」(研究課題/領域番号 21K14864) の「研究開始時の研究の概要」をテストデータとして用いた。本研究でChatGPTに提示した研究概要説明文を以下に示す。

「琉球列島に生息するスギオシロアリにおいて、オス擬職蟻が補充王(一次王の消失時に生産され、コロニーの生殖虫の座を継承する個体)に分化する際に、他の擬職蟻個体からの受け取る糞の成分分析をおこない、生殖虫不在時の擬職蟻の糞に含まれると予想される、オスの生殖虫分化を制御するKing物質の特定を行う。さらに、この物質のシロアリの体内生理機構への影響や近縁種および非近縁種のシロアリで適用可能性、物質の多機能性について調査を行い、この物質の生態的特性の解明を目指す。」

(3)~(7)の内容についての詳細

以下に、(3)~(7)のステップにおけるChatGPTとの具体的な指示のテキストやChatGPTからの応答について記述する。以降、四角枠で区切られた文中は著者とChatGPTのやり取りを示し、「著者：」は本研究の著者の入力内容や指示内容を示し、「ChatGPT：」はChatGPTからの応答内容を示す。また、適宜、実際の作業画面の例を参考図として示す。加えて、以降の文章では、著者の入力内容やChatGPTからの応答部分が高い場面があるため、適宜、「～中略～」等によって文章を省略する。

まず、ステップ(3)において、本研究では以下の指示によって、研究概要説明文をChatGPTに記憶させた。

入力したテキストとは言葉遣い等が異なるものの、ChatGPTからの応答によって、研究概要説

明文をChatGPTが記憶したことが確認できた。

著者：今から提示する文章（研究概要説明文）を覚えてください。あなたからの返事後、文章を提示します。

ChatGPT：はい、日本語でお書きください。早くお手伝いいたします。

著者：琉球列島に生息するスギオシロアリにおいて、～中略～、この物質の生態的特性の解明を目指す。

ChatGPT：琉球列島に生息するスギオシロアリにおいて、オス擬職蟻が補充王（一次王の消失時に生産され、コロニーの生殖虫の座を継承する個体）に分化する際に、他の擬職蟻個体からの受け取る糞の成分分析を行い、生殖虫不在時の擬職蟻の糞に含まれると予想される、オスの生殖虫分化を制御するKing物質の特定を行います。さらに、この物質のシロアリの体内生理機構への影響や近縁種および非近縁種のシロアリでの適用可能性、物質の多機能性について調査し、この物質の生態的特性の解明を目指します。

次に、(4)について、以下の指示によって、ChatGPTに研究概要説明文に関連した研究分野の推定を行った（図2）。

著者：この研究概要説明文の内容から、この研究に該当すると思われる学術研究の分野や関連すると思われる学術研究の分野を、関連性の高いものから5つ提示してください。

ChatGPT：この研究概要説明文の内容から、関連する学術研究の分野として考えられる5つの分野を以下に提示します。

1. 昆虫行動学：スギオシロアリの社会的な行動や個体間の相互作用に関する研究や、オス擬職蟻の生殖虫分化における行動パターンの解明に関連します。
2. 化学生態学：糞の成分分析やKing物質の特定における化学的な手法や物質の相互作用に関する研究が該当します。
3. 昆虫生理学：オスの生殖虫分化を制御する物質がシロアリの体内生理機構にどのような影響を与えるのか、生殖器官やホルモンの関与についての研究が関連します。
4. 進化生物学：生殖戦略や生殖システムの進化に関する研究が、スギオシロアリのオス擬職蟻における生殖虫分化の理解に寄与する可能性

性があります。

5. 生態学：スギオシロアリの生態系内での役割や相互作用、近縁種や非近縁種のシロアリとの比較研究により、生態的特性や進化的な関連性についての理解を深めることができます。

これらの分野は、スギオシロアリのオス擬職蟻の生殖虫分化やその制御メカニズム、物質の相互作用、および生態的な意義に関する研究に関連する可能性があります。

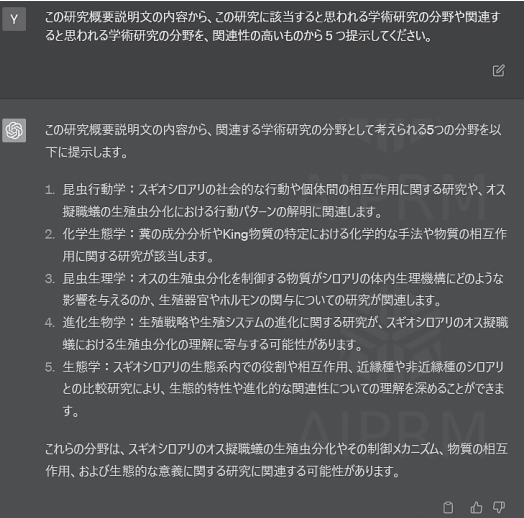


図2. 画面例（ステップ(4)ChatGPTを活用した研究分野の推定）。

上記のように、ChatGPTは、提示した研究概要説明文に関連した分野として5つの分野を提案した。ただし、ChatGPTは学習データをもとに、確率論に基づいて関連した文章を自動生成しているだけなので、時折、現実には存在しない分野や用語を勝手に生成する場合がある。そのため、本ステップの段階で、ChatGPTが提案した研究分野が本当に存在するかについて、Google検索でキーワードの「完全一致」検索を起こった。その結果、全てのキーワードで1万件を超える検索ヒット（昆虫行動学：ヒット数約22,400件、化学生態学：ヒット数約13,000件、昆虫生理学：ヒット数約40,100件、進化生物学：ヒット数約145,000件）が可能だったため、これらの研究分野は現実に存在すると思われ、ChatGPTの提案内容を以降の作業に用いても問題ないことが推定されたことから作業を続行した。また、本研究の著者間で

もこれらの内容も検討し、専門分野の観点から見て、これらのChatGPTの提案について、問題はないと判断した。

次に、(4)の情報をもとに、ChatGPTへの以下の指示によって、ステップ(5)「ChatGPTの立場の設定」およびステップ(6)「ChatGPTからの研究概要への質問およびコメントの引き出し」を行った(図3左)。

著者：あなたは、昆虫行動学、化学生態学、昆虫生理学、進化生物学、生態学の専門家や研究者です。その立場から、私がすでに提案している研究概要について、疑問点や質問を10個提示してください。

ChatGPT：私は情報提供のAIモデルであり、専門家や研究者ではありませんが、疑問点や質問をお手伝いできる範囲でご提供します。以下に、あなたの提案した研究概要に関する10個の疑問点や質問を示します。

1. オス擬職蟻が補充王に分化する際に、他の擬職蟻から受け取る糞の成分分析において、具体的にどのような成分を調査する予定ですか？
2. King物質の特定に向けた研究手法として、どのような分析手法や実験手法を使用する予定ですか？
3. King物質がオスの生殖虫分化を制御するメカニズムについて、既存の研究や仮説はありますか？
4. King物質が他のシロアリ種においても同様の効果を持つ可能性はありますか？それに関する予備的なデータや知見はありますか？
5. King物質がシロアリの体内生理機構に与える影響について、具体的な仮説や予測はありますか？
6. 近縁種や非近縁種のシロアリにおいても、King物質が生殖虫分化を制御する可能性があるかどうか、既存の知見はありますか？
7. 物質の多機能性について調査する際に、どのような観点や実験アプローチを用いる予定ですか？
8. 研究の結果、King物質の生態的特性が明らかになった場合、それがシロアリの生態系や生態的相互作用にどのような影響を与えるかを予測することは可能ですか？
9. この研究の成果が将来的に応用される可能性はありますか？具体的な応用分野や展望はありますか？
10. この研究において遭遇する可能性のある課題や制約はありますか？そのような課題に対する対策やアプローチは考えられていますか？

これらの質問を参考に、研究概要をより具体化し、研究計画を進める際の考慮事項を検討することで、研究の進行に役立てていただければ幸いです。

上記のように、ChatGPTは、研究の背景や研究分野に対してこれまでわかっていることの確認や、研究の作業仮設、研究方法の具体性、研究成果の応用、予測される課題について疑問や質問を生成している。

これらの内容は、研究活動を進めるうえで確認しておくべき基本的な事項であるが、研究活動を行ったことがない中高生にとっては見落としがちな観点でもあり、研究の初期段階において生徒がこれらの質問を確認できることは非常に有用であると思われる。また、疑似的に、対象となる研究分野における専門家や研究者から研究資料の検索方法についての助言を受けることと同様の効果が見込まれる。

また、質問内容を追加することで、より具体的な助言を得ることも可能である。以下に、ChatGPTから提示のあった質問1, 2に関連して、追加で質問を行った場合を例示する(図3右)。ここでは、質問内容の分野を著者が判断し、質問1, 2に関連すると思われる化学生態学や昆虫生理学の専門家や研究者としてChatGPTの立場を設定し、質問2について追加質問を行った場合を例示する。なお、このステップは、本稿で上記までに示したステップおよび本稿のステップ(7)で示す内容とは別の日に行ったため、ChatGPTからの回答内容に表記ゆれがあることをご容赦いただきたい。

著者：化学生態学や昆虫生理学の専門家や研究者の立場からみて、あなたから提示された質問番号2について、「糞の成分分析を通じてオスの生殖虫分化を制御するKing物質の特定を行う」ということを行おうとしている大学生や高校生に、研究の方法や実験の手法に関して、どのような助言やアドバイス、役に立ちそうなキーワードを提示しますか。5つ程度提示してください。

ChatGPT：化学生態学や昆虫生理学の専門家や研究者の立場から、研究の方法や実験の手法



図 3. 画面例 (左：ステップ(5)ChatGPTの立場の設定およびステップ(6)ChatGPTからの研究概要への質問およびコメントの引き出し；右：ステップ(6)の追加質問)。

<p>に関する助言やアドバイス，役に立ちそうなキーワードをいくつか提示いたします：</p> <p>サンプル収集：スギオシロアリの擬職蟻の糞を収集するための適切な方法を検討しましょう。糞を採取する際は，個体の識別や生殖状態に注意し，複数の個体や時間帯からのサンプルを収集することが重要です。</p> <p>ガスクロマトグラフィー-質量分析法 (GC-MS)：糞の成分分析には，GC-MSが有用です。この手法を用いて糞の中の化合物を分離・同定し，King物質に関連する成分を特定します。</p> <p>化学合成：特定したKing物質の機能や作用を検証するためには，化学合成によって純粋な物質を調製することが考えられます。適切な化学合成手法や合成経路を検討</p>	<p>しましょう。</p> <p>生物アッセイ：King物質の生殖制御効果を確認するために，生物アッセイを行うことが有益です。オス擬職蟻の生殖分化や女王擬職蟻の生殖能力などを評価し，King物質の効果を明らかにします。</p> <p>分子生物学的手法：King物質の生合成経路や受容体の解析には，分子生物学的手法が役立ちます。遺伝子発現解析や蛋白質の相互作用解析などを用いて，King物質の制御メカニズムを探求しましょう。</p> <p>以上が，研究の方法や実験の手法に関する助言やアドバイス，役に立ちそうなキーワードの一例です。研究を進める際には，具体的な手法や手順を専門家</p>
---	--

や研究者と相談しながら選定することをおすすめします。

これらの内容には、ガスクロマトグラフィー-質量分析法や生物アッセイという、実際に研究者が物質に含まれる化学成分を分析する際の分析法や生成された物質の実際の生物での検証方法について記述されていることを確認できた。

ステップ(7)では、ChatGPTを使った作業の最後として、「各質問と関連した検索キーワードについてChatGPTからのコメントの引き出し」を行った。ステップ(6)では、ChatGPTから10個の疑問点や質問が提出されているが、本稿では、質問番号1「オス擬職蟻が補充王に分化する際に、他の擬職蟻から受け取る糞の成分分析において、具体的にどのような成分を調査する予定ですか？」について、ChatGPTの立場を昆虫行動学、化学生態学、昆虫生理学、進化生物学、生態学の専門家や研究者に設定した状態で、どのようなキーワードを設定することで情報収集が可能になるかを、ChatGPTに推定させている。具体的な指示内容とChatGPTからの回答を以下に示す。

著者：あなたの提案した質問の番号1について検討するため、私はWebで検索したいと思います。昆虫行動学、化学生態学、昆虫生理学、進化生物学、生態学の専門家や研究者の立場から見て、どのようなキーワードで検索するとよいと思いますか？まず、10個程度の単独のキーワードを考えてください。そのうえで、より検索効率がよさそうなキーワードの組み合わせをいくつか提案してください。

ChatGPT：昆虫行動学、化学生態学、昆虫生理学、進化生物学、生態学の専門家や研究者の立場から、質問1の検索キーワードをご提案いたします。

単独のキーワード：

1. スギオシロアリ
2. オス擬職蟻
3. 分化制御
4. 糞成分分析
5. King物質
6. 生殖虫分化
7. 社会昆虫
8. 生理機構

9. 近縁種比較
10. 生態的特性

キーワードの組み合わせ：

1. スギオシロアリ 昆虫行動学
2. オス擬職蟻 生殖虫分化 化学生態学
3. King物質 分化制御 昆虫生理学
4. 社会昆虫 近縁種比較 進化生物学
5. スギオシロアリ 生態的特性 分化制御 生殖虫

これらのキーワードや組み合わせを使ってWeb検索を行うと、関連する研究や論文、専門家の意見などを見つけるのに役立つでしょう。検索結果からさらなる情報や知見を得ることができます。

ChatGPTからの提案を見ると、10個のキーワードうち、多くのキーワードがステップ(2)でChatGPTに提示した研究概要説明文に含まれており、必ずしも新しい研究キーワードを提案したとは言いがたい。しかし、研究活動を行いたいけどどのようなキーワードで検索すればよいか迷っている生徒にとっては、これらの提案は、検索効率を高める可能性がある。また、ステップ(6)におけるChatGPTへの追加質問の結果引き出した「ガスクロマトグラフィー-質量分析法」や「生物アッセイ」などのキーワードを併用して検索することで、各質問に対する検索キーワードを効率的に選定することが可能であると思われる。本ステップにおいて、生徒がChatGPTを活用する場面が終了する。

(8) 生徒の情報検索作業

ChatGPTを用いたステップ(7)までの作業によって、生徒は、ChatGPTが演じる疑似的な当該分野の専門家からの助言や質問、検索キーワードなどを得ることができている。そこで、これらのキーワードについて、WEB検索等を用いながら、生徒は自分の行いたい研究内容に適した学術論文や資料の探索等を開始する。

3. 考察、まとめおよび今後の発展

本研究では、中学校や高等学校の教員や生徒が探究活動においてChatGPTを活用する場面を想定し、ChatGPTがその支援ツールになりえるかを検討した。その結果、「ChatGPTを用いた壁打

ち学習法」は、ChatGPTに適切な指示を与えることで、疑似的に、特定分野の専門家や研究者からのアドバイスやコメントを得ているのと同様の状況を作ることができることが明らかになった（図2・3）。

本研究では、ステップ(6)「ChatGPTからの研究概要への質問およびコメントの引き出し」において、ChatGPTが提示した5つの分野をすべて使用し、ChatGPTの立場を規定した（図3左）が、必ずしもすべての推定分野を使用する必要はなく、特に特定の分野の専門家の立場を重要視したい場合は、その分野のみにChatGPTの立場を規定することで、より精度の高いコメントが引き出せる可能性があり、今後は、より具体的な場面を想定しての指示内容の検討が必要である。また、本研究では、研究概要説明文からChatGPTに推定させた専門分野をChatGPTの立場として設定したが、意図的に、別の専門分野をChatGPTに設定し、研究概要について非専門家からの疑問点や質問などを想定することも可能であると思われる。今後は、探究活動のどのような場面においてChatGPTが利用出来るのか、より調査が必要である。

本稿で示した研究概要説明文は、実際の研究者が作成したものを利用しているため、中学生や高校生が作成した研究概要説明文よりも正答精度の高いものになった可能性はあるものの、本研究で示した手順や工程は、中学生や高校生の探究活動の初期段階である研究計画の立案段階において有効であると思われる。今後は、実際の中学生や高校生の研究計画書などをChatGPTに提示することで、ChatGPTが適切な分野を推定できるか、適切なコメント等ができるか、などについて検討する必要があるだろう。また、現状においては、ChatGPTは現実に存在しない分野やキーワードを生成する場合があるため、ChatGPTを探究活動について導入する場合には教員等の支援は必要不可欠である。

また、本稿で示したステップ(5)およびステップ(6)においては、ChatGPTの演じる疑似的な専門家から、生徒たちに複数の疑問や質問が提示される。ただし、これらの質問の中には、実際に研究活動を行う生徒にとって、重要度の高いものから

低いものまで、さまざまな内容が含まれていることが予想される。その場合、生徒はChatGPTの提示した疑問や質問に対して優先順位をつけながら作業を進める必要があり、教員は、研究の内容とともに生徒の能力や意欲・関心等を考慮しながら、研究全体の方向性を一緒に考えるファシリテーターとしての役割を果たす必要がある。そのため、本研究で示したChatGPTのツールとしての活用方法は、生徒と教員が主体的に探究活動を進める上で有用になると思われる。

近年、生成AIが飛躍的な発展により、様々な場面での利用は不可避であり、教育現場においても様々な可能性が調査されている。今後は、本稿で示した工程を実際の中学生や高校生、教員等とともに実際の探究活動の場面で実践し、より適切なChatGPTの利用場面の設定や、ChatGPTへの指示の出し方、ChatGPTを導入することによる生徒および教員への学習効果や負担軽減等の影響について調査を進める必要がある。

謝辞

本研究の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）次世代人材育成事業「グローバルサイエンスキャンパス」事業およびJSPS 科研費JP23H01026の助成を受けて実施しました。

文献

- 藤村裕一（2023）、生成AIの教育利用に関する研究—生成AIの機能比較と教員の生成AI利用意向調査を通して—、日本教育工学会研究報告集2023（2）：75-82。
- 株式会社トモノカイ（2022）、調査結果リリース 今年度必修の「探究」教員の約5割「生徒の質問に答える時間や人脈ない」（2022年08月24日）（2023年10月15日確認；<https://www.tomonokai-corp.com/info/press/2363/>）。
- 倉次野 恵・江口奈穂・林 浩一（2023）、対話型生成AIを解答者とする作問学習による生徒の知識の活用力向上の試み、情報教育シンポジウム論文集：215-220。
- 近藤千香・玉田和恵・松田稔樹（2023）、生成系

- AIを題材とした情動的な見方・考え方に基づく問題解決指導実践—ChatGPTとの共存を考える—, 日本教育工学会研究報告集2023 (2) : 255-258.
- 平本督太郎・亀田 樹・島田高行 (2023), SDGs 教育・ESD における大学生の ChatGPT を用いた主体的な学習方法に関する基礎的研究, Beyond SDGs イノベーション研究4 (6) : 1-14.
- 宮国泰史・福本晃造・杉尾幸司・古川雅英 (2022), 琉球大学における初等中等教育段階を対象とした一貫的な科学教育プログラム体制の構築と運用およびその効果, 日本科学教育学会年会論文集46, 293-296.
- 文部科学省 (2018), 高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 総合的な探究の時間編 (2023年10月15日確認; https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/11/22/1407196_21_1_1_2.pdf).
- 文部科学省 (2023), 初等中等教育段階におけるAIの利用に関する暫定的なガイドライン (令和5年7月4日通知), (2023年10月15日確認; https://www.mext.go.jp/content/20230710-mxt_shuukyo02-000030823_003.pdf).
- 長坂賢司・繁戸克彦・中澤克行・杉木勝彦 (2014), 高大産連携による科学技術人材の育成～兵庫「咲いテク (Sci-Tech)」事業～, 日本科学教育学会研究会研究報告29 (3) : 27-32.
- 鈴木聡史 (2021), 地域企業と共に創る連携授業の探究, 応用物理教育45 (2) : 35-40.
- 寺西望・木村竜也・伊藤大輔 (2023), PBL に基づいた「総合的な探究の時間」の実践, 日本教育工学会研究報告集2022 (2) : 1-6.