

研究課題	生成 AI を活用した統計的思考力向上のためのデータサイエンス教育の実践
副題	～AAR サイクルと協同による思考促進型学習環境の構築～
キーワード	生成 AI, データサイエンス, データリテラシー, 統計教育, DX
学校/団体名	国立国立大学法人名古屋大学教育学部附属中・高等学校
所在地	〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
ホームページ	<a href="https://highschl.educa.nagoya-u.ac.jp/">https://highschl.educa.nagoya-u.ac.jp/</a>

## 1. 研究の背景

近年、生成 AI の急速な普及により、学校教育の現場でもその活用が広がりつつある。文章生成や情報整理、要約などを短時間で行う生成 AI は、学習支援ツールとして大きな可能性を持つ。一方で、授業の中で AI を単なる「答えを得るための道具」として利用すると、学習者自身が考える過程が省略され、思考が浅くなる可能性も指摘されている（文部科学省 2023）。特に、探究学習やデータサイエンス（以下 DS）教育のように、生徒が自ら問いを立て、データを分析し、その結果を根拠に基づいて説明する過程を重視する学習においては、生成 AI の利用方法を慎重に設計する必要がある（OECD 2019）。

本校ではこれまで、DS 授業および探究活動の中で生成 AI の活用を試行してきたが、その過程でいくつかの課題が明らかになった。特に、生徒が自分で分析方法を考える前に AI に依存してしまう場合、仮説設定や分析設計といった重要な思考活動が十分に経験されないまま課題が進んでしまうことがあった。また、探究活動ではテーマが大きすぎて具体的な行動につながらず、研究が途中で停滞してしまう生徒も少なくなかった。

具体的には、2024 年度の実践では生成 AI の活用は生徒全体の約 66.4%に広がり、教師の助言を待たずにいつでも質問できる環境が整ったことで学習支援の即時性が高まった。また、特定のツールに依存せず目的に応じて最適なツールを選択しようとする姿勢が育まれた。さらに、AI の回答を鵜呑みにせず自ら検証し仲間と議論して結論を導こうとする態度が見られ、批判的思考の促進にもつながった。加えて、従来は難しかった個別対応が可能となり、生徒一人ひとりの学習ペースに応じた柔軟な指導が実現した。一方で、教師側が生成 AI を十分に使いこなすための研修や経験の蓄積が必要である。また、実践期間中にも新機能が追加されるなど技術環境が変化し続ける点への対応も課題となった。加えて、利用にあたっては保護者の同意や適切な活用タイミングの提示など運用面の整理が求められる。さらに、LINE などに慣れた生徒世代にとっても学習目的で AI を使うことには一定のハードルがあり、加えて統計的思考力を問うテストスコアが例年より低い結果となった点も検討課題となった。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、生成 AI を「答えを出す装置」としてではなく、生徒の思考を整理し深めるための学習ツールとして位置付け直すことを試みた。具体的には、DS 授業および探究活動において、生徒が自らの問いを明確にし、分析方法の妥当性を検討し、データに基づいて説明できる

よくなる学習環境を設計することを目的とした。そのための手立てとして、①思考過程を可視化するワークシート、②統計的思考を整理するプロンプト教材、③学習過程を共有する協同的な学習環境を導入し、生成 AI を思考活動の補助として活用する授業実践を行った。この手立てについて以下で説明する。

### 3. 研究の経過

#### 実践における手立て

##### ① 思考過程を可視化するワークシート

第一の手立ては、学習活動を「見通し」「行動」「振り返り」の三段階で整理するワークシートの導入である。生徒は課題に取り組む際、まず分析の見通しとして仮説や分析方法を記述し、その後データ分析の結果を整理し、最後に結果を踏まえた考察をまとめる。この構造により、生徒は自分が何を考え、どのような方法で分析を行い、その結果をどのように解釈したのかを段階的に整理することができるようになる。

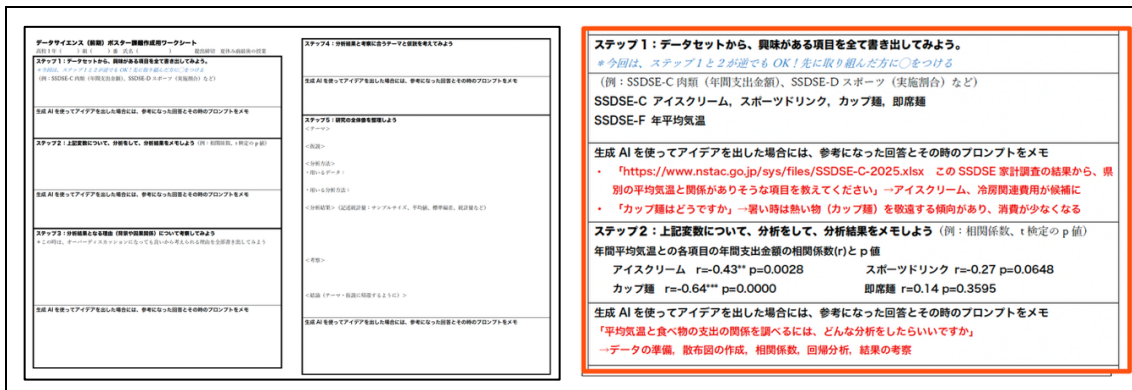


図 1. 授業で使用した AAR ワークシート（右側は解答例の一部を拡大したもの）

##### ② 統計的思考を整理するプロンプト教材

第二の手立ては、統計的推論の理解を支援するための穴埋め形式のプロンプト教材である。統計的思考力を深めるための具体的な学習方法として、 $t$  検定の理解を支援する活動を取り入れた。本校では  $t$  検定を指導する際、まず Excel を用いた演習から導入している。あらかじめ関数やグラフが設定されたシートを用い、生徒はデータを入力またはコピーして貼り付けるだけで検定結果や箱ひげ図が自動的に更新される仕組みとなっている。これにより、生徒はゲーム感覚でデータを入れ替えながら結果の変化を観察することができ、検定結果の読み取りに徐々に慣れていく。統計的推論の理解を深めるためには、計算結果を読むだけでなく、分析の前提となる説明変数と目的変数の設定を適切に理解する必要がある。こうした概念は、用語の説明を受動的に聞くだけでは十分に理解することが難しく、演習のみでは誤った解釈のまま学習が進んでしまう可能性もある。そこで本研究では、自分の理解に基づいて具体的な変数を設定し、それに対して生成 AI からフィードバックを得る学習方法を導入した。

##### ③ 学習過程を共有する協同的な学習環境

第三の手立ては、学習過程を個人の活動に閉じず、学級内で共有する仕組みである。ワークシー

下に記録された分析計画や結果を互いに参照することで、生徒は他者の考え方を知り、自分の分析方法を見直す機会を得る。このような協同的な学習環境は、探究活動における思考の広がりをもたらし、役割を果たした。

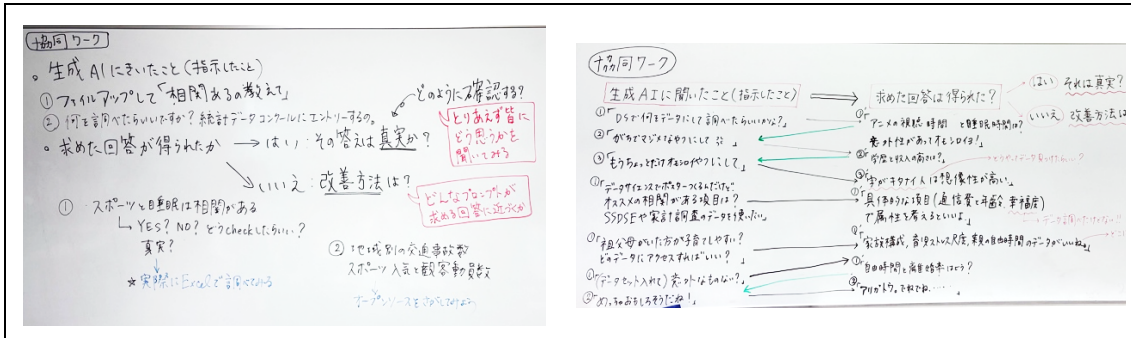


図2. 授業で行った生成AIの回答について考える協同的探究学習の板書

#### 4. 代表的な実践

##### ① データ分析学習における生徒の思考の変容

DS 授業では、統計的な考え方を学ぶ個人レポート課題を中心に授業を設計した。生徒はまず自分自身で分析方法を考え、それをワークシートに記述した。その後、新たな視点を得るために生成AIを活用し、分析方法を追加・修正するという二段階の学習方法を採用した。これにより、生徒は最初からAIに依存するのではなく、自分の考えを出発点として分析を進めることができるようになった。

分析課題では、地域ごとの消費支出データなどを用いて仮説を検証する活動を行った。例えば、気温と食品支出の関係を分析する課題では、生徒はまず仮説を立て、次に相関分析などの方法を用いてデータを分析した。結果の記録では、相関係数やp値などの統計量を示したうえで、その意味を文章で説明することが求められた。これにより、生徒のレポートには、単なる印象や感覚に基づく説明ではなく、数値を根拠とした説明が多く見られるようになった。



図3. 授業で用いたExcelシート



図4. 授業での分析結果を共有する場面

※ 図に示す活動の様子は、授業記録写真を基に生成AI (ChatGPT) を用いてイラスト化したものである (個人が特定されないよう配慮して作成した)

② 穴埋めプロンプトを用いた統計概念理解の深化

t検定の設定を確認するためのプロンプトを穴埋め形式にし、生徒がワークシート上で括弧内に入る語句を考えて文章を完成させる活動を行った。導入段階では紙面上の穴埋め問題として取り組ませるが、慣れてくると生徒は括弧内の語句を自ら変更しながら生成AIと対話し、異なる例を試しながら概念理解を深めていく。この過程を通じて、生徒は統計手法を単なる計算手続きとしてではなく、「どのような変数を設定し、どのような条件で比較するのか」という研究設計の視点から理解するようになった。このような学習経験は、生徒が自ら分析方法を選択し、結果を根拠に基づいて説明する力の形成につながっていると考えられる。

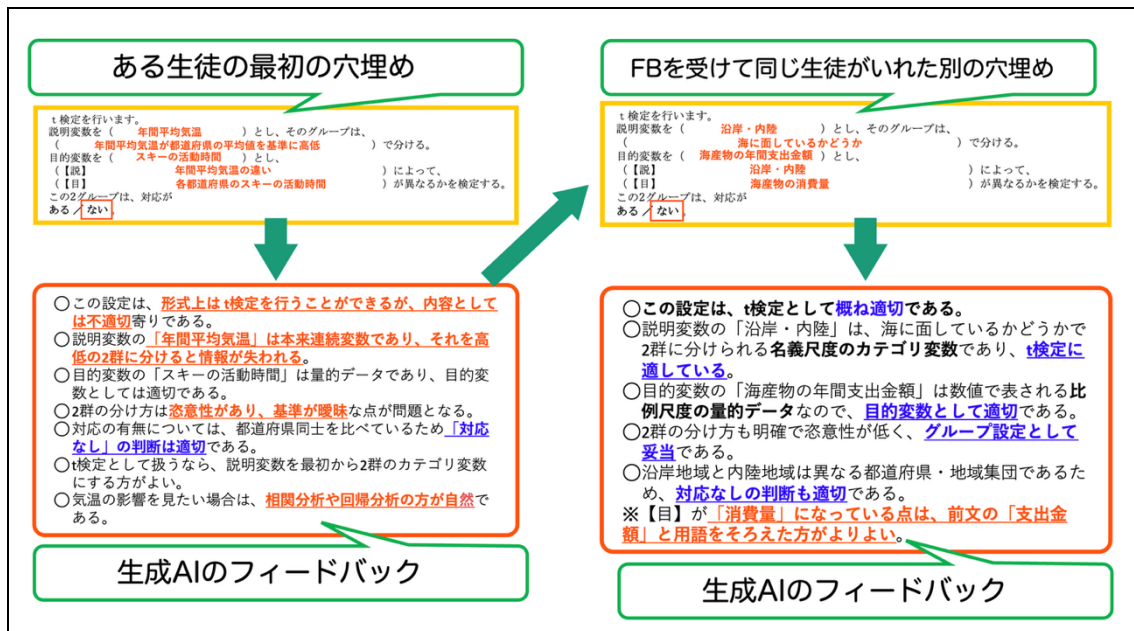


図 5. ある生徒の穴埋めプロンプトの改善過程

③ 探究活動における研究遂行力の変容

こうした学習過程の変化は、探究活動にも影響を与えた。探究活動では、生徒が研究課題を設定し、調査や分析を行うが、従来はテーマが大きすぎて具体的な行動につながらないケースが少なくなかった。本研究の実践では、ワークシートを用いて研究計画を整理することで、研究課題をより具体的な問いに分解することができるようになった。さらに、課外探究プロジェクト（データプロジェクト）の生徒たちは、地域創生課題に取り組む上で、リサーチクエスト（RQ）の解像度を高めるための生成AIプロンプトを神戸大学附属の

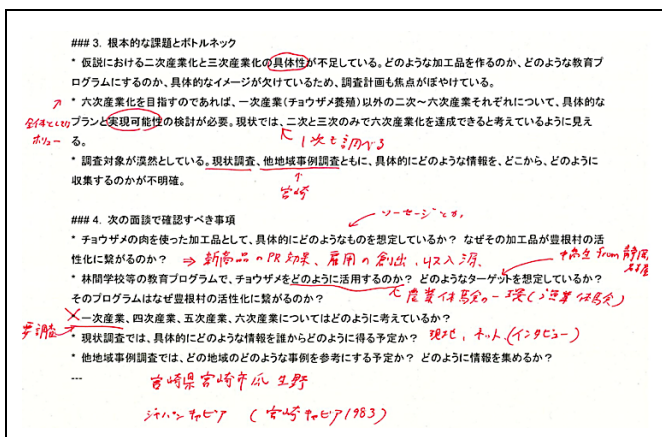


図 6. 生成AIによるフィードバックを印刷し、取り入れられるものを考えていく

林兵馬教諭に共有してもらい、本校用にチューニングしたものを用いた。このプロジェクトでは生成 AI のフィードバックをチームメンバーや顧問の教師とともに見て自分たちの RQ の解像度を上げていった。

The figure shows a student's AAR (Action After Review) worksheet. The left side contains handwritten notes in Japanese, and the right side is a printed worksheet titled "給食から見るCO2排出量の比較" (Comparison of CO2 Emissions from School Lunch). The handwritten notes are as follows:

ステップ1 データセットから、興味がある項目を全て書き出してみよう。  
 ※今回は、ステップ1と2が逆でもOK! 先に取り組んだ方に○をつける  
 (例: SSDSE-C 肉類 (年間支出金額)、SSDSE-D スポーツ (実施割合) など)  
 SSDSE-C 牛肉 (年間支出金額), 加工食品, 肉類, 野菜, 魚, 乳卵類  
 SSDSE-E 平均気温

生成AIを使ってアイデアを出した場合には、参考になった回答とその時のプロンプトをメモ  
 ・食料と環境統計を見ればCO2を一番出しているのは私たちの食事? (興味をわいた)  
 ・食料とCO2を調べると、食料とCO2の関係を調べたい? (興味をわいた)

ステップ2: 上記変数について、分析をして、分析結果をメモしよう (例: 相関係数、t検定のp値)  
 ・食料とCO2の関係は、CO2排出量を出し、2つに相関があるか調べた  
 → 相関係数: 0.40 p値: 0.0744 相関なし → 栄養と環境負荷は別問題  
 ・動物性食品と植物性食品のCO2排出量に有意差はあるか? → t検定  
 → 動物性: 平均 8.83kg CO2e/kg 植物性: 平均 1.30kg CO2e/kg p値: 0.0193 (有意差あり)

生成AIを使ってアイデアを出した場合には、参考になった回答とその時のプロンプトをメモ  
 ・食料とCO2の関係を調べるにはどう分析をしたらいい?  
 → 食料のタンパク質量とCO2排出量を使って散布図と相関係数を出す。 (t検定)  
 ・動物性食品と植物性食品で、CO2排出量に統計的に有意な差はあるか?

The right side of the worksheet is a printed document titled "給食から見るCO2排出量の比較" (Comparison of CO2 Emissions from School Lunch). It includes sections for "地球温暖化の現状" (Current Status of Global Warming), "食材ごとのCO2排出量" (CO2 Emissions by Ingredient), "地元の小学校の給食の献立からみるCO2排出量" (CO2 Emissions from School Lunch Menus in Local Elementary Schools), and "環境にやさしい食事に変えよう" (Let's Change to Environmentally Friendly Meals). It features various charts and graphs illustrating CO2 emissions from different food sources and school lunch menus.

図 7. 生徒 S の AAR ワークシートの記述

特に顕著な変化が見られたのが、生徒 S の事例である。この生徒はアイデアは豊富である一方、研究テーマを具体的な研究計画に落とし込むことが難しく、探究活動が途中で停滞することが多かった。従来の探究活動では、大きなテーマを設定したまま研究が進まず、最後までやり切れないことが多かったのである。しかし本研究の実践では、ワークシートを用いて研究計画を段階的に整理することで、自分の課題を具体的に言語化できるようになった。まず、研究の見通しを記述する段階で、自分が何を調べたいのか、どのようなデータが必要なかを整理した。その後、調査や分析を進める中で新たな課題が見つかった場合には、それを振り返りの段階で記録し、次の計画に反映させた。このように、研究活動が「計画→行動→振り返り」という循環の中で進むようになったことで、研究が途中で停滞することが少なくなった。また、学習過程を共有する環境が整えられたことで、教員との面談もより具体的なものとなった。生徒が自分の課題を整理して提示できるようになったため、教員はその内容を踏まえた助言を行いやすくなり、面談の質が向上した。結果として、生徒 S は研究活動を最後までやり切ることができ、外部コンペティションで入賞する成果を上げた。

## 5. 研究の成果

本研究の成果は、生徒の思考過程における変化として確認することができた。DS 授業におけるレポートでは、分析結果を数値で示しながら説明する記述が増加し、データに基づく説明の質が向上した。また、複数の分析方法を比較しながら考察する記述も見られるようになり、生徒が分析手法の妥当性を検討する姿勢が育まれた。さらに、探究活動では、研究課題を具体的な問いに分解しながら研究を進める生徒が増えた。これにより、研究が途中で停滞するケースが減少し、

探究活動を最後まで継続できる生徒が増加した。

### ① 統計的思考力テストスコア

具体的な量的な評価として、前期の最後に行っている統計的思考力を評価するチェックテスト

のスコアが、昨年度よりも有意に高い値となり、2年前と比較しても高い値となった。補足として、2025年度の四分位範囲で下位に数名の生徒がいるが、今年度1限開催となった本授業に出席できないことが続いた生徒であったため、実際の授業効果としては、バラツキはこれほど起きないと考えられる。

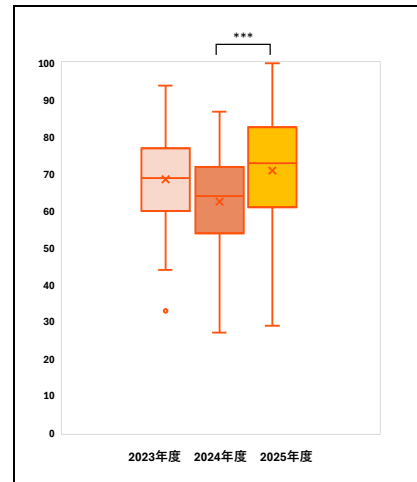


図 8. 統計的思考力テストのスコア年次比較

### ② 意識調査

本校では、研究開発の一環として、生徒の資質・能力の変容を把握するため、全校生徒（中学・高校）を対象とした「学習に対する意識調査」を毎年実施している。本調査は75項目からなる質問紙を用い、生徒が自身の学習行動や思考のあり方について5段階尺度で自己評価する形式である。質問項目は、本校が育成を目指す資質・能力として整理した「5つの力」を基軸として構成されている。これらの構造の妥当性を検証するため、各観点に含まれる項目について因子分析を行い、想定した因子構造が成立していることを確認した。さらに、各因子について信頼性係数（クロンバックの $\alpha$ 係数）を算出した結果、いずれも0.88～0.90と高い値を示し、本調査が生徒の資質・能力を測定する指標として十分な信頼性を有することが確認された。これにより、生徒の思考・探究・協働・説明などの能力の変化を定量的に把握することが可能となっている。

本報告では、これらのうち観点D（判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力）に焦点を当てて分析を行った。観点Dは、データサイエンス教育において重要とされる「データに基づいて説明する能力」と強く関連する観点であり、統計分析の結果やデータの意味を論理的に説明する力を示す指標である。特に本年度の授業では、生成AIを活用しながらデータ分析結果の解釈や説明を行う学習活動を取り入れていることから、生成AI活用の効果を検証する上で最も関連性の高い観点であると考え、この観点を中心に分析を行った。

2024年度高校1年生と2025年度高校1年生の12月時点の結果を比較したところ、観点D(判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力)において、2025年度の方が有意に高い値を示した(Welchのt検定、 $t = -4.50$ ,  $p < .001$ )。また、教育的効果の大きさを示す指標である効果量

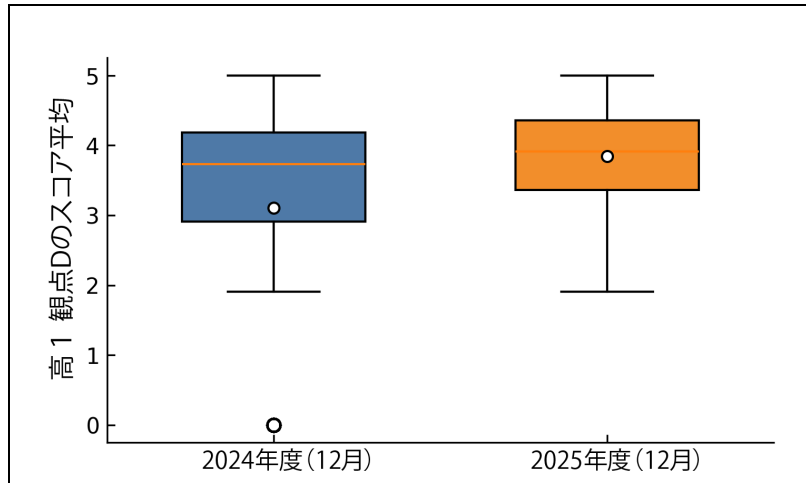


図9. 判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力

(Cohen's d) を算出したところ、 $d = 0.57$  であり、一般的な基準 ( $d = 0.2$  : 小、 $0.5$  : 中、 $0.8$  : 大) に照らすと **中程度の教育的効果** が確認された。この結果は、生成 AI を活用したデータサイエンス教育が、生徒の「根拠をもって説明する力」の形成に一定の影響を与えている可能性を示唆している。特に、本年度の授業では、生徒がデータ分析結果を説明する際に生成 AI を対話的に活用し、自身の説明の妥当性を確認したり、異なる解釈の可能性を検討したりする活動を取り入れた。これにより、生徒は分析結果を単に提示するだけでなく、その根拠や因果関係を整理しながら説明する機会を多く得ることができたと考えられる。また、生成 AI の活用は、生徒の思考過程を外部化し、説明の論理構造を可視化する役割を果たした可能性がある。従来は教師からの助言や生徒同士の議論に依存していた説明の改善プロセスが、生成 AI との対話を通して個別に繰り返されることで、より多くの生徒が自分の説明を見直す機会を得たと考えられる。このことが、観点 D における平均値の上昇および中程度の効果量として表れた可能性がある。以上の結果から、生成 AI を適切に活用したデータサイエンス教育は、生徒の論理的説明能力の形成に一定の教育的効果を持つ可能性が示された。本結果は、生成 AI を単なる回答生成ツールとして利用するのではなく、生徒の思考を深める対話的ツールとして活用することが、データサイエンス教育の質の向上に寄与することを示唆している。

## 6. 今後の課題・展望

本研究の実践から、生成 AI を思考支援のツールとして活用する教育モデルの可能性が確認された。今後は授業設計の共有が重要な課題である。本研究で用いたワークシートや教材は、教員が意図を理解して運用することで効果を発揮する。今後は、教材や指導方法を整理し、他校でも導入可能な教育モデルとして発信していきたい。

## 7. おわりに

本研究では、生成 AI を単なる解答生成の道具としてではなく、生徒の思考を整理し、問いを具体化し、分析や考察を深めるための学習支援ツールとして位置付け、DS 授業および探究活動に

おける授業実践を行った。その結果、生徒は自らの考えを出発点として分析方法を検討し、データに基づいて説明し、さらに研究課題を具体的な行動へとつなげていく力を高めていった。特に、ワークシートによる思考過程の可視化、穴埋め形式のプロンプト教材による統計概念の整理、学習過程を共有する協同的な学習環境の整備は、生成 AI への過度な依存を防ぎながら、生徒の主体的な思考を支える有効な手立てとなった。また、本実践は、生成 AI の教育利用において重要なのは、ツールそのものの性能ではなく、それをどの場面で、どのような目的で、どのような順序で使うかという授業設計であることを示している。教師が活用のタイミングや方法を適切に構成することで、生成 AI は思考を省略させる存在ではなく、むしろ思考を促進し、学びを深める存在になり得る。今後、生成 AI はさらに学校教育に浸透していくと考えられる。その中で求められるのは、AI に答えを求める学習ではなく、AI を介しながらも自ら問い、考え、判断し、他者と協働して学びを深める教育の実現である。本研究で得られた知見をもとに、今後も中等教育段階における生成 AI 活用の在り方を実践的に検討し、生徒の探究力とデータ活用力を育成する授業モデルの発展につなげていきたい。

## 8. 参考文献

- OECD (2021). *The Future of Education and Skills: AI Edition*. OECD Publishing.
- 文部科学省 (2023). *生成 AI の利用に関するガイドライン (暫定)*.
- 国立教育政策研究所 (2016) 『PISA2015 科学的リテラシー 公開問題』