

研究課題	未来のデータサイエンティスト育成への DX アプローチ
副題	～生成 AI を活用したデータサイエンス教育の実証研究～
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	https://highschl.educa.nagoya-u.ac.jp/

1. 研究の背景

求められる統計教育と現場での困難感

日本学術会議は 2021 年に、統計教育の実用性を高めるための教育実践を提言した¹⁾。2022 年度からの新課程では、データを正確に読み取り分析する能力の育成が求められている²⁾。一方で、専門性のある教師の不足や、生徒にとって馴染みのない統計理論の指導の難しさが課題となっている。酒井ら (2018) や青山 (2018) は、高校における統計教育での理解が深まりにくい要因に統計用語の難しさを指摘した^{3,4)}。Tobias-Lara & Gomez-Blancarte (2018) や Maker & Rubin (2009) は、難しい統計用語を用いず、簡単な言葉のみを用いた教授法と議論の場の提供の重要性を示した^{5,6)}。

本校における特設科目「データサイエンス (DS)」の設置の目的

本校、名古屋大学教育学部附属中・高等学校 (名大附属) は 2021 年度より数学、情報での統計教育をサポートすべく、特設科目「データサイエンス (DS)」を設置した。DS は、高 2 高 3 で行う課題研究へ向けた研究方法の習得を目指す (図 1)。本研究内における「DS」という言葉について、「データ取得からデータ分析を通じて事象を読み取り、課題解決に活用をすること」を指し、これを学ぶ場の展開を「DS 教育」と呼ぶこととする。



図 1. 名大附属における DS の位置付け

DS 教育を教科横断でチームティーチング (TT) によって展開することで、「探究」へ向かうアプローチの中で、より学際的な学びとなることを意識している。数学科・理科・体育科が連携することによって、生徒が DS をより広い視野で捉え、データの活用意識が高まる基盤づくりを目指している。

本校 DS における課題感 (個別サポートの限界)

DS 全体のこれまでの授業では、大学生・大学院生のティーチングアシスタント (TA) を年間 10 回程度配置し、生徒を個別にサポートする体制を整えてきた。TA の支援により、生徒は疑問をすぐに聞くことができた。しかし、TA がサポートできる生徒数と時間数には限界があり、1 クラス 40 名全員に十分なサポートをすることが難しい状況であった。

課題解決へ向けて（生成 AI の活用）

本実践では、TA の問題点を解決する手段として、大規模言語モデル（生成 AI）の活用を提案した。生成 AI を活用することで、複数生徒に対し同時に対応が可能であり、生徒一人ひとりに寄り添った学びを実現するツールとして適していると考えた。さらに、生徒が生成 AI へ自ら言葉を考え打ち込む過程で、主体的に課題の解決方法を模索する力を育む可能性がある。そこで、本研究では、生成 AI を「デジタルティーチングアシスタント（DTA）」として活用する新たな試みを行なった。生成 AI を DTA として活用することが、本校が直面する TA のサポート不足を補い、生徒の個別最適な学びの一助となると仮説を立てた。また、統計教育の現場での生成 AI の活用事例が蓄積されていくことは、教師の授業運営における効率化や負担軽減などのデジタルトランスフォーメーション（DX）にも役立つと考えた。

2. 研究の目的

本校が持つ DS 教育の課題解決へ向けて、生成 AI の活用効果を検証することを目的とした。「個別支援充実」、「クリエイティビティ・批判的思考力促進」、「データ活用倫理の学習機会増加」、「教育環境イノベーション」の観点から検証することを目的とした。また、実践に対し検証すべき教育的効果として以下の 4 点をあげた。

- ① 気軽に質問できる助言者としての役割を担い、統計理論や演習における統計結果の解釈などの生徒が抱えた疑問に即座に対応し、個別サポートの機会を増やすことができる。
- ② 分析方法の選択や、実験計画、統計結果の解釈等において、生成 AI による助言が生徒に異なる視点や問題解決のアプローチに目を向けるきっかけをもたらす。
- ③ 生成 AI を用いた授業を通して、データの分析時や使用時の倫理的な問題について理解を深めることができる。
- ④ 生成 AI の対話履歴の活用によって、生徒の学習過程における「つまずき」や「誤認識」、「納得した説明」などを教師がキャッチすることができ、生徒の実態に合わせて指導を最適化することができる。

3. 研究の経過

DS の展開方法（1 年間で 3 段階に分割）

DS は、高校 1 年生を対象に毎週 1 時間、1 年を 3 段階に分けて実施する（図 2）。段階 1 として、生徒は統計理論を学び、整理されたデータセットを用いて、Excel での分析演習を行う。段階 2 では、統計ポスターの作成を通じて、理論と実践を結びつけていく。段階 3 では、実験を行い、自分達の手によって得た生データを用いて、統計分析を行う。

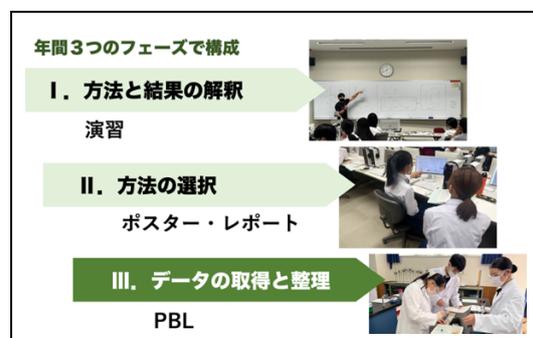


図 2. DS の展開イメージ

表 1. 1年間の実践内容

時期	授業の本筋	生成 AI の活用	評価記録
段階 1 4~6 月	統計理論の基礎学習: 相関分析, 仮説検定等について学習した。 分析演習: 整理されたデータセットについて, 統計手法を用いたデータ分析演習を行なった。	教師 : 生成 AI の活用方法やリスクなどについてオリエンテーションを実施した。生成 AI と Excel の分析結果を比較し生徒とともに考察した。 生徒 : 生成 AI にサポートを受けながら分析演習を進めた。	○ DS に関する意識調査
段階 2 6~9 月	ポスター課題: 演習の内容から, 生徒自ら設定したテーマでポスター作成課題を行なった。	生徒 : ポスター作成課題について, 生成 AI からのヒントを受け取りながら, 自身の分析を進めた。	○ 生成 AI 活用状況調査 ○ 理解度テスト ○ ポスター課題
段階 3 10~3 月	化学の PBL: 「ビタミン C の滴定」を共通のデータ取得手段とする独自テーマをグループごとに設定し研究を行った。	教師 : テーマ (仮説) 設定での生成 AI の利用例を生徒へ共有した。 生徒 : テーマ設定, 実験計画, 考察等で生成 AI を活用して, 新たな視点を得ながら研究を進めた。	○ 実験計画報告用紙
	レポート作成と発表: 作成したレポートをもとに, 分析結果や考察を発表した。さらに, 自身の実験の振り返りを行なった。	教師 : 生成 AI を利用した仮説検定の利点短点について, 実際の生徒の利用例を用いて共有した。 生徒 : レポート作成後, 生成 AI を用いて多角的な視点で自身の研究について考えた。	○ DS に関する意識調査 ○ 生成 AI 活用状況調査

4. 代表的な実践

本実践における生成 AI (ChatGPT, Copilot) の活用のタイミングおよびプロンプトの内容については, オリエンテーション後に保護者の同意を書面で取得し, その後は DS の授業内では, 各自の端末で自由に活用可能な環境とした。教師が各活動内容に対する生成 AI の活用例を紹介する時間を設けた。

ポスター作成課題

整理された教育用標準データセット (SSDSE) を活用した分析演習を経て, 生徒が好きなデータを選択し, 個別に設定したテーマについて分析と考察をポスターにまとめる課題 (ポスタ

一課題) を実施した。ポスター課題に取り組む 4 回のうち 3 回の序盤 5 分で、生成 AI の活用方法について紹介をした。その主な内容は、表 2 の通りである。

表 2. ポスター課題中に教師から紹介した生成 AI の活用方法

トピック	内容
分析方法の選択	変数の情報と知りたい内容を打ち込み、統計分析のアイデアを聞く。
結果考察の提案	Excel で得られた統計処理の結果についてどう解釈できるかを聞く。
分析の指示	データそのものを打ち込み、統計処理の指示を出す。ここでは、分析結果の誤りが生じることや、Excel と異なる結果になることに触れた。さらに、同じ質問に対して ChatGPT と Copilot の回答の違いを比較した。

生徒の様子

生徒の実例としては、「独立性の検定において帰無仮説が棄却されるとはどういうことですか」、「活字離れの進行についてデータ分析を用いて明らかにしたいです。相関係数を用いる必要があります。実行すべき分析について教えてください。」など具体的な質問が見られた。生徒の間でも、「ChatGPT が言う通りに分析したらこうなった。」といった生成 AI との対話内容を共有する場面が見られた。また、生成 AI の回答に疑問を持った生徒が、それを検証するために自ら追加の分析を試みる場面もしばしば見られた (図 3, 4)。

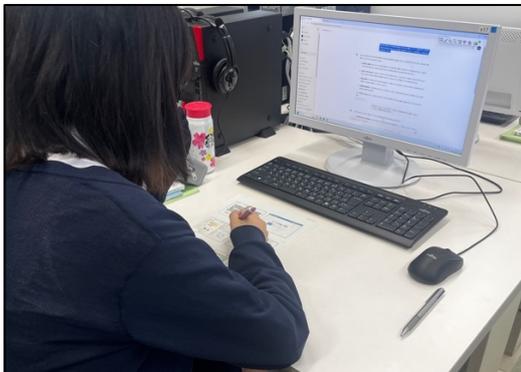


図 3. 生徒と ChatGPT との対話の様子

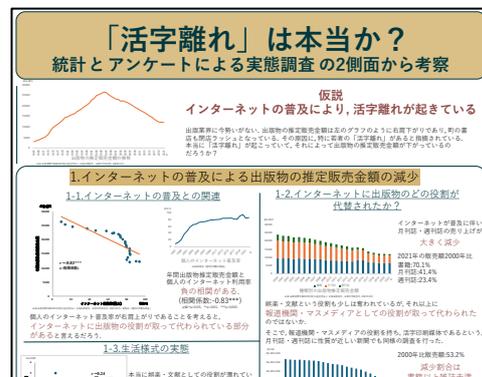


図 4. 生徒が作成したポスターの一部

化学のプロブレム型学習 (PBL) での生成 AI の活用

「滴定実験によりビタミン C 濃度に関するデータを取得する」と「取得したデータを群間比較し t 検定を行う」ことを共通する取り組みとした。テーマや仮説、実験資料の用意の方法は自由に設定できるようにした。最初の数回でビタミン C 濃度測定方法を学習し、予め濃度のわかっているビタミン C 溶液で実験練習を行い、実験誤差について学習した。グループで研究テーマを決め、持ち寄った試料のビタミン C 含量を測定した。実験データについて統計分析を行い、分析結果と考察をレポートにまとめ、発表した。

生徒の様子

課題のスタートからテーマ設定までの段階では、実現可能性に対して、生成AIを利用するグループが見られた。特に、PBL テーマ発表会では、他グループとの意見交換の後に、この実験計画は高校生が短期間で行う実験として、実現可能な対照実験になっているかなど、クラスの見意に加えて、生成AIに提案を求め始めるグループがいた。

あるグループは、「汗と涙のビタミンC含有量の比較」というテーマを設定し、他グループに実験の困難さを指摘された。このグループは、その上でも実現性を模索したが発想に行き詰まり、生成AIに方法の提案を求めた。この時、生成AIは代替資料案として「尿」と「唾液」を提案した。同グループの生徒達はその時点でも納得しきれず、「本当に無理なのか」と考え、「玉ねぎ切りによる涙の採取」および「半身浴による汗の採取」を試み、十分な量が得られず、予備実験の段階で別のテーマに変更した。

また、あるグループでは、試料の酸化滴定反応が終わった点（試料の色が濁った点）の判断に対して、生成AIに判断基準を尋ねたところ、写真を撮り比較する方法を提案された。一方で、ただ写真を撮るだけでは、光の入り方などで条件が異なってくるため、常に同条件で比較できる方法を考える必要があった（図5、6）。

最終的な実験レポートの作成では、まずは自己の考察の方向性を考え作成したのちに、別視点からの考察がないかを生成AIに問う生徒が複数見られた。さらに、異なる視点での考察を複数まず自分で考えてみてから、「生成AIの考察と自ら考えた複数の考察を比較する」といった使い方が見られた。生成AIの特徴を理解し、必要なタイミングで活用することを身につけ始めている様子が見られるようになった。



図5. 実験方法で生成AIの意見を参考にする様子



図6. 生成AIの提案によるカラー情報比較

5. 研究の成果

得られた成果について、「個別支援充実」、「クリエイティビティ・批判的思考力促進」、「データ活用倫理の学習機会増加」、「教育環境イノベーション」の観点から報告する。

個別支援充実

本実践を通じて、生成AIの活用が優れていると考えられる点は、ポスター課題のドロップアウトが減ったことから読み取れる。アイデア発想が苦手な生徒や、理論の理解が十分でない生

徒は最初の一步を踏み出すことができない。その時間、PC の画面や資料を見つめて考え込んでしまう（または思考が停止してしまう）といった様子が従来では見られていた。生成 AI に「〇〇 ×× 相関」など、目に映る変数の情報をとにかく打つてみると、沢山の情報を返してくれる。この作業だけ、とりあえずの一步を踏み出すことができる。「周りのクラスメイトが作業を進めている中で、自分は上手く進めることができない。」という劣等感や疎外感を感じるものが少なくなる。このように、従来であればドロップアウトしてしまう生徒を、生成 AI が教室で救う場面がこの実践ではしばしば見られた。

生成 AI の活用状況調査の結果（図 7）では、「統計理論の学習」に使用した 50 名のうち、「解らない用語や理論の理解」が 40 名（80%）と最も多かった。「授業課題（ポスター課題）」に使用した 71 名のうち、「課題設定」が 27 名（38%）、「結果の考察」が 21 名（30%）であった。さらに、今年度の最終レポート課題の提出状況については前年度 120 名中の 13 名が未完成であったが、今年度は 1 名に改善された。

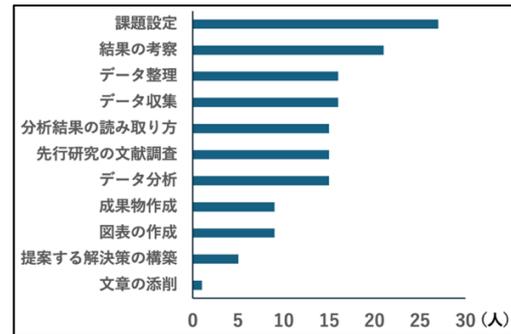


図 7. 授業課題のどのような場面で生成 AI を活用したか (N=71)

クリエイティビティ・批判的思考力促進

生成 AI の活用による、クリエイティビティ・批判的思考力促進の効果を明らかにすることはできなかった。教育での生成 AI 導入において思考力の低下が懸念されているが、これを払拭できるような成果は得られなかった。

前期の実践終了のタイミングで実施された DS の理解度を問うテストのスコアについて、前年度よりも 9.3%低下した。対象生徒の特性が同一とは限らないため、本当に前年度よりも理解が深まらなかったのかは明らかではない。また、生成 AI の導入が直接の原因なのかも不明である。また、2021 年度より授業改善のために実施してきた「DS に対する意識調査」を利用し生徒のデータリテラシーについて実践終了時に調査したところ。「データ分析から結論を導く力」は 3.5（目標値：3.5）であった。また、「データの種類からどんな分析方法が適切かを判断できるか」は 3.0（目標値：3.3）であった。

データ活用倫理の学習機会増加

生成 AI の活用を行うことで、生成 AI に関するオリエンテーションを実施する機会、演習で生成 AI の回答への信頼度を実体験する機会を多く設定することができた。さらに、生徒たちは、課題に向き合いながら生成 AI を活用することで、データ活用倫理を学習する様子が見られた。対話の様子や発言から、データ取得方法に関するリテラシーレベルが高まった事例がいくつも観察された。ある生徒の対話履歴では、ポスター課題に取り組む過程で、「理系と文系のなりやすい職業を 20 個ずつ挙げてその初任給も出してください」「理系と文系の生涯年収のデータセットをください」など、生成 AI によるデータ取得を試みた履歴が見られた。この

生徒は、段階3のPBLを経てこのような指示をすることは無くなった。

また、「DSに関する意識調査」内の自由記述欄のDSを学ぶ意義について肯定的な意見を記述した生徒の割合が、前年度43%に対し今年度は57%であった。また、この自由記述欄の中で、データの活用倫理の大切さに触れている生徒が複数見られた。

教育環境イノベーション

生徒と生成AIとの対話履歴によるフィードバックが教師にとって、生徒の理解度を把握する強力なツールであることが確認された。特に、優れていると考えられる点は、生徒自身が「理解している」と認識しているが実は誤認識していることなどを汲み取りやすい点にある。このような生徒の場合、自ら教師に質問に来ることがなく、試験や成果物からでないと言見が見えなかった。

本研究では、DSの授業改善のために生徒と生成AIとの対話履歴を集め、分析することの有効性について検討した。特に有効であると考えられるのは、統計理論のどこで躓いているのかを把握できた点にある。以下にいくつか事例を示す。

<事例1> 「仮説検定における帰無仮説を棄却するロジック」に関する質問

仮説検定において、帰無仮説を棄却することによって対立仮説を採択するという理屈の理解に苦しむ様子が生成AIへの質問から読み取れた。「 t 検定について説明して」や、「帰無仮説を説明して」といった質問から「もっとわかりやすく」、「小学生でもわかるように」などの指示の履歴が見られた。同じような内容で、「相関係数の p 値って何」といった質問も多く見られた。一方で、相関分析の理論についての質問はほとんどなく、本授業のメインで取り扱う2つの分析（相関分析と平均の差の検定）の説明にかける時間のバランスなど、再考が必要であることが、生徒と生成AIの対話履歴から判明した。

<事例2> 「分析方法の選択」を間違えた分析の指示

「血液型と性格の相関関係の分析方法を教えて」という指示を出している履歴が見られた。これは、名義尺度（血液型）と名義尺度（性格は工夫すれば何らかの量的変数に変換できるが）で相関分析をしようとしており、変数の持つ尺度水準に適した分析方法の理解が追いついていないことが読み取れる。このような事態に気が付く機会が生成AIの対話履歴を活用することで増えることが示された例である。

6. 今後の課題・展望

本研究を通じ、生成AIのDS教育での活用が「個別支援充実」、「データ活用倫理の学習機会増加」、「教育環境イノベーション」の3つの観点で良い効果をもたらすことが示された。今年度は、例年以上に授業に積極的に楽しそうに参加する生徒の姿が印象的で、課題の提出率も良かった。更に、統計センター主催のポスターコンクールの愛知県大会での入賞数、中高生スポーツデータ解析コンペティションの入賞数など、パフォーマンスも例年以上と言って良い。一方で、

「クリエイティビティ・批判的思考力促進」については、生成 AI の導入による効果を十分に認めることができなかった。この相反する結果については、「生成 AI の力で作品の出来栄が良くなるが、生徒自身の力が向上しているわけではない」と言えるのかもしれない。

生成 AI は成長スピードが早く、種類の多様化や性能のアップグレードによって可能なことがどんどん増え、教材作りには常に柔軟性が求められる。また、これに付随して生成 AI に頼れる範囲の拡大が生徒の思考力の向上の妨げにも繋がる可能性は否定できない。この点については、授業の目的に合わせて生成 AI を使用する場面設定など教師側がコントロールすることが有効であると考えられる。本校では、今後も DS を中心とした生成 AI 活用モデルを体系化していき、他教科および他校でも実践にも活かしやすい形にすべく次年度以降も実践を続けていく。

7. おわりに

本実践で取り扱った ChatGPT および Copilot については、18 歳未満の使用は保護者の同意が必要とされている。アカウント登録にあたり、メールアドレスと生年月日を入力することも必要である。アカウントを登録しない使用方法もあるが、生成 AI の本来の特性を活かし、履歴の蓄積によって自分の探究に活かしやすい形にするにはアカウント登録が必要である。また、対話履歴の共有も膨大な量を取得することが可能となる。本実践では、対象生徒の保護者全員へ書面を用いて同意を得た。しかしながら、同意を得られない生徒がいる場合には、どのように対応すべきか十分に検討する必要がある。

生成 AI による DS 教育の DX に期待される点は、指導者不足の補強、個別の学習支援、データ処理の効率化、プログラミング言語習得サポートなど計り知れない。一方で、懸念される点も同時に多く存在する。教育においては、「生徒の思考力の低下」が大きな懸念であると考えられる。本実践においても、その可能性を完全に拭うことは出来なかった。本校では今後、生成 AI を活かすことにより生徒の思考が活性化する授業形態について模索し、DS 推進校として他校の参考となるような実践を続けていきたい。

8. 参考文献

- 1) 日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会. (2020). 新学習指導要領下での算数・数学教育の円滑な実施に向けた緊急提言：統計教育の実効性の向上に焦点を当てて.
- 2) 文部科学省. (2020). 高等学校学習指導要領の改訂のポイント.
- 3) 酒井淳平 & 稲葉芳成. (2018). 高等学校における「データの分析」その後の統計教育実践の一事例. *統計数理*, 66(1), 135-151.
- 4) 青山和裕. (2018). ニュージーランドの統計教育から得られる示唆—カリキュラム, 教材・授業事例, 評価制度の観点から—. *数学教育*, 100(7), 11.
- 5) Tobias-Lara M. G. & Gómez-Blancarte A. L. (2019). Assessment of informal and formal inferential reasoning: A critical research review. *Stat. Educ. Res. J.*
- 6) Makar K. & Rubin A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Stat. Educ. Res. J.*