



統計・データサイエンス教育ジャーナル

ISSN: (Print) (Online) ジャーナルホームページ: <https://www.tandfonline.com/loi/ujse21>

学びの新時代：統計学とデータサイエンス教育を強化するツールとしての**ChatGPT**に関する考察

アマンダ・R・エリス&エミリー・スレイド

この記事引用するAmanda R. Ellis & Emily Slade (2023) A New Era of Learning: 統計学とデータサイエンス教育を強化するツールとしてのChatGPTに関する考察, Journal of Statistics and Data Science Education, 31:2, 128-133, DOI: [10.1080/26939169.2023.2223609](https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2223609)

この記事へのリンク: <https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2223609>



© 2023 The Author(s). Taylor & Francis Group, LLCのライセンスにより発行。



オンライン公開: 2023年7月10日



このジャーナルに論文を投稿する [🔗](#)



記事の閲覧数8513



関連記事を見る [🔗](#)

アクセスおよび使用に関する完全な利用規約は、
<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=ujse21>。

学びの新時代：統計学とデータサイエンス教育を強化するツールとしてのChatGPTに関する考察

アマンダ・R・エリス、エミリー・スレイド

ケンタッキー大学生物統計学科（ケンタッキー州レキシントン）

ABSTRACT

ChatGPTは、最近登場した多くの生成人工知能（AI）ツールの一つであり、剽窃に利用される可能性や、生徒の自主的な思考能力を損なう可能性が懸念され、教育界で論争を巻き起こしている。最近の出版物では、ChatGPTや他の生成AIツールの教室での使用を批判しており、潜在的な利点にはほとんど焦点が当てられていない。本稿では、統計学やデータサイエンスの教育ツールとしてのChatGPTの可能性に焦点を当てる。読者には、電卓のような新しい技術を教室に導入することへの不安の歴史について考えることを勧める。ChatGPTの機能を統計学やデータサイエンス教育に活用する可能性を探り、ChatGPTが教材開発にどのように役立つかの例や、教育者が学生に責任を持ってChatGPTと対話するよう促す方法の提案を提供します。私たちは教育者として、統計学やデータサイエンスの授業で生成AIツールを使用することで、学生や教育者がこの技術の利点を活用できるように導くことができます。

記事履歴

2023年2月受領
2023年6月受理

キーワード

人工知能; データサイエンス; 教育技術; 統計教育

20世紀半ばに導入された電卓は、数学教育に大きな影響を与えた（Ellington 2003; Watters 2015）。この技術に対する当初の反応はさまざまで、教育者や数学者の中には、電卓が生徒の基本的な算数の演算能力や数学的概念の理解力に悪影響を及ぼす可能性について懸念を示す者もいた（Savage 1986; Ellington 2003; Watters 2015）。しかし、電卓を生徒の数学の理解を深め、より複雑な問題を解けるようにする貴重な道具とみなす意見もあった（Savage 1986; Watters 2015）。数学教育における電卓の使用をめぐる論争にもかかわらず、電卓は世界中の教室で使用されるようになり、現在では数学学習のあらゆるレベルの生徒にとって不可欠なツールとみなされている（Ellington 2003）。

2015年、ワターズは電卓を「間違いなくひとつのもの」と呼んだ。

教室に導入された教育テクノロジーの中で、最も物議を醸したもののひとつ」（Watters 2015）。2022年末、教室で最も物議を醸したテクノロジーの新たな候補、ChatGPTが登場した。ChatGPTは、多くの生成的人工知

能のように動作し、ユーザーが提供したプロンプトに対するテキスト応答を生成する。電卓と同様、ChatGPTの出現は教育界ですぐに論争を巻き起こした。最近の記事では、“ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessment in higher education?” (Rudolph, Tan, Tan, Rudolph, Tan, Rudolph)といったタイトルがつけられている。（Rudolph, Tan, and Tan 2023）、「Chat-GPT: オンライン試験の完全性の終焉? (Susnjak2022)」、「チャットとカンニング: の時代におけるアカデミック・インテグリティの確保」（Rudolph and Tan and Tan 2023）。

ChatGPT」(Cotton, Cotton, and Shipway 2023)、 「ChatGPT のユーザー体験: 教育への影響」(Zhai 2022)。メッセージは明確です: 教育者はChatGPTに注目する必要があります。

教育界からのChatGPT に対する最初の反応は、主に警戒的なもので、一部の教育者や大学では、アカデミックな場でのChatGPTの使用を緩和するための措置を講じています。主な懸念事項の1つは、学生がChatGPTを使用して剽窃したり、自分の作品でないものを作成したりする可能性があることで、学問的誠実性についての懸念につながっています(Rudolph, Tan, and Tan 2023; Susnjak 2022; Zhai 2022; Cotton, Cotton, and Shipway 2023)。このような懸念に対処するため、教育者はChatGPTの使用を検出するツールを使用したり、代替の評価計画を実

施するなど、さまざまな戦術を実施している(Susnjak 2022; Cotton, Cotton, and Shipway 2023; Rudolph, Tan, and Tan 2023)。教育現場におけるChatGPTのもう一つの懸念は、その使用によって生徒が自主的に考えることができなくなったり、AIが生成したテキストが誤っている場合やそのタイミングを検出できなくなったりすることである(Baron 2023)。人工知能ツールであるため、ChatGPTによって生成された回答には、ソース教材に存在するバイアスが伝播する可能性など、より広範な倫理的懸念もあります(Dwivedi et al.) 教育におけるChatGPTの潜在的な否定的な意味合いについては、他の多くの人々が議論しています(Baron 2023; Cotton, Cotton, and Shipway 2023; Dwivedi et al. 2023; Gilbard 2023; Hirsh-Pasek and Blinkoff 2023; Rudolph, Tan, and Tan 2023; Weissman 2023)。

ジェネレイティブの訓話に焦点を当てるのではなくこの記事では、AIツールとしてのChatGPTの可能性に焦点を当てる。

連絡先 Amanda R. Ellis  amanda.ellis@uky.edu  Department of Biostatistics, University of Kentucky, 725 Rose Street, MDS 201, Lexington, KY 40536.

© 2023 The Author(s).テイラー・アンド・フランシス・グループLLCよりライセンスを受けて出版。

本論文は、クリエイティブ・コモンズ表示ライセンス (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) の条件の下で配布されたオープンアクセス論文であり、原著が適切に引用されていることを条件に、いかなる媒体においても無制限の使用、配布、複製が許可されている。本論文が掲載された条件では、著者または著者の同意を得て、受理された原稿をリポジトリに掲載することが認められている。

統計学とデータ科学の教育ツール読者には、電卓、WolframAlpha、ウィキペディアなどの新しい技術の出現を取り囲んできた教育者の間の不安の歴史を考慮することを勧める。これらはすべて、最初に導入されたときに懸念を引き起こしたが、今では学習ツールとして一般的に使用されている（Young 2009; Watters 2015; D'Agostino 2022）。生成AIツールは、これらの技術とは多くの点で異なるが、学生と教育者の両方が利用可能なツールのセットに追加され、物議を醸しているという点で共通している。この記事では、まずChatGPTとその使い方について説明し、次に統計学とデータサイエンスのコースでChatGPTを活用するための提案と例を示す。そして、ChatGPTの潜在的な利点と、教育者がどのようにChatGPTを教室に取り入れ、学生が責任を持って使用できるように訓練できるかについて、読者に考えてもらいます。

2. ジェネレーティブAIとChatGPTとは？

ジェネレーティブAIは、画像、音楽、テキストなどの新しいコンテンツを創造するために設計された人工知能の一種である。これらのシステムは、大規模なデータセットのパターンと関係を分析するためにディープラーニング技術を使用し、斬新で創造的なアウトプットを生み出すことを可能にする。近年大きな注目を集めている生成AIのひとつに、大規模な言語モデルがある。これらのモデルは膨大な量のテキストデータで学習され、人間の言葉を処理し理解するために特別に設計されている（Wolfram 2023）。

ChatGPT（"GPT"は"Generative Pre-trained Transformer"の略）は、2022年11月にOpenAIによって導入された大規模な言語モデル生成AIツールである。チャットボットのように動作し、ユーザーが提供したプロンプトに対するテキスト応答を生成する。ユーザーは単純なテキスト応答や、プログラミングコード、ソネット、エッセイ全体、数学の定理など複雑な応答を要求できる。ジェネレーティブAIの状況は急速に変化しており、定期的に新しいツールが登場している。

ChatGPTは広く普及しているため、本稿ではChatGPTに焦点を当てるが、本稿の一般原則は他の生成AIツールにも当てはまる。

3. ChatGPTの機能

ChatGPTはテキストアウトプットを生成する上で幅広い能力を持っており、教育者はChatGPTが驚くほど人間らしく聞こえるアウトプットを生成できることを知っておく必要があります。ChatGPTの会話的な性質は、"A Conversation on Artificial Intelligence, Chatbots, and Plagiarism in Higher Education" (King and ChatGPT 2023)でモデル化されています。また、複雑な数学的問題を解いたり証明を書いたりする能力など、ChatGPTの数学的能力についても調査している者がいる（Frieder et al.）

統計学の入門的な内容に関する質問に答えるためのChatGPTの能力を示すために、信頼区間の定義を尋ねる3つのプロンプトと p 値の定義を尋ねる3つのプロンプトを用意しました。どちらも統計の学習者が難しいと感じる概念です。信頼区間と p 値に関するこれらのプロンプトに対するChatGPTの回答をそれぞれ表1と表2に示します。同じようなプロンプトに対してChatGPTが生成できる多様な応答を説明するために、それぞれのプロンプトのフレーズは少し異なっています。同じプロンプトを繰り返し入力すると、生成されるテキストが異なることもあります。表1と表2に示した回答は、問い合わせ時にChatGPTが生成した最初の回答です。

表1と表2の例では、ChatGPTに同じ概念の説明を求めています。生成された回答は、説明の長さ、スタイル、アプローチが異なります。ChatGPTは書籍、記事、ウェブサイトなどの既存のテキストデータの大規模なコーパスで学習されるため、これらのソースに書かれた正確な情報がChatGPTの回答に渡される可能性があります。例えば

プロンプト	ChatGPTレスポンス
信頼区間の定義を与える	<p>信頼区間は、未知の母集団パラメータを推定するために使用されるデータの標本から計算される値の範囲である。この区間は、標本の平均と標準偏差や標準誤差のような変動の尺度から導き出され、それに関連する特定の信頼レベルを持つ値の範囲として表現される。</p> <p>例えば、母平均に対して95%の信頼区間が計算された場合、母集団を繰り返しサンプリングし、各サンプルに対して95%の信頼区間を計算した場合、その区間の95%が真の母平均を含むと予想されることを意味する。</p> <p>信頼区間の幅は、標本サイズ、データの変動性、および希望する信頼度によって決定される。一般に、標本サイズが増加するか、信頼度が増加すると、区間の幅は減少する。</p>
信頼区間の定義を専門用語を使わずに説明する。	<p>信頼区間とは、ある母集団について、その母集団の標本に基づいて、ある統計量を含むと思われる値の範囲の推定値である。これは、我々が持っているデータに基づいて、その統計量の真の値が母集団全体に対してどの程度であるかについて、教育された推測をするようなものである。</p> <p>ある都市の人々の平均身長を知りたいとする。その都市のすべての人の身長を測定することはできないので、その代わりに、より少数の人々の身長を測定します。その標本から、街全体の平均身長を含むと思われる値の範囲を計算し、その範囲が信頼区間となります。</p>
信頼区間の定義は何かという宿題に答えなさい。	<p>信頼区間に関連する信頼度は、母集団統計量の真の値が区間内に含まれる可能性を表す。例えば、信頼区間が95%の信頼度を持つ場合、このプロセスを何度も繰り返すと、計算した区間の95%が母統計量の真の値を含むことを意味します。</p> <p>信頼区間は、未知の母集団パラメータを推定するために使用されるデータの標本から計算される値の範囲である。これは、指定された信頼度で真の母集団パラメータを含むと考えられる値の区間を提供する。信頼度は、標本データから計算された区間が真の母集団パラメータを含む確率として表現され、通常はパーセンテージで表現される。信頼区間は、標本サイズと標本のデータの変動性の両方を考慮に入れ、母集団パラメータの推定値に関連する不確実性の尺度を提供するのに役立ちます。</p>

表2.ChatGPTに提供されたプロンプトの例と、 p 値の定義に関して生成された回答。

プロンプト	ChatGPTレスポンス
の定義を述べよ。 p 値	<p>p値とは、帰無仮説が真であるという仮定の下で、観察された結果と同じかそれよりも極端な結果が得られる確率を表す統計的尺度である。</p> <p>帰無仮説とは、データの標本を用いて検定したい平均や割合などの母集団パラメータに関する記述である。p-値は、標本と帰無仮説の間の差を測定する観察された検定統計量を、帰無仮説の下での検定統計量の分布と比較することによって計算されます。</p> <p>p値が小さい場合（通常0.05未満）、帰無仮説が真であれば、観察された結果が偶然に起こる可能性は低いことを示唆し、帰無仮説を棄却して対立仮説を支持する。一方、p値が大きい（0.05より大きい）場合は、観察された結果が帰無仮説と一致することを示唆し、帰無仮説を棄却できない。</p>
の定義を述べよ。 専門用語を使わない p 値	<p>言い換えれば、p値は帰無仮説に対する証拠の強さの尺度を提供し、帰無仮説を受け入れるか棄却するかを決定するのに役立つ。</p>
の簡単な定義を述べよ。 p 値	<p>p値とは、研究結果が偶然である可能性を示す数値です。つまり、研究結果がどの程度驚くべきものかを示す指標です。統計的検定を行う際には、実際の結果と、グループ間に効果や差がなかった場合に予想される結果を比較します。p値が小さい（0.05未満）場合は、偶然の結果とは考えにくく、実際に効果や差がある可能性があることを意味します。p値が大きい（0.05より大きい）場合は、結果が偶然に起こった可能性があり、本当の効果や差がないかもしれないことを意味します。ですからp値は、研究仮説を受け入れるか棄却するかを決めるのに役立ちます。</p> <p>p値は、帰無仮説が真であると仮定した場合に、観察された結果と少なくとも同程度の極端な結果が得られる確率の尺度である。</p>

頻度論的信頼区間のよくある間違った解釈は、それを母集団パラメータの真の値に関する確率の記述として扱うことであり、母集団パラメータを固定された未知の値としてではなく、確率変数として誤って扱います。ChatGPTの2番目のプロンプトに対する回答の1文（「信頼区間に関連する信頼度は、母集団統計量の真の値が区間内に含まれる可能性を表す」）は、この誤った解釈をいくらか示唆している（表1）。しかし、次のように正しい解釈をしている。 p 値を定義するとき、よくある誤解は、 p 値は研究結果が偶然に起こる確率を表しているというものです。この定義は、帰無仮説が真であるという前提で理解されるのであれば、正しいかもしれませんが、ChatGPTはこの定義を提供しません。ChatGPTが生成した回答には不正確なものもありますが、表1と表2の回答は、ChatGPTが様々な言語スタイル（技術的、非技術的の両方）を使ってこれらの統計的概念をうまく定義できることを示しています。統計学やデータサイエンスの教育者は、ChatGPTが生成した文には正確さと不正確さが含まれている可能性があることを認識するよう学生

に教えることが重要であり、ChatGPTの回答を批評する方法を学生に指導することが実りある授業になるかもしれません。

その幅広い能力にもかかわらず、いくつかのタイプがある。

ChatGPTがうまく実行できないかもしれないタスク。例えば、ChatGPTに参考文献の作成を依頼すると、完全に捏造された参考文献リストが作成される可能性があります（King and chatGPT 2023）。また、ChatGPTは画像のようなテキスト以外のプロンプトにも対応できません。ChatGPTの応答は非常に遅く、「非常に高い需要が発生しています。システムの拡張に取り組んでいますので、しばらくお待ちください。"ChatGPTの制限事項「時折、誤った情報を生成する可能性がある」「時折、有害な指示や偏ったコンテンツを生成する可能性がある」「2021年以降の世界や出来事に関する知識が限られている」（OpenAI 2023）。ChatGPTは一般的な

センスの知識や、トレーニングデータから学習した以上のコンテキストを理解する能力はない。そのため、訓練データの範囲を超えて文脈を深く理解する必要があるプロンプトに対して、常に正確で適切な応答を提供できるとは限らない。また、人間の教師ほど効果的に個々の生徒に合わせた指導ができない可能性もある。どのようなAIモデルにも言えることですが、その出力に対しては慎重かつ批判的になり、決定的な情報源としてではなく、ツールとして使用することが不可欠です。

4. 統計・データサイエンス教育にChatGPTを活用

教育者が統計学やデータサイエンス教育でChatGPTの活用を検討する方法はいくつかあります。例えば、ChatGPTに講義ノートの要約を作成させるなどで（Roose 2023; Staake 2023）。また、小テストや試験問題のような新しい教材を生成することもできます（Roose 2023; Staake 2023）。例えば、ChatGPTに「大学レベルの統計学入門クラスで、標本サイズと検出力に関する自由記述式の試験問題を3問作成しなさい」というプロンプトを与えると、次のような問題が生成されました：

1. 統計的検出力の概念と、それが仮説検定において重要である理由を説明しなさい。仮説検定の検出力に影響を与える要因には何があり、それが標本サイズの選択にどのように影響するか？
2. 仮説検定において、標本サイズ、有意水準、検定の検出力の間にはどのような関係がありますか？ この関係を説明する例を挙げ、仮説検定を行う際に3つの要素すべてを考慮することが重要である理由を説明しなさい。
3. 仮説検定においてサンプルサイズが小さすぎるこの結果について説明しなさい。このことは、効果が存在する場合、それを検出する能力にどのような影響を与えるのか、また、そのリスクはどのように影響するのか。

タイプIIの誤りを犯すのか？ 標本サイズを大きくすることは、このような結果をどのように軽減するのに役立つでしょうか？

ChatGPTの回答の中には他の回答よりも適切なものがあり、学生の学習に対する評価目標を満たしているかどうかを批判的に評価することなく、やみくもにChatGPT由来の教材を使用することは容認できません。しかし、ChatGPTの回答が教育者の目標に合っていない場合でも、反復的なプロセスでChatGPTの回答を改善することができます。例えば、プロンプトを短くしたり長くしたり、特定のスタイルで書いたり、好ましくない部分を除いて書いたりすることができます。私たちの経験では、ChatGPTは特定のプロンプトが提供され、それが必要に応じてユーザーによって洗練されたときにうまく機能します。

教育者は、ChatGPTの回答をニーズに合わせて手動で修正したり、ChatGPTを活用して一般的なアイデアを生成し、教育者が開発した教材に使用することもできます。例えば、ChatGPTに「ポアソン分布に従う生物医学的変数の例を挙げてください」という以下のプロンプトを与えると、以下のように生成されました：「ポアソン分布は、与えられた時間または空間における事象の発生数のような、カウントデータをモデル化するために使用できる確率分布です。生物医学の文脈では、ポアソン分布に従う変数の例として、病院内の患者が獲得する感染症の数がある。感染件数はポアソン過程としてモデル化でき、感染件数の平均率は、感染症の種類、患者集団、医療の質などのさまざまな要因に依存する。感染件数をポアソン変数としてモデル化することで、医療従事者はさまざまな感染シナリオの可能性を推定し、病院内の感染リスクを低減するための対策を実施することができる。」この回答は要求された以上の情報を提供している。それでも、教育者の目標が、ポアソン分布に関する例で使用する健康関連のカウント変数のアイデアを得ることであったなら、目標は達成された。前述のように、ChatGPTの回答について批判的に考え、必要に応じて手作業で修正することは、プロセスの重要な部分です。例

例えば、教育者は（ChatGPTが言及しなかったように）院内感染のカウントが過剰に分散している可能性があり、ポアソン分布よりも負の二項分布を使ってモデル化の方が適切であることを認識するかもしれません。

統計学やデータサイエンスの教育関係者も、ChatGPTを見つけられるかもしれない。GPTは、統計プログラミングに特化したコースの教材開発や、プログラミングコースの学生の学習ツールとして役立ちます。例えば、教育者はChatGPTに与えられた問題に対して擬似コードを書くように頼むことができます。また、教育者はChatGPTにコードの抜粋を提供し、例えばSASからR、RからPythonに変換するなど、別の言語でコードを書くように依頼することもできます。統計学やデータサイエンスの教育者は、ChatGPTを使ってコードをデバッグする方法を学生に指導するのもよいでしょう。注目すべきは、コードの記述とデバッグを支援する他のAIツールもいくつか存在することである。

この分野は、定期的に新しいツールが利用可能になるため、急速に進化している (Phillips 2023)。

教育者は、学生がChatGPTを利用して自分で解答した場合、どのような結果を導き出せるかを知るために、課題や試験問題をChatGPTでテストすることもできます。例えば、"欠損データのある研究を分析するために完全事例分析を利用することの欠点を1つ簡潔に説明しなさい"といったような、学生に統計的概念の説明を求める自由記述問題に対して、ChatGPTは驚くほど短い解答を提供することに長けていることに教育者は気づくかもしれません。前述したように、ChatGPTには、画像として提供される統計出力の解釈など、あまり得意でない（あるいは時には得意でない）タイプのタスクもあります。

生徒がChatGPTや他のジェネレーティブAIツールを使用していないことを確認しながら、生徒の学習を評価するツールは存在する。例えば、特定のウェブサイトやインターネット全体へのアクセスをブロックするプログラムなどである。しかし、私たちは、生徒がどのようにジェネレーティブAIを活用して学習を直接強化することができるのか、教育者が別のアプローチを検討することを提案する他の多くの人々の意見に賛同する (Roose 2023, Abramson 2023, Duckworth and Ungar 2023; Staake 2023)。そうすることで、教室の外で生徒が置かれる環境を模倣し、生徒が利用できるツールの責任ある使い方を学ぶことができる。(a)自分の言葉でプロンプトに答える、(b)プロンプトをChatGPTに入力し、レスポンスをコピーする、(c)自分のレスポンスがChatGPTのレスポンスとどう違うか、その違いが"正しい"かどうかをどう評価するかを分析する。統計プログラミングのクラスでは、生徒に以下のことをさせる例があります：(a)ChatGPTに特定のタスクを実行するためのRコードを書かせる、(b)ChatGPTが生成したコードをRで実行する、(c)コードが意図したとおりに動いたかどうかを評価し、動いたかどうかをどのように判断したかを説明する、あるいは、生成されたコードが何をしているかを一行ずつ説明する。学生にChatGPTを批評させる演習を取り入れることで、指導者はChatGPTによって生成された回答を学生がナビゲートできるように手助けする機会を得ることができます。このような演習を活用することで、生徒が回答を共有する教室でのディスカッションを

作成し、講師はAIツールの責任ある使い方や、生成された回答の批評方法に関する会話を促進することができます。

5. リフレクション

私たちは、教育者が教室でのAIツールの導入と統合に関して正当な懸念を持っていることを認識しており、これらの問題についての完全な議論は他の場所で見ることができます (Baron 2023; Cotton, Cotton, and Shipway 2023; Gilbard 2023; Hirsh-Pasek and Blinkoff 2023; Rudolph, Tan, and Tan 2023; Weissman 2023)。AIを授業で使用することに関する懸念に加え、ChatGPTの導入に伴って生じる法的・倫理的な懸念もある (Karim 2023; Woodie 2023; Zhou et al. 2023)。こうした懸念にもかかわらず、AIツールの人気は高まっている。多くの大学では、AI関連委員会を設置したり、既存の倫理委員会を活用したりして、AIツールが進化・進歩し続ける中で、アカデミック・インテグリティの問題についてガイダンスを提供している (Grove 2022; Young 2023)。読者の皆様には、他の技術についても検討されることをお勧めする、

電卓、ウルフラム・アルファ、ウィキペディアなど、当初は警戒されたものの、今では学習ツールとして一般的に使われている。統計学やデータサイエンスの教育者として、私たちは授業にAIツールを積極的に取り入れ、導くことができます。この記事では、統計学とデータサイエンス教育においてChatGPTを責任を持って活用するためのいくつかの道を紹介します。

最後に、この原稿の2つのパラグラフがChatGPTによって生成されたものであることを読者に考えてもらいたい。どちらかわかりますか？この演習は、ChatGPTがいかにアカデミック・インテグリティにダンジェラスであるかを浮き彫りにするかもしれません。一方、この演習は、ChatGPTに特定のプロンプトを与え、生成された回答がユーザーの目標に合っているかどうかを批判的に考え、必要であればプロンプトを修正することで、ChatGPTがいかに効果的に活用できるかを示しています。(答えを探している人のために、私たちはChatGPTを使って、「はじめに」のセクションの最初の段落と、以下の2つのプロンプトを使って「生成AIとChatGPTとは何か」のセクションの最初の段落を生成しました：(a)「計算機が数学教育に与えた影響に対する最初の反応について、アカデミック・ライティングのスタイルで短い段落を書いてください」、(b)「アカデミック・ライティングのスタイルで、生成AIと大規模言語モデルとは何かを素人に簡単に説明してください」)。ChatGPTからの回答は、流れのために最小限に編集され、参考文献は著者によって追加された。

データの利用可能性に関する声明

本研究では、新たなデータの作成（）や解析は行っていないため、データの共有は本論文には適用されない。

参考文献

- Abramson, A. (2023), "How to Use ChatGPT as a Learning Tool," *American Psychological Association*. 2023年4月26日取得。 <https://www.apa.org/monitor/2023/06/chatgpt-learning-tool>
- Baron, N. (2023), "ChatGPT Robs Students of Motivation to Think, Write for Themselves," *Chicago Sun Times*. <https://chicago.suntimes.com/2023/1/21/23563927/chatgpt-artificial-intelligence-school->

[education-critical-thinking-naomi-baron-the-conversation](#) で入手可能。

- Cotton, D. R., Cotton, P. A., and Shipway, J. R. (2023), "Chatting and Cheating. Ensuring Academic Integrity in the Era of ChatGPT," *Innovations in Education and Teaching International*, EdArXiv preprint, DOI:10.35542/osf.io/mrz8h.
- D'Agostino, S. (2022), "Wikipedia, Once Shunned, Now Embraced in the Classroom," *Inside Higher Ed*. 2023年2月15日取得。 Available at <https://www.insidehighered.com/news/2022/11/09/more-professors-now-embrace-wikipedia-classroom>.
- Duckworth, A., and Ungar, L. (2023). 論説: Don't Ban Chatbots in Classrooms - Use Them to Change How We Teach," *Los Angeles Times*. 2023年4月16日取得。 <https://www.latimes.com/opinion/story/2023-01-19/chatgpt-ai-education-testing-teaching-changes> で入手可能。
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koochang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M.A., Al-Busaidi, A.S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., Carter, L., Chowdhury, S., Crick, T., Cunningham, S. W., Davies, G. H., Davison, R. M., Dé, R., Dennehy, D., Duan, Y., Dubey, R., Dwivedi, R., Edwards, J. S., Flavián, C., Gauld, R., Grover, V., Hu, M.-C., Janssen, M., Jones, P., Junglas, I., Khorana, S., Kraus, S., Larsen, K.R., Latreille, P., Laumer, S., Malik,
- F.パガーニ, M., パンディ, N., パパジアニディス, S., パパス, I.O., パタク, N., プリース・ヘジェ, J., ラマン, R., ラナ, N.P., レーム,

136  AR・エリス, E・スレ
S.-V., Ribeiro-Navarrete, S., Richter, A., Rowe, F., Sarker, S., Stahl, B., Tiwari, M. K., van der Aalst, W., Venkatesh, V., Viglia, G., Wade, M., Walton, P., Wirtz, J., and Wright, R. (2023), "So What If ChatGPT Wrote It?という質問に対して、「そうだ、ChatGPTが書いたらどうだろう」、「そうだ、ChatGPTが書いたらどうだろう」、「そうだ、ChatGPTが書いたらどうだろう」、「そうだ、ChatGPTが書いたらどうだろう」。DOI:10.1016/j.ljinfomgt.2023.102642

Ellington, A. J. (2003), "A Meta-Analysis of Effects of Calculators on Students' Achievement and Attitude Levels in Precollege Mathematics Classes," *Journal for Research in Mathematics Education*, 34, 433-463.doi:10.2307/30034795.

Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R. R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P. C., Chevalier, A., and Berner, J. (2023), "Mathematical Capabilities of Chatgpt," *arXiv preprint arXiv:2301.13867*.

Gilbard, M. (2023), "Navigating the Risks and Rewards of ChatGPT," *Teachers College Newsroom*.<https://www.tc.columbia.edu/articles/2023/january/navigating-the-risks-and-rewards-of-chatgpt/>.

Grove, J. (2022), "Ethics Committees 'Struggling to Deal With' AI Research," *Times Higher Education*.2023年2月20日取得。<https://www.timeshighereducation.com/news/ethics-committees-struggle-deal-ai-research> で入手可能。

Hirsh-Pasek, K., and Blinkoff, E. (2023), "ChatGPT: 教育の敵か味方か? ブルッキングス。2023年4月26日取得。<https://www.brookings.edu/blog/education-plus-development/2023/01/09/chatgpt-educational-friend-or-foe/> より入手可能。

Jain, S. (2022), "ChatGPT is a New AI Chatbot that can find mistakes in your code or write a story for you," *Business Insider India*.2023年4月28日取得。<https://www.businessinsider.in/tech/news/what-is-chatgpt-and-how-does-it-work/articleshow/95994901.cms> で入手可能。

Karim, R. (2023), "ChatGPT: 新しい装いをした古いAIの問題、偽装された新しい問題", *Monash Lens*.2023年5月2日取得。<https://lens.monash.edu/@politics-society/2023/02/13/1385448/chatgpt-old-ai-problems-in-a-new-guise-new-problems-in-disguise> で入手可能。

King, M. R., and ChatGPT.(2023), "A Conversation on Artificial Intelligence, Chatbots, and Plagiarism in Higher Education," *Cellular and Molecular Bioengineering*, 16, 1-2.DOI:10.1007/s12195-022-00754-8

OpenAI (2023), "ChatGPT", OpenAI.2023年4月26日取得。利用可能な場所 <https://chat.openai.com>

Phillips, T. (2023), "AI Code Tools: 2023年究極ガイド" *CodeSubmit*.2023年4月28日取得。<https://codesubmit.io/blog/ai-code-tools> で入手可能。

Rollbar Editorial Team (2023), "How to Debug Code Using ChatGPT," *Rollbar*.2023年4月28日取得。<https://rollbar.com/blog/how-to-debug-code-using-chatgpt/> で入手可能。

Roose, K. (2023), "Don't Ban ChatGPT in Schools.Teach with It", *New York Times*.2023年4月26日取得。<https://www.nytimes.com/2023/01/12/technology/chatgpt-schools-teachers.html> で入手可能。

Rudolph, J., Tan, S. (2023), "ChatGPT: Bullshit Spewer or the End

of Traditional Assessments in Higher Education?", *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6. DOI:10.37074/jalt.2023.6.1.9.

Savage, D. G. (1986), "Calculator Issue: 数学の授業: Old Ways Don't Add Up," *Los Angeles Times*.2023年4月28日取得。<https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1986-05-17-mn-5638-story.html>

Staae, J. (2023), "20 Ways Teachers Can Use ChatGPT to Make their Lives Easier," *We Are Teachers*.2023年4月26日取得。<https://www.weareteachers.com/chatgpt-for-teachers/>

Susnjak, T. (2022), "ChatGPT: The End of Online Exam Integrity?" *arXiv preprint arXiv:2212.09292*.

Watters, A. (2015), "A Brief History of Calculators in the Classroom," *Hack Education*.2023年2月14日取得。<https://hackeducation.com/2015/03/12/calculators> で入手可能。

Weissman, J. (2023), "ChatGPT is a Plague Upon Education," *Inside Higher Ed*.2023年4月26日取得。<https://www.insidehighered.com/views/2023/02/09/chatgpt-plague-upon-education-opinion> で入手可能。

Woodie, A. (2023), "ChatGPT Brings Ethical AI Questions to the Forefront," *Datanami*.2023年5月2日取得。<https://www.datanami.com/2023/03/13/chatgpt-brings-ethical-ai-questions-to-the-forefront/>.

- Wolfram, S. (2023), "What Is ChatGPT Doing... and Why Does It Work?", *Stephen Wolfram Writings*.2023年5月2日取得。<https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work> で入手可能。
- Young, J. R. (2009), "A Calculating Web Site could Ignite a New Campus 'Math War'," *The Chronicle of Higher Education*.Retrieved February 15, 2023.<https://www.chronicle.com/article/a-calculating-web-site-could-ignite-a-new-campus-math-war-47316> で入手可能。
- Young, J. R. (2023), "ChatGPT has Colleges in Emergency Mode to Shield Academic Integrity," *EdSurge*.2023年2月20日取得。Available at <https://www.edsurge.com/news/2023-01-24-chatgpt-has-colleges-in-emergency-mode-to-shield-academic-integrity>.
- Zhai, X. (2022), "ChatGPT User Experience : Implications for Education," Available at SSRN 4312418.
- Zhou, T. Y., Huang, Y., Chen, C., and Xing, Z. (2023), "Exploring AI Ethics of ChatGPT : A Diagnostic Analysis," arXiv preprint arXiv:2301.12867.