

生成 AI を活用した協調的な問題解決におけるアイデア 生成と向上：グループ間の論証過程の比較分析

大滝 文一[†]，大島 律子[†]，大島 純[†]

Bunichi Otaki, Ritsuko Oshima, Jun Oshima

[†] 静岡大学 創造科学技術大学院

Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

otaki.bunichi.23@shizuoka.ac.jp

概要

本研究は、生成 AI を活用した協調的問題解決における論証過程の差異を分析した。情報系学部生 20 名 10 組を対象に、品種改良食物をテーマとした課題に取り組み、ツールミンモデルと談話分析を用いて議論構造と知識構築過程を比較した。高論証グループでは、生成 AI の多面的な出力を批判的に統合し、議論を深化させたが、低論証グループでは解決志向に偏った結果、情報活用が限定的であった。AI を用いた学習支援の設計的工夫の重要性が示唆された。

キーワード：生成 AI，協調的問題解決，知識構築

1. はじめに

テクノロジーを用いた知識構築の促進は、学校教育において確立された実践及び研究分野である[1][2]。知識構築とは、知識を組み合わせて、協調的に問題の解決策などのアイデアを高めていくプロセスにある学びを重要視している理論である[3]。近年は知識構築において AI の活用が注目されており、Scardamalia & Bereiter (2022)は知識構築や構成主義の教育全般における AI の未来は、学習者によって主体的に使用されるアプリケーションにあると論じている[2]。

大規模言語モデルに基づく生成 AI は学習者が自然言語でやり取りでき、アイデア生成と向上を支援する可能性を持つ一方で、知識構築に基づいた問題解決における生成 AI の活用についてはまだ十分に研究されていない[4]。本研究では「生成 AI を用いた協調的問題解決における論証レベルが異なるグループの相違点は何か？」という問いを立て、特に論証レベルの高いグループと低いグループの協調プロセスが、知識構築の観点でどのように異なるかを検討する。

2. 方法

データ収集は 2024 年 8～9 月に行い、国立大学の情報系学部生 20 名（10 組）を対象とした。被験者には「品種改良食物に関する問題と解決策」の考案を課した。事前アンケートでは全員が該当問題にほとんど知識がないと回答したため、40 分間の実験冒頭で遺伝子組換え食品の導入資料を数分読んだ後、1 台のコンピュータと 2 台のキーボードを用い、議論しながら生成 AI（ChatGPT4o）とテキストでやり取りした。AI の利用方法については事前に教示せず、被験者が実験中に使い方に困った場合に手助けをした。収集したデータは（1）事前事後アンケート、（2）問題解決場面の録音・録画、（3）生成 AI とのやり取り記録、（4）画面録画である。

分析では、まず各グループの口頭発表を文字起こしし、論理の構成要素を整理し、議論構造を的確に捉えるためにツールミンモデル[5]を参照し、主張・論拠・反証・限定語の 4 観点で論理要素を可視化した上で筆頭著者と共著者 2 名が評価した。次に、得点を標準化して総合評価とし、上位・下位 2 組を抽出して論証構造を比較した（図 1～4 の各 a を参照）。さらに、抽出した 4 組の議論全体を文字起こしし、Knowledge Building Discourse Explorer (KBDeX) [6]でアイデアがどのように向上したかを時系列に検討した。分析には回数中心性を用い（図 1～4 の各 b を参照）、特に生成 AI から生成された情報がどれだけ口頭発表内容に寄与したか（図 1～4 の各 c を参照）を可視化した。KBDeX の談話データを、アンケートやインタビュー、生成 AI とのやり取りのデータと三角測量しつつ問題解決プロセスを総合的に検討した。

3. 結果と考察

3.1. 高・低論証グループの比較

本研究では生成 AI を活用した協調的な問題解決において、高論証グループと低論証グループの差異を分析した。高論証グループ (1・2) では、回数中心性が発話ターンの序盤から上昇した (図 1-b, 2-b)。議論プロセスを検証すると、生成 AI への最初の質問で広く問題点を求めるプロンプトを入力し (例: 遺伝子組み換え作物等の問題点をできるだけあげて)、生成 AI から提示される多面的なアイデアを効果的に取り込み (図 1-c, 2-c)、時に生成 AI の情報に批判的な目を向けながら議論を深めた上で、生成 AI の情報を複数の主張に落とし込む姿勢が見られた (図 1-a, 2-a)。

一方、低論証グループ (3・4) では回数中心性は段階的な上昇を見せた (図 3-b, 4-b)。議論プロセスでは、両グループとも序盤から解決策に絞ったプロンプトが中心であった (例: 品種改良食物の問題に対する技術的な面や社会的な面などの多面的な視点からの解決策は)。問題点の深掘りがされず、論点の広がりにも乏しく、生成 AI からは十分な情報を得たものの、咀嚼できないまま議論が停滞しやすかった。また、解決策として生成 AI が提示した専門用語 (例: CRISPR-Cas9 などの技術を...) の意味が理解できず、途方に暮れる場面があり、結果として生成 AI の情報は口頭発表にとりこんだものの (図 3-c, 4-c)、反証の提示や主張の強度が十分に確保されなかった (図 3-a, 4-a)。

3.2. 生成 AI がアイデア向上プロセスにもたらす利点と課題

生成 AI は包括的かつ多様なアイデア [7] を提示し、議論の起点となる情報を提供できる利点が示唆された。事後インタビューでも生成 AI の出力が議論を活性化させる手段となったことが評価されている。しかし、情報過多に起因する混乱や、得られたアイデアを的確に取捨選択・統合する難しさも指摘された。特に、生成 AI から提示される専門用語や知識を正確に理解・咀嚼できない場合、議論の流れが停滞したり、うまく取捨選択ができなくなる可能性もある。

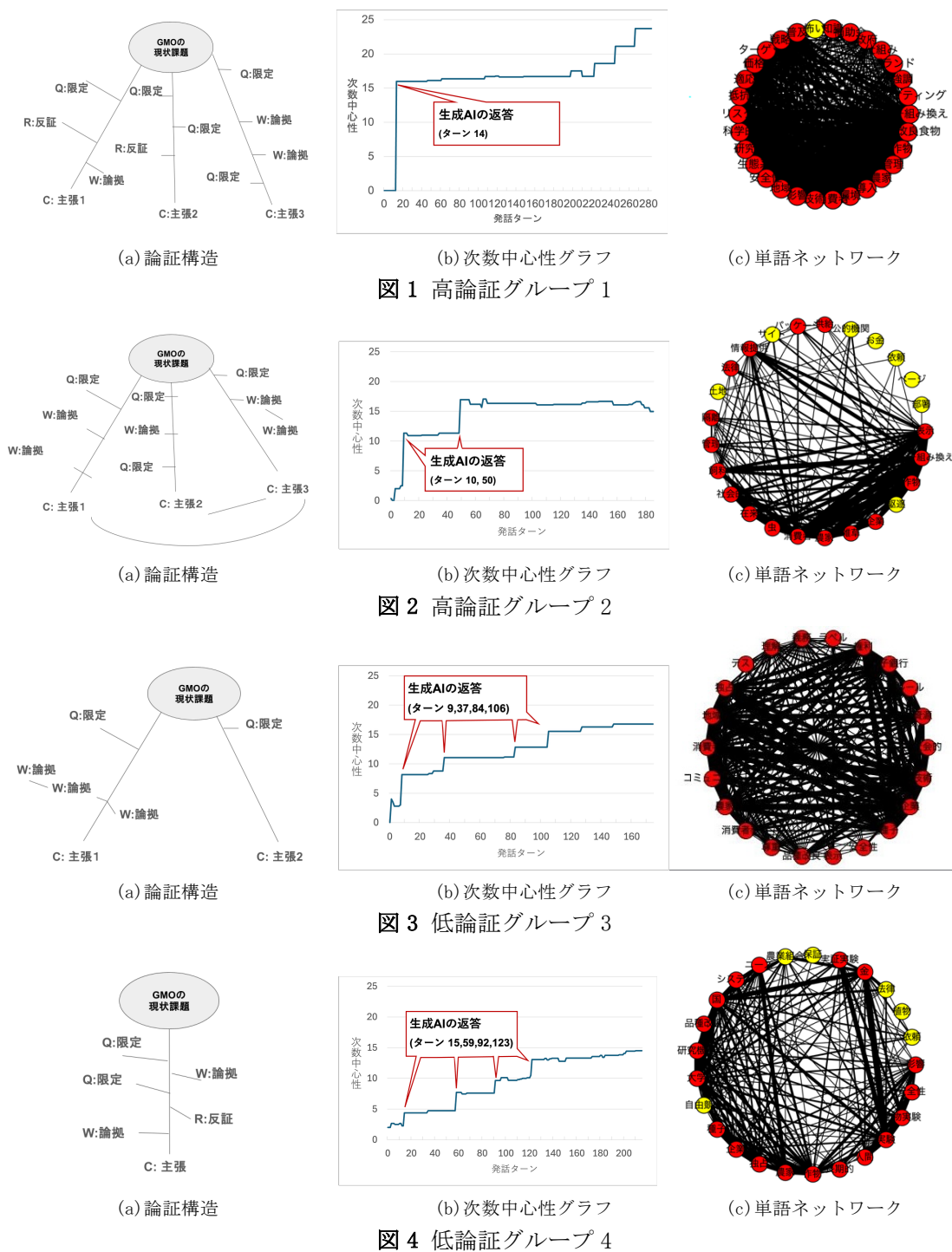
3.3. 本研究からの示唆と今後の課題

知識構築では、生成 AI が多様なアイデアを提示する点を「自己拡張」の手段として捉え、得られた情報を「デザインモード」[2]

で批判的に検証し、新たな知見へと発展させられるかが鍵となる。生成 AI が生み出す多量の情報をプロンプト等によって適切に制御し、協調的に知識を構築できる学習環境のデザインや指導方略を検討することが重要である。本研究は実験環境で行われた探索的アプローチであり、今後は生成 AI への事前プロンプト及び学習場面でのエンジニアリング・デザインや、教室で多人数が生成 AI を活用する場面など、多様な学習環境や対象、教育レベルを含めた設計と指導に関する理論・実践的知見を拡充していくことが期待される。

文献

- [1] Chen, B., & Hong, H. Y. (2016). Schools as knowledge-building organizations: Thirty years of design research. *Educational Psychologist*, 51(2), 266-288.
- [2] Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2022). Knowledge building and knowledge creation. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (3rd ed., pp. 385-405). Cambridge University Press.
- [3] Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2003). Learning to work creatively with knowledge. *Powerful learning environments: Unravelling basic components and dimensions*, 55-68.
- [4] Chen, B., & Zhu, X. (2023). Integrating generative AI in knowledge building. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100184.
- [5] Toulmin, S. E. (1958). *The philosophy of science* (Vol. 14). Genesis Publishing Pvt Ltd.
- [6] Oshima, J., Oshima, R., & Matsuzawa, Y. (2012). Knowledge Building Discourse Explorer: a social network analysis application for knowledge building discourse. *Educational Technology Research and Development*, 60(5), 903-921.
- [7] Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. 693 Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98). Open Court.



トウルミンモデルを参照した各グループの口頭発表の論証構造（左）、発話ターン毎の回数中心性の軌跡と生成AIの返答ハイライト（中央）、口頭発表における単語ネットワーク（赤色が生成AIが出力した単語）（右）