

概念マップとルーブリックを統合した 対話型学習支援モデルに関する研究

A Study on an Interactive Learning Support Model Integrating Concept Maps and Rubrics

山本 鳳雅^{*1}, 砂原 加奈^{*2}, 高野 泰臣^{*1}, 上野 春毅^{*1}, 小松川 浩^{*2}

Houga YAMAMOTO^{*1}, Kana SUNAHARA^{*2}, Yasuomi TAKANO^{*1}, Haruki UENO^{*1}, Hiroshi KOMATSUGAWA^{*2}

^{*1} 公立千歳科学技術大学 理工学部

^{*1} Faculty of Science and Technology, Chitose Institute of Science and Technology

^{*2} 公立千歳科学技術大学大学院理工学研究科

^{*2} Graduate School of Science and Engineering, Chitose Institute of Science and Technology

Email: b2222500@photon.chitose.ac.jp

あらまし：近年、日本の教育機関では、大規模言語モデル（LLM）を活用した学習支援への期待が高まっている。本研究チームでも、LLM を用いた対話型学習支援システムが提案されている一方で、授業内容に基づいた理解度評価を一貫した基準で行うことには課題が残されている。本研究では、授業内容に含まれる概念構造を整理した概念マップと、理解度を段階的に定義したルーブリックを統合した対話型学習支援モデルを提案し、これを実装した学習支援システムを構築した。実授業への適用および対話分析とアンケート調査を通じて評価を行った結果、概念構造に基づく対話の有用性と、理解度評価に対する一定の妥当性が示唆された。

キーワード：大規模言語モデル、対話型学習支援、概念マップ、ルーブリック

1. 研究背景・目的

近年、学習者一人ひとりの理解度や学習進度に応じた個別最適な学びの実現が求められており、その実現手段として大規模言語モデル（LLM）を用いた対話型学習支援に注目が集まっている。本研究チームでも、LLM を活用した対話型アドバイジングシステムの開発を行った⁽¹⁾。これにより、LLM が対話を通じて学習者の理解状況を把握しながら、授業内容に関するアドバイスを個別に提示することが可能となった。一方で学習者の理解度を、授業全体を通して一貫した基準で評価することが難しいという課題が残されている。この課題の一因として、理解度評価の基準が暗黙的であり、対話の文脈や質問内容に依存して評価が揺らぐ点が挙げられる。そこで本研究では、授業内容に含まれる概念とその関係性を整理した概念マップと、理解度を段階的に定義したルーブリックを統合し、一貫した基準に基づいて学習者の理解度を推定する対話型学習支援モデルを提案する。加えて、本モデルを実装した学習支援システムを構築し、実授業への適用を通じて、理解度評価の妥当性およびアンケートによる学習支援の有用性を検証する。

2. 対話型学習支援モデルの概要

本研究では、概念マップとルーブリックを統合した対話型学習支援モデルを提案し、AI が授業内容と学習者の理解状況を構造的に把握しながら、対話を通じて理解度を推定することを目的とする。本モデルでは、教員が事前に授業内容に含まれる主要概念とその関係を概念マップとして整理し、各概念に

対する理解度をルーブリックとして定義する。これらをプロンプトとして LLM に与えることで、一貫した基準に基づく対話型学習支援を実現する。

対話型学習支援モデルの概念図を図 1 に示す。まず (1) 質問生成では、概念マップおよびルーブリックを参照し、授業内容に含まれる各概念について、理解段階に応じた適切な難易度の質問を生成する。質問は、概念の理解から概念間の関係理解まで段階的に構成され、すべての概念について順に提示される。次に (2) 正誤判定では、学習者の回答内容を踏まえて正誤の判断を行い、必要に応じて解説や補足情報を提示する。これらの処理を各概念について繰り返すことで、学習者の理解度に応じた対話を継続する。最後に (3) 理解度推定では、一連の対話で得られた回答内容を総合し、ルーブリックを参照して学習者の最終的な理解度を判定する。

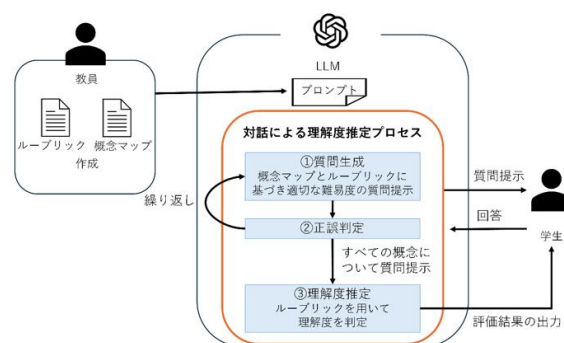


図 1 対話型学習支援モデルの概念図

3. 検証・評価

本研究で提案した対話型学習支援モデルの有用性

を確認するため、構築した学習支援システムを、本大学の1年秋学期に開講されたプログラミング系の科目に適用し、システムを通じて提示される対話および理解度評価の妥当性について検証を行った。本研究では、概念マップとループリックを統合した対話モデルの設計に基づき、以下の観点から評価を実施した。

第一に、概念マップを参照することで、授業内容の概念マップに沿った質問が網羅的かつ安定して提示されているかを確認した。第二に、ループリックに基づいて、対話を通じた学習者の理解度推定が適切に行われているか、およびその評価結果の妥当性を検証した。妥当性の評価にあたっては、人間の教員が一連の対話を確認して理解度を評価し、その教員の評価とAIの評価の一致率を確認することで妥当性を評価した。さらに、システムを利用した学習者を対象にアンケートを実施し、AIとの対話や理解度評価の有用性に関する主観的評価を収集した。

3.1 対話内容の評価結果

システムを利用した学習者の対話履歴を基に、AIが概念マップおよびループリックを参照しながら対話を行っているかを評価した。本研究では、140件の対話セッションを分析対象とし、対話内容の評価結果を表1に示す。なお、本研究では、AIと学習者の対話開始から理解度評価結果の提示に至るまでの一連の過程を対話セッションと定義する。

その結果、すべての対話セッションにおいて概念マップに沿った質問が提示され、各概念で少なくとも一つ以上の質問が行われていたことが確認された。また、対話内容はいずれも授業内容に基づく正確なものであった。さらに、約9割の対話セッションでループリックに基づく理解度推定が行われた一方、約1割では推定結果が出力されなかった。AIによる理解度評価の妥当性は約8割であった。これらの結果から、本システムは概念構造に基づく網羅的な質問提示を安定して実現している一方で、理解度推定の安定性および評価の妥当性には改善の余地があることが示された。

表 1 対話内容の評価結果

評価基準	割合
概念マップに沿った質問を行っている	100%
各概念で必ず一つ以上の質問を出している	100%
学習者の理解度を推定している	89.2%
AIの理解度評価が妥当か	82.4%

3.2 アンケート

学習者の観点で、対話やアドバイス内容が有用であるかを評価するためにアンケートを実施し、有効回答数は110件であった。アンケートでは、対話および理解度評価に関する4項目(Q1～Q4)について

調査を行った。

Q1「AIとの対話は授業内容の理解を深めることにつながったか」に対しては、84.6%が肯定的に回答した。Q2「対話の中でAIが出した問いは適切だったか」についても、84.5%が肯定的な評価を示しており、多くの学習者が授業内容に沿った問いが提示されていたと感じていることが確認された。一方、Q3「AIが測った理解度レベルは妥当であったか」では、肯定的な回答は77.3%となり、対話内容や質問の適切さと比べるとやや低い値を示した。また、AIが提示した問題の中で理解できないものがあつたと回答した学習者を対象に実施したQ4「わからない問題に対するAIによる解説は適切だったか」では、84.9%が肯定的に回答した。

以上の結果から、AIとの対話および質問提示は多くの学習者に肯定的に受け止められている一方で、理解度推定に関しては改善の余地があることが示唆された。

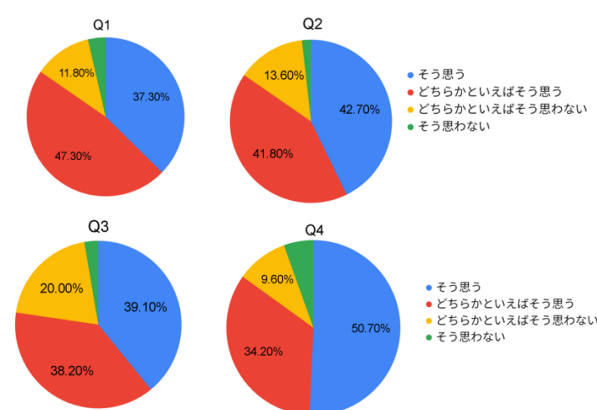


図 2 アンケート結果

4. まとめ

本研究では、概念マップとループリックを統合した対話型学習支援モデルを構築し、実授業への適用を通じてその有用性を検証した。その結果、概念マップに基づく質問提示が安定して行われること、およびループリックに基づく理解度推定が一定の妥当性を有することが確認された。さらに、学習者アンケートから、本システムにおける対話および理解度評価に対して概ね肯定的な評価が得られた。以上より、本モデルに基づく対話型学習支援の有用性が示唆された。

今後の展望として、理解度推定の安定性や妥当性には課題も確認されており、今後はプロンプト設計の改善による対話制御の高度化を図ることで、より精度の高い学習支援の実現が期待される。

参考文献

- (1) K. Sunahara, et al., Research on the Automation and Systematization of Learning Support with Generative AI, IIAI AAI 2025-Winter Proceedings(19th International Congress on Advanced Applied Informatics), pp. 83–86, December 15-17 2025