

再構成型概念マップにおける生成的キットを用いた予測的組立の促進と評価

Facilitating and Evaluating Predictive Recomposition Using a Generative Kit in Recomposition Concept Mapping

大下 高輝, 渡邊 弘大, 林 雄介, 平嶋 宗

Koki Oshita, Kodai WATANABE, Yusuke HAYASHI, Tsukasa HIRASHIMA

広島大学先進理工系科学研究科

Graduate School of Advanced Science and Technology, Hiroshima University

Email: m243623@hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 概念マップは、ノードとそれらを結ぶリンクで構成される命題の集まりを視覚的に示す手法である。再構成型概念マップ (RCM) は、あらかじめ部品化されたノードやリンクを学習者が組み立てることで、重要部品の欠落を防げる一方、学習者の思考が与えられた部品に制限される懸念がある。本研究では、RCM において学習者が再構成を行う際、必要部品を予測してそれを探しながら組み立てるといった予測的な組立が行われていることを検証する。具体的には、部品の生成と組み合わせが可能な「生成的組立キット」と思考発話法を用いた手法を提案する。

キーワード: 概念マップ, 再構成型概念マップ, 思考発話法, 生成的組立キット

1. はじめに

概念マップ (Concept Map : CM) は、情報を構造的に整理し、概念間の関係を視覚的に示す学習手法である⁽¹⁾。概念マップは、概念 (ノード) とそれらを結ぶリンクによって構成される命題の集まりを表現する手法であり、各ノードは個々の概念を示し、リンクはその概念間の関係性を表す。一方、再構成型概念マップ (Recomposition Concept Map : RCM) は、教授者が作成したゴールマップを部品化し、学習者が再構成することで知識の内在化を促進する手法である⁽²⁾⁽³⁾。RCM は、教授者が事前に作成したゴールマップをノードとリンクに分解し、それを学習者が再構成することで理解を深める手法であり、学習者が全ての構成要素を一から作成するスクラッチビルド (Scratch-Build : SB) と比較して、認知負荷を軽減し、重要な情報の欠落を防ぐ効果がある⁽⁴⁾。先行研究では、RCM が低次思考の促進においては SB と同等の効果を示す一方、高次思考の促進ではより優れた結果をもたらすことが報告されている⁽⁴⁾。しかし、RCM は、提供された部品への依存により学習者の思考が制約される懸念がある。さらに、学習者は再構成過程において、提供された部品を選択する前に、自ら新たな候補部品を暗黙的に生成している可能性があるが、その認知プロセスや創造性への影響については十分な検証がなされていない。

本研究では、学習者が部品を再構成する際の思考プロセスと、RCM が創造性や独自性に与える影響を評価することを目的とし、「生成的組立キット」を提案する。

2. 関連研究

RCM は、提供された部品を基に学習者がゴールマップを再構成する際に、部品間の関係性を文脈的に推論し、再構築する能力が求められる⁽⁵⁾。学習者は不足する情報を、自身の既有知識やゴールマップに明

示されていない文脈情報を活用して補完する。その過程で、新たな部品やリンク候補を暗黙的に生成し、適切な関係性を見出す活動が行われている。

また、Yin et al. らの研究では、リンクフレーズの生成方法に関する二つの手法を比較し、学習者の認知プロセスや知識構造に与える影響を検証している⁽⁶⁾。この研究では、リンクフレーズが提供されるか否かに関わらず、学習者が概念間の関係性を自ら思考しながら概念マップを構築できることが確認されている。これらの結果から、学習者は概念マップを構築する際、受動的に情報を組み合わせるのではなく、適切な関係性を推測し、新たなリンクを生成することを通じて、概念間のつながりを効果的に構造化する能力があることが示唆される。

以上のように、RCM においては、学習者が単に提供された部品に依存するのではなく、文脈を意識した生成的な活動を通じて部品の選択や再構成を行い、深い理解を得られることが示唆される。

3. 提案手法

本研究では、RCM における学習者の生成的思考を明確にするため、「生成的組立キット」を導入する。このキットは、教授者が用意したマップの一部を意図的に欠落させ、学習者が不足部分を自ら生成・補完することで、部品の選択や接続のプロセスを観察する仕組みである。学習は、フェーズ1で欠落部品を含むマップを再構成し、フェーズ2で学習者自身が不足と感じた部品を追加するという2段階で実施される。

また、思考発話法を用い、学習者がノードやリンクを選択する際の理由や意識した文脈、関連する候補の生成過程を記録する。事前にガイドラインを提供し、学習者が選択理由や判断プロセスを明確に発話することで、認知的プロセスの詳細な分析が可能となる。この手法により、生成的組立キットの有効

性や RCM における学習者の生成的活動の実態を評価することを目的とする。

4. 実験計画

4.1 実験の流れ

実験では、まず「生成的キット」の事前説明と事前テスト（14問：ノード欠落、リンク欠落、両方欠落、キットビルド内の命題、教材内の比較的重要ではない箇所に関する問題）を実施する。その後、教材読解後にフェーズ1として、欠落部品を含むマップの再構成を行い、マップが不完全でもフェーズ2へ移行できるようにする。フェーズ2では、フェーズ1のマップに対して部品の生成・追加を制限なく実施する。最終的に、事前テストに加え、追加問題を含む24問の事後テストと、実験内容に関するアンケートを実施し、発話のスムーズさやマップの適切性、追加活動が学習理解に寄与したかを評価する。

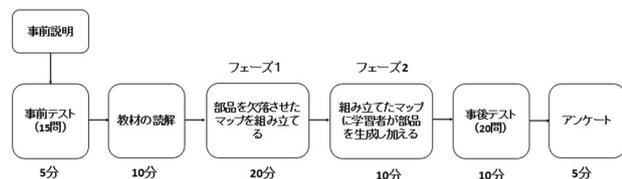


図1 実験の流れ

4.2 分析手法

分析方法としては、学習者の思考発話法によるデータから、欠落部品に対する言及頻度や仮説立ての有無、部品選択の理由や文脈的妥当性を抽出し、さらに再構成したマップの完成度や追加部品の妥当性を評価する。加えて、事後アンケートを通じて、発話や再構成活動を通じた学習経験を補足的に検討し、生成的組立キットが学習者の創造性や独自性に与える影響を定量的に評価することを目指す。

4.3 予備実験

予備実験では、3名の大学院生を対象にフェーズ1およびフェーズ2を実施し、生成的組立キットの有効性と実験設計の妥当性を検証した。結果として、フェーズ2で適切な部品を生成した学習者ほど事後テストの得点が高い傾向が確認された。リンク生成は提供されたノードがある場合に容易である一方、リンクがある状態でのノード生成では追加箇所の判断が難しいケースが見られた。また、ノードとリンクの両方を生成する場合、得点が高い学習者はより適切な生成が行われる傾向があった。

思考発話の分析からは、学習者が欠落部品について仮説を立て、「どの部品が必要か」を検討しながらマップを構築する「予測的組立」の様子が確認された。一方、事前テストのスコアが低い学習者は、欠落部品の推測に時間を要し、教材への依存が強い傾向が見られた。個人差は存在するものの、生成的組立キットにより、学習者が与えられた部品を単に配置するのではなく、自ら不足部分を推測して補完す

るプロセスが明確に捉えられる可能性が示唆された。ただし、より多くの参加者による検証が必要である。

5. まとめ

本研究は、あらかじめ部品化されたノードやリンクを用いる再構成型概念マップ（RCM）の環境下において、学習者が与えられた部品に依存することなく生成的思考を発揮できるかを検証することを目的とする。RCMは、重要部品の欠落を防ぎ学習効率を高める一方で、提供された部品により学習者の思考が制約される懸念がある。そこで、本研究では、「生成的組立キット」と思考発話法を用い、学習者が部品の生成・選択・接続を通して再構成を行う過程を観察・分析する。発話データや再構成マップに基づき生成的活動や創造性を定量的および定性的に評価し、事前・事後テストやアンケートを通じて検証する。今後は、得られた知見をもとに、RCMにおける学習者の生成的活動の理解を深め、効果的な学習支援手法の構築に貢献することを目指す。

参考文献

- (1) Novak, J. D. and Canas, A. J. : "The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them", Technical Report IHMC CmapTools (2006)
- (2) Hirashima, T., Yamasaki, K., Fukuda, H., & Funaoi, H. (2015). Framework of kit-build concept map for automatic diagnosis and its preliminary use. RPTEL, 10:17.
- (3) 平嶋宗, 長田卓哉, 杉原康太, 中田晋介, 舟生日出男: キットビルド概念マップの小学校理科での授業内利用の試み, 教育システム情報学会誌, 33 (4), 164-175 (2016)
- (4) Nurmaya, Pinandito, A., Hayashi, Y. et al.: "Promoting students' higher order thinking with concept map recomposition", IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E106.D, No. 8, pp. 1262-1274 (2023)
- (5) Tsukasa Hirashima: "Formative Assessment and Meaningful Learning with Concept Mapping through Recomposition", INFORMATION AND TECHNOLOGY IN EDUCATION AND LEARNING, Vol. 4, No. 1 2024,
- (6) Yue Yin, Jim Vanides, Maria Araceli Ruiz-Primo, Carlos C. Ayala, Richard J. Shavelson: Comparison of Two Concept-Mapping Techniques: "Implications for Scoring, Interpretation, and Use", JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING VOL. 42, NO. 2, PP. 166-184 (2005)