

概念マップの作成と Error-based Simulation (EBS) を用いた 外化活動によるメタ認知の育成を支援するシステムの開発・評価

Development and evaluation of a learning support system for metacognition by externalization activities using concept mapping and Error-based Simulation (EBS)

高野 海^{*1}, 東本 崇仁^{*1}
Kai TAKANO^{*1}, Takahito TOMOTO^{*1}

^{*1}東京工芸大学工学部

^{*1}Faculty of Engineering, Tokyo Polytechnic University
Email: human55555@ezweb.ne.jp

あらまし：自分の認知を対象として客観的に認知するメタ認知を促すために、自身の思考や知識状態を表現する外化活動を用いることは有用である。そこで、外化活動を用いたメタ認知を支援するシステムを開発する。本システムでは知識の誤りを可視化する EBS と知識状態を表現する概念マップを用いて外化活動を促進する。EBS での解答を概念マップで表現することで、自身の解答に対する認知を促す。

キーワード：メタ認知, 外化活動, 概念マップ, Error-based Simulation

1. はじめに

問題解決の場面で問題の認識や原因の把握をするためにメタ認知をすることは重要である。メタ認知とは、自分の認知を対象として客観的に認知することである。メタ認知を支援する活動として自己の思考を外化して表現する外化活動があり、本研究では概念マップを用いた外化を扱う。Error-based Simulation (EBS) は、学習者の解答を肯定した際にどのような現象が発生するかをシミュレートすることで、学習者が持つ知識と実際に起こる現象に対してギャップを発生させ、知識の誤りに気付かせるシステムである。この EBS は、物理力学の作図問題に利用されることが多く、有効とされている⁽¹⁾。

本研究では、EBS での解答を学習者自身に概念マップに変換させたいうで、概念マップ同士を比較させることで、メタ認知活動を促す。先行研究⁽²⁾では、システムが解答を概念マップに自動変換していたが、これを学習者自身に構築させることで、前の活動の振り返りを意識させ、EBS での解答に対する理解を促す。

2. 提案システム

先行研究⁽²⁾では、物理力学の作図問題に対して EBS を利用して解答した後、正解までの各シミュレーションの作図に対応した概念マップを表示して、最初のシミュレーションの作図から順番に概念マップを用いた比較を行っている。概念マップの比較により、EBS で学習者が正解するまでの考え方の遷移について振り返りを促し、メタ認知を支援しており、一定の成果をあげている。しかし、ここで扱っていた概念マップは、学習者が作成するのではなく、システムが自動生成している。よって、外化活動としての特性を排除したものであると捉えることができ、学習者に自身の思考が表現できていると認識できて

いないと考えられる。自身の思考を表現することは思考の修正を容易にし、整理を促す。また、表現することや修正することでメタ認知を促せられる可能性があると考えられる。よって、本研究では学習者が EBS を利用後に作図を概念マップに表現する行程を加え、その後概念マップを比較させるシステムを開発する。

3. システム開発

本システムは、EBS 演習フェーズ、概念マップ作成フェーズ、最後に概念マップ比較フェーズの流れで演習を行う。学習者は EBS にて矢印を使用した作図を行い、その後 EBS での各解答に対応する概念マップを作成する。そして最後にシミュレーション 1 回目から順番に、各シミュレーション間の 2 つの概念マップを比較し、変化した箇所を選択する。

EBS 演習フェーズでは、問題に対して矢印を用いて力を物体に作図し、シミュレートを行う。正解するまで作図とシミュレートを繰り返す。シミュレートをフィードバックとすることで作図の誤りについて気づきを促す。

図 1 にシステムの概念マップ作成画面を示す。概念マップ作成フェーズでは各項目から該当する概念を生成し、概念を 2 つ選択して「つなげる」ボタンを押すことで概念同士をリンクさせる。この工程を繰り返して概念マップを作成する。EBS での各シミュレーションの図示を概念マップという別の形で表現することで、EBS での図示の理解を促す。また、作成した概念マップをもとにした図をフィードバックとすることで概念マップの誤りの気づきを促す。

概念マップ比較フェーズでは EBS で正解するまでのシミュレーションが解答順に表示され、各シミュレーション間にあるボタンから作成した概念マップが表示される。表示された概念マップをシミュレ

ーション1回目から順に比較し、変化した箇所を選択する。どこが変化したかを選択することで学習者自身の考えを振り返らせ、考え方の遷移を認知させる。この選択はすべての変化を選択するまで行う。

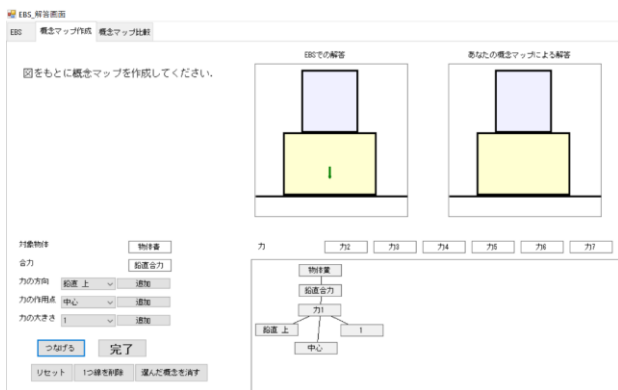


図1 概念マップ作成画面

4. 評価実験

評価実験は、大学生6名に対し、実験群3名、統制群3名に分けて実施した。実験手順はまず事前テスト1、事前テスト2を実施し、別日にシステム利用による実験、事後テスト1、事前テスト2、アンケートを実施した。表1,2にアンケートの結果を示す。

テスト1は、問に対し作図を行い、作図の状態を記述する問題と、提示された作図に対し正誤を解答しその理由を記述する問題を出題した。テスト2は、作図の変化についてシミュレートと比較し、「どの力がどのように変化したのか」を記述する問題を出題した。結果について、記述に意味のある変化が起きたかを調査した。また、表1にテスト結果、表2,3にアンケート結果を示す。表3の質問は実験群のみ行った質問である。

事前事後テストにおいて、表1よりもともと統制群のシステムは先行研究に高い効果が示唆されていたが、本システムはそれと並ぶか、同等以上の可能性が示唆された。人数が少ないため、今後は人数を増やして統計的な差の検定を行う必要がある。

アンケートでは、質問1,2より概念マップ比較機能が両群に対して有効であったことがいえる。質問4-6より、概念マップ作成機能により、学習者は自分のEBSで解答を振り返っており、またその振り返りは有意義であると感じている。さらに、作図の理解や他の問題への理解につながると考えているといえる。質問7においては自分の考えの変化を追う際にも、一度このような概念マップの形を自分で表現してみることが有効であるとしており、質問3の結果はこの項目の差として表れている。自分の考えの変化を考えることの重要性は実験群、統制群ともに感じているが、概念マップ作成を通して実験群の方がよりこの項目について強く合意していることがわかる。以上より概念マップ作成を行うことでより学習者の考えを整理し易い状態を発生させ、メタ認知を促せることが示唆された。

表1 事前事後テスト結果

	実験群			統制群		
	前	後	差	前	後	差
テスト1	11.3	13.6	2.3	13.6	15.6	2.0
テスト2	10.0	10.6	0.6	9.6	9.6	0.0

表2 両群に共通する質問

No	質問内容	実験群	統制群
1	概念マップ比較機能が変化した箇所が何であるかを意識することにつながると思うか	6	5
2	本概念マップ比較機能が自分の中の理解状態を認識するのに有効であると思うか	4.67	4.67
3	自分の考えが変化した部分を考えることは、自分の考え方を理解するのに有効であると思うか	5.67	4.67

表3 実験群のみの質問

No	質問内容	平均
4	概念マップを作成する際に、表示された自分の解答について振り返りましたか	4.67
5	概念マップ作成を通して、自分の解答を振り返ることは有意義であると思うか	5.33
6	本概念マップ作成機能が、本EBSシステムで行った作図について理解するのに有効であると思うか	5
7	自分で別の表現にすることは自分の考えの変化を追う時に有効であると思うか	5.67

5. おわりに

本稿では、EBSと概念マップの2つの外化活動を用いて、学習者にEBSでの解答を概念マップに変換させたうえで、概念マップ同士を比較させることで、メタ認知活動を促すシステムを開発と評価を行った。事前事後テストの結果からは、本システムが先行研究と同等以上であることが示唆された。また、アンケート結果からは概念マップ作成が自身の考えを振り返るのに有効であり、概念マップ比較との併用について有用であることが示された。

今後の課題については、人数を増やして実験を行うことで、本システムの有効性や妥当性を高めていくこと、また、概念マップの作成に関して操作性を高めることが挙げられる。

参考文献

- 平嶋宗：“メタ認知の活性化支援 (<特集>「学習支援の新たな潮流-学習科学と工学の相互作用-」)”，人工知能学会誌, Vol.21, No.1, pp. 58-64 (2006)
- 久世泰成, 東本崇仁：“Error-based Simulation (EBS) と概念マップを用いてメタ認知活動における抽象化操作を促すシステムの開発と評価”，教育システム情報学会 2019年度第6回研究会, p. (C-2-3), (2020)