

EBS に対する言語的説明としての概念マップ組立演習の設計・開発

Design and development of a concept map assembly exercise as a linguistic explanation for EBS

伊東隆太^{*1}, 磯貝通也^{*2}, 渡邊 弘大^{*2}, 平嶋 宗^{*2}, 林 雄介^{*2}Ryuta ITO^{*1}, Michiya ISOGAI^{*2}, Kodai WATANABE^{*2}, Tsukasa HIRASHIMA^{*2}, Yusuke HAYASHI^{*2}^{*1}広島大学情報科学部^{*1}School of Informatics and Data Science, Hiroshima University^{*2}広島大学先進理工系科学研究科^{*2}Graduate School of Advanced Science and Technology, Hiroshima University

Email: b200719@hiroshima-u. ac. jp

あらまし：力学における MIF 素朴概念を修正するための手法として誤り可視化シミュレーション (EBS) があり、その有効性が確認されている。しかし、EBS 演習だけでは効果が得られていない学習者の存在も確認されている。これは挙動における誤りだけでは詳細な物理量の違いまでは誤り修正のために十分とは言えないためと考えられる。そこで本研究では、EBS におけるシミュレーションを概念マップとして言語的に組み立てることで挙動に関するより深い理解を促す演習を設計開発した。

キーワード：MIF 素朴概念、EBS、概念マップ

1. はじめに

素朴概念とは、科学的には誤りであるが、日常生活の中を通して形成されるため、修正が困難であるとされる概念のことである⁽¹⁾。素朴概念の一種に、初等力学の分野に属する MIF 素朴概念⁽²⁾があり、これは全ての運動において物体は進行方向に力が働いているとする科学的には誤った概念であるが、日常生活では広く通用する概念といえる。Error-Based Simulation (EBS)はこの MIF 素朴概念を修正するための方法の1つとしてその有効性が認められている。EBS では、学習者自身が正しいと思う解答を力の作図として表現した上でシミュレーションすることで、自身の解答が誤りであると気づかせることができる。

EBS を利用することで学習者の MIF 素朴概念の修正に効果があると示唆する結果が得られている⁽³⁾が EBS を利用しても MIF 素朴概念の修正効果が見られていない学習者も一定数いることが確認されている⁽⁴⁾。本研究では EBS によるシミュレーションの比較だけでは誤りに気付くことはできても挙動の物理要素(力・加速度・速度)における詳細な誤りが認識できず、結果として MIF 素朴概念の修正効果が得られない学習者が存在するという仮説を立て、自身の解答に対するより詳細な認識を目的としたシミュレーションの言語的説明としての概念マップ組立演習を設計・開発した。

2. Error-Based Simulation (EBS)

EBS とは与えられた状況について学習者が問題に即した作図を行い、学習者の作図に忠実なシミュレーションと実際の正解シミュレーションを比較するシステムとなっている。EBS を使用することで、学

習者自身の作図を基に生成されたシミュレーションと学習者の想定したシミュレーションの差異が可視化されることで、誤り修正への内発的動機づけを期待するシステムとなっている。

EBS には運動における力のみを作図する単視点 EBS と、加速度と速度の作図を加えた多視点 EBS⁽³⁾が存在し、これらのシステムは多くの実験的利用を通して MIF 素朴概念の修正効果が見られている^(3,4)。本研究では、多視点 EBS に言語的説明活動を付加する試みとなっている。

3. 概念マップと言語的説明

3.1 概念マップ

概念マップとは、2つ以上の概念(ノード)と概念間の関係(リンク)を基に構成される命題の集合であり、全体として1つの意味構造を表す図的表現である⁽⁵⁾。概念マップ作成を通して、学習者の知識の整理と外化を図ることができ、さらに概念マップとして表現することで自身の知識や理解を共有または診断が可能である。

3.2 EBS の言語的説明として概念マップを利用することの妥当性

既存の EBS システムは、シミュレーションを見せることで学習者の考えが誤りであることに気付かせるシステムであり、学習者の誤り修正に対する直接的な支援を行ってなかった。直接的な支援をするためには、学習者の誤りを言葉で表現されることが重要であると考えられる。本研究では、EBS におけるシミュレーションの言語的説明としての手段として概念マップを利用することを提案する。概念マップ

は全体として1つの意味構造を表す図的表現であり、シミュレーションを1つの意味構造とすると、概念マップはシミュレーションの言語的表現の変換として適していると考えられる。シミュレーションを時間軸で3つの状態に分解した上で各状態に働いている物理量を言葉にして概念マップとして組み立てることで、個々の状態を正確に把握できるようになり、全体としてシミュレーションに対する理解が深まると考えられる。また、誤りシミュレーションを概念マップとして表現することで、学習者は自身の解答を一度見つめ直すことができ、誤りの原因となっている部分を見つけやすくなると考えられる。さらに、誤りシミュレーションと正しいシミュレーションにおける概念マップを比較することで、それぞれで働いている物理量の違いを明確にすることができ、学習者の誤りに対する理解が深まると考えられる。

4. EBSにおける誤りの言語的可視化を目的とした概念マップ組立演習

学習者が自身の誤りの理由を理解するためには、

①学習者の誤り解答の確認、②正解の確認、③学習者の誤りと正解の比較、の3段階が必要であると考えられる。

そこで本演習では、単視点 EBS 演習で MIF 素朴概念を持つとされる特定の誤り解答に対して、速度・加速度・力に関する概念マップ組立演習を3回ずつ行い、合計9回概念マップを組み立てる。本演習で組み立てる概念マップの手順は以下のようになっている。

- ① 学習者の作図に対する速度の概念マップ
- ② 学習者の作図に対する加速度の概念マップ
- ③ 学習者の作図に対する力の概念マップ
- ④ 正しい挙動に対する速度の概念マップ
- ⑤ ①と④の速度の比較概念マップ
- ⑥ 正しい挙動に対する加速度の概念マップ
- ⑦ ②と⑥の加速度の比較概念マップの作成
- ⑧ 正しい挙動に対する力の概念マップの作成
- ⑨ ③と⑧の力の比較概念マップの作成

①、②、③では、学習者の作図に対するシミュレーションを3つの物理要素それぞれで概念マップとして表現し、自身の解答について確認する(図1)。④では①を基に改めて正しい挙動に対する速度を考え、概念マップを組み立てる。概念マップ作成演習に取り組んでいる学習者はMIF素朴概念を持つとされる誤り解答をしているので、正しい挙動に対する概念マップを組み立てることは容易ではない場合もあると考えられるが、予めノードとリンクを用意することで選択肢を狭めることができ、その上でフィードバック機能を利用することで概念マップを組み立てることは可能だと考えられる。⑤では①と④で

組み立てた速度の概念マップを並べ、比較する。本研究では誤りの言語的可視化を目的としているため、2つの概念マップを比較して④の概念マップと一致している部分を、①の概念マップから取り除く。取り除いた結果、誤り部分だけが①の概念マップに残るため、学習者は自身の誤りを確認でき、概念マップ上で誤りの言語的可視化ができたことになる。概念マップの比較方法に関しては加速度の⑦、力の⑨も同様である。⑥では正しい挙動に対する速度の概念マップを基に加速度の概念マップを組み立て、⑧では正しい挙動に対する加速度の概念マップを基に力の概念マップを組み立てることで、概念マップ上で3つの物理要素の関係を結び付けることができる。

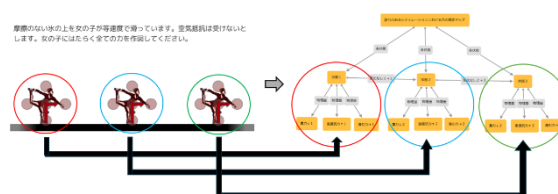


図1 学習者の解答の概念マップ化

5. まとめ

本研究では、EBS演習における自身の解答に対するより詳細な認識を目的とした、EBSの言語的説明としての概念マップ組立演習を設計・開発した。今後の課題として、システムの実験的利用を通じた学習効果の検証、ユーザビリティの向上、および対象とする誤答の種類を増やすことなどが挙げられる。

参考文献

- (1) 吉野巖, 小山道人:「素朴概念への気づき」が素朴概念の修正に及ぼす影響 -物理分野の直落信念と MIF 素朴概念に関して-, 北海道教育大学紀要. 教育科学編, 57 (2): 165-175 (2007).
- (2) Clement, J. (1982), Students' preconception in introductory mechanics, American Journal of Physics, 50(1), 66-71.
- (3) 山田敦士, 篠原智哉, 堀口知也, 林雄介, 平嶋宗: 多視点 Error-Based Simulation の設計・開発と実験的評価, 電子情報通信学会論文誌 D, J99-D (12), 1158-1161 (2016).
- (4) 西岡佳希: 素朴概念の変容を指向した概念マップ・Error-based Simulation 統合的学習環境の設計・開発, 広島大学大学院博士課程前期工学研究科情報工学専攻修士論文 (未刊行), (2021).
- (5) 林雄介, 前田啓輔, 本多俊雄, 北村拓也, 茅島路子, 平嶋宗: キットビルド概念マップと組み合わせた映像講義による選択的再視聴支援システム の実践利用と利用結果の分析, 2-3(2016) .