

アナロジーを用いたメンタルローテーション能力強化のための AR 型学習支援システムの提案

Proposal of AR Based Learning Support System for Strengthening Mental Rotation Ability using Analogy

河中 晋規^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岩根 典之^{*1}, 岡本 勝^{*1}
Shinki KAWANAKA^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Noriyuki IWANE^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報学研究科

^{*1}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: me67010@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：中学校数学の図形分野の問題を解くために必要なメンタルローテーション能力は、学習者の操作を伴った繰り返しの学習によって身に着けることが重要である。また、頭部を用いたアナロジーで、学習時間を短縮できたという報告がある。そこで本研究では、立方体マーカを用いた AR により学習者の操作を実現し、頭部を用いたアナロジーにより学習時間の短縮を目指した、メンタルローテーション能力強化のための学習支援システムを提案する。

キーワード：Augmented Reality, Analogy, 操作, メンタルローテーション

1. はじめに

中学校数学の図形の分野において、投影図や展開図、回転体の見取り図などが扱われている。例えば空間図形の単元では、与えられた二次元図形を、指定された軸に関して回転させたときの見取り図を問う、といった問題が挙げられる。このような問題を解くために必要な能力の一つとして、メンタルローテーション能力が考えられる。メンタルローテーション能力とは、二次元あるいは三次元の物体を、頭の中でイメージとして回転させる能力のことである。この能力を習得する際は、学習者が実際に積み木やブロックなどの立体的な物体を用いた、主体的な動作を伴う学習を行うことが重要である⁽¹⁾。しかし実際の教育現場では、教科書等の紙面上に書かれた図形で形状を確認するといった、学習者の操作を伴った学習が行われていない場合が多い。

そこで中野らは学習者の主体的な操作を伴った、メンタルローテーション能力強化のための AR 型学習支援システムを開発した⁽²⁾。中野らのシステムでは、立方体の AR マーカを操作する様子をスマートフォンで撮影し、その映像に三次元仮想物体の CG を重ね合わせて画面に出力する。これにより、学習者の主体的な操作を実現し、様々な角度から図形を観察することを可能にした。実験の結果、操作を伴わないディスプレイ上の学習と比べ、AR を用いた学習は、正答数の増加に有効である可能性が示唆された。しかし、中野らのシステムでは、三次元上で操作を伴った学習を行うため、学習時間が大幅に長くなる傾向が見られた。また、メンタルローテーション能力は、日々の繰り返しの学習によって身につくと考えられており⁽³⁾、短時間で効率よく学習することが重要である。

これらの問題を解決するために着目したのが、佐

伯の研究である⁽⁴⁾。佐伯は被験者に二次元の画面上に左右二つの図形を提示し、それらが同じものであるか否かを解答させる実験を行った。その際、提示する図形には人の頭部を使ったアナロジーを利用した。実験の結果、使用しなかったグループと比較して、全体的に解答時間に有意差が見られた。

そこで本研究では、頭部を利用したアナロジーは、二次元上の学習だけでなく、三次元上の学習についても有効性が見られるのではないかと考えた。仮説のもと、立方体マーカを用いた AR により学習者の主体的な操作を、頭部を利用したアナロジーにより短時間での学習の実現をそれぞれ目指した、メンタルローテーション能力強化のための学習支援システムを提案する。

2. 提案システム

図 1 に提案システムの外観と使用するコントロールマーカを示す。提案システムはスマートフォンと AR マーカを 6 枚組み合わせることで立方体の形にしたコントロールマーカで構成される。各面はすべて異なるマーカで構成されており、各面の AR マーカの角度や距離からコントロールマーカの移動・回転を認識することができる。スマートフォンの画面には、認識したコントロールマーカの面に対応した図形が



図 1 提案システムの外観とコントロールマーカ

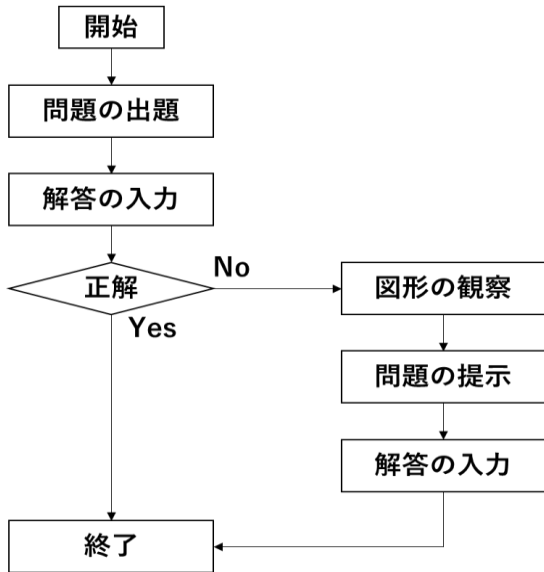


図2 一つの問題に対する学習の流れ

表示され、コントロールマーカに移動・回転といった操作を加えることで、同様に動かすことができる。これにより、学習者は操作を伴った学習が行える。

また、提案システムを用いた一つの問題に対する学習の流れを図2に示す。まず問題の出題が行われる。問題出題時のシステム画面を図3に示す。画面左右に、立方体と頭部を使ったアナロジーを組み合わせた図形が表示されるため、学習者はそれらが同じものか否かをできるだけ素早く解答する。表示される図形は左の図形が基準で、右の図形はそれを水平軸または垂直軸に関して、あらかじめ指定した角度分だけ回転したものである。解答の入力後、正解であれば次の問題画面に、不正解であればシステムを用いた図形の観察画面へ移行する。図4に図形観察時のシステム画面を示す。学習者は左上に表示される基準図形の形状や頭部の位置を参考にしながら、コントロールマーカを操作し、提示された図形が同じものか否かの確認を行う。確認後、再度同じ問題が提示され、解答を入力することで次の問題画面へ移行する。

このように立方体マーカと、頭部を利用したアナロジーを組み合わせることで、学習者の主体的な操作を伴った、短時間での学習が可能な学習支援シ

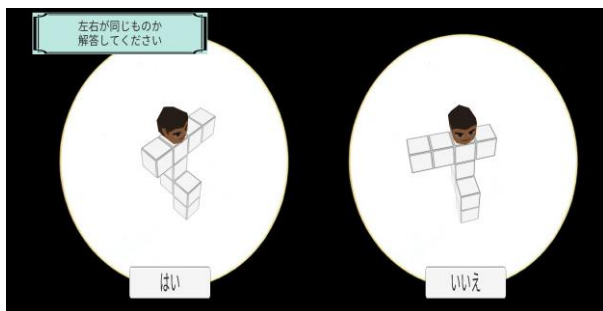


図3 問題出題時のシステム画面

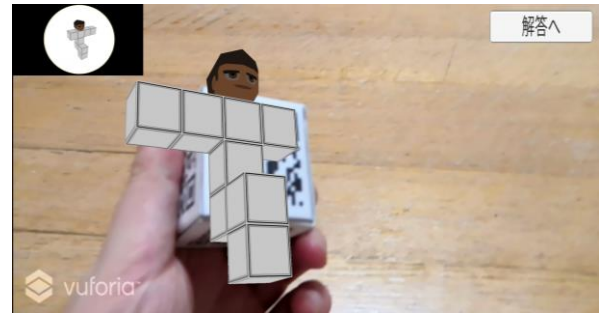


図4 図形観察時のシステム画面

テムの実現を目指した。

3. 機能保証実験

提案システムを用いることで学習時間の短縮が行えるかを確認するために、機能保証実験を行った。最初にアナロジーを利用しない学習、次に利用した学習を、それぞれ50問ずつ計100問、図2に示す流れで行った。このとき出題する問題は、順番・種類は同じで、違いはアナロジーの有無だけである。

実験の結果、図3に示す問題画面での学習については、アナロジーを利用した方が、しなかった場合と比較して、全体的な解答時間、正答率ともに良い結果が得られた。このため、頭部を用いたアナロジーにより、スムーズに心的回転を行えたと考えられる。一方で図4に示す観察画面での学習については、アナロジーの有無による解答時間の差はほとんど見られなかった。これはマーカ型ARの特性上、図形の表示に時間がかかり、スムーズにコントロールマーカの移動・回転といった動作が行えなかったことが原因だと考えられる。

4. おわりに

本研究では頭部を利用したアナロジーにより、三次元上の学習についても有効性がみられるのではないかと、といった仮説のもと、アナロジーを用いた学習者の主体的な操作が可能なメンタルローテーション能力強化のためのAR型学習支援システムを構築した。今後の課題として、システムの有効性を確認するための検証実験の実施や、操作性の向上のためのコントロールマーカ以外の操作方法の確立、頭部以外のアナロジーの利用などが挙げられる。

参考文献

- (1) 池谷裕二: “メンタルローテーション” 回転脳”をつくる”, pp. 4-20, (2019)
- (2) 文部科学省: “中学校学習指導要領解説 数学編”, pp. 74-82, (2017)
- (3) 中野美登里, 松原行宏, 岩根典之, 岡本勝: “ARを用いたメンタルローテーション課題の学習支援システム”, 第42回教育システム情報学会全国大会, pp. 201-208, (2017)
- (4) 佐伯胖: ‘Body analogy’ and the cognition of rotated figures, The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition 3, pp. 36-40, (1981)