

空間図形に関する知識の理解の向上を目的とした AR 型学習支援システムの開発

Development of AR-type Learning Support System for Understanding of Space Figures

桑原 陸^{*1}, 松原 行宏^{*2}, 岡本 勝^{*2}, 岩根 典之^{*2}
Riku KUWABARA^{*1}, Ykuhiro MATSUBARA^{*2}, Masaru OKAMOTO^{*2}, Noriyuki IWNAE^{*2}

^{*1}広島市立大学情報科学部

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

^{*2}広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*2}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: c20072@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：「操作」と「観察」を伴った学習の実現のため、空間図形に関する知識の理解の向上を目的とした AR 技術を用いた学習支援システムを提案する。タブレット端末と立方体状のコントロールマーカを用いた回転・移動操作により空間図形を様々な角度から観察しながら出題される作図形式の問題や直線と平面の位置関係に関する問題に解答し、学習を行う。評価実験ではシステムの有効性と実験結果の考察を行なった。

キーワード：空間図形, AR 技術, 学習支援システム, コントロールマーカ, 操作と観察

1. はじめに

中学校の数学では空間図形の学習を通じて、空間における直線や平面の位置関係を知ること、思考力、判断力、表現力を身につけることが目標とされている。これらは、観察や操作、実験などの活動を通して図形を考察しながら得ることが重要である (1)。しかし、近藤らの調査から、中学生は空間図形を的確に読み取り、問題解決に学んだ知識を正しく活用できていないことが分かった (2)。現在の教育現場では、教科書の内容を理解し、紙面に描かれた問題を解く学習が多く、観察や操作、実験等を通して空間図形を学習する環境が整っているとは言い難い。

本研究では、学習者に没入感を与えることで実際の学習に限りなく近い環境で学習できるという利点がある AR 技術を用いて、空間図形に関する知識の理解の向上を目的としたシステムの開発を行う。「操作」と「観察」の学習を、AR 技術のマーカ認識によりシステム上に実装し、問題を解いて、理解度の向上を図る。

2. 提案システム

提案システムではタブレット端末とコントロールマーカを使って学習を行う。図 1 にシステムの外観と基本画面を示す。図 2 にシステムの基本画面を示す。学習者はシステムを起動したら問題を選択し、マーカをカメラに認識させる。マーカ上に表示された仮想物体の中のオブジェクトを選択して解答を行う。その解答をシステムが受取り、正誤判定を行う。最大 2 回解答が可能であり、2 回とも間違えた場合は正解を仮想物体内に表示し、なぜ間違えたのかを考えてもらう。学習者には、主に「操作」と「観察」に注目した作図を行う問題と、「観察」に注目した空

間図形の直線と平面の位置関係に関する問題の 2 パターンを解いて学習を行ってもらう。



図1 システム外観

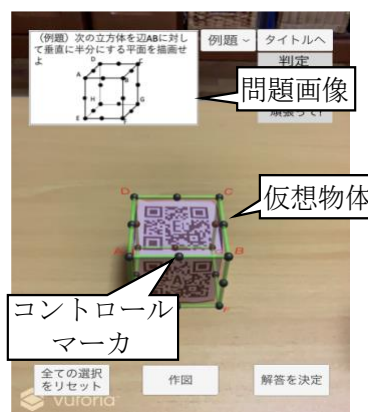


図2 システム基本画面

提案システムを用いた学習では、空間図形内の立方体内にある平面図形を想定して、問題文に指定された図形を作図する問題を解くものが 4 題と、立方体内にある直線と平面の位置関係について解答する問題が 5 題、合計 9 題を解き学習を行う。

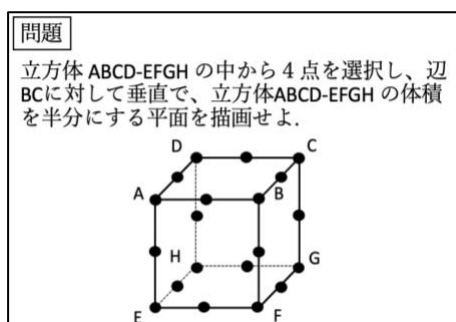


図3 作図問題の例

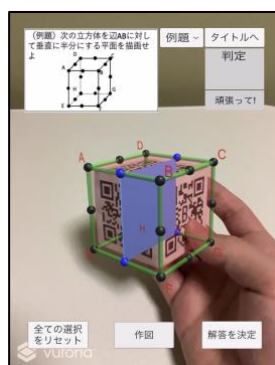


図4 例題を解く様子

図3に作図の問題の例を、図4にその問題を解く様子を示す。この例題は中学数学で学習する「垂直二等分線」の知識を応用させて解く問題である。「辺BCに対して垂直」、「体積を半分にする」などの条件に合う図形を、マーカ上に表示されている黒い点を選択し、選択された点を全て通る平面図形を作図する(青色)。マーカを回転させて確認したら正誤判定を行う。マーカの「操作」とマーカ上の立体の「観察」により、知識の理解を向上させるための学習になっている。

3. 実験内容

本節では、事前・事後テスト、事前・事後アンケートの結果から、システムの学習が空間図形の知識の理解を向上に繋がったのか考察する。

大学生と大学院生の被験者4名に、事前テストとして、空間図形の計量の問題、直線と平面の位置関係の問題、平面図形の形状の問題の3種類からなる全9問の紙面のテストを解いてもらい、被験者の事前知識の量を確認し、その後、2節で示したような学習をシステム上で行ってもらった。合計9問の作図形式の問題と直線と平面の位置関係に関する問題をシステム内で解き、そしてシステムの使用後に事前テストと全く同じ内容のテストを事後テストとして解いてもらった。解答に変化が見られるか、正解率の差を分かりやすくするため全く同じ問題にしている。被験者には事前テストと事後テストの内容は全く同じ問題だと伝えた上で解いてもらった。事前テストと事後テストの結果の比較を図5に示す。

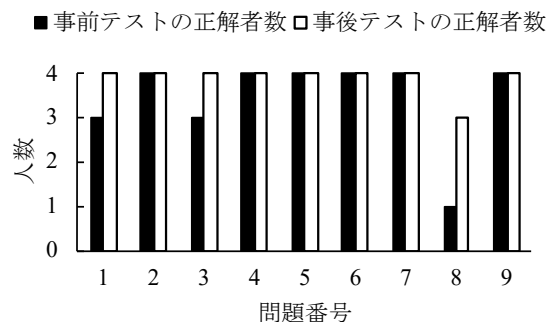


図5 事前テストと事後テストの結果の比較

図5の結果から、問題1, 3, 8について正解者数の増加が確認できた。特に正解者数の増加が多かった問題8では、立方体の内部にある図形の形状を5つの選択肢から1つ選択する問題で、正答は「直角三角形」だが、事前テストを行なった際、不正解者は全員「普通の三角形」と答えていた。被験者は紙面上で解く問題で、三角形内に存在する直角を見抜けなかったことが間違えた理由として考えられる。システム上の学習では、作図した平面図形を様々な角度から視認できたため、「観察」によりシステムの学習の効果が現れ、事後テストの際に図形内の直角を認識し、正答を導くことができたのだと考えられる。

事後アンケートの結果から、システム上で作図を繰り返すうちに、形状の把握が困難な図形も、次第に正確に把握できるようになったことが分かった。また、コントロールマーカの回転操作が非常に有効だったということもわかり、本システムの「操作」を伴った学習は有効であることがわかった。しかし、事前テストにおいて空間図形が苦手だと解答した人が、システム上で出題された問題の解答に時間が最も時間をかけていた。このことから出題された問題の難易度は空間図形が苦手な人にとって高いことがわかり、問題の難易度は見直していく必要がある。

4. 終わりに

本研究では作図の問題や空間図形の「操作」と「観察」のシステムで作図等の問題を解き、空間図形に関する知識の理解の向上に繋がったことがわかる。また、被験者の主観から空間図形に関する知識・意識の向上や、作図形式の問題の面白さを感じたことも確認できた。

しかし、解説機能や定義、定理の説明が欲しいなどの意見からフィードバックと問題の内容に関して再度検討する必要がある。

参考文献

- (1) 文部科学省：学習指導要領解説 数学編，pp. 78-82, (2017)
- (2) 近藤裕，熊倉啓之，國宗進，藤田太郎：空間図形の理解に関する調査研究：小・中学生の見取り図の理解に関して，奈良教育大学紀要. Vol. 68, pp. 147-156, (2019)