

初等数学教育のための直感的インターフェースの開発

Development of intuitive interface for the education of elementary

藤井研一、古賀歩、山崎伸久、中川玄

Ken-ichi FUJII, Ayumu KOGA, Nobuhisa YAMAZAKI and Gen NAKAGAWA

大阪工業大学情報科学部

Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

Email: kenichi.fujii@oit.ac.jp

中学校で学習する初等数学は、学習者の論理的思考の基礎を築くために重要な科目であり、この理解の上に、その後の数理的な教科の学習が成り立つことになる。近年、学力の3要素として「知識・技能」の他に、「考える力」の獲得が学習者に課せられるようになってきている。中学校での数学は、「考える力」の元となり、学び方を学ぶというメタ認知としての役割も担っていると考えられる。国際的な調査において、日本の中学生の数学リテラシーは上位の成績を獲得しているが、依然として学習者にとって、中学校以降の数学は学習意欲を持ちにくい教科の一つとなっている。数学学習を魅力的にし、「考える力」の向上を目指すためには、学習者の思考を支援する教材をICT機材の利用は必然の流れと考えられる。これまでに代数支援教材をタブレット上に作成したが、本研究では、タブレットを用いた幾何学教材の開発を行った。この教材を用いることが、数学的思考方法獲得に効果を発揮できるかについて調べることを目指して研究を行っている。中学校数学の単元のうち、幾何学分野における平面図形と立体図形の教材として開発したソフトウェアについて、その効果を議論する。

Keywords: 幾何学、インターフェース、タブレットPC

1 初めに

中学校で学習する初等数学は、学習者の論理的思考を築くための基礎となる科目として重要であり、自然科学及び工学分野のみならず、経済学、社会学などの人文分野のさらなる学習のために、なくてはならない基礎を与えることになる。にもかかわらず、「10歳の壁」[1]という言葉で象徴されるように、中学校の教科内容は、抽象度の高まりのために、学習に大きな困難を伴うことが知られている。それまでの数字を用いた計算から、記号を用いた代数や、一般性を強く意識した論証を伴う幾何学の学習が含まれる数学は、その抽象性のために、他の教科に比しても学習が困難と考える学習者の割合が多い。代数と

幾何学のうち、幾何学は、合同や相似の証明を扱うことで論理的な思考力を形成する。この学習においては、作図が重要となり、例えば二等辺三角形の作図や角の二等分線描画などを定規、コンパス等を用いて実習する。もちろん、このような身体性は、学習において重要な要素である。一方で作図に時間をとられたり、不正確な作図のせいで学習者の論理的な思考が中断される危険性も考えられる。また、立体図形を考える上で、2次元の自由度しかない、黒板、ノートといった筆記用具は、3次元の存在を考える上で、大きな制約となる。このような用具による制約による学習の困難さも考えられる。このような問題点は、ICT機材の導入にある程度軽減できる

ものと考えられる。本研究では、何がどの程度軽減できるかを調べる目的で、平面図形と立体図形を扱う教材を作成した。Van Hieleが言うところの第三水準以降の学習 [2] に照準をあわせた教材作成を目指した。この教材を用いることで、学習者の理解度への効果のほどを調べることを目指している。特に、数学的思考を妨げないインターフェースについての試みを実装例から考察する。

2 開発環境

本ソフトウェアの動作環境としてタブレット PC である iPad Air および iPad mini を想定し iOS での実行を考えた。統合開発環境である Xcode 上で Swift 言語を用いて開発を進めた。インターフェース (I/F) のデザインのためにはインターフェースビルダーを用い、タブレットにおける基本的なインターフェースである、運指操作を、特定の数学的操作や特定の作図操作に対応づけることを試みた。

3 教材としてのソフトウェア

上にも述べたように、作図は幾何学を考える上で必須の技能である。タブレット上ではドラッグ、タップ、フリック、スワイプなどの指による I/F 操作が基本になる。これらの運指により正確な平面図形および立体図形を描けることがまず必要になる。

作図を容易にするために、ドラッグ操作により任意の平面図形を正確に描けるようにインターフェースの設計を考えた。作成する必要がある図形としては、三角形を含む多角形、円、直線が挙げられる。幾何学を考える上で、作図に必要なものとしては、直線に関しては、平行、同一の長さがある。また角に対しては、直角が基本にあり、その整数による除算、乗算の角の作図が挙げられる。これらを特定の操作により実現出来るように考えた。さらには直線の交点の作る角が他の角とどのような関係にあるか見て取れることも考慮した。いずれにしろタブレットを

用いた作図は、試行錯誤が容易なため、思考に応じた作図が可能となる。

平面図形の回転より立体イメージを獲得するために、具体的な図形を実際にディスプレイ上で回転し、コンピュータグラフィックスにより3次元的な図を示すことで、直感的に回転体の3次元図形の理解を促すことを目指した。本教材を用いて、平面図の描画から3次元像を示したものを図1に示す。

このように直感的な操作により正確な作図を可能とし、視覚的なイメージの描画により、数学的な操作に伴う立体図のイメージを示すことで、空間認識の直感的なイメージ形成を支援することが可能となったと考えられる。

4 まとめと今後の展望

作図に始まる幾何学の一般的な学習用教材をタブレット PC 上に実装した。柔軟な思考に追従可能な I/F を持つことにより、従来の方法より効果的な幾何学学習が可能になると思われる。幾何学への関心、理解が得られれば、論証の理解にもつながり、論理的思考の礎を築くことが可能になる。数学的には微分と積分の学習にも発展させることが可能となり、数学のより深い理解に繋がることになる。

今後は論証の手助けが可能となる教材として、合同、相似の証明問題を扱える教材の開発を目指す。さらには図形の求積問題にも、本ソフトウェアが活用出来るよう機能を拡張する予定である。

参考文献

- [1] 子どもの「10歳の壁」とは何か？ 渡辺弥生 (光文社新書)、2011.
- [2] 数学教育の理論と実際 数学教育研究会 (聖文新社)、2010.