

## 平面図形から立体図形をイメージさせるための教材

### Educational material for imaging a solid body by rotating a flat figure

山崎伸久, 古賀歩, 中川玄, 藤井研一

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

大阪工業大学情報科学部

Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

Email:e1q13101@st.oit.ac.jp

**あらまし**：中学校の数学は、以後の数学の基礎であり、論理的思考を身につけるために重要な単元であるにとどまらず、抽象的な想像力を身につけるためにも重要である。単元の一つである平面図形の回転による立体図形の作成は、まさにこのような想像力をつけるために必要である。結晶構造、コンピュータグラフィックスなどを学ぶためにも、このような想像力は必要となる。本研究では、タブレットを用いることで、この立体図形の作図を容易とし、通常扱う三角形、四角形を越えたより複雑な図形のイメージ作成も可能となり学習者の三次元形状にたいする想像力を高めるものを目指した。

**キーワード**：回転体、立体図形、タブレット PC、UIF

#### 1. はじめに

中学校数学の単元にある「平面図形の回転から立体図形をつくる」[1]では、三角形や四角形の回転を元に円錐や円柱などを考える問題である。しかし、3次元的な立体図形を頭の中でイメージすることは、初学者にとってかなり困難で、中学校教員は理解させるために困難を感じている。このため、実際に三角形や四角形を紙でつくり回転棒につけて回転させて、学習者に立体図形を想像させるといった工夫などが教員ごとに行なわれている。

立体的な形を理解することは、工作物製作時における設計図の作成（いわゆる製図）作成にも必要であるし、結晶構造のような自然界の立体構造理解のためにも、さらには3次元コンピュータグラフィックス作成のためにも必要な能力となる。

したがって、可能であれば学習者は三角形や四角形といった単純な図形に留まらず、どんな平面図形からでも立体図形をイメージできることが望ましい。

また、回転軸と平面図形の距離を変えた場合や回転軸に対し図形を傾けたとき、立体図形がどのように変化するかイメージ形成も望まれる。

このような平面図形から立体図形を形成することを数学の単元の一課題としてのみならず、より広い理解を形成する教材を、コンピュータのディスプレイ上に表示可能であることは容易に理解できる。ただ、現状の中学生を囲む環境を考慮すると、コンピュータ上でこのような像の表示までの手続きが煩雑で使用を躊躇する可能性が高いと考えられる。

そこで、平面図形からの立体図形表示をタブレット上に実現することを考えた。この場合の操作は指によるものであり、まずは指による任意多角形描画が簡単に行える必要がある。このような指による操作に基づく立体図形描画を行うアプリケーションソフトウェアの製作を行った。

#### 2. 開発環境とソフトウェア概要

本ソフトウェアの動作環境としてタブレットである 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。これは画面サイズの異なる上記機器全てに一つのソフトウェアで柔軟に対応可能という機能を与える Auto Layout 機能の優位性を考慮している。

ユーザーインターフェース(UIF)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。iOS 用にはボタンやスライダーなどの多数の UIF ツールが用意されている。これらのどれを用いることが良いのかについては学習者による試行が必要と考え、これまでも様々な UIF の実装を行ってきた。しかしながら作図を考える時には指による操作が最も需要と考え、タップに代表される指の操作をどのように取り入れるかに主眼を置いて UIF の設計に当たった。この UIF の実装を含め、開発には apple 社が提供する UIKit を利用した。

平面図形描画作図のために、ドラッグ操作により任意の多角形図形を図1のように正確に描けるようにインターフェースの設計を考えた。一旦作成した図形の頂点をドラッグすれば、その頂点位置だけを変化させられ、図形の中心付近をドラッグすれば図形全体の併進移動が可能となる。これにより図2のように回転軸に対して図形の形、位置を自由に書けることができる。

タブレットを用いた作図は、運指操作で自由に図形が描け、試行錯誤が容易なため、思考に応じた作図が可能となる。

このようにして学習者が作成した平面図が決まれば、「立体」ボタンにより平面図形を回転してできる

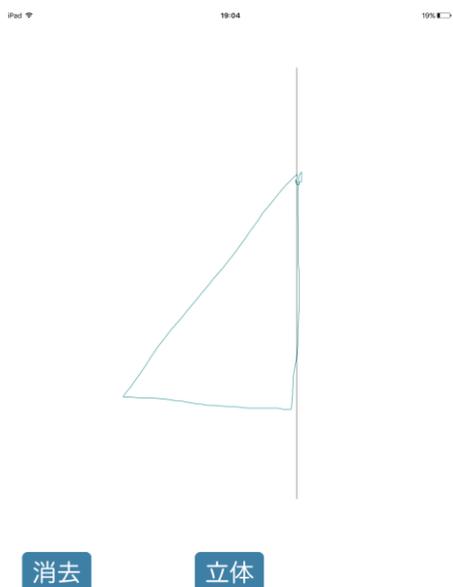


図 1 図形作図中の画面

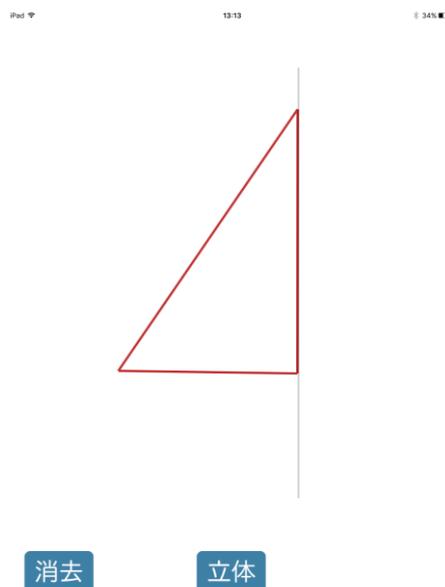


図 2 図形描画後の画面

立体図形の 3 次元グラフィック像を描ける。この描画に用いた汎用の 3 次元描画ライブラリである OpenGL ES では、視点位置は自由に動かせる。この視点移動も描画した図形に対し上下左右に指を動かすことで連続的に変えられるようにした。

図 2 の図形の回転体を図 3 に示す。

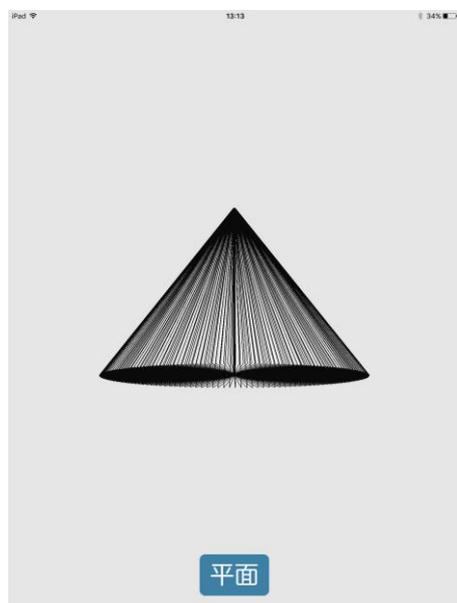


図 3 回転体作成画面

このように、平面図形の回転より作画される立体図形をコンピュータグラフィックスで表示可能とした。上に示した平面図作図と同一の UIF を用いて、ディスプレイ上に描画した任意の平面図形の回転により得られる立体図を、OpenGL による 3 次元グラフィックスを用いて描いた。様々な平面図の立体化の確認より、直感的に回転体の 3 次元図形の理解を促

すことが可能になると考えている。

### 3. まとめ

このように直感的な操作により平面の回転による立体図形の描画は、学習者の思考の手助けをするだけでなく、空間イメージ形成を利用する様々な分野への関心も呼び起こし、学習への意欲を喚起する上でも有益であると考えられる。

本研究では、タブレットを用いることで、作図を容易にし、様々な思考に基づく試みを、作図の形で具体的に確認可能とする。このような教材のさらなる開発、及び共通の UIF 実装が効果的な学習につながり数学が楽しい、得意という学習者の増加を確かなものとしたいと考えている。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省：“中学校学習指導要領解説 数学編”，教育出版