

三面図から立体を想像する能力を育成するオンライン教材に関する研究

Study on e-Learning Course for Developing the Ability to Imagine Three-Dimensional Objects from Two-Dimensional Drawings

遠藤 恵祐^{*1}, 室田 真男^{*1}
 Keisuke ENDO^{*1}, Masao MUROTA^{*2}
^{*1} 東京工業大学
^{*1}Tokyo Institute of Technology
 Email: endo.k.ai@m.titech.ac.jp

あらまし: 本研究は、2次元図面から3次元の立体を想像出来るように支援するオンライン教材を作成し、その成果の検証を目的とした。立体を分析的に捉える視点を提供することで、三面図から立体を想像しやすくなるという仮説を立て、立体を分析的に捉える方法の習得を支援する学習コースを制作した。立体を分析的に捉える視点の提供と、三面図と立体の往還可能な練習環境が、立体を想像する能力育成に有効である示唆が得られた。

キーワード: 空間認識力, 形状認識能力, 3DCAD, 図法幾何学, 三面図

1. はじめに

3DCAD の普及により、手描き製図の必要性が低下した。それにともない図学教育の分野では、図法幾何学など数学分野の学習が不必要ではないか、という議論がある。しかし、3DCAD を扱うためには、図面から立体を読み取る能力(空間認識力)が引き続き必要という現実がある。堤 (2008) ⁽¹⁾は、3Dモデルを扱う際、学生がもっとも困難に感じていることの1つとして投影図から3次元の形状を理解することを挙げている。

従来形状認識能力育成の研究は実践的な内容が多く、育成の過程が不明瞭なものが多い。そこで筆者は、形状認識能力の育成方法として、ミラーら (1990) の空間問題解決の階層構造⁽²⁾、比護 (2012) の心的モデルの構成プロセス⁽³⁾、影山 (2003) 空間的構造化⁽⁴⁾などから、立体を分析的に捉える視点を提供することで、三面図から立体を想像しやすくなるという仮説を立て、研究を行った。

2. 目的

本研究では、2次元図面から3次元の立体を想像出来るように支援するオンライン教材を作成し、教育工学の立場からその成果を検証し、教材の改善を図ることを研究の目的とする。

3. 方法

3.1 教材の設計方針

立体を分析的に捉えるコツを学習者に提示し支援を行うこととする。また、2次元→3次元の能力育成を図るため、三面図と立体の往還可能な練習環境を用意し、立体を分析的に捉える方法の習得を支援した。教材の特徴は、以下の3点である。1) 難易度を考慮して教材を構造化すること、2) 立体を想起するための「コツ」を言語化して説明すること、3) メディアを活用して三面図と立体図(3Dモデル)の行き来(以後、往還)ができるようにすること、に

ついて工夫した。

実験では、教材1・教材2に分け、教材2には3Dモデル観察ツールを用意した。

3.2 実験について

オンライン上に制作した学習教材を設置し、各自のPCから取り組んでもらい、前後のテストの得点で各学習コースの有効性を評価した。また、実験前後にアンケートや実験後にインタビューを行った。

被験者は、大学院生および社会人の6名である。

本研究は、被験者の認知過程と教材の効果を検証する必要があることから、質的研究法をとり、インタビューや事前/事後テストの結果、実際の描画により成果を検討した。実験計画は図1の通りである。

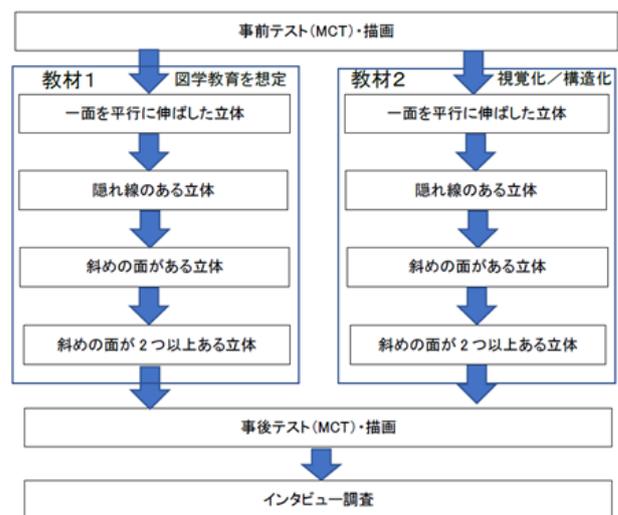


図1 実験計画

3.3 教材内容

教材の特徴3点を説明する。

1) 難易度を考慮して教材を構造化

教材は、扱う立体の読み取り難易度ごとにステッ

ブ分けし、順番に取り組むよう設計した。立体の読み取り難易度は、鈴木賢次郎(1998)⁽⁹⁾をもとに設定し、ステップ1一面を平行に伸ばした立体、ステップ2隠れ線がある立体、ステップ3斜めの面がある立体、ステップ4斜めの面が2つ以上ある立体とした。また、各ステップ内は、解説、例題、練習問題の順に取り組むよう設計した。

2) 立体を想起するための「コツ」を言語化して説明

立体を想像する際、既知の立体同士を足し算する、又は引き算するという方法を三面図や等測図を用いて解説した。また、隠れ線(表面から確認できない形状を表す線)の説明においても、へこみ部分の深さが違う等測図を用意し、三面図と照らし合わせながら確認できるよう工夫した。これらの工夫は、立体を分析的に捉えるコツを提示するものである。

3) メディアを活用して三面図と立体図(3Dモデル)

の行き来(往還)が可能

解説や例題に学習者が自分で操作し、自由な方向から3Dモデルを観察できる立体観察ツール(図2)を用意した。学習者はこのツールを使用し、三面図と3Dモデルまたは、自身が想像した立体と3Dモデルを往還することができる。

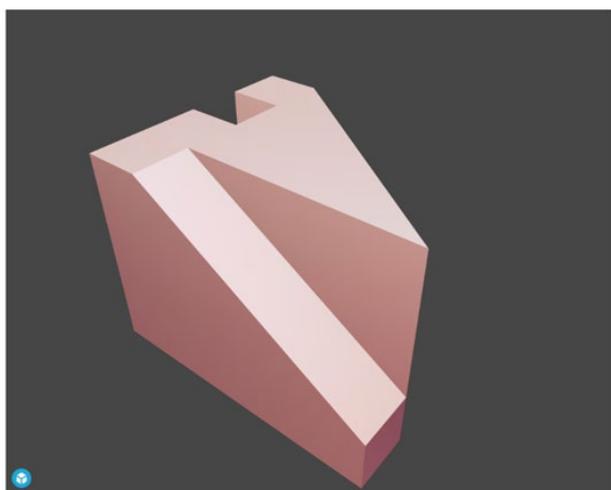


図2 立体観察ツール

4. 結果

代表的なインタビュー結果を紹介する。

特徴の2と3について、以下のような発言が得られた。2)立体を想起するための「コツ」を言語化して説明することについて、「足し算引き算の考え方で奥行きや空いているところを想像できるようになった」「部分的に立体をイメージした引き算の考え方を使った」「足し算引き算の考え方で奥行きや空いているところを想像できるようになった」「隠れ線の意味が再確認できた、深さがどうなっているというのが具体的に示されていてなるほど隠れ線がこう違うんだという比較が出来た」「隠れ線の説明の貫通しているところを比較して見せてもらえるというのはよかった」これらの発言から、立体を分析的に捉え、足し

算引き算(視覚化)の活動や隠れ線から形状を把握する活動で、ブルームのタキソノミーにおける総合の手順を理解していることが確認できた。また、実際に練習問題でこの考え方を使用し正答を導いていることが確認された。3)メディアを活用して三面図と立体図(3Dモデル)の往還ができるようにすることについて、「この三面図がこの図形になるんだという事に使った」「三面図と確認して、なるほどこの奥にあるのか」「さっきの3Dモデルと頭の中のモデルを回しつつ考えた」「3Dモデルを見た分だけここが欠けてるとか考えやすくなった」これらの発言から、三面図と3Dモデルの往還のみならず、頭の中で視覚化された立体との比較にも使用され、立体を分析的に捉える活動にも活用されていたことが確認された。他の問題を解く際、三面図から立体の特徴を捉えやすくなっているというコメントも見られた。

5. 考察

立体図形の想起にあたっては、想起可能な既知の立体図形を想起できる自分の頭の中と未知の問題をいかに同期させ再構築するか、その見方・考え方がリンク出来た時に、あらゆる方向から図形を把握し、立体化が可能になると考える。それは往還の結果、視覚化出来る形に分析→総合(再構築)できることを意味する。従来支援が不十分だった「分析」(分析の途中過程で三面図と立体、立体同士を往還)、「総合」の支援が本研究で開発した教材により実現出来たものとする。

6. まとめ

本研究は、2次元図面から3次元の立体を想像出来るように支援するオンライン教材を作成し、その成果の検証を目的とした。立体を分析的に捉える視点の提供と、三面図と立体の往還可能な練習環境が、立体を想像する能力育成に有効である示唆が得られた。今後は、量的分析による研究や専門家による教材の評価が必要である。

参考文献

- (1) 堤江美子(2008)3D-CGを使用した授業における学生の3次元感覚、『図学研究』,42巻 Supplement1号, pp.23-28
- (2) C.G.ミラー, S.E.ウィリー, G.R.パートライン(1990), 工学生の空間認識力育成のためのカリキュラム, 日本図学会図学研究編集委員会翻訳, 『図学研究』53号, 平成3年7月, pp.39-45
- (3) 比護智洋(2012)空間認識力を育む教材に関する研究, 新潟大学教育学部数学教室, 『数学教育研究』, 第47巻, 第1号, pp.146-165
- (4) 影山和也(2003)数学教育における空間思考の水準に関する研究, 数学教育学論究, 83, 日本数学教育学会, pp.25-34
- (5) 鈴木賢次郎, 原礼太, 永野三郎(1990), 視線追跡法による正投影図からの等測図作図過程の解析, 図学研究/24巻(1990) Supplement号, pp.125-129