

立体図形問題遂行時における学習者の思考過程の分析 —視線移動計測を通して—

Analysis of learner's thinking process at the time of performing solid figure problem —Through gaze movement measurement—

木下卓海^{*1}, 岡本尚子^{*2}, 黒田恭史^{*3}

Takumi KINOSHITA^{*1}, Naoko OKAMOTO^{*2}, Yasufumi KURODA^{*3}

^{*1} 京都教育大学大学院 教育学研究科 教科教育専攻 数学教育専修 1 年生

^{*2} 立命館大学 産業社会学部, ^{*3} 京都教育大学 教育学部

^{*1} Graduate School of Education, Kyoto University of Education

^{*2} Faculty of Industrial Society, RITSUMEIKAN University

^{*3} Faculty of Education, Kyoto University of Education

Email: din85025@kyokyo-u.ac.jp

あらまし：児童生徒にとって立体図形の形状把握は容易なものではなく、効果的な立体図形指導の開発が求められている。また今日では、教育現場においても情報化が進められており、各教科指導における ICT 機器の活用が重要視されている。ところで、近年の科学技術の発展は、容易かつ正確な生体データの収集を可能にしている。本稿の目的は、実物、ICT 機器、紙媒体を用いた立体図形の形状把握問題遂行時における思考の特徴を、視線移動の分析によって明らかにすることである。

キーワード：立体図形、視線移動計測

1. はじめに

立体図形の理解困難な点として、立体図形の頂点・面・辺の位置関係を正確に理解することができないことや、図から立体や空間関係がイメージできないといったことが挙げられる。一方で、今日の ICT の進展により、学校現場でもコンピュータを用いた立体図形教材の開発も容易となっており、上記の問題点を解決する可能性が生じてきた。

学習者の理解特性について、従来の行動観察などとともに視線移動計測などの生体情報を組み合わせることで、より精緻な分析が可能となる。

本稿では、小中学生の実験の前段階として、大学生を対象に、異なる媒体を用いた複合立体の形状把握問題遂行時の、視線移動を計測することで、立体図形把握における生理学的特徴を解明することを目的とする。

2. 視線移動計測実験

2.1 実験課題

図 1 は実験手順を表しており、実験課題は、複合立体の立方体の個数を正確に数えるというものである。実物課題、タブレット課題、紙面課題それぞれの媒体につき 3 題ずつ難度が段階的に上昇するように設定し、計 9 題の課題をとした。ここで、課題は実物課題、タブレット課題、紙面課題の難度が同等になるよう調整を行った。出題順序は実物課題 3 題、タブレット課題 3 題、紙面課題 3 題の順である。各課題の制限時間は 60 秒で、「はじめ」の合図で回答を始めさせ、解答終了時には「できました」と合図をさせた。60 秒で回答できない場合には「やめてください」とこちらから合図し終了した。

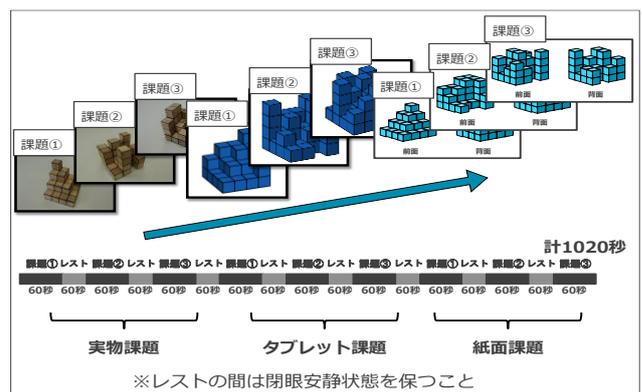


図 1 実験手順

2.2 実験概要

上記の課題を用いて、視線移動計測を行った。視線移動計測では、被験者の注視点を動画に保存することができる。実験概要は以下の通りである。

実験期間：2018 年 10 月～12 月

実験場所：京都教育大学 実験室

使用装置：Tobii pro グラス 2

被験者：大学生 16 名 (20.9±1.1 歳)

2.3 実験結果と考察

表 1 は各課題の平均正答率、平均所要時間を表している。なお、制限時間内に解答できなかった被験者の所要時間は 60 秒として扱う。また、実験終了後被験者に課題についての難度を 1～9 の 9 段階で順位づけをさせた。表 2 は被験者全員における平均の難度を、左上から右下に進むにつれて難度が上昇するように示している。

表1 平均正答率, 平均所要時間 (n=16)

	実物①	実物②	実物③	タブレット①	タブレット②	タブレット③	紙面①	紙面②	紙面③
正答率 (%)	81%	69%	88%	88%	75%	56%	81%	88%	25%
所要時間 (秒)	22.8	38.8	36.4	31.0	37.2	47.0	34.5	39.1	48.4

表2 被験者の感じた課題の難度 (n=16)
 実物①→タブレット①→実物②→紙面①→実物③↓
 ↓タブレット②→紙面②→タブレット③→紙面③

以上の結果より, 実物課題は, 他の課題に比べて正答率が高く所要時間が短い傾向にある. また, 学習者の感じる難度が低いことから, 具体物を用いることは, 立体の形状把握を容易にしていると考えられる. 一方, タブレット課題と紙面課題は, こちらで設定した難度が上昇するにつれて, 所要時間が段階的に増加している. また, 被験者の感じた難度については, 紙面①とタブレット①といったように, 難度が対応する課題がそれぞれ前後に位置している. 以上から, タブレット課題と紙面課題について, 解決に至る手順に似た傾向があると予想される.

2.4 生体情報による考察

視線移動データの分析は, 視線移動計測装置を用いて録画した動画から, どのブロックを注視しているのかを記録することによって行った. 表3は, 被験者16名が立体を注視している時間の内, 注視割合の高い上位5か所のブロックについて, その割合の合計を表している. また, 図2~4は, 実物課題③, タブレット課題③, 紙面課題③に関して, 注視割合の高い上位5か所を示している. 注視割合上位5か所の合計注視割合が, 難度の上昇によって減少する傾向にある. ここから, 立体の形状把握を行う際, 立体の構造が複雑になるにつれて, 1つのブロックを注視する割合が減少する傾向にあることが明らかになった. 同時に, 実物課題は複雑な立体になるほど周りから見えにくいブロックを注視し, タブレット課題, 紙面課題は見えやすい突出したブロックを注視する傾向にある.

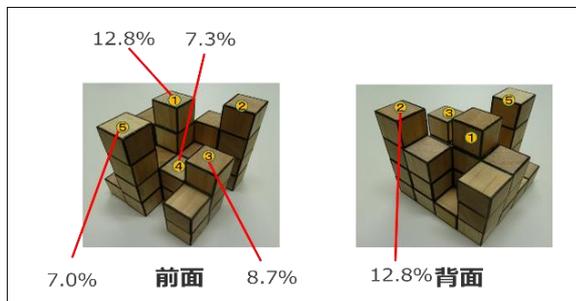


図2 実物課題③

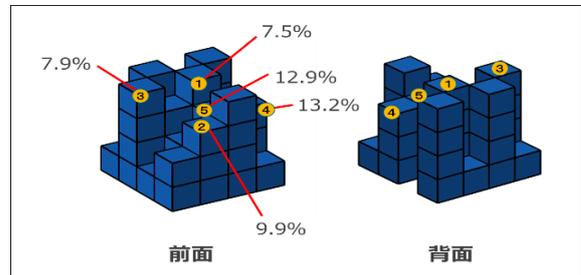


図3 タブレット課題③

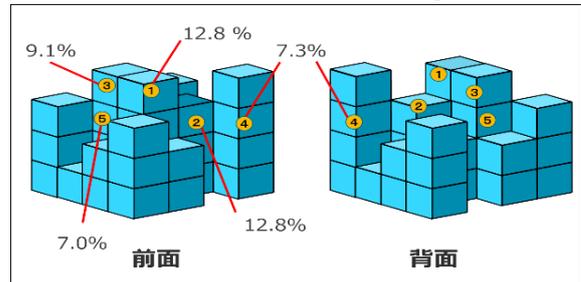


図4 紙面課題③

3. 結語

実物課題, タブレット課題, 紙面課題の3つからなる複合立体の形状把握課題を用いた, 視線移動計測の結果から次の3点が明らかになった.

- 1 点目は, 正答率より立体の形状把握には実物課題の方が, 他の課題よりも容易であることである.
- 2 点目は, 正答率, 所要時間より, タブレット課題と紙面課題に関して, 学習者の解決に至る手順には近い傾向にあることが示唆され, 実物課題とは異なる性質を持つことが考えられる.
- 3 点目は, 複雑な立体の注視点は分散する傾向にあることであり, 特に実物課題では入り組んだ位置のブロックを, タブレット課題, 紙面課題では突出したブロックを注視する傾向が見られる点である.

参考文献

- (1) 黒田恭史編著, 『数学教育の基礎』, ミネルヴァ書房, p.40, (2011)
- (2) 狭間節子, 『空間思考の育成の視座からの図形・空間カリキュラム開発研究構想』, 大阪教育大学教科教育学研究会・教科教育論集3号, pp.67-70, (2004)
- (3) 山田和美・塚本弓子, 『ICTを活用した立方体の見取図の指導における工夫』, 新潟大学教育学部研究紀要, 第5巻, 第2号, pp.39-45, (2013)
- (4) 黒田恭史, 岡本尚子, 前迫孝憲, 『NIRSを用いた脳活動計測技術がもたらす教育神経科学の可能性』, 日本レーザー医学会誌, Vol.36, No.2, pp176-185, (2015)

表3 注視割合上位5か所のブロックの合計注視割合 (n=16)

	実物①	実物②	実物③	タブレット①	タブレット②	タブレット③	紙面①	紙面②	紙面③
立体注視割合合計	52.4%	43.5%	39.0%	54.8%	46.1%	41.9%	61.8%	36.0%	49.2%