

小学校算数科における立体図形と展開図に関する児童の認識特性 —第5学年を対象とした視線移動計測実験から—

Recognition characteristics of children about three-dimensional figures and nets of the cubes in elementary school arithmetic - Experiment of eye movement measurement for fifth grade students -

倉橋 七緒^{*1}, 黒田 恭史^{*2}
Nao KURAHASHI^{*1}, Yasufumi KURODA^{*2}
^{*1}京都教育大学 教育学部 数学領域専攻 4 回生
^{*2}京都教育大学 教育学部

^{*1}Department of Mathematics, ^{*2}Faculty of Education, Kyoto University of Education
Email: suu31155@kyokyo-u.ac.jp, ykuroda@kyokyo-u.ac.jp

あらまし：算数科の図形教育の中で、空間認識に関する内容は、児童にとって理解困難な内容の一つとされている。本稿では、立方体と展開図に関わるデジタル教具を開発し、小学校第5学年25名を対象に、視線移動計測装置を装着させ、デジタルコンテンツ使用前後の学習後の視線移動の特徴・差異について分析した。

キーワード：空間図形、視線移動計測実験、デジタルコンテンツ

1. はじめに

図形教育の中でも、問題を解く際に空間図形(立体)をイメージすることは、児童にとって理解困難な内容の一つとされてきた⁽¹⁾。

2014年6月に実施された全国統一小学生テスト⁽²⁾では、「ある立方体の表面に○, ×, □を1つずつかきました。この立方体の展開図として正しいものを、次から1つ選びなさい。」という問題が出題されている。この問題の正答率は、40.3%であった。この問題の正答率は、全問題の正答率 89.4%に対して、40.3%であり4番目に低い正答率であった。そのため、従来のテスト調査やアンケート等による調査に加えて、学習者(児童)の生理学的データを計測・分析した研究を行っていくことが重要である⁽³⁾。とりわけ、視覚情報をより多く必要とする小学校算数科の「図形」領域においては、視線移動を生理学的に計測・分析することで、より客観的・科学的に児童の理解過程を解明することが可能になる⁽⁴⁾。

そこで、本稿では立体と展開図に関するデジタルコンテンツ(以降コンテンツと記述する)を開発するとともに、コンテンツ学習前後の問題を解く際の視線移動の計測を行い、そのコンテンツの有効性を検証することを目的とする。

2. 視線移動計測装置を用いた実験調査

2.1 視線移動計測について

今日では、視線移動計測装置の発展により、学習者が立体図形や立面図を観察する際の視線移動を容易かつ正確に計測・分析することが可能となった。本実験では、トビー・テクノロジー社のアイトラッカーTobii Pro Glasses2を使用する。

2.2 実験調査の内容

対象：京都教育大学附属桃山小学校、第5学年、25名

日時：2016年11月7日～12月1日、計11日
(1人約20分を1日2～3人ずつ)

内容：課題①<面に着目した問題>
課題②<辺に着目した問題>

方法：課題①、②とも、最初に5問出題する。続いてコンテンツを視聴・学習する。最後に最初の5問と同じ問題を並び替えて出題する。

2.3 実験調査の分析と考察

【1】平均解答時間・正答率(前後比較)

表1は25名の各問(I～V)の前後の平均解答時間、表2は平均正答率である。これらより、平均解答時間は課題①、②とも減少、正答率は上昇している。

表1 解答時間の変化(秒)

			I	II	III	IV	V	平均
解答時間	課題①	前	4.5	9.7	11.4	10.3	9.0	9.0
		後	3.2	5.3	9.8	7.6	8.2	6.8
	課題②	前	6.9	10.6	11.4	12.2	11.5	10.5
		後	5.5	8.7	8.2	10.7	7.8	8.2

表2 正答率の変化(%)

			I	II	III	IV	V	平均
正答率	課題①	前	96	60	56	48	44	61
		後	92	92	52	68	68	74
	課題②	前	72	16	28	40	36	38
		後	80	40	48	44	60	54

【2】平均注視時間(パターン別)

分析に際しては、コンテンツ学習前後の各問で正答した児童と誤答した児童のパターンを以下の4つに分類し、注視時間の傾向の特徴に着目した。

- ・パターン【1】：学習前(○)学習後(○)
- ・パターン【2】：学習前(×)学習後(○)
- ・パターン【3】：学習前(×)学習後(×)

・パターン [4] : 学習前 (○) 学習後 (×)

・パターン [1]
 コンテンツ学習前後共に、展開図の真ん中辺りの面（以降真ん中の面と記述する）から正解箇所へ向かって視線が移動している。特に、学習後は真ん中の面よりも正解箇所の近くを注視しており、正解箇所への移動が早くなっていることが分かる（図1）。

・パターン [2]
 コンテンツ学習前と比べ、学習後の正解箇所の平均注視時間が長くなっていることから、真ん中の面から正解箇所に向かって視線が学習前よりもスムーズに移動していることが分かる（図2）。

・パターン [3]
 学習前後共に、質問箇所の辺りを視線が移動しており、正解箇所へ連続して視線が移動していない（図3）。

・パターン [4]
 コンテンツ学習前は質問箇所から正解箇所の間を視線が移動していることが分かるが、学習後ではそれは見られない。学習後に誤答をしたときの視線は質問箇所まで集まっており、正解箇所の平均注視時間は短くなっている（図4）。

【3】注視時間割合（児童全体）

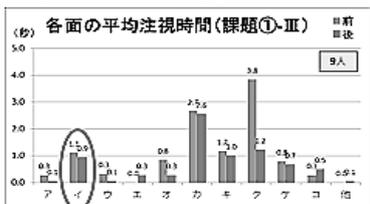


図1 各辺の平均注視時間（課題①-Ⅲ・パターン [1]）

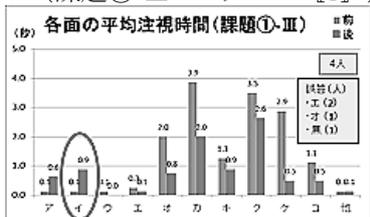


図2 各面の平均注視時間（課題①-Ⅲ・パターン [2]）

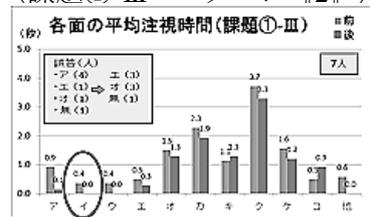


図3 各面の平均注視時間（課題①-Ⅲ・パターン [3]）

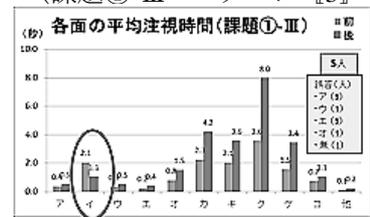


図4 各面の平均注視時間（課題①-Ⅲ・パターン [4]）

ここでは、各問の注視時間の割合を示したグラフから、以下の点に着目しながら児童の傾向を探った。

- 1) 注視時間の長い箇所
- 2) 念頭操作で展開図から立方体を組み立てる際に基本とする（動かさない）面の同定
- 3) コンテンツの学習前後の注視時間割合の変化

<課題①>

1) と 2) を関連づけて考察すると、注視時間の長い箇所は、正解箇所と組み立てるときに基本としている面であった。3) について見ると、学習後はほとんどの問題で、基本の面から正解箇所への注視時間割合が高くなっており、正解箇所への注視時間割合が増加している。

<課題②>

課題①と同様に 1) と 2) を関連づけて考察すると、展開図の真ん中辺りの面に注視時間割合が高かったことから、その割合の高い面を基本の面であると仮定する。3) については、質問箇所から正解箇所への注視時間割合が高かったことから、正解箇所を含む面の特定まで出来ている人が多いことが分かった。また、正答率が約 20% 上がっていた問題に関しては、学習前では質問箇所の近くの注視時間割合が高いのに対し、学習後では正解箇所の付近の割合が高いというように、注視時間割合にも変化が見られた。

3. 結語

視線移動計測を用いた実験調査の結果から、次の2つの有効性を見出した。

- ・コンテンツを使用することで、同様の立体図形問題に対する正答率が上昇し、所要時間が短縮されたことから有効性が検証された。
- ・視線移動の特徴については、正答の場合は質問箇所と正解箇所の間を視線が移動する傾向が見られた。一方、誤答の場合は、質問箇所から正解箇所まで視線が連続してつながらず傾向が見られた。

参考文献

- (1) 黒田恭史『数学教育の基礎』。ミネルヴァ書房, pp40-66, (2014)
- (2) 四谷大塚ホームページ: “全国統一小学生テスト算数分析”, (2014.6.1) 〈最終検索日: 2017.2.3〉
 <<http://www.yotsuyaotsuka.com/toitsutest/result/20140601/math.php>>
- (3) 黒田恭史, 中島悠, 岡本尚子: “立面図・見取図・立体の変換過程時における視線移動の特徴”, 佛教大学教育学部学会紀要, 第 13 号, pp.49-58 (2014)
- (4) 黒田恭史, 岡本尚子: “視線移動計測がもたらす数学教育研究への影響”, 日本教育学会大会研究発表要項 73, pp.148-149 (2014)