

図形の回転移動課題解決時における視線移動特徴

Eye movements during task of rotation of figures

西村 綾夏, 鈴木 麻希, 中谷 公彦, 岡本 尚子
 Ayaka NISHIMURA, Maki SUZUKI, Kimihiko NAKATANI, Naoko OKAMOTO
 立命館大学産業社会学部
 College of Social Sciences, Ritsumeikan University
 Email: n.ayaka264@gmail.com

あらまし：算数・数学科において、図形の移動などを頭の中でイメージして考える活動は、苦手とする学習者が少なくない一方で、学習者がどのように考えているのかが外からでは把握しづらいため、指導には困難性を伴う。そこで、本研究では、思考過程を可視化する手法として視線計測を用い、図形の回転移動を頭の中でイメージする課題に取り組む過程の視線移動を計測することで、課題解決過程の特徴を明らかにすることを目的とした。

キーワード：回転移動、視線計測、図形

1. はじめに

算数・数学科の図形領域において、平行移動、回転移動、対称移動など、念頭での操作（頭の中でイメージすること）を求められる課題は、苦手意識をもつ学習者が少なくない⁽¹⁾。そのため、効果的な指導が求められ、移動の軌跡を描いたり、動画で移動の過程を提示したりすることで、念頭操作につなげるなどの指導実践が試みられてきた。しかし一方で、軌跡や動画は理解できるものの、念頭操作となると依然として難しさを感じる学習者もあり、指導には特有の困難性が存在している。

念頭操作を伴う課題の指導を困難にしている大きな要因は、学習者の思考過程を指導者が把握しづらい点にある。指導にあたっては、学習者が何に注目しながら、どのように考えているのかを、指導者が的確に把握することが重要となるが、念頭操作は内的な活動である。特に、計算課題と比べて、思考過程を紙面に残しづらく、学習者自身も念頭操作中の思考状況を説明することは容易でない。念頭操作における学習者の思考過程の可視化の難しさが、指導を困難にしているといえる。

ところで、視線計測は、行為主体者のより客観的で内的なデータ取得が可能な手法であり、近年では、安全な車の運転⁽²⁾やマーケティングの検討にも用いられている手法である。教育研究においても、学習者がどこに注目していたのかという明確な情報を得られ、学習者自身も無意識的に見ていた部分をも分析できる点で有用性の高い手法であると考えられる。学習者の思考過程の可視化を行う一つの手法となることが期待できる。

そこで本研究では、図形を念頭操作によって回転移動させる課題解決時の視線計測を行い、その特徴を明らかにすることを目的とする。具体的には、元の図形と、それを指定された角度に回転移動させた図形について、対応する角を見つける課題遂行時の視線計測を行い、正答率の高い被験者と低い被験者で、解決方法にどのような違いがあるのかを視線計測データによって明らかにする。実験対象は、事後

のアンケートに対応可能となるよう、大学生を設定する。

2. 視線計測実験

2.1 実験概要

視線移動計測実験の概要は以下のとおりである。

期間・場所：2016年12月・立命館大学修学館

被験者：大学生10名（男性3名、女性7名；平均21.4歳）

計測装置：視線計測装置として Tobii Pro2（トビー・テクノロジー・ジャパン社製）を用いた。被験者の見ている視野映像と、眼の動きを計測可能なカメラを搭載したサングラス型の装置である。

計測方法：被験者は椅子に座り、視線計測装置を装着して課題に取り組んだ。

2.2 実験課題

「元の図形」と、それを回転移動させた「回転移動後の図形」の二つを示し、元の図形に赤が付された角に対応する角を、回転移動後の図形から選択する課題とした。

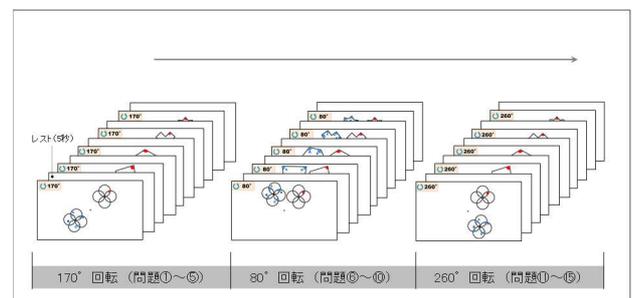


図1 実験順序

図1は、実験順序を示したものである。実験には5種類の図形を設定し、回転角度を170°（5図形）、80°（5図形）、260°（5図形）として15問（回転角度3種類×5図形：問題①～⑮）を実施した。各問題に制限時間は設定せず、正確に回答するよう教

示した. 問題間には5秒間のレストを設けた. なお, 回転角度は, 難度が下がりすぎないように, 180°, 90°, 270° から 10° を引いた角度とし, 図形や順序などは, 予備実験を踏まえて設定を行った.

3. 実験結果と考察

3.1 正答率と被験者分類

正答率を基準に, 被験者 10 名を次の 2 つの群に分類し, 分析を行うこととする.

- ・高正答率群 (4 名): 正答率が 80%以上の被験者 (平均正答率 92%)
- ・低正答率群 (6 名): 正答率が 80%未満の被験者 (平均正答率 52%)

3.2 視線計測データ分析方法

図 2, 4 のように, 提示課題の図形の角, 回転の中心, 回転角度に注視番号 (以下, # 数字) を付し, 0.5 秒ごとに, どの番号部分を見ていたのかを記録して, 折れ線グラフに示した (図 3, 5).

ここでは, 各群の注視回数に特徴的な差が認められた 2 問を取りあげることとする. 被験者ごとの時系列折れ線グラフは, 各群から 1 名の被験者を提示して, 群に共通する特徴について言及する.

3.3 結果と考察

図 3 の被験者ごとの時系列データを見ると, 高正答率群は, はじめに #1・3・9・5 と, 赤で記された角 (以下, 指定角) から中点をとおり, 反時計回りに 260° (時計回りに 100°) に該当する方向へ (角 5) と視線を動かしていることが分かる. はじめに回転角度の見当をつけ, その後, 対応する角を確認していることが考えられる.

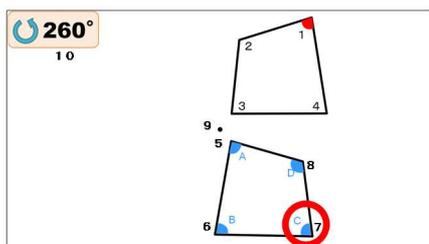


図 2 問題⑫の注視番号 (赤丸が正答)

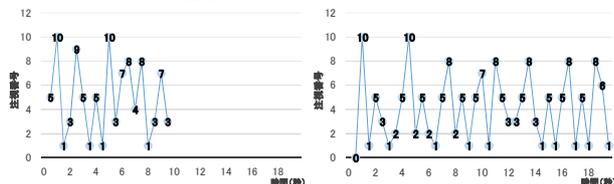


図 3 問題⑫の群別時系列データ (左図: 高正答率群, 右図: 低正答率群)

一方, 低正答率群は, #1・5 の組み合わせが頻繁に見られる. 一見すると, 指定角 (#1) と #5 の角は, 角の大きさが類似していることから, 対応するよう感じていた可能性が考えられる. 実際, 事後のインタビューでは, 裏返して平行移動させたように見

えたとの回答もあり, 回転移動を考慮せずに, 角度に着目したことが推察できる.

次に, 図 5 の被験者ごとの時系列データを見ると, 高正答率群は, 途中で #1・13・12・11 と, 指定角から中点をとおり, 反時計回りに 260° (時計回りに 100°) に該当する方向へと視線を動かしていることが分かる. その後は, #1・11・12 を多く見ている. 回転角度の見当をつけた後, その見当から, 解答が #11・12 のいずれかの角であると考え, 指定角と見比べて適切なものを考えたことがうかがえる.

一方, 低正答率群は, #1・7, #1・12 の組み合わせが頻繁に見られる. #7, 12 は元の図形を下方方向に平行移動させた場合に近い角の位置である. 上述の問題とは異なり, この問題は全ての角の大きさが同じであるため, 角の大きさで判断ができなかったことから, 平行移動を基にして対応を考えていた可能性が推察できる.

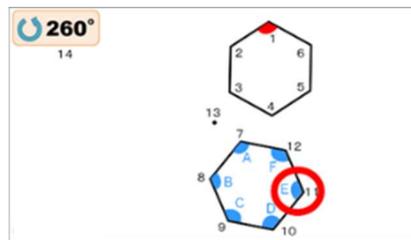


図 4 問題⑬の注視番号 (赤丸が正答)

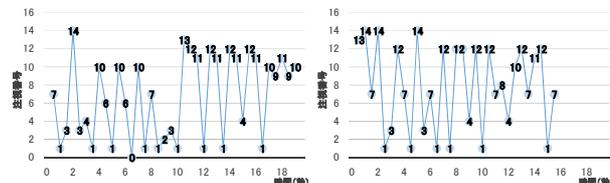


図 5 問題⑬の群別時系列データ (左図: 高正答率群, 右図: 低正答率群)

4. まとめ

図形の回転移動課題遂行過程の視線移動を計測した結果, 高正答率群は, 回転角度から見当をつけ, 図形の対応を考えていったことがうかがえた. 一方, 低正答率群は, 図形によって, 視線移動特徴が異なった. 図形内の角の大きさが異なっている図形の場合には, その角度をもとに比較し, 図形内の角の角度が全て同一の図形の場合には, 角度によって対応を見つけれないため, 平行移動として対応を見ていることが推察された.

参考文献

- (1) 鈴木正彦: “図形”, 黒田恭史編著, 初等算数教育法—新しい算数科の授業をつくる—. ミネルヴァ書房, 京都, pp.92-109 (2010)
- (2) 上坂竜規, 野田雅文, 目加田慶人, 出口大輔, 井手一郎, 村瀬洋: “ドライバの視線情報を利用した運転行動予測”, 電子情報通信学会技術研究報告 PRMU, Vol.111, No.48, pp105-110 (2011)