

数理パズル“タングラム”の洞察的問題解決における視線移動の分析 Eye-tracking analysis of the insightful problem solving of "Tangram".

中野 良樹†, 大槻 正伸‡
Nakano Yoshiki, Ohtsuki Masanobu

†秋田大学教育文化学部, ‡福島工業高等専門学校電気工学科
Akita University, National Institute of Technology, Fukushima College
Nakano@ed.akita-u.ac.jp

1. はじめに

タングラムとはパズルゲームの一種で、正方形から切り取った7個のピースを組み合わせ、物体や動物などの形を作る(図1)。国内の算数・数学教育では、しきつめ課題や「図形感覚」を育む教材として用いられる。タングラムは洞察問題の一種と考えられ(中野, 2009), 定型的な知識では解決できず, 発想の転換や「ひらめき」を要する。発表者らはライオン課題(図2上段)を用いて, 洞察的問題解決の研究を継続してきた。その成果として, 大きな三角形ピースをずらして配置することが問題解決を困難にすることを示した(図2上段灰色部分)。これは, 作業者がピースを三角形や四角形などの幾何学図形に組み合わせる強い傾向, 制約を有しているからである(渋谷・中野, 2010)。制約とは「多様な情報の中から特定の仮説を選び出す生体の内的傾向性」で(開・鈴木, 1998), 本来は情報処理を効率化するが, 洞察問題では解決への阻害要因となりうる。つまり, タングラムでは人間が幾何学的に思考する際の傾向性が制約として働く。

洞察問題の主要な特徴として解が突然にひらめく, すなわち, 解決可能性への主観的な評価が洞察の生起

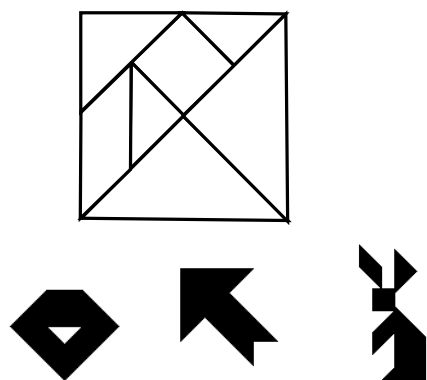


図1 タングラムを構成する7個のピース(上)と課題シルエットの例(下)。

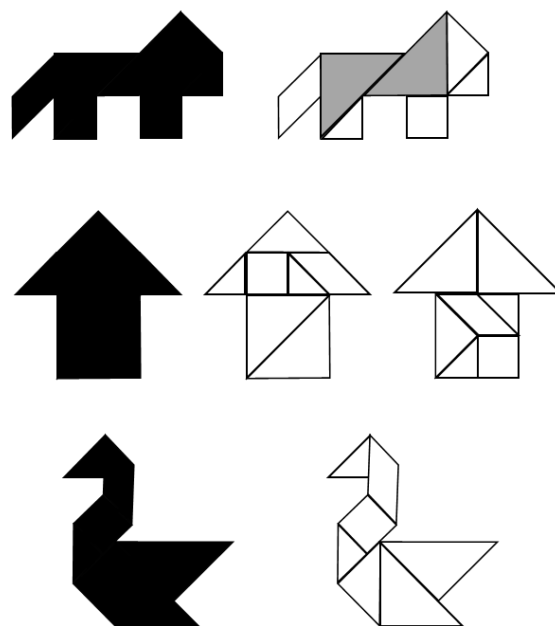


図2 実験に用いたタングラムの課題シルエットと正解配置。上段:ライオン課題, 中段:矢印課題, 下段:アヒル課題。

と関連しないことが挙げられる(Metcalf, 1986)。しかし, この傾向は単一の問題解決に取り組む過程内で生じることであり, 同種の洞察問題をくり返すなかでも, 主観的評価の高さが洞察問題の解決可能性の高さと関連するかどうかまでは検討されていない。タングラムには百種類以上の課題シルエットがあり, それぞれで正解配置が異なる。本研究では同一の被験者に複数のタングラム課題をくり返し行わせることにより, 洞察問題の解決過程における主観的評価の変化と視線移動の特徴を明らかにする。

課題には従来のライオン課題に, 矢印課題とアヒル課題を加える(図2)。これらの課題では, ライオン課題とは異なるパターンの配置が正解となる。先述し

たように、タングラムでは作業者はピースを三角形や四角形など「きれいな形」に配置する傾向がある。矢印課題（図2中段）では、正解配置が2通りあり、しかも三角形や四角形を含んでいる。このことから、きれいな形を作る制約が問題解決を促進すると予測できる。このように、3つの課題では解決への促進要因も阻害要因も異なる。したがって、解決に至るまでの解決可能性への見通しや視線移動の特徴も、それぞれ異なるだろう。特に視線移動と洞察の関係については、Thomas & Lleras (2009)や田村・三輪 (2011) は、洞察問題を思考中の視線を誘導することで解決へと導けることを示した。これらの知見から、タングラムでは主観的な評価からは捉えにくい洞察に至る認知過程が、視線移動の特徴に表れると期待される。

2. 方法

実験参加者 20名の大学生（年齢20～26歳、女性17名、男性3名）が実験に参加した。全員がタングラムの解決に取り組むのは初めてだった。

装置 タングラムは7個のピースによって構成される。これらは縦横11.8cmの正方形の木製板を分割したものである（図1上）。課題シルエットは3種類で、ライオン、矢印、アヒルとした（図2）。シルエットは白い紙に黒色で印刷されており、大きさは実物のピースを正解配置にならべた際の大きさのおよそ5分の1だった。作業中、参加者は「見通しメーター」によって、どの程度完成させる自信があるか主観的な解決可能性について評定した（以下、主観的自信度）。見通しメーターはvisual analogue scaleと段階評定の両方を組み合わせた。13段階の目盛りが設定され、左端の目盛りには「全くできそうにない」、右端の目盛りには「ほとんどできそう」というラベルを付けた。参加者は矢印を動かして、自分の状態を示した。矢印は目盛りと目盛りの間に置いて良いこととした。デジタルビデオカメラ（Panasonic NV-GS100）により、60cm上方からピースの動きと見通しメーターの両方を撮影した。

手続き まず、タングラムのピースと見通しメーターを置いた作業台に向かって参加者を座らせた。次に、課題シルエットを提示し、それと同じ形を7個のピースすべてを使って完成させるように求めた。その後で、課題をどの程度完成させられそうか、見通しメーターによって評定させた。評定の際には参加者はピースを見ても良いが触れてはいけなかった。各実験セッション

は240秒間とし、セッション終了後に見通しメーターによる評定を行った。評定後に1分間の休憩を設けた。参加者が正しい配置を完成させたら作業は終了した。作業時間の合計を完成時間とした。制限時間は5セッション合計で20分とした。課題が完成した時点もしくは第5セッションの終了時点で測定を停止した。参加者が制限時間内に課題を完成させられなかった場合は、第5セッションの終了後に見通しメーターの評定は行わなかった。すべての参加者が3日間の実験を行い、1日につき、3種類の課題シルエットのうちいずれかに取り組んだ。課題の順番は被験者間でランダムに設定した。

眼球運動の測定 タングラムのピースを操作している最中の眼球運動を記録し、視線の移動を測定した。測定には竹井機器製のTalk Eye Liteを使用した。眼球運動の記録は右眼から行い、33 Hzでサンプリングした。参加者の頭部をあご台で固定し、測定中は作業台から眼球までの距離をおよそ50cmに維持した。作業台が参加者の正面を向くように、水平面に対して15°上に傾けた。また、ピースを視野の外へ移動させないように、縦30cm、横50cmの枠から出さないよう教示した。眼球運動は作業開始の合図の直後から測定を開始した。

3. 結果

各課題シルエットを完成させた参加者は20名のうち、ライオン課題では9名、矢印課題では12名、アヒル課題では9名で、完成率に課題間の差はなかった。また完成までに要した時間の平均値（完成時間）はライオン課題が594.7 sec (SD = 376.0 sec, Min = 106 sec, Max = 1080 sec), 矢印課題が483.6 sec (SD = 331.1 sec, Min = 58 sec, Max = 1030 sec), アヒル課題が513.7 sec (SD = 238.1 sec, Min = 240 sec, Max = 827 sec)だった。このように、完成時間に課題間で差はなかった。この結果から、以後の分析は課題間での指標の比較よりも、課題の完成時と未完成時での各指標の違いに焦点を絞る。

主観的自信度に関しては、3つの課題ごとに完成できた参加者（Completer）と完成できなかった参加者（Non-completer）に分けて、セッションごとの平均評定値を求めた。全体的な傾向を捉えるため、図3には3つの課題での平均値をCompleterとNon-completerごとに示した。評定値の変化の傾向としては、作業開始前の第1セッションで最も評定値が高く、セッションが進むにつれて減少している。しかし、課題ごとに

完成できた参加者の内わけが異なるため、各参加者が Completer もしくは Non-completer のプロットに含まれる回数は異なる。このため図3の平均値の差をそのまま統計的に比較することはできない。しかし全体の傾向として確認できるのは、Completer でも Non-completer でも第1セッションで最も主観的自信度の評定値が高く、後続のセッションで値は次第に低下した。

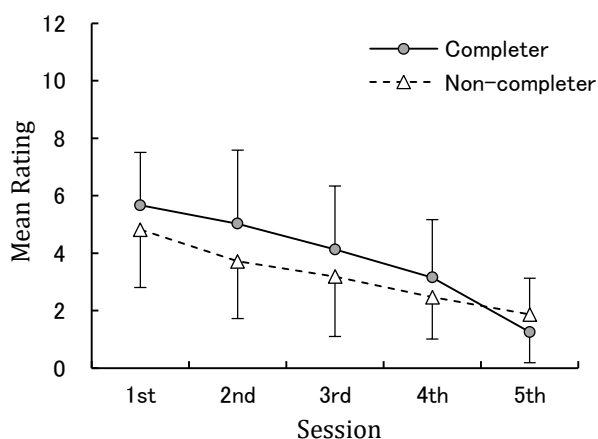


図3 完成者 (Completer) と未完成者 (Non-completer) で3つの課題をまとめて算出した自信度の平均評定値。

この傾向がタングラム課題の成績の高低によって参加者間で違いがあるかどうかを比較するために、3つの課題のうち2課題以上を解決できた参加者を High-achiever (11名)、1課題もしくは全く解決できなかった参加者を Low-achiever として2群に分けた。さらに、実験セッション全体を作業開始前 (Before)、最終セッション (Last)、その中間のセッション (Middle) の3つのセッション段階に分割した。すべての参加者で Before は第1セッションの評定値である。Last は課題を完成した際には完成直前のセッション後の評定値で、完成させられなかった場合は第5セッションの評定値となる。Middle に関しては、上記以外のセッションの評定値とした。Middle に属するセッションが複数の場合は平均評定値を求めた。第1セッションのうちに課題が完成した場合には、評定値は Before に属するとみなした。第2セッションで課題が完成した場合には、第1セッションの評定値を Before、第2セッションの評定値を Last とし、Middle の評定

値は無いものとした。以上の手続きで参加者ごとに3つの課題全体にわたっての各セッション段階での平均評定値を求めた。High-achiever と Low-achiever の群ごとに平均値を表1に示した。平均値の差の検定に関しては、2名の High-achiever が全ての課題で第2セッションまで課題を完成したため Middle のセッション段階が欠損値となり、分析からは除外した。残りの18名の参加者に課題成績 (High vs. Low)×セッション段階 (Before, Middle, Last) の2要因分散分析を実施した結果、セッション段階の主効果が有意だった ($F(1,16) = 19.6, p < .01$)。下位検定の結果、Before での自信度は Middle および Last の評定値よりも高かった。課題成績の主効果と要因間での交互作用は有意ではなかった。すなわち High-achiever と Low-achiever との間で自信度の評定はどのセッション段階においても差がなかった。

表1 課題成績およびセッション段階での主観的自信度の平均評定値

	High-achiever	Low-achiever
Before	5.7 (1.6)	4.7 (1.8)
Middle	3.9 (1.9)	3.3 (1.1)
Last	4.0 (2.5)	2.1 (1.0)

() 内は SD

表2 課題成績および実施日順による主観的自信度の平均評定値

	High-achiever	Low-achiever
1st day	4.6 (1.8)	3.0 (1.5)
2nd day	4.8 (2.0)	3.9 (1.4)
3rd day	5.4 (2.6)	3.0 (1.5)

() 内は SD

実験では全参加者が3つの課題を1日につき1課題ずつ取り組んだ。このとき、課題の繰り返しによって主観的自信度の評定に違いがあるか検討するため、High-achiever と Low-achiever のそれぞれについて、実施日ごとに全セッションをまとめた平均評定値を求めた (表2)。課題成績 (High vs. Low)×実施日 (1st day, 2nd day, 3rd day) の2要因分散分析を実施した結果、課題成績の主効果が有意だった ($F(1,18) = 38.2, p$

<.05). 実施日の主効果および2要因間での交互作用は有意ではなかった。

次に、各参加者内で課題を完成できた場合とできなかった場合とで、主観的自信度の評定の違いを比較した。具体的には、参加者20名のうち3つの課題すべて完成できた参加者4名と、すべてで完成できなかった参加者6名を除外し、残りの10名の参加者を分析の対象とした。この10名に関して、完成できた課題(Completed task)と完成できなかった課題(Incomplete task)それぞれにおいて、主観的自信度の平均評定値を Before, Middle, Last のセッション段階ごとに算出した(表3)。課題完成(Completed vs. Incomplete)×セッション段階(Before, Middle, Last)の2要因分散分析を実施したところ、セッション段階の主効果が有意だった($F(1,8) = 11.05, p < .05$)。下位検定の結果、Before では自信度の評定値が Middle および Last よりも高かった。課題完成の主効果に関しては、Completed task においての方が Incomplete task においてよりも有意に評定値が高かった($F(2,16) = 14.36, p < .01$)。さらに2つの要因間で交互作用が有意だった($F(2,16) = 3.66, p < .05$)。単純主効果の検定の結果、Before では Completed task と Incomplete task の間で主観的自信度の評定値に差はなかったが、Middle ($p < .05$) と Last ($p < .01$) では Completed task の評定値の方が Incomplete task の評定値よりも高かった。すなわち、同一の参加者内では課題を完成できたときの方が完成できなかったときよりも、作業中のセッション段階での主観的自信度の評定が高かった。本研究では作業者の眼球運動を測定し、タングラム課題を遂行中のピースの注視時間や視線の移動を解析した。注視時間を分析する対象領域(area of interest; 以下AOI)はピースごとに設定した。各ピースの中心点からピース全体を囲う円の範囲内をAOIとし、その領

表3 完成課題と未完成課題での主観的自信度の評定値

	Completed task	Incomplete
Before	5.9 (1.6)	5.6 (1.8)
Middle	4.8 (1.3)	3.5 (2.1)
Last	4.1 (1.9)	2.1 (1.0)

()内はSD

域内に33msc以上視線が停留したとき当該ピースを注視したとみなした。したがって、視線が高速でピース上を通過した時間は含まれない。この分析法では、複数のピースが隣接して置かれるとAOIは重なることになる。この場合、それらのピースすべてを注視しているとみなして、各ピースへの視線の停留時間を累積した。表4には、各ピースのAOIの累積停留時間を全ピースで総計し、1秒あたりの停留時間に換算した値を、課題ごとに完成者(Completer)と未完成者(Non-completer)に分けて示した。完成者では前半(1st half)は完成時間の前半分、後半(2nd half)は後ろ半分の累積停留時間とした。未完成者では作業開始から第3セッション開始後2分までを前半、それ以降から第5セッション終了時点までを後半とした。3つの課題では完成者と未完成者の内わけが異なるため、課題ごとに群(Completer vs. Non-completer)×時間(1st half vs. 2nd half)の2要因分散分析を実施した。その結果、ライオン課題では群の主効果が有意だった($F(1,18) = 5.25, p < .05$)。また時間の主効果に関しては前半より後半の方が、累積停留時間が長い傾向があった($F(1,18) = 3.12, p < .10$)。矢印課題およびアヒル課題では、すべての主効果および交互作用は有意ではなかった。

表4 全ピースを注視した1secあたりの累積停留時間

	Completer	Non-completer
Lion task		
1st half	193.1	267.5
	133.3	231.5
2nd half	203.2	299.0
	135.1	305.0
Arrow		
1st half	193.4	267.6
	141.6	216.2
2nd half	203.2	299.0
	147.3	241.1
Duck task		
1st half	150.0	218.1
	118.6	172.1
2nd half	135.0	202.5
	73.5	164.9

注) 各 half の上段は平均値, 下段は中央値を示す。各数値の単位は msc / sec である。

表5 ピースおよびシルエットへの視線停留時間と視線移動距離の平均値

	High-achiever	Low-achiever
Pieces		
1 st half	148.8 (95.1)	263.9
2 nd half	156.4 (90.7)	294.8
Silhouette		
1 st half	42.0 (35.2)	23.7 (19.9)
2 nd half	28.4 (24.4)	8.7 (6.8)
Trajectory		
	73.3 (41.5)	43.5 (20.7)

注) 単位は上段と中段の停留時間は msec / sec である。下段の視線移動距離(Trajectory)は deg / sec である。() 内の数値は SD を示す。

ピースへの視線の停留時間が課題成績の高低によって参加者間で違いがあるか比較するため、主観的自信度の評定の分析と同様に参加者を High-achiever (11名) と Low-achiever (9名) に分け、累積停留時間の平均値を求めた(表5上段)。課題成績 (High vs. Low)×時間 (1st half vs. 2nd half) の2要因分散分析を実施した結果、High-achieverの方がLow-achieverよりも停留時間が有意に短かった($F(1,18) = 7.70, p < .05$)。時間の主効果および2要因間の交互作用は有意ではなかった。

上記の結果において、ピース表面への視線の停留時間が短いということは、その分作業者はピース上の広範囲にわたって視線を移動させた可能性が考えられる。すなわち、この視線移動距離が High-achiever と Low-achiever に差があるかもしれない。この点についてより直接的な証拠を得るために、作業者が課題を遂行中の視線の移動距離を視角に換算して算出した。表5下段は、1secあたりの視点の移動距離(Trajectory)について、課題遂行中の平均値を High-achiever と Low-achiever ごとに示した。検定の結果、High-achieverの方がLow-achieverよりも1secあたりの視線移動距離が長い傾向があった($t(18) = 1.85, p < .10$)。一方で、この移動距離の長さがシルエットを注視することと関連するかもしれない。すなわち、シルエットを頻繁に注視したために単位時間あたりの視線の移動距離が長くなった可能性がある。そこで、被験者に提示した課題シルエットを囲う四角形の領域内に視線が停留した時間を、被験者の視野画像から抽出し

た。表5中段は、課題シルエットへの視線の1secあたりの累積停留時間の平均値を High-achiever と Low-achiever ごとに課題遂行の前半と後半に分けて示した。課題成績 (High vs. Low)×時間 (1st half vs. 2nd half) の2要因分散分析を実施した結果、High-achieverの方がLow-achieverよりもシルエットへの停留時間が長い傾向があった($F(1,18) = 3.65, p < .10$)。時間の主効果に関しては、前半の方が後半よりも有意に停留時間が長かった($F(1,18) = 8.74, p < .01$)。2要因間での交互作用は有意ではなかった。

一連の分析の結果、課題成績にもとづいて群分けした High-achiever と Low-achiever とのあいだに、視線の停留時間や移動距離に差がみられた。こうした課題成績による視線移動の違いが被験者内でも生じているのかを検証するために、自信度の評定の分析と同様の分析を行った。まず、3つの課題のうち完成できた課題 (Completed task) と完成できなかった課題 (Incomplete task) の両方を経験した被験者10名を抽出した。このうち1名は眼球運動の測定データの不備により除外した。残りの9名の参加者内で停留時間と視線移動の距離を Completed task と Incomplete task で比較した(表6)。その結果、1secあたりの視線の移動距離に関してのみ課題完成時 (55.4 deg / sec)の方が未完成時 (68.8 deg / sec)よりも移動距離が短い傾向がみられた($F(1,8) = 4.06, p < .10$)。ピースおよびシルエットへの視線の停留時間に関しては、Completed task と Incomplete task では前半でも後半でも差がなかった。

表6 被験者内における課題完成時と未完成時での視線停留時間と視線移動距離

	Completed task	Incomplete task
Pieces		
1 st half	211.6 (162)	195.2 (112)
2 nd half	225.4 (134)	268.5 (171)
Silhouette		
1 st half	22.4 (33.1)	20.3 (20.6)
2 nd half	16.7 (13.6)	12.9 (24.5)
Trajectory		
	55.4 (32.8)	68.7 (47.0)

注) 単位は上段と中段の停留時間は msec / sec。下段の視線移動距離(Trajectory)は deg / sec。() 内の数値は SD を示す。

4. 考察

本研究の目的は、中野（2009）で洞察問題の性質を有することが示されたタングラムにおいて、解決過程における作業者の解決へ見通しと視線移動の変化を検討することだった。洞察問題の一般的な傾向として、解決可能性への見通しは次第に低下し、その後の解決を予測しないか、むしろ解決した作業の方が課題遂行中の自信度が低かったという結果が得られている（Metcalf, 1986）。本研究では、解決への自信度を評定させた数値はセッションが進むにつれて低下した。この結果は我々の先行研究とも一貫していた（中野, 2003；渋谷・中野, 2004）。この傾向は課題を解決した Completer でも Non-completer でも違いはなかった。すなわち、Metcalf（1986）の知見とは異なり、タングラムの解決過程においては作業者本人の自覚的な解決への見通しは、その後の問題解決の成功、不成功を予測することはなかった（図1）。

一方で、タングラムが従来の洞察問題と異なる点は、同種の問題解決をくり返し被験者に行わせられる点にある。これまでの洞察研究に用いられた文章問題（Metcalf, 1986; Patrick et. al, 2014）やパズル問題（開・鈴木, 1998）、図形問題（Kaplan & Simon, 1990）のほとんどは、問題解決者がいったん解をひらめくと容易に解決に到達できるため、その後は同種の問題解決をくり返すことはできなくなる。これに対してタングラムでは課題シルエットが何種類もあるため、一つの課題シルエットを解決した後でも、また新しい課題に取り組みさせることができる。この利点により、従来の洞察研究にはなかった2つの新しい観点からの分析が可能にな。第一に、個人内で課題解決時と未解決時の洞察過程を比較することができる。そして第二に、個人内で問題解決をくり返すことによる洞察問題への習熟を検討することができる。最初に主観的自信度の評定に関して、この2つの観点からの分析を行った。第一の観点である課題解決時と未解決時における個人内の比較では、作業開始前の時点では完成課題と未完成課題の間に主観的自信度の評定に差はなかった。しかし、開始後の中間段階（Middle）では完成課題の方が未完成課題のときよりも主観的自信度の評定は高かった。この結果は、作業者はタングラムの課題自体の難易度を、解決過程の進行に伴ってある程度正確に予測できたことを示す。一方で、完成課題のときでも解決直前のセッション段階（Last）で自信度の評定が上昇しなかった結果から、作業者は目の前の状態が完

成に近づいているかどうかを推定することはできなかったとみなせる。特に High-achiever においても、完成直前の段階（Last）で主観的自信度が上昇することはなかった（表1）。

第二の観点からの分析では、実験初日から3日間の主観的自信度の変化を High-achiever と Low-achiever の間で比較した。この結果、いずれの群においてもタングラムの問題解決の繰り返しにより、主観的自信度が個人内で上昇することはなかった。一方で、両群の間では主観的自信度にはっきりした差があり、High-achieverの方がLow-achieverよりも評定値が高かった。この群間での差は、実験初日から3日間通して一貫していたことから、本来参加者が有していたパズル課題の得意不得意という自己評価を安定的に反映したと考えられる。結論として、タングラムの洞察的問題解決では、作業者は課題そのものへの解決可能性は、作業開始後の比較的早い段階で見通すことができたと考えられる。しかし、たとえ High-achiever であっても、現状がどれくらい解決に近いかは解決過程が進んでも正確に見通すことはできなかった。

本研究の第二の目的は、タングラムの解決過程における視線移動の特徴を明らかにすることだった。この目的のために、個々のピースを注視した時間を累積し1 secあたりの停留時間に換算したうえで、全ピースにわたる総和を求めた。この1secあたりの累積停留時間を課題ごとに完成者と未完成者で比較したところ、ライオン課題においてのみ完成者の方が未完成者よりも停留時間が有意に短かった（表4）。統計的に有意な効果が得られたのはライオン課題だけだったが、他の2つの課題に関しても完成者で停留時間が短い傾向がみられた。そこで、タングラムにおける問題解決の成功と、ピースへの視線の停留時間が短いことに関連があるのかを検討するために、自信度の評定の分析と同様に、High-achiever と Low-achiever の2群に分けて累積停留時間を比較した。その結果、High-achieverの方がLow-achieverよりも有意に停留時間が長かった（表5上段）。この結果は解決過程の前半でも後半でも変わらなかった。これらの結果から、ピースを注視して視線が停留している時間が解決過程全体を通して短い方が、問題解決の可能性が高かったと考えられる。

逆にいえば、個別のピースに視線が停留せずに7個のピース全体を走査するように視線が移動した方が、問題解決の可能性が高かったと推測できる。この点に関してより直接的な証拠を得るために、セッション全

体で視線の総移動距離を視角に換算して算出した。1 sec あたりの移動距離を High-achiever と Low-achiever で比較したところ、前者の方が有意に長かった(表5下段)。この結果は上記の推測を裏付けるものであるが、検討すべき点も残されていた。本実験では課題シルエットを被験者の視野の右上に提示した。このシルエットを High-achiever の方が頻繁に見る傾向があったとすれば、それに伴って視線の移動距離も長くなるかもしれない。この点を検証するために、被験者の視線が課題シルエットを囲う四角形の範囲内に停留した時間を算出した。分析の結果、1 sec あたりの累積停留時間は、High-achiever の方が長かった(表6中段)。この結果は、High-achiever においてピースへの停留時間が短く、一方で視線移動距離が長かったことと関連しているのだろうか。シルエットへの注視時間のもう一つの特徴は、High-achiever でも Low-achiever でも後半になると注視時間が著しく減少することだった。この原因の推測として、解決過程が進行するにつれてシルエットの形は記憶表象として定着し、課題シルエットを随時参照しなくても、ピースの操作に注意を向けることができたと考えられる。したがって、もしシルエットへの注視時間とピースへの停留時間とに関連があるなら、停留時間は後半で増大したはずである。しかし、実際にはそのような傾向はなかった。つまり、High-achiever におけるピースへの停留時間の短さと、シルエットの注視時間とは無関連だといえる。これらの知見から、タングラムにおいて優れた問題解決者について二つのことが結論できる。第一に、特に課題開始当初は、課題シルエットを注視する時間が長い。そして第二に、特定のピースを注視するよりも、ピース全体に視線を移動させて広く走査する傾向がある。先行研究では、視線を適切な動きに誘導することによって洞察の生起確率が高まることが示唆されている(田村・三輪, 2011; Thomas & Lleras, 2009)。この知見を踏まえると、本研究の High-achiever が示したように、7個のピース配置という問題空間を広く全体的に走査して捉えることが、タングラムの問題解決には適切な方略だった可能性が高い。さらに、適切な方略を実行していた High-achiever ですら、主観的には解決可能性を正しく評価できなかった。このことから、視線移動に表れる解決過程は作業者の意識下で制御されていると考えられる(鈴木・福田, 2013)。最後に、今回は分析プログラムの制約から、視線の移動距離を解決過程全体

でしか集計することができなかった。視線移動の時系列的な変化を検討することにより、こうした意識下での認知過程と洞察の生起との時間的な随伴関係をより明確に示すことができるだろう。

5. 引用文献

- [1] 開一夫・鈴木 宏昭(1998)“表象変化の動的緩和理論：洞察メカニズムの解明に向けて”, 認知科学, Vol. 5, No. 2, pp.69-79.
- [2] Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990) “In search of insight.”, *Cognitive Psychology*, No. 22, pp. 374-419.
- [3] Metcalfe, J. (1986) “Promotions of insight predict impending error.”, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 12, pp. 623-634.
- [4] 中野良樹(2009)“数理パズル「タングラム」における洞察的問題解決”, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学, Vol. 64, pp. 65-72.
- [5] Patrick, J., Ahmed, A., Smy, V., Seeby, H., & Sambrooks, K. (2014) “A cognitive procedure for representation change in verbal insight problems.”, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 41, pp. 746-759.
- [6] 渋谷宗・中野良樹(2010)“数理パズル「タングラム」の洞察的問題解決における解決可能性への主観的評価と潜在的評価”, 秋田大学教育文化学部研究紀要 教育科学, Vol. 65, pp. 47-56.
- [7] 鈴木宏昭・福田玄明(2013)“洞察問題解決の無意識的性質：連続フラッシュ抑制による閾下プライミングを用いた検討”, 認知科学, Vol. 20, 353-367.
- [8] 田村 昌彦・三輪 和久(2011). “洞察問題解決における類推の手掛かり利用の検討”, 認知科学, Vol. 18, pp. 299-313.
- [9] Thomas, L. E., & Lleras, A. (2009) “Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight.”, *Cognition*, Vol. 111, pp.168-174.