

時系列データを用いた洞察問題解決過程の分析

和嶋雄一郎 中川正宣

東京工業大学大学院社会理工学研究科

wajima-yu@nm.hum.titech.ac.jp

1. 先行研究

洞察とは問題解決中に手詰まり状態からひらめきが起これ問題が解決される現象のことである。手詰まり状態は知識や常識などで構成される制約が原因となって引き起こされ、失敗からの学習することで制約の緩和していき、ひらめきが起これることが明らかにされている（鈴木・開, 1997）。これまでの洞察研究は図形パズルやなぞなぞなどの課題を使用し、その分析方法は実験条件ごとの解決率、解決時間の比較が大半を占めていたが、それらの方法では問題解決中の試行の変化が分析できないという問題点があった。

近年、実験によって得られた時系列データを分析する研究が行われるようになった。例えば、図形パズルを使用し、1 試行をピースの接続から分離までと定義し、試行の変化を分析し、制約の影響を受けた試行が徐々に減少していくことを明らかにした研究（鈴木・開, 1997 ; 阿部・中川, 2006）や洞察問題解決中の眼球運動を測定し、洞察後（洞察問題解決直前）に注視点の変化、視線の動きの変化が起これることを明らかにした研究（阿部・開・鈴木・中川, 2002. 寺井・三輪・古賀, 2005）等が挙げられる。

しかし、1 試行を1 単位する分析方法では、1 試行にかかる時間が一定ではないため、経過時間による試行の変化の情報が失われてしまう。また、眼球運動の測定した研究では経過時間による試行の変化の分析を行っていない。つまり、洞察問題解決中に起これている試行

の時系列な変化が詳細に検討されていない。

2. 目的

本研究では、洞察問題解決時の経過時間と試行の変化を詳細に明らかにすることを目的とし、実験の様子を記録した動画データから、時間経過に基づく試行の変化を測定し分析を行う。

3. 方法

本研究で用いた課題は、三角形、小さい台形、大きい台形、くぼみのある五角形の4つのピースを組み合わせて、Tの形を作る課題（Tパズル）である（図1）。Tパズルでは、初期の試行錯誤においてピースを縦横に配置してしまう制約があることが知られている。Tパズルが解決された状態は、くぼみのある五角形を斜めに配置した状態である。したがって、ピースを縦横に配置する制約は、Tパズルの解決を妨害し、洞察を必要とする課題になっている。

そこで、本研究では、これらの制約が顕著に影響する縦長のピース（大きい台形、くぼみのある五角形）の角度に着目して分析を行った。実験では被験者がTパズルを解決する様子をビデオで撮影した。

動画データを処理するために、インテルが開発・公開している、C/C++で動画を簡単に呼び出したり処理を加えたりすることができるフリーの画像処理用ライブラリOpenCVを使用し、動画データ抽出プログラムを作成した。作成した動画データ抽出プログラムは、動画をフレームごとに表示し、表示されたフ

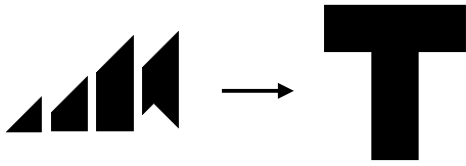


図 1. T パズル

フレーム上の点をマウスでクリックすると、そのピクセルの座標を記録する。このプログラムを利用し、フレームごとの各ピースのすべての頂点をマウスでクリックすることで各ピースの頂点の座標を記録させ、抽出された各頂点のデータから、各ピースの角度を算出し、3 秒あたりの移動平均を求めた。

4. 結果

分析は 339 秒で課題を解決した 1 人の被験者を対象にして行った (図 2, 3)。分析の結果、0 秒から 120 秒の間、大きい台形とくぼみのある五角形は、縦横置ききの範囲 (0° もしくは 90° の付近) での角度の変化が頻繁に起こっていることが確認された。120 秒から 240 秒の間では、大きい台形とくぼみのある五角形ともに角度の変化が鈍くなり同じ角度で停止している時間が長くなっており、加えて、この区間で大きい台形が斜め置きされ、しばらく停止している状態が確認された。240 秒から 300 秒では問題解決初期と同様に、大きい台形、くぼみのある五角形の角度の変化が頻繁に起こるが、その範囲は斜め置ききの範囲 (45° 付 300 秒から 339 秒では、大きい台形、くぼみのある五角形ともに正解の角度となって、T パズルが解決されることを確認した。

5. 考察

この結果から、くぼみのある五角形より大きい台形の縦横置ききの制約が緩和されやすいことが明らかになった。また、大きい台形の斜め置ききの長い停止の後、くぼみのある五角

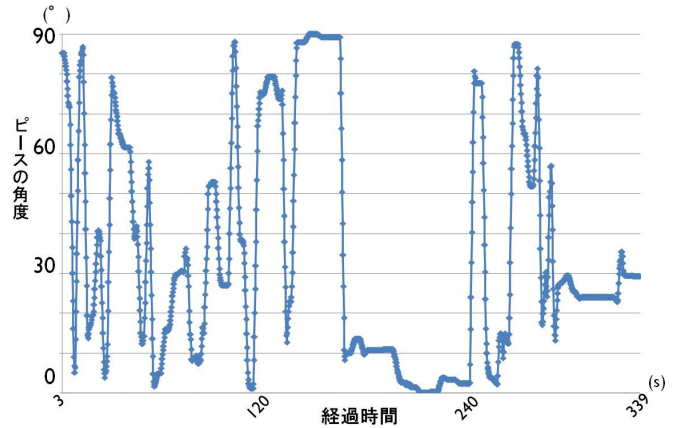


図 2. 五角形ピースの角度の変化

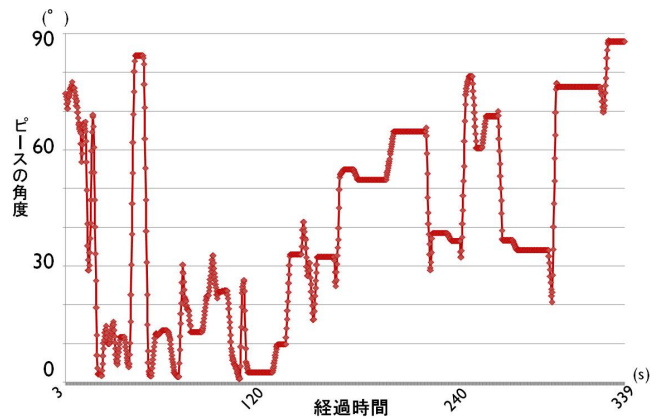


図 3. 台形 (大) ピースの角度の変化

形の斜め置きが起こっていることから、大きい台形の斜め置きがくぼみのある五角形の縦横置き制約の緩和に影響していることが示唆される。

さらに、洞察が起こる前 (解決直前) に試行が停止している状態が存在し、それを経て洞察が起こっていることが確認された。

6. 結論

実験で得られた動画データから、時間経過に基づく試行の変化を測定し分析することで、洞察問題解決時の経過時間と試行の変化を詳細に明らかにすることができた。

今後、分析対象を増やし他の被験者でも本研究と同様の結果が得られるかを確認し、時系列データの視点から洞察の認知的メカニズムを明らかにしていく。