

視覚追従課題が洞察問題解決に与える影響についての検討

An experimental study of the effect of eye-tracking task on insight problem solving

田村昌彦, 三輪和久
Masahiko Tamura, Kazuhisa Miwa

名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
{tamura, miwa}@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

We experimentally investigated how participants' experiences solving an eye-tracking task prior to an insight problem affect the following insight problem solving process. In one condition without the eye-tracking problems solving experiences, most participants tended to make wrong hypotheses and their performance were relatively low. In the other condition with the prior problem solving experiences, these features were reduced. We concluded that eye movements appearing in solving the tracking task worked as a kind of embodied cognition, and affected the participants' fixation formation in our insight problem.

Keywords — Insight problem solving, Tracking task, Embodied cognition

1. はじめに

洞察問題解決では、一般に問題解決者は、解に到達することができない解法に固着することにより、問題解決が妨げられていると考えられている。したがって、この固着を解消し、適切な解法を選択するように問題解決者を導くことで解に到達できるようになる。たとえば[2]は、手掛かりを提示することで、洞察問題がたやすく解決できることを指摘した。著者らも、非直接的かつ非言語的な手掛かりを提示することで、洞察問題解決時の固着の解消が促進される場合があることを指摘した[1]。本研究は、著者らの先行研究をさらに展開することを目的としたものである。先の研究では、先行する課題遂行中に経験した視覚的探索経験が、後の洞察問題解決時に固着を解消するために利用されていたことが観察された。

近年では、視覚的刺激が洞察問題解決に与える影響を検討する研究も行われてきた。[3]は、無関係と考えられる追跡課題を洞察問題解決中に提示すると、問題解決者はその追跡経験を、当該洞察課題の解決に無意識に利用することを示した。彼らはこの現象を具現化された認知(embodied cognition)の利用、あるいは具現化の効果(embodied effect)と

捉えた。つまり、眼球運動というある種の身体的運動をとおして得られた経験が、より高次認知プロセスでの問題解決に利用されていると考えられる。このことは、著者らの先行研究も彼らの主張を支持する内容であったといえる。

しかし、彼らの研究では固着の解消や問題空間の切り替えといった洞察問題解決プロセス中の機能あるいはフェーズに追跡刺激が与える影響を検討していない。そこで、本研究では著者らの先の研究と同様のスロットマシン課題を洞察課題として用い、先行して行った比較的単純な追跡課題が洞察問題解決に影響を与えるかについて、主に固着の解消の観点から検討した。

2. 実験1

追跡課題が洞察問題解決、特に固着の解消に与える影響を検討するため、以下の3条件を設定した。1つ目の条件は統制条件であり、洞察課題であるスロットマシン課題(詳細は後述)のみを行う条件であった。2つ目の条件は課題前呈示条件であり、後述する追跡刺激をスロットマシン課題前に呈示した。3つ目の条件は課題中呈示条件であり、スロットマシン課題前と、スロットマシン課題遂行中に追跡刺激を呈示した。この課題中呈示条件は、孵化理論を考慮した実験条件とした。孵化理論は洞察問題解決時のメカニズムに関する理論であり、問題解決者がインパスに陥ったときに課題から一旦離れることで、外界からの刺激などにより解法を見つけるとする理論である。この状況を設定するため、スロットマシン課題でインパスに陥ったと考えられる試行に追跡課題を挿入した。

2.1 方法

参加者 大学生65人が参加した。

課題 洞察課題としては[1]のスロットマシン課題を用いた(図1)。この課題の画面構成は、上部のスロット部と下部の履歴部からなる。スロット部は左から順に第1, 第2, 第3スロットと呼ばれ

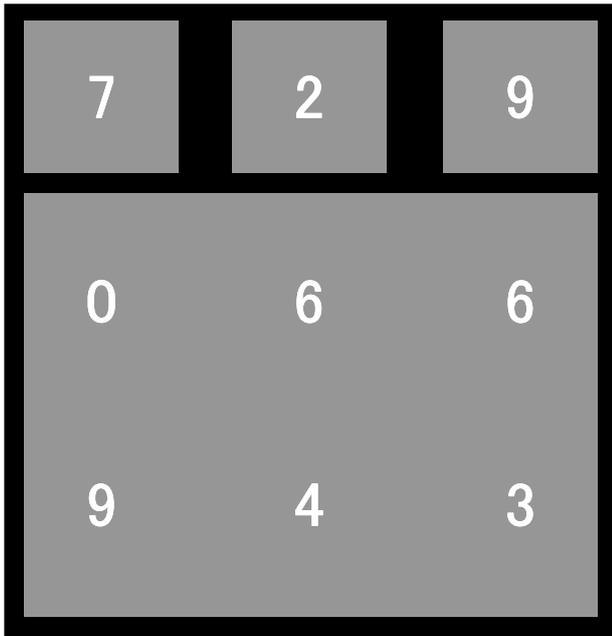


図1 スロットマシン課題の画面イメージ。参加者が発見すべき規則は、「過去2試行の第3スロットの合計の1の位」である。しかし、多くの参加者が「第1および第2スロットの合計の1の位」という誤った規則を発見し、その後、横方向に固着した規則を生成し続けることで、解に到達することが困難であることが知られている。

る。各スロットは、第1スロットから第3スロットにかけて順に値が決定され、それぞれ1桁の正数もしくはゼロが表示される。このとき、第3スロットは実験者によって設定された規則にしたがって表示される値が決定されるようになっており、参加者はこの規則を発見することを要求された。第1スロットから第3スロットまで値が決定されることで1試行とし、参加者はなるべく早く規則を発見することように教示された。また、履歴部には直前2試行の結果が表示された。この課題では、発見すべき正解規則は「前回と前々回の第3スロットの合計の1の位」である。これに加え、初めの8試行では「第1および第2スロットの合計の1の位」という偽の規則（ブロック規則）を満たすように設定された。このブロック規則により、多くの参加者がブロック規則を最初に発見し、その後、横方向での規則を探そうとすることが報告されている。

このスロットマシン課題に先立ち、後述する実験条件によって、以下のような視覚的な追跡刺激を先行課題として呈示した。画面上に直径70ピクセルの赤い円が1つ呈示され、図2の矢印で示した軌跡で移動した。また、図2中の赤い円の場合に移動したとき、約2秒間、赤い円は停留した。この一連の移動と停留を1ブロックとし、参加者あた

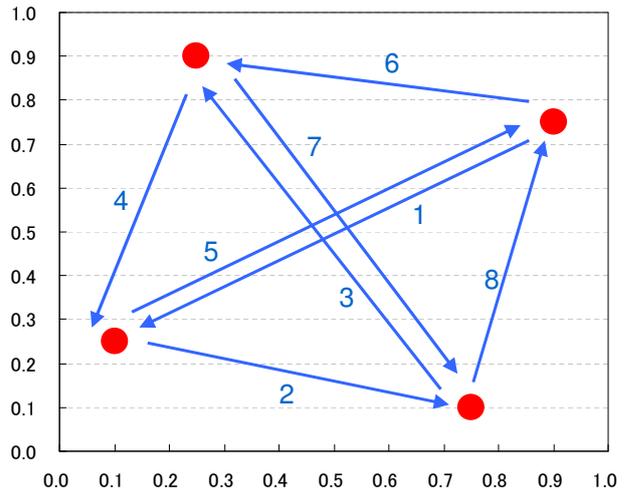


図2 先行課題における視覚的な追跡刺激の軌跡と座標。垂直方向、水平方向の座標は百分率で示した。図中の矢印は赤い円の軌跡を、付随する番号は軌跡の順番を、図中の赤い円は停留点を示す。

り3ブロックを実施した。このうち1ブロックは軌跡が左右対称のものであった。

装置 追跡刺激の呈示、およびスロットマシン課題はMicrosoft Windowsが稼働するコンピュータ上で実施した。参加者は1人1台ずつ、Webカメラが設置されたコンピュータの前に着席し、実験に参加した。実験は最大5人の小グループで実施した。また、これら刺激、課題はMicrosoft Visual C++(2008)を用いて作成された。

要因計画・手続き 前述の統制条件、課題前呈示条件、および課題中呈示条件の3条件を参加者間要因(1×3)として実施した。全ての参加者は、はじめに、課題中の眼球運動をWebカメラより取得すると、偽の教示を受けた。統制条件では、参加者はスロットマシン課題のみに取り組んだ。一方、課題前呈示条件および課題中呈示条件では、参加者はスロットマシン課題に先立ち、追跡刺激が呈示された。このとき、課題前呈示条件では3セット、課題中呈示条件では2セットの追跡刺激が呈示された。その後、参加者はスロットマシン課題に取り組んだ。また、課題中呈示条件では10試行目開始時に、スロットマシン課題を一時中断し、1セットの追跡刺激が呈示された。なお、追跡刺激は眼球運動を取得するためのキャリブレーションとして教示された。

3. 結果と考察

本研究で用いたスロットマシン課題は洞察問題であり、そのためには参加者は一旦、誤った仮説に固着する必要がある。そこで、ブロック規則（「第1および第2スロットの合計の1の位」という仮説）

を一定回数以上生成した参加者を、誤った仮説に固着したとみなした。この基準にしたがって、条件ごとのブロック規則に固着した参加者を求めたところ、統制条件では20人中15人が、課題前呈示条件では24人中13人が、課題中呈示条件では21人中13人が誤った仮説に固着したことがわかった。誤った仮説に固着した参加者の割合は、固着しなかった参加者と比較して、統制条件でのみ有意に多く（直接確率計算， $p < .05$ ），他の条件では違いが認められなかった（それぞれ， $p = .84$ ， $p = .38$ ）。この結果は、追跡刺激を課題開始前に呈示することで、固着が起こりにくくなっていることを示している。次に、一旦、誤った規則に固着した参加者について、30試行までに正答した人数を求めた。その結果、統制条件では15人中3人が、課題前呈示条件では13人中5人が、課題中呈示条件では13人中5人が30試行までに解に到達した。条件ごとに正答者と誤答者の割合について直接確率計算を用いて分析したところ、統制条件でのみ有意に正答者が少なかった。他の条件では正答者と誤答者の割合について、違いは認められなかった（それぞれ， $p = .58$ ）。一方で、3条件ごとの正答者と誤答者について、 3×2 のカイ二乗検定を行ったところ、有意差は認められなかった（ $\chi^2(2) = 1.50$ ， $p = .43$ ）。これらの結果からは、追跡刺激を呈示しなかった場合、多くの参加者が誤った規則に固着し、正答率も低くなるのに対し、追跡刺激を呈示することで、誤った規則に固着されにくく、また一旦、誤った規則に固着しても、その固着が比較的、解消されやすくなることを示唆している。ただし、これらの結果は、統制群と実験群の比較に基づく両条件間の差を検出したものではない。したがって、より信頼度の高い議論を行うためには、今後の実験をとおして、より強いエビデンスを確認する必要がある。

以上の結果は、先の著者らの研究で示された、先行課題で得た（記述的な）知識ではなく、経験が後の洞察問題解決に用いられていること、さらにそれが、固着の解消に影響を与えていることを支持している。また、本研究の結果は、追跡刺激の呈示が、初期の固着形成にも影響を与えていることを示した。これらは、洞察問題解決のような高次認知処理が、一見、全く関連性のない比較的低次な認知処理からも影響を受けることを示している。

また、本研究や、著者らの先行研究では、先行刺激（先行課題）とスロットマシン課題の関連性について、自発的に気づく参加者も少なく、関連性に気づいたと報告した参加者も、そのほとんどが正確に答えることができなかった。これらのこ

とを踏まえると、本研究で用いた追跡刺激や、先行研究で示した様々な探索経験が、問題解決者の固着の解消に、無意識的に作用していたといえるだろう。つまり、このような視覚的な運動経験が、embodied cognitionとして、潜在的に利用されていると考えられる。

先述のとおり、本研究では、このembodied cognitionの利用は、ブロック仮説の生成に影響を与えていると考えられる。このことは、実験条件によって固着の強度が異なる可能性をはらんでいる。つまり、仮に参加者がブロック規則に固着したとしても、追跡刺激を提示された参加者は、呈示されなかった参加者と比較して、その程度が低くなることは十分に考えられる。さらに、このことが後の問題解決過程に影響をおよぼすことも考えられる。この点についても、本研究では明らかにできなかったため、今後、検討する必要がある。

参考文献

- [1] 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, No. 2, 299-313.
- [2] Weisberg, R. W. & Alba, J. W., (1981) An examination of the alleged role of "fixation" in solution of several "insight" problems, Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 110, 169-192.
- [3] Thomas, L. E., & Lleras, A., (2009) Covert shifts of attention function as an implicit aid to insight, Cognition, Vol. 111, 168-174.