

# 問題解決において目標を意識することの効果 - 洞察問題を用いた検討 -

小島 一晃\*      伊藤 健\*\*      松居 辰則\*  
(\* 早稲田大学 人間科学学術院)      (\*\* 早稲田大学 人間科学部)

**概要：** 問題解決において、目標からのトップダウン処理と環境からのボトムアップ処理の相互作用は効率をもたらす。しかし、目標が明確でない場合は、トップダウン処理が有効に働かず、問題解決効率が向上しない可能性が考えられる。本研究では、洞察問題を用いて、目標を意識してトップダウン処理を試みることが、どのような時に有効に働くか、どのような影響を与えるかを実験的に検討した。その結果、目標を意識したトップダウン処理は問題解決プロセスに影響を与えるものの、目標が明確に示されなければ、問題解決自体を促進させることはないことが確認された。

## 1. 研究の背景

人は問題解決を行う際、あらゆる可能性をやみくもに探索することなく、過去の経験や目標に関する情報を利用して探索範囲を制約し、効率的に解に到達することができる。さらに、解を探索する中で環境から受けるフィードバックに適応し、解についての仮説や探索の方略などを動的に変化させることができる。人の問題解決には、前者のような知識に基づくトップダウン処理と後者のような適用的なボトムアップ処理、ならびに、それらの間の相互作用が存在する(栗津, 2006; Neisser, 1976; Sun, 2001)。この相互作用は、効率的な問題解決をもたらす。問題解決は、目標に到達できるようにトップダウン処理とボトムアップ処理とを統合するプロセスと捉えることができる(栗津, 2006)が、対象領域において熟達した専門家は、トップダウン処理とボトムアップ処理をうまく結合させて優れた問題解決を行うことができる(Morita, 2008)。

しかし、問題の性質によっては、トップダウン処理をうまく用いることができないケースが考えられる。問題解決の途中において、目標が明確でなかったり、現在の状態と目標との距離をうまく見積もることができなければ、ボトムアップ的に何らかの操作を試みては結果を評価するといったような、試行錯誤的な方法を取らざるを得ないだろう。そのような問題の一例として、洞察問題が挙げられる。通常の問題解決のプロセスでは、解に近づいているかどうかを意識することができるが、洞察問題ではそのような認知が働かず、ある瞬間に突然解がひらめいたと感ずることが知られている(e.g., Metcalfe, 1986)。そのような問題で

は、目標状態からトップダウン的に解決プランを模索することができないため、トップダウン処理が有効に働かなかつたり、そもそもトップダウン処理を行うこと自体ができないということになる。

本研究では、問題解決において目標を意識してトップダウン処理を試みることが、どのような時に有効に働くか、問題解決にどのような変化を与えるかを、洞察問題を用いて実験的に検討する。(Suzuki, 1999)は、洞察問題において目標がより明確に提示される場合は、目標とのマッチングをとることが可能になり、解決が促進されることを示している。この知見を利用し、洞察問題の一種であるFパズルを用いて、目標とのマッチングを意識させ、トップダウン処理を促進することが問題解決にどう影響するか、目標を提示する時としない時とで問題解決のパフォーマンスとプロセスにどのような違いが出るかを検証する。

## 2. 実験

### 2.1 課題

本実験では、洞察問題の一種であるFパズルを課題として採用した。Fパズルは、図1に示すA・B・Cの3種類のピース各2個ずつから成り、これらを組み合わせてFの形を作る問題である。これは、鈴木らの一連の研究(e.g., 開 1998; Suzuki 1999)で使用されたTパズルの類型問題であり、ピースCを図1右のC(2)のように配置することに気付くことが難しく、手詰まり状態に陥ってしまうという点が、Tパズルとの共通点である。

Fパズルの特徴のひとつに、手詰まり状態に陥っている人は、図2に示す誤った解を繰り返し作る傾向にあることが挙げられる。Fパズルのピースを

組み合わせ始めると、ほとんどの人は、ピースを2つつ組み合わせることで3本の棒ができることにすぐに気付く。Fは3本の線で書く文字であるため、このことが負の制約となり、手詰まり状態から抜け出すことを難しくしている。この特徴を利用し、Fパズルを解く人がこの歪なFを作るかどうかを観察することで、その人が目標を意識し、トップダウン処理を心がけているかを知る指標が得られると考えられる。目標が意識にあれば、誤った解への到達を避けようとするのが予想される。

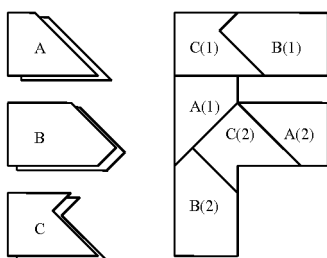


図1 Fパズル

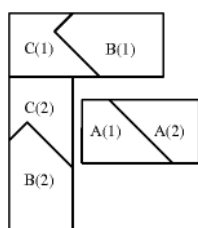


図2 Fパズルの誤った解

## 2.2 手続き

最初に、課題であるFパズルについて被験者に説明した。この説明の中で、正解はFの2本の横棒の長さが揃った形であることを、図を用いて示した。そして、被験者にFパズルの解決を行わせた。被験者には、解決できた時点で実験者に報告することを求めた。その際、正解であればその時点で課題終了とし、不正解であればその旨を伝えて課題を再開させた。また、制限時間を30分とし、これを過ぎた段階で終了とした。

課題開始から15分と25分の時点で解決できていない被験者には、ヒントを与えた。15分の時点で与えた第1ヒントでは、ピースCのノッチは他のピースで埋めるとは限らないことを示した。25分の時点の第2ヒントでは、2つのピースCは異なる使い方をすること、ならびに、1つはノッチ部分がFの外周に来ることを示した。2つのヒン

トはいずれも口頭で説明せず、紙に記述して被験者に渡した。

被験者にはA4サイズのシートを与え、課題中はこのシートの上でピースを組み合わせるように求めた。そして、被験者が課題に取り組む様子を動画に記録した。

## 2.3 条件群

本実験では以下の3つの条件群を設定し、被験者をランダムに割り当てた。

**統制群** 前述の手続き以外の操作を行わなかった。

**教示群** 目標であるFの形をイメージし、各ピースがFのどこに当てはまるかを考えながら解くように求めた。

**外化群** 教示群と同じことを告げた上で、正解の外周をかたどった原寸大の枠が書かれたシートを与え、これを利用して解くように求めた。統制群と教示群を比較することで、目標を意識してトップダウン処理を行うことの影響を検討する。また、教示群と外化群を比較することで、その影響が目標が明確でない場合と明確である場合とでどのように異なるかを検討する。

## 2.4 分析方法

被験者の行動は、(1)問題解決パフォーマンスと(2)問題解決プロセスの2つの観点から分析する。前者の分析では、被験者が正解に達したか、そのためにどれだけの時間を要したかを測定する。後者では、被験者がピースを何回組み合わせたか、図2の誤った解のFを作ったかを測定する。

## 3. 結果

本実験には、16歳から24歳までの男女30名が参加した。各条件群に割り当てられた被験者数は、いずれも10名であった。以降の分析では、課題開始から第1ヒントが提示されるまでの15分間をヒントなし区間、第1ヒントが提示されてから第2ヒントが提示されるまでの10分間を第1ヒント区間、第2ヒントが提示されてから制限時間までの5分間を第2ヒント区間と呼ぶことにする。

### 3.1 問題解決パフォーマンス

図3に、各区間の終了までに正解に到達していた

被験者の割合（累計）を示す。ヒントなしで正解に達したのは、外化群の3名だけであった。また、外化群は全員が第1ヒント区間終了前に正解に達したが、統制群と教示群の正解者は最終的にも半数に留まっている。χ<sup>2</sup>検定によって各条件群の正解に達した者と達しなかった者の数を比較したところ、有意差が認められた(χ<sup>2</sup>(2) = 8.90,  $p < .05$ )。残差分析の結果、外化群の正解者数が有意に高く( $p < .05$ )、外化群の正解できなかった者の数が有意に低い( $p < .05$ )ことが示された。

各条件群の正解者が正解に到達するまでに要した平均の時間は、統制群が26.5分、教示群が24.3分、外化群が17.6分であった。外化群は他の条件群と比べて、短時間で正解に達している。t検定によって各条件群間の所要時間を比較したところ、統制群と教示群の間には差がなかった( $t(7) = 0.89, n.s.$ )が、統制群と外化群の間( $t(12) = 4.14, p < .01$ )、ならびに、教示群と外化群の間( $t(13) = 3.26, p < .05$ )に有意な差が認められた。以上の結果から、外化群は他の2つの条件群と比較して、より多くの被験者がより短時間で正解に達していたことが示された。

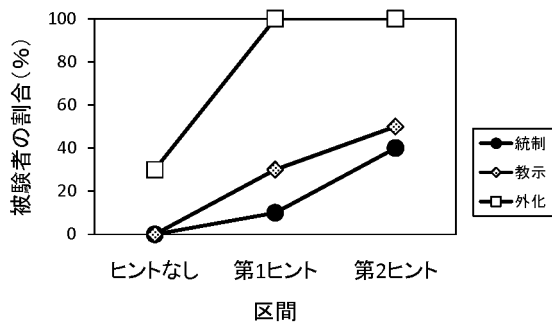


図3 正解に到達していた被験者の割合（累計）

### 3.2 問題解決プロセス

図4に、各条件群の被験者がピースの組み合わせを行った回数、区間毎の平均を示す。先述のように、外化群は全員が第1ヒント区間に正解に達したため、第2ヒント区間に課題に従事していた者はいない。そのため、第1ヒント区間以後は、課題に従事していた被験者数と課題従事時間が条件群間で異なる。全区間を合わせた組み合わせ回数は、統制群、教示群、外化群の順に少なくなっている。t検定によって各条件群間の組み合わせ回数を比較したところ、統制群と教示群と

の間( $t(18) = 3.38, p < .01$ )、統制群と外化群との間( $t(18) = 7.27, p < .01$ )、教示群と外化群との間( $t(18) = 4.63, p < .01$ )全てに有意な差が認められた。しかし、ヒントなし区間だけを見ると、統制群と教示群はほぼ同数となっている。t検定によって各条件群間のヒントなし区間の組み合わせ回数を比較したところ、統制群と教示群の間には差がなかった( $t(18) = 0.94, n.s.$ )が、統制群と外化群との間( $t(18) = 2.82, p < .05$ )、ならびに、教示群と外化群との間( $t(18) = 2.31, p < .05$ )に有意な差が認められた。従って、統制群と教示群との差は、第1ヒントが提示された以後に生じたことになる。

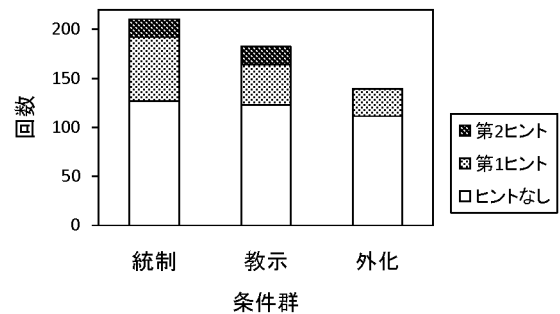


図4 ピースの組み合わせの平均回数

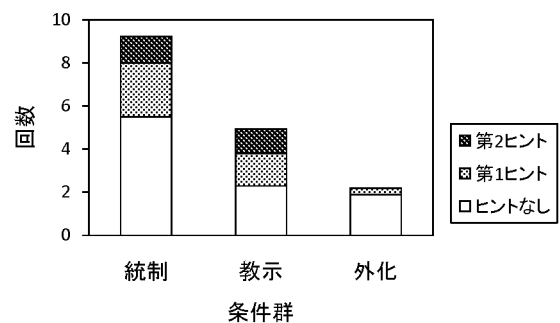


図5 誤った解に到達した平均回数

図5に、各条件群の被験者が誤った解に到達した回数の、区間毎の平均を示す。全区間を合わせた回数が統制群、教示群、外化群の順に少なくなっている点では、組み合わせ回数と同様である。しかし、ヒントなし区間においては、統制群が他の2つの条件群より多く誤った解を作っており、教示群と外化群はほとんど同数になっている。t検定によって各条件群間のヒントなし区間における誤った解の回数を比較したところ、教示群と外化群の間には差がなかった( $t(18) = 0.79, n.s.$ )が、統制

群と外化群との間 ( $t(18) = 5.49, p < .01$ ), ならびに, 統制群と教示群との間 ( $t(18) = 5.31, p < .01$ ) に有意な差が認められた。

以上の結果から, 問題解決プロセスにおいては, 統制群, 教示群, 外化群の順に組み合わせ回数, 誤った解に到達する回数が少なかったことが示された。

#### 4. 考察

3節で示した結果から, 外化群は他の条件群よりも多くの被験者が短時間で正解に到達したことが示された。また, 統制群, 教示群, 外化群の順に, 組み合わせ回数と誤った解に到達する回数が少なかったことが示された。

外化群は, 他の条件群よりも優れた問題解決パフォーマンスを示したと言えるだろう。外化群は, 正解の枠を利用することができたという点で, 他の条件群よりも目標に関する手がかりが多かった。その手がかりにより, 外化群は目標をより明確に知ることができたため, 問題解決が促進されたと考えられる。ただし, 外化群については, トップダウン処理の促進と手がかりの提示の双方を行っているため, 問題解決パフォーマンスの向上はトップダウン処理のみによるものではない。この点については, 検討の余地が残る。

教示群の被験者は, 目標を意識してトップダウン処理を行うことを直接教示されたのみで, 与えられる手がかりは統制群と同じである。教示群は, 問題解決パフォーマンスについては統制群との違いは見られなかったものの, 問題解決プロセスについては両者の間に違いが見られた。図4に示したように, ヒントが提示されてからの教示群は, 統制群よりピースの組み合わせ回数が少なかった。しかし, 問題解決時間については, 先に述べたように両群の間に差はなかった。このことから, 統制群がとにかく試行錯誤的なピースを組み合わせを続けていたのに対して, 教示群にはヒント後に何らかの変化があったといえる。

第一ヒント区間における1分あたりの組み合わせ回数の平均を算出すると, 統制群で6.7回, 教示群で4.7回, 外化群で7.4回となる。外化群は短い時間で解に至ったため, 組み合わせの合計回数は少ないが, 特に第一ヒント区間では素早くピー

スを組み合わせて全員が解に到達した。これに対し, 教示群の被験者は, 手を止めて考え込んでいたような様子がよく観察された。教示群はヒントを受け取った後に, 手を動かして試行錯誤する方略から, より頭の中でプランニングを行う方略にシフトしたのかもしれないが, 外化群が受け取った手がかりのような情報がなければ, それが有効に働くまでには至らなかったということであろう。

なお, 図5に示したように, 誤った解に到達した回数についても, 教示群は統制群より少なかった。この事実は, 教示群がきちんと目標を意識していた証拠として見なせるだろう。

以上から, 洞察問題のような目標が明確でない問題の解決においても, 問題解決プロセスに対しては, 目標を意識してトップダウン処理を行うことが影響を及ぼすと言えるだろう。その影響は, 試行錯誤の回数を減らし, 誤った解へ到達することを回避させることであった。しかし, 少なくとも目標がある程度明確になってない限りは, トップダウン処理が実際に問題解決を促進するまでには至らないことが確認された。

#### 文 献

- 栗津俊二 (2006). 問題解決における知識利用: レビューと展望. 実践女子大学人間社会学部紀要, 2, 193-211.
- 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, 5(2), 69-79.
- Metcalf, J. (1986). Premonitions of Insight Predict Impending Error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12(4), 623-634.
- Morita, J., Miwa, K., Kitasaka, T., Mori, K., Suenaga, Y., Iwano, S., Ikeda, M., & Ishigaki, T. (2008). Interactions of Perceptual and Conceptual Processing: Expertise in Medical Image Diagnosis. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(5), 370-390.
- Neisser, U. (1976). *Cognition and Reality*. W.H. Freeman and Company.
- Sun, R., Merrill, E., & Peterson, T. (2001). From Implicit Skills to Explicit Knowledge: a Bottom-up Model of Skill Learning. *Cognitive Science*, 25(2), 203-244.
- Suzuki, H., Michiko, M., & Hiraki, K. (1999). Goal constraints in insight problem-solving. In *Proceedings of the Second International Conference of Cognitive Science*.