

# 洞察問題解決における潜在認知とメタ認知の相互作用： 9点問題の場合

服部 雅史                      柴田 有里子  
立命館大学文学部

9点問題の解決の最中に、閾下単純接触の手法で潜在ヒントを見せることが解決を促進するかが実験的に確かめられた。その際、言語的教示によって、新奇なアイデア生成を促進するメタ認知を働かせるよう指示する群と、普通に解かせる群を設けた。正解率は、メタ認知的処理によって劇的に上昇し、潜在ヒントによっても上昇したが、両者が組み合わさるとメタ認知の効果が失われた。以上の結果から、意識的処理と潜在的処理の乖離と相互作用について考察した。

**Keywords:** 洞察問題解決におけるインパスと解明 (impasse and illumination in insight problem solving), メタ認知的コントロール (metacognitive control), 潜在認知 (implicit cognition), 閾下単純接触効果 (subliminal mere exposure effect), 閾下学習 (subliminal learning)

洞察問題の特徴は、(1) 後から解を知れば簡単な問題であるにも関わらず、(2) なかなか解決することができず、(3) 解決時には突然解に到達したような感覚を伴うことである。このことから、洞察問題は、(1) 解決に至るまでのステップは少ないが、(2) われわれが現実世界で「普通」に行う方法が正解に結びつかないこと、さらに、(3) 解決プロセスのモニタリングがうまく機能しないことが示唆される。すなわち、洞察問題とは、多くの場合に有効で、それゆえにわれわれが自動的に思いつくような解決方法(ヒューリスティック)が使えず、しかも、モニタリング(メタ認知)が機能しない課題だと言える。

洞察問題の解決における潜在的処理(モニタリングされない処理)に対して、潜在的に(意識を介さずに)入力された情報が促進的に働くことが示唆されている。西村・鈴木(2006)は、閾下単純接触(subliminal mere exposure; e.g., Kunst-Wilson & Zajonc, 1980)の手法に類似した方法を用いて、潜在ヒントが洞察問題解決を促進する可能性を示した。この結果は、閾下単純接触効果が洞察問題解決にまで及ぶ可能性を示唆する点で画期的であると同時に、解決に至る認知処理が意識の介在なしに促進されることを示唆することから、洞察問題解決における意識的処理と潜在的処理の乖離についても明確にしている。

潜在的処理の影響は、創造的問題解決においても確認されている。創造的問題解決は洞察問題解決とは異なるが、どちらも発見に関わる認知プロセスが鍵になることから、両者は密接に関係していると考えられている(e.g., Finke, Ward, & Smith, 1992)。創造的

アイデア生成課題において、例の提示(Smith, Ward, & Schumacher, 1993)や、概念的プライミングの提示(Marsh, Bink, & Hicks, 1999)が、当人の意識しない固着(fixation)を引き起こすことが知られている。

しかし、当然ながら、潜在的プロセスは意識のプロセスと完全に独立なものではない。概念的プライミングによって生じた潜在的プロセスが、創造的アイデアの生成のために意図的・戦略的に利用されるというダイナミズムも観察されている(吉田・服部, 2002)。むしろ、重要なのはそれらの相互作用であり(服部・吉田, 2000)、どのようなときに相互作用が発生して、どのようなときには乖離が発生するのかを検討する必要がある。ところが、これまでに提唱された洞察についての理論の中で、意識的プロセスと潜在的プロセスの相互作用について説明するものはない。そこで、本研究では、西村・鈴木(2006)の方法を用いて、潜在認知とメタ認知が洞察問題解決に与える影響について実験的に検討した。

## 方法

実験参加者および実験計画 9点問題(後述)について知らない立命館大学の学部生および大学院生、計49名が実験に参加した。潜在ヒント刺激の有無(2)とメタ認知教示の有無(2)をクロスした4条件を設定し、参加者間要因計画とした。潜在ヒント刺激(後述)が「見えた」という意識を持った参加者1名を分析対象外としたため、最終的に各群12名ずつとなった。

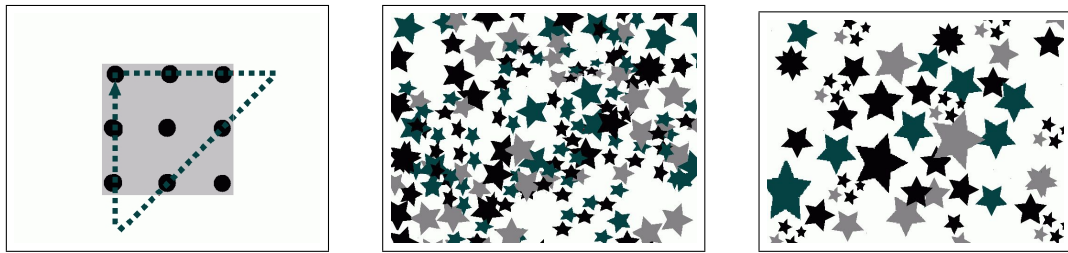


Figure 1. The implicit hint image (left) and two samples of the filler images (middle and right) used in the Experiment.

**洞察課題** 洞察課題として、9点問題 (Wickelgren, 1974) を使用した。これは、これまでの洞察問題解決研究において非常によく用いられてきた課題で、正方形に配置された9つの点を一筆書きの4本の直線で結ぶにはどのように線を引いたらよいかを答えさせる課題である (正解は Figure 3 参照)。参加者には、9点のみの図が6個 (3列×2行) 並べて描かれたA4版の解答用紙が綴じられた冊子を渡し、思いつく方法を次々に描いてもらった。

**潜在ヒント刺激とフィラー刺激** 9点問題のヒントとして、Figure 1の左に示す画像を用意し、長さ18.0秒の動画の中に1フレーム (1/30 sec) ずつ20コマを埋め込んで、参加者が見たという意識を伴わないよう提示した。ヒント画像の他に、フィラー刺激と呼ぶ5種類の類似した画像を用意した (Figure 1の真中と右を参照)。各フィラー刺激は、フレーム長1から23 ( $M = 12.6, SD = 6.1$ ) で提示され、フィラー刺激の切り替わりの部分にヒント画像を適宜挿入した。動画は、フレームサイズ320×240ドットで541フレームから構成され、フレームレート30fpsで提示された。エンコードは、Windows Media Video形式 (平均ビットレート: 27.4 kbps) とした。なお、潜在ヒント刺激なしの動画は、潜在ヒント刺激からヒント画像を抜いて、空いたフレームを直前のフィラー画像で埋め合わせて作成した。

**新奇なアイデアを促すメタ認知** 新奇なアイデアを考えることを促進するために、言語による抽象的な教示を与えた。まず、課題を解き始める前に、自由な発想を心がけるよう教示した。さらに、課題を解いている最中、実験開始後3分、6分、9分、12分が経過した時点で、次の教示をそれぞれ上から順に与えた。

1. 「できるだけ今までのやり方にこだわらず、いろいろな方法を考えて下さい。」
2. 「奇抜な発想をして下さい。」

3. 「今までと違った見方で問題を見て下さい。」

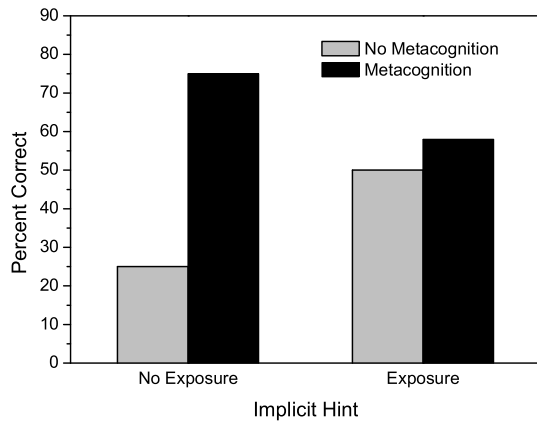
4. 「失敗したやり方と異なる方法を考えて下さい。」

**装置** 刺激となる動画の提示には、東芝製ノート型パーソナルコンピュータ (以下、PC) PAAX2525CMS (Celeron 2.5 GHz, 15型 XGA Color TFT 1,024×768) を使用し、動画再生のソフトウェアとして Windows XP (Home Edition) 上の Windows Media Player ver. 9 を用いた。動画は、PC画面全面に拡大表示された。

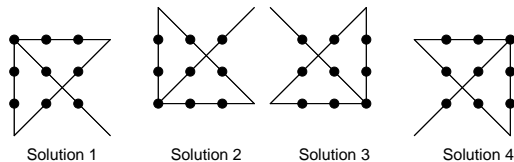
**手続き** 実験は1人ずつ個別に実施した。まず、参加者には、これから始まる実験がひらめきに関して調べるものであることを説明し、加えて、疑問を持たず自然に潜在ヒント刺激を見てもらうため、「解決中にいったん問題から離れることが解決を促進するかどうかを調べる」という虚偽の目的を告げた。次に、解答用紙を渡して9点問題について説明した。曲線を使わないこと、直線の少なくとも一端が別の直線の一端に繋がっていることが正解の条件であることを述べた。その後、メタ認知教示ありの2群には、「できるだけ特定のやり方にこだわらず自由な発想で解くよう心がける」よう、また、「3分おきに忘れないよう注意するので、できるだけ意識しながら解く」よう教示した。最後に、すべての参加者に、「開始後1分が経過したら、問題から離れるため、問題と無関係な動画を見てもらう」ことを予告して実験を開始した。実験開始の1分後に、実験条件に応じて、潜在ヒント刺激を含む動画、または含まない動画を提示した。動画は、同一のものを続けて3回繰り返して提示した (計54秒間)。その後、参加者は再度課題に取り組み、正解を報告するか、実験開始後15分が経過するまで続けた。

## 結果

9点問題の条件別の正解率を Figure 2 に示す。この図より、メタ認知教示が正解率を上昇させたことがわかる。潜在ヒントへの接触がなかったときの正解率は、メタ認知教示がない場合 ( $3/12 = 25\%$ ) に比



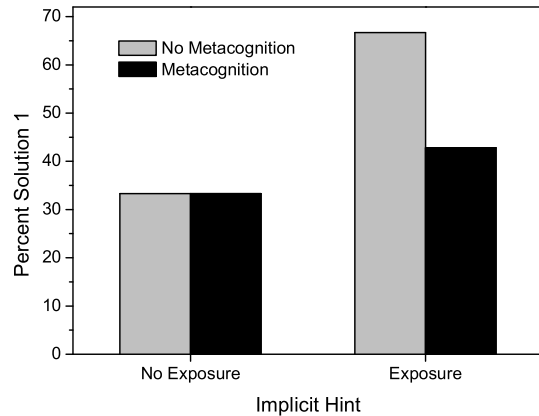
**Figure 2.** The percentage of the correct answers to the 9-dot problem in each condition.



**Figure 3.** Four solutions of the 9-dot problem.

べて、メタ認知教示がある場合 ( $9/12 = 75\%$ ) の方が3倍高く、同様に、潜在ヒントへの接触があったときも、メタ認知教示がない場合 ( $6/12 = 50\%$ ) よりある場合 ( $7/12 = 58\%$ ) の方が高かった。また同時に、この図から潜在ヒントとメタ認知の競合的關係が見てとれる。メタ認知教示がないときには、潜在ヒントへの接触が正解率を上昇させるが、メタ認知教示がある場合は、潜在ヒントはメタ認知の効果を阻害する。ただし、 $\chi^2$  分布を用いた分散分析では、メタ認知教示の主効果は有意であったが、 $\chi^2(1) = 4.43$ ,  $p < .05$ , メタ認知教示と潜在ヒントの交互作用は有意ではなかった、 $\chi^2(1) = 2.32$ ,  $p = .13$ 。潜在ヒントの主効果も見られなかった、 $\chi^2(1) = 0.08$ ,  $p = .77$ 。

もし、潜在刺激がヒントとして解決に影響を与えているとすれば、潜在ヒントの提示を受けた参加者の解答は、Figure 3 に示す4つの正解のうち、潜在ヒント刺激と同じ向きの解1が多くなると予測される。そこで、正解者が報告した解の向きを分析した (Figure 4 参照)。正解者の中での解1の報告率は、潜在ヒントへの接触がなかった場合には、メタ認知教示あり条件 ( $3/9 = 33\%$ ) でも、なし条件 ( $1/3 = 33\%$ ) でも、いずれも同様に低かった。しかし、潜在ヒントへの接触があった場合は、メタ認知教示なし条件で



**Figure 4.** The percentage of the Solution 1 in correct solutions in each condition.

はかなり高く ( $4/6 = 67\%$ )、メタ認知教示あり条件ではやや高かった ( $3/7 = 43\%$ )。

### 考察

まず、新しい発想を促す言語的教示が、9点問題の正解率を大きく上昇させたことは注目に値する。何のヒントを与えなくても、解決者に対して3分毎にリマインダを与えるだけで、9点問題の正解率が3倍に上昇した。洞察問題解決において、メタ認知を促す教示がこれほど大きな効果を持つことは、これまで知られていなかった事実である。ただし、創造的問題解決においては類似した効果が知られている。吉田・服部 (2002) は、新しい地球外生命体をデザインする創造的問題解決において、7分ごとにリマインダを与えることが、生み出される作品の質や量に対して大きな効果を持つことを示した。これらの事実は、発見に関わる潜在的認知プロセスに対するメタ認知的コントロールの意義の再認識を促すものであろう。洞察や創造のプロセスにおけるメタ認知の認知機構については、まだほとんど解明されていないが、発見的認知処理に対するメタ認知の大きな可能性が示唆されたと言えるだろう。

潜在ヒントの効果は、主効果も、メタ認知との交互作用も、統計的には有意ではなかった。しかし、メタ認知のない場合には、潜在ヒントが正解率を2倍上昇させた一方で、メタ認知のある場合は、むしろ正解率を低下させた。また、潜在ヒントに接触した正解者において、ヒントと同方向の解の出現率が高く、その傾向は、メタ認知教示がない場合に特に顕著であった。以上の結果は、潜在ヒントが解決を促進し、

しかも、その効果はメタ認知と競合的であったという解釈と整合的である。

まず、潜在ヒントが解決を促進した点に関しては、西村・鈴木 (2006) が T パズルで示唆した結果を確認したことになる。この促進自体については、知覚的流暢性 (perceptual fluency; e.g., Bornstein & D'Agostino, 1994), または、情動 (affection; e.g., Zajonc, 1998) の概念と、制約緩和 (constraint relaxation; e.g., 開・鈴木, 1998; Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999) の概念を組み合わせることによって説明可能だと思われる。すなわち、反復接触により発生した「枠外に引かれた線」の処理の容易性が、線を枠内に収めるといった制約を緩和させたとも考えることも可能であると同時に、枠外に引かれた線に対する選好性が制約緩和を促進したとも考えられる。

それでは、潜在ヒントもメタ認知も、うまく働けばいずれも解決を促進するのに、両者が組み合わさるとメタ認知の劇的な効果が失われるとすれば、それはなぜだろうか。本実験で与えられたメタ認知的教示は、その時点で持っているアイデアを否定して新奇なアイデアの生成を促すようなものであった。一方、潜在ヒントによって活性化された正解につながるアイデアは、(その由来はともかく) 解決者にとっては「いま」頭の中に存在するものであったはずである。したがって、メタ認知的コントロールが、潜在ヒントにより活性化した「よい」アイデアを排除して別の不適切な新しいアイデアを導入したことによって、却って解決が阻害されてしまったと考えることが可能である。すなわち、潜在ヒントに接触しなかった条件では、メタ認知的活動によってインパス (impasse) の原因となっていたアイデアの一部が排除され、そのことが正解への到達の確率を高めた。しかし、潜在ヒントに接触した条件では、正解につながるアイデアまでもが排除されてしまったために、より正解から遠ざかってしまったのかもしれない。

このように考えると、メタ認知的コントロールは、それを活性化さえすれば、常によい結果につながるというような「万能薬」ではないことがわかる。メタ認知には様々な側面があるが、本研究に関係する機能としては、ヒューリスティック (バイアス, 制約) によって導かれる「悪い」アイデアに対する自動的な固着からの解離、新しいアイデアの探索、アイデアが適切なものであるかどうかの評価、などが考えられ

る。特に、新奇なアイデアを志向するコントロールは、固着からの解離や探索には有効であるが、反面、アイデアの十分な吟味や評価とは両立しにくいと言えるだろう。現実場面では、たとえば、特定のアイデアに執着して深く吟味することが解決につながるような場合もある。通常の実験室的な洞察問題解決場面においては、このような事態は起こらないため、従来の研究では、特定のアイデアへの執着は排除されるべき「固着」と捉えられがちであった。しかし、複雑な要素が絡み合い、問題の解も単純とは限らない現実場面においては、必ずしもそうとは限らない。メタ認知的コントロールは、固着からの解離と深い吟味の間の切り替えというおそらく最も高度な認知課題の1つを担うプロセスであろうことを考えれば、その意義について、性急に単純な結論を求めるべきではないだろう。

## 引用文献

- Bornstein, R. F., & D'Agostino, P. R. (1994). The attribution and discounting of perceptual fluency: Preliminary test of a perceptual fluency/attributional model of the mere exposure effect. *Social Cognition, 12*, 103–128.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- 服部 雅史・吉田 靖. (2000). 創造性と潜在的認知・メタ認知. 『日本心理学会第64回大会発表論文集』(p. 818). 京都大学.
- 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.
- Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., & Rhenius, D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 25*, 1534–1555.
- Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. (1980). Affective discrimination of stimuli that cannot be recognized. *Science, 207*, 557–558.
- Marsh, R. L., Bink, M. L., & Hicks, J. L. (1999). Conceptual priming in a generative problem-solving task. *Memory & Cognition, 27*, 355–363.
- 西村 友・鈴木 宏昭. (2006). 洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理. 『認知科学』, 13, 136–138.
- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition, 21*, 837–845.
- Wickelgren, W. A. (1974). *How to solve problems*. San Francisco, CA: Freeman.
- 吉田 靖・服部 雅史. (2002). 創造的問題解決におけるメタ認知的処理の影響. 『認知科学』, 9, 89–102.
- Zajonc, R. B. (1998). Emotions. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *The handbook of social psychology* (Vol. 1, 4th ed., pp. 591–632). McGraw-Hill: Boston.