

洞察問題解決における潜在的意識活動の役割に関する検討 An experimental study on insight problem solving with subconscious cognitive processing

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 investigated subconscious processes in insight problem solving by using an experimental paradigm for analogical reasoning. We performed two experiments. Experiment 1 indicated that the presentation of source information improved insight problems solving. However in Experiment 2 a subliminal cue that is expected to promote the access to the source information did not improve it.

Keywords — Insight problem solving, Analogical cue

1. はじめに

洞察問題解決のプロセスは, [4] に代表される問題空間移行説をもとに説明されることが試みられてきた. すなわち, 一定の制約によってグルーブ化される仮説の集合を問題空間と定義し, 誤った問題空間を探索することでインパスに陥る. しかし, なんらかの理由によって正しい問題空間を探索したとき, 突然の感覚とともに解を得る. 問題解決者がどのように正しい問題空間を探索ようになるのかについて, 制約緩和の観点から多くの研究がされてきた(たとえば, [3]). しかし, これらの研究は固着した制約を緩和することに主眼をおいたものが多く, 正しい問題空間の探索を決定する要因を研究したものは少ない. この点について [6] は, 類推的手掛かりの利用が, 正しい問題空間を探索する要因である可能性を指摘した.

本研究では, 洞察問題解決における潜在的意識活動の役割に関する検討を行う. 先行研究においても, 洞察問題解決には潜在意識での活動が関与しているであろうことも指摘されている(たとえば, [9]). さらに, 洞察問題解決には類推的手掛かりの利用が有効であるとの指摘もある [7]. 本研究では, 類推研究で用いられている手法を用いて, 洞察問題解決に潜在意識での活動がどのように関与しているのかを明らかにすることを試みる. 類推研究においても, 明示的な気づきである顕在意識での処理を伴わないにも関わらず, 先の刺激が

後続の処理に影響を与えるという報告されている [8]. そこで, 潜在意識での類推的手掛かりの利用が, 洞察問題解決に促進的に働くことを実験をおして確認する.

2. 実験1

実験1では, 実験参加者(以下, 参加者)に洞察問題の手掛かりを事前に与えることで, 洞察問題解決時に手掛かりがどのような影響を与えるかについて検討した.

2.1 方法

参加者 大学生63人が参加した.

課題 参加者あたり, 2つの課題を遂行させた. はじめに行う課題1(ソース課題)は, その後に行う課題2(ターゲット課題)の手掛かりとなっている. 全ての参加者はソース課題の後にターゲット課題を行った. ただし, 後述する統制条件においてはソース課題を行わず, かわりにターゲット課題とは関連のないダミー課題を行った.

ソース課題は図1に示したような3×3に配置された円と, それらを結ぶ8本の直線で構成され, 各円にはカタカナ1文字が表示される. 直線上のカタカナを結ぶと, 縦横斜めのいずれか1方向に名詞が1つ構成されるようになっている. したがって, 16方向(8本×順方向・逆方向)を走査すると, 該当名詞が発見できるようになっている. 参加者はこの名詞を発見することを要求された. これを1問とし, 課題は16問で構成された. 発見すべき名詞は全て異なる方向に配置され, 提示順序はランダムとした.

ターゲット課題は洞察課題であり, [5] のスロットマシン課題を改変して用いた. 課題画面例を図2に示した. この課題は最上段のスロット部と, その下にある履歴部から構成される. 履歴部は過去2試行の結果を保持する. スロット部は左から順に第1, 第2, 第3スロットとし, 各スロットは0から9までの値が表示される. 初期ではスロット部の値

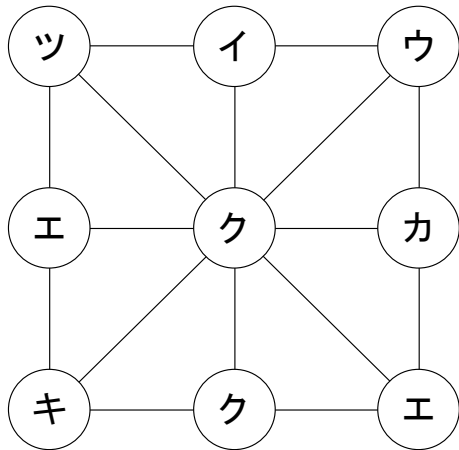


図1 ソース課題画面例．左上から右下にかけて、斜め方向にツクエ（机）が表示されている．

は不定であるが，第1スロットから順に値が決定される．第3スロットは一定の規則に則って表示される値が決定されるが，この旨は課題開始前に参加者に告げられた．参加者は第2スロット決定後，第3スロットが停止する前に，第3スロットに停止する値と，この規則を毎回予測する．また参加者は，なるべく早い試行で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スロットの値が決定されるまでを1試行とし，30試行行った．課題に設定された正解の規則は“前々回と前回の第3スロットの和の1の位”であるが，はじめの8試行は正解に加えて，偽の規則である“第1スロットと第2スロットの和の1の位”が第3スロットの値となるように統制した．多くの参加者は早い試行で偽の規則を発見し，9試行目以降で偽の規則を満たさなくなっても，偽の規則に固着し，インパスに陥る [5, 9]．インパスから脱却するためには，ソース課題で行った様々な方向の探索することを手掛かりにする必要がある．

要因計画 1要因3水準の参加者間要因とした．1つ目はヒント教示なし条件で，ソース課題後にターゲット課題を遂行した．2つ目はヒント教示あり条件で，ソース課題後にターゲット課題を行うが，ターゲット課題遂行中10試行目以降に，ソース課題が手掛かりとなっていることを告げられた．3つ目は統制条件で，ソース課題のかわりにターゲット課題とは無関係のダミー課題を行い，その後ターゲット課題を遂行した．

手続き ソース課題あるいはダミー課題，ターゲット課題は連続して行われた．いずれの課題もコンピュータを用い，画面上に課題を呈示した．参加者は各課題の開始前に，該当課題の教示を受け，課題を遂行した．ターゲット課題では，参加者は毎試行の第3スロット停止前に，用紙に第3ス

7	2	9
0	6	6
9	4	3

図2 スロットマシン課題画面例．発見すべき規則は“前々回と前回の第3スロットの和の1の位”であるが，多くの参加者は“第1と第2スロットの和の1の位”と考え，後にこれが満たされなくなってもこの規則に固着する．

ロットに表示される値の予測と，その時点で正しいと思われる規則の記入を求められた．用紙は試行ごとに異なる用紙を用いた．ターゲット課題終了後，ヒント教示なし条件とヒント教示あり条件の参加者には，ターゲット課題遂行中にソース課題との関連に気がついたか，また，その関連とはどのようなものであったかをアンケートにより尋ねた．

2.2 結果と考察

本研究ではインパスに陥った後の，正しい問題空間を探索する過程を検討することを目的とした．そのため，分析対象は，初期に統制された固着を生じる必要がある．具体的には，各条件のターゲット課題において，初期の予測規則が偽の規則であった参加者18人ずつを分析対象とした．

正答者は，ヒント教示なし条件では5人，ヒント教示あり条件では12人，統制条件では6人であり，ヒント教示あり条件でのみ，他の条件と比較して有意に多かった ($\chi^2(2) = 6.51, p < .05$)．ヒントが明示されなければソースを利用できないという結果は，[2] が指摘した，自発的な類推が困難であることを支持している．

一方，正答者について，条件ごとに解に到達するまでの平均試行数を求めた．条件ごとの平均試行数は，ヒント教示なし条件では17.0回 ($SD = 2.37$)，ヒント教示あり条件では13.1回 ($SD = 1.89$)，統制条件では21.8回 ($SD = 3.76$) であり，条件間で有意差が認められた ($F(2) = 19.19, p < .01$)．多重

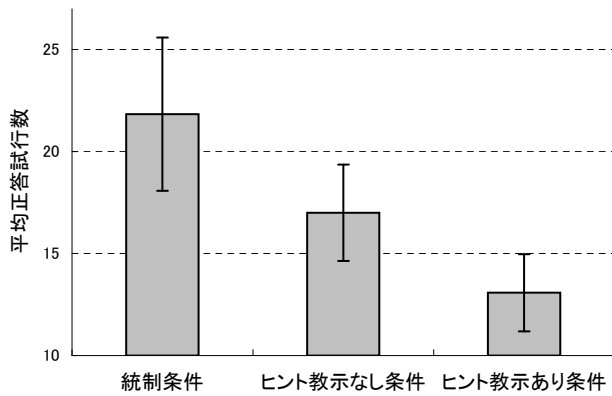


図3 条件ごとの平均試行数．エラーバーは標準偏差．ヒント教示あり条件が最も早く解に到達した．また，ヒント教示なし条件も統制条件よりも早く解に到達した．

比較の結果，すべての条件間で有意差が認められた（いずれも $p < .05$ ）．ヒント教示有り条件が最も早く解に到達したが，ヒント教示なし条件も統制条件よりも早く解に到達した（図3）．これは，ソース課題がターゲット課題の手掛かりであることを知らされていなくても，ソース課題の影響を受けていることを示している．さらに，ターゲット課題後のアンケートでは，ヒント教示なし条件の参加者の多くがソース課題とターゲット課題の関連に気づいていなかったことから，類推の手掛かりの利用が潜在意識で行われたことが示唆されたといえる．

3. 実験2

実験1の結果を踏まえ，実験2では，潜在意識活動をより直接的に検証するために，闕下刺激を用いて洞察問題解決が促進されるか否かを検討した．

3.1 方法

参加者 大学生42人が参加した．

要因計画 ターゲット課題遂行中に闕下刺激を呈示するか否かの，1要因2水準参加者間要因とした．

課題 ソース課題は実験1と同一のものを使用した．ターゲット課題については以下の2点について変更した．1つ目は，第2スロットおよび第3スロット決定後に刺激を視覚的に呈示した．闕下刺激あり条件では，該当スロット決定直後に約27ms間，闕下刺激を呈示し，続いてマスク刺激を約300ms間呈示した．闕下刺激なし条件では，該当スロット決定直後にマスク刺激のみを約300ms間呈示した（図4）．闕下刺激はソース課題の線画像，すなわち円と直線で構成された画像とし，黒色の背景色に

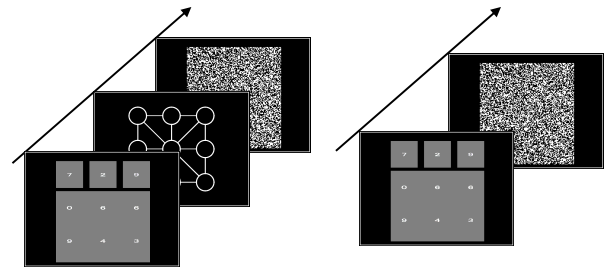


図4 闕下刺激あり条件（左）と闕下刺激なし条件（右）の刺激呈示順序．矢印は時間の流れを示す．スロット部の第2スロット，および第3スロットの数値呈示直後に闕下刺激とマスク刺激，あるいはマスク刺激のみを呈示した．

白色の線で描写した．マスク刺激は白色と黒色のランダムドット画像であった．2つ目の変更点は，実験1で参加者が用紙で記入していた第3スロットの値と予測した規則の内容を，実験者に口頭で伝えるようにした．本実験では参加者に闕下刺激を呈示したため，参加者が刺激呈示のタイミングで画面を見ている必要がある．用紙記入によって闕下刺激を見逃さないようにするために，このように変更した．その他は実験1と同様とした．

手続き 実験1と同様に，ソース課題およびターゲット課題は連続して行われた．毎試行の第3スロットの値と予測した規則の内容を，参加者が実験者に口頭で伝えたことをのぞき，実験1と同じ手続きであった．ただし，実験1で行ったアンケートは実験2では行わなかった．かわりに，闕下刺激あり条件において，闕下刺激が見えたか否か，また見えた場合，どのような刺激であったかをターゲット課題終了後にアンケートを用いて尋ねた．

3.2 結果と考察

実験1と同様の理由で，ターゲット課題の初期にインパスに陥ったとみなせる参加者のみを分析対象とした．各条件，18人であった．なお，ターゲット課題終了後のアンケートで闕下刺激に気づいた参加者はいなかった．

正答者数は闕下刺激あり条件では13人，闕下刺激なし条件で11人であり，条件間で有意差は認められなかった（ $\chi^2(1) = .50, n.s.$ ）．また，正答者についての条件ごとの平均正答試行数は，闕下刺激あり条件では17.8回（ $SD = 5.91$ ），闕下刺激なし条件では18.9回（ $SD = 3.31$ ）であり，条件間で有意差はみとめられなかった（ $t(22) = 1.17, n.s.$ ）．条件ごとの平均試行数を図5に示した．

以上の結果より，実験2では闕下刺激を呈示しても洞察問題解決が促進されなかった．この理由

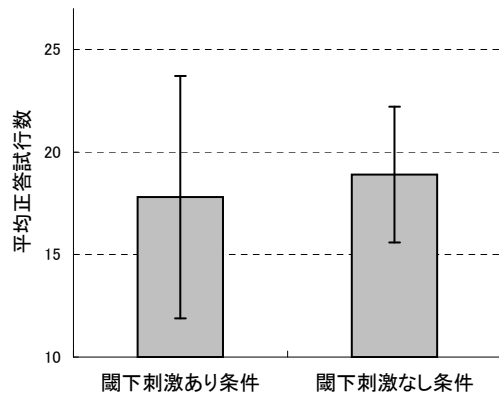


図5 条件ごとの平均試行数．エラーバーは標準偏差．条件間で有意差は認められなかった．

として、以下の2点が考えられる．1つ目は、実験手続きを変更したことによる2次変数の介入である．実験2の両条件は、実験1のヒント教示なし条件と比較しても、高い正答率であるといえる．これは、毎試行で要求した規則の予測が口頭であったため、用紙に記入を求めた実験1と比較して、より厳密に規則を予測した可能性がある．

2つ目は、閾下刺激により促進的に働く処理が、類推の手掛かりの利用に影響がないことが考えられる．視覚的な閾下刺激が、視覚対象の認識に促進的に働くことは知られている（たとえば、[1]）．閾下刺激を与えることで、ソース課題に対するなんらかの認識（ソース課題の想起しやすさなど）に影響を与えることは期待できるだろう．しかし、そのソース課題が示すこと、すなわち、さまざまな方向を探索することは想起されなかったと考えられる．

4. まとめ

実験1から、洞察問題解決には類推の手掛かりの利用が有効であることが示され、そこでは、何らかの形で潜在的意識活動が関わることが示唆された．しかし、実験2の結果が示したように、単純に閾下刺激を用いても洞察問題解決は促進されないことがわかった．潜在意識処理が後の処理に影響を与える研究としてプライミング研究がある．この分野では意味処理と知覚処理では処理が異なることが報告されている [10]．この点を念頭に置いて、本研究で用いた課題について検討する．

本研究のターゲット課題において、インパスに陥ると横方向の探索に固着する．インパスから脱却するためには、横方向の探索という固着を解消し、縦方向の探索という正しい制約を生成する必要がある．そのため、ソース課題では、さまざまな方向を探索することで、横方向の探索についての固着の緩和と、さまざまな探索方向という制約

を生成することを試みた．しかし、ソース課題を手掛かりとするには、ソース課題が示すことを想起する必要がある．このソース課題が示すこととは、ソース課題の意味と考えることができる．

しかし、本研究で用いた閾下刺激はソース課題の線画であり、ソース課題自身を示すものにすぎない．また、このような閾下刺激の呈示がプライミング研究で用いられていることも考慮すると（たとえば、[1]）、呈示した閾下刺激は知覚的な潜在意識処理に作用したと考えられる．

前述のとおり、プライミング研究において意味処理と知覚処理が異なるということは、たとえば知覚的な刺激が潜在意識に作用するとき、意味的な刺激が作用するときが異なることを意味する．このように考えると、本研究で用いた閾下刺激は知覚処理に作用したことが考えられると同時に、洞察問題解決には意味処理を促進する必要があることが考えられる．

参考文献

- [1] Bar, M. & Biederman, I., (1998) "Subliminal visual priming", *Psychological Science*, Vol. 9, No. 6, pp. 464-469.
- [2] Gick, M. L. & Holyoak, K. J., (1983) "Schema induction and analogical transfer", *Cognitive Psychology*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-38.
- [3] 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.
- [4] Kaplan, C. A. & Simon, H. A., (1990) "In Search of Insight", *Cognitive Psychology*, Vol. 22, No. 3, pp. 374-419.
- [5] 三輪和久・松下正法, (2000) "発見における心的制約の緩和過程", *認知科学*, Vol. 7, No. 2, pp. 152-163.
- [6] 三輪和久・寺井仁, (2003) "洞察問題解決の性質 - 認知心理学から見たチャンス発見-", *人工知能学会誌*, Vol. 18, No. 3, pp. 275-282.
- [7] Patalano, A. L. & Seifert, C. M., (1994) "Memory for impasses during problem solving", *Memory and Cognition*, Vol. 22, No. 2, 234-242.
- [8] Schunn, C. D. & Dunbar, K., (1996) "Priming, Analogy, & Awareness in complex reasoning", *Memory and Cognition*, Vol. 24, No. 3, pp. 271-284.
- [9] 寺井仁・三輪和久・古賀一男, (2005) "仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程", *認知科学*, Vol. 12, No. 2, pp. 74-88.
- [10] Tulving, E. & Schacter, D. L., (1990) "Priming and human memory system", *Science*, Vol. 247, No. 4940, pp. 301-306.