

博士論文

洞察問題解決における無意識的過程に関する研究：

プライミング法を用いた検討

The Study of Unconscious Process in Insight Problem Solving:
An Examination Using Priming Methods

2019年3月

立命館大学大学院文学研究科

行動文化情報学専攻博士課程後期課程

西田 勇樹

立命館大学審査博士論文

洞察問題解決における無意識的過程に関する研究：

プライミング法を用いた検討

The Study of Unconscious Process in Insight Problem Solving:
An Examination Using Priming Methods

2019年3月

March 2019

立命館大学大学院文学研究科

行動文化情報学専攻博士課程後期課程

Doctoral Program: Major in Informatics of Behavior and Cultures

Graduate School of Letters

Ritsumeikan University

西田 勇樹

NISHIDA Yuki

研究指導教員：服部 雅史教授

Supervisor: Professor HATTORI Masasi

目次

第1章 序論	1
1.1 問題解決と洞察	2
1.2 洞察研究の背景	9
1.2.1 ゲシュタルト心理学から見た洞察	10
1.2.2 特殊説と通常説	15
1.2.3 洞察の諸理論	20
1.3 無意識的過程	24
1.3.1 意識と行動の乖離	25
1.3.2 問題の手がかり	27
1.4 手がかり効果の問題：本研究の目的	31
1.4.1 認知資源と処理モード	33
1.4.2 抑制機能による妨害	35
1.4.3 無意識的情報の取捨選択	38
1.4.4 本研究の目的と本論文の構成	40
第2章 研究1：認知資源分散説と収束的処理抑制説	42
2.1 実験1	46
2.1.1 方法	47
2.1.2 結果	50
2.1.3 考察	54
第3章 研究2：アイデア生成と抑制機能	58
3.1 実験2	61

3.1.1 方法	62
3.1.2 結果	65
3.1.3 考察	69
3.2 実験3	70
3.2.1 方法	72
3.2.2 結果	74
3.2.3 考察	78
3.3 総合考察	79
第4章 研究3：無意識のソース特定仮説	85
4.1 実験4	90
4.1.1 方法	90
4.1.2 結果	93
4.1.3 考察	95
4.2 実験5	97
4.2.1 方法	97
4.2.2 結果	100
4.2.3 考察	102
4.3 総合考察	103
第5章 研究4：表象活性仮説	107
5.1 実験6	111
5.1.1 方法	113
5.1.2 結果	117
5.1.3 考察	126
第6章 総合考察	137

6.1 本研究のまとめ	137
6.2 洞察問題の困難性	140
6.3 従来 of 洞察問題解決の理論との関係	143
6.4 意識と無意識	145
6.5 結論	149
文 献	151
付 録	170
謝 辞	173

第1章 序論

私たちは、複雑で難しい問題に直面したとき、問題を解くために何度も試行錯誤を重ねても解けないが、なぜか突然、答えを思いつくことがある。このように、問題の答えを突然発見することを洞察 (insight) と呼ぶ。洞察については、歴史的人物によるいくつかの逸話がある。たとえば、数学者の Henri Poincaré は、ある数学の問題を解いていて、その解決の糸口すらつかむことができなかったが、海岸を散歩しているときに突然解を思いついたと報告している (Poincaré, 1908/1914)。物理学者の Arnold F. Wilkins は、第二次世界大戦直前の当時、電波反射によって敵飛行機の位置情報を検出する技法を瞬間的なインスピレーションによってひらめいたと述べている (Buderi, 1996)。人間の創造的発見と洞察には、深い関係があると考えられる。

本研究は、洞察をともなう問題解決 (洞察問題解決; insight problem solving) の無意識的過程について検討することを目的とする。本研究で述べる無意識とは、精神分析学の伝統の中で使われる意味とは異なり、認知的な無意識を指す。すなわち、知識の想起や思考の過程が自覚されない状態を指す。後述するように、これまでの多くの洞察研究は、洞察問題解決に無意識的過程が関与しているとしている。しかし、洞察問題解決における無意識的過程のしくみについてはほとんど明らかにされていない。本研究の目的は、プライミング (priming) と呼ばれる人間の無意識的過程に介入することを可能にする実験手法を用いて、

洞察の無意識的過程のしくみを明らかにすることである。無意識的な情報の取捨選択を基にした行動のコントロールと洞察の関係を探る。

本論文の第1章では、はじめに通常の問題解決と洞察問題解決について述べ、両者の違いを示す。続いて、洞察問題の定義および特徴に大きく関わる研究背景を紹介した後、洞察に無意識的過程が関与することを実証した研究を概観する。この中には、実験参加者に洞察問題の手がかりを呈示するプライミング法を用いた研究も含まれる。その後、手がかりを用いた研究に関する三つの問題点を呈示し、最後に本研究の目的と本論文の構成を述べる。

1.1 問題解決と洞察

心理学で扱われる「問題」とは、望ましい目標状態があるが、それをすぐに達成できない状態を指す (Duncker, 1945)。問題解決とは、初期の状態から解あるいは目標状態に達成するための一連の認知的活動のことを指す (Frensch & Funke, 1995)。日常的な生活場面では、ジャムの瓶の蓋が自分の力では開かないとき、自分の身長よりはるかに高い本棚の上の本を取り出すとき、見知らぬ観光地に向かうときなど、すぐに目標の達成が難しければ問題が発生したと言える。

人間の問題解決における認知過程を調べるために、ハノイの塔と呼ばれる問題解決課題が用いられることがある (e.g., Simon & Hayes, 1976)。ハノイの塔を解く参加者は、設置された3本の棒の左側に3枚の円盤が重ねられている初期



規則1: 1回の移動につき1枚の円盤しか動かすことができない。
規則2: 上に別の円盤が重なっていない円盤しか動かすことができない。
規則3: 大きい円盤を小さい円盤の上に重ねることはできない。

図1 ハノイの塔問題の図。左が初期状態、右が目標状態を示す。

状態から、右に3枚の円盤が重ねられている目標状態にすることが求められる

(図1)。また、参加者は、決められた三つの規則に従わなければならない(図1)。

ハノイの塔は初期状態、目標状態、そして初期状態から目標状態に到達するためのオペレータの集合が完全に指定されている。このような問題を、良定義問題 (well-defined problem) と呼ぶ。Reitman (1965) は、問題を厳密に定義された良定義問題とそうでない難定義問題 (ill-defined problem) に分類した。掛け算の問題や、六角形の内角の和を求める問題は、上記の条件を満たすため良定義問題と分類される。それに対して、満足できる解が複数ある可能性のある問題や、完全に指定されたオペレータおよび目標状態のない問題は、難定義問題と分類されている。たとえば、自動車の排気ガスを減らすためにはどうすればよいかという問題は、複数の可能な解が存在するため難定義問題にあてはまる。難定義問題では、多くの可能な解があるだけでなく、解に到達するために複数の手段がありうるため、認知過程を特定することが難しい。

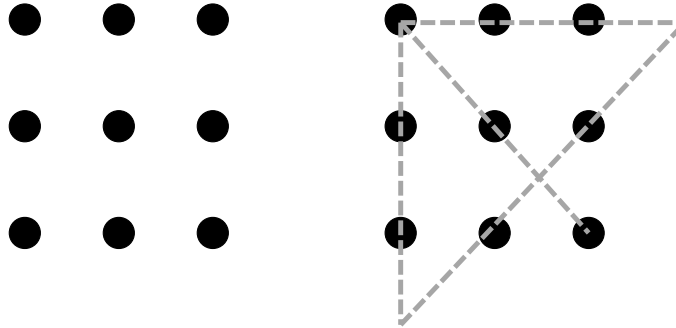


図2 9点問題の初期状態（左）と答えの一例（右）

ハノイの塔は完全に指定されたオペレータや目標状態を有するため良定義問題に分類されるが、洞察問題は難定義問題に分類される。洞察問題の代表例として9点問題があげられる（図2）。9点問題は、これまで数多くの洞察研究で用いられてきた問題である（e.g. Kershaw & Ohlsson, 2004; MacGregor, Ormerod, & Chronicle, 2001; Maier & Casselman 1970; Weisberg & Alba, 1981）。この問題は、縦3列と横3行に並んだ九つの点を4本の線分の一筆書きで結ぶことが求められる。この問題では、図2のように線を斜め向きの傘を描くように結ぶことが求められる。9点問題を知らない問題解決者に解かせると、ほとんどの人はこの問題を解くことができない。しかし答えを見ると単純な答えに見える。洞察問題解決は、通常、すでに持ち合わせている知識で解くことができるが、完全に定められたオペレータや目標状態を必ずしも有していない。また比較的答えを発見することが難しい問題である。

洞察問題に明確な定義を与えることは難しいが、洞察問題の特徴については、

研究者の間で一定の同意がとれている。Batchelder & Alexander (2012) は、研究者の間で広く共有されている洞察問題の特徴 (e.g., Dominowski & Dallob, 1995; Ohlsson, 2011; Robertson, 2016) として次の八つの特徴をあげている。(1) 複数の問題表象が存在する, (2) 初期に構成された問題表象が問題解決を阻害する, (3) 誤った問題表象から抜け出すには適切な問題表象を見つけなければならぬ, (4) 解の発見は問題解決から離れているとき (孵化効果) や的確な問題の手がかりを得たときに促進される, (5) 適切な問題表象の発見は即解に結びつく, (6) 問題解決者のすでに持っている知識で解くことができる, (7) 解の発見によって Aha 体験と呼ばれる主観的・感情的体験をともなうことがある, (8) 問題を解くことのできなかつた問題解決者に答えを呈示すると即理解され, Aha 体験をともなう。これら八つの特徴のみを持つ問題のみが洞察問題というわけではないが, 少なくともこれらの特徴を有した問題は洞察問題と呼ぶことが可能である。本論文における「洞察問題観」を明確にするため, 以下では, Batchelder & Alexander (2012) であげられた洞察問題解決の特徴について概観する。

洞察問題の第 1 の特徴として, 洞察問題解決には複数の問題表象が存在することがあげられる。問題表象とは, 問題の解釈および問題を解くときに用いられる心的イメージのことを指す (Dominowski & Dallob, 1995)。ハノイの塔の問題では, 問題表象を変える必要はないと考えられる。ハノイの塔問題では, 問題表象を必ずしも大きく変えることなく, 問題空間で描かれるような初期状態

から目標状態までの中間状態をしらみつぶしに調べれば解に到達することができると考えられる。ここでいう問題空間とは初期状態から移動できる全ての中間状態と目標状態を表したものである (Newell & Simon, 1972)。それに対して 9 点問題では、初期段階において問題解決者は、外の点で構成された外枠にはみ出ずに線を描こうとする。このとき問題解決者は、問題を解くときに外枠にはみ出ない問題表象をもつと考えられる。しかし、解を発見したときには、外枠にはみ出て線を描く問題表象がすでに形成されていると考えられる。洞察問題解決過程で用いられる、洞察問題解決における問題表象は、必ずしも初期と解決時に現れる二つとは限らないが、複数存在すると考えられる。

第 2 の特徴として、洞察問題解決において初期に構成された問題表象は解の発見を阻害してしまう。初期の問題表象は、問題解決者自身の持つ心的な制約をもとに構成されると考えられる。通常、われわれは無限に存在する仮説の中から一つ一つの仮説を検証しようとすることはしない。過去の経験や人間のもつ自然な傾向から適切な仮説を選び出し、可能な限り最小限の数の検証を行う。制約は、適切な仮説を選び出すためのフィルターとして機能する (三宅・波多野, 1991)。そのため、制約は認知的経済性という観点とあわせてもポジティブにはたらくと考えられる。しかし洞察問題解決では、制約が問題解決に対して不適切にはたらくために問題解決者をインパス (impass) に陥らせ、問題を解くのに行き詰まらせてしまう。

第 3 の特徴として、洞察問題で不適切な問題表象から抜け出すためには適切

な問題表象を構成する必要がある。これに関して、問題解決者の行動が解に非常に近い状態であるにもかかわらず、それが直接解の発見に結びつかないことがある (McGregor et al., 2001; 開・鈴木, 1998)。すなわち、有益な情報を問題解決中に実際に得たとしても、適切な問題表象が構成されていなければ解の発見にいたらないことを示唆している。

第4の特徴として、解の発見は問題解決から一時的に離れたときや的確な問題の手がかりを得たときに促進されることがあげられる。問題解決途中の気晴らしが問題解決の成績を促進する効果（孵化効果）は、逸話的事例としてよく知られている現象である (e.g., Poincaré, 1908/1914)。しかし、孵化効果は単なる逸話ではなく、これまで数多くの実験的研究によって観察されている (e.g., Dodds, Smith, & Ward 2002; Smith & Blankenship, 1991; Gilhooly, Georgiou, & Devery, 2013)。さらに近年、Sio & Ormerod (2009) のメタ分析によって孵化効果の存在が実証されている。洞察問題解決における問題の手がかりの効果についても、複数の研究から認められている (e.g., Gick & Holyoak, 1980, 1983; Maier, 1931; Moss, Kotovsky, & Cagan, 2007)。問題の手がかりの効果については、後の節でとりあげる。

第5の特徴として、問題解決者は、適切な問題表象の発見と同時に解を発見する。洞察問題の構造上、問題解決者は、比較的少ないステップで問題を解決することができる (Ohlsson, 2011)。ハノイの塔のような良定義問題では、初期に形成された問題表象を用いてしらみつぶしに探索することで問題を解くこと

が可能である。そしてハノイの塔の場合、問題の解に到達するために必要な最短ルートは7ステップを踏む必要がある。それに対して、洞察問題を解くためのステップは比較的少ない。9点問題は4ステップで解くことができる。中には、一つか二つのステップで解くことができる問題もある（たとえば、ユリの花問題や8枚硬貨問題など）。そのため、洞察問題解決では、適切な問題表象の発見は解の発見に直接結びつくと考えられる。

第6の特徴として、洞察問題は、問題解決者の持っている知識で解くことができ、専門的な知識や技術を必要としない（Ohlsson, 2011）。先に洞察問題の例としてあげた9点問題は、問題表象を切り替えて解くことは難しいかもしれないが、専門的な知識を必要とするとは考えられない。後述する10枚硬貨問題や8枚硬貨問題も、硬貨を移動させて適切な位置に配置することが求められるだけで、これらに専門性が必要であるとは考えられない。

第7の特徴として、洞察問題解決では解の発見と同時に驚きや感動など感情的体験をとまなうことがあげられる（Bowden, 1997; Davidson, 1995; Metcalfe, 1986a, 1986b; Metcalfe & Wiebe, 1987）。この現象はAha体験と呼ばれている。これと関連して、洞察問題解決の特徴として、主観的には突然解を思いつくという性質があげられることもある（e.g., Davidson, 1995; Duncker, 1945; 鈴木, 2004）。

第8の特徴として、制限時間内に問題が解けなかった問題解決者や不正解した問題解決者に答えを呈示すると、即理解され、Aha体験をとまなうこともあ

る (Wertheimer, 1982). このように洞察問題の答えを見た場合の Aha 体験を外生的洞察 (extrinsic insight) といい, 洞察問題を自ら解いた場合の Aha 体験 (内発的洞察 intrinsic insight) と区別することもある (e.g., Rothmaler, Nigbur, & Ivanova, 2017). この両者は類似するが, 全く同じ現象というわけではない. 複数の研究が, 両 Aha 体験が神経反応レベルで異なることを指摘している (Qiu, Li, Yang, Luo, Li, Wu, & Zhang, 2008; Rothmaler et al., 2017).

以上, ハノイの塔と 9 点問題を例に, 洞察問題の特徴をとりあげた. 洞察問題解決に八つの特徴があることを述べ, 各特徴について概観した. 続いて次節では, 洞察問題解決における無意識的過程を議論する前段階として, 洞察問題解決の認知過程を明らかにしようとしたこれまでの洞察研究の背景を概観する.

1.2 洞察研究の背景

洞察研究の背景は, 認知心理学の成立以前, 行動主義心理学が支配的であった時代にまで遡ることができる. この時代, ゲシュタルト心理学者は, 学習なしの突発的な行動の変化に注目を集めた. 現在の洞察研究では, 洞察問題解決の認知過程を特殊なものにとらえる研究者が存在するが, こうした見方は, ゲシュタルト心理学から引き継がれている.

本研究で着目する洞察の無意識的過程に関する議論は, 洞察が特殊な認知過程をもつとする見方と深く関係している. そこで本節では, ゲシュタルト心理学による洞察の見解から概観する. 次に, 洞察の無意識性にまつわる議論を各

実験結果の考察や結論で行うことを踏まえ、洞察が特殊な認知過程をもつという立場と洞察問題と通常の問題解決が同じ認知過程をもつという立場の議論、そして、これらの議論にまつわる洞察問題解決の諸理論について概観する。

1.2.1 ゲシュタルト心理学から見た洞察

行動主義心理学者にとって、問題解決とは、解決過程内における一連の連合学習である。Thorndike (1898) は、「問題箱」と呼ばれる装置を用いて、猫が問題の解を発見する行動過程を観察し、問題解決行動を試行錯誤学習という枠組みで説明しようと試みた。Thorndike は、人間を含む動物は問題解決において習慣と呼ばれるような反応の種類を複数もっており、試行を繰り返すうちに適切な反応の強度が増加し、自身が持っている反応の中で適切な反応の出現確率が次第に高まると考えていた。これは連合学習理論と呼ばれ、行動主義の時代において支配的な理論となった。

ゲシュタルト心理学者 Köhler (1917/1962) は、Thorndike (1898) の連合学習理論と対立する実験結果を報告した。Köhler (1917/1962) は、チンパンジーに木箱の実験を行なった。実験では、チンパンジーのいる部屋の中央に木箱を設置し、木箱から離れた部屋の隅の天井に地上から直接届かないよう餌を吊り下げ、チンパンジーの行動を観察した。実験開始からまもなくの間、チンパンジーは、吊るされた餌の下で何度も跳躍するものの、餌をつかむことができなかった。しばらく部屋の中を歩き回っていたが、突然木箱の前に移動し、木箱を

餌の下に運んだ。チンパンジーは、木箱の上に立ち、跳躍の結果、餌を得ることができた。Köhler (1917/1962) の研究は、問題解決行動が必ずしも試行錯誤を必要とするわけではないことを示している。また当時支配的であった連合学習理論だけで問題解決行動を説明できない、ということも示したと言える。

こうした突然の解決行動には、問題に対する適切な理解がともなうとされた。ゲシュタルト心理学者は、問題に対する理解の切り替えのことを再構成 (restructuring) と呼んだ (Wertheimer, 1982)。再構成とは、ある問題表象から別の異なる問題表象への変化のことを指す。Wertheimer (1982) は、再構成について、バドミントンで遊ぶ2人の少年を例にあげている。2人のうち1人は年上の少年でもう1人は年下である。年上の少年は、年下の少年よりもバドミントンが上手い。バドミントンの通常の試合で遊ぼうとすると結果が明らかで、年上の少年が勝ってしまう。そうすると、年下の少年はバドミントンで遊ぶことに興味を失ってしまう。年上の少年はバドミントンで遊びたいが、どうすればよいだろうか。この例の答えの一つは、試合のような競争的ゲームで遊ぶのではなく、バドミントンの羽根を協力してできるだけ高く飛ばすゲームのような協力的ゲームにすることである。ゲシュタルト心理学は、問題理解の観点を切り替える再構成の構成概念を生み出し、洞察を説明しようとした。

ゲシュタルト心理学者は、過去に学習した規則や手続きを目の前の行動に適用することを構え効果 (set effect) と呼び、構え効果からの脱却が洞察問題の解

表 1 Luchins (1942) の水がめ問題

問題番号	タイプ	水瓶の容量 (ℓ)			目標の水量 (ℓ)
		A	B	C	
1		29	3		20
2	E	21	127	3	100
3	E	14	163	25	99
4	E	18	43	10	5
5	E	9	42	6	21
6	E	20	59	4	31
7	C	23	49	3	20
8	C	15	39	3	18
9		28	76	3	25
10	C	18	48	4	22
11	C	14	36	8	6

の発見に重要であることを示した。構え効果を示す例として、Luchins (1942) の水がめ問題が有名である (表 1)。水がめ問題では、三つの水がめの容量と目標となる水の容量が呈示される。問題初期の水がめ問題では、たとえば、表 1 の問題番号 2 では、水がめの容量として 21 ℓ (水がめ A), 127 ℓ (水がめ B), 3 ℓ (水がめ C) の三つが呈示され、目標の水容量として 100 ℓ が呈示される。

この問題を解くためには、少し複雑な手続きが必要となる。水がめ B に水を満タンになるまで入れ、水がめ B から水がめ A に注ぎ込む。水がめ A が満タンになったら、注ぐのをやめる。このとき、水がめ B には 106 ℓ の水が入っている。次に、水がめ C が 2 回満タンになるように、水がめ B から水を注ぐ。すると、目標となる 100 ℓ の水量に到達する。結果的には、“ $B - (A + C \times 2)$ ”の数式で表すことができる。この同様の方略で解ける問題をタイプ E (Einstellung problem) と呼んだ。Luchins (1942) は、参加者のタイプ E の問題を 6 回出題

し、タイプ C (critical test problem) と呼ばれる問題に移行した。タイプ C は、タイプ E と同様に三つの水がめと目標となる水量が呈示される。実はタイプ E は、タイプ C に比べてはるかに簡単な問題である。たとえば、問題番号 7 は、水がめとして 23 ℓ (水がめ A)、49 ℓ (水がめ B)、3 ℓ (水がめ C) の三つが呈示され、目標水量として 20 ℓ が呈示される。答えは、水がめ A に水を満タンになるまで入れ、水がめ A から水がめ C に満タンになるまでうつすことである。結果的には、“A-C”の数式で解くことができる。タイプ C の他には、“A+C”の数式で解くことができる問題も用意された。タイプ C は比較的簡単な手続きで解くことができる問題である。しかし、タイプ E を繰り返し解いた後にタイプ C を解かせると、解決率は大きく低下する。これは、タイプ E で得た先行知識が強固に形成されたことで、タイプ C を解く際にも先行知識を用いて解いてしまうために起きると考えられている。このように、先行して獲得した知識や学習は、場合によっては後続の問題解決を阻害してしまう。Luchins (1942) は、この構え効果のことをアインシュテルング効果 (Einstellung effect) と呼んだ。

構え効果は、直前の経験だけでなく日常的に獲得した経験からも生じる。日常的に用いる道具の通常の使用や機能に過剰に着目してしまう構え効果を機能的固着 (functional fixedness) と呼ぶ。機能的固着を表す例として、Duncker (1945) のロウソク問題があげられる。ロウソク問題では、ロウソク、マッチ、画鋸が箱に入れられてテーブルにおかれ (図 3 上)、その他にもいくつかのモノがおか

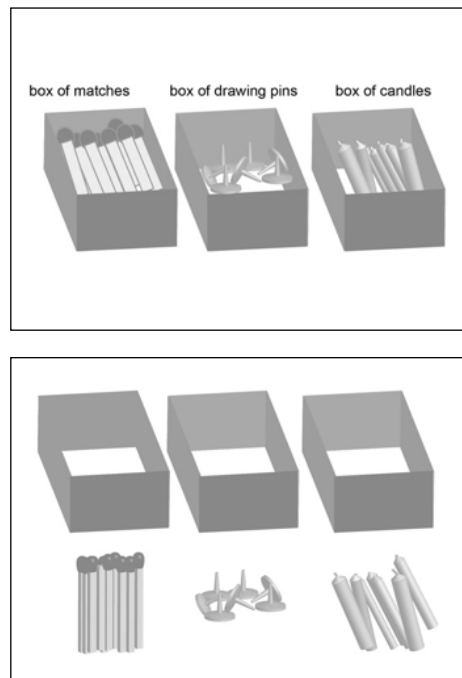


図3 Duncker (1945) のロウソク問題 (図は Robertson (2016) より引用). 上が前利用条件, 下が利用なし条件の問題を示す.

れていた。参加者は、3本のロウソクをドアに固定し火をつけるよう求められる。ただし、溶けたロウが下に滴り落ちないようにしなければならない。また参加者は、与えられたものしか用いることができない。ロウソク問題の答えは、箱を画鋸でドアに固定し、そこにロウソクを立てて火をつけることである。答えは、箱をドアに画鋸で固定し、その箱を土台としてロウソクを立てて火をつければよい。この問題は答えを知ってしまえば単純に思えるかもしれない。しかし、この問題を解く問題解決者は、箱を収納に使うという枠組みからなかなか逸脱できない。その結果、箱をドアに固定する用途を思い出すことができない。

Duncker (1945) は、ロウソク問題を用いた実験結果から、洞察問題解決には

構え効果からの脱却が重要であることを示した。Duncker (1945) は、ロウソク問題で用いる道具全てを箱に入れた状態で呈示した条件 (after pre-utilization; 前利用条件) と箱が外にある状態で呈示した条件 (without pre-utilization; 利用なし条件) に参加者をわけて、ロウソク問題を解かせた。その結果、前利用条件では、7名中3名しかロウソク問題を解くことができなかったのに対して、利用なし条件では7名中全員がロウソク問題を解くことができた。このことは、ロウソク問題の解の発見を妨害する要因は道具の通常の機能に過剰に着目してしまうことと考えられる。Duncker (1945) は、解の発見に機能的な構えから脱却することが重要であることを示したといえる。

このようにゲシュタルト心理学における洞察問題解決過程の捉え方は、問題の構造や過去の経験により、問題解決に必要な関係性の発見が阻害されてインパスが起き、その後問題を再構成することで解に達する、ということでもとめることができる。ゲシュタルト心理学では用いる概念がやや曖昧で、その後の洞察研究に比べると具体的なしくみにまで踏み込むことは少なかった。しかしゲシュタルト心理学の洞察問題解決に対する見解は、その後の洞察研究、特に洞察問題解決に特殊な認知過程が含まれていると考える立場に影響を与える。

1.2.2 特殊説と通常説

後述の通り洞察問題解決の認知過程に対して、二つの見解が存在する。ここでは、洞察の無意識性にまつわる議論を各実験結果の考察や結論で行うことを

踏まえ、洞察が特殊な認知過程をもつという立場と洞察問題と通常の問題解決が同じ認知過程をもつという立場の二つの見解を概観する。

洞察問題解決の認知過程に関して、大きく分けて二つの見解が存在する (Bowden, Jung-Beeman, Fleck, & Kounios, 2005; Davidson, 1995)。一方は、ゲシュタルト心理学から引き継いで洞察に特殊な認知過程がはたらいていると捉える特殊説 (special process view) を支持する立場である (e.g., Ball, Marsh, Litchfield, Cook, & Booth, 2015; Jung-Beeman, Bowden, Haberman, Frymiare, Arambel-Liu, Greenblatt, Reber, & Kounios, 2004; Metcalfe & Wiebe, 1987; Öllinger, Jones, & Knoblich, 2008; Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993)。他方は、洞察問題と通常の問題解決に同じ認知過程がはたらいていると考える通常説 (business as usual view) を支持する立場である (e.g., Chronicle, MacGregor, & Ormerod, 2004; Fleck & Weisberg, 2004, 2013; MacGregor et al., 2001; Ormerod, MacGregor, Chronicle, Dewald, & Chu, 2013; Perkins, 1981; Weisberg, 2006)。洞察問題の解決過程が特殊か通常かという議論は、洞察問題解決のしくみだけでなく定義に関わる重要な議論である。今のところどちらが正しいのか結論づけることは難しく、むしろ、近年では洞察に通常認知過程も特殊な認知過程も両方含まれているとする議論もある (Weisberg, 2015)。ここでは洞察問題解決の認知過程について議論するためにも、通常説と特殊説の見解を概観する。

特殊説は、洞察に他の認知過程と質的に異なる過程が存在することを主張する。特殊説によると (1) 洞察は思考の瞬間的なインスピレーションや無意識的

な飛躍をともなう突然の再構成化の結果生じる、(2) 洞察は急加速した認知過程の間に生じる、(3) 通常の推論過程のショートカットから生じる、とされている (Davidson, 1995)。また特殊説の立場にある Ohlsson (2011) は、洞察問題解決の過程で問題解決初期に不適切な問題表象が形成され、問題表象が不適切であるためにインパスに陥り、インパスから脱却し再構成がおきたとき、洞察の解が発見されるという洞察独自の認知過程があることを主張している。他にも特殊説は、洞察問題解決の認知的過程に無意識的過程の関与を主張する (e.g., Schooler et al., 1993) 加えて洞察問題解決の成績は、知能テストや良定義問題で求められる能力とは異なる能力が必要であると考えられている (Atwood & Polsen, 1976; Burke & Maier, 1965; Greeno, 1974; Thomas, 1974)。

特殊説を支持する洞察研究の代表的な研究として Metcalfe & Wiebe (1987) の研究があげられる。Metcalfe & Wiebe (1987) は、洞察問題を解く実験参加者はその最中に今の状態が解にどれだけ近いのか把握できないが、非洞察問題解決を解く場合では、今の状態と解の近さを把握できることを示した。Metcalfe & Wiebe (1987) は、洞察問題解決として 10 枚硬貨問題やユリの花問題といった 10 問の問題を用いた。また、非洞察問題として 4 問の数学の代数問題 (例として、 $16y^2 - 40yz + 25z^2$ の因数分解) を用いた。Metcalfe & Wiebe (1987) は、問題を解いている参加者に 15 秒に 1 回の間隔で、FOW (feeling of warmth; 解に近づいている感覚) を評定させた。その結果、FOW は、代数問題では解に近づくにつれて段階的に上昇した。それに対して、洞察問題では解決途中の FOW の

上昇はほぼなく、解決後に FOW が急上昇した。このように洞察問題解決と非洞察問題解決の解決過程の正確さに違いが見られたことから、Metcalf & Wiebe (1987) は、特殊説を支持する実験結果を得たといえる。

さらに、洞察問題の答えを突然思いついて解けた場合（洞察的解の発見）と、そうではない場合（非洞察的解の発見）とでは、神経活動が異なることもわかっている（Jung-Beeman et al. 2004）。Jung-Beeman et al. (2004) は、実験参加者に遠隔連想テスト（remote associates test; 以降 RAT）と呼ばれる言語的な問題解決を解かせつつ、機能的磁気共鳴断層撮影（functional magnetic resonance imaging; fMRI）で参加者の脳内の神経活動を観察した。RAT とは、呈示された三つの単語（“pine”, “crab”, “sauce”）から、それぞれの三つの単語と熟語を構成する単語一つ（答えは “apple” で、”pineapple”, “crab apple”, “applesauce”）を発見する課題である。Jung-Beeman et al. (2004) は、複数の RAT を解かせ、課題が解けた場合にはそれが洞察的解の発見だったか、そうではなかったのか、参加者に質問した。実験の結果、洞察的解の発見を得たと答えた場合は、非洞察的解の発見を得たと答えた場合に比べて、右半球の前上側頭回が賦活することがわかった。Jung-Beeman et al. (2004) の実験結果も、洞察問題解決が非洞察問題解決とは異なる認知過程が含まれることを支持する。

特殊説に対して、通常説は、洞察問題の認知過程が単に通常の問題解決過程の延長上にあると考える立場である。通常説では、洞察問題でおきる再構成や Aha 体験が、非洞察問題と同じ認知過程の結果おきる と考える。Fleck & Weisberg

(2004)の研究は通常説を支持する研究としてあげられている (e.g., Weisberg, 2015). Fleck & Weisberg (2004) は, 実験参加者にロウソク問題 (Duncker, 1945) を解かせながら, 問題を解いている思考過程を口頭で言語化させ, 洞察問題解決の認知過程を調べた. 彼らは, 特殊説が正しければ, インパス, 再構成, 解決の一連の認知過程 (e.g., Ohlsson, 2011) が参加者によって報告されうると考えた. Fleck & Weisberg (2004) の研究結果によると, 洞察問題を解決した解決者のうち 7% は, インパス, 再構成, 解決の一連の過程をたどったと報告した. また, 全体の 58% は, インパスも再構成もなく問題を解決した. 解決者全体の 32% は再構成がおきたと報告し, そのうちの解決者の 80% 以上はインパスに陥ることとはなかった. Fleck & Weisberg (2004) は, この結果から, 洞察問題の解決過程に特殊説の認知的特徴が必ずしも当てはまらないと主張した.

近年になって, 洞察過程が特殊か通常かの議論は, 統合の動きを見せている (e.g., Bowden et al. 2005; Fleck & Weisberg, 2004, 2013; Weisberg, 2015). これまで行われてきた数々の洞察研究は, 特殊説および通常説の双方を支持する実験結果を示している. こうした研究成果を総合的に理解するために, 特殊説と通常説を統合させて洞察のしくみを理解しようとする動きが現れてきた. たとえば Weisberg (2015) は, 洞察問題解決の過程において 4 段階の認知過程を前提とした, 洞察の認知過程を提唱している. Weisberg (2015) によると, 問題解決者は, 4 段階のうち最初の 3 段階では分析的手法を用いる. 最初の段階で過去の経験の利用, 第 2 の段階でヒューリスティックの利用, 第 3 の段階で異なる問

題解決手法の利用が行われる。この3段階の認知過程は非洞察問題の場合と同じである。3段階の過程が問題解決の役に立たなければ、残りの4段階目に移行し、インパスがおきる。インパスは問題の新しい問題表象を生み出し、インパスを生み出した前の問題表象ととってかわってしまう。新しい問題表象によって問題解決に向けた新しいアプローチが考案され、問題が単純である場合に問題の解は、すぐに発見される。この4段階目では、特殊説の主張しているインパス、再構成、解決の過程が存在する。このように特殊説と通常説を考慮に入れた洞察過程の統合的モデルに関する議論も展開されている。

1.2.3 洞察の諸理論

洞察研究においては、特殊説と通常説を代表する二つの理論が提唱されている。本研究は問題解決の諸理論を補足することを目指しているので、ここでは、洞察の代表的な二つの理論を概観する。さらに洞察問題解決における無意識的過程の議論には、前述の「制約」が深く関わる。そこで、無意識的過程の議論を行う前段階のために、洞察問題解決の制約に焦点をあてた理論も紹介する。

Ohlsson (1984, 1992, 2011) は、活性化再配分理論 (redistribution theory¹) を提唱している。活性化再配分理論によると、問題解決初期において問題解決に関係のある知識や概念は、活性化拡散による長期記憶への無意識的検索によって活性化される。この知識の活性化が初期の問題表象を形成する。しかし洞察問

¹ もともと representational change theory と呼ばれていたが Ohlsson (2011) で改名された。

題解決では、初期の問題表象は解決の役に立たない。その上、一度知識の活性化がおきてしまうと、解決に必要な知識への検索が制限されてしまう。そのため、問題解決者は初期の不適切な問題表象にとらわれてしまい、インパスに陥ってしまう。インパスの状態から解にたどりつくまでに、負のフィードバックによる失敗経験が蓄積される。失敗経験の蓄積によって、失敗の結果をもたらした制約が徐々に緩和される。制約緩和と同時に不適切な問題表象が選ばれなくなり、新しい問題表象への質的な変化がおきる。その結果、問題解決者は解を発見する。

McGregor et al. (2001) は、前進十分性基準理論 (criterion of satisfactory progress theory) を提唱し、洞察問題解決のパフォーマンスを手段目標分析のフレームワーク (e.g., Newell, Shaw, & Simon, 1958) で説明しようと試みた。手段目標分析の基本的な考え方は、目標と現在の状態との差を埋めることのできるオペレータがあればそれを適用し、適用できない場合にはそのオペレータが適用可能になる状態を副目標とするものである。この考え方は、もともと非洞察問題解決の認知過程に関する枠組みとして提唱された。

また MacGregor et al. (2001) は、問題空間にヒューリスティック探索が行われるという観点 (Newell & Simon, 1972) を基にしている。ヒューリスティックとは、判断や問題解決を行う際に、規範的で系統的な計算手順によらず、近似解や満足な解を得るための発見的探索法のことを指す。前進十分性基準理論の中心的部分は、最大化ヒューリスティック (maximization heuristic) と進行モ

ニタリングヒューリスティック (progress monitoring heuristic) のはたらきが洞察問題を難しくしていると同時に、それらのヒューリスティックが洞察問題を解くことを可能にしているという点にある。最大化ヒューリスティックとは、問題解決者が現在の問題状態から目標状態までの距離を最小(進行度を最大化)にしようと試みることを指す。9点問題の場合、問題解決者は1本の線でできるだけ多くの点を結ぼうと試みる。問題解決者は、9点を4線で結ばなければならないため(1線あたり2.25の点)、線を描くときにできるだけ3点を結ぼうと試みる。進行モニタリングヒューリスティックとは、問題解決者が現在の状態から生み出される内的な基準をもとに解決手法を評価し、選択することを指す。問題解決者は、問題を解いている途中で現在の状態から解決(あるいは目標状態の中間点)に到達できるのか見積もる。こうした見積もりは、問題解決者自身が内的に持つ「基準」によって行われる。

しかし、洞察問題解決では、この基準が不適切となることがある。9点問題では、点のないところに線を延長させることを制限させる基準が例としてあてはまる。その基準が「失敗基準」であれば、問題解決者は間違った進行モニタリングヒューリスティックで探索を試みてしまい、インパスに陥ってしまう。インパスの後、制約緩和がおき、新しい問題表象が形成される。それが適切な基準によって構築された問題表象であれば、最大化ヒューリスティックと進行モニタリングヒューリスティックは、問題解決に対して適切にはたらく。その結果、問題解決者は解に至る。前進十分性基準理論で考えられている認知過程

は、手段目標分析の枠組みをもとにしていることから、通常説によった理論であるといえる。

両者の理論を背景に開・鈴木（1998）は、表象変化の動的制約緩和による洞察の認知過程を、数理モデルによって表現しようと試みた。この動的緩和理論では、特に T パズルと呼ばれる洞察問題に、三つの制約を仮定している。三つの制約とは、問題中の対象のエンコードのしかたについての人間の自然な傾向性を表現する対象レベルの制約、対象間の関係のしかたについての人間の自然な仮定を表現する関係レベルの制約、および問題の目標状態とその評価を行うゴールの制約である。動的緩和理論では、人間が標準的に用いるこうした制約が不適切であるためにインパスが生じるとされる。これらの制約は、問題解決過程における失敗や部分的な成功に基づいて緩和される。制約を逸脱した行為の頻度が上昇すると、ある時点で制約が特定の形で逸脱されたときに洞察が生まれ出されるというのが、この理論の想定する洞察の認知過程である。

以上、洞察問題解決の無意識的過程に関する議論を行うために、洞察問題解決に対する諸研究者の見解を概観した。ゲシュタルト心理学による洞察の見解は、問題の構造や過去の経験により、問題解決に必要な関係性の発見が阻害されてインパスが起き、その後、問題を再構成することで解に達するというものであった。次に、洞察問題解決の認知過程に関して特殊説を主張する立場と通常説を主張する立場があることを示した。近年では、Weisberg (2015) のように両説を統合する動きが見られることを紹介した。また、特殊説と通常説に関連

して、活性化再配分理論と前進十分性基準理論について概観した。活性化再配分理論は、洞察問題解決に無意識的過程を含めて説明しようとする。無意識的過程については、特殊説でしばしば強調されることから、活性化再配分理論は、特殊説によった理論といえる。一方、前進十分性基準理論は、ヒューリスティックのはたらきや非洞察問題解決と同じ枠組みを用いたことから、通常説によった立場といえる。次節では、洞察問題解決の無意識的過程に焦点をあて、研究背景を概観する。

1.3 無意識的過程

活性化再配分理論 (Ohlsson, 1984, 1992, 2011) と動的緩和理論 (開・鈴木, 1998) は、洞察に無意識的過程がはたらくことを仮定している。これらは、洞察問題の解発見に無意識的過程が重要な役割を担っていると考えられる。このことを支持するいくつかの研究は、洞察問題解決において、問題解決者の意識と問題解決行動に乖離が生じることを示している。また、問題解決者に洞察問題の手がかりを呈示する手法によって、無意識的過程のさらに詳しいしくみを調べようと試みた研究もある。ここでは、洞察問題解決の過程で意識と行動に乖離が生じることを示した代表的研究を概観し、洞察問題解決に無意識的過程が関与することを主張する。そして、無意識的過程を検討するために行われた問題の手がかりを用いた研究を概観する。

1.3.1 意識と行動の乖離

洞察問題解決では、問題解決者の意識と行動に乖離が見られることがある。

ここでは、それを明確に示した寺井・三輪・古賀（2005）と Schooler et al.（1993）の研究を紹介する。

寺井ら（2005）は、洞察問題解決において解の主観的発見が無意識的解の発見に遅れて現れることを眼球運動測定のアプローチから示している。寺井ら（2005）では洞察問題として、スロットマシン問題が用いられた。スロットマシン問題とは、3つのスロットの中に繰り返し呈示される数字から、数字の規則性を発見することが要求される課題である。スロットマシン問題を解く参加者は、初期に形成された見かけの規則性から解となる規則性を発見しなければならない。寺井ら（2005）は、参加者にスロットマシン課題を解かせると同時に参加者が画面のどこをみているのか測定するために、眼球運動を測定した。実験の結果、問題解決初期では見かけの規則性に関する眼球運動が多いが、徐々に解となる規則性に関する眼球運動が増えていくことがわかった。寺井ら（2005）の実験は、洞察問題解決の認知過程が漸進的な解への接近の性質も持つことを示したといえる。

Schooler et al.（1993）は、参加者に思考過程を言語化させながら洞察問題解決を解かせると洞察問題のパフォーマンスが低下することを示した。Schooler et al.（1993）の実験参加者は、ユリの花問題など複数の洞察問題とカード問題など複数の非洞察問題を解いた。Schooler et al.（1993）は、半数の参加者に複数の洞

察問題と非洞察問題を解かせ、それと同時に問題解決中の思考を口頭で言語化するよう求めた。残りの半数の参加者には、言語化を求めなかった。実験の結果、非洞察問題解決では、言語化によってパフォーマンスは促進された。一方、洞察問題解決では、言語化によってパフォーマンスが妨害された。これらの結果から、非洞察問題解決では、言語化することのできる意識的な過程が解決にとって重要であることを示している。これは、言語化できない認知過程が洞察問題解決に重要な役割を果たしていることを示唆している。Schooler et al. (1993) は、洞察問題では言語化できない認知過程、すなわち無意識的過程こそが洞察に重要であるととらえ、思考の言語化が言語化できない認知過程を陰蔽 (overshadow) し、その結果、洞察が妨げられたと述べている。この思考の言語化が洞察問題解決を妨害する現象は、言語陰蔽効果 (verbal overshadowing effect) と呼ばれている²。この言語陰蔽効果は、洞察問題解決における意識的な過程が実際の洞察問題解決のパフォーマンスと乖離しているためにおこると考えられる。

Metcalf & Weibe (1987)、寺井ら (2005) および Schooler et al. (1993) の実験結果を総合すると、洞察問題解決過程では意識と行動に乖離があることがわかる。問題解決者は、洞察問題を解く過程で正確な進行状況が意識的に把握できない。一方、問題解決者の行動を観察すると、解に近づく行動が解の発見の前

² もともと言語陰蔽効果は、観察した顔などの視覚的刺激を言語化することで、言語化した刺激の再認を困難にさせるという現象のことを指す。この現象の名前は、発見した Schooler & Engstler-Schooler (1990) によってつけられた。

に徐々に増加する。さらに、意識と行動の間に乖離があるために、思考の言語化は、無意識的過程での洞察問題解決の進行を抑制し、洞察のパフォーマンスを阻害してしまう。このように、洞察問題解決では、意識と行動に乖離が見られる。こうした乖離は、意識的過程だけでなく無意識的過程までも行動のコントロールに関わるために発生すると考えられる。こうした意識と行動の乖離については、次に述べるプライミングの手法によって手がかりを呈示した場合でも観察されている。

1.3.2 問題の手がかり

洞察問題解決の無意識的過程のしくみを明らかにするための方法として、洞察課題の手がかりを事前に呈示するプライミングと呼ばれる手法を用いた研究が行われている。ここでは、問題の手がかりを用いた洞察研究を紹介する。問題解決者に手がかりと気づかれずに呈示された手がかりでも、手がかりとしての効力を発揮することを示す。こうした研究は、洞察問題解決に無意識的過程が介在していることを支持する。

Gick & Holyoak (1980) の類推研究は、手がかりの自発的な活用は困難であることを示している。Gick & Holyoak (1980) は、実験参加者にターゲットとなる放射線問題 (Duncker, 1945) と、放射線問題の前に問題の手がかりとなる要塞問題を呈示した。Gick & Holyoak (1980) の多くの実験参加者は、手がかりとなる要塞問題を事前に呈示されていたにも関わらず、放射線問題を解くことがで

きなかった。別の参加者は、放射線問題の前に呈示された問題が放射線問題の手がかりであることを伝えられた。教示を受けたグループの放射線問題の成績は、教示のなかったグループに比べて高かった。Gick & Holyoak (1980) は、この研究から手がかり（類推）には手がかりに対する気づきが必要であることを主張している。

Gick & Holyoak (1980) の主張とは対照的に、気づきなしに得た手がかりも洞察問題解決を促進することが報告されている。Maier (1931) は、洞察問題を解く参加者に知覚されるが、手がかりだと気づかれないよう手がかりを呈示した（非注意性手がかり）。Maier (1931) は、2本のヒモ問題と呼ばれる問題を用いて、実験を行なった。2本のヒモ問題では、実験を行う部屋の天井に2本のヒモが吊り下げられている。この2本のヒモを結ぶことが問題の目標状態である。しかしこの2本のヒモは、一方のヒモを手でつかんでから片方のヒモをつかもうとしてもギリギリ届かない長さになっている。また部屋の下には、たくさんの小道具が置かれている。この問題は、一方のヒモAを握っておいて、他方のヒモBと小道具を結んで振り子のようにヒモBを振り、ヒモBがある程度振られたところでヒモBを手でつかみヒモAと結ぶことで解決することができる。Maier (1931) の実験者は、一定時間で解けなかった参加者に対して手がかりを呈示した。手がかりは、実験者自身が部屋の端から端まで往復する動きそのものであった。ほとんどの参加者は、実験者の動きが問題の手がかりであることに気がついていないにも関わらず、手がかりを呈示された後、即座に解

を発見することができた。具体的には、問題を解決できた参加者のほとんどは、10分以上の時間を要したが、手がかりを呈示された時点から平均して42秒後に解を発見した。また、Maier (1931)の研究では、手がかりが呈示されたことに気がつかなかった参加者のほとんどは、突然答えを発見した。このようにMaier (1931)は、参加者に気づかれないよう呈示された手がかりは洞察問題の解の発見に結びつくことを明らかにした。

手がかりの効果についてさらに詳しく検討するための方法として、参加者に見えないよう手がかりを瞬間呈示する閾下プライミングの手法が考えられる。本論文における閾下とは、視覚的な見えの意識をとまわらないことをさす。したがって、刺激の強度が閾に到達しないという本来の意味だけでなく、この後に述べる逆向マスクングや連続フラッシュ抑制などの方法により本人が見たことに気づかないことも含むこととする。また閾下プライミングによって呈示された問題の手がかりを、ここでは閾下手がかりと呼ぶ。刺激を閾下呈示する手法は複数あるが、代表的な手法として逆向マスクングをあげることができる。逆向マスクングは、画像による視覚的刺激をごく短時間（通常100ms以下）呈示した直後にマスクを呈示することによって、見えの意識を伴うことなく視覚的刺激を呈示することのできる手法である。参加者に見えの気づきを伴わないよう閾下手がかりを瞬間呈示し、洞察問題解決のパフォーマンスに影響がみられたならば、主観的には手がかりに気がついていないため、無意識的過程が問題解決に関与しているといえる。近年の研究結果は、上記の仮説を支持してお

り、閾下手がかりは洞察問題の成績を促進することを示している。西村・鈴木 (2006) は、T パズルと呼ばれる洞察問題を用いて、閾下手がかりの効果を検証した。西村・鈴木 (2006) は、実験群に T パズルの手がかりとなる画像を瞬間呈示した後に、参加者に T パズルを解かせた。コントロール群では、手がかりの画像呈示を行わなかった。その結果、コントロール群に比べ実験群の方が、洞察問題の解決時間が短縮された。Hattori, Sloman & Orita (2013) は、放射線問題や 9 点問題、10 枚硬貨問題でも同様に閾下手がかりが洞察問題の成績を促進することを示している。さらに、この効果は、瞬間呈示のみに限られたものではない。鈴木・福田 (2013) は、連続フラッシュ抑制 (continuous flash suppression) の手法 (Tsuchiya & Koch, 2005) によって参加者に気づかれないよう手がかりを呈示した場合でも、洞察問題の成績を促進することを示した。閾下手がかりのような見えの気づきを伴わない手がかりが洞察を促進する研究成果は、洞察問題解決に無意識的過程が関与していることを支持する。

洞察問題解決に無意識的過程が深く関係することは明らかであるが、その詳しいしくみはまだ明らかになっていない。意識と行動の乖離を示した研究や、気づきを伴わない手がかりを用いた研究は、洞察問題解決に無意識的過程が深く関係していることを示しているが、無意識的過程の振る舞いは単純ではない。たとえば、気づきを伴わない手がかりは必ずしも解決を促進しないことが、あげられる (e.g., 服部・柴田, 2008; Orita & Hattori, 2012)。手がかりの効果が変化することそのものは、内部の認知過程と外部から得た手がかりに何らかの競合

がおきていることを示唆している。そうした競合について調べることは、洞察問題解決の認知過程を明らかにすると考えられる。そこで、本研究では、気づきを伴わない手がかりの効果に着目し、無意識的過程について検討する。次節では、手がかりの効果に関する三つの問題点についてとりあげる。

1.4 手がかり効果の問題：本研究の目的

非注意性手がかりや閾下手がかりの呈示は、洞察問題のパフォーマンスを高めるとされるが、その効果は、実は必ずしも頑健ではない。たとえば、服部・柴田（2008）は、9点問題を解く参加者に閾下手がかりを呈示したが、その効果は統計的に有意になるほど大きくはなかった。Orita & Hattori（2012）は、10枚硬貨問題で呈示される非注意性手がかりと閾下手がかりの効果について検討した。いずれの場合も、10枚硬貨問題の成績は非呈示条件に比べて高かったが、手がかりの効果は強いものではなかった。このように、非注意性手がかりも閾下手がかりも、その効果は常に大きいわけではない。

さらに重要なことに、手がかりの呈示が、洞察問題のパフォーマンスを低下させる現象も報告されている。たとえば、服部・織田（2011）は、洞察問題解決における無意識的過程と意識的過程の相互作用を調べるために、9点問題を用いて、閾下手がかりの呈示の有無と、できるだけ新しい観点で考えるよう促す教示（新奇教示）の有無を操作した実験を行なった。その結果、閾下手がかりを単独で呈示された条件（閾下手がかり単独条件）では、閾下手がかりも新

奇教示も呈示されなかった条件（コントロール条件）に比べて9点問題の成績が上昇した。さらに、新奇教示を単独で呈示された条件（新奇教示単独条件）もコントロール条件に比べて成績が上昇した。しかし、閾下手がかりも新奇教示も同時に呈示された条件（閾下手がかり新奇教示条件）の問題解決の成績は、閾下手がかり単独条件および新奇教示単独条件よりも低下し、コントロール条件とほぼ同じ成績になった。このように手がかりが問題解決を妨害する現象（これを手がかりの逆説的妨害効果、略して手がかり妨害効果と呼ぶ）が観察されている。

手がかり妨害効果は、これまでの洞察理論では説明することができない現象である。活性化再配分理論では、問題と関連性の高い知識が活性化することで、制約外の知識が検索できなくなることを主張している（Ohlsson, 2011）。活性化再配分理論では、問題と関連性がなさそうな問題の手がかりが検索できなくなることを説明できる。しかし、この理論は、手がかりが洞察問題を促進する効果かゼロ効果しか予測できない。前進十分性理論でも、問題解決内で得た有効な情報が無視されてしまう理由として問題解決者に失敗基準が内在するためとしている（McGregor et al., 2001）。しかし、これも手がかりの効果についてはゼロ効果か促進しか予測しない。このように既存の枠組みは、手がかりの促進効果やゼロ効果は予測できるが妨害効果を説明することができない。したがって、手がかり妨害効果を検討して理論化することは、洞察の諸理論を補足する役割をもつと考えられる。

本研究の目的は、洞察問題解決の手がかりの効果について着目し、無意識的過程のしくみを明らかにすることである。そのために、本研究では三つの問題を取りあげる。これらの問題は、主に手がかり妨害効果に関する問題である。以下では、各研究における研究背景と問題点を取りあげる。

1.4.1 認知資源と処理モード

本研究が取り上げたい第1の問題は、問題解決の処理モードの問題である。服部・織田（2013）は、手がかりの効果について示唆的な研究結果を報告している。服部・織田（2013）は、服部・織田（2011）の研究結果から、問題への過剰な集中が手がかりの利用を阻害するのか検討するための実験を行なった。洞察問題として10枚硬貨問題が用いられた。実験条件は、集中を阻害する二重課題による負荷あり条件と、負荷なし条件にわかれた。すべての参加者に閾上の非注意性手がかりを呈示した。半数の参加者には、二重課題が課せられた。二重課題のために15秒ごとにヘッドフォンからメロディが5秒間流れ、その間手がかりが呈示され、問題は一時中断となった。二重課題条件の参加者は、メロディを聞き、今流れたメロディが直前にきいたメロディと同じ音か否か答えた。これをメロディ同定課題と呼ぶ。負荷なし条件の参加者は、手がかりは呈示されたが、メロディ同定課題のみ行なわなかった。参加者にはメロディをただ聞いているよう教示した。実験の結果、負荷あり条件のグループの方が10枚硬貨問題の成績がよかった。すべての参加者に非注意性の手がかりが呈示さ

れていたことから、服部・織田（2013）の研究結果は、問題に注がれる過剰な認知資源が手がかりの活用を阻害することを示唆する。

しかし、服部・織田（2013）の研究では10枚硬貨問題を参加者に解かせる
と同時並行的に、推論課題を課していたという事実がある。具体的には、参加
者全員に推論課題をデスクトップパソコンで行わせている間、タブレットパソ
コンを参加者に回して、タブレットパソコン上で10枚硬貨問題を実施させた。
推論課題が参加者を何らかの処理に誘導させたならば、二重課題がその処理を
抑制させ、処理の影響を無効化させた結果、二重課題条件で洞察問題の成績が
上昇したのかもしれない。

推論課題の実行が、一つの解に到達するように思考を進める収束的思考
（Guilford, 1959）を促したと考えられる（以下、収束的思考に促された状態を
収束的処理モードとする）。収束的思考に対して、いくつもの異なる解を多様に
生成する認知スタイルに拡散的思考がある（Guilford, 1959）。拡散的思考はアイ
デア課題など多くの解を求めるような課題によって促されると考えられる（以
下、拡散的思考に促された状態を拡散的処理モードとする）。収束的処理モード
は制約からの逸脱を困難にするため、洞察問題のパフォーマンスを妨害すると
考えられる。対して、拡散的処理モードは多様なアイデアの生成が促されてい
るので、制約を緩和しやすく、洞察問題の成績自体は促進されるだろう。

本研究が取り上げる第1の問題は、服部・織田（2013）で行われた実験結果
は収束的処理を抑制させた結果か、認知資源を消耗させた結果なのか明らかで

ないという点である。服部・織田（2013）の二重課題の結果に関して、対立する二つの仮説があげられる。一つは、収束的処理抑制説である。収束的処理抑制説は、二重課題は収束的処理を抑制することで洞察問題の成績を促進することを予測する。他方は、認知資源分散説である。認知資源分散仮説は、二重課題が認知資源を消耗させることで手がかりの活用を促進させ、結果的に洞察問題の成績を促進することを予測する。研究1ではこの二つの仮説を検証することを目的とする。

1.4.2 抑制機能による妨害

本研究が取り上げたい第2の問題は、抑制機能である。抑制機能とは、目の前の課題に対して注意を焦点化させるために、課題と無関連な情報の活性や認知的処理を抑制する認知的能力のことを指す（Amer, Campbell, & Hasher, 2016; Hasher, Zacks, & May, 1999）³。また抑制機能のはたらきはワーキングメモリ容量（working memory capacity; 以降 WMC）と関係している。雑音の中でも自身の名前が呼ばれると気づく現象はよく知られているが、Conway, Cowan, & Bunting（2001）は、この現象がWMCの小さい人で生じやすいということを示した。Conway et al.（2001）は、この現象をWMCの大きい人は無関係な情報をより遮断してしまうためと説明している。また、別の研究では、WMCが大きい

³ 本研究で述べる抑制機能とは、抑制の処理を行う認知能力のことを指し、抑制とは、対象となる情報や処理の活性を抑える処理のことを指す。

いと負のプライミング効果が強く現れることを示している (Conway, Tuholski, Shisler, & Engle, 1999). 負のプライミング効果とは, 先行する刺激が後続する刺激の処理を抑制する現象のことを指す (Tipper, 1985). これらの知見は, WMC の大きい人ほど, 抑制機能が強いことを示唆する (Conway et al. 1999; Kane & Engle 2003).

いくつかの研究は, 強い抑制機能や大きい WMC は洞察問題解決や創造性に対して有利にはたらくことを示唆している (e.g., Ash & Wiley, 2006; Benedek, Franz, Heene, & Neubauer, 2012; Gilhooly & Murphy, 2005). これは, 強い抑制機能のはたらきによって, 無関係な情報が抑制されるため, より課題に対して注意が焦点化されるため, 創造的アイデアが発見しやすくなるためと考えられる (De Dreu, Nijstad, Baas, & Wolsink, 2012). しかし, 強い抑制機能や注意焦点化が洞察問題解決を妨げることを示す報告もある (e.g., DeCaro & Beilock, 2010; DeCaro, Van Stockum, & Wieth, 2016; Jarosz, Colflesh, & Wiley, 2012; Ricks, Turley-Ames, & Wiley, 2007; Wiley & Jarosz, 2012a, 2012b).

洞察問題解決が妨げられる理由は, 外から得られた情報を抑制するはたらきによると考えられる. 洞察問題においては, 外界の情報が手がかりとなって解の探索範囲が広がり, 行き詰まりの解消と解の発見が促されることがある. 他方で, 抑制機能は, 主課題と無関連と判断された外界の情報の処理を抑制しようとすると考えられる. その結果, 抑制機能が強い人ほど有益な外界の手がかりを利用できず, 洞察問題解決が阻害される場合がある. この可能性は, 先に

述べた Conway et al. (1999) の WMC の大きい人で負のプライミングが顕著に現れるという注意の知見とも整合的である。逆に抑制機能が弱い人は、外部に存在する情報の取り込みが促されると考えられる。

洞察研究では、Kim, Hasher, & Zacks (2007) が、WMC の小さい老年の参加者（すなわち抑制機能の弱い参加者）に手がかりを呈示すると、手がかりが解決を促進することを示している。Kim et al. (2007) によると、老年者は若年者に比べて WMC が小さいが、そのため、外から得た手がかりとなる情報を活用して洞察問題を解くことができる。老年者は、課題とは無関連な情報にアクセスしてしまうため、手がかりが呈示された場合には解決が促進されると考えられる。Kim et al. (2007) の結果は、抑制機能が弱い場合に手がかりが洞察問題解決に対して促進的にはたらくと解釈できる。つまり、抑制機能が弱い状況では、外から得られた手がかりの取り込みが促進されるため、手がかりの活用が促されると考えられる。逆に、抑制機能が強いと、外からの手がかりの活用が妨げられるため、場合によっては成績の低下が起これると考えられる。

強い抑制機能は、手がかり妨害効果と関係すると考えられるのではないだろうか。服部・織田 (2011) では、参加者に新奇な解決方法を考えさせるように促す新奇教示を与えた。新奇教示が、参加者に新しい解決法の探索を広げさせただけでなく、抑制機能を強める契機になったのではないだろうか。抑制機能を強めた結果、入力された閾下手がかりは、抑制をうけたと考えられる。しかし、このとき、手がかり情報の活性が抑制をうけるだけであれば、手がかり妨

害効果は観察されないはずである。なぜなら、手がかり情報の活性のみが抑制を受けるだけならば、手がかりはが使われないだけで終わるため、手がかり効果がゼロになるだけで、マイナスの効果の発生は説明できないからである。手がかり妨害効果がおこるということは、闕下手がかりと同類のアイデアが生み出されることまで抑制をうけると考えるほうが自然である。こうした抑制のしくみが洞察問題解決にあると考えられるが、今のところそれを検証した研究はほとんどない。そこで研究2では、洞察にアイデアの生成を抑制するしくみがあるのか検討する。強い抑制機能が手がかり妨害効果を発揮すると予想する。

1.4.3 無意識的情報の取捨選択

本研究が取り上げたい第3の問題は、外界からの情報の取捨選択である。洞察の無意識的過程は、外から入力される無意識的情報を取捨選択している可能性が高いと考えられる。そう考えられる理由は手がかり妨害効果にある。手がかり妨害効果は、無意識的過程が外から入力された手がかりを単に行動としてアウトプットするような受動的あるいは機械的なシステムを否定する。受動的システムが正しいと考えるならば、手がかりは、解決を促進させるか、手がかりそのものが十分な効果でないという理由で手がかりは効果を発揮しない。したがって、洞察問題解決の無意識的過程が単なる入力された情報をアウトプットするのであれば、手がかりの効果は促進かゼロ効果を示すだろう。しかし、手がかり妨害効果が起きる以上、洞察の無意識的過程が、外部からの刺激に対

して受動的に情報を処理していると考えるのは難しい。むしろ無意識的過程は、洞察問題解決においても得られた情報に対して有効な情報か有効でない情報か積極的に情報を取捨選択している可能性が高いだろう。

情報を取捨選択し、活用するしくみとして、記憶の情報源（ソース）を特定するしくみが考えられる。Gick & Holyoak (1980) は、放射線問題を用いて自発的な手がかりの活用が難しいことを示した。これに加えて、実験参加者に問題の手がかりが事前に与えられていることを伝えると、単に手がかりを与えた場合よりも問題の成績が上昇することを示した。この研究から、Gick & Holyoak (1980) は、手がかりの活用には手がかりに対する気づきが重要であることを示した。同時にこの実験は、手がかりの活用には手がかりのソースを特定しようとするのが重要であることを示唆しているとも考えられる。すなわち、手がかりがあったことを伝える教示によって、参加者は、呈示された手がかりのソースを想起しようとする。手がかりのソースの想起を試みることで、手がかりがいつどこにあったのかソースを特定する。ソースを特定することによって手がかりが問題解決にとって有効な情報として評価され、手がかりが洞察問題の成績を高めると考えられる。本研究では、手がかりの記憶がいつどこにあったのかソースを特定する認知過程をソース特定と呼ぶ。また、ソース特定を試みること自体は、意識的な認知過程によるものと考えられる。

無意識的に得た手がかりにおいてもソース特定が行われることで、手がかりが有効な情報として評価されて取捨選択されるのではないだろうか。Gick &

Holyoak (1980) の実験は、顕在的に呈示されるストーリーを手がかりとして用いたため、意識的な情報に対してソース特定をはたらかせ放射線問題が解決されたといつてよいかもしれない。しかし、関下手がかりが同様のしくみで問題解決に活用されていると考えるならば、意識的な手がかりへのソース特定によって手がかりが活用されるのと同様に、無意識的な手がかりへのソース特定が行われることで手がかりが活用されると考えることもできる。以下では、無意識的な情報に対するソース特定を、無意識的ソース特定と呼ぶ。

本研究では、無意識的情報の取捨選択のしくみを明らかにする。洞察問題解決だけでなく注意研究などにおいて無意識的な情報が取捨選択されていることについては、ある程度支持されていると考えられる。たとえば、抑制機能は、意識的な抑制と無意識的な抑制に分類されている (Howard, Johnsona, & Pascual-Leonea, 2014)。このことは暗に意識の外で情報にフィルターをかけて弁別し行動をコントロールしていると考えられる。また、Higuchi, Ueda, Ogawa, & Saiki (2016) は、潜在学習の研究においても情報を取捨選択して学習が行われていることを示している。しかし重要な点は、洞察問題解決において取捨選択がどのように行われているか、そのしくみにあると考えられる。そこで研究3では無意識的情報の取捨選択について、ソース特定に着目して検討する。

1.4.4 本研究の目的と本論文の構成

上記で述べた問題点を解決するために、本研究では、四つの研究を行い、洞

察問題解決の無意識的過程について実験的に検討する。第2章の研究1では、二重課題が洞察問題解決の手がかりの活用に与える影響を調べる。そのために、収束的処理抑制仮説と認知資源分散仮説の対立する両仮説について検証する。第3章の研究2では手がかり妨害効果に強い抑制機能が関わるのか明らかにするための研究を行う。第4章の研究3は、洞察問題解決における無意識的に呈示された手がかりの取捨選択のしくみが無意識的ソース特定によるのか調べる。第5章の研究4は、研究1から3で行われた研究を考慮し、手がかりの取捨選択のしくみに関して結論を得るための検討を行う。研究4の詳細については、第5章でとりあげる。第6章では本研究で得られた結果から洞察問題解決における無意識的過程への示唆と結論を述べる。

第2章 研究1：認知資源分散説と収束的処理抑制説

研究1では、服部・織田（2013）で得られた二重課題による促進効果のしくみを明らかにする。服部・織田（2013）は、二重課題による認知負荷が非注意性手がかりの活用を促すことを示した。関連する研究として、Kim et al.（2007）があげられる。Kim et al.（2007）の研究では、WMCの小さい老年者で手がかりの効果が見られた。服部・織田（2013）の研究は、Kim et al.（2007）の実験結果と同様に、注意焦点化がおこりにくい場合に手がかりの促進効果を示したといえる。ただし、後述するように、服部・織田（2013）の実験結果から二つの解釈ができてしまう。そこで、研究1では、二重課題の促進効果のしくみを明らかにする検討を行う。

服部・織田（2013）によると、洞察問題解決の実験を行っていたと同時に、演繹的推論課題の実験を同時並行的に実施していたという事実がある。演繹的推論課題の実施が、参加者がある処理のモードに誘導し、洞察問題の課題成績に影響したのかもしれない。そうであれば二重課題は、非注意性手がかりの効果に対してではなく処理モードに影響し、洞察問題の成績を高めたと考えることもできる。

創造性や洞察課題の成績は、事前に実施された課題の種類によって影響をうけると考えられる。Gilhooly et al.（2013）は創造問題解決課題における孵化効果について検討している。彼らは、参加者に言語的創造性課題あるいは空間的創

造課題のどちらかを行わせた。それぞれ創造的問題解決を中断させて、孵化期間において言語的課題か空間的課題のどちらかを行なった。その後、創造的問題解決を再開させた。その結果、孵化期間に空間的課題行わせた場合の言語的創造性課題の成績が高まり、強い孵化効果が確認された。また孵化期間に言語的課題を行わせた場合の空間的創造性課題の成績が高まり、孵化効果が確認された。このように、事前の課題は後続する創造的課題の成績に影響する。創造的問題解決だけでなく洞察問題解決においても同様に、事前の課題から影響を受けることは十分ありえるだろう。

演繹的推論課題の実施は、一つの解に到達するように漸進的に問題解決を進める収束的処理モードを促すと考えられる。たとえば、非洞察問題であるカード問題や数学的問題解決は (e.g., Metcalfe & Weibe, 1987; Schooler et al., 1993), 順序立てて問題を解くことによって解に近づくことが可能である。また演繹的推論課題は、前提となる条件からひとつの結論に導くことを求める課題である。そのため、演繹的推論課題の実施が、収束的処理モードを促したと考えることもできる。

収束的処理モードに対して、拡散的処理モードと呼ばれる認知スタイルがある。拡散的処理モードは問題解決のためにいくつもの異なる多様な解決方法を生成しようとする認知スタイルである (Guilford, 1959)。拡散的処理を行うと考えられる課題として、レンガの新しい用途を考える課題 (Gilhooly, Fioratou, Anthony, & Wynn, 2007) や地球外の星に住む生物の姿を考える課題 (Smith, Ward,

& Schumacher, 1994) などが挙げられる。これらの課題では独創的で新奇なアイデアを複数個生成することが求められるため、課題実施時は拡散的処理モードに誘導されると考えられる。

それぞれの処理モードは、洞察問題の成績に異なる影響を与えると考えられる。洞察問題では、その特性上、適切な問題表象に再構成する必要がある。そのため、分析的な方略で洞察問題を解こうとするだけでは解にいたることはできない。むしろ分析的な方略によって、一つの方略に焦点化してしまうために問題表象の再構成化を難しくさせ、洞察問題の解決を難しくさせてしまうと考えられる。それに対して、拡散的処理モードは、複数の新奇なアイデアの生成を促す。拡散的処理モードは、洞察問題に内在する制約から逸脱したアイデアの生成を促すと考えられる。拡散的処理モード下での制約逸脱が起りやすい状況では、洞察問題解決の成績もより高まると考えられる。このようにそれぞれの処理モードが洞察問題解決に対して、異なる影響を示すと予想される。

こうした処理モードの影響を考慮に入れた場合、二重課題の促進効果について二つの仮説が考えられる。第1は、認知資源分散説である。二重課題による認知負荷によって認知資源が分散し、非注意性手がかりの活用が促されたと考えられる。認知資源分散説は、二重課題条件において収束的処理モード条件、拡散的処理モード条件の両方で、非注意性手がかりの活用が促進することを予測する。収束的処理モードと拡散的処理モードの両条件にかかわらず、二重課題によって解決率が促進すると予想される。

第2は、収束的処理抑制説である。二重課題による認知負荷によって収束的処理モードが抑制された結果、解決率が上昇したと考える。収束的処理抑制説は、負荷あり条件では収束的処理モードが成績を促進すると予測する。収束的処理モードは、先述の通り方略の焦点化によって洞察問題の成績を妨害してしまう。収束的処理抑制説は、二重課題が収束的処理を抑制するために、結果として、二重課題が洞察問題の成績を高めるという予測をする。そのため収束的処理モードで二重課題ありの条件は、負荷なし条件の洞察問題の成績よりも高まると考えられる。また拡散的処理モード条件は、負荷なし条件において収束的処理モード条件よりも成績が高いと考えられる。一方、拡散的処理モードにおいて負荷あり条件の問題解決の成績は、なし条件に比べて低下するだろう。先述の通り、収束的処理抑制説は、二重課題が収束的処理を抑制すると予測する。そのため二重課題は、拡散的処理モードに誘導された条件では、すでに収束的処理モードでないために問題解決の処理を妨害すると考えられる。

研究1では洞察問題解決における二重課題の効果を検討するために、対立する両者の仮説を検証する。実験では両仮説の検証のため、収束的処理モードあるいは拡散的処理モードに誘導する条件を設ける。収束的処理モード条件では、洞察問題解決の前に、計算課題を行わせる。計算課題として Hsee & Rottenstreich (2004) の研究で用いられた課題の改良版を用いる。拡散的処理モードではアイデア課題として参加者に全く新しいレンガの用途を回答するよう求める課題を用いる。また、全ての参加者に服部・織田 (2013) と同様の閾上の非注意性

手がかりを呈示する。

また、第1章でも取り上げられた通り、洞察問題解決で無意識的に呈示された手がかりは、無効果を示す場合や手がかりの呈示によって、かえって洞察問題の成績が低下する場合がある。無効果や手がかり妨害効果については、反応抑制機能（生み出してしまいそうな反応を抑制する認知機能）と関係があるかもしれない。これまでの創造性に関する研究では、反応抑制機能の高さとアイデア課題における成績の高さとの間には、正の相関があることが知られてきた（e.g., Benedek et al., 2012; Edl, Benedek, Papousek, Weiss, & Fink, 2014）。後述するように、拡散的処理モードへの誘導には、アイデア課題を用いる。アイデア課題の成績を反応抑制機能の指標として考えて、非注意性手がかりの効果について検討できるかもしれない。そこで、実験1ではアイデア課題を反応抑制機能の指標として用いて、非注意性手がかりの効果について探索的に検討することを第2の目的とした。

2.1 実験1

実験1の目的は、服部・織田（2013）の二重課題を用いた実験結果が収束的処理抑制仮説によるものか認知資源分散説によるものか明らかにすることである。さらに、アイデア課題の成績を抑制機能の指標としてとらえ、手がかりの効果が抑制機能によって影響するのか、探索的な検討を行う。

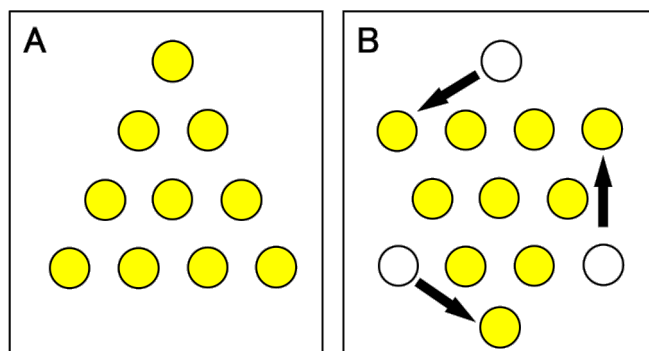


図4 10枚硬貨問題の初期状態 (A) と解答例 (B).

2.1.1 方法

実験参加者 大学生および大学院生 121 名 (男性: 51 人, 女性: 70 人, $M_{age}=20.8$, $SD_{age}=2.1$) が実験に参加した. 各参加者は各条件に無作為に割り当てられた.

実験計画 2 (二重課題の負荷: 負荷なし条件, 負荷あり条件) \times 2 (処理モード: 収束的処理モード条件, 拡散的処理モード条件) の 2 要因計画で実験を実施した. 二重課題と処理モードの両者は参加者間要因であった.

実験装置 洞察課題はタブレット型パソコン (MSI WindPad 110W) とノイズキャンセリングヘッドフォン (MDR-NC600D) を用いて実験を行った. 収束的処理モードを促す計算課題と, 拡散的処理モードを促すアイデア課題は実験用紙で行われた.

洞察課題 洞察課題には 10 枚硬貨問題を用いた (de Bono, 1969). 10 枚硬貨問題は, 図 4 のように上向き三角形の配置に並んだ 10 枚の硬貨のうち, 3 枚の

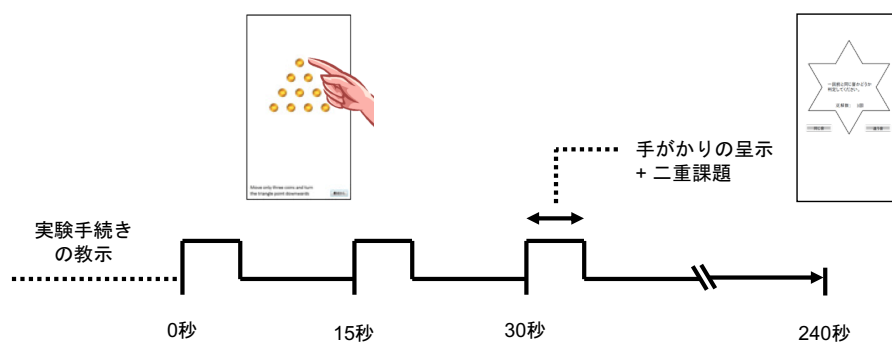


図5 実験1の実験手続き. 右の図は、呈示された手がかりイメージを示す.

み操作して下向き三角形になるよう求められる課題である。実験で用いられたプログラムでは、3枚以上の硬貨を操作して逆向き三角形になった場合、正解と判断されないよう設定されていた。参加者は、タッチペンを用いてタブレット上に映し出された硬貨を移動させた。

実験課題に取り掛かる前に、参加者は条件によって異なる教示を受けた。負荷あり条件の参加者は、課題途中でヘッドフォンから流れるメロディを覚えておくことが求められた。一方、負荷なし条件の参加者は、単にメロディを聴くことだけが求められた。図5は10枚硬貨問題の一連の流れを示す。全条件で、10枚硬貨問題に取り掛かる直前に、問題の手がかりとなる図形と、ランダムに選出されたメロディが5秒間流れた。その後、15秒ごとに課題が中断され、手がかりイメージ（図5右）を呈示し、ランダムに選ばれたメロディが流れた。負荷あり条件では、そのメロディが一つ前に流れたメロディと同じか同じでないかを二肢強制選択法で判断するよう求められた。ただし、回答に5秒以上時間が経過した場合は、強制的に10枚硬貨問題の画面に切り替わった。負荷なし条件では、手がかりイメージとメロディが5秒間呈示されるのみであった。手

がかりの呈示、メロディ呈示および判断課題は、参加者が問題の解決に至るか、問題開始から4分間が経過するまで繰り返された。

処理モード操作 収束的処理モードの操作には、計算問題を用いた。計算課題は Hsee & Rottenstreich (2004) の研究で用いられた課題を参考に5題作成した。拡散的処理モードの操作には、アイデア課題を用いた。アイデア課題では、参加者に全く新しいレンガの用途を回答するよう求めた (Gilhooly et al., 2007)。

手続き 参加者は、実験の手続きについて説明を受けた。参加者は、処理モードの操作を行う課題を頭の体操として実施すると説明を受けた。収束的処理モード条件に割り当てられた参加者は、計算課題を3分間行った。参加者は3分間で5問の計算課題を解くように求められた。拡散的処理モード条件に割り当てられた参加者は、アイデア課題を3分間行った。アイデア課題では制限時間内にレンガの使い方を、実験用紙の五つの枠内に書きだすよう求められた。3分経過以前に課題が終了した参加者は、自分が回答した答えやアイデアに対して見直しを行った。全ての参加者は3分経過時点で、計算課題およびアイデア課題を終えた。課題直後、参加者はタブレット型コンピュータとヘッドフォンを手渡され、10枚硬貨問題に取り組んだ。参加者は、10枚硬貨問題を制限時間内に解決した後、あるいは問題開始から4分間が経過した時点で終了した。10枚硬貨問題終了後、問題の途中で呈示されていたイメージが手がかりであることに気がついたか確認する質問に強制選択法で回答した。最後に、10枚硬貨問題に取り組んだ経験を問う質問に選択形式で回答し、実験を終えた。

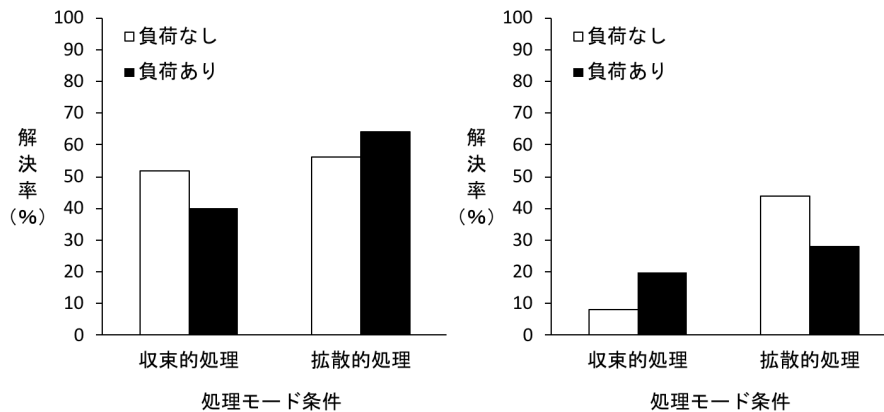


図6 実験1各条件の解決率。左は240秒時点での解決率を示し、右は95秒時点での解決率を示す。白バーは無負荷条件、黒バーは有負荷条件の解決率を示す。

2.1.2 結果

分析対象 10枚硬貨問題を解答したことがあると答えた12名、手がかりイメージが問題の手がかりであることに気が付いた9名を分析対象外とした。最終的に残った100名を分析対象とした。

分析1-1: 処理モードと二重課題（課題終了時の解決率） 処理モードと二重課題の要因の効果を検討するため、洞察課題終了時点での解決率について分析を行った。解決率は収束的処理モードにおいて、無負荷条件で52% (13/25)、有負荷条件で40% (10/25)となった。拡散的処理モードにおいて、無負荷条件で56% (14/25)、有負荷条件で64% (16/25)となった(図6左)。

問題解決の有無を応答変数とし、処理モードの操作、負荷の操作および交互作用を説明変数としてカイ二乗分布を用いた分散分析を行った。その結果、処理モードの主効果、二重課題の主効果、両者の交互作用、全ての効果について有

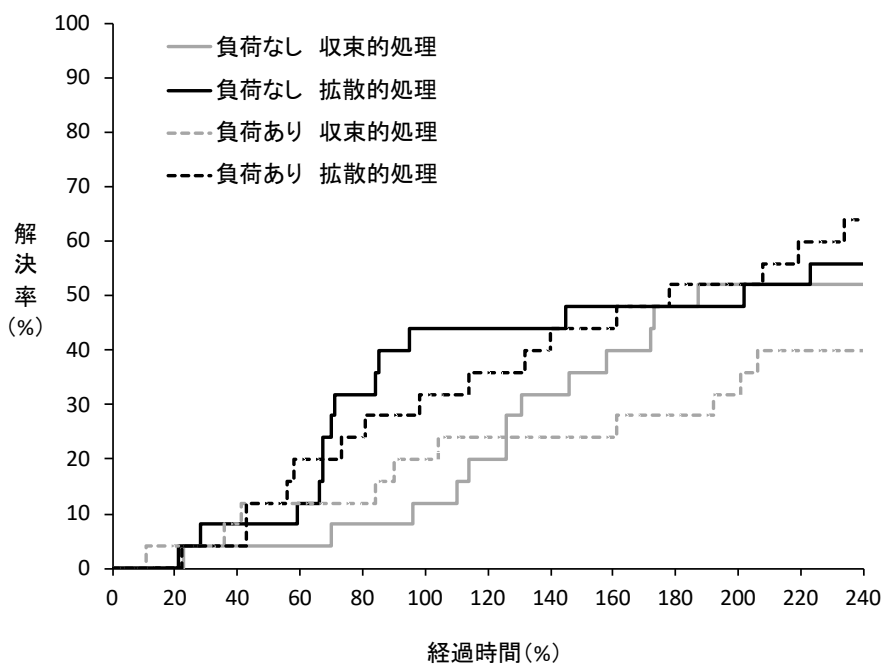


図7 各条件の解決率と経過時間。縦軸は累積の解決率を示し、横軸は経過時間を示す。

意ではなかった, $\chi^2(1) < 2.1$.

分析 1-2: 処理モードと二重課題 (95 秒時点の解決率) 次に解決時間について検討するため、解決までの所要時間を Kaplan-Mayer 法で推定した (図 7)。図によると 95 秒時点で解決率に大きな差が見られる。そこで、95 秒時点において解決率の分析を行った。解決率は収束的処理モードにおいて、負荷なし条件解決で 8% (2/25)、負荷あり条件で 20% (5/25) となった。拡散的処理モードにおいて、負荷なし条件で 44% (11/25)、負荷あり条件で 28% (7/25) となった (図 6 右)。問題解決の有無を応答変数とし、処理モードの操作、負荷の操作および交互作用を説明変数としてカイ二乗分布を用いた分散分析を行った。その結果、処理モードの主効果が有意であった, $\chi^2(1) = 7.08, p = .008$ 。二重課題の主効果は有意ではなかった, $\chi^2(1) = 0.00, p = .963$ 。両者の交互作用も有意でな

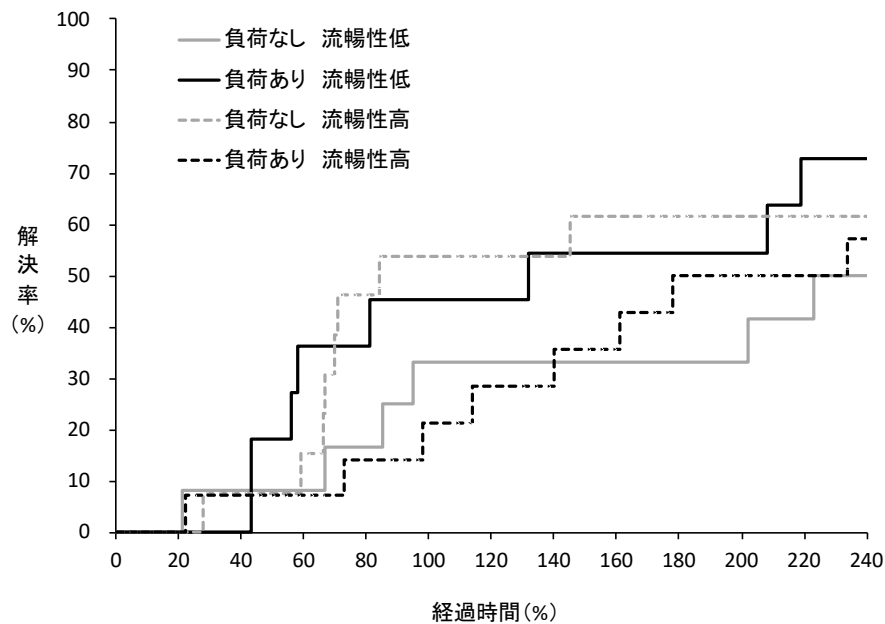


図8 分析2における各条件の解決率と経過時間。縦軸は累積の解決率を示し、横軸は経過時間を示す。

かった, $\chi^2(1) = 2.97, p = .085$.

分析 2: アイデア課題と二重課題

分析 2 ではアイデアの回答数 (流暢性) と二重課題の交互作用について検討する。拡散的処理モード条件の参加者のみを分析対象とした ($N = 50$)。中央値分割法によって ($Med = 4.0$)、アイデアの生成数が少ない流暢性低群 ($n = 23, M = 1.91, SD = 1.14$) と生成数が多い流暢性高群 ($n = 27, M = 4.48, SD = 0.50$) に分けた。

アイデア課題の流暢性と二重課題の要因の効果を検討するため、アイデア課題の流暢性の高低の 2 条件と二重課題の有無の 2 条件をクロスさせた 4 条件の解決率について分析を行った。問題解決の有無を応答変数とし、処理モードの操作、アイデア課題の流暢性の高低および交互作用を説明変数としてカイ二乗分布を用いた分散分析を行った。その結果、課題終了時の解決率についてすべ

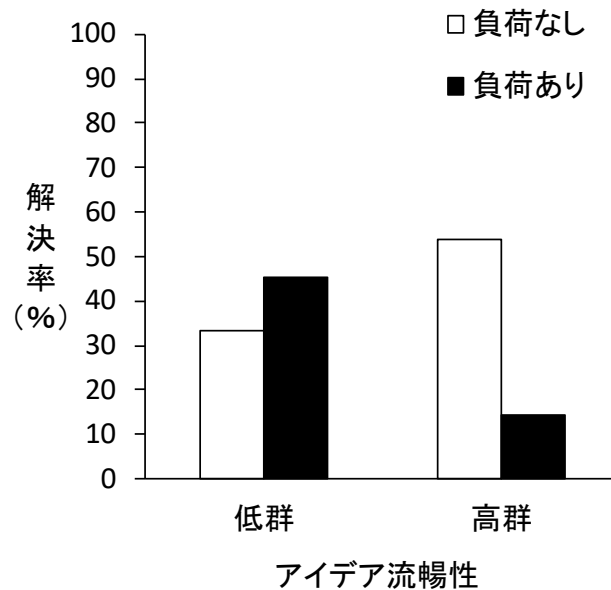


図9 分析2における各条件の95秒時点での解決率。縦軸は問題開始から95秒時点の解決率を示す。白バーは負荷なし条件、黒バーは負荷あり条件の解決率を示す。

ての効果は見られなかった、 $\chi^2(1) < 1.0$ 。そこで分析2と同様、解決時間について検討するため、解決までの所要時間をKaplan-Mayer法で推定し(図8)、大きな差が見られる洞察課題開始95秒経過時点での解決率の分析を実施した。解決率は流暢性低群において、負荷なし条件で33% (4/12)、負荷あり条件で45% (5/11)であった。流暢性高群において、負荷なし条件で53% (7/13)、負荷あり条件で14% (2/14)であった(図9)。問題解決の有無を応答変数とし、処理モードの操作、アイデア課題の流暢性の高低および交互作用を説明変数としてカイ二乗分布を用いた分散分析を行った。その結果、アイデア課題の流暢性および二重課題の主効果は有意ではなかった、 $\chi^2(1) < 1.3$ 。両者の交互作用は有意であった、 $\chi^2(1) = 3.90, p = .048$ 。単純主効果検定の結果、流暢性高群において、二重課題の単純主効果が有意であった、 $\chi^2(1) = 4.72, p = .030$ 。

2.1.3 考察

分析 1-1 において、収束的処理抑制説と認知資源分散説の両仮説は支持されなかった。また、分析 2-1 の分析結果においても、両仮説とも支持されなかった。しかし、拡散的処理モード条件は収束的処理モード条件よりも洞察問題解決のパフォーマンスが一時的によいことがわかった。この効果が拡散的処理モードによる促進効果か収束的処理モードによる妨害効果かは、実験 1 では明らかにならなかった。拡散的処理モードによる促進効果であれば、拡散的処理が、問題空間の探索を広げ、洞察問題に内在する制約を緩和することによって解決パフォーマンスを促進したと考えられる。創造性研究では、注意の拡散によって創造性が促進することが示唆されている (Jarosz et al., 2012; Rowe, Hirsh, & Anderson, 2006)。注意の拡散は、新しい問題表象への探索を広げることで、無関連なアイデアにまでアクセスを可能にし、創造性を促進すると考えられる。したがって、洞察問題解決においても拡散的処理モードによる探索の拡散が解の発見に重要であることが示唆される。ただし、95 秒時点での一時的な効果であったため、今後の再検討が必要かもしれない。

一方、分析 2 では服部・織田 (2013) と異なり二重課題の実施で成績が低下することが明らかになった。分析 2 では、アイデア課題で多くのアイデアを生み出した流暢性高群とそうでない流暢性低群にわけた。結果では、流暢性低群において、有意差は認められないものの、二重課題によって促進することが図

8 からも視認できる。流暢性高群では、二重課題によって洞察問題の成績が低下する結果が得られた。

いくつかの研究は、創造性の課題においてアイデアを生み出す流暢性と抑制機能の高さに正の相関があることを示している (e.g., Benedek et al., 2012; Edl et al., 2014)。たとえば Benedek et al. (2012) は、BMG 課題 (random motor generation test) と呼ばれる抑制機能を測定する課題と創造性の課題を用いて実験を行なっている。BMG 課題は、ランダムな順番でキー押しをすることが求められる。BMG 課題では、すでに生成したランダムなキー押し反応を繰り返してしまう傾向を抑制しなければならない。BMG 課題は、抑制機能の一種である反応抑制機能を測定する課題と考えられる。Benedek et al. (2012) は、強い反応抑制機能とアイデアの流暢性の間に関連性があることを実験から示し、反応抑制機能とアイデアの流暢性の関係について次のようなメカニズムを想定している。初期のアイデアに固執しないためには、すでに生み出された反応と同じ反応を抑制しなければならない。この干渉を抑制するはたらきが、課題とは無関係な概念やアイデアへのアクセスを助けるため、アイデアを生み出す流暢性を高めると考えられる (Benedeck et al., 2012, p. 483)。Benedek et al. (2012) の知見によると、アイデアをより多く生み出せる流暢性高群は、反応抑制機能が強い人と位置付けることができる。

本研究の実験 1 でアイデア課題の流暢性が高い人は、反応抑制機能が強いために低下したのではないだろうか。このことについて、次のようなプロセスが

考えられる。まず二重課題の実施によって手がかりが受け入れられた。Benedek et al. (2012) の知見によるとアイデアの流暢性が高い人は反応抑制機能が強いと考えられる。このことからアイデア流暢性の高い人で、受け入れられた手がかりと同類の反応が抑制を受けた。手がかりと同類の反応が抑制をうけたため、洞察問題の成績が低下した。こうしたプロセスによって、アイデア課題の流暢性が高い人は、成績が低下したのではないだろうか。ただし、抑制機能とアイデアの流暢性に関しては、フランカー課題 (Eriksen & Eriksen, 1974) などで測定される抑制機能を弱めることでアイデアの流暢性が高めるという知見もある (Radel, Davranche, Fournier, & Dietrich, 2015)。手がかりに関するこのプロセスにはまだ検討の余地が残るが、少なくとも実験1は、受け入れられた手がかりが抑制をうける可能性を示したといえる。

以上から、実験1では次のことを明らかにしたといえる。分析1の結果は、収束的処理抑制仮説と認知資源分散説の両者を支持しなかった。しかし分析2において、アイデア課題の成績がよい流暢性高群で、二重課題により成績が低下した。アイデア課題の流暢性が高い人では反応抑制機能が強いという知見があることから (e.g., Benedek et al., 2012; Edl et al., 2014)、流暢性高群は反応抑制機能の強い群として位置付けられ、解釈された。研究1では、反応抑制機能が強いいため手がかりが抑制をうけ、洞察問題の成績が低下するという可能性を明らかにした。

しかし、実験1の結果は、95秒時点での解決率であり、明確な結果とはいえ

ない。この理由は、反応抑制機能は手がかりの効果をあまり予測しないからかもしれない。抑制機能には複数の種類がある (Friedman & Miyake, 2004; Howard et al., 2014) が、フランカー課題では、目の前のタスクとは無関連な刺激を排除することが求められ (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000)、自動的・非意図的な抑制が必要とされる (Howard et al., 2014)。それに対して、BMG 課題やストロープ課題 (Stroop, 1935) のような場合には、優勢的な反応に対して努力的・意図的に抵抗しようとする抑制が必要とされる (Friedman & Miyake, 2004)。もし、閾下呈示された手がかりが抑制されるとすれば、それは閾下である以上、非意図的な抑制と考えられるため、閾下手がかりに対する抑制は、反応抑制のような意識的な抑制よりも、無意識的な抑制の方が予測されやすいと考えられる。そこで以降の研究は、反応抑制機能については取り扱わず、フランカー課題で測定される抑制機能から閾下手がかりの効果について検討する。

第3章 研究2：アイデア生成と抑制機能

研究2では、手がかりの効果と抑制機能の関係について明らかにする。研究1は、洞察問題解決においてアイデア課題の良い成績によって二重課題の成績が低下する結果を得た。この結果から、一つの可能性が考えられた。アイデア課題の成績が高い人は同時に、反応抑制機能も高いために成績が低下したという可能性である。しかし、反応抑制機能は優勢的な反応に対して努力的・意図的に抵抗しようとする抑制であり、洞察問題解決における手がかりに対する抑制は非意図的な抑制であると考えられる。反応抑制機能が洞察問題解決に対して十分な効果を示さなかったことから、無意識的で非意図的な抑制機能が洞察問題解決に関係するのではないだろうか。すなわち、無意識的で非意図的な強い抑制機能をもつ人は、抑制が強いために無意識的に得られた手がかりを抑制してしまい、手がかりの促進効果を得られなかった可能性がある。手がかり妨害効果に抑制機能が関わるのであれば、抑制機能の指標によって手がかり妨害効果が予測されると考えられる。研究3の位置付けは、手がかりの効果と抑制機能の関係を明らかにすることにある。

洞察の無意識的過程を調べる研究のいくつかは、手がかりを見たという気づきを伴わないよう、手がかりを呈示する方法を用いている。古くはMaier (1931)が、問題の手がかりをそれと気づかれないように呈示しても、その情報が利用されることを示した。しかし、こういった非注意性の手がかりは、問題解決者

が手がかりに気がつかなかったのではなく、単に手がかりに気がついたことを忘れてしまっただけという可能性を排除することが難しい。西村・鈴木(2006)は、T パズルと呼ばれる洞察問題において、逆向マスクングの手法を用いて実験を行った。すなわち、ヒントや正解などの手がかりとなる画像をごく短時間(通常 100 ms 以下) 呈示した直後にマスクを呈示することによって、見えの意識を伴うことなく手がかり刺激を呈示した。こうした手続きによって彼らは、手がかりの閾下呈示がTパズルの解決時間を短縮させることを示した。さらに、鈴木・福田(2013)は、連続フラッシュ抑制(Tsuchiya & Koch, 2005)の手法によって、正解図を呈示した場合も、Tパズルの成績が向上することを示した。また、Hattori et al. (2013)は、放射線問題、9点問題、10枚硬貨問題などの多くの洞察問題に対して手がかりの閾下呈示が有効であることを示した。このように、無意識的な外部情報も洞察問題解決に影響することが知られている。

しかし、外部に存在する有効情報が、常に洞察を促すわけではない。たとえば、放射線問題を用いた Gick & Holyoak (1980)の実験は、手がかりの自発的活用が困難であることを示した。また、手がかりの閾下呈示による洞察の促進効果は、服部・柴田(2008)や Orita & Hattori (2012)でも観察されているものの、十分な効果ではなかった。このように、洞察問題解決では、外部情報を常に自発的に十分に活用できるとは限らない。

手がかりが活用されない原因は、外部から入力された情報を無関係な情報として排除するしくみが存在するためと考えられる。手がかり情報の入力がある

にも関わらず、洞察問題解決に影響を及ぼさない場合があるということは、入力された手がかりが、取り組んでいる問題とは無関連な情報として抑制を受けていると考えられる。こうした洞察問題解決における抑制しくみの詳細はまだ明らかになっていないが、このしくみこそが洞察を難しくしているのではないだろうか。そこで、本研究では、洞察問題解決における抑制のしくみについて検討することを目的とする。

手がかりの（不）活用は、外部から入力された情報に誘発される行動を抑制する認知機能（抑制機能）と関係していると考えられる。それを示唆するものとして、注意の焦点化が周辺情報の見落としを引き起こしていることを示した研究がある。たとえば、ワーキングメモリ容量が大きい人は、小さい人に比べて、定石的で複雑な解法に固執してしまい、簡易な解法を見落としてしまう（Beilock & DeCaro, 2007）。洞察問題解決でも同様のことが起こるという報告がある（DeCaro et al., 2016）。さらに、高齢者は、ワーキングメモリ容量が小さいため、若年者に比べて洞察問題の手がかりとなる周辺情報を顕著に活用することがわかっている（Kim et al., 2007; May, 1999）。これらの個人差から得られた知見は、高い認知機能や注意焦点化にともなう抑制機能のはたらきが外部情報を抑制していることを示唆している。このことから、抑制機能がより強くはたらく人に対しては、闕下手がかりの促進効果が得られにくいと予測される。そこで、本研究では、個人差特性として抑制機能を測定し、手がかり活用の違いについて検討する。

本研究では、個人の抑制機能の強度を測定するためにフランカー課題 (Eriksen & Eriksen, 1974) を用いる。抑制機能には複数の種類がある (Friedman & Miyake, 2004; Howard et al., 2014) が、フランカー課題では、目の前のタスクとは無関連な刺激を排除することが求められ (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000)、自動的・非意図的な抑制が必要とされる (Howard et al., 2014)。それに対して、ストロープ課題 (Stroop, 1935) のような場合では、優勢的な反応に対して努力的・意図的に抵抗しようとする抑制が必要とされる (Friedman & Miyake, 2004)。もし、閾下呈示された手がかりが抑制されるとすれば、それは閾下である以上、非意図的な抑制と考えられるため、本研究では、抑制機能の指標としてフランカー課題の成績を用いることにした。

3.1 実験2

実験2では、洞察問題解決における抑制のしくみについて明らかにするために、閾下手がかりと抑制機能の関係について調べた。もし外部情報に対して抑制がはたらいているのであれば、抑制機能が低い参加者では、閾下手がかりの呈示によって洞察問題のパフォーマンスが促進されるが、抑制機能が高い参加者では、閾下手がかりが呈示されたとしても、手がかりの効果が小さくなるか無効果になると予想される。そこで、洞察問題解決における抑制のしくみに関する仮説を調べるために閾下手がかりとフランカー課題を用いて検討を行った。

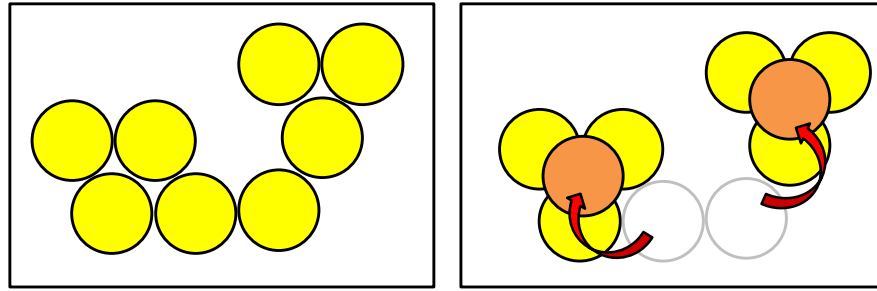


図 10 実験 2 で用いられた 8 枚硬貨問題の初期配置 (左) と解答の一例 (右)。

3.1.1 方法

実験参加者 大学生 55 名 (男性 : 22 名, 女性 : 33 名, $M_{age} = 20.5$, $SD_{age} = 4.0$) が実験に参加した。各参加者は, 閾下手がかり呈示あり条件と呈示なし条件に無作為に割り当てられた。

実験装置 実験では, デスクトップ型パーソナルコンピュータ (以下, PC と呼ぶ) DELL XPS 8700 が用いられた。洞察課題とフランカー課題は同一 PC 上で実施された。

洞察課題 洞察課題としては, 8 枚硬貨問題 (Ormerod, MacGregor, & Chronicle, 2002) を用いた。これは, 並んだ 8 枚の硬貨のうち, 2 枚の硬貨を動かしてすべての硬貨が他の 3 枚の硬貨と接するよう配置するという課題である。本実験に先立って実施した予備的な実験において, ほとんどの参加者が制限時間内にオリジナル版の 8 枚硬貨問題を解くことができなかったことから, 実験では, 課題の難易度を下げた改定版が用いられた (図 10 左)。さらに, Ormerod et al. (2002) に従い, 正解に至るには硬貨を二つのまとまりにわけることが必要であることを教示した。参加者は PC のマウス操作によって, 硬貨の配置を操作するこ

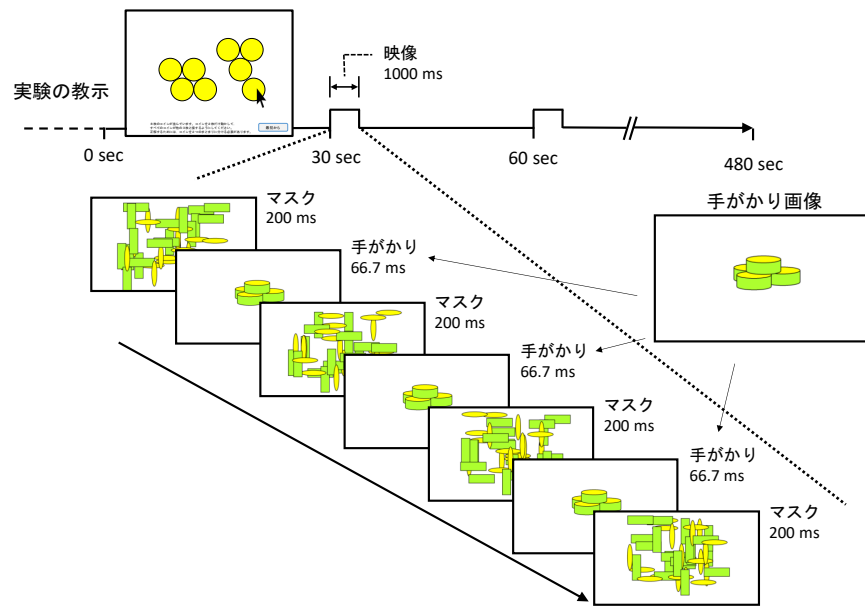


図 11 実験 2 の 8 枚硬貨問題の実験手続きと閾下手がかりの呈示方法。

とで問題に解答した。画面上のやり直しボタンをクリックすることで、何度でも初期配置からやり直すことができた。制限時間は 8 分間であった。

閾下手がかり 参加者が PC 画面上で問題を解いている間、同じ画面に 30 秒に 1 回の間隔で手がかり画像を含む映像が呈示された。ただし、手がかり画像は、逆向マスクングによって見えないようにして閾下呈示された (図 11)。各映像の長さは、1000 ms であった。閾下手がかりは、マスク (200 ms) と手がかり画像 (66.7 ms) を交互に 3 回繰り返し呈示された後、最後にマスク (200 ms) が呈示された。閾下手がかり呈示なし条件では、手がかり画像の代わりにブランク画面が挿入された。

フランカー課題 フランカー課題ではブランク画面 (1000 ms) の後に、注視点 (500 ms) が画面に現れ、水平に並んだ 3 本の矢印が呈示された (1000 ms)。参加者は、矢印が呈示されている間に、中央の矢印の向きをキー押しで回答し

た。キー押し回答後、次の試行に移った。

フランカー課題は、一致試行 50 試行と不一致試行 50 試行の合計 100 試行から構成された。一致試行では、中央の矢印の向きが周囲の矢印の向きと同じ向き（→→→あるいは←←←）であった。不一致試行では、中央の矢印の向きが周囲の矢印の向きと逆向き（不一致試行：→←→あるいは←→←）であった。中央以外のふたつの矢印は、同じ方向を指していた。参加者は、できるだけ速く正確に矢印の向きをキー押しで答えた。中央の矢印が右を向いている場合はキーボードの「j」キーを、中央の矢印が左を向いている場合は「f」キーを押した。各試行はランダム呈示された。本試行に入る前に、8 試行の練習試行を行った。練習試行のみ「正解」、「不正解」のフィードバックが与えられた。

手続き 実験は、実験室で 1 名ずつ実施された。すべての参加者は、8 枚硬貨問題、フランカー課題の順に実験を実施した。8 枚硬貨問題に取り組んでいる間は脈拍計を装着していた⁴。

参加者は、実験参加に同意した後、実験の説明を受けた。その後、PC の前に座り、8 枚硬貨問題に取り組んだ。8 枚硬貨問題は、問題に正解した時点か問題開始から 8 分が経過した時点で終了した。問題終了後、四つの質問項目にすべて強制選択法で回答した。第 1 質問は、映像の中に手がかりが隠されているこ

⁴ 脈拍計は、手がかりの効果と覚醒度の関係について検討するために用いられたが、現段階では明解な分析結果が得られていないため、本論文では脈拍については報告しない。

とに気がついたかを問う項目（はい、気づきました／何かが見えたような気がしますが、はっきりとは見えませんでした／いいえ気づきませんでした）、第2質問は、4種類の手がかりイメージのうちどれが隠されていたと思うかを問う項目、第3質問は、選択した図形に対して自信があるかを問う項目（自信があります／少し自信があります／当てずっぽうです）、第4質問は、8枚硬貨問題を見た経験について問う項目（はい、見たことがあります／自信はありませんが、見たことがあるかもしれません／いいえ、見たことはありません）であった。これらの4項目に回答した後、1分間の休憩を挟み、フランカー課題を行った。フランカー課題では練習試行を実施後、本試行に移った。フランカー課題終了後、実験を終了した。

3.1.2 結果

分析対象 8枚硬貨問題では、問題開始30秒後にはじめて闕下手がかりが呈示されたことから、問題開始30秒以内に正答に至った参加者は、闕下手がかりの呈示とは無関係に正解したことになる。そこで、実験条件を問わず、30秒以内に正答に至った参加者4名は分析対象外とした。また、洞察問題後の第1質問において、「いいえ気づきませんでした」以外を回答した参加者9名を分析対象外とした。さらに、フランカー課題の正答率が、平均正答率から $-3SD$ を下回った参加者1名、フランカー課題の全試行の平均反応時間（後述の通り対数変換後の平均値）が、全参加者の平均値を基準として $\pm 3SD$ に収まらなかった

参加者 1 名を分析対象外とした。最終的に 40 名が分析対象となった。

抑制スコア フランカー課題の試行の中で、誤反応試行と 1 秒以内にキー押し反応がなかった試行を除外した。また、各試行の反応時間は、その分布から対数に変換して分析するのが妥当と判断した。以降のフランカー課題の反応時間の分析結果は、すべて常用対数変換値（ミリ秒）に基づくものとする。変換後に $\pm 3SD$ に収まらない試行を除外し、 $\pm 3SD$ の範囲を越える試行がなくなるまで除外を繰り返した。フランカー課題における実験参加者一人当たりの分析対象試行は、平均 96.88 試行 ($SD = 3.69$)、最小 80 試行であった。一致試行の反応時間 ($M = 2.526, SD = 0.054$) と、不一致試行の反応時間 ($M = 2.557, SD = 0.053$) の間に有意差が認められた、 $t(39) = -10.95, p < .0001$ 。

フランカー課題の反応時間にもとづいて、参加者を抑制機能の高い群と低い群（以下、それぞれを抑制高群、抑制低群と呼ぶ）の 2 群にわけた。まず、各参加者の一致試行の平均反応時間から不一致試行の平均反応時間を引いて算出された値を抑制スコアとした。抑制スコアは、数値が大きければ大きいほど周辺矢印からの干渉を抑制していることを示す。抑制スコアの数値が高い参加者は、低い参加者に比べ、抑制がはたらくために中心矢印に対して速く反応する。つまり、抑制スコアの数値の高さは抑制機能の高さを示す。次に、抑制スコアの中央値 ($Med = -0.026$) を求め、中央値より抑制スコアが高い参加者を抑制高群 ($n = 21, M = -0.017, SD = 0.009$)、低い参加者を抑制低群 ($n = 19, M = -0.045, SD = 0.011$) とグループわけを行った。

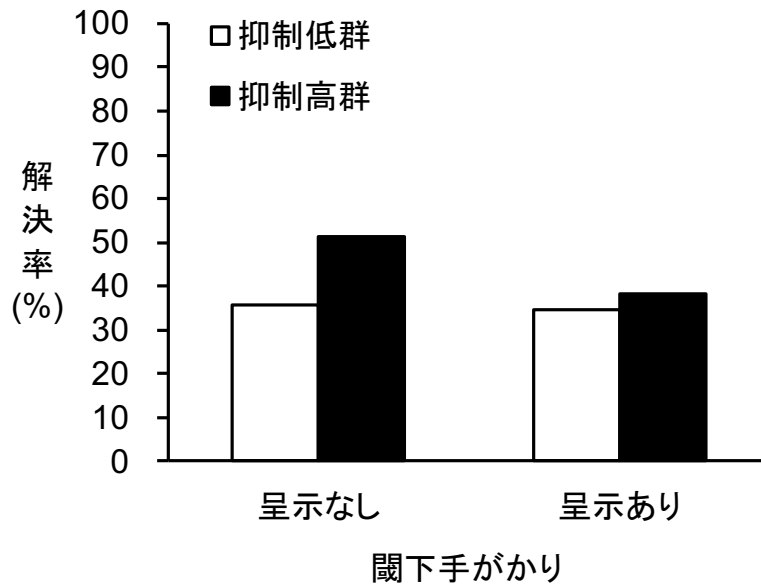


図 12 実験 2 における解決率の分析結果。縦軸は解決率、横軸は閾下手がかりの呈示条件を示す。白のバーは抑制低群を示し、黒のバーは抑制高群を示す。

分析 1：解決率 閾下手がかりと抑制機能の関係について検討するため、ロジスティック回帰分析を行った。解決の有無を応答変数とし、閾下手がかりの有無、抑制機能の高低、および交互作用を説明変数とした。閾下手がかりと抑制機能は参加者間要因であった。各群における解決率は図 12 の通りとなり、閾下手がかりが解決を低下させる様子が見られた。しかし、各主効果と交互作用は有意でなかった、 $\chi^2_{s(1)} < 2.0$ 。

分析 2：制約逸脱率 分析 1 で解決率に有意な差は見られなかったが、解決に至る前の段階で、閾下手がかりが何らかの効果を発揮していた可能性がある。そこで、硬貨を重ねる操作を応答変数として分析を行った。8 枚硬貨問題では、解に至るためには硬貨を重ねる操作が要求される (図 10 右) が、Ormerod et al. (2002) によると、硬貨を重ねるよう明示的な手がかりを与えないと解を発見

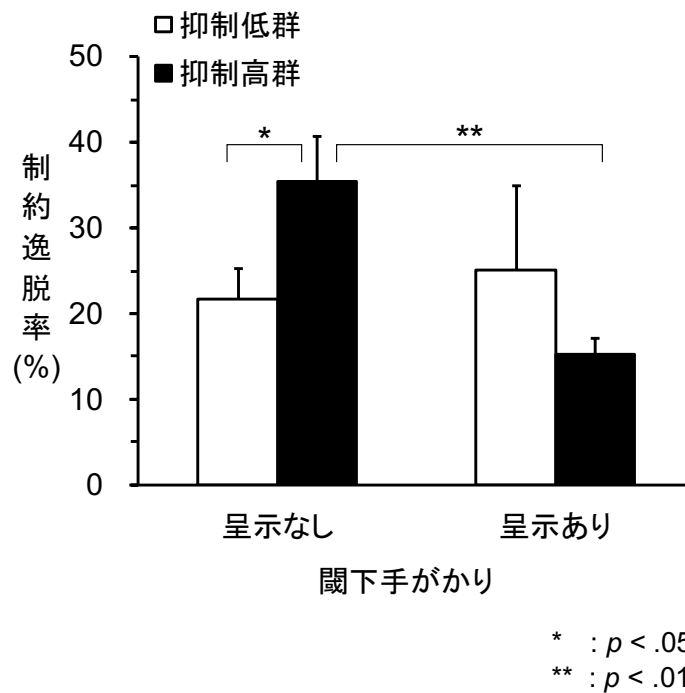


図 13 実験 2 における制約逸脱率の分析結果。縦軸は硬貨を重ねた操作の割合（制約逸脱率），横軸は閾下手がかりの呈示条件を示す。白のバーは抑制低群を示し，黒のバーは抑制高群を示す。エラーバーは，標準誤差を示す。

することが難しい。それは，問題の初期配置によって，硬貨を横に並べようとする不適切な制約が参加者に強くはたらくためである。一般に，洞察問題解決では，不適切な制約を緩和することによって解に近づくと考えられており（開・鈴木, 1998; Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; Ohlsson, 1992），8 枚硬貨問題では，硬貨を重ねる操作が制約から逸脱した行動になる。もし閾下手がかりが何らかの効果をおよぼすのであれば，硬貨を重ねる操作の頻度が増えることが予想される。そこで，各参加者の硬貨を重ねた操作回数を各参加者の全操作回数で割った値を制約逸脱率と定義し，制約逸脱率を応答変数として，抑制機能が閾下手がかりの効果に与える影響を検討した。

閾下手がかりと抑制機能が制約逸脱率にどのような影響を与えているかを検

討するため、2 要因分散分析を行った。制約逸脱率を応答変数とし、閾下手がかりの有無、抑制機能およびその交互作用を説明変数とした。閾下手がかりの有無と抑制機能の高低は参加者間要因であった。各群における制約逸脱率の結果を図 13 に示す。分析の結果、閾下手がかりと抑制機能の交互作用が有意であった、 $F(1,36)=6.21, p=.02$ 。下位検定より、閾下手がかり呈示なし群において、抑制高群の制約緩和率が高いことが示された、 $F(1, 36) = 4.20, p = .048$ 。また、抑制高群において、閾下手がかり呈示なし群の制約緩和率が高いことが示された、 $F(1, 36)=9.13, p=.005$ 。他の効果は有意ではなかった、 $F_s < 3.2$ 。

3.1.3 考察

実験の結果、分析 1 では閾下手がかり呈示にも抑制の強さにも、解決率に対する有意な影響は認められなかった (図 12)。分析 2 では、閾下手がかりが抑制高群の制約逸脱率を低下させることがわかった (図 13)。このように、閾下手がかりと抑制機能の関係は、抑制機能が高い場合に閾下手がかりが洞察を低下させるというものであったが、こうした解決率や制約逸脱率の低下は、予想されたものではなかった。

閾下手がかりによる洞察パフォーマンスの低下は、抑制機能の状態変化と関連しているかもしれない。分析 1 でも、有意ではなかったものの、西村・鈴木 (2006) や Hattori et al. (2013) の実験結果と異なり、閾下手がかりが洞察問題の解決を低下させる傾向を図から見てとることができる。このような結果が得

られた理由は定かではないが、緊張感やモチベーションが、関係しているのかもしれない。Hattori et al. (2013) は、三つの実験で閾下手がかりの促進効果を得たが、いずれも実験室で実施された実験ではない。ただ、実験室実験で促進効果が見られた研究もある(e.g., 服部・織田, 2011; Hattori, Sloman, & Orita, 2012) ことから、実験室での実施が決定的な原因とは考えにくい。分析2の結果と総合すると、実験室での実施が参加者のモチベーションや緊張を高め、抑制機能を活性化させた可能性はないとはいえない。

しかし、モチベーションや緊張が一因となって抑制機能のはたらきが高まり、その結果、手がかりの妨害効果が生まれるとすれば、こうした抑制機能の影響力は、洞察問題の実行中に抑制機能の有効性が維持される場合に、より強く手がかりに抑制がはたらいて、手がかりの妨害効果が大きく顕在化すると予想される。そこで、実験3では、抑制機能の持続性の効果を確認した。なお、閾下手がかりによる洞察パフォーマンスの低下の理由については、総合考察において、実験3の結果を踏まえた上で議論する。

3.2 実験3

実験3は、抑制機能の持続性が閾下手がかり効果に関与しているかどうかを明らかにすることを目的とした。実験2では、参加者に一題の洞察問題を課していたため、抑制機能の持続性の影響を検討するのが難しかった。ワンショット型の洞察問題では、短時間で課題が終了してしまうこともあるからである。

そこで、実験3では洞察課題として、寺井・三輪・浅見（2013）の日本語版遠隔連想テスト（remote associates test; RAT）を用いた。RATは、もともと Mednick（1962）によって創造性のテストとして作成された単語発見型の洞察問題である。Mednick（1962）が作成した英語版 RAT では、一見一貫性のない三つの単語（例：cottage, swiss, cake）が呈示され、各単語と共通する単語一つ（cheese）を発見することが求められる。RAT では同一の参加者に複数の問題を課すことができるので、課題実行中の抑制機能の維持の効果を検討することが可能になる。RAT は、これまで多くの研究で洞察問題として扱われてきた（e.g., Bowden & Jung-Beeman, 2003; Bowden et al., 2005; Dodds et al., 2002; Moss et al., 2007）ことから、本研究でも RAT を洞察問題として用いることにした。

抑制機能の持続性は、フランカー課題を RAT の前後で合計 2 回実施することで測定した。抑制機能を長く維持できない人は、2 回めのフランカー課題の成績が 1 回めより下がることが予想される。一方、抑制機能の有効性を長く維持できれば、課題成績に大きな変化がないか、練習効果によってむしろ上昇する可能性もあるだろう⁵。このような観点から、実験3では、闕下手がかりの妨害効果をよりよく予測するのは、洞察課題実施後の抑制スコアであるのか、洞察問題解決の前後で抑制スコアが低下しないことなのかを検討した。

⁵ 実験2のように洞察課題後に抑制スコアを測定するだけでは、抑制の持続性を知ることはできない。なぜなら、洞察課題後に抑制スコアが高くても、それが練習効果による場合や、洞察課題前の非常に高いスコアが低下してその水準に落ちた場合もあるためである。

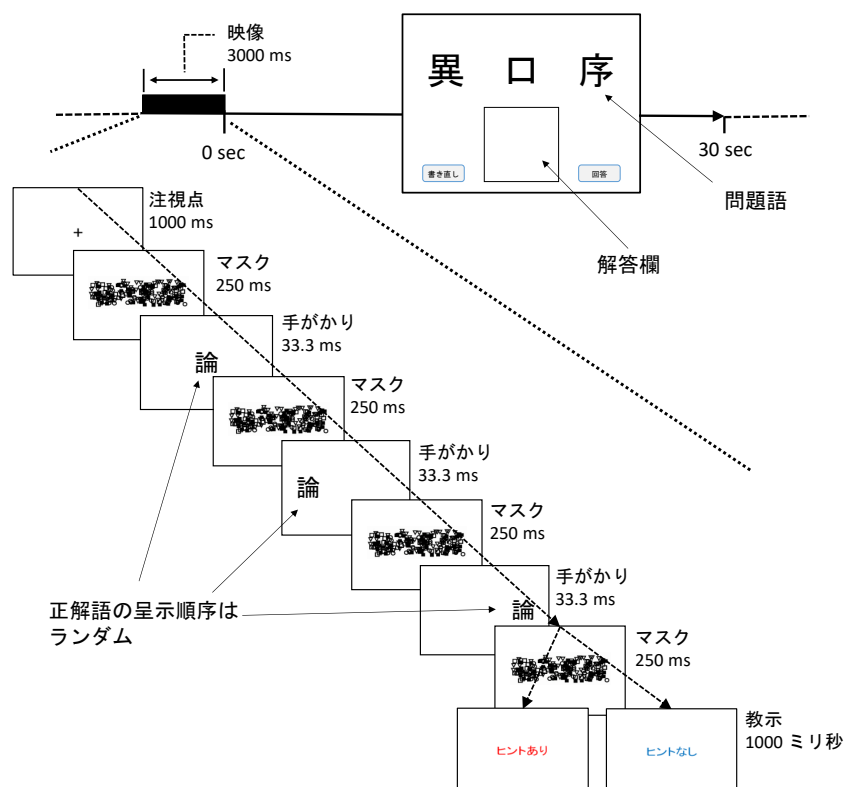


図 14 実験 3 の RAT の実験手続きと闕下手がかりの呈示方法。

3.2.1 方法

実験参加者 実験 2 の参加者とは異なる大学生 44 名 (男性 : 20 名, 女性 : 24 名, $M_{age} = 19.0$, $SD_{age} = 1.4$) が実験に参加した。

実験装置 洞察課題の実施にはタブレット型 PC, MSI WindPad 110W が用いられた。フランカー課題の実施には, 同 PC およびノート型 PC, Lenovo ThinkPad X220 が用いられた。

闕下手がかり 各試行の手続きを図 14 に示す。試行開始と同時に注視点 (100ms) がタブレット型 PC のディスプレイ上に呈示された。注視点の後, 正解語を含んだ (あるいは含まない) 映像が呈示された。正解語の呈示, 非呈示

の順序はランダムで、試行数のカウンターバランスがとられた。闕下手がかり
呈示あり条件の映像では、マスク（250ms）と正解語（33.3ms）が3回交互に繰
り返し呈示された後、最後にマスク（250ms）が呈示された。闕下手がかり呈示
なし条件では、正解語の代わりにブランク画面が呈示された。映像呈示後、参
加者は洞察課題に取り組んだ⁶。

洞察課題 日本語版 RAT（寺井ら，2013）が用いられた。日本語版 RAT は問
題語として三つの漢字（例：化，磁，岩）が呈示される。この課題では、参加
者は三つの各漢字と接続して二字熟語を構成する一つの漢字（石）を解答する
ことが求められた。実験では、寺井ら（2013）の問題番号1番から53番の53
問の RAT が用いられた。1番の問題は課題説明のための例題として、2番から
5番の4問は練習試行として、残りの6番から53番の48問は本試行の課題と
して用いられた。

参加者は、タブレット型 PC 上で、RAT を解いた。各 RAT に解答する前に、
正解語を含んだ（あるいは含まない）映像が呈示された。映像の後、三つの問
題語と解答欄が呈示され、参加者はタッチペンで解答欄に漢字を記入した。記
入した漢字は制限時間内であれば、書き直しボタンを押すことで、何度でも書
き直しをすることができた。参加者は、答えだと思ふ漢字を記入した場合、回
答ボタンを押した。各 RAT の解答制限時間は30秒であった。参加者は、30秒

⁶ 映像呈示後、実際の手がかりの呈示とは無関係に、「ヒントあり」および「ヒントなし」の
教示文が1秒間呈示された。これは、闕下手がかりを意識的に取捨選択することが可能で
あるかどうかを検討する目的で挿入された。しかし、結果的に教示に効果が認められな
かったため、本論文では分析結果を報告しない。

以内に解答した後あるいは解答制限時間の経過後、手がかり映像が見えたかどうかを問う質問項目に回答した。参加者は、「はっきり見えた」／「見えたような気がする」／「全く見えなかった」の選択肢三つから強制選択法で答えた。

「はっきり見えた」／「見えたような気がする」を選んだ場合は、解答欄が画面に現れ、見えたと思う漢字を回答することが求められた。質問項目に回答後、次の試行に移った。「全く見えなかった」を答えた場合は、直後に次の試行に移った。参加者は48試行にわたってRATを解答し、16試行ごとに2分間の休憩をとった。

フランカー課題 実験2と同様のフランカー課題を用いた。ただし、実験3では、100試行のフランカー課題をRATの前後で実施した。以下では、1回めのフランカー課題をF1と呼び、2回めのフランカー課題をF2と呼ぶ。

手続き 実験は、大学の小教室にて、1名ずつ、または2名の小グループで実施された。参加者は、実験参加の同意を伝えた後、F1、RAT、F2の順番で実験を進めた。F1（100試行）終了後、1分程度の休憩をとった。次に、RATの説明を受け、練習試行として4試行のRATに取り組み、本試行として48試行のRATに取り組んだ。すべてのRATを終えた後、1分程度の休憩をとり、F2（100試行）に取り組んだ。

3.2.2 結果

分析対象 実験2と同様、フランカー課題の正答率が、平均正答率を基準と

して $-3SD$ を下回った参加者 1 名，反応時間が平均値を基準として $\pm 3SD$ に収まらなかった参加者 1 名，合計 2 名を分析対象外とした。フランカー課題の反応時間は，実験 2 と同様，常用対数変換を行った。最終的に 42 名が分析対象となった。また，RAT について，闕下手がかり呈示の有無にかかわらず，質問項目で，「全く見えなかった」と答えた試行のみを分析対象とした。1 人あたりの分析対象試行数は，平均 36.98 試行 ($SD=8.15$)，最小 22 試行であった。

フランカー課題の反応時間 各フランカー課題の反応時間について，実験 2 と同様の方法でデータの除外を行った。F1 において実験参加者一人当たりの分析対象試行は，平均 95.43 試行 ($SD=3.06$)，最小 90 試行であった。F2 において実験参加者一人当たりの分析対象試行は，平均 95.60 試行 ($SD=4.01$)，最小 83 試行であった。F1 では，一致試行の反応時間 ($M=2.532, SD=0.046$) と不一致試行の反応時間 ($M=2.575, SD=0.038$) の間に，有意差が認められた， $t(41)=-15.26, p<.0001$ 。F2 においても，一致試行の反応時間 ($M=2.528, SD=0.041$) と不一致試行の反応時間 ($M=2.571, SD=0.043$) の間に，有意差が認められた， $t(41)=-15.70, p<.0001$ 。

分析 1 まず，実験 2 と同様，洞察課題実施の前と後の各フランカー課題から算出される抑制スコアと闕下手がかりの有効性の関係を分析した。各参加者の一致試行平均時間から不一致試行平均時間を引いて算出された値を抑制スコアとした。F1 における抑制スコア（これを 1st Inhibition，以下では略して I1 と呼ぶ）の中央値 ($Med=-0.042$) を基準とし，抑制高群 ($n=21, M=-0.028, SD$

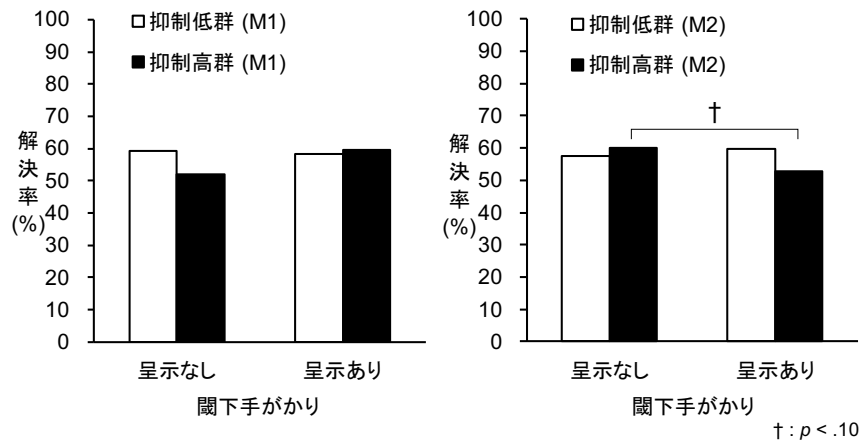


図 15 実験 3 の分析 1 における解決率の分析結果. 左のグラフは, M1 での結果を示し, 右のグラフは M2 での結果を示す. 縦軸は解決率, 横軸は閾下手がかりの呈示条件を示す. 白のバーは抑制低群を示し, 黒のバーは抑制高群を示す.

= 0.009) と, 抑制低群 ($n = 21, M = -0.057, SD = 0.011$) にわけた. F2 の抑制スコア (これを 2nd Inhibition, 以下では略して I2 と呼ぶ) についても同様に, 中央値 ($Med = -0.043$) を基準とし, 抑制高群 ($n = 21, M = -0.028, SD = 0.010$) と, 抑制低群 ($n = 21, M = -0.057, SD = 0.010$) にわけた.

一般化線形混合効果モデルによる分析を行った. 分析 1 では, I1 および I2 が閾下手がかりの効果に与える影響について検討するため, 二つの分析モデルを用いて分析した. まず, 閾下手がかり, I1, 交互作用の 3 項目を説明変数に投入した分析モデル (以下, M1 と呼ぶ) を用いて分析を行い, 次に, 閾下手がかり, I2, 交互作用の 3 項目を説明変数に投入した分析モデル (以下, M2 と呼ぶ) を用いて分析を行った. 各分析では, 解決の有無を応答変数とし, 変量効果には名義尺度化した参加者番号と問題番号を含めた. 各分析の要因計画は, 参加者内要因の閾下手がかりの有無と参加者間要因の抑制機能の高低をクロスした 4 条件の混合計画であった. 図 15 に各分析モデルにおける 4 条件の解決

率の結果を示す。M1 による分析では、閾下手がかりの主効果、I1 の主効果、両者の交互作用すべてに有意な効果は認められなかった、 $F_s < 2.1$ 。一方、M2 による分析では、閾下手がかりと I2 の交互作用が有意傾向であった、 $F(1, 1549) = 2.80, p = .095$ 。実験 2 と同じ傾向が現れるのか確かめるため、下位検定を行った。その結果、抑制高群において、閾下手がかり呈示なし条件の解決率が高い傾向が示された、 $F(1, 1549) = 3.25, p = .07$ 。なお、閾下手がかりの主効果と I2 の主効果は有意ではなかった、 $F_s < 1.0$ 。

分析 2 次に、抑制機能の持続性の影響を検討するため、洞察問題解決前後の抑制スコアの差と閾下手がかりの有効性の関係を分析した。各参加者の I2 から I1 を減じた値を持続性スコアと定義し、持続性スコア値の中央値 ($Med = -0.0002$) を基準として、持続性スコアの高い群と低い群にわけた。持続性スコアの高い群を抑制持続群 ($n = 21, M = 0.013, SD = 0.011$)、低い群を抑制低下群 ($n = 21, M = -0.013, SD = 0.008$) とした。なお、持続性スコアの中央値が 0 に近いことから、抑制持続群ではむしろスコアが上昇していることがわかるが、この上昇については、練習効果以上の合理的な理由を考えることが難しい。そこで、抑制スコアの変動には練習効果が加算されていると仮定して、持続性スコアの中央値分割により持続群と低下群とした (脚注 7 参照)。

分析 1 と同様、一般化線形混合効果モデルで分析を行った。解決の有無を応答変数とし、閾下手がかりの有無、抑制機能の持続性、および両者の交互作用を説明変数とした。変量効果として参加者と問題を含めた。図 16 に解決率の結

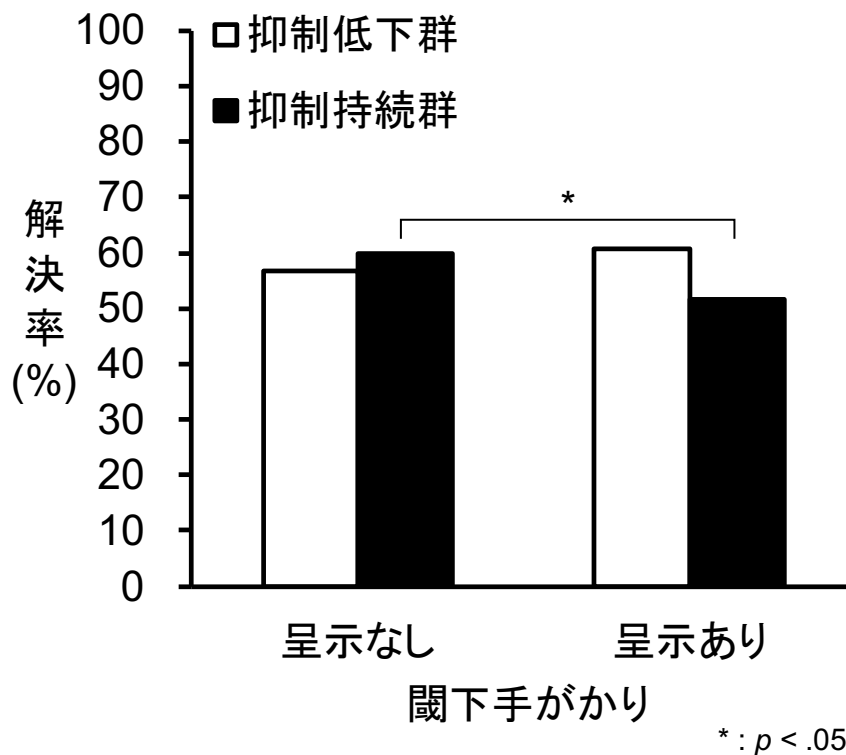


図 16 実験 3 の分析 2 における解決率の分析結果。縦軸は解決率、横軸は閾下手がかりの呈示条件を示す。白のバーは抑制低下群を示し、黒のバーは抑制持続群を示す。

果を示す。閾下手がかりと抑制機能の持続性について交互作用が有意であった、 $F(1, 1549) = 4.50, p = .03$ 。下位検定の結果、抑制持続群において、閾下手がかり呈示なし条件の解決率が高いことが示された、 $F(1, 1549) = 4.68, p = .03$ 。また、閾下手がかりと抑制機能の持続性の主効果は有意でなかった、 $F_s < 1.1$ 。⁷

3.2.3 考察

実験 2 の目的は、閾下手がかり効果と抑制機能の持続性の関係について明ら

⁷ 念のため、練習効果以外の未発見の要因の存在を想定して、持続性スコアを得点順に 14 名ずつの 3 群に分けて分析したところ、やはり図 16 と同じ傾向が認められた (交互作用は有意、 $F(1, 1547) = 3.05, p = .047$ 、下位検定は非有意、 $F_s < 2$)。

かにすることであった。実験の結果、分析1のM1による分析では、すべての効果が有意ではなかった。M2による分析（実験2と同じ分析）では、非有意ながら抑制高群による閾下手がかりの妨害効果が認められ（図15）、実験2と符合する結果が得られた。分析2の結果から、抑制持続群において、閾下手がかりが解決を妨害することが示された（図16）。この結果から、抑制機能が持続する参加者において閾下手がかりが解決を妨害することが示唆される。分析2の結果も実験2の結果と整合している。ここでも実験2と同様、手がかりの呈示がパフォーマンスを低下させる結果が得られた。

実験2と3の結果は、矛盾するものではない。実験2の結果は、実験3の抑制機能の持続性の観点からも説明することは可能と考えられる。実験2では、洞察問題実施後の抑制機能と持続的な抑制機能のいずれも、抑制が手がかりの妨害効果と関係していることが示唆された。これは、両者がある程度共通した特性であるためと考えられる。実験2でも、抑制機能の持続性が反映された結果、手がかりの妨害効果との関係が観察されたと考えられる。

3.3 総合考察

本研究の目的は、閾下手がかりの効果と抑制機能の関係について検討することによって、洞察の抑制しくみを明らかにすることであった。実験2でも実験3でも、洞察問題実施後に測定された抑制機能が高い参加者に、閾下手がかりによる妨害効果が観察された（図13、図15）。実験3では、洞察問題実施前に

測定される抑制機能の高さは妨害効果とあまり関係ないが、抑制機能が維持されると閾下手がかりが妨害的にはたらくことが示唆された（図 16）。これらの結果から、抑制機能の維持と手がかり妨害効果の関係が示された。

手がかりの妨害効果そのものは新しい結果であるが、手がかりが活用されなかったという点では、本研究の結果は注意研究やプライミング研究の知見と整合的である。プライミング効果は、個人差や内部状況によって効果が異なることが知られている。その例としては、老化による周辺手がかり活用の増加（Kim et al., 2007; May, 1999）、ワーキングメモリの負荷による無関連情報処理の促進効果（Lavie, 2005, 2010）、マインドフルネスのスコアが低い群のみで生じる閾下プライミング効果（Radel, Sarrazin, Legrain, & Gobancé, 2009）などがあげられる。これらの研究結果は、十分な量の認知資源が存在するときに、プライミング効果が生じにくくなることを示唆している。抑制のためにも認知資源が必要であることから、抑制機能が維持される場合に閾下プライミングの効果が現れないという本研究の結果は、これらの知見と整合的である。ただし、われわれが知る限り、これまでに手がかり妨害効果のようなプライミングの逆効果を示した研究はなかった。その点において、本研究の結果には新奇性がある。

こうした従来の注意やプライミングの研究の知見と併せて考えれば、手がかり妨害効果があらわれた理由は、アイデア生成のしくみにあると考えられる。本研究の結果は、抑制機能の強さが手がかり妨害効果を引き起こすといった因果関係を直接示すものではないが、手がかり妨害効果が抑制機能によって引き

起こされたと仮定しても、従来の知見と矛盾しない。すなわち、抑制機能が持続的にはたらくあまり、手がかりと同類のアイデアの生成までも抑制を受け、解の生成が困難になったために手がかり妨害効果が現れたと考えることができる。つまり、洞察の抑制しくみは、外部情報の活用だけでなく、内部のアイデア生成にも抑制がはたらくしくみであるといえる。以上は仮説に過ぎないが、今後、実験的に検証する価値は十分にあると考えられる。

手がかりの逆説的妨害効果は、負のプライミング効果 (Tipper, 1985) と類似しているように思われるかもしれないが、以下の2点で大きく異なる。第1に、負のプライミングの実験手続きでは、先行刺激に対して意図的な無視を行うことが前提になっている。負のプライミング効果は、ターゲット刺激に注意を向けながら意図的にデストラクタ刺激を無視することで、デストラクタ刺激に対する反応時間の遅延が生じる現象である。本研究で用いられた閾下プライミングは、意図的に無視するよう仕向けられたものではない。そもそも閾下呈示であるため、意図的な無視がはたらいた可能性は排除できる。第2に、負のプライミング効果の持続時間は、本研究で見られた手がかり妨害効果に比べて非常に短いという点である。前者は、通常、1秒以下であるが、後者は数分間におよぶ問題解決の間、持続した可能性がある。以上より、本研究において観察された手がかり妨害効果は、負のプライミングとは別の現象と考えられる。

手がかりの妨害効果は、洞察問題解決や発見課題に対して、二つの示唆を与える。第1に、有効情報が見落とされる現象には、アイデア生成の抑制が関与

しているということである。目の前に存在するはずの有効な情報が見落とされる現象は、洞察問題 (Kaplan & Simon, 1990; MacGregor et al., 2001)、水がめ問題 (Luchins, 1942)、チェス場面 (Bilalić, McLeod, & Gobet, 2008) など、さまざまな場面で観察されている。こうした見落としは、制約、ヒューリスティックな方略、定石的な方略に固着してしまうことで生じると考えられる (e.g., 開・鈴木, 1998; Luchins, 1942)。また、手がかり妨害効果と同様、見落としは、抑制機能がより強くはたらく場合 (ワーキングメモリ容量大) で顕著に生じる (e.g., Beilock & DeCaro, 2007; DeCaro et al., 2016)。こうした研究結果を総合すると、洞察問題解決のプロセスや見落としは、抑制しくみの影響をうけていると考えられる。つまり、問題解決者は解決の過程で、偶然、解に近い情報や手がかりとなる手を打つことがある (Kaplan & Simon, 1990) が、抑制機能が持続的にはたらくことで、問題解決内で得た (実際には有効であるかもしれない) 情報の直接的な活用や、手がかりに基づくアイデアの生成までも抑制してしまい、結果的に見落としが生じると考えられる。洞察問題解決を難しくしている要因もここにあるのではないだろうか。

第2に、洞察の無意識的過程では、積極的な外部情報の取捨選択が行われているということである。閾下手がかりが洞察を促進したという研究結果 (Hattori et al., 2013; 西村・鈴木, 2006) だけをみると、洞察の潜在プロセスは、外部からの情報を一方的に受け入れるだけの受動的で機械的なものと考えられるかもしれない。しかし、本研究で観察された手がかりの妨害効果は、無意識的過程

が閾下手がかりを能動的に抑制し、その結果、パフォーマンスが変化することを明らかに示している。つまり、積極的な情報取捨選択が、意識的過程のみならず無意識的過程においても行われ、閾下手がかりの効果や洞察のパフォーマンスを決定づけていると考えられる。

本研究の結果は、洞察問題解決において、外部情報の活用だけでなく外部情報にもとづく内部のアイデア生成までも抑制がはたらいていることを示唆している。ここではたらく抑制は、有効でないと（無意識的に）判断された情報に対して、またその情報が実際に解決に有効であるかどうかとは関係なくはたらくと考えられる。つまり抑制は、単に情報を遮蔽するのではなく、意味ネットワークの不活性化のようなはたらきによって実現し、本来ならば有効であるはずの情報（群）の活性化を抑え、その結果、手がかりの妨害効果が生じるのではないだろうか。こうした抑制しくみの詳細については、まだ仮説の段階である。抑制しくみを詳細に検証するためには、個人にとっての制約の強度と抑制の関係（鈴木・宮崎・開,2003）などについても明らかにしていく必要があるだろう。

手がかりの妨害効果が抑制の持続性と関連するということは、抑制が低い水準で持続する場合も、高い水準で持続する場合と同じ効果が発揮されることを意味する。その理由は、現時点ではこれも想像の域を超えないが、覚醒度が関与していると考えられる。高いモチベーションや緊張感によって、覚醒度が高い水準を維持し、抑制機能を補うことで、手がかりと同類のアイデア

の生成が抑制されたのかもしれない。覚醒度と抑制機能が関わる一つの証拠として、覚醒度が高い（心拍変動が大きい）人は、ワーキングメモリ課題の成績がよいという知見がある（Hansen, Johnsen, & Thayer, 2003）。また、覚醒度が高いと、閾下プライミング効果が得られないという知見も存在する（Radel et al., 2009）。このように覚醒度が抑制機能やプライミング効果に影響を与えることから、洞察問題解決でも覚醒度が抑制の強さを補っている可能性はある。今後、覚醒度の観点から仮説を実証的に吟味していく価値があるだろう。

また本研究では、抑制機能が低い参加者で閾下手がかり呈示による促進効果が観察されなかった。このことは、問題解決において手がかりを有効に活用するためには、単に「脱抑制」すればよいという単純なものではないことを示している。問題解決や創造性には、認知機能だけでなく、問題に取り組む思考方略も影響を受けるとされている（Gilhooly et al., 2007）。今後は、個人特性だけでなく、問題解決者の方略から検討することで、手がかりの促進効果と妨害効果の両者を説明するしくみを明らかにしていく必要があるだろう。

第4章 研究3：無意識的ソース特定仮説

研究3では、洞察問題解決における情報の取捨選択のしくみとして、後述の、無意識的ソース特定仮説について検証する。研究2では、抑制機能の強い人で手がかり妨害効果が起こることを示した。手がかり妨害効果そのものは、無意識的過程が入力された情報を機械的に処理するわけではなく、積極的に情報の有効性を判断し取捨選択しているという可能性を示している。しかし、閾下手がかりがどのようにして取捨選択されているのか、そのしくみについては、未だに明らかでない。研究3では、閾下手がかりが後述の無意識的ソース特定仮説に基づくしくみによって取捨選択されているのか検討する。研究3の位置付けは、無意識的ソース特定仮説について検討し、洞察の情報取捨選択のしくみを明らかにすることにある。

これまでの研究は、手がかりであることに気づかれずに呈示された手がかりは、洞察問題解決を促進することを明らかにしている (Hattori et al., 2013; 西村・鈴木, 2006)。これは、手がかり刺激が見えの気づきをともなわない場合でも同様である (e.g., Maier, 1931)。しかし、研究2で示された通り、閾下手がかりは洞察問題のパフォーマンスを妨害することもある。手がかり妨害効果が存在することから、手がかりは、閾下呈示された場合でも無意識的に取捨選択されていると考えることができる。無意識的に入力された手がかりは洞察問題のパフォーマンスを促進するだけでなく妨害もする。手がかり妨害効果は、手がかり

と同類のアイデアの生成を抑制した結果、現れると考えられる。これは、実際には問題解決に役に立つはずの手がかり情報が問題解決にとって役に立たない情報と誤認されたことでおきると考えられる。閾下手がかりは洞察パフォーマンスを促進することもあることから、手がかりが役に立つ情報と評価される場合もあると考えられる。すなわち、無意識的過程は、手がかりに対する有効性を評価し、有効性があると評価すれば閾下手がかりを問題解決に適用し、有効性がないと評価すれば手がかりと同類のアイデアの生成を抑制すると考えられる。

無意識的過程によって手がかりが取捨選択をうけていることを支持する研究は他にもある。服部・織田（2011）は、閾下手がかりと新奇教示を組み合わせた実験を行なっている。服部・織田（2011）は、できるだけ新しいアイデアを生み出すよう参加者に教示を与え、閾下手がかりを呈示したところ、新奇教示と閾下手がかりの両者が呈示された条件の洞察問題のパフォーマンスは、新奇教示のみが与えられた条件、閾下手がかりのみが与えられた条件に比べて低かった。すなわち、手がかり妨害効果が見られた。新奇教示がどのような作用をしたのかは明らかではないが、新奇教示は、新しいアイデアを生み出すことを促進する一方、すでに得られていた閾下手がかりのアイデアを古く無関係なアイデアとして抑制するよう促した可能性がある。このように手がかりの効果は、情報の取捨選択による無意識的な行動のコントロールによって、おこると考えられる。

情報の取捨選択は、記憶情報の情報源（ソース）を特定することによって実現しているのかもしれない。Gick & Holyoak (1980) は、事前に洞察問題の手がかりとなる物語を参加者に呈示し、洞察問題を解いている参加者に手がかりがあったことを伝えることで、洞察問題のパフォーマンスが促進することを示した。事前にストーリーを呈示するなど顕在的に手がかりを呈示して、手がかりがあったことを参加者に伝えた場合、参加者は、呈示された手がかりの記憶を想起しようと試みると考えられる。このとき、手がかり記憶のソースを特定しようと試みる。ソースを特定しようとする試みによって、検索によって想起された手がかりが問題解決にとって有効な情報として取捨選択されると考えられる。本研究では、第1章でも定義した通り、手がかりがいつどこにあったのか記憶の情報源を特定する認知過程をソース特定と呼ぶ。ソース特定によって、手がかりの記憶が活性化し、問題解決に結びつくのではないだろうか。

Gick & Holyoak (1980) の実験結果から考えると、ソース特定は、顕在的な記憶に対して意識的に行われていると考えられるが、閾下呈示された刺激の記憶などの潜在記憶に対してでも同じようにソース特定によって、入力された情報を取捨選択しているのかもしれない。そのしくみは、次のように実現すると考えられる。閾下手がかりが呈示され、参加者がソース特定を試みると、見えの気づきはともなわないため、呈示された手がかりの視覚的イメージは表象されないと考えられる。しかし、視覚的イメージが表象されなくとも、入力された手がかりの潜在記憶がソース特定の試みによって活性化し、手がかりが有効な

情報として取捨選択されるのではないだろうか。本研究では、潜在記憶に対するソース特定のことを無意識的ソース特定と呼ぶ。

また無意識的ソース特定によって取捨選択されていると考えられる理由は、二つある。第1に、無意識的過程は意識的過程で行うパフォーマンスの基盤になると考えられるためである (Hassin, 2013)。たとえば、無意識的なワーキングメモリの研究では、閾下呈示された刺激を覚えるように参加者に教示を与えた場合、その後の閾下刺激に対する記憶成績の正答率はチャンスレベルをこえてよいことがわかっている (Soto, Mäntylä, & Silvanto, 2011)。この他にも気づきを伴わない目標プライミングの効果 (レビューとして Custers & Aarts, 2010; Dijksterhuis & Aarts, 2010; Fishbach & Ferguson, 2007) や意思決定における閾下プライミングの効果が観察されている (Strahan, Spencer, & Zanna, 2002; Karremans, Stroebe, & Claus, 2006)。これらの結果は、意識的に行われていると考えられる認知的活動の多くが実は無意識的過程による認知的な基盤によって実現していることを示している。無意識的過程が意識的過程の基盤と考えるならば、意識的な記憶に対してソース特定が行われ取捨選択が行われているだけでなく、潜在記憶に対する無意識的ソース特定が行われ取捨選択が行われている可能性もありえるだろう。

第2に、意識的過程は無意識的情報の活用 (抑制) に影響を与えると考えられるためである。ソース特定のような意識的過程が、無意識的に得られた手がかりの活用と関係していることを示す実験結果もある。たとえば、服部・織田

(2011) の新奇教示と閾下手がかりを用いた研究では、新奇教示の介入によって手がかり妨害効果が観察された。これは、新奇教示によって喚起された意識的過程のはたらきが閾下手がかりの効果に影響を及ぼすことを示している。また、吉田・服部（2002）の創造性に関する研究は、気づきを伴わない概念プライミングの効果が、実験的操作で用いられた教示によって変化することを示している。意識的過程のはたらきかけが閾下手がかりの効果に影響することから、意識的に行われるソース特定も閾下手がかりの効果に影響を与えられらる。

しかし、洞察問題解決において、こうしたソース特定が無意識的に得られた手がかりに対して行われ、手がかりが取捨選択されているかということについては、明らかになっていない。またこうしたソース特定に関する検証をおこなった研究は、筆者の知る限り存在しない。そこで本研究は、閾下手がかりは無意識的ソース特定によって取捨選択されているとする仮説を、無意識的ソース特定仮説と呼び、この仮説を検証する。

無意識的ソース特定仮説を明らかにするために、本研究では、教示による介入を行う。半数の参加者に想起教示と呼ばれる教示を与える。具体的には、「先ほど見た映像では、気づくことができないぐらい、ほんの一瞬の時間で、問題のヒントが表示されていました。」という教示文を半数の参加者に呈示する。この教示の介入によって、参加者は、手がかりの視覚的イメージを想起することはできなくとも、映像に手がかりがあったことに気づき、映像に対する記憶の

想起を行うと考えられる、すなわちソース特定が行われる。そこで、本研究では、想起教示を実験的操作として介入することで、無意識的ソース特定仮説を検証する。

4.1 実験4

実験4は、洞察問題解決における無意識的情報の取捨選択が無意識的ソース特定仮説によるのかどうか検討する実験を行う。もし閾下手がかりの活用は無意識的ソース特定がはたらいっているならば、映像の中に手がかりが含まれていたと教示を与えられた参加者では、閾下手がかりの呈示によって洞察問題のパフォーマンスが促進すると予想される。そこで、無意識的情報の取捨選択が無意識的ソース特定仮説によるのか検証するための実験をおこなった。

4.1.1 方法

実験参加者 大学生 99 人 (男性 34 人, 女性 65 人, $M_{age}=18.7$, $SD_{age}=1.15$) が実験に参加した。

実験装置 実験では、ノート型 PC, Lenovo ThinkPad X220 が用いられた。

洞察課題 洞察課題は、実験2と同様、8枚硬貨問題 (Ormerod et al., 2002) を用いた。参加者には並んだ8枚の硬貨のうち、2枚の硬貨を動かしてすべての硬貨が他の3枚の硬貨と接するよう配置することを求めた。また、正解に至るには硬貨を二つのまとまりにわけることがあることを教示した。

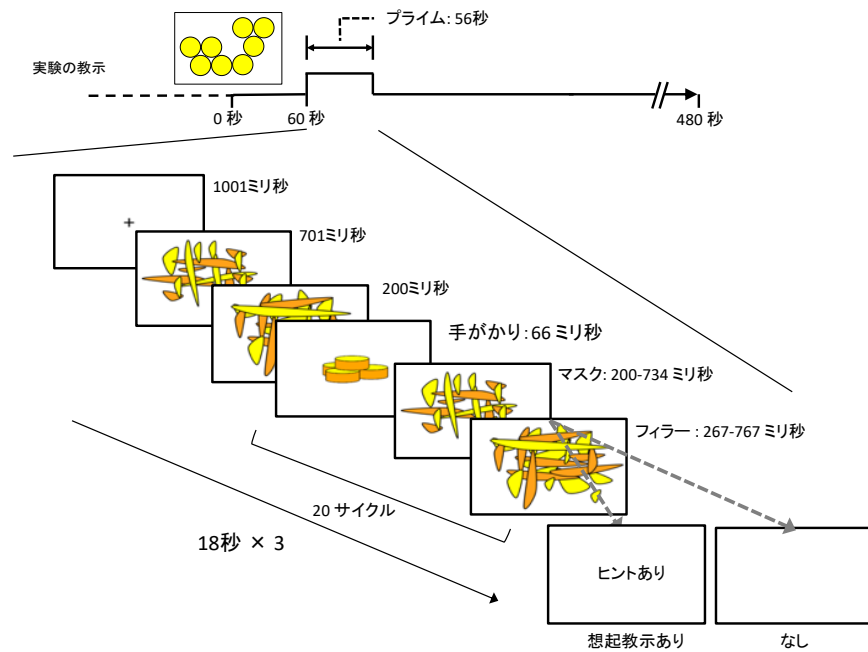


図 17 実験 4 の実験手続き.

実験計画 2 (閾下手がかり呈示：あり／なし) × 2 (想起教示呈示：あり／なし) の 4 条件の計画であった。

閾下手がかり 図 17 に閾下手がかりの呈示方法を示す。問題解決開始後 1 分間が経過した時点で 1 分間の映像を呈示した。半数の参加者には、手がかり画像が挿入された映像を呈示した。ただし、手がかり画像は、逆向マスクングによって見えないようにして閾下呈示された。残りの半数の参加者には、手がかり画像の代わりにブランク画像が挿入された映像を呈示した。映像は、フィルター刺激、マスク刺激、手がかり画像およびブランク画像で構成された。フィルター刺激は、267 から 767 ミリ秒の間で呈示された。マスク刺激は、200 から 734 ミリ秒の間で呈示された。マスクは、手がかり画像の後で呈示された。手がかり画像及びブランク画像は、66.7 ミリ秒の時間だけ 20 回呈示された。

想起教示 映像呈示後、教示あり条件の参加者にのみ「先ほど見た映像では、気づくことができないぐらい、ほんの一瞬の時間で、問題のヒントが表示されていました。」と文面で呈示した。想起教示は、映像呈示の後に、PCディスプレイ上に5秒間呈示された。またその後の問題解決画面の上部でも、想起教示文が呈示された。

手続き 実験は、実験室で1名ずつ実施された。すべての参加者は、8枚硬貨問題を解いた。参加者は、実験参加に同意した後、実験の説明を受けた。その後、PCの前に座り、8枚硬貨問題に取り組んだ。8枚硬貨問題は、問題に正解した時点か問題開始から8分が経過した時点で終了した。問題終了後、四つの質問項目にすべて強制選択法で回答した。第1質問は、映像の中に手がかりが隠されていることに気がついたかを問う項目（はい、気づきました／何かが見えたような気がしますが、はっきりとは見えませんでした／いいえ気づきませんでした）、第2質問は、4種類の手がかりイメージのうちどれが隠されていたと思うかを問う項目、第3質問は、選択した図形に対して自信があるかを問う項目（自信があります／少し自信があります／当てずっぽうです）、第4質問は、8枚硬貨問題を見た経験について問う項目（はい、見たことがあります／自信はありませんが、見たことがあるかもしれません／いいえ、見たことはありません）であった。これらの4項目に回答した後、参加者は実験の内容について事後説明を受け、実験を終了した。

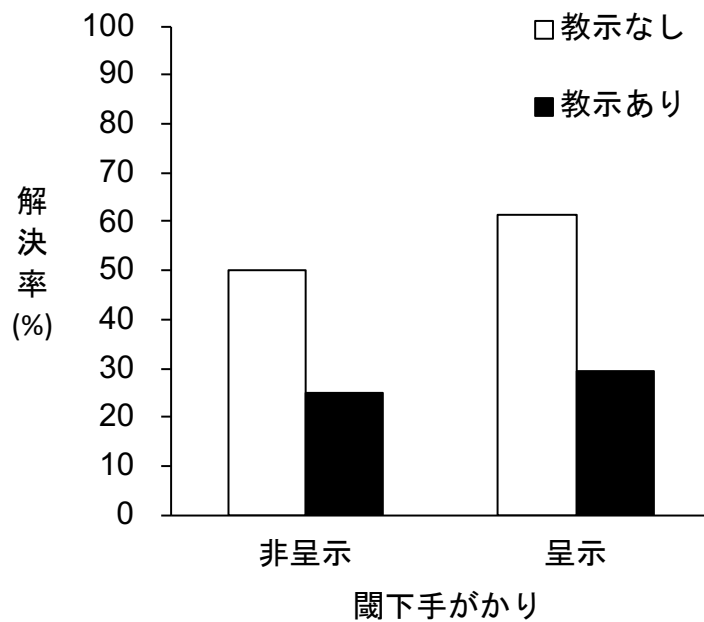


図 18 実験 4 の分析 1 の結果。縦軸は、解決率を示す。横軸は、閾下手がかりの呈示の条件を示す。白バーは、想起教示なし条件、黒バーは想起教示あり条件を示す。

4.1.2 結果

分析対象 実験 4 では、問題開始後 1 分後に映像を呈示したことから、1 分以内に問題を解決した 14 名を分析対象外とした。また、洞察問題後の第 1 質問において、「いいえ気づきませんでした」以外を回答した参加者 23 名を分析対象外とした。残った 62 名の参加者を分析対象とした。

分析 1：解決率 教示が閾下手がかりの効果について検討するために、ロジスティック回帰分析を行った。解決の有無を応答変数とし、閾下手がかりの有無、教示の有無、および交互作用を説明変数とした。閾下手がかりと教示は参加者間要因であった。各群における解決率は図 18 の通りとなり、教示に主効果が認められた、 $\chi^2(1) = 5.01, p < .025$ 。しかし、閾下手がかりの主効果と交互作用

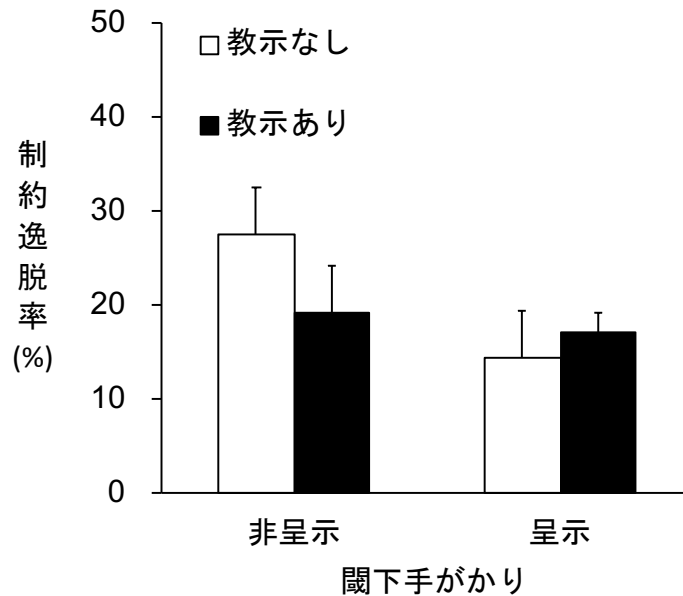


図 19 実験 4 の分析 2 の結果。縦軸は、硬貨を重ねた操作の割合（制約逸脱率）を示す。横軸は、閾下手がかりの呈示の条件を示す。白バーは、想起教示なし条件、黒バーは想起教示あり条件を示す。エラーバーは標準誤差を示す。

は有意でなかった、 $\chi^2(1) < 0.5$ 。

分析 2：制約逸脱率 解決に至る前の段階で、閾下手がかりが何らかの効果を発揮していた可能性がある。もしも閾下手がかりが洞察問題解決に影響しているのであれば、硬貨を重ねる頻度が変化すると考えられる。そこで、各参加者の硬貨を重ねた操作回数を各参加者の全操作回数で割った値を制約逸脱率と定義し、制約逸脱率を応答変数として、閾下手がかりと教示が洞察問題解決に与える影響を検討した。

閾下手がかりと教示が制約逸脱率にどのような影響を与えているかを検討するため、2 要因分散分析を行った。制約逸脱率を応答変数とし、閾下手がかりの有無、抑制機能およびその交互作用を説明変数とした。閾下手がかりの有無

と教示の有無は参加者間要因であった。各群における制約逸脱率の結果を図 19 に示す。分析の結果、閾下手がかりの主効果は有意ではなかったが、閾下手がかりが制約逸脱を阻害することが見てとれた、 $F(1, 58) = 3.77, p = .057$ 。また、教示の主効果および交互作用は有意でなかった、 $F_s < 2.1$ 。交互作用は非有意であったが、交互作用の性質について調べるため、下位検定を行なった。下位検定より、教示呈示なし群において、閾下手がかり呈示なし群の制約緩和率が高いことが示された、 $F(1, 58) = 5.28, p = .025$ 。また、他の効果は有意ではなかった、 $F_s < 2.5$ 。

4.1.3 考察

分析 1 は、想起教示が解決率を低下させることを明らかにした。分析 2 では、閾下手がかりの呈示が教示のない場合において手がかりが制約逸脱を低下させることがわかった。また、閾下手がかりの呈示のない場合、教示が制約逸脱率を低下させることがわかった。教示の効果は、分析 1 でも分析 2 でも共通して洞察問題のパフォーマンスを低下させた。実験 4 の結果は、無意識的ソース特定仮説を支持しなかった。

想起教示が洞察問題のパフォーマンスを低下させた原因は、今のところ明らかではない。原因として、教示が映像の想起を促すことで認知資源を消耗させたと考えられるかもしれないが、それは少し難しい。想起教示は、映像呈示後の問題解決において常に呈示されていた。また実際に想起教示は、記憶想起に

強制性をもたせるものではなかった。もし、想起教示が認知資源を消耗させ洞察問題のパフォーマンスが低下したならば、映像呈示終了後から問題の終了まで認知資源の必要な記憶想起を自発的に行なっていたことになる。記憶想起が認知資源を消耗させるのであれば、参加者は、認知資源を消耗させないために教示を無視して問題解決の途中で想起をやめてしまう可能性もある。なぜなら、認知資源を消耗する認知的活動そのものは、問題解決を邪魔する可能性が考えられるためである。このように認知的経済性という観点から、想起教示が認知資源を消耗させていたとは考えにくい。想起教示の意味については、実験5を踏まえて、総合考察で議論する。

分析2で明らかになった手がかりの妨害効果は、参加者の覚醒度や緊張感が関係していると考えられる。研究2において、手がかりの妨害効果には、強い抑制機能が関与していることが示唆された。この強い抑制機能は、覚醒度や緊張感によって促されると考えられる (Weinbach, Kalanthroff, Avnit, & Henik, 2015)。実験4では、実験室実験による緊張感によって問題への集中の程度や覚醒度が上昇し、手がかり妨害効果を引き起こしたのかもしれない。そのため、想起教示と閾下手がかりを組み合わせた条件で解決率の上昇が観察されなかったのかもしれない。そこで次の実験では、この点に留意し、参加者の問題に対する過度な集中や緊張感を弱める手続きによって、閾下手がかりの取捨選択について調べる。

4.2 実験5

実験5の目的は、実験4と同様に無意識的ソース特定仮説について検討することである。ただし、実験5では、参加者の問題への過度な集中や緊張感を弱める手続きをとることで検証する。実験5では過度な集中が闕下手がかりの効果を弱めないよう、参加者に二重課題を課す。また緊張感を和らげるために、制限時間をこえても一定時間の間は問題を続けて解くことができるように手続きを変更した。予想される結果は実験4と同様である。手がかりの取捨選択のしくみが無意識的ソース特定仮説にあるならば、映像の中に手がかりが含まれていたと教示を受けた参加者では、闕下手がかりの呈示によって洞察問題のパフォーマンスが促進されると予想される。この予測に基づき、無意識的情報の取捨選択が無意識的ソース特定仮説によるのか検証するための実験をおこなった。

4.2.1 方法

実験参加者 イタリアの大学に所属する大学生および大学院生 127名（男性：34名，女性：93名， $M_{age} = 24.1$ ， $SD_{age} = 4.0$ ）が実験に参加した。

洞察課題 8枚硬貨問題（Ormerod et al., 2002）を用いた。ただし、イタリアの参加者に対して実験4の8枚硬貨問題を解かせると、70%の解決率をこえることが、予備的な研究から明らかであった。そこで、8枚硬貨問題の難度を高めるため、8枚硬貨問題の初期配置を図20（左上）のような配置にした。また

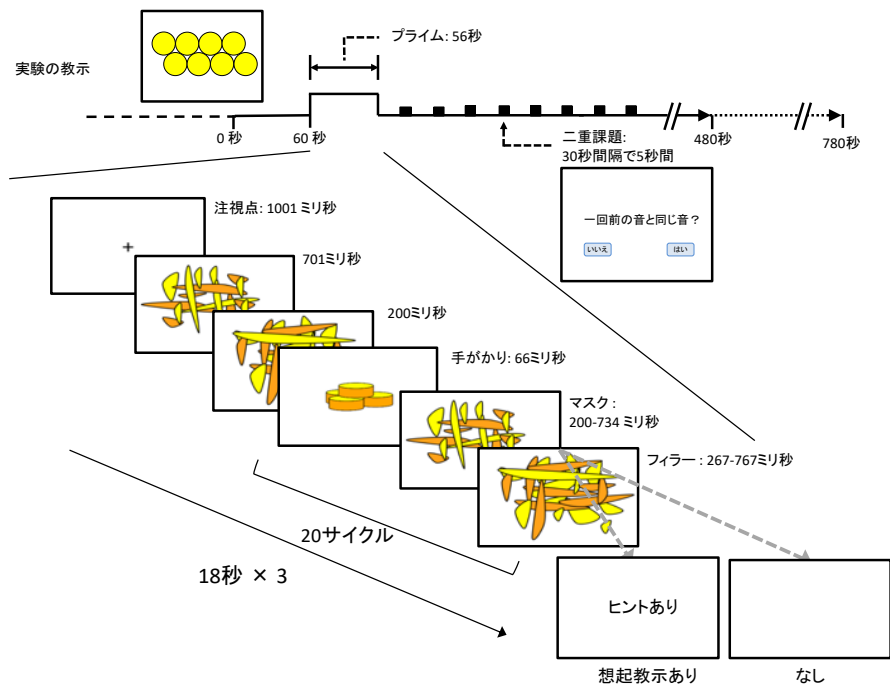


図 20 実験 5 の手続き

実験 5 のすべての参加者は、実験開始 8 分間経過後、問題を続けて解くことを希望すれば追加で最大 5 分間問題を解き続けることができた。これは、参加者が時間経過による切迫感や緊張感をできるだけ引き起こさないようにするための操作である。参加者には並んだ 8 枚の硬貨のうち、2 枚の硬貨を動かしてすべての硬貨が他の 3 枚の硬貨と接するよう配置することを求めた。また、正解に至るには硬貨を二つのまとまりにわける必要があることを教示した。実験開始 8 分経過後、参加者は、希望すればいつでも問題を終了することができた。分析では、実験開始から 8 分経過した時点までを分析対象とした。また、すべての参加者はイタリア語話者であったため、すべての教示はイタリア語で呈示された。

関下手がかり 関下手がかりの呈示方法を図 20 に示す。問題解決開始後 1 分

間が経過した時点で1分間の映像を呈示した。半数の参加者には、手がかり画像が挿入された映像を呈示した。ただし、手がかり画像は、逆向マスクングによって見えないようにして隠下呈示された。残りの半数の参加者には、手がかり画像の代わりにブランク画像が挿入された映像を呈示した。映像は、フィラー刺激、マスク刺激、手がかり画像およびブランク画像で構成された。フィラー刺激は、267 から 767 ミリ秒の間で呈示された。マスク刺激は、200 から 734 ミリ秒で呈示された。マスクは、手がかり画像の後で呈示された。手がかり画像及びブランク画像は、66.7 ミリ秒の時間だけ20回呈示された。

想起教示 実験4と同様、映像呈示後、教示あり条件の参加者にのみ「先ほど見た映像では、気づくことができないぐらい、ほんの一瞬の時間で、問題のヒントが表示されていました。」と呈示した。想起教示は、映像呈示の後に、PCディスプレイ上に5秒間呈示された。またその後の問題解決画面の上部でも、想起教示文が呈示された。

二重課題 すべての参加者は、映像後に呈示された教示後に、5秒間のメロディ刺激を呈示された。メロディ刺激呈示後、参加者は、30秒ごとに今聴いたメロディ刺激が直前に聴いたメロディ刺激と同じかどうか5秒以内に判断する課題を行なった。参加者は、二肢強制法でメロディが同じかどうか判断し、正解か不正解かのフィードバックが与えられた。判断するか否かに関わらず5秒間で1回分の二重課題は終了し、8枚硬貨問題に移った。二重課題は、参加者が問題に正解するか、実験開始8分間が経過するまで続いた。

手続き 実験は、実験室で1名ずつ実施された。すべての参加者は、実験参加に同意した後、実験の説明を受けた。その後、PCの前に座り、8枚硬貨問題に取り組んだ。8枚硬貨問題は、問題に正解した時点か問題開始から8分が経過した時点で終了した。問題終了後、四つの質問項目にすべて強制選択法で回答した。第1質問は、映像の中に手がかりが隠されていることに気がついたかを問う項目（はい、気づきました／何かが見えたような気がしますが、はっきりとは見えませんでした／いいえ気づきませんでした）、第2質問は、4種類の手がかりイメージのうちどれが隠されていたと思うかを問う項目、第3質問は、選択した図形に対して自信があるかを問う項目（自信があります／少し自信があります／当てずっぽうです）、第4質問は、8枚硬貨問題を見た経験について問う項目（はい、見たことがあります／自信はありませんが、見たことがあるかもしれません／いいえ、見たことはありません）であった。これらの4項目に回答した後、参加者は実験の内容について事後説明を受け、実験を終了した。

4.2.2 結果

分析対象 実験5では、問題開始1分後に閾下手がかりを含む（あるいは含まない）映像を呈示したことから、1分以内に問題を解決した参加者19名、8枚硬貨問題を知っていると答えた参加者12名、手続き的な不備で実験を中断した2名を分析対象外とした。また、洞察問題後の第1質問において、「いいえ

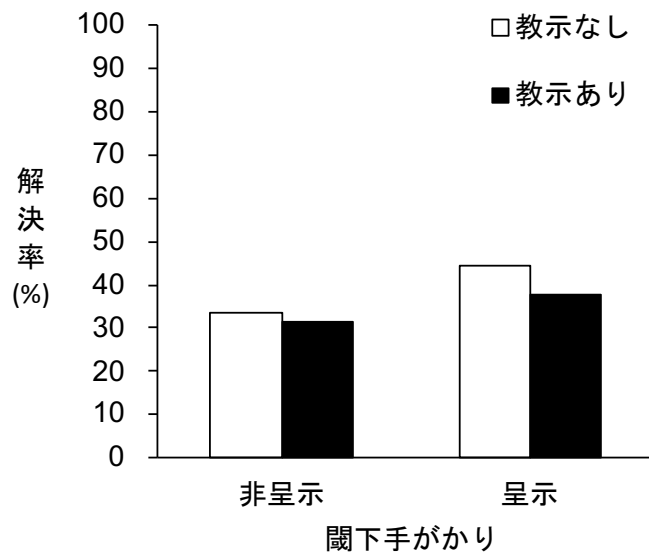


図 21 実験 5 の分析 1 の結果。縦軸は、解決率を示す。横軸は、
 閾下手がかりの呈示の条件を示す。白バーは、想起教示なし条件、
 黒バーは想起教示あり条件を示す。

気づきませんでした」以外を回答した参加者 29 名を分析対象外とした。最終的に 65 名の参加者を分析対象とした。

分析 1：解決率 教示が閾下手がかりの効果にあたる影響について検討するために、ロジスティック回帰分析を行った。解決の有無を応答変数とし、閾下手がかりの有無、教示の有無、および交互作用を説明変数とした。閾下手がかりと教示は参加者間要因であった。各群における解決率は図 21 の通りとなり、交互作用を含むすべての要因に有意な効果は認められなかった、 $\chi^2(1) < 0.5$ 。

分析 2：制約逸脱率 解決に至る前の段階で、閾下手がかりが何らかの効果を発揮していた可能性がある。もしも閾下手がかりが洞察問題解決に影響しているのであれば、硬貨を重ねる頻度が変化すると考えられる。そこで、各参加者の硬貨を重ねた操作回数を各参加者の全操作回数で割った値を制約逸脱率と

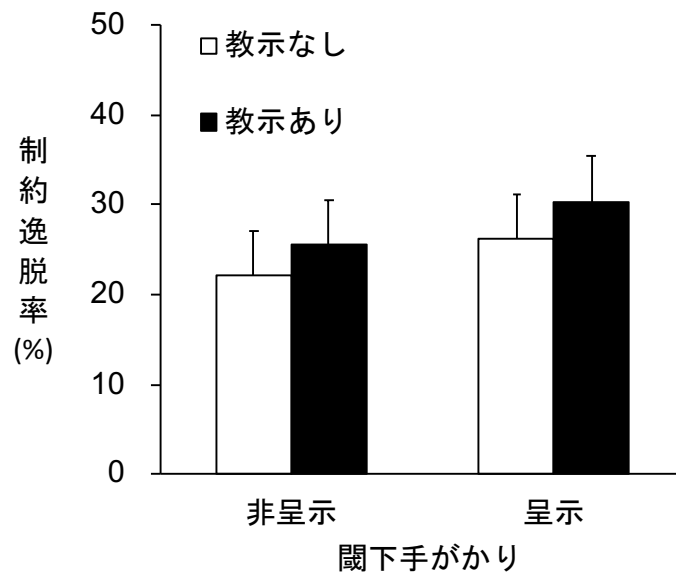


図 22 実験 5 の分析 2 の結果。縦軸は、硬貨を重ねた操作の割合 (制約逸脱率) を示す。横軸は、閾下手がかりの呈示の条件を示す。白バーは、想起教示なし条件、黒バーは想起教示あり条件を示す。エラーバーは、標準誤差を示す。

定義し、制約逸脱率を応答変数として、閾下手がかりと教示が洞察問題解決に与える影響を検討した。

閾下手がかりと教示が制約逸脱率にどのような影響を与えているかを検討するため、2 要因分散分析を行った。制約逸脱率を応答変数とし、閾下手がかりの有無、抑制機能およびその交互作用を説明変数とした。閾下手がかりの有無と教示の有無は参加者間要因であった。各群における制約逸脱率の結果を図 22 に示す。分析の結果、有意な効果は見られなかった、 $F_s < 0.1$ 。

4.2.3 考察

実験 5 では、問題解決過程における意識的努力を抑えるために二重課題を課し、無意識的ソース特定仮説を検証した。その結果、想起教示と閾下手がかり

の両者が呈示されたとしても、洞察問題のパフォーマンスは、促進されなかった。実験5の結果も無意識的ソース特定仮説を支持しなかった。また想起教示は、実験4と異なり洞察問題のパフォーマンスを低下させなかった。実験5で想起教示が洞察問題の成績を低下させなかった理由については、総合考察で述べる。

4.3 総合考察

研究3は、無意識的ソース特定が洞察問題解決における無意識的な情報取捨選択に関わるのか検討するために二つの実験を行なった。無意識的ソース特定仮説は、閾下手がかりが呈示された後、「手がかりが呈示された」ことを参加者に教示すると、洞察問題の成績が上昇すると予測した。しかし、実験4および実験5の結果、閾下手がかりと想起教示の両者をあわせても洞察問題のパフォーマンスは促進しなかった。両者の実験で、無意識的ソース特定仮説は支持されなかった。加えて、想起教示を参加者に与えることによって洞察問題解決のパフォーマンスが低下する現象（想起教示の低下効果）が観察された。この現象そのものは、これまで観察されたことのない、新奇性の認められる現象である。

洞察における無意識的過程は、無意識的ソース特定仮説とは別の方法で、情報の取捨選択を行なっているのかもしれない。Gick & Holyoak (1980) では、参加者に事前に手がかりとなるストーリーを呈示したあとに放射線問題を解か

せ、事前に呈示したストーリーが手がかりであることを教示した。その結果、事前の手がかりが解決を促進させた。この結果から、Gick & Holyoak (1980)の研究は、類推を行うためには手がかりに対する気づきが必要であることを示唆している。加えて、顕在的に入力された手がかりは、記憶のソースを特定することで問題解決に利用されることも示唆していると考えられる。研究3では、この考え方にもとづいた無意識的ソース特定仮説を立てた。しかし、実験結果は仮説を支持しなかった。無意識的に得られた手がかりは、顕在的に得られた手がかりとは異なる方法で取捨選択されているのかもしれない。研究3は、意識的に得られた情報と無意識的に得られた情報に対する活用方法が異なることを示唆したと言える。

想起教示の低下効果の原因は、記憶を想起するしくみにあるのかもしれない。記憶想起や検索の結果は、その後の記憶課題に負の効果を与えることがある。たとえば事前にあるカテゴリー（果物）におけるペアの単語（たとえば、「みかん」と「りんご」）を覚えさせた後に、片方のAの単語を再生させる。その後、一方のBの単語を再生させようとするときBの単語の再生率が低下する（Anderson, 1994, 2003）。これは検索誘導性忘却（retrieval-induced forgetting; 以降 RIF）と呼ばれている。検索誘導性忘却の現象そのものは、不要な情報に惑わされずに必要な情報へアクセスするため、検索すること自体に、より利用する情報を思い出しやすくし、類似の不要な情報を抑制して思い出しにくくするはたらきがあることを示唆している。実験4の想起教示が解決を低下させ

た効果も、RIF と類似したことが起きた結果ではないだろうか。すなわち、想起教示によって促された映像に対する想起そのものは、個別の潜在記憶つまり 閾下手がかりの視覚的イメージにアクセスできないが、問題解決とは本来関係のない意識的に見えた映像情報が活性化してしまうことで、解となるアイデアの生成を抑制してしまったのかもしれない。以後、この仮説を検索誘導性インパス仮説と呼ぶ。また実験5で、想起教示の低下効果が見られなかった理由は、二重課題による認知負荷が原因と考えられる。負荷が記憶想起や抑制機能のはたらきに必要認知資源を割いてしまったために、実験5では記憶想起が行われず、想起教示による洞察問題の成績低下が観察されなかったのだろう。また検索誘導性インパス仮説は、RIF と異なる部分もあり、これからの実証的な検証を必要とする。検索誘導性インパス仮説は、未だに推論の域を出ないが、研究4でこの可能性について検討する。

研究3では、洞察問題解決において無意識的ソース特定仮説について検討したが、実験4と5の結果は仮説を支持しなかった。この原因として、仮説とは異なるしくみによって無意識的情報が取捨選択されているという可能性が考えられる。実験4と5の結果から、意識的な記憶の想起は、個別の潜在記憶にアクセスする契機にはなりえないと考えられる。想起教示の介入が複数の潜在的要因を含むことも、仮説が支持されなかった一つの原因と考えられる。実験4と5のように教示による実験的操作は、無意識的過程を検討するには難しいの

かもしれない。そこで、以後の研究では実験的操作として教示を用いずに、手がかりの取捨選択について検討する。

第5章 研究4：表象活性仮説

研究4では、研究3に引き続き、洞察問題解決における無意識的情報の取捨選択のしくみを明らかにするための検討を行う。無意識的情報の取捨選択について、研究3では無意識的ソース特定仮説を検証したのに対し、研究4では後述の表象活性仮説と呼ばれる仮説を立てて検証する。本研究のこれまでの実験で観察された手がかり妨害効果は、入力された手がかりが無関係な情報として評価をうけ、手がかりと同類のアイデアの生成が抑制を受けたために生じたと考えられる。こうした取捨選択のしくみを調べるために、研究3では無意識的ソース特定仮説について検討したが、仮説は支持されなかった。しかし、検索誘導性インパス仮説と呼ばれる RIF (Anderson, 1994, 2003) を基にした仮説を立てた。研究4は、検索誘導性インパス仮説と表象活性仮説について検討することで、本研究全体を総括した結論を出す研究として位置付けられる。

洞察問題解決では、初期の問題表象（問題の解釈および問題を解くときに用いられる参加者の心的イメージ）は不適切である場合が多いが、無意識的に適切な問題表象を徐々に形成すると考えられる。問題解決者は、問題解決の初期段階では制約（過去の経験や知識から獲得した内的な傾向性）から形成された問題表象を用いて問題解決に取り組むと考えられる（開・鈴木, 1998; Ohlsson, 1992, 2011）。しかし、洞察問題解決においては、一般に、制約は解決の役に立たないようになっている。そのため問題解決者は失敗を経験する。失敗経験に

よって制約から逸脱する行為が徐々に増え、解に近づくと考えられる (Suzuki, Abe, Hiraki, & Miyazaki, 2001). また、こうした制約逸脱は、必ずしも意識的過程だけによるものではなく、洞察問題解決の場合、むしろ無意識的かつ漸進的に行われると考えられる (寺井ら, 2005). このように、初期の問題表象から、失敗を経験し、制約から逸脱することによって、問題解決にとって適切な問題表象が無意識的にも形成されることが考えられる。以上から、本研究では、参加者のもつ問題表象は問題解決の過程で無意識的にも変化し、また問題表象の変化は連続的なものと位置付ける。

手がかりの効果は、参加者のもつ問題表象の活性化と関係していると考えられる。ここでいう問題表象の活性化とは、問題解決者が取り組む問題に対する問題表象が問題解決で頻繁に用いられる傾向にあることを指す。Ormerod et al. (2002) は、8 枚硬貨問題と問題の手がかりを用いた実験から、制約緩和が手がかりの活用において重要であることを示唆している。この結果から、次のような認知過程が考えられる。制約緩和によって問題表象が変化し、次第に答えに近い適切な問題表象を形成する。その後、手がかりが入力される。手がかりは、適切な問題表象と類似するため、問題解決にとって関係のある情報として評価を受け、洞察問題に活用される。その結果、手がかりが問題解決を促進する。このように、答えに近い問題表象が活性化されているとき、手がかりは問題解決に有効な情報として評価され、問題解決に活用されることが考えられる。なお、Ormerod et al. (2002) の実験では実験者側からの教示による手続き的な手がかり

りと、顕在的に呈示された視覚的手がかりが用いられた。そのため、無意識的に得られた手がかりの効果が同じような影響をうけることは、今のところ明らかではない。

それに対して、活性化している問題表象と手がかりが類似しない場合、手がかりは、問題解決を促進しないと考えられる。なぜなら、活性化している問題表象が手がかりと類似しない場合、手がかりは無関係な情報として評価され、抑制をうけると考えられるためである。また、このことが考えられる根拠として、第5章で述べた検索誘導性インパス仮説があげられる。検索誘導性インパス仮説は、手がかりや解ではない別の情報を想起・活性化することで、答えとなるアイデアの生成が抑制をうけるという仮説であった(第5章を参照)。検索誘導性インパス仮説で想定されている認知過程もあわせて考えると、問題の答えと異なる問題表象(不適切な問題表象)が活性化している場合、問題表象と手がかりが類似しないために、手がかりが無関係な情報として取捨選択され、手がかりと同類のアイデアの生成が抑制されてしまうと考えられる。

本研究では、手がかりを取捨選択するしくみの仮説として、表象活性仮説を立て、検証する。この仮説は、無意識的に得られた手がかりの取捨選択は問題表象の活性によって入力された手がかりを問題解決に適用あるいは、手がかりと同類のアイデアを抑制するというものである。先述の通り、手がかりを洞察問題に活用するには、制約緩和が重要とされている(Omerod et al., 2002)。このことから、制約緩和によって答えに近い問題表象が活性化しているときに、手

がかりが入力されると、手がかりが問題表象と類似するため、問題と関係ある情報として、洞察問題に適用されると考えられる。それに対して、問題の答えから遠い問題表象が活性化している場合、問題表象と手がかりが類似しないため、手がかりは、無関係な情報として抑制されてしまうと考えられる。表象活性化仮説は、無意識的な手がかりの取捨選択を問題表象の活性化で説明しようとする仮説である。また表象活性化仮説における手がかりが抑制をうけるしくみの説明は、検索誘導性インパス仮説を由来としている。そのため、表象活性化仮説は、検索誘導性インパス仮説を含む仮説であり、両者は密接な関係にある。

また表象活性化仮説が正しければ、強い抑制機能のはたらく人で、手がかり妨害効果が、顕著に現れると考えられる。そこで、研究4でも、個人特性としての抑制機能の強度を測定するためにフランカー課題 (Eriksen & Eriksen, 1974) を用いる。抑制機能には複数の種類がある (Friedman & Miyake, 2004; Howard et al., 2014) が、フランカー課題では、目の前のタスクとは無関連な刺激を排除することが求められ (Friedman & Miyake, 2004; Nigg, 2000)、自動的・非意図的な抑制が必要とされる (Howard et al., 2014)。もし、閾下呈示された手がかりが抑制されるとすれば、それは閾下である以上、非意図的な抑制と考えられるため、研究4でも、抑制機能の指標としてフランカー課題の成績を用いることにした。研究4では、無意識的情報活性化仮説を検証するために、抑制機能にも着目して実験を行う。

5.1 実験6

実験6では後述するように8枚硬貨問題を用いる。すでに述べた通り、8枚硬貨問題を解くためには、硬貨を重ねなければならない。しかし、この問題を解く多くの問題解決者は、硬貨を横に移動させて解こうとする。8枚硬貨問題では、問題解決者は硬貨を平面移動させる制約から解決しようと試みると考えられる。そのため、8枚硬貨問題における硬貨の平面移動は、制約からの問題解決行動であるといえる。それに対して、硬貨を重ねるように移動させる行為は、制約から逸脱した問題解決行動と言える。

実験6は、表象活性仮説を検証するため、参加者が内的にもつ制約の強度に着目して行う。ここでいう制約の強度とは、参加者が硬貨を横に並べる傾向の強さを示す。制約の強度は硬貨の配置によって操作する。参加者には、Ormerod et al. (2002) で用いられた、2種類の8枚硬貨問題のどちらかを解かせる。一方は、1枚目の硬貨を平面に移動させた結果、動かした硬貨が他の3枚の硬貨と接するよう初期配置を設定した問題である(図23 右上)。この問題では、硬貨を平面移動することで動かした硬貨が他の3枚と接するポジションを有している(図23 右下)。ただし、実際はこのポジションに硬貨を配置することは間違いである。このポジションのことをトラップと呼ぶ。本研究では、トラップのある問題をトラップあり問題と呼び、またトラップへの硬貨の移動をトラップ移動と呼ぶ。トラップなし問題は、実験2や実験4で用いられた8枚硬貨問題と同じ課題で、1枚目の硬貨を平面移動させても、移動させた硬貨が他の3枚

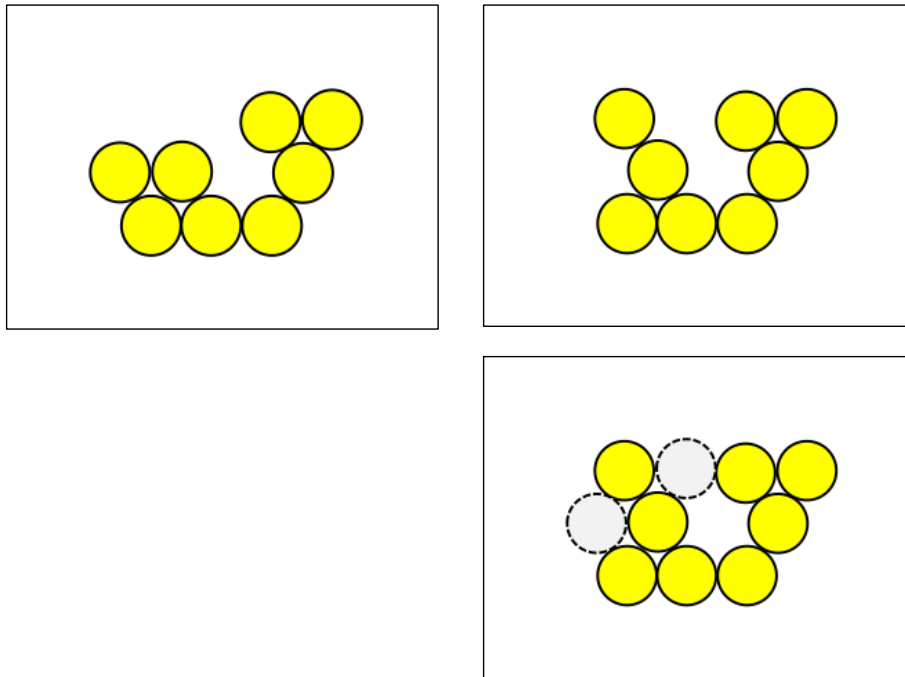


図23 トラップなし問題（左上）とトラップあり問題（右上）。右下は、トラップの位置を示す。

と接することはない（図23 左上）。トラップあり問題を解く参加者は、頻繁にトラップ移動を行うと考えられることから、より硬貨を横に並べ、問題を解くと考えられる⁸。このことは、Ormerod et al. (2002) の実験からも確認できる。Ormerod et al. (2002) は、前進十分性基準理論に基づき、参加者は問題を解く際にできるだけ現状を解に近づかせるよう試みると考えた。また1枚目の硬貨を平面移動させ、移動させた硬貨が他の3枚と接するように配置する方略は、不適切であるが、認知資源を多く必要としないという理由で利用されやすい。このことから、トラップありの問題では、制約緩和が比較的難しくなると考えら

⁸ Ormerod et al. (2002) は、本研究でトラップなし問題と呼んでいる問題を “Non move-available”, トラップあり問題を “Move-available” と呼んでいる。

れた。Ormerod et al. (2002) の実験の結果、トラップのある 8 枚硬貨問題の成績は、トラップのない問題よりも低かった。そこで実験 6 でも、トラップあり問題で参加者の硬貨の平面移動は頻繁に起き、トラップなし問題での硬貨の平面移動はトラップあり問題よりもおきないと想定した。

また実験 6 では、実験 4 で示された検索誘導性インパス仮説について検証するために、事後的に参加者に映像を思い返したか質問紙で問う。検索誘導性インパス仮説が正しければ、実験者側からの介入なしで映像を思い返した場合でも記憶想起によって、洞察問題の成績が低下すると考えられる。また検索誘導性インパス仮説が正しければ、映像を想起し映像記憶に対する活性度が高まることで、手がかり情報を無関係な情報として抑制すると考えられる。結果として、手がかり妨害効果が示されると予想される。

表象活性仮説と検索誘導性インパス仮説が正しければ、トラップあり問題で手がかり妨害効果が観察されると考えられる。またトラップあり問題での手がかり妨害効果は、抑制機能が強い人でより顕著に現れると予想される。こうした予測にもとづいて、表象活性仮説と検索誘導性インパス仮説を検証する実験を行う。

5.1.1 方法

実験参加者 大学生 104 人 (男性 19 人, 女性 85 人, $M_{age}=19.3$, $SD_{age}=1.2$) が実験に参加した。

実験装置 洞察課題とフランカー課題の両課題の実施においてノート型 PC, Lenovo ThinkPad X220 が用いられた。

洞察課題 洞察課題は、8枚硬貨問題 (Ormerod et al., 2002) を用いた。半数の参加者は、本研究 (実験 2, 4, 5) で用いられた 8枚硬貨問題と同じ洞察課題、すなわちトラップなし問題を解いた (図 23 左上)。一方、残りの半数の参加者は、8枚硬貨問題の硬貨の初期配置を変更したトラップありの問題を解いた (図 23 右上)。すべての参加者には並んだ 8枚の硬貨のうち、2枚の硬貨を動かしてすべての硬貨が他の 3枚の硬貨と接するよう配置することを求めた。また、正解に至るには硬貨を二つのまとまりにわけ必要があることを教示した。

フランカー課題 抑制機能を測定するために、フランカー課題を用いた。フランカー課題ではブランク画面 (1000 ms) の後に、注視点を画面に呈示した。注視点は 500 ms から 2000ms の範囲でランダムに変化した。水平に並んだ 3本の矢印が呈示された (1000 ms)。参加者は、矢印が呈示されている間に、中央の矢印の向きをキー押しで回答した。キー押し回答後、次の試行に移った。

フランカー課題は、一致試行 50 試行と不一致試行 50 試行の合計 100 試行から構成された。一致試行では、中央の矢印の向きが周囲の矢印の向きと同じ向き (→→→→あるいは ←←←←) であった。不一致試行では、中央の矢印の向きが周囲の矢印の向きと逆向き (不一致試行: →→←→あるいは ←←→←) であった。中央以外のふたつの矢印は、同じ方向を指していた。参加者は、できるだけ速く正確に矢印の向きをキー押しで答えた。中央

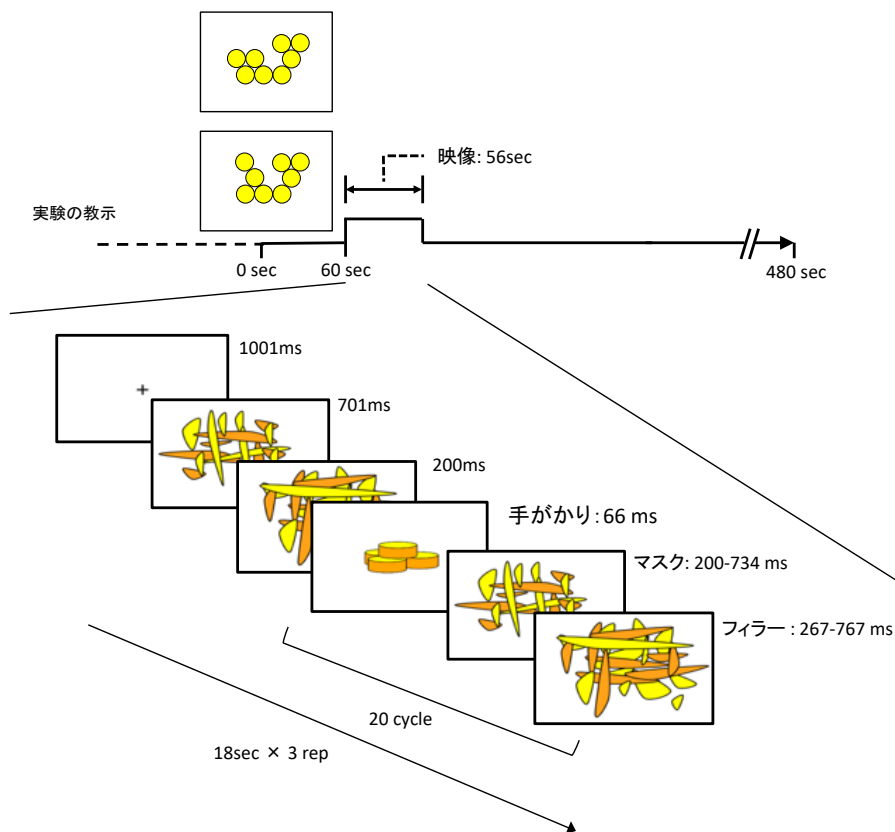


図 24 実験 6 の手続き

の矢印が右を向いている場合はキーボードの「m」キーを、中央の矢印が左を向いている場合は「c」キーを押した。各試行はランダム呈示された。本試行に入る前に、12 試行の練習試行を行った。本試行では、50 試行目のところで2分間の休憩をとった。

実験計画 2 (闕下手がかり呈示:あり/なし) ×2 (トラップ:あり/なし)

の4条件の計画であった。

闕下手がかり 問題解決開始後1分間が経過した時点で1分間の映像を呈示した(図24)。半数の参加者には、手がかり画像が挿入された映像を呈示した。ただし、手がかり画像は、逆向マスクングによって見えないようにして闕下呈

示された。残りの半数の参加者には、手がかり画像の代わりにブランク画像が挿入された映像を呈示した。映像は、フィラー刺激、マスク刺激、手がかり画像およびブランク画像で構成された。フィラー刺激は、267 から 767 ミリ秒の間で呈示された。マスク刺激は、200 から 734 ミリ秒の間で呈示された。マスクは、手がかり画像の後で呈示された。手がかり画像及びブランク画像は、66.7 ミリ秒の時間だけ 20 回呈示された。

手続き 実験は、実験室で 1 名ずつ実施された。すべての参加者は、8 枚硬貨問題、フランカー課題の順に実験を実施した。

参加者は、実験参加に同意した後、実験の説明を受けた。その後、PC の前に座り、8 枚硬貨問題に取り組んだ。8 枚硬貨問題は、問題に正解した時点か問題開始から 8 分が経過した時点で終了した。問題終了後、PC 上で四つの質問項目にすべて強制選択法で回答した。第 1 質問は、映像の中に手がかりが隠されていることに気がついたかを問う項目（はい、気づきました／何かが見えたような気がしますが、はっきりとは見えませんでした／いいえ気づきませんでした）、第 2 質問は、4 種類の手がかりイメージのうちどれが隠されていたと思うかを問う項目、第 3 質問は、選択した図形に対して自信があるかを問う項目（自信があります／少し自信があります／当てずっぽうです）、第 4 質問は、8 枚硬貨問題を見た経験について問う項目（はい、見たことがあります／自信はありませんが、見たことがあるかもしれません／いいえ、見たことはありません）であった。これに加えて参加者は、質問紙で次の三つの質問に答えた。第 5 質

問は、画面の中に手がかりが含まれていたかと思っていたかを問う項目（はい、そう確信していました／何となく、そうかもしれないと思っていました／いいえ、まったく思っていませんでした）であった。次の第6質問は、第1質問で「はい、そう確信していました」、「何となく、そうかもしれないと思っていました」と答えた参加者にのみ答えさせた。第6質問は、問題を解いている途中で映像を思いかえそうとしたかどうかを問う項目（はい、思い返そうとしました／はっきり覚えていませんが、思い返そうとしたかもしれません／いいえ、まったく思い返しませんでした）であった。第7質問は、過去に同じような実験（漢字の問題の後にランダム図形が出る実験）に参加したことがあるかどうかを問う項目（はい、あります／いいえ、ありません／わかりません）であった。その後、2分間の休憩を挟み、フランカー課題を行った。フランカー課題では練習試行を実施後、本試行に移った。フランカー課題終了後、参加者は実験の目的について説明を受け、実験を終了した。なお実験の間、参加者と実験者の間にはパーティションが設置されていた。

5.1.2 結果

分析対象 問題開始1分後に闕下手がかりを含む（あるいは含まない）映像を呈示したことから、1分以内に問題を解決した参加者13名を分析対象外とした。また、洞察問題後の第1質問において、「いいえ気づきませんでした」以外を回答した参加者14名を分析対象外とした。さらに、フランカー課題の正答率

が、平均正答率から $-3SD$ を下回った参加者 1 名、フランカー課題の全試行の平均反応時間（後述の通り対数変換後の平均値）が、全参加者の平均値を基準として $\pm 3SD$ に収まらなかった参加者 2 名を分析対象外とした。最終的に 74 名が分析対象となった。

抑制スコア フランカー課題の試行の中で、練習試行と誤反応試行を除外した。また、各試行の反応時間は、その分布から対数変換して分析するのが妥当と判断した。以降のフランカー課題の反応時間の分析結果は、すべて常用対数変換値（ミリ秒）に基づくものとする。変換後に $\pm 3SD$ に収まらない試行を除外し、 $\pm 3SD$ の範囲を越える試行がなくなるまで除外を繰り返した。フランカー課題における実験参加者一人当たりの分析対象試行は、平均 97.3 試行 ($SD = 1.8$)、最小 91 試行であった。一致試行の反応時間 ($M = 2.617, SD = 0.051$) と、不一致試行の反応時間 ($M = 2.649, SD = 0.050$) の間に有意差が認められた、 $t(73) = -16.28, p < .0001$ 。

フランカー課題の反応時間にもとづいて、参加者を抑制機能の高い群と低い群（以下、それぞれを抑制高群、抑制低群と呼ぶ）の 2 群にわけた。まず、各参加者の一致試行の平均反応時間から不一致試行の平均反応時間を引いて算出された値を抑制スコアとした。抑制スコアは、数値が大きければ大きいほど周辺矢印からの干渉を抑制していることを示す。抑制スコアの数値が高い参加者は、低い参加者に比べ、抑制がはたらくために中心矢印に対して速く反応する。つまり、抑制スコアの数値の高さは抑制機能の高さを示す。次に、抑制スコア

の中央値 ($Med=-0.033$) を求め、中央値より抑制スコアが高い参加者を抑制高群 ($n=37, M=-0.018, SD=0.009$), 低い参加者を抑制低群 ($n=37, M=-0.047, SD=0.011$) とグループわけを行った。

トラップあり問題における初期移動　トラップあり問題でトラップへの移動が誘発されたのか調べる分析を行なった。図 25 における A のポジションをトラップ A と呼び、B のポジションをトラップ B と呼ぶ。まずトラップあり問題を解いた参加者における問題開始直後、および参加者が硬貨を初期配置に戻した直後の硬貨の動きのみ抽出し、以下のように算出した。なお、問題開始直後、

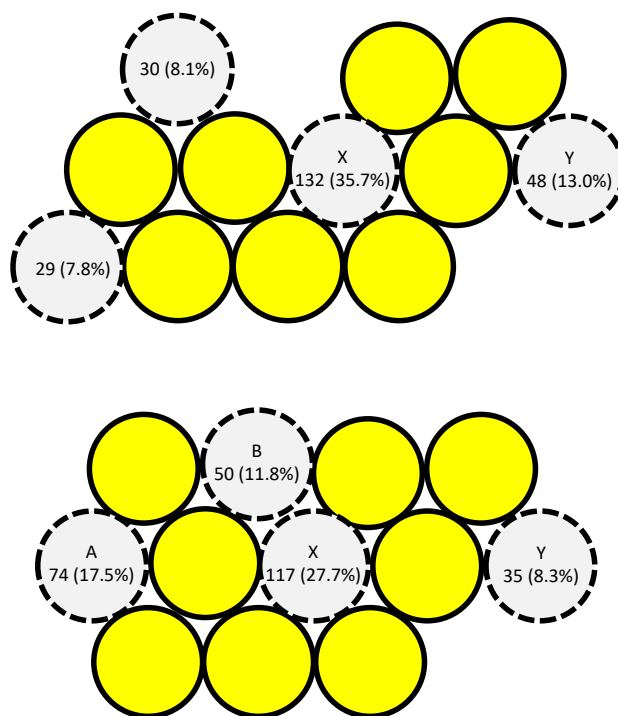


図 25　トラップなし問題（上）とトラップあり問題（下）における初期移動の移動先、初期移動数および移動率。各問題の初期移動の移動先で、移動率が高い上位四箇所を破線の円で示す。破線の円内にあるアルファベットは、ポジションの名前を示し、数字は移動数、括弧内の数字は各初期移動数を全体の初期移動数で割った割合を示す。なおトラップなしの全体の初期移動数は370、トラップありは423だった。

および参加者が硬貨を初期配置に戻した直後の硬貨の動きを初期移動と呼ぶ。全参加者の初期移動の合計は 423 であった。また初期移動の移動先のバリエーションは、63 箇所であった。各移動先への硬貨の初期移動数を全参加者の硬貨の初期移動数の合計 (423) で割り、各移動先の移動率を出した。トラップ A 先への初期移動数は 74 であり、移動率が 17.5%であった。トラップ B 先への初期移動数は、50 であり、11.8%であった。63 箇所すべての移動先における移動率の平均は、1.6%であった ($SD = 4.3\%$)。したがって、トラップ A とトラップ B の移動率は、全体の平均移動率に比べて、特に高いことがわかる。また、トラップ A の移動率は 62 箇所の初期移動先の中から二番目に高く、トラップ B の移動率は三番目に高かった。最も移動率が高かったのは、図 25 におけるポジション X で、初期移動数が 117 であり、移動率が 27.7%であった。移動率が四番目に高いのはポジション Y で、移動数が 35 であり、移動率が 8.3%であった。

なおポジション X と Y への高い移動率がトラップあり問題特有のものか調べるため、トラップなし問題に対応する、ポジション X と Y の移動率を算出した。その結果、トラップなし問題における全体の初期移動数が 370 に対して、ポジション X への初期移動数が 132 (35.7%)、ポジション Y への初期移動数が 48 (13.0%) であった。すなわち、トラップあり問題でのみポジション X、Y の

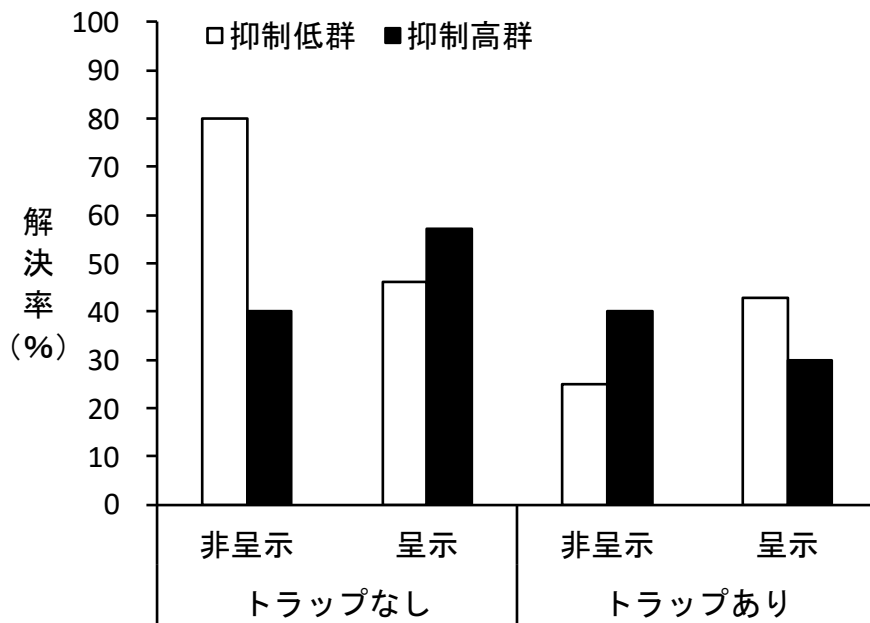


図 26 実験 6 の分析 1 における各群の解決率を示したグラフ。左側はトラップなし群、右の図はトラップあり群の解決率を示す。「非呈示」「呈示」は閾下手がかりの呈示条件を示す。各グラフの縦軸は解決率を示し、白バーはトラップなし群を示し、黒バーはトラップあり群を示す。

移動率が高いというわけではない。

分析 1：解決率 トラップと抑制機能の強さが閾下手がかりの効果にあたえる影響について検討するために、ロジスティック回帰分析を行った。解決の有無を応答変数とし、閾下手がかりの有無、トラップの有無、抑制機能の高低およびすべての交互作用を説明変数とした。閾下手がかり、トラップ、および抑制機能は参加者間要因であった。各群における解決率は図 26 の通りとなった。分析の結果、すべての効果は有意でなかった、 $\chi^2(1) < 3.2$ 。閾下手がかり、トラップ、抑制機能の 2 次の交互作用は有意でないものの傾向は見られた、 $\chi^2(1) = 2.71, p = .100$ 。念の為、交互作用の性質を検討するための下位検定を行なったが、有意な効果はなかった、 $\chi^2(1) < 2.5$ 。

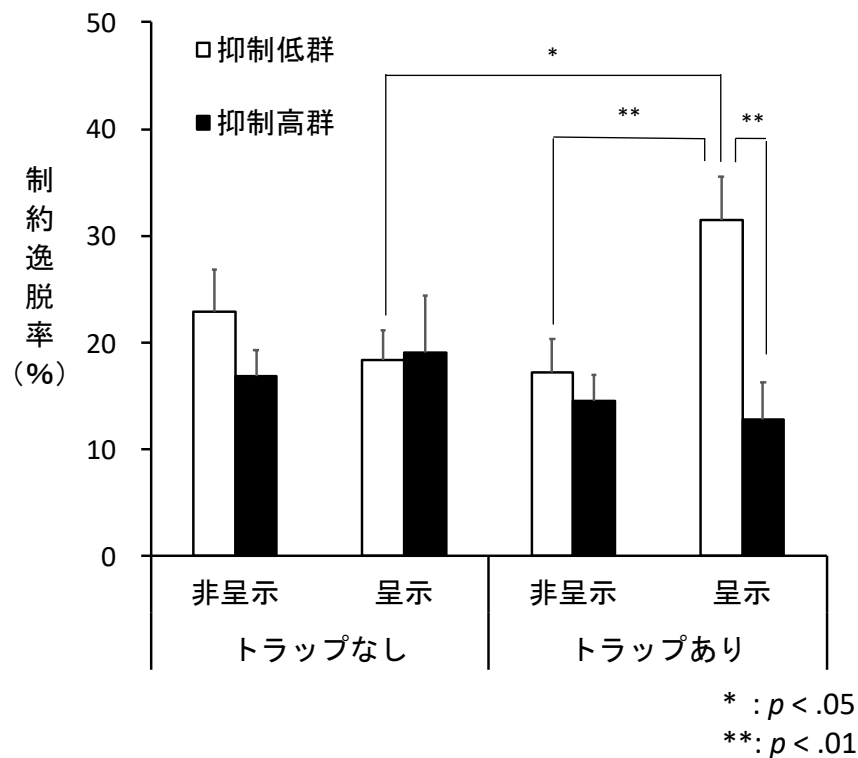


図 27 実験 6 の分析 2 における各群の制約逸脱率を示したグラフ。縦軸は制約逸脱率を示す。「非呈示」「呈示」は閾下手がかりの呈示条件を示す。白バーは抑制低群、黒バーは抑制高群を示す。左側のグラフはトラップなし群、右側のグラフはトラップあり群の制約逸脱率を示す。エラーバーは標準誤差を示す。

分析 2：制約逸脱率 解決に至る前の段階で、閾下手がかりが何らかの効果を発揮していた可能性がある。もしも閾下手がかりが洞察問題解決に影響しているのであれば、硬貨を重ねる頻度が変化すると考えられる。そこで、各参加者の硬貨を重ねた操作回数を各参加者の全操作回数で割った値を制約逸脱率と定義し、制約逸脱率を応答変数として、閾下手がかりと教示が洞察問題解決に与える影響を検討した。

閾下手がかり、トラップ、および抑制機能が制約逸脱率にどのような影響を与えているかを検討するため、3 要因分散分析を行った。制約逸脱率を応答変数とし、閾下手がかりの有無、トラップの有無、抑制機能およびその交互作用

を説明変数とした。閾下手がかりの有無，トラップの有無，抑制機能は参加者間要因であった。各群における制約逸脱率の結果を図 27 に示す。分析の結果、抑制機能の主効果と閾下手がかり，トラップおよび抑制機能の 2 次の交互作用が有意であった， $F(1,66)=7.18, p=.009; F(1,66)=5.25, p=.025$ 。他の効果は有意でなかった， $F_s < 3.0$ 。下位検定を行なった結果，抑制低群における閾下手がかりとトラップの交互作用，トラップあり群における閾下手がかりと抑制機能の交互作用，閾下手がかり呈示あり群におけるトラップと抑制機能の交互作用が有意であった， $F(1, 66) = 7.07, p = .010; F(1, 66) = 5.14, p = .027; F(1,66) = 7.65, p = .007$ 。下位検定の結果，次の 3 つの単純・単純主効果が観察された。トラップあり・抑制低群において閾下手がかりの呈示が制約逸脱を高めた， $F(1,66)=8.12, p=.006$ 。閾下手がかり呈示あり・抑制低群においてトラップが制約逸脱を高めた， $F(1,66)=6.94, p=.011$ 。閾下手がかりあり・トラップあり群における抑制低群の制約逸脱率が抑制高群に比べて高かった， $F(1,66) = 14.09, p < .001$ 。

分析 3：想起の影響 検索誘導性インパス仮説が正しければ，映像を思い返したと答えた参加者で洞察問題の成績が低下すると考えられる。そこで，分析 3 は検索誘導性インパス仮説を検証するための分析を行なった。また想起によって手がかり妨害効果も予想される。そこで実験 6 では，事後の第 5 質問で画面の中に手がかりが呈示されていると思っていたかを問う項目，第 6 質問で問題を解いている途中で映像を思いかえそうとしたかどうかを問う項目を用意した。第 5 質問で「はい，そう確信していました」「何となく，そうかもしれない

とっていました」を選んだ参加者のみ、第6質問に答えさせた。分析対象となった74名のうち第5質問で、「はい、そう確信していました」と答えた参加者は4名であった。また「何となく、そうかもしれないとっていました」と答えた参加者は、32名であった。合計36名を想起の影響として分析対象とした。続いて、第6質問で、問題を解いている途中で映像を思いかえそうとしたかどうかを問う項目に対して、「はい、思い返そうとしました」と答えた参加者は、7名であった。「はっきり覚えていませんが、思い返そうとしたかもしれませんが」と答えた参加者は、8名であった。「いいえ、まったく思い返しませんでした」と答えた参加者は21名であった。「いいえ、まったく思い返しませんでした」と答えた21名を非想起群とした。非想起群の中で閾下手がかり呈示群は、9名だった。「はい、思い返そうとしました」「はっきり覚えていませんが、思い返そうとしたかもしれませんが」と答えた15名を想起群とした。想起群の中で閾下手がかり呈示群は、8名だった。「はっきり覚えていませんが、思い返そうとしたかもしれませんが」と答えた参加者は、映像想起した可能性が含まれているため想起群に加えた。

映像への記憶想起が、洞察問題の解決率と閾下手がかりの効果に与える影響を調べるため、ロジスティック回帰分析を行った。解決の有無を応答変数とし、閾下手がかりの有無、想起の有無、および交互作用を説明変数とした。閾下手がかりの有無、想起の有無は、参加者間要因であった。解決率は、図28の通りとなった。分析の結果、想起の主効果、閾下手がかりの主効果および交互作用

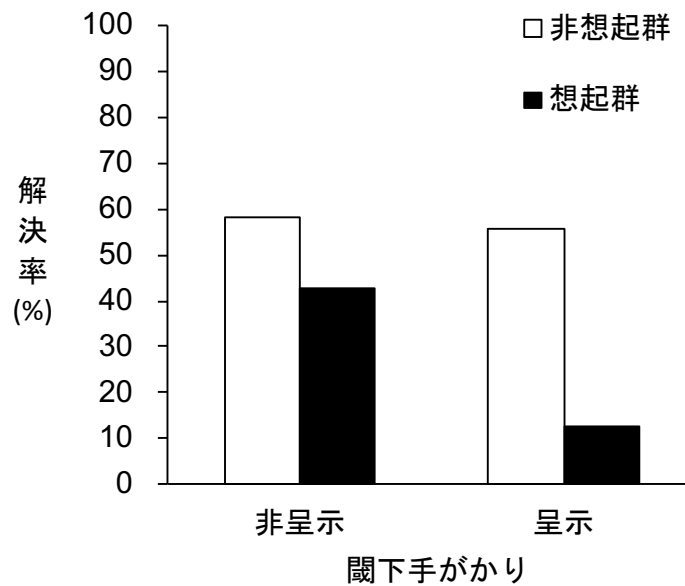


図 28 実験 6 の分析 3 における各群の解決率を示したグラフ。縦軸は解決率を示す。白バーは非想起群，黒バーは想起群を示す。

は有意でなかった, $\chi^2(1) < 3.2$.

続いて、映像への記憶想起が、制約逸脱率と閾下手がかりの効果に与える影響を調べるため、2 要因の分散分析を行なった。制約逸脱率を応答変数とし、閾下手がかりの有無、想起の有無、および交互作用を説明変数とした。閾下手がかりの有無、想起の有無は、参加者間要因であった。各群における制約逸脱率の結果を図 29 に示す。分析の結果、閾下手がかりの主効果と交互作用に、有意な効果は認められなかった, $F(1,35) = 1.63, p = .210$; $F(1,35) = 1.74, p = .197$ 。想起の主効果は有意でなかったが、想起群の制約逸脱率の低下が見てとれた, $F(1,35) = 3.45, p = .073$ 。交互作用は非有意であったが、制約逸脱率のグラフを見た限りでは、閾下手がかり・想起群の制約逸脱率が特に低いことが視認できる。そこで、補足的の分析として下位検定を行なった。すると、想起あり群におけ

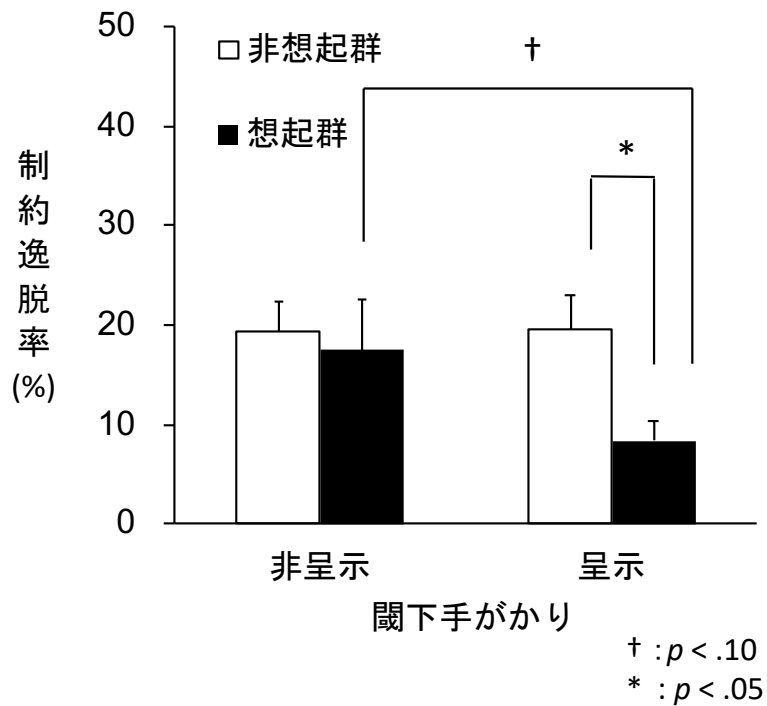


図 29 実験 6 における分析 3 の各群の制約逸脱率を示したグラフ。縦軸は制約逸脱率を示す。白バーは非想起群、黒バーは想起群を示す。エラーバーは標準誤差を示す。

る閾下手がかりの効果は有意でなかったが、閾下手がかり呈示による制約逸脱の低下が見てとれた、 $F(1,35)=2.90, p=.098$ 。また、閾下手がかり呈示群における想起の効果が有意で、想起群で制約逸脱が低下した、 $F(1,35)=5.02, p=.032$ 。

5.1.3 考察

実験 6 は、洞察問題解決の情報取捨選択のしくみに関する仮説として表象活性仮説を検証した。分析 2 の結果、トラップあり群においてのみ手がかりの促進効果が見られ、トラップあり群で閾下手がかりが呈示されたときに、強い抑制機能が制約逸脱を低下させた (図 27)。この結果は、予測とは異なる結果だ

った。そこで、以下では8枚硬貨問題におけるトラップの位置づけを整理し、結果を解釈することとする。

まずトラップあり問題における初期移動を検証した分析は、トラップ A, B への移動率が高いことを示した。またポジション X およびポジション Y への移動率も高かったが、これは、トラップあり問題固有のものではなくトラップなし問題でもポジション X, Y への高い移動率が見られた。このことから、トラップあり問題は、初期状態から動かす1枚目の硬貨を平面状に移動させ、移動させた硬貨が他の3枚の硬貨と接する配置を行うよう参加者を誘導したと考えられる。

次に、制約逸脱率の分析では、トラップあり問題でのみ手がかりの効果が見られた。特にトラップあり問題における抑制機能の弱い参加者の制約逸脱率は、閾下手がかりによって上昇した。また、強い抑制機能の参加者には閾下手がかりが制約逸脱率を低下させた。トラップあり問題における閾下手がかりの効果と抑制機能の関係については、研究2と整合的と言える。ただし、トラップなし問題の解決率や制約逸脱率の結果は、有意差は見られないものこれまでの研究結果と整合しない。このように、トラップあり問題でのみ手がかりの効果が見られたことから、トラップは、問題解決に手がかりを用いるよう作用したと考えられる。

トラップは、「トラップ移動を用いた解法」と「平面上で3枚の硬貨を接触させる解法」の有効性評価を低くしたのではないだろうか。ここでいう有効性評

価値とは、問題解決の解法や情報が解の発見にとって有効かどうかを判断する評価のことを指す。トラップ移動により移動させた硬貨と他の3枚の硬貨が接触することになる。しかし、移動させていない硬貨は必ずしも他の3枚と接触することにならない。そのため、参加者は、トラップ移動の結果は問題解決にとって不適切であると、負のフィードバックを受ける。「トラップ移動を用いた解法」の有効性評価は低下すると考えられる。同時に、「平面移動で3枚の硬貨を接触させる解法」の有効性評価も低下すると考えられる。「平面移動で3枚の硬貨を接触させる解法」とは、トラップ移動による解法を含んだ方法である。また硬貨を平面移動させることでその結果として、移動させた硬貨だけでなく別の硬貨も3枚の硬貨と接している状態を作り出して問題を解こうとする方法である。これは、トラップ移動による方法以外でもあてはまる。たとえば、図25における右上の硬貨を移動させて、トラップAのポジションに移動させると、トラップAのポジションのすぐ下にある硬貨も3枚の硬貨と接触することになる。このように移動させた硬貨以外の硬貨が他の3枚の硬貨と接触することがある。トラップあり問題における初期移動の分析では、トラップA、Bのポジション以外でも、ポジションX、Yで高い移動率が観察された。このことから、参加者は、移動させた硬貨だけでなく、移動させていない硬貨にも着目しながら解くと考えられる。「平面移動で3枚の硬貨を接触させる解法」の評価が低下する理由は、トラップあり問題でのみ参加者をトラップ移動に誘発するため、トラップなし問題に比べて、3枚の硬貨が平面上で接触する状態を作り出す機

会が多くなると考えられるためである。3枚の硬貨が平面上で接触する機会が多いと、平面上で3枚の硬貨が接触する状態が失敗であることから、負のフィードバックをより多く受ける。そのため、トラップの存在によって、「平面移動で3枚の硬貨を接触させる解法」の有効性の評価も低下した可能性が考えられる。

トラップあり問題で「平面上で3枚の硬貨が接触する解法」の有効性評価が低くなったと考えられることから、トラップの存在は、硬貨を横に並べようとする制約による解法の有効性評価を低めるようはたらいだのではないだろうか。仮説では、トラップの存在によって、より硬貨の平面移動が増え、参加者の制約の強度が高まると考えられた。しかし、トラップあり問題でのみ手がかりの効果が見られることとトラップ移動が頻繁に行われていることから、トラップあり問題は、想定された仮説とは異なる影響を与えたと考えられる。トラップの存在によって、「平面移動で3枚の硬貨を接触させる解法」は増え、むしろその解法が有効でないものとして評価をうけ、参加者の制約による解法の有効性評価を下げるようにはたらしかけたと考えられる。ただし、制約逸脱率の結果から、トラップの主効果は見られなかった。このことから、制約による解法の有効性評価の低下は、実際の問題解決行動に現れないレベルで生じていたのかもしれない。そこで、以下ではトラップあり問題は制約による解法の評価を無意識的なレベルで下げた問題として位置づけ、手がかりの取捨選択のしくみを考察する。

トラップあり問題では制約による解法の有効性評価が無意識的なレベルで下がり、答えに近い問題表象が形成、活性化することで、手がかりの効果が見られたと考えられる。このことと類似して、手がかりを用いたいくつかの洞察研究は、手がかりの効果に問題解決者の経験するインパスが関係していることを示唆している (Moss, Kotovsky, & Cagan, 2011; Moss et al., 2007)。まず Moss et al. (2011) は、問題解決者がインパスに陥る前に手がかりを呈示するよりも、インパスに陥った後に手がかりを呈示した方が、手がかりの促進効果が見られることを明らかにした。加えて、Moss et al. (2007) は、問題解決者に初めて呈示する洞察問題よりも、一度解決に失敗した洞察問題で手がかりを呈示した方が、手がかりの促進効果が見られることを示している。またこれらの研究では、問題解決者に洞察問題とは異なる課題から手がかりを顕在的に呈示し、かつ問題解決者に洞察問題と手がかりの関係性が気づかれないようにした。これらの結果は、インパスに陥る前の不適切な問題表象では手がかりが効果を示さず、インパスに陥っているが答えに近づきつつある問題表象を問題解決者が形成したときに、手がかりが洞察問題解決を促進することを示唆している。実験6においても、適切な問題表象を形成した問題解決者が手がかりを問題解決に活用できたという解釈であるため、これらの先行研究は、実験6の解釈と整合的である。

トラップあり問題では抑制機能の弱い人で閾下手がかりが制約逸脱を促進し、抑制機能の強い人で閾下手がかりが制約逸脱を促進しなかった (図 27)。この

結果は、これまでの研究と整合的である。抑制機能が弱いと、入力された手がかり情報は抑制を受けなため、手がかりと同類のアイデアが生成された。抑制機能が強いと、入力された手がかり情報は抑制を受け、手がかりが制約逸脱を促進しなかった。また抑制機能が強い場合で、手がかり妨害効果が認められなかったことから、アイデアの生成は抑制を受けなかったと考えられる。それは、トラップの存在によって、答えに近い問題表象が活性化され、問題表象と手がかりが類似することから、手がかりが有効な情報として評価を受けていたにも関わらず、抑制を受けていたため、手がかりと同類のアイデアの生成まで抑制されることはなかったと推測される。

以上の解釈から、実験6の結果は、表象活性仮説を支持していると示唆される。すなわち、無意識的に得られた手がかりは、問題解決者が内的に持つ問題表象の活性によって取捨選択されると考えられる。活性化している問題表象が入力された手がかりと類似するために、手がかりが問題解決にとって有効な情報と評価され、問題解決に活用されたと考えられる。また閾下手がかりが問題解決を促進するには、答えに近い問題表象の活性だけでなく、抑制機能が関わることも示唆された。したがって、問題表象の活性によって手がかりが有効な情報と判断されたとき、抑制機能の弱い場合でのみ、手がかりと同類のアイデアが問題解決行動として現れるというしくみが考えられる。ただし、トラップなし問題における閾下手がかりの効果がみられなかったことから、今後は別の洞察問題を用いた検討が必要だろう。

また分析3では、検索誘導性インパス仮説を支持する結果が得られた。結果では、映像の記憶想起をしたと答えた想起群で、解決率と制約逸脱率が低下した(図29)。それに加えて、制約逸脱率の分析では、閾下手がかりを呈示し、事後的に映像を想起したと回答した参加者の制約逸脱が低下した。これらの結果は、映像想起によって映像の記憶が活性化され、手がかりや答えに近いアイデアが無関係な情報として抑制をうけ、手がかりと同類のアイデアの生成が抑制をうけることを示唆している。実験4との手続き的な違いは、実験6では参加者側の自発的な記憶想起であったのに対して、実験4では実験者側からの想起教示による外発的な記憶想起であった点にある。つまり、記憶想起が外発的な場合でも、自発的な場合でも記憶想起による洞察パフォーマンスの低下がおきるといえる。また、実験6でのみ、想起群における手がかりの妨害効果が観察され、閾下手がかり呈示群で特に想起群の洞察パフォーマンスが低下した。手がかり妨害効果については有意な効果ではなかったため、大きな効果ではないかもしれない。実験6でのみ記憶想起によって手がかり妨害効果が見られなかった理由は、実験4では実験者側からの想起教示が参加者の記憶想起だけでなく、覚醒度や緊張感を高める作用がはたらき、結果的に想起教示による成績低下の効果が顕著になったことによると考えられる。それに対して、実験6では、記憶想起に対して実験的介入を行っていない。そのため、実験6で想起群の洞察パフォーマンス低下の理由が、単に覚醒度や緊張感を高めたことによるとは考えにくい。これらのことから実験6は、想起教示による成績が低下し

た理由に関する仮説、検索誘導性インパス仮説をより支持する位置付けといえる。さらに、表象活性仮説は、検索誘導性インパス仮説を含む仮説であるため、分析3の結果は、同時に表象活性仮説を支持するものでもある。

研究4で得られた結果は、二つの点でこれまでの洞察研究の成果と異なる。第1に、情報の取捨選択が無意識的に行われている点である。Ormerod et al. (2002)では、本研究と同じ8枚硬貨問題を用いて、手がかりの活用に制約緩和が重要であることを明らかにした。この結果から、制約緩和の程度によって得られた手がかりが問題解決にとって有効な情報か有効でない情報が取捨選択していると考えられる。しかし、彼らの研究で用いられた手がかりは、顕在的に呈示された手がかりであった。具体的には、問題を解くために硬貨を重ねることが必要である教示と、視覚的な手がかりイメージが用いられた。これらはどちらも、気づきをともなう手がかりであった。そのため、手がかりの取捨選択が意識的か無意識的か判断がつかない。一方、本研究では、閾下呈示によって手がかりを呈示した。すなわち、本研究は、参加者が意識的に手がかりを取捨選択したという可能性を否定できる。そのため本研究の結果は、無意識的過程においても、手がかりが問題解決にとって有効かどうかを取捨選択している可能性を示している。このことから、実験6で得られた示唆は、新奇性が認められる。

第2に、閾下手がかりの効果は抑制機能の強さだけでなく、問題表象の活性や記憶想起によって予測されるという点である。研究2は、抑制機能が強い人に手がかり妨害効果が現れることを明らかにした。それに対して、研究4は、

トラップによって制約による解法の有効性評価が低くなると、適切な問題表象に移行し、問題表象と手がかりが類似することによって、手がかりが問題解決と関係のある情報として問題解決に活用されることを示唆した。さらに、手がかりは、抑制機能が弱い場合に促進効果を示すことを明らかにした。加えて、映像への自発的な記憶想起が手がかり妨害効果を示す可能性も明らかになった。このことは、洞察問題解決における手がかりの効果は、抑制機能単独で予測されるものではなく、問題解決者の記憶情報や問題表象の活性によって予測されるものと考えられる。

ただし、研究4には三つの点で限界があると考えられる。第1に、トラップなし問題で手がかり妨害効果が観察されなかったことにある。その理由の一つは、実験6では参加者の緊張感が抑えられたためと考えられる。実験6は、実験室実験での参加者の緊張感を抑えるために、参加者と実験者の間にパーティションを設置して実施された。また、パーティションは、本研究の他の実験では用いられていない。緊張感を抑えたことによって、問題解決中の抑制機能が弱まり、手がかり妨害効果が示されなかったのかもしれない。それに対して、手がかり妨害効果が観察された実験2, 3, 4は、参加者と実験者の間にパーティションを設けずに行なわれた。パーティションを設けることで、参加者は、実験者との心理的距離が生まれ、比較的緊張感せずに課題に取り組んでいたのかもしれない。今後は、緊張感を直接的に操作した実験も行うことで、緊張感と手がかりの効果について詳細に検討する必要があるかもしれない。

第2に、問題によって解答数が異なる点が考えられる。トラップなし問題では、類似する答えが二つあるのに対して、トラップあり問題では、一つしかない。実在する答えの数が問題解決パフォーマンスに与えた可能性も考えられる。ただし、トラップの存在など硬貨の配置が問題解決に影響するとしても、答えの数が、解決率に大きな影響を与えるとはあまり考えられない。その理由は、解の数が異なる場合でも、解決率がほとんど変わらないという事例にある。たとえば、Öllinger, Jones, Faber, & Knoblich (2013) は、複数の8枚硬貨問題を用いた検討を行なっている。彼らの実験では、答えが一つしか存在しない8枚硬貨問題と、類似する四つの答えが存在する8枚硬貨問題が用いられた。Öllinger et al. (2013) は、他にも様々なバリエーションの8枚硬貨問題を用いたが、ここでは割愛する。答えが一つしかない8枚硬貨問題と答えが四つある問題の成績を比べたところ、答えが一つしかない問題の解決率は39% (11/28) で、答えが四つある問題では50% (18/28) と、有意差は認められなかった。

解が複数ある洞察問題の事例は9点問題にも存在する。Kershaw & Ohlsson (2004) は、9点問題の困難性について検討するための実験を行なった。その際、オリジナル版9点問題および、変形版9点問題を用いた。変形版9点問題は、オリジナル版9点問題の角に位置する点を、9点で構成する枠から外れるよう配置した問題である。この操作による変形版9点問題の解の数は、一つとなる。それに対して、オリジナル版9点問題の解の数は、四つ存在する。コントロール条件下におけるオリジナル版と変形版の成績を比べたところ、オリ

ジナル版で7% (2/30), 変形版で3% (1/30) と大きな差は見られなかった。このことから、類似する解が複数あるという理由だけで解決率に大きな影響を与えるとは考えにくい。ただし、少なくとも答えの数が多いと解決率が高まるということはあるかもしれない。そのため今後は、答えの数にも留意した検討によって、より予測の精度が高い問題を実験に用いる必要があるかもしれない。

第3に、参加者の問題解決中の抑制機能について検討できていない点にある。フランカー課題は参加者の抑制機能の強さをはかる課題であるが、問題を解いている途中の参加者の抑制機能の強さまで測定することができない。問題解決中の抑制機能を検討するためには、抑制機能を操作するための実験的な介入を行う必要がある。抑制機能を高める操作として、金銭的な動機づけ (Locke & Braver, 2008) や高い覚醒度 (Ashby, Isen, & Turken, 1999; Hansen et al., 2003) があげられる。今後、手がかりの効果のしくみをより実証的に検証するためにも、これらの要因を組み込んで検討する価値は十分あるだろう。

第6章 総合考察

本章では、まず、各研究の仮説と結果を総括する。次に、それらの知見が洞察研究あるいは周辺領域の研究にどのような示唆を与えるのか検討する。具体的には、洞察問題の困難性、洞察理論への補足、意識と無意識の関係へ与える示唆を議論する。最後に、本研究の結論を述べる。

6.1 本研究のまとめ

本研究は、洞察問題解決における無意識的過程のしくみの解明を目的として実験的検討を行った。研究1は、二重課題が手がかりの活用を促進することを示した服部・織田（2013）の実験に着目した。服部・織田（2013）の結果に関する二つの仮説、収束的処理抑制説と認知資源分散説について検討した。その結果、両仮説は支持されなかった。しかし、拡散的処理モードに誘導するための介入として用いたアイデア課題の成績を個人特性として分析したところ、より数多くのアイデアを生み出す参加者の洞察問題の成績は、手がかり提示と二重課題の実施が合わさることで低下した。創造性研究の知見では、アイデアをより多く生み出す人は反応抑制機能（繰り返しの反応を抑制する認知機能）が強いということが、明らかになっている（e.g., Benedek et al., 2012; Edl et al., 2014）。この知見を前提とすれば、二重課題によって手がかりが受け入れられたが、強い反応抑制機能のはたらきによって手がかりが抑制を受け洞察問題の成績が低

下したと考えられる。研究1は、手がかりが抑制をうけることの可能性を示した研究と位置付けられる。

研究2では、手がかりが抑制をうけていることを調べるために、手がかりの効果と抑制機能の関係について調べた。実験2,3の結果、抑制機能が強くはたらく参加者で、手がかり妨害効果が示された。このことから、手がかり妨害効果と抑制機能の関係性が明らかとなった。手がかり妨害効果が抑制機能の強さと関係することから、外部から得られた手がかり情報そのものが抑制をうけるだけでなく、手がかりと同類のアイデアを内部で生成することまで抑制をうけると考えられた。同時に研究2で得られた手がかり妨害効果は、無意識的に得られた手がかりも取捨選択をうけることを示唆するものであった。

研究3では、洞察問題解決における無意識的情報の取捨選択のしくみについて、無意識的ソース特定仮説を検証した。その結果、実験4,5の実験結果はともに仮説を支持しなかった。しかし、想起教示が洞察問題の成績を低下させたという結果から、検索誘導性インパス仮説と呼ばれる仮説を呈示した。検索誘導性インパス仮説は、記憶想起による情報の活性化によって洞察問題の解の発見に必要なアイデアの生成が抑制をうけ、洞察問題の成績が低下するという仮説である。研究3の結果から得られた検索誘導性インパス仮説は、後の研究4で検証される仮説と密接に関係するものであった。

研究4では、洞察問題解決における無意識的情報の取捨選択のしくみについて、表象活性仮説を検証した。表象活性仮説は、外から入力された手がかりは

問題表象の活性によって取捨選択をうけるという仮説である。具体的には、活性化している問題表象と手がかりが類似すれば、手がかりが問題解決にとって有効な情報として評価をうけ、手がかりは問題解決に活用される。逆に、活性化している問題表象と手がかりが類似しなければ、手がかりは問題解決にとって不要な情報として評価をうけ、手がかりが抑制をうける、という仮説である。

実験の結果は、予測とは異なるものであったが、表象活性仮説を支持するものであった。さらに研究4では、研究3で得られた検索誘導性インパス仮説についても検証した。分析の結果、自発的な記憶想起を行うことで閾下手がかりが洞察問題のパフォーマンスを低下させることを明らかにした。検索誘導性インパス仮説を検証する分析結果は、検索誘導性インパス仮説と表象活性仮説の両者を支持するものだった。

本研究で得られたこれらの知見を総合すると次の3点が明らかになったと言える。第1に、洞察問題解決におけるアイデア生成のしくみは、外から入力された情報と同類のアイデアまで抑制してしまうことである。第2に、洞察問題解決中の記憶想起は成績の低下、すなわちインパスを引き起こす。第3に、無意識的に得られた手がかりの取捨選択のしくみは問題表象の活性化が関係していると考えられる。これら3点は、これまでの研究で明らかにされていない新しい知見である。

本研究で得られた知見は、洞察研究だけでなく周辺の領域の研究に示唆を与えられ、特に本研究の知見は、洞察問題の困難性、これまでの洞察

問題の理論に関する影響、意識と無意識の関係性といった3点について新しい示唆を与えると考えられる。次節では、本研究が与える研究的示唆について取り上げる。

6.2 洞察問題の困難性

本研究の知見は、洞察問題解決がなぜ難しいのかという問いに対して洞察問題の解決過程に抑制のしくみが深く関わりと答えることができる。洞察研究では、強い抑制機能によって洞察問題のパフォーマンスが低下するという研究報告、あるいは抑制機能が弱くはたらくことによって、かえって洞察問題のパフォーマンスが高まるという研究報告がある (Decaro et al., 2016; DeCaro & Van Stockum Jr., 2018; Wieth & Zacks, 2011)。本研究は、これらの研究と共通した現象を観察した。本研究では強い抑制機能のはたらく参加者で、手がかり妨害効果を確認した。手がかり妨害効果と抑制機能の関係を示す研究は、本研究だけでなく、複数の研究でも示唆が得られている。服部・織田・西田 (2015) は、RATを用いて、闕下手がかりが抑制をうけるのかどうか直接的に確かめる実験を行った。この実験では、制限時間内に解を発見する解決課題を実施し、その途中で闕下手がかりを呈示した。さらに、制限時間内に解くことができなかった場合には、問題の解が呈示され、その漢字が直前に解いた問題の答えであるかどうかをできるだけ速く反応することを求めた。これを1試行とし、計64試行を4ブロックに分けて実施した。抑制機能が闕下手がかりの抑制を促すだけでな

く、手がかりを利用したアイデア生成の抑制を促すのであれば、反応時間の遅延が生じると予測される⁹。服部ら（2015）の実験では、仮説通り、閾下手がかり呈示条件で反応時間の遅延が観察された。ただしこの結果は、第1ブロックでのみ見られた。この第1ブロックの効果は、課題開始時に参加者が緊張していたために生じたのではないかと考えられる。高い緊張状態では、覚醒水準が高い（Deckers, 2015）。また、覚醒水準の上昇は、課題時の参加者の抑制機能を高める（Ashby et al, 1999）。つまり、課題開始時の緊張感が参加者の抑制機能を強め、閾下手がかりに対する抑制を高めたと考えられる。

この第1ブロックにおける手がかりの妨害効果は、Orita & Hattori（2015）によっても示されている。Orita & Hattori（2015）は、閾下手がかりの状態変化の個人差について検討するために、参加者の脈拍を測定しながら RAT を参加者に解かせた。実験の結果、脈拍変動が安定しない人は、安定する人に比べて、手がかりの妨害効果が顕著に現れることが示された。この効果も、第1ブロックにおいてのみ見られた。脈拍変動は覚醒水準の高さを反映する（Deckers, 2015）。高い覚醒水準によって抑制機能が高まることから（Ashby et al., 1999; Hansen et al., 2003）、覚醒度による抑制機能の上昇によって、閾下手がかりに対して抑制が生じ、洞察が妨げられたと考えられる。

手がかりが抑制を受けることによって洞察問題の成績が低下する現象は、

⁹ 服部ら（2015）の実験のように、呈示した刺激に対して抑制が生じていたかどうかを調べる実験では、反応時間を応答変数として用いるのが一般的である（e.g., Conway et al. 1999）

RIF（検索誘導性忘却，第4章参照）とも関連があるかもしれない。RIFは、ある記憶項目を想起することで、それと関連した記憶項目の再生率が低下するという記憶の抑制現象である（Anderson 2003）。Gómez-Ariza, del Prete, Prieto del Val, Valle, Bajo, & Fernandez（2016）は、RIFによって抑制された単語が洞察問題解決の解として使われないという仮説を検証するために実験を行った。実験の結果、仮説通り、正解語がRIFによって抑制された単語のRATの解決率は、正解語が抑制されない単語のRATの解決率に比べて低下した。Gómez-Ariza et al.（2016）の実験結果は、手がかり妨害効果は手がかりが抑制を受けてしまうために生じるという仮説（服部ら, 2015; Orita & Hattori, 2015）と整合的である。

洞察問題が難しい理由の一つは、洞察問題解決に抑制のしくみがあるためと考えられる。洞察問題を解く問題解決者は、自力で解に近づくが、しばしば洞察の解に直接結びつけることができない（開・鈴木, 1998; MacGregor et al., 2001）。この現象は、洞察の困難性を示す一つの例としてあげられるが（三輪・寺井, 2003; 鈴木, 2004）、問題表象の活性と抑制機能の観点から説明することができるかもしれない。すなわち、制約に対する有効性の評価が十分に低下していない問題解決者は、有効な手がかりを得ていたとしても、活性化している問題表象が不適切であるために、手がかりが不要な情報として抑制をうけ、手がかりを活用することができない。さらに抑制機能が強くはたらくために、手がかりと同類のアイデアの生成まで妨げられ、洞察問題の解を発見することが難しく

なると考えられる。このように、本研究は、洞察問題が難しい理由について問題表象と抑制機能の関係から答えを呈示できる。

6.3 従来の洞察問題解決の理論との関係

本研究で得られた知見は、これまで提唱された洞察理論を補足するものと位置付けられる。それは、活性化再配分理論や前進十分性理論は手がかり妨害効果を説明することができないからである。まず、活性化再配分理論では、(1) 問題解決初期において問題解決に関係のある知識や概念は、活性化拡散による長期記憶への無意識的検索により活性化し、初期の問題表象を形成する。(2) しかし洞察問題解決では、初期の問題表象は解決の役に立たないため、一度知識の活性化がおきてしまうと、解決に必要な知識への検索が制限されてしまい、問題解決者は、初期の問題表象にとらわれてインパスに陥ってしまう。(3) インパスの状態から解にたどりつくまでに、負のフィードバックによる失敗経験が蓄積され、同時に失敗の結果をもたらした制約が徐々に緩和されることで、不適切な問題表象は選ばれなくなり、新しい問題表象への質的な変化がおきる。その結果、問題解決者は、解を発見する。本研究の結果は、活性化再配分仮説におけるインパスに陥ってしまうこと(2)に対して新しい説明を加えることができる。本研究では、手がかり妨害効果について検証することで、手がかりだけでなくアイデア生成までも抑制をうけるということを示唆した。また検索誘導性インパス仮説を検証した研究4は、記憶想起による活性化が手がかりと同

類のアイデアの生成を抑制してしまうことを示した。このことから、無意識的検索による記憶の活性化は、解に必要な知識の検索を制限するだけでなく、検索対象外の知識や概念を問題解決のアイデアとして生成することまで抑制してしまうと考えることができる。本研究は、このように活性化再配分理論に対して、新しい説明を加えることができる。

本研究は、前進十分性理論に対しても理論的補足を与える。前進十分性基準理論では、最大化ヒューリスティックと進行モニタリングヒューリスティックのはたらきが洞察問題を難しくしていることを主張する。その中でも進行モニタリングヒューリスティックは、問題解決者が現在の状態から生み出される内的な基準をもとに解決手法を評価し選択することを指す。前進十分性理論によると、問題解決者は現在の状態から目標状態や目標状態の中間点にどのようにすれば到達できるのか見積もる。こうした見積もりは、問題解決者の内的に持つ「基準」によって行われる。洞察問題解決ではこの基準が不適切にはたらくために、問題解決初期の問題解決者は、偶発的に解に近い状態に到達できてもその状態を失敗として評価してしまい、解に結びつけることができない。本研究は、前進十分性理論が提唱している、解に結びつけることが難しい理由について説明を加えることができる。すなわち、問題解決者は、問題解決で解に近い問題の状態を手がかり情報として得るものの、無意識的な情報の取捨選択と強い抑制機能のはたらきによって、手がかりと同類のアイデアの生成が抑制を受け、洞察に至ることができないと考えられる。この取捨選択は、MacGregor et

al. (2001) で想定されている (無意識的) 基準や問題表象の活性によって決められていると考えられる。こうした取捨選択からアイデア生成の抑制がおきた結果、解に近い状態に偶然たどり着けたとしても、解に結びつけることが難しくなるのではないだろうか。

このように本研究は、これまで提唱されてきた洞察理論に足りなかった部分を補足するものである。今後は、手がかり妨害効果など、これまで観察されてきた様々な現象をも説明可能とする新しい統合的な理論的枠組みも必要になるかもしれない。

6.4 意識と無意識

本研究は、洞察における意識と無意識の関係について新たな示唆を与えることができると考えられる。まず意識的な記憶想起は個別の潜在記憶を直接的かつ選択的に活用することの契機にならないという点である。洞察問題解決や創造性に関するいくつかの研究は、意識と無意識の相互作用について検討してきた (服部・織田, 2011; 吉田・服部, 2002)。意識と無意識の相互作用については、未だに不明な部分も多いが、服部・織田 (2011) は参加者に新奇教示を与えることによって、閾下手がかりの効果が促進効果から妨害効果になることを明らかにした。すなわち、新奇教示が喚起させた意識的なはたらきが閾下手がかりの活用に関わる無意識的過程に影響したことを示している。一方、本研究の実験 4, 5 では、閾下手がかりを呈示した後に想起教示を与えても、手がかり

の促進的効果が見られなかった。そればかりか、想起教示は閾下手がかりの有無に関わらず、洞察問題の成績を低下させてしまう。このことから閾下手がかりに対する記憶想起は、手がかりを問題解決に適用させることに対してほとんど役に立たないことがわかる。また本研究の実験4は、意識的過程は個別の潜在記憶にまでアクセスして戦略的に問題解決に活用することができないことを示唆している。そのため服部・織田（2011）の実験結果は、新奇教示が個別の閾下手がかりの潜在記憶に影響したというよりも、広範囲な記憶や意味ネットワークに対して抑制的にはたらくことで、入力された手がかりや手がかりと同類のアイデアをも抑制し、手がかり妨害効果が現れたと考えられる。

意識的過程が個別の潜在記憶にアクセスできないのであれば、洞察問題解決における意識的過程はどのような役割を持つだろうか。おそらく、意識的過程の役割は、複数の処理過程をつなぎ合わせて考慮することにあると考えられる。Sackur & Dehaene（2009）は、参加者に数字を閾下呈示して、（勘でもよいので）呈示された数字が5より大きいか回答させる（ $n > 5$ ）課題と、呈示された数字に2を足した数字が5より大きいか答えさせる（ $n + 2 > 5$ ）課題をおこなった。参加者は、 n の数字が2, 4, 6, 8のどれかであることを事前に伝えられ、閾上呈示された数式が正しいかどうか判断した。彼らの実験によると $n > 5$ のような単純な課題では正答率がチャンスレベル（50%）をこえるのに対して、 $n + 2 > 5$ の課題ではチャンスレベル（25%）をこえなかった。この実験は、無意識的過程では複数の処理過程を合わせて判断をすることが難しいことを示している。

それに対して、意識的過程では（閾上で数字が呈示された場合）、こうした問題を簡単に解くことができる。そのことから意識的過程は、 $n+2>5$ のような複数のステップを考慮に入れて総合的な判断を行うことができると考えられる。洞察問題解決における意識的過程もこうした複数過程の処理の実行の役割をもっているのではないだろうか。前進十分性基準理論が指摘しているように、洞察問題解決では数手先の状態を予測して解くことも重要と考えられる。意識的過程のこうした複数の処理過程を合わせる総合的な判断を行う役割があるために、洞察問題を解くことができるのかもしれない。

そうすると無意識的過程は、洞察問題解決を主導するというよりもむしろ、意識的過程のはたらきを補助するはたらきをもつのではないだろうか。先述の通り、意識的過程は、複数の処理過程を合わせた総合的な判断を行うことができると考えられる。一方、無意識的過程は、意識的過程のはたらきを補助する形で機能するのではないだろうか。これは、無意識的過程は、意識的過程で行うパフォーマンスの基盤になるという考え（Hassin, 2013）とも整合的である。無意識的過程は、洞察問題解決過程で潜在的な学習を進め（e.g., Suzuki et al., 2001; 寺井ら, 2005）、問題解決過程で得られた情報が有効か非有効か取舍選択する。情報が有効として判断されれば、その情報と同類の行動や情報に対する気づきの閾値が下がると考えられる。それに対して、入力された情報が非有効的と判断されれば、抑制機能のはたらきによって得られた情報と同類の行動が生まれなくなる。入力された情報が問題解決にとって実際に非有効的なもので

あれば、抑制のはたらきは問題解決にとって適応的であると考えられる。こうした無意識的過程で行われた取捨選択が、意識的過程での行動や思考を補助する形ではたらくのではないだろうか。すなわち、意識的過程で行われる複数処理の統合的過程が、無意識的過程でのフィルターを通して実現すると考えられる。また、新奇教示や想起教示によって喚起される意識的過程のはたらきは、無意識的過程における広範囲な記憶や意味ネットワークに対して影響すると考えられる。こうした意識的過程と無意識的過程の相互作用の関係によって、洞察問題の解の発見が実現していると考えられる。

本研究における意識と無意識の議論は、洞察問題解決が特殊か通常かという議論（第1章を参照）に対しても、一つの提案ができるかもしれない。本研究では、特殊か通常かの議論に対して、問題解決における意識と無意識の相互作用に着目した議論の重要性を提案できると考える。先述の通り本研究は、意識と無意識の相互作用の関係によって解の発見が実現すると考えるが、意識と無意識の相互作用のしかた次第では、洞察問題解決が非洞察問題解決と異なる認知過程のように観察される場合と、同じように観察される場合があるのではないだろうか。たとえば、意識と無意識が相互作用の結果、参加者の意識と行動の乖離が観察されれば、洞察問題解決の認知過程は、通常の問題解決と異なるように観察されるだろう（たとえば、Schooler et al. (1993) の言語陰蔽効果 第1章を参照）。それに対して、意識と無意識の相互作用の結果、意識と行動が一致する場合もありえるだろう。そのときは、実験者から見れば洞察問題解決と

非洞察問題解決の解決過程が同じように見てとれることもあると考えられる。

このように、洞察問題解決が通常の問題解決と異なるように、あるいは同類のように観察されること自体は、意識と無意識の相互作用のしかたに由来するのではないだろうか。まずは洞察問題解決のしくみを明らかにするためにも、特殊か通常かの議論ではなく、むしろ意識と無意識の相互作用の関係を議論し明らかにする必要があるのではないだろうか。

6.5 結論

本研究では閾下プライミングを用いて洞察問題解決の無意識的過程について検討した。その結果、本研究は、洞察問題解決に抑制のしくみが関わることを明らかにした。加えて、問題表象の活性化が、外部から得た無意識の手がかりの取舍選択に関わることを明らかにした。これらの結果から、次のようなしくみが洞察問題解決にあると考えられる。外から得られた無意識的な手がかりは、問題解決中に活性化される問題表象と照らし合わされることによって、手がかりに対する有効性判断が行われる。問題表象と手がかりが類似すれば問題解決として用いられるが、類似しなければ無関係な情報として用いられない。手がかりが無関係な情報として判断された場合に、強い抑制機能によって抑制をうける。このとき、単に手がかり情報のみが抑制をうけるのではなく、手がかりと同類のアイデアの生成まで抑制をうける。本研究では、こうした無意識的な情報の取舍選択のしくみが洞察問題解決にあることを示唆した。

さらに本研究で得られた知見から、新しい示唆を得た。まず洞察問題解決が難しい理由として抑制が関わることを示した。本研究で明らかにした取捨選択のしくみは、洞察問題の諸理論を補足することが可能であることを示した。最後に、洞察における意識的過程と無意識的過程の関係に焦点を当て、意識的過程で行われる複数処理の統合的過程が無意識的過程でのフィルターを通して実現するという考えを呈示した。しかし、本研究で提案した洞察問題解決の無意識的情報に関する取捨選択のしくみや、意識的過程と無意識的過程の関係に関しては、今後の実証的な検討を必要とする。また、日常生活における創造的活動は、洞察問題のような決められた適切解を新奇な観点から発見しようとする活動だけでなく、決められた解がない問題を新しい観点から解決しようとする活動もあてはまる。洞察問題解決だけでなく他の創造的活動に本研究の提案するメカニズムを適用することも重要である。

文 献

- Amer, T., Campbell, K. L., & Hasher, L. (2016). Cognitive control as a double-edged sword. *Trends in Cognitive Sciences*, *20*, 905–915. doi: 10.1016/j.tics.2016.10.002
- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language*, *49*, 415–445. doi: 10.1016/j.jml.2003.08.006
- Anderson, M. C., Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (1994). Remembering can cause forgetting: Retrieval dynamics in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*, 1063–1087. doi: 10.1037/0278-7393.20.5.1063
- Ash, I. K., & Wiley, J. (2006). The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach. *Psychonomic Bulletin & Review*, *13*, 66–73. doi: 10.3758/BF03193814
- Ashby, F. G., Isen, A. M., & Turken, A. U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, *106*, 529–550. doi: 10.1037/0033-295X.106.3.529
- Atwood, M. E., & Polson, P. G. (1976). A process model for water jug problems. *Cognitive Psychology*, *8*, 191–216. doi: 10.1016/0010-0285(76)90023-2

- Ball, L. J., Marsh, J. E., Litchfield, D., Cook, R. L., & Booth, N. (2015). When distraction helps: evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving. *Thinking & Reasoning*, *21*, 76–96. doi: 10.1080/13546783.2014.934399
- Batchelder, W. H., & Alexander, G. E. (2012). Insight problem solving: A critical examination of the possibility of formal theory. *The Journal of Problem Solving*, *5*, 56–100. doi: 10.7771/1932-6246.1143
- Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). From poor performance to success under stress: working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*, 983–998. doi: 10.1037/0278-7393.33.6.983
- Benedek, M., Franz, F., Heene, M., & Neubauer, A. C. (2012). Differential effects of cognitive inhibition and intelligence on creativity. *Personality and Individual Differences*, *53*, 480–485. doi: 10.1016/j.paid.2012.04.014
- Bilalić, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008). Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect. *Cognition*, *108*, 652–661. doi: 10.1016/j.cognition.2008.05.005
- Bowden, E. M. (1997). The effect of reportable and unreportable hints on anagram solution and the aha! experience. *Consciousness and Cognition*, *6*, 545–573. doi: 10.1006/ccog.1997.0325

- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J., & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*, 322–328. doi: 10.1016/j.tics.2005.05.012
- Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003). Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin & Review*, *10*, 730–737. doi: 10.3758/BF03196539
- Buderi, R. (1996). *The invention that changed the world: How a small group of radar pioneers won the Second World War and launched a technological revolution*. New York: Simon & Schuster.
- Burke, R. J., & Maier, N. R. (1965). Attempts to predict success on an insight problem. *Psychological Reports*, *17*, 303–310. doi: 10.2466/pr0.1965.17.1.303
- Chronicle, E. P., MacGregor, J. N., & Ormerod, T. C. (2004). What Makes an Insight Problem? The Roles of Heuristics, Goal Conception, and Solution Recoding in Knowledge-Lean Problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*, 14–27. doi: 10.1037/0278-7393.30.1.14
- Conway, A. R., Cowan, N., & Bunting, M. F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, *8*, 331–335. doi: 10.3758/BF03196169
- Conway, A. R., Tuholski, S. W., Shisler, R. J. & Engle, R. W. (1999). The effect of memory load on negative priming: An individual differences investigation. *Memory*

& *Cognition*, 27, 1042–1050. doi: 10.3758/BF03201233

Custers, R. & Aarts, H. (2010). The unconscious will: How the pursuit of goals operates outside of conscious awareness. *Science*, 329, 47–50. doi: 10.1126/science.1188595

Davidson, J. (1995). The suddenness of insight. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight* (pp. 125–155). Cambridge, MA: MIT Press.

de Bono, E. (1969). *The mechanism of mind*. Harmondsworth, Middlesex, England: Penguin Books.

DeCaro, M. S., & Beilock, S. L. (2010). The benefits and perils of attentional control. In M. Csikszentmihalyi and B. Bruya (Eds.), *Effortless attention: A new perspective in the cognitive science of attention and action*. (pp. 51–73.) Cambridge, MA: MIT Press.

DeCaro, M. S., & Van Stockum Jr, C. A. (2018). Ego depletion improves insight. *Thinking & Reasoning*, 24, 315–343. doi: 10.1080/13546783.2017.1396253

DeCaro, M. S., Van Stockum Jr, C. A., & Wieth, M. B. (2016). When higher working memory capacity hinders insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42, 39–49. doi: 10.1037/xlm0000152

Deckers, L. (2015). Behavior, arousal, and affective valence. In Deckers, L.(Ed.) *Motivation: Biological, Psychological, and Environmental* (4th ed., pp. 139–165). Boston, MA: Allyn & Bacon.

De Dreu, C. K., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working

- memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *38*, 656–669. doi: 10.1177/0146167211435795
- Dijksterhuis, A., & Aarts, H. (2010). Goals, attention, and (un) consciousness. *Annual Review of Psychology*, *61*, 467–490. doi: 10.1146/annurev.psych.093008.100445
- Dodds, R. A., Smith, S. M., & Ward, T. B. (2002). The use of environmental clues during incubation. *Creativity Research Journal*, *14*, 287–304. doi: 10.1207/S15326934CRJ1434_1
- Dominowski, R. L. & Dallob, P. I. (1995). Insight and problem solving. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *The nature of insight* (pp. 33–62). Cambridge, MA: MIT Press.
- Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs*, *58*, i–113. doi: 10.1037/h0093599
- Edl, S., Benedek, M., Papousek, I., Weiss, E. M., & Fink, A. (2014). Creativity and the Stroop interference effect. *Personality and Individual Differences*, *69*, 38–42. doi: 10.1016/j.paid.2014.05.009
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, *16*, 143–149. doi: 10.3758/BF03203267
- Fishbach, A., & Ferguson, M. J. (2007). The goal construct in social psychology. In A. W.

Kruglanski & E. T. Higgins (Eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles* (2nd ed., pp. 490–515). New York: Guilford Press

Fleck, J. I., & Weisberg, R. W. (2004). The use of verbal protocols as data: An analysis of insight in the candle problem. *Memory & Cognition*, *32*, 990–1006. doi: 10.3758/BF03196876

Fleck, J. I., & Weisberg, R. W. (2013). Insight versus analysis: Evidence for diverse methods in problem solving. *Journal of Cognitive Psychology*, *25*, 436–463. doi: 10.1080/20445911.2013.779248

Frensch, P. A., & Funke, J. (1995). Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving. In P. A. Frensch & J. Funke (Eds.), *Complex Problem Solving: The European Perspective* (pp. 3–26). Hove, UK: Lawrence Erlbaum.

Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 101–135. doi: 10.1037/0096-3445.133.1.101

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, *12*, 306–355. doi: 10.1016/0010-0285(80)90013-4

Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, *15*, 1–38. doi: 10.1016/0010-0285(83)90002-6

Gilhooly, K. J., Fioratou, E., Anthony, S. H., & Wynn, V. (2007). Divergent thinking:

Strategies and executive involvement in generating novel uses for familiar objects.

British Journal of Psychology, 98, 611–625. doi: 10.1111/j.2044-8295.2007.tb00467.x

Gilhooly, K. J., Georgiou, G., & Devery, U. (2013). Incubation and creativity: Do something different. *Thinking & Reasoning*, 19, 137–149. doi: 10.1080/13546783.2012.749812

Gilhooly, K. J. & Murphy, P. (2005). Differentiating insight from non-insight problems. *Thinking & Reasoning*, 11, 279–302. doi: 10.1080/13546780442000187

Gómez-Ariza, C. J., del Prete, F., Prieto del Val, L., Valle, T., Bajo, M. T., & Fernandez, A. (2016). Memory inhibition as a critical factor preventing creative problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 43, 986–996. doi: 10.1037/xlm0000348

Greeno, J. G. (1974). Hobbits and orcs: Acquisition of a sequential concept. *Cognitive Psychology*, 6, 270–292. doi: 10.1016/0010-0285(74)90014-0

Guilford, J. P. (1959). Three faces of intellect. *American Psychologist*, 14, 469–479. doi: 10.1037/h0046827

Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 263–274. doi: 10.1016/S0167-8760(03)00073-4

Hasher, L., Zacks, R. T., & May, C. P. (1999) Inhibitory control, circadian arousal, and

age. In D. Gopher & A. Koriat (Eds.), *Attention and performance XVII, cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application*. Cambridge, MA: MIT Press, 653–675.

Hassin, R. R. (2013). Yes it can: On the functional abilities of the human unconscious.

Perspectives on Psychological Science, 8, 195–207. doi:

10.1177/1745691612460684

服部雅史・織田涼 (2011). 潜在ヒントによる洞察とメタ認知による妨害効果.

日本認知心理学会第9回大会. 学習院大学. 5月28日.

服部雅史・織田涼 (2013). 認知的負荷が洞察をもたらすとき：洞察問題解決に

おけるプライミングと二重課題の効果. 日本心理学会第77回大会. 札幌コンベンションセンター. 9月21日.

服部雅史・織田涼・西田勇樹 (2015). 潜在手がかりがアイデアを抑制するとき:

遠隔連想における負の閾下プライミング効果. 日本認知心理学会第13回大会. 東京大学. 7月5日.

服部雅史・柴田有里子 (2008). 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. 日本認知科学会第25回大会. 同志社大学. 9月5日.

Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2012). Effects of unrecognized hints and

metacognitive control in insight problem solving. *The 30th International Congress of Psychology (ICP 2012)*. Cape Town, South Africa. July 26.

- Hattori, M., Sloman, S. A., & Orita, R. (2013). Effects of subliminal hints on insight problem solving. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*, 790–797. doi: 10.3758/s13423-013-0389-0
- Higuchi, Y., Ueda, Y., Ogawa, H., & Saiki, J. (2016). Task-relevant information is prioritized in spatiotemporal contextual cueing. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *78*, 2397–2410. doi: 10.3758/s13414-016-1198-0
- 開一夫・鈴木宏昭 (1998). 表象変化の動的緩和理論: 洞察しくみの解明に向けて. *認知科学*, *5*, 69–79. doi: 10.11225/jcss.5.2_69
- Howard, S. J., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2014). Clarifying inhibitory control: Diversity and development of attentional inhibition. *Cognitive Development*, *31*, 1–21. doi: 10.1016/j.cogdev.2014.03.001
- Hsee, C. K., & Rottenstreich, Y. (2004). Music, pandas, and muggers: on the affective psychology of value. *Journal of Experimental Psychology: General*, *133*, 23–30. doi: 10.1037/0096-3445.133.1.23
- Jarosz, A. F., Colflesh, G. J., & Wiley, J. (2012). Uncorking the muse: Alcohol intoxication facilitates creative problem solving. *Consciousness and Cognition*, *21*, 487–493. doi: 10.1016/j.concog.2012.01.002
- Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P. J., & Kounios, J. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PloS Biology*, *2*, 500–510. doi:

10.1371/journal.pbio.0020097

Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: the contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*, 47–70. doi:

10.1037/0096-3445.132.1.47

Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive Psychology*, *22*, 374–419. doi: 10.1016/0010-0285(90)90008-R

Karremans, J. C., Stroebe, W., & Claus, J. (2006). Beyond Vicary's fantasies: The impact of subliminal priming and brand choice. *Journal of Experimental Social Psychology*, *42*, 792–798. doi: 10.1016/j.jesp.2005.12.002

Kershaw, T. C., & Ohlsson, S. (2004). Multiple causes of difficulty in insight: the case of the nine-dot problem. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*, 3–13. doi: 10.1037/0278-7393.30.1.3

Kim, S., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Aging and a benefit of distractibility. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 301–305. doi: 10.3758/BF03194068

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. doi: 10.1037/0278-7393.25.6.1534

Köhler, W. (1917). *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen*. Berlin: Springer. (ケーラ

一, W. 宮孝一 (訳) (1962). 類人猿の知恵試験 岩波書店)

Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75–82. doi: 10.1016/j.tics.2004.12.004

Lavie, N. (2010). Attention, distraction, and cognitive control under load. *Current Directions in Psychological Science*, 19, 143–148. doi: 10.1177/0963721410370295

Locke, H. S., & Braver, T. S. (2008). Motivational influences on cognitive control: behavior, brain activation, and individual differences. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8, 99–112. doi: 10.3758/CABN.8.1.99

Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. *Psychological Monographs*, 54, i–95. doi: 10.1037/h0093502

MacGregor, J. N., Ormerod, T. C., & Chronicle, E. P. (2001). Information processing and insight: A process model of performance on the nine-dot and related problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 176–201. doi: 10.1037/0278-7393.27.1.176

Maier, N. R. (1931). Reasoning and learning. *Psychological Review*, 38, 332–346. doi: 10.1037/h0069991

Maier, N. R. F., & Casselman, G. G. (1970). Locating the difficulty in insight problems: Individual and sex differences. *Psychological Reports*, 26, 103–117. doi: 10.2466/pr0.1970.26.1.103

May, C. P. (1999). Synchrony effects in cognition: The costs and a benefit. *Psychonomic*

Bulletin & Review, 6, 142–147. doi: 10.3758/BF03210822

Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220–232. doi: 10.1037/h0048850

Metcalf, J. (1986a). Premonitions of insight predict impending error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 623–634. doi: 10.1037/0278-7393.12.4.623

Metcalf, J. (1986b). Feeling of knowing in memory and problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 12, 288–294. doi: 10.1037/0278-7393.12.2.288

Metcalf, J., & Wiebe, D. (1987). Intuition in insight and noninsight problem solving. *Memory & Cognition*, 15, 238–246. doi: 10.3758/BF03197722

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*, 18, 275–282. Retrieved from <http://id.nii.ac.jp/1004/00005737/> (2018年11月17日)

三宅なほみ・波多野誼余夫 (1991). 日常的認知活動の社会文化的制約. *認知科学の発展* vol. 4, 講談社, 105–131.

Moss, J., Kotovsky, K., & Cagan, J. (2007). The influence of open goals on the acquisition of problem-relevant information. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 876–891. doi: 10.1037/0278-7393.33.5.876

Moss, J., Kotovsky, K., & Cagan, J. (2011). The effect of incidental hints when problems

- are suspended before, during, or after an impasse. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 140–148. doi: 10.1037/a0021206
- Newell, A., Shaw, J. C., & Simon, H. A. (1958). Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review*, 65, 151–166. doi: 10.1037/h0048495
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126, 220–246. doi: 10.1037/0033-2909.126.2.220
- 西村友・鈴木宏昭 (2006). 洞察問題解決の制約逸脱における無意識的情報処理
認知科学, 13, 136–138. doi: 10.11225/jcss.13.136
- Ohlsson, S. (1984). Restructuring revisited: II. An information processing theory of restructuring and insight. *Scandinavian Journal of Psychology*, 25, 117–129. doi: 10.1111/j.1467-9450.1984.tb01005.x
- Ohlsson, S. (1992). Information-processing explanations of insight and related phenomena. In M. T. Keane & K. J. Gilhooly (Eds.), *Advances in the psychology of thinking* (Vol. 1, pp. 1–44). New York: Harvester Wheatsheaf.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep Learning: How the Mind Overrides Experience*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Öllinger, M., Jones, G., Faber, A. H., & Knoblich, G. (2013). Cognitive mechanisms of

- insight: the role of heuristics and representational change in solving the eight-coin problem. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39, 931–939. doi: 10.1037/a0029194
- Öllinger, M., Jones, G., & Knoblich, G. (2008). Investigating the effect of mental set on insight problem solving. *Experimental Psychology*, 55, 269–282. doi: 10.1027/1618-3169.55.4.269
- Orita, R., & Hattori, M. (2012). Effects of supraliminal and subliminal hint priming on insight problem solving. *The 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Sapporo, Japan. August 3.
- Orita, R., & Hattori, M. (2015). Individual differences in the use of cues during insight problem solving. *The 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Pasadena, USA, July 23.
- Ormerod, T. C., MacGregor, J. N., & Chronicle, E. P. (2002). Dynamics and constraints in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 791–799. doi: 10.1037/0278-7393.28.4.791
- Ormerod, T. C., MacGregor, J. N., Chronicle, E. P., Dewald, A. D., & Chu, Y. (2013). Act first, think later: The presence and absence of inferential planning in problem solving. *Memory & Cognition*, 41, 1096–1108. doi: 10.3758/s13421-013-0318-5
- Perkins, D. (1981). *The mind's best work*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Poincaré, H. (1914). *Science and method*. (Poincaré, H., Trans.). London: T. Nelson.

(Original work published 1908)

Qiu, J., Li, H., Yang, D., Luo, Y., Li, Y., Wu, Z., Zhang, Q., (2008). The neural basis of insight problem solving: an event-related potential study. *Brain and Cognition*, 68, 100–106. doi: 10.1016/j.bandc.2008.03.004

Radel, R., Davranche, K., Fournier, M., & Dietrich, A. (2015). The role of (dis) inhibition in creativity: Decreased inhibition improves idea generation. *Cognition*, 134, 110–120. doi: 10.1016/j.cognition.2014.09.001

Radel, R., Sarrazin, P., Legrain, P., & Gobancé, L. (2009). Subliminal priming of motivational orientation in educational settings: Effect on academic performance moderated by mindfulness. *Journal of Research in Personality*, 43, 695–698. doi: 10.1016/j.jrp.2009.02.011

Reitman, W. R. (1965). *Cognition and thought: An information processing approach*. New York: Wiley.

Ricks, T. R., Turley-Ames, K. J., & Wiley, J. (2007). Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge. *Memory & Cognition*, 35, 1456–1462. doi: 10.3758/BF03193615

Robertson, S. I. (2016). *Problem solving: Perspectives from cognition and neuroscience*. New York: Psychology Press.

Rothmaler, K., Nigbur, R., & Ivanova, G. (2017). New insights into insight: Neurophysiological correlates of the difference between the intrinsic “aha” and the

- extrinsic “oh yes” moment. *Neuropsychologia*, 95, 204–214. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2016.12.017
- Rowe, G., Hirsh, J. B., & Anderson, A. K. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 383–388. doi: 10.1073/pnas.0605198104
- Sackur, J., & Dehaene, S. (2009). The cognitive architecture for chaining of two mental operations. *Cognition*, 111, 187–211. doi: 10.1016/j.cognition.2009.01.010
- Schooler, J. W., & Engstler-Schooler, T. Y. (1990). Verbal overshadowing of visual memories: Some things are better left unsaid. *Cognitive Psychology*, 22, 36–71. doi: 10.1016/0010-0285(90)90003-M
- Schooler, J. W., Ohlsson, S., & Brooks, K. (1993). Thoughts beyond words: When language overshadows insight. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 166–183. doi: 10.1037/0096-3445.122.2.166
- Simon, H. A., & Hayes, J. R. (1976). The understanding process: Problem isomorphs. *Cognitive Psychology*, 8, 165–190. doi: 10.1016/0010-0285(76)90022-0
- Sio, U. N., & Ormerod, T. C. (2009). Does incubation enhance problem solving? A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 135, 94–120. doi: 10.1037/a0014212
- Smith, S. M., & Blankenship, S. E. (1991). Incubation and the persistence of fixation in problem solving. *The American Journal of Psychology*, 104, 61–87. doi: 10.2307/1422851

- Smith, S. M., Ward, T. B., & Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory & Cognition*, *21*, 837–845. doi: 10.3758/BF03202751
- Soto, D., Mäntylä, T., & Silvanto, J. (2011). Working memory without consciousness. *Current Biology*, *21*, R912–R913. doi: 10.1016/j.cub.2011.09.049
- Strahan, E. J., Spencer, S. J., & Zanna, M. P. (2002). Subliminal priming and persuasion: Striking while the iron is hot. *Journal of Experimental Social Psychology*, *38*, 556–568. doi: 10.1016/S0022-1031(02)00502-4
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643–662. doi: 10.1037/h0054651
- 鈴木宏昭 (2004). 創造的問題解決における多様性と評価. *人工知能学会論文誌*, *19*, 145–153. doi: 10.1527/tjsai.19.145
- Suzuki, H., Abe, K., Hiraki, K., & Miyazaki, M. (2001). Cue-readiness in insight problem-solving. *Proceedings of the Twenty-Third Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1012–1017, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/5r14p01r> (November 17, 2018)
- 鈴木宏昭・福田玄明 (2013). 洞察問題解決の無意識的性質. *認知科学*, *20*, 353–367. doi: 10.11225/jcss.20.353
- 鈴木宏昭・宮崎美智子・開一夫 (2003). 制約論から見た洞察問題解決における個人差. *心理学研究*, *74*, 336–345. doi: 10.4992/jjpsy.74.336

- 寺井仁・三輪和久・浅見和亮 (2013). 日本語版 Remote Associates Test の作成と評価. *心理学研究*, *84*, 419–428. doi: 10.4992/jjpsy.84.419
- 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*, *12*, 74–88. doi: 10.11225/jcss.12.74
- Thomas Jr, J. C. (1974). An analysis of behavior in the hobbits-orcs problem. *Cognitive Psychology*, *6*, 257–269. doi: 10.1016/0010-0285(74)90013-9
- Thorndike, E. L. (1898). *Animal intelligence: An experimental study of the associative process in animals*. New York: Macmillan.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *37*, 571–590. doi: 10.1080/14640748508400920
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience*, *8*, 1096–1101. doi: 10.1038/mn1500
- Weinbach, N., Kalanthroff, E., Avnit, A., & Henik, A. (2015). Can arousal modulate response inhibition?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *41*, 1873–1877. doi: 10.1037/xlm0000118
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Weisberg, R. W. (2015). Toward an integrated theory of insight in problem solving. *Thinking & Reasoning*, *21*, 5–39. doi: 10.1080/13546783.2014.886625

- Weisberg, R. W., & Alba, J. W. (1981). An examination of the alleged role of “fixation” in the solution of several “insight” problems. *Journal of Experimental Psychology: General*, *110*, 169–192. doi: 10.1037/0096-3445.110.2.169
- Wertheimer, M. (1982). *Productive thinking* (Enlarged ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Wieth, M. B., & Zacks, R. T. (2011). Time of day effects on problem solving: When the non-optimal is optimal. *Thinking & Reasoning*, *17*, 387–401. doi: 10.1080/13546783.2011.625663
- Wiley, J., & Jarosz, A. F. (2012a). How working memory capacity affects problem solving. *Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, *56*, 185–227. doi: 10.1016/B978-0-12-394393-4.00006-6
- Wiley, J., & Jarosz, A. F. (2012b). Working memory capacity, attentional focus, and problem solving. *Current Directions in Psychological Science*, *21*, 258–262. doi: 10.1177/0963721412447622
- 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. doi: 10.11225/jcss.9.89

付 録

本論文にて使用した学位論文、学術論文および学会発表は以下の通りである。

学位論文

第1章および第2章の実験(実験1,2,3)は筆者による立命館大学大学院2015年度修士論文「洞察問題解決におけるアイデア生成と抑制機能」で用いたデータを含む。新たに分析を追加し、全文を書き直した上で、本論文の一部に加えた。

学術論文

下記2点の学術論文の一部を修正し、本論文に掲載した。掲載箇所は、第1章「1.4.2 抑制機能の妨害」、第6章「6.2 洞察問題の困難性」、および第3章である。

- 第1章 第6章

西田勇樹・服部雅史・織田涼 (2018). 洞察問題解決におけるアイデア生成：抑制メカニズムに関するレビュー 立命館人間科学研究, 37, 91–102. 立命館大学人間科学研究所.

- 第3章 実験2,3

西田勇樹・織田涼・服部雅史・V. カストルディ・L. マッキ (2018). 洞察

問題解決におけるアイデア生成と抑制機能 認知科学, 25, 100–114.

学会発表

- 第2章 実験1

西田勇樹・織田涼・服部雅史 (2014). 洞察問題解決における認知資源と拡散的処理モードの影響. 日本基礎心理学会第33回大会. 首都大学東京南大沢キャンパス. 2014年12月6日.

西田勇樹・織田涼・服部雅史 (2015). 洞察問題解決における内生的促進と外生的促進. 立命館大学人間科学研究所2014年度年次総会. 立命館大学衣笠キャンパス. 2015年1月17日.

- 第3章 実験2

西田勇樹・V. カストルディ・織田涼・服部雅史・L. マッキ (2015). 洞察問題解決における反応抑制とアイデア抑制. 日本心理学会第79回大会. 名古屋国際会議場. 2015年9月24日.

- 第3章 実験3

西田勇樹・織田涼・服部雅史 (2015). 遠隔連想課題における潜在的な手ごかりと認知抑制. 関西心理学会第127回大会. 関西学院大学上ヶ原キャンパス. 2015年11月8日.

Nishida, Y., Orita, R., & Hattori, M. (2016). A benefit of “flagging inhibition” in insight problem solving. *The 31st International Congress of Psychology*.

Yokohama, Japan. July 26.

- 第4章 実験4

西田勇樹・織田涼・服部雅史 (2016). 見えない手がかりを意識的に取捨
選択できるか：洞察問題解決と閾下プライミングを用いた検討. 日本
基礎心理学会第35回大会. 東京女子大学. 2016年10月.

- 第4章 実験5

西田勇樹・V. カストルディ・織田涼・服部雅史・L. マッキ・M. コペー
リ (2017). 洞察問題解決における閾下プライミング効果と認知資源
日本心理学会第81回大会. 久留米シティプラザ. 2017年9月21日.

- 第5章 実験6

未発表

謝 辞

まず本論文の作成にあたり、直接のご指導をいただいた服部雅史先生（立命館大学総合心理学部教授）に深謝の意を表したい。服部先生からは、筆者が大学院在籍中、海外研究者との共同研究や海外研究留学など研究者として大変貴重な経験を積む機会までいただいた。土田宣明先生（同学部教授）、並びに鈴木宏昭先生（青山学院大学文学部教授）からは、副査としてご助言をいただくとともに本論文の細部にわたり指導をいただいた。ここに深謝の意を表する。

織田涼先生（東亜大学人間科学部講師）には、日頃より有益なご討論ご助言をいただいた。ローラ・マッキ先生（ミラノ・ピコッカ大学心理学科教授）、ヴァレリア・カストルディ博士（同学部）並びに、ミケーレ・コペーリ氏（同学部）からは、筆者が同大学への研究留学中、日頃より有益なご討論をいただき、イタリアでの実験実施にご協力いただいた。服部郁子先生（立命館大学）には、本研究実験3の参加者募集において快くご協力いただいた。本研究は、この方々からの温かいご協力によって実現した。ここに深謝の意を表する。

ヴァレリア・カストルディ博士、アンドレア・グラッセッリ氏、ジョバンニ・カストルディ氏、並びに福田茉莉先生（島根大学医学部助教）には、研究留学の私生活において多大なご支援ご協力をいただいた。その結果、研究留学を無事に終え、本論文を完成することができた。ここに感謝の意を表する。

最後に、温かく見守っていただいた友人、そして家族に感謝の意を表したい。

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号：JP15H02717, JP16J08811, JP17K18237）、並びに日本学術振興会若手研究者海外挑戦プログラム（派遣研究機関：ミラノ・ビッコカ大学、研究課題名：創造的思考における意識コントロールと無意識の相互作用）から資金援助を受けた。