

# 飛躍を伴う発見における潜在的意識の関与

## 洞察問題解決研究からの知見

三輪 和久\*

\*名古屋大学 大学院情報科学研究科 愛知県名古屋市中種区不老町  
\*Graduate school of Information Science, Nagoya University, Furo-cho,  
Chikusa-ku, Nagoya, Aichi, Japan  
\*E-mail: miwa@is.nagoya-u.ac.jp

キーワード：発見 (discovery), 洞察 (insight), 類推 (analogy), 制約 (constraint), 潜在的意識 (subconscious awareness).

JL 0001/09/4801-0033 © 2009 SICE

### 1. はじめに

伝統的な科学観においては、科学はデータの蓄積により進歩するとされる。より多くのデータが集積されることによって、そこから帰納される世界に関する知識は、より正確に、より一般的に深化すると考えるのである。科学の発展は、探究の時間的進展と共に漸進的に達成される。

一方で、多くの科学的発見が「ひらめき」によってもたらされたという事実がある。ひらめきは、漸進性というよりは思考の「飛躍」によって特徴づけられる。典型的な現象として、「セレンディピティ (serendipity)」に基づく発見が知られている。もっとも広く知られている事例は、フレミングによるペニシリンの発見である。フレミングは、流し台に散乱していたペトリ皿の1つに、細菌の生育が阻止されている円上の領域を見つけ、その中心に青カビが附着していることを偶然に見出した。これをきっかけとして、世界初の抗生物質ペニシリンが発見されることになった。このような偶発性を伴う科学史上の発見には、数多くの報告がある。たとえば、2000年以降現時点までに、日本人のノーベル賞受賞者は4名であるが<sup>(注1)</sup>、そのうちの3件の発見には、このセレンディピティが深く関与しているとされる<sup>1)</sup>。

セレンディピティとは、そもそも「何かを探している時に、探しているそのものとは別の価値あるものを発見する能力」のことを指すが、最近では、より一般的に「ひらめきや偶発性を伴う発見」に関して用いられることが多い。先の日本人ノーベル賞受賞者の1人である田中耕一氏はインタビューに答えて、「当時の研究メモを見ると、間違えて混ぜてしまった結果うまくいったと、いろいろサンプルを変えてみても、同じように良好な結果が出た。…できたのは本当に運が良かった」と応えており、発見における偶発性の要因を認めている。

その一方で、近代細菌学の父と目されるパスツールは、“Chance favors a prepared mind”という有名な言葉を残している。これは「チャンスは準備された心にやってくる」といったような意味として解される。同じくノーベル賞受

賞者の1人である小柴昌俊氏は、「確かに私たちは幸運だった。でも、あまり幸運だ、幸運だ、とばかり言われると、それはちがうだろう、と言いたくなる。幸運はみんなのところに同じように降り注いでいたのではないか。それを捕まえるか捕まえられないかは、ちゃんと準備をしていたかいなかったかの差ではないか」と、まさにパスツールと同じような感想を述べているのである。

これらのことは、偶発性やひらめきを伴う発見における「われわれの側の準備」の重要性を指摘するものである。では、ここで言う「準備された心」とはどのような心を言うのであろうか。このような心を考えるにあたっては、現に自覚している顕在的意識と同時に、意識に昇らない潜在的意識を扱わなければならないことは、自然な直観であろう。以上のような見解に基づいて、本論文では、飛躍を伴う発見（より広くは思考）の背後に存在する人間の認知的活動を、特に潜在的意識の関与に重点を当てて検討してゆくこととする。

### 2. 洞察問題解決

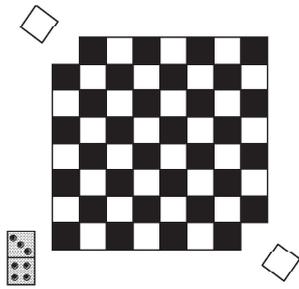
#### 2.1 洞察問題とは

問題解決は、認知科学の主要な研究テーマの1つであった。多くの問題は、複数のステップを経て徐々に解に近づいてゆくことによって、段階的に解決される。一方で、誰もが「ひらめきと共に突然解を発見する」という問題解決の経験を持っているのではないだろうか。認知科学の領域では、このようなひらめきを伴う問題解決を「洞察問題解決」と呼び、その背後に存在する認知プロセスやメカニズムを明らかにしようとする研究が重ねられてきている。これらの洞察問題解決の研究は、冒頭に述べた飛躍を伴う思考を解明する重要な礎を提供するものと考えられる。

洞察問題解決研究の主要なアプローチは、洞察を伴って解決される課題を用いて行われる実験室研究である。これまで数多くの洞察課題が考案されてきたが<sup>2)</sup>、その一例を図1に示す。ぜひ、本稿の読者も、しばらくの間ご自身でこの問題に取り組んでみていただきたい。なお、答は末尾の付録に示す。

洞察問題解決には、通常の問題解決には見られないいくつかの特徴が認められる<sup>3)</sup>。まずは、「インパス (impasse)」

<sup>(注1)</sup> 本稿校正期間中に、2008年受賞者が発表され、新たに4名の日本人が加わった。



対角線上の2つのコーナーを切り取ったチェッカーボードに対して、2つのマス目をふさぐドミノで、このチェッカーボードをすべて埋め尽くすことはできるだろうか？ 可能か不可能かを、その理由と共に述べよ。

図1 洞察問題の1例（チェッカーボード問題）

と呼ばれる手詰まり状態の発生である。インパスに陥ると繰り返し失敗を経験するが、われわれは1つの問題解決方略に固執して、なかなか他の方法を考えようとしなない。また、解を思いついた瞬間、「Aha 体験」と呼ばれるある種の感情を伴う驚きを経験する。さらに、多くの洞察課題は、答を知るまではきわめて困難な課題であるのに対して、答を知ってしまうと一転して単純な問題に転じる。2回目以降は、同種の問題を何なく解けるようになる。上記の問題に取り組んで頂いた読者は、実際に、ここまで述べたようないくつかの感覚を経験されたのではないだろうか。

## 2.2 洞察の背後に存在する2つの要因

洞察問題を解決するためには、「問題表象」や「探索する問題空間」を転換する必要がある。ここで取り上げたチェッカーボード問題ならば、「ドミノでチェッカーボードを敷き詰める」という課題を、「黒と白の2つの領域を合わせたユニットを作る」という課題に変換することで、問題は容易に解くことができるようになる。では、そのような問題解決の背後には、どのような認知プロセスが存在するのであるか。そこには、少なくとも2つのプロセスが関与していることが明らかになってきている。

### (1) 制約の緩和

上で述べたように、われわれは1つの問題解決方略に固執して、そこから離れようとせず、結果としてインパスに陥ることになる。このような固着を作り出すものが「制約」である。制約は、問題解決者がもつ「こうに違いない、こうでなければならない」といった先入観や、問題の知覚的な「見え」によって作り出される。洞察問題を解決するためには、これらの制約を緩和しなければならない。

### (2) 類推の利用

そもそも、認知科学で扱われる「制約」という概念は、決してネガティブな意味をもつものではない。むしろ制約は、問題解決のプロセスを適切にガイドする暗黙的前提や構造として扱われる場合がほとんどである。洞察問題解決では、そのような制約が問題解決を阻害する方向に作用するのである。

ある。

その意味でも、洞察問題は、単にインパスを作り出す負の制約を緩和するだけでは解決されない場合が多い。問題解決を適切に導く、新たな制約を作り出すことが必要である場合が少なくない。そのような制約はどのようにしてもたらされるのであろうか。その1つの鍵が、類似性に基づく推論、類推である。

## 3. 制約の緩和

ではまず、「制約の緩和」に関して、潜在的意識活動の関与という観点から検討してゆこう。

### 3.1 孵化段階

問題解決に行き詰まった時に、少しその問題から離れて気分転換を図ったり、別の作業に取り組んだりすることによって、それまで思いもつかなかった問題解決の糸口を見つけることは、日常的にも経験することである。

Wallas は、著名な科学者の創造過程における内省報告から、新奇な問題解決や創造を導くプロセスを、(1) 心的準備 (mental preparation), (2) 孵化 (incubation), (3) イルミネーション (illumination), (4) 検証 (verification) の4つの段階にまとめた<sup>4)</sup>。心的準備フェーズにおいて人は、困難な問題に直面し、問題を解釈し、そして問題解決に失敗する。続く、孵化フェーズが問題からいったん離れてみる段階である。そして、孵化フェーズのある時点で、イルミネーションフェーズにシフトし、突然のように解を発見する。そこで洞察を得た後、検証フェーズで発見した解が正しいことが確認される。

孵化フェーズの効果が確認されることは、洞察問題解決の研究者の間で大体の合意が取れていると考えてよい。一方で、その時心の中で何が起きているのかに関しては、いろいろな考えがある。1つの古典的研究では、いったん問題から離れる機会を設けても、そこで他のタスクに従事させると成績が改善されないことを示し、孵化フェーズにおいても、タスクに関係するなんらかの潜在的認知処理が行われていることが主張されている<sup>5)</sup>。Opportunistic Assimilation Theory では、インパスの中で問題解決に失敗した経験が蓄積され、後にそれと類似する問題に接した時に、それが手がかりとなって過去の経験が呼び出され、突然の問題解決に結びつくとされている<sup>6)</sup>。これらは、洞察の瞬間が生じる以前に、なんらかの潜在的意識活動の過程が生じていることを主張するものである。一方で、孵化フェーズの役割は、単に誤った問題解決の前提 (制約) から離れる機会を与えるだけであるとする立場もある<sup>7)</sup>。

### 3.2 スロットマシン課題

つぎに、制約の緩和における潜在的意識処理に関して、著者らの研究室で実施した実験を紹介しよう<sup>8)</sup>。図2は、筆者らが行った洞察問題解決の実験で使用した実験課題（「スロットマシン課題」と呼んでいる）のスクリーンショット

2	3	
1	3	3
0	0	0
7	1	7
2	2	4

履歴

図2 スロットマシン課題の画面

初期状態では、1行目の3つのスロットの数字は回転しており、つぎの段階で、1番目、2番目の数字が停止する(図の状態)。実験参加者の課題は、その状態で3番目のスロットに現れる数字を予測することである。実験参加者には、第3スロットの数字はある規則に従っており、その規則を推定することにより予測することが可能になると教示されている。2行目より下は、それまでに観察された事例の履歴である。

である。

初期状態では、1行目の3つのスロットの数字は(まさにスロットマシンのように)回転している。つぎの段階で、1番目、2番目の数字が停止する。実験参加者の課題は、その状態で3番目のスロットに現れる数字を予測することである。実験参加者には、第3スロットの数字はある規則に従っており、その規則を推定することにより予測することが可能になると教示されている。その後、実験参加者は、3番目のスロットの数字を確認し、それを1試行として、その規則性を発見するまで、この手続きを繰り返す。2行目より下は、それまでに観察された事例の履歴である。

実験参加者が発見すべき規則、すなわち問題の解(これを、「ターゲット」と呼ぶ)は、「3番目のスロットの数字は、その前の試行で観察された3番目のスロットの数字に3を足したものである」というものである(3番目のスロットの数字が、下から4, 7, 0, 3となっていることを確認いただきたい)。しかし、上に述べたような実験手続きに誘導されて、実験参加者は3番目の数字は、同じ行の1番目、2番目の数字に基づいて予測可能であると思ひこむ。加えて、最初の8試行においては、実際に1番目と2番目の数字の積が3番目の数字になるように、1番目、2番目の数字が制御されているのである(これに基づく規則性を「ブロック仮説」と呼ぶ)。実験参加者は、第8試行まではブロック仮説によって正しく3番目の数字が予測されていたにもかかわらず、第9試行からは、あたかもブロック仮説による予測が徐々にずれていくように感じられる。

発見すべきターゲットは非常に単純であるにも関わらず、実験参加者はブロック仮説に固執して、なかなか解を発見することができない。筆者らの1つの実験では、30試行の実験終了までに解を発見できたのは、16名中6名でしかなかった<sup>9)</sup>。この課題は、ターゲットを発見するためには、横方向の関係性の発見への固執を解消した上で(制約の緩和)、縦方向の関係性に着目する探索にシフトしなければならないという意味において、洞察問題解決課題である。実

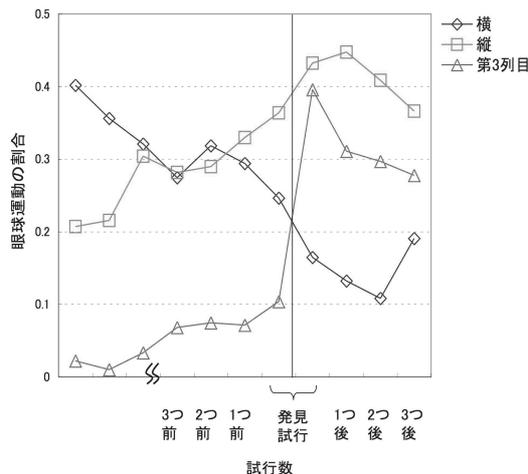


図3 眼球運動の分析結果

ブロック仮説が棄却された直後から、実験参加者の横方向の視線移動が減少し、逆に縦方向の探索が増加している。これらは、発見に至るまでに、心的制約の緩和のプロセスが、徐々に進行してゆくことを明らかにするものである。さらに、3行目の数字列の探索は発見の前後で飛躍的に増加しており、これは、実験参加者の探索が、解を発見したことで意識的に3行目の数字列の探索に集中したこととして解釈される。

際にも実験参加者たちは、解を発見する瞬間の「Aha体験」等、前述した洞察問題解決の過程に現れる特徴を経験する。

### 3.3 顕在処理と潜在処理

われわれは実験参加者に対して、頭に浮かんでいる規則に関する「仮説」を言語報告させると同時に、アイトラッカを用いて「眼球運動」を測定し、課題解決中の実験参加者の視線の移動を分析した。

ターゲットを発見した実験参加者の言語報告に基づき形成された仮説を分析すると、彼らは、ターゲットの発見の直前まで横方向の規則性の発見に固執し続け、ある段階で突然ターゲットを発見していた。そこには、心的制約の緩和に関して、漸進的なプロセスを捉えることはできなかった。

一方で、眼球運動のデータは、それとは異なる傾向を示した。実験参加者の視線の移動を、ある一定の基準に基づき、横方向、縦方向、ななめ方向、停留の4つに分類し、(1)縦方向の探索、(2)横方向の探索、(3)縦方向の中でも特に解が存在する3行目だけの探索について、それぞれの探索の出現割合の変化を分析した。図3はその結果である。

ブロック仮説が棄却された直後から、実験参加者の横方向の視線移動が減少し、逆に縦方向の探索が増加している。これらは、発見に至るまでに、心的制約の緩和のプロセスが、徐々に進行してゆくことを明らかにするものである。一方で、3行目の数字列の探索だけに着目した場合の視線移動の割合に関しては、解の発見の前後で飛躍的に増加している。これは、実験参加者の探索が、解を発見したことで意識的に3行目の数字列の探索に集中したこととして解釈でき、先の言語報告の結果を後押しするものである。

以上は、実験参加者は、意識的には前触れなく突然ター

ゲットを発見したかのように感じている一方で、眼球運動によって捉えられるデータ探索のような意識に昇らないレベルでの制約の緩和に関しては、発見以前のかかなり早い段階から、徐々にその準備が整っていったことを示唆しており、これらは、洞察における潜在的意識処理の存在を支持するものである。

## 4. 類推の利用

洞察問題を解決するためには、誤った制約を緩和すると同時に、解の発見に貢献する新たな制約を作り出さなければならない。そのような制約を作り出す有効な認知的活動の1つが「類推」である。以下では、類推に関して、特にそこに関与する潜在的意識処理に焦点を当てて検討する。

### 4.1 表層的特徴と構造的特徴

類推とは、すでによく知っている知識を基として、それを未知の領域に当てはめることによって新たな問題を解決する推論である。今まさに目の前にしている問題を「ターゲット」、すでによくわかっている知識を「ベース」(ソースと言う呼称もある)と呼ぶ。

類推の古典的実験室研究では、事前にベースとなる課題を実験参加者に与え、その後にターゲット課題を解かせる。以下に、もっとも初期に行われた実験で用いられた課題の例を示す<sup>10)</sup>。

#### (1) ターゲット課題

あなたは胃に腫瘍のある患者をもつ医師です。患者は体力がなく手術ができないため、放射線によって治療を行わなければなりません。強力な放射線を腫瘍に向けて照射すれば、腫瘍を破壊できます。しかし、腫瘍は体内にあるため、健康な組織も同時に破壊されてしまいます。どのようにすればうまく腫瘍だけを破壊することができるでしょうか。

ターゲット課題に先立って、実験参加者には以下のベース問題が提示される。

#### (2) ベース問題

ある小国は独裁者の悪政に苦しんでいます。独裁者は国の中心にある砦に住んでおり、ある将軍がこの独裁者を捉えようと考えています。砦までは放射状に通じる道がいくつかありますが、それぞれの道には地雷が埋められています。砦を占領し、独裁者を捉えるためには全兵力が必要です。しかし、一度にすべての兵隊が同じ道を通ると地雷が爆発してしまい、通り抜けることができません。そこで将軍は、全兵力をいくつかの分隊に分け、おのおのの道から同時に砦に向かわせることにより、全兵力をもって砦を占領し、独裁者を捉えることに成功しました。

ベース問題の解決方法をターゲット問題に適用することができれば、「健康な組織が破壊されない程度の放射線を、腫瘍部分で交わるように四方八方から照射することにより、健康な組織を傷つけずに腫瘍だけを破壊することができる」という解を発見することができる。

しかし、多くの実験で、単にベース課題を与えるだけでは、ターゲット課題の成績がそれほど改善されないことが示されてきた。「事前に行った課題(ベース課題)が今解いている課題(ターゲット課題)のヒントになっている」というような明示的の教示を行い、実験参加者が2つの課題の関係を探り、それを利用しようと考えてはじめて、類推が適用されるのである。

類推では、問題の表層的特徴の背後に存在する「構造的な類似性」が重要である。今の問題ならば、両者の問題に共通する「小さな(弱い)力を四方八方から1点に集約させる」という問題の解の構造が、ここでの類推に重要な情報なのである。一方で、ターゲットの問題を前にして、その問題解決に使えるようなベースを心的に探索する時に cue として働く属性は、むしろ表層的特徴であるとされている<sup>11)</sup>。今の問題で言えば、ベース問題は医療分野の問題であるのに対して、ターゲット問題は軍事の問題である。多くの場合、このような表層的特徴の差異が、ベースの検索を失敗させる原因となっている。

### 4.2 類推における潜在的意識処理

上記の例からも推察されるように、類推とは、きわめて顕在的な意識活動であると考えるのが一般的な見方である。では、類推には潜在的意識活動は関与しないのであろうか。

科学的発見には、類推が大きな役割を果たすということが言われている。Schunn らは、科学的発見の実験室研究において、類推の背後にある潜在的意識処理の存在を明らかにした<sup>12)</sup>。彼らの実験への参加者は、コンピュータ上に構築された仮想の生化学的実験室の上で生化学的実験を行うことが求められた。彼らは、日をおいて以下の2つの実験に参加した。

#### (1) ビールス課題

実験参加者は、コンピュータ上で実験を計画、実行し、いくつかの酵素とビールスの増殖との関係を規定する法則を発見することが求められる。(一部の参加者は実験を行うことなく、発見すべき法則を直接教示されているが、話が詳細に入り込みすぎるので、ここではその話題は割愛する。)

#### (2) 遺伝子課題

実験参加者は2つ目の課題である遺伝課題に取り組んだ。この課題では、 $\beta$  ガラクトシダーゼという酵素の生成をコントロールする遺伝子のメカニズムを明らかにすることが求められる。発見すべきメカニズムの鍵は「抑制」という機能であった。

遺伝子課題は、認知科学における科学的発見の実験室研究で、繰り返し使われてきた課題である。それらの研究においては、この課題は必ずしも「洞察課題」として扱われてきたわけではない。しかし、実験参加者は最初に「促進」という概念をもってそこでのメカニズムを説明しようとしたことは、容易に想像がつく。「促進」から「抑制」へと説明原則の転換を求められるという意味において、本課題は

ある種の洞察問題としての性格をもっていると考えられる。

実験参加者は、4つの条件のいずれかに割り当てられた。2つは「統制条件」であり、2つは「実験条件」である。「実験条件」に割り当てられた実験参加者が取り組んだビールズ課題においては、発見すべき法則は「抑制」に関わるものであった。一方、「統制条件」に割り当てられた実験参加者は、「抑制」という機能に無関係な法則を発見することが求められた。

実験条件において遺伝子課題で正しく遺伝子発現のメカニズムを発見できた実験参加者の人数の割合は、統制条件のそれに比して大きかった。彼らは、課題に従事している間、「抑制」に関わる仮説をより多く提起した。一方で、「促進」に関わる仮説の提起数に違いはなかった。これらのことから、実験条件の実験参加者は、遺伝子課題を解決する際に、先に取り組んだビールズ課題をベースとする類推を用いていたことが明らかになる。興味深いことは、それらの実験参加者の実験遂行中の発話や、課題終了後のアンケートを分析した結果、そこに彼らが2つの課題の関連に気づいて、意識的に類推を行った証拠を認めることができなかったということである。実験参加者は、意識することなく、潜在的意識処理の上で、ビールズ課題での問題解決経験をベースとする類推を行ったのである。

#### 4.3 変形スロットマシン課題

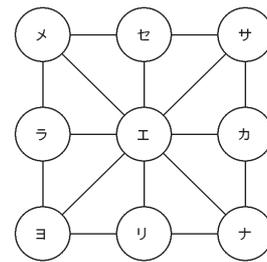
われわれの研究室においても、前述のスロットマシン課題を変形した課題を用いて、同様の実験を行っている。図4は、変形スロットマシン課題の実験画面のスクリーンショットである。

「実験条件」の実験参加者は、事前に「単語探し課題」に取り組んだ。単語探し課題では、 $3 \times 3$ のマトリックスの上下左右斜めのさまざまな系列を探索することが求められる。もしこの課題とスロットマシン課題の関連に気づき、後者の課題遂行時にその探索方法を類推的に適用することが可能になれば、横方向への探索への固執が緩和されて、ターゲットの発見率は向上するはずである。「統制条件」の実験参加者は、スロットマシン課題に関連しない「単語暗記課題」に取り組んだ。

実験の結果は、実験条件の実験参加者は、統制条件の実験参加者に対して、より早くターゲットを発見することが明らかになった。さらに、実験終了後のアンケートの結果は、ターゲットを発見した実験参加者のほとんどは、両課題の関連に気づくことはなかったことを示していた。これらの結果は、類推における潜在的意識活動の存在を示唆するものである。

## 5. 今後の方向性

ここまでに、洞察の背後には「制約の緩和」と「類推の利用」という2つの認知的プロセスが存在しており、それぞれに潜在的意識の処理に関わることを述べてきた。最後



(a) ベース課題



(b) ターゲット課題

図4 変形スロットマシン課題

下が変形スロットマシン課題の画面、上がベース課題の画面である。ベース課題では、実験参加者は、 $3 \times 3$ のマトリックスの上下左右斜めのさまざまな系列を探索し、意味ある単語列を発見することが求められる。この場合ならば、3行目に上から「サカナ」という文字列を発見する。もしこのベース課題と変形スロットマシン課題の関連に気づき、後者の課題遂行時に、前者の探索方法を類推的に適用することが可能になれば、ターゲットの発見率は向上することが期待される。

に、洞察問題解決における潜在的意識処理の関与に関する研究の今後の方向性に言及しておきたい。

#### (1) サプリミナル実験

1つは、実験心理学における「閾下ブライミング」という手法を用いて、潜在的意識処理の効果（サプリミナル効果）を直接検証するという方法である。これらの実験では、実験遂行中の実験参加者に対して、問題を解決するためのヒントを彼らの意識に昇らない程度の短い時間で瞬間提示する。このような閾下ヒントを提示し、問題解決が促進されることを確かめることによって、潜在的意識処理の存在を直接検証しようとするのである。

鈴木らは、彼らが長年用いてきたTパズルという洞察課題を用いた実験を行い、ヒントの閾下提示による問題解決の促進を確かめている<sup>13)</sup>。また、服部らは、伝統的洞察課題として数多くの研究実績がある「9点問題」を用いた同様の実験を行い、そこでも閾下提示の効果に関して、同様の結果を得ている<sup>14)</sup>。

#### (2) モデルベースアプローチ

もう1つの方向性は、洞察のプロセスを計算機上でシミュレートする認知モデルを構成することによって、ひらめき

のメカニズムを明らかにしようとする試みである。認知科学においてこの種のモデルベースアプローチは、実験的アプローチと共に、2つの主要な研究手法を提供してきた。モデルを構成するための認知アーキテクチャは、プロダクションシステムをはじめとする記号処理機構と、PDPモデルなどの分散処理機構とに大別される。近年、いくつかのハイブリッドアーキテクチャが提供されており、そこでは、顕在的意識処理を記号処理に、潜在的意識処理を分散処理に対応づけるのが一般的である。洞察における顕在的意識処理と潜在的意識処理の関係を扱うにあたって、これらの認知アーキテクチャは、探究のための有効なプラットフォームを提供するものと考えられる。筆者らのグループでも、前述のスロットマシン課題の解決過程に観察される現象を、記号処理、分散処理の相互作用の過程として説明することに成功している<sup>15)</sup>。

### (3) 脳計測

これらに加えて、脳活動を計測するという研究の方向性を指摘することができる。Bowdenらは、Compound Remote Associate Problemという彼らが洞察課題と呼ぶところの単語連想課題を使って、洞察問題解決遂行中の実験参加者の脳活動を計測している<sup>16)</sup>。実験参加者は、まず3つの単語を提示された後、4つ目の単語を予測する。たとえば、right, cat, carbonと提示された場合、期待される単語はcopyである。このように、4つ目の単語を発見するためには、ある種のひらめき、洞察が必要とされる。彼らは、そのような洞察を必要とする単語列と、ひらめきを必要としない単語列とを用いた実験を行い、fMRIを用いてそれに従事した実験参加者の脳活動を測定した。その結果、右半球の前上側頭回で、洞察問題解決遂行中に脳活動が賦活することを確認している。

## 6. まとめ

本論文では、人間の思考、特に発見におけるひらめきの背後にある認知的プロセスを、特に潜在的意識処理の関与という観点から検討してきた。具体的には、ひらめきを伴う問題解決である洞察問題解決の背後に存在する「制約の緩和」「類推の利用」という認知プロセスに、潜在的意識の処理が関わる証拠をいくつか提示してきた。本特集がテーマとして取り上げた創発は、多義的に定義される概念であると考えるが、潜在的処理から徐々に、もしくは飛躍的に意識に顕在化してゆく過程は、人間の意識活動の創発現象として、もっとも興味深い研究対象であることに間違いはない。

(2008年9月22日受付)

### 参考文献

- 1) 茂木健一郎：ひらめき脳、新潮社 (2006)
- 2) R.J. Sternberg and J.E. Davidson: The Nature of Insight, Bradford Books (1996)
- 3) 三輪和久, 寺井仁：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 (2003)

- 4) G. Wallas: The Art of Thought, Harcourt Brace (1926)
- 5) B.A. Browne and D.F. Cruse: The Incubation Effect: Illusion or Illumination?, Human Performance, **1**, 177/185 (1988)
- 6) B.T. Christensen and C.D. Schunn: Spontaneous Access and Analogical Incubation Effects, Creativity Research Journal, **17**, 207/220 (2005)
- 7) E. Segal: Incubation in Insight Problem Solving, Creativity Research Journal, **16**, 141/148 (2004)
- 8) 寺井仁, 三輪和久, 古賀一男：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 (2005)
- 9) 三輪和久, 松下正法：発見における心的制約の緩和過程, 認知科学, **7**, 152/163 (2000)
- 10) M.L. Gick and K.J. Holyoak: Analogical Problem Solving, Cognitive Psychology, **12**, 306/355 (1980)
- 11) D. Gentner, M. Ratterman and K.D. Foubus: The Role of Similarity in Transfer: Separating Retrievability for Inferential Soundness, Cognitive Psychology, **12**, 306/355 (1993)
- 12) C.D. Schunn and K. Dunbar: Priming, analogy, and awareness in complex reasoning, Memory & Cognition, **24**, 271/284 (1996)
- 13) 西村友, 鈴木宏昭：洞察問題解決の制約緩和における潜在的情報処理, 認知科学, **13**, 136/138 (2006)
- 14) 服部雅史, 柴田有里子：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回大会予稿集, 156/159 (2008)
- 15) H. Terai and K. Miwa: Sudden and Gradual Processes of Insight Problem Solving: Investigation by Combination of Experiments and Simulations, Proceedings of 28th annual meeting of the cognitive science society, 834/839 (2006)
- 16) E.M. Bowden, M. Jung-Beeman, J. Fleck and J. Kounios: New Approaches to Demystifying Insight, Trends in Cognitive Sciences, **9**, 322/328 (2005)

### 付録 図1のチェッカーボード問題の答

黒と白のマスはすべて隣り合っているため、1片のドミノが置かれるのは、常に黒と白の対の領域である。したがって、チェッカーボードのすべての領域をドミノで被うためには、黒と白のマスが同数なければならない。問題では、両端の白のマスが2つ除かれているために、白のマスは黒のマスより2つ少ない。したがって、ドミノですべての領域を被うのは不可能である。

### [著者紹介]

三輪和久君



1984年名古屋大学工学部卒業。89年同大学大学院工学研究科博士課程修了(情報工学専攻)。工学博士。89年同大学情報処理教育センター助手, 93年同大学大学院人間情報学研究科助教授を経て, 2004年より名古屋大学大学院情報科学研究科メディア科学専攻教授。1991年から1992年, 米国Carnegie Mellon University, Dept. of Psychology, visiting assistant professor。認知科学, 人工知能, 教育工学の研究に従事。とりわけ, 発見, 創造, 洞察, 協同など, 人間の hoch 思考過程に興味がある。