

【特集】 「シナリオ創発」

チャンスは準備された心にやってくる

— 洞察としてのシナリオ創出 —

A Chance Comes Over to a Prepared Mind

— Scenario Creation from the View Point of Insight Problem Solving —

三輪 和久
Kazuhsa Miwa

名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University
miwa@cog.human.nagoya-u.ac.jp, http://www.cog.human.nagoya-u.ac.jp/~miwa

寺井 仁
Hitoshi Tera

(同上)
terai@cog.human.nagoya-u.ac.jp, http://www.cog.human.nagoya-u.ac.jp/~terai

Keywords: chance discovery, constraint relaxation, incubation, insight, prepared mind, problem space.

1. はじめに

“チャンス”という言葉は、そもそも「偶然」という語源をもつ。このことが意味するところは、我々はどこかで、チャンスの発見は、偶発的要因によってもたらされるという莫とした印象を抱いているということではないだろうか。

一方で、重要な発見や創造を行ったクリエイターは、その発見や創造の瞬間を、神からの「啓示」のような神秘的な体験として報告している[Ferrucci 90]. 「偶然」にせよ「啓示」にせよ、チャンス発見のような特別な意味をもって現れる瞬間は、人間の側に主導権はなく、いわば“out of control”な現象として訪れることを伝えている。

一方で、“A chance favours a prepared mind.”という諺がある[大澤 03, Posner 73]. 「チャンスは準備された心を好んでやってくる」というほどの意味である。ここでは、チャンスの発見は、偶然や啓示のような「我ならざるもの」から与えられるのではなく、そこに人間の側の要因の関与を認めているのである。

このチャンス観に関する対立は、どこから生じているのであろうか。一つには、ここで述べられた「準備された心」というものが、その当人にはわからない、そこに自覚がないということがあげられるように思われる。自覚がないところに発見が訪れるために、あたかもそれが、「偶然」に起こったように感じるのである。

本論文では、チャンス発見を導く「準備された心」ということを取り上げてみたい。具体的には、以下の2点に関して検討を行う。

- (1) チャンスの発見は、主観的には、前触れなく突然訪れるように感じられる。
- (2) そのような発見が訪れるときには、その当人とつ

ては自覚がないにせよ、人間の側に何らかの準備が整っている、もしくは準備が進んでいる。

2. 洞察研究より

2.1 洞察問題

本論文では、チャンスの発見を、認知心理学の問題解決の研究領域で取り上げられてきた「洞察」という現象に基づいて検討する[Sternberg 95].

洞察を伴う問題解決は、さまざまな側面で通常の問題解決と異なっている[三輪 04, 寺井 04]. 通常の問題解決では、漸進的に解に近づいていくのが一般的であるが、洞察を伴う問題解決では、解が突然ひらめいたかのように発見される。洞察問題は、ときに「コロンブスの卵的」である。問題解決の途中に多くの困難を抱えるものの、答えを知ってしまえば、「なぜそこに気づかなかったのかわからない」といった感想をもつことがしばしばである。そして、解が発見される瞬間の体験は、“Aha! experience”と呼ばれ、驚きや感動といった情動を伴うことが多い。これらは、我々がチャンスを発見したときの体験と、多くの類似点をもつ[三輪 03].

以下では、洞察に関わる問題解決研究で取り上げられてきた実験を紹介しながら、冒頭で述べた二つのポイントについて考えてみたい。

2.2 warmth rate

我々は、洞察を「ひらめき」と呼ぶように、ある瞬間、何の前触れもなくやってくるように感じている。このような発見の飛躍性は洞察の大きな特徴であり、問題解決の実験室研究においても検証されてきた。

Metcalf and Wiebe は、問題解決中のメタ認知、つまり、問題解決の成功の予測について議論した[Metcalf

87]. 実験において、被験者は、洞察問題と非洞察問題（漸進的問題解決課題であるハノイの塔と代数問題）を解いている間に、15秒ごとに（カチツという音が実験者から与えられる）、その時点でどの程度解に近づいているかについて、チェックシートに記入することが求められた。評定は、*warmth rating* と呼ばれる方法が用いられた。これは、解への接近の度合いを、温かさ（cold～hot）の程度で報告するというものである。

結果は、非洞察課題では漸進的に *warmth rate* が上昇するのに対して、洞察課題では解を発見する直前まで *warmth rate* が上昇しなかった。この結果から、人は非洞察問題においては正しく問題解決状況を予測し、漸進的に解に向かっていくことを認識できるが、洞察問題では、主観的には、前触れなく突然解を発見しているように感じていることが実験的に示された。

2・3 Wallas の4段階モデル

warmth rate を用いた実験で示されたように、洞察は、主観的には突然の出来事である。しかし同時に、我々は、洞察に至るためのプロセスの重要性を体験的に知っている。例えば、問題が行き詰まってしまうアイデアが浮かばないとき、直面している問題からいったん離れ、ほかの作業を行っているときに不意にアイデアが浮かぶというような経験は少なくない。実際、歴史的な発見における回顧録においても、同様の報告が見られる[Wallas 26]。

Wallas は、著名な科学者の創造過程における内証報告から、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) の四つの段階にまとめた[Wallas 26]。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、孵化フェーズでは、問題を一時わきにおいて別な事柄に取り組む。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。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。

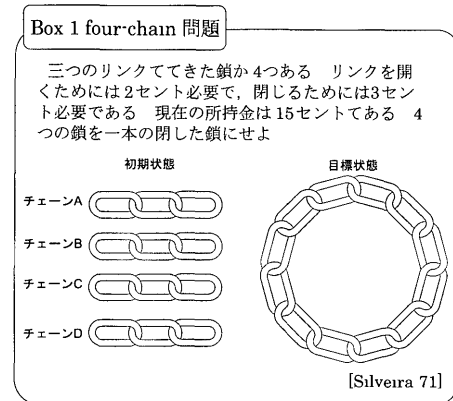
次に示す二つの例は、洞察における孵化フェーズの効果に関する実証的な研究である。

2・4 孵化に関する実験室研究

§ 1 Silveira (1971)

Silveira は、実験室研究のパラダイムで、洞察における孵化の効果を検証した[Seifert 95, Silveira 71]。実験では、被験者には、Box 1にある four-chain 問題が与えられた（解は付録 A 参照）。課題解決中、被験者はある時点で問題解決を「中断」し、その後再び、問題解決を再開した。課題解決中の中断が孵化フェーズに相当し、中断時間の長さが実験的に操作された。

結果は、中断のなかったコントロールグループでは正解率が 55%であったのに対して、短い中断（30分）を行



ったグループでは 64%、長い中断（4時間）を行ったグループでは 85%となり、孵化フェーズの長さが洞察を促進することが確認された。

§ 2 Smith and Blankenship (1991)

同様に、Smith and Blankenship は、RAT (Remote Associate Test) と呼ばれる連想課題を用いて、固着と孵化の関係について実験的な検証を行っている[Smith 91]。この実験では、固着を与える群/与えない群、孵化フェーズを与える群/与えない群の 2×2 の 4 条件が設定された。まず、被験者には、三つの単語を一組（例えば、TYPE, GHOST, STORY）とする RAT 問題が与えられ、それぞれが一般的な単語、またはフレーズになるような共通の単語を発見することが求められた（解は、writer）。問題を与える際に、適切な連想に対して誤解を招くような単語を同時に提示することによって（例えば、TYPE に対して style, GHOST に対して goblin, STORY に対して tale）、問題解決を阻害する固着をつくり出した。

2分間の問題解決の後、孵化期間を設ける群には5分間の短い物語を読んだ後に、孵化期間を設けない群は直後に再度同じ問題に取り組んだ。結果は、固着を与えた条件では孵化期間が問題解決を促進し、固着を与えなかった条件では孵化期間のあり・なしで差は認められなかった。

以上の二つの実験から、現在直面している問題とは関連のない孵化フェーズを経ることによって、問題解決を阻害する固着が緩和され、問題解決が促進される可能性があることが示された。これらの実験が示唆する点は、意識的な問題解決の努力とは異なるプロセスによって、洞察問題の解決が促進される場合があるということである。

3. 著者らの実験

ここまでに紹介した二つの研究は、洞察は、意識的には突然訪れたように感じられるものの、当人には意識されないレベルで、その瞬間を導く何らかの内的準備を整えていくプロセスが存在することを示唆するものである。以下では、我々の研究室で行われた洞察の実験的研究を紹介しながら、これらの点に関して、より具体的・直接的な検討を加えていく。

3・1 制約緩和と問題空間の切替え

我々は、洞察に関わる以下の二つのプロセスに着目した。

(1) 心的制約の緩和

洞察問題解決のプロセスには、インパスと呼ばれる深刻な行き詰まり状態が現れる。そのようなインパスは、誤った先入観や思い込み、そこから生まれる問題解決に対する不適切な構えから生じ、これらを総称して心的制約と呼ぶ。洞察を得るためには、まずは心の中にあるこの制約を緩和しなければならない[鈴木 03]。

(2) 問題空間の切替え

伝統的認知心理学の領域では、問題解決を、問題空間の探索として捉えてきた。その観点から洞察を捉えようと、インパスの状態とは、解の存在しない誤った問題空間の探索への固執と考えることができる。洞察はこのような不適切な問題空間の探索から、解が存在する正しい問題空間の探索へのシフトを通して得られる[Kaplan 90]。

3・2 スロットマシン課題

図 1 は、著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である。

初期状態では、1 行目の三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。次の段階で、1 番目、2 番目の数字が停止する。被験者の課題は、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。被験者には、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。

被験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、被験者は 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いこむ。しかも、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（これをブロック仮説と呼ぶ）。

2	3		
スロット1	スロット2	スロット3	
1	3	3	
0	0	0	
7	1	7	履歴
2	2	4	

図 1 スロットマシン課題

ぶ）。被験者は、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かかわらず、被験者はなかなか解を発見することができない。著者らの一つの実験では、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（この実験の詳細は、[三輪 00]を参照）。

興味深い現象は、被験者はいったんブロック仮説に束縛されると、横方向の関係性の発見に執着し続けるということである。そのために、例えば、「1 番目の数字が偶数で、かつ 2 番目の数字が 1 番目の数字に 2 を足した数の場合（に限って）は、3 番目の数字は 1 番目の数字と 2 番目の数字の積から 1 を引いた数である」といったような奇妙な仮説を生成する。被験者はそのような形でインパスに陥るのである。しかし、横方向の関係性に注目する探索をいくら続けてもターゲットは発見できない。ターゲットを発見するためには、このような横方向の関係性の発見への固執を解消したうえで（心的制約の緩和）、縦方向の関係性に注目する探索にシフトしなければならない（問題空間の切替え）。

3・3 言語報告と眼球運動

上記と同じ課題を用いた別の実験では、被験者に、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、課題解決中の被験者の視線の移動を分析した。この実験では、16 名が実験に参加し、そのうち 5 名がターゲットを発見した（この実験の詳細は、[Terai 03a, 寺井 03b]を参照）。

ターゲットを発見した 5 名の被験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、前述したように、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、縦方向の規則性をもつターゲットを発見していた。そこには、心的制約の緩和や、問題空間の切替えの双方に関して、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。被験者の視線の移動を、ある一定の基準に基づき、横方向、縦方向、ななめ方向、停留の四つに分類し、それぞれの移動パターンの出現割合の変化を分析した。すると、ブロック仮説が棄却された直後から、被験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た。このことは、発見に至るまでに、心的制約の緩和や、問題空間の切替えといったプロセスが、徐々に進行していったことを示している。

さらに興味深い点は、横方向の視線移動の減少、縦方向の視線移動の増加とともに、ターゲットを発見した 5 名の被験者のほうが、発見できなかった 11 名の被験者に比べて、より大きな値を示したことである。

以上は、被験者は、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のサーチのような意識に昇らない活動に関しては、発見以前は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いる。

ここで、視線移動の変化を発見に至るための「準備された心」の一つの現れと考えることができるとすれば、ターゲットを発見できた被験者の心は、発見できなかった被験者の心に比して、より心的な準備を整えていたと見ることができる。しかも、それらのプロセスは、言語報告されるような形で、本人の意識に昇ることはなかったということは、興味深い点である。

4. ま と め

本論文では、突然訪れたかのように感じられる洞察の瞬間も、実はその背後に「準備された心」の存在があって初めて導かれることが示唆されることを述べてきた。準備された心は、ときに、本人に自覚されていない場合がある。本論文では、眼球運動を測定することによって、言語報告からは見ることができない認知プロセスを捉えることを試みた。

意識に昇らないプロセスをより直接的に捉える方法としては、脳の活動を測定することがあげられる。幸いにも、近年、NIRS や fMRI といった、非侵襲の脳活動測定装置が発達してきた。今後は、ますますこれらの測定技術を有効に利用した研究が進展することが期待される。

さらに、もう一つは、計算機モデル的アプローチではないかと考えている。意識的認知プロセスと、その背後に存在する意識に昇らない認知プロセスの相互作用のモデルを計算機上に実装し、心理実験を通して得られたデータをうまく説明できる理論を構築するのである。問題解決研究においては、すでにこの取組みが存在する（例えば[Sun 02]）。著者らは、これを洞察の領域に拡張する取組みを始めている。

◇ 参 考 文 献 ◇

[Ferrucci 90] Ferrucci, P. *Inevitable Grace: Breakthroughs in the Lives of Great Men and Women*. Guides to Your Self-Realization, St Martins Press (1990); 邦訳. 平松園枝, 手塚郁恵 訳: 人間性の最高表現—その輝きを実現した人びと (上/下), 誠信書房 (1999)

[Kaplan 90] Kaplan, C. A. and Simon, H. A.: In Search of Insight, *Cognitive Psychology*, Vol 22, pp 374-419 (1990)

[Metcalfe 87] Metcalfe, J. and Wiebe, D. Intuition in insight and noninsight problem solving, *Memory & Cognition*, Vol 15, No 3, pp 238-246 (1987)

[三輪 00] 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*, Vol 7, No. 2, pp. 152-163 (2000)

[三輪 03] 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*, Vol. 18, No. 3, pp. 275-282 (2003)

[三輪 04] 三輪和久, 寺井 仁: 洞察問題解決からモノ探し研究へ— 理解と支援/実験室と現場をつなぐ—, *インタフェース学会誌*, Vol

6, pp 103-106 (2004)

[大澤 03] 大澤幸生: チャンス発見の情報技術—ポストデータマイニング時代の意思決定支援, 東京電機大学出版局 (2003)

[Posner 73] Posner, M. I. *Cognition: An introduction*, Glenview, IL: Scott, Foresman (1973)

[Seifert 95] Seifert, C. M., Meyer, D. E., Davidson, N., Patalano, A. L. and Yaniv, I.: Demystification of Cognitive Insight Opportunistic Assimilation and the Prepared-Mind Perspective, Sternberg, R. J. and Davidson, J. E., eds., *The Nature of Insight*, chapter 3, pp '65-124, Cambridge, MA. MIT Press (1995)

[Silveira 71] Silveira, J. M. Incubation: The effect of interruption timing and length on problem solution and quality of problem processing, *Unpublished doctoral dissertation, University of Oregon, Eugene* (1971)

[Smith 91] Smith, S. M. and Blankenship, S. E.: Incubation and the persistence of fixation in problem solving, *American Journal of Psychology*, Vol 104, pp. 61-87 (1991)

[Sternberg 95] Sternberg, R. J. and Davidson, J. E., eds.: *The Nature of Insight*, Cambridge, MA: MIT Press (1995)

[Sun 02] Sun, R.: *Duality of the Mind*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey, London (2002)

[鈴木 03] 鈴木宏昭, 開 一夫: 洞察問題解決への制約論的アプローチ, *心理学評論*, Vol 46, pp 211-232 (2003)

[Terai 03a] Terai, H. and Miwa, K.: Insight Problem solving from the Viewpoint of Constraint Relaxation Using Eye Movement Analysis, *Proc 4th International Conference of Cognitive Science*, pp 671-676 (2003)

[寺井 03b] 寺井 仁, 三輪和久: 外的情報の取り込みから見た洞察問題解決過程, *人工知能学会第 51 回人工知能基礎論研究会資料 SIG-FAI-A203*, pp 7-12 (2003)

[寺井 04] 寺井 仁, 三輪和久: 洞察研究に基づく「モノ探し」のプロセスの分析, *認知科学*, Vol. 11, pp 262-269 (2004)

[Wallas 26] Wallas, G.: *The Art of Thought*, New York: Harcourt Brace Jovanovich (1926)

◇ 付 録 ◇

A. four-chain 問題の解答

一つのチェーンの三つのリングを開き (2 セント×3), それによって残りの三つのチェーンの両端をつなぎ合わせる (3 セント×3).

2004 年 10 月 20 日 受理

著 者 紹 介



三輪 和久 (正会員)

1984 年名古屋大学工学部卒業。1989 年同大学院工学研究科博士課程修了 (情報工学専攻)。工学博士。1989 年同大学情報処理教育センター助手, 1993 年同大学大学院人間情報学研究科助教を経て, 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 ~ 92 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。



寺井 仁 (学生会員)

2003 年名古屋大学大学院人間情報学研究科修士課程修了。現在, 同大学院情報科学研究科博士課程に在籍。認知心理学の研究に取り組む。人間特有の問題解決過程に興味をもち, 心理実験および計算機モデルの両面から探求することを目指している。日本認知科学会会員。