

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500335

研究課題名(和文) 行動実験と計算機モデリングの統合的アプローチによる洞察プロセスの解明

研究課題名(英文) Clarifying the mechanism of insight process by combining behavioral experiment with computational modeling

研究代表者

清河 幸子 (Kiyokawa, Sachiko)

名古屋大学・教育学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00422387

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：行動実験により、自ら目標設定を行うことは、目標を固定的なものと捉えると洞察問題解決を阻害するのに対して、暫定的な作業仮説として捉えた場合には、むしろ促進することが明らかとなった。また、洞察問題解決過程を意識的にモニターすることは困難であり、無意識的なプロセスが関与している可能性が示唆された。計算機モデリングによって、他者の情報を利用することによって、問題解決のスピードが速まるだけでなく、多様なアイデアが創発することが明らかとなった。また、技術伝達モデルにおいて「アーリー・アダプター」と呼ばれる、知識が少なく、新技術への積極性が低い個人において、イノベーションが起こる頻度が高いことがわかった。

研究成果の概要(英文)：We investigated whether self goal setting could facilitate insight problem solving. The results showed that self goal setting disrupted insight problem solving when they were not allowed to reach the other goal state. It, however, slightly facilitated the insight problem solving if the participants were allowed to change the goal.

We also investigated the relationship between explicit and implicit processes in insight problem solving. The result showed that although successful participants' solutions gradually improved over time, their warmth ratings suddenly increased just before solving the puzzle.

We examined influence of social structures on knowledge acquired by societies using computer simulations.

We compared four types of social networks, namely regular, random, small world, and scale free networks. When there are individual differences and people having similar beliefs tend to have close relationships with each other, the societies would acquire pareto-optimal knowledge.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：洞察問題解決 実験系心理学 計算機モデリング 認知科学

1. 研究開始当初の背景

洞察 (insight) に関する研究は、古くはゲシュタルト心理学者たちによって精力的に行われてきた。しかし、目覚ましい進展を遂げたのは、情報处理的観点からの研究が始めてからである。特に、2000年前後には多くの論文が公刊され (e.g., Chronicle, MacGregor, & Ormerod, 2004; Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; Ormerod, MacGregor, & Chronicle, 2002), 洞察が必要とされる問題解決 (以下、洞察問題解決) の特徴が少しずつ明らかになってきた。具体的には、洞察問題解決の特徴としては、①解決の初期に行き詰まり (インパス) が見られること、②解が突然「ひらめいた」かのように経験されるといった特徴があることが示されてきている。したがって、洞察問題解決プロセスを理解するためには、これら2つの特徴がなぜ生じるのかについて答える必要がある。

これらの特徴を説明するために提出された理論には、大きく分けて2つの立場がある。1つは、洞察問題解決は通常の問題解決とは異なる特別な認知プロセスであると捉える立場 (special process view, e.g., Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993) である。それに対して、もう一方の立場では、洞察問題解決も一般的な問題解決と共通のプロセスが生じていると捉える (business as usual view, e.g., Simon, 1986)。これら2つの立場の間には、依然論争が存在しており、決着はついていないが、近年になって、洞察問題解決は、単一のプロセスではなく、意識的・仮説検証的なプロセスと無意識的なプロセスの2つのプロセスが同時並行的に進行していることを示唆する研究 (寺井・三輪・古賀, 2005) が出てきている。

上記の行動実験によるアプローチに加えて、近年では、計算機モデリングによる検討も始まっている (e.g., 開・鈴木, 1997; Terai & Miwa, 2006; 和嶋・阿部・中川, 2008)。開・鈴木 (1997) は、過去の経験や自然な傾向性が、問題解決時の制約として作用するために、インパスが生じると考える。また、失敗を繰り返すことによって、制約が緩和し、確率的に洞察が達成されることから突然解がひらめいたように経験されるのだと説明している。このような定性的なモデルに加えて、和嶋・阿部・中川 (2008) は、開・鈴木 (1997) 同様、制約論的な立場から、制約、失敗からの学習、発想の飛躍、目標状態からの影響の動的な相互作用によって洞察が生じると仮定する定量的なモデルを提案している。

このように定量的な予測が可能なモデルが提出され始めてはいるものの、和嶋ら (2008) のモデルでは、発想の飛躍という洞察問題解決に固有のプロセスがあらかじめ組み込まれており、なぜそのような現象が生じるのか、あるいは、生じにくいのかという

点については不明なままである。

以上より、洞察問題解決時の具体的なプロセスについては、①意識的プロセスと無意識的プロセスの2つのプロセスが同時並行的に進行していること、②制約が影響していること以外については、未だ十分に明らかになっていないと言える。

2. 研究の目的

研究代表者の清河は、これまで、洞察問題解決の成否に関わる要因の検討を行動実験により行ってきた。その結果、自らの思考プロセスを言語化することが洞察問題解決を妨害したり、時には促進することを明らかにしてきた。また、研究分担者の松香は、人間の学習プロセス、すなわち、知識を最適化するプロセスを捉えるモデルを構築してきた。本研究では、これらの知見を踏まえて、洞察問題解決を一般的な問題解決や学習同様、目標に対する知識の最適化プロセスとして捉え、計算機モデリングにより定量的な検討が可能なモデルを構築し、その詳細なプロセスを明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 行動実験

①目標状態の意識化が洞察問題解決の解決成績および解決までの行動パターンに及ぼす影響を検討した。具体的には、6 コイン問題を用いて、目標状態を呈示する条件としない条件の2条件を設定し、解決成績および解決までの行動パターンを比較した。なお、実験1では、自ら設定した目標状態に達した場合のみを解決とみなし、別の目標状態に到達した場合は未解決と評価した。実験2では、自ら設定した目標とは異なる目標状態に達した場合でも解決とみなすこととした。

②また、洞察問題解決における意識的処理の関与について検討した。具体的には、T パズルを用いて、自らの問題解決過程を意識的にモニターすることが可能かどうかを検討した。実験参加者には「T パズルを解くことと、1分ごとに「どのくらい解に近づいているか (warmth 評定)」を評定することを求めた。

(2) 計算機モデリング

①知識を「独立したノードが繋がり合ってネットワークを形成しているもの」と仮定し、学習・問題解決を「ネットワークを形成している個々の要素が相互作用しながら最適化・自己組織化されるもの」としたモデルを構成した。また、このモデルを応用して、複数の個人からなる社会での洞察問題解決やイノベーションの創発のメカニズムを再現する計算機シミュレーションを行った

②マルチエージェントシミュレーションを用いて、個人間の情報交換を介したイノベーションの創発可能性について検討した。

4. 研究成果

(1) 行動実験

①目標状態の意識化が洞察問題解決の解決成績および解決までの行動パターンに及ぼす影響を検討した。実験1では、自ら設定した目標状態とは異なる解に到達することが許されない状況設定した。その結果、目標設定を行った場合に解決成績が低下することが示された(図1)。設定された目標別に解決成績を検討したところ、そもそも誤った目標状態を設定していた実験参加者が12名と全体の4割以上を占めており、目標設定の不適切さが解決を阻害している可能性が示唆された(表1)。

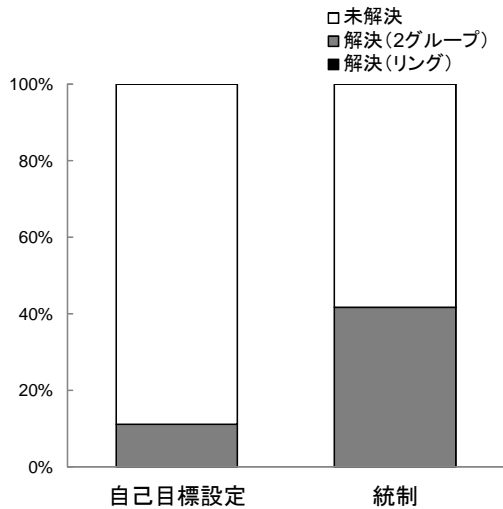


図1 条件別解決成績(実験1)

表1 設定された目標と解決成績の関連(実験1)

	解決		未解決
	リング	2グループ	
リング	0	-	10
2グループ	-	3	2
その他	-	-	12

自ら設定した目標とは異なる目標状態に達した場合でも解決とみなすよう設定を変更した実験2では、実験1とは異なり、自ら目標設定を行うことによって解決が促進されることが示された(図2)。設定された目標と解決成績の関連を検討したところ、リング目標を設定した参加者や不適切な目標を設定した参加者も2グループ解に到達していることが確認された(表2)。このことから、暫定的な作業仮説として目標が機能する場合には、自ら目標設定を意識的に行うことは、問題解決にとって有効であることが示唆さ

れた。

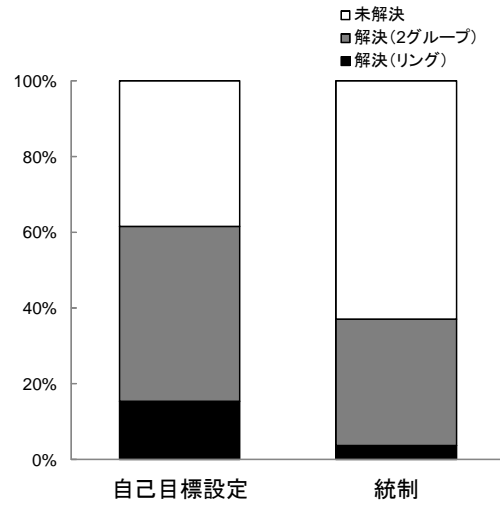


図2 条件別解決成績(実験2)

表2 設定された目標と解決成績の関連(実験2)

	解決		未解決
	リング	2グループ	
リング	4	4	4
2グループ	0	5	1
その他	0	3	5

②洞察問題解決における意識的処理の関与について検討した。具体的には、解決者が自らの問題解決過程を意識的にモニターすることが可能かどうかを検討した。参加者はTパズルを解くことと、1分ごとに「どのぐらい解に近づいているか(warmth 評定)」を評定することを求められた。その結果、解決できた参加者では、対象レベルの制約(図3)および関係レベルの制約(図4)の緩和率により示される実際の解決状況は徐々に解に近づいていたにもかかわらず、warmth 評定はそれに対応しておらず、解決の直前になって高い値を示していた。一方、未解決の参加者は、課題全体を通して低いwarmth 評定値を示しており、ピースの配置も解に近づいてはいなかった。以上より、洞察問題解決過程を意識的にモニターすることは困難であり、無意識的なプロセスが関与している可能性が示唆された。

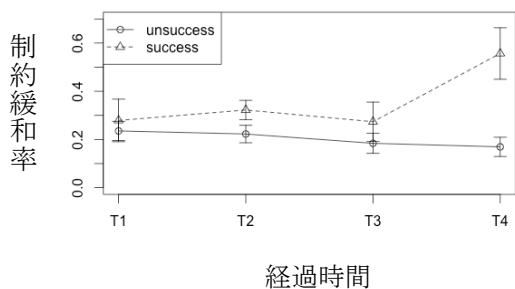


図3 対象レベルの制約の緩和率（時間別）

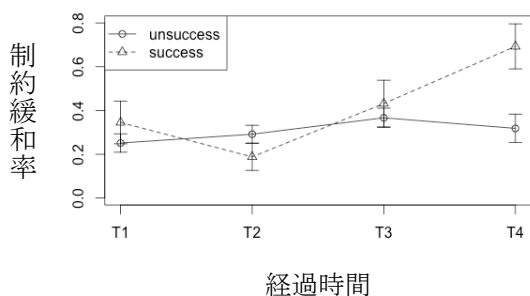


図4 関係レベルの制約の緩和率（時間別）

(2) 計算機モデリング

①既存の多くの認知モデルでは、学習や問題解決の過程を単一のベクトルで表現された知識・方略の最適化として扱ってきた。本研究では、新たな試みとして、知識を「独立したノードが繋がり合ってネットワークを形成しているもの」と仮定し、学習・問題解決を「ネットワークを形成している個々の要素が相互作用しながら最適化・自己組織化されるもの」としたモデルを提案した。計算機シミュレーションの結果、多くのネットワークがその構造をもつと言われる small world network 的な知識ネットワークが最適化されると、pareto optimal と呼ばれる、頑健で多様性があり、汎用性の高い知識が形成されることが示唆された。

また、上記のモデルを応用して、複数の個人からなる社会での洞察問題解決やイノベーションの創発のメカニズムを再現する計算機シミュレーションを行った結果、他者の情報を利用することによって、問題解決のスピードを速めるだけでなく、多様なアイデアが創発することがわかった。

②マルチエージェントシミュレーションを用いて、個人間の情報交換を介したイノベーションの創発可能性について検討した。その結果、技術伝達モデルにおいて「イノベーター」と呼ばれる、多くの情報を有し、積極的に新しい情報・技術を導入する個人は、「情報過多」となり、イノベーションを起こすこ

とが困難となることが示された。一方、技術伝達モデルで「アーリー・アダプター」と呼ばれる、「イノベーター」より知識が少なく、新技術への積極性が低い個人において、イノベーションが起こる頻度が高いことがわかった。この結果は、「アーリー・アダプター」は「イノベーター」によって導入された技術を「イノベーター」がより少ない知識で評価するため、結果的に過学習や過剰一般化を避けることが可能となったものと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 27 件)

Matsuka, T. & Honda, H. (2012). Effects of individual differences on knowledge and wisdom of society: A social modeling approach. In the Proceedings of the 13th International Conference on the Simulation and Synthesis of Living Systems. (pp 401-406).

Kiyokawa, S., Hayashi, K., & Matsuka, T. (2012). Roles of self goal setting in insight problem solving. In the Proceedings of the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 1798-1803). Austin, TX: Cognitive Science Society.

Adachi, H., Kiyokawa, S., & Matsuka, T. (2013). The relationship between explicit and implicit processes in insight problem solving. 2013 Psychonomic Society Annual Meeting. Sheraton Centre Toronto Hotel.

〔図書〕(計 1 件)

清河幸子 (2014). ひらめきと問題解決—洞察問題解決 関口貴裕・森田泰介・雨宮有里(編著)ふとうかぶ記憶と思考の心理学:無意図的な心的活動の基礎と臨床 北大路書房 234(33-43)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://kiyokawalab.blogspot.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清河 幸子 (KIYOKAWA SACHIKO)

名古屋大学・大学院教育発達科学研究科・准教授

研究者番号：00422387

(2) 研究分担者

松香 敏彦 (MATSUKA TOSHIHIKO)

千葉大学・文学部・准教授

研究者番号：30466693