

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 13 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500327

研究課題名(和文) 問題解決において用いられる無意識的情報の表象形式と機能についての研究

研究課題名(英文) Representation and function of subliminal information used in problem solving

研究代表者

鈴木 宏昭 (Suzuki, Hiroaki)

青山学院大学・教育人間科学部・教授

研究者番号：50192620

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)： 洞察問題解決においては閾下ヒント呈示が促進効果を持つという知見が積み重ねられてきている。本研究は事前に提示された閾下情報の所在、および問題解決におけるその機能をより明確にすることを目的としている。

連続フラッシュ抑制と二重課題を組み合わせて行われた実験の結果は、二重課題の実施は被験者のパフォーマンスを低下させないというものであった。このことは閾下情報が通常のワーキングメモリとは異なる貯蔵庫に保持されている可能性を示唆している。また閾下ヒント情報の順次呈示を行った実験では、促進効果が全く見られなかった。このことは保持された閾下情報は操作可能性を持たない、静的な表象であることを示唆している。

研究成果の概要(英文)： Previous studies have revealed that subliminal hint information facilitates performance in insight problem solving. Our research aims at specifying which memory system the subliminal information is stored, and examining whether this information is static visual image or manipulated flexibly. In order to specify the memory system, we posed a visual search task when presenting subliminal hint information. The results showed that subjects' performance would not be affected by a dual task which is expected to interfere the retention of the subliminal hint information. This suggests that subliminal information should be stored in a storage system other than working memory. In the second experiment, we presented subjects with a series of partial hint information subliminally. However, this experimental manipulation would not affect subjects' performance at all. The results suggest that subliminal information could not be manipulated flexibly, unlike information in working memory.

研究分野：認知科学

キーワード：洞察 問題解決 閾下情報 ワーキングメモリ 二重課題

1. 研究開始当初の背景

人間の認知プロセスの大半は意識的なコントロールやアクセスが困難なものが多い。一方問題解決は問題の理解、プランニング、モニタリングなど意識的なコントロールを要する過程と考えられている。こうした知見を否定することは現時点において妥当ではないが、問題解決においても無意識的な成分が多分に含まれている可能性がある。

特に洞察問題解決においては意識的な認知と無意識的な認知の間に興味深い乖離があることが知られている。たとえば問題解決中に解決への接近の度合いを訊ねた場合、通常の問題ではその推定はおおむね正しいものとなっているが、洞察問題ではまったく不正確なものとなる (Metcalf & Weib, 1987)。また自分の解決行動をモニタリングすることは問題解決において重要とされているが、洞察問題でこれを強制的に行わせるとかえって解決を阻害する (Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993)。意識的には解決へ向かっていなくても適切な行動が増加する (Suzuki et al., 2000; Terai & Miwa, 2003)。洞察に至っていても、その言語報告はそれより相当後になされる (Siegler & Stern, 1998))。以上の結果は、洞察問題解決が思考と無意識との関係を探るために格好の題材であることを示している。

こうした問題意識から我々は闕下で呈示されるヒント情報が洞察問題解決において利用可能かを調べてきた。闕下刺激を用いる理由は、闕下刺激は意識上に上らないため、これがもし問題解決に影響を与えるとすれば、その過程は無意識であるとしか判断できないためである。つまり闕下提示された情報は定義上意識できないため、それを利用したプロセスは必然的に無意識的なものと考えざるを得ない、ということである。

こうした研究の端緒となった西村・鈴木 (2006) では逆向マスキングを用いた闕下ヒント呈示を行った。その結果、問題解決がかなりの程度促進されることが明らかになった。また闕下提示時の注視点の違いが問題解決に影響を与えることも明らかになった。近年は Hattori & Orita (2013) では多様な洞察問題に対して闕下提示したヒントが影響を与えることが示されている。

しかしながら上記の実験は闕下ヒントが洞察を促すことをデモンストレートしたにすぎず、認知プロセスを明らかにするものとはなっていない。たとえば、闕下提示された情報はどの記憶貯蔵庫に保持されているのか、またそれらの情報は問題解決中でどのような役割を果たすのかなどが明らかになっていない。

2. 研究の目的

上記の背景から以下のような研究目標を

立てた。

潜在的情報処理は様々な認知において主要な役割を果たしている。意識的な処理が支配すると考えられてきた思考研究においても、近年特に洞察問題解決においては潜在処理にかかわる研究が徐々に進められるようになった。しかしこれらは無意識的情報の呈示の効果を検証しただけであり、その表象の形式や処理のプロセスについて十分な知見が得られているとは言えない。本研究の目的は洞察問題とその他の一般的な問題の解決過程において利用される無意識的情報の表象の貯蔵庫、その処理プロセスを明らかにすることである。無意識的情報の呈示には、安定した結果の得られる可能性の高い連続フラッシュ抑制を用いる。

3. 研究の方法

研究方法は、洞察問題の解、あるいはヒント情報を事前に闕下提示し、これを行わなかった群と比較するというものである。闕下提示には様々な方法があるが、本研究では連続フラッシュ抑制と呼ばれる方法を用いた (Tsuchiya & Koch, 2005)。両眼視野闘争の仕組みを用いた闕下提示方法である。優位眼に輝度の高い画像をフラッシュさせながら提示し、劣位眼に輝度の低い画像を提示する。すると劣位眼に提示された画像に対する視覚的アウェアネスが全く生じない状態が数十秒から一分程度続く。しかしアウェアネスの生じない画像はその後の課題に様々な影響を与えることが知られている。この方法がマスキングなどのほかの呈示方法に比べて優れているのは、アウェアネスの生じない状態をきわめて長い時間維持できるという点である。

また闕下情報の貯蔵庫をさぐるためにワーキングメモリ研究でよく用いられる二重課題を採用した。これはある課題の最中に別の課題を同時に実施させるというものである。ワーキングメモリには容量の制限があり、一度に多くの情報を保持することはできないとされている。したがってワーキングメモリを用いる課題を行わせるときに、同じワーキングメモリを使う別の課題を実施すればパフォーマンスは低下する。

本研究では闕下刺激の呈示の際に別の視覚性課題を被験者に実施させる。この課題の実施により視覚性のワーキングメモリ容量が制限されることになる。よって闕下提示された情報がワーキングメモリに保持されているのであれば、この条件ではその処理と保持が干渉を受けると考えられる。一方、闕下提示情報がワーキングメモリとは別の記憶システムに貯蔵されているとすれば、こうした二重課題によって干渉を受けることはないだろう。

4. 研究成果

(1) 連続フラッシュ抑制の有効性の検討

これまで闕下ヒント情報についての研究は逆向マスクングを用いたものが主であり、連続フラッシュ抑制を用いたものは存在しなかった。そこで連続フラッシュ抑制を用いた闕下ヒント情報提示が実際に効果があるのかを検討する必要がある。実験では連続フラッシュ抑制によりある洞察パズルの解が提示される実験群と統制群を設け、そのパフォーマンスを比較した。なおこの実験はパズルの完成形態の外枠だけを型紙として提示した条件下で行われた。この実験の結果は劇的なものであり、実験群の平均解決時間は統制群に比べて6分の1以下となった。また1分以内の解決者は全体の40%にも及んだ。

しかしながらこうした結果は型紙という特殊な条件下で得られたものである可能性もある。また1分以内の解決者が相当数存在したということは、ヒント情報が直接プライミングのような形で働き、問題解決というよりは想起に近いものとなっていた可能性もある。

そこで型紙を外した通常の条件で同様の実験を行った。その結果はやはり闕下ヒント情報提示の劇的な効果を示すものであった。解決者は実験群が50%以上であったのに対して、統制群では6%にとどまり、解決時間も当然のことながら大きな開きが見られた。

以上の結果は連続フラッシュ抑制による闕下提示がこれまでの闕下提示と同様か、それ以上の効果を生み出すことを示している。

(2) 闕下情報の貯蔵庫の特定

闕下提示されたヒント情報はどの貯蔵庫に保持されているのだろうか。提示されるのは視覚情報であるから、常識的に考えればそれは視覚性のワーキングメモリに保持されているだろう。一方ワーキングメモリ内の情報は意識的なアクセスが可能であるとされている。この2つをもとにして考えると、2つの可能性がある。1つは闕下情報はワーキングメモリとは別のまだ知られていない貯蔵庫にあるという可能性である。もう1つは、ワーキングメモリはその一般的定義とは異なり、意識的にアクセスできない情報をも保持しているという可能性である。

この2つの可能性を検討するために視覚性ワーキングメモリに負荷をかける課題を含む二重課題を用いた実験を行った。基本的にはヒントが闕下提示されるか否かと二重課題を行うか否かの2要因の実験計画である。二重課題条件では優位眼に提示されるフラッシュ画像中で視覚探索を含む課題を行わせた。これによって視覚性ワーキングメモリに負荷がかかり、結果として闕下提示された情報の処理と保持が干渉を受け、問題解決のパフォーマンスが劣化することが第二の可能性からは期待される。一方第一の可能性が正しいとすれば、闕下情報はワーキングメモリとは別の場所に保持されているため、二重課題による影響はないと考えられる。

この実験の結果はきわめて予想外であった。正答率、解決時間ともにヒント提示の主効果は見られず、タッピングの主効果が有意となった。そしてさらに不思議なことに、タッピングは干渉とはならず促進効果をもたらしたのである。現在このデータをさらに解析中であるが、ある種の課題(変化検出など)においてはワーキングメモリのリソースの欠乏が逆に好成績を生み出すという知見があり、これらとの関係性を今後検討する必要があるだろう。

(3) 闕下情報の機能

これまでの研究から、闕下提示情報は何らかの貯蔵庫に保持され、ゴール状態をサポートする形で参照されるものと考えられる。しかし闕下情報は問題解決過程をコントロールする可能性もあるかもしれない。つまり静的な参照物として表象されているのではなく、オペレータの選択にも関与する可能性がある。

これを検討するために、問題解決に必要な部分的情報を順次提示する実験を行った。具体的には代表的な洞察問題とされる9点問題を用いて、3秒間ずつ部分的にヒント情報を闕下提示していくというものである。もし闕下情報がアクティブにオペレータ選択に関わるとすれば、単に問題解決の成績が上がるだけでなく、提示した順にしたがった解決が増えるはずである。しかしながらこの実験ではそもそも闕下ヒント提示の主効果自体を確認することができなかった。

この結果は、闕下提示情報は解決過程の各時点でアクティブに機能するというよりは静的な参照物として存在している可能性を示唆している。ただし、これはヒントが順次闕下提示されていく過程で前の画像が上書きされてしまったからではないかとも考えられる。そこでこの可能性を検討するために、ヒントの闕下提示の最後の段階で無関係画像を闕下提示する群(上書き群)とそのまま継続してヒントが提示されるグループ(上書きなし群)、そしてヒントを提示されない統制群からなる実験を行った。その結果、ヒントの闕下提示の効果は確認できたが、上書き群と上書きなし群の間にはいかなる差も見られなかった。以上のことから、闕下情報は多少の妨害があっても保持されているが、問題解決の過程をアクティブにコントロールする機能は有していないことが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

Suzuki, H., Fukuda, H., Miyata, H. & Tsuchiya, K. (2014). Exploring the unconscious nature of insight using continuous flash suppression and a

dual task. In Proceedings of the 36th Annual Conference of Cognitive Science Society, 2955 - 2960. (査読有り)

鈴木宏昭・福田玄明 (2013). 洞察問題解決の無意識的性質: 連続フラッシュ抑制による闕下プライミングを用いた検討. 認知科学, 20, 353 - 367. (査読有り)

[学会発表](計 10件)

鈴木宏昭 (2014). 変化から見た認知科学. 日本認知科学会第 31 回大会.(9月18日-20日名古屋大学)

鈴木宏昭 (2014). 無意識的情報を用いたやる気の科学と工学: ワークモチベーション・エンジニアリングの展開. 第 28 回人工知能学会全国大会(5月12日-15日愛媛県民会館他)

鈴木宏昭 (2014). 記号がもたらすもの, 奪うもの: 人の認知システムから考える. 第 28 回人工知能学会全国大会(5月12日-15日愛媛県民会館他)

鈴木宏昭・福田玄明 (2013). 部分解の継時的な闕下呈示が洞察問題解決に与える影響. 日本心理学会第 77 回大会発表論文集.(9月19日-21日札幌コンベンションセンター他)

鈴木宏昭・福田玄明・鈴木聡・田中克明・山田歩 (2013). 無意識的情報を用いたモチベーションの向上: ワークモチベーションエンジニアリングに向けて人工知能学会第 27 回全国大会.(6月4日-7日富山国際会議場他)

太田真梨子・鈴木宏昭・山田歩・福田玄明 (2012). 目標伝染における知識の役割. 日本認知科学会第 29 回大会発表論文集, 92 - 97. (12月13日-15日仙台国際センター)

服部雅史・鈴木宏昭 (2012). 高次認知処理の自動性とコントロール(ワークショップ企画). 日本認知科学会第 29 回大会(12月13日-15日仙台国際センター)

鈴木宏昭 (2012). 思考における無意識的処理(ワークショップ企画). 日本心理学会第 76 回大会.(9月11日-13日専修大学生田キャンパス)

鈴木宏昭・福田玄明・熊澤修 (2012). 解の闕下呈示が洞察問題解決に与える影響: 連続フラッシュ抑制(CFS)を用いた検討. 日本心理学会第 76 回大会発表論文集, (9月11日-13日専修大学生田キャンパス)

Fukuda, H., Suzuki, H., and Yamada, A. (2012). Automatic facilitation of social behavior by implicit inferring of social intention. Annual Meeting of the Cognitive Science Society. (8月1日-4日札幌コンベンションセンター)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 宏昭 (SUZUKI, Hiroaki)
青山学院大学・教育人間科学部・教授
研究者番号: 50192620

(2) 研究分担者

福田 玄明 (FUKUDA, Haruaki)
東京大学大学院・総合文化研究科・助教
研究者番号: 40615100

鈴木 聡 (SUZUKI, Satoshi)
成蹊大学・理工学部・助教
研究者番号: 70516377

宮田 裕光 (MIYATA, Hiromitsu)
東京大学・大学総合教育研究センター・准教授
研究者番号: 80726696