

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：12101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24730616

研究課題名(和文) イメージ生成過程の脳神経基盤：イメージ情報と視知覚情報を抑制する機能の影響から

研究課題名(英文) The brain mechanism of imagery generation process: About the functions which suppress mental imagery and visual perceptual information

研究代表者

本山 宏希 (Motoyama, Hiroki)

茨城大学・人文学部・准教授

研究者番号：30555230

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、心的イメージの生成を抑制する機能、および、イメージ生成中に外界から入力された視知覚情報の処理を抑制する機能の存在性について検証した。

実験の結果、まず、左後帯状回がイメージ生成の抑制に関与することが示された。この結果は、報告者の先行研究と一致するものであり、イメージ生成を抑制する機能が心内に存在することを支持する結果であった。次いで、行動実験により、イメージ生成中には視知覚情報処理が低下することが示された。すなわち、イメージ生成中に視知覚情報処理が抑制する機能が心内に存在することを示唆する結果と考えられる。しかしながら、現段階では、後者の機能を担う脳部位の特定には至らなかった。

研究成果の概要(英文)：This study examined existence of the functions which suppress mental imagery generation and inputted visual perceptual processing from external world during imagery generation.

First, It was suggested that left posterior cingulate gyrus was involved in suppression of mental imagery generation. This result corresponds to previous study of this reporter and this shows existence of this function which suppresses mental imagery generation.

Second, It was shown that the visual perceptual processing was reduced during mental imagery generation. That is, this result suggests existence of the function which suppresses the visual perceptual processing during mental imagery generation. However, the brain regions which involved in the latter function were not found in this study.

研究分野：認知心理学

キーワード：心的イメージ 視知覚処理 抑制 fMRI 感情

1. 研究開始当初の背景

本研究は、心的イメージの生成を抑制する機能、および、イメージ生成中に外界から入力された視知覚情報の処理を抑制する機能の実在性について検証する。先行研究において、両機能の存在が指摘されている。ただし、現段階では実証的にそれらの機能が存在することは前者については報告者の研究のみでしか、また後者については報告者の知る限り実施されておらず、思弁的な推測にとどまっている。そこで、本研究では、両機能の実在性を実証的に検討する。

心的イメージの生成過程を解明することは、イメージ研究の中心的なテーマの一つであり、現在までイメージ過程を説明するモデルがいくつかが提唱されている。さまざまなモデルに共通し、かつ現在多くの研究者が同意する過程として、外部から入力される視知覚情報を基に生成される視知覚像と長期記憶 (LTM) からの情報を基に生成されるイメージ像は同一の機構で形成されるというものがある (Kosslyn, 1994)。これは、人間が、生成された像を外界からの情報を基に作られていれば視知覚像と認識し、LTMからの情報を基に作られていればイメージ像と認識することを意味する。このようにイメージ像と視知覚像が同一の機構で生成されるのであれば、視知覚世界を体験しているときに、無尽蔵にLTMから情報が流入しては、生成された像が視知覚像なのかイメージ像なのか混同が生じてしまう。そのため、イメージ情報の流入を制御する機構の存在が指摘されてきた (菱谷, 1993)。しかし、このイメージ抑制機構の存在は、上記のように理論的に推測はされてきたが、実証的には近年報告者が検討したのみであり、今後さらなる実験的な吟味が必要であろう。

また、イメージ生成が抑制されるだけでなく、イメージ生成中に外部からの視知覚情報処理が抑制されることも指摘されている。イメージ中に外部から視知覚情報が入力されるとイメージを生成しづらいため閉眼するという方略はよく知られたものである。近年、イメージ生成時に視覚野の活動が抑えられることを示す実験結果が報告されている (e.g., 菱谷, 2008; Kaas et al., 2010)。これは、あたかも閉眼時と同じように外部からの視知覚情報処理を自動的に抑制する機能があり、イメージ生成時にはそれが働いていると解釈

することもできる。上記の脳イメージング実験の結果から、視知覚処理抑制機構の存在を仮定することはできるが、実証的にはその実在性は全く検討されていない。今後は、イメージ中に視知覚処理が抑制されることがあるか否か、もしあるなら、そのメカニズムを検証していく必要がある。

2. 研究の目的

報告者は、現在までイメージ生成の抑制メカニズムについて研究を進めており、最近、抑制に関与する脳部位の特定を行っている (Motoyama & Hishitani, 2011)。今後は、報告者が得ている実験結果をさまざまなアプローチから検証し、その結果の妥当性を高める必要がある。

また、外部からの視知覚情報の抑制機構については、その存在が思弁的に論じられているが (Hishitani, Motoyama, & Miyazaki, 2011)、その実在性を実証的に検証した研究は存在しない。イメージ抑制機構とイメージ生成時に働く視知覚処理抑制機構は、独立に作用するのではなく、一方が作動しているときには他方は抑えられるというように、相互に影響しあいながら、イメージ生成に影響すると考えられる。したがって、両機能の実在性が確認され、かつその詳細な特性が明らかになれば、イメージ生成過程のより全般的な理解につながるといえる。

3. 研究の方法

(1) イメージ生成を抑制する機能について

報告者は、左後帯状回周辺領域がイメージ生成を抑制する働きを担うことを示す実験結果を既に得ている。具体的には、まず先行研究において、不快なイメージは快なイメージより不鮮明であることが報告されている (Hertel & Parks, 2002)。菱谷 (1993) は、この感情価により鮮明度の差が生じる過程を以下のように説明している。イメージを生成する際に、イメージ対象の感情価が計算され、それが負である (不快である) ほど、イメージ生成が抑制される。その結果、不快な感情を伴うイメージは快な感情を伴うものより不鮮明になるというものである。すなわち、不快なイメージを想起すると、イメージ生成を抑制する心的機能が作動すると仮定した。報告者は、この機能が心内に実在するか否かを検証するために、この機能を担う脳部位を特

定する実験を実施した。もし、そのような機能を担う脳部位を特定できれば、その機能が心内に実在することを示す証左となろう。具体的には、不快なイメージを生成中と快なイメージを生成中の脳活動を比較し、不快なイメージ生成中により賦活する脳部位を探索した。これは、不快なイメージ想起中に、イメージを抑制する機能が作動すると考えられるためである。その結果、左後帯状回がその条件下で賦活した。また、左後帯状回の活動が増加するほど、不快なイメージの鮮明度が低下することが示された。これらの結果は、左後帯状回が不快なイメージの生成を抑制する機能を担と解釈すると説明できる。

しかしながら、左後帯状回がイメージ抑制機能を担うことを示した先行研究は、前述の報告者が実施した実験結果以外存在しないため、得られた結果の妥当性を検証するさらなる実験が必要であろう。たとえば、不快なイメージ想起中といった前述の条件以外のイメージ生成が抑制される条件下においても、左後帯状回の活動が生じることを確認することが有効な方法の一つと考えられる。背景でも述べたが、われわれが、通常、視知覚世界を体験しているときに、同時にイメージが次々と形成されてしまっただけでは、形成された像が視知覚像なのかイメージ像なのか混同が生じてしまう。そのため、視知覚像を形成しているときには、イメージの形成が抑制されるのではないかと推測した。すなわち、このとき、イメージを抑制する機能が、前述の不快なイメージ生成時と同様に作動していると考えられる。

そこで、イメージ生成中と視知覚像形成中（具体手には、絵を観察中）の脳活動を比較し、視知覚像形成中により賦活する脳部位を検証した。賦活する脳部位の中に、左後帯状回の活動が含まれると考えられる。

参加者 大学生および大学院生 16 名（男性 11 名、女性 5 名、平均年齢 26.8 歳 SD = 5.7）
装置 脳活動の撮像には 1.5T の MRI (GE signa) を用いた。刺激提示および反応記録には、Apple 社製 Macbook を用い、実験制御には SuperLab Pro 4.4 (Cedrus Corporation) を用いた。

刺激 イメージ対象となる語には、ポジティブな感情価を有するものが使用された。提示される絵刺激は、ART EXPLOSION 750, 000

Macintosh 版 (KOYOSHA graphics) から収集された。

(2) イメージ生成中に視知覚情報処理を抑制する機能について

① 行動実験：イメージ生成中に視知覚処理が抑制されることがあるか否かを検証する。もしそのようなことが生じるのであれば、イメージ生成直後に何らかの視知覚処理課題を課した場合、その反応が遅くなる、あるいは、正確さが低下すると考えられる。上記のことを検証するため、以下の 2 条件で、視知覚処理課題のパフォーマンスを比較する。

(A) イメージ生成直後に視知覚処理を必要とする課題を行う条件（イメージ条件）。

(B) 視知覚課題（絵を見せる等）直後、視知覚処理を必要とする課題を行う条件（絵観察条件）。

もし、イメージ生成中に視知覚情報処理が抑制されるのであれば、(B) に比べ (A) 実施直後の方が視知覚処理課題のパフォーマンスが低下すると考えられる。

本実験では、視知覚処理課題として、Kunzendorf and McLaughlin (1988-89) で用いられた課題を用いる。彼らは、実験参加者に瞬間呈示 (32ms) される語の語彙性判断 (Lexical Decision Task) を課した。イメージ生成直後と視知覚対象観察（絵の観察）直後それぞれに、文字列を瞬間提示し、その語彙性判断課題の成績が両条件間で異なるか否かを検証した。指標は、Kunzendorf and McLaughlin にならい、信号検出理論の d' 、さらには反応時間、正答率を用いた。

参加者 大学生 24 名（男 8 人、女 16 人 平均年齢 21.13 SD = 0.44）。

装置 実験プログラムは Superlab4.5 で作成され、制御機器は Macbook Air、ディスプレイは CRT (iiyama MT-8617E) が用いられた。画面の解像度は 1024 × 768、垂直リフレッシュレートは 100Hz であった。

刺激 イメージ対象は名詞 1 語であった。名詞は、本山・宮崎・菱谷 (2007) からイメージ価の高い名詞 80 個を選定した (7 件法の 6 以上、1 がイメージしにくい、7 がイメージしやすい)。そのうちの 40 個はイメージ条件

に、40個は絵観察条件に使用した。どちらの条件に刺激が呈示されるかは、参加者全体を通してカウンターバランスされた。

語彙性判断課題に用いられる刺激は、形容語 40語であり、これらは宮崎・本山・菱谷(2003)から選定された。選定された40語の形容語の文字順をランダム化し、非単語を40語作成した。形容語 20語とその非単語 20語がイメージ条件に、残りの形容語 20語と非単語 20語が絵観察条件に使用された。どちらの条件に刺激が呈示されるかは、参加者全体を通してカウンターバランスされた。

② 視覚情報処理抑制に関与する脳部位の特定 (fMRI 実験): ①において、予想通り (A)の方が (B)よりもパフォーマンスが低いという結果が得られた場合は、イメージ想起中に視覚情報処理が抑制する心的機能の存在が推測される。そこで、次の段階として、(A)と (B)の課題実施時の脳活動を測定する。(B)に比べて (A)でより活動する脳領域に視覚情報処理抑制機能が関与すると考えられる。

参加者 大学生および大学院生 7名 (男性 7人, 平均年齢 25.57 SD = 4.69)。

具体的には、行動実験と基本的に同一の手続きの実験を実施し、その間の脳活動を測定する。本実験で注目したのは、(A)のイメージ生成中と (B)の絵を観察している間との脳活動の差異である。

4. 研究成果

(1) イメージ生成を抑制する機能の脳部位の特定

イメージ生成中と比較して視覚像形成中 (絵を観察中) により活動する脳部位を特定した (図 1)。

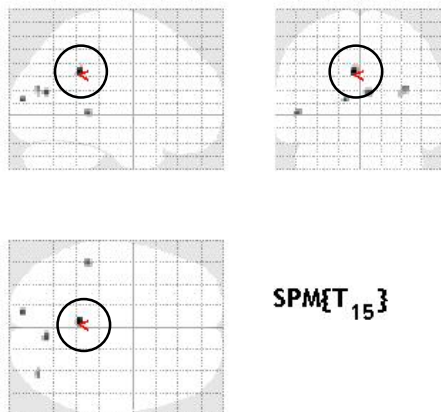


図 1 絵を観察中-イメージ生成中

賦活した部位のうち、○は左後帯状回 (-4, -44, 34: MNI 座標) であった。すなわち、先行研究と同様に、イメージ生成を抑制する条件下において、左後帯状回の活動が得られた。これは、左後帯状回がイメージ生成の抑制に関与することを推測した報告者の研究を支持するものである。

(2) イメージ生成中に視覚情報処理を抑制する機能について

①行動実験の結果と考察: イメージ条件・絵観察条件における、語彙性判断課題の正答率、反応時間、 d' が算出され対応のある片側 t 検定 (イメージ条件は絵観察条件と比較して視覚刺激の検出が劣ると仮定されるため) が実施された (表 1~3)。

表 1 正答率の比較

イメージ条件	絵観察条件
75.9%	79.0%
$t(23) = 1.645, p = .057^\dagger$	

表 2 反応時間の比較

イメージ条件	絵観察条件
961ms	880ms
$t(23) = 1.622, p = .059^\dagger$	

表 3 d' の比較¹

イメージ条件	絵観察条件
1.464	1.710
$t(23) = 1.727, p < .05^*$	

¹絵観察条件-イメージ条件を算出し、それが 0 より大きいかなかを比較

上記の結果は、イメージ条件は絵観察条件と比較して、正答率は低く、反応時間が長くなる傾向にあること、また、検出力は有意に低いことを示している。したがって、イメージを生成することにより、視覚刺激の検出は有意に劣ると考えられ、イメージ生成中には視覚刺激の検出を抑える機能が働いている可能性がある。

ただし、上記結果は、イメージを生成する方が絵を観察するより、注意 (認知資源) を多く必要とするために、直後の課題成績が悪くなったという可能性も現時点では否定できない。今後は、語彙性判断課題 (視覚課題) ではなく音高判断課題 (聴覚課題) を行い、その課題の成績を検証する予定である。もし本実験の結果が単に条件間で必要とされる注意の程度が異なることに起因するのであれば、聴覚課題においても同様にイメ

ーじ条件の方がパフォーマンスが悪いという結果が得られるだろう。しかしながら、条件間で、視知覚課題の成績に差異はあるが、聴知覚課題の成績に差異がないのであれば、単なる注意の差異ではなく、視覚イメージ生成中は視知覚課題の成績を低下させる機能の存在を示唆する結果と考えられる。

②fMRI 実験の結果と考察

行動実験から、イメージ生成中に視知覚情報処理を抑制する心的機能の実在性が示唆される。そのため、その機能を担う脳部位を特定する実験を実施した。

参加者 大学生および大学院生7名であった。

装置 実験プログラムは Superlab4.5 で作成され、制御機器は Macbook Air、ディスプレイの解像度は 1024 × 768 とし、垂直リフレッシュレートを 75Hz であった。これは、MRI 室内に備え付けられているディスプレイの最大のリフレッシュレートであった。

手続き 実験手続きは、イメージ条件と絵観察条件をランダムに実施したこと以外、基本的に①の行動実験と同一であった。

イメージ生成条件 - 絵観察条件

絵を観察している間と比較して、イメージを生成している間により賦活する脳部位を図2に示す。絵を観察しているときには、前述の視知覚情報処理を抑制する機能の働きは弱く、イメージ生成条件ではその機能が強く働き、外部から入力される視知覚情報の処理が抑制されると推測される。すなわち、この条件下では、視知覚情報処理を抑制する機能を担う脳部位の活動が見られるはずである。先行研究では(菱谷, 2008; Kaas et al., 2010), イメージを生成している条件下で視覚野の活動が低下することが示されている。すなわち、視知覚情報処理を抑制する機能は、視覚野の活動と関連することが推測されたが、本実験では視覚野の活動は得られなかった。この理由は、実験参加者がまだ7人と少ないことがあるかもしれない。今後、参加者の人数を増やすことにより、この条件下において有意な視覚野の活動が得られるかもしれない。

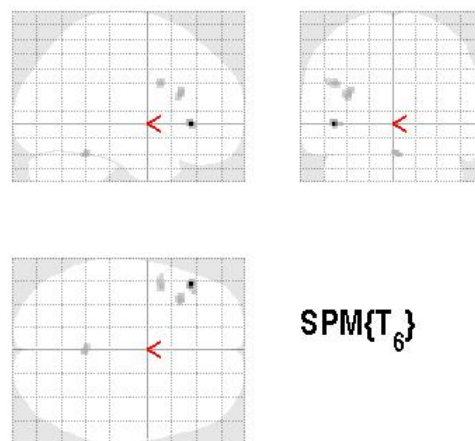


図2 イメージ条件 - 絵観察条件

本研究により、以下のことが示された。

- (1) イメージ生成を抑制する機能が実在し、左後帯状回がその機能に関与していること。
- (2) イメージを生成中は、外部から入力される視知覚情報の処理が低下すること。この結果から、イメージ生成中は、視知覚情報処理の抑制が生じているのかもしれない。

イメージ生成中に視知覚情報処理を抑制する機能を担う脳部位の特定には至らなかった。今後は、fMRI 実験の参加者を増やす等を行い、引き続きこの問題を検証していく必要がある。また、イメージ抑制機能と視知覚情報処理を抑制する機能は、独立に作動するのではなく、一方の機能が活動すれば、他方の機能の活動は減ずるといった関係になるはずである。本研究で実施した「イメージ条件 - 絵観察条件」間の比較により、その機能に関与する脳部位が含まれるというだけでなく、イメージ生成を抑制する機能、すなわち左後帯状回の活動と負の相関関係を示す脳部位を探索するという方法からもこの機能を担う部位を特定していくことができるかもしれない。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

1. Motoyama, H. & Hishitani, S. (2016). The brain mechanism that reduces the vividness of negative imagery. *Consciousness and Cognition*, 39, 59-69. (査読あり)
DOI:10.1016/j.concog.2015.11.006

[学会発表] (計 6 件)

1. 本山宏希・菱谷晋介. (2015). イメージ生成中に視覚情報処理は抑制されるか. 日本イメージ心理学会第 16 回大会, 西南学院大学 (福岡県).
2. 本山宏希・菱谷晋介. (2013). 修飾句付加による感情刺激の作成-視覚イメージ対象としての使用を目的として-. 日本イメージ心理学会第 14 回大会, 常葉大学 (静岡県).
3. 本山宏希 (2013). イメージと記憶の抑制-イメージ鮮明度をコントロールする機能の実在性-. 日本心理学会第 77 回大会 シンポジウム話題提供者, 北海道医療大学 (北海道).
4. 本山宏希・菱谷晋介 (2013). イメージ生成を抑制する機構の実在性について-fMRI 実験からの検証-. 若手イメージ研究者のためのブラッシュアップセミナー, 北海道大学 (北海道).
5. 宮崎拓弥・本山宏希・菱谷晋介 (2013). 感情喚起に随伴してイメージは惹起されるか-名詞の感情価評定に基づく検討-. 若手イメージ研究者のためのブラッシュアップセミナー, 北海道大学 (北海道).
6. Motoyama, H. & Hishitani, S. (2012). An fMRI study of brain regions that involve suppression of memory retrieval while watching the visual stimulus. XIII European Workshop on Imagery and Cognition, Ruhr-University Bochum, Bochum, Germany.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本山 宏希 (MOTOYAMA HIROKI)
茨城大学・人文学部・准教授
研究者番号：30555230

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

菱谷 晋介 (HISHITANI SHINSUKE)
北海道大学・名誉教授
研究者番号：30128079
川端 康弘 (KAWABATA YASUHIRO)
北海道大学大学院文学研究科・教授
研究者番号：30260392

(4) 研究協力者

今井 史 (IMAI FUMIHITO)
北海道大学大学院文学研究科・専門研究員
研究者番号：40758413