

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：82636

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700268

研究課題名(和文) 意思による無意識的処理過程の制御に関する神経科学的検討

研究課題名(英文) The neural basis of conscious control of unconscious processing

研究代表者

松本 敦(Matsumoto, Atsushi)

独立行政法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター・脳情報通信融合研究室/脳機能計測研究室・研究員

研究者番号：20588462

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)：本研究では無意識的な処理に対して注意などの意識的な処理がどのような影響を与えるのかを検討した。実験の結果、意識的な処理と同じように無意識的な処理に対しても注意は処理を増幅し、影響を与えることが明らかになった。神経的にも単語の形態的な処理を行う視覚領域や意味処理を行う側頭領域の活動が注意によって変調していた。このことは無意識的な処理が意識によってコントロールされていることを示している。またこれらの領域の活動をコントロールしているのは前頭葉であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In this study, I investigated the neural basis of conscious control of unconscious processing. Our results indicated that the unconscious processing as well as conscious processing of words were amplified by attention. In the neural level, the activity of visual regions or semantic region for unconscious word processing were amplified by attention. These results indicated that unconscious processing can be controlled by the conscious processing, such as attention. Furthermore, our results showed frontal regions control the activity of visual or semantic processing regions.

研究分野：神経科学

キーワード：闕下処理 注意

1. 研究開始当初の背景

(1) フロイトはその著書の中で「多くの心理的現象は、意識にのぼらない他の作用を前提としないと説明できない」と述べて、人間の行動に対する無意識の重要性を強調した。その考えは 20 世紀、そして現在でも、思想と文化に大きな影響を与えている。今日、フロイトの主張は全体的には否定されたとしても、実験心理学や神経科学分野において、人の行動に対する無意識の重要性は科学的に実証されている。例えば、視覚閾下に提示され、意識的に知覚できなかった刺激も無意識的に処理され行動に影響を与えることや、偏見や差別といった心的機能は意識的ではなく無意識的に形成されていることが明らかになっている。こういった研究から導かれた結論は、「人の行動の多くは無意識的に決定されており、我々（の意識）はその無意識的処理の結果を認識し、多少の修正を加えているに過ぎない」というものであった。無意識が我々の行動を規定するならば、我々は無意識に決定されたものに従う「無意識の奴隷」なのだろうか。それとも、無意識的な処理は我々の注意や構えなどの意識的な処理によって（つまり私たちの意思によって）制御が可能なのだろうか。

(2) 近年の研究によって、意識と無意識は完全に独立したものではなく、無意識の処理は意識的で統制的な処理の影響を受けることが明らかになってきている。例えば、Naccache et al.(2002)は注意を喚起することで閾下プライミングにおけるプライミング量が増加することを明らかにしている。この研究は注意がアンプの役割を果たし無意識的な処理を増幅する、つまり、意識の力で無意識的処理をコントロールしている一つの例として考えることができる。

2. 研究の目的

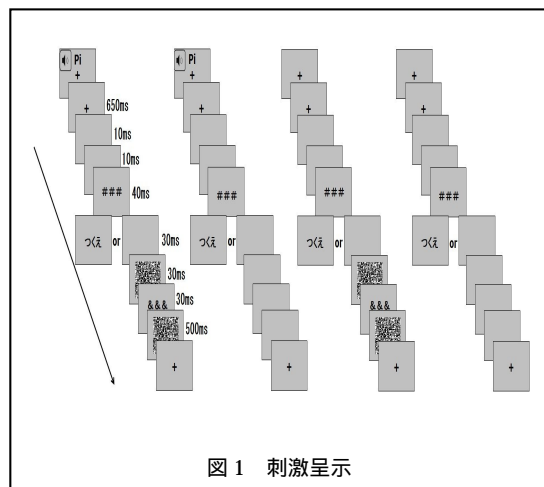
(1) これまでの研究から、注意、構えなどの意識的処理と意識的視覚処理、聴覚処理との関係は明らかになってきている。しかし、意識的処理と無意識的処理の関係は明らかになっていない点が多い。本研究で明らかにしたい点は主に 2 つである。無意識的な（閾下での）処理は閾上の処理と同じように、注意や構えのような意思の力（前頭葉の活動）によって増幅されるのか、という点である。これに関してはこれまでになされた研究を進展させたものであり、無意識的処理に対する注意の影響を fMRI と MEG を用いて検討することを目的とした。注意によって無意識的な表象の活性が増強される現象を神経科学的な面から検討した。もし、注意が無意識的処理を増幅するのであれば、注意を喚起し

た上で単語を閾下提示した時の視覚野や言語野の活動は、注意を喚起しなかった時のそれと比べて高くなることが予想される。また、因果関係推定法を用いることによって、領域間の活動の因果関係を明確にする。注意による活動の増強が見られた場合、その領域の活動を一体どの領域が増幅しているのかを明らかにしたいと考えている。

3. 研究の方法

(1) まず最初の実験では閾下刺激に対する脳活動を計測するための実験を行った。刺激は grating から作成された主観的輪郭がある条件 (figure 条件) と輪郭が存在しない条件 (no figure 条件) を短時間提示し、直後にマスク刺激を提示した。その時の脳活動を fMRI と MEG で計測した。

(2) 実験 2 ではマスクング手法を用いて単語を閾上 (unmasked)、閾下 (masked) 提示する。その際、刺激提示直前に音声 cue 刺激で注意を喚起する条件 (Warned) と喚起しない条件 (Unwarned) がある。実験参加者は提示された刺激に対して単語が記号かの判断を行う。見えない場合でも強制判断を行う。条件は、注意喚起 (あり・なし) × マスキング (あり・なし) の 2×2 の要因配置になる。図 1 を参照。この課題を fMRI と MEG 装置内で行う。先行研究で報告されている通り、閾上刺激であれ閾下刺激であれ紡錘状回に存在する単語領域は比較的早い段階 (~200ms) で活性化がみられるものと考えられる。もし、注意が閾上だけでなく閾下提示単語の処理を促進するのであれば、注意を喚起した条件では喚起しない条件に比べて、masked 条件での紡錘状回に存在する単語領域での活動が高まることが予想される。また、cue 刺激提示からターゲット刺激提示までの間に活動している領域のいずれかが単語領域に対してトップダウンの信号を送って刺激提示に備えていると考えられるため、



ネットワーク解析でその領域を特定する。

4. 研究成果

(1) 実験1では識閾下に呈示された刺激の処理が脳機能計測手法で計測できるかを MEG, fMRI を用いて検討した。fMRI 実験の結果、閾上に figure を呈示した際に一次視覚野、高次視覚野、頭頂部などに有意な活動が観察された。閾下呈示条件における一次視覚野、高次視覚野の活動を検討した結果、閾上呈示条件と同様に閾下呈示条件でも figure 条件で有意な活動が観察された。頭頂領域では閾下呈示時には有意な活動が見られなかった。MEG 実験の結果、同様に一次視覚野、高次視覚野で閾下刺激に対する活動が観察された。Dynamic causal modeling (DCM)を用いた因果関係推定法では閾上呈示では視覚野から頭頂領域への情報の連絡があるのに対し、閾下条件では一次視覚野から高次視覚野への情報の流れのみがあることが明らかになった。

(2) 実験2では閾上、閾下呈示前に手掛かり刺激を呈示して閾下、閾上呈示単語の処理に対する注意の影響を検討した。閾上呈示単語処理に関しては注意が処理を促進することが知られているが、閾下呈示に関しても同様なことが起こるのかどうかを特に注目した。fMRI 実験の結果、単語の閾上呈示に対しては高次視覚野、下前頭野、側頭葉前部などが活動することが明らかとなった。これらの領域の活動は注意によって増幅されており、活動量は注意を喚起した条件で高くなっていた。閾下呈示に関しても同じような結果が得られた。高次視覚野、側頭葉前部などでは閾下単語呈示に対して活動が観察された。これらの領域は単語の形態的な処理や意味処理を担っており、これらの処理が無意識的に行われていることを反映している。ただし、意味的情報のコントロールをしている下前頭野は活動が観察されず、この領域が意識的処理を反映していることを示している。ただし、高次視覚野、側頭葉前部の活動は直前に注意を喚起した際に活動が見られ、無意識的な処理が注意による調整を受けていることを示している。

(3) 得られた fMRI データから閾下の単語処理が注意によって増幅されることが明らかになった。この注意による調整がどの領域によって行われているのかを検討した。注意を喚起した条件と喚起しない条件を比較したところ、前頭葉の frontal eye field (FEF) の活動が観察された。FEF は注意に関して重要な役割を果たしていることが知られている領域である。DCM による因果性解析の結果、FEF が高次視覚野や側頭葉前部に情報を送っ

ていることが明らかになり、この領域が下位の領域の活動を調整していることが明らかになった。

(4) fMRI では空間情報は詳細に検討することが出来るが時間的な変化は検討できない。そこで MEG で同様の実験を行いより詳細に検討した。その結果、閾下呈示に対して高次視覚野の活動が刺激呈示後 180ms 近辺で観察された(図2)。この活動は注意を喚起されたときだけに観察され、fMRI 実験の結果と一致している。それに対して前頭葉の活動は閾上呈示の時のみに活動がみられ、注意によって変調した。また DCM を用いた因果関係推定法で検討したところ閾上呈示では視覚野から前頭葉への情報の連絡が存在していることが明らかになった(図3)

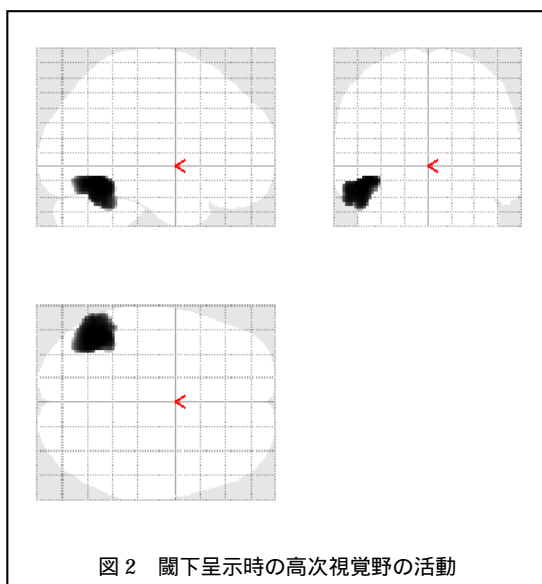


図2 閾下呈示時の高次視覚野の活動

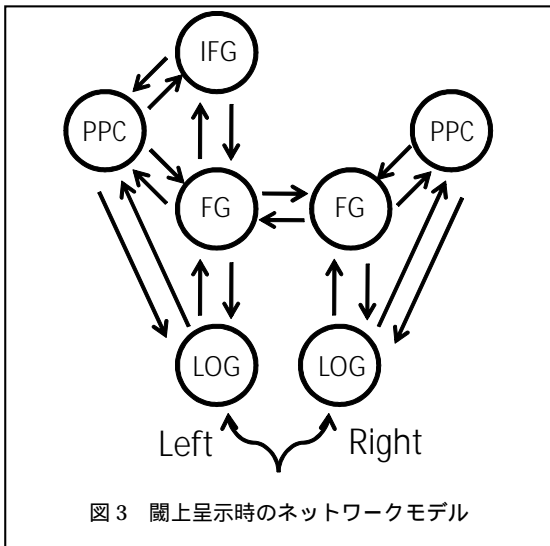


図3 閾上呈示時のネットワークモデル

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1件)

Matsumoto A, Kakigi R. Subliminal semantic priming changes the dynamic causal influence between the left frontal and temporal cortex (2014) 査読有 *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26, 165-174.

6. 研究組織

(1)研究代表者

松本 敦 (MATSUMOTO ATSUSHI)

(独) 情報通信研究機構・脳情報通信融合
研究センター・研究員

研究者番号: 20588462