

東京大学大学院工学系研究科・理化学研究所脳科学総合研究センター 共同記者会見

ヒトの第一次視覚野が意識内容の変化に応じないことが明らかに：
定説を覆し意識の脳内局在説を支持する結果

東京大学工学系研究科の渡辺正峰准教授と理化学研究所脳科学総合研究センターの程康ユニットリーダーらは、ヒトの脳の第一次視覚野が注意の変化に応じるが、意識内容の変化には応じないことを、機能的磁気共鳴画像法を用いて初めて明らかにしました。第一次視覚野は大脳への視覚信号の入口部分にあたり、ここが意識内容の変化に応じるかとの問いは、意識を担う脳活動が脳の中で局在しているのか、それとも、全体に及ぶのかを占う上での中心的な課題として位置づけられてきました。「意識の局在説」を支持する今回の結果は、脳科学や哲学などの分野に及ぶ学際的な意識の議論に多大な影響を与えるものです。上記二研究者に加え、ドイツマックスプランク研究所の村山雄亮、ニコス・ロゴセシス、理化学研究所の田中啓治らによる共同研究の成果です。人工感覚器の脳への接続方式の検討など医療応用へとつながることが期待されます。

1. 会見日時：2011年11月8日（火）15:00～16:00

2. 会見場所：東京大学本郷キャンパス、工学部列品館2F中会議室

3. 出席者：渡辺正峰（東京大学大学院工学系研究科 システム創成学専攻 准教授）
程康（理化学研究所 脳科学総合研究センター ユニットリーダー）

4. 発表概要

視覚信号の大脳皮質への入口にあたる第一次視覚野において、脳神経活動が視覚的な意識内容の変化に応じないことがfMRI計測（注1）の結果明らかとなった。ヒトやサルを対象とした実験研究を通して初の観測結果であり、定説を覆して意識の局在説（注2）を支持するものである。（東京大学の渡辺、理化学研究所の程、田中等、ドイツマックスプランク研究所のロゴセシス等による共同研究）

5. 発表内容

背景と結果

「意識がいかなる形で、身体のどこに宿るか」との問いは、古代ギリシャ時代から数千年にわたり、哲学、そして近年では脳科学の重要な命題となっている。17世紀のデカルトは、脳の松果体（注3）において物質である脳と非物質である意識が交信しているとする二元論を唱えた。近年の脳科学では、脳の神経活動自体が意識を担うとする一元論のもと、「脳のどこで、いかなる神経活動によって意識は実現されているのか」との問いへとその論点が移っている。そのような背景にあって、本研究で取り上げた「第一次視覚野は意識内容の変化に応じて神経活動を変動させるのか」との問いは、意識の局在説の可否を明らかにする上での中心的な課題である。

第一次視覚野には、一部に意識のアクセスすることのできない情報（照明光補正された我々の色知覚とは異なる“ナマ”に近い光波長情報、固視微動補正以前の時空間ゆらぎ情報など）が存在しているため、問題は、領野単位としての意識への関わりに絞られている。この二十年ほど、ヒトやサル第一次視覚野において、視覚的な知覚内容の変化にあわせて神経活動が変動することが報告されたことから、意識が脳全体にまたがるようなホリスティックな神経活動によって担われているとする学説が定着しつつあった。私たちは、注意（注4）による脳活動が従来研究の測定結果に干渉（意識内容に合わせて注意が同期して変動）していた可能性に着目し、新たに開発した錯覚刺激を用いて注意の影響を分離してfMRI計測を行った。その結果、ヒトの第一次視覚野が意識内容の変化に応じないことが明らかとなり、定説をくつがえす形となった。

研究手法

意識内容の変化に応ずる脳活動を計測するには、感覚入力変化の影響を排除しなければならない。一般的な手法として、知覚交代刺激（図1：物理的感覚入力としては一定ながら“見え”が変化する刺激）に対する観察者の時々刻々の“知覚内容”を記録し、それと脳活動の関連性を解析するものがあげられる。本研究のように知覚と注意を独立に操作するためには、観察者の報告に頼らない方法を用いる必要がある（報告によって対象へと注意が向いてしまう）、ここではCFS（注5）をもとに新たな錯覚刺激を開発した。ポイントは、安定した脳活動を生じさせるために動的刺激（横方向に動く縞模様）を知覚ターゲットに用いたこと、さらには、知覚ターゲットに限定された脳活動を計測できるように、知覚抑制を施す側の刺激にドーナツ状の無地領域を設定したことである（図2）。具体的な計測は、知覚ターゲットの“見えの有無”と知覚ターゲットへの“注意の有無”の四つの組み合わせ条件で行い、先の結果を得た。

結果の意義と今後の展開

脳の神経活動と私たちの主観的な感覚意識体験との間には、「説明のギャップ」（注6）が存在するが、その一方で哲学者チャーメーズが15年近く前に提唱した「すべての情報は客観的側面と主観的側面を併せ持つ：サーモスタットもミニマルな意識を有する」との「情報の二相理論」が大真面目に議論されるようになるなど、この数年で意識の科学は転換点を迎つつある。意識の局在説の可否に関しては、異なる刺激条件、実験対象、計測手法等による今後の検証が待たれるが、これを明らかにすることが意識を理解する上でのひとつの拠点となり、意識の在り方を問う最新の議論に多大な影響を及ぼすことは間違いないだろう。また、人工感覚器を脳のどのレベルで、どのような情報コーディングを通して接続すべきか、さらには、接続レベルによる双方向性通信の必要性の有無など、意識の基礎研究で得られた知見の医療応用への貢献が期待される。

6. 発表雑誌：

雑誌名：Science（11月11日号）

論文タイトル：Attention But Not Awareness Modulates the BOLD Signal in the Human V1 During Binocular Suppression（両眼視野闘争下のヒト第一次視覚野のボールド信号は、注意の変化に応ずるが、意識内容の変化には応じない）

著者：*†Masataka Watanabe（渡辺正峰），*Kang Cheng（程康），Yusuke Murayama（村山雄亮），Kenichi Ueno（上野賢一），Takeshi Asamizuya（浅水野剛），Keiji Tanaka（田中啓治），Nikos Logothetis（ニコス・ロゴセシス）

*共同筆頭著者、†責任著者

7. 注意事項：

日本時間11月11日（金）午前4時（米国東部時間：11月10日（木）午後2時）以前の公表は禁じられています。

8. 問い合わせ先：

東京大学大学院工学系研究科 システム創成学専攻 准教授
渡辺正峰（ワタナベ マサタカ）

9. 用語解説：

- (注1) fMRI 計測：functional magnetic resonance imaging(機能的磁気共鳴画像法)の略称で神経活動によって生じる還元ヘモグロビン濃度変化を測定する非侵襲脳計測技法
- (注2) 意識の局在説：意識が脳の一部の神経活動によって担われているとする仮説
- (注3) 松果体：脳内の中央に位置する内分泌器
- (注4) 注意：心理学的な意味での注意。これが向けられることにより、脳での処理速度や精確性があがる。
- (注5) CFS：Continuous Flash Suppression の略称で、10Hz ほどで更新されるにぎやかな刺激を片眼に呈示することによって、もう片方の目に呈示された刺激が数分間にわたって全く知覚されることのない現象。理研の土屋氏が2005年に報告
- (注6) 説明のギャップ：哲学者のレビンが、explanatory gap として、神経発火から意識体験を説明することの困難を表現するのに用いた

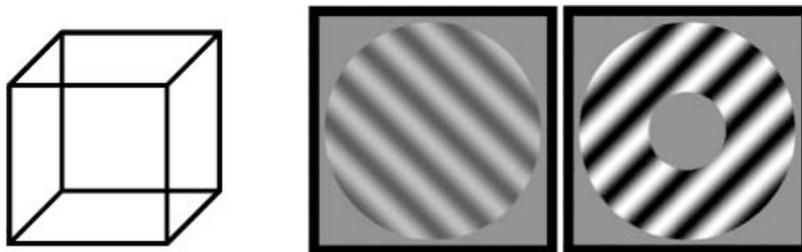


図1 左：ネッカーキューブ 知覚交代刺激の一種で面の奥行き知覚が時間的に入れ替わる。右：両眼視野闘争刺激 2つの縞模様を左右の異なる目でみるようにすると、切り替わりの短い過渡期をのぞいて、左右どちらかの縞模様のみが知覚される。本実験でも用いた仕掛けとして、右側の縞模様にはドーナツ状の無地領域が存在するが、この部分も含めて知覚交代が生じ、右側の縞模様が知覚されている最中には、無地領域に左側の縞模様が混入することはほぼない（ただし観察条件に依存する）。

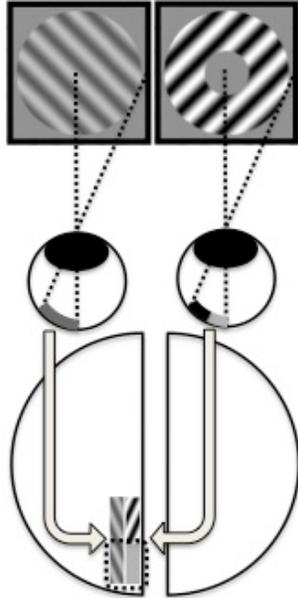


図2 両眼の情報は第一次視覚野において統合され、たとえば右視野の情報は左脳へと入力される。また、第一次視覚野などの低次視覚野においては、外界の上下左右の情報が保存され、視野内の位置と視野内の位置には固視点を基準として一対一の対応が存在する。ミリ単位の空間解像度を有するfMRI計測手法を用いることにより、図中下部の点線の枠内で示されるような、右側の縞模様のドーナツ状無地領域に対応し、刺激がオンオフする中であって、左側の縞模様（対象刺激）の入力のみを受ける第一視覚野領域の脳活動を独立に観測することが可能である。

<記者会見場所 アクセス> 本郷キャンパス：文京区本郷7-3-1



工学部列品館 http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_04_01_j.html