

分子精神医学

別刷

Dual functional MRI

同時計測用高磁場磁気共鳴画像装置

自然科学研究機構
生理学研究所大脳
皮質機能研究系
心理生理学研究部門
定藤規弘 (SADATO Norihiro)

はじめに

Dual functional MRI (同時計測用高磁場磁気共鳴画像装置) とは、2 台の MRI を用いて、2 個人間のコミュニケーション中の神経活動を同時に計測するシステムのことである。近年、機能的 MRI (functional MRI) を用いた社会能力の神経基盤が、その発達過程をも含めて精力的に検討されているが、人間の社会行動は、個体間の相互作用によるものであり、その相互作用中の神経活動を同時に記録解析することが、人間の社会能力の神経基盤を知るためには必須である。

必要性

通常の機能的 MRI 実験では、個体脳機能を入出力系と捉えているため、入力が共通していれば同じような活動パターンが期待されることから、個体間に特異的な状態に対応する神経基盤の描出が困難である。そこで、2 個人間の相互作用中の神経活動を同時に計測するために dual functional MRI が必要となる。2 個体同時計測は、hyper-scan として Montague ら¹⁾により精力的に開発されてきたが、主に経済ゲームを介した相互作用を扱っており、被験者自身から発する視聴覚コミュニケーション信号をやり取りする際の同時計測は、われわれの開発したシステムが最初である²⁾。

構成

本システムは、人間の局所脳活動を反映する局所脳血流を、時間的には秒オーダー、空間的には mm オーダーの解像度で、全脳にわたって計測できる高磁場磁気共鳴断層装置 2 台、これを同期させる中央制御システム、そして脳血流計測中の 2 個体のあいだで視線、音声、表情などのコミュニケーション信号を仲介する中継システムから構成され、脳局所での神経活動を時系列

データとして取り出して、2 個体間の神経活動の同期状態を描出することができる。このことにより、実際の社会的相互作用が起こっている際の神経活動を詳細に調べることが可能となる。

適用例

人間の社会能力の発達諸段階において出現する、社会能力の素過程の中でも、共同注意は社会的能力の発達過程の中で重要な役割を果たす。共同注意とは、2 個人がある物体への注意を共有することであり、アイコンタクトから始まる。アイコンタクト (相互注視) は人と人との繋ぐコミュニケーションにとって非常に重要な役割を示し、また共同注意の発達を促すものと考えられている。通常視線を介した共有で生後 6~12 ヶ月ころに出現する。他人の意図を忖度する能力 (心の理論) の萌芽であり、言語発達の前駆と目され、さらにその欠如は自閉症の早期兆候とされている。しかしその神経基盤は明らかではなかった。特に個体間の相互作用である「共有」の神経基盤を明らかにするためには、2 個体の神経活動を同時に記録解析することが必須である。そこで、2 台の MRI を用いて、2 個人間の相互作用中の神経活動を同時に計測するシステムを開発して、共同注意とアイコンタクト時の神経活動を計測した。課題はベースラインとして相互注視を行い、共同注意課題時に視線信号の交換を行うものであった。その結果、視線処理に関与する領域は、視覚領域から右下前頭前野にわたり、共同注意に関与する領域は左下頭頂小葉にみられた (図 1)。すべての共同注意課題関連脳活動を、モデルにより取り除いた残差時系列を用いて二者の脳時系列データのボクセルごとの相関を取ったところ、右下前頭回においてペア (同時計測した二者) の方が非ペア (同時計測していない二者) よりも相関の高いことがわかった (図 1)。このことは右下前頭回が相互注視している際の意図の共有

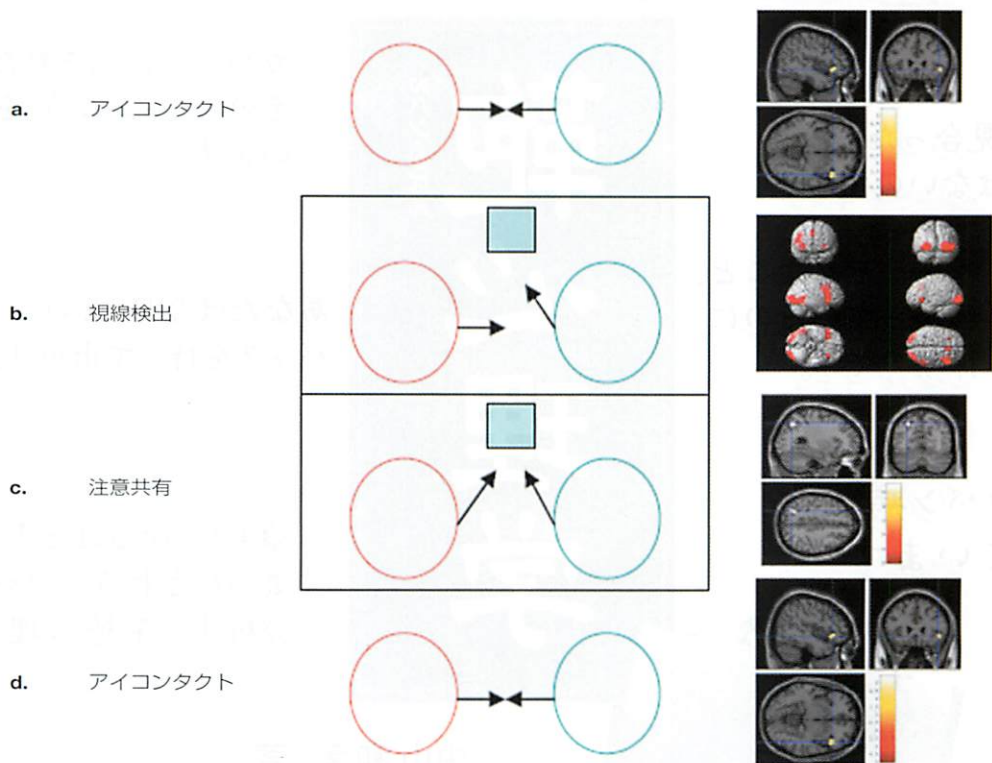


図 1. 共同注意課題における神経活動
視線処理に関与する領域は、視覚領域から右下前頭前野にわたり (a), 注意共有に関与する領域は左下頭頂小葉にみられた (c). 一方アイコンタクト中に、右下前頭前野で神経活動の同期が見られた (a, d).

に関与していることを示すものである²⁾.

おわりに

2 台の MRI を用いた同時脳機能計測によってアイコンタクト中の“脳活動共鳴”を世界で初めて発見した。複数個体間の社会的相互作用の神経基盤を明らかにするための、重要なステップである。

文 献

1) Montague PR, Berns GS, Cohen JD *et al* : Hyperscanning : simultaneous fMRI during linked social interactions. *Neuroimage* 16 : 1159-1164, 2002
2) Saito DN, Tanabe HC, Izuma K *et al* : “Stay tuned” : inter-individual neural synchronization during mutual gaze and joint attention. *Front Integr Neurosci* 4 : 127, 2010