



「オンライン感」の神経基盤：二者同時記録 MRI を用いて

自然科学研究機構 生理学研究所 心理生理学部門

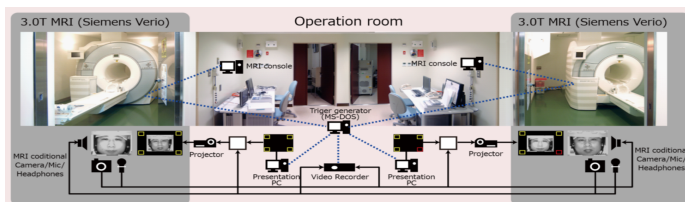
助教 小池 耕彦

1. はじめに

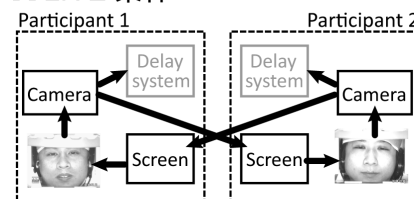
ヒトヒト間での実コミュニケーションが持つ重要な特性の一つは、自分の振る舞いに対する反応が、相手から即時的に帰ってくることにある。実際、私たちがおこなった研究では、自分が面白い事を言ったときに相手から笑いが返ってくると、それが大きな社会的報酬となっており、線条体などの報酬に関連した領域が賦活することが明らかになっている[1]。この結果は、自分の行動に対する相手の反応を常に計算するメカニズムが我々の脳内には存在していることを強く示唆する。

それでは、このオンラインな条件下で相手の反応を期待するメカニズムは、前出のお笑い課題のように相手の反応を強く期待するような状況下でのみ賦活されているのだろうか？それとも我々は、常に自動的に自己の行動と相手の反応の随伴性を計算し続けているのであろうか？我々は、情報をオンラインで交換できるような場にいる際には、それが意識の俎上に上らない場合でも、自他の随伴性を計算し行動を調節するような静微処理をおこなっているのだろうか？

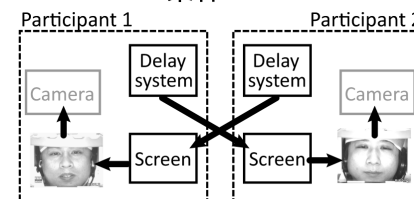
本研究では、基本的なコミュニケーション行動の一つであるみづめあい状態における行動および脳活動を検討することで、この問いに答えることを試みた。みづめあいとは、二者がそれぞれ互いの行動の情報を受け取る、再帰的な状態である。近年の研究では、このような再帰的な場の神経基盤を検討する際には、二者の脳活動を同時に記録する必要性が強調されている。本研究では、機能的磁気共鳴現象画像法(functional magnetic resonance imaging; fMRI)、および脳波fMRI同時記録を用いて検討をおこなった。



A LIVE 条件



B REPLAY 条件

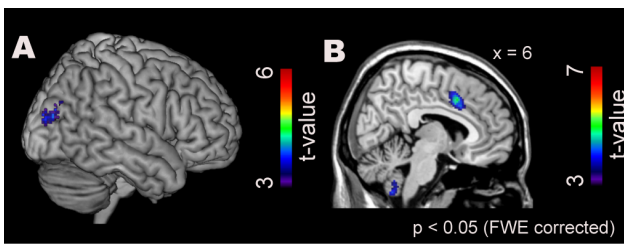


2. 実験1 みづめあい状態において情報伝達のオンライン性が脳活動に与える影響の検討：二者同時記録fMRI

生理学研究所の二者同時記録MRI装置を利用して、実験はおこなわれた(図1)。実験には32名(16ペア)が参加した。リクルートされた二人の参加者は、MRI装置の中でビデオ系を介して相手の顔をリアルタイムで見つめるように指示された。

2. 1. 方法

実験条件として、二人の実験参加者間での顔情報がリアルタイムで伝達される条件(LIVE、図2A)と、20秒間の遅延時間をもって顔情報が呈示される条件(REPLAY、図2B)を準備した。LIVE条件では情報交換にオンライン性が存在するが、REPLAY条件では存在しない。ただし参加者には、オンラインで情報交換が可能であることを体感させた上で、「リアルタイムでの顔映像交換が可能なので、みづめあいをするように」との指示をおこない、REPLAY条件が存在することを積極的に伝えなかった。この結果、1名を除く参加者はREPLAY映像が流されていることに気がつくことはなかった。よって、この2条件での脳活動を比較することで、「オンラインの場にいるという思い込み」ではなく、「オンラインの場にいることそのもの」に関連した脳活動を描出することが可能となる。解析からは、REPLAY



条件の存在に気がついた被験者へのデータを除外した。

2. 2. 結果

行動特性

録画した実験中の顔映像データをもとにして、二者の瞬目が互いに与え合う影響量を赤池因果量解析[2]を用いて計算した。その結果、LIVE条件においてREPLAY条件と比較して、自分の瞬目のタイミングは相手から大きな影響を受けていた。

脳活動指標

LIVE条件ではREPLAY条件と比較して、小脳および前部帯状回への活動が高くなっていた(図3B)。また前部帯状回と右前部島皮質との間での情報伝達量(機能的結合, functional connectivity)は、LIVE条件で強まっていることも明らかになった。二者の脳活動の潜在的な関りを計算する手法[3]を用いたところ、右中側頭回近傍の脳活動は、LIVE条件でREPLAY条件と比較して、パートナーの脳活動と高い相関を示すことが明らかになった(図3A)。この結果は、単純なみづめあい時二者間の脳活動相関がみられるという結果に対応するものである[4]。

図3 A, 二者間で、LIVE > REPLAY 領域。

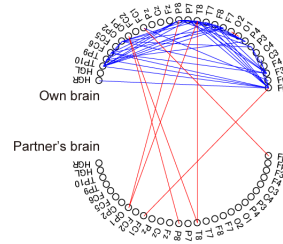
3. 実験2 同時進行脳波MRI実験

本研究では、オンラインな場に対して反応する脳領域が存在するという実験1の結果を受けて、同一の実験を二者同時記録脳波MRI記録へと発展させた。脳波計測はMRIと比較して、高い可塑性と低い拘束性を持つ脳機能イメージングデバイスである。コミュニケーションに関する多くの先行研究でも利用されており[5]、オンライン性に関する脳活動が検出可能であれば、遊びなどを含めたより日常的な場面での実験へ応用できる。

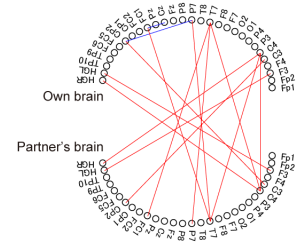
3. 1. 方法

実験課題は基本的に、実験1のそれと同一である。実験には16名が参加した。MRI内での脳波計測は、MRI contingent 認証を受けているBrainProducts社の装置を利用しておこなった。脳波データの解析手法としては、先行研究[6]で用いられているPhase Locking Value (PLV)の値を計算した。

θ帯域 (4 - 7 Hz)



α帯域 (8 - 12 Hz)



3. 2. 結果

脳波指標

PLV 値の条件間での変化を見ると、θ帯域での脳内ネットワークがREPLAY条件のときに高い傾向があることが明らかになった(図4青色、上半円が個人脳内の結合)。この傾向はα帯域では観察されない。また参加者間での脳活動相関(図4、上部個人脳から下部パートナー脳への結合)を見ると、参加者はLIVEとREPLAYという2条件が存在することを意識していないにも関わらず、LIVE条件においてパートナーの脳活動との相関が高まる傾向が見られた。

4. 考察とまとめ

本研究では、みづめあいという基本的なコミュニケーションをもとにして、我々が他者とリアルタイムで情報を交換できる場、すなわちオンラインな場にいることとどれだけの敏感であるかを

録した。その結果、行動指標値は、瞬目が相互に影響を及ぼすという形でその敏感性を知ることも可能であった。MRI計測では、小脳と前部帯状回、および右島皮質が、場のオンライン性に関する領域であることが明らかになった。またfMRI実験と比較して、十分な実験参加者数を得ていないという備前なデータではあるが、脳波指標上でも、ヒトはオンラインの場において、可塑性を必要とする結合を獲得した。二者同時記録のデータについては、今後さらにデータ数を増やしていく予定がある。また本助成形により、簡易的な脳機能イメージングできる脳波計測がオンライン性に対する神経活動を抽出可能である可能性が明らかになった。本助成研究を進展させ、より広い場面での「オンライン性」「オンライン感」の神経基盤を検討していきたい。

図4 脳波指標値。LIVE > REPLAY 領域。

条件での脳活動変化を示す。赤色にLIVEでつながり

引用 [1] Sumiya et al., 2016, *Neuroscience Research*. [2] Okazaki et al., 2015, *PLoS ONE* [3] Tanabe et al., 2012, *Frontiers in Human Neuroscience* [4] Koike et al., 2016, *Neuroimage*. [5] Koike et al., 2015, *Neuroscience Research* [6] Dumas et al., 2010, *PLoS ONE*