

課題番号 64

## エラー行動発生の神経機序に関する研究

### [1] 組織

代表者：大良 宏樹

(東京工業大学大学院総合理工学研究科)

対応者：野澤 孝之

(東北大学加齢医学研究所)

分担者：

なし

研究費：物件費 130,484 円，旅費 169,516 円

### [2] 研究経過

エラー行動に関する神経科学的研究の内，エラー行動がどのように発生するのかといったエラー行動の発生機序の研究については，fMRI や EEG で行なわれてきた (Eichele et al., 2008, Eichele et al., 2010). Eichele et al., 2008 では，課題を行っていないときに活動が見られる Default Mode Network と，報酬やエフォートに関係するとされる脳領域が 30 秒程度前からエラー行動について相関を持つということを報告している。これは被験者のやる気のような比較的長い時間スケールの現象を反映しており，実行制御機能の低下による注意機能の低下を反映していると解釈される。一方で，申請者らも，行動課題として先行研究とは異なる d2-test を用いて，直近のエラー行動に先行する事象関連電位成分が存在することを示唆する結果を得た (図1)。

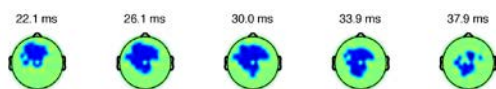


図1 エラー行動に先行する脳活動の変化 (n=10; FDR corrected; Ora et al., 2015 より)

この事象関連電位成分のピークは刺激提示から 200 ミリ秒程度であり，これは，被験者の反応よりも前の潜時であることから，エラー行動の発生に関与した神経機序を反映した脳活動であることが期待される。しかし，この結果は，脳波 (EEG) 計測によるものであるため，このエラー行動に先行する脳活動が起こった解剖学的位置が不明瞭である。このため，この効果がどのような脳内機構によって生じているか

についてよく分かっていない。そこで本研究では，近年ソースレベル解析手法の洗練によって脳活動の位置についても精度が向上しており，時間分解能に優れた MEG 計測を MRI 構造画像と組み合わせることによって，エラー行動発生の神経ダイナミクスを明らかにする。以下，研究活動状況の概要を記す。

### 1. 打ち合わせ及びデータ解析

日付 2016年1月21日

場所 加齢医学研究所ブレインイメージング棟

参加者 野澤、大良

内容 これまでの共同研究において計測した MEG データは横河電機独自データ形式で保存されており，そのままでは解析ソフトで取り扱うことができなかった。そこで，横河電機独自データ形式のファイルを解析ソフト用に変換するための方法について，調査を行った。そして一部のデータについて変換を行い，解析ソフトで取り扱うことができることを確認した。

### 2. データ解析

日付 2016年1月27日、28日

場所 加齢医学研究所ブレインイメージング棟

参加者 野澤、大良

内容 これまでの共同研究において計測した MEG データを解析ソフトで使用できるよう，すべてのデータ (14名分、308ファイル) を変換した。

### [3] 成果

#### (3-1) 研究成果

本年度は，これまでの共同研究で得られた MEG データを変換することで解析ソフト Brainstorm (Tadel et al., 2011) に読み込ませることができるようになった (図2)。さらに，MRI 構造画像を組み合わせることによって，ソースレベル信号の解析を行うことができるようになり (図3)，これによってエラー行動に先行する脳活動の解剖学的位置を推定することができるようになった。

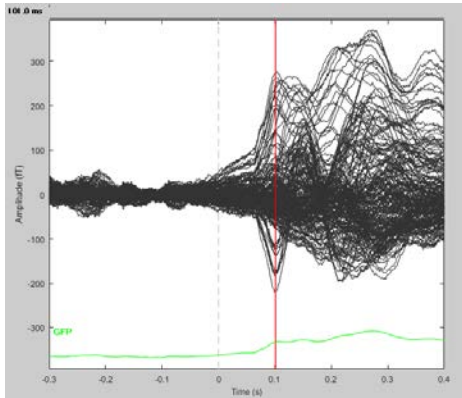


図2 d2 test 遂行時の事象関連磁場 (Stimulus-locked; n=1)

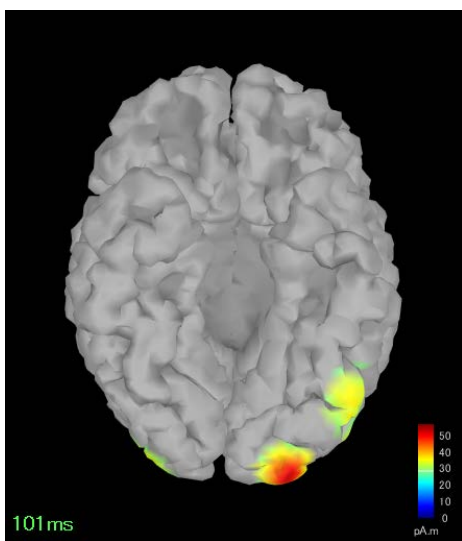


図3 推定された皮質電流（刺激提示後101ミリ秒; n=1)

### (3-2) 波及効果と発展性など

本共同研究により、エラー行動の直前の脳活動についてどのタイミングでどの部位の活動が異なるかという、エラー行動の神経メカニズムを解明する上で重要な知見を得るための解析が可能となった。この知見は、エラー行動に先行する脳活動を検出し、ヒューマンエラーを未然に防ぐ技術を開発するための基盤になりうる。

これまでに先行研究ではエラー行動発生の原因についてMRIやEEGを用いて検討されてきたが、BOLD fMRIでは時間解像度が低く、EEGでは脳活動の位置の特定に問題があった。本研究では脳磁図とMRIを組み合わせることによって、時間解像度と位置の精度を高めており、今後解析を進めていくことで、エラー行動発生の原因をより適確に捉えることが可能になることが期待される。

また、エラー行動は、小児や高齢者において比較的多く発生することが推察され、本研究で得られた知見が脳の発達や成熟、加齢に伴う変化に関する研究に役立つことが期待される。

### [4] 成果資料

本研究の成果は、2016年11月に行われる北米神経科学会に投稿・発表するとともに、論文にまとめ投稿する予定である。