

スパース撮像法を用いた fMRI と脳波計の同時計測の精度向上

畑田大翼[†] 内藤葵^{††} 吉田祥子^{††} 岩田直樹^{†††} 奥谷晃久^{†††, ††††} 岩川幹生^{††††}
 笹部孝司^{††††} 渡辺好章^{††} 秋山いわき^{††}

† 同志社大学大学院理工学研究科 †† 同志社大学生命医科学部

††† 同志社大学大学院生命医科学研究科 †††† パナソニック(株) エコソリューションズ社

1. はじめに

近年、多チャンネルの脳波計及びソフトウェア技術の進歩により、脳波計による ERP(Event-Related Potential: 事象関連電位)^[1]に着目することで脳深部活動計測が実現する可能性が出てきた^[2]。我々は fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging: 機能的磁気共鳴映像装置)と脳波計の同時計測により、脳波計を用いた脳深部活動領域の抽出を実現し、その推定精度も明確にすることを目標に研究を推進している。過去の検討では、fMRI と脳波計の同時計測において、fMRI が照射する RF パルス由来のアーチファクトが脳波に混入することが課題であった。そこで、本実験では、スパース撮像法を用いることで、MRI 環境外と同様の ERP の計測及び、電流源推定結果を算出することを目的に検討を行った。

2. 実験, 解析方法

被験者に 128ch 脳波計を着用させ、fMRI との同時計測を行った。また fMRI 由来のアーチファクトの混入を防ぐために、fMRI の撮像を刺激提示前後 6.5 秒間停止するスパース撮像法を用いた。被験者には 3 秒間の視覚刺激を計 42 回与えた。視覚刺激はプロジェクターから出た IAPS(International Affective Picture System: 情動喚起画像)の中心を注視するものとした。被験者は視力 0.7 以上、右利き男性 1 名とした。

脳波計の測定データは、脳波解析ソフト「Net Station Tools」及び、「MATLAB」を用いて解析し、ERP 波形を算出した。具体的な解析手順は、以下になる。

1. 心拍を基点として、主成分分析を行うことで静磁場と心拍動により生じる BCG(Ballistocardiogram: 心弾動図)アーチファクトを取り除く。
2. 1 - 50 Hz のバンドパスフィルタを用いて低周波及び高周波ノイズを取り除く。
3. 刺激提示前 0.3 秒から刺激提示後 1.0 秒の計 42 個のデータを抽出する。
4. 刺激提示前 0.1 秒間のデータの平均を 0V に設定する。
5. まばたき由来のノイズが入っているデータを取り除き加算平均を行う。

なお同実験を MRI 環境外で計測した結果と比較することで、fMRI と脳波計の同時計測における精度の検討を行った。さらに sLORETA 法を用いて電流源推定を行い、視覚野の反応についても考察した。

3. 実験結果および考察

今回は、ERP の中でも刺激提示後 250 - 500 ms の間に見られ

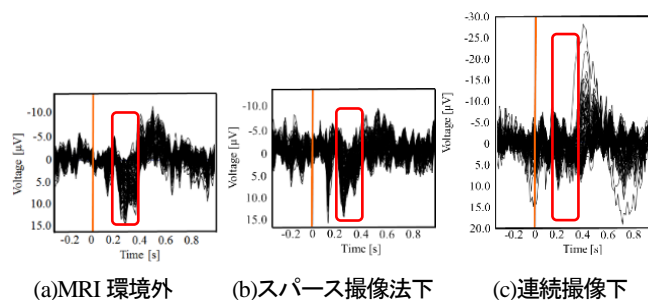


Fig.1. ERP 波形

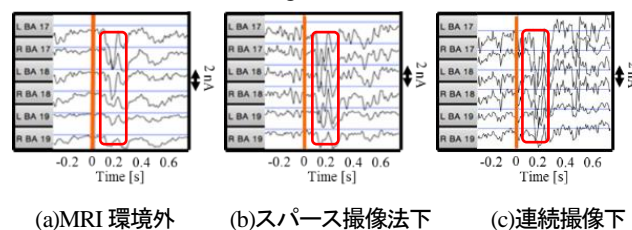


Fig.2. 電流源推定

る陽性のピークである P300^[1]に着目した。MRI 環境外の計測の全 128 ch の脳波の結果を Fig. 1.(a)に、fMRI をスパース撮像法により同時計測を行った結果を Fig.1.(b)に、スパース撮像を行わず、連続撮像した結果を Fig.1.(c)に示す。この結果から 250 - 400 ms の時間領域において(a), (b)で高い類似性が見られ、(c)より改善されたことが確認できた。

次に ERP を用いて視覚野の電流値の時間変化を算出した結果を Fig. 2 に示す。視覚野に相当するブロードマンの 17 - 19 野において(a), (b) では(c)と比較してより高い類似性が 100-300ms 付近において確認された。しかし、顔面付近の脳領域については、電流値の変化量が大きく、表情筋由来のアーチファクトが影響していることが示唆された。

4. まとめ

本実験では、fMRI と脳波計の同時計測の際の ERP 算出精度の向上を目的に、スパース撮像法を用いて撮像を行なった。その結果、MRI 環境外の ERP と類似した波形を算出することができた。さらに、電流源推定では視覚野において類似した電流変化を確認することができた。しかし、未だノイズに対する課題は多く、引き続き検討していきたい。

参考文献

- [1] 入野野宏, “心理学のための事象関連電位ガイドブック“, 2005, 北大路書房
- [2] 鶴紀子, “臨床脳波と脳波解析“, 2000, 新興医学出版社