

fMRI と EEG の同時計測システムの構築と検証

1190369 古谷玲 【 認知神経科学研究室 】

1 はじめに

ヒトの脳活動計測には機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) が多く用いられている。fMRI は血液中の酸素の変化から神経活動を観測する手法であり、優れた空間分解能を有するが、時間分解能は十分ではない。一方、脳波 (EEG) は頭皮上の電極で大脳皮質から発生した電位を観測したものであり、ミリ秒以下の時間分解能を有するが、空間分解能に関しては十分ではない。高い時空間分解能の脳機能イメージングを実現するための 1 つの方法は fMRI と EEG を同時に計測することであるが、EEG に fMRI のノイズがのる問題がある。本研究の目的は、この問題を克服し fMRI と EEG の同時計測系を構築することである。

2 実験

2.1 被験者

被験者は心身ともに健康な 20 代の男性 4 人と女性 1 人の計 5 人である。また、別の 4 人の被験者で EEG 単体実験を行った。各被験者に実験前に本研究の実験目的と内容、装置の安全性、個人情報保護についての説明を行い、参加同意を得た上で実験を行った。

2.2 実験装置

MRI 計測は Siemens 社製 3 テスラ MRI 装置 (Prisma) および 64ch ヘッドコイルを用いた。機能画像の撮像パラメータは voxel = 2mm*2mm*3mm, スライス数=36 枚, TR=3sec である。EEG は Brain Products 社の Brain Cap(32ch) を用いて行い、Brain Amp MR により信号を増幅した。

2.3 実験課題

課題は以下の 3 種類を行った。課題のコントロールには E-Prime を使用した。3 つの課題とも 15 秒間の ON 期間、30 秒間の OFF 期間を 6 回繰り返した。4 人の被験者では各課題を 2 回ずつ行い、結果の再現性を検証した。

2.3.1 EyeSound 課題

音声指示により、被験者が開眼 (ON 期間) と閉眼 (OFF 期間) を繰り返す課題である。ON 期間には画像呈示と注視点の表示を 500 ミリ秒間隔で繰り返した。

2.3.2 PassiveViewing 課題

ON 期間に画像呈示 500 ミリ秒と注視点 1000 ミリ秒を 1 セットとして、これを 10 セット繰り返した。OFF 期間では 30 秒間注視点を呈示した。

2.3.3 Tap 課題

被験者が右手の親指でタップを行う状態 (ON 期間) と行わない状態 (OFF 期間) を繰り返す課題である。

2.4 解析

fMRI データの解析は SPM12 にて行った。Preprocess として、一般的なパラメータ下で realign, normalize, smoothing をおこなった。課題関連活動の解析は、ON, OFF の block design とし、 $P < 0.001$ (uncorrected) を有意水準として設定し、個人ごとの賦活部位を検証した。

EEG データの解析は Brain Products 社の Analyzer および EEGLAB を用いて行った。一般的な Preprocess に加えて、MRI ノイズを除去した。ON, OFF 期間ごとに周波数解析を行い、PassiveViewing 課題と Tap 課題については事象関連電位解析 (ERP) も行った。

3 結果

以下に同時計測実験の結果を述べる。なお、EEG 単体実験の結果は同時計測実験における EEG 解析結果と同じだった。MRI ノイズの除去により、各課題とも既知の EEG パターンが検出できた。

3.1 EyeSound 課題

fMRI では 4 人の被験者で、ON 期間で後頭葉において有意な賦活が観測されたが、OFF 期間で有意な賦活が観測された脳領域はなかった。一方、EEG では 4 人の被験者において、OFF 期間で Alpha oscillation の上昇が後頭葉でみられた。

3.2 PassiveViewing 課題

fMRI では 4 人の被験者で、ON 期間で後頭葉において有意な賦活が観測された。一方、EEG の周波数解析では一貫した傾向はなかったが、後頭葉において特異的な ERP が観察された。

3.3 Tap 課題

fMRI では 5 人の被験者で、ON 期間で左運動野において有意な賦活が観測された。一方、EEG の周波数解析では一貫した傾向は見られなかったが、左運動野で特異的な ERP が認められた。

4 まとめ

本研究では高い時空間分解能を持つ脳機能イメージングの実現のための「fMRI と EEG の同時計測系の構築」を試みた。同時計測において、EEG データにおける MRI ノイズを十分軽減できたことにより、既知の EEG パターンを観測することができた。また、3 課題とも fMRI の賦活が強く認められたことから、fMRI データにおける EEG ノイズは十分小さいと考えられる。今後の課題としては、被験者数を増やして被験者間の解析を行うことが挙げられる。

参考文献

- [1] 宮内 哲, 2013, 心理学評論, 56(3), 414-454.