

海馬を関心領域としたニューロフィードバック法の確立

1180313 川喜田亮太

【 認知神経科学研究室 】

1 はじめに

ニューロフィードバックとは、通常は自発的に制御できない生理活動を脳波・fMRI を使って測定し、その情報を被験者にモニターを用いて、目に見える形でフィードバックさせる手法である。その情報をもとに、学習・訓練を繰り返し、脳活動の自己制御を達成することを目的とする技法である [1]。この手法を用いて検討された研究論文は、ここ 10 年間で多くの投稿がある。本研究では、軽度認知症患者のリハビリへの応用を目的として、記憶に関係する海馬を関心領域としたニューロフィードバック技術の開発を目指した。

2 実験

2.1 実験被験者

心身共に健康な 19 歳から 22 歳の男子学生 4 名に対して実験を行った。実験を行う前に、実験の内容と手順を説明し、安全性、個人情報保護について説明を十分に行い、同意を得た。

2.2 MRI 撮像パラメータ

本研究では、MRI スキャナーを用いて脳活動の計測を行った。有効視野 (FOV) は 192mm、繰り返し時間 (TR) は 2000ms、エコー時間 (TE) は 30ms、ボクセルサイズは $3 \times 3 \times 3$ mm、獲得マトリックスは 64×64 、フリップ角 (FA) は 52deg、スライス枚数は 45、スライス厚は 3mm、multi-band factor (MB) は 5 とした。また、脳構造画像は MP-RAGE 法を用いて撮影を行った。FOV は 230mm、TR は 2500mm、TE は 4.32ms、獲得マトリックスは 256×256 、FA は 8deg、スライス枚数は 192 枚、スライス厚は 1mm とした。

2.3 実験方法

本実験では、fMRI で海馬の賦活量を計測し、その値とベースラインとの差分で円を表現し、スクリーン上にリアルタイムに表示した。被験者は、その円の大きさを見ることで自分自身の相対的な海馬の賦活量を知ることができる。それをもとに、fMRI 装置の中で幾つかの課題を実施した。実施する課題は、スクリーンに表示される円を大きくする課題 (A) を 60s 間行った後、30s 間簡単な計算課題 (B) を行った。これらを交互に実施し、円を大きくする課題を 5 回、計算課題を 4 回ずつ行った。この手順を 1 サイクルとし、計 4 サイクル実施した (図 1)。

2.4 解析方法

データ解析には、数値解析ソフト MATLAB R2017b と統計画像解析パッケージ SPM12(Statistical Paramet-

ric Mapping) を用いた。円を大きくする課題に対して、MATLAB を用いて、被験者の海馬活動の平均値を求めた。この値をもとに、各課題の海馬活動の値の差分をとり、海馬活動の有無を求めた。その際、fMRI を用いたことにより発生する信号の時間的ドリフトに対してハイパスフィルタをかけて解析を行った。次に、この解析データと fMRI で撮像を行った脳画像を用いて、SPM で海馬の信号をもとに、活動した脳領域の統計画像解析を行った。

3 実験結果

代表的な結果として、図 2 のような結果を得ることができた。さらに、個人差はあるが、SPM12 の結果から海馬領域に反応を確認することができた。それ以外にも、紡錘状回、側頭極、前頭極、角回、縁上回、下前頭回に賦活が見られた ($p < 0.0001$, 20 voxel)。

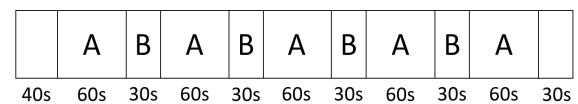


図 1 時間的スケジューリング

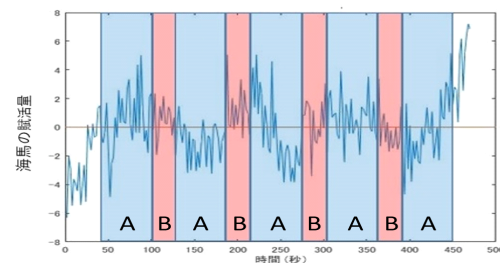


図 2 海馬の賦活量の時間変化

4 まとめ

本研究では、記憶に関する海馬活動に注目し、fMRI を用いたニューロフィードバック実験を実施した。その結果、個人差はあるが、海馬領域に反応を確認することができた。しかし、本研究では健常被験者を対象に実験を行ったため、目的である軽度認知症患者のリハビリ応用においては、十分な結果でない可能性がある。そのため、今後さらなる実験が必要である。

参考文献

- [1] Maintenance of Voluntary Self-regulation Learned through Real-Time fMRI Neurofeedback (アクセス日: 2018/2/7).