

運動想起時の脳波による掌握動作の左右判別の研究

加藤慧周（福井大学大学院工学研究科） 小越康宏（福井大学）

1. はじめに

近年、脳波計測は、脳で手足の運動想起をして制御する車いすが開発されるなどブレインマシンインタフェースへの応用が進んでいる。非侵襲的な計測である頭皮脳波の計測は、計測部分以外の脳波がノイズとして混入し、外来ノイズの影響を受けやすい。また、脳波の計測は個人差などの問題がある。

新山ら[1]は動作や運動想起によって一定の周波数帯域が減衰する事象関連脱同期を用いて、 β 波による運動想起の左右判別を行った。この方法では個人差によって左右判別が困難な場合があった。本研究では、周波数解析を行い α 波帯域、 β 波帯域の増減を調べることで左右判別をすることを目指した。

2. 実験

今回の実験では刺激映像に合わせて掌握動作の想起と実際に動作を行ったときの両手の運動野付近の脳波を計測する。被験者に7つの課題を行わせ、動作をする際は手のみを静かに動かすように指示をした。

2.1. 計測装置と収録条件

実験装置：携帯型多用途生体アンプ PolymateAP1532
 皿電極：Ag/AgCl(内径7mm) A/D変換器：16bit
 計測位置：国際10-20法のC3(中心部左)、C4(中心部右)
 リファレンス：額中央 アース：額右横
 サンプリング周波数：500Hz
 フィルタ設定：ハイパスフィルタ：0.53Hz
 ローパスフィルタ：30Hz
 被験者 健常男性 7名 23.0±0.6歳

2.2. 実験

各課題で提示される刺激映像の流れをFig.1に示す。刺激映像は、右手の場合と左手の場合の2種類があり、被験者は表示された刺激映像に従って課題を行う。図下の数字は映像の再生からの経過時間である。

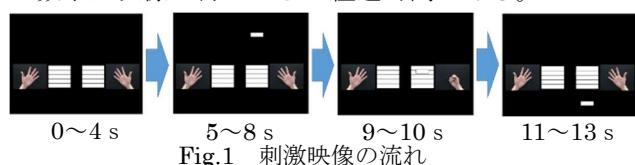


Fig.1 刺激映像の流れ

2.3. 運動想起

課題の開始前に80秒間の安静状態の脳波を計測する。
 課題1：被験者は刺激映像に従いタイミングを合わせ2秒間「手を5回開閉」の運動想起を10回行う。
 課題2：被験者は刺激映像に従いタイミングを合わせて2秒間「手を5回開閉」の動作を10回行う。
 課題3：左右ランダムで提示される映像のタイミングを合わせて「手を5回開閉」運動想起を左右それぞれ10回ずつ計20回行う。
 被験者は刺激映像に従い、左右どちらかの手で課題1、2、1の順に行いその後、反対の手で同様に課題を行う。最後に課題3を行う。

3. 解析

安静時の脳波は計測始めと終わりの10秒を除いた60秒間を基準とした。安静時の脳波のパワースペクトルに対する刺激呈示時の脳波のパワースペクトルの変化量を式(1)で算出する。安静時の脳波のパワースペクトルを a 、刺激呈示時の脳波のパワースペクトルを b_n とし、変化量を c_n とする。 n は試行回数とし、10試行の平均変化量を C とする。また α 波、 β 波それぞれに対して算出する。

$$C = \frac{1}{10} \sum c_n = \frac{1}{10} \sum \log \frac{b_n}{a} \quad (1)$$

4. 結果と考察

被験者1の右手の運動想起時のデータを解析したC3とC4の結果をFig.2に示す。グラフは平均変化量 C を0.5秒ごとに表している。

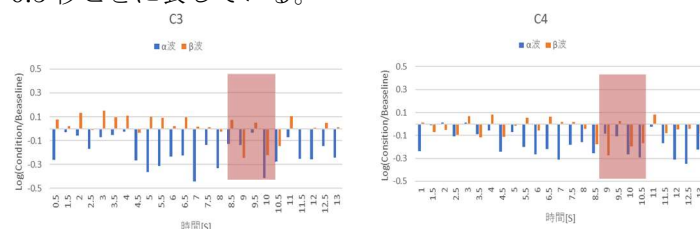


Fig.2 右手運動想起時の平均変化量の時間変化

図中の橙色で示した9~10秒付近で運動想起を指示している。C3、C4ともに β 波のパワースペクトルが減衰しており、事象関連脱同期が生じていると考えられる。右手の運動想起に関して、左脳のC3が右脳のC4に比べてパワースペクトルの変化がより顕著に見られると想定したが、左右の差はほとんど確認できなかった。

左右判別ができない要因として、モニタによる刺激映像が視覚刺激となりノイズとなって混入したことや、被験者が運動想起に慣れていないため、刺激映像に合わせて運動想起を行えていないなどの理由が考えられる。

5. まとめと展望

C3、C4の脳波を計測して α 波、 β 波の増減を安静時の脳波に対する運動想起時と動作時の脳波の変化量として算出することで左右判別を行った。運動想起時と動作時の差をとらえることはできたが、左右の動作の判別をするには至らなかった。今後は、独立成分分析を行い成分ごとの分析を行う。また、実用化を目指してリアルタイムの処理のシステムを作り、運動想起の訓練方法を検討するとともに、判別精度の向上を目標としたい。

謝辞

この研究は研究費18K02896の助成を受け遂行されたものです。この場を借りて深く感謝申し上げます。

6. 参考文献

1) 新山浩生. BMIのための運動想起時の脳波特性に関する研究. 令和元年度 福井大学修士論文(2020)