

手の動作による運動関連電位と NIRS の関連性に関する研究

A study on the relationship between Motion Related Potentials and NIRS signals evoked
by hand movement

リーラシリ プワデ 安藝史崇 山崎清之
東海大学工学部医工学科

1 はじめに

近年、障害者のための日常生活動作支援のみならず、健常者においても機械システムを操作するチャンネルの増設として brain-machine interface (BMI)への関心が高まっている。ロボットアームなどの機器を動かす研究が行われている。しかし、体外の機器制御に用いる脳波などの生体情報にはそれぞれ利点と欠点があり、技術的にも確立しているとは言えない。そこで EEG と NIRS を併用し、両者の関連性を検討するための基礎実験を試みた。

2 目的

近年、車椅子やロボットアームを動かすことができる BMI が開発されているが、取得データの個人差や利用者の体調、心身のコンディションによる内部要因の変動などによって操作に誤差が生じることがある。本研究では BMI の制御をより確実なものとするために、EEG と NIRS を併用し、相互の関連性や利点欠点を検討するために、手の動作を課した計測を行った。

3 方法

3.1 実験方法

20代の健常者男性8名、女性1名を対象に実験を行った。脳波はサンプリング周波数を250Hzとし、電極は国際10-20法に基づきF3,F4,Fz,C3,C4,P3,P7に装着し、両耳朶A1,A2を基準に測定し、GNDは第6頸椎周辺に装着した。NIRS (HOT-2000)は両側前額部に装着した、サンプリング周波数を10Hzに設定した。実験では被験者にストップウォッチを見せ、一桁が1-5秒を休憩とし、6-0秒を課題開始時間とした。行動時間には被験者の意思でボタンを押させ、ボタンをトリガーとして、左手と右手でそれぞれ50回ずつ握った際の運動関連電位と脳血流量の変化を分析した。

3.2 分析方法

3.2.1 脳波の分析方法

MATLAB を用いてトリガーのピークを検出し、トリガーの-1500ms から 1000ms までの波形をそれぞれ 50 回加算平均しグラフ化した。次に、脳活動の左右差率として Laterality Index を計算した。

3.2.2 NIRS の分析方法

左右の脳血流量の変化を比較するために、MATLAB で検出されたトリガーのピークを使い、トリガーの-1000ms から 1000ms までの値と安静時の値を加算平均した。左右の差を明確するためシーソーグラフで示した。

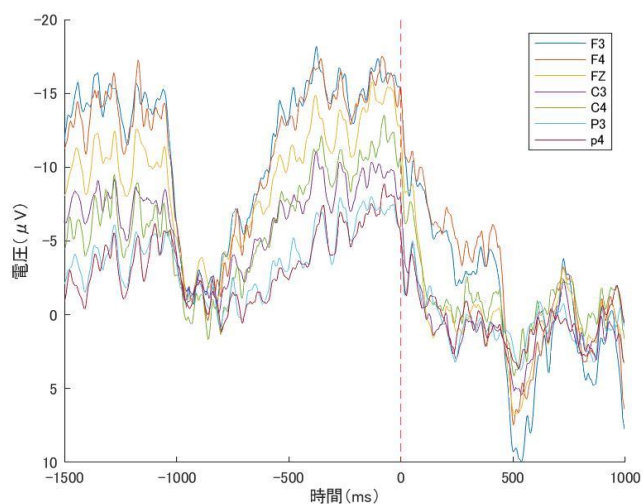


Fig.1 左側運動関連電位の検出

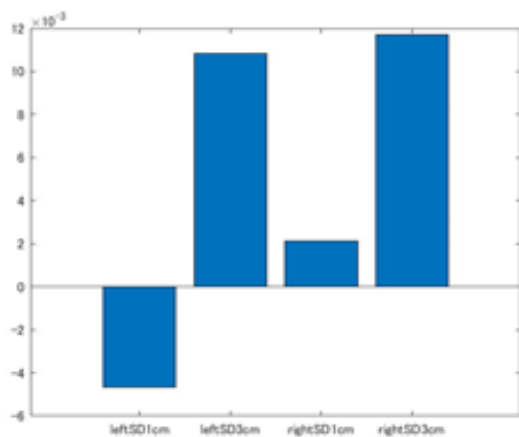


Fig.2 左側脳血流量の変化

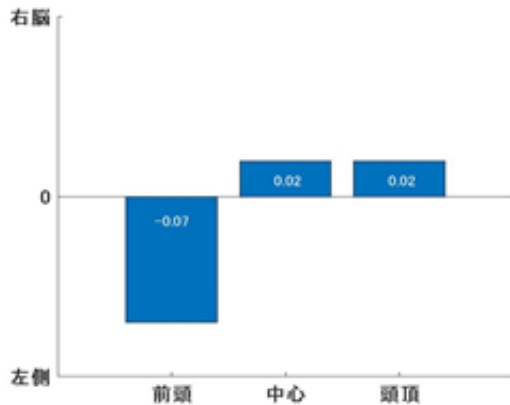


Fig.3 左手動作の Laterality Index

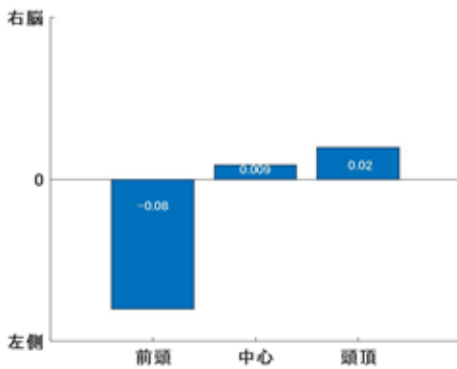


Fig.4 右手動作の Laterality Index

4 結果

実験より得られた被験者9人のデータの Laterality Index と脳血流量を被験者ごとに比較した。また代表例として被験者2のデータを例示して比較した。Fig.1 と Fig.2 によって運動関連電位と脳血流量には特異的な変化を観察することができた。Laterality Index の左右の比較するグラフを Fig.3-4 に示し、の左右の比較するグラフを Fig.5-6 に示した。Fig.3-4 では左手動作と右手動作には差がほぼなかった。一方、脳血流量に関しては左手動作の時に右側の脳血流量が増加し、右手動作の時に左側の脳血流量が増加した。

5 考察

Fig.1 の波形から運動関連電位を確認することができたが、Laterality Index を求めると左右差は認められなかった。しかし、同時に測定した脳血流量は動作側との対側優位な関係がみられた(9人中8人)。結果から、手の動作で発生する運動関連電位は明瞭に出現したが、対側優位の関係は不明確であった。このことは、利き手の影響が排除できない

め、今後の検討を要する問題といえる。一方、脳血流変動は、反応が緩やかであり、動作やその起始点の正確な特定には困難があると思われる。

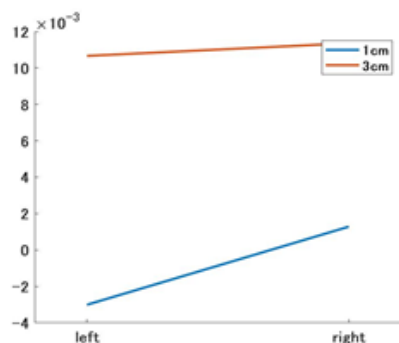


Fig.5 左手動作における脳血流量

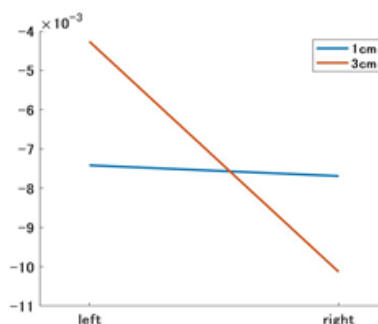


Fig.6 右手動作における脳血流量

Table 1. 左右差における EEG と NIRS の対側優位性

| | EEG | | | NIRS | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | F | C | P | 1cm | 3cm |
| 対側有意率 | 2/9 人 | 0/9 人 | 3/9 人 | 8/9 人 | 5/9 人 |

5 考察

Fig.1 の波形から運動関連電位を確認することができたが、Laterality Index を求めると左右差は認められなかった。しかし、同時に測定した脳血流量は動作側との対側優位な関係がみられた (9 人中 8 人)。結果から、手の動作で発生する運動関連電位は明瞭に出現したが、対側優位の関係は不明確であった。このことは、利き手の影響が排除できないため、今後の検討を要する問題といえる。一方、脳血流変動は、反応が緩やかであり、動作やその起始点の正確な特定には困難があると思われる。

- [1]Sung Ho Jang et. al: Cortical activation change induced by neuromuscular electrical stimulation during hand movements: a functional NIRS study
- [2] Han-Gue Jo et al: Spontaneous EEG fluctuations determine the readiness potential: is preconscious brain activation a preparation process to move?
- [3] Valerie Morash et al: Classifying EEG signals preceding right hand, left hand, tongue and right foot movements and motor imageries