

G-13

NIRS 脳活動計測における姿勢の変化による影響の一検討

A study of the effect of changes in posture in NIRS brain activity measurement

○三井崇也¹, 高橋聖², 中村英夫³
Takanari Mitsui¹, *Sei Takahashi², Hideo Nakamura²

In recent years, for controlling the device using the brain activity information called BCI (Brain-Computer Interface) is underway.

In BCI, there is a non-invasive method and an invasive method as the observation method of brain activity.

There is a risk of damage to the brain for placing electrodes in the brain with an invasive method. In order to detect brain activity with electrodes placed on the scalp, we use a noninvasive method.

In this study, measurement is performed by using a NIRS (Near-Infrared Spectroscopy) is a non-invasive. We study the effect of changes in the posture of the subject under the measurement of brain activities.

1. はじめに

近年、脳から直接情報を取得し、考えるだけで機械やロボットを制御する BCI(Brain-Computer Interface)という技術が研究・開発されている。我々は脳機能計測装置である NIRS (Near-Infrared Spectroscopy)によって得られた脳活動を解析・識別を行い、BCI システムの開発を目指している。

NIRS は外来光やアーチファクトと呼ばれる振動や呼吸、心拍の影響を受けやすいといった欠点がある^[1]。そのため、従来 NIRS による計測は、外来光がない静穏な室内で被験者はイスに座りリラックスした状態で行われている。しかし、この方法での計測では、将来 BCI システムを実用化するにあたって、限られた環境でしかできないため、大きな障壁となることが考えられる。

本研究では、姿勢の変化によって NIRS 脳活動計測にどのような影響が出るのか計測をし、検討する。

2. NIRS

(1) NIRS の概要

脳神経情報を測定する手法として、頭部を切開して脳内や硬膜下に電極などを埋め込む侵襲式と、頭皮上に電極などを取り付ける非侵襲式の 2 種類が存在している。非侵襲式の代表的な測定方法としては、NIRS の他に脳波(Electroencephalogram)、機能的磁気共鳴画像(functional Magnetic Resonance Imaging)などが存在している。NIRS は他の装置より時間分解能が高く連続した測定が可能であり、被験者への拘束が少なく自然な状態で測定することができる。

本研究では、非侵襲式の測定方法の一種である NIRS を用いて脳神経活動の計測を行う。

(2) NIRS の原理

NIRS は近赤外光を用いて脳の血流変化を計測する装置であり、その計測原理は Jobsis 氏による近赤外光を用いた脳血流のヘモグロビン酸素化度の測定に基づいている。脳内で活動が生じると、その神経活動に伴って酸素が消費され、消費された酸素を補給するために活動部位への血液供給量が増加する。NIRS はその変化量を血液中に含まれるヘモグロビンの変化量から測定する。計測原理を図 1 に示す。

NIRS の測定は、頭皮上に 30mm 間隔で設置された一対の送光ファイバと受光ファイバによって行われる。送光ファイバから照射された近赤外光が頭皮から約 30mm の深さにある大脳皮質で散乱・反射し、受光ファイバによって検出される。その光の減少量から血液中のヘモグロビンの変化量を測定することができる。

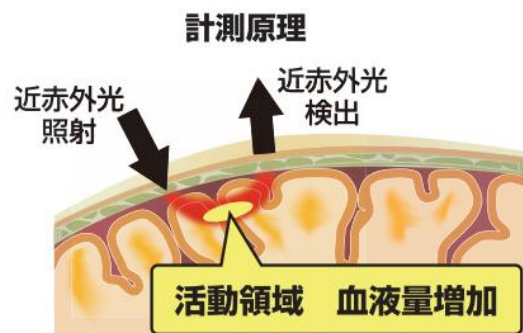


Figure1. Measurement principle of NIRS

3. 計測装置

今回の計測は WOT-100(日立製作所)を用いた。計測部位は前頭前野であり、チャンネル数は 4~19ch の全 16ch, サンプリング周期は 200[ms]である。外観とチャンネル配置は図 2 のようになる。

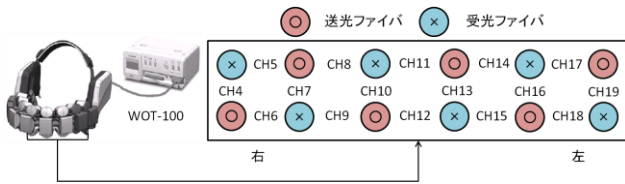


Figure2. Channel placement and appearance of WOT-100

4. 姿勢変化による脳活動のNIRS計測

今回の計測では Rest30 秒間, Task30 秒間, Rest30 秒間の合計 90 秒間行った. Task は(1)被験者が椅子に座り姿勢を前に 60 度倒している状態、(2)背もたれに寄りかかり座った状態での暗算計算課題、(3)椅子に座り姿勢を前に 60 度倒している状態での暗算計算課題の 3 パターン行った. 計測時の状態を図 3 に示す.

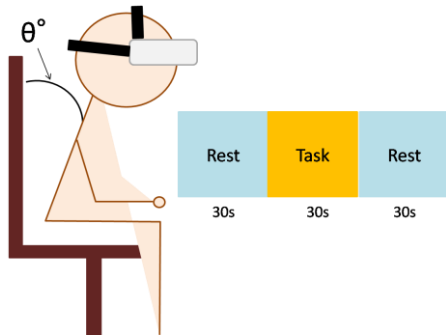


Figure3. Block design of the experiment

図 3 に task(1), 図 4 に task(2), 図 5 に task(3)の計測結果のうち 1 チャンネル(6ch)を示す. 横軸が時間縦軸が Hb となっている.

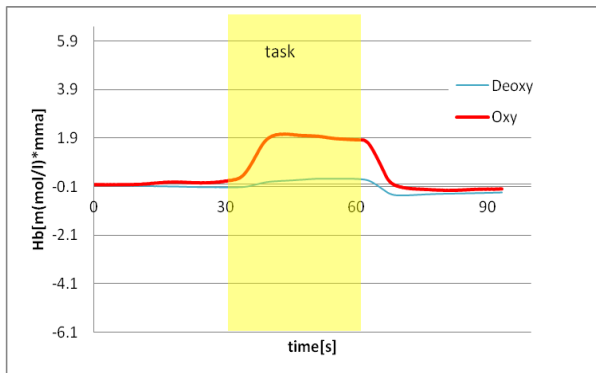


Figure4. Measurement result of DeOxyHb and OxyHb (1)

図 4 から Task を開始してすぐに OxyHb の上昇が見られることから, 状態を前に傾けると OxyHb の値に影響が出ることが分かる. DeoxyHb に関しては変化がみられなかった. この OxyHb 増加分の中に脳活動の信号そのものが埋もれてしまう可能性がある. そこで安静の状態と上体を前に傾けた状態で同じ課題を行い, 検討を行った.

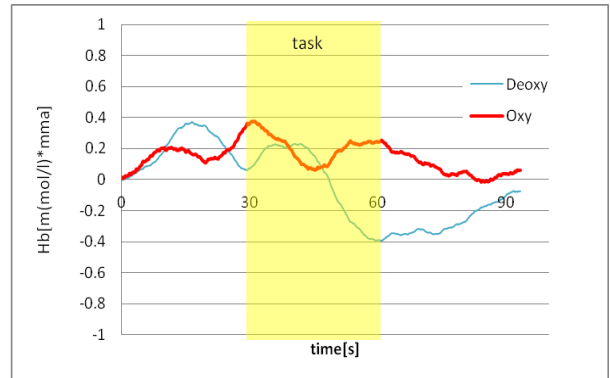


Figure5. Measurement result of DeOxyHb and OxyHb (2)

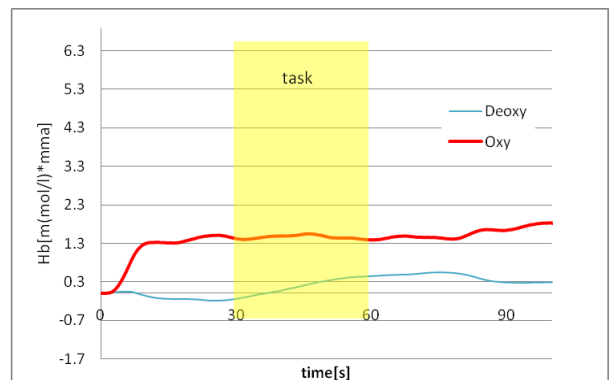


Figure6. Measurement result of DeOxyHb and OxyHb (3)

図 5 の Task が始まった 30[s]に暗算を開始し脳活動が起こったため OxyHb の増加が見られる. 図 6 では 30[s]に暗算を開始しているが図 5 のような顕著な変化は見られない. つまり上体を前に傾けることによって脳活動の血流信号の変化が見えなくなってしまうと考えられる.

5. まとめ

本稿では NIRS 計測における姿勢変動に伴う皮膚血流が脳活動にどの程度影響があるか検討を行った.

結果, 姿勢変動による血流の増加の影響は大きく, 課題を行っている最中の脳活動もその増加分に埋もれていることがわかった. 今後は姿勢変化による血流量増加の原因を特定するために, 周波数解析等の解析を行う. そして血流増加分の補正をし, 研究の深度化を図りたい.

6. 参考文献

[1] 侯磊, 綿貫啓一:「ブレイン・マシン・インターフェイス設計のための光脳機能解析(重心移動運動と脳賦活との関係)」、日本機械学会論文集, Vol.77, No.783, pp.3962-3967, 2011.