

## fNIRS とニューラルネットワークを用いた言語課題時の脳活動の識別に関する一検討

## A study on discernment of brain activities during language task using functional near-infrared spectroscopy and an artificial neural network

○山崎拓也<sup>1</sup>, 高橋聖<sup>2</sup>, 中村英夫<sup>2</sup>\*Takuya Yamazaki<sup>1</sup>, Sei Takahashi<sup>2</sup>, Hideo Nakamura<sup>2</sup>

Abstract: We describe in this paper classification of fNIRS data of language tasks using a neural network for multichannel temporal sequences. Our goal is to develop a Brain-Computer Interface that outputs motion signal for controlling a machine. To collect neural information from brain activities we use functional Near-Infrared Spectroscopy(fNIRS). As the part of feature extraction/recognition subsystem in a BCI system we use our proposed neural network model called Neocognitron-type Image Sequence Recognition Model(Neo-ISRM) suitable for multichannel temporal patterns. Reading silently and reading aloud were used as the mental tasks to be discriminated by the Neo-ISRM. When fNIRS Measurements of the left hemispheres are used, the model gives good discrimination result for each category of tasks.

## 1. はじめに

近年, Brain-Computer Interface(BCI)と呼ばれる, 脳活動情報を用いて機器を制御する事を目的とした研究が注目を集めている<sup>[1]</sup>.

BCI を実現するにあたっては, 使用者のどのような思考を用いて機器を制御するかが重要となる. 本研究では, 何らかの言葉を頭の中に思い浮かべる「語想起」を機器制御に用いる事を考える. ここではその前段階として, 音読や黙読といった言語課題時の脳活動情報を識別し, その結果に関して検討を行った.

## 2. fNIRS

脳活動情報を測定する手法には侵襲式と非侵襲式の 2 種類が存在する. 本研究では, 非侵襲式の測定方法の一種である近赤外線分光法(functional Near-Infrared Spectroscopy: fNIRS)を用いて脳活動の測定を行う.

fNIRS とは, 照射した近赤外光を用いて脳血流中の酸素化・脱酸素化ヘモグロビン(oxyHb/deoxyHb)の変化量を測定する装置である. 脳活動によって消費された酸素は Hb によって運搬されるため, oxyHb/deoxyHb の変化量から間接的に脳活動を測定する事ができる.

## 3. Neo-ISRM

本研究では, fNIRS によって測定された脳活動情報を識別する際にネオコグニトロン型動画識別モデル(Neocognitron-type Sequence Image Recognition Model: Neo-ISRM)を用いる. これは福島により開発された視覚情報処理系の階層型ニューラルネットワーク構造を

持つネオコグニトロンを拡張し, 識別対象を動画としたモデルである<sup>[2]</sup>.

Neo-ISRM はネオコグニトロンと同様の識別原理を持つため, パターンの位置のずれや画像の伸縮を許容する識別レベルを持ち, 更に時系列パターンである動画の時間軸的な伸縮を許容する機能を持っている.

## 4. 脳活動の測定条件

今回測定するのは主に言語に関わる脳活動であるため, 測定部位としては言語処理に深く関わっているとされるブローカ野を選択した. また, 多くの場合ブローカ野は左半球に存在するが, 人により必ずしも左半球だけに存在するとは限らない. そこで, 本測定では左右両方のブローカ野に相当する部位について同様に測定を行うものとし, それぞれ 16 本ずつの光ファイバを配置した合計 48ch の構成とした.

本測定では被験者は PC 画面の前に座り, 画面に表示された文章を音読する課題と黙読する課題の 2 つを行わせた. 測定の時間設定を図 1 に示す.

|      |          |      |          |      |       |      |       |      |
|------|----------|------|----------|------|-------|------|-------|------|
| Rest | Silently | Rest | Silently | Rest | Aloud | Rest | Aloud | Rest |
| 60s  | 120s     | 120s | 120s     | 120s | 120s  | 120s | 120s  | 60s  |

Figure 1. Timetable of language tasks

## 5. 脳活動情報の識別

前述したように, 言語処理を行うブローカ野は多くの場合左半球に存在するが, 人によってはそうではない場合がある. また, 左右両方を同時に見て識別を行う事によって, 個別で見る場合よりも識別精度を高め

られる可能性も存在する. そのため, ここでは左半球, 右半球およびそれらを合わせた全体の 3 パターンについて識別を行うものとする.

### 5. 1. 識別方法

fNIRS による測定データは多チャンネルの数値変化として得られるため, 動画像識別モデルである Neo-ISRМ によって識別を行うためにはその数値を動画像の形へと変換する必要がある.

なお, 今回用いる Neo-ISRМ は  $27 \times 20$  ピクセルのグレースケール画像 11 枚を, 11 フレームの動画像として識別する仕様となっている. 測定データからこの形式へと変換した画像の一例を図 2 に示す.

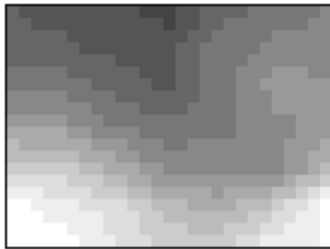


Figure 2. A sample of Grayscale Images

### 5. 2. 識別結果

黙読時と音読時の脳活動情報を学習パターンとして Neo-ISRМ へ学習させた上で, それとは別の黙読時と音読時, 加えてレスト時の脳活動情報を Neo-ISRМ へと入力し, 識別結果を得た.

図 3 に左半球での結果を, 図 4 に右半球での結果を, 図 5 にこれらを合わせた全体での結果を示す.

これらの結果を見ると, ある程度の識別が可能であったのは左半球の結果だけであり, 黙読や音読といった言語課題を識別するにあたっては, 左半球の測定結果を用いる事が有効であるという事が示唆される.

### 6. まとめ

本研究では, 言語課題時における脳活動情報の測定および識別を行った. その結果, 左半球の測定結果を用いる事で, 黙読や音読といった課題を識別する事が可能である事を示した.

しかし, 特に音読時の測定結果には顎の動きによる影響が大きく出る事が知られており, 今回の識別が本当に脳活動によるものであったかは疑わしい. そのため, 今回行った黙読や音読といった課題の有効性についても現時点で断言する事はできない.

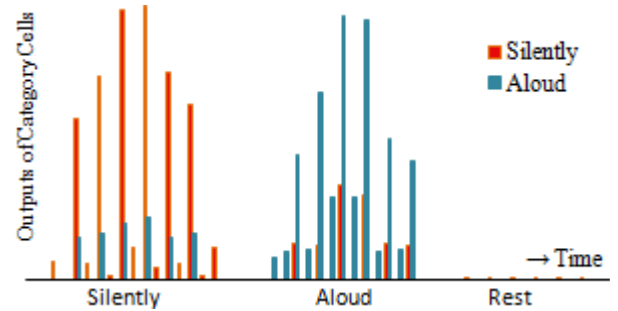


Figure 3. Result of the Left Hemispheres

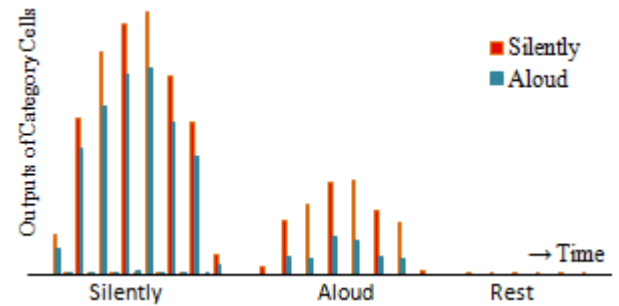


Figure 4. Result of the Right Hemispheres

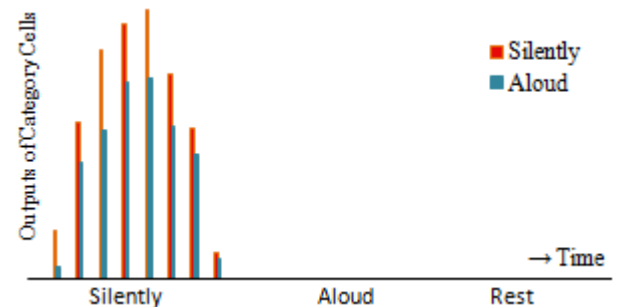


Figure 5. Result of the Both Hemispheres

また, 現在語想起の識別課題として, 頭文字を提示しての単語想起課題(Letter Fluency Task)と種類を提示しての単語想起課題(Category Fluency Task)の識別も試みているが, 今のところ有用な結果は出ていない.

今後の予定として, 被験者や試行回数を増やし再現性を確認するとともに, 異なる言語課題の識別や識別率の向上等についても検討していく.

### 7. 参考文献

- [1] 齋藤永子, 中村英夫, 高橋聖, 網島均: 「機能的赤外線分光装置とニューラルネットワークを用いたマルチチャンネル脳神経情報の識別」, 平成 20 年 電気学会電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp.102-105, 2008
- [2] 福島邦彦: 「位置ずれに影響されないパターン認識機構の神経回路モデル-ネオコグニトロン-」, 電子情報通信学会論文誌(A), Vol.J62-A, No.10, pp.658-665, 1979