

# 論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

報告番号	① 乙 第 号	論文提出者名	高木 信哉
論文審査 委員氏名	主査 村上 弘 副査 有地 榮一郎 河合 達志		
論文題名	機能的近赤外分光法により取得した脳血流動態の識別における深層学習の応用 ～噛みしめ運動前後の判定に関する予備的研究～		

インターネットの利用による公表用

## I. 緒言

口腔機能運動が認知機能の維持および向上の一助になると考え、機能的近赤外分光法 (functional near-infrared spectroscopy : fNIRS) を用いて、咀嚼運動や噛みしめ運動時における前頭前野の脳血流動態に関する検討を重ねてきた。脳機能測定法の一つである fNIRS は、非侵襲的で測定時の被験者の姿勢や運動に制約が少ないなどメリットが多い。しかし、脳活性の有無の判定には煩雑なデータ処理が必要であり、測定から判定までに長時間を要する。また、得られるデータは数字の羅列であるため、測定対象者への説明を想定した場合に理解が得られづらいことが予想される。そのため、今後 fNIRS を活用する上で、短時間での脳活性の評価やデータの可視化による理解容易な検査結果の提示法の開発は意義があると考えられる。

近年、医療分野では深層学習が注目され、画像識別に特化した畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いることにより、画像診断補助への応用も多数報告されている。そこで fNIRS により取得したデータを CNN を応用し学習させることにより、短時間で脳の活性化の有無の判定と提示を可能とするシステムを開発することができるのではないかと考えた。

本研究では、fNIRS にて取得した噛みしめ運動前後 (安静時および噛みしめ時) のヘモグロビン (Hb) データを画像データ化し、CNN を実施することにより運動前後の識別が可能であるか検討した。

## II. 方法

被験者は健常ボランティア 15 名とした。課題運動として一定時間持続可能で咀嚼運動時にも発揮される 40%MVC (maximum voluntary contraction) 噛みしめ運動を採用した。

CNN の実施に先立ち、fNIRS により取得したデータが深層学習を行うに値するデータセットなのかを判定した。Hb データを基にした従来の判定方法を用いて、脳部位ごとに paired t-test にて噛みしめ運動前後の脳活動について評価した。続いて、CNN を用いた脳活性の評価を行うために、噛みしめ運動前後の Hb データを画像化するプログラムを構築した。一枚の画像中に酸素化 Hb (oxy-Hb) データ単独、脱酸素化 Hb (deoxy-Hb) データ単独、これらの混合 (OD) データ (oxy-Hb, deoxy-Hb 両データを使用) を表示させた画像データを自動作成した。作成した画像データを用いて交差検証試験を行い、識別率を算出した。さらに、oxy 画像、deoxy 画像、OD 画像それぞれの識別能力を受信者動作特性 (ROC) 曲線、および検証用画像の正答・不正答の数を用いて比較する RYAN 法により検討した。

## III. 結果

Hb データを基にした脳活性の評価では、噛みしめを行うことにより上・中・下前頭回に有意な脳血流の変化を認めた。

CNN により構築したニューラルネットワークの正解率は、oxy 画像を使用

した場合、 $86.8 \pm 7.4\%$ であった。Deoxy 画像では  $76.1 \pm 15.1\%$ 、OD 画像では  $90.3 \pm 6.5\%$ であった。また、ROC 曲線および RYAN 法による識別能力の比較では、OD 画像の識別能力が最も高いことが明らかになった。

#### IV. 考察

本研究において対象とした被験者は、噛みしめ運動を行うことにより、高次脳機能と密接に関わる脳領域が活性化するグループであることが確認できた。そのため、本研究で取得したデータは、CNN を行うに値するデータセットであると考えた。

CNN を基にした脳活性の評価では、正解率が約 75%から 90%と高い数値を示した。fNIRS は、主に精神科領域にも用いられており、うつ病の 74.6%、双極性障害・統合失調症の 85.5%を正しく診断したとの報告がなされている。この正診率と本研究で得られた正解率を考え合わせると、fNIRS データへの深層学習の応用は可能であると思われた。また、ROC 曲線および RYAN 法による識別能力の比較では、OD 画像の正解率が最も高かったことから、脳活動の状態を詳細に捉えるためには oxy-Hb と deoxy-Hb を合わせて検討した方が良いと推察された。

以上、fNIRS により取得したデータを画像化し、深層学習を行うことで、脳活性を判定できる可能性を示した。したがって、本研究は歯科補綴学の

(論文審査の要旨)

No. ....4.....

(2000字以内のこと)

愛知学院大学

みならず関連諸学科に寄与するところが大きいと考えられる。よって本論文は博士（歯学）の学位授与に値するものと判定した。