

健常者の脳計測データにおけるローデータと補正データの比較

高橋 真悟[†] 富田 洋介[†] 田中 繁弥[†] 小林 真綺[†] 坂本 知世[†] 田村 拓郎[†]

[†]高崎健康福祉大学 〒370-0033 群馬県高崎市中大類町 37-1

E-mail: [†]{takahashi-shin, tomita-y, tanaka-s, 1511027, 1511031, tamura-t}@takasaki-u.ac.jp

あらまし 近年、生体計測は小型の装置が開発され、ウェアラブル端末での計測も広まっており、これまで以上に幅広い生体計測の研究が行われている。脳機能の計測についても、NIRS を用いた携帯可能な装置が開発され、脳血液量を簡便に計測できるようになった。しかし、NIRS を用いた装置は光路長の問題から、データ解析には注意が必要とされている。その中で ZScore 化する手法があるが、ローデータと Zscore 化したデータを比較した報告は少ない。本研究では、健常若年者を対象に、課題遂行時の脳血液量 (Oxy-Hemoglobin) を計測し、ローデータと Zscore 化したデータを比較した。その結果、ローデータと Zscore 化したデータでは、傾向に大きな相違は見られなかった。

キーワード 脳計測, 脳血液量データ, 補正データ

1. はじめに

近年、生体計測は小型の装置が開発され、ウェアラブル端末での計測も広まっており、これまで以上に幅広い生体計測の研究が行われている。

山登はバイタルデータを活用しリアルタイムなアクションに繋げるための、ウェアラブルセンサーデータを用いた分析プラットフォームを提案しており[1]、今後も生体計測に関する研究は重要となってくる。脳機能計測についても簡便に計測することができるようになっており、NIRS を用いた携帯可能な装置が開発され、脳血液量を簡便に計測することが可能となった。我々も近赤外光を用いた脳血液量計測装置を使用し、認知症患者や健常者のデータを計測してきた。カテゴリー一流暢性課題中の脳血液量は健常高齢者では増加がみられ、認知症患者では増加がみられなかった[2]。NIRS における研究は様々な分野で行われており、近年では前頭葉血中 oxy-Hb 測定へのヘッドバンド型 NIRS デバイスの開発も行われている[3]。NIRS においてもウェアラブルの計測も広まっていくものと考えられるが、NIRS を用いた装置は光路長の問題から、データ解析には注意が必要とされている。チャンネル間で値を直接比較したり平均したりすることは誤った結果を導きうる可能性があり、このような過誤を避ける方法の一つとして、各チャンネルからの生信号をあらかじめ z スコアに変換する手法があるが[4]、ローデータと Zscore 化したデータを比較した報告は少ない。

本研究では、健常若年者を対象に、課題遂行時の脳血液量 (Oxy-Hemoglobin) を計測し、ローデータと Zscore 化したデータを比較した。

2. 本研究の対象と方法

解析した脳血液量データ (Oxy-ヘモグロビン) の対象者は、健常若年者 10 名 (男性 3 名, 女性 7 名, 年齢

20.8±0.4 歳である。本研究では日立ハイテクノロジー製の WOT-100 を使用して、脳血液量の計測を行い、酸化ヘモグロビンのデータを解析した。WOT-100 は前額部専用の装置となっており、携帯可能で簡便に脳血液量を計測できるものである。

なお、統計学的検討については SPSS 12.0J for Windows を用いた。

倫理的配慮として、全ての対象者に対して、事前に本研究の内容と目的、使用する機器の安全性などについて文書を用いて説明し、書面にて研究の承諾を得た。また、高崎健康福祉大学研究倫理委員会の承認を得た。

2.1 ウェアラブル光トポグラフィ (WOT-100)

本研究では日立ハイテクノロジー製のウェアラブル光トポグラフィ (WOT-100) を用いて計測を行い、データの解析を行った。この装置は近赤外光を使用し、前額部におけるヘモグロビンの変化量を計測することができ、データの解析やエクスポートをすることができる。装置を図 1 に示す。



図 1 WOT-100

近赤外光を用いた装置は、侵襲性がなく、他の医療機器より安価であるため、疾患患者だけではなく、健常者の計測も容易である。近赤外光を用いた光トポ

ラフィー検査は、2014年4月1日から「抑うつ症状の鑑別診断の補助に使用するもの」として、施設基準を満たす医療機関にて保険適用が認められており、臨床の場でも使用されている。

WOT-100を用いた脳血液量の計測は、近赤外光を用いるため、侵襲性がなく、健常者に対しても計測を行うことが可能であるが、欠点として光路長が不明確であるため、得られるデータが絶対値でないことが挙げられる。

計測チャンネルは10CHあり、ローデータでは10チャンネルの生信号を平均したものを、ZScore化データではそれぞれのチャンネルの生信号をZscore化し、それを平均したものを指標とした。

2.3 近赤外光を用いた脳血液量の解析

本研究で計測した脳血液量のプロトコルは0から30秒を安静、30～130秒を課題遂行、130～160秒を安静、160～260秒を課題遂行、260～290秒を安静である。値はCSVなどにエクスポートすることができる。抽出した値をローデータとした。またローデータをzスコアに変換したものをZScore化データとした。ZScore化したデータについては、平均値0、分散が1となるように変換したものであるため、単位が異なる変数や平均値が異なる変数の比較が可能となる。

ZScore化については、脳血液量のデータ($\Delta oxy(t)$)から

平均値($\mu^{\Delta oxy}$)と標準偏差($\sigma^{\Delta oxy}$)を求め、各サンプリングにおける値($\Delta zdata(t)$)を

$$\Delta zdata(t) = \frac{\Delta oxy(t) - \mu^{\Delta oxy}}{\sigma^{\Delta oxy}}$$

のように補正して、データを算出した。本研究ではこの $\Delta zdata(t)$ についてもZScore化データとした。また、 $\Delta zdata(t)$ を0補正したものについても検討した。

3. 結果

ローデータとZScore化データおよびZScore化データに0補正をした脳血液量の波形を図2に示す。また、それぞれの数値について表1に示す。

ZScore化データとZScore化に0補正を加えたものでは、原点を修正するのみであるため、傾向は同一なものとなった。ローデータとZScore化データとの比較では、ローデータ、ZScore化データともに課題時に増加する結果となった。

表1のローデータについては、課題時に安静時に比べ増加していることがわかる。ZScore化データについてはデータを平均が0、分散が1のデータに変換しているため、安静時において負の値があるが(初めの安静時と2回目の安静時)、ローデータと同じように課題時で増加していることがわかった。

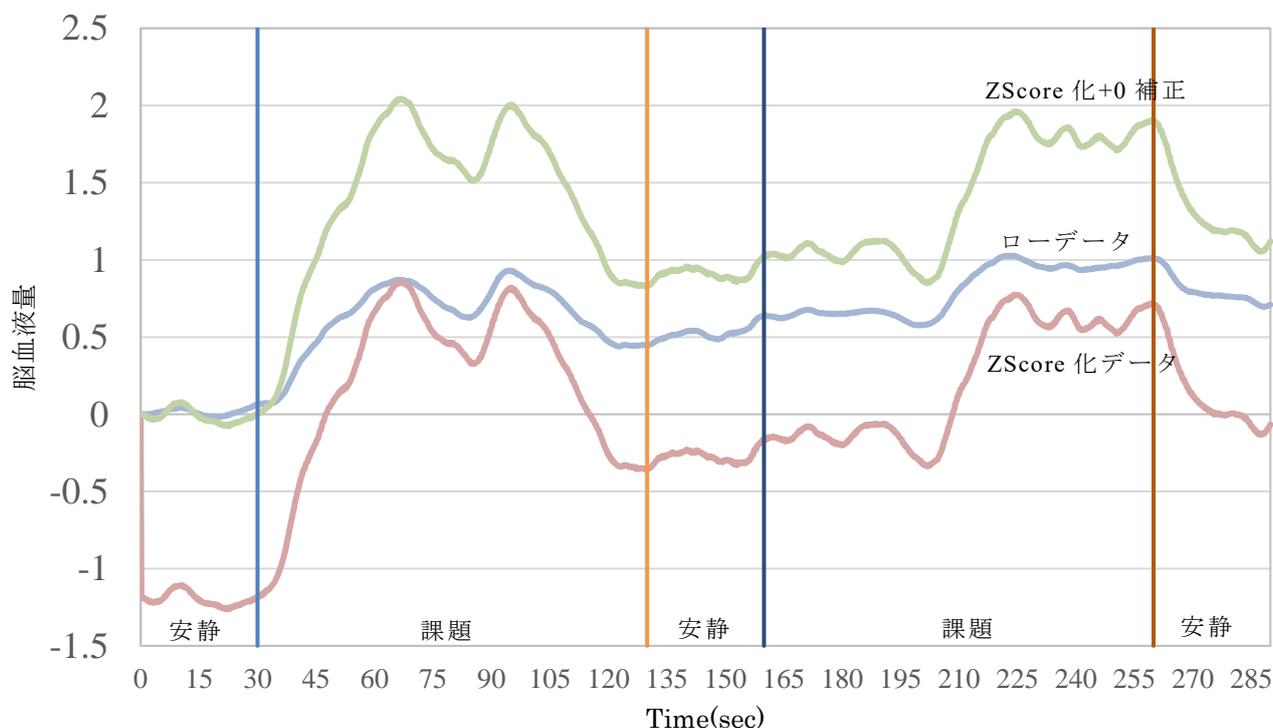


図2 脳血液量の波形

表 1 課題毎における Oxy-ヘモグロビン

脳血液量	ローデータ*	ZScore 化データ
安静	0.01415	-1.19089
課題	0.62678	0.18434
安静	0.52432	-0.27362
課題	0.80516	0.22192
安静	0.80019	0.12613
変化量	0.26975	0.64926

* (m(mol/l)*mm)

4. 考察

NIRS は精神疾患の領域で広く研究が行われている。大うつ病性障害（うつ病）においては前頭葉皮質の賦活反応性の量が減少しており、双極性障害（躁うつ病）においては賦活反応性の潜時が遅延しており、統合失調症においては賦活反応性のタイミング不良で非効率であるという特徴がある[5]。現在、NIRS は「抑うつ症状の鑑別診断の補助に使用するもの」として使用されているが、技術的な問題から、データの個別比較には注意が必要であるが、本研究では各チャンネルからの生信号を zスコアに変換した値を算出し、ローデータと Zscore 化したデータを比較した。

図 2 の結果より、ローデータおよび ZScore 化データともに、課題中では増加がみられた。表 1 の数値についても、ローデータでは初めの安静時は 0.01415、課題時は 0.62678 となっており、ZScore 化データでは初めの安静時は -1.19089、課題時は 0.18434 と課題時において増加がみられる結果となった。用いたローデータは 10 人分の 10CH を加算平均したものであり、ZScore 化していないデータでは、このような比較を行う場合、誤った結果を導きうる可能性があると考えられる。しかし、本研究の結果では ZScore 化したデータと傾向は変わらなかった。これにより、本手法ではローデータと ZScore 化したデータについては大きな差はみられないことが示唆された。NIRS における信号は個人差が大きいとされているが[6]、本研究では値が大きく外れているものはなかった。値についても外れ値となりうるものについてはデータの解析に注意する必要があると考えられる。

今回の解析では、波形および数値についての検討を行ったが、統計手法を用いた検定を行わなかった。ローデータおよび ZScore 化データについては、傾向に差はみられなかったが、今後、それぞれのデータについて統計検定を行い、統計学的検討においても差がみられないか検討をする必要があると考えられる。また、対象者数も 10 人と少なかつたため、対象者数を増や

すとともに、各チャンネルについてもそれぞれ検討を行う必要があると考えられた。

5. まとめ

本研究では、健常若年者を対象に、課題遂行時の脳血液量（Oxy-Hemoglobin）を計測し、ローデータと Zscore 化したデータを比較した。

ZScore 化したデータと傾向は変わらず、本手法ではローデータと ZScore 化したデータについては大きな差はみられない結果となった。本手法だけではなく、今後、さらなる検討が必要であると考えられた。

参 考 文 献

- [1] Yoji Yamato, “Study of Vital Data Analysis Platform Using Wearable Sensor”, IEICE, Vol.116, No. 518, pp. 33-37, 2017
- [2] 高橋真悟, 児玉直樹, 小杉尚子, 竹内裕之, “カテゴリー流暢性課題と近赤外光を用いた認知症診断の可能性”, 電気学会論文誌 C, Vol.135 No.4, pp.381-386, 2015.
- [3] 三宅泰広, 日坂真樹, 喜田光洋, 松村雅史, “前頭葉血中 oxyHb 測定のためのヘッドバンド型 NIRS デバイスの開発”, 電気学会論文誌 C, Vol.137 No.5(9), pp.709-716, 2017.
- [4] 野澤孝之, 近藤敏之, “NIRS 脳計測データのオンライン分析のためのアーティファクト除去手法の比較”, 生体・生理工学シンポジウム論文集, 第 24 回, pp.381-384, 2009.
- [5] 滝沢 龍, 福田正人, “精神疾患の臨床検査としての光トポグラフィー検査 (NIRS) —先進医療「うつ症状の鑑別診断補助」”, MEDIX, Vol.53, pp.30-35, 2010
- [6] 田村拓郎, 児玉直樹, 竹内裕之, “近赤外分光法の波形パターン分析”, DEIM Forum, I4-3, 2017