

# 温熱刺激時による脳活動データを用いた高齢者および若年者の比較

高橋 真悟<sup>†</sup> 田村 拓郎<sup>†</sup> 高橋 大志<sup>†</sup> 児玉 直樹<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 高崎健康福祉大学 〒370-0033 群馬県高崎市中大類町 37-1

<sup>‡</sup> 新潟医療福祉大学 〒950-3198 新潟市北区島見町 1398 番地

E-mail: <sup>†</sup> {takashi-shin, tamura, takashi-d}@takasaki-u.ac.jp, <sup>‡</sup> kodama@nuhw.ac.jp

**あらまし** 筆者はこれまで近赤外光を用いた脳機能計測を行っており、高齢者と認知症の比較や、データの解析について報告を行っている。現在、近赤外光を用いた計測は、うつ病の診断補助として保険診療が認められており、今後、高齢者や認知症患者への応用も期待されている。本報告では高齢者3名（男性2名、女性1名）、若年者10名（男性6名、女性4名）を対象に、温熱刺激に着目し、温熱刺激中における酸素化ヘモグロビン濃度変化の計測を行い、高齢者と若年者の脳活動データの検討を行った。酸素化ヘモグロビン濃度については、WOT-HSを用いて前頭前野領域の計測を行い、温熱刺激前後の平均値および標準偏差、重心値等を算出し、若年者と高齢者の比較を行ったので報告する。

**キーワード** 脳機能計測データ、温熱刺激、ヘモグロビン濃度

## 1. はじめに

現在、近赤外光を用いた脳機能計測は様々な分野で研究が進められており、装置も大型のものからポータブル型まで開発されている。近赤外光を用いた装置はうつ病の診断補助として保険診療が認められており、今後、高齢者や認知症患者への応用も期待されている。

これまでの我々の報告では、課題中に対する反応の大きさ（変化量）で評価を行ってきたが [1]、うつ病の診断補助では重心値の評価もされている。そのため、近赤外光を用いた計測では、脳賦活の大きさだけではなく、重心値等さまざまな解析法を検討する必要がある。

本報告では温熱刺激に着目し、高齢者と若年者の温熱刺激中における酸素化ヘモグロビン濃度変化の計測を行い、温熱刺激前後の平均値および標準偏差、重心値等を算出し、若年者と高齢者の比較を行ったので報告する。

## 2. 本研究に対象と方法

本研究の対象者は高齢者3名（男性2名、女性1名、年齢  $77.7 \pm 6.8$ ）、若年者10名（男性6名、女性4名、年齢  $20.8 \pm 0.4$ ）の計測を行った。計測については株式会社日立ハイテクノロジーズ・株式会社日立国際八木ソリューションズ製のWOT-HSを用いて温熱刺激中の酸素化ヘモグロビン濃度を計測した。なお、温熱刺激についてはペルチェ素子を用いた。

WOT-HSの計測チャンネル数は34CHであり、それぞれのチャンネルの信号をZscore化した [2]。また、平均値、標準偏差、重心値については、すべてのチャンネルをZscore化した値で算出した。重心値とは全体を通してみた反応のタイミングのことであり (Fig.1)、本報告では温熱刺激中における重心値を算出した。重心値に

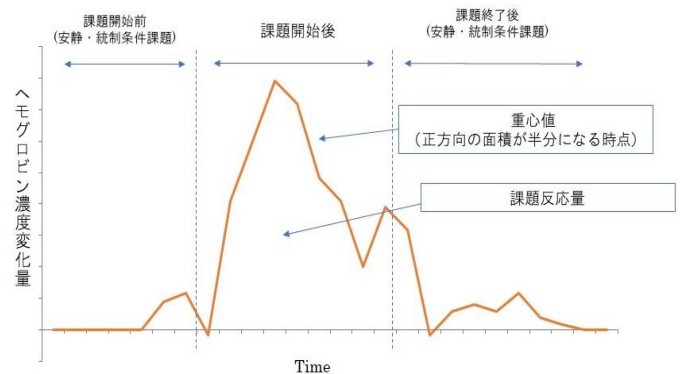


Fig.1 計測データの波形

については正方向（0以上）の面積（積分量）が半分になる時点である [3]。

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、被験者に対して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、本研究は高崎健康福祉大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

### 2.1. ウェアラブル光トポグラフィ(WOT-HS)

近赤外光を用いて、前額部における酸素化ヘモグロビン濃度を計測する装置である。この手法は神経血管カップリング理論および修正 Beer-Lambert 則により、ヘモグロビン濃度変化を測定することで脳表層部の神経活動を間接的に計測することになり、精神科領域では治療抵抗性うつ病の診断補助検査として光トポグラフィ検査が保険診療として認められている [4]。近赤外光は可視光に波長近い生体に無害であり、計測

においても侵襲性はない。

2.2. ペルチェ素子を用いた温熱刺激

ペルチェ素子とは、直流電流により冷却・加熱・温度制御を自由に行うことができる半導体素子であり、ペルチェ素子を手掌に当てることで温熱刺激を行った。温熱刺激の様子を Fig.2 に示す。なお、温度刺激は利き腕と反対側で行い、利き手側には温度変化を感知できた時間を評価できるようスイッチを用意した。

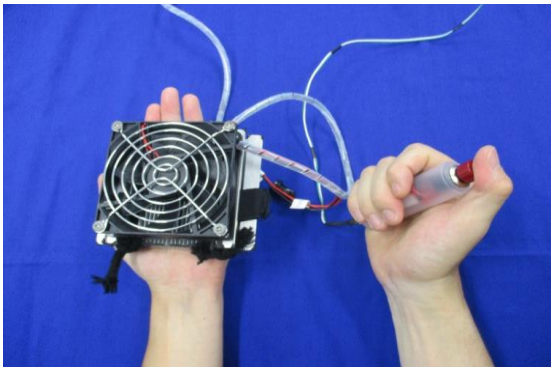


Fig.2 温熱刺激の様子

計測プロトコルは1分間の安静,1分間の温熱刺激,再度1分間の安静としたが,安静ではペルチェ素子を25℃に設定し,温熱刺激時では1分間で35℃になるようにした。

3. 結果と考察

高齢者,若年者の平均値および標準偏差を Table 1 に示す。なお、温熱刺激時の値については、温度変化時の値を評価するため、前半30秒間の値を算出した。

Table 1 高齢者, 若年者の平均値と標準偏差

	高齢者	若年者
安静時	0.1796±0.0802	0.0407±0.3306
温熱刺激時	0.0475±0.1865	0.3755±0.4326

Table 1 より、高齢者では安静時から温熱刺激時に増加は見られないが、若年者では高齢者より増加していることがわかる。これまでに我々の研究においても、高齢者や認知症患者では、認知課題等での増加は若年者に比べ少ないことが示されている。そのため、本報告においてもこれまでの結果と同様なものであると考えられる。

次に変化量および重心値について Fig.3, Fig.4 に示す。なお、変化量は温熱刺激時の0秒から30秒の平均

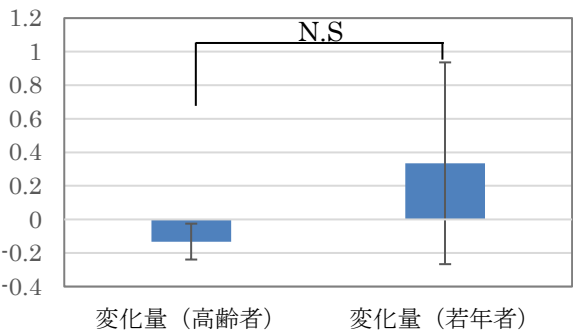


Fig.3 変化量の比較

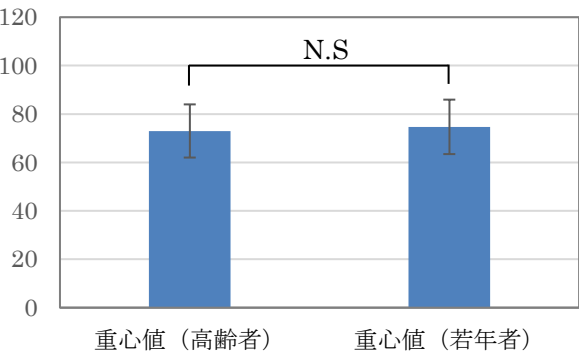


Fig.4 重心値の比較

値から始めの安静時の平均値を引いた値とした。  
変化量については、高齢者に比べ若年者は値が大きかったが、有意な差はみられなかった。重心値については高齢者および若年者ともに差はみられなかった。精神疾患の領域では、言語流暢性課題開始前から課題終了後の区間における酸素ヘモグロビン増加の時間軸上の中心位置を重心値すると、課題60秒区間のうちの44秒より前にあればうつ病、44秒より後ろにあれば双極性障害・統合失調症という基準にすることで、うつ病の74.6%、双極性障害・統合失調症の85.5%のデータを正しく分類できたと報告している[4]。本結果では重心値に差はみられなかったが、これは高齢者の安静時で値が高かったため、高齢者と健常者の重心値には相違が見られなかったと考えられる。しかしながら、酸素化ヘモグロビン濃度の変化の大きさについては、有意差はなかったものの差はみられたため、温熱刺激中の脳活動は高齢者と若年者で大きな相違があるものと考えられる。また、本報告での計測プロトコルについては、温熱刺激時で1分間に10℃変化させることとした。加齢における脳機能の低下から、高齢者では温度変化を感知する機能が低下していることが考えられる。そのため、変化させる温度を上げることや、急激に温度を上昇させることで、酸素化ヘモグロビン濃度の変化も大きくなると考えられる。また、被験者

を増やし、個々の波形データについても検討する必要がある。本報告の結果から、本手法のリハビリテーションへの応用や判別検査などへの使用できる可能性があり、今後検討する必要がある。

現在、近赤外光を用いた計測については、精神疾患の領域だけでなく、高齢者や脳卒中患者に対する脳リハビリテーションなどへの応用が期待される。今後、様々な課題や対象者に対して計測を行い、波形データの評価や、解析法についての検討が必要であると考えられる。

## 参 考 文 献

- [1] 高橋真悟, 児玉直樹, 川瀬康裕, 竹内裕之, “認知症患者と健常高齢者における酸素化ヘモグロビンおよび総ヘモグロビンの比較”, 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌, 138(11), pp.1348-1354, (2018)  
Shingo Takahashi, Naoki Kodama, Yasuhiro Kawase, Hiroshi Takeuchi, “Comparison between Dementia Patients and Health Elderly Controls in Oxy-hemoglobin and Total-hemoglobin”, IEEE Transactions on Electronics Information and Systems, 138(11), pp.1348-1354, (2018)
- [2] 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
- [3] 渡邊朋之, “抑うつ状態の臨床診断と NIRS”, MEDIX, Vol.57, pp.4-8 (2012)
- [4] 杉村有司, 竹内豊, 齊藤友里香, “第2章 光トポグラフィー (NIRS) 検査”, 医学検査, 66(J-STAGE-2), pp.90-94, (2017)
- [5] Masato Fukuda, “Optical Topography as an Auxiliary Laboratory Test for Differential Diagnosis of Depressive State: Clinical Application of Near-infrared Spectroscopy (NIRS) as the First Trial for Approved Laboratory Tests in Psychiatry”, Psychiatria et Neurologia Japonica, 117, pp.79-93 (2015)  
福田正人, “抑うつ状態の鑑別診断補助”としての光トポグラフィー検査—精神疾患の臨床検査を保険診療として実用化する意義—, 精神神経学雑誌, 117, pp.79-93 (2015)