

情動誘導や集中作業を活用した前頭葉の脳血流制御訓練

畠田聡, 酒谷 薫

日大工・電気電子

1. まえがき

近年、ストレスが原因の精神疾患患者数が増加し、社会的な問題になっている。ストレスを計測する方法として質問紙調査や自律神経状態を心拍数で測定するなどがあるが、脳の活動を計測する方法も注目されている。一例として、前頭葉の左部と右部の酸素化ヘモグロビン濃度(以下 $O_{xy}\text{-Hb}$ と呼ぶ)の違いからストレス耐性を評価できることが報告されている⁽¹⁾。ヘルスケアサポートを行うにはストレスの評価だけでなく、ストレス耐性を向上できるとよい。脳血流とストレスとの関係から、脳血流を自分で制御することができればストレス耐性を強化できることが期待される。このような考えから脳血流を意識的に変化させる訓練法についても検討されているが⁽²⁾、誰もが簡易に行えないことが課題である。

そこで、本研究ではメンタルヘルス改善の訓練として、簡易な作業を行うことで結果的に脳血流をコントロールできる方法について検討する⁽³⁾。

2. 脳血流コントロールの訓練方法

脳血流の制御訓練方法として、近赤外線分光法(NIRS)を用いたニューロフィードバックがある。文献[2]では脳の酸素化ヘモグロビン濃度の増減をリアルタイムにディスプレイに表示し、それを見ながら意識を集中させることで $O_{xy}\text{-Hb}$ を制御する訓練を行っている。この方法は習得するのに時間を要することや誰でもが確実にできないことが課題である。

映像視聴やスポーツ体験など日常行っている行動の中で結果的に脳血流が変化していること

が多い。本研究では、脳血流を変化させることを意識的に行うのではなく、簡易な作業を行うことで結果的に脳血流を制御できる方法を検討する。脳血流の制御に大きく寄与する行動として情動や集中があげられる。これらの状態を容易に実現できる方法として、(1)映像を活用した情動の誘導と、(2)ドライブシミュレーションゲームでの集中作業に着目する。このような行動により結果的に脳血流がどのように変化するかを以下で検討する。

3. 情動誘導による脳血流の変化

3.1 実験方法

ラッセルの円環モデルの幸福・興奮に対応する「ワクワクする感情」を対象とし、映像視聴を参考に、その感情になるように自分をコントロールしたときの前頭葉前額部の左(CH1)と右(CH2)の $O_{xy}\text{-Hb}$ を NIRS で計測する。被験者は 21~23 歳の男子大学生 4 人 (A~D) である。

3.2 実験手順

「レスト」を頭や体を動かさない閉眼での安静状態、「情動誘導」をできるだけワクワクする感情になる状態とし、レスト 90 秒、情動誘導 90 秒、レスト 90 秒、情動誘導 90 秒、レスト 90 秒の順で 1 試行とする。1 日に 2 試行の計測を行い、1 週間以上の間隔をあけて 2 回の計測を行った。1 日目の計測では、最初の試行では映像を視聴しないで情動誘導してもらい、30 分休憩後に行った次の試行では映像視聴による情動誘導とした。2 日目の計測では順番を入れ替えて、最初の試行では映像視聴で情動誘導してもらい、30 分休憩後の次の試行では映像視聴しないで情動誘導するこ

とした。

映像視聴で情動誘導する場合の被験者への指示として、映像を視聴して感情を抱くのではなく、映像をうまく活用してワクワクする感情になるように自分をコントロールすることを事前に伝えた。情動誘導に用いる映像としてスポーツ、アトラクション、音楽ライブの映像を1本ずつ準備し、各被験者に情動誘導しやすい映像を選択してもらった。

また、「ワクワクした感情」になったときには手を少しだけ動かすサインを出すよう指示した。各試行の最初に行うレスト90秒の前に頭部を上下に移動する動作を3回実施することと「ワクワクした感情」になったときの手を動かすサインを出してもらい、NIRSの動作確認と手を動かすことで脳血流に変化が生じないことを確認したうえで計測を行うこととした。

3.3 実験結果

映像視聴で情動誘導したときの前頭葉の左部と右部の $O_{xy}\text{-Hb}$ の計測結果の例を図1に示す。同図から分かるように情動誘導した場合は前後

のレストの区間に比べて CH2 (右部) の $O_{xy}\text{-Hb}$ が大きくなっている。CH1 (左部) の $O_{xy}\text{-Hb}$ もレスト区間より少し高いことが確認できる。

各試行の $O_{xy}\text{-Hb}$ の計測結果を次の方法で分析する。レスト区間の開始45秒後から90秒後の区間の平均値をレスト $O_{xy}\text{-Hb}$ 、情動誘導のサインが出た区間について5秒間隔で求めた平均値を情動 $O_{xy}\text{-Hb}$ とする。情動区間の前後のレスト区間のレスト $O_{xy}\text{-Hb}$ の平均値をベースラインとして情動 $O_{xy}\text{-Hb}$ を補正する。補正した情動 $O_{xy}\text{-Hb}$ を映像なしと映像ありで比較した結果を図2に示す。

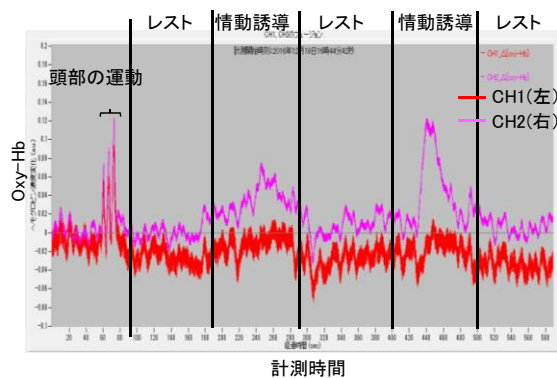


図1 情動誘導での $O_{xy}\text{-Hb}$ の時間変化の例

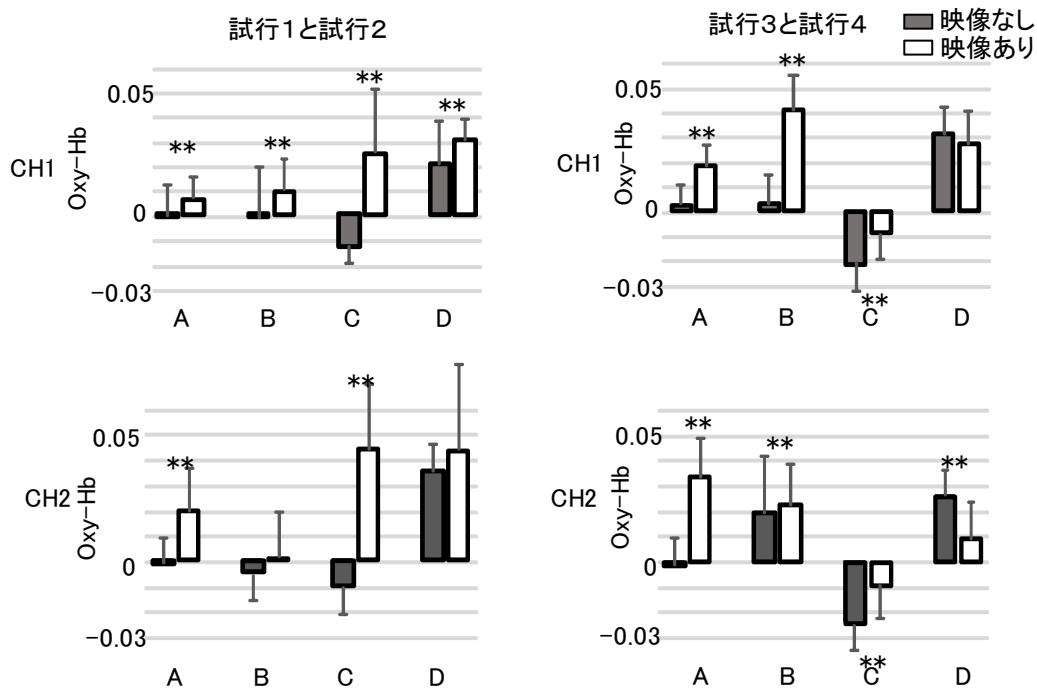


図2 情動誘導の結果

同図より、1日目と2日目の両方とも、映像ありの方が脳血流の変化が大きくなっていることがわかる (T 検定で有意差あり)。但し、映像なしの方が有意に大きく変化することはないが、映像ありと映像なしで有意差がない場合も散見された。また、ワクワクした感情になることでCH1とCH2の変化の仕方は被験者間や同一被験者の2回の計測間で異なっている場合もある。ポジティブな感情を誘導するときには左部のCH1の方が高くなると予想されるが、その傾向は確認できなかった。これらの結果については被験者へのインタビューから、用いた映像が被験者に合わなかったためと考えられる。適切な映像の選定方法を検討し、サンプル数を増やして検証することが課題である。

4. 集中作業による脳血流の変化

4.1 実験方法

情動誘導の実験と同様の方法でドライブシミュレーションゲーム実施時の脳血流を測定する。被験者は21~22歳の男子大学生5人 (E~I) である。

4.2 実験手順

「レスト」を頭や体を動かさない閉眼での安静状態とし、レスト90秒、ゲーム、レスト90秒、ゲーム、レスト90秒の順で1試行を計測する。ゲームの時間はコース1周とし、被験者によって異なるが、2分程度であった。

1日に1試行の計測を行い、1週間以上の間隔をあけて2回の計測を行った。2回の計測は全く同じ条件で行い、再現性があるかを検証するために実施した。被験者が作業に集中しているかの確認は、計測模様を記録した映像を振り返り、集中している時間帯を被験者に確認した。

4.3 実験結果

前頭葉の左部と右部のOxy-Hbの計測結果の例

を図3に示す。同図からレスト区間に比べてゲーム区間の方がOxy-Hbが低いことが分かる。

各試行のOxy-Hbの計測結果を次の方法で分析する。レスト区間の開始20秒後から70秒後までの50秒間における5秒間隔の平均値をレストOxy-Hbとする。ヒアリング結果から全員が集中していたゲーム区間の開始後40秒~90秒の50秒間から5秒間隔で求めた平均値をゲームOxy-Hbとする。レストOxy-HbとゲームOxy-Hbの結果を図4に示す。被験者Eの2回目の計測は実施できなかったため記載していない。同図から、ゲームに集中している時にはレスト区間よりもOxy-Hbが低下している場合が多いことが分かる (T 検定で有意差あり)。レスト区間は、閉眼で頭や体を動かさない安静状態での計測結果であるので意識的に脳活動を休めることは容易でないとはいえる。一方、ゲームに集中している場合にはCH1とCH2の両方ともOxy-Hbがレストより低くなる場合が多い。レストのような曖昧な指示ではなく、ゲームを行うという具体的で明確な行動を指示することでこのような結果が得られたことから脳血流の制御訓練には適している作業であるといえる。本実験では大学生を被験者としたのでドライブシミュレーションゲームが集中作業として適切であったと考えられる。高齢者やメンタルヘルスに問題がある利用者に対して適切な集中作業を選定することが今後の課題である。

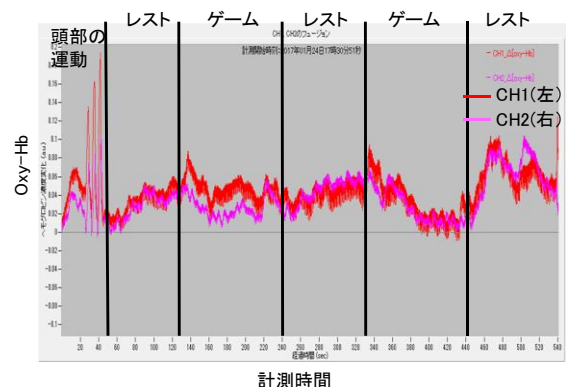


図3 集中作業時のOxy-Hbの時間変化の例

5. むすび

メンタルヘルス改善の訓練として、情動誘導や集中作業を行うことで結果的に脳血流をコントロールできる方法について検討した。実験により、映像を活用した情動誘導とドライブシミュレーションゲームでの集中作業を行うことで間接的に脳血流をコントロールできる可能性を確認した。前頭葉の脳血流の上昇は認知症の予防、低下はストレスの軽減が期待できる。今後は実験規模を拡大させるとともにトレーニング方法の確立に向けて検討する予定である。

【参考文献】

(1) Tanida M., et al. Relation between mental stress-induced prefrontal cortex activity and skin conditions: A near-infrared spectroscopy study, *Brain Research*, 1184(12), 210-216, 2007.

(2) 柳澤, 他: 前頭前野を対象にしたニューロフィードバックトレーニングにおける NIRS 信号の評価手法の提案, *人間工学* 51(1), 42-51, 2015.

(3) 畠田, 他: 情動誘導や集中作業を活用した脳血流制御訓練の試み, 信学会総合大会 D-7-7, 2017.

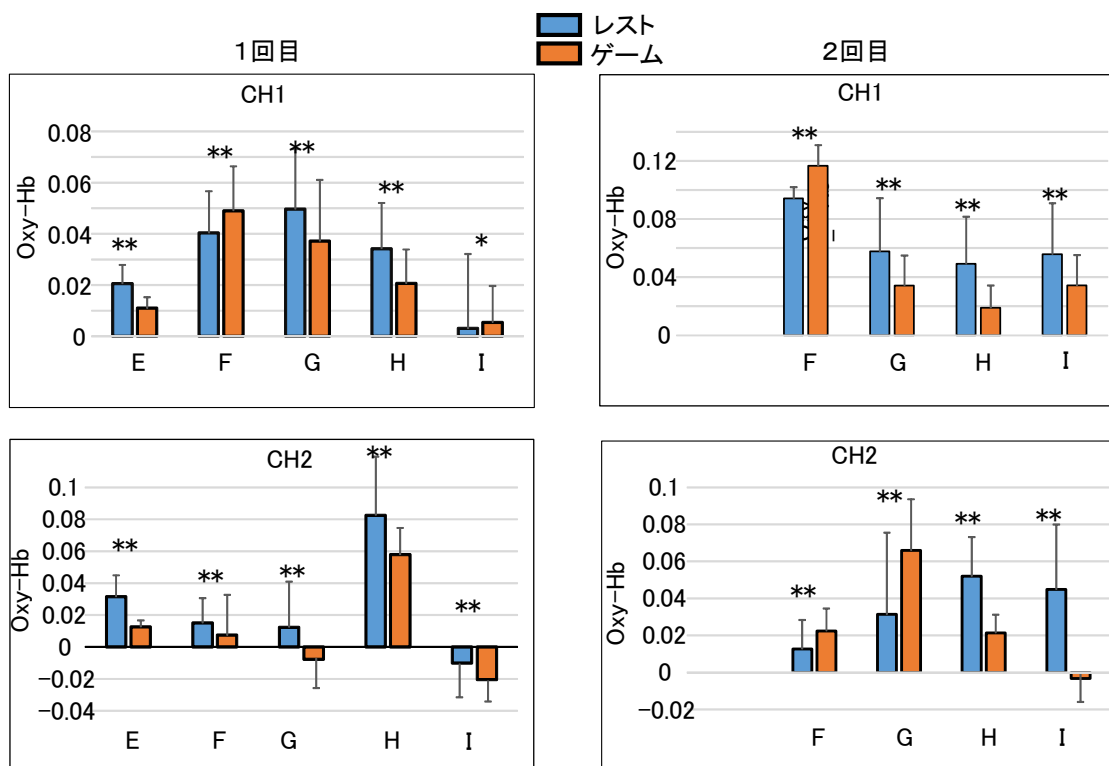


図4 ドライブシミュレーションゲーム時の結果