

映像活用型の情動誘導と没頭による脳血流のセルフコントロール方法

畠田 聡¹⁾, 酒谷 薫¹⁾

1) 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の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、前額部の左部と右部の酸素化ヘモグロビン（以下 Oxy-Hb と呼ぶ）濃度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。本研究では映像を用いた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。

2. 脳血流のコントロール方法

前額部の Oxy-Hb 濃度を意図的に増減させることは困難であるが、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は多い。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没頭があげられる。日常的に容易に実現できる方法として、(1) 映像視聴による情動誘導と、(2) ドライブシミュレーションやパズルなどの映像提示型のゲームへの没頭に着目する。このような行動による脳血

流の変化を以下で検討する。

3. 脳血流変化の基礎実験

3.1 情動誘導による脳血流の変化

3.1.1 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、映像視聴時に、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額部の左(CH1)と右(CH2)の Oxy-Hb 濃度を NIRS（近赤外線分光法）で計測する⁽³⁾。被験者は 21～23 歳の男子大学生 4 人(A～D)である。

「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 回目の計測では、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 回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とした。

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。

3.1.2 実験結果

前額部の左部と右部の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度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 $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度が大きくなっている。CH1 (左部) の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度もレスト区間より少し高いことが確認できる。

各試行の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度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 $O_{xy}\text{-Hb}$ とする。情動誘導のサインが出た区間については 5 秒間隔で平均値を求め、これを情動区間の前後のレスト区間のレスト $O_{xy}\text{-Hb}$ の平均値を基準とした値に変換する補正を行う。補正した情動区間の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度を特徴量 $E\text{-}O_{xy}\text{Hb}$ とする。映像なしと映像ありで $E\text{-}O_{xy}\text{Hb}$ 比較した結果を図2に示す。同図より、1 回目と 2 回目の両方とも、映像ありの方が $E\text{-}O_{xy}\text{Hb}$ が有意に大きくなっていることがわかる (T 検定で有意差あり、 $p < 0.05$)。

3.2 没頭による脳血流の変化

3.2.1 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時の前額部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。

「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。

3.2.2 実験結果

前額部の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度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 $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度が低いことが分かる。

各試行の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度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 $O_{xy}\text{-Hb}$ とする。ゲーム区間については、ヒアリング結果から全員が没頭していたのは開始後 40 秒~90 秒の 50 秒間であったので、その 50 秒間の 5 秒間隔の平均値をゲーム $O_{xy}\text{-Hb}$ とする。各試行からレスト $O_{xy}\text{-Hb}$ とゲーム $O_{xy}\text{-Hb}$ がそれぞれ 10 サンプル得られる。それらの平均と標準

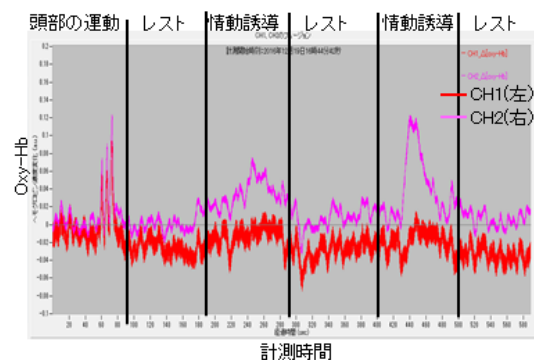


図1 情動誘導時の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度の変化

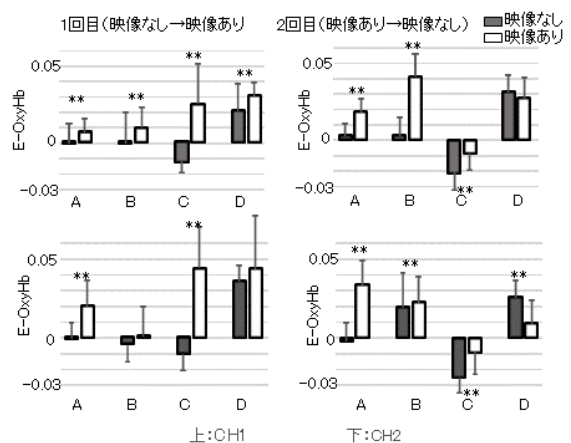


図2 情動誘導における映像活用の有効性

偏差を図4に示す。同図において被験者 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、ゲームに没頭している時にはレスト区間よりも $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度が有意に低下していることが分かる (T 検定で有意差あり, $p < 0.05$)。

レストでは閉眼で頭や体を動かさずに安静しているよう指示しているが、前額部の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度が変化しないようにするのは困難な被験者が多かった。一方、ゲームに没頭している場合には全被験者の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度がレストより有意に低下した。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映像提示型ゲームへの没頭は脳血流を抑制させる行動として有効であるといえる。

4 . セルフコントロール実験

4.1 改善方法

脳血流変化の基礎実験では基本的には情動誘導と没頭で脳血流を増減させることができた。しかしながら、人によっては、①ワクワクする感情の誘導が困難、②人に合った映像の選定が困難、③ドライブシューミレーションゲームへの没頭が困難の問題が生じた。そこで、①と②に対しては、ワクワクする感情よりも低次の楽しい感情に変更し、笑っている映像で情動誘導することとする。③については、没頭するゲームにパズルゲームを追加する。以上の変更を行い、笑っている映像の視聴による楽しい感情の誘導と好みのゲームへの没頭を繰り返すことで前額部の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度を増減させるセルフコントロールを実現する⁽⁴⁾。

4.2 実験方法

没頭 90 秒, レスト 30 秒, 情動誘導 90 秒, レスト 30 秒を 3 回繰り返す。最後に没頭 90 秒を行ったときの前額部の左部と右部の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度変化を NIRS で計測する。情動誘導は笑っている映像を視聴して「楽しい」感情になってもらい、レ

ストは頭や体を動かさずに閉眼でリラックス, 没頭はゲームを行う。各被験者に対して 1 週間ごとに測定し, 2 カ月間で 8 回の計測を行う。被験者は 21~23 歳の男子大学生 11 人で, 実験 1 と 2 とはすべて異なる。

4.3 実験結果

4.3.1 容易性の評価

図5に示す通り, 1 回目の計測から情動誘導では $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度が増加し, 没頭作業では減少している。8 回目も同様の傾向である。被験者 11 人のなかの 10 人が図5と類似した特性で, 残りの 1 人は 1 回目から 4 回目までは没頭, レスト, 情動誘導でほとんど変化しない結果であった。

11 人×8 回の合計 88 回の計測結果に対して, 情動誘導区間の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度の平均値が没頭区間の平均値より増加したかを T 検定で確認した。前

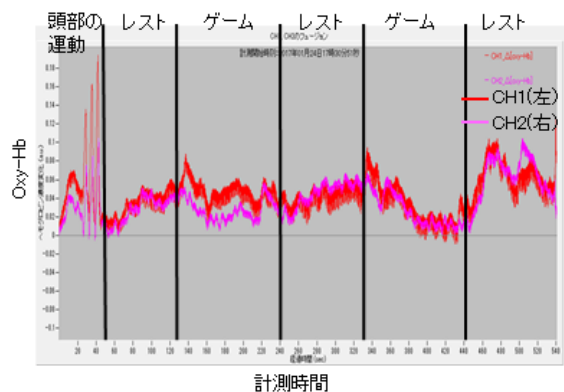


図3 ゲーム時の $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度の変化

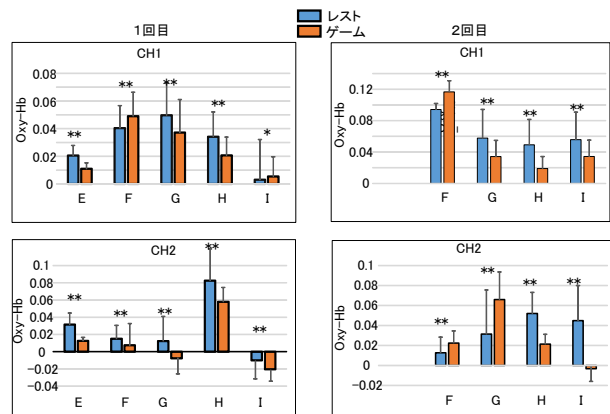


図4 ゲームとレストでの $O_{xy}\text{-Hb}$ 濃度の比較

額部の左部と右部のどちらかの Oxy-Hb 濃度が有意に増加した試行は 81 回で、全体の 92% と高く、多くの被験者が容易に増減をコントロールできた。4.3.2 再現性と学習効果の評価

情動誘導と没頭での Oxy-Hb 濃度の増減を次の特徴量 $\Delta oh(n)$ で評価する。

$$\Delta oh(n) = (\text{情動誘導区間の } n \text{ 番目の 5 秒平均}) -$$

(前後の没頭区間の小さい区間 50 秒の平均)

90 秒間の情動誘導から得られる 5 秒平均の大きい 5 点を選定し、1 回の計測から算出できる 15 個の $\Delta oh(n)$ を用いる。情動誘導区間の Oxy-Hb 濃度の平均値が没頭区間より有意に増加した試行に対して Δoh を算出した結果を図 6 に示す。9 人は同図 (a) のパターンで、情動誘導で増加する再現性を確認できた。他の 2 人は (b) のパターンで、計測を重ねるにつれて Δoh が大きくなり、学習効果を確認できた。

また、1 回目から 8 回目までの計測毎に全被験者の Δoh の平均と標準偏差を求めた結果を図 7 に示す。同図より何回行っても再現すること、安定して脳血流を増減できていることが分かる。

5. むすび

メンタルヘルス改善の訓練への適用をねらいとして、脳血流をセルフコントロールする方法について検討した。映像視聴での情動誘導と映像提示型のゲームへの没頭を繰り返すことで前額部の脳血流を容易に、再現性高く、増加・抑制できることを検証した。今後はストレス抑制や認知症予防の訓練への適用方法を検討する。

【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, 綱島, 酒谷: 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, 大越, 佐藤, 酒谷: 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.

(4) 伊関, 蔭, 畠田, 酒谷: 映像を活用した情動誘導と集中作業による脳血流制御訓練の検討, 信学会総合大会 D-7-17, 2018.

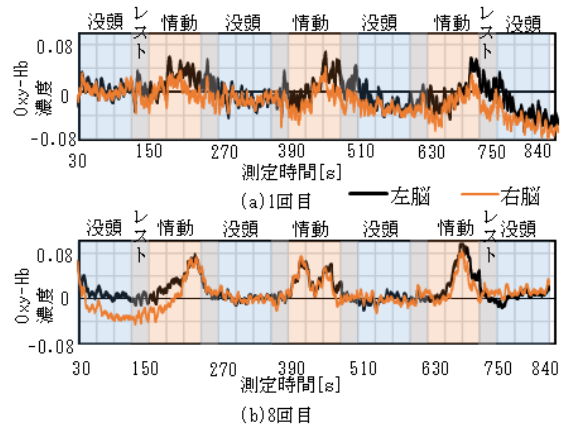


図 5 被験者 A の 1 回目と 8 回目の計測結果

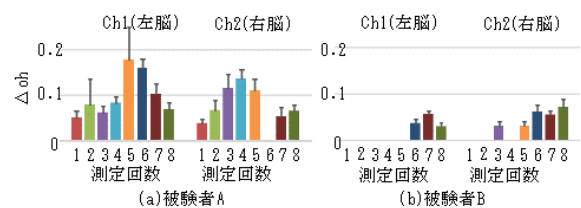


図 6 各被験者の計測回数による変動

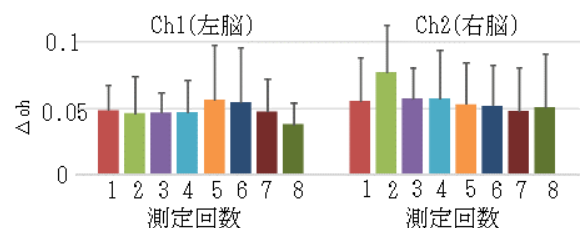


図 7 Δoh の測定回数による変動 (全被験者の平均と標準偏差)

