

異なる照明の色温度環境下において創造的思考課題を行う際の 携帯型 NIRS による脳活動の計測

鷲見 祐加子[†] 三木 光範^{††} 吉見 真聡^{††}

[†]同志社大学工学研究科情報工学専攻 ^{††}同志社大学理工学部

1 はじめに

近年、オフィスワーカーの快適性、および創造性の向上が求められている。また、光環境の色温度は人の生理・および心理に影響することが分かっており脳にも影響を及ぼすことが分かっている [1]。一方では近年、生体情報取得機器が発達してきており、それら中の一つとして人の脳活動を簡易的に測定することが可能な、NIRS が注目されている。色温度と脳に関する研究では、これまで脳波を用いた検討は行われてきたが、NIRS を用いた検討は行われていない。以上のことから、本研究では異なる光色環境において創造的課題を行った際の、NIRS による脳活動の測定を行う。また、心理評価も得ることにより、NIRS から得られる脳活動との関係性の検討も行う。

2 NIRS

NIRS(Near-infrared spectroscopy) とは、近赤外線分光法の意味である。血液中に含まれるヘモグロビン分子には、近赤外光をよく吸収するという性質がある。脳は特定の作業を行うなどによって活性すると、活性が起こっている領域において血流量が増加することが分かっている。そのため、脳が活性した際に増加する血流量の増減を近赤外光を用いて測定することにより、脳の動きを観測することを可能としている。本研究では、日立製作所基礎研究所が開発した小規模な NIRS 装置である「携帯型光トポグラフィ技術試作システム」を使用して実験を行った。

3 異なる光環境下において創造的思考課題を行う際の脳活動の計測実験

3.1 実験概要

実験の概要を Fig. 1 に示す。被験者は、フルカラー LED 照明が設置されている実験室に入室後、NIRS 機器を装着する。この際、実験室の色温度は基準色温度環境である 5000 K に設定する。次に、色温度を指定

色温度環境に変え、キーワード列挙課題を 3 回行い、その間の脳血流量を測定する。本研究では、創造的思考が流暢性に行われているかに着目しているため、被験者は実験者から与えられたテーマとなる単語からできるだけ多く連想できる単語(キーワード)を列挙する課題を与える。

また、指定色温度に色温度を変化させた直後、およびそれぞれのキーワード列挙課題の後に指定色温度環境における主観的評価を得るため、VAS 法によるアンケートを行う。

本研究では、20 代前半、右利き男性 6 人の被験者において実験を行った。指定色温度は、各被験者において、3000 K、5000 K、および 17000 K の 3 種類の環境が与えられる。指定色温度環境が互いに影響を及ぼさないようするため、実験は指定色温度毎にそれぞれ別の日に行う。本研究では指定色温度が 3 種類あるため、3 日間に分けて実験を行う。なお、本研究では全ての色温度環境を、オフィスにおける JIS 照度基準により 750 lx に統一した。



Fig. 1: 実験の手順

3.2 NIRS による脳血流量の測定結果

本研究で使用した携帯型 NIRS は前頭部に装着されるものであり、Fig. 2 にあるように、測定点が 22 箇所ある。色温度間において有意な差が得られた測定点は、Fig. 3 に示される 6 点である。Fig. 3 はその測定点における色温度毎の脳血流量変化の平均を示しており、グレーは 3000 K、破線は 5000 K、および黒線は 17000 K の結果を示す。2 つの縦線間においてキーワード列挙課題を行った結果を示している。色温度間の有意差の算出に関しては、各キーワード列挙課題における脳血流量の積分値を算出し、他の色温度環境の結果との間で Wilcoxon 検定を行った。5000 K をコントロール群として検定結果の比較を行った結果、5000K および 3000K の比較の際は、CH12、および CH15 の 2 測定点において 3000 K の際に有意に増加したことが分かった。また、5000K および 17000K の比較の際

Measurement of brain activity using portable NIRS while conducting creative task under different color temperature environments

[†] Yukako SUMI(ysumi@mikilab.doshisha.ac.jp)

^{††} Mitsunori MIKI(mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

^{††} Masato YOSHIMI(myoshimi@mail.doshisha.ac.jp)

Doshisha University Graduate School of Engineering ([†])

Doshisha University Faculty of Engineering (^{††})

1-3 Miyakodani, Tatara, Kyotanabe, Kyoto 610-0321, Japan

は、CH7, CH13, CH14, CH15, および CH16 の 5 測定点において 17000 K の際に有意に増加したことが分かった。

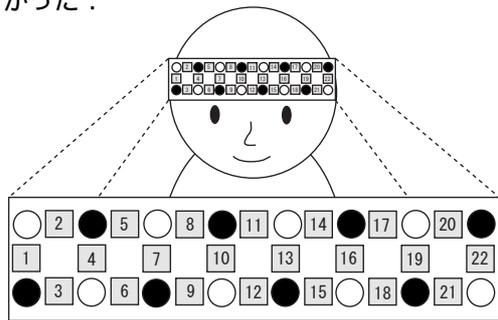


Fig. 2: 測定点の配置

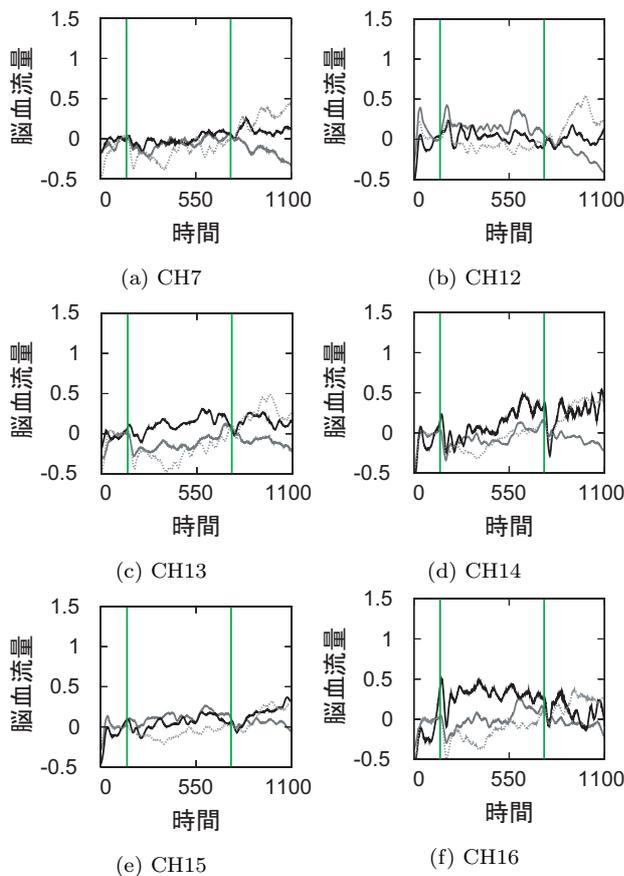


Fig. 3: 色温度間において有意な差が得られた測定点

3.3 心理評価の結果

心理評価については、VAS 法の得点データを、全ての被験者において色温度間の違いに対し、Wilcoxon 検定を行った。3000 K, および 5000 K と比較した際、「リラックス」では $p < 0.01$ 、「提示された照明の光色が好きである度合い」、「提示された光環境が好きである度合い」、「疲れを感じない度合い」、「居心地」では $p < 0.05$, および「落ち着き」は $p < 0.1$ の有意差で 3000 K において評価が高くなったことが分かった。また、17000 K, および 5000 K と比較した際、「提示された照明の光色が好きである度合い」では 5000 K の

際に $p < 0.1$ の有意差で評価が高くなり、「頭のさえ具合」が $p < 0.01$ の有意差, および「やる気」が $p < 0.1$ の有意差で 17000 K 環境の際に評価が高くなったことが分かった。

3.4 考察

本研究では、17000 K の際に前頭葉の広範囲で脳血流量が増加したということが分かった。また、17000 K の際に主観的なやる気が有意に上昇したということがアンケート結果から分かった。このことに関連して先行研究では、被験者が課題を遂行する際に、大きな動機づけが付与されると、前頭葉の活動性が上がるということが分かっている [2]。このため、本研究において 17000 K の際に脳血流量が広範囲において増加したのは、主観的なやる気から起こったことであると考えられる。また、3000 K の際には局所的に脳血流量が増加したことが分かった。局所的に活性化された部分は前頭眼窩野付近であると考えられ、前頭眼窩野は感情の抑制において重要な脳部位であることが分かっている [3]。3000 K 環境では、アンケートによるとリラックスや落ち着きが有意に増加したことが得られており、抑制性と関係のある状態であると考えられるため、前頭眼窩野による抑制性の作用が働いた心理状態の結果であると考えられる。

4 まとめ

本研究では、人が創造的思考課題を行っている際の脳活動を、携帯型 NIRS を用いて測定を行った。その結果、17000 K の際に脳血流量が広範囲において増加し、それらは主観的なやる気から起こったことであると考えられる。また、3000 K の際に局所的に活性化し、それらはリラックスや落ち着きに関係していると考えられる。以上のことから、色温度の違いによる生理的影響が NIRS でも現れたことが分かり、かつ被験者の主観が NIRS の結果と関係性があるということが分かった。

参考文献

- [1] T. Deguchi and M. Sato. The effect of color temperature of lighting sources on mental activity level. *The Annals of physiological anthropology*, Vol. 11, No. 1, pp. 37–43, 1992-01-01.
- [2] J. B. Pochon, R. Levy, P. Fossati, S. Lehericy, J. B. Poline, B. Pillon, D. Le Bihan, and B. Dubois. The neural system that bridges reward and cognition in humans: An fmri study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 99, No. 8, pp. 5669 – 1674, 2002.
- [3] H. Ohira, M. Nomura, N. Ichikawa, T. Isowa, T. Iidaka, A. Sato, S. Fukuyama, T. Nakajima, and J. Yamada. Association of neural and physiological responses during voluntary emotion suppression. *NeuroImage*, Vol. 29, No. 3, pp. 721 – 733, 2006.