

有彩色照明が脳血流変化に及ぼす影響の fNIRS を用いた検討

井ノ上 徹

Toru INOUE

1 はじめに

近年、オフィスワーカーの快適性および知的生産性の向上について注目が集まっており、光環境が人に与える影響についての研究が行われている。また、LED 照明が普及し、多彩な色を表現できる有彩色照明を利用した、快適性に及ぼす効果について検討されている。例えば、白色照明と比較した場合、サクラ色の照明では室内環境快適性、および作業能率が向上し、疲労感が軽減することが明らかにされている。

一方、生体情報取得機器が発達してきており、脳の活動を体外から計測し、可視化することで、脳機能の解明や精神疾患の診断補助に活用されている。それらの一つとして、脳の血流変化量を測定し、画像化する fNIRS (functional near-infrared spectroscopy) がある。fNIRS は低拘束性で被験者の自由度が高く、日常的な活動やオフィスでの執務作業における脳活動計測が可能である。日常生活で扱う人間の基礎的技術として算術計算をあげ、計算処理における脳の活性度を計測するために、fNIRS を用いた研究がある。

しかし、有彩色照明の生理的・心理的影響についての検討、および fNIRS を用いた照明の色温度と脳血流の関係についての検討がある¹⁾ 一方、有彩色照明が脳血流に及ぼす影響を検討した研究は少ない。

そこで私は、有彩色照明が人の脳活動にどのような影響を与えるかを検討する必要があると考え、有彩色照明が脳活動に及ぼす影響を検討する。なお、本研究では異なる 3 種類の光色の有彩色照明が作業中の脳活動に与える影響について fNIRS を用いた検討を行う。また、アンケートによる心理評価を取得し、脳血流変化との関連の検討も行う。

2 fNIRS

2.1 NIRS

近赤外分光法 (NIRS) とは、近赤外光をよく吸収するというヘモグロビン分子の性質を利用し、血液中に含まれるヘモグロビン変化量を計測する方法である。一般的には脳神経活動が始まると酸化ヘモグロビンが上昇し、還元ヘモグロビンが減少する。fNIRS はヘモグロビンに吸収された近赤外光の量をもとに、血流の変化量を算出する機器である。

なお、本研究では fNIRS の一つである、光トポグラフィ (株式会社日立製作所製) を用いて実験を行う。

2.2 光トポグラフィ

光トポグラフィは、fNIRS の中で小型かつ移動可能であり、日常的な作業を行う際にも用いることができる。計測部位は前額部の 22 箇所であり、装着位置は国際 10-20 法を参照した。

3 有彩色照明が脳血流に与える影響の検討

3.1 実験目的

本実験では、有彩色照明が脳血流に与える影響を検討することが目的である。そのため、3 種類の光色の照明環境下において計算課題を行い、その際の脳血流変化量を計測する被験者実験を行った。被験者は、健常男性 9 名 (22 から 23 歳、右利き 8 名、左利き 1 名)、13 時から 16 時の時間帯に計測した。

3.2 実験内容

実験内容は、暗算課題とそれにもとづく心理評価のアンケートである。

計算課題の内容は、2 桁の数 A, B を設け、A に B を繰り返し加算する暗算課題とした。なお、難易度を統一するため、解答が連続して 5, 10 の倍数にならない A, B を設定した。また、体動を除くため問題の提示は、被験者の前方 0.6 m の位置に設置したディスプレイ上で行い、被験者は口頭で解答した。さらに、被験者には解答数および正答率の集計を行うことを伝え、早く正確に解答することを教示した。

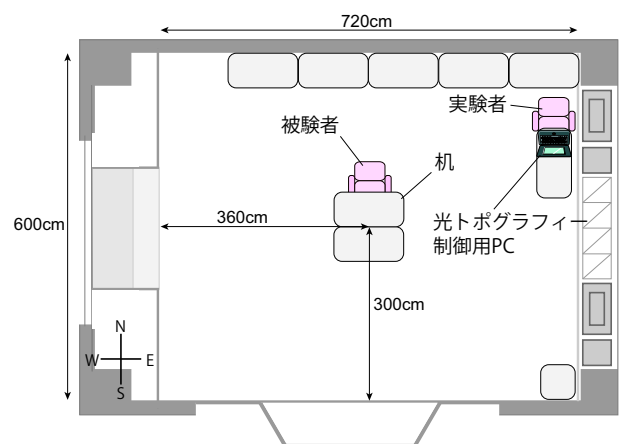


Fig. 1 実験室の平面図

アンケートは、心理評価を得るため、疲労感、ストレス感、落ち着き感、意欲、集中力、眠たさ、快適感の 7 項目を用意しました。人の主観的な評価を数値化する方

法の一つである VAS 法を用い、100 cm の線の上に印を入れることにより、100 段階評価を行った。

3.3 実験環境

実験室の平面図を Fig.1 に示す。被験者は実験室の中央で白色壁面の方向を向いて着席した。

照明の光色は白色光、赤色光、青色光の3種類であり、各照明の机上面照度を 750 lx で統一した。また、白色光の色温度は 4200 K に設定した。赤色光は、LED シーリングライト（シャープ株式会社）のソメイヨシノ色の光色をもとに設定した。青色光は $L^*a^*b^*$ 表色系を用いて、赤色光の反対色となるように設定した。

なお、光色を変化させる順序は被験者毎にランダムに設定した。実験設計を Fig.2 に示す。

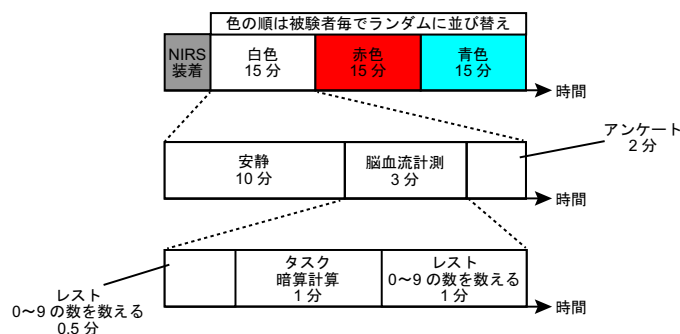


Fig. 2 実験設計

3.4 実験結果

取得データである Oxy-Hb（酸素化ヘモグロビン）の変化量を用い、移動加算平均処理、ベースライン補正を行った。そして、各計測点毎にタスク中および前半のレスト中の積分値を算出し、タスク中の暗算活動がレスト中に比べ有意に変化していることを確認した。さらに、有意差がある計測点の中で積分値が大きい上位5つの計測点を選択し、重複した計測点を Fig.3 に示す。なお、赤色で示した計測点が5名、橙色が4名、黄色が3名重複したことが確認できる。白色光では5, 11, 17の計測点、青色では6, 9, 21の計測点で多数の被験者が強く活性化した。

3.5 考察

白色光では計測部位の上部、青色光では下部に分けて考察する。計測部位の上部は背外側前頭前野、下部は眼窩前頭皮質の周辺であると考えられるため、白色光は作業記憶、青色光は情動を司る部位が活性化したと考えられる。作業記憶とは、課題を遂行するために必要な情報を自己の記憶から選択し、課題の解決に向けて考えを処理することであり、白色光ではこの機能がよく働いたと考えられる。また、眼窩前頭皮質は、感情情報の統合および意思決定に関連した部位と考えられているため、被験者は青色光を不快に感じていたと考えられる。

アンケート結果から各アンケート項目で色毎の平均値

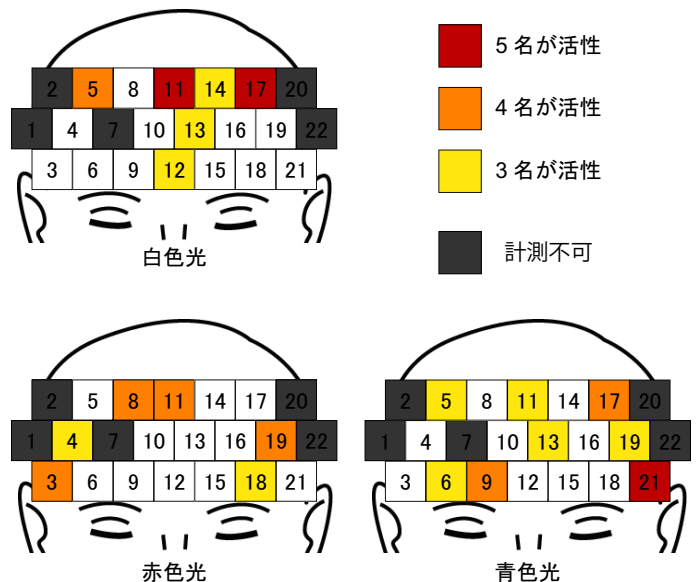


Fig. 3 多数の被験者がより強く活性化した計測点

を比較した。Fig.4 に VAS 値の平均値と標準誤差を示す。白色は疲労感、ストレスを感じにくいため、最も快適感が得られたと考えられる。一方、青色光は、ストレスを多く感じる光色、赤色光は意欲、集中度が低下する光色であると考えられる。そのため、集中作業に適しているのは、青色光、赤色光より白色光であることが確認できた。

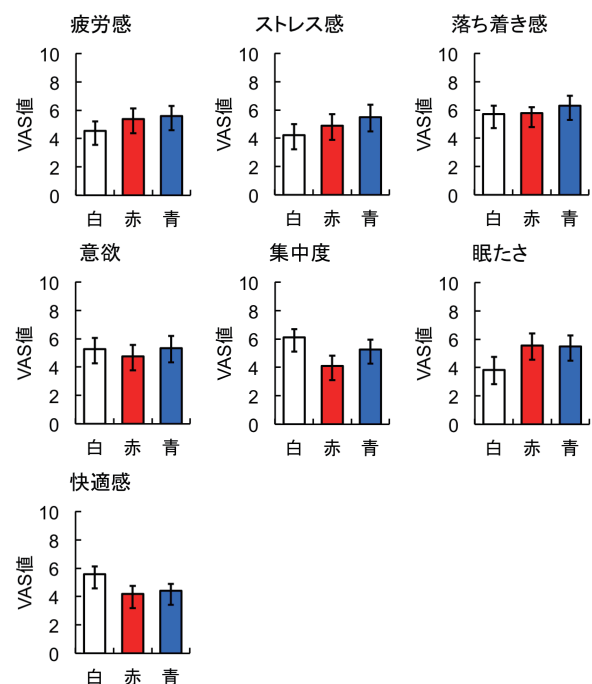


Fig. 4 アンケート結果

参考文献

- 1) 三木光範, 鷺見祐加子, 廣安知之, 吉見真聡. 知的照明システムで実現する照明の色温度と nirs により計測される脳活動の関係. 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol. 9, No. 3, pp. 525-526, 2010.