

室温と照明の色温度が脳に与える影響の調査

田辺竜也

1 はじめに

室内の温度や照明が人体に及ぼす心理的・生理的影響に関する研究は、快適な生活環境の創造という目的のもので数多く行われている。また照明環境以外にも室温や環境音といった複合的な環境の評価に関する研究も行われている。これら複合効果の評価方法には SD 法などを用いた心理測定や、脳波や心拍変動などを用いた生理測定がある¹⁾。しかし、複合効果の評価方法はまだ確立されていないのが現状である。本研究では生理測定手法の中でも人間の脳血流の変化量が無侵襲的に計測できる光トポグラフィに注目し、室温と照明の色温度の組み合わせが人間の脳、特に前頭前野に及ぼす影響の検討を目的としている。

2 前頭前野の機能

本実験で計測対象とする前頭前野を Fig. 1 に示す。

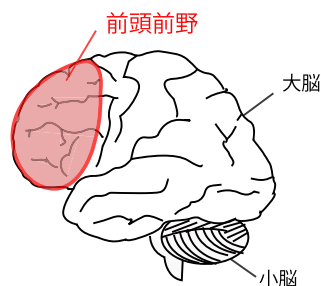


Fig.1 前頭前野の位置 (大脳を左から見た様子)

一般に、前頭葉に存在する前頭前野はワーキングメモリにおいて大きな役割をはたしていると言われている。ワーキングメモリ (Working Memory) とは、情報を一時的に保ちながら操作するための構造や過程を指す構成概念であり、作業記憶とも呼ばれる²⁾。ワーキングメモリは目標に向かって様々な情報を処理しつつ、一時的に必要な事柄を保持する機能を持つ。また単に情報を保持するだけではなく、既に学習した知識や経験を参照しながら次の行動を判断している。他にも前頭前野には「思考する」「行動や感情をコントロールする」「意識や注意を集中する」「意欲を出す」といった働きも存在し、人間が人間らしい行動をとる上で非常に重要な機能を備えている。

3 実験環境

3.1 室内環境

本実験は同志社大学京田辺キャンパスの医心館内にある IN205N で行う。本実験室は、室内温度および照明の色・明るさの設定が可能であり、Table 1 に示す 4 つの環境を用いる。

Table1 室内環境

環境	室内温度 [°C]	色温度 [lx]
環境 A	20	3000
環境 B	20	4600
環境 C	30	3000
環境 D	30	4600

3.2 計測機器と計測部位

本実験では、生体情報の取得に Fig. 2 に示す日立メディコ社製の光トポグラフィ ETG-7100 を用いる。



Fig.2 光トポグラフィ (ETG-7100)

光トポグラフィとは、近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) を用いた脳機能画像診断法である。脳の活動は、直接的には神経細胞の活動電位によって示されるが、この神経活動の結果、酸素を脳に供給する血液量が二次的に増加する。光トポグラフィは、この局所の脳血流量の増加を捉えることにより、外界からの刺激に対しての脳活動の変化を検出することができる。光トポグラフィは頭皮上から近赤外光を照射し、大脳皮質で反射した光の検出することで、そのエネルギー量から脳血流の増加・可視化する。

また、本装置は 3 × 5 プローブホルダと 4 × 4 プローブホルダを組み合わせることのできるさまざまな部位・タスクに応じて計測に対応してデータを計測することができる。本実験では 3 × 5 プローブホルダ (22ch) を用いて前頭葉を、4 × 4 プローブホルダ (24ch) を用いて左右の側頭葉をそれぞれ計測する。プローブの設置は再現性を保つために国際 10-20 法の Fpz, T4, T3 を参照点として用いる。具体的には Fig. 5 の前頭葉のプローブにおける 2ch-3ch の間を Fpz, Fig. 6 の右側頭葉のプローブにおける 11ch を T4, 左側頭葉における 14ch を T3 とした。各プローブホルダを Fig. 3 と Fig. 4 に示し、それぞれの設置位置と計測されるチャンネルの番号を Fig. 5 および

Fig. 6 に示す。

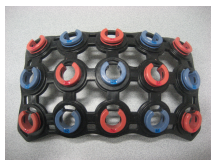


Fig.3 3×5 プローブ



Fig.4 4×4 プローブ

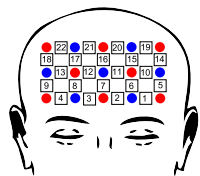


Fig.5 前頭葉のプローブ設置位置

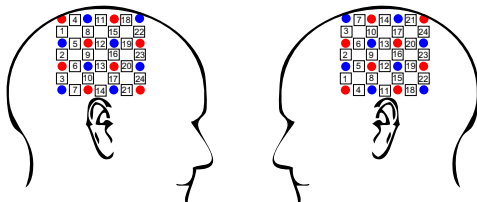


Fig.6 側頭葉のプローブ設置位置

4 実験概要

本実験は室内温度、照明が異なる 4 通りの環境下で以下の 2 つの作業をおこなった際の脳血流を計測する。

4.1 計算作業

計算作業の手順を Fig. 7 に示す。

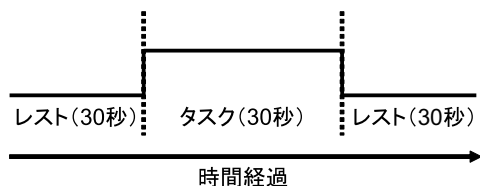


Fig.7 計算作業の手順

4.1.1 レスト

被験者は着席した状態で 30 秒間安静無心を保つ。なお、このとき被験者は計算問題が記述されている A4 用紙 1 枚を裏に向けた状態で手にしている。

4.1.2 タスク

手にしている計算用紙を表に向けた状態にし、目の前にまで持ってきて暗算を 30 秒間行う。このとき、頭部の傾きにに応じて頭部内の血液が移動すると考えられるため、計測中はできる限り頭部を動かさないよう注意する。使用する計算用紙には全部で 15 問の問題が記述されている。使用の問題は 1 つの問題に最大で 4 つの整数を用いる四則演算であり、1 つの整数の桁数は最大で 3 桁である。被験者はタスク開始とともに 1 番の問題から暗算を行い、計算結果を口頭で述べる。

4.2 記憶作業

記憶作業の手順を Fig. 8 に示す。

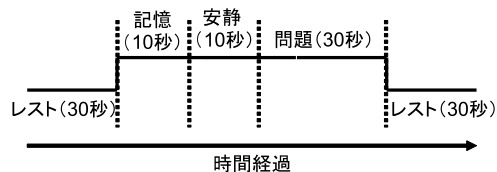


Fig.8 記憶作業の手順

4.2.1 レスト

被験者の着席位置から前方に 1.5m、高さ 1.2m の位置にモニタサイズ 20 インチ、色温度 6500lx のディスプレイを設置しており、ディスプレイに写る白い画面 (R=255, G=255, B=255) を見続ける。

4.2.2 タスク

10 秒間ディスプレイに複数の動物が描かれているイラストが表示されるため、被験者はそのイラストを記憶する。次に、ディスプレイをレストの状態にもどした後、被験者は 10 秒間安静状態を保つ。その後、先ほど表示したイラストに関する質問を実験者が 30 秒間に 3 問 (10 秒ごとに 1 問) 口頭で行い、被験者もその質問に口頭で答える。用いたイラストの例を Fig. 9 に示す。

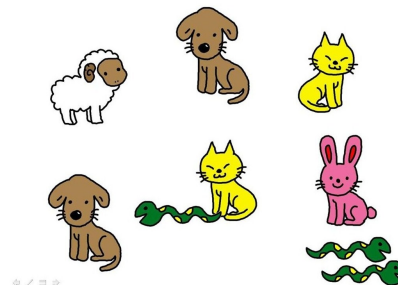


Fig.9 イラストの例

ここで使用するイラストは全部で 5 種類 (イヌ、ネコ、ウサギ、ヘビ、ヒツジ)、合計 9 匹の動物が描かれている。各種の動物は 1 つのイラストにつき最低でも 1 匹、最大 3 匹まで登場する。なお実験者からの質問は「イヌは 2 匹でしたか」や「1 番多かったのはネコですか」というように、全て「はい」または「いいえ」で回答が可能なものである。

5 まとめ

本報告では環境の変化が脳に与える影響検討するため、前頭前野のワーキングメモリの働きに着目した 2 種類の作業を提案した。今後は各環境下におけるそれぞれの作業効率を調査することでタスクの有用性の検討し、作業効率と各環境下の脳血流との関連を調べる。

参考文献

- 1) 垣鍔直, 中村肇. 心理・生理反応から評価した好みの色温度と室温の組み合わせに関する実験的研究. 日本建築学会計画系論文集, 第 528 号, 2000.
- 2) 佐々木淳酒谷薫. 『勉強したい人のための脳のしくみ』. 日本実業出版社, 2009.