

# 空間環境が生体情報に及ぼす影響

大西 佑奈<sup>†</sup>，廣安 知之<sup>††</sup>，横内 久猛<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 同志社大学大学院 生命医科学研究科    <sup>††</sup> 同志社大学 生命医科学部

〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3

yoonishi@mikilab.doshisha.ac.jp

**Abstract:** 本研究では、個別に制御される光環境と空調環境がどのように人体に影響を及ぼし、生体情報に影響を及ぼすのかについて、非侵襲的な人体取得装置によって観察することを目的とする。それを達成するために空間を部分空間に分割し、それらの光環境と空調環境を個別に制御するシステムを構築する。

## 1 はじめに

人は空間の環境によって、暑い、気持ちがいい、眠い等の様々な感情を抱く。そのため、環境と生体情報との関連が考えられる。また個人によって同じ環境でも違う感情を抱く場合があるため、個人毎に適切な環境を与えることで、同一空間に複数の人が存在しても、皆が快適に過ごすことができる。そして、環境と生体情報との関係を利用し空間環境を快適に変化させることができると考えている。

本研究では、まず空間環境がどのように人体に影響を及ぼし、生体情報に影響を及ぼすのかについて、生体情報取得装置によって観察することを目的とする。そして、その生体情報への影響を把握した上で、空間を部分空間に分割し、それらの光環境と空調環境を個別に制御するシステムを構築する。

## 2 同一空間に複数の人が存在する環境における知的温度制御システム

同一空間に多数の人が存在する空間は、オフィス、電車の中、医療空間など様々な空間があり、それらは一般的に一貫した環境が提供されており、その空間にいる人全てが満足しているとは限らない。例えば、病室や診察室などの医療空間では、同一空間に医師や患者など立場や健康状態の異なる様々な人間が存在する。その際、室内の温度や照明など、各人が要求する快適な環境を提供することで、患者のストレス軽減や医療スタッフのモチベーションの向上が期待できる。つまり、快適な医療空間を実現することは、患者にとって最良の治療が受けられることを意味する。そのため、個人ごとに快適な環境を提供する必要があると考えられ、医者や患者（以下ユーザ）にとっての快適な環境を実現し、ユーザの負担を減らすことができる。そこで、本研究ではこのような環境の空間を複数の部分空間に分割し、それらの光環境や空調環境を個別に制御可能な空間の構築を行っている。

空間における快適さのために考慮すべき環境の要素には、温度、明るさ、匂い、音、空気の状態などが考えられる。これらの要素のうち、本研究では温度に着目し、同一空間内の個人ごとに最適な温度を提供する知的な空間システムの構築を目指す。

## 3 空調の自動制御システム

本研究の目的は、温度が生体情報に及ぼす影響を観察すること、及び温度を個別に制御することであるが、この章では温度の個別制御について検討する。そのために、実際に複数の空調システムを備えた実験室を利用し、目標温度を満たすため、温度センサから取得したデータを基に空調の設定温度を変更するシステムを構築し、そのシステムを使用した温度制御実験を行った。

### 3.1 空調の自動制御システムを用いた温度測定実験

#### 3.1.1 実験概要

本実験は、温度センサから取得したデータを基に空調の設定温度を変更するシステムを用い、複数の空調設備で任意のポイントの目標温度を達成させることが目的である。目標温度は 23 で、5 分毎に自作温度センサで温度を取得し、自動制御システムにより、実験室の空調システムの設定温度が入力される。それを 4 時間続け、温度センサを設置した場所の温度を 30 秒毎に計測した。

#### 3.1.2 実験環境

本実験は 3 つの空調制御ゾーンを持ち、ゾーンごとの室温の制御に適している全面床吹出空調システムを採用している実験室を用いる。実験室のサイズは、幅 6150mm、奥行き 8220mm、高さ 2740mm である。全面床吹出空調システムとは、空調空気を床から吹出させる空調システムであり、気流風速が低いため気流を感じず、低騒音である。居住域のみに有効的な空調であるため省エネ性が高いなどの理由から近年注目を集めている。また、本実験室では温度の異なる 3 種類の空調空気を室内に同時に提供できるようになっている（図 1）が、今回は 1 つの温度センサを使用するため、全てのゾーンを同じ設定温度にするようにしている。

温度センサは K 型熱電対を使用している。温度センサは全面床吹出空調が設置されてる場所のほぼ中央に位置する高さ 1100mm のところに設置した。

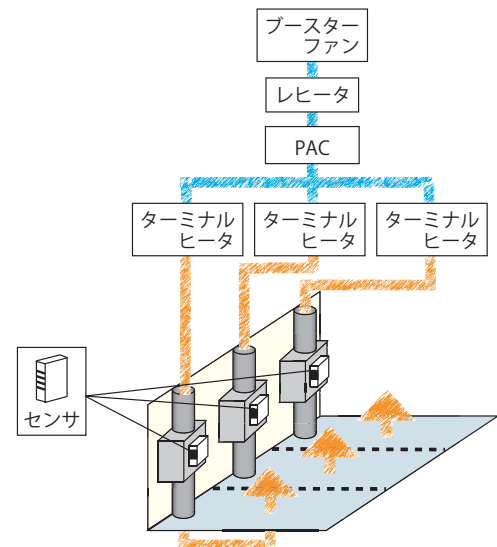


図 1 室内温度制御システム

#### 3.1.3 空調の自動制御システムのアルゴリズム

本システムのアルゴリズムを以下に示す。

1. センサ値（室内温度）の取得
2. 設定温度の決定
  - 現在温度が目標温度より高い場合
    - － 現在温度が 3.0 以上高い場合、目標温度-3.0 に設定温度にする。
    - － 現在温度が 1.5 以上 3.0 未満高い場合、目標温度-2.0 に設定温度にする。
    - － 現在温度が 0.2 以上 1.5 未満高い場合、目標温度-1.0 に設定温度にする。
  - 現在温度が目標温度より低い場合
    - － 現在温度が 3.0 以上低い場合、目標温度 +3.0 に設定温度にする。
    - － 現在温度が 1.5 以上 3.0 未満低い場合、目標温度 +2.0 に設定温度にする。
    - － 現在温度が 0.2 以上 1.5 未満低い場合、目標温度 +1.0 に設定温度にする。
  - 現在温度が目標温度を満たした場合、その目標温度の値を設定温度にする。
3. 設定温度の変更

今回、目標温度は固定値としてある。また、目標温度から  $\pm 0.2$  以内は目標温度とみなす。

#### 3.1.4 実験結果

自作温度センサを設置した場所の温度の時系列変化と設定温度の変化を図 2 に示す。図 2 より、現在の温度に応じて、適宜設定温度を変更することで、目標温度の 23 付近を維持していることがわかる。目標温度である 23 付近では、 $\pm 1.0$  で振動しているが、既存のシステムの性能上、あまり問題はないと考えられる。また、今後は取得する温度の数を増やし、複数のユーザの希望に応えられるシステムを構築したいと考えている。

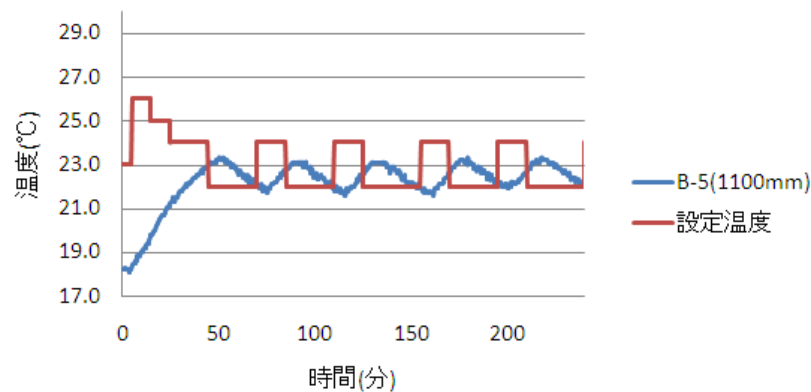


図 2 センサで取得した温度と設定温度の時系列変化

## 4 空調の変化と生体情報の関係

人は環境によって様々な感情を抱く．感情が異なると感情により生体情報も異なってくる．[1] そのため，環境と生体情報の関連が考えられる．そのことから，本研究では，温度の変化によって生体情報がどのように変化するかを光トポグラフィや脳波計などの非侵襲的な生体情報取得装置 [2] を使用して取得し，関係性を求める．本報告では，まず光トポグラフィを使用し，脳活動と温度の変化に関係性があるかを調べた．

### 4.1 光トポグラフィ

光トポグラフィとは，NIRS の一種である．頭皮上から頭蓋内に弱い近赤外線を照射し，再び頭皮上に戻る反射光を検出することで大脳皮質の血流量を検出し，その変化から脳活動を計測する医療機器である．脳活動が活発化すると血流量が増え，血液中のヘモグロビン濃度が高くなる．近赤外線を吸収しやすいヘモグロビンが通ることで，光が遮断されるため，検出光が減るという相関関係により，反射光の検出量から脳活動を計測することができる．[3] 非侵襲であるため，人体への負担が少なく，子供にも使用することができる．また，同じ非侵襲の医療機器である MRI とは違い，何かしらの行動を取りながらも，データを取ることができる．

### 4.2 光トポグラフィを用いた実験

#### 4.2.1 実験概要

本実験は，空間の環境のうち温度による脳活動への影響を調べるのが目的であり，まず被験者 1 人で行った．計測には光トポグラフィを用い，実験環境の温度だけを変化させた状態において，被験者に同じタスクを与え，脳活動に変化があるかを検討する．今回のタスクは，イメージを記憶して思い出すというものにした．

#### 4.2.2 実験装置と測定方法

計測に利用した装置は，株式会社スペクトラテック光イメージング脳機能測定装置 Spectratech OEG-16 である．図 3 健康女性 1 名を対象とし，測定部位は前頭葉である．前頭葉は人間の思考や理性を制御しており，また言葉を話したり，体を動かしたりする機能も担っている．[4] そのため，感情を抱くと何らかの脳活動があると考えられる．また，脳波電極配置である国際 10-20 法に基づいて近赤外光照射， $2 \times 6$  のプローブ（発光部と受光部）を配置した．

被験者には，タスクとしてまず 10 秒イメージを記憶して，10 秒置いてから，実験者の質問に思い出しながら答えさせた．イメージはノートパソコン画面上に表示し，レストの間は真っ白な画面を見せた．レストは 30 秒，タスクは全部で 50 秒，最後のレストは 30 秒とした．実験の様子を図 4 に示す．



図3 光トポグラフィを装着している様子



図4 実験の様子

#### 4.2.3 結果

ヘモグロビンには酸化ヘモグロビンと脱酸化ヘモグロビンがあるが、今回はタスク内での酸化ヘモグロビンの濃度に注目した。温度の違いによる、記憶しているときの酸化ヘモグロビン濃度の違いを図5に示す。図5は左が室温の低い時、右が室温の高い時の酸化ヘモグロビン濃度の高低を表している。赤くなっている部分は酸化ヘモグロビン濃度が高くなっている部分であり、青くなっている部分は酸化ヘモグロビン濃度が低くなっている部分である。図5より、温度が暑い場合の方が前頭葉の酸化ヘモグロビンの濃度が高くなっていることがわかった。このことより、温度が異なる場合、前頭葉の血流量に差がある。つまり、脳活動に差がある可能性があると示唆された。また、質問に思い出しながら答えてもらうときも同様の結果になった。



図5 異なる温度による結果の違い（記憶時）

今後、被験者数や実験数を増やし、より大量のデータを取得していく予定である。

## 5 おわりに

本研究では、空間は医療空間に、環境は温度に着目し、同一空間内の個人ごとに最適な温度を提供する知的医療空間システムの構築を目指している。そのため、実際に複数の空調システムを備えた実験室を利用し、目標温度を満たすため、温度センサから取得したデータを基に空調の設定温度を変更するシステムを構築した。また、人は環境によって感情が違い、環境と生体情報の関連が考えられることから、光トポグラフィを用い、温度の変化と生体情報の変化の関係性を求める。本報告では関係性がある可能性のあることを示唆した。今後、更に実験を行い、関係性が求めることが可能であれば、取得した生体情報に基づいて空間環境を変化させることを考える。

## 参考文献

- [1] 松下晋, 中川匡弘, 光トポグラフィによる感性情報解析, 電子情報通信学会技術研究報告. NLP, 非線形問題, 社団法人電子情報通信学会2004-10-08 vol.104, no.335, pp.7-12
- [2] 身体を計る 11 - 脳の非侵襲的測定 (Watch our steps!), <http://mir.biz/2009/07/2616-0000.html>
- [3] 川島隆太, 近赤外線計測装置 (光トポグラフィ) による脳の活性化の計測実験, 大阪ガス株式会社, 2004
- [4] 大脳【脳のお勉強会】, <http://www.brain-studymeeting.com/str/daino/>