

# 2019 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：異分野連携型

研究期間：2019 年度

課題番号：190310

研究課題名（和文）：脳情報デコーディングによる風の快適感評価に関する萌芽的研究

研究課題名（英文）：Exploratory study for wind comfort evaluation based on brain decoding

研究代表者：大風 翼

交付決定額（当該年度）： 300,000 円

## 1. 研究の目的

快適な建築・都市空間創出のために、新有効標準温度 (SET\*) などによる人体温熱生理モデルに基づく体感温度指標による温熱環境評価が行われている。体感温度指標に用いられる物理環境の4要素のうち、風速は時間変動が大きく、定常状態を仮定した従来の体感温度指標では、自然風を浴びた際に感じる心地良さの変化を十分に捉えられない可能性がある。人工気候室において、自然風の変動を再現した気流や、風速の周期的なゆらぎを考慮した実験と快適感の主観申告の結果を分析する研究も行われているが、研究例は少ない。一方で近年、脳情報デコーディング（脳波信号等から意思を読み取ること）が、建築分野でも活用されつつあり、室内環境と脳活動について研究された例もある。

本研究では、暑熱環境を想定した人工気候室で、脳情報を計測しながら、風に曝露させる被験者実験を実施し、人が風を浴びたときに瞬間的に感じる主観的な心地良さと脳情報との関係を分析することを目的とした。

## 2. 研究の方法

実験は、東京工芸大学風工学研究センター内の人工気候室で実施した。参加者は22~30歳の健康な男性10名、女性8名。参加者に脳波計を装着し、64個の電極を国際10-20法に則って配置した。着衣は、着衣量0.7 clo程度の上下長袖スウェットで統一した。参加者を10s間風に曝露させた後、風の快適感を回答する過程を1トライアルとし、120トライアル1セッションとして、3セッションを実施した。曝露させる平均風速は、0.4、1.0、2.0、4.0 m/sの4種類とし、トライアルごとにランダムな風速とした。快適さの申告はタッチパッドを使用してディスプレイ上のVisual Analog Scaleで行った。Visual Analog Scaleは1.0から9.0までの0.1刻みで、1を不快、5を中立、9を快とした。人工気候室の室温は30℃、相対湿度は70%とした。

データの解析では、脳派データから脳活動を抽出するため、独立成分分析を用いた。独立成分分析によって推定された脳活動（独立成分）の中に、快適と感じたトライアルと不快と感じたトライアルとで、脳波の主な周波数成分である $\theta$ 帯(3~7 Hz)、 $\alpha$ 帯(7~13 Hz)、 $\beta$ 帯(13~30 Hz)、 $\gamma$ 帯(30~45 Hz)のパワースペクトルの平均値に有意な差が現れるものが存在するか分析を行った。

また、そのような脳活動が複数の実験参加者に共通の傾向として現れているかどうかを、集団解析によって分析した。独立成分クラスタリングによって複数の参加者に共通の性質を持つ独立成分をクラスタに分け、快適と感じた時と不快と感じた時とでパワースペクトルに有意差があるクラスタがあるかどうかをt検定によって調べた。

## 3. 研究成果

全参加者18名のうち、16名の参加者から、快適のときと不快のときとで脳波のパワースペクトルの平均値に有意差がある独立成分が得られた。その中には、パワースペクトルと快適さの申告値の間に相関がみられるものもあった。

得られた独立成分に対し、集団解析を行った結果、快適のときと不快のときとでパワースペクトルの平均値に有意差のある脳活動のクラスタが2つ確認された。図1、図2にそれらのクラスタを示す。色の濃い部分が、快適感に対する反応が大きかった部分を表している。今後は、各クラスタに対し、脳波の発生位置の推定を行っていく予定である。

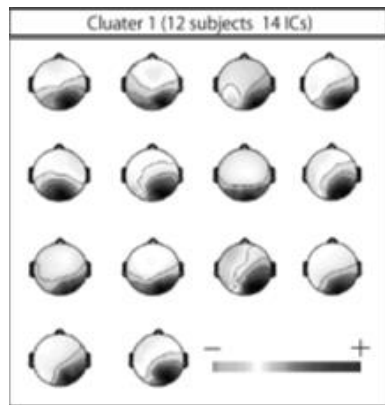


図 1 Cluster1 を構成する独立成分

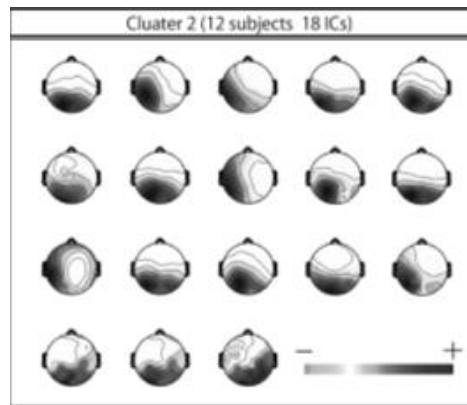


図 2 Cluster2 を構成する独立成分

#### 4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

- 1.
- 2.

[学会発表] (計 2 件)

1. 中村隆斗, 丸山裕恒, 玄英麗, 水谷国男, 大風翼, 吉村奈津江: 脳波への独立成分分析を用いた暑熱環境下で風を浴びた際の瞬間的な心地良さ評価に関する研究, 2020 年度日本建築学会大会学術講演会梗概集, 2020 (投稿中)
2. 丸山裕恒, 中村隆斗, 辻将太, 相庭和蒔, 孫偉雄, 伊藤駿, 水谷国, 玄英麗, 大風翼, 吉村奈津江: EEG correlates of wind pleasantness, 第 43 回日本神経科学大会, 2020 (Accepted)

[図書] (計 0 件)

- 1.
- 2.

[その他, 産業財産権, ホームページ等]

- 1.
- 2.

#### 5. 研究組織

(1) 研究代表者

大風翼, 東京工業大学

(2) 研究分担者

1. 吉村 奈津江, 東京工業大学
2. 玄 英麗, 東京工芸大学
3. 水谷国男, 東京工芸大学
4. 辻 将太, 東京工業大学
5. 中村 隆斗, 東京工業大学
6. 樋口 凌平, 東京工業大学

## 6. 要約 (Abstract)

研究課題名 脳情報デコーディングによる風の快適感評価に関する萌芽的研究

研究代表者名 (所属) 大風翼 (東京工業大学)

### 内容・図

本研究では、暑熱環境を想定した人工気候室で、脳情報を計測しながら、風に曝露させる被験者実験を実施し、人が風を浴びたときに瞬間的に感じる主観的な心地良さと脳情報との関係を分析することを目的とした。

実験では、暑熱環境を再現した人工気候室内で、実験参加者の脳情報を計測しながら風に曝露させ、主観的な快適感を申告させる課題を繰り返し行い、脳情報と快適感のデータを収集した。脳情報の分析には独立成分分析を用いた。独立成分分析によって推定された脳活動の中に、脳波のパワースペクトルと風の快適感との間に関連のあるものが存在するかどうかを調べた。また、そのような脳活動が複数の実験参加者に共通の傾向として現れているかを、集団解析によって分析した。集団解析では独立成分クラスタリングによって複数の参加者に共通の性質を持つ脳活動をクラスタに分け、快適と感じた時と不快と感じた時とでパワースペクトルに統計的な有意差があるクラスタがあるかを調べた。

風の快適感と関連のある脳活動が、全参加者 18 名のうち、16 名の参加者から得られた。集団解析の結果、風の快適感に対して、複数の実験参加者に共通した反応を示す脳活動のクラスタが 2 つ確認された。図にそれらのクラスタのうち一つを示す。色の濃い部分が、快適感に対する反応が大きかった部分を表している。

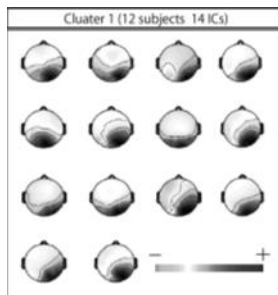


図 Cluster1 を構成する独立成分