

温熱環境に起因する生体情報の変化を用いた感情推定手法の開発 - 簡易脳波計による執務者の感情推定の試行 -

青木貴均^{*1}・丸山能生^{*1}・田中靖彦^{*2}

執務者の快適感に配慮したウェアラブルセンサによる空調制御などを想定し、温熱環境の変化による人の感情変化について、簡易脳波計を用いて迅速に捉えることを目的とした被験者試験を行った。温熱環境を、寒い（予想平均温冷感申告：PMV-3）・中立（PMV±0.5）・暑い（PMV+3）を各条件に設定した部屋の中で、被験者が各種作業を行った際の脳波測定を行った結果、ベータ波から計算される集中度（Attention: 0～100）、アルファ波から計算されるリラックス度（Meditation: 0～100）が温熱環境に起因する感情推定に利用できることが分かった。また、これらの特徴量に対する専門家の解釈を模擬した感情推定式を作成した。

キーワード：バイタルデータ、ウェアラブルセンサ、脳波、温熱環境、感情推定

1. はじめに

近年、建設業界でもウェアラブルセンサによるバイタルデータの利用が急速に進んでおり、特に作業員の安全管理に向けた取組みが行われている。当社事例では、株式会社TAOS研究所と共同で、建設作業員の身体的・精神的疲労をリアルタイムで評価する新たな技術として、ウェアラブルセンサを用いた疲労評価システム「バイタルアイ（Vital Eye）」を共同で開発した¹⁾。また、HOYA デジタルソリューションズ株式会社と共同で、スマートウォッチを活用した安全管理システム「SafeNAVI」を建設現場向けに改良し、導入・運用を行っている²⁾。

さらに、居室内の執務者の行動把握に向け、バイタルデータを利用する動きも進みつつある³⁾。今後は、センサーの普及や情報処理技術の発展に伴い、疲労感の検知やリラックス効果の提供など、建築空間利用者にバイタルデータ利用による付加価値を付与することが、需要として見込まれる。

一方で、多数あるセンシング方法や感情推定手法のうち、どれが居住環境制御に適しているかについての評価は定まっていない。バイタルデータの1つである脈波や脳波の計測により、温熱環境制御など施設運用改善に結びようとする試みはいくつかあるが、その多くは事後分析としてのデータ蓄積と、運用時の設定変更の参考値としての利用に留まっている。

そこで、バイタルデータの中でも応答性が高く、集中度やリラックス度など非言語化された情報を取得できる可能性がある脳波に着目し、環境制御に寄与する感情の

推定を試みた。

最終的な目的としては、執務者の健康状態や快適感等を最適に保つ空調・照明等のリアルタイム制御を構築し、知的生産性を向上すること等を想定している。

※1：熱中症の予防を目的として、1954年にアメリカで提案された指標。単位は気温と同じ摂氏度（℃）で示されるが、その値は気温とは異なる。暑さ指数（WBGT）は人体と外気との熱のやりとり（熱収支）に着目した指標で、人体の熱収支に与える影響の大きい①湿度、②日射・輻射（ふくしゃ）など周辺の熱環境、③気温の3つを取り入れている。

2. 感情変化を利用したオフィス空調制御システムについて

図-1に、感情変化を利用したオフィス空調制御システムのイメージを示す。執務者のスマートフォンや、室内に常時設置している測定機器により、室内環境データ（温湿度、照度など）をリアルタイムで計測する。それらを無線LANなどの通信手段により、中継器を経由することでクラウド上にデータを蓄積・解析し、室内全体の



図-1 感情変化を利用したオフィス空調制御システムのイメージ

*1 先端・環境研究部 *2 建築研究部

環境情報を把握する。同時に、脈波計や脳波計を装着した執務者のバイタルデータも収集し、室内環境情報とバイタルデータの相関を随時確認する。

仮に二人以上の執務者が同じ部屋かつ同じ室内環境にいる場合、一人が快適と感じる室内環境でも、もう一人は温湿度や照度の感じ方の違いにより、不快と感じるケースが見られることもある。その不快感を把握し、局所空調などを用いて不快感を消失させることで、全ての執務者が快適に働くことができる制御システムを実現できる。

3. 感情の推定方法

3.1 既存の方法

現状のウェアラブルセンサを用いた感情推定には、主に脈波（心拍）・脳波・画像のいずれかのデータが用いられることが多い。脈波（心拍）による感情分析の代表的な例としては、腕時計型のウェアラブルセンサを用いた「NEC 環境分析ソリューション」(NEC 株)⁴⁾ や、スマートフォンのカメラを利用した心拍変動解析システム「COCOLOLO」(WIN フロンティア 株)⁵⁾ が挙げられる。

「NEC 環境分析ソリューション」は、感情を互いに独立な二次元の軸（Arousal：覚醒度と Valence：感情価（快 / 不快））で表し現できるとしたラッセル円環モデル（図-2）を基にして、感情分析を行っている。覚醒度と感情価の算出は、ウェアラブルセンサから得られた脈波のデータ解析により行い、各々の値がラッセル円環モデルのどの領域に位置するかを判断し、各領域を代表する HAPPY・ANGRY・SAD・RELAXED の4つの感情のいずれかを提示するものである。「COCOLOLO」は、スマートフォンのカメラ部分に指先を当て、皮膚の輝度を連続的に取得することで、輝度の変化から脈波波形を検出し、その脈波のゆらぎから自律神経指標を解析している。

脳波による感情分析の例としては、「Human Affective

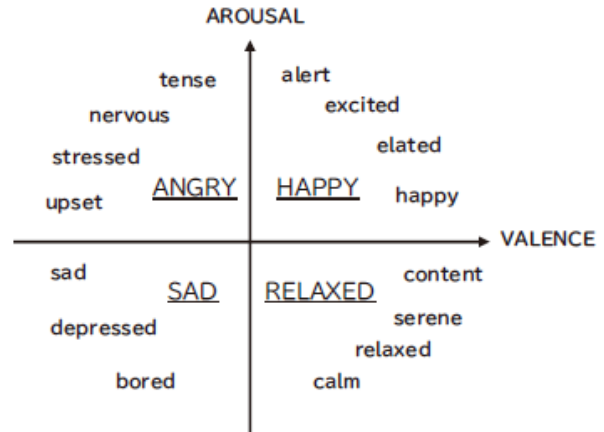


図-2 ラッセル円環モデル⁴⁾
(NEC 環境分析ソリューション)

AIプラットフォーム」(リトルソフトウェア 株)⁶⁾がある。ラッセル円環モデルなど3種類の感情推定モデルを用いて、ウェアラブルセンサから得られた脳波を解析し、不満感や快適度・眠気・緊張など20以上の感情を検知することができる。

画像を用いた例としては、「感情・体調センシング」(パナソニック 株)⁷⁾が挙げられる。画像カメラとサーモグラフィを併用した画像処理技術により、非接触で人の感情・眠気・温冷感を推定する技術である。

3.2 脈波と脳波の比較

施設利用者の感情を把握し、知的生産性向上を図るには、以下の条件を満たす指標を用いる必要がある。

- a) 感情の変化に追従可能な応答性の高さ
- b) 覚醒状態・心理状態が把握できる
- c) 推定可能項目の多彩さ

そこで、環境変化に対する応答速度が高く、覚醒状態や心理状態の解析結果から、知的生産性向上に直接寄与できる指標を測定することが可能な脳波を測定対象として本検討を行った。表-1に、脈波と脳波の特徴を整理

表-1 脈波と脳波の特徴について

項目	脈波	脳波
神経系	自律神経系	中枢神経系
環境変化に対する応答速度	ゆっくり(分単位)	早い(秒単位) →執務者の状態を瞬時に把握可能
デバイスの使いやすさ	簡便	煩雑
商品の形状	イヤークリップ、腕時計型など	ヘッドギア、ヘアバンド型など
デバイス価格	数万円	数万~数十万円
得意分野	心拍指標から生理状態を推定すること	覚醒状態や心理状態(感情)を推定すること
推定できる項目	緊張/リラックス状態、疲労度など感情(Happy, Relaxed, Sad, Angry)の識別も可能	集中度、リラックス度、快不快度、活動負荷などを推定可能 →知的生産性(オフィスの収益性)向上に直接寄与
データ処理の難易度	生理状態推定:容易 感情推定:困難	覚醒状態推定:容易 感情推定:困難

した。

なお、現状の脳波測定器はヘッドギア・ヘアバンド型のものが主流であり、特に服装上のTPOや利便性の点から、オフィス環境で装着することは困難であるが、2019年度に商品化されたメガネ型測定器である「のうはめがね」(リトルソフトウェア㈱, 図-3)⁸⁾ など、今後より使いやすい形状の商品が開発・流通されるものと予測する。なお、画像解析による感情推定の試験については、本報では未調査であり、今後の課題と考える。

4. 脳波計について

4.1 本試験で用いた機器

測定機器は価格が安く、データの出力が容易であり、国内外で多数の検証事例を有する脳波計「MindWave



図-3 のうはめがね



図-4 MindWave Mobile 2

Mobile 2」(㈱ニューロスカイ, 図-4)⁹⁾を用いた。これはヘッドギア型であり、センサーアームに搭載された電極から検出した脳波を元に、アルファ波・ベータ波などのパワースペクトラムや、集中度・リラックス度のレベル、および瞬きの有無のデータを出力することができる。

(㈱ニューロスカイのアプリケーション「Neuroview」¹⁰⁾の画面を図-5に示す。

4.2 測定値について

測定値は脳波解析アルゴリズムから得られるAttention (集中度), Meditation (リラックス度) の2点を用いた。Attentionは被験者の集中度(視覚に映る対象物や心の中の集中)のレベルを示しており、ベータ波を中心とした脳波の変化量を瞬時に解析することで、リアルタイムで出力される。Meditationは被験者のリラックス度(瞑想度)レベルを示しており、主にアルファ波を中心とした脳波の変化量を解析し、リアルタイム出力される。

Attention, Meditationのどちらも、値の幅は0から100の間で示されるが、これは全ての被験者で同じ幅を示すものではなく、集中しやすい人はAttentionの幅が広く、リラックスしやすい人はMeditationの幅が広い。そのため、実際の測定では脳波計の装着時に、数秒間のキャリブレーションを行うことで、個々人の感情幅の違いを調整している。仮に別々の被験者で同じ値が

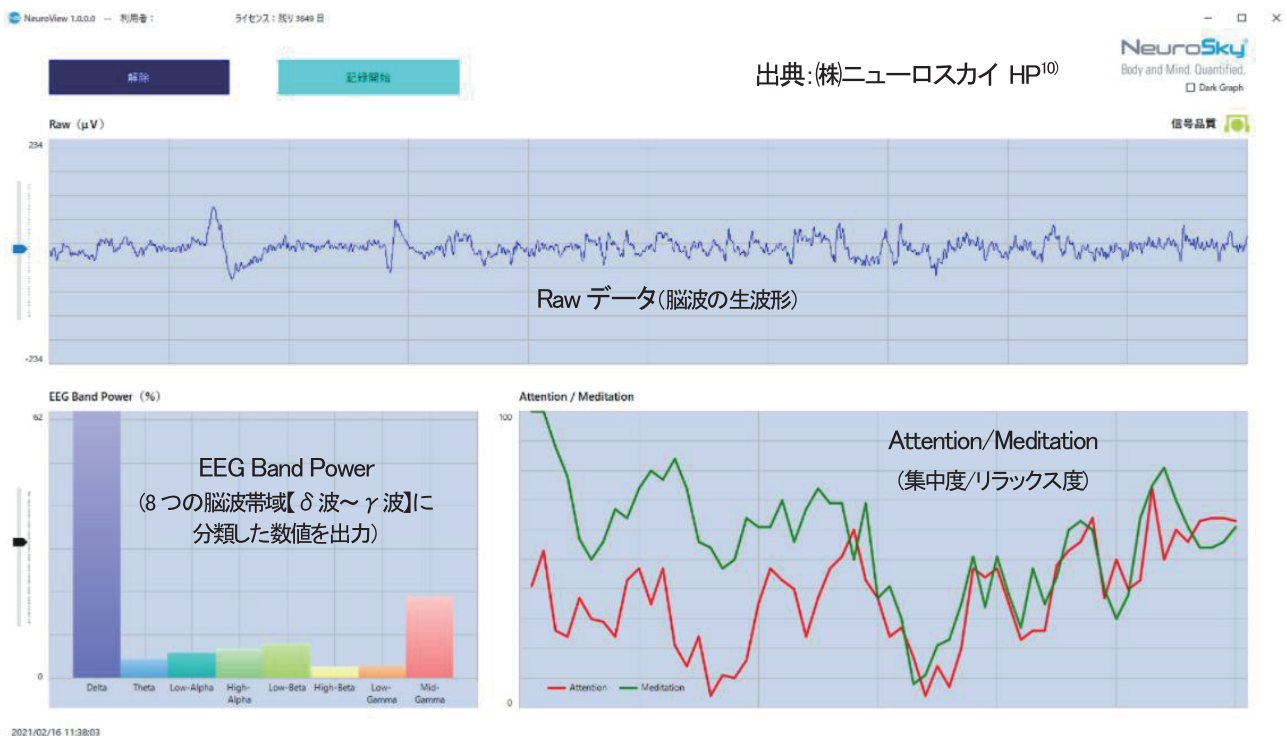


図-5 Neuroview 測定画面

表れたとしても、その値は個人が感じる Attention, Meditation の最大値を 100% とした時に、どの程度の水準であるかを示しているに過ぎないため、同じ被験者から得た解析結果で無ければ、データの相関が得られない点に留意する必要がある。

5. 脳波測定試験

5.1 被験者試験【寒冷時】

感情推定技術の開発は、以下の段階を踏むものと考えられる。

- i) 環境条件の変化に基づく感情データの収集
- ii) 感情データを用いた感情変化のモデル作成
- iii) ii) に基づいた感情推定式の作成
- iv) 感情推定式の精度の検証
- v) 検証結果に基づく感情推定式の修正

脳波は表-1に示したように、オフィス空調制御システムの運用に向けた指標として、脈波と比べて様々な利点を持つと考えられるが、脈波と異なりデータ収集の事例が少ないため、被験者が不快感を示した際に、脳波がその不快感に由来した何らかの応答を示すという確証が得られていない。

そこで、段階 i) の基礎的な検討として、室内の温熱環境が大きく変化した際に、脳波に何らかの変化が表れることを確認するため、以下の試験を行った。試験条件一覧を表-2に、試験の流れを図-6に示す。

PMV(Predicted Mean Vote) は空間内の快適性を評価する代表的な冷温感指標であり、0に近いほど大多数の人が快適と感じる値である。clo は着衣量、MET は活動量を示しており、どちらも PMV の値に影響する。

温湿度は温湿度ロガー、照度はデジタル照度計、PMV はポータブル PMV 計を利用し、床面から 1.1m の高さの位置に設置した。被験者は 30 代の男性 1 名、試験日は

表-2 被験者試験【寒冷時】条件一覧

試験条件	室内環境条件					
	温度(°C)	湿度(%)	照度(lx)	PMV	clo	MET
①-不快	6.9~7.1	55.3~55.5	290	-3以下	0.6	1.2
①-快	14.1~15.7	39.4~42.9		0.42~0.59	3.0	
②-不快	13.2~14.0	43.8~45.6		-3以下	0.3	
②-快	14.7~18.3	35.6~42.9		0.48~0.84	3.0	

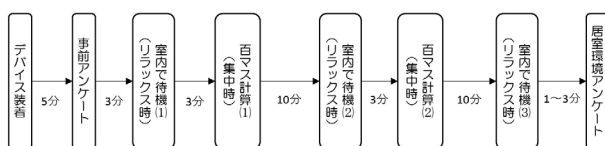


図-6 被験者試験【寒冷時】試験の流れ

2020年2月12日とした。試験場所は安藤ハザマ技術研究所の空調実験室である。

試験条件は PMV-3.0 以下の寒冷時における不快条件 (①-不快, ②-不快) と, PMV0.42 ~ 0.84 の快条件 (①-快, ②-快) の 4 種類とし、着衣条件 clo を変えることで PMV を調整した。

4 つの試験条件それぞれで、図-6に沿って実施した。リラックス時は 3 分間とし、20 秒間目を閉じた後、2 分 40 秒間は目を開けることで、視覚による脳波への影響を確認した。試験後の Attention, Meditation のデータ解析では、生データを平均化した後で、Attention を横軸、Meditation を縦軸としてプロットした。

リラックス時【室内で待機(1)】の閉眼時の解析結果を図-7に、リラックス時【室内で待機(2)】の開眼時の結果を図-8に示す。また、集中時【百マス計算(商標番号 4911102) (2)】の結果を図-9に示す。

図-7のプロットは 1 秒ごとに得られる生データを、図-8のプロットは 5 秒間の平均値を、図-9のプロットは 10 秒間の平均値を示している。また、Meditation の値が 70 を超えている箇所をリラックス領域、Attention の値が 70 を超えている領域を集中領域、両方の値が 70 を超えている箇所をゾーン領域としている。

閉眼時は①-快・②-快のどちらも、リラックス領域にプロットが集中する傾向が見られた。一方、不快の時はほとんどのプロットがリラックス領域に入らず、一部の結果では、Meditation が 0 に近い値を示した。通常的环境では、閉眼時は眠気が発生しやすいことから覚醒度が低下¹¹⁾し、その影響でリラックス状態を示すアルファ波の割合が増加するため、アルファ波の影響を受ける Meditation も高くなるが、不快な環境では Meditation の値が上昇しなかった。

この結果から、温熱環境上不快な環境では、本来リラックスする状況でも休めないという、不快な状態を脳波測定により検知できる可能性が示された。

一方、開眼時は図-8の結果から、快・不快のいずれもリラックス領域と集中領域に一部プロットが見られ、多くは領域外に分布しているなど、試験条件による大きな違いは見られなかった。百マス計算時は図-9の結果から、快の条件で若干集中領域にプロットが表れる傾向が見られるものの、不快時と比べてほとんど変化は表れなかった。また、多くの値が Attention・Meditation とともに 40 ~ 60 の間に値が集中する傾向が見られた。この結果から、開眼時・100 マス計算時では今後の検討課題が多い状況である。

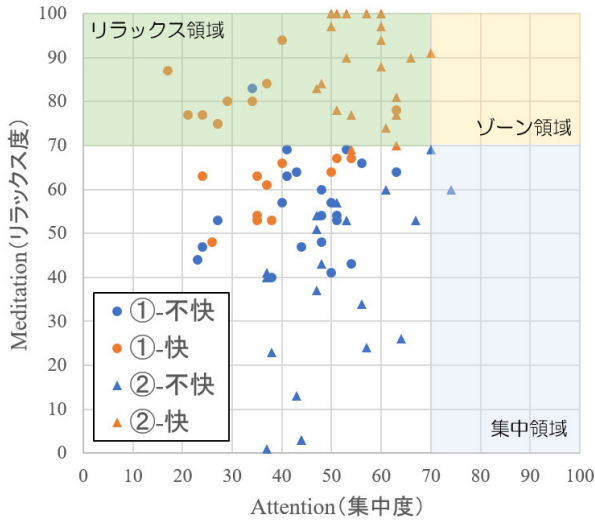


図-7 脳波解析結果 (リラックス時【閉眼時】)

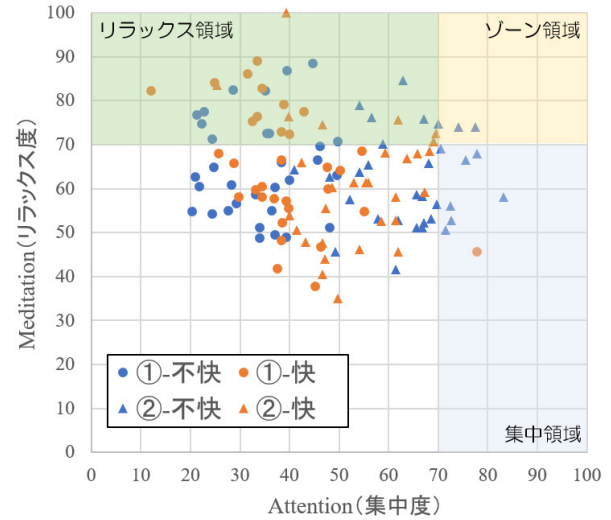


図-8 脳波解析結果 (リラックス時【開眼時】)

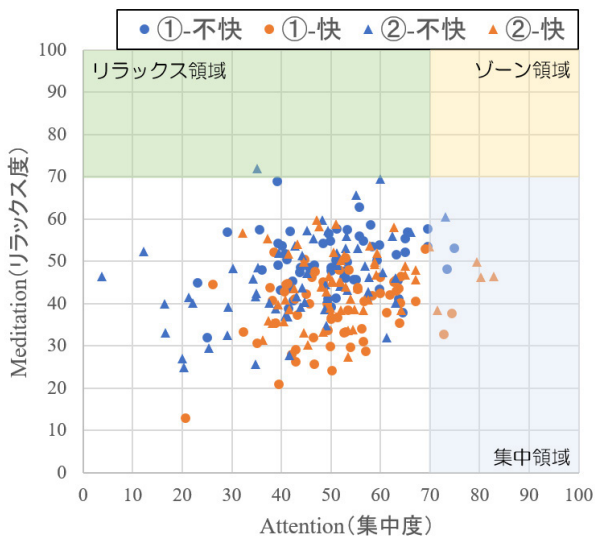


図-9 脳波解析結果 (集中時【100 マス計算】)

なお、本試験結果は被験者 1 名だけによるものである。前述の平面分割の境界値は人によって異なるため、推定精度向上には更なるデータ蓄積が必要である。

5.2 被験者試験【暑熱時】

上記検討により、脳波で暑熱環境の変化を捉えられる可能性は確認できたが、被験者数が 1 名のみである上、一般的な空調機による温湿度の調整ではなく、着衣条件を変えることにより、PMV を調整して試験を実施しているため、追加検証が必要と考えた。

そこで、被験者数を複数として、かつ着衣条件を同一とする形で再試験を行った。条件一覧を表-3、試験の流れを図-10 に示す。被験者は 20 ~ 50 代の男性 4 名、女性 3 名の計 7 名とした。測定機器は被験者試験【寒冷

時】と同じ機器を用いたが、PMV 計と温湿度計は各部屋に 1 台ずつ設置した。試験室は待機室・試験室 1・試験室 2 の 3 部屋とし、別々の空調を用いて、待機室と試験室 1 は PMV0.5 ~ 1 程度の快適環境、試験室 2 は PMV3 以上の暑熱環境に調整した。

待機室で脳波計の装着および試験内容の説明、事前アンケートを行った後、試験室 1 に移動して 1 分間室内で待機し、リラックス状態の脳波を取得した。その後、ビデオ視聴を 3 ~ 5 分間行い、集中時の脳波を取得した。

ビデオは「まいにち 3D 眼かつ」(VS テック株)を用いて、数種類の映像から、試験ごとに別々の映像を用いた。これらの映像は 3D 映像を見ることで、自然にピント調整筋のストレッチングを行い、眼と脳の疲労を緩和するものである。

その後、現在の試験室の暑熱環境に関するアンケートを実施した。アンケートの内容は 3 項目とし、被験者が感じる暑熱感、快適感、疲労感の印象について、5 段階評価で確認した。

その後、試験室 2 に移動して同じ試験を実施した後に、再度試験室 1 に移動し、暑熱環境から快適環境への暑熱感の慣れを考慮して、試験室 1 の待機時間を 5 分間取った後に同じ工程を繰り返し、待機室に戻り終了後アンケートを行い、試験を終了した。

脳波解析結果の一例 (40 代、女性) を図-11 に示す。

表-3 被験者試験【暑熱時】 条件一覧

試験場所	暑熱環境	被験者数	室内環境条件					
			温度(°C)	湿度(%)	照度(lx)	PMV	clo	MET
待機室	快適	7名	26	50%前後	290	0.5~1	0.5	1.0
試験室1								
試験室2			暑熱			35		

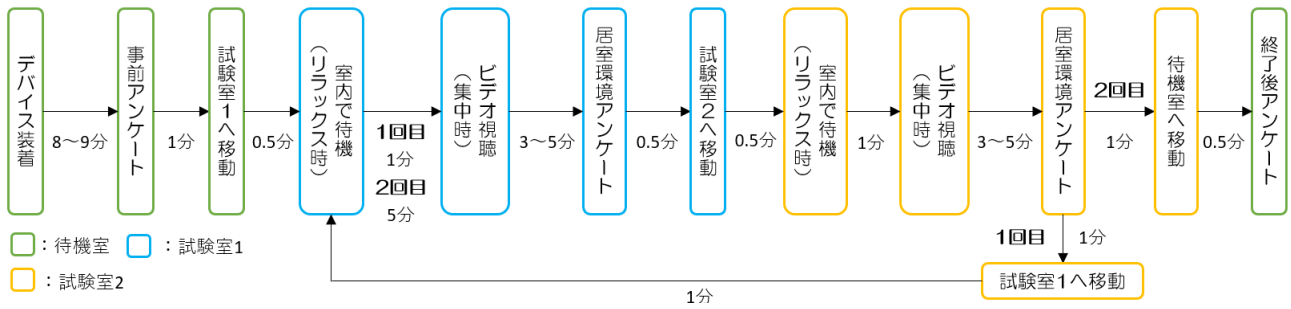


図-10 被験者試験【暑熱時】試験の流れ

実際の脳波測定では、Attention, Meditationともに平常値を示す30～70の値(灰色の部分)が頻発する。

本試験の様に20分以上の測定結果をグラフ化した場合、平常値のプロットが膨大になり、グラフの大部分が埋まってしまう。また、平常値は感情が変化していないことを示しており、試験中の感情の動きを推定する場合には解析上のノイズとなることから、平常値の範囲である30～70の値は検討に加えないこととした。

図-11の上部に居室環境のアンケート結果を示している。また、特徴的な挙動を表す領域を枠囲みで示している。データ解析は脳波解析の専門家と協力して実施した。各領域における測定結果と考察を以下に示す。

(ア) : Meditationについて、スタート時から値が高くなる傾向が見られた。それに対してAttentionの値は低く、穏やかな状態を維持していた。気分的にリラックス状態にあり、不安緊張といった状態は見られなかった。

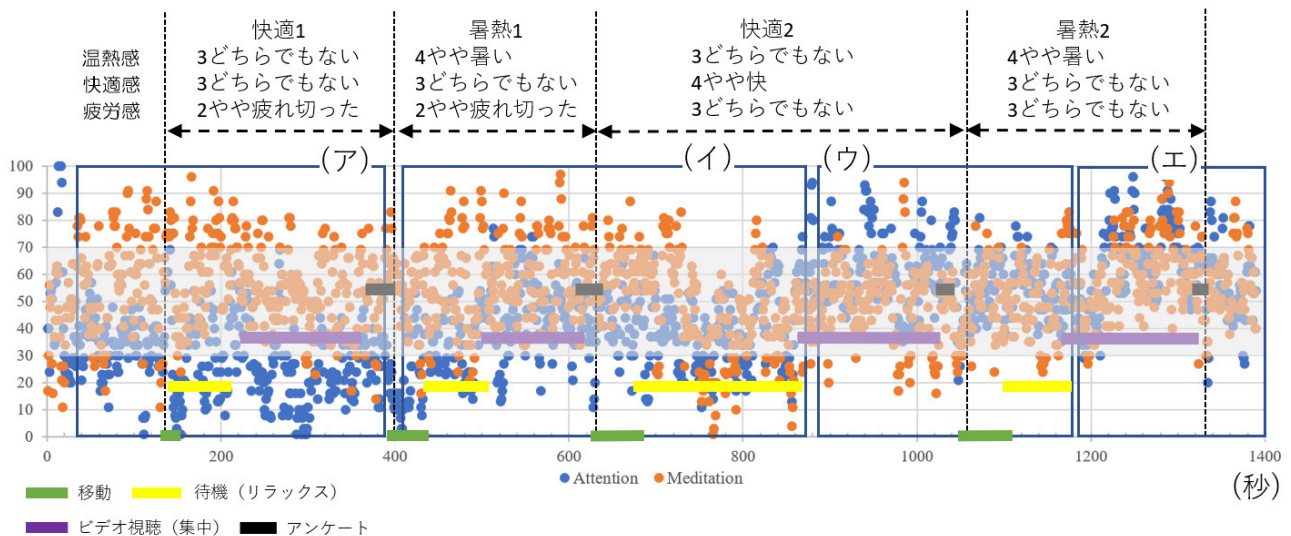
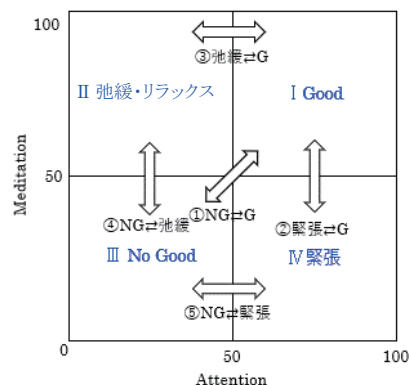


図-11 被験者試験【暑熱時】脳波解析結果



- 規則Ⅰ Good 領域判定: $A > 50 \cdot M > 50 \rightarrow$ Good 領域
- 規則Ⅱ 弛緩・リラックス領域判定: $A \leq 50 \cdot M > 50 \rightarrow$ 弛緩・リラックス領域
- 規則Ⅲ No good 領域判定: $A \leq 50 \cdot M \leq 50 \rightarrow$ No Good 領域
- 規則Ⅳ 緊張領域判定: $A > 50 \cdot M \leq 50 \rightarrow$ 緊張領域
- 規則① NG \rightleftharpoons G 方向検出: $\Delta A > 0 \cdot \Delta M > 0 \rightarrow G$ $\Delta A < 0 \cdot \Delta M < 0 \rightarrow NG$
- 規則② 緊張 \rightleftharpoons G 方向検出: $A > 50 \cdot \Delta M > 0 \rightarrow G$ $A > 50 \cdot \Delta M < 0 \rightarrow$ 緊張
- 規則③ 弛緩 \rightleftharpoons G 方向検出: $\Delta A > 0 \cdot M > 50 \rightarrow G$ $\Delta A < 0 \cdot M > 50 \rightarrow$ 弛緩
- 規則④ NG \rightleftharpoons 弛緩方向検出: $A \leq 50 \cdot \Delta M > 0 \rightarrow$ 弛緩 $A \leq 50 \cdot \Delta M < 0 \rightarrow NG$
- 規則⑤ NG \rightleftharpoons 緊張方向検出: $\Delta A > 0 \cdot M \leq 50 \rightarrow$ 緊張 $\Delta A < 0 \cdot M \leq 50 \rightarrow NG$

用語について A : Attention, M : Meditation,
 ΔA : Attention の変化量, ΔM : Meditation の変化量
 G : Good 領域, NG : No Good 領域, 緊張 : 緊張領域
 弛緩 : 弛緩・リラックス領域

図-12 感情変化モデル (左:感情領域図, 右:感情領域判定の規則)

ビデオによる影響も小さいと考えられる。

(イ)：暑熱環境1回目の試験では、引き続き Meditation の値が高く、Attention は低い状態を維持していた。また、快適環境2回目の試験前半は、Attention・Meditation がどちらも大きく低下した。温度変化に対して心と体の変調に時間差が表れているものと思われる。

(ウ)：快適環境2回目の試験後半にかけて、Meditation が大きく低下し、Attention が上昇するという逆転傾向が見られた。快適感の要因よりも、温度の急激な変化による影響が表れたものと思われる。

(エ)：暑熱環境2回目の後半に Attention・Meditation 共に上昇したのは、室内環境への慣れが表れたと思われる。

アンケート結果では、温熱感、快適感、疲労感の印象は5段階の中で1段階程度上下するのみであるが、脳波測定では値が大きく変化する傾向が見られた。

この結果から、脳波測定により本人が意識していない温熱感やストレスを検知できる可能性があるが、どの値が突発的に発生するノイズであるか、スクリーニングした上で判定する技術は確立していないため、今後データを

を蓄積することで妥当性を高めていく。

6. 感情推定式の作成

5.2節のデータ解析・考察を被験者全員に対して実施することで、専門家解釈を模擬した感情変化のモデル(図-12)を作成した。図-7・図-8・図-9と同様に、Attention を横軸、Meditation を縦軸として、それぞれの中央値を区切りとして4つの領域に分割することで、感情変化を読み取るモデルとしている。

Attention・Meditation がどちらも50より高ければ Good 領域として、被験者が快適な状態にあることを意味しており、Attention のみが50より高ければ緊張状態、Meditation のみが50より高ければリラックス状態、両者とも50より低ければ不快な状態と定義している。

また、感情変化モデルを基にして、図-11の結果について感情推定(図-13)を行った。下部の推定結果のグラフは、赤点線の上部がその時間に感じていた感情領域を示しており、下部が領域の移動状況を示している。

下部のプロットの読み方は、上の値が左から右への移動(①であれば Good 領域から No Good 領域への移動)、

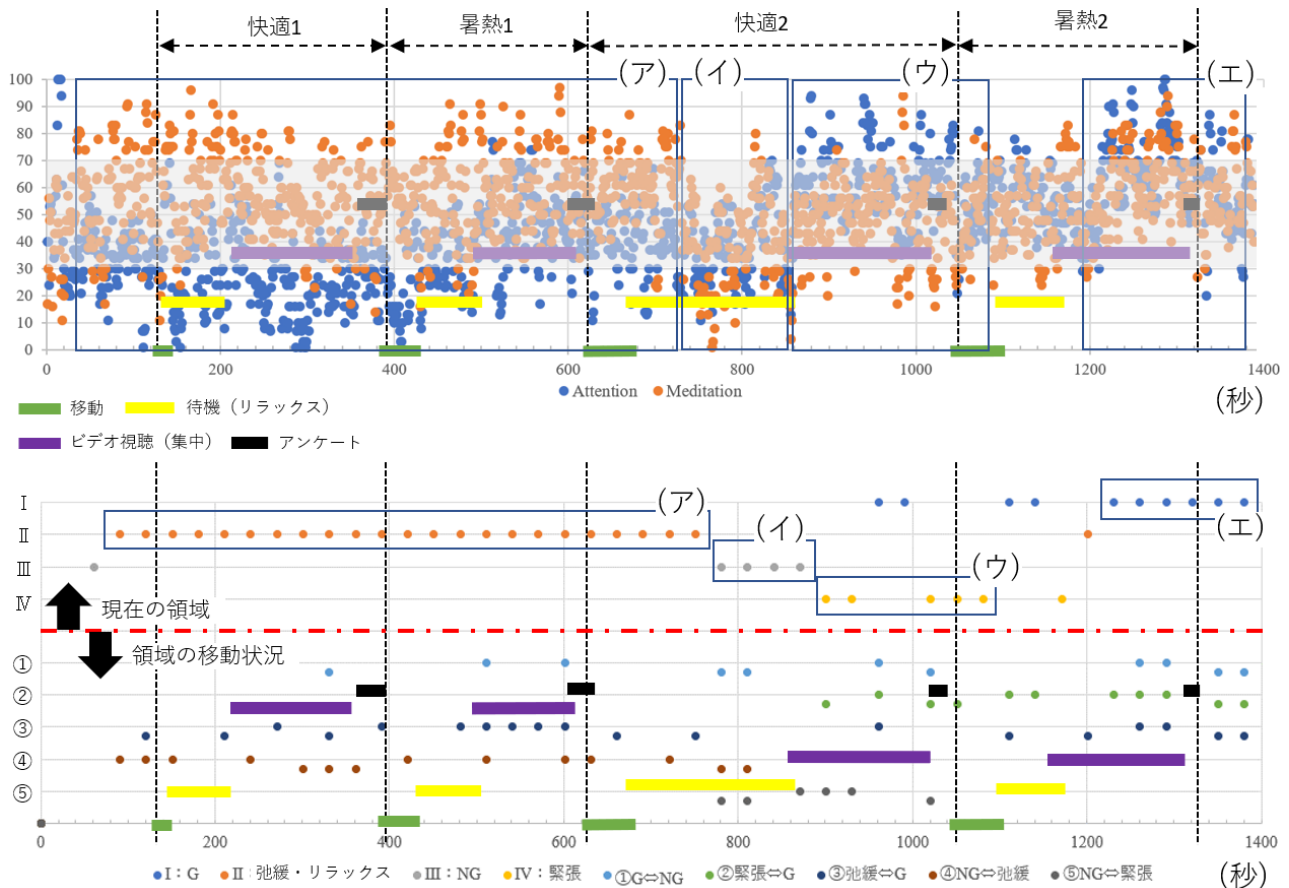


図-13 Attention と Meditation による感情推定 (上: 実際の計測値, 下: 感情推定式による推定結果)

下の値が右から左への移動（①であれば No Good 領域から Good 領域への移動）を示している。同時にプロットが発生している箇所は、各プロットの時間間隔である 30 秒間の間に、それぞれの領域への移動があったことを示している。

推定結果のプロットは 30 秒ごとの値を示しているため、それぞれの枠線の結果を反映する際に、1～2 プロットの時間遅れが発生しているが、概ね実際の計測値に合致した感情推定が可能となった。

しかしながら、枠線（ア）に見られる様に、暑熱環境であるにも関わらず弛緩・リラックス領域と推定している点、枠線（イ）では快適環境になってから 3 分程度経過した時点で、Attention・Meditation とともに値が低下するなど、温熱環境の変化とバイタルデータの変化に時間遅れがある点や不整合をどの様に感情推定に反映していくかは、今後の課題と考える。

7. まとめ

感情変化を利用したオフィス空調制御システムの実現に向けて、バイタルデータの中でも応答性が高く、知的生産性に直接寄与する項目を推定可能な脳波に着目して、被験者試験を行った。

その結果、Attention・Meditation の 2 つの指標を用いることで、温熱環境上不快な状態を検知できる可能性を確認した。また、複数人の被験者試験によるデータを解析し、専門家の解釈を模擬することで、感情変化モデル（図-12 左参照）・感情推定式（図-12 右参照）を作成した。今後は感情推定手法の精度向上に向けて、以下の検討を行う。

- ①：脳波のノイズ除去など解析技術の向上
- ②：散発的に発生する感情を推定する方法の確立
- ③：温熱感以外の環境要素（照明・緑化・香り・音など）に関する検証

特に③については、バイタルデータによる快適性の評価手法が確立した場合、新築・改修における内装設計の効果検証に利用でき、様々なオフィス環境価値の見える化により、提案活動に繋げることが可能となる。今後も専門家との定期的なヒアリング・文献調査などを通じて、情報を収集するとともに検証を重ねることで、技術進展に対応していきたい。

参 考 文 献

- 1) 株式会社安藤・間, ウェアラブルセンサを用いた疲労評価システム「バイタルアイ (Vital Eye)」を開発 - 建設現場で働く作業員の身体的・精神的疲労の見える化を実現 -, <https://www.ad-hzm.co.jp/info/2016/pre/20160630.html>, 2016.6
- 2) 株式会社安藤・間, スマートウォッチを活用した安全管理システムを建設現場で運用開始 - 暑熱環境下でのリスクを建設現場で働く作業員へ直接通知 -, <https://www.ad-hzm.co.jp/info/2020/pre/20200825.html>, 2020.8
- 3) 株式会社竹中工務店, 竹中工務店と HEROZ, AI を搭載した空間制御システム『ArchiphiliaTM Engine』を共同開発, 「EQ House」にて、学習によって成長する建築を実証, <https://www.takenaka.co.jp/news/2019/06/01/index.html>, 2019.6
- 4) 阿部他, 働き方改革や健康経営を支える「NEC 感情分析ソリューション」, NEC 技報, 72-1, 2019.10
- 5) 駒澤他, スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムの開発, 第 20 回人間情報学会ポスター発表集, pp19-20, 2015.4
- 6) 株式会社リトルソフトウェア, マルチ生体 (感性) バンク: HuMAN Affectvie AI プラットフォーム, https://hp.littlesoftware.jp/?page_id=11
- 7) 株式会社パナソニック, 感情・体調センシング, <https://industrial.panasonic.com/jp/products-ex/ceatec2017co/sensing>
- 8) 株式会社リトルソフトウェア, 【お知らせ】のうはめがね販売開始!, <https://hp.littlesoftware.jp/?p=175>
- 9) 株式会社ニューロスカイ, 脳波センサー付ヘッドセット Mindwave Mobile 2, <https://hp.littlesoftware.jp/?p=175>
- 10) 株式会社ニューロスカイ, Neuroview, <https://www.neurosky.jp/about-neuroview/>
- 11) 稲本他, α 波構成要素の変動と覚醒度との関係, 平成 21 年度日本人間工学会大会講演集, Vol.45 特別号, セッション ID:3G2-2, 2009.6

Development of sensory estimation technique using the change of vital signs due to thermal environment
-Trial of the reaction estimation by simple electroencephalograph-

Takahiro AOKI, Yoshio MARUYAMA and Yasuhiko TANAKA

For the development of air conditioning control systems that take into consideration the comfort of office workers to which a wearable sensor is attached, using a simple electroencephalograph, I conducted the examination in order to detect the sensory changes of someone in a warm temperature environment quickly.

As a result of brain wave measurement when the room was cold (PMV-3) and various other testing procedures were performed for a subject each in neutrality (PMV ± 0.5), the room which you set to hot (PMV+3), it was revealed that feelings estimate could use Attention and Meditation, relaxation degree that was quantity of calculated characteristic from beta wave, alpha wave. In addition, I suggest emotion changing model and emotion estimation formula for the degree of emotion.