

# 建築空間におけるバイタルデータ利用の研究

井口 雄太 赤川 宏幸  
丹原 千里 吉野 攝津子

## Research on Use of Vital Signs in Architectural Space

Yuta Iguchi Hiroyuki Akagawa  
Chisato Tambara Setsuko Yoshino

### Abstract

The use of vital sign data has been introduced to society since time immemorial. Herein, we discuss the results of an experimental study that investigates the factors of fatigue in a working space using vital signs. Based on the fatigue score obtained, the data are classified into high, medium, and low clusters and then used for analysis. The relationship between the vital signs and fatigue clusters reveal the higher daily averages of heart rate and skin potential in the high fatigue cluster. Furthermore, the high fatigue level cluster spends a significant amount of time on information processing activities. Assuming these factors as fatigue factors, we created a comprehensive regression model using vital data, environmental measurements, and work contents as explanatory variables and then verified their accuracies. Consequently, the degree of fatigue can be predicted using vital signs. In addition, by identifying the fatigue factors, we identified that the work content and environment can be adjusted to reduce fatigue in architectural spaces.

### 概要

バイタルデータの利用が社会に浸透して久しい。本論文ではバイタルデータを利用し、執務空間における疲労度の要因を探る実験的研究を行った結果を論ずる。得られた疲労度スコアを基に、データを高中低のクラスターに分類し、分析に使用した。バイタルデータと疲労度クラスターの関係を見ると、高疲労度クラスターの方が、心拍数日平均値、皮膚電位日平均値ともに高かった。さらに高疲労度クラスターでは情報処理業務に費やす時間が多かった。これらを疲労度要因と仮定し、バイタルデータ、環境測定値、業務内容を説明変数とした総合的な回帰モデルを作成し、その精度検証を行った。結果、バイタルデータを利用し疲労度が予測可能となった。また、疲労度要因を特定したことで、業務内容や環境を調整し建築空間における疲労度を低減させる知見が得られた。

## 1. はじめに

昨今、センサーの小型化、普及によりバイタルデータの利用が進んでいる。取得できるデータも多岐にわたり、心拍数、脈拍、皮膚電位、活動量、体動、睡眠などが計測可能なセンサーが市販されている。センサーもリストバンド型に代表されるような接触型の他に、カメラなどを利用した非接触型も開発されており、多数の人間が入り出す建築空間での計測と親和性が高くなっている。

建築の分野においては、人の反応をバイタルデータとして取り出し、心拍数や唾液などの生理指標などが主に建築空間や行動の評価などに利用されてきたり。これまでの建築分野におけるバイタルデータの利用は、空間を提供する事業者側が主であった。今後は、センサーの普及や情報技術の発展により建築空間利用者にバイタルデータ利用の付加価値を提供することが需要として見込まれる。

バイタルデータを利用して価値を提供する空間として執務空間が挙げられる。執務空間と働き方の状況は、現

在、大きな変化を迫られており、集まって働くことの意義、業務効率の改善、従業員の健康管理などが執務空間と働き方の課題として挙げられる。これら課題を解決するために、バイタルデータを利用できないかと考えた。

執務空間でのバイタルデータの利用例として、人の体動や活動量を基にした独自指標<sup>2)</sup>なども開発されているが、主に事業者側が執務者の働き方を定量的評価するため利用されている<sup>3)</sup>。そこで、空間利用者である執務者にも便益をもたらすため、バイタルデータを利用し執務者の心身の状態を疲労という視点から可視化、その要因を特定することで、執務空間を通して執務者の健康をより良くできる可能性がある。

バイタルデータと人の状態を関連付けた既往研究では日常の行動を実験用タスクとして設定し、行動とバイタルデータや空間の測定結果から、それらの関連を研究した例が多く見られる。小川ら<sup>4)</sup>は執務空間と歩行空間に着目し、執務と歩行をタスクとして設定し実験を行っている。歩行空間の室内環境が、バイタルデータである交感神経活性度を介して知的生産性に及ぼす影響を確認し

ている。神田ら<sup>5)</sup>は執務空間における観葉植物の効果についてアンケート調査と生理量測定を行い、執務者の生理・心理反応及び知的生産性に及ぼす影響を検討している。生産性評価には SAP(Subjective Assessment of workplace Productivity)を利用している。水野ら<sup>6)</sup>は会話内容や自席・離席時、会話時間などの条件別による皮膚電位水準の変化と疲労度の変化について報告している。

本研究でも、執務空間における疲労の要因を、執務中のバイタルデータの測定とアンケート調査を組み合わせることで特定を試みた。疲労の要因を執務空間自体の環境や業務内容と仮定し、仮定した要因と疲労度の相関を見ることで、疲労度の要因を抽出する。その際、バイタルデータも同時に測定を行うことで、疲労時の身体の状態を把握する。また長期的に測定を行うことで、より実情に沿った結果が得られ、建築空間での有効な成果利用につながると期待した。

## 2. 実験概要

### 2.1 測定対象

測定に使用した執務空間は Photo 1 に示すオープンスペースが特徴的な大林組技術研究所本館テクノステーションである。南北幅 18m、東西幅約 90m、天井高さ約 6m の大空間に約 200 名が執務している。天井は自然採光窓を採用し、自然換気が行われている。実験被験者らの座席は居室内の中央部からやや西寄りに位置しており、南側の窓面からは約 5m 離れた南北幅約 8m、東西幅約 12m の範囲に分散している。測定は 2018 年 9 月 1 日から 2019 年 11 月 1 日の期間行った。

Table 1 に実験に参加した被験者の属性を示す。被験者は 20 代から 50 代までの男女、合計 7 名を対象とした。被験者の通常の執務内容は主にデスクワークを主体とした研究業務である。

### 2.2 測定機器

生体測定機器として、Photo 2 に示す、リストバンド型バイタルセンサーを使用した。Table 2 に同センサーで測定できる項目、使用する内蔵センサー、測定間隔を示す。拍動間隔(IBI)は容積脈波(BVP)から算出される。被験者に対象執務空間で業務を行っている際に装着してもらいバイタルデータを測定した。

環境測定機器は Table 3 に示す器具を 1 セットとし、執務空間内の被験者の座席横、または近傍の高さ 100cm のキャビネット上に設置、被験者 2~3 名に測定機器 1 セットになるよう合計 3 箇所測定を行った。

### 2.3 アンケート

アンケートは平日 17 時にメールによりウェブアンケート回答用の URL が配信されるようにした。対象執務空間に終日不在だった場合は回答しなくてもよいこととした。



Photo 1 測定対象執務空間  
Measurement Target Working Space

Table 1 被験者リスト

被験者 記号	年代	性別
A	20 代	男性
B	20 代	女性
C	30 代	男性
D	30 代	女性
E	40 代	女性
F	50 代	男性
G	50 代	男性



Photo 2 リストバンド  
型バイタルセンサー  
Wristband type Vital  
Sensor

Table 2 バイタルセンサー測定項目

測定項目	センサー	測定間隔
容積脈波(BVP) 心拍数	光電脈波センサー	64Hz
拍動間隔(IBI)	光電脈波センサー	脈波から算出
皮膚電位	電気皮膚活動センサー	4Hz
運動量・活動量	3 軸加速度計	32Hz
皮膚温度	温度計	4Hz

Table 3 環境測定機器リスト

測定項目	使用器具	測定間隔
室温・湿度・照度	温度・湿度・照度計	5 分
室温・湿度	温湿度計	5 分
CO <sub>2</sub> 濃度	CO <sub>2</sub> 濃度計	5 分
足元温度	温度計	5 分
放射温度	黒球温度計	5 分
騒音レベル	騒音計	5 分

Table 4 主観的業務割合アンケート

(各項目)を主とする業務は、本日の勤務時間(昼休みを除く)内でどれくらいの時間行いましたか?	
情報処理	知識情報の定型処理・事務処理、テキストタイピング等。
収束的思考	理論的に一つの答えを導くときの思考。まとめる作業。
拡散的思考	様々な答えを考え出すような思考。創造的な作業。
フォーマルコミュニケーション	予定されていた会議や打合せ。
インフォーマルコミュニケーション	偶発的な雑談や打合せ。
個人休憩時間	

アンケート項目を Table 4 と Table 5 に示す。主観的業務割合アンケートは、アンケート回答日において Table 4 に示す業務をどれくらいの時間費やしたのかを把握するために行ったアンケートである。

自覚症しらべアンケート(以下、「自覚症しらべ」<sup>7)</sup>)は、作業に伴う疲労状況の経時的変化をとらえることを目的として考案された調査手法である。本研究では一日の疲労度を把握、測定するのに利用した。5段階評価の結果をスコア化し、疲労度として扱った。

### 3. 結果

#### 3.1 アンケート集計

アンケートデータおよび測定したバイタルデータは有効回答数1052人日分を得ることができた。アンケート属性集計結果を Table 6 に示す。年代別では20代と30代のデータが6割を占める。男女比は概ね6:4であった。

#### 3.2 環境測定

Table 7 に期間中の環境測定結果を示す。平日8:00~19:00の間に測定したデータを使用し、各項目日平均値の期間中の結果を示している。湿度日平均値の期間中最小値と照度日平均値の期間中最小値が若干低い。これは大空間・自然採光という空間特性によるものと、照度に関してはタスクライトの使用を前提としているためだと考えられる。その他の環境測定値はビル管理法<sup>8)</sup>を参照すると標準的な執務空間の値に収まっている。

#### 3.3 疲労度クラスター分析

自覚症しらべ各群のスコアに対して、平均値を用いてクラスター分類を行う k-means クラスター分析を行なった。クラスター数を3つに設定し分析した結果、Fig. 1 に示す自覚症しらべ群平均値を持つクラスターに分類された。これらを総称して疲労度クラスターと呼び、平均値が高いクラスターから、それぞれ高疲労度クラスター、中疲労度クラスター、低疲労度クラスターとした。Fig. 2 に全データにおける各疲労度クラスターの分類割合を示す。

#### 3.4 被験者属性と疲労度クラスター

性別と疲労度クラスターの関係を Fig. 3 に示す。男性の方が高疲労度クラスターに分類された割合が高い。次に年齢層と疲労度クラスターの関係を Fig. 4 に示す。若年層は20代と30代、高年層は40代と50代である。高疲労度クラスターに分類された割合は若年層が高い。

#### 3.5 バイタルデータと疲労度クラスター

得られたバイタルデータは一日毎にまとめ、日平均値や日標準偏差として算出し分析に使用した。

箱ひげ図の赤い箱の中の横線は標本の中央値を示し、箱の両端は25%と75%の分位点で、それぞれ第1および第

Table 5 自覚症しらべアンケート項目

Questionnaire for Work-related Fatigue Feelings

自覚症群	アンケート内容
I 群 ねむけ感	ねむい、横になりたい、あくびができる、やる気がとぼしい、全身がだるい
II 群 不安定感	不安な感じがする、ゆううつな気分だ、おちつかない気分だ、いらいらする、考えがまとまりにくい
III 群 不快感	頭がいたい、頭がおもい、気分がわるい、頭がぼんやりする、めまいがする
IV 群 だるさ感	腕がだるい、腰がいたい、手や指がいたい、足がだるい、肩がこる
V 群 ぼやけ感	目がしょぼつく、目がつかれる、目がいたい、目がかわく、ものがぼやける

Table 6 回答属性割合

Response Attribute Percentage

年齢層	割合	性別	割合
20代	34.8%	女性	39.7%
30代	30.2%	男性	60.3%
40代	10.6%		
50代	24.3%		

Table 7 環境測定結果

Environmental Measurement Results

	室内温度 (°C)	室内相対湿度 (%)	CO <sub>2</sub> 濃度 (ppm)	照度 (lx)
平均値	24.9	46.7	648.0	659.0
標準偏差	1.7	7.4	91.6	146.6
最大値	28.4	68.3	951.5	1074.3
中央値	24.6	46.0	647.4	647.6
最小値	21.2	28.8	423.7	265.6

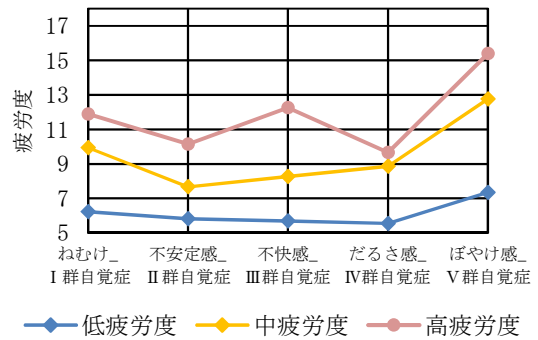


Fig. 1 疲労度クラスター毎の疲労度平均値  
Mean Fatigue Level by Fatigue Level Cluster

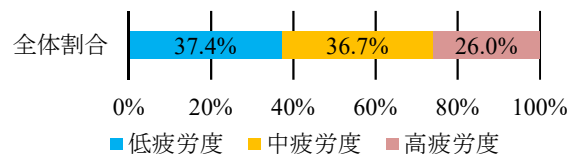


Fig. 2 疲労度クラスター全体割合  
Fatigue cluster overall ratio

3四分位点である。箱の大きさが四分位範囲を示しており、箱の両端のひげは、外れ値を考慮した最大値、最小値まで伸びている。その長さは式(1)と式(2)を用いて計算される。また、緑の線は平均値を示している。

$$\text{外れ値を考慮した最大値} = \text{第3四分位点} + 1.5 \times (\text{四分位範囲}) \quad (1)$$

$$\text{外れ値を考慮した最小値} = \text{第1四分位点} - 1.5 \times (\text{四分位範囲}) \quad (2)$$

Fig. 5に疲労度クラスターと心拍数日平均値との関係を示す。高疲労度クラスターは心拍数日平均値が高い傾向にあり、分散分析の結果も有意だった。

次に拍動間隔から算出した心拍変動指標であるpNN50と疲労度クラスターとの比較を行う。pNN50は、連続した隣接する拍動間隔の差が50msを超える心拍の割合で、副交感神経指標として認知されている。pNN50の上昇は副交感神経の活性を示し、副交感神経の活性は主にリラックス状態が優位とされている。Fig. 6に疲労度クラスターとpNN50の関係を示す。高疲労度クラスターよりも中・低疲労度クラスターの方がpNN50の平均値が高く、分散分析の結果も有意であった。よって疲労度スコアが低い日、被験者はリラックスしていることが多いとわかった。

Fig. 7に疲労度クラスターと皮膚電位平均値を示す。皮膚電位は主に人の覚醒度指標として使われている。高疲労度クラスターは皮膚電位日平均値が高いことから、疲労を感じている時は覚醒度も高いと考えられる。

さらに加速度センサーから、一日の活動のうち1G以上の加速度を伴う動きをした割合を算出し、疲労度クラスターとの関係を見た。1G以上の動きは主に歩行などが含まれる。Fig. 8に1G以上の加速度を伴う動きをした割合と疲労度クラスターとの関係を示す。高疲労度クラスターの方が1G以上動く割合が高く、疲労度が高い日は活動量も多いという関係が示された。

### 3.6 主観的作業時間と疲労度クラスター

主観的作業時間は申告された時間を一日分合計し、各作業の割合を算出し分析に使用した。Fig. 9に疲労度クラスターと情報処理作業時間の関係を示す。高疲労度クラスターの方が明らかに情報処理作業時間に費やしている時間が多く、低疲労度クラスターは少ない。

また、Fig. 10とFig. 11に示した疲労度クラスターと拡散的思考作業時間およびフォーマルコミュニケーション(FC)作業時間の関係を見ると、低疲労度クラスターでは、これらの作業時間が長い。創造的作業や会議などのコミュニケーションでの疲労度は低い傾向だとわかった。

### 3.7 執務空間環境と疲労度クラスター

環境測定データは平日8:00~19:00の間の測定値を各項目とも一日毎に平均値、標準偏差を算出し使用した。

Fig. 12に疲労度クラスターと気温日平均値の関係を示す。高疲労度クラスターを見ると平均気温が高いことが見て取れ、寒冷よりも暑熱の方が疲労に影響を与えてい

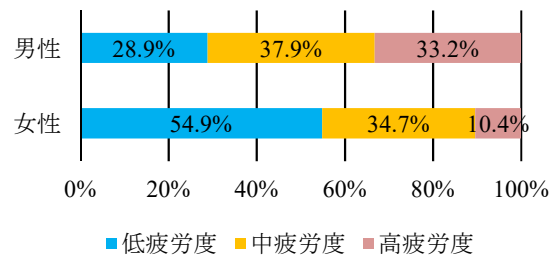


Fig. 3 被験者性別と疲労度クラスター  
Subject Gender and Fatigue Cluster

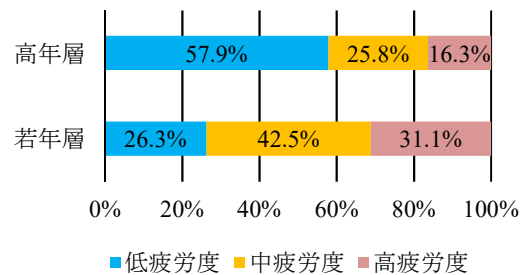


Fig. 4 被験者年齢層と疲労度クラスター  
Subject age group and fatigue cluster

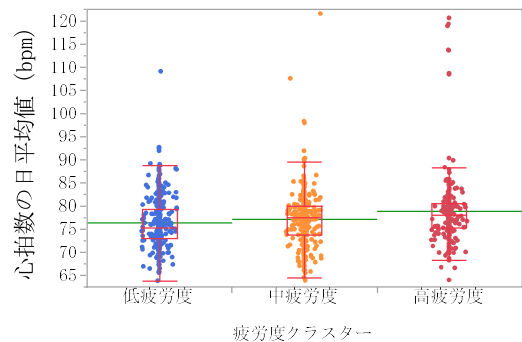


Fig. 5 心拍数日平均値と疲労度クラスター  
Heart Rate Daily Average and Fatigue Level Cluster

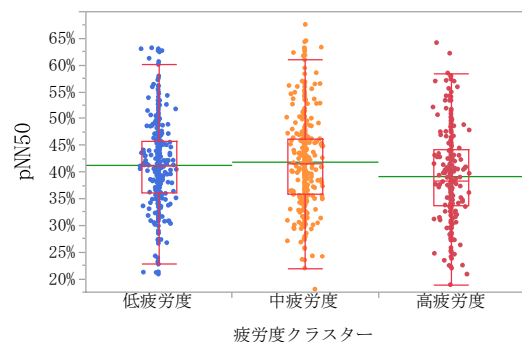


Fig. 6 pNN50と疲労度クラスター  
pNN50 and Fatigue Level Cluster

る可能性がある。なお、季節毎に気温データを分類し同様の分析を行ったが有意差は見られなかった。

Fig. 13 に疲労度クラスターと照度日標準偏差の関係を示す。実験を行なった執務空間は人工光と自然採光を併用しており、一般的な執務空間と比較して空間内の照度変化が大きいのが特徴だが、高疲労度クラスターの場合はその変化が一日の間で大きいことがわかる。安定した環境が疲労度を抑える可能性がある。Fig. 14 に二酸化炭素濃度と疲労度クラスターとの関係を示す。高疲労度クラスターの方が二酸化炭素濃度日平均値は高かった。二酸化炭素濃度が高いと身体への悪影響があることは知られているが、疲労にも影響している可能性がある。

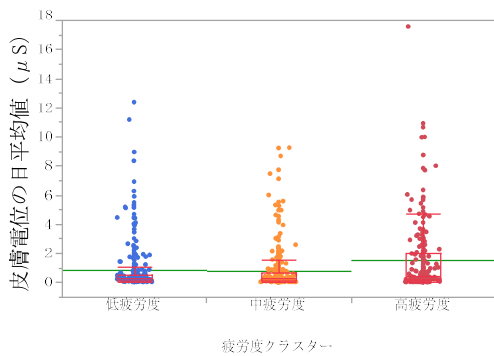


Fig. 7 皮膚電位日平均値と疲労度クラスター  
Cutaneous Potential Daily Mean and Fatigue Cluster

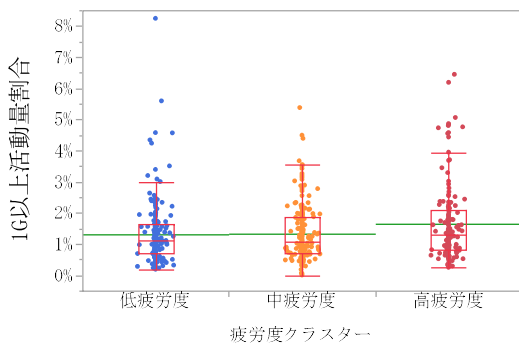


Fig. 8 1G以上活動量日割合と疲労度クラスター  
Activity Over 1G per Day and Fatigue Cluster

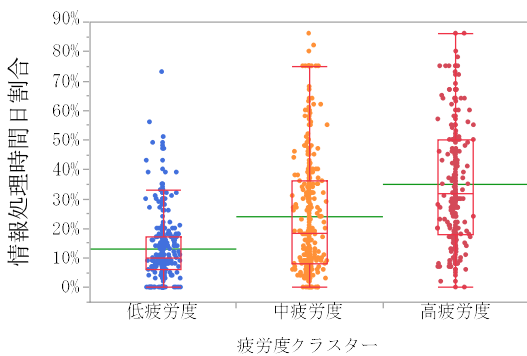


Fig. 9 情報処理時間日割合と疲労度クラスター  
Data Processing Time per Day and Fatigue Cluster

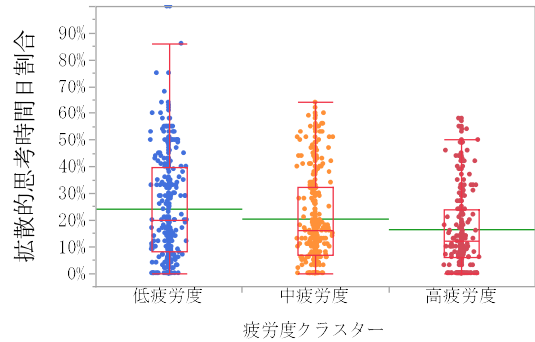


Fig. 10 拡散的思考時間日割合と疲労度クラスター  
Diffuse Thinking Time per Day and Fatigue Cluster

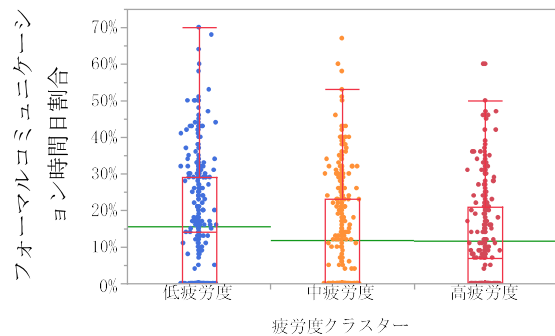


Fig. 11 FC 作業時間日割合と疲労度クラスター  
Formal Communication Time per Day and Fatigue Cluster

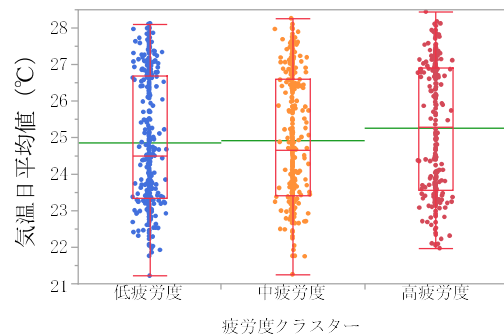


Fig. 12 室温日平均値と疲労度クラスター  
Temperature Daily Average and Fatigue Cluster

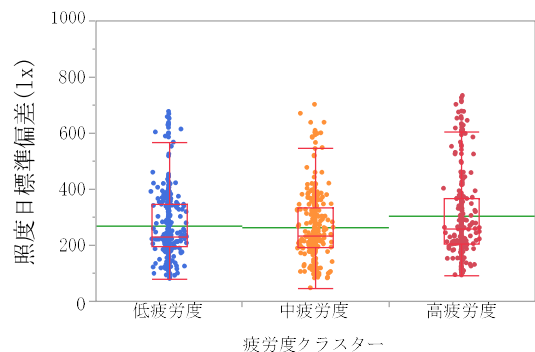


Fig. 13 照度日標準偏差と疲労度クラスター  
Illuminance Day Standard Deviation and Fatigue Cluster



#### 4. 予測式の構築

実験結果から、バイタルデータ、業務内容、環境の各項目から疲労度に関わる要因を取り出すことができた。これら要因から執務空間における疲労度を予測する回帰モデルを導出するため、疲労度クラスターを目的変数、疲労度要因を説明変数とした名義ロジスティック回帰分析を行った。説明変数をバイタルデータ、業務内容、環境の3つに分類し分析を行い、導出された疲労度クラスターを予測分類する回帰モデルをそれぞれ回帰モデルA、B、Cとした。

Table 8に各回帰モデルの概要を示す。p値は「帰無仮説が正しいという前提において、それ以上偏った検定統計量が得られる確率」を示している。モデル全体のp値はどの回帰モデルも0.1%を下回っており、有意といえる。対数値は説明変数のp値を $-\log_{10}(p\text{値})$ という式でp値を変換したもので、解釈しやすくするために利用される。対数値が2以上の説明変数は有意水準1%で有意である。

回帰モデルを使用した疲労度の予測の概要を述べる。式(3)と(4)はバイタルデータを説明変数とした回帰モデルAの線形関数部分である。バイタルデータを線形関数に入力し、それらから得られた数値をロジスティクス関数である確率予測式(5)から(7)へ入力する。出力された確率Prを比較し、どの疲労度クラスターへ分類されるかを判定する。

$$y_{\text{低疲労度}} =$$

$$\alpha_{11} \times \text{心拍数日平均値} + \alpha_{12} \times \text{皮膚電位日平均値} + \alpha_{13} \times pNN50 + \alpha_{14} \times 1G \text{以上活動量割合} + \beta_{11} \quad (3)$$

$$y_{\text{中疲労度}} =$$

$$\alpha_{21} \times \text{心拍数日平均値} + \alpha_{22} \times \text{皮膚電位日平均値} + \alpha_{23} \times pNN50 + \alpha_{24} \times 1G \text{以上活動量割合} + \beta_{12} \quad (4)$$

$\alpha$  : 係数     $\beta$  : 切片

$$Pr_{\text{低疲労度}} = \frac{1}{1 + \text{Exp}(-y_{\text{低疲労度}}) + \text{Exp}(y_{\text{中疲労度}} - y_{\text{低疲労度}})} \quad (5)$$

$$Pr_{\text{中疲労度}} = \frac{1}{1 + \text{Exp}(y_{\text{低疲労度}} - y_{\text{中疲労度}}) + \text{Exp}(-y_{\text{中疲労度}})} \quad (6)$$

$$Pr_{\text{高疲労度}} = \frac{1}{1 + \text{Exp}(y_{\text{低疲労度}}) + \text{Exp}(y_{\text{中疲労度}})} \quad (7)$$

得られた回帰モデルの精度を検証するため、実験データを回帰モデルに入力し、疲労度の分類を行った。各回帰モデルで分類された疲労度クラスターの割合をFig. 15に示す。実験データと比較すると、どの回帰モデルも高疲労度に分類される確率が低くなっている。

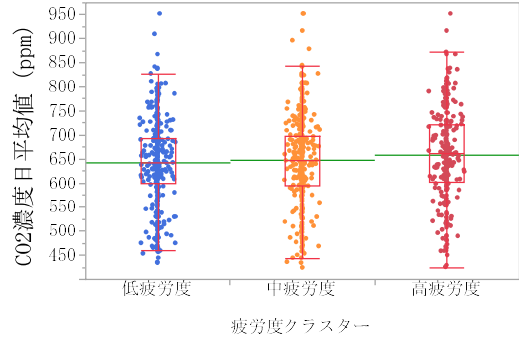


Fig. 14 CO<sub>2</sub>濃度日平均値と疲労度クラスター  
Daily Mean CO<sub>2</sub> Concentration and Fatigue Cluster

Table 8 回帰モデル概要  
Regression model overview

	説明変数	対数値	モデル全体の p 値
回帰モデル A	心拍数の日平均値 (bpm)	6.37	<.0001
	pNN50	1.35	
	皮膚電位の日平均値 (μS)	1.34	
	1G 以上活動量割合	0.94	
回帰モデル B	照度日標準偏差	5.51	<.0001
	気温日平均値 (°C)	2.86	
	CO <sub>2</sub> 濃度日平均値 (ppm)	0.72	
回帰モデル C	情報処理時間日割合	41.64	<.0001
	フォーマルコミュニケーション時間日割合	1.20	
	拡散的思考時間日割合	0.14	

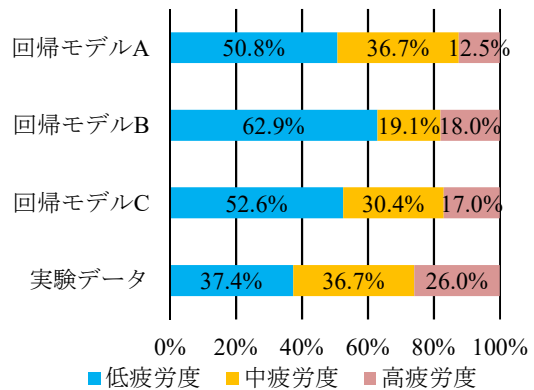


Fig. 15 回帰モデルによるクラスター分類割合  
Cluster classification ratio by regression model

実験データの疲労度クラスターと回帰モデルで分類された疲労度クラスターを比較し、Table 9に示す一致の基準で分類を行った。Table 10に各分類の割合を示す。完全一致の割合は40%から50%で、業務内容を説明変数とした回帰モデルCが最も高い結果となった。回帰モデルを使用した予測では、高疲労度クラスターに分類される割合が低く出たことから、高疲労度クラスターから低、中どちらのクラスターに予測分類されたかを追跡した。分類番号2の不一致の割合を見るとバイタルデータと環境測定値を説明変数とした回帰モデルでは高疲労度クラスターが低疲労度クラスターに分類されていることが多く、予測と実態に乖離があると推測できる。

精度向上を目的に説明変数を統合、調整した回帰モデルを作成した。回帰モデルA, B, Cで使用した説明変数を統合して回帰モデルを作成、対数値が低かった説明変数を不採用とし、再度回帰モデルを作成した。Table 11に得られた回帰モデルDの概要を示す。

回帰モデルDの精度を検証するため、実験データの疲労度クラスターと回帰モデルDで分類された疲労度クラスターを比較し、Table 9に示す基準で分類を行った。Table 12に各分類の割合を示す。Table 10に示した分類の割合と比較すると、分類2の不一致割合が低下しており、完全一致の精度は51.9%と精度が向上している。

得られた回帰モデルから、説明変数となっている項目の数値を入力すると、どの疲労度クラスターに分類されるか、ある程度の精度で予測が可能となった。

## 5. まとめ

建築空間におけるバイタルデータ利用について研究した成果をまとめる。

- 1) 疲労度に関わるバイタルデータとして、心拍数、心拍変動、皮膚電位、活動量を取り出した。
- 2) 疲労度に関わる可能性のある環境要因として、気温、照度、二酸化炭素濃度が示唆された。
- 3) 情報処理作業、拡散的思考作業、フォーマルコミュニケーション作業の各業務は、他の業務に比べ疲労度への影響度が大きい可能性がある。
- 4) 疲労度クラスター予測回帰モデルの予測精度は、業務内容を主にした回帰モデルが最も高かった。
- 5) 説明変数を統合、調整することで疲労度クラスター予測回帰モデルの予測精度が向上した。

研究結果から執務空間における疲労度要因がわかったことで、気温、照度、二酸化炭素濃度の調整や、情報処理作業時間などの業務内容を調整することで、執務者の疲労度を低減する空間作りが可能になると期待できる。

また、バイタルデータを測定し利用することで、回帰モデルから疲労度を予測可能なことから、執務者に対して、予測される疲労度情報を発信し、疲労度を軽減する働き方を促すことができる。したがって本研究結果を活用すれば執務者の健康に寄与する空間が提案可能である。

Table 9 精度分類基準

Accuracy classification criteria	
精度分類名	分類基準
1_不一致(低→高)	低疲労度が高疲労度に分類
2_不一致(高→低)	高疲労度が低疲労度に分類
3_隣接不一致(低→中)	低疲労度が中疲労度に分類
4_隣接不一致(中→低)	中疲労度が低疲労度に分類
5_隣接不一致(中→高)	中疲労度が高疲労度に分類
6_隣接不一致(高→中)	高疲労度が中疲労度に分類
7_完全一致	

Table 10 回帰モデル予測精度割合

Regression model prediction accuracy ratio			
精度分類名	回帰モデル A	回帰モデル B	回帰モデル C
1_不一致(低→高)	5.0%	5.2%	1.0%
2_不一致(高→低)	10.7%	13.8%	6.6%
3_隣接不一致(低→中)	10.1%	7.1%	7.6%
4_隣接不一致(中→低)	16.6%	23.7%	17.3%
5_隣接不一致(中→高)	3.0%	5.1%	6.7%
6_隣接不一致(高→中)	9.1%	4.7%	10.1%
7_完全一致	45.5%	40.5%	50.8%

Table 11 回帰モデル D 概要

Regression model D overview			
	説明変数	対数値	モデル全体の P 値
回帰モデル D	情報処理時間日割合	39.15	<.0001
	照度日標準偏差	3.23	
	皮膚電位の日平均値(μS)	1.71	
	心拍数の日平均値(bpm)	1.48	
	CO2 濃度日平均値(ppm)	1.06	

Table 12 回帰モデル D 予測精度割合  
Regression model D Prediction accuracy ratio

精度分類名	回帰モデル D
1_不一致(低→高)	1.2%
2_不一致(高→低)	6.5%
3_隣接不一致(低→中)	8.0%
4_隣接不一致(中→低)	16.7%
5_隣接不一致(中→高)	5.9%
6_隣接不一致(高→中)	9.9%
7_完全一致	51.9%

今後は研究結果を執務空間設計へ応用する方法や、疲労度を軽減する環境の最適化を設備と連動することで行えるような手法などを探っていきたい。

#### 参考文献

- 1) 長澤, 他: 女性による街中空間と自宅での生体計測(脳波・唾液アミラーゼ)による検討 くつろぎの生活空間とストレス評価 その2, 日本建築学会学術講演梗概集(環境 I), pp. 5-8, 2017
- 2) 早川, 他: ビジネス顕微鏡: 実用的人間行動計測システムの開発, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 96(10), pp. 2359-2370, 2013
- 3) 森脇, 他: ビジネスコミュニケーションの測る化, 電子情報通信学会誌 96(8), pp. 621-625, 2013
- 4) 小川, 他: オフィスの歩行空間の室内環境が執務者の自律神経状態と知的生産性に及ぼす影響, 日本建築学会学術講演梗概集(環境 I), pp. 107-108, 2015
- 5) 神田, 他: 観葉植物が居住者の生理・心理反応及び知的生産性に及ぼす影響に関する研究: その3, 日本建築学会学術講演梗概集(環境 I), pp. 141-142, 2013
- 6) 水野, 他: 大学院生の執務中における会話・リフレッシュ行為による皮膚電位水準, 疲労度の変化の研究, 日本建築学会学術講演梗概集(建築計画 I), pp. 713-714, 2011
- 7) 城憲秀: 新版「自覚症しらべ」の提案と改訂作業経過. 労働の科学 57, pp. 299-304, 2002
- 8) 建築物衛生的環境確保に関する法律施行令(昭和四十五年政令第三百四号) 第二条の一