

# PC 操作モニタリングシステムを用いた オフィスワーカーストレスと室内外気温の関係性分析

鳥羽美奈子<sup>†1</sup> 恵木正史<sup>†2</sup> 櫻井隆雄<sup>†2</sup> 藤田幸久<sup>†2</sup>

オフィスワーカーのストレスに気温等の環境が与える影響を客観的に検証することが課題となっている。そこで、オフィスワーカーのストレスに室内外気温が与える影響を客観的に検証するため、PC 操作モニタリングシステムをもちいたオフィスワーカーストレスと室内外気温の関係性分析手法を提案する。本システムでは、各 PC にインストールされたエージェントがユーザーのキーボード操作等の PC 操作ログを逐一記録する。本システムサーバはこの PC 操作ログを収集し、業務傾向等を分析する。PC 操作ログの特徴量と人間のストレスに関係があることは既知の研究でわかっている。そこでこの PC 操作モニタリングシステムをもちいて 12 ヶ月間×16 名の被験者の PC 操作ログを取得してストレスを示す特徴量を算出し、室内外気温との関係を検証する実験を行なった。その結果、外気温の推移に対応してストレスを示す PC 操作特徴量も連続的に推移し、特に外気温が 8℃と 22℃の際に大きな変化をみせることがわかった。またこの外気温 8℃と 22℃は、ちょうど実験環境のビルが空調利用と自然換気を切り替え室内気温に不連続な変化等がある時期であったことがわかった。これにより、オフィスワーカーのストレスは外気温と室内空調運用の組合せに大きく影響を受けていることを、PC 操作モニタリングシステムをもちいた本分析から定量的に明らかにすることが出来た。

## Relational Analysis of Air Temperature and Office Worker Stress using PC Operation Monitoring System

MINAKO TOBA<sup>†1</sup> MASASHI EGI<sup>†2</sup>  
TAKAO SAKURAI<sup>†2</sup> YUKIHISA FUJITA<sup>†2</sup>

It has become an issue to verify the effects of environmental temperature to the office workers stress objectively. To verify it, we propose a relational analysis method of air temperature and office worker stress using PC operation monitoring system. In this system, agent software that is installed on each PC records user's PC operation: mouse operation, keyboard operation, etc. in detail at PC operation log data. Existing research revealed that PC operation log feature quantities have a relation with human stress. Then we carried out an experiment to verify the relational of air temperature and office worker stress using PC monitoring logs of 16 subjects by 12 months. As a result, it was found that PC operating feature quantity which indicates stress changes continuously in response to outdoor air temperature. Particularly, the feature quantity shows significant changes in the case that outdoor air temperature is 22 degrees and 8 degrees. Furthermore it was found that there were changes of indoor air conditioner operation at these outdoor air temperatures. By this study which is using PC operation monitoring system, it was clarified that office worker stress is greatly affected by a combination of indoor air conditioning operation and outside temperature.

### 1. はじめに

オフィスワーカー等ホワイトカラーの業務現場においては、メンタルヘルス障害の増加といった背景に伴ってオフィスワーカーが受けるストレス評価が注目を集めている。ストレスの原因としては過重労働[1]、職場の上司や同僚との人間関係、仕事や人事の変化[2]の他、室内外の気温等、物理的な環境の変化による自律神経への影響も大きいと言われている[3][4][5][6]。ストレスは健康への影響および業務生産効率の低下をまねく。そこでオフィスワーカー本人にとっても雇用者やマネージャー層にとっても、オフィスワーカーのストレス状況の変化に対する早めの「気付き」が求められている。

表 1 ビッグデータ取得システムの例

Table 1 Example of big data acquisition system.

分類	例
Web システム	SNS, Web アクセス, e-コマース購買履歴
社会インフラ	鉄道, 電力, 昇降機, プラント
人間行動	顧客行動履歴, ライフログ, PC 操作ログ

一方、各種センサや高速ネットワークの普及に伴い、長期間にわたって大規模なログデータを取得することが可能なビッグデータ取得システムが注目されている。表 1 にビッグデータ取得システムの一例を示す。例えば Web システムのビッグデータ取得システムとしては、SNS, Web アクセス, e-コマース購買履歴等、web サーバのアクセス履歴

<sup>†1</sup>(株)日立製作所 横浜研究所  
Yokohama Research Laboratory, Hitachi Ltd.  
<sup>†2</sup>(株)日立製作所 中央研究所  
Central Research Laboratory, Hitachi Ltd.

等を取得するシステムがある。また社会インフラシステムのビッグデータシステムとしては、鉄道、電力、昇降機、プラント等、機器の稼働状況等を M2M (Machine to Machine) で把握するシステムが知られる。さらに、人間行動に関するビッグデータ取得システムとしては、顧客行動履歴、ライフログ[7]や PC 操作ログ[8, 9, 10, 11]のシステムが知られる。

こういった状況からオフィスワーカーを対象としたビッグデータ取得システムの研究が盛んになっており、生産性向上や業務環境向上への貢献を目的とするオフィス向けシステムが多く提案されている。例えば、web システム取得ログを用いてメーリングリストのログからオフィスワーカー間の関係性を抽出したり[12]、長期大規模運用のログに基づいて、企業内コミュニティを分析するシステム[13]、また人間行動取得ログとして、名札型デバイスに加速度センサ等のセンサを組み込むことで、組織構造を分析を目的とし業務におけるコミュニケーション等の活動プロセスをモニタリングするシステム[14]、時間外勤務把握等を目的とし PC 稼働時間から就労管理を行うシステム[15]、PC にインストールしたエージェントが PC 操作ログを網羅的に採取し、そのログを分析することで業務プロセスを可視化するシステム[8, 10] 等が実用化されている。さらに、PC 操作ログの特徴量を分析することでオフィスワーカーのストレスを評価する研究[11]も報告されている。

## 2. 従来研究と本研究の課題

### 2.1 従来のストレス評価手法

ストレス評価手法として、これまで複数の指標が提案されている。表 2 に従来のストレス評価指標を示す。なおここでは疲労度や生産効率の低下など、ストレスに類する指標を含める。オフィス業務の生産効率を図る指標として、定型業務では行った業務の成果物の物理量が用いられてきた。例えばコールセンターのオペレータ業務では、受電件数が多いほど生産効率が高いとされる[3]。一方、事務業務、研究業務等のような非定型業務や知的業務では、受電件数のような物理量だけでは単純に評価できないため、生産効率の計測が困難だった。そのため、非定型な業務の効率を評価するには、本来の業務を中断させて仮に定型的な作業を行わせ、効率を評価する方法が用いられてきた。例えば、計算問題や英文の書き写しを行い、正答問題数で評価する方法[3, 4]がある。またやはり本来の業務を中断させて、脳内酸素代謝量[3]や唾液アミラーゼ量[16, 17]などの生理量を測定することで疲労度を推定する方法、チクセントミハイのフロー理論等により「作業への没頭度」をアンケートで評価する主観評価[3, 5]、高頻度に点滅する光の認識頻度から集中度を評価するフリッカテスト[18] といった方法が用いられた。しかしこれらの方法ではいずれも、本来の業務を中断させてテストを受けさせたり、テスト用の環

境を構築する必要があったため、実際の業務環境においては、業務を中断することなく容易に生産効率を評価することはできなかった。またこういった問題のある手法では、長期間にわたって多数に被験者を対象にした評価を行うことは困難だった。

表 2 従来のストレス評価指標

Table 2 Existing stress index.

従来指標	特徴	問題点
定型作業の成果物の物理量	業務の成果物の量 (コールセンターの受電件数等) で生産効率を評価	・非定型業務や知的業務 (事務業務, 研究業務等) では利用困難
仮の定型的作業の成果物	計算問題や英文の書き写しを行い、正答問題数で生産効率評価	・本来の業務を中断させる
脳内酸素代謝量, 唾液アミラーゼ分泌量等の生理量	脳の活性度, 唾液アミラーゼ量を計測することで疲労度を評価	・本来の業務を中断させる ・環境の構築が困難
主観評価 (チクセントミハイのフロー理論等)	アンケートで「作業への没頭度」を評価	・本来の業務を中断させる ・客観的でない
フリッカ検査	高頻度に点滅する光の認識頻度から集中度・疲労度を評価	・本来の業務を中断させる ・環境の構築が困難

そこで筆者らは、知的業務・非定型業務に従事するオフィスワーカーを対象として、本来の業務を中断させず、環境の構築が容易かつ客観的なストレス評価手法である「PC 操作ログ取得システムを用いたストレス評価」手法を提案している。PC 操作ログを用いれば長期間にわたって多数に被験者を対象にすることも可能となる。本手法を次章に詳述する。

### 2.2 PC 操作モニタリングシステムと、本システムによるストレス評価

#### 2.2.1 PC 操作モニタリングシステムの概要

筆者らは従来よりオフィスワーカーの人間行動ビッグデータである PC 操作ログに着目し、PC 操作ログを分析することで業務状況をモニタリングする「PC 操作モニタリングシステム」の研究に取り組んでおり、また一部製品化している[9, 10, 11]。図 1 に PC 操作モニタリングシステムの概要を示す。本システムでは各オフィスワーカーの PC に

インストールされた記録エージェントがキーボードやマウスの操作状況、OS やアプリケーションの動作状況を詳細に PC 操作ログに記録する。記録エージェントによる CPU 利用率の上昇は平均 0.1%未満のため、オフィスワーカーに PC 操作感の悪化は感じさせない。PC 操作ログはアップローダーによって分析サーバに自動収集され、データベースに格納される。分析サーバはこのログを分析し、web 画面等で業務傾向等の分析結果を提示する。筆者らは、本システムを業務生産性向上やオフィスワーカー教育へ向けたコンサルティングのツールとして提案している[19]。

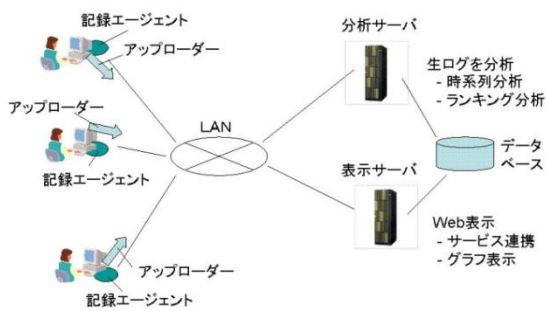


図1 PC 操作モニタリングシステムの概要  
Figure 1 Overview of PC operation monitoring system

本システムが取得する PC 操作ログの仕様について示す。図2は PC 操作ログの一例である。操作するごとに、タイムスタンプ(TIME, SECOND) とともに、マウス操作やキーボード操作などの操作内容 (MESSAGE), 対象のプロセス ID (PID) やアプリケーション名(APPLICATION) 等を記録する。技術的には押下したキーまで、すなわち入力したテキスト内容まで判別可能だが、プライバシー保護のため本論文の実験で用いたシステムでは記録していない。押下したキー種別は、テキスト/ファンクション/Delete, Backspace 等の判別までを記録している。PC 操作ログは 1 日に 1 ファイルを CSV ファイルで記録する。1 日あたりの PC 操作ログのサイズは、PC 業務を中心としたオフィスワーカーの場合で 10~20MB 程度である。

NO	TIME	SECOND	MESSAGE	PID	APPLICATION
...	...	...	...	...	...
892	15:55:46	26861952	KEYBOARD_DOWN	65	Internet Explo
893	15:55:46	26862330	KEYBOARD_DOWN	65	Internet Explo
894	15:55:49	26862351	MOUSE_LEFT_CLICK	65	Internet Explo

図2 PC 操作ログの一例  
Figure 2 example of PC operation log data

### 2.2.2 PC 操作モニタリングシステムを用いたオフィスワーカーのストレス評価

2.1 に述べた従来のストレス評価方法ではいずれも、本

来の業務を中断させてテストを受けさせたり、テスト用の環境を構築する必要があったため、実際の業務環境においては、業務を中断することなく容易に生産効率を評価することはできなかった。そこで筆者らは、2.2.1 に述べた PC 操作モニタリングシステムを用いてオフィスワーカーのストレスを判定する手法を提案している[11]。この提案における実験では、被験者であるオフィスワーカー10人を対象に、ストレスを示す既知の指標である「唾液アミラーゼ分泌量」と、複数の PC 操作ログ特徴量の関係を検証した。なお唾液アミラーゼ分泌量はストレスが大きくなるほど増加する。その結果、PC 操作ログ特徴量のひとつである「キーボード入力の総ストローク数に対する、Backspace/Delete のストローク割合」と唾液アミラーゼに関係性が高いことがわかっていく。図3に、この実験の結果である BackSpace/Delete 割合と唾液アミラーゼ量の散布図を示す。これより、唾液アミラーゼ分泌量、すなわちストレスが小さい状態から徐々に増加するにつれ Backspace/Delete 割合も増加してかつ分散が大きくなっていき、ストレスが中程度を越えると、ストレスが大になるにつれ今度は減少して分散も小さくなっていく傾向があることが示された。これにより、表3の Backspace/Delete 割合の分散とストレスの関係に示すように、Backspace/Delete 割合の分散が小さいときはストレス小または大、Backspace/Delete 割合の分散が大きいときはストレス中ということが明らかになっている。

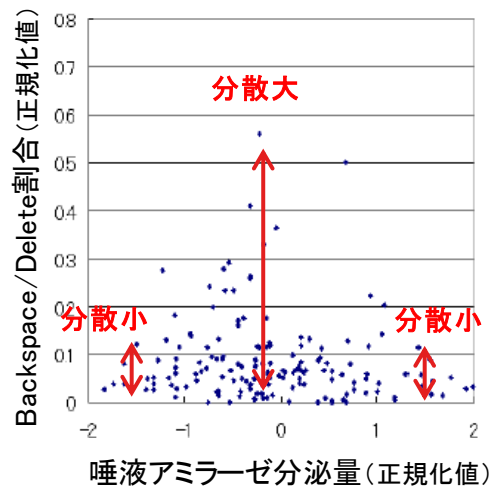


図3 BackSpace/Delete 割合と唾液アミラーゼ量の散布図  
Figure 3 Scatter chart of Backspace/Delete ratio and saliva amylase.

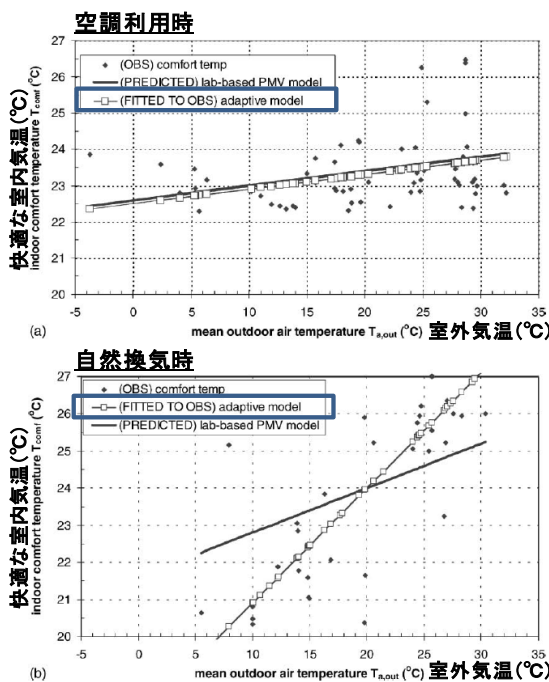
表3 Backspace/Delete 割合の分散とストレスの関係  
Table 3 Backspace/delete ratio and stress.

Bs/Dl 割合の分散が小さい	ストレス小または大 (どちらかは判別不能)
Bs/Dl 割合の分散が大きい	ストレス中

### 2.3 従来のオフィswーカーストレスと室内外気温の関 係に関する研究

一方、オフィswーカーストレスと室内外気温の関  
 係に関する規格としては、ASHRAE (American Society of Heating,  
 Refrigerating and Air-Conditioning Engineers アメリカ暖房冷  
 房空調学会) RP-884 Database[6]が知られている。これは、  
 被験者の主観評価に基づき快適な室内気温を定めた規格で  
 ある。図4にASHRAE RP-884 快適な室内気温と外気温の  
 関係を示す。凡例を枠で囲んだ線が、ある外気温に対する  
 快適な、すなわちストレスの少ない室内気温を示す。本規  
 格は空調利用時と、自然換気の2種類がある。それぞれ横  
 軸が外気温、縦軸が快適な室内気温である。これらより、  
 -快適な (=ストレスの少ない) 室内気温は、  
     (一定ではなく) 室外気温に依存する  
 -快適な (=ストレスの少ない) 室内気温は、  
     空調使用時と自然換気時で異なる  
 -室内気温と室外気温の差は小さいほうが快適な傾向が  
     あり、この傾向は特に自然換気時に顕著である  
 ことがわかる。

図4 ASHRAEによる快適な室内気温と外気温の関係  
 Figure 4 Comfort indoor temperature and outdoor temperature  
 by ASHRAE



(引用元: ASHRAE RP-884 Database [6])

### 2.4 本研究の課題

2.3 に述べた従来の室内外気温とストレスの関係性にお  
 いては、ストレス (快適性) の評価は主観評価であり、客  
 観的な評価ではないという問題があった。また、2.1 にあ  
 げた客観的なストレス評価方法においては、評価のために

構築する実験環境が必要なため、オフィsw環境で行なう  
 ことが困難であった。また、オフィswーカーに本来の業  
 務を中断させて評価実験を受けさせる必要があるため、長  
 期間にわたって多数の被験者を対象に実験を行なうことは  
 困難だった。そこで本研究では

- ・定量的に、かつ長期間にわたって  
     オフィswーカーのストレスと室内外気温の関係性を分  
     析する  
 ことを課題とする。

### 3. PC 操作モニタリングシステムを用いたオフィsw ーカーのストレスと室内外気温の関係性 分析手法の提案

PC 操作モニタリングシステムは、人間行動ビッグデータ  
 である PC 操作ログをオフィsw環境においてオフィsw  
 ーカーの本来の業務を中断させることなく長期間取得する  
 ことを可能とする。そこで前章に挙げた課題を解決するた  
 め、PC 操作モニタリングシステムを用いてオフィsw  
 ーカーのストレスと室内外気温の関係性を分析する手法を提  
 案する。

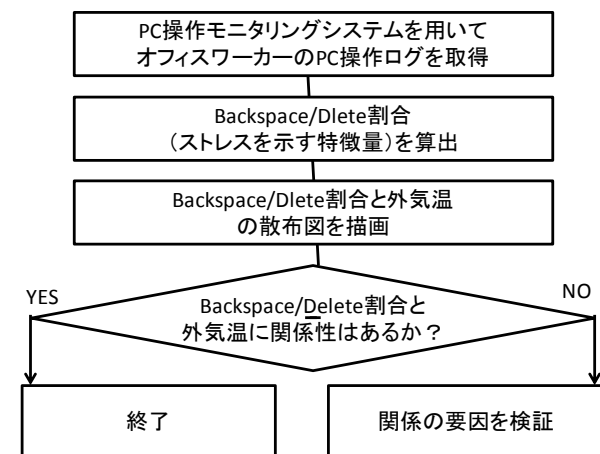


図5 PC 操作モニタリングシステムを用いた  
 オフィswーカーのストレスと室内外気温の  
 関係性分析のフローチャート

Figure 5 Flow chart of stress and air temperature analysis  
 using PC monitoring system.

まず外気温との関係性について分析する。図5に「PC  
 操作モニタリングシステムを用いたオフィswーカーの  
 ストレスと外気温の関係性分析」のプロセスのフローチャ  
 ートを示す。本プロセスではまず、PC 操作モニタリングシ  
 ステムを用いて複数人の長期間にわたるPC 操作ログ大量デ  
 ータを収集する。次に、ストレスを示すPC 操作特徴量で  
 ある Backspace/Delete 割合を日ごとに算出する。被験者の  
 個人差を除外するため、算出結果は正規化する。さらに、  
 外気温データとの関係性を検討するため、Backspace/Delete

の割合と外気温の散布図を描画する。この散布図から、Backspace/Delete 割合と外気温の関係性の有無を判定する。散布図からの判定方法は図 6 に後述する。Backspace/Delete の割合と外気温に関係が無い、すなわちストレスと外気温に関係が無いと判定されれば、本分析はここで終了となる。Backspace/Delete の割合と外気温が無関係であることが棄却されれば、すなわちストレスと外気温になんらかの関係性があると判定されれば、関係の要因を検証する。

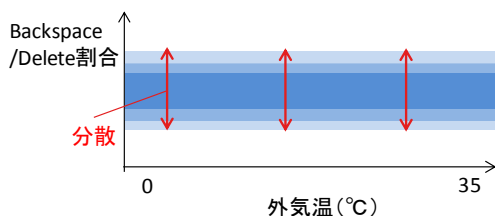


図 6 Backspace/Delete の割合と外気温に関係が無い場合の Backspace/Delete の割合と外気温の散布図

Figure 6 Scatter chart of f Backspace/Delete ratio and outdoor air temperature (No correlation).

表 4 Backspace/Delete 割合と外気温の関係が無い場合の散布図の形状

Table 4 Average and variance of Backspace/Delete ratio.

散布図の帯の形状	Backspace/Delete 割合と外気温に関係が無い場合
傾き	傾きが無く水平
縦幅(分散)	外気温によらず一定
濃淡	—

散布図から Backspace/Delete 割合と外気温に関係性の有無を判定する方法を述べる。図 6 は、Backspace/Delete 割合と外気温に関係が無い場合の Backspace/Delete 割合と外気温の散布図であり、縦軸が Backspace/Delete 割合、横軸が外気温である。表 4 に Backspace/Delete 割合と外気温の関係が無い場合の散布図の形状をしめす。Backspace/Delete 割合と外気温に関係が無い場合は、散布図は傾きの無い水平な線な帯状となる。また外気温によらず帯の縦幅すなわち分散は一定である。この「Backspace/Delete 割合と外気温に関係が無い場合」が棄却できる場合、すなわち散布の帯に傾きがある、もしくは分散が一定でなく、特定の温度で分散が大きくまたは小さくなっている場合は、Backspace/Delete 割合と外気温になんらかの関係があることを示す。そのため、さらに関係の要因を検証する。

#### 4. 実験

前章に示す提案手法を用いて実験を行なった。表 5 に被験者を示す。また、図 7 に実験を実施したオフィスビルの外観、表 6 に実験環境を示す。

表 5 被験者

Table 5 Subjects

被験者数	16 名
職種	研究員 (情報系)
年齢・性別	20 代～40 代の男女
PC スキル	上級者。タッチタイピングが問題ないレベル。
標準的な外気との接点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 駅から片道 10～15 分の徒歩</li> <li>・ 食堂・売店への移動</li> <li>・ 打合せ等による敷地内他ビル、別の場所への移動</li> </ul>
PC 利用時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ほぼ毎日利用</li> <li>・ 数時間/日が標準的</li> </ul>
使用 OS	Windows XP
主な使用ソフト	Web ブラウザ, メールクライアント, Microsoft Office, 開発環境等

WindowsXP, Microsoft Office は米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または商標です。



図 7 実験を実施したオフィスビル外観

Figure 7 Office building examination held.

表 6 実験環境

Table 6 Experimental environment.

ログデータ取得期間	2011 年 10 月～2012 年 9 月 (1 年間)
ビル所在地	横浜市戸塚区
環境	オフィスビルの居室
室外気温	気象庁公開の日次気温データ (計測ポイント: 横浜市)
室内気温 (※管理目標値)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 夏季 (7～9 月) : 28℃ (冷房利用)</li> <li>・ 冬季 (12～3 月) : 20℃ (暖房利用)</li> <li>・ 中間期 (4～6, 10～11 月) : 外気温に順ずる (自然換気)</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中央管理システムや BEMS は無い。</li> <li>・ 室内気温は施設管理部署が安全衛生基準法に基づいて、管理目標値に沿うよう逐次点検・管理</li> </ul>

## 5. 結果

前章に述べた提案手法により実験を実施した。結果を述べる。

### 5.1 Backspace/Delete の割合と外気温の散布図

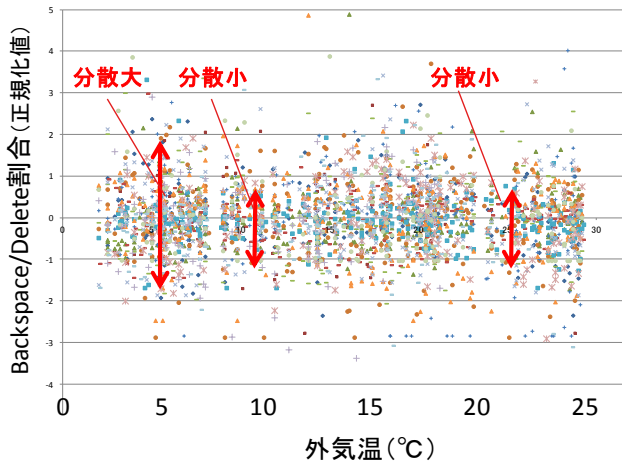


図 8 Backspace/Delete の割合と外気温の散布図  
(被験者全員分の値を正規化)

Figure 8 Scatter chart of Backspace/Delete ratio and outdoor air temperature (all examinees, normalized value).

図 8 に、実験結果である Backspace/Delete の割合と外気温の散布図を示す。Backspace/Delete 割合は被験者全員分の値を正規化してマージした。まず図 8 を目視確認すると、

- ・傾き：傾きが無くほぼ水平
- ・縦幅（分散）：一定でない。特に外気温 8°C、22°C 付近の縦幅（分散）が小さい。

となっていることが読み取れる。これは表 4 に示した Backspace/Delete 割合と外気温の関係が無い場合の散布図の形状には当てはまらないため無関係は棄却され、Backspace/Delete 割合と外気温にはなんらかの関係があると判断できる。そこで次節で分散を算出し、定量的に検証する。

### 5.2 Backspace/Delete の割合の分散

図 8 Backspace/Delete の割合と外気温の散布図に対し、Backspace/Delete 割合の分散を算出してグラフ化した。その結果を図 9 の外気温に応じた Backspace/Delete 割合の分散に示す。なお分散は、外気温 1°C 単位で分割して算出している。図 9 より、分散は一定でなく 8°C と 22°C を谷とする W 字状に推移していることがわかり、Backspace/Delete の割合、すなわちストレスと外気温は関係があると言える。またデータサンプル数が少ないため等と推測される異常値もいくつかあった。5.4 節でさらに 8°C と 22°C でどのような状況の変化があったのかについて検討を続ける。

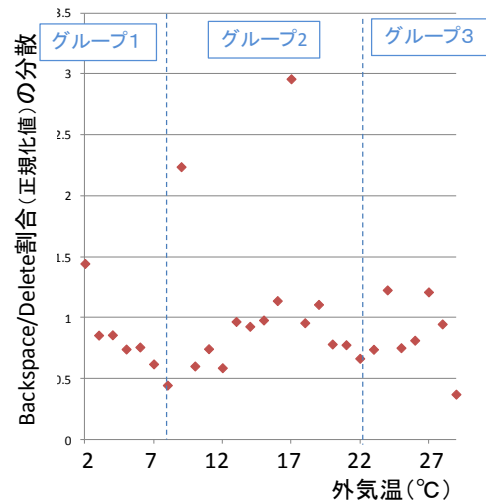


図 9 外気温に応じた Backspace/Delete 割合の分散  
Figure 9 Variance of Backspace / Delete rate proportional to the outdoor air temperature

### 5.3 分散と空調の切替時期を比較した検討

8°C と 22°C でどのような状況の変化があったのかについて検討する。まず図 10 に年間を通した外気温の推移と空調切替を示す。表 6 の実験環境に示したように、外気温は気象庁発表の横浜市のデータである。また空調切替時期は施設管理課の発表による。網掛け無しの期間が空調利用月（12～3、7～9 月）、網掛け有りの期間が自然換気月（10～11、4～6 月）を示す。このグラフより、外気温がおおよそ

- 10°C～22°C の時期：自然換気
- 10°C 以下もしくは 22°C 以上：空調利用

であることが読み取れる。

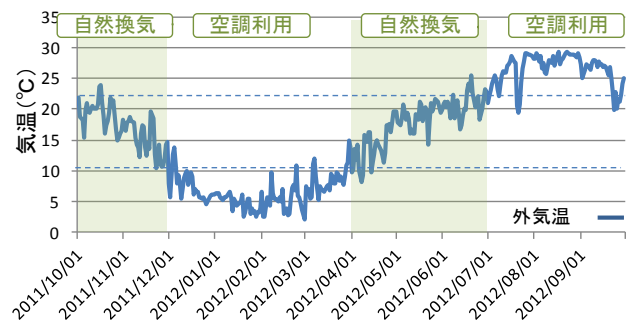


図 10 年間を通した外気温の推移と空調切替  
Figure 10 Transition of outdoor air temperature throughout the year and air conditioning switching

さらに、図 9 の外気温に応じた Bs/DI の分散と外気温の散布に、図 10 の年間を通した外気温の推移と空調切替から判断できる空調切替時期を重畳したのが図 11 の外気温に応じた Backspace/Delete 割合の分散と空調切替時期である。

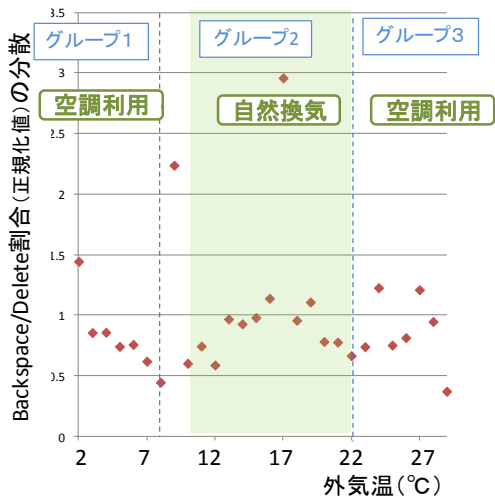


図 11 外気温に応じた Backspace/Delete 割合の分散と空調切替時期

Figure 11 Variance of Backspace / Delete a rate proportional to the outdoor air temperature

図 11 より, Backspace/Delete 割合の分散推移を示す W 字の谷と, 自然換気/空調利用の空調切替の時期がほぼ重なることがわかった。

8~10°C (谷): 空調利用から自然換気へ切替

22°C (谷): 自然換気から空調利用の切替

これより, 自然換気/空調利用の空調切替が Backspace/Delete 割合, すなわちオフィスワーカーのストレスに影響を与えていることがわかった。

## 6. 考察

研究結果について考察する. まず図 3, 表 3 に示す既存研究の結果より Backspace/Delete の分散が大きいときはストレスが中, 分散が小さいときはストレスが小または大(判別不能)がわかっている. 本論文の実験結果からは, 図 9 に示すとおり外気温が 2°C, 16°C, 27°C 付近は分散が大きい, 8°C, 22°C は分散が小さいということがわかった. すなわち, 外気温が 2°C, 16°C, 27°C 付近はストレスが中, 外気温が 8°C, 22°C 付近はストレスが中小または大(判別不能)といえる. 表 7 にこの外気温とストレスの関係をまとめる.

表 7 外気温とストレスの関係

Table 7 Outdoor air temperature and stress.

外気温	Bs/DI 分散	ストレス
2°C, 16°C, 27°C	大きい	中
8°C, 22°C	小さい	小または大 (判別不能)

外気温が 8°C, 22°C の際は, ストレスが小または大の判別不能であるため, 外気温に応じたストレスの推移は 4 パターン考えられる. この推移パターンを, 図 12 実験結果から考えられる外気温に応じたストレスの推移に示す.

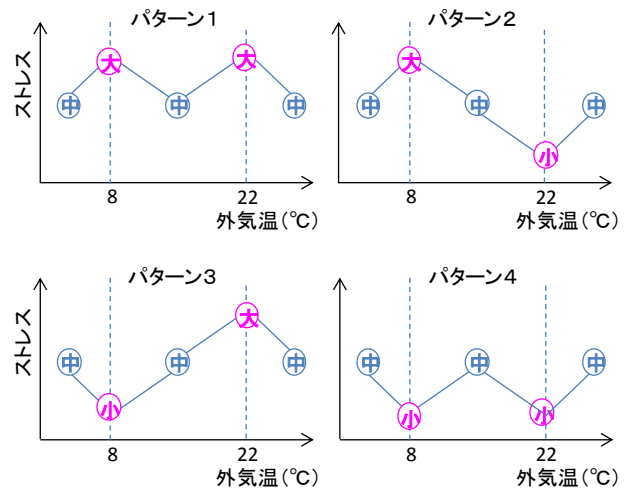


図 12 実験結果から考えられる外気温に応じたストレス推移

Figure 12 Stress transition corresponding to the outdoor air temperature which can be considered from the experimental results.

ここで, 8°C と 22°C の状況を検証するため, 図 13 に外気温と室内気温の推移を示す. なお表 6 の実験環境に示すとおり, 室内気温は施設管理部署の管理目標値からの推定値である.

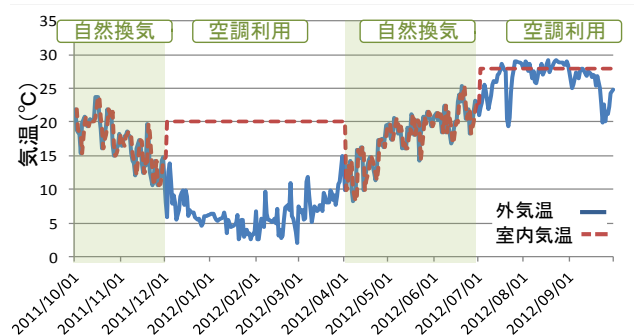


図 13 外気温と室内気温

Figure 13 Outdoor air temperature and indoor air temperature.

図 13 も用いて実験結果を考察する. まず外気温が 8°C となったのは 12 月上旬, 3 月下旬付近である. ここでは外気温 8°C に対し室内気温が 20°C である. それぞれ自然換気から空調利用への切替直後, 空調利用から自然換気への切替直前の空調利用時期に相当し, 室内外気温の差が 12°C と大変大きい. 本外気温のデータは気温の低い深夜・早朝を含めた 24 時間の平均値であるから, 日中の気温は若干高くなるが, それでも室内気温と室外気温に 10°C 程度の差がつくと考えられる. 図 4 にしめした ASHRAE による快適な室内気温と外気温の関係[6]の空調利用時の快適室内温度のグラフからも, この室内外気温差は不快な状態であると判断

でき、ストレスが大きいと考えられる。また外気温が 22°C となったのは 10 月 1 日前後、7 月 1 日前後である。この時期はちょうど自然換気/空調利用の切替時期と重なる。自然換気/空調利用の切替をしても室内気温は実質 3°C 程度しか変わらず、室内外気温差は小さい。日中の室外気温が若干高くなることを考慮すると室内外気温にほとんど差は無く、これは ASHRAE 規格[6]からも快適範囲であるといえ、ストレス小さいと考えられる。これらより、パターン 2 の N 字型のストレス推移が妥当かと考えられる。

## 7. おわりに

### 7.1 結論

本研究では、オフィスワーカーのストレスに室内外気温が与える影響を客観的に検証するため、PC 操作モニタリングシステムをもちいたオフィスワーカーのストレスと室内外気温の関係性分析手法を提案した。12 ヶ月間×16 名の被験者の PC 操作ログを取得してストレスを示す特徴量を算出し、室内外気温との関係を検証する実験を行なった。その結果、外気温の推移に対応してストレスを示す PC 操作特徴量も連続的に推移し、特に外気温が 8°C と 22°C の際に大きな変化をみせることがわかった。またこの外気温は、ちょうど実験環境のビルが空調利用と自然換気を切り替え室内気温に不連続な変化等があった時期であったことがわかった。これにより、オフィスワーカーのストレスは外気温と室内空調運用の組合せに大きく影響を受けていることを、PC 操作ログから定量的に明らかにすることが出来た。

### 7.2 今後の課題

まず、図 9 の実験結果に見られる異常値の理由の検討が課題となる。データサンプル数が少ないための異常値もあったが、理由のわからない異常値もあった。気温以外の要因、例えば業務上負荷のかかる時期だった等の理由による異常値で有ったことも考えられる。このような、気温以外のストレス要因が及ぼすストレスを示す PC 操作特徴量におよぼす影響を検討する必要がある。

また、実験結果をビル空調管理等へ応用したシステムの検討が課題である。例えば、適切な自然換気を利用した、省エネかつ快適な空調管理に本実験結果を活用することができるだろう。さらに空調管理に限らず、オフィスビルにて勤務に従事するオフィスワーカーのメンタル不調の検知、復職支援システム等への応用が期待される。

## 参考文献

- 厚生労働省: 脳血管疾患及び虚血性心疾患等(負傷に起因するものを除く.)の認定基準について,平成 13 年 12 月 12 日付け基発第 1063 号厚生労働省労働基準局長通達, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/0112/h1212-1.html>, Dec. 2001.
- 黒川淳一, 井上真人, 井奈波良一, 岩田弘敏:メンタルヘルス不調者への対応事例を通して職場での問題点を考える, 日本職業・災害医学会誌, Vol.56, No.2, pp.53-61, 2008.
- 小林弘造, 北村規昭, 清田修, 西原直枝, 岡卓史, 田辺新一: 執

- 務空間の温熱環境が知的生産性に与える影響コールセンターの長期間実測, 日本建築学会大会学術講演梗概集.D-2, pp.451-456, 2006.
- 松田有加, 伊藤一秀, 村上周三, 金子隆昌: 室内環境満足度による知的生産性評価に関する研究(その 1), Web を利用した室内環境満足度・生産性評価ツールの開発とケース・スタディ, 日本建築学会大会学術講演梗概集.D-2, pp.1135-1136, 2004.
- 西原直枝, 田辺新一: 中程度の高温環境下における知的生産性に関する被験者実験, 日本建築学会環境系論文集(568), pp.33-39, 2003.
- Richard J. de Dear, Gail S. Brager: Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55, Elsevier Energy and Buildings, Volume 34, Issue 6, pp.549-561, 2002
- 相澤清晴: ライフログの実践的活用: 食事ログからの展望,"情報処理, 50(7), pp.592-597, 2009
- 日本マイクロソフト株式会社プレスリリース: 企業内個人「の働き方の現状把握と改善余地を明確にするアセスメントサービス「Microsoft(R) Individual Productivity Assessment」, <http://www.microsoft.com/japan/presspass/detail.aspx?newsid=259>, 2013.7.30 閲覧
- 恵木正史, 直野健, 櫻井隆雄, 高山恒一, 新谷隆彦: イベントログから PC 操作への翻訳規則の自動生成方法, 電子情報通信学会技術研究報告 DE, 106(97), pp.25-30, 2006.
- (株)日立ソリューションズ: PC 業務効率分析システム BM1, <http://www.hitachi-solutions.co.jp/bm1/>, Jan. 2008.
- 鳥羽美奈子, 櫻井隆雄, 森靖英: PC 操作ログの特徴量とオフィスワーカーのストレス量の相関分析, 電子情報通信学会論文誌. J95-D(4), pp.747-757, 2012
- 高橋正道, 北山聡: コンピュータコミュニケーションにおける関係性の抽出とフィードバックおよびその影響の実証実験, 情報処理学会第 57 回全国大会, pp.65-66, 1988.
- 坪井創吾, 石井岳, 梅木秀雄: 企業内コミュニティの長期運用分析, 情報処理学会研究報告, Vol.2009-GN-73 No.16, pp.7-12, 2009.
- Rieko Otsuka, Kazuo Yano, Nobuo Sato: An organization topographic map for visualizing business hierarchical relationships, Proceedings of the 2009 IEEE Pacific Visualization Symposium table of contents, pp.25-32, 2009.
- NTT データ: web 就労管理システム JobCubic Time, "[http://www.ndis.jp/jobcubic/jc\\_time/index.html](http://www.ndis.jp/jobcubic/jc_time/index.html), Jul. 2010.
- 山口昌樹, 花輪尚子, 吉田博: 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能生体医工学, Vol.45, No.2, pp.161-168, 2007.
- 村上満, 田原祐助, 竹田一則, 山口昌樹: 唾液アミラーゼ活性は中学生の心身ストレスの指標になり得るか, 生体医工学.47 No.2, pp.166-171, 2009.
- 小林正之, 小久保敦史, 降旗建治: 感覚特性による疲労・回復チェックシステムの開発, 電子情報通信学会技術報告.EA 104(379), pp.13-18, 2004.
- 直野健, 吉澤政洋, 菊地克朗, 森靖英, 鳥羽美奈子, 櫻井隆雄, 恵木正史: 業務実態把握システムによる残業縮減コンサルティング方法の提案, 情報処理学会研究報告, 2009-DPS-141(16), pp. 1-8, 2009