

大林組技術研究所本館テクノステーションにおける スタンディングデスク導入効果に関する研究

山田 昇 吾 吉野 攝 津 子
杉本 英 夫

Study on Effects of Installing Standing Desks in Techno-Station

Shogo Yamada Setsuko Yoshino
Hideo Sugimoto

Abstract

The purpose of this research is to verify the effect of the standing desk (hereinafter, “SD”), introduced in the “Techno-Station” at the primary building of the Technical Research Institute of the Obayashi Corporation, on health and productivity. In this study, we conducted two experiments. In experiment 1, we placed the SDs in ten subjects’ desks, and measured and compared their concentrations while they were standing or sitting. The results indicate a positive correlation between the duration of the same posture and concentration. However, in the interview survey of the subjects, the same posture for a long time resulted in physical fatigue. In experiment 2, we conducted a questionnaire survey on 100 participants and analyzed the results by the covariance structure analysis. The results indicate that 70% of the participants are satisfied with the use of the SD, and that the introduction of the SD improved the operational efficiency, and physical and mental refreshment of the participants.

概 要

本研究では大林組技術研究所本館「テクノステーション」のWELL認証取得を契機とし、同施設に導入したスタンディングデスク(以下、SD)の心身の健康や生産性への効果の検証を目的とし、実験1[自席でのSD利用の計測実験]と実験2[フロアへのSDの導入に対する心理評価調査]を行った。実験1では、被験者10名の自席にSDを配置し、座位・立位での集中力を比較検証した。結果、同じ姿勢の継続時間と集中度との間には正の相関があることが分かった。一方で被験者へのヒアリング調査では、長時間の同一姿勢は身体疲労に繋がる結果となった。実験2では被験者100名を対象にアンケート調査を実施し、SD導入が利用者の心身の健康や生産性へ寄与しているかについて、共分散構造分析を行った。結果、70%の人がSDの利用に満足しており、利用に肯定的な人にとって、SDの導入が業務効率の向上や、心身のリフレッシュに良い影響を与えている事が示された。

1. 背景と目的

建物性能の認証制度はこれまでに、日本のCASBEE、米国のLEED、英国のBREEAMなど、環境性能を評価したものが普及しているが、近年では人間の健康という新しいアプローチでの建物評価が注目され始めている。2014年には米国でWELL Building Standard®(以下、WELL認証と記す)という認証制度が開始され、世界的に関心が高まっている。日本においても、労働環境の改善を目的とした働き方改革を受け、オフィスワーカーの健康に焦点を当てたWELL認証に注目が集まっている。

大林組技術研究所本館「テクノステーション」(以下、「本館」と略す)は2017年11月に国内初のWELL認証をワールドで取得した。本研究では、同評価項目の一つであるSD導入による心身の健康や生産性向上への効果について、人間工学的・環境心理的側面から実験・調査を行った。これにより、本館の利用者について、スタンディ

ングデスク(以下、SD)の導入によるオフィス環境での物理的・心理的な作用を、生産性や身体行動、健康といった総合的に検討を行った。

2. WELL認証

はじめにWELL認証の概要を説明し、同認証におけるSD関連の項目について述べる。

2.1 WELL認証の概要

WELL認証は、米国で開発され2014年からVer.1の運用が開始された。建物空間デザイン・構築・運用に空間利用者の「健康」という点を加味し、建築環境、医学、経営の観点から評価する建物環境指標である。この認証を得た施設空間の利用者は自身の身体的、精神的健康の向上を見込むことができるとされている。

Ver.1では1) New and Existing Buildings(新築/既存建

築版), 2) New and Existing Interiors(新築/既存インテリア版), 3) Core & Shell(コア & シェル版)の3つの認証システムがある。2018年7月4日現在までの累計の申請件数は932件(34ヵ国)で, そのうち106件(14ヵ国)が認証を受けており, 認証物件のほとんどが New and Existing Interiors もしくは Core & Shell での取得となっている。また, 日本での申請件数は9件で, そのうち認証を受けているのは本館の1件であり, New and Existing Buildingsでの認証取得は同施設が世界初となる。

WELL認証ver.1の評価項目は, Fig. 1に示す7個の大項目で構成され, 中項目, 小項目の数は認証タイプで異なる。主に, 「空気」は室内空気質, 「水」は水質や飲料水の利用しやすさ, 「食物」は建物内で提供される飲食物の栄養管理や成分表示, 「光」は昼光利用や照明制御, 「フィットネス」は建物内外での運動の促進, 「快適性」は温熱快適性や執務室内外での働きやすさ及び過ごしやすさ, 「ココロ」はストレス対策や景観および企業制度に関する項目により構成されている。

各評価項目は, 「必須項目」と「加点項目」に分類されており, 必須項目全てを満たすと「シルバー」, 必須項目に加えて加点項目の40%以上を満たすと「ゴールド」, 同様に加点項目の80%以上を満たすと「プラチナ」の認証が付与される。特徴的な必須項目をTable 1に示す。

2.2 WELL認証におけるSD関連の項目

固定された机でPC作業を行うなどの, 長時間の同一姿勢の保持は, 同じ筋肉や靭帯を過度に使用するため, 体の不快感や負担をもたらす, 快適性と集中力の低下に繋がるとされている。そのためWELL認証では, 快適性の項目でSDを従業員数の30%以上, オフィスに導入することを認証取得の必須条件とし, さらにフィットネスの項目で, オプションの加点項目としてSDの60%の導入を推奨している。これはワークスタイルを自由に選択可能とすることで, 身体的緊張の緩和と人間工学に基づいた快適性と身体安全性の最適化を図ることを目的としている。

3. SDと健康に関する既往研究

SDの健康性についての既往研究では, Alkhajah TAら¹⁾が自由に使用可能という条件下でSD導入実験をしたところ, 仕事での座位時間が1日当たり約2時間減少した事や, HDLコレステロール値の減少を報告している。また, Pronk NPら²⁾はSDを完全に自由に使用させた際の結果として, 仕事での座位時間が1日当たり約1時間減少した事や, 腰部痛・頸部痛及び気分などの主観的健康状態の改善を報告している。阿久津ら³⁾は, 立位と座位を自由に変更できる環境で表計算ソフトによる単純な作業を行うと, 立位姿勢の方がリラックスなどの心理的に良好な状態で作業を継続できると報告している。その他, 欧州を中心に多く研究があるが, 中には座位・立位での執務と身体的健康性の関連について否定しているものもある⁴⁾。

一方, SDを一定期間オフィスに導入した効果について, Miyachiら⁵⁾は, 6週間で32人の社員を対象に, 1週間当たり10時間の立ち仕事という条件を課したところ, 6週間後にウエストが平均0.8cm減少し, 対象外の社員の平均ウエストが僅かに増加したとの結果を示している。しかしこういった導入効果についての研究事例はまだ少ない。

WELL 認証で推奨されるのは, 執務者が自由な作業姿勢を選べることによって快適性を高め, さらにフィットネスの効果を期待することである。日本での導入にあたって執務空間で自由な姿勢をとることの心理的な側面についても考慮が必要で, 一定数のSDがオフィス全体に導入された際の, 執務者の身体面と心理面の両面から研究を行う必要があると推察される。

4. 実験概要

本研究では, 本館で従事するオフィスワーカーを対象に, [自席でのSD利用の計測実験]と[フロアへのSDの導入に対する心理評価調査]の2つの調査・実験を行った。

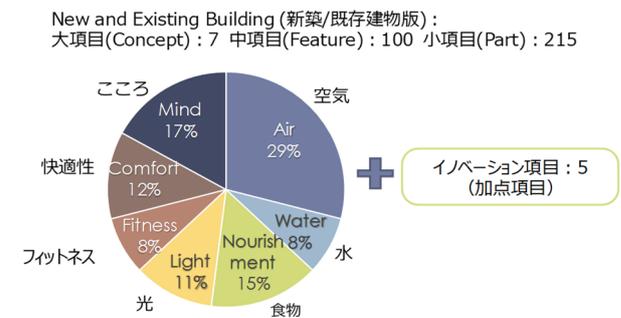


Fig. 1 WELL認証Ver.1の評価項目分類
Classification of Evaluation Items of WELL Ver.1

Table 1 特徴的な必須項目
Characteristic Required Item

評価項目	小項目
空気	全館禁煙(喫煙室NG), 屋外の制限
空気	塗料, 接着剤, 建材家具等のVOC低減
空気	活性炭フィルタ設置スペース, 換気システム(外気用)にMERV13以上のフィルタ
食物	成分表示, 糖類 < 30g
食物	手洗い用品, シンクサイズ
光	メラノピック等価照度*による評価
フィットネス	階段配置・階段利用促進
フィットネス	アクティブ通勤への補助
フィットネス (オプション)	スタンディングデスク60%以上
快適性	スタンディングデスク30%以上
ココロ	バイオフィリア(生物愛)

*光受容感度を加味した明るさ

4.1 対象オフィスと導入したSDの概要

対象オフィスとなる本館は1フロアのオープンな空間に約200人の執務者の自席が設けられており、その他に、打合せスペースや、個人作業用のブース、会議室などがある。これらの席に従業員数の約30%をカバーする様に、既存の家具に応じて、様々なスタイルのSDを導入した。導入したSDの例をPhoto 1に、配置箇所をFig. 2に示す。

4.2 実験・調査方法

4.2.1 自席でのSD利用の計測実験 2017年8月～9月にかけて対象オフィスの執務者10名に対し小規模な導入実験として実施した。自席へ卓上型SDを導入し、被験者に後述する集中度計測機器と傾斜計 (Photo 2) を装着することで、通常勤務時にSDを利用した際の立位・座位時の集中度に関する計測を行った。実験の様子をPhoto 3に示す。被験者には計測機器を終日装着してもらい、勤務中の座位・立位姿勢については本人の自由とした。これを一日研究所内で勤務する日を選び、複数日行った。また、導入後、アンケート及びインタビューを行った。計測に使用した機器の概要を記す。

(1) 集中度計測機器 集中度の計測に用いた機器は3点式眼電位センサー、3軸加速度センサー、3軸ジャイロ(角速度)センサーを搭載したメガネ型の計測機器である。Uemaらによる論文⁶⁾によれば、眼電位センサーによって眼電図信号を検知し、瞬きの強度や頻度、眼球の動きを読み取り、加速度センサーとジャイロセンサーで頭の傾きや加速度等の頭部姿勢を読み取る。これらの情報を総合して集中度を算出している。

アルゴリズムの詳細については未公開の為不明だが、本研究では実務空間において違和感なく計測ができる事、学術的観点から生理測定データとして一定の信憑性を持つことから本計測機器を使用する。

(2) 立位・座位姿勢計測機器 SD使用時の立位・座位の判定を行うため、加速度センサーを利用した傾斜計を用いた。傾斜計を被験者の太腿前側に装着し、太腿の矢状面の傾斜角度が垂直に対し130度以上の場合を立位、以下を座位とした。傾斜計の閾値の定義をFig. 3に示す。20代から60代の男女12名の立位・座位姿勢を計測し

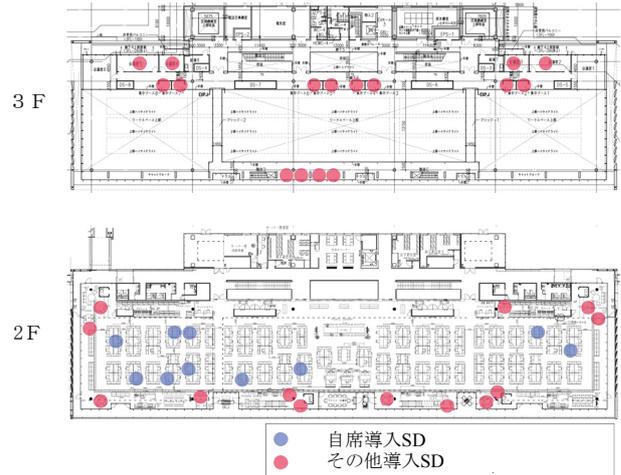


Fig. 2 SDの配置箇所
Installed location of Standing Desks



Photo 2 左：集中度計測機器 右：傾斜計
Left: Concentration Measuring Equipment
Right: Incliner



Photo 3 自席でのSD利用の計測実験風景
State of Experimental at Individual Desk

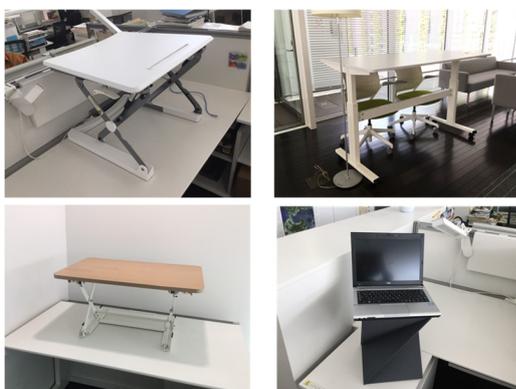


Photo 1 導入したSDの例
Example of Installed Standing Desks

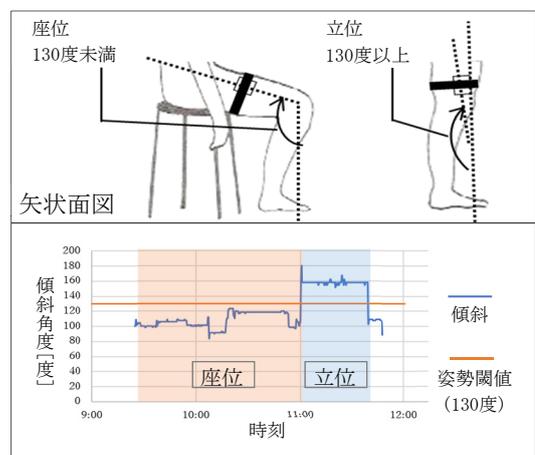


Fig. 3 立位・座位の閾値の定義
Definition of Standing Threshold

たところ立位の傾斜角度の平均値が148.1度、最小値が146.4度、座位の傾斜角度の平均値が100.5度、最大値が122.4度であったことから、閾値130度の妥当性が示された。

4.2.2 SDの導入に対する心理評価調査 執務者100名に対し、フロア内に配置されたSDを使用したことによる心理評価の調査を行った。

対象期間は2017年12月～2018年1月の4週間のうち、被験者が終日研究所内で過ごす1日間とし、積極的にSDを使用して業務をする様に被験者に教示した。この時の教示内容としては、フロアに設置されているSDの内どれを使用するか、使用時の姿勢(立位・座位)、作業内容、姿勢変化のタイミングや長さ、SDを使用する回数は、いずれも被験者の自由とした。その後、被験者各自の計測日の終業時に、1日を振り返る計測日アンケートを行った。各項目の回答は後に共分散構造分析*をできるように5段階に分けて定量的なデータとした。Table 2にアンケートの項目を、Table 3にアンケートの回答項目例を示す。

また、全ての被験者の計測が終了した後、SDが導入された4週間の実験期間について振り返る導入後アンケートを行なった。なお、導入後アンケートは計測日アンケートとの比較を行うため為に、Table 2のアンケート項目とカテゴリ、キーワードが同様のものとなっている。

5. 実験結果と考察

5.1 自席でのSD利用の計測実験

1日の勤務時間中、平均27.7%の時間を立位姿勢(歩行含む)で過ごしていることが分かった。また、全被験者のSD使用時の平均立位維持時間は24.6分、平均座位維持時間は38.2分であった。全被験者の集中度の平均点は、立位姿勢で56.4点、座位姿勢で58.0点となっており、立位・座位の間に大きな差異は見られなかった。

さらに詳細な傾向を掴むため、立位・座位ごとの姿勢維持時間を度数分布にし、各度数の合計値がほぼ均等になる様に3群に分け、群毎の平均集中度を出した(Fig. 4)。

その結果、以下の傾向が見られた。

- 1) 座位姿勢の方が立位姿勢より長時間の姿勢維持がみられ、姿勢維持時間にばらつきがある
- 2) 立位・座位ともに姿勢維持時間が長い程、平均集中度が高い傾向にある

実験終了後のヒアリング調査で、「立位で長時間姿勢を維持すると、体へ負担が生じる」と感じた被験者が一定数いたことから、体への負担が立位維持時間のばらつき少なさの一因であると推察される。また、個人差はあるものの、ヒアリングでは、立位姿勢は概ね30分～60分程度で体への負担を感じると回答する人が多かった。

本実験では、長時間同一姿勢を維持した場合の身体的負担と集中度の相関は検証できていない。しかし、上述した 2) の結果とヒアリング結果から、SDの使用について、身体的負担を減らし集中度を維持させる適切なタイミングでの立位・座位の切替えが望ましいと推察される。

5.2 SDの導入に対する心理評価調査

5.2.1 モデルの検討 被験者100名から得たデータをもとに、共分散構造分析を行った。

* 共分散構造分析とは、直接観測できない事象(潜在変数)と観測可能な事象(観測変数)との間の因果関係を同定することで現象の理解を図る統計的手法で、因子分析と多重回帰分析を拡張した手法である。

Table 2 アンケート項目
Questionnaire Item

カテゴリ	キーワード
属性	性別、年齢層、身長、部署、靴
身体	運動量、肩腰膝足、座り疲労度、立ち疲労度、腕疲れ、目疲れ、全身疲労感、睡眠の質、体調
効率	集中度、知的生産性、創造性
脳・心	意欲、眠気、ストレス、気分転換
環境	会話活発度、会話頻度、視界変化、周囲からの視線、使いやすさ人間関係、自由可変満足度
行動	歩き時間、使用状況、業務内容
他	自由意見

Table 3 回答項目例
Example of Answer Column

質問14. スタンディングデスクを使用したことで気分転換につながったと思いますか。	<input type="checkbox"/> そう思う	<input type="checkbox"/> ややそう思う	<input type="checkbox"/> どちらでもない	<input type="checkbox"/> あまりそう思わない	<input type="checkbox"/> そう思わない
質問15. スタンディングデスクを使用したことで身体的なりフレッシュにつながったと思いますか。	<input type="checkbox"/> そう思う	<input type="checkbox"/> ややそう思う	<input type="checkbox"/> どちらでもない	<input type="checkbox"/> あまりそう思わない	<input type="checkbox"/> そう思わない
質問16. 立ち作業中は仕事に集中できましたか。スタンディングデスク導入前の日常と比べてお答えください。	<input type="checkbox"/> そう思う	<input type="checkbox"/> ややそう思う	<input type="checkbox"/> どちらでもない	<input type="checkbox"/> あまりそう思わない	<input type="checkbox"/> そう思わない

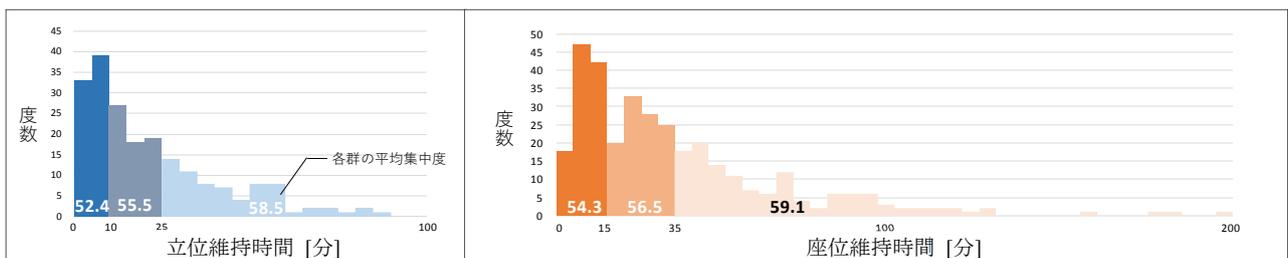


Fig. 4 立位・座位維持時間の度数分布と群毎の平均集中度
Frequency Distribution of Standing and Sitting Time and Averages of Concentration for Each Group

統計分析ソフトはSPSS Statistics23とAmos23を用いた。まず、共分散構造分析のモデルを検討する為に、プロマックス回転を用いた最尤法による探索的因子分析を行い、14項目の変数を決定し、「SD環境行動」「上半身影響」「下半身影響」「業務効率・集中」「気分リフレッシュ」の5因子が抽出された。決定した変数をTable 4に示す。なお、変数名の「計測日_」「導入後_」はそれぞれ計測日アンケートの項目、導入後アンケートの項目であることを示している。

抽出された5因子(観測変数)の関係性を示す適合度の高いモデルを選定する為に、「SD環境行動」を上流、「気分リフレッシュ」を下流とし、相関パスを作成した。作成したモデルをFig. 5に示す。5つの因子を構成するそれぞれの観測変数は肯定的な評価を正としている。また、矢印の始点の変数は矢印の終点の変数を説明する。パス(矢印)に付属している数値はパス係数であり、変数間の因果関係を表し、最大が1.0(非常に強い影響)となる。

5.2.2 分析結果 Fig. 5から得られた分析の結果を記す。「業務効率・集中」から「気分リフレッシュ」へのパス係数は0.98で、非常に強く関連していた。これは、SDを利用することで業務効率が上がった、立位姿勢により集中が高まったと答えた人ほど、気分や身体のリフレッシュがなされたことを示している。

「SD環境行動」は、「業務効率・集中」へ0.72と強い正の影響を示す。SDの環境に満足している人は、業務効率や立ち集中が高い傾向にあった。

「SD環境行動」は「気分リフレッシュ」に直接的には-0.15と非常に弱い負の影響を与えているが、「業務効率・集中」を導入することによって、間接的に「気分リフレッシュ」を増加させる方向に0.70(0.72×0.98)と直接影響よりも強い正の影響が出ている。つまり、SD利用に肯定的な事と気分リフレッシュの間には直接の因果関係は事前の推察とは異なり見られなかったが、SD環境に肯定的な人(SDの導入に満足し、使いやすいと思っている人)は業務効率の向上を感じており、これを介してSDの利用が心身のリフレッシュに良い影響を与えたことを示している。

この「SD環境行動」「業務効率・集中」「気分リフレッシュ」の間の関係性について把握する為、上記3つの観測変数に属するアンケート項目の内、強く観測変数を説明しているものについて調べた。結果をFig. 6に示す。

「SD環境行動」に属する項目の内、環境満足度は70%の人が肯定的な回答であり、SD使いやすさは38%が肯定的、

Table 4 アンケートから決定した変数
Variable Determined from Questionnaire

計測日_足痛影響度	計測日_膝痛影響度
計測日_肩痛影響度	計測日_腰痛影響度
計測日_腕疲れ	計測日_気分転換
計測日_業務効率	計測日_身体リフレッシュ
計測日_知的創造性	計測日_立ち集中度
導入後_今後の希望	計測日_立ち時間割合
導入後_SD使いやすさ	導入後_環境満足度

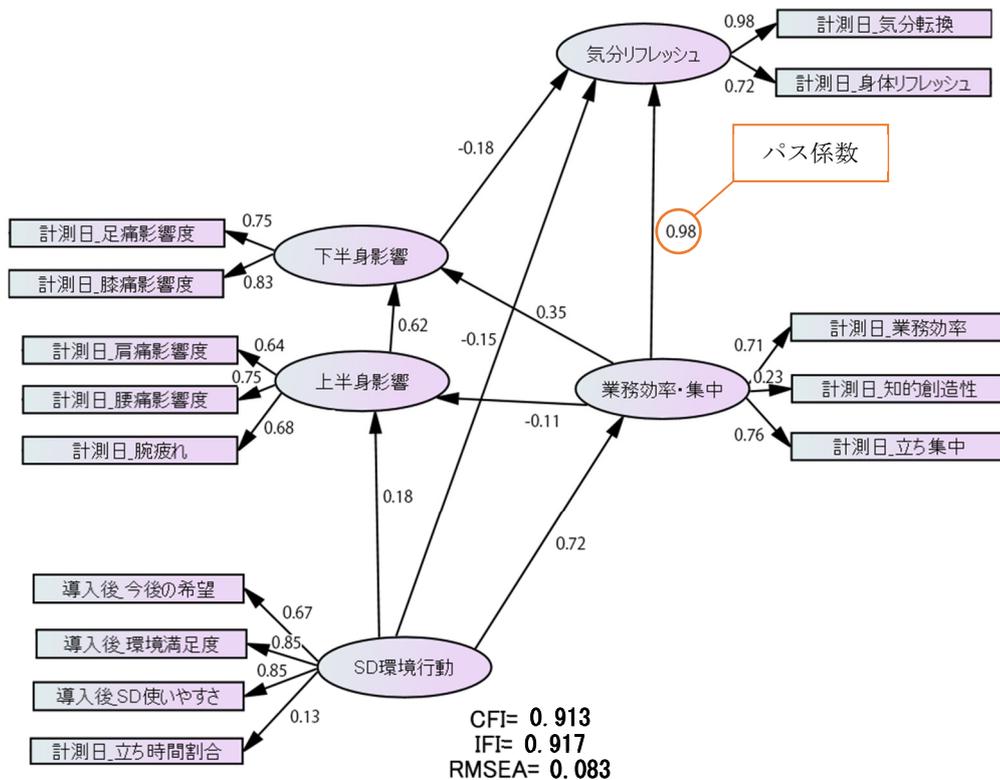


Fig. 5 共分散構造分析モデル
Covariance Structure Analysis Model

32%がどちらでもないと答えている。また、環境満足度やSD使いやすさの項目に肯定的だった人の内、業務効率や立位での集中について否定的な人はほとんどいなく、業務効率や立位での集中について肯定的だった人のほとんどが心身のリフレッシュに肯定的な意見を持っていた。

一方で、「業務効率・集中」と「下半身影響」や「上半身影響」への関係性や、「上半身影響」と「下半身影響」との関係性については解釈が困難で、各観測変数間の因果関係について再検討の余地がある。

なお、共分散構造モデルの適合度の指標には、CFI(Comparative Fit Index), IFI(Bollen's Incremental Fit Index), RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation)の3種類を使用した。RMSEAが0.05より高いことから、改良の余地があるが、CFIとIFIは0.90以上であり概ね良好な適合度となった。

6. まとめ

本館におけるWELL認証取得を契機とし、SDの導入による心身の健康や、生産性向上への効果を検証することを目的とし、自席でのSD利用の計測実験とフロアへのSDの導入に対する心理評価調査の2つの調査・実験を行った。得られた結果を以下に記す。

- 1) 自席でのSD利用の計測実験では、座位・立位に関わらず同じ姿勢の継続時間と集中度との間には正の相関があることが示唆された。長時間の同姿勢は身体疲労に繋がるというヒアリング調査結果から、健康・生産性の両面でSDについて考えた時に、身体的負担を減らし、集中度を維持させる適切なタイミングでの使用が望ましいと推察される。
- 2) 執務者の心理評価実験では、70%の人がSDの利用に満足しており、利用に肯定的な人にとって、SDの導入が業務効率の向上や、心身のリフレッシュに良い影響を与えている事が示された。

謝辞

本研究は国立大学法人お茶の水女子大学人文社会科学研究の倫理審査委員会を経て、同大学との共同研究として実施した。本研究の遂行にあたり調査及び測定にご協力頂いた皆様に謝意を表します。

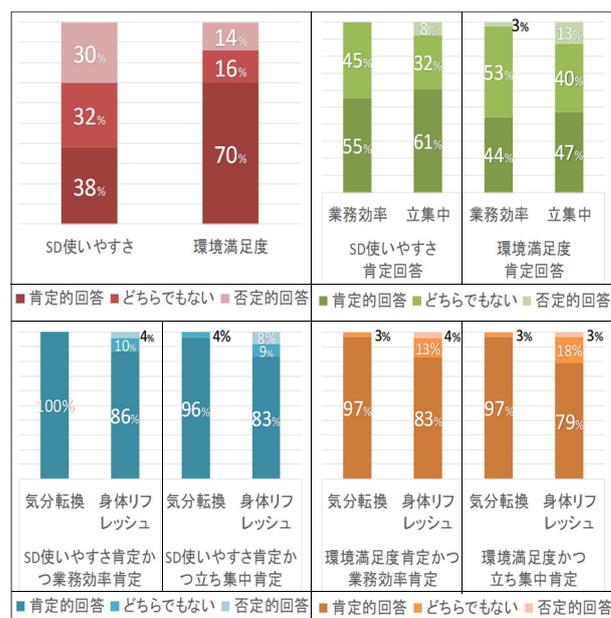


Fig. 6 アンケート項目間の関係性
Relation among Questionnaire Items

参考文献

- 1) Alkhajah TA, et al.: a pilot intervention to reduce office sitting time, Am J Prev Med. , Vol.43, pp.298-303, 2012
- 2) Pronk NP, et al.: Reducing occupational sitting time and improving worker health, the Take-a- Stand Project 2011. Prev. Chronic Dis. , 2012.9
- 3) 阿久津正大ら：座位立位可変型作業の作業特性と有効性に関する研究(3), 人間工学, Vol.49, 特別号, pp.252-253, 2013
- 4) Richard M Pulsford, et al.: Associations of sitting behaviours with all-cause mortality over a 16-year follow-up: the Whitehall II study, International Journal of Epidemiology, Vol.44, No.6, pp.1909-1916, 2015.12
- 5) Motohiko Miyachi, et al.: Installation of a stationary high desk in the workplace: effect of a 6-week intervention on physical activity, BMC Public Health, 2015.4
- 6) Yuji Uema, et al. : JINS MEME Algorithm for Estimation and Tracking of Concentration of Users, UBICOMP/ISWC 2017 ADJUNCT, 2017