

〔二次出版〕

勤労者における24時間の身体行動とメンタルヘルスの横断的関連性 —Preventive Medicine Reports に掲載された英語論文の日本語による二次出版—

北濃成樹¹⁾, 甲斐裕子¹⁾, 神藤隆志¹⁾, 角田憲治^{1, 2)}, 荒尾 孝¹⁾

SUMMARY

本横断研究では、日本人勤労者の1日の身体行動とメンタルヘルスの関連性について、各行動時間の相互依存関係を考慮し検討した。本研究は、明治安田ライフスタイル研究と呼ばれる前向きコホート研究の一環である。研究対象者は2017年および2018年に東京都内の健診施設で定期健康診断を受けた勤労者1095人であった。睡眠時間は自記式調査、座位行動(SB)、低強度身体活動(LPA)、中高強度身体活動は3軸加速度計で測定した。これらの行動は勤務日と非勤務日に分けて評価した。心理的ストレスの評価にはK6調査票を、ワーク・エンゲイジメントの評価にはユトレヒト・ワーク・エンゲイジメント尺度を用い、それぞれネガティブ/ポジティブメンタルヘルスの指標として使用した。組成データ解析によるロジスティック回帰分析と isotemporal substitution により、1日の身体行動とメンタルヘルスの関連性を検討した。潜在的な交絡因子の影響を調整した後も、勤務日の身体行動は心理的ストレスやワーク・エンゲイジメントと有意に関連した($P < 0.05$)。具体的には、睡眠時間が多いことは双方のメンタルヘルス指標が良好な状態と関連した一方で、SBやLPAの時間が多いことは不良な状態と関連した($P < 0.05$)。また、勤務日においてSBやLPAを60分減らして睡眠時間に充てると、心理的ストレスが高い状態やワーク・エンゲイジメントが低い状態となる可能性が11.4~26.6%低下すると予測された。勤務日のSBやLPAを減らして睡眠を増やすことで、心理的ストレスを最小限に抑え、ワーク・エンゲイジメントを最適化できる可能性が示唆された。したがって、睡眠の促進に焦点を当てた適切な時間管理は、勤労者のメンタルヘルスの改善に役立つと考えられる。

Key words: 身体活動, 座位行動, 睡眠, 組成データ解析

背 景

心理的ストレスによる被害はますます拡大しており、全世界で約3億人がうつ病や不安障害に苦しんでいる¹⁾。勤労者は心理的ストレスの危険因子(長時間労働、職業性ストレス、いじめなど)に日常的にさらされているため、精神的健康状態の保持・増進を狙った介入の主要な対象集団といえ

る²⁾。これまで、勤労者のネガティブな心理状態の緩和を意図した戦略の開発に多くの焦点が置かれてきたが、メンタルヘルスの管理に際しては、ネガティブ面とポジティブ面の両方を考慮すべきである。後者は、良好な身体的健康、生活満足度、仕事のパフォーマンスと関連することが明らかになっている³⁾。特に、検討に値するポジティブな心理状態はワーク・エンゲイジメントであり、仕

1) 公益財団法人 明治安田厚生事業団体力医学研究所 Physical Fitness Research Institute, Meiji Yasuda Life Foundation of Health and Welfare, Tokyo, Japan.
2) 山口県立大学社会福祉学部 Faculty of Social Welfare, Yamaguchi Prefectural University, Yamaguchi, Japan.

本論文は以下の論文を忠実に日本語翻訳した二次出版です。引用を行う場合には原典を確認のうえ、下記を引用してください。

Kitano N, Kai Y, Jindo T, Tsunoda K, Arao T. Compositional data analysis of 24-hour movement behaviors and mental health in workers. Preventive Medicine Reports. 2020; 20: 101213.

事に関連するポジティブで充実した状態と定義されている。

これまでいくつかの疫学研究により、勤労者の日々の身体行動と心理状態の関連性が検討されてきた。システマティックレビューでは、睡眠⁴⁾や身体活動(PA)^{5,6)}は勤労者の心理状態に保護的に作用するのに対して、座位行動(SB)は有害的に作用することが示唆されている⁷⁻⁹⁾。しかし、これらの知見に対する1つの批判に、1日の身体行動時間は相互依存関係にあり、睡眠、SB、PAに割り当てられる時間は24時間と有限であることが挙げられる^{10,11)}。つまり、1つの行動時間(例：睡眠)を増やすには、他の行動時間(例：SB、PA、またはその両方)を減らす必要がある。どのように行動時間を捻出するかは、身体行動と健康アウトカムの関連性に影響を与えると考えられるが、ほとんどの研究では多重共線性の問題のため、こうした相互依存関係を適切に対処できていない^{10,11)}。

組成データ解析(CoDA)はこうした行動の相互依存関係を考慮した分析であり、先述の批判に対処することができる統計的手法である。そのため、身体行動時間と健康アウトカムの関連性を検討するうえで使用が推奨されている¹⁰⁻¹²⁾。現在までにCoDAを用いて1日の身体行動とメンタルヘルスの関連性を検討した研究は数件しかなく、それらの結果は一貫していない。ある研究では、24時間の身体行動と心理的ストレスは有意に関連しないことを報告し¹³⁾、他の2つの研究では、睡眠、SB、および中高強度身体活動(MVPA)が成人の抑うつ症状¹⁴⁾や高齢者の総合的なメンタルヘルスと関連することを報告している¹⁵⁾。しかし、勤労者集団を対象にCoDAを用いて、こうした関連性を検討した研究はない。また勤労者を対象とした研究では、彼ら/彼女らが勤務日における睡眠不足¹⁶⁾や不活動¹⁷⁾を補うために非勤務日を利用しているという特性を考慮すべきである。先行研究では、Viable Integrative Research in Time-Use Epidemiology という研究の枠組みが提案されている¹⁸⁾。この枠組みでは、相互依存性という特性を

十分に考慮したうえで、身体行動と健康アウトカムの関係を再検討する必要があることを提案している。同時に、特定の対象集団における不健康につながる時間利用パターンを明らかにする必要性を強調している。こうした背景を鑑みると、我々の研究は勤労者のメンタルヘルスに最適な時間利用パターンを促進するための集団戦略の開発に寄与することが期待されている。そこで、本横断的研究ではCoDAを用いて、勤務日と非勤務日における24時間の身体行動と心理的ストレスおよびワーク・エンゲイジメントの関連性を検討した。

方 法

A. 対象者

本研究は、東京都の明治安田新宿健診センターを拠点とした、定期健康診断のデータを用いた前向きコホート研究「明治安田ライフスタイル(MYLS)研究」の一環である¹⁹⁾。本コホートの参加者は主に首都圏在住の勤労者とその配偶者である。今回、2017年から2018年にかけて収集された、生命保険会社の複数の部署に所属する従業員1647名のデータを用いた。なお、月曜日から金曜日を勤務日とする勤労者のうち、加速度計による調査に参加した者を研究に組み入れた。全対象者が本研究への参加に同意した。本研究は、公益財団法人 明治安田厚生事業団倫理審査委員会の承認を得て実施された(承認番号：28006)。

B. 調査項目

1. 身体行動

3軸加速度計(Active style Pro HJA750-C, オムロンヘルスケア社、京都、日本)を使用して、対象者の覚醒時の行動を評価した。加速度計は健康診断キットに同封して、健診受診日の2週間以上前に各参加者に郵送された。対象者には非勤務日を含めて少なくとも10日間、加速度計が損傷する可能性のある状況(例：水泳、入浴、激しいスポーツなど)を除いたすべての時間に腰部に加速度計を装着するように依頼した。

この加速度計の妥当性は検証されており^{20,21)}、測定精度は欧米の研究者によって広く使用されて

いる機器と同等である^{22,23)}。epoch length を60秒とし、開発者提供のソフトウェアを用いて活動強度(METs)を算出した。機器の検出閾値以下の活動が20分以上継続した場合を非装着時間と定義し²⁴⁾、1日10時間以上着用した場合を有効データと定義した²⁵⁾。1日の装着時間は24時間から非装着時間を引いて求めた。2日以上の有効勤務日データと1日以上の有効非勤務日データをもつ対象者のみを最終的な分析対象とした²⁶⁾。得られたデータは60秒ごとに、SB(1.5 METs 以下)、低強度 PA(LPA: 1.6~2.9 METs)、および MVPA(3.0 METs 以上)に分類された^{27,28)}。これらの行動時間は1日ごとに集計され、対象者ごとにすべての有効日のデータを平均し分析に使用した。

睡眠時間は自記式調査を用い、「典型的な勤務日/非勤務日において、昼寝を除いた睡眠時間はおよそ何時間ですか?」という質問により評価した。分析に先立ち、睡眠時間は24時間に占める割合で表され、残りの覚醒時間は、加速度計で測定した各行動時間の割合に比例してSB, LPA, MVPA に再配分された^{14,29)}。

2. メンタルヘルス

心理的ストレスは、信頼性と妥当性が確認された6項目版 Kessler Psychological Distress Scale(K6)の日本語版³⁰⁾を用いて評価し、ネガティブメンタルヘルスの指標として用いた。合計得点が5点以上を心理的ストレスが高いと定義した³¹⁾。ワーク・エンゲイジメントは、3つの下位概念(活力、熱意、没頭)からなるユトレヒト・ワーク・エンゲイジメント尺度の日本語短縮版³²⁾を用いて評価し、ポジティブメンタルヘルスの指標として用いた。この尺度は内的整合性や再検査信頼性が高いことが報告されている³²⁾。本研究では、活力の下位概念に関する3つの質問項目を用いてワーク・エンゲイジメントを評価した。本尺度は3つの下位概念同士が強い相関関係にあるため、活力に関する下位概念は全体的なワーク・エンゲイジメントを反映していると考えられる³³⁾。研究対象者における中央値である3点未満(既存の疫学研究における日本人勤労者の平均値に相当)の場合に、ワー

ク・エンゲイジメントが低いと定義した³⁴⁾。

3. 共変量

潜在的な交絡因子は臨床的判断と先行研究からの知見³⁵⁾に基づき選択し、共変量として分析に使用した。具体的には、年齢、性、body mass index (BMI)、教育年数、暮らし向き、配偶者の有無、健康行動(飲酒や喫煙習慣)、職種、雇用形態、1週間の平均残業時間の情報を用いた。データは、対象者の身長と体重(それぞれ身長計と体重計により測定)から計算されたBMIを除き、自記式質問紙調査法により収集した。

C. 統計解析

CoDA には統計解析ソフト R のパッケージである compositions ver.1.40.3³⁶⁾ と robCompositions ver.2.1.0³⁷⁾を使用した。すべての解析手順は、身体行動を用いた研究に CoDA を応用した先行研究に従った¹⁰⁾。分析は勤務日と非勤務日に分けて実施した。身体行動とメンタルヘルスの関連を検討するために、CoDA によるロジスティック回帰分析³⁸⁾を実施し、オッズ比(OR)と95%信頼区間(CI)を求めた。本研究では1日を構成する4つの身体行動(睡眠, SB, LPA, MVPA)時間を1つの組成ととらえた。その後、pivot coordinate representation と呼ばれる手法により、本組成を isometric log ratio (ilr) 変換し、回帰モデルに投入した。この変換により3つの変数が得られるが、その際、最初の変数が、他の3つの行動と比較した際の、ある1つの行動の相対的な時間を表すようにした。

$$ilr_1 = \sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{\text{睡眠}}{(SB \cdot LPA \cdot MVPA)^{\frac{1}{3}}} \quad (1)$$

$$ilr_2 = \sqrt{\frac{2}{3}} \ln \frac{SB}{(LPA \cdot MVPA)^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

$$ilr_3 = \sqrt{\frac{1}{2}} \ln \frac{LPA}{MVPA} \quad (3)$$

上記の変換例では、 ilr_1 がSB, LPA, MVPA に対する睡眠時間の比を表している。4つの行動のそれぞれが上記 ilr_1 の分子になるように変数変換を繰り返した。回帰モデルでは、心理的ストレスとワーク・エンゲイジメントを従属変数に、ilr 変換した身体行動時間を独立変数に投入した。モ

デル1ではこれらの変数のみを投入した。モデル2では、年齢(連続変数)、性(男性/女性)、BMI(連続変数)、教育年数(連続変数)、暮らし向き(非常に悪い、悪い/良い、非常に良い)、配偶者の有無(あり/なし)、喫煙習慣(喫煙経験なし、禁煙中/喫煙習慣あり)、飲酒習慣(全くない/ときどき/毎日)、職種(営業職/それ以外)、雇用形態(正社員/それ以外)、残業時間(なし、該当なし/週10時間未満/週10時間以上)を共変量に追加した。1日の全体的な時間利用、および特定の行動とメンタルヘルスの関連性における有意性は、それぞれ尤度比検定とWald検定により検討した。本研究の焦点は、その他3つの行動に対する、ある1つの行動時間の重要性を検討することであるため、睡眠、SB、LPA、MVPAのそれぞれをilr₁の分子としたときの結果のみを示した。

CoDAによるロジスティック回帰分析によって得られたORは、それ単独で直接理解することが難しく、従来の回帰分析のように「ある行動が1単位(分/日)増加したときのORの変化」として解釈することはできない。より有意義な情報を得るために、追加の分析を行った。すなわち、各身体行動時間についてメンタルヘルスとの統計的有意な関連性が確認できた場合、モデル2に基づいてCoDAによるisotemporal substitutionを実施した^{29,38,39)}。この分析では、ある2つの行動時間を一定量置き換えた際のメンタルヘルスが不良となる可能性(predicted probability)の変化量を算出することができる。具体的には、他の2つの行動時間(例：睡眠とLPA)を一定に保ちながら、ある身体行動(例：SB)から別の行動(例：MVPA)へと一定時間を置換した。本研究では10分刻みで上限60分まで行動時間の置き換えを行った。CoDAの詳細および結果の解釈については、先行研究^{29,38,39)}を参照されたい。

すべての統計解析とグラフの描画は、統計解析ソフトR ver. 3.6.1(R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)により実施した。有意水準は $P < 0.05$ とした。

結 果

A. 対象者の特性

以下の基準に該当した対象者は分析から除外した：1)有効な加速度計データがない($n = 394$)、2)精神疾患の既往歴がある($n = 28$)、3)睡眠薬を服用している($n = 7$)、4)分析に使用するデータに欠測がある($n = 118$)、5)身体行動データに異常値がある(例：睡眠時間が1時間未満、SBやLPAが0分/日)($n = 5$)。本研究の最終的な分析対象は1095人の勤労者であった。平均年齢は50.2±9.5歳、女性が68.6%、営業職が23.4%、大多数の対象者は短大卒以上の正社員であった(表1)。睡眠時間やLPAは勤務日より非勤務日のほうが長い傾向があり、SBやMVPAは非勤務日のほうが短かった。

B. 24時間の身体行動とメンタルヘルスの関連性

1日の全体的な時間利用は、両モデルともに勤務日のみが心理的ストレスやワーク・エンゲイジメントと有意に関連した(表2, 3)。モデル2では、睡眠時間が多いことは低い心理的ストレス($OR = 0.20$, 95% CI = 0.10-0.44)や、高いワーク・エンゲイジメント($OR = 0.41$, 95% CI = 0.20-0.81)と関連した。一方、SBが多いことは、心理的ストレス($OR = 2.28$, 95% CI = 1.23-4.28)や低いワーク・エンゲイジメント($OR = 2.75$, 95% CI = 1.55-4.91)と有意に関連した。LPAが長いことは心理的ストレス($OR = 2.45$, 95% CI = 1.46-4.17)とのみ有意に関連した。MVPAとメンタルヘルス指標の有意な関連は認められなかった。更に、非勤務日ではいずれの行動もメンタルヘルス指標と有意な関連がみられなかった。

勤務日のSBやLPAを睡眠に置換することは、心理的ストレスの減少と関連していた(図1, 表A)。具体的には、1日60分のSBやLPAを睡眠に置換した場合、心理的ストレスが高い状態となる可能性がそれぞれ20.2%、26.6%減少すると予測された。

また、60分のSBを睡眠に置換した場合には、ワーク・エンゲイジメントが低い状態となる可能

表 1. 研究対象者の基本属性

		n=1095
平均(SD)年齢, 歳		50.2 (9.5)
性	男性	344 (31.4)
	女性	751 (68.6)
平均(SD)body mass index, kg/m ²		22.8 (3.7)
平均(SD)教育年数, 年		14.7 (2.0)
暮らし向き	良い/非常に良い	766 (70.0)
	悪い/非常に悪い	329 (30.0)
配偶者の有無	あり	740 (67.6)
	なし	355 (32.4)
喫煙習慣	喫煙経験なし/禁煙中	936 (85.5)
	喫煙習慣あり	159 (14.5)
飲酒習慣	全くなし	210 (19.2)
	ときどき	614 (56.1)
	毎日	271 (24.7)
雇用形態	正社員	852 (76.3)
	それ以外	243 (23.7)
職種	営業職	256 (23.4)
	それ以外	839 (76.6)
残業時間	なし/該当なし(例: フリーランスなど)	65 (5.9)
	週10時間未満	752 (68.7)
	週10時間以上	278 (25.4)
心理的ストレス	平均(SD)K6得点, 点 ^a	3.2 (3.4)
	低い(5 点未満)	794 (72.5)
	高い(5 点以上)	301 (27.5)
ワーク・エンゲイジメント(n=1086)	平均(SD)UWES 得点, 点	2.9 (1.4)
	低い(3 点未満)	509 (46.9)
	高い(3 点以上)	577 (53.1)
平均(SD)加速度計装着日数, 日	勤務日	10.6 (4.4)
	非勤務日	3.6 (2.2)
平均(%) ^b 行動時間, 分/日		
勤務日	睡眠	344.4 (23.9)
	SB	699.8 (48.6)
	LPA	315.0 (21.9)
	MVPA	80.8 (5.6)
非勤務日	睡眠	426.8 (29.6)
	SB	585.2 (40.6)
	LPA	362.2 (25.2)
	MVPA	65.8 (4.6)

SB: 座位行動, LPA: 低強度身体活動, MVPA: 中高強度身体活動, K6: the 6-item Kessler Psychological Distress Scale, UWES: ユトレヒト・ワーク・エンゲイジメント尺度

特別な記述がない限り数値は人数(割合)を示す。

^a 点数が高いほど心理的ストレスが高いことを示す。

^b 行動時間は24時間に標準化された幾何平均で示された。括弧内は1日に占める各行動の割合を示す。

表 2. 24時間の身体行動と心理的ストレスの関連性 (n=1095)

	モデル 1 ^a			モデル 2 ^b		
	オッズ比 ^d	95% 信頼区間 下限 - 上限	P 値 ^e	オッズ比 ^d	95% 信頼区間 下限 - 上限	P 値 ^e
勤務日の身体行動 ^c						
睡眠	0.17	0.08 - 0.34	< 0.001	0.20	0.10 - 0.44	< 0.001
SB	2.12	1.22 - 3.70	0.008	2.28	1.23 - 4.28	0.010
LPA	2.73	1.84 - 4.09	< 0.001	2.45	1.46 - 4.17	< 0.001
MVPA	1.03	0.70 - 1.52	0.898	0.87	0.56 - 1.35	0.536
全体			< 0.001			< 0.001
非勤務日の身体行動 ^c						
睡眠	0.85	0.46 - 1.58	0.605	0.71	0.37 - 1.38	0.311
SB	1.13	0.72 - 1.77	0.587	1.22	0.75 - 1.97	0.427
LPA	1.31	0.87 - 1.98	0.205	1.37	0.87 - 2.17	0.181
MVPA	0.79	0.64 - 0.99	0.044	0.84	0.66 - 1.08	0.170
全体			0.186			0.334

SB: 座位行動, LPA: 低強度身体活動, MVPA: 中高強度身体活動

太字は統計的有意な関連性を示す ($P < 0.05$)。

^a モデル 1 は 1 日の行動時間のみを投入。

^b モデル 2 はモデル 1 に年齢, 性, body mass index, 教育年数, 暮らし向き, 配偶者の有無, 飲酒・喫煙習慣, 職種, 雇用形態, 残業時間を追加投入。

^c 1 日の身体行動はその他 3 つの行動に対するある行動の相対的な時間を示すように isometric log ratio (ilr) 変換した。

^d オッズ比は ilr 変換した身体行動 1 単位の増加に相当する。低い心理的ストレスを参照カテゴリとした。

^e 各身体行動における P 値は Wald 検定の結果, 1 日の全体的な時間利用における P 値は尤度比検定の結果を示す。

性が 11.4% 減少すると予測された (図 2, 表 B)。

考 察

本研究は, CoDA を用いて 1 日の身体行動時間をもつ相互依存性という特性に適切に対処したうえで, 勤労者の身体行動とポジティブ/ネガティブメンタルヘルスの関連性を検討した初めての研究である。その結果, 勤務日の SB や LPA から睡眠へと時間を置換することが, より良いメンタルヘルスと関連するという新たな知見を得ることで, 勤労者のメンタルヘルスを管理するためには十分な睡眠が重要であることを強調した。

本研究では, 勤務日の睡眠が多いことは低い心理的ストレスや高いワーク・エンゲイジメントと関連する一方で, SB が多いことはこれらの指標が不良な状態と関連した。本結果は, CoDA を用いない従来の研究において十分に知られた知見である^{4,7-9)}。また, アメリカの一般成人を対象に

CoDA を用いて検討した最近の研究結果とも一致している¹⁴⁾。本研究結果は, 非勤務日ではなく, 勤務日の睡眠と SB がメンタルヘルスの管理に重要であることを示唆している。

デバイスにより測定された LPA と心理的ストレスとの関連性についてはほとんど知られていない。LPA が成人の心理的ストレスの低さと有意に関連していることを示した研究は 1 件のみであり, これは CoDA を用いない横断研究である⁴⁰⁾。他方, CoDA を用いた 2 つの横断研究では, デバイスで測定した LPA と総合的なメンタルヘルス¹⁵⁾やうつ症状¹⁴⁾の有意な関連性はみられなかったと報告している。これら 3 つの先行研究はいずれも, 先進国の一般成人を代表するサンプルを使用しており, 参加者の特性は同等であると考えられる。したがって, 先行研究における結果の不一致は分析手法の違いによるものと推察される。また, 本研究は CoDA を用いた先行研究^{14,15)}とは対

表 3. 24時間の身体行動とワーク・エンゲイジメントの関連性 (n=1086)

	モデル 1 ^a			モデル 2 ^b		
	オッズ比 ^d	95% 信頼区間	<i>P</i> 値 ^e	オッズ比 ^d	95% 信頼区間	<i>P</i> 値 ^e
		下限 - 上限			下限 - 上限	
勤務日の身体行動 ^c						
睡眠	0.33	0.17 – 0.62	< 0.001	0.41	0.20 – 0.81	0.011
SB	2.26	1.37 – 3.75	0.001	2.75	1.55 – 4.91	< 0.001
LPA	1.13	0.80 – 1.60	0.478	0.86	0.54 – 1.37	0.524
MVPA	1.19	0.84 – 1.69	0.332	1.03	0.70 – 1.53	0.864
全体			0.002			0.005
非勤務日の身体行動 ^c						
睡眠	0.87	0.50 – 1.51	0.611	0.68	0.38 – 1.22	0.197
SB	1.35	0.91 – 2.03	0.142	1.36	0.88 – 2.11	0.165
LPA	1.05	0.73 – 1.53	0.784	1.31	0.87 – 1.98	0.194
MVPA	0.81	0.66 – 0.99	0.043	0.82	0.66 – 1.03	0.088
全体			0.063			0.128

SB: 座位行動, LPA: 低強度身体活動, MVPA: 中高強度身体活動

太字は統計的有意な関連性を示す ($P < 0.05$)。

^a モデル 1 は 1 日の行動時間のみを投入。

^b モデル 2 はモデル 1 に年齢, 性, body mass index, 教育年数, 暮らし向き, 配偶者の有無, 飲酒・喫煙習慣, 職種, 雇用形態, 残業時間を追加投入。

^c 1 日の身体行動はその他 3 つの行動に対するある行動の相対的な時間を示すように isometric log ratio (ilr) 変換した。

^d オッズ比は ilr 変換した身体行動 1 単位の増加に相当する。高いワーク・エンゲイジメントを参照カテゴリとした。

^e 各身体行動における P 値は Wald 検定の結果, 1 日の全体的な時間利用における P 値は尤度比検定の結果を示す。

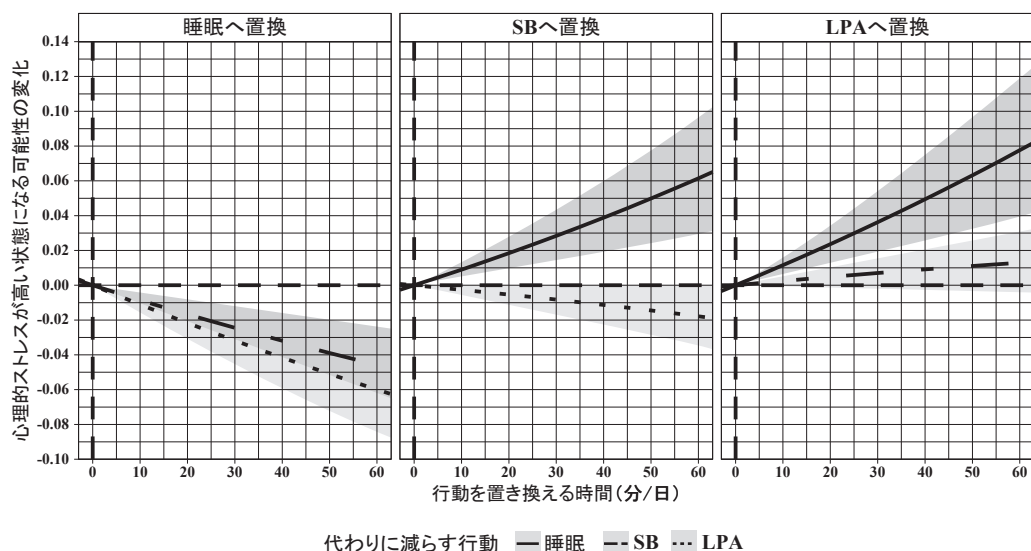


図 1. ある行動時間を別の行動時間に置き換えた際に心理的ストレスが高い状態になる可能性 (predicted probability) の変化

置き換える 2 つの行動以外の行動時間は集団の平均値で固定した。分析はモデル 2 に基づき実施した。心理的ストレスとの有意な関連性が確認された行動の結果のみを提示した。

SB: 座位行動, LPA: 低強度身体活動

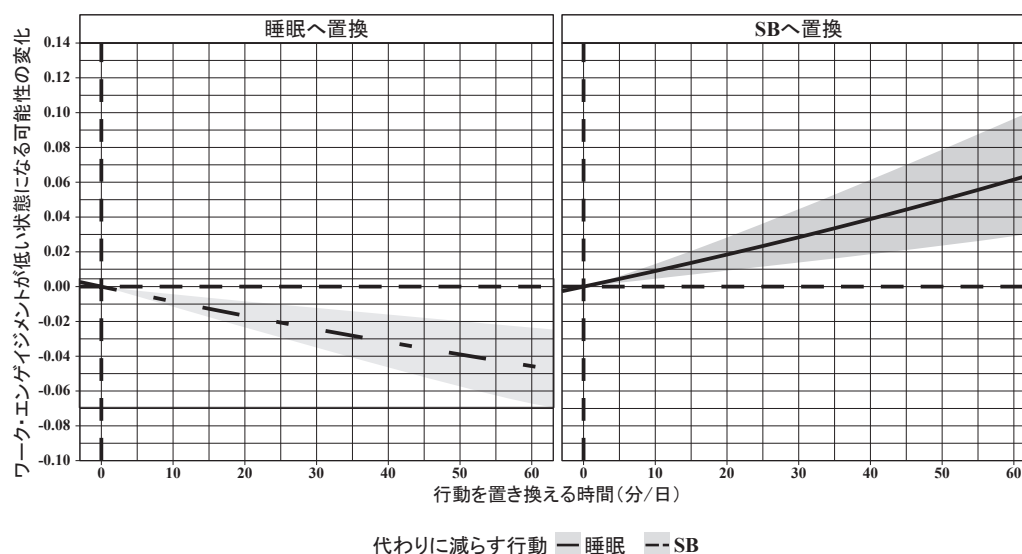


図2. ある行動時間を別の行動時間に置き換えた際にワーク・エンゲイジメントが低い状態になる可能性(predicted probability)の変化
置き換える2つの行動以外の行動時間は集団の平均値で固定した。分析はモデル2に基づき実施した。ワーク・エンゲイジメントとの有意な関連性が確認された行動の結果のみを提示した。
SB: 座位行動

象集団の属性が異なるため、これらの研究と結果が一致しなかったと考えられる。先行研究の参加者は複数の地域から抽出され、さまざまな職種や非勤労者(主婦や退職者など)のデータが含まれていた。しかし、本研究は1つの企業でおおよそ類似した仕事に就いている勤労者を対象としている。本研究においてLPAが不良なメンタルヘルスと関連した要因として、職場でのLPAが忙しさを反映しており、その結果、この種の行動が仕事に関連した心理的ストレスの増大につながっていることが考えられる。

多くの疫学研究では、運動などのMVPAの実践がメンタルヘルスに恩恵をもたらすと示唆されてきたが^{5,6)}、CoDAを用いた先行研究では結果が一貫していない。ある研究¹⁴⁾では、MVPAに費やす時間が多いほど成人の抑うつ症状が少ないと予測され、この結果は高齢者でも同様であった¹⁵⁾。しかし、オーストラリアの成人を対象とした別の研究では、こうした有意な関連性が認められなかった¹³⁾。特筆すべきは、これらの先行研究の対象集団は勤労者に限定されたものではなかった点である。メタアナリシスから、身体活動のうつ病への効果は臨床集団よりも非臨床集団のほうが小

さい可能性が示唆されている⁴¹⁾。本研究において不良なメンタルヘルスの基準を満たした勤労者の割合は、日本人の一般集団^{31,34)}と比較しても同様であったことから、対象者の心理状態はそれほど深刻ではなかったと推察される。本研究でMVPAとメンタルヘルスの間に有意な関連性がみられなかった一部の要因として、対象集団の特徴や検出力の低さがあると考えられる。

予想に反して、非勤務日の身体行動とメンタルヘルスの有意な関連性を確認することができなかった。この結果は、デバイスで測定された非勤務日のSBとメンタルヘルスの関連性を検討した、非CoDAによる横断研究の結果と部分的に一致している⁴²⁾。つまり本先行研究でもまた、有意な関連性がみられなかったことを報告している。比較的安定している勤務日の行動と比べて、非勤務日の時間利用パターンは勤労者ごと、そして一人の勤労者のなかでも日によって大きく変動することが予想される。このような非勤務日の多様な過ごし方は、対象者の習慣的な身体行動の把握を困難にし、分析結果にも影響を与える可能性がある。今後の研究では、人や日によって大きな変動のある余暇活動が身体行動とメンタルヘルスの関連性

に及ぼす影響を調査することが求められる。

本研究から、勤労者のメンタルヘルスを管理するうえで有効な戦略は、SB や LPA の時間を睡眠に置き換えることであると示された。これを促進するために、雇用主は残業時間を減らして、仕事関連の SB や LPA を減少させることができる。家庭では、勤労者はテレビ視聴やコンピュータ使用などの SB を減らして、睡眠のための時間を増やすことができる。また、本研究の結果は、職域でのメンタルヘルスマネジメントという点からは十分な睡眠時間を確保することが MVPA を行うことよりも優先されるべきであると示唆している。

この研究にはいくつかの限界点がある。第一に、CoDA を用いた先行研究^{14,29)}によって確立された手法に基づき、自己申告による睡眠時間とデバイスで実測した日中の身体行動時間を併せて24時間に標準化していることは、行動データの不正確さにつながっている可能性がある。更に、腰部装着型加速度計では座位と立位の姿勢を完全には区別できないため²²⁾、本研究では一部の SB と LPA を誤分類している可能性がある。第二に、本研究が横断研究であり身体行動とメンタルヘルスの因果関係に言及できない点である。本研究で得られた知見の因果性と妥当性を確認するために、可能であれば、今後 CoDA を用いた縦断研究を実施すべきである。第三に、34%の参加者を分析から除外したことによるバイアスを含んでいる可能性がある点である。今後の研究では、欠測データに対処するための戦略を検討するとよいだろう。最後に、本研究では日本の首都圏に住み、定期健康診断を受けた単一企業の従業員データを使用しているため、得られた結果をすべての勤労者集団に一般化することはできないと考えられる。

結論として、本研究は勤務日の24時間の身体行動時間がメンタルヘルスと有意に関連することを示した。具体的には、睡眠時間は良好なメンタルヘルスと関連し、反対に SB や LPA は不良なメンタルヘルスと関連した。本研究結果は、SB や LPA から睡眠に時間を再配分することが、心理的ストレスの軽減やワーク・エンゲイジメントの

向上につながることを示唆しており、勤労者のメンタルヘルスマネジメントに効果的な戦略を提供している。

オーサーシップ

北濃成樹：研究の着想，方法論，データ整理，分析，執筆－原稿作成，甲斐裕子：指導，調査，執筆－レビューおよび編集校正，神藤隆志：調査，執筆－レビューおよび編集校正，角田憲治：執筆－レビューおよび編集校正，荒尾孝：プロジェクト管理，執筆－レビューおよび編集校正。

利益相反

本論文で報告した事項に影響を与えるような利益相反関連事項はない。

謝 辞

MYLS スタディの研究グループである明治安田新宿健診センターのスタッフには、本プロジェクトの運営面や実務面で多大なご協力をいただいたことに感謝いたします。

資 金

本研究は科研費(17K13238; 19K11569)の助成を受けたものである。研究のデザイン，データ収集，データの分析や解釈，原稿の執筆には、いずれの資金提供機関も関与していない。

デ ー タ

本研究で調査したデータは内容がデリケートであるため、調査回答者には生データの機密性が保たれ、共有されないことが保証されています。

参 考 文 献

- 1) World Health Organization. Depression and other common mental disorders: global health estimates. World Health Organization, Geneva. 2017. Link: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254610/WHO-MSD-MER-2017.2-eng.pdf> (Accession date: 2020/08/11).
- 2) Theorell T, Hammarstrom A, Aronsson G, Traskman Bendz L, Grape T, Hogstedt C, Marteinsdottir I, Skoog I, Hall C. A systematic review including meta-analysis of work environment and depressive symptoms. BMC Public Health. 2015; 15: 738.
- 3) Shimazu A, Schaufeli WB, Kamiyama K, Kawakami N. Workaholism vs. work engagement: the two different predictors of future well-being and performance. International Journal of Behavioral Medicine. 2015; 22: 18-23.

- 4) Litwiller B, Snyder LA, Taylor WD, Steele LM. The relationship between sleep and work: a meta-analysis. *The Journal of Applied Psychology*. 2017; 102: 682-99.
- 5) Mammen G, Faulkner G. Physical activity and the prevention of depression: a systematic review of prospective studies. *American Journal of Preventive Medicine*. 2013; 45: 649-57.
- 6) Nishi D, Suzuki Y, Nishida J, Mishima K, Yamanouchi Y. Personal lifestyle as a resource for work engagement. *Journal of Occupational Health*. 2017; 59: 17-23.
- 7) Mullane SL, Toledo MJL, Rydell SA, Feltes LH, Vuong B, Crespo NC, Pereira MA, Buman MP. Social ecological correlates of workplace sedentary behavior. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2017; 14: 117.
- 8) Munir F, Houdmont J, Clemes S, Wilson K, Kerr R, Addley K. Work engagement and its association with occupational sitting time: results from the Stormont study. *BMC Public Health*. 2015; 15: 30.
- 9) Zhai L, Zhang Y, Zhang D. Sedentary behaviour and the risk of depression: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2015; 49: 705-9.
- 10) Chastin SF, Palarea-Albaladejo J, Dontje ML, Skelton DA. Combined effects of time spent in physical activity, sedentary behaviors and sleep on obesity and cardio-metabolic health markers: a novel compositional data analysis approach. *PLoS One*. 2015; 10: e0139984.
- 11) Pedisic Z. Measurement issues and poor adjustments for physical activity and sleep undermine sedentary behaviour research - the focus should shift to the balance between sleep, sedentary behaviour, standing and activity. *Kinesiology*. 2014; 46: 135-46.
- 12) Dumuid D, Stanford TE, Martin-Fernandez JA, Pedisic Z, Maher CA, Lewis LK, Hron K, Katzmarzyk PT, Chaput JP, Fogelholm M, Hu G, Lambert EV, Maia J, Sarmiento OL, Standage M, Barreira TV, Broyles ST, Tudor-Locke C, Tremblay MS, Olds T. Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Statistical Methods in Medical Research*. 2018; 27: 3726-38.
- 13) Curtis RG, Dumuid D, Olds T, Plotnikoff R, Vandelandotte C, Ryan J, Edney S, Maher C. The association between time-use behaviors and physical and mental well-being in adults: a compositional isotemporal substitution analysis. *Journal of Physical Activity & Health*. 2020; 17: 197-203.
- 14) del Pozo Cruz B, Alfonso-Rosa RM, McGregor D, Chastin SF, Palarea-Albaladejo J, del Pozo Cruz J. Sedentary behaviour is associated with depression symptoms: compositional data analysis from a representative sample of 3233 US adults and older adults assessed with accelerometers. *Journal of Affective Disorders*. 2020; 265: 59-62.
- 15) McGregor DE, Carson V, Palarea-Albaladejo J, Dall PM, Tremblay MS, Chastin SFM. Compositional analysis of the associations between 24-h movement behaviours and health indicators among adults and older adults from the Canadian Health Measure Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018; 15: 1779.
- 16) Im HJ, Baek SH, Chu MK, Yang KI, Kim WJ, Park SH, Thomas RJ, Yun CH. Association between weekend catch-up sleep and lower body mass: population-based study. *Sleep*. 2017; 40.
- 17) Gubelmann C, Vollenweider P, Marques-Vidal P. Of weekend warriors and couch potatoes: socio-economic determinants of physical activity in Swiss middle-aged adults. *Preventive Medicine*. 2017; 105: 350-5.
- 18) Pedisic Z, Dumuid D, Olds T. Integrating sleep, sedentary behaviour, and physical activity research in the emerging field of time-use epidemiology: definitions, concepts, statistical methods, theoretical framework, and future directions. *Kinesiology*. 2017; 49.
- 19) Tsunoda K, Kai Y, Uchida K, Kuchiki T, Nagamatsu T. Physical activity and risk of fatty liver in people with different levels of alcohol consumption: a prospective cohort study. *BMJ Open*. 2014; 4: e005824.
- 20) Ohkawara K, Oshima Y, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S. Real-time estimation of daily physical activity intensity by a triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *The British Journal of Nutrition*. 2011; 105: 1681-91.
- 21) Oshima Y, Kawaguchi K, Tanaka S, Ohkawara K, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait & Posture*. 2010; 31: 370-4.
- 22) Kurita S, Yano S, Ishii K, Shibata A, Sasai H, Nakata Y, Fukushima N, Inoue S, Tanaka S, Sugiyama T, Owen N, Oka K. Comparability of activity monitors used in Asian and Western-country studies for assessing free-living sedentary behaviour. *PLoS One*. 2017; 12: e0186523.
- 23) Murakami H, Kawakami R, Nakae S, Nakata Y, Ishikawa-Takata K, Tanaka S, Miyachi M. Accuracy of wearable devices for estimating total energy expenditure: comparison with metabolic chamber and doubly labeled water method. *JAMA Internal Medicine*. 2016; 176: 702-3.
- 24) Peeters G, van Gellecum Y, Ryde G, Farias NA, Brown WJ. Is the pain of activity log-books worth the gain in precision when distinguishing wear and nonwear time for

- tri-axial accelerometers? *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2013; 16: 515-9.
- 25) Tudor-Locke C, Camhi SM, Troiano RP. A catalog of rules, variables, and definitions applied to accelerometer data in the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003-2006. *Preventing Chronic Disease*. 2012; 9: E113.
- 26) Masse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, Matthews CE, Trost SG, Catellier DJ, Treuth M. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005; 37: S544-54.
- 27) Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A, American College of Sports Medicine; American Heart Association. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007; 116: 1081-93.
- 28) Pate RR, O' Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008; 36: 173-8.
- 29) McGregor DE, Palarea-Albaladejo J, Dall PM, Hron K, Chastin S. Cox regression survival analysis with compositional covariates: application to modelling mortality risk from 24-h physical activity patterns. *Statistical Methods in Medical Research*. 2019; 29: 1447-65.
- 30) Furukawa TA, Kawakami N, Saitoh M, Ono Y, Nakane Y, Nakamura Y, Tachimori H, Iwata N, Uda H, Nakane H, Watanabe M, Naganuma Y, Hata Y, Kobayashi M, Miyake Y, Takeshima T, Kikkawa T. The performance of the Japanese version of the K6 and K10 in the World Mental Health Survey Japan. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*. 2008; 17: 152-8.
- 31) Nishi D, Susukida R, Usuda K, Mojtabai R, Yamanouchi Y. Trends in the prevalence of psychological distress and the use of mental health services from 2007 to 2016 in Japan. *Journal of Affective Disorders*. 2018; 239: 208-13.
- 32) Shimazu A, Sonnentag S, Kubota K, Kawakami N. Validation of the Japanese version of the recovery experience questionnaire. *Journal of Occupational Health*. 2012; 54: 196-205.
- 33) Schaufeli WB, Bakker AB, Salanova M. The measurement of work engagement with a short questionnaire: a cross-national study. *Educational and Psychological Measurement*. 2006; 66: 701-16.
- 34) Shimazu A, Schaufeli WB, Miyataka D, Iwata N. Why Japanese workers show low work engagement: an item response theory analysis of the Utrecht Work Engagement scale. *BioPsychoSocial Medicine*. 2010; 4: 17.
- 35) Lund C, Brooke-Sumner C, Baingana F, Baron EC, Breuer E, Chandra P, Haushofer J, Herrman H, Jordans M, Kieling C, Medina-Mora ME, Morgan E, Omigbodun O, Tol W, Patel V, Saxena S. Social determinants of mental disorders and the Sustainable Development Goals: a systematic review of reviews. *The Lancet. Psychiatry*. 2018; 5: 357-69.
- 36) van den Boogaart KG, Tolosana-Delgado R. "compositions": a unified R package to analyze compositional data. *Computers & Geosciences*. 2008; 34: 320-38.
- 37) Templ M, Hron K, Filzmoser P. robCompositions: an R-package for robust statistical analysis of compositional data. In: Pawlowsky-Glahn V, Buccianti A (Eds), *Compositional data analysis: theory and applications*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2011; 341-55.
- 38) Amagasa S, Inoue S, Murayama H, Fujiwara T, Kikuchi H, Fukushima N, Machida M, Chastin S, Owen N, Shobugawa Y. Associations of sedentary and physically-active behaviors with cognitive-function decline in community-dwelling older adults: compositional data analysis from the NEIGE study. *Journal of Epidemiology*. 2020; 30: 503-8.
- 39) Dumuid D, Pedisic Z, Stanford TE, Martin-Fernandez JA, Hron K, Maher CA, Lewis LK, Olds T. The compositional isotemporal substitution model: a method for estimating changes in a health outcome for reallocation of time between sleep, physical activity and sedentary behaviour. *Statistical Methods in Medical Research*. 2019; 28: 846-57.
- 40) Hamer M, Coombs N, Stamatakis E. Associations between objectively assessed and self-reported sedentary time with mental health in adults: an analysis of data from the Health Survey for England. *BMJ Open*. 2014; 4: e004580.
- 41) Rebar AL, Stanton R, Geard D, Short C, Duncan MJ, Vandelandotte C. A meta-meta-analysis of the effect of physical activity on depression and anxiety in non-clinical adult populations. *Health Psychology Review*. 2015; 9: 366-78.
- 42) Gibson AM, Muggeridge DJ, Hughes AR, Kelly L, Kirk A. An examination of objectively-measured sedentary behavior and mental well-being in adults across week days and weekends. *PLoS One*. 2017; 12: e0185143.

付録

表 A. ある行動時間を別の行動時間に置き換えた際に心理的ストレスが高い状態になる可能性(predicted probability)の変化

時間の変化 (分/日)	増やす 行動	predicted probability の変化量	95% 信頼区間		増やす 行動	predicted probability の変化量	95% 信頼区間	
			下限	上限			下限	上限
睡眠を減らす場合								
10	SB	0.0090	0.0044	0.0137	LPA	0.0117	0.0063	0.0173
20		0.0184	0.0091	0.0282		0.0228	0.0121	0.0341
30		0.0284	0.0139	0.0437		0.0344	0.0182	0.0517
40		0.0389	0.0188	0.0602		0.0505	0.0265	0.0768
50		0.0499	0.0240	0.0777		0.0633	0.0329	0.0967
60		0.0615	0.0294	0.0963		0.0765	0.0395	0.1177
SB を減らす場合								
10	睡眠	-0.0086	-0.0129	-0.0043	LPA	0.0025	-0.0005	0.0056
20		-0.0167	-0.0250	-0.0084		0.0048	-0.0010	0.0108
30		-0.0245	-0.0363	-0.0125		0.0070	-0.0016	0.0159
40		-0.0319	-0.0470	-0.0163		0.0090	-0.0023	0.0209
50		-0.0390	-0.0571	-0.0201		0.0109	-0.0031	0.0257
60		-0.0457	-0.0665	-0.0237		0.0127	-0.0040	0.0305
LPA を減らす場合								
10	睡眠	-0.0126	-0.0184	-0.0069	SB	-0.0024	-0.0052	0.0003
20		-0.0223	-0.0323	-0.0123		-0.0051	-0.0107	0.0006
30		-0.0317	-0.0455	-0.0176		-0.0078	-0.0164	0.0007
40		-0.0407	-0.0580	-0.0228		-0.0108	-0.0222	0.0008
50		-0.0522	-0.0736	-0.0296		-0.0139	-0.0282	0.0007
60		-0.0604	-0.0845	-0.0346		-0.0187	-0.0373	0.0004

分析はモデル 2 に基づいて実施した。SB: 座位行動, LPA: 低強度身体活動

表 B. ある行動時間を別の行動時間に置き換えた際にワーク・エンゲイジメントが低い状態になる可能性(predicted probability)の変化

時間の変化 (分/日)	増やす 行動	predicted probability の変化量	95% 信頼区間	
			下限	上限
睡眠を減らす場合				
10	SB	0.0086	0.0030	0.0145
20		0.0175	0.0060	0.0295
30		0.0265	0.0091	0.0448
40		0.0357	0.0122	0.0605
50		0.0451	0.0153	0.0766
60		0.0547	0.0185	0.0930
SB を減らす場合				
10	睡眠	-0.0085	-0.0142	-0.0030
20		-0.0168	-0.0280	-0.0060
30		-0.0250	-0.0415	-0.0089
40		-0.0330	-0.0546	-0.0118
50		-0.0409	-0.0674	-0.0147
60		-0.0487	-0.0798	-0.0177

分析はモデル 2 に基づいて実施した。SB: 座位行動