

〔二次出版〕

加速度計で測定した勤労者の身体活動および座位行動の COVID-19発生前後における変化 —Journal of Epidemiology に掲載された 英語論文の日本語による二次出版—

藤井悠也¹⁾, 北濃成樹¹⁾, 甲斐裕子¹⁾, 神藤隆志^{1,2)}, 荒尾 孝¹⁾

SUMMARY

背景：新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行により、勤労者の身体活動(physical activity: PA)が減少し、座位行動(sedentary behavior: SB)が増加した可能性がある。しかし、これまでのほとんどの研究では、PA と SB は自己申告により評価されていた。そこで本研究は、日本人勤労者における COVID-19発生前後の PA および SB の変化について加速度計を用いて明らかにすることを目的とした。

方法：本研究は、首都圏在住勤労者の健康診断データを用いた 1 年間の縦断研究である。ベースライン調査は2019年 6 月から11月、追跡調査は2020年 6 月から11月に実施された。どちらの調査でも、参加者は少なくとも10日間、起きている時間に 3 軸加速度計を腰に装着するよう求められた。分析にあたり、装着時間の変動を考慮し、PA と SB に費やした時間(分)を装着時間に占める割合(%)に換算した。COVID-19発生前後の PA と SB の変化を調べるために、対応のある t 検定を実施した。

結果：参加者757人のうち、536人(70.8%)を分析対象とした。分析対象者の平均年齢は53.3歳、女性が69.6%、ほとんどが正社員であった。解析の結果、PA は、平日および週末に関係なく減少したが、週末の変化量は少なかった。一方で、SB は平日・週末ともに有意に増加した。これら PA の減少もしくは SB の増加は、1 日当たり約10分程度であった。

結論：首都圏在住勤労者において、COVID-19の発生前後、客観的に測定された PA は減少し、SB は増加した。そして、その効果量は 1 日当たり約10分程度であることが明らかになった。

Key words: 身体不活動, 座位時間, オフィスワーカー, ソーシャルディスタンス

背 景

新型コロナウイルス感染症2019(COVID-19)は、2019年12月に発生し、2020年 3 月に世界保健機関(WHO)によって世界的なパンデミック宣言がな

された¹⁾。日本では、2020年 1 月以降徐々に感染が拡大し、2020年 4 月 7 日に政府が最初の緊急事態宣言を発令した²⁾。その後、2020年から2022年にかけて緊急事態宣言が繰り返された。これらの宣言は、他国のロックダウン規制とは異なり、

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) 筑波大学 体育系 Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, 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。

Fujii Y, Kitano N, Kai Y, Jindo T, Arao T. Changes in accelerometer-measured physical activity and sedentary behavior from before to after COVID-19 outbreak in workers. Journal of Epidemiology. 2024; 34(5): 247-53.

人々の自粛と自己防衛意識に頼った自主的な感染予防を促進するため、ソーシャルディスタンス措置などが採用された³⁾。勤労者においては、COVID-19のパンデミックによってワークスタイルが大きな影響を受け、在宅勤務が普及した^{4,5)}。この働き方の変化は、通勤ほか職業に関連する身体活動(physical activity: PA)に大きな影響を与えた^{6,7)}。Ráthonyiらは、パンデミック中の勤労者のPAと座位行動(sedentary behavior: SB)の変化に関する39の論文をレビューした。その結果、対象論文の76.4%においてPAの減少が報告され、75.0%においてSBの増加が確認された⁸⁾。しかし、先行研究のほとんどは、2つの大きな方法論的限界を有していた⁸⁾。第一に、ほとんどの研究は質問票によってPAを評価しており、想起バイアスの問題がある⁹⁾。一般的に、客観的にPAを評価できる方法は、この想起バイアスの影響を受けない。COVID-19のパンデミック中はネガティブな感情になりやすく¹⁰⁾、それが想起バイアスに多大な影響を与えた可能性を考慮すると¹¹⁾、パンデミック前後のPAとSBを客観的に評価する方法を採用する必要がある。更に、3軸加速度計など、客観的に測定できるツールを用いることで、PAがいつ、どの程度変化したかを示す証拠も得ることが可能となる。勤労者のPAパターンが平日と週末で異なる可能性があることを考えると、このエビデンスは介入策の立案に役立つだろう。第二に、最近のシステマティックレビューでは、先行研究の4分の3近くが横断デザインを採用していることが示された⁸⁾。個人内の変化を検出するためには、同一対象者に対する縦断調査を実施する必要がある。したがって、パンデミック前後のPAとSBの変化におけるバイアスを少なくするために、この2つの制限を克服する必要がある。更に、COVID-19のまん延に対する制限解除後のPAとSBの変化に関するエビデンスはまだ不足している。これまでのほとんどの研究は、社会的緊急性と時間的制約のために、最も厳しい行動制限措置(ロックダウンなど)の下での即時的な変化を調べていた^{8,12)}。最近の縦断的研究では、ロッ

クダウン解除後の児童におけるPAの変化が検証され、活動レベルが依然としてパンデミック前のレベルに回復していないことが報告されている¹³⁾。持続的な運動不足が非感染性疾患のリスクを高める可能性があることを踏まえると¹⁴⁾、勤労世代においても、厳しい行動制限措置が解除された後のPAとSBの変化を特定することは重要だと考えられる。そこで本研究では、日本人勤労者におけるCOVID-19発生前後のPAとSBの1年間の変化を、加速度計を用いて明らかにすることを目的とした。

方 法

A. 参加者とデータ収集

本研究は、明治安田新宿健診センター(東京都新宿区)の健康診断データを用いた明治安田ライフスタイルスタディ(MYLSスタディ[®])による1年間の縦断研究である¹⁵⁾。研究対象者の選択基準は、1)加速度計によるオプション検査を受けたこと、2)生命保険会社またはその関連会社(事務職)に勤務しており、研究者が参加者の就業規則を特定できること、3)この研究に参加するためのインフォームドコンセントに同意した者とした。ベースライン調査は、COVID-19発生前の2019年6月から11月までに実施された。追跡調査は1回目の緊急事態宣言解除直後の2020年6月16日から、2回目の緊急事態宣言発令¹⁶⁾直前の2020年11月までに実施した¹⁷⁾。ベースライン調査には1059人が参加し、追跡調査には757人が参加した(追跡調査率:71.5%)。対象者の就業先における勤務日および勤務時間は、月曜日から金曜日の9:00～17:00であり、フレックスタイム制は導入されていなかった。調査対象者のうち、ベースライン調査でリモートワーク制度を利用していた者はおらず、追跡期間中に在宅勤務を導入した従業員は約20%であった(調査対象企業の人事部による情報提供)。本研究の参加者は、健康保険組合から毎年の健康診断に対する費用補助を受けているホワイトカラー勤労者であった。この研究は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. 身体活動と座位行動

参加者の PA と SB は、3 軸加速度計(Active style Pro HJA750-C: オムロンヘルスケア株式会社, 京都, 日本)によって計測した^{18,19)}。加速度計は、健診日の少なくとも 2 週間前に、測定手順と健康診断キットとともに各参加者に郵送された。参加者は、デバイスを損傷する可能性のある状態(例えば、水中での活動や接触のあるスポーツなど)を除いて、少なくとも 10 日間、起きている間に加速度計を腰に装着するように求められた。エポック長は 60 秒に設定され、metabolic equivalents (METs) は、開発者が提供するソフトウェアによって計算された¹⁹⁾。検出限界を下回る活動が 60 分連続した場合を非装着時間と定義し、データが 10 時間の装着時間を超えた場合は有効日と見なした。有効な平日データを 2 日以上かつ有効な週末データを 1 日以上もつ参加者を分析対象とした^{20,21)}。各 60 秒のエポックは、低強度 PA (LPA: 1.6~2.9 METs)、中強度から高強度 PA (MVPA: ≥ 3.0 METs)、または SB (≤ 1.5 METs) に分類された。副次的アウトカムとして、bouted MVPA (BMVPA: 最大 2 分間の中断を許容し、かつ 10 分以上連続した MVPA)²²⁾、prolonged SB (PSB: 30 分以上の連続した SB)^{23,24)}、および歩数も評価した。これらの各行動に費やされた時間と歩数は、1 日ごとに集計され、すべての有効日数で平均された。活動レベルの日内変動をとらえるために、時間ごとの総 PA (METs-h) を計算した。

C. 人口統計データ

参加者の特性を明らかにするために、人口統計学的情報を取得した。これらの変数には、年齢(連続値)、性別、身長、体重(連続値)、body mass index: BMI(連続値)、配偶者の有無(あり、なし)、教育年数(連続値)、主観的経済状況(大変ゆとりがある、ゆとりがある、苦しい、大変苦しい)、職種(管理職、事務員、専門職、販売/サービス職、その他)、および雇用状況(正社員、その他)が含まれた。オフィスワーカーは、管理職、事務員、専門職などの職種に回答した人と定義し

た。BMI は測定された身長と体重を使用して計算され、残りの変数は自記式アンケートによって評価された。

D. 統計解析

分析にあたり、装着時間の変動を考慮し、PA と SB に費やした時間(分)を装着時間に占める割合(%)に換算した。2019 年と 2020 年の PA と SB の分布を示すため、箱ひげ図とバイオリンプロットを示した。COVID-19 発生前後の PA または SB の変化を調べるために、対応のある t 検定を実行し、効果量(Cohen の d)を計算した。分析は、全体および平日と週末別に実施された。総 PA の日内変動をラインプロットとヒートマップを用いて図示した。感度分析として、性別、年齢(50 歳未満または 50 歳以上)、職種(オフィスワーカーまたは販売/サービス職)、および主観的経済状況(苦しい/大変苦しい、またはゆとりがある/大変ゆとりがある)ごとに、すべての分析を実施した。年齢のカットオフは、この集団の平均年齢(53.3 歳)に近い 50 歳とした。すべての統計分析と視覚化は、R バージョン 4.0.2 (R Foundation for Statistical Computing, ウィーン, オーストリア)を使用して実行され、有意水準は $P < 0.05$ に設定した。

結 果

ベースライン調査の参加者は 1059 人、追跡調査の参加者は 757 人で、追跡率は 71.5% であった。適格な参加者 757 人のうち、221 人(29.2%)の勤労者が加速度計の欠損データのために除外され、536 人(70.8%)が分析に含まれた。ベースライン特性は、分析対象となった参加者と対象外の参加者(追跡調査を受けていない、または加速度計のデータが欠損している)ごとに補足表 1 に示す。ベースライン調査と追跡調査は、ほとんどの参加者について同じ季節に実施され(補足図 1)、平均追跡期間は 378.6 日(標準偏差, 36.2 日)であった(表 1)。参加者の平均年齢は 53.3 歳で、69.6% が女性であった。平均教育年数は 14.5 年(大学卒に相当)で、ほとんどが正社員であった。参加者の PA と SB の特徴を補足表 2 に示す。

表 1. ベースラインでの参加者の特徴

変数	全対象者 (n = 536)	男性 (n = 163)	女性 (n = 373)
平均値 (SD) 年齢, 歳	53.3 (8.9)	51.9 (6.9)	53.9 (9.6)
性別			
男性	163 (30.4%)	-	-
女性	373 (69.6%)	-	-
平均値 (SD) 身長, cm	161.5 (9.0)	171.9 (5.8)	157.0 (5.9)
平均値 (SD) 体重, kg	59.6 (12.4)	68.5 (11.6)	55.7 (10.7)
平均値 (SD) BMI, kg/m ²	22.7 (3.8)	23.1 (3.4)	22.5 (4.0)
配偶者の有無			
あり	352 (65.9%)	141 (86.5%)	211 (56.9%)
なし	182 (34.1%)	22 (13.5%)	160 (43.1%)
欠損	2	0	2
平均値 (SD) 教育年数, 年	14.5 (1.8)	15.9 (0.8)	13.9 (1.8)
欠損	15	3	12
主観的経済状況			
大変ゆとりがある	31 (5.8%)	12 (7.4%)	19 (5.2%)
ゆとりがある	364 (68.5%)	122 (74.8%)	242 (65.8%)
苦しい	113 (21.3%)	24 (14.7%)	89 (24.2%)
大変苦しい	23 (4.3%)	5 (3.1%)	18 (4.9%)
欠損	5	0	5
職種			
オフィスワーカー	390 (72.8%)	150 (92.0%)	240 (64.3%)
販売/サービス職	146 (27.2%)	13 (8.0%)	133 (35.7%)
雇用状況			
正社員	424 (80.5%)	148 (91.9%)	276 (75.4%)
その他	103 (19.5%)	13 (8.1%)	90 (24.6%)
欠損	9	2	7
平均値 (SD) 追跡期間, 日数	378.6 (36.2)	377.0 (34.3)	379.3 (37.1)

SD: standard deviation (標準偏差)

図 1 は、2019年から2020年までの PA, SB, および歩数の変化を示している。各点は、PA および SB における装着時間の平均変化率を示している。点が 0 の左側にある場合は、2020年にその活動が減少したことを示している。LPA と MVPA は、平日および週末に関係なく減少したが、週末の変化は有意ではなかった。逆に、SB は平日と週末の両方で増加した。PA と SB の変化の大きさは、LPA と MVPA を統合すると、平日・週末を問わず、加速度計の装着時間の割合で PA の減少が約 1 % ポイントに相当し、SB は同程度増加した。平日のベースライン時の平均装着時間が951分であったことから、1 % ポイントの変化は 1 日9.5 分(約10分)と算出できる。平日と週末の BMVPA

時間に明確な変化は見られなかった。一方で PSB は平日と週末の両方で増加した。歩数は平日と週末の両方で減少した(200~800歩/日)。すべての変化量は、補足表 3 および補図 2 に記載されている。感度分析の結果、性別、年齢、職種、主観的経済状況ごとに見ても、PA と SB における変化の傾向は変わらないことが示された(補図 3 ~ 6)。

図 2 は、2019年(赤線)と2020年(青線)における総 PA の日内変動を、平日と週末に分けてプロットしている。折れ線グラフの影は、平均 ± 1 標準偏差の範囲を示している。ヒートマップでは、濃い赤と青は、それぞれ2019年から2020年にかけての総 PA における減少または増加を示している。

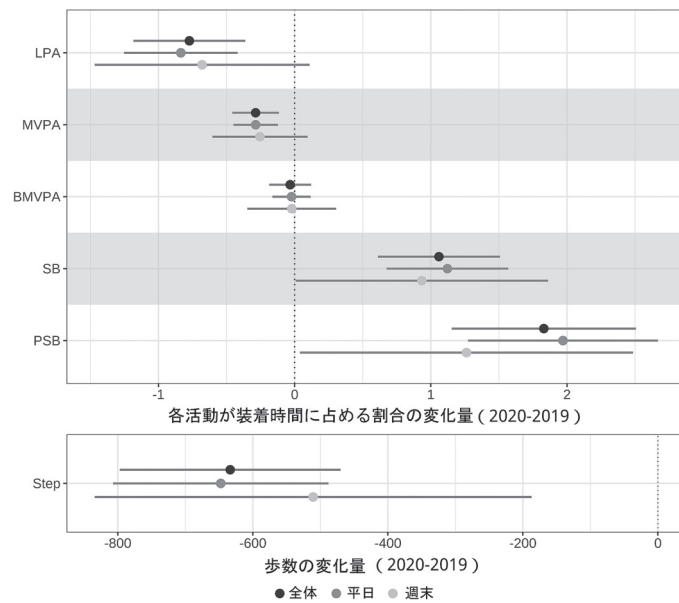


図1. 2019年から2020年までの身体活動と座位行動の変化点は平均値，エラーバーは95%信頼区間を示す。装着時間に占める割合は，加速度計の装着時間に対して各活動に費やした時間の割合を算出した。

LPA：light-intensity physical activity(低強度身体活動)，MVPA：moderate- to vigorous-intensity physical activity(中高強度身体活動)，BMVPA：bouted moderate- to vigorous-intensity physical activity(10分以上連続した中高強度身体活動)，SB：sedentary behavior(座位行動)，PSB：prolonged sedentary behavior(30分以上連続した座位行動)

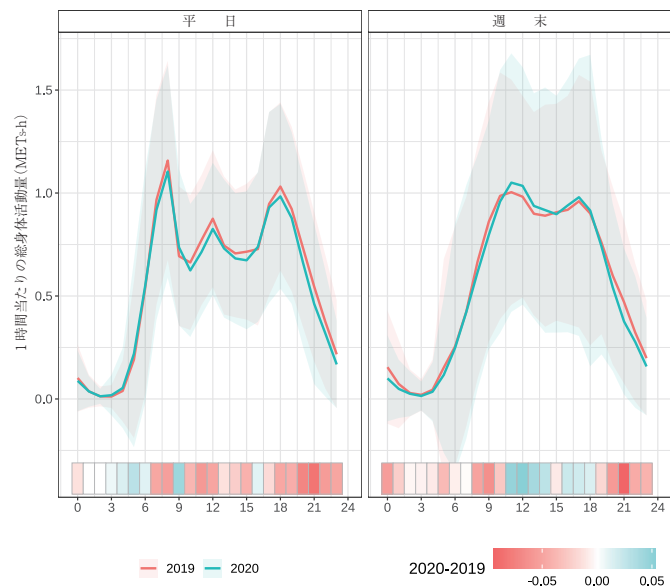


図2. 2019年と2020年の身体活動における日内変動の比較
折れ線グラフの影は，平均値から1標準偏差±の範囲を示す。ヒートマップにおける濃い赤と青は，それぞれ2019年から2020年にかけての総身体活動の大幅な減少または増加を示している。

平日の結果は、7:00から24:00までのヒートマップが赤い線で描かれており、2019年と比較して2020年の総PAが減少していることを示している。対照的に、2020年における週末の総PAは11:00から18:00に2019年より増加している傾向が確認され、19:00以降は減少した。

考 察

本研究は、勤労者におけるCOVID-19発生前後のPAとSBの1年間の変化について、加速度計を用いて明らかにした最初の研究であった。その結果、COVID-19発生前後において、主に平日のPAが減少し、SBが増加したことが示された。具体的な効果量としては、LPAとMVPAを統合すると、平日・週末を問わず、加速度計装着時間の割合でPAの減少が約1%ポイントに相当し、SBは同程度増加した。ベースライン調査時の平日における平均装着時間は951分であったため、1%ポイントの変化は、1日当たり9.5分(約10分)と推定できる。感度分析では、これらの傾向は性別、年齢、職種、主観的経済状況によって変わらないことも示唆された。

先行研究のレビューでは、ほとんどの研究において、COVID-19のまん延によるロックダウン措置によって勤労者のPAとSBが悪影響を受けたことが報告されている⁸⁾。しかし、多くの研究が質問紙を用いてPAとSBを評価しており、測定バイアスの問題がある。Wunschらは、COVID-19がすべての世代のPAに与える影響に関するシステマティックレビューにおいて、パンデミックにおけるPAの変化を調査するためには、行動の客観的な評価と縦断的データを活用することの重要性を強調した¹²⁾。我々の研究は、客観的な縦断的データを用いて、これらの2つの方法論的限界を克服し、パンデミック時のPA低下とSB増加に関する、これまでの知見を拡張した。

COVID-19の発生前後、PAの減少とSBの増加が観察されたが、これらの行動の変化の大きさは平日と週末で異なる傾向を示した。平日には、BMVPAを除くすべての行動に変化が見られた。

しかし、週末には、SB、PSB、および歩数でのみ変化が見られた。COVID-19に対する勤労者の行動の変化を、平日と週末に分けて検証した研究は限られている²⁵⁾。Brusacaらは、COVID-19パンデミック中の勤労者は、パンデミック前と比較して、平日のMVPAが減ったことを明らかにしたが、週末の行動はパンデミック前とパンデミック中との間であまり変化していなかった²⁵⁾。我々の結果は、彼らの結果と部分的に一致していた。ほとんどの強度のPAが週末に変化を示さなかったのは、平日と比較してこれらの行動に大きなばらつきがあるためと思われる。客観的な測定方法を用いれば、バイアスが少ない状態で装着日のPAを評価できるが、日によって大きく行動が変化する週末におけるPAの平均量を推定するには、より多くのデータが必要だったと考えられる。我々のデータでは、週末の平均装着日数はわずか4.5日程度であり、週末の「習慣的な」行動を評価するには十分ではなかった可能性がある。週末のPAとSBの変化を明らかにするには、更に長期間の調査を含んだ研究が必要となる。

日内変動の結果によって、平日7:00以降の総PAは、2019年と比較して2020年において減少していたことが示された。これは、パンデミックによる外出制限に伴う働き方の変化を反映したものと考えられる。首都圏の緊急事態宣言では、国から従業員の出勤率をパンデミック前比で70%に減らすよう要請された²⁶⁾。緊急事態宣言解除後も、感染拡大防止のための基本的な対策は引き続き徹底された。調査対象企業の人事部によると、追跡期間中に在宅勤務を導入した従業員は約20%にとどまったが、残りの従業員は、同僚や顧客と直接会うことは避けるよう求められた。したがって、これらすべてのワークスタイルの変化が、日中の総PAの減少とSBの増加につながった可能性がある。一方、就業時間後における総PAの減少は、感染防止対策としてレジャー施設の利用制限やイベント開催が制限されたことが原因と考えられる。特に首都圏では、「歓楽街」を訪れる人の減少が報告されている²⁷⁾。以上のことから、首都圏に住む

日本人勤労者は、平日の就業前、就業中、就業後に PA が減少している可能性がある。一方、週末の日内変動を見ると、昼間は PA が増加する傾向にあるが、夕方以降は減少する傾向にあることが明らかとなった。昼間の活動の増加は、夜間の行動制限に伴う「代償活動」として発生したと考えられる(例えば、夜間は店が閉まっているため、昼間に買い物に行くようになった等)。しかし、週末の PA は全体的に減少する傾向があったため、夜間の活動が日中の活動に完全に取って代わったわけではないことが示唆された。

この研究では、PA 減少および SB 増加は 1 日当たり約 10 分であることが確認された。この変化は、COVID-19 の発生後、PA が 1 日当たり 23 分減少、SB が 75 分増加したと報告された以前の研究^{28,29)}で確認されたものよりも比較的小さかった¹²⁾。この違いには 2 つの理由が考えられる。第一の理由は、PA の評価方法の違いである。本研究では PA と SB の測定には加速度計を使用した。が、ほとんどの先行研究では自己申告式の質問票を使用していたため、想起バイアスが生じていた可能性がある⁹⁾。アンケートは、ネガティブな状況下で悲観的に推定されることが報告されている。COVID-19 のパンデミック時のように、心理的にネガティブな状況下では¹⁰⁾、自己申告による PA は悲観的に評価されることがあり¹¹⁾、過去の活動量を過大に、現在を過少に報告した可能性がある。したがって、PA と SB の変化における効果量は、先行研究では過大評価されていた可能性がある。第二の理由は、実施されていた制限措置の違いである。これまでのほとんどの研究は、ロックダウンが実施された地域で調査を行っている^{8,12)}。本研究はロックダウンなどの厳しい制限とは異なり、比較的緩やかな制限が実施されている東京で調査を行い、更にこれらの制限が解除されている期間中に追跡調査が実施された。今後の研究では、制限の厳しさごとに PA と SB への影響が異なるかを比較し検証する必要がある。

この研究では、PA と SB の変化は比較的小さいことが示されたが、公衆衛生への影響は小さく

ない可能性がある。日本では、厚生労働省が 2013 年に身体活動ガイドラインを制定し、1 日 10 分の PA を上乗せする「+10(プラステン)」のメッセージを強調している³⁰⁾。「+10」の推奨は、MVPA を 1 日 10 分増やすことで、非感染性疾患、認知症、関節筋骨格系障害、更には死亡のリスクを 2 ~ 8 % 減らすことができるという研究成果に基づいている³¹⁾。我々の研究では、総 PA が 1 日当たり 10 分「減少」したことを考えると、パンデミックの間、人口は「+10」の推奨とは反対の方向(病気のリスクの増加に向かって)に動いたといえる。人口レベルで PA を 1 日当たり 10 分増やすことは困難である³²⁾。したがって、勤労者の PA を増やすために、更に積極的な介入が必要である。

本研究の強みは、パンデミック時の行動変化を調査するうえで必要な、いくつかの制限を乗り越えたことである。したがって、これらの結果は、測定バイアスを回避し、日本人勤労者における COVID-19 発生後の PA または SB の詳細な変化を示すことができた。しかし、我々の研究にはいくつかの限界がある。まず、外的妥当性の問題である。本調査は首都圏の企業に勤める勤労者を対象に実施された。参加者の大半は、労働時間が決まった正社員で、比較的裕福な人々であった。したがって、この結果が他の地域、国、職業、勤務スケジュール(フレックスタイムなど)の人々に適用できるのかは不明である。第二に、本研究は PA の客観的評価を用いていたが、活動強度に関して誤分類が生じた可能性がある。特に、腰に取り付けられた加速度計は姿勢を検出できないため、SB と LPA の誤分類につながる可能性がある³³⁾。最後に、すべての参加者が COVID-19 の発生に曝露していたため、対照群は設定されておらず、結果は単に時間の変化を反映しているという批判に反論できない。

結論として、COVID-19 の発生後、日本人勤労者では PA が減少し、SB が増加した。また変化量は 1 日当たり 10 分に相当した。更に、これらの行動の変化は、週末よりも平日のほうが明瞭であり、平日の就業時間前、就業時間中、就業時間後

に確認された。これらの知見は、パンデミックによる制限が勤労者の PA および SB に及ぼす悪影響を防ぐための対策の開発に役立つ情報となる。特に、本研究の結果から示唆されたように、平日の通勤、日中の仕事関連 PA、就業後の余暇 PA の減少を補うための計画を、国、企業、個人が策定すべきである。COVID-19パンデミック中またはパンデミック後において、勤労者の PA と SB を回復する方法を探るには、今後の更なる研究が必要である。

謝 辞

本プロジェクトの運営面・実務面で多大なる支援をいただいた明治安田新宿健診センターの皆様には感謝申し上げます。

資 金

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金若手研究(17K13238, 20K19701)および科学研究費補助金基盤研究(19K11569)の支援を受けて行われた。資金提供機関はいずれも、研究デザイン、データ収集、分析、データの解釈、または原稿の作成に関与していない。

データ利用に関する声明

本研究のデータは、責任著者へのリクエストにより入手できます。

利 益 相 反

宣言なし。

参 考 文 献

- 1) World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19-11 March 2020. URL: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. 2020. (アクセス日: 2022年2月24日)
- 2) Prime Minister of Japan and His Cabinet. [COVID-19] Declaration of a state of emergency in response to the novel coronavirus disease (April 16). 2020. URL: https://japan.kantei.go.jp/ongoingtopics/_00020.html (アクセス日: 2022年2月24日)
- 3) Watanabe T, Yabu T. Japan's voluntary lockdown. *PloS One*. 2021; 16(6): e0252468.
- 4) Hosoda M. Telework amidst the COVID-19 pandemic: effects on work style reform in Japan. *Corporate Governance*. 2021; 21(6): 1059-71.
- 5) Okubo T. Spread of COVID-19 and telework: evidence from Japan. *Covid Economics*. 2020; 32(26): 1-25.
- 6) Javad Koohsari M, Nakaya T, Shibata A, Ishii K, Oka K. Working from home after the COVID-19 pandemic: do company employees sit more and move less? *Sustainability*. 2021; 13(2): 939.
- 7) Fukushima N, Machida M, Kikuchi H, Amagasa S, Hayashi T, Odagiri Y, Takamiya T, Inoue S. Associations of working from home with occupational physical activity and sedentary behavior under the COVID-19 pandemic. *Journal of Occupational Health*. 2021; 63(1): e12212.
- 8) Ráthonyi G, Kósa K, Bács Z, Ráthonyi-Ódor K, Füzesi I, Lengyel P, Bácsné Bába É. Changes in workers' physical activity and sedentary behavior during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*. 2021; 13(17): 9524.
- 9) Cross TJ, Isautier JMJ, Stamatakis E, Morris SJ, Johnson BD, Wheatley-Guy C, Taylor BJ. Self-reported physical activity before a COVID-19 'lockdown': is it just a matter of opinion? *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2021; 7(2): e001088.
- 10) Robinson E, Sutin AR, Daly M, Jones A. A systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies comparing mental health before versus during the COVID-19 pandemic in 2020. *Journal of Affective Disorders*. 2022; 296: 567-76.
- 11) Drace S. Evidence for the role of affect in mood congruent recall of autobiographic memories. *Motivation and Emotion*. 2013; 37(3): 623-8.
- 12) Wunsch K, Kienberger K, Niessner C. Changes in physical activity patterns due to the Covid-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(4): 2250.
- 13) Salway R, Foster C, de Vocht F, Tibbitts B, Emm-Collison L, House D, Williams JG, Breheny K, Reid T, Walker R, Churchward S, Hollingworth W, Jago R. Accelerometer-measured physical activity and sedentary time among children and their parents in the UK before and after COVID-19 lockdowns: a natural experiment. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2022; 19(1): 51.
- 14) Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Impact of physical inactivity on the world's major non-communicable diseases. *Lancet*. 2012; 380(9838): 219-29.
- 15) 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(8): e005824.
- 16) Prime Minister of Japan and His Cabinet. [COVID-19] The declaration of the lifting of the state of emergency in response to the novel coronavirus disease. 2020. URL: https://japan.kantei.go.jp/ongoingtopics/_00027.html (アクセス日: 2022年6月3日)
 - 17) Prime Minister of Japan and His Cabinet. [COVID-19] Declaration of a state of emergency in response to the novel coronavirus disease (January 7). 2021. URL: https://japan.kantei.go.jp/ongoingtopics/_00038.html (アクセス日: 2022年6月3日)
 - 18) 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(5): 702-3.
 - 19) 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(11): 1681-91.
 - 20) 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.
 - 21) Mâsse 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(11 Suppl): S544-54.
 - 22) Clarke J, Janssen I. Sporadic and bouts physical activity and the metabolic syndrome in adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2014; 46(1): 76-83.
 - 23) Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007; 116(9): 1081-93.
 - 24) Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008; 36(4): 173-8.
 - 25) Brusaca LA, Barbieri DF, Mathiassen SE, Holtermann A, Oliveira AB. Physical behaviours in Brazilian office workers working from home during the COVID-19 pandemic, compared to before the pandemic: a compositional data analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(12): 6278.
 - 26) Ministry of Economy, Trade and Industry. METI requested related associations to promote teleworking of workers and other actions as responses to Government's declaration of state of emergency involving novel coronavirus disease. 2020. URL: https://www.meti.go.jp/english/press/2020/0413_002.html (アクセス日: 2022年6月8日)
 - 27) Nagata S, Nakaya T, Adachi Y, Inamori T, Nakamura K, Arima D, Nishiura H. Mobility change and COVID-19 in Japan: mobile data analysis of locations of infection. *Journal of Epidemiology*. 2021; 31(6): 387-91.
 - 28) Yang Y, Koenigstorfer J. Determinants of physical activity maintenance during the Covid-19 pandemic: a focus on fitness apps. *Translational Behavioral Medicine*. 2020; 10(4): 835-42.
 - 29) Cheval B, Sivaramakrishnan H, Maltagliati S, Fessler L, Forestier C, Sarrazin P, Orsholits D, Chalabaev A, Sander D, Ntoumanis N, Boisgontier MP. Relationships between changes in self-reported physical activity, sedentary behaviour and health during the coronavirus (COVID-19) pandemic in France and Switzerland. *Journal of Sports Sciences*. 2021; 39(6): 699-704.
 - 30) Miyachi M, Tripette J, Kawakami R, Murakami H. "+10 min of physical activity per day": Japan is looking for efficient but feasible recommendations for its population. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 2015; 61(Suppl): S7-9.
 - 31) Murakami H, Tripette J, Kawakami R, Miyachi M. "Add 10 min for your health": the new Japanese recommendation for physical activity based on dose-response analysis. *Journal of the American College of Cardiology*. 2015; 65(11): 1153-4.
 - 32) Saito Y, Oguma Y, Tanaka A, Kamada M, Inoue S, Inaji J, Kobori Y, Tajima T, Kato R, Kibayashi Y, Narumi Y, Takeuchi A, Miyachi M, Lee IM, Takebayashi T. Community-wide physical activity intervention based on the Japanese physical activity guidelines for adults: a non-randomized controlled trial. *Preventive Medicine*. 2018; 107: 61-8.
 - 33) 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(10): e0186523.

補足資料

補足表 1. 分析対象となった参加者と対象外となった参加者のベースライン特性の比較

変数	分析対象 (n = 536)	対象外 (n = 523)	P-value ^a
平均値 (SD) 年齢, 歳	53.3 (8.9)	52.0 (9.3)	0.03
性別			0.35
男性	163 (30.4%)	174 (33.3%)	
女性	373 (69.6%)	349 (66.7%)	
平均値 (SD) 身長, cm	161.5 (9.0)	162.0 (8.6)	0.35
平均値 (SD) 体重, kg	59.6 (12.4)	60.8 (12.3)	0.11
平均値 (SD) BMI, kg/m ²	22.7 (3.8)	23.0 (3.8)	0.19
配偶者の有無			0.43
あり	352 (65.9%)	349 (68.4%)	
なし	182 (34.1%)	161 (31.6%)	
欠損	2	13	
平均値 (SD) 教育年数, 年	14.5 (1.8)	14.5 (1.9)	0.85
欠損	15	39	
主観的経済状況			0.07
大変ゆとりがある	31 (5.8%)	38 (7.5%)	
ゆとりがある	364 (68.5%)	313 (61.5%)	
苦しい	113 (21.3%)	139 (27.3%)	
大変苦しい	23 (4.3%)	19 (3.7%)	
欠損	5	14	
職種			0.17
オフィスワーカー	390 (72.8%)	335 (68.6%)	
販売/サービス職	146 (27.2%)	153 (31.4%)	
欠損	0	35	
雇用状況			0.44
正社員	424 (80.5%)	382 (78.3%)	
その他	103 (19.5%)	106 (21.7%)	
欠損	9	35	

SD: standard deviation (標準偏差)

^a 統計解析: *t* 検定, カテゴリ変数にはカイ二乗検定

補足表 2. 参加者の身体活動と座位行動の特徴

変数	ベースライン (2019)	追跡 (2020)
	Mean (SD)	Mean (SD)
装着日数, 日		
平日	12.2 (4.5)	11.8 (4.5)
週末	4.6 (2.5)	4.5 (2.5)
装着時間, 分/日		
平日	951.1 (122.7)	936.7 (131.0)
週末	873.6 (148.3)	868.1 (154.7)
活動時間, 分/日		
平日		
LPA	270.5 (92.3)	259.0 (91.4)
MVPA	68.0 (25.3)	64.1 (24.4)
BMVPA ^a	27.3 (19.7)	26.6 (20.4)
SB	612.5 (126.9)	613.6 (128.5)
PSB ^a	221.0 (118.4)	236.0 (124.6)
週末		
LPA	276.3 (94.2)	267.8 (96.8)
MVPA	58.3 (37.3)	55.5 (36.5)
BMVPA ^a	26.4 (31.9)	25.9 (33.3)
SB	539.0 (150.5)	544.9 (161.3)
PSB ^a	257.1 (138.8)	268.5 (158.3)
歩数, 歩/日		
平日	9163.7 (2645.2)	8516.2 (2723.0)
週末	6965.6 (4048.9)	6454.9 (4077.3)

SD: standard deviation (標準偏差), LPA: light-intensity physical activity (低強度身体活動), MVPA: moderate- to vigorous-intensity physical activity (中高強度身体活動), BMVPA: bouted moderate- to vigorous-intensity physical activity (10分以上連続した中高強度身体活動), SB: sedentary behavior (座位行動), PSB: prolonged sedentary behavior (30分以上連続した座位行動)

a: PSB/BMVPA は 1 日当たりの合計活動時間を示す。

補足表 3. 全参加者の身体活動と座位行動の変化

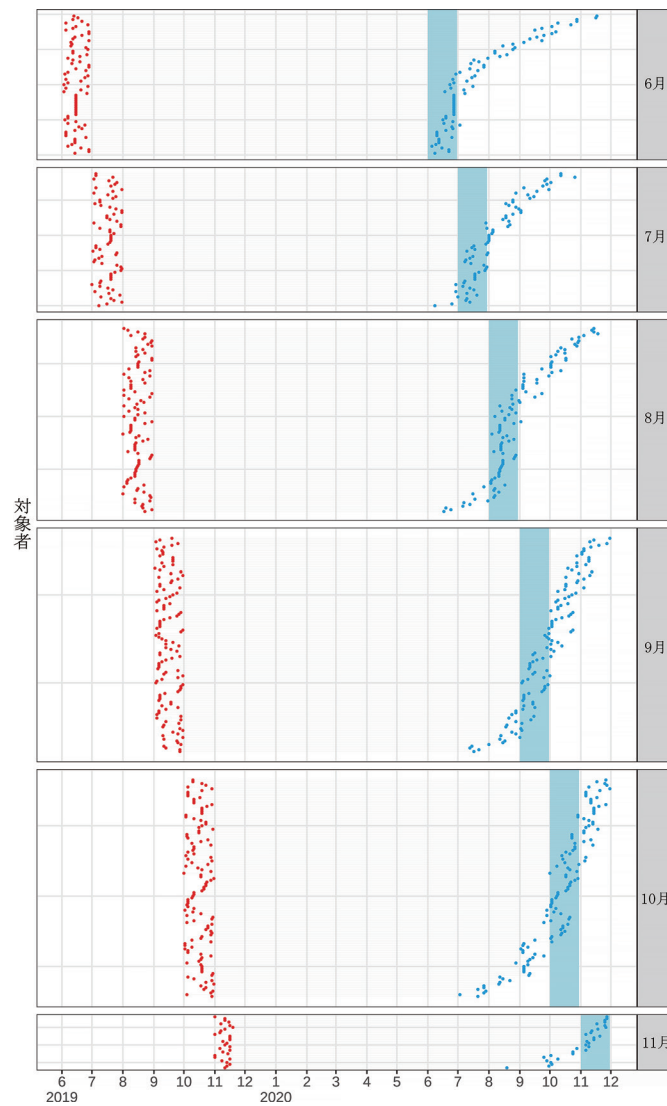
		ベース ライン (平均値)	追跡 (平均値)	変化量 ^c	95% CI		<i>P</i> -value	Cohen's d	
LPA ^a	全体	29.3	28.6	-0.77	-1.18	-	-0.36	< 0.01	0.09
	平日	28.5	27.7	-0.84	-1.25	-	-0.42	< 0.01	0.09
	週末	31.8	31.2	-0.68	-1.47	-	0.11	0.09	0.06
MVPA ^a	全体	7.1	6.8	-0.29	-0.46	-	-0.12	< 0.01	0.11
	平日	7.2	6.9	-0.29	-0.45	-	-0.12	< 0.01	0.11
	週末	6.8	6.5	-0.25	-0.60	-	0.10	0.15	0.06
BMVPA ^a	全体	2.9	2.9	-0.03	-0.19	-	0.12	0.67	0.01
	平日	2.9	2.9	-0.02	-0.16	-	0.12	0.75	0.01
	週末	3.1	3.1	-0.02	-0.35	-	0.30	0.90	0.01
SB ^a	全体	63.6	64.6	1.06	0.61	-	1.51	< 0.01	0.12
	平日	64.2	65.4	1.12	0.68	-	1.57	< 0.01	0.12
	週末	61.4	62.3	0.93	0.01	-	1.86	0.05	0.08
PSB ^a	全体	24.5	26.3	1.83	1.15	-	2.51	< 0.01	0.17
	平日	23.0	25.0	1.97	1.27	-	2.67	< 0.01	0.17
	週末	29.0	30.3	1.26	0.04	-	2.48	0.04	0.09
Step ^b	全体	8575	7941	-634	-797	-	-470	< 0.01	0.24
	平日	9164	8516	-648	-807	-	-488	< 0.01	0.24
	週末	6966	6455	-511	-834	-	-187	< 0.01	0.13

CI: confidence interval (信頼区間), LPA: light-intensity physical activity (低強度身体活動), MVPA: moderate- to vigorous-intensity physical activity (中高強度身体活動), BMVPA: bouted moderate- to vigorous-intensity physical activity (10分以上連続した中高強度身体活動), SB: sedentary behavior (座位行動), PSB: prolonged sedentary behavior (30分以上連続した座位行動)

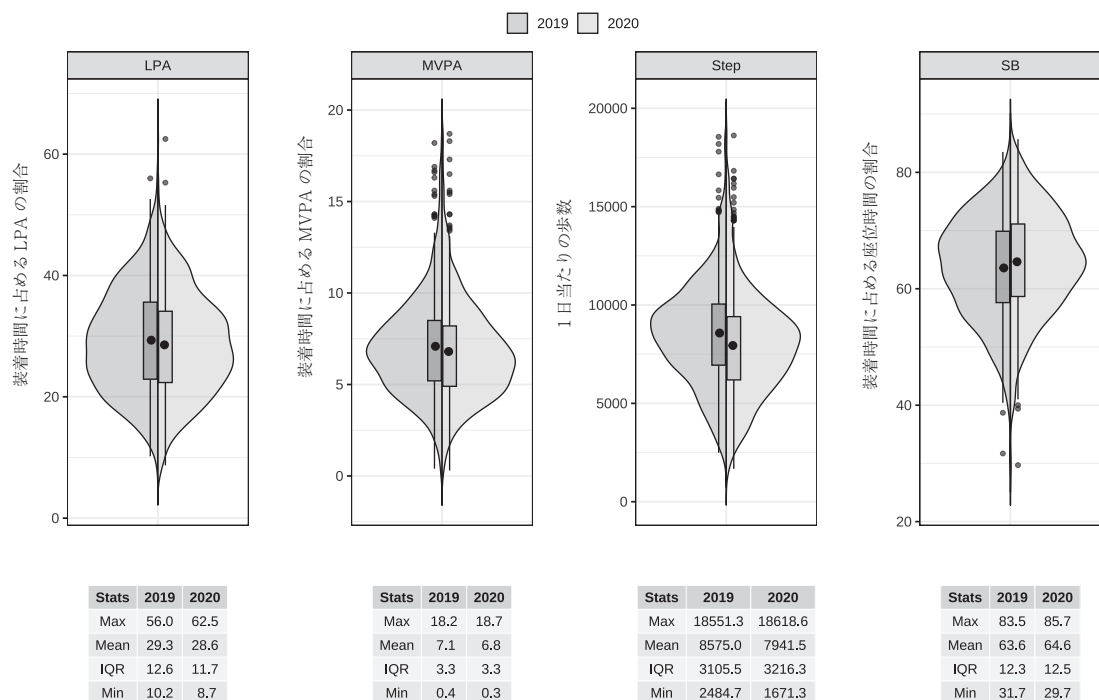
a: 装着時間に占める割合の平均値

b: 1日当たりの歩数の平均値

c: ベースラインから追跡までの変化量を示す。



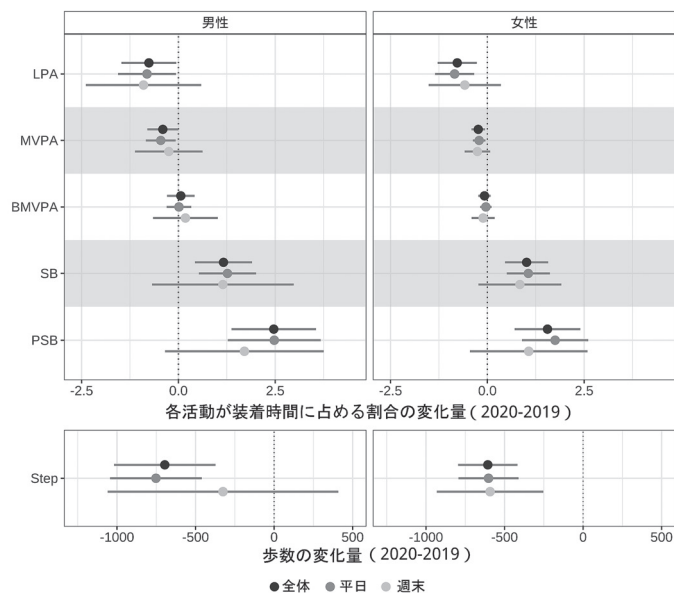
補足図1. 各参加者のベースライン調査から追跡調査までの間隔
ベースライン調査の時期が赤点、追跡調査の時期が青点で示されている。ベースライン調査と同じ月に追跡調査を実施した場合、青くハイライトされている範囲に収まる(ちょうど約1年間の追跡期間を意味する)。



補足図 2. 2019年と2020年の身体活動と座位行動の分布

箱ひげ図内の点は平均値を示す。

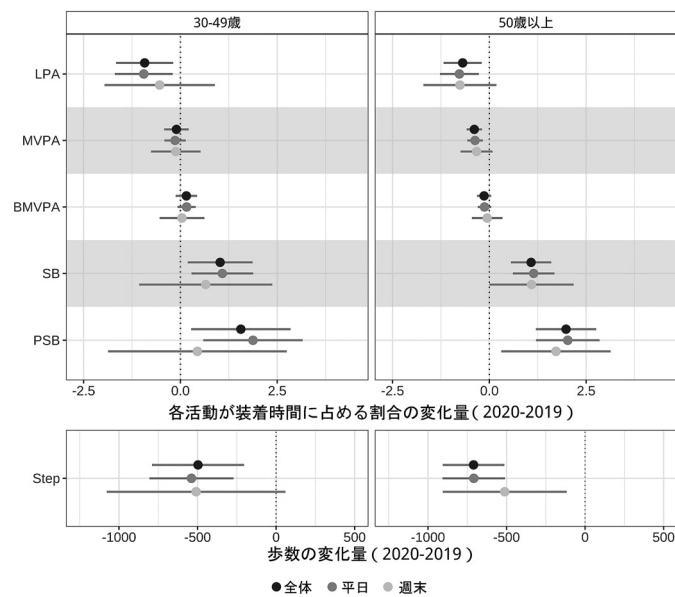
LPA: light-intensity physical activity (低強度身体活動), MVPA: moderate- to vigorous-intensity physical activity (中高強度身体活動), SB: sedentary behavior (座位行動), Max: maximum (最大値), IQR: interquartile range (四分位範囲), Min: minimum (最小値)



補足図 3. 2019年から2020年における身体活動と座位行動の男女別の変化

点は平均値, エラーバーは95%信頼区間を示す。装着時間に占める割合は, 加速度計の装着時間に対して各活動に費やした時間の割合を算出した。

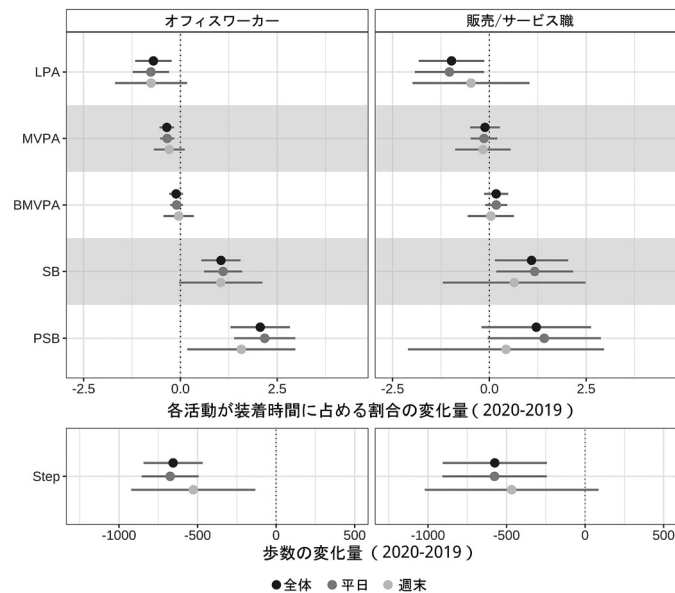
LPA: light-intensity physical activity (低強度身体活動), MVPA: moderate- to vigorous-intensity physical activity (中高強度身体活動), BMVPA: bouts moderate- to vigorous-intensity physical activity (10分以上連続した中高強度身体活動), SB: sedentary behavior (座位行動), PSB: prolonged sedentary behavior (30分以上連続した座位行動)



補足図4. 2019年から2020年における身体活動と座位行動の年齢別の変化

点は平均値，エラーバーは95%信頼区間を示す。装着時間に占める割合は，加速度計の装着時間に対して各活動に費やした時間の割合を算出した。

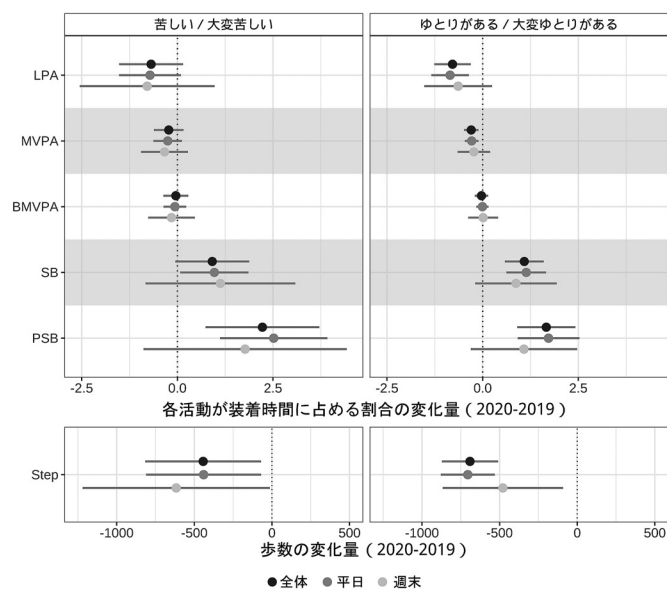
LPA：light-intensity physical activity(低強度身体活動)，MVPA：moderate- to vigorous-intensity physical activity(中高強度身体活動)，BMVPA：bouted moderate- to vigorous-intensity physical activity(10分以上連続した中高強度身体活動)，SB：sedentary behavior(座位行動)，PSB：prolonged sedentary behavior(30分以上連続した座位行動)



補足図5. 2019年から2020年における身体活動と座位行動の職種別の変化

点は平均値，エラーバーは95%信頼区間を示す。装着時間に占める割合は，加速度計の装着時間に対して各活動に費やした時間の割合を算出した。

LPA：light-intensity physical activity(低強度身体活動)，MVPA：moderate- to vigorous-intensity physical activity(中高強度身体活動)，BMVPA：bouted moderate- to vigorous-intensity physical activity(10分以上連続した中高強度身体活動)，SB：sedentary behavior(座位行動)，PSB：prolonged sedentary behavior(30分以上連続した座位行動)



補足図 6. 2019年から2020年における身体活動と座位行動の主観的経済状況別の変化

点は平均値，エラーバーは95%信頼区間を示す。装着時間に占める割合は，加速度計の装着時間に対して各活動に費やした時間の割合を算出した。

LPA：light-intensity physical activity(低強度身体活動)，MVPA：moderate- to vigorous-intensity physical activity(中高強度身体活動)，BMVPA：bouted moderate- to vigorous-intensity physical activity(10分以上連続した中高強度身体活動)，SB：sedentary behavior(座位行動)，PSB：prolonged sedentary behavior(30分以上連続した座位行動)