

厚生労働科学研究費補助金  
労働安全衛生総合研究事業

「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる  
労働災害防止の取組促進に資する研究（23JA1003）

令和6年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 財津 将嘉

令和7（2025）年5月

# 目 次

## I. 総括研究報告書

「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる労働災害防止の取組促進に資する研究

研究代表者 財津 将嘉 ..... 2

## II. 分担研究報告書

1. 加齢に伴う静的バランス機能と日常的な歩行習慣との関連

研究代表者 財津 将嘉 ..... 9

2. 職場の転倒災害リスクと生活習慣病の関連

研究代表者 財津 将嘉  
研究分担者 田淵 貴大 ..... 25

3. センサーを用いた転倒予知ライトを用いた危険回避行動の誘発について  
～社会福祉施設や大学内における検証～

研究分担者 宮内 博幸 ..... 33

4. 一般住民を対象とした身体活動の運動器疾患との関連及び日内変動に関する疫学調査

研究分担者 鎌田 真光 ..... 49

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ..... 69

## I．総括研究報告書

「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる労働災害防止の取組促進に資する研究

研究代表者 財津 将嘉 産業医科大学高年齢労働者産業保健研究センター・教授

研究要旨

高年齢労働者の増加に伴い、転倒や腰痛などの労働災害は増加傾向にあるが、特に、転倒は軽度な災害という認識があり、十分な対策が開発されているとは言えない。従来型の環境側面のみの対策だけでは効果が限定的なため、環境および個人要因の両方の側面から新たな予防アプローチの開発が必須であり、行動経済学のナッジ理論の利活用が注目すべき候補となる。本研究では、転倒等による労働災害について、労働災害疫学ビッグデータ分析や介入実験を通じてナッジ手法の効果検証をすることを目的とし、最終的には行動経済学的アプローチによる効果的な労働災害防止対策を提示することを目指す。2024 年度の研究結果の概要は以下のとおりである。

1. 2017 年～2019 年にかけて 20～66 歳の輸送機械組立従事者 249 名を対象に実施された健康診断および閉眼片脚立位時間のパネルデータを用いた縦断観察研究を実施した。二次スプライン曲線により、年齢と閉眼片脚立位時間との間にはほぼ直線的な関係が観察された。1 歳の加齢に伴い、閉眼片脚立位時間は有意に短縮する（ $\beta$  : -0.22、95% CI : -0.31, -0.14）一方で、歩行習慣は立位時間の低下を抑制する効果を示した（ $\beta$  : 1.76、95% CI : 0.49, 3.04）。
2. 2023 年 9 月～11 月にかけて全国の労働者 18,440 人を対象にインターネットを用いた横断研究を実施した。全体の 7.3%が過去 1 年間に職場での転倒を経験しており、2.8%は転倒に起因する骨折を報告していた。生活習慣病ごとの転倒に関する発生率比（IR）及び 95%信頼区間（CI）は、高血圧 1.64（1.45-1.84）、脂質異常症 : 1.35（1.18-1.55）、糖尿病 : 1.77（1.55-2.03）であり、いずれも転倒発生の有意な上昇が認められ、その他の生活習慣要因や行動様式とも関連を認めた。
3. 社会福祉施設の事業所（2 箇所、対象者は従業員合計 46 名）において転倒防止における危険予知ライトの有効性について検討した。転倒リスクが高い場所に人感センサーを搭載した転倒予知ライトを設置し、ライトの設置前後で対象者の危険認識や行動の変化をアンケート調査により測定し、その有効性を評価した。アンケート結果のテキスト分析の結果、設置後は「危険」「リスクマネジメント」「予防」「予知」といったポジティブな言葉が増加した。
4. 一般住民 725 人を対象とした前向きコホート研究の結果、2年後の新たな慢性腰痛発生率は 7.3%、慢性膝痛発生率は 10.1%であった。大腿四頭筋の筋力増強運動を実践していた人は新たに慢性腰痛を有する割合が低かったが、他の身体部位の筋力増強運動・柔軟運動については慢性腰痛の発症と有意な関連が見られず、慢性膝痛はいずれの運動種目とも関連が見られなかった。また、アプリ「パ・リーグウォーク」利用者（4131 人分）の歩数データを分析し、平日・休日、時間帯、年齢、性別等による身体活動のタイミング（日内変動）の関係について明らかにした。

## 研究分担者・所属機関名・職名

財津将嘉・産業医科大学高年齢労働者産業保健研究センター・教授

宮内博幸・産業医科大学産業保健学部作業環境計測制御学・教授

鎌田真光・東京大学・大学院医学系研究科・准教授

田淵貴大・東北大学・大学院医学系研究科・准教授

## 研究協力者・所属機関名・職名

吉見友弘・産業医科大学高年齢労働者産業保健研究センター・准教授

渡辺一彦・産業医科大学高年齢労働者産業保健研究センター・助教

津島沙輝・産業医科大学高年齢労働者産業保健研究センター・産業医学専修医

廣橋聡良・産業医科大学高年齢労働者産業保健研究センター・産業医学専修医

藤野善久・産業医科大学環境疫学研究室・教授

庄司卓郎・産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学・講師

## A. 研究目的

労働災害による死亡者数は長期的に減少傾向にあるが、転倒や腰痛を含む休業 4 日以上之死傷者数は、高年齢労働者の増加に伴い近年増加傾向にある。

転倒災害は、高齢・女性労働者ほど発生率が高くなっている。転倒や腰痛といった作業行動に起因する災害には、骨折や後遺症を伴う重大なものも散見され、予防対策が喫緊の課題である。一方、軽度な災害という認識も相まって、従来型の環境側面のみ対策だけでは効果が限定的なため、環境および個人要因の両方の側面から新たな予防アプローチの開発が必須である。そこで、行動経済学のナッジ理論の利活用が注目すべき候補となるが、安全衛生対策における効果検証およびその手法の利活用の探

索は不十分である。

本研究では、転倒や動作の反動・無理な動作による労働災害について、労働災害疫学ビッグデータ分析、およびアンケートやヒアリング調査を用いて傾向やメカニズムを把握し、ナッジを用いた労働災害防止対策案を検討する。さらに、当該対策案について、現場における介入を行い、最終的には行動経済学的アプローチによる効果的な労働災害防止対策を提示することを目指す。

## B. 研究方法

(1) 静的バランスの指標である閉眼片脚立位時間における加齢に伴う短縮と、その短縮に対する日常的な歩行習慣の緩和効果を明らかにすることを目的として、2017 年～2019 年にかけて 20～66 歳の輸送機械組立従事者 249 名（女性 7 名を含む、平均 38.6 歳、標準偏差 10.4 歳）を対象に実施された健康診断および閉眼片脚立位時間のパネルデータを用いた縦断観察研究を実施した。アウトカムは、30 秒を上限とした閉眼片脚立位時間とし、加齢に対する閉眼片脚立位時間の回帰係数 ( $\beta$ ) および 95%信頼区間 (CI) は、個人のランダム切片を用いたマルチレベル線形回帰モデルにより交絡因子を調整し推定した。また、歩行習慣、喫煙習慣等について健康診断時に収集し、その影響についても同様に推定した。

(2) 生活習慣病と職場における転倒リスクとの関連を明らかにすることを目的として、日本における新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 問題による社会・健康格差評価研究コホート

(JACSIS) のデータを用いた横断研究を実施した。本研究のデータは、2023 年 9 月～11 月にかけて収集され、参加者のうち就労中の 18,440 人（平均年齢 43 歳、女性 43.9%）を分析対象とした。アウトカムは、過去 1 年間に経験した職場で

の転倒の有無とした。説明変数として、高血圧、脂質異常症、糖尿病の併存の有無を評価した。転倒に関する発生率比（IR）および95%信頼区間

（CI）は、多階層ポアソン回帰モデルを用い、ロバスト分散によって交絡因子を調整し推定した。

（3）転倒防止において危険予知ライトの有効性を明らかにすることを目的として、福岡県下にある社会福祉施設の事業所（2箇所、対象者は従業員合計46名（A施設：27名、B施設：19名））においてその効果について検討した。転倒リスクが高い場所に人感センサーを搭載した転倒予知ライトを設置し、ライトの設置前後で対象者の危険認識や行動の変化をアンケート調査により測定し、その有効性を評価した。

（4）習慣的な運動と慢性腰痛・膝痛の発症予防との関連を明らかにするため、島根県雲南市の41～80歳の住民を対象としたコホート研究の2010年と2012年の縦断データを解析した。対象は、2010年と2012年の双方の調査に有効な回答があった725人とした。また、性・年代別の身体活動の日内変動パターンを明らかにするため、アプリ「パ・リーグウォーク」利用者の2016年から2019年の各11月の匿名の歩数データ約5万人分から4131人分のデータを対象として抽出し、分析した。

#### （倫理面への配慮）

本研究の実施にあたっては、ヘルシンキ宣言、関連する法律および機関のガイドラインを遵守し、産業医科大学倫理委員会（R4-054）、身体教育医学研究所うなん倫理審査委員会（承認番号：R5-3-30-1）、東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会（審査番号：2019188NI-(3)）、東北大学大学院医学系研究科倫理委員会（2024-1-517）の承認を得て実施した。

## C. 結果

（1）初回測定時に得られた249件のデータを用いて、年齢と閉眼片脚立位時間の関係を二次スプライン曲線により可視化し、年齢と閉眼片脚立位時間との間にはほぼ直線的な関係が観察された。1歳の加齢に伴い、閉眼片脚立位時間は有意に短縮する（ $\beta$ ：-0.22、95% CI：-0.31, -0.14）一方で、1日1時間以上の歩行習慣は立位時間の低下を抑制する効果を示した（ $\beta$ ：1.76、95% CI：0.49, 3.04）。さらに、飲酒習慣および聴覚機能低下は閉眼片脚立位時間の短縮と関連していた。

（2）JACSIS コホートの分析の結果、全体の7.3%が過去1年間に職場での転倒を経験しており、2.8%は転倒に起因する骨折を報告していた。生活習慣病ごとの転倒に関する発生率比（IR）及び95%信頼区間（CI）は、高血圧1.64（1.45-1.84）、脂質異常症：1.35（1.18-1.55）、糖尿病：1.77（1.55-2.03）であり、いずれも転倒発生の有意な上昇が認められた。また、短時間睡眠、睡眠薬・抗不安薬の使用、過度な身体活動、喫煙についても転倒発生と関連が見られた。

（3）転倒予知ライトの設置後のアンケート結果では、前に比べて作業者の危険認識および安全に関する意識が全体的に向上する傾向が見られた。テキスト分析の結果において、設置後は「危険」「リスクマネジメント」「予防」「予知」といったポジティブな言葉が増加し、「転倒」は「防げるもの」「対策できるもの」という認識が広がったことが明らかとなった。

（4）島根県雲南市の一般住民を対象とした前向きコホート研究の結果、2年後の新たな慢性腰痛発生率は7.3%、慢性膝痛発生率は10.1%であった。大腿四頭筋の筋力増強運動を実践していた人は新たに慢性腰痛を有する割合が低かったが、他

の身体部位の筋力増強運動・柔軟運動については慢性腰痛の発症と有意な関連が見られず、慢性膝痛はいずれの運動種目とも関連が見られなかった。アプリ「パ・リーグウォーク」利用者の歩数データを分析した結果では、平日は3つの時間帯にピーク（朝、昼、夕方）があり、週末は単峰性のパターンを示した。年齢と性別はこれらのパターンに影響し、若い女性は平日に明確な3つのピークを示したが、高齢の女性は日中、平坦で継続的に高い歩数を維持した。平日と休日の日中のすべての時間帯で、人口密度の高い地域の居住者は、そうでない地域の居住者よりも歩数が多かった。

#### D. 考察

（1）本研究では、静的バランス機能の指標である閉眼片脚立位時間が、比較的若い年齢階級から直線的に短縮することを確認した。この結果は、就労中の転倒リスクの増加が、30歳代という早い段階から始まっている可能性を示唆している。また、日常的な歩行習慣が、静的バランス機能の維持・向上に有益であることも明らかになった。日常の歩行習慣による閉眼片脚立位時間の延長効果（約+2秒）は、加齢による低下効果（約-0.2秒）の約10倍であり、「歩行」という身近な習慣が静的バランス機能の改善に寄与し得ることを初めて明らかにした。閉眼片脚立位テストは、就労世代における加齢による身体機能の変化を把握するうえで、有用な指標となりうる。

（2）JACSIS コホートでは、高血圧、脂質異常症、糖尿病といった代表的な慢性の生活習慣病が、職場における転倒発生率の上昇と有意に関連していることが明らかとなった。代表的な生活習慣病においては、転倒発生率が1.5倍程度上昇していた。さらに、睡眠や過度の身体活動、喫煙な

どの様々な生活習慣や行動様式も転倒発生と関連していた。一見すると安全対策と関係がないと考えられがちな健康管理が転倒災害に関連することが明らかとなった。これらの知見は、企業で行う衛生対策である衛生教育や生活習慣指導が、安全対策である転倒予防において、ナッジ介入として非常に重要な位置を占める可能性があること示している。

（3）人感センサーを搭載した転倒予知ライトによるナッジ導入により、従業員の認識に変化が起き、英国 The Behavioural Insights Team (BIT) の MINDSPAC における Salience（顕著性）のみならず、Affect（感情）に訴えかけることも可能となり、安全への意識が高まる可能性が示唆された。この結果は、転倒予防対策におけるナッジ理論の可能性を示すとともに、労働災害防止策としての新たなアプローチの方法を提案するものである。

（4）一般住民のコホート研究では、大腿四頭筋の筋力増強運動と慢性腰痛の低い発症リスクとの間に関連が見られたが、考えられるメカニズムとして、下肢筋力が十分にあることで腰部に過度な負荷がかかることを避けられている可能性が考えられる。大腿四頭筋の筋力と機能が適切に保たれることは、下肢から腰部にかけての適切な連動的運動を維持し、腰痛の悪化につながるような代償的な動作を減らすことに貢献し、腰痛管理全体において有益である可能性がある。スマートフォンで測定した歩数データの分析では、平日・休日、時間帯、年齢、性別等による身体活動のタイミング（日内変動）の関係について、異なるグループで異なる傾向が観察された。様々な状況やタイミングに適した身体活動を促進するためには、多面的なシステムズ・アプローチが不可欠と考えられる。これらの知見は、今後、身体活動促進の介入

戦略を立案する上で基礎的な資料となり得る。

これらの知見を踏まえ、現在は、従業員が「楽しく」参加できる健康イベントや、バランス運動器具の設置を通じたナッジ的職場環境介入による転倒予防教育にも着手している（図1）。実際に、A 科学分析会社 72 名の参加者を対象としたアンケート調査では、イベントへの「楽しい参加」の評価は 5 段階中平均 4.6（うち 86% が 4 以上）、また「転倒に対する意識が高まった」との評価は平均 4.1（71% が 4 以上）と、いずれも概ね高評価を得ている。さらに、就業時間内にラジオ体操を取り入れた 150 人規模の B 製造会社では、前年に 2 件発生していた転倒・腰痛災害が 0 件に抑えられており、実施効果が示唆される。従来の座学型の安全衛生教育と比べても、従業員が楽しみながら参加し、実体験を通じて学ぶ転倒予防活動は、より高い介入効果が期待される。

## E. 結論

既存ビッグデータやコホートデータ等の分析により、加齢に伴う静的バランス機能と歩行習慣との関連、生活習慣と転倒災害発生との関連や、ナッジ理論による介入が労働災害防止に有効である可能性を明らかにした。最終的には、労働現場における介入効果を検証することで、行動経済的アプローチによる効果的な労働災害防止対策を事業者及び労働者に対して提示することを目指す。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

### 1. 論文発表

・Watanabe K, Iizuka S, Kobayashi T, Tsushima S, Hirohashi S, Yoshimi T, Zaitzu M. Daily

walking habits can mitigate age-related decline in static balance: a longitudinal study among aircraft assemblers. *Sci Rep.* 2025;15(1):2207. Published Jan 16, 2025. doi:10.1038/s41598-025-86514-w

・査読前プレプリントとして発表 (Tsushima S, Watanabe K, Hirohashi S, Yoshimi T, Fujino Y, Tabuchi T, Zaitzu M. Occupational fall incidence associated with heated tobacco product smoking and lifestyle behaviors: a nationwide cross-sectional study in Japan. medRxiv 2025. 02. 16. 25321430; doi: <https://doi.org/10.1101/2025.02.16.25321430>)

### 2. 学会発表

・Masayoshi Zaitzu, Saki Tsushima, Sora Hirohashi, Shinji Niki. Epidemiological trends of age-standardized rates for workplace accidents in Japan (2012-2019). 口演. The 34th International Congress on Occupational Health. Marrakesh, Morocco. 2024 年 5 月

・渡辺一彦, 津島沙輝, 廣橋聡良, 吉見友弘, 財津將嘉. 労働者死傷病報告における保健衛生業の転倒災害の傾向. ポスター. 日本労働科学学会第 5 回年次大会. 北九州. 2024 年 5 月

・廣橋聡良, 津島沙輝, 渡辺一彦, 吉見友弘, 財津將嘉. 年齢調整法を用いた転倒災害発生率の推移 (2014-2022). 口演. 第 97 回日本産業衛生学会. 広島. 2024 年 5 月

・長木駿斗, 荒尾真優, 柴田国夫, 庄司卓郎, 宮内博幸. 転倒予知ライトを活用した危険回避行動の誘発についての研究. ポスター. 第 42 回産業医科大学学会. 北九州. 2024 年 10 月

・長木駿斗, 荒尾真優, 庄司卓郎, 宮内博幸. 転倒予知ライトを活用したナッジについての研究. 口



演. 第 63 回日本労働衛生工学会. 北九州. 2024 年 10 月

・渡辺一彦, 飯塚晶子, 津島沙輝, 廣橋聡良, 吉見友弘, 財津將嘉. 労働者の加齢に伴う閉眼片脚立位時間の短縮と歩行習慣の予防効果. 口演. 第 83 回日本公衆衛生学会総会. 札幌. 2024 年 10 月

・津島沙輝, 渡辺一彦, 廣橋聡良, 吉見友弘, 財津將嘉. 転倒労働災害の年齢調整発生率の経年変化 (2014-2022 年). ポスター. 第 83 回日本公衆衛生学会総会. 札幌. 2024 年 10 月

・廣橋聡良, 津島沙輝, 渡辺一彦, 吉見友弘, 田淵貴大, 財津將嘉. 就労者における業務中の転倒発生状況について. ポスター. 第 83 回日本公衆衛生学会総会. 札幌. 2024 年 10 月

・津島沙輝, 渡辺一彦, 廣橋聡良, 吉見友弘, 藤野善久, 田淵貴大, 財津將嘉. 加熱式タバコの喫煙と職場での転倒の関連 (中間報告). 自由集会 口演. 第 83 回日本公衆衛生学会総会. 札幌.

2024 年 10 月

・廣橋聡良, 津島沙輝, 渡辺一彦, 吉見友弘, 財津將嘉. 日本の 5 歳階級基準人口による年齢調整転倒災害発生率の推移. 口演. 第 98 回日本産業衛生学会. 仙台. 2025 年 5 月

・Sora Hirohashi, Masayoshi Zaitzu. Age-standardized rates of occupational falls in Japan. ポスター The 32nd Korea-Japan-China Conference on Occupational Health and Safety. Seoul, Korea. 2025 年 5 月予定

・Masayoshi Zaitzu. Working Longer, Staying 'Balanced': What Epidemiology Tells Us. 口演. The 32nd Korea-Japan-China Conference on Occupational Health and Safety. Seoul, Korea. 2025 年 5 月予定

#### 1. 特許取得

なし

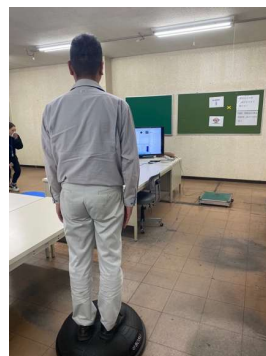
#### 2. 実用新案登録

なし

#### 3. その他

なし

図 1. 従業員が「楽しく」参加出来る健康イベントやバランス運動器具等の設置を通じた職場環境のナッジ効果を期待した転倒予防教育および介入の一例



## H. 知的財産権の出願・登録状況

## Ⅱ．分担研究報告書

2024 年度厚生労働科学研究費（労働安全衛生総合研究事業）  
「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる労働災害防止の取り組み促進に資する研究  
分担研究報告書

加齢に伴う静的バランス機能と日常的な歩行習慣との関連

研究協力者 渡辺 一彦 産業医科大学 高齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 津島 沙輝 産業医科大学 高齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 廣橋 聡良 産業医科大学 高齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 吉見 友弘 産業医科大学 高齢労働者産業保健研究センター  
研究代表者 財津 将嘉 産業医科大学 高齢労働者産業保健研究センター

研究要旨

【目的】静的バランスの指標である閉眼片脚立位時間における加齢に伴う短縮と、その短縮に対する日常的な歩行習慣の緩和効果を明らかにすることを目的とした。

【方法】本研究は、2017 年から 2019 年にかけて実施された健康診断および閉眼片脚立位時間のパネルデータを用いた縦断観察研究である。研究対象は、20 から 66 歳の輸送機械組立従事者 249 名（女性 7 名を含む）である。アウトカムは、30 秒を上限とした閉眼片脚立位時間とした。加齢に対する閉眼片脚立位時間の回帰係数（ $\beta$ ）および 95%信頼区間（CI）は、個人のランダム切片を用いたマルチレベル線形回帰モデルにより交絡因子を調整し推定した。また、1 日 1 時間以上の歩行習慣の影響についても同様に推定した。

【結果】二次スプライン曲線により、年齢と閉眼片脚立位時間との間にほぼ直線的な関係が観察された。1 歳の加齢に伴い、閉眼片脚立位時間は有意に短縮する（ $\beta$ ：-0.22、95% CI：-0.31, -0.14）一方で、歩行習慣は立位時間の低下を抑制する効果を示した（ $\beta$ ：1.76、95% CI：0.49, 3.04）。

【結論】現役労働者における加齢に伴う静的バランス機能の低下は、日常的な歩行習慣によって緩和される可能性が示唆された。

A. 研究目的

日本においては、高齢者が労働力の重要な構成要素であり、高齢労働者における労働災害の予防が急務となっている。なかでも転

倒は最も多い労働災害の型であり、年々増加傾向にある。休業 4 日以上転倒災害発生件数は、30 歳以降から漸増することが報告されており [1]、中高年齢層における転倒リ

スクは、比較的若い段階から身体機能の維持・強化を図ることで軽減できる可能性がある。

職場における転倒予防対策は、これまで主に環境要因に焦点が当てられてきたが、個人要因、特に内的要因（運動機能や視覚機能の障害、身体的・精神的疾患、服薬状況など）や、障害増幅因子（筋力や体力、俊敏性、骨強度、内臓の耐久性など）についてはあまり注目されていない [2]（補足図 1）。

静的バランス機能は、個人レベルの内的転倒リスク因子であり、閉眼での片脚立位検査が静的バランス機能の評価法として広く用いられている [3]。この方法は、転倒リスク評価のスクリーニングとして再現性・精度ともに高く、横断研究では、加齢に伴って片脚立位時間が短縮する傾向が報告されている [4]。また、修正可能な行動因子の中では、歩行が静的バランス機能を改善する可能性が示唆されている [5]。しかし、片脚立位時間の経年変化を捉えた縦断研究は少なく、日常的な運動習慣、特に歩行習慣が静的バランス機能に与える影響は不明な点が多い。

そこで本研究は、閉眼片脚立位時間の加齢に伴う短縮と、日常的な歩行習慣がその短縮を緩和するのかどうかを明らかにすることを目的とした。

## B. 研究方法

### 1. 研究デザインおよび対象者

本縦断研究は、神奈川県に所在する公益財団法人神奈川県予防医学協会において実

施された、健康診断のデータを用いて行った。対象は、航空機および関連機械の製造業に従事する単一企業の輸送機械組立従事者 249 名（女性 7 名 [2.8%]）であり、年齢は 20 から 66 歳（平均 38.6 歳、標準偏差 10.4 歳）である。

対象者は、健康診断とともに、閉眼での片脚立位検査（以下、片脚立位検査）を追加で実施した。2017 年 6 月から 2019 年 7 月の期間中、249 名全員が少なくとも 1 回の片脚立位検査を行った。年齢、性、運動習慣に関する情報に欠損がある者は含まれておらず、全員が医師による健康診断を受診し、インフォームド・コンセントを取得した。

本研究はヘルシンキ宣言に準拠して実施され、産業医科大学倫理審査委員会の承認を受けて実施された（承認番号：R4-054）。

### 2. 閉眼片脚立位時間

片脚立位検査は、2017 年から 2019 年の各年に実施された。249 名のうち、66 名が 1 回、40 名が 2 回、143 名が 3 回の測定を受け、合計 575 件のデータ（2017 年：218 件、2018 年：183 件、2019 年：174 件）が得られた（補足表 1）。片脚立位検査は、参加者が選択した利き足を用いて、看護師の監視のもとで実施された。測定時には、両上肢を自由な肢位に保ち、非支持脚が床に接触しないように、閉眼状態を維持するよう指示した [6]。検査は 2 回繰り返し、より長く保持できた値を記録した。目標時間は 30 秒と設定し、30 秒間保持できた場合には 30 秒と記

録された。測定者は、デジタルストップウォッチを用い、非支持脚が床に触れるか、30 秒が経過した時点で計測を終了した。

### 3. 年齢、歩行習慣および共変量

対象者の年齢は、各年の健康診断を受診した時点での値を用いた。歩行習慣については、「歩行や同等の身体活動を 1 日 1 時間以上行っていますか？」という質問（回答：はい/いいえ）を用いて評価した。

その他に、喫煙習慣（非喫煙、過去の喫煙、現在の喫煙）、飲酒習慣（なし、過去の飲酒、時々 [週 3 日以下]、しばしば [週 4~5 日]、毎日 [ほぼ毎日]）、体格指数を健康診断時に収集した。また、聴覚機能低下（1kHz または 4kHz における日常会話での異常所見）などを含めたすべての測定変数は補足表 2 に示す。

### 4. 統計解析

横断的な分析として、初回測定時に得られた 249 件のデータを用い、年齢と閉眼片脚立位時間の関係を二次スプライン曲線により可視化した。さらに、年齢階級別（10 歳刻み）に閉眼片脚立位時間の平均値を記述した。次に、縦断的分析として 3 年分の 575 件すべてのデータを用い、因果経路を次のように定義した：曝露因子として年齢、アウトカムとして閉眼片脚立位時間、交絡因子として性（モデル 1）。モデル 2 では、修正可能な行動因子（歩行習慣、喫煙習慣、飲酒習慣、体格指数）を媒介因子として追加した（補足

図 2）。

年齢および歩行習慣に対する閉眼片脚立位時間の推定は、2 階層のマルチレベル線形回帰モデルを用いて実施し、個々の閉眼片脚立位時間（レベル 1）が 249 名の個人（レベル 2）にネストされた構造とし、個人ごとのランダム切片を用いた。各変数に対する回帰係数（ $\beta$ ）および 95%信頼区間を算出した。

感度分析として、3 年間すべての片脚立位検査を完了した 143 名に限定した分析、および男性に限定した解析を実施した。また、初回測定時に得られた 249 件のデータを用いた横断的解析や、すべての共変量を投入した線形回帰分析も実施した。

有意水準は  $\alpha = 0.05$  とし、P 値は両側検定で算出した。すべての解析は STATA/MP17（StataCorp LLC, College Station, TX, USA）を用いて行った。

### C. 研究結果

表 1 に片脚立位時間の初回測定時の対象者の背景を示す。平均年齢（標準偏差）は 38.6 歳（10.4）、閉眼片脚立位時間は平均 25.2 秒（8.6）であった。全対象者のうち、日常的に歩行習慣があると回答した者は 65.5%であり、喫煙経験者は 52.6%、週に 4 日以上飲酒する者は 21.3%であった。高年齢層（40-66 歳）は、若年層（20-39 歳）と比較して片脚立位時間が短かった（補足表 S2）。初回測定時の横断的な分析では、閉眼片脚立位時間は年齢とともにほぼ直線的に減少した（図 1）。

575 件の全てのデータを用いたマルチレベル線形回帰モデルによる縦断的解析では、年齢に伴う閉眼片脚立位時間の有意な短縮が認められた（表 2）。性で調整したモデル 1 において、年齢と片脚立位時間との関連は  $\beta = -0.29$  であり、1 歳年齢が上昇するごとに 0.29 秒の短縮が観察された。さらに、歩行習慣、喫煙、飲酒、体格指数で調整したモデル 2 においても、有意な関連が持続し（ $\beta = -0.22$ ）、年齢を 1 歳重ねるごとに閉眼片脚立位時間が 0.22 秒短くなることが示された。一方で、日常的な歩行習慣は閉眼片脚立位時間の延長と有意に関連しており、モデル 2 では  $\beta = 1.76$  であった（表 2）。これらの結果は、日常的な歩行習慣を有する者では閉眼片脚立位時間が、平均して 1.76 秒長いことを示している。

感度解析においても、これらの解析結果と同様の傾向が確認され（表 3）、さらに、飲酒習慣および聴覚機能低下は閉眼片脚立位時間の短縮と関連していた（補足表 3）。

#### D. 考察

本研究では、日本の労働者コホートをを用いた縦断的分析により、静的バランス機能の指標である閉眼片脚立位時間が、比較的若い年齢階級から直線的に短縮することを確認した。具体的には、年齢を 1 歳重ねるごとに、閉眼片脚立位時間は約 0.2 秒短縮していた。この結果は、就労中の転倒リスクの増加が、30 歳代という早い段階から始まっている可能性を示唆している。また、日常的な

歩行習慣が、静的バランス機能の維持・向上に有益であることも明らかになった。特に注目すべきは、日常の歩行習慣による閉眼片脚立位時間の延長効果（約+2 秒）が、加齢による低下効果（約-0.2 秒）の約 10 倍であった点である。加齢に伴う身体機能の低下は自然な現象であるが、本研究は「歩行」という身近な習慣が静的バランス機能の改善に寄与し得ることを初めて明らかにした。

これらの結果は、片脚立位時間や姿勢安定性が加齢とともに低下することが報告されているこれまでの研究結果と一致している [4, 6]。バランスの維持には、視覚、前庭感覚、体性感覚の 3 つの感覚系が重要であり、加齢に伴うこれらの感覚機能の低下が片脚立位時間の短縮に影響を与えるとされている。30～80 歳の健康な男性を対象とした先行研究では、60 歳代から姿勢安定性および感覚機能の低下が認められ、閉眼片脚立位時の身体の動揺は、30 歳代と比較して 40～50 歳代でも有意に低下していた [7]。したがって、閉眼片脚立位テストは、就労世代における加齢による身体機能の変化を把握するうえで、有用な指標となりうる。

本研究で得られた、日常的な歩行習慣がバランス機能を改善するという知見は、特に高所からの転落事故が重大な労働災害につながりうる高所作業労働者にとって重要である。身体活動レベルが高いことが姿勢安定性の維持に寄与すること [8]、速歩が片脚立位バランス機能を改善することも [5]、本研究結果と一致する。さらに、閉眼片脚立位

時間の短縮は骨折とも関連していることから[9]、片脚立位バランスの評価は、重篤な労働災害のリスクが高い者をスクリーニングする手段として有用である可能性がある。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、サンプルサイズが小さく、特定の産業に限定されたデータであるため、一般化可能性には制限がある。第二に、転倒歴や労働災害に関する情報が得られていない。また、閉眼片脚立位時間の測定上限を30秒としたことにより天井効果の影響を受けた可能性がある。今後は、代替的な評価指標を用いた検証が求められる。第三に、高所作業に従事する健康な労働者はバランス機能が高い傾向にあり[10]、加齢による影響が過小評価された可能性がある。ただし、片脚立位検査は転倒リスクを示す有用な指標である[3]。第四に、運動やスポーツの種目およびその運動強度に関する情報は収集していない[11]。したがって、今後は静的バランス機能に影響を与える具体的な運動・スポーツ種目の特定が課題となる。一方で、本研究では、歩行という簡便で実践しやすい行動が静的バランスの維持に有効であることが示された。加えて、飲酒習慣や聴覚機能低下といった他の要因も静的バランス機能低下のリスク要因であることが明らかとなった。第五に、職業経験（勤続年数）[12]と姿勢安定性との関連は評価しておらず、今後の検討課題である。しかしながら、本研究結果は、静的バランス機能が、比較的若い段階から徐々に低下する傾向にあることを示した。

これらの限界はあるものの、本研究は、日本の労働者コホートを対象とし、縦断的分析により加齢によるバランス機能低下および歩行習慣によるそれらの予防効果を同時に明らかにした初めての研究である。本研究のような、定期健康診断時に得られた信頼性の高いデータを用いて、航空機等を製造する輸送機械組立従事者を対象とした同様の研究は限られている。

## E. 結論

労働者の静的バランス機能は比較的若い世代から直線的に短縮する傾向がある。その一方で、日常的な歩行習慣は、加齢に伴う職業性転倒リスクの軽減に寄与する有用な介入手段となり得ることが示唆された。これまでの日本における労働災害対策は、主に環境要因の改善に焦点を当ててきたが、今後はバランス機能を含む個人要因を介入の対象とすべきである。今後の研究では、自然環境を活用した介入法の検討[13, 14]および若年労働者に対する運動習慣の促進を通じた転倒予防戦略の構築が求められる。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

Watanabe K, Iizuka S, Kobayashi T, Tsushima S, Hirohashi S, Yoshimi T, Zaitso M. Daily walking habits can mitigate age-related decline in static balance: a longitudinal study among aircraft assemblers. *Sci Rep*.

2025;15(1):2207. Published Jan 16, 2025.  
doi:10.1038/s41598-025-86514-w

## 2. 学会発表

渡辺 一彦, 飯塚 晶子, 津島 沙輝, 廣橋 聡良, 吉見 友弘, 財津 將嘉. 労働者の加齢に伴う閉眼片脚立位時間の短縮と歩行習慣の予防効果. 口演. 第 83 回日本公衆衛生学会総会. 札幌. 2024 年 10 月 29 日

## G. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

## 文献

[1] 厚生労働省. 令和 5 年労働災害発生状況の分析等 .  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11302000/001099504.pdf>.

[2] 川越 隆, 転倒災害の現状と対策, 日本転倒予防学会誌, 2019, 6 巻, 3 号, p. 9-14

[3] Blodgett, J. M. et al. One-legged balance performance and fall risk in mid and later life: Longitudinal evidence from a British birth cohort. *Am. J. Prev. Med.* 63, 997-1006 (2022).

[4] Springer, B. A., Marin, R., Cyhan,

T., Roberts, H. & Gill, N. W. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J. Geriatr. Phys. Ther.* 30, 8-15 (2007).

[5] Sun, W. et al. Effects of tai chi chuan and brisk walking exercise on balance ability in elderly women: A randomized controlled trial. *Motor Control* 23, 100-114 (2019).

[6] Bohannon, R. W., Larkin, P. A., Cook, A. C., Gear, J. & Singer, J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys. Ther.* 64, 1067-1070 (1984).

[7] Illing, S., Choy, N. L., Nitz, J. & Nolan, M. Sensory system function and postural stability in men aged 30-80 years. *Aging Male* 13, 202-210 (2010).

[8] Prioli, A. C., Freitas Júnior, P. B. & Barela, J. A. Physical activity and postural control in the elderly: Coupling between visual information and body sway. *Gerontology* 51, 145-148 (2005).

[9] Lim, Y., Ha, J., Yoon, K. H., Baek, K. H. & Kang, M. I. Measures of physical performance as a predictor of fracture risk independent of BMD: The Chungju metabolic disease cohort study. *Bone* 145, 115878; 10.1016/j.bone.2021.115878 (2021).

[10] Cyma, M., Marciniak, K., Tomczak, M. & Stemplewski, R. Postural stability



- and physical activity of workers (2021).  
working at height. *Am. J. Mens Health* 12, 1068-1073 (2018).
- [11] Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E. & Ingemann-Hansen, T. One-leg standing balance and sports activity. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 9, 15-18 (1999).
- [12] Min, S. N., Kim, J. Y. & Parnianpour, M. The effects of safety handrails and the heights of scaffolds on the subjective and objective evaluation of postural stability and cardiovascular stress in novice and expert construction workers. *Appl. Ergon.* 43, 574-581 (2012).
- [13] Sun, Y. et al. Association between urban green space and postpartum depression, and the role of physical activity: A retrospective cohort study in Southern California. *Lancet Reg Health Am* 21, 100462; 10.1016/j.lana.2023.100462 (2023).
- [14] Garside, R., Lovell, R., Husk, K., Sowman, G. & Chapman, E. Nature prescribing. *BMJ* 383, 2745; 10.1136/bmj.p2745 (2023).
- [30] Coventry, P. A. et al. Nature-based outdoor activities for mental and physical health: Systematic review and meta-analysis. *SSM Popul. Health* 16, 100934; 10.1016/j.ssmph.2021.100934

表 1. 研究対象者 249 名の背景

| 変数                                  | N (%) または平均 (標準偏差) |
|-------------------------------------|--------------------|
| 閉眼片脚立位時間, 秒, 平均 (標準偏差)              | 25.2 (8.6)         |
| 女性                                  | 7 (2.8%)           |
| 年齢, 歳, 平均 (標準偏差)                    | 38.6 (10.4)        |
| 歩行習慣                                | 163 (65.5%)        |
| 喫煙習慣                                |                    |
| 非喫煙者                                | 118 (47.4%)        |
| 過去喫煙者                               | 44 (17.7%)         |
| 現喫煙者                                | 87 (34.9%)         |
| 飲酒習慣                                |                    |
| 非飲酒者                                | 61 (24.5%)         |
| 過去飲酒者                               | 8 (3.2%)           |
| 時々 (週に 3 日以下)                       | 127 (51.0%)        |
| しばしば (週に 4, 5 日)                    | 23 (9.2%)          |
| ほとんど毎日                              | 30 (12.1%)         |
| 体格指数, kg/m <sup>2</sup> , 平均 (標準偏差) | 23.0 (3.6)         |

表 2. マルチレベル線形回帰モデルを用いて推定した閉眼片脚立位時間に対する回帰係数および 95%信頼区間

| 変数               | 回帰係数および 95%信頼区間 <sup>a</sup> |                             |                             |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                  | Crude                        | Model 1 <sup>b</sup>        | Model 2 <sup>c</sup>        |
| 年齢               | <b>-0.29</b> (-0.37, -0.21)  | <b>-0.29</b> (-0.37, -0.20) | <b>-0.22</b> (-0.31, -0.14) |
| 歩行習慣             | <b>2.19</b> (0.88, 3.50)     |                             | <b>1.76</b> (0.49, 3.04)    |
| 女性               | 3.99 (-1.74, 9.72)           | 1.34 (-4.01, 6.69)          | 0.65 (-4.48, 5.79)          |
| 喫煙習慣 (対 非喫煙者)    |                              |                             |                             |
| 過去喫煙者            | <b>-3.60</b> (-6.15, -1.06)  |                             | -1.10 (-3.52, 1.32)         |
| 現喫煙者             | <b>-2.11</b> (-4.15, -0.06)  |                             | -0.85 (-2.73, 1.04)         |
| 飲酒歴 (対 非飲酒者)     |                              |                             |                             |
| 過去飲酒者            | 0.51 (-3.29, 4.31)           |                             | -0.55 (-4.15, 3.06)         |
| 時々 (週に 3 日以下)    | 0.87 (-1.20, 2.93)           |                             | 0.42 (-1.52, 2.37)          |
| しばしば (週に 4, 5 日) | <b>-3.24</b> (-6.32, -0.16)  |                             | -2.93 (-5.91, 0.05)         |
| 毎日 (ほとんど毎日)      | <b>-4.53</b> (-7.61, -1.45)  |                             | -2.90 (-5.86, 0.06)         |
| 体格指数             | <b>-0.46</b> (-0.71, -0.21)  |                             | <b>-0.31</b> (-0.54, -0.08) |

<sup>a</sup> 回帰係数は二階層の線形回帰モデルを用いて推定した。全 575 件の閉眼片脚立位時間の縦断観察データ (レベル 1) は、249 名の個人 (レベル 2) にネストされ、個人にランダム切片を設定した。太字は  $P < 0.05$  を示す。

<sup>b</sup> 性 (交絡因子) で調整した。

<sup>c</sup> さらに、修正可能な行動因子 (媒介因子) として、歩行習慣、喫煙習慣、飲酒習慣、体格指数を調整した。

表 3. 閉眼片脚立位時間における加齢に伴う短縮および日常的な歩行習慣の影響に関する感度分析

| 変数 | 回帰係数および 95%信頼区間 |                      |                      |
|----|-----------------|----------------------|----------------------|
|    | Crude           | Model 1 <sup>b</sup> | Model 2 <sup>c</sup> |

片脚立位テストを 3 回測定した 143 人の対象者

|                   |                             |                             |                             |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 年齢 <sup>a</sup>   | <b>-0.28 (-0.39, -0.17)</b> | <b>-0.27 (-0.38, -0.17)</b> | <b>-0.22 (-0.33, -0.11)</b> |
| 歩行習慣 <sup>a</sup> | <b>2.23 (0.75, 3.70)</b>    |                             | <b>1.85 (0.39, 3.30)</b>    |

242 人の男性

|                   |                             |                             |                             |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 年齢 <sup>a</sup>   | <b>-0.29 (-0.37, -0.20)</b> | <b>-0.29 (-0.37, -0.20)</b> | <b>-0.22 (-0.31, -0.14)</b> |
| 歩行習慣 <sup>a</sup> | <b>2.26 (0.91, 3.60)</b>    |                             | <b>1.80 (0.50, 3.11)</b>    |

249 件の初回測定時のデータを用いた横断的な回帰分析

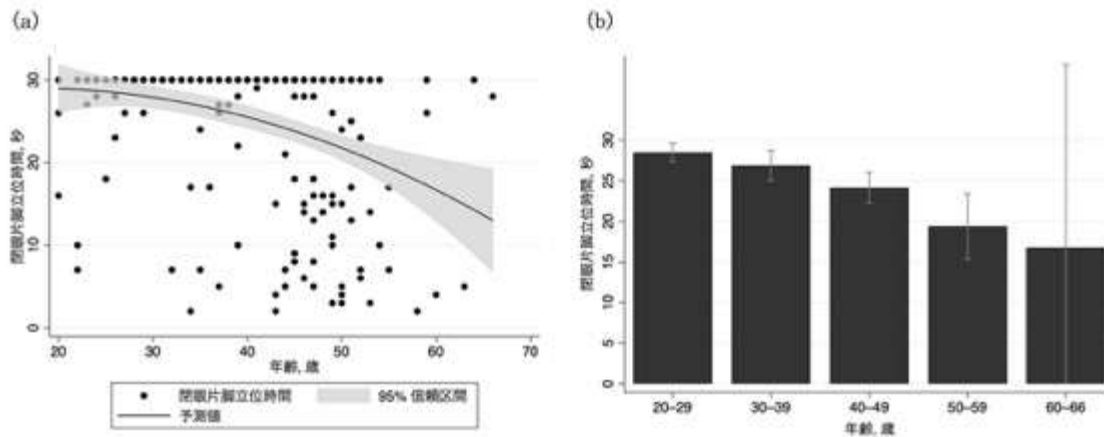
|      |                             |                             |                             |
|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 年齢   | <b>-0.29 (-0.38, -0.19)</b> | <b>-0.28 (-0.38, -0.19)</b> | <b>-0.20 (-0.30, -0.10)</b> |
| 歩行習慣 | <b>2.31 (0.07, 4.55)</b>    |                             | <b>1.33 (-0.72, 3.38)</b>   |

<sup>a</sup> 回帰係数は二階層の線形回帰モデルを用いて推定した。閉眼片脚立位時間のデータ（レベル 1）は、対象者（レベル 2）にネストされており、個人ごとにランダム切片を設定した。太字は  $P < 0.05$  を示す。

<sup>b</sup> 性で調整した。

<sup>c</sup> 歩行習慣、喫煙、飲酒、体格指数を追加調整した。

図 1. 249 名の輸送機械組立従事者のベースライン時における異なる年齢層での閉眼片脚立位時間の分布



(a) 各個人のデータポイントと年齢に応じた直線的な低下傾向を、散布図と二次スプライン曲線により示す。

30 秒の閉眼片脚立位保持を達成した対象者数は、20～29 歳で 51 名、30～39 歳で 47 名、40～49 歳で 59 名、50～59 歳で 12 名、60～66 歳で 1 名であった。

(b) 年齢階級 10 歳区分での平均閉眼片脚立位時間を棒グラフで示す。

加齢に伴う閉眼片脚立位時間の短縮傾向を示した (傾向検定による P 値  $< 0.001$ )。各年齢階級の平均保持時間 (標準偏差) は、20～29 歳 ( $n=62$ ) で 28.5 (4.5) 秒、30～39 歳 ( $n=61$ ) で 26.9 (7.2) 秒、40～49 歳 ( $n=92$ ) で 24.1 (9.1) 秒、50～59 歳 ( $n=30$ ) で 19.4 (10.9) 秒、60～66 歳 ( $n=4$ ) で 16.8 (14.2) 秒であった。グラフ中のエラーバーは 95%信頼区間を示す。

補足表 1. 片脚立位テストの測定回数別・各年のデータ数

| 片脚立位テストの測定回数              | 合計         | 年          |            |            |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                           |            | 2017       | 2018       | 2019       |
| 1 回 (66 人 <sup>a</sup> )  | 66         | 47         | 1          | 18         |
| 2 回 (40 人 <sup>b</sup> )  | 80         | 28         | 39         | 13         |
| 3 回 (143 人 <sup>a</sup> ) | 429        | 143        | 143        | 143        |
| <b>データ総数</b>              | <b>575</b> | <b>218</b> | <b>183</b> | <b>174</b> |

<sup>a</sup> 参加者数

<sup>b</sup> 2017 年および 2018 年、2018 年および 2019 年、2017 年および 2019 年に片脚立位テストを測定した対象者数は、それぞれ 27 人、12 人、および 1 人であった。

補足表 2. 年齢別の研究対象者の背景

| 変数                        | 計                    | 年齢カテゴリー             |                     | P 値 <sup>a</sup> |
|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------|
|                           |                      | 20-39 歳             | 40-66 歳             |                  |
| N                         | 249                  | 123                 | 126                 |                  |
| 閉眼片脚立位時間, 秒*              | 25.2 (8.6)           | 27.7 (6.0)          | 22.8 (9.9)          | <0.001           |
| 女性                        | 7 (2.8%)             | 7 (5.7%)            | 0 (0.0%)            | 0.007            |
| 年齢*                       | 38.6 (10.4)          | 29.7 (5.7)          | 47.3 (5.2)          | <0.001           |
| 歩行習慣                      | 163 (65.5%)          | 85 (69.1%)          | 78 (61.9%)          | 0.232            |
| 喫煙歴                       |                      |                     |                     |                  |
| 非喫煙者                      | 118 (47.4%)          | 66 (53.7%)          | 52 (41.3%)          | 0.045            |
| 過去喫煙者                     | 44 (17.7%)           | 15 (12.2%)          | 29 (23.0%)          |                  |
| 現喫煙者                      | 87 (34.9%)           | 42 (34.1%)          | 45 (35.7%)          |                  |
| 飲酒歴                       |                      |                     |                     |                  |
| 非飲酒者                      | 61 (24.5%)           | 30 (24.4%)          | 31 (24.6%)          | 0.006            |
| 過去飲酒者                     | 8 (3.2%)             | 7 (5.7%)            | 1 (0.8%)            |                  |
| 時々 (週に 3 日以下)             | 127 (51.0%)          | 69 (56.1%)          | 58 (46.0%)          |                  |
| しばしば (週に 4, 5 日)          | 23 (9.2%)            | 10 (8.1%)           | 13 (10.3%)          |                  |
| ほとんど毎日                    | 30 (12.1%)           | 7 (5.7%)            | 23 (18.3%)          |                  |
| 体格指数, kg/m <sup>2</sup> * | 23.0 (3.6)           | 22.4 (3.7)          | 23.7 (3.4)          | 0.002            |
| 体重, kg*                   | 67.7 (11.0)          | 66.0 (11.9)         | 69.3 (9.8)          | 0.009            |
| 身長, cm*                   | 171.5 (6.1)          | 171.7 (5.9)         | 171.3 (6.2)         | 0.605            |
| 聴覚機能低下                    | 14 (5.6%)            | 0 (0.0%)            | 14 (11.1%)          | <0.001           |
| 高血圧症                      | 13 (5.2%)            | 1 (0.8%)            | 12 (9.5%)           | 0.002            |
| 糖尿病                       | 2 (0.8%)             | 0 (0.0%)            | 2 (1.6%)            | 0.161            |
| 脂質異常症                     | 13 (5.2%)            | 0 (0.0%)            | 13 (10.3%)          | <0.001           |
| 握力, kg*                   | 42.5 (6.2)           | 42.2 (6.5)          | 42.8 (5.9)          | 0.448            |
| 腹囲, cm*                   | n=174<br>83.3 (10.3) | n=48<br>82.0 (11.8) | n=126<br>83.8 (9.7) | 0.309            |
| ヘモグロビン A1c*               | n=248<br>5.5 (0.4)   | n=123<br>5.3 (0.3)  | n=125<br>5.6 (0.5)  | <0.001           |
| 血清クレアチニン値*                | n=248<br>0.9 (0.1)   | n=123<br>0.9 (0.1)  | n=125<br>0.9 (0.1)  | 0.012            |

\* 平均値および標準偏差として示す。

<sup>a</sup> P 値は t 検定またはカイ二乗検定により推定した。<sup>b</sup> 聴覚機能低下は、日常会話または 1 kHz/4 kHz のいずれかで異常所見が認められた場合と定義した。<sup>c</sup> 握力は両側を測定し、いずれか高い方の値を解析に用いた。

補足表 3. 全ての共変量を投入したマルチレベルの線形回帰モデルによる感度分析 (n=248)

| 変数               | 回帰係数および 95%信頼区間 <sup>a</sup> |                             |                             |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                  | Crude                        | 性と年齢を調整                     | 全変数を投入                      |
| 年齢               | <b>-0.28 (-0.36, -0.20)</b>  | <b>-0.28 (-0.36, -0.19)</b> | <b>-0.19 (-0.28, -0.10)</b> |
| 歩行習慣             | <b>2.11 (0.79, 3.42)</b>     |                             | <b>1.62 (0.35, 2.90)</b>    |
| 女性               | 3.91 (-1.75, 9.57)           | 1.38 (-3.94, 6.70)          | 1.68 (-3.81, 7.17)          |
| 喫煙習慣 (対 非喫煙者)    |                              |                             |                             |
| 過去喫煙者            | <b>-3.57 (-6.09, -1.05)</b>  |                             | -0.99 (-3.36, 1.38)         |
| 現喫煙者             | -1.91 (-3.94, 0.12)          |                             | -0.63 (-2.51, 1.24)         |
| 飲酒歴 (対 非飲酒者)     |                              |                             |                             |
| 過去飲酒者            | 0.52 (-3.27, 4.31)           |                             | -0.32 (-3.93, 3.29)         |
| 時々 (週に 3 日以下)    | 0.87 (-1.18, 2.93)           |                             | 0.35 (-1.57, 2.27)          |
| しばしば (週に 4, 5 日) | <b>-3.22 (-6.29, -0.15)</b>  |                             | <b>-3.28 (-6.25, -0.30)</b> |
| 毎日 (ほとんど毎日)      | <b>-4.05 (-7.15, -0.95)</b>  |                             | <b>-3.05 (-6.03, -0.07)</b> |
| 体格指数             | <b>-0.48 (-0.73, -0.23)</b>  |                             | <b>-0.36 (-0.60, -0.12)</b> |
| 聴覚機能低下           | <b>-4.90 (-8.00, -1.80)</b>  |                             | <b>-3.36 (-6.32, -0.40)</b> |
| 高血圧症             | -2.92 (-6.80, 0.95)          |                             | 1.39 (-2.24, 5.02)          |
| 糖尿病              | -1.59 (-8.09, 4.91)          |                             | -0.32 (-6.89, 6.25)         |
| 脂質異常症            | <b>-3.79 (-6.97, -0.61)</b>  |                             | -2.32 (-5.51, 0.87)         |
| 握力               | -0.02 (-0.15, 0.11)          |                             | 0.05 (-0.08, 0.19)          |
| ヘモグロビン A1c       | -0.96 (-2.70, 0.78)          |                             | 0.59 (-1.23, 2.41)          |
| 血清クレアチニン         | -0.64 (-8.03, 6.75)          |                             | 1.02 (-6.08, 8.13)          |

<sup>a</sup> 全ての共変量が揃っていた 248 名の参加者から得られた合計 573 件のデータを用いて、二階層のマルチレベル線形回帰モデルを実施した。閉眼片脚立位時間のデータ (レベル 1) は個人 (レベル 2) にネストされ、個人ごとにランダム切片を設定した。太字は  $P < 0.05$  を示す。

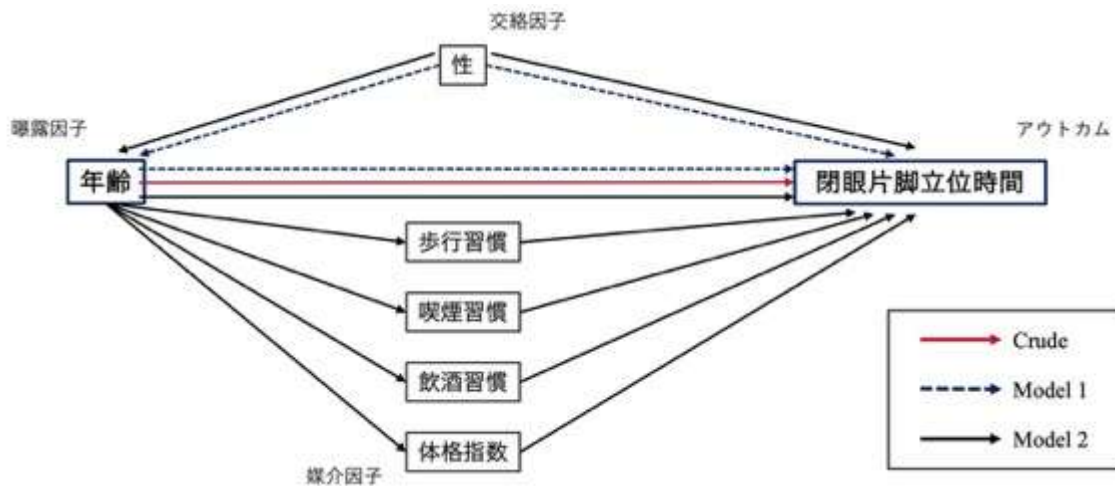


補足図 1. 職場での転倒労働災害における 4 つのリスク因子

| 転倒災害のリスク要因               |                                |                                             |                                     |
|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| 環境要因                     |                                | 個人要因                                        |                                     |
| 社会管理的要因                  | 外的要因                           | 内的要因                                        | 障害増幅要因                              |
| 整理・整頓<br>焦り・規則違反<br>職場風土 | 床面摩擦<br>凹凸・段差<br>手すり、照明<br>通路幅 | 運動機能低下<br>視覚機能低下<br>身体・精神的疾患<br>服薬状況<br>その他 | 身体強度・耐性<br>回避能力（敏捷性）<br>骨強度<br>内臓耐性 |

引用：川越 隆，転倒災害の現状と対策，日本転倒予防学会誌，2019，6 巻，3 号，p. 9-14.（著者により引用改変して作図）

補足図 2. 因果経路



回帰分析における因果経路を以下のように定義した:年齢を曝露因子、閉眼片脚立位時間をアウトカム、性を交絡因子 (モデル 1)。モデル 2 では、日常的な歩行習慣、喫煙習慣、飲酒習慣、体格指数といった修正可能な行動因子を媒介変数として追加した。

2024 年度厚生労働科学研究費（労働安全衛生総合研究事業）

「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる

労働災害防止の取り組み促進に資する研究

分担研究報告書

職場の転倒災害リスクと生活習慣病の関連

研究代表者 財津 将嘉 産業医科大学 高年齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 渡辺 一彦 産業医科大学 高年齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 津島 沙輝 産業医科大学 高年齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 廣橋 聡良 産業医科大学 高年齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 吉見 友弘 産業医科大学 高年齢労働者産業保健研究センター  
研究協力者 藤野 善久 産業医科大学 環境疫学研究室  
研究分担者 田淵 貴大 東北大学大学院 医学系研究科公衆衛生学分野

研究要旨

【目的】高血圧、脂質異常症、糖尿病といった生活習慣病が、職場における転倒リスクとどのように関連しているかを明らかにすることを目的とした。

【方法】2023 年 9 月から 11 月にかけて、全国の労働者 18,440 人（平均年齢 43 歳、女性 43.9%）を対象に、インターネットを用いた横断研究を実施した。アウトカムは、過去 1 年間に経験した職場での転倒の有無とした。説明変数として、高血圧、脂質異常症、糖尿病の併存の有無を評価した。転倒に関する発生率比（IR）および 95%信頼区間（CI）は、多階層ポアソン回帰モデルを用い、ロバスト分散によって交絡因子を調整し推定した。

【結果】全体の 7.3%が、過去 1 年間に職場での転倒を経験していた。また、2.8%は転倒に起因する骨折を報告していた。生活習慣病ごとの転倒に関する IR（95%CI）は以下のとおりであり、いずれも転倒発生の有意な上昇が認められた：高血圧 1.64（1.45-1.84）、脂質異常症：1.35（1.18-1.55）、糖尿病：1.77（1.55-2.03）。その他の生活習慣要因や行動様式とも関連を認めた。

【結論】生活習慣病は職場の転倒発生と関連した。一見すると安全対策と直接関係がないと考えられる健康管理が、職場における転倒予防に繋がることが示唆された。今後、縦断研究による追加検証が期待される。

A. 研究目的

労働災害予防対策は、職場環境の改善が一貫して推進されてきたが、労働者の高齢

化が進む中、高年齢層における労働災害のリスク増加が懸念されている[1]。特に「転倒」およびそれに伴う負傷は、4 日以上の上

休業を伴う最もポピュラーな労働災害の型である。2023 年には、転倒による負傷の平均休業日数は 48.5 日であった[2]。休業は労働力供給に直接的影響を及ぼし、さらに労働者災害補償保険による賃金補償のため経済的な影響も大きい。

近年の研究では、職場における転倒要因として、環境的要因の上に、さらに内因的要因や生活習慣に関連する要因が注目されている[3]。これらの先行研究の知見は、行動経済学的アプローチであるナッジ効果を前提に考えると、一見すると安全対策と直接関係がないと考えられがちな健康管理（衛生対策）が、職場において転倒予防という安全対策へ関連するという仮説が成り立つ。

そこで、本研究は、高血圧、脂質異常症、糖尿病といった生活習慣病が、職場における転倒リスクとどのように関連しているかを明らかにすることを目的とする。なお、本研究の結果については medRxiv にて先行して公開済である[4]。

## B. 研究方法

### 1. 研究デザイン

本研究は、Japan COVID-19 and Society Internet Survey (JACSIS)研究 (<https://jacsis-study.jp/>) のデータを用いた横断研究である。JACSIS データセットは、47 都道府県全域にわたる約 230 万人のパネルメンバーを含むインターネット調査会社（楽天インサイト株式会社）のプールパネルから得られた。本研究のデータは 2023 年 9 月から 11 月にかけて収集された。

20 歳から 74 歳の 25,332 人の参加者の

うち、非就労者（主婦、学生、失業者など）に該当する 6,892 人を除外し、現在就労中の 18,440 人（平均年齢±標準偏差: 43±14.3 歳）を最終的な分析対象とした。

### 2. 転倒労働災害

主要アウトカムは、過去 1 年間における転倒労働災害の発生とした。また、1 年前以前の「過去の職場での転倒歴」も同定した。通勤中の転倒は除外され、職場での転倒に限定した。

### 3. 生活習慣病及び共変量

曝露変数は、高血圧、脂質異常症、糖尿病の代表的な生活習慣病の有無とした。

共変量には、年齢、性別、教育水準、職種および業種、世帯収入、および職場の規模を用いた。また、生活習慣要因として、喫煙状況、飲酒習慣、睡眠時間、身体活動レベル（国際標準化身体活動質問票短縮版）を用いた。BMI、睡眠薬または抗不安薬の習慣的な使用、労働機能障害尺度も用いた。

### 4. 統計解析

転倒労働災害の発生率比（IR）と 95% 信頼区間（CI）は、47 都道府県内でのクラスタリングを考慮し、ロバスト分散を用いたマルチレベルのポアソン回帰を用いて算出した（レベル 1 個人、レベル 2 47 都道府県）。データ解析には STATA/SE 18.0（StataCorp LLC, College Station, TX）を使用した。

### 5. 倫理的配慮

本研究は、産業医科大学倫理委員会（R4-054）、東北大学大学院医学系研究科倫理委

員会（2024-1-517）の承認を得たうえで行われた。対象者に対しては、調査フォーム内に文面による調査の説明を記述し、調査への参加について同意が得られた場合のみ、調査に進む形式とした。

### C. 研究結果

18,440 人の労働者のうち、7.3%が転倒災害を経験しており、教育水準を除いて、非転倒者と転倒者の背景特性には差異が存在した（表 1）。

生活習慣病ごとの転倒に関する IR (95% CI) を表 2 に示す。高血圧 1.64 (1.45-1.84)、脂質異常症 1.35 (1.18-1.55)、糖尿病 1.77 (1.55-2.03) と、いずれも転倒発生の上昇が認められた。また、短時間睡眠、睡眠薬・抗不安薬の使用、過度な身体活動、喫煙についても転倒発生と関連が見られた（表 2）。

### D. 考察

本研究では、生活習慣病が職場での転倒と関連していることが明らかになった。代表的な生活習慣病においては、転倒発生率が 1.5 倍程度上昇していた。さらに、睡眠や過度の身体活動、喫煙などの様々な生活習慣や行動様式も転倒発生と関連していた。一見すると安全対策と関係がないと考えられがちな健康管理が転倒災害に関連することが明らかとなった。これらの知見は、企業で行う衛生対策である衛生教育や生活習慣指導が、安全対策である転倒予防において、ナッジ介入として非常に重要な位置を占める可能性があること示している。

本研究において、若年層から高齢層までを含む現役労働者集団を対象に、職場の定期健康診断で毎年チェックされ、日常的に

健康管理が行われている高血圧、脂質異常症、糖尿病といった代表的な慢性の生活習慣病が、職場における転倒発生率の上昇と有意に関連していることが明らかとなった。これらの知見は、高齢者集団を対象とした先行のシステマティックレビューの結果とも一致している[5]。Osuka らが日本の 60 歳以上の高齢労働者 1113 人を対象に開発した就業転倒リスク評価ツール (OFRAT: Occupational Fall Risk Assessment Tool) においても、糖尿病は高齢労働者の転倒リスクを高める要因の一つとして挙げられている[6]。その生物学的メカニズムとしては、慢性炎症に起因する血管障害や神経系への影響が想定されており、これらの生活習慣病が年齢を問わず転倒リスクの増加に寄与している可能性が示唆される[7]。

また、短時間睡眠や睡眠薬の使用、過度の身体活動、喫煙などの多様な生活習慣が職場での転倒発生と関連しており、これらの知見は先行研究の結果とも一致している[8-10]。さらに、我々の最近の研究では、日本における転倒災害の約 50%が室内のフラットな場所で発生しており、なかでも通路や廊下が全体の約 4 割を占めていたことが明らかとなった[11]。これらの結果を総合的に考慮すると、職場における転倒予防策は、環境要因への対応だけでは限界に達しつつあり、生活習慣や行動要因に対する介入の重要性が増していることが示唆される。ナッジ理論を考慮すると、生活習慣指導は日本の高齢労働者対策において有効なアプローチの一つとなり得る。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、横断研究であるため因果関係は明らかにできない。第二に、生活習慣や行動様式

に関する情報は自己申告に基づいており、想起バイアスや報告バイアスの影響を否定できない。第三に、転倒の有無も自己申告であったため、過少報告や分類誤りの可能性がある。これらの限界はあるものの、本研究は、若年から高齢層までを対象とした現役労働者における生活習慣と職場での転倒との関連を明らかにした、国内初かつ最大規模の全国調査である。がん、脳血管疾患、心疾患といった主要死因に影響を与えることが知られている生活習慣病が、転倒という職場の安全にも関係する可能性が示されたことで、今後の産業保健においては、安全対策と健康管理を統合した包括的なアプローチの重要性が一層高まると考えられる。

## E. 結論

本研究により、生活習慣病は職場における転倒発生リスクを高める可能性が示唆された。一見すると安全対策とは直接関係がないと思われがちな健康管理が、ナッジ理論に基づき転倒予防に寄与しうることが明らかとなった。今後は、縦断的研究による因果関係の解明、また転倒災害が予防できるような効果的な衛生教育手法の開発などが期待される。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

査読前プレプリントとして発表 (Tsushima S, Watanabe K, Hirohashi S, et al. Occupational fall incidence associated with heated tobacco product smoking and lifestyle behaviors: a nationwide cross-sectional study in

Japan. medRxiv 2025.02.16.25321430; doi: <https://doi.org/10.1101/2025.02.16.25321430>)

### 2. 学会発表

- 1) 津島沙輝, 渡辺一彦, 廣橋聡良, 吉見友弘, 藤野善久, 田淵貴大, 財津將嘉. 加熱式タバコの喫煙と職場での転倒の関連(中間報告). 自由集会口演. 第83回日本公衆衛生学会総会(2024年10月札幌)
- 2) Masayoshi Zaitzu. Working Longer, Staying 'Balanced': What Epidemiology Tells Us. The 32nd Korea-Japan-China Conference on Occupational Health and Safety (2025年5月ソウル予定)

## G. 知的財産権の出願・登録状況

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

## 文献

- 1) Hayashi C, Ogata S, Toyoda H, et al. Risk factors for fracture by same-level falls among workers across sectors: a cross-sectional study of national open database of the occupational injuries in Japan. Public Health. 2023;217:196-204. doi:10.1016/j.puhe.2023.02.003
- 2) 厚生労働省 .

- <https://www.mhlw.go.jp/content/11302000/001099504.pdf>.
- 3) Watanabe K, Iizuka S, Kobayashi T, et al. Daily walking habits can mitigate age-related decline in static balance: a longitudinal study among aircraft assemblers. *Sci Rep*. 2025;15(1):2207. Published 2025 Jan 16. doi:10.1038/s41598-025-86514-w.
  - 4) Tsushima S, Watanabe K, Hirohashi S, et al. Occupational fall incidence associated with heated tobacco product smoking and lifestyle behaviors: a nationwide cross-sectional study in Japan. *medRxiv* 2025.02.16.25321430; doi: <https://doi.org/10.1101/2025.02.16.25321430>
  - 5) Xu Q, Ou X, Li J. The risk of falls among the aging population: A systematic review and meta-analysis. *Front Public Health*. 2022 Oct 17;10:902599. doi: 10.3389/fpubh.2022.902599.
  - 6) Osuka Y, Okubo Y, Nofuji Y, Maruo K, Fujiwara Y, Oka H, Shinkai S, Lord SR, Sasai H. Occupational Fall Risk Assessment Tool for older workers. *Occup Med (Lond)*. 2023 Apr 26;73(3):161-166. doi: 10.1093/occmed/kqad035.
  - 7) Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1995;3(4):193–214.
  - 8) Alhainen M, Härmä M, Pentti J, Ervasti JM, Kivimäki M, Vahtera J, Stenholm S. Sleep duration and sleep difficulties as predictors of occupational injuries: a cohort study. *Occup Environ Med*. 2022 Apr;79(4):224-232. doi: 10.1136/oemed-2021-107516.
  - 9) Feskanich D, Willett W, Colditz G. Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *JAMA*. 2002 Nov 13;288(18):2300-6. doi: 10.1001/jama.288.18.2300.
  - 10) Morita Y, Ohta M, Jiang Y, Tanaka H, Yamato H. Relationship Between Nicotine Dependency and Occupational Injury in a Japanese Large-Scale Manufacturing Enterprise: A Single-Center Study. *J Occup Environ Med*. 2018 Dec;60(12):e656-e662.
  - 11) Watanabe K, Hirohashi S, Yoshimi T, Zaito M. Occupational falls by site of occurrence within the workplace in Japan. *medRxiv* 2025.04.27.25326535; doi:<https://doi.org/10.1101/2025.04.27.25326535>

表1 非転倒者と転倒者の背景特性の違い

| 変数                     |           | 全体             | 転倒なし           | 転倒あり <sup>a</sup> |
|------------------------|-----------|----------------|----------------|-------------------|
| N                      |           | 18,440         | 17,102         | 1,338             |
| 高血圧                    |           | 2,871 (15.6%)  | 2,485 (14.5%)  | 386 (28.8%)       |
| 脂質異常症                  |           | 2,223 (12.1%)  | 1,924 (11.3%)  | 299 (22.3%)       |
| 糖尿病                    |           | 972 (5.3%)     | 762 (4.5%)     | 210 (15.7%)       |
| 喫煙状況                   | 非喫煙       | 10,486 (56.9%) | 9,863 (57.7%)  | 623 (46.6%)       |
|                        | 過去喫煙      | 4,967 (26.9%)  | 4,590 (26.8%)  | 377 (28.2%)       |
|                        | 現在喫煙      | 2,987 (16.2%)  | 2,649 (15.5%)  | 338 (25.3%)       |
| 飲酒習慣                   | なし        | 7,633 (41.4%)  | 7,128 (41.7%)  | 505 (37.7%)       |
|                        | 2杯/日未満    | 7,553 (41.0%)  | 7,003 (40.9%)  | 550 (41.1%)       |
|                        | 2杯/日以上    | 3,254 (17.6%)  | 2,971 (17.4%)  | 283 (21.2%)       |
| IPAQ-SF レベル            | 低         | 11,642 (63.1%) | 10,795 (63.1%) | 847 (63.3%)       |
|                        | 中         | 4,715 (25.6%)  | 4,461 (26.1%)  | 254 (19.0%)       |
|                        | 高         | 2,083 (11.3%)  | 1,846 (10.8%)  | 237 (17.7%)       |
| 睡眠時間                   | 0-5 時間    | 4,881 (26.5%)  | 4,286 (25.1%)  | 595 (44.5%)       |
|                        | 6-9 時間    | 13,056 (70.8%) | 12,371 (72.3%) | 685 (51.2%)       |
|                        | 10 時間以上   | 127 (0.7%)     | 91 (0.5%)      | 36 (2.7%)         |
|                        | 不明        | 376 (2.0%)     | 354 (2.1%)     | 22 (1.6%)         |
| 睡眠薬・抗不安薬の習慣的使用         |           | 1,354 (7.3%)   | 1,178 (6.9%)   | 176 (13.2%)       |
| BMI, kg/m <sup>2</sup> | 18.5 未満   | 2,571 (13.9%)  | 2,397 (14.0%)  | 174 (13.0%)       |
|                        | 18.5-24.9 | 12,625 (68.5%) | 11,735 (68.6%) | 890 (66.5%)       |
|                        | 25 以上     | 3,244 (17.6%)  | 2,970 (17.4%)  | 274 (20.5%)       |
| 女性                     |           | 8,096 (43.9%)  | 7,647 (44.7%)  | 449 (33.6%)       |
| 年齢, 平均値 (標準偏差)         |           | 43.2 (14.3)    | 43.4 (14.3)    | 40.1 (13.7)       |
| 教育水準 13 年以上            |           | 14,260 (77.3%) | 13,253 (77.5%) | 1007 (75.3%)      |
| 世帯収入                   | 150 万円未満  | 724 (3.9%)     | 642 (3.8%)     | 82 (6.1%)         |
|                        | 150 万円以上  | 14,051 (76.2%) | 13,005 (76.0%) | 1,046 (78.2%)     |
|                        | 不明        | 3,665 (19.9%)  | 3,455 (20.2%)  | 210 (15.7%)       |
| 業種                     | ブルーカラー    | 4,913 (26.6%)  | 4,504 (26.3%)  | 409 (30.6%)       |



|        |          |               |               |             |
|--------|----------|---------------|---------------|-------------|
|        | サービス     | 6,323 (34.3%) | 5,896 (34.5%) | 427 (31.9%) |
|        | ホワイトカラー  | 7,204 (39.1%) | 6,702 (39.2%) | 502 (37.5%) |
| 職種     | ブルーカラー   | 1,861 (10.1%) | 1,623 (9.5%)  | 238 (17.8%) |
|        | サービス     | 8,005 (43.4%) | 7,465 (43.6%) | 540 (40.4%) |
|        | ホワイトカラー  | 5,286 (28.7%) | 4,930 (28.8%) | 356 (26.6%) |
|        | その他      | 3,288 (17.8%) | 3,084 (18.0%) | 204 (15.2%) |
| 職場の規模  | 49 人以下   | 5,750 (31.2%) | 5,364 (31.4%) | 386 (28.8%) |
|        | 50-999 人 | 5,985 (32.5%) | 5,492 (32.1%) | 493 (36.8%) |
|        | 1000 人以上 | 4,934 (26.8%) | 4,595 (26.9%) | 339 (25.3%) |
|        | 不明       | 1,771 (9.6%)  | 1,651 (9.7%)  | 120 (9.0%)  |
| 労働機能障害 | 7-13 点   | 9,997 (54.2%) | 9,606 (56.2%) | 391 (29.2%) |
|        | 14-20 点  | 4,450 (24.1%) | 4,089 (23.9%) | 361 (27.0%) |
|        | 21-27 点  | 2,775 (15.0%) | 2,340 (13.7%) | 435 (32.5%) |
|        | 28-35 点  | 1,218 (6.6%)  | 1,067 (6.2%)  | 151 (11.3%) |

略語： IPAQ-SF、国際標準化身体活動質問票短縮版

<sup>a</sup> 教育水準を除くすべての  $P < 0.05$ 。

表 2 生活習慣病およびその他の生活習慣や行動様式に対する転倒災害発生率比

| 変数               |         | 発生率比 (95%信頼区間) <sup>a</sup> |                          |
|------------------|---------|-----------------------------|--------------------------|
|                  |         | 単変量                         | 多変量 <sup>b</sup>         |
| 高血圧              |         | <b>2.20 (1.97–2.44)</b>     | <b>1.64 (1.45–1.84)</b>  |
| 脂質異常症            |         | <b>2.10 (1.89–2.33)</b>     | <b>1.35 (1.18–1.55)</b>  |
| 糖尿病              |         | <b>3.34 (2.90–3.86)</b>     | <b>1.77 (1.55–2.03)</b>  |
| 睡眠時間 vs 6–9 時間   | 0–5 時間  | <b>2.32 (2.09, 2.58)</b>    | <b>1.79 (1.60, 2.01)</b> |
|                  | 10 時間以上 | <b>5.42 (4.17, 7.04)</b>    | <b>2.88 (2.16, 3.85)</b> |
|                  | 不明      | 1.11 (0.75, 1.64)           | 1.17 (0.76, 1.78)        |
| 睡眠薬・抗不安薬の習慣的な使用  |         | <b>1.91 (1.67–2.19)</b>     | <b>1.32 (1.17–1.49)</b>  |
| IPAQ-SF レベル vs 低 | 中       | 0.74 (0.65–0.85)            | 0.90 (0.78–1.03)         |
|                  | 高       | <b>1.57 (1.37–1.79)</b>     | <b>1.59 (1.42–1.78)</b>  |
| BMI vs 18.5–24.9 | <18.5   | 0.96 (0.82–1.12)            | 1.03 (0.89–1.19)         |
|                  | ≥25     | <b>1.20 (1.06–1.36)</b>     | 0.94 (0.82–1.09)         |
| 喫煙状況 vs 非喫煙      | 過去喫煙    | <b>1.28 (1.13–1.45)</b>     | 1.12 (0.98–1.27)         |
|                  | 現在喫煙    | <b>1.91 (1.72–2.11)</b>     | <b>1.36 (1.20–1.54)</b>  |
| 飲酒習慣 vs なし       | 2 杯/日未満 | 1.10 (0.98–1.23)            | 1.06 (0.94–1.19)         |
|                  | 2 杯/日以上 | 1.32 (1.16–1.50)            | 0.98 (0.88–1.09)         |

<sup>a</sup> 発生率比および 95%信頼区間は、ロバスト分散を用いた 2 レベルのマルチレベルポアソン回帰で推定。推定にあたっては、居住地域（47 都道府県、レベル 2 変数）のランダム切片を使用。

<sup>b</sup> 年齢、性別、教育水準、職種および業種、世帯収入、職場の規模、喫煙状況、飲酒習慣、睡眠時間、身体活動レベル、BMI、睡眠薬または抗不安薬の習慣的な使用、労働機能障害、及び全ての生活習慣病で調整。

2024 年度厚生労働科学研究費（労働安全衛生総合研究事業）  
「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる労働災害防止の取り組み促進に資する研究  
分担研究報告書

センサーを用いた転倒予知ライトを用いた危険回避行動の誘発について  
～社会福祉施設や大学内における検証～

研究分担者 宮内 博幸 産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座

研究協力者 庄司 卓郎 産業医科大学 産業保健学部 安全衛生マネジメント学講座

研究要旨

【目的】

社会福祉施設内従業員の転倒防止において、危険回避行動にセンサーを用いた危険予知ライトの有効性を明らかにすることを目的し、2024 年度は研究対象事業所においてその効果について検討した。

【方法】

福岡県下にある二箇所の社会福祉施設 A・B を対象とした。対象者は、A 施設および B 施設の従業員であり、合計 46 名（A 施設：27 名、B 施設：19 名）とした。

対象者に対してナッジ理論を活用した労働災害防止策の効果を検討した。具体的には、転倒リスクが高い場所に人感センサーを搭載した転倒予知ライトを設置し、転倒リスクの低減効果を検証した。ライトの設置前後で対象者の危険認識や行動の変化をアンケート調査により測定し、その有効性を評価した。

【結果】

設置後のアンケート結果では、前に比べて作業者の危険認識および安全に関する意識が全体的に向上する傾向が見られた。テキスト分析の結果において、設置後は「危険」「リスクマネジメント」「予防」「予知」といったポジティブな言葉が増加し、「転倒」は「防げるもの」「対策できるもの」という認識が広がったことが分かった。

【結論】

作成したアンケートにより、人感センサーを搭載した転倒予知ライトによるナッジ導入により、従業員の認識に変化がおき、英国 BIT の MINDSPAC における Salience（顕著性）のみならず、Affect（感情）に訴えかけることも可能となり、安全への意識が高まる可能性が示唆された。

## A. 研究目的

日本における労働災害による死亡者数は、長期的に減少傾向にあるものの、転倒や腰痛といった作業行動に起因する休業 4 日以上<sup>1)</sup>の死傷者数は、高年齢労働者の増加に伴い増加を続けていると報告されている。特に社会福祉施設においては、労働者が滑りやすい床や障害物の多い環境で作業することが多く、転倒災害や腰痛が頻発している<sup>2)</sup>。これらの災害は、労働者の健康や安全を脅かすだけでなく、職場全体の業務効率や環境にも悪影響を及ぼすため、労働災害防止のための効果的な予防対策が喫緊の課題として挙げられる。しかし、転倒災害の発生メカニズムは、作業者の注意力や身体能力、日常的な習慣など、個人に起因する要因が密接に関係している場合が多い。また、比較的軽度な災害として認識されやすいことから、従来型の安全対策だけでは十分な効果が得られていないのが現状である。規則や指導による強制的な安全対策では、作業者の意識や行動の持続的な変化を促すことが困難であり、従来の方法に加えて新たなアプローチの導入が求められている。

ナッジとは、本来「注意や合図のために人の横腹を特にひじでやさしく押したり、軽く突いたりすること」<sup>3)</sup>を指す言葉であり、政策手法としては「行動科学の知見（行動インサイト）の活用により、人々が自分自身にとってより良い選択を自発的に取れるように手助けする政策手法」<sup>4)</sup>と定義される。この方法は、規則や罰則ではなく、選択環境を工夫することで個人の意思決定に影響を与える点が特徴である。

ナッジが注目を集めたきっかけは、2008 年にリチャード・セイラーとキャス・サンス

ティーンが発表した著書『Nudge』（邦訳：実践行動経済学）である<sup>2)</sup>。この書籍では、行動経済学を基盤として、人々の非合理的な意思決定や心理的要因を考慮し、望ましい行動を自然に促す手法が提案された。

2017 年には、リチャード・セイラーがノーベル経済学賞を受賞し、ナッジの重要性がさらに広く認識されるようになった。この受賞は、心理学的要因が経済的意思決定に与える影響を明らかにした功績によるものであり、ナッジが政策や社会の多分野で応用可能であることを示している<sup>4)</sup>。

本研究では、行動経済学を基盤とするナッジ理論<sup>5)</sup>を用いた労働災害防止策に着目した。ナッジ理論は、Thaler と Sunstein によって提唱されたものであり、経済的なインセンティブや罰則を用いずに、個人の行動変容を促進する手法として注目されている。この理論の特徴は、規則や命令による強制ではなく、作業者自身が安全で健康な行動を自主的に選択するよう誘導する点にある。ナッジ理論は、低コストかつ高い実用性を持つとされ、さまざまな分野での応用が進んでいる。英国では、2010 年に内閣府内組織としてナッジユニット（The Behavioural Insights Team, BIT）が設立され、ナッジ理論の実用化が進められている。BIT は、ナッジを適用する際のフレームワークとして「MINDSPAC」と呼ばれるチェックリスト型の指針を提唱している<sup>6)</sup>。この MINDSPAC は、Messenger（伝達者）、Incentives（インセンティブ）、Norms（規範）、Defaults（初期設定）、Salience（顕著性）、Priming（準備）、Affect（感情）、Commitment（約束）、Ego（自己）といった要素を含んでおり、それぞれの特性を活用

することで行動変容を促進することが可能である。

本研究では、この MINDSPAC の要素のうち、特に **Salience** (顕著性) に着目した。**Salience** は、人が目新しいものや自身に関係がありそうなものに注意を向ける特性を指しており、視覚的な刺激を活用する労働災害防止策として有用であると考えられる。

また、ナッジの具体的な導入手法として、英国 **BIT** では、「**MINDSPACE**」をよりシンプルで覚えやすくするために、えられた知見を加えた新たなフレームワークとして、「**EAST**」を提唱している。**EAST** とは、**Easy** (簡単に)、**Attractive** (印象的に)、**Social** (社会的に) **Timely** (タイムリーに) の頭文字である。**BIT** は過去の研究結果や実践から得られたエビデンスよりまとめたものであり、行動変容を促す方法について活用しやすいようつくられたものである。本研究はこの「**EAST**」を中心に開発した。

本研究では、福岡県内の高齢者福祉施設において、作業者を対象にナッジ理論を活用した労働災害防止策の効果を検討した。具体的には、転倒リスクが高い場所に人感センサーを搭載した転倒予知ライトを設置し、転倒リスクの低減効果を検証した。転倒予知ライトは、障害物に遮断されことなく一定範囲でライト付近にいる作業者の動きを感知すると光を点滅させ、視覚的に危険箇所を認識させる機能を持つ。このライトは、瞳孔の対光反応を利用して作業者の注意を喚起する仕組みである。光の瞳孔を介した刺激は自律神経系の活動のため<sup>7)</sup>、無意識の中で行われ、作業の中断も少なく、注意の持続といった過度の心理的負担にはならない。

本研究では、ライトの設置前後で作業者の

危険認識や行動の変化をアンケート調査により測定し、その有効性を評価した。本研究の成果は、転倒予防対策におけるナッジ理論の可能性を示すとともに、労働災害防止策としての新たなアプローチの方法を提案するものである。

## B. 研究方法

### 1. 研究対象施設

研究対象施設は、福岡県内にある社会福祉施設の A および B 施設とした。

### 2. 調査対象者

調査対象者は、A 施設および B 施設の従業員であり、合計 46 名 (A 施設: 27 名、B 施設: 19 名) を対象とした。調査対象者は、対象施設で働く従業員であり職種は介護、看護、事務職、リハビリ関係者、マネージャーを含むすべての方を対象とした。

A 施設においては、介護職員 16 名、看護職員 4 名、事務職員 1 名、マネージャー 2 名、リハビリ職員 2 名、管理職 1 名 (重複あり) が含まれる。

B 施設においては、介護職員 13 名、看護職員 2 名、事務職員 3 名、マネージャー 1 名、機能訓練指導員 1 名が含まれる。

各施設の職員構成には重複がある可能性があるが、これにより対象者の幅広い職種をカバーし多角的な視点からの分析を行うことが可能となった。

### 3. 調査場所の選定

転倒リスクの評価対象として、施設内の特定の作業区域を選定した。対象となる場所は、厨房域、入浴施設域、洗濯作業域、および施設の入口域である。これらの場所は、濡れた床や障害物の存在、作業中の注意散漫

などが転倒の主な要因となる可能性が高いと考えられる。これらの区域は、日常的に作業者が利用し、かつ転倒災害が発生しやすいと報告されている場所であるため、対象とした。

#### 4. 危険予知ライトの機能と設置方法

##### 4.1 機能

本研究で使用した危険予知ライト（RITEK 製）は、人感センサーとワイヤレス通信機能を搭載した安全対策機器である。このライトは、センサーが作業者の動きを検知すると、自動的に白色の光を点滅させる仕組みを持つ。白色の点滅光は、視覚的な注意喚起として機能し、作業者に危険箇所を認識させ、注意を喚起する。

##### 4.2 設置方法

危険予知ライトの設置にあたっては、施設内で転倒リスクが高いと判断される場所を特定した。具体的には厨房域、入浴施設域、洗濯作業域、施設の入口にライトを設置した。これらのエリアは、滑りやすい床や障害物の存在が確認されており、転倒リスクが高い場所として選定した。各リスクの高い箇所に 1 台ずつライトを設置し、作業者が光を視認しやすい位置を選定した。設置作業では、ライトが作業動線や施設利用に支障をきたさないよう配慮しながら、適切な高さや角度で固定した。また、ライトの白色光が周囲の環境で十分な視認性を確保できるよう、設置場所の明るさや背景を考慮して配置を行った。

#### 5. アンケート調査の内容

本研究では、転倒予知ライトの設置前後に

おける従業員の危険認識や行動変化を評価するため、アンケート調査を実施した。アンケート票は、従業員が日常的に感じる職場環境の危険性や安全意識、転倒リスクに対する認識を多角的に把握することを目的に作成された。アンケート内容は、基本情報、危険認識、日常行動、安全対策の評価、および自由記述項目で構成されている。

（表 1 参照）

##### 5.1 基本情報

回答者の属性を把握するために、性別、年齢、職種（介護職、看護職、事務職、管理職など）、および担当フロア（厨房、入浴施設、共用エリアなど）を記入する項目を設けた。これにより、職場環境の特性や従業員の職務に基づく危険認識の違いを分析可能とした。

##### 5.2 危険箇所の認識

職場内で危険を感じる箇所を特定するために、複数回答可能な選択形式の質問を設けた。選択肢には、厨房、入浴施設、洗濯室、施設の出入り口、階段などを含め、加えて「その他」を選択できる自由記述欄を設けた。このセクションでは、職場内の物理的環境に基づく危険認識を定量的に把握することを目的とした。

##### 5.3 日常行動に関する意識

日常業務における安全行動や意識を評価するため、具体的な行動項目に対して 5 段階評価を求める質問を設けた。項目は、「職場内の危険箇所を意識して行動している」「作業時に適切な体勢を保つよう心掛けている」「定期的にストレッチや運動を行っている」などで構成されている。このセクショ

ンでは、従業員の自己評価を通じて、安全行動の習慣化や安全意識の程度を定量的に測定することを目的とした。特に、本研究ではこの 5 段階評価データに着目し、転倒予知ライト設置の前後で安全行動の変化を分析した。

表 2 五段階評価の詳細

|                |           |               |              |               |
|----------------|-----------|---------------|--------------|---------------|
| まったくそ<br>のとおりだ | まあそう<br>だ | どちらとも<br>いえない | あまりそう<br>でない | まったくそ<br>うでない |
| 5              | 4         | 3             | 2            | 1             |

#### 5.4 安全対策の認識

施設で提供されている安全教育や転倒防止対策に関する認識を問う質問を設けた。回答者が過去に参加した安全研修や、施設内の安全対策に対する満足度を評価する形式とした。また、「現場で実施している安全対策のうち、特に有効とを感じるもの」についての自由記述欄を設け、安全対策への主観的な評価も収集した。

#### 5.5 連想する語の調査

「転倒」「転倒防止」「防止」というキーワードに関連して連想する語を記述する形式の質問を設けた。この自由記述項目では、回答者がこれらの語に対してどのような印象やイメージを抱いているかを把握することを目的とした。設置前後で記述内容を比較することで、危険認識や防止策に対する意識の変化を定性的に分析した。本研究では特に、この「連想する語」に着目し、回答者の転倒リスク認識の変化や、転倒予防策に対する意識の高まりを評価した。

## 6. 分析方法

本研究では、転倒予知ライトの設置前後における作業者の危険認識および行動変容を評価するため、収集したアンケート結果を統計解析およびテキスト分析を用いて多角的に解析した。解析の手順は以下の通りである。

まず、アンケートにおける 5 段階評価項目について、回答の平均値、標準偏差などの基本統計量を算出し、設置前後の変化を把握した。次に、設置前後で回答に有意な差があるかを検証するため、対応のある t 検定を実施した。有意水準は  $p < 0.05$  (両側) に設定した。

自由記述形式の回答に関しては、形態素解析ツールを使用してテキストデータを分析した。頻出キーワードを抽出し、設置前後での変化を比較することで、従業員の意識や認識の変化を評価した。

データ解析には IBM SPSS Statistics (ver.27) を使用し、統計解析を実施した。また、テキストデータの解析には UserLocal テキストマイニングツール (<https://textmining.userlocal.jp/>) を用い、形態素解析およびキーワード抽出を行った。これにより、定量的なデータと自由記述データの両面から、転倒予知ライトの設置が作業者の危険認識や行動変容に与える影響を評価した。

なお、収集したデータは、産業医科大学倫理委員会にて承認を得た方法にて回答者のプライバシー保護のための匿名化を行い、研究目的に即した方法で厳密に管理した。また、解析過程においては倫理的配慮を徹底し、研究の公正性を確保した。

## 6. 倫理的配慮

本研究の実施にあたっては、産業医科大学倫理委員会に申請し、許可を得た。

## C. 研究結果

表3には分析結果まとめを、図1,2には、ナッジ導入前後におけるアンケート結果の五段階評価の平均値を、テキスト分析の結果は図3,4,5に示した。ナッジ導入後のアンケート結果では、作業者の危険認識および安全に関する意識が全体的に向上する傾向が見られた。特に、「2.職場内の危険な場所について理解している」「14.棚の上のものを取るときは台や脚立を用いる」「15.スクワット等の要素を含む足腰を鍛える運動を行っている」「25.職場の危険に対応するための改善策を常に考えている」といった項目では、統計的に有意な差が確認された。これにより、危険予知ライトを使用したナッジが、従業員の安全意識と行動に対して肯定的な影響を与える可能性が示唆された。さらに、テキスト分析の結果において、「転倒防止」「防止」では「滑り止め」「見守る」から「安全」「注意」など予防行動に関する項目が増加している。「転倒」という語に対しても設置前の回答には、「剥離」や「外傷」、「手術」などのネガティブな印象や「事故」などの危ないもの、防げないものというイメージが多く含まれていた。一方、設置後は「危険」「リスクマネジメント」「予防」「予知」といったポジティブな言葉が増加し、「転倒」は「防げるもの」「対策できるもの」という認識が広がったことが分かった。このように、ナッジ導入により従業員の認識に変化がおき、英国BITのMINDSPACにおけるSalience（顕著性）のみならず、Affect（感情）に訴えか

けることも可能となり、安全への意識が高まる可能性が示唆された。

## D. 考察

本研究の結果、ナッジ理論を活用した危険予知ライトの導入が、従業員の危険認識や危険回避行動に対して有意な効果をもたらす可能性が示唆された。具体的には「2.職場内の危険な場所について理解している」「14.棚の上のものを取るときは台や脚立を用いる」「15.スクワット等の要素を含む足腰を鍛える運動を行っている」「25.職場の危険に対応するための改善策を常に考えている」といった項目で有意な差が認められ、特にナッジ導入後には従業員の危険認識が向上し、普段意識しにくいリスクに気づきやすくなることが示唆された。このことから視覚的な刺激により、従業員の安全意識が向上し、普段意識しにくいリスクを認識しやすくなることの可能性が確認された。

この研究結果は、視覚的な刺激（本研究では危険予知ライト）が従業員の注意を引き、行動変容を促進するという点については、既存の研究とも一致している。例えば、Hollandsら（2013）は、健康的な食品選択肢を目立たせることで消費者の選択行動を変化させる実験を行い、視覚的刺激が行動に与える影響の有効性を示した<sup>5)</sup>。また、MINDSPACEフレームワークにおける「Salience（顕著性）」の概念にも基づき、物理的特徴や視覚的な変化を通じて人々の注意を引き、行動を変化させることが示唆されている<sup>6)</sup>。

しかしながら、今回の研究にはいくつかの限界点がある。まず、調査対象者が限られた施設内の従業員46名にとどまったため、少



数の意見がデータ全体に与える影響が大きい点が挙げられる。このことは、結果の信頼性を一定程度制約する要因となった。さらに今回の研究はナッジ導入からアンケート実施までの期間が約 1 か月間であったため、短期的な効果のみに焦点が当てられており、長期的な効果についての検証が不足している。今後の研究では、調査対象施設や対象者をさらに拡大し、より多様なサンプルを収集することでデータの精度と信頼性を向上させる必要がある。また、ナッジ導入後の長期的な影響について調査し、時間経過による安全意識や行動変化の持続性を評価する必要がある。

## 結論

本研究では、転倒予知ライトを活用したナッジ理論に基づく労働災害防止策の有効性について検討を行った。具体的には、福岡県内の高齢者福祉施設を対象に、人感センサーを搭載した転倒予知ライトを転倒リスクが高い箇所に設置し、その効果をアンケート調査および統計解析によって評価した。

研究の結果、危険予知ライトの導入によって、作業者の危険認識が向上し、危険回避行動が促進されることが明らかとなった。特に、視覚的な刺激である光の点滅が作業者の注意を喚起し、危険箇所の存在を直感的に認識させる効果を有していることが確認された。

また、ライト設置後には「職場内の危険な場所について理解している」「安全行動を意識する」といった項目で有意な改善が見られ、ナッジ理論の有効性を示唆する結果が得られた。さらに、テキスト分析では、「転倒」「防止」といったキーワードに関する認識が

ポジティブな方向に変化していることが明らかになった。これにより、転倒予防対策が単なる規則や指導による安全対策を超え、作業者の意識変容や行動変化を促す重要な手法となる可能性が示唆された。

一方で、調査対象が限定的であることや、ライト設置からアンケート実施までの期間が単一期間にての評価にとどまったことなど、研究にはいくつかの限界点が存在した。これらの点を踏まえ、今後の研究では調査対象や期間を拡大し、より多角的かつ長期的な効果の検証を行うことが求められる。

本研究を通じて得られた知見は、転倒災害を含む労働災害の予防において、ナッジ理論を活用した新たなアプローチの可能性を示すものであり、特にこの光の点滅による対光反応は、瞳孔の瞳孔括約筋および瞳孔散大筋は自律神経により支配されており、疲労や年齢による影響は比較的受け難いと言われており、今後、光の点滅による対光反応は高年齢労働者が増加し続けることを考慮すると、新たな予防アプローチとしてのナッジとしての活用の有効性が期待される。

## E. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

2024 年 第 42 回産業医科大学学会 演題：転倒予知ライトを活用した危険回避行動の誘発についての研究

2024 年 第 63 回日本労働衛生工学会 演題：転倒予知ライトを活用したナッジについての研究

## F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

文献

1) 厚生労働省. (2008). 社会福祉施設における安全衛生対策マニュアル.

[https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/1911-1\\_2a.pdf](https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/1911-1_2a.pdf)

2) Richard Thaler H. and Cass Sunstein R, Nudge, 1, Penguin, 2008  
＝遠藤 真美訳, 『実践行動経済学』, 日経 BP 社, 2009

3) 日本版ナッジ・ユニット BEST,  
「Microsoft PowerPoint・ナッジとは\_消費者委員会資料抜粋\_r200501」, (オンライン) 2019 年 12 月 13 日  
(最終アクセス日: 2025 年 1 月 16 日)

[http://www.env.go.jp/earth/ondanka/nudge/nudge\\_is.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/nudge/nudge_is.pdf)

4) The Royal Swedish Academy of Sciences, “PRESS REREICE The Prize in Economic Sciences 2017”, THE NOVEL PRIZE, (オンライン) 2017 年 10 月 9 日 (最終アクセス日: 2025 年 1 月 16 日)

<https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/press-43.pdf>

5) Richard Thaler H. and Cass Sunstein R, Nudge, 1, Penguin, 2008

6) Paul Dolan, Michael Hallsworth, David Halpern, Dominic King, and Ivo Vlaev,

“MINDSPACE Influencing behaviour through public policy”, Cabinet Office, Institute for Government, 2010

7) H Miyauchi, T Aoki. Evaluation of Eye Fatigue for VDT Work Using Optical Response Analyze. JSSE 60(2)93-100, 2021

8) Hollands GJ, et al. "Changing choice architecture to promote healthier eating: A large-scale study in canteens." Journal of Behavioral Nutrition, 2014.

9) The Behavioural Insights Team. "Applying behavioural insights to public policy." 2016.

10) BIT. "Improving road safety with behavioural nudges." Traffic Research Bulletin, 2017.

11) Allcott H. "Social norms and energy conservation." Journal of Public Economics, 2011.

表1 「転倒・衝突防止に関するアンケート」

※あなたのことについておうかがいします。あてはまりものに○をつけて下さい

職種： 介護 看護 事務 ケアマネージャー 施設員 リハビリ 管理職

その他（ ）

ご担当フロア： 2F 3F 4F 5F 事務所 その他（ ）

質問1 あなたの職場で仕事中に怪我のリスクがあると感じられる箇所を選んで下さい。（複数選択可）

○：リスクがあると感じられる箇所 ◎：特にリスクが大きいと感じられる箇所

[ ] 駐車場 [ ] 玄関 [ ] エレベータ前 [ ] 特浴室 [ ] 浴室

[ ] 食堂 [ ] パントリー [ ] ステーション [ ] 食堂 [ ] 非常階段

[ ] その他（もしあれば具体的に： ）

質問2 あなたが職場で仕事中に怪我をしないように、会社からどのような安全教育や研修が行われていますか？ 覚えている範囲で構いませんのでなるべく具体的に教えて下さい。

---

---

質問3 あなたご自身で、体力向上や健康維持を目的として、何らかの活動をされていますか？（例：スポーツジムに通う、水泳教室に通う、ストレッチをする 等） お答えできる範囲で時間や頻度も教えて下さい。

---

---

質問 4 あなたの普段の行動について、あてはまる番号に○をつけて下さい。

|                                                | まったく<br>その<br>とおりだ | まあ<br>そうだ | どちら<br>とも<br>いえない | あまり<br>そう<br>でない | まったく<br>そう<br>でない |
|------------------------------------------------|--------------------|-----------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1) 勘違いやミスをしないようにしっかり確認をする                      | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 2) 職場内の危険な場所について認識している                         | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 3) 物を持ち上げる時は腰を痛めないよう姿勢に気をつける                   | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 4) 入居者の移乗時にはマニュアルをしっかり守る                       | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 5) 滑りやすい床面では転倒に注意する                            | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 6) 廊下を移動中に、出会い頭の衝突に注意する                        | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 7) 床面が濡れているところでは滑らないように注意する                    | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 8) 階段を昇降時には段を踏み外さないように気をつける                    | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 9) 荷物運搬時は足下の視界を確保する                            | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 10) 車椅子やストレッチャーを押して移動する際は乗っている<br>人の乗り心地に気をつける | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 11) 荷物運搬時は荷物を落とさないようにしっかり持つ                    | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 12) 廊下の見通しの悪い箇所では確認してゆっくり歩く                    | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 13) 職場では滑りにくい靴を履いている                           | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 14) 棚の上の物をとるときはちょっとでも台や脚立を用いる                  | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 15) スクワット等の要素を含む足腰を鍛える運動を行っている                 | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 16) 特に安全に注意するは必要ないと思っている                       | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 17) 安全な状態なので、特に問題はないと思っている                     | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 18) 安全は重要と理解しているが、実情として難しい                     | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 19) 安全は重要であり、気をつけている                           | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 20) 安全に仕事をできるように日々工夫をしている                      | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 21) 職場の危険に対応するための改善策を常に考えている                   | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 22) 入居者に怪我が無いように記を配っている                        | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 23) 自身の仕事の処遇が気になっている                           | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 24) 効率よく仕事を進めることを重視している                        | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 25) 快適に仕事ができる環境を重視している                         | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |
| 26) 職場の危険に対応するための改善策を常に考えている                   | 5                  | 4         | 3                 | 2                | 1                 |

質問 5. あなたの職場での転倒や他の人との衝突事故体験についておうかがいします。

(1) 今までご自身が、転倒したり、人に衝突したりしたことはありますか。

ない      ある → どこで、どのような状況でしたか。

---

(2) 職場で、転倒や衝突の現場を見たり、話を聴いたりしたことがありますか。

ない      ある → どこで、どのような状況でしたか。

---

質問 6 職場で転倒しそうな場所、作業はありますか。

ない → 質問 8 へお進み下さい。

ある → 質問 7 へお進み下さい。

質問 7 職場で転倒しそうな場所、作業について

(1) 状況を簡単に説明して下さい。

---

(2) 何も対策をしなかったら、転倒はどのくらいの頻度でおこると思いますか。あてはまる記号に○をつけて下さい。

- a) 毎日    b) 2～3日に1回    c) 1週間に1回    d) 1ヶ月に1回  
e) 2～3ヶ月に1回    f) 半年に1回    g) 1年に1回    h) それ以下

(3) ご自身がその場所を通るとき、何か転倒を回避する行動をしていますか。

いいえ      はい → 具体的には

---

(4) 職場として、この場所の転倒防止のための対策が必要だと思いますか。

いいえ      はい → 具体的には

---

質問 8 職場で人と衝突しそうな場所、作業はありますか。

ない → 質問 10 進み下さい。

ある → 質問 9 へお進み下さい。

質問 9 職場で人と衝突しそうな場所、作業について

(1) 状況を簡単に説明して下さい。

---

(2) 何も対策をしなかったら、人同士の衝突はどのくらいの頻度でおこると思いますか。

a) 毎日    b) 2～3日に1回    c) 1週間に1回    d) 1ヶ月に1回

e) 2～3ヶ月に1回    f) 半年に1回    g) 1年に1回    h) それ以下

(3) ご自身がその場所を通るとき、何か人との衝突を回避する行動をしていますか。

いいえ                  はい → 具体的には

---

(4) 職場として、この場所の衝突防止のための対策が必要だと思いますか。

いいえ                  はい → 具体的には

---

質問 10 例にならって、与えられた語から直接連想される言葉を 1 分間でできるだけたくさん書いてください。

注意：与えられた語から直接連想される言葉を書いてください。

○『赤』→ りんご 郵便ポスト トマト 赤信号

×『赤』→ りんご ジュース サイダー

(1) 『転倒』という語から連想される言葉をできるだけたくさん書いて下さい。

(2) 『転倒防止』という語から連想される言葉をできるだけたくさん書いて下さい。

(3) 転倒や衝突の『防止』という語から連想される言葉をできるだけたくさん書いて下さい。

調査へのご参加ありがとうございました。

表 3 分析結果まとめ

| No | 対応サンプルの差 |       |              |            |        | t 値    | 自由度 | 有意確率   |        |
|----|----------|-------|--------------|------------|--------|--------|-----|--------|--------|
|    | 平均値      | 標準偏差  | 平均値の<br>標準誤差 | 差の 95%信頼区間 |        |        |     | 片側 p 値 | 両側 p 値 |
|    |          |       |              | 下限         | 上限     |        |     |        |        |
| 01 | -0.054   | 0.524 | 0.086        | -0.229     | 0.121  | -0.627 | 36  | 0.267  | 0.534  |
| 02 | -0.324   | 0.709 | 0.117        | -0.561     | -0.088 | -2.782 | 36  | 0.004  | 0.009  |
| 03 | -0.154   | 0.745 | 0.119        | -0.395     | 0.088  | -1.290 | 38  | 0.102  | 0.205  |
| 04 | -0.132   | 0.623 | 0.101        | -0.336     | 0.073  | -1.303 | 37  | 0.100  | 0.201  |
| 05 | 0.051    | 0.456 | 0.073        | -0.096     | 0.199  | 0.703  | 38  | 0.243  | 0.487  |
| 06 | 0.026    | 0.428 | 0.069        | -0.113     | 0.165  | 0.374  | 38  | 0.355  | 0.711  |
| 07 | 0.026    | 0.428 | 0.069        | -0.113     | 0.165  | 0.374  | 38  | 0.355  | 0.711  |
| 08 | -0.103   | 0.552 | 0.088        | -0.282     | 0.076  | -1.160 | 38  | 0.127  | 0.253  |
| 09 | -0.132   | 0.665 | 0.108        | -0.350     | 0.087  | -1.220 | 37  | 0.115  | 0.230  |
| 10 | -0.079   | 0.632 | 0.102        | -0.287     | 0.129  | -0.770 | 37  | 0.223  | 0.446  |
| 11 | -0.103   | 0.502 | 0.080        | -0.265     | 0.060  | -1.275 | 38  | 0.105  | 0.210  |
| 12 | -0.103   | 0.680 | 0.109        | -0.323     | 0.118  | -0.941 | 38  | 0.176  | 0.352  |
| 13 | -0.027   | 0.833 | 0.137        | -0.305     | 0.251  | -0.197 | 36  | 0.422  | 0.845  |
| 14 | -0.541   | 0.869 | 0.143        | -0.83      | -0.251 | -3.783 | 36  | <.001  | <.001  |
| 15 | -0.432   | 1.259 | 0.207        | -0.852     | -0.013 | -2.089 | 36  | 0.022  | 0.044  |
| 16 | 0.000    | 0.805 | 0.131        | -0.265     | 0.265  | 0.000  | 37  | 0.500  | 1.000  |
| 17 | -0.184   | 0.766 | 0.124        | -0.436     | 0.068  | -1.482 | 37  | 0.073  | 0.147  |
| 18 | 0.027    | 1.190 | 0.196        | -0.370     | 0.424  | 0.138  | 36  | 0.445  | 0.891  |
| 19 | 0.027    | 0.645 | 0.106        | -0.188     | 0.242  | 0.255  | 36  | 0.400  | 0.800  |
| 20 | 0.000    | 0.870 | 0.141        | -0.286     | 0.286  | 0.000  | 37  | 0.500  | 1.000  |
| 21 | 0.027    | 0.499 | 0.082        | -0.139     | 0.193  | 0.329  | 36  | 0.372  | 0.744  |
| 22 | 0.083    | 0.874 | 0.146        | -0.212     | 0.379  | 0.572  | 35  | 0.286  | 0.571  |
| 23 | -0.162   | 0.688 | 0.113        | -0.391     | 0.067  | -1.434 | 36  | 0.080  | 0.160  |
| 24 | 0.000    | 0.707 | 0.116        | -0.236     | 0.236  | 0.000  | 36  | 0.500  | 1.000  |
| 25 | -0.243   | 0.597 | 0.098        | -0.442     | -0.044 | -2.48  | 36  | 0.009  | 0.018  |



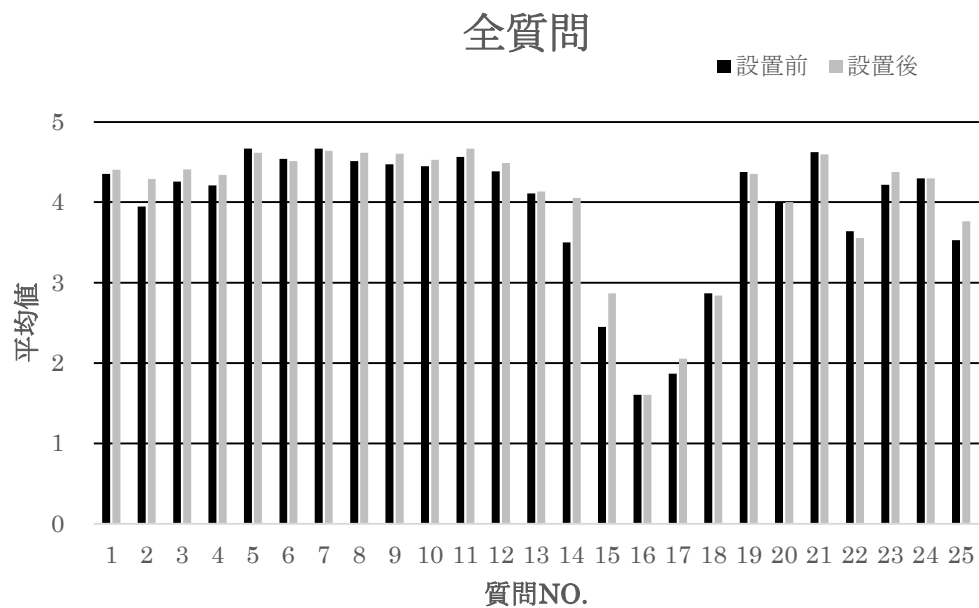


図 1 全質問の 5 段階評価平均

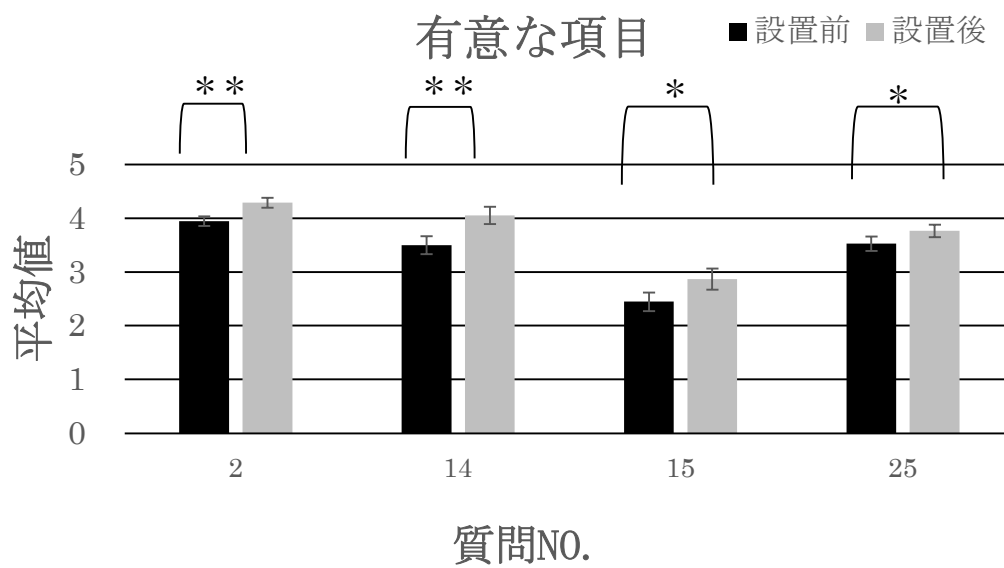
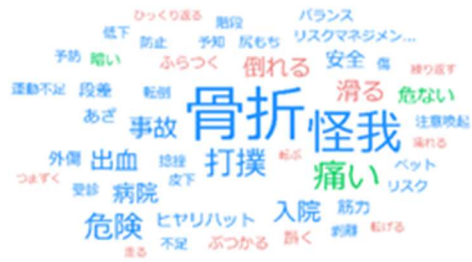
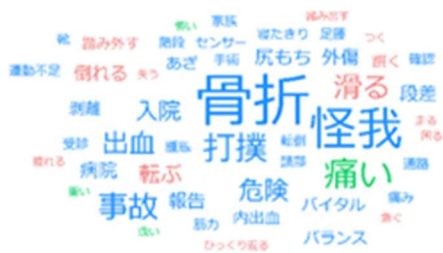


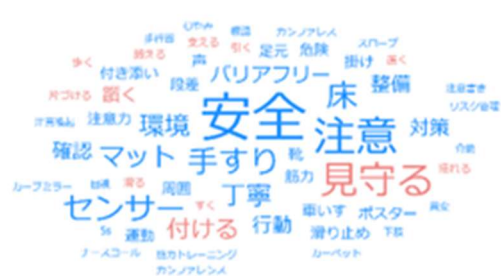
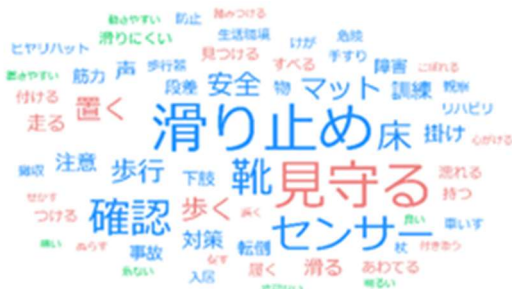
図 2 有意差が見られた質問に対しての 5 段階評価平均 (\*  $p < 0.05$ )



a) ナッジ導入前のテキスト分析結果

b) ナッジ導入後のテキスト分析結果

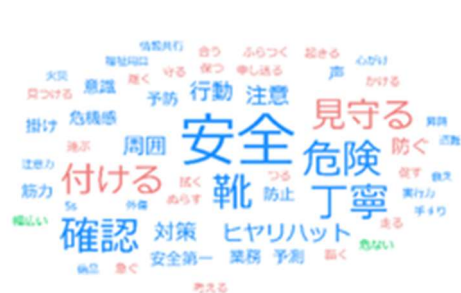
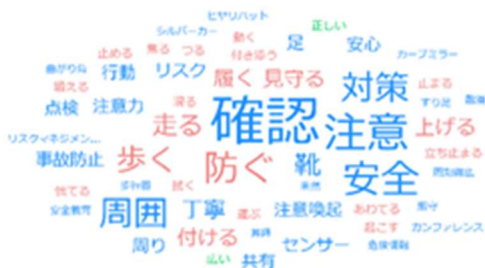
図3 「転倒」テキスト分析結果



a) ナッジ導入前のテキスト分析結果

b) ナッジ導入後のテキスト分析結果

図4 「転倒防止」テキスト分析結果



a) ナッジ導入前のテキスト分析結果

b) ナッジ導入後のテキスト分析結果

図5 「防止」テキスト分析結果

2024 年度厚生労働科学研究費（労働安全衛生総合研究事業）  
「ナッジ」等の行動経済学的アプローチによる労働災害防止の取り組み促進に資する研究  
分担研究報告書

一般住民を対象とした身体活動の運動器疾患との関連及び日内変動に関する疫学調査

分担研究者 鎌田真光 東京大学大学院医学系研究科 健康教育・社会学分野 准教授

**研究要旨：**

腰痛・膝痛や転倒の予防に向けて身体活動は重要な役割を果たしうる。しかし、自宅での運動実践など、専門家による指導以外の日常的な実践によりどの程度予防できるのかは十分明らかでない。また、人々が「いつ」動いているのか、という身体活動の日内変動（タイミング）に関する知見は、“ナッジ”要素を含む介入をデザインする上でも重要だが、性・年代別のパターンは明らかでない。そこで本研究では、研究 1：一般住民を対象としたコホート研究において、習慣的な種々の運動が慢性腰痛・膝痛の発症予防に関連するか明らかにすること、研究 2：スマートフォン・アプリ利用者の歩数データをもとに、性・年代別の身体活動の日内変動パターンを明らかにすること、を目的とした。

研究 1：島根県雲南市において、様々な種類の筋力増強運動・柔軟運動の実践が慢性腰痛・膝痛の発症に関連するか前向きコホート研究で検証した。41～80 歳の住民 725 人において、2 年後の新たな慢性腰痛発生率は 7.3%、慢性膝痛発生率は 10.1%であった。多変量解析の結果、大腿四頭筋の筋力増強運動を実践していた人は、新たに慢性腰痛を有する割合が低かった（調整オッズ比：0.26、95%信頼区間：0.08, 0.91）。しかし、他の身体部位の筋力増強運動・柔軟運動については、慢性腰痛の発症と有意な関連が見られず、慢性膝痛はいずれの運動種目とも関連が見られなかった。

研究 2：身体活動のタイミング（日内変動）に関する研究では、アプリ「パ・リーグウォーク」利用者の時間単位の歩数データを分析した。パ・リーグウォークは野球ファンをターゲットに無料配信されているスマートフォン向けアプリであり、歩数対戦や歩数ランキングなど身体活動を促進する機能がある。4131 人分のデータを分析した結果、平日は 3 つの時間帯に活動ピーク（朝、昼、夕方）があり、週末は単峰性のパターンを示した。年齢と性別はこれらのパターンに影響し、若い女性（20 代など）は平日に明確な 3 つのピークを示したが、高齢の女性（60 代など）は日中、平坦で継続的に高い歩数を維持した。週末では、男女ともに、身体活動は、高年齢層と比較して、若年層では一般的にやや遅い時間帯に分布していた。さらに、平日と休日の日中のすべての時間帯で、人口密度の高い地域の居住者は、そうでない地域の居住者よりも歩数が多かった。これらの知見は、今後、身体活動促進の介入戦略を立案する上で基礎的な資料となり得る。

**A. 研究目的**

腰痛・膝痛や転倒の予防に向けて身体活動は重要な役割を果たしうることでランダム化比較試験を含めた先行研究で示されている（e.g., Chou R et al., 2017）。しかし、これらの知見の多くは、専門家による指導下で行われた介入に基づいているため、このような指導の及ばない自宅等で日常的に実践される身体活動・運動によりどの程度これらの運

動器疾患を予防できるのかについては、十分明らかになっていない。特に、筋力増強運動（筋トレ）や柔軟運動（ストレッチング）などの特定の種類の運動の効果については、その地域住民における実践状況を評価する手法が確立していないこともあり、知見が不足している。

また、実際に身体活動を効果的に促進していく方法を考える上での基礎情報として、人々

が「いつ」動いているのか、という身体活動の日内変動（タイミング）に関する知見は、“ナッジ”要素を含む介入をデザインする上でも重要となるが、先行研究は少なく（e. g., Martin et al., 2014）、平日・週末を考慮した上での性・年代別の日内変動パターンは明らかになっていない。近年、スマートフォンの普及と内蔵加速度センサーの利用により、時間単位の身体活動量の把握も大規模で可能となっている。

そこで本研究では、研究1：一般住民を対象としたコホート研究において、日常的な習慣として実践されている種々の運動が慢性腰痛・膝痛の発症予防に関連するか明らかにすること、研究2：スマートフォン・アプリ利用者の歩数データをもとに、性・年代別の身体活動の日内変動パターンを明らかにすることを目的とした。

## B. 研究方法

### 研究1：雲南市住民コホート研究

本研究は、島根県雲南市（人口 41,917 人：2010 年国勢調査、面積 553 km<sup>2</sup>）における一般住民を対象としたコホート研究である。本研究は地域全体で身体活動を促進する地域介入研究（クラスター・ランダム化比較試験；Kamada et al., 2018）における対照地域の 2010 年と 2012 年の縦断データ 725 人分を用いた（図 1、フローチャート）。対照地域は市内 30 地区（公民館区相当）から人口密度で層別化してランダムに抽出された 3 地区であり、地域介入は行われず、通常の保健活動が行われた。2009 年にこの地区に居住する 40-79 歳（当時）の中からランダム抽出された 1,500 人（対照 3 地区分）を対象に郵送による自記

式質問紙調査が行われ（クラスター・ランダム化比較試験におけるベースライン調査）、1,112 人の回答（回答率 74.1%）があった。その後、2009 年回答者を対象に 1・3・5 年後（2010、2012、2014 年）に追跡調査が行われた。本研究ではこのうち、詳細な運動種目の調査が実施された 2010 年をベースラインのデータとして用い（対象者年齢：41～80 歳）、2012 年の新たな運動器の慢性疼痛発生をアウトカムのデータとして用いた。除外基準は、施設入居者、要介護・要支援者、自身で回答が困難な者、外出に介助が必要な者である。また、2009 年から 2012 年までの間に 19 人の死亡と 13 人の転出が確認され、同様に分析から除外された。2010 年と 2012 年の双方の調査に有効な回答があった者は 725 人であり、本研究の分析対象者とした。

運動習慣については、筋力増強運動と柔軟運動について、特に腰痛と膝痛への予防効果が期待でき、実施割合もある程度見込まれる種目について、イラストを含めた質問紙が作成され、調査に用いられた（図 2）。種目と部位は、柔軟運動が腰部・股関節・臀部・大腿四頭筋（大腿前面）・ハムストリングス

（大腿後面）、筋力増強運動が腹部・大腿四頭筋の計 7 つである。なお、質問紙では実施頻度や期間なども調査しているが、本研究では実施の有無のみを分析に用いた。この調査票の信頼性については、郵送による再テスト法（10 日間の間隔）で 2010 年に検証されており、本研究の調査対象となっていない雲南市在住の 40～84 歳 206 人（男 100 人，女 106 人，63.4±11.9 歳）から 2 回の回答が得られ、7 種目について Cohen のカッパ係数が 0.69（柔軟運動：大腿四頭筋）から 0.80

（柔軟運動：ハムストリングス）の範囲であり、高い一致が確認されている。

慢性の腰痛・膝痛についても、自記式質問紙によって把握した。各部位について、この1年間で痛むことがあったか、その痛みはどのくらい続いたか、現在も続いているかを尋ね、「現在まで3か月以上続く痛み」を慢性的な痛みと定義した (Wijnhoven et al., 2006)。痛みの自記式質問紙についても、運動習慣と同じ集団・方法で再テスト法による信頼性が検証され、中程度以上の一致が確認されている (Cohen のカッパ係数：0.49 (腰)、0.72 (膝)) (Kamada et al., 2013)。

多変量解析における共変量としては、交絡因子になり得る変数として、性・年齢が住民基本台帳システムから取得され、Body Mass Index (BMI、体重[kg]/身長[m]<sup>2</sup>)、主観的健康感、慢性疾患既往、喫煙歴、農作業従事の有無が2009年の質問紙で調査された。

統計解析では、7種類の筋力増強運動・柔軟運動それぞれの実践が慢性腰痛・膝痛の発症に関連するかを検証するために、慢性腰痛・慢性膝痛それぞれについてベースライン(2010年)時点で痛みのあった者を除外したうえで、2年後(2012年)に新たな痛みを有しているかをアウトカムとして、ベースライン時点の各種運動種目の実践との関連をロジスティック回帰分析で明らかにした。運動種目ごとに個別のモデルで分析し、それぞれモデル1として単変量解析を行い、モデル2では性別、年齢、BMI、主観的健康感、慢性疾患既往、喫煙、農作業従事で調整し、モデル3ではこれらに加えて地区で調整した。欠損値については分析ごとに欠損値を含む者が分析から除外

された。全ての解析は SAS Ver 9.4 を用いて行い、統計的有意水準は 5%とした。

## 研究2：身体活動の日内変動に関する研究

本研究は、アプリ「パ・リーグウォーク」利用者におけるスマートフォンで測定された時間単位の歩数データを用いた記述疫学研究である。パ・リーグウォークは2016年3月に無料配信を開始したプロ野球パシフィック・リーグ6球団の公式アプリである。パシフィックリーグマーケティング株式会社（パ・リーグウォーク実行委員会）により運営されており、iPhoneおよびAndroid上で利用できる。野球ファンをターゲットにしており、歩数ランキングなど身体活動を促進する機能があり、特徴的なものとして、実際のプロ野球の試合に連動して行われる、対戦球団のファン同士による1日合計歩数の対戦（歩数応援合戦）や、1日1万歩を達成すると、応援する球団からランダムに選ばれた選手の画像が与えられる選手図鑑機能などがある（図3）。

本研究では、身体活動量の指標としてスマートフォン搭載の加速度計によって測定された歩数を用いた。スマートフォン（iPhone/Android）による歩数測定の妥当性は、実験室レベルと日常生活環境下の両方で示されている (e.g., Amagasa et al., 2019; Case et al., 2015; Höchsmann et al., 2018)。歩数のほか、アプリ利用開始時に登録される情報として性・年齢・身長・体重のデータを分析に用いた。位置情報 (GPS) 機能を有効にしている利用者からは、位置情報をもとに推定された都道府県レベルの居住地情報も取得した。データは全てパシフィックリーグマーケティング株式会社より匿名化された

データの提供を受けて分析した。

今回の分析では、新型コロナウイルス感染症の影響を受けておらず、極端な天候の影響を受けにくく、また、野球のオフシーズンの期間として、2016年から2019年の各11月の歩数データを利用した。この期間のアプリ利用者約5万人から、性・年齢等のデータの欠損がある者や500歩/日未満または10万歩/日より多い日の歩数データや、2日以上または3時間以上続けて同じ値の歩数を記録した日の歩数データを除外した結果、4,181人分のデータが残った。そこから、計算負荷軽減のために時間単位歩数ベースで10分の1にランダムサンプリングを行った結果、4131人分、351,626人時 (person-hours) のデータが解析対象となった。

統計解析では、各時間帯の歩数は、個人ごとの複数回の測定を考慮するため、Rのlme4パッケージを使用し、一般化線形混合モデルを用いて推定した (Bates et al., 2015)。モデルには、時間、平日か週末か、年齢、性別、居住都道府県、BMI、スマートフォン機種が固定効果として、個人がランダム効果として投入され、日中の活動パターンを平日と週末に分けて可視化した。さらに、性・年齢層別のパターンを調べ、居住都道府県の人口密度による分析も行った。データ処理、記述統計、可視化にはPython 3.10.9を、統計解析にはR 4.3.2を使用した。

(倫理面への配慮)

本研究は、関連する法律および機関のガイドラインを遵守し、研究1においてはインフォームド・コンセントを得て、身体教育医学

研究所うなん倫理審査委員会 (承認番号: R5-3-30-1) の承認を得て実施した。研究2においてはアプリ利用開始時の利用許諾 (プライバシーポリシー) への同意確認が行われ、東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会 (審査番号: 2019188NI-(3)) の承認を得て実施された。

### C. 研究結果

研究1: 雲南市住民コホート研究

表1は研究対象者725人の基本特性である。女性がやや多く (54.2%)、平均年齢は61.9 (標準偏差 10.5) 歳であった。運動の実践状況について、最も実践率が高かったのは臀部の柔軟運動 (図2中、③の運動。以降同様) の24.9%であり、次いで腰部の柔軟運動 (①) の24.2%であった。大腿四頭筋の柔軟運動 (④) の実施率が最も低く14.0%であり、筋力増強運動については腹部 (⑥) が23.0%、大腿四頭筋 (⑦) が20.8%であった。

ベースライン時点での慢性疼痛については、慢性腰痛がなかった者607人 (85.0%) に対し慢性腰痛があった者は107人 (15.0%)、慢性膝痛がなかった者634人 (89.4%) に対し慢性膝痛があった者は75人 (10.6%) であった。ベースライン時点で慢性腰痛のなかった者に限定した上で、2年後の新たな慢性腰痛発生率は7.3%であった。同じく、ベースライン時点で慢性膝痛のなかった者のうち、2年後に新たな慢性膝痛を発症した者は10.1%であった。

表2は各種運動と慢性腰痛の発生率との関連に関するロジスティック回帰分析の結果で

ある。調整前の単純集計における慢性腰痛の発症率については、臀部の柔軟運動（③）以外はいずれも実践者の方が低く、多変量解析モデルにおける調整オッズ比の点推定値も1未満であったが、有意な関連が見られたのは大腿四頭筋の筋力増強運動（⑦）のみであり、調整オッズ比は0.26（95%信頼区間：0.08, 0.91）であった。表3は慢性膝痛のロジスティック回帰分析の結果であるが、こちらはどの運動種目についても慢性膝痛発症との有意な関連はみられなかった。たとえば腰部の柔軟運動（①）の調整オッズ比は1.06（0.45, 2.50）、腹部の筋力増強運動（⑥）では0.89（0.36, 2.17）であった。

#### 研究2：身体活動の日内変動に関する研究

表4に、研究2のパ・リーグウォーク分析対象者4,131人の基本属性をまとめた。年齢の平均（標準偏差）は42.5（11.6）歳、女性が42.7%であった。60歳代のサンプル数がやや少なかった。過体重の割合は28.0%で、対象者の61.2%が人口密度1,000人/km<sup>2</sup>以上の都道府県に居住していた。

一般化線形混合モデルによって推定された歩数の日内パターンを図4～6に示す。図4は、全対象者における平日と休日の1時間当たりの歩数を、共変量で調整したものである。平日と週末で異なるパターンが観察され、平日は8:00に605歩、12:00に468歩、18:00に508歩と3つの歩数のピークが見られた。一方、週末は13:00に566歩、15:00に607歩と、2つの緩やかなピークを持つほぼ単峰性の形状が観察された。

性・年齢層別にみると（図5）、平日は全体データと同様に3峰性のピークを示すグル

ープが多かったが、60代女性では、週末と同様に緩やかな二峰性または単峰性の形状を示した。また、40代女性では正午のピークが消失し、朝と夕方の2つのピークのみが観察された。さらに、夕方以降の時間帯では、60代男性は他の年齢層の男性に比べて歩数が少なかった。週末には、正午から夕方にかけて緩やかなピークが形成されたが、サンプル数が比較的少なかったため、60代男性の活動パターンには変動がみられた。男女ともに、歩数は一般的に高齢層よりも若年層の方がわずかに遅い時間帯に分布していた。

最後に、図6は人口密度によって層別化された日中の活動パターンを示している。平日のすべての時間帯と週末の昼間において、人口密度の高い都道府県に居住する成人は、人口密度の低い地域に居住する成人よりも歩数が多かった。

#### D. 考察

本研究では、一般住民を対象としたコホート研究において、習慣として実践されている種々の運動が慢性腰痛・膝痛の発症予防に関連するか明らかにすること（研究1）、スマートフォン・アプリ利用者の歩数データをもとに、性・年代別の身体活動の日内変動パターンを明らかにすること（研究2）、を目的とした。

##### 研究1：雲南市住民コホート研究

大腿四頭筋の筋力増強運動を実践している者では、2年後に新たな慢性腰痛を発症するリスクが有意に低かった。しかし、他の運動

種目については有意な関連は見られず、また、慢性膝痛については、いずれの運動とも有意な関連が見られなかった。

本研究に新規性が認められる点は二点ある。まず、種々の筋力増強・柔軟運動について、専門家の監督の下で行われたものに限定せず、日常的な運動として対象者が実践している行動として調査し、その慢性疼痛との関連を検証した点である。運動器の疼痛は国内外で有訴率の高い健康問題であるため（GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators, 2024; 厚生労働省, 2023）、専門家の手厚い指導のもとでの運動のみに依存しては、指導者不足などの問題から広域での普及が難しくなると考えられる。したがって、日常的な運動として地域住民が実践する運動の慢性疼痛への予防効果について研究を進める意義は大きく、本研究の新規性・強みと言える。二点目は、筋力増強・柔軟運動の質問紙に種目・身体部位別のイラストを含むことにより、実施された運動の種類について詳細に把握できた点である。これまでの観察研究では多くが運動の実践の有無や頻度・時間について評価しているが、筋力増強運動や柔軟運動についてその詳細な種類や身体部位ごとの実践状況までは把握できていない(e. g., Tanasescu et al., 2002; Kamada et al., 2017)。

本研究では大腿四頭筋の筋力増強運動と慢性腰痛の低い発症リスクとの間に関連が見られたが、考えられるメカニズムとして、下肢筋力が十分にあることで腰部に過度な負荷がかかることを避けられている可能性が考えられる。システマティック・レビューにおいて、健康な者と比較すると、腰痛のある人では、下肢筋力が低いことが示されている(de Sousa

et al., 2019)。下肢と腰部の筋肉や関節組織の機能的な相互関係を考えると、大腿四頭筋の筋力と機能が適切に保たれることは、下肢から腰部にかけての適切な連動的運動（バイオメカニクス）を維持し、腰痛の悪化につながるような代償的な動作（ある部位をかばって過度な負荷が他の部位にかかるような動作）を減らすことに貢献し、腰痛管理全体において有益である可能性がある。

また、本研究では柔軟運動について慢性疼痛と有意な関連はみられなかったが、腰痛に対する運動療法として、柔軟運動も柔軟性の獲得や代謝および血液循環の改善が期待されることから効果的と考えられている(相羽ら, 2017)。大腿四頭筋以外の部位の筋力増強運動を含め、今回、慢性腰痛・膝痛と関連が見られなかった理由について、以下の4点が考えられる。1点目は、慢性腰痛・膝痛の予防になり得ると考えられた種類（部位）の運動が質問紙に掲載されたものの、これらは（大腿四頭筋の筋力増強運動以外は）真に慢性腰痛・膝痛の予防には効果がない可能性である。これについては介入研究を含めさらなる検証が求められる。2点目は、各対象者の運動の実践方法が慢性腰痛・膝痛の予防につながるような適切な方法ではなかった、あるいは量が不十分であり、予防にまでは繋がらなかったという可能性である。変形性膝関節症診療ガイドライン 2023 においては、適切な運動療法には画像評価を含む整形外科的評価が重要であり、運動療法を8～12週間実施しても効果が得られない場合や経過中に症状が憎悪する場合は、実施している運動療法の内容の見直しや中止を検討すべきとしており（日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 2023）、痛



みを悪化させるような実践を広げないことも重要である。3点目は、測定誤分類の可能性である。運動の実践状況について質問紙で調査したが、その際の把握が適切でなかった可能性がある。本研究で用いた質問紙は、信頼性の検証を行なっている点は強みであるが、妥当性については不明である。エネルギー消費量等で定量化する総身体活動量などと異なり、筋力増強運動や柔軟運動の習慣的実践については客観的な測定手法は開発されておらず、今後の研究課題である。4点目は、サンプルサイズの小ささの問題である。より信頼性のある結果を得るため、今後、より大規模な研究での検証が望まれる。

本研究にはいくつかの限界点がある。第一に、質問紙を用いて運動や疼痛について尋ねているため、測定誤差や思い出しバイアス等の可能性がある。第二に、本研究は観察研究であるため、因果関係に言及できない。第三に、欠損値の扱いについて、分析ごとに欠損のある者を除外しているため、分析間で対象者属性が異なる可能性があり、また、欠損値の影響を受けた結果となっている。今後、多重代入等の適切な分析手法をとる必要がある。最後に、本研究の対象地域は島根県雲南市であり、一般化可能性は限定的である。都市部の中老年者とは農作業の実施状況や歩行数などにおいて日常の運動量が異なってくるため、慎重に解釈する必要がある。

## 研究2：身体活動の日内変動に関する研究

本研究では、スマートフォンで計測した全国の歩数データを用いて、日本人成人の日中の活動パターンを明らかにした。全体として、平日は3つの活動ピーク（朝、昼、夕方）を示し、週末は単峰性のパターンを示した。これらのパターンは年齢と性別に影響された。我々の知る限り、身体活動の日内変動が年齢、性別、曜日によってどのように異なるかを包括的に描いた研究はこれが初めてである。

平日の活動量の三峰性パターンは、先行研究の知見と類似していた。例えば、スマートフォンで測定された歩数データを利用した大規模研究では、米国において、平日の三峰性パターンが示され、ピーク時の歩数の大きさは、地域の歩きやすさ（walkability）によって異なることが示された（Althoff et al., 2017）。この先行研究では、より歩きやすい都市では、平日の朝と夕方の通勤時、昼食時、週末の午後に活動が高くなることが観察されており、仕事と余暇の両方の時間帯の身体活動にとって歩きやすい環境が重要であることが示唆された。歩きやすさと人口密度には高い相関があり、本研究でも同様に、人口密度の高い地域の住民はほとんどの時間帯で歩数が多かった。しかし、この先行研究（Althoff et al., 2017）では、性別や年齢などの個人要因に基づく日中の活動パターンのばらつき

については調査していない。さらに、UK パイオバンクのデータを用いた別の研究では、平日の活動パターンが60歳前後で三峰性から緩やかな二峰性にシフトすることが示されているが、これは平日のみで、週末はそうではなかった (Wrobel et al., 2021)。本研究でも、高齢者、特に女性において同様の傾向が観察された。週末における単峰性のパターンは以前にも報告されているが (Hunter et al., 2021)、本研究から得られた新たな知見としては、週末において、若年層の歩数は高齢層の歩数よりもやや遅い時間に分布していた点がある。我々の詳細な層別分析により、より解像度を高めた理解が可能となった。

平日は三峰性、休日は一峰性といった典型的なパターンが観察されたが、本研究では各グループの「平均的な」パターンを調べたに過ぎない。実際のパターンはもっと多様であるため、日内変動パターンを類型化するアプローチをとることで、さらなる視点が見えてくる可能性がある。様々な目的や領域(余暇、職業、移動、家事など)で、様々な種類の身体活動が、様々な時間帯に行われている。身体活動の多様な決定要因を考慮すると (Bauman et al., 2012)、身体活動の促進には多面的なアプローチが必要である。歩行環

境の改善からソーシャル・マーケティングによるキャンペーンに至るまで、世界保健機関 (WHO) が身体活動に関する世界行動計画 (Global Action Plan on Physical Activity) で提唱するようなシステムズ・アプローチが不可欠である (WHO, 2018)。

本研究の強みは、第一に、アウトカムである歩数が、スマートフォン内臓の加速度計によって客観的に測定され、自己報告にありがちなバイアスが排除されている点である。第二に、サンプル数が比較的多く、全都道府県の参加者を含んでいることである。しかし、本研究にはいくつかの限界点がある。第一に、利用者がスマートフォンを携帯していない時間帯の活動を記録していないため、歩数を過小評価する可能性がある。先行研究 (Amagasa et al., 2019) では、スマートフォンの携帯頻度が低い人ほど歩数が過小評価されることが報告されている。第二に、本研究では野球ファンを対象とした単一のアプリの利用者のみを対象としたため、参加者に系統的な偏りがある可能性がある。分析では、生年月日、身長、体重などの情報を入力したアプリ利用者限定されている。したがって、本研究の結果は、他の利用者や非利用者に一般化できない可能性がある。最後に、アプリの機能に

よって1日1万歩を達成するというインセンティブを得るために、1日の後半に歩数が増加する傾向がある可能性は否定できない(Kamada et al., 2022)。分析では、野球のオフシーズン中の歩数のみを用いることで、試合の開催やアプリのゲーミフィケーション機能が日内変動パターンに与える影響を最小限に抑えるよう努めた。

## E. 結論

本研究では、まず、研究1において、地域在住の中高年者において、大腿四頭筋の筋力増強運動を実践している者では、2年後に新たな慢性腰痛を発症するリスクが低いことが示された。しかし、他の運動種目については有意な関連は見られず、また、慢性膝痛については、いずれの筋力増強運動・柔軟運動とも有意な関連が見られなかった。専門家による直接指導に依存しない形での各種運動の実践に運動器疼痛の一次予防効果があるのか、介入研究を含めたさらなる研究が望まれる。また、研究2では、スマートフォンを通じて測定された歩数データを用い、日中の活動パターンを特定した。全体として、平日は歩数に3つのピークが観察された一方、週末は単峰性のパターンが観察された。性・年齢層別

にデータを分析すると、異なるグループで異なる傾向が観察された。様々な状況やタイミングに適した身体活動を促進するためには、多面的なシステムズ・アプローチが不可欠と考えられる。これらの知見は、今後、身体活動促進の介入戦略を立案する上で基礎的な資料となり得る。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

なし

## G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

(引用文献)

相羽宏, ほか (2017) 腰痛に対する運動療法—理学療法的視点から—, 脊髄外科.

31(2):140-144.

Althoff T et al. (2017) Large-scale

- physical activity data reveal worldwide activity inequality. *Nature*. 547(7663):336-339.
- Amagasa S et al. (2019) How well iPhones measure steps in free-living conditions: Cross-sectional validation study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 7(1):e10418.
- Bates D et al. (2015) Fitting linear mixed-effects models using lme4. *J Stat Soft*. 67(1):1-48.
- Bauman AE et al. (2012) Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*. 380(9838): 258-271.
- Case MA et al. (2015) Accuracy of smartphone applications and wearable devices for tracking physical activity data. *JAMA*. 313(6):625-626.
- Chou R et al. (2017). Nonpharmacologic therapies for low back pain: a systematic review for an American College of Physicians Clinical Practice Guideline. *Ann Intern Med*. 166(7): 493-505.
- de Sousa CS et al. (2019) Lower limb muscle strength in patients with low back pain: a systematic review and meta-analysis. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 19(1): 69-78.
- GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators (2024) Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. 403(10440): 2133-61.
- Höchsmann C et al. (2018) Validity of activity trackers, smartphones, and phone applications to measure steps in various walking conditions. *Scand J Med Sci Sports*. 28(7):1818-1827.
- Hunter RF et al. (2021) Effect of COVID-19 response policies on walking behavior in US cities. *Nat Commun*. 12(1):3652.
- Kamada M et al. (2013). A community-wide campaign to promote physical activity in middle-aged and elderly people: a cluster randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 10:44.
- Kamada M et al. (2017) Strength training and all-cause, cardiovascular disease, and cancer mortality in older women: a cohort study. *J Am Heart Assoc*. 6(11).
- Kamada M et al. (2018). Community-wide intervention and population-level physical activity: a 5-year cluster randomized trial. *Int J Epidemiol* 47(2): 642-653.
- Kamada M et al. (2022) Large-scale fandom-based gamification intervention to increase physical activity: A quasi-experimental study. *Med Sci Sports Exerc*. 54(1):181-188.

厚生労働省 (2023) 2022 (令和4) 年 国民生活基礎調査の概況. (2025 年 1 月 11 日アクセス) URL:

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa22/index.html>

Martin KR et al. (2014). Changes in daily activity patterns with age in U.S. men and women: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-04 and 2005-06. J Am Geriatr Soc. 62(7): 1263-1271.

日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 変形性膝関節症診療ガイドライン策定委員会編. (2023) 南江堂. 変形性膝関節症診療ガイドライン 2023.

Tanasescu M et al. (2002) Exercise type and intensity in relation to coronary

heart disease in men. JAMA. 288(16):1994-1995.

Wijnhoven HA et al. (2006) Explaining sex differences in chronic musculoskeletal pain in a general population. Pain. 124:158-66.

World Health Organization (WHO). (2018) Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world. Geneva, Switzerland: WHO.

Wrobel J et al. (2021) Diurnal physical activity patterns across ages in a large UK based cohort: The UK biobank study. Sensors (Basel). 21(4):1545.

表1 研究参加者の特性 (n=725、研究1：島根県雲南市)

|                                    | n (%) or 平均 (標準偏差) |
|------------------------------------|--------------------|
| 性                                  |                    |
| 男                                  | 332 (45.8)         |
| 女                                  | 393 (54.2)         |
| 年齢(平均(標準偏差))                       | 61.9 (10.5)        |
| Body Mass Index, kg/m <sup>2</sup> | 22.47 (3.08)       |
| 主観的健康                              |                    |
| とてもよい・まあよい                         | 594 (82.5)         |
| あまりよくない・よくない                       | 126 (17.5)         |
| 慢性疾患既往                             |                    |
| なし                                 | 262 (36.1)         |
| あり                                 | 463 (63.9)         |
| 喫煙                                 |                    |
| 吸わない                               | 547 (76.3)         |
| 以前吸っていた                            | 70 (9.8)           |
| 吸う                                 | 100 (14.0)         |
| 農作業従事                              |                    |
| なし                                 | 315 (44.5)         |
| あり                                 | 393 (55.5)         |
| 柔軟運動 (ストレッチング)                     |                    |
| ①腰部実践あり                            | 165 (24.2)         |
| なし                                 | 517 (75.8)         |
| ②股関節実践あり                           | 157 (23.2)         |
| なし                                 | 519 (76.8)         |
| ③臀部実践あり                            | 169 (24.9)         |
| なし                                 | 511 (75.2)         |
| ④大腿四頭筋実践あり                         | 94 (14.0)          |
| なし                                 | 580 (86.1)         |
| ⑤ハムストリングス実践あり                      | 142 (21.1)         |
| なし                                 | 530 (78.9)         |
| 筋力増強運動 (筋トレ)                       |                    |
| ⑥腹部実践あり                            | 156 (23.0)         |
| なし                                 | 522 (77.0)         |
| ⑦大腿四頭筋実践あり                         | 143 (20.8)         |
| なし                                 | 545 (79.2)         |

欠損値を含むため合計の人数が 725 人に満たない変数がある。  
各種運動の丸数字は質問紙 (図2) 内の番号と対応している。

表 2 2年後の新たな慢性腰痛発生をアウトカムとしたロジスティック回帰分析の結果  
(n=607、研究1：島根県雲南市)

|               | 慢性腰痛発生率              | モデル 1             | モデル 2                    | モデル 3                    |
|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|
|               | n/N (%) <sup>a</sup> | OR (95%CI)        | OR (95%CI)               | OR (95%CI)               |
| 柔軟運動（ストレッチング） |                      |                   |                          |                          |
| ①腰部           |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 33/425 (7.8)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 6/134 (4.5)          | 0.56 (0.23, 1.36) | 0.59 (0.24, 1.50)        | 0.59 (0.23, 1.49)        |
| ②股関節          |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 31/426 (7.3)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 7/130 (5.4)          | 0.73 (0.31, 1.69) | 0.74 (0.29, 1.86)        | 0.72 (0.29, 1.82)        |
| ③臀部           |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 29/421 (6.9)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 11/139 (7.9)         | 1.16 (0.56, 2.39) | 0.94 (0.41, 2.14)        | 0.93 (0.41, 2.13)        |
| ④大腿四頭筋        |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 35/471 (7.4)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 3/83 (3.6)           | 0.47 (0.14, 1.56) | 0.37 (0.09, 1.60)        | 0.36 (0.08, 1.58)        |
| ⑤ハムストリングス     |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 31/433 (7.2)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 6/120 (5.0)          | 0.68 (0.28, 1.68) | 0.71 (0.26, 1.94)        | 0.70 (0.26, 1.92)        |
| 筋力増強運動（筋トレ）   |                      |                   |                          |                          |
| ⑥腹部           |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 32/427 (7.5)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 7/131 (5.3)          | 0.70 (0.30, 1.62) | 0.55 (0.21, 1.48)        | 0.55 (0.21, 1.47)        |
| ⑦大腿四頭筋        |                      |                   |                          |                          |
| 非実践           | 36/439 (8.2)         | Ref               | Ref                      | Ref                      |
| 実践            | 4/127 (3.2)          | 0.36 (0.13, 1.04) | <b>0.27 (0.08, 0.92)</b> | <b>0.26 (0.08, 0.91)</b> |

OR: オッズ比, CI: 信頼区間

各種運動の丸数字は質問紙（図2）内の番号と対応している。運動種目ごとに個別のモデルで分析した。

<sup>a</sup> 分析対象は 2010 年に慢性腰痛がなかった 607 人がベースであるが、欠損値を含むため各カテゴリの合計の人数は 607 人より少なく、多変量解析モデルでは欠損値に応じてサンプル数が少なくなっている。太字は P<0.05。

モデル 1：単変量解析

モデル 2：性、年齢、Body Mass Index、主観的健康、慢性疾患既往、喫煙、農作業従事で調整

モデル 3：モデル 2 の共変量に加えて、地区で調整

表 3 2年後の新たな慢性膝痛発生をアウトカムとしたロジスティック回帰分析の結果  
(n=634、研究1：島根県雲南市)

|               | 慢性膝痛発生率      | モデル 1             | モデル 2             | モデル 3             |
|---------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|               | n/N (%)      | OR (95%CI)        | OR (95%CI)        | OR (95%CI)        |
| 柔軟運動（ストレッチング） |              |                   |                   |                   |
| ①腰部           |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 22/436 (5.1) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 8/146 (5.5)  | 1.09 (0.48, 2.51) | 1.03 (0.44, 2.42) | 1.06 (0.45, 2.50) |
| ②股関節          |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 23/437 (5.3) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 6/140 (4.3)  | 0.81 (0.32, 2.02) | 0.72 (0.28, 1.86) | 0.68 (0.26, 1.76) |
| ③臀部           |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 22/435 (5.1) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 8/145 (5.5)  | 1.10 (0.48, 2.52) | 1.11 (0.46, 2.66) | 1.05 (0.44, 2.54) |
| ④大腿四頭筋        |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 26/490 (5.3) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 4/86 (4.7)   | 0.87 (0.30, 2.56) | 0.85 (0.28, 2.59) | 0.84 (0.27, 2.60) |
| ⑤ハムストリングス     |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 26/453 (5.7) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 4/120 (3.3)  | 0.57 (0.19, 1.66) | 0.53 (0.18, 1.60) | 0.50 (0.17, 1.54) |
| 筋力増強運動（筋トレ）   |              |                   |                   |                   |
| ⑥腹部           |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 23/438 (5.3) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 7/142 (4.9)  | 0.94 (0.39, 2.23) | 0.88 (0.36, 2.16) | 0.89 (0.36, 2.17) |
| ⑦大腿四頭筋        |              |                   |                   |                   |
| 非実践           | 23/469 (4.9) | Ref               | Ref               | Ref               |
| 実践            | 8/118 (6.8)  | 1.41 (0.61, 3.24) | 1.23 (0.50, 3.01) | 1.30 (0.52, 3.22) |

OR: オッズ比, CI: 信頼区間

各種運動の丸数字は質問紙（図 2）内の番号と対応している。運動種目ごとに個別のモデルで分析した。

<sup>a</sup> 分析対象は 2010 年に慢性膝痛がなかった 634 人がベースであるが、欠損値を含むため各カテゴリの合計の人数は 634 人より少なく、多変量解析モデルでは欠損値に応じてサンプル数が少なくなっている。

モデル 1：単変量解析

モデル 2：性、年齢、Body Mass Index、主観的健康、慢性疾患既往、喫煙、農作業従事で調整

モデル 3：モデル 2 の共変量に加えて、地区で調整



表 4. パ・リーグウォーク分析対象者の特徴 (n=4131、研究 2)

|                          | n (%)        |
|--------------------------|--------------|
| 年齢, 平均(標準偏差)             | 42.5 (11.6)  |
| 20-29                    | 1011 (24.5%) |
| 30-39                    | 1029 (24.9%) |
| 40-49                    | 1052 (25.5%) |
| 50-59                    | 843 (20.4%)  |
| 60-69                    | 196 (4.7%)   |
| 性                        |              |
| 男                        | 2368 (57.3%) |
| 女                        | 1763 (42.7%) |
| Body Mass Index          |              |
| ≥ 25 kg/m <sup>2</sup>   | 1158 (28.0%) |
| < 25 kg/m <sup>2</sup>   | 2973 (72.0%) |
| スマートフォン機種                |              |
| iPhone                   | 3332 (80.7%) |
| Android                  | 799 (19.3%)  |
| 居住都道府県の人口密度              |              |
| ≥ 1000 人/km <sup>2</sup> | 2530 (61.2%) |
| < 1000 人/km <sup>2</sup> | 1601 (38.8%) |

特に記述がない場合、数値は n (%)。

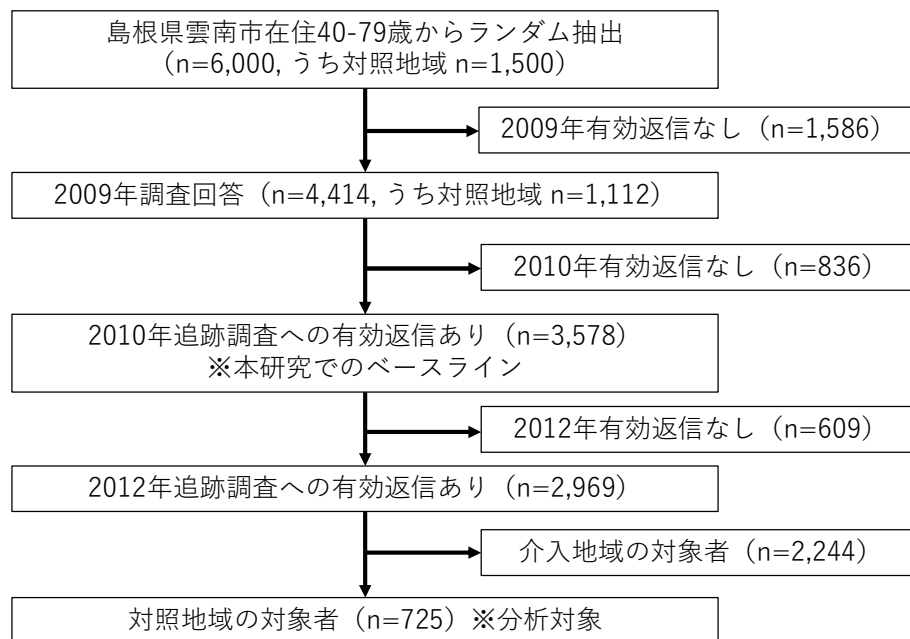


図1 本研究対象者選定の流れ（研究1：島根県雲南市コホート研究）

41. 以下①～⑦に例示する体操（ストレッチング・筋力トレーニング）それぞれについて、  
しているか、していればその「期間（行いはじめてどれくらい経過しているか）」と「頻度（どれくらいの頻度で行っているか）」を教えてください。

①腰の周りの筋肉を伸ばす体操（ストレッチング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



または



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日（ ）回、1回あたり（ ）秒程度

②股関節周りの筋肉を伸ばす体操（ストレッチング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



または



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日（ ）回、1回あたり（ ）秒程度

③お尻の筋肉を伸ばす体操（ストレッチング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



または



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日（ ）回、1回あたり（ ）秒程度

④太ももの前側の筋肉を伸ばす体操（ストレッチング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



または



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日（ ）回、1回あたり（ ）秒程度

⑤太ももの裏側の筋肉を伸ばす体操（ストレッチング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



または



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日（ ）回、1回あたり（ ）秒程度

⑥腹筋を強くする体操（筋力トレーニング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



または



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日計（ ）回

（例：週2日、朝・晩10回ずつなら、週2日、1日計20回）

⑦太ももの前側（ひざまわり）の筋肉を強くする体操（筋力トレーニング）

1. この体操をしている  
2. この体操はしていない



いずれか



（ ）週間 ほど前から行っている。  
実施期間⇒（ ）か月間 ※どこか1か所に  
（ ）年間 数字を記入して下さい  
実施頻度⇒ 週（ ）日、1日計（ ）回

図2. 種目別運動に関する質問紙（研究1：島根県雲南市コホート研究）



©Pacific League Marketing Corporation

図 3. アプリ「パ・リーグウォーク」の画面例（研究 2）

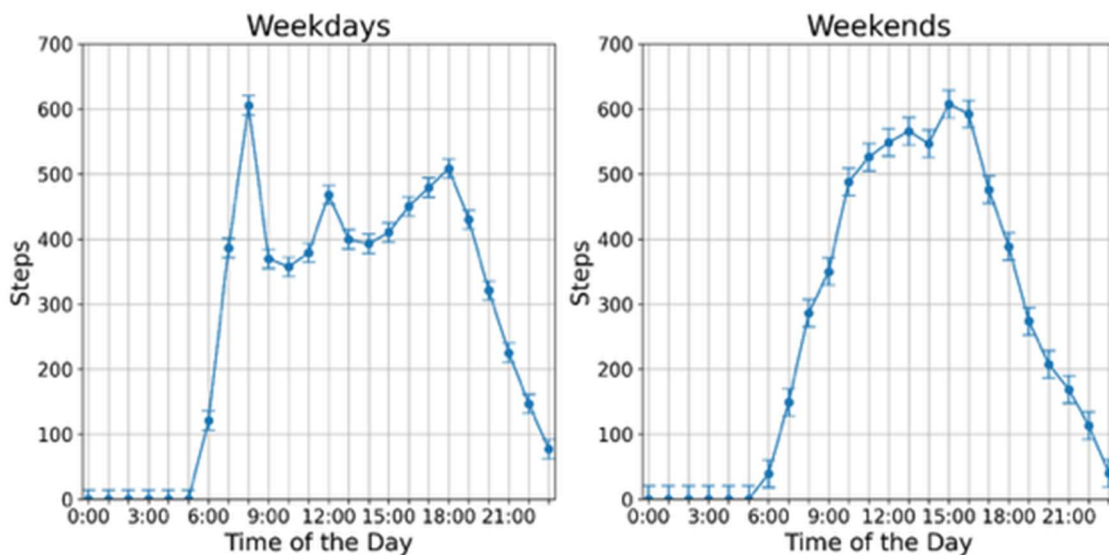


図 4. 平日と週末における歩数の日内変動パターン (n=4, 131、研究 2)

1 時間当たりの歩数は、一般化線形混合モデルを用いて推定し、年齢、性別、Body mass index、居住都道府県、スマートフォン機種で調整し、個人をランダム効果として投入した。エラーバーは標準誤差を表す。

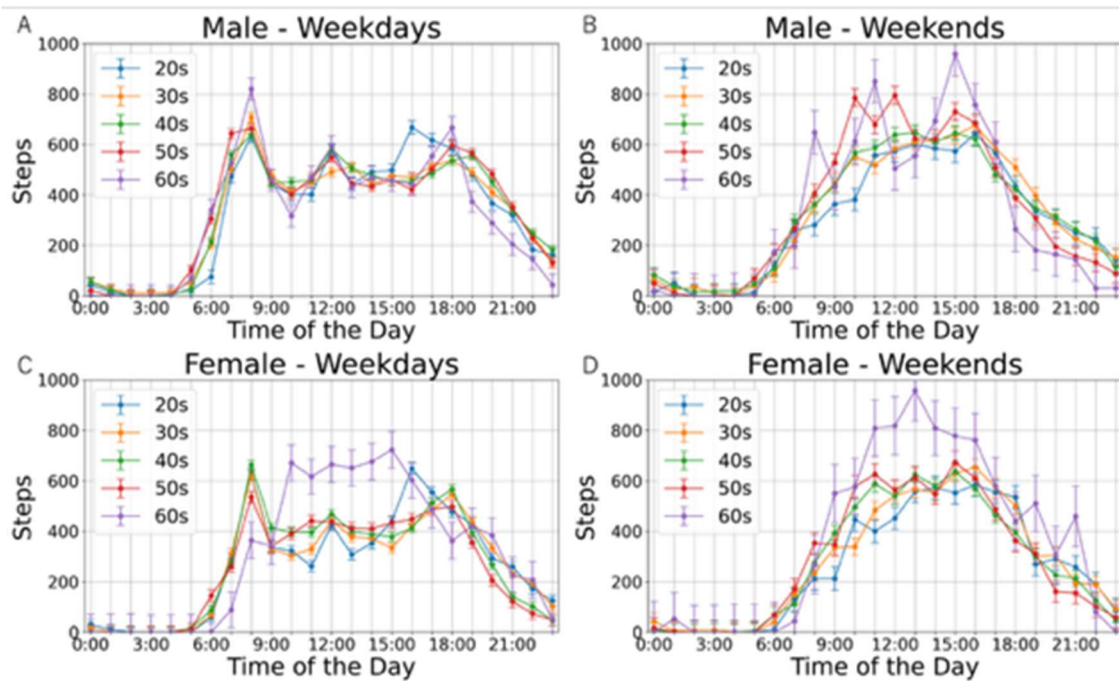


図 5. 平日と週末における歩数の日内変動パターン（年齢と性別で層別化、研究 2）

一般化線形混合モデルを用いて、年齢、性別、Body mass index、居住都道府県、スマートフォン機種で調整し、個人をランダム効果として投入し、1 時間当たりの歩数を推定した。エラーバーは標準誤差を表す。

A は男性の平日、B は男性の週末、C は女性の平日、D は女性の週末。

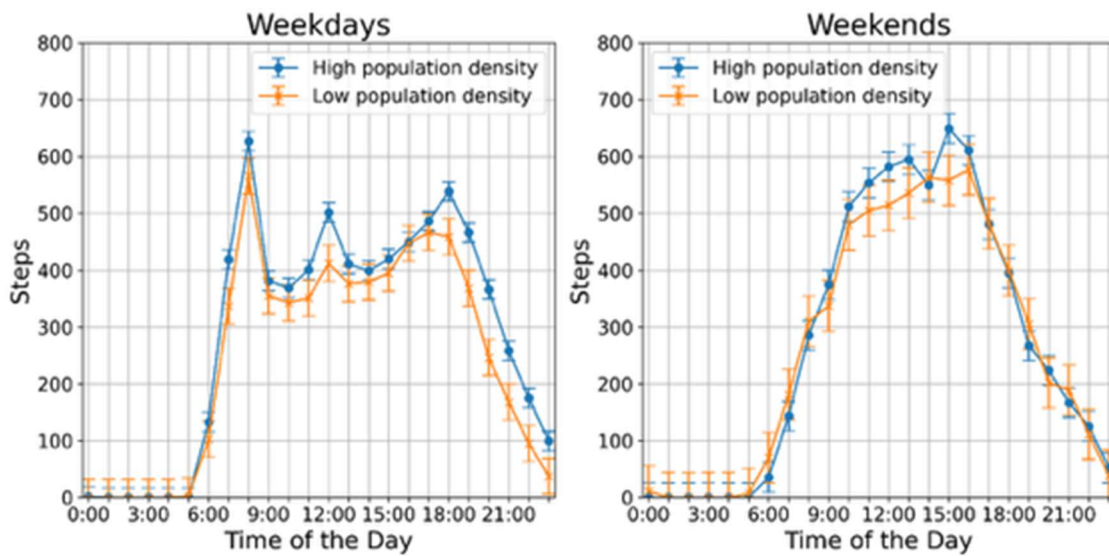


図 6. 平日と週末における歩数の日内変動パターン（居住都道府県の人口密度で層別化、研究 2）

一般化線形混合モデルを用いて、年齢、性別、Body mass index、居住都道府県、スマートフォン機種で調整し、個人をランダム効果として投入し、1 時間当たりの歩数を推定した。エラーバーは標準誤差を表す。対象者は、人口密度 1,000 人/km<sup>2</sup> 以上の都道府県とそれ以外の都道府県の 2 群に分けた。

### Ⅲ．研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

| 著者氏名 | 論文タイトル名 | 書籍全体の<br>編集者名 | 書 籍 名 | 出版社名 | 出版地 | 出版年 | ページ |
|------|---------|---------------|-------|------|-----|-----|-----|
| 該当なし |         |               |       |      |     |     |     |

雑誌

| 発表者氏名                                                                                              | 論文タイトル名                                                                                                                                          | 発表誌名                      | 巻号                     | ページ                                                                                                           | 出版年  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Watanabe K,<br>Iizuka S,<br>Kobayashi T,<br>Tsushima S,<br>Hirohashi S,<br>Yoshimi T,<br>Zaitzu M. | Daily walking habits can mitigate age-related decline in static balance: a longitudinal study among aircraft assemblers.                         | Sci Rep.                  | 15(1)                  | 2207                                                                                                          | 2025 |
| Tsushima S,<br>Watanabe K,<br>Hirohashi S,<br>Yoshimi T,<br>Fujino Y,<br>Tabuchi T,<br>Zaitzu M.   | Occupational fall incidence associated with heated tobacco product smoking and lifestyle behaviors: a nationwide cross-sectional study in Japan. | medRxiv<br>査読前プレプリントとして発表 | 2025. 02. 16. 25321430 | doi:<br><a href="https://doi.org/10.1101/2025.02.16.25321430">https://doi.org/10.1101/2025.02.16.25321430</a> | 2025 |



実施可否通知書

研究責任者  
高年齢労働者産業保健研究センター  
教授 財津 将嘉 殿



研究の実施について、下記のとおり決定しましたので通知します。

記

承認番号 第R4-054号

|        |                                                                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究課題名  | がん及び労働災害を含む周辺疾患の社会格差の解明                                                                                                                                                             |
| 研究期間   | 2023年01月01日 ～ 2025年12月31日                                                                                                                                                           |
| 研究代表機関 | 産業医科大学                                                                                                                                                                              |
| 研究代表者  | 高年齢労働者産業保健研究センター・教授・財津 将嘉                                                                                                                                                           |
| 判定結果   | <input checked="" type="checkbox"/> 許可 <input type="checkbox"/> 不許可                                                                                                                 |
| 特記事項   |                                                                                                                                                                                     |
| 備 考    | 1 研究参加者の同意書の原本は、研究責任者が責任をもって保管すること<br>（文書による I C のみ）。<br>2 研究終了時に研究結果を報告すること。<br>3 研究を中止した時は報告すること。<br>4 進捗状況については、年 1 回、報告すること<br>（試料・情報提供のみの場合は除く）。<br>5 有害事象等が生じた場合は、速やかに報告すること。 |