

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 産業医科大学高齢労働者産業保健研究センター・教授

研究要旨

高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で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（ β : -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（ β : 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（ β ）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（ β ：-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（ β ：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

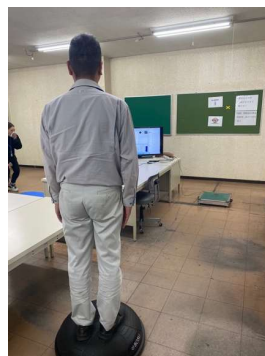
2. 実用新案登録

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