

# I . 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）令和4年度総括研究報告書  
労働災害防止を目的とした高齢労働者の身体機能を  
簡易に測定するためのプログラム開発と実装検証

研究代表者 岡敬之 東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター  
運動器疼痛メディカルリサーチ&マネジメント講座  
研究分担者 松平浩 京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター  
運動器疼痛メディカルリサーチ&マネジメント講座

#### 研究要旨：

少子・高齢化が進む我が国では、高齢者雇用安定法が改正(2012年)され、65歳までの雇用機会が確保されるようになった。また休業4日以上の労働災害による死傷者において、高齢労働者(60歳以上)が占める割合も増加傾向にあり、その対策は喫緊の課題である。

近年、情報インフラが拡充し、高齢者の約5割がスマートフォン所持(60歳代46.4%、2018年総務省通信利用動向調査)しており、これをウェアラブル端末として身体機能を評価することも現実のものとなっている。本研究の目的は、上述した縦断的なコホートデータベース+産業衛生のフィールドよりサンプリングしたデータに基づき、最新技術を駆使して高齢労働者の身体機能を簡易に測定するためのプログラム(チェックリスト+スマートフォンを併用したePRO評価)を作成することである。

3年目となる2021年度には以下の研究を実施した。

#### 1. 高齢労働者の基礎的身体機能に関する実態調査と基礎的検討

転倒災害の高リスク者を想定した転倒災害を予防するための職場で実施できる簡易的な運動プログラムの開発を行い、複数の企業で転倒予防体操を3ヶ月間実施し、前後でアンケート調査と身体機能テストを行った。前後評価の両方が終了した2社の従業員23名で、体操実施前後で1か月間に転倒のヒヤリハットがあったのは78%から70%、転倒は9%から17%であったが有意差はなかった。身体機能テストの5段階の判定が2ステップテスト)、片脚起立(立ち上がり)テストは統計的有意に改善した。

#### 2. 身体機能を簡易に測定するプログラムの作成

高齢労働者の身体機能を簡易に測定するためのプログラム(チェックリスト+スマートフォンを併用したePRO評価)を実装するためには効率的な情報管理体制を構築する必要がありシステムを開発し、中災防の協力のもと企業へ実装した。

#### 3. 産業衛生フィールドにおけるプログラムの実証(青壮年労働者と高齢労働者の比較)

「エイジフレンドリー100」でもチェックリストとして推奨される転倒等災害リスク評価セルフチェックを含めたクラウド型情報管理システムを企業に実装し574名の労働者データを収集し、解析を行った。

年齢層毎の運動能力変化を検討すると、運動能力の変化点は、運動機能ごとに異なっており、単純な年代比較のみでは不十分であることが示唆された。

このため、50歳以上を高齢労働者として定義して2群間の比較を行うのではなく、運動機能が低下する年齢に関して検討を行った。運動機能が低下する年齢は2ステップテスト：男女とも60歳以上、座位ステップテスト：男性60歳以上 女性65歳以上、ファンクショナルリーチ：男女とも年代差なし、閉眼片足立ち：男女とも55歳以上、開眼片足立ち：男女とも70歳以上、となっていた。

## A. 研究目的

少子・高齢化が進む我が国では、高齢者雇用安定法が改正(2012年)され、65歳までの雇用機会が確保されるようになった。また休業4日以上の労働災害による死傷者において、高齢労働者(60歳以上)が占める割合も増加傾向にあり、その対策は喫緊の課題である。2018~2022年度を計画期間とする第13次労働災害防止計画でも、加齢に伴う身体・精神機能の低下を考慮した対策が重点事項として盛り込まれており、高齢労働者が安全に働くための基礎的条件となる身体機能評価法の確立が求められている。

中央労働災害防止協会の「高齢労働者の身体的特性の変化による災害リスク低減推進事業」(2010年)にて、身体機能面(筋力=2ステップテスト、敏捷性=座位ステッピングテスト、平衡性=ファンクショナルリーチ・閉眼/開眼片足立ち)から転倒等労働災害リスクを評価するチェックリストが公表されているものの、この10年間で高齢者の運動能力の向上傾向は鮮明であり(スポーツ庁、体力・運動能力調査:2019年)、チェックリストで利用される基準値のアップデートは必須である。

また近年、情報インフラが拡充し、高齢者の約5割がスマートフォン所持(60歳代46.4%、2018年総務省通信利用動向調査)しており、これをウェアラブル端末として身体機能の評価することも現実のものとなっている。

本研究の目的は、上述した縦断的なコホートデータベース+産業衛生のフィールドよりサンプリングしたデータに基づき、最新技術を駆使して高齢労働者の身体機能を簡易に測定するためのプログラム(チェックリスト+スマートフォンを併用したePRO評価)を作成することである。

《3年目/2021年度》は完成したプログラムの実装を行うフェーズであり、

1. 高齢労働者の基礎的身体機能に関する実態調査と基礎的検討

2. 身体機能を簡易に測定するプログラムの作成

3. 産業衛生フィールドにおけるプログラムの実証(青壮年労働者と高齢労働者の比較)

のそれぞれのサブテーマで研究を推進した。

## B. 研究方法

### 1. 高齢労働者の基礎的身体機能に関する実態調査と基礎的検討

転倒・腰痛・肩こり防止を念頭に置いたプログラムを開発し企業において実装した。

ベースラインと体操実施3か月後にアンケート調査と体力測定を実施した。1回目のアンケート調査項目は基本情報、記載の1か月前からの転倒歴、記載時の身体不調(視力障害・高血圧・めまい・腰痛・肩こり・ストレス)の程度、作業能力とし、2回目のアンケート項目は、上記に加え、業務量の変化、体操の実施率と感想、体操の効果とした。体力測定はJFEスチール株式会社西日本製鉄所倉敷地区ヘルスサポートセンターの乍らが開発、報告した安全体力<sup>®</sup>機能テストを用いた。これは、閉眼片足立ちテスト、ステッピングテスト、体前屈テスト、2ステップテスト、片脚立ち上がりテストの5項目からなり、それぞれ5段階で評価した。アンケート結果の記述統計および、体操実施前後での体力測定の結果の比較を行った。2) 製造業のM社とサービス業のS社に勤務する20歳以上の社員が3ヶ月間体操を行った。M社では職場単位で、S社では、従業員の勤務時間が個々に異なるため、個人単位で体操を行った。体操実施前後にM社ではアンケート調査と身体機能テストを、S社ではアンケートのみを行った。アンケートの項目は過去1か月の転倒歴とつまずきの経験、自覚的腰痛、肩こり、膝痛などである。身体機能テストの内容は上記の安全体力<sup>®</sup>機能テスト(2ステップテスト、閉眼片足立ち時間、立位体前屈、座位ステッピング、片脚立ち上がり)である。体操実施後のアンケートでは体操への参加率、体操の難易度、体操に対する感想も聞いた。

### 2. 身体機能を簡易に測定するプログラムの作成

研究代表者との協議で、チェックリスト+スマートフォンを併用したePRO評価に最適な開発環境を検討し、システムの開発を行った。

セキュリティの観点からアプリケーションを個人のスマートフォンにインストールした後に、

本人の同意に基づいて健康情報を抽出する仕様とした。現存の大規模なデータベースは個人を特定できる情報は棄却されており、参照用データとして同一サーバーに格納している。

### 3. 産業衛生フィールドにおけるプログラムの実証（青壮年労働者と高齢労働者の比較）

調査参加希望に関する広報を行い、参加希望事業所に医師・保健師・理学療法士がチームで訪問し、計測を実施した。

対象者：自発的に体力測定を申し出た 30 歳以上の健康者

調査方法：①事前に配布した調査票を記載し当日持参 →

②当日、血圧、脈拍、発熱測定 → 医師又は保健師により問診 → ③体力測定

2 ステップテスト（歩行能力・筋力）→休憩→座位ステッピングテスト（敏捷性）

→休憩→フランクショナルリーチ（動的バランス） →休憩→閉眼片足立ち（静的バランス）、開眼片足立ち（動的バランス）

データ解析は各運動機能の年代別の記述疫学的な検討を行い、性別および年代を要因とする 2 要因分散分析を行った。性別および年代別に運動機能に関連する要因の関心の程度を検討するために、各運動機能の計測値を基準変数関連要因を説明変数とする数量化理論 1 類を行った。その際、各要因の反応カテゴリにおいて度数が著しく少ない場合は、その内容を踏まえ適宜統合した。転倒の有無を目的変数に、抽出された身体機能を説明変数にロジスティック回帰分析を行った。

（倫理面への配慮）

東京大学倫理委員会等にて承認を得て、研究を実施している。本研究課題は、各種法令等、特に「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」および、東京大学が定めた倫理規定を遵守して行う。

## C. 研究結果

### 1. 高齢労働者の基礎的身体機能に関する実態調査と基礎的検討

研究への参加を示したのは 5 社（製造業 4 社、サービス業 1 社）であった。初回と 3 か月後の評価の両方が終了したのは 2 社の従業員 23 名（男性 13 名：50.7 歳±10.5、女性 10 名：42.2 歳

±9.0）であった。体操実施前後で 1 か月間に転倒のヒヤリハットがあったのは 78%から 70%、転倒は 9%から 17%であったが有意差はなかった。5 つの体力テストのうち 2 ステップテストが 5 段階評価で平均 2.32 から 2.82 ( $p=0.045$ )、片脚起立（立ち上がり）テストが平均 3.86 から 4.55 ( $p=0.010$ ) で統計的に有意に改善した。体操の感想については「体操継続を希望する」を回答した者の割合が約 78%であった。2) M 社では 27 名が体操を行い、前後評価に参加した。平均年齢（標準偏差 SD）は 45.0(10.2)歳、女性の割合は 25.9% ( $n=7$ )であった。体操実施前後で 2 ステップテストの 5 段階の判定(3.3 (1.2)→3.9 (1.0),  $p=0.003$ )と片脚立ち上がりの判定(3.6 (1.6)→4.1 (1.3),  $p=0.023$ )に統計的に有意な差を認めた。自己評価に改善があった人の割合は、1 か月の転倒が 4.2%、1 か月のつまずきが 37.5%、腰痛が 20.0%、肩こりが 16%であった。S 社では 14 名の女性（平均年齢 44.9 (4.4)歳）が体操を 3 ヶ月間行った。自己評価が改善していたのは転倒が 14.3%、つまずきが 28.6%、腰痛 50%、肩こりと膝痛についてはそれぞれ 28.6%だった。2 社のほとんどの社員が体操の難易度は「ちょうどよい」、「やや簡単」、「やや難しい」と回答した。また S 社では 1 人を除く全員が体操を続けたいと回答した。

### 2. 身体機能を簡易に測定するプログラムの作成

AWS (Amazon Web Services) にてサーバー+オンプレミス（自身の PC）環境共に動作するシステムを開発した。

このシステムを企業へ導入するにあたり、研究協力者である中災防に所属する林・川又とも協議を行い、導入する企業を選定した上で、システム開発部門と法務部門等と調整の上、企業への導入を行った。

企業でシステムを利用するエンドユーザーは、自身の PC やスマートフォンからシステムにアクセスを行い、データ使用に関して同意が得られた場合のみ、次のステップに進む。

基本情報入力画面にて、現在の作業形態や残業時間などに関して入力を行ったあとに、健康状態や運動機能に関するアンケート 25 問に回答する（回答時間約 5 分：）。

運動機能の計測においては、手法が標準化されないと、ばらつきが大きくなったり、実施毎の値に隔たりが出る可能性が、示唆されたため、中災防で作成した動画資材を閲覧して計測に進む仕様とした。

### 3. 産業衛生フィールドにおけるプログラムの実証（青壮年労働者と高齢労働者の比較）

収集したデータの性年齢構成は以下のとおりである。

男性 403 名 (30-40 歳代=113, 50 歳以上=290)

女性 171 名 (30-40 歳代=47, 50 歳以上=124)

#### 男性データ

##### 2ステップテスト

年代層	N	平均	標準誤差
30	63	1.61211	0.06995
40	50	1.52200	0.06995
50	62	1.51710	0.02809
55	54	1.55519	0.03010
60	128	1.50148	0.01955
65	38	1.48947	0.03588
70	8	1.34667	0.09030

##### 座位ステッピングテスト

年代層	N	平均	標準誤差
30	63	37.0021	0.9440
40	50	36.4000	1.1538
50	62	36.3871	0.8650
55	54	36.8519	0.9268
60	128	33.8594	0.6020
65	38	32.8947	1.1049
70-	8	28.5000	3.4055

##### ファンクショナルリーチ

年代層	N	平均	標準誤差
30	63	41.6000	1.0952
40	50	42.6000	2.4962
50	62	39.1774	1.0025
55	54	39.2185	1.0742
60	128	39.4266	0.6977

65	38	38.3158	1.2805
70-	8	38.0000	3.2226

閉眼片足立ち

年齢層	N	平均	標準誤差
30	63	34.9440	4.349
40	50	33.4801	4.756
50	62	36.0171	4.558
55	54	23.8770	4.884
60	128	18.5503	3.172
65	38	20.4063	5.822
70-	8	6.8000	14.651

開眼片足立ち

年齢層	N	平均	標準誤差
30	63	34.9440	4.349
40	50	33.4801	4.756

50	62	36.0171	4.558
55	54	23.8770	4.884
60	128	18.5503	3.172
65	38	20.4063	5.822
70-	8	6.8000	14.651

女性データ

2ステップテスト

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	1.58112	0.0218
40	21	1.50667	0.08259
50	44	1.51045	0.03050
55	32	1.50813	0.03576
60	30	1.46933	0.03693
65	10	1.36200	0.06397
70-	8	1.15000	0.10115

座位ステップテスト

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	1.58112	0.0218
40	21	1.50667	0.08259
50	44	1.51045	0.03050
55	32	1.50813	0.03576
60	30	1.46933	0.03693
65	10	1.36200	0.06397
70-	8	1.15000	0.10115

ファンクショナルリーチ

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	40.5089	1.4030
40	21	39.0000	3.1627
50	44	40.2364	1.1679
55	32	38.7688	1.3695
60	30	36.3200	1.4144

65	10	36.1000	2.4498
70-	8	37.0000	3.8735

閉眼片足立ち

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	37.612	7.566
40	21	37.467	6.692
50	44	31.268	7.964
55	32	22.283	9.338
60	30	23.413	9.644
65	10	12.284	16.705
70-	8	7.450	26.413

開眼片足立ち

年代層	N	平均	標準誤差
30	26	178.263	41.185
40	21	168.000	51.310
50	44	178.636	18.948

55	32	143.563	22.218
60	30	143.497	22.947
65	10	128.900	39.745
70-	8	29.000	62.842

年齢層毎の運動能力変化を検討すると、運動能力の変化点は、運動機能ごとに異なっており、単純な年代比較のみでは不十分であることが示唆された。

このため、50歳以上を高年齢労働者として定義して2群間の比較を行うのではなく、運動機能が低下する年齢に関して検討を行った。

運動機能が低下する年齢は

2ステップテスト：男女とも60歳以上

座位ステッピングテスト：男性60歳以上 女性65歳以上

ファンクショナルリーチ：男女とも年代差なし

閉眼片足立ち：男女とも55歳以上

開眼片足立ち：男女とも70歳以上

となっていた。

674名の追跡期間中に26名(3.8%)が就業中に31回転倒を経験していた。

転倒リスクと関連する要因は、年齢が55歳以上(オッズ比1.25, 95%信頼区間 1.08-1.35), 2ステップ(1.2未満)(オッズ比1.41, 95%信頼区間 1.12-1.65), 開眼片足立ち(30秒未満)(オッズ比1.40, 95%信頼区間 1.23-1.54)でROC解析によるAUC=76.4であった。

#### D. 考察

職場での転倒リスクの個人要因も、高齢者におけるものと同様にバランス能力、歩行機能、運動習慣などがあげられている。バランス能力の改善

や筋力強化を目的としたエクササイズを用いた介入により、バランス能力の改善がみられたという報告がある。転倒対策としての体操については、マツダとJFEスチール西日本製鉄所の実施例があり、転倒やヒヤリハット事例が低下傾向であると報告している。これらの結果から、転倒の身体機能に関する個人要因に介入する体操は、転倒対策として有効であると考えられる。その内容としては、肩甲帯や四肢のストレッチ、フォワードランジ、スクワットやつま先立ちなどの下肢筋力強化運動、バランス能力向上のための片足立ちやつぎ足などが有効であると考えられる。

高齢労働者の運動機能の低下は、2ステップテスト、座位ステッピングテスト、閉眼片足立ち、開眼片足立ちで異なり、ファンクショナルリーチに関しては年齢による効果は認められなかった。転倒リスクと関連する2ステップテストは、運動器症候群のチェックにも用いられており、歩行速度との相関も報告されている。関節可動域や下肢、体幹の筋力が向上し、2ステップテスト値が改善し、転倒予防につながる可能性が示唆されているので、労働者の高齢化が進んでいる日本において、労働者の身体機能という個人要因への介入を目的とした転倒予防体操の効果判定に重要な指標となるものと考えられる。

#### E. 結論

開発したプログラムを用いて産業衛生フィールドにおけるプログラムの実証を行った。本研究の成果により、高年齢労働者の労働災害が減少、高齢者雇用の人材確保をはじめとする社会・医療経済面、ひいては労災補償面でも大きく貢献するものと考えられる。

#### F. 健康危険情報

該当なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

1. 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 Mar 9;:kqad035. doi: 10.1093/occmed/kqad035. Epub ahead of print. PMID: 36893360.
2. **Osuka Y**, Nofuji Y, Seino S, Maruo K, Oka H, Shinkai S, Fujiwara Y, Sasai H. The effect of a multicomponent intervention on occupational fall-related factors in older workers: A pilot randomized controlled trial. *J Occup Health*. 2022 Jan;64(1):e12374. doi: 10.1002/1348-9585.12374. PMID: 36459409; PMCID: PMC9717707.
  3. **Osuka Y**, Takeshima N, Kojima N, Kohama T, Fujita E, Kusunoki M, Imai A, Kitabayashi Y, Brechue WF, Sasai H. Qualitative assessment of standing motion with kinect™ is a useful additional diagnostic marker for sarcopenia. *Arch Gerontol Geriatr*. 2023 May;108:104915. doi: 10.1016/j.archger.2022.104915. Epub 2022 Dec 22. PMID: 36610316.
  4. **Osuka Y**, Okubo Y, Nofuji Y, Sasai H, Seino S, Maruo K, Fujiwara Y, Oka H, Shinkai S, Lord SR, Kim H. Modifiable intrinsic factors related to occupational falls in older workers. *Geriatr Gerontol Int*. 2022 Apr;22(4):338-343. doi: 10.1111/ggi.14370. Epub 2022 Mar 9. PMID: 35266260.
- (ア)学会発表
1. **Osuka Y**, Takeshima N, Kojima N, Kohama T, Fujita E, Kusunoki M, Imai A, Kitabayashi Y, Brechue WF, Sasai H. Qualitative assessment of standing motion with Kinect™ is a useful additional diagnostic marker for sarcopenia. International Conference on Frailty & Sarcopenia Research 2023. Toulouse, France, 2023. 3.22-24.
  2. **大須賀洋祐**, 野藤悠, 清野諭, 丸尾和司, 岡敬之, 新開省二, 藤原佳典, 笹井浩行. 高齢就労者に対する多要素介入の安全性, 受容性, 潜在的有効性: 予備的ランダム化比較試験. 第24回日本健康支援学会年次学術大会, 福岡, 2023. 3.4-5.
  3. 相良友哉, 阿部巧, 藤田幸司, 石橋智昭, 森下久美, 村山洋史, 桜井良太, **大須賀洋祐**, 渡辺修一郎, 藤原佳典. 安全就業研修会への参加が非積極的なシルバー人材センター会員の特性に関する検討: 都内7センターの会員を対象にして. 第17回日本応用老年学会大会, 福岡, 2022. 11.12-13.
  4. 野藤悠, 藤倉とし枝, 萩原静江, **大須賀洋祐**, 清野諭, 成田美紀, 秦俊貴, 新開省二, 藤原佳典. 「フレイル予防教室の運営」における就労的活動モデルの普及可能性と課題: 埼玉県シルバー人材センター連合の取組. 第17回日本応用老年学会大会, 福岡, 2022. 11.12-13.
  5. 阿部巧, 藤田幸司, 相良友哉, 石橋智昭, 森下久美, 村山洋史, 桜井良太, **大須賀洋祐**, 渡辺修一郎, 藤原佳典. シルバー人材センター会員におけるフレイルと安全就業との関連性. 第81回日本公衆衛生学会総会, 山梨, 2022. 10.7-9.
  6. 相良友哉, 阿部巧, 藤田幸司, 石橋智昭, 森下久美, 村山洋史, 桜井良太, **大須賀洋祐**, 渡辺修一郎, 藤原佳典. 都内シルバー人材センター会員が従事する主な業務における事故および怪我の実態. 第81回日本公衆衛生学会総会, 山梨, 2022. 10.7-9.
- H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)
1. 特許取得 なし