

令和2年度

厚生労働省 高年齢労働者安全衛生対策実証等事業

実証報告書



厚生労働省 安全衛生実証

実証申請者 : マイクロストーン株式会社
実証対象対策 : 歩行ケア 歩行姿勢計測に基づく歩行改善・転倒予防指導
実証番号 : 2020-05
実証機関 : 一般社団法人埼玉県環境検査研究協会

令和3年3月

本実証報告書の著作権は、厚生労働省に属します。

－ 目 次 －

1. 実証の目的と体制.....	- 1 -
1.1 実証の目的.....	- 1 -
1.2 実証参加組織と実証参加者の責任分掌.....	- 1 -
2. 実証対象対策の概要.....	- 4 -
2.1 実証対象対策の原理と仕様.....	- 4 -
2.2 実証対象対策の仕様.....	- 10 -
2.3 消耗品、消耗材、電力等消費量.....	- 11 -
2.4 実証対象対策の維持管理に必要な作業項目.....	- 11 -
2.5 実証対象対策が必要とする条件の制御.....	- 11 -
2.6 回収物及び廃棄物とその取扱い.....	- 11 -
3. 先行して実施した試験データの活用.....	- 12 -
3.1 先行して実施した試験データの取得方法(試験方法).....	- 12 -
3.2 先行して実施した試験データ(試験結果).....	- 14 -
3.3 先行して実施した試験データの取扱いについて.....	- 15 -
4. 試験方法.....	- 16 -
4.1 試験方法の概要.....	- 16 -
4.2 試験実施場所の概要.....	- 16 -
4.3 実証スケジュール.....	- 18 -
4.4 監視項目.....	- 19 -
4.5 実証項目、参考項目.....	- 20 -
4.6 計測方法、計測周期及び管理.....	- 21 -
4.7 運用及び維持管理項目.....	- 34 -
4.8 実証に伴う倫理審査等.....	- 34 -
5. 試験結果及び考察.....	- 35 -
5.1 監視項目.....	- 35 -
5.1.1 被験者の年齢構成と性別.....	- 35 -
5.1.2 被験者の BMI 値と立ち上がりテスト結果.....	- 36 -
5.1.3 被験者の労働環境.....	- 36 -
5.1.4 個別運動の対象者数.....	- 37 -
5.1.5 個別運動の実施状況.....	- 38 -
5.2 実証項目・参考項目.....	- 40 -
5.2.1 歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認の結果及び考察.....	- 40 -
5.2.2 THE WALKING による転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認の結果及び考察.....	- 47 -

5.3 試験結果のまとめ.....	- 49 -
5.4 運用及び維持管理項目.....	- 51 -
5.5 所見(実証結果のまとめ).....	- 52 -
(参考情報).....	- 54 -
○付録.....	- 55 -
1. 専門用語集.....	- 55 -
2. データの品質管理と監査.....	- 55 -

1. 実証の目的と体制

1.1 実証の目的

高年齢労働者安全衛生対策実証等事業は、普及が進んでいない高年齢労働者安全衛生対策について、その労働災害防止効果等を、第三者が客観的に実証（実際の事業場等における試験、試行等に基づき、データを示すこと）し、その結果を公表することにより、適切な高年齢労働者安全衛生対策の選択・導入を後押しし、もって高年齢労働者の労働災害防止対策の推進を図ることを目的とするものである。

本実証では、高年齢労働者安全衛生対策実証等事業実施要領(1)に基づいて選定された実証対象対策「歩行ケア 歩行姿勢計測に基づく歩行改善・転倒予防指導」について、以下に示す項目を客観的に実証した。

- 歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認
- THE WALKINGによる転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認

本報告書は、専門家で構成される実証検討会において検討し、その結果を取りまとめたものである。

- (1)：高年齢労働者安全衛生対策実証等事業実施要領
(厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課) 令和2年2月版

1.2 実証参加組織と実証参加者の責任分掌

実証に参加した組織を図1-1に示した。実証検討会は、危険予知、労働安全リスク、アンケート手法、実証プロセス等の専門家から構成され、実証検討会より実証の計画や結果の取りまとめについて意見を得ながら実証を進めた。実証参加者とその責任分掌を表1-1に示した。

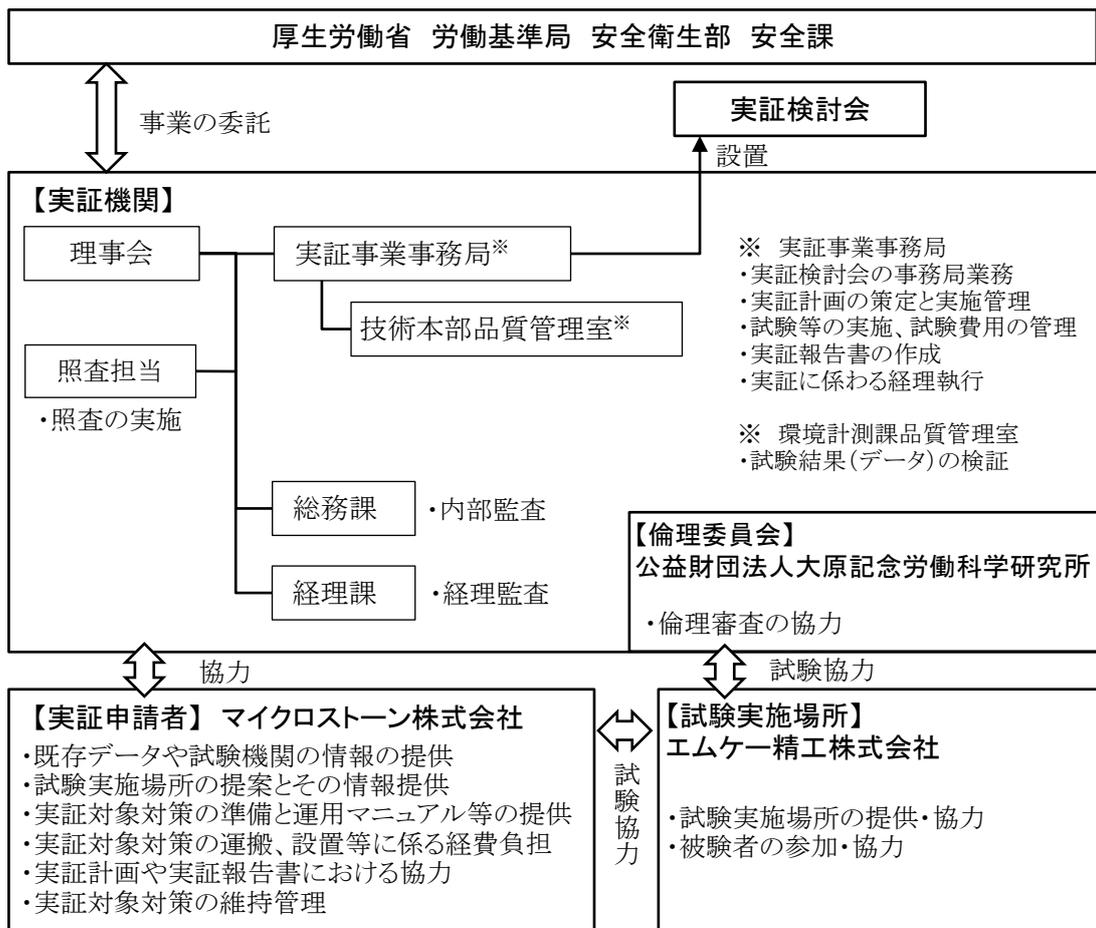


図 1 - 1 実証参加組織

表1-1 実証参加者の責任分掌

区分		実証参加機関		責任分掌	参加者
実証	実証機関	一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会	実証の実施と管理	実証検討会の設置・運営	野口裕司 山岸知彦 長濱一幸 大塚俊彦 岸田直裕
				実証計画の策定と実施管理	
				試験の実施（統括）	
				試験費用の管理・執行	
				実証報告書の作成	
				実証に係わる経理執行	
		データの検証	試験結果（データ）の検証	高橋広士	
	内部監査	内部監査の実施	田島照久		
	経理監査	経理に係る内部監査に関する実施	田中勇希		
	倫理委員会	公益財団法人 大原記念労働科学研究所	倫理審査の協力	—	
実証申請者	マイクロストーン株式会社	既存データや試験機関の情報の提供 試験実施場所の提案とその情報提供 実証対象対策の準備と運用マニュアル等の提供 実証対象対策の運搬、設置等に係る経費負担 実証計画や実証報告書における協力 実証対象対策の維持管理	開発部 部長 野澤秀隆		
試験実施場所	エムケー精工株式会社	試験実施場所の提供・協力 被験者の参加・協力	取締役 執行役員 管理 本部長 酒向邦明		

2. 実証対象対策の概要

2.1 実証対象対策の原理と仕様

(1) 実証対象対策の主な原理

実証対象対策は、「体幹2点歩行動揺計 THE WALKING」(以下、THE WALKING という)を用いて歩行時の身体の動揺を計測・解析し、個人の歩き方・身体の使い方の特徴(クセ)に応じた歩行改善プログラム(歩行改善体操と個別の補助運動)を提供することで、歩行時の身体の動揺を改善し、転倒を予防することを目的とした対策である。また、簡易に転倒の可能性を評価する方法の提案として、AIを用いて転倒リスクの予測を行う。

(2) 歩行時の身体の動揺の解析

歩行時の身体の動揺を計測し、①上体のふらつき(計測項目:左右動揺比)、②筋活動の連携(同:前後動揺比)、③動きの滑らかさ(同:円滑度)、④支持性の左右差(同:水平度)、⑤腰の動きの左右差(同:左右対称性(A))、⑥背中動きの左右差(同:左右対称性(B))の6つの指標を算出する。歩行時の身体の動揺の解析として、それぞれの指標の偏差値を算出する。偏差値は約300名の既存の計測結果(データベース)から算出される。偏差値が許容を外れた指標に応じて個別の補助運動が指定される。

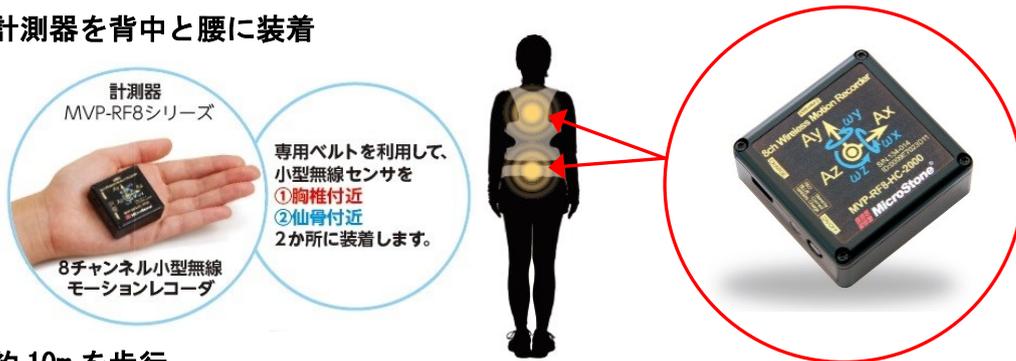
(3) AIを用いた転倒リスクの予測

歩行時の身体の動揺を計測した際に、6つの指標等の結果からAIにより転倒リスクを数値化し予測する。先行して実施した歩行改善プログラムの有効性の検証(14頁3.2 先行して実施した試験(1))より、歩行改善プログラムに参加したモニター全体の歩行時の身体の動揺が「転びにくい人の歩行時の身体の動揺」に近づき、転倒を予防する効果を確認している。

AIは約300名の指標結果と計測後6ヵ月間の転倒(ふらつき、つまずき、すべり)、転倒しそうになった(ふらつき、つまずき、すべり)の有無の調査データより構築し、指標の変化のパターンを評価しており、①転倒した(数値100)、②転倒しそうになった(数値50)、③どちらでもない(数値0)、のパターンと比較し数値化するように学習している。

実証対象対策は、「THE WALKING による歩行時の身体の動揺の計測」と「歩行改善プログラム」で構成されている。「THE WALKING による歩行時の身体の動揺の計測」は、歩行し、THE WALKING による歩行時の身体の動揺を計測・解析し、グラフとして可視化し表示される(図2-2、図2-3)。歩行時の身体の動揺の解析では、6つの計測項目(表2-1)が用いられ、転倒リスクの予測はAIを用いて数値化(0~100ポイント)する。計測器の装着から計測結果が表示されるまで一人当たり約2分で歩行時の身体の動揺を計測・解析、転倒リスクの予測ができる。

①計測器を背中と腰に装着



②約10mを歩行

③結果が瞬時に表示

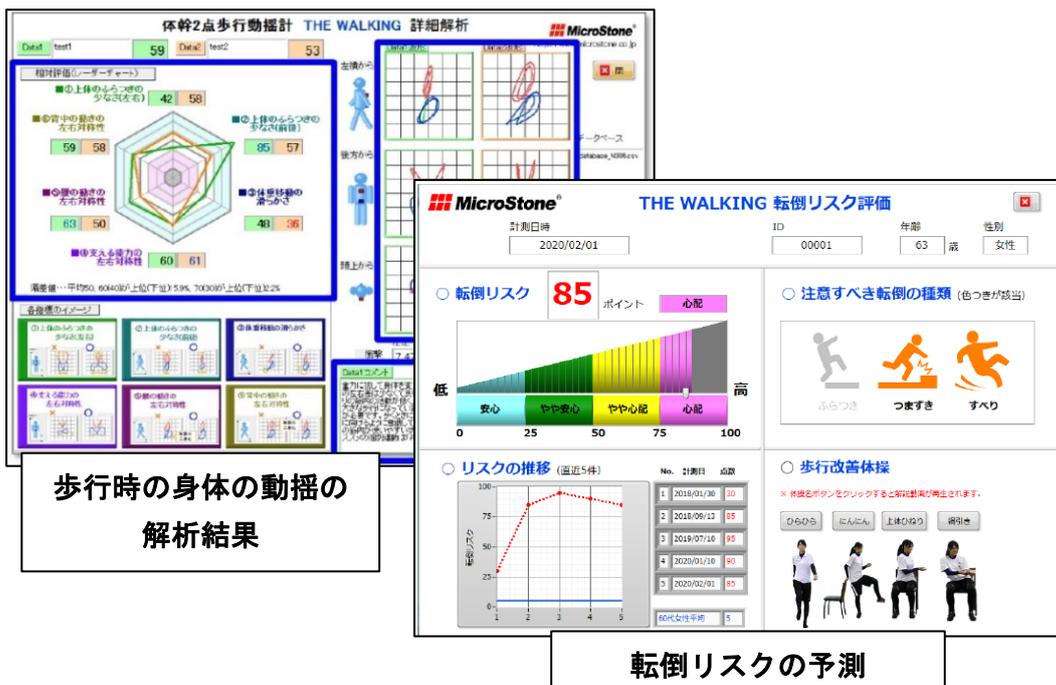
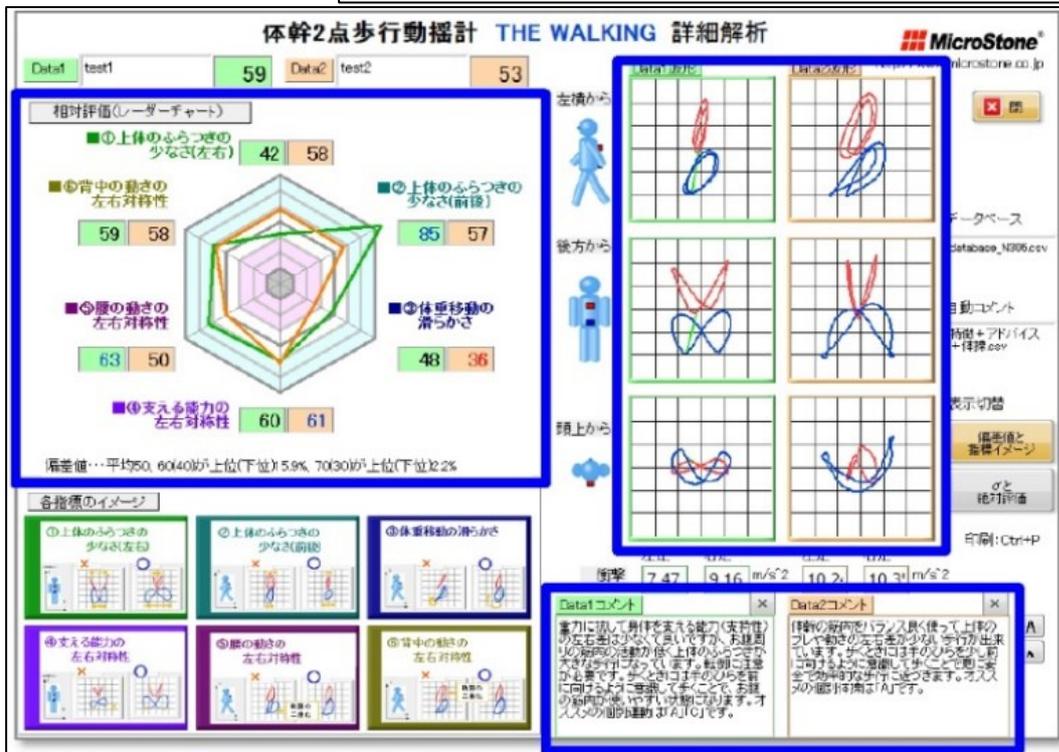


図2-2 THE WALKING による歩行時の身体の動揺の流れ

歩行時の身体の動揺をグラフとして可視化した結果



転倒リスクの予測結果 (点数化)



図2-3 THE WALKINGによる歩行時の身体の動揺の計測結果の例

表2-1 計測項目と歩行時の身体の動揺に関する指標

No.	歩行時の身体の動揺に関する指標		解説	改善効果※
		計測項目		
1	上体のふらつき	左右動揺比	背中に対する腰の左右の動きの比	高くなる
2	筋活動の連携	前後動揺比	背中に対する腰の前後の動きの比	高くなる
3	動きの滑らかさ	円滑度	腰の動きの滑らかさ(曲率半径)	高くなる
4	支持性の左右差	水平度	右足接地時と左足接地時における腰の高さの差の大きさ	ゼロに近づく
5	腰の動きの左右差	左右対称性(A)	腰の動きの左右対称性	高くなる
6	背中中の動きの左右差	左右対称性(B)	背中中の動きの左右対称性	高くなる

※ 改善効果があると判断される数値の傾向を示した。

この THE WALKING による歩行時の身体の動揺の計測の結果を受け、図2-4、2-5に示した「歩行改善プログラム」を実施する。「歩行改善プログラム」は、共通体操と個別運動から構成される。共通体操は、すべての取組み者が対象で、個別運動は歩行時の身体の動揺の解析の内容によって体操指導として選択する。個別運動の「A」はすべての取組み者が行い、「B」、「C」、「D」、「E」は、THE WALKING による歩行計測の結果により指定される。

Copyright © 2018 MicroStone Corporation. All Rights Reserved.

佐久市歩行ケアプログラム「歩行改善体操」(共通) ***『朝の光』***

作詞：白鳥 敬日 作曲：俊智

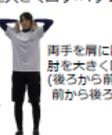
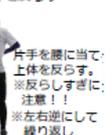
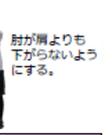
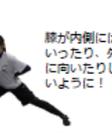
<p>① 前奏</p> <p>両肩を上げ下げする×16</p> <p>リズムに乗ってリズミカルに!</p> 	<p>② 朝の光に力がみなぎる</p> <p>首を大きく回す</p> <p>※左右逆にして繰り返す</p> 	<p>③ タの光に癒される</p> <p>肩を大きく回す×4ずつ</p> <p>両手を肩に置き、肘を大きく回す。(後ろから前へ、前から後ろへ)</p> 	<p>④⑤ そうだね 今をいきてる そうだね あれもやりたい</p> <p>アキレス腱を伸ばす</p> <p>右足を前に出し、左足のかかとを床につけたまま伸ばす。</p> 	<p>⑥ そうだね 明日もいきてく そうだね これもやりたい</p> <p>ハムストリングスを伸ばす</p> <p>右足を半歩引いてお尻を後ろへ突き出す。</p> 	<p>⑦ 足 膝 肩 頭 内臓</p> <p>上体をひねる</p> <p>※左右逆にして繰り返す</p> 	<p>⑧ 血液 みんなに毎日ありがとう</p> <p>上体を反らす</p> <p>※反らしすぎに注意!!</p> <p>※左右逆にして繰り返す</p> 
<p>⑨ 間奏</p> <p>両肩を上げ下げする×8</p> <p>上げた肩を耳に付けるイメージでおこなう。</p> 	<p>⑩ 父さん 母さん みんなに 自分に</p> <p>足踏みをする×8</p> <p>なるべく太ももを高く上げるようにしましょう! 手のひらは少し前を向ける意識で。</p> 	<p>⑪ 体 ありがとう 感謝です</p> <p>軽くジョグをする×8</p> <p>できる方は、太ももを高く上げる意識を持つ。</p> 	<p>⑫ そうだね 今をいきてる そうだね 明日もいきてく</p> <p>かかとを上げ下げ×8</p> <p>かかとを上げる。</p> 	<p>⑬ そうだね あれもやりたい</p> <p>足を横へ上げ下げする</p> <p>片手を腰に当て、足を横へ上げる。(左右4回ずつ)</p> 	<p>⑭ そうだね これもやりたい</p> <p>足踏み×8</p> 	<p>⑮ 軽くジョグ×8</p> 
<p>⑯ 足 膝 肩 頭 内臓</p> <p>胸の前で拍手×4</p> <p>肘を曲げて胸の前で拍手×4</p> <p>肘が肩よりも下にならないようにする。</p> 	<p>⑰ 血液 みんなに毎日ありがとう</p> <p>スクワット×2</p> <p>膝がつま先よりも前に出ないようにする。</p> 	<p>⑱ そうだね 今をいきてる そうだね 明日もいきてく</p> <p>手のひらグーパー×2</p> <p>肘が肩よりも前に出ないようにする。</p> 	<p>⑲ そうだね あれもやりたい</p> <p>頭の上で拍手×4</p> <p>肘が肩よりも下にならないようにする。</p> 	<p>⑳ そうだね これもやりたい</p> <p>肘を曲げて胸の前で拍手×4</p> <p>肘が肩よりも下にならないようにする。</p> 	<p>⑳ 前へ1歩踏み出す×2</p> <p>横へ1歩踏み出す×2</p> <p>膝がつま先よりも前へ出ないように! 前かがみになりすぎないように</p> 	<p>㉑ 横へ1歩踏み出す×2</p> <p>膝が内側にはいたり、外側に向いたりしないように!</p> 
<p>前へ1歩踏み出す×2</p> <p>膝がつま先よりも前へ出ないように! 前かがみになりすぎないように</p> 	<p>横へ1歩踏み出す×2</p> <p>膝が内側にはいたり、外側に向いたりしないように!</p> 	<p>おおきく深呼吸</p> 	<p>小体操は、障害物の無い広い部屋で行うようにしてください。また、転倒に注意し、椅子や机などにつかまりながら行ってください。</p> <p>体操監修：根本 賢一(松本大学 教授) 体操振付：北原 綾子(マイクロストーン 健康運動指導士) 全体監修：岩谷 力(長野保健医療大学 学長) 総合プロデュース：野澤 秀隆(マイクロストーン 動作健診事業部長) 著作権：マイクロストーン株式会社</p>			

図2-4 歩行改善プログラム(共通体操)

Copyright © 2018 MicroStone Corporation. All Rights Reserved.



佐久市歩行ケアプログラム 『個別の補助運動』

A. ひらひら体操 1日1分程度 (きれいな姿勢の歩行を目指す為のトレーニング)



鏡の前に立ち、左記のポイントに注意しながら毎日1分程度、足踏みを行ってください。



足踏みをしない場合にも同様の点を注意して無理のない範囲で行ってください。

日々の運動は、無理のない範囲で実施するようにしてください。運動実施中に痛み等を感じたら、すぐに運動をやめるようにしてください。運動を実施した際には、「カレンダー」へ記載をお願いいたします。

【運動監督】 市川 彰 (一社)長野県理学療法士会 前会長
【お問合せ先】 マイクロストーン株式会社 動作健診事業部 担当：野澤、藤、北原
TEL：0267-66-0368

Copyright © 2018 MicroStone Corporation. All Rights Reserved.



B. にんにん体操 1日3回程度 (左・右足で支える力を養うトレーニング)



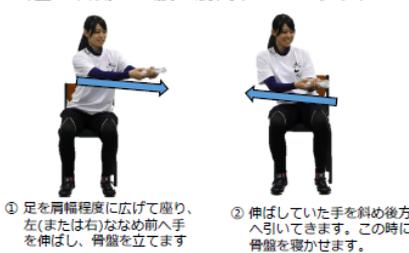
- ① 膝を上げて片足立ちをします。
- ② 上げている足の方へ、上半身ごと向き、3秒止めた後、元に戻ります。

C. 上体ひねり体操 1日10往復程度 (お腹の筋肉のトレーニング)



- ① 足を肩幅程度に広げて座り、手のひらを重ねて上に向け
- ② ゆっくりと上体を左右へひねっていきます。

D. 綱引き体操 1日10回程度 (左・右側のお腹の筋肉トレーニング)



- ① 足を肩幅程度に広げて座り、左(または右)なめ前へ手を伸ばし、骨盤を立てます
- ② 伸ばしていた手を斜め後方へ引いてきます。この時に骨盤を動かさず。

E. 抱え込み体操 1日10回程度 (お腹の筋肉・骨盤の円滑移動トレーニング)



- ① 足を抱えるようなイメージで骨盤を持ち上げ、腰を丸め、手をお尻の下に入れる。
- ② ①の状態をなるべく保ったまま膝をつま先方向へ伸ばします。

※ 歩行時の身体の動揺の計測結果に基づき、個人の歩行時の身体の動揺に応じた5つの個別運動 (A、B、C、D、E) の中から選択する。

図2-5 歩行改善プログラム (個別運動)

2.2 実証対象対策の仕様

実証対象対策に用いる歩行時の身体の動揺を計測する機器、歩行時の身体の動揺の解析及び転倒リスクの予測を行うソフトウェアの仕様を表2-2に示した。

表2-2 実証対象対策に用いる歩行特徴の計測機器及びソフトウェアの仕様

計測機器	製造元	マイクロストーン株式会社	
	製品名	8チャンネル小型無線モーションレコーダ	
	型名	MVP-RF8-HC	
	外形寸法 (縦×横×高さ)	45×45×18 mm	
	重量	約 60g	
	加速度センサ	検出範囲	±20/±60 m/sec ² (コマンド切替)
		検出軸	3 (X, Y, Z 軸)
		応答周波数	0~100 Hz
		精度 ^{※1}	±10 %
	ジャイロセンサ	検出範囲	±500/2000 deg/sec (発注時に選択)
		検出軸	3 (X, Y, Z 軸)
		応答周波数	0~50 Hz
		精度 ^{※2}	±10 % (検出範囲: ±500 (100 deg/sec), ±2000 (500 deg/sec))
	耐用年数	5 年	
	電源	700 (リチウムポリマ2次電池) mAh	
電池寿命 (常温環境)	連続動作 10 Hr		
動作温度	0~50 °C		
ソフトウェア	製造元	マイクロストーン株式会社	
	製品名	体幹2点歩行動揺計ソフトウェア THE WALKING	
	型名	MVP-WS2-S-FR	
	備考	市販のパソコンで使用可能	

※1 校正で使用する機器：国家標準とのトレーサビリティに基づいた振動試験装置 (エミック社製 513-B, 371A, 208A) による内部校正

※2 校正で使用する機器：レートターンテーブル (多摩川精機株式会社 TA4635N10) による内部校正

2.3 消耗品、消耗材、電力等消費量

実証対象対策には、日常的に補充するような消耗品・消耗材はないが、実証対象対策に用いる計測器は計測後に充電が必要である（2時間の充電で連続10時間使用可能（常温環境））。

2.4 実証対象対策の維持管理に必要な作業項目

推奨している日常的な管理や使用者に特別な技能は、表2-3に示すとおりである。

表2-3 維持管理に必要な作業項目

項 目	担 当 者	作 業 項 目	頻 度
日常点検	使用者	小型無線センサの充電 付属のACアダプタ、microUSBケーブルを使用する。2時間の充電で満充電となり、満充電の状態から10時間連続使用可能。	計測後 毎回
定期点検	実証申請者	メンテナンス 小型無線センサのバッテリー交換	1年に 1回
		メンテナンス 小型無線センサの校正	1年に 1回

2.5 実証対象対策が必要とする条件の制御

中枢系の疾患（脳卒中、パーキンソン病等）や整形系の疾患（変形性膝関節症、変形性股関節症、脊柱管狭窄症等）、の既往がある者、その他治療中の疾患がある者は、産業医、産業保健師、産業理学療法士等の医療保健系専門職の監督の下、無理のない範囲で実施することが必要である。

2.6 回収物及び廃棄物とその取扱い

消耗した実証対象対策の部品や本体は、自治体が定める一般廃棄物として処分する。

3. 先行して実施した試験データの活用

3.1 先行して実施した試験データの取得方法（試験方法）

実証申請者は、次に示す試験データを保有している。

試験（1）歩行改善プログラムの有効性を検証

- 試験の種類：自社試験
- 試験の名称：平成30年度佐久市健康長寿ブランド化推進事業歩行計測による健康増進調査業務
- 試験機関：マイクロストーン株式会社
- 試験実施場所：佐久保健センター
- 試験日程：平成30年6月11日（事前説明会・講習会）～平成30年12月15日（まとめの報告会）
- 試験内容：歩行動揺計測結果から導いた歩行時の身体の動揺の課題に対する歩行改善プログラム（体操・個別運動）の有効性を検証した。被験者数180名（男性66名、女性114名）。
- 試験方法：表3-1のとおり
- 計測機器：体幹2点歩行動揺計（THE WALKING）、メジャー、ストップウォッチ
- 試験条件など：床が滑りにくく、周囲に障害物等のない安全な場所で行った

表3-1 試験方法

試験の種類	試験項目
歩行時の身体の動揺	指標1「上体のふらつき」
	指標2「筋活動の連携」
	指標3「動きの滑らかさ」
	指標4「支持性の左右差」
	指標5「腰の動きの左右差」
	指標6「背中の動きの左右差」
身体機能計測 ^{※1}	握力
	開眼片足起立時間
	2ステップテスト (実測値、換算値)
	立ち上がりテスト
	10m歩行時間 (好みの速さ、最大の速さ)
アンケート	ロコモ25 ^{※2} 得点

※1 転倒等災害リスク評価セルフチェック実施マニュアル(平成21年度 中央労働災害防止協会)

※2 ロコモティブシンドローム（以下ロコモと称する）とは運動器の障害によって、日常生活に困難をきたすリスクが高い状態。

ロコモ25は疼痛、身体活動及び健康感に関する25項目で構成される質問票で、100点満点中16点以上でロコモに該当。

試験（２）THE WALKINGによる転倒リスクの予測結果を転倒発生状況より検証

- 試験の種類：自社試験
- 試験の名称：令和元年度佐久市健康長寿ブランド化推進事業歩行計測による健康増進継続調査業務
- 試験機関：マイクロストーン株式会社
- 試験実施場所：佐久保健センター
- 試験日程：令和元年6月11日（事前説明会・講習会）～令和2年1月26日（まとめの報告会）
- 試験内容：THE WALKINGによる転倒リスクの予測結果を転倒発生状況より検証した。歩行動揺計測参加者322名、分析対象者247名。
- 試験方法：表3-2のとおり
- 計測機器：体幹2点歩行動揺計（THE WALKING）
- 試験条件など：床が滑りにくく、周囲に障害物等のない安全な場所で実施

表3-2 試験方法

試験の種類	試験項目	指標の意味
歩行時の身体 の動揺 指標	指標1「A 左右幅」	腰の動きの左右振幅
	指標2「A 上下幅」	腰の動きの上下振幅
	指標3「A 前後幅」	腰の動きの前後振幅
	指標4「A 軌跡長（水）」	上から見た腰の動きの軌跡長
	指標5「A 軌跡長（前）」	後ろから見た腰の動きの軌跡長
	指標6「A 軌跡長（矢）」	左から見た腰の動きの軌跡長
	指標7「B 左右幅」	背中の動きの左右振幅
	指標8「B 上下幅」	背中の動きの上下振幅
	指標9「B 前後幅」	背中の動きの前後振幅
	指標10「B 軌跡長（水）」	上から見た背中の動きの軌跡長
	指標11「B 軌跡長（前）」	後ろから見た背中の動きの軌跡長
	指標12「B 軌跡長（矢）」	左から見た背中の動きの軌跡長
	指標13「平均周期」	右足着地から次の右足着地まで （1歩行周期）にかかる平均時間
	指標14「衝撃（L）」	左足接地時に腰にかかる加速度
	指標15「衝撃（R）」	右足接地時に腰にかかる加速度
	指標16「左右動揺比」	背中に対する腰の左右の動きの比
	指標17「前後動揺比」	背中に対する腰の前後の動きの比
	指標18「円滑度」	腰の動きの滑らかさ（曲率半径）
	指標19「水平度」	右足接地時と左足接地時における 腰の高さの差の大きさ
	指標20「左右対称性（A）」	腰の動きの左右対称性
	指標21「左右対称性（B）」	背中の動きの左右対称性
日誌	転倒の有無を記録	-

3.2 先行して実施した試験データ（試験結果）

前述の試験結果を以下に示す。

試験（1）歩行改善プログラムの有効性を検証

- ① 一般的にロコモ（運動器の障害によって日常生活に困難をきたす状態）の評価に用いられる3つのテスト（2ステップテスト、立ち上がりテスト、ロコモ25）の成績が全て有意に改善していることから、本プログラムに取り組むことで、ロコモリスクが軽減することが見込まれた。
- ② 転倒予防の評価に用いられる「開眼片足起立時間」の成績が有意に改善していることから、本プログラムに取り組むことで、転倒を軽減する効果が見込まれた。
- ③ 本プログラムに取り組むことで、歩行時の身体の動揺（「上体のふらつき」「支持性の左右差」）に課題のあるモニターが全体に占める割合が減少しており、これは歩行時の身体の動揺に応じて個別運動の種類を変えていることが有効であったと考えられた。
- ④ モニター全体の歩き方の特徴が「転びにくい人の歩き方」に近づいたことから、本プログラムに取り組むことで、転倒を予防する効果が見込まれた。

試験（2）THE WALKINGによる転倒リスクの予測結果を転倒発生状況より検証

- ① 転倒者と非転倒者では（転倒以前の）歩行時の身体の動揺に統計的に有意な差があり、また、転倒の種類（ふらつき、つまずき、すべり）によっても有意差の出る項目に違いがあることから、歩行動揺計測により（将来的な）転倒のリスクおよび特に注意すべき転倒の種類を判定し、個別の対策につなげられると考えられた。
- ② ニューラルネットワークを用いて構築した転倒リスクの推定モデルは、今回の学習データによく適合しており転倒者と非転倒者を高い正解率で分類した。このことから、歩行計測による転倒リスクスクリーニングの実現可能性が確認できた。



図3-1 試験の様子

3.3 先行して実施した試験データの取扱いについて

先行して実施した試験は、歩行改善プログラムの実施前後における歩行時の身体の動揺に応じた個別運動の効果及び転倒リスクの推定モデル実現の可能性を示す結果が得られているものの、実証申請者及び協力関係者が主体となって行われている。また、高齢労働者に特定した被験者ではないことから、本事業の目的に沿ったものとして取り扱うことは難しい。

また、歩行改善プログラムの実施期間が、先行して実施した試験（6ヵ月）と本実証（約2ヵ月）とは異なるため、期間による差が生じるため、異なる期間の効果を同時に述べるのが難しい。

以上のことから、先行して実施した試験データは、実証の参考情報として取り扱うこととした。

4. 試験方法

4.1 試験方法の概要

実証対象対策は、個人の歩行時の身体の動揺（歩き方・身体の使い方）を計測・解析、解析結果より個人の歩行時の身体の動揺に合わせた「歩行改善プログラム（共通体操と個別運動）」を実施することで転倒を予防させる対策である。

また、解析結果を基にAIを用いて転倒リスクを予測する。

申請者は自ら先行して実施した試験により、歩行改善プログラムの実施前後における歩行時の身体の動揺に応じた個別運動の効果の確認、転倒の予測を推定するモデル実現の可能性を示す結果を得ている。そこで、「歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認」と「THE WALKINGによる転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認」とを実証するために、以下に示す方法により試験を実施した。

（1）歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認

転倒の要因となる「歩行時の身体の動揺」を改善するために各被験者に歩行時の身体の動揺の解析結果に基づいた「歩行改善プログラム（共通体操と個別運動）」を指導し、個別に原則毎日実施してもらった。また、被験者には、試験期間中の共通体操と個別運動の日々の実施状況と試験期間中の転倒発生状況を日誌に付けてもらい、歩行改善プログラムへの取組み意識や他の運動等の実施状況は、アンケートによる調査を行った。

併せて、裏付けとして身体機能計測（標準的な計測方法：21頁4.6項参照）を行い、THE WALKINGによる歩行時の身体の動揺の計測結果や歩行改善プログラムの効果を調査した。

（2）THE WALKINGによる転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認の実証

被験者は50歳以上の労働者を対象とし、歩行改善プログラム実施前、実施29日後、実施58日後にそれぞれTHE WALKINGによる歩行時の身体の動揺を計測・解析した結果より導く「転倒リスクの予測」を行い、その傾向を調査した。

4.2 試験実施場所の概要

（1）試験実施場所の基本情報

試験実施場所の情報を表4-1に示す。被験者は92名の50歳以上の労働者に協力を頂いた。

表4-1 試験実施場所の情報

項目	内容
名称等	エムケー精工株式会社 本社 体育館
住所	長野県千曲市雨宮 1825 番地
被験者の作業内容	事務、運搬、梱包、設計・組立、製品検査・修理、開発
被験者数	92名

(2) 試験実施場所について

試験実施場所である会場（体育館）を図4-1に、レイアウトを図4-2に示す。



図4-1 試験実施場所（体育館）の様子

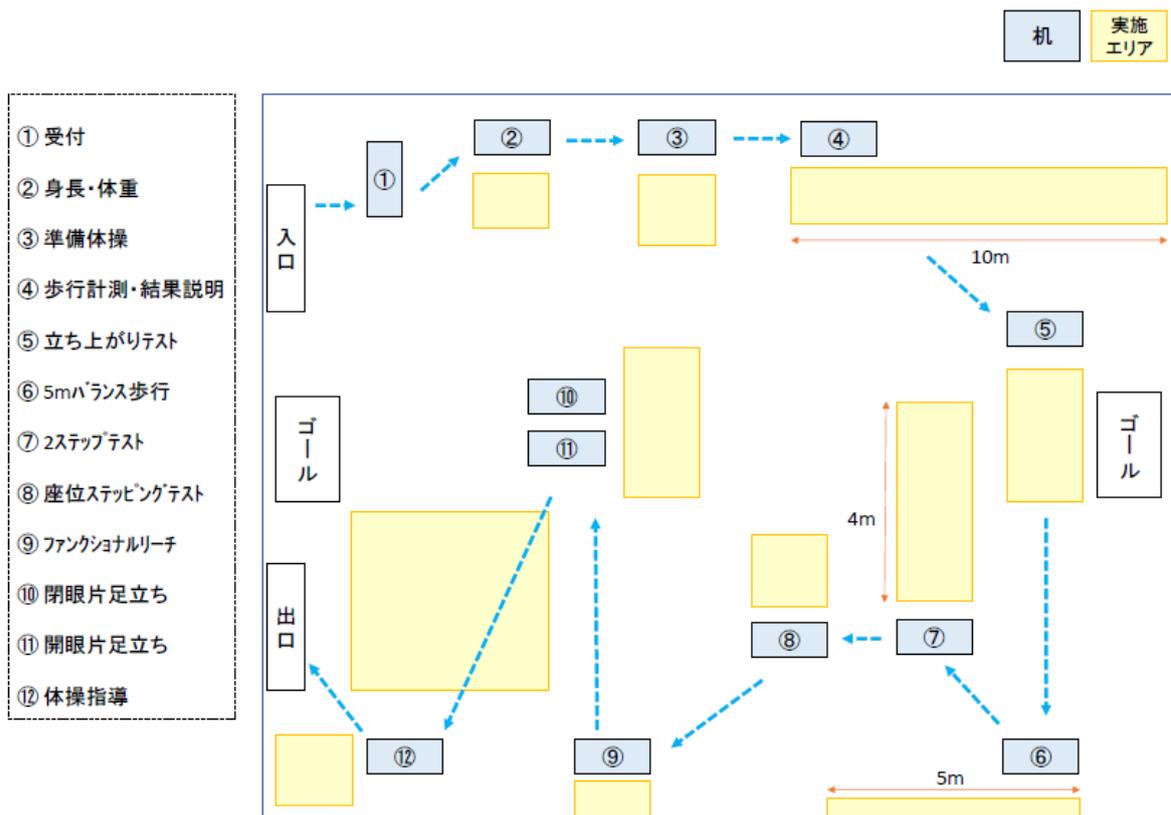


図4-2 試験実施場所（体育館）のレイアウト

4.3 実証スケジュール

実証に関する試験期間とスケジュールを図4-3に示す。

年月	R2/8	9	10	11	12	R3/1	2	3
選定会議	● 選定							● 実証結果の報告
実証検討会			● 計画承認		● 試験状況報告		● 中間報告	● 報告書承認
計画・試験・報告書	← 計画作成 →			← 試験・結果整理 →			← 報告書案作成 →	

図4-3 実証のスケジュール

4.4 監視項目

監視項目には、表4-2に示す項目を設定した。計測記録及び調査票を図4-4に、示す。

表4-2 監視項目

監視項目	内容
被験者の情報	年齢、性別、肥満度、立ち上がりテスト、労働環境、個別運動の対象者数、実施状況

登録番号

計測記録

計測日： 年 月 日	受付担当者：
モニター番号：	年齢： 歳 性別： 男 ・ 女

身体計測・身体機能計測

身長 ^{※1}	() cm	体重 ^{※1}	() kg
2ステップテスト ^{※2}	最大2歩幅 () cm	バランスが崩れ、転倒の危険がある場合 1歩幅 () cm	
座位ステッピングテスト		() 回/20秒	
ファンクショナルリーチ		1回目 () cm 2回目 () cm	
閉眼片足立ち ^{※3}	1回目 右・左 (.) 秒	2回目 右・左 (.) 秒	
開眼片足立ち ^{※3}	1回目 右・左 (.) 秒	2回目 右・左 (.) 秒	
バランス歩行 ^{※3}	1回目 (.) 秒	2回目 (.) 秒	
立ち上がりテスト	両脚 (40、30、20、10) cm	片脚 (40、30、20、10) cm	
疾患	特になし ・ あり ()		
視覚	・特に問題なし ・問題あり (眼鏡・老眼鏡・コンタクトなどが必要・その他 ())		
聴覚	・特に問題なし ・問題あり (補聴器などが必要・その他 ())		

※1 小数点第1位を四捨五入

※2 小数点第1位を四捨五入、バランスを崩して2歩踏み出すことが危険な場合には、1歩幅を計測する。1歩幅は、踏み出す脚を左右変えて行い、短い値を測定値とする。

※3 小数点第2位を切捨て

労働環境

作業場所	階段あり・段差あり・暗い・狭い・その他 ()
作業内容	
作業時間帯	時 分 ~ 時 分 (休憩 時間)
職場で転倒経験がある	<p>・はい ・いいえ ・転倒しそうになった</p> <p>【はいの場合の転倒時の状況】</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>

図4-4 計測記録及び調査票

4.5 実証項目、参考項目

実証項目及び参考項目は、表4-3、表4-4に示すとおりとした。

「歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認」と「THE WALKING による転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認」の実証として、歩行改善プログラムの実施前後を THE WALKING による歩行時の身体の動揺を計測した結果を比較することで、歩行時の身体の動揺の改善及び転倒の軽減効果を確認した。

さらに、参考項目にある標準的な身体機能計測を用いて、実証対象対策の効果を確認した。

なお、実証対象対策による有意差の統計的評価には、ウィルコクソンの符号付順位検定（2群）とフリードマン検定（3群）を用い、有意水準は5%とした。

表4-3 実証項目

実証項目		内容	周期
歩行ケア	歩行時の身体の動揺	歩行フォームの解析	歩行改善プログラム実施前、実施29日後、実施58日後を比較
	歩行改善プログラム	共通体操と個別運動の運動実施率	
	転倒リスクの予測（数値化）	転倒せずに歩行する能力を点数化で予測	

表4-4 参考項目

参考項目		内容	
身体機能計測	2ステップテスト	転倒等の評価	つまずかずに歩行する筋力・筋力
	座位ステッピングテスト		俊敏性能力
	ファンクショナルリーチ		動的バランス能力
	閉眼片足立ち		静的バランス能力
	開眼片足立ち		静的バランス能力
	5m バランス歩行		動的バランス能力
身体的特徴、安全意識、その他転倒等発生状況		転倒等のセルフチェック 質問票等	

4.6 計測方法、計測周期及び管理

計測方法、計測周期及び管理は表4-5、計測方法の詳細は図4-5～図4-12、各記録は図4-13～図4-15、試験期間のスケジュールは表4-6、計測及び個別運動と共通体操の指導のタイムスケジュールは、表4-7に示した。

表4-5 計測方法、計測周期及び管理

計測項目	計測方法	計測周期	管理
歩行時の身体の動揺	「体幹2点歩行動揺計 THE WALKING」を用いて歩行し、歩行時の身体の動揺を計測・解析	対策実前、 対策実施 29日後 ^{※1} 、 対策実施 58日後	実証機関及び試験実施場所の所有者の管理下で行った。
歩行改善プログラム	歩行改善日誌		
転倒リスクを数値化するシステム	歩行時の身体の動揺の結果を THE WALKING により解析し点数化する		
2ステップテスト	「転倒等災害リスク評価セルフチェック実施マニュアル(平成21年度 中央労働災害防止協会)」の身体機能計測の方法		
座位ステッピングテスト			
ファンクショナルリーチ			
閉眼片足立ち			
開眼片足立ち			
5m バランス歩行	JFE スチール式安全体力機能テスト		
立ち上がりテスト	ロコモ度テスト (日本整形外科学会)		
転倒等のセルフチェック質問票 ^{※2}	被験者によるアンケート		

※1 29日後は、「閉眼片足立ち」のみを実施した。

※2 転倒等災害リスク評価セルフチェック実施マニュアル(平成21年度 中央労働災害防止協会)

【歩行特徴の計測の方法】

計測器を用いて歩行計測を被験者それぞれに行い、歩行時の身体の動揺の計測と転倒リスクの予測を行った。



(準備) 5分～10分 初期設定

- ・パソコン(PC)を立ち上げた。
- ・評価システムのソフトウェアを立ち上げた。
- ・計測器の電源を入れた。
- ・計測器とPCの無線接続を確立した。
- ・計測器の設定をした。
- ・計測器のキャリブレーションを行った。

(計測) 2分 ※一人当たり

- ・計測器を被験者の胸椎と仙骨の2点に装着した。
- ・小型無線センサ位置調整
- ・計測開始(PC操作)
- ・10m歩行
- ・計測停止(PC操作)
- ・計測器の取外し
- ・結果印刷(PC操作)

図4-5 歩行時の身体の動揺の計測

【2ステップテストの方法】

歩行能力・下肢筋力を把握するため、バランスを崩さずに実施可能な最大2歩幅を計測した。滑りにくい2ステップ専用のカーペット（スタートライン、目盛り）を敷き、靴下で計測した。



- ① 両足のつま先をスタートラインにそろえて立ち。
- ② 反動をつけずに可能な限り大股で2歩歩き、2歩目の位置に両足をそろえて立ち止まる。2回とも同じ足からスタートした。
- ③ 計測幅はスタートラインから最終位置(2歩目)のつま先までの距離をcm単位で計測した(mm単位は四捨五入)。
- ④ 2回計測し、長い距離の計測値を採用した。
- ⑤ 次の計算式で2ステップ値を算出した。

$$\text{最大2歩幅(cm)} \div \text{身長(cm)} = \text{2ステップ値}$$

【実施上の注意点】

- ・必ず滑りにくい状態で実施した。
- ・バランスを崩し転倒することがあるので周りに物のない状態で実施した。
- ・バランスを崩して手を突いた場合、ジャンプした場合、足を引きずって立ち上がった場合はやり直しとした。

評価表

評価値	1	2	3	4	5
結果	1.24 以下	1.25～1.38	1.39～1.46	1.47～1.65	1.66 以上

図4-6 2ステップテストの方法

【座位ステップングテストの方法】

下肢の敏捷性を測るため、どのくらい素早く足を動かせるかを計測した。

事前準備：椅子（座面の高さが40cm程度）とタイマーを用意した（椅子は、背もたれがある椅子とし、回転椅子は不可）。椅子の中央を中心に、足元に30cm幅のラインを引いた。



- ① 椅子に浅く座り、両手で座面を握り身体を安定させた。
- ② 両足を2本のライン（30cm幅）の内側においた。
- ③ 「始め」の合図で、a)つま先をラインの外側の床に触れ、b)その後つま先をラインの内側の床に触れる。a)、b)を交互にできるだけ早く繰り返した。
- ④ 練習（5秒程度）の実施後、足を内側の位置に戻し、20秒間で何回内側に両足つま先をついたかを数えた。

【実施上の注意点】

- ・椅子がずれないように注意した。
- ・ラインを踏んだり、足を擦って移動した場合、つま先が床にタッチしない場合はカウントしなかった。

評価表

評価値	1	2	3	4	5
結果	24回以下	25～28回	29～43回	44～47回	48回以上

図4-7 座位ステップングテストの方法

【ファンクショナルリーチの方法】

動的バランス能力の計測のため、バランスを崩さずにどのくらい身体を傾斜できるかを計測した。

事前準備：目盛付きボードを壁に貼り付けた。



- ① 壁に対して横向きに立ち、両足を軽く開き、両腕を肩の高さ(90度)まで持ち上げた。
- ② 計測者はその状態の被験者の指先を0cmとし目盛付きボードにマークした。
左右どちらの距離を計測してもかまわない。
- ③ 足を動かさずに、指先の高さを維持したまま目盛付きボードにそって、できるだけ前に両手を伸ばした(つま先立ち可)。計測者はバランスを保持できる地点までの被験者の指先の距離をcm単位で計測した。
- ④ ゆっくりと開始姿勢に戻した。
(壁に寄りかかったり、身体をねじったり、前に踏み出した場合等は、再度計測を行った。)

【実施上の注意点】

- ・バランスを崩した際に、つまづかないよう注意した。
- ・上体をねじり、計測する片腕だけが前に出ないように注意した。

評価表

評価値	1	2	3	4	5
結果	19cm以下	20～29cm	30～35cm	35～39cm	40cm以上

図4-8 ファンクショナルリーチの方法

【閉眼片足立ちの方法】

静的バランス能力を測るため、目を閉じた状態で片足立ちを行った。



- ① 計測終了の条件※（目を開く、両足が地面につく等）をあらかじめ被験者に伝えた。
- ② カーペットの上に靴下で、基本姿勢（足を肩幅に広げて背筋を伸ばして正面を向いて立つ）から片足を上げた。手は腰に当てても、広げても自由とした。
- ③ 被験者のタイミングで目を閉じ、スタートした。
- ④ そのままの姿勢でできるだけ長時間立位を保ち、その最大保持時間を秒単位で小数点第1位まで計測した。（小数点第2位以下は切捨て）
- ⑤ 2回実施し、保持時間が長い計測結果を採用した。

※計測終了の条件：目を開く、上げている足が支持足又は床につく、支持足が移動する、これらに一つでも該当した時点で終了とした。

【実施上の注意点】

- ・バランスを崩すこともあるので周囲に物を置かず、補助者が立ち会い実施した。
- ・2回計測の際は、2回目の支持足は同じでも変えても良いとした。
- ・2分になった時点で計測を終了し、その方は、2回目を省略した。

評価表

評価値	1	2	3	4	5
結果	7.0 秒以下	7.1～17 秒	17.1～55 秒	55.1～90 秒	90.1 秒以上

図 4-9 閉眼片足立ちの方法

【開眼片足立ちの方法】

静的バランス能力を測るため、眼を開けた状態で片足立ちを行った。



- ① 計測終了の条件※(両足が地面につく等)をあらかじめ被験者に伝えた。
- ② カーペットの上に靴下で、両手を腰に置いた(足を肩幅に広げて背筋を伸ばして正面を向いて立つ)。
- ③ 眼は開けたまま、被験者のタイミングで片足を上げスタートした。
- ④ そのままの姿勢でできるだけ長時間立位を保ち、その保持時間を秒単位で小数点第1位まで計測した。(小数点第2位以下は切捨て)
- ⑤ 2回実施し、保持時間が長い計測結果を採用した。

※計測終了の条件：手が腰から離れる、上げている足が支持足又は床につく、支持足が移動する、これらに一つでも該当した時点で終了とした。

【実施上の注意点】

- ・ バランスを崩すこともあるので周囲に物を置かず、補助者が立ち会い実施した。
- ・ 2回計測の際は、2回目の支持足は同じでも変えても良いとした。
- ・ 3分になった時点で計測を終了し、その方は、2回目を省略した。

評価表

評価値	1	2	3	4	5
結果	15.0 秒以下	15.1～30 秒	30.1～84 秒	84.1～120 秒	120.1 秒以上

図 4-10 開眼片足立ちの方法

【5m バランス歩行の方法】

動的バランス能力を測るため、長さ5m、幅10cm、高さ5cmの平均台を安全に速く歩行しゴールで3秒停止させた。



- ① 一度練習してから計測した。
- ② スタートは合図なしの任意で行った。
- ③ 歩く際はペットボトルを立てた画板を胸に付け、落とさないように歩行した。
- ④ 計測は、1歩目の足裏が板に着地した時点で計測をスタートし、ゴール台を踏んだ時点で計測を終了した。
- ⑤ 時間を秒単位で小数点第2位まで計測した。(小数点第3位以下は切捨て)
- ⑥ 歩行は安全な範囲でできるだけ速く歩行し、ゴール台で3秒停止した。
- ⑦ 実施は原則2回までとした。
- ⑧ 靴下で行った。
- ⑨ 2回実施し、時間の短い計測結果を採用した。

【実施上の注意点】

- ・バランスを崩すこともあるので周囲に物を置かず、補助者が立ち会い実施した。
- ・落下したらその場で1回の計測を終了した。

評価表

評価値	1	2	3	4	5
結果	6.00 秒以上 落下	5.99～5.00 秒	4.99～4.00 秒	3.99～3.20 秒	3.19 秒以下

図4-11 5m バランス歩行の方法

【立ち上がりテストの方法】

下肢筋力を測るため、40cm、30cm、20cm、10cm の4種類の高さの台を用いて、両足または片足で行った。



- ① カーペットの上に靴下で、40cmの台に両腕を組んで腰かけた。
- ② 左右どちらかの足を上げ(このとき上げた方の足の膝は軽く曲げる)、反動をつけずに片足で立ち上がり、そのまま3秒間保持した。
- ③ ②ができた場合、10cmずつ低い台に移り、片足で立ち上がった一番低い台をテスト結果とした。
- ④ ②ができなかった場合、①の状態に戻り、両足を肩幅程度に広げ、床に対してすねが約70度(40cmの台の場合)になる状態で、反動をつけず両足で立ち上がり、そのまま3秒間保持した。
- ⑤ ④ができた場合、10cmずつ低い台に移り、両足で立ち上がった一番低い台をテスト結果とした。

【実施上の注意点】

- ・反動で後方に転倒する恐れがあるので周囲に物を置かず、補助者が立ち会い実施した。
- ・無理をしないように注意した。
- ・テスト中、膝に痛みが起きそうな場合は中止した。

評価表

評価値	1	2	3	4	5	6	7	8
結果	両足 40cm	両足 30cm	両足 20cm	両足 10cm	片足 40cm	片足 30cm	片足 20cm	片足 10cm

図4-12 立ち上がりテストの方法

転倒等リスク評価セルフチェック質問票① モニター番号

1～25の質問をお読みいただき、頭に思い浮かんだ回答番号に○印をお付けください。

質問1	人ごみの中、正面から来る人にぶつからず、よけて歩けますか
回答番号	①自信がない ②あまり自信がない ③人並み程度 ④少し自信がある ⑤自信がある
質問2	同年代に比べて体力に自信はありますか
回答番号	①自信がない ②あまり自信がない ③人並み程度 ④やや自信がある ⑤自信がある
質問3	突発的な事象に対する体の反応は素早い方だと思いますか
回答番号	①素早くないと思う ②あまり素早くない方と思う ③普通 ④やや素早い方と思う ⑤素早い方と思う
質問4	歩行中、小さい段差に足をつまみ掛けたとき、すぐに次の足が出ると思いますか
回答番号	①自信がない ②あまり自信がない ③少し自信がある ④かなり自信がある ⑤とても自信がある
質問5	片足で立つまま靴下を履くことができますか
回答番号	①できなと思う ②最近やってみてできないと思う ③最近やってみていいが何回かに回はできると思う ④最近やってみていいができていないと思う ⑤できていないと思う
質問6	一直線に引いたラインの上を、踵足歩行(後ろ足のかかとを前脚のつま先に付けるように歩く)※で簡単に歩くことができますか
回答番号	①踵足歩行ができない ②踵足歩行はできるがラインからずれる ③ゆっくりであればできる ④普通にできる ⑤簡単にできる
質問7	目を閉じて片足でどのくらい立つ自信がありますか
回答番号	①10秒以内 ②20秒程度 ③40秒程度 ④1分程度 ⑤それ以上
質問8	電車に乗って、つり革につかまらずのくらい立っていられますか
回答番号	①10秒以内 ②30秒程度 ③1分程度 ④2分程度 ⑤3分以上
質問9	目を開けて片足でどのくらい立つ自信がありますか
回答番号	①15秒以内 ②30秒程度 ③1分程度 ④1分30秒程度 ⑤2分以上
質問10	普段から怪我のないよう工夫していることはありますか(階段で手すりをつかむ、移動中は両手に物を持たない、整理整頓など)
回答番号	①ない ②気にはしているが実行していない ③ある
質問11	自宅で、バリアフリー化、手すりの設置、床や階段の滑り止めなどの対策をとっていますか
回答番号	①とっていない ②とる予定であるがとっていない ③一部とっている ④できるだけとっている
質問12	仕事をしている最中に転ぶことはありませんか
回答番号	①よくある ②たまにある ③ほとんどない ④ない

質問13	結核のために作業手順を守れないことがありますか
回答番号	①かまわない ②たまにある ③ほとんどない ④ない
質問14	業務を行う際に、「この作業は危険だ、気をつけなさいと怪我をする。」と思うことがありますか
回答番号	①思わない ②ほとんど思わない ③たまに思う ④よく思う
質問15	ぬれている床面では滑るかもしれないと気がなりますか
回答番号	①気にならない ②ほとんど気がならない ③少し気になる ④かなり気になる
質問16	安全には「運」も影響すると思いますか
回答番号	①影響する ②少し影響する ③どちらともいえない ④あまり影響しない ⑤影響しない
質問17	怪我は努力次第で防げますか
回答番号	①防げない ②ほとんど防げない ③どちらともいえない ④ほとんど防げる ⑤防げる
質問18	ここ1年間で、仕事中に転んだことがありますか
回答番号	①しばしばある ②数回ある ③1回ある ④ない
質問19	ここ1年間で、仕事中に怪我をした、あるいは怪我をしそうになったことがありますか
回答番号	①しばしばある ②たまにある ③ほとんどない ④ない
質問20	治療のために処方された薬や市販薬を服用していますか(健康補助食品、ビタミン剤等を除く)
回答番号	①日常的に服用している ②時々服用している ③以前は服用していた ④服用していない
質問21	普段仕事をしている時に、照明の暗さが気になりますか
回答番号	①とても気になる ②たまに気になる ③ほとんど気にならない ④全く気にならない
質問22	膝を曲げたり、太ももを上げる動作はつらいですか
回答番号	①とてもつらい ②少しつらい ③たまにつらいときがある ④つらくない
質問23	誰かと会話をしながら歩くことができますか
回答番号	①とても困難 ②やや困難 ③普通 ④やや簡単 ⑤簡単
質問24	カレンダーやスケジュール帳を確認しながら電話で会話をすることができますか
回答番号	①とても困難 ②やや困難 ③普通 ④やや簡単 ⑤簡単
質問25	相手の話を聞きながら返答を考えることができますか
回答番号	①とても困難 ②やや困難 ③普通 ④やや簡単 ⑤簡単

※ 質問6の踵足歩行とは、「かかと」と「つま先」を交互に接触させて直線上を歩行すること。



ご協力いただきありがとうございました。

図4-13 転倒等の評価セルフチェック質問票

転倒の定義

**自分の意志からではなく、
地面またはより低い場所に
膝や手などが接触すること**

○転倒した例



○転倒しそうになった例
※地面（床面）より高い場所への接触なので
転倒ではない。



2

令和2年度
高齢労働者安全衛生対策実証等事業

転ばぬ先の『歩行ケア』 転倒日誌

2020年 12月～2021年1月

参加者：記入

登録番号：	
年齢： 歳	性別：男・女

注意：記録は正直に記入して下さい。

<記載方法に関するお問合わせ先>
一般社団法人埼玉環境検査研究協会 担当 山岸
TEL:048-649-5497 FAX:048-649-5494

登録番号： _____

日付	転倒した 該当するものに✓ 「あり」の場合は内容も✓		転倒しそうになった 該当するものに✓ 「あり」の場合は内容も✓	
	あり	なし	あり	なし
見本	<input type="checkbox"/> あり	<input checked="" type="checkbox"/> なし	<input checked="" type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
12/23	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
12/24	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
12/25	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
12/26	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
12/27	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
12/28	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
12/29	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
12/30	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
12/31	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
1/1	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
1/2	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
1/3	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
1/4	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
1/5	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
1/6	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり	<input type="checkbox"/> からつき	<input type="checkbox"/> すべり
1/7	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし

図4-14 転倒日誌

歩行ケアプログラム
歩行改善日誌

モニター番号：
 年齢： 歳 性別：男・女

モニター番号

11月	体調 該当するもの○	歩数	共通体操 実施✓	個別運動 実施○	歩き方の 確認✓
1日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
2日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
3日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
4日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
5日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
6日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
7日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
8日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
9日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
10日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
11日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
12日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
13日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
14日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
15日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
16日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
17日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
18日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
19日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
20日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
21日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
22日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
23日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
24日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
25日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
26日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
27日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
28日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
29日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>
30日	良い/普通/悪い		<input type="checkbox"/>	ABCDE	<input type="checkbox"/>

※ 歩き方の確認は、鏡の前で足踏みをして頭や上体が左右に振れない様に意識します。

図4-15 歩行改善日誌

表4-6 試験期間のスケジュール

内容	歩行改善プログラム実施前		実施* 29日後		実施 58日後
事前説明	○	—	—	—	—
歩行動揺計測(評価)	○	—	○(評価)	—	○(評価)
身体機能計測	○		閉眼片足立ちのみ		○
個別運動・共通体操	指導	個別実施	指導(確認)	個別実施	確認

*身体機能計測に関しては、計測担当のスタッフの参加を制限したために閉眼片足立ちのみ実施した。

表4-7 計測及び個別運動・共通体操指導のスケジュール

2分	23分	5分
①受付、説明、質問票	計測	⑫運動・体操指導

1分	3分	3分	2分	2分	2分	1分	2分	4分	3分
②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

②体重・身長、③準備体操、④歩行計測・説明、⑤立ち上がりテスト、⑥5mバランス歩行、⑦2ステップテスト、⑧座位ステップング、⑨ファンクショナルリーチ、⑩閉眼片足立ち、⑪開眼片足立ち

計測は以下の4つのブロック(班)に分けてそれぞれ1日で実施した。

【計測ブロック1】: 9時30分~10時30分(10時00分受付終了)

【計測ブロック2】: 10時30分~12時00分(11時30分受付終了)

【計測ブロック3】: 13時00分~14時30分(14時00分受付終了)

【計測ブロック4】: 14時30分~16時00分(15時30分受付終了)

4.7 運用及び維持管理項目

実証対象対策に必要な運用及び維持管理項目は、表4-8に示すとおりとした。また、歩行時の身体の動揺の計測や歩行改善プログラムの所要時間については、実証機関が確認した。

表4-8 運用及び維持管理項目

測定項目	測定方法	測定周期	管理
THE WALKINGによる歩行時の身体の動揺の計測の利用の容易さ、煩雑さ	被験者にヒアリング調査	関係者 各1回	実証機関の管理下で行った。
歩行改善プログラムの容易さ、煩雑さ			

4.8 実証に伴う倫理審査等

実証対象対策は、ヘルシンキ宣言に則り、公益財団法人大原記念労働科学研究所「調査研究に関する倫理委員会」の審査・承認を得た後に実証を行った。試験内容については、事前に十分な説明を行い、被験者の自由意思による同意を得たうえで試験を開始した。また、疲労や危険な徴候がみられたときにはいつでも測定及び試験を中止できることとした。

さらに、取得したデータは個人名を切り離して取扱い、匿名性を確保した。

5. 試験結果及び考察

5.1 監視項目

5.1.1 被験者の年齢構成と性別

試験に参加した被験者の年齢構成と性別を表5-1に示す。歩行改善プログラム実施前の1回目は計92名、実施29日後の2回目は計81名、実施58日後の3回目は計85名であった。なお、試験に参加しなかった被験者は、体調不良、業務対応中であった。年齢構成と性別は各回ともに55歳以上が約6割、女性が約2割を占めていた。また、3回すべての計測に参加した被験者は計77名であった。したがって、3回分の計測結果を比較する場合には、77名の被験者の計測結果を用い、実施前後の計測結果を比較する場合には、85名の被験者の計測結果を用いた。

表5-1 試験に参加した被験者の年齢構成と性別

歩行改善プログラム実施前（1回目） 2020年11月24日				
年齢構成	人数（人）	割合（%）	男性（人）	女性（人）
65歳以上	2	2	2	0
60～64歳	8	9	8	0
55～59歳	44	48	35	9
50～54歳	38	41	29	9
合計	92	—	74	18
歩行改善プログラム実施29日後（2回目） 2020年12月23日				
年齢構成	人数（人）	割合（%）	男性（人）	女性（人）
65歳以上	2	2	2	0
60～64歳	8	10	8	0
55～59歳	36	44	28	8
50～54歳	35	43	27	8
合計	81	—	65	16
歩行改善プログラム実施58日後（3回目） 2021年1月21日				
年齢構成	人数（人）	割合（%）	男性（人）	女性（人）
65歳以上	2	2	2	0
60～64歳	7	8	7	0
55～59歳	42	49	33	9
50～54歳	34	40	25	9
合計	85	—	67	18

5.1.2 被験者のBMI値と立ち上がりテスト結果

実証対象対策は、個人の体格、体力の影響を受けるため、歩行改善プログラム実施前の肥満度、下肢筋力について事前に確認した。

試験に参加した被験者のBMI値と立ち上がりテスト結果を、図5-1、図5-2に示す。日本肥満学会の判定基準より、被験者の70%は普通体重（18.5（赤線）～25（青線）未満）であった。また、被験者の86%は立ち上がりテストで片足立ち40cmをクリアしており、下肢筋力の衰えは低いと考えられる。

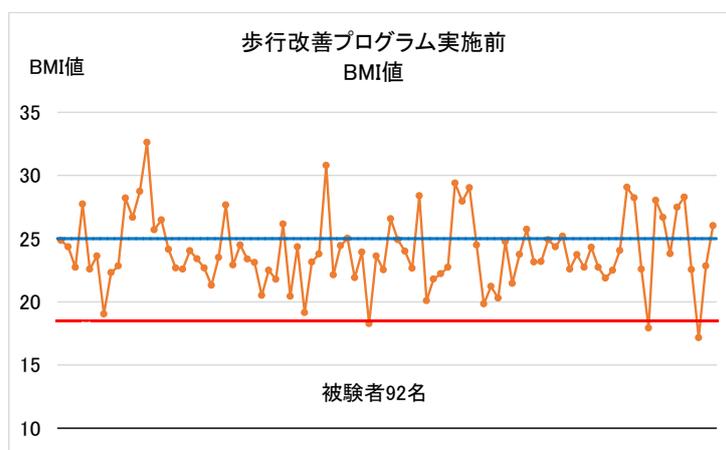


図5-1 被験者のBMI値の分布

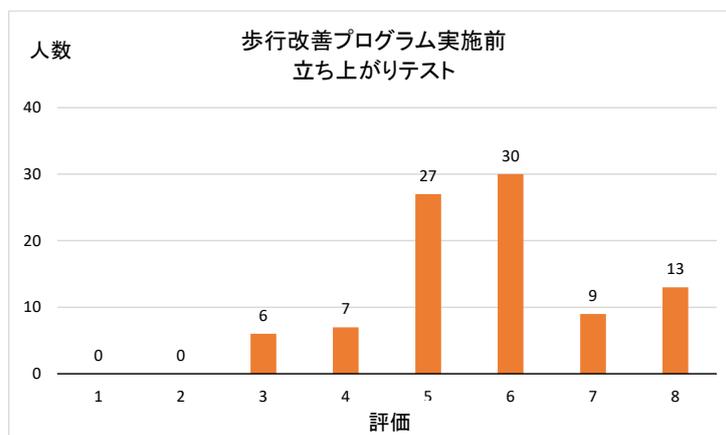


図5-2 立ち上がりテスト結果（評価の点数は29頁図4-12を参照）

5.1.3 被験者の労働環境

試験に参加した被験者の作業内容については、表4-1 試験実施場所の情報に示した。作業場所によっては、階段、段差、暗いなどの状況も調査結果より確認された。

5.1.4 個別運動の対象者数

歩行時の身体の動揺の計測結果から指定された個別運動の対象者数を表5-2に示す。個別運動Aについては、全員が対象となる。「Aのみ」と「AとC」の組み合わせの対象者が各計測日において30~40%であった。個別運動Aと個別運動Cは、お腹周りの腹筋を使って姿勢をコントロールし、上体のふらつきを減らす運動である。個別運動の概要については表5-3に示す。

表5-2 THE WALKINGによる歩行動揺計測により指定された個別運動の対象者数

測定日	2020年11月24日		2020年12月23日		2021年1月21日	
該当する個別運動	実施前		実施29日後		実施58日後	
	対象者数	割合(%)	対象者数	割合(%)	対象者数	割合(%)
Aのみ	30	33	27	33	38	45
AとB	9	10	12	15	6	7
AとC	38	41	26	32	31	36
AとD	9	10	9	11	4	5
AとE	6	7	7	9	6	7
計	92	—	81	—	85	—

表5-3 個別運動の概要

個別運動	内容	目的
A	手のひらを前に向けて腕ふりしながら軽く足踏みをする。腕と連動して太ももも外向きに捻じれる(外旋する)ので、足首の内折れ(回内)を防ぎ、スムーズな体重移動に繋がる(1日1分程度実施)。	歩行時に肩ではなく、お腹周りの筋肉を積極的に使って姿勢をコントロールできるようにする。
B	片足立ちの状態から、上げている足と一緒に上半身の向きを90度回旋(軸足の太ももは股関節に対して外旋)する。3秒程度姿勢を保った後に元の姿勢に戻る。歩行計測の結果から、左右で支持性の低い側の足を軸足にする(1日3回程度実施)。	片足で体を支持する際の安定性を向上させる。
C	椅子に腰かけ、両足を肩幅に広げて床につけ、手のひらを上向きにしておへその前で両手を重ねる。上体を可能な範囲で大きく左右にひねる(1日10往復程度実施)。	お腹まわりの筋肉(腹横筋、腹斜筋)に刺激を入れることで、歩行時の腹圧を高め、上体のふらつきを減らす。
D	両足を肩幅に開いて椅子に腰かけ、骨盤を起こしながら斜め前方に両手を伸ばし、綱引きのイメージで両手をおへその前まで引き付けながら骨盤を寝かせる。歩行計測の結果から、左右で支持性の弱い側の斜め前方に両手を伸ばしてから手前に引き付ける(1日10回程度実施)。	お腹周りの筋肉のうち、左右で弱い側に選択的に刺激を入れることで、歩行時の動き(支持性)の左右差と上体のふらつきを減らすことが狙い。
E	仰向けで横になり、両ひざを胸元に引き付ける様にして腰を丸める(下部体幹を屈曲する)。骨盤が床から離れた状態を保ちつつ、両膝を足先側、頭側に小さく往復させる(股関節の伸展・屈曲を繰り返す)(1日10回(10往復)程度実施)。	下部体幹に刺激を入れ、腰背部の緊張を除き、骨盤の前傾・後傾の切り替えをスムーズにすることが狙い。

5.1.5 個別運動の実施状況

指定された個別運動及び共通体操の実施状況について、被験者に配布・回収した歩行改善日誌（図4-15）より集計した結果を表5-4、表5-5に示す。個別運動及び共通体操や日誌の取組みは、約2ヶ月実施し、表では前半1ヶ月と後半1ヶ月に分けて表に示した。

表中の運動実施率の実施者数については、該当する個別運動のB、C、D、Eの実施者数を示す。なお、参考項目である身体機能計測との関係を考察するために、対象者は身体機能計測を行った歩行改善プログラム実施前と実施58日後の計測に参加した85名とした。また、表5-5の対象者数は、実施前と実施29日後の計測結果から指定された個別運動が含まれるため、個別運動Bと個別運動Eは表5-2の実施29日後の対象者数より増えている。

表5-4 個別運動の対象者数と運動実施率（前半1ヶ月）

該当する 個別運動	対象者数	割合(%) ^{*1}	運動実施率（日/週）			
			3日以上		3日未満	
			実施者数	割合(%) ^{*2}	実施者数	割合(%) ^{*2}
A	85(全員対象)		67	79	11	13
B	9	11	6	67	3	33
C	35	41	23	66	13	37
D	9	11	6	67	3	33
E	6	7	4	67	8	133
共通体操	85(全員対象)		66	78	12	14

*1 被験者85名に対する対象者の割合、*2 対象者に対する実施者の割合

※個別運動B, C, D, Eの対象者は、個別運動Aも対象となる。

表5-5 個別運動の対象者数と運動実施率（後半1ヶ月）

該当する 個別運動	対象者数	割合(%) ^{*1}	運動実施率（日/週）			
			3日以上		3日未満	
			実施者数	割合(%) ^{*2}	実施者数	割合(%) ^{*2}
A	85(全員対象)		64	75	5	6
B	13	15	7	54	5	38
C	25	29	17	68	11	44
D	8	9	4	50	4	50
E	8	9	6	75	1	13
共通体操	85(全員対象)		66	78	10	12

*1 被験者85名に対する対象者の割合、*2 対象者に対する実施者の割合

※個別運動B, C, D, Eの対象者は、個別運動Aも対象となる。

個別運動及び共通体操の実施状況については、運動実施率週3日以上が共通体操及び個別運動Aで75～79%、その他の個別運動で50～75%であった。なお、「AとC」と「AとE」に関しては指定されていない個別運動の実施が確認された。

また、アンケートによる個別運動及び共通体操の取組み意識については、表5-6に示すとおりであった。回答者の40～50%は自分のために取組んでいることが確認された。

表5-6 試験期間中の個別運動及び共通体操の取組み意識

取組み意識①	前半1ヶ月	後半1ヶ月
	回答者 80 名	回答者 69 名
取組めた	35 %	19 %
まあまあ取組めた	45 %	59 %
あまり取組めなかった	16 %	17 %
取組めなかった	4 %	4 %

取組み意識②	前半1ヶ月	後半1ヶ月
	回答者 77 名	回答者 63 名
自分のためだから	44 %	51 %
会社の指示だから	30 %	30 %
その他	26 %	19 %

※ 前半1ヶ月：2020年11月24日～2020年12月22日

※ 後半1ヶ月：2020年12月23日～2021年1月21日

5.2 実証項目・参考項目

5.2.1 歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認の結果及び考察

(1) 歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の推移

歩行改善プログラムの実施と歩行時の身体の動揺の計測結果の推移を比べ効果を確認した。図5-3に結果の推移を、表5-7に計測項目と歩行時の身体の動揺の解説を示す。

なお、3回の歩行計測に参加した被験者77名の結果について、フリードマン検定を実施した結果を図中に表記した。

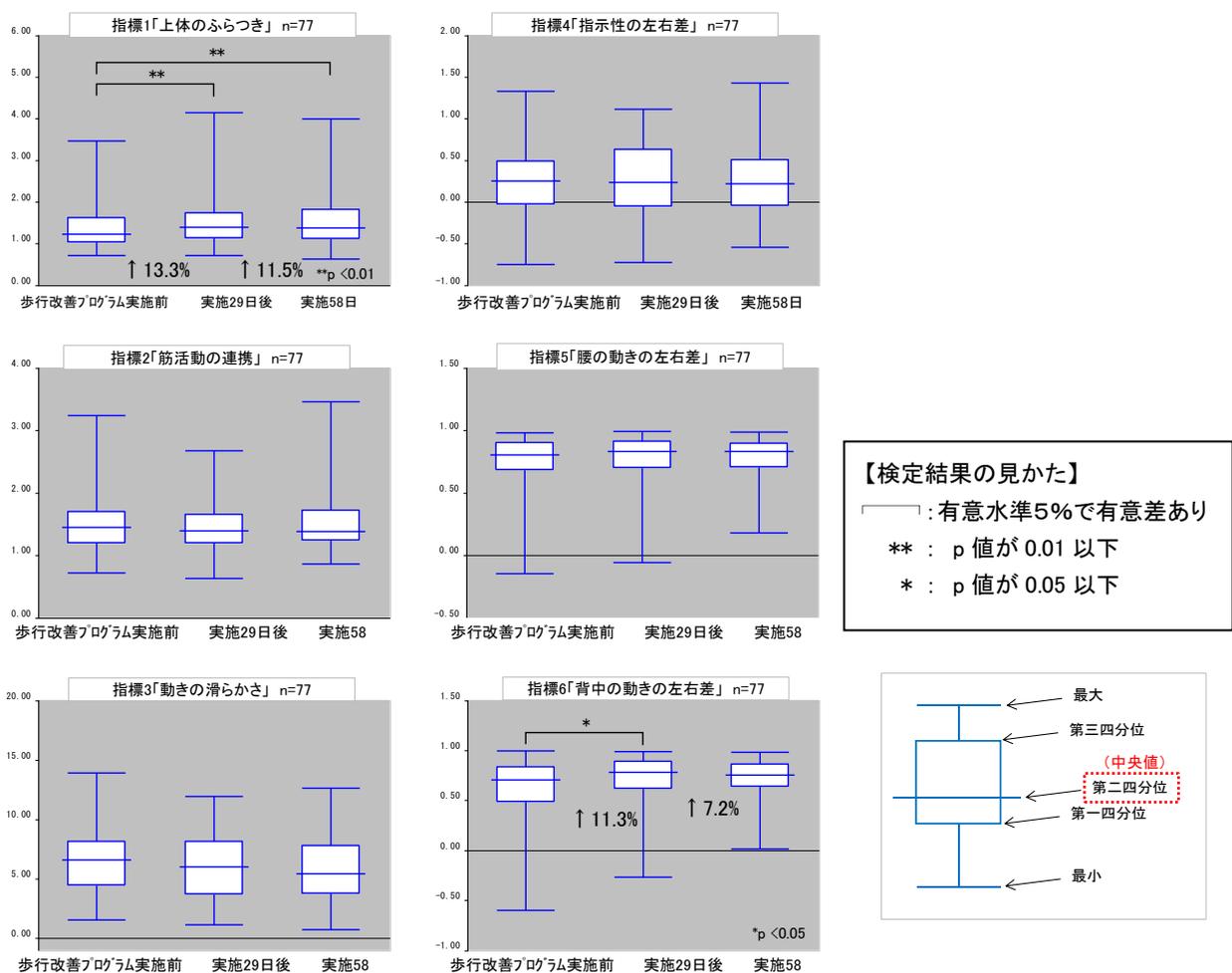


図5-3 歩行改善プログラム実施前後の歩行特徴の推移

有意差の見られた項目である歩行時の身体の動揺である「上体のふらつき」と「背中の動きの左右差」について述べる。「上体のふらつき」は小さいほど歩行が安定するため、計測結果である「背中に対する腰の左右の動きの比」が大きくなるのが改善効果

を示し、「背中の動きの左右差」は上体の左右の揺れが対称であるほど歩行が安定するため、計測結果である「背中の動きの左右対称性」が大きくなることが改善効果を示す。

「上体のふらつき」では、改善プログラム実施前と比べて実施29日後と実施58日後の中央値がそれぞれ13.3%と11.5%上昇し改善効果が見られた。また、「背中の動きの左右差」では、改善プログラム実施前と比べて実施29日後と実施58日後の中央値がそれぞれ11.3%と7.2%上がり改善効果が見られた。これは、歩行改善プログラムには、姿勢をコントロールする個別運動Aと上体のふらつきを改善する個別運動Cがあり、それぞれ、全員対象と29~41%であり、他の個別運動に比べて比率が高い。このことから、歩行改善プログラムにより前述にある歩行時の身体の動揺の効果に関係すると考えられた。また、運動実施率においても、週3日以上を個別運動Aが75~79%、個別運動Cが66~68%と半数以上の被験者が実施していることから効果も上げた可能性が考えられた（対象者数と運動実施率については、表5-4、表5-5を参照）。

表5-7 計測項目と歩行時の身体の動揺に関する指標

No.	歩行時の身体の動揺に関する指標		解説	改善効果※
		計測項目		
1	上体のふらつき	左右動揺比	背中に対する腰の左右の動きの比	高くなる
2	筋活動の連携	前後動揺比	背中に対する腰の前後の動きの比	高くなる
3	動きの滑らかさ	円滑度	腰の動きの滑らかさ(曲率半径)	高くなる
4	支持性の左右差	水平度	右足接地時と左足接地時における腰の高さの差の大きさ	ゼロに近づく
5	腰の動きの左右差	左右対称性(A)	腰の動きの左右対称性	高くなる
6	背中の動きの左右差	左右対称性(B)	背中の動きの左右対称性	高くなる

※ 改善効果があると判断される数値の傾向を示した。例として、指標1では背中に対する腰の左右の動きの比が高くなるほど歩行が安定していることになる。

(2) 歩行改善プログラムによる身体機能計測の推移

歩行改善プログラムによって、身体機能がどのように推移したか検証し、歩行改善プログラムによる効果を確認した。歩行改善プログラム実施前と実施58日後の計測結果の身体機能計測を図5-6に示す。

なお、2回の歩行計測に参加した被験者85名の結果について、ウィルコクソンの符号付順位検定を実施した結果を図中に表記した。

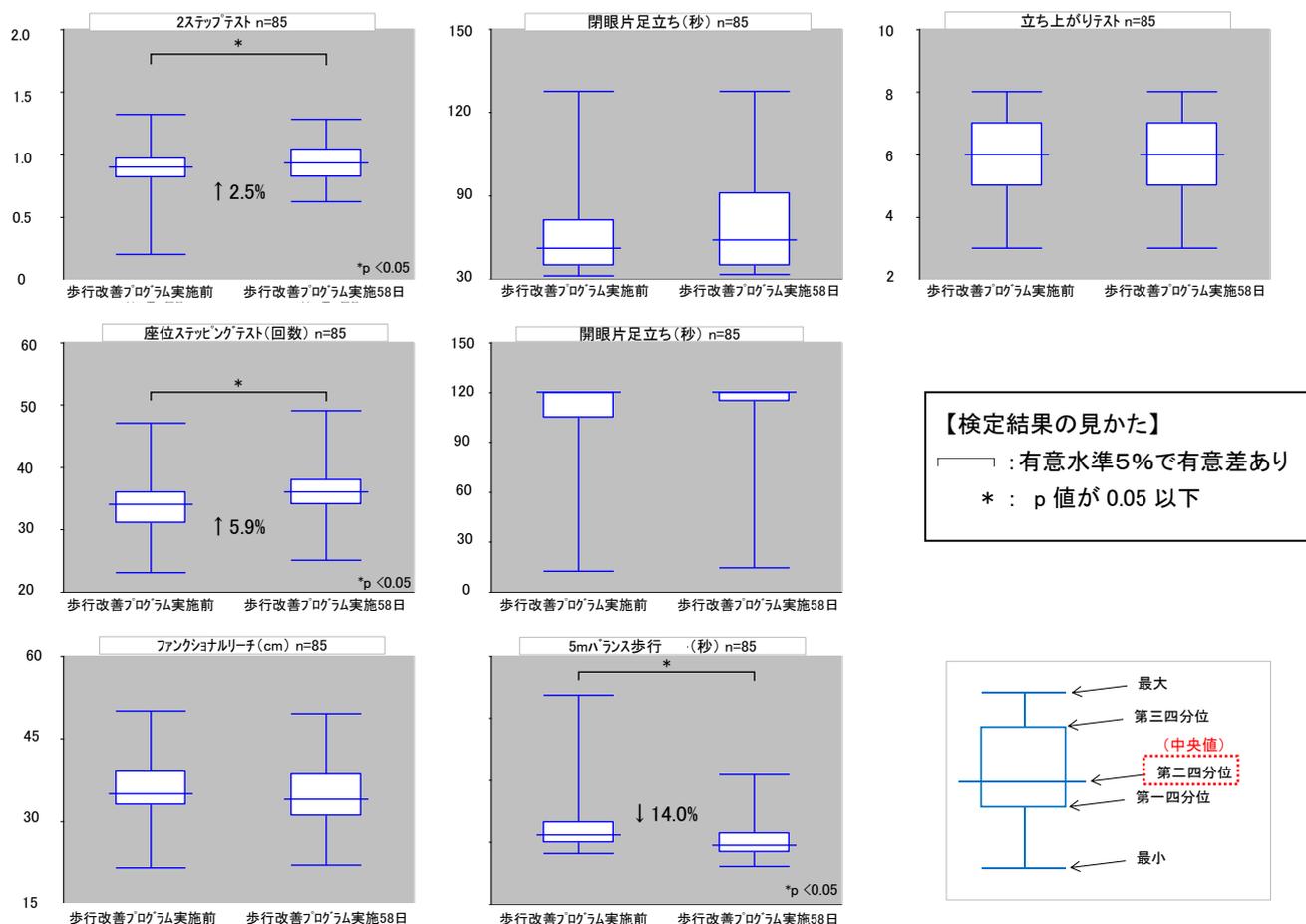


図5-4 歩行改善プログラム実施前後の身体機能計測結果の推移

有意差の見られた2ステップテスト、座位ステッピングテスト、5mバランス歩行については、歩行改善プログラム実施前と比べて実施58日後の中央値がそれぞれ2.5%上昇、5.9%上昇、14.0%減少し、身体機能の向上効果が見られた。2ステップテスト、座位ステッピングテスト、5mバランス歩行は、それぞれ歩行能力・筋力、敏捷性、動的バランスの身体能力の指標であり、お腹周りの腹筋を使って姿勢をコントロールし、上体のふらつきを減らす個別運動Aと個別運動Cによる効果の可能性が考えられた。

(3) 個別運動による身体機能計測の変化

歩行改善プログラム実施前後で身体機能の向上効果の見られた、2ステップテスト、座位ステップングテスト、5m バランス歩行における初回計測と59日後に計測した値の差を導いたもの(グラフの横軸)と個別運動の実施回数(縦軸)の関係を図5-5～図5-7として3つの身体機能計測の変化を示した。それぞれの個別運動の実施率週3日以上を赤丸で、週3日未満を青丸で示した。

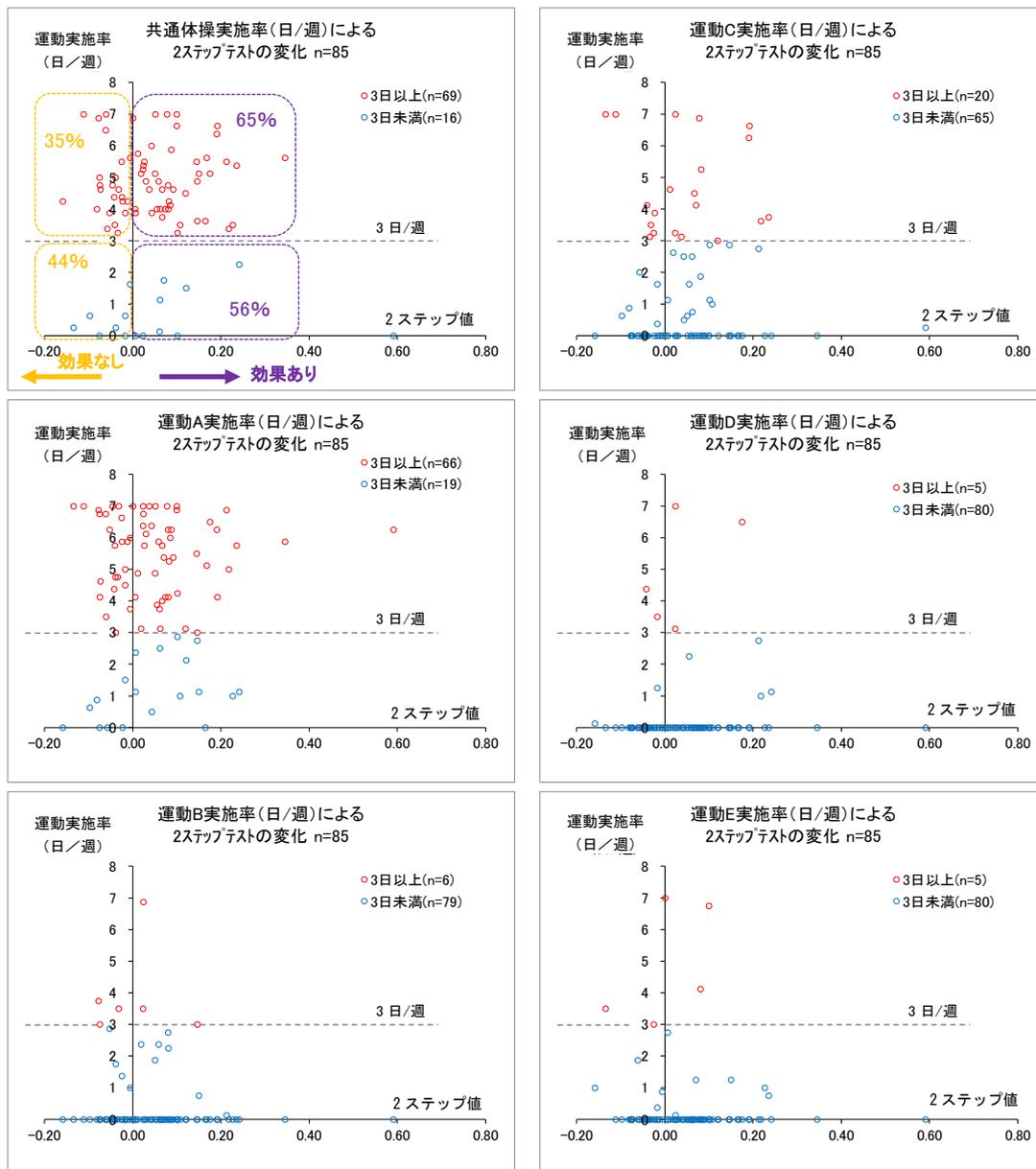


図5-5 歩行改善プログラム実施による2ステップテストの計測値の変化

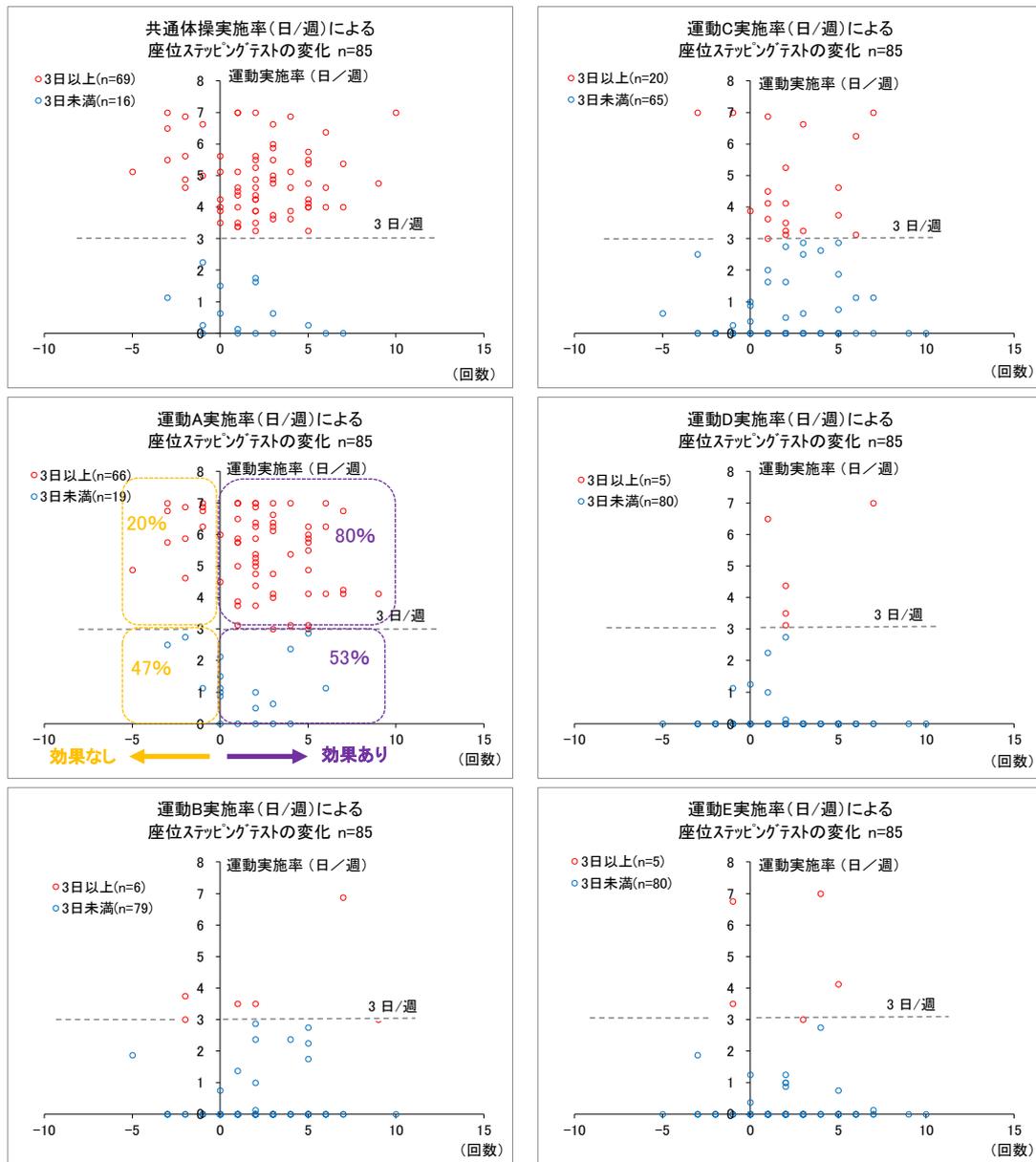


図5-6 歩行改善プログラム実施による座位ステップングの計測値の変化

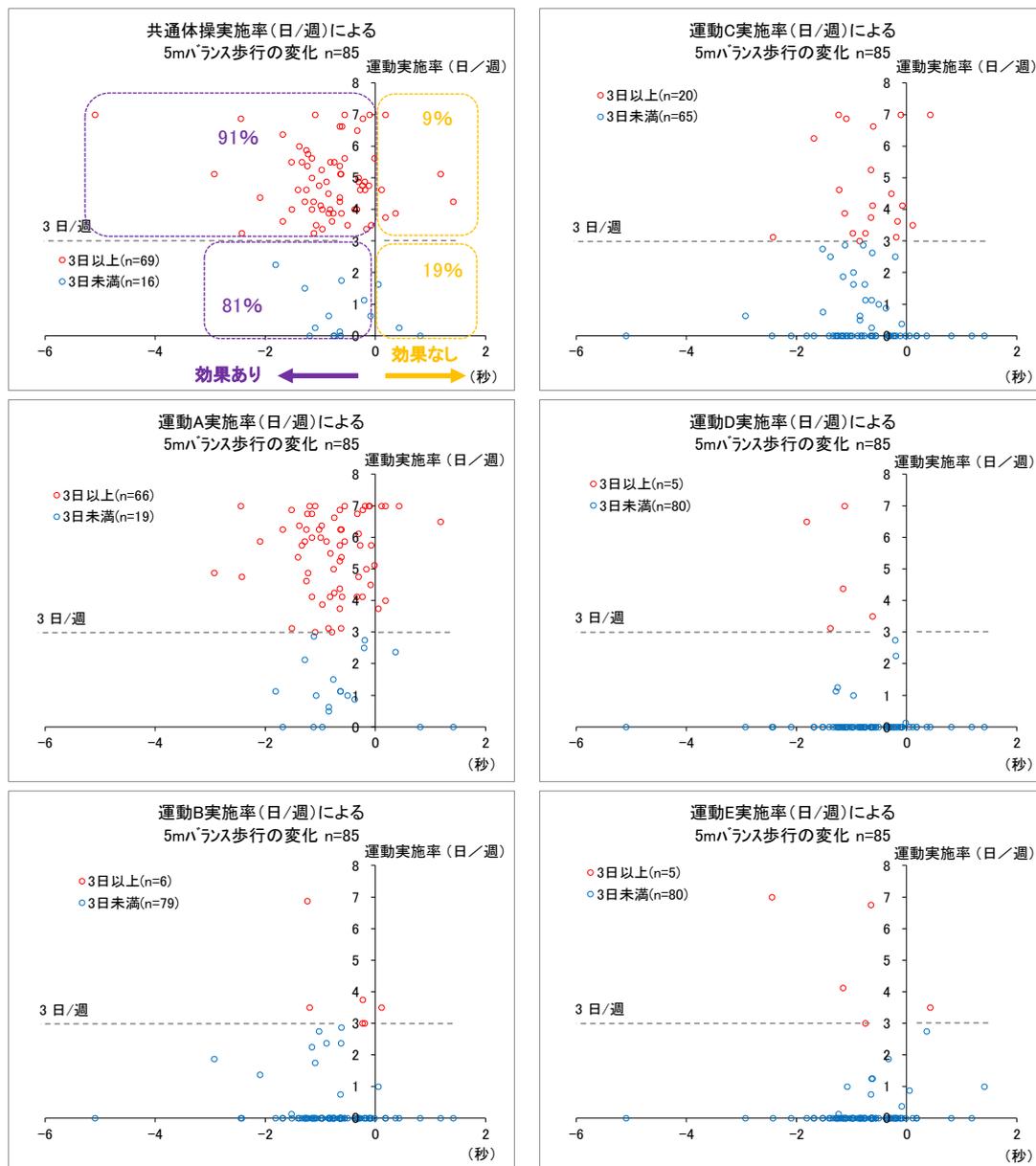


図5-7 歩行改善プログラム実施による5mバランス歩行の計測値の変化

2ステップテストでは、共通体操において実施率週3日以上は効果を示すプラス側への変化が65%、実施率週3日未満は56%であった。また、5mバランス歩行では、共通体操において実施率週3日以上は効果を示すマイナス側への変化が91%、実施率週3日未満は81%であった。一方、座位ステッピングテストでは、個別運動Aにおいて実施率週3日以上で効果を示すプラス側への変化が80%、実施率週3日未満が53%であった。これらは運動実施率の違いによる差があるものの実施による効果が見られた。

(4) 試験期間中の転倒発生状況

被験者に配布・回収した転倒日誌(図4-14)より集計した試験期間中の転倒又は転倒しそうになった人数の結果を表5-8に示す。

表5-8 試験期間中の転倒日誌の結果

日誌の期間\転倒の状況	期間中に転倒した被験者数	期間中に転倒または転倒しそうになった述べ被験者数※
前半1ヶ月 2020年11月24日~2020年12月22日	4	18
後半1ヶ月 2020年12月23日~2021年1月21日	1	13

※転倒した被験者数を含む。

試験期間中の前半1ヶ月に計18名が、後半約1ヶ月では計13名が転倒又は転倒しそうになったとなり、減少が見られた。

5.2.2 THE WALKING による転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認の結果及び考察

THE WALKING により歩行時の身体の動揺を計測・解析した結果は、AI により転倒リスクの予測として数値化する。この数値（0～100）の値が高いほど転倒の可能性が高いと予測される。

本項では、被験者を対象に THE WALKING による歩行動揺計測で予測した後、歩行改善プログラムを実施し、約1ヶ月毎の結果の推移をみることで、転倒リスクの予測の推移について調査した。

転倒リスクの予測値は、4段階に分けられる。調査した結果を表5-9に示す。歩行改善プログラム実施前と比べると、歩行改善プログラム実施58日後には「安心」と予測された被験者の割合が82%から74%に減少し、「やや安心」が10%から15%、「やや不安」が5%から9%に増加し、「不安」は3%から1%に減少した。

歩行改善プログラムによる転倒リスクの予測値の変化として3回の歩行動揺計測に参加した被験者77名の結果の推移を図5-8に示す。

転倒リスクの予測値の結果（表5-9）では、「やや不安」や「不安」と判断された50ポイントを超える被験者数が少なかった。立ち上がりテストの結果（図5-2）から、被験者の多くは、下肢筋力の衰えが低いと考えられたため、約2ヶ月間の歩行改善プログラムでは効果が表れにくかったと推測された。また、被験者の中には試験実施場所（体育館）まで、約5分程度屋外を徒歩で移動しており、気温（千曲市の朝8時の気温：4℃（11月24日）、-3℃（12月23日）、-5℃（1月21日）が歩行時の身体の動揺に影響を与えた可能性も考えられた。

表5-9 THE WALKING による転倒リスクの予測値の割合

予測値 (点数)	転倒 リスク	2020年 11月24日		2020年 12月23日		2021年 1月21日	
		実施前		実施29日後		実施58日後	
		対象者 数	割合(%)	対象者 数	割合(%)	対象者 数	割合(%)
0～25	安心	75	82	56	69	63	74
26～50	やや安心	9	10	17	21	13	15
51～75	やや不安	5	5	4	5	8	9
76～100	不安	3	3	4	5	1	1
計	—	92	—	81	—	85	—

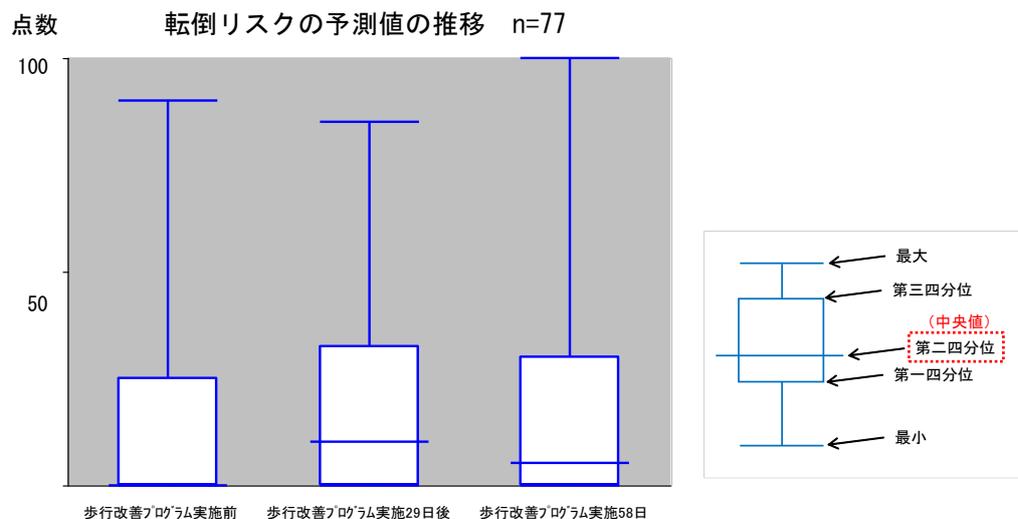


図5-8 歩行改善プログラム実施前後における転倒リスクの予測値結果の推移
(40頁5.2.1項(1)図5-3と同じ被験者77名)

5.3 試験結果のまとめ

(1)歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認について

40頁5.2.1項(1)図5-3より、歩行改善プログラムによる転倒の軽減が、歩行時の身体の動揺とどのような関係があったか表5-10にまとめた。また、42頁5.2.2項(2)図5-4から、歩行改善プログラムと身体機能測定の結果との関係を表5-11にまとめた。

歩行時の身体の動揺のうち、「上体のふらつき」、「背中の動きの左右差」は、統計的な有意差があり、歩行時の身体の動揺が改善されていることが確認された。

歩行時の身体の動揺の改善に伴う転倒予防効果として、身体機能のうち、「2ステップテスト」、「座位ステッピングテスト」、「5mバランス歩行」に有意差があり、身体機能が向上していることが確認された。このことは、共通体操や個別体操においても、43～45頁5.2.2項(3)図5-5～5-7で確認でき、歩行改善プログラムとの関連を示している。

表5-10 歩行改善プログラムと歩行時の身体の動揺の関係

計測項目		実施前後の効果	
		実施29日後	実施58日後
歩 行 時 の 身 体 の 動 揺	指標1「上体のふらつき」	○	○
	指標2「筋活動の連携」	×	×
	指標3「動きの滑らかさ」	×	×
	指標4「支持性の左右差」	×	×
	指標5「腰の動きの左右差」	×	×
	指標6「背中の動きの左右差」	○	×

○は、統計的検定により有意差があり、改善効果が認められるといえるもの
×は、統計的検定により有意差がなく、改善効果があるといえないもの

表5-11 歩行改善プログラムによる身体機能の向上効果

計測項目	実施前後の効果
	実施58日後
2ステップテスト	○
座位ステッピングテスト	○
ファンクショナルリーチ	×
閉眼片足立ち	×
開眼片足立ち	×
5mバランス歩行	○

○は、統計的検定により有意差があり、改善効果が認められるといえるもの
×は、統計的検定により有意差がなく、改善効果があるといえないもの

（２）THE WALKINGによる転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認について

THE WALKINGにより点数化した転倒リスクの予測について、歩行改善プログラムの実施前後で結果を比較したが、転倒軽減効果の確認は見られなかった（48頁5.2.2項 図5-8）。

5.4 運用及び維持管理項目

運用及び維持管理項目の結果を表5-12に示す。

歩行改善プログラムの取組みは、個人が個別に長期間にわたり継続することは難しいため、事業場において、部署ごとに計画的に取組むことにより継続的に実証対象対策が運用され、事業所における安全対策に有用であると考えられる。

表5-12 運用及び維持管理項目の結果

項目	内容
THE WALKINGによる歩行動揺計測の容易さ、煩雑さ	<ul style="list-style-type: none"> ・所要時間は、測定の準備約10分、歩行時の身体の動揺の計測約2分（転倒の可能性の予測の点数化（「転倒リスクの予測」）を含む）である。 ・計測は、実証申請者が行う形式であるが、直線を確認できる場所があれば、容易に計測できる。 ・計測は、小型無線センサを付けて歩行するだけである。 ・定期的に歩行計測を行うことにより転倒予防への取組み意識が上がる。
歩行改善プログラムの容易さ、煩雑さ	<ul style="list-style-type: none"> ・所要時間は、共通体操約3分、個別運動約1分（5種それぞれの所要時間）である。 ・会社で取組む場合は、会社の指示に基づいた方が、継続的に取り組みやすい。 ・個別に配布された体操のDVDが読み取れない機種があるため、確認が必要となる。 ・定期的に体操指導を受けることが望まれ、これにより共通体操や個別運動をしっかりと実施できる。 ・ラジオ体操の代わりに容易に実施できた。

5.5 所見（実証結果のまとめ）

総括として、実証結果と、実証結果から見た実証対象対策の特徴や導入効果について、以下のとおりまとめた。また、図5-9のとおり、図式化した。

（1）歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認

歩行改善プログラムの実施によって、転倒の要因である歩行時の身体の動揺のうち、「上体のふらつき」と「背中の動きの左右差」について、歩行改善プログラムによる改善効果が確認された（図5-3）。特に「上体のふらつき」については既存データでも歩行改善プログラムによる改善効果が確認されており、改善効果の可能性が示された。

身体機能計測の結果から、歩行時の身体の動揺の改善に伴って歩行能力と筋力、敏捷性、動的バランスの指標でもある、2ステップテスト、座位ステップングテスト、5m バランス歩行について、向上効果が確認された（図5-4）。また、共通体操及び個別運動Aは、取り組むことでそれら3つの指標において効果が表れており、さらに週3日以上といった取り組む日数を多くすることで効果が増す可能性が示唆された（図5-5～図5-7）。

実証対象対策は、歩行改善プログラムを継続的に取り組むことにより、約60日ほどであっても効果が表れている項目もあり、特に取り組む頻度を上げることや歩行改善プログラムの実施期間を長くすることにより、さらなる歩行時の身体の動揺の改善とそれに伴う身体機能の向上による転倒予防効果が期待できる。また、共通体操と個別運動をまとめることでプログラムを少なくし、時間を短くすることにより実証対象対策を企業が導入しやすくなると考えられる。

（2）THE WALKING による転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認

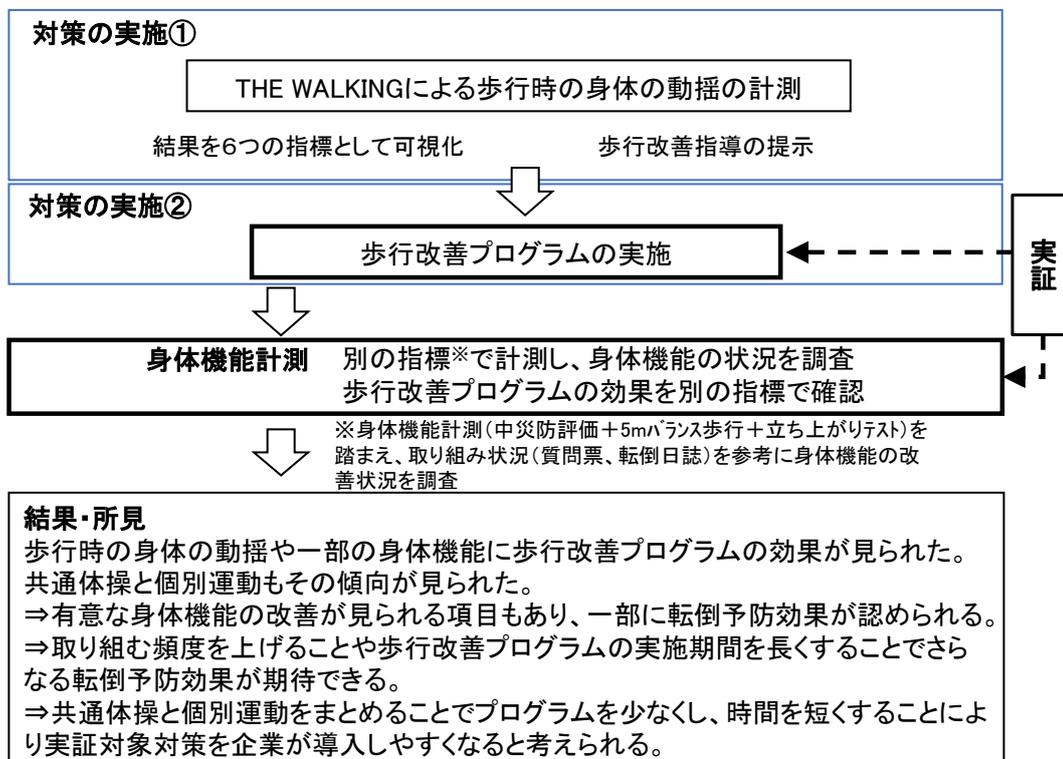
THE WALKING による転倒リスクの予測について、2ヵ月間に及んだ歩行改善プログラムの実施前後の比較では、数値化された予測値による転倒軽減効果の確認は見られなかった。

この原因としては、試験時の環境条件が THE WALKING による転倒リスクの予測に悪影響を及ぼしたことが考えられる。この環境条件には、試験実施時期が冬季で室温が低いいため準備体操はしたものの筋肉が硬直していたことや、防寒着などの着衣により身体の動揺が計測機器に伝達する際に誤差が生じたことなどがあげられる。このため、THE WALKING による転倒リスクの予測値が、歩行改善プログラムによる転倒の軽減効果を確認することに至らなかったと推察される。

しかし、実証対象対策は、歩行時の身体の動揺を定期的に測定することにより、転倒防止意識を向上させつつ、歩行時の身体の動揺の改善により転倒の予防につなげる可能性があり、今後の活用が期待される。

○実証結果のまとめ

(1) 歩行改善プログラムによる歩行時の身体の動揺の改善と転倒予防効果の確認



(2) THE WALKING による転倒リスクの予測を用いた歩行改善プログラムによる転倒軽減効果の確認

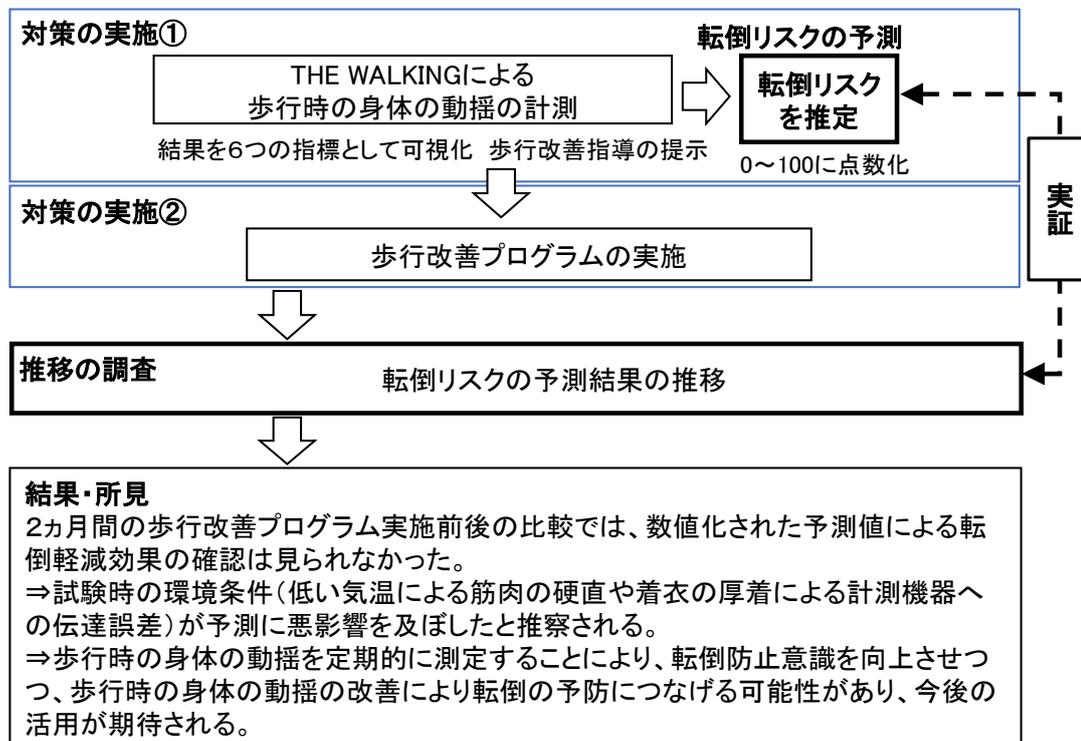


図5-9 実証結果のまとめ

(参考情報)

注意：このページに示された情報は、高齢労働者安全衛生対策の実証申請者が自らの責任において申請した内容及びその情報を引用したものであり、実証の対象外となっています。

6.1 高齢労働者安全衛生対策（技術）データ

項目		実証申請者 記入欄			
対策の名称		歩行ケア 歩行姿勢計測に基づく歩行改善・転倒予防指導			
製造(販売)企業名		マイクロストーン株式会社			
連絡先	住所	長野県佐久市新子田 1934			
	担当(部署)	営業部			
	TEL/FAX	TEL 0267-66-0388 / FAX 0267-66-0355			
	Web アドレス	http://www.microstone.co.jp			
	E-mail	info@microstone.co.jp			
導入対象		企業、医療機関、自治体、学校			
計測機器名/型式		体幹2点歩行動揺計 THE WALKING®/MVP-WS2-S			
付帯設備		なし			
コスト概算(円) ※従業員数1000人までの企業を想定	費目		単価	数量	計
	イニシャルコスト				1,130,000円
	計測機器		900,000円	1式	900,000円
	計測用PC		150,000円	1式	150,000円
	導入教育費		80,000円	1式	80,000円
	ランニングコスト(月間)				145,000円
	メンテナンス費用		65,000円	1回/年	65,000円
	指導者育成費		40,000円	2回/年	80,000円
	メンテナンス		年1回の小型無線センサのメンテナンス(校正、バッテリー交換)を推奨		

6.2 その他メーカーからの情報

- ・ THE WALKING®は2分で簡単に歩行時の身体の動揺を計測し、歩行時の身体の動揺を改善できる歩行健診システムです。
- ・ THE WALKING®の計測結果に基づき個人に最適化される「歩行改善プログラム」に取り組むことで、身体の使い方が整い、歩き方が転びにくい方の特徴に近づくことが分かっています。転びやすい方は、転びにくい方と比べて統計的に歩き方に差があります。
- ・ 体操・個別運動指導の専門家がいなくても、THE WALKING®を用いることで、一人ひとりに寄り添った、充実した転倒予防の取り組みを行っていただけます。
- ・ THE WALKING®では、転倒リスクの予測を行うことも出来ます。自身の転びやすさや注意すべき転倒の種類(ふらつき、つまづき、すべり)を知ることは、転倒予防意識の向上、行動変容に繋がります。

○付録

1. 専門用語集

用語	定義
実証	高年齢労働者安全衛生対策の提案者（開発者や販売者も含む）でも利用者でもない第三者機関が、その効果等を実地における試験、試行等に基づき客観的なデータとして示すことをいう。一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。
実証機関	厚生労働省からの委託を受けて、実証要領案の策定・改訂、本実証事業の広報、対策の公募、選定、実証計画の策定、実証対象対策の実証（試験等の実施）、実証報告書の作成等を行う。
実証対象対策	本実証事業で選定された実証対象の高年齢労働者の安全衛生対策を指す。
実証申請者	高年齢労働者の安全衛生対策の提案者、開発者、製造業者、販売者等及びその代理人であり、高年齢労働者の安全衛生対策を実証機関に対し申請する者である。
試験実施場所	実証対象対策が導入された、試験を実施する事業場や試験所等を指す。
実証項目	実証対象対策を市場に提供する際に示す性能や効果の指標であり、本実証事業で「実証」として測る試験の項目を指す。
参考項目	実証対象対策を実証する際に、実証項目の結果を裏付けるまたは参考とすべき試験の項目を指す。
監視項目	試験結果に影響を及ぼす監視すべき項目を指す。
運用及び維持管理項目	実証対象対策の運用・維持管理に影響を及ぼす項目を指す。

2. データの品質管理と監査

試験を実施及び監視する際のデータの品質管理は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従って実施した。また、実証が適切に実施されていることを確認するために、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従い、実証期間中に1回本実証から独立している部門による内部監査を実施した。

その結果、実証はマニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査の実施状況の概要を付表1-1に示す。

付表1-1 内部監査の実施概要

内部監査実施日	令和3年2月25日（木）
内部監査実施者	管理本部 総務課 ISO担当
被監査部署	実証に係る全部署
内部監査結果	品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。



●本事業に関する詳細な情報は、ウェブサイトでご覧いただけます。

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_11396.html

●本事業に関する照会先

厚生労働省 労働基準局 安全衛生部 安全課

〒100-8916 東京都千代田区霞が関 1-2-2

Tel : 03-3595-3225 (直通)