

令和 6 年度 教員地域貢献活動支援事業（学長裁量事業）

地域実践研究 成果報告書

本事業について次のとおり成果を報告します。また、当該事業の経費執行については、規程等を遵守し適正に使用しました。

1 研究課題名

地域高齢者向けの簡単で効果的な転倒予防システムの開発と街づくりにおけるその実装

2 研究代表者

氏名・所属・職位	西井 基継 医学部 救急医学 講師
----------	-------------------

3 連携相手先

組織名	特定非営利活動法人市民健康長寿ネット研究所
組織名	医療法人 豊樹会 西井クリニック
組織名	横浜市瀬谷区 NPO 法人 愛のささえ
組織名	株式会社 M T G

4 研究体制

氏名・所属・職位	叶谷由佳 横浜市立大学 老年看護学教室 教授
氏名・所属・職位	三浦武 横浜市立大学 老年看護学教室 助教
氏名・所属・職位	三澤 菜穂 横浜市立大学 救急医学教室 大学院生
氏名・所属・職位	酒井 和也 横浜市立大学 救急医学教室 大学院生

※連携相手先以外で、本事業に協力した・参画した機関等（該当がある場合記載）

組織名	
-----	--

5 この研究活動の概要

高齢化社会による介護需要の増大と介護従事者の不足は社会的課題である。介護起点となる転倒の予防は、この課題解決に繋がる。前年度事業では、日常歩行データを収集できる靴「スマートシューズ」を用いて足底情報と転倒歴との関連性が示された。本事業では、足底情報の転倒リスク予測効果を前向きに検証し、どのような歩行が転倒リスク増加或いは軽減になるのか？転倒予防に有効な運動は何か？を明らかにすることで安心安全な地域づくりを目指す。

6 この研究を実施する目的

本邦の高齢者人口は増加の一途を辿っており、介護需要が急速に高まっている。一方で、介護従事者は未だに不足しており、これは介護弱者、即ち不十分なケアや介護する家庭の負担を招来する。高齢者の転倒は介護状態に直結することから、転倒予防による介護需要軽減への取り組みは、介護不要な健康寿命の延伸を介して安心安全な地域生活を実現できる。

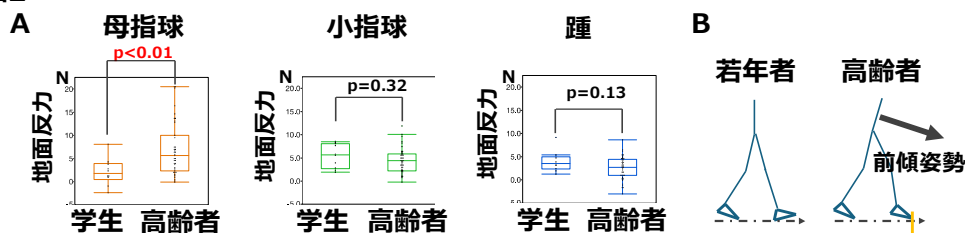
本事業では、転倒予防システムの基盤構築を目標とする。これまで、歩行機能の評価により転倒リスクを予測することで転倒を予防する試みが成されてきた。しかしながら、この評価は専用機器を用いて特殊な施設で行われるため、日常の歩行機能を必ずしも反映しない可能性がある。さらに、指標の一般化が困難であり、評価対象数が少数に限定されることが課題とされてきた。また、運動への動機付けや行動変容の課題も浮き彫りとなっている。これらの課題を解決できる手段として、我々は日常歩行データを簡便にいつでもどこでも収集解析できる靴「スマートシューズ」に着目した。スマートシューズは、母指球、小指球及び踵部に搭載された触覚センサーにより、日常歩行時の前後、左右及び垂直方向における足底情報を 0.02 秒毎に収集できる。さらに、専用サーバーを介して測定・解析データをスマートフォンへ転送でき、今後市販される見込みがあることから一般化された転倒予測ツールの開発に大きく貢献できる。また、運動の継続は、そのモチベーション維持が必要であり、また基礎疾患がある場合は困難である。従って、家庭にいながら簡単に短時間でできる運動プログラムの開発が必要である。現在、家庭用低周波筋肉電気刺激(EMS)機器が市販されており、この EMS は坐位のまま 23 分間機器に足を乗せるだけで下腿筋が、また大腿部に機器を巻き付けるだけで下肢のトレーニングが可能となる。効果としては、筋肉量の増加がすでに確認されている。本研究では、転倒の予測指標としての足底情報の有用性及び転倒予測・機序解析ツールとしてのスマートシューズの有用性を明らかとし、また EMS の足底情報への影響と転倒の予防効果を検討する。

前年度計画成果

前年度本支援事業では、後ろ向き前向き観察研究における横浜市立大学倫理委員会の承認を得て、近隣の鎌倉市内クリニック及び横浜市青葉区(図 1)における 65 歳以上の介護を要さない高齢者(105 人)を対象に、スマートシューズを用いて歩行速度及び足底情報を評価した。この際、若年者との比較により高齢者の歩行機能の特徴を捉えるために、横浜市立大学学生(49 人)を対象に、同様に歩行機能の評価した。この結果、高齢者では、若年者に比較し、歩行時に母指球の垂直方向への力が大きくなり(図 2A)、高齢者はより前傾姿勢で歩行していることが特徴づけられた(図 2B)。また、転倒歴と関連した足底情報の解析を行った。まず、スマートシューズの足底情報を可視化し、定量化することを試みた。その結果、転倒歴と関連した足底圧重心情報を得ることに成功した(出願予定であり記載なし)。したがって、自立した高齢者であっても、スマートシューズの足底情報を用いて転倒リスクを評価するのみならず転倒予防が可能となることが示された。

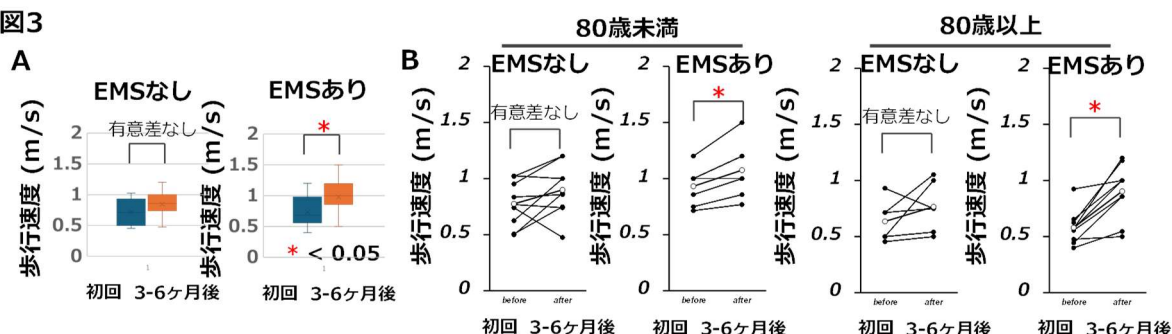


図2



また、EMS の効果解析を行った。自立高齢者を対象に、EMS を連日 3 から 6 か月間使用し(16 人)、前後で歩行速度及びスマートシューズ情報を測定した。EMS 未使用者(15 人)においても同様に歩行速度及びスマートシューズ情報を取得した。この結果、EMS 未使用群に比較して、使用群では歩行速度が有意に上昇した(図 3A)。また、年齢別に検討においても、80 歳未満のみならず 80 歳以上の高齢者でも歩行速度が上昇していた(図 3B)。

図3



以上より、**EMS は年齢関係なく歩行速度上昇効果を認め、サルコペニア対策の一助となり得ることが示された。**

今後解決すべき課題

上記前年度支援事業の成果から以下の課題が明らかとされた。①“足底情報が将来の転倒やそのパターンを予測できる指標となるのか？スマートシューズが転倒予測と機序解析ツールとなるのか？”②EMS の転倒予防効果は？さらに、③転倒リスクの高い歩き方とは具体的にどのような歩き方なのか？改善するための運動法は何か？”

今年度計画

上記課題の解決として、スマートシューズから得られた足底情報の転倒との関連性及び EMS の効果を、検証フィールドを周辺自治体(横浜市瀬谷区に加え戸塚区や川崎市:現在交渉中)へ拡大して、さらに前向きに検討解析することで**研究①転倒リスク及び転倒パターンの予測指標としての足底情報、また予測及び機序解析ツールとしてのスマートシューズの有用性を明らかとする。**加えて、**研究②転倒予防運動としての EMS の有効性を明らかとする。**さらに、**研究③足底情報に頭位及び体幹情報を組み合わせること**で、転倒リスクの高い歩き方を再現することを試みる。これが成功すれば、より具体的かつ患者個別的な転倒リスクを軽減するための歩行パターンの提案や標的とすべき筋肉部位の同定と運動介入法が開発できる。

横浜市立大学倫理委員会の承認を得て、近隣の鎌倉市内クリニック（n=94）、瀬谷区(n=16)や戸塚区(n=13)の通いの場に通う 65 歳以上の独歩可能な高齢者を対象に、スマートシューズを用いて、歩行速度及び足底情報と、EMS の効果を検討解析した。

この結果、EMS 使用群では非使用群と比較して、3 ヶ月で歩行速度が有意に上昇することがわかった。これは、鎌倉のクリニックと自治体の通いの場に通う高齢者で同様の結果が得られ(図 1)、EMS の効果として示すことができた。

図 1



また、前年度から引き続き観察を行っているクリニックでの高齢者では、非 EMS 群で歩行速度が低下していくのと比較し、3 ヶ月以降も EMS 群では日常方向速度を保持することが可能であり(図 2)、転倒リスク低減や転倒後の回復促進効果があることが示唆された。同時に握力(図 3)や筋肉量でも EMS 使用群では EMS 使用による上昇効果が見られたことから、サルコペニア予防にも寄与する結果となった。

図 2.

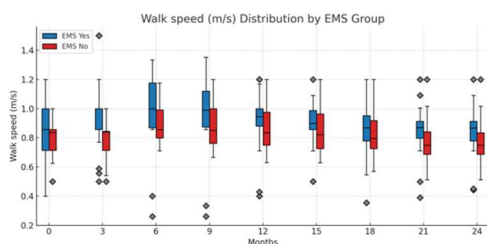
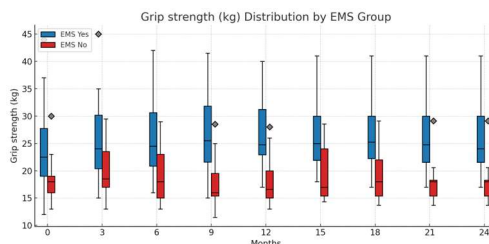


図 3



これらの歩行について、スマートシューズでの歩行データの解析も行った。

スマートシューズで定量化された値の EMS 使用と非使用群での変化の大きさには有意差はなかったが(図 4)、EMS 使用群では変化の方向に一貫性がある(図 5)ことがわかった。EMS の効果は変化の方向を制御することであり、これが歩行時のバランスの改善に関与し、転倒リスク軽減につながることが予想される。

図 4

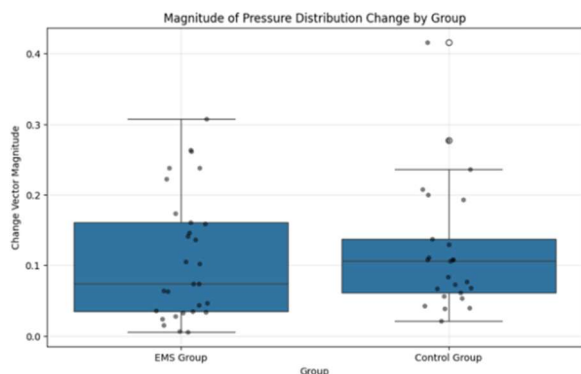
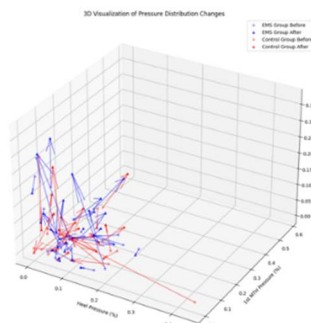


図 5



上記効果について、2025 年老年医学会での発表を予定している。

8 この研究により得られた効果と自己評価

- ・多施設展開の実現：前年度単施設で示した EMS の歩行機能改善効果を、鎌倉クリニックだけでなく瀬谷区・戸塚区の自治体通いの場でも再現することができた。
- ・スマートシューズの有用性確認：定量化データを用い、EMS 効果の可視化に成功した。
- ・重心パターン抽出の進展：高齢者特有の歩行重心パターンを抽出し、その有効性を実証
これにより、家庭用 EMS の臨床的・定量的効果を明確に示すことができた。

9 今後の課題と展開

- ・症例数と観察期間の拡充：現状では予定症例数に達しておらず、転倒発生例も少数のため、観察期間延長と症例集積を推進する。
- ・転倒との関連解明：十分なデータをもとに実際の転倒事例との相関を明示し、高リスク歩行パターンの再現性を検証する。
- ・次世代介入法の開発：得られた知見をもとに、より効果的な転倒リスク低減プログラムを構築する。
これらに取り組むことで、高齢者の安全な歩行維持を支援する新たな介入手法を提案していく。

10 本事業に関する研究発表、メディア掲載等（予定を含む）

※論文の場合は、論文名、著者名、掲載雑誌名等を記載してください。

学会報告 2025 年老年医学会総会

令和6年度 教員地域貢献活動支援事業（学長裁量事業）
収支報告書

課題名	地域高齢者向けの簡単で効果的な転倒予防システムの開発と街づくりにおけるその実装
事業区分	—
研究代表者	医学部 救急医学 講師 西井 基継
連携相手先	医療法人 豊樹会 西井クリニック
実施期間	2024/04/01～2025/03/31

収入

項目	財源	予算額	決算額	差額
助成金	運営交付金	500,000		500,000
合計		500,000	0	500,000

支出

項目	支出額	使途
消耗品・備品費	0	
業務委託費	127,875	EDC開発キット開発費、利用料
報償謝金費	347,487	学生等アルバイト謝金
人件費	0	
旅費	0	
印刷製本費	0	
その他	0	
合計	475,362	

支出残高	24,638
------	--------