

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04018

研究課題名（和文）3次元加速度センサーの開発による高齢者が自己評価できる転倒予防プログラムの構築

研究課題名（英文）Creating a fall prevention program that the elderly can evaluate their walk-style by developing our three-dimensional acceleration sensor

研究代表者

赤津 裕康（Akatsu, Hiroyasu）

名古屋市立大学・医薬学総合研究院（医学）・教授

研究者番号：00399734

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：[A]歩行波データの再検証により3次元波形から重力方向への合成波は時間同期に問題があり、歩行解析を進める事は不可能な状況となった。このため、使用頻度を把握出来る体制構築を目指し、センサーをアンクルウェイト（以下AW）に内蔵する方向性を幅広く模索し、既に歩行解析センサー開発を行っている企業の連携体制を構築し試作機作成が出来た。

[B]名古屋市健康福祉局、中京大学と協力し市民向け”なごやどえりゃー体操”をリリースし名古屋市健康福祉局から発信でき、トレーニングメニューの基盤構築を行った。最終年度はその検証を進めるべくコホート体制に再整備を行い、倫理申請を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超高齢社会を迎え、ロコモティブシンドローム及びフレイルの予防による介護予防は重要な課題である。ウォーキングは最も親しみやすい運動であるが、下肢の筋力増強は望めない。10年ぶりに改定された身体活動基準でも筋肉トレーニングが年代を問わず推奨されるが、高齢者への浸透は今後の課題である。足首に重りを巻き付ける器具（AW）の高齢者への使用は有効である（Fitness over fifty, 米国国立老化研究所,2006）が、転倒事故や不適切使用での健康被害が起こりうる点に注意が必要であり、それらを加味してAWを日常生活の中に組み込んでいく取り組みは重要である。

研究成果の概要（英文）：[A] The gait wave data revealed that the synthesized wave from the 3D waveform to the gravity direction had time synchronization problems, making it impossible to proceed with gait analysis. Therefore, in order to establish a system that would enable us to understand the frequency of use, we extensively explored the possibility of integrating sensors into ankle weights, and were able to

[B] In cooperation with the Nagoya City Health and Welfare Bureau and Chukyo University, the Nagoya City Health and Welfare Bureau released "Nagoya Do-Erya Exercise" for citizens, which was disseminated from the Nagoya City Health and Welfare Bureau, and established a foundation for training menus. In the final year of the project, we reorganized the cohort system and submitted an ethics application in order to promote the verification of the training menu.

研究分野：老年内科学

キーワード：アンクルウェイト 歩行波 フレイル予防

1. 研究開始当初の背景

運動選手などで下肢筋力増強にアンクルウェイト(AW)が用いられているが、高齢者には筋・関節障害などのリスクもあり、あまり推奨はされていない。AWの下肢・体幹筋への効果は科学的検証が不十分である。しかし、高知市では高齢者の筋力増強に積極的に用いられており一定の成果を挙げている。

また高齢者の歩行状態からその転倒リスクを評価するプログラムもない。私たちは、歩行状態を客観的に自己診断できる「3次元加速度センサー」を開発した。本センサーをこのAWに内蔵すれば高齢者が歩行状態を把握し安全な自己筋肉トレーニングができるようになる可能性があると考えた。

2. 研究の目的

以上より本研究では、

[A] “歩行波”の標準化による転倒リスク波形の抽出

[B] 転倒予防策に向けたトレーニングメニューの開発

を目的とした。これにより、高齢者が安全で自主的・永続的にAWを活用する環境が整い保健・看護の観点での大きな波及効果が生まれうる。

我々はアンクルウェイトに装着する3次元加速度センサーを用いて重力方向成分の抽出に成功し“歩行波”と命名しその有効性の検証を進める事とした。

[A] “歩行波”の標準化による転倒リスク波形の抽出:

地域高齢者から“歩行波”データを取得し、“歩行波”の解析と標準化を行う。また転倒既往者などからリスク歩行を読み取り異常波形の定義づけを試み、“歩行波”解析が既存歩行評価に劣らない簡便な手段であることを証明する。それにはモーションキャプチャー解析、画像解析や筋電気生理学的手法を用い、“歩行波”成分を分析し、転倒リスクの抽出を地域保健・看護の観点で取り組む。

[B] 転倒予防策に向けたトレーニングメニューの開発:

センサー内蔵アンクルウェイトを活用すれば活動状態の把握ができる。身体状況データも考慮すれば、手軽で安全な転倒予防のセルフケアプログラムが開発でき、介護・看護予防の観点からの推進が可能となる。

3. 研究の方法

各階層、年齢を対象として、身体計測、体組成、筋量、骨密度、各種筋力、平衡機能、舌圧、呼吸機能検査等と運動能力(歩行速度、開眼片足立ち、Times Up and Go test)(身体・機能計測と総称)、現病歴、服薬歴、既往歴、栄養・食事状況や日常生活情報、血液生化学的検査等(個人情報と総称)の収集と転倒 Index 評価を基礎情報(既述の情報をすべて含む)として収集する。そこで

加速度センサーとAWを組み合わせた歩行パターンの”歩行波”データベースの構築とAWトレーニング効果検証

1: 健常歩行波データベース蓄積

名古屋市緑区ボランティア住民の基礎情報と平常歩行での“歩行波”取得を行い、データベースを構築する。

2: 表面筋電図、MC 情報との照合

地域ボランティアより、表面筋電図、MC 情報を取得し基礎情報と”歩行波”との照合を行う。

3:標準“歩行波”の定義

基礎情報に基づく、年齢・性別の標準“歩行波”の体系化を行う。療養高齢者、地域フレイル高齢者等の基礎データ、“歩行波”収集も行い、リスク歩行や病的歩行を標準“歩行波”から普遍的に検出できる体系を構築する。

4:AWの適正使用ガイドラインの構築

センサー内蔵AWの装着重量、装着方法、装着時間にバリエーションをつけて使用してもらう介入試験を展開し、介入前後で身体・機能計測を行う。その変化を数値化し基礎情報とも照合・検証しAWを用いた歩行力強化運動のガイドラインの策定を試みる。

5:ポールウォークとの併用効果検証

緑保健センターで展開予定のポールウォーク教室参加者にセンサー内蔵AWを併用し、歩行時の安定性、筋負荷、消費カロリー変化、従来のAW歩行との違いについて、個人情報、身体・機能計測も行い検証する。

6:フレイル高齢者心不全リハビリへの応用

次のステップに向けて、国立循環器病センターと協力し、ごく軽度の心不全、特に高齢者に多い拡張型心不全に対して、下肢筋負荷運動の心負荷軽減を期待しAWの介入試験計画を立てる。

通信機能内蔵センサーとスマートフォンアプリケーションの開発

- 1) 高齢者が安全かつ自主的にフレイル予防に取り組めるインターネットやスマートフォンと連動した転倒予防システムを開発する
- 2) インターネットやスマートフォンを介した総合的データベースを構築する
- 3) AIを活用しセンサー内蔵AWを用いたオーダーメイドなフレイル予防プログラムを構築する。

4.研究成果

[A]“歩行波”の標準化による転倒リスク波形の抽出:歩行波データの再検証により3次元波形から重力方向への合成波が時間同期に問題があることが判明し実際の体軸方向との整合性を得る事が出来なかった。以上より歩行波の取得からの歩行解析を進める事は不可能な状況となった。このため

1:健常歩行波データベース蓄積、3:標準“歩行波”の定義、4:AWの適正使用ガイドラインの構築の項目では、転倒リスク波形の抽出は一旦棚上げし、協力企業(共同研究先)と相談し使用頻度を把握出来る体制構築を目指し、アンクルウェイトに内蔵できるセンサーチップの開発を委託したが、本研究中には達成できなかった。

また 5:ポールウォークとの併用効果検証および6:フレイル高齢者心不全リハビリへの応用も共同研究先の状況で進展させる事が出来なかった。

ただ 2:表面筋電図、MC 情報との照合は歩行波との照合は出来なかったが、一定の成果を挙げる事ができた(文献 1)2))。また、センサーをアンクルウェイトに内蔵する方向性を幅広く模索し、既に歩行解析を行い得るセンサー開発を達成した企業との連携体制が期間内に構築でき、このセンサーを応用してアンクルウェイトに内蔵する試作機作成に入った。これにより今後続く研究への橋渡し体制を形成することが出来た。

[B] 転倒予防策に向けたトレーニングメニューの開発:アンクルウェイトの活用推進体制を構築する目的で名古屋市健康福祉局、中京大学と強力し体操教室などでも気軽に行いうる体操メニューを提案し市民に広く活用いただく事を目的として動画撮像も行い、“なごやどえりゃー体操”として名古屋市の介護予防体操として名古屋市健康福祉局から発信でき、トレーニングメニューの基盤

構築を行った。最終年度はその検証を進めるべくコホート体制に再整備を行い、倫理申請を進めた。またフレイルサロゲートマーカー構築のためのメタボローム解析体制構築を進め、試験的にヒト検体を用いた解析を開始した。

文献

1) Regional neuromuscular regulation within rectus femoris muscle following three-month limb-loaded walking in older adults.

Narouei S, Akatsu H, Watanabe K. *Sports Med Health Sci*. 2021 Dec 14;4(1):38-43. doi: 10.1016/j.smhs.2021.12.003. eCollection 2022 Mar. PMID: 35782781 Free PMC article.

2) Effects of home-based bodyweight squat training on neuromuscular properties in community-dwelling older adults.

Hirono T, Kunugi S, Yoshimura A, Ueda S, Goto R, Akatsu H, Watanabe K. *Aging Clin Exp Res*. 2023 May;35(5):1043-1053. doi: 10.1007/s40520-023-02370-6. Epub 2023 Feb 28. PMID: 36853505

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Hirono Tetsuya, Kunugi Shun, Yoshimura Akane, Ueda Saeko, Goto Ryokichi, Akatsu Hiroyasu, Watanabe Kohei	4. 巻 35(5)
2. 論文標題 Effects of home-based bodyweight squat training on neuromuscular properties in community-dwelling older adults	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Aging Clinical and Experimental Research	6. 最初と最後の頁 1043-1053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40520-023-02370-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kambayashi Dan, Manabe Toshie, Hirohara Masayoshi, Akatsu Hiroyasu	4. 巻 19
2. 論文標題 Knowledge, Attitudes, and Practices Survey among Nursing Care Workers Involved in Caring for Older Adults during the Early Stage of the COVID-19 Pandemic in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 12993 ~ 12993
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph192012993	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Manabe Toshie, Masaki Yoshiyuki, Yamamoto Yoshiko, Yamamoto Kayoko, Kohashi Osamu, Yamamoto Takayuki, Ohara Hirotaka, Akatsu Hiroyasu	4. 巻 78
2. 論文標題 Association of Nutritional Support with Survival Time in Hospitalized Older Patients with Dysphagia: A Retrospective Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of Nutrition and Metabolism	6. 最初と最後の頁 281 ~ 286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1159/000524085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akatsu Hiroyasu, Manabe Toshie, Kawade Yoshihiro, Masaki Yoshiyuki, Hoshino Shigeru, Jo Takashi, Kobayashi Shinya, Hayakawa Tomihiro, Ohara Hirotaka	4. 巻 19
2. 論文標題 Effect of Ankle Weights as a Frailty Prevention Strategy in the Community-Dwelling Elderly: A Preliminary Report	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 7350 ~ 7350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph19127350	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 赤津裕康	4. 巻 9
2. 論文標題 コロナ禍の超高齢社会を支える運動と栄養戦略について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊地域ケアリング	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muguruma Yoshio, Nagatomo Ryosuke, Kamatsuki Shihori, Miyabe Katsuyuki, Asano Go, Akatsu Hiroyasu, Inoue Koichi	4. 巻 209
2. 論文標題 Experimental design of a stable isotope labeling derivatized UHPLC-MS/MS method for the detection/quantification of primary/secondary bile acids in biofluids	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	6. 最初と最後の頁 114485 ~ 114485
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpba.2021.114485	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Narouei Shideh, Akatsu Hiroyasu, Watanabe Kohei	4. 巻 4
2. 論文標題 Regional neuromuscular regulation within rectus femoris muscle following three-month limb-loaded walking in older adults	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sports Medicine and Health Science	6. 最初と最後の頁 38 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.smhs.2021.12.003	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maeda Jun, Zhou Xiaoyun, Ono Maiko, Matsuba Yukio, Ji Bin, Ishii Hideki, Ogawa Masanao, Akatsu Hiroyasu, Kaneda Daita, Hashizume Yoshio, Robinson John L, Lee Virginia M -Y, Saito Takashi, Saido Takaomi C, Trojanowski John Q, Zhang Ming-Rong, Sahara Tetsuya, Higuchi Makoto, Sahara Naruhiko	4. 巻 3
2. 論文標題 Distinct microglial response against Alzheimer's amyloid and tau pathologies characterized by P2Y12 receptor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Brain Communications	6. 最初と最後の頁 241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/braincomms/fcab011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 赤津裕康	4. 巻 27
2. 論文標題 高齢者に対するシンバイオティクスの施行による栄養状態とインフルエンザ抗体価の状況	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 栄養経営エキスパート	6. 最初と最後の頁 54-59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Narouei S, Akatsu H, Watanabe K.	4. 巻 4(1)
2. 論文標題 Regional neuromuscular regulation within rectus femoris muscle following three-month limb-loaded walking in older adults.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports Med Health Sci.	6. 最初と最後の頁 38-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.smhs.2021.12.003.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 赤津裕康
2. 発表標題 シンポジウム10 認知症予防に向けての医学・生物学基礎研究「認知症予防に向けた観察/介入デバイス開発基礎研究」
3. 学会等名 第11回 日本認知症予防学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤津裕康
2. 発表標題 シンポジウム ストレス社会と質量分析「高齢者、地域住民のデジタルブラッドデータベース構築」を目指した「医療系学生教育を並走させた地域コホート体制の構築」
3. 学会等名 第47回 日本医用マスペクトル学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日坂真輔、田淵晶子、廣瀬友理、加藤舞、赤津裕康、能勢充彦
2. 発表標題 アミロイドタンパク質のオリゴマー化におけるアシル化の影響について
3. 学会等名 第76回日本酸化ストレス学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 赤津裕康
2. 発表標題 地域高齢者へのアンクルウェイト 介入効果の検証
3. 学会等名 第9回サルコペニア・フレイル学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤津裕康、川口毅恒、真木浩行、小川真司、須田久雄、中村 敦、兼松孝好、大原弘隆
2. 発表標題 不明熱で受診した感染性仮性動脈瘤の1例
3. 学会等名 第65回 日本感染症学会中日本地方会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 日坂真輔、廣瀬友理、田淵晶子、赤津裕康、能勢充彦
2. 発表標題 アミロイドbの性状に対する化学修飾による影響に ついて
3. 学会等名 日本薬学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村 早希、増尾 明、佐久間 拓人、加藤 昇平、渡邊 航平、赤津 裕康
2. 発表標題 3軸加速度センサを用いた歩行特徴量による中・高齢者の運動習慣分析
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤津 裕康
2. 発表標題 コロナパンデミックの超高齢社会を支える運動と栄養戦略
3. 学会等名 第44回 日本基礎老化学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤津 裕康
2. 発表標題 高齢者の転倒予防戦略
3. 学会等名 日本老年医学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神林弾、間辺利江、川出義浩、正木克由樹、星野茂、廣原正宜、小谷和彦、赤津裕康
2. 発表標題 地域在住高齢者における軽度認知障害リスクの包括的検討
3. 学会等名 第 39 回日本認知症学会学術集会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 赤津裕康	4. 発行年 2022年
2. 出版社 日本臨床	5. 総ページ数 5
3. 書名 別冊「補体と疾患」筋萎縮性側索硬化症，アルツハイマー型認知症と補体	

1. 著者名 一般社団法人日本臨床栄養代謝学会(執筆分担)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 6
3. 書名 日本臨床栄養代謝学会 JSPENテキストブック	

1. 著者名 赤津裕康(分担)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 中日新聞社	5. 総ページ数 12
3. 書名 「名市大ブックス1 人生100年時代 健康長寿への14の提言」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	正木 克由規 (Masaki Yoshiyuki) (00365652)	名古屋市立大学・医薬学総合研究院(医学)・研究員 (23903)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	村上 里奈 (Murakami Rina) (10535818)	名古屋市立大学・医薬学総合研究院(医学)・助教 (23903)	
研究分担者	明石 恵子 (Akashi Keiko) (20231805)	名古屋市立大学・大学院看護学研究科・教授 (23903)	
研究分担者	松川 則之 (Matsukawa Noriyuki) (20305543)	名古屋市立大学・医薬学総合研究院(医学)・教授 (23903)	
研究分担者	鈴木 匡 (Suzuki Tadashi) (20555081)	名古屋市立大学・医薬学総合研究院(薬学)・教授 (23903)	
研究分担者	渡邊 航平 (Watanabe Kohei) (20630990)	中京大学・スポーツ科学部・教授 (33908)	
研究分担者	川出 義浩 (Kawade Yoshihiro) (20738439)	名古屋市立大学・医薬学総合研究院(医学)・准教授 (23903)	
研究分担者	望月 直樹 (Michizuki Naoki) (30311426)	国立研究開発法人国立循環器病研究センター・研究所・研究所長 (84404)	
研究分担者	井之上 浩一 (Inoue Koichi) (30339519)	立命館大学・薬学部・教授 (34315)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	間辺 利江 (Manabe Toshie) (50723110)	名古屋市立大学・データサイエンス学部・准教授 (23903)	
研究分担者	加藤 昇平 (Kato Shohei) (70311032)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13903)	
研究分担者	山口 知香枝 (Yamaguchi Chikae) (70514066)	金城学院大学・看護学部・教授 (33905)	
研究分担者	大原 弘隆 (Ohara Hirotaka) (80285212)	名古屋市立大学・薬学総合研究院(医学)・教授 (23903)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関