

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 9 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2013

課題番号：21240064

研究課題名(和文)生活自立高齢者のための包括的な転倒予防システムの構築

研究課題名(英文)Organize a comprehensive system of prevention fall for healthy community-dwelling elderly

研究代表者

出村 慎一(Demura, Shinichi)

金沢大学・人間科学系・教授

研究者番号：20155485

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,300,000円、(間接経費) 10,590,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者の転倒予防は重要な社会問題の一つである。本研究は、(1)転倒リスク水準の判定と転倒リスクプロファイルを明確にする転倒リスク評価票の開発、(2)転倒回避能力を含む転倒関連体力の評価方法、および改善エクササイズの提案、(3)易転倒性高齢者の特性の検証を目的とした。転倒リスク水準を判定する3項目、転倒リスクプロファイルを明らかにする47項目の転倒リスク評価票が作成された。転倒関連体力の評価方法として、8つの新しいテストとエクササイズを開発し、有効性を確認した。スクリーニング結果に基づき、個々の改善点について本研究で開発したエクササイズを実践する転倒予防システムが構築された。

研究成果の概要(英文)：Falls are a major public health issue in the elderly population, and there has been a focus on fall prevention based on fall risk assessment. This study aimed to develop the questionnaire of fall risk assessment (Demura's Fall Risk Assessment chart: DFRA), propose the test and exercise of fall-related physical function including fall avoidance ability, and examine the characteristics of the elderly with potential for falling. We developed the DFRA consisting of 3 items assessed the fall risk level and 47 items identified the fall risk profile. New 8 tests and exercises were developed, and were confirmed the availability to predict a fall risk and to prevent a fall.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：加齢・老化 転倒予防

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会にある我が国において、高齢者の QOL 向上の資源となる日常生活自立度を高めることが肝要となっている。高齢者の転倒による骨折、または転倒後症候群は不活動を引き起こし、要介護、寝たきりの原因ともなる。転倒は身体機能、疾病・障害、視聴力、環境、性格、認知機能など様々な要因が絡みあって発生するため、個人によって保有する転倒リスク要因が異なる。また、各地方自治体では、転倒予防教室などを開催しているが、高齢者の多様な転倒リスク特性に応じたプログラムを提供しているとはいえない。理想的には、各個人の保有する多様な転倒リスク要因を検証し、個別に対策を講じるべきであるが、対象集団が大きすぎるため、時間、費用がかかりすぎる。

このような状況を改善するために、転倒リスクを詳細にスクリーニングし、転倒リスクプロファイルから、個人の努力で改善可能なことは何かを明確にし、それぞれの状況に応じた改善方法に取り組みめるプログラムを準備すべきである。さらに、身体機能水準が著しく低いなど、転倒リスクを個人の努力のみでは改善困難な高齢者に対して、転倒しにくい動作の教育も重要であろう。

2. 研究の目的

本研究では、高齢者のための包括的な転倒予防・機能回復システムを構築するために、以下の3つの課題を総合的に解決することが不可欠と判断した。

- (1) 課題 1: 転倒者を事前に把握しうる適切な指標 (スクリーニング調査票) の開発
- (2) 課題 2: 転倒に関連する身体機能 (下肢筋力やバランス能力) の適切な維持・改善プログラムおよびその評価方法の開発
- (3) 課題 3: 易転倒性高齢者の動作特性や転倒動作の解明、転倒回避に有効な動作教育プログラムの提案

以上より、図1のような包括的な転倒予防システムの構築を目指した。

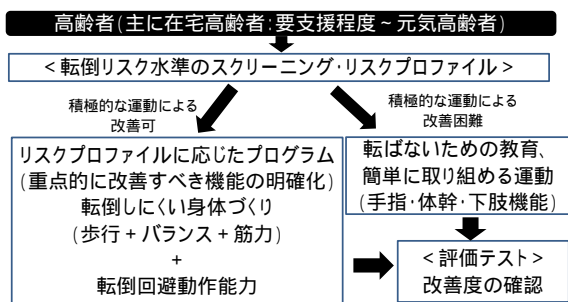


図1 包括的な転倒予防システムの流れ

3. 研究の方法

(1) 課題 1

目的: 本研究では、各個人の転倒リスクを低減させるシステムの構築を目指すことから、そのスクリーニング調査票は、転倒リスク要因のうち、個人の努力で改善可能な要因と改善困難な要因に分類して、仮説構造を構築した。つまり、各個人のフォローアップに

おいて、可変的リスクファクター (身体機能低下、活動性、行動など) と不可変的なりスクファクター (慢性疾患、転倒既往など) を区別して、可変的な要因に関する観察・指導が重要と考えた。項目選択、要因分析、および利用法の提案について報告する。

調査対象者: 秋田県、神奈川県、石川県、福井県、長野県、岐阜県、愛知県、鳥取県、福岡県に在住する 60 歳以上の健全な在宅高齢者に対し調査を実施した。調査は、同意の得られた高齢者に対し、郵送または訪問にて依頼した。調査票への回答は、被験者自らが行った。第一次調査として、転倒リスクの仮説構造に基づく 86 項目から項目選択するために調査の回答を得た 1317 名のうち、欠損回答率が 10%未満であった男性 349 名 (70.4 ± 7.1 歳)、女性 616 名 (69.9 ± 7.1 歳)、計 965 名 (70.1 ± 7.1 歳) を分析対象とした。第二次調査として、項目選択により選択された 50 項目の転倒リスク調査票を利用して、転倒リスク評価の有効性を検証するために調査の回答を得た 1464 名のうち、欠損回答率が 10%未満であった男性 380 名 (70.5 ± 7.0 歳)、女性 742 名 (70.4 ± 7.2 歳)、計 1122 名 (70.3 ± 7.1 歳) を分析対象とした。

第一次調査における転倒リスク項目: 本研究では、転倒発生要因に関わる先行研究を踏まえ、転倒リスクを総合的に評価するために、易転倒性、身体機能、疾病・身体症状、環境、行動・性格の 5 要因を設定し (図 2)、各下位領域に相当する 86 項目を設定した。なお、全ての項目は、簡便性を優先し、「はい」または「いいえ」の 2 段階で回答を求め、転倒誘発の危険性の高い選択肢への回答を「高転倒リスク回答」とした。各要因の構成項目の因子構造を確認するために、要因ごとに因子分析 (主因子解、バリマックス回転) を行った。また、転倒経験群別に各項目の高転倒リスク回答率を算出し、比率の有意差検定を行った。以下の選択基準により各要因の代表項目を選択した。1) 高リスク回答率に転倒経験群間で有意差が認められた項目を有効な項目とする。2) 因子分析の結果、いずれの因子とも高い負荷量を示さなかった項目を除外する。3) 各因子を代表する項目 (因子負荷量 0.4 以上) のうち、高転倒リスク回答率差の上位 2 項目を有効な項目とする。

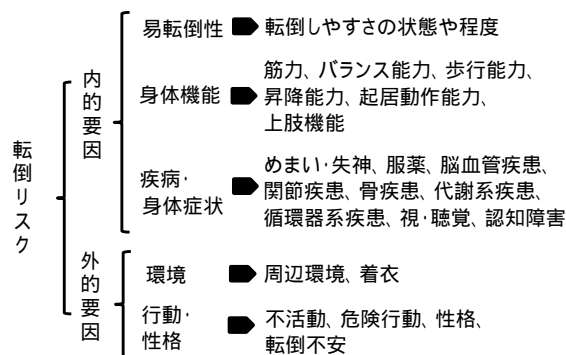


図2 転倒リスクの仮説構造

(2) 課題 2

目的：転倒リスクプロファイルにより改善すべき転倒関連体力が明確とした上で、“どのように改善に取り組み評価すべきか”が重要となる。我々は、改善すべき転倒関連体力として、図3のように整理した。

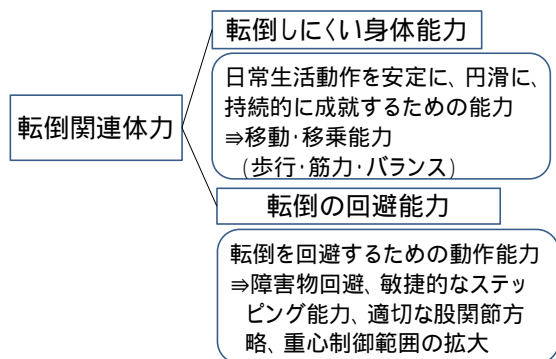


図3 転倒関連体力の考え方

これまで、転倒予防のために転倒関連体力を改善するエクササイズは、「転倒しにくい身体能力」を獲得するために筋力、バランス、歩行などのそれぞれの要素を抽出して実践されてきた。これらの効果は、多くの先行研究で報告されている。我々は、それに加えて「転倒の回避能力」を高めるエクササイズ、および評価方法（テスト）の開発に取り組むことを課題2の目的とした。課題2では、評価方法自体が、エクササイズとなり、転倒予防プログラムに組み込めるものを考案することにした。

#### 転倒関連体力の評価方法の開発

以下の評価方法（装置）を開発し、その有効性について検証した。括弧内の「論文」の番号は、5. 主な発表論文等の雑誌論文の番号と対応、「学会」の番号は、同学会発表の番号と対応している。

- ・画面指示ステップ(論文 )
- ・規定テンポステップ(論文 , )
- ・重心移動による追従(論文 )
- ・椅子立ち上がり(論文 , ,学会 , )
- ・クロスステップ(論文 ,学会 )
- ・障害物ステップ(論文 )
- ・ダブルステップ(論文<sup>21</sup>)
- ・4方向ファンクショナルリーチ(学会 , )

それぞれのテストについて高齢者を対象に試行間信頼性、及び転倒リスク、ADL、その他の身体機能との関連から有効性を検証した。

#### (3)課題3

目的：易転倒性高齢者、虚弱高齢者、または関節疾患を有する高齢者の転倒リスク特性は十分に明らかにされていない。これらの対象者は転倒ハイリスク者であるにも関わらず、転倒関連体力の改善が困難もしくは意欲が低いことが多い。課題3では、これらの対象者にアプローチするために、転倒リスク特性を明らかにするとともに、簡便な転倒関連体力の改善プログラム、評価方法を提案することを目的とした。

転倒による外傷発生特性の調査：地域在宅高齢者 1955 名を対象に、過去一年間での転倒の有無、転倒時に転倒した方向、転倒の原因、転倒による外傷の部位および種類、および文部科学省 ADL 調査を実施した。いずれの項目にも回答の欠損のない 1850 名を有効回答とし、解析に用いた。

#### 4. 研究成果

##### (1)課題1

##### 項目選択

易転倒性（3 項目）、身体機能（基礎能力、高次能力、歩容：22 項目）、疾病・身体症状（めまい・失神、服薬、視聴覚・認知障害、脳血管障害、関節・骨疾患、代謝系疾患：13 項目）、環境（周辺環境、着衣：4 項目）、行動・性格（不活動、頻尿、転倒不安、危険行動：計 8 項目）の各下位因子が解釈され、計 50 項目が選択された。

本研究の特徴として、身体機能に関する評価項目の充実が挙げられる。健常高齢者が重篤な疾病を有していない集団と考えると、転倒リスク評価後の主な転倒予防対策は身体機能の改善となる。被験者の身体機能特性と転倒リスクとの関係に関する情報が提供されることにより転倒予防対策の明確化が可能になる。さらに、本研究ではバランス能力、筋力、下肢筋力、歩行能力、昇降能力、起居動作能力、上肢機能から総合的に身体機能を評価することを試みた。因子分析の結果、fundamental function 因子と Advanced function 因子が抽出され、身体機能構成要素の独立性よりも、日常生活動作の成就水準が反映した因子が解釈された。本研究では、fundamental function 因子および Advanced function 因子の代表項目を、設定した全ての身体機能要素から選択した。すなわち、本研究の選択項目は、総合的に身体機能を評価できることに加え、難易度の異なる項目により各身体機能水準を段階的に評価できる可能性を有する点で優れると考えられる。例えば、下肢筋力は、「30cm 程度の溝を跳び越える」と「50cm 程度の溝を跳び越える」、バランス能力は、「片足で 5 秒くらい立てますか」と「片足で 30 秒以上たてますか」のように、各身体機能要素について、能力水準の評価を行うことができる。このことは、広範な能力水準を有する集団への利用や、個人内変動の評価に対する有用性も高いと考えられる。

##### 転倒リスク調査票の有効性

転倒リスク調査票総合得点の度数分布を過去 1 年の転倒経験群と未経験群で比較したところ、転倒経験群の方が未経験群と比較して得点分布はハイリスクにシフトし、総合得点の平均値は、転倒経験群（18.2±9.8 点）が未経験群（12.4±6.9 点）より有意に高かった。他の要因得点に関しても、いずれも転倒経験群の方が有意な高値を示した。

転倒経験を従属変数、総合得点または下位 5 因子の得点を独立変数とした判別分析を行

った結果、転倒経験者予測の正判別確率はそれぞれ、14.4%、39.7%であった。単一下位因子での転倒経験者の正判別確率は、易転倒性因子が最も高かった(42.5%)。

また、総合得点および各要因得点の転倒経験に対するオッズ比、転倒発生率を算出した。総合得点におけるオッズ比の範囲は0~74.8であった。2点以下の場合のオッズ比は0で、3点および4点以上の場合に5.0以上となった。5点以上から23点以上までは5.0未満であったが、24点以上より5.0以上の値を示した。また、15点以上の場合に転倒発生率が50%に達した。各要因についてみると、いずれの要因および総合得点においても、要因得点が0点の場合のオッズ比は1未満(0~0.7)であり、要因得点が1点以上になるとオッズ比も1以上の値を示した。また、オッズ比が5.0以上となる(転倒経験の危険性が5倍以上となる)各要因の得点は、易転倒性(1点以上)、身体機能(17点以上)、疾病・身体症状(8点以上)、環境要因(4点以上)であった。行動・性格要因のオッズ比の最大値は4.2(5点以上)であった。また、転倒発生率が50%に達する各要因得点は、易転倒性(1点)、身体機能(7点)、疾病・身体症状(3点)、環境(1点)、行動・性格(2点)であった。さらに、転倒経験を従属変数、易転倒性得点を独立変数としたROC分析の結果、AUCは0.797、Cut-off値は1点であった(感度:0.869、特異度:0.657)。

以上より、転倒リスク調査票からの転倒経験予測は、易転倒性因子3項目が最も優れている。したがって、健常高齢者の場合、先行研究で理論的に重要視される多くの因子の評価よりも、易転倒性に関わる3項目の評価の方が転倒リスク水準のスクリーニングには役立つと考えられる。易転倒性以外の因子も転倒に関わる重要な因子ではあるが、転倒の原因やその関与の各因子の関与度は発生事例ごとに異なっている。したがって、関連するリスク要因の合計得点から、転倒経験や転倒発生可能性を高い精度で予測することには限界があると考えられる。今回、易転倒性として評価した「つまずき」や「転びそうになる」といった状態は、リスクファクターとして挙げられている因子が複合的に関与して現れた結果であり、転倒経験や将来的な転倒と直接的に関係する可能性は高いと考えられる。一方で、転倒予防において、転倒リスク水準をスクリーニングするだけでなく、個々の転倒リスクプロファイル(転倒リスク特性)の評価を行うことは重要である。各因子の得点分布が転倒経験群と未経験群で差が認められることから各因子に関する問題の増加が転倒の発生と何らかの関連性を有していることを示唆している。つまり、本転倒リスク調査票の有効な利用方法として、総合的な転倒リスク水準のスクリーニングと個々人の問題点を因子別に明確にすることの二つの側面での評価が提案できる。特

に、転倒予防に取り組む地域高齢者の場合、身体機能因子を中心に改善可能性は大きいことから、転倒リスクプロファイルから個々の取り組むべき転倒予防対策を明確にすることは重要であろう。本転倒リスク調査票は、身体機能、疾病・身体症状、環境、行動・性格の各因子において、複数の下位要因を代表する評価項目が複数設定されており、総合的に転倒リスク特性を把握可能である。さらに、身体機能に関しては、バランス能力、筋力、下肢筋力、歩行能力、昇降能力、起居動作能力、上肢機能から総合的に評価できることに加え、難易度の異なる項目により各身体機能水準を段階的に評価できる点で優れると考えられる。

## (2) 課題2

課題2では、新たに転倒関連体力、特に転倒回避能力を評価し、且つ改善するためのエクサイズとなりうる方法を提案し、その有効性を検証した。いずれの評価方法も高い試行間信頼性と転倒リスクやADL、身体機能との中程度以上の関係を認め、有効性が示唆された。ここでは、クロスステップテストについて報告する。

クロスステップは、32cm四方のシートを十字型に前後左右に配置した4枚のパネルを常に前方を向いたまま反時計周り時計回りの合計2周素早くステップし、その成就時間を計測するテストである。成就時間の試行間信頼性係数は男女とも0.82以上と高かった。しかし、成績が悪いものほど、試行間の誤差が大きい傾向にあった。筋力、バランス、歩行テストとの相関は男女とも多くの項目において有意であったが、それらは0.5以下と高くなかった。転倒経験の有無と性による二要因分散分析の結果、転倒経験にのみ有意な主効果が認められ、転倒経験者の敏捷性ステップが遅延した。ロジスティック回帰分析によるオッズ比は、男性1.35、女性1.48と有意であった。ROC分析による転倒経験を判別するカットオフ値は7.32秒であり、AUC(area under the curve)は0.676であった。以上より、クロスステップは、転倒経験を判別し、筋力、バランス、歩行テストなどのとは異なる身体機能の評価すると考えられる。

## (3) 課題3

最近一年間に転倒した高齢者は386名(20.9%)で、そのうち257名(66.6%)は、転倒により外傷を負った。ADL得点は、転倒未経験者の方が、転倒経験者より有意に高かった。しかし、骨折や打ち身、捻挫等の外傷種類とADLに関係は認められなかった。つまり、健常な高齢者においては、ADLの低い者が必ずしも転倒時に骨折等の重篤な外傷を負うわけではないと推測される。転倒に伴う外傷を負った群と負わなかった群では、転倒の原因および転倒した方向に関する度数に有意差は認められなかった。躓きによる転倒は前方へ転倒し身体前部に、滑りおよびふら

つきによる転倒は横方向あるいは後方へ転倒し腰部や臀部に外傷を負う可能性が高いと報告されている。本研究においても、転倒の方向と転倒の原因および外傷部位間に有意な関係が認められ ( $r=0.4$  と  $0.32$ ) もつれにより転倒した高齢者は、躓き、滑り、およびふらつきにより転倒した高齢者よりも ADL 得点が有意に低かった。しかし、外傷の有無や程度と転倒の原因および転倒方向と関係は認められなかった。結論として、ADL 低下は、転倒に影響するが、転倒に伴う外傷の程度に影響しない。転倒特性は、転倒に伴う外傷の有無および程度に関係ない。

#### 5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計 22 件)

Kawabata H, Demura S, Uchiyama M, Takahashi K: Relationships between a coordination test pursuing the randomly moving target by the center of pressure and dynamic balance tests. Perceptual and Motor Skills. 査読有, 117, 811- 820. 2013.

Yamada T, Demura S, Takahashi K: Center of gravity transfer velocity during sit-to-stand is closely related to physical functions regarding fall experience of the elderly living in community dwelling. Health. 査読有, 5, 2097-2103. 2013. doi: 10.4236/health.2013.512286

Sato S, Demura S, Uchiyama M: Risk assessment of and targeted intervention for falls in the elderly based on the relationship between physical function levels and risk factors for falls. Advances in Aging Research. 査読有, 2(3), 87-93, 2013. doi: 10.4236/aar.2013.23012

Demura S, Sato S, Mitsumori A, Sato T: The prevalence of falling and status of physical function among elderly individuals with locomotive and visual/hearing disorders. Arch Gerontol Geriatr. 査読有, 57, 333-338, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2013.05.005>

Sato S, Demura S, Sato T, Takahashi K: Age-related fall risk characteristics in Japanese community-dwelling elderly. Open Journal of Epidemiology. 査読有, 3, 33-39, 2013. doi:10.4236/ojepi.2013.32006

Yamada T, Demura S, Takahashi K: Proposal of a screening parameter for preventive nursing care by comparing center-of-gravity transfer velocity during sit-to-stand movement between healthy and pre-frail elderly. Human Performance Measurement. 査読有, 10, 1-7. 2013. <http://www.shobix.co.jp/hpm/tempfiles/journal/2013/12J104.pdf>

Yamaji S, Demura S: Reliability and fall experience discrimination of cross step moving on four spots test in the elderly. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. 査読有, 94(7), 1312-9. 2013. doi: 10.1016/j.apmr.2012.12.021.

Demura S, Sato S, Mitsumori A, Sato T: Fall risk characteristics among the community-dwelling elderly with high-risk symptoms in physical function and fear of falling factors. Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche. 査読有, 172(10), 751-757, 2013.

Demura S, Kasuga K, Sato S, Sato T, Shin S: Determination of persons at a high risk of falling in a population of healthy community-dwelling elderly Japanese. International Journal of Gerontology. 査読有, 7(1), 13-16, 2012. doi:10.1016/j.ijge.2012.05.007

Shin S, Demura S, Watanabe T, Kawabata H, Sugiura H, Matsuoka T: Relationship between the obstacle height cognition and step movement in the elderly. Journal of Physiological Anthropology. 査読有, 31(1), 27, 2012. doi: 10.1186/1880-6805-31-27

Demura S, Sato S, Shin S, Sugiura H, Uchiyama M: Fall risk types and the fall prevalence rates of Japanese community-dwelling elderly. Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche. 査読有, 172, 587-594, 2013.

Yamada T, Demura S: Useful questionnaire items for fall risk screening in communities of Japanese elderly. Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche. 査読有, 172, 479-486, 2013.

佐藤進, 出村慎一, 辛紹熙, 杉浦宏季, 内田雄: 転倒リスクプロフィール評価法の提案と地域高齢者の転倒リスク特性. 体育測定評価研究. 査読有, 11, 49-56, 2012.

Yamaji S, Demura S, Shin S, Aoki H, Yamamoto Y: Comparison of stepping parameters and center of foot pressure properties during different tempo stepping movements. Helath. 査読有, 4(10) 832-837, 2012, doi: 10.4236/health.2012.410128

Yamaji S, Demura S, Shin S, Uchiyama M: Reliability of a new rapid step test for older women and its relationship with fall risk and leg muscle function. Health. 査読有, 4A(Special Issue I), 703-711, 2012. doi: 10.4236/health.2012.429110

Sato S, Demura S: Characteristics of the subjective, stabilization and mobilization preference leg: the

relationship between these preference legs and the leg used for stabilization and mobilization activities. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*. 査読有, 171(2), 123-130, 2012.

Demura S, Yamada T, Kasuga K: Severity of injuries associated with falls in the community dwelling elderly are not affected by fall characteristics and physical function level. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 55(1), 186-189. 2012. doi: 10.1016/j.archger.2011.06.033.

Shin S, Demura S: Examination of balance ability evaluated by a stipulated tempo step test. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 55(1), 45-48, 2012. doi: 10.1016/j.archger.2011.06.012

Demura S, Sato S, Shin S, Uchiyama M: Setting the criterion for fall risk screening for healthy community-dwelling elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 54(2), 370-373, 2012. doi: 10.1016/j.archger.2011.04.010.

Demura S, Sato S, Yamaji S, Kasuga K, Nagasawa Y: Examination of validity of fall risk assessment items for screening high fall risk elderly among the healthy community-dwelling Japanese population. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 53(1), e41-45, 2011. doi: 10.1016/j.archger.2010.10.010.

① Demura S, Yamada T: The maximal double step length test can evaluate more adequately the decrease of physical function with age than the maximal single step length test. *Arch Gerontol Geriatr*. 査読有, 53(1), 21-24, 2011. doi: 10.1016/j.archger.2010.09.009

② Demura S, Sato S, Yokoya T, Sato T: Examination of useful items for the assessment of fall risk in the community-dwelling elderly Japanese population. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 査読有, 15, 169-179, 2010. doi: 10.1007/s12199-009-0124-7

[学会発表](計6件)

山田孝禎: 通所型介護予防事業への参加継続により地域在宅高齢者の起居・移動能力は改善するか? 68回 日本体力医学会大会. 2013, 9.22. 日本教育会館学術総合センター

出村慎一: 地域高齢者における転倒リスク特性の年代差. 第64回日本体育学会. 2013, 8.28. 立命館大学びわこ・くさつキャンパス

山田孝禎: 地域在宅高齢者の椅子立ち上がり動作時における体重心移動速度は転倒予測に有効か? 第64回日本体育学会. 2013, 8.28. 立命館大学びわこ・くさつキ

ャンパス

山次俊介: 女性高齢者の4方向ファンクショナルリーチは脚関節疼痛の影響を反映する. 第63回日本体育学会. 2012, 8.22. 東海大学湘南キャンパス

山次秀介: 高齢者の側方および後方のファンクショナルリーチは易転倒性評価に有効か? 第24回日本体力医学会北陸地方会. 2012.6.17. 福井大学附属病院臨床研修センター

山次俊介: ラバーバンドトレーニングおよびラダー運動は在宅高齢女性の敏捷的なクロスステップを改善する. 第11回日本体育測定評価学会. 2012.2.26. 日本医科大学

[図書](計1件)

出村慎一監修, 佐藤進, 山次俊介編集, 杏林書院, 地域高齢者のための転倒予防 転倒の基礎理論から介入実践まで, 2012, 229頁.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

出村 慎一 (DEMURA, Shinichi)  
金沢大学・人間科学系・教授  
研究者番号: 20155485

(2) 研究分担者

山次 俊介 (YAMAJI, Shunsuke)  
福井大学・医学部・准教授  
研究者番号: 40311021  
佐藤 進 (SATO, Susumu)  
金沢工業大学・基礎教育部・准教授  
研究者番号: 90291757  
山田 孝禎 (YAMADA, Takayoshi)  
福井大学・教育地域科学部・講師  
研究者番号: 60413770

(3) 連携研究者

長澤 吉則 (NAGASAWA, Yoshinori)  
京都薬科大学・薬学部・准教授  
研究者番号: 40299780  
宮口 和義 (MIYAGUCHI, Kazuyoshi)  
石川県立大学・生物資源環境学部・教授  
研究者番号: 60457893  
石原 一成 (ISHIHARA, Kazunari)  
福井県立大学・学術教養センター・准教授  
研究者番号: 80347690  
北林 保 (KITABAYASHI, Tamotsu)  
東京理科大学・理学部・講師  
研究者番号: 30381693  
内山 応信 (UCHIYAMA, Masanobu)  
秋田県立大学・総合科学教育研究センター・准教授  
研究者番号: 30464556