

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：13401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700752

研究課題名(和文) 易転倒性高齢者の簡便な転倒回避能力のスクリーニング法及び改善プログラムの開発

研究課題名(英文) Developing methods of augmenting fall avoidance for older individuals with high fall risk

研究代表者

山次 俊介 (Yamaji, Shunsuke)

福井大学・医学部・准教授

研究者番号：40311021

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、高齢者の転倒回避能力のスクリーニングテストを開発すること、及びその改善エクササイズプログラムを提案することである。本研究では、股関節方略による姿勢回復動作に着目した。易転倒性高齢者の多くは、随意的な股関節運動であってもダイナミックに腰を移動できないことから、立位姿勢からの股関節前後移動距離測定を考案した。股関節前後移動距離は、転倒経験により有意差が認められ、生活空間を判別しうる最適なカットオフ値は17.5cmであることが明らかにされた。また、易転倒性高齢者に対して、股関節を前後、左右、回旋させる体操を実施した結果、股関節前後移動距離に加え、種々の身体機能の改善が認められた。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop a screening test and exercise program to enhance fall avoidance ability among older individuals with high fall risk. Older individuals with the highest fall risk are those who cannot move their hip dynamically even with conscious efforts. Therefore, it was suggested that measuring the antero-posterior hip movement distance (Hip-D) in the standing position could serve as a good screening test of fall avoidance ability. A significant difference was observed in Hip-D between participants who had fallen recently and participants who had not. Then, the study considered whether physical function could be improve through light exercise mainly involving the hip. Participants with high fall risk performed these exercises weekly for a six months. The exercise were found to generate significant improvement in not only Hip-D but also 10 m walk, standing on one-leg with eyes open, hip flexor strengthening, and cross stepping moving on four spots tests.

研究分野：総合領域

キーワード：加齢・老化 転倒 転倒回避能力 股関節方略

## 1. 研究開始当初の背景

高齢者の要介護・寝たきり化の直接的・間接的な原因となる転倒およびその予防に関する研究は、積極的に進められている。転倒に関与する因子のうち、個人で改善可能となるのは身体機能因子（筋力、バランス、歩行・移乗能力）であることから、地方自治体で提供される転倒予防プログラムの中心はこれらの機能を高める運動である。

しかし、身体機能因子を向上させていても「つまずき」や「スリップ」などの大きな外乱が生じると姿勢制御限界を突破し、転倒危険場面となる。この局面では転倒回避動作、つまり反射的な“とっさの一步”（ステッピング方略）によって支持基底面を拡大し、いかにふらつきを制御できるかが重要となる。高齢者の代償的ステップに関する研究は、近年になって、Makiら(1999, 2001, 2003, 2008)、Robinovitchら(2001, 2002, 2006, 2007)などの国外の研究者により、その動作特性の検証を中心に報告されているが、若年者との動作戦略や動作分析の比較など実験室的研究に留まっている。そこで、「適切なステッピング方略の成就是、転倒発生を回避できる」という仮説に基づき、転倒回避に有効なステッピング特性とその関連要因について検証し、高齢者が側方へのステッピング方略が転倒発生に関与することを示唆した。

側方へのステッピング方略には、スライドステップとクロスオーバーステップがあり、転倒危険場面では若年者は素早い反応によりクロスオーバーステップする傾向にあるが、高齢者はスライドステップに依存する。脚を交差するクロスオーバーステップ動作は、高齢者の日常生活動作にほとんど利用されることがないため、素早く動作できない者も多いことも明らかにされた。そこで、重要な転倒回避動作となる素早いクロスオーバーステップ成就能力を捉えるテスト(Cross step moving on four spots test: CSFT)を開発した。さらに、クロスオーバーステップ動作の改善エクササイズとしてラダーエクササイズとラバーバンドエクササイズを提案し、週1回5か月間の介入効果（対照群：座学中心の施設通所型プログラム群）を検証した。その結果、CSFTは、種々の転倒関連体力（筋力、バランス、歩行）とは独立して、転倒リスクを説明可能であることが認められた。また、改善エクササイズによる介入により転倒リスク下位因子である身体機能因子、及びCSFTパフォーマンスも改善した。

転倒回避動作を捉える有効なテストとしてCSFTと改善プログラムが提案されたが、易転倒性高齢者や身体的虚弱者にとっては難易度が高い可能性があり、これらの者に対するアプローチが必要であると考えられた。

## 2. 研究の目的

これまでの研究成果から、最も転倒危険性が高い易転倒性高齢者こそ、転倒回避能力を

評価、改善すべきにも関わらず、これら的高齢者に対応した転倒回避能力評価法および改善法が確立していない。したがって、易転倒性高齢者にも対応した転倒回避能力のスクリーニング方法の開発及び転倒回避能力を段階的に改善するプログラムの提案を目的とした。

転倒回避動作は、上述したステッピング方略や上肢による周囲固定物の保持により支持規定面を拡大させ、重心動揺を安定化させる動作と、主に股関節方略によって重心位置を安定位置に回復する動作に分類できる。本研究では、前者の動作能力を捉えるCSFTが易転倒性高齢者に適用可能であるかを検証するとともに、後者の動作能力のテスト開発に取り組んだ。

## 3. 研究の方法

### (1)対象者

本研究の被験者は、自治体が主催する座学中心の介護予防教室に参加した65歳以上の地域在宅高齢者とした。本研究の各種身体機能測定や転倒リスク、生活習慣に関する調査は、同意の得られた高齢者のみを対象とした。したがって、全ての高齢者は、外出習慣があり、自立歩行が可能（補助具可）であり、測定の説明を理解できる認知機能を有していた。

### (2)転倒回避能力テスト

本研究では、既に関与したCSFTに加え、易転倒性高齢者でも測定可能な簡便なテスト開発に取り組んだ。まず、予備調査として、対象者に、いくつかの転倒回避動作について、self-efficacy調査(各項目10点満点：「全く自信がない」～「完全に自信がある」)を実施した。平均得点が5点未満の動作を除外し、以下の転倒回避能力テストを選定した。

#### ①4方向ファンクショナルリーチ(FR)

対象：65～94歳の在宅女性高齢者212名  
方法：閉足立位姿勢から前方、側方(左右)、及び後方にリーチ動作を行い、それぞれの距離を測定した。



図1, 4方向ファンクショナルリーチ測定

#### ②股関節前後移動距離(Hip-D)

対象：65～95歳の在宅女性高齢者163名  
方法：立位姿勢時を0ポジションとして、体幹を前傾させつつ股関節を後方、および体幹を後傾させつつ股関節を前方に最大限移動させたときの大転子の移動距離をそれぞれ計測し、合算した。

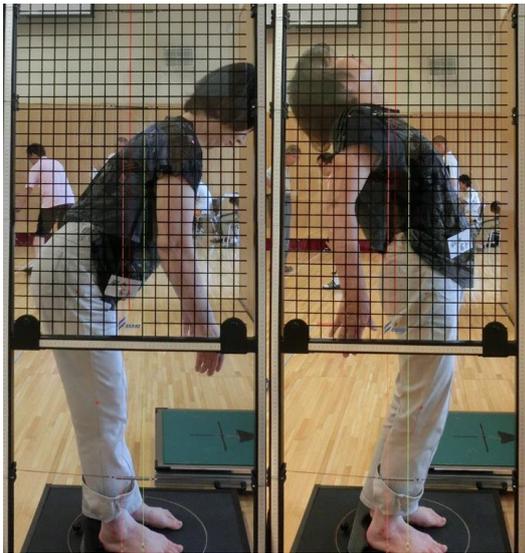


図 2, 股関節前後移動距離測定

(3) 転倒リスク得点、ADL 得点、生活空間、転倒関連体力測定

転倒リスク得点は、Demura's fall risk assessment (DFRA) を用いた (Demura et al., 2011)。2 件法による 50 項目から転倒リスク水準を示す易転倒性得点と転倒リスクプロフィールを示す身体機能、疾病・身体症状、行動・性格、環境の 4 因子得点を算出した。

ADL 得点は文科省 ADL 調査票を用いた。

生活空間は、Life-space assessment を利用し (LSA)、poor life-space のカットオフ値 56 点で 2 群に分類した。

転倒関連体力測定として、筋力：握力、足趾把握、膝伸展筋力、股関節屈曲筋力、バランス：開眼片脚立ち、ファンクショナルリーチ、歩行：10m 最大歩行、最大横一歩幅を測定した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 4 方向ファンクショナルリーチ (FR)

対象者は、過去 1 年間の転倒経験群 (40 名、 $75.6 \pm 5.7$  歳) と非転倒群 (172 名、 $76.0 \pm 6.23$  歳) に分類された。両群について年齢、身長、および体重に有意差は認められなかった。DFRA の易転倒性得点、文科省 ADL 得点に有意な群間差が認められ、転倒経験群が劣っていた。身体機能測定において、ほとんどの項目において転倒経験群が劣る傾向にあったが、有意差が認められたのは、足関節底屈筋力と、右、左、および後方 FR のみであった。側方および後方 FR は前方 FR と有意な相関が認められたものの中程度以下であった ( $r=0.48 \sim 0.63$ ) (図 3)。

Bland-Altman Plot により、左右 FR 値の一致度を確認したところ、転倒群は左右差が大きい傾向にあり、下肢疼痛の影響が伺えた (図 4)。したがって、側方、後方 FR は易転倒性を予測するテストとして有効性が示唆された。

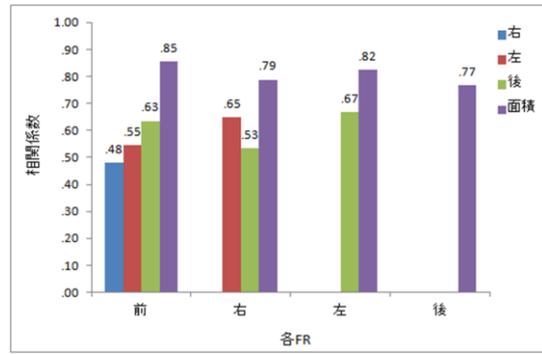


図 3, 4 方向 FR 相互の関係

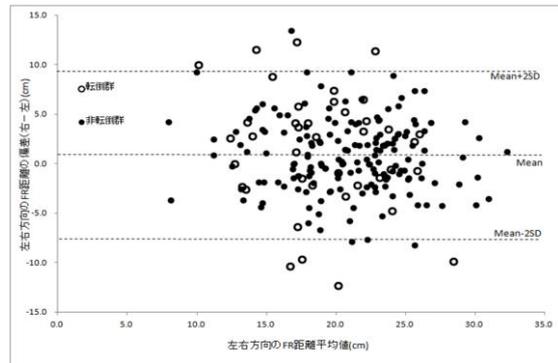


図 4, 転倒経験有/無群の左右 FR 値一致度

##### (2) 股関節前後移動距離 (Hip-D)

Hip-D の試行間信頼性 (ICC) は、0.878 と高かった。Hip-D は、DFRA の身体機能得点、文科省 ADL 得点と有意な中程度の相関を示した (それぞれ  $r=0.57, -0.55$ ) (図 5)。また、各種下肢筋力や開眼片足立ち、CSFT とは有意な低い相関であったが ( $|r|=0.31 \sim 0.45$ )、10m 歩行や最大横一歩幅とは有意な中程度の関係を示した (それぞれ、 $r=-0.52, 0.53$ )。非常に簡便な測定で高齢者の身体機能を捉えられる可能性が示唆された。以上より、非常に簡便な測定で高齢者の身体機能を捉えられる可能性が示唆された。

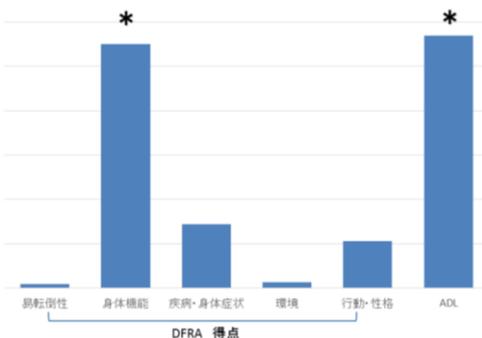


図 5, Hip-D と DFRA, ADL との相関 ( $|r|$ , \*:  $p < .05$ )

次に、LSA のカットオフ値 (56 点) を基準として活動良好群と活動狭小群に分類し、Hip-D から判別を試みた。年齢、身長、体重について両群間に有意差は認められなかった。活動良好群、活動狭小群それぞれの Hip-D は  $21.4 \pm 5.1$  cm,  $17.71 \pm 5.4$  cm であり、有意差が認められた (図 6)。また、Hip-D は

LSA と有意な中程度の相関 ( $r=0.584$ ) が認められた。Hip-D を独立変数とした ROC 解析の結果、AUC は 0.862 と高い予測力を示した。Youden Index から、股関節前後移動距離 17.5cm がカットオフ値として推定された(図 7)。以上より、Hip-D は生活空間の大きさとも関係し、Hip-D が小さい高齢者は、活動量が低下することが示唆された。高齢者の転倒予防のみならず、介護予防においても重要な測定変数であろう。

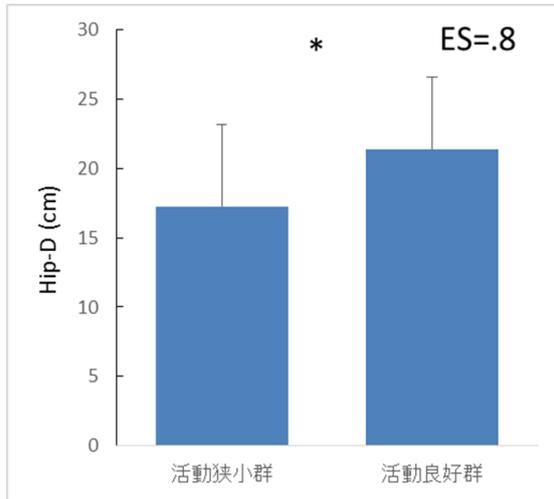


図 6, 生活空間狭小群と良好群の Hip-D の差

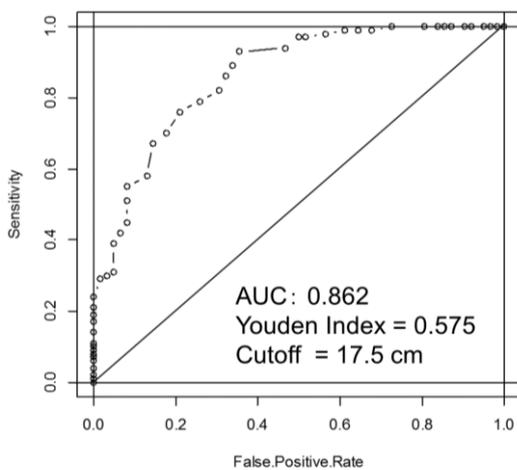


図 7, ROC 分析による Hip-D の生活空間狭小-良好 2 群の判別カットオフ値

転倒回避能力の改善プログラムとして、既に下肢、体幹筋力改善を目的としたラバーバンドエクササイズ (15 分) とクロスステップを含む 10m のラダー歩行エクササイズ (30 分) を提案している。しかし、易転倒性高齢者の中には、ラダー歩行エクササイズを回避する者も存在したため、Hip-D の改善を主たる目的として、ラダー歩行に替えて、約 10 分の股関節の動的ストレッチ体操 (股関節前後移動、左右移動、および回旋運動) のエクササイズプログラム(表 1)を週 1 回、6 か月間実施した (エクササイズ群)。対照群として、介護予防に関する施設通所型知識享受プログラムに週 1 回、6 か月間参加した群を設定

した。両群の転倒発生及び転倒リスクに有意差は認められなかった。しかし、エクササイズ群は、Hip-D に加え、10m 歩行、開眼片脚立ち、股関節筋力、及び CSFT において有意な改善が認められた。

表 1, エクササイズプログラム

エクササイズ	内容
ラバーバンド	下肢、体幹筋群 8 種類 股関節伸展・屈曲
	膝関節伸展・屈曲
	足関節底屈・背屈
	股関節外転
	腹筋
股関節体操 固定物を把持しながら	その場足踏み(40 歩/分)
	股関節前後移動
	股関節左右移動
	股関節回旋
	脚交差+股関節側方移動 片脚立ち+股関節前後移動

本研究の成果は、国内外とも十分に検証されていなかった転倒回避動作について、とりわけ転倒回避能力が低下している易転倒性高齢者において、簡便にスクリーニングする方法と改善エクササイズを提案し、その有効性を検証した点で有意義である。今後は、転倒・介護予防教室などにおいて、一般に行われている筋力、バランス、歩行のエクササイズに加え、本研究のエクササイズが加えられることが期待される。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① [Yamaji S](#), Demura S, Aoki H. Age and gender differences in the step test with stipulated tempos. *Advances in Aging Research*, 査読有, 3, 2014, 252-256. doi: 10.4236/aar.2014.33034
- ② Demura S, Shin S, Takahashi K, [Yamaji S](#). Relationships between gait properties on soft surface, Physical function and fall risk for the elderly. *Advances in Aging Research*, 査読有, 2, 2013, 57-64. doi: 10.4236/aar.2013.22008
- ③ [Yamaji S](#), Demura S. Reliability and fall experience discrimination of cross step moving on four spots test in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*, 査読有, 94, 2013, doi:1312-1319.10.1916/j.apmr.2012.12.0121.
- ④ [Yamaji S](#), Demura S, Shin S, Aoki H, Yamamoto Y. Comparison of stepping parameters and center of foot pressure property during different tempo stepping movements. *Health*, 査読有, 4, 2012, 832-837. doi: 10.4236/health.2012.410128.
- ⑤ [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, 4 Special issue, 2012, 703-711. doi: 10.4236/health.2012.429110

- ⑥ Demura T, Demura S, Yamaji S, Yamada T, Kitabayashi T. Gait characteristics when walking with the rounded and soft sole shoes. Foot (Edinb), 査読有, 22, 2012, 18-23.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2011.09.002>

[学会発表] (計 24 件)

- ① 山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎, 宮口和義, 石原一成. 日常生活自立女性高齢者の認知機能水準が身体機能に及ぼす影響は易転倒性によって異なる. 日本体育測定評価学会第 14 回大会兼測定評価研究 50 周年記念大会. 2015.2.28-3.1. 石川県政記念しいのき迎賓館 (石川県金沢市)
- ② 山田孝義, 出村慎一, 横谷智久, 山次俊介, 石原一成. 地域在宅高齢者の身体機能および転倒リスク評価に有効な椅子立ち上がり動作テスト. 日本体育測定評価学会第 14 回大会兼測定評価研究 50 周年記念大会. 2015.2.28-3.1. 石川県政記念しいのき迎賓館 (石川県金沢市)
- ③ 山次俊介, 出村慎一, 内山応信, 佐藤敏郎, 杉本寛恵. 転倒リスク評価票による易転倒性女性高齢者の転倒関連体力および認知機能水準. 第 69 回日本体力医学会大会. 2014.9.19-21. 長崎大学 (長崎県長崎市)
- ④ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤進, 北林保. 日常生活自立女性高齢者における認知機能水準別の各因子項目得点の差および分布特性. 日本体育学会第 65 回大会. 2014.8.25-28. 岩手大学 (岩手県盛岡市)
- ⑤ 内田雄, 出村慎一, 山次俊介, 北林保. 手の補助方向の違いが片脚立位時の重心動揺量に及ぼす影響～片脚立位成就能力が異なる高齢者を対象として～. 第 62 回日本教育医学会大会. 2014.8.18-19. 岐阜大学 (岐阜県岐阜市)
- ⑥ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎, 辛紹熙. 日常生活自立女性高齢者の認知機能水準が身体機能に及ぼす影響. 第 62 回日本教育医学会大会. 2014.8.18-19. 岐阜大学 (岐阜県岐阜市)
- ⑦ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤敏郎, 石原一成. 日常生活自立高齢者の認知機能水準が生活空間、転倒リスク、及び ADL 得点に及ぼす影響. 第 13 回日本体育測定評価学会大会, 2014.3.9. 天理大学 (奈良県天理市)
- ⑧ 杉本寛恵, 出村慎一, 長澤吉則, 山次俊介, 松浦義昌. 集団スポーツ運動療法に参加した維持期高齢者の身体機能の性差および年代差. 第 68 回日本体力医学会大会, 2013.9.21-23. 日本教育会館学術総合センター (東京都千代田区)
- ⑨ 山次俊介, 出村慎一, 石原一成, 山田孝禎, 野口雄慶, 杉本寛恵. 在宅女性高齢者の股関節前後移動距離は生活空間の違いを判別する. 第 68 回日本体力医学会大会, 2013.9.21-23. 日本教育会館学術総合センター (東京都千代田区)
- ⑩ 出村慎一, 佐藤進, 山次俊介, 佐藤敏郎, 石原一成. 地域高齢者における転倒リスク特性の年代差. 第 64 回日本体育学会大会, 2013.8.28-30. 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- ⑪ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤進, 内田雄, 石原一成. 虚弱高齢者でも可能な身体機能評価方法としての股関節前後移動距離測定の提案. 第 64 回日本体育学会大会, 2013.8.28-30. 立命館大学びわこ・くさつキャンパス (滋賀県草津市)
- ⑫ Uchida Y, Demura S, Yamaji S, Kitabayashi T, Matsuda S. Characteristics of limit of stability in the one-leg standing position. The 15th Scientific Meeting of Japan-Korea Health Education Symposium. 2013.8.20-21. 済州 (大韓民国)
- ⑬ Yamaji S, Demura S, Shin S, Ishihara K. Fall experience discrimination of cross step moving on four spots test in the elderly. The 15th Scientific Meeting of Japan-Korea Health Education Symposium. 2013.8.20-21. 済州 (大韓民国)
- ⑭ 内田雄, 出村慎一, 山次俊介, 宮口和義. 地域女性高齢者における開眼片脚立ち時間と下肢筋力の関係. 日本体育測定評価学会第 12 回大会, 2013.2.23. 横浜 YMCA スポーツ専門学校 (神奈川県横浜市)
- ⑮ 山次俊介, 出村慎一, 杉浦宏季, 内田雄. 学習を主とした介護一次予防事業における女性参加継続者、非継続者の特性. 日本体育測定評価学会第 12 回大会, 2013.2.23. 横浜 YMCA スポーツ専門学校 (神奈川県横浜市)
- ⑯ 山次俊介. 転倒関連体力とその改善方法の考え方. 第 67 回日本体力医学会大会 (招待講演), 2012.9.14-16. 長良川国際会議場・岐阜都ホテル (岐阜県岐阜市)
- ⑰ 出村慎一, 山次俊介, 佐藤進, 辛紹熙, 高橋憲司. Four Cross Step Test 成就時間とその他の身体機能テストとの関係. 第 67 回日本体力医学会大会, 2012.9.14-16. 長良川国際会議場・岐阜都ホテル (岐阜県岐阜市)
- ⑱ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤進, 菅野紀昭. 高齢者の転倒経験の有無による Four Cross Step Test 成就時間の差異. 第 67 回日本体力医学会大会, 2012.9.14-16. 長良川国際会議場・岐阜都ホテル (岐阜県岐阜市)
- ⑲ 杉浦宏季, 出村慎一, 山次俊介, 松浦義昌. 女性高齢者における重度および軽度の膝

疼痛が歩容に及ぼす影響.第 67 回日本体力医学大会, 2012.9.14-16. 長良川国際会議場・岐阜都ホテル (岐阜県岐阜市)

- ⑳ 出村慎一, 佐藤進, 山次俊介, 松浦義昌. 転倒不安及び身体機能リスクと転倒リスクとの関係-性別による違い-.日本体育学会第 63 回大会, 2012.8.22-24. 東海大学湘南キャンパス (神奈川県平塚市)
- ㉑ 山次俊介, 出村慎一, 佐藤進, 杉浦宏季. 女性高齢者の 4 方向ファンクショナルリーチは下肢関節疼痛の影響を反映する.日本体育学会第 63 回大会, 2012.8.22-24. 東海大学湘南キャンパス (神奈川県平塚市)
- ㉒ 内田雄, 出村慎一, 山次俊介, 山田孝禎, 野口雄慶.転倒恐怖による活動制限は居住形態によって異なるか. 第 24 回日本体力医学学会北陸地方会大会, 2012.6.7. 福井大学付属病院 (福井県永平寺町)
- ㉓ 杉浦宏季, 出村慎一, 山次俊介, 野口雄慶. 膝疼痛が高齢女性の ADL 達成能力に及ぼす影響. 第 24 回日本体力医学学会北陸地方会大会, 2012.6.7. 福井大学付属病院 (福井県永平寺町)
- ㉔ 山次俊介, 出村慎一, 山田孝禎, 横谷智久, 内田雄.高齢者のおよび後方ファンクショナルリーチは易転倒性評価に有効か? 第 24 回日本体力医学学会北陸地方会大会, 2012.6.7. 福井大学付属病院 (福井県永平寺町)

[図書] (計 2 件)

- ① 出村慎一監修, 山次俊介分担執筆, 市村出版, 高齢者の体力および生活活動の測定と評価.1 章「日本の高齢化社会の現状と高齢者に対するヘルスプロモーション」, I 部 3 章「体力の概念と各年齢段階における特徴」, I 部 4 章「高齢者の体力評価の考え方」, V 部 2 章「高齢者の活動体力測定結果のフィードバック」, 2015, 193 頁
- ② 出村慎一監修, 佐藤進, 山次俊介編著 杏林書院, 地域高齢者のための転倒予防-転倒基礎理論から介入実践まで. 2012, 240 頁

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

山次 俊介 (YAMAJI, SHUNSUKE)  
福井大学・医学部・准教授  
研究者番号 : 40311021