

国際医療福祉大学審査学位論文（博士）

大学院医療福祉学研究科博士課程

高齢者の身体能力認知誤差の要因および
転倒リスクに与える影響

平成 30 年度

保健医療学専攻・作業療法学分野・作業活動分析学領域

学籍番号：16S3063 氏名：宮寺 亮輔

研究指導教員：谷口 敬道 教授

副指導教員：平野 大輔 講師

高齢者の身体能力認知誤差の要因および 転倒リスクに与える影響

要旨

本研究の目的は、高齢者の認知している身体能力（予測値）と実際の身体能力（実測値）との誤差（身体能力認知誤差）と、奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能の関連性を検討するとともに、身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響を明らかにすることである。若齢者 37 名と高齢者 46 名を対象とし、主要評価項目を Functional Reach Test (FRT)、最大一歩幅、Time Up and Go test (TUG) の誤差とし、副次的評価項目を奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能とした。高齢者は身体機能評価から転倒リスクの低リスク群、高リスク群に分けた。更に各課題の計測時に予測値と実測値の差を求め、両群の結果を比較した。その結果、身体能力認知誤差の要因として、奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能が関連することが明らかになった。また、FRT の誤差は 7.3cm、最大一歩幅の誤差は 8.4cm、TUG の誤差は 5.4 秒を境とし、転倒リスクを判別する手段の一つとなる可能性が示唆された。

キーワード

身体能力認知、協調運動機能、見積値、自己効力感

Effect of error in recognition of bodily function on fall risk in seniors by analysis of functions

Abstract

The purpose of this study was to clarify the effect of an error in recognition of bodily function on fall risk by examining the relationships between the motor coordination, deep sensation, self-efficacy and executive functions.

Forty-six senior and thirty-seven young subjects participated in this study. The main evaluation items were the error in Functional Reach Test (FRT), Maximum step size, Time Up and Go test (TUG), and the secondary evaluation items were motor coordination, deep sensation, self-efficacy, and executive functions. The senior citizens were divided into a high-risk group and a low-risk group in fall risk by evaluation of physical function. Furthermore, each task was actually measured, the difference between the predicted value and the measured value was obtained, and the results of both groups were compared.

As a result, it became clear that motor coordination, deep sensation, self-efficacy, and execution functions were related factors causing error in recognition of bodily function.

In addition, the error of FRT was 7.3 cm, the error of the maximum step size was 8.4 cm, and the error of TUG was 5.4 sec. It was possible to discriminate between the high-risk person and low-risk person. Therefore, it was suggested that these differences in evaluation results may be one of the means to discriminate the fall risk besides physical function.

Keywords

Recognition of bodily function, Motor coordination, Predicted value, Self-efficacy

目次

1 緒言.....	1
1-1 本研究の背景	1
1-2 用語の定義	8
2 本研究の目的	11
2-1 研究 1 身体能力認知誤差の要因の検討.....	11
2-2 研究 2 高齢者の身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響.....	11
3. 研究 1 身体能力認知誤差の要因の検討.....	12
3-1 対象.....	12
3-2 方法.....	13
3-2-1 計測機器.....	13
3-2-2 計測課題.....	14
1) 主要評価項目.....	14
① Functional Reach Test 誤差 (FRT 誤差)	14
② 最大一步幅誤差.....	15
③ Time Up and Go test 誤差 (TUG 誤差)	16
2) 副次的評価項目.....	17
① Two pencil 法.....	17
② 指合わせ試験.....	18
③ 重心動揺検査.....	20
④ Fall Efficacy Scale (FES)	22
⑤ General Self-Efficacy Scale (GSES)	23
⑥ 山口漢字変換符号テスト (YKSST)	24
3-2-3 計測手順及び分析方法	25

3-2-4 統計学的分析	25
3-3 結果	26
3-3-1 身体能力認知誤差と副次的評価項目との関連性の検討.....	26
3-3-2 若齢者と高齢者の身体能力認知誤差と副次的評価項目との比較.....	27
4. 研究 2 高齢者の身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響.....	31
4-1 対象.....	31
4-2 方法.....	31
4-2-1 計測機器.....	31
4-2-2 計測課題.....	31
4-2-3 計測手順及び分析方法	31
4-2-4 統計学的分析	32
4-3 結果	33
4-3-1 転倒リスクの高い者と低い者との身体能力認知誤差と副次的評価項目の比較....	33
4-3-2 転倒リスク者を判別する身体能力認知誤差の cut off 値の検討.....	36
4-3-3 身体能力認知誤差と副次的評価項目の結果の男女比較.....	37
5 考察	40
5-1 研究 1 身体能力認知誤差に与える要因の検討.....	40
5-2 研究 2 高齢者の身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響.....	42
6 結語.....	44
7 本研究の限界.....	45
謝辞.....	46
引用文献.....	47

1 緒言

1-1 本研究の背景

わが国の地域在住高齢者の自立を妨げるのが転倒・骨折であり、要介護状態の原因として脳卒中、認知症、高齢による衰弱に次いで第4位である¹⁾。転倒を経験した者の多くが1年以内に再転倒していると推定され、そのうち5～15%の転倒事故では、かなり重篤な合併症を併発する²⁾だけでなく、また転倒するのではないかという不安などから、家に閉じこもりがちになって運動機能が衰え要介護状態に陥りやすい。一度寝たきりになると多大な医療費がかかるため、社会全体にとっても解決すべき重要な課題となっている³⁾。小川ら⁴⁾は、地域在住での比較的高齢者の自立度の高い高齢者であっても、転倒リスクは経年的に上昇すると報告しており、早期より転倒リスクを評価し、予防的介入を展開する必要があると報告している。転倒のリスク因子には、本人の特性に関連する内因性リスクと環境などの外因性リスクに大別できる⁵⁾。内因性リスクとしては、バランス障害、筋力低下、視力障害など様々なものが知られており、Tinettiら⁶⁾は33のコホート研究から、独立した転倒の内因性リスク因子を表1の通りまとめている。これらより、運動機能面に対し、認知機能面のリスク因子に関する報告は少ないことがうかがえる。

従来転倒予測に関する指標として転倒歴、年齢(80歳以上)、筋力(握力、膝伸展筋力、立ち座りテスト、踏み台昇降)、バランス(片脚立位時間、Functional Reach Test ; FRT, Berg Balance Scale ; BBS)、柔軟性(長座位体前屈)、移動・歩行(最大一步幅、歩行速度、Time Up and Go test ; TUG)、服薬(向精神薬)などが用いられ^{3,7)}、転倒高リスク者と低リスク者に分類されてきた^{8,9)}。これらの指標の中でもFRTにおいては、バランス検査として主要評価項目あるいは副次的評価項目に多く使用され⁷⁾、高齢者の転倒予測指標としての基準値の設定が試行されている。Duncunら¹⁰⁾は、再転倒の可能性を評価する指標としてFRTを開発し、地域在住高齢者217名の6ヵ月の追跡調査により、転倒回数とFRTの結果の関連性を調査した結果、転倒リスクの判別値として15.2cmをcut off値とした。これに対し、Acarら¹¹⁾は、脳卒中片麻痺患者を対象とした場合は15cm未満、Thomasら¹²⁾は、虚弱高

表1 地域在住高齢者の転倒に対する内因性の独立危険因子（文献6より引用）

	独立危険因子と 報告した試験数	調整値の範囲	
		相対危険率	オッズ比
転倒歴	16	1.9-6.6	1.5-6.7
バランス障害	15	1.2-2.4	1.8-3.5
筋力低下	9	2.2-2.6	1.2-1.9
視覚障害	8	1.5-2.3	1.7-2.3
薬剤	8	1.1-2.4	1.7-2.7
歩行障害	7	1.2-2.2	2.7
うつ	6	1.5-2.8	1.4-2.2
めまい	5	2	1.6-2.6
機能制限, ADL障害	5	1.5-6.2	1.3
年齢80歳以上	4	1.1-1.3	1.1
女性	3	2.1-3.9	2.3
低BMI	3	1.5-1.8	3.1
失禁	3	-	1.3-1.8
認知障害	3	2.8	1.9-2.1
関節炎	2	1.2-1.9	-
糖尿病	2	3.8	2.8
疼痛	2	-	1.7

33の前向き観察研究のうち2つ以上の研究で多変量解析により独立因子とされた危険因子を示す。
 -: 該当する研究がないため数値なし。

齢者を対象とした場合は 18.5cm 未満を転倒リスクの cut off 値としている。これらより、対象者の疾患や特性は異なるものの、運動機能の評価によって、転倒リスクを判別する基準として、ある一定の範囲の cut off 値で判別できる可能性を示唆していることがわかる。その一方で、武藤ら¹³⁾は、転倒リスクのアセスメントの動向を以下のように示している。「健康増進の場では、転倒事故を予見する義務と回避する義務が求められる。転倒リスクのアセスメントは予見に限らず様々な目的をもつため、多種多様なアセスメントツールから目的に応じたものを選択する必要がある」。国内の病院や施設では、日常ケアを通じて観察した結果に基づいて包括的に評価できるチェックリストタイプのアセスメントシート¹⁴⁾が使用されている（表2）。また国立長寿医療研究センターでは、静的バランス能力を簡便に段階的に評価できる転倒予測指標の The Standing Test for Imbalance and Disequilibrium (SIDE) を使った運動機能の評価に加え、認知症や判断・理解力の低下、不穏やせん妄の状態を8パターンにタイプ分類し、病棟内の環境整備と歩行の介助方法を検討するためのアセスメントシート¹⁵⁾を使って転倒予防に取り組んだ結果、病棟内のスタッフ間の介入

表2 転倒リスクのアセスメントの動向

分類	基準	
	国内(武蔵野赤十字病院)	海外(米国疾病予防管理センター)
転倒歴	期間なし	過去1年間
健康状態	体温38度以上, 術後3日以内, リハビリ期間, ADLの著名な低下	不整脈, 認知機能障害, 失禁, 抑うつ, 足の問題以外の医学的状态を記述
年齢	60歳以上, 7歳以下	—
視機能	視力障害の有無	視力(0.5未満), 視力検査歴(1年間)
呼吸・循環機能	起立性低血圧, 貧血	起立性低血圧(収縮期20mmHg/拡張期10mmHg以上の低下), 不整脈
排泄機能	尿・便失禁の有無, 排尿回数, 排泄行動までの時間, トイレまでの距離, 福祉用具(ポータブルトイレなど)の使用, 車いすトイレの使用, 排泄時の介護の有無, 留置カテーテル, オムツの使用	失禁の有無
運動機能	足腰の弱り・筋力低下・運動麻痺・しびれ・骨関節疾患の有無, 歩容(突進歩行)	歩行, 筋力, バランス能力(TUG: 12秒以上, 30秒椅子立ち上がりテスト; 動性同年代の平均以下, 4ステージバランステスト; 3タンDEM立位が10秒未満)
知覚機能	平衡感覚障害・聴力障害の有無	足の問題の有無
心理機能	過大評価	転倒の心配, 歩行時の不安定感
行動特徴	ナースコールの認識, 落ち着きのなさ, 環境の変化への適応, 遠慮しがち, 何でも自分でやらないと気が済まない	—
認知機能	認知症様症状・不穏行動・見当識障害・意識障害・コミュニケーション障害の有無, 判断力・理解力・記憶力の低下	認知機能障害の有無
精神機能	うつ状態	抑うつの有無
生活機能	ふらつきの有無, 移動機器(歩行器)の使用, 行動の自由度, 移動の介助量, 起居動作(寝返り)の様子, 寝たきり	—
薬物	睡眠安定薬・鎮痛薬・麻薬・下剤・高圧利尿薬・抗凝固薬, 抗がん剤, 抗パーキンソン薬の使用, 多剤併用	向精神薬・鎮静作用のある薬・血圧低下作用のある薬の使用
環境・その他	点滴・チューブの有無, 入院形態(再入院など)	

方針の統一が図れたと報告している。一方海外では、転倒予防介入の方針決定に米国老年医学会・英国老年医学会は高齢者の転倒予防ガイドラインを作成し、転倒リスクのアセスメントと介入に関するアルゴリズムを提示している。転倒歴、歩行困難やバランス不良の有無について問診でスクリーニングを行い、ハイリスク者には転倒のリスク因子を明らかにするための身体診察や認知機能評価を行う。米国疾病予防管理センター(CDC)による高齢者の事故・外傷・死亡を抑止するプログラム(STEADI)の転倒リスクアセスメントと介入アルゴリズムは、問診後にTUGなどの運動機能評価を行い、歩行・筋力・バランス能

力の問題と転倒回数が多い場合は、要因の洗い出しを表2の項目から実施する¹⁶⁾。これらアセスメント手法は入院患者に対し実践した取り組みだが、地域在住高齢者（65歳以上の女性）における身体的、精神的、社会的機能と転倒との関連の調査では、転倒群は非転倒群と比べて、身体的・精神的・社会的機能の全てにおいて、有意な低下が認められた¹⁷⁾とされる。以上の動向より、アセスメントツールに認知機能の評価は重要であるが、転倒リスクを判断するための基準までは明確になっておらず、入院患者での報告に比べて地域在住高齢者での報告は少ない。

そして転倒予防の介入については、RCTを多数集積して統計学的に統合したHopewellら¹⁸⁾がシステマティックレビューをした結果、通常運動を含む複数の要素による介入（環境調整、服薬管理、心理的なサポートなど）は、運動療法などの単一の介入と比較して、転倒率や転倒リスクを低下させる可能性があることを示唆している。

以上より、転倒を予防するためには、運動機能面だけでなく包括的な介入の視点が必要であるものの、地域在住高齢者における認知機能面の評価の有効性については、報告数が少なく明らかになっていない。

ところで、地域在住高齢者が健康寿命を延ばすためには、自己の身体能力を理解し、安全に配慮しながら適度に運動できることが重要である。高齢者の運動中の安全管理に関しては、転倒に留意する必要性が指摘されている。高齢者の転倒の一部は、自己の身体能力の認知（身体能力認知）の不正確さに原因を認めることがある。前方の障害物を乗り越えて回避しようとするとき、我々は適切な高さに足を上げ、障害物を乗り越えることができる。このような行為は、我々が自分の身体能力を適切に認知していることが条件の一つである。しかしながら、高齢者は若齢者と比べ予測した運動と実際の運動との乖離は大きく¹⁹⁾、身体能力の低い者ほど自己の能力を過大評価する傾向がある²⁰⁾。身体能力認知と転倒との関係に、Functional Reach Test（FRT）、Time Up and Go test（TUG）などの検査において予測値と実測値の誤差で評価する手法²¹⁾がとられ、非転倒者に比べて転倒者は誤差が大きくなることが明らかになっている。なお、本研究ではこの誤差を身体能力認知誤差と定義し、

FRT, 最大一步幅, TUG における予測値と実測値の誤差を FRT 誤差, 最大一步幅誤差, TUG 誤差と表記する.

杉原ら¹⁹⁾は転倒の要因についての多重ロジスティック分析により, 3 か月以内の転倒に影響する因子として FRT の予測値と実測値の差で示される身体能力認知の誤差が選択されたと述べている. また近年では, 転倒予防として, 注意機能に着目し実際の障害物回避動作を想定したアプローチも行われている²²⁾. 中野ら²³⁾は, 歩行中の跨ぎ動作に着目し, 障害物回避時には, 若齢者の歩幅は拡大し, 高齢者は縮小すると報告した. さらに, 重森ら²⁴⁾は, 歩幅を意識したエクササイズウォーキングを 8 週間実施した結果, 筋力・体力・バランスなどの身体運動機能の向上に加え, 立位姿勢における身体能力認知にも有用な効果を与えることができたと述べている. これらの報告から身体能力認知の評価は, 転倒予測指標としてだけではなく, 転倒回避訓練においても有効な指標となることが考えられる.

これまでの身体能力認知に関する研究では, 鈴木ら²⁰⁾のリーチングテストを用いた研究では, 高齢者のほうが若齢者よりも自己の身体能力認知を過大評価する傾向にあると報告している. この乖離は, 歩行時間²⁵⁾, 跨ぎ動作²⁶⁾においても同様の現象がみられることも報告されている. こうした先行研究からも身体能力認知の評価の必要性がみえてくる. しかし, この乖離が生じるメカニズムについては明らかになっていない.

上記で紹介してきた先行研究により, 高齢者における身体能力の認知の実態に関していくつかの知見が得られてきた. その一方, 高齢者における身体能力の認知に影響を与える要因については, これまで実証的な研究を行った報告はなされてこなかった²⁷⁾. 高齢者における身体能力認知の要因に関しては, 加齢による身体能力の低下に対する認識²⁸⁾, 運動頻度²⁹⁾, 視空間認知^{30,31)}などが関連すると指摘されているが, 明確な知見は得られていない. 高齢者の転倒に関する研究報告から, 転倒のリスクは, 転倒時の動きに限らず, 転倒に至るまでの認知や判断などを含む転倒回避行動の準備段階に問題があるのではないかと考える. 筆者らは先の研究³²⁾において, 段差回避場面の視認体験が姿勢制御反応に与える影響を調査した研究において, 障害物に遭遇してから転倒回避行動までの過程について

は、次のように言及している。ヒトは障害物に遭遇した後、注視してその実体を捉え、転倒回避行動の準備段階としての姿勢制御反応が起こり、回避行動を判断し、障害物を回避する行動に至る。実験自体は、段差回避映像を視聴する際の眼球運動と重心動揺の解析から若齢者の姿勢制御反応の分析を行い、その結果、各映像の種類で注視時間や方向、重心移動の方向に違いが見られたと結論付けている。上記の過程から考えた場合、眼球運動の分析から障害物実体を捉える注視の様子、重心動揺の分析から転倒回避行動の準備段階としての姿勢制御反応が観察できたことになる。しかし、この過程においては、回避行動を判断するための認知機能の関与が必須であると考ええる。身体能力認知とは、運動をイメージする能力であるが、この過程にあてはめて身体能力認知の要因を考えてみた場合、この動作企画を形成するまでの過程（図1）やその後の運動への影響から丹治³³⁾らの知見が適用できると考える。ヒトは視覚から得られた情報を元に、運動イメージの成立に必要な身体部位や姿勢の知覚、聴覚や平衡感覚などの情報を統合する。さらにそれらの情報を変換し、日常生活に使いやすいように転化させたり、あるいは動作の構成や企画に役立てたりする。その情報は運動前野に送られて、動作の選択や構成、発現に重要な役割をする。さらに情報は下頭頂小葉へ転送され、一般化や抽象化を進めて、より高度な認知情報に変容する。この過程に関与する各諸機能の評価の定量化を試みることで、身体能力認知誤差が生じる要因を特定するだけでなく、運動機能面と認知機能面の両面から転倒リスク因子を判断して介入する手段の一助になると考えた。

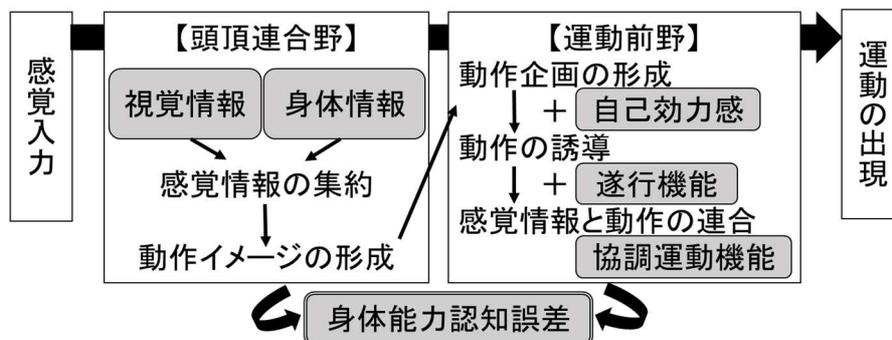


図1 動作企画の形成過程

そこで、本研究では、視覚情報は環境と自身の距離感の情報獲得に必要な奥行き知覚として、身体部位や姿勢、平衡感覚などの情報と筋などの運動器を通して運動した情報を連合して発揮する協調運動機能として、動作の選択や構成は動作の企画を担う遂行機能として、高度な認知情報は回避行動を判断する際の心理的背景となる自己効力感として、身体能力認知に関与する機能と仮定して副次的評価に挙げた。本研究によって自己の身体能力の認知における誤差と、奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能の関連性を検討し、身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響を明らかにすることで、身体機能以外で転倒を減らす施策に貢献できると考える。

1-2 用語の定義

1) 身体能力認知誤差

対象者が認知している身体能力と実際の身体能力の関係を「身体能力認知」とし、転倒における高リスク者の自己の身体能力の認識を評価するためのテストとして報告されている^{19),29),34)}。いずれもある特定の動作能力に対する対象者の予測と実測の比較を行うことで手法は統一されているが、得られた結果は報告によって様々である。

上記の関係を表現するために、杉原らは、2005年に「自己身体能力認知」¹⁹⁾、2006年に「身体能力認識」³⁵⁾として、高齢者に対してバランス検査を使用した実証的な研究を試行し、転倒事故との関連を指摘している。これらの報告以前には、運動能力と運動認知能力の関係を数値化した浦川ら²⁹⁾の「Auto-estimations 評価」や小川ら³⁶⁾の「運動認知と運動パフォーマンスの関係」などの報告があった。いずれの報告も用いられている言葉自体は異なっているものの、近い概念を評価する指標であった。ヒトと物との間に存在する行為の関係性そのものを意味する生態心理学の基本的概念いわゆるアフォーダンス研究の中にも、方法は異なるが、計測データから高齢者における身体能力の認知に関する知見もあった。アフォーダンスとは、Gibsonが提唱した「どのように行動できるか、どのように行動すべきかに関わる環境の特性である」といった概念である³⁷⁾。よって、アフォーダンスを知覚する行為者、すなわち研究の対象者の身体機能との関係でアフォーダンスを求めることが推測できる。この知見の実践として、Konzakら³⁸⁾は、障害物を登る動作に関して、対象者が登れる限界と判断した段差の高さと、対象者の脚の長さとの関係を検証し、高齢者の方が若齢者よりも、身体能力を実際の能力水準に近い水準で認知していたことを報告している。杉原らや鈴木らの報告とKonzakらの報告とでは若齢者と高齢者の身体能力の認知の乖離に関して結果は異なったが、どの報告もその乖離の程度を定量的に比較する手法として有効である可能性を示していた。

本研究では、自己が認知している身体能力（予測値）と実際の身体能力（実測値）における誤差（図2）を「身体能力認知誤差」という言葉で統一して表記する。また、転倒予防

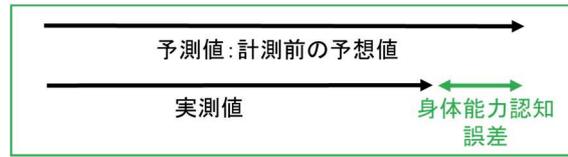


図 2 身体能力認知誤差の定義

学会が発行した「バランス検査」に掲載されている「Functional Reach Test ; FRT」, 「最大一歩幅」, 「Time Up and Go test ; TUG」において, 予測値と実測値の差を「FRT 誤差」, 「最大一歩幅誤差」, 「TUG 誤差」と定義する.

2) 転倒と転倒リスク

本研究では転倒の定義を, Gibson³⁹⁾ による「本人の意思からではなく, 地面またはそれより低い面に身体が倒れたもの」とした. 1-1 でも述べたように, 転倒リスクを判断する指標は, 数多く報告されており, 1 つ 1 つの指標においても対象の疾患や特性によって転倒リスクの cut off 値は異なる. 本研究では, 独立危険因子として報告された試験数として多かった転倒歴とバランス障害を転倒リスクの因子として挙げた. 転倒予測に関する指標の測定結果から, 転倒高リスクと低リスクの群に分類して両群の比較を行った先行研究⁹⁾ の中にも, この転倒歴 (最近 6 ヶ月) とバランス障害を転倒リスクの因子として検討していた. バランス障害の評価には, 身体的虚弱理学療法ガイドライン⁷⁾ から FRT と TUG を選択した. 身体的虚弱理学療法ガイドラインは, 高齢者の運動機能向上に関する評価を, 文献報告数などからエビデンスレベル (Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007 に基づいて判定) から検討し, 推奨グレードを決定したガイドラインである. そのガイドラインでは, FRT はバランスの評価 (推奨グレード B ; 信頼性, 妥当性が一部あるもの) に, TUG は移動や歩行の評価 (推奨グレード A ; 信頼性, 妥当性があるもの) に含まれており, 高齢者の運動機能向上に関して多くの検証がなされた評価と示していた. FRT と TUG の cut off 値に関しては, 先行研究では対象の疾患や特性によって様々な値が設定されていたが,

転倒は運動器や運動機能の低下すなわち身体的虚弱の状態が由来する⁷⁾ことから、FRTは身体的虚弱を対象としたThomasら¹²⁾の18.5cm未満を、TUGは運動器不安定症を判断する基準とした日本整形外科学会⁴⁰⁾の11秒以上を採用した。

2 本研究の目的

本研究では高齢者の認知している身体能力（予測値）と実際の身体能力（実測値）との誤差（身体能力認知誤差）と、奥行き知覚，協調運動機能，自己効力感，遂行機能の関連性について検討するとともに，身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響を明らかにすることを目的とした。

この目的のため，二つの研究を実施した。

2-1 研究1 身体能力認知誤差の要因の検討

研究1では，主要評価項目として，身体能力認知誤差（FRT 誤差，最大一步幅誤差，TUG 誤差），副次的評価項目として，バランス（FRT，最大一步幅，TUG），奥行き知覚（Lang Two pencil test），協調運動機能（指合わせ試験，重心動揺検査），自己効力感（Fall Efficacy Scale，General Self-Efficacy Scale），遂行機能（山口漢字変換符号テスト）を計測した。若齢群と高齢群全員の身体能力認知誤差を従属変数，副次的評価項目を独立変数とし重回帰分析を実施し，身体能力認知誤差に関連する要因を検討した。また，若齢者と高齢者の基礎データを比較検討することにより，加齢に伴う身体能力認知誤差への影響を明らかにしたい。身体能力認知誤差の要因の特定に対し，年齢差を踏まえて捉えることは，身体能力認知誤差と対象者の属性との関連を把握するとともに，身体能力の違いが身体能力認知誤差に与える影響を明らかにできると考えた。

2-2 研究2 高齢者の身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響

研究2では，研究1の計測課題測定値をもとに，先行研究の転倒予測指標の cut off 値を参考に高齢者を転倒高リスク群 16 名と低リスク群 30 名に群分けし，身体能力認知誤差と副次的評価項目の値を比較した。また，上記の転倒高リスク群と低リスク群を分類して判別特性分析を用いて，身体能力認知誤差の cut off 値を検討した。

3 研究 1 身体能力認知誤差の要因の検討

3-1 対象

対象は健常若齢者 37 名（男性 9 名，女性 28 名，年齢 20.5 ± 0.5 歳，身長 160.4 ± 8.5 cm），地域在住高齢者 46 名（男性 12 名，女性 34 名，年齢 76.3 ± 4.6 歳，身長 153.0 ± 6.9 cm）とした。

健常高齢者は，65 歳以上 85 歳未満で日常生活が自立している者とし，最年少は 68 歳，最年長は 84 歳であった。また，視覚障害（白内障，著名な視力低下；0.3 以下）がある者，立位保持が困難（中枢神経疾患による運動麻痺，整形外科疾患など）な者，神経障害（特に糖尿病による末梢神経障害）がある者は除外した。対象となる高齢者の募集は，群馬県前橋市（人口：336,154 人，65 歳以上人口：91,143 人，高齢化率：27.1%）⁴¹⁾ しきしま老人福祉センターおよび同市本町自治会の活動に参加している健常高齢者に対して行い，本研究の趣旨について同意を得られた者とした。このうち，自宅から上記施設までの往來に付き添いが必要な者，日常的に歩行補助具を使用している者はいなかった。本研究に参加したすべての被験者には，研究の目的や方法を事前に口頭，および紙面で説明した。そして，研究内容の理解と研究への協力を得られた場合に同意書を取り交わした。本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認（承認番号：17-Ig-83）を得て実施した。

3-2 方法

3-2-1 計測機器

計測機器は、重心動揺計（ANIMA 社製 サンプル周波数 100Hz, 図 3）, 差し金（シンワ測定社製, 図 4）, 金属メジャー（タジマ社製, 図 5）, ノギス（Tacklife 社製, 図 6）, ストップウォッチ（CITIZEN WATCH 社製, 図 7）を使用した。また、指合わせ試験⁴²⁾を実施するため、指合わせ試験測定板を作成した（図 8）。



図 3 重心動揺計



図 4 差し金



図 5 金属メジャー



図 6 ノギス



図 7 ストップウォッチ



図 8 指合わせ試験測定板

(プラスチック製)

3-2-2 計測課題

1) 主要評価項目（身体能力認知誤差の評価）

①FRT 誤差（杉原ら，2005）¹⁹⁾

バランス検査である FRT において、自己の身体能力の認知誤差の指標としてリーチ距離の見積り誤差 (FRT 誤差) を評価し、FRT と FRT 誤差の評価は、ホワイトボード、差し金、金属メジャー、マグネットを用いて実施した。測定肢位は、つま先を開始ラインに合わせ、両足間を肩幅に合わせた立位とした。測定手順は、最初に対象者の上肢長（肩峰～中指先端）を測定し、最大リーチ距離の予測値の測定を行ってから実測値の測定を行った。最大リーチ距離の予測値の測定の際、対象者の肩峰の位置にホワイトボードと垂直に保持した差し金の長軸を遠位から徐々に対象者に近づけていき、最大リーチにて差し金に手が届くと視覚的に判断した時点で、「ストップ」と合図し、その位置を到達予測点（図 9-a）として記録した。その後、最大リーチ距離の実測値の測定を、Duncan ら¹⁰⁾ の FRT の方法を用いて実施した。被験者を肩幅程度に足を広げて立たせ、上肢を肩関節 90° 屈曲させる。肘関節は伸展位、前腕は回内位、手関節は中間位、手指は伸展位とした。第 3 指先端の位置を開始点とし、そこから上肢を平行に保ちながら可能な限り前方にリーチさせた位置を到達実測点とし、その位置を記録した。ただし、体幹の回旋を行わないよう教示した。測定は 2 回行い、平均値を測定値として採用した。最大リーチ距離の予測値は開始点から到達予測点までの距離、最大リーチ距離の実測値は開始点から到達実測点までの距離とし、予測値と実測値の差の絶対値を FRT 誤差として求めた（図 9-b,c）。

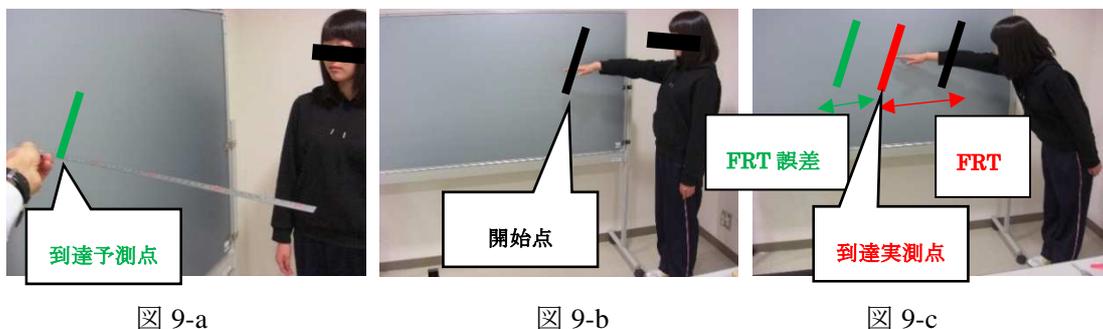


図 9 FRT 誤差の計測環境

②最大一步幅誤差（岡田ら，2001）⁴³⁾

立位で下肢をできるだけ前方に踏み出し，その移動距離を測定することにより，バランス能力を評価するテストである．自己の身体能力の認識誤差の指標として最大一步幅の見積り誤差（最大一步幅誤差）を評価し，FRTと最大一步幅誤差の評価は，差し金，金属メジャーを用いて実施した．測定手順は，まず最初に対象者の下肢長（上前腸骨棘～内果）を測定し，最大一步幅の予測値の測定を行ってから実測値の測定を行った．最大一步幅の予測値の測定の際，差し金の長軸を遠位から徐々に対象者に近づけていき，最大一步にて差し金に踏み出す脚のつま先が届くと視覚的に判断した時点で，「ストップ」と言って止めてもらい，その位置を到達予測点（図 10-a）とし，差し金の位置を記録した．その後，最大一步幅の実測値の測定を，岡田ら⁴³⁾の方法を用いて実施した．最大一步幅は，被験者を床の目印に両脚を揃えた状態で上肢を体側につけ直立させる．つま先の位置にある目印を開始点（図 10-a）とし，そこから片脚を可能な限り前方に大きく一步踏み出し，反対側の脚をその横に揃える動作をさせた．踏み出した脚のつま先の位置を到達実測点とし，開始点から到達実測点までの距離を最大一步幅とし，差し金の位置を記録した（図 10-b）．ただし，踏み出した脚に，もう片方の脚を揃えることができなければ判定不能であることを教示した．測定は2回行い，平均値を測定値として採用した．最大一步幅の予測値は開始点から到達予測点までの距離，最大一步幅の実測値は開始点から到達実測点までの距離とし，予測値と実測値との差の絶対値を最大一步幅誤差として求めた（図 10-c）．

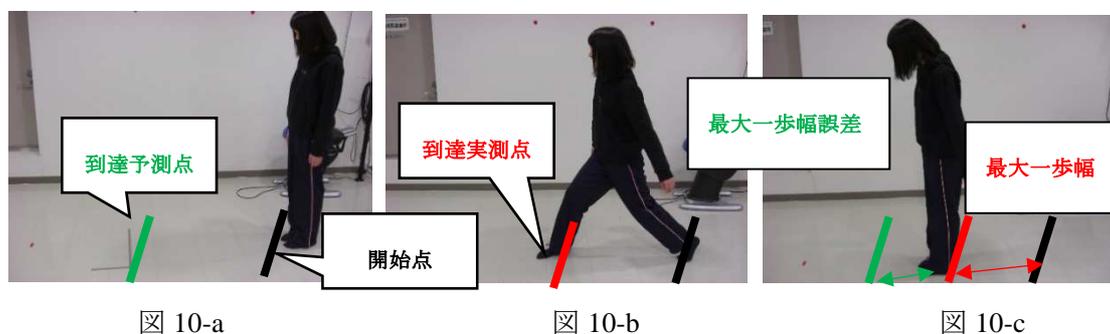


図 10 最大一步幅誤差の計測環境

③TUG 誤差 (杉原ら, 2005) ¹⁹⁾

椅子からの立ち上がり, 歩行, 180° 方向転換, 着座の要素を含んだ機能的移動能力を評価するテストである. TUG は, 測定開始肢位は高さ調節が可能な椅子上での座位とする (骨盤中間位, 股・膝関節 90 度屈曲). 測定手順は, 検者がデモンストレーションを行い, 一連の動作を対象者に十分に理解させた後, 対象者にどの程度の時間を要するかを回答させ, その時間を予測値として記録した (図 11-a). 椅子座位での足先を開始点とし, 検者の「ハイ」の合図で椅子から立ち上がり, 3m 先のコーンまで歩いて折り返し (回る方向は被験者が判断), 再び歩いて元の椅子に座るまでの所要時間 (秒) をストップウォッチで計測し, 実測値として記録した (図 11-b). Podsiadlo⁴⁴⁾らの通り, 歩行は快適速度とし, 座り込み時に上肢は使用してもよいこととした. 測定は 2 回行い, 平均値を測定値として採用した. TUG の予測値は所要時間の見積り値, TUG の実測値は実際の所要時間とし, 予測値と実測値の差の絶対値を TUG 誤差として求めた (図 11-c).

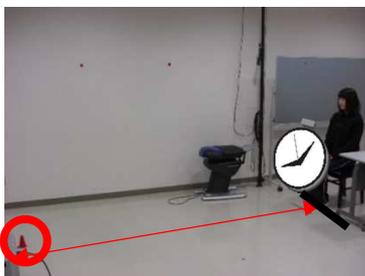


図 11-a



図 11-b



図 11-c

図 11 TUG 誤差の計測環境

2) 副次的評価項目（奥行き知覚，協調運動機能，自己効力感，遂行機能）

①Lang Two pencil test（Two pencil 法）（Lang, 1983）⁴⁵⁾

Two pencil 法は，座位で検者が位置させた鉛筆の先端に対象者が持つ鉛筆の先端を合わせさせ，その可否を判断する奥行き知覚の定性的評価である．Two pencil 法の評価は，鉛筆，ストップウォッチを用いて実施した．測定肢位は，椅子座位とし，机上で実施した．測定手順は，検者はまず検査距離 30cm において検者が保持する鉛筆を被験者の眼の高さに，水平に保持し，対象者はもう一本の鉛筆を同じように保持する（図 12-a）．2 本の鉛筆の先端部分の距離は 30cm 離し，対象者が保持する鉛筆の先端を検者が保持する鉛筆の先端に合わせるように指示した．ただし，肘を机に接地しないで動作を行うように教示した．先端部分を接触させるまでの制限時間を 10 秒間とし，その動作の可否を評価した（図 12-b）．

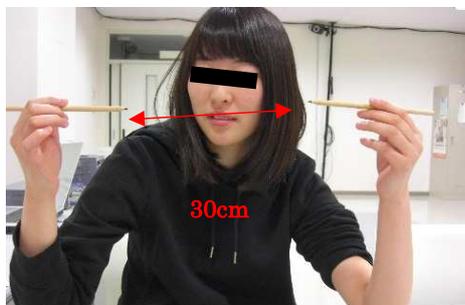


図 12-a



図 12-b

図 12 Two pencil 法の計測環境

②指合わせ試験（柳瀬ら，2008）⁴²⁾

指合わせ試験は，座位で他動的に位置させた示指にもう一方の示指先端を合わせさせ，その両示指間のずれた距離を測定することにより，協調運動機能を定量的に評価するテストである．協調運動機能とは，「個体の多くの筋群が神経系の作用によって，機能のうえで相互に調和のある収縮と弛緩を行い，目的に合致する協同作用を現すこと」である⁴⁶⁾．1-1 で前述したように，イメージした運動を遂行するために必要な機能として協調運動機能が挙げられ，上肢における感覚情報と運動との協同作用を定量的に観察ができることから，上肢の協調運動機能検査には指合わせ試験を選択した．感覚情報である位置覚や運動覚の検査では，被験者の検査側の関節を検者が他動的に動かし，位置覚については，被験者に反対側で検査側の肢位を模倣させ，運動覚については被験者が検査側の関節の運動方向を言い当てる方法がとられている⁴⁷⁾．これらの検査方法は感度が低く，重度の深部感覚障害でないといえにくいことが問題点とされている⁴⁸⁾．一方「母指さがし試験」は，検者が検査側の上肢を他動的に動かした後，任意の位置に固定し，被験者に閉眼にて反対側の手で検査側の母指を探索し，そのとき検査側の母指と反対側の手とのずれの程度により障害の重症度を判定する方法である⁴⁹⁾．この検査は，前述した位置覚や運動覚の検査と比較して深部感覚障害の検出率が高いと報告されている⁵⁰⁾．しかしながら，この「母指さがし試験」におけるずれの程度（距離）の判定は，目測によって行われるため不正確となりやすいことが問題点と考えられる．以上のことから，「母指さがし試験」をもとに，この距離を定量的に測定する方法として柳瀬ら⁴²⁾が「指合わせ試験」を考案した．同報告において，試験の再現性についても確認できていたため，本研究における上肢の協調運動機能の検査として指合わせ試験を採用した．指合わせ試験の評価は，指合わせ試験測定板，ノギスを用いて実施した．指合わせ試験の方法と結果の解釈については，柳瀬らの報告を参考にした．測定肢位は，つま先を指合わせ試験測定板に合わせ，両足間を肩幅に合わせた端座位とした．測定手順は，対象者の前方正中矢状面に設置した指合わせ試験測定板に示指先端を接地させて固定した（図 13-a）．非検査側の上肢の運動開始の肢位は側方挙上 90° とし，

対象者の非検査側示指の先端を検査側示指の先端に合わせるように指示した。あらかじめ透明のプラスチック板上には検査側示指を固定する位置に印を付け、対象者が同じ位置に固定するようにした。検査側示指の先端と非検査側示指の先端を合わせた際のずれの距離をノギスで計測し、1mm単位で記録した。これを5回繰り返して施行させ、その中央値を求め、これを「ずれ距離」とした(図13-b)。なお、検査側示指を固定する5箇所は、いずれも異なる位置とした。



図 13-a

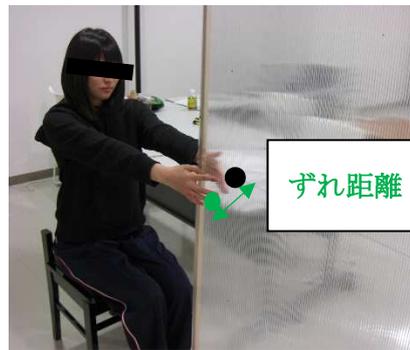


図 13-b

図 13 指合わせ試験の計測環境

③重心動揺検査（岩元ら，1997）⁵¹⁾

重心動揺検査は，重心動揺計の上で立位姿勢を取らせ，その間動揺した重心の参照点である足圧中心点の波形を測定することにより，前庭覚や位置覚を定量的に評価するテストである．1-1 で前述したように，イメージした運動を遂行するために必要な機能として協調運動機能が挙げられ，その協調運動を構成する位置覚や運動覚の程度を姿勢制御反応として定量的に観察ができることから，下肢の協調運動機能検査には重心動揺検査を選択した．重心動揺検査は，重心動揺計を用いて実施した．測定肢位は，重心動揺計のフォースプレート上に，足部間が踵部で 10cm となるようにテープで印し，測定毎に同じ場所に乗る開脚位と，フォースプレートの中央で両足部を揃えて乗る閉脚位の 2 つの立位姿勢で測定した（図 14）．測定手順は，開脚位で閉眼，開眼，その後閉脚位で閉眼，開眼の順で測定した．各測定は 1 分間とし，これを 1 回のみ実施した．サンプリング周波数は 100Hz で計測し，出力波形はそれぞれの肢位における重心動揺の外周面積，軌跡長を観察した．重心動揺検査を用いた報告においては，重心動揺の面積，軌跡長などのパラメータが用いられるが，その変化の機序については明確化されていないものの，定量的な結果を出した次の報告を参考にした．岩元ら⁵¹⁾は，迷路機能高度障害例と深部感覚高度障害例を対象とした直立姿勢維持における重心動揺検査を実施した結果，前者は重心動揺の面積，後者は重心



図 14 重心動揺検査（開脚位）の計測環境

動揺の軌跡長で変化が大きくなったことから、直立姿勢維持における迷路と深部感覚では役割に違いがあることを示していた。また、直立検査において足位は、安定性限界（重心を随意的に動かせる範囲）と重心動揺の大きさ（不随意に重心が動いてしまう範囲）がほぼ等しくなる足位（支持基底面）と関係する⁵²⁾。足位を開脚位と閉脚位で重心動揺の程度を計測することは、支持基底面が変化したことに対する身体位置情報を知覚できているかの様子を観察できると考える。さらに、重心動揺検査では閉眼時と開眼時の動揺の程度の比率（ロンベルグ率）から、立位姿勢制御を分析できる。立位姿勢は視覚、前庭感覚、固有感覚の3つの感覚により制御されているが、これらの3つの感覚機能が相互に関与し合い立位姿勢を保つことができる。閉眼条件で視覚入力を遮断し、その他の2つの感覚で身体位置情報を知覚し立位姿勢を保持しようと補完する。小脳性運動失調など前庭覚に問題がある場合にも利用されるが、ロンベルグ試験は、脊髄後索の障害の有無を評価するための神経学的試験で、位置覚の基本的な検査である⁵³⁾。以上の報告を参考に、重心動揺検査において、足位を2条件（閉脚位、開脚位）で計測し、軌跡長と外周面積のパラメータを観察し、ロンベルグ率まで算出することで、立位姿勢制御における協調運動機能の程度を定量的に評価した。

④Fall Efficacy Scale (FES) (Hellstrom ら, 1999) ⁵⁴⁾

FES は Self efficacy 理論を応用した尺度であり, 転倒に対する自己効力感の測定方法である. これは 13 項目の日常生活動作について動作遂行の自信の程度を「自信あり」から「自信なし」まで 10 段階に区切って尋ねるものであった (図 15). 10 項目の動作遂行について自信の程度に応じ 1~10 点を与えるもので, 合計点は 13 点から 130 点の範囲をとり, 点数が低いほど日常生活の遂行に対する自己効力感が低いことを示し, 転倒に対する恐怖感 (転倒恐怖感) を示す指標としても使用されている. 本研究では Visual Analog Scale によって自信の程度を回答してもらい, その値を定規で読み取った.

質問1
「ベッドからの起き上がり」は自身
をもって(転ばずに)できますか？

まったく自信がない 完全に自信がある

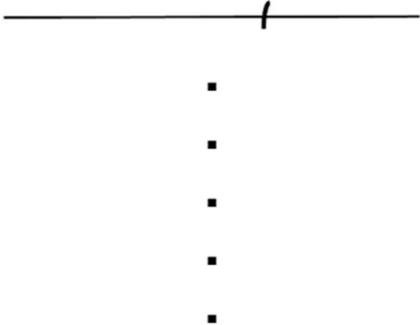


Figure 15 shows a Visual Analog Scale (VAS) for the question: "「ベッドからの起き上がり」は自身をもって(転ばずに)できますか？" (Can you get up from the bed without falling on your own?). The scale is a horizontal line with a vertical tick mark in the center. The left end is labeled "まったく自信がない" (No confidence at all) and the right end is labeled "完全に自信がある" (Complete confidence). Below the line, there are five small squares arranged vertically, likely representing a scale from 1 to 5.

図 15 FES の回答様式

⑤General Self-Efficacy Scale (GSES) (坂野ら, 1986) ⁵⁵⁾

自己効力感は、個人が行動をする際、多様に異なる困難な状況においてもその行動を遂行できる見込み、自信の程度を指す。GSES は自己効力感を評価するアンケート調査である。行動や社会的役割に関する 16 項目の質問に対する自信の程度に応じ 0 か 1 点を与えるもので、合計点は 0 点から 16 点の範囲をとり、点数が低いほど日常生活の遂行に対する自己効力感が低いことを示す (図 16)。本研究ではこの合計点のほかに、坂野らの方法によって分類された 3 つの因子 (行動の積極性 7 項目、失敗に対する不安 5 項目、能力の社会的位置づけ 4 項目) 別にカテゴリーの値として算出し、分析対象とした。

表 5-1 GSES の因子分析結果 (坂野・東條,	
項	目
第 1 因子 行動の積極性 (7 項目)	
ひっこみじあんなほうだと思う。	
積極的に活動するのは、苦手なほうである。	
どんなことでも積極的にこなすほうである。	
何かを決めるとき、迷わずに決定するほうである。	
▪	
▪	
▪	

図 16 GSES の回答様式

⑥山口漢字変換符号テスト (Yamaguchi Kanji Symbol Substitution Test; YKSST) (山口ら, 2005) ⁵⁶⁾

遂行機能は、日常生活における様々な場面において生じる問題や課題に対して適切に反応し、それらを上手に解決していく能力を指す。YKSST はウェクスラー符号問題 (Wechsler Disit Symbol Substitution Test; WDSST) と類似した課題で高齢者の遂行機能を評価するアンケート調査である。用紙は練習用紙と本番用紙の2つで構成されている。はじめは練習用紙で、十分に実施方法が理解できたことを確認し本番に進む。以下の回答様式のように上の段に漢字、下の段に符号が書いてあり、上の表の漢字と符号の組み合わせを見ながら、下の表の空欄に符号を記入していく (図 17)。採点は正当数のみを得点とし、誤答は得点の加減に関与しない。なお、検査用紙は A と B の2バージョンあり、本研究では両用紙とも実施し、得点をそれぞれ算出して、分析対象とした。

赤	白	青
<	◇	=

白	青	赤

図 17 YKSST の回答様式

3-2-3 計測手順及び分析方法

以下の 2 工程で分析した。

分析 1 ; 身体能力認知誤差と副次的評価項目との関連性の検討

若齢群 37 名と高齢群 46 名の身体能力認知誤差の値を従属変数，副次的評価項目の値を独立変数とし，身体能力認知誤差の要因を検討した。

分析 2 ; 若齢者と高齢者の身体能力認知誤差と副次的評価項目との比較

若齢群 37 名と高齢群 46 名を対象に，身体能力認知誤差と副次的評価項目の値を比較した。

3-2-4 統計学的解析

身体能力認知誤差の各計測値は 1 回目の計測データを使用した。分析 1 については，身体能力認知誤差の値を従属変数，バランス検査，奥行き知覚，協調運動機能検査，自己効力感評価，遂行機能検査，属性（年齢，身長など）の値を独立変数として重回帰分析を実施した。分析 2 については，奥行き知覚は X^2 検定を実施し，その他の副次的評価項目は，各群における各測定値が正規分布しているか否かを Shapiro-Wilk の正規性検定により確認した結果，正規分布を示さなかった場合は検定に Mann-Whitney 検定を使用し，正規分布を示したものは奥行き知覚以外について対応のない t 検定を実施した。統計ソフトは IBM SPSS Statistics Ver.24 を使用し，統計処理における危険率は 5%未満とした。

3-3 結果

3-3-1 身体能力認知誤差と副次的評価項目との関連性の検討

本研究の目的は、主要評価項目として計測をした FRT 誤差、最大一步幅誤差、TUG 誤差などの身体能力認知誤差と、副次的評価項目として計測をした Two pencil 法による奥行き知覚、重心動揺検査や指合わせ試験による協調運動機能、FES や GSES による自己効力感、YKSST による遂行機能の計測値の関連性について検討することである。若齢者 37 名と高齢者 46 名に対して主要評価項目を従属変数、副次的評価項目を独立変数として重回帰分析を行った結果、奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感が要因として抽出された。その詳細として、FRT 誤差は、Two pencil 法、指合わせ試験、重心動揺検査、GSES、最大一步幅誤差と有意な関連性が認められた ($R^2=0.504$, $p=0.000$)。最大一步幅誤差は、身長、最大一步幅、TUG、FRT 誤差と有意な関連性が認められた ($R^2=0.625$, $p=0.000$)。TUG 誤差は、年齢、重心動揺検査と有意な関連性が認められた ($R^2=0.296$, $p=0.000$) (表 3)。

表 3 身体能力認知誤差と副次的評価項目との重回帰分析の結果

従属変数	因子	R^2	分散分析	β	p 値	95%CI	偏相関係数	VIF	
FRT 誤差	Two pencil法・左目(可否)	0.504	0.000	0.282	0.001	2.200 -	8.649	0.359	1.089
	開脚位 外周面積 ロンベルグ率			0.189	0.023	0.411 -	5.453	0.257	1.018
	閉脚位 開眼 軌跡長(cm)			-0.293	0.001	-0.105 -	-0.028	-0.369	1.099
	指合わせ試験・右手(cm)			-0.231	0.007	-3.551 -	-0.582	-0.303	1.064
	GSES(能力の社会的位置づけ)(点)			-0.231	0.001	1.008 -	3.357	0.391	1.005
	最大一步幅誤差(cm)			0.295	0.001	0.121 -	0.416	0.385	1.011
最大一步幅誤差	身長(cm)	0.625	0.000	0.446	0.000	30.247 -	76.246	0.465	1.924
	最大一步幅(cm)			-2.012	0.000	-1.233 -	-0.799	-0.728	9.602
	最大一步幅/身長(%)			1.782	0.000	64.158 -	100.000	0.721	7.850
	TUG(秒)			0.235	0.034	0.072 -	1.726	0.239	2.425
	FRT誤差(cm)			0.204	0.012	0.050 -	0.398	0.281	1.294
TUG誤差	年齢(歳)	0.296	0.000	0.242	0.040	0.002 -	0.088	0.264	1.480
	閉脚位 閉眼 外周面積(cm ²)			-0.316	0.003	-0.598 -	-0.125	-0.326	1.193

3-3-2 若齢者と高齢者の身体能力認知誤差と副次的評価項目との比較

本研究の若齢者と高齢者の基本情報として、属性（年齢、身長など）やバランス検査として計測した FRT、最大一步幅、TUG の結果を表 4 に示す。若齢群の 37 名のうち 13 名は 6 ヶ月以内の転倒経験者で、高齢群は 46 名で転倒経験者は 9 名であった。バランスの評価として行った FRT、最大一步幅、TUG では、すべての検査で有意差が認められた。その詳細として、FRT では、高齢群 (25.7±5.1cm) が若齢群 (32.0±7.6cm) に対し、有意に低値 ($p=0.001$) であった。最大一步幅では、高齢群 (88.9±14.6cm) が若齢群 (117.1±13.9cm) に対し、有意に低値 ($p=0.001$) であった。TUG では、高齢群 (9.3±2.8cm) が若齢群 (6.3±0.8cm) に対し、有意に高値 ($p=0.001$) であった。

表 4 若齢者と高齢者の基本情報

	若齢群 n = 37	高齢群 n = 46	p 値
人数 (名)	37(転倒経験13)	46(転倒経験9)	
年齢 (歳)	20.5 ± 0.5	76.3 ± 4.6	0.001 *
身長 (cm)	160.4 ± 8.5	153.0 ± 6.9	0.001 *
BMI	20.8 ± 2.2	22.9 ± 2.8	0.001 *
FRT (cm)	32.0 ± 7.6	25.7 ± 5.1	0.001 *
最大一步幅 (cm)	117.1 ± 13.9	88.9 ± 14.6	0.001 *
TUG (秒)	6.3 ± 0.8	9.3 ± 2.8	0.001 *

t 検定 *: $p < 0.05$

本研究の高齢者と先行研究の身体能力認知誤差の値を表 5 に示す。FRT 誤差と TUG 誤差については、先行研究の結果と近似値であった。

表 5 本研究の高齢者と先行研究の身体能力認知誤差の値の比較

	本研究 高齢者47名	先行研究 高齢者91名 ¹⁹⁾ , 25名 ²⁴⁾
FRT誤差	7.5±6.3cm	6.5±4.7cm ¹⁹⁾
最大一步幅誤差	8.2±7.8cm	19.4±8.2cm ²⁴⁾
TUG誤差	6.1±8.5秒	6.3±4.6秒 ¹⁹⁾

次に、年齢の違いが身体能力認知誤差に与える影響を検討するため、若齢群と高齢群の身体能力認知誤差と副次的評価項目を計測した。その結果、若齢群に対し高齢群が有意差を示した評価は、身体能力認知誤差、奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能であった。その詳細として、身体能力認知誤差は、TUG 誤差において高齢群 (5.2±5.4 秒) が若齢群 (2.2±2.2 秒) に対し、有意に高値であった ($p=0.009$) (表 6)。奥行き知覚は、Two pencil 法において若齢群と高齢群で有意な差 (右目 ; $p=0.001$, 左目 ; $p=0.001$, 両目 ; $p=0.039$) が認められた (表 7)。協調運動機能は、指合わせ試験 (右手) において高齢群 (2.9±1.0cm) が若齢群 (1.9±0.7cm) に対し、有意に高値であった ($p=0.001$) (表 8)。重心動揺検査においては、外周面積で高齢群 (開脚位開眼 1.7±1.5cm², 開脚位閉眼 1.4±0.9cm², 閉脚位開眼 4.7±2.6cm², 閉脚位閉眼 7.5±5.2cm²) が若齢群 (開脚位開眼 0.9±0.5cm², 開脚位閉眼 0.9±0.7cm², 閉脚位開眼 3.1±1.8cm², 閉脚位閉眼 3.9±2.5cm²) に対し、有意に低値を示し ($p=0.001$)、軌跡長で高齢群 (開脚位開眼 66.2±20.1cm, 開脚位閉眼 77.9±21.2cm, 閉脚位開眼 110.9±40.6cm, 閉脚位閉眼 152.9±59.9cm) が若齢群 (開脚位開眼 42.3±12.0cm, 開脚位閉眼 50.3±16.8cm, 閉脚位開眼 61.5±16.4cm, 閉脚位閉眼 83.1±30.9cm) に対し、有意に低値を示した ($p=0.001$) (表 8)。自己効力感は、FES において高齢群 (106.4±19.8) が若齢群 (120.9±12.7) に対し、有意に低値を示し ($p=0.001$)、GSES の行動の積極性の項目において高齢群 (3.9±2.2) が若齢群 (2.6±2.1) に対し、有意に低値を示した

($p=0.009$) (表 9). 遂行機能は, YKSST において高齢群 (YKSST-A ; 42.4 ± 12.9 , YKSST-B ; 43.9 ± 12.8 , YKSST-平均 ; 43.1 ± 12.8) が若齢群 (YKSST-A ; 82.8 ± 14.6 , YKSST-B ; 75.3 ± 8.9 , YKSST-平均 ; 79.1 ± 10.6) に対し, 有意に低値であった ($p=0.001$) (表 10).

表 6 若齢者と高齢者の身体能力認知誤差の結果の比較

	若齢群 n = 37		高齢群 n = 46		p 値
FRT誤差 (cm)	8.2	± 5.2	7.0	± 6.0	0.134
最大一步幅誤差 (cm)	6.2	± 6.6	8.3	± 7.9	0.218
TUG誤差 (秒)	2.2	± 2.2	5.2	± 5.4	0.009 *

t 検定 *: $p < 0.05$

表 7 若齢者と高齢者の Two pencil 法の結果の比較

	若齢群 n = 37		高齢群 n = 46		p 値
	可	不可	可	不可	
	Two pencil法・右目 (%)	86.5	13.5	47.8	
Two pencil法・左目 (%)	83.8	16.2	50.0	50.0	0.001 *
Two pencil法・両目 (%)	100	0	89.1	10.9	0.039 *

X^2 検定 *: $p < 0.05$

表 8 若齢者と高齢者の協調運動機能検査の結果の比較

	若齢群 n = 37		高齢群 n = 46		p 値
<指合わせ試験>					
指合わせ試験・右手 (cm)	1.9 ±	0.7	2.9 ±	1.0	0.001 *
指合わせ試験・左手 (cm)	2.3 ±	1.2	2.4 ±	0.9	0.309
<重心動揺検査>					
開脚位 開眼 外周面積 (cm ²)	0.9 ±	0.5	1.7 ±	1.5	0.001 *
開脚位 閉眼 外周面積 (cm ²)	0.9 ±	0.7	1.4 ±	0.9	0.001 *
開脚位 開眼 軌跡長 (cm)	42.3 ±	12.0	66.2 ±	20.1	0.001 *
開脚位 閉眼 軌跡長 (cm)	50.3 ±	16.8	77.9 ±	21.2	0.001 *
閉脚位 開眼 外周面積 (cm ²)	3.1 ±	1.8	4.7 ±	2.6	0.001 *
閉脚位 閉眼 外周面積 (cm ²)	3.9 ±	2.5	7.5 ±	5.2	0.001 *
閉脚位 開眼 軌跡長 (cm)	61.5 ±	16.4	110.9 ±	40.6	0.001 *
閉脚位 閉眼 軌跡長 (cm)	83.1 ±	30.9	152.9 ±	59.9	0.001 *
開脚位 外周面積 (cm ²) ロンベルグ率	1.1 ±	0.8	0.9 ±	0.4	0.840
開脚位 軌跡長 (cm) ロンベルグ率	1.2 ±	0.2	1.2 ±	0.2	0.417
閉脚位 外周面積 (cm ²) ロンベルグ率	1.4 ±	0.7	1.7 ±	1.1	0.167
閉脚位 軌跡長 (cm) ロンベルグ率	1.4 ±	0.2	1.4 ±	0.3	0.560

t 検定 *: p < 0.05

表 9 若齢者と高齢者の自己効力感評価の結果の比較

	若齢群 n = 37		高齢群 n = 46		p 値
FES(転倒不安感)	120.9 ±	12.7	106.4 ±	19.8	0.001 *
GSES(行動の積極性)	2.6 ±	2.1	3.9 ±	2.2	0.009 *
GSES(失敗に対する不安感)	2.9 ±	1.2	3.1 ±	1.2	0.573
GSES(能力の社会的位置づけ)	1.4 ±	1.2	1.1 ±	1.3	0.140
GSES(総計)	6.9 ±	3.7	8.1 ±	3.9	0.195

t 検定 *: p < 0.05

表 10 若齢者と高齢者の遂行機能検査の結果の比較

	若齢群 n = 37		高齢群 n = 46		p 値
YKSST-A	82.8 ±	14.6	42.4 ±	12.9	0.001 *
YKSST-B	75.3 ±	8.9	43.9 ±	12.8	0.001 *
YKSST-平均	79.1 ±	10.6	43.1 ±	12.8	0.001 *

t 検定 *: p < 0.05

4 研究 2 高齢者の身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響

4-1 対象

研究 1 と同じ高齢者を対象とした。

4-2 方法

4-2-1 計測機器

研究 1 と同じ計測機器を使用した。

4-2-2 計測課題

研究 1 の計測課題に加え，過去 6 ヶ月以内の転倒歴をアンケートによって調査した。

4-2-3 計測手順及び分析方法

分析 1；転倒リスクの高い者と低い者の身体能力認知誤差と副次的評価項目

研究 1 と同じ高齢群 46 名に対し，転倒予測評価として使用されている 6 ヶ月以内の転倒歴，FRT，TUG を計測した。Thomas ら¹²⁾ は転倒リスクの有無を判断する FRT の基準値として，18.5cm を cut off 値としている。島田ら⁵⁷⁾ は同様の TUG の基準値として，11.0 秒を cut off 値としている。今回は，6 ヶ月以内の転倒歴，FRT，TUG の中で，ひとつでも転倒リスクの cut off 値をクリアできなければ高リスク群，全てクリアしたものを低リスク群として 2 群に分け，群間（高リスク群，低リスク群）における，上記の計測課題の結果を t 検定で比較した。

分析 2；転倒リスク者を判別する身体能力認知誤差の cut off 値の検討

高リスク群と低リスク群の割り付けを従属変数，身体能力認知誤差値を独立変数とし，判別分析で身体能力認知誤差の cut off 値を検討した。

分析 3；高齢者の身体能力認知誤差と副次的評価項目の結果の男女比較

高齢群 46 名の身体能力認知誤差と副次的評価項目の値を男女で比較した。

4-2-4 統計学的分析

身体能力認知誤差の各計測値は1回目の計測データを使用した。高リスク群と低リスク群および男女間の身体能力認知誤差の差、副次的評価項目の差は、奥行き知覚は X^2 検定を実施し、その他の副次的評価項目は、各群における各測定値が正規分布しているか否かをShapiro-Wilkの正規性検定により確認した結果、正規分布を示さなかった場合は検定にMann-Whitney検定を使用し、正規分布を示したものは奥行き知覚以外について対応のない t 検定を実施した。統計ソフトはIBM SPSS Statistics Ver.24を使用し、統計処理における危険率は5%未満とした。

4-3 結果

4-3-1 転倒リスクの高い者と低い者との身体能力認知誤差と副次的評価項目の比較

高リスク群と低リスク群の基本情報として、属性（年齢、身長など）やバランス検査として計測した FRT、最大歩幅、TUG の結果を表 11 に示す。先に述べた Thomas ら¹²⁾ や 島田ら⁵⁷⁾ が設定した FRT と TUG の cut off 値と 6 ヶ月以内の転倒歴で割り付けを検討した結果、高齢群における高リスク群は 46 名中 16 名、低リスク群は 46 名中 30 名で、そのうち高リスク群の半年以内の転倒経験者は 9 名であった。バランス検査として計測した FRT、最大歩幅、TUG の中で、有意な差が認められたのは最大歩幅と TUG であった。その詳細として、最大歩幅は高リスク群 (77.8±15.9cm) が低リスク群 (94.8±9.8cm) に対し、有意に低値であった ($p=0.001$)。TUG は高リスク群 (11.6±3.6 秒) が低リスク群 (8.1±1.2 秒) に対し、有意に低値であった ($p=0.001$)。

表 11 高リスク群と低リスク群の基本情報

	高リスク群 n = 16		低リスク群 n = 30		p 値
人数 (名)	16(転倒経験9)		30		
年齢 (歳)	78.4 ±	4.3	75.1 ±	4.4	0.019 *
身長 (cm)	152.8 ±	7.3	153.1 ±	6.9	0.685
BMI	23.0 ±	2.3	22.9 ±	3.1	0.909
FRT (cm)	24.3 ±	4.3	26.4 ±	5.3	0.174
最大歩幅 (cm)	77.8 ±	15.9	94.8 ±	9.8	0.001 *
TUG (秒)	11.6 ±	3.6	8.1 ±	1.2	0.001 *

*t*検定 *: $p < 0.05$

高リスク群と低リスク群の身体能力認知誤差の評価として計測した FRT 誤差, 最大一歩幅誤差, TUG 誤差の結果を表 12 に示す. 各身体能力認知誤差において, 高リスク群と低リスク群の間には有意な差は認められなかった.

表 12 高リスク群と低リスク群の身体能力認知誤差の結果の比較

	高リスク群 n = 16		低リスク群 n = 30		p 値
	可	不可	可	不可	
FRT誤差 (cm)	8.1 ± 6.1	6.5 ± 5.9	6.5 ± 5.9	8.1 ± 8.6	0.374
最大一歩幅誤差 (cm)	8.7 ± 6.7	8.1 ± 8.6	8.1 ± 8.6	5.9 ± 4.5	0.213
TUG誤差 (秒)	5.9 ± 4.5	4.8 ± 5.9	4.8 ± 5.9	5.9 ± 4.5	0.181

t検定 *: $p < 0.05$

高リスク群と低リスク群の副次的評価項目の結果を表 13~16 に示す. 低リスク群に対し高リスク群が有意差を認めた副次的評価は, 遂行機能であった. その詳細として, 遂行機能は, YKSST-A において高リスク群 (YKSST-A ; 37.3 ± 11.6 , YKSST-B ; 38.6 ± 11.3 , YKSST-平均 ; 37.9 ± 11.3) が低リスク群 (YKSST-A ; 45.1 ± 13.0 , YKSST-B ; 46.8 ± 12.8 , YKSST-平均 ; 45.9 ± 12.8) に対し, 有意に低値であった (YKSST-A ; $p=0.007$, YKSST-B ; $p=0.026$, YKSST-平均 ; $p=0.020$) (表 16).

表 13 高リスク群と低リスク群の Two pencil 法の結果の比較

	高リスク群 n = 16		低リスク群 n = 30		p 値
	可	不可	可	不可	
Two pencil法・右目 (%)	37.5	62.5	43.3	56.7	0.404
Two pencil法・左目 (%)	93.7	6.3	63.3	36.7	0.094
Two pencil法・両目 (%)	87.5	12.5	60.0	10.0	0.795

X^2 検定 *: $p < 0.05$

表 14 高リスク群と低リスク群の協調運動機能検査の結果の比較

	高リスク群 n = 16		低リスク群 n = 30		p 値
<指合わせ試験>					
指合わせ試験・右手 (cm)	3.2 ±	1.5	2.7 ±	0.7	0.556
指合わせ試験・左手 (cm)	2.7 ±	1.0	2.2 ±	0.9	0.121
<重心動揺検査>					
開脚位 開眼 外周面積(cm ²)	2.4 ±	2.2	1.4 ±	0.6	0.099
開脚位 閉眼 外周面積(cm ²)	1.7 ±	1.3	1.3 ±	0.7	0.192
開脚位 開眼 軌跡長(cm)	67.7 ±	19.2	65.4 ±	20.8	0.504
開脚位 閉眼 軌跡長(cm)	79.5 ±	21.4	77.1 ±	21.4	0.719
閉脚位 開眼 外周面積(cm ²)	5.4 ±	2.4	4.4 ±	2.7	0.102
閉脚位 閉眼 外周面積(cm ²)	8.4 ±	5.7	7.0 ±	4.9	0.482
閉脚位 開眼 軌跡長(cm)	115.3 ±	47.5	109 ±	37.1	0.818
閉脚位 閉眼 軌跡長(cm)	155.2 ±	66.3	152 ±	57.3	0.872
開脚位 外周面積(cm ²) ロンベルグ率	0.9 ±	0.4	0.9 ±	0.4	0.640
開脚位 軌跡長(cm) ロンベルグ率	1.2 ±	0.3	1.2 ±	0.2	0.926
閉脚位 外周面積(cm ²) ロンベルグ率	1.5 ±	0.6	1.8 ±	1.2	0.645
閉脚位 軌跡長(cm) ロンベルグ率	1.3 ±	0.1	1.4 ±	0.3	0.371

t検定 *:p<0.05

表 15 高リスク群と低リスク群の自己効力感評価の結果の比較

	高リスク群 n = 16		低リスク群 n = 30		p 値
FES(転倒不安感)	103.9 ±	19.2	107.8 ±	20.3	0.433
GSES(行動の積極性)	3.6 ±	1.9	4.1 ±	2.3	0.529
GSES(失敗に対する不安感)	2.6 ±	1.3	3.3 ±	1.1	0.109
GSES(能力の社会的位置づけ)	0.8 ±	1.2	1.3 ±	1.3	0.125
GSES(総計)	7.0 ±	3.8	8.6 ±	3.8	0.174

t検定 *:p<0.05

表 16 高リスク群と低リスク群の遂行機能検査の結果の比較

	高リスク群 n = 16		低リスク群 n = 30		p 値
YKSST-A	37.3 ±	11.6	45.1 ±	13.0	0.007 *
YKSST-B	38.6 ±	11.3	46.8 ±	12.8	0.026 *
YKSST-平均	37.9 ±	11.3	45.9 ±	12.8	0.020 *

t検定 *:p<0.05

4-3-2 転倒リスク者を判別する身体能力認知誤差の cut off 値の検討

本研究の目的は、主要評価項目として計測をした FRT 誤差、最大一步幅誤差、TUG 誤差などの身体能力認知誤差が、既存の転倒予測指標の転倒歴、FRT、TUG などの結果によって判断される転倒リスクに与える影響を明らかにすることである。高齢群 46 名に対して身体能力認知誤差の評価として計測した FRT 誤差、最大一步幅誤差、TUG 誤差の結果を図 18 に示す。身体能力認知誤差の大きさを判別分析した結果、cut off 値を FRT 誤差は 7.3cm (的中率 67.4%，図 18-a)，最大一步幅誤差は 8.4cm (的中率 52.2%，図 18-b)，TUG 誤差は 5.4 秒 (的中率 60.9%，図 18-c) で転倒の高リスク群と低リスク群を判別した。

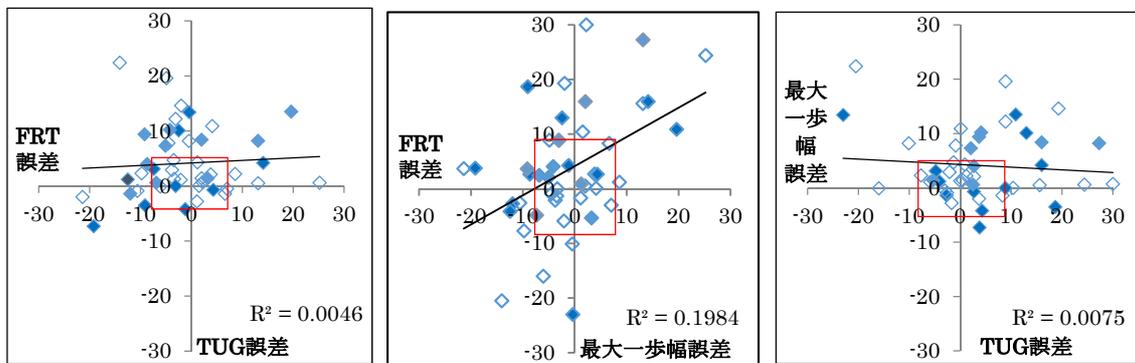


図 18-a

図 18-b

図 18-c

図 18 身体能力認知誤差の値の分布と cut off 値 (◆：高リスク群，◇：低リスク群)

4-3-3 身体能力認知誤差と副次的評価項目の結果の男女比較

本研究の高齢者の男女別の基本情報として、属性（年齢、身長など）やバランス検査として計測した FRT、最大一步幅、TUG の結果を表 17 に示す。男性の 12 名のうち 3 名は 6 ヶ月以内の転倒経験者で、女性は 34 名で転倒経験者は 6 名であった。バランスの評価として行った FRT、最大一步幅、TUG では、すべての検査で差は認められなかった。

表 17 高齢者の男女別の基本情報

	男性 n = 12		女性 n = 34		p 値
人数 (名)	12 (転倒経験3)		34 (転倒経験6)		
年齢 (歳)	77.5 ± 5.1		75.9 ± 4.4		0.205
身長 (cm)	162.3 ± 4.5		149.7 ± 4.1		0.001 *
BMI	23.9 ± 3.6		22.6 ± 2.5		0.154
FRT (cm)	27.6 ± 5.5		24.9 ± 4.8		0.122
最大一步幅 (cm)	91.3 ± 13.2		88.0 ± 15.2		0.652
TUG (秒)	9.7 ± 2.2		9.2 ± 3.1		0.169

t 検定 *: $p < 0.05$

次に、性別の違いが身体能力認知誤差に与える影響を検討するため、高齢者の身体能力認知誤差と副次的評価項目を男女で比較した（表 18～22）。その結果、男女間で有意差を示した評価は、協調運動機能と自己効力感であった。その詳細として、協調運動機能は重心動揺検査において、外周面積で男性（開脚位開眼 $2.5 \pm 2.4 \text{ cm}^2$ 、開脚位閉眼 $1.9 \pm 1.3 \text{ cm}^2$ ）が女性（開脚位開眼 $1.5 \pm 0.9 \text{ cm}^2$ 、開脚位閉眼 $1.2 \pm 0.8 \text{ cm}^2$ ）に対し、有意に高値（ p =開脚位開眼；0.036、開脚位閉眼；0.015）を示し、軌跡長で男性（開脚位開眼 $77.4 \pm 20.6 \text{ cm}$ ）が女性（ $62.3 \pm 18.6 \text{ cm}$ ）に対し、有意に高値であった（表 20）。自己効力感は、GSES の能力の社会的位置づけの項目において男性（ 1.8 ± 1.4 ）が女性（ 0.9 ± 1.2 ）に対し、有意に高値（ $p=0.025$ ）であった（表 21）。身体能力認知誤差では、男女間で差は認められなかった。

表 18 高齢者の身体能力認知誤差の結果の男女比較

	男性 n = 12		女性 n = 34		p 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
FRT誤差 (cm)	8.5	7.8	6.5	5.2	0.617
最大一步幅誤差 (cm)	8.2	8.3	8.4	7.9	0.707
TUG誤差 (秒)	3.1	3.2	5.9	5.8	0.121

*t*検定 *: $p < 0.05$

表 19 高齢者の Two pencil 法の結果の男女比較

	男性 n = 12		女性 n = 34		p 値
	可	不可	可	不可	
	Two pencil法・右目 (%)	33.3	66.7	52.9	
Two pencil法・左目 (%)	50.0	50.0	50.0	50.0	1.000
Two pencil法・両目 (%)	91.7	8.3	88.2	11.8	0.743

X^2 検定 *: $p < 0.05$

表 20 高齢者の協調運動機能検査の結果の男女比較

	男性 n = 12		女性 n = 34		p 値
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
<指合わせ試験>					
指合わせ試験・右手 (cm)	2.6	0.8	3.0	1.1	0.176
指合わせ試験・左手 (cm)	2.6	1.2	2.3	0.9	0.510
<重心動揺検査>					
開脚位 開眼 外周面積 (cm ²)	2.5	2.4	1.5	0.9	0.036 *
開脚位 閉眼 外周面積 (cm ²)	1.9	1.3	1.2	0.8	0.015 *
開脚位 開眼 軌跡長 (cm)	77.4	20.6	62.3	18.6	0.013 *
開脚位 閉眼 軌跡長 (cm)	86.9	27.8	74.7	17.7	0.178
閉脚位 開眼 外周面積 (cm ²)	5.5	2.3	4.4	2.7	0.101
閉脚位 閉眼 外周面積 (cm ²)	7.9	5.6	7.4	5.1	0.717
閉脚位 開眼 軌跡長 (cm)	126.3	40.1	105.6	40.0	0.131
閉脚位 閉眼 軌跡長 (cm)	166.6	58.6	148.2	60.5	0.365
開脚位 外周面積 (cm ²) ロンベルグ率	0.9	0.4	0.9	0.4	0.635
開脚位 軌跡長 (cm) ロンベルグ率	1.1	0.3	1.2	0.2	0.234
閉脚位 外周面積 (cm ²) ロンベルグ率	1.5	0.7	1.8	1.2	0.355
閉脚位 軌跡長 (cm) ロンベルグ率	1.3	0.2	1.4	0.3	0.350

*t*検定 *: $p < 0.05$

表 21 高齢者の自己効力感評価の結果の男女比較

	男性 n = 12		女性 n = 34		p 値
FES(転倒不安感)	111.4	± 13.0	104.7	± 21.6	0.213
GSES(行動の積極性)	4.3	± 2.3	3.8	± 2.2	0.543
GSES(失敗に対する不安感)	3.4	± 1.2	2.9	± 1.3	0.222
GSES(能力の社会的位置づけ)	1.8	± 1.4	0.9	± 1.2	0.025 *
GSES(総計)	9.4	± 3.1	7.6	± 4.0	0.161

t 検定 *: $p < 0.05$

表 22 高齢者の遂行機能検査の結果の男女比較

	男性 n = 12		女性 n = 34		p 値
YKSST-A	40.0	± 12.5	43.2	± 13.2	0.472
YKSST-B	41.4	± 12.6	44.8	± 12.9	0.439
YKSST-平均	40.7	± 12.3	43.9	± 13.0	0.451

t 検定 *: $p < 0.05$

5 考察

5-1 研究1 身体能力認知誤差に与える要因の検討

本研究では、若齢者 37 名と高齢者 46 名を対象に、重回帰分析を使って身体能力認知誤差の要因について検討した。その結果、年齢、身長、バランス検査、奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感が身体能力認知誤差に関連することが明らかになった。また、若齢群と高齢群の身体能力認知誤差と副次的評価項目を比較した結果、高齢群は若齢群に対し、身体能力認知誤差、奥行き知覚、協調運動機能、遂行機能が有意に高く、自己効力感が有意に低いことがわかった。

身体能力認知誤差の要因に関する実証的な研究は、現在のところ少ない。Robinovitch ら⁵⁸⁾ は、介護老人保健施設に入所する高齢者と、健常な若齢者に対し、姿勢安定性境界の認識を調査した。その結果、リーチング能力の低さと上肢の長さに対する認識がリーチング距離の見積り誤差に影響すると示している。宮島ら⁵⁹⁾ は、脳卒中片麻痺患者を対象として、跨ぎ課題における運動認知能力の特徴を調べた結果、左片麻痺群は右片麻痺群に比べて過大評価をする傾向があることを見つけ、その要因として視空間認知能力の違いを挙げている。

本研究の重回帰分析や若齢者と高齢者との差の検定の結果は、Robinovitch らと宮島らが身体能力認知誤差の要因として考察していた、年齢、身長、バランス能力、視空間認知の関与を実証したと考える。また、今回の結果では、それらの要因に加えて、自己効力感、遂行機能なども関連することが明らかになった。この身体能力認知誤差と本研究の副次的評価項目との関連性の結果から、転倒までの過程において、副次的評価項目として着目した各諸機能が相互に関与していたことが推察できた。その中で、運動機能と感覚機能を結びつける役割を担う頭頂葉については、酒田ら⁶⁰⁾ らは次のようにまとめている。頭頂葉は、動作に必要な情報を集めて、処理する働きが中心である。上頭頂小葉と下頭頂小葉の領域に分けられ、上頭頂小葉は体性感覚とのつながりが強く、下頭頂小葉は視覚と運動を結びつける働きをする。第一次視覚野から出た大脳皮質の視覚経路は視覚前野で背側経路

と腹側経路に分かれ、背側経路は下頭頂小葉に投射し、腹側経路は下側頭皮質に投射する。視覚経路によって、処理される視覚情報が異なり、背側経路は主に運動覚や物体位置把握、腹側経路は形態や色の識別を行う。線遠近などの単眼視の手がかりをもとに、網膜上に映る視覚像を3次元的に再現する奥行き知覚は、この背側経路の領域に関与すると考えられている。そのため、本研究の奥行き知覚の評価である Two pencil 法は、背側経路から投射された視覚情報が運動に影響するかを検討したことになる。転倒の要因に腹側経路の情報処理も関与するかどうか、今後の課題である。

本研究では、身体能力認知誤差に与える要因として、視対象を捉える奥行き知覚から、認知・判断に関わる自己効力感や遂行機能を分析の範囲として検討した。本研究の身体能力認知誤差の計測課題は、比較的簡便に計測でき、対象者が自己の身体能力を認知し動作を行っているかを定量的に評価できることを示す結果となった。また、運動パフォーマンスを評価するだけの身体機能評価よりも、運動準備を想定した認知過程を含む身体能力認知誤差の評価を計測課題に加えることが転倒回避行動を促す可能性が考えられた。これらは近年、事前に動作をシミュレートし、動作の準備性及び安全性を高める技術として、Virtual Reality Task (VRT) を使用した転倒回避訓練⁶¹⁾に応用できると考える。この技術を安全に活用するために、視線解析装置等でヒトの視覚入力から運動準備過程に関する基礎的研究の蓄積が必要であると考えられる。

5-2 高齢者の身体能力認知誤差が転倒リスクに与える影響

研究1の結果において、高齢者は若齢者に対し、バランス能力が低いことに加え、身体能力認知誤差、協調運動機能、遂行機能の成績が有意に低値 ($p < 0.05$) であり、転倒恐怖感や自己効力感が高いことが確認された。また、高齢群の身体能力認知誤差の大きさを判別分析した結果、cut off 値を FRT 誤差は 7.3cm (的中率 67.4%)、最大一步幅誤差は 8.4cm (的中率 52.2%)、TUG 誤差は 5.4 秒 (的中率 60.9%) で転倒の高リスク者と低リスク者を判別した。

高齢者は若齢者に対し身体能力が低いため、自己防衛の観点からも自己の能力を低く見積り、それに応じた行動判断を行うことは予測できる。本研究においても、高齢者は若齢者に対し身体能力が低いという結果であったため、運動行動の判断を慎重に行う必要性が考えられたが、高齢者は若齢者よりも自己の身体能力を過大評価するといった矛盾した結果が得られた。このことより、身体能力依存的に自己の身体能力を過大評価するといった認知的特性は、若齢者と高齢者とで差が生じる可能性が示唆された。また、本研究に参加した高齢者は認知機能の比較的高い高齢者であったことが遂行機能検査である YKSST の平均値 43.1 点であり、山口ら⁵⁶⁾の対象者の平均値 42.1 点 (75~79 歳、軽度認知障害は 35.1 点) と比較し、高い得点であることから確認できる。このことは、過大評価性の認知的乖離は認知機能の低下を伴わずに高齢期に発生する可能性を示唆している²⁰⁾。

杉原ら¹⁹⁾は、転倒予防教室に参加した地域高齢者を対象に、最大リーチ距離の実測値と予測値の誤差の絶対値を求め、ある一定の誤差を境に転倒群と非転倒群を判別できたと報告している。杉原らの研究では転倒者と非転倒者を判別する cut off 値として、FRT 誤差は 9.0cm、TUG 誤差は 9.5 秒で設定したことに対し、本研究では、転倒高リスク者と低リスク者を判別する cut off 値として、FRT 誤差は 7.3cm、TUG 誤差は 5.4 秒を基準値とした。本研究の高齢者の FRT の平均値は 25.7cm であり、杉原らの研究の対象者 (15.0cm) と比較して、バランス能力が高い者が多いことや、本研究の参加者の平均年齢は 76.3 歳であり、杉原らの研究 (80.6 歳) と比較して若干年齢が若いことなどが、結果の相違の原因と考え

られる。FRT では、虚弱高齢者を判断する基準として、18.5cm 未満¹²⁾ とし、TUG では、運動器不安定症を判断する基準として、11 秒以上⁴⁰⁾ とし、臨床的な転倒の境界値として、本研究では、高齢者の FRT の平均値は高リスク群で 24.3cm、低リスク群で 26.4cm、TUG の平均値は高リスク群で 11.6 秒、低リスク群で 8.1 秒となり、いずれの値も上記の境界値を上回っていた。このことから、本研究の対象者の転倒リスクを判断するには、既存の転倒予測の評価である FRT や TUG をバランス検査として計測するだけでなく、対象者の認知している身体能力と実際の身体能力との誤差を計測する身体能力認知誤差の評価として計測した結果を合わせて検討することが重要であると考え。また、高齢者の身体能力認知誤差と副次的評価項目の測定値において男女比較を試みた結果、身体能力認知誤差では男女間に差は認められなかった。協調運動機能の評価である重心動揺検査の一部の結果と自己効力感の評価である GSES の能力の社会的位置づけにおいて、男女間に差が認められたことについては、各測定値を個別に解釈する際に参考になる可能性はあると考えが、これらの結果を前述した高齢者の認知的乖離の結果に対して特徴的な発見とは言えず、性別の違いが身体能力認知誤差に与える影響としては言及できない。男女比の偏りから検討試験数も十分とは言えないため、この性別の違いによる身体能力認知誤差に与える影響について継続してデータを集積していく必要があると考える。

以上より、従来の転倒予測の評価として使用されてきた FRT、最大一歩幅、TUG の成績が良い者の転倒予防には、既存の価値観とは異なる評価・介入が必要であり、本研究はそのことの重要性を示唆したと考える。

また、身体能力認知誤差と転倒との関係は、バランス能力や年齢などの要因により変化する可能性があるため、転倒リスクを判断する際には、身体能力認知誤差の評価のみならず、バランス能力など本研究の副次的評価項目の結果を統合して解釈をする必要があると考えられる。

6 結語

本研究は、身体能力認知誤差に与える要因を分析し、その要因が転倒リスクに与える影響を検討した。その結果、以下の3点の結果が得られた。

1. 身体能力認知誤差と副次的評価項目との重回帰分析の結果、FRT 誤差と奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感の評価 ($R^2=0.504$, $p<0.01$)、最大一步幅誤差とバランスの評価項目 ($R^2=0.625$, $p<0.01$)、TUG 誤差と協調運動機能の評価 ($R^2=0.296$, $p<0.01$) が関連した。
2. 若齢群と高齢群の身体能力認知誤差と副次的評価項目を比較した結果、高齢群は若齢群に対し、FRT 誤差、two pencil 法、指合わせ試験、重心動揺の外周面積・軌跡長、YKSST が有意に高値 ($p<0.05$) であり、FES、GSES が有意に低値 ($p<0.01$) であった。
3. 高齢群の身体能力認知誤差の大きさを判別分析した結果、cut off 値を FRT 誤差は 7.3cm (的中率 67.4%)、最大一步幅誤差は 8.4cm (的中率 52.2%)、TUG 誤差は 5.4 秒 (的中率 60.9%) で転倒の高リスク者と低リスク者を判別した。

これらの結果より、身体能力認知の乖離の要因として年齢、身長、バランス能力、奥行き知覚、自己効力感、遂行機能の関与を指摘した。また、動作の企画から実行までの過程においてこれらの評価項目から得られた情報が統合され、身体能力認知誤差という形に転化して評価できることが考えられた。さらに、身体能力認知誤差は、身体能力や認知機能の程度で判断できなかつた転倒リスクを判別する手段の一つとなる可能性が示唆された。

以上より、高齢者の身体能力認知誤差に与える要因が明らかになり、身体機能以外で今後の転倒予防介入に寄与する知見が得られた。

7 本研究の限界

本研究の特徴は、高齢者の身体能力認知誤差が生じる要因として奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能に着目し、身体能力認知誤差とその要因が転倒リスクに及ぼす影響を検討した点にある。しかしながら本研究の限界としては、追跡調査を実施していないために、身体能力認知誤差の結果が実際の転倒に関係するのかまでは言及することが出来ない。今後は縦断的に計測を行い、各パラメータの普遍性を検討することが研究課題となる。また、今回の結果は、転倒リスクの高い本人への注意喚起に寄与するだけでなく、施設入所高齢者や入院患者における見守りなどの安全管理を目的とした職員教育を図るうえでの基礎データとなることが考えられる。対象者に身体能力認知誤差の違いを調査すること、その違いを職員が理解し安全管理に活用したかを検討することなどが必要であると考えられる。

さらに、今回使用した身体能力認知誤差を VRT へ発展させるには、知覚的に異なる奥行きの課題に対する立体視の働きについても明らかにしていく必要があり、奥行き知覚以外に立体視の評価も重要と言える。その際には、今回運動準備過程に関わる機能である奥行き知覚、協調運動機能、自己効力感、遂行機能などを同時計測し、それらの関与を検証していく必要があると考える。

謝辞

本研究の計画立案から論文執筆に至るまで、国際医療福祉大学大学院保健医療学専攻作業療法学分野教授・谷口敬道先生，同分野講師・平野大輔先生に長期間に渡り多くのご指導を賜りました。先生方がいらっしゃらなければ執筆を終えることは出来ませんでした。ここに多大なる謝意を表したいと思います。

被験者として本研究にご協力いただいた群馬医療福祉大学の学生の方々や群馬県前橋市しきしま老人福祉センターおよび群馬県本町自治会の方々には，多忙にも関わらず，みなさん積極的に研究に参加頂きました。椎名義明氏，森実愉氏をはじめ作業療法学分野の博士課程の同期の方々には，論文執筆が進まない私に，気遣いや励ましをいただきました。日々の業務と論文執筆の両立ができず悩み続けましたが，群馬医療福祉大学リハビリテーション学部理学療法専攻の村山明彦先生，作業療法専攻の山口智晴先生，古田常人先生には多くのご指導やご配慮をいただきました。皆さんの存在は，私にとって大きなものでした。

博士課程受験から5年間支え続けてくれた妻の寛子の存在がなければ，この論文は完成しませんでした。

論文執筆を終えるまで多くの方々のご協力を賜りました。全ての方々に感謝いたします。

引用文献

- 1) 厚生労働省.平成 28 年国民生活基礎調査
- 2) 奈良勲,内山靖.姿勢調節障害の理学療法.第 2 版.東京:医歯薬出版株式会社,2012:381-444
- 3) 武藤芳照.転ばぬ先の杖と知恵.転倒予防教室解説書.よくわかる骨・関節ガイド.東京:中外製薬株式会社,2016
- 4) 小川純人.高齢者の転倒予防ガイドライン.第 1 版.地域在住高齢者における介護予防指標:転倒リスクの縦断的変化と関連性.東京:メジカルビュー社,2012:137-139
- 5) 大高洋平.高齢者の転倒予防の現状と課題.日本転倒予防学会誌 2015;1:11-20
- 6) Tinetti ME, Kumar C. The patient who falls: "It's always a trade-off". JAMA. 2010;303(3):258-266
- 7) 日本理学療法士協会.身体的虚弱.理学療法診療ガイドライン.第 1 版.2011:1008-1012
- 8) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community dwelling older adults using the timed up & go test. Phys Ther. 2000;80:896-903
- 9) 池添冬芽.高齢者の体力づくり.京都大学医学部保健学科紀要 健康科学 2004 ; 1:39-45
- 10) Duncan PW, Studenski S, Chandler J, et al. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. J Gerontol.1992;47:93-98
- 11) Acar M, Karatas GK. The effect of arm sling on balance in patients with hemiplegia. Gait Post ure. 2010;32(4):641-644
- 12) Thomas J, Lane J. A Pilot Study to Explore the Predictive Validity of 4 Measures of Falls Risk in Frail Elderly Patients. Arch Phys Med Rehab. 2005;86:1636-1640
- 13) 武藤芳照,鈴木みずえ,原田敦.転倒予防白書 2016.東京:日本医事新報社,2016:134-144
- 14) 黒川美知代,征矢野あや子,杉山良子.転倒・転落予防の実態:赤十字病院における転倒・転落リスクアセスメントの現状.日本転倒予防学会誌 2018;5(1):57-60
- 15) 伊藤直樹,近藤和泉.SIDE による立位バランス能力の評価.リハビリナース

2016;9(1):72-77

- 16) Center for Disease Control and Prevention. 2017. The Pharmacist's Role in Older Adult Fall Prevention. <https://www.cdc.gov/steady/index.html> 2018.12.15
- 17) Lisbeth RM, Katja T, Jesper R, et al. Physical, mental, and social functioning in women age 65 and above with and without a falls history: An observational case-control study. *Journal of Frailty, Sarcopenia and Falls*. 2018;3(4):179-184
- 18) Hopewell S, Adedire O, Copsey BJ, et al. Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2018 23;7:CD012221. doi: 10.1002/14651858.CD012221.pub2
- 19) 杉原敏道, 郷貴大, 三島誠一. 高齢者の身体能力認識と転倒について. *理学療法科学* 2005;20(1):13-16
- 20) 鈴木宏幸, 桜井良太, 藤原佳典. 高齢者の自己認識能力低下は心身機能低下・転倒発生を予測するか. 第26回健康医科学研究助成論文集 2011; 49-57
- 21) 岡田洋平, 高取克彦, 榑野浩司ら. 地域在住高齢者におけるリーチ距離の見積り誤差と転倒との関係. *理学療法学* 2008;35(6):279-284
- 22) 山田実, 原田真. 地域在住の特定高齢者における複数課題条件下での障害物回避能力: 転倒経験高齢者と非転倒経験高齢者との比較. *保健師ジャーナル* 2009;65(11):960-963
- 23) 中野渉, 大橋ゆかり. 障害物を跨ぐための歩幅調節における年齢と歩行速度の影響について. *理学療法学* 2010;37(3):153-159
- 24) 重森健太, 大城昌平. 歩幅を意識したエクササイズウォーキングが中・高齢者の身体運動機能および身体能力認識に及ぼす影響. *聖隷クリストファー大学リハビリテーション学部紀要* 2007;3:69-76
- 25) Beauchet OACea. Imagined timed up & go test: a new tool to assess higher-level gait and balance disorders in older adults? *J Neurol Sci*. 2011;294(2):102-106
- 26) 荒井龍淳, 増本康平, 藤田綾子. 身体能力認知と心理的要因の関係に関する研究: 高齢者と

- 若年者の「またぎ」能力の比較. 第48回日本老年社会科学会大会
- 27) 荒井龍淳.高齢者における身体能力認知に関する研究の動向.生老病死の行動科学
2007;12:47-52
 - 28) 宮川舞子,對馬均.加齢が身体能力の自己認識に及ぼす影響について.第44回日本理学療
法学術大会抄録集 2009
 - 29) 浦川純二,西尾幸敏,田上幸生ら.健常者の Auto-estimations 評価における運動認知能力検
討.理学療法学 2001;28(2):27
 - 30) 知花弘吉,亀谷義浩,竹嶋祥夫.交差点付近における高齢者と健常者の注視特性.日本建築
学会計画系論文集 2008;73(624):319-324
 - 31) 桂敏樹,三浦範大,高橋康朗.階段下降時における転倒高齢者の視覚による情報探索の特
性:アイマークレコーダを用いた転倒高齢者,非転倒高齢者,中年者,若年者の定性分析.
京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻紀要 健康科学 2006;2:67-71
 - 32) 宮寺亮輔,古田常人,嶋崎寛子,他.転倒回避行動前の視認体験が眼球運動と姿勢制御反応
に与える影響.埼玉県包括的リハビリテーション研究会雑誌 2016;16(1):5-11
 - 33) 丹治順.頭頂連合野と運動前野はなにをしているのか?:その機能的役割について.理学
療法学 2013;40(8):641-648
 - 34) 田上幸生,西尾幸俊,奥迫みゆきら.Auto-estimations によって見る片麻痺患者の跨ぎ動
作の特徴.理学療法学 2001;28(2):99
 - 35) 杉原敏道,三島誠一,田中基隆ら.高齢者の身体能力認識と転倒について.東北理学療法学
2006;18:29-33
 - 36) 小川真寛,常本浩美,仲重道子ら.高齢者の運動認知とパフォーマンスの関係:跨ぎ動作に
おけるアフォーダンスの臨界値と実際の臨界値からの分析.作業療法 2004;23:604
 - 37) 河野哲也.エコロジカルな心の哲学.東京:勁草書房,2003
 - 38) Konzak J, Meeuwsen HJ, Cress ME. Changing affordances in stair climbing: The per-
ception of maximum climbability in young and older adults. Journal of Experimental

Psychology. 1992;18:691-697

- 39) MJ Gibson. Improving the health of older people: a world view. Oxford Univ Press. England, 1990:296-315
- 40) 坂田榊教, 土居通哉, 細川武. 運動器不安定症と地域在住高齢者の体力. 埼玉圏央リハビリテーション研究会雑誌 2007;7(1):15-19
- 41) 前橋市. 年齢別人口. 平成 27 年版前橋市統計書
- 42) 柳瀬由起子, 村上忠洋, 小林麻記子ら. 「指あわせ試験」の再現性の検討. 理学療法科学 2008;23(5):557-560
- 43) 岡田真平, 上岡洋晴, 小林佳澄ら. 農村在住高齢者の移動能力・バランス能力とその関連事項に関する考察: 北御牧村研究. 身体教育医学研究 2001;2(1):13-20
- 44) Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. J Am geriatr Soc. 1991;39:142-148
- 45) Lang J. [The two-pencil test for testing stereopsis]. Klin Monbl Augenheilkd. 1983;182:576-578
- 46) 細田多穂, 柳澤健. 協調運動障害. 理学療法ハンドブック 理学療法の基礎と評価. 改定第4版. 東京, 協同医書出版社, 2013:604-635
- 47) 桑原慶太, 山田美加子, 内山靖. 脳血管障害後片麻痺患者の感覚障害に対する理学療法士の認識と検査の実態. 理学療法科学 2001;16(4):221-226
- 48) 福武敏夫. 母指探し試験・母趾探し試験: 古くて新しい鋭敏な深部感覚検査法. 脊椎脊髄 1997;10(6):569-573
- 49) 平山恵造. 神経症候学. 東京; 文光堂, 1971;1:729-731
- 50) 福武敏夫, 平山恵造. 母趾探し試験: 固有感覚性定位障害の臨床的研究. 臨床神経 1992;32(11):1213-1219
- 51) 岩元正広, 井上裕章, 安田知久ら. 直立姿勢維持における迷路と深部感覚の役割. 日本耳鼻咽喉科学会会報 1997;43:471-477

- 52) 望月久. バランス能力測定法としての直立検査. 理学療法 2008;15:15
- 53) 田崎義昭, 斎藤佳雄, 坂井文彦ら. ベッドサイドの神経の診かた. 第 16 版. 東京; 南山堂, 2004:62-63
- 54) Helstrom K. Fear of falling in patients with stroke: a reliability study. Clinical Rehabil. 1999;13:509-517
- 55) 坂野雄二, 東條光彦. 一般性セルフ・エフィカシー尺度作成の試み The General Self-Efficacy Scale (gses) : scale development and validation. 行動療法研究 1986;12(1):73-82
- 56) 山口智晴, 牧陽子, 海保歩ら. 高齢者の遂行機能評価尺度としての山口符号テストの開発: 地域での認知症予防介入に向けて. 老年精神医学雑誌 2011;22(5):587-594
- 57) 島田裕之, 古名丈人, 大淵修一ら. 高齢者を対象とした地域保健活動における Timed Up & Go Test の有用性. 理学療法学 2006;33(3):105-111
- 58) Robinovitch SN CT. Perception of postural limits in elderly nursing home and day care participants. J. Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1999;54(3):24-130
- 59) 宮島幸子, 大辻友枝, 坂上麻里子ら. 跨ぎ課題における運動認知への一考察. 理学療法学 2003;30(2):291
- 60) 酒田英夫. 頭頂葉. 東京; 医学書院, 2006:24-53
- 61) Patrick E, Vera S, Marius A, et al. Does multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training boost cognitive performance in older adults? A 6-month randomized controlled trial with a 1-year follow-up. Clinical Interventions in Aging. 2015:1335-1349