

博士論文

高齢者に対する転倒予防の新たな戦略：転倒予防自己効力感と  
身体能力の自己認識に着目した転倒発生に関する要因分析

2023年1月18日

神戸学院大学大学院総合リハビリテーション学研究科

医療リハビリテーション学専攻

林 真太郎

## 目次

### 第1章 序論

1. 緒言	1
1-1 本研究の背景	1
1-2 先行研究の動向	3
2. 本研究の目的	4
3. 本論文の構成	4
4. 用語の定義	4

### 第2章 研究1：転倒予防介入における自己効力感および身体能力の自己認識に 関連する介入研究についての文献レビュー

1. はじめに	6
2. 国内の転倒予防介入研究における動向	6
3. 国外における転倒予防介入研究の文献レビュー	8
3-1 目的	8
3-2 方法	8
3-3 結果	10
3-4 考察	10

### 第3章 研究2：高齢者における転倒予防自己効力感と身体能力の自己認識に 着目した転倒発生に関する要因分析

1. 目的	11
2. 対象と方法	11
2-1 参加対象者	11
2-2 研究デザイン	11
2-3 調査方法	12
2-4 データ収集	17
2-5 身体能力の自己認識の乖離	17
2-6 統計解析	17
3. 結果	18
3-1 研究参加者	18
3-2 アンケート結果および身体能力および自己認識の評価結果	19
4. 考察	23
4-1 結果および研究参加者の特徴	23

4-2	身体パフォーマンスにおける自己認識の誤差と転倒の関連性	24
4-3	転倒予防自己効力感と転倒の関連性	25
4-4	研究の限界	26
第4章 総合考察		27
謝辞		29
文献		30
補記		34
博士課程におけるその他の業績		35
主論文		別添

## 第1章 序論

### 1. 緒言

#### 1-1 本研究の背景

超高齢社会が加速し続けている日本では、医療技術の進歩が入院患者の早期退院を加速させる傾向にある一方で、社会保障においては医療費削減や、老老介護世帯、独居世帯の増加など様々な社会的課題に直面している<sup>1)</sup>。このような課題を解決するために、国民の一人ひとりが健康増進や疾病予防に関心を高めて健康に対する自己管理を実施し、在宅生活を継続するための工夫が求められている<sup>2)</sup>。

そのような中で、2019年における日本の人口動態統計<sup>3)</sup>では「不慮の事故による死因」として死亡した39,184名のうち、23.4%が転倒・転落によるものだと報告されている。さらに、死亡までは至らずとも、転倒や転落による外傷は入院治療を伴い、身体機能や活動性の低下、寝たきりに至る可能性が高い<sup>4)</sup>。また、転倒は心理面も含めQuality of Life (QOL) の低下を引き起こすことから<sup>4)</sup>、転倒予防は高齢者リハビリテーションにおける重要な課題である。

1980年代以降、転倒予防に関する研究は国内外において数多く報告され<sup>5,6)</sup>、運動プログラムをはじめとするさまざまな観点から転倒予防策が提案されてきたが、高齢者の転倒率については世界的にみて改善されていない。米国では2014年時点で65歳以上の高齢者の28.7%が転倒を経験したと推定されている<sup>7)</sup>。また、Hartholtら<sup>7)</sup>の調査では、75歳以上の人における年齢調整後の転倒関連死亡率は、2000年の10万人あたり51.6人から2016年の10万人あたり122.2人へと、2倍以上に増加している。国内においては、介護が必要となった主な原因の調査において、転倒が原因となるケースが増加傾向にある。2001～2019年における調査結果では「骨折・転倒」が概ね10%前後を占めて全体の第3～5位を推移しており、2019年には12.5%に増加している<sup>8)</sup>。

高齢者の転倒要因については、Tinettiらの研究をはじめとする様々な報告がなされており<sup>9,10)</sup>、対象者の身体機能面等に関わる内的リスク要因や周辺環境などの外的リスク要因を含め、多岐に渡ることが知られている。内的なリスク因子としては、バランス障害、筋力低下、視力障害などさまざまなものが知られており、Tinettiら<sup>9)</sup>は33のコホート研究から、少なくとも2つ以上の試験において独立した因子であるとされた転倒の内的なリスク因子を、表1のようにまとめている。さらに、内的なリスクについては、身体的リスクのみならず対象者の行動的要因もリスク要因のひとつであることが明らかになっており<sup>11)</sup>、世界保健機関 (World Health Organization : WHO) は高齢者の転倒予防についてのグローバルレポート<sup>10)</sup>において、転倒のリスク要因を生物学的、行動的、環境的、社会経済的要因の4つの側面から分類している (図1)。図1においては、生物学的リスク要因が内的リスク要因、環境的リスク要因が外的リスク要因と分類

できる。そして行動的リスク要因および社会経済的リスク要因は、その内容や性質によって内的あるいは外的に概ね分類できるが、注目すべきは、各要因が双方向の矢印で関係性を表しているように、これらが相互に作用し合った結果として転倒が生じることである。

そのため、個々の対象者に適した転倒予防策を検討する際には、特定の要因に特化した単一的な対策では十分ではないことが報告されており<sup>12)</sup>、包括的な転倒リスク評価を実施し、複数種類の運動プログラムや教育指導を取り入れるなどの多元的な介入による転倒予防がより効果的だと考えられている<sup>12, 13)</sup>。

表 1 地域在住高齢者の転倒に関する内的な独立リスク因子 (文献 9 より引用)

リスク因子	独立因子とされた試験数	相対危険率	修正オッズ比
過去の転倒歴	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 (上肢または下肢)	9	2.2 - 2.6	1.2 - 1.9
視力障害	8	1.5 - 2.3	1.7 - 2.3
薬剤 (4つ以上または向精神薬)	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、起立性低血圧	5	2.0	1.6 - 2.6
機能的制限、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 (Body Mass Index)	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

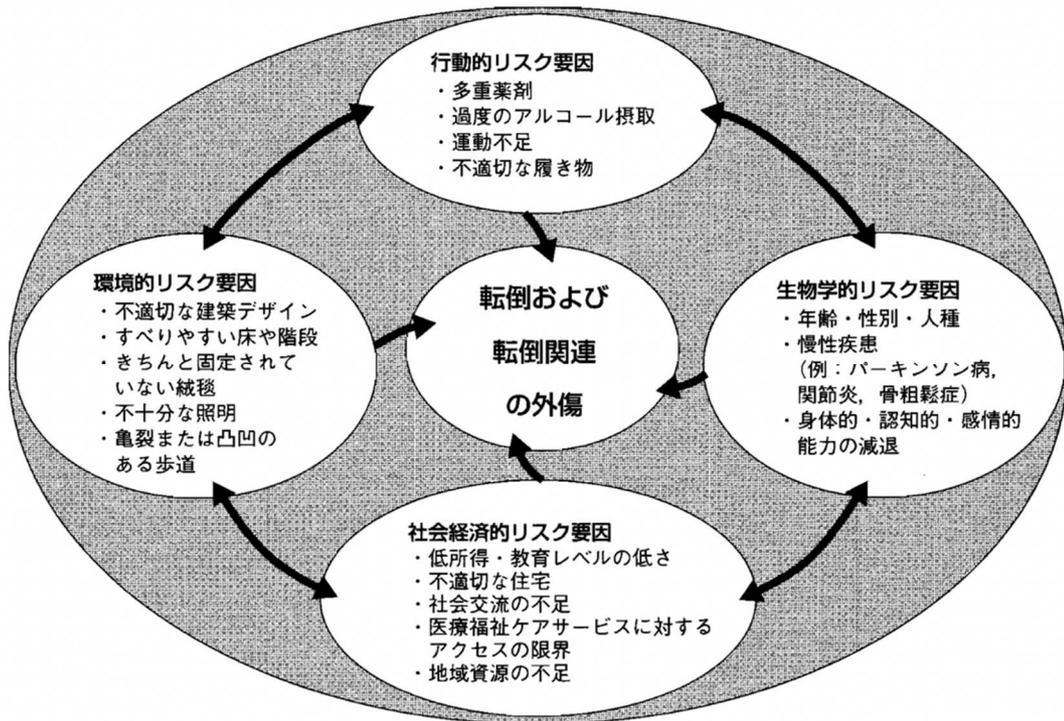


図1 高齢者の転倒に関するリスク因子モデル (文献10より引用)

## 1-2 先行研究の動向

さまざまな転倒リスク因子が挙げられている中で近年では、行動的リスク要因に位置づけられる、転倒予防としての自己の行動における自己効力感の程度や身体能力における自己認識と実際の身体能力との乖離度も、新たな転倒リスク因子の1つとして着目されている<sup>14-19)</sup>。転倒の発生は、さまざまな側面のリスク要因が相互に交絡し合う環境下でその本人が適応して行動できるかどうかに影響するものと考えられる<sup>10, 11)</sup>。そのため転倒予防を考えるうえで、対象者の転倒予防に関する適応の程度を主観的な自信度の評価として捉える自己効力感や、対象者が適切に自己の身体能力を認識しているかという観点から捉えることは、それまでの先行研究で報告されてきた単一的な要因ではなく、内的小および外的要因を含む複合的に転倒を説明するという点で、多岐にわたる転倒リスク要因の中でもより重要性が高いと考える。

先行研究では、高齢者の転ばない自信の程度を示す転倒予防自己効力感の低下に対して改善を図る介入の重要性が報告されている。しかし、この転倒予防自己効力感は低すぎても高すぎても転倒を引き起こしているとの報告がある<sup>15, 20)</sup>。また高齢者の身体能力の自己認識の乖離は転倒と関連することが報告されているが<sup>16-18, 21, 22)</sup>、自己認識において小さく見積もる過小評価および大きく見積もる過大評価のいずれれもが転倒のリスク因子として報告されている<sup>17, 23, 24)</sup>。さらに、転倒予防自己効力感および自己認識

の乖離と転倒との関連やこれらに焦点を当てた転倒予防介入の効果検証を実施した先行研究はそれぞれ見解が異なり、その効果については十分明らかになっていない。

## 2. 本研究の目的

本研究では、多岐にわたる転倒リスク要因がある中で今後より重要性が高いと考えられている、転倒予防自己効力感の程度や身体能力における自己認識と実際の身体能力の乖離度という要因に対し、臨床でどのような転倒予防介入がなされているか、またその効果について明らかにするためにこれまでの知見・研究の動向を探るとともに、実際の地域在住高齢者において、これらのリスク要因が転倒発生にどのように影響を及ぼしているのかについて明らかにすることを目的とした。

## 3. 本論文の構成

本章では、本研究における背景および目的について述べた。

第2章(研究1)では、高齢者に対するより効果的な転倒予防介入の開発に向けての知見を得るために国内外の文献レビューを行い、これまでの転倒予防研究において、転倒リスク要因の1つとしてあげられる転倒予防自己効力感や身体能力の自己認識の乖離度の改善を図った介入が、どのような影響を与え、どの程度転倒の減少や予防につながっているのかを明らかにした。

また、実際に転倒予防策の新たな戦略を見出し検討していくうえで、第3章(研究2)では、転倒リスクの高い地域在住高齢者において転倒予防自己効力感の程度や身体能力の自己認識の乖離度が、転倒リスクとしてどのように影響を及ぼしているのか、横断研究を実施してそれらの関連性を明らかにし、転倒発生に関する要因を分析した。

これらの研究を通じて得られた結果から、第4章では総合考察として本研究における見解をまとめた。

## 4. 用語の定義

転倒：

転倒については、1987年に高齢者の転倒予防に関する Kellogg 国際ワークグループが発表した Gibson<sup>25)</sup>の定義をはじめとして、いくつかの定義が提唱されており、普遍的で共通したものはないが、本研究では「他人による外力、意識消失や突発の発作などによるものを除いて、本人が意図せずに、同一平面あるいはより低い平面へ倒れること」とする。

転倒予防自己効力感：

先行研究では、転倒予防自己効力感あるいは転倒自己効力感と、同義の意味で複数の用語が見受けられるが、本研究では「動作や活動に対して転倒をせずに遂行で

きる自信の程度すなわち転倒予防における自己効力感」と定義する。この定義は Tinetti ら<sup>19)</sup>が、対象者の転倒に関する自己効力感について量的評価を可能にするために開発した Fall Efficacy Scale (FES) をもとにした定義である。

## 第2章

### 研究1. 転倒予防介入における自己効力感および身体能力の自己認識に関連する介入研究についての文献レビュー

#### 1. はじめに

これまでの転倒予防介入として、多くはさまざまな運動療法が提案され、身体機能および能力の改善、すなわち下肢を中心とした対象者の筋力やバランス能力の改善を図る介入が実践されてきた<sup>12)</sup>。しかし、転倒要因が多岐にわたる高齢者に対して、その介入効果は十分でないことも指摘されてきた。つまり、個々の対象者に適した転倒予防策を検討する際には、特定の要因に特化した単一的な対策では十分ではないことが報告されており、包括的な転倒リスク評価を実施し、複数種類の運動プログラムや教育指導を取り入れるなどの多面的な介入が転倒予防により効果的だと考えられている<sup>12, 13)</sup>。

そのため、多岐にわたる転倒のリスク要因のさまざまな側面が着目されてきているが、なかでも近年着目されているのが、対象者の転倒予防自己効力感および身体能力の自己認識の程度である。転倒の発生は、あらゆるリスク要因が相互に影響し合う環境下で対象者自身が適応して行動できるかどうかに影響するものだと考えられ、この観点から転倒予防自己効力感および身体能力の自己認識が適正でないことが転倒リスクを高めると報告されており、これらに焦点を当てた介入の重要性が指摘されている<sup>14-19)</sup>。

#### 2. 国内の転倒予防介入研究における動向

先行研究では、1990年代に Tinetti らが転倒恐怖感 (Fear of Falling) を転倒リスク因子となりうる心理行動学的な次元のものとして定義している<sup>19)</sup>。その後、転倒恐怖感をスコア化し評価するための尺度として Fall Efficacy Scale (FES) が開発され、広く使用されるようになった<sup>14, 19)</sup>。FES は、転倒せずに日常生活動作 (Activity of Daily Living : ADL) を行う能力に対する自信の程度を評価するもので、得点が高いほど転倒しない能力に対する自信があり転倒予防の自己効力感が高く、得点が低いほど転倒恐怖感が大きいことを示す。転倒予防に関する研究では、転倒恐怖感を減らすための介入、すなわち転倒予防の自己効力感を高めることが重要であると報告されている<sup>10, 14)</sup>。しかし、転倒予防自己効力感のレベルが過度に低い、あるいは過度に高い場合にも転倒が発生することが報告されている<sup>15, 20)</sup>。つまり、「自分は転ばないように動ける」と過信している高齢者も転倒リスクを抱えている可能性が指摘されている。

さらに、高齢者の身体能力に関する自己認識の乖離が転倒と関連することが報告されており<sup>16-18, 21, 22)</sup>、自己認識の過小評価と過大評価の両方が転倒のリスク因子であるとされている<sup>17, 23, 24)</sup>。この自己認識の乖離と転倒の発生との関連については、脳内のシミュレーション機構の機能低下により、動作を適切にイメージできないことが原因であ

るとする報告もある<sup>26, 27)</sup>。

身体能力の自己認識に関する国内における研究報告では、杉原ら<sup>16)</sup>がリーチ動作の評価である **Functional Reach Test (FRT)** や、歩行能力テストである **Timed Up & Go test (TUG)** を通じて、対象者本人が予測する値と実際の計測値に乖離がある者、つまり自己の身体能力の認識の誤差がある者は転倒リスクが高いことを示唆した。対象者自身の身体能力における認識の程度を評価するうえで、**FRT** では上肢のリーチ動作での距離を計測の対象とするため、空間的な認知能力が求められる。その他に同じ空間的認知能力に関わり、より歩行動作と関連する身体動作の評価を用いた研究としては、最大一歩幅を計測する評価<sup>28)</sup>や、障害物をまたぐ動作においてまたげる最大の高さを計測する評価<sup>17, 21, 29)</sup>、あるいは狭い間隙の場所を自身が通過できるかを判断する評価<sup>30)</sup>などによって、認識誤差が大きいことと転倒リスクの関連を示唆する報告がなされている。また **TUG** では所要時間を計測の対象とすることから、時間的な認知能力が求められる。時間的認知能力に関わるその他の研究では、直線コースの歩行や障害物を伴うコースの歩行の所要時間の評価<sup>22, 31)</sup>における認識誤差の大きさから、転倒リスクとの関連性が報告されている。

これらの研究における認識誤差の傾向については、特に若年者は実測値に対してほとんどが過小に評価する傾向にある一方で<sup>17, 29)</sup>、高齢者では過小に評価する者と過大に評価する者の両者が存在することが報告されている<sup>16, 17, 22, 29)</sup>。認識誤差における過小評価と過大評価については、両者を区別して検討することが重要である。両者ともに誤差が大きいほど、脳内イメージでの動きと実際のパフォーマンスに乖離が生じ、立位や歩行場面ではバランスを崩し転倒に至る可能性がある。しかし両者の違いとして、過小評価では実際よりも身体パフォーマンスにおける距離や高さを小さく見積もったり、所要時間を長く見積もったりするために、動作時の安全性は高まる可能性もある。一方で過大評価ではその逆になるため、「できる」と思い大胆な行動や判断をしてしまい、転倒リスクが高くなる可能性が考えられる。

国内の転倒予防介入に関する先行研究では、身体運動を中心としたプログラムあるいはそれらに健康教育指導、転倒予防教育などを併用したプログラムによって、転倒恐怖感の軽減すなわち低い転倒予防自己効力感の向上がみられたものはいくつか散見される<sup>6, 32)</sup>。一方で、運動プログラムにて身体機能の改善はみられても自己効力感における改善まではみられないとする報告もある。

また高すぎる転倒予防自己効力感、つまり過信した状態に対しての介入効果について述べたものは見当たらず、さらに身体能力の自己認識の誤差や乖離についての介入効果について述べたものは国内では見当たらない。これらのことより、国内では、転倒予防自己効力感ならびに身体能力の自己認識度の改善への介入は報告数が不十分であり、国内外に拡大して研究動向を調べる必要がある。

### 3. 国外における転倒予防介入研究の文献レビュー

#### 3-1 目的

本節の目的は、高齢者に対するより効果的な転倒予防介入の開発に向けての知見として、これまでの転倒予防研究において、転倒リスク要因の1つである転倒予防自己効力感や身体能力の自己認識の乖離度の改善を図った介入が、どのように影響を与え、どの程度転倒の減少に寄与するのかを明らかにすることである。

#### 3-2 方法

転倒における多岐にわたるリスク因子の中で、特に転倒予防自己効力感あるいは自己認識の乖離に着目し、これらの改善を図るとともに転倒発生の予防あるいは減少を目的とした介入を実施した研究を対象として、文献レビューを実施した。

論文の選定基準としては、在宅生活をしている高齢者を対象者としており、研究デザインとして無作為化対照試験 (Randomized controlled trial; RCT) を行っている転倒予防を目的とした介入研究を選択した。

##### 3-2-1 キーワード

転倒および予防、自己効力感、自己認識に相当する用語を検索対象とし、以下のものを検索キーワードとして選出した。

fall AND prevention AND ("self efficacy" OR "self recognition" OR "self consciousness" OR "self awareness")

##### 3-2-2 文献データベース

以下の日本国外における文献データベースを検索対象とし、2021年11月時点までの期間における文献検索を実施した。

CINAHL, Cochrane library, MEDLINE, PsycINFO, PEDro, PubMed  
およびハンドサーチ

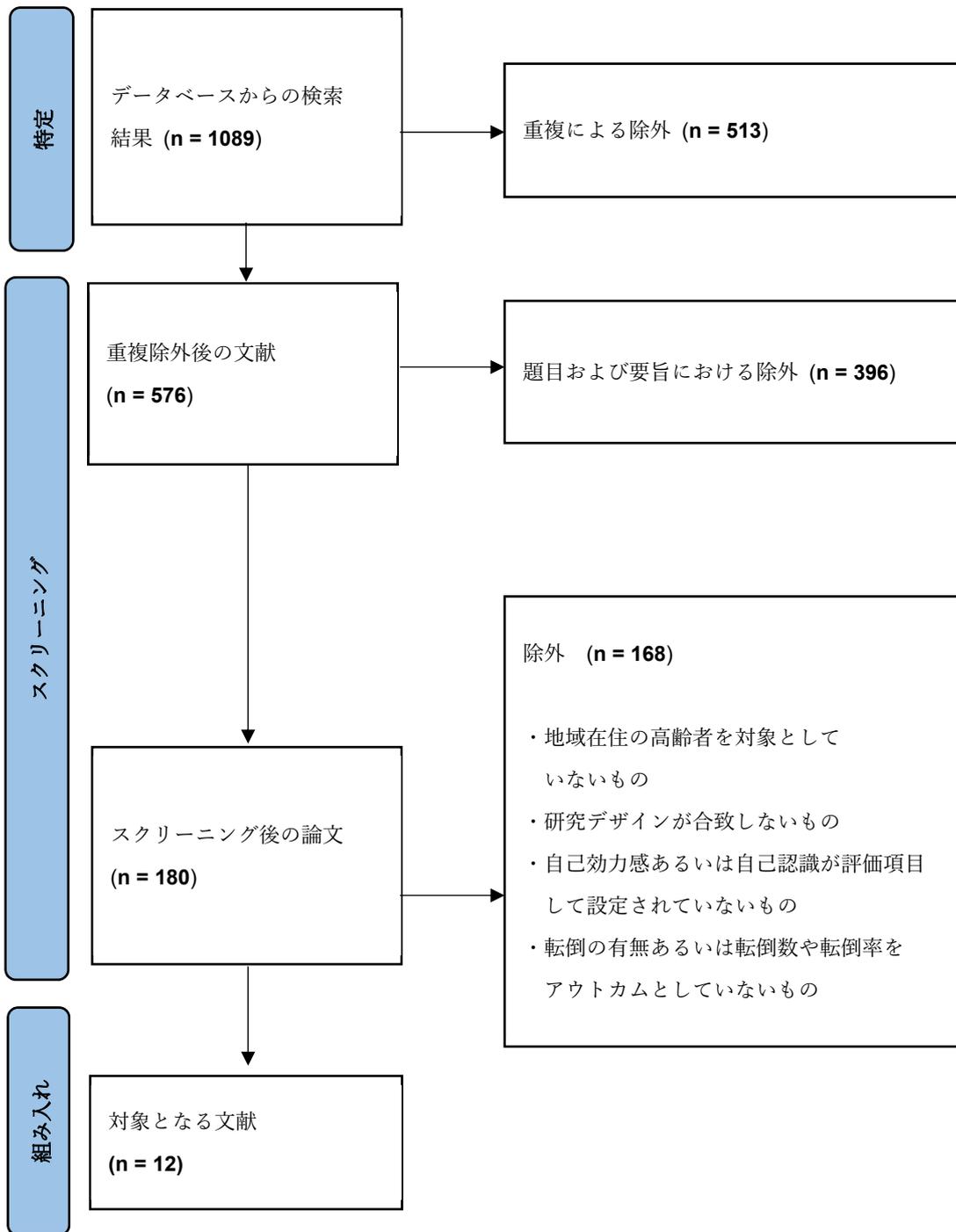


図2 文献選定におけるフローチャート

### 3-3 結果

検索により、特定された論文は 1089 件であった。この内訳は、データベースからの検索による論文が 1086 件、ハンドサーチによる論文が 3 件であった。次に、重複する文献を除いた結果、対象となりうる論文は 576 件であった。スクリーニング後の 180 件の文献のうち、除外基準に基づき 31 件の文献の全文をレビューした。最終的に、この文献レビューとして 12 件の臨床試験が対象に含まれた (図 2)。12 件の試験のうち、対照群と比較して介入群において有意に転倒数や転倒率の減少がみられたものは 8 件であった。介入方法としてはすべて運動療法プログラムをベースとしており、教育指導やフィードバック、住環境調整や服薬コントロールを含めた多面的な介入を図り転倒リスクの認識を高めるもの<sup>33-35)</sup>、あるいは運動療法を継続してその効果を高めるために動機付けを行うものなど<sup>36-40)</sup>が含まれていた。

### 3-4 考察

本研究における目的は、これまでの転倒予防研究において、身体能力の自己認識の乖離度や転倒予防自己効力感の改善を図った介入が、どんな影響を与え、どの程度転倒の減少および予防につながっているのかを探ることであった。今回の文献レビューにより、無作為化対照試験を研究デザインとする介入研究に該当する 12 件の論文が抽出された。介入方法の多くは転倒予防を目的とした身体運動介入の実施と並行して、転倒予防に関する教育指導あるいは評価結果のフィードバックの介入も実施していた<sup>33-35)</sup>。

これまでの先行研究において、転倒予防自己効力感の改善を図る介入研究では、多くは低い自己効力感を向上させること、あるいは転倒の恐怖感を減らすことを目的とした介入の重要性がいわれている。今回の文献レビューにおいても、転倒予防自己効力感の改善を目的とした介入研究において、同様の見解が示唆された。しかし一方で、在宅生活を送る高齢者の転倒予防自己効力感が、低すぎてもあるいは高すぎても転倒を経験する報告もある。それゆえに、必ずしも自己効力感が高くなれば良いとはいえない側面がある。

また自己への気づきとして、身体能力の自己認識の乖離、つまり誤差が大きいことが、転倒リスク因子となることがいわれている。先行研究では、自己認識の誤差の改善を図った介入研究も報告されている。しかし、今回の文献レビューでは該当する論文はなく、自己認識に関する介入研究であり無作為化対照試験を研究デザインとした介入研究はなかった。しかしながら転倒を予防したり減らしたりするために、対象者自身が転倒する可能性について考えること、つまり転倒に関連するリスクを認識し、自己の状態を適切に認識することの重要性を述べている報告もみられた<sup>33, 35)</sup>。そのため、やはり自己認識の乖離度が転倒予防におけるリスク因子のひとつとして重要視していることがうかがえた。

## 第3章

### 研究2. 高齢者における転倒予防自己効力感と身体能力の自己認識に着目した転倒発生に関する要因分析

#### 1. 目的

転倒リスク因子として、近年注目されている転倒予防自己効力感の程度や身体能力の自己認識の乖離度が重要であることは報告されているが、それらと転倒発生との関連の程度や影響度に関しては先行研究でも見解が異なり、これまで十分に明らかになっていない。また、これらに焦点を当てた転倒予防介入の効果検証に関しても、特に身体能力の自己認識に対しては十分な検証がなされていないことを含め、国内外ともに十分明らかにされていない。そこで本研究では、多岐にわたる転倒要因がある中で、転倒予防自己効力感の程度や身体能力の自己認識の乖離度が転倒リスクとしてどのような影響を及ぼしているのかについて横断的調査を通じて明らかにすることを目的とした。

#### 2. 方法

##### 2-1 参加対象者

2022年7月から9月にかけて、研究協力を得られた事業所における介護保険による通所サービスを利用する地域在住高齢者に本研究への参加を募集した。このうち、書面による参加同意が得られた高齢者37名を本研究の対象とした。選択基準として、65歳以上で屋内歩行が可能な者（歩行補助用具の使用を含む）を適格基準とした。除外基準に関しては、認知面については著明な認知機能の低下がある者とし、長谷川式認知症スケール（Revised Hasegawa Dementia Scale : HDS-R）が21点未満あるいはミニメンタルステート検査（Mini-Mental State Examination : MMSE）が24点未満の者を基準とした。他の除外基準としては、過去6か月間に歩行能力に著しい変化をきたした者、自記式アンケートへの回答が困難な者、身体機能および運動能力評価課題の遂行が困難な者とした。除外基準には10名が該当し、最終的な解析対象は27名（男性6名、女性21名、平均年齢 $81.41 \pm 7.43$ 歳）であった。（図3）。

##### 2-2 研究デザイン

質問紙によるアンケート調査および身体能力の自己認識の評価による横断研究を実施した。本研究はヘルシンキ宣言のガイドラインに準拠し、神戸学院大学倫理委員会の承認を得た（総倫：21-09）。また参加者全員からはインフォームドコンセントを得て研究を実施した。

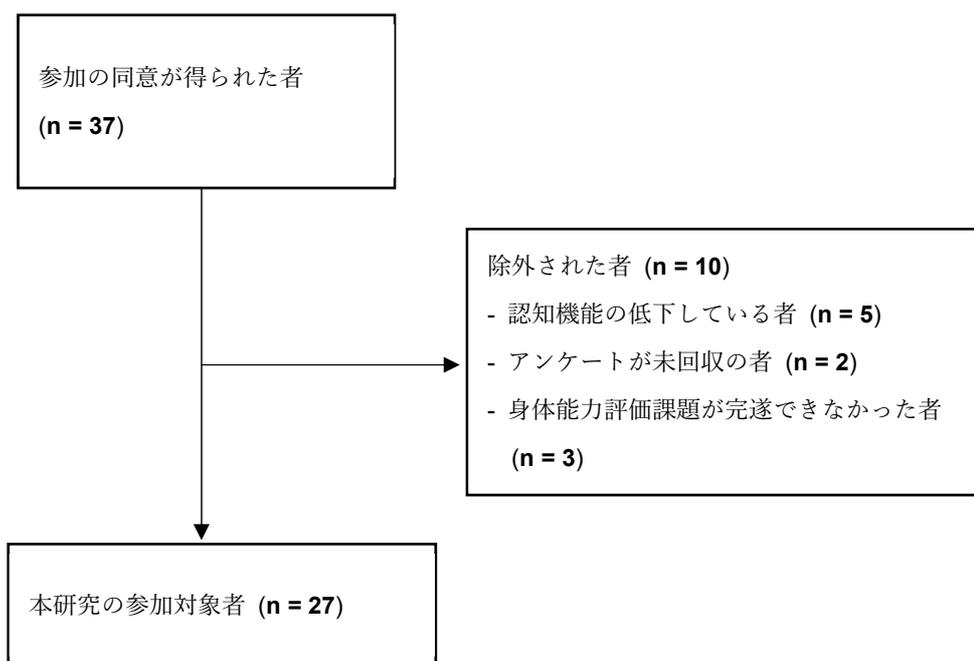


図3 研究参加対象者の選定におけるフローチャート（文献41より引用）

### 2-3 調査方法

本研究では、以下に示すアンケート調査および身体能力とその自己認識の評価による横断調査を実施した。

#### 2-3-1 アンケート調査

対象者へのアンケート調査の項目は、以下の4項目で構成した。

- ① 過去1年間の転倒歴および転倒時の状況
- ② 転倒予防についての学習経験（講習の参加、セラピスト等からの個別指導、冊子・テレビやインターネット等からの情報収集など）
- ③ 転倒予防自己効力感（日本語版 modified fall efficacy scale : MFES）<sup>42)</sup>

MFESはTinettiらが開発したFall Efficacy Scale (FES)<sup>19)</sup>から改変され、日本の生活様式に準じた屋内外の日常の活動について、転倒することなく行動できる自信度を0～10段階で主観的に判断してもらう尺度であり、質問項目は14項目から構成される（表2）。

- ④ 生活空間の広がり（Life-Space Assessment : LSA）<sup>43, 44)</sup>

過去4週間における移動範囲について、「寝室」、「寝室以外」、「自宅の庭または近隣の場所」、「近隣よりも離れた場所」、「町外」の5つの移動範囲における生活空間の広がりを調査する尺度である（表3）。

表 2 日本語版 modified fall efficacy scale : MFES (文献 42 より引用)

以下のそれぞれの活動を転倒する（ころぶ）ことなく、やってのける自信はどの位ありますか。 自分の家での生活を基準に、0～10 段階で判断し○を記して下さい。	
0：全く自信がない → 10：完全に自信がある	
1	風呂に入る 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
2	戸棚やタンス・物置きの所まで行く 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
3	食事の準備（調理・配膳）をする 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
4	家の中の廊下や畳を歩き回る 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
5	布団に入る、布団から起き上がる 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
6	来客（玄関・ドア）や電話に応じる 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
7	椅子に掛ける・椅子から立ち上がる 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
8	衣服の着脱を行う 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
9	軽い家事を行う 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
10	軽い買い物を行う 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
11	バスや電車を利用する 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
12	道路（横断歩道）を渡る 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
13	庭いじりをする、又は洗濯物を干す 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
14	玄関や勝手口の段差を越す 0－1－2－3－4－5－6－7－8－9－10
<p>*3 の例：調理・配膳において、ただし重い物や熱いものを運ぶことは除く</p> <p>*9 の例：玄関・土間を掃く、食器を片付ける（運ぶ、洗う）、テーブルを拭く など ただし洗濯・掃除は除く。</p> <p>*10 の例：近所の店に片手で持てる程度の物を買う、ポストまで手紙を出す など</p>	

表3 生活空間の広がり (Life-Space Assessment : LSA) (文献44より引用)

(1) ~ (5) の各項目で当てはまるものをそれぞれ一つだけ選び、番号に○をつけてください。

生活空間 (1)	a	この4週間、あなたは自宅で寝ている場所以外の部屋に行きましたか。	①はい ②いいえ
	b	この4週間で、上記生活空間に何回行きましたか。	①週1回未満 ②1~3回 ③週4~6回 ④毎日
	c	上記生活空間に行くのに、補助具または特別な器具※1 を使いましたか。	①はい ②いいえ
	d	上記生活空間に行くのに、他者の助けが必要でしたか。	①はい ②いいえ
生活空間 (2)	a	この4週間、玄関外、ベランダ、中庭、(マンションの)廊下、車庫、庭または敷地内の通路などの屋外に出ましたか。	①はい ②いいえ
	b	この4週間で、上記生活空間に何回行きましたか。	①週1回未満 ②1~3回 ③週4~6回 ④毎日
	c	上記生活空間に行くのに、補助具または特別な器具※1 を使いましたか。	①はい ②いいえ
	d	上記生活空間に行くのに、他者の助けが必要でしたか。	①はい ②いいえ
生活空間 (3)	a	この4週間、自宅の庭またはマンションの建物以外の近隣の場所に外出しましたか。	①はい ②いいえ
	b	この4週間で、上記生活空間に何回行きましたか。	①週1回未満 ②1~3回 ③週4~6回 ④毎日
	c	上記生活空間に行くのに、補助具または特別な器具※1 を使いましたか。	①はい ②いいえ
	d	上記生活空間に行くのに、他者の助けが必要※2 でしたか。	①はい ②いいえ
生活空間 (4)	a	この4週間、近隣よりも離れた場所(ただし町内)に外出しましたか。	①はい ②いいえ
	b	この4週間で、上記生活空間に何回行きましたか。	①週1回未満 ②1~3回 ③週4~6回 ④毎日
	c	上記生活空間に行くのに、補助具または特別な器具※1 を使いましたか。	①はい ②いいえ
	d	上記生活空間に行くのに、他者の助けが必要※2 でしたか。	①はい ②いいえ
生活空間 (5)	a	この4週間、町外に外出しましたか。	①はい ②いいえ
	b	この4週間で、上記生活空間に何回行きましたか。	①週1回未満 ②1~3回 ③週4~6回 ④毎日
	c	上記生活空間に行くのに、補助具または特別な器具※1 を使いましたか。	①はい ②いいえ
	d	上記生活空間に行くのに、他者の助けが必要※2 でしたか。	①はい ②いいえ

※1「補助具または特別な器具」とは、移動に日常的に使用するつえや歩行器を指し(ときどきの使用も含む)、屋内であればつたい歩きを要する場合も含まれます。

※2屋外での「他者の助けが必要」とは、誰かに自動車を送り迎えしてもらう場合は「はい」、公共交通機関の利用で自立している場合は「いいえ」に該当します。

### 2-3-2 身体能力とその自己認識の評価

身体能力評価とその自己認識の評価については、バランス能力に関連する転倒リスクの評価として活用が可能であり、空間的認知および時間的認知に関する性質の異なる **Functional Reach Test (FRT)**、またぎ動作テスト、**Timed Up & Go test (TUG)** の3項目の評価を実施した。身体能力評価は、対象者自身が結果を予測した予測値と、実際の計測による実測値をそれぞれ調査した。その際、全ての検査において検査者がデモンストレーションを行い、次に対象者に一連の動作を見てもらい、検査方法を十分に理解およびイメージしてもらった。そのうえで測定動作の練習は実施せずに対象者が予測する値を計測し、得られた予測値は対象者には示さないままで実際の計測を行い、その結果を実測値とした。

#### ① FRT：静止立位から前方への上肢の最大リーチ距離の測定（空間的認知）

FRT は、Duncan ら<sup>45)</sup>の方法に修正を加えた先行研究に準じた方法にて<sup>18, 46)</sup>、静止立位でリーチ動作を行う肩関節を 90° 屈曲位、肘関節伸展位かつ前腕回内位、手指伸展位を基準肢位とし、第3指の先端の到達点までの距離をリーチ距離とした。リーチ距離は、屈曲した肩関節の高さで、第3指先端の位置を検査者がマーキングして記録した。

最大リーチ距離の予測値の評価は岡田ら<sup>18)</sup>の方法を参考に行った。まず対象者は FRT の基準肢位において指尖位置を確認したうえで上肢をおろしてもらった。次に、検査者は対象者の肩峰の高さに定規を保持して、測定用の板を対象者の遠位から徐々に近づけた。対象者は、到達予測点（つまり最大リーチ距離）と視覚的に判断したところで、「ストップ」と言うように指示された。その後、口頭指示での細かい位置修正は認められた。検査者はこの距離を FRT の予測値として記録し、その後、対象者には上肢の高さを変えずに FRT 行ってもらい、最大リーチ距離を実測値として計測した。

#### ② またぎ動作テスト：片側ずつ足をあげてバーをまたぎ切る高さの測定（空間的認知）

またぎ動作は **Step-over test** として、先行研究<sup>17, 21)</sup>を参考にして実施した。対象者にはデモンストレーションも含めてまたぎ計測装置から 2m離れた位置でまたぎ動作方法を観察してもらった。またぎ動作は、上肢の支持なしで、下肢の順序は問わずに正面から片足ずつバーをまたぎ、両下肢ともにまたぎを完了する動作とした。

予測値の評価では、検査者はバーを下から上または上から下にゆっくりと動かし、対象者には自分でまたげる最大の高さに達したと判断した地点で「ストップ」と答えてもらった。その際、口頭指示での細かい位置修正は認められた。バーの高さを上昇または下降させる操作をそれぞれ 2 回ずつ計 4 回行い、4 回の試行の平均値を予測値とした（図 4）。

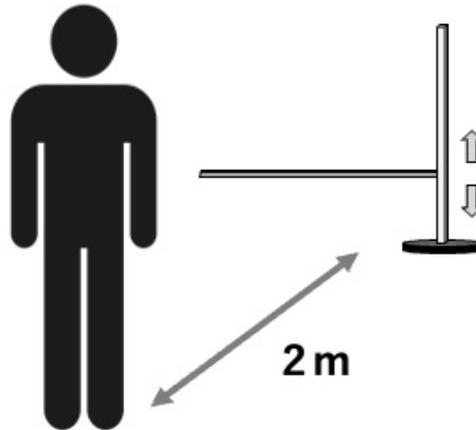


図4 またぎ動作のテスト（文献17を参考に作成）

実測値の評価では、予測値の評価で算出した平均値の高さにバーを固定し、実際にまたいでもらった。途中でバーに触れてしまった際は失敗とし、バーを3cm下げ、再度実施した。バーを往復して2回連続でまたげた場合は成功とみなし、バーを3cm上げて再度バーをまたいでもらった。この動作を繰り返す、最終的に成功した最大の高さを実測値として記録した。

障害物をまたぐ能力については、下肢長に依存することを踏まえ<sup>47)</sup>、予測値および実測値をそれぞれ下肢長で除した値をまたぎ動作の成績として採用した。なお下肢長の計測は、床面～大転子までの高さを本調査における下肢長とした。

③ TUG：片道3mの所定のコースの歩行における起立・着座動作を含めた所要時間の測定（時間的認知）

TUGは、Dianeら<sup>48)</sup>の原法を基準とし、先行研究で用いられている方法に準じて実施した。椅子から立ち上がり、歩いて3m先の目印（ポール）を回り再び椅子に座るまでの時間を測定した。歩行条件は2種類設定し、通常の歩行速度と最大の歩行速度を1回ずつ実施した。

予測値の評価では、対象者に所要時間をイメージしてもらい、ストップウォッチを自己で操作してもらい予測値をそれぞれ記録した。測定時の指示では、1回目は「いつも歩いている速さで」、2回目は「できるだけ早く歩いて」とし、目印であるポールを回る方向は問わないものとした。

実測値の評価では、検査者の合図の後、対象者のタイミングで開始して実施してもらった。検査では、ストップウォッチは検査者が操作し、その値を実測値として記録した。

## 2-4 データ収集

研究参加者の情報収集と調査は、研究協力施設における理学療法士、作業療法士の協力を得て行った。個人情報保護のため、研究参加者のデータはすべて ID 番号で管理し、個人を特定できない情報として匿名化した上で取り扱った。

## 2-5 身体能力の自己認識の乖離

身体能力の自己認識の乖離の程度は、予測値と実測値の差や比率を「認識誤差」と定義することで示すことができる<sup>16, 17, 21, 22)</sup>。本研究では、この認識誤差が転倒リスク因子であると考えられることから、詳細にリスク評価をするうえでは身体能力の過大評価と過小評価の区別が必要である。さらに、本研究における身体能力に関する各評価結果を標準化することによって、各結果の比較を容易にできる。そこで、これらを満たせるように、各評価で得られた予測値を実測値で除して身体能力の自己認識との乖離を算出し、これを「認識誤差」の値とした。

FRT とまたぎ動作テストについては、認識誤差が 1 以上であれば過大評価、1 未満であれば過小評価とした。TUG では、認識誤差が 1 以上であれば過小評価、1 未満であれば過大評価とした。

## 2-6 統計解析

転倒に関連する要因を探るため、転倒歴の有無を目的変数とした。そして、転倒に関連すると考えられ、説明変数となりうる各要因について、目的変数との相関分析を行った。有意差が認められた変数を説明変数とし、ロジスティック回帰分析を行った。また各要因の転倒発生への関連度の違いを探るため、オッズ比 (Odds ratio; OR) を算出し各変数間で比較した。

本研究では、統計手法としてベイズ統計を用い<sup>49, 50)</sup>、転倒に関する各要因のパラメータについてその事後分布を予測した。ベイズ統計学は、多数のサンプルを集めて検証する必要がある従来の統計手法とは異なり、少ないサンプル数でもランダムサンプリングを用いてパラメータや全体の傾向を確率変数として推定することができる手法である<sup>49, 50)</sup>。本研究では、ハミルトンモンテカルロ法を用いたマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) により乱数を生成し、転倒関連変数ごとのパラメータの事後分布を推定した。統計解析は、ソフトウェア R (ver. 4.1.1, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) および stan (ver. 2.21.2, NumFOCUS, Austin, United States of America) パッケージを用いて行った。

stan における設定は、目的変数である転倒歴の有無を二項としてベルヌーイ分布を仮定し、乱数生成については iteration=2,000 とした chain を 4 列発生させ、それぞれ warm up を 1,000 個、データの採用については thinning = 1 と設定した。これらの条

件から得られた合計 4,000 個の乱数によって各パラメータの事後分布を近似した。そしていずれの推定においても、収束判定指標である Gelman-Rubin 統計量 ( $\hat{R}$ ;  $\hat{R}$ ) が 1.1 未満である場合に適切と判断した。

### 3. 結果

#### 3-1 研究参加者

27 名の参加者を過去 1 年間の転倒の有無により 2 群に分けた結果、転倒群は 14 名 (51.85%) (男性 4 名、女性 10 名、平均年齢 79.64±8.22 歳)、非転倒群は 13 名 (48.14%) (男性 2 名、女性 11 名、平均年齢 83.31±6.60 歳) であった。また、これまでに転倒予防に関する学習経験があると回答した者は、転倒群内で 12 名 (85.71%)、非転倒群内では 8 名 (61.54%) であった (表 4)。

表 4 転倒群と非転倒群の各特性 (文献 41 より引用)

	転倒群 (n=14)		非転倒群 (n=13)	
年齢, 平均 (SD)	79.64	(8.22)	83.31	(6.60)
性別, n (%)				
男性	4	(28.57)	2	(15.38)
女性	10	(71.43)	11	(84.62)
学習経験, n (%)	12	(85.71)	8	(61.54)
要介護度, n (%)				
要支援 1	2	(14.26)	5	(38.46)
要支援 2	8	(57.14)	4	(30.77)
要介護 1	1	(7.14)	4	(30.77)
要介護 2	1	(7.14)	0	(0)
要介護 3	0	(0)	0	(0)
要介護 4	2	(14.26)	0	(0)
要介護 5	0	(0)	0	(0)

### 3-2 アンケート結果および身体能力および自己認識の評価結果

転倒群と非転倒群の各アンケートおよび運動課題における結果を表に示す（表 5）。この転倒群と非転倒群の 2 群について、転倒歴を目的変数、その他の要因を説明変数として、相互関係を探るために、各要因についてまず相関を求めた。転倒歴との相関については、各指標の尺度の違いを考慮したうえで検定方法を選択した（表 6）。

表 5 転倒群と非転倒群における各結果（文献 41 より引用）

	転倒群 (n=14)		非転倒群 (n=13)	
	平均	SD	平均	SD
HDS-R	27.07	2.89	27.54	1.76
MFES	83.21	42.67	103.23	20.30
LSA	40.07	21.26	53.15	16.48
握力 (kg)	20.80	7.26	17.42	4.60
FRT 予測値 (cm)	23.11	8.83	27.15	10.46
FRT 実測値 (cm)	22.12	10.09	22.42	8.37
FRT 認識誤差 †	1.42	1.25	1.26	0.50
またぎ動作予測値 (cm)	32.61	9.15	31.26	8.77
またぎ動作予測値 (下肢長比)	0.42	0.11	0.41	0.12
またぎ動作実測値 (cm)	37.43	15.76	32.70	12.55
またぎ動作実測値 (下肢長比)	0.48	0.20	0.43	0.16
またぎ動作認識誤差 †	1.38	1.75	1.03	0.35
TUG (通常速度) 予測値 (s)	11.09	7.80	7.84	3.10
TUG (通常速度) 実測値 (s)	19.30	12.25	15.82	4.42
TUG (通常速度) 認識誤差 †	0.60	0.21	0.52	0.20
TUG (最大速度) 予測値 (s)	8.86	6.72	5.42	1.92
TUG (最大速度) 実測値 (s)	15.81	9.18	12.64	4.44
TUG (最大速度) 認識誤差 †	0.55	0.27	0.45	0.14

† 認識誤差：認識誤差値は各個人の結果より（認識誤差値 = 予測値 / 実測値）として算出。表中の値は、算出した各個人の認識誤差値の平均値。

表 6 各因子における転倒歴との相関 (文献 41 より引用)

	転倒歴との 相関係数 $r$	p-値
性別 †		0.648
学習経験 †		0.209
要介護度 ††	0.328	0.069
年齢 †††	-0.246	<0.001
MFES †††	-0.294	<0.001
LSA †††	-0.335	<0.001
握力 †††	0.276	<0.001
FRT 認識誤差 †††	0.088	<0.001
またぎ動作テスト認識誤差 †††	0.141	<0.001
TUG (通常速度) 認識誤差 †††	0.199	<0.001
TUG (最大速度) 認識誤差 †††	0.232	<0.001

† 正確確率検定; †† ポリコリック相関; ††† 点双列相関

転倒歴と各因子との関連を求めるロジスティック回帰分析を実施するにあたっては、すべての変数を投入せず、転倒の有無に有意な相関を示した変数を説明変数として投入した。その結果、選択された変数は、年齢、MFES、LSA、握力であった。

次に、FRT、またぎ動作テスト、TUG (通常速度と最大速度) の各認識誤差をそれぞれ 1 つずつ変数に組み込み、計 4 つのモデルにおいてベイズ推定による統計手法を用いてロジスティック回帰分析を実施した。また各要因の転倒発生の関連性として、それぞれオッズ比を算出して比較した (表 7 a~d)。回帰係数は、FRT が 1.13 (OR : 3.10, 95%信用区間 [CI] : -0.35~3.05, Rhat=1)、またぎ動作テストが 2.25 (OR : 9.49, 95%CI: -0.01~5.63, Rhat = 1) となり、TUG (通常速度) については 5.14 (OR: 170.72, 95% CI: -1.23~13.07, Rhat = 1)、TUG (最大速度) については 5.13 (OR: 169.02, 95% CI: -1.23~12.62, Rhat = 1)であった。

一方、転倒予防自己効力感の回帰係数は、FRT で-0.01 (OR : 0.99, 95%CI : -0.05~0.03, Rhat=1)、またぎ動作テストで 0 (OR : 1.00, 95%CI : -0.04~0.06, Rhat = 1) となり、TUG (通常速度) については-0.03 (OR: 0.97, 95% CI: -0.08~0.02, Rhat = 1)、TUG (最大速度) については-0.02 (OR: 0.98, 95% CI: -0.07~0.02, Rhat = 1)であった (表 7 a~d)。各変数について算出された推定値について、収束基準  $R^2$  はすべての変数で 1.1 未満であった。

表 7 各認識誤差を変数として加えたロジスティック回帰分析による転倒歴と各因子の関連 (a~d) (文献 41 より引用)

(a) FRT

	標準化 回帰係数	標準誤差	95% 信用区間		Rhat	オッズ比 (OR)
年齢	-0.23	0.12	-0.49	-0.02	1	0.79
MFES	-0.01	0.02	-0.05	0.03	1	0.99
LSA	-0.11	0.05	-0.23	-0.02	1	0.90
握力	0.32	0.14	0.09	0.62	1	1.38
FRT 認識誤差	1.13	0.86	-0.35	3.05	1	3.10

(b) またぎ動作テスト

	標準化 回帰係数	標準誤差	95% 信用区間		Rhat	オッズ比 (OR)
年齢	-0.26	0.13	-0.55	-0.04	1	0.77
MFES	0	0.03	-0.04	0.06	1	1.00
LSA	-0.14	0.06	-0.28	-0.03	1	0.87
握力	0.33	0.13	0.10	0.62	1	1.39
またぎ動作 認識誤差	2.25	1.45	-0.01	5.63	1	9.49

(c) TUG (通常速度)

	標準化 回帰係数	標準誤差	95% 信用区間		Rhat	オッズ比 (OR)
年齢	-0.18	0.12	-0.44	0.03	1	0.83
MFES	-0.03	0.02	-0.08	0.02	1	0.97
LSA	-0.11	0.05	-0.23	-0.02	1	0.90
握力	0.23	0.12	0.02	0.51	1	1.26
TUG (通常速度) 認識誤差	5.14	3.62	-1.23	13.07	1	170.72

(表 7 の続き)

(d) TUG (最大速度)

	標準化 回帰係数	標準誤差	95% 信用区間		Rhat	オッズ比 (OR)
年齢	-0.20	0.12	-0.47	0.02	1	0.82
MFES	-0.02	0.02	-0.07	0.02	1	0.98
LSA	-0.12	0.06	-0.25	-0.02	1	0.89
握力	0.22	0.12	0.01	0.49	1	1.25
TUG (最大速度) 認識誤差	5.13	3.58	-1.23	12.62	1	169.02

転倒予防自己効力感の平均スコアについては、転倒群 83.21±42.67 点、非転倒群 103.23±20.30 点であった (表 5)。両群間に有意差はなかったが、転倒の有無との相関係数は-0.294 であり、負の相関が認められた (表 5、表 6)。しかし、得点分布については、転倒群では平均値近辺のスコアの者はおらず、低値と高値に分かれる二峰性の分布傾向が見られた (図 5)。

また、転倒発生に対する OR が高い値を示した通常速度での TUG と最大速度での TUG における各認識誤差値の平均値は、両群間で有意差はなく、全参加者のうち転倒群ではほとんどの者の認識誤差値が 1 未満であった (表 5)。

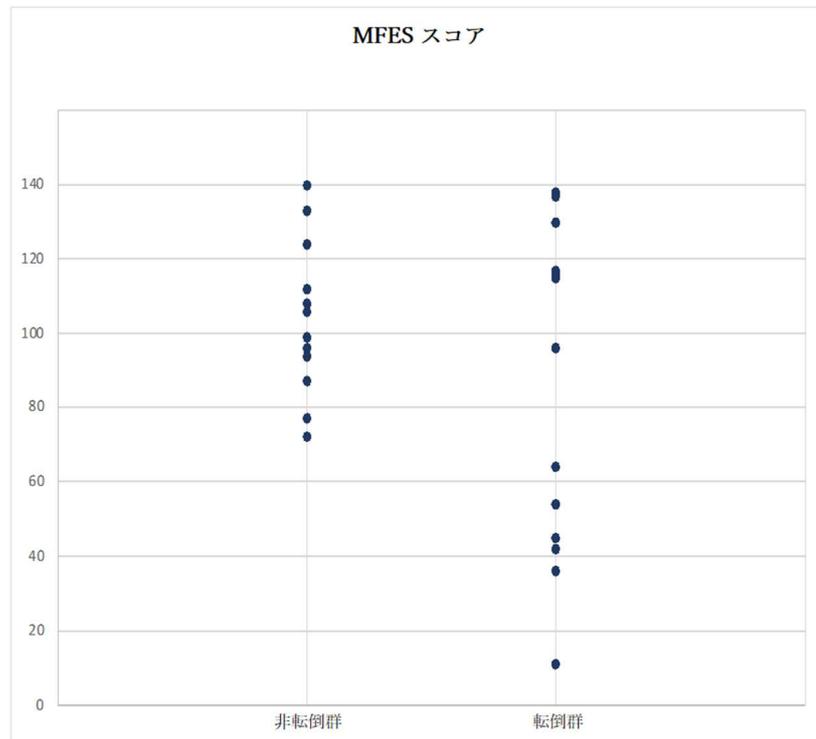


図5 転倒群と非転倒群における MFES (Modified Fall Efficacy Scale) スコアの分布 (文献 41 より引用)

#### 4. 考察

##### 4-1 結果および研究参加者の特徴

本研究では、解析対象者 27 名中 14 名 (51.85%) が過去 1 年間に転倒歴を有していた。これらの参加者の転倒率は、日本や海外で報告されている地域在住高齢者の転倒率 (1 年間に 1 回以上転倒した者が約 20~30%以上) より高かった<sup>6)</sup>。この相違は、本研究の参加者がデイケアサービスを利用し、何らかの機能障害を有する高齢者に限定されていることと関連している可能性がある。転倒の有無に関連する因子を分析した結果、年齢、転倒予防の自己効力感、LSA、握力が有意な因子であることが明らかになった。このことから、先行研究で示されたように、転倒予防自己効力感や LSA のスコアが低いほど、転倒の発生に関連することが示唆された。しかし、年齢と握力についてはこれまでの知見とは対照的に、年齢が低いこと、握力が高いことと転倒の発生が関連していた<sup>9,10)</sup>。この相違についても、本研究が健常高齢者ではなく何らかの障害を有する高齢者を対象にしたものであるために、加齢変化の影響として説明できる年齢や握力の要因とは関連しない傾向がみられ、また転倒群に要介護度の高い者が含まれていたことも影響している可能性がある。

バランス能力に関連する身体能力の評価における自己認識の誤差の結果については、すべての課題（FRT、またぎ動作テスト、通常速度の TUG、最大速度の TUG）の認識誤差において転倒の発生との相関がみられた（表 6）。さらに、認識誤差の値については、すべての課題において身体能力を過大評価していることを示していた（表 5）。

転倒リスクとなりうる因子としては、これまで身体能力の低下やバランス能力の低下が報告されている<sup>9, 10)</sup>。しかし、転倒は身体能力の低下のみが引き起こすのではなく、転倒リスクが存在する状況下で転倒要因に対して適切に認識し対応できないことによっても発生する可能性がある。本研究の結果からも、自己認識誤差が大きいほど転倒との関連性が強いことが示唆された。

#### 4-2 身体パフォーマンスにおける自己認識の誤差と転倒の関連性

4つの身体パフォーマンス評価における認識誤差の結果を比較すると、転倒の発生に関する OR は通常速度の TUG で 170.72、最大速度の TUG で 169.02 であり、これらの認識誤差が有意に高い転倒リスクの予測因子であることが明らかになった（表 7 a～d）。この時間的認知における動作遂行の予測時間と実測時間の測定および比較は、メンタルクロノメトリー（**mental chronometry**）として運動イメージ能力を測定する方法としても利用されている<sup>51, 52)</sup>。**mental chronometry** においては、時間的認知の誤差が大きいと運動イメージ能力が低いことがいわれており<sup>52)</sup>、中野ら<sup>22)</sup>の研究では、介護保険サービスを利用する高齢者を対象とした歩行時間の **mental chronometry** による評価によって、運動イメージ能力の低下が転倒の発生率の高さと関連していたことが述べられている。春山ら<sup>53)</sup>もリハビリテーション病院退院後の地域在住脳卒中患者に対して TUG を用いて調査し、TUG の速度の過大評価は退院後 6 ヶ月の転倒の有意な予測因子であったと報告している。本研究では、転倒群の認識誤差値は、通常速度の TUG で  $0.60 \pm 0.21$ 、最大速度の TUG で  $0.55 \pm 0.27$  であり（表 5）、いずれも時間的な認識誤差が大きく、過大評価されていることが示された。このことから、転倒群では運動イメージ能力が低下している可能性があり、転倒の発生とより密接に関連していることが示唆された。

運動イメージ能力は、脳内シミュレーション機構として、補足運動野、前頭前野、特に眼窩前頭皮質の活動により制御されている<sup>26, 27)</sup>。桜井らの研究<sup>54)</sup>では、またぎ動作のテストにおいて過大評価をした者は、前頭葉眼窩皮質の脳代謝が低下しており、その後の追跡調査で転倒率が高いことが示された。また、転倒予防自己効力感が低い高齢者は、補足運動野の脳代謝が低下することも指摘されている<sup>54)</sup>。これらの知見から本研究においても、複数の転倒リスク因子がある中で、脳内シミュレーション機構の機能低下によって運動イメージが適切に行えないことは、より転倒の発生と関連する可能性が示唆された。

また本研究では、転倒群および非転倒群の各認識誤差値の結果より、転倒の有無にかかわらず、すべての課題において過大評価する傾向、つまり時間的認知能力および空間認知能力に関してともに過大評価する傾向がみられた(表5)。それらのうち、またぎ動作テストについては、結果の平均値のみを比較すると転倒群、非転倒群のいずれも予測値より実測値の方が大きかったが、またぎ能力に影響を及ぼす個人の下肢長の値で各値を除いて調整したうえで認識誤差値を算出し、その誤差値の平均を算出した結果、転倒群  $1.38 \pm 1.75$ 、非転倒群  $1.03 \pm 0.35$  となり、やはりいずれも全体としては過大評価傾向にあった(表5)。先行研究では、身体能力における認識誤差が大きいことは、転倒リスク因子となることが示唆されているが、その内訳は過小評価と過大評価の両者が含まれていた<sup>16-18)</sup>。しかし、本研究では、多数の参加者が過大評価しており、OR からこの因子が転倒リスク因子として高い説明力を持つことが明らかとなった。この傾向の違いは、若年あるいは健康な高齢者を対象とした先行研究では過小評価者が多かったのに対し、本研究では既に何らかの障害を有しながら日常生活を送っている高齢者を対象としたため、対象者の属性が異なることに起因している可能性がある。したがって、本研究の参加者には、各身体パフォーマンスの予測を行う際に、障害のために現在の正確なパフォーマンスを思い出せない者や、障害を有する以前の動きやすかった頃の運動イメージを持ったままの者が含まれていたと推察される<sup>46, 53)</sup>。さらに、本研究では転倒群、非転倒群ともに同様のリスクがあり、転倒していなくても空間認知能力や、時間的認知能力すなわち運動イメージ能力の低下がうかがえることから、これらの能力低下が将来の転倒リスクとなる可能性がある。

#### 4-3 転倒予防自己効力感と転倒の関連性

先行研究では、高齢者の転倒予防自己効力感の低さあるいは転倒恐怖感が転倒の発生と強く関連していることが報告されている<sup>14, 20, 55)</sup>。本研究でも、転倒予防自己効力感の低さは、転倒の発生と関連していた。一方、非転倒者と転倒者のMFESスコアの分布については、転倒群では低値と高値に分かれる二峰性の分布傾向が見られ、転倒予防自己効力感のスコアが高くても転倒した者が含まれていた。実際、杉原ら<sup>16)</sup>は、転倒歴のある者の中には、自己効力感として自分の能力を過信して高く評価している者が一定数いることを指摘している。ベイズ推定を用いたロジスティック回帰分析を行い、転倒の発生に関するORを因子ごとに比較したところ、4つの身体能力評価における各認識誤差項目のORは3.10~170.72であったが、転倒予防自己効力感のORは0.97~1.00であった(表7a~d)。したがって、転倒予防自己効力感は、身体パフォーマンスにおける認識誤差よりも転倒リスクを予測する危険因子としての影響力が小さく、転倒予防自己効力感のスコアのみでは正確に転倒リスクを評価しきれない側面があると考えられる。

#### 4-4 研究の限界

今回の横断研究では、転倒予防自己効力感と身体能力の自己認識の乖離の変数を用いた場合の転倒群の発生リスクを OR から算出し、各変数の転倒との関連を検討したが、両変数の相互関係は明確にはなっていない。特に、MFES のスコア分布において、転倒群は低値傾向と高値傾向の二峰性の分布を示し、転倒予防自己効力感のスコアが高くて転倒する者が含まれていたが、両群の MFES の得点差の影響度については十分に検討されていない。

本研究では、転倒に関連する要因の分析にベイズ統計学を用いた。ベイズ統計学は、多数のサンプルを集めて検証する必要がある従来の統計手法に対して、少ないサンプル数でもランダムサンプリングを用いてパラメータや全体の傾向を確率変数として推定することができる手法である<sup>49, 50)</sup>。本研究においても研究協力施設における通所サービスを利用する者を対象としていることで、参加者数は多くない。その中で本研究にて注目したパラメータは転倒の有無に関連した身体能力の自己認識の誤差の程度であり、このパラメータの事後確率は、多変量確率分布から乱数を生成してサンプルを抽出するマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) を用いて求めた。各パラメータの事後確率は、ベイズ統計学の標準的な手法を用いて、合計 4,000 個のランダムサンプリングにより求めた。

本研究においてはベイズ統計の結果、すべてのパラメータで Rhat が 1.1 未満であり、求めたいパラメータの事後分布が収束したことを示しており、本研究の参加者数においても、統計的検証の方法として許容できるものであることが示された。ただし、転倒群のみに着目してさらに MFES スコアの違いによる分類を行い、その影響を比較する場合には、今後は対象者数を増やすことがより望ましいと思われる。

## 第4章 総合考察

本研究では、その目的として多岐にわたる転倒リスクの要因がある中で今後より重要性が高いと考えられ着目されている、転倒予防自己効力感の程度や身体能力の自己認識の乖離度という要因に対して、臨床でどのような転倒予防介入がなされているか、またその効果について明らかにするためこれまでの知見・研究の動向を探るとともに、実際の地域在住高齢者において、これらのリスク要因が転倒発生にどのように影響を及ぼしているのかを明らかにすることであった。

まず研究1（第2章）では、高齢者に対するより効果的な転倒予防介入の開発に向けての知見を得るために国内外の文献レビューを行ったが、これまでの転倒予防介入研究において、国内外ともに低い転倒予防自己効力感の改善が転倒リスクの減少につながる研究は報告されているが、身体能力の自己認識の乖離度の改善を図った介入はまだ十分に検証されていないことが明らかになった。

また研究2（第3章）では、転倒リスクの高い地域在住高齢者において転倒予防自己効力感の程度や身体能力の自己認識の乖離度が、転倒リスクとしてどのように影響を及ぼしているのか、横断研究を実施した。その結果、いずれの因子も転倒リスク要因となることが示唆された。ただし転倒予防自己効力感については、転倒群に高スコアの者も含まれており、有用なリスク因子ではあるがスコアの一要因のみでは正確に転倒リスクを評価しきれない側面があると考えられる。また身体能力に関する自己認識の乖離は、転倒リスクの説明要因としてより重要であり、本研究参加者においてはすべての身体能力において転倒リスクを過大評価する傾向が見られた。しかし、非転倒群でも身体パフォーマンスの自己認識を過大評価する傾向がみられ、将来的に転倒につながる可能性があることが示唆された。

転倒の発生は、内的要因と外的要因が相互に作用する環境に対する個人の適応能力に影響されると考えられている。本研究から、自己認識の乖離が転倒と高い関連性を持つことが示唆されたことは、この考えを支持するものであると考えられる。したがって、今後、高齢者に対する転倒予防介入を検討する際には、これまで推奨されてきた運動介入とともに、対象者自身が内的要因である自身の状態を認識し、自身がいる環境下での外的要因となる転倒関連要因を適切に把握し、自身の身体パフォーマンスに対する自己認識を高めることが重要であると考えられる。高齢者が日常生活において適切な行動をとれるような支援方法の考案および開発は、今後の重要な課題である。

本研究の結論として、転倒予防自己効力感の低さと身体能力の自己認識の乖離の大きさは、非転倒群と比較した転倒群において、身体機能低下の程度に関わらず、転倒と高い関連性があることが明らかになった。また、身体能力に関する自己認識の実際の能力との乖離は、転倒の発生に対してより説明力の高い因子であることが示唆された。さら

に本研究の参加者のように、すでに何らかの障害を持ち、支援を受けながら日常生活を送っている高齢者は、身体能力を過大評価する傾向が認められ、その中でも、空間認知能力よりも運動イメージ能力の指標となる時間認知能力の過大評価は、転倒の発生と有意に関連していたことが示唆された。本研究によって、着目した2つの因子に関してより効果的な転倒予防介入の戦略を検討していくうえでの重要な知見が得られたと考え、今後は従来のリスク評価や運動介入に加えて、これらの因子の評価の実践、そして特に自己認識の乖離の改善を図るアプローチの実践がより重要性が高いと考えられる。

## 謝辞

本研究を進めていくにあたり、まずは指導教員である神戸学院大学大学院総合リハビリテーション学研究科の坂本年将准教授には、博士課程において多大なるご助力をいただき、常に的確なご指導・ご助言をいただきましたこと、深く感謝申し上げます。また現・東京国際大学医療健康学部の山本大誠教授には長きに渡り大変お世話になりました。至らない点が多々あった私に対して、計画立案から論文執筆にいたるまで、多大なあたたかいご指導、ご支援をいただきまして論文完成に至りました。心より厚く御礼申し上げます。

また、博士課程での研究継続にあたり、神戸学院大学大学院総合リハビリテーション学研究科の松原貴子教授、藤原瑞穂教授、備酒伸彦教授、岩井信彦教授ならびに研究科教務委員会の先生方には、ご指導・ご助力をいただき、またお気遣いもいただきまして、心より感謝申し上げます。併せて、春藤久人教授にはこれまでのご指導とともに、博士論文の副査をお引き受けいただきましたこと、心より感謝申し上げます。

研究協力においては、対面での研究活動が難しい時期も長く、また長期にわたりご多忙が続いていた中で、東神戸病院リハビリテーション科の理学療法士・石沢朝子先生、作業療法士・山本浩介先生をはじめとして、スタッフの皆様には大変感謝申し上げます。研究調査の実施は先生方のご協力なくしては実現しなかった事で大変感謝しており、また研究に参加協力いただいた方々にも御礼申し上げます。

そして、妻をはじめとして家族・親族の皆様には、多くのことで支え助けてもらい、時には見守り、時には激励の言葉をもらい、いつも支えてもらっていたからこそ、今に至ることができました。大変感謝しております。

最後に、この度はここに記しきれない多くの方々のご指導やご協力、ご支援を賜り、論文執筆を終えることができましたこと、大変感謝いたしております。改めまして、全ての方々に心より御礼申し上げます。

## 文献

- 1) 高橋競, 飯島勝矢, 上村一貴. 高齢者理学療法学 (島田裕之 総編集). 医師薬出版. 東京. 2017. 41–63.
- 2) A Basic Direction for Comprehensive Implementation of National Health Promotion | Health Japan 21. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000047330.pdf> (2022年12月20日閲覧)
- 3) 人口動態調査 人口動態統計 確定数 死亡下巻 1-1 死亡数, 死因 (三桁基本分類) ・性・年齢 (5歳階級) 別 (4) ICD-10コード V~Y、U | 統計表・グラフ表示. <https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003411694> (2022年12月20日閲覧)
- 4) 鈴木みずえ. 認知症高齢者の転倒予防: 認知症高齢者の視点からの転倒予防のエビデンスと実践. 日本転倒予防学会誌. 2016; 2: 3–9.
- 5) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England journal of medicine, Mass Medical Soc.* 1988; 319: 1701–1707.
- 6) 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, 日本転倒予防学会. 2015; 1: 11–20.
- 7) Hartholt KA, Lee R, Burns ER, et al. Mortality From Falls Among US Adults Aged 75 Years or Older, 2000–2016. *JAMA.* 2019; 321: 2131–2133.
- 8) 厚生労働省 | 2019年 国民生活基礎調査の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/index.html> (2022年12月20日閲覧)
- 9) Tinetti ME, Kumar C. The patient who falls: “It’s always a trade-off.” *JAMA.* 2010; 303: 258–266.
- 10) 鈴木みずえ, 金森雅夫, 中川経子. WHO グローバルレポート 高齢者の転倒予防. クオリティケア. 2010.
- 11) 檜山明子, 中村恵子. 入院患者の転倒リスクが高い行動の分析. 日本看護研究学会雑誌. 2017; 40: 657–665.
- 12) Cheng P, Tan L, Ning P, et al. Comparative Effectiveness of Published Interventions for Elderly Fall Prevention: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *IJERPH.* 2018; 15: 498.
- 13) 萩野浩. 転倒の疫学と予防のエビデンス. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine.* 2018; 55: 898–904.
- 14) Tinetti ME, Mendes de Leon CF, Doucette JT, et al. Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. *Journal of gerontology, United*

- States: Gerontological Society of America. 1994; 49: M140–M147.
- 15) 加藤智香子, 猪田邦雄, 原田敦. 介護老人保健施設の女性高齢者における日常生活活動と乖離した高い転倒自己効力感が転倒発生に与える影響. 日本老年医学会雑誌, 一般社団法人 日本老年医学会. 2009; 46: 428–435.
  - 16) 杉原敏道, 郷貴大, 三島誠一, 他. 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: 13–16.
  - 17) Sakurai R, Fujiwara Y, Ishihara M, et al. Age-related self-overestimation of step-over ability in healthy older adults and its relationship to fall risk. *BMC Geriatr*. 2013; 13: 44.
  - 18) 岡田洋平, 高取克彦, 榎野浩司, 他. 地域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, 公益社団法人日本理学療法士協会. 2008; 35: 279–284.
  - 19) Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *Journal of gerontology, The Gerontological Society of America*. 1990; 45: P239–P243.
  - 20) 藤原和美, 長谷川幸治, 松田宣子, 他. 地域在住高齢者の転倒自己効力感と身体機能および認知機能との関連. 人間環境学研究. 2012; 10: 65–70.
  - 21) Kluft N, van Dieën JH, Pijnappels M. The degree of misjudgment between perceived and actual gait ability in older adults. *Gait & posture, England: Elsevier Sciencem*. 2017; 51: 275–280.
  - 22) Nakano H, Murata S, Shiraiwa K, et al. Increased Time Difference between Imagined and Physical Walking in Older Adults at a High Risk of Falling. *Brain Sciences*. 2020; 10: 332.
  - 23) Tinetti ME, Powell L. Fear of falling and low self-efficacy: A cause of dependence in elderly persons. *Journal of Gerontology, Gerontological Society of America*. 1993; 48: 35–38.
  - 24) Robinovitch SN, Cronin T. Perception of postural limits in elderly nursing home and day care participants. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences, The Gerontological Society of America*. 1999; 54: B124–B130.
  - 25) Gibson M. Falls in later life: Improving the health of older people: a world view (Ed Kane RL, Evans JG, Macfadyen D). Oxford University Press. 1990; 296–315.
  - 26) Jeannerod M. Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*. 2001; 14: S103–S109.
  - 27) Sakurai R, Fujiwara Y, Yasunaga M, et al. Neural correlates of older adults' self-overestimation of stepping-over ability. *Age (Dordr)*. 2016; 38: 351–361.
  - 28) 村田伸, 津田彰, 稲谷ふみ枝, 他. 在宅障害高齢者の注意と転倒との関連. 久留米大学心理学研究. 2005; 4: 61–70.
  - 29) 荒井龍淳. 高齢者における身体能力の認知に関する研究の動向. 生老病死の行動科学, 大阪大学大学院人間科学研究科臨床死生学研究室. 2007; 12: 47–52.

- 30) 豊田平介, 三嶋博之, 古山宣洋. 成人片麻痺者における間隙通過可能性についての知覚と歩行の発達: “実効 $\pi$ ”を利用した評価. 生態心理学研究. 2005; 2: 33–41.
- 31) 坂本由美, 大橋ゆかり. 地域在住高齢者の転倒に影響を及ぼす要因の検討. 理学療法科学. 2013; 28: 771–778.
- 32) 大高洋平. 地域在住高齢者の転倒予防. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine. 2018; 55: 910–914.
- 33) Delbaere K, Valenzuela T, Lord SR, et al. E-health StandingTall balance exercise for fall prevention in older people: Results of a two year randomised controlled trial. BMJ: British Medical Journal, BMJ Publishing Group. 2021; 373.
- 34) Huang T-T, Acton GJ. Effectiveness of Home Visit Falls Prevention Strategy for Taiwanese Community-Dwelling Elders: Randomized Trial. Public Health Nursing, Blackwell Publishing, 2004. 21; 247–256.
- 35) Clemson L, Cumming RG, Kendig H, et al. The effectiveness of a community-based program for reducing the incidence of falls in the elderly: a randomized trial. J Am Geriatr Soc. 2004; 52: 1487–1494.
- 36) Gawler S, Skelton DA, Dinan-Young S, et al. Reducing falls among older people in general practice: The ProAct65+ exercise intervention trial. Arch Gerontol Geriatr. 2016; 67: 46–54.
- 37) Lawler K, Shields N, Taylor N. Training family to assist with physiotherapy for older people transitioning from hospital to the community: a pilot randomized controlled trial. Clinical rehabilitation. 2019; 33: 1625 - 1635.
- 38) Iliffe S, Kendrick D, Morris R, et al. Multicentre cluster randomised trial comparing a community group exercise programme and home-based exercise with usual care for people aged 65 years and over in primary care. Health technology assessment (Winchester, England). 2014; 18: vii - xxvii, 1 - 105.
- 39) Clemson L, Fiatarone Singh MA, Bundy A, et al. Integration of balance and strength training into daily life activity to reduce rate of falls in older people (the LiFE study): randomised parallel trial. BMJ. 2012; 345: e4547.
- 40) Clemson L, Singh MF, Bundy A, et al. LiFE Pilot Study: a randomised trial of balance and strength training embedded in daily life activity to reduce falls in older adults. AUST OCCUP THER J, Malden, Massachusetts: Wiley-Blackwell. 2010; 57: 42–50.
- 41) Hayashi S, Misu Y, Sakamoto T, et al. Cross-Sectional Analysis of Fall-Related Factors with a Focus on Fall Prevention Self-Efficacy and Self-Cognition of Physical Performance among Community-Dwelling Older Adults. Geriatrics. 2023; 8(1): 13.
- 42) 近藤敏, 宮前珠子, 石橋陽子. 高齢者における転倒恐怖. 総合リハビリテーション. 1999; 27: 775–780.

- 43) Parker M, Baker PS, Allman RM. A life-space approach to functional assessment of mobility in the elderly. *Journal of Gerontological Social Work*, Taylor & Francis. 2002; 35: 35–55.
- 44) 原田和宏, 島田裕之, 浅川康吉, 他. 介護予防事業に参加した地域高齢者における生活空間 (life-space) と点数化評価の妥当性の検討. *日本公衆衛生雑誌*, 日本公衆衛生学会. 2010; 57: 526–537.
- 45) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of gerontology*, The Gerontological Society of America. 1990; 45: M192–M197.
- 46) Sugihara T, Go T, Mishima S, et al. Elderly People’s Physical Strength Awareness and Falling. *Rigakuryoho Kagaku*. 2005; 20: 13–16.
- 47) Konczak J, Meeuwssen HJ, Cress ME. Changing affordances in stair climbing: the perception of maximum climbability in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, American Psychological Association. 1992; 18: 691.
- 48) Podsiadlo D, Richardson S. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991; 39: 142–148.
- 49) 清水裕士. 心理学におけるベイズ統計モデリング. *心理学評論*. 2018; 61: 22–41.
- 50) 早瀬彩乃, 木村祐哉, 伊藤直之. ベイズ統計による獣医学生の不安・気分障害および関連要因の推定. *獣医疫学雑誌*. 2019; 23: 47–52.
- 51) Decety J, Jeannerod M. Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitt’s law hold in motor imagery?, *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the European Brain and Behaviour Society*. *Behavioural Brain Research*. 1995; 72: 127–134.
- 52) Collet C, Guillot A, Lebon F, et al. Measuring Motor Imagery Using Psychometric, Behavioral, and Psychophysiological Tools. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2011; 39: 85–92.
- 53) 春山幸志郎, 川上途行. imagined Timed Up and Go testは脳卒中患者における自宅退院後6カ月間の転倒リスクを識別できるか. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015; 52: 352–357.
- 54) Sakurai R, Fujiwara Y, Yasunaga M, et al. Association between Hypometabolism in the Supplementary Motor Area and Fear of Falling in Older Adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2017; 9.
- 55) Kendrick D, Kumar A, Carpenter H, et al. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014.

## 補記

本論文の研究内容の公刊状況は以下の通りである。なお、共著論文の記載に関しては、博士論文を作成するにあたり、共著者より承諾を得ている。

### 研究 2 (第 3 章)

Hayashi S, Misu Y, Sakamoto T, et al. Cross-Sectional Analysis of Fall-Related Factors with a Focus on Fall Prevention Self-Efficacy and Self-Cognition of Physical Performance among Community-Dwelling Older Adults. *Geriatrics*. 2023; 8(1): 13.

博士課程におけるその他の業績

学会発表

Yamamoto T, Misu Y, Hayashi S. Mental Health Factors Influencing Changes in Physical Activity Among University Students in the COVID-19 Pandemic. *AIJR Abstracts*. 2022; 6-7.

論文発表

Misu Y, Hayashi S, Iwai N, and Yamamoto T. Factors Affecting the Life Satisfaction of Older People with Care Needs Who Live at Home. *Geriatrics*. 2022; 7(5): 117.