

博士論文

軽度な要介護高齢者を対象とした

新たな下肢機能測定法の検討

—椅子立ち上がり動作時の地面反力の視点から—

平成 29 年度

筑波大学大学院 人間総合科学研究科 体育科学専攻

慎 少帥

目次

第 I 章 序論	1
第 1 節 緒言.....	1
第 2 節 目的.....	5
第 3 節 用語の定義.....	6
第 II 章 文献研究	9
第 1 節 軽度な要介護高齢者の下肢機能測定法に関する研究.....	9
第 2 節 椅子立ち上がり動作時の地面反力に関する研究.....	11
第 III 章 検討手順	22
第 1 節 検討課題の設定.....	22
第 2 節 椅子立ち上がり動作時の地面反力の測定と評価変数.....	25
第 3 節 研究の限界.....	31
第 IV 章 課題 1：軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性	32
第 1 節 緒言.....	32
第 2 節 方法.....	34
第 3 節 結果.....	37
第 4 節 考察.....	43
第 5 節 要約.....	49

目 次

第 V 章 課題 2 : 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋力, 日常生活動作能力との関連性	50
第 1 節 緒言.....	50
第 2 節 方法.....	52
第 3 節 結果.....	55
第 4 節 考察.....	61
第 5 節 要約.....	64
第 VI 章 課題 3 : 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性.....	65
第 1 節 緒言.....	65
第 2 節 方法.....	67
第 3 節 結果.....	71
第 4 節 考察.....	77
第 5 節 要約.....	79
第 VII 章 総合考察	80
第 1 節 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力測定法の有用性について	80
第 2 節 本研究と先行研究との比較—本研究の新規性—.....	89
第 3 節 介護現場における有用性	92
第 4 節 今後の課題.....	93

第 VIII 章 総括.....	95
結語.....	97
謝辞.....	98
文献.....	100
関連論文.....	112

第 I 章 序 論

第 1 節 緒言

1. 背景

我が国の総人口は、平成 28（2016）年 10 月 1 日現在、1 億 2,693 万人となっており、そのうち、65 歳以上の高齢者人口は 3,459 万人（高齢化率 27.3%）、75 歳以上の高齢者人口は 1,691 万人（高齢化率 13.3%）となった（内閣府，2017）。総人口が減少する一方、高齢者人口が増加することにより高齢化率は上昇を続け、2065 年には国民の約 2.6 人に 1 人が 65 歳以上、約 4 人に 1 人が 75 歳以上になると推計される（内閣府，2017）。また、介護保険制度における要支援・要介護の認定を受けた高齢者は、2001 年度末の 288.4 万人から 2017 年 8 月時点の 639.1 万人へと、約 15 年間で 350.7 万人増加した。その中、軽度な要介護高齢者（介護度 2 以下）の認定者数は 6 割以上を占めている。これに伴う介護保険費用の増加は、日本にとって深刻な社会問題をもたらしている（内閣府，2017）。近年、このような高齢者を取り巻く社会状況の変化を勘案し、健常な高齢者の健康寿命の延伸ばかりではなく、要支援・要介護高齢者の重度化予防を目指した研究や取り組みが活発に実施されている（宮永ら，2015）。要介護になった主な原因は、「高齢による衰弱」、「骨折・転倒」、「関節疾患」など下肢機能と強く関連する因子が 35.6%を占めている（厚生労働省，2016）。そのため、要支援・要介護高齢者に対する重度化予防のためには、脚筋力の維持・強化を目的とする運動介入が重要である。また、その介入前における下肢機能の把握や介入効果の評価が必須であるため、要支援・要介護高齢者を対象に妥当性と信頼性が確保された下肢機能の測定法の開発が進められている。

これまで、要支援・要介護高齢者の下肢機能評価には、健常な高齢者向けの連続椅子立ち座り動作を用いた身体パフォーマンステストを改良した方法が提案されている（村

田ら, 2010a; 牧迫ら, 2008)。しかしながら, 最大努力による繰り返し動作を強制することは, 関節や筋の損傷リスクを増加させ, 高齢者にとって大きな負担になる。また, 両手の補助の許可をしても, 約 19.0%の要支援・要介護高齢者が 5 回椅子立ち上がり測定を遂行できない (牧迫ら, 2008)。他にも, 筋力測定装置「徒手筋力計ハンドヘルドダイナモメーター (Hand-held dynamometer)」を用いた, 要支援・要介護高齢者の下肢筋力を評価する方法も報告されている (徳久ら, 2007; 村田ら, 2010b)。この方法は, 専用の身体固定ベッドや椅子を必要とし, 測定者に求められる技術的な専門性が高いなどの理由から, フィールドテストとして簡便かつ多数を対象に測定する場合には導入が難しいなどの限界がある。

椅子から立ちあがるという動作は高齢者が自立した生活を維持するために最も基本的かつ不可欠な動作である (Van Lummel et al., 2016; Yamada and Demura, 2010)。また, 椅子からの立ち上がり動作は, 何らかの疾患や老化に伴う運動機能の低下などにより容易に支障をきたし (Hoshi, 1994), その能力を失うと, 日常生活動作能力 (Activities Daily Livings: ADL) 低下, 運動機能低下, 日常生活動作に大きな制限をもたらす, ひいては高い死亡率につながる可能性があると報告されている (Guralnik et al., 1995; Visser et al., 2005)。加齢とともに脚の筋力は著しく低下し, 椅子立ち上がり動作が困難になる。2007 年の高齢者介護実態調査の結果では, 要支援・要介護高齢者の 43%が椅子から立ち上がることができないと報告されている (Elderly, 2007)。しかし, 高齢者であっても適切なトレーニングによって椅子立ち上がり動作の遂行能力を改善することが可能である (Schot et al., 2003)。したがって, 椅子からの立ち上がり動作は, 要支援・要介護高齢者が現時点で有している下肢機能の評価や, 運動プログラムを実施した際の効果評価や目標設定をおこなう際に適切な動作であると考えられる。

椅子立ち上がり動作時の地面反力測定は, 椅子に座った状態から全力で素早く椅子立ち上がる動作をおこなう際, 地面反力計で計測されたデータに基づき作成される波形から抽出した変数に基づき, 高齢者の下肢筋力や筋パワーを評価する方法である。パソコ

序 論

ンで正確な変数を記録できること、椅子から立ち上がることさえ出来れば測定することが出来ること（中谷と上, 2004）、測定機器（体重計）の持ち運びが容易であること（辻ら, 2011a）、短時間で測定できることなどの長所があるため、高齢者の下肢筋力、筋パワー評価方法としての有用である（Lindemann et al., 2003; Yamada and Demura, 2010; Tsuji et al., 2015）。これまでに、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数は、等尺性膝伸展筋力との基準関連妥当性が示され（中谷と上, 2004; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2010）、身体機能（辻ら, 2011a）、起居移動動作能力や転倒有無（Abe et al., 2016; Fleming et al., 1991; 辻ら, 2011b）などに対する評価の妥当性が確認されているが、これらの先行研究の対象者は若年者や健常高齢者である。両手を使わずに椅子から立ち上がることが困難な軽度な要介護高齢者の地面反力変数の妥当性についての知見は非常に限られている。ゆえに、軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力測定法の信頼性や妥当性、安全性を確認することが出来れば、フィールドテストとしてより多くの軽度な要介護高齢者の下肢機能を評価できるようになると予想される。つまり、自立支援を円滑かつ効率的に促し、重度化予防を実現するための有意義な知見となることが期待できる。

2. 着想に至った経緯

通所リハビリテーション施設との共同研究に携わる中で、軽度な要介護高齢者の体力測定をおこなう際、健常高齢者向けの測定項目や測定方法をそのまま用いて評価することに限界を感じてきた。例えば「5回椅子立ち上がり時間」や「30秒椅子立ち上がりテスト」のような負担の大きいテストは、動作を達成できない被測定者が少なくない。また、著者の所属する研究室は株式会社タニタとの共同研究を進め、椅子立ち上がり動作時の地面反力項目を基に健常高齢者用の下肢機能評価機器を開発した。この機器を活用することで軽度な要介護高齢者の評価をも可能とする測定方法や評価指標を明らかにすることができれば、社会的かつ福祉医療学的意義は極めて高いと考え、このような着想に至った。

3. 研究の意義

軽度な要介護高齢者を対象とした場合にも、椅子立ち上がり動作時の地面反力による下肢機能測定法の妥当性や信頼性が確認されれば、軽度な要介護高齢者向けの下肢機能評価のための簡便かつ新たなフィールドテストの提案が可能となる。これにより、様々な生活支援や運動指導の場面において、高齢者本人と支援者・指導者の双方にとって明確な目標値を設定し動機づけを与えることが可能となったり、行政やサービス事業者が実施する事業の効果評価に役立てたりすることが可能となる。

序 論

第2節 目的

軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力による新たな下肢機能測定法を確立することを目的とする。そのために、軽度な要介護高齢者においても完遂されやすい測定（椅子からの立ち上がり）方法を検討し、その測定方法によって得られた地面反力変数の中から信頼性と妥当性が高い変数を明らかにする。

第3節 用語の定義

1. 軽度な要介護高齢者

2000年4月に、社会全体で介護を支える新たな仕組みを創設するべく、介護保険法が施行された。介護保険制度では、寝たきりや認知症等で常時介護を必要とする状態（要介護状態）になった場合や、家事や身支度等の日常生活に支援が必要、もしくは介護予防サービスによって介護状態の悪化を効果的に防止できると認められる状態（要支援状態）になった場合に、介護サービスを受けることができる。要介護状態や要支援状態にある場合、その中で機能や状態がどの程度であるかの判定をおこなうのが要介護認定（要支援認定を含む、以下同じ）であり、保険者である市町村に設置される介護認定審査会において判定される（要介護認定に係る制度の概要，2017）。介護保険制度の被保険者は、①65歳以上の者（第1号被保険者）、②40～64歳の医療保険加入者（第2号被保険者）となっている。介護保険サービスは、65歳以上の者は原因を問わず要支援・要介護状態となったときに、40～64歳の者は末期がんや関節リウマチ等の老化による病気が原因で要支援・要介護状態になった場合に、受けることができる（公的介護保険制度の現状と今後の役割，2015）。本研究では、上記の要介護認定および要支援認定方法に基づき、65歳以上の第1号被保険者のうち、要介護認定を受けている要介護度が2以下（要支援・要介護1, 2）の者を「軽度な要介護高齢者」と定義する。

2. 下肢機能（下肢の身体パフォーマンス）

下肢機能とは主たる動作が下肢を中心に行われることで達成される身体パフォーマンス（能力）であり、加齢に伴い下肢機能は低下することが知られている。先行研究において、高齢者の「下肢機能（lower extremity physical function）」の評価は身体パフォーマンステストや質問紙調査で評価されている（Guralnik et al., 1994; Mahoney and Barthel, 1965; Podsiadlo and Richardson, 1991; Shinkai et al., 2000）。本研究で用いた下肢機能評価のための身体パフォーマンステストは、開眼片足立ち時間テスト、5m 通常歩行時間テスト、timed up and go、膝伸展・屈曲筋力である。開眼片足立ち時間はバランス能力、5m 通常歩行時間は歩行能力、timed up and go は移動能力、膝伸展・屈曲筋力は下肢筋力を反映する。本研究では、以上の身体パフォーマンステストにて評価される複数の能力の総称を「下肢機能」と定義する。

3. 下肢筋力

筋力は、「筋が収縮することにより発揮する力」と定義されている（日本体育学会, 2006）。筋の収縮様式から等尺性収縮、等張性収縮、等速性収縮に分類され、それぞれ異なる方法で筋力評価がおこなわれる。本研究では、筋力評価では最も多く利用される等速性筋力評価装置（ハンドハンドヘルドダイナモメータ）の等尺性モードで測定された最大筋力を「筋力」と定義する。等尺性収縮は、固定されたものを押したり引っ張ったりするときの筋長が変化しない筋収縮である。本研究においては、膝関節を 90 度に固定し、膝関節の最大伸展・屈曲筋力を「下肢筋力」と定義する。

4. 日常生活動作能力

日常生活動作（Activities of Daily Living : ADL）と手段的日常生活動作（Instrumental Activity of Daily Living: IADL）は介護の現場で頻繁に使用される用語である。日常生活動作能力とは、食事・更衣・移動・排泄・整容・入浴など生活を営む上で不可欠な基本的行動をする能力である。手段的日常生活動作能力は日常生活動作よりも複雑で高次の行為や動作能力である。例えば、買い物や洗濯、掃除等の家事全般や、金銭管理や服薬管理、外出して乗り物に乗ることなどである。そこで、本研究では、臨床場面や研究での使用頻度が高い functional independence measures（FIM）のうち、運動に関するかつ高齢者の基本的動作能力を反映できる FIM motor sub scores（FIM-M）を利用した。FIM-M はセルフケア 6 項目、排泄管理 2 項目、移乗 3 項目、移動 2 項目の総称として、「日常生活動作能力」と記すこととした。

5. 起居移動動作能力

日常的な動作のことであり、起居動作と移動動作をあわせた語である。起居動作として寝返り、起き上がり、椅子や床からの立ち座り動作などが含まれ、移動動作には移動、歩く動作などが含まれる。本研究では、軽度な要介護高齢者を対象者とするため、階段昇段、椅子からの立ち上がり、歩行の 3 動作の総称として、「起居移動動作」と記すこととした。

第 II 章 文献研究

第 1 節 軽度な要介護高齢者の下肢機能測定法に関する研究

2000 年の介護保険法を施行以来、軽度な要介護高齢者の下肢機能評価の試みに関する多くの報告がある。

ストップウォッチを使い簡便かつ短時間で測定可能な、連続椅子立ち上がり動作を用いた高齢者の下肢機能測定法 (Guralnik et al., 1994; Jones et al., 1999; 中谷ら, 2002) を改良し、軽度な要介護高齢者向けの測定方法が提案されている (村田ら, 2010b; 牧迫ら, 2008)。牧迫ら (2008) は、47 名軽度な要介護高齢者を対象として、5 回椅子立ち上がり時間測定を改良し、被測定者は両手を膝の上に置き、両手で動作を補助することを許可した変法の信頼性の検討をおこなった。その結果、優れた再現性 (ICC = 0.92) が確認され、この変法による測定結果と歩行能力 (5m 歩行時間)、バランス能力 (Timed up and go)、膝伸展筋力や生活動作能力 (老研式活動能力指標) との有意な関連性 (Pearson's $|r| = 0.31-0.53, p < 0.05$) を報告している。村田ら (2010) は、110 名の軽度な要介護高齢者を対象として、連続椅子立ち上がりテスト (10 秒椅子立ち上がりテスト) を改良し、上記の牧迫らと同様の方法で有用性の検討をおこなった。その結果、男女とも測定結果と 5m 歩行時間 (最大速度)、バランス能力 (開眼片足立ち時間)、大腿四頭筋筋力との有意な関連性 (Spearman's $|r| = 0.42-0.77, p < 0.05$) が確認された。しかしながら、最大努力による繰り返し動作を強制することは、関節や筋の損傷リスクを増加させ、高齢者にとっては大きな負担になり、両手の補助を許可したとしても約 19% の軽度な要介護高齢者は 5 回椅子立ち上がり測定を実施できない (牧迫ら, 2008)。したがって、軽度な要介護高齢者の下肢機能評価には、体調や安全性に配慮し、かつ繰り返し回数が少ない簡便な測定方法が望まれる。

政所ら (2012; 2014) は市販体重計を用い、軽度な要介護高齢者を対象として、ブリ

ブリッジ動作時の足底で体重計を押す力(ブリッジ力測定方法)の再現性と妥当性を検証し、優れた再現性 (ICC = 0.96) が確認され、ブリッジ力とバランス能力 (Functional reach test, FRT), 移動能力 (Timed up and go), 膝伸展筋力との間に有意な関連性 (Pearson's $r = 0.45-0.49$, $p < 0.05$) がみられたことを報告している (政所ら, 2012; 2014)。しかし、ブリッジ動作中は、股関節周囲筋および脊柱起立筋の筋活動が大きくなること (鶴見ら, 1980; 市橋ら, 1998) に加え、ブリッジ力測定は被測定者が背臥位の姿勢を取るため、多くの日常生活動作能力に求められる下肢機能とは異なる要素を反映することが推察される。そのため、下肢機能評価のためのテストとしての妥当性には疑問が残る。

一方、測定機器を用いる方法として、徒手筋力計「ハンドヘルドダイナモメーター (Hand-held dynamometer)」を用いる場合がある。この方法は、Biodex や Cybex, Kin-Com などの大型の測定機器と比べて、導入コストが低く、持ち運びが容易かつ簡易に測定できることから、リハビリテーションの現場で広く用いられている。しかし、徒手筋力計を用いる筋力測定は、椅子やベッドなど身体を固定する器具が必要であり、測定専用の環境を整える必要もある。また、測定者の経験や測定部位の固定具合によって誤差が大きくなることも報告されており、被測定者の下肢機能以外の様々な要因が測定結果に影響される可能性が指摘されている (加藤ら, 2001; 徳久ら, 2007)。

近年、椅子からの立ち上がり動作時にみられる地面反力変数を活用した簡便な下肢機能測定法に関する研究が盛んになされている。このような地面反力変数は、既に等尺性膝伸展筋力との基準関連妥当性が確認されており (中谷と上, 2004; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2009, 2010), 身体機能 (辻ら, 2011a), 起居移動動作能力や転倒有無 (Abe et al., 2016; Fleming et al., 1991; 辻ら, 2011b) など、健常な高齢者の日常生活に関わる諸要因との関連についても検討されている。この測定方法は、被験者は少なくとも一回の椅子立ち上がり動作が実施できれば評価が可能となること (中谷と上, 2004) で、身体的に虚弱な軽度な要介護高齢者にも比較的負担が少ないことが考えられる。

第2節 椅子立ち上がり動作時の地面反力に関する研究

1. 地面反力変数の信頼性（再現性）の検討

ある測定の実験者間または実験者内信頼性の指標として、級内相関係数（Intraclass correlation coefficients；以下、ICC）が用いられることが多い。もちろん ICC 以外にも信頼性を表す指標は様々存在するし、ICC のみから信頼性を検討できるわけでもないが、地面反力変数の信頼性を検討する先行研究から見ると、測定者内の ICC を用いて検討する研究は多いことから、本研究も多くの先行研究に倣い測定者内の ICC を用いて地面反力変数の信頼性を検討した。測定者内の ICC を検討する方法としては、同じ被測定者を対象に数回の測定を繰り返して、その一貫性を見ようとする再テスト法を用いる。

地面反力変数の信頼性を検証した先行研究では、Yamada et al. (2010) により、50名の女性高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の再現性（ICC = 0.70–0.95）は良好であったことが報告されている（Yamada and Demura, 2010）。また、若年者（男性 13 名および女性 23 名）を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力の増加率変数の再現性を検討した結果、男性において ICC = 0.892、女性において ICC = 0.938 であったと報告している（中谷と上, 2004）。さらに、本研究と同様の測定機器および地面反力変数を使い、14名の地域在住高齢者の地面反力変数の再現性を検討したところ、結果は ICC = 0.81–0.91 と良好であったことが報告されている（辻ら, 2011a）。上記の先行研究はすべて、全力で素早く立ち上がる動作をおこなった際に得られた地面反力の再現性を確認している。一方、通常速度による椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の再現性は低いことが報告されていることから、本研究においても、最大努力による椅子立ち上がり動作をおこなう条件とした。一方、先行研究では、両手は胸の前で組んで固定し、動作には影響しないような条件設定がなされている場合がほとんどである。本研究の対象者である軽度な要介護高齢者は、そのような動作の遂行が困難であることから、先行

研究で示された以外の立ち上がり方法をいくつか想定し、それらの方法の再現性を改めて確認する必要がある。

2. 地面反力変数の妥当性

椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の評価の有用性に関する研究は、Fleming et al. (1991) が初めて地面反力変数を使用し、転倒発生との関連について検討したことに端を発する。以来、多くの研究者たちが様々な視点から地面反力変数の有用性について検討してきた。これまでの研究をまとめると主に三つの視点から椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の有用性について検討していることが分かる。

(1) 椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋量・筋力・筋パワーとの関連

Yamada and Demura (2010) は、生体電気インピーダンス法 (bioelectrical impedance analysis: BIA) を用いて、女性高齢者 50 名を対象として、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋肉量との関連性について検討をおこなった結果、時間変数においてのみ関連性 (Pearson's $r = 0.37$, $p < 0.05$) が認められたことを報告している。一方、椅子立ち上がり動作をおこなう際には足関節や膝関節の伸展・屈曲筋力が重要な役割を果たしていること (Schenkman et al., 1990) から、それらの筋力と地面反力変数との関連性を検討した研究が多い。Yamada and Demura (2010) は、50 名の女性高齢者を対象として等尺性膝伸展筋力との関連性を検討した研究では、地面反力変数の最大値や変化率および時間変数と有意な関連 (Pearson's $|r| = 0.29-0.64$, $p < 0.05$) があつたことを報告している。また、中谷と上 (2004) もまた、高齢者 (男性 17 名および女性 15 名) を対象とした研究により、地面反力変数の最大値や変化率と等尺性膝伸展筋力との間に有意な関連性 (Pearson's $|r| = 0.487-0.755$, $p < 0.05$) があつたことを報告している。

Tsuji et al. (2015) は膝関節の筋力だけでなく、高齢者 (男性 19 名および女性 28 名) を対象として、椅子立ち上がり動作をおこなう際に重要な役割を担う足関節の筋力も考慮し、地面反力変数と等速性膝伸展・屈曲筋力および足関節伸展・屈曲筋力との関連に

ついて検討をおこなった。その結果、男女とも地面反力の増加率変数と膝伸展筋力との間に有意な関連性 ($\text{partial-}r| = 0.39\text{--}0.51, p < 0.05$) をみとめたが、女性のみ地面反力の増加率変数や時間変数と足関節の背屈曲筋力との間にも有意な関連性 ($\text{partial-}r| = 0.44\text{--}0.59, p < 0.05$) を報告している。しかしながらこれらの知見は、対象者が健常高齢者のみを対象としていることから、軽度な要介護高齢者を対象としたうえで、本研究で新たに提案する椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と膝伸展・屈曲筋力との関連を明らかにする必要がある。

(2) 椅子立ち上がり動作時の地面反力変数とパフォーマンステストで評価した身体機能との関連

高齢者における身体機能の評価方法は、質問紙による評価と、パフォーマンステストによる評価とに大別される。パフォーマンステストは質問紙調査よりも客観的な評価が可能であるとされているため、身体機能の評価指標として、広く使われている。本分野においては、握力測定(大塚ら, 1994; Tsunoda et al., 2013), 歩行測定(Cesari et al., 2009; 新開ら, 2000), 椅子立ち上がりテスト(Guralnik et al., 1994; 中谷ら, 2002), Timed up and go (Podsiadlo and Richardson, 1991; Shimada et al., 2006) などが開発されており、高齢者のバランス能力, 筋力(Samson et al., 2000), 移動能力, 転倒の有無(Shumway-Cook et al., 2000), 身体機能障害の有無(新開ら, 2000)などの多様な身体能力・身体プロフィールとの関連が報告されている。椅子立ち上がり動作時の地面反力測定も高齢者の身体機能の評価する方法の1つであり、主要なパフォーマンステストとの関連性を確認することが必要であると考えられる。

山田ら(2008)は、19名の健常な女性高齢者を対象として、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数とパフォーマンステストとの関連性について検討した。その結果、地面反力変数の最大値変数、力の増加率変数、時間変数と上体起こし、10m 障害歩行時間との間に有意な相関関係(Pearson's $|r| = 0.47-0.82, p < 0.05$)が確認されたが、それ以外のパフォーマンステスト(握力、長座体前屈、開眼片足たち時間、6分間歩行距離)との間には有意な関連性が確認されなかったと報告している。

辻ら(2011a)は、比較的多人数(男性:160名, 女性203)の地域在住高齢者を対象として、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の最大値変数、力の増加率変数、時間変数と複数のパフォーマンステストとの関連性について検討した。その結果、男女とも地面反力変数の最大値変数、力の増加率変数、時間変数と5回椅子立ち上がり時間、Timed "up and go", 長座位起立時間、4方向選択反応時間との間に有意な関連(partial- $|r|$

= 0.20–0.62, $p < 0.05$) を示したことを報告している。

しかし、以上の先行研究では、いずれにおいても健常な高齢者を対象とした研究であり、上記のパフォーマンステストの多くは軽度な要介護高齢者は実行出来ないことから、軽度な要介護高齢者であっても実施できるパフォーマンステストを抽出し、本研究で新たに提案する椅子立ち上がり動作時の地面反力変数との関連性を改めて検討することが必要である。

(3) 椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と質問紙により評価された身体機能との関連

先述したとおり、高齢者の身体機能の評価は、パフォーマンステストにより客観的に評価することができるが、コストや簡便性の観点からは、多人数を一度に調査対象とすることができる質問紙による評価の重要性も見逃せない。また、質問紙調査は特殊な場所や特別な測定機器を必要とせず、対象者の多様な情報を把握できる点で優れており、国内外において頻繁に使用されている。本邦において広く使われているのは、二次予防事業で要介護状態となる恐れのある高齢者をスクリーニングする基本チェックリスト（厚生労働省, 2012a）と手段的日常生活動作能力の自立度を評価する老研式活動能力指標（古谷野, 1987）がある。表II-1で示した基本チェックリストについては、日常生活関連動作（5項目）、運動器機能（5項目）、低栄養状態（2項目）、口腔機能（3項目）、閉じこもり（2項目）、認知機能（3項目）、心の状態（5項目）の計25項目から構成される質問紙であり、信頼性および妥当性が確認されている。表II-2で示した老研式活動能力指標は、手段的自立（5項目）、知的能動性（4項目）、社会的役割（4項目）の計13項目で構成される質問紙であり、基本チェックリストと同様に信頼性および妥当性が確認されている。

これまで、Yamada and Demura (2009) は自立度を評価する老研式活動能力指標および転倒リスク指標（ヘルスアセスメント検討委員会, 2000）を使用し、女性高齢者60名を対象とした横断研究により、地面反力変数の変化率および時間変数が、老研式活動能力指標の下位尺度である社会的役割との間に有意な相関関係（Pearson's $|r| = 0.28, p < 0.05$ ）があることを確認している。また、転倒リスク指標は、地面反力変数の変化率および時間変数との間においても、有意な相関関係（Pearson's $|r| = 0.26-0.30, p < 0.05$ ）があることが確認されている。

辻ら (2011a) による地域在住高齢者を対象とした横断研究では、起居移動動作（階段

昇段、椅子立ち上がり、15 分間歩行の 3 動作) 能力制限がある者は制限が無い者に比して地面反力変数のうち変化率変数および時間変数が有意に低いことが報告されている。また、辻ら (2011b) は、地面反力変数の力の増加率変数、時間変数が 1 年後の転倒発生、起居移動動作能力低下の予測因子になることを示唆している。

上記の先行研究では、健常な高齢者を対象者として地面反力変数と複雑で高次の日常生活動作能力との関連性が検討されているが、軽度な要介護高齢者を対象者とした研究は見当たらず、地面反力変数と食事・更衣・移動・排泄・整容・入浴など生活を営む上で必要となる基本的な日常生活動作能力との関連性は明らかになっていない。したがって、本研究では表 II-3 で示した FIM 調査表を使用し、地面反力変数と日常生活動作能力との関連性について検討する。

表II-1 基本チェックリスト

ID: _____

----- <キリトリ線> -----

基本チェックリスト

No.	質問項目	回答	
		(いずれかに○をお付け下さい)	
1	バスや電車で1人で外出していますか	はい	いいえ
2	日用品の買物をしていますか	はい	いいえ
3	預貯金の出し入れをしていますか	はい	いいえ
4	友人の家を訪ねていますか	はい	いいえ
5	家族や友人の相談にのっていますか	はい	いいえ
6	階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか	はい	いいえ
7	椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか	はい	いいえ
8	15分位続けて歩いていますか	はい	いいえ
9	この1年間に転んだことがありますか	はい	いいえ
10	転倒に対する不安は大きいですか	はい	いいえ
11	6ヵ月間で2~3kg以上の体重減少がありましたか	はい	いいえ
12	身長 c m 体重 kg		
13	半年前に比べて固いものが食べにくくなりましたか	はい	いいえ
14	お茶や汁物等でむせることがありますか	はい	いいえ
15	口の渇きが気になりますか	はい	いいえ
16	週に1回以上は外出していますか	はい	いいえ
17	昨年と比べて外出の回数が減っていますか	はい	いいえ
18	周りの人から「いつも同じ事を聞く」などの物忘れがあると言われますか	はい	いいえ
19	自分で電話番号を調べて、電話をかけることをしていますか	はい	いいえ
20	今日が何月何日かわからない時がありますか	はい	いいえ
21	(ここ2週間)毎日の生活に充実感がない	はい	いいえ
22	(ここ2週間)これまで楽しんでやれていたことが楽しめなくなった	はい	いいえ
23	(ここ2週間)以前は楽にできていたことが今ではおっくうに感じられる	はい	いいえ
24	(ここ2週間)自分が役に立つ人間だと思えない	はい	いいえ
25	(ここ2週間)わけもなく疲れたような感じがする	はい	いいえ

表II-2 老研式活動能力指標

手段的日常生活動作能力検査 (Instrumental ADL ; IADL)
老研式活動能力指標

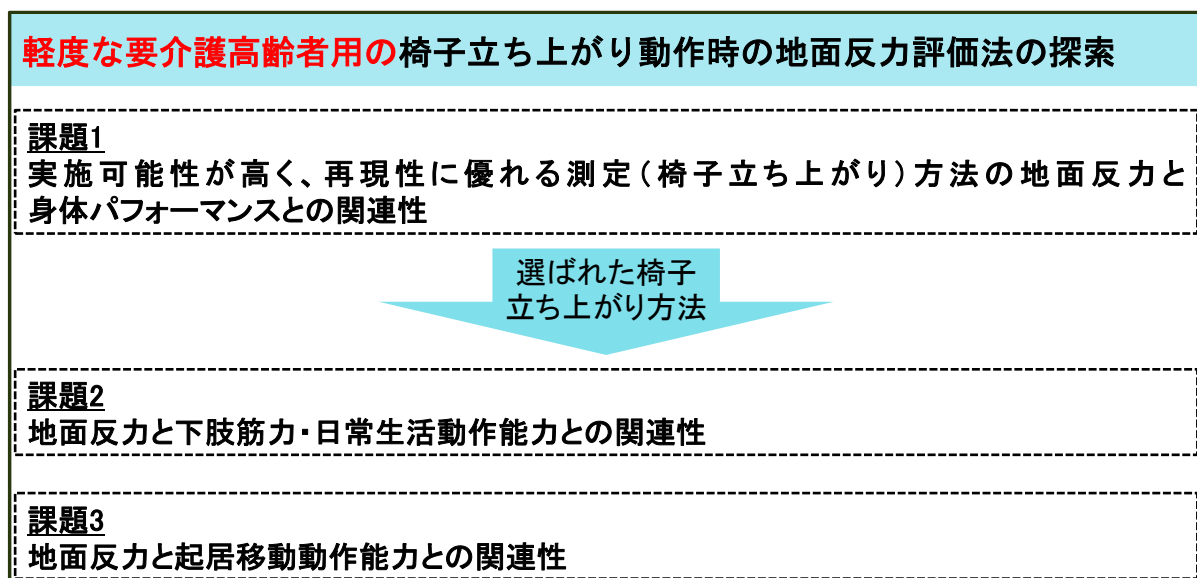
項目	配点		評価
	1	0	
1 バスや電車を使って一人で外出ができますか	はい	いいえ	手段的 ADL
2 日用品の買い物ができますか	はい	いいえ	
3 自分で食事の用意ができますか	はい	いいえ	
4 請求書の支払ができますか	はい	いいえ	
5 銀行預金、郵便貯金の出し入れが自分でできますか	はい	いいえ	
6 年金などの書類が書けますか	はい	いいえ	知的 ADL
7 新聞などを読んでいますか	はい	いいえ	
8 本や雑誌を読んでいますか	はい	いいえ	
9 健康についての記事や番組に関心がありますか	はい	いいえ	社会的 ADL
10 友達の家を訪ねることがありますか	はい	いいえ	
11 家族や友達の相談にのることがありますか	はい	いいえ	
12 病人を見舞うことができますか	はい	いいえ	
13 若い人に自分から話しかけることができますか	はい	いいえ	
注) 手段的 ADL スコア (5 点満点)、 知的 ADL スコア (4 点満点)、 社会的 ADL スコア (4 点満点) でそれぞれの ADL を評価する。 総計を高次 ADL スコアとする。 カットオフ値はない。			

表Ⅱ-3 FIM評価表				
FIM評価表				
検査日：		年 月 日 曜日	施設名：	
受付番号：		男・女	生年月日：明・大・昭 年 月 日	
運動項目	評価項目	点	コメント	評価内容
	運動項目	セルフケアの状態	食事	
整容				口腔ケア・整髪・手洗い・洗顔・そして髭剃りまたは化粧を評価します。
清拭				風呂、シャワーなどで首から下（背中以外）を洗う
更衣・上半身				腰より上の更衣および義肢装具の装着
更衣・下半身				腰より下の更衣および義肢装具の装着
トイレ動作				衣服の着脱、排泄後の清潔、生理用具の使用
排泄の状態		排尿管理		排尿の管理、器具や薬剤の使用を含む、失敗の頻度
		排便管理		排便の管理、器具や薬剤の使用を含む、失敗の頻度
移乗動作の状況		ベッド・椅子・車椅子		それぞれの間の移乗、起立動作を含む
		トイレ		便器へ（から）の移乗
	浴槽・シャワー		浴槽・シャワー室へ（から）の移乗	
移動動作の状況	歩行・車椅子		屋内での歩行、屋内での車椅子移動	
	階段		屋内の12～14段の階段昇降	
認知項目	コミュニケーションの状況	理解		聴覚または視覚によるコミュニケーションの理解
		表出		言語的または非言語的表現
	社会認識	社会的交流		他患、スタッフなどとの交流、社会的状況への順応
		問題解決		日常生活上での問題解決、適切な決断能力
		記憶		日常生活必要な情報の記憶
		合計点		
7：完全自立（時間、完全性含め）		4：最小介助（患者自身で75%以上）		
6：修正自立（補助具使用）		3：中等度介助（患者自身で50%以上）		
5：監視		2：最大介助（患者自身で25%以上）		
		1：全介助（患者自身で25%未満）		

第 III 章 検討手順

第 1 節 検討課題の設定

本博士論文では、軽度な要介護高齢者を対象として、椅子立ち上がり動作時の地面反力を活用するという立場から、軽度な要介護高齢者の下肢機能測定法を確立することを目的とする。この目的を達成するため、まずは、軽度な要介護高齢者が実施可能であり、再現性に優れる測定方法（立ち上がり方法）の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性について検討する（課題 1）。次に、課題 1 で定めた立ち上がり方法に基づく椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋力、日常生活動作との関連性を明らかにする（課題 2）。さらに、課題 1 で定めた椅子立ち上がり方法に基づく椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性を明らかにする（課題 3）。



図III-1 博士論文の全体図

検討手順

課題1：軽度な要介護高齢者の椅子からの立ち上がりを可能とする動作の検討および地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性

従来、椅子立ち上がり動作時の地面反力測定は健常高齢者の下肢機能を評価する方法として検証が進められ、有用性が認められている。しかし、軽度な要介護高齢者のような身体的虚弱者を対象とした研究はほとんど未着手である。

そこで本研究課題では、軽度な要介護高齢者にとって危険性が少なく、立ち上がりやすい方法はどのような立ち上がり方であるかを明らかにする。具体的には、軽度な要介護高齢者が実際に行っている4通りの立ち上がり方法を提示し、それぞれの達成率を調べる。達成率が最も高かった立ち上がり動作時の種々の地面反力変数を計測し、測定者内信頼性（再現性）の確認をおこなうとともに、身体パフォーマンスとの関連性についても検討する。

すなわち、本課題は、軽度な要介護高齢者が椅子から立ち上がることが可能な立ち上がり方法を明らかにするための基礎的な課題に位置付けられる。

課題2：軽度な要介護高齢者の椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋力、日常生活動作との関連性

軽度な要介護高齢者に特化した椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の有用性を確認するためには、身体パフォーマンステスト以外の下肢筋力や日常生活動作能力との関連性を明らかにする必要がある。

本課題では、通所リハビリテーション施設に通所している軽度な要介護高齢者を対象として、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋力（膝関節伸展・屈曲筋力）や日常生活動作との関連性を明らかにすることで基準関連妥当性の検討をおこなう。

課題3：軽度な要介護高齢者の椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性

高齢者の下肢筋力は、加齢に伴い低下することが知られており、このことが要支援・要介護状態に陥る主要な原因にもなっている。高齢者の起居移動動作能力と筋力との間に有意な関連があることは既知であることから（清野ら, 2009）、より簡便に下肢筋力を評価できる方法の開発は社会的意義も高い。

そこで、本課題では、軽度な要介護高齢者を対象として、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性を検討する。

第2節 椅子立ち上がり動作時の地面反力の測定と評価変数

1. 椅子立ち上がり動作時の地面反力の測定

本博士論文においては、軽度な要介護高齢者が実際におこなうであろうと考えられる4通りの椅子からの立ち上がり方法について検証をおこなう。4通りとは、(1)何もつかまらずに立ち上がる、(2)膝に手をつけて立ち上がる、(3)椅子の座面脇に手をつけて立ち上がる、(4)机の天板に手をつけて立ち上がる方法とした。

何もつかまらずに立ち上がる方法(図III-2)は(辻ら, 2011a)の評価方法を参考にした。対象者は40 cmの高さの椅子に浅めに座り、測定器のプラットフォーム上に両足を置く。両手を胸の前で組み、膝関節は約90°に保持した姿勢をとる(図III-2の写真1)。このような座位姿勢を保持した状態から、測定者の合図のあと、最大努力にて素早く立ち上がり、直立姿勢を2秒間保持した後、通常速度による着座動作をおこない、座位姿勢を2秒間保持する。これを1試行とし、連続して2試行することとした。対象者への実験手順の理解を十分に深めるため、1回の練習を事前におこなった。原則2回立ち上がるが、身体的理由によっては1回でもよいこととした。



図III-2 何もつかまらずに椅子から立ち上がる方法

膝に手をつけて立ち上がる方法（図Ⅲ－3）は、上記の何もつかまらずに立ち上がる方法に加えて、両手を自然に膝の上におき、腕の力で立ち上がり動作を補助することを許容した。



図Ⅲ－3 膝に手をつけて立ち上がる方法

椅子に手をつけて立ち上がる方法（図Ⅲ－4）は、上記の何もつかまらずに立ち上がる方法に加えて、両手を自然に椅子の座面の前端におき、腕の力で立ち上がり動作を補助することを許容した。



図Ⅲ－4 椅子に手をつけて立ち上がる方法

検討手順

机の天板に手をつけて立ち上がる方法（図III-5）は、上記の何もつかまらずに立ち上がる方法に加えて、椅子の30cm前方に設置した天板の高さが70cmの机の上に両手を置き、腕の力で立ち上がり動作を補助することを許容した。



図III-5 机の天板に手をつけて立ち上がる方法

本博士論文の検討課題1から課題3における椅子立ち上がり動作時の地面反力測定には、立ち上がりパワー測定器「運動機能分析装置 zaRitz（ザリッツ）BM-220」（タニタ社製）を用いた。この測定器のサンプリング周期は12.5 ms（80 Hz）であり、椅子立ち上がり動作中における鉛直方向の地面反力（kgf）をコンピュータに記録した。

2. 地面反力変数

文献研究で記述したとおり、先行研究で報告されている椅子立ち上がり動作時の地面反力変数は主に3種類に分類されている。すなわち、(1)ある一時点での反力値、(2)変化率、(3)時間変数である。また、辻らは以下に示した5種類(①~⑤)の地面反力があらゆる身体機能と関連することを確認している。なお、RFD12.5/wの解析区間は12.5ミリ秒と非常に短く、安定した値が得られにくい可能性があること(辻ら、2011c)や、RFD12.5/wは、RFD87.5/wと基本的に同じ項目(変化率変数)であることが考えられるため、本研究ではRFD12.5/wを用いないことにした。本研究の分析に用いた地面反力変数は以下の4変数である(図III-6)(辻ら、2011a)。

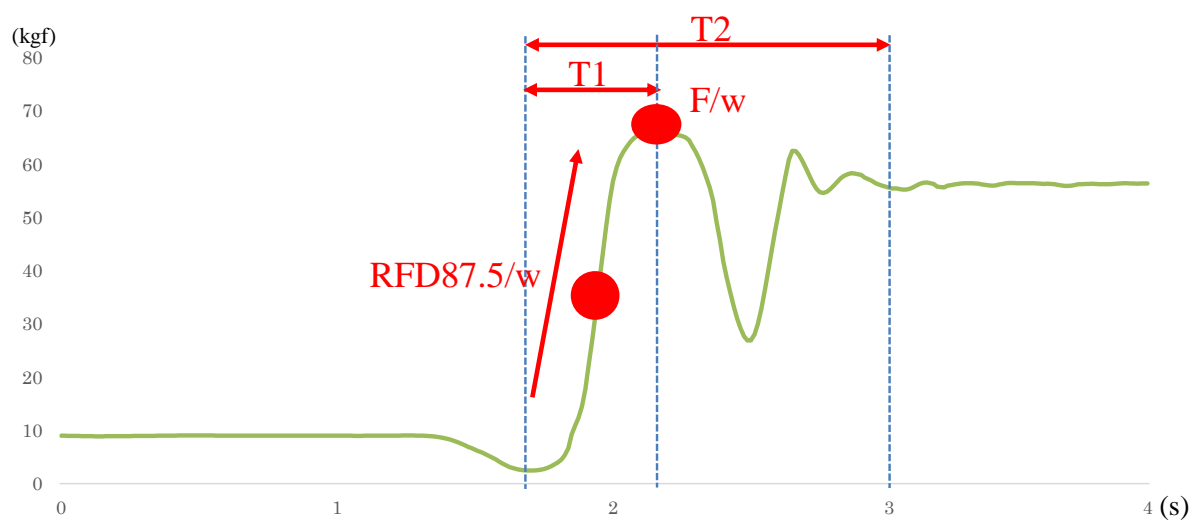
①**最大値体重比 (peak reaction force per body weight ; 以下, F/w)** : 地面反力の最大値を体重で除した値であり、椅子立ち上がり動作時における鉛直方向の最大の踏み込みの力を反映する。2試行して最大値を採用した。

②**87.5 ミリ秒区間の最大増加率体重比 (maximal rate of force development (Δ87.5 ミリ秒) per body weight ; 以下, RFD87.5/w)** : 地面反力が最大増加を記録した12.5 ミリ秒の前後各37.5 ミリ秒を含めた計87.5 ミリ秒における増加量を1.0秒に換算し、体重で除した値である。2試行して最大値を採用した。

③**地面反力増加時間 (a time during developing force ; 以下, T1)** : 地面反力が急激増加する直前の抜重時における地面反力が最小値を示した時点から、最大値に到達するまでの時間である。RFD87.5/wが得られた試行における値を採用した。

検討手順

④立ち上がり動作時間 (**chair - rise time** ; 以下, **T2**) : 抜重時における地面反力が最小値を示した時点から動作終了までの時間である. RFD87.5/w が得られた試行における値を採用した。



F: 最大値; RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms) ;

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

図III-6

第3節 研究の限界

1. 標本抽出に伴う限界

本研究は、静岡および千葉県内通所施設に通所している軽度な要介護高齢者において得られた知見である。したがって、他地域および他施設の利用者へ導入する際には留意を要する。また、本博士論文の対象者は要介護2までの軽度な要介護高齢者であるため、介護度が重度の者（要介護3・4・5）は含まれていないことも留意する必要がある。

2. 研究デザインに伴う限界

本研究は、横断調査によってデータを収集したことから、一時点における下肢機能レベルを把握することは出来るが、将来の転倒発生および介護度の更なる悪化など起こり得るイベントの発生リスクの予測妥当性までは検証されていない。

3. 定義に伴う限界

第I章、第3節において本研究で使用する用語を定義した。本博士論文より得られた知見は、この定義の範囲内で検討し、導き出されたものである。

第 IV 章 課題 1：軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性

第 1 節 緒言

椅子から立つという動作は、無意識かつ頻繁におこなっている日常での基本的な動作の 1 つである。それは、高齢者が自立した生活を維持するために最も基本的で不可欠な動作であると言える (Van Lummel et al., 2016; Yamada and Demura, 2010)。椅子からの立ち上がり動作は、何らかの疾患や老化に伴う運動機能の低下などにより容易に支障をきたす (Hoshi, 1994)。そのような能力を失うと、日常生活動作 (ADL) を遂行する能力の低下や運動機能低下があらわれ、日常生活に大きな制限がもたらされるだけでなく、高い死亡率との関連性も報告されている (Guralnik et al., 1995; Visser et al., 2005)。加齢とともに足の筋力は著しく低下し、椅子立ち上がり動作が困難となる。2007 年の高齢者介護実態調査によると、要支援・要介護高齢者の 43% が椅子から立ち上がることができないと報告されている (Elderly, 2007)。しかし、高齢者であっても適切なトレーニングによって椅子立ち上がり動作能力改善することが出来る (Schot et al., 2003)。したがって、椅子から立つという動作は、リハビリテーション医療や健康増進事業において、下肢機能の評価や自立生活目標設定をおこなう際に重要な動作である。

先行研究によると、30 秒間での椅子からの立ち上がり回数を評価するテストは、高齢者の年齢、下肢筋力と関連することが確認されている (Jones et al., 1999; 中谷ら, 2002)。5 回の椅子立ち上がり動作時間テスト (5-STST) は高齢者の下肢機能評価指標として活用されている (Guralnik et al., 1994)。5 回椅子立ち上がり動作時間と日常生活動作能力との関連 (Van Lummel et al., 2015)、将来の障害発生や死亡リスクとの関連 (Guralnik et al., 1995; Penninx et al., 2000) が報告されている。しかし、現在用いられている立ち上がり課題による評価方法では、腕を胸の前で組んだ状態での立ち上がり動作を課す方法であり、

課題 1

椅子から連続して数回立ち上がることが出来ない高齢者が少なくない。中枢前庭機能障害を有する患者のうち、48人中36人(75.0%)は5-STSTテストを実施できなかった(Brown et al., 2006)。要支援・要介護高齢者を対象とした研究では、58人中11人(19.0%)が5-STSTテストを実施できなかった(牧迫, 2008)。また、最大努力で椅子からの立ち座りの繰り返しを強制することは、関節や筋損傷のリスクが増加する可能性が高い。したがって、軽度な要介護高齢者の体調や安全性を配慮しかつ繰り返し回数が少ない簡便な測定方法が望まれる。

近年、椅子からの立ち上がり動作時における地面反力変数を用いた、簡便な下肢筋力、筋パワー測定法に関する研究が進んでいる。既に、健常高齢者の地面反力変数は等尺性膝伸展筋力との基準関連妥当性が確認されている(中谷と上, 2004; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2010)。また、地面反力変数は身体パフォーマンステストにより評価される身体機能(辻ら, 2011a)、起居移動動作能力や転倒の有無(Abe et al., 2016; Fleming et al., 1991; 辻ら, 2011b)など、高齢者の日常生活に関わる諸要因との関連について検討されている。この測定方法の利点は、椅子から立ち上がりさえできれば評価が可能であり、立ち上がりを繰り返す必要がない点である(中谷と上, 2004)。しかしながら、軽度な要介護高齢者や自立で立ち上がることが困難な高齢者には適応できない。また、今までの先行研究はいずれも健常な(自立で立ち上がることが出来る)高齢者を基に得られた知見である。軽度な要介護高齢者の立ち上がり方法は、何もつかまらないうで立ち上がる方法、膝に手をつけて立ち上がる方法、椅子に手をつけて立ち上がる方法、机に手をつけて立ち上がる方法といった4通りがあると考えられる。このように複数ある椅子立ち上がり方法のうち、最も達成率の高い椅子立ち上がり方法がどれであるかは現時点では不明である。加えて、最も達成率の高い椅子立ち上がり方法の地面反力変数は身体パフォーマンステストと関連が認められるか、また地面反力変数の測定者内信頼性(再現性)はどの程度であるかなど詳細は明らかとなっていない。

そこで本課題では、軽度な要介護高齢者の下肢への負担が少ないと考えられ、かつ最も達成率の高い椅子立ち上がり方法を見出すことを第一の目的とする。さらに、その立ち上がり方法での地面反力変数の測定者内信頼性（再現性）の確認をおこなうこと、および身体パフォーマンスとの関連性を検討し、評価の有用性が高い地面反力変数を明らかにすることも併せて目的とした。

第2節 方法

1. 対象者

静岡県内にある通所リハビリテーション施設に通所している軽度な要介護高齢者 54 名を対象とした。研究期間中に通所リハビリテーションの利用を止めた 6 名を分析対象者から除外し、最終的な分析対象者は 48 名であった。これらの対象者は、①パーキンソン病、パーキンソン症候群、運動麻痺を有さない、②測定に対する指示が理解できる、③急速に進行中の進行性疾患や末期の疾患等、重度な疾患を有さない、の条件を満たす者であった。このうち 31 名（男性 15 名、女性 16 名）に対しては再現性の検討をおこなうために約 10 分の間隔を空けて、再度地面反力測定をおこなった。本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認（承認番号：体 26-28）を得た上で、対象者に研究の目的や方法を十分に説明し、同意を得て実施した。

2. 研究手順

対象者は週に一回施設を利用しているため、過度な負担が掛からないよう椅子立ち上がり測定は週に 1 回、1 通りの椅子立ち上がりパターンでの測定をおこなった。何もつかまらない椅子立ち上がり方法を最初に実施し、他の 3 通りの立ち上がり方法はランダムな順番でおこなった。

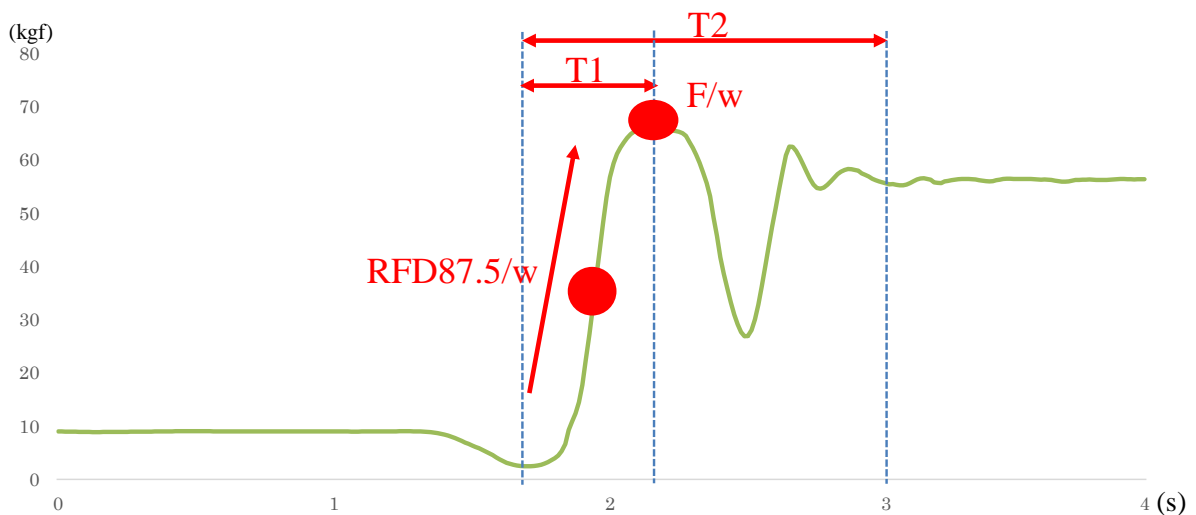
3. 調査項目

(1) 基本属性, 既往歴

対象者の基本属性として, 年齢, 身長, 体重, BMI (体重 (kg) を身長 (m) の 2 乗で除した値), 介護度をを調査・測定した。また, 腰痛症の有無, 膝関節痛症の有無を記録した。なお, 統計処理にあたり, 各既往歴は, 「ある=1」「なし=0」のようにダミー変数化した。

(2) 椅子からの立ち上がり動作時の地面反力測定

本研究課題においては, 第 III 章第 2 節にて記した 4 通りの椅子からの立ち上がり方法 (図III-2, 図III-3, 図III-4, 図III-5) で測定を実施した。また, 地面反力変数 (図III-6) は第 III 章第 2 節にて記した 4 変数 (F/w, RFD87.5/w, T1, T2) を分析に用いた。



F: 最大値; RFD87.5/w:最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms) ;

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

図III-6

(3) 握力 (竹井機器工業社製)

立位で握力計を体側に保持し、呼吸しながら最大努力で握力計を握らせた。0.1 kg 単位で左右 1 回ずつ計測し、左右の平均値を記録とした。

(4) 開眼片足立ち時間

両手を腰に当て、片方の足を床面から離れた状態でできるだけ長く立ち続けるよう教示した。計測は足を上げた時点から、バランスが崩れた時点とし、最大値は 60 秒とした。左右 1 回ずつ 0.01 秒単位で計測し、最良値を記録とした。

(5) Timed up and go

椅子に腰かけた状態から合図とともに立ち上がり、3 m 前方のコーンを回って再び椅子に腰かけるまで動作を最大速度でおこなうよう教示した。0.01 秒単位で 1 回計測した。原法 (Podsiadlo and Richardson, 1991) は快適速度であるが、最大速度で計測した方が再現性が高い (Shumway-Cook et al., 2000) ことから、最大速度でおこなう方法を採用した。

(6) 5 m 通常歩行時間

5 m の歩行路を快適速度で歩いたときの時間を 0.01 秒単位で 1 回計測した。歩行路の両端には 3 m の予備路を設けた。

4. 統計解析

4通りの立ち上がり方法の達成率の比較には、 χ^2 検定を用い、下位検定には、ボンフェローニ多重比較検定を用いた。4通りの地面反力変数の比較には、一要因分散分析を用いた、有意性が認められた変数についてはボンフェローニ多重比較検定を行った。地面反力変数の信頼性係数の算出には、同じ測定者により2度の測定をおこなうことから、一元配置変量モデルの ICC (1, 1) を使って、級内相関係数 (intraclass correlation coefficient: ICC) を算出した。また、試行間の差の検定には、分散分析を用いた。2試行の間に有意差が認められず、加えて得られた ICC が 0.70 以上である場合、信頼性があると判断した (Currier, 1990)。地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連の検討には、男女別に年齢を調整した偏相関分析をおこなった。統計処理には SPSS version 21.0 for Windows を用い、統計学的有意水準は 5% とした。

第3節 結果

1. 4通りの椅子からの立ち上がり方法の達成率

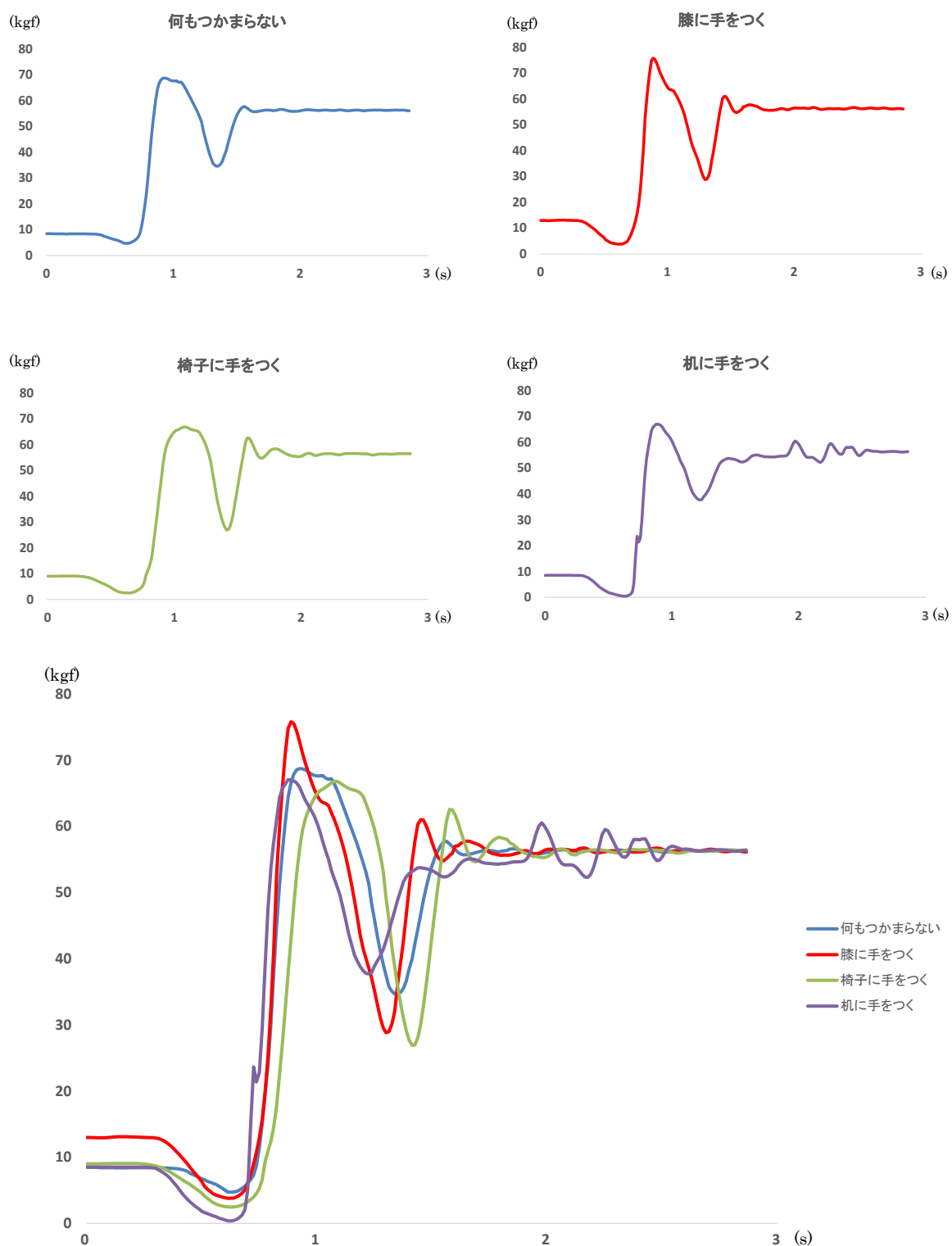
表IV-1には、4通りの椅子からの立ち上がり方法の達成率を示した。椅子に手をつけて立ち上がる方法の達成率 (100.0%) が最も高く、他の3通りの方法より達成率が有意に高かった ($p < 0.05$)。

表IV-1 4通りの椅子から立ち上がり方法の達成率

	n	a. 何もつかまらずに 立ち上がる方法	b. 膝に手をつけて 立ち上がる方法	c. 椅子に手をつけて 立ち上がる方法	d. 机に手をつけて 立ち上がる方法	P value	Post-hoc test
達成率	48	38 (79.2%)	41 (85.4%)	48 (100.0%)	42 (87.5%)	$P = 0.015$	a, b, d < c

P value : カイニ乗検定

2. 4通りの立ち上がり動作時における地面反力波形および変数の比較



図IV-1 4通りの立ち上がり動作時における地面反力波形

表IV-2 4通りの椅子からの立ち上がり動作時の地面反力変数の比較

		a. 何もつかまらずに 立ち上がる方法	b. 膝に手をついて 立ち上がる方法	c. 椅子に手をついて 立ち上がる方法	d. 机に手をついて 立ち上がる方法	ANOVA	Post-hoc
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	P value	test
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.18 ± 0.08	1.22 ± 0.10	1.10 ± 0.10	1.10 ± 0.12	< 0.001	c, d < a, b
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	5.40 ± 1.98	5.56 ± 1.99	4.20 ± 1.84	5.22 ± 1.58	< 0.001	c < a, b, d
T1	(s)	0.76 ± 0.59	0.69 ± 0.41	0.80 ± 0.50	0.68 ± 0.71	0.601	
T2	(s)	1.81 ± 0.74	1.57 ± 0.51	1.66 ± 0.65	1.97 ± 1.04	0.061	

n = 38

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 (Δ87.5 ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

4通りの立ち上がり動作時における地面反力波形の典型例を図IV-1に示した。表IV-2には、4通りの立ち上がり方法の全てで立ち上がることが出来た38人に関する、地面反力変数の比較の結果を示した。有意性が認められたF/w、およびRFD87.5/wについて多重比較検定を行った結果。F/wに関しては、「椅子に手をつく」方法と「机に手をつく」方法は、「何もつかまらない」方法や「膝に手をつく」方法に比して、有意に低い値を示した。RFD87.5/wに関しては、「椅子に手をつく」方法は、他の3通りの立ち上がり方法よりも、有意に低い値を示した。

3. 椅子に手をつく立ち上がり方法における地面反力変数の再現性

表IV-3には、地面反力測定を男女別に2試行おこなった際における各変数の測定値を示し、それに基づいたICCならびに2試行間の差を比較した結果を示した。ICCは0.70以上で良好と判定できる(Currier, 1990)。男性では全ての変数でICCが0.70以上であり(ICC=0.78-0.89)、女性においては、RFD87.5/wとT1のICCが0.70以上であった(ICC=0.73-0.87)。また、2試行間に有意差は認められず、再現性が高いことが確認された。

表IV-3 椅子に手をついて立ち上がる方法の地面反力変数の再現性

		男性 (n = 15)					女性 (n = 16)				
		Test 1		Test 2			Test 1		Test 2		
		Mean ± SD	Mean ± SD	ICC	F	P-value	Mean ± SD	Mean ± SD	ICC	F	P value
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.13 ± 0.11	1.14 ± 0.13	0.78	0.06	0.82	1.14 ± 0.08	1.13 ± 0.07	0.69	1.01	0.33
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.98 ± 2.45	5.21 ± 3.21	0.87	0.38	0.55	4.34 ± 2.37	3.83 ± 1.99	0.87	4.03	0.06
T1	(s)	1.03 ± 0.79	0.93 ± 0.67	0.89	1.21	0.29	0.97 ± 0.70	1.09 ± 0.83	0.73	0.68	0.42
T2	(s)	2.00 ± 1.03	1.84 ± 0.95	0.81	0.97	0.34	1.94 ± 0.83	2.23 ± 1.06	0.67	2.30	0.15

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 (Δ87.5 ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

課題 1

4. 椅子に手をつく椅子立ち上がり測定の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性

表IV-4に、対象者の基本属性、身体パフォーマンステスト、椅子に手をついて立ち上がる際の地面反力変数の測定結果を示した。

表IV-4 基本属性および各測定項目の平均値と標準偏差

		全体 (n = 48)		男性 (n = 23)		女性 (n = 25)	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
基本属性							
年齢	(歳)	83.1 ± 5.3		83.5 ± 5.4		82.7 ± 5.2	
身長	(cm)	155.2 ± 7.4		159.6 ± 7.4		151.3 ± 4.7*	
体重	(kg)	49.1 ± 9.7		51.7 ± 8.0		46.8 ± 10.6	
BMI	(kg/m ²)	20.4 ± 3.7		20.3 ± 2.8		20.5 ± 4.4	
腰痛 ^a	n, (%)	22 (45.8)		9 (39.1)		13 (52.0)	
膝関節痛 ^a	n, (%)	14 (29.2)		6 (26.1)		8 (32.0)	
要支援1 ^a	n, (%)	16 (33.3)		12 (52.2)		4 (16.0)*	
要支援2 ^a	n, (%)	6 (12.5)		3 (13.0)		3 (12.0)	
要介護1 ^a	n, (%)	17 (35.4)		4 (17.4)		13 (52.0)*	
要介護2 ^a	n, (%)	9 (18.8)		4 (17.4)		5 (20.0)	
身体パフォーマンステスト							
握力 [†]	(kg)	15.9 ± 4.0		17.8 ± 3.9		14.2 ± 3.4*	
開眼片足立ち時間(s) [‡]	(s)	8.0 ± 7.0		8.4 ± 8.6		7.5 ± 5.4	
Timed up and go	(s)	13.8 ± 5.9		14.0 ± 6.1		13.7 ± 5.8	
5 m通常歩行時間	(s)	6.5 ± 2.5		6.6 ± 2.4		6.5 ± 2.7	
地面反力							
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.09 ± 0.09		1.09 ± 0.09		1.09 ± 0.10	
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	3.77 ± 1.92		4.13 ± 2.23		3.43 ± 1.55	
T1	(s)	1.04 ± 0.88		1.11 ± 1.09		0.97 ± 0.64	
T2	(s)	1.90 ± 0.99		1.88 ± 1.19		1.93 ± 0.78	

SD: standard deviation

† n = 47 (男性 22, 女性 25), ‡ n = 45 (男性 21, 女性 24)

* P < 0.05 (対応ではない検定)

^aカイニ乗検定

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 (Δ87.5 ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

表IV-5に、椅子に手をつけて立ち上がる際の地面反力変数と、身体パフォーマンスとの間における偏相関係数を示した。

男女とも、多くの測定項目間に有意な偏相関係数が認められた。地面反力変数のRFD87.5/wとTimed up and go, 5 m通常歩行時間との間に相対的に強い相関関係が見られた。男性において、RFD87.5/w, T1, T2とTimed up and go, 5 m通常歩行時間との間に相対的に強い関連性 (partial- r = 0.50-0.81, $p < 0.05$) を示した。女性においては、RFD87.5/wとTimed up and go, 5 m通常歩行時間との間に相対的に強い関連性 (partial- r = 0.45-0.48, $p < 0.05$) が見られた。

表IV-5 椅子に手をつけて立ち上がる方法の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連

			F/w (kgf · kg ⁻¹) partial - r	RFD87.5/w (kgf/s · kg ⁻¹) partial - r	T1 (s) partial - r	T2 (s) partial - r
男性						
開眼片足立ち時間	(s)	21	-0.10	0.13	-0.33	-0.29
Timed up and go	(s)	23	-0.42	-0.60*	0.80*	0.81*
5 m通常歩行時間	(s)	23	-0.42	-0.50*	0.67*	0.71*
女性						
開眼片足立ち時間	(s)	24	0.47*	0.28	-0.13	-0.09
Timed up and go	(s)	25	-0.31	-0.45*	0.40	0.35
5 m通常歩行時間	(s)	25	-0.27	-0.48*	0.40	0.33

* $P < 0.05$

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

第4節 考察

本課題では、椅子からの立ち上がり方法が、軽度な要介護高齢者の下肢への負担が少なく、設定した4つの動作の中では最も達成率が高い方法であることを明らかにし、本立ち上がり方法をおこなう際の地面反力変数の測定者内信頼性（再現性）の確認をおこなった。さらに、地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性について検討をおこなった。

1. 4通りの立ち上がり方法の達成率に関する検討

4通りの椅子立ち上がり方法のうち、最も高い達成率は椅子に手をつけて立ち上がる方法であった（表IV-1）。

運動学の分野では、椅子からの立ち上がり動作について、四つのフェーズに分類することができる。第1フェーズ Phase I（flexion-momentum phase）は動作開始から臀部離床までの段階、第2フェーズ Phase II（momentum-transfer phase）は、足部のみの支持基底面へ重心を移動させる段階、第3フェーズ Phase III（extension phase）は、直立姿勢まで体重を押し上げる段階、第4フェーズ Phase IV（stabilization phase）は、椅子立ち上がった後、安定までの段階である（Schenkman et al., 1990）。先行研究では、加齢に伴い下肢機能が著しく低下することが原因で椅子立ち上がり動作が困難になり（Alexander et al., 1991; Gross et al., 1998）、本研究の結果においても何もつかまらずに椅子から立ち上がる方法の達成率は79.2%であった。一方、椅子に手をつく立ち上がり方法の達成率（100.0%）が最も高く、その他の3通りの立ち上がり方法より有意に高かった。Lundin et al. (1999)によると、下肢機能が重要な役割を果たすのは第2フェーズと第3フェーズであることが報告されている（Lundin et al., 1999）。Yamada et al. (2010)もまた、下肢筋力が重要な役割を果たすのは第2フェーズと第3フェーズであることを認めている

(Yamada and Demura, 2010)。椅子に手をつく立ち上がり方法は、第2フェーズと第3フェーズにおいて、両脚が体重を支えつつ立ち上がるために十分な力を発揮する上で、手が効果的な補助の役割ができたと考えられる。膝に手をつく立ち上がり方法では、第2フェーズにおいて手を置くことで膝の負担を増加させてしまった可能性が考えられる。机に手をつく立ち上がり方法は、机の高さを70 cmと設定したものの机の高さが対象となった高齢者にとって高すぎた可能性がある。特に身長は低い高齢者に対して、机が高すぎたために、立ち上がり動作時に手の力がほとんど貢献できなかった可能性が考えられる。また、椅子と机の距離を30 cmと設定したため、重心を前方に移動する段階（第1, 2フェーズ）での重心移動動作が制限され、机に手をつく立ち上がり方法の達成率が低くなったと推察される。

2. 立ち上がり動作時の地面反力波形および変数の比較

4通りの立ち上がり動作時の最大値変数 (F/w) に関して比較をおこなったところ、椅子に手をつく方法と机に手をつく方法は、何もつかまらない方法や膝に手をつく方法に比して、より有意に低値を示した。この理由として、膝に手をつく方法では、手の力が膝を通して、最大値変数 (F/w) を増加させてしまった可能性がある。一方、椅子に手をつく方法と机に手をつく方法では、手の動作を通して力が椅子や机に分散し、測定される最大値変数が低値になったと推察される。また、 $RFD_{87.5}/w$ において、椅子に手をつく方法は、他の3通りの立ち上がり方法よりも有意に低値を示した。4通りの椅子立ち上がり方法のうち、椅子に手をつく方法は手の力が一番入れやすい方法であり、第2フェーズの足部のみの支持基底面へ重心を移動させる段階および第3フェーズの直立姿勢まで体重を押し上げる段階では、手の力が中心となって動作を制御するため、脚で測定される力や力の増加率が低くなると考えられる。先行研究では、重心が後方に行くほど、足関節の屈曲モーメントや膝関節の伸展モーメントが大きくなると報告されており

課題 1

(田島, 2001; Shepherd et al., 1996), その結果椅子立ち上がり動作が難しくなると考えられる。本研究における椅子に手をつく方法では, 立ち上がる前に体の両側に置いていた手が, 立ち上がり動作中は体の後ろにあるため, 重心が他の3通りの立ち上がり方法より後方に位置していると推察される。したがって, 椅子に手をつく立ち上がり動作が遅くなってしまい, 増加率変数の **RFD** が低値になっていると考えられる。さらに, 4通りの立ち上がり方法における時間変数 (**T1**, **T2**) の比較では, 有意差が認められなかった。このことは, 立ち上がり方法は時間変数には影響を与えない可能性を示唆していると捉えることができよう。

3. 椅子に手をついて立ち上がる動作時の地面反力変数の再現性の検討

女性の F/w と T2 を除く全ての変数において、良好と判定される 0.70 以上の ICC が得られ、優れた再現性が確認された（表IV-2）。Yamada et al. (2010) により、50 名女性高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の再現性は $ICC = 0.70-0.95$ であると報告されている（Yamada and Demura, 2010）。中谷ら（2004）が、高齢者（男：17 女：24）を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力の増加率変数の再現性を検討した結果、男性において $ICC = 0.951$ ，女性において $ICC = 0.949$ であったと報告している（中谷と上，2004）。また、本研究と同じ測定機器および地面反力変数を使い、14 名地域在住高齢者の地面反力の再現性を検討した結果は、 $ICC = 0.81-0.91$ であったと報告されている（辻ら，2011a）。本研究では、軽度な要介護高齢者を対象としているが、前述の先行研究の再現性と同等もしくはやや低いことが伺える。本研究で検討した椅子に手をついて立ち上がる方法では、補助的な役割を果たす手の力の影響を考慮できていない。椅子から立ちあがる時に加わる手の力の変動が再現性を低下させる一因となっていると推察される。

4. 椅子に手をつけて椅子から立ち上がる動作時の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性の検討

男性において、T2 と Timed up and go, 5 m 通常歩行時間との間に有意な相関関係 ($\text{partial-}r = 0.71\text{--}0.81, p < 0.05$) が見られた。先行研究によると、5回椅子立ち上がりテスト (Hoeymans et al., 1997; Seeman et al., 1994) と 10回椅子立ち上がりテスト (Netz and Argov, 1997) は高齢者の下肢機能測定法として有用であることが確認されている。すなわち、椅子からの立ち上がり動作時間が高齢者の下肢機能評価の有用な指標である可能性を示唆している。本研究においてもこれを支持する結果が得られたことから、1回の椅子立ち上がりに要する動作時間を反映する T2 は、軽度な要介護高齢者の下肢機能を評価する上で、重要な変数となる可能性がある。

男女ともに、RFD87.5/w と Timed up and go, 5 m 通常歩行時間との間に有意な相関関係が見られた。従来、等尺性膝伸展時の RFD は「素早い筋力発揮のための能力」を評価する項目として用いられている (Paasuke et al., 2003)。先行研究によるよ、健常な高齢者の RFD と等尺性膝伸展筋力との間に有意な関連性が確認されている (Lindemann et al., 2003; 中谷と上, 2004; Tsuji et al., 2015)。また、辻ら (2011a) は、地域在住高齢者の RFD と身体パフォーマンスとの間の有意な関連性 (辻ら, 2011a) を見出しており、本研究もこれを支持する結果であった。これらの結果から、椅子に手をつけて立ち上がる際の地面反力変数である RFD87.5/w もまた、軽度な要介護高齢者の下肢機能を評価する上で、重要な変数となる可能性が示唆された。

5. 研究の限界と今後の課題

本研究課題においては、主に以下の四つの限界が挙げられる。1 つ目は、本研究課題は横断データで分析した結果であるため因果関係についての言及はできない。今後は縦断的に追跡し、地面反力変数が軽度な要介護高齢者の転倒発生や介護度の更なる悪化の予測に有用であるかについての検討が必要である。2 つ目は、選択バイアスの可能性がある点である。本研究課題の対象者は、単一の通所施設に通所している方々である。したがって、他地域および他施設で実施した場合には異なる結果が生じる可能性が考えられる。3 つ目は、本研究課題の対象者数が少ない点である。今後は更に対象者を増やし検討する必要があると考えられる。4 つ目は、本研究課題は地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性のみの検討に留まっている点である。今後は、軽度な要介護高齢者にとって重要である下肢筋力や日常生活動作との関連性を検討する必要があると考えられる。

第 5 節 要約

本課題では、軽度な要介護高齢者でも比較的安全に立ち上がることを可能とする 4 通りの立ち上がり方法について検討し、最も達成率の高い立ち上がり方法を明らかにすること、およびその立ち上がり方法での地面反力変数の測定者内信頼性（再現性）を明らかにすることであった。さらに地面反力変数と身体パフォーマンステストとの関連性を検討し、以下の知見を得た。

1. 4 通りの椅子からの立ち上がり方法のうち、椅子座面脇に手をついて立ち上がる方法の達成率が最も高かった。
2. 椅子座面脇に手をついて立ち上がる動作時の地面反力変数の ICC は 0.73-0.89 と概ね良好な再現性が確認された。
3. 男性においては RFD87.5/と T2 が、女性においては RFD87.5/w が軽度な要介護高齢者の下肢機能を評価する上で有用性が高い変数であることが明らかとなった。

第 V 章 課題 2：軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋力，日常生活動作能力との関連性

第 1 節 緒言

我が国の高齢化率は上昇の一途を辿り，それに伴い要支援・要介護高齢者数も増加している。平成 28 年度の介護保険事業に関する報告書によると，我が国の要支援・要介護高齢者数は 630.5 万人であり，高齢者の 5 人に 1 人以上が要支援・要介護状態にある（厚生労働省，2016）。要支援・要介護状態に陥る主な原因は高齢に伴う虚弱化や転倒であるが，これらは下肢筋力と強く関連することが報告されている。そのため，軽度な要介護高齢者に対しては脚筋力の増強運動などの運動介入が積極的に実施されている（村田ら，2011）。したがって，運動介入効果などを適切に評価するために下肢機能を簡便かつ妥当に評価できる方法が検討されている（岩瀬ら，2013；村田ら，2010a；牧迫ら，2008）。

高齢者の下肢筋力を簡便に評価する方法として，椅子立ち上がり動作時の地面反力測定（Fleming et al., 1991; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2010; 中谷と上, 2004）が注目されている。地面反力測定は，Fleming et al. (1991) により考案され，中谷ら（2004）や辻ら（2011a）の研究成果によってわが国に普及しつつある下肢筋力測定法である。これは，椅子に座った状態から最大努力で立ち上がり動作をおこなわせた際に得られる地面反力変数に基づき評価をおこなう方法である。具体的には，ある一時点での地面反力値変数（例：反力最大値），地面反力の変化率変数（例：Rate of force development: 以下，RFD），時間変数（例：動作開始から終了までの所要時間）などが用いられる。これまでの報告では，要支援・要介護認定を受けていない一般高齢者を対象としており，地面反力変数は膝伸展筋力（Tsuji et al., 2015; 中谷と上, 2004）や身体パフォーマンステストにより評価した身体機能（辻ら，2011a）との間に有意な相関関係が確認されている。さらに，要支援・要介護認定を受けていない一般高齢者を対象とした研究において，転倒経

課題 2

験者の地面反力変数は非転倒経験者よりも有意に低いことが確認されている（辻ら，2011a）。また，要支援・要介護認定を受けていない一般高齢者を1年間追跡した縦断研究より，転倒経験者は非転倒経験者と比較し，地面反力変数の変化量の低下が有意に大きいことが確認されている（辻ら，2011b）。

ただし，Fleming et al. (1991) や中谷ら (2004) が報告した椅子立ち上がり動作時の地面反力測定は，腕を胸の前で組んだ状態での立ち座り動作を課す方法であるが，軽度な要介護高齢者ではそのような動作ができない者も少なくない。そのため，従来の立ち座り動作による評価方法では，軽度な要介護高齢者への適用は困難となる可能性が高いと考えられる。そこで，Shen et al. (2017) は従来法に修正を加え，軽度な要介護高齢者にも行いやすい方法として，両手は椅子の座面の前端に置いて立ち上がり動作を補助することを許容した新たな測定法（立ち上がり方法）を考案した。この測定法により得られる地面反力変数は，軽度な要介護高齢者を対象としており，男女ともに歩行速度や Timed up & go test（以下，TUG）との間に有意な相関関係が認められ，歩行能力やバランス能力の評価に有用であることが示唆されている（Shen et al., 2017）。しかしながら，先行研究ではバランス能力や歩行能力などの一部の身体機能との関連性の検討に留まり，軽度な要介護高齢者にとってより重要性の高い下肢筋力や日常生活動作（Activities Daily Livings: 以下，ADL）との関連については検討されていない。

そこで本研究では，軽度な要介護高齢者を対象に，椅子立ち上がり動作時の地面反力と膝関節伸展・屈曲筋力，および ADL の評価尺度である機能的自立度測定法（Functional Independence Measure: 以下，FIM）との関連性を明らかにすることを目的とした。また，先行研究において椅子立ち上がり動作時の地面反力と下肢筋力との関連性には性差が報告されている（Tsuji et al., 2015）ため，本研究においても性別に検討をおこなうこととした。

第 2 節 方法

1. 対象者

対象は、千葉県内にある 5 つの通所リハビリテーション施設に通所している 26 名（男性 10 名，女性 16 名）とした。これらの対象者は、①パーキンソン病、パーキンソン症候群、運動麻痺を有さない、②測定に対する指示が理解できる、③急速に進行中の進行性疾患や末期の疾患等、重度な疾患を有さない、④椅子に手をつく椅子立ち上がりをおこなえる、の条件を満たす者であった。対象者には研究の目的や方法を十分に説明し、同意を得ておこなった。本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認（承認番号：体 28-89）を得て実施した。

2. 調査項目

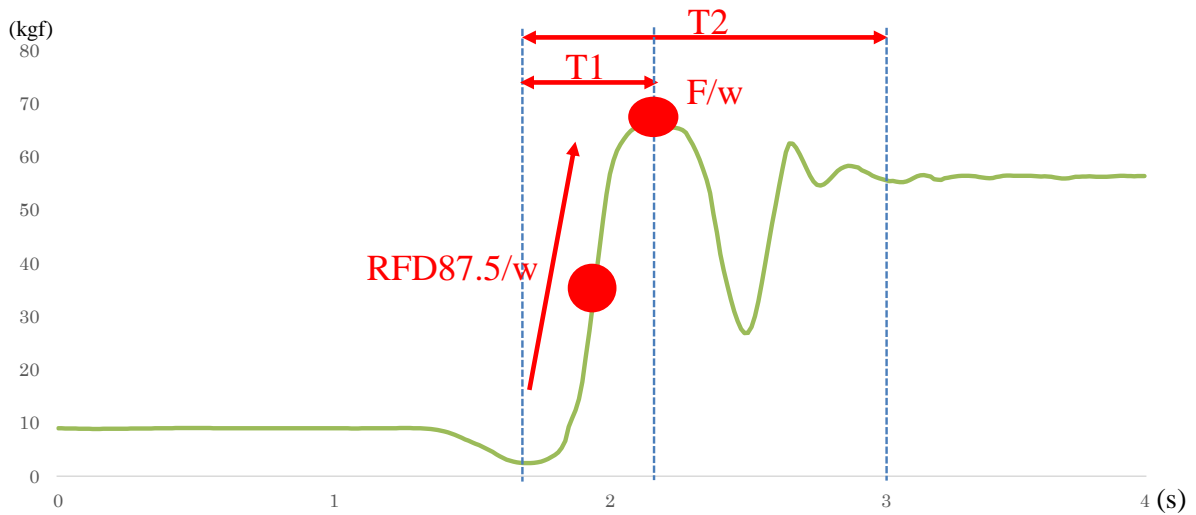
(1) 基本属性，既往歴

対象者の基本属性として、年齢、身長、体重、BMI（体重（kg）を身長（m）の 2 乗で除した値）、介護度を評価した。また、腰痛症の有無、膝関節痛症の有無を記録した。なお、統計処理にあたり、各既往歴は、「ある=1」「なし=0」にダミー変数化した。

(2) 椅子立ち上がり動作時の地面反力測定

本研究課題においては、椅子に手をついて椅子立ち上がる方法の測定方法（図Ⅲ-4）は第Ⅲ章第2節にて記した通りでおこなった。また、地面反力変数（図Ⅲ-6）は第Ⅲ章第2節にて記した4変数（F/w, RFD87.5/w, T1, T2）を分析に用いた。

課題 2



F: 最大値; RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms) ;

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

図III-6

(3) 膝関節伸展・屈曲筋力の測定

膝関節伸展・屈曲筋力の測定は、ハンドヘルドダイナモメーター（アニマ社製等尺性筋力測定装置 μ Tas F-1）を用いた。膝関節伸展筋力の測定は、加藤ら（2001）の方法に従い、対象者を端坐位にて膝関節角度は90度屈曲位とし、ハンドヘルドダイナモメーターのセンサーパッドを下腿遠位部に設置して測定した（加藤ら，2001）。膝関節屈曲筋力の測定は、松村ら（2012）の方法に従い、対象者を端坐位にて膝関節角度は90度屈曲位とし、ハンドヘルドダイナモメーターのセンサーパッドを下腿遠位部 1/3 後面に設置して測定した（松村ら 2012）。各測定は左右とも2回ずつ測定して、その最大値（kg）の合計を体重比百分率（%）に換算して分析した。

(4) 日常生活動作能力

ADL 能力の評価には、第 II 章第 2 節にて記した臨床場面や研究での使用頻度が高い FIM (表 II - 3) (園田ら, 2001) のうち、運動に関する FIM motor sub scores (以下, FIM-M) (辻ら, 1996; Granger et al., 1993) を用いた。FIM-M はセルフケア 6 項目 (得点範囲: 6 ~42 点), 排泄管理 2 項目 (得点範囲: 2~14 点), 移乗 3 項目 (得点範囲: 3~21 点), 移動 2 項目 (得点範囲: 2~14 点) の 4 つの下位項目に分類され, その合計得点範囲は 13~91 点 (点数が高いほど ADL の自立度が高い) である。

3. 統計解析

記述統計量における性差の検定には, 連続変数には対応ではない t 検定を用い, 2 値変数には χ^2 検定を用いた。

対象者の椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と膝関節伸展・屈曲筋力, ADL 能力との関連性の検討には Spearman の順位相関係数を用いて全体及び性別に検討した。統計解析には, SPSS version 21.0 for Windows を用い, 統計学的有意水準は 5% とした。

第 3 節 結果

対象者の基本属性および各測定値の平均値と標準偏差を表 V-1 に示した。年齢と体重（平均±標準偏差）はそれぞれ男性が 82.6±3.8 歳，57.7±16.3 kg，女性が 81.5±6.7 歳，46.9±8.9 kg であった。要支援・要介護認定区分は男性で要支援 1 が 1 名，要介護 1 が 2 名，要介護 2 が 7 名，女性で要支援 1 が 1 名，要支援 2 が 6 名，要介護 1 が 6 名，要介護 2 が 3 名であった。男性より女性の方が要支援 2 の人数は有意に多く，女性より男性の方が要介護 2 の人数が有意に多かった。F/w を除く全ての地面反力変数において有意な性差が認められた。日常生活動作能力においては排泄の管理のみ有意差が認められ，その他は有意な性差は認められなかった。

表 V-1 基本属性および各測定値の平均値と標準偏差

		全体 (n=26)	男性 (n=10)	女性 (n=16)
基本属性				
年齢	(歳)	81.9 ± 5.7	82.6 ± 3.8	81.5 ± 6.7
身長	(cm)	151.3 ± 8.8	158.3 ± 8.6	146.9 ± 5.6*
体重	(kg)	51.1 ± 13.1	57.7 ± 16.3	46.9 ± 8.9*
BMI	(kg/m ²)	22.1 ± 4.0	22.8 ± 5.0	21.7 ± 3.4
腰痛 ^a	n, (%)	4 (15.4)	3 (30.0)	1 (6.3)
膝関節痛 ^a	n, (%)	3 (11.5)	1 (10.0)	2 (12.5)
要支援1 ^a	n, (%)	2 (7.7)	1 (10.0)	1 (6.3)
要支援2 ^a	n, (%)	6 (23.1)	0 (0.0)	6 (37.5)*
要介護1 ^a	n, (%)	8 (30.8)	2 (20.0)	6 (37.5)
要介護2 ^a	n, (%)	10 (38.5)	7 (70.0)	3 (18.8)*
地面反力				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.12 ± 0.06	1.11 ± 0.05	1.12 ± 0.06
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	3.27 ± 1.99	4.29 ± 2.40	2.63 ± 1.42*
T1	(s)	1.86 ± 2.15	0.86 ± 0.65	2.48 ± 2.52*
T2	(s)	3.38 ± 2.65	2.23 ± 1.01	4.09 ± 3.11*
膝伸展	(%)	63.9 ± 29.8	83.5 ± 32.5	51.6 ± 20.8*
膝屈曲	(%)	26.7 ± 11.0	33.9 ± 12.1	22.2 ± 7.6*
FIM-M	(点)	72.3 ± 10.5	72.3 ± 9.8	72.3 ± 11.2
セルフケア	(点)	33.6 ± 5.6	33.9 ± 5.7	33.4 ± 5.7
排泄の管理	(点)	12.6 ± 2.2	11.4 ± 2.5	13.4 ± 1.6*
移乗動作の状況	(点)	16.3 ± 3.0	16.3 ± 2.2	16.4 ± 3.5
移動動作の状況	(点)	9.7 ± 2.4	10.7 ± 1.7	9.1 ± 2.6

* $P < 0.05$ (対応ではないt検定)^aカイニ乗検定

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

課題 2

椅子立ち上がり動作時の地面反力変数とその他の測定項目との相関係数を全体および男女別に示した (表 V-2)。

全体においては、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と膝伸展筋力 (T1 $\rho = -0.41$, $p < 0.05$), 膝屈曲筋力 (RFD87.5/w $\rho = 0.42$, $p < 0.05$; T1 $\rho = -0.50$, $p < 0.01$; T2 $\rho = -0.44$, $p < 0.05$); セルフケア (T2 $\rho = -0.47$, $p < 0.05$), 移動動作の状況 (T1 $\rho = -0.60$, $p < 0.01$; T2 $\rho = -0.54$, $p < 0.01$), FIM-M (T2 $\rho = -0.42$, $p < 0.05$) に有意な相関が認められた。

男性では、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と膝伸展筋力 (RFD87.5/w $\rho = 0.73$, $p < 0.05$), 膝屈曲筋力 (RFD87.5/w $\rho = 0.72$, $p < 0.05$), セルフケア (T1 $\rho = -0.77$, $p < 0.01$; T2 $\rho = -0.92$, $p < 0.01$) に有意な相関が認められた。図 V-1 に示したとおり, RFD87.5/w と膝伸展筋力, 膝屈曲筋力との間に 1 次直線の関連性が見られた。移動動作の状況 (T1 $\rho = -0.78$, $p < 0.01$; T2 $\rho = -0.72$, $p < 0.05$), FIM-M (T1 $\rho = -0.77$, $p < 0.01$; T2 $\rho = -0.83$, $p < 0.01$) に有意な相関が認められた。図 V-2 に示したとおり, T1, T2 とセルフケア, FIM-M との間に 1 次直線の関連性が見られた。

一方、女性では、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数とセルフケアおよび日常生活動作能力との間に有意な相関関係は認められなかった。なお、RFD87.5/w と膝伸展筋力, 膝屈曲筋力との関係を示す散布図および T1, T2 とセルフケア, FIM-M との関係を示す散布図を図 V-3 と図 V-4 に示した。

表 V-2 各測定値の相関係数

		F/w	RFD87.5/w	T1	T2
全体 (n=26)					
膝伸展	(%)	- 0.06	0.37	- 0.41*	- 0.37
膝屈曲	(%)	0.06	0.42*	- 0.50**	- 0.44*
セルフケア	(点)	0.37	0.29	- 0.39	- 0.47*
排泄の管理	(点)	0.43	- 0.02	0.03	- 0.05
移乗動作の状況	(点)	- 0.07	- 0.12	- 0.15	- 0.18
移動動作の状況	(点)	0.02	0.33	- 0.60**	- 0.54**
FIM-M	(点)	0.31	0.22	- 0.37	- 0.42*
男性 (n=10)					
膝伸展	(%)	0.35	0.73*	- 0.25	- 0.21
膝屈曲	(%)	0.42	0.72*	- 0.25	- 0.28
セルフケア	(点)	0.47	0.44	- 0.77**	- 0.92**
排泄の管理	(点)	0.58	0.44	- 0.16	- 0.19
移乗動作の状況	(点)	0.14	- 0.15	- 0.36	- 0.46
移動動作の状況	(点)	0.19	0.50	- 0.78**	- 0.72*
FIM-M	(点)	0.47	0.41	- 0.77**	- 0.83**
女性 (n=16)					
膝伸展	(%)	- 0.33	- 0.14	- 0.29	- 0.29
膝屈曲	(%)	- 0.14	- 0.11	- 0.40	- 0.41
セルフケア	(点)	0.31	0.27	- 0.27	- 0.34
排泄の管理	(点)	0.39	0.13	- 0.25	- 0.23
移乗動作の状況	(点)	0.06	- 0.10	- 0.03	- 0.09
移動動作の状況	(点)	- 0.13	0.07	- 0.37	- 0.38
FIM-M	(点)	0.15	0.19	- 0.29	- 0.34

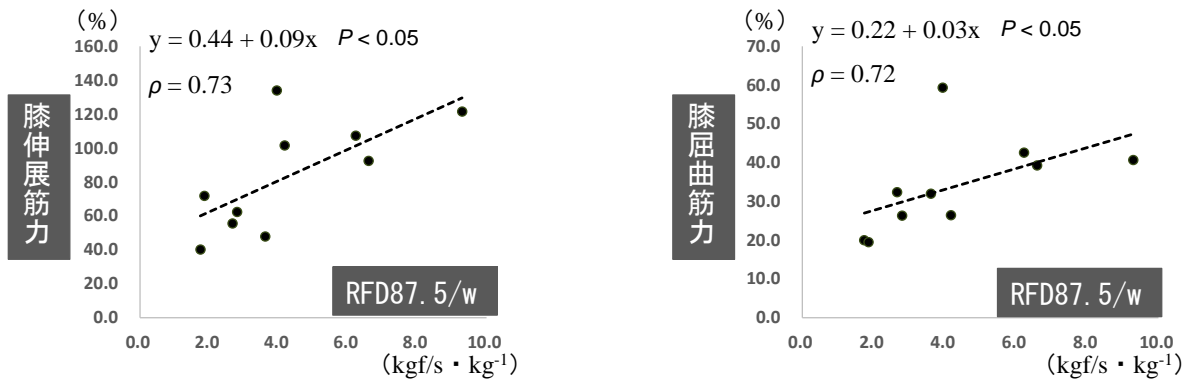
* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

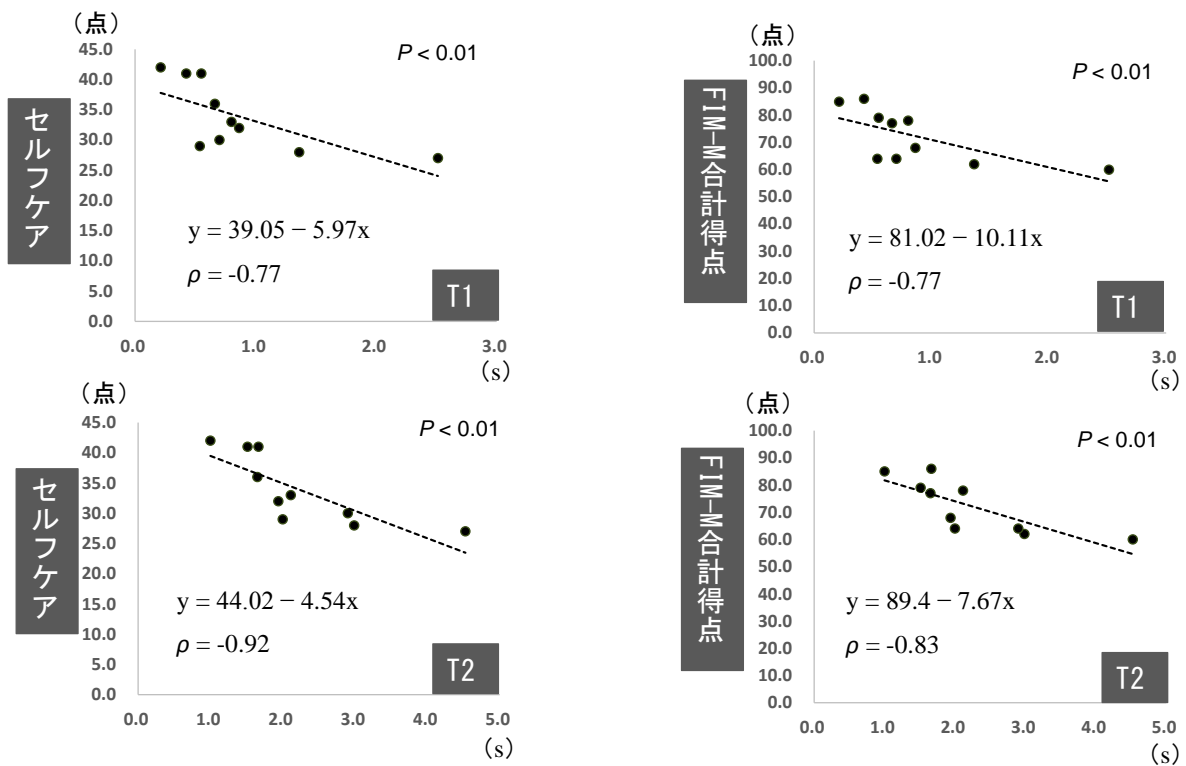
T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

課題 2



RFD87.5/w : 最大増加率 (Δ7.5 ms)

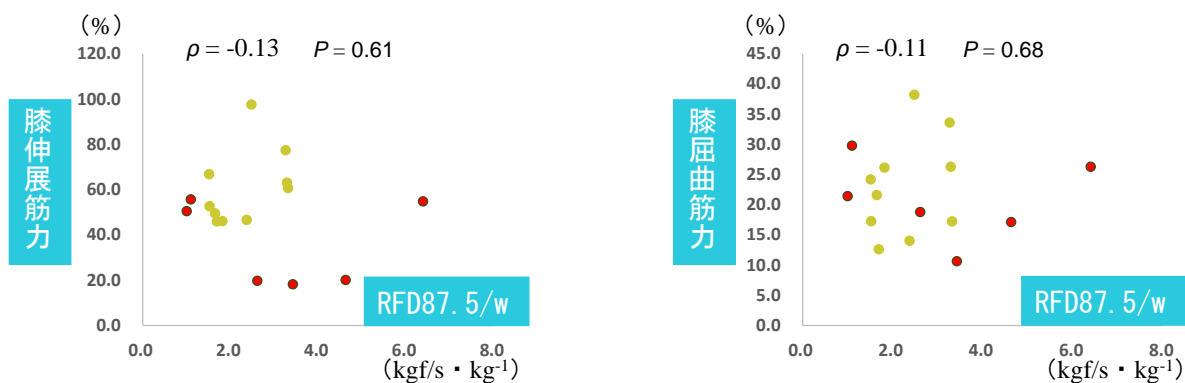
図V-1 男性の RFD87.5/w と膝伸展筋力, 膝屈曲筋力の散布図



T1 : 地面反力増加時間; T2 : 立ち上がり動作時間; w : 体重。

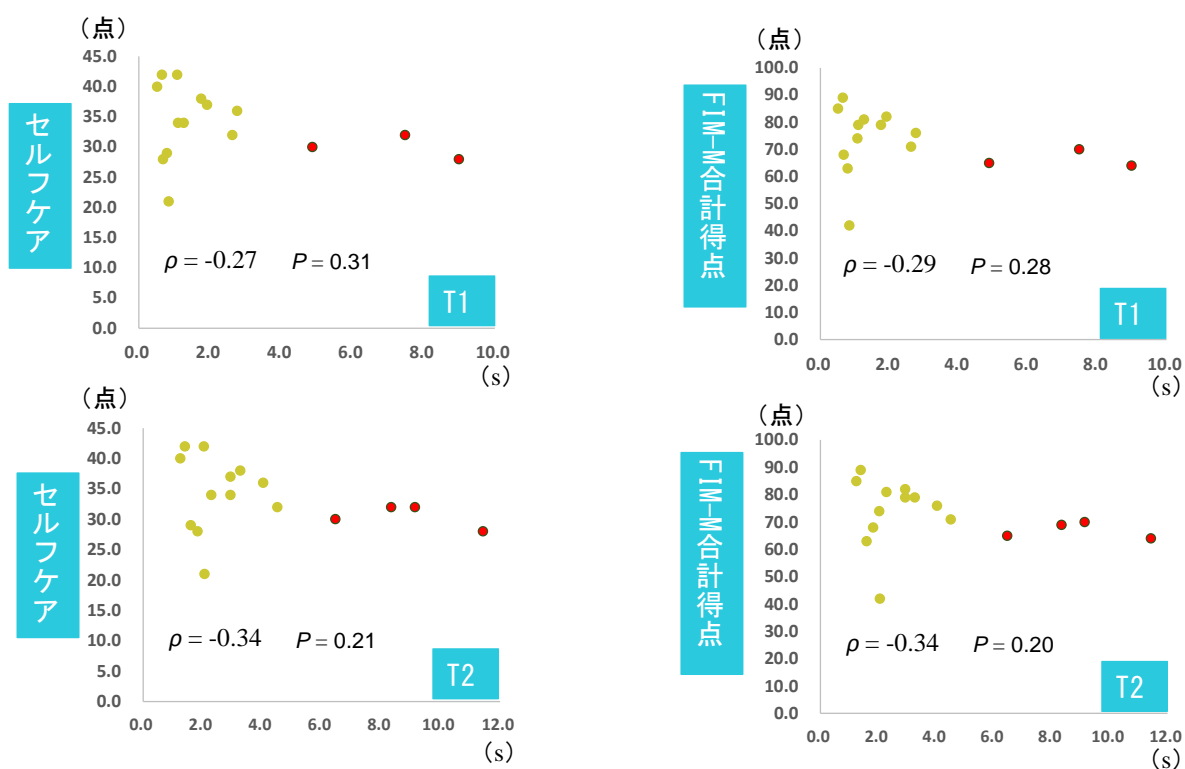
図V-2 男性の T1, T2 とセルフケア, FIM-M 合計得点の散布図

● : 偏った標本



RFD87.5/w : 最大増加率 (Δ87.5 ms)

図V-3 女性の RFD87.5/w と膝伸展筋力, 膝屈曲筋力の散布図



T1 : 地面反力増加時間; T2 : 立ち上がり動作時間; w : 体重。

図V-4 女性の T1, T2 とセルフケア, FIM-M 合計得点の散布図

第 4 節 考察

本研究は、従来の健常高齢者用の方法ではなく、軽度な要介護高齢者用に修正した新たな椅子立ち上がり動作時の地面反力と膝関節伸展・屈曲筋力、および FIM との関連性を明らかにすることを目的とした。その結果、男性では、地面反力増加率変数 (RFD87.5/w) と下肢筋力との間、および時間変数 (T1, T2) とセルフケア、移動動作能力状況との間に有意な相関関係が認められた。

対象者の地面反力変数をみると、F/w を除く全ての地面反力変数で有意な性差が認められた。地域在住高齢者の椅子立ち上がり動作時の地面反力において性差が認められたことを報告している (辻ら, 2011a)。したがって、軽度な要介護高齢者の椅子立ち上がり動作時の地面反力においても辻ら (2011a) と同様に男女差が生じたと考えられる。

性で層別した分析では、特に男性において RFD87.5/w と下肢筋力との間に強い相関関係を認めた。これまで、等尺性膝伸展時の RFD は「素早い筋力発揮のための能力」を評価する項目として用いられている (Lamoureux et al., 2001; Paasuke et al., 2003)。また、厳密には物理学的に正確ではないが、地面反力の RFD は筋パワーに相当すると記述される場合もある (Fleming et al., 1991; Tsuji et al., 2015)。さらに、中谷と上 (2004) は、地面反力の RFD を「力発揮速度」と定義している。したがって、地面反力の RFD は、筋機能の中でも瞬発性の下肢筋力や筋パワーの評価に有用であると考えられる。Yamada and Demura (2010) によると、健常女性高齢者 50 名における椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と等尺性膝伸展筋力との相関係数は $|r| = 0.29-0.64$ である。また、Tsuji et al. (2015) は、地域在住高齢者を対象に椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と膝関節伸展・屈曲筋力との関連を調査し、相関係数は $|r| = 0.38-0.54$ であることを報告しており、本研究結果と近似した値と言える。これらのことから、軽度な要介護の男性高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力測定は、一般高齢者を対象とする従来法と同程度に下肢筋力を反映する測定方法であることが示唆された。今回の結果から、特に軽度な要介

護の男性高齢者の RFD87.5/w と下肢筋力との間に強い関連が確認できた点は妥当な結果だと考えられる。しかし、RFD87.5/w と移動動作状況以外の ADL 能力は有意な相関は認められなかった。本研究では、膝伸展筋力には男女に差が認められたが、他の ADL 能力に関連する項目に関しては差がほとんど認められなかった。このことから、立ち上がり時の地面反力変数の瞬発力 (RFD87.5/w) には筋力が反映しており、地面反力変数の瞬発力 (RFD87.5/w) は ADL 能力に関連する指標にはならないことが示唆された。なお、女性において、地面反力変数と膝関節伸展・屈曲筋力との間に有意な相関関係が認められなかった。この理由として、女性 (図 V-3) は男性 (図 V-1) より地面反力変数の RFD87.5/w の分散が小さかったことが挙げられる。また、もう 1 つの可能性として、膝関節伸展・屈曲筋力の測定誤差が大きかった可能性が推察される。先行研究では、ハンドヘルドダイナモメーターを用いる筋力測定は、測定者の経験や測定部位の固定具合によって誤差が大きくなることも報告されており、被測定者の下肢機能以外の様々な要因が測定結果に影響する可能性が指摘されている (加藤ら, 2001; 徳久ら, 2007)。

地面反力変数と ADL 能力との関連においては、男性の T1, T2 とセルフケアの状態、移動動作能力状況, FIM-M との間に有意な相関関係が認められた。セルフケアの状態は、食事動作、整容動作、清拭・入浴動作、更衣、トイレ動作といった身の回りの動作能力を反映し、移動動作能力状況は歩行や階段昇降といった移動能力を反映する。セルフケアの状態には上下肢機能ならびに体幹機能が要求される (村田ら, 2011)。本研究は軽度な要介護高齢者でも立ち上がり易いよう、両手は椅子の座面の前端に置いた状態から立ち上がりを開始させることにより、上肢の支持を許可し実施した。このことにより、上肢機能も本研究における椅子立ち上がり動作時の地面反力に関与するものと考えられ、FIM-M における移動動作能力状況のみならずセルフケア状態とも有意相関が認められたものと推察した。また、先行研究では、5 回椅子立ち上がり時間と老研式活動能力指標との間の有意な関連が報告されている (牧迫ら, 2008) が、本研究では、1 回の立ち上がり動作時間 (T2) も、ADL 能力を反映することを示唆した。

課題 2

一方、女性の椅子立ち上がり動作時の地面反力変数は、ADL 能力との間に有意な相関関係が認められなかった。この理由として、本研究で用いた FIM は「している ADL」を評価していることから、現場のスタッフは男性より女性の方が介護量が少ないと感じているため、女性の ADL 能力が過大評価され（図 V-4）、天井効果による影響がもたらされていた可能性がある。

これらの知見より、修正した新たな椅子立ち上がり動作時の地面反力測定は、軽度な要介護男性高齢者の下肢機能を反映する有用で簡便な評価方法であることが示唆された。しかし、本検討課題における主に以下の 5 つの限界が挙げられる。1 つ目は、選択バイアスの可能性がある点である。本研究の対象者は、通所施設に通所している方を対象とした。したがって、他地域および他施設で実施した場合には異なる結果が生じる可能性が考えられる。2 つ目は、本研究は対象者数が少なく、対象者の特性について十分な統制がされていない点である。軽度な要介護高齢者の定義は幅広く、個人差が大きい。本研究では、要介護認定区分の影響を考慮できていないことは研究の限界に位置付けられると同時に今後の課題である。3 つ目は、女性において、地面反力と下肢筋力および ADL 能力 (FIM-M) との相関が確認されていない点である。これについては対象者の特性を配慮していくことが今後の課題と考えられる。4 つ目は、本研究では、フォースプレートを用い下肢機能測定をおこなったが、介護施設ではまだまだ普及していない機器であるため、設備が整った施設でしか実施できないことが限界として挙げられる。5 つ目は、本研究では、軽度な要介護高齢者の ADL 能力を主観的評価法である質問紙 (FIM-M) を用いて評価したため、想起バイアスが生じている可能性がある。

第 5 節 要約

本課題では、椅子立ち上がり動作時の地面反力と下肢筋力、日常生活動作能力との関連性を検討し、以下の知見を得た。

1. 男性では、椅子立ち上がり動作時の地面反力（RFD87.5/w）と下肢筋力との間、および時間変数（T1, T2）とセルフケア、移動動作能力状況との間に有意な相関関係が確認された。
2. 男性において、RFD87.5/w と T2 がもっとも評価の有用性が高い変数であることが明らかとなった。

第 VI 章 課題 3 : 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性

第 1 節 緒言

起居移動動作能力は地域在住高齢者が自立した生活を送るために重要な活動能力であると報告されている (井戸田ら, 2008)。また, 起居移動動作能力は下肢筋力, 下肢機能および身体機能など, 高齢期における重要な能力と関連することが知られている (辻ら, 2011a; Visser et al., 2005; 清野ら, 2009)。起居移動動作能力の低下は介護量にも大きく影響することがあると報告されている (浅川ら, 1997)。それゆえ, 介護度の重度化を予防するためには, 軽度な要介護高齢者の起居移動動作能力の低下を早期に発見することが重要であると考えられる。

一般高齢者の下肢筋力を簡便に評価する方法として, 椅子立ち上がり動作時の地面反力測定の有用性が報告されている (Fleming et al., 1991; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2010; 中谷と上, 2004)。一方, 最近では, 従来の椅子立ち座り動作による評価方法では, 軽度な要介護高齢者への適用が困難であることが指摘されている (Shen et al., 2017)。そこで, Shen et al. (2017) は従来法に修正を加え, 軽度な要介護高齢者でも行いやすい方法として, 両手を椅子の座面の前端に置き立ち上がり動作を補助する新たな測定法 (立ち上がり方法) を考案した。しかしながら, 先行研究では新たな椅子立ち上がり動作時の地面反力変数とバランス能力や歩行能力などの一部の身体機能との関連性の検討に留まり, 起居移動動作能力との関連については検討されていない。

これまでの報告では, 一般高齢者が対象であり, 地面反力変数は膝伸展筋力 (Tsuji et al., 2015; 中谷と上, 2004) や身体パフォーマンステストにより評価した身体機能 (辻ら, 2011a) との間に有意な相関関係が確認されている。さらに, 一般高齢者を対象とした研究において, 起居移動動作能力制限を有する者の地面反力変数は起居移動動作能力制限

がないものよりも有意に不良な値となることが確認されている（辻ら，2011a）。また，地域在住高齢者を対象とした検討では，地面反力変数は起居移動動作能力制限発生の予測妥当性も報告されている（辻ら，2011b）ことから，軽度な要介護高齢者を対象とした場合でも新たな方法による椅子からの立ち上がり動作時の地面反力と起居移動動作能力とは関連する可能性があると考えられる。

そこで本研究では，軽度な要介護高齢者を対象に，新たな椅子立ち上がり測定法で得られた地面反力変数と起居移動動作能力との関連性を明らかにすることを目的とした。

第 2 節 方法

1. 対象者

対象は、軽度な要介護高齢者 111 名（男性 48 名，女性 63 名）とした。これらの対象者は、①パーキンソン病、パーキンソン症候群、運動麻痺を有さない、②測定に対する指示が理解できる、③急速に進行中の進行性疾患や末期の疾患等、重度な疾患を有さない、④椅子に手をつく椅子立ち上がりをおこなえる、の条件を満たす者であった。対象者には研究の目的や方法を十分に説明し、同意を得ておこなった。本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認（承認番号：体 26-28），（承認番号：体 28-89）を得て実施した。

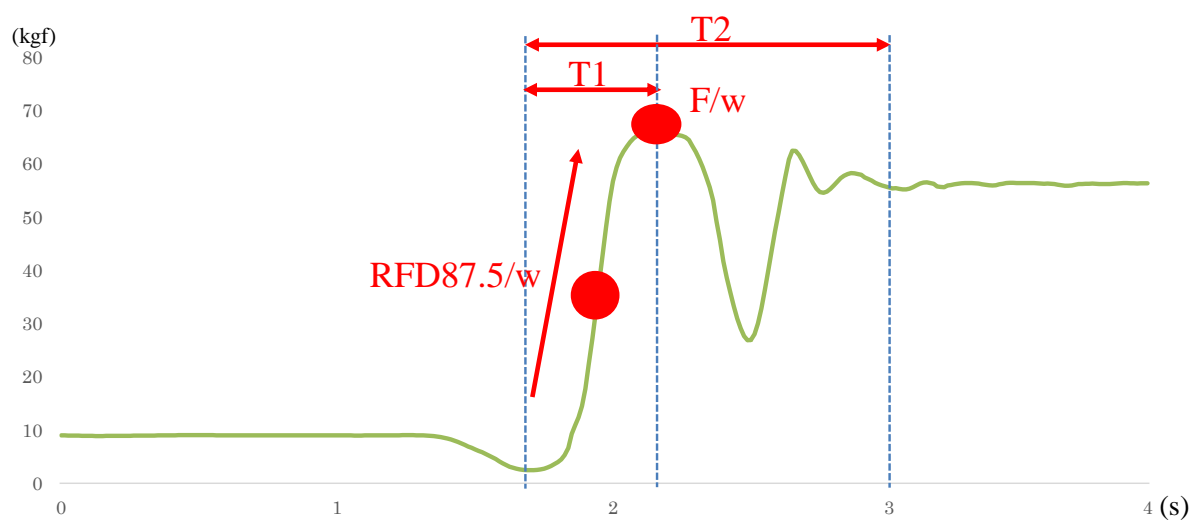
2. 調査項目

(1) 基本属性，既往歴

対象者の基本属性として、年齢、身長、体重、BMI（体重（kg）を身長（m）の 2 乗で除した値）、介護度を調査した。また、腰痛の有無、膝関節痛の有無を記録した。なお、統計処理にあたり、各既往歴は、「ある=1」「なし=0」にダミー変数化した。

(2) 椅子立ち上がり動作時の地面反力測定

本研究課題における，椅子に手をついて椅子立ち上がる方法の測定方法（図III-4）は第 III 章第 2 節にて記した通りにおこなった。また，地面反力変数（図III-6）は第 III 章第 2 節にて記した 4 変数（ F/w ， $RFD87.5/w$ ， $T1$ ， $T2$ ）を分析に用いた。



F: 最大値; $RFD87.5/w$: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms) ;

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

図III-6

課題 3

(3) 起居移動動作能力（階段昇段，椅子立ち上がり，15 分間歩行）

起居移動動作能力は，先行研究を参考とし，階段昇段，椅子立ち上がり，15 分間歩行の 3 動作を調査した（Visser et al., 2005; 清野ら, 2009; 辻ら, 2011a）。

調査は，「手すりや壁をつたわずに続けて階段を 10 段昇ることができますか」，「椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がることができますか」，「15 分間（約 400 m）くらい休まずに続けて歩くことができますか」の問いに対し，いずれも「十分にできる」，「少しむずかしい」，「全くできない」の 3 件法で回答を求め，「十分にできる」と回答した場合は「良好」とし，「少しむずかしい」，「全くできない」とした場合は「不良」として，それぞれカテゴリー化した。階段昇段動作に対し，「不良」となった者を「階段昇段動作能力制限あり」，椅子立ち上がり動作に対し，「不良」となった者を「椅子立ち上がり動作能力制限あり」，15 分間歩行に対し，「不良」となった者を「15 分間歩行動作能力制限あり」とカテゴリー化した。また，3 動作のうち 1 動作以上で「不良」となった者を「起居移動動作能力制限あり」とカテゴリー化した。さらに，「十分にできる」と回答した場合は「1 点」とし，「少しむずかしい」と回答した場合は「2 点」とし，「全くできない」と回答した場合は「3 点」として，起居移動動作能力を点数化した（Yang et al., 2015）。

3. 統計解析

記述統計量における性差の検定には、連続変数には対応のない t 検定を用い、2 値変数には χ^2 検定を用いた。

対象者の椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力得点との関連性の検討には、Spearman の順位相関係数を用いて対象者全体及び性別について検討した。

階段昇段動作能力制限の有無、椅子立ち上がり動作能力制限の有無、15 間歩行動作能力制限の有無および起居移動動作能力制限の有無の間における地面反力変数の比較には、対応のない t 検定ならびに、年齢を調整した共分散分析を用いて性別について検討した。各比較において、差の大きさの程度を示す効果量 (effect size) として Cohen's d を算出した (Cohen, 1988)。この値は慣例的に、0.2 以上 は小さい、0.5 以上 は中程度、0.8 以上は大きいとされる (Cohen, 1988)。

統計解析には、SPSS version 21.0 for Windows を用い、統計学的有意水準は 5% とした。

第 3 節 結果

1. 参加者の基本特性

111 名の対象者の基本属性および各測定値の平均値と標準偏差を表 VI-1 に示した。要支援・要介護認定区分は男性で要支援 1 が 6 名，要支援 2 が 6 名，要介護 1 が 21 名，要介護 2 が 15 名，女性で要支援 1 が 15 名，要支援 2 が 18 名，要介護 1 が 22 名，要介護 2 が 8 名であった。女性より男性の方が要介護 2 の人数が有意に多かった。全ての地面反力変数において有意な性差が認められなかった。起居移動動作能力制限ありの者は 79.3% (88 名) であり，三つの動作能力および起居移動動作能力制限を有した者の割合において有意な性差は認められなかった。

表 VI-1 基本属性および各測定値の平均値と標準偏差

		全体 (n = 111)	男性 (n = 48)	女性 (n = 63)
基本属性				
年齢	(歳)	83.9 ± 5.9	83.9 ± 6.0	83.9 ± 5.9
身長	(cm)	152.6 ± 10.0	159.6 ± 7.6	147.2 ± 8.1*
体重	(kg)	50.5 ± 11.2	55.6 ± 10.6	46.5 ± 10.0*
BMI	(kg/m ²)	21.6 ± 4.0	21.8 ± 3.6	21.5 ± 4.3
腰痛 ^a	n, (%)	34 (30.6)	14 (29.2)	20 (31.7)
膝関節痛 ^a	n, (%)	23 (20.7)	9 (18.8)	14 (22.2)
要支援1 ^a	n, (%)	21 (18.9)	6 (12.5)	15 (23.8)
要支援2 ^a	n, (%)	24 (21.6)	6 (12.5)	18 (28.6)
要介護1 ^a	n, (%)	43 (38.7)	21 (43.8)	22 (34.9)
要介護2 ^a	n, (%)	23 (20.7)	15 (31.3)	8 (12.7)*
地面反力				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.09 ± 0.08	1.09 ± 0.08	1.09 ± 0.08
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	3.46 ± 1.82	3.75 ± 2.13	3.23 ± 1.53
T1	(s)	1.37 ± 1.40	1.26 ± 1.11	1.46 ± 1.59
T2	(s)	2.49 ± 1.73	2.28 ± 1.28	2.65 ± 2.01
起居移動動作能力				
起居移動動作能力得点	(点)	5.6 ± 1.8	5.6 ± 1.8	5.6 ± 1.7
階段昇段動作能力, 制限あり ^a	n, (%)	88 (79.3)	35 (72.9)	53 (84.1)
椅子立ち上がり動作能力, 制限あり ^a	n, (%)	56 (50.5)	26 (54.2)	30 (47.6)
15分間歩行動作能力, 制限あり ^a	n, (%)	62 (55.9)	28 (58.3)	34 (54.0)
起居移動動作能力, 制限あり ^a	n, (%)	94 (84.7)	40 (83.3)	54 (85.7)

* $P < 0.05$: 対応ではない t 検定^aカイニ乗検定

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

2. 椅子立ち上がり動作時の地面反力と起居移動動作能力得点との関連

椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力得点との相関係数を全体および男女別に示した（表VI-2）。

全対象者における椅子立ち上がり動作時の地面反力変数（RFD87.5/w, T1, T2）と起居移動動作能力得点との相関係数は、 $|r| = 0.24-0.37$ ($p < 0.05$) であり、有意な関連性が認められた。

男性において、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数（F/w, T1, T2）と起居移動動作能力得点との相関係数は、 $|r| = 0.34-0.39$ ($p < 0.05$) であり、有意な関連性が認められた。女性においても、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数（RFD87.5/w, T1, T2）と起居移動動作能力得点との相関係数は、 $|r| = 0.31-0.41$ ($p < 0.05$) となり、有意な関連性が認められた。

表VI-2 地面反力と起居移動動作能力得点との関連

	F/w	RFD87.5/w	T1	T2
	(kgf · kg ⁻¹)	(kgf/s · kg ⁻¹)	(s)	(s)
男性 (n=48)				
起居移動動作能力得点 (点)	-0.34*	-0.19	0.34*	0.39**
女性 (n=63)				
起居移動動作能力得点 (点)	-0.05	-0.31*	0.41**	0.34**
全体 (n=111)				
起居移動動作能力得点 (点)	-0.17	-0.24*	0.37**	0.36**

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

3. 各動作能力制限の有無および起居移動動作能力制限の有無による比較

階段昇段動作能力制限の有無，椅子立ち上がり動作能力制限の有無，15 間歩行動作能力制限の有無および起居移動動作能力制限の有無別の各地面反力変数の比較結果を表VI-3（男性）と表VI-4（女性）に示した。

男性において，階段昇段動作能力制限の有無による比較において，年齢を調整後も F/w ， $T2$ で有意差が認められた。起居移動動作能力制限の有無による比較では，年齢を調整後も $T1$ ， $T2$ で有意差が認められた。女性では，階段昇段動作能力制限の有無による比較において，年齢を調整後も $RFD87.5/w$ で有意差が認められた。椅子立ち上がり動作能力制限の有無による比較において，年齢を調整後も $T1$ ， $T2$ で有意差が認められた。15 間歩行動作能力制限の有無による比較において，年齢で調整後も $RFD87.5/w$ ， $T1$ ， $T2$ で有意差が認められた。起居移動動作能力制限の有無による比較では，年齢を調整後も $RFD87.5/w$ で有意差が認められた。

表VI-3 男性制限あり群と制限なし群の比較

	制限なし群		制限あり群		P value	Effect size (Cohen's d)	ANCOVA P value
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差			
階段昇段動作能力	(n = 13)		(n = 35)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.13 ± 0.1	1.07 ± 0.1		0.03	0.74	0.03
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.30 ± 2.2	3.55 ± 2.1		0.28	0.35	0.29
T1	(s)	0.80 ± 0.6	1.43 ± 1.2		0.02	0.58	0.09
T2	(s)	1.67 ± 0.8	2.51 ± 1.4		0.04	0.69	0.04
椅子立ち上がり動作能力	(n = 22)		(n = 26)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.10 ± 0.1	1.08 ± 0.1		0.51	0.19	0.46
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.15 ± 2.2	3.41 ± 2.1		0.24	0.35	0.24
T1	(s)	1.06 ± 1.0	1.43 ± 1.2		0.26	0.33	0.29
T2	(s)	2.03 ± 1.2	2.50 ± 1.3		0.21	0.36	0.24
15分間歩行動作能力	(n = 20)		(n = 28)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.09 ± 0.1	1.08 ± 0.1		0.74	0.10	0.75
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.10 ± 2.2	3.50 ± 2.1		0.34	0.28	0.34
T1	(s)	1.07 ± 1.3	1.39 ± 1.0		0.34	0.28	0.29
T2	(s)	2.00 ± 1.4	2.49 ± 1.2		0.19	0.39	0.15
起居移動動作能力	(n = 8)		(n = 40)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.11 ± 0.1	1.08 ± 0.1		0.31	0.40	0.32
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.75 ± 2.0	3.55 ± 2.1		0.15	0.57	0.14
T1	(s)	0.55 ± 0.2	1.40 ± 1.2		< 0.01	0.79	0.03
T2	(s)	1.40 ± 0.4	2.46 ± 1.3		0.03	0.86	0.02

P value : 対応ではない t 検定

ANCOVA P value : 年齢を調整した。ANCOVA : Analysis of covariance

F : 最大値;

RFD87.5/w : 最大増加率 (Δ87.5 ms) ;

T1 : 地面反力増加時間; T2 : 立ち上がり動作時間; w : 体重。

表 VI-4 女性制限あり群と制限なし群の比較

		制限なし群		制限あり群		P value	Effect size (Cohen's d)	ANCOVA P value
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差			
階段昇段動作能力		(n = 10)		(n = 53)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.11 ± 0.1		1.09 ± 0.1		0.54	0.21	0.59
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.42 ± 1.8		3.01 ± 1.4		< 0.01	0.97	< 0.01
T1	(s)	1.06 ± 1.2		1.54 ± 1.7		0.39	0.30	0.39
T2	(s)	2.06 ± 1.5		2.76 ± 2.1		0.32	0.35	0.32
椅子立ち上がり動作能力		(n = 33)		(n = 30)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.08 ± 0.1		1.11 ± 0.1		0.10	0.43	0.13
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	3.51 ± 1.5		2.93 ± 1.6		0.13	0.39	0.08
T1	(s)	1.04 ± 0.8		1.93 ± 2.1		0.03	0.58	0.03
T2	(s)	2.12 ± 0.9		3.23 ± 2.6		0.04	0.57	0.03
15分間歩行動作能力		(n = 29)		(n = 34)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.10 ± 0.1		1.09 ± 0.1		0.51	0.17	0.54
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	3.79 ± 1.6		2.76 ± 1.3		< 0.01	0.71	< 0.01
T1	(s)	0.91 ± 0.8		1.93 ± 1.9		< 0.01	0.67	0.01
T2	(s)	1.93 ± 1.0		3.27 ± 2.4		< 0.01	0.70	< 0.01
起居移動動作能力		(n = 9)		(n = 54)				
F/w	(kgf · kg ⁻¹)	1.11 ± 0.1		1.09 ± 0.1		0.61	0.17	0.73
RFD87.5/w	(kgf/s · kg ⁻¹)	4.66 ± 1.8		2.99 ± 1.4		< 0.01	1.17	< 0.01
T1	(s)	1.02 ± 1.3		1.53 ± 1.6		0.38	0.32	0.38
T2	(s)	1.98 ± 1.5		2.76 ± 2.1		0.29	0.39	0.29

P value : 対応ではない t 検定

ANCOVA P value : 年齢を調整した。ANCOVA : Analysis of covariance

F : 最大値;

RFD87.5/w : 最大増加率 (Δ87.5 ms) ;

T1 : 地面反力増加時間; T2 : 立ち上がり動作時間; w : 体重。

第4節 考察

本研究は、軽度な要介護高齢者用に修正した新たな椅子立ち上がり動作時の地面反力と様々な起居移動動作能力との関連性を検討した。その結果、男女いずれも時間変数の T1, T2 と起居移動動作能力との間に有意な相関関係が認められた。男性では、全体の起居移動動作の遂行能力が低下している者は、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の T1, T2 が不良な値を示した。女性では、階段昇段動作、15 分間歩行動作や全体の起居移動動作の遂行能力が低下している者は、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の RFD87.5/w が不良な値を示した。椅子立ち上がり動作や 15 分間歩行動作の遂行能力が低下している者は、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の T1, T2 が不良となることが確認された。

女性では、15 分間歩行動作や全体の起居移動動作の遂行能力が低下している者は、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の RFD87.5/w が不良な値を示した。下肢筋力の低下は高齢者の起居移動動作能力の低下（低い自立度）と関連することが報告されている（Puthoff and Nielsen, 2007）。さらに、下肢筋力が将来的な起居移動動作能力の制限発生の予測妥当性を有することも報告されている（Visser et al., 2005; Manini et al., 2007）。以上のことから、下肢筋力が起居移動動作能力と強い関連があると考えられる。一方、地面反力変数の増加率変数の等尺性膝伸展時の RFD は「素早い筋力発揮のための能力」を評価する項目として用いられている（Lamoureux et al., 2001; Paasuke et al., 2003）。また、厳密には物理学的に正確ではないが、地面反力の RFD は筋パワーに相当すると記述される場合もある（Fleming et al., 1991; Tsuji et al., 2015）。さらに、中谷と上（2004）は、地面反力の RFD を「力発揮速度」と定義している。したがって、地面反力の RFD は、筋機能の中でも瞬発性の下肢筋力や筋パワーの評価に有用であると考えられる。これらのことから、軽度な要介護の女性高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の RFD87.5/w が低い値を示した者は、基本的な日常生活動作である 15 分間歩行動作

や全体の起居移動動作の遂行能力が低下している可能性も考えられる。

男女いずれも地面反力変数における時間変数の T1, T2 と起居移動動作能力との間に有意な相関関係が認められた。また、女性では、椅子立ち上がり動作や 15 分間歩行動作の遂行能力が低下している者は、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の T1, T2 が不良となることが確認された。連続 (5 回や 10 回) 椅子立ち上がり時間は高齢者の下肢機能評価指標として広く使われている (Guralnik et al., 1994; Netz and Argov, 1997)。先行研究では、5 回椅子立ち上がり時間と高齢者の日常生活動作能力との間の有意な関連が報告されている (牧迫, 2008; Van Lummel et al., 2015)。本研究では、先行研究より椅子立ち上がりの回数が少なく、1 回の立ち上がり動作時間 (T2) でも軽度な要介護高齢者の起居移動動作能力との間に関連があると考えられる。また、辻ら (2011a) は、地域在住高齢者を対象として、本研究と同様の 3 動作のいずれにおいて「少しむずかしい」とした者は、すべて「十分できる」者より、T1, T2 において有意に低値であったことを報告し、起居移動動作能力制限あり群 (62 人) の T2 は 0.978 秒と報告されている。地面反力変数を用いて、1 年間の追跡調査した研究において、制限発生群は維持群より T1, T2 はベースラインの時点で有意に遅い値を示し、制限発生群の T2 は 1.081 秒と報告されている (辻ら, 2011b)。本研究の結果は先行研究を支持するものであるといえる。

一方、男性の椅子立ち上がり動作時の地面反力変数は、各動作制限あり群と制限が無し群の間に有意差が確認できなかった。これは、女性より対象者数が少なく、今後は対象者を増やし検討する必要があると考えられる。

本研究課題において主に以下の 2 つの限界が挙げられる。1 つ目は、起居移動動作能力を調査するため自己申告式の質問紙を用いたため、参加者によって、過小評価や過大評価があった可能性がある。2 つ目は、本研究課題は横断データで分析した結果であるため、今後は縦断的に追跡し、地面反力変数が軽度な要介護高齢者の起居移動動作能力の予測に有用であるかについての検討が必要である。

第 5 節 要約

本課題では、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性を検討し、以下の知見を得た。

1. ほぼ全ての地面反力変数は起居移動動作能力得点と関連するが、中でも地面反力変数の時間変数 (T1, T2) は男女ともに起居移動動作能力得点と強い相関関係が確認された。
2. 女性において、各動作および起居移動動作の遂行能力が低下している者は、起居移動動作能力の遂行能力が低下していない者より椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の RFD87.5/w および時間変数 (T1, T2) が低い値を示し、特に T2 は椅子立ち上がり動作能力や 15 間歩行動作能力と関連することが示唆された。

第 VII 章 総合考察

本研究では、軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力による新たな下肢機能測定法を確立するために、軽度な要介護高齢者においても完遂されやすい測定（椅子からの立ち上がり）方法を明らかにした上で、その測定方法によって得られた地面反力変数の有用性を検討した。本章では、これらの知見をまとめ、先行研究を交えた討論をおこなう。

第 1 節 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力測定法の有用性について

課題 1 から課題 3 では、軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力評価方法の有用性を確認するため、地面反力変数と身体パフォーマンス、下肢筋力、日常生活動作能力、起居移動動作能力との関連性について詳細な検討をおこなってきた。本博士論文から得られた知見は、今後、介護予防施設や介護現場での利活用が大いに期待される。有用性が高い変数を具体的に提示することで、現場の介護職員、行政職員に加え、軽度な要介護高齢者自身も下肢機能の評価結果を理解しやすくなると考えられる。先行研究において、地域在住高齢者を対象とした最も評価の有用性が高い椅子立ち上がり動作時の地面反力変数は $RFD_{87.5/w}$ と F/w であると報告されている（辻ら、2014）。しかし、軽度な要介護高齢者に対して評価の有用性が高い変数は未だ不明である。

評価の有用性が高い変数の決定方法

課題1から課題3におけるそれぞれの変数に対し、男女別に、次の基準にしたがって「良」の場合は「○」を、「不良」の場合には「×」の評定をつける。第IV章の身体パフォーマンスとの関連性（検討課題1）については、辻ら（2014）による基準を参考に、 $\text{partial-}r \geq 0.4$ （良）の場合は「○」、 $\text{partial-}r < 0.4$ （不良）の場合は「×」とする。Terwee et al., (2007) は、単相関係数 $r \geq 0.5$ の場合に「○」としているが、年齢を調整した偏相関係数を算出した本検討課題においては、先行研究と同様、便宜的に $\text{partial-}r = 0.4$ をカットオフとした（辻ら, 2014）。また、再現性の検討においては、 $\text{ICC} \geq 0.7$ の場合は「○」、 $\text{ICC} < 0.7$ の場合は「×」とする（Currier, 1990）。第V章の下肢筋力・日常生活動作能力との関連性（検討課題2）については、 $r \geq 0.4$ の場合に「○」、 $r < 0.4$ の場合に「×」とする（吉田と森, 1990）。第VI章の起居移動動作能力との関連性（検討課題3）については、 $r \geq 0.4$ の場合に「○」、 $r < 0.4$ の場合に「×」とする（吉田と森, 1990）。また、起居移動動作能力の有無の比較においては、有意差かつ効果量（ $d \geq 0.5$ ）が認められた場合は「○」、それ以外の場合は「×」とする（Cohen, 1988）。また、身体パフォーマンステストのような客観的評価項目（変数）と、質問紙調査のような主観に基づく評価項目（変数）とに分けて、変数ごとに○の数および割合を算出し、それを基に、評価の有用性が高い変数を判定することとした。

評価の有用性が高い変数について

身体パフォーマンステストにより客観的に評価される下肢機能の評価の有用性について地面反力変数の評定結果を表VII-1（男性）と表VII-2（女性）に示した。

男性において、各変数の「○」の数とその割合はそれぞれ、RFD87.5/w（5 個，83.3%），T1（3 個，50.0%），T2（3 個，50.0%），F/w（1 個，16.7%）であった。

女性において、各変数の「○」の数とその割合はそれぞれ，RFD87.5/w（3 個，50.0%），T1（1 個，16.7%），T2（0 個，0.0%），F/w（0 個，0.0%）であった。

質問紙調査により主観に基づき評価される日常生活動作能力や起居移動動作能力の評価の有用性について地面反力変数の評定結果を表VII-3（男性）と表VII-4（女性）に示した。

男性において、各変数の「○」の数とその割合はそれぞれ，T1（3 個，30.0%），T2（3 個，30.0%），RFD87.5/w（2 個，20.0%），F/w（1 個，10.0%）であった。

女性において、各変数の「○」の数とその割合はそれぞれ，RFD87.5/w（3 個，30.0%），T1（3 個，30.0%），T2（2 個，20.0%），F/w（1 個，10.0%）であった。

表Ⅶ-1 男性の評価の有用性が高い変数の決定（身体パフォーマンステスト）

検討課題	検討内容	評価項目	評価基準	F/w	RFD87.5/w	T1	T2
課題1	級内相関係数	再現性（信頼性）	①	○	○	○	○
		身体パフォーマンス	}	開眼片足立ち時間	×	×	×
	Timed up and go	×		○	○	○	
	5 m通常歩行時間	×		○	○	○	
課題2	下肢筋力	膝伸展筋力	}	×	○	×	×
		膝屈曲筋力		×	○	×	×
○評価数				1/6	5/6	3/6	3/6
（割合）				(16.7%)	(83.3%)	(50.0%)	(50.0%)

評価基準①: ○: ICC \geq 0.7, ×: ICC < 0.7

評価基準②: ○: partial- $|r| \geq$ 0.4, ×: partial- $|r| <$ 0.4

評価基準③: ○: $|r| \geq$ 0.4, ×: $|r| <$ 0.4

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 (Δ 87.5 ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

表Ⅶ-2 女性の評価の有用性が高い変数の決定（身体パフォーマンステスト）

検討課題	検討内容	評価項目	評価基準	F/w	RFD87.5/w	T1	T2
課題1	級内相関係数	再現性（信頼性）	①	×	○	○	×
		身体パフォーマンス	}	開眼片足立ち時間	×	×	×
	Timed up and go	②		×	○	×	×
	5 m通常歩行時間	②	×	○	×	×	
課題2	下肢筋力	膝伸展筋力	}	×	×	×	×
		膝屈曲筋力		③	×	×	×
○評定数				0/6	3/6	1/6	0/6
(割合)				(0.0%)	(50.0%)	(16.7%)	(0.0%)

評価基準①: ○: ICC \geq 0.7, ×: ICC < 0.7

評価基準②: ○: partial- $|r| \geq$ 0.4, ×: partial- $|r| <$ 0.4

評価基準③: ○: $|r| \geq$ 0.4, ×: $|r| <$ 0.4

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 (Δ 87.5 ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

表Ⅶ-3 男性の評価の有用性が高い変数の決定（質問紙調査）

検討課題	検討内容	評価項目	評価基準	F/w	RFD87.5/w	T1	T2
課題2-1	日常生活動作能力	セルフケア	③	×	○	○	○
		排泄の管理		×	×	×	×
		移乗動作の状況		×	×	×	×
		移動動作の状況		×	○	○	○
		FIM-M総合得点		×	×	○	○
課題2	起居移動動作能力	起居移動動作能力得点	③	×	×	×	×
		階段昇段動作能力制限の有無	④	○	×	×	×
		椅子立ち上がり動作能力制限の有無		×	×	×	×
		15分間歩行動作能力制限の有無		×	×	×	×
		起居移動動作能力制限の有無		×	×	×	×
○評定数 (割合)				1/10 (10.0%)	2/10 (20.0%)	3/10 (30.0%)	3/10 (30.0%)

評価基準③: ○: $|r| \geq 0.4$, ×: $|r| < 0.4$

評価基準④: ○: 有意差かつ効果量 $d \geq 0.5$, ×: 有意差なし

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

表Ⅶ-4 女性の評価の有用性が高い変数の決定（質問紙調査）

検討課題	検討内容	評価項目	評価基準	F/w	RFD87.5/w	T1	T2
課題2-1	日常生活動作能力	セルフケア	③	○	×	×	×
		排泄の管理		×	×	×	×
		移乗動作の状況		×	×	×	×
		移動動作の状況		×	×	×	×
		FIM-M総合得点		×	×	×	×
課題3	起居移動動作能力	起居移動動作能力得点	③	×	×	○	×
		階段昇段動作能力制限の有無	④	×	○	×	×
		椅子立ち上がり動作能力制限の有無		×	×	○	○
		15分間歩行動作能力制限の有無		×	○	○	○
		起居移動動作能力制限の有無		×	○	×	×
○評定数 (割合)				1/10 (10.0%)	3/10 (30.0%)	3/10 (30.0%)	2/10 (20.0%)

評価基準③: ○: $|r| \geq 0.4$, ×: $|r| < 0.4$

評価基準④: ○: 有意差かつ効果量 $d \geq 0.5$, ×: 有意差なし

F: 最大値;

RFD87.5/w: 最大増加率 ($\Delta 87.5$ ms);

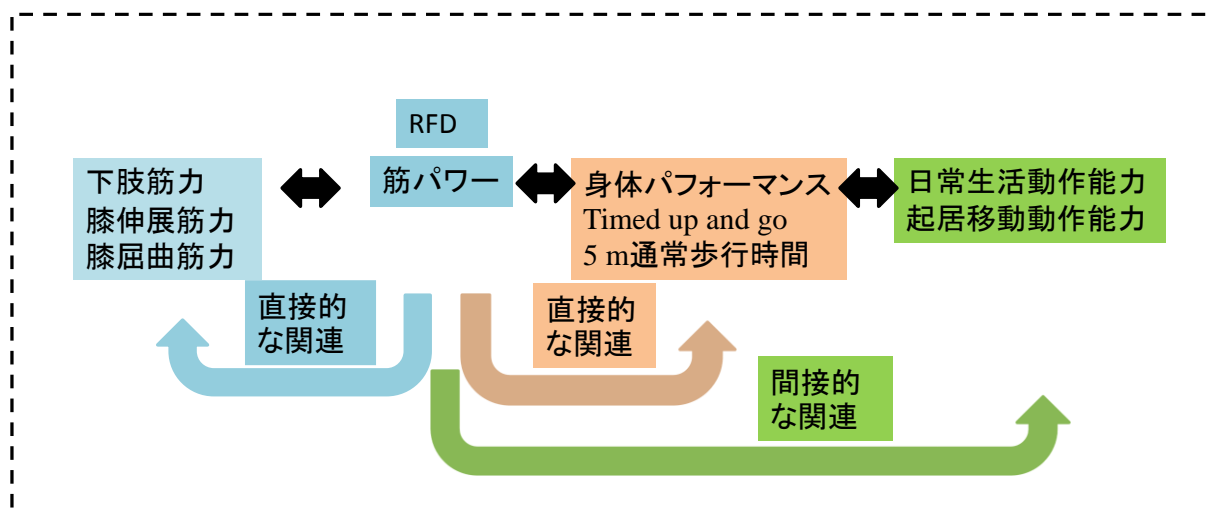
T1: 地面反力増加時間; T2: 立ち上がり動作時間; w: 体重。

総合考察

地面反力変数の評定結果は、課題1～課題3で検討した基準となる内容を概ね良好に反映していた。身体パフォーマンステストにより客観的に評価された下肢機能を評価するうえで最も評価の有用性が高い変数は男女ともRFD87.5/wであった。一方、質問紙を用いて評価した軽度な要介護高齢者の日常生活動作能力や起居移動動作能力と地面反力変数との関連性は男女ともに弱かった。

辻ら(2014)は、地域在住高齢者を対象とした研究で、最も評価の有用性が高い変数をRFD87.5/wとしており、本研究においても同様の結果となった。このような結果が得られた理由としては、解析区間を87.5ミリ秒に広げたことで良好な再現性が確保されたこと(辻ら, 2011c)、および、「素早い筋力発揮のための能力」を評価する変数(RFD)と日常生活動作の動作能力に重要な役割を果たす下肢筋力・筋パワーとの間に有意な関連性を示したこと(中谷と上, 2004; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2010)が考えられる。これらのことより、軽度な要介護高齢者であっても素早い筋力発揮のための能力を評価することの重要性を示唆されたと言える。

質問紙調査により評価した軽度な要介護高齢者自身の日常生活動作能力や起居移動動作能力を反映する地面反力変数は、ほとんどなかった。「素早い筋力発揮のための能力」を評価する変数(RFD)では、主観に基づいて評価される日常生活動作能力や起居移動動作能力を直接に評価することができないために、評価の有用性が低くなった可能性が考えられる。先述したとおり「RFD)は身体パフォーマンスや下肢筋力と直接関連する変数であると考えられ、日常生活動作能力や起居移動動作能力とは間接的に関連することが考えられる(図VIII-1)。また、質問紙調査法による日常生活動作能力や起居移動動作能力の評価は、想起バイアスの問題が生じることや主観的な能力と客観的な能力の間にずれが生じることがある。そのため、地面反力変数とそれらの能力との間の関連性が弱かったと考えられる。



図VIII-1

以上から、軽度な要介護高齢者の下肢機能を評価する際、有用性が高い変数はRFD87.5/wであると結論づけられる。

第2節 本研究と先行研究との比較—本研究の新規性—

本博士論文の最大の意義は、軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力による新たな下肢機能測定法を確立することである。本研究の新規性として強調できるのは次の点である。第一に、軽度な要介護高齢者を対象として検証した点である。第二に、軽度な要介護高齢者が日常生活において頻繁に実施している4通りの椅子立ち上がり方法の達成率を検討した点である。最後に、それらの知見を集約して評価の有用性が高い変数を見出した点である。

第一に、これまでの多くの先行研究では、対象者を若年者や中高年高齢者として椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の信頼性や妥当性を検討するに留まっており、十分なエビデンスの蓄積がなされていない。椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の検者内信頼性(再現性)について、対象が若年者 (Yamada and Demura, 2005; 中谷と上, 2004), あるいは高齢者 (辻ら, 2011; Yamada and Demura, 2010; 中谷と上, 2004) のいずれにおいても、最大努力にて椅子立ち上がり動作をおこなった際に得られる地面反力変数の良好な再現性を確認している。さらに、膝痛を有する中高齢者女性 (辻ら, 2014) における椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の良好な再現性を確認している。一方、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数妥当性について、下肢筋力や筋パワーとの関連 (Lindemann et al., 2003; Yamada and Demura, 2010; 中谷と上, 2004; 辻ら, 2015), 筋量との関連 (Yamada and Demura, 2010), パフォーマンステストとの関連 (山田ら, 2008; 辻ら, 2011a), 転倒経験の有無による比較 (Cheng et al., 1998; Fleming et al., 1991; 辻ら, 2011a) などが見受けられるものの、これまでの多くの報告が健常な高齢者を対象とした研究となっている。本研究では管見の限り初めて、健常者より身体機能が弱い軽度な要介護高齢者を対象として椅子立ち上がり動作時の地面反力の信頼性や妥当性を検討した。本研究において、軽度な要介護高齢者を対象として椅子立ち上がり動作時の地面反力変数とパフォーマンステスト、下肢筋力、日常生活動作能力、起居移動動

作能力との関連性を明らかにした点は、先行研究には無かった視点であり、研究の意義は非常に大きいといえる。

また、先行研究において、一般高齢者を対象とした信頼性・妥当性が確認されている「何もつかまらずに立ち上がる」方法だけではなく、高齢者が日常生活の中で頻繁におこなう四つの立ち上がり方法に着目し、各方法の達成率を検討した点は、研究の質を高めることに寄与した。加齢とともに脚の筋力は著しく低下し、椅子立ち上がり動作が困難になることは広く知られている。これまでの研究では、椅子立ち上がり動作時の膝関節屈曲角度に着目したものが多く (Alexander et al., 1996; Hughes et al., 1994; Kuo et al., 2010; 田島, 2001)。椅子の座面が高くなるほど、椅子立ち上がり動作の遂行が容易 (成功率が高い, 遂行時間が短い, 主観的困難感が減少) になるとされている (Alexander et al., 1996; Hughes et al., 1994; Kuo et al., 2010)。一方、膝関節屈曲角度が小さくなるほど椅子立ち上がり動作の遂行が困難になるとされている (田島, 2001)。本研究では、現場 (通所リハビリテーション施設) でよく使われている複数の椅子立ち上がり動作に着目し、その中から最も完遂されやすい椅子からの立ち上がり動作を明らかにした点に高い新規性が認められる。

続いて、軽度な要介護高齢者の下肢機能評価に関する検討は、現在、本邦において多くの研究者が注目している分野であり (村田ら, 2010b; 牧迫ら, 2008; 政所ら, 2012; 2014)、軽度な要介護高齢者の自立支援を効率的に促し、重度化の予防を実現することを目標としている。なお、先行研究において、連続椅子立ち上がりテストに対して、椅子から連続して数回立ち上がることが出来ない高齢者が少なくないこと (牧迫ら, 2008; 市村田ら, 2010) やブリッジ力測定方法に対して、下肢機能評価のためのテストとしての妥当性に疑問が残ることが報告されている。また、椅子からの立ち上がり動作時にみられる地面反力変数を活用した簡便な下肢機能測定法における報告の90%以上は、健常な高齢者に関する知見であり、軽度な要介護高齢者に関する報告は非常に限られている。加えて、先行研究は、あらゆる地面反力変数に焦点を当てて、様々な健康度指標との関連

総合考察

性を検討したに留まる研究が多く（中谷と上, 2004; Tsuji et al., 2015; Yamada and Demura, 2009, 2010), 評価の有用性が高い変数を決定するまでに至った研究はほとんど見られない。辻ら（2014）は, 地域在住高齢者を対象として評価の有用性が最も高い椅子立ち上がり動作時の地面反力変数は $RFD_{87.5/w}$ と F/w であることを報告しているが, これらの変数は要支援・要介護高齢にも適用可能か, また軽度な要介護高齢者に対しても評価の有用性が高いのかは不透明である。このような背景の中で, 本研究では軽度な要介護高齢者を対象とした場合に, 最も評価の有用性が高い変数は $RFD_{87.5/w}$ であることを明らかにした。この知見もまた本研究における特筆すべき成果の一つと言える。ただし, 本研究のサンプルサイズ（検出力）は先行研究と比して小さく（辻ら, 2011a), 有意性を確認できた項目は少なかった。しかし, 当該分野は世界的にみても極めて限られた情報（辻ら, 2014）しか蓄積されておらず, 本研究で示した新たな知見は当該分野の発展に大いに寄与することが期待される。

第3節 介護現場における有用性

本研究では、軽度な要介護高齢者の下肢機能を評価することを目的として、地面反力変数の測定および測定法の有用性について検討してきた。そこから得られた知見は、介護現場へ適用しやすいものであると考えられる。その理由として、本研究で開発された下肢機能測定法は機器を用いて評価するため、人為的な誤差が小さく、質問紙調査よりも客観的な評価が可能である。加えて、高い精度での評価が可能であること、一回の椅子立ち上がり動作で評価できることは、軽度な要介護高齢者への負担が少ないと考えられる。このようなことから、本測定法は介護現場への適用が容易であり、下肢機能低下者のスクリーニングとしても導入する意義があると考えられる。

第4節 今後の課題

1. 年代ごとの変化を検討

本研究の対象者は、65歳以上の第1号被保険者のうち、要介護認定を受けている要介護度が2以下（要支援・要介護1, 2）の軽度な要介護高齢者であった。しかしながら、年代ごとの変化があるか明らかにできていない。今後は、軽度な要介護高齢者のRFD87.5/wの変化を60代、70代、80代と年代によって層別化し、検討することが必要である。

2. 縦断調査に基づく検討

本研究では、横断調査より得られたデータを基づいて検討を実施してきた。本研究で取り上げた、身体パフォーマンス、下肢筋力、日常生活動作能力、起居移動動作能力と椅子立ち上がり動作時の地面反力との関連性を検証するには、縦断調査が不可欠である。また、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数が、軽度な要介護高齢者にとってより重要な問題である起居移動動作能力の低下、介護度悪化や寝たきり、死亡などの予測に有用であるかについての検討する上で必要不可欠である。今後、日本における大規模の通所介護施設や通所リハビリテーション施設への導入を目指し、縦断調査に基づく本測定法の予測妥当性の検討を重ねる必要がある。

3. 椅子に手をつけて立ち上がり動作時の椅子にかかる腕の力が地面反力変数に与える影響の検討

本研究では、軽度な要介護高齢者であっても完遂されやすい椅子からの立ち上がり動作（椅子に手をつけて立ち上がり動作）を検討し、その動作実施時に得られる地面反力変数について、信頼性（再現性）の検証をおこなった。しかしながら、椅子にかかる腕の力が地面反力変数にどのような影響をあたえるかを明らかにできていない。今後は、このような椅子立ち上がり動作に直接関係する椅子にかかる腕の力にも着目する必要がある。

4. 性差を考慮する検討

「第V、VI章第4節考察」で述べた通り、本研究は女性において、地面反力と下肢筋力および日常生活動作能力との相関が確認されていない点である。今後女性の対象者数を増やすことや対象者の特性を配慮し検討する必要がある。

5. 具体的な評価基準値の検討

本研究では、軽度な要介護高齢者にとって、最も評価の有用性が高い地面反力変数は、最大増加率変数（ $RFD_{87.5/w}$ ）であることを明らかにした。今後は対象者を増やして、軽度な要介護高齢者は下肢機能がどの程度まで低下すると介護度が悪化するのか、あるいはどの程度まで向上させることで介護予防につながるのか検討し、具体的な評価基準値を示すことが重要である。

第 VIII 章 総 括

課題 1：軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と身体パフォーマンスとの関連性

本課題では、軽度な要介護高齢者が日常生活の内、実際に行っている 4 通りの立ち上がり方法を提示し、それぞれの達成率を調べた。達成率が最も高かったの椅子からの立ち上がり動作時の地面反力変数を計測し、測定者内信頼性（再現性）の確認をおこなうとともに、身体パフォーマンスとの関連性についても検討した。その結果、4 通りの椅子からの立ち上がり方法のうち、椅子座面脇に手をつけて立ち上がる方法の達成率が最も高かった。椅子座面脇に手をつけて立ち上がる動作時の地面反力変数の ICC は 0.73-0.89 と概ね良好な再現性が確認された。また、男性では地面反力の増加率変数（RFD87.5/w）および時間変数（T2）、女性では、地面反力の増加率変数（RFD87.5/w）と複数の身体パフォーマンスと有意に関連することを見出した。

課題 2 : 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と下肢筋力, 日常生活動作能力との関連性

本課題では, 軽度な要介護高齢者にとってより重要性の高い下肢筋力や日常生活動作と椅子立ち上がり動作時の地面反力変数との関連については検討した。その結果, 男性でのみ, 椅子立ち上がり動作時の地面反力の増加率変数 (RFD87.5/w) と下肢筋力との間, および時間変数 (T1, T2) とセルフケア, 移動動作能力状況との間に有意な相関関係が確認された。

課題 3 : 軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数と起居移動動作能力との関連性

本課題では, 起居移動動作能力制限の有無によってカテゴリーに分類し, 各動作 (階段昇段, 椅子立ち上がり, 15 分間歩行) 能力および全体的起居移動動作能力と椅子立ち上がり動作時の地面反力変数との関連性を明らかにすることを目的とした。その結果, 女性においてのみ, 各動作および起居移動動作の遂行能力が低下している者は, 起居移動動作能力の遂行能力が低下していない者より椅子立ち上がり動作時の地面反力変数の増加率変数 (RFD87.5/w) および時間変数 (T1, T2) が低い値を示し, 特に T1, T2 は椅子立ち上がり動作能力や 15 分間歩行動作能力と関連した。また, ほとんどの地面反力変数は起居移動動作能力得点と関連するが, 中でも地面反力変数の時間変数 (T2) は男女ともに起居移動動作能力得点と強い相関関係が確認された。

総 括

結 語

本博士論文では、軽度な要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力変数を用いた新たな下肢機能測定法を確立することを目的とした。この目的を達成するために、軽度な要介護高齢者であっても完遂されやすい椅子からの立ち上がり動作を検討し、その動作実施時に得られる地面反力変数について、信頼性（再現性）の検証をおこなった。また、身体パフォーマンス、下肢筋力、日常生活動作能力、起居移動動作能力との関連性も検討した。その結果、軽度な要介護高齢者にとって、椅子座面脇に手をつけて立ち上がる方法が最も完遂しやすい立ち上がり方法であることが明らかとなった。また、最も評価の有用性が高い地面反力変数は、最大増加率変数（RFD87.5/w）であることを明らかにした。

本博士論文で得られた知見は、介護予防施設や介護現場で活用されることが期待されるだけでなく軽度な要介護高齢者の自立支援を円滑かつ効率的に促し、重度化予防に貢献することが強く望まれる。

謝 辞

博士論文を終えるにあたり、日本にきてから今日までの約5年間にわたって、懇切丁寧なご指導を賜りました筑波大学体育系の大藏倫博准教授に深甚なる謝意を表します。大藏先生には、研究手法に関することに留まらず、研究は何か、研究する時の考え方が重要であることなど多くのことを学ばせていただきました。また、産学連携推進プロジェクト、企業との共同研究プロジェクトやCOI 若手連携研究ファンドプロジェクトに取り組むチャンスを与えてくれた御恩は一生忘れません。また、自分の研究の対象者は軽度要介護高齢者であるため、通所リハビリテーション施設を運営している企業にお願いすることが多くや出張も多いために多方面においてご協力を賜り、本当にありがとうございました。

体育系の西嶋尚彦教授、木塚朝博教授、茨城県立医療大学堀田和司教授からは、主に論文全体の流れや研究の意義に関するご指導ご助言をいただきました。先生方のお力添えにより、論文の質を高められましたことを深く感謝申し上げます。

株式会社タニタの佐藤富男様、深山知子様、酒井良雄様には、共同研究者として多大なるご尽力を賜り、心より御礼申し上げます。

本博士論文に関わるデータ収集に際して、貴重なお時間を割いてご協力いただいた株式会社元気広場の竹内豪一様、長邊裕之様、稲森隆文様、伊藤文隆様、株式会社ケアサポートの堀越太志様、川名学様、山田砂綾香様、身体教育医学研究所長の岡田真平先生、社会福祉法人みまき福祉会の笹本和宏様、ならびデータ収集に快くご同意いただきました参加者の皆様に、深くお礼申し上げます。

大藏研究室の皆様には、本当にお世話になりました。先輩の北濃成樹様、相馬優樹様、神藤隆志様、また、後輩の佐藤文音様、藤井啓介様に深く謝意を表します。特に辻大士様、阿部巧様には、日本に来てから博士論文完成に至るまで多くのことにご支援をいただきまして、本当にありがとうございました。皆様がそばにいないければ、本博士論文は

総 括

完成しえませんでした。そして、数え切れない程のいい思い出がある大藏研究室の皆様には本当に感謝しております。ここで皆様と過ごした時間は自分の一生の財産です。

そしていつも暖かいメッセージで留学生活や勉強について応援し、励ましてくださった柴嬌教授に深く感謝申し上げます。また、いつも応援してくれた友達の呉文超様、苗琦様に深く感謝申し上げます。

日本政府（文部科学省）奨学金の奨学生として採用していただきまして、誠にありがとうございました。学費の面だけではなく、生活費の面でも支えくれた日本政府（文部科学省）に深くお礼申し上げます。

最後に、私の精神面で支えくれた家族および、育児も家事もひとりでやってくれた妻（馮小姣）にも感謝申し上げます。

皆様、本当にありがとうございました。

文 献

Abe T., Tsuji T., Soma Y., Shen S. and Okura T., 2016 Composite variable of lower extremity muscle strength and balance ability for evaluating risks of mobility limitation and falls in community-dwelling older adults. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* 5: 257-266.

Alexander N. B., Schultz A. B. and Warwick D. N., 1991 Rising from a chair: effects of age and functional ability on performance biomechanics. *J Gerontol.* 46: M91-98.

Brown K. E., Whitney S. L., Marchetti G. F., Wrisley D. M. and Furman J. M., 2006 Physical Therapy for Central Vestibular Dysfunction. *Arch Phys Med Rehabil* 87: 76-81.

Cesari M., Pahor M., Marzetti E., Zamboni V., Colloca G. et al., 2009 Self-assessed health status, walking speed and mortality in older Mexican-Americans. *Gerontology.* 55: 194-201. doi: 110.1159/000174824. Epub 000172008 Nov 000174818.

Cohen J., 1988 *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.) . Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum.

Currier D., 1990 *Elements of Research in Physical Therapy*, 3rd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins: 150–171.

Elderly D. o. t. H. f. t., 2007 *Fact-finding Survey on Long-term Care for the Elderly*. Ministry of Health, Labour and Welfare. <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/11/dl/s1109-10c.pdf>

文 献

(2017年10月14日アクセス可能)

Fleming B. E., Wilson D. R. and Pendergast D. R., 1991 A portable, easily performed muscle power test and its association with falls by elderly persons. *Arch Phys Med Rehabil* 72: 886-889.

Granger C. V., Hamilton B. B., Linacre J. M., Heinemann A. W. and Wright B. D., 1993 Performance profiles of the functional independence measure. *Am J Phys Med Rehabil*. 72: 84-89.

Gross M. M., Stevenson P. J., Charette S. L., Pyka G. and Marcus R., 1998 Effect of muscle strength and movement speed on the biomechanics of rising from a chair in healthy elderly and young women. *Gait Posture*. 8: 175-185.

Guralnik J. M., Ferrucci L., Simonsick E. M., Salive M. E. and Wallace R. B., 1995 Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*. 332: 556-561.

Guralnik J. M., Simonsick E. M., Ferrucci L., Glynn R. J., Berkman L. F. et al., 1994 A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*. 49: M85-94.

Hoeymans N., Wouters E. R., Feskens E. J., van den Bos G. A. and Kromhout D., 1997 Reproducibility of performance-based and self-reported measures of functional status. *J*

Gerontol A Biol Sci Med Sci. 52: M363-368.

Hoshi F., 1994 The Developmental Transition of the Sit-to-Stand Motion Pattern in the Healthy Children of 1 to 4 Years Old. Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers 7: 33-45.

Jones C. J., Rikli R. E. and Beam W. C., 1999 A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. Res Q Exerc Sport 70: 113-119.

Lamoureux E. L., Sparrow W. A., Murphy A. and Newton R. U., 2001 Differences in the Neuromuscular Capacity and Lean Muscle Tissue in Old and Older Community-Dwelling Adults. The Journals of Gerontology: Series A 56: M381-M385.

Lindemann U., Claus H., Stuber M., Augat P., Mucbe R. et al., 2003 Measuring power during the sit-to-stand transfer. European Journal of Applied Physiology 89: 466-470.

Lundin T. M., Jahnigen D. W. and Grabiner M. D., 1999 Maximum trunk flexion angle during the sit to stand is not determined by knee or trunk-hip extension strength in healthy older adults. Journal of Applied Biomechanics 15: 233-241.

Mahoney F. I. and Barthel D. W., 1965 FUNCTIONAL EVALUATION: THE BARTHEL INDEX. Md State Med J. 14: 61-65.

Makizako H., Ota A., Setaka H., Harada M., a Y. N. a. r. et al., 2008 Reliability of the modified

文 献

- five-repetition sit-to-stand test for assessing physical functions and capacity of activity of daily living in frail elderly. *sport science research* 5: 71-78.
- Manini T. M., Visser M., Won-Park S., Patel K. V., Strotmeyer E. S. et al., 2007 Knee extension strength cutpoints for maintaining mobility. *J Am Geriatr Soc.* 55: 451-457.
- Netz Y. and Argov E., 1997 Assessment of functional fitness among independent older adults: a preliminary report. *Percept Mot Skills.* 84: 1059-1074.
- Paasuke M., Ereline J. and Gapeyeva H., 2003 Age-related differences in knee extension rate of isometric force development and vertical jumping performance in women. *J Sports Med Phys Fitness.* 43: 453-458.
- Penninx B. W., Ferrucci L., Leveille S. G., Rantanen T., Pahor M. et al., 2000 Lower extremity performance in nondisabled older persons as a predictor of subsequent hospitalization. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 55: M691-697.
- Podsiadlo D. and Richardson S., 1991 The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc* 39: 142-148.
- Puthoff M. L. and Nielsen D. H., 2007 Relationships among impairments in lower-extremity strength and power, functional limitations, and disability in older adults. *Phys Ther.* 87: 1334-1347. Epub 2007 Aug 1337.
- Samson M. M., Meeuwse I. B., Crowe A., Dessens J. A., Duursma S. A. et al., 2000

- Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age Ageing*. 29: 235-242.
- Schenkman M., Berger R. A., Riley P. O., Mann R. W. and Hodge W. A., 1990 Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Phys Ther*. 70: 638-648; discussion 648-651.
- Schot P. K., Knutzen K. M., Poole S. M. and Mrotek L. A., 2003 Sit-to-stand performance of older adults following strength training. *Res Q Exerc Sport*. 74: 1-8.
- Seeman T. E., Charpentier P. A., Berkman L. F., Tinetti M. E., Guralnik J. M. et al., 1994 Predicting changes in physical performance in a high-functioning elderly cohort: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol*. 49: M97-108.
- Shen S., Abe T., Tsuji T., Fujii K., Ma J. et al., 2017 The relationship between ground reaction force in sit-to-stand movement and lower extremity function in community-dwelling Japanese older adults using long-term care insurance services. *Journal of Physical Therapy Science* 29: 1561-1566.
- Shepherd RB, Koh HP: Some biomechanical consequences of varying foot placement in sit-to-stand in young women. *Scand J Rehabil Med*, 1996, 28: 79-88.
- Shimada H., Furuna T., Obuchi S., Sugiura M., Yoshida H. et al., 2006 Timed Up & Go Test is a Useful Assessment Tool for Community Health in Elderly People. *The Journal of Japanese Physical Therapy Association* 33: 105-111.

文 献

- Shinkai S., Watanabe S., Kumagai S., Fujiwara Y., Amano H. et al., 2000 Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age and Ageing* 29: 441-446.
- Shumway-Cook A., Brauer S. and Woollacott M., 2000 Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther.* 80: 896-903.
- Terwee C. B., Bot S. D., de Boer M. R., van der Windt D. A., Knol D. L. et al., 2007 Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol.* 60: 34-42. Epub 2006 Aug 2024.
- Tsuji T., Tsunoda K., Mitsuishi Y. and Okura T., 2015 Ground Reaction Force in Sit-to-stand Movement Reflects Lower Limb Muscle Strength and Power in Community-dwelling Older Adults. *International Journal of Gerontology* 9: 111-118.
- Tsunoda K., Soma Y., Kitano N., Tsuji T., Mitsuishi Y. et al., 2013 Age and gender differences in correlations of leisure-time, household, and work-related physical activity with physical performance in older Japanese adults. *Geriatr Gerontol Int* 13: 919-927.
- van Lummel R. C., Walgaard S., Maier A. B., Ainsworth E., Beek P. J. et al., 2016 The Instrumented Sit-to-Stand Test (iSTS) Has Greater Clinical Relevance than the Manually Recorded Sit-to-Stand Test in Older Adults. *PLoS One.* 11: e0157968. doi: 0157910.0151371/journal.pone.0157968. eCollection 0152016.

- van Lummel R. C., Walgaard S., Pijnappels M., Elders P. J., Garcia-Aymerich J. et al., 2015 Physical Performance and Physical Activity in Older Adults: Associated but Separate Domains of Physical Function in Old Age. *PLoS One*. 10: e0144048. doi: 0144010.0141371/journal.pone.0144048. eCollection 0142015.
- Visser M., Goodpaster B. H., Kritchevsky S. B., Newman A. B., Nevitt M. et al., 2005 Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 60: 324-333.
- Yamada T. and Demura S., 2005 Instruction in reliability and magnitude of evaluation parameters at each phase of a sit-to-stand movement. *Percept Mot Skills*. 101: 695-706.
- Yamada T. and Demura S., 2009 Relationships between ground reaction force parameters during a sit-to-stand movement and physical activity and falling risk of the elderly and a comparison of the movement characteristics between the young and the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 48: 73-77.
- Yamada T. and Demura S., 2010 The relationship of force output characteristics during a sit-to-stand movement with lower limb muscle mass and knee joint extension in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr* 50: e46-50.
- Yang M., Jiang J., Hao Q., Luo L. and Dong B., 2015 Dynapenic obesity and lower extremity function in elderly adults. *J Am Med Dir Assoc*. 16: 31-36. doi: 10.1016/j.jamda.2014.1006.1019. Epub 2014 Sep 1016.

文 献

中谷 敏昭, 灘本 雅一, 三村 寛一, 伊藤 稔, 2002 日本人高齢者の下肢筋力を簡便に評価する 30 秒椅子立ち上がりテストの妥当性. 体育學研究 47: 451-461.

中谷 敏昭, 上 英俊, 2004 椅子からの立ち上がり動作を利用した下肢筋力測定法. 体力科学 53: 183-188.

井戸田 学, 杉山 享史, 立松 祥, 片桐 祐佳, 古川 公宣, 2008 地域在住高齢者における起居動作能力と IADL の関係. 東海北陸理学療法学会誌 24: P106-P106.

内閣府, 2017 平成 29 年版高齢社会白書 (全体版).

加藤 宗規, 山崎 裕司, 柘 幸伸, 2001 ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定--固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響. 総合リハビリテーション 29: 1047-1050.

厚生労働省, 2012a 介護予防マニュアル改訂版.
http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1_1.pdf (2017 年 10 月 14 日アクセス可能)

厚生労働省, 2016 国民基礎調査 (統計表).

厚生労働省, 2012 介護予防マニュアル.

古谷野 亘, 1987 地域老人における活動能力の測定--老研式活動能力指標の開発. 日本公衆衛生雑誌 34: p109-114.

園田 茂, 大橋 正洋, 小林一成・他, 2001 リハビリテーション関連雑誌における測定
法使用動向調査 3. リハ医学: 796-798.

大塚 友吉, 道免 和久, 里宇 明元, 園田 茂, 才藤 栄一・他, 1994 高齢者の握力
測定法と正常値の検討. リハビリテーション医学 31: 731-735.

宮原 洋八, 2017 地域高齢者の要介護度と筋力との関連. 理学療法さが 3: 1-5.

宮永 真澄, 藤井 将彦, 酒井 宏和, 森本 恵子, 須藤 元喜・他, 2015 要支援・軽度要
介護高齢者における活動量計を活用した歩行支援プログラムの有用性の検討. 体
力科学 64: 233-242.

岩瀬 弘明, 村田 伸, 阿波 邦彦, 松尾 奈々, 佐藤 光美・他, 2013 疾患に関係なく簡
便に評価できる下肢機能測定法の検討: 虚弱高齢者用 10 秒椅子立ち上がりテス
ト (Frail CS-10) を用いて. 理学療法科学 28: 27-30.

市橋 則明, 池添 冬芽, 羽崎 完, 白井 由美, 浅川 康吉・他, 1998 各種ブリッジ動作
中の股関節周囲筋の筋活動量—MMT3 との比較—. 理学療法科学 13: 79-83.

徳久 謙太郎, 鶴田 佳世, 宇都 いづみ, 榎野 浩司, 岡田 洋平・他, 2007 ハンドヘル
ドダイナモメーターを用いた新しい膝伸展筋力測定方法の臨床的有用性: 虚弱
高齢者を対象とした検者間再現性, 妥当性, 簡便性の検討. 理学療法学 34: 267-272.

政所 和也, 竹井 和人, 村田 伸, 井原 雄彦, 甲斐 義浩, 2012 市販体重計を用いたブ

文 献

- リッジ力測定法の再現性と妥当性の検討. ヘルスプロモーション理学療法研究 2: 97-100.
- 政所 和也, 村田 伸, 宮崎 純弥, 堀江 淳, 阿波 邦彦・他, 2014 地域在住男性高齢者のブリッジ力と立位バランスならびに筋力との関連. 理学療法科学 29: 405-409.
- 新開 省二, 渡辺 修一郎, 熊谷 修, 2000 高齢者の活動的余命の予測因子としての 5m 歩行速度. 運動疫学研究 2: 32-38.
- 村田 伸, 大田尾 浩, 村田 潤, 堀江 淳, 2011 虚弱高齢者用 10 秒椅子立ち上がりテスト (Frail CS-10) と ADL との関連. 理学療法科学 26: 101-104.
- 村田 伸, 大田尾 浩, 村田 潤, 堀江 淳, 鬼塚 美佳・他, 2010 虚弱高齢者用 10 秒椅子立ち上がりテスト (Frail CS-10) の有用性の検討. 理学療法科学 25: 431-435.
- 松村 将司, 竹井 仁, 市川 和奈, 小川 大輔, 宇佐 英幸・他, 2012 固定用ベルトを用いたハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性筋力測定の検者内・間の信頼性: 膝関節屈曲・足関節背屈・底屈・外がえし・内がえしに対して. 日本保健科学学会誌 15: 41-47.
- 浅川 康吉, 池添 冬芽, 羽崎 完, 黒木 裕士, 河野 一郎・他, 1997 高齢者における下肢筋力と起居・移動動作能力の関連性. 理学療法学 24: 248-253.
- 清野 諭, 藪下 典子, 金 美芝, 2009 基本チェックリストによる「運動器の機能向上」プログラム対象者把握の意義と課題--「能力」と「実践状況」による評価からの

検討. 厚生指標 56: 23-31.

牧迫 飛雄馬, 太田 暁美, 瀬高 英之, 原田 正彦, 中村 好男・他, 2008 虚弱高齢者における身体運動機能評価を目的とした5回椅子立ち座りテストの改良とその信頼性の検証. スポーツ科学研究 5: 71-78.

辻 哲也, 園田 茂, 千野 直一, 1996 入院・退院時における脳血管障害患者のADL構造の分析-機能的自立度測定法(FIM)を用いて. リハビリテーション医学 33: 301-309.

辻 大士, 三ッ石 泰大, 角田 憲治, 尹 智暎, 北濃 成樹・他, 2011a 地域在住高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力と身体機能, 転倒経験, 転倒不安, 起居移動動作能力との関連性. 体力科学 60: 387-399.

辻 大士, 角田 憲治, 大藏 倫博, 2011b 縦断調査における地域在住高齢者の椅子立ち上がり動作時の地面反力と転倒発生, 起居移動動作能力低下との関連. 体育測定評価研究 11: 13-23.

辻 大士, 大藏 倫博, 田中 喜代次, 2011c 中年・高齢期女性の椅子立ち上がり動作時の地面反力と年齢との関連. 日本運動生理学雑誌 18: 21-29.

辻 大士, 2014 中年・高齢者を対象とした椅子立ち上がり動作時の地面反力による下肢筋力・筋パワー測定法の確立. <https://core.ac.uk/download/pdf/56657144.pdf>
(2017年10月18日アクセス可能)

文 献

田島 里佳, 2001 椅子からの立ち上がり動作における膝関節屈曲角度と足底圧中心点との関係. 昭和医学会雑誌 61: 222-232.

鶴見 隆正, 松本 規男, 上田 哲士, 1980 大殿筋筋力増強肢位の筋活動について. 臨床理学療法: 社団法人日本理学療法士協会機関紙 7: 147-148.

山田 孝禎, 出村 慎一, 横谷 智久, 2008 女性高齢者における1回と反復立ち上がり動作時の床反力相互および床反力と体力テストの関係. 教育医学 53: 350-356.

関連論文

本論文は、以下に示した関連論文に、未発表の実験結果をまとめてまとめられたものである。

課題 1 の関連論文

1. Shen S, Abe T, Tsuji T, Fujii K, Ma J, Okura T. The Relationship between Ground Reaction Force in Sit-to-stand Movement and Lower Extremity Function in Community-dwelling Japanese Older Adults Using Long-term Care Insurance Services. *Journal of Physical Therapy Science* 29: 1561-1566, 2017.

課題 2 の関連論文

2. 慎少帥, 藤井啓介, 馬せい宇, 阿部巧, 辻大士, 藤井悠也, 大藏倫博. 要支援・要介護高齢者を対象とした椅子立ち上がり時の床反力と下肢筋力, 日常生活動作能力との関連性. *理学療法科学* 32(6): 561-566, 2017.