

平成22年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告Ⅰ

高齢者の元気長寿支援 プログラム開発に関する研究

— 第2報 —

財団法人 日本体育協会
スポーツ医・科学専門委員会



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp/>

平成22年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 I
高齢者の元気長寿支援プログラム開発に関する研究
— 第 2 報 —

研究班長 田中喜代次¹⁾
研究班員 大藏 倫博¹⁾ 小澤多賀子²⁾
 藪下 典子³⁾ 大田 仁史⁴⁾
担当研究員 森丘 保典⁵⁾

目 次

はじめに ～高齢者の元気長寿支援プログラム開発に関する研究 第2報の報告にあたって～
..... 研究班長 田中喜代次 3

1. 転倒防止プログラムの開発 ～つまずき時に踏みとどまるバランス能力からの提案～
..... 大久保善郎、清野 諭、鄭 松伊、大須賀洋祐 5
 根本みゆき、大田 仁史、田中喜代次

2. 筋力維持・改善プログラムの開発 ～虚弱度別の提案～
..... 根本みゆき、齋藤 真紀、金 知慧、大月 直美、清野 諭 13
 沖 直哉、小澤多賀子、藪下 典子、田中喜代次

3. 歩行能力の維持・改善に着目した身体的虚弱改善プログラムの開発
..... 大須賀洋祐、金 知慧、齋藤 真紀、鄭 松伊、根本みゆき 27
 大月 直美、大久保善郎、藪下 典子、田中喜代次

4. 地域在住高齢者の認知症予防を目的とした脳機能賦活プログラムの開発
..... 大藏 倫博、尹 智暎、檜森えりか、小澤多賀子 35

5. 立ち上がり動作時の地面反力変数による下肢筋機能評価尺度の開発
..... 辻 大士、金 泰浩、大藏 倫博 47

6. 高齢者の身体活動量、身体機能との関連からみた身体的虚弱化リスク評価尺度の開発
- 乗物を利用した外出頻度によるスクリーニングの重要性 -
..... 角田 憲治、北濃 成樹、尹 之恩、真田 育依 53
 堀田 和司、村木 敏明、大藏 倫博

7. 介護予防を目的として高齢者の運動の継続化を見据えた運動サロンの設置と普及の試み
～現状と課題の把握～
..... 三ッ石泰大、井上 実咲、大藏 倫博 61

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科、2) 株式会社 THF、3) 医療法人八千代会八千代病院、
4) 茨城県立健康プラザ、5) 日本体育協会スポーツ科学研究室

はじめに 高齢者の元気長寿支援プログラム開発に関する研究 第2報の報告にあたって

田中喜代次¹⁾

老人が老人を介護する「老老介護」時代、軽症の認知症高齢者が重症の認知症高齢者を介護する「認認介護」時代が到来している。高齢化・少子化・一世代同居化が進行するなか、国民の老後の生活環境は今後さらに厳しいものとなることが確実視されている。また、循環系疾患や代謝内分泌疾患を有する国民の数は増加の一途であり、その抑制手段の一つに運動の習慣化が推奨されている。

本プロジェクトの代表である田中らは、平成14・15年度に中高年者の多くが使える「基本運動プログラム」の作成に努めてきた。そして平成16・17年度には、内科的・外科的疾患（病態）を有する中高年者のために、「病態別運動プログラム」を提案した。病態別とは、肥満症、内臓脂肪型肥満、糖尿病、高血圧症、心疾患、脳血管疾患、慢性閉塞性肺疾患、整形外科的疾患（主に変形性膝関節症）を指している。基本運動プログラムは、運動の目標設定、種目、強度と時間、回数などの基本的事項をはじめ、服装、体調チェック、時間帯、水分補給などの注意事項を解説している。また、運動の実践例として、ウォーキング、ジョギング、バランスボールエクササイズ、水中運動、ゴムバンドエクササイズ、ダンベルエクササイズ、器具を使用しない筋力強化運動、チェアエクササイズ、ボールレクリエーションなどを紹介している。

平成22年（2010年）発行の第2版では、初版の『中高年者のための運動プログラム＜基本編＞』を『中高年者の元気長寿のための運動プログラム』に、そして『中高年者のための運動プログラム＜病態別編＞』を『中高年者の疾病予防・改善

のための運動プログラム』にタイトルを変更することとした。

これらの成果を受けて、本プロジェクトチームは、平成21年度より高齢者の元気長寿を実現するための様々な支援プログラムを提案しようとしている。＜基本編＞＋＜病態別編＞＋＜要介護化要因別編＞の3点セットでもって、中高年者の健康長寿・元気長寿・要介護防止を図る支援が充実するとの仮説である。＜基本編＞、＜病態別編＞、＜要介護化要因別編＞のいずれをとっても、むずかしい課題であり、常に部分改訂が必要となるため、今後も内容の充実に努めていく所存である。

本プロジェクトの具体的な目的は、元気高齢者および二次予防に係る事業の対象者（旧特定高齢者、虚弱高齢者）の要介護化リスクを早期に判定（スクリーニング）できる評価尺度の作成と、危険要因別の元気長寿支援運動プログラムの開発、さらには、実践・評価・継続・普及につながる地域に根ざした一連のシステムを開発することである。そこで、本プロジェクトの第2期にあたる今期（平成22年度）は、平成14～17年度に報告した運動プログラムを発展的に活用した新しいプログラムを要介護化要因（転倒、歩行能力低下、筋力低下、認知機能低下、閉じこもり等）別に提案することとした。今期の後半からは、元気長寿支援システムの構築のための予備的検討にも着手している。詳細は各班員の報告書を参照されたい。

平成23年度以降は、これまでの研究成果に基づき、運動が継続しやすく、波及効果ももたらされ、地域の人材や社会環境と融合・調和しうるような、地域に根づく新しい元気長寿支援システムの開発を目指す計画である。

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

1. 転倒防止プログラムの開発 ～つまずき時に踏みとどまるバランス能力からの提案～

大久保善郎¹⁾、清野 諭¹⁾、鄭 松伊¹⁾、大須賀洋祐¹⁾、根本みゆき¹⁾、大田仁史²⁾、田中喜代次¹⁾

1. 背景

本邦の高齢化率（22.7%）は上昇を続け、5人に1人が高齢者という社会が間近に迫っている¹⁾。高齢者の認知症や寝たきりなどの要介護状態を予防するために、運動の習慣化が推奨されている。本プロジェクトの代表である田中らは、平成14・15年度に中高年者の多くが使える「基本運動プログラム」²⁾を、平成16・17年度には、内科的、外科的疾患（病態）を有する中高年者のために、「病態別運動プログラム」³⁾を提案した。これらの成果を受けて、本プロジェクトチームは、平成20年度より高齢者の元気長寿を実現するための運動プログラムを提案しようとしている。本章では、つまずきによる転倒に着目した運動プログラムを提案する。

1年間に地域在住高齢者の約3人に1人が何らかの転倒を経験しており⁴⁾⁵⁾、転倒・骨折は本邦の要介護化要因の第5位に挙げられている⁶⁾。人口の高齢化がさらに進行してゆくと⁷⁾、転倒の発生頻度やその重傷度はさらに深刻化する可能性が高い⁸⁾。このような事態を防ぐべく、転倒要因の解明や転倒防止プログラムの開発が進められ⁹⁾、地域での転倒防止の取り組み¹⁰⁾も展開され始めている。

開眼片足立ち（one-leg-stance）は、簡便にバランス能力を測定できることから、広く普及しており、文部科学省の新体力テストにも採用されているが、次のような限界がある。①縦に長く、横に短い足底部の形状から、片足立位では横方向（横断軸）のバランス課題となる（図1）。しか

し、高齢者の転倒に多い歩行中のつまずき時は、体が前方へ傾斜するため、縦方向（矢状軸）のバランス能力が必要とされる。②つまずいた際には瞬間的なバランス能力を要するが、開眼片足立ちは60～120秒を上限としているため、測定値には筋持久力や集中力の影響が混入しやすい¹¹⁾。③両手を腰から離さないルールは、バランス保持を下肢の筋力だけに依存させることになり、全身を使ってバランスをとる転倒時の動作からの乖離を引き起こしている。これらの解決策として、我々はつま先片足立ちテスト（one-leg-toe-stance）を考案した。つま先片足立ちでは、①足部支持面の矢状軸が短くなり、縦方向のバランス課題が加わる（図1）。②難易度が増したことで測定時間が短くなり、筋持久力や集中力の影響を制限することができる。③両手を自由にすることで、全身で姿勢を制御することになり、つまずき時の動作に類似したバランス課題と位置づけることができる。

本研究の目的は、地域在住高齢者におけるつま先片足立ちテストの併存的妥当性および判別妥当性を検討し、転倒防止プログラムを提案することである。

2. 方法

A. 研究デザインおよび対象者

本研究のデザインは横断研究である。本研究の対象者は、2010年に千葉県袖ヶ浦市で開催された体力測定に参加した地域住民である。参加者は、各自治体の広報誌や募集チラシ、自治体職員による参加奨励などにより募集した。体力測定に参加した266名から、60歳未満の者3名、体力測定を受けていない1名を除外し、最終的に262

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

2) 茨城県立健康プラザ

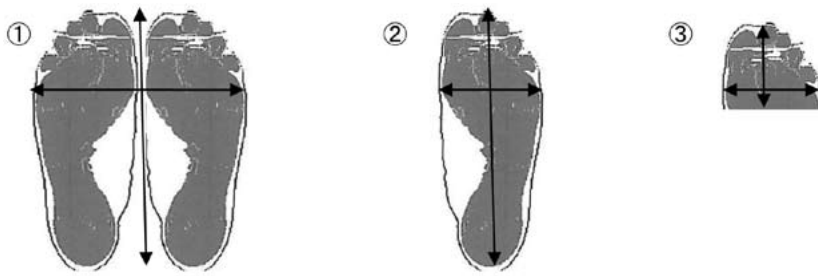


図1. ①自然立位、②片足立ち、③つま先片足立ち時の支持基底面と矢状軸および横断軸

名（男性85名（32.4%）、女性177名（66.5%））を分析対象者とした。

倫理面については、筑波大学に帰属する研究倫理委員会の承認を受けた。参加者は、自治体主催の体力測定に本人の意思で参加した。全ての参加者に研究の目的や体力測定、質問紙調査内容、体力測定データの取り扱いについて説明し、データ分析の際にはIDにより匿名化し個人を特定できないよう配慮すること、研究に伴う不利益が生じた場合、一度同意した場合でも随時撤回できることを口頭および文書にて伝え、自筆署名による承諾を得た。

B. 調査項目と調査方法

測定項目はつま先片足先立ち、転倒状況、および転倒や虚弱化との関連が報告されている体力測定3項目である。

(1) つま先片足立ち

両手を自然に体側に下ろし、肩幅に開いた両足平行に、床の上に立った状態から両足の踵を床から4 cm 程度離し、つま先立ちになるよう教示した。つま先立ちで安定を確認した後、片足を床から離してできるだけ長く立ち続けるよう教示した。全身の協調性を駆使してバランスを保持できるよう、手は腰に当たらないよう求めた。踵が床についたり、支持足以外の身体部分が着地した時点でバランスが崩れたものとみなした。計測は足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間

とし、最大値は20秒とした。左右1回ずつ0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録した。

(2) 転倒状況

「あなたは過去1年間に転倒したことがありますか?」という問いに対して、「ない」、「1回だけある」、「2回以上ある」の3件法にて回答を得た。転倒の定義は、「自分の意志からではなく、膝、上肢（手、腕など）あるいは尻や腰などの身体部分が床面や地面などのより低いレベルに接触すること」¹²⁾とした。なお、本邦の地域在住高齢者における、過去1年間の思い出し法による転倒発生調査の信頼性は、芳賀ら¹³⁾によって確認されている。さらに、「どちらの方向に転びましたか」という問いに対して、「前方」、「右前方」、「右」、「右後方」、「後方」、「左後方」、「左」、「左前方」の8件法にて回答を得た。「転んだ原因のうち、もっとも大きなものを一つ選んでください」という問いに対して、「つまずいた」、「すべった」、「めまいがした・気が遠くなった」、「からだがふらついた」、「人や物に衝突した」、「段差があった」、「足を踏み外した・転落した」、「その他」の8件法にて回答を得た。過去1年間につまずきを原因として転倒を経験した者をつまずき転倒群とし、それ以外の者を非つまずき転倒群とした。

(3) 他の体力測定項目

1) 開眼片足立ち

両手を腰に当て、両足をそろえて床の上に立った状態から片方の足を床から離し、できるだけ長

く立ち続けるよう教示した。接地している支持足の裏が動いたり、腰に当てた手が離れたり、支持足以外の身体部分が着地した時点でバランスが崩れたものとみなした。計測は足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は60秒とした。左右を問わず0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録した。

2) タンデムバランス

両手を腰に当てて片足を一足分前に出し、前足のかかとと後ろ足のつま先をつけて直線上に立った状態で、できるだけ長く立ち続けるよう教示した。足の裏が動いたり、腰に当てた手が離れたり、下肢のみで姿勢の維持が不可能になった時点でバランスが崩れたものとした。計測は前足のかかとと後ろ足のつま先をつけて直線状に立った時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は30秒とした。左右の足を入れ替えて1回ずつ0.01秒単位で計測し、平均値を記録した。なお、体重は両脚に均等にかけるよう教示した。

3) ファンクショナルリーチ

壁に横向きに立ち、伸展させた両腕を肩の高さまで前方に上げ、その時点での第3指の先端を0 cmとした。腕を肩と同じ高さに保ったまま可能な限り上体を前傾し、両腕の指先が前方に移動した距離を1 cm単位で2回計測し、平均値を記録した。

C. 統計解析

すべての項目は、割合 (%) または平均値 ± 標準偏差で示した。つまずきによる転倒の判別妥当性を検討するため、つまずき転倒群と非つまずき転倒群の体力測定値を対応のない t 検定を用いて比較した。なお、本研究では各群において対象者のマッチングをおこなっていない。併存的妥当性を検討するために、つま先片足立ちと他の体力測定の間関係数を、左右差を検討するために、つま先片立ちの右足と左足との間関係数を求めた。

全ての統計解析には SPSS Statistics17を用い

表 1. 性・年齢階級別のつまずきによる転倒を経験した者の割合

	年齢階級	n	つまずき転倒者	
			n	(%)
男性	60-69	29	1	(3.4)
	70-79	44	3	(6.8)
	80-	12	1	(8.3)
	合計	87	5	(5.7)
女性	60-69	55	3	(5.5)
	70-79	87	4	(4.6)
	80-	36	4	(11.1)
	合計	179	11	(6.1)
全体		266	16	(6)

た。統計的有意水準は5%とした。

3. 結果

対象者の平均年齢は73.0 ± 6.4 (60~89) 歳 (男性72.2 ± 5.9歳、女性73.3 ± 6.6歳) であった。

表 1 に、性・年齢階級別のつまずきによる転倒を経験した者の割合を示した。男性5.7% (5名)、女性6.1% (11名)、全体で6.0% (16名) が過去1年間につまずきによる転倒を経験していた。

図 2 には、転倒方向の頻度を円グラフで示した。前方41.5% (17名) が最も多く、左前方17.1% (7名)、右前方12.2% (5名) を合わせると、70.1% (29名) に達した。

図 3 には、転倒のきっかけの頻度を円グラフで示した。最も多かったのがつまずき39% (16名) であった。次に、その他22.0% (9名)、段差14.6% (6名)、滑り7.3% (3名) という回答であった。

図 4 には、性・年齢階級別のつま先片足立ち時間を棒グラフで示した。つま先片足立ち時間は、男性では年代ごとの有意差がみられず、女性では年代が上がることも有意に低下していた。

表 2 には、つま先片足立ちと他の体力測定項目

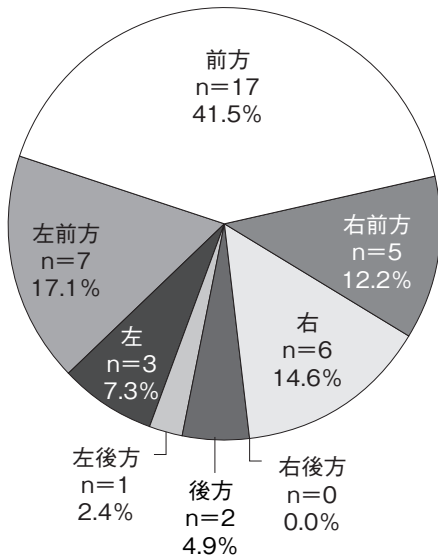


図2. 転倒方向の頻度 (n = 41)

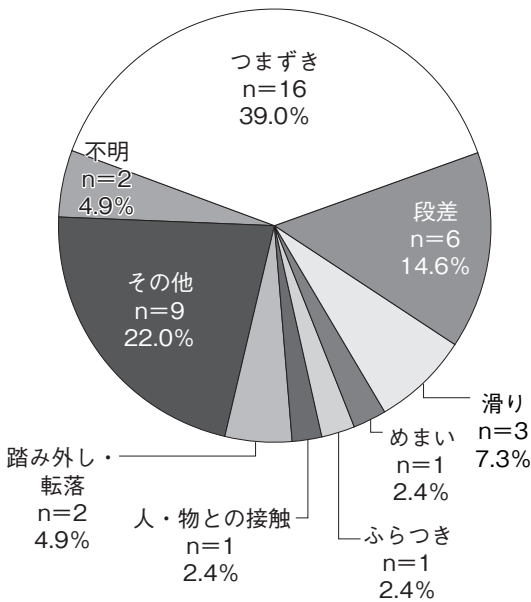


図3. 転倒のきっかけの頻度 (n = 41)

およびつま先片足立ちの右足と左足の相関係数を示した。すべての体力測定とつま先片足立ちとの間に有意な相関関係 ($P < 0.05$) がみられた。つま先片足立ちにおける右足と左足には中程度の相関

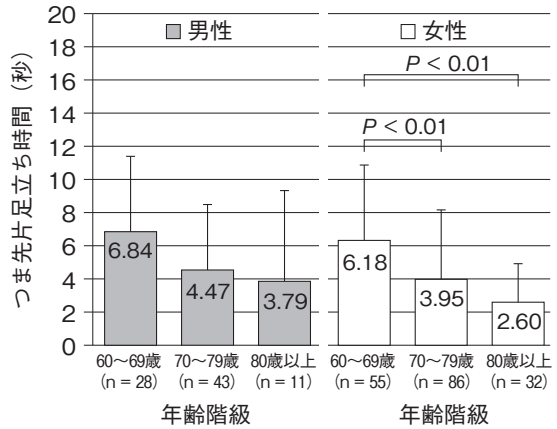


図4. 性・年齢階級別のつま先片足立ち時間 (n = 255)

表2. つま先片足立ちテストと他の体力測定項目および右足と左足の相関係数 (n = 262)

測定項目	相関係数
つま先片足立ち × 開眼片足立ち	0.27 **
つま先片足立ち × タンデムバランス	0.15 *
つま先片足立ち × ファンクショナルリーチ	0.21 **
つま先立ち 右足 × 左足	0.59 **

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

関係 ($r = 0.59$, $P < 0.01$) がみられた。

表3には、つまずき転倒群および非つまずき転倒群における各体力測定値の比較結果を示した。つま先片足立ちのみにおいて、つまずき転倒群と非つまずき転倒群の間に有意差 ($P < 0.05$) がみられた。他の3つの体力測定項目では、同様の有意差はみられなかった。

4. 考察

A. つまずき時に踏みとどまる能力を評価する意義

本研究の参加者における転倒方向の調査では、前方および斜め前方向への転倒が大多数 (70.1%) を占めていた。転倒のきっかけはつまずきが最も多かった (39%)。また、転倒のパターンがつまず

表3. つまずき転倒群および非つまずき転倒群における各体力測定値の比較 (n = 262)

測定項目	つまずき転倒群 (n = 16)		非つまずき転倒群 (n = 246)	
つま先片足立ち、秒	3.4	± 1.6	4.7	± 4.5 *
開眼片足立ち、秒	36.6	± 23.7	37.8	± 22.8
タンデムバランス、秒	27.6	± 4.7	28.0	± 5.5
ファンクショナルリーチ、cm	29.7	± 8.4	27.4	± 6.5

平均値 ± 標準偏差

* P < 0.05 vs つまずき転倒群

きと同様で、明らかな段差の存在に気が付かなかった場合 (14.6%) を合わせると過半数 (53.7%) を占めていた。このことから、地域在住高齢者においてつまずきによる前方向への転倒対策の必要性が示唆され、前方につまづく時に「踏みとどまるバランス能力」を測定する意義が確認された。

B. つま先片足立ちテストの有効性

(1) 併存的妥当性

開眼片足立ち¹⁴⁾、ファンクショナルリーチ¹⁵⁾、タンデムバランス¹⁶⁾は転倒発生との関連が報告されている。つま先片足立ちテストはこれらすべての体力測定項目との有意な相関がみとめられたものの、それらの相関係数は低い値を示した。

1) 開眼片足立ちは、静的バランスのテストではあるが、片足の測定という性質上、極めて狭い支持基底面内で重心線をコントロールする能力を測定していることになり、姿勢調整の正常な機構に何らかの機能低下が生じている転倒者のスクリーニングに有用であると考えられている¹⁷⁾。開眼片足立ちが横方向のバランス能力を診ているのに対して、つま先片足立ちは前後方向のバランス能力の高低が追加されるため、力を発揮する筋群が異なるのかもしれない。この点については筋電図分析を通して、筋力の発現箇所を特定する必要がある。

2) タンデムバランスは開眼片足立ちの測定が困難な虚弱高齢者のバランス測定として採用され

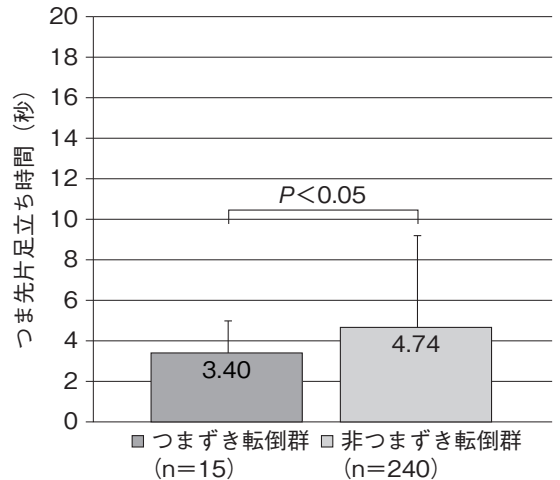


図5. つまずき転倒群および非つまずき転倒群のつま先片足立ち時間 (n = 255)

ているが、両足を縦の直線上におくことから、縦方向のバランスは自然立位と変わらないかむしろ安定性が増し、横方向のバランス能力のみが測定値に反映される。この点は縦方向のバランスを狙いとするつま先立ちと異なっている。つま先立ちは難易度が高く、虚弱高齢者への適応は困難であると考えられたが、縦方向のバランス能力を測定するためには両足でのつま先立ちテストが有効であるかもしれない。

3) ファンクショナルリーチは24cm以下で転倒リスクが高くなることが報告されており¹⁵⁾、前方向への傾きに耐える能力が含まれる。しかし、ファンクショナルリーチにはハムストリングスの

表4. つまずき予防・対処、けが回避に焦点を当てた3ヵ月間の転倒防止プログラム

目的	つまずき予防	つまずき対処			ケガ・骨折の回避
		踏みとどまる力		とっさの一步	
1ヵ月目	つま先上げ (座位)	かかと上げ (座位)	つま先バランス (両足)	もも上げ	壁タッチ
2ヵ月目	つま先上げ (立位)	かかと上げ (立位・両足)	つま先バランス (片足・支え)	障害物またぎ	床タッチ
3ヵ月目	つまずきにくい 歩行訓練	かかと上げ (立位・片足)	つま先バランス (片足)	障害物の 前後ステップ	床プッシュ

柔軟性や脊柱の湾曲度が大きく影響すると考えられた。

(2) 判別妥当性

体力測定値をつまずき転倒群と非つまずき転倒群で比較したところ、つま先片足立ちのみ有意差がみられ、つまずきによる転倒の判別妥当性があることが示唆された。つま先片足立ち時間が長いことは、つまずきの際に片脚を踏み出して姿勢を保持するまでの間、軸足で体重を支持することができると考えられた。反対に、つま先片足立ち時間が短いことは、つまずいた時に軸足でバランスを保持する能力が低く、そのまま前方に転倒しやすいのだと考えられた。村田ら¹⁸⁾は自作した足把持力測定器を用いて、転倒経験と足把持力がと有意に関連(オッズ比:0.63、95%信頼区間:0.46-0.87)することを報告した。足把持力はつま先でのバランス維持に必須の能力の1つであるが、特別な測定機器が必要であるという問題がある。また、足把持力の他に体の傾きを感じる体性感覚系の働きも重要であり、つま先片足立ちテストは下肢筋力、体性感覚、全身の協調性を総合的に発揮して立位姿勢を保つことができる時間を測定するものと考えられた。

(3) 左右差

つま先片足立ちテストの右足と左足の相関係数($r=0.59$)は中程度であることから、左右に能力差の存在が示唆された。高齢者においては膝関節痛などの有無や脚筋力が左右で異なることが一因

として考えられた。本研究では、同一足での繰り返しの測定をおこなっていないため、再現性の指標である級内相関係数を算出することができなかった。再現性については、今後の課題である。

C. 転倒予防プログラムの提案

表4に、本研究の結果より我々が開発した転倒防止プログラムを示した。このプログラムは歩行中のつまずき予防、つまずき対処能力強化、転倒した場合のケガ・骨折回避動作習得の3つに焦点が当てられている。前方に傾いた体をコントロールする能力を高めることが転倒予防に寄与すると考えられた。それにより、つまずきが生じても転倒を回避する能力を身につけられると期待できる。

(1) つまずき予防

転倒を防ぐためにはまず重要なことは、つまずきを減らすことである。高齢者は前脛骨筋の委縮などにより、歩行中のつま先が下がり、脚を上げていても、垂れ下ったつま先が地面や段差に引っかかることがある。そのためつま先上げ運動による前脛骨筋の強化と、歩行の遊脚期にある足のつま先を上方に向けることが有効である。

(2) つまずき対処能力の強化

転倒予防運動として用いられるかかと上げ運動(カーフレイズ)は、虚弱高齢者において座位でおこなわれることがあるが、全身の体重が負荷となる立位、さらに片足でできるように目標を設定す

ることが必要であると考えられた。もちろん、この運動には転倒の危険性が伴うが、武藤ら¹⁹⁾は転倒の危険性を完全に排除した安全な状況では転倒防止効果があまり期待できないと述べている。そのため、指導者は運動中の転倒に細心の注意を払いながら、段階的に難易度を上げていくことにより、リスクと効果のバランスを保ち、転倒防止を目指す必要があると考えられた。転倒防止のためのつま先片足立ちテストの目標値は今後のさらなる検討が必要であるが、現時点では5～10秒以上を目標とすることが良いと考えられた。

また、つまずき時には支持足での踏ん張りと同様に、素早い踏み出しが欠かせない。スムーズな踏み出し動作を習得するために、最大一步幅や障害物またぎ能力を向上させる運動が重要だと考えられた。また、最大一步幅の向上には大股歩行など、障害物またぎ能力の向上には、柔らかくて安全性の高いスポンジや紙などの障害物を実際に用いて、できるだけ素早くまたぐ運動をおこなうことが重要だと考えられた。従来からおこなわれている転倒防止運動を、より実践的な形式に近づけておこなうことで、実際のつまずきの場面で安全に対処できる能力が向上するものと期待される。

(3) ケガ・骨折の回避

様々な転倒防止プログラムは転倒率を有意に低下させることが報告されているが、すべての転倒を完全に防ぐことは難しい。したがって、万が一転倒した際に、ケガの程度を最小限にするためのスキルを習得することは重要である。ケガを回避するには、できるだけ早く両手（または片手）を地面に着け、肩および肘をタイミング良く屈曲させて、体の勢いを吸収することが重要である。本プログラムでは、腕の屈伸運動を用いて、段階的に負荷を高め、最終的に身体を瞬間的に受け止める筋力と協調性を得ることを狙いとした。

(4) 本プログラムの活用法

本研究により開発された転倒防止プログラムは、転倒を予防または防止するために必要とされ

る内容の骨格を示すものであり、参加者のレベルやニーズに合わせて、負荷を調節し、レクリエーションなどの一部として組み込まれることも可能である。また、準備体操や整理体操を含めて独立した運動教室の内容として活用したり、他の介護予防運動プログラムや栄養教育などと組み合わせたりするなど、柔軟に活用することができる。重松ら²⁰⁾は、つまずきによる転倒予防プログラムとして「スクエアステップ」を開発しているが、この運動プログラムは、つまずき時に起こりうる様々な方向への素早い踏み出し動作の習得を期待するものである。したがって、つまずき時の踏みとどまる能力に重点を置いた本研究のプログラムと組み合わせることで、より大きな転倒防止効果が期待される。

D. 研究の限界と今後の課題

本研究の限界として、第1に、安全性の問題がある。従来の開眼片足立ちに比べ、対象者がより不安定な状態になっているため測定中に転倒する危険性もある。本研究では、測定中の転倒事故は1件も生じなかったが、より安全な測定場所や測定検査の立ち位置などについてさらなる検討が必要である。第2に、測定誤差の問題がある。短い高齢者でつま先片立ち時間は2～3秒であるが、時間が短いため測定検査のストップウォッチを押すタイミングによる測定誤差や検査者間誤差の占める割合が大きくなる可能性が考えられた。第3に対象者の選択バイアスの存在が考えられた。対象者が体力測定会に自主的に参加した者であることから、相対的に体力の高い集団であった可能性は否定できない。体力のより低い集団でも同様に測定が可能であるか、今後検討していく必要がある。第4に、つま先片足立ちは左右1回ずつしか測定しておらず、再現性の検討ができなかった。今後は、同じ足で複数回の測定をおこない再現性を検討する必要がある。第5に、転倒状況の情報は、過去1年間について回顧的に調査しているた

め、思いだしバイアスの問題がある。つまずきによる転倒の発生との関連をより正確に検討するために、つまずきや転倒の発生状況について、転倒カレンダーや電話による調査を前向きにおこなう必要がある。

今後は、これらの点を踏まえて、測定精度を高め、地域在住高齢者への運動介入によるつま先片足立ちテストや転倒発生への影響を検討する必要がある。

5. 結論

地域在住高齢者におけるつま先片足立ちテストは、つまずきによる転倒の有無と関連することが示唆された。効果的な転倒防止策には、つまずいて体が前方に傾くときに踏みとどまるバランス能力を強化することの重要性が示唆された。

文 献

- 1) 内閣府. 平成22年版高齢社会白書. 2010.
- 2) 田中喜代次, 中垣内真樹, 重松良祐. 中高年者のための運動プログラム-基本編-. 第1版, 東京: ナップ, 2006.
- 3) 田中喜代次, 牧田茂. 中高年者のための運動プログラム-病態別編-. 第1版, 東京: ナップ, 2006.
- 4) 新野直明, 小坂井留美, 江藤真紀. 在宅高齢者における転倒の疫学. 日本老年医学会雑誌, 40, 484-486, 2003.
- 5) Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. N Engl J Med, 319 (26), 1701-1707, 1988.
- 6) 厚生労働省. 国民生活基礎調査, 2007.
- 7) 内閣府. 平成18年度体力スポーツに関する世論調査. <http://www8.cao.go.jp/survey/h18/h18-tairyoku/index.html>, 2006.
- 8) World Health Organization. Chapter1. Magnitude of fall - A worldwide overview WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age. 2008. pp 3-4.
- 9) American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc, 49, 664-672, 2001.
- 10) 芳賀博, 植木章三, 鳥貫秀樹. 地域における高齢者の転倒予防プログラムの実践と評価. 厚生の指標, 50, 20-26, 2003.
- 11) 田中喜代次, 木塚朝博, 大蔵倫博. 4章平衡性の測定と評価, 第1版, 健康づくりのための体力測定評価法. 東京: 金芳堂, 2007. pp 37-43.
- 12) Gibson MJ, Kane R, Evans JG, Macfadyen D. Improving the health of older people: A World View. Oxford Univ. Press, New York. 269-315, 1990.
- 13) 芳賀博, 安村誠司, 新野直明, 上野春代, 太島美栄子, 樋口洋子. 在宅老人の転倒に関する調査法の検討. 日本公衆衛生雑誌, 43, 983-988, 1996.
- 14) Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. J Am Geriatr Soc 45, 735-738, 1997.
- 15) Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. J Gerontol. 47(M), 93-98, 1992.
- 16) 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 松尾知明, 鄭松伊, 深作貴子, 奥野純子, 大蔵倫博, 田中喜代次. 地域での転倒予防介入で焦点となる転倒関連要因. 体力科学, 59 (4), 415-426, 2010.
- 17) 上野めぐみ, 河合祥雄, 三野大来, 鴨下博. 本邦における在宅生活高齢者の転倒関連因子についての Systematic Review (メタアナリシス手法を用いて). 日本老年医学会雑誌, 43, 92-101, 2006.
- 18) 村田伸, 津田彰, 稲谷ふみ枝, 田中芳幸. 在宅障害高齢者の転倒に影響を及ぼす身体及び認知的要因. 理学療法学, 32, 88-95, 2005.
- 19) 武藤芳照. 転倒予防のための運動プログラム-運動遊び-. 第1版, 転倒予防医学百科, 東京: 日本医事新報社, 2008. pp 257-263.
- 20) 重松良祐, 大蔵倫博, 坂井智明. 健常高齢者の転倒予防を目的とした運動プログラム, 第2版, 中高年者の疾病予防・改善のための運動プログラム. 東京: ナップ, 2010. pp 96-99.

2. 筋力維持・改善プログラムの開発～虚弱度別の提案～

根本みゆき¹⁾、齋藤真紀¹⁾、金 知慧¹⁾、大月直美¹⁾、清野 諭¹⁾、沖 直哉¹⁾、小澤多賀子²⁾、藪下典子³⁾、田中喜代次¹⁾

1. 緒言

高齢化が進む我が国において、虚弱化・要介護化予防は喫緊の課題となっている。虚弱化・要介護化のリスク要因には、身体的要因、心理的要因、遺伝的要因、社会的要因など様々なものが存在するが¹⁾、筋力低下や歩行障害に代表される身体機能の低下は、虚弱化や要介護化を説明する上で極めて重要な要因である²⁾。Ferrucci et al.³⁾は、筋量の減少が虚弱化と関連していることを報告し、また Bean et al.^{4,5)}は移動制限のある高齢者において、身体パフォーマンスには脚筋パワーが最も重要な要素であることを報告している。

このように、高齢者の虚弱化・要介護化予防の一助として、筋力の維持・改善が重要であるといえることから、筋力運動を中心とした運動プログラムが広く導入され、低強度から高強度までその効果が多数報告されている⁶⁻⁹⁾。なお、多くの研究が高強度のトレーニング負荷ほど効果が大きくなることを明らかにしているが、高齢者においては、高血圧や関節痛、骨粗しょう症など何らかの健康問題を抱えている者が多く、高強度の負荷でトレーニングを勧める場合には、専門的な設備や指導者が配置されている施設でなければならない。また、低強度から中強度の運動プログラムへの参加は、高強度のものよりも継続しやすいことが報告されている^{10,11)}。有限である社会的資源（マンパワー、施設など）の中、虚弱化・要介護化予防のためには一過性の運動効果のみならず、効果の維持が有効であるため¹²⁾、日常生活の中に取り

り入れやすく、運動習慣化へつながる運動プログラムは有効であろう。用いる手段（介入方法）や個人々の状態（立位・歩行が困難など）を考慮することで、支援の展開を良質なものにしておくことができる。

このような背景を鑑みると、どのような対象者に対してどのような運動プログラムを提供するのが効果的なのか、またどのようなプログラムが運動の習慣化につながるのか、方法と対象を整理する必要がある。しかしながら、対象者の具体的な身体機能水準に合わせた適切な運動プログラムの設定に関する研究報告は少ない¹³⁾。本プロジェクトの代表である田中らは、平成14・15年度に中高年者の多くが使える「基本運動プログラム」の作成に努めてきた。そして平成16・17年度には、内科的・外科的疾患（病態）を有する中高年者のために、「病態別運動プログラム」を提案した¹⁴⁾。これらの成果を受けて、本プロジェクトチームは、平成20年度より高齢者の元気長寿を実現するための運動プログラムを提案したいと考える。そのためには、元気高齢者から要介護高齢者までの各カテゴリの身体機能を連続的に据えた上で、虚弱度別（身体機能の水準別）の運動プログラムの提案が望まれる。

そこで本研究は、身体的虚弱化・要介護化予防のため、虚弱度別（身体機能水準別）；元気高齢者、虚弱高齢者（旧特定高齢者）に筋力低下による身体的虚弱改善プログラムを提供し、その効果、有効性を明らかにすることを目的とした。加えて、提供した運動プログラムを通じ、運動の習慣化を図り、運動の効果を維持できる有益なプログラムの提案を目指す。

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

2) 株式会社 THF

3) 医療法人八千代会八千代病院

2. 方法

(1) 対象者

本教室対象者は、介護認定を受けておらず、医師から運動を制限されていない茨城県阿見町、八千代町在住の65歳以上の高齢者48名（男性6名、女性42名）である（2010年4月～2011年3月）。すべての対象者に研究の目的や体力測定および質問紙調査の内容を十分に説明し、研究協力への同意を得た。元気高齢者、虚弱高齢者の割り付け方法は、下記に示す通りである。

a. 虚弱高齢者

各自治体でおこなわれる1) 基本健康診査受診、2) 保健師による訪問活動、3) 関係機関（主治医、民生委員、高齢者福祉センターなど）からの情報、4) 本人、家族、地域住民からの情報、5) 要介護認定の新規申請時や更新申請時に非該当であった、などのルートにより抽出された高齢者に対して「基本チェックリスト」をおこない、「特定高齢者の選定および決定方法」に準拠して特定高齢者が決定された。基本チェックリストは、うつ予防・支援関係を除いた計20項目に「はい」、「いいえ」の2件法で回答を求め、規定された選択肢を回答（項目に該当）した場合に1点を配点した。本研究では、「運動器の機能向上」5項目中3項目以上に該当することのみを特定高齢者の要件として用いた。この要件によって早期機能低下者をスクリーニングできることは、先行研究¹⁵⁾でも確認されている。本研究で対象となる虚弱高齢者は女性26名であった。

b. 元気高齢者

要支援・要介護認定を受けておらず、基本チェックリストにおいて「運動器の機能向上」5項目中3項目以上に該当しなかった者を元気高齢者とみなした。このようにして本研究の対象に選定された元気高齢者は、22名（男性6名、女性16名）であった。

(2) 運動プログラム

a. 元気高齢者用運動プログラムの構成と内容

事前事後の身体機能測定および質問紙調査を含めて、週1回、計12週間（全12回）の教室を開催した。第1回目、第12回目に事前事後測定としたため、運動を実践した教室は10週（10回）分であった。毎回の教室時間は、体調確認や休憩時間、健康講話を含め120分であり、そのうち運動実践時間は約70分であった。1回の教室内容は、(1) 血圧測定および体調確認、(2) 全員が体調確認を終えるまでの待ち時間運動の実践、(3) 運動実践への意識を高めることを目的とした運動の重要性や生活習慣改善に関する健康講話、(4) 準備運動（立位でのストレッチや関節運動）、(5) 主運動（音楽に合わせたリズム体操、ゴムバンドを用いての下肢を中心とした筋力運動、バランス運動）、(6) 整理運動（リラクゼーション、2人組でのストレッチ体操）により構成した。運動教室開始後の1ヵ月間は、準備期として運動に慣れることを目的に、有酸素運動としてのリズム体操、筋力運動を集団で実践した。次の2ヵ月間は、運動量および運動強度を確保するため、筋力運動を中心に、リズム体操、バランス運動等も適度に配分した。

また、身体機能の維持・向上と在宅での運動習慣化を目的に、「在宅運動」と称して在宅用の運動プログラムを提供した。運動内容は、連続スクワットや膝を高く上げての足踏み、腹筋などの筋力運動や全身のバランス運動など、主に下肢筋力の向上をターゲットとし、円滑な日常生活動作の維持を目標としたものであった。教室では、運動の実践状況を確認するため、在宅運動日誌を作成し、教室初回から事後体力測定日まで、11週間（計77日）分の記録を求めた。運動プログラムの詳細は以下のとおりである。

1) 筋力を維持、改善するための運動

起き上がる、歩くなどの日常生活の基本的な動作に必要な全身の筋力や筋持久力を維持、改善す

ること、日常生活動作を円滑に遂行できるようにすることを目標とした種目から構成した。自重負荷の運動の他に、チューブおよびボールを用いた下肢筋力の維持、改善運動を中心とした。

2) 強度を確保したリズム体操

運動強度の確保、全身持久性、全体的な身体機能の維持・向上のために、有酸素運動としてのリズム体操を取り入れた。リズム体操の中にも、スクワットやつま先あげ、かかと上げなど、下肢筋力の維持・増進を図る運動を多く取り入れた。

b. 虚弱高齢者用運動プログラムの構成と内容

プログラムは3ヵ月間、週1回、90分間で構成され、全14回をおこなった。第1回目、第14回目に事前事後測定としたため、運動を実践した教室は12週（12回）分であった。運動開始前は、健康状態および膝や腰などの関節痛の有無、日常生活状況を確認し記録した。また、各回において、健康に関する講話を行い、日常生活習慣改善のアプローチを試みた。

運動教室の構成は以下のとおりである。運動教室の3ヵ月を通し、必ず下肢の筋力運動4種類（つま先あげ、かかとあげ、ももあげ、椅子からの立ち上がり）を取り入れた。運動教室開始後の1ヵ月間は、準備期として運動に慣れることや身体の動きを知ることを目的に、集団で身体各部を意識しながら運動プログラムを提供した。次の2ヵ月間は、運動量を確保するため1班5～6人のグループ単位で、筋力運動と複合動作（歩行・バランス・柔軟性）を中心とした運動およびレクリエーションを提供した。また、はじめの1ヵ月間と同様に、運動の重要性や栄養改善についての講話を含めた。本教室ではさらに、身体機能の維持・改善と在宅での運動習慣化を目的に、在宅運動を提供した。在宅運動の種目は、主に筋力を維持、改善するための運動、歩行訓練、レクリエーションを取り入れた運動を中心とした。1週間の運動種目は2～3種類とし、すべての運動を実践した場合、実践時間が15分程度となるよう考慮した。

種目を1週間ごとに変更することによって多種類の運動を学習できるように配慮した。また、どの種目も日常生活の中に取り入れやすく、生活の一部として定着できる運動内容を選択し、提供した。

運動プログラムの詳細は以下のとおりである。

1) 筋力を維持、改善するための運動

起き上がる、歩くなどの日常生活の基本的な動作に必要な全身の筋力や筋持久力を維持、改善すること、日常生活動作を円滑に遂行できるようにすることを目標とした種目から構成した。運動教室では、座位または立位での下肢筋力運動（つま先上げ・かかと上げ・足踏み・椅子立ち座り）を毎教室指導した。主運動は、チューブおよびボールを用いた下肢筋力の維持、改善運動を中心とした。

2) 歩行運動

日常生活の中で、バランスを崩しやすい姿勢（つま先歩き、かかと歩く）で、平衡性や調整力の維持、改善を目的とした歩行運動を指導した。また、障害物歩行なども取り入れ、敏捷性の維持、改善を目指した。さらに、直線上をつま先とかかとをつけながら歩いたり、障害物をジグザグに歩く、超えるなどの歩行運動も取り入れた。

3) レクリエーション

2人1組でのキャッチボールや椅子座位のままボールを両脚で挟んで隣の人に渡すなどのゲーム的要素を取り入れ、バランス能力や筋力を維持、改善することを目的とした内容から構成した。

(3) 測定項目および測定方法

1) 形態測定

形態指標として、身長計（YG-200、ヤガミ社製）を用いて0.1cm単位で身長を、体重計（Digital Bathroom Scale HD-316、TANITA社製）を用いて0.1kg単位で体重を測定した。また、求めた体重（kg）を身長（m）の2乗で除すことによりbody mass index（BMI）を算出した。

2) 身体機能測定

元気高齢者から要介護高齢者までの身体機能を包括的に捉える、身体的虚弱化リスクの評価指標(平成21年度体協報告書)に基づき、握力、5回椅子立ち上がり、アップ&ゴー、5m通常歩行、計4項目を測定した。全ての項目は、秒(0.01単位)またはcm(0.1単位)、kg(0.1単位)の測定値(連続変数)として評価した。身体機能測定の前には問診によって当日の体調を確認し、いずれの測定も体力測定に精通したスタッフがおこなうことで、安全について十分に留意した。各測定項目の測定方法は以下のとおりである。

a. 握力

握力計(竹井機器工業社製 GRIP-D5101)を利き手に持ち、両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとるように教示した。次に、呼吸しながら握力計を可能な限り強く握るよう求めた。利き手は身体に触れないように、かつ動かさないように注意した。0.1kg単位で左右2回ずつ計測し、平均値を記録した。

b. 5回椅子立ち上がり(脚筋力)

両腕を胸の前で交差し、背中を伸ばした状態で背もたれのついた椅子に浅く腰掛けるよう教示した。合図とともに、椅子から立ち上がり直立姿勢をとり、再び椅子に腰掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返ることを求めた。合図してから5回目の直立姿勢をとるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録した。

c. アップ&ゴー(移動能力)

重量のある肘掛け椅子に深い座位姿勢をとり、両手を膝の上に置くよう教示した。合図とともに立ち上がり、3m前方のコーンを回って着座するまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録した。一連の動作は可能な限り速くおこなうよう教示した。

d. 5m通常歩行(移動能力)

5mの歩行路を通常の速さで歩いたときの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録し

た。歩行路の両端には1mの予備路を設けた。

3) 質問紙調査

対象者の横断的特徴を把握するために、以下の質問紙調査をおこなった。質問紙調査は、基本的に自記式での回答を求めたが、それが困難な場合は熟練したスタッフによる面談法によって回答を得た。なお、服薬数、疾患数、関節痛数についてはすべて面談法にて聴取した。

a. 服薬数

現在服用している薬の数を聴取した。薬は、医師から処方された医療用医薬品とし、薬局等で購入した一般用医薬品や医薬部外品、サプリメントは除外することとした。

b. 疾患数

過去1年間の既往および現在治療中の疾患数を聴取した。脳血管疾患(脳卒中)、高血圧、糖尿病、腎臓病、心臓疾患(狭心症、心筋梗塞、心臓病を含む)、呼吸器疾患、骨粗鬆症、脂質異常症、緑内障、肝臓病の10項目のうち、当てはまるものを確認した。

c. 疼痛部位数

現在、疼痛を有する部位数を聴取した。腰痛、肩関節痛、肘関節痛、股関節痛、膝関節痛、足関節痛の6項目のうち、当てはまるものを確認した。合わせて、人工関節の有無や、湾曲や膝痛、腰痛などにより歩行時に難があるかについても聴取した。

d. Barthel index

歩行や食事、入浴、着替えなどの基本的activities of daily living(ADL)の評価にBarthel index¹⁶⁾を用いた。各質問項目の総得点を求め、100点満点で評価した。

e. Physical function domain of the SF-36

質問紙による身体機能の評価に、36-item short-form health survey(SF-36)日本語版¹⁷⁾の中のphysical function indexを用いた。移動能力や日常的な身体動作に関連する10の質問項目に対して「とてもむずかしい」、「少しむずかしい」、「ぜんぜ

表1. 対象者の身体的特徴

	元気高齢者 (n =22)	範囲	虚弱高齢者 (n =26)	範囲
年齢、歳	70.5±4.4	65-83	78.7±5.3	69-87 *
性、男性 (%)、女性 (%)	6 (27.3) /16 (72.7)		0 (0.0) /26 (100.0)	
身長、cm	152.2±6.9	142.7-169.7	145.2±4.9	132.6-152.0 *
体重、kg	55.0±9.2	40.2-76.0	49.3±8.0	37.5-67.3
BMI、kg/m ²	23.7±3.1	19.5-33.0	23.4±4.0	16.8-33.7
疾患数	1.5±1.2	0.0-5.0	1.4±1.2	0.0-4.0
服薬数	1.3±1.3	0.0-4.0	3.0±2.9	0.0-10.0 *
疼痛部位数	0.8±0.8	0.0-3.0	1.1±0.7	0.0-3.0
痛みの程度、10点満点	1.9±1.8	0.0-5.0	3.7±2.9	0.0-8.0 *
人工関節、歩行時に難あり、n (%)	0 (0.0)		20 (76.9)	*
老研式活動能力指標	12.0±1.4	8.0-13.0	11.6±1.0	10.0-13.0
Bathel index score	99.6±1.4	95.0-100.0	98.6±3.5	90.0-100.0
PF domain of SF-36, score	83.7±17.2	20.0-100.0	66.3±22.3	25.0-100.0 *

平均値±標準偏差

* 元気高齢者、虚弱高齢者で統計学的な有意差 (P<0.05)

んむずかしくない」のいずれかを選択してもらい、その回答を100点満点で得点化した。

f. 運動習慣の有無

教室前の時点での運動習慣の有無、教室終了後は、教室以外の運動習慣の有無を尋ねた。

g. 運動に対する結果期待¹⁸⁾

運動に対してどの程度期待を持っているかを事前、事後で聴取した。9つの質問項目に対して5件法で回答してもらい、9項目の得点を足して9で割り、全項目での平均値を求めた。

(4) 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。運動教室前後における身体機能測定4項目の測定値、および身体機能得点の平均値の差の検定には対応のあるt検定を、質問紙調査結果の比較にはWilcoxonの検定を用いた。すべての統計的有意水準は5%とした。すべての統計処理には統計解析ソフトSPSS12.0を用い、統計的有意水準は5%とした。

3. 結果

対象者の身体的特徴を表1に示した。年齢、身長、服薬数、SF-36において、元気高齢者、虚弱高齢者間で有意な差がみられた。人工関節の有無、湾曲等により歩行時に難がある者は、元気高齢者ではいなかったものの、虚弱高齢者では約8割に達した。対象者のBMIは元気高齢者が23.7±3.7、虚弱高齢者が23.4±4.0と標準的な体格であった。自立度の指標であるBarthel Indexは元気高齢者が99.6±1.4、虚弱高齢者が98.6±3.5、生活機能（老研式活動能力指標）はそれぞれ12.0±1.4、11.6±1.0であり、双方とも平均が11点以上の高得点であった。

表2に、元気高齢者の教室前後における身体機能測定値ならびに身体機能得点の変化を示した。身体機能得点推定式（平成21年度体協報告書）は以下のとおりである。

$$\text{男性 身体機能得点} = 0.031 X_1 - 0.083 X_2 - 0.075 X_3 - 0.149 X_4 + 0.898$$

$$\text{女性 身体機能得点} = 0.047 X_1 - 0.082 X_2 -$$

表2. 対象者の身体機能測定値の変化

	元気高齢者 (n=22)		虚弱高齢者 (n=26)	
	教室前	教室後	教室前	教室後
+握力、kg	23.3±5.6	23.1±6.2	19.1±2.9	18.6±3.3
-5回椅子立ち上がり、秒	6.9±1.7	5.7±1.1*	10.4±2.8	10.0±2.3
-アップ&ゴー、秒	6.4±0.7	6.0±0.8*	9.3±2.3	8.7±1.8
-5m通常歩行、秒	3.7±0.8	3.1±0.3*	5.6±1.5	5.5±1.3
身体機能得点	0.339±0.293	0.558±0.301*	-0.410±0.475	-0.384±0.381

平均値±標準偏差

* 教室前後で統計学的に有意な変化 ($P<0.05$)

※+ : 値が大きい方が良い記録

※- : 値が小さい方が良い記録

表3. 対象者の運動習慣、運動に対する結果期待の変化

	元気高齢者 (n=22)		虚弱高齢者 (n=26)	
	教室前	教室後	教室前	教室後
運動習慣の有無 (あり/なし (%))	17(77.3)/5(22.7)	22(100.0)/0(0.0)	20(76.9)/6(27.3)	22(84.6)/4(15.4)
運動に対する結果期待	36.6±4.2	38.0±4.0	36.8±4.4	36.8±4.3

平均値±標準偏差

$$0.075 X_3 - 0.148 X_4 + 1.005$$

X_1 から X_4 はそれぞれ X_1 : 握力、 X_2 : 5回椅子立ち上がり、 X_3 : アップ&ゴー、 X_4 : 5m通常歩行である。

5回椅子立ち上がり(脚筋力)、アップ&ゴー(移動能力)、5m通常歩行(歩行能力)の4項目、身体機能得点は事後測定時において有意に向上した。虚弱高齢者においては、5回椅子立ち上がり(脚筋力)、アップ&ゴー(移動能力)、5m通常歩行(歩行能力)の4項目、身体機能得点は事後測定時において改善したが、有意差はみとめられなかった。

表3に、対象者の運動習慣、運動に対する結果期待の変化を示した。運動習慣を持つ者の割合は教室後に増加した。また、運動に対する結果期待は、元気高齢者で教室後に増加した。

4. 考察

(1) 虚弱度別(身体機能水準別)の筋力維持・改善プログラムの有効性

本研究では、虚弱度別(身体機能レベル別); 元気高齢者、虚弱高齢者、に筋力維持・改善を中心としたプログラムを提供し、その効果を明らかにすることを目的とした。

双方の運動プログラムは以下の構成をベースとした。1) 筋力運動単独でおこなうよりも、バランストレーニングや筋パワートレーニング等も含めた複合的なトレーニングをおこなうことで、より大きな身体機能向上効果が得られる¹⁹⁾、筋力運動のみの介入は、バランス機能の向上には寄与せず、偏ったトレーニングでは改善効果は限られたものになる可能性がある²⁰⁾、との報告に基づき、筋力運動を中心としつつ、その他の身体機能要素(バランス、歩行能力など)も含むプログラム構成とした。2) 運動効果の維持のために運動の習慣

化¹²⁾を目指すプログラムを提供する目的から、教室での運動以外に在宅運動（下肢筋力運動中心）取り入れたプログラムとした。これらをベースにし、各群の身体機能の特徴に留意して身体機能のレベル別に筋力運動を中心としたプログラムを構成した。

元気高齢者は、ベースライン時で服薬数、疾患数、疼痛部位数、痛みの程度が少なく、また、自立度や生活能力、SF36身体機能が高かった（表1）。元気高齢者はベースライン時の身体機能得点が0.339と清野（平成21年度体協報告書）が示した元気高齢者と虚弱高齢者のカットオフ値（男性：-0.047、女性：0.183）を大きく上回る高い身体機能を有していた。このような比較的的身体機能が高いという特徴、また高齢者の筋力運動において強度は強い因子であることを考慮し²¹⁾、運動強度を確保したプログラムを提案した。

一方、虚弱高齢者は、年齢が元気高齢者と比較すると78.7±5.3歳と有意に高く、服薬数も多い。また、SF36身体機能も有意差に低く、自身の身体機能に不安を抱える者が多いことが分かる。痛部位数に元気高齢者、虚弱高齢者で有意な差はみられなかったものの、虚弱高齢者では、腰や膝、股関節に痛みを抱えている人が38.4%、元気高齢者は36.3%であり、痛みの程度は虚弱高齢者で有意に高かった。また、膝関節疾患や湾曲等で、歩行時に下肢に問題がある者や人工関節を挿入している者が虚弱高齢者では約8割に上った（表1）。虚弱高齢者のベースライン時の身体機能得点は-0.410であり、虚弱高齢者と介護高齢者のカットオフ値（男性：-0.346、女性：-0.301）を下回る低い身体機能得点を示した。低い身体機能を有していること、また、関節痛のみならず歩行時における下肢の障害を有していることを考慮し、低～中強度、かつ各自で強度を調整できるプログラムを提案した。

運動プログラム前後の測定値を比較した結果、下肢筋力の指標である5回椅子立ち上がりの数値

が改善した。両群において、下肢筋力に焦点を置いた毎回の筋力運動の効果、特に虚弱高齢者では、下肢筋力運動4種目にフォーカスし、3ヵ月間を通して毎回取り入れてきたことが要因といえよう。元気高齢者は高い身体機能を有する者が多いため、様々な種類、強度の筋力運動にも対応でき、また運動の楽しさも増える。一方、虚弱高齢者は障害を有している者が多く、多種類、多強度の筋力運動に対応できないことを鑑みると特定の運動、かつ強度を自分で調整できる運動を取り入れることが良いと考えられる。また反復運動を徹底させることは、本人の意識へ定着させることができ、習慣化にもつながると考えられる。下肢筋力以外の身体機能測定値に関して、元気高齢者、虚弱高齢者とも教室の前後で改善を示した。提供した運動プログラムが、筋力運動のみならず、歩行やバランス運動を含むプログラム構成であったことに加え、高齢者の歩行速度は下肢筋力と密接な関係が指摘されており^{22, 23)}、筋力運動によって歩行速度などが有意に改善することが報告されている²⁴⁾ことも要因であろう。各々の身体機能の測定値が改善を示したため、身体機能得点も改善した。元気高齢者の身体機能得点は0.339から0.558に、虚弱高齢者のそれは-0.410から-0.384に改善した（表2）。虚弱高齢者においては、清野（平成21年度体協報告書）が示す虚弱高齢者と介護高齢者のカットオフ値（男性：-0.346、女性：-0.301）に近づき、本プログラムは筋力のみならず、歩行能力も含めた身体機能の向上に効果的であったといえよう。これまで、元気な高齢者のみならず虚弱高齢者においても、また強度に関わらず筋力や身体機能の維持・改善がみられるとの報告がなされているが⁶⁻⁹⁾、その効果は、障害の有無によって筋力の増加に影響を与えられている²¹⁾。本研究の虚弱高齢者は人工関節を挿入している者や、歩行時に下肢に問題がある者が多かった。教室後の身体機能改善率に有意差がみられなかった要因として、対象者の障害の有無、程度などが考

えられよう。

また、筋力、身体機能の維持・向上に寄与した要因として在宅運動の効果があげられる。本教室は元気高齢者、虚弱高齢者ともに週1回の頻度で開催されており、運動の頻度としては決して多いものではなかった。高齢者の筋力や身体機能の改善を目的とした運動は最低でも週3回の頻度が推奨されており^{25, 26)}、本教室の対象者においても教室期間が3ヵ月間と比較的短期間であることから、筋力、身体機能の向上には少なくとも3回以上の運動頻度が必要であると考えられる。本教室で提供した在宅運動は、1) 日常生活動作に極めて近い要素が包含されており、生活の中で思い出しやすい、2) 運動経験を問わず、誰でも実践できる易しい運動である、3) 参加者が自身の身体機能レベルに合わせて応用が可能である、という特長がある。このような運動は、生活の中に組み込むことが容易であったと考えられ、運動の実践率や意欲を高められたと推察できる。本教室の対象者は元気高齢者、虚弱高齢者ともに、もともと運動習慣を有する者が多かったが、これまで全く運動していなかった者も在宅運動実践率は良好であった。また、教室後に運動習慣を持つ者の割合も増加した。したがって、運動習慣のない者に対しては、在宅運動プログラムの提供が運動習慣化の一つのきっかけとなる可能性が示唆された。

本研究の運動プログラムは、元気高齢者が中強度程度、虚弱高齢者が低から中強度に該当する運動であった。運動プログラムを構成する際、実際の障害の有無を主な基準とした。安全面、効果の面から考えると、実際の障害の有無で運動プログラムを構成することは妥当であろう。元気高齢者に関しては、実際の障害もないため、高強度の、例えばマシンを使用したトレーニングが効果の面からみて推奨され得るが、久野²⁷⁾は、マシンを使用するトレーニングは、適応対象者数が限られること、熟練した指導者が必要であり、普及と安全性、効果の面から自重を負荷とした筋力トレーニ

ングを推奨している。本研究で提案した筋力運動を中心とするプログラムは、元気高齢者用、虚弱高齢者用とも特別な機械や道具を必要とせず、また高齢者自身によって運動強度を調節でき、教室運動プログラムとしても、在宅運動プログラムとしても応用が可能な内容である。元気高齢者にも言えることだが、特に虚弱高齢者では、運動経験の有無や疾患の保有状況によって身体機能に大きな個人差が生じることが多い^{28, 29)}。そのため、対象集団の中間レベルで運動プログラムを構成したとしても、低体力者にとっては高めの強度、高体力者にとっては低めの強度となり、不満を抱かせてしまう可能性がある。運動プログラム提供後、対象者の運動への結果期待の値が元気高齢者で高まった（虚弱高齢者は変化なし）（表3）ことは、本研究の運動プログラムが対象者にフィットしていたといえる。運動内容にレクリエーションやリズム運動を取り入れたこと、筋力運動であっても単調にならないように工夫を凝らした内容であったことが、対象者の満足、運動へのさらなる期待の獲得につながったものと考えられる。よって、本研究のように様々な状況に柔軟に対応でき、かつ対象者の満足が得られる運動プログラムは有効であるといえよう。

(2) 本研究の限界と今後の課題

本研究は、いくつかの限界と課題を有している。1) 本研究の対象者は、茨城県に在住する高齢者であること、2) 対象者数、特に、男性においては対象者数が不十分であり、性差による検討ができないこと、3) 対照群を設けていないため、本研究で得られた効果が本運動プログラムによる変化であると結論付け難いこと、を踏まえると、本研究で得られた結果が幅広い地域に適用可能かどうかは、今後、厳密な検討の余地がある。

以上のような限界を有するものの、本研究で提案した筋力低下による身体的虚弱改善プログラムを虚弱度別（身体機能水準別）に提供すること

資料1. 元気高齢者用運動プログラムの構成

初回		身体機能測定・調査
1ヵ月目	基礎の習得	<ul style="list-style-type: none"> ◎講話 ◎準備運動（立位でのストレッチや関節運動） ◎主運動（音楽に合わせたリズム体操、ゴムバンドを用いての下肢を中心とした筋力運動、バランス運動） ◎整理運動（リラクセーション、2人組でのストレッチ体操） <ul style="list-style-type: none"> ・筋力トレーニング ・ウォーキングチェック ・バランスエクササイズ ・心身のケア ・在宅運動プログラム
2ヵ月目	運動体験	<ul style="list-style-type: none"> ◎講話 ◎準備運動（立位でのストレッチや関節運動） ◎主運動（音楽に合わせたリズム体操、ゴムバンドを用いての下肢を中心とした筋力運動、バランス運動） ◎整理運動（リラクセーション、2人組でのストレッチ体操） <ul style="list-style-type: none"> ・筋力トレーニング ・エアロビックダンス ・ノルディックウォーキング ・レクリエーションゲーム ・在宅運動プログラム
3ヵ月目	運動習慣の獲得、 身体の強化	<ul style="list-style-type: none"> ◎講話 ◎準備運動（立位でのストレッチや関節運動） ◎主運動（音楽に合わせたリズム体操、ゴムバンドを用いての下肢を中心とした筋力運動、バランス運動） ◎整理運動（リラクセーション、2人組でのストレッチ体操） <ul style="list-style-type: none"> ・筋力トレーニング ・ネイチャーウォーキング ・タオルエクササイズ ・目標設定 ・在宅運動プログラム
最終回		身体機能測定・調査

資料2. 元気高齢者用運動プログラムの構成（1教室分の例）

日時：平成●年●月●日（●）		会場：		
担当スタッフ				
参加者人数	名（欠席者： ）			
準備物	いす（人数分）、机（体調チェック）4台、参加者名札、マット、音楽CD、血圧計、CDラジカセ、参加者用文房具セット、救急セット、筆記用具など			
注意・配慮事項	①参加者同士のコミュニケーションを誘導			
	②講話を聴く様子、運動の様子を確認			
	③疾病、怪我の有無など確認			
本日の概要	①健康講話			
	②W-up			
	③筋力運動、サーキットエアロビクス			
	④自宅運動の確認 C-down			
時間	内容	担当	準備物	備考
8:50	スタッフ会場入り、準備、打合せ	全員	人数分のいすと血圧測定用の机	血圧測定の際は端で
9:30	受付開始 ・出席確認、名札の配布 ・体調チェック、血圧測定 →ファイルへ記入 ・血圧測定		出席簿、参加者名札、血圧計、筆記用具	血圧測定、ファイル記入の説明
10:00 (5分)	教室開始 ・あいさつ ・今日の教室内容の確認		ファイル（資料）、筆記用具	講話終了後にファイルを回収
10:05 (20分)	健康講話 「尿失禁予防」			
10:25 (30分)	W-up モチベーションゲーム		マット、CD	日誌のチェック、運動の補助（手の空いているスタッフ）
(5分)	休憩			
11:00 (50分)	筋力運動、サーキットエアロビクス 自宅運動の復習 C-down			
11:50 (5分)	生活のワンポイント			
11:55 (5分)	まとめ ・日誌記入の確認 ・次回の予告			
12:00	教室終了			

資料3. 虚弱高齢者用運動のプログラムの構成

初回		身体機能測定・調査
1ヵ月目	基礎の習得	<p><全体指導></p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ NHK みんなの体操・レクリエーション（巧緻性を高める運動） ◎ ストレッチ：肩の運動→胸の運動→首の運動（座位） ◎ 4種目の下肢の筋力運動：つま先上げ→かかと上げ→足踏み（もも上げ）→椅子立ち上がり（座位または立位） ◎ ボールを使った運動・集団ゲーム ◎ 身体動作チェック ◎ 関節可動域改善トレーニング ◎ 筋力トレーニング ◎ レクリエーションゲーム ◎ 在宅運動プログラム
2ヵ月目	日常生活動作への応用1	<p><全体指導></p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ NHK みんなの体操・レクリエーション（巧緻性を高める運動） ◎ ストレッチ：肩の運動→胸の運動→首の運動（座位） ◎ 4種目の下肢の筋力運動：つま先上げ→かかと上げ→足踏み（もも上げ）→椅子立ち上がり（座位または立位） <p><グループ指導></p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 筋力運動：腹筋・大腿部を鍛える動作 ◎ 移乗動作トレーニング ◎ 起立動作トレーニング ◎ レクリエーションゲーム ◎ 在宅運動プログラム ◎ 講話
3ヵ月目	日常生活動作への応用2	<p><全体指導></p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ NHK みんなの体操・レクリエーション（巧緻性を高める運動） ◎ ストレッチ：肩の運動→胸の運動→首の運動（座位） ◎ 4種目の下肢の筋力運動：つま先上げ→かかと上げ→足踏み（もも上げ）→椅子立ち上がり（座位または立位） <p><グループ指導></p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 筋力運動：腹筋・大腿部を鍛える動作 ◎ 移動動作トレーニング ◎ 転倒予防トレーニング ◎ 巧緻性、敏捷性トレーニング ◎ レクリエーションゲーム ◎ 在宅運動プログラム ◎ 講話
最終回		身体機能測定・調査

資料4. 虚弱高齢者用運動プログラムの構成（1教室分の例）

教室回数：第6回目		日時：平成●年●月●日（●）		会場：	
担当スタッフ					
参加者人数		名 / 名（欠席者： ）			
準備物		イス30脚、机、お茶、ビデオデッキ、テレビ、プロジェクター、スクリーン、ホワイトボード、ボールペン、自動血圧計（10台）、個人ファイル（スタッフ用）、クリップボード、教室ファイル（参加者名簿、出席簿）、荷物入れ、参加者用名札、スタッフ用名札、みんなの体操ビデオ、デジタルカメラなど			
本日の目的		①誤嚥を防ぐための食事について学ぶ			
		②さまざまな運動によって身体の動き方について知る			
		③グループ運動によって運動量を増やす			
時間	内容	担当	準備物	備考	
9:00 (20)	集合、準備、スタッフ打ち合わせ 1 先発組到着 1) 名札の配布、荷物の預かり⇒事務室へ 2) 体調チェック（血圧測定、服薬確認、体調、自覚症状の確認）	全員	指導案 カゴ、名札 個人ファイル（スタッフ用）	【ホール】誘導	
9:20 (30)	2 送迎バス到着：誘導 1) 名札の配布、荷物の預かり⇒事務室へ 2) 体調チェック（血圧測定、服薬確認、体調、自覚症状の確認運動および栄養日誌のチェック、お薬手帳の確認） 3) みんなの体操の体験：待ち時間プログラム（運動の習慣化について）		カゴ、名札 個人ファイル（スタッフ用） ビデオ、テレビ、 ビデオテープ	【ホール】 【診察室】	
10:00 (5)	3 教室開始 1) はじめに ・挨拶 ・本日の教室内容について（目的、運動内容、留意事項など）			・椅子を半円に並べる ・出欠、体調不良者、血圧再測定者の確認	
10:05 (20)	2) 準備運動、4種目の下肢の筋力運動 ★4種目の下肢の筋力運動前に、それぞれの運動のポイントを復習し、本日の実施回数を伝える ★椅子立ち座りは、参加者の様子によって、連続5回の立ち座りでも可、自分のペースで立ち座りするよう促す ★足踏み運動は、スピードを変えて2セット（計20回）おこなう			◎椅子座位にて、伸ばす部位に意識しながらおこなう	
10:25 (10)	休憩・移動				
時間	内容	担当	準備物	備考	
10:30 (50)	3) グループ運動（2班に分かれる） 【診察室】講話：誤嚥を防ぐための食事方法 【ホール】リズム運動、在宅運動		椅子：長いすなど 椅子：人数分	誘導： ★残りスタッフは、随時、各部屋の補助にはいる	
	★赤：講話（診察室）→運動（ホール）、黄：運動（ホール）→講話（診察室）				
	★運動前にリラックス（深呼吸や背伸びなど）する時間をとる、運動終了後は整理運動をする				
	★指導20分、移動10分で時間設定				
	★水分補給はホールにて随時おこなう				
11:25 (5)	5) 教室終了⇒ホールへ移動 ・個人ファイルの再説明、次週の案内 ・体調チェック ・まとめ	全員		・必要に応じて血圧測定	
11:30	4 帰宅：荷物の返却⇒誘導 5 終了、片付け、反省会	全員			

で、虚弱化・要介護化予防のための、良質な健康支援の礎として活用し得ると考えられる。

5. 結語

本研究プロジェクトでは、高齢者の身体的虚弱化・要介護化を防止する一策として、筋力低下を伴う身体的虚弱の改善プログラムを身体機能水準別（壮健＝元気高齢者、虚弱＝虚弱高齢者）に提供し、その有効性を明らかにしようとした。加えて、提供した運動プログラムを通じ、運動の習慣化を図り、その効果を維持できる有益なプログラムの提案を目指した。本研究で提案した、身体機能水準別の筋力維持・改善運動プログラムは、元気高齢者、虚弱高齢者の双方において有効であると示された。なお、運動プログラム案（3ヵ月間の運動プログラム概要、1教室の運動プログラム例）を資料1～4に示した。今後、本研究で提案した運動プログラムの効果；地域や対象者への定着度、得られた対象者の運動効果の持続度などを追跡検証していく予定である。

文献

- 1) Sara E, Linda E, Fried P. Risk factors for frailty in the older adult. *Clinical Geriatrics* 2007; 15: 37-44.
- 2) Rudberg MA, Sager MA & Zhang J. Risk factors for nursing home use after hospitalization for medical illness. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 1996; 51: M 189- M194.
- 3) Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, Fried LP, Cutler GB Jr, Walston JD. 2004. The Intervention on Frailty Working Group. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: A consensus report. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2004; 52:625-634.
- 4) Bean JF, Kiely DK, Herman S, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc.* 2002, 50: 461-467.
- 5) Bean JF, Leveille SG, Kiely DK, et al. A comparison of leg power and leg strength within the InCHIANTI study: which influences mobility more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003, 58: 728-733.
- 6) 新井武史, 大淵修一, 柴喜崇, 他: 高負荷レジスタンストレーニングを中心とした運動プログラムに対する虚弱高齢者の身体機能改善効果とそれに影響する身体・体力諸要素の検討. *理学療法学.* 2003, 30(7):377-385.
- 7) 新井武志, 大淵修一, 小島基永, 松本侑子, 稲葉康子. 地域在住高齢者の身体機能と高齢者筋力向上トレーニングによる身体機能改善効果との関係. *日本老年医学会雑誌.* 2006, 43(6): 781-788.
- 8) Seynnes,O., Fiatarone,M.A., Hue,O., Pras,P., Legros,P. and Bernard,P.L.: Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *J.Gerontol. Med.Sci.* 2004 59A, 503-509.
- 9) Fiatarone MA, O' Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, et al. : Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med.* 1994, 330: 1769-1775.
- 10) Pollock,M.L.: Prescribing exercise for fitness and adherence. In R.K.Dishman (Ed.), *Exercise adherence.* Human Kinetics Publishers, Champaign IL. 1988, 259-277.
- 11) 西端泉: 高齢者のマシントレーニングを使用したレジスタンストレーニングに伴う最大挙上負荷の増加. *体力科学*2000; 46: 850.
- 12) Spirduso,W.W. and Cronin,D.L.: Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2001, 33, S598-608.
- 13) 福永哲夫. 生活機能の維持増進および疾病の予防, 地域における高齢者の健康づくりハンドブック. 松田光男, 福永哲夫, 烏帽子田彰, 久野譜也編. NAP, 東京. 2003, 112-113.
- 14) 田中喜代次, 中垣内真樹, 重松良祐(編集). 中高齢者の元気長寿のための運動プログラム. 監修: 財団法人日本体育協会. 有限会社 NAP. 2007.
- 15) 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 他. 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*の指標. 2009; 56: 23-31.
- 16) Mahoney FI, Barthel DW. functional evaluation: The barthel index. *Md State Med J* 1965; 14: 61-65.
- 17) 福原俊一. SF-36v 2 日本語版マニュアル. NPO 健康医療評価研究機構. 京都, 2004.
- 18) Resnick B, Zimmerman SI, Orwig D, Furstenberg

- AL, Magaziner J. Outcome expectations for exercise scale: utility and psychometrics. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2000 Nov; 55(6): S352-6.
- 19) 池添冬芽, 市橋則明. 地域在住高齢者に対するトレーニングが運動機能に及ぼす影響—筋力トレーニングと複合トレーニングとの効果の違いについて—. 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻紀要. 健康科学第6巻2009.
- 20) Chandler JM, Duncan PW, Kochersberger G, Studenski S : Is lower extremity strength gain associated with improvements in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998; 79: 24-30.
- 21) Latham,N.K., Bennett,D.A., Stretton,C.M. and Anderson,C.S.: Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2004, 59, 48-61.
- 22) Judge JO, Underwood M, Gennosa T : Exercise to improve gait velocity in older persons. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993; 74: 400-406.
- 23) 山崎裕司, 横山仁志, 青木詩子, 黒澤保壽, 山田純生, 青木治人ほか : 高齢患者の膝伸展筋力と歩行速度, 独歩自立との関係. 総合リハ. 1998; 26: 689-692.
- 24) Brill PA, Probst JC, Greenhouse DL, Schell B, Macera CA : Clinical feasibility of a free-weight strength training program for older adults. *J Am Board Fam Pract.* 1998; 11: 445-451.
- 25) Nakamura Y, Tanaka K, Yabushita N, Sakai T, Shigematsu R. Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2007, 44: 163-173.
- 26) Binder EF, Schechtman KB, Ehsani AA, Steger-May K, Brown M, Sinacore DR, Yarasheski KE, Holloszy JO. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2002 Dec; 50(12): 1921-8.
- 27) 久野譜也. 介護予防における運動と地域システム構築の視点. *体育の科学.* 2004, 54, 852-857.
- 28) 木村みさか, 平川和文, 奥野直, 小田慶喜, 森本武利, 木谷輝夫ほか: 体力診断バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の分布および年齢との関連. *体力科学.* 1989; 38 : 175-185.
- 29) 南雅樹, 出村慎一, 佐藤進, 春日晃章, 松沢甚三郎, 郷司文男 : 高齢者における形態および体力要因の加齢変化とその性差. *体力科学.* 1998; 47: 601-615.

3. 歩行能力の維持・改善に着目した身体的虚弱改善プログラムの開発

大須賀洋祐¹⁾、金 知慧¹⁾、齋藤真紀¹⁾、鄭 松伊¹⁾、根本みゆき¹⁾、大月直美¹⁾、大久保善郎¹⁾、
藪下典子²⁾、田中喜代次¹⁾

1. 緒言

老人が老人を介護する「老老介護」時代、軽症の認知症患者が重症の認知症患者を介護する「認知介護」時代など、高齢化・少子化・一世代同居化が進行するなか、国民の住居環境は厳しいものへの移り変わっている。このような状況を打開するため、本プロジェクトチームは平成20年度より高齢者の元気長寿を実現するための運動プログラムを提案しようとしている¹⁾。本章では、高齢者が自立した生活を送るために必要不可欠な基本的移動動作である「歩行能力」の維持・改善に着目した運動プログラムを紹介する。

歩行能力の低下は、脳梗塞²⁾や手段的日常生活動作の低下³⁾、転倒⁴⁾などの独立した危険因子であると報告されている。これらの危険因子が重複・共助することで、要介護状態を引き起こす可能性が高くなると考えられる。したがって、歩行能力が低下する恐れのある高齢者に対し、有用な身体的虚弱改善プログラムを提供し、要介護状態に陥るリスクを軽減させることが肝要である。これまで要介護状態に陥るリスクの高い高齢者に対する介護予防運動教室の有効性は数多く報告され、3～6ヵ月にわたる介護予防運動教室により、下肢筋力や歩行能力などの体力要素が有意に改善したと報告されている⁵⁻⁷⁾。またDaniels et al.⁸⁾は、10編の運動あるいは食事による無作為化比較試験をレビューしている。その報告によると、1つの体力要素に限定した運動プログラムより、複合的な体力要素を組み合わせた運動プログ

ラムを提供する方が、虚弱の抑制に効果的であると報告している。我々の研究グループでも、2006年度より茨城県八千代町と協働し、要介護状態に陥るリスクの高い高齢者（旧特定高齢者）を対象に3ヵ月間の介護予防運動教室を開催しており、下肢筋力や平衡性、歩行、ストレッチを含めた複合的な運動プログラムや在宅運動の提供を試みている。その結果、教室後に歩行能力や柔軟性、平衡性、下肢筋力が有意に改善した⁹⁾。我々は運動プログラムの効果を明らかにした一方で、教室前後の歩行能力の改善度にどのような体力要素が関連するか、考察するに至ってはいなかった。先に記述したように、身体的自立に向けた歩行能力の重要性を鑑みると、歩行能力の改善に特化した運動プログラムも必要であるといえよう。したがって、本研究の目的は、我々が2006年度より開催している介護予防運動教室の結果から、歩行能力の改善に関連する体力要素を検討することで、歩行能力の維持・改善に着目した身体的虚弱改善プログラムを新たに提案することとした。

2. 方法

(1) 対象者

本研究は、2006～2010年の期間に、茨城県八千代町で開催された介護予防運動教室に参加した高齢者175名を対象者とした。そのうち2回以上教室に参加した者26名、教室の開催前または終了後の体力測定に参加できなかった者17名、認知症を有する者1名を除いた131名（77.1±6.0歳、男性26名：75.2±5.9歳、女性105名：77.6±6.0歳）を分析対象者とした。本研究の対象者は、特定高齢者施策の一環として開催された介護予防運動教

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

2) 医療法人八千代会八千代病院

室の参加者である。厚生労働省によると、介護予防運動教室対象者を基本チェックリスト¹⁰⁾の運動器に関する5項目(①階段昇降の際に手すりや壁を使用している、②椅子に座った状態から何かにつかまって立ち上がっている、③15分間位続けて歩いている、④この1年間に転んだことがある、⑤転倒に対する不安が大きい)のうち3項目以上に該当する者を要支援・介護リスクの高い者と定めており、本研究の対象者も特定高齢者選定の手順に準拠している。しかしながら、介護予防運動教室対象者には要介護認定の新規申請時や更新申請時に非該当であった者、保健師の訪問活動や地域住民からの情報提供により選出された体力低下が危惧される者など、基本チェックリスト以外での選出者も含まれている。よって本研究においては、本介護予防運動教室の参加者を要介護に陥る危険性が高い「ハイリスク高齢者」と定義した。

(2) 介護予防運動教室概要

週1回、計14週間(全14回うち事前事後の体力測定および質問紙調査を含む)の運動教室を開催した。会場となる保健センターまでの交通手段は、家族送迎またはバスによる送迎のいずれかを参加者が選択した。毎回の教室時間は体調確認や健康講話、休憩を含め90分であり、そのうち運動時間は約45分であった。1回の教室内容は、1) 血圧測定、服薬、関節痛の有無などの体調確認、2) 全員が体調確認を終了するまでの待ち時間運動として「NHK みんなの体操」やレクリエーション運動、3) 準備運動(座位保持のままできるストレッチや肩関節運動および下肢の筋力運動など)、4) 主運動(下肢筋力、バランス、歩行を含めた複合運動、レクリエーション運動など)、5) 整理運動(リラクゼーション、ストレッチなど)により構成した。運動教室開始後の1ヵ月間は、準備期として運動に慣れることや身体の動きを知ることが目的に、身体各部を意識しながらの動作

を集団で実践した。その後2ヵ月間は、運動量を確保するため1グループ5~6人のグループ単位で、歩行や立位姿勢における平衡性、筋力運動などを含めた複合的な運動およびリラクゼーションやストレッチを実践することとした。運動指導は専門の運動指導者が担当した。また、運動実践への意識を高めることを目的に、運動の重要性や栄養改善に関する講話をおこなった。本教室ではさらに、体力の維持・改善と在宅での運動習慣の定着を目的に在宅用の運動を提供した。運動内容はマシンや特別な用具を使わずにできる下肢機能の改善を目的とした運動であり、立ち上がりや歩行などの日常生活動作を円滑に遂行できることを目標とした。1週間の運動種目は教室中におこなう下肢の筋力運動4種目(足関節の底屈および背屈、腹筋運動、スクワット)に加えて、1週間ごとに異なる1~2種目の運動を提供し、計5~6種目とした。これらは安全面に配慮し、基本的に座位あるいは仰臥・伏臥位で実践する内容であり、すべての運動を実践した場合、実践時間が15分程度になるよう考慮するとともに、教室期間中に多種目の運動を学習できるようにした。運動実践状況の確認のために在宅運動日誌を配布し、教室期間中の14週間にわたり記録を求めた。

(3) 測定項目

1) 形態測定

形態指標として、身長計(YG-200、ヤガミ社製)を用いて0.1cm単位で身長を、体重計(Digital Bathroom Scale HD-316、TANITA社製)を用いて0.1kg単位で体重を測定した。また、体重(kg)を身長(m)の2乗で除すことによりbody mass index(BMI)を算出した。

2) 体力測定

① アップ & ゴー(歩行能力)

いすに深い座位姿勢をとり、両手を膝の上に置くよう教示した。合図とともに立ち上がり、3m前方のコーンを回って着座するまでの時間を0.01

秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。一連の動作は可能な限り速くおこなうよう求めた。

②ステップテスト（下肢筋力）

立位姿勢をとるよう求め、その20cm 前方に19cm の高さの台を設置した。足の裏が台の高さ（19cm）まで上がるよう、可能な限り速くその場で足踏みをおこなってもらい、左右の足を交互に8回上げ下ろしするまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

③5回いす立ち上がり（下肢筋力）

両腕を胸の前で交差し、背中を伸ばした状態で背もたれのついたいすに浅く腰かけるよう求めた。合図とともに、いすから立ち上がり直立姿勢をとるよう求め、再びいすに腰掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返すよう教示した。合図してから5回目の直立姿勢をとるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、平均値を記録とした。

④開眼片足立ち（静的平衡性）

両手を腰に当て両足をそろえて床の上に立った状態から、片方の足を床から上げ、可能な限り長く立ち続けるよう求めた。接地している支持足の裏が動く、腰にあてた手が離れる、支持足以外の身体部分が着地するなどの場合はバランスが崩れたものとみなした。計測は足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は60秒とした。左右を問わず、0.01秒単位で2回計測し、平均値を採用した。

⑤ファンクショナルリーチ（動的平衡性および柔軟性）

壁に横向きに立ち、伸展させた両腕を肩の高さまで前方に上げ、その時点での第3指の先端を0cm とした。腕を肩と同じ高さに保ったまま可能な限り上体を前傾し、両腕の指先が前方に移動した距離を1cm 単位で2回計測し、平均値を採用した。このとき、かかとは浮かせないよう教示した。

⑥長座位前屈（柔軟性）

壁に臀部と背中をつけ、長座位姿勢をとるよう

表1. 教室参加者の基本的特徴

	男性 (n = 26)	女性 (n = 105)
身体的特徴		
年齢、歳	75.2±5.9	77.6±6.0
身長、cm	156.4±5.2	144.1±5.4
体重、kg	60.6±8.2	51.2±8.7
BMI [†] 、kg/m ²	24.7±2.8	24.5±3.8
疾患状況		
脳血管疾患、n (%)	5 (19.2)	12 (11.4)
高血圧、n (%)	10 (38.5)	53 (50.1)
糖尿病、n (%)	5 (19.2)	4 (3.8)
心疾患、n (%)	2 (7.7)	10 (9.5)
骨粗鬆症、n (%)	1 (3.8)	8 (7.6)
脂質異常症、n (%)	2 (7.7)	14 (13.3)
緑内障・白内障、n (%)	2 (7.7)	11 (10.5)
関節痛状況		
腰痛、n (%)	8 (30.8)	40 (38.1)
肩関節痛、n (%)	9 (34.6)	20 (19.0)
膝関節痛、n (%)	12 (46.2)	45 (42.9)
基本的日常生活活動		
Barthel Index、点	97.7±4.3	97.9±5.2
満点者、n (%)	19 (73.1)	82 (78.1)
活動能力		
手段的自立 (1-5)、点	3.8±1.1	4.0±1.2
知的能動性 (1-5)、点	3.2±1.0	3.3±0.9
社会的役割 (1-5)、点	3.0±1.1	3.3±1.0
総合得点 (1-13)、点	9.9±2.6	10.5±2.4

注) 各測定値は全て平均値 ± 標準偏差
†: body mass index

求めた。両手を伸ばし、手のひらを長座位前屈計の上に置いたまま、膝を曲げないよう上体を前屈するよう求めた。この時の長座位前屈計の移動距離を0.1cm 単位で2回計測し、平均値を記録とした。

3) 質問紙調査

①疾患および関節痛状況

対象者の健康状態を把握するため、疾患および関節痛状況を個別に聴取した。疾患状況は脳血管疾患、高血圧、糖尿病、心疾患（不整脈、心不全、虚血性心疾患）、骨粗鬆症、脂質異常症、緑内障・白内障の有無を聴取した。関節痛は腰痛、肩関節痛、膝関節痛の有無を聴取した。

②老研式活動能力指標

地域で独立した生活を営む上で必要とされる活動能力を老研式活動能力指標¹¹⁾によって評価した。基本的日常生活能力および手段の日常生活能力に関する13項目の質問に対し、「はい」(1点)または「いいえ」(0点)と回答するよう求め、身体的自立(5点満点)、知的能動性(4点満点)、社会的役割(4点満点)を評価した。また各質問項目の総計を求め、13点満点で評価した。

③ Barthel index

歩行や食事、入浴、着替えなどの基本的ADL(basic activities of daily living)の評価にBarthel index¹²⁾を用いた。各質問項目の総得点を求め、100点満点で評価した。

(4) 統計解析

各体力測定値および質問紙スコアの結果は、平均値±標準偏差で示した。教室前後における体力測定値を比較するため、対応のあるt検定を施し、男女間の交互作用の検定には二元配置の分散分析を施した。また、各体力測定項目における補助具(杖、手すりなど)の使用者と測定の完遂者を示した。完遂者は測定方法に基づいて測定が完了できた者である。補助具の使用状況の違いが体力変化とは無関係に体力測定値に影響する可能性があることから、運動教室開始前の測定を基準とし、その後の測定において補助具使用状況が異なる者は分析から除外した。歩行能力(アップ&ゴー)の改善に寄与する体力要素を検討するため、アップ&ゴーを従属変数、ステップテスト、5回いす立ち上がり、開眼片足立ち、ファンクショナルリーチ、長座体前屈を説明変数とした重回帰分析を施した。重回帰分析は強制投入法を用い、標準偏回帰係数(β)、標準偏回帰係数誤差(β_{SE})、重回帰係数(R)、寄与率(R^2)を検討した。全ての統計解析にはIBM SPSS Statistics 19.0を用い、統計的有意水準は5%に設定した。

3. 結果

(1) 教室前後における参加者の体力変化(表2、3)

対象者全体では、教室終了後、全ての測定項目が有意に改善した。また比較的遂行度が困難である測定項目において、教室後に杖や他者の補助が必要とする者が減少した。男女別にみると、男性はファンクショナルリーチのみ、女性はファンクショナルリーチ以外の測定項目が有意に改善した。男女間の交互作用については、いずれの項目でも有意ではなかった。

(2) 歩行能力の変化量に関連する体力要素(表4)

アップ&ゴーの変化量を従属変数、その他体力測定6項目の変化量を独立変数として、強制投入法による重回帰分析を施した結果、アップ&ゴーに有意に関連した測定項目はステップテスト($\beta = 0.40, P < 0.05$)、5回いす立ち上がり($\beta = 0.26, P < 0.05$)、開眼片足立ち($\beta = 0.20, P < 0.05$)の3項目であった。

4. 考察

(1) 教室前後における参加者の体力変化

本研究の結果から、ハイリスク高齢者であっても下肢筋力、平衡性、歩行、ストレッチを含めた複合運動や実践しやすい在宅運動を提供することにより、歩行能力、静的平衡性、動的平衡性、下肢筋力、柔軟性すべての項目が有意に改善することが改めて明らかとなった。男女別にみると、女性ではすべての体力要素が改善したが、男性では動的平衡性に留まることが明らかとなった。この結果は、清野ら⁹⁾の報告に基づき、男性のデータをさらに増やしてもほぼ同様の結果となった。本教室の参加者の約8割が女性であったため、提供したプログラムの内容が、男性のトレーナビリティに好影響を及ぼすには不十分あるいは不応であった可能性が否めない。今後はハイリスク高齢者の性差に着目して運動プログラムを再検討する必要がある。

表2. 教室前後における参加者の体力変化

	n	欠損値(n) [†]	全体 (n=131)			男性 (n=26)		女性 (n=105)		交互作用 P
			教室前	教室後	補助具使用者 ^{††}	教室前	教室後	教室前	教室後	
+開眼片足立ち、秒	122	9	12.7±15.1	15.3±16.8*	0 (0.0%)	9.8±12.0	10.8±14.2	13.4±15.7	16.3±17.3*	0.502
+長座体前屈、cm	125	6	32.3±9.0	34.2±9.3*	0 (0.0%)	28.8±12.9	31.5±12.2	33.1±7.6	34.8±8.4*	0.584
+ファンクショナルリーチ、cm	124	7	22.7±7.1	24.9±11.0*	0 (0.0%)	21.9±8.2	24.8±6.8*	22.8±6.8	24.9±11.8	0.690
-ステップテスト、秒	112	16	6.7±2.4	6.2±2.0*	3 (2.7%)	7.6±2.7	7.3±3.5	6.5±2.3	6.0±1.4*	0.688
-5回椅子立ち上がり、秒	123	7	11.1±4.5	9.1±3.9*	1 (0.8%)	12.5±6.8	10.9±5.0	10.8±3.7	8.7±3.4*	0.416
-アップ&ゴー、秒	124	4	11.0±4.3	10.2±6.7*	3 (2.4%)	14.0±6.2	14.3±13.2	10.2±3.4	9.2±3.2*	0.125

注) : 各測定値は全て平均値 ± 標準偏差

* : 教室前と比べて有意な差あり (P< 0.05)

† : 体力測定未完遂者、教室前後どちらかに補助具の使用有り

†† : 教室前後ともに補助具の使用有り

+ : 値が大きいほうが良い値

- : 値が小さいほうが良い値

表3. 教室前後における参加者の補助器具使用変化 (n=131)

	未完遂者	無し→無し	有り→有り	有り→無し	無し→有り
ステップテスト、n	2	109	3	16	1
5回椅子立ち上がり、n	3	123	1	4	0
開眼片足立ち、n	5	122	0	4	0
ファンクショナルリーチ、n	6	124	0	1	0
長座体前屈、n	6	125	0	0	0
アップ&ゴー、n	1	121	3	5	1

注) 未完遂者: 体力測定前後で中止を訴えた者

表4. アップ&ゴー変化量を目的変数とした強制投入法による重回帰分析 (n= 131)

説明変数	n	β	β_{SE}	P	R (R ²)
ステップテスト変化量	112	0.40	0.16	P< 0.05	0.61 (34%)
5回椅子立ち上がり変化量	123	0.26	0.12	P< 0.05	
開眼片足立ち変化量	122	0.20	0.03	P< 0.05	
長座体前屈変化量	125	-0.07	0.04	0.35	
ファンクショナルリーチ変化量	124	0.06	0.03	0.46	

注) β : 標準偏回帰係数, β_{SE} : 標準偏回帰係数誤差, R: 重回帰係数, R²: 寄与率

(2) 歩行能力の変化量に関連する体力要素

本研究より、歩行能力(アップ&ゴー)の変化量に関連する体力要素は、下肢筋力(ステップテスト、5回いす立ち上がり)および静的平衡性(開眼片足立ち)であった。アップ&ゴーは、も

ともと身体的に虚弱な高齢者の基本的移動能力を評価する指標であり、高い信頼性・妥当性が検証されている¹³⁾。それゆえハイリスク高齢者の歩行能力を評価する際、多くの無作為化比較試験で使用されている¹⁴⁻¹⁶⁾。島田ら¹⁷⁾によると、アップ&

ゴーは歩行能力のみならず、下肢筋力と平衡性との関連性が高くと高く、その動作特性上、平衡性や下肢筋力を必要とする指標であると報告されている。また杉浦ら³⁾は、地域在住高齢者940名の歩行能力を4年間にわたり追跡調査を実施したところ、追跡開始時に筋力、平衡性、巧緻性が高い者は、4年後の歩行速度の低下率が小さかったと報告している。これらの報告を踏まえると、歩行能力の変化量に下肢筋力と静的平衡性の変化量が関連したことは、妥当な結果であると考えられる。

アップ&ゴーは、歩行に加えて起立や着座、方向転換を含んだ動作であるため、実際の日常生活場面に近い条件下での動的平衡性を評価する指標としても活用されている¹⁸⁾。静的平衡性が、動的平衡性よりも歩行能力に関連していたという報告は少ないため、本研究の結果は興味深い。歩行は遊脚期を有する動作であるため、片足での平衡性が重要である。このことが、歩行能力に有意に関連した原因だと推察される。歩行能力に対する動的・静的平衡性の関連性については今後も検討する余地があるといえよう。

(3) 歩行能力低下に着目した身体的虚弱改善プログラムの提案 (表5)

加齢による歩行能力の低下は、「歩幅の減少」³⁾¹⁹⁾、「歩隔の増大」³⁾¹⁹⁾、「爪先開き角の増大」²⁰⁾、「遊脚期における爪先拳上の低下」²⁰⁾、「下肢スイング時の膝関節屈曲角度の減少」²⁰⁾、「踵着地時における足関節背屈程度の減少」²⁰⁾、「上体の上下動の減少および左右動の増加」²⁰⁾、「骨盤の回転減少」²⁰⁾、「肘の振り幅の減少」²⁰⁾といった症候が報告されている。これらの症候は、大腰筋の筋量減少²¹⁾、膝伸展筋力の低下²²⁾、平衡性の低下³⁾、関節可動域の低下²⁴⁾などが複合的に絡み合い、徐々に顕在化すると報告されている。見方を変えれば、筋力・平衡性・関節可動域が改善されることで、歩行能力は改善すると考えられる。本研究の結果もこの

表5. 歩行能力の維持・改善に着目した運動プログラム

全体指導	一ヶ月目	在宅運動プログラム (各回の復習)
	【関節可動域・静的平衡性改善プログラム】 ・歩行動作のチェック ・足、膝、股関節可動域チェック ・座位での関節可動域改善運動 ・足底および足関節を意識した平衡性運動 ・レクリエーションゲーム ・在宅運動プログラム	
小グループ指導	二ヶ月目	
	【下肢筋力改善プログラム】 ・大腰筋を意識した足踏み運動 ・大腿筋を意識した立ち上がり運動 ・平衡性を意識した筋力運動 ・レクリエーションゲーム	
小グループ指導	三ヶ月目	
	【巧みな歩行動作の習得】 ・障害物を設けた歩行運動 ・平衡性を意識した歩行運動 ・歩行動作のチェック ・レクリエーションゲーム 最終回 体力測定・調査	

最終回 体力測定・調査

ことを支持している。

歩行能力は、本研究では歩行速度によって評価している。歩行速度が速ければ、歩行能力が高いことは周知の事実である。しかしハイリスク高齢者は、歩行速度を速める際に歩幅ではなく、歩数を増加させる傾向が見受けられる。平衡性や関節可動域が総体的に低下しているハイリスク高齢者において、安易な歩数の増加は転倒を引き起こす可能性がある。歩行速度を高める際には、下肢の関節可動域や平衡性など歩行速度をコントロールできる体力要素を事前に改善させる必要があるといえよう。したがって、教室開始1ヵ月間は足首・膝・股関節の可動域を意識したストレッチを中心に、2ヵ月目から下肢筋力・静的平衡性・歩行を中心に、これらの負荷を徐々に高めることで、歩数だけでなく歩幅も改善できるようプログラムを構成するのが望ましい。このように歩行速

度に限定して評価するのではなく、歩行の質についても今後評価していくべきであろう。

(4) 本研究の限界と今後の課題

本研究はいくつかの限界と課題を有している。

1点目は、本研究の対象者が茨城県八千代町に限定されており、提供したプログラムの外的妥当性を検討するに至っていないこと、2点目は、歩行能力の変化量に影響を及ぼす体力要素を検討するにあたり、性差を考慮していないこと、3点目は運動教室の参加者は、運動実践に意欲のある者であり、相対的に体力レベルの高い集団である可能性を否定できないことである。これらを踏まえると、本研究で得られた結果が幅広い地域および人に適用可能かどうかは今後、さらなる検討の余地があるといえる。以上のような限界と課題を有してはいるものの、本研究で提案した身体的虚弱改善プログラムを用いることで、歩行能力の維持・改善に着目したプログラムを提案する際に、礎として活用し得ると考えられる。

5. 結語

本研究では、歩行能力の改善に関連する体力要素を検討し、歩行能力の改善・維持に着目した身体的虚弱改善プログラムを新たに提案することを目的とした。その結果、これまでの運動プログラムを勘案した上で、1) 性差を考慮すること、2) 下肢筋力および静的平衡性に重点を置くこと、3) 筋力を高める際には、関節可動域や柔軟性などの下準備を整えること、の3点に着目した身体的虚弱改善プログラムを新たに提案した。今後は幅広い地域、個別化に適応したプログラムを提供していく必要がある。

文 献

1) 田中喜代次, 中垣内真樹, 重松良祐. 中高年の元気長寿のための運動プログラム. 財団法人日本体育協会(監), 有限会社ナップ, 東京, 2010, pp3.

- 2) McGinn AP, Kaplan RC, Verghese J, Rosenbaum DM, Psaty BM, Baird AE, Lynch JK, Wolf PA, Kooperberg C, Larson JC, Wassertheil Smoller S. Walking speed and risk of incident ischemic stroke among postmenopausal women. *Stroke* 2008; 39: 1233-1239.
- 3) 杉浦美穂, 長崎浩, 古名丈人, 奥住秀之. 地域高齢者の歩行能力—4年間の縦断変化. *体力科学* 1998; 47: 443-452.
- 4) 上野めぐみ, 河合祥雄, 三野大爽, 鴨下博. 在宅生活高齢者の転倒関連因子についてのレビュー—メタアナリシス手法を用いて—. *保健の科学* 2009; 51: 166-172.
- 5) 衣笠隆, 芳賀脩光, 江崎和希, 古名丈人, 杉浦美穂, 勝村俊仁, 大野秀樹. 低体力高齢者の体力, 生活機能, 健康度に及ぼす運動介入の影響(無作為比較試験による場合). *日本運動生理学* 2005; 12(2): 63-73.
- 6) 新井武志, 大淵修一, 逸見治, 稲葉康子, 柴喜崇, 二見俊郎. 地域在住虚弱高齢者への運動介入による身体機能改善と精神心理面の関係. *理学療法学* 2006; 33(3): 118-125.
- 7) 横塚美恵子, 千葉綾香, 柏美枝子, 神田智佳子, 田邊康二, 大田仁史. 訪問型介護予防事業における虚弱後期高齢者に対する運動介入. *理学療法学* 2008; 35(3): 110-115.
- 8) Daniels R, van Rossum E, de Witte L, Kempen GI, van den Heuvel W. Interventions to prevent disability in frail community-dwelling elderly: a systematic review. *BMC Health Serv Res* 2008; 8: 278.
- 9) 清野諭, 藪下典子, 金美芝, 深作貴子, 大藏倫博, 奥野純子, 田中喜代次. ハイリスク高齢者における「運動器の機能向上」を目的とした介護予防教室の有効性. *厚生指標* 2008; 55(4): 12-20.
- 10) 厚生労働省. 介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル(改訂版). 2009. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1a.pdf>
- 11) 古谷野亘, 柴田博, 中里克治, 芳賀博, 須山靖男. 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* 1987; 34(3): 109-114.
- 12) Mahoney F, Barthel D. Functional evaluation: The barthel index. *Md State Med J* 1965; 14: 61-65.
- 13) Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-148.
- 14) Fatouros IG, Taxildaris K, Tokmakidis SP.

- Kalaphotharakos V, Aggelousis N, Athanasopoulos S, Zeiris I, Katrabasas I. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *Int J Sports Med* 2002; 23: 112-119.
- 15) Latham NK, Anderson CS, Lee A, Bennett DA, Moseley A, Cameron ID. A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 291-299.
- 16) Boshuizen HC, Stemmerik L, Westhoff MH, Hopman Rock M. The effects of physical therapists' guidance on improvement in a strength-training program for the frail elderly. *J Aging Phys Act* 2005; 13: 5-22.
- 17) 島田裕之, 古名丈人, 大淵修一杉浦美穂, 吉田英世, 金憲経, 吉田祐子, 西澤哲, 鈴木隆雄. 高齢者を対象とした地域保健活動における Timed Up & Go Test の有用性. *理学療法学* 2006; 33(3): 105-111.
- 18) 對馬均, 松島美正. TUG Test・BBS. リハビリテーションにおける評価法ハンドブック—障害や健康の測り方. 赤居正美(編), 医歯薬出版, 東京, 2009, pp168-173.
- 19) Kaneko M, Morimoto Y, Kimura M, Fuchimoto K, Fuchimoto T. A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. *Can J Sport Sci* 1991; 16: 223-228.
- 20) Murray MP, Kory RC, Clarkson BH. Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol* 1969; 24: 169-178.
- 21) 金俊東, 久野譜也, 相馬りか, 増田和美, 足立和隆, 西嶋尚彦, 石津正雄, 岡田守彦. 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響. *体力科学* 2000; 49: 589-596.
- 22) 淵本隆文, 加藤浩人, 金子公有. 高齢者の歩行能力に関する体力的・動作学的研究—膝伸展, 足底屈, 足背屈の筋力と歩行能力の関係—. *体力科学* 1999; 28: 108-115.

4. 地域在住高齢者の認知症予防を目的とした脳機能賦活プログラムの開発

大藏倫博¹⁾、尹 智暎¹⁾、檜森えりか¹⁾、小澤多賀子²⁾

1. はじめに

介護状態に陥る主要原因は、脳卒中と廃用症候群に関連する原疾患（転倒・骨折や高齢による衰弱を含む）であるが、近年、認知症が急速にその一角を占めるようになった。現在、認知症高齢者は約220万人であるが、30年後には450万人に達するとの推計もある。これまで、認知症の予防（認知機能の低下を遅延すること）は困難と言われてきたが、最新の研究は、ゲームや対人スポーツを通じた社会的交流や身体活動（運動）により認知症の発症が抑制される可能性を示唆している（Verghese et al., 2003）。また、Luria& Meiran (2005) によると、体力・身体機能の低下は、主に運動器の問題による廃用症候群の一つと捉えることができる一方で、身体行動の調整や決定に関わる脳の廃用症候群と考えることもでき、このような視点から認知機能と体力・身体活動との関連に注目が集まっている（Yaffe et al., 2001）。特に最大酸素摂取量と認知機能の関係（Dustman et al., 1984）、ウォーキング実践による前頭前皮質に関与する認知機能の改善（Kramer et al., 1999）、身体活動量と認知機能の関係（Yaffe et al., 2001; Larson et al., 2006）を報告した一連の研究は、継続的なエクササイズ実践や長期的な身体活動量の増加が認知機能を改善し、認知症の発症リスクを低下させることを示唆する貴重な成果と言える。

一方、脳機能賦活の立場からは、知的活動がアルツハイマー症の発症に及ぼす影響についていくつかの成果が報告されている。Wilson et al. (2003)

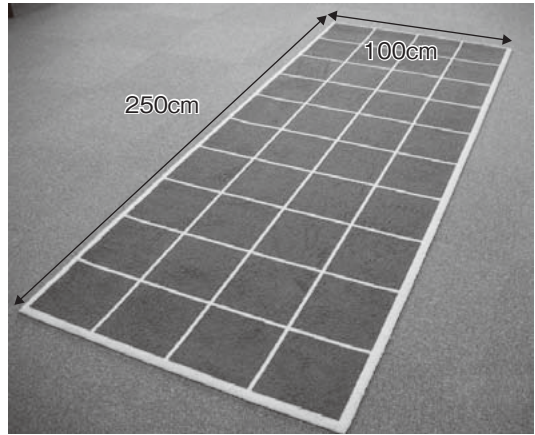
による4.5年間の前向き研究では、新聞を読む、雑誌を読む、トランプやクロスワードパズルなどのゲームをする、博物館に行くなど7つの行動の頻度とアルツハイマー症の発症との間に有意な関連が見出されている。Verghese et al. (2003) は、知的・文化的活動（読書、チェスなどのボードゲーム、楽器演奏、ダンスなど）が認知症の発症リスクを低下させることを報告している。

以上を勘案すると、望ましい認知症予防プログラムとは、脳機能賦活と運動または身体活動が同時に内包されることであろう。Fabre et al. (2002) は、エアロビククトレーニングと脳機能賦活訓練を併用実施すると、いずれか一方だけをおこなった場合より、認知機能の改善効果は大きかったと報告している。しかしながら、一つのプログラムに脳機能賦活要素と身体運動を同時に取り入れた検討はこれまでになされていない。

我々は、脳機能賦活と身体活動量の増大に効果的な「スクエアステップ」エクササイズ（Square-Stepping Exercise: SSE）を開発し（**図1**）、高齢者の介護予防や健康づくりに関する報告をしてきた（Shigematu et al., 2006; Shigematu et al., 2008a; Shigematu et al., 2008b）。SSEは専用のマット（横幅100 cm × 奥行き250 cmを25 cm四方の升目（スクエア）で区切った）上を、指定されたパターンに従って前進・後退・左右・斜め方向への連続移動を伴う（ステップを踏む）エクササイズであり、段階的に難易度（動きの複雑さ）が増していくことから、参加者の挑戦意欲をかきたてるだけでなく、注意力、集中力、記憶力を駆使しなければ遂行できないよう工夫されたエクササイズプログラムである。これまでの検討では、脚伸展筋

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

2) 株式会社 THF



- ・ 100 cm×250 cmの面を25 cm四方のマス目（スクエア）で区切ったマットを使用する。
- ・ 前進・後退・左右・斜め方向への連続移動（複数の組合せ）を伴うステップ・パターンが難易度順に全部で約200種類用意されている。
- ・ 教室（高齢者）の進度に合わせて、適切なステップ・パターンを提供する（指導する）。

図1. スクエアステップ（Square-Stepping Exercise）実践風景（左）と専用マット（右）

力、歩行能力、柔軟性、平衡性、反応性能力を有意に向上させるという報告がされているが(Shigematu et al., 2006)、認知機能に与える影響については検討が十分とは言えない。

そこで、本研究の目的は、脳機能賦活と身体運動を同時に内包するSSE実践を含む、認知症予防のための新しい脳機能賦活プログラムを提案し、本プログラムの3ヵ月間の短期実践効果を認知機能と体力の観点から検討することとした。

2. 研究方法

(1) 対象地域

対象地域とした茨城県K市は、茨城県のほぼ中央に位置し、都心からの距離は約100kmで県都水戸市に隣接する。K市は3市町が合併してできた市であり、K地区、T地区、I地区の3地区にそれぞれ保健センターがある。K市の高齢化率は約21%と全国平均並みであるが、地区別にみると、K地区とI地区が23%と全国平均を上回る。介護保険の被保険者数は17,616人、そのうち要介護・

要支援者数は2,245人（75歳以上が1,929人と大多数を占める）であり、介護認定率は12.7%となっている（以上、すべて平成20年度実績値）。

(2) 対象

本研究の対象者は、茨城県K市に在住する介護認定を受けない自立した生活をおくる高齢者66名であり、平成20年度中に3地区で各1回ずつ開催された3ヵ月間（週1回、全11回）のSSE教室に参加した56名（平均年齢 71.6 ± 5.5 歳、以下SSE群と記す）と、月1回の健康講話と自主的な運動実践（ウォーキング中心）をおこなうコントロール10名（同 74.6 ± 5.1 歳、以下C群と記す）の2群に配置した。表1にベースラインにおける身体的特徴の平均値±標準偏差と範囲、およびSSE群とC群間の比較結果を示した。なお、男女の人数の内訳は、SSE群が11名と45名、C群が4名と6名であり、前期高齢者と後期高齢者の内訳は、SSE群が36名と20名、C群が5名と5名であった。SSE群とC群の間で男女比または前期・後期高齢

表 1. ベースラインにおける対象の特徴

		SSE 群 (n =56)		C 群 (n =10)		有意差
		平均値±SD	範囲	平均値±SD	範囲	
年齢	歳	71.6±5.5	65-87	74.6±5.1	65-82	ns
身長	cm	151.6±7.3	138.0-170.5	154.6±8.2	145.0-168.5	ns
体重	kg	55.1±8.9	40.0-81.0	61.8±8.2	50.4-78.8	p=0.036
BMI	kg/m ²	23.9±2.8	17.3-31.8	25.8±3.5	22.0-33.2	ns
収縮期血圧	mmHg	133±14	104-160	152±15	137-176	p<0.001
拡張期血圧	mmHg	76±9	60-97	84±5	79-95	p<0.001
教育年数	年	11.2±2.4	8-18	11.8±3.2	8-16	ns

SSE : square-stepping exercise, C : control
ns : not significant

者比に違いは見られなかった。本研究は、筑波大学大学院人間総合科学研究科内に設置された研究倫理審査委員会の承認を受け、研究の実施に先立ちすべての参加者から文書で同意書を得た。

(3) 測定項目

1) 認知機能検査

① Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975)

MMSE は、見当識、記憶、計算、注意力、言語能力、構成能力など総合的な認知機能の障害を把握する検査である。10分程度と実施時間が短く、個別面談形式で質問票を用意すればよくコストも安くすむ。信頼性や妥当性が高く、世界中で使用されており、認知症の簡易スクリーニングテストとしては gold standard として認められている。本研究においても 1 対 1 の個別面談形式としたが、調査・測定実施日程の都合上、SSE 群においてのみ実施した (C 群においては実施しなかった)。

② ファイブ・コグ検査

矢富ら (2003) によって開発されたファイブ・コグ検査を実施した。日本人高齢者を対象として開発された認知機能検査であり、5つの認知機能要素 (注意、記憶、視空間認知、言語、思考) が

含まれる。ファイブ・コグで評価された注意・判断能力は TMT-A および TMT-B 検査と、思考能力は WAIS-R の類似課題との有意な相関が認められており、日本人の情緒に合わせたテストとして、日本の地域在住高齢者を対象とする認知症予防プログラムや軽度認知障害に対する検査で用いられている (児玉ら, 2008)。

ファイブ・コグ専用の DVD メディアを使用した。DVD を投入したパソコンの画面を液晶プロジェクターでスクリーンに投影し 15-25 名の対象者に対して一斉に検査を実施した。用意された測定用紙に氏名と教育年数を記入させた後、DVD から出される指示 (音声と映像) に従って検査 (以下に示す A) ~ E) の 5 つの認知機能) を行った。検査に要する時間は説明および練習時間を含め約 45 分であった。

A) 注意：文字位置照合課題

注意能力を測る課題である。段 (上段、中段、下段) とそこに書かれている文字 (上、中、下) が一致する場合のみ、その文字を丸で囲み、同時に数字 (連続番号) をふっていく並行作業課題 (二重課題: Dual-task) である。制限時間は 1 分とした。

B) 記憶：手がかり再生課題

言語的エピソード記憶を測る課題で、手がかり

りとなる各カテゴリーと同時に32個の単語を記憶する。その後、他の課題をおこない、12分経過した時点で先に覚えた単語を、カテゴリーをヒントに思い出して書き出す課題である。

C) 視空間：時計描画課題

視空間認知を測る課題であり認知症高齢者をスクリーニングする上で有効な課題といわれる。時計の文字盤を描き、その中に11時10分を表すよう針を書き込む。

D) 言語：言語流暢性課題

できるだけ多くの動物名を書き出すことで、言語能力を測る課題である。制限時間は2分とした。

E) 思考：共通概念抽出課題

思考能力を測る課題であり、2つの単語に共通する上位概念を抽出する。16問から成り、制限時間は3分とした。

2) 体力測定

高齢者の日常生活に関連の深い動作（身体機能）を評価できることや介護予防事業の評価基準であることを条件に、筋力2項目（握力、5回イス立ち上がり時間）、柔軟性1項目（長座位前屈）、平衡性2項目（開眼片足立ち、ファンクショナルリーチ）、歩行能力2項目（5m普通歩行、タイムドアップアンドゴー）、巧緻性1項目（ベグ移動）、反応性2項目（全身単純反応時間、4方向選択反応時間）の合計12項目を測定項目とした。

①握力

握力計（竹井機器工業社製 GRIP-D5101）を利き手に持ち、両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとらせた。次に、呼息しながら握力計を可能な限り強く握らせた。利き手は身体に触れないよう、かつ動かさないよう教示した。0.1kg単位で左右2回ずつ計測し、左右の最良値の平均値を記録した。

②5回イス立ち上がり

両腕を胸の前で交差し、背中を伸ばした状態で背もたれのついたイスに浅く腰掛けさせた。合図

とともに、イスから立ち上がり直立姿勢をとらせ、再びイスに腰掛ける動作を可能な限り速く5回繰り返させた。合図してから5回目の直立姿勢をとるまでの時間を0.01秒単位で2回計測し、最良値を記録した。

③長座位前屈

壁に臀部と背中をつけ、長座位姿勢をとらせた。両手を伸ばし、手のひらを長座位前屈計（竹井機器工業社製 T.K.K.5112）の上においたまま、膝を曲げないように上体を前屈させた。このときの長座位前屈計の移動距離を0.1cm単位で2回計測し、最良値を記録した。

④開眼片足立ち

両手を腰にあて、両足をそろえて床の上に立った状態から片方の足を床から離し、できるだけ長く立ち続けるよう教示した。接地している支持足が動いたり、腰にあてた手が離れたり、支持足以外の身体部分が着地した時点でバランスが崩れたものとみなした。計測は足を上げた時点からバランスが崩れた時点までの時間とし、最大値は60秒とした。左右を問わず0.01秒単位で2回計測し、最良値を記録した。

⑤ファンクショナルリーチ

壁に対して横向きに立ち、伸展させた両腕を肩の高さまで前方に上げ、その時点での第3指の先端を0cmとした。腕を肩と同じ高さに保ったまま可能な限り上体を前傾し、両腕の指先が前方に移動した距離を1cm単位で2回計測し、最良値を記録した。このとき、かかとは浮かせないよう教示した。

⑥5m普通歩行

5mの歩行路を普段通りの速さで歩いたときの時間を0.01秒単位で2回計測し、最良値を記録した。歩行路の両端には3mの予備路を設けた。

⑦タイムドアップアンドゴー

重量のある肘掛けイスに深い座位姿勢をとり、両手を膝の上に置くよう教示した。合図とともに立ち上がり、3m前方のコーンを回って着座する

準備運動	スクエアステップ	手の運動	足の運動	筋トレ&ストレッチ	講話・座
					
120分、1回/週、11週間					

〈脳機能の賦活を企図した4つのプログラム〉

スクエアステップ	様々なステップ・パターンを記憶しながら正しくステップするエクササイズであり、記憶・注意・集中力に関する脳機能賦活が期待される。
手の運動	遊びの要素を取り入れた手の運動（あとだしじゃんけん、計算じゃんけん等）で、計算・記憶・判断力や手先の器用さ（巧緻性）に関する脳機能賦活が期待される。
足の運動	足でボールコントロールするなど日常生活ではほとんどおこなわない動作・運動を実践することで、脳機能の賦活が期待される。
講話・座	講話を聞くことで介護予防や認知症予防に関する知識を習得すると同時に、知的活動に伴う脳機能賦活が期待される。さらに、参加者と指導者が共にする「座」の中で役割を担うことで、生活機能における社会参加に位置づける。

図2. 脳機能賦活を企図したスクエアステップ教室のプログラム

までの時間を0.01秒単位で2回計測し、最良値を記録した。一連の動作は可能な限り速くおこなうよう教示した。

⑧ベグ移動

対象者からみて、手腕作業検査器（竹井機器工業社製）の遠位の盤にベグを48本挿した状態で、検査器に立位で正対させた。合図とともに左右それぞれの手にベグを1本ずつ持ち、手前の盤に移すよう教示した。制限時間は30秒で1回のみ計測し、手前の盤に移したベグの本数を記録した。

⑨全身単純反応時間

発光器（ヤガミ社製 YB-1100）を目の高さに合わせて設定し、発光器から1.5m離れた位置にマットの端を合わせる。対象者はマットの上で両膝を腰幅に開き、膝関節を軽く曲げた状態で立つ。光刺激（赤色）に対して、できるだけ早く、両足で乗直方向に飛び離れるよう教示した。0.001秒単位で5回計測し、最短値と最長値を除いた3回の

平均値を記録した。

⑩4方向選択反応時間

発光器（ヤガミ社製 SW-4）を目の高さに合わせて設定し、発光器から1m離れた位置にマットの端を合わせる。発光器には上下左右の4ヵ所に光源が設置されており、それに対応するよう前後左右に圧力センサーを内蔵したマットを並べて置く。対象者は、マットの中心に立ち、発光器が点灯したのと同じ方向のマットにできるだけ素早く片足ずつ移動するよう教示した。0.001秒単位で計12回（4方向×3回）計測し、各方向に最長値を除き、8回の平均値を記録した。

(4) 教室の内容（介入プログラム）

1) SSE を活用した脳機能賦活プログラム（図2）
K市3地区の保健センターすべてにおいて同様のプログラムが提供された。期間は3ヵ月間（全11回）とし、頻度は週1回、1回あたりの教室（プ

プログラム実施)時間は120分間である。120分間の内訳は、15分間の準備運動、40分間のSSE、そして5分間の休憩を入れた後、20分間のレクリエーション運動(ボールなどを使用し、手指や足を積極的に動かすことを意図している)、10分間の整理運動と続く。ここまでの90分間は運動実践が主な内容である。残りの30分間は、「お茶会」と称した講話と雑談をおこなうものであり、介護予防に関する知識の教授に加えて、参加者とスタッフ、参加者同士の交流促進(社会心理機能の向上)を企図している。

2) C群に提供されたプログラム

C群の高齢者に対しては、健康講話と運動・食事指導からなる90分間の教室を月1回、3ヵ月間提供した。毎回、運動の行い方を分かりやすく示した資料や歩数計、運動記録表などを配布・チェックし、アドバイスや賞賛とともに運動実践を促した。

(5) 統計解析

各項目の測定結果は平均値±標準偏差で示した。2群間における各項目の平均値の差に関する検討にはスチューデントのt検定を、同一群のプログラム(教室)前後の比較には対応のあるt検定を用いた。さらに、認知機能および体力に与える時間経過(プログラム前 vs. 後)とプログラム(SSE群 vs. C群)の影響を検討するために、2要因分散分析(1要因のみ対応あり)をおこない、その後の多重比較検定ではBonferroni調整を採用した。また、2変数間の関連性は、Pearsonの積率相関係数または共変量を調整した偏相関係数により評価した。すべての統計処理にはSPSS Statistics 17.0 for Windowsを用い、統計的有意水準は5%未満とした。

3. 結果

SSE群のプログラム参加率は、全11回の教室に参加したべ人数(589人・回)を616人・回(対

象人数56名×開催回数11回)で除した値として算出したところ、85%であった。一方、C群の参加率は同様の計算方法で算出したところ80%であった。なお、SSE群のみ実施したMMSE得点は、プログラム前(平均値 26.6 ± 2.7 、範囲17-30)からプログラム後(平均値 27.4 ± 2.2 、範囲22-30)で増加したが、有意傾向($p = 0.072$)にとどまった。

表2では、群ごと(SSE群とC群)にプログラム実践に伴う認知機能(5要素合計、注意、記憶、視空間、言語、思考)得点の変化を示した。SSE群は5要素合計($p < 0.001$)および注意($p < 0.001$)、記憶($p < 0.001$)、思考($p = 0.003$)で有意な向上がみられた。C群では記憶($p < 0.016$)のみ有意な向上があった。また、注意においてのみ、2要因分散分析に交互作用($p = 0.028$)がみられた。

表3にプログラム前後の体力項目の比較を群ごとに示した。SSE群は、5回いす立ち上がり($p = 0.004$)、ペグ移動($p = 0.016$)、4方向選択反応時間($p = 0.011$)で有意差が見られた。一方、C群においては、有意な変化はみられなかった。

本研究のデータから、プログラム実践前(ベースライン)の認知機能は、年齢($r = -0.413$, $p = 0.001$)、教育年数($r = 0.293$, $p = 0.017$)、収縮期血圧($r = -0.405$, $p = 0.001$)と有意に関連することが示された。そこで、表4では、ベースラインにおける体力と認知機能の関係を、年齢、教育年数、収縮期血圧を調整した偏相関係数であらわした。歩行能力(タイムドアップアンドゴー)および巧緻性(ペグ移動)、反応性(全身単純反応時間と4方向選択反応時間)は、認知機能の5要素合計得点と有意に関連し、特にペグ移動と全身単純反応時間は、認知機能5要素すべてと有意に関連した。

4. 考察

認知症予防プログラムに必要な条件として、地域での介入、小集団の活動、認知症予防の目的の共有化、主体性の尊重と自己効力感の促進などが

表2. プログラム実践前後における認知機能の比較

認知機能要素 課題内容	SSE 群 (n=56)			C 群 (n=10)			有意差	交互作用
	教室前	教室後	有意差	教室前	教室後	有意差		
	平均値±SD	平均値±SD		平均値±SD	平均値±SD			
5要素合計								
注意+記憶+視空間+言語+思考	65.3±18.9	73.3±20.4	p<0.001	60.9±17.4	63.9±19.1	ns	ns	
注意								
文字位置照合	18.9±9.1	21.5±8.2	p<0.001	20.0±6.8	18.9±8.3	ns	p=0.028	
記憶								
手がかり再生	14.7±5.5	17.9±6.4	p<0.001	11.4±4.8	14.4±6.1	p=0.016	ns	
視空間								
時計描画	6.5±1.2	6.8±0.7	ns	6.5±1.3	6.4±1.0	ns	ns	
言語								
言語流暢性	15.1±4.8	16.0±6.5	ns	14.2±5.3	15.5±4.5	ns	ns	
思考								
共通概念抽出	10.1±3.7	11.1±3.3	p=0.003	8.8±5.0	8.7±4.9	ns	ns	

SSE : square-stepping exercise, C : control
ns : not significant

表3. プログラム実践前後における体力の比較

体力要素 測定項目		SSE 群 (n=56)			C 群 (n=10)			有意差	交互作用
		教室前	教室後	有意差	教室前	教室後	有意差		
		平均値±SD	平均値±SD		平均値±SD	平均値±SD			
筋力									
握力	kg	24.9±6.1	24.8±6.2	ns	26.3±8.2	27.3±8.0	ns	ns	
5回いす立ち上がり時間	秒	8.0±1.8	7.5±1.6	p=0.004	7.7±0.7	7.8±1.5	ns	ns	
柔軟性									
長座体前屈	cm	33.6±8.1	33.7±8.8	ns	35.7±8.1	34.2±5.5	ns	ns	
平衡性									
開眼片足立ち	秒	39.7±22.4	35.3±24.1	ns	29.2±23.0	26.9±8.0	ns	ns	
ファンクショナルリーチ	cm	28.8±5.8	28.3±4.9	ns	32.1±6.3	29.4±6.3	ns	ns	
歩行能力									
5m普通歩行	秒	3.6±0.6	3.6±0.5	ns	3.4±0.3	3.6±0.5	ns	ns	
タイムドアップアンドゴー	秒	6.6±1.3	6.8±1.1	ns	6.4±0.9	6.8±1.5	ns	ns	
巧緻性									
ベグ移動	個	39.8±5.3	41.0±5.9	p=0.016	39.3±3.0	41.2±4.8	ns	ns	
反応性									
全身単純反応時間	ミリ秒	521±114	515±137	ns	490±55	473±59	ns	ns	
4方向選択反応時間	ミリ秒	1076±131	1049±128	p=0.011	1021±87	1010±112	ns	ns	

SSE : square-stepping exercise, C : control
ns : not significant

表4. 体力と認知機能との偏相関係数（年齢、教育年数、収縮期血圧調整済み）

			注意	記憶	視空間	言語	思考	5要素合計
筋力	握力	r	0.058	0.103	0.128	0.119	0.208	0.151
		p	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5回いす立ち上がり時間	r	-0.176	0.104	-0.104	-0.127	-0.023	-0.095
		p	ns	ns	ns	ns	ns	ns
柔軟性	長座体前屈	r	0.002	0.233	-0.030	0.216	0.162	0.174
		p	ns	ns	ns	ns	ns	ns
平衡性	開眼片足立ち	r	0.102	0.023	0.013	-0.018	0.014	0.053
		p	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	ファンクショナルリーチ	r	0.093	0.120	0.034	0.282	0.252	0.221
		p	ns	ns	ns	0.048	ns	ns
歩行能力	5m普通歩行	r	-0.290	-0.187	-0.102	-0.345	0.069	-0.285
		p	0.041	ns	ns	0.014	ns	0.045
	タイムドアップアンドゴー	r	-0.364	-0.246	-0.091	-0.451	-0.061	-0.396
		p	0.009	ns	ns	0.001	ns	0.004
巧緻性	ベグ移動	r	0.420	0.354	0.290	0.501	0.359	0.554
		p	0.002	0.012	0.041	<0.001	0.011	<0.001
反応性	全身単純反応時間	r	-0.407	-0.303	-0.396	-0.493	-0.418	-0.551
		p	0.003	0.033	0.004	<0.001	0.002	<0.001
	4方向選択反応時間	r	-0.458	-0.186	-0.268	-0.360	-0.135	-0.424
		p	0.001	ns	ns	0.010	ns	0.002

SSE : square-stepping exercise, C : control

ns : not significant

挙げられる（矢富ら、2005）。そして、健常な高齢者が認知症へ移行するのを予防および遅延させる認知的介入を考えるなら、認知症へと移行していく時期に低下する機能、特に記憶力や注意力などを向上しうる介入を行うべきである。また、日常生活に支障の少ない高齢者が多く参加しているため、このような高齢者の興味を引ける満足度の高い内容（運動や活動）が必要となろう。矢富ら（2003）は、運動プログラム（ウォーキングを中心とした有酸素運動）と知的活動プログラム（園芸、料理、パソコンなど）を1年間併用的に指導した結果、記憶力と注意力に有意な改善がみられたとしている。杉村ら（2005）は、軽度認知障害（mild cognitive impairment: MCI）（Petersen et al., 2001）と判定された地域在住高齢者を対象に、週1回の頻度で6ヵ月間、認知症予防活動

（①古家をリフォームする、②料理、③ウォーキング）を実践するよう指導したところ、認知機能状態に有意な改善が認められたとしている。杉村らは、有意な効果を得た理由の一つとして、提供された認知症予防活動が高齢者にとって興味を引く内容であり、持続的な参加につながったことを挙げている。一方で、水野ら（2007）は、長谷川式簡易知能評価スケール（HDS-R）が認知症傾向のある施設入居高齢者131名を対象として、ウォーキングや体操をおこなう介入群（67名）と非介入群（64名）に無作為割付したところ、介入期間（9週間）後には両群ともに半数以上がドロップアウトしていた。水野らはドロップアウトが多かったことについて、用いた運動が単純であったため対象者の興味を引くことができなかったことに加えて、認知症高齢者用のプログラムの作成の難しさ

にも言及している。田平ら（2008）は、施設に居住するMCIおよびその疑いのある高齢者82名を対象として、5ヵ月間（月2回の程度）の介入を行った。時間は一回あたり90-120分とし、一回のプログラムの内容は、バイタルチェック15分、学習療法15分、レクリエーション60-90分、茶話会15分であった。介入期間の終了後、注意機能と単語遅延記憶、自己効力感が有意に増加したが、MMSEに変化は見られなかった。田平らは、高齢者に学習療法や記憶ゲームを提供することで達成感や満足感が得られ、自己効力感の向上に効果があったと述べている一方で、参加率（22%）が低かったことを問題点として指摘している。その原因の一つとして、認知機能の評価が多かったことが参加者の負担になったためかもしれないと述べている。

本研究で作成・提案された脳機能賦活プログラム（図2）の中核を担うのがSSEである。SSEは25 cm四方のマス目で区切られたマット上を様々なステップパターンをしっかりと記憶した後でステップを実践するエクササイズである。また、マス目の中に正確に足を運ぶために注意力・集中力さらには身体機能としての調整力も必要とされる。ただし、SSEだけでは特に上半身の身体運動量が十分でないことから、本プログラムでは、ボールやタオルを使ったレクリエーション的要素を含む運動により上半身の筋力や手指巧緻性のトレーニングとして補完した。プログラムの最後の30分間は和室に座布団を敷き、お茶を飲みながらリラックスした雰囲気の中で講話を聴いたり、参加者同士または参加者とスタッフで会話を楽しんだりした。これは、健康づくりや介護予防に関する知識を習得すると同時に、知的活動に参加することによる脳機能賦活も意図している。さらに、会話を楽しむだけでなく、他者との会話を通して社会ネットワークを広げることと、お茶当番を決めるなどして社会における役割を与えることで教室参加へのモチベーションや自己効力感など広義の社会

心理機能を高められるよう工夫した。本プログラム（教室）への参加率は85%と先行研究と比べて高い値を示したといえる。教室への参加率に影響を与える要因としては、家族の理解、交通手段、教室の開催時間帯、天候、教室スタッフなどが考えられるが、本研究ではこれらの要因を十分考慮した上で、さらにプログラムそのものの内容（魅力）の向上に注力した。具体的には、参加者がプログラムに参加して「楽しいと感じられること」、「（認知機能および体力面で）効果を実感できること」、「安全におこなえること」、「教室終了後の継続化につながること」などである。以上のような工夫を行った結果が、85%という高い教室参加率に貢献したものと考えられる。

運動が脳機能に直接与える主な効果として、脳循環代謝の改善（Williamson et al., 1996）と神経伝達物質の増加（Meeusen & De Meirleir, 1995）がある。間接的に与える効果として、アルツハイマー症の危険因子とされる肥満の予防、脳血管障害による認知症の予防がある。SSEは心拍数の高い状態が持続しない安全性の高い運動であり、運動強度は低強度であると言えるが、Kim et al. (2002)は、動物実験から海馬歯状回の神経細胞数が、低強度運動で増加したと報告している。これらを総合すると、SSE群の認知機能が有意に改善した理由として、SSE実践により脳循環代謝の改善や神経伝達物質および神経細胞数の増加のいずれか一つまたは複数をもたらされた可能性を挙げることができるかもしれない。

本プログラムではSSEだけではなしえない身体運動として、上半身の運動、特に手指や腕を中心としたいくつかのエクササイズ（ボール、タオルなどを使用）を実践した。このような身体運動は、目と手の協応および進行順序を意識しながら、時には素早くおこなうことが必要となる。このような動作（身体運動）を含む上肢機能の総合的評価指標は巧緻性や調整力と呼ばれることが多い（石田ら、2004）。特に巧緻性は、スパーシング

(手を正しい方向に動かす機能)、タイミング(手の運動において正しい時間調整を行う機能)、そしてグレーディング(手の運動において力加減を行う機能)という3つの機能から構成されると言われており(和才ら、1991;福意ら、2005)、本プログラムでおこなった上半身のエクササイズはまさにこの動作手順を含む。このような身体運動を多くおこなう者では、運動に関わるニューロンの活動が活発となり、認知症の発症率を低下させたとの報告(Eggermont et al., 2009)もあるように、本研究で巧緻性(ペグ移動)と認知機能(特に注意や思考)が有意に向上し、かつ両者が有意に関連したことは、以上で述べた内容によって部分的に説明できるかもしれない。

高齢者において、歩行能力は自立した日常生活を送るための移動手段として必要不可欠である。Weuve et al. (2004)は、歩行を含む身体活動量が増えた者ほど、認知機能(記憶、言語、注意)の改善効果が高まることを報告している。また、認知機能は社会活動とも関連することが指摘されている(Frank et al., 2005)。すなわち、社会活動を継続的におこなうには地域を移動する必要がある、移動にともなう身体運動(活動量)の増大が認知機能に好影響を与えたのではないかとの推測がある(Frank et al., 2005)。本研究で用いたSSEは、実践時間の大部分が歩行中心である。1回の教室参加における参加者の平均的な歩数は2500~3500歩(歩数計により計測)であったことから、本プログラム実践によって、参加高齢者の歩行(身体活動)量は増加しており、歩行量の増加を介して認知機能に何らかの好影響を与えた可能性が考えられる。また、本研究では、プログラム実践後に歩行能力の向上は見られなかったが、プログラム前(ベースライン)における相関分析では、歩行能力(タイムドアップアンドゴー)と認知機能(注意、言語、5要素合計得点)に関連性が認められており、従来の報告を追認するものと捉えることができる。

一般に反応時間は加齢に伴って延長されると言われるが、身体機能の低下を直接原因として反応性が低下するとの報告(Spirduso et al., 1975)がある一方、脳内情報処理の速度が要因であるとする報告もある(時任ら、2001)。また、選択反応時間は記憶や注意と関連するとの報告もある(Lord & Fitzpatrick, 2001)。Larson et al. (2008)は、反応性とはバランスを維持しながら、正確かつ素早く位置や方向を変える能力であり、動作の切り替え能力、スピード、バランス、調整力などに関連すると述べている。したがって、反応性を高めるためには、素早い身体動作だけでなく動きの正確さもあわせて継続的にトレーニングする必要がある。本研究において、認知機能(注意)と4方向選択反応時間が有意に関連したことは、Lord & Fitzpatrick, 2001の報告を支持するものであると同時に、教室後に認知機能(注意)と4方向選択反応時間の両者が有意に向上・短縮したことは、SSEを含むプログラム実践によって認知機能と体力が同期しながら変容した可能性を示唆するものかもしれない。

5. 結論

本研究では、脳機能賦活と身体運動を同時に内包するSSEを中心とした認知症予防のための新しい脳機能賦活プログラムを提案し、本プログラムの3ヵ月間の短期実践効果を認知機能と体力の観点から検討した。

本プログラムの3ヵ月間の実践により有意に改善がみられた認知機能要素は、注意、記憶、思考であった。また、コントロールと比較して顕著に改善したのは注意であったことから、SSEを含む本プログラムの独自性および優位性は注意に関する認知機能の改善効果にあると言えるかもしれない。体力面では、5回イス立ち上がり時間(脚伸展筋力)、ペグ移動(巧緻性)、4方向選択反応時間(反応性)において有意な向上がみられたことから、認知機能の改善と同時に転倒予防に代表さ

れる体力・身体機能の向上にも好影響を与えたことが推察される。また、認知機能は巧緻性、反応性、歩行能力と関連する可能性が示唆された。

今後は、本研究で提案された脳機能賦活プログラムのさらなる改善と易継続性に関する検討、および長期継続した場合の認知機能と体力に与える効果および両者の関係性を追跡調査によって明らかにする必要がある。

文献

- 1) Dustman RE, Ruhling RO, Russell EM, Shearer DE, Bonekat HW, Shigeoka JW, Wood JS, Bradford DC: Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol Aging* 5: 35-42, 1984.
- 2) Eggermont HP, Knol DL, Hol EM, Swaab DF, Scherder JA. Hand motor activity, cognition, mood, and the rest-activity rhythm in dementia a clustered RCT. *Beh brain res* 96: 271-278, 2009.
- 3) Fabre C, Chamarik, Mucci P, Masse-Brian J, Prefaut C: Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *Int J Sports Med*. 23: 415-21, 2002.
- 4) Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR: "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 12: 189-198, 1975.
- 5) Frank LD, Schmid TL, Sallis JF, Chapman J, Saelens BE. Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form-Findings from SMARTRAQ. *Am J Prev Med* 28: 117-25, 2005.
- 6) Fratiglioni L, Paillard-Borg S & Winblad B. An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *Lancet Neurol* 3: 343-353, 2004.
- 7) 福意武史, 井上桂子, 常久謙太郎. 上肢巧緻性評価機器の開発. *川崎医療福祉学会誌* 17: 389-394, 2008.
- 8) 石田暉: 巧 性訓練. 千野直一編, 現代リハビリテーション医学, 第2版, 金原出版, 東京. 227-229, 2004.
- 9) Kim SH, Kim HB, Jang MH, Lim BV, Kim YJ, Kim YP, Kim SS, Kim EH, Kim CJ: Treadmill exercise increases cell proliferation without altering of apoptosis in dentate gyrus of Sprague-Dawley rate. *Life Sci* 2: 1331-1340, 2002.
- 10) 児玉千稲, 朝田隆. 軽度認知機能障害・認知症の診断尺度としてのセットテストの標準化に関する検討. *認知神経科学* 10: 109-118, 2006.
- 11) Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ, Banich MT, McAuley E, Harrison CR, Chason J, Vakil E, Boileau RA, Colcombe A: Ageing, fitness and neuron cognitive function. *Nature*, 400: 418-419, 1999.
- 12) Larson EB, Wang L, Bowen JD, McCormick WC, Teri L, Crane P, Kukull W: Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Ann Intern Med*. 144: 73-81, 2006.
- 13) Larson EB. Physical Activity for older Adults at risk for Alzheimer Disease. *JAMA* 300: 1077-1079, 2008.
- 14) Lautenschlager NT & Almeida OP. physical activity and cognition in old age. *Curr Opin Psychiatry* 19: 190-193, 2006.
- 15) Lord SR, Fitzpatrick RC. Choice stepping reaction time: a composite measure of falls risk in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56: M627-32, 2001.
- 16) Luria R & Meiran N. Increased control demand results in serial processing. *Psychological Science* 16: 833-840, 2005.
- 17) Meeusen R, De Meirleir K: Exercise and brain neurotransmission. *Sports Med* 20: 160-88, 1995.
- 18) 水野裕, 渡辺智之. 認知症高齢者に対する運動介入の効果について. *老年精神医学雑誌* 18: 68-76, 2007.
- 19) Petersen RC, Steven JC, Ganguli MG, Tangalos EG, Cummings JL, DeKosky ST. Practice parameter: Early detection of dementia: Mild cognitive impairment (An evidence-based review). *Neurology* 56: 1133-1142, 2001.
- 20) Shigematsu R, Okura T: A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly. *Aging Clin Exp Res* 18: 242-248, 2006.
- 21) Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Tanaka K, Sakai T, Kitazumi S, Rantanen T. Square-stepping exercise and fall risk factors in older adults: A single-blind randomized controlled trial. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*. 63: 76-82, 2008a.
- 22) Shigematsu R, Okura T, Sakai T, Rantanen T. Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. *Aging Clinical and Experimental Research* 20: 19-24, 2008b.
- 23) Spirduso WW. Reaction and movement time as a

- function of age and physical activity level. *J Gerontol* 30: 435-40, 1975.
- 24) 杉村美佳, 中村正剛, 木之下徹, 山田達夫. 非薬物療法による Mild cognitive Impairment (MCI) から認知症への進行予防効果に関する検討; 安心院プロジェクト. *老年精神医学雑誌* 16: 1387-1393, 2005.
 - 25) 田平隆行, 榊原淳, 沖英一, 田中浩二, 認知症介護予防モデル事業の紹介と成果について. *保健学研究* 20: 19-24, 2008.
 - 26) 時任真一郎, 西平賀昭, 八田有洋, 秋山幸代, 和坂俊昭, 金田健史, 麓正樹. 前期高齢者の反応時間低下のメカニズムに関する研究—課題遂行による差異から. *50: 303-312*, 2001.
 - 27) Verghese J, Lipton RB, Katz MJ, Hall CB, Derby CA, Kuslansky G, Ambrose AF, Sliwinski M, Buschke H. Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *N Engl J Med* 348: 2508-2516, 2003.
 - 28) 和才嘉昭, 嶋田智明: 測定と評価. *リハビリテーション医学全書* 5, 第2版, 医歯薬出版, 東京. 312-328, 1991.
 - 29) Weuve J, Kang JH, Manson JE. Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA* 292: 1454-1461, 2004.
 - 30) Williamson JW, Friedman DB, Mitchell JH, Sencher NH, Friberg L : Mechanisms regulating regional cerebral activation during dynamic handgrip in humans. *J Appl Physiol* 81: 1884-1990, 1996.
 - 31) Wilson RS, Bennett DA, Bienias JL, Mendes de Leon CF, Morris MC, Evans DA: Cognitive activity and cognitive decline in a biracial community population. *Neurology* 61: 812-816, 2003.
 - 32) Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui LY, Covinsky K: A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Arch Intern Med*. 161: 1703-1708, 2001.
 - 33) 矢富直美. 認知的アプローチによるアルツハイマー病の予防. *Cognition and Dementia* 2: 128-133, 2003.
 - 34) 矢富直美. 認知症予防活動の効果評価と課題. *老年社会学会* 27: 74-80, 2005.

5. 立ち上がり動作時の地面反力変数による下肢筋機能評価尺度の開発

辻 大士¹⁾、金 泰浩¹⁾、大藏倫博¹⁾

1. 目的

加齢に伴う下肢筋力、筋パワーの低下は、自立度の低下¹⁾、転倒の発生²⁾、ひいては高い死亡率³⁾など、高齢期における重大なイベントの発生の危険性を高める。それゆえ、下肢筋力、筋パワーの評価の試みは盛んにおこなわれ、あらゆる方法が用いられてきた。近年、下肢筋力、筋パワーの簡易評価法の一つとして、椅子立ち上がり動作時の地面反力変数が有用である可能性が報告されている^{4,5)}。しかしながら、複数ある地面反力変数の中で下肢筋力、筋パワーとより強い関連を示す変数について詳細は明らかになっていない。本研究では、5つの地面反力変数と、等速性筋力測定器により評価した膝・足関節周囲の筋力、筋パワーとの基準関連妥当性を検討し、下肢筋機能評価法として妥当性の高い地面反力変数を明らかにすることを目的とした。これに加えて、妥当性が高いと判定された変数について、性・年齢別の評価尺度(標準値)の作成をおこなうこととした。

2. 地面反力変数の測定方法および変数の説明

立ち上がりパワー測定器(竹井機器工業:T.K.K.5809)を用い、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。対象者は、国内における一般的な座面高とされる40cmの高さの椅子⁶⁾に座り、測定器のプラットフォーム上に両足を置いた。座位姿勢は、両脚を腰幅に広げ、両腕を胸の前で組み、背すじを床面に対して垂直に伸ばし、足関節を90°に保持した姿勢とした。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秒間保持した。これを1試行とし、連続して3試行することとした。2回の練習を事前におこなった。なお、座位姿勢および立位姿勢を写真1に示した。

先行研究では主に以下の3種類の地面反力変数に大別され、1) 一時点における反力値変数、2) 反力の変化率変数、および3) 時間変数が用いられている^{4,5,7,8)}。これらを参考に、本研究では以下の5つの地面反力変数を検討に用いることとした(図1)。

- 1) 最大値体重比(F/w: peak force per body weight)
地面反力の最大値を体重で除した値である。単位は $\text{kgf} \cdot \text{kg}^{-1}$ とした。
- 2) 最大増加率($\Delta 10\text{ms}$)体重比(RFD1/w: maximal rate of force development ($\Delta 10 \text{ ms}$) per body weight)

地面反力が最大増加を示した10msの増加量を1.0sに換算して体重で除した値である。単位は $\text{kgf/s} \cdot \text{kg}^{-1}$ とした。

- 3) 最大増加率($\Delta 90\text{ms}$)体重比(RFD9/w: maximal rate of force development ($\Delta 90\text{ms}$) per body weight)

地面反力が最大増加を示した10msの前後40msを含めた計90msの増加量を1.0sに換算して体重で除した値である。単位は $\text{kgf/s} \cdot \text{kg}^{-1}$ とした。

- 4) 反力増加時間(T1: a time during developing force)

地面反力が最小値を示してから最大値に至

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科



写真1. 地面反力測定時の座位姿勢（左）と立位姿勢（右）

るまでの所要時間である。単位はmsとした。

- 5) 立ち上がり動作時間 (T2: chair-rise time)
地面反力が最小値を示してから動作終了までの所要時間である。単位はmsとした。

3. 地面反力変数の基準関連妥当性の検討ならびに標準値の作成

(1) 方法

1) 対象者

下肢筋力、筋パワーとの基準関連妥当性の検討には、大学内にて開催された運動教室の参加者を対象とした。教室前の測定に参加した47名（男性19名、女性28名、平均年齢 69.1 ± 2.9 歳）を分析に用いた。標準値の作成には茨城県笠間市の住民基本台帳から系統的に抽出した2100名のうち、調査に参加し地面反力測定をおこなった363名（男性160名、女性203名、平均年齢 73.4 ± 5.3 歳）を対象とした。

2) 下肢筋力、筋パワーの測定

下肢筋力、筋パワーの評価には、Biodex System 3を用いた。これにより、膝関節周囲5項目（等尺性膝伸展最大トルク、等速性膝伸展最大トル

ク、等速性膝伸展平均パワー、等速性膝屈曲最大トルク、等速性膝屈曲平均パワー）ならびに足関節周囲4項目（等速性足底屈最大トルク、等速性足底屈平均パワー、等速性足背屈最大トルク、等速性足背屈平均パワー）の計9項目の評価をおこなった。なお、等速性の測定の際の角速度はいずれも $60^\circ/\text{s}$ とした。

3) 分析方法

地面反力変数における、下肢筋力、筋パワーとの基準関連妥当性の検討には、性、年齢を調整した偏相関分析をおこなった。

良好な基準関連妥当性が確認された変数において、性別、年齢別（前期および後期高齢者）に標準値の作成をおこなうこととした。測定値の分布の正規性の確認を、1サンプルのKolmogorov-Smirnov検定によりおこなった後、 $\text{平均値} \pm 1.5$ 標準偏差 (SD)、 $\text{平均値} \pm 0.5\text{SD}$ を境界値とし、段階点を算出した。段階別評価として、「劣っている」は分布(X)が $X < \text{平均値} - 1.5\text{SD}$ の者、「やや劣っている」は $\text{平均値} - 1.5\text{SD} \leq X < \text{平均値} - 0.5\text{SD}$ の者、「ふつう」は $\text{平均値} - 0.5\text{SD} \leq X < \text{平均値} + 0.5\text{SD}$ の者、「やや優れている」は平均値

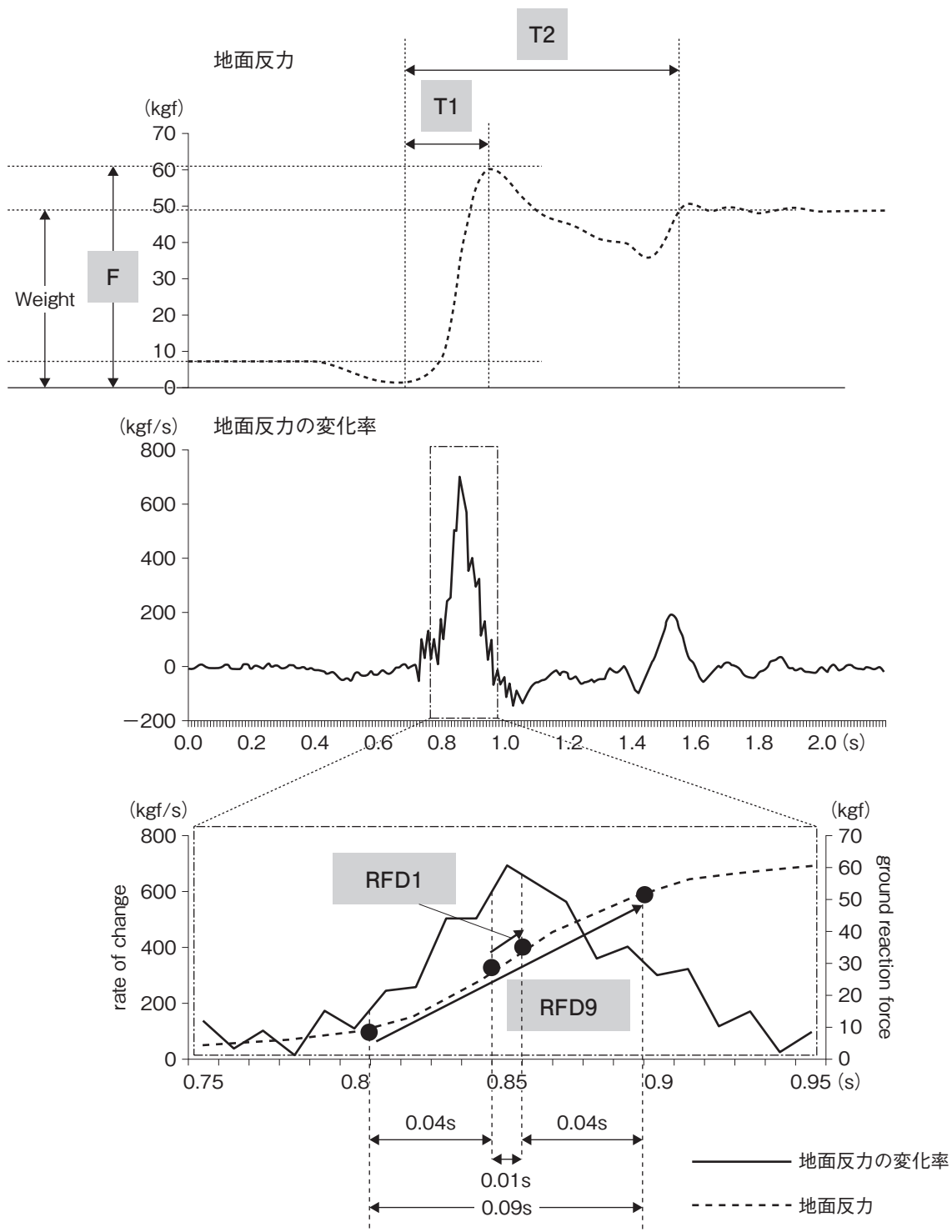


図 1 . 地面反力変数

F : peak reaction force, RFD 1 : maximal rate of force development ($\Delta 10$ ms), RFD9 : maximal rate of force development ($\Delta 90$ ms) , T1 : a time during developing force, T2 : chair-rise time.

表 1. 地面反力変数と下肢筋力、筋パワーとの偏相関係数（性、年齢調整）

	n	F/w	RFD1/w	RFD9/w	T1	T2
		(kgf · kg ⁻¹)	(kgf/s · kg ⁻¹)	(kgf/s · kg ⁻¹)	(ms)	(ms)
		partial-r	partial-r	partial-r	partial-r	partial-r
<膝関節伸展>						
等尺性 (0 deg/s) 最大トルク (Nm/kg)	47	.25	.07	.27	-.02	-.19
等速性 (60 deg/s) 最大トルク (Nm/kg)	47	.31*	.17	.32*	.04	-.12
等速性 (60 deg/s) 平均パワー(W/kg)	47	.34*	.29	.47*	-.13	-.25
<膝関節屈曲>						
等速性 (60 deg/s) 最大トルク (Nm/kg)	47	.34*	.14	.33*	.04	-.11
等速性 (60 deg/s) 平均パワー(W/kg)	47	.33*	.23	.45*	-.17	-.22
<足関節底屈>						
等速性 (60 deg/s) 最大トルク (Nm/kg)	39	.16	.25	.22	-.01	-.18
等速性 (60 deg/s) 平均パワー(W/kg)	39	.24	.33*	.34*	-.11	-.30
<足関節背屈>						
等速性 (60 deg/s) 最大トルク (Nm/kg)	39	.30	.19	.39*	-.48*	-.49*
等速性 (60 deg/s) 平均パワー(W/kg)	39	.38*	.25	.47*	-.46*	-.45*

**p*<0.05

F : peak reaction force, RFD1 : maximal rate of force development (Δ10ms) , RFD9 : maximal rate of force development (Δ90ms) , T1 : a time during developing force, T2 : chair-rise time, w : body weight.

+0.5SD ≤ X < 平均値 +1.5SD の者、「優れている」は平均値 +1.5SD ≤ X の者とした。

(2) 結果および考察

1) 基準関連妥当性の検討

各地面反力変数と、下肢筋力、筋パワーとの間における偏相関係数を表 1 に示した。F/w および RFD9/w において相対的に強い関連性が示された。いずれの変数も力単位 (kgf) で記録されることから、T1 や T2 といった時間変数よりも強い関連を示したと推察される。中でも RFD9/w と各平均パワーとの間により強い関連性が確認された。以前より、等尺性膝伸展時の RFD は「素早い筋力発揮のための能力」の評価を目的として用いられており⁹⁾、すなわちこれが筋パワーとより強く関連したことは妥当な結果であったと考えられる。

2) 性別、年齢別（前期および後期高齢者）の標準値の作成

下肢筋力、筋パワーとの基準関連妥当性が高いと判定された F/w、RFD9/w における、性別、年齢別の平均値を表 2 に示した。全てのカテゴリにおいて、分布の正規性が確認された。なお、いずれの変数も年齢との間に負の相関を示すことが報告されており⁸⁾、本研究においても、後期高齢者は前期高齢者よりも低値を示すことが確認された (*P*<0.05)。また、いずれの変数においても女性は男性よりも低値を示すことが確認された (*P*<0.05)。

表 3 に、F/w および RFD9/w の性別、年齢別（前期および後期高齢者）の 5 段階標準値を示した。

3) 今後の課題

本研究では、40cm の一定の座面高による評価をおこなったが、椅子立ち上がり動作の成就には、座面高が影響する¹⁰⁾ことが報告されており、地面反力変数に及ぼす座面高の影響を検討する必

表2. 性別、年齢別（前期および後期高齢者）の最大値体重比、最大増加率体重比

	n	Mean	SD	P value (K-S test)
最大値体重比 (F/w)、kgf・kg ⁻¹				
男性 前期高齢者	86	1.50 ± 0.11		0.89
男性 後期高齢者	74	1.41 ± 0.10		0.55
女性 前期高齢者	130	1.35 ± 0.09		0.54
女性 後期高齢者	73	1.27 ± 0.08		0.65
最大増加率体重比 (RFD9/w)、kgf/s・kg ⁻¹				
男性 前期高齢者	86	11.63 ± 1.88		0.67
男性 後期高齢者	74	9.95 ± 2.06		0.95
女性 前期高齢者	130	10.08 ± 1.57		0.55
女性 後期高齢者	73	8.52 ± 1.50		0.86

SD : standard deviation, K-S test : Kolmogorov-Smirnov test.

F/w : peak reaction force per body weight, RFD9/w : maximal rate of force development ($\Delta 90$ ms) per body weight.

表3. 最大値体重比、最大増加率体重比の性別、年齢別（前期および後期高齢者）の5段階標準値

	優れている	やや優れている	ふつう	やや劣っている	劣っている
最大値体重比 (F/w)、kgf・kg ⁻¹					
男性 前期高齢者	1.67以上	1.56~1.66	1.46~1.55	1.35~1.45	1.34以下
男性 後期高齢者	1.56以上	1.46~1.55	1.37~1.45	1.26~1.36	1.25以下
女性 前期高齢者	1.48以上	1.39~1.47	1.31~1.38	1.22~1.30	1.21以下
女性 後期高齢者	1.39以上	1.31~1.38	1.24~1.30	1.16~1.23	1.15以下
最大増加率体重比 (RFD9/w)、kgf/s・kg ⁻¹					
男性 前期高齢者	14.46以上	12.58~14.45	10.70~12.57	8.82~10.69	8.81以下
男性 後期高齢者	13.04以上	10.98~13.03	8.93~10.97	6.87~8.92	6.86以下
女性 前期高齢者	12.44以上	10.87~12.43	9.30~10.86	7.73~9.29	7.72以下
女性 後期高齢者	10.78以上	9.27~10.77	7.78~9.26	6.28~7.77	6.27以下

F/w : peak reaction force per body weight, RFD9/w : maximal rate of force development ($\Delta 90$ ms) per body weight.

要がある。また、対象者は運動教室や調査に参加した高齢者であるという点で、体力水準が高かったことが考えられる。今後は、より広範な体力水準の対象者を含めたデータを収集し、精度を高めた標準値の再作成が必要となる。さらに、本評価法の普及を目指すにあたり、妥当性が高いと判定された地面反力変数の評価が可能な廉価普及型機

器の開発が求められる。

4. 結語

椅子立ち上がり動作時の地面反力変数における、下肢筋力、筋パワーとの基準関連妥当性を検討したところ、最大値体重比 (F/w) および最大増加率体重比 (RFD9/w) において良好な基準関

連妥当性が確認され、特にRFD9/wが筋パワーの評価に有用である可能性が示唆された。また、これらの変数について、地域在住高齢者363名のデータに基づいた性別、年齢別（前期および後期高齢者）の5段階標準値が作成された。

文 献

- 1) Rantanen T, Avlund K, Suominen H, Schroll M, Frändin K, Pertti E. Muscle strength as a predictor of onset of ADL dependence in people aged 75 years. *Aging Clin Exp Res*, 14: 10-15, 2002.
- 2) Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*, 52: 1121-1129, 2004.
- 3) Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Tylavsky FA, Rubin SM, Harris TB. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61: 72-77, 2006.
- 4) Lindemann U, Claus H, Stuber M, Augat P, Mueche R, Nikolaus T, Becker C. Measuring power during the sit-to-stand transfer. *Eur J Appl Physiol*, 89: 466-470, 2003.
- 5) 中谷敏昭, 上英俊. 椅子からの立ち上がり動作を利用した下肢筋力評価法. *体力科学*, 53: 2004.
- 6) 中谷敏昭, 灘本雅一, 三村寛一, 伊藤稔. 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. *体育学研究*, 47: 451-461, 2002.
- 7) Yamada T and Demura S. 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: e 46- e 50, 2010.
- 8) 辻大士, 大藏倫博, 田中喜代次. 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, 2011.
- 9) Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*, 93: 1318-1326, 2002.
- 10) Alexander NB, Galecki AT, Nyquist LV, Hofmeyer MR, Grunawalt JC, Grenier ML, Medell JL. Chair and bed rise performance in ADL-impaired congregate housing residents. *J Am Geriatr Soc*, 48: 526-533, 2000.

6. 高齢者の身体活動量、身体機能との関連からみた 身体的虚弱化リスク評価尺度の開発 —乗物を利用した外出頻度によるスクリーニングの重要性—

角田憲治¹⁾、北濃成樹¹⁾、尹 之恩¹⁾、真田育依²⁾、堀田和司²⁾、村木敏明²⁾、大藏倫博¹⁾

1. 緒言

厚生労働省は介護予防を進めていくための強化すべき分野の一つに「閉じこもり予防」を挙げている¹⁾。

高齢者における「閉じこもり」の代表的な定義には、「外出頻度が週に1回以下²⁾」や「生活行動範囲が屋内に限られている³⁾」が挙げられる。新開ら²⁾は、本定義に基づいて、閉じこもり高齢者の特徴として、歩行機能障害や尿失禁の保有率が高いことを報告している。基本チェックリストにおいても外出頻度は、「週に1回未満」という定義で採用されている⁴⁾。このような閉じこもり高齢者のスクリーニングは、要介護化予防のためのハイリスクアプローチとして重要な施策である。しかしながら、既に閉じこもってしまった高齢者は、支援者の呼びかけに応じない可能性が高く、支援自体が困難であると同時に、支援者への負担も大きいことが予想される。人材や資源が限られた地方自治体で実行可能な支援を考えた場合には、閉じこもる前的高齢者に焦点を当てる必要がある。

近年、外出している高齢者であっても、広範囲な外出をしない者は、身体機能^{5,6)}が衰えやすいことが報告されている。また、いくつかの縦断研究によって、外出範囲の狭小化は死亡リスクの増加につながると報告されている^{7,8)}。このような報告から、たとえ日常的に外出する高齢者であっても、外出範囲の広さによって、身体活動量や身体

機能は大きく異なることが予想され、外出範囲を維持することや、さらに拡大することの重要性がうかがえる。

高齢者が遠方まで外出するには、何らかの移動手段の利用が不可欠である。したがって、自転車や自動車、電車などの移動手段の利用は、高齢者の活動的なライフスタイルを支え、身体機能に好ましい影響を与えていることが予想される。しかしながら、高齢者における移動手段の利用状況と身体活動量や身体機能との関連性について検討をした報告はほとんどなされていない。移動手段の利用状況と身体活動量および身体機能との関連性が明らかになれば、現行の外出頻度による閉じこもり高齢者のスクリーニング⁴⁾と同様に、簡便に高齢者の身体活動量や身体機能を予測できる新たな指標として活用できる可能性がある。

そこで本研究では、移動手段に主眼をおいた外出状況の評価項目と身体活動量、身体機能との関連性について検討し、評価すべき外出形態について明らかにすることを目的とした。

2. 方法

(1) 対象者

茨城県笠間市の2009年度および2010年度の住民基本台帳に基づき、保健センター近隣より無作為抽出された65歳から85歳の高齢者2,100名(2009年:1,200名、2010年:900名)を調査対象とした。

調査手順としては、両年度とも7月上旬に調査依頼状を郵送し、同意の得られた446名(2009年:235名、2010年:211名)に対し、7月下旬に質問紙を郵送した。質問紙は、8月上旬に高齢者自身

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

2) 茨城県立医療大学保健医療学部作業療法学科

が保健センター(身体機能測定の会場)へ持参することで回収し、396名(2009年:213名、2010年:183名)の回答を得た。なお、2009年と2010年の参加者は、対象地区(町丁)が異なるため重複することはない。

基本属性の4項目(年齢、性、教育年数、等価所得)がすべて揃っていない者(22名)、外出状況の3項目(外出頻度、自転車利用頻度、乗物利用頻度)に1項目も回答していない者(11名)、日常的に歩行器具を使用している者(8名)は、分析対象から除外し、355名(73.3歳±5.3歳)を分析対象とした。

本研究は筑波大学大学院人間総合科学研究科研究倫理委員会の承認の下で実施し、調査票の回収時に口頭と文書による説明後、同意書を得た。

1) 外出状況

以下の3項目で対象者の外出を評価した。

①外出頻度:平均的な1週間において、外出する(自宅の敷地を越える)ことが何日あるかを尋ねた。なお、本研究は移動手段を利用した外出に着目した研究であるが、基礎的情報として、従来から評価されている外出頻度^{2,5,9)}についても併せて検討をおこなった。

②乗物利用頻度:平均的な1週間において、乗物(車、バイク、バス、タクシー、電車など)を利用することが何日あるかを尋ねた。

③自転車利用頻度:平均的な1週間において、自転車を利用することが何日あるかを尋ねた。

2) 身体活動量

身体活動量の評価にはPhysical Activity Scale for the Elderly(PASE)を用いた^{10,11)}。PASEの設問は、過去7日間に実践した活動を聞くものであり、余暇活動、家庭内活動、仕事関連活動の3種類の身体活動から成り立っている。余暇活動は、「歩行」、「低強度運動」、「中強度運動」、「高強度運動」、「筋力トレーニング」の5要素で構成され、過去7日間の実践頻度および実践日の平均実践時間を評価し、1日の平均実践時間を算出す

る。家庭内活動は、「軽い家事」、「作業程度のきつい家事や雑用」、「家の修理」、「庭全体の手入れ」、「屋外での園芸」、「保育や介護」の6要素で構成され、過去7日間で実践したか否かで評価する。仕事関連活動は、「ボランティアもしくは有償の仕事」の1要素で構成され、過去7日間の合計実施時間を評価し、1日の平均実践時間を算出する。余暇活動と仕事関連活動は1日の平均実践時間に、家庭内活動は実践の有無に項目負荷(各活動要素の強度)をそれぞれ乗じ、合算した値がPASEで評価した身体活動量となる。

3) 身体機能

身体機能測定は、2009年、2010年とも8月上旬の6日間で保健センターにて実施した。日常生活動作に必要な身体機能を反映し得る評価項目として、握力、開眼片足立ち時間、長座体前屈、長座位起立時間、5回椅子立ち上がり時間、Functional reach(FR)¹²⁾、Timed up and go(TUG)^{13,14)}、5m通常歩行時間、48本ペグ移動時間、全身単純反応時間、全身選択反応時間、立ち上がりパワーの計12項目を測定した。

(2) 統計解析

外出状況評価項目と身体活動量、身体機能との関連性の検討には、説明変数に外出状況評価項目のカテゴリー変数、目的変数に身体活動量および身体機能、共変量に、年齢、性、教育年数、等価所得^{註1)}を設定した共分散分析を用いた。共分散分析において、外出状況による主効果が確認された場合には、下位検定としてBonferroni法による多重比較検定を行った。共分散分析における外出状況評価項目のカテゴリー化の方法は以下の通りである。

外出頻度、自転車利用頻度、乗物利用頻度は、基本的にはFujitaら⁹⁾の外出頻度に関する報告を参考に週あたり「0~1日」、「2~3日」、「4~7日」の3カテゴリーに分類したが、週に0日と1日の間で有意差検定(共分散分析)を実施し、

カテゴリー間でいずれかの身体活動量および身体機能に有意差が認められた場合は、週に0日と1日を別のカテゴリーとして、「0日」、「1日」、「2～3」、「4～7日」の4カテゴリーで分析をおこなうこととした。このような検討をおこなった上でカテゴリー化する理由としては、特に自転車利用頻度、乗物利用頻度において、利用頻度が週に0日の者は、該当する移動手段を利用できない状況にある可能性があるためである。

統計処理にはPASW Statistics 18.0J for Windowsを使用し、有意水準はいずれも5%とした。

^{注1)} 1年間の世帯所得を等価世帯人数(世帯人数に等価弾性値を累乗したもの)で除して算出した。等価弾性値は、平成16年全国消費実態調査¹⁵⁾に則して0.5とした。

3. 結果

(1) 外出頻度

外出頻度が週に0日の者は1名のみであった。そのため、「0～1日」、「2～3日」、「4～7日」の3カテゴリー間で比較することとした。表1に外出頻度と身体活動量、身体機能との関連性について示した。共分散分析において、外出頻度の主効果が認められたのは、身体活動量、5m通常歩行時間であった。多重比較検定の結果、週に2～3日のカテゴリーが、4～7日のカテゴリーに比して5m通常歩行時間が有意に低い値を示した。

(2) 自転車利用頻度

自転車利用頻度において、週に0日と1日のカテゴリー間で、共分散分析をおこなったところ、長座位起立時間、5回椅子立ち上がり時間、TUGに有意差が認められた。よって、週に「0日」、「1日」、「2～3日」、「4～7日」の4カテゴリー間で比較することとした。表2に自転車利用頻度と身体活動量、身体機能との関連性について示した。自転車利用頻度の主効果が認められたのは、長座位起立時間、TUG、5m通常歩行時間の3項

目であった。多重比較検定の結果、週に0日のカテゴリーが週に4～7日のカテゴリーに比して5m通常歩行時間が有意に低い値を示した。

(3) 乗物利用頻度

乗物利用頻度において、週に0日と1日の2カテゴリー間で共分散分析をおこなったところ、身体活動量および身体機能のいずれの項目においてもカテゴリー間に有意差は認められなかった。よって週に「0～1日」、「2～3日」、「4～7日」の3カテゴリー間で比較することとした。表3に乗物利用頻度と身体活動量、身体機能との関連性について示した。乗物利用頻度の主効果が認められたのは、長座位前屈、長座位起立時間、FR、5回椅子立ち上がり時間、TUG、身体活動量の6項目であった。多重比較検定の結果、FRを除いては、乗物利用頻度が週に0～1日の者が、3カテゴリーの中で最も低い値を示した。

4. 考察

(1) 外出頻度

本研究において、外出頻度が週1日を下回る高齢者(閉じこもり高齢者)の割合は1.4%であった。新開ら²⁾は、約1500名の高齢者を対象にした調査において、10%前後が閉じこもり高齢者であることを報告している。新開らの調査と本研究の調査における閉じこもり高齢者の出現率が異なった理由としては、地域差による影響¹⁶⁾の他に、新開らの調査では本研究と同様の来場型の調査と併せて、訪問調査をおこなったことが挙げられる。

外出頻度と有意に関連したのは、身体活動量および5m通常歩行時間であった。身体活動量は、多重比較検定において有意性は認められなかったが、外出頻度が増加するほど高い値を示す傾向にあった。田中ら¹⁷⁾は、外出頻度と身体活動量とが関連することを報告しており、本研究においてもこれを支持する結果が得られた。5m通常歩行時間では、外出頻度が週に4日以上集団が、統計

表 1. 外出頻度と身体活動量、身体機能との関連性

	①0~1日/週 (5名)		②2~3日/週 (53名)		③4~7日/週 (297名)		共分散分析†		
	推定周辺 平均値	標準誤差 ±	推定周辺 平均値	標準誤差 ±	推定周辺 平均値	標準誤差 ±	F 値	P 値	
身体活動量 (PASE)、点	87.5 ± 26.8		105.2 ± 8.1		125.7 ± 3.4		3.457	.033	多重比較検定‡ 有意差なし
身体機能									
握力、kg	30.5 ± 2.3		28.1 ± 0.7		27.9 ± 0.3		0.653	.521	
開眼片足立ち時間、秒	28.3 ± 8.7		35.2 ± 2.7		34.5 ± 1.1		0.298	.743	
長座体前屈、cm	33.3 ± 4.0		33.4 ± 1.2		34.2 ± 0.5		0.206	.814	
長座位起立時間‡、秒	2.5 ± 0.5		2.7 ± 0.2		2.8 ± 0.1		0.381	.683	
Functional reach、cm	26.9 ± 2.2		25.3 ± 0.7		26.9 ± 0.3		2.472	.086	
5回椅子立ち上がり時間‡、秒	7.5 ± 0.9		8.0 ± 0.3		7.8 ± 0.1		0.336	.715	
Timed up and go‡、秒	5.4 ± 0.4		6.1 ± 0.1		5.9 ± 0.1		2.233	.109	
5m通常歩行時間、秒	3.7 ± 0.3		3.9 ± 0.1		3.7 ± 0.0		3.599	.028	②<③
48本ペグ移動時間‡、秒	39.2 ± 3.0		39.2 ± 0.9		38.2 ± 0.4		0.569	.566	
全身単純反応時間‡、ミリ秒	477 ± 53		482 ± 16		500 ± 7		0.535	.586	
全身選択反応時間‡、ミリ秒	1078 ± 57		1064 ± 17		1051 ± 7		0.346	.708	
立ち上がりパワー、kgf/秒・kg ⁻¹	11.1 ± 0.8		9.7 ± 0.2		10.2 ± 0.1		2.901	.056	

† 共変量に投入した変数：年齢、性、教育年数、等価所得

‡ 不平等号は、良好な値を大きく示すようにした

値が低いほど、高評価を得られる項目

PASE : Physical Activity Scale for the Elderly

表2. 自転車利用頻度と身体活動量、身体機能との関連性

	①0日/週 (161名)		①1日/週 (30名)		②2~3日/週 (88名)		③4~7日/週 (94名)		共分散分析 [†]		
	推定周辺 平均値	標準 誤差	推定周辺 平均値	標準 誤差	推定周辺 平均値	標準 誤差	推定周辺 平均値	標準 誤差	F 値	P 値	多重比較検定*
身体活動量 (PASE)、点	116.3 ± 4.7		106.6 ± 10.7		133.2 ± 7.2		129.8 ± 6.2		2.479	.061	
身体機能											
握力、kg	27.5 ± 0.4		28.1 ± 0.9		29.3 ± 0.6		28.0 ± 0.5		1.954	.121	
開眼片足立ち時間、秒	32.5 ± 1.5		33.7 ± 3.5		36.9 ± 2.3		37.3 ± 2.0		1.542	.204	
長座体前屈、cm	33.6 ± 0.7		35.0 ± 1.6		35.2 ± 1.1		33.6 ± 0.9		0.749	.524	
長座位起立時間 [#] 、秒	3.0 ± 0.1		2.4 ± 0.2		2.6 ± 0.1		2.7 ± 0.1		3.208	.023	有意差なし
Functional reach、cm	26.1 ± 0.4		26.9 ± 0.9		28.0 ± 0.6		26.7 ± 0.5		2.357	.072	
5回椅子立ち上がり時間 [#] 、秒	8.0 ± 0.2		7.1 ± 0.4		7.7 ± 0.2		7.9 ± 0.2		1.761	.154	
Timed up and go [#] 、秒	6.1 ± 0.1		5.6 ± 0.2		5.8 ± 0.1		5.8 ± 0.1		3.184	.024	有意差なし
5m通常歩行時間、秒	3.8 ± 0.0		3.6 ± 0.1		3.7 ± 0.1		3.5 ± 0.1		3.408	.018	①<③
48本ペグ移動時間 [#] 、秒	39.2 ± 0.5		36.7 ± 1.2		37.9 ± 0.8		37.6 ± 0.7		1.979	.117	
全身単純反応時間 [#] 、ミリ秒	506 ± 9		480 ± 21		490 ± 14		490 ± 12		0.670	.571	
全身選択反応時間 [#] 、ミリ秒	1067 ± 10		1020 ± 23		1039 ± 15		1050 ± 13		1.628	.183	
立ち上がりパワー、kgf/秒・kg ⁻¹	10.0 ± 0.1		10.5 ± 0.3		10.2 ± 0.2		10.2 ± 0.2				

[†] 共変量に投入した変数：年齢、性、教育年数、等価所得

[‡] 不等号は、良好な値を大きく示すようにした

[#] 値が低いほど、高評価を得られる項目

PASE : Physical Activity Scale for the Elderly

表3. 乗物利用頻度と身体活動量、身体機能との関連性

	①0~1日/週 (67名)			②2~3日/週 (80名)			③4~7日/週 (205名)			共分散分析†	
	推定周辺 平均値	± 標準誤差	推定周辺 平均値	± 標準誤差	推定周辺 平均値	± 標準誤差	推定周辺 平均値	± 標準誤差	F 値	P 値	多重比較検定*
身体活動量 (PASE)、点	104.8	± 7.4	108.6	± 6.7	132.8	± 4.2			7.296	.011	①、②<③
身体機能											
握力、kg	27.3	± 0.6	27.7	± 0.6	28.5	± 0.4			1.459	.234	
開眼片立ち時間、秒	31.6	± 2.4	36.0	± 2.2	35.1	± 1.4			1.079	.341	
長座体前屈、cm	31.5	± 1.1	34.2	± 1.0	34.8	± 0.6			3.268	.039	①<③
長座位起立時間 #、秒	3.2	± 0.1	2.6	± 0.1	2.7	± 0.1			4.434	.013	①<②、③
Functional reach、cm	26.1	± 0.6	25.6	± 0.6	27.3	± 0.4			3.409	.034	②<③
5回椅子立ち上がり時間 #、秒	8.4	± 0.3	7.7	± 0.2	7.8	± 0.1			3.292	.038	有意差なし
Timed up and go #、秒	6.2	± 0.1	6.0	± 0.1	5.8	± 0.1			4.961	.008	①<③
5 m通常歩行時間、秒	3.8	± 0.1	3.7	± 0.1	3.6	± 0.0			1.922	.148	
48本ペグ移動時間 #、秒	39.1	± 0.8	39.2	± 0.8	37.8	± 0.5			1.419	.243	
全身単純反応時間 #、ミリ秒	500	± 15	493	± 13	497	± 9			0.060	.942	
全身選択反応時間 #、ミリ秒	1077	± 16	1067	± 14	1040	± 9			2.452	.088	
立ち上がりパワー、kgf/秒・kg ⁻¹	9.9	± 0.2	10.2	± 0.2	10.2	± 0.1			0.712	.491	

† 共変量に投入した変数：年齢、性、教育年数、等価所得

‡ 不等号は、良好な値を大きく示すようにした

値が低いほど、高評価を得られる項目

PASE : Physical Activity Scale for the Elderly

的に優れた値を示したが、先行研究⁹⁾のように外出頻度が週に1日以下の集団が、移動能力が低いという結果は得られなかった。本研究において、外出頻度が週に1日以下の対象者は、他の集団と比して非常に少なく、この集団の正確なデータを得られたとは言い難い。今後は、訪問調査をおこなったり、自治体を通じて調査会場への呼びかけをおこなったりすることで、普段外出をしない者のデータをより多く採取し、再検討する必要がある。

(2) 自転車利用頻度

自転車利用頻度は、下肢機能を反映する長座位起立時間、TUG、5 m通常歩行時間と関連し、5 m通常歩行時間において、自転車利用頻度が週に4日以上集団は、自転車を週に1回も利用しない集団より有意に高い値を示した。下肢機能が自転車利用頻度と関連した理由としては、自転車利用頻度が多い集団は、統計的に有意ではなかった($P=0.061$)ものの、身体活動量が高い傾向が表れており、自転車で移動した後に何らかの身体活動を実践している可能性が挙げられる。もう一つの可能性としては、高齢者ための下肢機能トレーニング法として自転車運動の有効性は確認されており¹⁸⁾、日常生活での自転車利用が下肢機能に良い影響を与えていることが挙げられる。これについては、今後縦断データを得て検討する必要がある。

(3) 乗物利用頻度

乗物利用頻度は、外出状況の評価項目の中で最も多くの身体機能を反映し、身体活動量とも関連していた。また、多重比較検定の結果も解釈が容易であり、乗物利用頻度が週1回以下の集団は、2回以上の集団に比べて、柔軟性を反映する長座位前屈、下肢機能を反映する長座位起立時間およびTUG、身体活動量において低い値を示していた。本結果より、乗物利用頻度が少ない集団は多い集団に比して、身体活動量が少なく、身体機能も劣っていることが示唆された。高齢者にとって

乗物は、広範囲な外出には欠かせない移動手段であることから、本結果は広範囲な外出をしている高齢者が高い身体機能を有していると報告した先行研究^{5,6)}を支持するものであった。乗物利用頻度が関連した柔軟性および下肢機能は、日常生活動作の維持に不可欠なものである^{19,20)}。乗物利用頻度は、外出頻度と同様に障害発生や要介護状態への移行を予測できる優れた指標となる可能性がある。

本研究における限界としては、まず横断研究であることが挙げられる。乗物利用頻度が、要介護状態への移行を予測可能かは、縦断研究を用いて検証する必要がある。また、本研究では乗物利用頻度として、自家用車やバイクの利用と、バス、電車などの公共交通機関の利用を同一に評価したが、両者は「広範囲な外出を可能とする移動手段」としては類似しているが、この2種類の移動手段の選択は、利用者の生活状況や環境によって本質的に異なる可能性がある。例えば、自家用車やバイクを利用できる環境にない者は、公共機関を使わざるを得ないはずである。外出範囲を広げる手段としてだけでなく、乗物利用の重要性について詳細に検討する場合は、この2種類の移動手段は、別個に分析すべきであろう。

以上のような限界はあるが、本研究では、乗物利用頻度を評価することで、高齢者の身体活動量および身体機能のある程度、把握できることを明らかにした。また、「乗物利用頻度が週に1日以下の者」が、身体活動量および身体機能が不良な高齢者をスクリーニングする一つの目安となることが示唆された。乗物利用頻度は、簡単な問いであり、かつ単一項目である。現行の外出頻度による閉じこもりの評価と並んで、廃用症候群の高齢者をスクリーニングする新たな指標として利用できる可能性がある。

文 献

1) 厚生労働省: 閉じこもり予防・支援マニュアル(改訂

- 版). <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1g.pdf>
- 2) 新開省二, 藤田幸司, 藤原佳典, 熊谷修, 天野秀紀, 吉田裕人ほか: 地域高齢者における“タイプ別”閉じこもりの出現頻度とその特徴. 日本公衆衛生雑誌 2005; 52: 443-455.
 - 3) 藪牟田洋美, 安村誠司, 藤田雅美, 新井宏朋, 深尾彰: 地域高齢者における「閉じこもり」の有病率ならびに身体・心理・社会的特徴と移動能力の変化. 日本公衆衛生雑誌 1998; 45: 883-892.
 - 4) 厚生労働省: 介護予防のための生活機能評価に関するマニュアル (改訂版). 介護予防マニュアル (改訂版) について. <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/05/dl/tp0501-1c.pdf>
 - 5) Shimada H, Ishizaki T, Kato M, Morimoto A, Tamate A, Uchiyama Y, et al: How often and how far do frail elderly people need to go outdoors to maintain functional capacity?. Arch Gerontol Geriatr 2010; 50: 140-146.
 - 6) Baker PS, Bodner EV, Allman RM: Measuring life-space mobility in community-dwelling older adults. J Am Geriatr Soc 2003; 51: 1610-1614.
 - 7) Xue QL, Fried LP, Glass TA, Laffan A, Chaves PH: Life-space constriction, development of frailty, and the competing risk of mortality: the Women's Health And Aging Study I. Am J Epidemiol 2008; 167: 240-248.
 - 8) Boyle PA, Buchman AS, Barnes LL, James BD, Bennett DA: Association between life space and risk of mortality in advanced age. J Am Geriatr Soc 2010; 58: 1925-1930.
 - 9) Fujita K, Fujiwara Y, Chaves PH, Motohashi Y, Shinkai S: Frequency of going outdoors as a good predictors for incident disability of physical function as well as disability recovery in community-dwelling older adults in rural Japan. J Epidemiol 2006; 16: 261-270.
 - 10) Hagiwara A, Ito N, Sawai K, Kazuma K: Validity and reliability of the Physical Activity Scale for the Elderly (PASE) in Japanese elderly people. Geriatrics and Gerontology International 2008; 8: 143-151.
 - 11) Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA: The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. J Clin Epidemiol 1993; 46: 153-162.
 - 12) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S: Functional reach: a new clinical measure of balance. Journal of Gerontology 1990; 45: M192- M197.
 - 13) Podsiadlo D, Richardson S: The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc 1991; 39: 142-148.
 - 14) Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M: Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Phys Ther 2000; 80: 896-903.
 - 15) 総務省. 用語の解説. 平成16年全国消費実態調査. <http://www.stat.go.jp/data/zensho/2004/kaisetsu.htm>
 - 16) 平井寛, 近藤克則, 埴淵知哉: 高齢者の「閉じこもり」割合と居住地の人口密度の関連の検討. 老年社会科学 2008; 30: 69-78.
 - 17) 田中千晶, 吉田裕人, 天野秀紀, 熊谷修, 藤原佳典, 土屋由美子ほか: 地域高齢者における身体活動量と身体, 心理, 社会的要因との関連. 日本公衆衛生雑誌 2006; 53: 671-680.
 - 18) Macaluso A, Young A, Gibb KS, Rowe DA, De Vito G: Cycling as a novel approach to resistance training increases muscle strength, power, and selected functional abilities in healthy older women. Journal of Applied Physiology 2003; 95: 2544-2553.
 - 19) Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB: Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. N Engl J Med 1995; 332: 556-561.
 - 20) 川崎修平, 松原正明, 鈴木康司, 相澤純也, 森田定雄: 日常生活に必要な股関節可動域について. Hip joint 2001; 27: 238-241.

7. 介護予防を目的として高齢者の運動の継続化を見据えた運動サロンの設置と普及の試み ～現状と課題の把握～

三ッ石泰大¹⁾、井上実咲²⁾、大藏倫博¹⁾

1. 緒言

我が国では平成18年の介護保険制度の改正に伴い、予防重視型システムに移行した。自治体が主催する介護予防事業の中でも、運動器の機能向上を企図した運動教室型の事業はとりわけ実施件数が多く（厚生労働省, 2008）、さまざまな体力水準を有する高齢者において一定の成果が確認されている（山田ら, 2010；川村ら, 2008）。しかしながら、介入により得られた効果は、継続的な身体活動を怠ることで消失するという報告（衣笠ら, 2005）があるように介護予防運動教室が終了した後の運動の継続化が重要であると考えられる。しかし、専門家の指導による教室を長期的に開催することは、人的資源、経済的観点から困難であることから、専門家の指導によらずとも運動を実践できる環境を整える必要があると考えられる。我々はスクエアステップ（大藏と重松, 2006）なる新しい介護予防エクササイズを主運動に位置づけた継続的な運動実践の場（いわゆる運動サロン）である「スクエアステップサークル」をサポートしている。スクエアステップは高齢者の身体面（Shigematsu et al., 2008；Shigematsu and Okura, 2006）、心理面（Shigematsu et al., 2008）、認知機能面（大藏ら, 2010）に効果があることを確認している（写真1、図1）。運動の継続化には仲間の存在が重要である（高比良ら, 2005；重松ら, 2011）ことが知られており、また、運動により得られる効果は、個人で行う場合よりも集団で

行う場合のほうが大きいとする報告（Comans et al., 2010）があることから、スクエアステップサークル（運動サロン）の普及は運動の継続性や効果の面で有効であると推測している。

本項では、発足してから約2年が経過した笠間市でのスクエアステップサークルの現状や課題を把握することで、今後、地域に根づき、更なる普及・発展するために必要な事項について明らかにすることが目的である。

2. スクエアステップサークルの発足

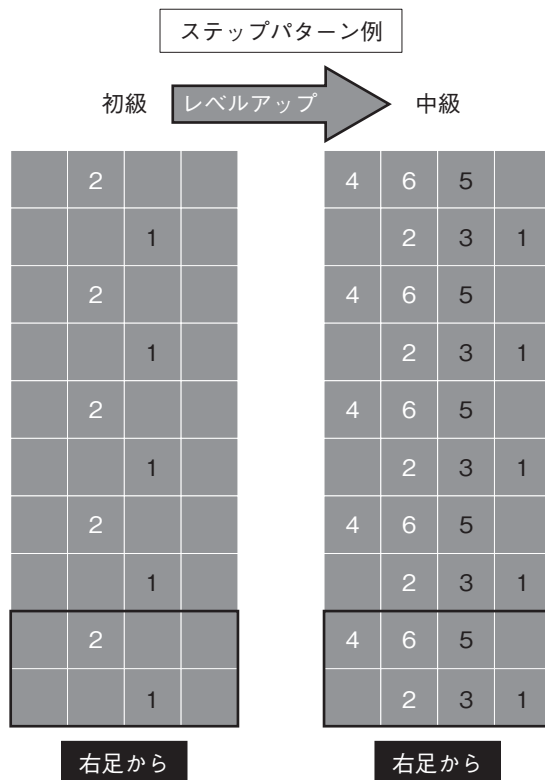
我々は、茨城県笠間市において、「元気長寿！教室」という3ヵ月間、週1回（120分間）のスクエアステップ、レクリエーション運動、健康講話などから構成される介護予防運動教室を平成20年5月より開催している。スクエアステップサークルの第1号は「いきいきステップ ともべ」と名づけられ、平成20年9月～11月に友部地区で開催された第2期「元気長寿！教室」の修了生有志により自発的に同年12月に結成された。これは、スクエアステップの魅力に触れ、「3ヵ月間の教室だけで終わらせたくない！」という第2期教室修了生の強い要望により誕生したものである。その後、「いきいきステップ ともべ」は、平成21年度に開催された第5期「元気長寿！教室」の修了生やその友人などの加入により、現在では参加者は50名にまで増えており、友部地区の公民館において、週2回、1回あたり120分間の活動をおこなっている。

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

2) つくば糖尿病センター川井クリニック



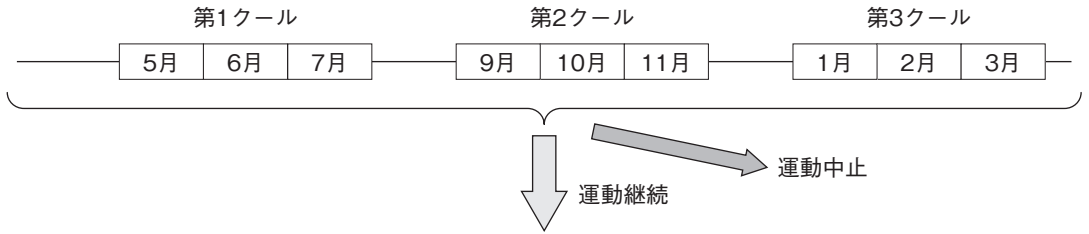
写真1. スクエアステップの実践風景



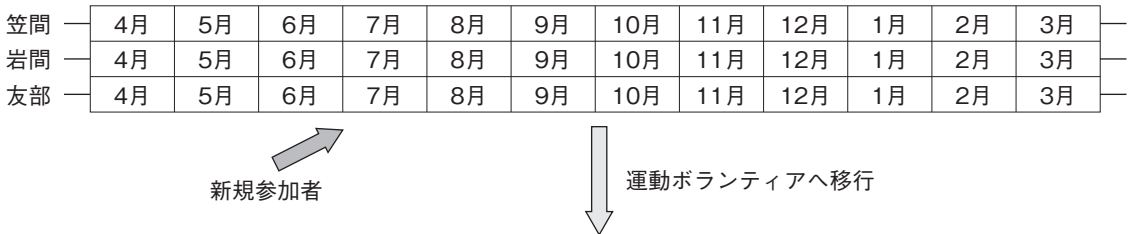
* 黒い数字は右足、白い数字は左足を指し、指定された順番通りに踏み進めていく。

図1. スクエアステップのステップパターン例

①元気長寿！教室（年3クール）3ヵ月間、週に1回、120分間の運動教室



②スクエアステップサークル（通年）週に1-2回、120分間の活動



③スクエアステップリーダー養成講習会（年2回）



図2. 元気長寿！教室からスクエアステップリーダー養成までの流れ

3. スクエアステップサークルの広がり

上述した友部地区の「いきいきステップ ともべ」を皮切りに、平成21年1～3月に岩間地区で開催された第3期「元気長寿！教室」の修了生により、2つ目のスクエアステップサークルとなる「スクエアステップ自主教室」が平成21年4月に岩間地区で発足した。また、平成21年5～7月に笠間地区で開催された第4期「元気長寿！教室」の修了生により、3つ目のスクエアステップサークルとなる「いきいき健康クラブ」が平成21年8月に笠間地区で発足した。現在、岩間地区の「スクエアステップ自主教室」には36名が所属しており、岩間地区の公民館において、週1回、1回あたり120分間の活動をおこなっている。笠間地区の「いきいき健康クラブ」には20名が所属しており、笠間地区の笠間市市民体育館において、週1回、1回あたり120分間の活動をおこなっており、介護予防運動教室修了後の運動継続の場として機能している。

4. 運動ボランティア（スクエアステップリーダー）の養成

各地区のスクエアステップサークル発足当初は、指導者（役）がおらず、参加者全員が生徒のような立場であったが、スクエアステップサークル参加者からの「準備運動や整理運動のおこない方に自信がない」、「自分たちで体力測定会を開催したい」といった声があがったことに加え、運動指導の専門家が直接赴かずとも、正しく安全かつ効果的にスクエアステップなどの運動・エクササイズを行って欲しいという願いから、平成21年9月、「スクエアステップリーダー」なる運動ボランティア資格を付与する養成講習会を開始することとした（図2）。スクエアステップリーダーとは、スクエアステップサークルに3ヵ月間以上所属し、かつボランティア活動に関心のある高齢者を対象として、スクエアステップを用いた介護予防支援を行うことのできる運動ボランティアのことである。この講習会を受講することにより、スク

表1. スクエアステップリーダー講習会カリキュラム例

回数	講習内容
第1回	教室運営の際の留意点、準備運動と整理運動の指導法
第2回	スクエアステップとレクリエーション運動の指導法
第3回	体力測定法実習
第4、5回	サークル運営に関する意見交換（グループディスカッション）



写真2. スクエアステップリーダー養成講習会の様子

エアステップサークルで取り組むべきプログラムへの理解を深め、準専門家として各サークルにおける指導者の役割を担えるようなカリキュラム内容とした（表1）。

第1回のスクエアステップリーダー養成講習会は平成21年9月から4日間にわたり開催され、16名のスクエアステップリーダーが誕生した。準備運動やスクエアステップなどの指導法を座学および実技形式で講習し、最終回は理想のサークル作りをテーマにグループディスカッションを行った（写真2）。

現在までにスクエアステップリーダー養成講習会は計3回行われており、資格認定されたスクエアステップリーダーは55名（うち男性3名）にまで増えている。今後も年間60名程度ずつ養成する予定である。

5. スクエアステップリーダーにより新設されたスクエアステップサークル

スクエアステップリーダーの増加に伴い、前述した3地区のスクエアステップサークルでの活動（指導）以外にも、スクエアステップリーダー自身が居住地周辺の公民館や敷地の広い個人宅などにおいて活動を行うスクエアステップサークルが新設されつつある。これらのスクエアステップサークルでは、参加者の募集や活動場所の確保、連絡のやり取りなどを全てスクエアステップリーダーが行っている。

稲田地区の公民館で活動している「いきいきステップ いなだ」において、発足当初は指導経験が豊富なスクエアステップリーダーがサークル活動を取りまとめていたが、その役割を指導経験の浅いスクエアステップリーダーにも積極的に割り振ることにより指導者として成長させ、時期を見計らい、取りまとめを一任する、といったように、ベテランスクエアステップリーダーが若手スクエアステップリーダーを教育し独立させる姿が見られている。このように限られたスクエアステップリーダーだけが活躍するのではなく、スクエアステップリーダーの中で負担を分散させ、活動範囲を広げていくことで、より多くの高齢者に対する健康支援が可能になると考えられる。現段階で活動している（近日中に活動予定を含む）スクエアステップリーダーにより新設されたスクエアステップサークルは笠間市内に12か所あり、今後さらに増えていく予定である。

【平成20年度】

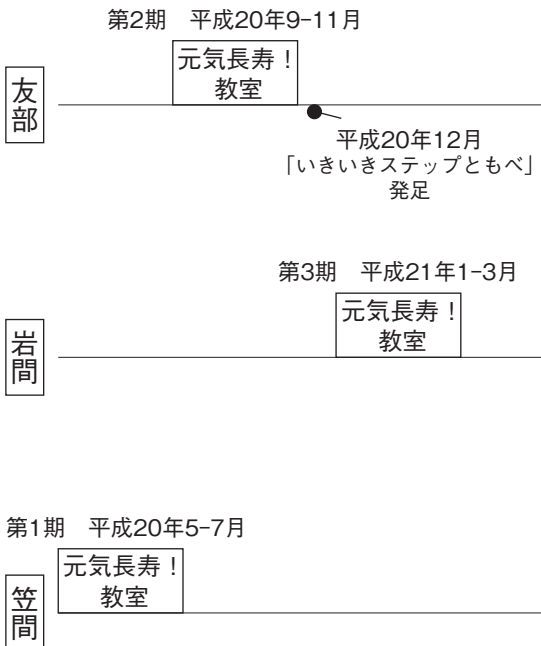


図3-1. 平成20年度元気長寿! 教室、スクエアステップサークルの開催時期一覧

【平成21年度】

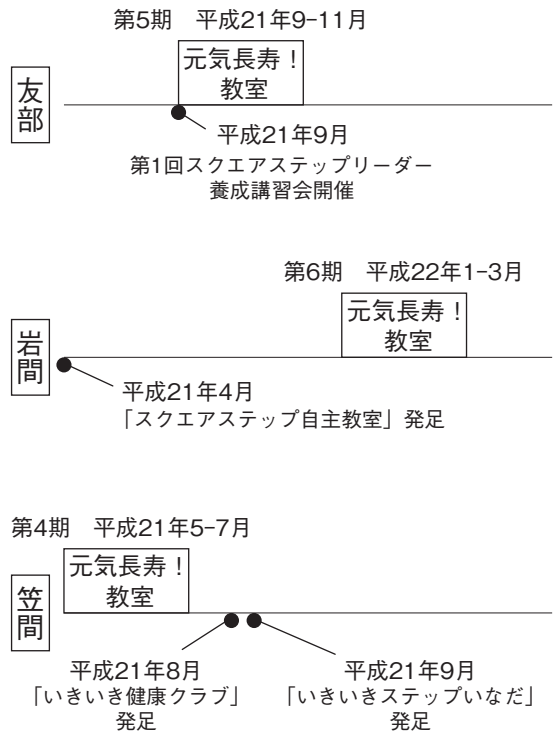


図3-2. 平成21年度元気長寿! 教室、スクエアステップサークル、スクエアステップリーダー養成講習会の開催時期一覧

6. スクエアステップサークルの課題

2年前の発足よりサークル数、参加者数ともに増え続け、継続的な運動実践の場として機能しているスクエアステップサークルであるが、男性参加者の少なさ、活躍しきれていないスクエアステップリーダーの活用が課題である。スクエアステップを核とした介護予防支援システムを地域に根づかせ、活気あふれる地域を目指すにあたり、スクエアステップサークル（リーダー）は女性だけでなく、男性も巻き込んだ集団であるべきである。スクエアステップサークル（リーダー）に限らず、自治体が実施する介護予防事業や地域を基盤とした保健事業に男性は参加しない傾向があることが知られているが、保健師や知人からの直接的な呼びかけが地域事業への参加において重要な要素であるとする報告（小野寺ら、2008）があり、現在の集団にとらわれず、知人男性に参加を呼び

掛け、サークルとして迎え入れる態勢を整えることが肝要である。現在のところ、男性参加者の多いサークルはあまりなく、今後無理のないスムーズな呼び掛けを促す必要があると考えられる。

また、介護予防支援を行う能力が十分あるにも関わらず、リーダーシップを発揮するスクエアステップリーダーの陰に隠れがちなリーダーがみられることも解決すべき課題であると考えられる。高齢者の性格は十人十色であることから、スクエアステップリーダー全員が新たなスクエアステップサークル創設に意欲を見せるとは考えにくい。現在はリーダーシップを発揮しているスクエアステップリーダーが、スクエアステップサークルの立ち上げから指導までを行っているが、今後はサ

【平成22年度】

*小美玉市羽鳥にて4月

「いきいきステップはとり」 第9期 平成23年1-3月
発足

友部

元気長寿！
教室

平成23年2月
「いきいきステップはらのたな」、
「いきいきステップおおさわ」
発足

第8期 平成22年9-11月

元気長寿！
教室

平成22年9月
第3回スクエアステップリーダー
養成講習会開催

岩間

第7期 平成22年5-7月 第10期 平成23年1-3月

元気長寿！
教室

平成22年7月
第2回スクエアステップリーダー
養成講習会開催

元気長寿！
教室

平成22年11月
「すこやかクラブ」
発足

笠間

図3-3. 平成22年度元気長寿！教室、スクエアステップサークル、スクエアステップリーダー養成講習会の開催時期一覧

ークルの立ち上げに重きを置いた「スクエアステップディレクター」と指導全般の役割を担う「スクエアステップリーダー」のように資格の差別化を図ることで、活躍しきれていないスクエアステップリーダーの活躍の場を設ける工夫が必要だと考えられる。

現在のところあまり表面化はしていないが、さらに長期的にスクエアステップサークルにおいて活動する中で、モチベーションが維持できなくなる可能性も否定できない。我々は現在、年に1回スクエアステップサークルで活動している高齢者を対象に体力測定会を開催しており、また、スキルアップ研修会と称し、レクリエーション運動の

【平成23年度（予定）】

第12期 平成24年1-3月

元気長寿！
教室

平成23年5月
「いきいきステップしど」発足
第4回スクエアステップリーダー
養成講習会開催

友部

第13期 平成24年1-3月

元気長寿！
教室

平成23年5月
「スクエアステップ自主教室土師」、
「スクエアステップ自主教室安居」
発足

平成23年9月
第5回スクエア
ステップリーダー
養成講習会開催

岩間

第11期 平成23年9-11月

元気長寿！
教室

平成23年4月
「すこやかクラブ大井」
「すこやかクラブ寺崎」
「すこやかクラブ南」
「すこやかクラブ大橋」発足

笠間

図3-4. 平成23年度元気長寿！教室、スクエアステップサークル、スクエアステップリーダー養成講習会の開催時期一覧

紹介やスクエアステップの新たな実践法などを提供している。地域のボランティアに任せきりになるのではなく、地域住民が主体となった介護予防支援システムの構築を念頭に置きながら、継続的に専門家がサポートを行う姿勢が重要であると考える。

7. まとめ

茨城県笠間市において、スクエアステップを主運動としたスクエアステップサークル（いわゆる運動サロン）が、行政が主催する従来型の介護予防運動教室終了後の運動継続の場として機能しており、運動ボランティアであるスクエアステップ

リーダー(地域住民)を中心に介護予防支援事業が拡大してきている。男性に対し参加を直接呼びかけたり、現在のスクエアステップリーダーの活動を二層化し、役割を分担したりすることで各人の活動の幅が広がり、さらに事業が発展していくと考えられる。

文献

- 1) Comans TA, Brauer SG, Haines TP. Randomized trial of domiciliary versus center-based rehabilitation: which is more effective in reducing falls and improving quality of life in older fallers? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 65: 672-679, 2010.
- 2) 川村孝幸, 石田篤子, 藤田和樹, 鈴木玲子, 齊藤昌宏, 今西理佳, 松本香好美, 上月正博. 介護予防運動教室参加者の腹腔内脂肪および血中アディポネクチンの推移. *体力科学* 57: 365-376, 2008.
- 3) 衣笠隆, 芳賀脩光, 江崎和希, 古名丈人, 杉浦美穂, 勝村俊仁, 大野秀樹. 低体力高齢者の体力, 生活機能, 健康度に及ぼす運動介入の影響(無作為化比較試験による場合). *日本運動生理学雑誌* 12: 63-73, 2005.
- 4) 厚生労働省老健局老人保健課. 平成20年度介護予防事業(地域支援事業)の実施状況に関する調査結果. 14-15, 2008.
- 5) 小野寺紘平, 齊藤美華. 高齢男性の介護予防事業への参加のきっかけと自主的な地域活動への継続参加の要因に関する研究. *東北大医保健学科紀要* 17: 107-116, 2008.
- 6) 大藏倫博, 重松良祐. スクエアステップ. (編著)田中喜次代, 大藏倫博. 健康運動の支援と実践. 金芳堂, 京都, pp.59-64, 2006.
- 7) 大藏倫博, 尹智暎, 真田育依, 村木敏明, 重松良祐, 中垣内真樹. 新転倒・認知症予防プログラムが地域在住高齢者の認知・身体機能に及ぼす影響 - 脳機能賦活を意図した「スクエアステップ」エクササイズの検討一. *日本認知症ケア学会誌* 9: 519-530, 2010.
- 8) 重松良祐, 中西礼, 齋藤真紀, 大藏倫博, 中垣内真樹, 中田由夫, 坂井智明, 中村容一, 栗本真弓, 田中喜代次. スクエアステップを取り入れた運動教室に参加した高齢者がその後も自主的に運動を継続している理由. *日本公衆衛生学雑誌* 58: 22-29, 2011.
- 9) Shigematsu R and Okura T. A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly. *Aging Clin Exp Res* 18: 242-248, 2006.
- 10) Shigematsu R, Okura T, Nakagaichi M, Tanaka K, Sakai T, Kitazumi S, Rantanen T. Square-stepping exercise and fall risk factors in older adults: a single-blind, randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 63: 76-82, 2008.
- 11) Shigematsu R, Okura T, Sakai T, Rantanen T. Square-stepping exercise versus strength and balance training for fall risk factors. *Aging Clin Exp Res* 20: 19-24, 2008.
- 12) 高比良祥子, 古川秀敏, 吉田恵理子, 永峯卓哉, 中尾八重子. 高齢者筋力向上トレーニング事業の効果と運動継続を促す支援—事業参加者のインタビュー調査から—. *県立シーボルト大学看護栄養学部紀要* 6: 11-22, 2005.
- 13) 山田拓実 and 吉田弥央. 多施設で実施した集団運動による介護予防トレーニング(せらばん体操TM)の効果—ハイリスク, 予防給付, および要介護高齢者での比較—. *日本保健科学会雑誌* 12: 221-229, 2010.

平成 22 年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 I
高齢者の元気長寿支援プログラム開発に関する研究－第 2 報－

◎発行日：平成 23 年 3 月 31 日

◎編集者：田中喜代次（高齢者の元気長寿支援プログラム開発に関する研究・研究班長）

◎発行者：財団法人日本体育協会 <http://www.japan-sports.or.jp>

（〒150-8050 東京都渋谷区神南 1-1-1）

◎印刷：広研印刷株式会社

（〒171-0033 東京都豊島区高田 3-3-16）
