

高齢者の運動習慣形成のためのスクワット・チャレンジの構築

遠峰 結衣¹ 清野 諭¹ 田中 泉澄¹ 北村 明彦¹ 新開 省二¹

概要：フレイルとは、健常と要介護の中間的な状態のことを指す用語である。このフレイルを予防するための運動として、安全に下肢の筋力強化を行える“椅子スクワット”に着目する。本研究は、高齢者が自身のフレイル予防の一環として、定期的な運動習慣を得ることのできる仕組みの構築を目標とした。

椅子スクワットは簡単であるが、単調な動作の繰り返しであるため、飽きてしまうなどで継続が難しいことが問題である。この問題に対して、椅子スクワットをフレイル状態ではないが運動頻度の少ない高齢者が、楽しく定期的に運動できるように、自身の結果や全体の成果を見ながら楽しく行える“スクワット・チャレンジ”(以後、スクチャレ)を構築した。

そして、スクチャレを用いたユーザテストにより、先行研究から導き出した目的達成のための要件である要件1：さまざまな場所で手軽に行うことができる、要件2：目標や運動の成果・結果が視覚化されている、要件3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできるの3要件について評価を行った。スクチャレは椅子スクワットを、フレイル状態ではないが運動頻度の少ない高齢者が、楽しく定期的に行うことができる仕組みとしての機能を有しているが、実際の運用によるさらなる評価が必要と考えられる。

1. 高齢者のフレイル予防と椅子スクワット

1.1 背景

我が国での高齢者人口は今後10年で急増し、2025年には人口の30%を超える人が65歳以上になる[1]とされている。とくに、今後は首都圏での高齢化が顕著になってくる。このような社会では、高齢者が介助なしに元気に暮らしていただける期間である健康寿命を延ばすことが非常に重要である。

フレイルとは、健常と要介護の中間的な状態のことを指す用語である[2]。フレイル状態の高齢者は、日常生活機能障害、施設入所、転倒、入院、認知症をはじめとする健康障害を認めやすく、死亡割合も高くなる[3][4]。とくに、下肢の筋力の低下は、転倒、歩行速度の減少、活動量の低下などを誘発し、これらがフレイルの要因となる[5][6]。このような衰えの予防や改善には、身体機能を向上させる対策が必要であると考えられている[7]。

下肢筋力の強化に効果が高い運動とされているのが、スクワットである[8][9]。これは、スポーツ選手から高齢者まで安全に行え、大腿四頭筋だけでなく、大殿筋やハムストリング、前脛骨筋なども動員されて鍛えられるため、運動効果が高い。また、正しい姿勢で行うことが、効果を高

め、かつ膝の痛みを防ぐために重要である。



図1 椅子を利用したスクワット

正しい姿勢のスクワットは、立った状態から椅子に腰かける動作を行うことで習得できる[10]。椅子を利用したスクワットの正しい姿勢を、図1に示す。腰を下ろすというより、腰を後ろに引き、腰掛けるような動作で膝を曲げる。腰を後ろに引くので、バランスを取るために上体を前傾させる。このスクワットは、机に手や指をつけて行ったり、椅子に腰掛けた状態から立とうとするだけの動作でも、下肢筋力の強化になる。

1.2 本研究が取り組む問題と目的

本研究では高齢者が安全に下肢の筋力強化を行える“椅子スクワット”に着目する。椅子スクワットは簡単に行えるため、普段の運動習慣があまりない高齢者でも、手軽な

¹ 地方独立行政法人 東京都健康長寿医療センター 研究所
Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology

習慣として取り入れることが可能である。しかし、これは簡単であるが単調な動作の繰り返しであるため、飽きてしまうなどで継続が難しいことが問題である。そこでこの椅子スクワットを、フレイル状態ではないが運動頻度の少ない高齢者が、フレイルの予防として楽しく定期的に行うことができる仕組みを構築することを目的とする。

この目的を実現するため、椅子スクワットを、自身の結果や全体の成果を見ながら楽しく行える“スクワット・チャレンジ”(以後スクチャレ)を構築する。以下にスクチャレのイメージを記す。

ユーザは、地域に数か所あるスクチャレが行える場所である“スクチャレスポット”に向かい、椅子スクワットを行う。スクチャレスポットには、椅子スクワット用のセンサが付属した椅子と操作などを行う個人用の画面、全体結果を表示する表示用の画面がある。ユーザは椅子に腰掛け個人用の画面をタッチし、年齢や性別を入力すると、スクワットの回数のカウントが開始される。ユーザが立ち座りを行うごとに、スクワットの回数が増加し、また個人用の画面から、音が流れる。スクワットを続けると、その音はつながり、曲になる。正しいテンポでスクワットを行うことで、曲も正しいテンポで流れる。表示用の画面では、設置場所ごとやイベントごとの回数が表示されており、ユーザがスクワットを終えて個人用ディスプレイの終了ボタンをタッチすると、表示用の画面にインタラクションが起き、画面内のユーザが今いる場所やイベントを示す部分に、今スクワットを行った回数が追加される。また、どこかでほかのユーザがスクワットを行った場合、表示画面にインタラクションが起き、どこかにいるユーザがスクワットした回数が追加される。本論文は、このようなイメージを実現するためのスクチャレについて述べる。

2. 運動継続のための要件と先行研究

2.1 運動継続のための4つの要因

筋力強化のための運動は継続して行うことが重要である。しかし、スクワットのように単純な動作の繰り返しの運動は、手軽ではあるが単調であり、飽きてしまう場合がある。長阪らによると、運動の継続要因には、1. 身体要因、2. 環境要因、3. 社会的要因、4. 心理的要因などのさまざまな要因が絡み合っている [11]。それぞれ4つの要因の詳細を、以下に示す。

1. **身体要因** 運動可能な身体状況、体力(低体力、痛みや障害の有無)、年齢など
2. **環境要因** 時間(仕事・育児・家事・介護など)、経済力(入会金・年会費・スポーツ用具費用など)、方法(指導者、施設、知識、経験、選択可能なプログラム)、距離(移動手段)、チャンス、情報の充溢など
3. **社会的要因** 周囲の理解(家族、友人、同僚など。ソー

シャルサポート)、集団への所属(ヒューマンネットワークなど)

4. **心理的要因** 外発的動機づけ：運動の効果に対する理解、目的意識など、内発的動機づけ：運動自体の楽しみ、運動志向性、運動有能感など

これらの要因を元にして、運動継続のために以下のような工夫ができるとされている。

- 達成可能な目標を設定する
- 身体活動の結果をわかりやすく知らせる
- 成功体験を積む・成果がみえる
- 行動の主体は自分であるという意識を持つ
- 期待やポジティブイメージを高める

これらの工夫のなかで、目標の設定や、結果や成果を見えるようにすることは、そのためのコンテンツを用意することで実現できると考える。行動の主体に対する意識やイメージに関しては、椅子スクワットの重要性や、下肢の筋力低下の危険性をPRすることで啓蒙する必要がある。

2.2 高齢者の運動頻度ごとの継続に対するモチベーションや望み

また、65歳以上の高齢者では、運動頻度ごとに運動に対するモチベーションが異なることがわかっている。重松らによる高齢者の運動頻度ごとの研究成果について、継続要因やモチベーションにとくに関わると思われる部分を抜粋したものを表1に示す [12]。

表1 高齢者の運動頻度ごとのモチベーションや望み(重松ら [12] を元に作成)

運動頻度	継続要因／望んでいる運動
週2回以上	継続要因：健康・体力の改善の実感
週1回	継続要因：楽しさ、他者との関わり
月1~2回	望んでいる運動：健康増進を目的とした運動、仲間とできる運動、楽しめる運動
しない／ほとんどしない	望んでいる運動：自主的に／一人でできる運動、健康増進を目的とした運動、楽しめる運動

週2回以上運動をしている高齢者は、多くが3年から10年近く運動を継続しており、継続の主因は体力の改善効果を認識していることである。週1回運動している高齢者は、運動の継続期間は大部分が半年未満から2年であり、楽しみや気晴らし、他者との交流が運動参加の要因になっている。月1~2回運動をする高齢者、運動をしない／ほとんどしない高齢者ともに「機会がないから」「時間がないから」という理由を持つものが多い。しかし、月1~2回運動をする高齢者では、「運動施設や場所が近くにないか

ら「仲間がいないから」という「場所」や「仲間」に対しての理由を挙げるのに対して、運動をしない／ほとんどしない高齢者は、「運動をしたいと思わないから」「めんどうだから」というモチベーションの低さが理由に挙げた。実践する可能性の高い運動に対しては両群ともに「楽しめる運動」「自主的に／一人でできる運動」「健康増進を目的とした運動」を希望するものが多い。月1～2回運動をする高齢者と運動をしない／ほとんどしない高齢者の違いとして、もっとも希望する運動に位置づけているのは、前者は「仲間とできる運動」の回答が多いことに対して、後者はさほどそれは望んでいない。

本研究で対象とするのは、あまり運動をしないユーザであるため、この分類だと月1～2回運動をするユーザと運動をしない／ほとんどしないユーザが対象となる。そのため、運動できる場やモチベーションのきっかけを提供すること、「楽しめる運動」「自主的に／一人でできる運動」「健康増進を目的とした運動」であること、1人でも自主的に行え、仲間と楽しむこともできる運動であることが必要となる。

2.3 モデル地区に対する調査による運動継続や開始に対する要因

本研究では、東京都O区のK地区をモデル地区として活動を行っている[13][14]。事前に行ったO区全域の高齢者約15,000人にむけたアンケートでは、K地区の高齢者は、他地区の高齢者と比較して、フレイル該当率が高く、運動実践状況が少ないことがわかった。また、一般的にフレイル該当率は女性が高くなる傾向があるが、O区全体の特徴として、男性の方が女性よりもフレイル該当率が高いことがわかった。また、大都市部の特徴としてICT端末の利用者が多く、高齢者の情報システムに対する知見が高いことが挙げられた。

さらにK地区へのフィールドワーク[15]によると、地区在住の高齢者は運動への取り組みについて、環境要因と社会的要因、とくに場所の問題や機会の問題を抱えていることがわかった。場所の問題とは、「運動をする場所がない」「集まる場所がない」など、実践する場所やものが足りない問題である。機会の問題とは、「一人では続かない」「誘われなければ参加できない」など、それらの取り組みを続けたり、開始したりするための機会がない問題である。

このように、フィールドワークの結果でも、運動できる場所が問題に挙げた。また、継続や開始のモチベーションとして他者の存在が必要なことがわかった。

2.4 目的解決のための3つの要件

これらのことから、本研究では椅子スクワットを運動頻度が少ない高齢者が、楽しく定期的に行うことができる仕組みを実現するために、以下の3つの要件を解決する。

- 要件1：さまざまな場所で手軽に行うことができる
- 要件2：目標や運動の成果・結果が視覚化されている
- 要件3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできる

要件1：さまざまな場所で手軽に行うことができるとは、導入のためのコストが低いこと、地域の各所で行える場があること、実践するための操作が簡単なこと(高齢者が自身で行えること)である。要件2：目標や運動の成果・結果が視覚化されているとは、ひとりひとりの目標や全体の目標が提示されている、もしくは設定でき、その目標に対する成果と実践の結果が目に見える形で表現されていることである。要件3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできるとは、個人で自主的に行うこともできるが、継続へのモチベーションにするために、一人で行っていても他者の活動による反映を受けることができることである。これらの要件に対して、高齢者におもにスクワット運動の継続を促すための先行研究と比較して、本研究の位置づけを説明する。

2.4.1 先行研究1：起立一着席訓練のためのリハビリテーション用シリアスゲームの研究開発

松隈らは、「樹立の森 リハビリウム」というゲームを開発し、それをを用いて2010年の12月から翌年2月までの3ヶ月間、回復期リハビリ病棟の入院病棟の患者48名に対しての実証実験を行った[16]。松隈らは、起立一着席訓練はリハビリ現場でも頻繁に行われているが、立ち座りを繰り返すだけの単純な反復運動であるため、退屈でつらいということを問題とした。そして、この起立一着席訓練を楽しいものとして解決するために、ユーザが立ち座りを通して木を育てる「樹立の森 リハビリウム」というゲームを開発した。

このゲームでは、目標とした回数分起立一着席を行い、設定された分だけ木を伸ばす。ゲームにはモチベーションの確保と継続を促すため、視覚要素、聴覚要素、リワード(報酬)、コレクション性の4つの要素がある。視覚要素は、起立一着席の動作にインタラクティブに反応する要素である。聴覚要素は、軽快なBGMと、「ガンバレー」や「もうちょっと」などの掛け声といった要素である。リワード(報酬)は、10回起立すると中間目標となる宝箱を得ることができる要素である。コレクション性は、リワード(報酬)で得た宝箱の中身を集め、継続して閲覧できるという要素である。これらの機能を加えたリハビリウムは、Windows PCのアプリケーションとして準備され、大型ディスプレイやプロジェクタによる出力と、Wii バランスボードを入力として利用した。

松隈らは、このリハビリウムを、1. 最大起立回数の計測、2. 疲労度や積極性持続性の主観的評価用アンケート、3. 血圧や心拍数などのバイタルサインの観察の3つについて、Self(ゲームを導入しない自主訓練)、Game(リハビリウム

を用いた訓練), Th.(リハビリスタッフの介入)の3つの条件で比較した。GameとTh.の条件下では, 1.最大起立回数に優位な差がみられ, また, 2.主観的評価では肯定的な意見がみられた。また, 1.最大起立回数では, 1人でゲームを行うGameとリハビリスタッフと行うTh.では差は見られなかったが, 2.主観的評価では, Th.のほうがより肯定的な意見が多かった。3.バイタルサインについては, 特異的な異常は起こらず, 安全性が確認された。これらから, リハビリウムを利用した起立一着席訓練が, 利用しない場合よりも楽しく行えることを確認した。

2.4.2 先行研究2:高齢者のロコトレ継続のための, ロコトレ支援ロボットの開発

小野田は, ロコモティブシンドロームを予防するための運動を支援するロボットを開発し, 70歳以上の高齢者に向けて実地試験を行った[17]。ロコモティブシンドロームは, 日本整形外科学会が2007年に提唱した, 運動器の障害による要介護の状態や要介護リスクの高い状態を表した概念である。それを予防するための運動として考案されたロコモーショントレーニングは, 主にスクワットと開眼片足立ちの2種である。小野田はこの継続性を問題とし, 高齢者がロコトレを簡単に継続する仕組みを目的として, ロコトレ支援ロボットを開発した。

このロボットでは, 上下運動を行うモータを利用して人形に膝を屈伸させる。本体下部には, 人感センサとマイクスピーカが搭載されている。ロボットは設定した時間で動作を開始し, マイクスピーカによって被験者に声をかけ, 本体に近づいたことを人感センサで検知すると, マイクスピーカを用いてスクワットを促す。スクワットの回数は, ユーザによって音声で入力された回数だけ行う。

小野田はこのロボットを用いて実地試験を行った。その結果, ロボットは好意的にうけとめられ, モチベーションが向上する結果を得られた。一方, 音声入力と高齢者の音声の聞き取りに問題があった。

2.4.3 先行研究3:「エコロコ! やまべえ誰でも体操」の普及と効果 札幌市西区の取り組みより

關らは, 地域住民が楽しみながら介護予防に取り組める体操として「エコロコ! やまべえ誰でも体操」(以下, やまべえ体操)を制作し, 2014年11月~2015年3月の期間に, 自力で歩行が可能な札幌市西区在住の高齢者95名を対象として身体機能や心理機能に与える効果を検証した[18]。關らは, 軽度者が要介護状態となる原因の1つであるロコモティブシンドロームを防ぐための, 足腰の筋力向上に重点を置いた取り組みを重要視した。同時に, 高齢者が自ら進んで介護予防活動ができる取り組みが重要だと考え, 地域住民が楽しみながら介護予防に取り組む仕組みを目的とした。

やまべえ体操は, 体操に愛着をもってもらうため, 高齢者の見守り活動を通じ日頃から関わりのある福祉のまち推

進員等の地域住民も参加したワーキンググループにおいて, 「西区らしさ」や「ネーミング」について, さまざまな検討を行った。運動指導士が原案を作成し, 札幌医科大学保健医療学部理学療法学科の古名丈人教授の監修の下, 科学的根拠に基づき制作された。足腰の筋力向上に重点を置いた体操であるため, スクワットの動作が多く含まれている。立位で行うことでより効果を得られるが, 個々人の身体機能に合わせ, つかまったり, 椅子に座ったりして行うことができる。

2012年度に教則用DVDとして配布, 周知活動が展開されたやまべえ体操は, 地域住民の要望を受け, より手軽に利用できる解説入り音楽CDが製作され, 地域のお祭りやイベントなどでも積極的に活用されている。またYouTubeでの「ほのぼの区民編」の映像を観ることができる。

効果の検証としては, 高齢者95名を対象に, やまべえ体操を毎日継続して実施する介入群59名と, 普段通りの生活を送る対照群36名の2群に分け, やまべえ体操が身体機能や心理機能に与える影響を比較した。その結果, 「立ち上がり」の優位な改善に加えて, その他の機能の維持が認められ, 身体活動量においては両群とも維持された。主観的な運動量においては, 事後調査で対照群のみ優位な低下を認めた。調査時期が冬季で積雪や寒冷を理由に外出できない中, 活動量が維持された点では, やまべえ体操が冬期間の身体活動量の維持に役立つ可能性があることや, やまべえ体操の継続が運動の実感につながっていることがわかった。また, 質問紙の自由記載欄には, やまべえ体操を楽しんで取り組むことができた理由として, 「腰痛, ひざ痛にとてもよく効いてくれた」「身体が動きやすくなった」など, 身体へのよい効果の実感のほか, 「体操を手軽に感じた」「体操を通じて友達ができ, 楽しくできた」など, 心理的・社会的要因があげられた。一方, 「やまべえ体操を1人でするときには義務感が生じるが, 仲間とともにすると楽しい」といった意見もあり, やまべえ体操の継続のためには, 仲間づくりが行いやすい環境や実施場所を確保する必要性が示された。

2.4.4 先行研究と3つの要件の対応

表2に, 本研究の3つの要件と各先行研究の対応を示す。

表2 3つの要件と各専攻研究の対応

	要件1	要件2	要件3
先行研究1	×	○	×
先行研究2	×	×	△
先行研究3	○	×	×

要件1:さまざまな場所で手軽に行うことができるに対しては, 高齢者でも利用に慣れている各種のメディアを介して利用ができ, またさまざまなイベントやグループで取り組みが行われている先行研究3のやまべえ体操が優れて

いる。しかし、体操であるため、視覚化や他者とのつながりなどの ICT を利用した試みは行いにくい。要件 2：目標や運動の成果・結果が視覚化されているに対しては、スクワットの回数を木のモチーフによって視覚化した先行研究 1 のリハビリウムが優れている。しかし、これは家庭用ゲーム機用のセンサやパソコン、専用ソフトなどが必要なため、導入に非常にコストがかかる。要件 3：一人でも行なえ、他者の活動を感じることもできるに対しては、先行研究 2 のロボットが、一人でいても一緒にスクワットしてくれる仲間になってくれる点が面白いが、他のユーザの活動も絡んでくるなどの工夫は足りないと思われる。そこで、本研究ではこれらの 3 つの要件すべてを解決する“スクワット・チャレンジ”を提案する。

3. スクワット・チャレンジの提案と実装

3.1 スクワット・チャレンジの提案

本研究は、椅子スクワットをフレイル状態ではないが運動頻度の少ない高齢者が、楽しく定期的に行うことができる仕組みとして“スクワット・チャレンジ”を構築する。



図 2 スクワット・チャレンジ動作フロー

図 2 にスクワット・チャレンジのフローを示す。スクワット・チャレンジは、椅子スクワットとカウントを繰り返し、終了すると結果が集計・表示される仕組みである。スクワット・チャレンジでは、ユーザが椅子スクワットを行うと、その回数がカウントされる。ユーザが 1 回座ると、回数が 1 増える。ユーザはそれを繰り返し、任意のタイミングで椅子スクワットを終える。ユーザが終了を示すと、ユーザのスクワット回数は集計され、全体や場所ごと、イベントごとの回数に加算され、画面に表示がされる。

要件 1：さまざまな場所で手軽に行うことができるに対しての提案として、スクワット・チャレンジは導入コストを抑えた構成にすることで、簡単な操作インタフェースにすることで、誰でもスクワット・チャレンジが行える場所を用意することを行った。要件 2：目標や運動の成果・結果が視覚化されているに対しての提案として、目標となるように回数をカウントすること、目標の目安をつくること、カウントした回数を視覚化することを行った。要件 3：一人でも行なえ、他者の活動を感じることもできるに対しては、全スクワットスポットの回数を集計すること、全体や場所、イベントごとの回数を視覚

化すること、他ユーザがスクワット・チャレンジを行った際を表現することを行った。

3.2 スクワット・チャレンジの実装

3.2.1 スクワット・チャレンジの構成

スクワット・チャレンジは、立ち座りを判定するためのセンサ、回数のカウントや表示、操作を行う個人用ディスプレイ、集計された結果を表示する表示用ディスプレイから構成した。図 3 にスクワット・チャレンジの構成要素を示す。



図 3 スクワット・チャレンジの構成要素

現状の環境では、センサは圧力速度を計測するセンサ、個人用ディスプレイには Android タブレット、表示用ディスプレイにはパソコンを利用している。ユーザの立ち座りのデータは、センサに接続された BLE (Bluetooth Low Energy) モジュールより送信される。個人用ディスプレイにインストールした専用アプリにて、あらかじめ設定された BLE モジュールからのデータを受信し、立ち座りを判定し、回数をカウントして表示する。カウントした回数は、ユーザが終了を示すと個人用ディスプレイ内のデータベースに保存され、自動もしくは任意のタイミングでインターネット上の Web サーバに送信され、サーバ上のデータベースに保存される。表示用ディスプレイには HTML で書かれた全体結果表示画面が表示される。これは任意のタイミングでのポーリングをし、サーバの変更を反映させている。

3.2.2 個人用ディスプレイの機能

操作インタフェースを簡単にするために、極力ボタンは大きく、ユーザからの入力は少なくなるようにしている。操作は個人用ディスプレイで行うのだが、年齢・性別ごとの集計を行うために、ユーザに男性/女性の入力と、65 歳以上/64 歳以下の入力を促している。図 4 に操作インタフェースのスクリーンキャプチャを示す。

操作インタフェースは、トップ画面 (図中：画面 1)、性別選択画面 (画面 2)、年齢選択画面 (画面 3)、カウント画面 (画面 4) の 4 つで構成されている。トップ画面は画面全体、性別選択画面と年齢選択画面は画面半分ずつがボタンの範囲として広くとること、画面遷移は最小限にすることで、操作インタフェースを簡単にしている。

目標の目安をつくるために、ユーザが椅子スクワットを



図 4 操作インタフェース

行う際、個人用ディスプレイで、1 回ごとに音が流れるようにしている。椅子スクワットを続けると音は曲になり、ユーザは曲を目標にスクワットを行うことができる。また、1 曲終わるとレベルアップの音が流れ、次の曲に切り替わる。また、ユーザの興味を促すために、曲の選択はランダムで行っている。ユーザが無理をしすぎないように、1 曲あたりに必要なスクワット回数は、10~20 回にしている。また、スクワットの適切なテンポと音のなるテンポをあわせている。そのため、音楽をテンポよく流そうとすることで、適切な速度でスクワットを行うことができる。基本設定は運動指導士のアドバイスのもと、4 秒とした。

カウントした回数は個人用ディスプレイで視覚化した。現在は大きく表示した回数と、PR 用に制作した“すくぼん”が表示されている。すくぼんは、1 回スクワットするたびに、ぴよんと跳ねる。図 5 にすくぼんを示す。



図 5 すくぼん

3.2.3 表示用ディスプレイの機能

全体や場所、イベントごとの回数を視覚化は、表示用ディスプレイに全体結果表示画面として行われる。その UI は、富士山を登っていくイメージをモチーフにした。図 6 に全体結果表示画面を示す。全体結果表示画面では、Y 軸が回数、X 軸が場所やイベントになっている。65 歳以上がスクワットを行った回数は、図に示したように場所ごとに設定したすくぼんの色で、64 歳以下の回数は黒で表示した。

自分や他ユーザがスクワットを行った際の表現としては、吹き出しの数字が行った回数分増える、スクワットが行われた場所やイベントの上のすくぼんが跳ねるといったインタラクションが起きる。他ユーザがスクワットを行ったことがほぼリアルタイムでわかることで、他者の存在を感

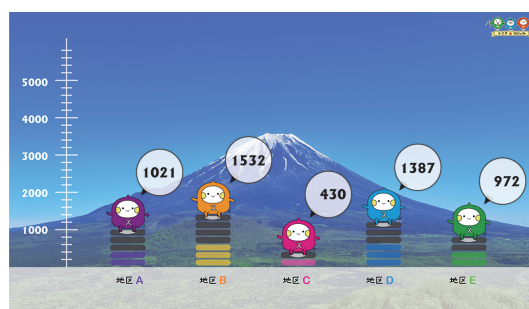


図 6 全体結果表示画面

じながら運動することができる。

4. 評価とユーザテスト

“スクワット・チャレンジ”の機能についてユーザテストを行い評価した。ユーザテストは、2017 年 4 月に 20 代から 60 代の 16 名に対して、体験会・グループワーク・アンケートを行った。図 7 にユーザテストの様子を示す。



図 7 ユーザテストの様子

本研究の目的達成のための要件は、要件 1：さまざまな場所で手軽に行うことができる、要件 2：目標や運動の成果・結果が視覚化されている、要件 3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできるの 3 要件である。このそれぞれの項目について評価を行う。

4.1 要件 1：さまざまな場所で手軽に行うことができるに対する評価

要件 1：さまざまな場所で手軽に行うことができるに対しては、スクワットは導入コストを抑えた構成にすること、簡単な操作インタフェースにすること、誰でもスクワットが行える場所を用意することを行った。スクワットを行うには、Android スマートフォンとセンサが必要である。図 8 にスクワットのタブレットとセンサを示す。

スマートフォンは既存のものを利用すると、センサだけの購入で行うことができる。センサは、約 ¥15,000 である。また、センサに導入するアプリは無料で配布する予定である。既存ゲーム機やソフト、ロボットなどを購入する場合とくらべて、導入コストは抑えられていると考えられる。

スクワットの操作インタフェースに関しては、画面遷移が 4 画面で文字ボタンも大きく簡単に作ることに留意し



図 8 スクチャレのタブレットとセンサ

た。ユーザテストで行ったアンケートの“画面の操作は簡単でしたか”の項目への回答は、“簡単・まあまあ簡単・少しむずかしい・むずかしかった”のなかから、すべてのテスト参加者が“簡単”を選択した。また体験会でも、操作の説明をすることなく椅子スクワットを開始することができていた。したがって、スクチャレの操作インターフェースは簡単であると考えられる。

誰でもスクチャレが行える場所を用意することに関しては、昨年から行っている K 地区のだけでも立ち寄れる高齢者施設など 5 箇所、2017 年 6 月からスクチャレの設置が決定している。また 7 月からは 5 箇所増え 10 箇所への設置を予定している。

以上のことから、スクチャレはさまざまな場所で手軽に行うことができる仕組みであることが明確となった。

4.2 要件 2：目標や運動の成果・結果が視覚化されている に対する評価

要件 2：目標や運動の成果・結果が視覚化されているに対しては、目標となるように回数をカウントすること、目標の目安をつくること、カウントした回数を視覚化することを行った。椅子スクワット回数のカウントは、立ち座り検知用のセンサと個人用ディスプレイ上のアプリケーションを利用して行った。体験会ではスクチャレを 6 台設置したが、どの台でも誤ったカウントをすることはなかった。

目標の目安は曲によって行った。ユーザは椅子スクワットをすると流れる音をつなげて曲にすることで、1 曲終わるまでなどの目安を持つことができる。この曲のアイデアに関して、アンケートの“音のアイデアは楽しかったですか？”という設問にたいして、すべてのユーザが“楽しかった・まあまあ・あまり・楽しくなかった”の回答のなかから、“楽しかった”もしくは“まあまあ”を選択した。またグループワークでは、やり過ぎを諷めるような演出や掛け声、年齢別の回数の目安なども必要ではないかという意見が挙がった。

カウントした回数の視覚化も、個人用ディスプレイで

行っている。こちらも体験会での動作の不具合は見られなかった。数字が増えるだけでなく、もう少しインタラクティブな表示の検討などの意見も出た。

これらのことから、スクチャレでは目標や運動の成果・結果が視覚化されていると判断された。

4.3 要件 3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできる に対する評価

要件 3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできるに対しては、全スクチャレスポットの回数を集計すること、全体や場所、イベントごとの回数を視覚化すること、他ユーザがスクチャレを行った際を表現することを行った。全スクチャレスポットの回数の集計に関しては、個人用ディスプレイからインターネット経由で Web サーバ上のデータベースにて回数が集計される。体験会でのスクワット回数とデータベース上の回数に齟齬はなかったため、こちらも機能しているといえる。

全体や場所、イベントごとの回数の視覚化については、Web サーバ上のホームページで行った。データベースの回数とホームページ上の回数に差異はなかった。

他ユーザがスクチャレを行った際を表現することに関しても、Web サーバ上のホームページで行った。ホームページでは 5 秒に 1 回ポーリングして、画面の更新を行う。遅延があるように感じるが、ユーザが椅子スクワットを終え、表示用ディスプレイを見るまでに時間があるので、この遅延は問題ないようだった。しかし、インタラクションを見逃してしまう場合があるため、数回インタラクションを起こす必要があることがわかった。

また、実際の運営では、設置場所にはインターネットがない場合が多い。そのため、スクワット回数は個人用ディスプレイにデータを蓄積し、任意のタイミングでアップロードする機能、結果表示用ディスプレイを任意のタイミングでプリントアウトし掲示するといった工夫が必要だった。

これらのことから、スクチャレは一人でも行なえ、他者の活動を感じるということが可能であると考えられた。

4.4 評価のまとめとグループワークでの意見

スクチャレは高齢者が楽しく定期的に椅子スクワットを行うことのできる機能を有しているとわかった。しかし、これはまだ実際の運用には至っていないため、本当に高齢者の継続的な運動に有用であるかは定かではない。これからの運用に向けて、グループワークでの意見を踏まえた改善が必要である。表 3 に、グループワークでの意見を示す。

5. まとめ

本研究は、高齢者が自身のフレイルを予防するために、定期的な運動習慣を得ることのできる仕組みの構築を最終

表 3 グループワークによる意見

分類	意見
椅子や個人用ディスプレイ, 表示用ディスプレイについて	固定できる, 椅子の高さを調節できる, センサマットや椅子に装飾を施したい, きつさの目安を大きく表示する. やりすぎないようなブレーキになる表示も必要, 実践方法のインストラクション, 実践頻度や栄養補給についての表示
タブレットの操作について	音があってよい, 文字は見やすい, 年代を細かくわかる, 年代別の回数目安
視覚化, おもしろさについて	すくぼんがかわいい, 個人のデータ蓄積やスマホアプリでの確認, エネルギー消費量, 合の手, 富士山だけでなくスカイツリーなども, 数字を出すだけでなく階段を登っているようにする

目標とした。そのために、安全に下肢の筋力強化を行える“椅子スクワット”に着目し、椅子スクワットは簡単であるが、単調な動作の繰り返しであるため、飽きてしまうなどで継続が難しいことを問題とした。この問題に対して、椅子スクワットを、フレイル状態ではないが運動頻度の少ない高齢者が、楽しく定期的に行うことができる仕組みの構築を目的として、その目的を解決するための要件、要件1：さまざまな場所で手軽に行うことができる、要件2：目標や運動の成果・結果が視覚化されている、要件3：一人でも行え、他者の活動を感じることもできるの3要件を挙げた。そして、その3つの要件を解決する“スクワット・チャレンジ”を構築し、その機能についてユーザテストを用いて評価した。その結果スクチャレに3つの要件を満たすことが明らかとなった。スクチャレは高齢者が楽しく定期的に椅子スクワットを行うことのできる仕組みでありうるが、ユーザテストなどからの意見を取り入れ、また実際の環境でさらなる評価を行う必要があると考えられる。

6. 謝辞

本研究は、大田区と東京都健康長寿医療センター研究所の共同研究事業「大田区 元気シニア・プロジェクト（平成28～30年度）」の一環として行った。大田区の関係者をはじめ、関係諸機関の皆様、ならびにスクチャレ構築やユーザテストにご協力頂きました都築電気の奥野洋子様、北島大輝様に深甚の謝意を表します。

参考文献

[1] 総務省統計局. 統計からみた我が国の高齢者 (65歳以上). <http://www.stat.go.jp/data/topics/topi721.htm>, access 2017/05/08.

[2] Linda P Fried, Catherine M Tangen, Jeremy Walston, Anne B Newman, Calvin Hirsch, John Gottdiener, Teresa Seeman, Russell Tracy, Willem J Kop, Gregory Burke, and Others. Frailty in older adults evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, Vol. 56, No. 3,

pp. M146—M157, 2001.

[3] 新開省二. 高齢者の栄養・食生活に関する課題と今後の対策. *公衆衛生*, Vol. 79, No. 8, pp. 533–537, 2015.

[4] 荒井秀典. サルコペニアとフレイル? ロコモとの相違について考える? *体力科学*, Vol. 65, No. 3, pp. 337–341, 2016.

[5] 山田陽介, 山縣恵美, 木村みさか. フレイルティ & サルコペニアと介護予防 (特集 超高齢社会への提言: 鍵は介護予防にあり). *京都府立医科大学雑誌*, Vol. 121, No. 10, pp. 535–547, 2012.

[6] 解良武士, 河合恒, 吉田英世, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 井原一成, 大淵修一. 都市在住高齢者における1年後のフレイル進展の心身機能的要因の検討. *理学療法科学*, Vol. 30, No. 4, pp. 549–555, 2015.

[7] 解良武士, 河合恒, 吉田英世, 平野浩彦, 小島基永, 藤原佳典, 井原一成, 大淵修一. 1年後にフレイルから改善した都市在住高齢者の心身機能の特徴. *理学療法科学*, Vol. 42, No. 7, pp. 586–595, 2015.

[8] Núbia Carelli Pereira Avelar, Adriano Prado Simão, Rosalina Tossige-Gomes, Camila Danielle Cunha Neves, Etel Rocha-Vieira, Cândido Celso Coimbra, and Ana Cristina Rodrigues Lacerda. The effect of adding whole-body vibration to squat training on the functional performance and self-report of disease status in elderly patients with knee osteoarthritis: a randomized, controlled clinical study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, Vol. 17, No. 12, pp. 1149–1155, 2011.

[9] Tomohiro Osugi, Jun Iwamoto, Michio Yamazaki, and Masayuki Takakuwa. Effect of a combination of whole body vibration exercise and squat training on body balance, muscle power, and walking ability in the elderly. *The Clin Risk Manag*, Vol. 10, pp. 131–138, 2014.

[10] 石橋英明, Hideaki Ishibashi. ロコモティブシンドロームの概念と現状. *理学療法ジャーナル*, Vol. 45, No. 4, pp. 285–291, 2011.

[11] 長阪裕子. 運動を続けるための工夫. *糖尿病診療マスター*, Vol. 10, No. 7, pp. 595–600, 2012.

[12] 重松良祐, 中垣内真樹, 岩井浩一, 藪下典子, 新村由恵, 田中喜代次. 運動実践の頻度別にみた高齢者の特徴と運動継続に向けた課題. *体育学研究*, Vol. 52, No. 2, pp. 173–186, 2007.

[13] 大田区. 1-1 子育て・教育・健康・福祉・医療の充実: 大田区元気シニア・プロジェクト. <http://www.city.ota.tokyo.jp/kuseijoho/suuji/yosand.kessan/yosan/28yosan/28yosangaiyo/files/kosodate.pdf>, access 2017/05/08.

[14] 大田区. 2-1 健康・福祉・医療の充実, スポーツ, 環境対策: 大田区元気シニア・プロジェクト. <http://www.city.ota.tokyo.jp/kuseijoho/suuji/yosan.kessan/yosan/29yosan/29yosan/files/anshin.pdf>, access 2017/05/08.

[15] 遠峰結衣, 清野諭, 田中泉澄, 北村明彦, 新開省二. 高齢者のフレイル予防を促進する属性情報を用いた情報基盤の提案. *Technical Report 5*, 2016.

[16] 松隈浩之, 藤岡定, 中島愛, 金子晃介, 梶原治朗, 林田健太, 服部文忠, Others. 起立-着席訓練のためのリハビリテーション用シリアスゲームの研究開発. *情報処理学会論文誌*, Vol. 53, No. 3, pp. 1041–1049, 2012.

[17] 小野田麻衣子. 高齢者のロコモ継続のための、ロコモ支援ロボットの開発. *人間科学研究*, Vol. 29, No. 1, p. 51, 2016.

[18] 關靖子, 相馬愛, 高野康羽, 曾根史央里. 「エコロコ! やまべえ誰でも体操」の普及と効果 - 札幌市西区の取り組みより. *保健師ジャーナル*, Vol. 72, No. 2, pp. 134–138, 2016.