

大阪大学全学教育推進機構スポーツ・健康教育部門  
准教授 藤田和樹

## I 体力測定事業の目的

本事業では、高齢者が自分自身の体力を知り、その維持向上に努めるとともに、介護予防に関する理解を深め、より健康な生活を継続するよう促すことを目的とする。また、地域住民全体で運動に対する意識を高め、運動習慣を得られるよう促すことを目的とする。

## II 体力測定の方法

### 1. 対象者

本事業の対象は、箕面市内に居住し、かつ、同市の住民基本台帳に記録されている60歳以上の男女とする。本事業の除外基準は以下の通りである。①循環器疾患（脳梗塞、脳出血、心筋梗塞など）を有していること ②神経疾患（パーキンソン病、多発性硬化症など）を有していること、③運動に支障を来すほどの重篤な整形外科疾患（椎間板ヘルニアや脊椎分離症などの腰部障害、変形性関節症、リウマチ、痛風、重度の骨粗鬆症など）を有していること。④認知症等、自身で研究参加の可否が判断不能であること。本事業では、箕面市の市報、研究場所である稲ふれあいセンターでのチラシ掲示等により対象者を募集した。応募に際しては問診票（資料1）の提出を求め、除外基準に該当しない者を対象者として選出した。

### 2. 測定日及び測定場所

体力測定は、2019年5月31日、7月19日、9月12日、11月15日、2020年1月24日に実施した。測定は、すべて箕面市稲ふれあいセンター（箕面市稲6-14-34）2階ホールで行った。

### 3. 実施体制

体力測定の実施体制は、保健師1名（月により看護師1名追加）、大阪大学教員2～3名、大学院生・学部生2～3名、運動指導員4名から構成される10～12名体制（内、有償スタッフは6～7名）とした。それぞれの役割は以下の通りである。保健師（看護師）：体力測定前後におけるヘルスチェック及び同意書（資料2）・体力測定記録用紙（資料3）・各種アンケート（資料4～6）の記入サポートや記入漏れ等のチェック。大学教員と大学院生・学部生：床反力計や加速度センサーを用いたバランス測定。運動指導員：ロコモ度テスト、サルコペニア診断、その他バランステスト。

### 4. 実施方法

体力測定の実施時間及び定員については、午前10時～12時、午後1時～4時までの間、当初は1時間当たり最大6名定員で測定を行ったが、時間内に収まらなかったため、11月からは1時間当たりの定員を4名に減らして測定を行った（1回当たり最大定員20名）。

体力測定当日の流れは以下の通りである。①受付及び開始前のヘルスチェック（血圧・脈拍測定、体調チェック） ②インフォームド・コンセント（同意書への署名） ③体力測定（1～2名単位で各コーナーをローテーション） ④アンケートの記入及び体力測定の実施有無の確認 ⑤終了後のヘルスチェック

## 5. 体力測定の内容

本事業における体力測定の内容は以下の通りである。

### ①サルコペニア診断（AWGSの診断基準に基づく）

1. 5m歩行テスト：5mの歩行路を通常歩行した時の所要時間を歩行速度(m/秒)に換算し、歩行速度が0.8m/秒未満をサルコペニアのリスクありと判定した。また、サルコペニア診断の基準には含まれていないが、本調査では最大歩行速度についても測定した。リスク判定のためのカットオフ値は、男性：1.40m/秒未満、女性：1.35m/秒未満とした。
2. 握力：左右各2回測定し、最大値が男性26kg未満、女性18kg未満をサルコペニアのリスクありと判定した。
3. 骨格筋指数（SMI：四肢骨格筋量[kg]/身長[m]<sup>2</sup>）：インピーダンス(BIA)法により推定した四肢骨格筋量を身長<sup>2</sup>で除した値(SMI)が、男性7.0未満、女性5.7未満をサルコペニアのリスクありと判定した。

本事業では、AWGSの診断基準に基づき、歩行速度または握力のどちらかにリスクがあり、かつ、骨格筋指数にリスクがあった場合をサルコペニア該当と判定した。

### ②ロコモ度テスト（日本整形外科学会の臨床判断値に基づく）

1. 立ち上がりテスト：対象者は、両腕を胸の前で組み、40～10cmの台から両脚または片脚で起立する。40cm台から片脚で起立できなかった場合をロコモ度1、20cm台から両脚で起立できなかった場合をロコモ度2と判定した。
2. 2ステップテスト：できる限り歩幅を広げて2歩ステップした時の距離を身長で除した値（2ST値）。2STは2回実施し、大きい方の値を代表値として採用した。2ST値が1.3未満の場合をロコモ度1、1.1未満の場合をロコモ度2と判定した。
3. ロコモ25：過去1ヶ月間の身体の痛みや活動のつらさに関する4項目、日常生活活動の困難度に関する16項目、社会生活機能に関する3項目、転倒や移動能力への不安に関する2項目からなる質問票に自己記入する主観的包括尺度である。ロコモ25では、痛みや日常生活の困難度など25の質問に対して、0（なし）から4（重度）の5段階で評価し、合計点（0～100点）を算出する。ロコモ25の合計点が大きいほど移動機能の低下が進行していることを表し、合計点が7点以上15点以下ではロコモ度1、16点以上ではロコモ度2と判定される。
4. ロコモチェック

日常生活の困難度に関する7つの質問に対して、はい・いいえで答えるアンケート。一つでもあてはまる場合、ロコモ該当とされる。

本事業では、2通りの方法でロコモ該当の有無を判定した。

その1：日本整形外科学会の推奨基準に基づき、立ち上がりテスト、2ステップテスト、ロコモ25のいずれかが臨床判断値に該当した場合、ロコモ度（ロコモ度1、ロコモ度2）該当と判定した。

その2：立ち上がりテストまたは2ステップテストのどちらかが臨床判断値に該当した場合、ロコモ度（ロコモ度1、ロコモ度2）該当と判定した。

### ③静的バランステスト

本事業では、静的バランスのスタンダードテストとして、ロンベルグテストと開眼片足立ちテストを行った。

ロンベルグテストでは、床反力計（TFP-4040A、テクノロジーサービス社製）を用いて、ロンベルグ肢位（閉脚立位にて開眼・閉眼）における足圧中心（COP）総軌跡長を計測した。対象者は裸足になり、床反力計上で60秒間ロンベルグ肢位をとった。開眼時には、およそ2m離れた目の高さの目印を注視した（図1）。解析区間はロンベルグ肢位開始から20～50秒区間とした。サンプリング周波数は1KHzとし、Pythonを用いて1KHzから100Hzにフィルタリングした。開眼・閉眼時のCOP総軌跡長を足長で除した後、ロンベルグ比（閉眼時COP総軌跡長／開眼時COP総軌跡長）及びロンベルグ差（閉眼時COP総軌跡長－開眼時COP総軌跡長）を計算した。東京都老人研究所の「中年からの老化予防総合的調査追跡研究」では、60歳代後半のロンベルグ比の平均±標準偏差は、男性：2.2±0.7、女性：2.1±0.7と報告されている。本事業では、これらの平均値－1標準偏差相当値（男性：1.5、女性：1.4）以上をリスクありと判定した。なお、ロンベルグテストについては、5月の測定データに不備があったため、解析対象者は男性23名、女性42名だった。

開眼片足立ちテストでは、ストップウォッチを用いて、片足立ちの所要時間を最大30秒まで計測した。テストの方法は、スポーツ庁新体力テストに準拠した。テストは左右各2回実施し、最大値を代表値とした（1回目に30秒できた場合2回目はなし）。本事業では、厚労省「運動器の機能向上マニュアル」に記載の特定高齢者データの40%タイル点に相当する10秒未満をリスクありと判定した。

### ④動的バランステスト

本事業では、動的バランスのスタンダードテストとして、立位安定性限界とファンクショナルリーチ・テストを行った。

立位安定性限界では、床反力計を用いて、閉脚立位にて前後方向へ最大重心移動した時のCOP前後方向の移動幅を測定した。被験者は両足を閉じ、腰ができるだけ曲がらないように前傾姿勢および後傾姿勢を行った（図2）。以下にテストの手順を示す。

1. 測定開始から10秒間は静止立位保持
2. 10秒間、前傾姿勢で立位保持(測定開始から10～20秒後)
3. 元の姿勢に戻り、10秒間、静止立位保持(測定開始から20～30秒後)
4. 10秒間、後傾姿勢で立位保持(測定開始から30～40秒後)

## 5. 測定終了

立位安定性限界テストは2回実施した。Pythonを用いてサンプリング周波数を1KHzから100Hzにフィルタリングした後、平均値を算出した。なお、立位安定性限界については、5月の測定データに不備があったため、解析対象者は男性21名、女性41名だった。

ファンクショナルリーチ・テスト(FRT)では、壁に貼った方眼紙の前で、対象者は肩幅に足を広げて立ち、肩の高さに挙上した片腕が下がらないようにできる限り前方へ伸ばす。測定者は方眼紙に開始と終了のマークをつけ、三角定規を用いて開始点と終了点間の水平距離を計測する。内山ら（臨床評価指標入門，2003）の報告では、男女とも70歳代では25cm以下で転倒リスクが2倍になるため、本事業においても男女ともにFRTが25cm未満をリスクありと判定した。なお、FRTについては、5月は測定を行わなかったため、解析対象者は男性23名、女性42名だった。

### ⑤交互片脚立ちテスト

交互片脚立ちテストは、文部科学省の科研費研究課題「ロコモティブシンドロームのリスク因子を予測する動的バランス指標の開発」において開発中の動的バランステストである。交互片脚立ちテストでは、対象者は裸足または靴下をはいた状態で90回/分の4拍目毎(2.66秒間隔)に片脚立ちを交互に繰り返す(図3)。この時、仙骨部(腰部)に装着したフリップベルト内に両面テープを用いて無線式加速度センサー(SS-MS-SMA16G15A200XZ, (株)スポーツセンシング)を固定し、加速度と角加速度データを収集した(サンプリング周波数は100Hz)。データ収集後、腰部の挙動の周期性の指標として、Pythonにより加速度、角速度および位置座標の自己相関係数を算出し、これらが新規な動的バランス指標となるか立位安定性限界を従属変数とする重回帰モデルによって検討を行った。交互片脚立ちテストの詳細については本事業報告書の趣旨とずれるため割愛する。

### ⑥その他のテスト

5月の体力測定では、簡易BBS-8(移乗、ファンクショナルリーチ、振り向き、360度回転、段差踏み換え、継ぎ足立位、開眼片脚立ち、閉脚立位(ロンベルグ肢位))による転倒リスクの定性評価を行ったが、移乗、振り向き、360度回転で天井効果がみられたため、9月の測定では、これらの課題を除く簡易BBS-5として実施した。しかし、9月の測定では、段差踏み換え、継ぎ足立位でも天井効果が認められたため、最終的に当初計画していた通り、ファンクショナルリーチ、開眼片脚立ち、閉脚立位(ロンベルグ肢位)のバランス課題を採用することにした。なお、簡易BBS-8で実施した、移乗、振り向き、360度回転、段差踏み換え、継ぎ足立位の課題の結果については、対象者全員がほぼ満点だったため、報告しないものとする。

## 6. 対象者への結果報告

毎回、体力測定の実施から約2~3週間後に参加者の自宅に結果報告書(資料7)を郵送した。また、体力測定の実施から約1ヶ月後を目途に、参加希望者を対象に稲ふれあいセンター2階フロアで結果説明会を実施した(資料8)。

## 7. 統計解析

サルコペニア及びロコモ該当率の比較には、 $\chi^2$ -検定を用いた。サルコペニア及びロコモ該当有無による運動機能とバランス機能の比較には、年齢、BMI を共変量とする共分散分析を用いた。統計解析には SAS9.4 を用い、有意水準は  $p<0.05$  とした。

## III 結果

### 1. 対象者の属性

体力測定に参加者数は、5月：17名、7月：21名、9月：14名、11月：17名、2020年1月：15名の合計84名であった。解析対象者は、データ利用の同意が得られなかった1名を除く83名であり、男女の内訳は男性：30名、女性：53名だった。年齢は、平均73.6±6.7歳、範囲60～89歳であり、年齢階級の内訳は、60歳代：28名(33.7%)、70歳代：39名(47.0%)、80歳代：16名(19.3%)だった。男女別にみると、年齢は、男性：74.7±6.6歳、女性：72.9±6.8歳であり、男性で高くなる傾向がみられた。BMIは、男性で23.9±3.2、女性で21.6±3.1であり、男性で大きくなる傾向が認められた。

### 2. 問診票の結果

表1に、問診票A(運動の参加条件)の集計結果を示す。本事業では、心臓の病気を理由に主治医から運動を禁止されている者は一人もいなかった。しかし、83名中3名に運動中に胸の痛みや過度の息切れの経験が認められ、21名(25.3%)が高血圧または心臓の薬を服用していた。

表2に、問診票B(循環器疾患)の集計結果を示す。主要な循環器疾患の既往が83名中12名(14.5%)に認められたが、心臓ペースメーカーまたは除細動器の植込みのある者はいなかった。

表3に、問診票C(運動器疾患及び神経疾患)の集計結果を示す。運動器疾患の既往が83名中22名(26.5%)に認められたが、神経・筋疾患の既往歴のある者はいなかった。しかし、認知症の申告をした者が1名認められた。

問診票D(パワープレートに関する質問)の1.でパワープレートを利用している、もしくは、過去に利用したことがあると回答した者は81名中12名(14.8%)だった。表4に、これら12名のパワープレートの利用状況を示す。調査時点でパワープレートを継続していると回答した者は7/12名(58.3%)であり、継続者の利用期間は6ヶ月から3年と長かった。一方、中止したと回答した5名の利用期間は1ヶ月～4ヶ月であり、継続者に比べて短かった。継続者の利用頻度は月3回から週6回までの幅があり、週1～3回程度が多かった。

### 2. 体力テスト等の分布及び基本統計量

図4～18に、各体力テスト等における男女別の分布及び基本統計量を示す。なお、テストにリスク判別のカットオフ値がある場合は図中に実線で示した。

図4と5に、自由歩行速度と最大歩行速度の分布を示した。男女ともに自由歩行速度がサルコペニアの診断基準を下回った者はいなかったが、最大歩行速度では男性で1名、女

性で4名がリスクありだった。図6に、握力の分布を示した。握力がサルコペニアの診断基準を下回った者は、男性では4名(13.8%)だったが、女性では14名(26.4%)と多かった。図7に、SMIの分布を示した。SMIがサルコペニアの診断基準を下回った者は、男性では10名(33.3%)だったが、女性では27名(50.9%)と多かった。

図8に、立ち上がりテストのスコアの分布を示した。立ち上がりテストがロコモ度1、ロコモ度2に該当した者は、男性では10名(33.3%)と2名(6.7%)、女性では21名(39.6%)と5名(9.4%)であり、女性で高くなる傾向がみられた。図9に、2ステップテストの分布を示した。2ステップテストがロコモ度1、ロコモ度2に該当した者は、男性では5名(16.7%)と3名(10.0%)、女性では13名(24.5%)と6名(11.3%)であり、ロコモ該当の割合は立ち上がりテストよりも低くなる傾向がみられた。図10に、ロコモ25の分布を示した。ロコモ25がロコモ度1、ロコモ度2に該当した者は、男性では4名(13.3%)と5名(16.7%)、女性では13名(24.5%)と5名(9.4%)であり、ロコモ度1では女性で高くなる傾向がみられた。図11に、ロコチェックの分布を示した。ロコチェックがロコモ度に該当した者は、男性では17名(56.7%)、女性では30名(57.7%)であり、差は認められなかった。

図12と13に、ロンベルグテストの分布を示した。ロンベルグテストにおけるCOP総軌跡長は、立位時の身体の動揺性を示す指標であり、時間当たりのCOP総軌跡長が大きいほど動揺性が大きいことを示す。本調査では、ロンベルグテストにおけるCOP総軌跡長は、開眼・閉眼とも女性で正規分布する傾向がみられたが、男性では女性のような正規分布は認められなかった。とくに、男性では閉眼時のCOP総軌跡長が小さい(動揺性が少ない)者の割合が多くなる傾向がみられた。

図14と15に、ロンベルグ比とロンベルグ差の分布を示した。ロンベルグ比とロンベルグ差は、視覚情報を遮断した時の身体動揺性の大きさを表す指標である。ロンベルグ比については、この比が1.0であれば、視覚に頼らずに姿勢を維持することができているといえる。逆に、この比が大きい(2.0以上)と前庭迷路系や体性感覚の機能が低下している可能性があるため注意が必要である。本調査では、ロンベルグ比が60歳代後半の平均-1標準偏差以上だった者は、男女ともに1名であった。なお、ロンベルグ差については、ロンベルグ比ほど高齢者の前庭機能の低下を鋭敏にとらえることができないという報告もあり、カットオフ値は設定されていない状況である。

図16に、開眼片脚立ちテストの分布を示した。ロンベルグテストが静的バランス能力における前庭機能の低下を反映したテストであるのに対して、開眼片脚立ちテストは中殿筋など下肢筋による影響が強いテストといえる。本調査では、開眼片脚立ちテストの所要時間が10秒未満だった者は、男性で2名、女性で5名であった。

図17に、立位安定性限界の分布を示した。立位安定性限界は身体重心の前後移動の予備力を表す指標であり、この値が大きいほど姿勢調節能力にすぐれていると考えられる。本調査では、立位安定性限界の中央値は、男性では0.44、女性では0.45とほぼ同じであり、男女とも分布は右側(すなわち、大きい方)へ偏る傾向がみられた。

図 18 に、ファンクショナルリーチの分布を示した。ファンクショナルリーチは転倒リスクとの関連が高いことが示されており、男女とも 25 cm 以下では転倒リスクが 2 倍になることが報告されている。本調査では、ファンクショナルリーチが 25 cm 未満だった者は、男性で 1 名のみだった。

### 3. サルコペニア該当の有無

表 5 に、サルコペニア該当の有無を示した。サルコペニア該当の有無は AWGS のアルゴリズムに基づいて判定した。男性では、歩行速度低下は認められなかったが、握力低下は 4 名(13.8%)、骨格筋量低下は 10 名(33.3%)に認められ、結果として、サルコペニアは 3 名(10.3%)に認められた。女性でも、歩行速度低下は認められなかったが、握力低下は 14 名(26.4%)、骨格筋量低下は 27 名(50.9%)に認められ、結果として、サルコペニアは 12 名(22.6%)に認められた。

### 4. ロコモ該当の有無

表 6 に、ロコモ該当の有無を示した。ロコモ該当の有無は、各ロコモ度テストの臨床判断値に基づいて判定した。男性では、立ち上がりテスト、2 ステップテスト、ロコモ 25 におけるロコモ非該当、ロコモ度 1、ロコモ度 2 の該当者数(率)は以下の通りだった。

- ・立ち上がりテスト：18 名(60.0%)、10 名(33.3%)、2 名(6.7%),  $p < 0.01$
- ・2 ステップテスト：22 名(73.3%)、5 名(16.7%)、3 名(10.0%),  $p < 0.001$
- ・ロコモ 25：21 名(70.0%)、4 名(13.3%)、5 名(16.7%),  $p < 0.001$

結果として、男性では、ロコモ非該当、ロコモ度 1、ロコモ度 2 の該当者数(率)は、15 名(50.0%)、9 名(30.0%)、6 名(20.0%)となった( $p = 0.123$ )。

女性では、立ち上がりテスト、2 ステップテスト、ロコモ 25 におけるロコモ非該当、ロコモ度 1、ロコモ度 2 の該当者数(率)は以下の通りだった。

- ・立ち上がりテスト：27 名(50.9%)、21 名(39.6%)、5 名(9.5%),  $p < 0.001$
- ・2 ステップテスト：34 名(64.2%)、13 名(24.5%)、6 名(11.3%),  $p < 0.001$
- ・ロコモ 25：35 名(66.0%)、13 名(24.5%)、5 名(9.5%),  $p < 0.001$

結果として、女性では、ロコモ非該当、ロコモ度 1、ロコモ度 2 の該当者数(率)は、18 名(34.0%)、24 名(45.3%)、11 名(20.7%)となった( $p = 0.091$ )。

### 5. サルコペニア該当有無による運動機能の比較

表 7 に、サルコペニア該当の有無による運動機能の比較を示した。男女ともに、非該当群に比べて該当群では、自由歩行速度、握力、骨格筋量の有意な低下が認められた。最大歩行速度においても同様の傾向がみられたが、有意差には至らなかった。開眼片脚立ちとファンクショナルリーチに関しては、男性では、非該当群に比べて該当群で低くなる傾向がみられたが、女性では、群間差は認められなかった。

### 6. サルコペニア該当有無によるバランス機能の比較

表 8 に、サルコペニア該当の有無によるバランス機能の比較を示した。立位安定性限界に関して、男女ともに有意差は認められなかったが、該当群ではばらつきが大きくなる傾向

がみられた。開眼時・閉眼時 COP 総軌跡長に関して、男女ともに有意差は認められなかったが、女性では、非該当群に比べて該当群で、開眼時・閉眼時 COP 総軌跡長は大きくなる傾向がみられた。また、開眼時・閉眼時 COP 総軌跡長は、男性よりも女性で大きくなる傾向がみられた。ロンベルグ比とロンベルグ差に関しては、男女ともに有意差は認められなかったが、男性のロンベルグ差では、非該当群よりも該当群で差が小さくなる傾向がみられた。

#### 7. ロコモ該当有無による運動機能の比較

表 9 に、ロコモ該当有無による運動機能の比較の比較を示した。自由歩行速度、最大歩行速度に関しては、男女ともに、非該当及びロコモ度 1 に比べて、ロコモ度 2 では有意に低下した。握力、開眼片脚立ち、ファンクショナルリーチに関しては、男性では、非該当及びロコモ度 1 に比べて、ロコモ度 2 で有意に低下したが、女性では群間差は認められなかった。骨格筋量に関しては、男女ともに群間差は認められなかったが、ロコモ度 1 で高くなる傾向がみられた。

#### 8. ロコモ該当有無によるバランス機能の比較（その 1）

表 10 に、ロコモ該当有無によるバランス機能の比較を示した。ロコモ該当の有無は、立ち上がりテスト、2 ステップテスト、ロコモ 25 の臨床判断値にもとづいて判定した。立位安定性限界に関して、3 群間に有意差は認められなかった。開眼時 COP 総軌跡長に関しては、非該当及びロコモ度 1 に比べて、ロコモ度 2 で有意に大きくなった。閉眼時 COP 総軌跡長に関しても、非該当及びロコモ度 1 に比べて、ロコモ度 2 で大きくなる傾向がみられたが、有意差には至らなかった。ロンベルグ比とロンベルグ差に関しては、有意差は認められなかったが、ロンベルグ差では、非該当群及びロコモ度 2 よりもロコモ度 1 で差が大きくなる傾向がみられた。なお、ロコモ該当有無によるバランス機能の比較の性別による層化解析は、コロナウィルスによる大学構内への立ち入りが禁止されたためできなかった。

#### 9. ロコモ該当有無によるバランス機能の比較（その 2）

表 11 に、ロコモ該当有無によるバランス機能の比較を示した。ロコモ該当の有無は、立ち上がりテストまたは 2 ステップテストの臨床判断値にもとづいて判定した。立位安定性限界に関して、群間差は認められなかったものの、非該当及びロコモ度 1 に比べて、ロコモ度 2 で小さくなる傾向がみられた。開眼時 COP 総軌跡長に関しても、群間差は認められなかったものの、ロコモ度の増加に伴い COP 総軌跡長は大きくなる傾向がみられた。閉眼時 COP 総軌跡長においても開眼時と同様の傾向が認められ、非該当とロコモ度 2 の間で有意差が認められた。ロンベルグ比に関しては、有意差は認められなかったものの、ロコモ度の増加に伴いロンベルグ比は大きくなる傾向がみられた。ロンベルグ差においてもロンベルグ比と同様の傾向が認められたが、傾向性はロンベルグ差でより顕著であった。

#### 10. パワープレート継続者の運動機能の変化

本事業には、2016 年度のパワープレート介入(PP)事業の対象者 3 名が参加したが、この内、現在も PP を継続している者は 2 名(男女各 1 名)だった (A: 男性, 表 4 の No.4, B: 女性, 表 4 の No.12)。図 19 に、パワープレート介入事業の対象者 2 名における 2016 年と



2019年の運動機能の変化を示した。なお、2016年はPP介入事業開始前におけるデータである。対象者Aは、すべての運動機能が改善または維持されていた。とくに、自由歩行速度、最大歩行速度、開眼片脚立ちは顕著に改善されていた。対象者Bも、立ち上がりテストを除けば、概ね運動機能は維持・改善されていた。Bは2019年の調査時点で、日常生活に支障を来すレベルの腰痛と膝痛を訴えており、これらが原因で立ち上がりテストの成績が低下したと考えられた。

#### IV 考察・結論

2019年度に箕面市からの委託を受け、60歳以上の市民を対象に体力測定を5回行った。箕面市の市報や測定会場である稲ふれあいセンターでのチラシ掲示により84名が参加し、83名から調査の同意が得られた。体力測定では、サルコペニア診断、ロコモ度テストによりこれらに該当しているかどうかの判定を行った。また、床反力計を用いてロンベルグテスト（静的バランステスト）や立位安定性限界（動的バランステスト）の測定を行った。さらに、交互片脚立ち課題における加速度データからロコモの判別を可能とする動的バランステストの開発を試みた。

本体力測定の対象者は、概ね健康であり、運動機能も比較的すぐれている高齢者だった。サルコペニア該当率は15/82名(18.3%)だったが、男性で10.3%、女性で22.6%と性差がみられた。ロコモ該当率は50/83名(60.4%)だったが、男性では50.0%、女性で66.0%とサルコペニア同様に性差がみられた。また、移動機能の進行が進んでいると考えられるロコモ度2の割合は、男女ともに20%程度であり性差は認められなかった。サルコペニア該当者は、非該当者に比べて、サルコペニア診断に関連する運動機能は有意に低下していた。しかし、最大歩行速度、開眼片脚立ち、ファンクショナルリーチといったサルコペニア診断以外の運動機能については、女性では差が認められなかった。これに対して、男性ではこれらの運動機能にも顕著な差が認められたことは今後の検討課題とされた。バランス機能に関しては、予想に反して、サルコペニア非該当・該当間でほとんど差が認められなかった。理由として、本体力測定で用いたバランス課題は、閉脚立位や閉脚立位での前傾後傾といった比較的簡単な課題であり、元気高齢者ではこの程度の外乱刺激では負荷が足りなかった可能性があった。

日本整形外科学会推奨の方法によるロコモ度の判定においても、非該当・該当間でバランス機能に差は認められなかった。しかし、判別条件からロコモ25を除くことにより、有意差には至らなかったものの、ロコモ度の増加に伴ってバランス機能が用量反応的に低下する傾向が認められた。ロコモ25による評価には心理的・社会的な影響が多分に含まれており、これらの要因を取り除くことによりロコモとバランス機能の本来の関連を評価できる可能性が示唆された。今後、ロコモとバランス機能の関連について検証を進めていく上でロコモ度の評価方法の再考が必要と考えられた。

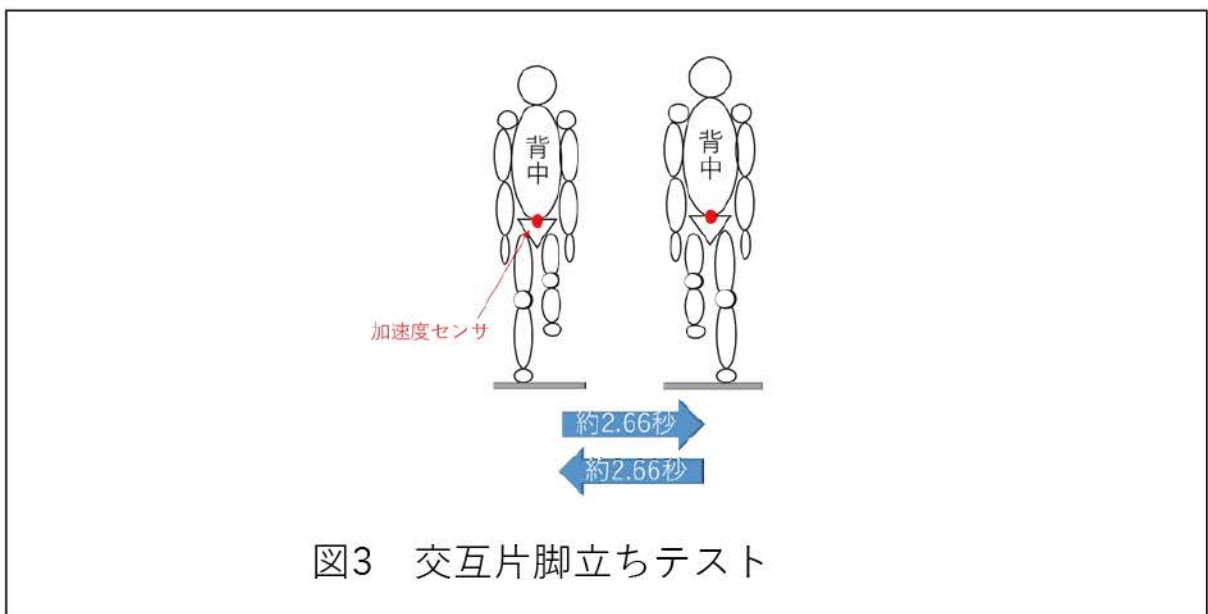
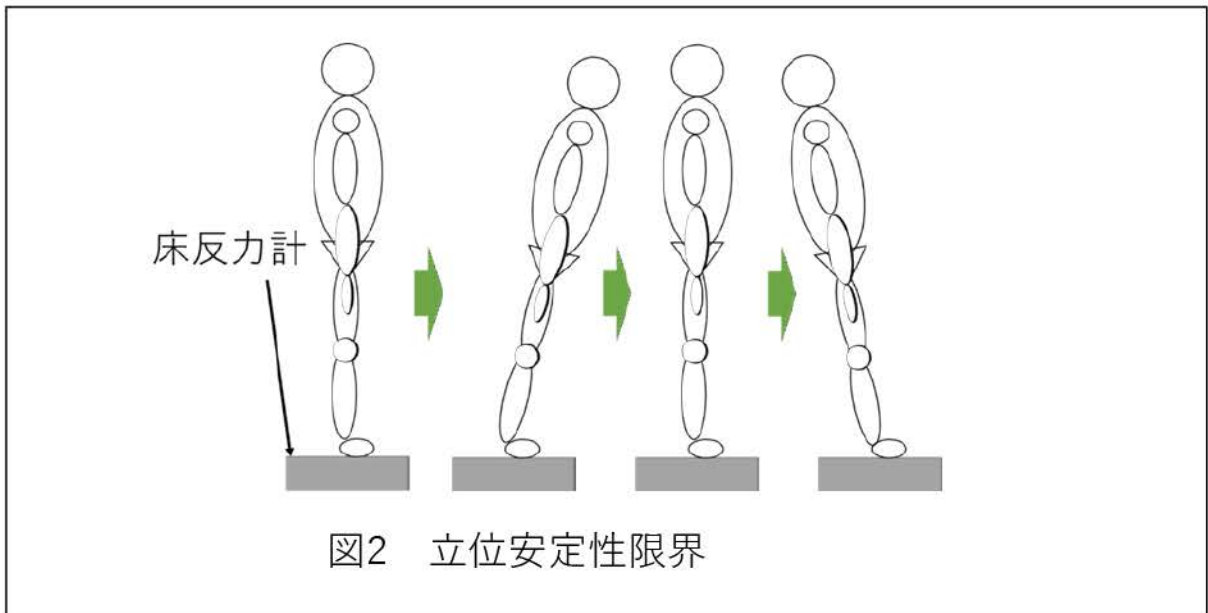
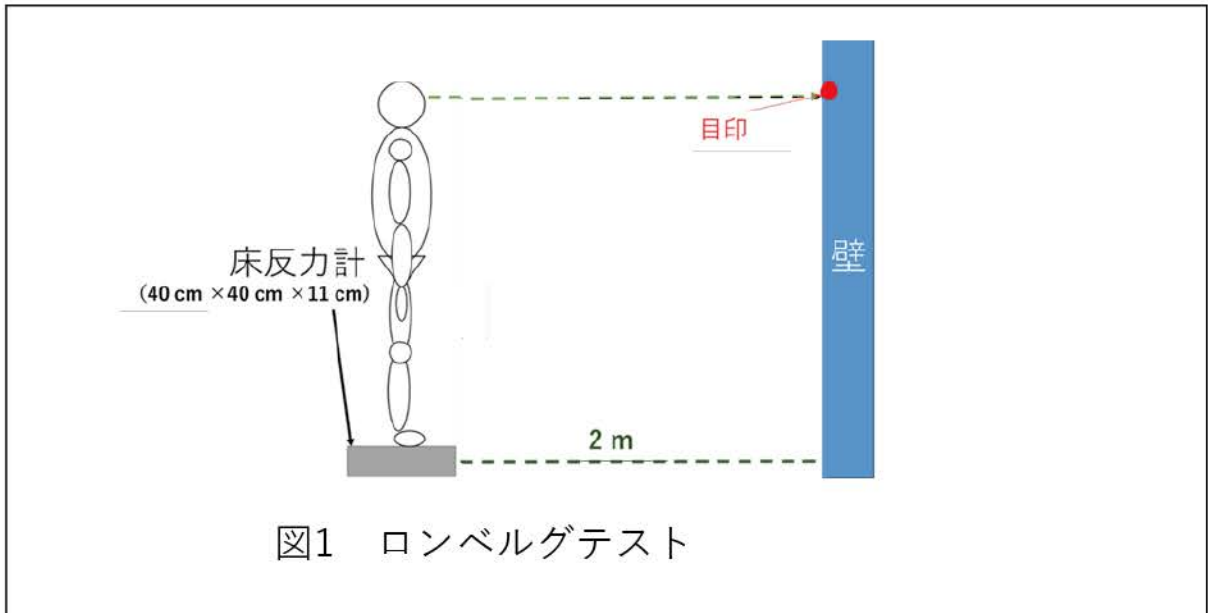
本事業では、2016年度に行ったパワープレート介入研究事業の効果検証も事業の目的と

していた。しかし、残念なことに、同事業の対象者で2019年度の体力測定に参加した者はわずか3名であり、この内、調査時点でパワープレートを継続している者は2名だったため、効果の検証は十分に行えなかった。しかし、継続していた2名に関してはパワープレートによる運動機能への効果は認められた。今後、パワープレート介入事業の対象者の参加率の向上が課題と考えられた。

最後に、昨年5月7月の測定では、床反力計や加速度センサーを用いたバランステストの準備や手順に不備があり、予定の時間内に終わらず、参加者の方にはご迷惑をおかけしてしまった。しかし、11月以降はテストの方法や1回当たりの定員について大幅な見直しを行った結果、これらの問題はかなり改善された。2020年度に関しては、新型コロナウイルスの感染防止対策により5月の体力測定は不開催となったが、自宅待機要請期間中、バランステストのプロトコルや標準化などの作業を再検討し、再開時には万全の状態での測定に臨む所存である。

## V 謝辞

本事業は、JSPS 科研費（課題番号：19K11551）の助成を受けて実施しました。本事業の実施にあたり、ご協力いただきました箕面市在住の高齢者の皆様、箕面市健康福祉部高齢福祉室ならびに稲ふれあいセンターの職員の皆様に心より感謝申し上げます。



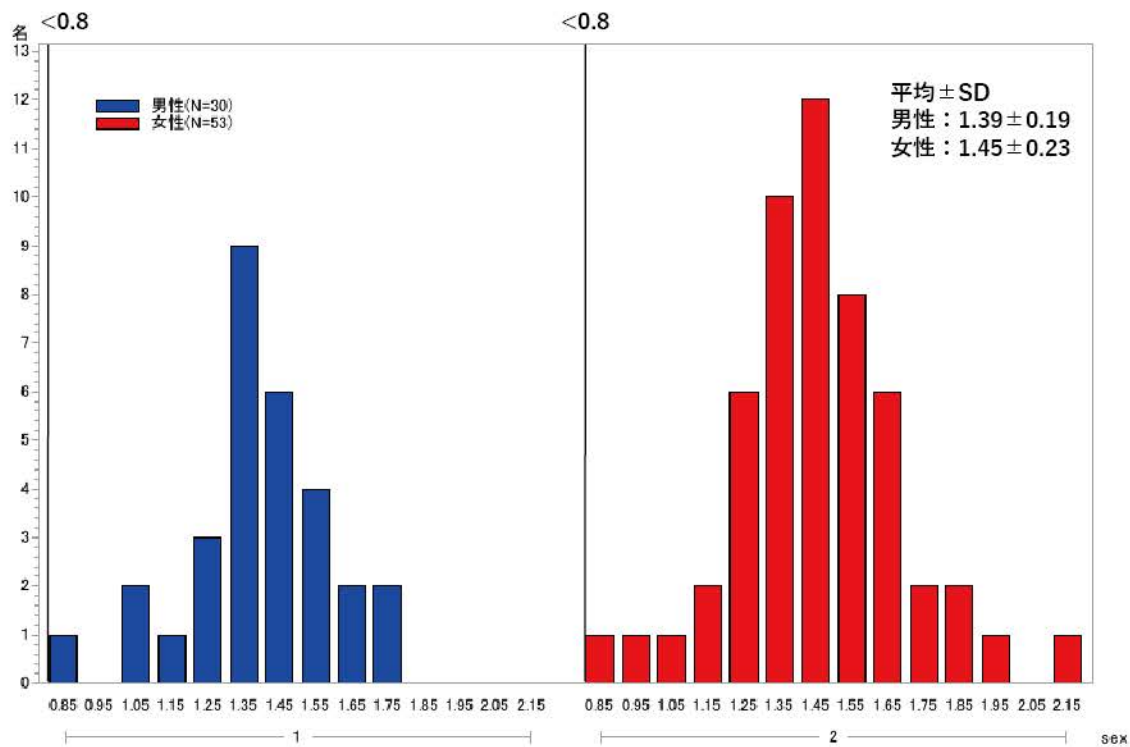


図4 自由歩行速度(m/s)

男女ともにサルコペニアリスクなし

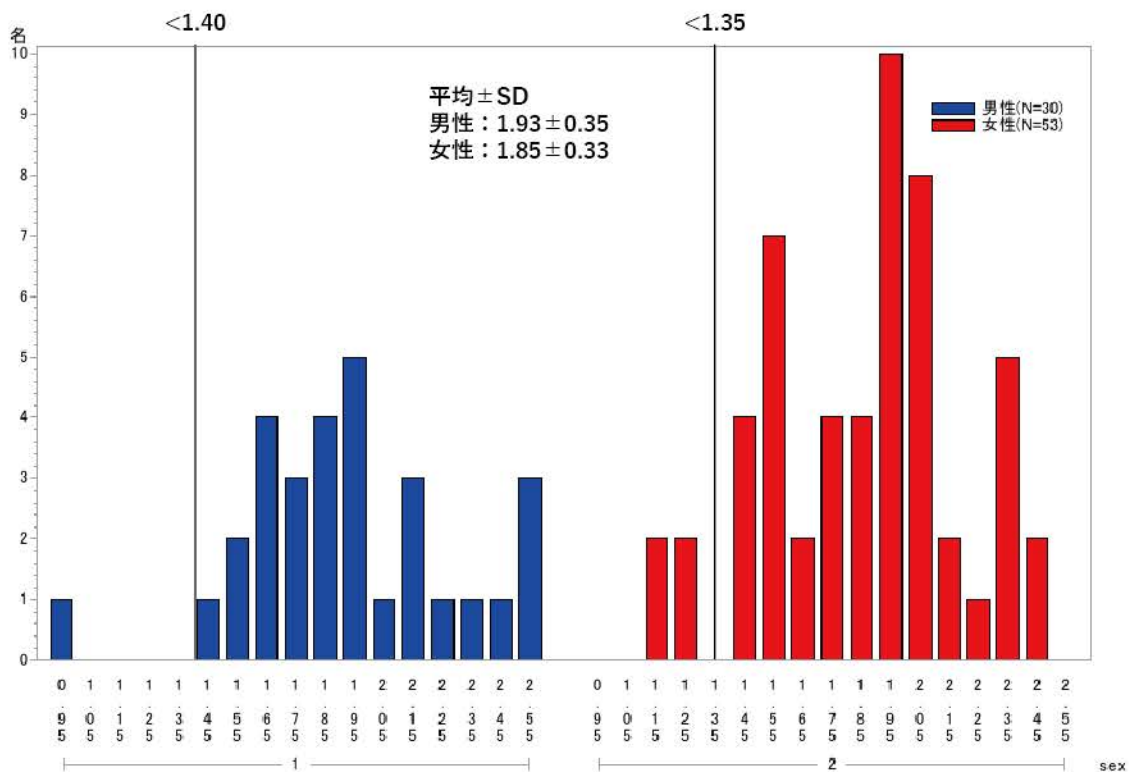


図5 最大歩行速度(m/s)

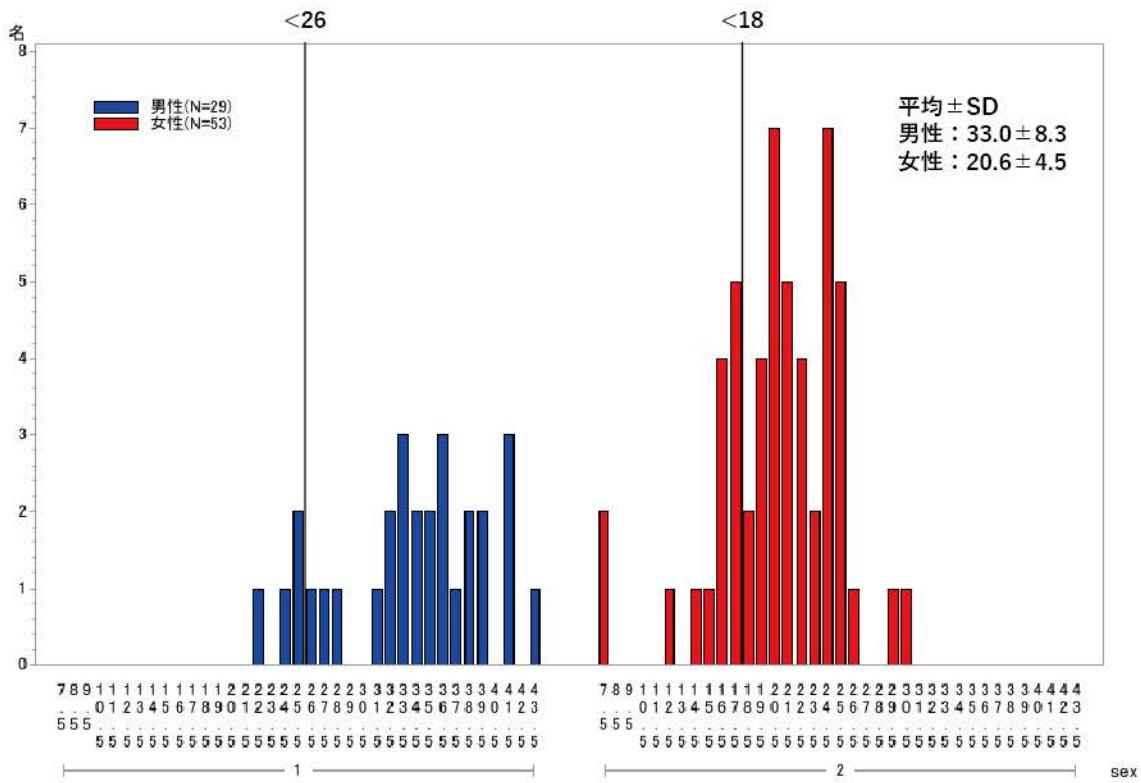


図6 握力(kg)

サルコペニア基準を下回った人は、男性4名、女性14名

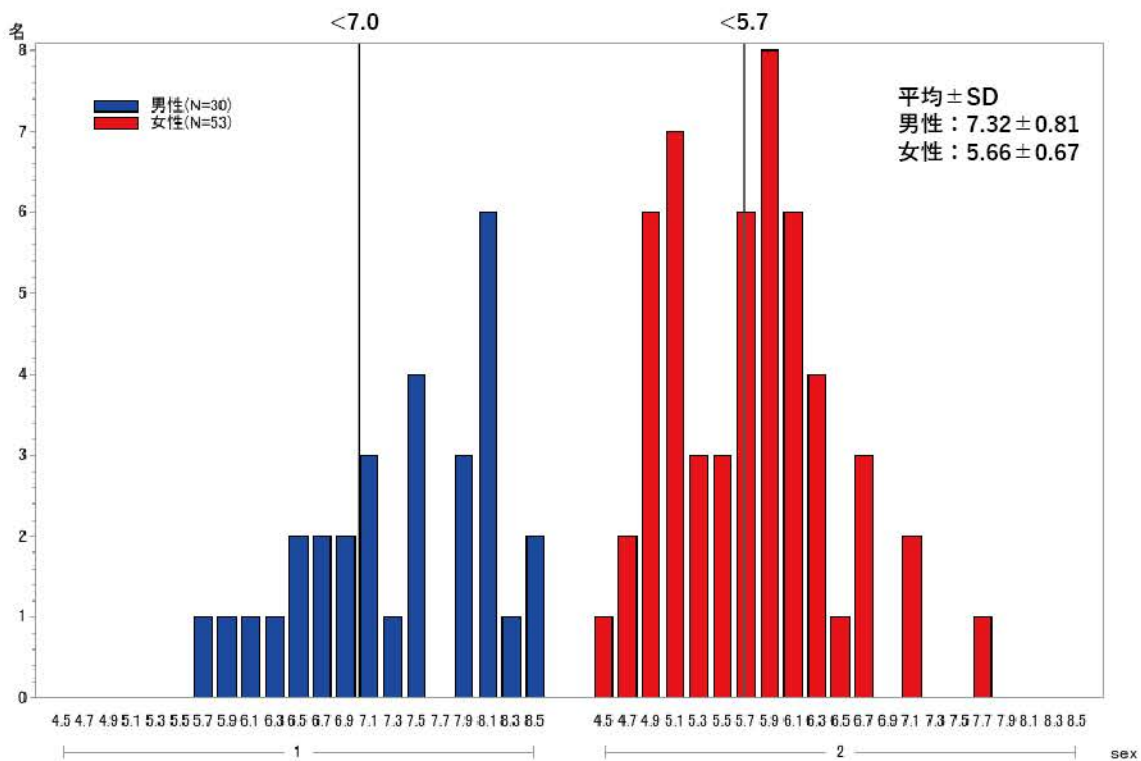


図7 SMI(kg/m<sup>2</sup>)

サルコペニア基準を下回った人は、男性10名、女性27名

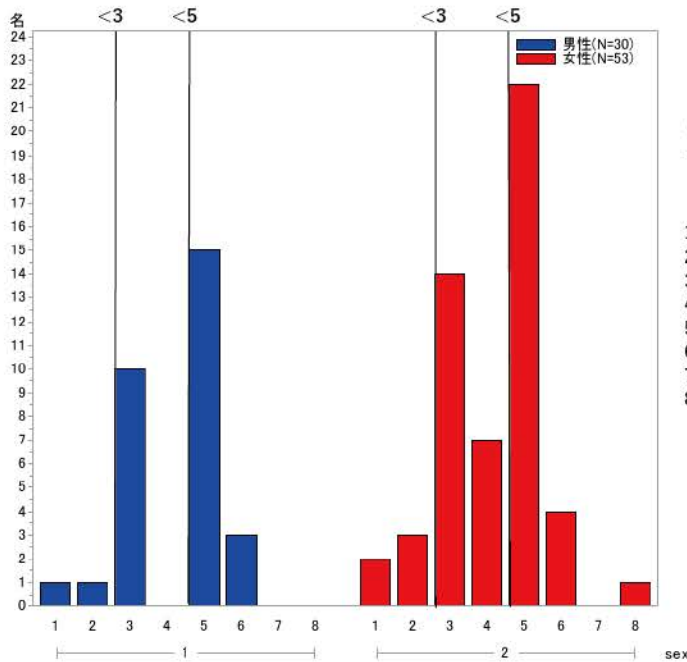


図8 立ち上がりテストスコア

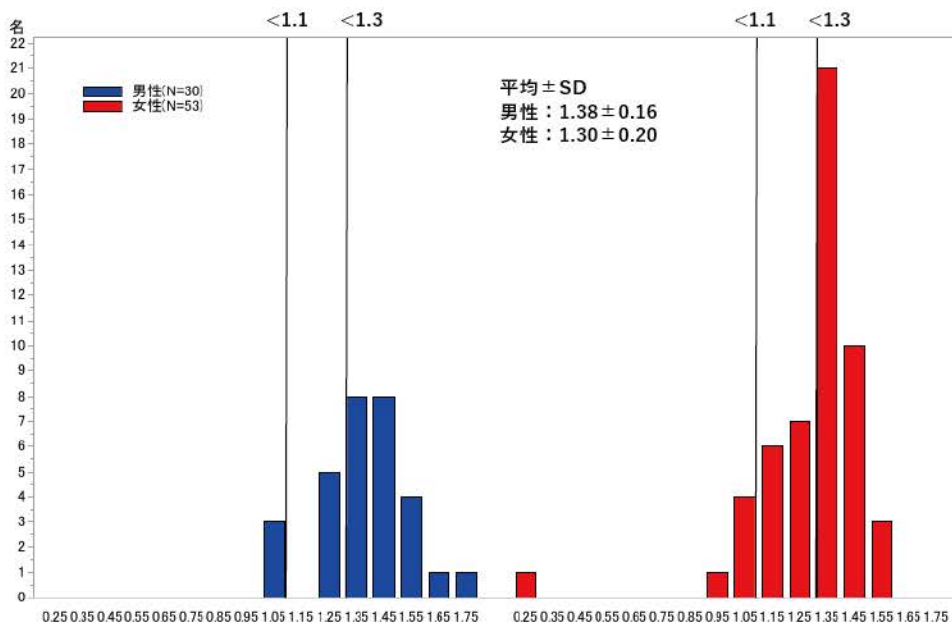


図9 2ステップテスト値 (身長比)

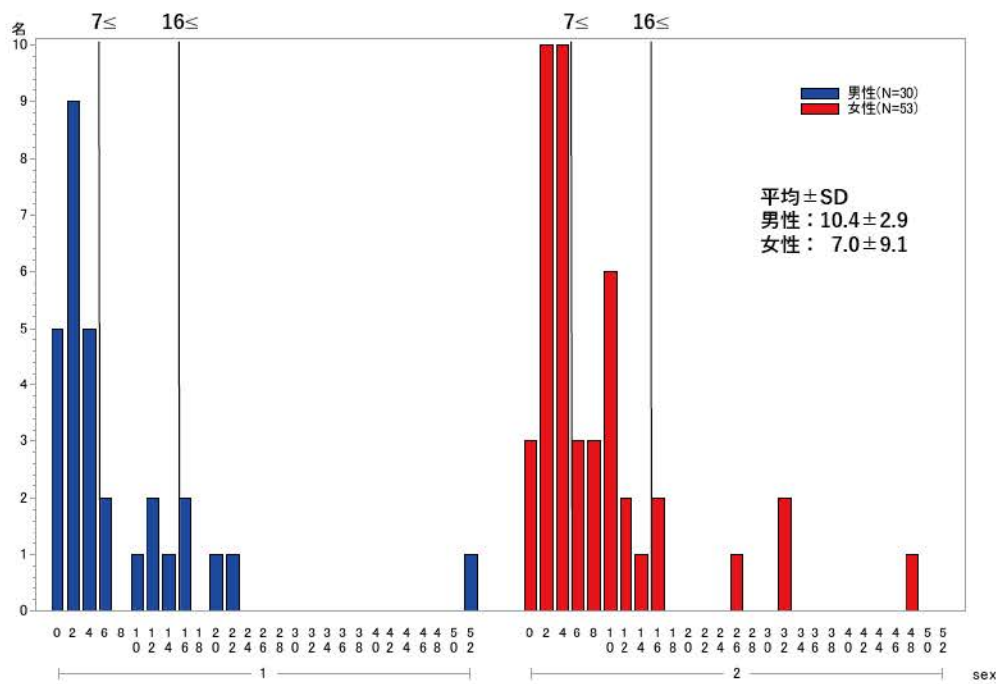


図10 ロコモ25合計点

|    | ロコモ度1 | ロコモ度2 |
|----|-------|-------|
| 男性 | 4名    | 5名    |
| 女性 | 13名   | 5名    |

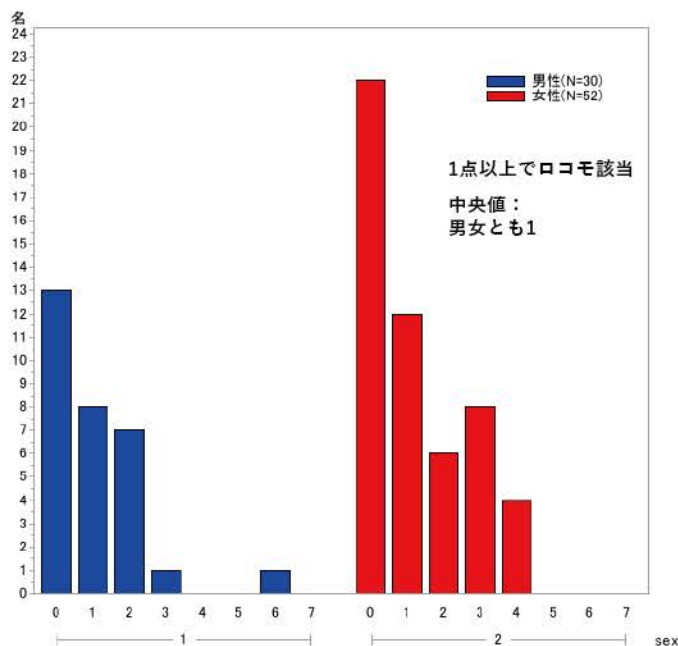


図11 ロコモチェック合計点

|    | ロコモ該当者 |
|----|--------|
| 男性 | 17名    |
| 女性 | 30名    |

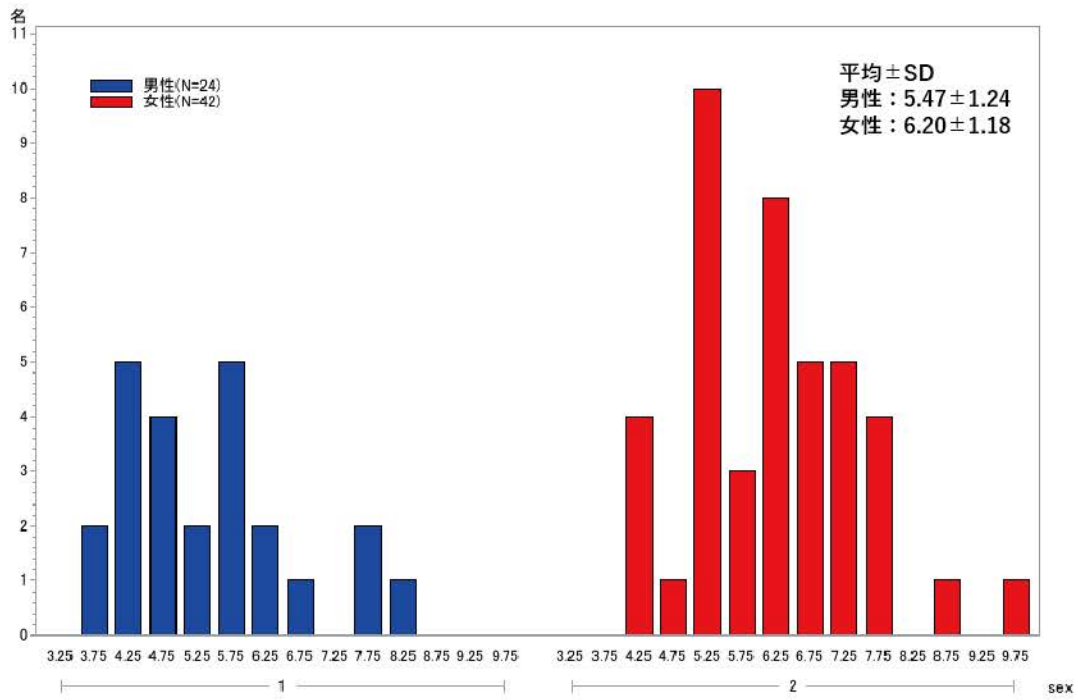


図12 COP総軌跡長足長比（開眼）

女性では正規分布

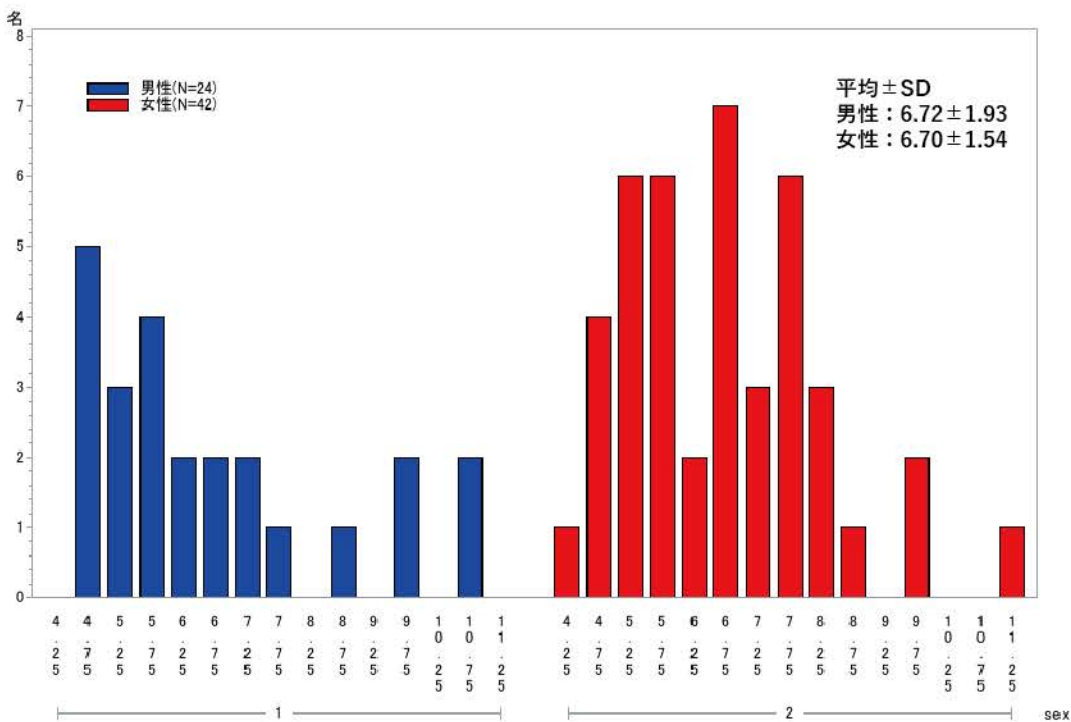


図13 COP総軌跡長足長比（閉眼）

女性では正規分布、男性では動揺性が少ない傾向あり



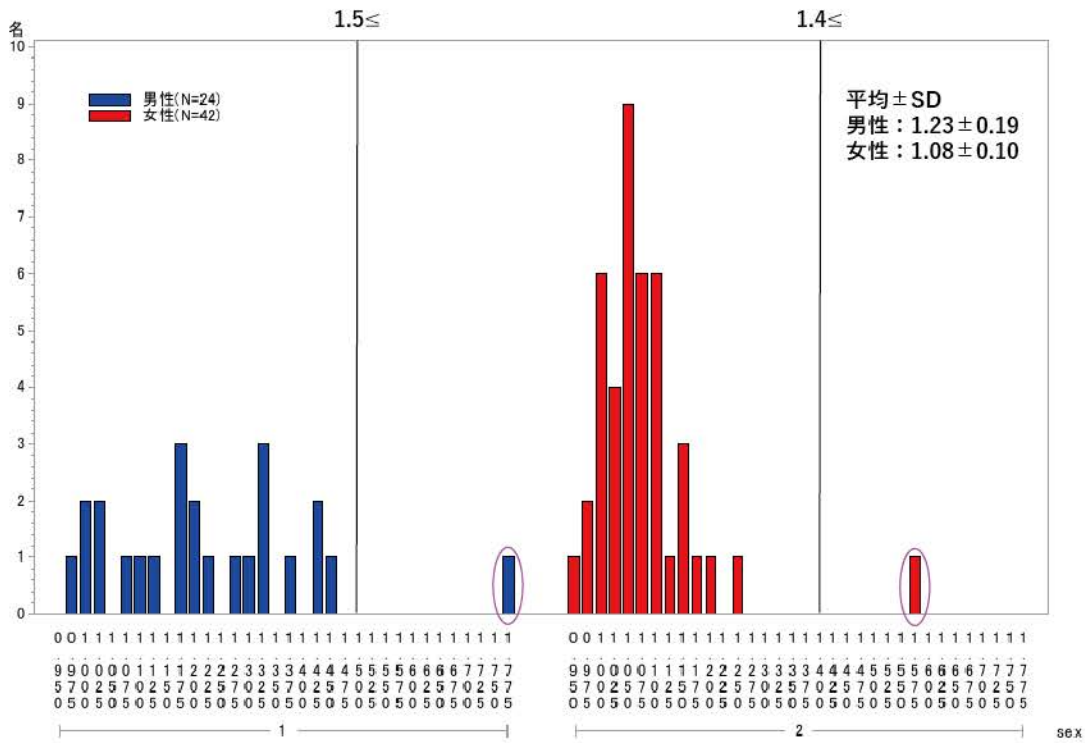


図14 ロンベルグ比 (足長比)

ロンベルグ比が60歳代後半の平均-1標準偏差以上だった者は、男女ともに1名

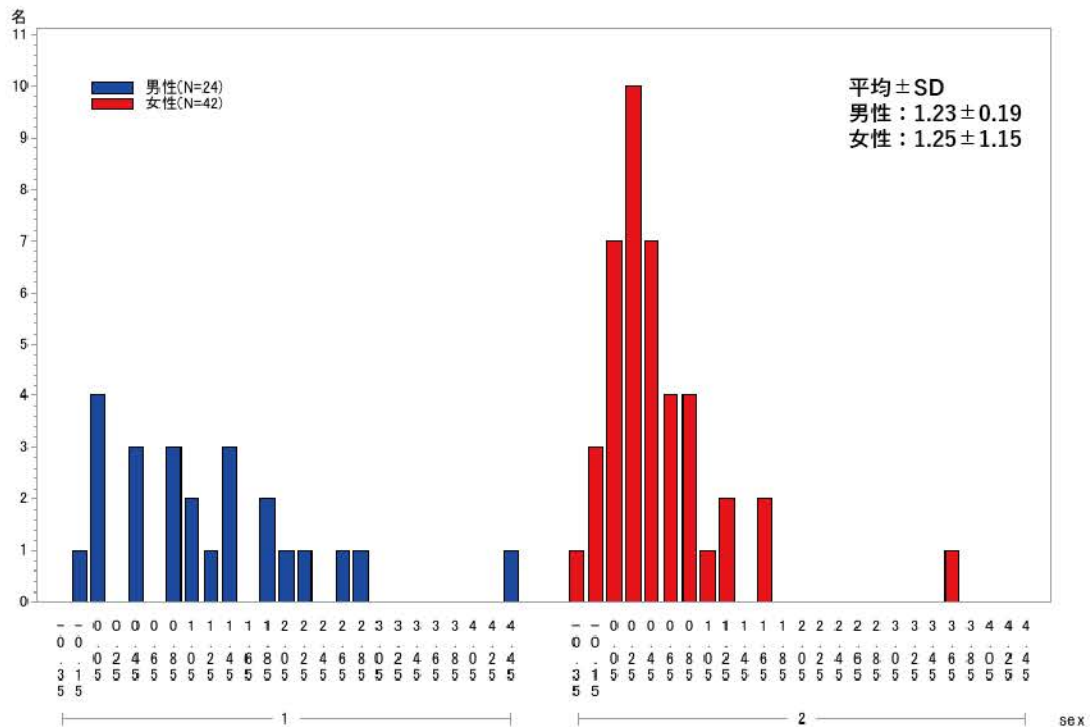


図15 ロンベルグ差 (足長比)

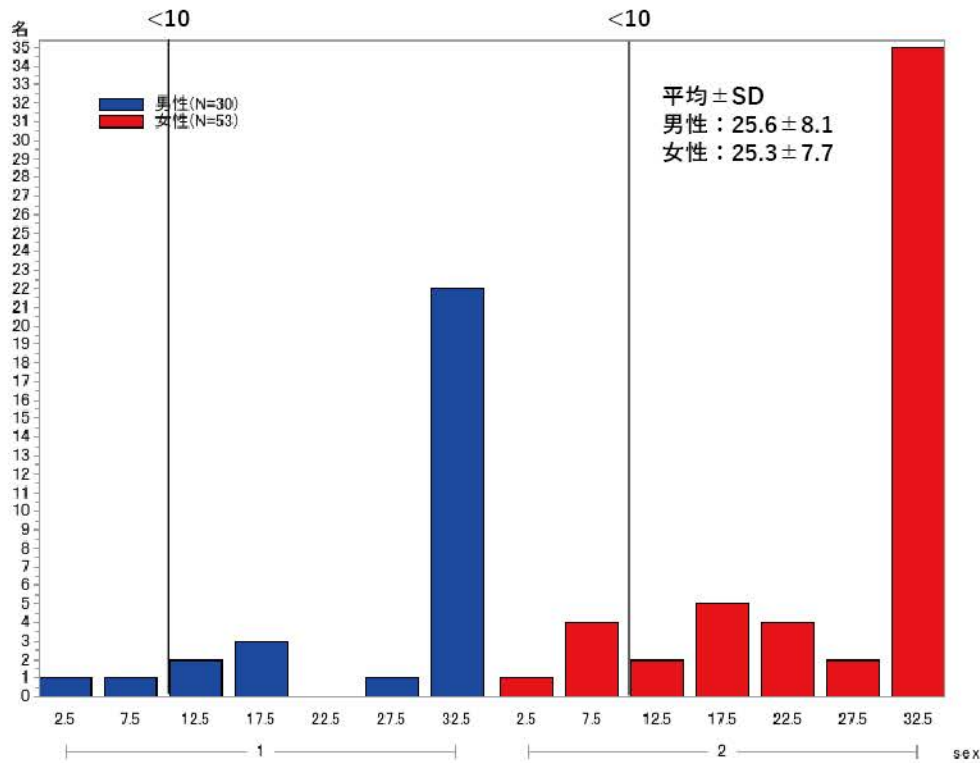


図16 開眼片脚立ちテスト (秒)

10秒未満だった者は、男性2名、女性5名

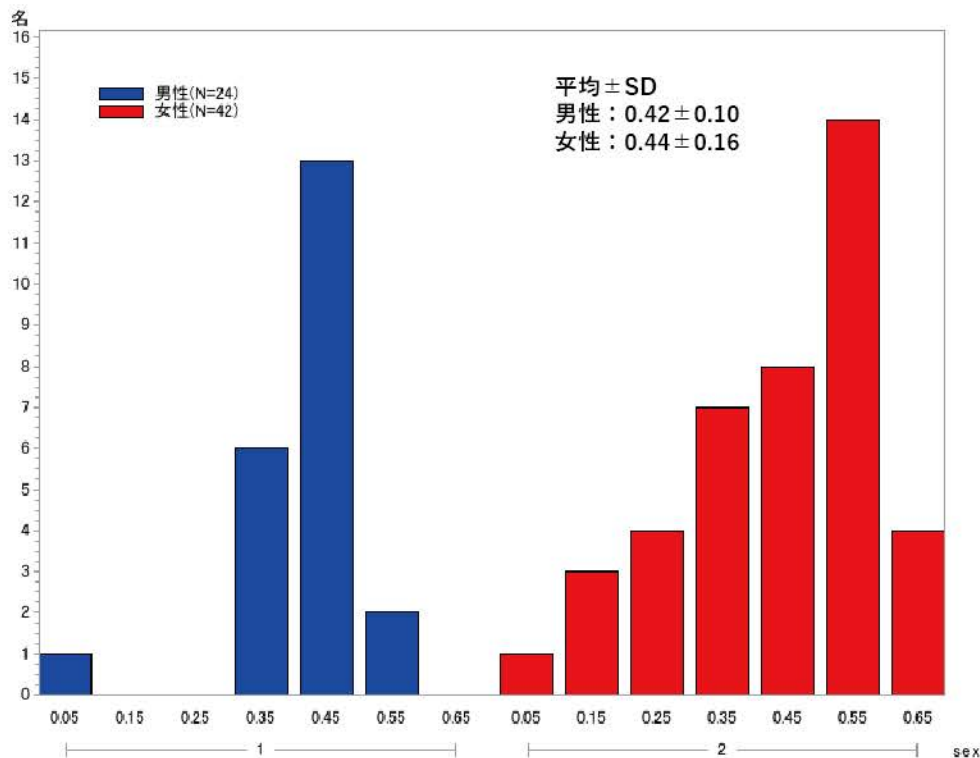


図17 立位安定性限界 (足長比)

中央値は、男性では0.44、女性では0.45であり、安定している傾向が認められた。

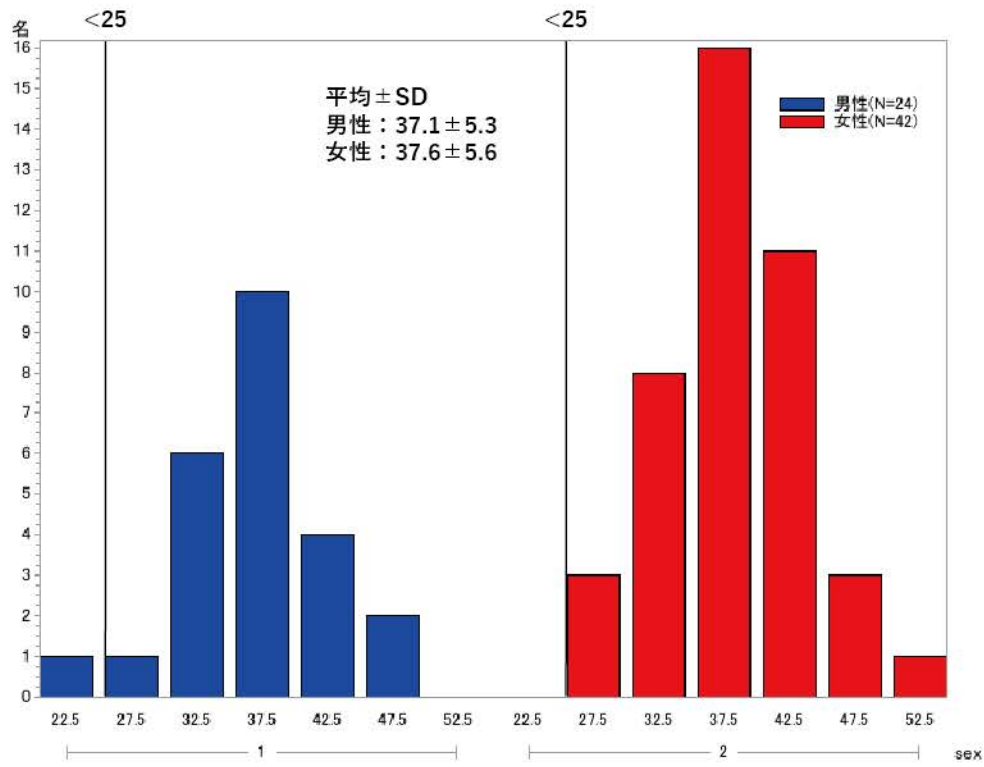


図18 ファンクショナルリーチ (cm)

男性1名が転倒リスクが高い

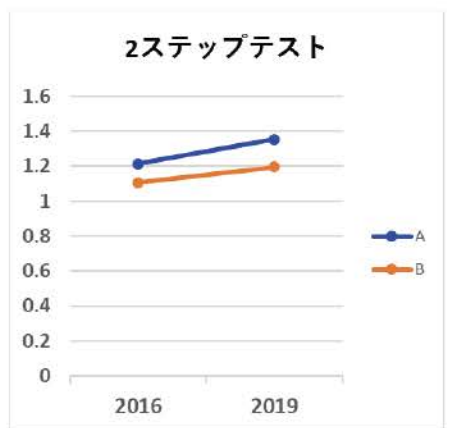
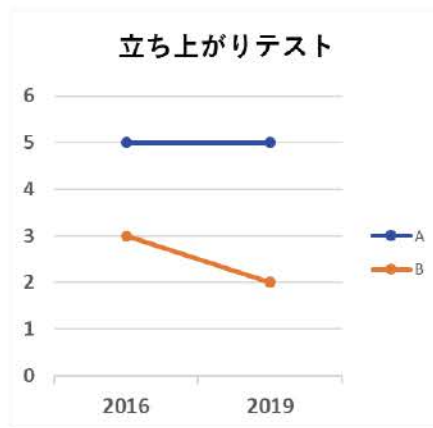
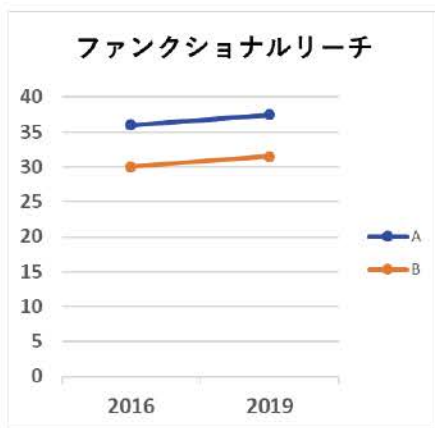
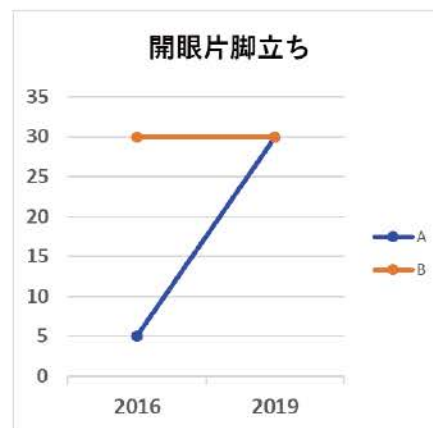
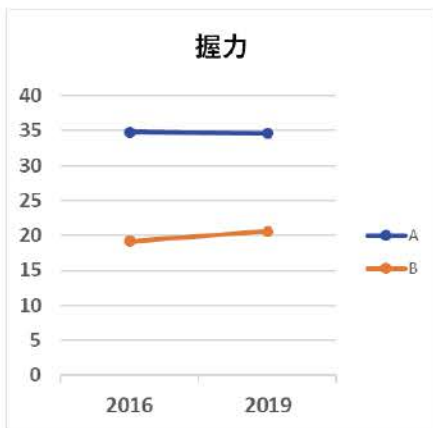
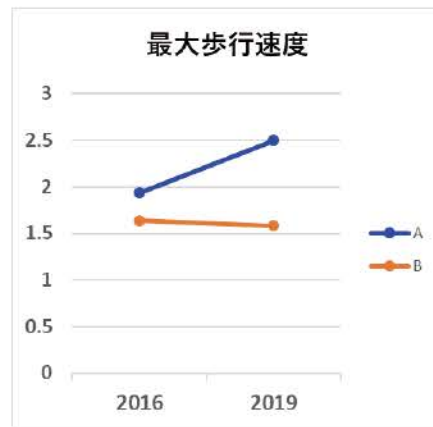
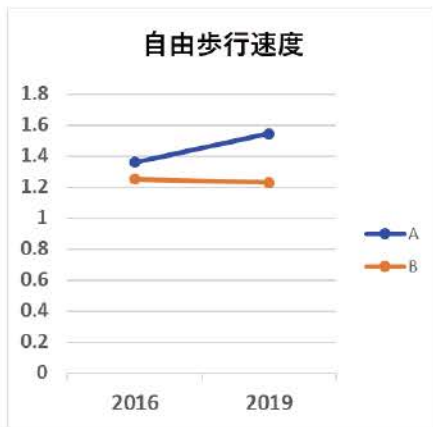


図19 パワープレート継続者の運動機能の変化（2016年～2019年）

表1 運動の参加条件（問診票A）に関する質問の該当者数(N=83)

| No. | 質問項目   | 回答数 |
|-----|--|-----|
| 1   | 今までに、心臓に問題があるから許可された運動以外は行ってはいけないと医師に言われたことがありますか？ | 0   |
| 2   | 運動中に胸の痛みや過度の息切れを経験したことがありますか？                      | 3   |
| 3   | 過去1ヶ月間に運動中以外にも胸の痛みを感じたことがありますか？                    | 0   |
| 4   | めまいにより転倒したり失神したことがありますか？                           | 3   |
| 5   | 少し歩いただけで下腿に焼けるような痛みやけいれんを経験したことがありますか？             | 1   |
| 6   | 運動することによって悪化するおそれのある骨や関節の問題がありますか？                 | 2   |
| 7   | 現在、血圧または心臓のお薬を飲んでいますか？（例：利尿薬）                      | 21  |
| 8   | 上記の質問の他に、運動を行えない理由が何かありますか？                        | 2   |

表2 循環器疾患（問診票B）に関する質問の該当者数(N=83)

| No. | 質問項目                 | 回答数 |
|-----|----------------------|-----|
| 1   | 心筋梗塞、狭心症             | 2   |
| 2   | 心臓ペースメーカーまたは除細動器の植込み | 0   |
| 3   | 脳卒中（脳梗塞、脳出血など）       | 3   |
| 4   | 慢性閉塞性肺疾患などの肺の病気      | 4   |
| 5   | 気管支喘息                | 3   |

表3 運動器疾患及び神経疾患（問診票C）に関する質問の該当者数(N=83)

| No. | 質問項目                     | 回答数 |
|-----|--------------------------|-----|
| 1   | 脊椎圧迫骨折および各種の脊柱変形（側弯など）   | 1   |
| 2   | 椎間板ヘルニアおよび脊椎分離症          | 2   |
| 3   | 腰部脊柱管狭窄症（立位で足にしびれや痛みが出る） | 4   |
| 4   | 下肢の変形性関節症（股関節、膝関節など）     | 5   |
| 5   | 関節リウマチ、痛風、および各種の関節炎      | 4   |
| 6   | 下肢の骨折（大腿骨頸部骨折など）         | 4   |
| 7   | 重度の骨粗鬆症（骨がもろくなる）         | 2   |
| 8   | 神経・筋疾患（パーキンソン病、多発性硬化症など） | 0   |
| 9   | 認知症                      | 1   |

表4 パワープレートの利用（問診票D）に関する質問の該当者数(N=81)

| No. | 利用期間（月） | 継続/中止 | 利用頻度  |
|-----|---------|-------|-------|
| 1   | 6       | 継続    | 週1回   |
| 2   | 12      | 中止    | -     |
| 3   | 6       | 継続    | 週6回   |
| 4   | 36      | 継続    | 週3～4回 |
| 5   | 1       | 中止    | -     |
| 6   | 1       | 中止    | -     |
| 7   | 12      | 継続    | 週3回   |
| 8   | 1.5     | 中止    | -     |
| 9   | 12      | 継続    | 月3回   |
| 10  | 24      | 継続    | 週1～2回 |
| 11  | 4       | 中止    | -     |
| 12  | 24      | 継続    | 週2回   |

No.4: 図19のA, No.12: 図19のB

表5 サルコペニア該当の有無

| 項目          | 男性(N=29)    |          |        | 女性(N=53)    |          |        |
|-------------|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
|             | 非該当         | 該当       | P-値    | 非該当         | 該当       | P-値    |
| 1. 歩行速度低下   | 30 (100.0%) | 0 (0.0%) |        | 53 (100.0%) | 0 (0.0%) |        |
| 2. 握力低下     | 25 (86.2%)  | 4 #####  | <0.001 | 39 (73.6%)  | 14 ##### | <0.001 |
| 3. 骨格筋量低下   | 20 (66.7%)  | 10 ##### | 0.068  | 26 (49.1%)  | 27 ##### | 0.891  |
| 4. サルコペニア該当 | 26 (89.7%)  | 3 #####  | <0.001 | 41 (77.4%)  | 12 ##### | <0.001 |

$\chi^2$ -検定

表6 ロコモ該当の有無

| 項目             | 男性(N=30)   |            |           |        | 女性(N=53)   |            |            |        |
|----------------|------------|------------|-----------|--------|------------|------------|------------|--------|
|                | 非該当        | ロコモ度1      | ロコモ度2     | P-値    | 非該当        | ロコモ度1      | ロコモ度2      | P-値    |
| 1. 立ち上がりテスト    | 18 (60.0%) | 10 (33.3%) | 2 (6.7%)  | <0.01  | 27 (50.9%) | 21 (39.6%) | 5 (9.5%)   | <0.001 |
| 2. 2ステップテスト    | 22 (73.3%) | 5 (16.7%)  | 3 (10.0%) | <0.001 | 34 (64.2%) | 13 (24.5%) | 6 (11.3%)  | <0.001 |
| 3. ロコモ25       | 21 (70.0%) | 4 (13.3%)  | 5 (16.7%) | <0.001 | 35 (66.0%) | 13 (24.5%) | 5 (9.5%)   | <0.001 |
| 4. 1 or 2 or 3 | 15 (50.0%) | 9 (30.0%)  | 6 (20.0%) | 0.123  | 18 (34.0%) | 24 (45.3%) | 11 (20.7%) | 0.091  |

$\chi^2$ -検定

表7 サルコペニア該当有無による運動機能の比較

| 運動機能                            | 男性(N=29)    |             |       | 女性(N=53)    |             |        |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|--------|
|                                 | 非該当(N=26)   | 該当(N=3)     | P-値   | 非該当(N=41)   | 該当(N=12)    | P-値    |
| 1. 自由歩行速度(m/s)                  | 1.41 (0.04) | 1.14 (0.11) | <0.05 | 1.49 (0.03) | 1.33 (0.06) | <0.05  |
| 2. 最大歩行速度(m/s)                  | 1.97 (0.07) | 1.52 (0.20) | 0.051 | 1.89 (0.04) | 1.74 (0.08) | 0.149  |
| 3. 握力(kg)                       | 35.2 (0.9)  | 24.4 (2.8)  | <0.01 | 22.0 (0.6)  | 16.0 (1.1)  | <0.001 |
| 4. 骨格筋量(kg/m <sup>2</sup> )     | 7.4 (0.1)   | 6.6 (0.3)   | <0.05 | 5.8 (0.1)   | 5.3 (0.1)   | <0.001 |
| 5. 開眼片脚立ち(秒)                    | 26.4 (1.5)  | 17.9 (4.8)  | 0.108 | 25.2 (1.0)  | 25.5 (1.9)  | 0.899  |
| 6. ファンクショナルリーチ(cm) <sup>#</sup> | 37.9 (1.2)  | 31.2 (3.3)  | 0.071 | 37.7 (0.9)  | 37.0 (1.9)  | 0.747  |

( ): 標準誤差 分散分析: 年齢, BMIで補正 <sup>#</sup> 男性: N=23(非該当20, 該当3), 女性: N=42(非該当33, 該当9)

男女ともに, 自由歩行速度, 握力, 骨格筋量は, 非該当群に比べて該当群で有意に低下, 最大歩行速度は低下傾向あり,

男性では, 開眼片脚立ちとファンクショナルリーチは, 非該当群に比べて該当群で低下傾向あり,

表8 サルコペニア該当有無によるバランス機能の比較

| 運動機能                         | 男性(N=23)    |             |       | 女性(N=42)    |             |       |
|------------------------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
|                              | 非該当(N=20)   | 該当(N=3)     | P-値   | 非該当(N=33)   | 該当(N=9)     | P-値   |
| 1. 立位安定性限界(足長比) <sup>#</sup> | 0.42 (0.03) | 0.43 (0.07) | 0.928 | 0.44 (0.02) | 0.45 (0.05) | 0.818 |
| 2. 開眼時COP総軌跡長(足長比)           | 5.38 (0.26) | 5.83 (0.71) | 0.571 | 6.05 (0.16) | 6.73 (0.32) | 0.075 |
| 3. 閉眼時COP総軌跡長(足長比)           | 6.52 (0.36) | 6.64 (0.99) | 0.911 | 6.55 (0.21) | 7.26 (0.42) | 0.148 |
| 4. ロンベルグ比                    | 1.21 (0.03) | 1.15 (0.10) | 0.603 | 1.08 (0.02) | 1.07 (0.03) | 0.936 |
| 5. ロンベルグ差                    | 1.14 (0.20) | 0.81 (0.55) | 0.594 | 0.50 (0.11) | 0.53 (0.21) | 0.897 |

( ): 標準誤差 分散分析: 年齢, BMIで補正 <sup>#</sup> 男性: N=21(非該当:18, 該当:3) 女性: N=41(非該当:32, 該当:9)

表9 ロコモ該当有無による運動機能の比較

| 運動機能                            | 男性(N=30)    |             |                            |        | 女性(N=53)    |             |                             |        |
|---------------------------------|-------------|-------------|----------------------------|--------|-------------|-------------|-----------------------------|--------|
|                                 | 非該当(N=15)   | ロコモ度1(N=9)  | ロコモ度2(N=6)                 | P-値    | 非該当(N=18)   | ロコモ度1(N=24) | ロコモ度2(N=11)                 | P-値    |
| 1. 自由歩行速度(m/s)                  | 1.48 (0.04) | 1.39 (0.05) | 1.18 (0.07) <sup>*†</sup>  | <0.05  | 1.53 (0.05) | 1.46 (0.04) | 1.30 (0.07) <sup>*</sup>    | <0.001 |
| 2. 最大歩行速度(m/s)                  | 2.05 (0.08) | 1.96 (0.10) | 1.57 (0.13) <sup>**†</sup> | <0.05  | 2.02 (0.07) | 1.86 (0.05) | 1.57 (0.09) <sup>***‡</sup> | <0.001 |
| 3. 握力(kg) <sup>§</sup>          | 34.8 (1.3)  | 36.5 (1.8)  | 29.3 (2.2) <sup>*†</sup>   | 0.073  | 21.6 (1.1)  | 20.6 (0.9)  | 19.2 (1.6)                  | <0.05  |
| 4. 骨格筋量(kg/m <sup>2</sup> )     | 7.2 (0.2)   | 7.6 (0.2)   | 7.2 (0.3)                  | <0.001 | 5.6 (0.1)   | 5.8 (0.1)   | 5.5 (0.2)                   | <0.001 |
| 5. 開眼片脚立ち(秒)                    | 28.1 (1.7)  | 28.0 (2.2)  | 16.1 (2.7) <sup>**‡</sup>  | <0.01  | 26.3 (1.6)  | 25.6 (1.3)  | 23.0 (2.2)                  | <0.001 |
| 6. ファンクショナルリーチ(cm) <sup>#</sup> | 37.9 (1.3)  | 39.9 (2.0)  | 31.7 (2.2) <sup>*†</sup>   | 0.100  | 38.0 (1.4)  | 38.5 (1.2)  | 34.3 (2.3)                  | <0.05  |

( ): 標準誤差 分散分析: 年齢, BMIで補正 <sup>§</sup> 男性: N=29, 女性: N=53 <sup>#</sup> 男性: N=24, 女性: N=42

<sup>\*</sup> p<0.05 vs 非該当 <sup>\*\*</sup> p<0.01 vs 非該当 <sup>\*\*\*</sup> p<0.001 vs 非該当 <sup>†</sup> p<0.05 vs ロコモ度1 <sup>‡</sup> p<0.01 vs ロコモ度1

表10 ロコモ該当有無<sup>a</sup>によるバランス機能の比較(N=66)

| 運動機能                         | 非該当(N=29)   | ロコモ度1(N=25) | ロコモ度2(N=12)               | P-値    |
|------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|--------|
| 1. 立位安定性限界(足長比) <sup>§</sup> | 0.45 (0.02) | 0.42 (0.02) | 0.42 (0.04)               | <0.001 |
| 2. 開眼時COP総軌跡長(足長比)           | 5.77 (0.18) | 5.81 (0.20) | 6.58 (0.30) <sup>*†</sup> | <0.001 |
| 3. 閉眼時COP総軌跡長(足長比)           | 6.53 (0.26) | 6.65 (0.28) | 7.28 (0.43)               | <0.001 |
| 4. ロンベルグ比                    | 1.14 (0.03) | 1.14 (0.03) | 1.10 (0.05)               | <0.05  |
| 5. ロンベルグ差                    | 0.75 (0.16) | 0.84 (0.17) | 0.70 (0.27)               | <0.01  |

<sup>a</sup> ロコモ判別の方法は、立ち上がりテスト、2ステップテスト、ロコモ25の臨床判断値に基づく

( ): 標準誤差 分散分析: 年齢, BMIで補正 <sup>§</sup> N=63(男性: N=21, 女性: N=41)

\* p<0.05 vs 非該当 \*\* p<0.01 vs 非該当 \*\*\* p<0.001 vs 非該当 † p<0.05 vs ロコモ度1 ‡ p<0.01 vs ロコモ度1

表11 ロコモ該当有無によるバランス機能の比較(N=66)

| 運動機能                         | 非該当(N=29)   | ロコモ度1(N=25) | ロコモ度2(N=12)              | P-値    |
|------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|--------|
| 1. 立位安定性限界(足長比) <sup>§</sup> | 0.44 (0.02) | 0.44 (0.03) | 0.38 (0.05)              | <0.01  |
| 2. 開眼時COP総軌跡長(足長比)           | 5.69 (0.18) | 6.11 (0.21) | 6.45 (0.36)              | <0.001 |
| 3. 閉眼時COP総軌跡長(足長比)           | 6.29 (0.24) | 7.02 (0.29) | 7.58 (0.49) <sup>*</sup> | <0.001 |
| 4. ロンベルグ比                    | 1.11 (0.02) | 1.14 (0.03) | 1.18 (0.05)              | <0.001 |
| 5. ロンベルグ差                    | 0.60 (0.15) | 0.90 (0.18) | 1.13 (0.29)              | <0.001 |

<sup>a</sup> ロコモ判別の方法は、立ち上がりテスト、2ステップテストの臨床判断値に基づく

( ): 標準誤差 分散分析: 年齢, BMIで補正 <sup>§</sup> N=63(男性: N=21, 女性: N=41)

\* p<0.05 vs 非該当 \*\* p<0.01 vs 非該当 \*\*\* p<0.001 vs 非該当 † p<0.05 vs ロコモ度1 ‡ p<0.01 vs ロコモ度1