

笹川保健財団 研究助成

助成番号：2024-06

研究者名：新井 智之

2025 年 3 月 7 日

公益財団法人 笹川保健財団

会長 喜 多 悦 子 殿

2024 年度笹川保健財団研究助成 研 究 報 告 書

標記について、下記の通り研究報告書を添付し提出いたします。

記

研究課題

内臓脂肪量、筋肉量、骨量を考慮した新たなテーラーメイド型の運動指導法の構築
- 人間ドック受診者の特定保健指導を見据えて -

所属機関・職名 埼玉医科大学保健医療学部理学療法学科・教授

氏名 新井 智之

1. 研究の目的

超高齢社会を迎え、今後も高齢化と長寿化が進行する我が国では、増加する要介護を抑制することが求められている。要介護の原因となる疾患の上位 6 つは、脳卒中、認知症、関節疾患、転倒・骨折、高齢による衰弱、心疾患である。認知症を除けば、これらの疾患はメタボリックシンドローム（メタボ）とロコモティブシンドローム（ロコモ：運動器症候群）に起因することが多い。ロコモとは、2007 年に日本整形外科学会が提唱した概念であり、「運動器の障害により、移動機能が低下した状態」と定義されている。関節疾患や骨粗鬆症につながる関節、骨、筋などの運動器の変性は、40 歳代から徐々に進行することがわかっており、中年からの予防が重要となる。一方、メタボは、内臓脂肪型肥満を中心に、高血糖、高血圧、脂質異常症（高トリグリセリド血症・低 HDL コレステロール血症）などが組み合わさった状態であり、その予防のための特定健診は、40 歳以降が受診対象者となっている。すなわち、ロコモもメタボも、40 歳以降で予防することが重要となっている。

近年の研究で、ロコモとメタボは互いに影響し、中高年の健康を害する可能性があると推察されている。日本医学会連合による「フレイル・ロコモ克服のための医学会宣言」(図)によれば、中高年の生活機能低下は、中年期のメタボとロコモから始まると整理されており、中年期からのメタボとロコモの対策が重要となる。そのため、中高年の健康を害する主要な要因となるメタボとロコモの関係性を明らかにすることが、中高年の運動指導には不可欠である。

中年期におけるメタボとロコモの予防には、運動が重要となるが、これまでの特定保健指導では、ほとんどウォーキングなどの有酸素運動の指導が行われている。運動には、内臓脂肪や肥満に有効なウォーキングなどの有酸素運動と、筋力向上や関節痛の改善に有効な筋力トレーニングやストレッチなどが存在する。有酸素運動は、内臓脂肪の改善、肥満の改善などメタボの改善には有効であるが、筋力や関節痛に対する有効性は低い。しかし現状の特定保健指導における運動指導は、指導の対象となる方が、ロコモを有していたとしても、画一的な指導がなされていることが多く、「あまり無理せず、状態に合わせて歩いて下さい」と指導されていることが多い。このような指導の現状では、運動の効果を正しく得ることはできない。

申請者らのこれまでの研究においても、筋力向上や関節痛の軽減、転倒予防には筋力トレーニングやストレッチなど、有酸素運動以外の運動種目が有効であることがわかっている。さらにロコモは、中年期では上肢体幹の疼痛を主体とするロコモ（中年ロコモ）と、高齢期では筋力低下と下肢痛による生活動作制限を主体とするロコモ（高齢ロコモ）と分類されることもわかってきている。中高年の運動指導においては、一律にウォーキングを指導するのではなく、個人の内臓脂肪量、筋肉量、骨量の状態を踏まえた指導が必要となると考えている。

そこで本研究では、中高年者のメタボとロコモの程度、すなわち内臓脂肪量、筋肉量、骨量の測定結果に基づいたテーラーメイド型の運動指導法を構築することを目的とし、下記の研究 1 と研究 2 を実施した。研究 1 では、中高年のメタボとロコモの状態を把握するため、中高年者約 2000 人の内臓脂肪量、筋肉量、骨量を調査し、その他の生活習慣病指標、運動器障害の指標と合わせて検討することで、中高年者のメタボとロコモが重複して存在している実態を明らかに

する。また、健診データを縦断的に解析することで、ロコモとメタボの相互関係を明らかにする。

研究 2 では、研究 1 の結果を踏まえて、内臓脂肪量、筋肉量、骨量などのメタボとロコモの指標から対象者の状態をパターン分類し、運動の種目・強度・時間・頻度を明確に定めたテーラーメイド型運動指導法を考案する。

2. 研究の内容・実施経過

研究 1 では、まず健診受診者の横断的解析により、メタボとロコモが重複する割合を男女別に示す。対象は、2016 年にさいたま市にある健診期間を受診し、メタボ健診およびロコモ健診を受診した 40 歳以上の中高年者 26,545 人（男 16,118 人、女 10,427 人）を対象とし、男女別にメタボとロコモの該当者を算出し、メタボとロコモの重複割合を明らかにする。またメタボの構成要素の中で、肥満とロコモとの関連を明らかにするため、BMI 値と腹囲の値ごとのロコモ該当率を、男女別で算出した。なお、本研究におけるメタボの判定は、日本内科学会と日本肥満学会の診断基準を用いている。またロコモの判定は、日本整形外科学会から発表されたロコモ度テストの一つとであるロコモ 25 から判定し、ロコモ 25 の得点が 7 点以上であった場合をロコモと定義した。

次に、2016 年と 2019 年の健診受診者のデータを使用した縦断的解析から、メタボ発生にロコモが影響するか、またロコモ発生にメタボが影響するかを検討する。対象は、2016 年と 2019 年の両年に、さいたま市の健診機関で、メタボ健診とロコモ健診を受けた 40 歳以上の中高年者 16,652 人（男 10,185 人、女 6,467 人）を対象とした。また、メタボ発生にロコモが影響するかを検討するため、2016 年にメタボに該当していない対象者 11,259 人（男 5,795 人、女 5,464 人）を抽出し、2019 年もメタボと該当しなかった場合を非該当、2019 年に新たにメタボに該当した場合をメタボ発生、新たにメタボ予群群となった場合をメタボ予備群発生と定義した。その後、2019 年のメタボ非該当/予備群該当/メタボ該当を従属変数、2016 年の年齢、ロコモ該当/非該当を独立変数としたロジスティック回帰分析を男女別で解析を行った。

さらに、ロコモ発生にメタボが影響するかを検討するため、2016 年にロコモに該当していない対象者 14,270 人（男 8,760 人、女 5,510 人）を抽出し、2019 年もロコモと該当しなかった場合を非該当、2019 年に新たにロコモに該当した場合をロコモ発生と定義した。その後、2019 年のロコモ該当/非該当を従属変数、2016 年の年齢、メタボ該当/予備群該当/非該当を独立変数としたロジスティック回帰分析を男女別に行った。

研究 1 の最後に、メタボ発生のリスクとなり得る生活習慣が、ロコモの発生にも影響するかを検討するため、2019 年のロコモ該当/非該当を従属変数、2016 年の年齢、生活習慣のアンケート（健診機関における標準的な質問票：付録 1）の全項目を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析を行った。なお、多重ロジスティック回帰分析を行う前に、独立変数の項目数を調整するため、事前に単変量解析を行い、2019 年のロコモ発生群と非発生群の両群間で、有意差のあったものだけを独立変数として採用している。

研究 2 では、健診受診者 159 人を対象に、年齢、性別、BMI、腹囲、体脂肪率、皮下脂肪面積、内臓脂肪面積、補正四肢筋肉量、全身筋肉量、骨密度（YAM 値、T スコア）、脂質（T-CHO、HDL-

CHO, LDL-CHO, TG), 血糖 (空腹時血糖, HbA1c) 血圧 (収縮期, 拡張期), ロコモ度テスト (立ち上がりテスト, 2ステップ値, ロコモ 25 得点) の項目を用いた主成分分析を行い, 健診受診者の特徴を抽出した. その後, その結果をもとにした運動指導方法を提案する.

3. 研究の成果

(1) 研究 1: メタボとロコモの相互関係の解明

①メタボとロコモの重複について

メタボ該当者とロコモ該当者の人数と割合のクロス集計表を表 1 に示す。男性では, メタボに該当する人がロコモに該当する割合は, 27.8%(ロコモ度 1 が 23.7%, ロコモ度 2 以上が 4.1%) であった。またメタボ予備群に該当した人でも 21.7%(ロコモ度 1 が 18.2%, ロコモ度 2 以上が 4.1%) の人が, ロコモを重複していた。

対して, 女性は, メタボに該当した場合には, ロコモを重複している人の割合は多いことがわかった。女性では, メタボ

表1:メタボとロコモの合併割合(男女別)

男性	非ロコモ	ロコモ度1	ロコモ度2・3
メタボ 非該当 (11,452人)	10,018人 (87.5%)	1,272人 (11.1%)	162人 (1.4%)
予備群該当 (1,984人)	1,552人 (78.2%)	362人 (18.2%)	70人 (3.5%)
メタボ基準該当 (2,682人)	1,936人 (72.2%)	636人 (23.7%)	110人 (4.1%)
全体 (16,118人)	13506人 (83.8%)	2,270人 (14.1%)	342人 (2.2%)

女性	非ロコモ	ロコモ度1	ロコモ度2・3
メタボ 非該当 (9,878人)	7,771人 (78.7%)	1,854人 (18.8%)	253人 (2.5%)
予備群該当 (276人)	163人 (59.1%)	91人 (33.0%)	22人 (7.9%)
メタボ基準該当 (273人)	142人 (52.0%)	111人 (40.7%)	20人 (7.3%)
全体 (10,427人)	8,076人 (77.5%)	2,056人 (19.7%)	295人 (2.8%)

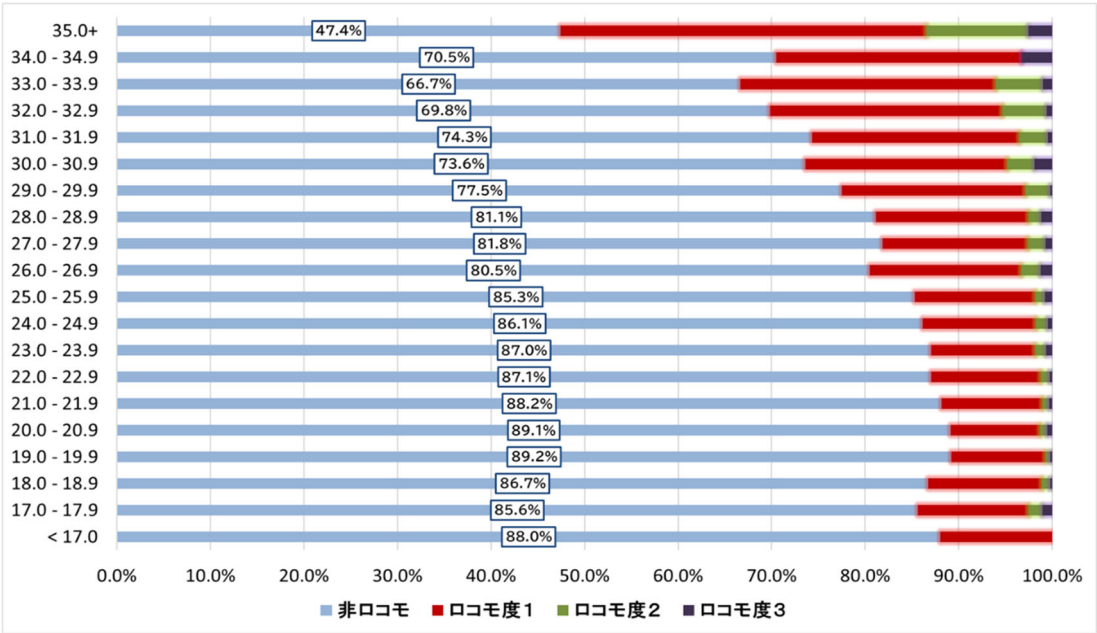


図1: BMIの値とロコモの該当割合(男性)
数値は, 各BMI値におけるロコモ非該当者の割合を示している。

に該当した人の 42.0% (ロコモ度 1 が 40.7%, ロコモ度 2 以上が 7.3%) がロコモを重複して

おり、メタボ予備群に該当した人でも 40.9% (ロコモ度 1 が 33.0%, ロコモ度 2 以上が 7.9%) の人が、ロコモを重複していた。

次に、BMI 値とロコモ該当率の関係を図 1 (男性) と図 2 (女性) に示す。男性と女性ともに、

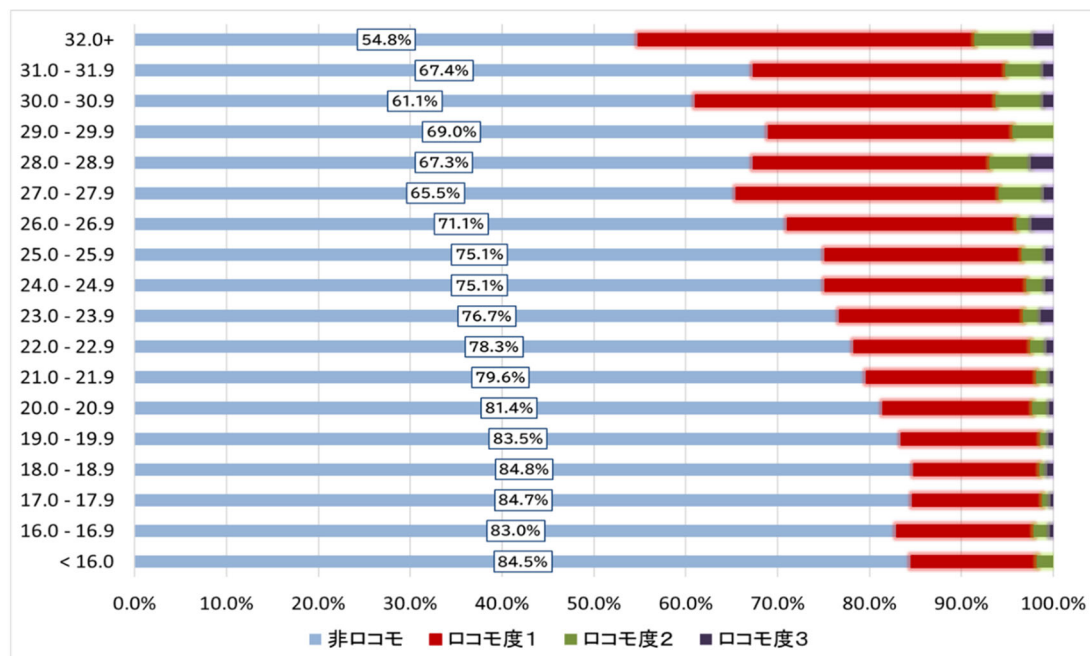


図2: BMI の値とロコモの該当割合(女性)

数値は、各BMI値におけるロコモ非該当者の割合を示している。

BMI 値が高くなるほど、ロコモ非該当の割合が少なくなり、ロコモと判定される人が多くなることが示された。男性においては、BMI26.0kg/m²以上となると、ロコモ該当率が 2 割を超え、BMI が 30 kg/m²以上となると約 3 割がロコモに該当していた。一方、女性では、BMI26.0kg/m²以上となると、ロコモ該当率が約 3 割となり、BMI が 30 kg/m²以上となると約 4 割がロコモに該当

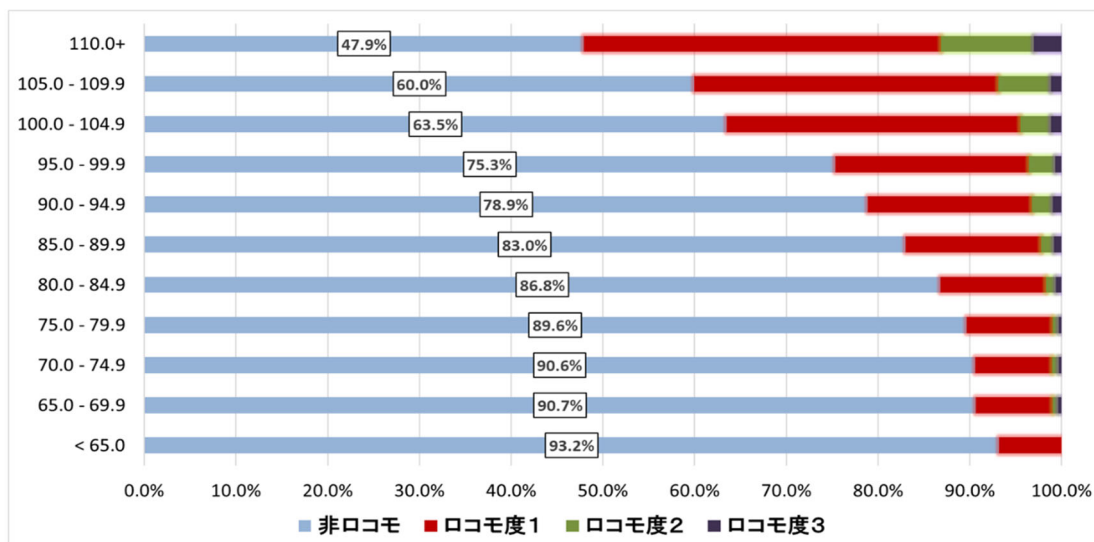


図3: 腹囲とロコモの該当割合(男性)

数値は、各腹囲の値におけるロコモ非該当者の割合を示している。

していた。つまり、BMI 値が高いものほど、ロコモを有していることが明らかとなった。

次に、腹囲とロコモ該当率との関係を図3（男性）と図4（女性）に示す。腹囲についても、男女ともに、腹囲の値が高くなるとともに、ロコモ該当率が高くなることが明らかとなった。男性においては、腹囲 90cm 以上となると、ロコモ該当率が 2 割を超え、女性では、腹囲 90cm 以上となると、ロコモ該当率が約 4 割となっていた。つまり、腹囲の値が高いほど、ロコモを有している割合が高いことも示された。

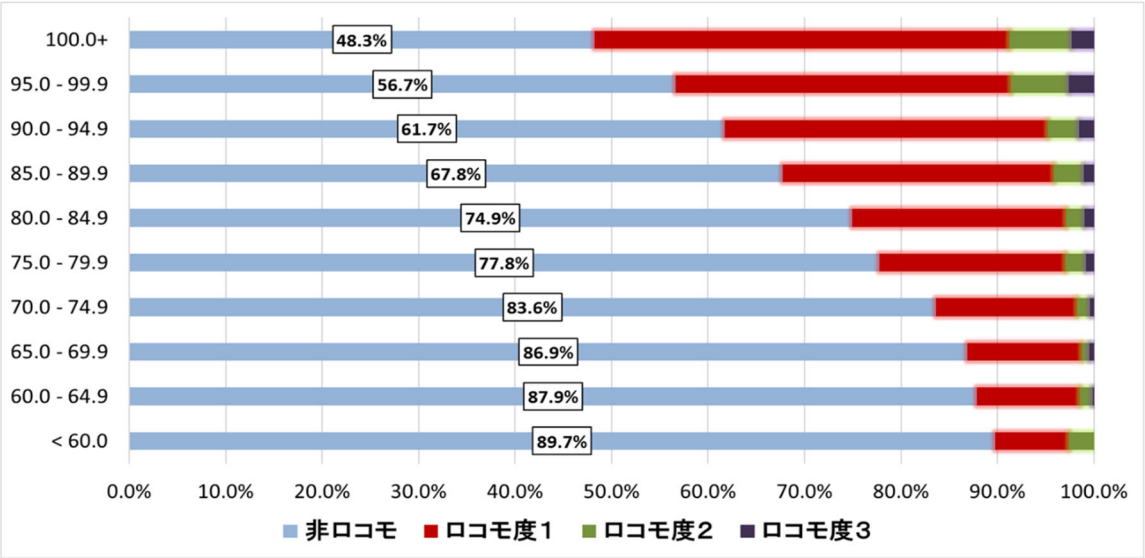


図4: 腹囲とロコモの該当割合(女性)
数値は、各腹囲の値におけるロコモ非該当者の割合を示している。

以上のことから、男女ともにメタボとロコモは合併しやすいことが示され、特に肥満度が高くなると、ロコモを合併する割合が高くなることが示された。

②メタボとロコモの相互関係について

次に、2016 年と 2019 年の健診データの縦断的解析から、メタボ発生にロコモが影響するかを検討した。2016 年にメタボでなかった人の中で、3 年後にメタボやメタボ予備群に該当した人の割合を、表 2 に示す。男性における 3 年後のメタボ発生率は、中年で 4.8%，高年で 2.9%，メタボ予備群の発生率は、中年で 6.3%，高年で 2.7%であった。また女性での 3 年後のメタボ発生率は、中年で 1.0%，高年で 1.6%，メタボ予備群の発生率は、中年で 2.0%，高年で 1.4%であった。メタボの発生については、男性とくに中年男性に多く、3 年後のメタボおよびメタボ予備群の発生率は、

表2: 中年と高齢者の性別ごとの3年後のメタボ発生率

男性		3年後 メタボ発生 (割合,%)	3年後 メタボ予備群発生 (割合,%)	3年後 非該当 (割合,%)
中年	5,237人	253人(4.8%)	332人(6.3%)	4,652人(88.8%)
高齢者	558人	16人(2.9%)	15人(2.7%)	527人(94.4%)
女性		3年後 メタボ発生 (割合,%)	3年後 メタボ予備群発生 (割合,%)	3年後 非該当 (割合,%)
中年	5,031人	51人(1.0%)	101人(2.0%)	4,879人(97.0%)
高齢者	433人	7人(1.6%)	6人(1.4%)	420人(97.0%)

合わせて 11.1%であり、10 人に一人がメタボになることが明らかとなった。メタボについては、中年男性において、予防が重要であると考えられた。

表3:3年後のメタボ発生にロコモが与える影響(中年)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
男 5237人	メタボ発生	定数	-4.196	0.000	
		年齢 (1歳)	0.023	0.058	1.023 (0.999 - 1.047)
		ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
	メタボ予備群発生	ロコモ 該当	0.382	0.012	1.465 (1.087 - 1.973)
		定数	-2.537	0.000	
		年齢 (1歳)	-0.002	0.818	0.998 (0.997 - 1.019)
女 5031人	メタボ発生	ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
		ロコモ 該当	0.140	0.328	1.150 (0.869 - 1.521)
	メタボ予備群発生	定数	-4.697	0.001	
		年齢 (1歳)	0.001	0.984	1.001 (0.949 - 1.055)
		ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
		ロコモ 該当	0.362	0.227	1.436 (0.798 - 2.582)
	メタボ発生	定数	-0.985	0.351	
		年齢 (1歳)	-0.059	0.004	0.943 (0.906 - 0.982)
		ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
	メタボ予備群発生	ロコモ 該当	0.548	0.009	1.729 (1.146 - 2.609)

表4:3年後のメタボ発生にロコモが与える影響(高齢者)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
男 558人	メタボ発生	定数	-4.808	0.327	
		年齢 (1歳)	0.015	0.836	1.015 (0.882 - 1.167)
		ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
	メタボ予備群発生	ロコモ 該当	1.160	0.029	3.189 (1.126 - 9.032)
		定数	-2.725	0.635	
		年齢 (1歳)	-0.011	0.898	0.989 (0.840 - 1.166)
女 433人	メタボ発生	ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
		ロコモ 該当	-0.958	0.358	0.384 (0.050 - 2.959)
	メタボ予備群発生	定数	0.858	0.926	
		年齢 (1歳)	-0.080	0.560	0.923 (0.704 - 1.209)
		ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
		ロコモ 該当	1.155	0.138	3.174 (0.690 - 14.610)
	メタボ発生	定数	-8.904	0.234	
		年齢 (1歳)	0.064	0.559	1.066 (0.861 - 1.320)
		ロコモ 非該当(基準カテゴリー)			
	メタボ予備群発生	ロコモ 該当	0.704	0.403	2.021 (0.388 - 10.522)

また、メタボ発生とメタボ予備群を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析に結果、男性においては、中年であっても、高齢者であっても、ロコモに該当することが、メタボ発生に影響していた(図 3, 図 4)。中年男性では、メタボ発生に対するオッズ比=1.465 (95%CI: 1.087-1.973, p=0.012)、高齢者では、メタボ発生に対するオッズ比=3.189 (95%CI: 1.126-9.032, p=0.029)で

あった。つまり、男性においては、ロコモを有することが、将来のメタボ発生に影響することが明らかとなった。一方、女性においては、ロコモはメタボの発生要因ではなかった。これは女性において、メタボの発生率が少ないことが影響していると考えられる。しかし、中年においては、ロコがメタボ予備群発生に影響を与えることが示され、中年女性においてはロコモを有することが、メタボを悪化させる可能性があることが示唆された（図3、図4）。

次に、ロコモ発生にメタボが影響するのかを分析した。まず、2016年にロコモでなかった人の中で、3年後にロコモに該当した人の割合を、表5に示す。男性における3年後のロコモ発生率は、中年で12.0%、高年で15.0%であった。また女性での3年後のロコモは、中年で12.5%、高年で17.9%であった。ロコモの発生については、高齢者で多く、性別では女性に多いことが明らかとなった。特に高齢女性では、5人に1人が3年後にロコモになる可能性があり、ロコモについては女性において、予防が重要であると考えられた。

表5: 中年と高齢者の性別ごとの3年後のロコモ発生率

男性		3年後 ロコモ該当 (割合,%)	3年後 非該当 (割合,%)
中年	8,098人	972人(12.0%)	7,126人(88.0%)
高齢者	662人	99人(15.0%)	527人(85.0%)

女性		3年後 ロコモ該当 (割合,%)	3年後 非該当 (割合,%)
中年	5,198人	648人(12.5%)	4,550人(87.5%)
高齢者	312人	56人(17.9%)	256人(82.1%)

次に、ロコモ発生/非発生を従属変数とした多重ロジスティック回帰分析の結果を、表6と表7に示す。中年においては、男女ともに、メタボおよびメタボ予備群は3年後のロコモ発生に有意に影響を与える要因であった（表6）。男性では、ロコモ発生に対するオッズ比は、メタボ該当で

表6: 3年後のロコモ発生にメタボが与える影響(中年)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
男 8,098人	ロコモ 発生	定数	-3.057	<0.001	
		年齢(1歳)	0.019	<0.001	1.019 (1.008 - 1.029)
		メタボ 非該当(基準カテゴリー)			
		メタボ予備群 該当	0.194	0.045	1.214 (1.004 - 1.468)
女 5,198人	ロコモ 発生	定数	-2.941	<0.001	
		年齢(1歳)	0.019	0.005	1.019 (1.006 - 1.032)
		メタボ 非該当(基準カテゴリー)			
		メタボ予備群 該当	0.742	<0.001	2.101 (1.396 - 3.161)
		メタボ 該当	1.191	<0.001	3.291 (2.141 - 5.060)

1.727 (95%CI: 1.456-2.049, $p<0.001$), メタボ予備群該当で 1.214 (95%CI: 1.004-1.468, $p<0.001$) であり、女性のロコモ発生に対するオッズ比は、メタボ該当で 3.291 (95%CI: 2.141-5.060, $p<0.001$), メタボ予備群該当で 1.214 (95%CI: 1.396-3.161, $p<0.001$) だった。女性の方が高いオッズ比を示していたことから、中年女性において、メタボやメタボ予備群に該当していることは、3年後にロコモを発症するリスクが高くことが明らかとなった。中年では、男女ともにメタボを予防することがロコモ発症につながることを示された。一方、高齢者では、男性でメタボに該

当していることが、3年後のロコモ発生に有意に関連しており、女性ではメタボがロコモの発生に影響する要因ではなかった（表 7）。このことから、高齢男性でメタボに該当している場合には、3年後にロコモを発症するスクが高いが、高齢期の女性やメタボ予備群の方においては、メタボがロコモ発生の要因にはならないことが示された。

表7:3年後のロコモ発生にメタボが与える影響(高齢者)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
男 662人	ロコモ発生	定数	-6.737	0.003	
		年齢 (1歳)	0.070	0.033	1.073 (1.006 - 1.144)
		メタボ 非該当(基準カテゴリー)			
		メタボ予備群 該当	0.528	0.120	1.696 (0.871 - 3.305)
女 312人	ロコモ発生	メタボ 該当	0.602	0.022	1.825 (1.093 - 3.049)
		定数	-5.647	0.086	
		年齢 (1歳)	0.060	0.211	1.062 (0.966 - 1.168)
		メタボ 非該当(基準カテゴリー)			
		メタボ予備群 該当	0.594	0.408	1.811 (0.443 - 7.394)
		メタボ 該当	-0.195	0.858	0.823 (0.097 - 7.002)

中年期においては、メタボがロコモの発生に強く影響している一方で、高齢期におけるメタボは、ロコモ発生への影響は少なかったことから、次にメタボに関わる生活習慣（薬の使用、貧血、喫煙、体重増加、運動習慣、身体活動、歩く速度、食べる速度、就寝前の夕食、夕食後の間食、朝食、飲酒量と頻度、睡眠）と、ロコモ発生の関連を多重ロジスティック回帰分析で検討した。なお、多重ロジスティック回帰分析を行う前に、独立変数の数を調整するため、事前に単変量解析を行い、2019年のロコモ発生群と非発生群の両群間で、有意差のあったものだけを独立変数として採用している。

ロコモ発生/非発生を従属変数、各生活習慣項目と年齢を独立変数とした多重ロジスティック回帰分析の結果を表 8（中年男性）、表 9（中年女性）、表 10（高齢者）に示す。その結果、中年では、

表8:3年後のロコモ発生に関わる生活習慣(中年男性)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
男 6,294人	ロコモ発生	定数	-4.343	<0.001	
		年齢	0.032	<0.001	1.033 (1.017 - 1.048)
		降圧剤の服用	0.030	0.777	1.031 (0.836 - 1.271)
		血糖降下剤の服用	0.199	0.207	1.221 (0.896 - 1.664)
		脂質異常症治療薬の服用	0.079	0.516	1.082 (0.853 - 1.374)
		体重増加 (有/無)	0.335	<0.001	1.398 (1.196 - 1.634)
		運動習慣(週2回未満/以上)	0.275	0.006	1.316 (1.080 - 1.604)
		身体活動(1日1時間未満/以上)	0.179	0.042	1.196 (1.006 - 1.421)
		歩く速度 (遅い/速い)	0.268	<0.001	1.307 (1.118 - 1.527)
		喫煙習慣 (有/無)	0.240	0.005	1.271 (1.073 - 1.505)
		就寝前の夕食 (週3回以上/未満)	0.218	0.008	1.244 (1.059 - 1.461)
		睡眠 (不十分/十分)	0.308	<0.001	1.361 (1.160 - 1.597)

Hosmer-Lemeshow test ($\chi^2=11.585$, $p=0.171$)、判別的中率:87.5%

表9:3年後のロコモ発生に関わる生活習慣(中年女性)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
女 3,920人	ロコモ発生	定数	-3.718	<0.001	
		年齢	0.022	0.023	1.022 (1.003 - 1.042)
		降圧剤の服用	0.018	0.913	1.019 (0.733 - 1.415)
		血糖降下剤の服用	0.429	0.179	1.536 (0.822 - 2.870)
		脂質異常症治療薬の服用	0.193	0.239	1.213 (0.880 - 1.674)
		体重増加(有/無)	0.676	<0.001	1.966 (1.597 - 2.420)
		運動習慣(週2回未満/以上)	0.041	0.746	1.042 (0.815 - 1.332)
		身体活動(1日1時間未満/以上)	0.110	0.294	1.117 (0.909 - 1.372)
		歩く速度(遅い/速い)	0.305	0.002	1.357 (1.115 - 1.651)
		喫煙習慣(有/無)	0.181	0.316	1.198 (0.841 - 1.706)
		就寝前の夕食(週3回以上/未満)	0.389	0.001	1.475 (1.170 - 1.860)
		睡眠(不十分/十分)	0.444	<0.001	1.559 (1.287 - 1.889)

Hosmer-Lemeshow test ($\chi^2=7.778$, $p=0.455$)、判別的中率:86.6%

年齢(オッズ比:男 1.03、女 1.02)、体重増加(オッズ比:男 1.40、女 1.97)、歩く速度(オッズ比:男 1.31、女 1.36)、就寝前の夕食(オッズ比:男 1.24、女 1.48)、睡眠(オッズ比:男 1.36、女 1.56)は、男女ともにロコモ発生に関連していた(表 8, 表 9)。さらに中年男性では運動習慣(オッズ比 1.32)、身体活動(オッズ比 1.20)も選択された(表 8)。

表10:3年後のロコモ発生に関わる生活習慣(高齢者)

性別	従属変数	説明変数	偏回帰係数	p値	オッズ比 (95%信頼区間)
男 662人	ロコモ発生	定数	-7.589	0.001	
		年齢	0.080	0.019	1.083 (1.013 - 1.157)
		体重増加(有/無)	0.294	0.201	1.341 (0.855 - 2.105)
		運動習慣(週2回未満/以上)	0.368	0.145	1.445 (0.880 - 2.373)
		身体活動(1日1時間未満/以上)	-0.290	0.250	0.749 (0.457 - 1.226)
		歩く速度(遅い/速い)	0.517	0.027	1.607 (1.059 - 2.655)
女 312人	ロコモ発生	定数	-7.439	0.029	
		年齢	0.078	0.114	1.081 (0.981 - 1.191)
		体重増加(有/無)	0.392	0.294	1.479 (0.712 - 3.074)
		運動習慣(週2回未満/以上)	0.710	0.032	2.033 (1.062 - 3.892)
		身体活動(1日1時間未満/以上)	0.238	0.466	1.268 (0.670 - 2.402)
		歩く速度(遅い/速い)	0.149	0.647	1.161 (0.613 - 2.198)

男:Hosmer-Lemeshow test ($\chi^2= 4.281$, $p=0.831$)、判別的中率:85.4%女:Hosmer-Lemeshow test ($\chi^2=11.334$, $p=0.183$)、判別的中率:81.6%

一方、高齢者では、男性で年齢(OR:1.08)と歩く速度(OR:1.68)が、女性では運動習慣(OR:2.03)のみがロコモ発生に関わっていた。このことから、中年のロコモ発生には、体重増加、食事、睡眠などの生活習慣が影響しており、メタボに関わる生活習慣項目との共通点があることが

示された。さらに、中年以降には、運動や身体活動の影響がロコモ発生に強く関わることが明らかとなった。ロコモ発生に関わる生活習慣は年代別で異なり、年代に合わせた対策が必要となることが示唆された。

（２）研究２：健診受診者の特徴から運動指導方法を考察する

研究１において、ロコモとメタボの相互関係性を調査した結果、特に中年期においては、ロコモとメタボが総合に関係しており、メタボはロコモ発生の原因となること、対してロコモもメタボ発生の要因になる可能性があることを示した。このことから、健診機関を受診するような就労世代の中老年では、メタボとロコモをとともに予防していくような取り組みが重要となると考える。

研究２では、健診受診者に対する運動指導方法を考案するための基礎研究として、メタボとロコモの構成要素の中から、人間ドック受診者の特徴を検討した。健診受診者 159 人を対象に行った主成分分析の結果を表 11 に示す。その結果、累積寄与率 80%で、固有値 1.0 以上で有効と判断される主成分を 6 つ抽出できた（表 11）。その 6 つの主成分は、「肥満・脂肪」、「筋肉・筋力」、「骨」、「脂質」、「血糖」、「血压」「動作能力」と解釈した。中でも、第 1 主成分「肥満・脂肪」、第 2 主成分「筋肉、筋力」、第 3 主成分「骨」、第 4 主成分「脂質」は明確に解釈することが可能であり、それぞれの寄与率は、「肥満・脂肪」が 25.01、「筋肉、筋力」が 15.99、「骨」が 12.92、「脂質」が 8.45 と高かった。

表11:人間ドック受診者の主成分分析

	成分						
	第 1 主成分 (肥満・脂肪)	第 2 主成分 (筋肉・筋力)	第 3 主成分 (骨)	第 4 主成分 (脂質)	第 5 主成分 (血糖、血压、動作能力)	第 6 主成分	第 7 主成分
年齢	0.064	0.536	-0.561	0.096	0.159	-0.014	-0.092
性別	-0.448	0.619	0.481	-0.014	-0.203	0.164	-0.126
B M I	0.892	0.066	0.224	-0.171	-0.097	-0.072	-0.132
腹囲	0.896	0.178	0.049	-0.121	-0.079	-0.189	-0.109
皮下脂肪面積	0.620	0.443	0.446	-0.190	-0.074	-0.068	-0.190
内臓脂肪面積	0.807	0.121	-0.158	0.163	-0.150	-0.071	-0.054
体脂肪率	0.387	0.651	0.531	-0.162	-0.182	0.046	-0.203
SMI	0.687	-0.578	-0.187	-0.064	0.081	-0.185	0.005
筋肉量	0.643	-0.616	-0.265	-0.058	0.160	-0.225	0.016
2ステップ値	0.009	-0.591	-0.002	0.236	-0.068	0.268	-0.391
立ち上がりテスト	0.039	0.459	-0.111	-0.393	0.450	-0.240	0.118
ロコモ25	0.084	0.277	0.092	-0.277	0.143	-0.414	0.458
骨密度Tスコア	0.178	-0.501	0.730	-0.096	-0.065	0.134	0.298
骨塩定量 YAM値	0.176	-0.488	0.740	-0.090	-0.070	0.134	0.300
T－CHO	0.092	0.285	0.265	0.836	0.177	-0.120	0.191
HDL－CHO	-0.591	0.153	0.153	0.032	0.155	0.100	0.124
LDL－CHO	0.348	0.200	0.206	0.781	0.141	-0.237	0.146
TG	0.622	0.050	-0.034	0.293	-0.165	0.169	-0.081
血糖	0.336	0.163	-0.483	0.007	-0.416	0.350	0.406
H b A 1 c	0.327	0.313	-0.402	-0.044	-0.520	0.257	0.351
最高血压	0.498	0.259	0.004	-0.032	0.561	0.515	-0.012
最低血压	0.471	0.021	-0.009	-0.076	0.610	0.520	0.119
寄与率(%)	25.01	15.99	12.92	8.45	7.48	6.07	4.88
累積寄与率(%)	25.01	41.01	53.92	62.37	69.85	75.91	80.79

この結果から、健診受診者に対するメタボとロコモを踏まえた運動指導を考える場合、「体型・脂肪」、「筋肉・筋力」、「骨」、「脂質」に対応した下記のようなアプローチが考えられる。

- ・「体型・脂肪」、「脂質」⇒ 有酸素運動
- ・「筋肉・筋力」⇒ 筋力トレーニング
- ・「骨」⇒ 荷重運動（骨への刺激をいれる運動）

考案した運動アプローチを図5に示す。運動種目、運動量、頻度は、種々のガイドラインや先行研究を元に、有効性の高い運動を選択している。結論として、健診機関受診者の特徴を考慮すると、有酸素運動、筋力トレーニング、荷重運動の組み合わせが有効であると考えられるため、メタボ、ロコモ（およびサルコペニア）、骨粗鬆症の断定基準に該当した際には、対応した運動プログラムを実施することが有効であると考えられた。

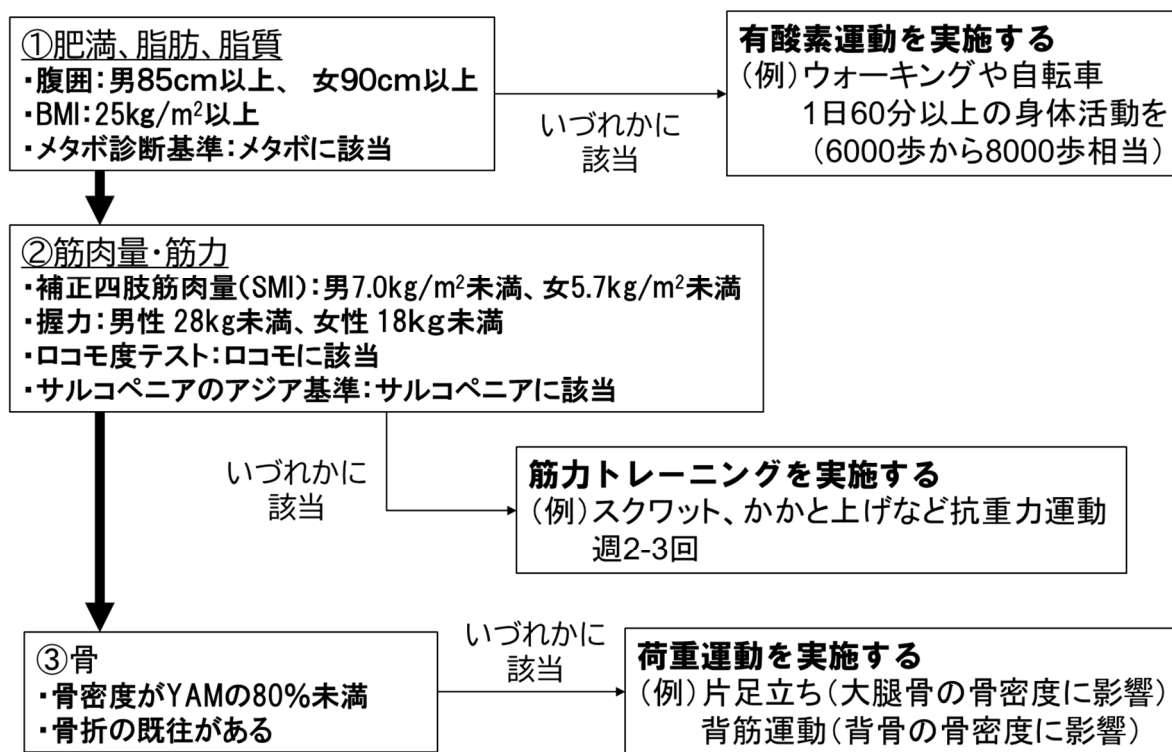


図5: 健診受診者の特徴に応じた運動アプローチ案

4. 今後の課題

本研究の実施期間では、メタボやロコモの障害の程度や、元々の運動量や活動量に応じた運動プログラムの設定を行うことができなかった。今後は、より詳細な運動プログラムを設定するために、対象者の障害の程度や元々の生活習慣の詳細な調査と分析が必要であると考えている。

5. 研究の成果等の公表予定（学会、雑誌）

（１）公表済みの学会

- ・ 第 35 回日本運動器科学会
「人間ドック受診者の BMI、腹囲とロコモティブシンドローム該当率の関連」
- ・ 第 65 回日本人間ドック・予防医療学会
「ロコモ健診の結果を踏まえた運動指導に関する考察」

（２）公表予定学会

- ・ 2025 年度：第 36 回日本運動器科学会，第 66 回日本人間ドック・予防医療学会