

していないとした。

考慮した項目：サルコペニアと MetS を考える上で考慮した項目としては性別、年齢、身長、体重、身体活動度、食事量である。身体活動度、食事量は以下のように定義した。

◎身体活動度

自己記入式アンケート GPAQ (Global Physical Activity Questionnaire) によって活動量を調査し、METs で表した。

◎食事量

自己記入式アンケートによって「1日の食事量は同じ世代の同じ性別の方と比べてどのように感じていますか」という質問に対する答え「多い」「やや多い」「ふつう」「やや少ない」「少ない」を5段階のカテゴリ変数とした。

解析方法

男女間でサルコペニアおよび MetS の有病率が大きく異なるため、解析は男女層別解析を行った。

サルコペニアと MetS の関連を調べるために、サルコペニアを目的変数として、MetS を予測変数としてロジスティック回帰を行った。このロジスティック回帰においては

共変数を順に加えることによって関連がどのように変化していくのかを評価する手法を用いた。共変数を加えていないものを最初のモデル (model 1) とし、そこに年齢を加え (model 2)、さらに身長、体重 (model 3)、身体活動度、食事量 (model 4) を順に加えた。また、MetS のサルコペニアに対する影響が年齢によって変化するかを調べるために、MetS と年齢の交互作用を検討した。

さらに、MetS のどの要素が最もサルコペニアに貢献しているか調査するために、MetS の各要素を別々にモデルに加えて MetS の各要素とサルコペニアの関連を調査した。最後に MetS がサルコペニアのどの要素に最も影響を与えるかを調べるために、サルコペニアの各要素 (筋肉量、筋力、身体能力) を目的変数、MetS を予測変数として多変量解析を行った。

C. 結果

男性患者特性を表 1、女性患者特性を表 2 に示す。

サルコペニアの有病率はそれぞれ男性で 14.2%、女性で 22.1%であった。MetS の有病率は男性で 43.6%、女性で 28.9%であった。

表 1. 男性患者特性

	全被験者	サルコペニア 139 (14.2%)	非サルコペニア 838 (85.8%)
年齢	73.1 +/- 5.5	78.4 +/- 5.5	72.2 +/- 5.0
身長	164.2 +/- 5.8	160.0 +/- 5.6	164.9 +/- 5.5
体重	62.8 +/- 8.6	54.1 +/- 7.2	64.3 +/- 8.0

MetS	43.6%	36.0%	44.9%
腹部肥満	55.5%	36.0%	58.7%
高中性脂肪	22.7%	21.6%	22.9%
低 HDL	21.4%	20.9%	21.5%
高血圧	90.4%	88.5%	90.7%
空腹時高血糖	51.0%	53.2%	50.6%
食事量 多い	2.9%	1.4%	3.1%
やや多い	15.3%	5.8%	16.8%
ふつう	65.4%	58.3%	66.6%
やや少ない	14.4%	30.2%	11.8%
少ない	2.1%	4.3%	1.7%
身体活動度(Mets)	3962.9 +/- 3981.0	3191.7 +/- 3612.2	4090.8 +/- 4026.7

表 2. 女性患者特性

	全被験者	サルコペニア 220 (22.1%)	非サルコペニア 774 (77.9%)
年齢	72.8 +/- 5.4	76.2 +/- 5.8	71.8 +/- 4.9
身長	151.4 +/- 5.5	148.2 +/- 5.6	152.3 +/- 5.1
体重	51.5 +/- 7.7	46.4 +/- 5.7	52.9 +/- 7.6
MetS	28.9%	23.6%	30.4%
腹部肥満	24.0%	14.6%	26.7%
高中性脂肪	17.9%	16.4%	18.4%
低 HDL	36.6%	33.2%	37.6%
高血圧	84.2%	87.3%	83.3%
空腹時高血糖	33.7%	34.1%	33.6%
食事量 多い	2.0%	1.4%	2.2%
やや多い	13.1%	9.6%	14.1%
ふつう	72.4%	64.1%	74.8%
やや少ない	11.2%	20.9%	8.4%
少ない	1.3%	4.1%	0.5%
身体活動度(Mets)	3722.7 +/- 3429.5	2748.0 +/- 2825.0	4000.0 +/- 3535.6

次に、男性における MetS およびその各要素とサルコペニアの関連を示す。(表 3、4) 年齢調整済みモデルにおいてはサルコペニアと MetS には負の関連が見られたが、身長、体重で調整したところ、サルコペニアと MetS の関連は正になり、身体活動量や食事量をモデルに加えてもその関連の大きさはほとんど影響を受けなかった。MetS の重症度がサルコペニアに寄与しているか調べるために MetS の基準を満たした要素の数をモデルに加えたが、統計的に有意ではなかった(p=0.17)。全ての共変数で調整したモデルで年齢と MetS には統計的に有意な交互作用が見られたため、75 歳以上と 75 歳未満に分けて層別解析を行ったところ、75 歳未満でのみサルコペニアと MetS の有意な関連が見られた。

次に、MetS のどの要素が最もサルコペニアと強く関連しているか調べるために各要素とサルコペニアの関連を調べたところ、腹部肥満のみサルコペニアとの関連が見られた (OR: 2.96, 95% 1.55-5.63)。全ての要素

を含めたモデルにおいても腹部肥満のみサルコペニアとの関連が見られた (OR: 2.89, 95% 1.51-5.53)。ここで腹部肥満以外の要素がサルコペニアに寄与しているかどうか調べるために腹部肥満のある参加者 542 (55.5%)を除外し、腹部肥満以外の基準を満たした要素の数を予測変数としてモデルに加えたが、統計的に有意ではなかった(OR 1.31, 95% CI 0.91-1.88, p=0.15)。

MetS の要素とサルコペニアの関連を年齢による層別解析で調べたところ、75 歳未満の群ではサルコペニアの腹部肥満および高中性脂肪で有意な関連が見られた。全ての要素を含めたモデルにおいても腹部肥満と高中性脂肪でサルコペニアとの関連が見られた (腹部肥満 OR: 6.32, 95% 1.81-22.06, p=0.004, 高中性脂肪 OR: 3.30, 95%CI 1.19-9.13, p=0.02)。

75 歳以上の群においては MetS のどの要素もサルコペニアとの有意な関連はみられなかった。これは全ての要素を同時にモデルに加えても同様であった。

表 3. 男性におけるサルコペニアと MetS の関連

	OR (95% CI)	P 値
Model 1	0.68 (0.47, 0.99)	0.04
Model 2	0.58 (0.38, 0.87)	0.008
Model 3	2.05 (1.21, 3.47)	0.007
Model 4	2.08 (1.22, 3.54)	0.007*
Model4a	4.99 (1.73, 14.40)	0.003

Model4b	1.49 (0.80, 2.76)	0.21
----------------	----------------------	------

OR: Odds ratio, オッズ比、CI: confidence interval、信頼区間

Model 1: 共変数無し

Model 2: 年齢で調整

Model 3: 年齢、身長、体重で調整

Model 4: 年齢、身長、体重、身体活動度、食事量で調整

Model 4a: Model 4 と同じ共変数で調整、75 歳未満に限定

Model 4b: Model 4 と同じ共変数で調整、75 歳以上に限定

*Model4において年齢とメタボリックシンドロームの交互作用はp=0.02と統計学的に有意であった。

表4. 男性におけるサルコペニアとメタボリックシンドローム各要素の関連

	全体		75 歳未満		75 歳以上	
	OR (95% CI)	P 値	OR (95% CI)	P 値	OR (95% CI)	P 値
腹部肥満	2.96 (1.55, 5.63)	<.001	6.22 (1.82, 21.22)	0.004	2.10 (0.98, 4.49)	0.056
高中性脂肪	1.69 (0.96, 2.96)	0.068	3.37 (1.23, 9.28)	0.02	1.25 (0.64, 2.44)	0.52
低 HDL	1.08 (0.63, 1.87)	0.77	1.10 (0.41, 2.96)	0.85	1.16 (0.60, 2.24)	0.66
空腹時高血糖	1.25 (0.79, 1.99)	0.37	0.99 (0.43, 2.26)	0.98	1.38 (0.79, 2.43)	0.26
高血圧	1.40 (0.67, 2.92)	0.34	2.63 (0.63, 11.07)	0.19	1.18 (0.47, 2.93)	0.73

OR: Odds ratio, オッズ比、CI: confidence interval、信頼区間

各モデルは年齢、身長、体重、身体活動度、食事量で調整

表5に男性におけるサルコペニアの各要素（筋肉量、筋力、身体能力）とMetSの関連を示した。

MetSは75歳以上、75歳未満のいずれの群でも筋肉量と負の関連がみられた。一方、

筋力とMetSでは75歳未満の群においてのみ負の関連がみられている。身体能力とMetSの有意な関連はみられなかった。

MetSの各要素すべてをモデルに含めて筋

肉量との関連を調べたところ、75歳未満の群では腹部肥満および高中性脂肪が筋肉量と有意に関連していたが、75歳以上の群ではいずれの要素も有意に関連していなかつ

た。また、75歳未満の群では筋力と腹部肥満に有意な関連が見られた（データは割愛する）。

表5. 男性におけるサルコペニア各要素とメタボリックシンドロームの関連

	回帰係数 (95% CI)	P 値
筋肉量(SMI, kg/m ²)		
全体	-0.14 (-0.20, -0.09)	<.001
75歳未満	-0.15 (-0.22, -0.08)	<.001
75歳以上	-0.13 (-0.24, -0.03)	0.009
筋力 (握力, kg)		
全体	-0.98 (-1.68, -0.28)	0.006
75歳未満	-1.26 (-2.17, -0.34)	0.007
75歳以上	-0.65 (-1.76, 0.45)	0.25
身体能力 (歩行速度, m/s)		
全体	-0.02 (-0.06, 0.01)	0.22
75歳未満	-0.03 (-0.07, 0.009)	0.13
75歳以上	-0.006 (-0.06, 0.05)	0.83

CI: confidence interval、信頼区間

各モデルは年齢、身長、体重、身体活動度、食事量で調整

次に、女性における MetS およびその各要素とサルコペニアの関連を示す。(表6、7) 年齢調整済みモデルにおいてはサルコペニアと MetS には男性と同様に負の関連が見られたが、身長、体重で調整したところ、サルコペニアと MetS の関連は統計学的に有意ではなくなり、身体活動量や食事量をモデルに加えてもほとんど影響を受けなかつ

た。全ての共変数で調整したモデルでは年齢と MetS に統計的に有意な交互作用は見られなかった(p=0.22)。サルコペニアと MetS には 75歳未満でも 75歳以上でも統計学的に有意な関連はみられなかった。次に、MetS のどの要素が最もサルコペニアと強く関連しているか調べるために各要素とサルコペニアの関連を調べたが、女性で

はいずれの要素においてもサルコペニアと 層別解析においても同様であった。
 有意な関連はみられず、これは年齢による

表 6. 女性におけるサルコペニアと MetS の関連

	OR (95% CI)	P 値
Model 1	0.76 (0.54, 1.07)	0.11
Model 2	0.55 (0.38, 0.79)	0.001
Model 3	1.06 (0.69, 1.65)	0.79
Model 4	1.03 (0.66, 1.61)	0.89
Model4a	1.03 (0.52, 2.04)	0.93
Model4b	1.02 (0.57, 1.85)	0.94

OR: Odds ratio, オッズ比、CI: confidence interval、信頼区間

Model 1: 共変数無し

Model 2: 年齢で調整

Model 3: 年齢、身長、体重で調整

Model 4: 年齢、身長、体重、身体活動度、食事量で調整

Model 4a: Model 4 と同じ共変数で調整、75 歳未満に限定

Model 4b: Model 4 と同じ共変数で調整、75 歳以上に限定

*Model4 において年齢とメタボリックシンドロームの交互作用は $p=0.02$ と統計学的に有意であった。

表 7. 女性におけるサルコペニアとメタボリックシンドローム各要素の関連

	全体		75 歳未満		75 歳以上	
	OR (95% CI)	P 値	OR (95% CI)	P 値	OR (95% CI)	P 値
腹部肥満	1.27 (0.72, 2.27)	0.41	0.65 (0.22, 1.88)	0.42	1.81 (0.85, 3.82)	0.12

高中性脂肪	1.08 (0.66, 1.74)	0.77	1.16 (0.56, 2.40)	0.70	1.03 (0.55, 1.95)	0.92
低 HDL	0.88 (0.60, 1.28)	0.49	0.86 (0.50, 1.49)	0.59	0.88 (0.52, 1.50)	0.63
空腹時高血糖	0.94 (0.64, 1.38)	0.76	0.63 (0.35, 1.14)	0.13	1.31 (0.78, 2.22)	0.31
高血圧	1.43 (0.86, 2.40)	0.17	1.19 (0.65, 2.18)	0.56	2.31 (0.88, 6.09)	0.09

OR: Odds ratio, オッズ比、CI: confidence interval、信頼区間

各モデルは年齢、身長、体重、身体活動度、食事量で調整

表 8 に女性におけるサルコペニアの各要素（筋肉量、筋力、身体能力）と MetS の関連を示した。

男性とは対照的に、女性においては MetS は 75 歳以上の群において筋肉量および筋力と負の関連がみられた。身体能力と MetS には有意な関連はみられなかった。

MetS のどの要素が 75 歳以上群における筋肉量および筋力と MetS の関連に関与しているかの検討を行ったが、筋肉量と高中性脂肪の間に有意な関連がみられた一方で筋肉量と MetS の各要素の間には有意な関連がみられなかった（データは割愛する）。

表 8. 女性におけるサルコペニア各要素とメタボリックシンドロームの関連

	回帰係数 (95% CI)	P 値
筋肉量(SMI, kg/m ²)		
全体	-0.05 (-0.10, 0.007)	0.09
75 歳未満	-0.02 (-0.09, 0.05)	0.57
75 歳以上	-0.10 (-0.19, -0.005)	0.04
筋力 (握力, kg)		
全体	-0.61 (-1.11, -0.10)	0.02
75 歳未満	-0.38 (-1.04, -0.27)	0.25
75 歳以上	-0.84 (-1.64, -0.05)	0.04
身体能力 (歩行速度, m/s)		
全体	-0.01 (-0.05, 0.02)	0.55

75 歳未満	0.004 (-0.04, 0.05)	0.86
75 歳以上	-0.03 (-0.08, 0.03)	0.36

CI: confidence interval、信頼区間

各モデルは年齢、身長、体重、身体活動度、食事量で調整

C. 考察と今後の計画

今回、年齢、身長、体重、身体活動度、食事量を調整したモデルにおいて、MetS は 65 歳から 74 歳までの前期高齢男性においてサルコペニアと正に関連していたが、75 歳以上の男性や女性では関連がみられなかった。このサルコペニアと MetS の関連は主に腹部肥満と高中性脂肪によることが観察された。さらに、MetS のサルコペニアの各要素に対する影響には性差があり、男性においては 75 歳未満の群において筋力と、75 歳以上、未満いずれの群においても筋肉量と負に関連していたが、女性においては 75 歳以上の群においてのみ筋肉量、筋力と負に関連していた。MetS とサルコペニアの各要素の関連は 75 歳未満の男性群においては主に腹部肥満と高中性脂肪によるものであることが示された一方、75 歳以上の男性や女性については腹部肥満の関与は観察されなかった。

MetS とサルコペニアおよびその各要素との関連が年齢と性によって異なる理由については今後の精査が必要である。だが、本研究においては 75 歳未満男性群においては腹部肥満の関与が示唆された一方で、75 歳以上の男性群や女性群の両群においては腹部肥満の関与は明らかではなかった。MetS とサルコペニアの関連において複数

のメカニズムが関与しており、年齢や性によって主として働くメカニズムが異なる可能性が示唆される。男性において MetS はテストステロンの低下をもたらすことが指摘されており⁸⁾、特にそれが比較的若い 75 歳未満の前期高齢者群において影響をもたらした可能性が考えられる。

なお、本研究は観察研究で調整していない交絡因子によって研究結果が影響を受ける可能性があること、横断研究であるため因果関係については言及出来ないこと（サルコペニアが MetS につながる、あるいは両者が相互に影響を及ぼし合うモデルについても今後考察が必要である）、既往歴や食事量については自己申告であることについては注意が必要である。

そうした注意が必要ではあるものの、我々の研究は MetS がサルコペニアに与える影響には年齢および性によって違いがあること、特に 75 歳未満男性においては腹部脂肪が MetS とサルコペニアの関連に大きく関与していることを示した点で意義深いと考える。

【参考文献】

1. Schaap LA, Pluijm SM, Deeg DJ, Visser M 2006 Inflammatory markers and loss of muscle mass

- (sarcopenia) and strength. *Am J Med* 119(6):526 e9-17.
2. Lee CG, Boyko EJ, Strotmeyer ES, Lewis CE, Cawthon PM, Hoffman AR, Everson-Rose SA, Barrett-Connor E, Orwoll ES 2011 Association between insulin resistance and lean mass loss and fat mass gain in older men without diabetes mellitus. *J Am Geriatr Soc* 59(7):1217-24.
 3. Landi F, Onder G, Gambassi G, Pedone C, Carbonin P, Bernabei R 2000 Body mass index and mortality among hospitalized patients. *Arch Intern Med* 160(17):2641-4.
 4. Odden MC, Peralta CA, Haan MN, Covinsky KE 2012 Rethinking the association of high blood pressure with mortality in elderly adults: the impact of frailty. *Arch Intern Med* 172(15):1162-8.
 5. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinkova E, Vandewoude M, Zamboni M 2010 Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 39(4):412-23.
 6. Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, Hirota C, Sugiura Y, Kono R, Saito M, Kono K 2012 Association between muscle mass and disability in performing instrumental activities of daily living (IADL) in community-dwelling elderly in Japan. *Arch Gerontol Geriatr* 54(2):e230-3.
 7. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart JC, James WP, Loria CM, Smith SC, Jr. 2009 Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 120(16):1640-5.
 8. Rodriguez A, Muller DC, Metter EJ, Maggio M, Harman SM, Blackman MR, Andres R 2007 Aging, androgens, and the metabolic syndrome in a longitudinal study of aging. *J Clin Endocrinol Metab* 92(9):3568-72.
- D. 研究発表
1. 論文発表
 1. Ishii S, Cauley JA, Greendale GA, Crandall CJ, Huang MH, Danielson ME,

- Karlamangla AS. Trajectories of Femoral Neck Strength in Relation to the Final Menstrual Period in a Multi-Ethnic Cohort. *Osteoporosis Int.* 2013 Sep;24(9):2471-81 [PMID: 23436075]
2. Akishita M, Ishii S, Kojima T, Kozaki K, Kuzuya M, Arai H, Arai H, Eto M, Takahashi R, Endo H, Horie S, Ezawa K, Kawai S, Takehisa Y, Mikami H, Takegawa S, Morita A, Kamata M, Ouchi Y, Toba K. Priorities of healthcare outcomes for the elderly. *J Am Med Dir Assoc.* 2013 Jul;14(7):479-84 [PMID: 23415841]
3. Greendale GA, Ishii S, Huang MH, Karlamangla AS. Predicting the Timeline to the Final Menstrual Period: the Study of Women's Health Across the Nation. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013 Apr;98(4):1483-91 [PMID: 23533245]
4. Ishii S, Cauley JA, Greendale GA, Crandall CJ, Danielson ME, Ouchi Y, Karlamangla AS. C-Reactive Protein, Bone Strength, and 9-year Fracture Risk: Data from The Study of Women's Health Across the Nation (SWAN). *J Bone Miner Res.* 2013 Jul;28(7):1688-98 [PMID: 23456822]
5. Mori T, Ishii S, Greendale GA, Cauley JA, Sternfeld B, Crandall CJ, Han W, Karlamangla AS. Physical Activity as Determinant of Femoral Neck Strength Relative to Load in Adult Women. Findings from the Hip Strength Across the Menopause Transition Study. *Osteoporosis Int* 2014 Jan;25(1):265-72.[PMID: 23812598]
6. Okamura H, Ishii S, Ishii T, Eboshida A. Prevalence of dementia in Japan: a systematic review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 2013 Jul 13;36(1-2):111-118 [PMID: 23860389]
7. Ishii S, Miyao M, Mizuno Y, Tanaka-Ishikawa M, Akishita M, Ouchi Y. Association between serum uric acid and lumbar spine bone mineral density in peri- and postmenopausal Japanese women. *Osteoporosis Int.* 2014 Mar;25(3):1099-105 [PMID: 24318630]
8. Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Higashiguchi T, Obuchi S, Ishikawa-Tanaka K, Hirano H, Kawai H, Tsuji T, Iijima K. Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatrics and Gerontology International.* 2014 Feb;14 Suppl 1:93-101 [PMID:24450566]
9. 石井伸弥・秋下雅弘 認知症高齢者の薬物療法：課題と対応 老年精神医学雑誌 24:749-755,2013
10. 石井伸弥・飯島勝矢. サルコペニアのスクリーニング法. 医学のあゆみ 248:665-669, 2014

2. 和文著書

1. 石井伸弥 第6章サルコペニアの原因にはどのようなものがありますか？. 関根里恵・小川純人/編集：サルコペニア24のポイント:p31-35. フジメディカル出版・大阪、2013
2. 石井伸弥 第3章老年症候群の治療 第8節 腰痛. 秋下雅弘/編集：高齢者のた

めの薬の使い方 ストップとスタート:p101-105. ぱーそん書房・東京、2013

3. 石井伸弥 第4章その他の治療 第7節変形性膝関節症. 秋下雅弘/編集:高齢者のための薬の使い方 ストップとスタート:p167-170. ぱーそん書房・東京、2013

E. 健康危険情報

なし

F. 知的財産権の出願、登録状況

なし

3. 学会発表

1. Ishii S, Miyao M, Tanaka-Ishikawa M, Akishita M, Ouchi Y. Serum uric acid and lumbar spine bone mineral density in peri- and postmenopausal Japanese women: A cross-sectional analysis. Joint Meeting of IBMS and JSBMR. Kobe, Jun 2013

2. Ishii S, Kojima T, Ezawa K, Kawai S, Takehisa Y, Akishita M. Factors associated with unexpected early discharge in Japanese institutionalized elderly patients. EUGMS. Venezia, Italy, Oct 2013

3. Ishii S, Tanaka T, Iijima K. Detecting Sarcopenia in Community-dwelling Older Adults. ICFSR, Barceloa, Spain, March 2014

4. Kojima T, Ishii S, Kameyama Y, Yamaguchi Y, Ogawa S, Akishita M. Low BMI is associated with adverse drug reactions in geriatric inpatients. ICFSR, Barceloa, Spain, March 2014

5. 石井伸弥、秋下雅弘、江頭正人、小島太郎、江澤和彦、川合秀治、池端幸彦、美原盤、武久洋三、鳥羽研二. 老人保健施設と療養病床における薬剤使用とイベントの調査. 日本老年医学会年次学術集会. 大阪, June 2013

平成 24-26 年度厚生労働科学研究費補助金(長寿科学総合研究事業)
平成 25 年度分 分担研究報告書

虚弱・サルコペニアモデルを踏まえた高齢者食生活支援の枠組みと
包括的介護予防プログラムの考案および検証を目的とした調査研究

地域在住高齢者における低筋肉量・脂肪過多と身体機能および筋力の調査

研究代表者 飯島勝矢 東京大学 高齢社会総合研究機構 准教授

研究協力者 石井伸弥 東京大学大学院医学系研究科 加齢医学講座

研究要旨：

千葉県柏市の自立した地域在住 65 歳以上の高齢者 2014 名（男性 994 名、女性 1020 名）を対象として平成 24 年度に調査を行った。低筋肉量は bioimpedance analysis による筋肉量、脂肪過多は体脂肪率を元にして定義した。身体機能として Timed up and go (TUG) テスト、通常歩行速度、片足立ち時間、5 回椅子立ち座りテスト(5STS)を、筋力として握力、膝伸展力を測定した。

低筋肉量の有病率は男性で 32.4%、女性で 48.5%、脂肪過多の有病率は男性で 30.7%、女性で 34.0%であった。年齢、身長、体重、身体活動度、疾患数を調整し、低筋肉量と脂肪過多両方を予測変数として含めたモデルにおいて、低筋肉量は男性において 5STS と、女性において通常歩行速度と有意な関連がみられた。一方、脂肪過多は男性において片足立ち時間と、女性において TUG と有意な関連がみられた。低筋肉量・脂肪過多いずれも男女それぞれにおいて筋力と有意な関連がみられたが、男性においては脂肪過多が筋力に対してより大きな影響を持ち、女性においては低筋肉量がより大きな影響を持っていた。低筋肉量と脂肪過多の交互作用はいずれのモデルにおいても有意ではなかった。

低筋肉量も脂肪過多も自立した高齢男女において身体機能低下を起こしていたが、その影響は男女で差がみられた。低筋肉量と脂肪過多による身体機能に対する相乗的な悪影響はみられなかった。

A. 研究目的

加齢に伴って筋肉量の低下、体脂肪の増加という体組成の変化がみられることが知られており、その両者のいずれもが身体機能の低下との関連が指摘されている。しかし、低筋肉量、肥満（脂肪過多）のどちらがより大きく身体機能低下に貢献しているのか

の報告は少ない。また、低筋肉量と肥満が互いに悪影響を及ぼしあう（肥満による身体活動量低下が低筋肉量をもたらす、低筋肉量がさらなる肥満をきたす）可能性が指摘されているが、まだそのことを実証的に検証した研究はない。

本研究事業において、千葉県柏市をフィー

ルドとして、初年度（平成 24 年度）に無作為抽出された柏市在住の満 65 歳以上の自立もしくは要支援の高齢者 2044 人（平均年齢 73.0±5.5 歳）を対象として、28 回にわたる大規模健康調査『栄養とからだの健康増進調査』を実施した。その初年度のデータを用いて低筋肉量および脂肪過多の身体機能に対する影響を調査した。

B. 研究方法

対象：今回、健康調査初年度（平成 24 年度）に参加した全ての参加者を対象としている。それらの対象者の中で、筋肉量、体脂肪率および身体機能測定に欠損値があった参加者は解析より除外した。その結果、解析対象となったのは男性 977 名、女性 994 名の計 1971 名である。

低筋肉量の定義：

BIA (Inbody 430, Biospace)を用いて四肢筋量の測定を行った。この四肢筋量(kg)を身長² (m²)で除した値を skeletal muscle index (SMI) (kg/m²)とし、これを筋肉量の基準とした。BIA を用いて若年健康日本人集団の筋肉量を測定した Tanimoto らの研究に基づき、YAM (young adult mean :18~40 歳の若年成人平均値)から標準偏差の 2 倍を引いた男性 7.0kg/m²、女性 5.8kg/m² を基準値とし、これを下まわった場合に低筋肉量と判定した。¹

脂肪過多の定義：

体脂肪を BIA (Inbody 430, Biospace)を用いて測定した。American College of Sports Medicine の提唱する基準値（男性 28%、女性 35%）を上回った場合に脂肪過多と判

定した。²

身体機能：

身体機能の測定には Timed up and go (TUG)テスト、通常歩行速度、片足立ち時間、5 回椅子立ち座りテスト(5STS)を、また握力、膝伸展力を測定した。

測定方法については他の報告書に譲る。

考慮した項目：

低筋肉量、脂肪過多の関係を調査する上で調整した項目としては性別、年齢、身長、体重、身体活動度および疾患数である。身体活動度、疾患数は以下のように定義した。

◎身体活動度

自己記入式アンケート GPAQ によって活動量を調査し、METs で表した。

◎疾患数

本研究調査で被験者に yesno 形式で既往の有無を調査した 7 疾患（糖尿病、がん、脳卒中、心臓疾患、高血圧、骨粗鬆症、腎臓疾患）の内、既往ありと答えた疾患の数とした。

解析方法

男女間で低筋肉量および脂肪過多の有病率が大きく異なり、また身体機能も大きく異なるため解析は男女層別解析を行った。

身体機能を目的変数とし、低筋肉量、脂肪過多、またはその両者を含めた多変量解析モデルを作成し身体機能と低筋肉量、脂肪過多の関連を評価した。各モデルには年齢、身長、体重、身体活動度および疾患数を共変数として含めた。また、低筋肉量、脂肪過多両者を含めたモデルにおいてはそれらの交互作用が統計的に有意であるかの検定

を行った。

肪過多の有病率は男性で 306 人 (30.7%)、
女性で 347 人 (34.0%)であった。

C. 結果

低筋肉量の有病率は男性で 323 人(32.4%)、
女性で 495 人 (48.5%)であった。一方脂

男性参加者特性を表 1、女性参加者特性を
表 2 に示す。

表 1. 男性参加者特性

	筋肉量正常 / 体脂肪正常 N=461, 46.2%	筋肉量正常 /脂肪過多 N=213, 21.4%	低筋肉量 /体脂肪正常 N=230, 23.1%	低筋肉量 /脂肪過多 N=93, 9.3%
年齢	71.4 +/- 4.6	72.9 +/- 5.3	75.6 +/- 6.2	76.3 +/- 5.5
身長	165.8 +/- 5.6	164.6 +/- 5.5	162.0 +/- 5.5	161.2 +/- 5.1
体重	63.8 +/- 9.2	71.6 +/- 6.6	53.2 +/- 5.5	61.7 +/- 5.5
BMI	23.2 +/- 1.8	26.4 +/- 2.0	20.3 +/- 1.8	23.7 +/- 1.6
体脂肪率	22.3 +/- 4.0	31.3 +/- 2.7	21.5 +/- 4.4	32.2 +/- 3.2
筋肉量(SMI)	7.6 +/- 0.5	7.7 +/- 0.5	6.5 +/- 0.4	6.6 +/- 0.4
握力	37.0 +/- 5.5	34.1 +/- 5.8	31.7 +/- 5.1	30.9 +/- 5.3
膝伸展力	417.3 +/- 91.4	396.3 +/- 92.4	322.9 +/- 80.1	333.3 +/- 82.1
通常歩行速度	1.52 +/- 0.24	1.46 +/- 0.3	1.43 +/- 0.24	1.37 +/- 0.27
TUG	5.1 +/- 1.0	5.5 +/- 1.2	5.7 +/- 1.5	6.1 +/- 1.7
5 回椅子立ち上がりテスト	7.6 +/- 1.9	8.4 +/- 2.2	8.4 +/- 2.3	9.0 +/- 2.7
片足立ち時間	49.8 +/- 18.2	40.3 +/- 22.7	40.7 +/- 23.0	34.7 +/- 23.0
身体活動度	4405 +/- 4114	3490 +/- 3556	3753 +/- 4194	3165 +/- 3155
疾患数	1.2 +/- 1.1	1.6 +/- 1.2	1.4 +/- 1.1	2.0 +/- 1.3

表 2. 女性参加者特性

	筋肉量正常 / 体脂肪正常 N=306, 30.0%	筋肉量正常 /脂肪過多 219, 21.5%	低筋肉量 /体脂肪正常 367, 36.0%	低筋肉量 /脂肪過多 128, 12.6%
年齢	71.0 +/- 4.5	72.9 +/- 5.3	73.8 +/- 5.7	74.1 +/- 6.0
身長	153.9 +/- 5.3	151.1 +/- 5.0	150.6 +/- 5.2	148.3 +/- 5.2
体重	53.0 +/- 5.2	60.6 +/- 6.3	44.9 +/- 4.2	51.7 +/- 4.4

BMI	22.4 +/- 1.9	26.5 +/- 2.5	19.8 +/- 1.8	23.5 +/- 1.7
体脂肪率	29.0 +/- 4.5	39.0 +/- 3.2	27.6 +/- 5.0	38.1 +/- 3.0
筋肉量(SMI)	6.3 +/- 0.4	6.4 +/- 0.5	5.3 +/- 0.4	5.4 +/- 0.3
握力	24.4 +/- 3.8	23.3 +/- 3.6	21.1 +/- 3.3	20.2 +/- 3.8
膝伸展力	276.5 +/- 64.8	259.0 +/- 66.4	216.1 +/- 51.7	215.6 +/- 57.5
通常歩行速度	1.53 +/- 0.23	1.45 +/- 0.26	1.44 +/- 0.26	1.36 +/- 0.27
TUG	5.5 +/- 0.9	6.2 +/- 1.5	6.0 +/- 1.4	6.6 +/- 2.5
5 回椅子立ち上がりテスト	7.8 +/- 2.6	8.4 +/- 2.6	8.4 +/- 2.8	9.0 +/- 2.9
片足立ち時間	49.3 +/- 18.0	40.7 +/- 22.0	45.5 +/- 20.7	37.6 +/- 23.5
身体活動度	4311 +/- 3845	3983 +/- 3595	3402 +/- 3071	2808 +/- 2733
疾患数	1.3 +/- 1.1	1.7 +/- 1.2	1.4 +/- 1.1	1.8 +/- 1.2

次に、男性参加者における身体機能・筋力の関連を表3に示す。

男性参加者において低筋肉量は脂肪過多を含めないモデルにおいてはTUG, 片足立ち時間、5回椅子立ち上がりテストで身体機能への悪影響がみられた。一方、脂肪過多では片足立ち時間、5回椅子立ち上がりテストで身体機能への悪影響がみられた。しかし、低筋肉量、脂肪過多両者を含めたモデルにおいて低筋肉量は5回椅子立ち上がりテストと、脂肪過多は片足立ち時間とのみ有意な関連がみられた。筋力については低筋肉量、脂肪過多いずれもが握力、膝伸展力への悪影響が

認められ、それは両者を含めたモデルにおいても同様であった。回帰係数を比較すると脂肪過多がより大きな悪影響をもたらすと考えられた。

身体機能、筋力を調査した全てのモデルにおいて低筋肉量と脂肪過多の交互作用は認められなかった。膝伸展力においては低筋肉量と脂肪過多の交互作用が統計的には有意でなかったもののp値は0.054であり、その傾向はみられた。しかし、回帰係数は23.1と正であり低筋肉量と脂肪過多によって相乗的に膝伸展力が低下するとはいえなかった。

表3. 男性参加者における低筋肉量・脂肪過多と身体機能・筋力の関連

	低筋肉量		脂肪過多		交互作用 P 値
	回帰係数 (95% CI)	P 値	回帰係数 (95% CI)	P 値	
身体機能					

Timed up and go	Model 1	0.21 (0.02, 0.40)	0.03			
	Model 2			0.10 (-0.07, 0.32)	0.20	
	Model 3	0.19 (-0.01, 0.39)	0.068	0.07 (-0.13, 0.27)	0.49	0.92
片足立ち時間	Model 1	-4.6 (-7.9, -1.3)	0.006			
	Model 2			-6.1 (-9.4, -2.9)	0.0003	
	Model 3	-3.1 (-6.5, 0.3)	0.078	-5.2 (-8.7, -1.8)	0.003	0.43
5 STS	Model 1	0.54 (0.20, 0.87)	0.002			
	Model 2			0.46 (0.12, 0.80)	0.008	
	Model 3	0.44 (0.09, 0.79)	0.01	0.33 (-0.02, 0.68)	0.063	0.76
通常歩行速度	Model 1	-0.02 (-0.06, 0.02)	0.28			
	Model 2			-0.03 (-0.07, 0.01)	0.17	
	Model 3	-0.02 (-0.06, 0.03)	0.48	-0.02 (-0.07, 0.02)	0.27	0.78
筋力						
握力	Model 1	-1.9 (-2.7, -1.0)	<.001			
	Model 2			-2.6 (-3.5, -1.8)	<.0001	
	Model 3	-1.2 (-2.0, -0.4)	0.006	-2.3 (-3.1, -1.4)	<.0001	0.32
膝伸展力	Model 1	-34.7 (-48.4, -21.1)	<.0001			
	Model 2			-42.7 (-56.4, -29.0)	<.0001	
	Model 3	-24.6 (-38.6, -10.5)	0.0007	-35.5 (-49.8, -21.3)	<.0001	0.054*

全てのモデルは年齢、身長、体重、身体活動度、疾患数で調整した。

Model 1 は低筋肉量のみ、Model 2 は脂肪過多のみ、Model 3 は低筋肉量と脂肪過多を予測変数として含めた。

5STS: 5回椅子立ち上がりテスト、CI: confidence interval 信頼区間

*膝伸展力における低筋肉量と脂肪過多の交互作用の回帰係数は 23.1 (95% 信頼区間 -0.4, 46.7、p 値 0.054)であった。

女性参加者における身体機能・筋力の関連を表 4 に示す。

女性参加者において低筋肉量は脂肪過多を含めないモデルにおいては TUG, 5 回椅子立ち上がりテスト、通常歩行速度で身体機能への悪影響がみられた。一方、脂肪過多では TUG のみで身体機能への悪影響がみられた。しかし、低筋肉量、脂肪過多両者を含めたモデルにおいて低筋肉量は通常歩行速度と、脂肪過多は TUG とのみ有意な関連がみられた。

筋力については低筋肉量、脂肪過多いずれもが握力、膝伸展力への悪影響が

認められ、それは両者を含めたモデルにおいても同様であった。回帰係数を比較すると低筋肉量がより大きな悪影響をもたらすと考えられた。身体機能、筋力を調査した全てのモデルにおいて低筋肉量と脂肪過多の交互作用は認められなかった。膝伸展力

においては低筋肉量と脂肪過多の交互作用が統計的には有意でなかったものの p 値は 0.056 であり、その傾向はみられた。しかし、回帰係数は 14.6 と正であり低筋肉量と脂肪過多によって相乗的に膝伸展力が低下するとはいえなかった。

表 4. 女性参加者における低筋肉量・脂肪過多と身体機能・筋力の関連

		低筋肉量		脂肪過多率		交互作用
		回帰係数 (95% CI)	P 値	回帰係数 (95% CI)	P 値	P 値
身体機能						
Timed up and go	Model 1	0.29 (0.08, 0.50)	0.008			
	Model 2			0.37 (0.14, 0.60)	0.002	
	Model 3	0.22 (-0.001, 0.43)	0.051	0.31 (0.07, 0.55)	0.01	0.92
片足立ち時間	Model 1	-2.7 (-5.6, 0.2)	0.064			
	Model 2			-1.1 (-4.3, 2.1)	0.50	
	Model 3	-2.7 (-5.7, 0.3)	0.08	-0.4 (-3.6, 2.9)	0.83	0.37
5 STS	Model 1	0.44 (0.02, 0.87)	0.04			
	Model 2			0.30 (-0.16, 0.77)	0.20	
	Model 3	0.40 (-0.04, 0.84)	0.077	0.19 (-0.29, 0.67)	0.43	0.61
通常歩行速度	Model 1	-0.06 (-0.09, -0.02)	0.003			
	Model 2			-0.022 (-0.06, 0.02)	0.28	
	Model 3	-0.05 (-0.09, -0.02)	0.005	-0.007 (-0.05, 0.03)	0.75	0.41
筋力						
握力	Model 1	-1.7 (-2.3, -1.2)	<.0001			
	Model 2			-1.5 (-2.1, -0.9)	<.0001	
	Model 3	-1.5 (-2.0, -1.0)	<.0001	-1.1 (-1.7, -0.5)	.0002	0.75
膝伸展力	Model 1	-36.1 (-45.1, -27.2)	<.0001			
	Model 2			-21.1 (-31.0, -11.1)	<.0001	

Model 3	-33.4 (-42.6, -24.3)	<.0001	-12.3 (-22.3, -2.2)	0.02	0.056*
---------	----------------------	--------	---------------------	------	--------

全てのモデルは年齢、身長、体重、身体活動度、疾患数で調整した。

Model 1 は低筋肉量のみ、Model 2 は脂肪過多のみ、Model 3 は低筋肉量と脂肪過多を予測変数として含めた。

5STS: 5 回椅子立ち上がりテスト、CI: confidence interval 信頼区間

*膝伸展力における低筋肉量と脂肪過多の交互作用の回帰係数は 14.6 (95% 信頼区間 -0.4, 29.6、p 値 0.056)であった。

D. 考察と今後の計画

今回調査を行った柏市在住の機能的に自立した高齢者において低筋肉量は男性において 5 回椅子立ち上がりテストに、女性において通常歩行速度に対する悪影響がみられた。一方、脂肪過多は男性において片足立ち時間に、女性において TUG に悪影響がみられた。低筋肉量・脂肪過多いずれも男女それぞれにおいて筋力と有意な関連がみられたが、男性においては脂肪過多が筋力に対してより大きな影響を持ち、女性においては低筋肉量がより大きな影響を持っていた。低筋肉量と脂肪過多による身体機能に対する相乗的な悪影響はみられなかった。これらの結果から、低筋肉量、脂肪過多そのいずれもが身体機能や筋力に悪影響をもたらすが、その影響の仕方には性差があると考えられた。性差がなぜ低筋肉量、脂肪過多と身体機能や筋力の関連に影響を与えるのかについては今後の調査研究が必要である。

また、低筋肉量と脂肪過多による身体機能に対する相乗的な悪影響はみられなかったが、低筋肉量と脂肪過多によって今後の機能低下に対する相乗的な悪影響がみられるかどうかは今後の検討が必要である。

なお、本研究は観察研究で調整していない交絡因子によって研究結果が影響を受ける可能性があること、横断研究であるため因果関係がしらべられないこと（身体機能の低下が脂肪過多につながるなどのモデルについても今後考察が必要である）、既往歴については自己申告であることについては注意が必要である。

そうした注意が必要ではあるものの、我々の研究は低筋肉量、脂肪過多の身体機能や筋力に対する悪影響には性差があること、低筋肉量と脂肪過多による身体機能に対する相乗的な悪影響はみられなかったことを示した点で意義深いと考える。

【参考文献】

1. Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, Hirota C, Sugiura Y, Kono R, Saito M, Kono K 2012 Association between muscle mass and disability in performing instrumental activities of daily living (IADL) in community-dwelling elderly in Japan. Arch Gerontol Geriatr 54: e230-3.
2. Bouchard DR, Dionne IJ, Brochu M 2009. Sarcopenic/obesity and physical capacity in older men and women: data from the Nutrition as a Determinant of Successful Aging (NuAge)-the Quebec longitudinal Study. Obesity (Silver

Spring) 17: 2082-8.

E. 研究発表

1. 論文発表

1. Ishii S, Cauley JA, Greendale GA, Crandall CJ, Huang MH, Danielson ME, Karlamangla AS. Trajectories of Femoral Neck Strength in Relation to the Final Menstrual Period in a Multi-Ethnic Cohort. *Osteoporosis Int.* 2013 Sep;24(9):2471-81 [PMID: 23436075]
2. Akishita M, Ishii S, Kojima T, Kozaki K, Kuzuya M, Arai H, Arai H, Eto M, Takahashi R, Endo H, Horie S, Ezawa K, Kawai S, Takehisa Y, Mikami H, Takegawa S, Morita A, Kamata M, Ouchi Y, Toba K. Priorities of healthcare outcomes for the elderly. *J Am Med Dir Assoc.* 2013 Jul;14(7):479-84 [PMID: 23415841]
3. Greendale GA, Ishii S, Huang MH, Karlamangla AS. Predicting the Timeline to the Final Menstrual Period: the Study of Women's Health Across the Nation. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013 Apr;98(4):1483-91 [PMID: 23533245]
4. Ishii S, Cauley JA, Greendale GA, Crandall CJ, Danielson ME, Ouchi Y, Karlamangla AS. C-Reactive Protein, Bone Strength, and 9-year Fracture Risk: Data from The Study of Women's Health Across the Nation (SWAN). *J Bone Miner Res.* 2013 Jul;28(7):1688-98 [PMID: 23456822]
5. Mori T, Ishii S, Greendale GA, Cauley

- JA, Sternfeld B, Crandall CJ, Han W, Karlamangla AS. Physical Activity as Determinant of Femoral Neck Strength Relative to Load in Adult Women. Findings from the Hip Strength Across the Menopause Transition Study. *Osteoporosis Int* 2014 Jan;25(1):265-72.[PMID: 23812598]
6. Okamura H, Ishii S, Ishii T, Eboshida A. Prevalence of dementia in Japan: a systematic review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 2013 Jul 13;36(1-2):111-118 [PMID: 23860389]
 7. Ishii S, Miyao M, Mizuno Y, Tanaka-Ishikawa M, Akishita M, Ouchi Y. Association between serum uric acid and lumbar spine bone mineral density in peri- and postmenopausal Japanese women. *Osteoporosis Int.* 2014 Mar;25(3):1099-105 [PMID: 24318630]
 8. Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Higashiguchi T, Obuchi S, Ishikawa-Tanaka K, Hirano H, Kawai H, Tsuji T, Iijima K. Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatrics and Gerontology International.* 2014 Feb;14 Suppl 1:93-101 [PMID:24450566]
 9. 石井伸弥・秋下雅弘 認知症高齢者の薬物療法：課題と対応 老年精神医学雑誌 24:749-755,2013
 10. 石井伸弥・飯島勝矢. サルコペニアのスクリーニング法. 医学のあゆみ 248:665-669, 2014

2. 和文著書

1. 石井伸弥 第6章サルコペニアの原因にはどのようなものがありますか？. 関根里恵・小川純人/編集：サルコペニア24のポイント:p31-35. フジメディカル出版・大阪、2013

2. 石井伸弥 第3章老年症候群の治療 第8節 腰痛. 秋下雅弘/編集：高齢者のための薬の使い方 ストップとスタート:p101-105. ぱーそん書房・東京、2013

3. 石井伸弥 第4章その他の治療 第7節変形性膝関節症. 秋下雅弘/編集：高齢者のための薬の使い方 ストップとスタート:p167-170. ぱーそん書房・東京、2013

3. 学会発表

1. Ishii S, Miyao M, Tanaka-Ishikawa M, Akishita M, Ouchi Y. Serum uric acid and lumbar spine bone mineral density in peri- and postmenopausal Japanese women: A cross-sectional analysis. Joint Meeting of IBMS and JSBMR. Kobe, Jun 2013

2. Ishii S, Kojima T, Ezawa K, Kawai S, Takehisa Y, Akishita M. Factors associated with unexpected early

discharge in Japanese institutionalized elderly patients. EUGMS. Venezia, Italy, Oct 2013

3. Ishii S, Tanaka T, Iijima K. Detecting Sarcopenia in Community-dwelling Older Adults. ICFSR, Barceloa, Spain, March 2014

4. Kojima T, Ishii S, Kameyama Y, Yamaguchi Y, Ogawa S, Akishita M. Low BMI is associated with adverse drug reactions in geriatric inpatients. ICFSR, Barceloa, Spain, March 2014

5. 石井伸弥、秋下雅弘、江頭正人、小島太郎、江澤和彦、川合秀治、池端幸彦、美原盤、武久洋三、鳥羽研二. 老人保健施設と療養病床における薬剤使用とイベントの調査. 日本老年医学会年次学術集会. 大阪, June 2013

F. 健康危険情報

なし

G. 知的財産権の出願、登録状況

なし