

博士論文

令和4年（2022）年度

地域在住85歳以上の高齢者集団における食事パターンと
身体活動、身体機能との関連 -The Tokyo Oldest Old
survey on Total Health study による横断的検討-

慶應義塾大学大学院

健康マネジメント研究科

於 才

目次

| | |
|------------------------------------|-------------|
| 博士論文の構成 | ．．． iv ページ |
| 略語 | ．．． v ページ |
| 図表一覧 | ．．． vii ページ |
| | |
| 第1章 序論 | |
| | |
| 第1節 背景 | |
| 第1項 世界及び日本における人口統計学的変化 | ．．． 1 ページ |
| 第2項 高齢者における食事、身体活動及び身体機能の意義 | ．．． 7 ページ |
| 第3項 85 歳以上の高齢者における食事、身体活動及び身体機能の意義 | ．．． 19 ページ |
| | |
| 第2節 研究概要 | |
| 第1項 目的及び意義 | ．．． 22 ページ |
| 第2項 仮説 | ．．． 22 ページ |
| 第3項 研究対象者 | ．．． 23 ページ |
| 第4項 研究構成 | ．．． 24 ページ |
| 第5項 用語の定義 | ．．． 25 ページ |
| 第6項 倫理的配慮 | ．．． 25 ページ |

第2章 85歳以上の高齢者における食事パターンの抽出と身体機能との関連

第1節 背景 . . . 27 ページ

第2節 方法

第1項 対象者集団 . . . 29 ページ

第2項 食事調査及び食事パターンの特定 . . . 30 ページ

第3項 身体機能テスト . . . 34 ページ

第4項 その他項目 . . . 34 ページ

第5項 統計解析 . . . 35 ページ

第3節 結果

第1項 集団特性及び食事パターン . . . 36 ページ

第2項 食事パターンの栄養学的特徴 . . . 37 ページ

第3項 食事パターンと身体機能テストとの関連 . . . 39 ページ

第4節 考察 . . . 44 ページ

第5節 結論 . . . 50 ページ

第3章 85歳以上の高齢者における食事パターンと身体活動量との関連

第1節 背景 . . . 51 ページ

第2節 方法

| | | |
|-----|-----------------|-----------|
| 第1項 | 対象者集団 | ・・・53 ページ |
| 第2項 | 食事調査及び食事パターンの特定 | ・・・53 ページ |
| 第3項 | 身体活動量の評価 | ・・・54 ページ |
| 第4項 | その他項目 | ・・・54 ページ |
| 第5項 | 統計解析 | ・・・54 ページ |
| 第3節 | 結果 | ・・・55 ページ |
| 第4節 | 考察 | ・・・56 ページ |
| 第5節 | 結論 | ・・・63 ページ |
| 第4章 | 総合的な考察 | |
| 第1節 | 各章のまとめ | ・・・64 ページ |
| 第2節 | 今後の課題 | ・・・66 ページ |
| | その他情報 | ・・・67 ページ |
| | 謝辞 | ・・・67 ページ |
| | 参考文献 | ・・・68 ページ |

博士論文の構成

本博士論文は以下の論文を基に加筆して構成したものである。

1. 於タオ、小熊祐子、朝倉敬子、高山美智代、阿部由紀子、新井康通、85 歳以上の高齢者における食事パターンの抽出と身体機能との関連 -The Tokyo Oldest Old survey on Total Health study による横断的検討-, 日本老年医学会雑誌, 2022; 59: 507-517
2. Tao Yu, Yuko Oguma, Keiko Asakura, Michiyo Takayama, Yukiko Abe, Yasumichi Arai. Relationship Between Dietary Patterns and Subjectively Measured Physical Activity in Japanese Individuals 85 Years and Older: A Cross-Sectional Study (85 歳以上の日本人における食事パターンと主観的に測定された身体活動量の関係：横断的研究) , Nutrients, Jul 17;14(14):2924, 2022

略語一覧

本研究で使用する略語は以下に示す。

ADL : Activities of Daily Living, 日常生活動作

BDHQ : (Brief-type self-administered Diet History Questionnaire, 簡易型自記式食事

歴法調査票

BMI : Body Mass Index, 体格指数

CS-30 : Chair Standing 30 seconds, 30 秒椅子立ち上がりテスト

EBRBs : Energy Balance-Related Behaviors, エネルギーバランス関連行動

HBs : Healthy Behaviors, 健康的行動

METs : Metabolic Equivalents, 代謝当量

MMSE : Mini-Mental State Examination

PAI : Physical Activity Index

PAQ : Physical Activity Questionnaire

QOL : Quality Of Life, 生活の質

RCT : Randomized Controlled Trial, ランダム化比較試験

SPPB : Short Physical Performance Battery, 身体機能評価バッテリー

TOOTH : the Tokyo Oldest Old Survey on Total Health(TOOTH) study, TOOTH 研

究

TUG : 3m Timed up and go test, 3メートル TUG 歩行テスト

図表一覧

本研究で示された図及び表は以下の通りである。

| | |
|---|-----------|
| 表 1. 世界人口の動向 | ・・・2 ページ |
| 表 2. 日本における主な年齢の平均余命 | ・・・6 ページ |
| 表 3. 男女別の平均寿命、健康寿命及びその差 | ・・・7 ページ |
| 表 4. 高齢者における食事パターンと健康関連アウトカムとの関連 | ・・・10 ページ |
| 表 5. 高齢者における身体機能、サルコペニア、もしくはフレイルに対する身体活動、 栄養学的介入、もしくはその両者を組み合わせた介入研究、及びメタアナリシスもし くはシステマティックレビュー | ・・・17 ページ |
| 表 6. 対象者特性（研究 1） | ・・・40 ページ |
| 表 7. 食事パターンの特定（研究 1） | ・・・41 ページ |
| 表 8. 各食事パターンの栄養学的特徴（研究 1） | ・・・42 ページ |
| 表 9. 各食事パターンと身体機能との関連（研究 1） | ・・・43 ページ |
| 表 10. 対象者特性（研究 2） | ・・・57 ページ |
| 表 11. 各食事パターンと身体活動量との関連（研究 2） | ・・・58 ページ |
| 図 1. アジアの主要国における高齢化率の動向 | ・・・3 ページ |

| | |
|--------------------------|------------|
| 図 2. 日本及び先進諸国における高齢化率の動向 | ・・・ 3 ページ |
| 図 3. 日本における人口変動及び高齢化率の動向 | ・・・ 4 ページ |
| 図 4. 対象者リクルート | ・・・ 24 ページ |
| 図 5. 研究概念図 | ・・・ 25 ページ |
| 図 6. 主成分分析のスクリープロット | ・・・ 33 ページ |

第1章 序論

第1節 背景

第1項 世界及び日本における人口統計学的変化

高齢者（65歳以上の成人）の人口は世界的に増加している（表1）。令和4年版高齢社会白書によれば、1950年には世界の総人口25.4億人に対し、65歳以上の人口は1.29億人で、その割合（高齢化率）は5.1%に過ぎなかった。

2015年の推計では世界の総人口は73.8億人、65歳以上の人口は6.08億人、推定された食品の摂取量と、総人口は65年間で2.9倍に上昇したのに対し、高齢者人口は4.7倍に増加し、高齢化が20世紀後半から21世紀前半にかけて急速に進展していることがわかる。また、2060年には、世界の総人口は101.5億人に増加し、高齢者人口は18.1億人に増加することが予測されている（高齢化率は17.8%）。また、地域別には、特に先進地域（ヨーロッパ、北部アメリカ、日本、オーストラリア及びニュージーランド）で高齢化率は1950年で7.7%に過ぎなかったが、2015年では17.6%に増加し、2060年には28.2%に上昇することが予測される⁽¹⁾。

表1. 世界人口の動向

| | 1950年（昭和25年） | 2020年（令和2年） | 2060年（令和42年）※中位推計 |
|-----------|--------------|--------------|-------------------|
| 総人口 | 2,536,431 千人 | 7,794,799 千人 | 10,151,470 千人 |
| 65歳以上人口 | 128,709 千人 | 727,606 千人 | 1,810,398 千人 |
| 先進地域 | 62,737 千人 | 245,648 千人 | 357,344 千人 |
| 開発途上地域 | 65,972 千人 | 481,959 千人 | 1,453,053 千人 |
| 65歳以上人口比率 | 5.10% | 9.30% | 17.80% |
| 先進地域 | 7.70% | 19.30% | 28.20% |
| 開発途上地域 | 3.80% | 7.40% | 16.40% |
| 平均寿命（男性） | 45.49 年 | 69.92 年 | 76.29 年 |
| 同（女性） | 48.49 年 | 74.72 年 | 80.64 年 |
| 合計特殊出生率 | 4.97 | 2.47 | 2.11 |

注1：合計特殊出生率及び平均寿命は1950-1955年、2015-2020年、2060-2065年。

注2：先進地域とは、ヨーロッパ、北部アメリカ、日本、オーストラリア及びニュージーランドからなる地域をいう。開発途上地域とは、アフリカ、アジア（日本を除く）、中南米、メラネシア、ミクロネシア及びポリネシアからなる地域をいう。

引用元：令和4年高齢社会白書, 内閣府

日本は世界に先駆けて高齢者が増加し続け、世界で最も高い高齢化率を示す国である（図1及び図2）。まず、アジア主要国において、日本は1950年頃から1位を維持しており、おおよそ2050年まで1位の高齢化率を維持し続ける予測である。その後、2位の韓国と入れ替わるが、高齢化率は依然として増加し続ける予測である。欧米諸国を含めた先進諸国の高齢化率の比較では、日本は1950年頃から1990年頃までは下位であったが、1990年頃から2000年頃には平均的な位置づけに変化した。その後、2010年頃から最も高い水準となり、それ以降は最高水準を維持し続けることが予測されている。

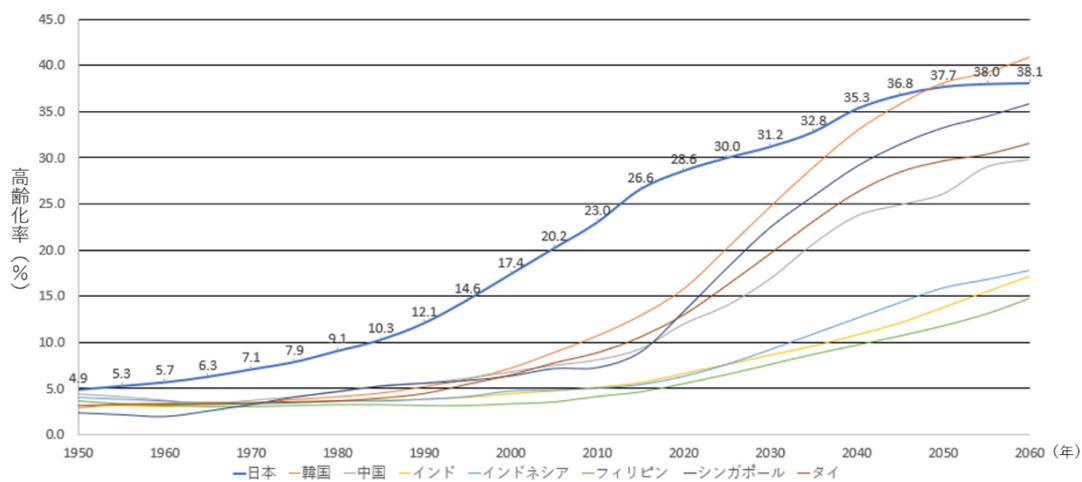


図1. アジアの主要国における高齢化率の動向（令和4年版高齢社会白書、内閣府からオープンデータを引用し、著者が作成）

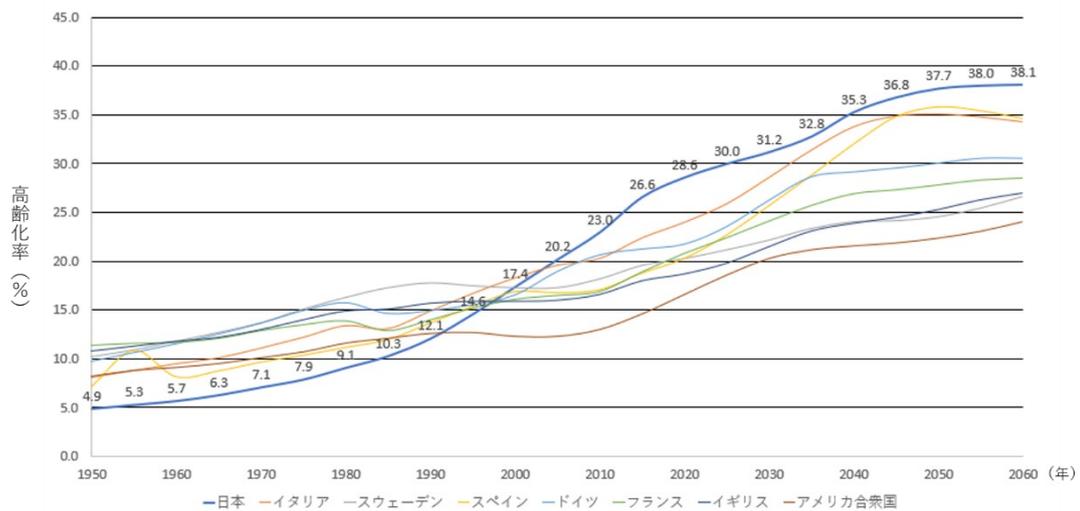


図2. 日本及び先進諸国における高齢化率の動向（令和4年版高齢社会白書、内閣府からオープンデータを引用し、著者が作成）

高齢化率が7%を超えると「高齢化社会」と定義され（国際連合報告書、1956年）、14%超で「高齢社会」、21%超で「超高齢社会」と定義されている⁽²⁾。日本は1970年に高齢化社会に突入した。その後、1994年に高齢社会、

2007 年には超高齢社会を迎えたことになる⁽¹⁾。

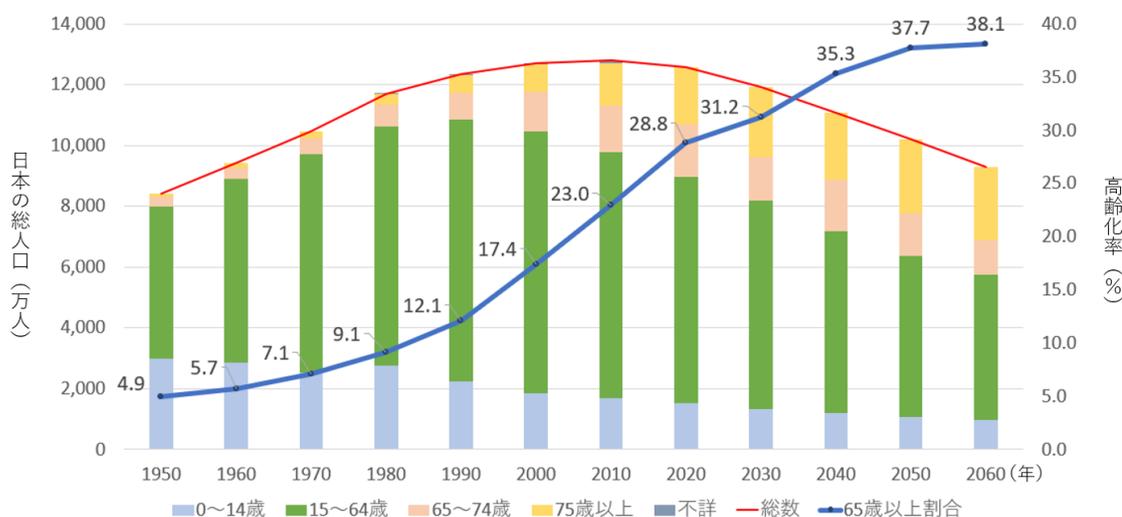


図3. 日本における人口変動及び高齢化率の動向（令和4年版高齢社会白書、内閣府からオープンデータを引用し、著者が作成）

注1：棒グラフと実線の高齢化率（65歳以上割合）は2020年までは総務省「国勢調査」、2030年以降は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年推計）」の出生中位・死亡中位仮定による推計結果で、推計であるため、年齢不詳は存在しない。

2022年現在、日本は総人口に対し高齢化率が28.9%で、今後、高齢化率の更なる上昇が見込まれている。しかし、その内訳はこれまでと大きく異なる（図3）。国立社会保障・人口問題研究所の推計によれば、高齢者人口は2042年に3935万人でピークを迎え、その後、減少傾向に転じる。高齢者人口のうち、65～74歳の高齢者（いわゆる前期高齢者）は増減を繰り返しながら2042年前後をピークとし、その後、減少に転じる。一方、75歳以上の高齢者（いわゆる後期高齢者）は高齢者全体、もしくは前期高齢者集団と異なり、2050年前後まで一貫して増加することが予測され、そのうち、85歳以上の高齢者の増加が著し

く、2050年には85歳以上が最も人口の多い年齢層となる。高齢化率が増加する背景として、国民の生活水準の向上、医療体制の整備及び医療技術の進歩等による平均寿命の延伸（高齢者の増加）、及び少子化による人口減が挙げられる。高齢者人口の増加に伴い、死亡者の実数そのものは増加傾向にあるが、人口の年齢構成に変化がないと仮定した場合の年齢調整死亡率は低下傾向にあり、これは生活環境の改善、食生活・栄養状態の改善、医療技術などの進歩がもたらした公衆衛生的成功と言える。令和3年の簡易生命表によると日本の平均寿命は男性81.6歳、女性87.7歳である。75歳における平均余命は男性で12歳以上、女性では15歳以上であることから、先述の予測と概ね一致し、今後日本において85歳以上の人口集団が増えることがほぼ確実である（表2）。平均寿命の延伸は日本だけではなく、アジア地区で香港、マカオ（中国）はすでに平均寿命が85歳に達している。世界的にシンガポール、スイス、スペインなどの国において2040年頃に平均寿命が85歳に達する予測である。したがって、高齢化が進む中、世界で85歳前後の人口集団が増加中ということは事実である。平均寿命の延伸に伴い、健康寿命が注目されている。健康寿命とは「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」である。2019年の推計において平均寿命から健康寿命を引いた期間は約10年、日常生活に何らかの制限がある期間が存在する（表3）。

表2. 日本における主な年齢の平均余命

| 年齢（歳） | （単位：年） | | | |
|-------|--------|-------|-------|-------|
| | 男 | | 女 | |
| | 令和3年 | 前年との差 | 令和3年 | 前年との差 |
| 0 | 81.47 | 0.09 | 87.57 | 0.14 |
| 5 | 76.67 | 0.09 | 82.76 | 0.14 |
| 10 | 71.70 | 0.08 | 77.78 | 0.15 |
| 15 | 66.73 | 0.08 | 72.81 | 0.14 |
| 20 | 61.81 | 0.09 | 67.87 | 0.14 |
| 25 | 56.95 | 0.09 | 62.95 | 0.14 |
| 30 | 52.09 | 0.09 | 58.03 | 0.13 |
| 35 | 47.23 | 0.10 | 53.13 | 0.12 |
| 40 | 42.40 | 0.09 | 48.24 | 0.13 |
| 45 | 37.62 | 0.11 | 43.39 | 0.13 |
| 50 | 32.93 | 0.11 | 38.61 | 0.14 |
| 55 | 28.39 | 0.11 | 33.91 | 0.14 |
| 60 | 24.02 | 0.11 | 29.28 | 0.14 |
| 65 | 19.85 | 0.11 | 24.73 | 0.14 |
| 70 | 15.96 | 0.13 | 20.31 | 0.14 |
| 75 | 12.42 | 0.12 | 16.08 | 0.14 |
| 80 | 9.22 | 0.12 | 12.12 | 0.13 |
| 85 | 6.48 | 0.10 | 8.60 | 0.13 |
| 90 | 4.38 | 0.11 | 5.74 | 0.12 |

注：1) 平成22年以前、平成27年及び令和2年は完全生命表による。

2) 昭和45年以前は、沖縄県を除く値である。

21世紀における国民健康づくり運動と謳う健康日本21（第二次）では健康寿命に具体的な延伸目標が設定され、2022年10月に発表された最終評価において、健康寿命の延伸に対しA評価（目標値に達した）が下された⁽³⁾。しかし、平均寿命との差は経年的にはほとんど変化しておらず、この差を縮めることが課題である。

表3. 男女別の平均寿命、健康寿命及びその差

| | 年度 | 平均寿命 | 健康寿命 | 健康寿命と平均寿命との差 |
|----|-------|-------|-------|--------------|
| 男性 | 2001年 | 78.07 | 69.40 | 8.67 |
| | 2004年 | 78.64 | 69.47 | 9.17 |
| | 2007年 | 79.19 | 70.33 | 8.86 |
| | 2010年 | 79.55 | 70.42 | 9.13 |
| | 2013年 | 80.21 | 71.19 | 9.02 |
| | 2016年 | 80.98 | 72.14 | 8.84 |
| | 2019年 | 81.41 | 72.68 | 8.73 |
| | 年度 | 平均寿命 | 健康寿命 | 健康寿命と平均寿命との差 |
| 女性 | 2001年 | 84.93 | 72.65 | 12.28 |
| | 2004年 | 85.59 | 72.69 | 12.90 |
| | 2007年 | 85.99 | 73.36 | 12.63 |
| | 2010年 | 86.30 | 73.62 | 12.68 |
| | 2013年 | 86.61 | 74.21 | 12.40 |
| | 2016年 | 87.14 | 74.79 | 12.35 |
| | 2019年 | 87.45 | 75.38 | 12.07 |

平均寿命は2010年度厚生労働省政策統括官付参事官付人口動態・保健社会統計室「完全生命表」、それ以外は「簡易生命表」、健康寿命については厚生労働省政策統括官付参事官付人口動態・保健社会統計室「簡易生命表」、「人口動態統計」、厚生労働省政策統括官付参事官付世帯統計室「国民生活基礎調査」、総務省統計局「人口推計」より算出した。

第2項 高齢者における食事、身体活動及び身体機能の意義

食事を摂ることはエネルギーをはじめ、生命を維持するのに必要な栄養素を各食品から摂取する行動（＝食行動）である。高齢者においてはフレイル、サルコペニア、身体機能の低下予防、介護予防などの観点からも食事を適切に摂取することは重要である^(4;5;6)。食行動の背景には家族構成、生活状況（居住状

態、婚姻状況)、仕事状況、教育歴、経済状況、社会とのつながり、調理スキル、健康意識もしくは移動能力などのミクロレベルの要因が関わる。マクロレベルでは民族性、居住国、居住環境及びスーパーマーケット・コンビニエンスストアなどへのアクセス（食品の入手可能性）などが挙げられる。したがって、食行動は人口統計学的、身体機能的、社会経済的、心理社会的、行動認知的、環境的などの観点から内在及び外在的側面で複雑、かつ、相互に関連している可能性が高い(7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16)。これらのことから高齢者で身体機能のための食事改善は食事そのものに着目することだけでは不十分で、食行動との関連・決定要因にも着目し、包括的なアプローチが求められる⁽¹⁷⁾。

食事パターンは食事を包括的に評価する指標として知られている。食事パターンの判定方法は仮説に基づく事前決定型（*Priori dietary patterns*）とデータに依存する事後決定型（*Posteriori dietary patterns*）がある⁽¹⁸⁾。事前決定型は地中海食スコアが挙げられ、身体機能の関連がこれまで報告されている⁽¹⁹⁾。しかし、地中海食の特徴や地域性から日本の日常生活における食事内容を反映できるかは明確ではない。日本において、食事バランスガイドへの遵守度を評価し、死亡率との関連を検討した研究がある⁽²⁰⁾。しかし、食事調査の精度に影響されやすい特性を持ち、推定された食品の摂取量と対象者の真の摂取量との差を慎重に検討する必要がある。事後決定型は因子分析や主成分分析などを用い

て統計学的にパターンを決定する手法で、食事パターンの命名は各研究の研究者に委ねられる。食事パターンの特定において、主成分分析は観測変数（食品）が主成分（食事パターン）を構成する考えであるのに対し、因子分析は観測変数（食品）の背後に存在する潜在的な共通因子（食事パターン）を見出すことを目的としていることが特徴で、食事パターンの特定にはどちらの方法も使用される。

Bloom らは 23 件の研究をシステマティックレビューし、各国で定義は異なるが「Healthier（健康的）」と名付けられた食事パターンが握力、膝伸展筋力、歩行能力などの身体機能テストとは正の関連が観察されている⁽²¹⁾。健康的な食事パターンの定義は、世界的にコンセンサスを得たものはない。しかし、各国で「健康的（Healthier もしくは Healthy）」と名付けられた食事パターンは概ね、野菜、果物、豆類などの植物性食品の摂取を特徴とし、栄養素レベルでは炭水化物の摂取が比較的少なく、たんぱく質の摂取が比較的が多い。微量栄養素（ビタミン、ミネラル）ではビタミン C やビタミン E などの抗酸化・抗炎症作用を持つ栄養素の摂取が多いことが特徴である^(21; 22)。日本で主成分分析もしくは因子分析で特定された食事パターンの類似性を検討した研究では、285 個の食事パターンがこれまで日本で特定され、その類似性で集約し、最終的には「Western（西洋型）」、「Japanese（日本型）」、「Traditional（伝統的）」、

「Traditional Japanese (伝統的な日本型)」、「Healthy (健康的)」、「Prudent (賢明)」の6つの主要な食事パターンに分類することができた⁽²³⁾。そのうち、「Healthy (健康的)」食事パターンは野菜、海藻類、きのこなどの植物性食品の摂取を特徴とし、先述の「健康的 (Healthier)」食事パターンの特徴と一致した。高齢者において健康的な食事パターンと健康関連アウトカムとの関連は多くの研究で認められ、近年、システマティックレビューやメタアナリシスの形でそれらの結果がまとめられている (表4)。

表4. 高齢者における食事パターンと健康関連アウトカムとの関連

| 論文No. (参照リストNo.) | 著者(発表年) | 採用論文情報 | アウトカム | 結果 |
|---------------------|----------------------------------|--|--|---|
| 1 (18) | Govindaraju T. et al (2018) | ランダム化比較試験 1件 前向き研究 6件 横断研究 8件 | 自己申告による生活の質もしくは健康状態 | 15件の論文で13件、健康的と評価された食事パターンは自己申告による生活の質もしくは健康状態と有意に正の関連を示した。 |
| 2 (19) | Wu PY. et al (2021) | ランダム化比較試験 1件 前向き研究 5件 横断研究 12件 | 医師によって判断されたうつ病か、有効なスクリーニングツールによって評価されたうつ病リスク | 健康的な食事パターンが高齢者のうつ病リスク低下と関連する。(ただし、スクリーニングツール等の違いで研究間の異質性が高い) |
| 3 (20) | Bloom I. et al (2018) | 前向き研究 12件 横断研究 11件 | 筋肉量、筋力 (握力テスト)、身体機能テスト (歩行テストなど)、サルコペニア | 筋肉量：高齢者において特に女性で関連する可能性が高いが、全体的に確たるエビデンスはなかった。 筋力：健康的な食事パターンと握力テストとは有意に関連するが、膝伸展強度との関連は限定的であった。 身体機能テスト：横断的、縦断的に健康的な食事パターンと身体機能テストとは有意に正の関連を示す。 サルコペニア：健康的な食事パターンとサルコペニアとの負の関連を示すが、研究数は多くなかった。 |
| 4 (21) | Van Elswyk ME. et al (2022) | ランダム化比較試験 3件 観察研究 (前向きもしくは横断研究) 13件 | サルコペニアの判定基準 (歩行速度など) | 健康的な食事パターンへの順守度が高いほど、歩行速度の低下リスクが低下した。 |
| 5 (22) | Lorenzo-López L. et al (2017) | 横断研究 3件 (フレイル関連のみ) | フレイル | たんぱく質の量及び質がフレイルに関連する。 |

高齢者の食事パターンと生活の質 (Quality of Life, QOL) との関連に着目し

たシステマティックレビューにおいて、健康的な食事パターンと QOL は正の関連にあることが示された⁽²⁴⁾。精神的観点からうつ病リスクとの関連で健康的な食事パターンへの傾向の高さは高齢者において、うつ病の発症リスクと負の関連が報告されている⁽²⁵⁾。Bloom らは、高齢者における食事の質、食事パターンと筋肉量、筋力（握力テスト）、身体機能テスト（歩行テストなど）、サルコペニアについて検討し、健康的な食事パターンへの傾向の高さは握力テストと有意に関連し、また、歩行テストなどの身体機能テストとの間には強力、かつ一貫性を持った結果が得られたことを報告している⁽²¹⁾。食事パターンとサルコペニアとの関連は 13 件の観察研究をまとめたシステマティックレビューで、健康的な食事パターンへの傾向はサルコペニアの判定項目の一つである歩行速度の低下と負の関連を示した⁽²⁶⁾。フレイルの栄養学的決定要因に着目したシステマティックレビューではたんぱく質が比較的が多い食事パターンが、フレイルの発症リスクと負の関連を示した⁽⁶⁾。これらに加え、韓国からは食事パターンは居住地とは独立して握力との関連を報告し、高齢者における食事パターンの重要性を述べている⁽²⁷⁾。上述のことから、健康の維持・増進のため、健康的な食事パターンを日常的に意識する必要があるといえる。

身体活動はエネルギー消費を必要とする骨格筋によるあらゆる身体の動きを意味し、安静状態より多くのエネルギーを消費する行動であれば、それを身体

活動とすることができる⁽²⁸⁾。身体活動には「運動」及び「生活活動」が含まれ、前者は体力の維持・向上を目的として計画的・意図的に実施し、継続性のある活動のことを意味する。後者は身体活動のうち、日常生活における労働、家事、通勤、通学などの行動を指す⁽²⁹⁾。身体活動を行うことはあらゆる年齢層で心身の健康に寄与している。60歳以上の高齢者における身体活動と身体的及び精神的健康との関連をまとめたシステマティックレビューでは、24本の論文から身体活動が多い群において、全死因及び心血管疾患による死亡、乳がん及び前立腺がん、骨折、転倒、日常生活動作（Activities of Daily Living, ADL）及び認知機能の低下、認知症、アルツハイマー病、及びうつ病のリスクが低下する可能性が報告されている⁽³⁰⁾。また、身体活動が多い群においてはより良いQOLを保ち、より健康的な老化（Healthy ageing）が期待できると報告され、高齢者において身体活動は健康維持・増進に大きく役立つ⁽³⁰⁾。2020年に世界保健機関から発行された「WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour（身体活動・座位行動ガイドライン）」によれば、高齢者において身体活動もしくは運動を行うことは心身ともに良い影響を与え、総合的に健康的な老化に貢献できる^(28; 31)。量的指標において、中強度の有酸素性の身体活動を少なくとも150～300分/週、高強度の有酸素性の身体活動を少なくとも75～150分/週、または中等度と高強度の身体活動の組み合わせによる同等の量を行うべきであ

ると提示した。座位行動では何もしないより、少しの身体活動でもよいので、そのメリットにも言及し、すべての高齢者は身体状況が許す限り、身体活動を行うことの重要性を強調した（体力のレベルに応じてその強さを調整すべきでもある）。身体活動の実行状態に着目した研究によれば、長期的に身体活動を継続する集団において、身体機能の低下リスク及びフレイルの発症リスクが低下することが報告されている中、身体不活動者でも身体活動を増やすことで、身体活動を維持している集団と同程度のメリットを得られることが示唆されていることから、高齢者において身体機能の維持のため、身体活動は極めて重要な行動であることがわかる⁽³²⁾。したがって、すべての高齢者は能力に応じて、活動的な日常を維持することが重要である。

身体機能とは身体を動かす能力のことで、その指標として様々な身体機能テストが存在する中、握力や歩行能力などのテストが世界的に広く実施されている⁽³³⁾。身体機能は成人期前後をピークとし、加齢とともに低下する⁽³⁴⁾。40~79歳の日本人男女を10年間追跡したコホート研究によれば、握力は男女ともに加齢とともに低下する傾向を示す。その中、男性は70代からやや急激な変化をきたすのに対し、女性では成人期中・後期を通じて比較的一定であった⁽³⁵⁾。握力は全身の筋肉量を反映するといわれる指標である。60歳以上の集団における握力と健康関連アウトカム（認知能力、うつ、移動能力、身体機能状

態、入院及び死亡率を含む)との縦断的関連をまとめたシステマティックレビューにおいて、握力は認知機能、身体機能状態、移動能力との間に正の関連が観察された⁽³⁶⁾。ベースラインにおける握力が高いほど、これらのアウトカムの低下を防ぐ可能性があることに加え、死亡率とは負の関連が観察された⁽³⁶⁾。超高齢社会である日本において、認知機能及び身体機能の維持・増進はどちらも重要な問題となっている。Kasajimaらはマイクロシミュレーションモデリングを応用し、日本の高齢化や人口減少に伴う認知症及びフレイルの患者数の増減を予測した研究で、戦後世代の高齢者の健康状態、学歴が全般的に向上していることから、2040年頃で高齢化が進んでいるにもかかわらず、認知症患者の総数は減ることを示唆している。しかし、フレイルの患者数は増加することが予測され、日本の超高齢社会では身体機能の維持・増進に目を向けた政策がより求められることを示唆している⁽³⁷⁾。

食事はエネルギーを摂取する行動で、対照的に身体活動はエネルギーを消費する行動として、エネルギーバランス関連行動 (Energy Balance-Related Behaviors, EBRBs) と概括されることがある⁽³⁸⁾。このほか、健康的行動 (Healthy Behaviors, HBs) の構成要素としても注目され、生活満足度、QOL、認知機能、疾患、身体機能障害の発生など、多くの健康関連アウトカムと関連している^(39; 40; 41; 42; 43; 44; 45)。フレイルな高齢者における低栄養状態、筋肉量、

ADL、握力改善でサプリメントの有益性が限定的であることから、食事を摂取することは経口サプリメントによる栄養補給とは異なる意義を持ち、一般的な高齢者においては食事を通じて栄養素を摂取することが重要である⁽⁴⁶⁾。しかし、高齢者における食事と身体活動との関連メカニズムは明確になっていない。いくつかの研究から身体活動を行うことは食欲の制御及びバランスのとれたエネルギー摂取を促進し、バランスの取れた EBRBs の実行は慢性疾患及び機能的制限の発生リスクの低下、もしくは改善に貢献できることが示唆されている^(47; 48)。一方、横断研究で習慣的な身体活動を行うこととエネルギー摂取量の高値との関連が報告されている⁽⁴⁹⁾。しかし、介入研究では身体活動を行うことは食欲を増加させ、エネルギー摂取の増加との関連が報告されている一方で、自転車運動を行った集団では空腹時グレリン濃度が低値を示し、さらにエネルギー出納が負であったことが報告されている。したがって、身体活動や運動はすべて、エネルギーバランスを維持するには必ずしも十分ではないことが示唆されている⁽⁴⁹⁾。また、スナック菓子の消費と身体活動の間に正の関連が確認されることもあることから、身体活動を行う集団は必ずしも健康的な食事を摂取しているとは限らないことが指摘されている⁽⁵⁰⁾。したがって、食事と身体活動とは EBRBs においてエネルギーの観点で概括されているものの、健康的な食事を摂取することと日常的な身体活動を行うこと（HBs の実行）にはエネ

ルギーバランスのほか、身体的（体格指数（Body Mass Index, BMI）、身体機能など）、社会経済的（所得、配偶者の有無、居住形態など）、地理的（居住地の地理的情報、食品を購入する場所、身体活動を行うための場所へのアクセス）に加え、民族特有の文化的価値観や食習慣、商業的影響（コマーシャル、広告）なども関連する可能性が高く、その関係性の究明が必要である^(50; 51; 52)。臨床的にはフレイルサイクル（フレイルに陥る悪循環）で食事と身体活動との関連が俯瞰的に示されている。高齢者において食事と身体活動のどちらが先行して低下するかは議論の余地がある中、食事の摂取量が減少し、筋肉量や筋力の低下（サルコペニア）につながる。やがては身体活動量が低下して、必要エネルギー量が低下し、食欲の減少などでさらに食事量が減少することから、食事と身体活動のとの関連は深い^(53; 54)。

身体機能、サルコペニア、もしくはフレイルに対し、身体活動、栄養学的介入、もしくはその両者を組み合わせた介入研究で多くの有益な効果を示している（表5）。握力に関する運動トレーニングの効果をまとめたメタアナリシスで、3018名の高齢者（平均年齢：73.3歳）を対象とした24件の介入研究において、異なるトレーニングプログラムを用いているにもかかわらず、握力は有意に向上することが報告されている⁽⁵⁵⁾。

表5. 高齢者における身体機能、サルコペニア、もしくはフレイルに対する身体活動、栄養学的介入、もしくはその両者を組み合わせた介入研究、及びメタアナリシスもしくはシステマティックレビュー

| 論文No. (参照リストNo.) | 著者 (発表年) | 採用論文情報 | アウトカム | 結果 |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| 1 (54) | Labott B. et al (2019) | ランダム化比較試験 10件 非ランダム比較試験 14件 | 握力 | 研究間で異なるトレーニングプログラムを用いている。しかし、握力は有意に向上する可能性がある。 |
| 2 (55) | Stathi A. et al (2022) | 多施設、単盲、ランダム化比較試験 | Short Physical Performance Battery | 1年間の身体活動による介入を行った結果、その後、少なくとも2年間にわたって身体機能の低下を防ぐことが可能である。 |
| 3 (56) | Thomas E. et al (2019) | ランダム化比較試験 8件 | バランス能力、転倒 | 異なるトレーニングプログラムであったものの、バランス能力への正の影響を認められた。 |
| 4 (57) | Escriche-Escuder A. et al (2021) | ランダム化比較試験 | 身体機能、筋力、筋肉量 | サルコペニア患者に対する身体活動による介入は身体機能及び筋力（握力等）に対し、正の影響を及ぼす。 |
| 5 (58) | Wu PY. et al (2021) | 26件のランダム化比較試験を用いたネットワークメタアナリシス | 身体機能、筋力、筋肉量 | 身体活動単体、もしくは身体活動と栄養学的介入との組み合わせは握力を有意に改善できる。 |
| 6 (59) | Liu C. et al (2022) | ランダム化比較試験 16件 | 身体機能（握力、Short Physical Performance Battery、椅子立ち上がりテスト）、移動能力（Timed up and go test、歩行速度） | フレイルに判定された集団において、身体活動と栄養学的介入はShort Physical Performance Battery、握力、歩行速度、椅子立ち上がりテストが有意に改善された。 |
| 7 (60) | De Labra C. et al (2015) | ランダム化比較試験 9件 | 転倒、移動能力、バランス能力、身体機能、体組成 | 最適なプログラムは依然として不明であるが、フレイルな集団に対して身体活動による介入は効果的である。 |

下肢の機能能力を示す指標として Short Physical Performance Battery (SPPB) をメインアウトカムに設定し、多施設で行われたランダム化比較試験 (RCT) では、777 人の参加者 (平均年齢 77.6 歳、女性割合：66%) をランダムに介入群 (410 名) と対照群 (367 名) に割り付け、おおよそ 1 年間の身体活動による介入を行った結果、その後、少なくとも 2 年間にわたって身体機能の低下を防ぐことが可能であった⁽⁵⁶⁾。バランス能力をメインアウトカムに据え、身体活動を主体とした介入研究をまとめたシステマティックレビューでは、8 つの研

究（対象者は 200 名、平均年齢：75.1 歳）を統合した結果から、異なるトレーニングプログラムではあるが、バランス能力への正の影響を認められた⁽⁵⁷⁾。

サルコペニア、フレイルの観点でも様々な介入研究が行われている。サルコペニアを有する 60 歳以上の高齢者を対象とした介入研究をまとめたシステムティックレビューによれば、4 つの RCT 及び 3 つの非 RCT で 235 名のサルコペニア患者を含んだ解析の結果、身体活動は身体能力及び筋力（握力等）に対し、正の影響を及ぼすことが示された⁽⁵⁸⁾。サルコペニアと診断された高齢者で身体活動、栄養学的観点、もしくはその両者の介入による影響をまとめたシステムティックレビューで、26 件の適合した研究から身体活動単体、もしくは身体活動と栄養学的介入との組み合わせは握力を有意に改善できる可能性を示した⁽⁵⁹⁾。フレイルに判定された集団において、身体活動と栄養学的介入による効果をまとめたシステムティックレビューによれば、1199 人のフレイルに該当する高齢者で SPPB、握力、歩行速度などが有意に改善された⁽⁶⁰⁾。また、フレイルと判定された対象者に対し、身体活動による介入の効果をまとめたシステムティックレビューでも研究間で効果量が異なるが、身体活動を用いた介入はフレイルを改善する可能性を示した⁽⁶¹⁾。上述のように、高齢者において、質の高い食事及び日常的に身体活動を行うことが必要であり、これらが身体機能の維持・向上をはじめ、身体機能を含んだ概念であるサルコペニアやフレイルの改

善という観点でも極めて大きい意義を持つ。

第3項 85歳以上の高齢者における食事、身体活動及び身体機能の意義

85歳以上の高齢者は世界的に多く存在する人口集団ではなかったため、これまでその年齢集団に着目した研究は世界的に少ない。しかし、85歳以上の高齢者は現に増加しており、その年齢集団の健康増進のためのエビデンスの蓄積が求められる^(62; 63)。

「日本人の食事摂取基準 2020年版」で新たに75歳以上の高齢者のカテゴリーが設定されたが、85歳以上の高齢者における摂取基準はなかった⁽⁴⁾。この年代の高齢者を対象とした観察研究は極めて限定的である。日本において、佐藤らは地区老人クラブに参加している20名の85歳以上の高齢者を対象に、エネルギーと栄養素の摂取を調査した⁽⁶⁴⁾。その結果、まず、85歳以上の高齢者のエネルギー摂取量は男女とも推定エネルギー必要量より若干の高値を示し、十分なエネルギー摂取量であることが示唆された。続いて、マクロ栄養素では一般的にたんぱく質、脂質、炭水化物の割合の適正範囲はたんぱく質（12-15%）：脂質（20-25%）：炭水化物（55-60%）であるのに対し、男女ともにそれに近い値を示し、この年代の高齢者はバランスの取れた栄養素摂取状況である可能性を示した。微量栄養素（ビタミン、ミネラル）においては、ほとんどの微量栄養素の摂取量が「日本人の食事摂取基準 2015年版」で提示された65

歳以上の高齢者の摂取基準を満たしていた（食塩の摂取は食事摂取基準を超えていた）。これらのことから、この研究に含まれた 85 歳以上の高齢者の栄養素の摂取状況は良好であることが示唆された。英国ではニューカッスル（Newcastle）大学が主導し、1）ニューカッスルもしくはノースタインサイド（North Tyneside）に在住である、2）一般診療（General practice）に登録済みであること、3）自宅もしくは施設に居住であること、4）2006 年に 85 歳以上（1921 年生まれまで）となることを研究の組み入れ条件とし、85 歳以上の高齢者を対象とした前向きコホート研究を 2006~2007 年頃から行っている⁽⁶⁵⁾。このベースライン調査データを使用して、食事データなどのデータに欠損がない対象者を解析対象者とし、クラスター分析を用いてこの年齢集団の特徴的な食事パターンの特定を行っている。その結果、赤身肉、じゃがいもなどが特徴的な食事パターン（High Red Meat）が最も多く人数を含む食事パターンであった^(65; 66; 67)。

身体活動に関して日本では「健康づくりのための身体活動基準 2013」をもって、65 歳以上の高齢者の基準が策定されているが、85 歳以上の高齢者の基準はない。そちらによれば、65 歳以上の高齢者は強度を問わず、身体活動を 10 Metabolic Equivalent (METs)*hour/week、行うことが推奨されている。具体的には横になったままや座ったままにならなければどんな動きでもよいので、身体

活動を毎日合計 40 分行うことが追記されている。METs とは、身体活動におけるエネルギー消費量を座位安静時代謝量（酸素摂取量で約 3.5ml/kg/分に相当）で除したものである⁽⁶⁸⁾。METs*hour とは、運動強度の指数である METs に運動時間を乗じたものである。METs*hour/week は METs*hour の概念をもって、週当たりの身体活動量を示す単位である⁽²⁹⁾。

85 歳以上の高齢者における身体機能はいわゆる高齢者と同様に健康関連アウトカム（ADL、QOL、認知機能の維持、疾患の発生及び死亡のリスク）と関連する^(69; 70; 71; 72; 73)。Takata らは福岡市に在住する 85 歳以上の高齢者を対象に、握力、歩行能力と認知機能とが関連することを報告している。オランダ、ライデン（Leiden）大学の Jacobijn らは、ライデン市に居住する 85 歳以上の高齢者全員を対象に前向きコホート研究を行っており、握力と認知機能及び機能的パフォーマンスとの関連を報告している^(70; 73)。また、握力はこの年代において全死因死亡率の予測因子となり得る可能性を示唆している⁽⁷¹⁾。これらのことから 85 歳以上の高齢者にとって身体機能の維持・増進は重要で、そのためには、比較的若い高齢者と同様に栄養・身体活動の改善が必要と予想される。しかし、研究報告は未だ少なく、今後の研究による蓄積が必要である。

第2節 研究概要

第1項 目的及び研究意義

本研究は世界を先駆けて85歳以上の高齢者が増加し続けている日本において、研究1でこの年齢集団の食事パターンを特定し、この年代の高齢者の食事摂取の状況を理解するための基礎的な資料、及び「日本人の食事摂取基準」を策定する際に参考に資する資料となる。そして、食事パターンと身体機能との関連を横断的に検討し、この年代における食行動と身体機能との関連を明らかにする。研究2では食事パターンと身体活動量との関連を検討し、食事パターンの意義の理解を深めるとともに、食行動のみならず、EBRBsやHBsなどの観点から、この年代の高齢者の生活習慣行動を理解する。これらのエビデンスはこれまでの研究のギャップ（例えば、一般的な高齢者と85歳以上の高齢者との違い）を埋めることができる。さらに、健康増進のための行動変容の設計者や実践者に洞察を与え、より効果的な介入研究や社会実装を可能にするものである。

第2項 仮説

研究1で85歳以上の高齢者において特定の食事パターンと身体機能とは正に関連することを仮説として立てた。研究2では、これまでの研究で称される健康的な食事パターンと類似する食事パターンを抽出できる場合、その食事パ

ターンへの傾向は身体活動と正の関連を示すこと（この年代でも HBs を観察できる）を仮説とした。

第3項 研究対象者

本研究は慶應義塾大学医学部百寿総合研究センターを中心とし、2008年から2009年にかけて行われた the Tokyo Oldest Old Survey on Total Health (TOOTH) study (TOOTH 研究) のベースライン調査データを用いて横断的に行った研究である⁽⁷⁴⁾。TOOTH 研究は 85 歳以上の超高齢者の心身の健康及び QOL に資する要因を学際的に検討する前向きコホート研究である。東京都新宿区、港区、渋谷区の一部（慶應義塾大学病院（新宿区、信濃町）から半径 6 キロ以内の地区）に居住する 85 歳以上の高齢者を対象とし、住民基本台帳より無作為に抽出した。具体的な対象の選定方法はまず調査対象地区の住民基本台帳から生年月日が大正 12 年 1 月より以前の者の 14000 名のうち、3320 名を無作為に抽出し、調査案内状を郵送した。そのうち、死亡、移住、入院、または宛名不明等の理由で 445 名を除外した 2875 名の自宅に調査員が直接訪問し、研究目的、調査内容等の説明を行い、調査への協力を依頼した。最終的に 1152 名から研究参加の同意を得られ、調査を行った。442 名は自宅訪問による対面質問票と留置き質問票による調査のみ行い、168 名は留置き質問票の調査のみに参加し、542 名は慶應義塾大学病院での医学及び歯学調査を加えて行った（図 4）。

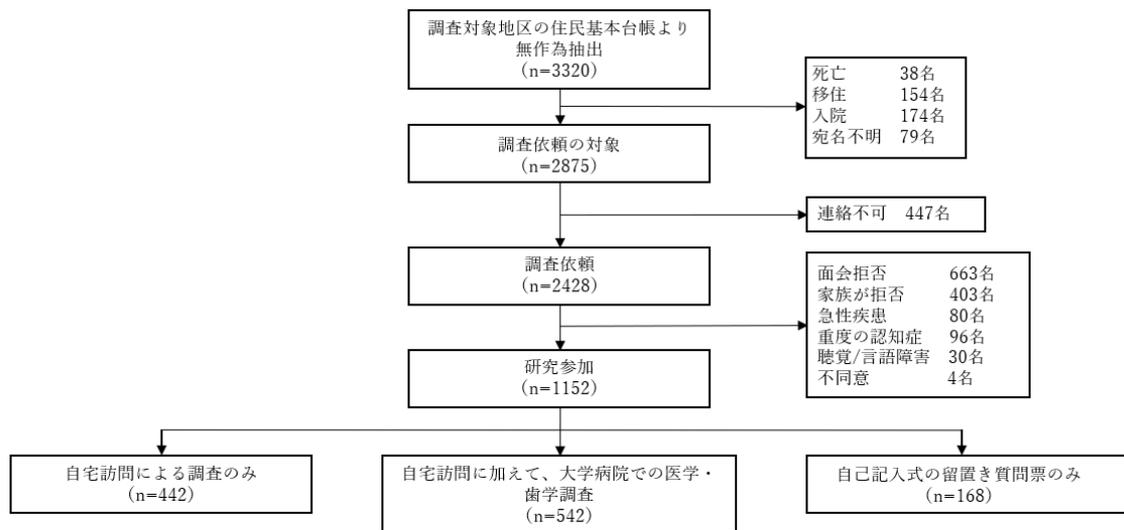


図4. 対象者リクルート

第4項 研究構成

本研究は2つの研究を含む。研究1は「85歳以上の高齢者における食事パターンの抽出と身体機能との関連 -The Tokyo Oldest Old survey on Total Health study による横断的検討-」で、研究2は「Relationship Between Dietary Patterns and Subjectively Measured Physical Activity in Japanese Individuals 85 Years and Older: A Cross-Sectional Study (85歳以上の日本人における食事パターンと主観的に測定された身体活動量の関係：横断的研究)」である。第1章で述べた先行研究を参考とし、TOOTH研究で取得可能なデータから考えうる研究概念図を以下に示す(図5)。

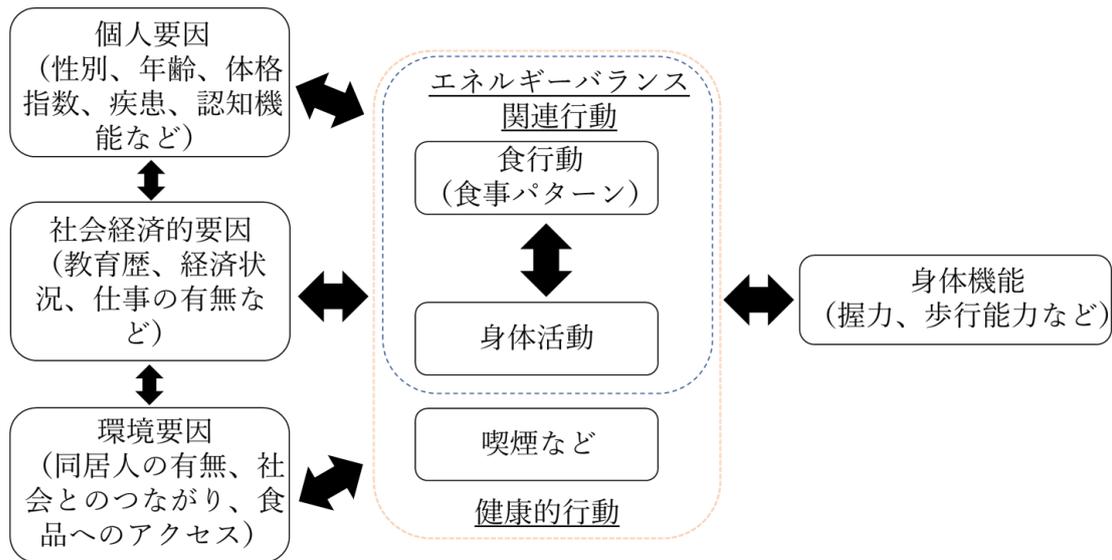


図5. 研究概念図

第5項 用語の定義

本研究における食事パターンは対象者の習慣的な食行動を意味する。具体的には簡易型自記式食事歴法調査票（brief-type self-administered diet history questionnaire, BDHQ）で調査された58種類の食品に対し、観測変数（食品）が主成分（食事パターン）を構成する考えに基づく主成分分析を用いて統計学的に決定された食事パターンを指す。詳細は第2章に記載する。

第6項 倫理的配慮

TOOTH研究は慶應義塾大学医学部倫理委員会の承認（ID：20070047）を受け、UMIN-Clinical Trial Registryに登録（ID：UMIN000001842）されている。TOOTH研究への参加及び調査はヘルシンキ宣言に則って行われ、調査に関心

のある参加者には十分な説明を行った後、書面と口頭によるインフォームド
コンセントを得た。同意を得られた参加者のみが調査に参加し、要請があればい
つでも同意を撤回することができた。

第2章 85歳以上の高齢者における食事パターンの抽出と身体機能との関連

第1節 背景

世界で高齢化が進む中、日本の将来推計人口において65歳以上の高齢者人口は2040年にピークを迎え、その後に減少する。前期高齢者に該当する65歳～74歳の人口は2020年を境に減少傾向を見せる中、75歳以上の人口（いわゆる後期高齢者）は2020年を境に2000万人台に達する。そのうち、85歳以上の高齢者は2035年まで一貫して増加していくことが見込まれ、先述の通り、これからの日本の人口は高齢者の中でも後期高齢者が占める割合が増加する⁽¹⁾。

超高齢社会において、自立や要介護状態への移行を防ぐ観点から身体機能の維持が重要視される。一定の身体機能の維持は制限のない日常生活を送る上、重要な要素であるが、一般的に成人期にピークを迎え、その後、特に高齢期に低下することが知られている⁽⁷⁵⁾。身体機能の低下は身体活動量の低下、認知機能や日常生活動作の低下など、健康に関わる生活の質(health-related quality of life)の低下につながり、特定の身体機能テストは85歳以上の高齢者の死亡の予測指標として有用である^(71; 72; 76)。

身体機能と栄養摂取との関連は特に高齢者においてたんぱく質やビタミンDをはじめ、これまでに多くの食品や栄養素に関する観察研究や介入研究がなされ、その関連が示されてきたが、一貫性を持った結果は得られていない^(77; 78)。

その一因として食品や栄養素の生体内での複合的な相乗効果が考えられる⁽⁷⁹⁾。

これに加えて、人々は普段の食事で単一の栄養素を摂取することはないため、近年、食品の組み合わせを総合的に評価する手法として食事パターンに関する研究が注目されている⁽⁸⁰⁾。食事パターンの判定方法は仮説に基づく事前決定型 (Priori dietary patterns) とデータに依存する事後決定型 (Posteriori dietary patterns) がある⁽¹⁸⁾。事前決定型は地中海食スコアが挙げられ、身体機能の関連がこれまで報告されてきたが、地中海食の特徴や地域性から日本の日常生活における食事内容を反映できるかは明確ではない⁽¹⁹⁾。ほかに食事バランスガイドへの遵守度を評価し、死亡率との関連を検討した研究もあるが、食事調査の精度に影響されやすい特性がある⁽²⁰⁾。事後決定型は因子分析や主成分分析などを用いて統計学的にパターンを決定する手法で、食事パターンの命名は各研究の研究者に委ねられる。Bloom らは 23 件の研究をシステマティックレビューし、各国で定義は異なるが「Healthier (健康的)」と名付けられた食事パターンが握力、膝伸展筋力、歩行能力などの身体機能テストとは正の関連が観察されている⁽²¹⁾。「Healthier」と名付けられる食事パターンの定義はないが、多くの研究から食品レベルで植物性食品が中心であること、栄養素レベルでビタミンやミネラル類が豊富であることなどが挙げられた。Murakami らは日本で行われた主成分分析 (もしくは因子分析) で判別した食事パターンの類似性を検討し

た。80 個の研究から特定された 285 個の異なる食事パターンから 6 つの主要な食事パターンに集約した⁽²³⁾。その中に「Healthy」と名付けた食事パターンは先述の Bloom らが名付けた「Healthier」食事パターンの栄養学的特徴と類似していた。

集団の習慣的な食事パターンを把握し、その集団で栄養素をどのような食事から摂取しているのかを検討することで、栄養素の摂取経路の示唆となり、栄養素と健康関連アウトカムとの関連をより明瞭にできる。85 歳以上の高齢者の増加が見込まれる中、この年代で食事パターンと身体機能との関連を検討した報告は希少で、日本での報告は見られない⁽⁶⁶⁾。民族性や地域性の食習慣への影響も考えられ、海外での結果は日本で一般化できない可能性があるため、日本でのエビデンスを蓄積する必要がある⁽⁸¹⁾。そこで本研究は東京都在住の 85 歳以上の高齢者の食事パターンを主成分分析で特定し、それらと身体機能との関連を明らかにすることを目的とした。

第 2 節 方法

第 1 項 対象者集団

TOOTH 研究において 2008-2009 年に行われたベースライン調査に同意し、かつ、来院して医学的及び歯学的調査に参加された 542 名のうち、23 名の食事調

査に欠損がある者を除外し、519名を解析対象者とした（図4を参照）。

第2項 食事調査及び食事パターンの特定

食事調査はBDHQを使用した。BDHQは日本人を対象に作成され、過去1か月間の通常の食事における摂取食品の種類、量及び頻度から、食品と栄養素の摂取量を推定する質問票である。簡便かつ対象者の負担が少ないため、大規模疫学調査に適し、日本での栄養疫学調査に広く使用されている⁽⁸²⁾。BDHQの開発者は、4000Kcal以上または600Kcal以下の推定エネルギー摂取量は過大評価または過小評価される可能性があるとして提案している。本研究の参加者の中にそのような数値を表示した者はいなかった。BDHQは80歳以上の高齢者において3日間の半秤量法による食事記録との妥当性を評価されている⁽⁸³⁾。エネルギー摂取量の推定において相関係数（Spearman's correlation coefficient）は0.58と示され、三大栄養素であるたんぱく質、脂質、炭水化物はそれぞれ0.32、0.37、0.48であった。微量栄養素は項目によってばらつきがあるが、概ね、0.30から0.50までの範囲内に収まっていた⁽⁸³⁾。BDHQはほかの紙媒体の調査票とともに対象者に配布し、原則、BDHQへの回答は対象者本人が行った。字が読めない、字が書けない、ペンを持たない、文章が理解できないなどの場合においては家族による支援、もしくは代筆を認めた。回答済みのBDHQを調査当日に持参してもらい、老年学、栄養学に精通した調査員が対面で確認し、必

要に応じて補足もしくは修正を行った。

食事パターンは主成分分析を採用して以下の手順で抽出した。最初に本研究はBDHQにおける申告誤差の影響を考慮して推定された58項目の食品を70～90歳の高齢者を対象とした先行研究を参考に推定された33項目の食品群に分類し、摂取エネルギー量による調整を行った⁽⁸⁴⁾。エネルギー調整には残渣法と密度法がある⁽⁸⁵⁾。残渣法は異なる集団の比較の場合、注目したい栄養素もしくは食品の摂取量と総エネルギー摂取量との間に一次回帰式を示し、個々の対象者が実際に摂取したと推定された値（この場合は実測値と呼ぶ）と、一次回帰式から示された値（この場合は期待値と呼ぶ）の差を求める（この場合は残渣と呼ぶ）。残渣はマイナス値もしくはプラス値の両方を示す可能性があるが、実測値に残渣を加えることで、個々の対象者の測定された摂取量に観測集団における平均的な摂取量を調整したこととみなされ、この集団の総エネルギー摂取量による影響を取り除けることになる。残渣法のデメリットとして観測集団の値に大きく影響されることが挙げられる。観測データに強く依存する手法であるため、残渣法を行っていない他集団と比較することや結果の一般化が難しい。

密度法は個々の対象者において、推定されたエネルギー摂取量に占める各栄養素もしくは食品の割合を求める方法で（計算式：栄養素もしくは食品の摂取

量/総エネルギー摂取量*1000Kcal)、各栄養素、もしくは食品の単位は「/day」から「/1000Kcal/day」に変換される。その目的はエネルギー摂取量に幅のある対象集団（例えば、男女）において、摂取する栄養素、食品の絶対量にも幅が生じる問題点に対し、エネルギー摂取量当たりの値を示すことで、各栄養素もしくは食品の摂取の比較を可能とすることである。密度法は完全にエネルギー摂取量による影響を取り除けないとされているが、観測集団に依存しないこと、他対象者、他集団との比較が可能であること、数値の解釈が容易であることなどのメリットが挙げられ、多くの研究で使用されている。

これらのことを踏まえ、本研究では密度法を採用してエネルギー調整を行った。エネルギー調整を行った食品群を主成分分析に投入し、各成分を解釈しやすくするためにバリマックス回転を行った結果を採用することにした。その結果、固有値が1以上の主成分が13個存在した。スクリープロットは第1から2、第2から第3成分にかけて大きく低下した（図6）。固有値及びスクリープロットの両方の結果を踏まえ、栄養学的な解釈可能性も含めて総合的に判断し、第3主成分まで検討することとし、各主成分を構成する食品群の負荷量、及び各対象者がそれぞれの主成分への傾向の指標として、主成分得点を算出した。

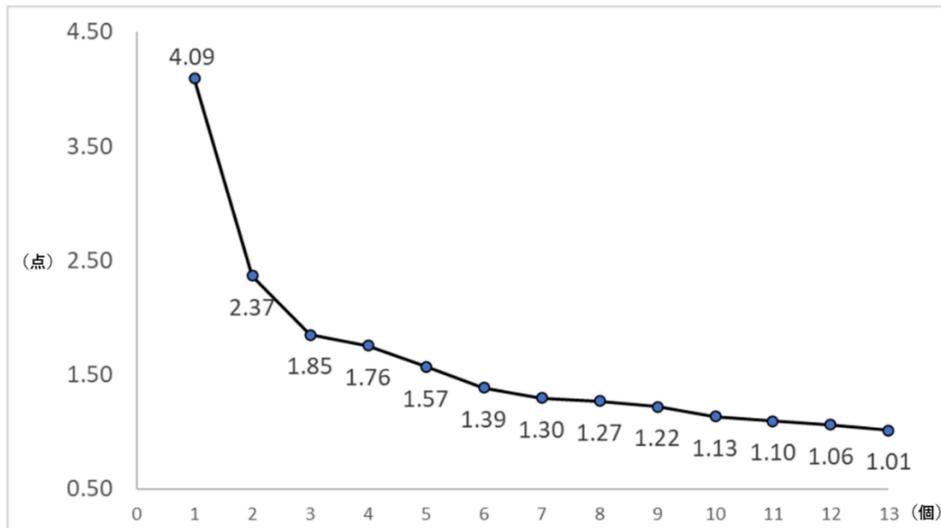


図 6. 主成分分析のスクリープロット

負荷量は主成分分析に投入した各食品群がそれぞれの主成分に対してどれくらい主要な構成因子であるかを示す指標である。-1~1 で構成された連続変数で、1 に近づくほど、その主成分の主要な構成因子であることを示し、-1 に近ければその主成分との関連が低いことを意味する。各食品の負荷量は各主成分の命名に応用することとした。主成分得点は各対象者がそれぞれの主成分に対し、どれくらい当てはまるかを示す指標である。-1~1 で構成された連続変数で、1 に近づくほどその食事パターンへの傾向が高いとされ、-1 に近ければその食事パターンへの傾向が低いことを意味する。各主成分の特徴を検討する際のみ、それぞれの主成分得点を中央値で2分し、低い値を示す群を低傾向群、高い値を示す群を高傾向群とした。身体機能テストの結果と検討する際には連続変数で投入した。

第3項 身体機能テスト

本研究で身体機能の指標として握力テスト、通常歩行速度で行った 3m Timed up and go test (TUG) 及び (Chair Standing 30 second, CS-30) を用いた。握力テストは全身筋肉量の指標と言われ、本研究は被験者の利き手で携帯型握力計 (タニタ 6103、タニタ社、東京) を用いて 2 回測定し、良い値を採用した。TUG テストは歩行速度、方向転換などの身体機能を評価するテストである^(86; 87)。本研究では対象者の年齢から安全性を考慮し、できるだけ速く歩くことを求めず、通常速度での歩行を依頼した。CS-30 は 30 秒間で、腕を組んだ状態かつ座位からスタートし、立ったり座ったりする回数を測定するテストで、下肢筋力、動作を評価する方法として使用される^(88; 89)。

第4項 その他の項目

質問票を用いて一般属性 (年齢、性別など)、ADL (バーゼルインデックスで評価)、教育歴 (就学年数)、居住状態 (独居か否か)、生活習慣 (喫煙習慣 (現在吸っている、以前は吸っていたが今は吸わない、以前から吸わない)、飲酒習慣 (現在飲んでいる、以前は飲んでいたが今は飲まない、以前から飲まない)、買い物能力 (すべての買い物は自分で行える、少額の買い物なら自分で行える、買い物に行くときはいつも付き添いが必要、まったく買い物できないもしくはしていない))、疾患歴 (心疾患 (狭心症、心筋梗塞、冠状動脈性心

疾患、心房細動、心不全)、慢性疾患(糖尿病、高血圧、脂質代謝異常)、腎臓病、がん)を把握した。身体活動量の評価は対象集団の一部で活動量計と比較し妥当性が確認されている modified Zutphen Physical Activity Questionnaire (PAQ)を用いた⁽⁹⁰⁾。PAQは歩行速度(速い、普通、遅い)、歩行時間、運動の時間と種目のそれぞれの活動強度(METs)と1日当たりの時間数及び1週間あたりの回数をかけて、身体活動量(METs*hour/week)を推定できる。認知機能は臨床心理士が個室でMini-Mental State Examination(以下、MMSE)を用いて評価した。また、身長、体重は現地で実測し、BMIを求めた(計算式:体重(kg)/身長(m)²)。

第5項 統計解析

量的変数(年齢やBMIなど)は中央値(4分位範囲)で記し、カテゴリー変数(性別や暮らし状況など)は各カテゴリーの人数と割合(%)で記載した。群間比較はMann-Whitney U検定及びカイ二乗検定(またはFisher's exact test)で行なった。各食事パターンへの傾向を示す主成分得点(連続変数)を曝露因子とし、各身体機能テストの結果を被説明変数として、両者の関連を線形回帰分析で検討した。モデル1はそれぞれの食事パターンの主成分得点に加え、個人要因である性別、年齢、MMSE得点、BMIを加えた。モデル2はモデル1で投入した変数に加えて、個人要因、社会経済的要因、環境要因、生活習慣にあ

たる教育歴、居住状態、飲酒習慣、喫煙習慣、買い物能力、身体活動レベル（身体活動量の中央値で二分したカテゴリー変数）、疾患歴（心疾患、高血圧、糖尿病、脂質代謝異常、腎臓病、がんの既往の合計数（1～6で構成される連続変数））を調整した。感度分析として対象者において認知機能の低下の可能性（MMSE \leq 21点）を認める者を除外し、食事パターンの再特定及びそれらと身体機能との関連を確認した。握力に性差が存在するため、アウトカムにおける異質性の影響を考慮し、体重あたりの握力（kg/体重(kg)）を計算し、食事パターンとの関連を確認した⁽⁹¹⁾。統計解析は SPSS version 26.0 (IBM Japan, 東京)を用いて行い、統計学的有意性は $p < 0.05$ と定義した。

第3節 結果

第1項 集団特性及び食事パターン

全体の対象者特性及び各食事パターンの低/高傾向群における基本属性等の違いを表6に示した。なお、食事パターンの詳細は次項で述べる。本研究の対象者は519名（男性42.2%）である。年齢（中央値（四分位範囲））が87.3（86.2-88.8）歳で、BMIは21.4（19.4-23.6）kg/m²、MMSEは27（25-29）点、ADLは100（95-100）点、独居の割合は33.9%であった。身体活動量は7.0（2.0-14.7）METs*hour/weekであった。疾患については、何か一つ以上の疾患歴を持つ割合

は 79.2%であった。

食事パターンの低/高傾向群での特徴の違いとして、まず、食事パターン「副菜型；植物性食品」で性差を確認し、女性の方がこの食事パターンへの傾向が高い結果であった。ほかにこの食事パターンの低/高傾向群では ADL、買い物能力、身体活動量は有意に異なった。続いて、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」においては、食事パターン「副菜型；植物性食品」と同様に性差を確認し、女性の方がこの食事パターンへの傾向が高かった。生活習慣において、喫煙や飲酒習慣はどちらも高傾向群で「現在飲んでいる」及び「現在、吸っている」で低い割合を観察した。また、MMSE においても、高傾向群で低い値を示した。最後に、身体活動量で有意差はなかった。最後に、食事パターン「主食型；めしとみそ汁」は教育歴が低/高傾向群で統計学的に有意な違いを観察したが、中央値として同値であった。そのほか、有意差を確認した項目はなかった。

第2項 食事パターンの栄養学的特徴

主成分分析より3つの主要食事パターンを特定した(表7)。第1食事パターンはその他野菜(淡色野菜)、緑黄色野菜、サラダ野菜(生で食べる野菜)の負荷量が高く、めし、みそ汁の負荷量が低い食事パターンであった。特徴となる食品の特性、及び一般的に考え得る食事スタイルを考慮し、食事パターン

「副菜型；植物性食品」と名付けた。第2食事パターンは魚、きのこ、海藻などの食品の負荷量が高く、パン、コーヒーなどの食品の負荷量が高い食事パターンで、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」と命名した。最後に、第3食事パターンはめし、みそ汁、大豆製品などの食品の負荷量が高く、お菓子、紅茶・ウーロン茶などの食品の負荷量が高い食事パターンだったので、食事パターン「主食型；めしとみそ汁」と名付けた。各食事パターンのそれぞれの寄与率は12.4、7.2、5.6%である。各食事パターンの栄養学的特徴を表8に示した。食事パターン「副菜型；植物性食品」はたんぱく質（全体、動物性、植物性）、脂質（全体、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸）は高傾向群で有意に高値を示した。対照的に炭水化物は高傾向群で低値を示した。また、すべての微量栄養素は高傾向群で高値を示した。食事パターン「主菜型；魚ときのこ」は高傾向群でたんぱく質（全体、動物性、植物性のいずれも）は高値を示した。脂質は総摂取量、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸で高値を示したが、飽和脂肪酸は低値を示した。また、炭水化物は高傾向群で低値を示し、すべての微量栄養素は高傾向群で高値を示した。食事パターン「主食型；めしとみそ汁」はたんぱく質の総摂取量と動物性たんぱく質は低/高傾向群で有意な差はなかったが、植物性たんぱく質は高傾向群で高値を示した。脂質は飽和脂肪酸及び一価不飽和脂肪酸が高傾向群で低値を示した。微量

栄養素はビタミン B6、葉酸、ナトリウム、鉄、銅が高傾向群で有意に高値を示し、ほかの微量栄養素は低/高傾向群で有意差はなかった。

第3項 食事パターンと身体機能テストとの関連

各食事パターンと身体機能との関連を表9に示した。握力、TUG、CS-30に対し、食事パターン「副菜型；植物性食品」及び食事パターン「主食型；めしとみそ汁」はいずれとも有意な関連を認めなかった。食事パターン「主菜型；魚ときのこ」への傾向は握力と有意な正の関連を示した(偏回帰係数(95%信頼区間)：0.48(0.13-0.83))。感度分析として、認知機能の低下の可能性のある対象者を除外した上で食事パターンの特定及び身体機能との関連を確認した。その結果、食事パターンで特徴的な食品に違いはなく、食事パターンと身体機能とは有意差のある項目に変化はなかった。握力に性差を認めたが、体重あたりの握力(kg/体重(kg))をアウトカムに据えた場合においても同一食事パターンと有意な関連を確認した。さらに食事データに加えて、握力測定を行っていない対象者を欠損データとして除外し、食事パターンの再特定及び身体機能との関連を確認した。その結果、食事パターンで特徴的な食品に違いはなく、食事パターンと身体機能とは有意差のある項目に変化はなかった。

表 6. 対象者特性

| 項目 (有効人数) | 全体 (n=519) | | | | 副菜型； 植物性食品 | | | | 主菜型； 魚とまのこ | | | | 主食型； めしとみそ汁 | | | |
|-------------------------------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|-------|
| | 低傾向群 (n=260) | | 高傾向群 (n=259) | | 低傾向群 (n=260) | | 高傾向群 (n=259) | | 低傾向群 (n=260) | | 高傾向群 (n=259) | | 低傾向群 (n=260) | | 高傾向群 (n=260) | |
| | | P | | P | | P | | P | | P | | P | | P | | P |
| 性別 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 男性 | 219 (42.2) | | 125 (48.1) | 94 (36.3) | 128 (49.2) | 91 (35.1) | 104 (40.2) | 115 (44.2) | | | | | | | | |
| 女性 | 300 (57.8) | 0.01 | 135 (51.9) | 165 (63.7) | 132 (50.8) | 168 (64.9) | 155 (59.9) | 145 (55.8) | | | | | | | | 0.37 |
| 年齢 | 87.3(86.2-88.8) | | 87.3(86.1-88.7) | 87.4(86.3-88.9) | 87.3(86.2-88.6) | 87.4(86.4-89.0) | 87.3(86.1-88.7) | 87.3(86.4-88.8) | | | | | | | | |
| Body mass index (517) | 21.4(19.4-23.6) | 0.73 | 21.3(19.4-23.5) | 21.4(19.3-23.7) | 21.5(19.4-23.7) | 21.2(19.2-23.3) | 21.6(19.4-23.7) | 21.1(19.3-23.3) | | | | | | | | 0.42 |
| Mini-Mental State Examination (510) | 27(25-29) | 0.97 | 27(24-29) | 27(25-29) | 28(25-29) | 27(24-29) | 27(25-29) | 27(24-29) | | | | | | | | 0.27 |
| 日常生活動作 (511) | 100(95-100) | 0.26 | 100(95-100) | 100(100-100) | 100(95-100) | 100(95-100) | 100(95-100) | 100(100-100) | | | | | | | | 0.62 |
| 教育年数 (497) | 11(9-13) | 0.02 | 11(8-13) | 11(9-13) | 11(10-14) | 11(8-13) | 11(10-14) | 11(8-13) | | | | | | | | 0.21 |
| 独居 (505) | 171(33.9) | 0.44 | 91(36.0) | 80(31.7) | 83(32.7) | 88(35.1) | 90(36.2) | 81(31.5) | | | | | | | | <0.01 |
| 飲酒 (506) | | 0.35 | | | | | | | | | | | | | | 0.26 |
| 現在、飲んでいる | 176(34.8) | | 86(34.1) | 90(35.4) | 102(40.0) | 74(29.5) | 94(37.3) | 82(32.3) | | | | | | | | |
| 以前は飲んでいたが、今は飲んでいない | 64(12.7) | 0.54 | 36(14.3) | 28(11.0) | 31(12.2) | 33(13.1) | 31(12.3) | 33(13.0) | | | | | | | | 0.49 |
| 以前から飲まない | 266(52.6) | | 130(51.6) | 136(53.5) | 122(47.8) | 144(57.4) | 127(50.4) | 139(54.7) | | | | | | | | |
| 喫煙 (502) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 現在吸っている | 35(7.0) | | 17(6.8) | 18(7.1) | 26(10.3) | 9(3.6) | 18(7.2) | 17(6.7) | | | | | | | | |
| 以前吸っていたが、今は吸っていない | 161(32.1) | 0.24 | 89(35.6) | 72(28.6) | 91(36.1) | 70(28.0) | 78(31.2) | 83(32.9) | | | | | | | | 0.91 |
| 以前から吸わない | 306(61.0) | | 144(57.6) | 162(64.3) | 135(53.6) | 171(68.4) | 154(61.6) | 152(60.3) | | | | | | | | |
| 買い物能力 (514) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| すべての買い物は自分で行える | 362(70.7) | | 174(68.2) | 188(73.2) | 193(75.1) | 169(66.3) | 181(70.7) | 181(70.7) | | | | | | | | |
| 少額の買い物なら自分で行える | 76(14.8) | 0.04 | 34(13.3) | 42(16.3) | 32(12.5) | 44(17.3) | 38(14.8) | 38(14.8) | | | | | | | | 0.78 |
| 買い物に行くときはいつも付き添いが必要 | 20(3.9) | | 15(5.9) | 5(1.9) | 5(1.9) | 15(5.9) | 12(4.7) | 8(3.1) | | | | | | | | |
| まったく買い物できない/していない | 54(10.6) | | 32(12.5) | 22(8.6) | 27(10.5) | 27(10.6) | 25(9.8) | 29(11.3) | | | | | | | | |
| 身体活動量 (519) | 7.0(2.0-14.7) | <0.001 | 6.3(1.5-12.0) | 8.8(3.3-17.0) | 7.0(1.7-14.5) | 7.1(2.7-14.7) | 7.0(1.9-14.0) | 7.0(2.3-15.1) | | | | | | | | 0.79 |
| 疾患歴 | 384(79.2) | 0.15 | 188(76.4) | 196(82.0) | 193(77.8) | 191(80.6) | 186(79.1) | 198(79.2) | | | | | | | | 1.00 |

欠損のある項目の横には有効人数を示し、値は中央値 (25-75パーセンタイル) もしくは人数 (割合) で表示した。

p値は低傾向群と高傾向群について検定を行ったものである。

Body mass indexは現地で実測した身長、体重から計算された。日常生活動作はパーセルインデックスで評価した。身体活動量の単位はMETs*hour/weekである。疾患歴は心疾患 (狭心症、心筋梗塞、冠状動脈性心疾患、心房細動、心不全)、慢性疾患 (糖尿病、高血圧、脂質代謝異常)、腎臓病、がんのうち、1つ以上を罹患している人数及び割合を示した。

表7. 食事パターンの特定

| | 副菜型； 植物性食品 | 主菜型； 魚ときのこ | 主食型； めしとみそ汁 |
|------------|---------------|---------------|----------------|
| めし | -0.43 | | 0.68 |
| めん | | | |
| パン | | -0.54 | |
| みそ汁 | -0.24 | | 0.58 |
| 低脂肪乳 | | | |
| 普通乳 | | | |
| 赤身肉 | | | |
| 鶏肉 | | 0.25 | |
| 肉加工品 | | | -0.23 |
| 魚 | | 0.57 | |
| いか・たこ・えび・貝 | | 0.32 | |
| 海鮮加工品 | | 0.27 | |
| 卵 | | | |
| いも | 0.23 | 0.35 | |
| 大豆製品 | 0.25 | 0.29 | 0.35 |
| 緑黄色野菜 | 0.70 | 0.24 | |
| その他野菜 | 0.80 | | |
| 漬物 | 0.44 | | 0.29 |
| サラダ野菜 | 0.67 | | |
| きのこ | 0.46 | 0.48 | |
| 海藻 | 0.31 | 0.38 | |
| 果物 | 0.21 | | |
| お菓子 | -0.28 | | -0.52 |
| アイスクリーム | | | -0.24 |
| 砂糖 | 0.31 | -0.57 | |
| 油 | 0.75 | | 0.03 |
| アルコール類 | | | |
| 緑茶 | | | 0.41 |
| 紅茶・ウーロン茶 | | | -0.35 |
| コーヒー | 0.21 | -0.59 | |
| ソフトドリンク | | | -0.30 |
| 野菜果物ジュース | | | -0.32 |
| 塩味調味料 | 0.56 | | 0.41 |
| 固有値 | 4.1 | 2.4 | 1.8 |
| 寄与率 | 12.4 | 7.2 | 5.6 |
| 累積寄与率 | 12.4 | 19.6 | 25.2 |

数字は各食品群もしくは食品が占める負荷量を示し、絶対値が<0.20の項目は空欄で示した。

表8. 各食事パターンの栄養学的特徴

| | 副菜型； | | | | 主菜型； | | | | |
|----------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|--------|
| | 植物性食品 | | | | 魚ときのこ | | | | |
| | 低傾向群 (n=260) | 高傾向群 (n=259) | P | 高傾向群 (n=260) | 低傾向群 (n=259) | P | 低傾向群 (n=259) | 高傾向群 (n=260) | P |
| たんぱく質 | 14.9(13.4-17.1) | 16.1(14.4-18.2) | <0.001 | 14.3(12.6-16.0) | 17.1(15.1-19.0) | <0.001 | 15.5(13.5-17.4) | 15.6(14.1-17.7) | 0.22 |
| 動物性たんぱく質 | 8.4(6.8-10.9) | 9.5(7.5-11.5) | <0.01 | 7.7(6.1-9.3) | 10.6(8.4-12.9) | <0.001 | 8.9(7.1-11.3) | 8.7(7.2-11.2) | 0.88 |
| 植物性たんぱく質 | 6.3(5.8-6.9) | 6.7(6.0-7.3) | <0.001 | 6.6(6.0-7.2) | 6.3(5.7-7.0) | <0.01 | 6.3(5.7-6.9) | 6.6(6.1-7.2) | <0.001 |
| 脂質 | 27.6(23.6-30.3) | 31.6(28.2-34.8) | <0.001 | 28.5(25.4-31.8) | 30.5(27.2-33.7) | <0.001 | 30.1(27.4-33.5) | 28.6(25.1-31.8) | <0.001 |
| 飽和脂肪酸 | 7.3(6.1-8.4) | 7.5(6.5-8.7) | 0.02 | 7.4(6.2-8.4) | 7.5(6.5-8.5) | 0.27 | 8.0(7.1-9.0) | 6.8(5.9-7.8) | <0.001 |
| 一価不飽和脂肪酸 | 9.6(8.3-10.8) | 11.4(10.2-12.5) | <0.001 | 10.2(9.0-11.5) | 10.8(9.5-12.1) | <0.01 | 10.9(9.6-12.2) | 10.1(8.8-11.5) | <0.001 |
| 多価不飽和脂肪酸 | 6.4(5.6-7.4) | 8.3(7.4-9.2) | <0.001 | 7.0(5.9-7.9) | 7.8(6.9-8.7) | <0.001 | 7.2(6.3-8.3) | 7.6(6.3-8.7) | 0.05 |
| 炭水化物 | 54.5(49.9-59.1) | 50.7(46.2-54.4) | <0.001 | 54.2(49.7-59.2) | 51.0(46.2-54.7) | <0.001 | 52.3(47.4-56.6) | 52.9(48.2-58.4) | 0.10 |
| 食物繊維 | 6.6(5.7-7.4) | 8.7(7.7-9.9) | <0.001 | 7.1(6.0-8.4) | 8.0(6.8-9.2) | <0.001 | 7.4(6.2-8.5) | 7.6(6.4-9.2) | 0.09 |
| ビタミンA | 345(273-476) | 475(387-631) | <0.001 | 388(289-513) | 451(350-627) | <0.001 | 412(323-558) | 422(309-582) | 0.90 |
| ビタミンD | 7.8(4.7-12.4) | 9.4(5.9-13.4) | <0.001 | 6.1(4.0-9.3) | 11.6(8.1-15.7) | <0.001 | 8.4(5.0-13.5) | 8.8(5.9-12.4) | 0.58 |
| ビタミンE | 4.2(3.7-4.8) | 5.6(5.0-6.2) | <0.001 | 4.5(3.9-5.3) | 5.2(4.6-6.0) | <0.001 | 5.0(4.2-5.7) | 4.8(4.0-5.6) | 0.04 |
| ナイアシン | 8.1(6.7-9.7) | 9.6(8.4-11.0) | <0.001 | 8.0(6.7-9.4) | 9.9(8.6-11.8) | <0.001 | 8.9(7.3-10.5) | 9.0(7.5-10.5) | 0.54 |
| ビタミンB6 | 0.7(0.6-0.8) | 0.8(0.7-0.9) | <0.001 | 0.7(0.6-0.8) | 0.8(0.7-0.9) | <0.001 | 0.7(0.6-0.8) | 0.8(0.6-0.9) | 0.04 |
| ビタミンB12 | 5.4(3.7-7.3) | 5.7(4.2-8.0) | 0.04 | 4.4(3.1-5.7) | 7.1(5.4-9.4) | <0.001 | 5.5(3.7-7.9) | 5.7(4.2-7.5) | 0.42 |
| 葉酸 | 188(154-222) | 262(226-294) | <0.001 | 210(168-249) | 235(203-273) | <0.001 | 212(180-256) | 238(194-272) | <0.001 |
| パントテン酸 | 3.4(3.1-3.9) | 3.9(3.5-4.3) | <0.001 | 3.4(3.1-3.8) | 4.0(3.6-4.4) | <0.001 | 3.6(3.2-4.0) | 3.7(3.3-4.2) | 0.08 |
| ビタミンC | 69(56-88) | 106(84-123) | <0.001 | 80(60-101) | 95(73-116) | <0.001 | 86(67-111) | 86(66-110) | 0.93 |
| ナトリウム | 2339(2035-2580) | 2637(2403-2962) | <0.001 | 2412(2121-2694) | 2569(2294-2876) | <0.001 | 2425(2132-2711) | 2538(2301-2900) | <0.001 |
| カリウム | 1376(1173-1556) | 1756(1571-1935) | <0.001 | 1444(1214-1657) | 1680(1484-1901) | <0.001 | 1566(1330-1765) | 1573(1333-1833) | 0.45 |
| カルシウム | 310(261-376) | 378(313-453) | <0.001 | 310(257-379) | 373(314-454) | <0.001 | 346(288-414) | 339(286-408) | 0.88 |
| 鉄 | 4.4(3.7-5.0) | 5.2(4.7-5.7) | <0.001 | 4.4(3.8-5.1) | 5.1(4.6-5.6) | <0.001 | 4.7(4.0-5.2) | 5.0(4.3-5.5) | <0.001 |
| 銅 | 0.6(0.6-0.7) | 0.7(0.6-0.7) | <0.001 | 0.6(0.6-0.7) | 0.7(0.6-0.7) | <0.001 | 0.6(0.6-0.7) | 0.7(0.6-0.7) | <0.001 |

p値は各食事パターンで、低傾向群と高傾向群について検定を行ったものである。

表9. 各食事パターンと身体機能との関連

| 副菜型； 植物性食品 | Model 1 | | | Model 2 | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|
| | 偏回帰係数 (B) | 95%信頼区間 | p | 偏回帰係数 (B) | 95%信頼区間 | p |
| 握力 (kg) (n=439) | 0.34 | -0.03 - 0.70 | 0.07 | 0.23 | -0.12 - 0.59 | 0.20 |
| TUGテスト (秒) (n=383) | -0.06 | -0.88 - 0.76 | 0.88 | -0.04 | -0.75 - 0.66 | 0.91 |
| 椅子立ち上がりテスト (回/30秒) (n=391) | 0.21 | -0.21 - 0.63 | 0.33 | 0.09 | -0.30 - 0.48 | 0.64 |
| 主菜型； 魚ときのこ | Model 1 | | | Model 2 | | |
| | 偏回帰係数 (B) | 95%信頼区間 | p | 偏回帰係数 (B) | 95%信頼区間 | p |
| 握力 (kg) (n=439) | 0.45 | 0.09 - 0.80 | <0.01 | 0.48 | 0.13 - 0.83 | <0.01 |
| TUGテスト (秒) (n=383) | 0.36 | -0.46 - 1.19 | 0.39 | -0.01 | -0.73 - 0.71 | 0.98 |
| 椅子立ち上がりテスト (回/30秒) (n=391) | 0.26 | -0.15 - 0.68 | 0.21 | 0.32 | -0.07 - 0.71 | 0.11 |
| 主食型； めしとみそ汁 | Model 1 | | | Model 2 | | |
| | 偏回帰係数 (B) | 95%信頼区間 | p | 偏回帰係数 (B) | 95%信頼区間 | p |
| 握力 (kg) (n=439) | -0.12 | -0.48 - 0.25 | 0.53 | -0.11 | -0.46 - 0.25 | 0.55 |
| TUGテスト (秒) (n=383) | 0.26 | -0.55 - 1.07 | 0.53 | 0.21 | -0.50 - 0.92 | 0.56 |
| 椅子立ち上がりテスト (回/30秒) (n=391) | 0.01 | -0.42 - 0.45 | 0.95 | 0.07 | -0.34 - 0.48 | 0.75 |

有効人数を項目の下に示した。

モデル1：性別、年齢、MMSE得点、BMIで調整した。

モデル2：性別、年齢、MMSE得点、BMI、教育歴、居住状態、飲酒習慣、喫煙習慣、買い物能力、身体活動レベル、疾患歴で調整した。

第4節 考察

本研究では東京都都心部在住の85歳以上の高齢者を対象に食事パターンを明らかにした上で、それらと身体機能との関連を検討した。食事パターンは「副菜型；植物性食品」、「主菜型；魚ときのこ」、「主食型；めしとみそ汁」を特定

し、3つの食事パターンの合計寄与率は25.2%であった。食事パターンと身体機能との関連は他の変数を調整した重回帰分析の結果から、「主菜型；魚ときこのこ」の傾向の強さがほかの変数と独立して握力と関連した。

食事パターン「副菜型；植物性食品」は日本で行われた研究で報告された「健康的 (Healthy)」食事パターンと類似し、大豆製品、きのこ、海藻、野菜類の負荷量が高い食事パターンであった。食事パターン「主菜型；魚ときこのこ」は「日本型 (Japanese)」食事パターンと類似し、植物性食品のほか、魚や海鮮食品の摂取が特徴的である。食事パターン「主食型；めしとみそ汁」は「伝統的 (Traditional)」食事や「伝統的日本型 (Traditional Japanese)」食事パターンと類似し、めし、大豆製品、漬物などの摂取が特徴的であった⁽²³⁾。英国で85歳以上の高齢者を対象とした研究で、クラスター分析による分類の結果、赤身肉、じゃがいもなどの摂取が特徴的な食事様式は人数が最も多かったクラスターであった⁽⁶⁶⁾。また、そのクラスターはほかのクラスターと比較して、いくつかの身体機能テストの結果とより負の関連が報告されている⁽⁶⁶⁾。本研究で最も寄与率が高かった食事パターン「副菜型；植物性食品」は各種植物性食品の負荷量が高いことを特徴としている。食事の地域性という観点から東京都心部在住の85歳以上の高齢者の食事パターンは海外の同年代高齢者のものとは一致せず、同国の比較的若い高齢者の食事パターンと類似した。海

外の同年代の高齢者との食事パターンの不一致、及び同国の高齢者の食事パターンとの類似は統合的行動モデル (Integrated Behavioral Model) で説明できるかもしれない⁽⁹²⁾。統合的行動モデルでは行動を行う「行動意図」のほか、個人レベルで「知識とスキル」、「行動の重要性への認識」、及びマクロレベルで「環境的制約」、「習慣」という4つの重要な因子が存在する。食事を摂るといふ行動に対するミクロレベルの要因が同様と仮定しても、マクロレベルで「環境的制約」や「習慣」といった要因が行動を大きく左右し、地理的要因が各国の主要な食事パターンを決定しているかもしれない^(12; 93)。

日本の柏市（千葉県）で1200名以上の介護サービスを受けていない65歳以上の地域在住高齢者を対象に、魚、大豆製品、野菜、果物の摂取を特徴とする食事パターンを特定した。その食事パターンへの傾向の高さが性別に関係なくサルコペニアの有病率の低さと関連している⁽⁹⁴⁾。この食事パターンは本研究における食事パターン「主菜型：魚ときのこ」の栄養学的特徴と類似し、筋肉関連アウトカムとの関連性も本研究とは類似した。比較的に食文化が近い中国からは556名の60歳以上の地域在住者を対象とした研究で、男性において、雑穀、野菜、大豆及び大豆製品の摂取が特徴的な食事パターンがアームカーテストの良好な結果と関連したことが報告されている⁽⁹⁵⁾。同じく中国の35175名の地域在住者（年齢中央値40.1歳、男女割合：54：46）を対象とした研究で

は、各種野菜を中心とした食事パターンと体重あたりの握力との間に正の関連が見られた一方で、動物性食品の負荷量が高い食事パターンでは負の関連が示された⁽⁹¹⁾。

食事パターン「主菜型；魚ときのこ」の傾向と握力との正の関連については多岐にわたる要因が存在すると考えられる、生理学的メカニズムとして、まず、たんぱく質の摂取があげられる。たんぱく質は筋たんぱく質を構成する重要な栄養素である^(96; 97)。成人に比較し、高齢者では筋たんぱく質合成に必要なたんぱく質量が多く、適正量のたんぱく質の摂取は身体機能に好影響をもたらす可能性がある^(96; 98)。食事パターン「主菜型；魚ときのこ」の高傾向群でたんぱく質（総摂取量及び種類別で動物性と植物性たんぱく質のいずれも）の摂取割合が高く、筋力高値につながった可能性が考えられる。続いて、炎症と酸化による骨格筋への影響が考えられる。慢性炎症や酸化ストレスは骨格筋の異化を促進し、筋たんぱく質の分解を増加させ、結果として筋力が低下することが知られている⁽⁹⁹⁾。筋力と食事との関連で抗炎症物質（例えば、フラボノイドなど）、抗酸化作用を有する微量栄養素もしくは不飽和脂肪酸がC反応性たんぱくやインタロイキン-6などの炎症マーカーの血中濃度との関連が言及され、筋肉を保護する可能性がある^(100; 101)。食事パターン「主菜型；魚ときのこ」の高傾向群でビタミンAやビタミンCなどの抗酸化作用を有する微量栄養素の摂取

が有意に多く、炎症や酸化から筋肉を保護する可能性がある。

食事パターン「副菜型；植物性食品」と食事パターン「主菜型；魚ときのこ」は食品レベルで異なる特徴を示すが、栄養素レベルにおいて類似点は多い。しかし、その相違点として、食事パターン「副菜型；植物性食品」は高傾向群で飽和脂肪酸の摂取量が有意に高値を示したのに対し、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」は低/高傾向群で有意な違いを認めなかったことが挙げられる。飽和脂肪酸は身体内の炎症を引き起こす栄養素として知られている。食事から摂取する栄養素の炎症反応を判断する指標として食事性炎症指数（Dietary Inflammatory Index）がある⁽¹⁰²⁾。食事性炎症指数は食事から食品、もしくは栄養素を摂取した際に、炎症性サイトカインの血中濃度の変化を示す指標である。欧米に限らず、日本でも筋力関連アウトカムとの関連が確認されている^(103; 104; 105; 106)。食事性炎症指数の観点において、飽和脂肪酸は身体内の炎症を引き起こす栄養素として知られ、食事性炎症作用を最も大きく有する栄養素である⁽¹⁰²⁾。この年代の高齢者で握力という観点から筋肉を構成するたんぱく質をはじめ、抗酸化作用を有する栄養素の摂取が重要である一方で、炎症反応を誘導する「飽和脂肪酸」の摂取もほかの栄養素と合わせて考慮する必要性を示唆した。日本人を対象とした研究では食事性炎症指数とサルコペニアとの関連において、炎症反応を誘導する栄養素（例えば、飽和脂肪酸など）の過摂取ではな

く、炎症から保護する栄養素（例えば、ビタミンCなど）の低摂取と有意に関連したと報告されている⁽¹⁰⁶⁾。それに対し、本研究は炎症から保護する栄養素の摂取ではなく、2つの食事パターンで飽和脂肪酸の摂取に違いが見られ、炎症反応を誘導する栄養素の過摂取との関連の可能性を示唆した。85歳以上の高齢者の特徴の可能性があるため、今後、骨格筋における炎症反応の機序の更なる解明、そしてこの年代での食事性炎症と骨格筋等との関連の検討が求められる。TUG及びCS-30は男女でいずれの食事パターンとも有意な関連を認めなかった。この年代において食事パターンとTUGもしくはCS-30との関連を議論した先行研究も掌握できなかった。関連しない理由としてはTUGやCS-30は握力と異なって俊敏性や平衡性といった運動学的要因に加え、知能や感覚などの神経感覚機能が影響しうるため、栄養以外の要因が複合的に存在する可能性が考えられる。

本研究は日本で初めて85歳以上の高齢者を対象に食事パターンと身体機能との関連を検討し、魚ときのこなどの食品を特徴とする食事パターンと握力との正の関連を示した。本研究においていくつかの強みがある。第一に本研究は従来の単一の栄養素ではなく、普段摂取している食品から構成された食事パターンに焦点を当てている点である。より現実の食生活に応用しやすい可能性がある。第二に本研究は線形回帰分析を用いて人口統計学的変数、社会経済学的

変数、生活習慣、医療情報などの多くの重要な交絡因子を検討している点である。なお、今回の主解析において主観的経済状況を調整変数として投入していない。その理由は今回の対象集団は都心部に在住であること、全体として7割以上の対象者が良好であったことに加えて、各食事パターンの低/高傾向群で主観的経済状況に有意な違いがなかったことが挙げられる。線形回帰モデルに主観的経済状況の変数の有無で食事パターンと身体機能との関連を検討した結果でも有意差のある項目に変化はなかった。第三に500名以上の85歳以上の高齢者を対象としている点である。世界的にも稀な報告であり新規性がある。一方、本研究にはいくつかの限界点がある。まず、本研究は横断研究であり、因果関係には言及できない。したがって、握力が低い集団において、食事パターンの傾向の違いがみられたのは、例えば、逆因果として、身体機能の制限により食事選択が制限された可能性がある。次に、研究対象者は都心部在住かつ新宿区に立地する病院での検査を受けた者に限定され、結果の一般化可能性は更なる検討が必要である。最後に、80歳以上の高齢者でBDHQはある程度の妥当性が確認されているが、この年代の高齢者が摂取しうる特徴的な食品を、一般的な食品の摂取頻度を調査するBDHQでは完全に再現できないかもしれない。最適な食事調査方法を模索し、今後は地域性、食事調査方法を考慮した上、縦断研究を含めた研究の蓄積が必要である。また、食事パターンと身体機

能との関連を裏付ける基礎的な栄養学的、生理学的メカニズムを解明するのにさらなる研究が必要である。

第5節 結論

東京都都心部の85歳以上の高齢者集団で、魚やきのこの摂取を特徴とした食事パターンの傾向と握力と正の関連を認めた。

第3章 85歳以上の高齢者における食事パターンと身体活動量との関連

第1節 背景

食事と身体活動はエネルギー摂取・消費行動として密接に関連しており、EBRBsとしてまとめられている⁽³⁸⁾。質の高い食事を摂取し、日常的に身体活動を行うことはHBsの重要な構成因子と考えられ、様々な集団において健康関連アウトカム（QOL、認知機能、疾患の発症、機能障害など）と関連していることが報告されている^(39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 107)。先述の通り、食事の観点において単一もしくは特定の栄養素では食事に含まれる複数の栄養素の体内での相互作用は考慮できないことが挙げられ、日常的な食事パターンに焦点を当てることが重要である⁽¹⁸⁾。日本ではこれまでに285種類以上の食事パターンが報告され、その類似性から「健康的」食事パターンや「欧米」食事パターンなどの6つの主要な食事パターンに集約できる⁽²³⁾。「健康的」食事パターンの一貫した定義はないが、各国における健康的と考えられる食事パターンへの傾向は、身体機能と正の関連を示す⁽²¹⁾。

身体活動は身体的・精神的健康の維持に不可欠で、早期死亡をはじめ、様々な疾患に対する予防因子としても認識されている^(28; 108; 109; 110; 111)。世界保健機関から発行された「WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour（身体活動・座位行動ガイドライン）」では、世界的な身体不活動を懸念し、

世界人口がもっと活動的になることで年間 400～500 万人の死亡が避けられると示唆されている^(28; 112)。いくつかの身体的または社会経済的な要因（BMI、所得、配偶者の有無、居住形態など）が EBRBs もしくは HBs を決定する可能性が高い。高齢者では食事パターンの決定要因として性別、BMI、疾病歴、認知機能、配偶者の有無など多くの要因が存在し、その中、教育歴が最も重要な役割を担うことが報告されている^(67; 113)。また、対象者の居住地の地理的要因、食品を購入するためのスーパーマーケット、身体活動を行うための場所へのアクセス、民族特有の文化的価値観や食習慣、商業的影響なども影響する^(7; 8; 12; 50; 52; 114; 115)。

世界人口の長寿化に伴い、85 歳以上の高齢者が増加することが予想される中、重要な課題は高齢者の平均寿命を単に伸ばすことではなく、自立した生活ができる期間、すなわち健康寿命を延ばすことであり、HBs の実施は極めて重要であると考えられている。HBs には社会経済的要因が関連し、HBs を促すことだけで健康格差をなくすことは難しいが、食行動と身体活動を対象とした公衆衛生学的介入は費用対効果に優れている^(113; 116)。健康関連アウトカムに対し、これまでは食行動か身体活動のどちらかの観点で検討されてきており、食行動と身体活動との関連に言及した研究は多くない。さらにこれまでの研究は青年期、成人期、もしくは 65 歳前後の若い高齢者を中心とした集団に焦点が

当てられ、85歳以上の高齢者を対象とした研究は極めて少ない^(117; 118; 119; 120; 121)。食行動と身体活動は高齢者の健康に影響を与える上で本質的な役割を果たすため、その関係性を理解することは高齢者の健康増進のための介入研究の設計時に参考となり、健康増進のために必要な要素である^(120; 121; 122)。したがって、本研究は85歳以上の集団における食事パターンと身体活動との関連を明らかにすることを目的とした。

第2節 方法

第1項 対象者集団

この研究は研究1と同様に2008年から2009年に実施されたTOOTH研究のベースライン時調査データを使用した。詳細は研究1に記述されている。この研究で食事調査と身体活動のデータに欠損がある対象者を除いて、解析対象者を519人とした（図4参照）。

第2項 食事調査及び食事パターンの特定

この研究での食事調査及び食事パターンの特定方法は研究1と同様で詳細は研究1に記述している。

第3項 身体活動量の評価

身体活動量の評価はこの年齢集団で妥当性が確認された modified Zutphen PAQ を使用した⁽⁹⁰⁾。この研究で歩行による身体活動量 (METs*hour/week)、運動 (ダンス、柔軟体操や筋力トレーニングなど、歩行以外の運動を指す) による身体活動量 (METs*hour/week)、及びこれらの活動の合計である身体活動インデックス (Physical Activity Index, PAI, METs*hour/week) の3つの指標を使用した。

第4項 その他項目

参加者には年齢、性別などの基本属性のほか、質問紙等を用いて ADL、教育年数、経済状況、就労状況、生活状況、及び喫煙習慣などについて把握した。また、疾患歴 (心疾患 (狭心症、心筋梗塞、冠状動脈性心疾患、心房細動、心不全)、慢性疾患 (糖尿病、高血圧、脂質異常症)、腎疾患、がん) を確認した。認知機能は臨床心理士が個室で MMSE を使用して評価し、体重と身長は現地で測定し、BMI を算出した。

第5項 統計解析

量的変数 (年齢や BMI など) は中央値 (4分位範囲) を記し、カテゴリ変数 (性別や暮らし状況など) は各カテゴリの人数と割合 (%) を記載した。

群間比較は Mann-Whitney U 検定及びカイ二乗検定（または Fisher's exact test）を行なった。線形回帰モデルでは独立変数は各食事パターンの主成分得点（連続変数）とし、目的変数は身体活動関連変数（歩行による身体活動量、運動による身体活動量及び PAI）として両者の関連を検討した。モデル 1 には、性別、年齢、BMI、ADL、MMSE を加え、モデル 2 ではモデル 1 の変数に教育年数、居住状況、経済状況、喫煙習慣、病歴を追加した。統計解析は SPSS version 26.0 (IBM Japan, 東京)を用いて行い、統計学的有意性は $p < 0.05$ と定義した。

第 3 節 結果

本研究に男性が 219 名 (42.2%)、女性 300 名 (57.8%)、合計 519 名の参加者が解析に含まれた (表 9)。年齢、BMI、MMSE、ADL の中央値はそれぞれ 87.3 歳、 21.4kg/m^2 、27 点、100 点であった。この集団の歩行による身体活動量、運動による身体活動量、及び PAI の中央値は 4.2、0.0、7.0 (METs*hour/week) であった。

食事パターンは研究 1 と同様である (食事パターン「副菜型；植物性食品」、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」、食事パターン「主食型；めしとみそ汁」)。各食事パターンと身体活動との関係を表 11 に示した。様々な共変量

を加えたモデルにおいて、食事パターン「副菜型；植物性食品」への傾向は運動による身体活動量及び PAI と正の関連を観察した (B, 95%CI : 0.64, 0.02-1.25 及び 1.41, 0.33-2.48)。食事パターン「主菜型；魚ときのこ」は統計学的に有意ではないものの、歩行、運動による身体活動量、及び PAI のいずれとも正の関連を示した。食事パターン「主食型；めしとみそ汁」も身体活動量とは有意な関連を確認できないが、歩行による身体活動量とは正の関連を示した一方、運動による身体活動量及び PAI とは負の関連を示した。感度分析として認知機能低下の可能性のある参加者 (MMSE \leq 21、n=50 (9.8%)) を除外し、食事パターンを再特定し、食事パターンと身体活動との関連を確認したが、結果は変わらなかった。

第4節 考察

本研究は 85 歳以上の高齢者の主要な食事パターンを特定し、この年代で妥当性が確認されている質問紙で調査された身体活動量との関連を検討した。食事パターンは「副菜型；植物性食品」、「主菜型；魚ときのこ」、「主食型；めしとみそ汁」の 3 つで、そのうち、食事パターン「副菜型；植物性食品」は運動による身体活動量、及び PAI と正の関連が観察された。

表10. 対象者特性

| | DPI | | | DP2 | | | DP3 | | | |
|--|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------|
| | Various plant foods | | | Fish and mushrooms | | | Cooked rice and miso soup | | | |
| | All participants (n = 519) | Low trend group (n = 260) | High trend group (n = 259) | p-value | Low trend group (n = 260) | High trend group (n = 259) | p-value | Low trend group (n = 259) | High trend group (n = 260) | p-value |
| Sex | | | | | | | | | | |
| Men | 219 (42.2) | 125 (48.1) | 94 (36.3) | 0.01 | 128 (49.2) | 91 (35.1) | < 0.001 | 104 (40.2) | 115 (44.2) | 0.37 |
| Women | 300 (57.8) | 135 (51.9) | 165(63.7) | | 132 (50.8) | 168 (64.9) | | 155 (59.9) | 145 (55.8) | |
| Age | 87.3 (86.2 – 88.8) | 87.3 (86.1 – 88.7) | 87.4 (86.3 – 88.9) | 0.73 | 87.3 (86.2 – 88.6) | 87.4 (86.4 – 89.0) | 0.23 | 87.3 (86.1 – 88.7) | 87.3 (86.4 – 88.8) | 0.42 |
| Body Mass Index ⁽ⁿ⁼⁵¹⁷⁾ | 21.4 (19.4 – 23.6) | 21.3 (19.4 – 23.5) | 21.4 (19.3 – 23.7) | 0.97 | 21.5 (19.4 – 23.7) | 21.2 (19.2 – 23.3) | 0.44 | 21.6 (19.4 – 23.7) | 21.1 (19.3 – 23.3) | 0.27 |
| Mini-Mental State Examination ⁽ⁿ⁼⁵¹⁰⁾ | 27 (25 – 29) | 27 (24 – 29) | 27 (25 – 29) | 0.26 | 28 (25 – 29) | 27 (24 – 29) | 0.03 | 27 (25 – 29) | 27 (24 – 29) | 0.62 |
| Activities of daily living ⁽ⁿ⁼⁵¹¹⁾ | 100 (95 – 100) | 100 (95 – 100) | 100 (100 – 100) | 0.02 | 100 (95 – 100) | 100 (95 – 100) | 0.66 | 100 (95 – 100) | 100 (100 – 100) | 0.21 |
| Year of education ⁽ⁿ⁼⁴⁹⁷⁾ | 11 (9 – 13) | 11 (8 – 13) | 11 (9 – 13) | 0.44 | 11 (10 – 14) | 11 (8 – 13) | < 0.01 | 11 (10 – 14) | 11 (8 – 13) | < 0.01 |
| Living alone ⁽ⁿ⁼⁵⁰⁵⁾ | 171 (33.9) | 91 (36.0) | 80 (31.7) | 0.35 | 83 (32.7) | 88 (35.1) | 0.57 | 90 (36.2) | 81 (31.5) | 0.26 |
| Smoking habit ⁽ⁿ⁼⁵⁰²⁾ | | | | | | | | | | |
| Smoker | 35 (7.0) | 17 (6.8) | 18 (7.1) | 0.24 | 26 (10.3) | 9 (3.6) | < 0.001 | 18 (7.2) | 17 (6.7) | 0.91 |
| Ex-smoker | 161 (32.1) | 89 (35.6) | 72 (28.6) | | 91 (36.1) | 70 (28.0) | | 78 (31.2) | 83 (32.9) | |
| Non-smoker | 306 (61.0) | 144 (57.6) | 162 (64.3) | | 135 (53.6) | 171 (68.4) | | 154 (61.6) | 152 (60.3) | |
| Economic status ⁽ⁿ⁼⁴⁹⁹⁾ | | | | | | | | | | |
| Very good/ Good | 363 (72.8) | 184 (73.9) | 179 (71.6) | 0.22 | 181 (72.1) | 182 (73.4) | 0.52 | 181 (72.4) | 182 (73.1) | 0.87 |
| Neither | 78 (15.6) | 42 (16.9) | 36 (14.4) | | 37 (14.7) | 41 (16.5) | | 41 (16.4) | 37 (14.9) | |
| bad/ Very bad | 58 (11.6) | 23 (9.2) | 35 (14.0) | 0.04 | 33 (13.1) | 25 (10.1) | 0.43 | 28 (11.2) | 30 (12.0) | 0.73 |
| Working ⁽ⁿ⁼⁴⁹⁸⁾ | 94 (18.9) | 37 (15.2) | 57 (22.4) | 0.22 | 51 (20.3) | 43 (17.4) | 0.64 | 45 (18.1) | 49 (19.7) | 0.34 |
| No disease history ⁽ⁿ⁼⁴⁸⁵⁾ | 101 (20.8) | 58 (23.6) | 43 (18.0) | < 0.001 | 55 (22.2) | 46 (19.4) | 0.15 | 49 (20.9) | 52 (20.8) | 0.79 |
| PAI, METs*hour/week | 7.0 (2.0 – 14.7) | 6.3 (1.5 – 12.0) | 8.8 (3.3 – 17.0) | < 0.01 | 7.0 (1.7 – 14.5) | 7.1 (2.7 – 14.7) | 0.56 | 7.0 (1.9 – 14.0) | 7.0 (2.3 – 15.1) | 0.58 |
| Walking, METs*hour/week | 4.2 (1.5 – 10.5) | 3.5 (1.0 – 9.8) | 4.9 (2.0 – 11.2) | < 0.01 | 4.2 (1.4 – 10.5) | 4.5 (1.8 – 10.5) | 0.01 | 4.2 (1.5 – 9.8) | 4.7 (1.5 – 10.5) | 0.97 |
| Exercise, METs*hour/week | 0.0 (0.0 – 4.0) | 0.0 (0.0 – 2.9) | 0.0 (0.0 – 4.5) | < 0.01 | 0.0 (0.0 – 3.0) | 0.0 (0.0 – 4.1) | | 0.0 (0.0 – 4.1) | 0.0 (0.0 – 3.5) | |

欠損がある場合のみ、有効人数は項目の横に示した。

値は中央値 (25-75パーセンタイル) または人数 (%) で示した。

p値は、各食事パターンの低傾向群と高傾向群の差を検定したもので、低傾向群と高傾向群は主成分分析で中央値より低い得点または高い得点を意味する。

PAIは身体活動指数 (歩行と運動の合計) を意味する。

Body mass indexはkg/m²で計算した。日常生活動作 (ADL) はBarthel Indexで評価した。病歴は心臓病、腎臓病、糖尿病、がん、高血圧、糖尿病、脂質異常症を含む。

表11. 食事パターンと主観的調査で得られた身体活動量との関連

| | PAL, METs*hour/week | | | | | | Walking, METs*hour/week | | | | | | Exercise, METs*hour/week | | | | | |
|--|------------------------|--------------|---------|-------|--------------|---------|----------------------------|--------------|---------|------|--------------|---------|-----------------------------|--------------|---------|-------|--------------|---------|
| | Model 1 | | Model 2 | | Model 1 | | Model 2 | | Model 1 | | Model 2 | | Model 1 | | Model 2 | | | |
| | B | 95% CI | p-value | B | 95% CI | p-value | B | 95% CI | p-value | B | 95% CI | p-value | B | 95% CI | p-value | B | 95% CI | p-value |
| DP1 Various plant foods (n=435) | 1.17 | 0.08 – 2.25 | 0.04 | 1.41 | 0.33 – 2.48 | 0.01 | 0.59 | -0.21 – 1.39 | 0.15 | 0.78 | -0.03 – 1.57 | 0.06 | 0.57 | -0.04 – 1.19 | 0.07 | 0.64 | 0.02 – 1.25 | 0.04 |
| DP2 Fish and mushrooms (n=435) | 0.54 | -0.54 – 1.61 | 0.33 | 0.49 | -0.59 – 1.57 | 0.37 | 0.17 | -0.63 – 0.96 | 0.68 | 0.19 | -0.61 – 0.99 | 0.64 | 0.37 | -0.24 – 0.98 | 0.24 | 0.30 | -0.32 – 0.92 | 0.34 |
| DP3 Cooked rice and miso soup (n=435) | 0.09 | -0.99 – 1.17 | 0.87 | -0.01 | -1.08 – 1.07 | 0.99 | 0.21 | -0.59 – 1.00 | 0.61 | 0.14 | -0.66 – 0.93 | 0.74 | -0.12 | -0.73 – 0.49 | 0.71 | -0.14 | -0.76 – 0.48 | 0.66 |

モデル1は性別、年齢、BMI、ADL、MMSEで調整した。

モデル2はモデル1の変数に加え、教育年数、生活状況、経済状態、喫煙習慣、病歴を追加投入した。

B: 偏回帰係数、CI: 信頼区間

PALは身体活動指数を意味し、歩行と運動の合計である。

この年代の高齢者で食事パターンと身体活動量との関連を検討した研究は著者の知る限り、本研究が初めてである。食習慣と身体活動は高齢者の健康増進のために欠かせない観点で、その重要性はこれまで様々な研究で言及されている。また、健康的な食習慣、及び日常的に身体活動を増やすことは健康日本 21 (第二次) でも推奨され、目標として設定されている⁽³⁾。

食事と身体活動は EBRBs と称され、先述の通り、その関連は生理学的に明らかではないが、フレイルサイクルで簡潔かつ俯瞰的に示されている⁽⁵³⁾。身体活動は高齢者の安静時空腹感や満腹感を調節し、身体活動と食事のバランスを促進することで除脂肪体重や安静時代謝量の増加が期待でき、高齢者に利益をもたらす可能性がある⁽¹²²⁾と論じられている。平均年齢 69.9 歳のアジア人において 6 つの食品群 (雑穀、牛乳・乳製品、野菜、果物、大豆・魚・肉・卵、ナッツ・種子・油・脂肪) から判定する健康な食行動の有無を決定し、主観的及び客観的に測定した身体活動量と関連が報告されている⁽¹²²⁾。「健康的」食事群は「健康的ではない」食事群に比べ、主観的に測定された身体活動量においては余暇時間における身体活動量、余暇時間における歩行時間が有意に多く、対照的に余暇時間における座位時間は有意に短い結果であった。また、客観的に測定された身体活動量において「健康的」食事群は、「健康的ではない」食事群に比較して低強度の身体活動量が有意に多く、座位時間が有意に短かったこと

が示唆された。統計学的に有意ではなかったが、「健康的」食事群は客観的に測定された身体活動量をより多く行っていた。オーストラリアの集団（3644人、男性48%、平均年齢60.2歳）及びオランダの集団（2466人、男性56%、平均年齢62歳）では、果物や野菜の摂取と余暇時間における身体活動量との正の関連が報告されており、果物や野菜の摂取と身体活動量が高齢者の健康に大きな影響を与える可能性を示唆している^(123; 124)。85歳以上の高齢者に焦点を当てた研究は少ないが、クロアチア（ザグレブ市）で Elderly Dietary Index Score を用いて10種類の食品（肉、魚、果物、野菜、穀物、豆類、オリーブオイル、アルコール、パン、乳製品）の摂取頻度を評価し、身体活動量との関連が検討されている⁽¹²⁵⁾。その結果、肉、魚、穀物、果物、豆類、パンの「適量」な摂取は「十分」な身体活動量と関連することが示された。対象者の年齢、地域、調査方法などが異なる中、本研究はそれらの先行研究と概ね一貫した結果を得ている。一方で、スナック菓子の消費量と身体活動量の間には正の相関が存在する可能性があることも示されているため、身体活動量は必ずしも健康的な食事と関連するとは言いきれない⁽⁵⁰⁾。また、自転車運動の実行で摂取エネルギー量が消費エネルギー量を下回ることから、すべての身体活動がエネルギーバランスを維持するものではないことが推測される^(47; 48; 49)。高齢者において食習慣と身体活動との関連は生理学的、健康行動学的に明確ではないもの

の、何らかのメカニズムで関連していることは確かである^(125; 126; 127)。今後の研究においてはその決定要因に注目する必要がある。

高齢者においてフレイルの予防が重要視されており、野菜や果物の摂取量が多いほどフレイルのリスクが低いことが報告されている^(6; 128)。その関連メカニズムは野菜や果物などの植物性食品は抗炎症成分を含み、炎症マーカーと関連し、筋肉関連アウトカムと関連することが示唆されている^(106; 129)。これらの食品は一般的にビタミンCなどの微量栄養素を豊富に含み、体内の酸化ストレスによって引き起こされる不必要な筋肉の劣化から保護する可能性がある⁽¹⁰⁰⁾。

栄養学分野からそれらの報告が存在する一方、身体活動を行うことも炎症マーカーや酸化ストレスに不可欠な役割を果たしていることが示唆されている

⁽¹³⁰⁾。植物性食品を多く摂取する集団は身体活動の活発さと関連することか

ら、両者の関連や優位性などの議論が今後に必要なものである。本研究の結果は85

歳以上の高齢者においてEBRBsやHBsの観点から重要な構成要因である食行

動と身体活動との関連を示唆し、これまでの研究のギャップを埋めることがで

きる。また、健康増進のための行動変容の設計者や実践者に洞察を与え、より

効果的な介入試験や社会実装を可能にできる可能性を秘めている。健康関連ア

ウトカムを検討する際には、食事か身体活動かだけの観点ではなく、EBRBsや

HBsなどといった生活習慣を包括的に考慮することが必要である。今後におい

て、食行動と身体活動を包括的に調査する質問紙が実務的に求められる。

この研究にはいくつかの強みがある。第一に食事パターンに着目したことが挙げられる。これは単一の栄養素に注目する研究よりも実際の対象者の食事習慣を反映し、生活習慣に適用しやすいと思われる。また、単一の栄養素に注目した研究では栄養素の相互作用を考慮できないとされているが、食事パターンという手法はそれらを総合的に検討できる。第二に、本研究では線形回帰モデルを用いて、人口統計学的変数、社会経済的変数、生活習慣、疾患歴など、いくつかの重要な交絡因子を検討したことである。第三に、85歳以上の高齢者を500人以上含む前向きコホート研究は、世界的に見ても稀である。一方、本研究にはいくつかの限界がある。第一に、本研究は横断的な研究であり、因果関係に言及することはできない点である。第二に、調査対象者は東京都心部に居住し、調査会場に来られる高齢者に限定されたことが挙げられる。したがって、この結果の一般化可能性については議論の余地がある。第三に食事と身体活動については主観的な評価をしており、想起バイアスや過大評価・過小評価の可能性もある。身体活動量を客観的に評価するためには、活動量計などを用いた評価が必要である。また、食行動と身体活動行動には季節性があるため、今後の調査で季節性を考慮する方法が必要である。

第5節 結論

本研究は85歳以上の高齢者において EBRBs や HBs の観点で食事パターン「副菜型；植物性食品」と身体活動量との正の関連を確認した。今後の研究では、これらの行動の実施状況による健康関連アウトカムとの関連を検討する必要がある。健康関連アウトカムを検討する際には、栄養学的観点や身体活動のどちらか一方ではなく、EBRBs や HBs の両方の観点から検討することを推奨する。

第4章 総合的な考察

第1節 各章のまとめ

本研究は第2章で「85歳以上の高齢者における食事パターンの抽出と身体機能との関連」(研究1)を報告し、第3章で「85歳以上の高齢者における食事パターンと主観的に測定された身体活動量の関係：横断的研究」(研究2)について報告した。

研究1で85歳以上の高齢者の食事パターンを先行研究に準じて特定し、高齢者で重要とされる身体機能との関連を検討した。その結果、食事パターン「副菜型；植物性食品」、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」、食事パターン「主食型；めしとみそ汁」を特定した。これらの食事パターンは日本人を対象とした類似する研究において、食事パターン「副菜型；植物性食品」は「健康的 (Healthy)」と命名される食事パターンと類似し、大豆製品、きのこ、海藻、野菜類の負荷量が高い食事パターンであった。食事パターン「主菜型；魚ときのこ」は「日本型 (Japanese)」と命名される食事パターンと類似し、いくつかの植物性食品のほか、魚や海鮮食品の摂取が特徴的である。食事パターン「主食型；めしとみそ汁」は「伝統的 (Traditional)」もしくは「伝統的日本型 (Traditional Japanese)」と命名される食事パターンと類似し、めし、みそ汁、大豆製品などの食品の摂取を特徴としていた⁽²³⁾。このうち、食事パターン「主

菜型；魚ときのこ」への傾向が握力と統計学的に有意な正の関連を観察した。

食事パターンについて、本研究で観察された食事パターンは英国で行われた同年代における研究で観察された食事パターンとは異なる特徴があった⁽⁶⁷⁾。その理由として、食事における民族特性、食品入手性、食事習慣の違いなどが原因と思われる。これまでの研究では、いわゆる高齢者で食事パターン「副菜型；植物性食品」のような食習慣は身体機能と正に関連することが報告されていた。しかし、本研究の85歳以上の高齢者集団においては身体機能のいずれとも有意に関連せず、これまで的高齢者におけるエビデンスとは相違がみられた。

研究2は研究1と同じデータを使用し、食事パターンと質問紙で調査した主観的身体活動量との関連を検討した。その結果、食事パターン「副菜型；植物性食品」は全体の身体活動量及び運動による身体活動量と正の関連を示した。その他の食事パターンは身体活動量と有意に関連しなかった。研究2からはこの年代でもHBsの実行の可能性を観察し、HBsの実行がもたらす健康関連アウトカムへの影響を縦断的に検討する必要がある。

高齢者において、身体機能の維持・増進や身体機能障害の発生を防ぐためには食事と身体活動の両方の観点が必要と思われるが、85歳以上の高齢者に着目した研究は極めて少ない^(45; 53; 131; 132; 133)。本研究からは85歳以上の高齢者にお

いて、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」は身体活動関連変数を調整したうえで、握力とは横断的に独立して関連していることを示唆した。この年代の高齢者の身体機能の維持・増進のため、これまでの高齢者のエビデンスに基づいて、栄養学的に食事パターン「副菜型；植物性食品」のような食習慣を推奨するのではなく、食事パターン「主菜型；魚ときのこ」のような食習慣を提唱する必要があるかもしれない。今後、食事パターンと身体機能との関連を縦断的に検討し、この年代の高齢者における栄養学的アプローチの可能性を慎重に検討する必要がある。将来的にはこの年代の高齢者の身体機能の維持・増強を目的とした栄養学的介入研究を期待し、この年代の高齢者のためのエビデンスの蓄積が必要である。

第2節 今後の課題

TOOTH 研究のベースライン調査は 2007～2008 年に実施されている。高齢者の体力の若返りが報告されていることから、この研究結果を適用するには留意する必要がある。また、食事において青年、成人を中心として食の欧米化の進行が謳われる中、この年代の食事の変化に関する確かな報告はないが、何らかの変化が起きている可能性は考えられる。食事パターンと身体機能との関連は横断的で、食事パターンが身体機能に影響するのか、もしくは身体機能が食

事パターンを決定しているのかは研究デザイン上、不明である。したがって縦断的に検討し、この年代における更なる確かなエビデンスを創出する必要がある。

その他情報

本稿は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム (JPMJSP2123)、JST 科学研究費 (第 20590706 号、第 21590775 号)、神奈川県立産業技術総合研究所先進異分野融合プロジェクト研究立案・推進事業の支援を得て行った研究結果の一部である。本研究 (研究 1 及び研究 2) において開示すべき COI 状態はない。

謝辞

研究を行うにあたって、慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科/スポーツ医学研究センター 小熊祐子先生、大学院健康マネジメント研究科/看護医療学部/医学部百寿総合研究センター 新井康通先生、東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野 朝倉敬子先生より、たゆまぬご支援を頂戴したことに心より深く感謝申し上げます。

博士後期課程は新型コロナウイルス感染症の流行とともに開始し、校舎への立ち入りが禁じられるなど、学業、研究へのアクセスが悪化しかねない時期も

ありました。その中、研究を再開できるよう、環境面を整えていただいた小熊祐子先生、新井康通先生に感謝申し上げます。また、このように研究を専念して来られたのは家族による身体的、精神的、社会的な支援の賜物であり、この場で感謝をお伝えします。

博士後期課程2年の後半から国立研究開発法人科学技術振興機構より次世代研究者挑戦的プログラムが開始され、こちらの経済的支援にも心身ともに支えられ、研究に集中できた大きな要因であります。国立研究開発法人科学技術振興機構及び、本学でプログラムの主担当でいらっしゃる、慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科 武林亨先生に御礼申し上げます。

参考文献

1. 内閣府 (2022) 令和4年版高齢社会白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2022/zenbun/04pdf_index.html (accessed 09/30 2022)
2. 大島 伸一 (2015) 超高齢社会における医療・介護. 医療と社会 **25**, 49-57.
3. 厚生労働省 (2022) 「健康日本21 (第二次)」最終評価報告について. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21.html (accessed 10/31 2022)
4. 厚生労働省 (2020) 日本人の食事摂取基準 2020年版.
5. Chen LK, Woo J, Assantachai P *et al.* (2020) Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc* **21**, 300-307.e302.
6. Lorenzo-López L, Maseda A, de Labra C *et al.* (2017) Nutritional determinants of frailty in older adults: A systematic review. *BMC Geriatr* **17**, 108.
7. Poggiogalle E, Kiesswetter E, Romano M *et al.* (2021) Psychosocial and cultural determinants of dietary intake in community-dwelling older adults: A Determinants of Diet and Physical Activity systematic literature review. *Nutrition* **85**, 111131.

8. Akande VO, Hendriks AM, Ruiters RA *et al.* (2015) Determinants of dietary behavior and physical activity among Canadian Inuit: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* **12**, 84.
9. Govzman S, Looby S, Wang X *et al.* (2021) A systematic review of the determinants of seafood consumption. *Br J Nutr* **126**, 66-80.
10. Kiesswetter E, Poggiogalle E, Migliaccio S *et al.* (2018) Functional determinants of dietary intake in community-dwelling older adults: a DEDIPAC (DEterminants of DIet and Physical ACtivity) systematic literature review. *Public Health Nutr* **21**, 1886-1903.
11. Caso G, Vecchio R (2022) Factors influencing independent older adults (un)healthy food choices: A systematic review and research agenda. *Food Res Int* **158**, 111476.
12. 石川 みどり, 横山 徹爾, 村山 伸子 (2013) 地理的要因における食物入手可能性と食物摂取状況との関連についての系統的レビュー. *栄養学雑誌* **71**, 290-297.
13. Huy C, Schneider S, Thiel A (2010) Perceptions of aging and health behavior: determinants of a healthy diet in an older German population. *J Nutr Health Aging* **14**, 381-385.
14. Fukuda Y, Ishikawa M, Yokoyama T *et al.* (2017) Physical and social determinants of dietary variety among older adults living alone in Japan. *Geriatr Gerontol Int* **17**, 2232-2238.
15. Verwijns MH, Haveman-Nies A, Borkent JW *et al.* (2022) Protein Intake among Community-Dwelling Older Adults: The Influence of (Pre-) Motivational Determinants. *Nutrients* **14**.
16. 相原 洋子 (2012) 75 歳以上高齢者の社会要因, 食と栄養情報と食品摂取の多様性. *老年社会科学* **34**, 394-402.
17. Neves FJ, Tomita LY, Liu A *et al.* (2020) Educational interventions on nutrition among older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Maturitas* **136**, 13-21.
18. Allès B, Samieri C, Féart C *et al.* (2012) Dietary patterns: a novel approach to examine the link between nutrition and cognitive function in older individuals. *Nutr Res Rev* **25**, 207-222.
19. Coelho-Júnior HJ, Trichopoulou A, Panza F (2021) Cross-sectional and longitudinal associations between adherence to Mediterranean diet with physical performance and cognitive function in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* **70**, 101395.
20. Kurotani K, Akter S, Kashino I *et al.* (2016) Quality of diet and mortality among Japanese men and women: Japan Public Health Center based prospective study. *Bmj* **352**, i1209.
21. Bloom I, Shand C, Cooper C *et al.* (2018) Diet Quality and Sarcopenia in Older Adults: A Systematic Review. *Nutrients* **10**.
22. English LK, Ard JD, Bailey RL *et al.* (2021) Evaluation of Dietary Patterns and All-Cause Mortality: A Systematic Review. *JAMA Netw Open* **4**, e2122277.
23. Murakami K, Shinozaki N, Fujiwara A *et al.* (2019) A Systematic Review of Principal Component Analysis-Derived Dietary Patterns in Japanese Adults: Are Major Dietary Patterns Reproducible Within a Country? *Adv Nutr* **10**, 237-249.
24. Govindaraju T, Sahle BW, McCaffrey TA *et al.* (2018) Dietary Patterns and Quality of Life in Older Adults: A Systematic Review. *Nutrients* **10**.

25. Wu PY, Chen KM, Belcastro F (2021) Dietary patterns and depression risk in older adults: systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* **79**, 976-987.
26. Van Elswyk ME, Teo L, Lau CS *et al.* (2022) Dietary Patterns and the Risk of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Dev Nutr* **6**, nzac001.
27. Seo AR, Kim MJ, Park KS (2020) Regional Differences in the Association between Dietary Patterns and Muscle Strength in Korean Older Adults: Data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2014-2016. *Nutrients* **12**.
28. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S *et al.* (2020) World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* **54**, 1451-1462.
29. 厚生労働省 (2013) 健康づくりのための身体活動基準 2013. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple.html> (accessed 10/04 2022)
30. Cunningham C, R OS, Caserotti P *et al.* (2020) Consequences of physical inactivity in older adults: A systematic review of reviews and meta-analyses. *Scand J Med Sci Sports* **30**, 816-827.
31. Organization Wh (2018) Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514187> (accessed 10/04 2022)
32. Wang Y, Li C, Ma Y *et al.* (2022) Associations of physical activity participation trajectories with subsequent motor function declines and incident frailty: A population-based cohort study. *Front Psychiatry* **13**, 939310.
33. Lunt E, Ong T, Gordon AL *et al.* (2021) The clinical usefulness of muscle mass and strength measures in older people: a systematic review. *Age Ageing* **50**, 88-95.
34. Zammit AR, Robitaille A, Piccinin AM *et al.* (2019) Associations Between Aging-Related Changes in Grip Strength and Cognitive Function in Older Adults: A Systematic Review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **74**, 519-527.
35. Kozakai R, Ando F, Kim HY *et al.* (2016) Sex-differences in age-related grip strength decline: A 10-year longitudinal study of community-living middle-aged and older Japanese. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* **5**, 87-94.
36. Rijk JM, Roos PR, Deckx L *et al.* (2016) Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: A systematic review and meta-analysis. *Geriatr Gerontol Int* **16**, 5-20.
37. Kasajima M, Eggleston K, Kusaka S *et al.* (2022) Projecting prevalence of frailty and dementia and the economic cost of care in Japan from 2016 to 2043: a microsimulation modelling study. *Lancet Public Health* **7**, e458-e468.
38. Kremers SPJ, Visscher TLS, Seidell JC *et al.* (2005) Cognitive Determinants of Energy Balance-Related Behaviours. *Sports Medicine* **35**, 923-933.
39. Whitehead BR (2017) Health behaviors in older adults: Considering age, affect, and attitudes. *J Health Psychol* **22**, 1652-1657.
40. Borda MG, Pérez-Zepeda MU, Samper-Ternent R *et al.* (2020) The Influence of Lifestyle

Behaviors on the Incidence of Frailty. *J Frailty Aging* **9**, 144-149.

41. Phulkerd S, Thapsuwan S, Chamrathirong A *et al.* (2021) Influence of healthy lifestyle behaviors on life satisfaction in the aging population of Thailand: a national population-based survey. *BMC Public Health* **21**, 43.
42. Lyu J, Lee SH, Kim HY (2016) Associations between healthy lifestyles and health outcomes among older Koreans. *Geriatr Gerontol Int* **16**, 663-669.
43. Hotta R, Makizako H, Doi T *et al.* (2018) Healthy Behaviors and Incidence of Disability in Community-Dwelling Elderly. *Am J Health Behav* **42**, 51-58.
44. Abe T, Nofuji Y, Seino S *et al.* (2020) Healthy lifestyle behaviors and transitions in frailty status among independent community-dwelling older adults: The Yabu cohort study. *Maturitas* **136**, 54-59.
45. Seino S, Nofuji Y, Yokoyama Y *et al.* (2021) Combined impacts of physical activity, dietary variety, and social interaction on incident functional disability in older Japanese adults. *J Epidemiol.*
46. Thomson KH, Rice S, Arisa O *et al.* (2022) Effectiveness and cost-effectiveness of oral nutritional supplements in frail older people who are malnourished or at risk of malnutrition: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Healthy Longev* **3**, e654-e666.
47. Hubner S, Boron JB, Koehler K (2021) The Effects of Exercise on Appetite in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Nutr* **8**, 734267.
48. Mora JC, Valencia WM (2018) Exercise and Older Adults. *Clin Geriatr Med* **34**, 145-162.
49. Clegg ME, Godfrey A (2018) The relationship between physical activity, appetite and energy intake in older adults: A systematic review. *Appetite* **128**, 145-151.
50. Tavares AI (2014) Physical activity and healthy diet: determinants and implicit relationship. *Public Health* **128**, 568-575.
51. Chen M, Creger T, Howard V *et al.* (2021) Geospatial analysis of Mediterranean diet adherence in the United States. *Public Health Nutr* **24**, 2920-2928.
52. Harris JL, Bargh JA, Brownell KD (2009) Priming effects of television food advertising on eating behavior. *Health Psychol* **28**, 404-413.
53. Yannakoulia M, Ntanas E, Anastasiou CA *et al.* (2017) Frailty and nutrition: From epidemiological and clinical evidence to potential mechanisms. *Metabolism* **68**, 64-76.
54. Clegg A, Young J (2011) The frailty syndrome. *Clin Med (Lond)* **11**, 72-75.
55. Labott BK, Bucht H, Morat M *et al.* (2019) Effects of Exercise Training on Handgrip Strength in Older Adults: A Meta-Analytical Review. *Gerontology* **65**, 686-698.
56. Stathi A, Greaves CJ, Thompson JL *et al.* (2022) Effect of a physical activity and behaviour maintenance programme on functional mobility decline in older adults: the REACT (Retirement in Action) randomised controlled trial. *Lancet Public Health* **7**, e316-e326.
57. Thomas E, Battaglia G, Patti A *et al.* (2019) Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine (Baltimore)* **98**, e16218.

58. Escriche-Escuder A, Fuentes-Abolafio IJ, Roldán-Jiménez C *et al.* (2021) Effects of exercise on muscle mass, strength, and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis according to the EWGSOP criteria. *Exp Gerontol* **151**, 111420.
59. Wu PY, Huang KS, Chen KM *et al.* (2021) Exercise, Nutrition, and Combined Exercise and Nutrition in Older Adults with Sarcopenia: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Maturitas* **145**, 38-48.
60. Liu C, Xu H, Chen L *et al.* (2022) Exercise and Nutritional Intervention for Physical Function of the Pre frail: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Med Dir Assoc* **23**, 1431.e1431-1431.e1419.
61. de Labra C, Guimaraes-Pinheiro C, Maseda A *et al.* (2015) Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *BMC Geriatr* **15**, 154.
62. Carrick-Ranson G, Howden EJ, Levine BD (2022) Exercise in Octogenarians: How Much Is Too Little? *Annu Rev Med* **73**, 377-391.
63. Takata Y, Ansai T, Soh I *et al.* (2010) Quality of life and physical fitness in an 85-year-old population. *Arch Gerontol Geriatr* **50**, 272-276.
64. 佐藤 仁美, 金田 誠, 佐藤 英樹 (2015) 埼玉県狭山市に在住する 85 歳以上の健常者のエネルギー・各栄養素の摂取量及び食品群別摂取量の調査. 日本家政学会誌 **66**, 25-30.
65. Collerton J, Barrass K, Bond J *et al.* (2007) The Newcastle 85+ study: biological, clinical and psychosocial factors associated with healthy ageing: study protocol. *BMC Geriatr* **7**, 14.
66. Granic A, Jagger C, Davies K *et al.* (2016) Effect of Dietary Patterns on Muscle Strength and Physical Performance in the Very Old: Findings from the Newcastle 85+ Study. *PLoS One* **11**, e0149699.
67. Granic A, Davies K, Adamson A *et al.* (2015) Dietary Patterns and Socioeconomic Status in the Very Old: The Newcastle 85+ Study. *PLoS One* **10**, e0139713.
68. Leal-Martín J, Muñoz-Muñoz M, Keadle SK *et al.* (2022) Resting Oxygen Uptake Value of 1 Metabolic Equivalent of Task in Older Adults: A Systematic Review and Descriptive Analysis. *Sports Med* **52**, 331-348.
69. Takata Y, Ansai T, Soh I *et al.* (2008) Physical fitness and cognitive function in an 85-year-old community-dwelling population. *Gerontology* **54**, 354-360.
70. Sabayan B, van Vliet P, de Ruijter W *et al.* (2013) High blood pressure, physical and cognitive function, and risk of stroke in the oldest old: the Leiden 85-plus Study. *Stroke* **44**, 15-20.
71. Ling CH, Taekema D, de Craen AJ *et al.* (2010) Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *Cmaj* **182**, 429-435.
72. Taekema DG, Gussekloo J, Maier AB *et al.* (2010) Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. *Age Ageing* **39**, 331-337.

73. Ling CHY, Gussekloo J, Trompet S *et al.* (2021) Clinical determinants of low handgrip strength and its decline in the oldest old: the Leiden 85-plus Study. *Aging Clin Exp Res* **33**, 1307-1313.
74. Arai Y, Iinuma T, Takayama M *et al.* (2010) The Tokyo Oldest Old survey on Total Health (TOOTH): a longitudinal cohort study of multidimensional components of health and well-being. *BMC Geriatr* **10**, 35.
75. スポーツ庁 (2021) 令和3年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書. https://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1421920_00005.htm (accessed 10/18 2022)
76. Sayer AA, Syddall HE, Martin HJ *et al.* (2006) Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing* **35**, 409-415.
77. Martin-Cantero A, Reijnierse EM, Gill BMT *et al.* (2021) Factors influencing the efficacy of nutritional interventions on muscle mass in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* **79**, 315-330.
78. Bislev LS, Grove-Laugesen D, Rejnmark L (2021) Vitamin D and Muscle Health: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials. *J Bone Miner Res* **36**, 1651-1660.
79. Jacobs DR, Jr., Steffen LM (2003) Nutrients, foods, and dietary patterns as exposures in research: a framework for food synergy. *Am J Clin Nutr* **78**, 508s-513s.
80. Hu FB (2002) Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* **13**, 3-9.
81. Morinaka T, Wozniwicz M, Jeszka J *et al.* (2013) Westernization of dietary patterns among young Japanese and Polish females -- a comparison study. *Ann Agric Environ Med* **20**, 122-130.
82. Kobayashi S, Murakami K, Sasaki S *et al.* (2011) Comparison of relative validity of food group intakes estimated by comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires against 16 d dietary records in Japanese adults. *Public Health Nutr* **14**, 1200-1211.
83. Kobayashi S, Yuan X, Sasaki S *et al.* (2019) Relative validity of brief-type self-administered diet history questionnaire among very old Japanese aged 80 years or older. *Public Health Nutr* **22**, 212-222.
84. Okubo H, Inagaki H, Gondo Y *et al.* (2017) Association between dietary patterns and cognitive function among 70-year-old Japanese elderly: a cross-sectional analysis of the SONIC study. *Nutr J* **16**, 56.
85. Willett WC, Howe GR, Kushi LH (1997) Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* **65**, 1220S-1228S; discussion 1229S-1231S.
86. 島田 裕之, 古名 丈人, 大淵 修一, 他. (2006) 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* **33**, 105-111.
87. Podsiadlo D, Richardson S (1991) The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* **39**, 142-148.

88. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC (1999) A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport* **70**, 113-119.
89. 中谷 敏昭, 灘本 雅一, 三村 寛一, 他. (2002) 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.
90. Oguma Y, Osawa Y, Takayama M *et al.* (2017) Validation of Questionnaire-Assessed Physical Activity in Comparison With Objective Measures Using Accelerometers and Physical Performance Measures Among Community-Dwelling Adults Aged ≥ 85 Years in Tokyo, Japan. *J Phys Act Health* **14**, 245-252.
91. Zhang X, Gu Y, Cheng J *et al.* (2021) The relationship between dietary patterns and grip strength in the general population: the TCLSIH cohort study. *Eur J Nutr* **60**, 2409-2421.
92. Jaccard J, Dodge T, Dittus P (2002) Parent-adolescent communication about sex and birth control: a conceptual framework. *New Dir Child Adolesc Dev*, 9-41.
93. Triandis HC (1979) Values, attitudes, and interpersonal behavior. *Nebraska Symposium on Motivation* **27**, 195-259.
94. Suthuvoravut U, Takahashi K, Murayama H *et al.* (2020) Association between Traditional Japanese Diet Washoku and Sarcopenia in Community-Dwelling Older Adults: Findings from the Kashiwa Study. *J Nutr Health Aging* **24**, 282-289.
95. Lyu Y, Yu X, Yuan H *et al.* (2021) Associations between dietary patterns and physical fitness among Chinese elderly. *Public Health Nutr* **24**, 4466-4473.
96. Franzke B, Neubauer O, Cameron-Smith D *et al.* (2018) Dietary Protein, Muscle and Physical Function in the Very Old. *Nutrients* **10**.
97. Mithal A, Bonjour JP, Boonen S *et al.* (2013) Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. *Osteoporos Int* **24**, 1555-1566.
98. Moore DR, Churchward-Venne TA, Witard O *et al.* (2015) Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **70**, 57-62.
99. Schaap LA, Pluijm SM, Deeg DJ *et al.* (2009) Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **64**, 1183-1189.
100. Cesari M, Pahor M, Bartali B *et al.* (2004) Antioxidants and physical performance in elderly persons: the Invecchiare in Chianti (InCHIANTI) study. *Am J Clin Nutr* **79**, 289-294.
101. Robinson SM, Jameson KA, Batelaan SF *et al.* (2008) Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women: the Hertfordshire cohort study. *J Am Geriatr Soc* **56**, 84-90.
102. Shivappa N, Steck SE, Hurley TG *et al.* (2014) Designing and developing a literature-derived, population-based dietary inflammatory index. *Public Health Nutr* **17**, 1689-1696.
103. Su Y, Yeung SSY, Chen YM *et al.* (2022) The Associations of Dietary Inflammatory Potential

With Musculoskeletal Health in Chinese Community-Dwelling Older People: The Mr. OS and Ms. OS (Hong Kong) Cohort Study. *J Bone Miner Res* **37**, 1179-1187.

104. Haß U, Herpich C, Kochlik B *et al.* (2022) Dietary Inflammatory Index and Cross-Sectional Associations with Inflammation, Muscle Mass and Function in Healthy Old Adults. *J Nutr Health Aging* **26**, 346-351.

105. Esmaily Z, Daei S, Rezaei M *et al.* (2022) Association between dietary inflammatory potential and the probable sarcopenia among community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatr* **22**, 834.

106. Son BK, Akishita M, Yamanaka T *et al.* (2021) Association between inflammatory potential of the diet and sarcopenia/its components in community-dwelling older Japanese men. *Arch Gerontol Geriatr* **97**, 104481.

107. Puterman E, Lin J, Krauss J *et al.* (2015) Determinants of telomere attrition over 1 year in healthy older women: stress and health behaviors matter. *Mol Psychiatry* **20**, 529-535.

108. Posadzki P, Pieper D, Bajpai R *et al.* (2020) Exercise/physical activity and health outcomes: an overview of Cochrane systematic reviews. *BMC Public Health* **20**, 1724.

109. Reiner M, Niermann C, Jekauc D *et al.* (2013) Long-term health benefits of physical activity - a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health* **13**, 813.

110. Hamer M, Stamatakis E, Steptoe A (2009) Dose-response relationship between physical activity and mental health: the Scottish Health Survey. *Br J Sports Med* **43**, 1111-1114.

111. Osawa Y, Abe Y, Takayama M *et al.* (2021) Physical activity and all-cause mortality and mediators of the association in the very old. *Exp Gerontol* **150**, 111374.

112. Organization WH (2022) Global status report on physical activity 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059153> (accessed 10/31 2022)

113. Zhang YB, Chen C, Pan XF *et al.* (2021) Associations of healthy lifestyle and socioeconomic status with mortality and incident cardiovascular disease: two prospective cohort studies. *Bmj* **373**, n604.

114. Pitt E, Gallegos D, Comans T *et al.* (2017) Exploring the influence of local food environments on food behaviours: a systematic review of qualitative literature. *Public Health Nutr* **20**, 2393-2405.

115. Chastin SF, Buck C, Freiburger E *et al.* (2015) Systematic literature review of determinants of sedentary behaviour in older adults: a DEDIPAC study. *Int J Behav Nutr Phys Act* **12**, 127.

116. Gebreslassie M, Sampaio F, Nystrand C *et al.* (2020) Economic evaluations of public health interventions for physical activity and healthy diet: A systematic review. *Prev Med* **136**, 106100.

117. An R (2017) Diet quality and physical activity in relation to childhood obesity. *Int J Adolesc Med Health* **29**.

118. Serra MC, Dondero KR, Larkins D *et al.* (2020) Healthy Lifestyle and Cognition: Interaction between Diet and Physical Activity. *Curr Nutr Rep* **9**, 64-74.

119. Mello GT, Lopes MVV, Minatto G *et al.* (2021) Clustering of Physical Activity, Diet and

Sedentary Behavior among Youth from Low-, Middle-, and High-Income Countries: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health* **18**.

120. Lyu W, Tanaka T, Son BK *et al.* (2022) Associations of multi-faceted factors and their combinations with frailty in Japanese community-dwelling older adults: Kashiwa cohort study. *Arch Gerontol Geriatr* **102**, 104734.

121. Lyu W, Tanaka T, Son BK *et al.* (2022) Associations of Nutrition-Related, Physical, and Social Factors and Their Combinations with Sarcopenia in Community-Dwelling Older Adults: Kashiwa Cohort Study. *Nutrients* **14**.

122. Hsueh MC, Rutherford R, Huang YH *et al.* (2019) Are Older Adults without a Healthy Diet Less Physically Active and More Sedentary? *Nutrients* **11**.

123. Södergren M, McNaughton SA, Salmon J *et al.* (2012) Associations between fruit and vegetable intake, leisure-time physical activity, sitting time and self-rated health among older adults: cross-sectional data from the WELL study. *BMC Public Health* **12**, 551.

124. van der Avoort CMT, Ten Haaf DSM, de Vries JHM *et al.* (2021) Higher Levels of Physical Activity Are Associated with Greater Fruit and Vegetable intake in Older Adults. *J Nutr Health Aging* **25**, 230-241.

125. Štefan L, Petrinović L, Sporiš G *et al.* (2018) Frequency of Dietary Intake and Physical Activity in Older Adults: A Cross-Sectional Study. *Nutrients* **10**.

126. Drewnowski A, Evans WJ (2001) Nutrition, Physical Activity, and Quality of Life in Older Adults: Summary. *The Journals of Gerontology: Series A* **56**, 89-94.

127. Jeruzska-Bielak M, Hamulka J, Czarniecka-Skubina E *et al.* (2022) Dietary–Physical Activity Patterns in the Health Context of Older Polish Adults: The ‘ABC of Healthy Eating’ Project. *Nutrients* **14**, 3757.

128. Ghoreishy SM, Asoudeh F, Jayedi A *et al.* (2021) Fruit and vegetable intake and risk of frailty: A systematic review and dose response meta-analysis. *Ageing Res Rev* **71**, 101460.

129. Marcos-Pérez D, Sánchez-Flores M, Proietti S *et al.* (2020) Association of inflammatory mediators with frailty status in older adults: results from a systematic review and meta-analysis. *Geroscience* **42**, 1451-1473.

130. Sanchis-Gomar F, Lavie CJ, Marín J *et al.* (2022) Exercise effects on cardiovascular disease: from basic aspects to clinical evidence. *Cardiovasc Res* **118**, 2253-2266.

131. Kilroe SP, Fulford J, Jackman S *et al.* (2021) Dietary protein intake does not modulate daily myofibrillar protein synthesis rates or loss of muscle mass and function during short-term immobilization in young men: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* **113**, 548-561.

132. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE *et al.* (2021) International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *J Nutr Health Aging* **25**, 824-853.

133. Negm AM, Kennedy CC, Thabane L *et al.* (2019) Management of Frailty: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Med Dir Assoc* **20**,

1190-1198.