

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 20 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23617024

研究課題名(和文)高齢者の食習慣と虚弱、骨粗鬆症、認知機能障害の発症に関する統合栄養疫学研究

研究課題名(英文) Integrated nutritional epidemiological research for the frailty, osteoporosis and cognitive impairment among the community-dwelling oldest old.

研究代表者

高山 美智代(TAKAYAMA, MICHIO)

慶應義塾大学・医学部・助教

研究者番号：60265824

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：東京都心部在住の85歳以上高齢者(超高齢者)を対象に、食習慣と健康状態について3年間の前向き観察研究を行い、認知機能障害、骨折、施設入所の新規発症をアウトカムに発症リスクに関連する要因を検討した。認知機能障害の新規発症リスクには、MMSEが低い、ADL障害がある、歩行速度が遅いことが挙げられた。骨折の新規発症リスクには、女性、MMSEが低い、脳卒中の既往、骨折の既往、HbA1c高値が挙げられた。新規入所のリスクには、女性、歩行速度が遅いことが挙げられた。簡易型自記式食事歴法質問票は、秤量法による食事記録と比較的良好な相関が得られ、超高齢者の栄養疫学研究に十分活用できるツールであると考えられた。

研究成果の概要(英文)：We have demonstrated a community-based, prospective observational research for dietary habits and health status in the oldest old, 85 years or older, living in Tokyo metropolitan area in Japan. We evaluated risk factors which related to newly developed cognitive impairment, fractures, and institutionalization during three years using multivariate logistic analyses. Low MMSE score, ADL disability, and slow gait speed appeared to be risk for newly developed cognitive impairment. Women, low MMSE score, history of stroke and fracture, and high hemoglobin A1c appeared to be risk for newly developed fractures. Women and slow gait speed seemed to be risk factors for newly institutionalization. We also have validated a brief-type dietary history questionnaire (BDHQ) compared with three-day dietary records and showed that regarding some specific nutrients or foods, BDHQ could be a useful tool for epidemiologic research even in the oldest old.

研究分野：時限

科研費の分科・細目：統合栄養科学

キーワード：栄養疫学 健康長寿 超高齢者 ジェロントロジー

### 1. 研究開始当初の背景

日本は老年人口(65歳以上の人口)が2011年現在で全人口の23%を占める長寿先進国である。2030年には老年人口は30%に達すると推測されており、未曾有の超高齢社会の到来が目前にせまっている。中でも、85歳以上の高齢者(超高齢者)は人口増加率が最も急峻な年代で、2011年の統計では約400万人になった。このような長寿社会を迎え、心身ともに健やかな老年期を過ごすこと、すなわち“健康長寿を達成すること”は国民の多くが望んでいることである。

我が国では超高齢者を対象にした臨床研究や疫学研究はほとんどなされてこなかったため、高齢者自身の健康(well-being)とは何か、また、健康長寿にはどのような要因が関わっているのかについての解を模索中である。

本研究課題では、超高齢者の健康長寿を脅かす要因として重要な虚弱、骨折(骨粗鬆症)、認知機能障害の発症と食習慣の関連について調査し、健康長寿に関わる要因を検討した。また、超高齢者の食習慣調査法の妥当性を検証した。

### 2. 研究の目的

超高齢者の食習慣と虚弱、骨折、認知機能障害の発症について調査し、健康長寿に関連する要因を検討する。

### 3. 研究の方法

(1) 超高齢者コホートと調査項目の概要<sup>1)</sup>  
はじめに、本研究課題の対象コホートと調査項目の概要を述べる。

東京都新宿区、港区、渋谷区の一部(慶應義塾大学病院から半径6km以内の地区)の住民基本台帳より85歳以上の高齢者を無作為に抽出した。2008年1月現在、調査対象地区には約14,000名の超高齢者が登録されていた。これは調査対象地区全人口の2.4%にあたり、東京23区の85歳以上人口の比率(2.3%)とほぼ同程度であった。具体的には、2008年1月と2009年1月の2回に分けて調査対象地区の住民基本台帳から1923年1月以前に生まれた3,320名を無作為抽出し、調査案内状を郵送した。このうち死亡、転居、宛所不明などの理由で案内状が届かなかった445名を除外した2,875名の自宅に調査員が直接訪問し、調査内容の説明および調査協力を依頼した。訪問時不在などの理由で面会できなかった場合は合計3回まで訪問し、それでも面会できない場合は対象から除外した。最終的に直接訪問できたのは2,428名で、そのうち調査協力を同意したのは1,152名であった(応諾率40%、リクルート期間は2008年3月から2009年11月まで)。

調査は、訪問面接調査のみ(対面質問票と留置き質問票による調査)、訪問面接調査と健康調査(医学調査と歯学調査)の両方、留置き質問票のみの3段階があり、に参加したのは442名、に参加したのは542名、

に参加したのは168名であった。

第1次基礎調査の主な調査項目は基本的属性(年齢、性別)、社会背景(家族構成、居住環境、経済状況、教育歴など)、心理社会的側面(QOL、ソーシャルサポートなど)、日常生活活動度、認知機能、運動機能、医学的調査(病歴、身体計測、内科・歯科診察、血液・尿・唾液検査、心電図、頸動脈超音波、骨密度など)、生活習慣など多岐にわたる。

1) Arai Y, et al. BMC Geriatrics (2010)10:35.

### (2) 3年間の前向き研究

本研究課題はのコホート(542名)を対象とした3年間の前向き研究である。年1回、電話による予後調査を行い、健康状態(日常生活活動度の変化、転倒・骨折の有無、入院を要する疾患の有無など)や生活環境の変化などの聞き取りを行った。

2011~2012年度には、第1次基礎調査から3年後の第2次健康調査を行い、日常生活活動度(基本的日常生活活動度;ADL、手段的日常生活活動度;IADL)、認知機能(mini-mental state examination; MMSE)、医学診察、歯科診察、病歴と内服薬、身体計測、血液・尿検査、下肢運動機能、握力、食事調査(簡易型自記式食事歴法質問票;BDHQ)、生活習慣(身体活動度;physical activity)、骨密度などを調査した。

来院による調査を基本としたが、来院困難な場合は、往診にて実施した。往診の場合、骨密度、歯科診察の一部、体力測定の一部は実施困難のため省略とした。健康調査は、老年科専門医師と歯科医師、ならびに高齢者調査に精通した看護師、臨床検査技師、理学療法士が担当した。

第2次健康調査に参加したのは88歳から103歳までの387名(平均年齢90.6歳)で、参加率は71.4%であった。そのうち電話による聞き取り調査のみの方が28名(7.2%)、往診が108名(29.3%)あり、残りの251名(64.9%)はすべて来院調査を行った。

第2次健康調査に参加した対象者の背景を表1に示す。身体機能、認知機能ともに男性の方が女性よりも良好な状態である特徴は、第1次基礎調査の時点においても認められていた。第1次基礎調査と第2次健康調査の3年間の比較では、日常生活活動度、認知機能、BMIのすべてにおいて、第2次健康調査(3年後)の方が低下していた。(表2)

追跡期間の3年間で、ADL低下などが原因で施設に入所された方は42名であった。

電話による予後調査では、転居先不明や電話不通などの理由で追跡不能の方が19名いたものの、残りの523名(96.5%)の方の転帰を確認できた。3年間に91名の死亡が確認され、最も多い死因は、突然死を含む心血管障害(29名)、2番目は悪性腫瘍(24名)であった。(表3)

表1 第2次健康調査 対象者の背景

	全員	男性	女性	P - value	
n	387	167 (43%)	220 (57%)		
年齢	mean (SD) median [IQR]	90.6 (1.8) 90.3 [89.2-91.7]	90.4 (1.6) 90.1 [89.0-91.7]	90.8 (2.0) 90.3 [89.5-91.8]	0.06 <sup>a</sup> 0.09 <sup>b</sup>
日常生活活動度 (Barthel Index)	mean (SD) median [IQR]	89.1 (21.4) 100 [90-100]	94.2 (14.8) 100 [95-100]	85.2 (24.6) 95 [80-100]	< 0.01 <sup>a</sup> < 0.01 <sup>b</sup>
認知機能(MMSE)	mean (SD) median [IQR]	25.8 (4.9) 27 [25-29]	27.0 (3.3) 28 [25-29]	24.9 (5.8) 26.5 [24-29]	< 0.01 <sup>a</sup> < 0.01 <sup>b</sup>
BMI	mean (SD)	21.5 (3.1)	22.0 (2.9)	21.0 (3.1)	< 0.01 <sup>a</sup>

a: P値はunpaired t検定による。  
b: P値はMann-Whitney検定による

表2 第1次基礎調査と第2次健康調査の3年間の比較

	第2次健康調査に参加した387名		相関係数	P - value <sup>a</sup>
	第1次調査	第2次調査 (3年後)		
年齢	mean (SD) median [IQR]	87.6 (1.8) 87.3 [86.1-88.7]	90.6 (1.8) 90.3 [89.2-91.7]	1.00 < 0.01
日常生活活動度 (Barthel Index)	mean (SD) median [IQR]	96.5 (10.2) 100 [100-100]	89.1 (21.4) 100 [90-100]	0.61 < 0.01
認知機能(MMSE)	mean (SD) median [IQR]	26.2 (4.2) 27 [25-29]	25.8 (4.9) 27 [25-29]	0.45 0.02
BMI	mean (SD)	21.6 (3.1)	21.5 (3.1)	0.87 < 0.01

a: P値はpaired t検定による。

表3 予後調査

3年間の転帰		n
生存		432
死亡		91
不明		19
死亡原因		
心血管障害		29
悪性腫瘍		24
肺炎		20
老衰		13
末期認知症		5

(3) 新規認知機能障害、新規骨折および新規入所の発症リスクに関連する要因の検討

第1次基礎調査においてMMSE24点以上かつバーセルインデックス80点以上の者は304名であった。この304名のうち、3年間の追跡期間で新規に認知機能障害(MMSE24点未満)を発症した方は34名、新規に骨折を発症した方は33名、新規に入院・入所した方は25名であった。

新規認知機能障害の発症、新規骨折の発症、および新規入所のリスクに関連する要因をそれぞれ検討するために、第1次基礎調査時の年齢、性別(男性0,女性1)、BMI、MMSE、ADL、握力、Timed Up & Go (TUG)、既往症(脳卒中、高血圧、骨折、悪性腫瘍)、血液バイオマーカー(アルブミン、CRP、HbA1c)、BDHQで算出した推定EPA+DHA摂取量を独立変数として多変量ロジスティック解析を行った。

多変量解析の結果、新規認知機能障害の発症リスクに関連する要因として、MMSEが低いこと、ADLが低いこと、TUGが遅いことが挙げられた。新規骨折の発症リスクに関連する要因には、性別(女性)、MMSEが低いこと、脳卒中の既往、骨折の既往、HbA1cが高いことが挙げられた。新規入所のリスクに関連する要因には、性別(女性)、TUGが遅いことが挙げられた。(表4)

表4 多変量ロジスティック解析

Dependent variable: Newly developed cognitive impairment			
Variables	Exp ( )	95%CI	P-value
MMSE (for 1SD increase)	0.15	0.05 - 0.44	<0.01
ADL (for 1SD increase)	0.39	0.13 - 1.13	0.08
TUG (for 1SD increase)	1.90	0.92 - 3.91	0.08

Dependent variable: Newly developed fractures			
Variables	Exp ( )	95%CI	P-value
Sex (Men 0, Women 1)	22.3	3.68 - 134.8	<0.01
MMSE (for 1SD increase)	0.32	0.11 - 0.97	0.05
History of stroke (0,1)	5.00	1.57 - 15.91	0.01
History of fractures (0,1)	3.13	1.22 - 8.06	0.02
Hb A1c (for 1SD increase)	1.47	0.95 - 2.28	0.09

Dependent variable: Newly developed institutionalization			
Variables	Exp ( )	95%CI	P-value
Sex (Men 0, Women 1)	7.05	1.14 - 43.8	<0.01
TUG (for 1SD increase)	3.16	1.43 - 7.01	0.08

Age, sex, MMSE score, Barthel Index for ADL, body mass index, grip power, Timed Up & Go, medical records of stroke, hypertension, fractures and cancers, serum albumin, C-reactive protein, Hemoglobin A1c, estimated intake of EPA and DHA were included in these models.

Abbreviations: MMSE; Mini Mental State Examination, ADL; activities of daily living, TUG; Timed Up & Go, HbA1c; hemoglobin A1c, SD; standard deviation, EXP( ); exponential, CI; confidential intervals.

(4) 超高齢者の食習慣調査法の妥当性の検証

栄養疫学研究において食事調査の方法やそれから得られた結果の信憑性は極めて重要である。我々は、日本人向きに開発された簡易型自記式食事歴法質問票(以下、BDHQ)を超高齢者に使用している<sup>2)</sup>。これまでに、BDHQから算出したエイコサペンタエン酸(EPA)とドコサヘキサエン酸(DHA)の推定摂取量について、赤血球膜脂肪酸濃度をバイオマーカーに妥当性を証明した<sup>3)</sup>。

今回、超高齢者におけるBDHQのさらなる妥当性の検証として、秤量法による食事記録調査と24時間尿中排泄量をスタンダードに、BDHQの妥当性を検証した。第2次健康調査に参加した超高齢者の中から、1)ADLがほぼ自立している、2)認知機能が正常、3)視覚・聴覚、コミュニケーション能力が保たれていることを必要条件として、40名を抽出し、そのうち同意の得られた36名(男性17名、女性19名)を対象とした。

2012年6月から8月にかけて、秤量法による3日間の食事記録、24時間蓄尿(食事調査の2日目に同時実施)を行った。食事記録は、秤量計、計量カップ、キッチンスケールなどを用いて、本人または配偶者が記録した。原則として、記録日に摂取した食品、飲料品のすべてを記録した。菓子パンや市販の弁当などの既製品は外袋や容器を保管して

もらい、栄養士が翌日訪問し、記録内容を確認した。3日間の食事調査の第2日目に、24時間蓄尿を併せて行った。蓄尿用容器は翌日回収し、尿量を計測、24時間Na、K、Cl、Ca、P、尿素窒素、クレアチニン、総蛋白の排泄量を測定した。

調査に協力していただいた36名の背景を表5に示す。独居率は女性で高く、飲酒率は男性で高かった。

BDHQより算出したエネルギー・食品群別推定摂取量(1000kcal補正)を表6に示す。推定摂取エネルギーは男性で多かった。魚類、肉類の摂取は男女で差を認めなかった。穀類、果実類、コーラ類の摂取は女性で多い傾向にあり、いも類、乳類は男性に多い傾向にあった。酒類は男性で多かった。

表5 3日間食事調査に参加した対象者の背景

	全体(n=36)	男性(n=17)	女性(n=19)
年齢	89.8 ± 1.37	89.6 ± 1.3	90.0 ± 1.4
独居, %	44	17.6	63.2
喫煙歴, %	5.6	5.9	5.3
飲酒歴, %	30.6	44.4	15.8
ADL (Barthel index)	98.1 ± 4.7	99.7 ± 1.2	96.6 ± 6.2
IADL (Lawton scale)	4.7 ± 0.5	4.8 ± 0.4	4.6 ± 0.6
MMSE	28.1 ± 1.9	28.1 ± 2.1	28.1 ± 1.8
BMI, kg/m <sup>2</sup>	22.6 ± 2.8	23.5 ± 2.4	21.7 ± 3.0

表6 エネルギー・食品群別推定摂取量(全体、男性、女性、1000kcal補正)

	全体(n=36)		
	平均値 ± 標準偏差	男性(n=17)	女性(n=19)
エネルギー kcal	1747.6 ± 599.1	1881.1 ± 544.6	1628.1 ± 615.9
穀類 g/1000 kcal	185.2 ± 54.3	175.5 ± 60.0	193.8 ± 48.6
魚介類 g/1000 kcal	52.6 ± 21.9	49.2 ± 23.8	55.5 ± 20.1
肉類 g/1000 kcal	34.9 ± 18.1	32.9 ± 20.7	36.7 ± 15.8
卵類 g/1000 kcal	25.9 ± 16.1	28.0 ± 16.5	24.1 ± 15.9
豆類 g/1000 kcal	34.6 ± 29.0	32.5 ± 32.3	36.5 ± 26.5
緑黄色野菜 g/1000 kcal	91.9 ± 40.4	92.5 ± 42.4	91.3 ± 39.7
その他の野菜 g/1000 kcal	53.8 ± 41.3	48.5 ± 41.2	58.5 ± 41.9
いも類 g/1000 kcal	40.0 ± 37.4	48.8 ± 46.4	32.2 ± 26.0
きのこ類 g/1000 kcal	7.1 ± 5.9	6.1 ± 5.2	7.9 ± 6.6
海藻類 g/1000 kcal	12.7 ± 11.0	10.7 ± 9.5	14.4 ± 12.2
果実類 g/1000 kcal	124.9 ± 69.8	116.0 ± 71.6	132.9 ± 69.2
乳類 g/1000 kcal	82.7 ± 61.1	101.4 ± 73.6	66.0 ± 42.8
白湯・茶類 g/1000 kcal	434.6 ± 222.3	482.5 ± 302.9	391.7 ± 102.4
コーラ類 g/1000 kcal	38.8 ± 84.5	25.4 ± 73.7	50.7 ± 93.5
酒類 g/1000 kcal	40.2 ± 114.5	79.4 ± 158.8	5.0 ± 17.7
菓子類 g/1000 kcal	33.2 ± 28.0	30.5 ± 23.7	35.6 ± 31.8
油脂類 g/1000 kcal	5.1 ± 2.6	4.3 ± 2.1	5.7 ± 2.8
砂糖類 g/1000 kcal	2.9 ± 2.7	2.8 ± 3.6	2.9 ± 1.8
調味料 g/1000 kcal	7.3 ± 4.4	5.7 ± 3.5	8.7 ± 4.6

BDHQより算出したエネルギー・栄養素別推定摂取量(1000kcal補正)を男女別に表7, 8に示す。男女共に、日本人の食事摂取基準(2010年度版)と大きな相違は認めなかった。

BDHQの妥当性を検証するために、BDHQと秤量法による食事記録の相関を検討した。栄養素別推定摂取量(1000kcal補正)の相関を表9に、食品群別推定摂取量(1000kcal補正)を表10に示す。栄養素別の検討では、多くの項目で有意な相関を認め、中でもアルコールとビタミンB6は強い相関を示した(それぞれr=0.79, 0.68)。n3系多価不飽和脂肪酸(n3PUFA)や魚由来のn3PUFAは中等度の相関を示した(それぞれr=0.51, 0.40)。その他、ビタミンA、ビタミンC、カロテン、トコフェノールなども中等度の相関を示した。一方、ナトリウムの相関係数は低く、塩分摂取量の正確な評価に課題を残した。

食品群別の検討においても多くの項目で有意な相関を認めた。果物・野菜ジュース、紅茶・ウーロン茶、魚介類、海藻、パンなど

の食品群で中等度以上の相関を認めた。

最後に、24時間尿中排泄量の結果を表11に示す。BDHQから算出したナトリウムとカリウムの推定摂取量と24時間尿中排泄量との相関を検討したが、いずれも有意な相関を認めなかった(ナトリウムr=0.12, p=0.49、カリウムr=0.23, p=0.18)。今回、有意な結果が得られなかった一因に、煩雑な蓄尿手技が影響した可能性はある。超高齢者に24時間蓄尿法を適応することの困難さを実感した。

超高齢者の推定摂取量の計算式(アルゴリズム)はまだ確立されていないため、BDHQの高齢者用アルゴリズムが今後改訂される可能性はあるが、今回得られた秤量法による食事記録とBDHQの検討から、特定の栄養素や食品群に関しては、BDHQは超高齢者の栄養疫学研究に十分活用できるツールであると考えられた。

- 2) Kobayashi S, et al. Public Health Nutr (2011) 14:1200-1211.
- 3) Takayama M, et al. J Nutritional Health and Aging (2013) 17:82-89.

表7 エネルギー・栄養素別推定摂取量(男性、1000kcal補正)

	全体(n=17)				食事摂取基準(2010年版)	
	平均値 ± 標準偏差	最小値	最大値			
エネルギー kcal	1881.1 ± 544.6	950.0	3147.4	2200*	kcal/日 1)	
たんぱく質 g/1000 kcal	40.5 ± 6.3	32.5	58.4	50	g/日 2)	
脂質 %エネルギー	26.3 ± 5.0	15.4	38.3	20以上25未満	%エネルギー 3)	
脂肪酸 %エネルギー	28.4 ± 5.7	17.3	42.3	-	-	
飽和脂肪酸 %エネルギー	7.4 ± 1.6	3.6	10.2	4.5以上70未満	%エネルギー 3)	
一価不飽和脂肪酸 %エネルギー	9.1 ± 2.2	5.0	14.5	-	-	
多価不飽和脂肪酸 %エネルギー	6.0 ± 1.3	4.2	8.8	-	-	
n-3系脂肪酸 g/1000 kcal	1.5 ± 0.5	0.7	3.0	22以上	g/日 3)	
n-6系脂肪酸 g/1000 kcal	5.1 ± 1.4	3.5	8.0	8	g/日 4)	
コレステロール mg/1000 kcal	247.3 ± 83.9	112.2	381.7	750未満	mg/日 3)	
炭水化物 %エネルギー	52.2 ± 9.4	28.1	63.2	50以上70未満	%エネルギー 3)	
食物繊維 g/1000 kcal	8.1 ± 2.9	2.3	14.0	19以上	g/日 3)	
水溶性 g/1000 kcal	2.1 ± 0.9	0.6	3.9	-	-	
不溶性 g/1000 kcal	5.7 ± 2.0	1.6	8.9	-	-	
レチノール µg/1000 kcal	274.8 ± 277.4	100.5	1288.5	-	-	
レチノール当量 µg/1000 kcal	495.1 ± 294.6	194.6	1434.4	550	µgRE/日 2)	
カロチン当量 µg/1000 kcal	2614.7 ± 1969.2	78.0	7593.5	-	-	
ビタミンD µg/1000 kcal	9.2 ± 5.3	3.5	23.4	5.5	µg/日 4)	
ビタミンB1 mg/1000 kcal	0.5 ± 0.1	0.3	0.9	1.0	mg/日 2)	
ビタミンB2 mg/1000 kcal	0.9 ± 0.2	0.7	1.5	1.1	mg/日 2)	
ナイアシン mg/1000 kcal	9.9 ± 2.1	6.0	13.6	11	mgNE/日 2)	
ビタミンB6 mg/1000 kcal	0.8 ± 0.2	0.5	1.4	1.1	mg/日 2)	
ビタミンB12 µg/1000 kcal	5.3 ± 2.5	2.1	10.9	2.0	µg/日 2)	
葉酸 µg/1000 kcal	266.0 ± 64.4	165.1	410.9	200	µg/日 2)	
ビタミンC mg/1000 kcal	97.1 ± 38.9	45.4	172.1	85	mg/日 2)	
ナトリウム mg/1000 kcal	2352.6 ± 452.6	1481.5	3067.9	600	mg/日 2)	
カリウム mg/1000 kcal	1758.6 ± 470.3	1157.7	3191.1	2500	mg/日 2)	
カルシウム mg/1000 kcal	368.9 ± 113.4	230.6	595.4	600	mg/日 2)	
マグネシウム mg/1000 kcal	160.3 ± 31.2	111.6	216.9	270	mg/日 2)	
リン mg/1000 kcal	655.3 ± 127.7	505.9	998.3	1000	mg/日 4)	
鉄 mg/1000 kcal	5.1 ± 0.9	3.8	6.8	6.0	mg/日 2)	
亜鉛 mg/1000 kcal	4.5 ± 0.8	3.1	6.6	9	mg/日 2)	
銅 mg/1000 kcal	0.7 ± 0.1	0.5	0.9	0.6	mg/日 2)	
アルコール %エネルギー	4.7 ± 8.8	0.0	31.0	-	-	

\*身体活動レベル普通(II)

1)推定エネルギー必要量、2)推定平均必要量、3)目標量、4)目安量

表8 エネルギー・栄養素別推定摂取量(女性、1000kcal補正)

	全体(n=19)				食事摂取基準(2010年版)	
	平均値 ± 標準偏差	最小値	最大値			
エネルギー kcal	1628.1 ± 615.9	1062.9	3836.7	1700*	kcal/日 1)	
たんぱく質 g/1000 kcal	42.3 ± 6.4	31.2	55.3	40	g/日 2)	
脂質 %エネルギー	28.4 ± 5.7	13.1	37.2	20以上25未満	%エネルギー 3)	
脂肪酸 %エネルギー	31.5 ± 6.7	13.6	41.4	-	-	
飽和脂肪酸 %エネルギー	7.3 ± 1.9	3.7	11.0	4.5以上70未満	%エネルギー 3)	
一価不飽和脂肪酸 %エネルギー	10.2 ± 2.4	4.0	14.0	-	-	
多価不飽和脂肪酸 %エネルギー	7.0 ± 1.5	3.0	9.2	-	-	
n-3系脂肪酸 g/1000 kcal	1.7 ± 0.4	0.9	2.3	1.8以上	g/日 3)	
n-6系脂肪酸 g/1000 kcal	6.1 ± 1.4	2.3	9.3	7	g/日 4)	
コレステロール mg/1000 kcal	253.2 ± 79.2	156.5	461.0	600未満	mg/日 3)	
炭水化物 %エネルギー	53.8 ± 6.7	43.7	70.4	50以上70未満	%エネルギー 3)	
食物繊維 g/1000 kcal	8.5 ± 2.5	4.0	13.8	17以上	g/日 3)	
水溶性 g/1000 kcal	2.1 ± 0.6	1.0	3.6	-	-	
不溶性 g/1000 kcal	5.9 ± 1.7	3.0	9.6	-	-	
レチノール µg/1000 kcal	328.3 ± 325.9	96.3	1418.3	-	-	
レチノール当量 µg/1000 kcal	593.3 ± 321.1	227.8	1574.3	450	µgRE/日 2)	
カロチン当量 µg/1000 kcal	3155.9 ± 1854.4	1090.4	7022.9	-	-	
ビタミンD µg/1000 kcal	10.5 ± 5.8	3.2	24.0	5.5	µg/日 4)	
ビタミンB1 mg/1000 kcal	0.5 ± 0.1	0.4	0.7	0.8	mg/日 2)	
ビタミンB2 mg/1000 kcal	0.8 ± 0.1	0.7	1.2	0.9	mg/日 2)	
ナイアシン mg/1000 kcal	9.8 ± 2.2	6.1	14.3	8	mgNE/日 2)	
ビタミンB6 mg/1000 kcal	0.8 ± 0.2	0.5	1.2	1	mg/日 2)	
ビタミンB12 µg/1000 kcal	6.0 ± 2.1	2.6	10.1	2.0	µg/日 2)	
葉酸 µg/1000 kcal	267.2 ± 70.3	160.7	443.7	200	µg/日 2)	
ビタミンC mg/1000 kcal	98.9 ± 34.5	57.7	175.5	85	mg/日 2)	
ナトリウム mg/1000 kcal	2667.9 ± 415.9	1986.8	3572.5	600	mg/日 2)	
カリウム mg/1000 kcal	1706.9 ± 413.4	1155.2	2526.6	2000	mg/日 3)	
カルシウム mg/1000 kcal	369.5 ± 110.0	244.7	730.3	500	mg/日 2)	
マグネシウム mg/1000 kcal	162.8 ± 34.7	109.7	242.6	220	mg/日 2)	
リン mg/1000 kcal	688.1 ± 127.7	494.1	990.9	900	mg/日 4)	
鉄 mg/1000 kcal	5.4 ± 1.0	3.8	7.9	5.0	mg/日 2)	
亜鉛 mg/1000 kcal	4.7 ± 0.6	3.8	5.7	7	mg/日 2)	
銅 mg/1000 kcal	0.7 ± 0.1	0.5	0.9	0.5	mg/日 2)	
アルコール %エネルギー	0.4 ± 1.3	0.0	5.8	-	-	

\*身体活動レベル普通(II)

1)推定エネルギー必要量、2)推定平均必要量、3)目安量、4)目標量

表9 秤量法 (DR)とBDHQからそれぞれ算出した栄養素別推定摂取量の相関

Nutrient, Density		Estimated intake (median, IQR)				Spearman's correlation coefficient r
		DR		BDHQs		
		Median	IQR	Median	IQR	
Energy	kJ/d	7139	6031 - 8647	6536	5732 - 8812	0.66 ***
Protein	% energy	15.2	13.7 - 16.1	16.3	14.8 - 17.8	0.43 ***
Fat	% energy	23.0	24.3 - 30.5	27.0	24.8 - 30.5	0.54 ***
Saturated fat	% energy	7.74	6.08 - 9.48	7.45	6.16 - 8.44	0.73 ***
Monounsaturated fat	% energy	9.79	8.23 - 11.17	9.69	8.19 - 11.02	0.42 ***
Polyunsaturated fat	% energy	5.79	4.86 - 6.89	6.26	5.39 - 7.62	0.52 ***
n-6 polyunsaturated fat	% energy	4.62	3.82 - 5.54	5.00	4.11 - 6.09	0.45 ***
n-3 polyunsaturated fat	% energy	0.99	0.78 - 1.27	1.47	1.23 - 1.61	0.51 ***
Marine origin n-3 polyunsaturated fat	% energy	0.38	0.25 - 0.54	0.50	0.35 - 0.73	0.40 ***
Exocosapentaenoic acid	% energy	0.12	0.07 - 0.17	0.17	0.11 - 0.25	0.37 ***
Docosahexaenoic acid	% energy	0.22	0.14 - 0.30	0.28	0.19 - 0.40	0.41 ***
α-linolenic acid	% energy	0.61	0.40 - 0.74	0.78	0.57 - 0.95	0.45 ***
Cholesterol	mg/10 MJ	431	342 - 548	593	451 - 295	0.24 ***
Carbohydrate	% energy	55.1	51.7 - 59.4	53.7	48.4 - 58.7	0.54 ***
Total dietary fiber	g/10 MJ	18.7	15.5 - 23.7	18.8	16.3 - 9.6	0.51 ***
Soluble dietary fiber	g/10 MJ	4.36	3.37 - 5.08	4.57	4.04 - 2.41	0.45 ***
Insoluble dietary fiber	g/10 MJ	13.7	11.6 - 16.5	13.2	11.6 - 6.6	0.47 ***
Alcohol	% energy	0.35	0.13 - 0.89	0	0 - 1.41	0.79 ***
Retinol	µg/10 MJ	283	175 - 478	443	320 - 887	0.44 ***
Vitamin A (retinol equivalent)	µg/10 MJ	637	471 - 1004	1040	857 - 1550	0.47 ***
α-carotene	µg/10 MJ	345	141 - 645	475	366 - 905	0.23 ***
β-carotene	µg/10 MJ	4147	2726 - 5144	4898	3537 - 8480	0.48 ***
β-carotene equivalent	µg/10 MJ	4427	2904 - 5497	5510	3846 - 9040	0.50 ***
Cryptoxanthin	µg/10 MJ	65.8	41.7 - 134.4	687	189 - 973	0.39 ***
Vitamin D	µg/10 MJ	9.5	5.2 - 14.1	20	14 - 29	0.30 ***
α-tocopherol	µg/10 MJ	10.4	8.3 - 10.9	11.16	9.59 - 13.54	0.53 ***
Vitamin K	µg/10 MJ	226	179 - 317	373	310 - 606	0.53 ***
Thiamin	mg/10 MJ	1.23	1.01 - 1.51	1.20	1.00 - 1.34	0.24 ***
Riboflavin	mg/10 MJ	1.89	1.52 - 2.08	2.01	1.80 - 2.22	0.21 ***
Niacin	mg/10 MJ	20.7	17.1 - 25.0	23.5	20.6 - 26.8	0.60 ***
Vitamin B6	mg/10 MJ	1.70	1.37 - 2.16	1.89	1.66 - 2.07	0.68 ***
Vitamin B12	µg/10 MJ	7.52	4.93 - 8.83	12.79	9.71 - 16.98	0.41 ***
Folate	µg/10 MJ	527	415 - 590	588	524 - 712	0.41 ***
Pantothenic acid	mg/10 MJ	7.86	7.15 - 8.50	9.43	8.24 - 10.25	0.44 ***
Vitamin C	mg/10 MJ	182	123 - 197	225	160 - 314	0.54 ***
Sodium	mg/10 MJ	4927	4145 - 5531	5913	5227 - 6848	0.08 ***
Potassium	mg/10 MJ	3755	3001 - 4161	3925	3401 - 4704	0.58 ***
Calcium	mg/10 MJ	779	628 - 892	842	667 - 984	0.29 ***
Magnesium	mg/10 MJ	348	311 - 417	366	339 - 447	0.43 ***
Phosphorus	mg/10 MJ	1391	1285 - 1545	1565	1395 - 1664	0.40 ***
Iron	mg/10 MJ	10.8	9.3 - 13.0	12.3	11.0 - 14.3	0.41 ***
Zinc	mg/10 MJ	10.0	9.2 - 11.0	11.0	9.8 - 11.9	0.35 ***
Copper	mg/10 MJ	1.57	1.30 - 1.78	1.58	1.43 - 1.83	0.51 ***
Manganese	mg/10 MJ	4.64	3.97 - 6.57	5.52	4.49 - 6.18	0.43 ***

\*\*\*, p < 0.001, \*\*, p < 0.01, \*, p < 0.05.

表10 秤量法 (DR)とBDHQからそれぞれ算出した食品群別推定摂取量の相関

Food, Density	Estimated intake (median, IQR)				Spearman's correlation coefficient r
	DR		BDHQs		
	Median	IQR	Median	IQR	
Cereals	456.5	360.6 - 529.1	423.6	386.4 - 490.9	0.41
Rice	254.8	208.4 - 366.3	223.5	152.5 - 348.5	0.34
Noodles	62.5	0.0 - 193.7	99.7	52.7 - 187.9	0.48
Bread	56.7	41.6 - 77.0	78.1	38.0 - 90.7	0.58 **
Pulses	58.4	23.0 - 75.1	65.5	49.6 - 111.3	0.36 ***
Potatoes	31.1	5.2 - 58.7	67.8	35.2 - 103.1	0.21 ***
Sugar and confectioneries	77.7	45.3 - 155.0	71.4	38.0 - 113.8	0.49
Sugar	12.7	9.2 - 20.8	5.6	2.6 - 9.4	0.28 ***
Confectioneries	65.1	18.1 - 136.2	66.9	29.2 - 109.8	0.52
Oil	17.8	8.8 - 28.9	21.0	13.2 - 32.4	0.44
Fruits	201.1	73.0 - 417.5	174.4	62.4 - 262.8	0.48
Total vegetables	378.8	306.0 - 509.6	414.4	362.1 - 585.2	0.23
Green and yellow vegetables	137.8	81.1 - 217.9	166.1	122.0 - 310.5	0.35 *
Other vegetables	177.1	139.6 - 248.5	190.8	146.7 - 224.2	0.05
Pickled vegetables	23.5	11.1 - 33.6	27.4	11.9 - 38.7	0.54
Mushrooms	3.5	0.0 - 11.2	14.6	5.6 - 22.2	0.37 ***
Seaweeds	12.7	4.1 - 29.3	17.8	12.3 - 43.3	0.41
Alcoholic beverages	5.5	1.2 - 53.3	0.0	0.0 - 30.6	0.77
Nonalcoholic beverages	1128.1	870.8 - 1465.7	1186.8	879.6 - 1336.2	0.24
Fruit and vegetable juice	0.0	0.0 - 35.2	0.0	0.0 - 134.9	0.75 **
Green tea	469.1	301.6 - 974.2	693.6	503.4 - 871.1	0.23
Black and oolong tea	124.5	0.0 - 536.9	6.2	0.0 - 159.6	0.48 *
Coffee	52.3	0.0 - 218.7	94.4	0.0 - 241.4	0.83
Soft drinks	29.2	0.0 - 104.7	0.0	0.0 - 44.2	0.57
Fish and shellfish	98.3	74.9 - 125.9	120.5	82.4 - 167.7	0.41 **
Meats	68.9	46.4 - 104.1	94.5	51.2 - 108.7	0.31
Eggs	35.0	22.6 - 73.7	54.9	34.6 - 84.4	0.24 **
Dairy products	210.5	86.6 - 304.7	189.8	105.6 - 224.8	0.68

\*\*\*, p < 0.001, \*\*, p < 0.01, \*, p < 0.05.

表11 24時間尿中排泄量

	全体	男	女	P
ナトリウム	2.9 ± 1.0	3.2 ± 0.9	2.6 ± 0.9	<0.05
カリウム	1.5 ± 0.6	1.8 ± 0.7	1.3 ± 0.5	<0.05
カルシウム	0.08 ± 0.06	0.07 ± 0.05	0.08 ± 0.07	NS
無機リン	0.45 ± 0.18	0.54 ± 0.16	0.37 ± 0.16	<0.05
マグネシウム	0.07 ± 0.05	0.09 ± 0.04	0.06 ± 0.05	NS
尿酸窒素	5.9 ± 2.1	7.0 ± 1.7	4.8 ± 2.0	<0.05
クレアチニン	0.71 ± 0.21	0.86 ± 0.12	0.57 ± 0.17	<0.05

#### 4. 研究成果

超高齢者コホートの3年間の前向き観察研究を通じて、この年代の健康状態の経時変化が明らかとなった。また、健康長寿を阻害する因子として重要な認知機能障害、骨折、虚弱による施設入所に注目し、それらの新規発症リスクに関連する因子を検討したところ、もともとの認知機能やADLに加えて、運動機能（歩行や移動能力）や生活習慣病との関連が示唆された。あらためて健康長寿には生活

習慣病の予防と運動器の機能維持が重要であることが示された。今回、食習慣（魚油摂取量）との関連は見いだせなかったが、生活習慣病予防につながる食習慣や運動器の機能維持に関連する食習慣を探索することが今後の課題である。

一方、高齢者を対象にした栄養疫学研究では、食事調査の方法に工夫が必要である。高齢者でも実行可能な簡便性と、疫学研究に耐えうる妥当性の両方が求められる。我々が使用した質問票（BDHQ）は、超高齢者でも記入可能であり、秤量法との相関も比較的良好であった。高齢者を対象にした栄養疫学研究に有用なツールと考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計15件)

- 1) Arai Y(8人中), Inagaki H, Takayama M( ), Abe Y, Hirose N( ), et al. Physical independence and mortality at the extreme limit of life span: supercentenarian study in Japan. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. (2014) 69:486-494. (査読有)
- 2) Takayama M(7人中), Arai Y( ), Sasaki S( ), Hirose N( ), et al. Association of marine-origin n-3 polyunsaturated fatty acids consumption and functional mobility in the community-dwelling oldest old. J Nutr Health Aging. (2013) 17: 82-89. (査読有)
- 3) 高山美智代, 新井康通, 広瀬信義. 生活習慣からみた健康長寿の阻害因子. JOHNS(2012)28: 1274-1278. (査読無)
- 4) Iinuma T(12人中), Arai Y( ), Fukumoto M, Takayama M( ), Hirose N( ), et al. Maximum occlusal force and physical performance in the oldest old: the Tokyo oldest old survey on total health. J Am Geriatr Soc. (2012) 60: 68-76. (査読有)
- 5) Arai Y, Takayama M, Abe Y, Hirose N. Adipokines and aging. J Atheroscler Thromb. (2011) 18:545-550. (査読有)
- 6) 高山美智代, 住谷智恵子, 阿部由紀子, 新井康通, 広瀬信義. 超高齢期におけるビタミンD欠乏症と生活習慣の関連についての検討. 未病と抗老化(2011)20: 113-116. (査読有)

〔学会発表〕(計17件)

- 1) 葛城千紗, 武田純枝, 高山美智代, 新井康通, 広瀬信義. 超高齢期の口腔機能と食事（栄養）摂取状況の実態把握調査. 第35回日本臨床栄養学会総会（2013年10月4日）京都テルサ（京都府）

- 2) Iinuma T, Fukui Y, Fukumoto M, Arai Y, Takayama M, Hirose N, et al. Saliva of oldest old correlate to the oral and general health conditions; Tokyo oldest old survey on total health (TOOTH). The 20<sup>th</sup> World Congress of the International Association of Gerontology and Geriatrics (IAGG) (2013年6月26日) ソウル (韓国)
- 3) Takayama M, Arai Y, Abe Y, Oguma Y, Hirose N. Association between bone density, anthropometric measurements, and physical performance in the community-dwelling oldest old in Japan. The 20<sup>th</sup> World Congress of the International Association of Gerontology and Geriatrics (IAGG) (2013年6月25日) ソウル (韓国)
- 4) Arai Y, Iinuma T, Teh R, et al. The contribution of oral health to malnutrition in the very old. The 20<sup>th</sup> World Congress of the International Association of Gerontology and Geriatrics (IAGG) (2013年6月24日) ソウル (韓国)
- 5) 新井康通・加齢は動脈硬化と危険因子の関連を修飾するか？超高齢期における動脈硬化症の発症・進展に関する要因の包括的検討 第55回日本老年医学会学術集会(2013年6月6日)大阪国際会議場(大阪府)
- 6) 高山美智代、新井康通、福田亮子、高山緑、福本宗子、飯沼利光、広瀬信義ら・超高齢者の虚弱に関連する生活習慣の検討 超高齢者疫学研究より 第55回日本老年医学会学術集会(2013年6月5日)大阪国際会議場(大阪府)
- 7) 飯沼利光、福本宗子、新井康通、福井雄介、高山美智代、広瀬信義ら。“お口からながいき”実現に向けて 超高齢者健康調査結果からわかってきたこと 第22回日本歯科医学会総会(2012年11月10日)インデックス大阪(大阪府)
- 8) 高山美智代、新井康通、福田亮子、広瀬信義ら・超高齢者のn-3多価不飽和脂肪酸摂取量と身体移動能力との関連 第54回日本老年医学会学術集会(2012年6月29日)東京国際フォーラム(東京都)
- 9) Takayama M, Arai Y, Sasaki S, Hashimoto M, Shimizu K, Abe Y, Hirose N. Consumption of marine-origin n-3 polyunsaturated fatty acids is associated with functional mobility in the community-dwelling oldest old in Japan. The 20<sup>st</sup> Nordic Congress of Gerontology. (2012年6月11日)コペンハーゲン(デンマーク)
- 10) Arai Y. Overview of human longevity research. (招待講演) The 2<sup>nd</sup> International Congress on Gerontology

& Geriatric Medicine.(2012年2月27日)ニューデリー(インド)

- 11) 新井康通、住谷智恵子、高山美智代、広瀬信義ら・超高齢者における動脈硬化危険因子と頸動脈内中膜肥厚度の関連についての検討 第53回日本老年医学会学術集会(2011年6月16日)京王プラザホテル(東京都)

〔図書〕(計1件)

- 1) Gondo Y, Arai Y, Hirose N. Wellbeing in the oldest old and centenarians in Japan. In *Wellbeing in later life: Wellbeing: A Complete Reference Guide*, Vol. . P275-286. Ed Kirkwood TBL & Cooper CL. West Sussex, England, John Wiley & Sons. (2013)

〔産業財産権〕

- 出願状況(計0件)
- 取得状況(計0件)

〔その他〕

慶應義塾大学医学部老年内科ホームページ/  
研究紹介/超高齢者研究  
<http://web.sc.itc.keio.ac.jp/medicine/rounen/research/cat3/>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

高山 美智代 (TAKAYAMA MICHIO)  
慶應義塾大学・医学部・助教  
研究者番号：60265824

##### (2) 研究分担者

新井 康通 (ARAI YASUMICHI)  
慶應義塾大学・医学部・助教  
研究者番号：20255467

##### (3) 連携研究者

飯沼 利光 (IINUMA TOSHIMITSU)  
日本大学・歯学部・講師  
研究者番号：10246902

高山 緑 (TAKAYAMA MIDORI)  
慶應義塾大学・理工学部・教授  
研究者番号：10308025

福田 亮子 (FUKUDA RYOKO)  
慶應義塾大学・環境情報学部・特任准教授  
研究者番号：80383917

広瀬 信義 (HIROSE NOBUYOSHI)  
慶應義塾大学・医学部・講師  
研究者番号：90142421

佐々木 敏 (SASAKI SATOSHI)  
東京大学・医学系研究科・教授  
研究者番号：70275121