



Title	料理数を用いた栄養適切性の評価、および食事の多様性と総死亡との関連
Author(s)	高林, 早枝香
Description	配架番号 : 2769
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医学)
Dissertation Number	甲第15451号
Issue Date	2023-03-23
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/doctoral.k15451">https://doi.org/10.14943/doctoral.k15451</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/91595">https://hdl.handle.net/2115/91595</a>
Type	doctoral thesis
File Information	TAKABAYASHI_Saeka.pdf



# 学位論文

料理数を用いた栄養適切性の評価、および食事の多様性と総死亡との関連  
(Nutritional adequacy assessment using the number of dishes, and an  
association of dietary diversity with all-cause mortality)

2023年3月

北海道大学

高林 早枝香



# 学位論文

料理数を用いた栄養適切性の評価、および食事の多様性と総死亡との関連  
(Nutritional adequacy assessment using the number of dishes, and an  
association of dietary diversity with all-cause mortality)

2023年3月

北海道大学

高林 早枝香

## 目 次

発表論文目録および学会発表目録	1 頁
要旨	2 頁
略語表	5 頁
緒言	6 頁
第一章 1-1. 諸言	9 頁
1-2. 方法	9 頁
1-3. 結果	14 頁
1-4. 考察	22 頁
1-5. 結論	23 頁
第二章 2-1. 諸言	24 頁
2-2. 方法	24 頁
2-3. 結果	28 頁
2-4. 考察	45 頁
2-5. 結論	46 頁
結論	47 頁
謝辞	49 頁
利益相反	50 頁
引用文献	51 頁

## 発表論文目録および学会発表目録

本研究は以下の論文に発表した（投稿中含む）。

1. Saeka Takabayashi, Emiko Okada, Takumi Hirata, Hidemi Takimoto, Mieko Nakamura, Satoshi Sasaki, Kunihiro Takahashi, Koshi Nakamura, Shigekazu Ukawa, Akiko Tamakoshi  
「Nutritional adequacy of the number of dishes and its comparison with existing dietary diversity indexes in Japanese adults: a cross-sectional analysis from the 2012 National Health and Nutrition Survey, Japan」  
(投稿中)
2. Saeka Takabayashi, Takumi Hirata, Wenjing Zhao, Takashi Kimura, Shigekazu Ukawa, Kazuyo Tsushita, Kenji Wakai, Takashi Kawamura, Masahiko Ando, Akiko Tamakoshi  
「Association of dietary diversity with all-cause mortality by body mass index in Japanese older adults: An age-specific prospective cohort study (NISSIN project)」 Geriatr Gerontol Int. 2022 Sep;22(9):736-744. doi: 10.1111/ggi.14446. Epub 2022 Aug 5. PMID: 36058621

本研究の一部は以下の学会に発表した。

3. Saeka Takabayashi, Takumi Hirata, Wenjing Zhao, Takashi Kimura, Shigekazu Ukawa, Kazuyo Tsushita, Kenji Wakai, Takashi Kawamura, Masahiko Ando, Akiko Tamakoshi  
「Association of dietary diversity with all-cause mortality is modified by body mass index in Japanese older adults: An age-specific prospective cohort study (NISSIN project)」  
The World Congress of Epidemiology 2021 (web) (2021.9.3-9.6)

## 要旨

### 【諸言】

日本の平均寿命は、2021年に男性80.5歳、女性87.7歳、全体で84.7歳と世界最長水準である。日本の長寿に寄与している要因のひとつとして、日本の食習慣が注目されている。日本の食習慣は、主に、米、大豆製品、魚や緑茶の摂取頻度の高さで特徴づけられ、心血管疾患（CVD）や総死亡を下げることで報告されている。

日本の食習慣は、これまで（1）因子分析により算出した食事パターン、（2）特徴的な食品の摂取状況から算出した指標スコアから評価されてきた。一方で、日本の食習慣とは、主食、副食、汁物の3つの要素が組み合わさった食事パターンであるとの指摘がある。日本の伝統的な食事は「一汁三菜」（米飯、汁もの、主菜1品、副菜2品）といわれ、一食に5つの料理を含み、料理数が多いことが特徴として挙げられる。しかし、料理数に着目して、日本の食習慣を評価した研究はまだない。また、日本の食習慣は、さまざまな食品群を摂取することから、食事の多様性が高いことが指摘されている。食事の多様性は、一般的に摂取食品数や摂取食品群数によって評価されるが、料理者でない者にとっては必ずしも容易ではない。伝統的に日本では、食品や食品群に基づくアプローチではなく、料理に基づくアプローチで検討・評価してきた。

本研究では、日本の食習慣の特徴である食事の多様性に着目した。第一章では、料理数（NDAM）を食事多様性指標のひとつとして位置づけ、日本の食習慣を評価することを試みた。具体的には、NDAMを用いて日本人成人の食事の栄養適切性を評価した。また比較のために、既存の多様性指標を用いた栄養適切性の評価も行った。第二章では、日本人64-65歳の食事の多様性と総死亡との関連を検討した。日本人の食事の多様性は65歳頃で変化することが指摘されており、本研究ではその転換期にあたる者を対象とした。食事の多様性は、総エネルギー摂取量の増加を通じて、高齢者のやせ、栄養欠乏のリスクを低減すると考えられている。しかし、一方で食事の多様性は、過剰なエネルギー摂取による肥満とも関連していることが他国より報告されている。このため、食事の多様性と総死亡との関連について体格指数（BMI）の影響とともに検討した。

### 【第一章】

**【対象と方法】** 2012年国民健康・栄養調査で得られた妊婦・授乳婦を除く20歳以上の25976名のデータを用いた。食事調査は平日1日を対象に、食事記録法を用いて実施された。一日の食事（朝食、昼食、夕食、間食）を対象に、飲物を除くNDAMを算定した。NDAMの栄養適切性について、ピアソンの偏相関係数を用いて評価した。また、栄養適切性（NAR）について、摂取食品数（FVS）、摂取食品群数（DDS）などの既存の食事の多様性指標との比較を行った。共変量は年齢、世帯人員数、職業、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣、総エネルギー摂取量（kcal/day）とした。

**【結果と考察】** NDAMは男女ともにFVSとDDSと同程度に全体的な栄養の充足度を示すMARと正の相関を示した。栄養素別には、男女ともに、NDAMは、既存の食事多様性指標と同様に、様々な食品から摂取される栄養素（カリウム、マグネシウム、食物繊維）のNARとの高い正の相関を示した。またNDAMは、飽和脂肪酸とは負の相関を示し、肉関連の栄養素でありビタミンB<sub>1</sub>のNARとは比較的低い相関を示した。これらの栄養的な特徴は、ドイツの食事多様性指標の特徴と一致していた。一方で、NDAMは、既存の食事多様性指標と同様に、制限すべき栄養素の指標であるMERとも正の相関を示した。具体的には、NDAMと既存の食事多様性指標は、ナトリウムとコレステロールのNARと正の相関を示した一方で、カリウムのNARとも正の相関を示し、ナトリウム / カリウム比とは負の相関を示した。ナトリウム及びナトリウム / カリウム比の摂取についての特徴は日本の食習慣についての先行研究と一致していた。男女ともに、NDAMはFVSと高い相関を示した（男性：0.73、女性：0.72）。

## **【第二章】**

**【対象と方法】** 愛知県日進市に行われているThe New Integrated Suburban Seniority Project (NISSINプロジェクト) 1996-2005年に参加した64-65歳の2,944名を対象とした。食事の多様性は、1日のFVSを用いて評価した。FVSは、食欲のない高齢者の総エネルギー摂取量を増加させることが示されており、またNDAMと高い相関があることから用いた。FVSは90品目の食物摂取頻度調査票より算出した。FVSを用いて参加者を低・中・高の3群に分けた。BMIを用いて参加者をやせ (BMI <20)、標準 (BMI 20-24.9)、過体重/肥満 (BMI ≥25) に分けた。FVSと総死亡との関連について、Cox比例ハザードモデルを用いて、多変量調整ハザード比および信頼区間を算出した。交絡因子は、性別、ベースラインの調査年、独居の有無、学歴、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣、心疾患の既往歴、脳血管疾患の既往歴、がんの既往歴、高血圧の既往歴、高脂血症の既往歴、糖尿病の既往歴、BMI、総エネルギー摂取量とした。2つの感度分析を行った。感度分析1；心疾患、脳血管疾患、がんの既往のある参加者を除外した。感度分析2；ベースラインから3年以内に死亡または転出した参加者を除外した。

**【結果と考察】** 男性454人 (30.7%)、女性222人 (15.2%) が16.6年の追跡調査期間中に死亡した。男女ともにFVSと総死亡との有意な関連は全体では認められなかった。しかし、BMI別に分けた場合、やせの群の参加者の多変量調整HRは、低FVS群と比較して、中FVS群で0.56 (CI: 0.32-0.96)、高FVS群で0.50 (CI: 0.25-1.02) だった (P for trend=0.059)。有意でない結果を含んでいるものの、感度解析を含め一貫して、中・高FVS群では低FVS群に比べ総死亡が低かった。さらに、女性では、有意な関連はないものの、過体重/肥満群では、低FVS群より中/高FVS群で総死亡が

一貫して高かった。女性の過体重／肥満群では、飽和脂肪酸や食事性コレステロールの高摂取が影響した可能性がある。

#### **【結論】**

NDAM を用いて評価した日本の食習慣は、既存の食事多様性指標による評価と同様に、健康に良好な影響を与える栄養の充足度が高い一方で、疾病リスクを高める栄養的な特徴も見られた。具体的には、ナトリウムの高摂取に加えて、食事性コレステロールの高摂取も、日本の食習慣の特徴として見られた。これらの疾病リスクを高める栄養的な特徴を持つ料理数の多い食事と健康との関連については、更なる研究が必要である。

食事の多様性と総死亡との関連は、男女ともにやせの高齢者では食事の多様性を促進すべきであるが、女性では、やせおよびBMI 標準群と過体重／肥満群とで食事の多様性と総死亡との関連は異なる可能性が示され、一律での食事の多様性の促進は注意を要することを示唆している。

## 略語表

- AI: Adequate Intake、目安量
- BI: Berry Index、ベリーインデックス
- BMI: Body Mass Index、体格指数
- CI: Confidence Interval、信頼区間
- CVD: Cardiovascular Disease、心血管疾患
- DDS: Diet Diversity Score、摂取食品群数
- DG: Tentative Dietary Goal for preventing life-style related disease、目標量
- FFQ: Food Frequency Questionnaire、食物頻度摂取調査票
- FVS: Food Variety Score、摂取食品数
- HR: Hazard Ratio、ハザード比
- MAR: Mean Adequacy Ratio、平均栄養適切率
- MER: Mean Excess Ratio、平均栄養過剰率
- NAR: Nutrient Adequacy Ratio、栄養適切性
- NDAM: Number of Dishes in All Meals、料理数
- NISSIN プロジェクト: New Integrated Suburban Seniority Investigation プロジェクト
- RDA: Recommended Dietary Allowance、推奨量

## 緒言

日本の平均寿命は、男性 80.5 歳、女性 87.7 歳、全体で 84.7 歳と世界最長水準である (OECD, 2021)。日本の長寿に寄与している要因のひとつとして、日本の食習慣が注目されている (Ikeda et al., 2011; Suzuki et al., 2018)。日本の食習慣は、主に、米、大豆製品、魚や緑茶の摂取頻度の高さで特徴づけられ、心血管疾患 CVD (Cardiovascular Disease) や総死亡を下げることで報告されている (Okada et al., 2018; Abe et al., 2020; Matsuyama et al., 2020)。

それでは、日本の長寿に寄与する日本の食習慣をどうやって評価すべきか。一般的に食習慣とは単一の栄養素や食品の摂取状況の評価を意味しない。そのため、食事全体を評価する観点から、主に 3 つの手法を用いた評価がされてきた。1) 食事パターン：食品摂取の組み合わせ頻度を評価したもの、2) 食事の多様性：食品数や食品群数、摂取の均等性を評価したもの、3) 食事の品質：特定の食事ガイドラインの遵守状況の評価したもの、である。最近の日本の食習慣と CVD 死亡との関連を検討したメタアナリシスでは、9 報の論文が抽出され、1)-3) で評価された日本の食習慣はいずれもその後の CVD 死亡を下げることで示されている (Shirota et al., 2022)。一方で日本の食習慣の栄養的な特徴を評価した研究はわずかしかない。日本の伝統的な食事を 9-12 の食品群の摂取状況で評価した Japanese Diet Index は、全体的な栄養適切性は高い一方で塩分の摂取量が高いことが報告されている (Tomata et al., 2019; Zhang et al., 2019)。また、2013 年の日本と他国との食品群摂取状況との比較では、日本の食品群摂取の特徴として、肉類 (特に牛肉などの赤身)、牛乳・乳製品、砂糖・甘味料、果物・いも類が少なく、魚・海産物、米、大豆、お茶 (主に緑茶) が多いことが挙げられている (Tsugane, 2021)。1)-3) の広く用いられている日本の食習慣の評価法に加えて、日本の食習慣とは、大豆・大豆由来製品、魚介類、野菜、飯、味噌汁で特徴づけられることから、主食、副菜、汁物の 3 つの要素が組み合わさった食事パターンであるとの指摘もある (Suzuki et al., 2018)。日本の伝統的な食事は「一汁三菜」(米飯、汁もの、主菜 1 品、副菜 2 品) といわれ、一食に 5 つの料理を含み、料理 (品) 数が多いことが特徴として挙げられる。しかし、食事の料理数を用いて日本の食習慣の栄養的な特徴を検討した研究はまだない。

さらに、日本の食習慣については、さまざまな食品群を摂取することから、食事の多様性が高いことが指摘されている (Katanoda, Kim and Matsumura, 2006)。食事の多様性は質の高い食事の重要な要素であり、食事多様性指標は、食事の質を評価した指標と比較して、不健康な食品・栄養素の除外や過剰摂取の除外が十分でないという限界はあるものの、簡便に栄養素摂取の充足度を評価できる指標として知られている (Verger et al., 2021)。Verger et al. の 2018 年 6 月までの文献を対象とした食事の多様性についてのスコアピングレビューでは、食事の多様性と栄養適切性との関連を検

討した50報、食事の多様性と健康アウトカムとの関連を検討した137報を対象とし、食事の多様性の評価方法は4つに分類されることが示されている。1) 摂取食品数 FVS (Food Variety Score)、2) 摂取食品群数 DDS (Diet Diversity Score)、3) 食事ガイドラインに基づく指標、4) その他 (均等性を示すBI (Berry index) など) (Verger et al., 2021)。また、食事多様性指標と栄養適切性との関連は、FVS は、24 の研究で検討され、関連がなかった3件及び全ての栄養適切性指標と正の関連を示さなかった3件を除いた、大半の研究で FVS と栄養適切性は正の関連があると報告されている。DDS は、32 の研究で、BI は2つの研究で検討され、それぞれ全ての研究で正の関連があることが報告されている (Verger et al., 2021)。近年の食事多様性指標と栄養適切性を検討した研究でも、DDS と栄養適切性は正の関連があることが報告されている (Cano-Ibáñez et al., 2019; Wang et al., 2021)。最も多く用いられている食事の多様性の指標は、DDS、次いで FVS であるが、食事に含まれる食品や食品群を個別に数えることは、料理者でない者にとっては必ずしも容易ではない。伝統的に日本では、食品や食品群に基づくアプローチではなく、「一汁三菜」のように、料理に基づくアプローチで検討・評価してきた (Yoshiike and Hayashi, 2006; Ministry of Health Labour and Welfare of Japan, 2012)。厚生労働省 (2014) が示した“日本人の長寿を支える「健康な食事」”においては、1食ごとに主食、主菜、副菜を組み合わせた食事を推奨している。健康21 (第2次) では栄養・食生活の目標として「主食・主菜・副菜を組み合わせた食事が1日2回以上の日がほぼ毎日の者の割合の増加」が示されている。著者は、摂取食品数や摂取食品群数のように、食事多様性指標のひとつとして料理数を位置づけ、料理数を用いて栄養適切性を評価しうるのではないかと仮説を立てた。

また、食事の多様性と死亡との関連については、その半数の研究が食事の多様性と死亡は負の関連があることを示しているものの、サブグループや使用した指標の種類によって有意差や方向性が異なる混合型のもの、関連が見られなかったものもあり、必ずしも明確でない (Verger et al., 2021)。日本人を対象に食事の多様性と総死亡及びCVD死亡、がん死亡の関連を検討した先行研究は3報ある。食事の多様性を1) FVSを用いて評価した研究 (Kobayashi et al., 2019)、2) DDSを用いて評価した研究 (Okada et al., 2018)、3) BIを修正した指標、the Quantitative Index for Dietary Diversity (QUANTIDD)を用いて評価した研究 (Otsuka et al., 2020) である (なお、ここでは、日本のガイドラインの遵守状況の評価したスコア (Oba et al., 2009; Kurotani et al., 2016) や非習慣的摂取の評価を含む Japanese Diet Index (Abe et al., 2020; Matsuyama et al., 2021) は食事の多様性ではなく食事の質を評価した研究と定義し除外した)。1) は45-74歳、2) は40-79歳、3) は60-79歳を対象としている。1) と2) の研究では共通して、女性で食事の多様性が高い者は、食事の多様性が低い者に比べて、有意に総死亡、CVD死亡が低かった。一方で、男性では有意な結果が

得られなかった。3) の研究では、男女合算した解析で、食事の多様性が高い者は、食事の多様性が低い者に比べて、総死亡、がん死亡が低かった。食事の多様性は年齢とともに変化し、日本人男性では65歳、女性で63歳から減少傾向に転じることが報告されている (Otsuka et al., 2018)。男性では60代頃から果物、牛乳・乳製品の摂取量が減少し、女性では50代頃から牛乳・乳製品の摂取量が減少し、70代からは豆類・果物の摂取量が減少することが示されている。著者は日本人を対象とした食事の多様性と総死亡との関連が、男女別に検討した場合に必ずしも明確でない理由のひとつに、各研究で用いた食事多様性指標が異なることに加えて、対象者の年齢の幅が比較的広いことが影響しているのではないかと考えた。

本研究では、日本の長寿の要因として日本の食習慣の特徴である食事の多様性に着目した。第一章では、料理数 NDAM (Number of Dishes in All Meals) を食事多様性指標のひとつとして位置づけ、日本の食習慣を評価することを試みた。具体的には、NDAM を用いて、日本人成人の栄養適切性を評価した。また比較のために、既存の多様性指標 (FVS、DDS、BI) を用いた栄養適切性の評価も行った。第二章では、日本人64-65歳の食事の多様性とその後の総死亡との関連を検討した。

## 第一章：料理数を用いた日本人成人の食事の栄養適切性評価および既存の多様性指標を用いた評価との比較について

### 1-1. 緒言

日本の伝統的な食事は「一汁三菜」（米飯、汁もの、主菜1品、副菜2品）といわれ、一食に5つの料理を含み、料理（品）数が多いことが特徴として挙げられる。また日本に限らず、中国（Nakatsuka et al., 2002）、韓国（Chung et al., 2015）でも伝統的な食事は料理数が多いことが指摘されている。中国の先行研究では、一日の食事の料理数より一日の特定の栄養素摂取量が推定できることが示されている（Nakatsuka et al., 2002）が、動物性タンパク質、脂質、ビタミンB<sub>2</sub>などの一部のビタミンおよび亜鉛などのミネラルの摂取量を推定する上で有用であったが、エネルギー摂取量や炭水化物については推定できなかったことが報告されている。日本では、野菜料理の数を用いて野菜摂取量の評価を検討した研究で、野菜料理数と野菜摂取量は、野菜ジュースを含めた場合に男女共に関連があることが示されているものの（Ozawa et al., 2013）、食事全体の料理数を用いて栄養適切性の評価や日本の食習慣の栄養的な特徴を検討した研究はまだない。

本研究では、一日の食事（朝食、昼食、夕食、間食）における料理数NDAM（Number of Dishes in All Meals）を用いて日本人成人の食事の栄養適切性を評価した。また比較のために、既存の多様性指標（FVS、DDS、BI）を用いた栄養適切性の評価も行った。

### 1-2. 方法

#### 1-2-1. 研究デザインと対象者

平成24年度（2012年）国民健康・栄養調査データを用いた（Ikeda et al., 2015）。平成24年度国民健康・栄養調査では、層化無作為抽出により調査対象が475地区設定され、475地区内の世帯及び満1歳以上の世帯員の総数は、約23,750世帯、1歳以上の人口は約61,000人であった。国民健康・栄養調査は、1) 身体状況調査（1歳以上）、2) 栄養摂取状況調査、3) 生活習慣調査（20歳以上）の3つの調査より構成され、栄養摂取状況調査への参加は53.5%の12,716世帯（32,229人）であった。国民健康・栄養調査の参加者は日本人を代表する集団であることが検証されている（Katanoda et al., 2005）。この32,229人のなかで、20歳以上の対象者26,727人のうち、妊婦・授乳婦（368人）、誤入力（料理単位ではなく食品単位で記載した者）（143人）、欠食含む食事データが3食分全てそろっていない者（240人）を除外し、最終的な解析対象者は25,976人とした（図1）。

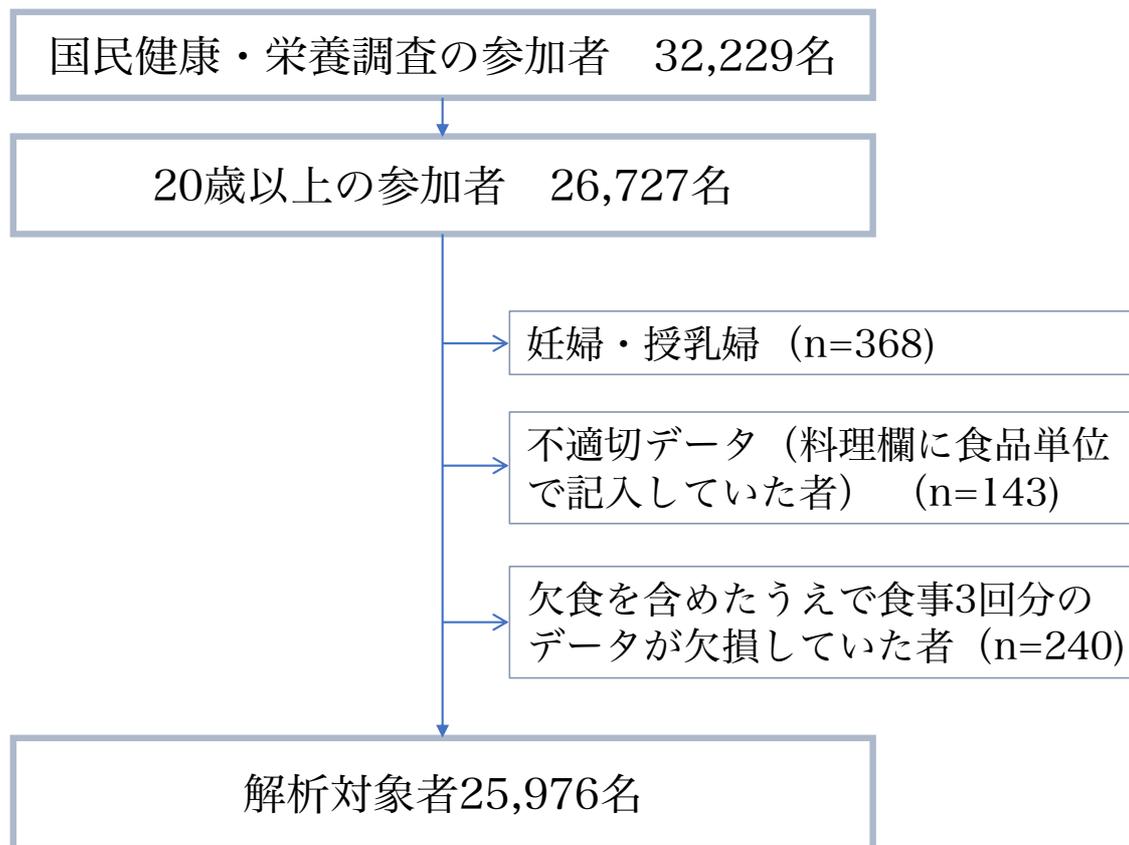


図1：解析対象者

### 1-2-2. 食事調査方法

平成 24 年国民健康・栄養調査では、平日 1 日を対象とし食事記録法を用いて食事調査が実施された。調査前に訓練を受けた管理栄養士が各家庭を訪問し、普段から料理をしている者に食事記録の記入方法を指示した。参加者は、主食、魚や肉料理、野菜料理などの料理、それぞれの料理に使用した材料、消費量、食べなかった量、各家庭で摂取された料理や食品のおおよその割合、家庭外で食べた食事の種類と量を記録した。管理栄養士がすべての食事記録を適切であるか確認をした。一人当たりの食品消費量は、2005 年に発行された「日本食品標準成分表 2010」（第 5 版増補改訂版）を基に、世帯で摂取された食品の総量と各世帯員が摂取した割合を用いて算出された個人単位のエネルギー・栄養摂取量推計方法の妥当性は、検証済である（Iwaoka et al., 2001）。

### 1-2-3. 料理数の定義

食事（朝食、昼食、夕食、間食）毎に料理が記録された。記録された料理のうち、その料理における個人あたりの総摂取量が 0 g を超えた場合に分析に含めた。料理には、主食、魚や肉の料理、野菜の料理、複数の食品からなる料理、または乳製品や果物などの単一の食品からなるものも含めた。料理の数え方は食事記録に準じて、弁当などのワンプレートの食事が 1 品として記録されている場合には、複数の料理で構成されていて

も1品として扱った。また、牛乳や果物や野菜のジュースは含めたが、アルコール飲料やノンアルコール飲料（お茶、コーヒー、清涼飲料水など）は含めなかった。欠食があった場合、または食事でサプリメント（例えば、錠剤または飲料）または飲料のみが摂取された場合には、その食事の料理数はゼロ（無）と分類した。同じ料理（例えば、ご飯）が一日に何回も食べられた場合は、一度だけ数え、重複して数えないようにした。最後に一日の食事（朝食、昼食、夕食、間食）のNDAMの合計を算出した。

#### 1-2-4. 既存の多様性指標

NDAMと比較するために、摂取食品数のFVS (Food Variety Score) (Hatløy, Torheim and Oshaug, 1998)、均等性を示すBI (Berry Index) (Berry, 1971) (Simpson Indexとしても知られている(Simpson and H., 1949))、摂取食品群数DDS (Diet Diversity Score) (Hatløy, Torheim and Oshaug, 1998; Kimura et al., 2009)を、既存の食事の多様性の指標として用いた。BIは、食品群の摂取割合の均一性を測定するもので、 $1 - \sum_{k=0}^n S_k^2$ の式で定義される。 $S_k$ は総食品重量に占める食品群kの重量の割合、nは食品群の総数を示している。BI = 0は1つの食品群のみの消費を示し、BI = 1-1/nはすべての食品群を同じ割合で消費することを示す。FVSとBIの計算では、日本の食品成分標準表に基づき (Science and Technology Agency., 2005)、穀類、いも類、糖類・甘味料、大豆・大豆製品、種子類、野菜、果物、きのこ、海藻類、魚介類、肉類、卵、乳製品、油脂類、菓子類、飲料、調味料・香辛料、調理済み食品群を対象とした。

DDSは、FVSやBIのようにデータ駆動型（事前に仮説を立てずにデータを取り、結果を分析した上で研究を進める手法）ではなく仮説駆動型（ある仮説を事前に設定し、その仮説を検証することで研究を進める手法）で定義された方法であり、特定の食品群を定義し、その摂取有無を評価する。本研究では、日本人を対象とした11項目の食事多様性指標11-item Food Diversity Score Kyoto (FDSK-11) (Kimura et al., 2009)に基づき、穀物、肉類、魚介類、卵、乳製品、大豆・大豆製品、いも類、野菜、海藻類、種子類、果物の11の食品群をDDSの対象とした。

#### 1-2-5. 栄養適切性

栄養素の適切性NAR (Nutrient Adequacy Ratio)とは、「日本人の食事摂取基準量(2020年)」(Ministry of Health, 2020)に基づく、推奨量RDA (Recommended Dietary Allowance)、目安量AI (Adequate Intake)、目標量DG (Tentative Dietary Goal for preventing life-style related disease)に対する、実際の栄養素摂取量の比率のことである。RDAが設定されていない場合、AIやDGを使用することとし、タンパク質、ビタミンA、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ナイアシン、ビタミンB<sub>6</sub>、ビタミンB<sub>12</sub>、葉酸、ビタミンC、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅のNARの算出にはRDAを、n-6脂肪酸、n-3脂肪酸、ビタミンD、ビタミンE、ビタミンK、リンのNAR算出にはAIを、食物繊維、カリウム、飽和脂肪酸、ナトリウムのNAR算出にはDGをそれぞれ用いた(表1)。コレステロールについては、RDAやAIの設定はないが、脂質異常症の重症化防止を目的

とした場合に 200mg/日以下が望ましいとされているため、これを推奨値として NAR の算出に用いた (表 1)。

$$\text{NAR} = \frac{\text{ある栄養素摂取量(一日あたり)}}{\text{RDA または AI または DG}}$$

飽和脂肪酸、ナトリウム、コレステロール以外の摂取不足が健康リスクとなる栄養素については、NAR が 1 以上のものは 1 とみなした。これは平均指標を算出する際に NAR の高い栄養素が、NAR の低い栄養素を補うことができないようにするためである (Marie T. Ruel, 2003)。同様に、飽和脂肪酸、ナトリウム、コレステロールのように供給過剰が健康リスクとなる栄養素については、NAR が 1 以下のものを 1 とみなした。

栄養摂取の適切性の総合的な指標として平均栄養適切率 MAR (Mean Adequacy Ratio) を算出した。MAR は、供給不足が健康リスクとなりえる 22 の栄養素を評価するために使用されたもので、以下のように計算した。

$$\text{MAR} = \frac{\sum \text{NAR}}{\text{対象の栄養素数 (=22)}}$$

制限すべき栄養素の指標として平均栄養過剰率 MER (Mean Excess Ratio) を用いた。Vieux et al. によって定義された MER は、供給過剰が健康リスクとなる飽和脂肪、ナトリウム、糖分から計算されているが (Vieux et al., 2013)、本研究では、それらの栄養素として、飽和脂肪酸、ナトリウム、コレステロールのみを計算しており、以下のように計算した。

$$\text{MER} = \frac{\sum \text{NAR}}{\text{対象の栄養素数 (=3)}} - 1$$

表1: NAR算出時の食事ガイドラインの参照値

	参照値	男性					女性				
		20-29歳	30-49歳	50-64歳	65-74歳	≥75歳	20-29歳	30-49歳	50-64歳	65-74歳	≥75歳
摂取不足が健康リスクになる栄養素											
タンパク質 (g/day)	RDA	65	65	65	60	60	50	50	50	50	50
n-6系脂肪酸 (g/day)	AI	11	10	10	9	8	8	8	8	8	7
n-3系脂肪酸 (g/day)	AI	2.0	2.0	2.2	2.2	2.1	1.6	1.6	1.9	2.0	1.8
食物繊維 (g/day)	DG	21	21	21	20	20	18	18	18	17	17
ビタミンA (μg/day)	RDA	850	900	900	850	800	650	700	700	700	650
ビタミンD (μg/day)	AI	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
ビタミンE (mg/day)	AI	6.0	6.0	7.0	7.0	6.5	5.0	5.5	6.0	6.5	6.5
ビタミンK (μg/day)	AI	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
ビタミンB <sub>1</sub> (mg/day)	RDA	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9
ビタミンB <sub>2</sub> (mg/day)	RDA	1.6	1.6	1.5	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0
ナイアシン (mg/day)	RDA	15	15	14	14	13	11	12	11	11	10
ビタミンB <sub>6</sub> (mg/day)	RDA	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
ビタミンB <sub>12</sub> (μg/day)	RDA	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
葉酸 (μg/day)	RDA	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
ビタミンC (mg/day)	RDA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
カリウム (mg/day)	DG	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600
カルシウム (mg/day)	RDA	800	750	750	750	700	650	650	650	650	600
マグネシウム (mg/day)	RDA	340	370	370	350	320	270	290	290	280	260
リン (mg/day)	AI	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	800	800	800	800	800
鉄 (mg/day)	RDA	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0
亜鉛 (mg/day)	RDA	10	11	11	11	11	8	8	8	8	8
銅 (mg/day)	RDA	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
過剰摂取が健康リスクになる栄養素											
飽和脂肪酸 (%e)	DG	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
塩 (g/day)	DG	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
コレステロール (mg/day)	-	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

NDAM: Number of Dishes in All Meals, FVS: The Food Variety Score, BI: The Berry-Index, DDS: The Dietary Diversity Score, NAR: Nutrient Adequacy Ratio, MAR: Mean Adequacy Ratio, RDA: Recommended Dietary Allowance, AI: Adequate

Intake, DG: tentative Dietary Goal for preventing life-style related disease, %e: percent of total energy intake

#### 1-2-6. 共変量

自記式の質問票を用いて、社会・経済的因子、食習慣、生活習慣の因子を評価した。社会・経済的因子には、職業を含め、生活習慣因子には、喫煙状況および飲酒状況を含めた。

#### 1-2-7. 倫理的配慮

国民健康・栄養調査は厚生労働省の管轄で実施されている。個人のデータは匿名化され、所定の手続きを経て提供された。本研究は厚生労働省が既に収集した匿名データを使用したため、疫学研究倫理指針により、倫理審査の対象外となった。

#### 1-2-8. 統計解析

参加者の特性に応じて、NDAM と既存の食事多様性指標の平均±標準偏差 (SD) を求めた。また、NDAM と既存の食事多様性指標の参加者特性ごとの差異を分散分析で検定した。NDAM 及び既存の食事多様性指標 (FVS、BI、DDS) と栄養適切性 (NAR、MAR、MER) との関連は、ピアソンの偏相関係数を用いて評価した。共変量は年齢 (20-29 歳、30-39 歳、40-49 歳、50-59 歳、60-69 歳、70-79 歳、または 80 歳以上)、世帯人員数 (1 名、1 名以上)、職業 (専門・技術職、管理職、事務職、販売、サービス業、保安業、農業、林業、漁業、運輸・機械運転業、製造業、家事、学生、その他、不明)、喫煙状況 (現在喫煙者、過去喫煙者、非喫煙者、不明)、飲酒状況 (現在飲酒者、過去飲酒者、非飲酒者、不明)、運動習慣 (ある、ない (健康上の理由で)、ない (特に理由がない)、不明)、総エネルギー摂取量 (kcal/day) とした。NDAM と既存の食事多様性指標 (FVS、BI、DDS) のピアソンの相関係数を算出した。統計学的有意水準は両側検定で 5% とし、表 3-5 で Bonferroni 法による統計学的有意水準の補正を行った。統計ソフトは、JMP Pro16 (SAS Institute, Cary, NC, USA) を用いた。

### 1-3. 結果

#### 1-3-1. 男女別参加者の基本的な属性と NDAM および既存の食事多様性指標

表 2 に、男女別参加者の基本的な属性と NDAM および既存の食事多様性指標 (FVS、BI、DDS) の平均および標準偏差を示した。男女ともに、NDAM および全ての既存の食事多様性指標で、20-30 代と比べて、60-70 代の方で平均値が高かった。また、運動習慣については不明の者の割合が高いことに留意する必要があるが、運動習慣のある者の方が男女ともに、NDAM 及び既存の食事多様性指標の平均値が高かった。男性では、NDAM、FVS、DDS は管理職、過去喫煙者、現在飲酒者で平均値が高かった。

表 2: 男女別対象者属性ごとの NDAM と既存の食事の多様性指標 (FVS, BI, DDS) の平均値±標準偏差

	男性, n=12,065										女性, n=13,911										
	NDAM		FVS		BI		DDS		NDAM		FVS		BI		DDS						
	n	%	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	n	%	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
年齢 (n,%)																					
20-29	1,050	8.7	10.0	4.0	31.5	10.1	0.76	0.08	7.6	1.7	1,035	7.4	10.6	3.9	32.0	10.0	0.78	0.08	7.8	1.7	
30-39	1,674	13.9	10.3	3.8	32.3	9.6	0.75	0.08	7.6	1.6	1,674	12.0	10.7	3.7	32.0	9.5	0.76	0.08	7.8	1.6	
40-49	1,791	14.8	11.0	3.9	33.4	9.4	0.74	0.08	7.8	1.6	2,059	14.8	11.3	3.8	33.3	9.7	0.77	0.08	7.9	1.6	
50-59	1,827	15.1	12.1	4.1	35.1	9.9	0.75	0.08	8.1	1.5	2,224	16.0	12.5	3.9	35.3	9.6	0.78	0.07	8.3	1.5	
60-69	2,735	22.7	12.8	4.1	35.1	9.9	0.77	0.08	8.2	1.6	3,059	22.0	12.9	3.9	34.7	9.7	0.79	0.07	8.4	1.5	
70-79	2,114	17.5	13.1	4.2	34.1	10.3	0.78	0.07	8.3	1.6	2,419	17.4	12.9	3.9	33.4	9.9	0.79	0.06	8.3	1.6	
≥80	874	7.2	12.5	4.0	32.0	9.9	0.78	0.07	8.1	1.6	1,441	10.4	12.3	3.7	31.8	9.7	0.79	0.07	8.2	1.6	
<i>P</i> <sup>a</sup>			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001				<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		
世帯人員 (n,%)																					
1名	1,077	8.9	10.1	4.4	29.1	9.7	0.73	0.10	7.3	1.8	1,581	11.4	12.1	4.0	32.1	10.1	0.77	0.08	8.1	1.7	
≥1名	10,988	91.1	12.0	4.1	34.2	11.2	0.76	0.08	8.1	1.6	12,330	88.6	12.1	4.0	33.7	9.7	0.78	0.07	8.2	1.6	
<i>P</i> <sup>a</sup>			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001				0.840		<0.001		<0.001		0.152		
職業 (n,%)																					
専門的・技術的職業従事者	1,380	11.4	11.8	4.1	35.7	10.1	0.77	0.07	8.1	1.6	1,310	9.4	12.2	4.1	35.9	10.2	0.78	0.07	8.4	1.6	
管理的職業従事者	918	7.6	12.5	4.2	37.3	9.6	0.76	0.08	8.3	1.6	97	0.7	12.4	4.6	36.7	11.4	0.77	0.08	8.1	1.6	
事務従事者	942	7.8	11.8	4.1	35.0	9.8	0.76	0.08	8.1	1.6	1,627	11.7	12.0	4.0	34.5	9.3	0.78	0.07	8.1	1.6	
販売従事者	735	6.1	11.1	4.2	33.3	9.7	0.76	0.08	7.9	1.6	767	5.5	11.5	4.0	33.3	9.8	0.77	0.07	8.0	1.6	
サービス職業従事者	703	5.8	11.1	4.4	32.3	10.1	0.76	0.08	7.7	1.6	1,559	11.2	11.3	4.0	32.6	10.0	0.77	0.08	7.9	1.7	
保安職業従事者	236	2.0	11.2	4.1	33.8	10.5	0.75	0.09	8.0	1.6	12	0.1	12.3	2.7	32.7	8.0	0.75	0.08	7.7	1.3	
農業従事者	879	7.3	12.4	4.1	32.5	9.4	0.77	0.06	8.1	1.5	488	3.5	12.8	4.0	32.6	8.8	0.79	0.06	8.2	1.5	
林業従事者	41	0.3	12.2	3.5	31.4	8.4	0.76	0.06	8.1	1.5	5	0.0	13.8	7.1	37.4	10.4	0.77	0.04	8.8	1.1	
漁業従事者	72	0.6	11.0	3.0	30.5	9.3	0.75	0.08	7.7	1.5	20	0.1	11.6	3.5	31.5	10.4	0.78	0.04	7.7	2.0	
運輸・機械運転従事者	462	3.8	11.1	4.0	32.6	8.9	0.74	0.08	7.8	1.6	15	0.1	10.9	3.6	30.5	9.3	0.76	0.08	8.3	1.5	
生産工程従事者	2,155	17.9	11.5	4.1	33.6	9.3	0.75	0.08	7.9	1.5	779	5.6	11.7	3.8	32.4	9.3	0.77	0.07	8.0	1.6	
家事従事者	269	2.2	12.1	4.8	31.9	11.5	0.75	0.09	7.8	1.8	5,271	37.9	12.6	3.9	34.0	9.7	0.79	0.07	8.3	1.5	
学生	197	1.6	9.3	4.1	30.1	10.4	0.75	0.08	7.3	1.9	154	1.1	10.4	3.5	32.1	9.2	0.79	0.06	7.6	1.7	
その他	3,043	25.2	12.5	4.0	33.1	10.2	0.78	0.07	8.2	1.6	1,775	12.8	11.7	3.7	31.2	9.6	0.78	0.07	8.0	1.6	
不明	33	0.3	9.3	3.3	27.6	9.4	0.75	0.08	7.2	1.6	33	0.3	8.5	3.0	24.8	9.0	0.76	0.09	7.2	1.7	
<i>P</i> <sup>a</sup>			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001				<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		

	男性, n=12,065										女性, n=13,911									
	n	%	NDAM		FVS		BI		DDS		n	%	NDAM		FVS		BI		DDS	
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差			平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
<b>喫煙習慣 (n,%)</b>																				
現在喫煙している	3,875	32.1	10.9	3.9	32.5	9.6	0.74	0.09	7.7	1.6	1,110	8.0	10.0	3.7	29.8	9.8	0.74	0.10	7.4	1.7
過去に喫煙していた	4,496	37.3	12.6	4.2	34.8	10.0	0.77	0.07	8.2	1.6	1,098	7.9	11.2	3.9	32.3	9.4	0.76	0.08	7.8	1.6
喫煙したことがない	3,511	29.1	12.0	4.2	33.9	10.1	0.77	0.07	8.1	1.6	11,522	82.8	12.4	3.9	34.1	9.7	0.79	0.06	8.3	1.6
不明	183	1.5	10.6	4.0	31.9	9.9	0.76	0.09	7.8	1.6	181	1.3	10.5	3.8	29.3	9.5	0.78	0.07	7.7	1.6
<i>P</i> <sup>a</sup>			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001				<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
<b>飲酒習慣 (n,%)</b>																				
現在飲酒している	7,966	66.0	12.1	4.2	34.5	9.9	0.76	0.08	8.0	1.6	4,393	31.6	12.0	4.1	34.3	9.9	0.77	0.08	8.1	1.6
過去飲酒していた	469	3.9	11.8	4.2	31.6	10.1	0.77	0.08	8.0	1.7	182	1.3	10.9	4.0	30.1	9.8	0.77	0.07	7.7	1.7
飲酒したことがない	3,441	28.5	11.5	4.2	32.5	10.0	0.77	0.07	8.0	1.6	9,132	65.7	12.2	3.9	33.3	9.7	0.79	0.07	8.2	1.6
不明	189	1.6	10.6	3.9	31.7	9.8	0.76	0.09	7.8	1.6	189	1.6	10.7	4.0	29.8	10.0	0.78	0.07	7.8	1.6
<i>P</i> <sup>a</sup>			<0.001		<0.001		<0.001		0.01				<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	
<b>運動習慣 (n,%)</b>																				
あり	2,276	18.9	12.9	4.4	35.4	10.3	0.77	0.07	8.3	1.6	2,476	17.8	13.2	3.9	35.8	10.2	0.79	0.07	8.5	1.5
なし (健康上の理由)	334	2.8	11.7	3.9	31.5	9.8	0.77	0.08	7.9	1.8	725	5.2	12.4	4.0	32.8	10.2	0.79	0.07	8.2	1.6
なし (特に理由なし)	3,908	32.4	12.0	4.1	33.8	9.8	0.75	0.08	8.0	1.6	5,834	41.9	12.3	3.9	34.2	9.4	0.78	0.07	8.2	1.6
不明	5,547	46.0	11.3	4.1	33.2	9.8	0.76	0.08	7.9	1.6	4,876	35.1	11.2	3.8	31.7	9.6	0.78	0.07	7.9	1.6
<i>P</i> <sup>a</sup>			<0.001		<0.001		<0.001		<0.001				<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

NDAM: Number of Dishes in All Meals, FVS: The Food Variety Score, BI: The Berry-Index, DDS: The Dietary Diversity Score

<sup>a</sup>対象者属性ごとのNDAM、FVS、BI、DDSの違いを分散分析で検討した

### 1-3-2. 男女別食品群摂取量と NDAM および既存の食事多様性指標

表 3 に、男女別食品群摂取量と NDAM および既存の食事多様性指標（FVS、BI、DDS）とのピアソンの偏相関係数を示した。男女ともに、穀類の摂取量は NDAM および既存の食事多様性指標と負の相関があった。NDAM は、男女ともに果物の摂取量と 0.24 以上の比較的強い正の相関があった。一方、肉類の摂取量とは負の相関があった。NDAM は、FVS と同様に、総エネルギー摂取量と 0.40 以上の正の相関があった。

表3: 男女別食品群摂取量および総エネルギー摂取量と NDAM および既存の食事多様性指標 (FVS、BI、DDS) とのピアソンの偏相関係数

	男性 (n=12,065)				女性 (n=13,911)			
	NDAM	FVS	BI	DDS	NDAM	FVS	BI	DDS
穀類 (g/day) <sup>a</sup>	-0.21 *	-0.21 *	-0.13 *	-0.16 *	-0.26 *	-0.23 *	-0.18 *	-0.20 *
いも類 (g/day) <sup>a</sup>	-0.004 *	0.03 *	0.16 *	0.11 *	-0.0002	0.04 *	0.15 *	0.13 *
砂糖・甘味料類 (g/day) <sup>a</sup>	0.09 *	0.13 *	0.06 *	0.09 *	0.12 *	0.15 *	0.03 *	0.09 *
豆類・大豆製品 (g/day) <sup>a</sup>	0.06 *	0.06 *	0.18 *	0.12 *	0.07 *	0.08 *	0.16 *	0.13 *
野菜類 (g/day) <sup>a</sup>	0.17 *	0.23 *	0.24 *	0.09 *	0.18 *	0.24 *	0.14 *	0.09 *
果実類 (g/day) <sup>a</sup>	0.24 *	0.14 *	0.23 *	0.22 *	0.21 *	0.10 *	0.16 *	0.15 *
きのこ類 (g/day) <sup>a</sup>	0.03 *	0.12 *	0.14 *	0.03 *	0.04 *	0.14 *	0.14 *	0.04 *
藻類 (g/day) <sup>a</sup>	0.12 *	0.14 *	0.08 *	0.20 *	0.12 *	0.13 *	0.08 *	0.19 *
魚介類 (g/day) <sup>a</sup>	0.12 *	0.08 *	0.08 *	0.07 *	0.13 *	0.09 *	0.08 *	0.08 *
肉類 (g/day) <sup>a</sup>	-0.11 *	-0.02	0.10 *	-0.08 *	-0.12 *	0.002	0.07 *	-0.04 *
卵類 (g/day) <sup>a</sup>	0.10 *	0.06 *	0.10 *	0.17 *	0.06 *	0.04 *	0.07 *	0.17 *
乳類・乳製品 (g/day) <sup>a</sup>	0.20 *	0.12 *	0.24 *	0.20 *	0.18 *	0.10 *	0.20 *	0.17 *
油脂類 (g/day) <sup>a</sup>	0.01	0.15 *	0.04 *	0.04 *	-0.01	0.13 *	-0.004	0.01
菓子類 (g/day) <sup>a</sup>	0.09 *	0.01	0.06 *	-0.01	0.08 *	-0.01	0.01	-0.08 *
総エネルギー摂取量 (kcal/day) <sup>b</sup>	0.42 *	0.41 *	0.17 *	0.31 *	0.45 *	0.43 *	0.29 *	0.34 *

<sup>a</sup>年齢、同居世帯員の有無、職業、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣、総エネルギー摂取量で調整

<sup>b</sup>年齢、同居世帯員の有無、職業、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣で調整

\* $P < 0.05/60$  ( $\approx 0.00083$ ), 統計学的有意水準を Bonferroni 法で補正した

NDAM: Number of Dishes in All Meals, FVS: The Food Variety Score, BI: The Berry-Index, DDS: The Dietary Diversity Score, NAR: Nutrient Adequacy Ratio, MAR: Mean Adequacy Ratio

### 1-3-3. 男女別栄養適切性と NDAM および既存の食事多様性指標

表 4 に、男女別栄養適切性 (NAR、MAR、MER) と NDAM および既存の食事多様性指標 (FVS、BI、DDS) とのピアソンの偏相関係数を示した。男女ともに、NDAM と既存の食事多様性指標は、カリウム、マグネシウム、食物繊維、リンの NAR と 0.24 以上の高い正の相関があった。一方で、NDAM は、既存の食事多様性指標と同様に、飽和脂肪酸と負の相関があった。さらに、NDAM は、肉類と関連した栄養素であるビタミン B<sub>1</sub> の NAR とは、男女ともに 0.15 以下の比較的低い相関を示した。全般的な栄養充足度の MAR と NDAM の偏相関係数は、男性では 0.42、女性では 0.42 であった。NDAM は FVS (男性: 0.44、女性: 0.42) や DDS (男性: 0.44、女性: 0.43) と同程度に MAR と相関していた。一方、NDAM は、既存の食事多様性指標と同様に、制限すべき栄養素の指標である MER との間にも正の相関があった。

表4：男女別の栄養適切性（NAR、MAR、MER）とNDAMおよび既存の食事の様性指数（FVS、BI、DDS）とのピアソンの偏相関係数

	男性 (n=12,065)						女性 (n=13,911)									
	NDAM	FVS	BI	DDS	NDAM	FVS	BI	DDS	NDAM	FVS	BI	DDS				
摂取不足が健康リスクになる栄養素																
NAR タンパク質 <sup>a</sup>	0.18	*	0.23	*	0.32	*	0.27	*	0.16	*	0.19	*	0.27	*	0.25	*
NAR n-6 系脂肪酸 <sup>a</sup>	0.14	*	0.25	*	0.21	*	0.23	*	0.09	*	0.22	*	0.15	*	0.22	*
NAR n-3 系脂肪酸 <sup>a</sup>	0.19	*	0.21	*	0.16	*	0.20	*	0.17	*	0.18	*	0.14	*	0.20	*
NAR 食物繊維 <sup>a</sup>	0.27	*	0.32	*	0.37	*	0.26	*	0.28	*	0.32	*	0.28	*	0.26	*
NAR ビタミンA <sup>a</sup>	0.23	*	0.25	*	0.26	*	0.23	*	0.24	*	0.26	*	0.20	*	0.23	*
NAR ビタミンD <sup>a</sup>	0.20	*	0.14	*	0.12	*	0.18	*	0.20	*	0.13	*	0.11	*	0.16	*
NAR ビタミンE <sup>a</sup>	0.25	*	0.30	*	0.24	*	0.22	*	0.25	*	0.28	*	0.19	*	0.20	*
NAR ビタミンK <sup>a</sup>	0.25	*	0.28	*	0.22	*	0.24	*	0.24	*	0.27	*	0.16	*	0.22	*
NAR ビタミンB <sub>1</sub> <sup>a</sup>	0.14	*	0.15	*	0.26	*	0.09	*	0.15	*	0.18	*	0.22	*	0.14	*
NAR ビタミンB <sub>2</sub> <sup>a</sup>	0.29	*	0.20	*	0.16	*	0.24	*	0.28	*	0.20	*	0.12	*	0.25	*
NAR ナイアシン <sup>a</sup>	0.19	*	0.24	*	0.15	*	0.18	*	0.19	*	0.23	*	0.12	*	0.18	*
NAR ビタミンB <sub>6</sub> <sup>a</sup>	0.24	*	0.26	*	0.28	*	0.25	*	0.26	*	0.26	*	0.26	*	0.27	*
NAR ビタミンB <sub>12</sub> <sup>a</sup>	0.19	*	0.19	*	0.16	*	0.25	*	0.22	*	0.19	*	0.17	*	0.26	*
NAR 葉酸 <sup>a</sup>	0.27	*	0.28	*	0.22	*	0.27	*	0.29	*	0.28	*	0.16	*	0.26	*
NAR ビタミンC <sup>a</sup>	0.31	*	0.27	*	0.24	*	0.26	*	0.31	*	0.25	*	0.15	*	0.25	*
NAR カリウム <sup>a</sup>	0.37	*	0.36	*	0.38	*	0.36	*	0.38	*	0.35	*	0.30	*	0.35	*
NAR カルシウム <sup>a</sup>	0.28	*	0.24	*	0.31	*	0.32	*	0.29	*	0.26	*	0.28	*	0.32	*
NAR マグネシウム <sup>a</sup>	0.33	*	0.33	*	0.28	*	0.35	*	0.34	*	0.33	*	0.24	*	0.37	*
NAR リン <sup>a</sup>	0.27	*	0.28	*	0.36	*	0.34	*	0.24	*	0.25	*	0.31	*	0.32	*
NAR 鉄 <sup>a</sup>	0.24	*	0.28	*	0.30	*	0.31	*	0.22	*	0.25	*	0.17	*	0.26	*
NAR 亜鉛 <sup>a</sup>	0.15	*	0.19	*	0.26	*	0.24	*	0.16	*	0.21	*	0.25	*	0.25	*
NAR 銅 <sup>a</sup>	0.16	*	0.19	*	0.32	*	0.21	*	0.13	*	0.16	*	0.19	*	0.22	*
<b>MAR<sup>a</sup></b>	<b>0.42</b>	*	<b>0.44</b>	*	<b>0.44</b>	*	<b>0.44</b>	*	<b>0.42</b>	*	<b>0.42</b>	*	<b>0.35</b>	*	<b>0.43</b>	*
過剰摂取が健康リスクになる栄養素																
NAR 飽和脂肪酸 <sup>b</sup>	-0.03	*	-0.04	*	0.12	*	-0.05	*	-0.01	*	0.01	*	0.09	*	-0.03	*
NAR ナトリウム <sup>a</sup>	0.11	*	0.10	*	0.14	*	0.02	*	0.11	*	0.12	*	0.10	*	0.05	*
NAR コレステロール <sup>a</sup>	0.09	*	0.06	*	0.12	*	0.11	*	0.05	*	0.04	*	0.08	*	0.09	*
MER <sup>a</sup>	0.11	*	0.08	*	0.18	*	0.08	*	0.08	*	0.09	*	0.13	*	0.08	*
ナトリウム/カリウム比 <sup>a</sup>	-0.17	*	-0.15	*	-0.15	*	-0.21	*	-0.18	*	-0.13	*	-0.10	*	-0.19	*

<sup>a</sup>年齢、同居世帯員の有無、職業、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣、総エネルギー摂取量で調整

<sup>b</sup>年齢、同居世帯員の有無、職業、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣で調整

\*P<0.05/112 (=28\*4), 統計学的有意水準を Bonferroni 法で補正した

NDAM: Number of Dishes in All Meals, FVS: The Food Variety Score, BI: The Berry-Index, DDS: The Dietary Diversity Score, NAR: Nutrient Adequacy Ratio, MAR: Mean Adequacy Ratio

1-3-4. 男女別 NDAM と既存の食事の多様性指標との相関

表 5 は、男女別 NDAM と既存の食事の多様性指標（FVS、BI、DDS）とのピアソンの相関係数を示した。男女ともに、NDAM は FVS と 0.7 以上の高い正の相関を示した（男性：0.73、女性：0.72）。

表 5：男女別 NDAM と既存の食事多様性指標（FVS、BI、DDS）とのピアソンの相関係数

	Men (n=12,065)			Women (n=13,911)		
	FVS	BI	DDS	FVS	BI	DDS
NDAM	0.73 *	0.31 *	0.60 *	0.72 *	0.33 *	0.58 *

\* $P < 0.05/3$ , 統計学的有意水準を Bonferroni 法で補正した

NDAM: Number of Dishes in All Meals, FVS: The Food Variety Score, BI: The Berry-Index, DDS: The Dietary Diversity Score

## 1-4. 考察

### 1-4-1. 結果のまとめ

本研究では、NDAM を用いて日本人の栄養適切性を初めて検討し、その結果を既存の食事多様性指標と比較した。NDAM は、男女ともに FVS、DDS と同程度に栄養全般の充足度の指標である MAR と正の相関を示した。一方で、NDAM は、既存の食事の多様性指標と同様に、制限すべき栄養素の指標である MER と正の相関を示した。

### 1-4-2. NDAM と基本属性

運動習慣がある者は、既存の食事の多様性指標が高い者と同様に、NDAM が高かった (Masset et al., 2015; Kobayashi et al., 2019)。これらの結果は、食事の多様性は健康的な行動と関連があるという先行研究の知見と一致するものである。NDAM、FVS、DDS では、男性管理職での平均値が高かった。これは高い食事の多様性は、高い職階 (Masset et al., 2015) や高い学歴 (Jayawardena et al., 2013) と関連するとするこれまでの先行研究の結果と一致していた。

### 1-4-3. NDAM や食事多様性指標の栄養的特徴

NDAM を含むすべての食事多様性指標は、様々な食品から摂取する栄養素 (カリウム、マグネシウム、食物繊維) との相関が比較的高かった。これは、日本の伝統的な食事を 9~12 の食品群で評価する Japanese Diet Index の特徴と一致していた (Zhang et al., 2019)。さらに、Japanese Diet Index だけでなく、BI を修正したドイツの食事の多様性指標の Healthy Food Diversity Index の特徴とも一致した (Drescher, Thiele and Mensink, 2007)。

NDAM は男女ともに肉の摂取量と負の相関があることを反映して、飽和脂肪酸とは負の相関を示し、肉関連の栄養素であるビタミン B<sub>1</sub> の NAR との相関が比較的低かった。これは伝統的な日本の食事では肉の摂取量が少ないことを反映しているのかもしれない (Zhang et al., 2019; Tsugane, 2021)。各国の食事ガイドラインでも肉の摂取は推奨されていないため、ドイツの Healthy Food Diversity Index では肉関連の栄養素 (ビタミン B<sub>1</sub>、ビタミン B<sub>2</sub>、ナイアシン) の NAR との相関が低く (Drescher, Thiele and Mensink, 2007)、米国の Healthy Food Diversity Index ではナイアシンの栄養適切性との相関が低くなっている (Vadiveloo et al., 2014)。

一方で、男女ともに、NDAM は、既存の食事の多様性指標と同様に、制限すべき栄養素の指標である MER と正の相関があることに注目すべきである。具体的には、ナトリウムとコレステロールは、NDAM および既存の食事の多様性指標と正の相関を示した。ナトリウムの摂取量が多いことは高血圧 (Adrogué and Madias, 2007) や心血管疾患 (Nagata et al., 2004) の危険因子として知られているが、ナトリウム・カリウム比率が高いことも重要な危険因子であることがいくつかの研究で示唆されている (Umesawa et al., 2008; Yang et al., 2016; Okada et al., 2020)。NDAM は、既存の食事多様性指標と同様に、ナトリウムの NAR およびカリウムの NAR との正の相関があり、ナトリウム/カリウム比とは負の相関を示した。これらは日本の食習慣の特徴として、Japanese Diet Index でも示されており (Zhang et al., 2019)、今後の研究で高血圧などの疾病との関連を検討する

必要がある。またコレステロールは、食事性コレステロールと血中 LDL コレステロールとの間に正の関連があること (Vincent et al., 2019) や、「食事バランスガイド」に基づく日本の食習慣スコアと血中 LDL コレステロールとの間に正の関連があることが報告されている (Murakami, Livingstone and Sasaki, 2019) 。今後の研究で、多様性の高い食事や日本の食習慣が血中 LDL コレステロールや脂質異常症などの疾病と正の関連があるかどうかを検証する必要がある。

#### 1-4-4. 研究の強みと限界

本研究では、NDAM と栄養全体の充足度を示す MAR との関連は、FVS や DDS と同様であった。また、料理数を数える NDAM は、食品や食品群を数える FVS や DDS と比較して、食べる側にも作る側にも分かりやすいという利点がある。さらに、本研究の強みは、全国的な調査で日本人を代表する対象者集団からデータを収集しているため、サンプルの選択バイアスがある可能性が低く、サンプルサイズが大きいことである。しかし、いくつかの限界もある。第一に、ワンプレート料理や弁当のような特定の種類の食事が、一品料理として誤分類されたことである。本来であれば複数の料理に分類されるべきであるが、食事記録に従い一つの料理として取り扱った。第二に、本研究では1日分の食事記録を用いたが、1日のみを対象としているため、普段の食事を正確に反映できない可能性があり、一部の参加者の食事パターンの誤分類につながった可能性がある。

#### 1-5. 結論

NDAM は FVS、DDS と同程度に栄養適切性を評価できることを示し、既存の食事多様性指標より簡便な指標として利用できる可能性を示した。NDAMが高いと、既存の食事多様性指標と同様に、ナトリウム摂取量とコレステロール摂取量が多いため、今後の研究によってNDAMの高い食事が健康アウトカムに及ぼす影響を検討する必要がある。

## 第二章：日本人 64-65 歳の BMI 群ごとの摂取食品の多様性とその後の総死亡との関連：(NISSIN プロジェクト)

### 2-1. 緒言

高齢者は食欲の減退(van der Pols-Vijlbrief et al., 2014)、咀嚼能力の低下(Kimura et al., 2013)、または社会経済状況(Besora-Moreno et al., 2020)により栄養欠乏のリスクが高い(Crichton et al., 2019)。食事の多様性は、質の高い食事の重要な要素であり、総エネルギー摂取量の増加を通じて、高齢者のやせ、栄養欠乏のリスクを低減すると考えられている (McCrary, Burke and Roberts, 2012)。しかし一方で、食事の多様性は、過剰なエネルギー摂取による肥満とも関連していることが報告されている (Jayawardena et al., 2013; Zhang et al., 2017; Karimbeiki et al., 2018)。肥満と低 BMI は、総死亡の重要な予測因子の一つである(Aune et al., 2016; Global BMI Mortality Collaboration et al., 2016)。したがって、食事の多様性と総死亡との関連は BMI の影響を受ける可能性があり、一律・簡便な食事の多様性の推奨については検証が必要であるが、食事の多様性と総死亡との関連に対する BMI の影響を検討した研究はない。

食事の多様性は、一般的に FVS や DDS によって評価される (Verger et al., 2021)。FVS の増加は、健康な高齢者だけでなく(Hollis and Henry, 2007)、食欲のない高齢者でも総エネルギー摂取量を増加させ、栄養欠乏に予防的に作用することが示されている(Wijnhoven, van der Meij and Visser, 2015)。また、第一章で FVS は NDAM と高い相関を示していることから、FVS を料理数の代替指標として位置づけた。45-74 歳の日本人を対象に FVS と総死亡との関連を検討した先行研究では、女性では FVS と総死亡は負の関連を示した一方で、男性では関連が見られなかった(Kobayashi et al., 2019)。男女で一致した結果が得られなかった理由として、食事の多様性は年齢とともに変化し、日本人男性では 65 歳、女性で 63 歳から減少傾向に転じることが報告されている(Otsuka et al., 2018)ことから、対象者の年齢が広いことが影響している可能性が考えられた。そこで、本研究では、64-65 歳の日本人を対象に、FVS と総死亡との関連について検討した。また、FVS と総死亡との関連に対する BMI の交互作用を検討した先行研究はないことから、本研究では、それもあわせて検討した。

### 2-2. 方法

#### 2-2-1. 研究デザインと対象者

研究対象者は、1996 年から 2005 年までに募集された前向き年齢特異的コホート研究である New Integrated Suburban Seniority Investigation

(NISSIN) プロジェクトの参加者である (Kitamura et al., 2009)。このコホートでは、1996 年から 2005 年までの調査年に 65 歳になる愛知県日進市の住民を対象に、毎年自治体を実施する無料健康診断に参加してもらった。ベースライン調査は、身体測定や血液検査などの健康診断と、食物頻度摂取票 FFQ (Food Frequency Questionnaire) を含む自己記入式の質問票で構成された。このコホートには、インフォームドコンセントを得た 3,073 人の参加者が登録された。全体の回答率は 43.9%であった。全参加者のうち、追跡調査開始前に転出した者 (n=2)、FFQ を報告しなかった者 (n=112)、FFQ で推定される総エネルギー摂取量が極端な (1 日 < 500kcal または  $\geq$  5000kcal、n=10)、FFQ の 90 項目中 40 項目以上の値が欠落していた者 (n=5) を除外し、本研究の対象者は合計で 2,944 人 (男性 1,481 人、女性 1,463 人) となった (図 2)。

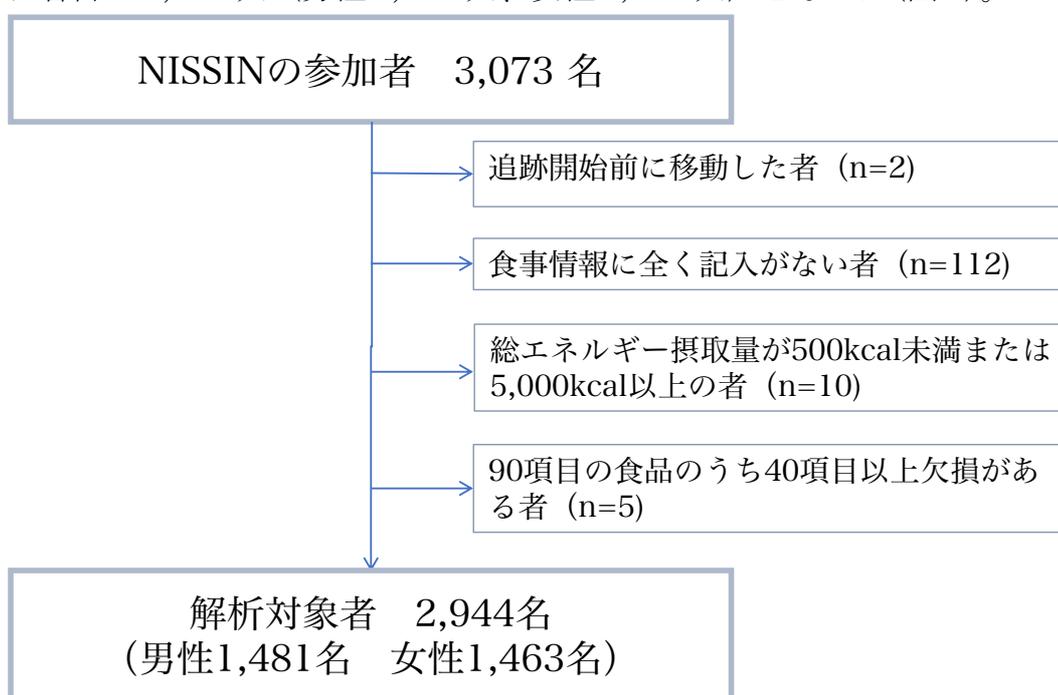


図 2 : 解析対象者

## 2-2-2. 食事調査方法

NISSIN プロジェクトの食事調査は、97 品目の現代的な日本の食品または料理を含む有効な自己記入式 FFQ を用いて実施した (Wakai et al., 2011)。本研究では、97 品目からビタミン剤など 8 品目を摂取頻度を聞いていないため除外し、摂取頻度及びポーションサイズを尋ねている米飯を追加した 90 品目を対象とした。参加者には、過去 1 年間の平均的な摂取頻度を記入してもらった。食品や料理の摂取頻度についての質問には、月に 1 回未満、月に 1 回、月に 2~3 回、週に 1 回、週に 2~4 回、週に 5~6 回、1 日に 1 回、1 日に 2~3 回、1 日に 3 回以上の 9 つの選択肢があった。食事の多様性を測定するために、最も広く使われている食事の多様性の指標である FVS を用いた (Hatloy,

Torheim and Oshaug, 1998)。FVSは、1日に消費されるすべての食品を対象とした。FVSの計算には、月に1回、月に2~3回、週に1回、週に2~4回、週に5~6回の頻度をそれぞれ1/30回、2.5/30回、1/7回、3/7回、5.5/7回に換算した。同一の食品や料理の摂取頻度が1日1回以上の場合は7/7回とカウントした。総エネルギー摂取量は日本の食品成分表に準拠したFFQに基づいて算出した(Wakai et al., 2011)。

### 2-2-3. 栄養の適切性の評価

栄養摂取の適切性を評価するために、日本人の食事摂取基準量(2020年)(Ministry of Health Labour and Welfare of Japan, 2020)に基づく推奨量(RDA)または目標量(DG)に対する対象者の摂取量の比率を定義した栄養適切性(NAR)を10種類の栄養素を対象に算出した。タンパク質、ビタミンC、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛では、NAR算出にRDAを用いた。食物繊維、カリウム、飽和脂肪酸のNARの算出にDGを用いた。RDAが設定されていない場合、DGを使用した。コレステロール、NARの算出については、第一章と同様(方法1-5を参照)に算出し、さらに推定エネルギー必要量(Estimated Energy Requirement)と総エネルギー摂取量を用いて、エネルギー調整を行った(NAR\*EER/総エネルギー摂取量)(Okubo et al., 2010)。

タンパク質、食物繊維、ビタミンC、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛など、供給不足が健康リスクとなる栄養素については、1以上のNARを1とみなした(範囲:0-1)。同様に、飽和脂肪やコレステロールのように過剰供給が健康リスクとなる栄養素については、NAR値が1未満のものは1とみなした(範囲:  $\geq 1$ )。

栄養摂取の適切性の総合的な指標として平均栄養適切率(MAR)(Hatloy, Torheim and Oshaug, 1998)を算出した。MARは、供給不足が健康リスクとなり得る8つの栄養素を評価するために使用し、以下のように計算した。

$$\text{MAR} = \frac{\sum \text{NAR}}{\text{対象の栄養素数}(=8)}$$

制限すべき栄養素の摂取状況の指標として平均栄養過剰率(MER)を用いた。本研究では、過剰供給のリスクがある栄養素として、飽和脂肪とコレステロールのみを計算した(砂糖は計算できなかった)ため、この2つの栄養素を使用し、以下のように計算した。

$$\text{MER} = \frac{\sum \text{NAR}}{\text{対象の栄養素数}(=2)} - 1$$

### 2-2-4. BMI

健康診断時に体重と身長を測定し、BMI(kg/m<sup>2</sup>)を算出した。BMIにより、高齢者の栄養欠乏を考慮した場合に用いられている、やせ(BMI<20)、標準(BMI20~24.9)、過体重・肥満(BMI $\geq$ 25)の定義に基づき、3つのグループに

分けた (Wolters et al., 2019)。

#### 2-2-5. 共変量

社会経済的因子と生活習慣因子を評価するために、自己記入式の質問票を用いた。社会経済的因子は、独居の有無と学歴とした。生活習慣因子は喫煙状況、飲酒状況、運動習慣とした。高血圧、高脂血症、糖尿病の既往は測定値と自己申告で回答した内容で判定した。高血圧は、収縮期血圧または拡張期血圧が 140 または 90mmHg 以上、または自己申告による高血圧とした。高脂血症は、総コレステロール $\geq 220\text{mg/dl}$ 、トリグリセリド $\geq 150\text{mg/dl}$ 、HDL コレステロール $< 40\text{mg/dl}$ 、および/または自己申告の高脂血症とした。糖尿病はヘモグロビン A1c (HbA1c)  $\geq 6.5\%$ 、空腹時血糖値 $\geq 126\text{mg/dl}$ 、または自己申告の糖尿病とした。自己申告の病歴には、心疾患 (有り・無し)、脳血管疾患 (有り・無し)、および癌 (有り・無し) を含めた。

#### 2-2-6. 追跡調査

死亡、市外転出、追跡調査期間終了 (2019 年 12 月 31 日) まで毎年追跡調査を行った。死亡日と市外への転出日は住民基本台帳で確認した。市外への転出は打ち切りとして扱った。

#### 2-2-7. 倫理的配慮

本研究は、北海道大学大学院医学研究科倫理委員会 (医 14-037)、国立長寿医療研究センター倫理委員会、名古屋大学大学院医学研究科倫理委員会、愛知医科大学医学部倫理委員会の承認を得た。インフォームドコンセントは 1996 年から 2001 年まではオプトアウト方式を採用し、その後は個別の書面によるインフォームドコンセントを取得した。

#### 2-2-8. 統計解析

参加者を性別に層別化し、FVS の 3 分位 (1st : 低、2nd : 中、3rd : 高) を求めた。全体および性別で層別化し、各グループの特徴を記述した。各グループ間での特性の違いを、Pearson のカイ二乗検定 (カテゴリカル変数) または分散分析 (連続変数) で検討した。多変量 Cox 比例ハザード回帰モデルを用いて、FVS によるその後の全死亡リスクのハザード比 (HR) および対応する 95% 信頼区間 (CI) を FVS の低群の参加者を対照群とし、算出した。BMI によるサブグループ解析では、参加者を 3 つの BMI 群 (やせ型、標準、過体重/肥満) に分けた。心疾患、脳血管疾患、癌の既往のある参加者を除外 (感度分析 1)、ベースラインから 3 年以内に死亡または転出した参加者を除外 (感度分析 2) という 2 つの感度分析を行った。解析は以下のモデルで行った。ベースラインの調査年を調整したモデル (モデル 1)。モデル 1 に加えて、独居 (有り、無し、不明)、学歴 (中卒以下、高卒以上、不明)、喫煙状況 (なし、過去喫煙、現在喫煙、不明)、飲酒状況 (現在なし、現在あり、不明)、運動習慣

(めったにない、週1回未満、週1回以上、不明)を調整したモデル(モデル2)。モデル2に加えて、心疾患(有り、無し)、脳血管疾患(有り、無し)、癌(有り、無し)、高血圧(有り、無し)、高脂血症(有り、無し)、糖尿病(有り、無し)の既往歴を調整したモデル(モデル3)。モデル3に加えて、BMI(やせ、標準、過体重/肥満)、総エネルギー摂取量(連続変数)を調整したモデル4)。FVSの三分位ごとの平均値を用いて傾向性を計算した。統計学的有意水準は5%、両側検定とした。統計ソフトは、JMP Pro16(SAS Institute, Cary, NC, USA)を用いた。

## 2-3. 結果

### 2-3-1. ベースライン時の対象者属性

追跡期間(中央値)男性16.6年、女性17.6年の間に、男性454人(30.7%)、女性222人(15.2%)が死亡した。

表6に、FVSの三分位(1st:低、2nd:中、3rd:高)別のベースライン時の対象者属性を示した。高FVS群では、低FVS群に比べ、高卒以上で、運動習慣ありの者が多く、独居の者が少なかった。また、喫煙者はFVSが高い群ほど少なかった。BMIごとのサブグループ解析では、すべてのBMI群において、高FVS群は高卒以上である者が多かった(表7)。

FVSはMARで示される栄養充足度と正の関連があった。しかし、FVSは栄養過剰の指標であるMERとも正の関連を示した。BMIごとのサブグループ解析でも同様であった(表7)。

表 6: FVS とベースライン時の対象者属性

	ALL	FVS				<i>P</i> value
		1 <sup>st</sup> (低)	2 <sup>nd</sup> (中)	3 <sup>rd</sup> (高)		
全体						
参加者数	2,944		981 33.3	983 33.4	980 33.3	
FVS (mean, SD)	20.9 7.6	13.5 3.4	20.4 2.9	29.0 5.6		
女性 (n, %)	1,463 49.7	487 49.6	489 49.8	487 49.7	1.0	
独居 (n, %)	117 4.0	54 5.5	36 3.7	27 2.8	0.028	
高卒以上 (n, %)	2,016 68.5	576 58.7	715 72.7	725 74.0	<0.001	
現在喫煙 (n, %)	521 17.7	208 21.2	169 17.2	144 14.7	<0.001	
現在飲酒 (n, %)	1,305 44.3	433 44.1	443 45.1	429 43.8	0.667	
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	1,486 50.5	440 44.9	504 51.3	542 55.3	<0.001	
心疾患 (有り) (n, %)	107 3.6	44 4.5	30 3.1	33 3.4	0.204	
脳血管疾患 (有り) (n, %)	129 4.4	37 3.8	45 4.6	47 4.8	0.506	
がん (有り) (n, %)	111 3.8	32 3.3	40 4.1	39 4.0	0.589	
高血圧 (有り) (n, %)	1,354 46.0	476 48.5	451 45.9	427 43.6	0.089	
高脂血症 (有り) (n, %)	1,903 64.6	629 64.1	643 65.4	631 65.4	0.819	
糖尿病 (有り) (n, %)	318 10.8	104 10.6	110 11.2	104 10.6	0.891	
BMI <20 (kg/m <sup>2</sup> ) (n, %)	371 12.6	125 12.7	119 12.1	127 13.0	0.025	
BMI ≥25 (kg/m <sup>2</sup> ) (n, %)	662 22.5	252 25.7	195 19.8	215 21.9	0.025	
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (mean, SD)	1,909 611	1,481 395	1,841 437	2,406 583	<0.001	
MAR (mean, SD)	0.87 0.10	0.81 0.11	0.88 0.08	0.92 0.06	<0.001	
MER (mean, SD)	0.29 0.31	0.21 0.31	0.30 0.31	0.36 0.28	<0.001	
男性						
参加者数	1,481 100.0	494 33.4	494 33.4	493 33.3		
FVS (mean, SD)	17.6 6.7	10.6 2.5	17.1 1.6	25.1 4.6		
独居 (n, %)	26 1.8	15 3.0	6 1.2	5 1.0	0.099	
高卒以上 (n, %)	1,064 71.8	333 67.4	373 75.7	358 72.6	0.048	
現在喫煙 (n, %)	467 31.5	174 35.2	153 31.0	140 28.4	0.239	
現在飲酒 (n, %)	1,019 68.8	334 67.6	352 71.3	333 67.6	0.330	
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	757 51.1	228 46.2	256 51.8	273 55.4	0.072	
心疾患 (有り) (n, %)	72 4.9	26 5.3	20 4.1	26 5.3	0.589	
脳血管疾患 (有り) (n, %)	77 5.2	20 4.1	28 5.7	29 5.9	0.365	
がん (有り) (n, %)	49 3.3	7 1.4	19 3.9	23 4.7	0.012	
高血圧 (有り) (n, %)	762 51.5	275 55.7	249 50.4	238 48.3	0.057	
高脂血症 (有り) (n, %)	859 58.0	288 58.3	289 58.5	282 57.2	0.906	
糖尿病 (有り) (n, %)	155 10.5	45 9.1	53 10.7	57 11.5	0.453	
BMI <20 (kg/m <sup>2</sup> ) (n, %)	144 9.7	54 10.9	45 9.1	45 9.1	0.115	
BMI ≥25 (kg/m <sup>2</sup> ) (n, %)	372 25.1	140 28.3	110 22.3	122 24.8	0.115	
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (mean, SD)	1,909 604	1,512 425	1,845 466	2,369 568	<0.001	
MAR (mean, SD)	0.84 0.10	0.77 0.11	0.86 0.08	0.90 0.06	<0.001	
MER (mean, SD)	0.34 0.35	0.24 0.36	0.36 0.36	0.42 0.31	<0.001	
女性						
参加者数	1,463 100.0	487 33.3	489 33.4	487 33.6		
FVS (mean, SD)	23.3 7.6	15.4 3.1	22.7 1.9	31.9 5.0		
独居 (n, %)	91 6.2	39 8.0	30 6.1	22 4.5	0.209	
高卒以上 (n, %)	952 65.1	243 49.9	342 69.9	367 75.4	<0.001	
現在喫煙 (n, %)	54 3.7	34 7.0	16 3.3	4 0.8	<0.001	
現在飲酒 (n, %)	286 19.6	99 20.3	91 18.6	96 19.7	0.790	
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	729 49.8	212 43.5	248 50.7	269 55.2	<0.001	
心疾患 (有り) (n, %)	35 2.4	18 3.7	10 2.0	7 1.4	0.058	
脳血管疾患 (有り) (n, %)	52 3.6	17 3.5	17 3.5	18 3.7	0.979	
がん (有り) (n, %)	62 4.2	25 5.1	21 4.3	16 3.3	0.358	
高血圧 (有り) (n, %)	592 40.5	201 41.3	202 41.3	189 38.8	0.632	
高脂血症 (有り) (n, %)	1,044 71.4	341 70.0	354 72.4	349 71.7	0.703	
糖尿病 (有り) (n, %)	104 7.1	32 6.5	42 8.6	30 6.2	0.283	
BMI <20 (kg/m <sup>2</sup> ) (n, %)	227 15.5	71 14.6	74 15.2	82 16.8	0.211	
BMI ≥25 (kg/m <sup>2</sup> ) (n, %)	290 19.8	112 23.0	85 17.4	93 19.1	0.211	
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (mean, SD)	1,910 16	1,451 360	1,837 406	2,441 597	<0.001	
MAR (mean, SD)	0.89 0.08	0.84 0.09	0.91 0.07	0.93 0.06	<0.001	
MER (mean, SD)	0.24 0.25	0.18 0.25	0.24 0.25	0.31 0.24	<0.001	

FVS3 分位間の対象者属性の違いは、Pearson の  $\chi^2$  検定または分散分析で検討した

FVS: Food Variety Score, TEI: Total Energy Intake, BMI: Body Mass Index, MAR: Mean Adequacy Ratio, MER: Mean Excess Ratio

表7: BMI 群別のベースライン時の対象者属性

	全体		FVS						P value
			1 <sup>st</sup> (低)		2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		
全体 (n=2,944)									
BMI <20 (n=371)									
参加者数	371		124		124		123		
女性 (n, %)	227	61.2	76	33.5	76	33.5	75	33.0	1.000
独居 (n, %)	17	4.6	8	6.5	4	3.2	5	4.1	0.286
高卒以上 (n, %)	251	67.7	65	52.4	94	75.8	92	74.8	<0.001
現在喫煙 (n, %)	88	23.7	34	27.4	28	22.6	26	21.1	0.289
現在飲酒 (n, %)	141	38.0	47	37.9	47	37.9	47	38.2	0.998
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	166	44.7	50	40.3	55	44.4	61	49.6	0.541
心疾患 (有り) (n, %)	13	3.5	4	3.2	7	5.7	2	1.6	0.224
脳血管疾患 (有り) (n, %)	10	2.7	1	0.8	3	2.4	6	4.9	0.138
がん (有り) (n, %)	17	4.6	7	5.7	7	5.7	3	2.4	0.380
高血圧 (有り) (n, %)	100	27.0	36	29.0	33	26.6	31	25.2	0.790
高脂血症 (有り) (n, %)	188	50.7	65	52.4	63	50.8	60	48.8	0.849
糖尿病 (有り) (n, %)	26	7.0	7	5.7	11	8.9	8	6.5	0.588
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,930	630	1,516	400	1,813	442	2,465	608	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 男性:60 g/day, 女性: 50g/day)	0.99	0.03	0.98	0.05	0.99	0.03	1.00	0.00	<0.001
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 男性:20 g/day, 女性: 17 g/day)	0.72	0.18	0.63	0.18	0.75	0.18	0.78	0.15	<0.001
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 男性:100 mg/day, 女性: 100 mg/day)	0.89	0.18	0.78	0.24	0.92	0.14	0.98	0.07	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 男性:3000 mg/day, 女性: 2700 mg/day)	0.88	0.14	0.80	0.16	0.90	0.12	0.94	0.08	<0.001
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 男性:750 mg/day, 女性: 650 mg/day)	0.76	0.21	0.66	0.22	0.08	0.19	0.83	0.17	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 男性:350 mg/day, 女性: 280 mg/day)	0.83	0.12	0.77	0.13	0.85	0.12	0.87	0.10	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 男性:7.5 mg/day, 女性: 6.0 mg/day)	0.99	0.04	0.98	0.06	1.00	0.02	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 男性:11 mg/day, 女性: 8 mg/day)	0.88	0.10	0.85	0.12	0.88	0.10	0.91	0.08	<0.001
MAR	0.87	0.10	0.81	0.11	0.89	0.09	0.91	0.06	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均,SD) (DG 7 %c)	1.11	0.17	1.05	0.12	1.12	0.16	1.17	0.19	<0.001
NAR コレステロール (平均,SD) (200mg/day)	1.42	0.54	1.33	0.64	1.36	0.44	1.56	0.52	<0.001
MER	0.27	0.31	0.20	0.35	0.24	0.25	0.36	0.30	<0.001
BMI 20-24.9 (n=1,911)									
参加者数	1,911		636		638		637		
女性 (n, %)	946	49.5	315	49.5	316	49.5	315	49.5	1.000
独居 (n, %)	76	4.0	33	5.2	22	3.5	21	3.3	0.210
高卒以上 (n, %)	1,330	69.6	390	61.3	466	73.0	474	74.4	<0.001
現在喫煙 (n, %)	330	17.3	134	21.1	109	17.1	87	13.7	0.017
現在飲酒 (n, %)	857	44.9	286	45.0	299	46.9	272	42.7	0.326
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	994	52.0	302	47.5	335	52.5	357	56.0	0.063
心疾患 (有り) (n, %)	61	3.2	26	4.1	15	2.4	20	3.1	0.210
脳血管疾患 (有り) (n, %)	73	3.8	26	4.1	21	3.3	26	4.1	0.695
がん (有り) (n, %)	76	4.0	21	3.3	29	4.6	26	4.1	0.518
高血圧 (有り) (n, %)	846	44.3	288	45.3	286	44.8	272	42.7	0.612
高脂血症 (有り) (n, %)	1,246	65.2	411	64.6	430	67.4	405	63.6	0.335
糖尿病 (有り) (n, %)	196	10.3	67	10.5	66	10.3	63	9.9	0.927
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,923	602	1,509	409	1,848	416	2,410	579	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 男性:60 g/day, 女性: 50g/day)	0.99	0.03	0.99	0.04	1.00	0.01	1.00	0.00	<0.001
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 男性:20 g/day, 女性: 17 g/day)	0.72	0.17	0.62	0.16	0.74	0.15	0.80	0.14	<0.001
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 男性:100 mg/day, 女性: 100 mg/day)	0.92	0.17	0.82	0.23	0.95	0.12	0.99	0.06	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 男性:3000 mg/day, 女性: 2700 mg/day)	0.89	0.13	0.80	0.15	0.91	0.11	0.95	0.08	<0.001
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 男性:750 mg/day, 女性: 650 mg/day)	0.76	0.20	0.67	0.22	0.78	0.18	0.83	0.17	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 男性:350 mg/day, 女性: 280 mg/day)	0.83	0.12	0.78	0.12	0.84	0.11	0.88	0.10	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 男性:7.5 mg/day, 女性: 6.0 mg/day)	0.99	0.04	0.98	0.06	1.00	0.01	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 男性:11 mg/day, 女性: 8 mg/day)	0.87	0.10	0.98	0.06	1.00	0.01	1.00	0.00	<0.001
MAR	0.87	0.09	0.85	0.11	0.86	0.10	0.90	0.09	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均,SD) (DG 7 %c)	1.12	0.18	1.07	0.17	1.09	0.17	1.15	0.17	<0.001
NAR コレステロール (平均,SD) (200mg/day)	1.47	0.56	1.35	0.58	1.50	0.56	1.57	0.50	<0.001
MER	0.29	0.31	0.21	0.31	0.31	0.31	0.36	0.28	<0.001

	FVS								P value	
	全体	1 <sup>st</sup> (低)		2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)				
BMI ≥ 25 (n=662)										
参加者数	662		221	33.4	221	33.4	220	33.1		
女性 (n, %)	290	43.8	97	43.9	97	43.9	96	43.6	0.998	
独居 (n, %)	24	3.6	14	6.3	9	4.1	1	0.5	0.022	
高卒以上 (n, %)	435	65.7	126	57.0	151	68.3	158	71.8	<0.001	
現在喫煙 (n, %)	103	15.6	38	17.2	32	14.5	33	15.0	0.865	
現在飲酒 (n, %)	307	46.4	104	47.1	95	43.0	108	49.1	0.464	
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	326	49.2	96	43.4	109	49.3	121	55.0	0.086	
心疾患 (有り) (n, %)	33	5.0	12	5.4	10	4.5	11	5.0	0.909	
脳血管疾患 (有り) (n, %)	46	7.0	14	6.3	17	7.7	15	6.8	0.851	
がん (有り) (n, %)	18	2.7	5	2.3	3	1.4	10	4.6	0.106	
高血圧 (有り) (n, %)	408	61.6	158	67.9	134	60.6	124	56.4	0.043	
高脂血症 (有り) (n, %)	469	70.9	148	67.0	155	70.1	166	75.5	0.141	
糖尿病 (有り) (n, %)	96	14.5	32	14.5	30	13.6	34	15.5	0.855	
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,858	624	1,401	378	1,825	477	2,350	589	<0.001	
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 男性:60 g/day, 女性: 50g/day)	0.99	0.04	0.97	0.07	1.00	0.02	1.00	0.01	<0.001	
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 男性:20 g/day, 女性: 17 g/day)	0.71	0.17	0.61	0.17	0.70	0.16	0.80	0.15	<0.001	
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 男性:100 mg/day, 女性: 100 mg/day)	0.88	0.21	0.74	0.27	0.92	0.15	0.97	0.09	<0.001	
NAR カリウム (平均, SD) (DG 男性:3000 mg/day, 女性: 2700 mg/day)	0.88	0.15	0.79	0.17	0.90	0.12	0.96	0.01	<0.001	
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 男性:750 mg/day, 女性: 650 mg/day)	0.74	0.21	0.63	0.23	0.75	0.19	0.84	0.16	<0.001	
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 男性:350 mg/day, 女性: 280 mg/day)	0.82	0.12	0.76	0.13	0.83	0.11	0.88	0.10	<0.001	
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 男性:7.5 mg/day, 女性: 6.0 mg/day)	0.99	0.05	0.97	0.08	1.00	0.02	1.00	0.00	<0.001	
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 男性:11 mg/day, 女性: 8 mg/day)	0.86	0.11	0.83	0.11	0.87	0.11	0.88	0.10	<0.001	
MAR	0.86	0.11	0.79	0.12	0.87	0.08	0.92	0.06	<0.001	
NAR 飽和脂肪酸 (平均,SD) (DG 7 %c)	1.10	0.17	1.07	0.17	1.09	0.17	1.15	0.17	<0.001	
NAR コレステロール (平均,SD) (200mg/day)	1.48	0.56	1.33	0.54	1.53	0.63	1.59	0.49	<0.001	
MER	0.29	0.31	0.20	0.29	0.31	0.34	0.37	0.28	<0.001	
男性 (n=1,481)										
BMI < 20 (n=144)										
参加者数	144		48		48		48			
女性 (n, %)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.000	
独居 (n, %)	1	0.7	1	2.1	0	0.0	0	0.0	0.365	
高卒以上 (n, %)	100	69.4	30	62.5	73	41.7	35	72.9	0.414	
現在喫煙 (n, %)	73	50.7	29	60.4	20	41.7	24	50.0	0.189	
現在飲酒 (n, %)	91	63.2	30	62.5	30	62.5	31	64.6	0.971	
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	55	38.2	15	31.3	18	37.5	22	45.8	0.692	
心疾患 (有り) (n, %)	3	2.1	0	0.0	2	4.2	1	2.1	0.360	
脳血管疾患 (有り) (n, %)	3	2.1	0	0.0	1	2.1	2	4.2	0.360	
がん (有り) (n, %)	5	3.5	1	2.1	2	4.2	2	4.2	0.813	
高血圧 (有り) (n, %)	44	30.6	15	31.3	15	31.3	14	29.2	0.968	
高脂血症 (有り) (n, %)	55	38.2	25	52.1	15	31.3	15	31.3	0.053	
糖尿病 (有り) (n, %)	18	12.5	5	10.4	8	16.7	5	10.4	0.565	
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,950	669	1,494	416	1,811	476	2,543	609	<0.001	
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 男性:60 g/day)	0.99	0.04	0.97	0.07	0.99	0.03	1.00	0.00	<0.001	
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 男性:20 g/day,)	0.65	0.18	0.55	0.15	0.70	0.20	0.70	0.15	<0.001	
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 男性:100 mg/day)	0.85	0.22	0.70	0.27	0.89	0.17	0.96	0.10	<0.001	
NAR カリウム (平均, SD) (DG 男性:3000 mg/day)	0.84	0.16	0.74	0.18	0.87	0.11	0.91	0.09	<0.001	
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 男性:750 mg/day)	0.68	0.22	0.58	0.23	0.71	0.20	0.76	0.17	<0.001	
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 男性:350 mg/day)	0.77	0.12	0.71	0.13	0.81	0.12	0.81	0.09	<0.001	
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 男性:7.5 mg/day)	0.98	0.06	0.95	0.09	1.00	0.03	1.00	0.00	<0.001	
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 男性:11 mg/day)	0.83	0.11	0.78	0.12	0.84	0.10	0.87	0.08	<0.001	
MAR	0.82	0.11	0.75	0.12	0.85	0.09	0.88	0.06	<0.001	
NAR 飽和脂肪酸 (平均, SD) (DG 7 %e)	1.08	0.15	1.05	0.02	1.07	0.02	1.11	0.02	0.157	
NAR コレステロール (平均, SD) (200mg/day)	1.60	0.65	1.44	0.74	1.55	0.54	1.81	0.62	0.02	
MER	0.34	0.36	0.25	0.40	0.31	0.29	0.46	0.36	0.01	

	全体		FVS						P value
			1 <sup>st</sup> (低)		2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		
<b>BMI 20-24.9 (n=965)</b>									
参加者数	965		321		322		322		
女性 (n, %)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.000
独居 (n, %)	17	1.8	8	2.5	4	1.2	5	1.6	0.532
高卒以上 (n, %)	700	72.5	222	69.2	245	76.1	233	72.4	0.188
現在喫煙 (n, %)	302	31.3	113	35.2	103	32.0	86	26.7	0.218
現在飲酒 (n, %)	672	69.6	222	69.2	237	73.6	213	66.2	0.118
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	520	53.9	161	50.2	173	53.7	186	57.8	0.567
心疾患 (有り) (n, %)	43	4.5	15	4.7	11	3.4	17	5.3	0.505
脳血管疾患 (有り) (n, %)	44	4.6	14	4.4	12	3.7	18	5.6	0.514
がん (有り) (n, %)	37	3.8	7	2.2	14	4.4	16	5.0	0.155
高血圧 (有り) (n, %)	479	49.6	169	52.7	155	48.1	155	48.1	0.418
高脂血症 (有り) (n, %)	555	57.5	183	57.0	195	60.6	177	55.0	0.348
糖尿病 (有り) (n, %)	133	13.8	47	14.6	39	12.1	47	14.6	0.567
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,917	582	1,547	436	1,848	448	2,355	541	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 男性:60 g/day)	0.99	0.03	0.98	0.05	1.00	0.02	1.00	0.00	<0.001
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 男性:20 g/day)	0.69	0.17	0.59	0.15	0.71	0.15	0.79	0.14	<0.001
NAR ビタミンC (平均, SD) (RDA 男性:100 mg/day)	0.89	0.19	0.76	0.25	0.93	0.13	0.98	0.06	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 男性:3000 mg/day)	0.87	0.15	0.77	0.16	0.88	0.12	0.95	0.08	0.08
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 男性:750 mg/day)	0.73	0.21	0.62	0.21	0.75	0.19	0.81	0.17	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 男性:350 mg/day)	0.80	0.12	0.75	0.12	0.80	0.11	0.86	0.10	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 男性:7.5 mg/day)	0.99	0.05	0.97	0.08	1.00	0.02	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 男性:11 mg/day)	0.83	0.10	0.81	0.11	0.81	0.10	0.86	0.09	<0.001
MAR	0.85	0.10	0.78	0.11	0.86	0.08	0.91	0.06	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均, SD) (DG 7 %e)	1.08	0.16	1.05	0.14	1.09	0.18	1.10	0.16	<0.001
NAR コレステロール (平均, SD) (200mg/day)	1.60	0.65	1.44	0.71	1.63	0.65	1.72	0.54	<0.001
MER	0.34	0.35	0.25	0.37	0.36	0.36	0.41	0.30	<0.001
<b>BMI ≥25 グループ (n=372)</b>									
参加者数	372		124		124		124		
女性 (n, %)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.000
独居 (n, %)	8	2.2	5	4.0	3	2.4	0	0.0	0.277
高卒以上 (n, %)	264	71.0	82	66.1	91	73.4	91	73.4	0.348
現在喫煙 (n, %)	92	24.7	30	24.2	30	24.2	32	25.8	0.870
現在飲酒 (n, %)	256	68.8	83	66.9	84	67.7	89	71.8	0.604
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	182	48.9	57	46.0	60	48.4	65	52.4	0.784
心疾患 (有り) (n, %)	26	7.0	9	7.3	9	7.3	8	6.5	0.960
脳血管疾患 (有り) (n, %)	30	8.1	9	7.3	12	9.7	9	7.3	0.722
がん (有り) (n, %)	7	1.9	0	0.0	2	1.6	5	4.0	0.063
高血圧 (有り) (n, %)	239	64.3	91	73.4	80	64.5	68	54.8	0.010
高脂血症 (有り) (n, %)	249	66.9	75	60.5	85	68.6	89	71.8	0.150
糖尿病 (有り) (n, %)	63	16.9	22	17.7	18	14.5	23	18.6	0.670
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,870	633	1,437	411	1,841	506	2,331	614	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 男性:60 g/day)	0.99	0.04	0.97	0.07	0.99	0.03	0.99	0.01	<0.001
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 男性:20 g/day)	0.69	0.17	0.59	0.16	0.70	0.15	0.80	0.14	<0.001
NAR ビタミンC (平均, SD) (RDA 男性:100 mg/day)	0.86	0.23	0.70	0.28	0.90	0.17	0.97	0.09	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 男性:3000 mg/day)	0.87	0.15	0.77	0.18	0.88	0.13	0.95	0.08	<0.001
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 男性:750 mg/day)	0.72	0.21	0.62	0.23	0.70	0.19	0.83	0.16	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 男性:350 mg/day)	0.80	0.12	0.74	0.13	0.79	0.11	0.87	0.10	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 男性:7.5 mg/day)	0.98	0.05	0.96	0.09	0.99	0.02	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 男性:11 mg/day)	0.81	0.10	0.78	0.20	0.81	0.21	0.85	0.10	<0.001
MAR	0.84	0.11	0.76	0.12	0.84	0.08	0.91	0.06	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均, SD) (DG 7 %e)	1.08	0.16	1.07	0.16	1.05	0.13	1.11	0.18	0.004
NAR コレステロール (平均, SD) (200mg/day)	1.58	0.65	1.36	0.60	1.67	0.73	1.71	0.55	<0.001
MER	0.33	0.35	0.21	0.32	0.37	0.39	0.41	0.31	<0.001

	FVS								P value
	全体	1 <sup>st</sup> (低)		2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)			
女性 (n=1,463)									
BMI <20 (n=227)									
参加者数	227		76		76		75		
女性 (n, %)	227	100.0	76	100	76	100	75	####	1.000
独居 (n, %)	16	7.1	7	9.2	4	5.3	5	6.7	0.361
高卒以上 (n, %)	151	66.5	35	45.4	59	77.6	57	76.0	<0.001
現在喫煙 (n, %)	15	6.6	5	6.6	8	10.5	2	2.7	0.253
現在飲酒 (n, %)	50	22.0	17	22.4	17	22.4	16	21.3	0.985
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	111	48.9	35	46.1	37	48.7	39	52.0	0.832
心疾患 (有り) (n, %)	10	4.4	4	5.3	5	6.6	1	1.3	0.264
脳血管疾患 (有り) (n, %)	7	3.1	1	1.3	2	2.7	4	5.3	0.347
がん (有り) (n, %)	12	5.3	6	7.9	5	6.6	1	1.3	0.163
高血圧 (有り) (n, %)	56	24.7	21	27.6	18	23.7	17	22.7	0.756
高脂血症 (有り) (n, %)	133	58.6	40	52.6	48	63.2	45	60.0	0.401
糖尿病 (有り) (n, %)	8	3.5	2	2.6	3	4.0	3	4.0	0.875
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,917	605	1,530	391	1,814	422	2,414	606	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 女性: 50g/day)	0.99	0.02	0.99	0.03	1.00	0.02	1.00	0.00	0.004
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 女性: 17 g/day)	0.76	0.17	0.68	0.18	0.79	0.17	0.83	0.14	<0.001
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 女性: 100 mg/day)	0.92	0.15	0.83	0.20	0.95	0.12	1.00	0.26	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 女性: 2700 mg/day)	0.90	0.12	0.83	0.14	0.92	0.11	0.96	0.06	<0.001
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 女性: 650 mg/day)	0.81	0.19	0.72	0.20	0.84	0.17	0.88	0.14	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 女性: 280 mg/day)	0.86	0.11	0.81	0.12	0.87	0.11	0.91	0.09	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 女性: 6.0 mg/day)	1.00	0.01	1.00	0.01	1.00	0.01	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 女性: 8 mg/day)	0.91	0.08	0.90	0.08	0.90	0.08	0.94	0.73	0.002
MAR	0.90	0.08	0.84	0.09	0.91	0.08	0.94	0.05	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均, SD) (DG 7 %e)	1.13	0.18	1.08	0.15	1.14	0.17	1.18	0.19	0.002
NAR コレステロール (平均, SD) (200mg/day)	1.31	0.43	1.27	0.56	1.24	0.32	1.41	0.36	0.042
MER	0.22	0.26	0.17	0.32	0.19	0.21	0.30	0.24	0.009
BMI 20-24.9 (n=946)									
参加者数	946		315		316		315		
女性 (n, %)	946	100.0	315	100.0	316	100.0	315	####	1.000
独居 (n, %)	59	6.2	25	7.9	18	5.7	16	5.1	0.366
高卒以上 (n, %)	630	66.6	168	53.3	221	69.9	241	76.5	<0.001
現在喫煙 (n, %)	28	3.0	21	6.7	6	1.9	1	0.3	<0.001
現在飲酒 (n, %)	185	19.6	64	20.3	62	19.6	59	18.7	0.881
運動習慣 (≥1 回/週) (n, %)	474	50.1	141	44.8	162	51.3	171	54.3	0.047
心疾患 (有り) (n, %)	18	1.9	11	3.5	4	1.3	3	1.0	0.039
脳血管疾患 (有り) (n, %)	29	3.1	12	3.8	9	2.9	8	2.5	0.628
がん (有り) (n, %)	39	4.1	14	4.4	15	4.8	10	3.2	0.574
高血圧 (有り) (n, %)	367	38.8	119	37.8	131	41.5	117	37.1	0.486
高脂血症 (有り) (n, %)	691	73.0	228	72.4	235	74.4	228	72.4	0.810
糖尿病 (有り) (n, %)	63	6.7	20	6.4	27	8.5	16	5.1	0.210
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,929	623	1,471	377	1,848	381	2,467	610	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 女性: 50g/day)	1.00	0.01	0.99	0.03	1.00	0.01	1.00	0.00	<0.001
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 女性: 17 g/day)	0.75	0.16	0.66	0.15	0.77	0.15	0.81	0.15	<0.001
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 女性: 100 mg/day)	0.94	0.13	0.88	0.19	0.97	0.09	0.99	0.06	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 女性: 2700 mg/day)	0.91	0.12	0.84	0.13	0.93	0.09	0.96	0.07	<0.001
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 女性: 650 mg/day)	0.79	0.19	0.72	0.21	0.81	0.16	0.85	0.16	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 女性: 280 mg/day)	0.86	0.11	0.81	0.11	0.87	0.10	0.90	0.09	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 女性: 6.0 mg/day)	1.00	0.02	0.99	0.03	1.00	0.01	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 女性: 8 mg/day)	0.92	0.08	0.90	0.08	0.91	0.08	0.95	0.06	<0.001
MAR	0.90	0.08	0.85	0.09	0.91	0.06	0.93	0.06	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均, SD) (DG 7 %e)	1.15	0.20	1.11	0.19	1.14	0.19	1.19	0.20	<0.001
NAR コレステロール (平均, SD) (200mg/day)	1.34	0.41	1.25	0.39	1.36	0.41	1.42	0.40	<0.001
MER	0.25	0.25	0.18	0.23	0.25	0.25	0.31	0.25	<0.001

	全体		FVS						P value
			1 <sup>st</sup> (低)		2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		
BMI $\geq$ 25 (n=290)									
参加者数	290		97		97		96		
女性 (n, %)	290	100.0	97	100.0	97	100.0	96	####	1.000
独居 (n, %)	16	5.5	6	6.2	5	5.2	5	5.2	0.157
高卒以上 (n, %)	171	59.0	44	45.4	60	61.9	68	69.8	0.006
現在喫煙 (n, %)	11	3.8	8	8.3	2	2.1	1	1.0	0.036
現在飲酒 (n, %)	51	17.6	21	21.7	11	11.3	19	19.8	0.133
運動習慣 ( $\geq$ 1回/週) (n, %)	144	49.7	39	40.2	49	50.5	56	58.3	0.084
心疾患 (有り) (n, %)	7	2.4	3	3.1	1	1.0	3	3.1	0.553
脳血管疾患 (有り) (n, %)	16	5.5	5	5.2	5	5.2	6	6.3	0.929
がん (有り) (n, %)	11	3.8	5	5.2	1	1.0	5	5.2	0.218
高血圧 (有り) (n, %)	169	58.3	59	60.8	54	55.7	56	58.3	0.767
高脂血症 (有り) (n, %)	220	75.9	73	75.3	70	72.2	77	80.2	0.420
糖尿病 (有り) (n, %)	33	11.4	10	10.3	12	12.4	11	11.5	0.902
総エネルギー摂取量 (kcal/day) (平均, SD)	1,843	613	1,355	328	1,805	438	2,375	556	<0.001
NAR タンパク質 (平均, SD) (RDA 女性: 50g/day)	0.99	0.04	0.98	0.07	1.00	0.01	1.00	0.01	<0.001
NAR 食物繊維 (平均, SD) (DG 女性: 17 g/day)	0.73	0.17	0.64	0.17	0.75	0.15	0.81	0.15	<0.001
NAR ビタミン C (平均, SD) (RDA 女性: 100 mg/day)	0.91	0.18	0.80	0.25	0.95	0.11	0.98	0.09	<0.001
NAR カリウム (平均, SD) (DG 女性: 2700 mg/day)	0.89	0.14	0.80	0.17	0.92	0.10	0.96	0.08	<0.001
NAR カルシウム (平均, SD) (RDA 女性: 650 mg/day)	0.77	0.20	0.65	0.22	0.81	0.17	0.86	0.15	<0.001
NAR マグネシウム (平均, SD) (RDA 女性: 280 mg/day)	0.85	0.12	0.78	0.13	0.87	0.10	0.90	0.10	<0.001
NAR 鉄 (平均, SD) (RDA 女性: 6.0 mg/day)	0.99	0.04	0.98	0.08	1.00	0.00	1.00	0.00	<0.001
NAR 亜鉛 (平均, SD) (RDA 女性: 8 mg/day)	0.91	0.09	0.88	0.10	0.92	0.08	0.93	0.09	<0.001
MAR	0.88	0.10	0.81	0.12	0.90	0.07	0.93	0.06	<0.001
NAR 飽和脂肪酸 (平均, SD) (DG 7 %e)	1.13	0.18	1.08	0.15	1.14	0.17	1.18	0.19	0.002
NAR コレステロール (平均, SD) (200mg/day)	1.36	0.40	1.29	0.44	1.34	0.40	1.44	0.35	0.02
MER	0.25	0.24	0.19	0.24	0.24	0.24	0.32	0.22	<0.001

FVS3 分位間の対象者属性の違いは、Pearson の  $\chi^2$  検定または分散分析で検討した

FVS: Food Variety Score, TEI: Total Energy Intake, BMI: Body Mass Index, MAR: Mean Adequacy Ratio, MER: Mean Excess Ratio, RDA: Recommended Dietary

Allowance, DG: Tentative Dietary Goals for preventing life-style related disease

### 2-3-2. FVS と総死亡との関連

表 8 に、FVS と総死亡との関連について示した。男女ともに FVS と総死亡との間に有意な関連は認められなかった。この結果は感度分析 1, 2 においても変わらなかった。

表 8： FVS と総死亡との関連における多変量調整 HR と 95%CI

	1 <sup>st</sup> (低)		FVS 2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		P for trend
全体 (n=2,944)							
FVS 平均,SD	13.5	3.4	20.4	2.9	29.0	5.6	
人年	15,755		16,100		15,472		
死亡数	245		208		223		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.84 (0.70-1.00)		0.95 (0.79-1.14)		0.618
モデル2	1.00		0.88 (0.73-1.06)		1.00 (0.84-1.21)		0.870
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.87 (0.72-1.05)		1.02 (0.85-1.23)		0.759
モデル4	1.00		0.84 (0.69-1.02)		0.93 (0.74-1.18)		0.579
感度分析1：心疾患、脳血管疾患、がんの既往が有る者を除外 (n=2,615)							
FVS 平均,SD	13.5	3.5	20.4	3.0	29.0	5.7	
人年	14,048		14,329		13,837		
死亡数	215		179		187		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.82 (0.67-1.00)*		0.89 (0.73-1.08)		0.280
モデル2	1.00		0.87 (0.71-1.07)		0.96 (0.78-1.16)		0.613
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.87 (0.71-1.07)		0.97 (0.79-1.18)		0.706
モデル4	1.00		0.86 (0.69-1.06)		0.92 (0.71-1.19)		0.393
感度分析2：ベースラインから3年以内に死亡または転出した者を除外 (n=2,825)							
FVS 平均,SD	13.5	3.4	20.3	2.9	28.9	5.6	
人年	15,583		15,921		15,633		
死亡数	232		195		210		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.83 (0.68-1.00)		0.92 (0.76-1.10)		0.409
モデル2	1.00		0.87 (0.72-1.05)		0.97 (0.80-1.17)		0.794
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.86 (0.71-1.04)		0.98 (0.81-1.19)		0.915
モデル4	1.00		0.84 (0.69-1.03)		0.93 (0.73-1.19)		0.581
男性							
全体 (n=1,481)							
FVS 平均,SD	11.6	2.5	18.1	1.6	26.1	4.6	
人年	7,666		7,892		7,349		
死亡数	158		137		159		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.84 (0.67-1.06)		1.07 (0.86-1.33)		0.494
モデル2	1.00		0.89 (0.71-1.12)		1.12 (0.90-1.40)		0.268
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.88 (0.70-1.11)		1.14 (0.91-1.43)		0.205
モデル4	1.00		0.85 (0.66-1.08)		1.03 (0.78-1.36)		0.797
感度分析1：心疾患、脳血管疾患、がんの既往が有る者を除外 (n=1,292)							
FVS 平均,SD	11.4	2.6	17.9	1.6	25.9	4.5	
人年	6,626		6,878		6,502		
死亡数	138		120		130		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.85 (0.66-1.08)		0.97 (0.76-1.23)		0.847
モデル2	1.00		0.90 (0.70-1.15)		1.02 (0.80-1.30)		0.823
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.91 (0.71-1.17)		1.04 (0.82-1.33)		0.688
モデル4	1.00		0.87 (0.67-1.13)		0.96 (0.71-1.30)		0.823
感度分析2：ベースラインから3年以内に死亡または転出した者を除外 (n=1,414)							
FVS 平均,SD	11.6	2.5	18.0	1.6	25.891	4.4	
人年	7,534		7,770		7,487		
死亡数	150		129		149		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.84 (0.66-1.07)		1.02 (0.81-1.28)		0.811
モデル2	1.00		0.89 (0.70-1.13)		1.06 (0.85-1.34)		0.540
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.88 (0.69-1.12)		1.08 (0.86-1.36)		0.439
モデル4	1.00		0.86 (0.67-1.10)		1.04 (0.78-1.39)		0.737

	1 <sup>st</sup> (低)		FVS 2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		P for trend
女性							
全体 (n=1,463)							
FVS 平均,SD	15.4	3.1	22.7	1.9	31.9	5.0	
人年	8,090		8,208		8,123		
死亡数	87		71		64		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.81 (0.59-1.11)		0.73 (0.53-1.01)		0.059
モデル2	1.00		0.86 (0.62-1.19)		0.78 (0.56-1.10)		0.157
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.85 (0.61-1.17)		0.81 (0.58-1.14)		0.223
モデル4	1.00		0.82 (0.58-1.16)		0.74 (0.47-1.16)		0.186
感度分析1: 心疾患、脳血管疾患、がんの既往が有る者を除外 (n=1,323)							
FVS 平均,SD	15.4	3.1	22.9	1.9	32.0	5.0	
人年	7,421		7,451		7,335		
死亡数	77		59		57		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.77 (0.55-1.08)		0.75 (0.53-1.06)		0.109
モデル2	1.00		0.80 (0.57-1.14)		0.79 (0.55-1.13)		0.215
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.79 (0.55-1.12)		0.80 (0.56-1.14)		0.227
モデル4	1.00		0.77 (0.53-1.12)		0.76 (0.47-1.22)		0.254
感度分析2: ベースラインから3年以内に死亡または転出した者を除外 (n=1,411)							
FVS 平均,SD	15.37	3.02	22.64	1.85	31.87	5.10	
人年	8,050		8,151		8,146		
死亡数	82		66		61		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.80 (0.57-1.10)		0.73 (0.52-1.02)		0.058
モデル2	1.00		0.82 (0.59-1.15)		0.76 (0.54-1.07)		0.129
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.82 (0.58-1.14)		0.79 (0.56-1.12)		0.238
モデル4	1.00		0.77 (0.54-1.10)		0.69 (0.44-1.10)		0.164

\*P<0.05, \*\*P<0.01

Cox 比例ハザードモデルにより解析した

モデル1<sup>1</sup> (ベースラインの調査年、性で調整した)

モデル1<sup>2</sup> (ベースラインの調査年で調整した)

モデル2 (モデル1に加えて、独居の有無、教育歴、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣で調整した)

モデル3<sup>1</sup> (モデル2に加えて、心疾患、脳血管疾患、がん、高血圧、高脂血症、糖尿病の既往歴を調整した)

モデル3<sup>2</sup> (モデル2に加えて、高血圧、高脂血症、糖尿病の既往歴を調整した)

モデル4 (モデル3に加えて、BMI 区分、総エネルギー摂取量を調整した)

傾向性P値は、FVS3分位の平均値を用いて算出した

HR: Hazard Ratio, CI: Confidence Interval, FVS: Food Variety Score, BMI: Body Mass Index

### 2-3-3. BMI 群別FVS と総死亡との関連

表9に、BMI (やせ、標準、過体重/肥満) 群別FVS と総死亡との関連について示した。全体ではFVS とBMI の交互作用は有意であった (P for interaction<0.001)。やせの群では、有意でない結果を含んでいるものの、多変量調整 HR は、低 FVS と比較して、中 FVS 群で 0.56 (CI : 0.32-0.96) 、高 FVS 群で 0.50 (CI : 0.25-1.02) だった (p for trend =0.059) 。この関連は感度分析 1、2 でも変わらなかった (表 10) 。BMI 標準群と過体重・肥満群ではFVS と総死亡との間に一貫した関連は認められなかった。

男性では、FVS とBMI の交互作用は有意ではなかったが (P for interaction=0.182) 、女性での交互作用は有意であった (P for interaction<0.001) 。女性のやせ/標準BMI 群では、統計的に有意ではなかったが、低 FVS 群より中/高 FVS 群は総死亡が低かった。逆に、過体重/肥満の女性は、低 FVS 群より、中/高 FVS 群は、有意ではないものの、総死亡が高かった。この結果は、感度分析 1、2 でも変わらなかった (表 10) 。男性のやせの群では、感度分析 1、2 を含め一貫して、低 FVS 群より中/高 FVS 群は総死亡が低かった。男性の標準BMI および過体重/肥満の群では、感度分析 1、2 を含め一貫した結果は得られなかった。

表9：BMI 群別FVS と総死亡との関連における多変量調整HR と 95%CI

	1 <sup>st</sup> (低)		FVS 2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		P for trend
全体 (n=2,944)							
BMI <20 group (n=371)							
FVS 平均,SD	14.1	3.6	20.9	3.3	30.2	6.0	
人年	1,927		2,033		1,858		
死亡数	37		30		29		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.60	(0.37-0.99)*	0.64	(0.39-1.06)	0.105
モデル2	1.00		0.65	(0.39-1.08)	0.67	(0.40-1.12)	0.157
モデル3	1.00		0.62	(0.37-1.04)	0.67	(0.40-1.13)	0.164
モデル4	1.00		0.56	(0.32-0.96)*	0.50	(0.25-1.02)	0.059
BMI 20-24.9 group (n=1,911)							
FVS 平均,SD	13.8	3.3	20.5	2.8	29.0	5.5	
人年	10,310		10,513		10,232		
死亡数	164		117		142		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.74	(0.58-0.94)*	0.92	(0.74-1.16)	0.579
モデル2	1.00		0.78	(0.61-0.99)*	0.99	(0.79-1.25)	0.942
モデル3	1.00		0.79	(0.62-1.00)	1.02	(0.81-1.28)	0.801
モデル4	1.00		0.78	(0.61-1.00)	0.98	(0.73-1.30)	0.909
BMI ≥25 group (n=662)							
FVS 平均,SD	12.3	3.3	19.6	3.1	28.4	5.5	
人年	3,514		3,601		3,340		
死亡数	47		53		57		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		1.05	(0.71-1.56)	1.27	(0.86-1.87)	0.215
モデル2	1.00		1.07	(0.72-1.59)	1.25	(0.84-1.86)	0.256
モデル3	1.00		1.12	(0.75-1.68)	1.25	(0.84-1.88)	0.276
モデル4	1.00		1.08	(0.70-1.66)	1.16	(0.69-1.95)	0.585
男性 (n=1,481)							
BMI <20 group (n=144)							
FVS 平均,SD	10.99	2.48	17.52	1.87	26.49	5.88	
人年	691		740		626		
死亡数	22		21		20		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.73	(0.39-1.35)	0.76	(0.40-1.42)	0.426
モデル2	1.00		0.88	(0.46-1.69)	0.84	(0.43-1.64)	0.622
モデル3	1.00		0.74	(0.38-1.45)	0.85	(0.43-1.67)	0.716
モデル4	1.00		0.63	(0.31-1.27)	0.53	(0.21-1.34)	0.188
BMI 20-24.9 group (n=965)							
FVS 平均,SD	11.9	2.5	18.3	1.5	26.0	4.3	
人年	5,128		5,211		4,947		
死亡数	103		78		102		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.80	(0.60-1.08)	1.10	(0.83-1.45)	0.351
モデル2	1.00		0.84	(0.62-1.13)	1.17	(0.89-1.54)	0.185
モデル3	1.00		0.86	(0.64-1.17)	1.20	(0.91-1.58)	0.144
モデル4	1.00		0.86	(0.63-1.18)	1.19	(0.85-1.68)	0.238
BMI ≥25 group (n=372)							
FVS 平均,SD	11.09	2.64	17.61	1.92	26.12	4.74	
人年	1,846		1,942		1,775		
死亡数	33		34		41		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.89	(0.55-1.44)	1.22	(0.77-1.94)	0.325
モデル2	1.00		0.92	(0.56-1.49)	1.19	(0.74-1.91)	0.426
モデル3	1.00		0.96	(0.59-1.57)	1.16	(0.71-1.91)	0.526
モデル4	1.00		0.85	(0.50-1.43)	0.91	(0.49-1.69)	0.812

	FVS			P for trend
	1 <sup>st</sup> (低)	2 <sup>nd</sup> (中)	3 <sup>rd</sup> (高)	
女性 (n=1,463)				
BMI <20 group (n=227)				
FVS 平均,SD	16.13	23.04	32.52	
人年	1,236	1,293	1,232	
死亡数	15	9	9	
モデル1 <sup>2</sup>	1.00	0.39 (0.16-0.94)*	0.52 (0.21-1.28)	0.151
モデル2	1.00	0.36 (0.13-0.97)*	0.68 (0.27-1.68)	0.339
モデル3	1.00	0.37 (0.13-1.04)	0.62 (0.23-1.65)	0.297
モデル4	1.00	0.35 (0.12-1.06)	0.54 (0.14-2.06)	0.339
BMI 20-24.9 group (n=946)				
FVS 平均,SD	15.7	22.7	31.9	
人年	5,182	5,302	5,285	
死亡数	61	39	40	
Model1 <sup>2</sup>	1.00	0.63 (0.42-0.94)*	0.64 (0.43-0.96)*	0.031
モデル2	1.00	0.67 (0.44-1.01)	0.69 (0.46-1.05)	0.088
モデル3	1.00	0.67 (0.44-1.02)	0.72 (0.48-1.10)	0.136
モデル4	1.00	0.62 (0.40-0.96)*	0.58 (0.33-1.00)	0.049
BMI ≥25 group (n=290)				
FVS 平均,SD	13.8	22.3	31.4	
人年	1,668	1,659	1,565	
死亡数	14	19	16	
Model1 <sup>2</sup>	1.00	1.34 (0.67-2.69)	1.34 (0.65-2.78)	0.431
モデル2	1.00	1.49 (0.72-3.10)	1.33 (0.61-2.90)	0.483
モデル3	1.00	1.46 (0.69-3.10)	1.26 (0.56-2.81)	0.597
モデル4	1.00	1.96 (0.85-4.51)	2.18 (0.75-6.30)	0.162

\*P<0.05, \*\*P<0.01

Cox 比例ハザードモデルにより解析した

モデル1<sup>1</sup> (ベースラインの調査年、性で調整した)

モデル1<sup>2</sup> (ベースラインの調査年で調整した)

モデル2(モデル1に加えて、独居の有無、教育歴、喫煙状況、飲酒状況、運動習慣で調整した)

モデル3(モデル2に加えて、心疾患、脳血管疾患、がん、高血圧、高脂血症、糖尿病の既往歴を調整した)

モデル4 (モデル3に加えて、総エネルギー摂取量を調整した)

傾向性P値は、FVS3分位の平均値を用いて算出した

HR: Hazard Ratio, CI: Confidence Interval, FVS: Food Variety Score, BMI: Body Mass Index

表 10：心疾患、脳血管疾患、がんの既往が有る者を除外した、またはベースラインから3年以内に死亡または転出した者を除外した、BMI 群別FVS と総死亡との関連における多変量調整 HR と 95%CI

	1 <sup>st</sup> (低)		FVS 2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		P for trend
<b>感度分析1：心疾患、脳血管疾患、がんの既往が有る者を除外 (n=2,615)</b>							
<b>BMI &lt;20 (n=334)</b>							
FVS 平均,SD	14.0	3.7	20.9	3.6	30.3	6.2	
人年	1,737		1,852		1,668		
死亡数	35		25		26		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.53 (0.32-0.90)*		0.61 (0.36-1.04)		0.09
モデル2	1.00		0.63 (0.37-1.09)		0.62 (0.36-1.06)		0.09
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.61 (0.35-1.05)		0.64 (0.37-1.09)		0.12
モデル4	1.00		0.54 (0.31-0.96)*		0.44 (0.21-0.94)*		0.03
<b>BMI 20-24.9 (n=1,714)</b>							
FVS 平均,SD	13.8	3.4	20.6	2.9	29.0	5.6	
人年	9,288		9,430		9,254		
死亡数	148		100		121		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.70 (0.54-0.90)**		0.85 (0.67-1.08)		0.217
モデル2	1.00		0.73 (0.57-0.95)*		0.92 (0.72-1.17)		0.525
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.74 (0.57-0.96)*		0.93 (0.73-1.19)		0.585
モデル4	1.00		0.71 (0.54-0.93)*		0.85 (0.63-1.16)		0.307
<b>BMI ≥25(n=567)</b>							
FVS 平均,SD	12.2	3.4	19.6	3.1	28.3	5.5	
人年	2,968		3,137		2,879		
死亡数	39		43		44		
モデル1 <sup>1</sup>	1.00		0.98 (0.63-1.51)		1.13 (0.73-1.75)		0.547
モデル2	1.00		0.98 (0.63-1.52)		1.08 (0.69-1.69)		0.718
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		1.01 (0.65-1.57)		1.07 (0.68-1.68)		0.772
モデル4	1.00		1.05 (0.65-1.69)		1.16 (0.64-2.09)		0.619
<b>男性 (n=1,292)</b>							
<b>BMI &lt;20 (n=133)</b>							
FVS 平均,SD	10.7	2.4	17.2	1.9	26.5	6.2	
人年	624		725		566		
死亡数	21		19		18		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.64 (0.34-1.21)		0.72 (0.37-1.38)		0.384
モデル2	1.00		0.85 (0.43-1.69)		0.72 (0.36-1.46)		0.368
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.78 (0.39-1.59)		0.74 (0.37-1.48)		0.418
モデル4	1.00		0.67 (0.32-1.39)		0.39 (0.15-1.01)		0.053
<b>BMI 20-24.9 (n=849)</b>							
FVS 平均,SD	11.8	2.5	18.2	1.4	25.9	4.3	
人年	4,471		4,572		4,392		
死亡数	95		66		84		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.73 (0.53-1.00)		0.95 (0.71-1.27)		0.770
モデル2	1.00		0.76 (0.55-1.05)		1.02 (0.76-1.37)		0.875
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.78 (0.57-1.08)		1.04 (0.77-1.40)		0.786
モデル4	1.00		0.76 (0.54-1.06)		0.97 (0.67-1.40)		0.879
<b>BMI ≥25 (n=388)</b>							
FVS 平均,SD	11.4	2.6	17.9	1.6	25.9	4.5	
人年	1,516		1,642		1,498		
死亡数	27		27		31		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.78 (0.45-1.36)		1.04 (0.62-1.75)		0.727
モデル2	1.00		0.81 (0.47-1.42)		1.00 (0.58-1.74)		0.864
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.84 (0.48-1.47)		0.99 (0.57-1.73)		0.865
モデル4	1.00		0.82 (0.45-1.47)		0.92 (0.46-1.87)		0.995

	1 <sup>st</sup> (低)		FVS 2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		P for trend
<b>女性 (n=1,323)</b>							
<b>BMI &lt;20 (n=201)</b>							
FVS 平均,SD	16.1	2.7	23.4	2.1	32.8	4.9	
人年	1,113		1,127		1,102		
死亡数	14		6		8		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.33 (0.12-0.88)*		0.49 (0.19-1.28)		0.115
モデル2	1.00		0.26 (0.09-0.81)*		0.61 (0.22-1.65)		0.238
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.25 (0.08-0.79)*		0.54 (0.19-1.48)		0.185
モデル4	1.00		0.23 (0.07-0.79)*		0.43 (0.10-1.82)		0.240
<b>BMI 20-24.9 (n=865)</b>							
FVS 平均,SD	15.9	2.9	22.9	1.8	32.0	5.0	
人年	4,816		4,858		4,862		
死亡数	53		34		37		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		0.63 (0.41-0.97)*		0.68 (0.45-1.04)		0.084
モデル2	1.00		0.66 (0.43-1.03)		0.73 (0.48-1.13)		0.174
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		0.65 (0.42-1.01)		0.73 (0.48-1.13)		0.178
モデル4	1.00		0.61 (0.38-0.96)*		0.62 (0.35-1.10)		0.098
<b>BMI ≥25 (n=257)</b>							
FVS 平均,SD	13.8	3.5	22.2	2.1	31.3	5.1	
人年	1,452		1,495		1,381		
死亡数	12		16		13		
モデル1 <sup>2</sup>	1.00		1.33 (0.63-2.85)		1.38 (0.62-3.05)		0.426
モデル2	1.00		1.51 (0.67-3.42)		1.36 (0.58-3.19)		0.501
モデル3 <sup>2</sup>	1.00		1.61 (0.70-3.72)		1.52 (0.63-3.65)		0.373
モデル4	1.00		2.12 (0.82-5.49)		2.39 (0.76-7.56)		0.163
<b>感度分析2: ベースラインから3年以内に死亡または転出した者を除外 (n=2,825)</b>							
<b>BMI &lt;20 (n=354)</b>							
FVS 平均,SD	14.2	3.5	20.8	3.3	29.8	5.9	
人年	1,858		2,204		1,909		
死亡数	35		29		26		
モデル1	1.00		0.57 (0.34-0.94)*		0.53 (0.31-0.90)*		0.026
モデル2	1.00		0.65 (0.38-1.10)		0.56 (0.32-0.96)*		0.041
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.65 (0.38-1.11)		0.56 (0.32-0.96)*		0.043
モデル4	1.00		0.64 (0.36-1.11)		0.53 (0.25-1.12)		0.088
<b>BMI 20-24.9 (n=1,844)</b>							
FVS 平均,SD	13.8	3.3	20.4	2.8	28.9	5.6	
人年	10,225		10,454		10,265		
死亡数	159		109		136		
モデル1	1.00		0.70 (0.55-0.90)**		0.90 (0.71-1.13)		0.469
モデル2	1.00		0.74 (0.58-0.95)*		0.97 (0.77-1.22)		0.892
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		0.75 (0.59-0.96)*		0.99 (0.78-1.25)		0.964
モデル4	1.00		0.74 (0.57-0.96)*		0.96 (0.71-1.29)		0.854
<b>BMI ≥25 (n=627)</b>							
FVS 平均,SD	12.3	3.2	19.5	3.1	28.3	5.6	
人年	3,471		3,521		3,411		
死亡数	45		49		49		
モデル1	1.00		1.04 (0.69-1.56)		1.11 (0.74-1.67)		0.605
モデル2	1.00		1.07 (0.71-1.61)		1.09 (0.72-1.64)		0.848
モデル3 <sup>1</sup>	1.00		1.14 (0.76-1.73)		1.12 (0.73-1.70)		0.740
モデル4	1.00		1.04 (0.67-1.63)		0.91 (0.53-1.59)		0.590

	1 <sup>st</sup> (低)		FVS 2 <sup>nd</sup> (中)		3 <sup>rd</sup> (高)		P for trend
<b>男性 (n=1,414)</b>							
<b>BMI &lt;20 (n=131)</b>							
FVS 平均,SD	11.00	2.46	17.36	1.77	25.41	4.48	
人年	662		721		651		
死亡数	21		19		17		
モデル12	1.00		0.61 (0.32-1.15)		0.55 (0.28-1.08)		0.102
モデル2	1.00		0.75 (0.37-1.50)		0.55 (0.27-1.13)		0.100
モデル31	1.00		0.73 (0.35-1.51)		0.56 (0.27-1.18)		0.131
モデル4	1.00		0.70 (0.33-1.47)		0.47 (0.17-1.27)		0.132
<b>BMI 20-24.9 (n=932)</b>							
FVS 平均,SD	11.9	2.5	18.2	1.5	25.9	4.2	
人年	5,055		5,212		4,960		
死亡数	101		73		97		
モデル12	1.00		0.75 (0.56-1.02)		1.05 (0.79-1.38)		0.687
モデル2	1.00		0.78 (0.58-1.07)		1.11 (0.84-1.48)		0.402
モデル31	1.00		0.81 (0.59-1.10)		1.14 (0.86-1.52)		0.332
モデル4	1.00		0.81 (0.59-1.12)		1.16 (0.82-1.65)		0.403
<b>BMI ≥25 (n=351)</b>							
FVS 平均,SD	11.2	2.6	17.5	1.9	26.0	4.8	
人年	1,823		1,875		1,832		
死亡数	32		32		36		
モデル12	1.00		0.90 (0.55-1.48)		1.07 (0.66-1.73)		0.732
モデル2	1.00		0.95 (0.57-1.56)		1.02 (0.62-1.66)		0.915
モデル31	1.00		1.00 (0.61-1.67)		1.01 (0.61-1.69)		0.961
モデル4	1.00		0.88 (0.51-1.51)		0.75 (0.39-1.44)		0.390
<b>女性 (n=1,411)</b>							
<b>BMI &lt;20 (n=223)</b>							
FVS 平均,SD	16.0	2.5	22.9	2.0	32.4	5.0	
人年	1,196		1,303		1,258		
死亡数	14		10		9		
モデル12	1.00		0.45 (0.18-1.06)		0.53 (0.21-1.33)		0.175
モデル2	1.00		0.44 (0.17-1.15)		0.69 (0.27-1.75)		0.390
モデル31	1.00		0.47 (0.17-1.27)		0.64 (0.24-1.75)		0.347
モデル4	1.00		0.45 (0.15-1.32)		0.60 (0.15-2.29)		0.412
<b>BMI 20-24.9 (n=912)</b>							
FVS 平均,SD	15.7	2.9	22.7	1.7	31.9	5.2	
人年	5,170		5,241		5,304		
死亡数	58		36		39		
モデル12	1.00		0.62 (0.41-0.94)*		0.65 (0.43-0.98)*		0.043
モデル2	1.00		0.65 (0.42-0.99)*		0.69 (0.45-1.05)		0.098
モデル31	1.00		0.66 (0.43-1.01)		0.72 (0.47-1.10)		0.149
モデル4	1.00		0.60 (0.38-0.94)*		0.57 (0.32-1.00)		0.051
<b>BMI ≥25 (n=276)</b>							
FVS 平均,SD	13.8	3.3	22.1	2.2	31.2	5.0	
人年	1,648		1,646		1,580		
死亡数	13		17		13		
モデル12	1.00		1.29 (0.62-2.67)		1.19 (0.54-2.59)		0.638
モデル2	1.00		1.41 (0.65-3.06)		1.03 (0.45-2.38)		0.907
モデル31	1.00		1.28 (0.58-2.82)		0.90 (0.38-2.10)		0.832
モデル4	1.00		1.52 (0.64-3.63)		1.27 (0.41-3.88)		0.628

\*P<0.05, \*\*P<0.01

Cox 比例ハザード回帰モデルにより解析した

モデル1<sup>†</sup> (性、ベースラインの調査年を調整した)

モデル1<sup>2</sup> (ベースラインの調査年を調整した)

モデル2 (モデル1に加えて、独居の有無、教育、喫煙、飲酒、習慣的な運動で調整した)

モデル3 (モデル2に加えて、心臓病歴、脳血管障害、がん、高血圧、高脂血症、糖尿病の病歴を調整した)

モデル3<sup>3</sup> (モデル2に加えて、高血圧、高脂血症、糖尿病の病歴を調整した)

モデル4 (モデル3に加えて、総エネルギー摂取量を調整した)

傾向性P値は、FVS3分位の平均値を用いて算出した

HR: Hazard Ratio, CI: Confidence Interval, FVS: Food Variety Score, BMI: Body Mass Index

## 2-4. 考察

本研究は、64-65歳の日本人における食事の多様性とその後の総死亡との関連を、BMIによる影響とともに初めて検討した。男女全体では、FVSと総死亡との間に有意な関連は観察されなかった。しかし、BMIによるサブグループ解析では、やせの群では、感度解析を含めて有意でない結果を含んでいるものの、中・高FVS群では低FVS群に比べ一貫して総死亡が低かった。さらに、女性では、有意な関連はないものの、過体重/肥満群では、低FVS群より中/高FVS群で総死亡が一貫して高かった。

### 2-4-1. やせの群でのFVSと総死亡との関連

BMIによるサブグループ解析では、やせの群で、FVS低群に比べてFVS中・高群で総死亡が低下した。その理由として、FVSが高くなると、総合的な栄養摂取の充足度を示すMARが高くなり、抗酸化機能や抗炎症機能を持つ栄養素の欠乏が減少し、総死亡の低下につながったことが考えられる (Jayedi et al., 2018; Park et al., 2018; Garcia-Arellano et al., 2019)。もう一つの理由は、様々な食品を摂取するためには、様々な食品を入手し、調理する必要があることが考えられる。食事の多様性が高い者は、特に知的活動 (Kumagai et al., 2003; Otsuka et al., 2016) や社会的役割 (Kumagai et al., 2003) などの高次の生活機能の低下が少ないことが報告されている。さらに、食事の多様性は、除脂肪量の増加や身体機能の改善と関連していることも示されている (Yokoyama et al., 2017)。高いFVSによってこれらの生活機能が維持されたことが、総死亡に対する保護効果をもたらした可能性がある。そのため、家庭内で主な料理者である女性 (Choi et al., 2015) は、男性に比べて有意な結果が得られる可能性が高かったのかもしれない。今回の研究で女性では、やせの群に加えて、BMI標準群でも低FVSに比べ中・高FVSで全死亡率が低かった理由の一つであると考えられる。

### 2-4-2. 過体重/肥満の群でのFVSと総死亡との関連

一方、女性では、食事の多様性と全死亡との関連は、BMIのサブグループで異なる結果が示され、過体重/肥満の女性は、低FVS群よりも中/高FVS群で総死亡が高かった。この理由の一つとして、本研究におけるFVSが、制限すべき栄養素の指標であるMERと正の関連があったことが考えられる。最近のレビューでも、食事の多様性を高めることは、中年成人の健康的な食事パターンを促進する効果的な戦略とみなされなかった (de Oliveira Otto et al., 2018)。飽和脂肪酸の摂取量は、心血管疾患の高リスク集団において心血管疾患の罹患と関連している (Guasch-Ferré et al., 2015)。したがって、女性の過体重/肥満群において、飽和脂肪酸の摂取が心血管疾患の増加を介して総死亡を増加させている可能性もある。食事性コレステロールについては、食事性コレステロール摂取量と全死亡率との間に正の線形の関連があり、男性よりも女性で有意に高い関連があると報告されている (Zhong et al., 2019)。したがって、過体重および肥満の女性におけるMER増加による総死亡の危険因子の増加の影響は、やせの群に見られた食事の多様性の予防効果を上回ったのではないかと考えられる。男性の過体重/肥満群では、感度分析も含めて一貫した結果は得られなかった。

### 2-4-3. 本研究の強みと弱み

本研究の強みは、年齢に特化したコホートデザインと長期の追跡調査期間である。食事の多様性の年齢による変化は、日本人では 65 歳頃から始まることが知られており (Otsuka et al., 2018)、本研究ではちょうどその転換期にある者を募集した。食事の摂取量に影響を及ぼす可能性のある心疾患、脳血管疾患、がん、高血圧、高脂血症、糖尿病の既往歴を調整することで、本研究の結果の妥当性が向上した。さらに、ベースラインから 3 年以内に死亡または転出した参加者を除外した後の解析でも、この結果に変化はなかった。

しかし、いくつかの限界もある。まず、回答率が 43.9%であったことから、選択バイアスがある可能性があり、本研究の結果を日本の高齢者集団に一般化することには注意が必要である。さらに、この回答率から、本研究は比較的健康意識の高い集団で実施された可能性があり、食事の多様性の影響は過大評価されたかもしれない。第二に、いくつかの共変量で調整したが、調整できていない交絡因子が存在する可能性がある。第三に、FVS は冠動脈疾患の死亡率を低下させることが知られているが (Masset et al., 2015)、サンプルサイズが比較的小さく、死亡者数が少なかったため、本研究では FVS と特定の死因との関係を分析することができなかった。第四に、自己申告の食事とライフスタイルのアンケートと FFQ を使用することは、誤分類をもたらした可能性がある。しかし、4 日間の食事記録を使用することで、食品群に関する FFQ の妥当性は確認されている (Wakai et al., 2011)。

### 2-5. 結論

これらの知見は、男女あわせたやせの高齢者において食事の多様性を促進すべきであることを示唆している。BMI は、食事の多様性と総死亡との関連に影響を及ぼす可能性がある。

## 結論

### 1. 本研究における新知見及び意義

日本の世界的な長寿に寄与していると考えられる日本の食習慣の特徴である食事の多様性に着目し、料理数を用いた栄養適切性評価および食事の多様性と総死亡との関連について検討した。

- 伝統的な日本の食事の特徴である料理数を示す NDAM を用いて日本人成人の栄養適切性を評価した。また、既存の食事多様性指標を用いた栄養適切性の評価との比較を行った。NDAM は FVS との相関が 0.7 以上と高く、男女ともに FVS と DDS と同程度に全体的な栄養の充足度を示す MAR と正の相関を示し、既存の食事多様性指標と同様に、制限すべき栄養素の指標である MER と正の相関を示した。これは食事の質の代理指標として NDAM および食事多様性指標を用いる場合の限界となるものの、NDAM を既存の食事多様性指標より簡便な指標として活用できる可能性を示した。
  - ✓ 男女ともに、NDAM を含むすべての食事多様性指標は、様々な食品から摂取される栄養素（カリウム、マグネシウム、食物繊維）の NAR との高い正の相関を示した。この栄養的な特徴は、日本以外の国の食事多様性指標の特徴と一致した。
  - ✓ NDAM は、男女ともに飽和脂肪酸とは負の相関を示し、肉関連の栄養素であるビタミン B<sub>1</sub> の NAR との相関が比較的低かった。これは NDAM と肉類が負の相関を示していることを反映したと考えられる。この栄養的な特徴は、日本以外の国の食事の多様性指標の特徴と一致した。
  - ✓ ナトリウムとコレステロールの NAR はすべての食事多様性指標と正の相関を示した一方で、カリウムの NAR と正の相関を示し、ナトリウム/カリウム比とは負の相関を示した。
  - ✓ NDAM は、FVS と同様に、総エネルギー摂取量と正の相関を示した。
- 食事の多様性は、栄養欠乏や体重減少のリスクを低減させると考えられている一方で、食事の多様性は、過剰なエネルギー摂取による肥満と関連している。また、食事の多様性と総死亡との関連は BMI の影響を受ける可能性がある。以下の知見は、男女ともにやせの高齢者において食事の多様性を促進すべきであることを示唆している。女性では、BMI は食事の多様性と総死亡との関連に影響を及ぼす可能性があることが示された。
  - ✓ FVS で評価した食事の多様性と総死亡との関連は、男女全体では、FVS と総死亡との間に有意な関連は観察されなかった。しかし、BMI によるサブグループ解析では、やせの群では、感度解析を含めて有意でない結果を含んでいるものの、中・高 FVS 群では低 FVS 群に比べ一貫して総死亡が低いことが示された。
  - ✓ さらに、女性では、有意な関連はないものの、過体重/肥満群では、低 FVS 群より中/高 FVS 群で総死亡が一貫して高かった。

### 2. 今後の展開と課題

料理数を用いて評価した日本の食習慣は、既存の食事多様性指標と同様に、健康に良好な影響を与える栄養の充足度が高い一方で、疾病リスクを高める栄養的な特徴も見られた。本研究では、ナトリウムの高摂取に加えて、食事性コレステロールの高摂取も、日本の食習慣の特徴として見られた。これらの疾病リスクを高める栄養的な特徴を持つ料理数の多い食事と健康との関連については、更なる研究が必要である。例えば他国では、食事の多様性は肥満と関連することが報告されているように、日本の食事の多様性と肥満との関連について検討が求められる。

食事の多様性と総死亡との関連は、男女ともにやせの高齢者では食事の多様性を促進すべきであるが、女性では、やせおよびBMI 標準群と過体重/肥満群とで食事の多様性と総死亡との関連は異なる可能性が示され、一律での食事の多様性の促進は注意を要することを示唆している。

本研究の死亡数が比較的少ないことが影響し、食事の多様性と CVD 死亡やがん死亡などの死因別死亡との関連の検討ができなかった。更なる追跡により、食事の多様性と死因別死亡との関連の検討が必要である。

## 謝辞

本研究を遂行し博士論文を完成するにあたり、ご指導とご助言を賜りました北海道大学大学院医院社会医学分野公衆衛生学教室、玉腰暁子教授、木村尚史助教に深甚なる謝意を表します。また、貴重なご助言やご支援をいただきました教室員の皆様に深謝いたします。

貴重なご助言をいただきました国立健康・栄養研究所 栄養疫学・食育研究部 瀧本秀美部長、国民健康・栄養調査研究室 岡田恵美子室長、浜松医科大学 健康社会医学講座 中村美詠子准教授、東京大学 大学院 医学系研究科 公共健康医学専攻 疫学保健学講座 社会予防疫学分野佐々木敏教授、東京医科歯科大学 M&D データ科学センター生物統計学分野 高橋邦彦教授、奈良県立医科大学附属病院臨床研究センター品質管理部門長 平田匠特任講師、大阪公立大学大学院 生活科学研究科総合福祉・臨床心理学分野先端ケア学 鶴川重和教授、琉球大学 大学院医学研究科 衛生学・公衆衛生学講座 中村幸志教授、天使大学及び京都大学の日本食プロジェクト関係者の皆様、Southern University of Science and Technology 趙文静准教授、女子栄養大学 津下一代特任教授、名古屋大学 大学院医学系研究科 総合医学専攻 社会生命科学 若井建志教授、京都大学 川村孝名誉教授、名古屋大学医学部附属病院 先端医療開発部 データセンター安藤昌彦病院教授、日進市役所の方々に感謝申し上げます。

## 利益相反

- ・ 第一章

農林水産省革新的技術創造促進事業(異分野融合共同研究 補完研究)「日本食スタイルの評価と健康影響の検討」の助成を受けて実施した。

- ・ 第二章

日本学術振興会科研費 (JP15390197、JP25893003、JP26460760、JP26520105、P20K02392)、上原記念財団、三井住友海上福祉財団、健康推進財団、ファイザーヘルスリサーチ振興財団の助成を受けて実施した。

## 引用文献

- Abe, S., Zhang, S., Tomata, Y., Tsuduki, T., Sugawara, Y. and Tsuji, I. (2020). Japanese diet and survival time: The Ohsaki Cohort 1994 study. *Clin. Nutr.* *39*, 298-303.
- Adrogué, H.J. and Madias, N.E. (2007). Sodium and Potassium in the Pathogenesis of Hypertension. *New Engl. Journal Med.* 1966-1978.
- Aune, D., Sen, A., Prasad, M., Norat, T., Janszky, I., Tonstad, S., Romundstad, P. and Vatten, L.J. (2016). BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *BMJ* *353*, i2156.
- Berry, C.H. (1971). Corporate Growth and Diversification. *J. Law Econ.* *14*, 371-383.
- Besora-Moreno, M., Llauradó, E., Tarro, L. and Solà, R. (2020). Social and economic factors and malnutrition or the risk of malnutrition in the elderly: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients* *12*, 1-16.
- Cano-Ibáñez, N., Gea, A., Martínez-González, M.A., Salas-Salvadó, J., Corella, D., Zomeño, M.D., Romaguera, D., Vioque, J., Aros, F., Wärnberg, J., et al. (2019). Dietary diversity and nutritional adequacy among an older Spanish population with metabolic syndrome in the PREDIMED-plus study: A cross-sectional analysis. *Nutrients* *11*.
- Choi, J.Y., Baumgartner, J., Harnden, S., Alexander, B.H., Town, R.J., D' Souza, G. and Ramachandran, G. (2015). Increased risk of respiratory illness associated with kerosene fuel use among women and children in urban Bangalore, India. *Occup. Environ. Med.* *72*, 114-122.
- Chung, S.-J., Lee, Y., Lee, S. and Choi, K. (2015). Breakfast skipping and breakfast type are associated with daily nutrient intakes and metabolic syndrome in Korean adults. *Nutr. Res. Pract.* *9*, 288.
- Crichton, M., Craven, D., Mackay, H., Marx, W., De Van Der Schueren, M. and Marshall, S. (2019). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the prevalence of protein-energy malnutrition: Associations with geographical region and sex. *Age Ageing* *48*, 38-48.
- Drescher, L.S., Thiele, S. and Mensink, G.B.M. (2007). A new index to measure healthy food diversity better reflects a healthy diet than traditional measures. *J. Nutr.* *137*, 647-651.
- García-Arellano, A., Martínez-González, M.A., Ramallal, R., Salas-Salvadó, J., Hébert, J.R., Corella, D., Shivappa, N., Forga, L., Schröder, H., Muñoz-Bravo, C., Estruch, R., Sáez, G., et al. (2019). Dietary inflammatory index and all-cause mortality in large cohorts: The SUN and PREDIMED studies. *Clin. Nutr.* *38*, 1221-1231.
- Global BMI Mortality Collaboration, E.D.A., Bhupathiraju, S., Wormser, D., Gao, P., Kaptoge, S., Amy Berrington de Gonzalez, Cairns, B., Huxley, R., Jackson, C., Joshy,

- G., Lewington, S., Hu, F., et al. (2016). Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet* *388*, 776-786.
- Guasch-Ferré, M., Babio, N., Martínez-González, M.A., Corella, D., Ros, E., Martín-Peláez, S., Estruch, R., Arós, F., Gómez-Gracia, E., Fiol, M., et al. (2015). Dietary fat intake and risk of cardiovascular disease and all-cause mortality in a population at high risk of cardiovascular disease. *Am. J. Clin. Nutr.* *102*, 1563-1573.
- Hatloy, A., Torheim, L.E. and Oshaug, A. (1998). Food variety—a good indicator of nutritional adequacy of the diet? A case study from an urban area in Mali, West Africa. *Eur. J. Clin. Nutr.* *52*, 891-898.
- Hollis, J.H. and Henry, C.J.K. (2007). Dietary variety and its effect on food intake of elderly adults. *J. Hum. Nutr. Diet.* *20*, 345-351.
- Ikeda, N., Saito, E., Kondo, N., Inoue, M., Ikeda, S., Satoh, T., Wada, K., Stickley, A., Katanoda, K., Mizoue, T., et al. (2011). What has made the population of Japan healthy? *Lancet* *378*, 1094-1105.
- Ikeda, N., Takimoto, H., Imai, S., Miyachi, M. and Nishi, N. (2015). Data Resource Profile: The Japan National Health and Nutrition Survey (NHNS). *Int. J. Epidemiol.* *44*, 1842-1849.
- Iwaoka, F., Yoshiike, N., Date, C., Shimada, T. and Tanaka, H. (2001). A validation study on a method to estimate nutrient intake by family members through a household-based food-weighing survey. *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*. *47*, 222-7.
- Jayawardena, R., Byrne, N.M., Soares, M.J., Katulanda, P., Yadav, B. and Hills, A.P. (2013). High dietary diversity is associated with obesity in Sri Lankan adults: an evaluation of three dietary scores. *BMC Public Health* *13*, 314.
- Jayedi, A., Rashidy-Pour, A., Parohan, M., Sadat Zargar, M. and Shab-Bidar, S. (2018). Dietary antioxidants, circulating antioxidant concentrations, total antioxidant capacity, and risk of all-cause mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective observational studies. *Adv. Nutr.* *9*, 701-716.
- Karimbeiki, R., Pourmasoumi, M., Feizi, A., Abbasi, B., Hadi, A., Rafie, N. and Safavi, S.M. (2018). Higher dietary diversity score is associated with obesity: a case-control study. *Public Health* *157*, 127-134.
- Katanoda, K., Nitta, H., Hayashi, K. and Matsumura, Y. (2005). Is the national nutrition survey in Japan representative of the entire Japanese population? *Nutrition* *21*, 964-6.
- Katanoda, K., Kim, H.-S. and Matsumura, Y. (2006). New Quantitative Index for Dietary Diversity (QUANTIDD) and its annual changes in the Japanese. *Nutrition* *22*, 283-287.
- Kimura, Y., Wada, T., Ishine, M., Ishimoto, Y., Kasahara, Y., Konno, A., Nakatsuka, M., Sakamoto, R., Okumiya, K., Fujisawa, M., et al. (2009). Food diversity is closely associated with activities of daily living, depression, and quality of life in community-dwelling elderly people. *J. Am. Geriatr. Soc.* *57*, 922-4.

- Kimura, Y., Ogawa, H., Yoshihara, A., Yamaga, T., Takiguchi, T., Wada, T., Sakamoto, R., Ishimoto, Y., Fukutomi, E., Chen, W., et al. (2013). Evaluation of chewing ability and its relationship with activities of daily living, depression, cognitive status and food intake in the community-dwelling elderly. *Geriatr. Gerontol. Int.* *13*, 718-725.
- Kitamura, T., Kawamura, T., Tamakoshi, A., Wakai, K., Ando, M. and Ohno, Y. (2009). Rationale, Design, and Profiles of the New Integrated Suburban Seniority Investigation (NISSIN) Project: A Study of an Age-Specific, Community-Based Cohort of Japanese Elderly. *J. Epidemiol.* *19*, 237-243.
- Kobayashi, M., Sasazuki, S., Shimazu, T., Sawada, N., Yamaji, T., Iwasaki, M., Mizoue, T. and Tsugane, S. (2019). Association of dietary diversity with total mortality and major causes of mortality in the Japanese population: JPHC study. *Eur. J. Clin. Nutr.* *74*, 54-66.
- Kumagai, S., Watanabe, S., Shibata, H., Amano, H., Fujiwara, Y., Shinkai, S., Yoshida, H., Suzuki, T., Yukawa, H., Yasumura, S., et al. (2003). Effects of dietary variety on declines in high-level functional capacity in elderly people living in a community. [Nippon kōshū eisei zasshi] Japanese J. public Heal. *50*, 1117-1124.
- Kurotani, K., Akter, S., Kashino, I., Goto, A., Mizoue, T., Noda, M., Sasazuki, S., Sawada, N., Tsugane, S. and Japan Public Health Center based Prospective Study Group (2016). Quality of diet and mortality among Japanese men and women: Japan Public Health Center based prospective study. *BMJ* *352*, i1209.
- Marie T. Ruel (2003). Operationalizing Dietary Diversity: A Review of Measurement Issues and Research Priorities. *J. Nutr* *133*, 3911S-3926S.
- Masset, G., Scarborough, P., Rayner, M., Mishra, G. and Brunner, E. J. (2015). Can nutrient profiling help to identify foods which diet variety should be encouraged? Results from the Whitehall II cohort. *Br. J. Nutr.* *113*, 1800-1809.
- Matsuyama, S., Zhang, S., Tomata, Y., Abe, S., Tanji, F., Sugawara, Y. and Tsuji, I. (2020). Association between improved adherence to the Japanese diet and incident functional disability in older people: The Ohsaki Cohort 2006 Study. *Clin. Nutr.* *39*, 2238-2245.
- Matsuyama, S., Sawada, N., Tomata, Y., Zhang, S., Goto, A., Yamaji, T., Iwasaki, M., Inoue, M., Tsuji, I. and Tsugane, S. (2021). Association between adherence to the Japanese diet and all-cause and cause-specific mortality: the Japan Public Health Center-based Prospective Study. *Eur. J. Nutr.* *60*, 1327-1336.
- McCrary, M.A., Burke, A. and Roberts, S.B. (2012). Dietary (sensory) variety and energy balance. *Physiol. Behav.* *107*, 576-583.
- Ministry of Health Labour and Welfare of Japan (2012). *Health Japan 21 (the second term)*.
- Ministry of Health Labour and Welfare of Japan (2020). *Dietary Reference Intakes for Japanese (2020)*.
- Murakami, K., Livingstone, M.B.E. and Sasaki, S. (2019). Diet quality scores in

relation to metabolic risk factors in Japanese adults: a cross-sectional analysis from the 2012 National Health and Nutrition Survey, Japan. *Eur. J. Nutr.* *58*, 2037-2050.

Nagata, C., Takatsuka, N., Shimizu, N. and Shimizu, H. (2004). Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women. *Stroke* *35*, 1543-1547.

Nakatsuka, H., Zhang, Z.W., Watanabe, T., Shinbo, S., Matsuda-Inoguchi, N., Qu, J.B., Higashikawa, K. and Ikeda, M. (2002). Number of dishes as an indicator of nutrient intake in China. *Tohoku J Exp Med* *197*, 189-199.

Oba, S., Nagata, C., Nakamura, K., Fujii, K., Kawachi, T., Takatsuka, N. and Shimizu, H. (2009). Diet based on the Japanese Food Guide Spinning Top and subsequent mortality among men and women in a general Japanese population. *J. Am. Diet. Assoc.* *109*, 1540-7.

OECD (2021). *Life expectancy at birth*. OECD Data.

Okada, E., Nakamura, K., Ukawa, S., Wakai, K., Date, C., Iso, H. and Takakoshi, A. (2018). The Japanese food score and risk of all-cause, CVD and cancer mortality: The Japan Collaborative Cohort Study. *Br. J. Nutr.* *120*, 464-471.

Okada, E., Okada, C., Matsumoto, M., Fujiwara, A. and Takimoto, H. (2020). Dietary sodium-to-potassium ratio and cardiovascular disease risk factors among Japanese adults: A retrospective cross-sectional study of pooled data from the National Health and Nutrition Survey, 2003-2017. *Br. J. Nutr.* [Preprint].

Okubo, H., Sasaki, S., Murakami, K. and Takahashi, Y. (2010). Nutritional adequacy of four dietary patterns defined by cluster analysis in Japanese women aged 18-20 years. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* *19*, 555-563.

de Oliveira Otto, M.C., Anderson, C.A.M., Dearborn, J.L., Ferranti, E.P., Mozaffarian, D., Rao, G., Wylie-Rosett, J. and Lichtenstein, A.H. (2018). Dietary Diversity: Implications for Obesity Prevention in Adult Populations: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation* *138*, e160-e168.

Otsuka, R., Kato, Y., Nishita, Y., Tange, C., Nakamoto, M., Tomida, M., Imai, T., Ando, F., Shimokata, H. and Suzuki, T. (2016). Dietary diversity and 14-year decline in higher-level functional capacity among middle-aged and elderly Japanese. *Nutrition* *32*, 784-789.

Otsuka, R., Nishita, Y., Tange, C., Tomida, M., Kato, Y., Imai, T., Ando, F. and Shimokata, H. (2018). Age-Related 12-Year Changes in Dietary Diversity and Food Intakes Among Community-Dwelling Japanese Aged 40 to 79 Years. *J. Nutr. Health Aging* *22*, 594-600.

Otsuka, R., Tange, C., Nishita, Y., Kato, Y., Tomida, M., Imai, T., Ando, F. and Shimokata, H. (2020). Dietary diversity and all-cause and cause-specific mortality in Japanese community-dwelling older adults. *Nutrients* *12*, 1052.

Ozawa, K., Takemi, Y., Eto, K., Tanaka, H., Fujii, H., Ishikawa, M. and Yokoyama, T. (2013). Stage of Vegetable Intake and Self-Reported Number of Vegetable Dishes Consumed: Are They Valid Measures of Vegetable Intake among Middle-Aged Adults? *Japanese J. Nutr. Diet.* *71*, 97-111.

Park, S.Y., Kang, M., Wilkens, L.R., Shvetsov, Y.B., Harmon, B.E., Shivappa, N., Wirth, M.D., Hébert, J.R., Haiman, C.A., Le Marchand, L., et al. (2018). The dietary inflammatory index and all-cause, cardiovascular disease, and cancer mortality in the multiethnic cohort study. *Nutrients* *10*, 1-12.

van der Pols-Vijlbrief, R., Wijnhoven, H.A.H., Schaap, L.A., Terwee, C.B. and Visser, M. (2014). Determinants of protein-energy malnutrition in community-dwelling older adults: A systematic review of observational studies. *Ageing Res. Rev.* *18*, 112-131.

Science and Technology Agency. (2005). *Standard Tables of Food Composition in Japan*. Printing Bureau of the Ministry of Finance.

Shirota, M., Watanabe, N., Suzuki, M. and Kobori, M. (2022). Japanese-Style Diet and Cardiovascular Disease Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Nutrients* *14*

Simpson, E.H. and H., E. (1949). Measurement of Diversity. *Nature* *163*, 688-688.

Suzuki, N., Goto, Y., Ota, H., Kito, K., Mano, F., Joo, E., Ikeda, K., Inagaki, N. and Nakayama, T. (2018). Characteristics of the Japanese Diet Described in Epidemiologic Publications: A Qualitative Systematic Review 129-137.

Tomata, Y., Zhang, S., Kaiho, Y., Tanji, F., Sugawara, Y. and Tsuji, I. (2019). Nutritional characteristics of the Japanese diet: A cross-sectional study of the correlation between Japanese Diet Index and nutrient intake among community-based elderly Japanese. *Nutrition* *57*, 115-121.

Tsugane, S. (2021). Why has Japan become the world's most long-lived country: insights from a food and nutrition perspective. *Eur. J. Clin. Nutr.* *75*, 921-928.

Umesawa, M., Iso, H., Date, C., Yamamoto, A., Toyoshima, H., Watanabe, Y., Kikuchi, S., Koizumi, A., Kondo, T., Inaba, Y., et al. (2008). Relations between dietary sodium and potassium intakes and mortality from cardiovascular disease: the Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risks. *Am. J. Clin. Nutr.* *88*, 195-202.

Vadiveloo, M., Dixon, L.B., Mijanovich, T., Elbel, B. and Parekh, N. (2014). Development and evaluation of the US Healthy Food Diversity index. *Br. J. Nutr.* *112*, 1562-1574.

Verger, E.O., Le Port, A., Borderon, A., Bourbon, G., Moursi, M., Savy, M., Mariotti, F. and Martin-Prevel, Y. (2021). Dietary Diversity Indicators and Their Associations with Dietary Adequacy and Health Outcomes: A Systematic Scoping Review. *Adv. Nutr.* *12*, 1659-1672.

Vieux, F., Soler, L.-G., Touazi, D. and Darmon, N. (2013). High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *Am. J. Clin. Nutr.* *97*, 569-583.

Vincent, M.J., Allen, B., Palacios, O.M., Haber, L.T. and Maki, K.C. (2019). Meta-regression analysis of the effects of dietary cholesterol intake on LDL and HDL cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.* *109*, 7-16.

- Wakai, K., Egami, I., Kato, K., Lin, Y., Kawamura, T., Tamakoshi, A., Aoki, R., Kojima, M., Nakayama, T., Wada, M., et al. (2011). A Simple Food Frequency Questionnaire for Japanese Diet-Part I. Development of the Questionnaire, and Reproducibility and Validity for Food Groups. *J. Epidemiol.* *9*, 216-226.
- Wang, Z., Chen, Y., Tang, S., Chen, S., Gong, S., Jiang, X., Wang, L. and Zhang, Y. (2021). Dietary diversity and nutrient intake of han and Dongxiang smallholder farmers in poverty areas of Northwest China. *Nutrients* *13*, 1-13.
- Wijnhoven, H.A.H., van der Meij, B.S. and Visser, M. (2015). Variety within a cooked meal increases meal energy intake in older women with a poor appetite. *Appetite* *95*, 571-576.
- Wolters, M., Volkert, D., Streicher, M., Kiesswetter, E., Torbahn, G., O' Connor, E.M., O' Keeffe, M., Kelly, M., O' Herlihy, E., O' Toole, P.W., et al. (2019). Prevalence of malnutrition using harmonized definitions in older adults from different settings - A MaNuEL study. *Clin. Nutr.* *38*, 2389-2398.
- Yang, Q., Liu, T., Kuklina, E. V, Flanders, W.D., Hong, Y., Gillespie, C., Chang, M.-H., Gwinn, M., Dowling, N., et al. (2016). Sodium and Potassium Intake and Mortality Among US Adults *171*, 1183-1191.
- Yokoyama, Y., Nishi, M., Murayama, H., Amano, H., Taniguchi, Y., Nofuji, Y., Narita, M., Matsuo, E., Seino, S., Kawano, Y., et al. (2017). Dietary variety and decline in lean mass and physical performance in community-dwelling older Japanese: A 4-year follow-up study. *J. Nutr. Heal. Aging* *21*, 11-16.
- Yoshiike, N. and Hayashi, F. (2006). New Food Guides in Japan and the US: Japanese Food Guide Spinning Top and MyPyramid. *Japanese J. Nutr. Diet.* *64*, 1-11.
- Zhang, Q., Chen, X., Liu, Z., Varma, D.S., Wan, R. and Zhao, S. (2017). Diet diversity and nutritional status among adults in southwest China. *PLoS One* *12*, 1-9.
- Zhang, S., Otsuka, R., Tomata, Y., Shimokata, H., Tange, C., Tomida, M., Nishita, Y., Matsuyama, S. and Tsuji, I. (2019). A cross-sectional study of the associations between the traditional Japanese diet and nutrient intakes: the NILS-LSA project. *Nutr. J.* *18*, 1-10.
- Zhong, V.W., Van Horn, L., Cornelis, M.C., Wilkins, J.T., Ning, H., Carnethon, M.R., Greenland, P., Mentz, R.J., Tucker, K.L., Zhao, L., et al. (2019). Associations of Dietary Cholesterol or Egg Consumption with Incident Cardiovascular Disease and Mortality. *JAMA - J. Am. Med. Assoc.* *321*, 1081-1095.