

令和 2 年 4 月 13 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2019

課題番号：18K19727

研究課題名(和文)頻出アイテム集合マイニングを用いた簡易食事調査法の開発と妥当性の検証

研究課題名(英文)A simple dietary assessment questionnaire based on a frequent item sets data-mining method: development and validation

研究代表者

村上 健太郎 (MURAKAMI, KENTARO)

東京大学・大学院医学系研究科(医学部)・助教

研究者番号：00466731

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、食品の組み合わせに関する質問票(food combination questionnaire; FCQ)を開発し、日本人成人2233人を対象として、食品の組み合わせと食事の質との関連を検討した。朝食・昼食・夕食において最も頻繁に登場した食品の組み合わせは「こめ、野菜類、無糖飲料」であった。朝食において観察されたこれらの食品の組み合わせは、朝食の質と一貫した正の関連を示した。やや弱いものの同様の正の関連が昼食においても観察された。一方、夕食における関連は一貫していなかった。結論として、FCQは日本人成人における食品の組み合わせの複雑性を捉えるのに有用である可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、最も頻繁に摂取される食品の組み合わせは、朝食・昼食・夕食にいずれにおいても「こめ、野菜類、無糖飲料」で構成されていたが、これらごく一般的な食品の組み合わせと食事の質との関連は、各食事でかなり異なっている、ということが明らかになった。この研究は研究代表者が知る限り、食事の質と各食事における食品の組み合わせとの関連を包括的に検討した世界で最初の疫学研究である。今回開発された簡易食事調査法は、日本人成人における食品の組み合わせの複雑な性質を把握するのに役立つ可能性があるため、今後の研究での活用が期待される。

研究成果の概要(英文)：We examined food combinations in relation to the quality of individual meals using a newly developed food combination questionnaire (FCQ) in a nationwide sample of Japanese adults aged 19-80 years (n = 2233). The quality of the overall diet and of each meal was assessed by the Healthy Eating Index-2015 (HEI-2015) and Nutrient-Rich Food Index 9.3 (NRF9.3). For all main meals (breakfast, lunch, and dinner), the most commonly consumed food combinations consisted of 'rice, total vegetables, and tea and coffee'. Consistently positive associations between these food combinations and diet quality were found for breakfast. Positive albeit rather weak associations between these food combinations and diet quality were also observed for lunch. Conversely, the associations were inconsistent for dinner: inverse associations with HEI-2015 and generally weak positive associations with NRF9.3. The FCQ may be useful in capturing the complex nature of food combinations in Japanese adults.

研究分野：栄養疫学

キーワード：朝食 昼食 夕食 間食 食品の組み合わせ 食事の質 日本 疫学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

栄養学研究の中心は近年、個々の栄養素や食品を別々に評価することの問題点を克服しようとする努力の結果として、食物摂取パターン (dietary patterns) の評価に徐々に移ってきている。食物摂取パターンの研究は通常、個々の食品や食品群の 1 日あたりの摂取量データをもとにして行われてきたが、近年多くの研究が各食事機会 (eating occasion、すなわち朝食、昼食、夕食、間食) レベルでの食物摂取、あるいは食事パターン (meal patterns) に焦点を当てはじめている。消化や代謝における食品・栄養素の相乗効果や相互作用を念頭に入れると、1 日の合計としての全体の食物摂取パターンよりも食事機会レベルでの食物摂取パターンを研究するほうがより妥当であるといえるかもしれない。また、食物摂取の量と内容だけでなく、食物摂取の概日タイミングも考慮する必要があることを示唆する研究も近年増えてきている。食事機会レベルでの食品の組み合わせを明らかにすることは、公衆栄養における政策立案やガイドライン策定に有益であるといえる。

しかし、特定の食事機会に同時に摂取される食品の組み合わせについてはほとんど明らかになっていない。これは主として実用的な評価手法が存在しないためである。同時に摂取可能な食品の組み合わせはほとんど無限に存在するため、個々の食事 (meals) も調査・研究で取り扱うには手に余る数に達する。したがって、実際に食事パターンあるいは食品の組み合わせを調べようとするならば、各食事に独自のコードを付与するシステムの開発、そしてさらに安価で実用的な評価ツール (たとえば質問票) の開発が必要となる。このような食事コーディングシステムは、インターネットをベースにした個人ごとの食習慣分析や自己記入式食習慣評価ツールの開発にも不可欠である。

研究代表者は最近、頻出アイテム集合データマイニング法を用いて、242 人の日本人成人から得られた 16 日間食事記録のデータをもとに、食事として摂取される食品の組み合わせを特徴付けることに成功し、それをもとにして食事コーディングシステムを開発した。この研究では合計 14,734 の食事を分析した結果、80 の一般的な食事が特定された。例えば、朝食として登場したある食事コードは、野菜、無糖飲料、こめ、豆類、果物、乳類の組み合わせで構成されていた。これら 80 の食事コードをもとにして主成分分析を行なったところ、11 の解釈可能な食事パターン、例えば、こめと野菜の組み合わせで構成される三つの主要な食事 (朝食、昼食、夕食) によって特徴付けられるパターンが抽出された。以上より、この食事コーディングシステムは、特定の食事機会に同時に摂取される食品の組み合わせを評価する実用的なツールを開発するのに役立つ可能性があるといえる。

2. 研究の目的

本研究において研究代表者は、食事コーディングシステム (食品の組み合わせデータベース) を基盤として、各食事 (朝食、昼食、夕食、間食) における食品の組み合わせを特徴付けることを目的とした自己記入式の食習慣評価質問票、すなわち食品の組み合わせに関する質問票 (food combination questionnaire; FCQ) を開発した。そして、日本全国からサンプリングされた日本人成人を対象として、食品の組み合わせと食事全体の質および各食事の質との関連を検討した。

3. 研究の方法

(1) 研究方法と研究参加者

本横断的解析は、2018 年 10 月から 12 月にかけて行われた全国調査のデータに基づいている。対象集団は、日本の家庭で生活する見かけ上健康な 18 歳から 80 歳の日本人であった。まず、地理的多様性と調査の実行可能性、特に研究協力者となる調査担当栄養士をリクルートできる可能性をもとに、32 の都道府県が選定された。実行可能性と人的および財政的資源に基づいて、六つの年齢グループ (18~29、30~39、40~49、50~59、60~69、70~80 歳) のそれぞれに 474 人 (男女それぞれ 237 人) を含めることとした (合計 2844 人)。研究に参加するための条件は、参加意欲があり地域在住で自由生活を営んでいることであった。除外基準は、栄養士、栄養士と同居している人、調査担当栄養士といっしょに働いている人、医師または栄養士による食事カウンセリングを経験したことがある人、糖尿病のインスリン治療を受けている人、透析治療を受けている人、妊娠中または授乳中の女性であった。1 世帯から 1 人のみの参加を可能とした。その結果、合計 2248 人が本研究に参加した (参加率 79%)。

(2) FCQ

FCQ の基盤は食品の組み合わせデータベース (食事コーディングシステム) である。このデータベースは、31~81 歳の日本人成人 242 人が 1 年間にわたって各季節に実施した 4 日間秤量食事記録 (合計 16 日間) のデータを用いて、研究代表者が最近開発したものである。FCQ の開発における優先事項は、食品の組み合わせを区別するのに十分な情報を、可能な限り少数の質問を用いて収集することであった。食品の組み合わせデータベースを注意深く調べたところ、日本人の主食となる食品 (こめ、パン、麺) が組み合わせとして登場する食事コードは存在しない一方で、多くの食事コードにはこれら主食となる食品が少なくとも一つ含まれていた。したがって、FCQ の構造として、主食に関する質問の後に、主食といっしょに食べる食品に関する質問が続く形式が最適であると考えられた。つぎに、各食事内のそれぞれの主食について、

主食といっしょに食べる食品を定義した。この定義づけは、食品の組み合わせを区別するのに最小限の情報を得ることを目的として、食品の組み合わせデータベースの開発段階においてそれぞれの食事コードを決定づける要因となった食品群をもとに行なわれた。

FCQ は、それぞれの食事（朝食、昼食、夕食）におけるそれぞれの主食（こめ、パン、麺）の摂取頻度を1週間あたりの日数として尋ねる形式となっている。間食については、主食を特定せずに摂取頻度（間食頻度）のみを尋ねる。FCQ が想定する期間はBDHQ に合わせて最近1か月間とした。主食といっしょに食べる食品については、相対的な摂取頻度を尋ねる。すなわち、主食といっしょに摂取した頻度を「いつも」「ときどき」「いいえ」という三つの選択肢の中から回答してもらう。このようにして開発されたFCQ は最終的に4ページの自己記入式質問票となった。19人を対象としたプレテストによると、FCQ の回答には概ね5分を要する。

4. 研究成果

本解析に含まれたのは、平均年齢50歳の日本人成人2233人（男性1070人、女性1163人、19～80歳）である。食事全体の平均HEI-2015は53.3（標準偏差2.7）で、食事全体の平均NRF9.3は709（標準偏差56）であった。

（1）朝食、昼食、夕食および間食の質

本解析集団では、平均値でみたときに総エネルギー摂取量への寄与がもっとも大きいのは夕食で、それに昼食、朝食、間食がこの順番で続いた（それぞれ、38、33、23、6%）。Healthy Eating Index-2015（HEI-2015）およびNutrient-Rich Food Index 9.3（NRF9.3）で評価された食事の質も夕食がもっとも高く、昼食、朝食、間食がそれに続いた。理論的に予想されたことではあるが、各食事の質は食事全体の質と正の相関を示した（スピアマン相関係数がHEI-2015では0.29～0.71、NRF9.3では0.33～0.71）。その一方で、食事間の相関は比較的弱かった（スピアマン相関係数がHEI-2015では0.11から0.21、NRF9.3では0.16から0.38）。HEI-2015とNRF9.3の相関は、食事全体、朝食、昼食、間食でかなり高かったが、夕食ではそうではなかった（スピアマン相関係数はそれぞれ0.67、0.82、0.75、0.77、0.17）。

（2）朝食、昼食、夕食および間食における食品群摂取量

朝食と昼食および間食については、本研究で検討した20の食品群のなかで、無糖飲料の摂取量の中央値が最大であった。しかし、それ以外の食品群のうちで頻繁に摂取されるもの（ここでは、エネルギー1000kcalあたりの摂取量が50gより多いもののみを取り上げる）はそれぞれの食事タイプでかなりの違いがあった。すなわち、朝食ではこめ、乳類、調味料、野菜類、パン、昼食ではこめ、調味料、野菜類、麺、間食では菓子類、乳類、加糖飲料、果物であった。夕食では、野菜類がもっとも頻繁に摂取される食品群であり、次にこめ、無糖飲料、調味料が続いた。

これらの主要な食品群の摂取量と食事の質との関連も、食事ごとにより異なっていた。朝食では、野菜類とこめ、調味料が食事の質と正の相関を示した一方、パンは負の相関を示した（無糖飲料と乳類はより明確でない負の相関を示した）。昼食においては、野菜類のみが食事の質と正の相関を示した。夕食では、こめとHEI-2015とのあいだ、および調味料とNRF9.3とのあいだには負の相関がある一方で（それぞれNRF9.3、HEI-2015とは関連なし）、野菜類はHEI-2015とNRF9.3の両方と正の相関を示した。間食においては、無糖飲料と果物、乳類は正の相関を示し、菓子類と加糖飲料は負の相関を示した。

（3）朝食、昼食、夕食および間食における食品の組み合わせ

朝食において、もっとも頻繁に摂取される食品の組み合わせは「こめ、野菜類、無糖飲料」（食事コード1101～1108）で構成され、合計で総エネルギー摂取量の7.0%を占めた。これらの食事コードと、こめを主食として野菜類、無糖飲料あるいはその両方からなる食事コード（食事コード1301、1302、1401）は、朝食の質と一貫した正の関連を示した。一方、パンを主食として野菜類、乳類、無糖飲料が伴われる食事コード（食事コード1109～1111、1201～1204、1501）は概して朝食の質と負の関連を示した。昼食と夕食においても、もっとも頻繁に摂取される食品の組み合わせは、「こめ、野菜類、無糖飲料」（昼食は食事コード2101～2110、夕食は食事コード3101～3111）であった。これらの昼食の食事コードは合計で総エネルギー摂取量の14.6%を占め、夕食の食事コードは18.5%を占めた。しかしながら、昼食におけるこれらの食事コードと昼食の質との関連は、朝食の場合と比較して弱かった。夕食においては、関連には一貫性がなかった。すなわち、これらの食事コードはHEI-2015と負の関連を示した一方で、NRF9.3とは概して弱い正の関連を示した。間食では、もっとも頻繁に摂取される食品の組み合わせは「菓子類と無糖飲料」（食事コード4101～4103）であったが、これらの食事コードは間食の質とかなり弱い関連を示した。一方、「乳類と無糖飲料」および「果物と無糖飲料」の組み合わせ

(食事コードはそれぞれ 4201 と 4301) は、間食の質と正の相関を示した。各食事で観察されたこれらの関連は、大まかに言うと、食事全体の質との関連を検討した際にも同様に観察された。

(4) 考察

本研究において研究代表者は、食事コーディングシステムに基づいた FCQ を使用して、日本人成人においてもっとも頻繁に摂取される食品の組み合わせはすべての主要な食事において「こめ、野菜類、無糖飲料」であることを明らかにした。朝食では、これらの食品の組み合わせは、HEI-2015 および NRF9.3 によって評価された食事の質とのあいだに一貫した正の関連を示した。このような方向の関連は昼食においても観察されたものの、その関連はかなり弱いものであった。しかし、夕食においては一貫した関連はみられず、HEI-2015 とのあいだには負の関連が、逆に NRF9.3 とのあいだには弱い正の関連が観察された。間食においてもっとも頻繁に摂取される食品の組み合わせは「菓子類と無糖飲料」であったが、これらと食事の質との関連はかなり弱かった。このように、頻繁に摂取される食品の組み合わせと食事の質との関連は、食事ごとにかなり異なっていた。このような様々な関連は、各食事の質ではなく食事全体の質との関連を検討した際にも確認された。研究代表者の知る限り、本研究は食事の質と各食事における食品の組み合わせとの関連を包括的に検討した最初の疫学研究である。

日本人の食習慣は、主として冠状動脈疾患罹患率の低さと長寿に寄与している可能性があるために、長期間にわたって他の国々からの関心を集めている。2012 年の国民健康・栄養調査に参加した日本人成人 15,618 人から得られた 1 日間食事記録データの二次解析によると、朝食は無糖飲料、こめ、野菜類、乳類、果物の高摂取 (1 日あたりの平均摂取量が 30 g 以上) によって特徴付けられた。同様に昼食は、無糖飲料、こめ、野菜類、麺の高摂取によって特徴付けられ、また夕食は、野菜類、こめ、酒、無糖飲料、魚介類、肉類、調味料、いも類、豆類の高摂取によって特徴付けられ、さらに間食は、無糖飲料と果物の高摂取によって特徴付けられた。同じ研究で、朝食、昼食、夕食、間食は平均してそれぞれ、総エネルギー摂取量の 23%、30%、40%、8% を占めた。さらに、三つの主要な食事すべてにおいてもっとも頻繁に観察された食品の組み合わせは「こめと野菜類」で、間食におけるもっとも一般的な食品の組み合わせは「菓子類と無糖飲料」であった[23]。HEI-2015 および NRF9.3 に関しては、16 日間秤量食事記録から得られた平均値は、女性 121 人でそれぞれ 55.4、704、男性 121 人で 54.3、728 であった。これらの知見は概して本研究の結果と一貫しており、このことは、日本人の食事摂取量と食事パターンを特徴付ける点に関する FCQ と食事コーディングシステムの有用性だけでなく本研究の結果の頑健性を示唆しているといえる。

本研究では、食事の質の測定尺度に関係なく、各食事の質のあいだの関連はかなり弱かった。理由は不明であるが、これは、少なくとも食事の量ではなく質という点においては、各食事の食品摂取の一貫性は低く、各食事はある程度独立した性質を有しているせいであるかもしれない。今回の知見は、朝食摂取日と朝食非摂取日における 1 日合計の摂取状況を同一個人内で比較して、エネルギー密度およびエネルギー産生栄養素と食物繊維のエネルギー調整済み摂取量に有意な差がないことを明らかにした研究結果と矛盾しない。本研究の結果は、食事レベルの効果的なガイドラインを開発するためには、食事レベルで科学的根拠を蓄積することが重要であることを示唆するといえる。

興味深いことに、もっとも一般的な食品の組み合わせはすべての主要な食事において「こめ、野菜類、無糖飲料」である一方で、これらの食品の組み合わせと食事の質との関連は各食事でもかなり異なっていた。これは、食品群摂取量と食事の質との関連性の違いによる可能性がある。例えば、こめと食事の質との関連の方向性は、朝食では正で、昼食ではほぼ関連なし、夕食では負の関連 (HEI-2015) またはほぼ関連なし (NRF9.3) であった。さらに、野菜類と食事の質とのあいだにはどの食事タイプにおいても正の関連があったものの、朝食と昼食では非常に強く、夕食では中程度であった。別の理由としては、朝食 (主食はこめとパン) と昼食 (主食はこめ、パン、麺) においては主食に複数の選択肢があった一方で、夕食では主食はこめしかなかったため、ということが考えられる。このため、主にこめを含む一般的な食品の組み合わせの質は、概して朝食と昼食の他の主食を含む食品の組み合わせ (これらは概して食事の質と負の関連を示した) の質と比較して評価されたことになる一方で、夕食における食品の組み合わせは、1 種類の主食、すなわちこめの範囲内で評価された (このことがこめと HEI-2015 とのあいだの負の相関を引き起こしたのかもしれない)。いずれにせよ、これらの観察結果は食品の組み合わせの複雑な性質を浮き彫りにしており、これはひるがえってこの種の研究の重要性を示唆するといえる。

本研究では、朝食の質の平均値は昼食や夕食のそれよりも低かった。これは主に、朝食においては、主要なエネルギー摂取源であるこめとパンの摂取量が多いこと、そして主要な飽和脂

脂肪酸摂取源である乳類が多いことが原因であり、その結果として他の重要な食品や栄養素のエネルギー調整済み摂取量の値を低下させるせいかもしれない。本研究の知見は、朝食自体の栄養素密度は、西欧諸国と比較して日本では平均して低いということを示した、各国の全国食事調査データセットを用いて行なわれた最近の解析結果と一致する。一方で、食事の質のばらつき（標準偏差）は、昼食や夕食よりも朝食のほうが大きかった。おもにこのため、朝食に登場した食品の組み合わせは、昼食あるいは夕食に登場した食品の組み合わせ、および食事全体への寄与がかなり小さい間食に登場した食品の組み合わせと比較して、食事全体の質とより強く関連していた。したがって、朝食の質を改善することは、日本人成人における食事全体の質を改善するためのもっとも重要かつ実現可能な戦略であるかもしれない。一方、ドイツの成人ではかなり異なった様相を呈しており、1日あたりの摂取量をもとに抽出された四つの食物摂取パターンの形成にもっとも大きく寄与していたのは夕食であった。この不一致の理由は明らかではないが、要因としては、研究集団、食品摂取量および食習慣、食事評価法の違いが考えられる。これら二つの研究が明示するのは、1日の合計摂取量あるいは食物摂取パターンはある程度は各食事（朝食、昼食、夕食、間食）に由来しているということである。このような研究は、食物摂取パターン、食事パターン、食品の組み合わせがどのように生じるのかをよりよく理解することにつながる。この種の基本情報がさまざまな国から蓄積されるべきである。

最近、摂取する食物や栄養素の組成に加えて摂取のタイミングが重要であるという可能性の高まりとともに、栄養疫学分野において時間栄養学 (chrono-nutrition) が強調されてきている。例えば、英国のあるコホート研究では、43歳時点における朝食時および午前中 (mid-morning) の炭水化物由来のエネルギー摂取量の高摂取（脂質由来の同量のエネルギー摂取量の減少を伴う）は、10年後のメタボリックシンドローム有病率の低さと関連していた[51]。イタリアで行なわれた6年間の前向きコホート研究では、夕食時のエネルギー摂取量が多いほど、肥満、メタボリックシンドローム、非アルコール性脂肪肝の発生率が高くなることが示された。さらに、因子分析によって抽出された伝統的な小麦ベースの朝食は、中国の成人を対象とした6年間の前向きコホート研究で高血糖症のリスク低下と関連していたが、こめベースの伝統的な昼食と夕食はリスク増加と関連していた。FCQは各食事における摂取量に関する情報を提供できるため、この種の研究に加えて、大規模疫学研究における食品の組み合わせとさまざまな健康アウトカムとの関連を検討するための有望なツールになる可能性があるといえる。

本研究の長所は、242人の日本人成人における長期間（16日）の食事記録から得られた1年間にわたる実際の食品の組み合わせに関する詳細なデータをもとにして開発されたFCQと食事コーディングシステムを使用したことである。しかしながら、本研究にはいくつかの限界もある。まず、サンプリングは各地域の人口割合を反映するようになされたものの、本研究の参加者は一般的な日本人の全国代表集団ではなく、ボランティアである。そのため、本研究の参加者は健康意識が高い方向に偏っている可能性がある。より代表性の高い集団でのさらなる研究が必要である。

第二に、FCQによって得られた食品の組み合わせに関する自己申告の情報における測定誤差の性質と程度については、その大部分が不明である。したがって、本研究の結果はこの観点から注意を払いつつ解釈する必要がある。しかしながら、広範に使用されかつ十分な妥当性を有する食習慣評価質問票であるBDHQとFCQとの比較によると、FCQが1日合計の食品群・栄養素摂取量と食事全体の質のスコアを推定するのに十分な能力を持っていることが示唆されている。さらに、自己申告による摂取量データにおける測定誤差の影響を最小限に抑えることを目的として、本研究で使用されたすべての食事変数はエネルギー摂取量で調整されている[54]。いずれにせよ、食品の組み合わせに関する客観的指標は存在せず[48]、食事記録や24時間思い出しといったより詳細な食事調査法でさえ自己申告に依存しているだけでなく、偶然および系統的な測定誤差の影響を逃れられないという事実はあるものの、FCQに関してより厳密な妥当性の検証、特に各食事レベルでの食品・栄養素摂取量および食品の組み合わせの推定に関する妥当性の検証が必要であることに疑いはない。

最後に、調査は3か月の期間（2018年10月から12月）に実施され、FCQは最近1か月間の食習慣を評価するものであるため、食品の組み合わせにおける季節間変動は考慮されていない。日本人成人においては少なくとも一部の栄養素や食品群の摂取量で季節的な違いがあることがいくつかの先行研究で観察されていることを考えると、1年間にわたる平均的な食品の組み合わせを推定するという点に関して本研究ではバイアスが生じている可能性がある。さらに、研究デザインの制約のため、食品の組み合わせおよび食事レベルの摂取量における個人内変動がどの程度存在するのかわからない一方、個人内では各食事のあいだあるいは1日にわたって摂取における何らかの埋め合わせが存在する可能性がある。これらを明らかにするためのさらなる研究が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Murakami K, Livingstone MBE, Shinozaki N, Sugimoto M, Fujiwara A, Masayasu S, Sasaki S.	4. 巻 12
2. 論文標題 Food combinations in relation to the quality of overall diet and individual meals in Japanese adults: a nationwide study.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 327
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/nu12020327	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	リヴィングストーン バーバラ (Livingstone Barbara)	アルスター大学・Nutrition Innovation Centre for Food and Health (NICHE)・Professor	
研究協力者	佐々木 敏 (Sasaki Satoshi)	東京大学・大学院医学系研究科・教授	