

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26282024

研究課題名(和文) オミクス解析による低エネルギー密度の日本食の長所と短所を解明する先端食卓科学研究

研究課題名(英文) Advanced science researched table to elucidate the advantages and disadvantages of low energy density Japanese food by omics analysis

研究代表者

奥村 仙示 (OKUMURA, Hisami)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部(医学系)・講師

研究者番号：30322259

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：日本人は世界で最も長寿であり、日本食は秀逸な食事である。実験的過剰量ではなく、日常的普通量を摂取することにより、生体ではどのような反応になるかを検討した。日常生活に反映するため、特殊食品ではなく日常的な商品を用いて試験を行った。低GI・高GI食摂取後の血清代謝物の変化を検討し、食事摂取が生体へ及ぼす影響を検討した。エネルギー密度(カロリー密度)に注目し、低エネルギー密度の日本食として、低カロリーでも満腹度・満足度の高い食事の基準に沿って、デンシエット(Densiet)弁当を事業化した。また、雑誌、講演会、テレビ、新聞、インターネットによっても普及活動を行った。

研究成果の概要(英文)：The Japanese have the longest longevity in the world, and Japanese food is an excellent meal. We investigated how reactions occurred in Japanese by ingesting normal portion size and ordinary doses rather than experimental items and excess doses. In order to reflect on daily life, tests were conducted using usual foods rather than special foods. Changes in serum metabolites after ingestion of low GI and high GI foods were examined and the influence of dietary intake on the living body was examined too. Focusing on the energy density (calorie density), we commercialized "Densiet" lunch box as Japanese food of low energy density, in line with the rule of meals with low energy but high satisfaction and satiety. We also conducted dissemination activities through magazines, lectures, television, newspapers and the Internet.

研究分野：食生活

キーワード：食生活 臨床栄養 デンシエット Densiet エネルギー密度 カロリー密度

## 1. 研究開始当初の背景

### (1)日本食は世界の中で秀逸な食事である

ユネスコ無形文化遺産に「和食；日本人の伝統的な食文化」が申請され事前審査を通過した。和食（日本食）は、日本人の世界一長寿を支える根幹であり、栄養バランスに優れた世界に誇れる健康的な食事と考えられる。しかし、近年は肥満による生活習慣病、癌、動脈硬化が増加し食生活の改善が必要である。また、平成 27 年度から肥満ややせの割合が増えた給食や社員食堂の提供施設に対し、保健所が指導、助言する新制度が導入されることが決まった。社会的なダイエットブームの中、社員食堂、大学、病院等からレシピ本、関連商品が販売され食事への関心の高さが示されたが、元になる日本食の食事組成に関する科学的根拠は極めて少ない。

### (2)日本食を用いた食後高血糖を抑制する食事の検討

シドニー大学の Brand-Miller が、食品別グリセミック・インデックス(GI)一覧表を報告しているが、日本食材を使った報告は少ない。我々は、食後高血糖を抑制する食品の探索を長年続け、より機能性の高い食事を検討してきた。白米に大麦を 3 割混合すれば、インスリンを節約できること (Sakuma, J Clin Biochem Nutr 2009)、米飯に納豆、長芋、オクラの粘性のある副菜を朝食として摂取すると、健常者でも耐糖能異常者でも食後高血糖・高インスリンを抑制でき、長期摂取によりインスリン抵抗性を改善する事を報告してきた (Taniguchi, Asia Pac J Clin Nutr 2008, Taniguchi-Fukatsu, Br J Nutr 2011)。しかし、食品の種類や量、調理法により結果は異なり、その組み合わせは無量大である。そこで、血糖値をアウトカムにした検討から食卓を想定した食事全体のエネルギーと組成に注目することとした。

### (3)低エネルギーでも満腹度・満足度の高いボリュームメトリクス

ペンシルベニア州立大学の Rolls が、エネルギー密度 (ED: Energy Density) の低い食事が、満腹度・満足度を得ながら体重維持を行えるボリュームメトリクス (Volumetrics) という食事法を提唱した。日本では、野菜量が多く低脂肪の伝統的な沖縄食 (OKINAWA Diet) が提唱された。沖縄は 1975 年以降 1 位を保った女性の平均寿命が、2013 年に 3 位に、男性は 30 位に転落している。伝統的な沖縄食の崩壊や体重の増加は、短期間に寿命を縮め健康へ影響する事が示された。我々は、既に、約 300 人に 6 種類のエネルギーや組成の異なる約 1800 食の無作為交差試験を実施し、40 歳未満は主菜を、40 歳以上は米飯の多い食事に満腹度・満足度が高いことを報告し (Zhou, J Am Diet Assoc 2013)、食事組成の検討に注力している。

## 2. 研究の目的

日本食は世界的に注目され長寿を支える秀逸な食事と考えられる。しかし、日本食の科学的エビデンスはあまり提示されていない。近年、1 滴の血液から網羅的に代謝物の評価ができるメタボローム解析が開発され、肥満者や将来糖尿病になるヒトは、空腹時の分岐鎖アミノ酸 (BCAA) が高いという代謝物の異常が明らかになった。空腹時の代謝の状態は、1 回の食事を毎日摂取した後の慢性的な結果を示す。我々は、従来の食事評価である VAS 試験、血液生化学検査、ホルモン検査に加え、メタボローム解析を用い、今まで評価できなかった 1 回の食事が生体に与える影響を網羅的に検討し、食事と生体栄養代謝との関係を明らかにし、科学的根拠のある日本食の提案を目的とする。

## 3. 研究の方法

### (1)低 GI 食品と高 GI 食品負荷による食後の代謝物の反応

健常男性 5 名を対象とした。試験食として、水、グルコース、白米、大麦を用いた。水とグルコースは、総体積を 225ml に統一した。また、グルコース、白米、大麦は糖質量を 75g に統一した。白米と大麦は、水分量を調節し総体積を 650ml とした。試験食負荷は、2 週間の間隔を空けての無作為クロスオーバー方式にて行った。試験 3 日前から、アルコール摂取量を 1 日 20g 以下に制限した。試験前日は欠食、激しい飲酒や運動を禁止し、18 時以降は水と指定の夕食以外の摂取を禁止し、20 時に夕食を摂取した。

試験当日は安静状態を保った後、空腹時 (0 分) の採血を行った。試験食 (水、グルコース、白米、大麦) を摂取し、摂取開始 30、45、60、90、120、240、360 分後に採血を行った。試験終了まで飲食を禁止し、座位安静とした。

血糖値 (PG)、血清インスリン濃度 (IRI)、血清遊離脂肪酸濃度 (FFA) を測定し、血清サンプルを用いて CE-TOFMS によるメタボローム解析を行った。

### (2)低 ED 食品負荷による食後の満腹度・満足度評価

6 種類の野菜量の違う約 500kcal の試験食を準備する。

エネルギー約 445-514kcal、米飯 150g、副菜 (ハンバーグ) 60g を一定とし、野菜 (ブロッコリー)

80g (C80)、120g (C120)、160g (C160)、200g (C200)、240g (C240)、280g (C280) と変化させる。食事のエネルギー密度は、1.25kcal/g、1.14 kcal/g、1.06 kcal/g、0.99 kcal/g、0.93 kcal/g、0.89 kcal/g に設定する。

試験当日は、食前、食後 0.5、1、2、3、4、5 時間毎に、VAS 試験により「満腹」、「満足」、「どれだけ食べられるか?」、「おいしいものが食べたいか?」、「甘い物が食べたいか?」

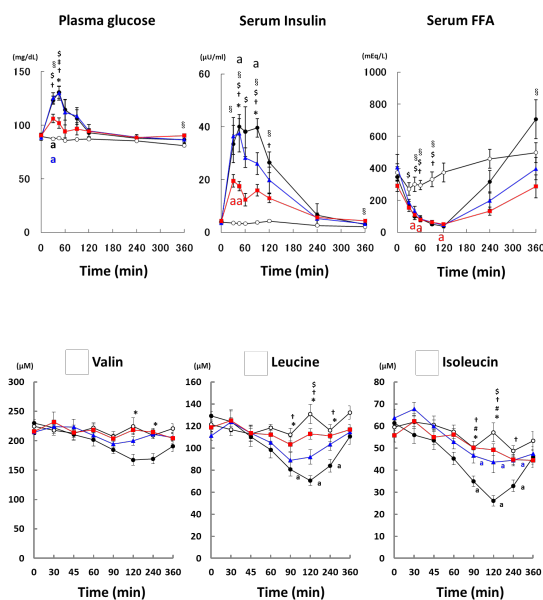
「塩辛いものが食べたいか?」、「脂っこいものが食べたいか?」について経時的に調査する。

#### 4. 研究成果

(1)低 GI 食品と高 GI 食品負荷による食後の代謝物の反応

グルコースは水および大麦に比して、白米においても麦に比して低値を示した。グルコースおよび白米は食後 120 分以降上昇し、食後 360 分では試験食間で差はみられなかった。

BCAA のロイシン・イソロイシンは、グルコースおよび白米では空腹時に比して有意に低下したが、水および大麦で摂取後の変動はみられなかった。また、

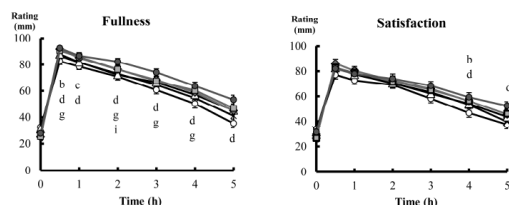


\*:GLU vs BAR, #:GLU vs WR, †:GLU vs WAT, ‡:WR vs BAR, §:WR vs WAT, §:BAR vs WAT, a: vs 0min p<0.05



(2)低 ED 食品負荷による食後の満腹度・満足度評価

満腹度は野菜量が増えるにつれて高値を示し、食後 30 分で、野菜量 80 g に対して 200 g、食後 1 時間で野菜量 80 g に対して 240 g、食直後から 5 時間後まで野菜量 80 g に対して 280g が有意に高値を示した。満足度では食後 4 時間で 80g と対して 200g が、食後 4、5 時間で 80g に対して 280g が高値を示した。1 食あたり野菜量 80g に比べ 200g 以上は満腹度・満足度が持続した。



b, C80 vs C200; c, C80 vs C240; d, C80 vs C280; g, C120 vs C280; i, C160 vs C280

○ C80 × C120 △ C160  
◆ C200 □ C240 ● C280

これまでの研究成果より、デンシエツ弁当は、以下の基準とした。

(40 歳以上に推奨)

約 500kcal、米飯 150g、野菜 200 - 240g (イモ類を除く、キノコや海藻類を含める)、エネルギー密度 1.0kcal/g 以下、食塩 3.0g 以下、ただし目標として、たんぱく質は 20 - 25g (40 歳未満に推奨)

約 500kcal、米飯 100g、野菜 200 - 240g (イモ類を除く、キノコや海藻類を含める)、エネルギー密度 1.0kcal/g 以下、食塩 3.0g 以下、ただし目標として、たんぱく質は 25 - 30g

我々は、低エネルギーでも満腹度・満足度が高い食事を、エネルギー密度 (density) に注目した食事 (diet) を組み合わせた造語として、デンシエツ (Densiet) とし、名称とロゴマークを商標登録した。これにより、低エネルギーでも、満腹度・満足度の高い食事基準を企業が活用でき、基準範囲内の組成で作成することにより、付加価値の高い食事が提供できるシステムを構築した。

社会貢献事業として、テレビ、新聞、雑誌、書籍、学会、講演会でデンシエツの概念について紹介し普及を行った。成果物をデンシエツ弁当として事業化し、全国規模で冷凍弁当や地産地消の弁当として県内でも販売を行った。



#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 7 件)

1) C Yamaguchi, H Yamanaka-Okumura, H Esumi, M Masuda, T Katayama, Y Taketani. Investigation of dose-dependent effects of fat on blood glucose, serum insulin, and appetite sensation. J Med Invest, in pres (査読有)

2) H Tatano, H Yamanaka-Okumura, B Zhou, C Adachi, Y Kawakami, T Katayama, M Masashi, E Takeda, Y Taketani. Desire for protein

and sweet food is stimulated by a dietary habit of high fat intake. J Med Invest. 2016;61(3,4):291 - 297. (査読有)

3)C Adachi, H Yamanaka-Okumura, K Takafumi, Y Taketani, E Takeda. Single vegetable meal content equivalence and alternative to fat for satiety: a randomised trial in Japanese women. Asia Pac J Clin Nutr, 2016;25(3):478-486 (査読有)

4)Y Kawakami, H Yamanaka-Okumura, Y Naniwa-Kuroki, M Sakuma, Y Taketani, E Takeda. Flaxseed oil intake reduces serum small dense low-density lipoprotein concentrations in Japanese men: a randomized, double blind, crossover study. Nutrition Journal, 2015, 14:39 DOI 10.1186/s12937-015-0023-2 (査読有)

5)B Zhou, H Yamanaka-Okumura, C Adachi, Y Kawakami, T Katayama, E Takeda. High-fat diet-related stimulation of sweetness desire is greater in women than in men despite high vegetable intake. Public Health Nutrition, 2014;31:1-10 (査読有)

6)Y Tanemura, H Yamanaka-Okumura, M Sakuma, Y Nii, Y Taketani, E Takeda. Effects of the intake of Undaria pinnatifida (Wakame) and its sporophylls (Mekabu) on postprandial glucose and insulin metabolism. J Med Invest, 2014;61(3,4):291 - 297 (査読有)

7)B Zhou, H Yamanaka-Okumura, S Seki, H Tatano, C Adachi, E Takeda. What influences appetite more: eating approaches or cooking methods? J Med Invest, 2014;61(1.2):118-125 (査読有)

[学会発表](計17件)

1)多々納浩、奥村仙示、穂満史子、増田真志、竹谷豊 メタボローム解析による肉及び魚摂取バイオマーカーの探索 2017年9月13-15 第64回日本栄養改善学会 アステイ 徳島(徳島県、徳島市)

2)山口智勢、奥村仙示、井端知咲、藤岡真理子、窪田友華、近藤知佳、多々納浩、竹谷豊 デンシエット(Densiet)によるカロリー密度(CD)に注目した低カロリー満腹食の開発 2017年9月13-15 第64回日本栄養改善学会 アステイ 徳島(徳島県、徳島市)

3)穂満史子、奥村仙示、多々納浩、増田真志、竹谷豊 メタボロミクスによる飲料摂取バイオマーカーの探索 2017年9月13-15 第64回日本栄養改善学会 アステイ 徳島(徳島県、徳島市)

4)神田知子、小切間美保、小松万里子、丸山智美、奥村仙示 女子大学生のだしに対するうま味の相乗効果の感受と食習慣との関連 2017年9月13-15 第64回日本栄養改善学会 アステイ 徳島(徳島県、徳島市)

5)H Tatano, H Yamanaka-Okumura, D Kajiura, M Masuda, A Hirayama, T Soga, M Tomita, Y Taketani. Meat and fish consumption lead to differences in plasma N-acetylaspartate and trimethylamine N-oxide concentrations in healthy men. 12th Metabolomics Society Conference, Brisbane Convention & Exhibition Centre, Brisbane, Australia, Metabolomics 2017, June 25-29

6)山口智勢、奥村仙示、江角遥佳、増田真志、竹谷豊 血糖値・血清インスリン濃度及び嗜好性に影響を与える脂質負荷量の検討 2017年1月13-15日 第20回日本病態栄養学会 京都国際会議場(京都府、京都市)

7)山口智勢、奥村仙示、江角遥佳、増田真志、竹谷豊 生体や嗜好性に影響を与える脂質負荷量の検討 2016年11月12-13日 第49回 日本栄養・食糧学会 中国・四国支部 徳島大学(徳島県、徳島市)

8)多々納浩、奥村仙示、梶浦大資、近藤千佳、平山明由、馬渡一論、河合慶親、増田真志、竹谷豊 GC-MS を用いた肉の種類別の摂取バイオマーカーの探索 2016年10月19~21日、第10回メタボロームシンポジウム 慶應義塾大学(山形県、鶴岡市)

9)H Tatano, H Yamanaka-Okumura, D Kajiura, C Kondo, A Hirayama, K Mawatari, Y Kawai, M Masuda, Y Taketani. Exploring the impact of consuming different types of meat on metabolome profiles using a GC-MS metabolomics approach. 11th Metabolomics Society Conference, Convention Centre Dublin (CCD), Dublin, Ireland, 2016, June 27-30

10)奥村仙示、和田宵湖、新井田裕樹、柏原秀也、西正暁、吉川幸造、森本佳奈、倉橋清衛、近藤剛、吉田守美子、田蔭基行、黒田暁生、明比祐子、遠藤逸朗、粟飯原賢一、島田光生、松久宗英 本院の腹腔鏡下袖状胃切除術後1年で異なった経過を示した2症例の報告 2015年10月30-31日 第53回糖尿病学会中四国大会 米子コンベンションセンター(鳥取県、米子市)

11)多々納浩、奥村仙示、竹谷豊 「脂質摂取量の多い食習慣が嗜好性に及ぼす影響についての検討」2015年9月24日-26 第62回日本栄養改善学会学術総会 福岡国際会議

場・福岡サンパレスホテル(福岡県、福岡市)

12)荒木迪子、森博康、奥村仙示、多々納浩、鞍田三貴、福尾恵介、田蒔基行、黒田暁生、阪上浩、松久宗英 「低エネルギー密度が2型糖尿病患者の食行動や代謝改善に与える効果の検討」2015年8月2日 第251回徳島医学会 徳島大学大塚講堂(徳島県、徳島市)

13)H Yamanaka-Okumura, A Hirayama, H Tatano, T Soga, M Tomita, E Takeda. Serum metabolites and gene expression profiling in peripheral white blood cells in response to the food intake with different glycaemic index. 11th Metabolomics Society Conference, Hyatt Regency San Francisco Airport, CA, USA, 2015, June 29-July 2

14)H Tatano, H Yamanaka-Okumura, B Zhou, Y Taketani, T Katayama, E Takeda. Desire for protein and sweetness is stimulated by dietary habits of high fat intake. 12th Asian Congress of Nutrition (ACN), Yokohama, Japan, 2015, May 14-18

15)多々納浩、奥村仙示、周蓓、片山貴文、竹谷豊、武田英二 「脂質摂取量の多い食習慣が嗜好性に及ぼす影響についての検討」2014年12月6日 第14回日本先進糖尿病治療研究会 あわぎんホール(徳島県、徳島市)

16) H Yamanaka-Okumura, A Hirayama, A Kamimura, S Yamanaki, K Sugihara, Y Taketani, T Soga, M Tomita, E Takeda. Metabolome analysis after hyper- and hypoglycaemic food intake in healthy young men. 10th Metabolomics Society, Daiichi Hotel Tsuruoka and Marica/Washington Hotel Conference, Yamagata, Japan, 2014, July 23-26

17)多々納浩、奥村仙示、周蓓、竹谷豊、武田英二 「油摂取の多い食習慣による嗜好への影響についての検討」2014年5月17日 第1回中四国栄養改善学会 徳島大学(徳島県、徳島市)

〔図書〕(計 1件)

1)奥村仙示 デンシエット ごはんを入れても500kcal カロリー密度[CD]に注目した低カロリー満腹食 ISBN-13: 978-4062200486 講談社 2016年5月26日発行 80ページ

〔その他〕

1)2017年12月20日 とく6徳島(NHK)「デンシエット弁当について」

2)2017年10月26日発売 「しっかり食べても、太らない! “ポリュメトリクス”日本版」 Tarzan ターザン No. 729

3)2017年10月25日 四国放送ゴジカル 「徳島大学の研究成果に基づく低カロリー満腹食」

4)2016年9月14日 日刊ゲンダイ、日刊ゲンダイデジタル、Yahoo ニュース 低カロリーでも満足度・満腹度が高い法則がわかった

5)2015年5月25日 日刊工業新聞 大学の本気!進む産学官連携 低エネルギーでも満腹感・満足感 中国・四国地域特集 INTERVIEW

6)2014度 徳島県生き生きシニア放送講座 放送予定日一覧 12月1-20日 ポリュメトリクス(Volumetrics)「野菜たっぷりスマートランチ」で食事の選択力をつけよう

7)2014年4月11月17日(月)~20日(木) NHK-Eテレ 20:30~20:45(全国) きょうの健康「楽しく続けよう!糖尿病対策 ~徳島県スペシャル~」 <資料提供>

8)2014年7月22日(火)あさイチ NHK 8:15-9:12AM (全国) 「スゴ技Q 世界のワザに学ぶ!オクラパワー徹底活用術」 <血糖値に関するデータ提供>

9)「デンシエットロゴマーク」商標登録 登録番号:商標登録第5951136号 出願番号:商願2016-121819 出願日:平成28年11月2日 登録日:平成29年6月2日

10)「デンシエット」商標登録 登録番号:商標登録第5758932号 出願番号:商願2014-100681 出願日:平成26年11月28日 登録日:平成27年4月17日

11)「Densiet」商標登録 登録番号:商標登録第5757352号 出願番号:商願2014-100680 出願日:平成26年11月28日 登録日:平成27年4月10日

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

奥村 仙示 (OKUMURA, Hisami)  
徳島大学・大学院医歯薬学研究部・講師  
研究者番号:30322259