

(様式3)

公益社団法人日本栄養・食糧学会 業績概要

<技術賞>

1. 代表となる候補者

技術名: (和)	野菜摂取量を非侵襲で推定する仕組み「ベジチェック」の開発		
(英)	Development of a non-invasive approximation system of vegetable intake		
氏名: (和)	菅沼 大行		
(英)	Hiroyuki Suganuma		
所属機関: (和)	カゴメ株式会社 イノベーション本部		
(英)	Innovation Division, KAGOME CO., LTD.		
学位:	博士(農学)	最終学歴:	1993年3月京都大学大学院農学研究科食品工学専攻博士前期課程修了
専門分野	①栄養生理学、②栄養生化学、③分子栄養学、④公衆栄養学、⑤臨床・病態栄養学、⑥食生態学、⑦調理科学、⑧食品化学・食品分析学、⑨食品機能学、⑩食品工学、⑪食品加工・流通・貯蔵学、⑫食品衛生・安全学、⑬生理学、⑭生化学、⑮分子生物学、⑯臨床医学(内科系)、⑰臨床医学(外科系) ⑱その他		
履歴	1993年4月 カゴメ(株)入社、総合研究所配属 2006年4月 同、東京本社事業開発室・課長 2009年4月 Johns Hopkins 医科大学留学(～2010年12月) 2013年4月 カゴメ(株)研究開発本部(現イノベーション本部)自然健康研究部・部長 現在に至る		
会員番号:		入会年度:	1996年

2. 当該技術の概要(1,000字以内)

本技術は、皮膚に蓄積したカロテノイドを非侵襲的に測定し、その測定値から野菜摂取量を推定することを可能にしたものである。また、その測定値と健康との関係性について、健康な日本人を対象とした横断研究で検討し、この装置で測定した数値や、カロテノイドの血液中の濃度が高いほどメタボリックシンドロームに関連する種々のバイオマーカーが健康的であることを示すことで、測定することの意義についても明らかにした。すなわち、この技術を用いた測定値に基づき自身の野菜摂取不足を実感してもらうとともに、数値の健康との関係性について分かりやすく伝えることで、野菜を積極的に摂取するという行動変容を促進できるものとする。具体的な内容は以下の通りである。

カロテノイドは、①野菜や果実(日本では特に野菜)から主に摂取され、②ヒトの体内では生合成されず、③一定期間ヒトの体内に蓄積されることから、生体内のカロテノイドは野菜摂取量と相関すると考えられた。また、2000年前後から、ラマン分光光度法により非侵襲で皮膚カロテノイドを測定する技術が報告され、さらに近年、LEDで照射した光の反射光で同様の測定を行なうデバイスが海外で開発された。そこで、青森県弘前

市岩木地区の住民を対象にした健康診断において、当該デバイスでの皮膚カロテノイドの測定値(A)と合わせて、食事摂取頻度調査による野菜摂取量(B)、血清カロテノイド濃度(C)、メタボリックシンドロームに関連する種々のバイオマーカー(D)を測定し、相互の関係性を評価した。その結果、AとBとが有意に正の相関を示すこと、AはCと強い相関を示し、また、A及びCは複数のDと有意な関係性を有すること(皮膚や血清のカロテノイド値が高いほどDの数値がメタボリックシンドロームに対して抑制的であること)を明らかにした。

以上の結果に基づき、皮膚カロテノイドの測定値から野菜摂取量を推定するアルゴリズムを作成し、非侵襲的な測定で野菜摂取の充足度を段階的に示すことができる装置を開発し、2019年にリリース事業を開始した。そして、健康診断(例えば弘前大学COI主導のQOL健診など)に際して測定することで、生活習慣(食習慣)の指導への活用等を開始しているが、健診の実施者及び受診者の双方から高い評価を得ており、今後、さらなる社会実装が期待できる。

3. 候補者一覧

氏名	林 宏紀	生年月日:
所属機関	カゴメ(株)健康事業部	会員番号:
氏名	松本 舞	生年月日:
所属機関	カゴメ(株)イノベーション本部	会員番号
氏名		生年月日:
所属機関		会員番号:
氏名		生年月日:
所属機関		会員番号
氏名		生年月日:
所属機関		会員番号:

注) 1. で記載した代表者以外の候補者について記載すること。記入欄が不足する場合は、適宜追加しても構わない。

4. 報文等リスト

- (1) この技術に直接関連するもの(10編以内、知的財産権等を含む)
 - 1) **Matsumoto M, Suganuma H**, Shimizu S, Hayashi H, Sawada K, Tokuda I, Ihara K, Nakaji S. Skin Carotenoid Level as an Alternative Marker of Serum Total Carotenoid Concentration and Vegetable Intake Correlates with Biomarkers of Circulatory Diseases and Metabolic Syndrome. *Nutrients*. **12**, 1825 (2020).
 - 2) **Matsumoto M**, Waki N, **Suganuma H**, Takahashi I, Kurauchi S, Sawada K, Tokuda I, Misawa M, Ando M, Itoh K, Ihara K, Nakaji S. Association between Biomarkers of Cardiovascular Diseases and the Blood Concentration of Carotenoids among the General Population without Apparent Illness. *Nutrients*. **12**, 2310 (2020).
 - 3) **菅沼大行, 松本舞**. 皮膚カロテノイドレベルの非侵襲測定による野菜摂取の“見える化”. *イルシー*, No. 144 (2020) (11月刊行予定)
 - 4) **林宏紀, 菅沼大行**, 宮下洋明. 野菜摂取量改善システム、野菜摂取食データベース、及び野菜摂取量改善プログラム, 特開 2020-140738
 - 5) **林宏紀, 菅沼大行**, 宮下洋明. 野菜摂取量改善システム、野菜摂取食データベース、及び野菜摂取量改善プログラム, 特開 2020-140739
 - 6) **林宏紀, 菅沼大行**, 宮下洋明. 野菜摂取量改善システム、野菜摂取食データベース、及び野菜摂取量改善プログラム, 特開 2020-140740
 - 7) **林宏紀, 菅沼大行**, 宮下洋明. 野菜摂取量改善システム、野菜摂取食データベース、及び野菜摂取量改善プログラム, 特開 2020-140741
- (2) その他の論文(編数制限なし)
<過去5年間、主な原著論文>
 - 1) Kimura M, Mikami K, Endo T, Matsuzaka M, Sawada N, Igarashi G, Iino C, Hasegawa T, Sawada K, Ando M, Tokuda I, **Suganuma H, Matsumoto M**, Nakaji S, Fukuda S. Association between serum beta-carotene-to-retinol ratio and severity of hepatic steatosis in nonalcoholic fatty liver disease in Japan: a cross-sectional study. *Nutrition*, **79-80**, 110984 (2020).
 - 2) Fukushi Y, Mariya Y, Yamada K, Yoshida K, Sasa A, Saito H, Hirai A, Suzuki S, Aizawa K, **Suganuma H**, Itaki C, Tomato Juice Consumption Could Improve Breast Skin Adverse Effects of Radiotherapy in Breast Cancer Patients. *in vivo*, **34**, 3013-3021 (2020).
 - 3) Shimizu S, Mimura J, Imoto S, Hasegawa T, Tsushima M, Kasai S, Yamazaki H, Ushida Y, **Suganuma H**, Tomita H, Nakaji S, Itoh K. Association of single nucleotide polymorphisms in the NRF2 promoter with vascular stiffness with aging. *PLoS One*, **15**, e0236834 (2020).
 - 4) Yonezawa Y, Obara T, Yamashita T, Sugawara J, Ishikuro M, Murakami K, Noda A, Ueno F, Suzuki S, **Suganuma H**, Kuriyama S. Fruit and vegetable consumption before and during pregnancy and birth weight of newborns in Japan: the Tohoku Medical Megabank Project Birth and Three-Generation Cohort Study. *Nutr J*, **19**, 80 (2020).
 - 5) Ni Y, Zhuge F, Nagashimada M, Nagata N, Xu L, Yamamoto S, Fuke N, Ushida Y, **Suganuma H**, Kaneko S, Ota T. Lycopene prevents the progression of lipotoxicity-induced nonalcoholic steatohepatitis by decreasing oxidative stress in mice. *Free Radic Biol Med.*, **152**, 571-582 (2020).
 - 6) Fuke N, Nagata N, **Suganuma H**, Ota T. Regulation of Gut Microbiota and Metabolic Endotoxemia with Dietary Factors. *Nutrients*, **11**, 2277 (2019)
 - 7) Chen G, Ni Y, Nagata N, Zhuge F, Xu L, Nagashimada M, Yamamoto S, Ushida Y, Fuke N, **Suganuma H**, Kaneko S, Ota T. Lycopene Alleviates Obesity-Induced Inflammation and Insulin Resistance by Regulating M1/M2 Status of Macrophages. *Mol Nutr Food Res.*, **63**, e1900602 (2019).
 - 8) Panda H, Keleku-Lukwete N, Kuga A, Fuke N, **Suganuma H**, Suzuki M, Yamamoto M. Dietary supplementation with sulforaphane attenuates liver damage and heme overload in a sickle cell disease murine model. *Exp Hematol.*, **77**, 51-60 (2019).
 - 9) Takahashi S, Waki N, Mohri S, Takahashi H, Ara T, Aizawa K, **Suganuma H**, Kawada T,

- Goto T. Apo-12'-lycopenal, a Lycopene Metabolite, Promotes Adipocyte Differentiation via Peroxisome Proliferator-Activated Receptor γ Activation. *J Agric Food Chem.*, **66**, 13152-13161 (2018).
- 10) Takahashi S, Tsutsumi A, Aizawa K, **Suganuma H**. Daily Radical Scavenging and Singlet Oxygen Quenching Capacity Intake from Fruits and Vegetables in Japan. *Food Sci Technol Res.*, **24**, 921-933 (2018).
 - 11) **林宏紀**, 伊藤早苗, 上ノ堀聡子, 吉田和敬, 石田裕美, 砂堀諭, **菅沼大行**, 三浦理代. トマト減塩料理の減塩効果および料理としての受容性の検討. *日食育誌*, **12**, 135-145 (2018).
 - 12) **林宏紀**, 山下貴宏, 吉田和敬, 砂堀諭, **菅沼大行**. 野菜飲料及び野菜果実ミックス飲料摂取による食後血糖値上昇抑制作用とそのメカニズム. *日食育誌*, **12**, 303-312 (2018).
 - 13) Xia H, Liu C, Li CC, Fu M, Takahashi S, Hu KQ, Aizawa K, **Suganuma H**, Wu G, Zhao L, Wang XD. Dietary Tomato Powder Inhibits High-Fat Diet-Promoted Hepatocellular Carcinoma with Alteration of Gut Microbiota in Mice Lacking Carotenoid Cleavage Enzymes. *Cancer Prev Res (Phila)*, **11**, 797-810 (2018).
 - 14) Matsuura A, Ishima T, Fujita Y, Iwayama Y, Hasegawa S, Kawahara-Miki R, Maekawa M, Toyoshima M, Ushida Y, **Suganuma H**, Kida S, Yoshikawa T, Iyo M, Hashimoto K. Dietary glucoraphanin prevents the onset of psychosis in the adult offspring after maternal immune activation. *Sci Rep*, **8**, 2158 (2018).
 - 15) Mohri S, Takahashi H, Sakai M, Takahashi S, Waki N, Aizawa K, **Suganuma H**, Ara T, Matsumura Y, Shibata D, Goto T, Kawada T. Wide-range screening of anti-inflammatory compounds in tomato using LC-MS and elucidating the mechanism of their functions. *PLoS One*, **13**, e0191203 (2018).
 - 16) Fuke N, Takagi T, Higashimura Y, Tsuji T, Umeda R, Mizushima K, Tanaka M, **Suganuma H**, Aizawa K, Yajima N, Naito Y. Lactobacillus brevis KB290 With Vitamin A Ameliorates Murine Intestinal Inflammation Associated With the Increase of CD11c+ Macrophage/CD103- Dendritic Cell Ratio. *Inflamm Bowel Dis*, **24**, 317-331 (2018).
 - 17) Li CC, Liu C, Fu M, Hu KQ, Aizawa K, Takahashi S, **Suganuma H**, Cheng J, von Lintig J, Wang XD. Tomato Powder Inhibits Hepatic Steatosis and Inflammation Potentially Through Restoring SIRT1 Activity and Adiponectin Function Independent of Carotenoid Cleavage Enzymes in Mice. *Mol Nutr Food Res.*, **62**, e1700738 (2018).
 - 18) Nakamura A, Itaki C, Saito A, Yonezawa T, Aizawa K, Hirai A, **Suganuma H**, Miura T, Mariya Y, Haghdoost S. Possible benefits of tomato juice consumption: a pilot study on irradiated human lymphocytes from healthy donors. *Nutr J*, **16**, 27 (2017).
 - 19) Nagata N, Xu L, Kohno S, Ushida Y, Aoki Y, Umeda R, Fuke N, Zhuge F, Ni Y, Nagashimada M, Takahashi C, **Suganuma H**, Kaneko S, Ota T. Glucoraphanin Ameliorates Obesity and Insulin Resistance Through Adipose Tissue Browning and Reduction of Metabolic Endotoxemia in Mice. *Diabetes*, **66**, 1222-1236 (2017).
 - 20) Yamamoto Y, Aizawa K, Mieno M, Karamatsu M, Hirano Y, Furui K, Miyashita T, Yamazaki K, Inakuma T, Sato I, **Suganuma H**, Iwamoto T. The effects of tomato juice on male infertility. *Asia Pac J Clin Nutr*, **26**, 65-71 (2017).
 - 21) 青木雄大, 吉田和敬, 信田幸大, 砂堀諭, 西田由香, 加藤秀夫, **菅沼大行**. リコピン摂取時間帯がラットおよびヒトにおける体内吸収に与える影響. *日栄食誌*, **70**, 147-155 (2017)
 - 22) Waki N, Kuwabara Y, Yoshikawa Y, **Suganuma H**, Koide H, Oku N, Ohashi N. Amelioration of Citrobacter rodentium proliferation in early stage of infection in mice by pretreatment with Lactobacillus brevis KB290 and verification using in vivo bioluminescence imaging. *FEMS Microbiol Lett*, **364**, fnw245 (2017).
 - 23) Zhang JC, Yao W, Dong C, Yang C, Ren Q, Ma M, Han M, Wu J, Ushida Y, **Suganuma H**, Hashimoto K. Prophylactic effects of sulforaphane on depression-like behavior and dendritic changes in mice after inflammation. *J Nutr Biochem*, **39**, 134-144 (2017).
 - 24) Yao W, Zhang JC, Ishima T, Dong C, Yang C, Ren Q, Ma M, Han M, Wu J, **Suganuma H**, Ushida Y, Yamamoto M, Hashimoto K. Role of Keap1-Nrf2 signaling in depression and dietary intake of glucoraphanin confers stress resilience in mice. *Sci Rep*, **6**, 30659 (2017).
 - 25) Ushida Y, Boonyapichest C, **Suganuma H**, Tanaka M, Matsui T. Paracellular Transport of Sulforaphane across Caco-2 Cell Monolayers. *Food Sci Technol Res*, **22**, 127-134 (2016).

(3) 過去 5 年間の本学会での活動状況

<委員等>

・菅沼大行:関東支部監事(2020~)

<学会発表>

・菅沼大行, 食の行動変容を促すための野菜摂取量の見える化, 第 74 回日本栄養・食糧学会大会シンポジウム講演 (2020)

・里見翔平, 脇尚子, 荒川千夏, 藤澤和彦, 鈴木重徳, 菅沼大行, *Lactobacillus brevis* KB290 殺菌体と β -カロテンとの併用摂取がインフルエンザ感染に与える影響-ランダム化プラセボ対照二重盲検並行群間比較試験, 第 53 回日本栄養・食糧学会中国四国支部大会 (2020)

・毛利晋輔, 高橋春弥, 坂井麻衣子, 高橋慎吾, 脇尚子, 荒武, 柴田大輔, 相澤宏一, 菅沼大行, 田村茂夫, 後藤剛, 河田照雄, LC-MS を用いたトマト果実に含まれる抗炎症化合物の探索及び作用機序の解明, 第 70 回日本栄養・食糧学会大会 (2016)

(4) 特記事項

特になし。

以上