

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560046

研究課題名(和文)消化管の甘味受容細胞の特定とその細胞機能の解析

研究課題名(英文)Characterization of sweet taste receiving cells in the gut and analysis of their cellular functions

研究代表者

阿部 啓子(Abe, Keiko)

東京大学・農学生命科学研究科・名誉教授

研究者番号：10151094

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：転写因子Skn-1aは味細胞のみならず、消化管刷子細胞に発現し、その細胞分化に関わることを見いだした。刷子細胞を欠失したSkn-1a(S-KO)マウスは野生型マウスと較べ、普通食(AIN93G)あるいは高脂肪食のいずれにおいても、摂食量は同等であるにもかかわらず、有意な低体重を示した。体脂肪率の低下、OGTT時のインスリン分泌量の低下、血清ケトン体量増加などが観察され、S-KOマウスにおいて脂質代謝が亢進しており、刷子細胞がエネルギーセンサーとして機能する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The transcription factor Skn-1a was found to be expressed not only in taste cells but also in gut brush cells. Also, it was involved in their differentiation. Mice with deleted Skn-1a(S-KO) and wild type mice showed similar food intakes when fed on a standard diet(AIN 93G) and on a high-fat diet. Despite that, S-KO mice were significantly different from wild type mice in terms of body weight decrease, body fat reduction, insulin secretion decrease at the time of OGTT, serum ketone body elevation, and so on. This indicates that lipid metabolism is more activated in Skn-1a mice and also that their brush border cells function possibly as an energy sensor.

研究分野：味覚科学、食品科学、分子細胞生物学、神経科学、食と健康科学

キーワード：味覚科学 消化管刷子細胞 エネルギー代謝

1. 研究開始当初の背景

消化管(胃と小腸)は食物の消化、吸収、免疫をつかさどる重要な器官である。消化管上皮細胞には、吸収上皮細胞、杯細胞、パネート細胞、内分泌細胞という4種類の主要な細胞が存在する。食物を構成する化学物質に応答して、それぞれ、栄養素吸収、粘液分泌、殺菌作用、ホルモン分泌などを行う。これらの細胞以外にも、機能未知の刷子細胞などが存在する。また、刷子細胞や内分泌細胞の一種であるL細胞には、味蕾の甘味・うま味・苦味細胞(II型味細胞)において味覚の受容・伝達に重要な働きをする遺伝子群が発現している。味蕾においては、転写調節因子 *Skn-1a* がII型味細胞の細胞運命を決定し、*Skn-1a* (-/-) (S-KO) マウスではII型味細胞が消失している。

2. 研究の目的

私たちは口腔の味蕾に存在する甘・旨・苦味受容体発現細胞を消失した S-KO マウスを作成した (*Nature Neurosci.* 2011)。最近、野生型マウスに比べ S-KO マウスの血糖値が有意に低いことを見いだした。また、*Skn-1a* は胃・小腸の一部の細胞に発現していること、この細胞には G タンパク質や TRPM5 などの味覚シグナリングに関わる分子群が共存することを予備的に見だし、食物中の味物質とくに甘味物質の受容に関与している可能性が示唆された。*Skn-1a* は味細胞分化を決定する転写因子であることを考慮すると、S-KO マウス消化管においても、この甘味受容細胞が消失していることが予測された。

本研究では、*Skn-1a* の発現する消化管細胞種の特定と、その細胞が味蕾同様に消化管においても特定の細胞の分化を制御しているかについて解析した。さらに、これらの細胞が消失した S-KO マウスの表現系を明らかにすることにより、それらの細胞機能を解析した。

3. 研究の方法

(1)野生型(WT)とS-KOマウスにおける味覚関連分子群の発現解析

身体組織全般の *Skn-1* 発現を、味蕾・小腸(十二指腸、空腸、回腸)・胃・膵臓等の組織を用いて RT-PCR を実施して発現組織をスクリーニングした。

Skn-1, *PLCbeta2*, *gustducin*(*Ggust*), *TRPM5* の *in situ* hybridization あるいは抗体染色を実施した。さらに *DCLK1* (brush cell マーカー)、*GLP-1* (L細胞に存在)、*ChgA* (enteroendocrine cell マーカー) なども加えて double 染色を行い、S-KO マウスにおいて消失する細胞の特定から *Skn-1a* 発現細胞を解析した。

(2)野生型(WT)とS-KOマウスにおける小腸腸管組織のマイクロアレイ解析及び

mRNA-seq 法によるシーケンス解析

野生型および S-KO マウスの小腸組織から RNA/mRNA を抽出し、アフィメトリクス・マウスゲノムアレイを用いた DNA マイクロアレイ解析を行った。また、mRNA から cDNA を作製し、100 万クローンのシーケンスを行う。マイクロアレイ法ならびに mRNA-seq 法の両方において、統計処理を行い、WT マウスに比べ、S-KO マウスにおいて発現が有意に減少した遺伝子を抽出した。

これらの遺伝子群は甘味受容細胞に発現する遺伝子であることから、これらの中から味覚シグナリング(グルコース受容体、G タンパク質、効果器分子、分泌ペプチドなど)を担う候補分子を探索した。

(3)S-KOマウスの表現系の解析

S-KO マウス(雌雄毎)に AIN-93G 食あるいは高脂肪食を与え(アドリブ) 摂食量ならびに体重増加量を長期(生後直後~18ヶ月)に亘って測定した。ならびに血糖値、脂質含量等血液の生化学データを取得した。これにより、腸管甘味受容細胞の食物摂取に伴う生体・生理作用を推定した。

4. 研究成果

(1)転写調節因子 *Skn-1a* による刷子細胞の分化制御

消化管における *Skn-1a* の発現を組織レベルで解析するために、胃と小腸を含む様々な組織における *Skn-1a* の組織発現分布を RT-PCR 法を用いてしらべた。その結果、*Skn-1a* は味蕾を多く含む有郭乳頭のみならず、胃と小腸(十二指腸・空腸・回腸)でも強く発現していた。次に、胃と小腸の凍結切片を作製し、免疫染色法を用いてしらべた結果、*Skn-1a* は胃、小腸ともに一部の細胞で発現していた。*Skn-1a* が消化管において特定の細胞の分化を制御している可能性を検証するために、*in situ* ハイブリダイゼーション(ISH)法と免疫染色法を用いて、味覚関連遺伝子群(*TRPM5*, *Gagust*, *PLC-β2*)の mRNA とタンパク質の発現様式を、野生型と S-KO マウス間で比較解析した。

胃においては、野生型マウスで観察された *TRPM5* のシグナルが、S-KO マウスで消失していたことから、*Skn-1a* が胃において *TRPM5* 陽性細胞の分化を制御することが示された。また、発現細胞分布から *TRPM5* 陽性細胞は刷子細胞であることが明らかになった。一方、小腸では、野生型マウスでは *TRPM5*, *Gagust*, *PLC-β2* のシグナルがいずれも観察されたのに対して、S-KO マウスでは *TRPM5* のシグナルだけが消失していた(図1)。*TRPM5* は小腸において主に刷子細胞に発現している。そこで、それぞれ刷子細胞、内分泌細胞、L細胞のマーカー分子である *DCLK1*, *ChgA*, *GLP-1* について、免疫染色法を用いて発現をしらべたところ、S-KO マウスにおいて *DCLK1* のシグナルだけが

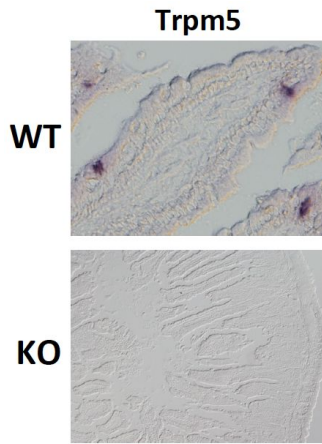


図1 野生型およびS-KOマウスの小腸上皮における *Trpm5* mRNA の発現解析

消失していた。以上より、*Skn-1a* は小腸において刷子細胞の分化を制御していることが示された。

(2) 糖代謝における刷子細胞の役割

機能未知である刷子細胞が、食品成分にตอบสนองしてエネルギー代謝に関与するという仮説をたて、まず、三大栄養素の1つである糖の代謝に与える影響をしらべた。OGTT, IPGTT, ITT, HOMA 解析を行い、野生型とS-KO マウス間で比較した結果、OGTT 解析において血糖値の経時変化には両群間で差がなかったが、グルコース投与 15 分後における血漿インスリン濃度が、S-KO マウスは野生型の約 45%であった。一方、インスリン分泌促進ホルモンである GIP の分泌量は両群間で差がなかった。また、IPGTT, ITT, HOMA 解析から、膵臓インスリン分泌能とインスリン感受性にも両群間で差がないことが分かった。以上の実験結果より、刷子細胞がグルコースセンサーとして働き、GIP 非依存的にインスリン分泌を促進していることが示唆された。

高インスリン血症は肥満を誘導することから、インスリン分泌量が少ないS-KO マウスでは肥満が抑制される可能性が考えられた。そこで、高脂肪食給餌条件下で OGTT, ITT, HOMA 解析を行った。その結果、S-KO マウスは、野生型と比較して高脂肪食摂取による体重増加が約 20%抑制され、耐糖能低下とインスリン抵抗性が緩和されていた。このことから、S-KO マウスではインスリン分泌量が少ないために高脂肪食誘導性の肥満が抑制されることが示された。

mRNA-seq 法を用いて、小腸(十二指腸)における野生型とS-KO マウスの遺伝子発現解析を実施した。その結果、刷子細胞に発現する受容体候補遺伝子を抽出することに成功した。これらの受容体がグルコースセンサーとして機能することが推定された。

(3) S-KO マウスのエネルギー代謝

通常飼育条件下において、普通食あるいは高脂肪食を摂取させたS-KO マウスは、いずれも摂取量に差はなかったが、有意な低体重を示した(図2)。S-KO マウスはWT マウスに比べ、体脂肪率の低下を伴う顕著な低体重を示した。低体重が生じる原因について検討を行ったところ、

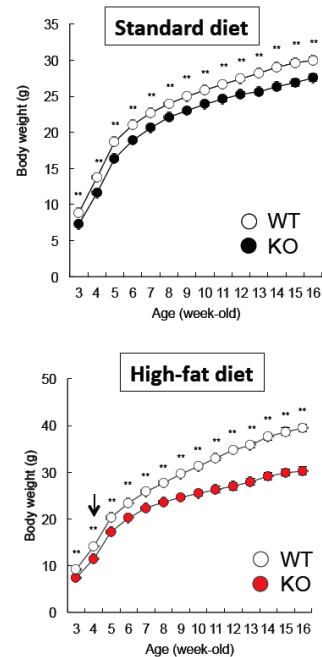


図2 野生型およびS-KOマウスの体重変化

運動量には遺伝子型の違いによる差はなかった。血清ケトン体の上昇等が観察され、S-KO マウスにおいて脂肪分解が亢進していた。高脂肪食投与では脂肪吸収量に差はなかったが、16 週齢時点でWT マウス(約 40g)に比べ、S-KO マウス(約 30g)は肥満の発症が大幅に抑制された。又心拍数、直腸温に変化はなかったが、血圧の低下、腓腹筋ミトコンドリアコピー数の増加などの表現型が観察された。

以上の結果より、S-KO マウスにおいて恒常的に脂質分解が亢進し、産生されたケトン体が筋肉のミトコンドリアで消費される経路の存在が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 15 件) 全て査読有り。

1. Kikuchi, Y., Toyoda, T., Ishijima T., Abe, K., Nakai, Y., and Fukudome, S. Oral administration of the AYA strain of *Lactobacillus plantarum* modulates expression of immunity-related genes in the murine Peyer's patch: a DNA microarray analysis. *Biosci. Biotechnol.*

- Biochem.* 78, 1935-1938 (2014). [DOI: 10.1080/09168451.2014.940829]
2. Horiba, T., Katsukawa, M., Nakai, Y., and Abe, K. Alpha-mangostin promotes myoblast differentiation by modulating the gene expression profile in C2C12 cells. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 78, 1923-1929 (2014). [DOI: 10.1080/09168451.2014.940832]
 3. Nekohashi, M., Ogawa, M., Ogihara, T., Nakazawa, K., Kato, H., Misaka, T., Abe, K., and Kobayashi, S. Luteolin and Quercetin affect the cholesterol absorption mediated by epithelial cholesterol transporter niemann–Pick C1 Like 1 in Caco-2 cells and rats. *PLoS ONE* 9, e97901 (2014). [DOI: 10.1371/journal.pone.0097901]
 4. Midorikawa, K., Kuroda, M., Terauchi, K., Hoshi, M., Ikenaga, S., Ishimaru, Y., Abe, K., and Asakura, T. Additional nitrogen fertilization at heading time of rice down-regulates cellulose synthesis in seed endosperm. *PLoS ONE* 9, e98738 (2014). [DOI: 10.1371/journal.pone.0098738]
 5. Honda, S., Kawamoto, S., Tanaka, H., Kishida, H., Kitagawa, M., Nakai, Y., Abe, K., and Hirata, D. Administered Chrysanthemum flower oil attenuates hyperuricemia: mechanism of action as revealed by DNA microarray analysis. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 78, 655-661 (2014). [Doi: 10.1080/09168451.2014.890028]
 6. Fukui, Y., Sasaki, E., Fuke, N., Nakai, Y., Ishijima, T., Abe, K., and Yajima, N. Sequential gene expression profiling in the mouse spleen during 14 d feeding with *Lactobacillus brevis* KB290. *Br. J. Nutr.* 111, 1957-1966 (2014). [doi:10.1017/S0007114514000191]
 7. Kanda, A., Ishijima, T., Shinozaki, F., Nakayama, K., Fukasawa, T., Nakai, Y., Abe, K., Kawahata, K., and Ikegami, S. Post-exercise impact of ingested whey protein hydrolysate on gene expression profiles in rat skeletal muscle: activation of extracellular signal-regulated kinase 1/2 and hypoxia-inducible factor-1a. *Br. J. Nutr.* 111, 2067-2078 (2014) [doi: 10.1017/S0007114514000233]
 8. Yao, R., Yasuoka, A., Kamei, A., Ushiyama, S., Kitagawa, Y., Rogi, T., Shibata, H., Abe, K., and Misaka, T. Nuclear receptor-mediated alleviation of alcoholic fatty liver by polyphenols contained in alcoholic beverages. *PLoS ONE* e87142, (2014). [doi:10.1371/journal.pone.0087142]
 9. Hoshi, M., Ohki, Y., Ito, K., Tomita, T., Iwatsubo, T., Ishimaru, Y., Abe, K., and Asakura, T. Experimental detection of proteolytic activity in a signal peptide peptidase of *Arabidopsis thaliana*. *BMC Biochem.* 14, 16 (2013). [doi:10.1186/1471-2091-14-16]
 10. Yamamoto, N., Fujiwara, S., Saito-Izumi, K., Kamei, A., Shinozaki, F., Watanabe, Y., Abe, K., and Nakamura, A. Effects of inhaled (S)-linalool on hypothalamic gene expression in rats under restraint stress. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77, 2413-2418 (2013). [doi: 10.1271/bbb.130524]
 11. Liedtke, D., Erhard, I., Abe, K., Furutani-Seiki, M., Kondoh, H., and Scharl, M. Xmrk-induced melanoma progression is affected by Sdf1 signals through Cxcr7. *Pigment Cell Melanoma Res.* 27, 221-233 (2013). [doi: 10.1111/pcmr.12188]
 12. Kamei, A., Watanabe, Y., Kondo, K., Okada, S., Shinozaki, F., Ishijima, T., Nakai, Y., Kondo, T., Arai, S., and Abe, K. Influence of a short-term iron-deficient diet on hepatic gene expression profiles in rats. *PLoS ONE*, 8, e65732 (2013). [doi:10.1371/journal.pone.0065732]
 13. Kondo, S., Kamei, A., Xiao, J. Z., Iwatsuki, K., and Abe, K. *Bifidobacterium breve* B-3 exerts metabolic syndrome-suppressing effects in the liver of diet-induced obese mice: a DNA microarray analysis. *Beneficial Microbes*, 4, 247-251 (2013). [DOI: 10.3920/BM2012.0019]
 14. Maeda, N., Kawakami, S., Ohmoto, M., le Coutre, J., Vinyes-Pares, G., Arigoni, F., Okada, S., Abe, K., Aizawa, H., and Misaka, T. Differential expression analysis throughout the weaning period in the mouse cerebral cortex. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 431, 437-443 (2013). [doi.org/10.1016/j.bbrc.2012.12.150]
 15. Ieki, T., Okada, S., Aihara, Y., Ohmoto, M., Abe, K., Yasuoka, A., and Misaka, T. Transgenic labeling of higher-order neuronal circuits linked to phospholipase C-b2-expressing taste bud cells in medaka fish. *J. Comp. Neurol.*, 521, 1781-1802 (2013). [DOI 10.1002/cne.23256]

〔学会発表〕(計 37 件)

1. 宍戸駿、豊田集、濱口毅、篠原もえ子、小野賢二郎、山田正仁、阿部啓子、小林彰子「Tg2576 マウスにおけるロスマリン酸による脳内 A β 凝集抑制効果のトランスクリプトーム解析」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.29 (岡山)
2. 渡辺尚貴、安岡顕人、稲川広大、神尾直哉、江部力彦、鈴木拓真、阿部啓子、越阪部奈緒美「難吸収性ポリフェノールの消化管における認識機構 1. 知覚神経除去モデルラット脊髄後根神経節の遺伝子発現解析」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.29 (岡山)
3. 高須亮佑、ホナーギエクレア、近藤隆、阿部啓子、三坂巧、白髭克彦、安岡顕人、岡田晋治「食品ポリフェノールによる世代を超えての代謝改善に関わるエピジェネティクス修飾」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.28 (岡山)
4. 茅沼友希、上田玲子、南道子、石丸喜朗、阿部啓子、朝倉富子「嚥下調整食の開発を目的とした食品の飲み込みやすさを評価する系の構築」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.28 (岡山)
5. 鈴木千尋、安岡顕人、近藤隆、石井剛志、阿部啓子、小林彰子「大豆イソフラボンの腸管輸送因子の探索」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.28 (岡山)
6. 成川真隆、黒川あずさ、應本真、吉本靖東、阿部啓子、三坂巧「味蕾におけるコンプレキシンファミリーの発現と末梢味情報伝達におけるコンプレキシンの関与」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.28 (岡山)
7. 成川真隆、黒川あずさ、應本真、吉本靖東、阿部啓子、三坂巧「フラボノイドがコレステロール腸管吸収トランスポーター発現に与える影響」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.28 (岡山)
8. 楠木賢太、星雅子、石丸喜朗、阿部啓子、朝倉富子「バイオインフォーマティカルな検索によるシロイヌナズナシグナルペプチドペプチダーゼ (AtSPP) の基質探索とその検証」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.27 (岡山)
9. 大木伽耶子、山下治之、寺田透、石丸喜朗、阿部啓子、朝倉富子「脂肪酸が苦味を抑制する機序の解明 - 脂肪酸と苦味物質の複合体が凝集することにより苦味が抑制される」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.27 (岡山)
10. 篠崎文夏、亀井飛鳥、渡部由貴、安岡顕人、近藤香、荒井綜一、近藤隆、阿部啓子「高脂肪負荷マウスへの自然薯ムカゴ投与の影響」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.27 (岡山)
11. 永井俊匡、清水愛恵、齊藤美佳、緑川景子、熊倉慧、阿部啓子、朝倉富子「粉末あるいは固形飼料を摂取させたラットの摂食行動および視床における発現遺伝子の比較解析」日本農芸化学会 2015 年度大会、2015.3.27 (岡山)
12. 阿部啓子「食品研究の新側面-食シグナルの認知科学の展開」第 33 回弥生消化器カンファレンス、2015.2.20 (千代田区、東京)
13. 阿部啓子「機能性食品研究の現状と将来展望」ライフサイエンス技術部会・材料分科会講演会・機能性食品の現状と未来～表示制度から先端研究まで～、2014.11.18 (千代田区、東京)
14. 阿部啓子「機能性食品の現状と未来像」日本化学会第 4 回 CSJ 化学フェスタ 2014・機能性食品研究の最前線！～ひとびとの健康な毎日のために、2014.10.15 (江戸川、東京)
15. 阿部啓子「カナダ産メープルシロップの機能性：メタボリックシンドロームに対する効果」FPAQ: 第 61 回日本栄養改善学会学術総会ランチョンセミナー、2014.8.22 (横浜、神奈川)
16. Tomiko Asakura and Keiko Abe「Exploration of salt taste enhancers for reduction of salt intake.」International Symposium on Space Medicine and Nutrition in Tokushima 2014、2014.7.2 (Tokushima, Japan)
17. 阿部啓子「食品の新しい機能性評価法開発の将来展望」NPO 法人 21 世紀の食と健康文化会議シンポジウム、2014.6.2 (港区、東京)
18. Keiko Abe「Health—Its Creation by Eating」Nestlé Symposium in April、2014.04.10-04.12 (Lausanne, Switzerland)
19. 星雅子、前田達哉、石丸喜朗、阿部啓子、朝倉富子「シロイヌナズナシグナルペプチドペプチダーゼ (AtSPP) の基質探索の為にリポーターアッセイ系の構築」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.30 (明治大学生田キャンパス、東京)
20. 緑川景子、牧野孝宏、田村倫子、星雅子、石丸喜朗、阿部啓子、朝倉富子「塩ストレス条件下で栽培したトマト果実で発現する遺伝子の網羅的解析」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.29 (明治大学生田キャンパス、東京)
21. 角田俊介、石丸喜朗、吉澤真人、吉岡美紗子、朝倉富子、阿部啓子「mRNA-Seq 法を用いた味蕾特異的発現遺伝子の網羅的解析」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.29 (明治大学生田キャンパス、東京)
22. 吉岡美紗子、石丸喜朗、朝倉富子、阿部啓子「小腸刷子細胞の分化制御と機能の解明」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.29 (明治大学生田キャンパス、東京)
23. 小川真奈、高田龍平、阿部啓子、小林彰子「フラボノイドが胆汁酸およびコレステロール腸管吸収トランスポーター発現

- に与える影響」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.29(明治大学生田キャンパス、東京)
24. 原田尚志、姚瑞卿、牛尼翔太、岡田由紀、三坂巧、伊藤隆司、三浦史仁、安岡顕人、白髭克彦、阿部啓子、中井雄治「食品ポリフェノールによる代謝ストレスの緩和に関わるエピゲノム調節領域の解析」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.28(明治大学生田キャンパス、東京)
 25. 篠崎文夏、亀井飛鳥、渡部由貴、荒井綜一、阿部啓子「自然薯ムカゴの Maus 肝臓遺伝子発現に対する影響」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.28(明治大学生田キャンパス、東京)
 26. 大木伽耶子、山下治之、井深章子、石丸喜朗、阿部啓子、朝倉富子「脂肪酸が苦味を抑制する作用機序の解明-脂肪酸は苦味物質の立体構造を変化させる-」日本農芸化学会 2014 年度大会、2014.3.28(明治大学生田キャンパス、東京)
 27. Keiko Abe 「Analysis of physiological functions of maple syrup by nutrigenomics」247th ACS National Meeting & Exposition, 2014.03.16-20(Dallas, Texas, USA)
 28. 阿部啓子「新たな機能性表示導入で注目される-多成分系健康食品の有効性を検証する手法と表示：多様な機能性食品評価法としてのニュートリゲノミクス」第 27 回伝承素材研究会セミナー、2014.1.29(有楽町、東京)
 29. 阿部啓子「次世代機能性食品-そのコンセプト」第 11 回日本機能性食品医学会総会『食による予防医学』、2013.12.08(品川、東京)
 30. 阿部啓子「味覚の研究-認知科学への発展をみる」日本官能評価学会企業部会第一回拡大講演会、2013.11.28(文京、東京)
 31. 阿部啓子「味覚研究の最前線-基礎から応用まで」第 38 回京浜リピッドクラブ、2013.11.27(目黒、東京)
 32. 阿部啓子「味覚の最新分子論の展開とその産業利活用」第 3 回一般財団法人日本食品分析センター技術成果発表会、2013.10.17(渋谷、東京)
 33. 阿部啓子「食品の機能性・安全性の DNA 診断」第 23 回かわさき科学技術サロン『世界に貢献する生命科学・環境分野のイノベーション創出に向けて』2013.10.11(川崎、神奈川)
 34. 阿部啓子「食品の機能性・安全性の事前評価-栄養遺伝子科学の活用」BioJapan2013, World Business Forum, 2013.10.9(横浜、神奈川)
 35. 阿部啓子「味覚受容・応答の最新研究-末梢から中枢への広がりを見る」食後サイエンス懇談会講演、2013.7.13(大手町、東京)
 36. 阿部啓子「機能性食品関連産業を興隆させるために「何ができるか」、「何をすべ

きか」日本バイオインダストリー協会：機能性食品研究会キックオフ講演会 2013、2013.7.11(東京)

37. 阿部啓子「海外で通用する健康食品の機能性-国際戦略総合特区に設置された研究機関とその役割を解説」健康原料・素材・OEM 展 2013、2013.4.23(有楽町、東京)

〔図書〕(計 5 件)

1. 安岡顕人、荒井綜一、阿部啓子：食の三次機能とニュートリゲノミクス PharmaMedica メディカルレビュー社 32, 15-20 (2014. 8 月号).
2. 阿部啓子：食と健康-その最先端科学の歩みをたどり、食育への応用の途をさぐる日本農村医学会雑誌 61, 830-834 (2013).
3. 阿部啓子、中井雄治：イルシージャパン 寄付講座「機能性食品ゲノミクス」の第 111 期に向けて イルシー 113, 42-49 (2013).
4. Abe, K. Introduction: Taste Perception, "Semin. Cell Dev. Biol." 24, p.199 Elsevier (2013).
5. Matsumoto, I., Ohmoto, M., and Abe, K. Functional diversification of taste cells in vertebrates. "Semin. Cell Dev. Biol." 24, pp. 210-214 Elsevier (2013).

〔その他〕

ホームページ等

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/ilsi/>

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/tastescience/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿部 啓子 (Abe, Keiko)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・名誉教授

研究者番号：10151094

(2) 連携研究者

石丸喜朗 (Ishimaru, Yoshiro)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・特任准教授

研究者番号：10451840