

令和 2 年 6 月 20 日現在

機関番号：23803

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K08570

研究課題名(和文) 腸管上皮におけるマイクロバイーム代謝産物受容とその生理・病態生理機能解析

研究課題名(英文) Luminal chemical sensing for the metabolites of intestinal microbiome: the physiological and pathophysiological study

研究代表者

唐木 晋一郎 (Karaki, Shin-ichiro)

静岡県立大学・食品栄養科学部・助教

研究者番号：00363903

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、腸管上皮が腸マイクロバイーム代謝産物をいかに受容し、生理応答を惹起するか、また、この受容機構に対する働きかけを介し、過敏性腸症候群や、経腸栄養の際にしばしば問題となる下痢の発症を予防・治療するための基礎的知見を得るための実験を行った。

本研究では腸マイクロバイーム代謝産物として特に短鎖脂肪酸に注目し、ヒト腸管における腸粘膜機能の解析を行い、実験動物との違いを明らかにした。また、乳酸菌発酵産物を配合した飼料によってラットを飼育し、大腸マイクロバイームと短鎖脂肪酸濃度を解析するとともに、腸粘膜上皮機能の生理学的解析を行い、実際に生理機能の変化を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、腸マイクロバイームが腸管のみならず全身の生理作用に影響を与えていると考えられるようになってきたが、腸マイクロバイームがどのように全身の機能にまで影響を与えているのかは、現時点ではほとんど不明である。

研究代表者は、その作用機序には、腸粘膜上皮に存在するの管腔内化学受容機構を介して、神経系・内分泌系・免疫系に働きかける機構が関与していると考えている。したがって、管腔内化学受容機構を解明することで、私たち自身が腸管管腔側から直接、全身の生理作用に働きかけることができれば、医薬品や機能性食品の新たなターゲットになる可能性がある。本研究の成果は、そのさきがけになり得るものと考えている。

研究成果の概要(英文)：The aim of the study was to clarify the mechanism of chemical sensing for the metabolites of intestinal microbiome, and to investigate the possibility for application to irritable bowel syndrome and diarrhea during enteral nutrition.

Intestinal sensory mechanism of short-chain fatty acids, the predominant metabolites of intestinal microbiome, was investigated especially in the human intestine, and was revealed that it was different to the rodent intestine. In addition, it was investigated that an enteral formula containing fermented dairy products affected the components of cecal microbiome and organic acid concentrations, changing the epithelial ion transport activities in rat intestines.

研究分野：消化管生理学

キーワード：腸マイクロバイーム 腸ケミカルセンシング プロバイオティクス 短鎖脂肪酸 腸管神経・内分泌系 免疫系 腸上皮膜輸送 Ussing chamber 短絡電流法

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

私たちの体に存在する常在細菌叢(マイクロバイーム)、とりわけ消化管の管腔に存在する腸内細菌叢が、下痢や便秘、腹痛といった消化管に関係した健康のみならず、私たちの「からだ」と「こころ」の健康にまで影響を与えていると、近年、考えられるようになってきた。このことはマイクロバイームのメタゲノム解析という研究手法によって明らかにされてきたものであるが、現時点では、腸内細菌叢と私たちの体との間で実際にどのような分子レベルの相互作用があり、そのような健康影響がもたらされているのかについてはほとんど分かっていない。

これまで研究代表者は、腸管マイクロバイームの主要な代謝産物である短鎖脂肪酸(SCFAs)が、消化管運動や粘膜機能に与える影響とその作用機序に関する研究を行ってきた。SCFAsは腸管平滑筋の蠕動運動に対して促進性と抑制性の両方の作用を有することや、その作用は腸管平滑筋に対する直接作用ではなく、腸管粘膜に対する刺激を起点とし、腸管神経系とプロスタグランジン産生という二つの経路によって惹起されることを明らかにした。また、摘出腸管粘膜を用いたUssing chamber法により、SCFAsは粘膜側に投与したときのみ管腔側への起電性アニオン分泌(水分分泌の駆動力となる)を惹起することが1980年代に元北海道大学特任教授の矢島博士により報告されている。矢島博士は2011年、この作用は、腸上皮細胞頂端膜のGタンパク質共役型受容体によってSCFAsが受容され、惹起されることを報告したが、研究代表者もこの研究に参画した。一方、研究代表者は、ラットやヒト、モルモットの腸管粘膜において、2003年に同定されたSCFA受容体であるGPR43(FFA3R)やGPR41(FFA2R)が、PYYやGLP-1を発現する腸内分泌細胞に発現することを世界で初めて報告した。さらに、マウス成獣ではSCFAsで刺激しても回腸の平滑筋収縮を惹起しないが、1日齢のマウス回腸は収縮を惹起し、無菌環境で成長すると成獣になってもSCFA刺激で収縮を惹起することを報告した。つまり腸管マイクロバイームは、腸管の成長にも影響を与えていると考えられる。

これらの研究成果を踏まえ、研究代表者は、SCFAs以外にも様々な腸管管腔側化学物質受容体が腸上皮に存在するとの仮説を立てた。腸管粘膜における化学物質受容体としては、1991年に発見された嗅覚受容体OR(2004年ノーベル医学・生理学賞)や、甘味/旨味受容体T1Rs、苦味受容体T2Rsが、口腔粘膜の味細胞や鼻粘膜の嗅覚細胞だけではなく、腸管粘膜に散在する細胞に発現していることが報告された。研究代表者は、これらの受容体が腸管管腔内化学物質の需要に関与すると考え、2009年、苦味物質6-propyl-2-thiouracil(6-PTU)がヒトやラット結腸粘膜において、アニオン分泌を惹起することを見つけた。さらに、香草タイムの香気物質であるチモールや、葡萄の果皮に含まれるレスベラトロールの二量体、ε-ヴィニフェリンが経上皮アニオン分泌を惹起することを発見し、この作用機序の一部にはTRPA1チャンネルが関与することを報告した。辛味受容体に関連し、温度センサーでもあるTRPチャンネルは、腸管の管腔内化学物質受容体における分子メカニズムの重要な役割を果たしていると考えられる。

上記の通り、腸管の管腔内化学物質受容体の分子メカニズムに関する研究は、近年、目覚ましく進展しつつあるが、現時点でも、分子レベルでのメカニズムは未知な部分が多い。特に、生体内の化学伝達機構における化学伝達物質と受容体の一対一の関係とは異なる管腔内化学物質と受容体の多対多の関係は十分には解明されておらず、腸管マイクロバイームの健康影響について明らかにするには、これらに注目する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、腸内細菌の代謝産物である短鎖脂肪酸(SCFAs)やフラボノール類、ニコチン酸など様々な化合物によって摘出腸管上皮組織標本を刺激し、電解質分泌・吸収やバリア機能変化を惹起する化合物のスクリーニングを行った。また、流動食による経腸栄養を患者に行う際に、高頻度で発症する下痢症に対して、腸管マイクロバイームに働きかける乳清発酵産物配合食を介して腸粘膜機能を変化させ、改善させることを想定し、ラットに2週間摂取させた後、解剖し、実際に腸粘膜機能が変化しているかどうか、検討を行うことにした。

### 3. 研究の方法

(ヒト腸管組織)社会医療法人 駿甲会 コミュニティホスピタルにおいて、大腸がんの外科手術によって摘出されたヒト腸管組織から正常組織部分を切り出し、氷冷重炭酸リンゲル液に入れ、静岡県立大学・環境生理学研究室まで輸送した(約40分)。

(乳清発酵産物配合食飼育ラット)6週齢のratを体重が平均化するように6匹ずつの3群に分け、1週間の順化後、通常食(regular rodent chow, RRC)としてCRF-1、一般流動食凍結乾燥粉末(standard formula, STD-F; メイバランス, meiji)、乳清乳酸菌発酵産物含有流動食凍結乾燥粉末(fermented dairy products-containing formula, FDP-F; YH フローレ, meiji)を自由摂食・自由摂餌により飼育した。2週間後に、上皮膜機能測定及び盲腸内容物を菌叢・有機酸解析に供するために安楽屠殺・解剖を行った。

(Ussing chamber 実験) ヒト、ラット及びマウス腸管の筋層を剥離して粘膜 - 粘膜下組織標本を作製した。標本を Ussing chamber に装着し、両側をそれぞれ 10 mL の Krebs-Ringer で灌流した。Ussing chamber には、経上皮膜電位 (PD) 測定用および電圧固定・短絡電流 (Isc) 測定用の銀 - 塩化銀電極を、塩橋 (2% 寒天 in Krebs-Ringer) を介して取り付け、電圧固定 - 短絡電流測定装置 (CEZ-9100、日本光電、東京) に接続し、Isc および Gt を記録した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 腸管粘膜刺激によって、腸粘膜機能を変化させる化合物の探索

Ussing chamber に装着したヒトおよび実験動物の結腸粘膜 - 粘膜下組織標本に各種候補化合物を投与し、その作用を検討した結果、ナイアシンとしても知られる nicotinate が粘膜を刺激して、分泌を惹起することを見出した。

Nicotinate を、Ussing chamber に装着したラット腸管の粘膜側および血管側にそれぞれ投与したところ、一過性の正の Isc 変化が測定された (図 2A)。Nicotinate と共にナイアシンと呼ばれる nicotinamide は Isc に影響せず、nicotinamide 存在下でも nicotinate は同様の作用を惹起した (図 2A and B)。Nicotinate の作用は、近位結腸、直腸を除き、大腸で反応性が高く、小腸では弱かった (図 2C)。また、nicotinate の漿膜側投与と粘膜側投与による反応強度差は大腸では同程度であったが、小腸では、管腔側 < 血管側であった (図 2C)。

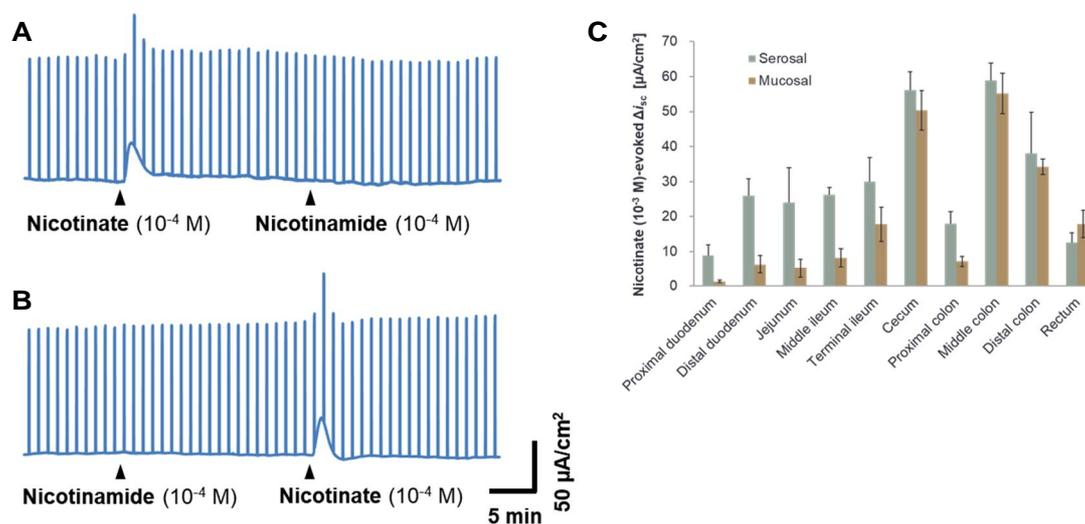


図 2. ラット腸粘膜上皮の Isc に対する nicotinate の作用. A: Nicotinate ( $10^{-4}$  M) を、20 分後に nicotinamide ( $10^{-4}$  M) をラット漿膜側に加えた際の典型的な Isc トレース. B: A とは逆に nicotinamide ( $10^{-4}$  M) を先に加えた際の典型的な Isc トレース. C: ラット腸管各部位における漿膜側および粘膜側 nicotinate ( $10^{-3}$  M) 投与による正の Isc 変化。

##### (2) 乳酸菌発酵物含有流動食による消化管粘膜機能調節

RRC 食、STD-F 食、FDP-F 食によって 2 週間飼育後、解剖し、電気刺激 (EFS) および、propionate 刺激による Isc への影響を測定するとともに、盲腸内容物中の有機酸濃度および菌叢解析を行った。

(EFS) 標本を Ussing chamber に装着し、1 時間の安定化後、標本と共に Ussing chamber に挟み込んだアルミニウム電極から、25V, 5Hz, 0.5ms-duration の EFS を 2 分間行った。RRC 食、STD-F 食、FDP-F 食、各食群のラットから摘出した腸管各部位 EFS による  $\Delta$ Isc を図 3 に示した。

(プロピオン酸) EFS の後 1 時間の安定化後、propionate (1 mM) を標本の管腔側に投与し、Isc の変化を記録した (図 4)。

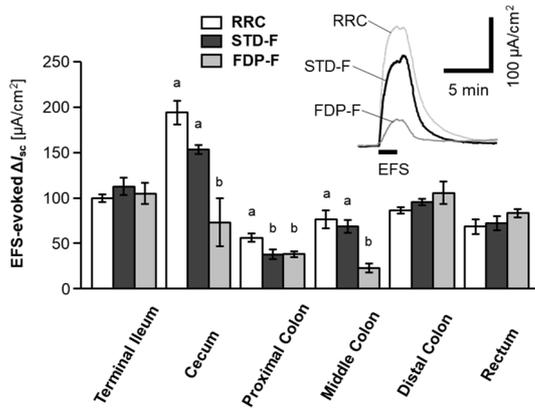


図 3. RRC, STD-F, FDP-F 食餌飼育ラット腸粘膜上皮における EFS - 誘発  $I_{sc}$  変化. Tissues were electrically stimulated at 25 V, 5 Hz and 0.5 mS-duration for 2 min 1 h after mounting, and the EFS-evoked increase in  $I_{sc}$  was determined. Data were expressed as mean  $\pm$  SEM ( $n = 4 - 6$ ). Different superscript alphabets differ significantly ( $P < 0.05$ ) by Tukey-HSD test. Inset traces: Stacks of representative traces of EFS-evoked  $\Delta I_{sc}$  in each group in the cecum.

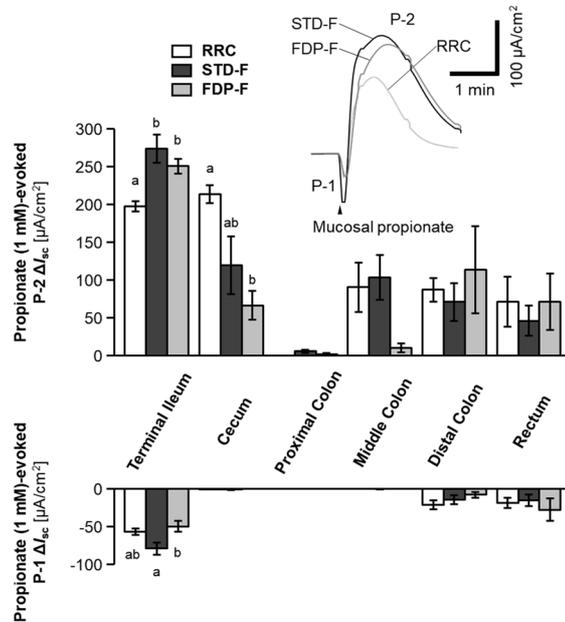


図 4. RRC, STD-F, FDP-F 食餌飼育ラット腸粘膜上皮における propionate - 誘発  $I_{sc}$  変化. Propionate (10-3 M) was added to mucosal bath solution 1 h after EFS, and the propionate-evoked first decrease (P-1) and second increase (P-2) in  $I_{sc}$  was determined. Data were expressed as mean  $\pm$  SEM ( $n = 5 - 6$ ). Different superscript alphabets differ significantly ( $P < 0.05$ ) by Tukey-HSD or Games-Howell test. Inset traces: Stacks of representative traces of mucosal propionate-evoked  $\Delta I_{sc}$  in each group in the terminal ileum.

(盲腸内容物中有機酸濃度および菌叢解析) 各食餌群ラット盲腸内容物中の有機酸濃度 STD-F において減少しており、FDP-F において完全ではないが回復していた。盲腸内容物中の有機酸濃度が、Ussing chamber 実験における EFS や propionate 誘発性  $I_{sc}$  変化をもたらしているのかわかるとは明らかではない。しかしながら、STD-F 群や FDP-F 群の管腔内総有機酸濃度低下は、回腸終末部における propionate に対する上皮細胞の感受性を上昇させているのかもしれない。FDP-F 群では、STD-F 群よりも acetate や butyrate の濃度が上昇している一方で、propionate 濃度はむしろ減少していた。このことが各群の propionate に対する応答性の違いと関連しているのかもしれない。本研究における盲腸内容物中マイクロバイーム解析の結果、FDP-F 群では、*Bifidobacterium* が増加していたことから、このことが FDP-F 群における acetate と butyrate 濃度上昇に貢献していたものと考えられる。

この食餌実験の結果、STD-F では *Bacteroides fragilis* と *C. leptum* 増加による管腔内の propionate 濃度上昇することで、腸管神経系や管腔内刺激物に対する腸粘膜の感受性が上昇し、一方、FDP-F では *Bifidobacterium* が増加して、acetate や butyrate が増加することで、腸管神経系や管腔内刺激物に対する腸粘膜の過敏な状態を緩和し、下痢の発症防止に貢献している可能性があることが明らかとなった。

#### < 引用文献 >

Grogan D, Velasquez-Manoff M, Knight R, Ley RE, Sonnenburg JL, Schmidt C, Schnorr SL. Innovations in the microbiome. *Nature Supplement* **518**: S1-S50, 2015.

Ono S, Karaki S, Kuwahara A. Short-chain fatty acids decreases the frequency of spontaneous contractions of longitudinal muscle via enteric nerves in rat distal colon. *Jpn J Physiol* **54**: 483-493, 2004.

Mitsui R, Ono S, Karaki S, and Kuwahara A. Propionate modulates spontaneous contractions via enteric nerves and prostaglandin release in the rat distal colon. *Jpn J Physiol* **55**: 331-338, 2005.

Yajima T. Luminal propionate-induced secretory response in the rat distal colon in vitro. *J Physiol* **403**: 559-575, 1988.

Yajima T, Inoue R, Yajima M, Tsuruta T, Karaki S, Hira T, Kuwahara A. The G-protein on cholesterol-rich membrane microdomains mediates mucosal sensing of short-chain fatty acid and

secretory response in rat colon. *Acta Physiol (Oxf)* **203**(3): 381-389, 2011.

**Karaki S, Mitsui R, Hayashi H, Kato I, Sugiya H, Iwanaga T, Furness JB, Kuwahara A.** The short chain fatty acid receptor, GPR43, is expressed by enteroendocrine cells and mucosal mast cells in the rat intestine. *Cell Tissue Res* **324**(3): 353-360, 2006.

**Tazoe H, Otomo Y, Karaki SI, Kato I, Fukami Y, Terasaki M, Kuwahara A.** Expression of short-chain fatty acid receptor GPR41 in the human colon. *Biomed Res* **30**: 149-156, 2009.

**Karaki SI, Tazoe H, Hayashi H, Kashiwabara H, Tooyama K, Suzuki Y, Kuwahara A.** Expression of the short-chain fatty acid receptor, GPR43, in the human colon. *J Mol Histol* **39**(2): 135-142, 2008.

**Karaki SI, Kuwahara A.** Propionate-induced epithelial K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> secretion and free fatty acid receptor 2 (FFA2, GPR43) expression in the guinea pig distal colon. *Pflugers Arch* **461**(1): 141-152, 2011.

**Brown AJ, Goldsworthy SM, Barnes AA, Eilert MM, Tcheang L, Daniels D, Muir AI, Wigglesworth MJ, Kinghorn I, Fraser NJ, Pike NB, Strum JC, Steplewski KM, Murdock PR, Holder JC, Marshall FH, Szekeres PG, Wilson S, Ignar DM, Foord SM, Wise A, Dowell SJ.** The Orphan G protein-coupled receptors GPR41 and GPR43 are activated by propionate and other short chain carboxylic acids. *J Biol Chem* **278**(13): 11312-11319, 2003.

**Le Poul E, Loison C, Struyf S, Springael JY, Lannoy V, Decobecq ME, Brezillon S, Dupriez V, Vassart G, Van Damme J, Parmentier M, Detheux M.** Functional characterization of human receptors for short chain fatty acids and their role in polymorphonuclear cell activation. *J Biol Chem* **278**(28): 25481-25489, 2003.

**Yajima M, Karaki SI, Tsuruta T, Kimura S, Nio-Kobayashi J, Kuwahara A, Yajima T.** Diversity of the intestinal microbiota differently affects non-neuronal and atropine-sensitive ileal contractile responses to short-chain fatty acids in mice. *Biomed Res* **37**(5): 319-328, 2016.

**Buck L, Axel R.** A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition. *Cell* **65**(1): 175-187, 1991.

**Rozengurt E.** Taste receptors in the gastrointestinal tract. I. Bitter taste receptors and alpha-gustducin in the mammalian gut. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* **291**(2): G171-G177, 2006.

**Kaji I, Karaki S, Fukami Y, Terasaki M, Kuwahara A.** Secretory effects of a luminal bitter tastant and expressions of bitter taste receptors, T2Rs, in the human and rat large intestine. *Am J Physiol* **296**(5): G971-G981, 2009.

**Kaji I, Karak SI, Kuwahara A.** Effects of luminal thymol on epithelial transport in human and rat colon. *Am J Physiol* **300**(6): G1132-G1143, 2011.

**Karaki S, Ishikawa J, Tomizawa Y, Kuwahara A.** Effects of ε-viniferin, a dehydrodimer of resveratrol, on transepithelial active ion transport and ion permeability in the rat small and large intestinal mucosa. *Physiol Rep* **4**(9): e12790, 2016.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 KARAKI Shin-Ichiro	4. 巻 65
2. 論文標題 Effects of an Enteral Formula Containing Fermented Dairy Products on Epithelial Ion Transport in Rat Intestines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Nutritional Science and Vitaminology	6. 最初と最後の頁 498 ~ 506
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi: 10.3177/jnsv.65.498	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 -
1. 著者名 Miyamoto Junki, Igarashi Miki, Watanabe Keita, Karaki Shin-ichiro, Mukouyama Hiromi, Kishino Shigenobu, Li Xuan, Ichimura Atsuhiko, Irie Junichiro, Sugimoto Yukihiko, Mizutani Tetsuya, Sugawara Tatsuya, Miki Takashi, Ogawa Jun, Drucker Daniel J., Arita Makoto, Itoh Hiroshi, Kimura Ikuo	4. 巻 10
2. 論文標題 Gut microbiota confers host resistance to obesity by metabolizing dietary polyunsaturated fatty acids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-019-11978-0	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 -
1. 著者名 SUGAWARA Tomonori, SAWADA Daisuke, KAJI Izumi, KARAKI Shin-ichiro, KUWAHARA Atsukazu	4. 巻 40
2. 論文標題 The effects of viable and non-viable <i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305 cells on colonic ion transport and corticotropin releasing factor-induced diarrhea	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 225 ~ 233
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2220/biomedres.40.225	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 -
1. 著者名 唐木晋一郎	4. 巻 32
2. 論文標題 腸上皮におけるマイクロバイオーーム代謝産物受容と生理機能	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bio Clinica	6. 最初と最後の頁 70-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計27件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Shin-Ichiro Karaki, Kota Tsukamoto, Ikuo Kimura
2. 発表標題 Short-chain fatty acid-evoked transepithelial ion transport in the mice intestine
3. 学会等名 The 97th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kota Tsukamoto, Ikuo Kimura, Shin-Ichiro Karaki
2. 発表標題 Short-chain fatty acid-evoked transepithelial ion transport in the mice terminal ileum
3. 学会等名 The 97th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoo Homma, Saemi Sugiyama, Kazuya Terashima, Satoru Ishihara, Shin-Ichiro Karaki
2. 発表標題 Inhibition of glucose absorption by acetic acid in isolated small intestine of mice - Effects of Na <sup>+</sup> concentration
3. 学会等名 The 97th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚本滉太, 木村郁夫, 唐木晋一郎
2. 発表標題 マウス小腸における短鎖脂肪酸誘発経上皮イオン輸送
3. 学会等名 第25回Hindgut Club Japanシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐木晋一郎
2. 発表標題 腸管の管腔内ケミカルセンシングと非神経性コリン作動性シグナル伝達
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会中部支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐木晋一郎, 塚本滉太, 木村郁夫, 藤井正一, 渡邊学, 出口貴司, 山崎直子, 内山周也
2. 発表標題 短鎖脂肪酸による腸管粘膜上皮電解質輸送
3. 学会等名 日本食物繊維学会第24回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚本滉太, 木村郁夫, 唐木晋一郎
2. 発表標題 マウス小腸において腸内細菌代謝産物・短鎖脂肪酸が惹起する腸上皮イオン輸送
3. 学会等名 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐木晋一郎
2. 発表標題 消化管粘膜上皮機能に対する管腔内物質の影響
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本間和夫、杉山沙依美、寺島和哉、唐木晋一郎、石原智
2. 発表標題 キャベツ酢によるマウス摘出腸管における糖吸収抑制作用機構に関する研究
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoo Homma, Kazuya Terasaki, Satoru Ishihara, Shin-Ichiro Karaki
2. 発表標題 Study on inhibitory mechanism of glucose absorption by cabbage vinegar on isolated small intestine of mice
3. 学会等名 The 95th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間知夫、寺島和哉、唐木晋一郎、石原 智
2. 発表標題 マウス腸管機能に及ぼすキャベツ酢の効果について
3. 学会等名 第72回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺島和哉、石原智、唐木晋一郎、本間和夫
2. 発表標題 マウス摘出腸管におけるキャベツ酢による糖吸収抑制作用について
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakajima H, Furuya K, Komatsu F, Kashima N, Kumade E, Takemoto I, Maeda T, Watanabe T, Miyazaki T, Karaki SI, Yoshihisa U, Kuwahara A, Koizumi K
2. 発表標題 Sodium-coupled monocarboxylates transporter 1 (SLC5A8) is decreased in human colon cancer
3. 学会等名 World Congress of Gastroenterology at ACG2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 唐木晋一郎、塚本滉太、木村郁夫
2. 発表標題 マウス腸管における短鎖脂肪酸誘発経上皮イオン輸送
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚本滉太、木村郁夫、唐木晋一郎
2. 発表標題 マウス回腸終末部における短鎖脂肪酸誘発経上皮イオン輸送
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚本滉太、木村郁夫、唐木晋一郎
2. 発表標題 マウス小腸における短鎖脂肪酸誘発経上皮イオン輸送
3. 学会等名 第25回Hindgut Club Japanシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚本滉太、木村郁夫、唐木晋一郎
2. 発表標題 マウス小腸において腸内細菌代謝産物・短鎖脂肪酸が惹起する腸上皮イオン輸送
3. 学会等名 富士山麓アカデミック&サイエンスフェア2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐木晋一郎
2. 発表標題 腸管の管腔内ケミカルセンシングと非神経性コリン作動性シグナル伝達
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会中部支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐木晋一郎、塚本滉太、木村郁夫、藤井正一、渡邊学、出口貴司、山崎直子、内山周也
2. 発表標題 短鎖脂肪酸による腸管粘膜上皮電解質輸送
3. 学会等名 日本食物繊維学会第24回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 唐木晋一郎
2. 発表標題 消化管粘膜上皮機能に対する管腔内物質の影響
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本間和夫、杉山沙依美、寺島和哉、唐木晋一郎、石原智
2. 発表標題 キャベツ酢によるマウス摘出腸管における糖吸収抑制作用機構に関する研究
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Karakaki S, Yasuda M
2. 発表標題 Luminal chemosensing and effects of mucosal functions (fluid secretion and barrier function) in the intestine
3. 学会等名 The 95th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 唐木晋一郎
2. 発表標題 ラット腸管粘膜経上皮イオン輸送におけるニコチン酸の作用
3. 学会等名 第24回 Hindgut Club Japan シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 唐木晋一郎, 桑久枝, 芦田欣也, 高橋毅
2. 発表標題 腸管粘膜機能に対する乳酸菌発酵成分配合流動食の影響
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会中部支部会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 唐木晋一郎
2. 発表標題 Ussing chamber法による食品成分の生理作用（機能性）解析
3. 学会等名 第73回日本栄養食糧学会中部支部会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 唐木晋一郎、保田倫子
2. 発表標題 ヒト腸上皮バリア機能に対するケルセチンの急性作用
3. 学会等名 第23回 Hindgut Club Japan シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shin-Ichiro Karaki, Yasuda Michiko
2. 発表標題 Luminal Chemosensing and Effects of Mucosal Functions (Fluid Secretion and barrier function) in the Intestine
3. 学会等名 The 95th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2018年

〔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 分 担 者	保田 倫子  (Yasuda Michiko)  (00707036)	椋山女学園大学・生活科学部・講師   (33906)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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	渡邊 学  (Watanabe Manabu)		