

令和 4 年 5 月 25 日現在

機関番号：33703

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11754

研究課題名（和文）偏食が味覚センサーを起点とする口腔脳腸関連や摂食行動に及ぼす影響の解明

研究課題名（英文）Elucidation of the effects of unbalanced diet on both ingestive behavior and oral-gut-brain circuit starting from taste sensors

研究代表者

安尾 敏明 (Yasuo, Toshiaki)

朝日大学・歯学部・講師

研究者番号：30608469

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：偏食動物を用いた研究の結果、ビタミンC（VC）欠乏飼料摂取動物では、酸味溶液に対するリック率は増加したが、味細胞における酸味受容体の発現、膝神経節及び三叉神経節における味覚センサー関連分子の発現や腸管刷子細胞数に変化はなかった。また、VC欠乏時のVC摂取行動は欠乏前のVC摂取の経験や香料の記憶には依存せず、内臓迷走神経を切断しても起こる可能性を示した。一方、高脂肪飼料摂取動物では消化管の味覚センサー発現細胞の一部が変化している可能性を示した。これらの結果から、偏食によって味覚センサー発現細胞の一部が変化し摂食行動が変化するが、どの栄養素が偏っているかによってその変化は異なる可能性が考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義：偏食（微量栄養素欠乏飼料や高脂肪飼料の摂取）が口腔脳腸関連の起点となっている味覚センサー発現細胞の一部や摂食行動に影響を与える可能性があることを遺伝的アスコルビン酸（ビタミンC）合成不能ラット等で示せたことから、「健康状態は、遺伝子型と食習慣や運動など生活環境の相互作用によって決まる」という「ニュートリゲノミクス」の考えと一致する成果を得ることができたと考えられる。

社会的意義：超高齢社会におけるオーダーメイド医療や栄養サポートチームの活動の発展、高齢者のフレイル対策や生活習慣病の予防対策、味覚障害や食欲不振の原因解明や機能性食品の開発に繋がる知見を得ることができたと考えられる。

研究成果の概要（英文）：We conducted the studies using the animals fed unbalanced diet. The results in animals fed vitamin C (VC)-free diet showed that licking rates for sour taste solutions were significantly increased, but no change in the expression levels of sour taste receptors in taste cells, in the expression levels of taste sensor-related molecules in the geniculate and trigeminal ganglion, and in the number of intestinal tuft cells. Our results also showed that the VC intake behavior during VC deficiency may not depend on the experience of ingesting VC before deficiency or on the memory of flavors, and may occur even when the visceral vagus nerve is severed. On the other hand, some taste sensor-expressing cells in the digestive tract may be altered in animals fed high-fat diets. These results suggest that some taste sensor-expressing cells are altered by an unbalanced diet, and that ingestive behaviors are altered, but that these changes may differ depending on which nutrients are unbalanced.

研究分野：口腔生理学

キーワード：偏食 味覚センサー 摂食行動 食欲不振 迷走神経切断 香料 膝神経節 三叉神経節

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会を迎えた現代、高齢者が低栄養や微量栄養素の欠乏状態となり、サルコペニアを誘発し、基礎代謝低下、消費エネルギー低下、栄養摂取量の低下、体重低下を招き、フレイル状態に陥ることが深刻な社会問題となっている。その一方で、過体重や肥満症は増加傾向にある。いずれも偏食が原因で、摂食行動（食欲・食嗜好）に問題があると考えられる。

摂取した食品の情報を口腔内の『味覚センサー』が受容し、口腔から神経、脳へと情報伝達されることを起点として、食に関わる様々な調節系が働き、体に必要な栄養素の摂取調整が行われ、生体の恒常性は維持されている。近年、『味覚センサー』やその細胞内情報伝達に関与する分子が、腸管の内分泌細胞で発現し、味物質に応答すること (Margolskee *et al.*, 2007)、さらに刷子細胞でも発現し、免疫機能と連動する可能性 (Howitt *et al.*, 2016) が報告され、食品が口腔だけでなく、腸管でも『味覚センサー』を介して検知され、腸で生じた様々な生理的・病的変化も、脳内の情報処理機能に影響を与え、エネルギー代謝の制御に関わっていること (Ushiyama *et al.*, 2016) から、『味覚センサーを起点とした口腔脳腸連関』の存在が示唆されている。このように、『味覚センサー』は、摂食調節系に関与し、健康を維持する上で重要な役割を果たしていると考えられている。また、食品やその成分、食習慣が生体に及ぼす影響を統合的に明らかにすることを目的とした研究領域である『ニュートリゲノミクス』が注目を集めており、食事により、肥満症や高血圧などの予防に関わる遺伝子の働きが変わることなどが明らかになりつつある。

私たちはこれまでに行動学的・神経科学的・分子生物学的解析を行い、ビタミンC (以下、VC) 合成能が欠如した ODS/shiJcl-od/od ラット (以下、OD ラット) において、VC 欠乏時に摂食行動が変化し、食欲不振 (摂餌量減少)、体重減少、飲水量減少や VC を含む酸味物質や食塩等の一部の味質に対する鼓索神経応答が低下する可能性 (Yasuo *et al.*, 2019) や茸状乳頭味細胞の一部の味覚センサー関連分子の発現量が減少する可能性を報告してきた。

2. 研究の目的

本研究では、偏食 (微量栄養素欠乏飼料や高脂肪飼料の摂取) が消化管 (口腔・腸管)、その感覚神経の細胞体 (膝神経節、三叉神経節や迷走神経下神経節) やその中枢の脳幹部に存在する味覚センサーの発現に及ぼす影響と摂食行動に及ぼす影響を統合的に明らかにし、口腔脳腸連関における味覚センサーの生理学的意義を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 実験1 OD ラットの酸味溶液に対する10秒間リック数の測定

全ての OD ラットを個別のケージにて VC 欠乏餌を自由摂取させて飼育し、離乳後から実験開始までは VC 水溶液を自由摂取させた。リックテストは、VC 充足状態で試験1を行い、25日間各ラットに DW を自由摂取させ VC 欠乏状態へ移行させて試験2を行い、その後、6日間 VC を再摂取させて試験3を行った。リックトレーニング期間及びリックテスト期間では、各ラットは絶水後、試験ボックスに入れられ、単一の飲料チューブから室温の蒸留水 (以下、DW) 及び酸味溶液に1日30分間自由にアクセスできるようにした。リックテストでは、DW と酸味溶液 (0.1~100 mM VC、クエン酸、酢酸、酒石酸及び塩酸) の10秒あたりのリック回数を測定した。ラットに VC を補充させる期間では、リック測定後に各ラットに VC 水溶液を自由摂取させた。酸味溶液の比較には、リック率 = (各種溶液の舐めた数) / (DW の舐めた数) × 100 (%) を用いた。

(2) 実験2 OD ラットの茸状乳頭味細胞における酸味受容体候補遺伝子の発現解析

離乳後から実験開始まで各 OD ラットに VC 欠乏餌と VC 水溶液を自由摂取させた。その後、上記ラットを、14-35日間 DW を自由摂取させた「VC 欠乏群」と、VC 水溶液を自由摂取させた「VC 充足群」に分けた。以前の科研費研究 (課題番号 26861563 の研究成果報告書参照) と同様の方法で両群各々のラットの茸状乳頭味細胞を回収し、total RNA を抽出後、酸味受容体候補遺伝子の特異的プライマーを用いて PCR を行い、電気泳動後、バンドの輝度解析を行った。

(3) 実験3 OD ラットの神経節及び脳幹部における味覚センサー関連分子の発現解析

離乳後から実験開始まで各 OD ラットに VC 欠乏餌と VC 水溶液を自由摂取させた。上記ラットを、25日間 VC 欠乏餌と DW を自由摂取させた「VC 欠乏群」と、VC 欠乏餌と VC 水溶液を自由摂取させた「VC 充足群」に分けた。両群各々のラットの膝神経節、三叉神経節、迷走神経下神経節及び脳幹部組織を摘出し、total RNA を抽出後、味覚センサー関連分子の定量 PCR 解析を行った。

(4) 実験4 OD ラットの腸管刷子細胞数の解析

OD ラットを25日間 VC 欠乏餌と DW を自由摂取させた「VC 欠乏群」と、VC 欠乏餌と VC 水溶液を自由摂取させた「VC 充足群」の2群に分け、免疫組織化学染色法にて両群の回腸における刷子細胞のマーカー分子であるダブルコルチン様キナーゼ1 (DCAMKL1) 陽性細胞数を比較解析した。

(5) 実験5 VC 水溶液または VC 充足餌の経口摂取未経験のナイーブな状態での OD ラットにおける48時間二瓶選択試験 (10mM VC 水溶液と DW) 及び餌選択試験 (VC 欠乏餌と VC 充足餌)

48時間二瓶選択試験: 離乳後から実験開始前日まで VC 充足餌と DW で各 OD ラットを管理した。実験開始から25日間各ラットに VC 欠乏餌と DW を自由摂取させ、VC 欠乏状態へ移行させ、各ラットが VC 水溶液の経口摂取経験のないナイーブな状態で試験を開始した。試験期間中は VC 欠

乏餌を自由摂取させた。10mM VC 水溶液に対する Preference Score = (10mM VC 水溶液摂取量) / (総摂取量) × 100 (%) を算出した。

餌選択試験：離乳後から実験開始前日までは各 OD ラットに VC 欠乏餌と VC 水溶液を自由摂取させ、実験開始から 25 日間は VC 欠乏餌と DW を自由摂取させて VC 欠乏状態へ移行させ、各ラットが VC 充足餌の経口摂取経験のないナイーブな状態で試験を開始した。試験期間中は各ラットに DW を自由摂取させた。VC 充足餌摂取率 = VC 充足餌摂取量 / 総摂取量 × 100 (%) を算出した。

(6) 実験 6 OD ラットにおけるフレーバー嗜好性試験

OD ラットが VC 水溶液を無条件刺激としたフレーバー嗜好学習を獲得するかどうか検討するために、OD ラットを用いて、二瓶選択法 (チェリーフレーバー水 対 グレープフレーバー水) によるフレーバー嗜好性試験を行った。フレーバートレーニング期間では、チェリーフレーバー添加 10mM VC 水溶液及びグレープフレーバー水をボトルで呈示し、その後、各ラットに DW と VC 欠乏餌を自由摂取させ、VC 欠乏状態へ移行させて二瓶選択法を行い、チェリーフレーバー水に対する摂取率 = (チェリーフレーバー水摂取量) / (総摂取量) × 100 (%) を算出した。

(7) 実験 7 内臓迷走神経切断 OD ラットにおける 48 時間二瓶選択試験 (酸味溶液と DW)

OD ラットを「迷走神経切断群」と「偽似手術群」に分け、48 時間二瓶選択試験 (手術前の VC 充足状態で試験 1、手術回復後の VC 充足状態で試験 2、VC 欠乏状態で試験 3、VC 欠乏回復後に試験 4) を順次行い、各々の試験における 10mM VC 水溶液と 3mM クエン酸水溶液に対する Preference Score = (各酸味溶液摂取量) / (総摂取量) × 100 (%) を算出した。迷走神経切断群の OD ラットでは、迷走神経前幹と後幹両方の神経を切除し、迷走神経切断を行わない偽似手術群では、迷走神経の前幹、後幹の両方の露出・同定まで行った。手術回復期では、各ラットに VC 欠乏餌と VC 水溶液を自由摂取させた。また、試験 3 の直前の 23 日間は VC 欠乏餌と DW を各ラットに自由摂取させ、VC 欠乏状態へ移行させた。

4. 研究成果

(1) 実験 1 OD ラットの酸味溶液に対する 10 秒間リック数の測定

酸味溶液 [VC、クエン酸、酢酸、酒石酸、塩酸] のリック率は、VC 欠乏状態 (試験 2) では、VC 充足状態 (試験 1) や VC 欠乏状態から VC を再摂取して 6 日目の状態 (試験 3) と比較して有意に高い値であった (図 1 と図 2 参照)。

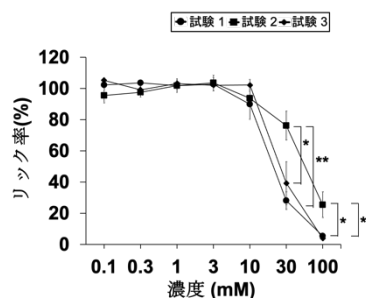


図 1. OD ラットにおけるビタミン C 水溶液のリック率
円は試験 1、四角は試験 2、菱形は試験 3 の結果を示す。数値は平均値 ± 標準誤差 (SE; n = 8) である。アスタリスクは、試験 1、試験 2 及び試験 3 の間でリック率に有意差があることを示す (*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$. ボンフェローニ検定)。

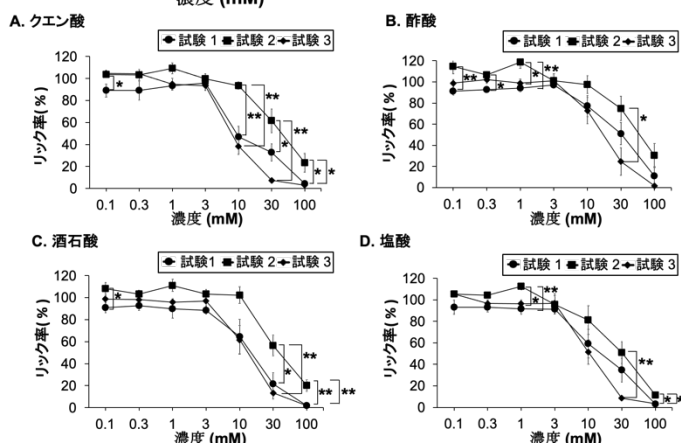


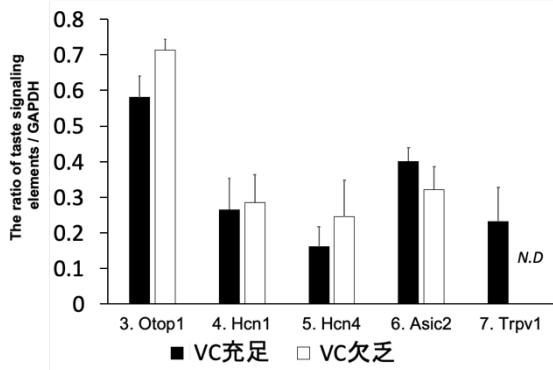
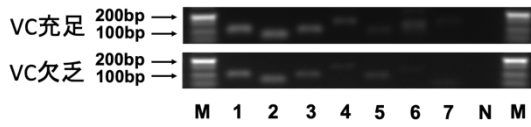
図 2. OD ラットにおける酸味溶液 [クエン酸 (A)、酢酸 (B)、酒石酸 (C)、塩酸 (D)] のリック率
円は試験 1、四角は試験 2、菱形は試験 3 の結果を示す。数値は平均値 ± 標準誤差 (SE; n = 10) である。アスタリスク印は、試験 1、試験 2 及び試験 3 の間でリック率に有意差があることを示す (*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$. ボンフェローニ検定)。

(2) 実験 2 OD ラットの茸状乳頭味細胞における酸味受容体候補遺伝子の発現解析

酸味受容体候補である Otopetrin-1 (*Otop1*)、hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channel 1 (*Hcn1*)、hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channel 4 (*Hcn4*)、acid-sensing ion channel-2 (*Asic2*) の茸状乳頭味蕾細胞における mRNA 発現量は両群間で有意な差はなかった。また、transient receptor potential vanilloid1 (*Trpv1*) は VC 充足群で検出されたが VC 欠乏群では検出されなかった (図 3 参照)。以上の結果から、茸状乳頭味蕾細胞における酸味受容体の mRNA 発現量は VC 欠乏に影響されない可能性が示唆された。

図 3. OD ラットの茸状乳頭味蕾細胞における酸味受容体候補遺伝子の発現解析

上：各分子の電気泳動結果 [1: Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (*Gapdh*)、2: actin β (*Actb*)、3: Otopetrin-1 (*Otop1*)、4: hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated



channel 1 (*Hcn1*)、5: hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channel 4 (*Hcn4*)、6: acid-sensing ion channel-2 (*Asic2*)、7: transient receptor potential vanilloid1 (*Trpv1*)、N: Negative control (精製水)、M: 100bp marker]を、ビタミンC (VC) 充足群及び VC 欠乏群の OD ラットから得た茸状乳頭味蕾細胞でポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) 後に確認した。PCR 産物の予測される大きさは、*Gapdh* (104bp)、*Actb* (72bp)、*Otop1* (101bp)、*Hcn1* (149bp)、*Hcn4* (93bp)、*Asic2* (105bp)、*Trpv1* (146bp)であった。

下：*Gapdh*により補正した各酸味受容体の発現量 \pm S.E.を示す。黒棒は VC 充足群、白棒は VC 欠乏群を示す。N.D.は検出限界以下を示す。

(3) 実験 3 OD ラットの神経節及び脳幹部における味覚センサー関連分子の発現解析

膝神経節及び三叉神経節、迷走神経下神経節及び脳幹部における甘味受容体の taste receptor type 1 member 3 (*Tas1r3*)、甘味、苦味の細胞内情報伝達に関与する G-蛋白質の α -gustducin (*Gnat3*) や transient receptor potential cation channel subfamily M member 5 (*Trpm5*)、酸味受容体候補分子である *Otop1*、酸味物質や高濃度の食塩を受容する味細胞のマーカ分子である Carbonic anhydrase 4 (*Car4*) 及び塩味受容体候補分子である上皮性ナトリウムチャネル (epithelial sodium channel: ENaC) の α サブユニットである Epithelial sodium channel alpha subunit (*Scnn1a*) の mRNA 発現量は、両群間において有意な差はなかった。以上の結果から、OD ラットの神経節及び脳幹部における味覚センサー関連分子の mRNA 発現量は VC 欠乏に影響されない可能性が示唆された。

(4) 実験 4 OD ラットの腸管刷子細胞数の解析

両群間において絨毛の長さあたりの DCAMKL1 陽性細胞数に有意差は認められなかった (図 4 参照)。これまでに寄生虫感染時に杯細胞と共に腸管刷子細胞が過形成すること (*eg. Howitt et al., 2016*)、VC 欠乏症では腸管出血等の胃腸症状が出現し、OD ラットでは VC 欠乏時に、血中の炎症誘発性サイトカインが上昇し、回腸の杯細胞が増加すること (*Tokuda et al., 2015*) が報告されていたが、本研究により、OD ラットの回腸に腸管刷子細胞は存在するが、VC 欠乏により、回腸刷子細胞の過形成は起きない可能性を明らかにすることができた。

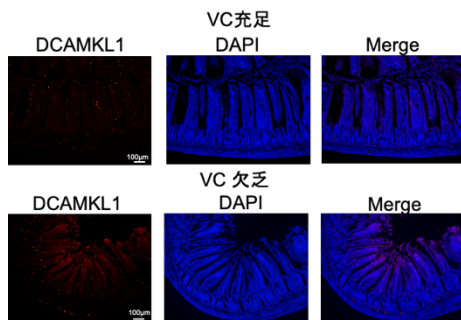


図 4. VC 充足時と VC 欠乏時の OD ラット回腸におけるダブルコルチン様キナーゼ 1 (DCAMKL1) 陽性細胞

上：VC 充足群の免疫染色像を示す。

下：VC 欠乏群の免疫染色像を示す。

赤：DCAMKL1 (ダブルコルチン様キナーゼ 1)。

青：DAPI (核)。

(5) 実験 5 VC 水溶液または VC 充足餌の経口摂取未経験のナイーブな状態での OD ラットにおける 48 時間二瓶選択試験 (10mM VC 水溶液と DW) 及び餌選択試験 (VC 欠乏餌と VC 充足餌)

48 時間二瓶選択試験：試験最初の 2 日間における 10mM VC 水溶液に対する Preference Score は 46.1%で、次の 2 日間は 28.8%で、それ以降は約 10%であった。また、試験最初の 4 日間の 10mM VC 水溶液摂取量の平均値は 25.8g で次の 4 日間 (8.8g) と比べて有意に高かった。これらの結果は、欠乏前に VC 水溶液摂取経験のある VC 欠乏状態の OD ラットで行った結果 (科研費課題番号 23890224 の研究成果報告書、*Yasuo et al., 2019*) と同じ傾向であった。以上の結果から、VC 欠乏前に VC 水溶液の摂取経験がなくても、VC 欠乏時に VC 水溶液の選択摂取行動は生じる可能性が示唆された。

餌選択試験：試験初日の結果、VC 充足餌摂取率の平均値は 71.6%で VC 欠乏餌摂取量より VC 充足餌摂取量の方が有意に高かった。また、試験 2 日目以降の 13 日間のいずれの実験日においても VC 充足餌摂取量は VC 欠乏餌摂取量よりも有意に高かった。以上の結果から、VC 欠乏前に VC 充足餌の摂取経験がなくても、VC 欠乏時には VC 充足餌を選択摂取できる可能性が示唆された。

(6) 実験 6 OD ラットにおけるフレーバー嗜好性試験

チェリーフレーバー水に対する摂取率の平均値は、試験 1 日目、試験 2 日目共に 50%前後であった。以上の結果から、この実験条件下では、OD ラットは VC 水溶液を無条件刺激としたフレーバー嗜好学習を獲得していなかった可能性が考えられた。今後さらなる研究が必要である。

(7) 実験 7 内臓迷走神経切断 OD ラットにおける 48 時間二瓶選択試験 (酸味溶液と DW)
VC 充足状態 (試験 2) と比べ VC 欠乏状態 (試験 3) では、為似手術群の 10mM VC 水溶液と 3mM クエン酸水溶液に対する Preference Score は有意に増加したのに対し、迷走神経切断群の両水溶液に対する Preference Score では増加傾向にあったが有意差はなく、為似手術群の値と比べて低い値であった (図 5 参照)。以上の結果から、迷走神経が VC 欠乏時における VC の選択摂取行動に関与していた可能性も考えられたが、迷走神経切断群も VC 欠乏状態から回復したことから、VC 欠乏時における VC の選択摂取行動に味覚神経が関与していた可能性が考えられたため、今後、味覚神経切断動物での解析を検討している。

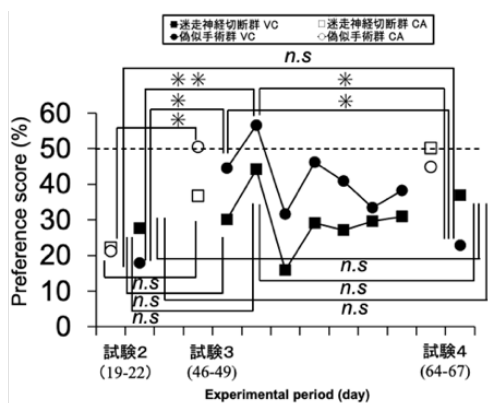
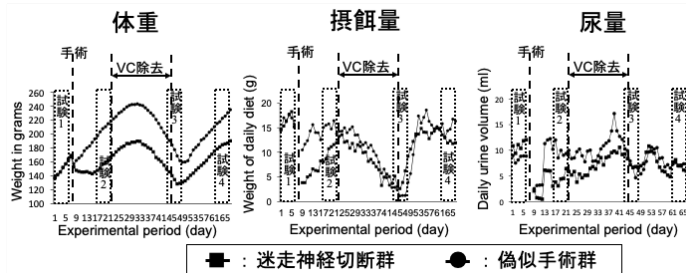


図 5. 内臓迷走神経切断 OD ラットにおける 48 時間二瓶選択試験の結果

上: 黒塗り四角は迷走神経切断群の 10mM ビタミン C (VC) 水溶液、黒塗り丸は偽似手術群の 10mM VC 水溶液、白塗り四角は迷走神経切断群の 3mM クエン酸 (CA) 水溶液、白塗り丸は偽似手術群の 3mM CA 水溶液の結果を示す。アスタリスク印は、試験 2、試験 3 及び試験 4 における Preference score に有意差があることを示す (*, $p < 0.05$, **, $p < 0.01$, *n.s.*, 有意差なし。ボンフェローニ検定)。



下: OD ラットの毎日の体重、摂餌量及び尿量の変化。

黒塗り四角は迷走神経切断群、黒塗り丸は偽似手術群を示す。VC はビタミン C を示す。

上記の研究に加え、消化管に存在する味覚センサー発現細胞の解析を高脂肪飼料摂取動物でも行なったが、この研究の一部は、米国のモネル化学感覚研究所との共同研究となっており、守秘義務があるため、報告は割愛するが、高脂肪飼料摂取動物では、消化管の味覚センサー発現細胞の一部が変化している可能性を示すデータを得ることができたため、現在、海外誌への投稿を準備している。また、初年度に味蕾オルガノイド培養を用いた解析を行うため、その培養に必須の Corning 社のマトリジェルを購入しようとしたところ、ロットナンバーによっては、培養が失敗するという原因不明のトラブルが生じていることを Corning 社から報告されたため、申請していた予定を急遽変更した。さらに、肥満手術を受けた極度の肥満患者の空腸組織において、BMI (Body mass index) 50 以上の患者の空腸では、味覚センサー関連遺伝子の phospholipase C beta 2 (*PLCB2*) と transient receptor potential channel M5 (*TRPM5*) の mRNA 発現量が低下していたが、 α -gustducin (*GNAT3*) の発現量は変化していなかったというデータを示し、一部の味覚センサー関連分子の発現異常が肥満に寄与している可能性を報告した (Yasuo *et al.*, 2022)。

<引用文献>

- ① Margolskee *et al.*, T1R3 and gustducin in gut sense sugars to regulate expression of Na⁺-glucose cotransporter 1, *PNAS*, 104(38), 2007, 15075-15080.
- ② Howitt *et al.*, Tuft cells, taste-chemosensory cells, orchestrate parasite type 2 immunity in the gut, *SCIENCE*, 351(6279), 2016, 1329-1333.
- ③ Ushiyama *et al.*, Catecholamines Facilitate Fuel Expenditure and Protect Against Obesity via a Novel Network of the Gut-Brain Axis in Transcription Factor Skn-1-deficient Mice. *EBioMedicine*, 8, 2016, 60-71.
- ④ Yasuo *et al.*, Behavioral and Neural Responses to Vitamin C Solution in Vitamin C-deficient Osteogenic Disorder Shionogi/Shi Jcl-od/od Rats, *Chem Senses*, 44(6), 2019, 389-397.
- ⑤ Tokuda *et al.*, Ascorbic acid deficiency increases endotoxin influx to portal blood and liver inflammatory gene expressions in ODS rats, *Nutrition*, 31(2), 2015, 373-379.
- ⑥ Yasuo *et al.*, Expression of taste signaling elements in jejunal tissue in subjects with obesity, *J Oral Biosci*, 64(1), 2022, 155-158.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yasuo T, Suwabe T, and Sako N	4. 巻 44
2. 論文標題 Behavioral and Neural Responses to Vitamin C Solution in Vitamin C-deficient Osteogenic Disorder Shionogi/Shi Jcl-od/od Rats.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical senses	6. 最初と最後の頁 389-397
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/chemse/bjz028.	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 安尾 敏明、諏訪部 武、裕 哲崇	4. 巻 3
2. 論文標題 偏食が口腔脳腸関連や摂食行動に及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 1327-1328
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 -
1. 著者名 安尾 敏明、諏訪部 武、裕 哲崇	4. 巻 4
2. 論文標題 偏食が口腔脳腸関連や摂食行動に及ぼす影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 1101-1102
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 -
1. 著者名 Yasuo T, Wood GC, Chu X, Benotti P, Still CD, Rolston DDK, Margolskee RF, Ninomiya Y, Jiang P.	4. 巻 64
2. 論文標題 Expression of taste signaling elements in jejunal tissue in subjects with obesity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Oral Biosciences	6. 最初と最後の頁 155-158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.job.2021.12.006.	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18件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 安尾 敏明、諏訪部 武、山村 知暉、碓 哲崇
2. 発表標題 ビタミンC欠乏による食欲不振はビタミンC摂取行動に影響を与えるのか？
3. 学会等名 第4回食欲・食嗜好の分子・神経基盤研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiaki Yasuo, Takeshi Suwabe, Tomoki Yamamura, Noritaka Sako
2. 発表標題 Effects of anorexia caused by a vitamin C-deficient diet on the ingestive behavior in Osteogenic Disorder Shionogi (ODS) rats
3. 学会等名 日本味と匂学会第53回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiaki Yasuo, Takeshi Suwabe, Tomoki Yamamura, Noritaka Sako
2. 発表標題 vitamin C deficiency-induced anorexia and appetite for vitamin C
3. 学会等名 第61回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshiaki Yasuo, Takeshi Suwabe, Noritaka Sako
2. 発表標題 The influence of body weight loss caused by vitamin C deficiency on the ingestive behavior in rats
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 Takeshi Suwabe, Toshiaki Yasuo, Noritaka Sako
2. 発表標題 Nutrient sensing mechanisms in gustatory ganglion cells of rats
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 安尾 敏明, 裕 哲崇, 二ノ宮 裕三
2. 発表標題 高度肥満症患者の空腸における味覚シグナル分子の伝令 R N A 発現レベル
3. 学会等名 第62回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 諏訪部 武, 安尾 敏明, 裕 哲崇
2. 発表標題 ラットの味覚神経節細胞における栄養素感知のメカニズムについて
3. 学会等名 第62回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安尾 敏明, 諏訪部 武, 中村 文彦, 裕 哲崇
2. 発表標題 偏食摂取動物の口腔脳腸連関
3. 学会等名 日本味と匂学会 第54回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ラットの口腔顔面感覚の神経節におけるレニン-アンジオテンシン系について
2. 発表標題 諏訪部 武、安尾 敏明、中村 文彦、裕 哲崇
3. 学会等名 日本味と匂学会 第54回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安尾 敏明、諏訪部 武、中村 文彦、裕 哲崇
2. 発表標題 Influences of vagotomy on ingestive behavior in vitamin C deficient rats
3. 学会等名 第98回日本生理学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 諏訪部 武、安尾 敏明、裕 哲崇、中村 文彦
2. 発表標題 Angiotensin receptors and the epithelial sodium channel in orofacial sensory ganglia of rats
3. 学会等名 第98回日本生理学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安尾敏明、諏訪部武、中村文彦、裕哲崇
2. 発表標題 ODS/shiJcl-od/odラットにおける小腸刷子細胞
3. 学会等名 日本味と匂学会第55回大会 2021年9月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 諏訪部武, 安尾敏明, 裕哲崇, 中村文彦
2. 発表標題 ラット膝神経節における ACE2, Tmprss2 および neuropilin-1 の発現について
3. 学会等名 日本味と匂学会第55回大会 2021年9月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安尾 敏明, 諏訪部 武, 中村 文彦, 裕 哲崇
2. 発表標題 迷走神経切断動物における欠乏微量栄養素の選択摂取行動
3. 学会等名 第6回食欲・食嗜好の分子・神経基盤研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安尾 敏明, 諏訪部 武, 中村 文彦, 裕 哲崇
2. 発表標題 骨形成異常ラットにおける小腸刷子細胞の免疫組織学的解析
3. 学会等名 第63回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 諏訪部 武, 安尾 敏明, 裕 哲崇, 中村 文彦
2. 発表標題 ラットの膝神経節細胞における ACE2, Tmprss2 および neuropilin-1 の発現について
3. 学会等名 第63回歯科基礎医学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshiaki Yasuo, Takeshi Suwabe, Fumihiko Nakamura, Noritaka Sako
2. 発表標題 Novel Food preferences in vitamin C deficient rats
3. 学会等名 The 99th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takeshi Suwabe, Toshiaki Yasuo, Noritaka Sako, Fumihiko Nakamura
2. 発表標題 Expression of ACE2, TMPRSS2 and Neuropilin-1 in rat geniculate and trigeminal ganglion
3. 学会等名 The 99th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

朝日大学 教員紹介 安尾 敏明 https://gyoseki.asahi-u.ac.jp/ashuhp/KgApp?resId=S000439
--

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	諏訪部 武 (Suwabe Takeshi) (00610312)	朝日大学・歯学部・准教授 (33703)	

6. 研究組織（つづき）

	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	裕 哲崇 (Sako Noritaka)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
米国	Monell Chemical Senses Center	Geisinger medical center	