

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：32404

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K15043

研究課題名(和文) 脂味の受容と脂質摂取調節における唾液リパーゼの役割

研究課題名(英文) Role of lipase in saliva on the regulation of fat-taste perception and fat-intake

研究代表者

村本 和世 (Muramoto, Kazuyo)

明海大学・歯学部・教授

研究者番号：10301798

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：唾液に含まれる脂肪分解酵素・リパーゼが食物の中性脂肪から脂肪酸を遊離させ、脂味の感受性を調節している可能性について検討した。

in vivoフラビン蛋白蛍光イメージング法と味刺激装置による解析系を確立し、オリーブオイルの刺激呈示による味覚野での神経応答を計測した。脂味応答は味覚野だけでなく梨状皮質(嗅覚野)でも記録され、脂味は複合感覚として脳内で表現されている可能性が示された。脂肪酸(オレイン酸)をオリーブオイルに付加することにより、脂味応答の応答領域と強度が増大することも明らかとなった。これらの結果は、脂肪酸により脂味に対する脳内応答が増強されることを示す初めての知見である。

研究成果の概要(英文)：We investigated the possibility that lipase contained in saliva liberates fatty acid from triacylglycerol in food and regulates sensitivity of fat-taste. We established an analytical system using an in vivo flavoprotein fluorescence imaging technique and the taste stimulator, and neural responses were detected in the primary gustatory cortex by the application of olive oil. The response to the fat-stimulation was appeared not only in the gustatory cortex but also in the piriform (olfactory) cortex, indicating the possibility that the fat-taste is recognized as a complex sensation in the brain. It was also revealed that the addition of fatty acid (oleic acid) to olive oil increased the elicited-response and expanded responsive area to the fat-stimulation. These results are first evidences indicating that the fatty acid enhances the intracortical response of fat.

研究分野：神経生理学

キーワード：in vivoイメージング 脂味 島皮質 味覚情報処理 フラビン 唾液リパーゼ von Ebner腺 脂肪酸

1. 研究開始当初の背景

(1) 新規味質としての脂味:

味覚には5種類の基本味(甘味, 塩味, 酸味, 苦味, 旨味)が備わっている。ところが近年, 味蕾にCa<sup>2+</sup>に応答する受容体が見つかるなどの報告例もあり, 新たな味質が提唱されるようになってきた(引用 )。「脂味」も以前から新しい第6の味質候補の一つであるが, 受容機構が不明であるなど, まだ味質として認められるには至っていない。一方で, 実験動物やヒトの口腔内に実験的に脂質を投与することによって, 味覚を介すると考えられる心理行動学的な効果が発現する(引用 )など, 生体が脂質を味質の一つとして受容していることを示唆する事例は数多く存在している。脂質が味細胞で受容されている間接証拠として, 味蕾には脂肪酸と結合する糖タンパク質(CD36)が発現していることが報告されている(引用 )。さらに, 脂肪酸の投与によって味細胞に細胞内Ca<sup>2+</sup>応答が観察される(引用 )など, 脂味の受容機構についても解明が進んできた。しかし, 味質としての「脂味」とその受容機構についての詳細は未だ不明であるというのが研究開始当初の現状であった。

(2) 小唾液腺Ebner腺からの唾液分泌が脂味に影響する可能性:

味覚は水溶性の化学物質を検出する感覚であるため, 味覚が成立するためには溶媒としての水を含む唾液の分泌が不可欠である。食事をしているとき唾液(刺激唾液)は主として耳下腺や顎下腺などの大唾液腺から分泌されるが, 口腔内には舌や頬粘膜などにも小唾液腺が存在する。Ebner腺は, 小唾液腺の1種で, 舌中の有郭乳頭・葉状乳頭の基底部に局在している。Ebner腺からは純漿液性の唾液が分泌されるが, その中に脂質分解酵素であるリパーゼを含むという興味深い特徴を有している(Roberts & Jaffe, 1986)。この口腔内リパーゼがどのような役割を演じているのかについては, 存在が以前から知られていたことに反して曖昧であった。Ebner腺が分泌する唾液リパーゼはタンパク量としては極めて微量であり, 活性も微弱である(引用 )。また, 膵リパーゼと異なりリパーゼの脂質接近を補助するコ・リパーゼ(co-lipase)や両性電解質(界面活性剤)である胆汁の存在しない口腔内において, 唾液リパーゼが消化機能としての脂質分解効果を発揮しているとは考えにくい。ここで注目すべきは, 唾液リパーゼを分泌するEbner腺の存在部位である。この小唾液腺は味物質の受容器である味蕾が局在する舌乳頭のままに基底部に位置しているのである。そこで, 唾液リパーゼが果たす役割は何かと考えた場合, 消化機能よりも味覚発現に役割を果たしているのではないかと考えたのが, 本研究計画着想の発端となった。

2. 研究の目的

(1) 唾液中に脂肪分解酵素であるリパーゼが含まれていること, リパーゼを分泌するEbner腺が味蕾を擁する有郭乳頭などの基部に位置していること, また脂味は脂肪酸として受容されること(引用 )などから, 次のような作業仮説を立て, この仮説を検証することを目的とした。すなわち, 『唾液中のリパーゼ活性は消化機能のためには低すぎるが, 味蕾周辺では局所的に高濃度になり, 局所のリパーゼにより食品中の脂質の一部が分解され脂肪酸が生じ, 脂味の発現に関与している』と云うものである。脂肪酸の受容に関わると考えられているのはCD36などいくつかの候補があるが, これらは脂肪酸を受容すると考えられている。したがって, 「脂味」とは口中で食物中の脂肪の一部が味蕾近傍に存在するEbner腺に由来するリパーゼによって分解され, 脂肪酸となったものが受容されて「脂味」として認知されると考えたのである。

(2) 仮説が正しければ, 脂肪を単独で刺激物質として動物に与えた場合と, その分解産物である脂肪酸を与えた場合とで神経応答が異なる可能性がある。しかし, 脂味に対しては, 脳内のどのような領域がどのように応答するのかについても未だ明白となっていない。

以上のことから, 本研究では作業仮説に基づき, 実験動物(マウス)を用いて脂肪酸に対して脳の味覚野の応答性を生体イメージング法と神経活動上昇マーカー(c-FosもしくはpErk)を用いた免疫組織化学的手法で確認することとした。まず, フラビン蛋白*in vivo*蛍光イメージング法により, 脂質に対して大脳皮質・味覚野での応答が記録できるかどうかを確認し, 次いで食味に含まれる中性脂肪および, その分解産物である脂肪酸を用いての脳内応答性の比較を行うことを計画した。さらに中性脂肪をリパーゼで処理した場合の応答変化についても検討することとした。さらに, リパーゼの作用を阻害する酵素阻害薬を用いて, 口腔内を阻害剤処理した場合に脳の応答性がどのように変化するか, 同処理によって実験動物の脂質の嗜好性や閾値の変化を行動学的に解析し脂味発現でのリパーゼの役割を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 大脳皮質・味覚野の脂質刺激への応答

脂質が味覚として認識されているかどうかを, 実験で用いるマウス(C57BL/6, オス, 8~10週齢)で確認した。ウレタンの腹腔内投与で麻酔したマウスを脳定位固定装置に固定し, 側頭部を開き頭蓋骨を露出させた。経頭蓋的に脳表面を観察できるように, 一次味覚野とされる島皮質およびその周辺領域に相当する領域の頭蓋骨を均一に薄く削った。その後, イメージング装置(MiCAM02, BrainVision社)のステージ上にマウスを移し, 観察用の固定装置(ナリシゲ)に観察野が上方に向く

ように上顎前歯固定並びに頭頂部にネジをレジンで埋め込むことで再固定した。MiCAM付随のCCDカメラを観察野上にセットアップし、マウスの口腔を開かせた後、味覚刺激装置からのチューブが舌上に留まるように配置した。フラビン蛋白蛍光イメージング法での応答の計測では、488nmの励起光を観察野に照射し、発するフラビン自家蛍光の強度変化をCCDカメラにて取得、解析ソフトウェアで画像取得、並びにデータ解析を行い、島皮質の応答を計測した。フラビン蛋白蛍光イメージング法は、脳内で神経細胞が興奮活動する部位では代謝が活発になることにより、細胞内のフラビンの酸化・還元状態が変化し、フラビンの自家蛍光特性が変化することを利用した観察方法で、蛍光指示薬などの添加無しに神経活動をモニターすることが可能となる。

#### (2) 味覚応答計測のfine tuning

味刺激とイメージング装置での応答計測の手法を確立するために、主に味刺激装置の調整とイメージングにより計測された応答が味応答であることを確認した。

なお、応答は刺激前2秒間の蛍光レベルをbasal levelとしてその平均と分散(SD)を求め、 $\pm 3SD$ 以上の蛍光変化が計測された場合を有意な応答とした。

#### (3) 脂質応答の計測

味刺激装置を用いて、麻酔下のマウス口中(舌上)に味溶液を流し、その応答をフラビン蛋白蛍光イメージング法によって計測した。口中に出た刺激溶液は吸引ポンプに繋いだチューブをドレーンとして口中に留置し、直ちに除いた。(2)の目的のために、Sucrose(甘味: 1~300mM) 塩酸キニーネ(苦味: 0.1~10mM)、クエン酸ナトリウム(酸味: 1~100mM)を用いた。

一方、(1)の実験には、キャスターオイル(ヒマシ油)、ミネラルオイル、オリーブオイル、菜種油の各オイルを、いずれも0.1-10% (v/v)の濃度で用いた。脂肪の分解産物としての脂肪酸としては、オレイン酸を用いた(濃度は0.1-10%)。オレイン酸はオリーブオイルに豊富に含まれていることから、オリーブオイルがリパーゼによって分解された産物の代用として用いた。

### 4. 研究成果

#### (1) 味覚応答計測システムの確立と評価:

生体イメージング装置により、膜電位感受性色素や内在性のフラビン自家蛍光を用いたニオイ刺激への応答計測システムを既に開発済みであったが、これに味刺激装置を追加し、味刺激に対する神経応答を計測するシステムの構築を行った。麻酔下のマウスの舌上に味溶液を流し、大脳皮質表層で応答部位の検索を行ったところ、マウス島皮質の主不全顆粒島皮質(dysgranular insular cortex (dl))：一部顆粒島皮質(granular insular cortex (gl))を含

む)で蛍光強度の増大(すなわち刺激に対する応答)が観察された。この応答は、味質によって若干の部位の差はあるものの、従来「一次味覚野」とされている島皮質内の領域に一致していた。味質による違いは応答を惹起する濃度で、キニーネ(苦味)は0.1mMで、クエン酸(酸味)は1~10mMで、スクロース(甘味)は10~100mMの高濃度で顕著な応答が見られた。いずれの味質でも、味溶液の濃度に依存して応答強度と応答領域面積の増大が見られた。

一方、麻酔下のマウスに鼻孔よりアミルアセテート(バナナ臭)で飽和させた気流で刺激を与えたところ、味刺激とは全く異なる領域(梨状皮質)で応答が計測され、上述の刺激応答は味覚に対する応答であると考えられた。

さらに、本刺激法は舌上に溶液を流す手法を採っているため、触刺激が発生してしまう可能性がある。そこで、舌上を機械刺激あるいは対象刺激として「水」を舌上に流すなどの応答を確認した。触刺激では、島皮質の上方(背側部)に位置する体性感覚野(一次および二次体性感覚野)に応答が確認されたが、味覚野での応答は観察されなかった。また水刺激に対しては、有意な応答は計測できなかった。これらの結果は、島皮質内の味覚野で見られた味溶液刺激への応答が、味覚応答であることを示している。

味覚野での味覚応答には味質によって応答領域の局在が認められ、ホットスポットと呼ばれている(引用)。本結果でも、甘味は味覚野の前方部で、苦味は後方部で、酸味についてはその中間で特に応答が顕著に現れる傾向が認められたが、応答する全領域の面積等には特に有意な差は認められなかった。

実際に食物の“味”を検出する際には、味覚だけではなく、食物から発する揮発性化学物質(ニオイ物質)を検出する“嗅覚”も重要であるとされている。本実験で用いる食油には特有の“ニオイ”を有するものも含まれるため、味とニオイの同時刺激を行った場合についても検討を行った。味刺激では島皮質(味覚野)、ニオイ刺激では梨状皮質で応答が確認できた。この時、麻酔下のマウスに味(スクロース)とニオイ(アミルアセテート)を同時に呈示したところ、両者を単独で呈示した場合よりも応答強度がそれぞれの応答領域で増強され、さらに味覚野と梨状皮質に挟まれた領域(無顆粒島皮質: agranular insular cortex (al))で有意な応答領域の拡張が見られた。al領域は味とニオイの同時刺激に応答することから、この領域が味とニオイの情報統合などに関わっている可能性が強く示唆された(引用)。

味とニオイの情報統合、すなわち風味形成は近年注目され、味覚野や梨状皮質等さまざまな領域が責任領域として示唆されているが、各報告で結論する脳領域は異なっており、領域間相互作用を総合的に評価することが困難であった。情報処理時の脳の応答を計測する

方法としては、これまでfMRI撮像や動物での電気生理学的手法などで行われてきた。fMRIはヒトでの研究が主で、非常に示唆に富む結果が得られているが、倫理的制約から実験的に操作を加えることが困難である。一方、動物を用いた電気生理学的手法による計測では、特定の標的領域の評価に留まらざるを得ない。本研究で用いた*in vivo*イメージング法は、大脳皮質の比較的広範な領域からの応答を計測することができる空間分解能をもち、時間分解能も最速1フレーム/4msecでの撮像を行うことができる。この手法を用いることで、従来困難であった風味形成時における脳内複数の領域での活動を同時にモニターすることが可能となり、神経機構解明のための有用なツールとして利用できる(引用 )。また、このツールは、味覚・嗅覚応答に留まらず、体性感覚野や島皮質での痛覚応答の解析にも応用しており(引用 )、様々な脳内情報処理機構の解析への応用に今後発展させていくことが可能である。

### (2) 脂質刺激に対する脳内応答：

既存の味質による味刺激と同様に麻酔下のマウスに対して脂質刺激を行い脳内応答の解析を行った。しかし、脂質は粘性・流動性の問題で、味刺激装置の刺激提示用チューブが詰まってしまう、刺激の提示法に問題が生じてしまった。最終的に手動でマイクロピペットを用いて舌上に脂質を呈示し、その応答を計測するというpreliminaryな手法を採らざるをえなかった。

この手法により麻酔下のマウス舌上に各種脂質を刺激提示した。非食用油であるミネラルオイル、キャスターオイル(ヒマシ油)をマウス舌上に呈示した場合、味覚野のごく狭量な領域で有意な応答が計測された。しかしこの応答は、脂質の濃度を増しても応答強度(応答の振幅)、応答領域面積ともに変化が認められなかった。一方、食用油としてオリーブオイルを呈示したところ、他の味質刺激で応答が計測されたのと同じ皮質領域で非食用油に比べて有意に広範な領域に応答が現れ、応答強度・応答領域とも呈示濃度に依存して増加することが認められた。この結果は、神経応答を指標として見る限り、少なくともオリーブオイルに関しては味覚情報として味覚野で情報処理されていることを示している。しかし、オリーブオイルの刺激提示時には、微弱であるが有意な応答が体性感覚野や梨状皮質(嗅覚野)でも出現していた。体性感覚野応答についてはおそらく、他の味質と異なり手動のピペット操作で舌上に刺激提示せざるを得なかったため、舌への触刺激が追加されているものと思われる。同様の手法で水などを舌上に呈示する対照実験で確認する必要がある。一方、梨状皮質応答については、オリーブオイルは無臭ではなく、微弱であるがニオイが含まれているので、口中に呈示したオイルから揮発したニオイが嗅覚を惹起して

いる可能性がある。これについても、既設のニオイ刺激装置のニオイ物質としてオリーブオイルを用い、ここから揮発させたニオイだけでどのような応答が生じるのか確認する必要がある。いずれにしろ、オリーブオイルに対する応答は「味+ニオイ」に対する応答であることが示唆される。ほぼ無臭と思われる非食用油では梨状皮質での応答が見られなかったことから、脂質味あるいは油に対する動物の嗜好性は、味覚のみならず嗅覚との複合感覚として成立している可能性がある。また、一応の脂質に対する脳内応答の計測はできたが、提示法などに問題があり、今後脂質については刺激提示の改良などを行う必要がある。

### (3) 中性脂肪と脂肪酸での応答性の違い：

当初の研究計画では、リパーゼを用いて食用油の中性脂肪を分解し、それを呈示する刺激として用いて応答を計測することとしていた。リパーゼを用いた方が唾液の作用に近付けることができ、より生理的な条件設定であると考えたからである。しかし、実際に実験を開始するにあたり、オリーブオイルをリパーゼで処理した後、酵素(リパーゼ)を除去する操作、リパーゼ処理後の呈示溶液中での脂肪酸濃度の定量、のいずれもが困難であった。そのため、方法を変えることとし、オリーブオイルに脂肪酸を添加し、脂肪酸が豊富な溶液として刺激を行い、オリーブオイルもしくは脂肪酸のみで刺激を行った時の応答と比較するという手法を採ることとした。脂肪酸としては、オリーブオイルに非常に豊富に含有されるオレイン酸を用いた。

オレイン酸に対する応答を計測したところ、(2)で述べたオリーブオイルに対するものに比べ、応答が味覚野に局限されていた。梨状皮質の応答は刺激直後には見られなかったが、20m秒程度遅延して応答と思われる微弱な蛍光強度の上昇が出現した。

オリーブオイルにオレイン酸を添付した溶液による刺激では、オリーブオイル単独刺激に対する応答よりもより広範な領域で応答が記録され、応答強度も強くなる傾向が認められた。また、持続性の応答が現れ、刺激終了後も100m秒程度にわたって応答が継続していた。

本研究によって、オリーブオイルなどの脂質刺激によって味覚野が応答することが明らかとなった。従来脂味は、その受容機構がはっきりしないことなどから基本味とは認められてこなかった。しかし、味覚野で“味”として認知されている可能性がある。ただし、梨状皮質など他の感覚野にも応答が見られることから、脂質が含むニオイも脂質の嗜好性などに影響し、複合感覚(総合感覚)として認知されている可能性が高い。オレイン酸にもニオイがあるが、本研究で用いたものは精製品であり、水溶性のナトリウム塩となっているものを用いた。そのため、揮発性などに影

響し、実験者が確認した限りではほとんど無臭に感じるほどであった。このような点から、元来二オイ物質を他にも含んでいるオリーブオイルに比べて梨状皮質での応答が現れにくかった可能性は否定できない。しかし、オリーブオイル単独よりもオレイン酸を含有させたものでは味覚野での応答が増強されており、脂肪酸の存在が脂質に対する味覚応答を増強することは明らかであろう。オリーブオイル単独に比べて、オレイン酸が加えられた場合、応答強度の増強のみならず、応答領域の拡張や応答持続時間の延長なども認められた。以上のことから本研究では以下の結論が導かれる。すなわち、脂質は味覚の情報処理に関わる大脳皮質・味覚野に応答を惹起させることから、少なくとも脳科学的には味質の一つに類するものであり、脂肪酸の存在は脂質応答を増強することから、口中の唾液リパーゼによって食物中の脂肪が一部分解されることが脂味の認知や嗜好性の成立などに重要な役割を果たしている可能性が強く示唆された。今後は様々な脂肪酸や他の食用油の効果なども検討し、口中で唾液リパーゼの活性を実験操作した場合の影響などを検討し、萌芽研究で芽生えた結果を発展させていく必要がある。いずれにしろ、唾液リパーゼによって中性脂肪の一部が分解されることにより脂質感受性に修飾が施される可能性が高まった。将来的にはリパーゼ活性をコントロールすることで、脂質感受性を制御する方向に発展できる可能性がある。脂味の感受性は、脂質摂取量さらにはBody Mass Index (BMI) にも影響することが報告されている(引用)。本研究の作業仮説では、リパーゼによる中性脂肪からの脂肪酸遊離量によって脂質感受性(脂質閾値)が変わると考えている。現在、高脂血症薬としてリパーゼを阻害する処方薬などが既に臨床で使われているが、「口腔内の段階で脂質の存在が感知され、それがその後の脂質摂取に影響を与える」ことが正しければ、口腔内で完結する簡便な医療処置だけで脂質の摂取量の調整が可能となることも考えられる。

#### <引用文献>

- Gabriel AS, Uneyama H, Maekawa T, Torii K, The calcium-sensing receptor in taste tissue, *Biochem.Biophys.Res.Comm.*, 378, 2009, 414-418
- Eldeghaidy S, Marciani L, McGlone F, Hollowood T, Hort J, Head K, Taylor AJ, Busch J, Spiller RC, Gowland PA, Francis ST, The cortical response to the oral perception of fat emulsions and the effect of taster status, *J.Neurophysiol.*, 105, 2011, 2572-2581
- Laugerette F, Passilly-Degrace P, Patris B, Niot I, Febbraio M, Montmayeur JP, Besnard P, CD36 involvement in orosensory detection of dietary lipids, spontaneous fat preference, and digestive secretions, *J.Clin.Invest.*, 115, 2005, 3177-3184

Ozdener MH, Subramaniam S, Sundaresan S, Sery O, Hashimoto T, Asakawa Y, Besnard P, Abumrad NA, Khan NA, CD36- and GPR120-mediated Ca<sup>2+</sup> signaling in human taste bud cells mediates differential responses to fatty acids and is altered in obese mice, *Gastroenterology*, 146, 2014, 995-1005

Spielman AI, D'Abundo S, Field RB, Schmale H, Protein analysis of human von Ebner saliva and a method for its collection from the foliate papillae, *J.Dent.Res.*, 72, 1993, 1331-1335

Mattes RD, Is there a fatty acid taste? *Annu.Rev.Nutr.*, 29, 2009, 305-327

Chen X, Gabito M, Peng Y, Ryba NJP, Zuker CS, A Gustotopic Map of Taste Qualities in the Mammalian Brain, *Science*, 333, 2011, 1262-1266

Mizoguchi N, Kobayashi M, Muramoto K, Integration of olfactory and gustatory chemosignals in the insular cortex, *J.Oral Biosci.*, 58, 2016, 81-84

Minoda A, Mizoguchi N, Kobayashi M, Suda N, Muramoto K, Intracortical signal processing of periodontal ligament sensation in rat, *Neuroscience*, 355, 2017, 212-224

Stewart JE, Feinle-Bisset C, Golding M, Delahunty C, Clifton PM, Keast RSJ, Oral sensitivity to fatty acid, food consumption and BMI in human subjects, *British J.Nutrition*, 104, 2010, 145-152

#### 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3件)

Mizoguchi N, Kobayashi M, Muramoto K, Integration of olfactory and gustatory chemosignals in the insular cortex, *J.Oral Biosci.*, 査読有, 58, 2016, 81-84  
DOI: 10.1016/j.job.2016.03.002

Oikawa S, Kai Y, Tsuda M, Ohata H, Mano A, Mizoguchi N, Sugama S, Nemoto T, Suzuki K, Kurabayashi A, Muramoto K, Kaneko M, Kakinuma Y, Non-neuronal cardiac cholinergic system influences CNS via the vagus nerve to acquire a stress-refractory propensity, *Clinical Science*, 査読有, 130, 2016, 1913-1928  
DOI: 10.1042/CS20160277

Minoda A, Mizoguchi N, Kobayashi M, Suda N, Muramoto K, Intracortical signal processing of periodontal ligament sensation in rat, *Neuroscience*, 査読有, 355, 2017, 212-224  
DOI: 10.1016/j.neuroscience.2017.04.045

〔学会発表〕(計 11 件)

小峰雄介, 溝口尚子, 坂下英明, 村本和世, フラビン蛋白蛍光イメージングによる味およびニオイ提示に対する皮質応答の解析, サンポートホール高松 (香川県高松市) 2018

Mizoguchi N, Minoda A, Suda N, Muramoto K, Intracortical signal processing of periodontal ligament sensation in rat by in vivo optical imaging study, 47<sup>th</sup> Annual Meeting of Society for Neuroscience (国際学会), Washington DC, USA, 2017

溝口尚子, 箕田碧, 須田直人, 村本和世, フット歯根膜領域電気刺激に対する体性感覚野および島皮質口腔領域の応答特性, アクトシティ浜松 (静岡県浜松市) 2017

Mizoguchi N, Kobayashi M, Muramoto K, Modification of the gustatory responses in rat insular cortex by the olfactory stimulation, 46<sup>th</sup> Annual Meeting of Society for Neuroscience (国際学会), San Diego, CA, USA, 2016

溝口尚子, 小林真之, 村本和世, 味覚と嗅覚の皮質内情報統合機構, 札幌コンベンションセンター (札幌市) 2016

村本和世, 小児の摂食・嚥下とその発達・病態, 第 63 回日本賞に保健協会学術集会 (招待講演), 大宮ソニックシティ (埼玉県さいたま市) 2016

Mizoguchi N, Kobayashi M, Muramoto K, The gustatory response is accelerated by the olfactory information in rat insular cortex, XVII International Symposium on Olfaction and Taste (ISOT) (国際学会), Pacifico Yokohama, (Yokohama, Japan) 2016

村本和世, 味とにおいの奏でるハーモニー: 味わいの脳科学, 第 56 回日本顎口腔機能学会学術大会 (招待講演), 東洋大学川越キャンパス (埼玉県川越市) 2016

村本和世, 高齢者の嚥下, 日本健康医療学会第 8 回大会 (招待講演), 海運クラブ国際会議場 (東京都千代田区) 2015

宇津木千鶴, 片山直, 村本和世, 町野守, Relations of the remaining number of tooth and olfactory function, 日本味と匂学会第 49 回大会, じゅうろくプラザ (岐阜県岐阜市) 2015

溝口尚子, 久保英範, 村本和世, The excitatory responses in rat gustatory cortex and surrounding area induced by electrical

stimulation to the chorda tympani nerve and/or main olfactory bulb, 日本味と匂学会第 49 回大会, じゅうろくプラザ (岐阜県岐阜市) 2015

〔その他〕

村本和世, 摂食・嚥下機能の発達と病態, 小児歯科臨床, 査読無, 21, 2016, 11-17  
DOI: なし

村本和世, 小児の摂食・嚥下とその発達・病態, 査読無, 75, 2016, 701-705  
DOI: なし

村本和世, 「におい」の生物学, 小児保健研究, 査読無, 74, 2015, 355-360  
DOI: なし

村本和世, 高齢者の摂食・嚥下, 日本健康医療学会雑誌, 査読無, 3, 2015, 34-35  
DOI: なし

村本和世, 味とにおいの奏でるハーモニー (味わいの脳科学), 日本顎口腔機能学会雑誌, 査読無, 23, 2016, 1-9  
DOI: なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村本 和世 (MURAMOTO, Kazuyo)  
明海大学・歯学部・教授  
研究者番号: 10301798

(3) 連携研究者

横須賀 誠 (YOKOSUKA, Makoto)  
日本獣医精米科学大学・獣医学部・教授  
研究者番号: 90280776  
溝口 尚子 (MIZOGUCHI, Naoko)  
明海大学・歯学部・助教  
研究者番号: 00548919