

総説特集 うま味研究会 公開シンポジウム

「食べ物のおいしさにおけるうま味の役割-多感覚の相互作用」-7

ヒト脳機能イメージングによる多感覚相互作用の研究

岡本 雅子・Singh Archana・東原 和成

(東京大学大学院農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物化学研究室)

「五感で味わう」という言葉がある。私たちが食品を味わうとき、突然味を感じることは殆どない。食べ物が見え、香りが漂い、手で触れるなど、他の感覚が先行する。食品を口に入れてからも、口腔感覚、匂い、咀嚼音などが、味覚と共に入ってくる。このように、味わいには多くの感覚が関与している。心理学や食品科学の分野では、他の感覚が味の感じ方へ影響を及ぼすことを示す知見が蓄積されてきた。本項では、多感覚相互作用が生じている際にどのような脳の活動が伴うのか、ヒト脳機能イメージングの知見をレビューする。

キーワード：多感覚相互作用、フレーバー、脳機能イメージング、味覚、嗅覚

はじめに

味わうことは多感覚な行為である。五感のひとつでも抜け落ちると平常心で味わえないことは、闇鍋のスリルを考えると想像に難くない。近年の研究により、私たちが日常「味」と思っている感覚が、他の感覚と混同したものであったり、他の感覚の影響を受けて変化したりしていることが示されるようになってきた。さらに最近では、パッケージラベルなど食品にまつわる情報や、食事時の背景音楽など、食品本体の物理化学的属性ではない外部情報さえも、味の感じ方に影響することが示唆されるようになった¹⁾。このような「味」に影響を与える要因を、図1に模式的に示す。食環境は味覚以外の感覚で得られるから、環境と味の相互作用も多感覚相互作用といえる。そのように考えると、味覚に対する多感覚相互作用は様々なレベルで生じ得る、複雑な現象であることが分かる。

多感覚相互作用の一部は、末梢での現象に起因し

ている。例えば美味しそうな食べ物を見て唾液がでれば、口腔内の環境が変わり、末梢での味覚入力に変化する。一方で、末梢からの入力を統合して生じる相互作用もあり、中枢での情報処理の重要性が指摘されている。他の感覚が味覚に及ぼす影響は、大別すると三つある。嗅覚刺激との統合による「フ

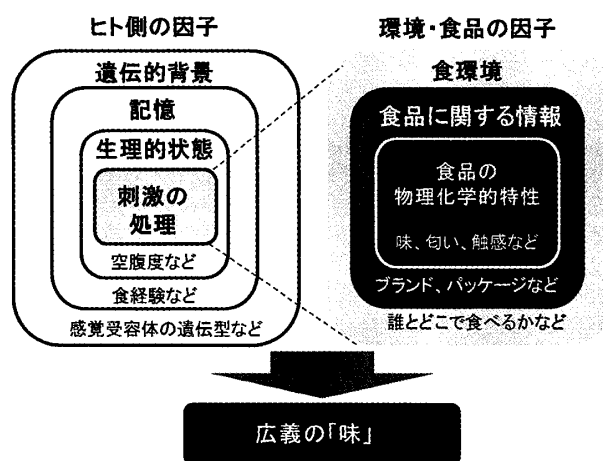


図1 味の感じ方に影響する諸要因

Multi-modal interaction of chemical senses: a human brain imaging perspective

Masako Okamoto, Archana Singh, Kazushige Touhara : The University of Tokyo, Department of Applied Biological Chemistry, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, 1-1-1, Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8657 ; E-mail address a-okmoto@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp ; TEL : + 81-3-5841-8043 ; Fax : + 81-3-5841-8024

レーバー」知覚の生成、味の感覚強度の変化、味のおいしさの変化である。本稿では、この三点について、特にヒト脳機能イメージングにより得られてきた知見を中心にレビューする。

混乱を避けるため必要に応じて、味覚受容体で受容される厳密な意味での味を「味覚」、多感覚相互作用の影響を受けた私たちの感覚体験としての味を「味」、多感覚刺激の中でも、特に嗅覚と味覚が合わさった知覚を「フレーバー」と表記する。なお、字数の制限のため、引用文献を総説としている箇所が多い点をお許し頂きたい。

1. ヒト脳機能イメージングの諸手法

本題に入る前に、ヒト脳機能イメージング法について紹介したい。ヒト脳機能イメージングは、ヒトの脳活動を非侵襲的に可視化する種々の手法の総称である。ヒトの場合、外科手術などの特別な状況を除いて、脳神経の活動を直接計測することはできない。そこで、神経活動に伴う様々な変化を頭皮の外から検出する方法が開発されてきた。ヒト脳機能イメージングで用いられている主な手法を表1に示す。脳磁計（MEG）と脳波計（EEG）は、神経の電気的活動を計測対象とするため、時間的情報に優れた知見が得られる。一方これらの手法では、空間的情報は、複数の仮定に基づく推定に依存しており、解釈が難しい。これに対して、血流や代謝の変化を計測対象とする機能的磁気共鳴画像法（fMRI）、陽電子放出断層撮像法（PET）、機能的近赤外分光分析法（光トポグラフィとも呼ばれる、fNIRS）は、神経

活動から数秒遅れて生じる生理現象を計測対象としているため、時間的情報には劣る。一方で、得られる信号と信号源との対応付けは、MEGやEEGより明確である。

2. 味嗅覚伝導路

多感覚相互作用が生じる解剖学的な基盤について、特に味わいに関係の深い味覚と嗅覚の伝導路に沿って簡単に紹介する^{2,3)}。味を呈する化学物質は、口腔内の味覚受容体によって受容され、味覚神経を賦活する。味覚神経は延髄の孤束核で中継される（図2）。孤束核には、舌触りや温度など、口腔内の体性感覚の信号を伝える神経や、内臓の膨張感など

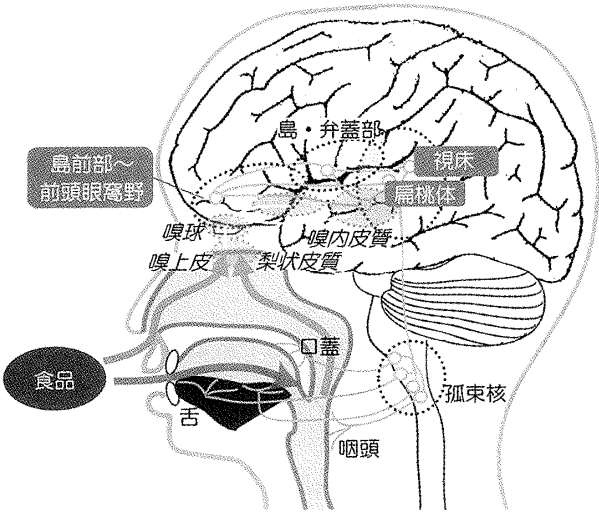


図2 味覚と嗅覚の伝導路
嗅覚に関わる領域の解剖名を斜体字で、味覚に関わる領域の解剖名を正体字で、嗅覚と味覚の両方に関わる領域を白抜き文字で示す。

表1 脳機能イメージング法の比較

手法	時間 分解能	空間 分解能	特徴
神経の電気的な活動を評価する			
脳磁計測(MEG)	ミリ秒	センチメートル	磁場の変化を計測 高時間分解能 脳の深部の活動を計測するのが困難
脳波計測(EEG)	ミリ秒	センチメートル	低コスト 信号源の推定が難しい
神経活動に伴う血流・代謝変化を評価する			
陽電子放出断層撮像法(PET)	秒～分	ミリ～センチメートル	定量的な計測が可能。 用いる標識試薬によっては、神経伝達物質の種類を特定した脳活動評価も可能
機能的磁気共鳴画像法(fMRI)	秒	ミリメートル	高空間分解能。脳の構造に関する画像も取得できる。
近赤外分光分析法(fNIRS)	秒	センチメートル	低コスト 大脳表面以外は計測困難

ヒト脳機能イメージングによる多感覚相互作用の研究

内臓感覚を伝える神経も投射しており、味覚とこれらの感覚入力はどこで相互作用する可能性がある。

孤束核に届いた情報は、二つの経路に送られる。ひとつは、反射に関わる経路で、唾液、消化液、インスリン分泌などの反射活動をおこさせる。インスリンは嗅覚感度に影響する可能性が示唆されており、この経路も、液性因子を介した間接的な多感覚相互作用の一端を担っているかもしれない。

もうひとつの経路では、視床の後外側腹側核に信号が送られる。この領域にも口腔内の体性感覚や温度感覚を伝える神経が投射しており、動物モデルを用いた研究では、味覚と体性感覚、味覚と温度感覚の双方に反応する神経も見出されている。従って、口腔内の触感と味の情報はここでも統合されている可能性がある。

視床の次の投射先は、大脳皮質の一次味覚野である。サルでは前頭弁蓋部から島前部にかけての領域が一次味覚野として報告されている。ヒトの PET や fMRI を用いた脳機能イメージング研究でも、これらの領域の味覚刺激への反応が認められた。しかし時間的情報に優れた MEG を用いた研究では、頭頂弁蓋部と島後部の移行部において、前頭弁蓋部から島前部よりも早い時期に活動報告されている。従来一次味覚野として考えられてきた領域は、これらの領域の後に活動が認められているため、一次味覚野の直後の処理を担う、いわば 1.5 次味覚野である可能性がある (図 2)。島後部の領域は体性感覚や運動、内臓感覚などに伴う活動が報告されており、これらの情報と味覚情報の一部が、ここで統合されていると考えられる。

一方、匂いを呈する化学物質は、鼻腔の嗅細胞にある嗅覚受容体で受容される (図 2)。嗅細胞はそれ自体が神経細胞であり、嗅球へ投射している⁴⁾。嗅球は外側嗅索を通じて、嗅結節、梨状皮質の前部および後部、扁桃体、内嗅皮質など、一次嗅覚野と呼ばれる一連の領域に信号を伝達する。一次嗅覚野からは、さらに眼窩前頭皮質、無顆粒島皮質、海馬、視床の背内側核、視床下部、腹側線条体、淡蒼球など脳の深部の領域へ投射される。

味覚についても、島で処理された信号は、また二つに枝分かれして、一方が扁桃体へ送られる。扁桃体は上述の通り一次嗅覚野からの投射も受けており、味覚と嗅覚の統合の場の候補の一つである。も

う一方は、前野眼窩野へ投射している。この領域も、一次嗅覚野からの主要な投射先でもあり、伝統的にはここが二次味覚・二次嗅覚野と呼ばれている。

ヒト脳機能イメージングの解像度では、脳のどの領域の活動が変化したかは分かるが、個々の神経の接続までは分からない。そこで、ここで紹介した解剖学的な知見を参照しながら結果の解釈が行われている。以下に多感覚相互作用に関わる脳機能イメージングの知見を紹介したい。

3. 味嗅覚の相互作用とフレーバー知覚の生成

試みに鼻をつまんでリンゴジュースを飲むと、リンゴらしい「味」が失われてしまう。このように、私たちが普段「味」と思っているのは、味覚と嗅覚が混然一体となった知覚であるとされており、特に「フレーバー」と名付けて重点的に研究されている。ヒト脳機能イメージングでは、フレーバー知覚が生じやすいときと生じにくい時の、各脳領域の活動の差を調べることで「フレーバー」知覚が生まれる場が探索されてきた²⁾。

例えばフレーバー知覚は、食品の匂いが口から鼻へ抜けて感じる、レトロネーザルと呼ばれる条件において、鼻先から匂いを嗅ぐオルソネーザルと呼ばれる条件より生じやすい。そこで、チョコレートの香りをレトロネーザルに提示した場合と、オルソネーザルに提示した場合の脳活動が比較された。その結果、レトロネーザル経路による匂いの呈示では、前頭眼窩野の内側と前部帯状回の活動が高まることが示され、これらの領域がフレーバーの処理に関与していることが示唆された。

また、フレーバー知覚は、日常経験する味嗅覚の組み合わせにおいて生じる。そこでバニラの香りを甘味溶液に添加した場合と塩味溶液に添加した場合の、脳活動の比較が行われた。その結果、バニラと甘味という、日常馴染みのある組み合わせにおいて、前述のレトロネーザル刺激で賦活を認めた領域に加え、島前部の活動が見出された。経験依存的な味嗅覚の組み合わせに特有の神経活動については、サルで得られた電気生理学的研究でもサポートされている。サルの研究では、前頭眼窩野の 2000 個以上もの神経について、味、香り、視覚刺激に反応するか電気生理学的に調べられた。その結果、158 個の

ニューロンが、いずれかの刺激に反応し、うち 45 個が二種類以上の感覚刺激に反応した。おもしろいことに二種類以上の感覚刺激への反応は、日常経験する組み合わせに対して生じていた。

さらに最近、嗅覚が「甘い」など味覚的な感じをもたらす神経基盤についての研究も行われた。この研究では、被験者にチョコレートクッキーなど甘い食品の香りを呈示し、その際の脳の活動を fMRI で計測した。同時に、香りをどのくらい「甘く」感じるか評価してもらった。その結果、香りを「甘い」と感じている人ほど、香りを感じているときの島前部の活動が高いことが明らかになった。この結果を支持するように、最近のヒトの症例研究⁵⁾では、島前部領域の損傷によって、味や食物と匂いを関連付ける能力が損なわれることが示されている。

これらの研究で「フレーバー」ネットワークとして示唆されてきた脳の領域は、嗅覚処理に関わる脳領域と神経連絡を持つことが知られている。「フレーバー」知覚の生成には、特定の味と匂いを一緒に感じる経験を繰り返すことにより、これらの領域の神経の一部が、味覚と共に入ってくる嗅覚信号に反応しやすくなるという機構が関与しているのかもしれない。

4. 多感覚相互作用による味覚強度の変化

香りが味覚に近い知覚をもたらすなら、香りを添加することで味の強度が高まるのだろうか？匂いが味覚の感覚強度に与える影響については、古くから官能評価を用いた研究が行われてきた。それらの研究では、特定の味質と組み合わせで経験されてきた匂いが、その味質を増強する傾向にあることが報告されている。

最近、このような嗅覚による味覚の増強に着目した研究が発表された⁶⁾。この研究では、「しょっぱい」嗅覚刺激としてペーコンの匂いをうい、まず、官能評価実験において、匂いが食塩溶液の塩味の強度評価値を高めることを確認した。次に、この匂いを嗅ぎながら食塩溶液を味わう際の脳活動を計測し、塩味と無関係の匂いを嗅ぎながら味わう条件や、匂いを伴わないで味わう条件と比較した。その結果、しょっぱい匂いと食塩溶液の組み合わせでは、島領域を含む、フレーバー処理に関わる脳領域の

ネットワークの活動が高まっていることが示された。但し、この研究では残念ながら、脳活動計測中には、匂いによる塩味の感覚強度増強効果は認められなかった。

一方、味強度の増強に関しては、言葉ラベルの影響を調べた研究も発表され、実際に味強度の増強が認められる条件下で脳活動が評価された⁷⁾。この研究では、薄めたオレンジジュースを「とても甘い」というラベル、または「あまり甘くない」というラベルと共に提示し、甘味の感覚強度と脳活動を計測した。その結果、「とても甘い」というラベルでは、オレンジジュースの感覚強度が高くなると共に、島前部を含む味覚関連領域の脳活動が高まることが示された。

呈味物質の濃度と脳活動の関係を調べた研究では、味覚刺激の強さが島および弁蓋部の領域の活動に反映されることが示唆されている⁷⁾。多感覚相互作用による味の増強の研究では、島領域の活動変化を認めており、呈味物質そのものの量が変化したときと共通する脳の活動が認められることが示唆される。

5. 多感覚相互作用がもたらすおいしさ

ここまでは、「味」の質や強さの知覚に関する研究を紹介した。しかし、多感覚相互作用において変化するのは、知覚の質だけではない。知覚がもたらす快感、つまり、おいしさも変化する事が示されている。例えば、筆者らが行った実験では、基本味混合溶液に食品名を付与することにより、無意味ラベルを付与した場合よりも、味の快さ評価が高まる事が示された。同様に、快い写真を付与するとオレンジジュースのおいしさ評価が高まることも観察している⁷⁾。このような変化は、脳のどのような働きによるのだろうか。

McCabe と Rolls は、匂いを付与した際の、うま味溶液の美味しさの向上に関わる脳領域を、fMRI を用いて調べた。その結果、多感覚相互作用による美味しさの変化にも、前頭眼窩野内側部が関与することを示した⁸⁾。同研究グループは、同様のうま味溶液を用いて、「おいしい」というラベルが付与された場合と、試薬名がラベルされた場合の快評価および脳活動の差を調べ、ラベルによるうま味の快評価の向上において、同じく前頭眼窩野内側部の関与を示

ヒト脳機能イメージングによる多感覚相互作用の研究

している⁹⁾。さらに、同時期に行われた別グループの研究では、前頭眼窩野内側部が損傷した患者群において、味の好ましき評価に対するブランド名の影響が認められないことが示された¹⁰⁾。つまり図1で分類したところの、食品の物理化学的特性による多感覚相互作用(匂い)でも、食品に付与された情報(ラベル情報やブランド情報)でも、同様の脳領域の関与が示されたことになる。

前頭眼窩野内側部はこの他にも、高価な価格がラベルされたワインの味、空腹の際の食品刺激や、喉が乾いている際の水刺激など、被験者にとって感覚刺激の価値が高まった時に反応が高まることが示されている⁷⁾。さらに前頭眼窩野内側部は、食品に限らず、お金や美しい顔など、様々な「価値ある」刺激に反応することが示されており、脳の「共通通貨」を表象すると考えられている。これまでの知見を総合すると、多感覚相互作用がもたらすおいしさの変化にも、この共通通貨が関与していることになる。

7. 視覚がもたらすおいしさの時間的側面

神経活動は、ミリ秒単位で進行するダイナミックな現象である。一方、ここまでで紹介した研究の殆どはfMRIを用いている。fMRIの時間分解能は秒単位でしかないため、多感覚相互作用の時間的側面には、未知な点が多い。

この問題の解決には、脳波研究が糸口をもたらし可能性がある。最近、先行する視覚刺激が味覚誘発脳波に与える影響が報告された。この研究では、味覚刺激に先行する視覚刺激が、高カロリーな食品の写真である場合、低カロリー食品の写真である場合より、味覚刺激を快いと評価される現象に着目した¹¹⁾。脳波計を用いて味覚誘発電位を評価した結果、高カロリー食品条件では、味覚刺激呈示100ミリ秒後という早期の段階で、島と前頭弁蓋部の活動が高まることが見出された。ラットを用いた電気生理学的研究では、音によって味覚刺激の呈示を予告することにより、味覚野の神経における初期の味質のコーディングが早くなることが示されている¹²⁾。ヒトにおいても、味覚を予期させる視覚刺激によって、島における早期の信号処理が影響を受けているのかもしれない。

この研究ではまた、180ミリ秒後に前頭眼窩内側

部と前帯状回の活動が、さらに360ミリ秒後に島の活動が再度高まることが示された。これらの活動は、視覚刺激による味覚の快評定の変化と相関していた。この結果は、前のセクションで紹介したfMRIの知見をサポートする一方で、島において、短時間の間に性質の異なる賦活が二度生じるという、新しい可能性を示唆している。さらに同グループは最近、脳波の空間・時間的パターンが175ミリ秒という早い時期から、味の種類により異なることを示し、脳における味質のコーディングを評価する端緒を開いた¹³⁾。

筆者らも嗅覚刺激に対する脳波計測を行い、先行する教示によって、嗅覚誘発脳波の潜時が変化することを認めている。脳波計測の活用により、多感覚相互作用が時間軸に沿ってどのように生じているのか、解明が進むと期待される。

8. fNIRSを用いた計測の可能性

fMRIを用いた研究のもう一つの問題点に、味わう環境が挙げられる。現在使用されているfMRIの殆どは、被験者に仰向けに横たわってもらって計測する。さらに、頭部の動きに起因するノイズを防止するために、呈味溶液を少量滴下したり、還流させたりといった手法がとられている。このような特殊な味わい環境を用いているため、味の感じ方が変わってしまうことがある。例えば、先に紹介したベーコンの匂いを用いた研究では、官能評価では塩味増強効果を認めたにもかかわらず、fMRI計測下では、匂いの効果が認められなかった⁶⁾。

この点、fMRIに遅れて脳機能計測に使われるようになってきたfNIRS(表1)では、座位のまま、日常の一口分に相当する液量の飲料を味わう際の脳活動測定が可能である。ただし、計測原理上、脳の深い場所に位置する一次味覚野や前頭眼窩野の活動を計測することは出来ない。そこで、筆者はfNIRSを用いて、味わう際の脳活動の計測が可能か、検討を重ねてきた。その結果、同様の味刺激であっても、味への注意のむけ方によって、前頭前野外側部の活動が異なることが明らかになった。また、味に注意を向ける際の課題によっても活動パターンは変化し、味を覚えるように教示した場合と、先に味わった味を思い出すよう教示した場合では、賦活する領域が異なっていた¹⁴⁾(図3)。

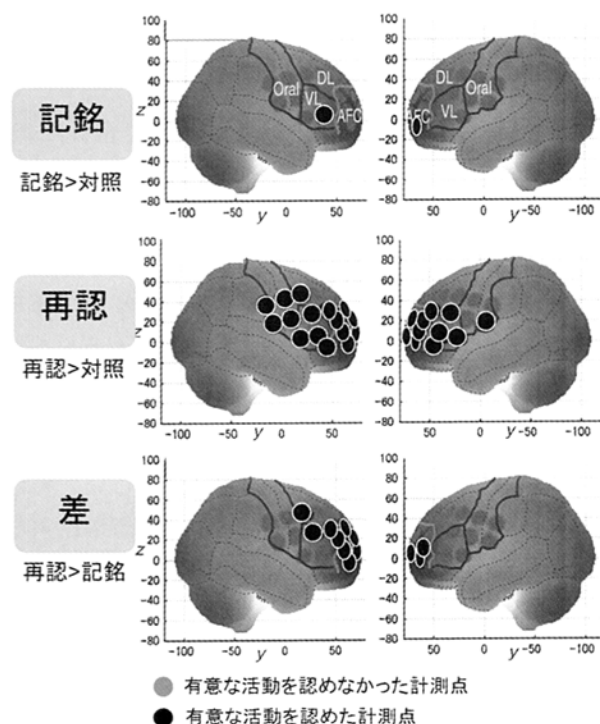


図3 fNIRSによる味わいの際の前頭前野計測結果
DL、前頭前野背外側部。VL、前頭前野腹外側部。
AFC、前頭前野最前部。Oral、口腔感覚運動野

先に紹介した Rolls らの研究チームでは、複雑な刺激がもたらす快さに、刺激に対する注意のむけ方が関与することを提案している¹⁵⁾。また、視覚と味覚の相互作用を調べた fMRI 研究では、視覚の影響を受けて味の感じ方が変わる際に、前頭外側部の活動が影響していることを示した¹⁶⁾。このような知見を考慮すると、fNIRS による前頭外側部の活動の計測によって、味と他の感覚の相互作用の一側面を評価できる可能性がある。

おわりに

味に対する感覚間相互作用の現象の多くは、官能評価の手法によって見出されてきた。それらの研究におけるひとつの懸念は、官能評価で認められる評定値の変化が、真に味の知覚の変化を反映しているのか、評価者の表現上の問題に過ぎないのか、という事であった。この問題に答えを与えるのは容易ではないが、本稿で紹介した脳機能イメージングの結果は、概して、多感覚相互作用が脳における味覚の処理そのものを修飾していることを示唆しており、前者を支持しているように思われる。

しかし現状の脳機能イメージング研究では、官能評価において報告されている多様な多感覚相互作用のうち、ごく一部が調べられているに過ぎない。また、時間分解能の高い手法の適用など、今後の研究により、これまで分離されていなかった脳での処理の違いが明らかになっていく可能性もある。味覚処理のどの段階で他の感覚の影響が生じているのか、官能評価で類似してみえる現象が、脳の処理の観点からも同じメカニズムに起因するのか、今後の解明が期待される。

謝 辞

本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) ERATO 東原化学感覚シグナルプロジェクトの支援によって行われた。

参考文献

- 1) Spence, C.: Multisensory flavor perception. *Cell* 26, 24-35 (2015).
- 2) Small, D. M.: Flavor is in the brain. *Physiol. Behav.* 107, 540-552 (2012).
- 3) Simon, S. A., de Araujo, I. E., Gutierrez, R. & Nicolelis, M. A.: The neural mechanisms of gustation: a distributed processing code. *Nat Rev Neurosci* 7, 890-901 (2006).
- 4) Gottfried, J.: Central mechanisms of odour object perception. *Nature reviews. Neuroscience* 11, 628-641 (2010).
- 5) Stevenson, R., Miller, L. & McGrillen, K.: Perception of odor-induced tastes following insular cortex lesion. *Neurocase* 21, 33-43 (2015).
- 6) Seo, H. S. *et al.*: A salty-congruent odor enhances saltiness: Functional magnetic resonance imaging study. *Hum. Brain Mapp.* (2011).
- 7) Okamoto, M. & Dan, I.: Extrinsic information influences taste and flavor perception: A review from psychological and neuroimaging perspectives. *Semin. Cell Dev. Biol.* (2012).
- 8) McCabe, C. & Rolls, E. T.: Umami: a delicious flavor formed by convergence of taste and olfactory pathways in the human brain. *Eur. J. Neurosci.* 25, 1855-1864 (2007).
- 9) Grabenhorst, F., Rolls, E. T. & Bilderbeck, A.: How

ヒト脳機能イメージングによる多感覚相互作用の研究

- cognition modulates affective responses to taste and flavor: top-down influences on the orbitofrontal and pregenual cingulate cortices. *Cereb. Cortex* 18, 1549-1559 (2008).
- 10) Koenigs, M. & Tranel, D.: Prefrontal cortex damage abolishes brand-cued changes in cola preference. *Soc Cogn Affect Neurosci* 3, 1-6 (2008).
- 11) Ohla, K., Toepel, U., Coutre, J. L. & Hudry, J.: Visual-gustatory interaction: Orbitofrontal and insular cortices mediate the effect of high-calorie visual food cues on taste pleasantness. *PloS one* 7, 1-8 (2012).
- 12) Samuelson, C. L., Gardner, M. P. & Fontanini, A.: Effects of cue-triggered expectation on cortical processing of taste. *Neuron* 74, 410-422 (2012).
- 13) Crouzet, S., Busch, N. & Ohla, K.: Taste Quality Decoding Parallels Taste Sensations. *Curr. Biol.* 25, 890-896 (2015).
- 14) Okamoto, M. *et al.*: Process-specific prefrontal contributions to episodic encoding and retrieval of tastes: a functional NIRS study. *Neuroimage* 54, 1578-1588 (2011).
- 15) Grabenhorst, F., Rolls, E. & Margot, C.: A hedonically complex odor mixture produces an attentional capture effect in the brain. *Neuroimage* 15, 832-843 (2011).
- 16) Sarinopoulos, I., Dixon, G. E., Short, S. J., Davidson, R. J. & Nitschke, J. B.: Brain mechanisms of expectation associated with insula and amygdala response to aversive taste: implications for placebo. *Brain. Behav. Immun.* 20, 120-132 (2006).

<著者紹介>

岡本 雅子

1998 年 京都大学大学院農学研究科食品工学専攻 修士課程修了
1998 年 社団法人農林水産先端技術研究所 研究員
2005 年 博士号（農学）取得（京都大学）
2005 年 独立行政法人食品総合研究所 特別研究員
2010 年 国立大学法人 帯広畜産大学 特任准教授
2013 年 国立大学法人 東京大学 特任准教授



Archana Singh K.

1984 年 ラジャスタン大学（インド）統計学修士課程修了
1985-2001 年 NIIT 社（インド）、コンサルタント
2006 年 博士号（工学）取得（筑波大学）
2004-2008 年 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所
特別研究員
2008 年 独立行政法人産業技術総合研究所 学振研究員
2013 年 国立大学法人 東京大学 研究員



東原 和成

1989 年 東京大学農学部農芸化学科卒業
1993 年 ニューヨーク州立大学ストーニー・ブルック校化学科博士課程修了
1993 年 デューク大学医学部博士研究員
1995 年 東京大学医学部脳研究施設生化学部門助手
1998 年 神戸大学バイオシグナル研究センター助手
1999 年 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 先端生命科学専攻 助教授
2009 年 東京大学 大学院農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 教授
2012 年 ERATO 東原化学感覚シグナルプロジェクト研究総括兼任
2013 年 中国浙江大学客座教授兼任

