



東原 和成 Touhara Kazushige

東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
2017年より未来社会創造事業 研究開発代表者



香りを自在にデザインする技術確立へ 人に優しいサービスの実現を目指す

「香り」はさまざまな場面で私たちの生活の質を左右する。しかし、視聴覚など他の五感に比べると、香りの活用は未開拓の領域だ。匂い・香り研究の先駆者である東京大学大学院農学生命科学研究科の東原和成教授は、これまで人の香りの感じ方を予測し、自在に香りをデザインする技術の確立を目指して研究を進めてきた。人に優しいサービスの実現を目指して、さらに研究の成果を社会実装できるよう、産学連携で取り組んでいる。

嗅覚受容体は約400種類 客観評価が産業利用の課題

香りは人の心理・生理・情動・行動に作用し、食事や入浴、就寝など、私たちの生活のさまざまな場面で生活の質を左右する。例えば、ラベンダーやカモミールの香りは、リラックス効果やストレスを緩和する効果があることが知られている。このように、香りは安心感の醸成だけではなく、食文化の継承やわくわく感も演出するなど、心の豊かさを高めることにも貢献できる可能性を秘めている。それにもかかわらず、活用が未開拓なのは、嗅覚が他の五感に比べて複雑だからだ。

人が光を感知する受容体は4種類であるのに対し、香りを感じる嗅覚受容体は約400種類と非常に多い。加えて、香り物質は数十万種あるともいわれている。この多数の香り物質による嗅覚受容体の反応も遺伝子の違いである「遺伝子多型」の影響により、同じ香りでも好き嫌いが分か

れるなど、個人差が大きい。さらに、経験や文化、体調などの影響によっても、香りの感じ方や嗜好は変わる。このような嗅覚の複雑さのため、香りの概念を客観評価することが、産業利用への課題となっている。

「香りの持つ機能を有効活用するためには、人の嗅覚のメカニズムを基に香りを設計・制御する技術と、香りが人に及ぼす影響を評価する技術の開発が必要です」と話すのは、東京大学大学院農学生命科学研究科の東原和成教授だ。長年、実証されなかったマウスの嗅覚受容体の匂い応答測定に成功して以来、嗅覚受容体の機能解析の研究をリードしてきた研究者である。これまで、マウスの性行動に関わるフェロモンの発見や昆虫の性フェロモン受容体のメカニズムの解明など、匂いとフェロモンが脳や行動に及ぼすメカニズムを数多く明らかにしてきた。

しかし、東原さんは最初から匂いを研究しようと考えていたわけではない。東京大学に入学した当初は、建

築の道に進みたいと思っていたという。結果的に農学部農芸化学科を選択し、その後、受容体やホルモンの働きに興味を持ち、大学卒業後は思い切って米国の大学院へ進んだ。ちょうどその頃、米コロンビア大学のリチャード・アクセル博士とリンダ・バック博士が嗅覚受容体遺伝子を発見し、匂いの感知と脳への信号伝達に関する研究が飛躍的に発展した。東原さんはこれに感銘を受け、日本に帰国すると同時に匂い研究の道へ本格的に進んだ。

人の嗅覚の使い方は独自 効果の有効活用のヒントに

動物や昆虫は、匂いとフェロモンをコミュニケーションのために使っている。そのため、生態系を理解するためには、匂いとフェロモンの研究が重要となってくる。多くの生物が生存のために嗅覚を使っているのに対し、人はおいしいものを食べて幸せになることや快適な香り

で癒されることなどに、より多く嗅覚を使っている。東原さんは「動物本来の嗅覚の使い方ではなく、人は満足感を得るウェルビーイングのための使い方が中心で、そこに香りの効果を有効活用するヒントがあります」と人の嗅覚の独自性について話す。

東原さんは、2012年からJSTのERATO「東原化学感覚シグナルプロジェクト」の研究総括として、動物だけではなく人を対象に、匂いとフェロモンの基礎研究を進めてきた。そこ

図1 嗅覚DXの展開先の例

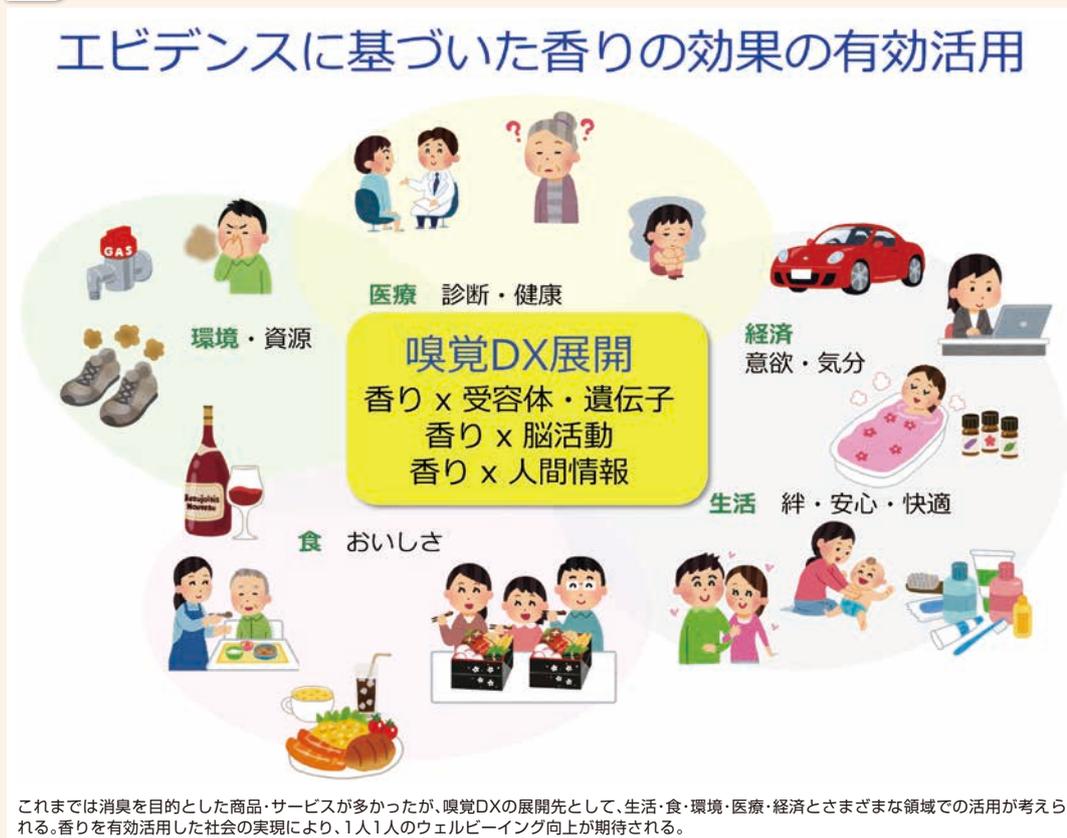
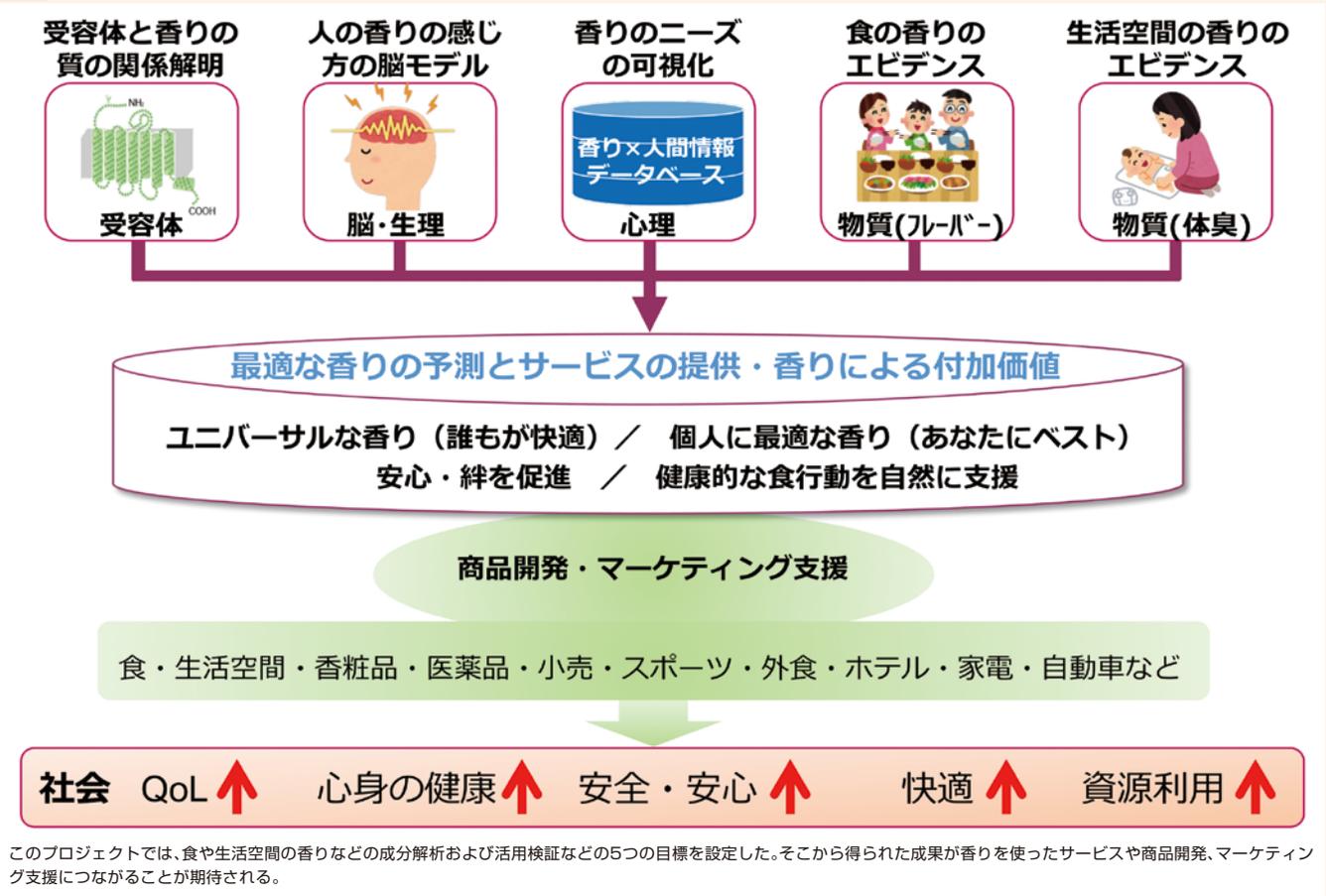


図2 PoCに向けたプロジェクトの5本柱と成果の展開



で得た研究成果や知見を踏まえて、研究対象を人に絞って社会実装を実現するために17年にスタートしたのが、未来社会創造事業の「香りの機能拡張によるヒューメインな社会の実現」だ。ビッグデータや機械学習を活用して、エビデンスに基づいた香りの効果の有効活用を目指す「嗅覚DX」を構想している(図1)。

このプロジェクトでは、嗅覚受容体の応答解析や脳活動を計測することによる香り情報の解読、さらには人の心に作用する香りの効果解明など、5つのPoC(Proof of Concept: 概念実証)を目標に、香りについて複合的アプローチで研究を行った。現状、香りや匂いは分子レベルの研究から行動変容までの幅広い学術領域で、さまざまな課題があるため、5本柱を立てたという(図2)。「結果として個々のプロジェクトが密接に連携して、相乗効果を生んだ成果が出てきています」と東原さんは振り返る。

大規模アンケート調査を実施 可視化・予測ツールを作成

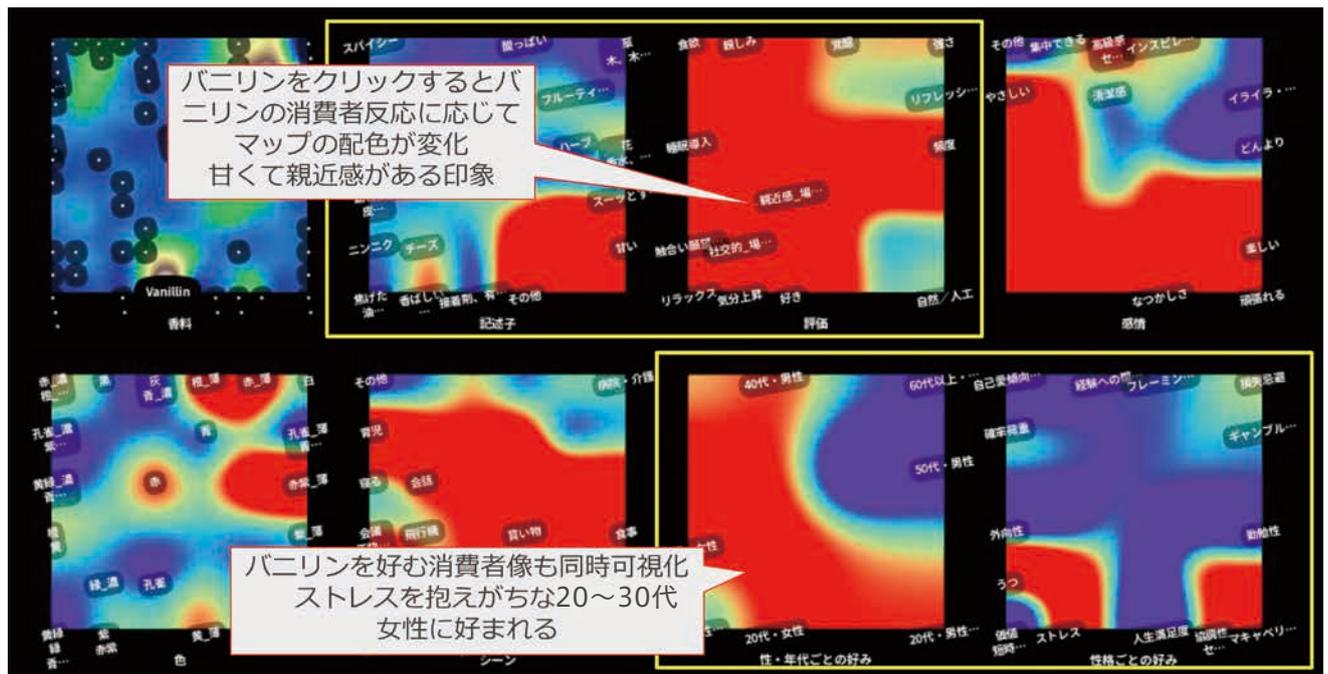
個々の成果として「人の体臭」について、さまざまな研究成果が得られた。その1つが、母子間のコミュニケーションによる体臭の役割についてである。東原さんらは、母子両方の頭部から採取した香り物質を分析して、母親よりも赤ちゃんから多く出ている成分があることを発見した。その成分を赤ちゃんの頭から発せられている割合に混合して母親に香りを嗅いでもらったところ、愛情に関わる「オキシトシン」というホルモンの分泌が増加することがわかった。

他にも、男女間の体臭に関する成果がある。排卵期の女性の腋の香り^{わき}を男性が心地よく感じる事が知られていたが、再現性が取れないなどの課題があった。そこで、東原さんらは、女性の月経周期の各時期にお

ける腋の匂いを分析し、女性ホルモンのエストロゲンがピークに達する排卵期の香りに、男性がポジティブな心理的影響を受けることを確認した。「香りがコミュニケーションにプラスに働き掛けることがわかりました。家族の絆や安心感を促すために活用できると考えられます」。

香りの感じ方には、遺伝子多型が影響する。東原さんらは、多くの人が持っている遺伝子多型が嗅覚受容体の活性に影響するかを調べるために、遺伝子多型を抽出し、実際に香り物質と反応させて活性を見た。同時にNTTデータ経営研究所と協同して、20代以上の全国約1000人を対象に「香りに対してどう感じたか」を問うアンケート調査を行い、香り知覚に関わる新たな遺伝子多型を複数見いだした。そして、香りと人間情報のデータベースを掛け合わせ、香り反応の可視化・予測ツールを作った(図3)。

図3 香り反応の可視化・予測ツール



アンケート調査では、対象者に60種類の香料を送り、好みや嗅ぎたい場面などを聞いた。これらを基にツールを作成したところ、例えばバニラの香りを示す化合物「バニリン」は、ストレスを抱えがちな20~30代の女性に好まれることがわかった。今後、このツールが活用されることにより、消費者に寄り添った香りサービスの展開が期待される。

脳活動からの香り予測は困難 脳波と「fMRI」で計測を実現

東原さんらは、脳活動から香りを予測するデコーディングモデルの確立にも取り組んだ。「デコーディング」とは脳活動を測定し、計測した信号を基に知覚や思考などを推定する技術のことだ。視覚や聴覚の研究でよく用いられている技術で、近年、デコーディングに関する研究が進んで

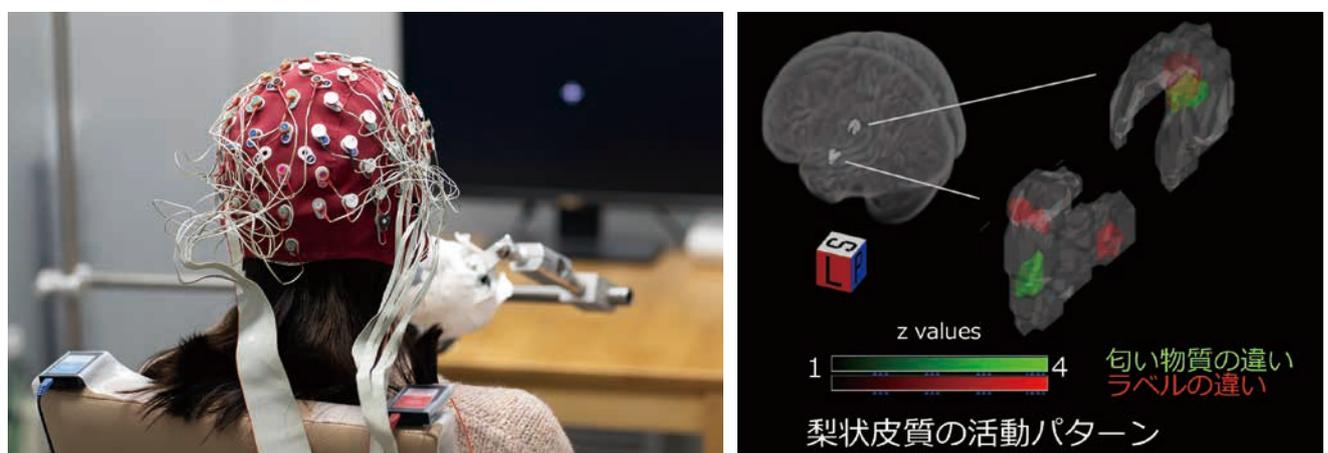
いる。視覚では高い精度で推測できるようになったが、嗅覚ではデコーディングが難しく研究が進んでいなかった。

そこで東原さんらは、脳波と機能的磁気共鳴画像（fMRI）を併用して、香りを感じている時の脳活動の計測を実現した。その結果、香りを嗅いだ1秒間の脳波から、嗅いでいた香りの種類をデコーディングできること、その信号源は右脳の中側頭回、左脳

の下前頭回、島などの脳領域であることが推定された。香り情報が知覚へ変換される過程について、新たな知見が得られた重要な成果である。嗅覚の異常は、神経疾患であるパーキンソン病の前兆の1つとして注目されており、人の脳の嗅覚処理を非侵襲的に評価する手法が求められているからだ。

また、fMRIを使用した計測では、香りをイメージさせる言葉を香りと

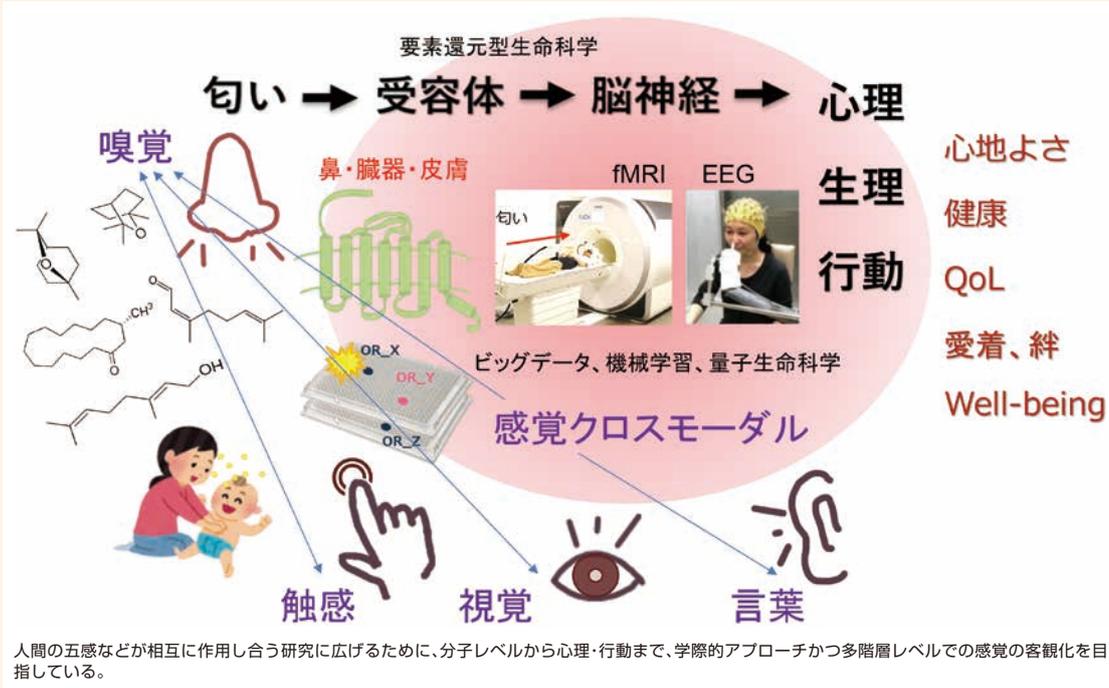
図4 香りに対する脳の活動



Okumura et al., Human Brain Mapping (2024)

香りを感じた時の脳活動を計測している様子(左)。一次嗅覚野の一部である梨状皮質という場所において、言葉ラベルを見ながら香りを嗅いでいる時の脳活動パターンが、緑色部分の香り物質の違いや赤色部分の言葉ラベルの違いを反映して、変化することが明らかになった(右)。

図5 東原さんが目指す感覚の客観化



その結果、多数の企業との共同研究につながり、社会実装に向けてさらに前進した。

当初は、建築や空間設計に興味を持って大学に進学したが、農学という全く異なる領域を選択した東原さん。動物生態系を支配している匂いやフェロモンを理解したり、人にとって快適な香り空間

をデザインしたりすることは、ネイチャーポジティブやウェルビーイングといった農学の目標と合致すると指摘する。「実は大学時代に興味を持っていた空間をデザインする建築と共通する点が多く、当時の思いと通じているなと思います。今後は、特に感覚のクロスモーダル研究に広げたいです」(図5)。東原さんの今後の活躍からますます目が離せない。

同時に提示すると、同じ香りでも提示された言葉によって脳の一次嗅覚野の活動パターンが変わることがわかった。この活動パターンの変化について、言葉だけではどうなるか、言葉以外ならどうなるかといったことまで解明することができれば、将来的に香り物質がない状態でもバーチャルで香りを感じることができると可能性がある(図4)。

らは、企業の研究者や企画担当者を集めて「香り4.0研究会」を立ち上げた。これは、香りの有効活用に期待や関心を持つ人々が、業種や分野を超えて、香りに関する知識や情報を共有するとともに、意見交換するための場である。以前から、香りの活用について企業から相談はあったが、漠然としたものが多く、後には続かなかった。しかし、研究会への参加を通じて、何が課題かが具体的に変わった。

研究会を立ち上げて意見交換 社会実装に向け、さらに前進

食の香りについては、味の素が中心となり、香り成分とそれに応答する嗅覚受容体を基に、未来社会創造事業開始以前から「嗅覚データベース」の構築を進めてきた。このプロジェクトでは、嗅覚データベースの利便性を高めるために香りを可視化できるマップを構築し、さらに、香りの予測アルゴリズムを開発して、受容体活性情報から香りの予測を可能にした。一連の香りのデジタル化により、将来的には効率的なフレーバーの開発への実装が期待される。

このプロジェクトの本格研究がスタートした2019年に、東原さん



私の研究は「ものづくり」ではなく「ことづくり」だと捉えています。単に効率や便利さを求めず、無意識下で人にも地球にも優しい空間づくりをしたいです。