

生物系



匂いを識別するメカニズムを解明

東京大学大学院理学系研究科教授 坂野 仁

【研究の背景】

ヒトは、外界から様々な情報を受容し、それを識別して行動します。動物のいわゆる五感の中で、嗅覚・味覚など化学情報の受容能力は、生存に不可欠な求餌、毒物や天敵に対する忌避、フェロモンを介した性識別等において中心的な役割を果たします。

ヒトやマウスの嗅覚系において、匂いに関する情報は、嗅細胞から軸索を通じて、投射スクリーンである大脳前方の嗅球にある糸球の発火パターンとして画像展開されます。そこで、この匂い画像が脳によってどのように読み取られるかについて研究を行いました。

【研究の成果】

私たちのグループは、嗅上皮の特定の領域に一過的にジフテリア毒素を発現させ、対応する嗅球上の糸球群だけを除去した遺伝子改変マウスを作製しました。このマウスの行動解析により、嗅球の背側ドメイン(似た種類の糸球が集まっている領域)は匂いの質の本能的識別に、腹側ドメインは匂いの違いを学習判断するのに必要であることが判明しました(Nature 450, 503-508, 2007)。

これまで嗅球は、嗅上皮で受容された嗅覚情報を画像として映し出すスクリーンと考えられ、匂い情報に基づく情動や行動の判断は脳の中核で行われると考えられてきました。

しかしながら、私たちの実験によって、匂いの識別には、先天的な本能判断のための神経回路と経験に基づく学習判断の神経回路が独立に作動し、別のセンサーを用いて匂い情報の入力を受けていることが明らかになりました。

これらの成果は神経科学者のみならず、各方面から注目を集め、ネコを怖がらない遺伝子改変マウスは、様々な国のメディアで報道されました。

【今後の展望】

私たちのグループで進めている高等動物の嗅覚に関する研究は、感覚情報の統合と分配という脳の高次機能の原理を理解するための手がかりを与

えるものとして極めて重要です。このような神経回路形成の研究は、システムバイオロジーとしてこれから大きな進展が見込まれ、脳における情報処理の演算の原理が解明されれば、その成果を情報科学へとつなげ、コンピューターと連動させることも夢ではありません。

ヒトにおいて嗅細胞は、極めて例外的に常時再生を繰り返す神経細胞であり、嗅覚系における神経再生因子や神経幹細胞の研究は再生医学にも大きな貢献をなす可能性があります。

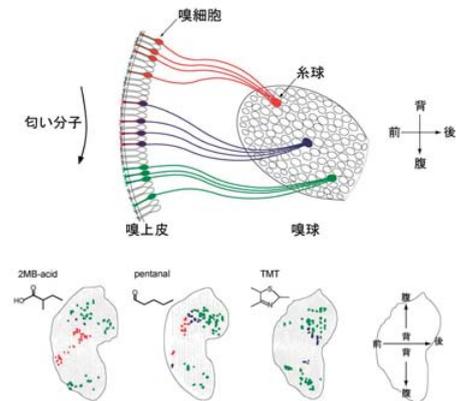


図1 嗅球における匂い情報の二次元展開。嗅球表面には1,000個の糸球を素子とする電光掲示板のように、匂いに応じて様々な発火パターンが形成され、このodor mapによって多様な匂いを脳が識別している。



図2 天敵の匂いに恐怖を感じない遺伝子改変マウス。嗅球の背側に位置する糸球群を除去すると、匂いに対する本能判断が出来なくなる。ちなみにこのマウスは残りの糸球群を用いて、匂いの検出及び経験に基づく学習判断をすることは可能である。(写真提供 小早川高 特任助教)

【交付した科研費】

平成18～19年度 特定領域研究「嗅神経回路形成の分子機構」
平成19～23年度 特別推進研究「軸索末端に分子コード化される神経個性」