



匂いオブジェクトの脳内表現を生成する情報処理の解明

神経科学およびその関連分野

研究者所属・職名 :
脳神経科学研究センター・研究員

ふりがな えんどう けいた

氏名 : 遠藤 啓太

主な採択課題 :

- [基盤研究\(C\)「キロショウジョウバエ mushroom body における経験依存的な嗅覚情報認知」\(2013-2015\)](#)
- [基盤研究\(C\)「キロショウジョウバエ嗅覚神経回路における脳内表象の最適化に関わる情報処理の解明」\(2021-2025\)](#)

分野 : 神経情報処理、神経回路機構

キーワード : 嗅覚、匂いオブジェクト、脳内表現、キノコ体、カルシウムイメージング、ショウジョウバエ

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

匂いは一般的に複数の揮発性分子の混合物だが、動物はそれらの分子一つ一つを認識するのではなく、混合物全体を、例えば「カレーの匂い」のように、単一の匂いオブジェクトとして認識する。また、異なる匂い分子であっても化学的な性質が似ていれば、例えば「柑橘類の匂い」のように、同一の匂いオブジェクトとして認識する。しかし、このような匂いオブジェクトの脳内表現が、どのような演算とメカニズムによって生成されるのかは、良く分かっていなかった。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

キロショウジョウバエ成虫の嗅覚神経系は、哺乳類よりもはるかに少数の神経細胞で、哺乳類と類似した神経回路構造をつくる。この嗅覚神経系の脳内一次中枢「触角葉」と二次中枢「キノコ体」からカルシウムイメージング法を用いて網羅的に神経活動を計測する技術を確立することで(図1)、それぞれの脳領域のほぼ全ての神経細胞から、さまざまな匂いに対する応答を記録し、それら細胞集団レベルでの匂い応答を神経応答空間で比較解析した。

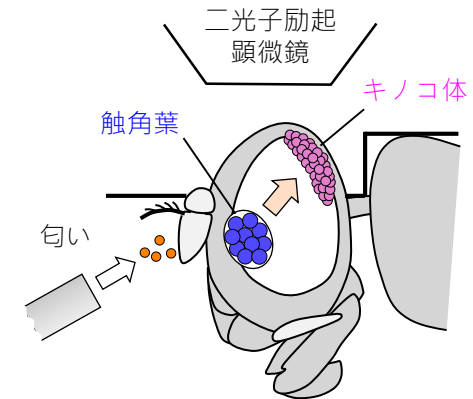


図1 カルシウムイメージング

匂いオブジェクトの脳内表現を生成する情報処理の解明

神経科学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

- キノコ体において匂い分子の混合物や似た匂い分子のグループが、それぞれ独立したオブジェクトとして表現されていることを発見した(図2)。
- 数理モデルを用いて、匂いオブジェクトの神経表現を生み出す情報処理のメカニズムを提示した(図3)。
- キノコ体における匂いの神経表現が個体間で類似していることも発見し(図4)、個体が異なってもさまざまな匂いが同様に認識される仕組みを明らかにした。
- 本成果は、2020年に Neuron 誌に掲載された。

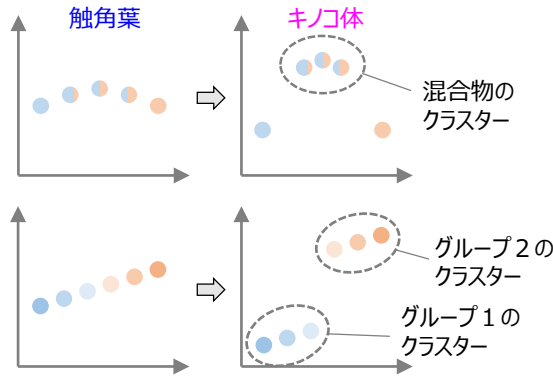


図2 触角葉とキノコ体の神経応答空間における匂い表現分布の概念図

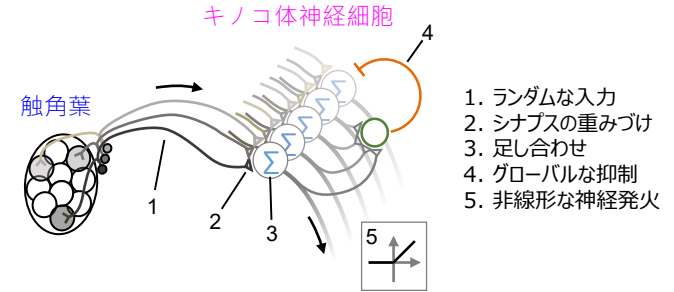


図3 触角葉の神経活動からキノコ体の神経活動を説明する数理モデル

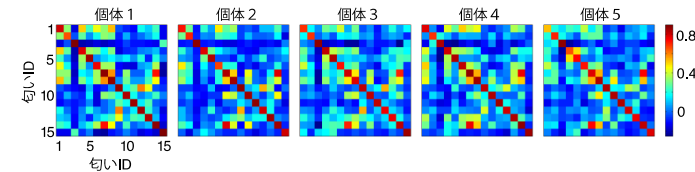


図4 キノコ体における15個の異なる匂いに対する応答間の相関係数を示したマトリクス

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

嗅覚回路の機能やその基本的な配線図は、ハエからヒトまで共通であることから、本成果は、自然界のさまざまな匂いをそれぞれ固有の匂いオブジェクトとして知覚するための普遍的な脳内情報処理の理解につながると期待できる。また、今後、匂いオブジェクトの脳内表現が、匂いの種類や刺激の頻度によってどのように変化するかを解析することで、動物が外界の刺激を経験に基づいて最適な脳内表現に変換する情報処理と、その処理に関わる神経回路機構を明らかにしていきたい。