

東京海上研究所オンラインセミナー
2025年12月17日（水）18:10-18:35



虫の耳をひも解く ～音で交わる昆虫たちの科学～

名古屋大学 大学院理学研究科 /
トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM)
上川内 あづさ Azusa Kamikouchi



動物が行う個体間コミュニケーション



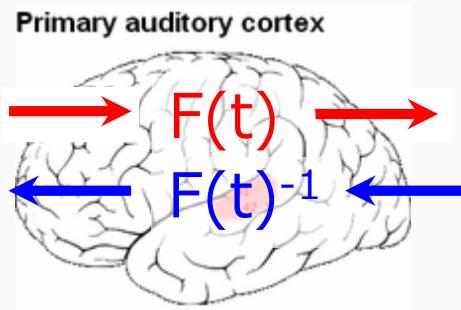
コミュニケーション信号をどう理解しているのか？

動物のコミュニケーションを
成立させるしくみを知りたい



配偶行動が面白い

研究で目指すこと



情報
意味
価値

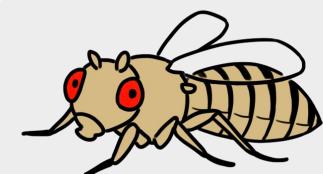
$$\text{音} \times F(t) = \text{情報}$$
$$\text{情報} \times F(t)^{-1} = \text{音}$$

音が脳の中で意味のある情報に変換されるしくみを理解する



脳が小さい生き物を利用する

実験動物

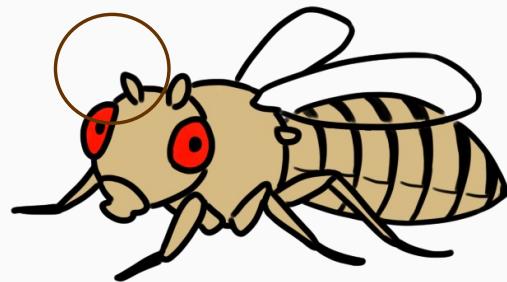


ショウジョウバエ

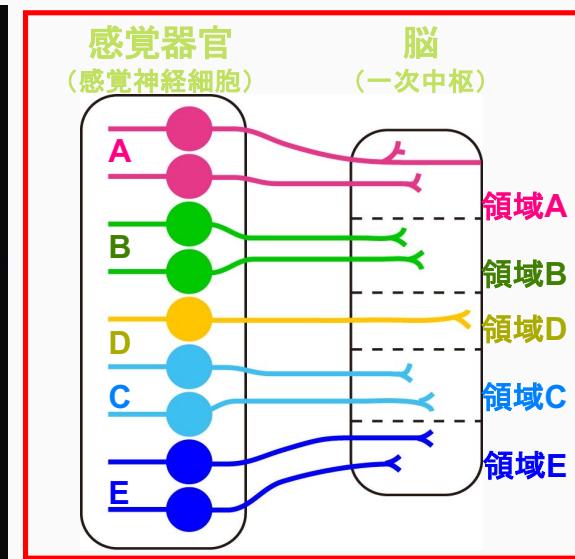
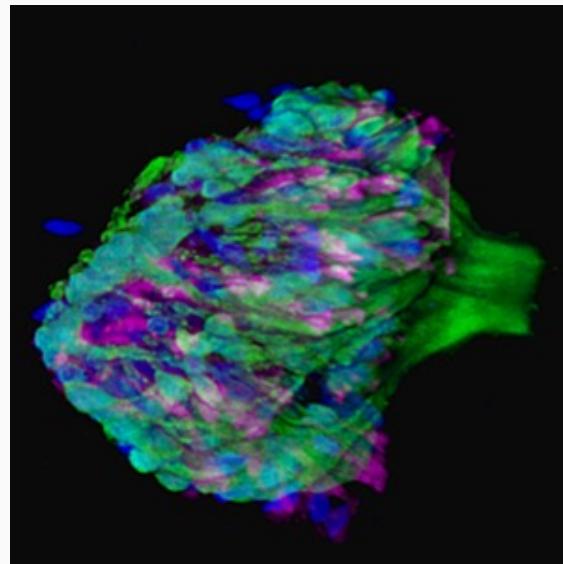
最初の問い合わせ：音情報は脳にどう伝わるのか？



最初の問い合わせ：音情報は脳にどう伝わるのか？



聴覚器官内部の神経細胞
を1つずつ光らせて、
伝わる先を調べた



3年間かけて、ハエ聴覚系の「一次神経回路地図」が完成

Kamikouchi et al., J Comp Neural. 2006 に研究成果を論文として発表

その後、ドイツへ



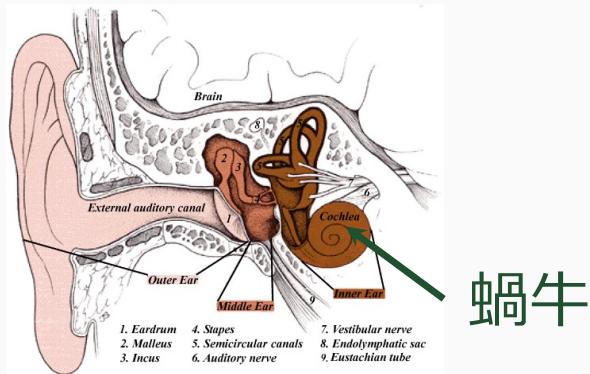
Alexander von Humboldt
Stiftung/Foundation



ケルン大学での研究

「耳」の中の神経活動を可視化する

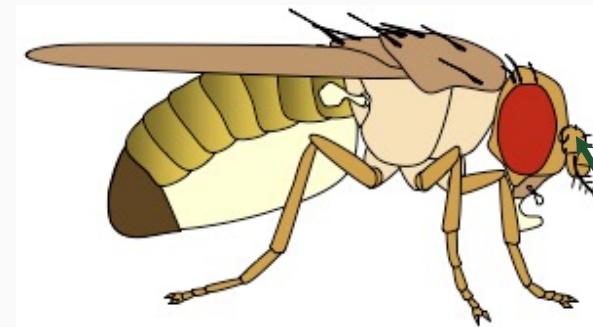
私たちの耳



蝸牛

そのまま（傷つけずに）
観察することは難しい。

ハエの「耳」

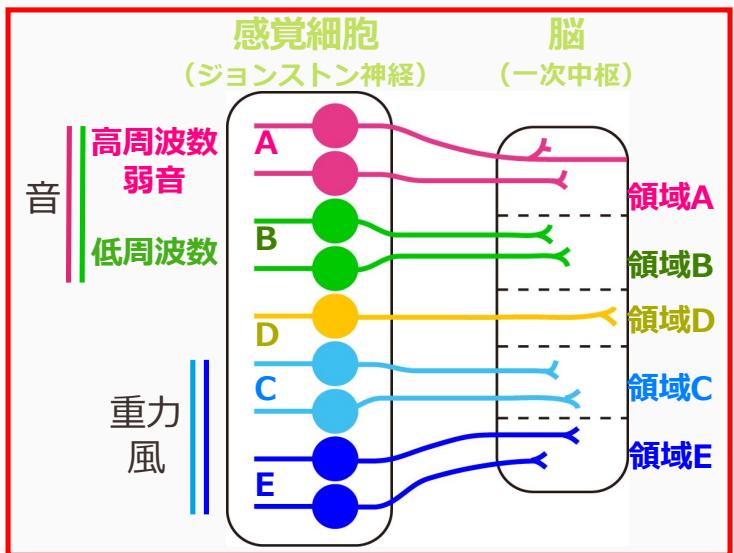


触角

そのまま観察できる。

どんな時に、どの細胞が、
反応するか？

ハエが音と重力を識別する神経基盤を発見



Vol 458 | 12 March 2009 | doi:10.1038/nature07810

nature

ARTICLES

The neural basis of *Drosophila* gravity-sensing and hearing

Azusa Kamikouchi^{1,2,3*}, Hidehiko K. Inagaki^{2,4*}, Thomas Efferz^{1,4}, Oliver Hennrich^{1,4}, André Fiala^{4,5}, Martin C. Göpfert^{1,4} & Kei Ito²

The neural substrates that the fruitfly *Drosophila* uses to sense smell, taste and light share marked structural and functional similarities with ours, providing attractive models to dissect sensory stimulus processing. Here we focus on two of the remaining and less understood prime sensory modalities: graviception and hearing. We show that the fly has implemented both sensory modalities into a single system, Johnston's organ, which houses specialized clusters of mechanosensory neurons, each of which monitors specific movements of the antenna. Gravity- and sound-sensitive neurons differ in their response characteristics, and only the latter express the candidate mechanotransducer channel NompC. The two neural subsets also differ in their central projections, feeding into neural pathways that are reminiscent of the vestibular and auditory pathways in our brain. By establishing the *Drosophila* counterparts of these sensory systems, our findings provide the basis for a systematic functional and molecular dissection of how different mechanosensory stimuli are detected and processed.

研究成果を
論文として発表

ハエの「耳」（触角）

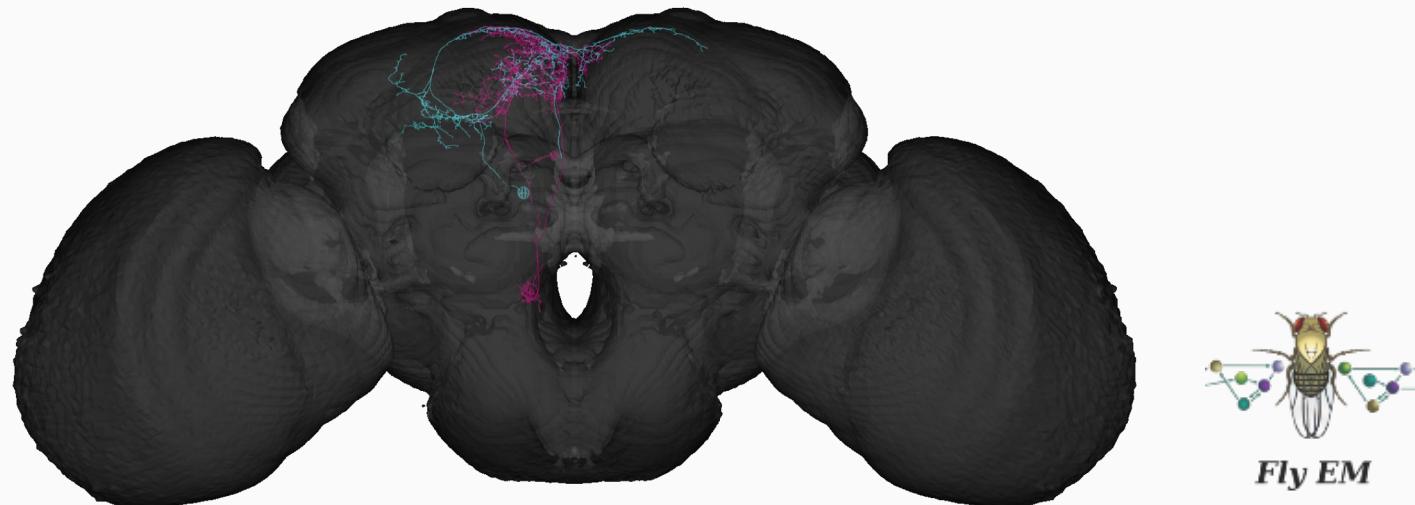
- 音受容細胞と重力・風を受容する細胞
- 音細胞は周波数特性あり
- それぞれの感覚神経は固有の一次中枢に情報を伝達

ハエと哺乳類の機械感覚経路に
類似性を発見

Kamikouchi, Inagaki et al. (2009) Nature (Article)

名古屋大学に着任 (2011年~)

「脳での聴覚情報処理」研究を開始



Imoto et al. (2024) iScience

「求愛歌」の受容と認識のメカニズム研究

ショウジョウバエを聴覚研究のモデル動物として確立してきた

1. 聴覚器の特性

J Comp Neural 2006; Nat Neurosci 2006; Eur J Neurosci 2010; Front Neural Circuits 2017 など

神経解剖学

2. 聴覚神経回路の機能分担

Nature 2009; J Comp Neural 2016, 2020; Front Physiol 2014 ; iScience 2025

神経生理学

3. 歌リズムの情報処理

J Neurosci 2018

4. 歌識別学習

eLife 2018;
iScience 2024

神経行動学

5. 聴覚系の種間分化

PLoS ONE 2013; Sci Rep 2023

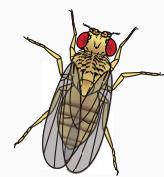
進化生物学

6. その他（配偶行動、交尾制御）

Curr Biol 2020;
iScience 2023

群れ行動、行動の自動検出ツール作り、睡眠と乳酸菌

R Soc Open Sci 2022; iScience 2022など



次の展開へ

ショウジョウバエ

Fruit flies



種に固有なリズム
の求愛歌

蚊

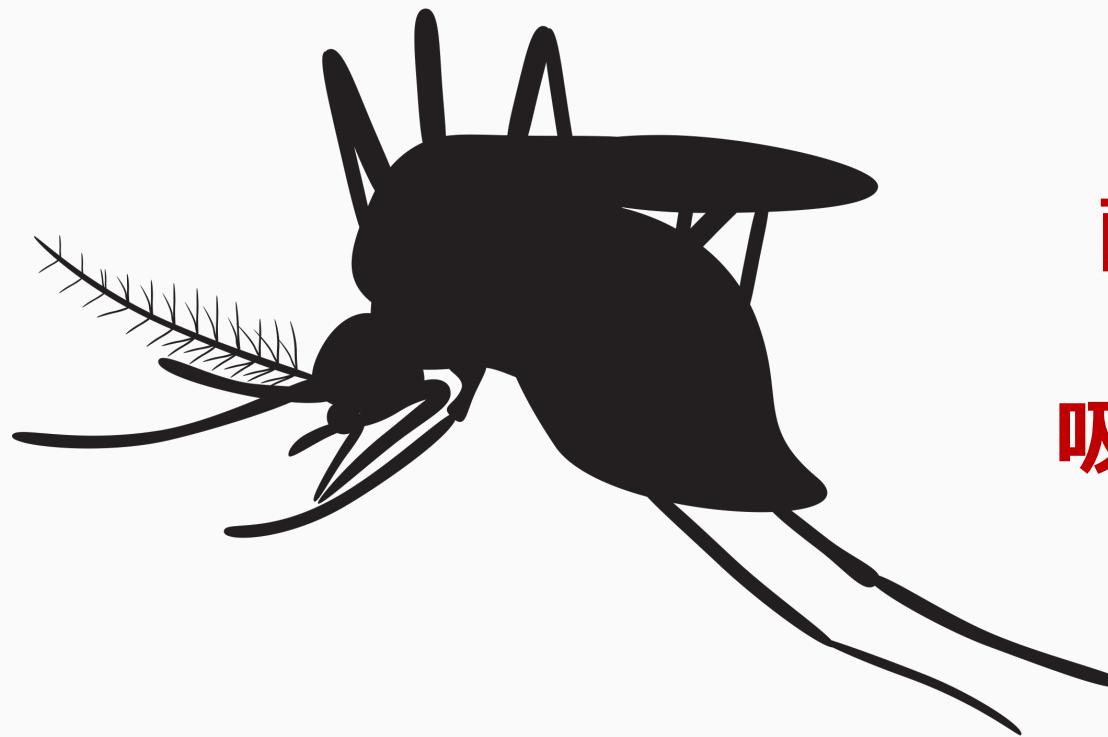
Mosquitoes



蚊柱 (Swarm)

オスがメスの羽音を
聞きつけて接近

蚊の繁殖行動を知る



配偶行動



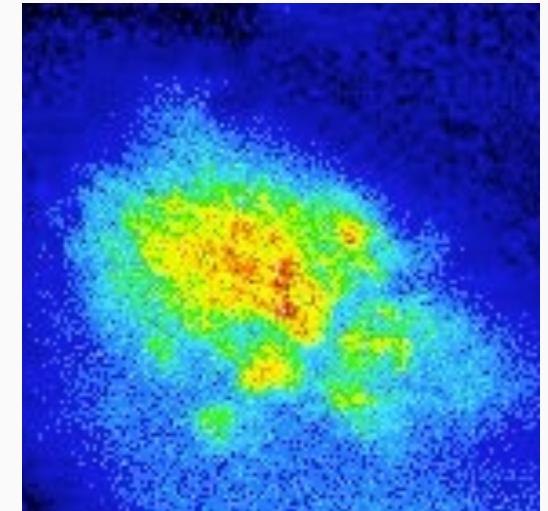
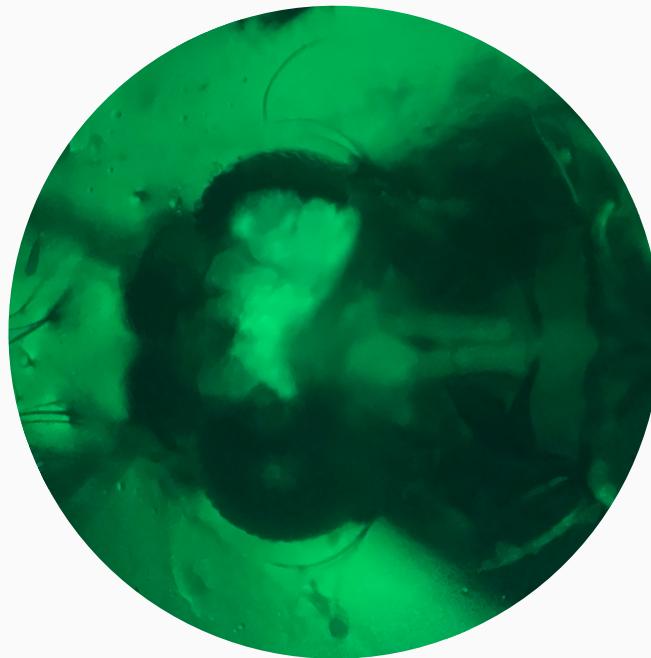
吸血、繁殖

まずは蚊の配偶行動のしくみを理解する

聴覚器の最適周波数を調べる



脳の聴覚応答の観察



カルシウムイメージング法を用いて、
蚊の脳が音に反応する様子を観察

研究者の発意・モチベーション

■ まず「自分の興味」を見つめる

何を対象とすれば自分が一番没頭できるか？

■ 他の人にも興味を持ってもらう

一緒に研究をする仲間を増やす／応援してくれる人を増やす

■ 時々初心に帰る

興味を見つめ直し、ズレていたら軌道修正する

