



理研の博士に聞いてみよう！

においの好き嫌いを決める
脳のしくみを調べています。



撮影：STUDIO CAC

なぜ、においの好き嫌いについて研究するの？

においの好き嫌いを正しく判断して行動することは、生死に関わる重要な問題だからです。

かざま ぼくと 風間北斗 博士 脳神経科学研究センター 知覚神経回路機構研究チーム チームリーダー

●においの正体は、小さな「におい分子」

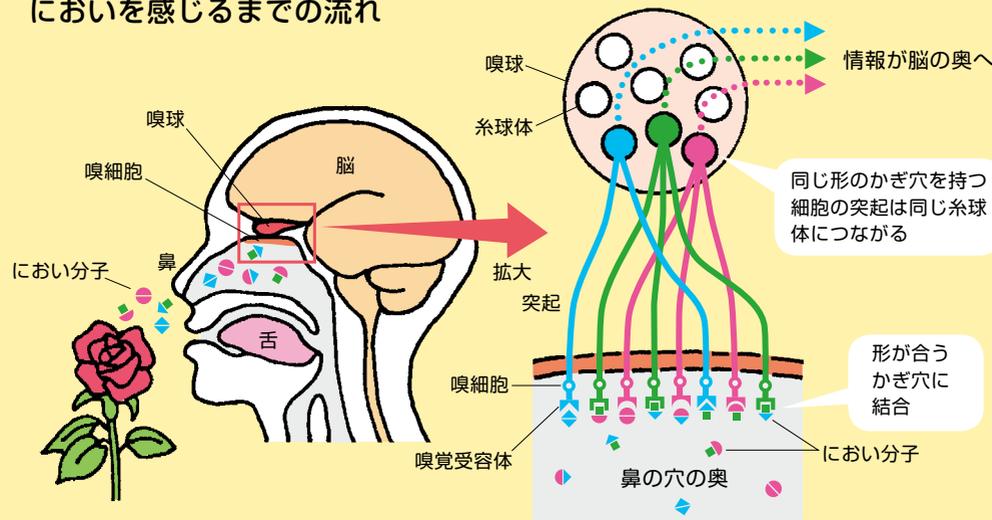
みなさんは何のにおいが好きですか？「バラの花のにおいが好き！ コーヒーのにおいは嫌い」という人がいるかもしれませんね。私たちは、どのようにしてバラの花のにおいやコーヒーのにおいを感じているのでしょうか？

においの正体は、「におい分子」。空気中をただよう、目に見えないほど小さなにおいのつぶです。におい分子が鼻の中に入ってくると、センサーがとらえ、その情報が脳に伝えられて、においを感じるのです。

におい分子をとらえるセンサーは、鼻の穴の奥にある神経細胞（嗅細胞）です。その細胞の表面には、くぼみ（嗅覚受容体）があります。におい分子と細胞表面のくぼみは、かぎとかぎ穴の関係になっています。におい分子にはいろいろな形をしたものがあり、それぞれ結合できるかぎ穴が決まっています。また、1個の細胞には、1種類のかぎ穴しかありません。

「におい分子が結合した」という情報は、ひものような長い突起を通じて、

においを感じるまでの流れ

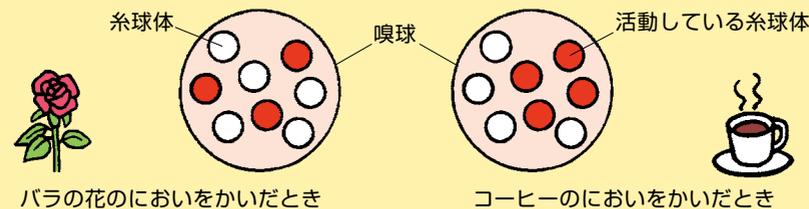


脳の入り口（嗅球）へ伝わります。そこには、糸を丸めたようなものが、たくさん並んでいます。それを「糸球体」といい、細胞の突起はここにつながっています。このとき、「同じ形のかぎ穴を持つ細胞の突起は、1個の同じ糸球体につながる」という決まりがあります。におい分子の情報が、ここで整理されるのです。糸球体で整理された情報は、脳の奥へ伝えられます。

●バラの花とコーヒーのにおいをなぜ区別できるの？

「バラの花のにおい分子」や「コーヒーのにおい分子」はありません。たとえば、バラの花のにおいには、数百種類のにおい分子が混ざっています。におい分子はそれぞれ、形が合うかぎ穴に結合するのです。かぎ穴の種類ごとに繋がる糸球体がちがうので、複数の糸球体が活動します。

においと活動する糸球体の組み合わせの関係



バラの花のにおいをかいたときに活動する糸球体の組み合わせと、コーヒーのにおいをかいたときに活動する糸球体の組み合わせは、ちがいます。脳は、活動した糸球体の組み合わせから、「バラの花のにおいだ!」「コーヒーのにおいだ!」とわかるのです。

動物は、食べ物など好きなにおいがすれば近づき、敵など嫌いなにおいがすれば逃げます。もし反対の行動をとってしまったら、たいへんですよね。においの情報を外界から取り入れて好き嫌いを正しく認識し、適切な行動をとることは、生死に関わるとても重要なことなのです。

これまで紹介してきたように、においを感じるしくみは、ずいぶんわかってきました。でも、においの好き嫌いが脳の中でどのように決められているかは、よくわかっていません。そこで私は、ショウジョウバエを使って、においの好き嫌いを決めるしくみを解き明かそうと考えました。



● ショウジョウバエを使う理由

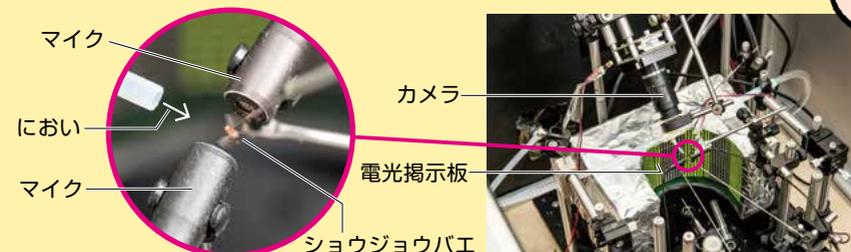
台所で小さなハエを見たことはありませんか？ その多くがショウジョウバエです。ハエに鼻や脳があるの？と思うかもしれませんが、でも、あるのです。正確にいうとハエは、鼻ではなく、頭から出ている触角に、におい分子が結合するかぎ穴があります。そして頭の中に小さな脳を持っています。

ヒトの脳はとても大きくて複雑なので、それを理解するのはたいへんです。一方、ショウジョウバエは、見たり、聞いたり、においをかいたりする感覚を持っていますが、脳はヒトよりずっと小さくて単純です。また神経細胞の働きや、神経細胞どうしのつながり方がヒトと似ているので、ショウジョウバエの実験で明らかになったことは、ヒトの脳の理解にも役立ちます。

● 実験装置がなければ、つくる！

ハエがどのようににおいの好き嫌いを決めているかを調べる実験は、誰もやったことはありません。だから、実験装置をつくることから始めなければいけません。実験ができるようになるまで、2年もかかりました。ショウジョウバエににおいをかがせて、近づいてくれば「このにおい

においの好き嫌いと行動の関係を調べる装置



は好き!」、逃げれば「このにおいは嫌い!」とわかります。でも、自由に行動させてしまうと、くわしく観察できません。そこで、ショウジョウバエの背中をピンで固定し、体の前に置いたチューブからにおいを出すことにしました。においに対して近づくのか、逃げるのかは、羽ばたきの音から判断します。

ショウジョウバエは背中を固定されていますが、羽ばたくことはできます。体の左右にマイクを置き、羽ばたきの音をとらえます。左右の音の大きさが同じならば真つすぐ飛ぼうとしているから好きなにおい、一方の音が大きければ飛ぶ方向を変えて逃げようとしているから嫌いなにおい、とわかるのです。

ショウジョウバエの正面には電光掲示板を置き、風景を映しました。においの実験に風景が必要な?と疑問に思うでしょう。ショウジョウバエは、飛ぶ方向を変えているつもりなのに見える風景が変わらないと、「においから逃げるのは無理だ」と、飛ぶのをあきらめてしまうのです。風景を変えると、長く飛び続けます。電光掲示板は、ショウジョウバエに自由に飛んでいる気持ちになってもらうためのくふうなのです。私たちがつくった実験装置には、ほかに

● リンゴ酢のにおいは好き! 消毒液のにおいは嫌い!

この実験装置を使って、84種類のにおいに対してショウジョウバエがどのように飛行するかを調べました。たとえば、リンゴ酢のにおいをかぐと真つすぐ飛び、消毒液のにおいをかぐとすぐに飛ぶ方向を変えました。リンゴ酢のにおいは好きで、消毒液のにおいは嫌いだとわかります。

また、においをかいたときにどの糸球体が活動するかを顕微鏡で観察しました。ショウジョウバエの糸球体は左右に50個ずつあり、そのうち37個を観察

できます。これほど多くの糸球体を観察できるのは、私たちだけです。

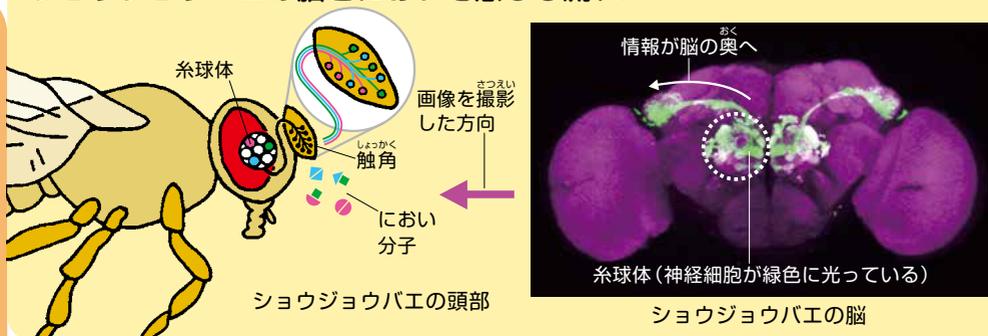
次に、糸球体の活動と行動の関係を表した計算式をつくりました。計算式をつくることで、新しいにおいをかいだときの行動を予測できるようになります。その計算式を使って糸球体の活動から行動を予測したところ、実際に観察された行動とよく合いました。糸球体の活動からにおいに対する行動、つまり好き嫌いを予測できる計算式は、世界で初めてです。この計算式を使うと、ショウジョウバエが寄ってこないにおいをデザインできるかもしれません。

● においの好き嫌いは、すべての糸球体で決められる

これまで、においの好き嫌いは、いくつかの糸球体の活動によって決定されると考えられていました。でも私たちがつくった計算式から、においの好き嫌いの決定にはすべての糸球体が関わっていることがわかりました。これまでの説をくつがえす、大きな発見です。

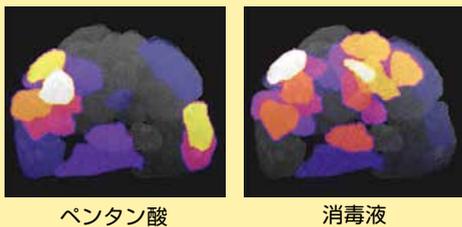
糸球体には、好きなにおいに対して活動するものと、嫌いなにおいに対して活動するものがあることも明らかになりました。活動している糸球体の組み合

ショウジョウバエの脳とおいを感じる流れ

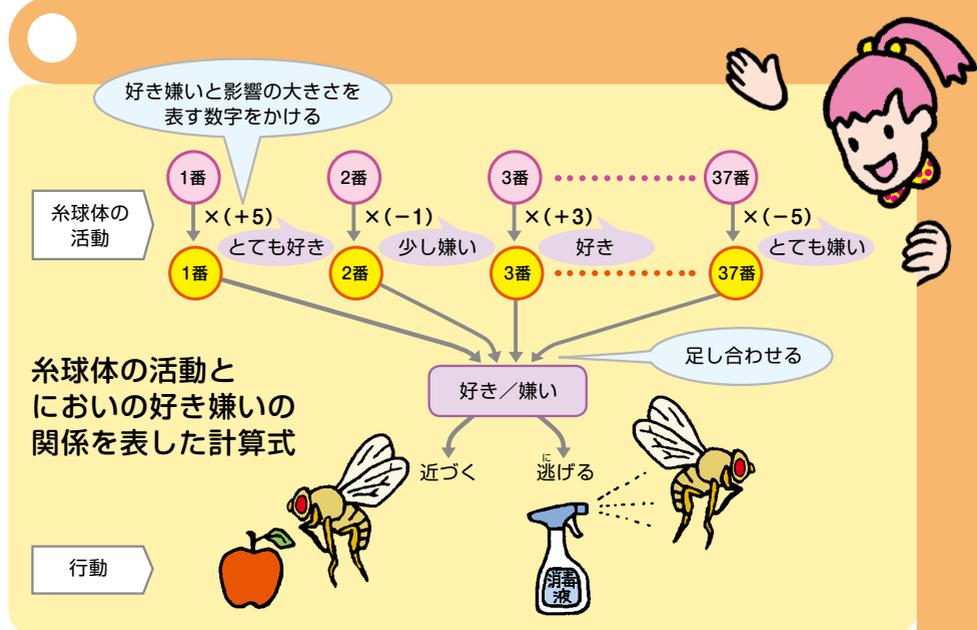


いろいろなにおいと糸球体の活動

においによって活動する糸球体の組み合わせがちがう。



ペンタン酸は、蒸れたくつ下のようなおいだよ



わせによって好き嫌いが決まるのですが、1個1個の糸球体ごとに影響の大きさがちがうこともわかってきました。

● 人とちがうことをやろう！

私は、「ショウジョウバエが自由に動ける状態で、においに対する神経細胞の活動や行動を調べたい!」と、ずっと思っていました。そして、最近、それを実現する新しい実験方法を開発しました。その実験から、オスはフェロモンという物質をまわりに放出していること、そのにおいにメスやほかのオスが引きつけられて集まり求愛行動が始まることわかりました。フェロモンはオスの体の表面についていると考えられていたので、積極的にまわりに振りまいていたというのは、新しい発見です。ショウジョウバエが自由に行動している状態で実験することで、においの好き嫌いを決めるしくみなどについて、もっとくわしく調べていきたいと思っています。

私は、まだ誰もやったことがないことばかりに挑戦しています。人とちがうことをやっていると、不安になってしまうこともありますよね。でも、自分が好きなこと、知りたいことのためであれば、人とちがうことをしてもいいんです。いいえ、むしろ人とちがうことをやるべきです。みなさんも熱中できることを見つけ、それを堂々とやってほしいですね。