

# 神経行動学と 遺伝学の融合研究

神経進化発生学研究室 助教  
渡邊 崇之 (Takayuki Watanabe)

## Q: いま一番知りたいことは？

昆虫の脳がどのように発達し、成虫の見せる社会行動（闘争行動や求愛行動、交尾行動など）を司る神経回路を備えるのか？を理解したいと考えています。

これまで昆虫の闘争行動や求愛行動、交尾行動を司る神経回路の研究は、モデル生物であるキイロショウジョウバエを中心に進められてきました。やはりショウジョウバエでは強力な遺伝学的手法が適用可能であるという事に尽きますから。ショウジョウバエ以外の昆虫も当然、闘争行動や求愛行動、交尾行動を見せるわけですが、これらの行動を制御する「脳のしくみ (= 神経回路基盤)」の研究は近年はそれほど精力的に進められてきませんでした。

私の研究室では、昆虫の中でも原始的な系統（不完全変態昆虫）に属するフタホシコオロギを材料に研究を進めています。コオロギは鳴き声によるコミュニケーションやオス同士の激しい闘争行動など、魅力的な社会行動を見せます。さらに蛹という不活動期を持たない昆虫であるため、脳発達や行動の獲得を幼虫期～成虫期にわたって連続的に捉えて解析していくことが可能です。こうしてコオロギを材料とした「神経行動学」研究から、多様な昆虫の魅せる行動を支える脳の仕組みが理解できると期待しています。



## Q: いま謎に思っていることは？

闘争行動や求愛行動、交尾行動などの成虫の見せる社会行動の多くは「いかに子孫を残すか？」という問題に深くリンクしています。そのため、これらの行動は性特異的な行動要素を多く含んでいます。これまでの神経行動学研究から、性特異的な行動を制御する「脳のしくみ」、つまり神経回路にも性差があると考えられており、このような神経回路を生物学者は「性的二型神経回路」と呼んでいます。昆虫脳の性的二型神経回路の研究は、キイロショウジョウバエを材料に 2000 年ごろから日本を中心に盛んに研究されました。その結果、ショウジョウバエ脳の性を司る分子カスケードが明らかにされ、行動の雌雄差に関わる神経回路の研究が飛躍的に進みました。その一方で、ショウジョウバエ脳の性を司る分子カスケードが、昆虫で広く普遍的に保存された性決定機構なのか？という疑問には答えが出ていませんでした。

先に話したように、私の研究室ではコオロギを材料とした神経行動学研究を進めています。コオロギなどの「鳴く虫」は鳴き声によるコミュニケーションによりオスがメスを惹きつけます。また、中国の賭博文化として知られる「闘蟋」は、成虫の雄コオロギのみせる激しい闘争行動を題材にしたものです。このような性特異的な行動を指標にショウジョウバエ脳で機能する性決定因子がコオロギ脳の性差に寄与するかを調べたところ、ショウジョウバエ脳とコオロギ脳では全く異なる分子メカニズムによって性が決定される、ということがわかってきました。今のところ、コオロギ脳の性決定カスケードの実態は明らかにできていませんが——ここが、今一番アツい研究テーマです！——、コオロギ脳の性決定機構を明らかにしたあとは、昆虫の 5 億年の進



化を俯瞰した分子進化学的研究により、昆虫脳の性差を司る分子メカニズムの進化を明らかにできれば、と考えています。

## Q. この分野の今後の展望について考えていることを教えてください

「神経行動学」は、行動のしくみを神経系の働きとして理解することを目的とした研究分野です。古典的な「神経行動学」研究は、脳の構造を理解する神経解剖学、脳・神経回路の機能を調べる神経生理学、行動と神経活動の対応関係を理解する行動生理学、この3つの研究アプローチを組み合わせる構築されています。モデル生物を中心に遺伝学的手法が盛んにもちいられるようになると、これら3つの研究アプローチをシームレスに繋げることができるようになりました。私の研究室では、非モデル生物を対象とした神経行動学に遺伝学的手法を取り入れることで、神経行動学研究の裾野を広げていくことを目指しています。

今、多くの生物のゲノム情報が容易に入手可能な時代が来ています。それに伴い、生物種間のゲノムレベルの差異を比較・検出することがこれまでよりも容易になっています。生物種間の行動の差異は、究極的にはゲノムの差異に帰着すると考えられますが、ゲノムや遺伝子レベルの差異がどのようにして行動の差異を生み出すのかを理解することは非常にチャレンジングな課題です。この課題に取り組むためには、遺伝子配列の差異が遺伝子機能に与える影響を調査し（分子進化学・生化学）、その機能が細胞機能に与える影響を調査し（細胞生物学）、それらが脳機能にどのような影響を与えるのかを丁寧に解明していく必要があります。

私の研究室では、コオロギという昆虫を材料として、古典的な「神経行動学」研究の枠組みに、遺伝学的手法や分子進化学、生化学、細胞生物学を統合した研究を推進しています。今後、さまざまな動物種を対象に同じようなアプローチで研究を進展させることで、行動の進化を脳の進化やゲノムの進化の観点から詳細に理解することができると考えています。

## Q. 研究をしてきて一番楽しかった瞬間、難しく感じた瞬間は？

研究はいつも楽しいです。基本的に毎日コツコツ…という研究スタイルなので、日々、小さな成功や研究の進捗はあります。ただ、やはり生きた生き物を扱う研究ですので、飼育している生き物が成長している様を見るととても癒されます。例えば、遺伝子導入のために受精卵にDNAなどを打ち込む実験をすることがあるのですが、DNAを打ち込んだ卵が10日前後の胚発生を終えて無事に孵化することを確認した時は嬉しいですし、彼らが成長した時にどのような実験をしようかなんてことを想像すると楽しくなってきます。

難しく感じることは、とにかく先行研究がほとんどない研究をしていますので、実験手法は基本的には1から自分自身で組み立てていく必要が出てきます。論文を書くときにどうしても材料・方法の章が重たくなってしまいが悩みです。また、これもやはり生き物の飼育に関するのですが、病気などが出てしまうと研究が全てストップ！——そう、下手をするとこれまで積み上げたものも失われてしまいますからね——ですので、飼育に関しては特に気を抜くことができません。



## Q. 先生の研究室を目指す学部生や大学院生の方にメッセージがあればどうぞ

私の研究室では、「一寸の虫の五分の魂」の研究と一緒に進めていける意欲的な学生さんを求めています。体験入学などは随時受け付けておりますので、興味のある方はぜひご連絡いただければと思います。