

日本動物学会関東支部 公開講演会

# 動物の“超”感覚 —ヒトの知らない驚異の世界—

平成20年7月19日(土) 14:00～17:00

東京大学理学部2号館講堂

# プログラム

14:00 開会

開会の挨拶 日本動物学会関東支部長 吉村建二郎（筑波大学）

講演 1 チョウと人間,目がいいのはどちら?  
— 昆虫の見る世界を考える —  
蟻川 謙太郎（総合研究大学院大学）

講演 2 砂漠のヒキガエルの皮膚感覚  
長井 孝紀（慶應義塾大学）

< 休憩 >

講演 3 弱電気魚を知っていますか?  
— 太古から電気を使う生き物がいた —  
松下 敦子（総合研究大学院大学）

講演 4 イルカの“超”音波感覚  
赤松 友成（水産総合センター）

17:00 閉会(予定)

この講演会は、中学生・高校生・大学生・一般の方を含めた幅広い方々を対象にしています。参加費は無料です。また事前登録の必要はありません。ふるってご参加ください。

## 講演 1

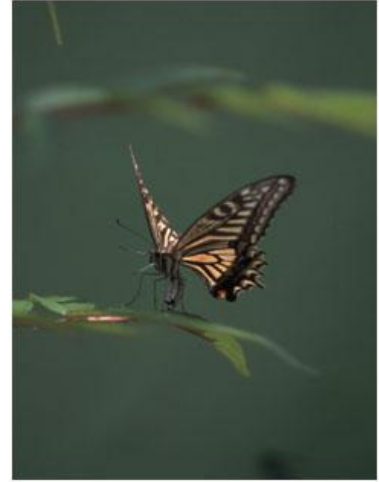
# チョウと人間、目がいいのはどちら？

## — 昆虫の見る世界を考える —



ありかわ けんたろう  
**蟻川 謙太郎**

総合研究大学院大学  
先導科学研究科



昆虫の表面にはちいさなレンズがぎっしり並んでいて、私たちの目とはずいぶん様子が違います。複眼から世界はどのように見えるのでしょうか。

「複眼レンズ」というおもちゃがあります。これを覗くと同じ景色が繰り返し見えますが、これは複眼から見た世界を正しく反映しているわけではありません。複眼を構成する個眼ひとつひとつには数個の視細胞(光エネルギーをとらえる細胞)が入っていて、これらの視細胞は共同でひとつの受光部を作っています。つまり個眼は視野の1ピクセルを作る単位であって、その意味ではわれわれの網膜にある視細胞ひとつに対応しているのです。受光部がひとつだけでは像はできません。したがって、個眼の数だけ像が見えることはあり得ないというわけです。個眼の並びはヒトの視細胞よりもかなり粗く、ここから推定すると複眼の視力はおおよそ0.04。かなりの近視です。

色はどうでしょう？色を見るには、眼の中に分光感度(光の波長に対する感度)の異なる視細胞が少なくとも2種類は必要です。ヒトの網膜には青・緑・赤の3種類があって、これが3原色系の基礎になっています。ミツバチの色覚もやはり3原色ですが、視細胞の種類は紫外線・青・緑で、ヒトとは違います。ミツバチは紫外線が見える代わりに、赤は見えないのです。一方アゲハには、紫外線・紫・青・緑・赤・広帯域の6種類の視細胞があります。モンシロチョウには広帯域はありませんが、暗赤という細胞があります。実験してみると、たしかにアゲハもモンシロチョウも紫外線から赤までをよく見えていて、ヒトより可視光線の範囲が広いということが分かります。それならばチョウの色覚は6原色かという、実はそうとも限りません。アゲハが色を見るのに使っているのは紫外線・青・緑・赤の4種(つまり色覚は4原色)で、紫と広帯域の視細胞には何かほかの用途があるようです。

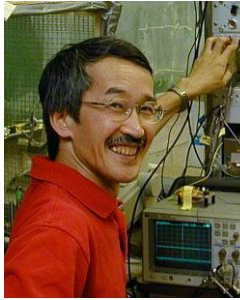
複眼にはさまざまな特徴があります。視力は弱いですが紫外線は見える、視野が広い、偏光が識別できる、動きに強いなどです。直接体験できないのが残念です。しかし、もし「チョウと人間、目がいいのはどちら？」と聴かれたら、私はチョウのほうに軍配を上げたくります。

### ナミアゲハ(*Papilio xuthus*)

日本全土に普通に分布するアゲハ。都内でも多く見られる。幼虫は柑橘類の葉を食べる。写真はカラスザンショウに卵を産みつけているメス。

## 講演 2

# 砂漠のヒキガエルの皮膚感覚



ながい たかとし  
**長井 孝紀**

慶應義塾大学  
医学部



カエルといいますが、特に夏はトノサマガエルやアオガエルが水田で生活するようすを思い浮かべるでしょう。彼らの生活には水が不可欠ですが、都会の公園のようにまわりに池や川のないところでヒキガエルを見つけ、どこから来たのかと驚かされることがあります。ヒキガエルはオタマジャクシの時期を除けば、水から離れて生活できますが、落ち葉が積もった日陰の湿った場所が彼らに適した生活圏です。ところが、ヒキガエルの仲間の中にはもっと乾いたところに棲んでいるものがあります。日本にはない自然環境ですが、アメリカ南西部のネヴァダ州とアリゾナ州に広がる砂漠地帯に棲むカエルです。このような環境で生き抜くために身に着けたと想像される、ヒキガエルの生理的機能を紹介します。

われわれは砂漠というと、ラクダが砂丘を越えていく「月の砂漠」を想像しがちですが、このようなほとんど水のないところでは「両生類」の棲息は無理です。アメリカ南西部の砂漠では年間の降雨量は少ないけれど季節的な降雨があり、サボテンや低灌木が生長できます。ここに棲むヒキガエル (*Bufo punctatus*、アカモンヒキガエル; *Bufo alvarius*、和名なし) は、この貴重な水を決して逃しません。実はカエルは水を飲みません。もちろん、水を必要としない生物はいませんのでカエルも例外ではなく、われわれのように口からは飲まないという意味です。では、どうするかというと、からだの皮膚を通して吸収するのです。トノサマガエルでは池に飛び込めば簡単に水が摂取できるわけですが、砂漠ではそのような水が常にあるとは限りません。砂漠のヒキガエルの腹部には水分を吸収しやすい部分があつて、ここをわずかな湿り気を含んだ地面に押し付けて水分を飲んでいきます。

砂漠のヒキガエルがお腹で水を飲む様子は実験室で再現できます。ヒキガエルを水から隔離しておけば、ネヴァダ州のような乾燥地帯ではヒキガエルは直ぐに脱水状態になります。このヒキガエルを、底の一部を水で濡らしておいた水槽へ移すと、濡れた部分にお腹を密着させじっと動きません。わずかな水を必死に飲んでいるのです。さて、この水を、われわれが口に含んでわずかに塩味を感じる程度の食塩水に置き換えてみます。すると、ヒキガエルはちよとだけお腹をつけますが、直ぐにお腹を浮かせ逃げ出します。いろいろ調べてみると、彼らのお腹にはわれわれの舌にある味覚の受容器のような働きがあることがわかりました。その話をしましょう。

### アカモンヒキガエル (*Bufo punctatus*)

アメリカのネヴァダ州、ラスベガス周辺の乾燥地帯に生息する小型のヒキガエル。赤い斑点が特徴で英名では red-spotted toad。

### 講演 3

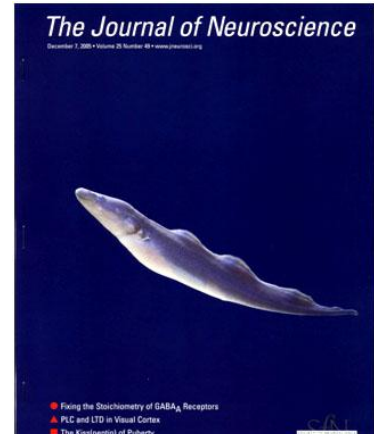
## 弱電気魚を知っていますか？

— 太古から電気を使う生き物がいた —



まつした あつこ  
松下 敦子

総合研究大学院大学  
先導科学研究科



私たちヒトの感覚には、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚などがあります。これらの感覚は、外からの刺激を感覚受容器が感覚情報として受け取った後、情報が中枢に送られ処理されることで成立します。このとき、感覚情報は神経細胞上を電気信号に置き換わって送られます。電気信号は神経細胞同士の情報の受け渡しにも欠かせません。

電気信号はある動物にとっても、非常に大事な「生活手段」となっています。弱電気魚と呼ばれる彼らは自ら電気を出し、またそれを感じる能力をもち、それによって餌探し、危険回避や個体同士の交信を行います。

弱電気魚は、アフリカの熱帯雨林の淡水域や南米のアマゾン川流域で進化してきました。電気を発生する器官は尾の中にあり、興奮性の発電細胞が並んでいます。電気を出すときには、ひとつひとつの発電細胞は脳にあるペースメーカーから発電の命令を受け取って、一斉に短時間興奮します。これが電気信号となって魚の体から発生します。

弱電気魚は電気を出すだけでなく、敏感な「電気受容器」をもち、弱い電気を感じ取ることができます。電気受容器には二つの機能があります。一つは環境の様子を探る「電気定位」です。弱電気魚は夜行性で、彼らの棲む水の環境は、泥で濁っていて視覚が効きません。そのかわり電気感覚を使って餌や岩など障害物の有無を知るのです。実際には、電気器官から電気を発生して、「電場」を自分の体の周囲につくります。もしその電場に電気を通しにくい岩や、電気を溜め込むような性質の餌などがあると電場がわずかに乱れます。電気受容器はこの乱れを捉える、いわばレーダーのような役割をしています。もう一つの機能は、コミュニケーションです。アフリカの弱電気魚にはたくさんの種類がありますが、それぞれに出す電気の波形が少しずつ異なり、また同種でもオスとメスで異なります。ある種のオスは、繁殖期になると同種のメスの電気の波形をみだして、自分の電気器官から電気信号を出します。その電気信号はメスだけに送られる特別な信号で、いわばオスからメスへの求愛歌です。

まるで現代の携帯電話のようです。おいしいレストランを探す、友達にメッセージを送る。レーダーや電気通信はヒトの世界では近代に始まったばかりですが、弱電気魚は大昔から、自ら具えた発電能と電気感覚能を駆使した携帯電話を持っていたのです。

#### アフリカ産弱電気魚 ジムナルカス(*Gymnarchus niloticus*)

アフリカ熱帯雨林の淡水域に生息する。尾の中の電気器官からウェーブ型の電気を出す。尾ひれや腹びれがなく背びれを主に使って直線的に前後に泳ぐ。写真の魚は体長 15 センチ程度であるが、親は 2 メートル近くにもなる。肉食。

## 講演 4

# イルカの”超”音波感覚



あかまつ ともなり  
**赤松 友成**

水産総合研究センター  
水産工学研究所



まわりを見通すことが出来ない海の中にすんでいるイルカは、音を使ってあたりを探ることができます。イルカは、鼻の穴の奥にある一対の脂肪のかたまりの間に空気を通して震わせ、人間の耳に聞こえないほど高い音波を発します。これが餌となる魚にあたってはねかえってくるこだまを聞き、魚までの距離や方角を知ることができます。

音で海の中を探るために、イルカはいろいろな工夫をしています。音を発するために使った空気は再利用されるので、体から外に出て無駄になることはありません。イルカが声を出しても鼻や口から泡がでてくることはあまりないことからわかります。おでこには音のレンズが仕込まれていますし、音の反射板ももっています。これらの仕組みで、音を効果的に前に集めます。ちょうど懐中電灯がレンズと反射板をもっているように、イルカは音で自分の前を照らすことができます。下あごで受けた音は、そこから特別な脂肪を通して内耳に伝えられます。聞いたこだまは、100万分の1秒以下の時間精度で分析されます。

イルカはこの能力で、100m以上離れた直径7cm程度の金属球があるかないかわかります。砂の中に潜んでいる魚を探り当てることもできます。ターゲットが近くにあれば、材質や形の違いを区別します。さらに、見かけがまったく同じで、ほんの0.3mmだけ厚みの差がある2つの円筒物体の違いを音でみわけることができます。イルカの使う音波は、まるで物体の中まですり抜けることが出来る伸縮自在の杖のようです。

私たちの研究グループ\*ではこのイルカの「超能力」の仕組みを調べて、それを真似た新しい水中探査装置をつくりはじめています。この装置を使えば、深度数十mの海中で群れをなして泳いでいるカタクチイワシでも、数cm離れていれば別々に勘定することができます。こだまを詳しく分析することで、その魚を透視して内部の構造を見ることもできるようになりそうです。さらに、耳をすましてイルカの声聞くことで、イルカの数を機械に勘定させる試みも、中国の揚子江でスタートしました。

\*イルカ型対象判別ソナーの開発(生物系特定産業技術研究支援センター異分野融合研究支援事業)

### スナメリ(*Neophocaena phocaenoides*)

日本の沿岸にも生息する小型のイルカ。写真はヨウスコウスナメリという亜種で、体色がやや黒っぽい。生まれたての赤ちゃんイルカは、おっぱいを飲む。撮影：中国科学院水生生物研究所

## ● 社団法人 日本動物学会の紹介

社団法人日本動物学会は動物科学研究の発展と普及を目的とする学術団体です。会員は、大学や研究所に所属する研究者や大学院生をはじめとして、小・中学校や高等学校の教員で構成され、会員数は2700名に達しています。会員の専門分野は、分類学、系統学、細胞生物学、生化学、生理学、内分泌学、発生学、遺伝学、生態学、行動学など動物を対象とする生物科学の多くを網羅しています。大学に所属する会員の学部をみると、理学部、教育学部をはじめとして、農学部、医学部、歯学部、薬学部、工学部など理系学部のすべてにわたります。これは動物科学をふくめた生物科学が、急速に発展を遂げるとともに、動物科学の重要性が理解され、広く支援をいただいているためでもあります。

本学会の創立は基礎科学系の諸学会の中でもきわめて早く、大森貝塚の発見などで有名な東京大学の初代動物学教授であったモース(E.S. Morse)が、同植物学教授矢田部良吉とともに明治11年(1878年)に創立した東京生物学会にさかのぼることができます。その後、明治18年(1885年)には東京動物学会へと名称を変更し、さらに大正12年(1923年)に日本動物学会と再度改称し、平成5年(1993年)の社団法人化を経て今日に至っています。

本学会では、研究成果を広く公表し人類の財産とするために、様々な事業を実施しています。毎年秋に開催される学術集会では、会員の学術講演のみならず、最近では中学校、高等学校等の生物クラブの研究成果を発表するセッションを設け、会員と中学生、高校生との質疑・討論の機会をつくるなど、理科教育の発展にも努力しています。さらに、本学会の支部でも個別に学術集会を開催するとともに、各地で公開学術講演会を開催し動物科学の最新の成果を一般の方々にわかりやすくお伝えすることに努めております。また英文の国際学術雑誌Zoological Scienceを定期刊行しています。Zoological Scienceは明治21年(1888年)に創刊された「動物学雑誌」、明治30年(1897年)に創刊された「動物学彙報」の統合誌として、1984年に創刊しました。Zoological Scienceには、内外の研究者からの先端的研究論文が多数掲載され、国際的に高い評価を受けております。Zoological Scienceは現在、米国研究図書館が支援するBioOneのプラットフォームから発信されており、国内外250大学からの購読を受けています。

21世紀は20世紀に人類が進めてきた科学技術の進歩が地球に及ぼす影響を検証し、ヒトも含めた生物の存続が可能な地球環境を守る時代でありましょう。地球上には多種多様な生物が、様々な地球環境の中で生存を続けています。この生物多様性は、生物が長い進化の過程で獲得した「生存の知恵」が多様であることを示しています。人類はこの多様な生物の生き方を学びとり、未来に生かしていくことが必要であります。本学会は、生物多様性をキーワードに、生物のおもしろさ、生物の健気さ、生物の尊さを生物の営みや生命現象から多角的に捉えようとする研究者の集団であると言えます。

## ● (社)日本動物学会事務局

〒113-0003 東京都文京区本郷2-27-2 東真ビル内

電話：03-3814-5461 Fax：03-3814-6216

<http://www.nii.ac.jp/zsj/>

連絡先：zsj-society@umin.net

## ● 平成20年度公開講演会企画委員

中谷 敬（筑波大学大学院生命環境科学研究科）

上島 励（東京大学大学院理学系研究科）

岡野 俊行（早稲田大学理工学部）

深津 武馬（産業技術総合研究所生物機能工学研究部門）

## 会場(東京大学理学部2号館)へのアクセス

東京メトロ丸の内線・都営大江戸線「本郷三丁目」下車 (下の地図参照)



■主催：日本動物学会関東支部

■この講演会に関する問合せ先：

中谷 敬（筑波大学大学院生命環境科学研究科）

電話：029-853-6672

E-mail: nakatani@biol.tsukuba.ac.jp