

“医工融合”で コウモリの神秘を解き明かす



飛龍 志津子 生命医科学部 医情報学科 助教

愛らしいコウモリの表情に魅せられて

コウモリはその目をほとんど使わず、口や鼻から発する超音波を頼りに自由自在に大空を飛び回ります。暗闇の中で、餌となる小さな昆虫を数メートル離れたところから見分ける能力を持っているとか。「コウモリって、意外とかわいらしい表情をしているんですよ」と笑顔を見せるのは、医情報学科の飛龍志津子助教。これまで、生物学的な研究が盛んに行われてきたコウモリですが、飛龍助教は工学的な視点を交えて新たな可能性を見出したいと考えています。

研究室では、常時30匹以上のコウモリを飼育。小型ワイヤレスマイクや高速度ビデオカメラなどを駆使して、コウモリがどのような超音波を出したり聞いたりしているのか、あるいは障害物を避けるためにどのようなルートを選んで飛んでいるのかなど、多面的な角度から実験・検証を行っています。「研究すればするほど、コウモリの優れた生物ソナー能力が明らかになってきました」。

例えば、潜水艦のソナーや魚群探知機、医療用検査装置など、超音波を活用して目に見えないものを計測しようという取り組みは、ずっと以前から行われてきました。人間がこうした装置を設計する場合、発信する超音波の強さ・周波数などは一定にして、跳ね返ってくる音がどれだけ変化しかで対象物を識別

しようと考えます。受信側はどんな超音波が返ってきてもキャッチできるよう、できるだけ広い帯域に対応できる装置を開発しなければなりません。これは、莫大な計算量が必要となる場合や、技術的な無駄と負担が大きいという問題がありました。

高性能コンピュータも驚きの情報処理能力

「コウモリは、人間の発想とは真逆の方法を行う場合があります」と飛龍助教。例えば、昆虫に近づいていくとき、コウモリは飛行速度や距離に応じて発する音の強さや周波数をコントロールすることで、返ってくる音が常に一定になるように工夫しているのです。コウモリの脳の中には、ある限られた帯域の周波数に対して非常に感度が優れたセンサシステムが備わっており、わずかな音の揺らぎを処理することが可能なのだそうです。「私たちが考えるセンシングとはまったく異なる方法です。今の人間の技術力ではとても真似できないことを、コウモリはあの小さな脳の中で瞬時にやっているのです」。

まだまだコウモリには謎が多いようですが、「将来的には、独自のセンシング技術による自動操縦装置の開発ができればいいですね」と目を細めます。研究室の中を元気に飛び回るコウモリのように、飛龍助教の夢も大きく羽ばたこうとしています。



教員の横顔 Shizuko Hiryu

研究テーマは、コウモリの生物ソナーシステムの解明など。豊かな工学知識と企業で培った経験を生かし、同じ生命医科学部のカ丸祐教授らとともに、同志社大学ならではの“医工融合”の取り組みを積極的に進めている。最近、研究室で飼育しているコウモリに子どもが生まれたそうで、「手のひらサイズでとてもかわいい」と笑う。餌を与える手つきも慣れたものの。

生物からエンジニアリングを学ぶ

地球上に存在している生物の中には、現在の工学技術をはるかに超える技術の持ち主が多く存在しています。それらの生物が生きていくために獲得した知恵を学び、未来のテクノロジーへの応用を目指すバイオメトリック・エンジニアリングが、近年注目されています。私たちのグループでは、コウモリが持つ超音波レーダーにスポット当て、様々な生体情報の計測から生物が持つ高度な機能を知り、新しい技術への応用を目指す研究を行っています。

コウモリの生体情報を測る

どのような超音波を放射し、どういったエコーを聞いているの？ 空間計測に必要な超音波レーダーを音響と動態の両面から探ります。

着地するときのエコーロケーション行動

超音波レーダー計測をきっかけとしてコウモリの放射する超音波とその位置関係を同時に計測し、さらに飛行中の飛路を復元し、高精度に追いつたコウモリのバイオ・ナビゲーション機構解明を目指します。

ワイヤレスマイクホンと2台のビデオカメラ

High speed video camera

3m 8m 2m

Landing net

DAT 384kHz Sampling Filter High-Pass 25kHz FM Receiver

コウモリの飛行行動に学ぶ

効率的に標的に接近するための飛行ルート、羽ばたきの制御メカニズムとは？

飛行方向と超音波の放射方向の関係

19個のマイクロホンと2台のビデオカメラ

コウモリが見る方向と進む方向を同時に計測し、また、それらと羽ばたきのタイミングとの関連性を探る

野生コウモリから生きるための戦略に学ぶ

野外で繰り広げられるアクロバティックなハンティングの様子から、最も合理的なエコーロケーション行動を学びます。

捕食行動時の飛行ルート

捕食点

飛行方向

音声の到達時間差を利用して、コウモリの位置を特定し、飛行ルート进行分析。最も効率的な探食ルートと音響信号との関連性とは？

脳内情報処理機構に学ぶ

音声信号を効率的に処理するための脳の仕組みとは？音響行動計測から得られた行動の戦略と、脳内の情報処理機構の関連を探ります。さらに、飛行中のコウモリから音声と同時に神経活動の記録実験も目指しています。