



日本バイオロギング研究会会報

日本バイオロギング研究会会報 No.162

発行日 2020年2月25日 発行所 日本バイオロギング研究会(会長 荒井修亮)

発行人 牧口祐也 日本大学 生物資源科学部 海洋生物資源科学科 魚群行動計測学研究室

〒252-0813 神奈川県藤沢市亀井野 1866

Tel: 0466-84-3687 E-mail: biolog@bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp

会費納入先: みずほ銀行出町支店 日本バイオロギング研究会 普通口座 2464557



もくじ

新しい発見

ーコウモリもいろいろなんです

飛龍 志津子(同志社大学) 2

ー障害物環境を飛行するコウモリの"音の視線"のふるまい

山田 恭史(広島大学) 4

野外活動レポート

ーベトナムでコウモリの音響計測に挑戦!

藤岡 慧明(同志社大学) 6

ーコウモリを追っかけて...

水口 木綿花(同志社大学) 8

研究紹介

ーAdvancing bat research in Japan using cutting-edge technology and a glimpse on bat research made in Germany

Olga Heim(同志社大学) 9

ーミツバチの空間認識を探るー高周波レーダーを用いた飛行奇跡の解析ー

佐倉 緑(神戸大学) 12

コラム

ー決まったやり方はないー初めての子育てと研究スタイルの調整

工藤 宏美(東京大学) 14

ーいつか、再び・・・!

青木 かがり(東京大学) 15

タイトル: トラップから解放された直後のコウモリ 撮影場所: ベトナム 撮影者: 藤岡慧明

コウモリもいろいろなんです

飛龍 志津子 (同志社大学 生命医科学部 医情報学科 脳神経行動工学研究室)



コウモリは種によってエコーロケーションに用いる音声も様々です(図1)。それぞれの生態, 特に採餌環境に応じた音響特性へ適応した結果と解釈されていますが, 意外にもエコーロケーションの種間比較を定量的に行った行動実験はあまり多くありません。

今回ご紹介する研究は, 4 種類のコウモリを用いた室内での飛行実験で, いずれもコウモリの背部に乗せた小型テレメトリマイクロホンを用いて, 音響分析を行ったものです。少し変わった点は, 実験室内天井から多数のプラスチック製の太いチェーンを吊り下げ, いわゆる“クラッター環境”を人工的に再現した空間内をコウモリには飛行してもらいました(図2)。実はこの実験より少し前に, コウモリの超音波を発見した Donald Griffin 博士ともお知り合いである James Simmons 先生のご自宅に, 1 カ月間居候をさせていただき, オオクビワコウモリ (*Eptesicus fuscus*) というアメリカではよく研究されているコウモリを使う機会を得ていました。Simmons 先生のラボに到着すると, 新しくできたばかりの飛行室にプラスチック製のチェーンが多数天井から吊り下げられていて, その様子にびっくりしたのを覚えています。この中にコウモリを飛ばしてみても, どうなるか見てみよう(“See what happens”, というのは先生の口癖でした)ということになり, 私は日本から大切に持ってきた手作りのテレメトリマイクロホンを使って, 連日緊張しながら先生と一緒に実験をしました。コウモリは障害物の情報を更新するため, 次々と超音波を放射します。図3aのようにオオクビワコウモリは2つずつ超音波をペアで発声することが多く, 放射間隔は長短の繰り返しとなります。放射間隔が短い際は, 複数のチェーンから列となって反射してくるエコー列すべてを聞き終えることができず, 直前の超音波によるエコーを聞く最中, コウモリは次の超音波を放射していました。しかしこれでは放射した超音波とそのエコーの正しい組み合わせが崩れてしまい, いわゆるコウモリにとっては“虚像”が見えてしまうことになります(pulse-echo ambiguity)。するとオオクビワコウモリは, エコー列が時間的に重畳する場合, 次に放射する自身の超音波の周波数を僅かに変化させることがわかりました(図3b, Hiryu, Simmons, et al, 2010)。これは pulse-echo ambiguity に対する対応策であり, ある意味, 自身に対する混信回避行動とも言えます。のちに複数のコウモリを飛行させた際にも, お互いが同様の周波数

調整を行うこと, さらにこの調整によって他個体の音声との類似度が効果的に低下することもわかりました(Hase, Hiryu et al, 2018, 昨年の会報 2 月号)。自身にとって最初で最後の留学経験をきっかけに, 私はコウモリの混信回避にとっても興味を持ち始めました。

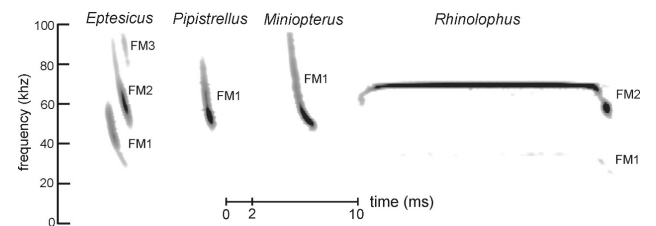


図1. コウモリの超音波. 左から *Eptesicus fuscus* (オオクビワコウモリ), *Pipistrellus abramus* (アブラコウモリ), *Miniopterus fuliginosus* (ユビナガコウモリ), *Rhinolophus ferrumequinum nippon* (日本キクガシラコウモリ). 【Simmons 先生提供】

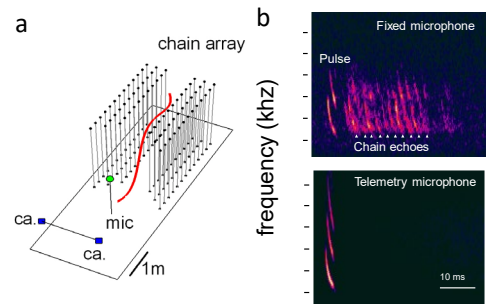


図2. クラッター環境下での飛行実験. (a)飛行室内. ca はビデオカメラ, mic は高感度マイクロホン. (b)コウモリに搭載したテレメトリマイクロホン(下)と室内に設置した高感度マイクロホンで観測した音声(上). チェーンからのエコー列が確認でき, クラッター環境であることがわかる。

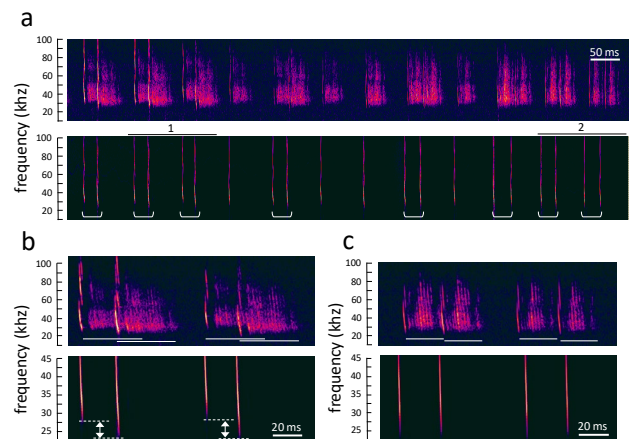


図3. オオクビワコウモリの self-jamming avoidance 行動. エコー列が時間的に重畳すると, 周波数をシフトする。

さて本題に戻りますが、このようなクラッター環境で他の種類のコウモリはどのような戦略を持っているのか、興味がわいてきました。今度は Simmons 先生が同志社にいられて、FM 型のユビナガコウモリとアブラコウモリ、そして CF-FM 型のキクガシラコウモリの 3 種類を用いて再び一緒に実験をしました。

まずユビナガコウモリは、エコー列をちゃんと聞き終えてから次の超音波を放射することがわかりました（図 4）。つまり放射間隔を調整することで、エコー列の時間的重畳を回避していたのです。オオクビワコウモリで見られた放射間隔の長短は、コウモリが自身の周辺近くと、行く先の遠方とを交互にセンシングしているからだろうと考えられています。せっかち(?) なオオクビワコウモリと違って、ユビナガコウモリは放射間隔をエコー列長とぴったり合わせて変化させており、また複数まとめて超音波を放射する様子もありませんでした。ユビナガコウモリは翼が細長いことからわかるように、高速飛行を得意とします。逆に言うと、アブラコウモリやキクガシラコウモリのような小回りの利く飛行は苦手で、洞窟内でも猛スピードで直進的に飛行し、目の前にいる我々に衝突しそうなこともあるくらいです。その大胆な飛行っぷりから、目の前よりも常に遠くを意識したエコーロケーションをしているな、と直感的に思っていた私は、今回の結果はとても納得の行くものでした。

一方、アブラコウモリもオオクビワコウモリと同じく、放射間隔は長短を繰り返していました。体の大きさは違いますが、どちらもヒナコウモリ科に属し、通称 house bat ともそれぞれ呼ばれていることから、エコーロケーションにも似たところがあっても不思議ではありません。図 5 からは同じ飛行課題にもかかわらず、ユビナガコウモリとアブラコウモリで放射間隔 (interpulse interval, IPI) のパターンがまったく異なることが見て取れます。

さて最後のキクガシラコウモリはどうだったかというと、オオクビワコウモリやアブラコウモリよりも多い、3 ないしは 4 つの超音波を 1 つのグループとして短い放射間隔でまとめて放射していました。当然、短い放射間隔ではエコー列同士の重畳が生じますが、キクガシラコウモリは少し勝手が違います。図 1 に示すように、距離計測に用いる FM 部分は長い CF 部の末尾にあります。さらに CF 部は飛行によるドップラー効果の影響を受け、この種のコウモリは聴覚系の特殊な同調機構から、その僅かな周波数変化を検知することが可能です。発声毎にドップラーシフト量も異なることから、FM 部のエコー列が次の超音波のそれと重畳しても、CF 部の周波数の違いを手掛かりに pulse-echo ambiguity が解決できているのかもしれませんが、詳しくはまだわかりませんが、少なくとも他の FM 型コウモリとは違う手立てを持っていそうに思います。

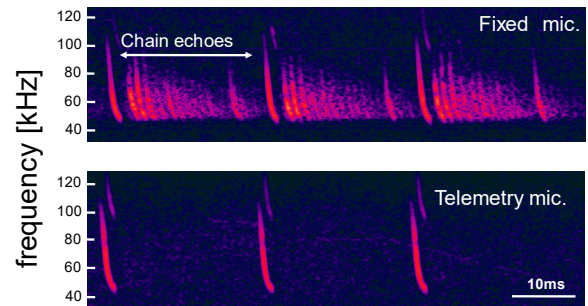


図 4. クラッター空間を飛行するユビナガコウモリの超音波。エコー列を聞き終えてから次の超音波を放射している。

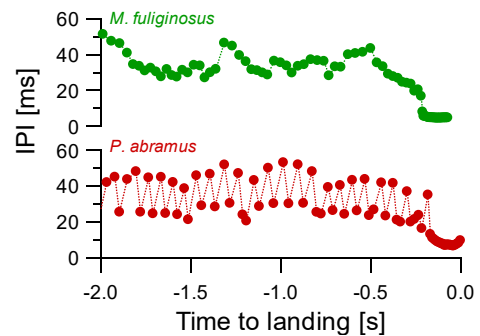


図 5. クラッター空間を飛行するユビナガコウモリ（上）とアブラコウモリ（下）の超音波の放射間隔 (IPI)。長短を繰り返すアブラコウモリに対して、ユビナガコウモリはそのようなパターンはみられない。

実はこれらの実験は、私が教員になる直前、つまり 10 年ほど前に行ったものです。当時から Simmons 先生はクラッター環境で見られる種間の違いをとて面白がっておられ、論文の準備も少し始めてくださっていました。しかし月日が経つのは早く、私もすっかり忘れてしまっていたところ、ある日突然、先生から原稿の素案が送られてきました。それからはあっという間に作業は進み、さすがだなあ、英語ができるっていいなあ、とちょっとうらやましく思いつつも、80 才を超えてもアクティブに研究をされている先生との共著が再び世に出たことに、じわじわと今は幸せを噛みしめています。

同志社に滞在中、夕方になるとノート PC を開いてメールをチラッと見て（査読依頼だけでもすごい量だと思うのですが,,,）、なぜか翌日の天気予報をチェックすると、ボタンとノート PC を閉じて、“今日はもう終わり♪”とお茶目に笑っておられた姿を思い出します。コウモリとサイエンスを心から愛して、See what's happens! と好奇心いっぱいにも研究に向き合っておられる先生は、いつまでも私の憧れの存在です。

文献情報

James A. Simmons, Shizuko Hiryu and Uday Shriram (2019), Biosonar interpulse intervals and pulse-echo ambiguity in four species of echolocating bats, Journal of Experimental Biology, 222, doi:10.1242/jeb.195446

障害物環境を飛行するコウモリの"音の視線"のふるまい

山田 恭史（広島大学 統合生命科学部 博士研究員）



コウモリは、口または鼻から自ら超音波パルスを放射し、そのエコー（反響音）を両耳で聴取することで周囲環境の把握を行います。これをエコーロケーションと言います。彼らの中には、数十～数百匹程度のコロニーを形成し、洞窟内でひっそりと暮らしている者もいます。しかしひとたび捕食者が寝静まった夜になると、彼らは昆虫採取の狩りへと洞窟の外へ出かけていくのです。この際コウモリは、エコーロケーションによって複雑な洞窟の地形環境を把握し、さらに同時に飛翔する他のコウモリと衝突することのない柔軟な3次元音響ナビゲーションを空中で実現させています。工学のシステムでこのような実環境ナビゲーションを実践する場合、レーザーレンジファインダやステレオビジョン、あるいは、IMU 慣性センサなど、多種多様な感覚知覚センサを併用し、まるで“弾幕を張るような哨戒センシング”を実装することが一般的です。これに対し、たった1つの送信器と2つの受信器しか持たないコウモリが、いったいどのように優れた機能・戦略によってリアルタイムかつ柔軟性に優れた音響ナビゲーションを実現させているのでしょうか？

実はコウモリも、われわれヒトを含む視覚優位動物が視線を切り替えて危険な空間を注視するのと同様に、警戒すべき方向へとパルスを放射することで注意を払うセンシングを実践していることが明らかにされてきました。図1は観測室内を自由飛行するアブラコウモリの飛行経路とパルス放射方向（音響的視線の方向）を、観測室上方から見た一例になります。この図から、コウモリは飛行経路の接線方向ではなく、旋回方向先へ向けてパルスを放射していたことがよくわかります。この際の飛行方向とパルス放射方向の間にある関係性については、運転中のドライバーの視線方向と走行方向の間にある関係性とおよそ一致することが指摘されています。このことから、周囲環境や経路計画に応じた適切な注意分散の切り替えが、生物センシング全体のカギとなっていることが考えられます。

では、具体的にどのようなルールでコウモリは音響的視線の制御を行っているのでしょうか？この全容を解明するために、これまで我々の研究チームではマイクロホンアレイを用いた飛行中のコウモリのパルス放射方向の計測を行ってきました。室内環境下における計測系を図2に示します。コウモリの飛行経路を2台の高速ビデオカメラ、パルス放射音声をコウモリの頭部に搭載したFMワイヤレスマイクロホンによって

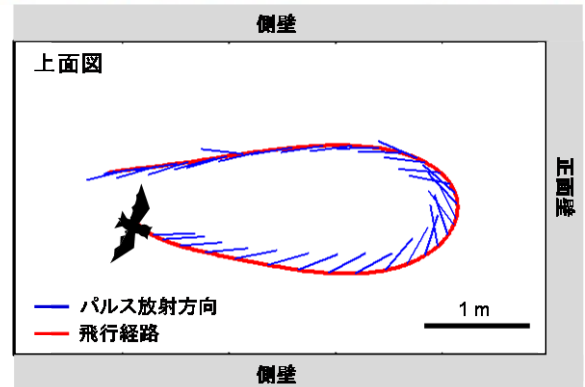


図1. 観測室内壁面を回避しながら飛行するアブラコウモリのパルス放射方向（青直線）と飛行経路（赤曲線）のふるまいの一例。旋回経路の内側へとパルス放射方向を滑らかに変化させる様子が見られる。

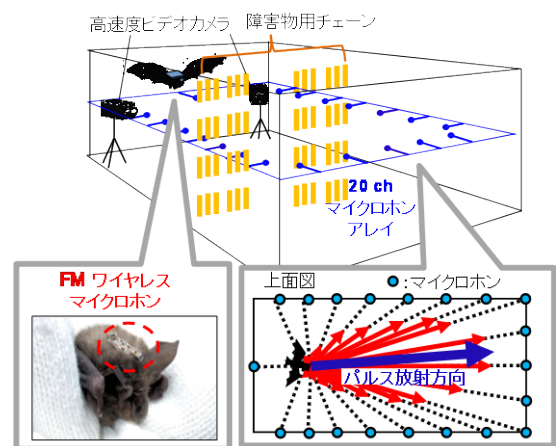


図2. コウモリの室内飛行実験時に用いる計測システム。コウモリの頭部に小型のFMワイヤレスマイクロホン装着し、パルス音声を収録。コウモリを取り囲むようにマイクロホンアレイを配置し、各マイクで収録されたパルス音声の音圧に対応したベクトルへと変換。その後、ベクトル和を求めることでパルス放射方向を算出。

計測し、これに加え20chのマイクロホンアレイを観測室壁面に配置することで、パルス放射方向の計測を実現させました。特に、水平面上に並べた各マイクで収録されるパルス音声の音圧差情報から、コウモリの2次元平面上でのパルス放射方向を算出できるようにしました。これらの計測から、コウモリのパルス放射タイミングとその放射方向、すなわち、時空間スキミングの戦術について分析を行いました。

特に今回の実験では、複数本のチェーンを吊り下げ作成した障害物コース内で、7個体のキクガシラコウモリに繰り返し12回の連続飛行を行わせました。この際の1試行目と12試行目のパルス放射方向のふる

まいの各一例を図3に示します。両飛行を比較すると、1 試行目においては、進路方向の左右へとパルス放射し飛行環境を探索する傾向が見られたのに対し、12 試行目においては、そのような左右へのパルス放射方向の振りは見られず、進路方向先へ集中させたパルス放射が見られました。この際、コウモリは繰り返しの飛行によって経路の蛇行を抑え、パルス放射数も当初の50-70%まで抑えたセンシングへと変化していたことが分かりました。すなわち、コウモリは繰り返しの飛行によって空間を記憶し、さらに、記憶した空間情報を活用することで経路計画・パルス放射タイミング・放射方向を環境に適応させる高度な空間学習ナビゲーションを実践していたことが分かりました。これらの知見は、未知環境と既知の環境では適切な時空間スキミングの戦術が異なることを示唆する重要な発見であると考えられます。

特に、未知空間を飛行するコウモリに共通してみられる行動パターンについて分析したところ、自身の進路方向先と障害物方向へと交互にパルス放射する様子が頻繁に観測されました(図4a)。さらに、このセンシング時には、短い時間間隔で2つのパルスを連射するダブルパルスを用いていたことも分かりました(図4b)。そこで、進路方向と障害物方向を交互にセンシングし、2回のセンシングで得られた空間情報を統合利用することで回避経路を決定するナビゲーションアルゴリズムを構築しました。さらに、コウモリ模倣アルゴリズムを1送信2受信器の超音波センサを搭載した自律走行車へと実装し、実環境下でのテスト走行からその有用性を評価する検証実験をおこないました。

図5aはテスト走行の一例を示し、コウモリ同様のパルス放射方向のふるまいを再現するとともに、回避走行を実現できていることが分かります。そこで、コウモリ模倣アルゴリズム搭載・非搭載時のパフォーマンスを比較したところ、アルゴリズムを搭載することで音響的死角に入る障害物の検知ミスを防ぎ、回避走行成功率が改善されることが分かりました(図5b,c)。これらの結果から、コウモリに見られるさりげない注意分散のルールやパルス放射タイミングの使い方が、シンプルな工学ナビゲーションシステムにとっても有用であることが定量的に評価できました。

観測できる生物の機構と行動から、そのふるまい発現に至る隠された機能をアルゴリズム構築過程において論理的に推察し、評価検証する手法を構成論的研究手法と言います。IoT技術の躍進により計測対象の幅の広がりやビッグデータ化の波が押し寄せる昨今、その裏にある生物の意図や意思決定プロセスを理解するうえで、数理工学の力を借りた分析が我々の貴重な行動計測データから、対象生物の思いをすくい出してくれるでしょう。

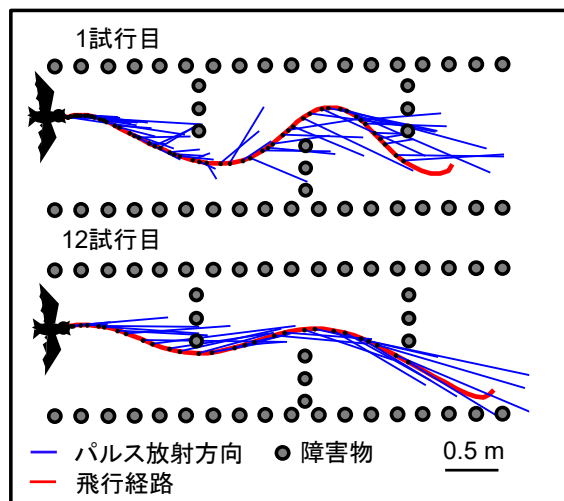


図3. 障害物コース内をキクガシラコウモリに繰り返し飛行させた際の1 試行目と最終試行目のパルス放射方向と飛行経路のふるまい。経路の蛇行を抑えるとともに、パルス放射方向の左右のふりを抑えたセンシングへと変化。

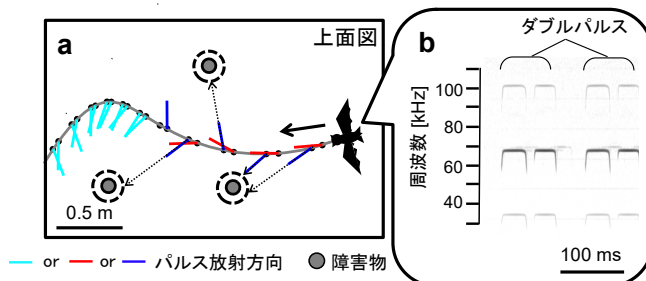


図4. 未知空間飛行時におけるキクガシラコウモリのセンシングの典型例。(a) 飛行経路とパルス放射方向のふるまい。障害物と進路先へ交互にパルス放射する様子が確認できる。(b) 短時間間隔でパルスを2連射するダブルパルスの例。

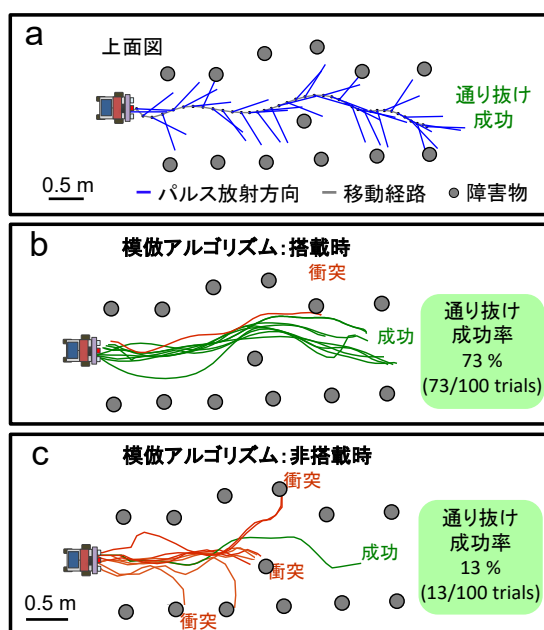


図5. 自律走行車によるコウモリ模倣アルゴリズムの評価検証。(a)コウモリを再現したパルス放射方向のふるまいと移動経路。(b,c)コウモリ模倣アルゴリズム搭載・非搭載時の回避走行成功率の比較。

文献情報

Yamada, Y., Ito, K., Tsuji, T., Otani, K., Kobayashi, R., Watanabe, Y., and Hiryu, S. (2019). "Ultrasound navigation based on minimally designed vehicle inspired by the bio-sonar strategy of bats," *Advanced Robotics*, 1-14.

ベトナムでコウモリの音響計測に挑戦！

藤岡 慧明（同志社大学 研究開発推進機構）

「ベトナムだったら多分取れますよ。行きますか？」という、ある共同研究の先生の言葉が今回の僕のベトナム行きのきっかけでした。「取れる」というのは、“ある種の”コウモリの音声を取れる、という意味です。

私たちはこれまで多チャンネル同時録音によるアブラコウモリの採餌飛行時の音響飛行動態の計測に取り組み、音響ナビゲーション戦略の一端を明らかにしてきました。このアブラコウモリは周波数変調音を用いるいわゆる FM^{※1} コウモリです。アブラコウモリは日本で最も一般的な種なので、比較的簡単に計測できるのですが、もう一つのタイプのコウモリがそう簡単にはいきません。それが、周波数定常音と変調音の複合音を用いる CF-FM^{※2} コウモリです。これらのタイプの違いによってセンシングの得手不得手が異なるため、両者を調べて比較することがエコーロケーションを理解するために非常に大事となります。しかし、後者のタイプは計測が非常に難しく、これまでの数年間の私たちの計測でも満足な結果が得られていません。そんな折に冒頭の言葉をかけて頂いたわけです。取れるにしても難しい調査になるだろうなぁと想像しながら、昨年12月のベトナム調査に参加させて頂きました。

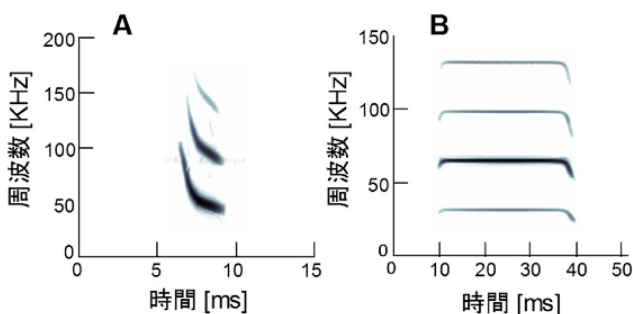


図1. FM音（左）とCF-FM音（右）.

フィールドはベトナムの南西部。行くのはもちろん初めてで、実は野外調査で海外というのも初めての経験でした。行く前までは、噂で「フィールドで鶏をさばいて食べる」とか「一週間シャワー無し生活」とか囁かれていたので心配の毎日でしたが、着いてみるとそこにはホステルがあり、その周りには雰囲気の良い商店街がありました（着くまで知りませんでした(笑)）。聞いたところ、私たち同志社チームにとっては初の海外調査ということで、比較的楽な調査地を選定頂いたとのことでした。感謝感謝です。

到着初日の晩から早速フィールドに連れて行ってもらうことができ、具体的な計測場所を決め、いざ実験です。計測を開始し、バットディテクターでコウモリを探すこと一時間、なんと CF-FM コウモリが近くで木にぶら下がっているであろう音が聞こえてくるではありませんか！（注：CF-FM コウモリは音の高さの変化で飛んでいるかいないかを判別することができます。）録音した音声を後で確認したところ、約二時間の計測で数匹のコウモリが飛んだり止まったりしている際の音声が録音されていました。ベトナム初日、そのたった二時間で、私たちは日本での何十日間の録音の成果を追い抜くことに成功しました(笑)。



図2. 野外でのマイクロホンアレイ計測の様子.

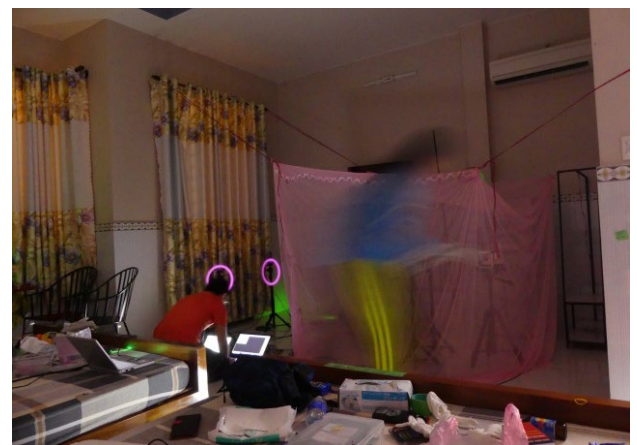


図3. 室内ではホステルの一室を実験室に.

驚きだったのはこれだけではありません。数日間の実験で感じたことなのですが、実に多くのコウモリ種が身近に飛んでいるのです。捕獲したコウモリの音声の録音を室内でも行っていたので、持ち帰ったコウモリを確認したところ、11 種ものコウモリがいたことが分かりました。これは捕獲した種の数なので、実際にはもっと多い可能性があります。ちょっと場所を変えるだけでこんなにも多くのコウモリがいるということは、日本では考えられないことです。しかもそれらが全て CF-FM コウモリなのだということだから驚きでした。

この調査期間中、音響計測のために様々な場所に連れて行って頂きました。深い森の中やベトナム戦争当時の戦場、あと、山の中腹で実験した際には狭い山道をバイクで連れて行って頂き、これはこれまでの人生

で最もエキサイティングだった時間の一つとなりました（笑）。これらの思い出深い実験によって、これまで日本のコウモリしか知らなかった僕にとって世界が広がる貴重な体験を得ることが出来ました。今回お誘いを頂いた福井大先生（東京大学）をはじめ、本調査でお世話になった先生方に深く感謝致します。ベトナムは CF-FM コウモリ研究のまさに理想的な場所です。また、私がこれまで体験したフィールドの中で最もハードな場所でもありました。次の機会にはさらにハードな生活であっても耐えられるよう、体作りをしておかなければ..

※1: FM は Frequency-Modulated の略称。

※2: CF は Constant-Frequency の略称。



図 4. ホステルの前にて集合写真.

コウモリを追っかけて...

水口 木綿花 (同志社大学大学院 生命医科学研究科 博士前期課程 1 年)

皆様、初めまして。同志社大学大学院生命医科学研究科修士課程 1 年の水口と申します。

今回は私が野外活動の中心としている北海道大学苫小牧研究林にて行った、コウモリに関する野外活動レポートについて執筆させていただきます。

皆様はコウモリについてどんなイメージをお持ちですか？私は研究室に配属されるまでコウモリはドラキュラなどの怖いイメージを思っていました。でも実際のコウモリはとってもかわいいんです。写真は観測対象としているモモジロコウモリです。体長約 5cm, 体重 5-11g と、とても小さなことが伝わるとと思います。つぶらな瞳があるのですが、ほとんど見えていません。その代わりに超音波を放射し、周りから跳ね返ってきた音を聞くことで周囲を把握しています。

さて、私の野外観測の対象としているモモジロコウモリはちょっと変わった食性を持っています。彼らは水面に浮かぶ水生昆虫を好んで捕食していることが報告されており、私の研究はこの習性を利用しています。

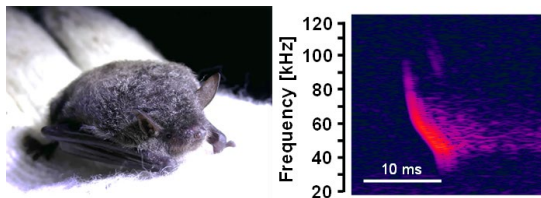


図 1. モモジロコウモリと放射する超音波。

実験は研究林内の池に採餌に来るモモジロコウモリを対象に、池の周りを 4 基のマイクロホンアレイで囲い、2 台の高感度カメラを利用して実験しました。1 基のアレイは中央のマイクロホンを基準に他の 3 つのマイクロホンを等距離、等角度に配置します。こうすることで各マイクロホンの音の到達時間差からコウモリの飛行した軌跡を導き出すことが可能になります。このシステムによってコウモリの捕食タイミングや餌場への入出タイミングを判断することが出来ます。音の情報だけで動物の行動を様々な角度から観測できるという点がこの実験の最大の特徴です。また採餌のより詳しい状況を調べるため、2 台の高感度カメラで撮影を行いました。動画データからは獲物を捕獲するのに失敗したり、捕獲したものを落としたりするといった興味深い行動が観察できました。コウモリは獲物を選ん

でいるのでは？という新たな観点で今後研究を使用と考えています。

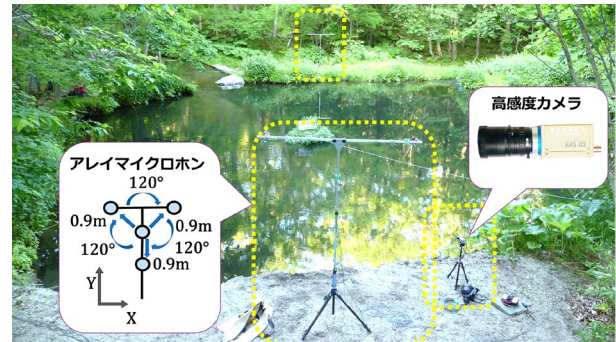


図 2. 16ch のマイクロホンアレイシステム。

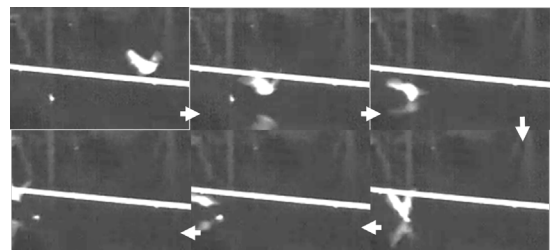


図 3. 獲物の捕獲に失敗したモモジロコウモリ。

野外の研究の醍醐味はやはり非日常を味わえるところでしょうか。コウモリは夜行性なので、真っ暗闇の中クマやイノシシなどの野生動物におびえながら待機するときはかなりドキドキします。寒いなか冷えた地べたに座って待つことも便利な日常では味わえない体験です。つらいこともたくさんありますが、野生のコウモリを目撃した時や、良いデータが取れた瞬間、きれいな夜空を見れたときなど、苦労が吹っ飛ぶ感動に出会えるのも野外研究の一番の特権だと思います。

野外の実験は仲間とのきずなも深まります。大掛かりな実験のため、複数人で協力することが必須です。自分の実験だけでなく、仲間の実験を手伝うことで、コウモリの様々な側面を知れる点も野外活動の魅力です。

野生動物のデータはノイズだらけだったり、思った予想とは違う結果が出てきたりと解析が非常に難しいです。でも少しずつコウモリの採餌について明らかにできていると思うと解析にも熱が入ります。来年度はさらにコウモリの採餌に迫るため新たな実験を考案中です。新たな発見を目指して来年度もコウモリを追っかけたいと思います。

Advancing bat research in Japan using cutting-edge technology

—And a glimpse on bat research made in Germany—

Olga Heim (Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha University)

The ongoing growth of the human population and of their demands for resources has led to frequent and increasingly severe human-wildlife conflicts worldwide. As an ecologist, I am interested in studying how wildlife may persist and survive in human-dominated habitats. My research focus lies on studying the ecology of bats in anthropogenic landscapes, since bats occur globally (except for the Arctic, Antarctic and some isolated islands) and are therefore exposed to a great variety of anthropogenic influences.

I started studying bats in 2009 in the lab of Prof. Dr. Elisabeth Kalko at the Ulm University in Germany. By using a range of techniques, such as passive acoustic echolocation call recording and analysis, the Geographic Information System and the statistical platform R, I have investigated how bat activity varied above differently managed grasslands within different landscape contexts in Germany. I found that, especially during summer when females have to acquire sufficient energy to nurse their young, bats were more active above grasslands that were enclosed by forest than above those within open landscapes [1, 2] suggesting that foraging above enclosed fields is more profitable.

After concluding my research activities at the Ulm University, I began my doctoral research in the lab of PD Dr. Christian C. Voigt.



Dr. Olga Heim – JSPS-fellow at the Faculty of Life and Medical Sciences, Doshisha University.



Prof. Dr. Elisabeth Kalko – famous German bat researcher and former head of the Department of Experimental Ecology, Ulm University, Germany. Deceased in September 2011. (© Elisabeth-Kalko-Stiftung)



PD Dr. Christian C. Voigt – head of the Department of Evolutionary Ecology, Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Germany. (© Christian C. Voigt)

Voigt at the Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research in Berlin (URL: www.izw-berlin.de/dr-christian-voigt.html; <https://www.batlab.de/>) while, at the same time, being a member of Prof. Dr. Jana Eccard's lab (URL: www.uni-potsdam.de/en/ibb-tieroeekologie/index.html) at the University of Potsdam, Germany.



Prof. Dr. Jana A. Eccard – head of the Department of Animal Ecology, University of Potsdam, Germany. (© Antje Herde)

It was a great opportunity for me to conduct research at Dr. Voigt's lab as his work, on the one hand, focuses on bats and, on the other hand, touches on a variety of fields such as behavioral ecology, physiology and conservation. Owing to the fact that bats are a highly diverse group of mammals, there are a lot of opportunities to study ecological and evolutionary questions. In addition, various methods, such as stable isotopes [9], respirometry, endocrinology, immunology and behavioral observations among others are used in the lab of Dr. Voigt in order to answer a variety of research questions. In the framework of my doctoral research (2012-2017), I investigated the activity and diversity of bat species in a landscape dominated by intensive agriculture using similar methods as in my previous research. I found that the seasonal activity patterns of three functional bat groups above arable fields differed from previously known patterns in more bat-friendly habitats (Fig. 1, [4]). These results suggest that the further expansion of arable fields might ultimately lead to an overall low abundance of resources which might limit reproductive success and threaten local bat populations. Although bat activity remained low above intensively managed arable fields, it significantly increased at hedgerows and forest edges next to these fields [6, 8] (Fig. 2A). Even small ponds within arable fields were used by bats which led to a significantly higher activity above fields with ponds compared to fields without ponds (Fig. 2B). Therefore, hedgerows, forest edges and small ponds are

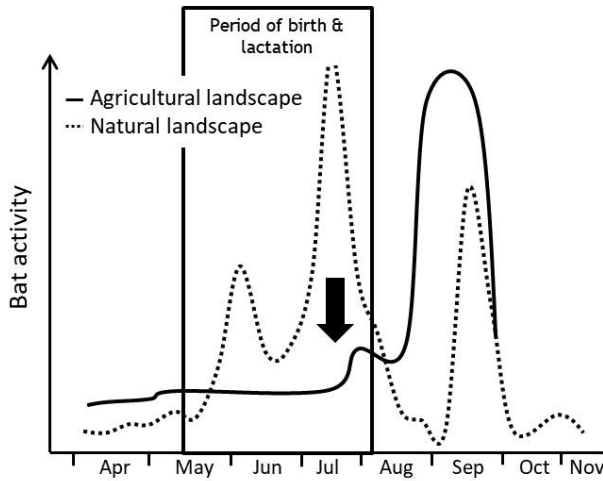


Fig. 1 I showed that the activity of *Nyctalus noctula* during the critical period of summer remains low (solid line) above arable fields in north-east Germany while it peaks (dashed line) above more natural and bat-friendly habitats in north Poland (solid line based on Fig 2(C) in [4], dashed line based on Fig. 3 in [9]).

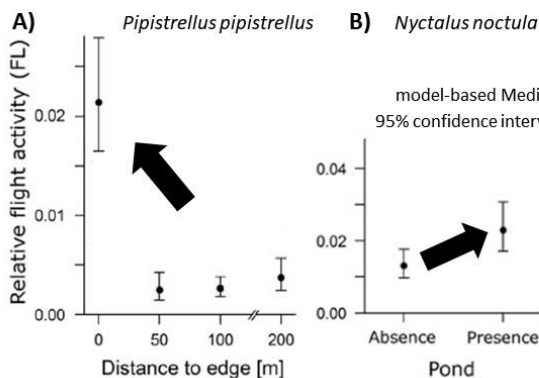


Fig. 2 Bat activity is significantly higher at the edge of hedgerows and forests (left arrow) than above arable fields and when ponds are present within fields than when they are absent (right arrow) (Fig. 2(B) and Fig. 4(B) from [8]).

extremely important to support bat activity, especially in a landscape dominated by agriculture. In addition to these small-scale effects of landscape features, I found that bat activity above arable fields was shaped by both prey availability and the large-scale landscape context [3, 6, 7] (Fig. 3). These results show how sensitive even very mobile

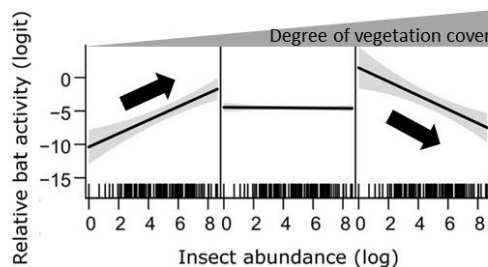


Fig. 3 The relationship between bat activity and insect abundance on arable fields depends highly on the landscape context. Surprisingly, the activity of *P. pipistrellus* decreases with increasing insect abundance for a high degree of vegetation cover in the surrounding landscape (Fig. 3a from [7]).

mammals, such as bats, respond to the large-scale land-use management and suggest that the degree to which bats provide ecosystem services, such as

pest insect control, depends also on the landscape context.

During my doctoral work, I, furthermore, started to establish the method of Next Generation Sequencing (NGS) in Dr. Voigt's lab in order to investigate the diet of bats. The method of NGS is a molecular tool which aims at extracting and sequencing prey-DNA from fecal samples. By comparing the DNA-sequences from the fecal samples to a reference library, it is possible to identify the prey item that the bats have consumed. The novel insights from my doctoral research extended the current knowledge on bat ecology in European agricultural landscapes and inform bat species conservation for a more bat-friendly landscape management. However, we would gain a much deeper understanding of bat-environment interactions if we could directly observe the individual behavior of bats. The relatively recently developed light-weight GPS-loggers can provide us with exactly this information.

At the end of my doctoral project, I talked with Dr. Voigt about my plans to use light-weight GPS-loggers for my future research. At that time, he pointed out, that Prof. Dr. Dai Fukui from the University of Tokyo is conducting very similar research and that I should contact him. As a result, Dr. Fukui introduced me to Prof. Dr. Hiryu from the Doshisha University. We subsequently applied for a JSPS grant and conducted a pilot study in 2017, that was supported by a grant from JSPS, on the movement behavior of bats in Japan using the cutting-edge technology of miniature acoustic GPS-loggers. In addition, based on collected fecal samples from the birdlike noctule (*Nyctalus aviator*) and by using NGS we found that the fecal sample from one female contained the DNA of the passerine bird *Locustella ochotensis* [10], suggesting a bird-eating behavior as observed in other bat species.

In September 2019, I started to work as a JSPS-fellow in the lab of Prof Dr. Shizuko Hiryu in cooperation with Prof. Dr. Dai Fukui. Our aim is to investigate the movement behavior of bats in urban, agricultural and semi-natural landscapes and to compare their behavior between these landscape types. In addition, we investigate differences in diet composition and health status of bats between the three landscape types.

The lab of Dr. Voigt continues to conduct excellent research and to answer fascinating research questions. Since some time, they are studying the migratory behavior of different bat species in Germany as well as in Latvia at the coast of the

Baltic Sea [11, 12, 13, 14]. Studies on the mechanisms and cues that migratory bats use in order to navigate over large distances showed that migratory bats, in contrast to non-migratory bats, appear to not use the polarized skylight in order to calibrate their compass system [15]. By using a newly developed small-scale orientation assay, they tested whether the position of the solar disk per se is used by the bats as a cue for orientation. They exposed a test group of migratory bats to a 180°-rotated azimuth of the setting sun and found that these bats, except for first-year migrants and in contrast to the bats in the control group, shifted their heading direction by around 180°. This evidence shows that migratory bats indeed use the position of the solar disk as a cue for calibrating their compass system [12]. In light of the newly emerged white nose syndrome that kills millions of bats in the US, they have investigated how the immune system of bats deals with a fungal infection [16]. A relatively recent research topic is the influence of artificial light at night (ALAN) on the behavior of urban bats [17, 18, 19, 20]. Also, since the increasing construction of wind turbines, his lab investigates how this development of renewable energy might affect bats [21, 22]. Since the emergence of light-weight GPS-loggers, Dr. Voigt and his lab members focused their research activities on investigating the movement ecology of bats in different contexts: The studies on the movement behavior of rural and urban bats (*Nyctalus noctula*) showed that they adjust their use of space to the lunar cycle [23] and to the presence of ALAN [20]. This is a surprising insight into the movement behavior of this bat species, as it was considered being less sensitive to lunar or artificial light compared to other bat species, such as *Rhinolophus hipposideros*. The investigation of the movement behavior of bats (*N. noctula*) in an agricultural area in North-East Germany with a relatively high density of wind turbines showed that especially females during midsummer were exposed to a high collision risk [21]. These novel insights provide a solid scientific basis on which more effective conservation measures can be developed. In addition to this conservation-related research, the lab of Dr. C. Voigt investigates other behavioral patterns of bat movement. For instance, the study of the return flight behavior of a cave-dwelling bat species (*Chaerephon plicatus*) in Thailand revealed that these bats use a high-speed descent flights when returning to their cave at dawn [24]. Close to the cave entrance, these bats rapidly decrease their flight speed. This behavior is thought

to serve as an anti-predator strategy, since the rapid switch from high to low speeds of hundreds of bats at the cave entrance might be too confusing for birds of prey to successfully capture returning bats [24].

In summary, the lab of Dr. Voigt strives to combine cutting-edge technologies in order to answer research questions that are highly relevant for this field of research and for bat species conservation as a whole.

References

- [1] O. Smirnowa. Influence of landscape elements on diversity and activity of insectivorous bats in grassland systems of the Schorfheide-Chorin. Diploma Thesis, Institute of Experimental Ecology, Ulm University, Germany, pp. 1-48, October, 2011.
- [2] O. Heim, J. T. Treitler, M. Tschapka, M. Knörnschild, K. Jung. The importance of landscape elements for bat activity and species richness in agricultural areas. PLoS One, Vol. 10, No. 7, pp. 1-13, July, 2015.
- [3] J. T. Treitler, O. Heim, M. Tschapka, K. Jung. The effect of local land use and loss of forests on bats and nocturnal insects. Ecology and Evolution, Vol. 6, No. 13, pp. 4289-4297, July, 2016.
- [4] O. Heim, A. Schröder, J. Eccard, K. Jung, C. C. Voigt. Seasonal activity patterns of European bats above intensively used farmland. Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol. 233, pp 130-139, September 2016.
- [5] D. M. Heim, O. Heim, P. A. Zeng, J. Zheng. Successful creation of regular patterns in variant maps from bat echolocation calls. Biological Systems Open Access, Vol. 5, No. 2, pp 1-6, September, 2016.
- [6] O. Heim. Spatiotemporal effects on bat activity above intensively managed farmland. Ph.D. Thesis, Department of Biochemistry and Biology, University Potsdam, Germany, pp. 1-158, January, 2017.
- [7] O. Heim, L. Lorenz, S. Kramer-Schadt, K. Jung, C. C. Voigt, J. A. Eccard. Landscape and scale-dependent spatial niches of bats foraging above intensively used arable fields. Ecological Processes, Vol. 6, No. 24, pp 1-15, July, 2017.
- [8] O. Heim, J. Lenski, J. Schulze, K. Jung, S. Kramer-Schadt, J. A. Eccard, C. C. Voigt. The relevance of vegetation structures and small water bodies for bats foraging above farmland.
- [9] Voigt, C.C., Lehnert, L.S., 2019. Chapter 5 - Tracking of Movements of Terrestrial Mammals Using Stable Isotopes. In: Hobson, K.A., Wassenaar, L.I. (Eds.), Tracking Animal Migration with Stable Isotopes (Second Edition). Academic Press, pp. 117-135.
- [10] Heim, O., Puisto, A.I.E., Fukui, D., Vesterinen, E.J., 2019. Molecular evidence of bird-eating behavior in *Nyctalus aviator*. acta ethologica 22, 223-226.
- [11] Lindecke, O., Elksne, A., Holland, R.A., Pētersons, G., Voigt, C.C., 2019. Orientation and flight behaviour identify the Soprano pipistrelle as a migratory bat species at the Baltic

Sea coast. *Journal of Zoology* 308, 56-65.

[12] Lindecke, O., Elksne, A., Holland, R.A., Pētersons, G., Voigt, C.C., 2019. Experienced Migratory Bats Integrate the Sun's Position at Dusk for Navigation at Night. *Current Biology* 29, 1369-1373.e1363.

[13] Troxell, S.A., Holderied, M.W., Pētersons, G., Voigt, C.C., 2019. Nathusius' bats optimize long-distance migration by flying at maximum range speed. *The Journal of Experimental Biology* 222, jeb176396.

[14] Voigt, C.C., Rosner, E., Guglielmo, C.G., Currie, S.E., 2019. Fatty acid profiles of the European migratory common noctule bat (*Nyctalus noctula*). *The Science of Nature* 106, 33.

[15] Lindecke, O., Voigt, C.C., Pētersons, G., Holland, R.A., 2015. Polarized skylight does not calibrate the compass system of a migratory bat. *Biology Letters* 11, 20150525.

[16] Fritze, M., Costantini, D., Fickel, J., Wehner, D., Cziráj, G.Á., Voigt, C.C., 2019. Immune response of hibernating European bats to a fungal challenge. *Biology Open* 8, bio046078.

[17] Lewanzik, D., Voigt, C.C., 2017. Transition from conventional to light-emitting diode street lighting changes activity of urban bats. *Journal of Applied Ecology* 54, 264-271.

[18] Voigt, C.C., Azam, C., Dekker, J., Ferguson, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Leader, N., Lewanzik,

D., Limpens, H.J.G.A., Mathews, F., Rydell, J., Schofield, H., Spoelstra, K., Zgajmajster, M., 2018. Guidelines for consideration of bats in lighting projects. UN Environment, Bonn, Germany.

[19] Straka, T.M., Wolf, M., Gras, P., Buchholz, S., Voigt, C.C., 2019. Tree Cover Mediates the Effect of Artificial Light on Urban Bats. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7.

[20] Voigt, C.C., Scholl, J.M., Bauer, J., Teige, T., Yovel, Y., Kramer-Schadt, S., Gras, P., 2019. Movement responses of common noctule bats to the illuminated urban landscape. *Landscape Ecology*.

[21] Roeleke, M., Blohm, T., Kramer-Schadt, S., Yovel, Y., Voigt, C.C., 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific Reports* 6, 28961.

[22] Voigt, C.C., Straka, T.M., Fritze, M., 2019d. Producing wind energy at the cost of biodiversity: A stakeholder view on a green-green dilemma. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 11, 063303.

[23] Roeleke, M., Teige, T., Hoffmeister, U., Klingler, F., Voigt, C.C., 2018. Aerial-hawking bats adjust their use of space to the lunar cycle. *Movement Ecology* 6, 11.

[24] Voigt, C.C., Bumrungsri, S., Roeleke, M., 2019a. Rapid descent flight by a molossid bat (*Chaerephon plicatus*) returning to its cave. *Mammalian Biology* 95, 15-17.

ミツバチの空間認識を探る —高調波レーダーを用いた飛行軌跡の解析—

佐倉 緑（神戸大学大学院理学研究科生物学専攻）



訪花昆虫であるミツバチは、時に巣から数キロにも及ぶ道のりを採餌に出かけます。彼らの体サイズを考えると、これがかなり命がけの長距離移動であることが容易に想像できます。しかし、採餌に出かけたミツバチは、迷子になることもなく、無事に花蜜をお腹に貯めて巣に戻ってきます。いったい彼らはどのように巣や花の場所を覚えているのでしょうか。

ミツバチをはじめとする多くの昆虫は、空の偏光パターンを使って方向を検出します。私は元々、昆虫の偏光視のメカニズムに関する神経生理学的な研究をしていました。その過程でミツバチをはじめとする社会性昆虫が示す、非常に正確なナビゲーション行動に興味を持ちました。そこで彼らがどんな情報を使って場所を記憶して、飛行ルートを決定しているのかを探るために、数年前よりドイツ・ベルリン自由大学のグループと共同で、高調波レーダーを用いた採餌軌跡のトラッ

キング実験を行なっています。

ミツバチの飛行をレーダーでトラッキングするためには、シグナルを遮らない比較的平坦な広いフィールドが必要です。日本でそのような土地を見つけるのはなかなか難しいので、共同研究先の実験フィールドであるドイツ Amöneburg の郊外にある牧草地にレーダー一式を組み立てて実験をしています（図1）。実験は、天然の蜜源が少なくなる7月から8月にかけて、6週間ほどかけて実施します。巣板1枚の小さなミツバチコロニー（個体識別できるように、個々の働きバチの背板には番号タグをつけています）と砂糖水で満たした人工フィーダー2つをフィールドに設置し（図2）、採餌バチがフィーダーを訪れるようにトレーニングしながら、個々のハチの飛行軌跡を調べています。働きバチが巣門から外に出るタイミングで捕獲し、背板にトラッキング用のトランスポンダー（図3）を取り付け放し、



図1. 実験フィールドのパノラマ写真。左にレーダー用のキャビンとアンテナがある。

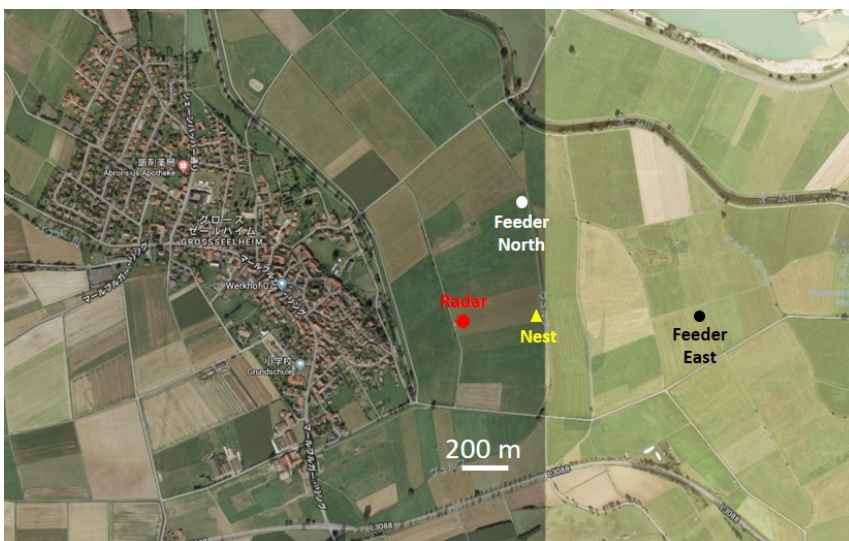


図2. フィールド内の配置

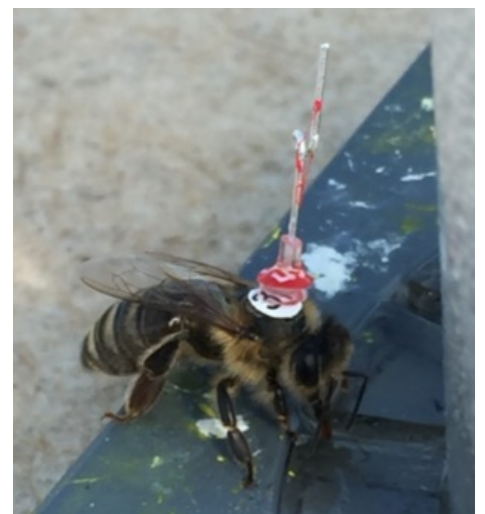


図3. トランスポンダーをつけた働きバチ

飛行中のトランスポンダーからのシグナルをレーダーで受信します。

働きバチは、羽化してしばらくは巣内にとどまって巣の掃除や構築、幼虫の世話などを行い、羽化後 2-3 週間経って初めて外に出ていくようになります。外に出るようになってからも最初のうちは採餌はせず、「オリエンテーションフライト」と呼ばれる巣の周りの環境を知るための飛行を繰り返します。そこで実験では、個々の働きバチが初めて巣門から外に出るタイミングから 2 回目、3 回目・・・と順を追って飛行軌跡を解析して、ミツバチが周囲の空間を認識し、フィーダーの場所を記憶するまでの過程を詳細に追っていく計画です。昨年の実験では、働きバチがオリエンテーションフライトを繰り返す間に、徐々に探索範囲を広げて行く過程が記録できました（図 4）。今後、採餌を繰り返して行く過程で飛行ルートがどのように変化していくのか、また 2 つのフィーダー間を行き来する際にどのようなルールがあるのか、フィールド内にあるランドマークがルート選択にどのように影響するのか、などを明らかにしていきたいと考えています。

ミツバチのナビゲーションに関して一つ興味深いのは、8 の字ダンスを使って巣仲間同士で餌場の位置情報を共有するという点です。例えば、ダンスで教えられた情報を頼りに自分がそれまで行ったことのない餌場へ向かう時とすでに何度も行ったことのある餌場へ向かう時のルートを比較することで、彼らの空間探索戦略にも迫れるのではないかと考えています。そこで我々の実験では、巣内の様子を暗視ビデオカメラで常

時モニタリングしています。採餌軌跡をトラッキングした働きバチがそれ以前にそのようなダンスを経験しているのかを調べ、自己の経験とコミュニケーションによって得られた情報を統合する仕組みを紐解けると期待しています

実際の実験では、巣門で外に出てくるまたは外から戻ってくる働きバチを見極めトランスポンダーを着脱する係、それぞれの餌場で採餌にきた働きバチを記録する係、レーダーの画面を見ながらハチがどの辺りを飛んでいるか記録する係に分かれ、総勢 6-7 名のメンバーがトランシーバーでやり取りしながら作業をすすめています。炎天下あるいは寒空の下での作業は決して楽なものではなく、くる日もくる日も休むことなく採餌に出かけるミツバチの勤勉さを改めて実感します。メンバーはドイツ、中国、日本の混成チームですが、数週間におよぶ実験を通して、コミュニケーションも問題なくとれるようになり（図 5）、学生にとってもとても良い経験になるのではと思っています。

現在のところ、高調波レーダーを使ってミツバチをトラッキングしているのは我々のグループだけですが、実験手法としての実績はすでに十分にあり、ミツバチのような飛翔する小型動物を追うツールとしては非常に有用であると考えています。しかし、スキャン範囲や一度にモニターできる個体数に限りがあることなど、欠点もいくつかあります。現在一緒に実験をすすめている仲間内では、より汎用性のあるロガーを開発しようという計画もあり、今後に期待しています。

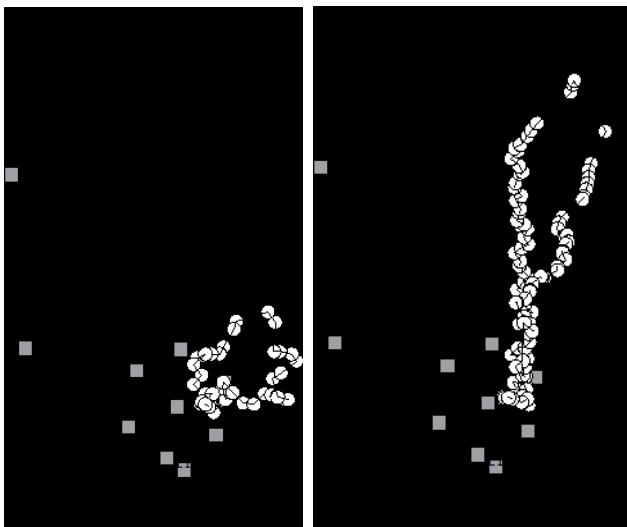


図 4. レーダーで得られた飛行軌跡の例
(○がハチの位置, 左: 8 回目, 右: 11 回目)



図 5. 実験メンバーの集合写真
(左端が筆者)

-初めての子育てと研究スタイルの調整-

工藤 宏美（東京大学大気海洋研究所）

私は現在、6歳の子供を育てながらウミガメの性格研究をしています。出産当日、陣痛中に研究資金用の申請書を書いていました。病院に行く前に上司に丸投げして出産に臨んだことが懐かしいです。初めての出産で、とにかくやる気に満ちて張り切っており、はじめのうちは新生児への興味は尽きないものでした。しかし、体力には自信があった自分の体が弱り、回復するまでの3年間は子供より自分のことで精一杯でした。好奇心は健康でないと持続しないことを改めて知りました。

子供は8ヶ月から保育園に入り、少しずつ研究を再開する予定でした。しかし、保育園では多くの病気が発生します。例に漏れず次々に子供が感染し、自分も感染する。これが続き、ほとんど保育園へいけず、自分も何もできないまま1年がすぎました。保育園に入れば自分の時間が作れると思っていましたが、そう上手くはいかない。この時期は、健康だと何でもできることを痛感し、焦る気持ちを閉じ込めて、保育園と協力して子供の体づくりに力を入れました。

子供と自分の体が落ち着きつつあり、本格的に復帰することを考え、学振特別研究員(RPD)に応募し、採択されました。私は、一度研究をやめて働いてから、どうしてもこの目で確認しておきたいことがあり、研究を再開しました。そのため、様々なことが出遅れているものの、他人にどう思われようとも、RPDの期間ではどうしても野外個体で実験すると心に決めていました。子供を連れて実験もするような器用さは持ち合わせていないため、単身で野外実験するとなると、家を数日は不在にする必要があります。そのため、子供が1歳になる頃から、夫を中心とした家庭にシフトするべく、作戦を立てました。夫に家のことを丸投げして、お父さんがお母さんをする状況に子供が慣れる作戦です。最初は1時間から少しずつ増やし、1日2日と徐々に長くしていきました。ついに1週間が可能になった3.5歳の頃、実験にいそいそと出かけることになったのです。

しかし、実験個体を野外から集めて水槽実験をするには、時間だけでなく、労働面での協力や理解が必要でした。私の行っているテーマが研究室の中では少し特殊だったこと、子供がいるので1週間ほどしか調査地に滞在できないこと、不運にも震災の影響で大学の施設が再建しておらず使用できなかったことから、全てを解決できる新たな調査地を一人で探さなければなりませんでした。

子育て中のおばちゃんが、よくわからないことをや

ろうとしている状態で、全ての方が好意的で理解してくれるわけではありません。それでもなんとか協力してくださるNPOの方を見つけ出し、本来なら自分でやるべき労働を代わりに行ってくださいました。また、当初は何が面白いのかわからないから、面白さを伝えられるようにと、地元の方やメディアの方を呼んで、研究内容を理解してもらえるような機会をいただきました。このように、夫と保育園、NPOの方々の協力のおかげで、実験系の立ち上げを行うことができました。

子供は5歳になり、お母さんが朝いなくて泣くことはほとんどなくなりましたし、保育園由来の病気もし落ち着いてきました。夫はお父さん・お母さんの新入社員からホープ社員となり、平和な時間が増え始めたころ、大変なことに気づきました。実験以外何もできていなかったのです。一般的には、実験して、論文書いて、学会で発表して、研究資金用の申請書を書いて、就職活動をするはずが、私の場合自分の体調維持と子育てしながらできたことは、実験だけでした。RPDのお母さん研究者の集まりで、他の人がどうやってどこまでやっているのか聞いてみました。すると、分野は違うが効率的に時間を使って、これまで通り研究を続けているらしいのです。やれない理由はないことを知り、途方に暮れながら実験だけは継続し、好奇心が抑えきれず追加実験もやってしまい、2年目を終えました。

子供は6歳になり、自立が加速しています。そのため、今心が成長しているのだなと感じるときは、なるべく一緒にいるようにしています。保育園由来の病気もかなり落ち着いてきました。夫はお父さんお母さん3年目。ホープからエースになっていました。私の実験以外何もやれていない問題も、遅いペースでもいいから少しずつ確実に始めることにしました。効率化は、自分ではできなかったので、周りの学生さんやお母さん研究者の方々に、ちょっとしたコツや工夫を教えてもらいました。ただでさえ回らない頭で、一人で考えるより、相談して話を回した方が解決することもあるのです。

現在、私はRPDが終わり、実験以外のことをはじめました。これまで、様々な分野を横断し、遅い年齢で学位を取り、高齢出産をし、遠回りや不器用さや社会的なハンデもあるし、いつまで研究が続けられるかわからないけれど、研究も子育ても好きらしく、そこまで苦しくない。多様化の時代にどうやって子育てしながら研究を続けていくか次の作戦を実行していきたいと思います。

いつか、再び・・・！

青木かがり（東京大学大気海洋研究所）

ワークライフバランスに関して記事を執筆するのは気が引けますが、お声がけ頂いたので、勇気を出してこれから様々なライフイベントを経験する方の参考になればと思い、経験談をお伝えします。

私の夫は民間企業に勤めており単身赴任、両親は遠方に住んでおり、普段は3歳になる娘と二人で暮らしています。頼れる人が身近にいない心許ない状況です。冬は、人混みはなるべく避け、絶対に風邪をひかない！という気合を入れ、毎日を過ごします。しかし、気合だけではどうにもならず、保育園の流行に合わせ、二人のうちのどちらかが体調を崩すと部屋は荒れていき、予定していたことがどんどん出来なくなります。

ワークライフバランスと昨今言われていますが、とても難しいです。一人でどちらもやろうと試みるのですが出来なくて、どちらも中途半端になります。出産してから一体どこまで自分が頑張れるのかがよく分からず、失敗することが多々あります。例えば、子供が1歳になる頃、そろそろ遠出できるかな・・・と思った私は、子供と二人で国際バイオロギング学会（2016年ドイツ）に参加しました。子供と二人で長時間のフライトを過ごしたり、現地でスムーズに移動したりするために、たくさんの準備をして臨みました。しかし、学会中のほとんどを会場の外で遊びまわる子供を追いかけて過ごしました。周囲の方は嫌な顔をする事なく、たくさん遊んでくれ、とても助かりましたが、他の方の発表を満足に聞くこともできず、自分の発表を満足にすることも出来ず・・・。せっかく学会に来たのに、もどかしさを感じただけ、以前のようにはいかないのだ、とようやく実感しました（今なら素直に行くことを諦められるのですが、当時は出来ませんでした）。今でも出張に行くことは難しく、4、5日不在にしたければ、半年前から両親や夫との調整が必要です。

それでも何とかやっていくことが出来るのは、研究室の理解があり、協力が得られているからこそです。私が在籍している研究室には子育て中の方や子供好きな方が多く、研究所内にも、年齢の近いお子さんを持つ方が多くいます。廊下で出会うママ（パパ）友と声をかけ合うだけで励まされます。子供を所内で見かけることが珍しくなく、大学院生から教員まで温かい目で見守ってくれていると思います。

岩手県の大槌町にある国際沿岸海洋研究センターに訪れることになった際は、子供と一緒に行くことを受

け入れて頂きました。さらに、研究室の他の子連れの研究員の方も滞在していたので、交代で子供の面倒をみたり、大学院生が子供の相手をしてくれたり・・・。自分が作業している間、子供を見てもらうことができ、とても助かりました。

困りに子供を見てくれる人がいるのはとても助かることであり、重要なことだと実感しています。危険が伴わない限り、子供が周囲にいても受け入れられる世の中であって欲しいと心から願っています。

東京大学には男女共同参画の取り組みの一環として、育児や介護を担う男女を対象とし、ワークライフバランス支援という制度があります。この制度を利用して、ベビーシッターを割安で利用したり（所属団体の複利厚生に含まれている場合もありますので、該当する方は是非一度確認を！）単純作業を委託したりすることができます。

研究職を目指す場合は、博士課程修了後、女性は特に様々な選択に迫られると思います。一見、個人の裁量に委ねられており選択肢が多いように見えますが、取り巻く状況を考えると実際の選択肢は少なくなるように思います。もちろん計画的に進めることが出来る方もいると思いますが、私の場合は出来ませんでした。出産前は、夫または自分が国外にすることが多く、調査チームや動物の都合に合わせて調査に行っていました。移動の多い生活の中で、子供を持つこと、育児しながら研究を続けることは想像できませんでした。

自分の研究対象であるマッコウクジラは共同育児をすると言われています。ふと、人間よりよほど、マッコウクジラのメスとコドモの群れの方が、子供を産み育てやすい社会を持っているように感じるがあります。いつか子供がいても、皆で助け合いながら、仕事を無理なく続けられるような、学会や野外調査にも行けるような仕組みになれば良いなと思います。自分が出来ることはとても少ないですが、そういう人もいるのね、というのを目にするのが、誰かの選択肢を広げることに繋がればと日々思っています。どうか温かな目で見て頂けると助かります。

いつか再び思う存分、野外調査に行けることを願い（できれば娘と一緒に）、育児と研究に邁進したいと思います。

編集後記

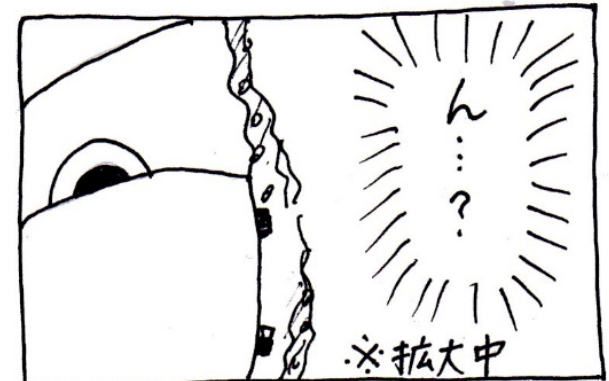
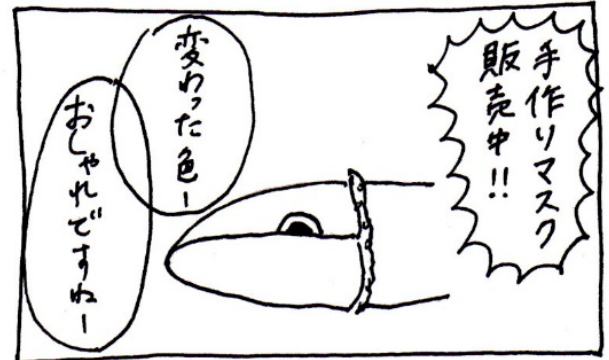
今年度もやっぱりコウモリ調査へは一度も参加できませんでした(涙)。ロガーの回収にも苦戦を強いられ、同志社コウモリ野外班はちょっぴり試練の一年でしたが、藤岡君の記事にもあるように初の海外調査も経験できて、なかなか充実した1年だったと思います。

今回の Olga Heim 研究員の記事内に紹介のあった PD Dr. Christian C. Voigt (The Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research in Berlin) は、今年の11月に来日予定です。バイオロギングシンポジウムの前日に開催される新学術領域「生物移動情報学」主催による国際シンポジウム (Symposium on Systems Science of Bio-Navigation 2020, 2020/11/24,26@名古屋大学) に招待講演としてお招きしています。よろしければぜひご参加いただけますと幸いです。

そしてすでに恒例となりましたお母さん研究者によるコラムですが、今年はお二人の方に記事をお寄せいただきました。今回もお母さん研究者の身に迫る日常をリアルに垣間見ていただけたのではないのでしょうか。子供はすぐに熱を出したりケガをしますので、基本的に翌日の予定が立ちません。我が家も娘が昨夜から発熱中です(昨年の編集後記も同じようなことを書いたような...). そして宿泊はもちろん、日帰りの出張でさえ、小さい子供がいる家庭では本当に難しいのです(一昨年の宿泊出張はたったの1晩、去年は4晩でした)。このような不自由な状況がキャリアを積みたい時期と重なったとき、どうやってその苦境を乗り越えるかは、子育て中の研究者にとっては大きな課題です。夫婦間はもちろんですが、私自身は職場の先生方や何よりも研究室のメンバーからのサポートと理解がありがたいと日々、痛感しています。そして親という大事な勤めを担いつつ、楽しく研究を続けるには、肉体的にも精神的にも健康が第一とつくづく思うのです。

それでは昨年と同様に最後に一言。家族とそして皆さんが今年も健康で楽しい一年でありますように(^^)！【S.H】

ひみつ探偵
ヨシ・キリオ (136)



【S.K.】