



日本バイオリギング研究会会報

日本バイオリギング研究会会報 No. 138

発行日 2018年2月15日 発行所 日本バイオリギング研究会(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 日本バイオリギング研究会 普通口座 2464557



もくじ

新しい発見

- 狙った獲物は逃さない！ —コウモリの巧みな超音波利用戦略— 藤岡 慧明 (同志社大学) 2
- コウモリは広い音響的視野を利用したセンシングにより先の獲物を意識した高度な採餌飛行を行う 角谷 美和 (同志社大学) 3
- コウモリは“うるさい”状況にどう立ち向かうか 長谷 一磨 (同志社大学) 4

野外活動レポート

- 体が震えるほど面白いコウモリのロガー実験 氏野 友裕 (同志社大学) 5
- 小さなコウモリから得られる大きなこと 濱井 郁弥 (同志社大学) 7

研究所紹介

- 東京大学北海道演習林における野生動物調査—野生動物と共存可能な森林管理をめざして 福井 大 (東京大学) 8

コラム

- 神経行動学とバイオリギング—米神経科学会 2017 に参加して 小林 耕太 (同志社大学) 10
- 日々の研究室—みなさん、ワークとライフはどんな感じですか？ 飛龍 志津子 (同志社大学) 11

タイトル: コウモリまだかな 撮影場所: 京都府京田辺市多々羅 撮影者: 藤岡慧明 (同志社大学)

狙った獲物は逃さない！ -コウモリの巧みな超音波利用戦略-

藤岡 慧明 (同志社大学 研究開発推進機構)

夏の夕暮れ時、川沿いなどの水辺で頭上を見上げると、アブラコウモリのアクロバティックな狩りを垣間見ることができます。彼らの獲物はユスリカなどの飛翔昆虫。とても微小なこの獲物を、コウモリは超音波を使って正確に定位して捕食しています。こんな微小で、しかも動いている獲物をどうやって捕らえているのか。何か賢い超音波利用の戦略があるのではと考え、マイクロホンアレイ (図1 A) を構築してアブラコウモリの超音波を録音しました。

この装置では、コウモリの声が複数のマイクロホンに届く際の時間差と音圧差を利用することで、飛行軌跡と超音波の放射方向を計測することができます (図1 B、C)。一方で、コウモリは捕食直前に放射間隔の短いブザーのような音 (Feeding buzz) を放射します (図1 D)。この特性を利用して、獲物捕食時の飛行軌跡と超音波放射方向を見ると、しっかりと獲物に声を当てながら接近飛行していることが分かります。

ここで、超音波パルスをよく見ると、捕食直前に周波数が下がっていることが分かります (図1 D)。このときの超音波の指向性を調べたところ、周波数が下がると同時に指向性が広がっていることが分かりました (図2)。つまり、コウモリは“超音波の視野”を、獲物にアタックする直前に広げたわけです。なぜか。コウモリが獲物に接近する際、ゆっくりながらも獲物も動きます。すると、コウモリにとって近づけば近づくほど、獲物が音の視界から外れるリスクが上昇します。そこでコウモリは、視界から外れないように音の視野を広げて、確実に捕食しようとしていたのです。

実は、音の物理特性上、周波数が下がると指向性は広がります。つまり、コウモリは周波数を下げることによって視野を広げたと考えられます。本研究では、コウモリが捕食直前に超音波ビームを三次元的に拡張させていたことを野外で初めて発見しました。アクティブにセンシングを行うコウモリならではのユニークな採餌戦略と言えるでしょう。次の獲物も狙って飛行する貪欲なアブラコウモリですが、実は目の前の獲物を着実に捕らえるための工夫も凝らしていたのです。

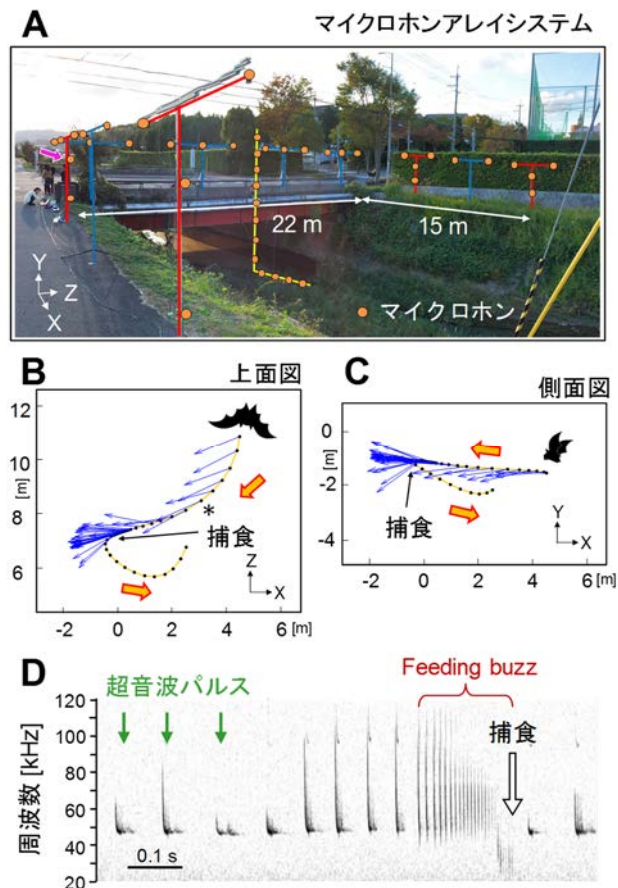


図1. マイクロホンアレイ (A) を用いたコウモリの三次元飛行軌跡 (B、C) と超音波パルス (D) の計測。青矢印は超音波の放射方向。捕食直前に周波数を降下させている。

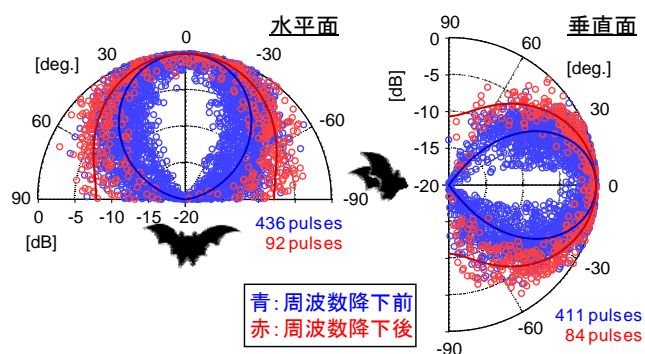


図2. 獲物への接近飛行時における超音波ビームパターン。周波数降下後に指向性が広がっていることが分かる。

文献情報

K. Motoi, M. Sumiya, E. Fujioka and S. Hiryu. (2017) Three-dimensional sonar beam-width expansion by Japanese house bats (*Pipistrellus abramus*) during natural foraging. *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.141, Issue 5, pp.EL439-EL444, doi:10.1121/1.4981934.

新しい発見②

コウモリは広い音響的視野を利用したセンシングにより 先の獲物を意識した高度な採餌飛行を行う

角谷 美和 (同志社大学大学院 生命医科学研究科 博士課程後期 3年・日本学術振興会特別研究員 DC1)

超音波を用いたエコーロケーションを行うコウモリは、特に野外においてユニークかつ高度な採餌行動を繰り返しています。私達の研究グループでは、マイクロホンアレイを用いた野外計測や数理モデル分析を通して、野性のアブラコウモリが 1.5 秒未満という短い時間間隔で 2 匹の獲物を捕まえる際には、双方の獲物に飛行の選択的注意を分散させて、高確率で双方の獲物を捕食できる飛行ルートを選択している可能性を明らかにしました。そこで本研究では、先行研究で明らかになったコウモリの高度な採餌飛行を支える音響センシングの運用方法の実態を明らかにすることを目的としました。P. 2 図 1A に示した新型のマイクロホンアレイシステムを用いて計測した、コウモリの“音響的視野”に関わるパルス放射方向やビーム幅（放射パルスのビームパターンにおける最大音圧から -6 dB の 2 点間の角度）というパラメータに着目し分析しました。

図 1A は、コウモリが 2 匹の獲物を 1.1 秒という短い時間間隔で捕食した際の、コウモリの飛行軌跡（黄色線）とパルス放射方向（青色矢印）の上面図と側面図です。また図 1B は、図 1A に示す連続捕食において、コウモリが直近の獲物（以後、獲物 1）に接近している際のコウモリのパルス放射方向を基準とした獲物の方向の時系列グラフです。グラフにおいて、水平及び垂直方向のビーム幅内に獲物の方向を示すプロットが入っている場合、コウモリはその獲物を“音響的視野”内に捉えていたと解釈できます。図 1B より、コウモリは獲物 1（図 1B、ピンク色のプロット）だけではなくその次の獲物（図 1B、緑色のプロット、以後、獲物 2）も“音響的視野”内に捉えている様子が確認できました。そこで獲物を長い時間間隔（3 秒以上）と短い時間間隔（1.5 秒未満）で捕食した場合の飛行データを 10 フライト分ずつ解析し、獲物の方向のヒストグラムを算出しました。その結果、長い時間間隔での捕食では獲物 1（図 2A、B、ピンク色のエリア）だけが“音響的視野”内に捉えられているのに対し、短い時間間隔での捕食では、図 1B で得られた傾向と同様に、“音響的視野”内には獲物 1（図 2C、D、ピンク色のエリア）だけではなく獲物 2（図 2C、D、緑色のエリア）も捉えられていました。

以上の結果より、コウモリは“音響的視線”（パルス放射方向）だけではなく、広い“音響的視野”を利用したセンシングにより、先の獲物を意識した高度な採餌飛行を実現している可能性が示唆されました。

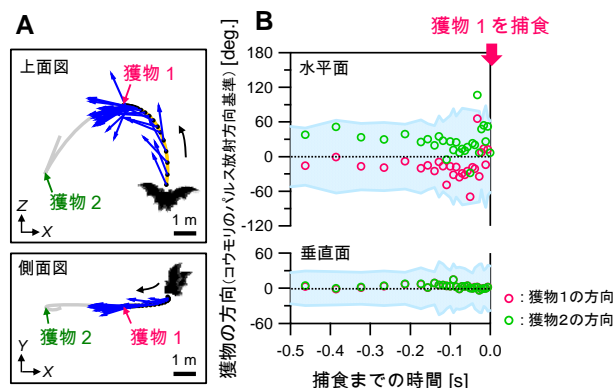


図 1 (A) 短い時間間隔（1.1 秒）で獲物を捕食した際のコウモリの飛行軌跡（黄色線）とパルス放射方向（青矢印）の上面図と側面図。(B) (A) に示す飛行におけるパルス放射方向基準の獲物の方向の時系列データ。水色のエリアはビーム幅。

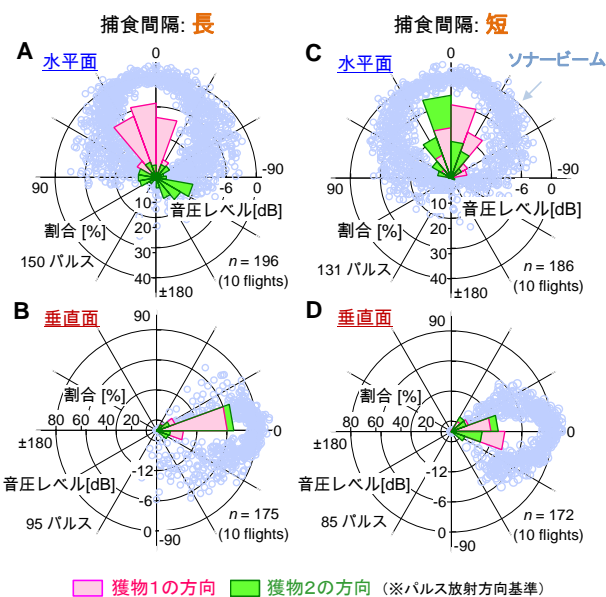


図 2 長い時間間隔 (A、B) および短い時間間隔 (C、D) で獲物を捕食した際の、水平および垂直方向における獲物の方向のヒストグラムとソナービームパターン (水色のプロット)。

文献情報

Sumiya, M., Fujioka, E., Motoi, K., Kondo, M., and Hiryu, S. (2017). "Coordinated Control of Acoustical Field of View and Flight in Three-Dimensional Space for Consecutive Capture by Echolocating Bats during Natural Foraging," *PLOS ONE* 12, e0169995.

新しい発見③

コウモリは“うるさい”状況にどう立ち向かうか

長谷 一磨 (同志社大学大学院 生命医科学研究科 博士課程後期 2年・日本学術振興会特別研究員 DC2)

動物は様々なかたちで情報伝達を行います。中でも、音による情報伝達はヒトの会話や、カエルやコオロギ、歌鳥の求愛など、種を超えて大多数の動物に利用されています。これら音による情報伝達は通常、環境雑音や人工的な雑音、さらには他の動物が発する音などの外乱がある状態で行われます。動物は外乱がある状況でも正しく情報伝達ができますが、人工の音声認識などの技術はまだまだそれに追いついていません。動物が雑音下で効率よく情報伝達するための工夫がわかれば、雑音下での目的音声抽出技術などの人間が利用する技術基盤に有用な知見が得られるでしょう。

夜空を自由に飛行するコウモリは、一風変わったかたちで音による情報伝達を行います。コウモリは自ら超音波の音声(パルス)を発して、その反響音(エコー)を聴取することで空間の把握を行う動物です。つまり、環境を伝搬することで自身が発した信号に生じた変化を分析するのです。コウモリは社会性が高く、同種の他個体とともに生活や、移動、採餌を行います。そのため、他の個体の発した音声によって、自身のエコー聴取が妨害されます。コウモリは生きるために自身のエコーを正確に聴取し分析する必要があるため、動物の雑音下での目的音声抽出メカニズムを研究するのに最適なモデル動物であるといえます。

そこで我々の研究グループは、コウモリに搭載できるFMワイヤレスマイクロホン(図1a)を用いて、コウモリの音声(図1b)を模擬した妨害音声を外乱としてスピーカから提示した環境で、飛行するコウモリの音声を記録しました(図1c)。この手法を用いると、コウモリが発したパルスをドブラー効果や減衰の影響なく評価できます。実験の結果、コウモリは妨害音が提示されると、素早く自身の音声の終端周波数(図1b)を変化させることがわかりました(図2a)。また、その変化は、妨害音と自身の音声の終端周波数の差に応じたものであること(図2b)も明らかになりました。

これら結果は、コウモリが妨害音と自身のパルスの終端周波数に応じて自身の音声の終端周波数を素早く適応的に変化させることで、エコー聴取の混乱を回避していることを示唆するものです。また、僅かな終端周波数差によって、コウモリ型の周波数変調音が容易に分離可能であることも、数値シミュレーションによって明らかになってきました。コウモリの雑音に強いセンシング運用方法を解明し、社会へ役立つ技術へ還元できる日を夢見て今後も研究を進めていきたいです。

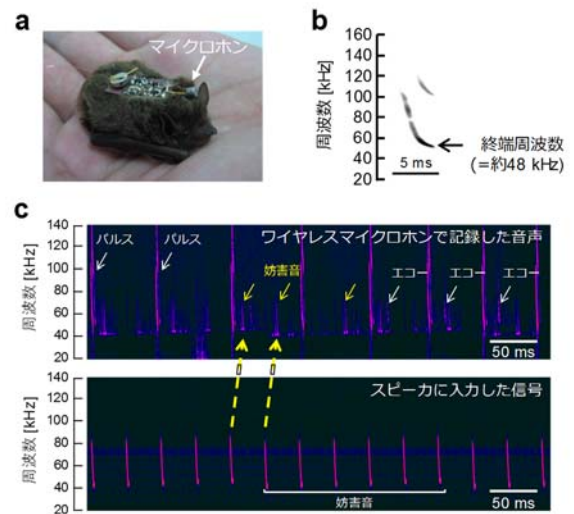


図 1. (a) コウモリに搭載可能な FM ワイヤレスマイクロホン (バッテリー込みで 0.6 g)。 (b) コウモリの放射パルス。 (c) ワイヤレスマイクロホンで記録したコウモリのエコーロケーションパルス (上) と外乱としてスピーカに入力した妨害音 (下)。

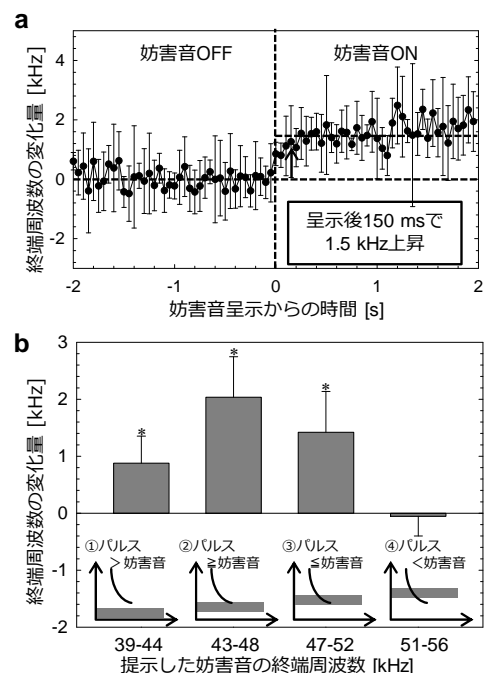


図 2. (a) 妨害音提示に対する終端周波数の瞬時的な変化。 (b) 各刺激に対する終端周波数の変化量 (Student's *t*-test with Holm's correction, **P* = 0.05)。

文献情報

K. Hase, T. Miyamoto, K. I. Kobayasi, and S. Hiryu, "Rapid frequency control of sonar sounds by the FM bat, *Miniopterus fuliginosus*, in response to spectral overlap," *Behav Processes* 128, 126-133 (2016).

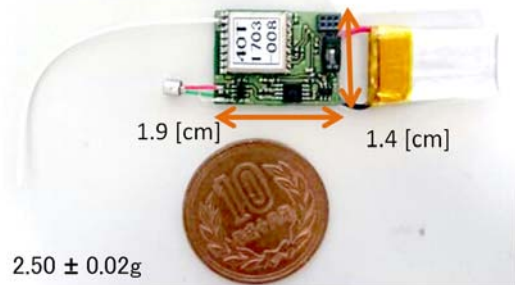
体が震えるほど面白いコウモリのロガー実験

氏野 友裕 (同志社大学大学院 生命医科学研究科 博士前期課程2年)

日本でよく見かけるアブラコウモリは、エコーロケーションを用いて一晩に約 1g 分の餌を食べると言われています。コウモリの餌である蚊などの昆虫を 1g、となれば、相当数食べないとはいけません。限られた時間内でたくさん食べると必要性から、きつとうまく餌を探す方法があるのでは？これまで、私たちは大学の近くの川沿いで餌を食べる時のコウモリの音響行動を調査してきました。2、3秒という非常に短い間隔で繰り返し捕食していることや、餌の動きを“先読み”したナビゲーションを行っていることが分かりました。しかし、これはあくまで一つの餌場の中でのことで、1日に相当数の餌を食べる餌場は、きつと複数あるに違いないと思われます。また、コウモリは自ら放射する超音波の間隔から、餌を食べた等の行動を推測することも可能です。位置情報と音響情報を組み合わせることで、餌をうまく探す方法を解明できないかと、取り組んでいます。

そこで私たちはコウモリの超音波の放射タイミングも記録できる GPS 音響イベントロガーを独自に開発しました。このロガーはマイクを装着していて、一定の音圧を超えると音声時刻を記録してくれるものです。開発を始めたころは、音圧の閾値の設定に悩み、コウモリの音声をうまく記録できないなど、苦労しました。コウモリは餌を探すときには非常に大きな声で、一方、餌を捕食する直前の音圧はそれよりも 100分の1よりも小さい音を放射します。小さいといっても、蟬の鳴き声程度に匹敵し、私たちには十分うるさいのですが、探索時の音はジェット機の騒音くらいになります。あの小さな体でこれほどの大きな音を出すのですから、これだけでもコウモリは充分凄いと思います。私はよく声が小さいと言われるのでその能力を少しでも分けてほしいです。また、大きさや重さを制限した上で、機能を実装するための改良には、開発を依頼した企業の方と二人三脚での苦労がありました。約 1年の改良を兼ねてようやくできたロガーを実験室内でコウモリに載せて飛行させたところ、正確に放射パターンを記録できました。

ロガーが完成し、いざ本番です。主な実験期間は 6、9月で、それぞれ 10日に渡って実験を行いました。北海道苫小牧市内にある戦争遺跡で、ここに毎年コウモリが 20頭ほど生息しています。私たちがロガーに載せるのはキクガシラコウモリという種で、体重は 20-30g で主に木や林などが生い茂る環境で生息し、そこにい



GPS 音響イベントロガー

る昆虫を食べて生活をしています。森に棲んでいるが故に追跡が難しく、その行動が殆ど分かっていない種です。実験の初めの日にこれらのコウモリを捕獲し、一匹ずつ体重を測ってロガーを装着する個体を慎重に選びます。そしてコウモリの背中にスキンボンドを使ってロガーを装着します。ボンドが乾くまで 10分かかりますが、コウモリを持っている人めがけて、蚊が大量に押し寄せてきます。手が空いている人にはうちわや蚊取り線香を装備して立ち向かいますが、数が多いので追い払うのも一苦労です。ようやくボンドが固まれば、「絶対に帰って来いよ」と願いながらねぐらに戻します。この作業をひたすら繰り返し、気がつけば、日が沈んでいました。翌日の朝から再び戦争遺跡に入り、ロガーを装着したコウモリを探す日々が続きます。



コウモリに GPS ロガーを装着するときの様子

朝が来て遺跡に着くと回収作業が始まりますが、雰囲気は真剣そのもの。遺跡に 3 個ほど出入り口があるので全て網で塞ぎ、「一匹たりとも逃がさない！」という気持ちで臨みます。遺跡には「今日はいるか？」とドキドキしながら入っていきませんが、ロガーを回収するどころか、コウモリすらなかなか帰ってきてくれません。全く帰って来ないときもありました。しかし、そ

の中でロガーを装着したコウモリを見つけたとき、余りの嬉しさで**体が震えました**。周りのメンバーが見守る中、慎重にデータの取得に取り組みます。無事に取り出した後、隣にいた藤岡さんから「氏野、これは非常に貴重なデータだから大事に保管しろよ！」と心配で声をかけてくれるのですが、その言葉には、嬉しさと興奮も含んでいることがこちらにも伝わりました。GPS 音響イベントロガーは回収できたのは合計で3個ですが、データが取れたのは実はたったの1個。残りは回収時にすでに壊れていて、データが取れなかったときはさすがに落ち込みました。



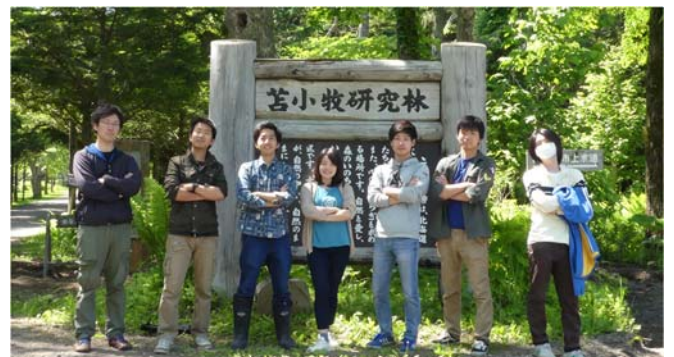
回収するときはねぐらの出入口をしっかりと閉める(左)
ロガーを載せたコウモリを捕獲ときは感動もの(右)

データを取得することに成功したら、次は解析が待っています。しかし、最初は解析方法もよくわからず、データの量も膨大で、どこから手を付けたらいいのかが分からなかったです。まずは軌跡を出すことを目標に取り組みました。ロガーの開発をお願いしている技術の方に電話で何度も相談し、データの見方を丁寧に教えていただき、軌跡を算出することができました。嬉しさのあまり、先生にも急いで見せに行つたのを覚えています。まず軌跡からわかったことは、このコウモリは川沿いで移動と停滞を繰り返しながら飛行していることです。主に森にいるかと思いきや、川沿いで飛行していたことは、キクガシラコウモリの意外な一面でした。一方で、音声情報に関しては、回収できたロガーは実はまだプロトタイプのもので音圧閾値が高く、コウモリがどこで餌を食べているのかまでは正確には分かりません。ただ、音声を計測した単位時間当たりの回数を比べると、移動時と停滞時では停滞の方がずっと多いことが分かりました。おそらくコウモリは停滞時に超音波をいっぱい放射して、餌を探していただろうなと想像しています。

さらにコウモリの行動を GPS データから推測するほかに、数mの範囲でならマイクロホンアレイを用いれば、よりローカルな行動を調べることができるはずです。そこで GPS データでわかったコウモリが停滞した場所にマイクロホンアレイを設置し計測してみました。車で移動したのですが、道が狭く対向車にぶつからな

いか心配でした。また、川沿いにはイノシシ対策の電気柵を設けており、獣に襲われないかヒヤヒヤしました。そして到着すると、木の近くには蛾が多数飛んでいました。このコウモリは主に蛾を食べるので、おそらくこの場所を餌場として利用しているだろうと予想してマイクロホンアレイを設置しました。夜になって実験系の電源を入れ、バットディテクターを片手にコウモリを探します。なんと、私たちが目指した木の方向からコウモリの音声を聞くことができたのです。すぐに通りすぎただけでなく、1~3分間の長い時間ずっと音を出し続けていたのです。しかも3回も！これがどれくらいすごいのかといいますと、公園でカメラを持って自分が狙った場所で野生のスズメを撮影しようとしているようなものです。すなわち、これは奇跡と言っても過言ではありません。今回コウモリは木に留まって餌を探していたようで、残念ながら餌を食べるまではいかなかったですが、GPS ロガーで特定した場所でコウモリの音声と軌跡を同時に取ることに初めて成功しました。別の時期に同様の実験を行いました。今度は飛行している様子も見ることができました。餌を食べる瞬間を取る日もすぐそこに来ていると思っています。

最後に、これから研究を始めようと考えている後輩にも、私はコウモリのロガーを用いた研究を勧めたいと思います。洞窟や北海道など普段行けない場所に行くことができるのは勿論、ロガーを回収する難しさと嬉しさを体感し、「**体が震える**」想いをみなさんに味わってほしいと思います。私はこの実験データを元に学会やドイツに行く機会も頂きました。国内外問わず私の想いを伝える場を用意してくださった先生方や藤岡さんは勿論、私の研究を一緒にやりたいと入ってきてくれた後輩たちには感謝してもしきれません。この場をお借りしてお礼申し上げます。コウモリのロガー実験がずっと続くことを願います。いい報告があれば、ぜひ聞かせてほしいです。



北海道でロガー実験を協力して頂いたメンバー
例年4人ほどですが、今年は7人と大所帯でした

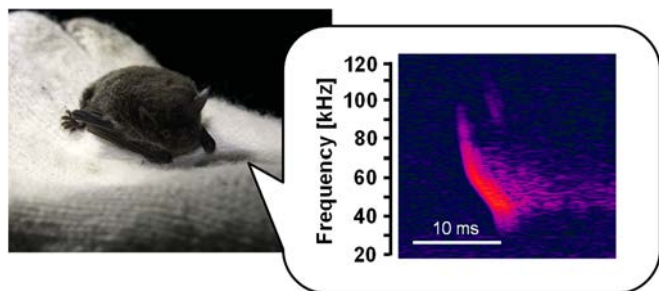
野外活動レポート②

小さなコウモリから得られる大きなこと

濱井 郁弥（同志社大学大学院 生命医科学研究科 博士前期課程1年）

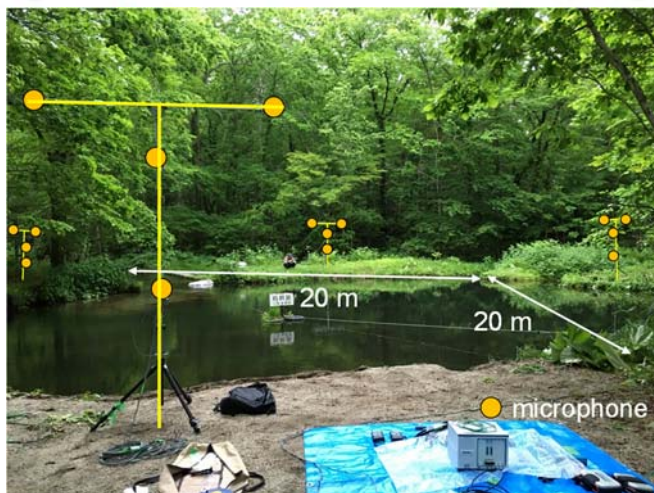
皆様、初めまして。同志社大学大学院生命医科学研究科修士課程1年の濱井と申します。今回は私が学部4年生のときから3度訪れた北海道大学苫小牧研究林にて行った、ある小さなコウモリに関する野外活動レポートについて執筆させていただきます。

まず初めにコウモリは目が見えない代わりに超音波を放射し、周りから跳ね返ってきた音を聴くことで周囲環境を把握しています。目が見えないのに仲間や障害物にぶつからないなんて、よほど高度なセンシングを行っているのです。私がコウモリに魅力を感じた一つの要因です。さて、今回野外で観測対象としたのはモモジロコウモリです。体長約5cm、体重5-11gの非常に小さいコウモリです。写真は実際に福井県内の洞窟内で撮影したモモジロコウモリの写真ですが、小刻みに震えていて非常に可愛かったのを記憶しています。水面付近で捕食を行うことも報告されているこのコウモリの習性を活かして研究を行いました。



モモジロコウモリ（左）とエコーロケーションのために口から放射される超音波（右）

実験は研究林内にて、採餌のために約20m四方の池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う実験系を構築して行いました。1基のアレイは4chからなるY字型ユニットの中央に設置したマイクロホンを基準とし、他3chを等距離、等角度に配置しています。こうすることでロガーを付けることなく、各マイクロホンの音の到着時間差から、池内を飛行するコウモリをトラッキングできるという特徴があります。またコウモリの音響的な特性から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できます。音響情報のみでこれだけ多くのことがわかるのが素晴らしい点です。実際に飛行するモモジロコウモリは、小さい身体なのに、ダイナミックに水面すれすれを飛行していました。



池の周囲を囲むように設置した、16chのマイクロホンアレイシステム。3次元飛行軌跡の計測や音声分析に用いる。

実験中はハラハラ、ドキドキの連続です。コウモリが餌場に来るかどうかを暗闇の中、確認しに行くときは周りが真っ暗なので池に落ちそうになることもありました。また、研究林に熊が出現することも報告されていたので、ビクビクしながら熊対策用のスプレー一本だけを持って探索に行ったのを覚えています。研究林の山奥で車のバッテリーがあがったり、車を木にぶつけてレッカー車を呼んだこともありました。本当にヒヤヒヤの連続でした。

このように研究林で苦勞してとった膨大なデータから面白い傾向が見られそうなのですが、現在目下解析中であり、結果が出るのが待ち遠しいです。先生からは「もっと解析を！」、「もっと解析を！」と言われる日々ですが、諦めずに成し遂げたいと思っています。



実験後の宿舎にて、野外班全員大集合！！

東京大学北海道演習林における野生動物調査 —野生動物と共存可能な森林管理をめざして—

福井 大 (東京大学農学生命科学研究科北海道演習林)

東京大学北海道演習林 (以下、北演) は、北海道中央部の富良野市内に位置する、総面積 22,715ha の大学演習林です。そのうち約 18,000ha あまりは天然林で、標高は 190m~1,459m におよび、低標高域の落葉広葉樹林から中標高域の針広混交林、高標高域の針葉樹低木林 (ハイマツ帯) まで、様々な森林植生を見ることができます。11 月から 4 月にかけては雪に覆われ、標高 230m にある気象観測地点における記録によると、年平均気温は 6.4 度 (最高 35.1 度、最低-26.8 度)、年降水量は 1,297mm、最大積雪深は 83cm に達します。これまで確認されている維管束植物は 894 種、鳥類は 113 種、哺乳類は約 35 種です。

北演では、1958 年より、森林の公益的機能 (環境や生物多様性の保全) と経済的機能 (林産物の産出) の双方が持続的に創出されることを目的とした「林分施業法」という独自の施業体系のもとで森林を管理しています (1)。この施業では、生育する樹木の密度や種、サイズ、天然更新の度合いを基準に、天然林をいくつかの林種に区分し、それぞれの状態に応じた施業を行います。伐採する場合は主に択伐で、回帰年は 15-20 年、伐採率は 16-17% (材積比) を上限としています。こうした施業試験を通して、施業対象区域内の立木密度や蓄積、樹種構成、サイズ構造などの森林資源データが長年にわたって蓄積されています。そのほか、北演内には 100 箇所近い長期測定プロット (施業地、非施業地を

含む合計 39.22ha) や、2 箇所の大面積長期生態系プロット (36.25ha および 18.75ha) が設置され、樹木個体ベースのデータが 5 年ないし 10 年おきに測定されています。近年では、航空レーザー測量に基づく高精度な地理空間データも利用可能です。

近年の森林政策においては、森林の多面的機能を持続的に発揮させる、特に野生動物との共生は重要な課題になっています。北演においても、野生動物を含む生態系保全を重点課題の一つとし、様々な調査研究が進められています。そのうち、哺乳類を対象としたものとしては、センサーカメラを用いた長期モニタリングが挙げられます。このモニタリングは、2004 年より始まっている各種基盤データ整備の一環として 2011 年から全国各地の東京大学演習林で行われており、各演習林の哺乳類インベントリー作りに役立てられると同時に、シカや外来哺乳類など、近年になって社会問題となっている種の分布拡大や生息数変動を把握するための基礎的な資料にもなります (2)。また、北演では、森林管理が野生動物に及ぼす影響を明らかにする目的で、森林で最も多様性が高く、かつ森林環境に強く依存して生活している分類群であるコウモリ類を対象としたモニタリングも行われています。コウモリは小さくて夜間に飛翔するため、前述のセンサーカメラによるモニタリングはほぼ不可能です。そこで、超音波自動録音装置を用いたモニタリングが行われています。この装



写真 1 : センサーカメラで撮影されたヒグマ



写真 2 : 超音波自動録音装置



写真3：富良野の森に生息するコウモリ

置は、コウモリ類が飛翔中に発する超音波音声を探知すると自動的に録音してくれるもので、森林内の様々な環境に装置を設置し、2週間前後でSDカードを回収します。カードに録音された超音波音声を専用ソフトでソナグラム化することで、いつ、どんなコウモリがどれくらい飛んでいたのかを把握することができます。ただし、コウモリ類の超音波音声は近縁種間で似通っている場合があります、見ただけ、聞いただけでは種判別が困難です。そこで、調査地内に生息するコウモリ類の参

照音声をなるべくたくさん収集（実際に捕獲を行い、飛翔時の音声を録音します）し、音声による種判別アルゴリズム（近年流行の人工知能を使います）を構築する研究を並行して行っています。2016年のモニタリング調査では、延べ120晩に渡るモニタリングで70,000回近いコウモリ類の音声が記録されました。現在、これらの膨大な音声データを解析中ですが、森林施業とコウモリの多様性や活動量との間にある程度の関係性がありそうです。将来的には、どのような森林管理手法が野生動物との共存を実現できるのか、提言していく予定です。

広大な面積、良質な森林、長期間にわたる基礎データを有する北演は、野生動物の研究を行うのに好都合なフィールドです。他大学や研究機関の学生・研究者の利用も可能ですので（もちろん、テーマによって実現できるかどうかは異なりますが）、興味のある方はぜひ一度お問い合わせください。

参考文献

- (1)高橋延清. 2001. 林分施業法—その考えと実践—(改訂版) ログ・ビー, 札幌, 125pp.
- (2)東京大学演習林基盤データ整備委員会生物部門脊椎動物分野. 2017. 東京大学演習林自動撮影カメラ調査成果報告(2011年4月~2016年3月). 演習林(東大), 59: 69-72.

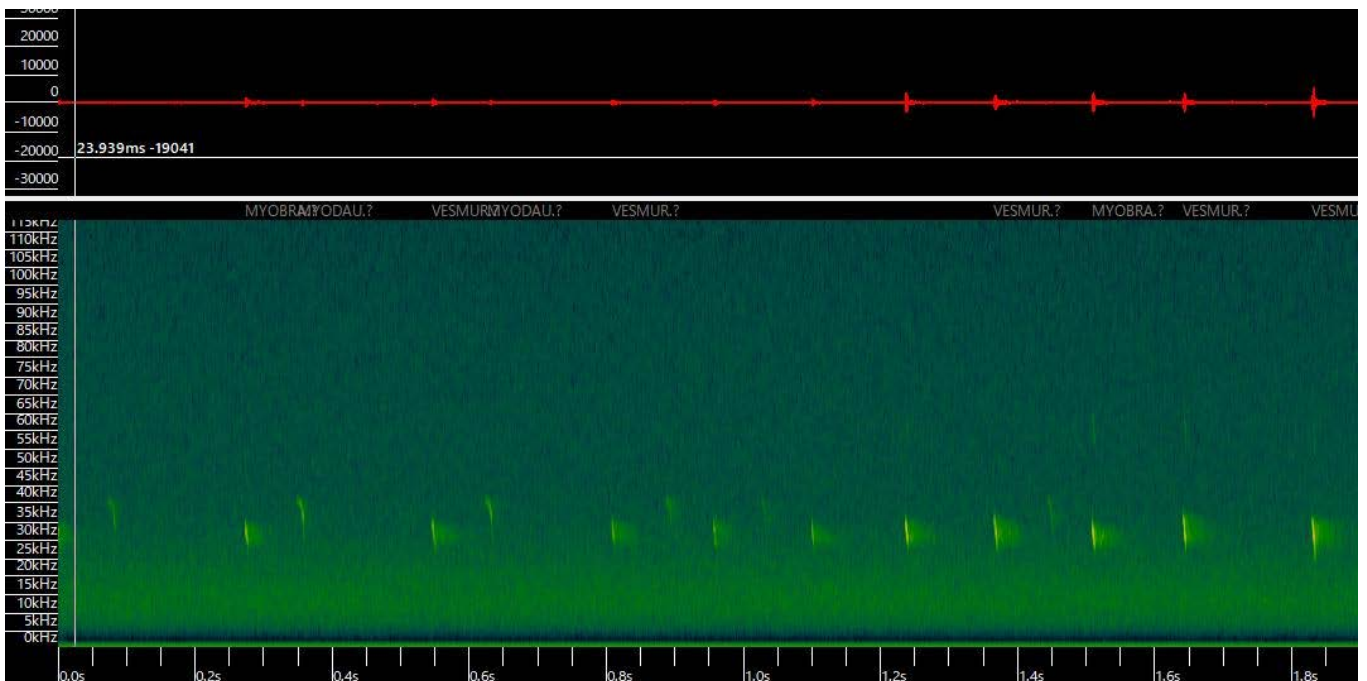


写真4：超音波自動録音装置によって録音されたコウモリの音声

神経行動学とバイオロギング —米神経科学会 2017 に参加して—

小林 耕太 (同志社大学生命医科学部)

2017年11月11日から15日に米国ワシントンDCで開催された北米神経科学会に参加をしました。同学会は神経科学分全般を扱い、毎年約3万人の参加者を集める、神経科学としては世界最大規模の学会です。それだけの人数が集まる会場は米国内でもワシントンDC以外にはサンディエゴとシカゴしかなく、バイオロギング的な言い方をすれば、ワシントンDCのコンベンションセンターにむけて3年に一度のペースで世界中の神経科学者が“渡り”をおこないます。私は大学院であった20年程前からほぼ毎年参加をしていますが、ここ数年の傾向として、技術の進歩や社会の変化に合わせて工学、社会科学、哲学など多様な分野への展開が顕著に見られます。バイオロギングに携わる読者の皆さんにとっては、同じ生物学とはいえ神経科学はやや縁遠いと感じられるかもしれませんが、しかし、神経科学の一分野である Neuroethology(神経行動学)は動物行動学から発展した学問分野であり、動物の行動とその神経メカニズムを解明することを目指している点において、皆さんの研究と通底しています。また、動物の帰巢や渡りについても、神経行動学の重要な分野として取り扱われています。私自身も動物の行動に魅せられて、鳴禽類やコウモリの音声コミュニケーションの神経機構を対象として神経行動学を研究してきました。

今回の学会でも私は、神経行動学の分野を中心に発表、情報収集をおこなってきました。たとえば、バイオロギングではおなじみの電子機器や情報技術の進展と記録装置小型化の恩恵は、神経行動学にも訪れています。それら技術の発展により、音声利用とその神経機構を、今まで観察できなかった時空間に拡張して記録・解析することが可能になってきました。そのため、コウモリや鳥などの飛翔動物を対象に、野外での神経・生理活動を記録する研究例も見られるようになってきました。

一方で、ここ数年は神経行動学が扱う動物種が限定されつつあるようにも感じます。その理由は複合的ですが、一つは、マウスを筆頭とした数少ないモデル動物研究の成功により、それ以外の動物における研究成果が一見して見劣りするようになってきた点。あるいは、ヒトに近縁だと一般に感じられる動物になるほど倫理的な関心により、研究以外の手続きが増えている点が上げられます。米国の大学で教員として務める私の友人も、ヒトへの医療・実用を求める傾向が

強まっており、遺伝学的な知見が蓄積している特定のモデル動物研究に研究資金が集中しているため、それ以外の動物種を用いた研究は予算獲得が困難になっていると嘆いています。研究者としてのアイデア、創意工夫が一層と試される時代になっています。バイオロギングは、動物の真の行動や能力を教えてくれる点で、神経行動学者にとって、付け焼き刃ではない正しい研究アイデアを与えてくれる貴重な存在です。今年は、隔年で開催される国際神経行動学が、オーストラリアのブリスベンで7月15~20日に開催されます。神経行動学に興味をもってくれた読者がいれば、ぜひ参加してみてください。わたしたち神経行動学者にとっては、バイオロギング研究者との交流を通して将来の研究の道筋を得る機会になるかと思います。



ポスター発表を行う研究室メンバー

日々の研究室 —みなさん、ワークとライフはどんな感じですか？—

飛龍 志津子（同志社大学生命医科学部）

毎年恒例ですが、今年も修士論文と卒業論文の発表会が近づいてきました。研究室は連日24時間営業状態、決して健康的、とは言えない環境の中(!)、学生さん達はインフルエンザにかかる時間的余裕もなく、毎日慌ただしく過ごしています。

「研究室の学生さんは何人ですか?」「多すぎてはつきりわからないのですが、全員で約60名です!」というやりとりを、今年も何回やったことでしょうか。。最近ではすっかり大家族自慢になってしまいました。コウモリも多い時では30匹を超えるので、在籍する哺乳類の数として総勢100匹ほどになります。連日の発表練習や論文タイトルを相談をする中で、今年はM2が13名、卒論生が20名いることを、ようやく把握した我々(飛龍&小林)です。こんないい加減な教員のもと、これだけの人数の学生さん達が毎年、どうして無事に卒業できているのか、ですが、それはすべて、研究室内の先輩達の献身的なサポートのおかげであることは間違いありません。彼ら自身も、4年生の時は先輩院生に助けをもらって、卒論を仕上げていました。そういう私自身も、総勢70名を超えるピックラボで育ちました。当時から先輩が後輩の面倒を見るのは当たり前、ドクターの時にはちょっとしたPIのように、10数名の後輩達のテーマ振りや学会発表のタイミングや内容なども、すべて一任されていました。自分の時間がなく、後輩達の面倒を見て一日が過ぎる毎日に、途方に暮れることもありましたが、この時期の経験があるからこそ、今があるように思います。

大所帯となると、もはや一人ひとりには目が届きません(と割り切る)。なので、4年生には院生とペアを組み、師弟関係を作ってもらいます。その上にはドクター以上のお兄ちゃん、お姉ちゃん達がリーダーとして面倒を見てくれています。まだ保育園児を持つ私は毎日夕方5時には帰宅せねばならず、学生さん達が何かと盛り上がる夕方以降の研究室の様子は、私自身はもはや直接把握することはできません。何かちょっとした事件(?)があっても、私の耳にはすでに終わったところに届くこともよくあります。大所帯ならではだと思いますが、ちょっとした困りごとはさらっと流されてしまい、多くの場合が学生さん同士の「自治自立の精神(同志社の精神の1つです)」で解決してくれているようです。育児休暇中は、学生さん達とは自宅からメールとSkypeでやり取りするだけの日々が、1年間続きました。教員不在という異常事態の中、みんなが力を合わ

せて様々な困難を乗り切ってくれました。当時のメンバーには本当に感謝しています(一人目は、藤岡君がドクター在籍中でした)。

子供が生まれてから仕事のやり方も随分と変わりました。土日返上で徹夜もするような研究スタイルから、土日はできる限り家族と過ごして、平日も5時に帰宅する、という生活に変わりました。自分の仕事は朝、出勤前に済ませて、日中は講義と会議でいないことが多いのですが、それ以外の時間をすべて学生さんとのディスカッションに使うことにしました。それまで日中は自分のことだけで慌ただしかったのですが、できるだけゆったりと学生さんと向かい合うことを優先するように心がけています。聞くと、やはり子育て中のお母さん研究者の方は、朝型人間が多いようです。

今はまだ泊まりの出張も行きづらいことから、行きたい学会や野外調査もいつもお留守番です。子育てが一段落したら、と思う反面、意外にも家にいるのが好きなので、それほど今は苦になっていません。ただ現場で寄り添えない分、今の私にできることはとても限られます。学生さん達を励まして、応援したりアドバイスしたり、時にはこれからの夢を伝えることが中心です。精力的に研究をご自身でされている研究者の方を見ると、今の自分のスタイルで、いったいいつまでできるかな、という不安も正直あります。ただ、今はうちでも少しずつ増えてきた博士課程の女子学生さんや、理系への道を少し不安に思っている生徒さんらに対して、子育てと研究のどちらも楽しむことはできるよ、ということを少しでも感じてもらいたい、という思い(意地?)もあって、子育て中心の研究スタイルを可能な限り、前向きに続けていこうと思っています。昨年の女子会ワークショップでもご紹介したように、上に立つ立場の人間がどう思っているか、また実践した経験があるか、ということも、ワークライフバランスを進めていく上で大事なことだと思います。

とりとめのない内容になってしまいましたが、やっぱり私は大勢で賑やかな研究室が大好きです。今の賑わいが終わると、もうすぐ卒業が近づいてきます。卒業式の翌日は、いつも心にぽっかり穴が開いたような気持になって、もう会えないんだなあ、という寂しさがじーんと込み上げてきます。しかしそういった感傷に浸る間もなく、またすぐに20名近い卒論生が仲間に加わるのでした。。さあ、今年も修士論文、卒業論文の発表会まであと少し、みんなががんばります!

総会のお知らせ

平成 30 年度のバイオロギング研究会総会（第 14 回）を、日本水産学会春季大会に合わせて以下の日程で開催いたします。

日時：平成 29 年 3 月 27 日（火）12:00~13:00
場所：東京海洋大学内会議室（未定）

平成 29 年度の研究会活動報告，会計報告，平成 30 年度の事業計画などについての審議が行われる予定です。ぜひご参加下さい。

また欠席される会員の方は、登録されたメールアドレスに送った（または下記の QR コード）Google フォームで、もしくは本会報に同封された委任状（研究会 Wiki にも掲載）をメール添付書類（宛先：biolog@bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp）で 3/21（火）までに送っていただけますよう、よろしく願いいたします。

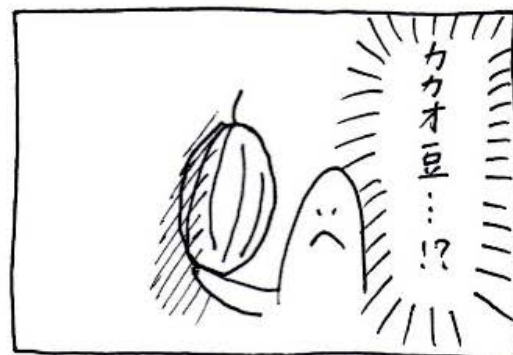
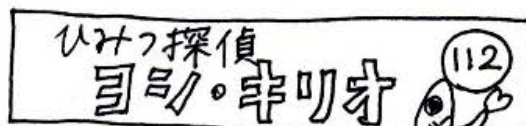


事務局からのお知らせ

送付した会報が住所不明で戻ってくるケースが多発しています。会報の送付先が変更になった場合は、速やかに事務局まで連絡をお願い致します。

編集後記

表紙の写真のタイトル（コウモリまだかな）を見て、みんなの気持ちが込められたいいタイトルだなあ、と思ったのと同時に、自分がまだ学生だった頃の気持ちにまで一瞬、タイムスリップしそうになりました。選んだ本人（E.F）は「写真、地味かな...」と心配していたのですが、私にとっても思い出がいっぱいつまった風景です。【S.H】



【S.K.】