

船舶レーダーはコウモリの飛翔を どこまで探知できるのか？

－風力発電所建設時の環境アセスメント調査の効率化に期待－

新潟大学佐渡自然共生科学センターの佐藤雄大特任助教、河口洋一教授らの研究グループは、船舶レーダーを用いたコウモリ調査の可能性を検証し、広域モニタリング手法としての有効性を確認しました。

研究グループは、高い飛翔能力をもつことで知られるヒナコウモリ(*Vespertilio sinensis*, 注1)を対象に、観測範囲を確保するためのレーダー設置方法を示すとともに、個体レベルの飛翔を高い精度で検出できる観測距離を明らかにしました。レーダーは従来の方法よりも広範囲を調査できる可能性が示され、コウモリにとって重要な利用空間の解明が進むことが期待されます。

【本研究成果のポイント】

- コウモリの飛翔を効率的に捉えるためのレーダー設置方法を示した。
- 船舶レーダーでコウモリを検出可能な観測距離を明らかにした。
- 船舶レーダーは、コウモリの広域モニタリングに有用な調査ツールとなり得る。

I. 研究の背景

再生可能エネルギーの主力として世界各地で風力発電の導入が進んでいますが、風車の増加に伴って、コウモリ類の死亡事故（バットストライク、注2）が急速に増えています。日本の風力発電所でも、ヒナコウモリを中心に死亡事故が確認されており、風車建設に先立って行われる環境アセスメントでコウモリの生息状況を適切に評価する必要性が高まっています。しかし、コウモリは夜行性で高い飛翔能力を有するため、その観察は容易ではありません。従来の調査手法ではコウモリを検知できる範囲が数十m程度と狭いため、大規模な風力発電事業地などでは、これまでよりも広範囲をモニタリングできる調査ツールが必要とされます。

II. 研究の概要・成果

本研究では、コウモリの広域モニタリングを可能にするツールとして、Xバンド（注3）船舶レーダーを活用した調査技術の開発に取り組みました。レーダーは、電波を発してその反射

波を捉えることにより、半径数 km という広範囲でターゲットの位置や移動経路を知ることができる装置です。鳥類調査では長年にわたってレーダーが活用されてきましたが、コウモリに対するレーダー調査技術の知見は限られていました。

そこで研究グループは、はじめに、コウモリの検出可能性を高めるレーダーの設置方法を検討しました。レーダー観測では、地表面の凹凸や構造物などからの反射により、クラッタと呼ばれる撮像が発生します。このクラッタが多くなるほど、コウモリの移動を捉えることは困難となってしまいます。研究グループは、設置場所周辺の遮蔽物（植生）に合わせてアンテナの高さを調節することにより、レーダーから半径 1.5km 以内のエリアに占めるクラッタ量を約 70% 低減できることを示しました。この方法は、現場の状況に合わせて簡便に実施できるという利点があります。

続いて、ヒナコウモリを対象に、飛翔検出に適した観測距離を調査しました。一般的に、レーダーによる検出可能性は対象物との距離が離れるほど低下するため、ターゲットを確実に探し・追跡できる範囲を明らかにしておく必要があります。しかし、レーダーに映るターゲットがコウモリであることを確認するのは極めて難しく、野外で飛翔しているコウモリに対するレーダーの検出精度はわかつていませんでした。この問題を解決するため、研究グループは測距双眼鏡（注 4）を用いてコウモリの高精細な飛翔軌跡データを取得し、それらに基づいてコウモリのレーダーエコー（注 5）を特定するという方法をとりました（図 1, STEP 1～3）。得られたコウモリのエコー検出率と観測距離の関係を解析した結果、レーダーから半径 1km 以内のエリアにおける検出率は、70% 以上であることが確認されました（図 1, STEP 4）。

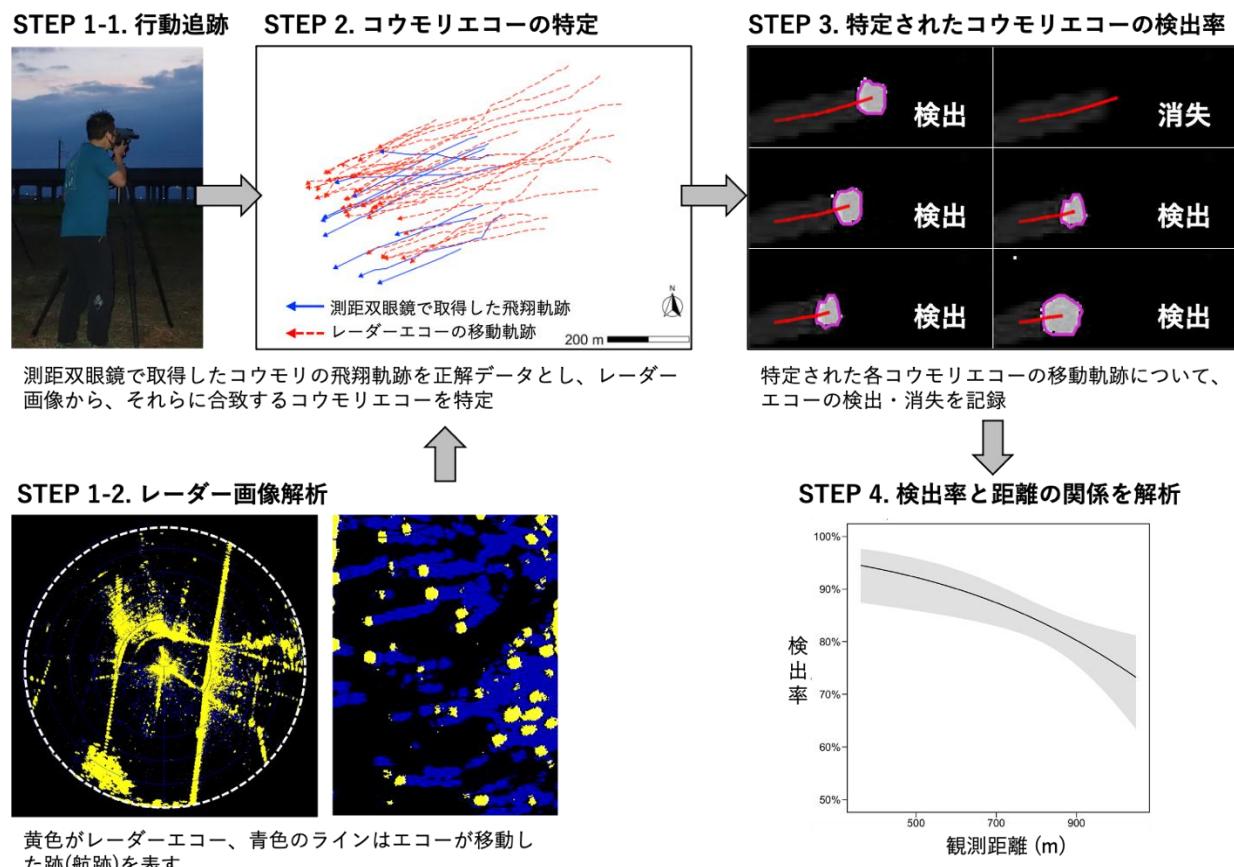


図 1. ヒナコウモリに対するレーダー検出精度の検証

III. 今後の展開

従来の方法と比べて、船舶レーダーは、コウモリの飛翔状況を広範囲に調査できることが明らかとなりました。また、コウモリの飛翔数や移動経路の把握など、長期モニタリングが必要な場面において、レーダーは有用な調査ツールとなることが期待されます。今後、レーダーに映るターゲットからコウモリを精度良く識別する方法が確立されていけば、風力発電所等でのモニタリングだけでなく、これまで謎に包まれてきたコウモリの渡り行動といった移動生態の理解も進むことが期待されます。

IV. 研究成果の公表

本研究成果は、2025年11月20日、国際科学誌「PLoS One」にオンライン掲載されました。

【掲載誌】 PLoS One

【論文タイトル】 Detection performance of an X-band marine radar system for free-flying Asian particolored bats (*Vespertilio sinensis*)

【著者】 Takahiro Sato, Yoichi Kawaguchi

【doi】 10.1371/journal.pone.0337422

V. 謝辞

本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20214G02)、文部科学省科学研究費助成事業 (JP24K23923、JP23K18545) の支援を受けて行われました。

【用語解説】

(注 1) **ヒナコウモリ**：日本では、北海道・本州・四国・九州に広く分布する。鉄道高架など人工構造物にも棲んでおり、季節的に長距離を移動することが示唆されている。国内の風力発電所におけるコウモリの死亡事故では、本種の報告が多い。

(注 2) **バットストライク**：体の小さなコウモリは、風車ブレードとの直接的な衝突だけでなく、ブレード周辺で生じる急激な気圧変化によって肺や内臓を損傷し、死亡してしまうケースが多い。

(注 3) **X バンド**：レーダーに使用される周波数帯のうち、8–12GHz の範囲を指す。船舶レーダーでは 9.4 GHz を使うものが多い。波長が短く、空間分解能が高いことが特徴である。

(注 4) **測距双眼鏡**：対象物までの直線距離、仰角および方位角をレーザー計測することができる双眼鏡で、観察場所の位置座標をもとに、対象物の 3 次元的な位置情報を記録することができる。専用のソフトウェアと同期することにより、2.3 秒間隔のインターバル計測も可能である。

(注 5) **レーダーエコー**：レーダーの電波が物体に反射されて返ってきた反射波のことを指す。反射波は、レーダー内部の処理装置などを通って、モニター上に撮像として映し出される。船舶レーダーでは、アンテナが 1.3~2.5 秒周期で回転し、映像が更新されていくため、船や飛翔動物のエコーが移動していく様子を視覚的に確認することができる。

本件に関するお問い合わせ先

新潟大学佐渡自然共生科学センター

教授 河口 洋一 (かわぐち よういち)

E-mail : y.kawaguchi.sado@niigata-u.ac.jp

特任助教 佐藤 雄大 (さとう たかひろ)

E-mail : takahiro.sato.j@niigata-u.ac.jp