

DJI Matrice4T、Mavic3Tを用いてコウモリ調査は可能か

○齊藤久¹・渡辺義昭²・中嶋亜矢子³

(Beacon¹・オホーツクコウモリ研究会²・無所属³)

概要

UAVにバットディテクターを付けるコウモリ調査は、DJI M210 V2で行われている(Jespersen et al. 2020)。また、サーマルカメラ付きUAVによる調査は、DJI Inspire1でオオコウモリを対象に行われている(McCarthy et al. 2021)。しかし、いずれも大型機種であり、高価で取り扱いには慣れが必要である。そこで、比較的安価、操縦がし易く、小型軽量、折り畳み式で持ち運びが容易なサーマルカメラ付きのDJI Matrice4T及びMavic3Tで小型コウモリ調査が可能かを検証した。

各種のテストの結果、いくつかの課題はあるが小型コウモリ調査は可能である。この性能を活用し様々な調査手法が広がることが期待される。

サーマル画像テスト

【方法】

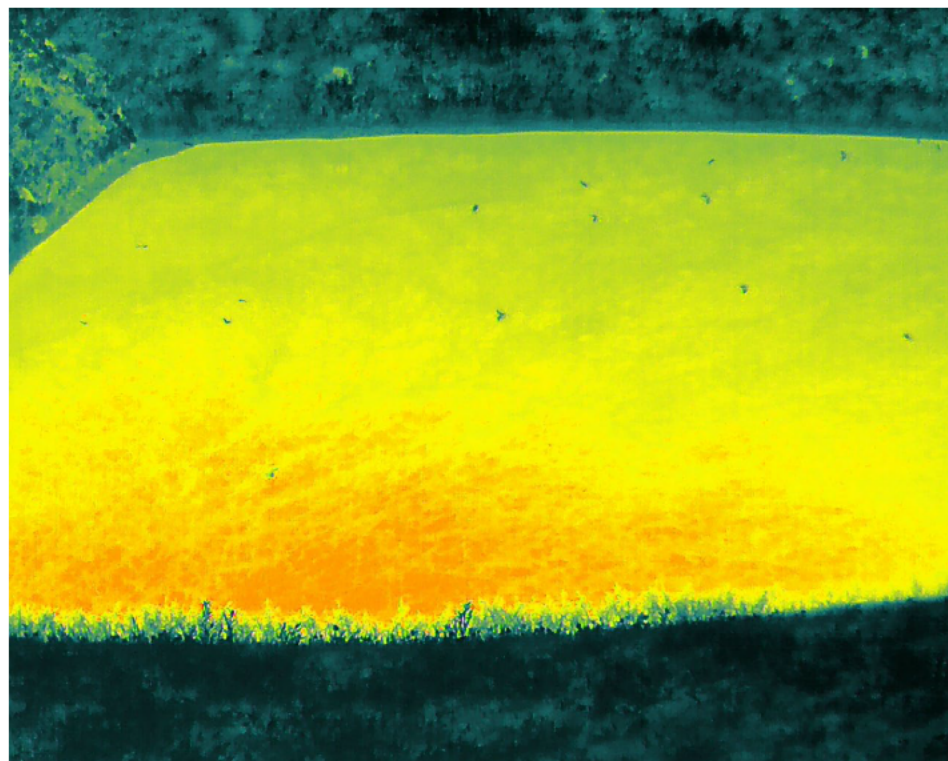
コウモリが飛翔している池の上空でサーマル撮影を行い、外気温、検知距離、背景物、パレット(配色)の比較を行った。サーマルの解像度は高ゲインとした。

【結果】

- ・3T、4T共に距離50m以内だとコウモリの形が分かる程度に見える。気温条件によっては90mでも識別できる。
- ・同条件なら3Tより4Tの方が遠方まで検知する。
- ・背景が水面、樹林、建物、空で反応、見え方が変わる。
- ・条件により適したパレットが変わる。

距離 (m)	テスト①	テスト②	テスト③	
	気温:20℃	気温:13℃	気温:20℃	
	3T	4T	3T	4T
～25	◎	－	◎	◎
28	－	－	◎	◎
30～39	－	－	◎	◎
40～49	◎	◎	◎	◎
50～59	◎	◎	○	◎
60～69	◎	◎	△	◎
70～79	◎	◎	×	◎
80～89	○	◎	－	○
90～99	○	◎	－	○
100～110	△	○	－	△
110～115	△	－	－	△
135	－	－	－	△

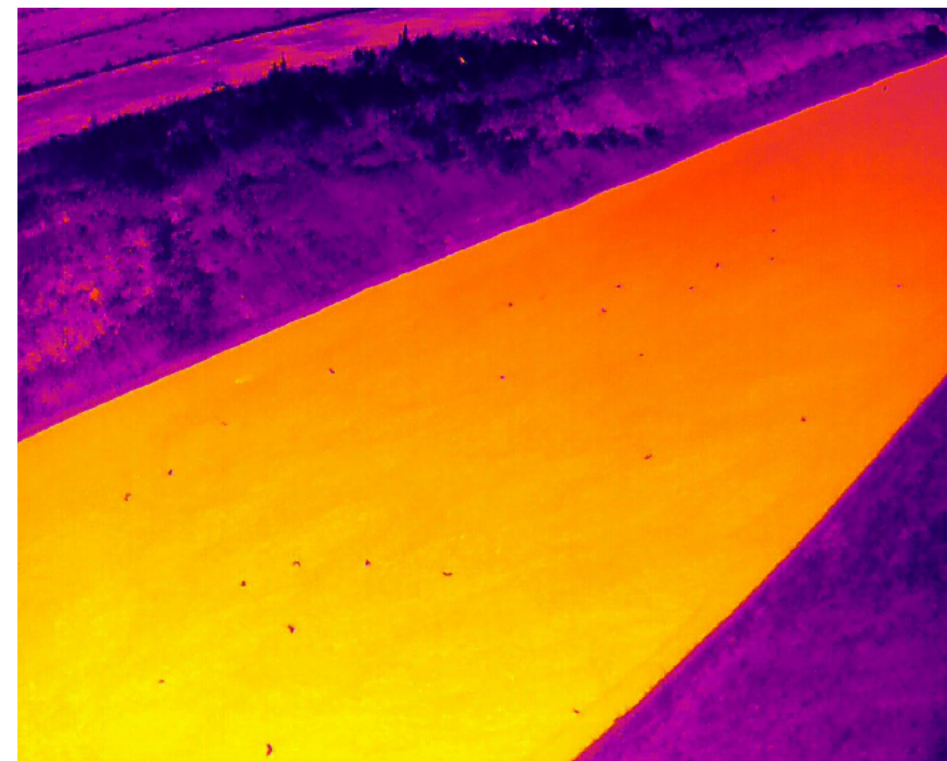
◎:コウモリの形が分かる。○:頭数が分かる。△:飛翔物として分かる。



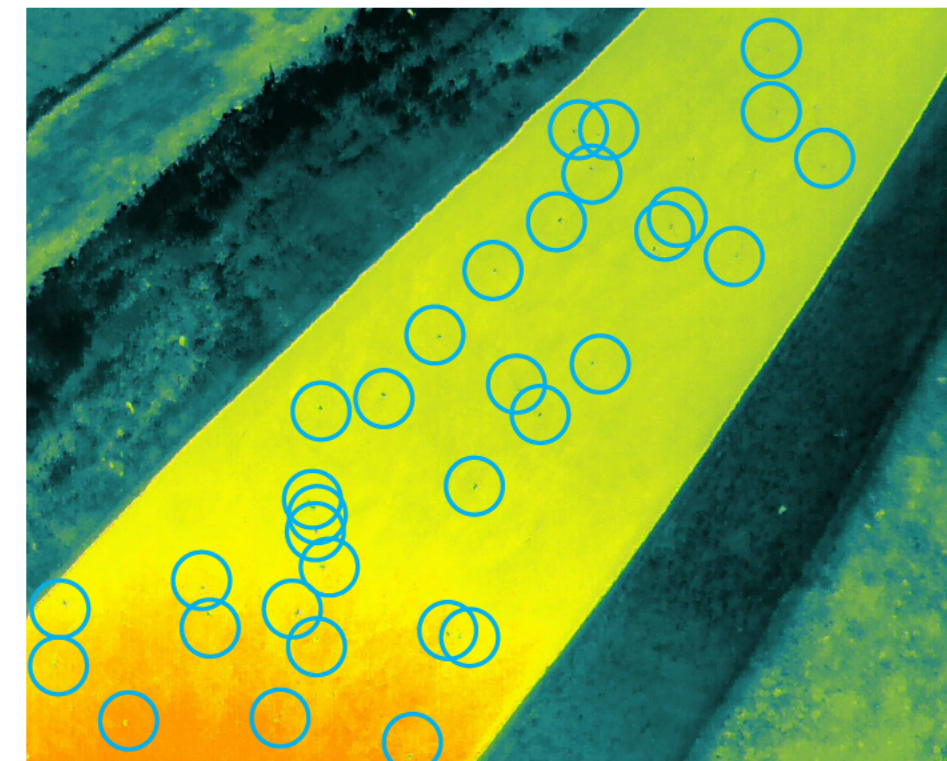
テスト③: 3T・45m(Rainbow2)



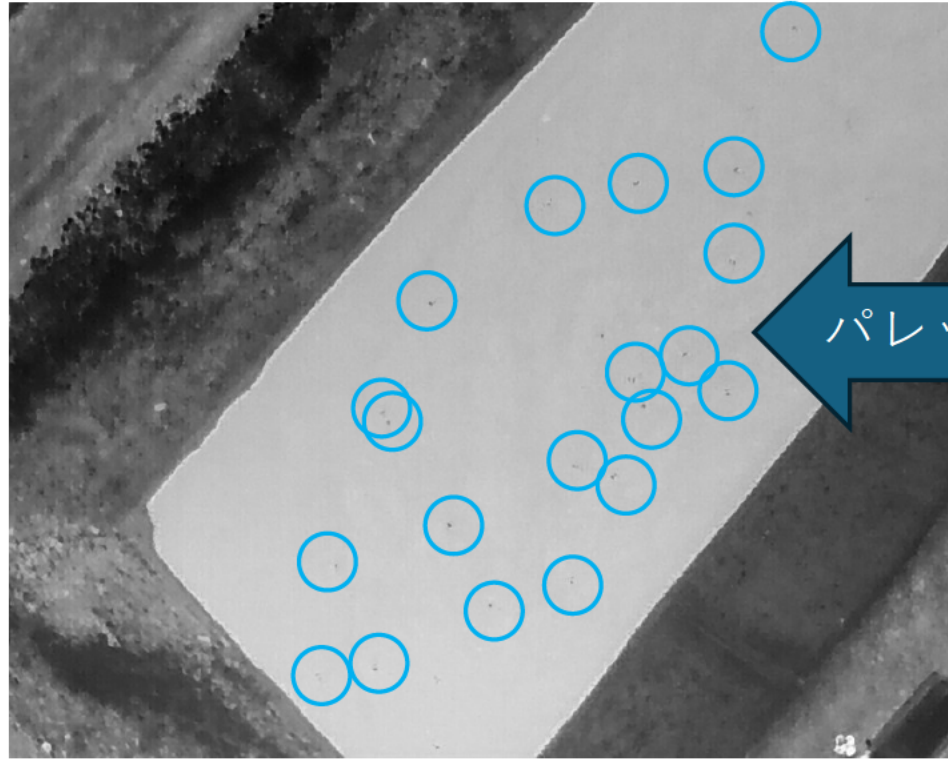
テスト③: 3T・45mズーム(BlackHot)



テスト①: 3T・50m(IronRed)



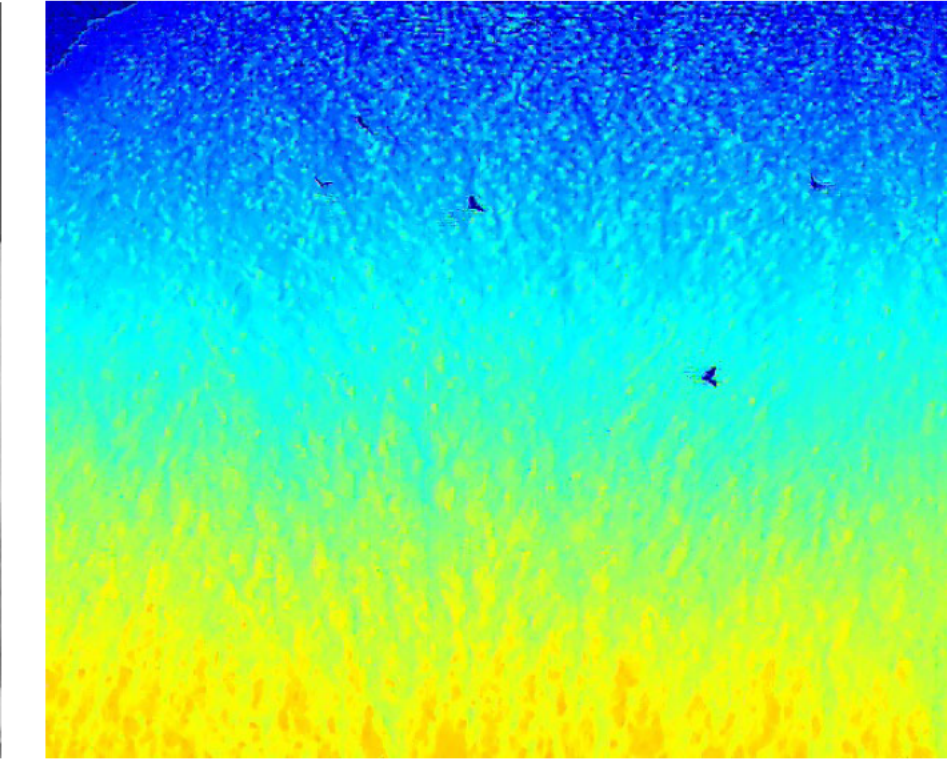
テスト①: 3T・75m (Rainbow2)



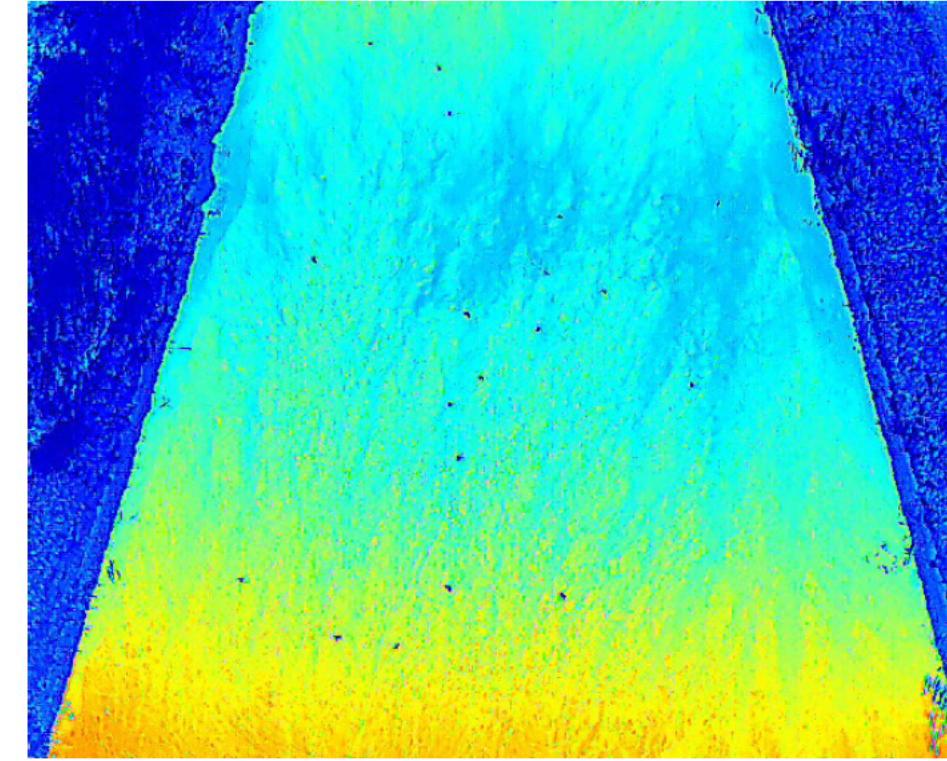
テスト①: 3T・95m拡大(BlackHot)



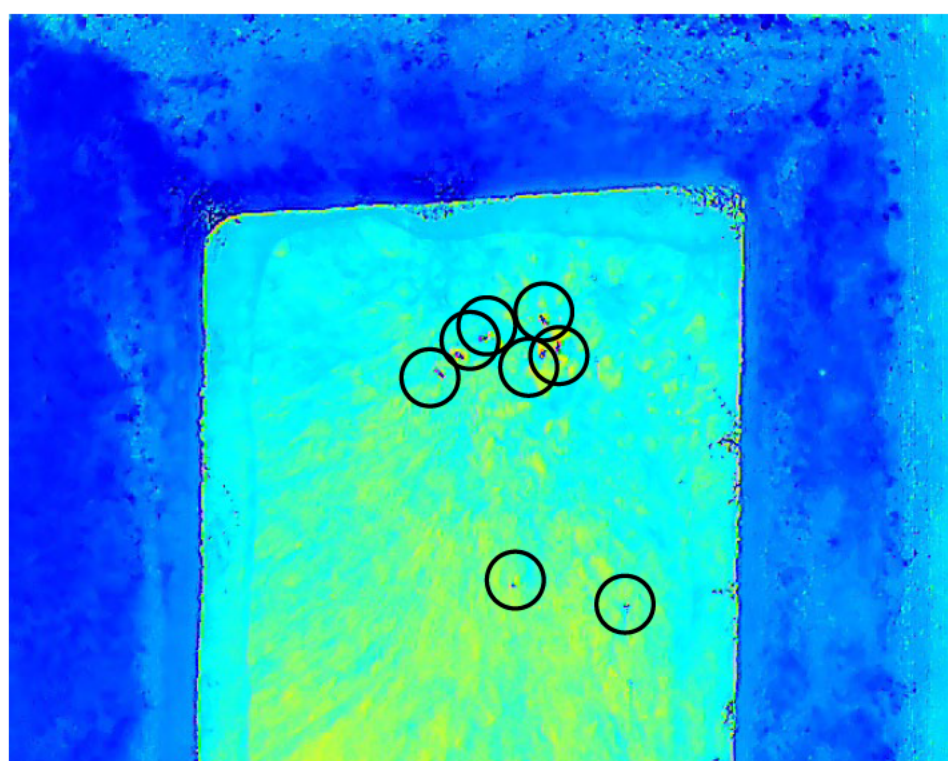
テスト①: 3T・95m拡大(WhiteHot)



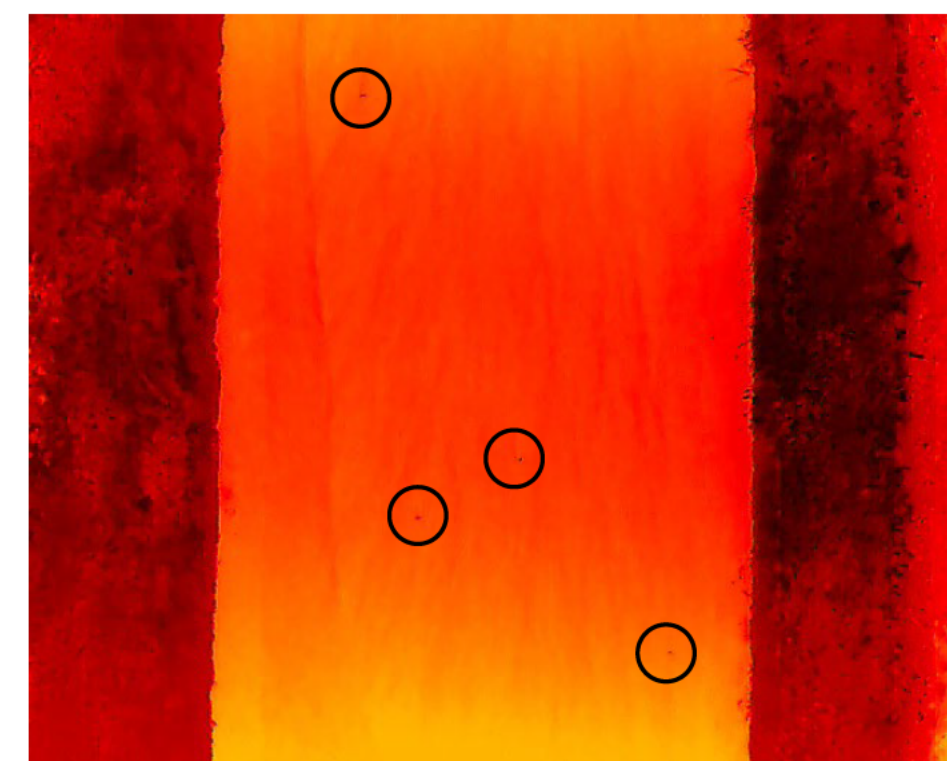
テスト②: 4T・41m(Medical)



テスト②: 4T・70m (Medical)



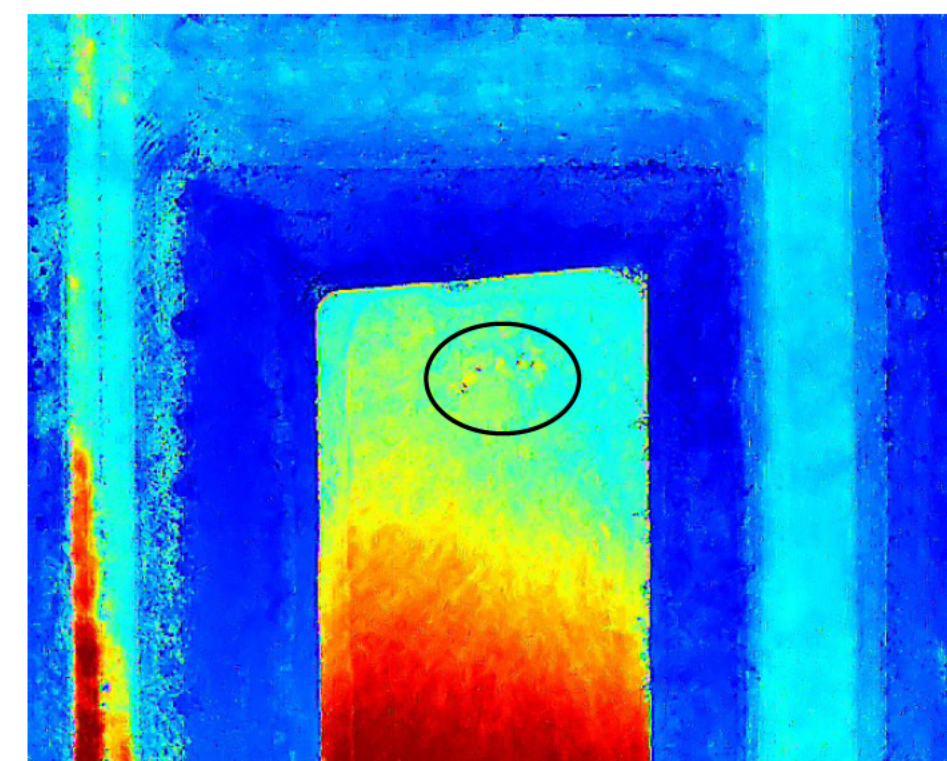
テスト③: 4T・88m(Medical)



テスト③: 4T・88m(Fulgurite)



テスト②: 4T・90m(WhiteHot)



テスト③: 4T・117m(Medical)

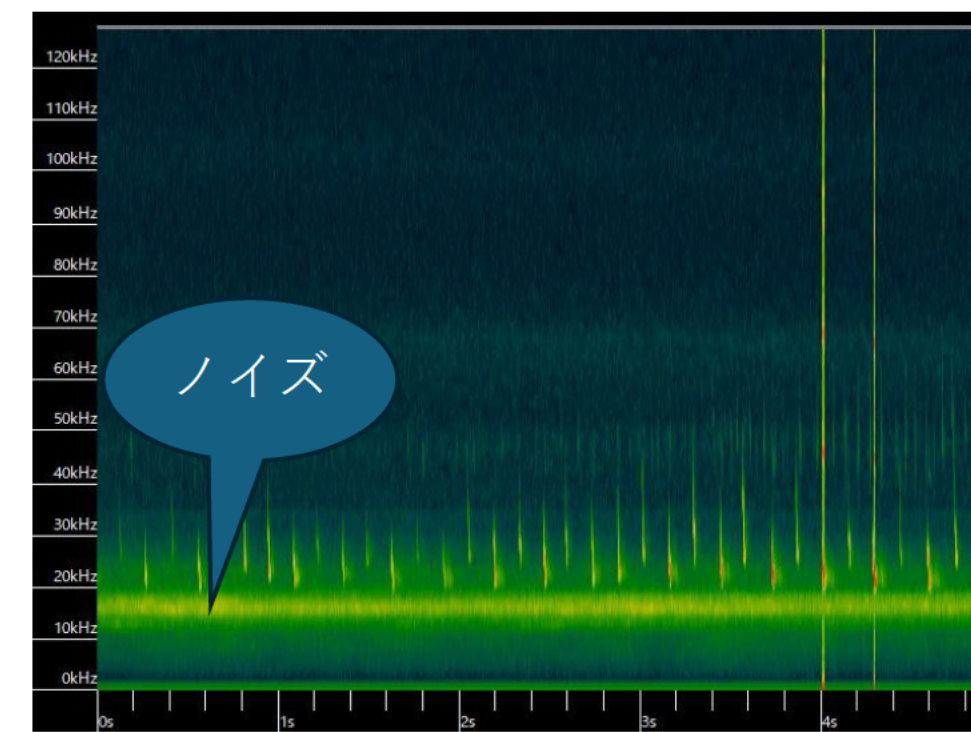
バットディテクター吊下げテスト

【方法】

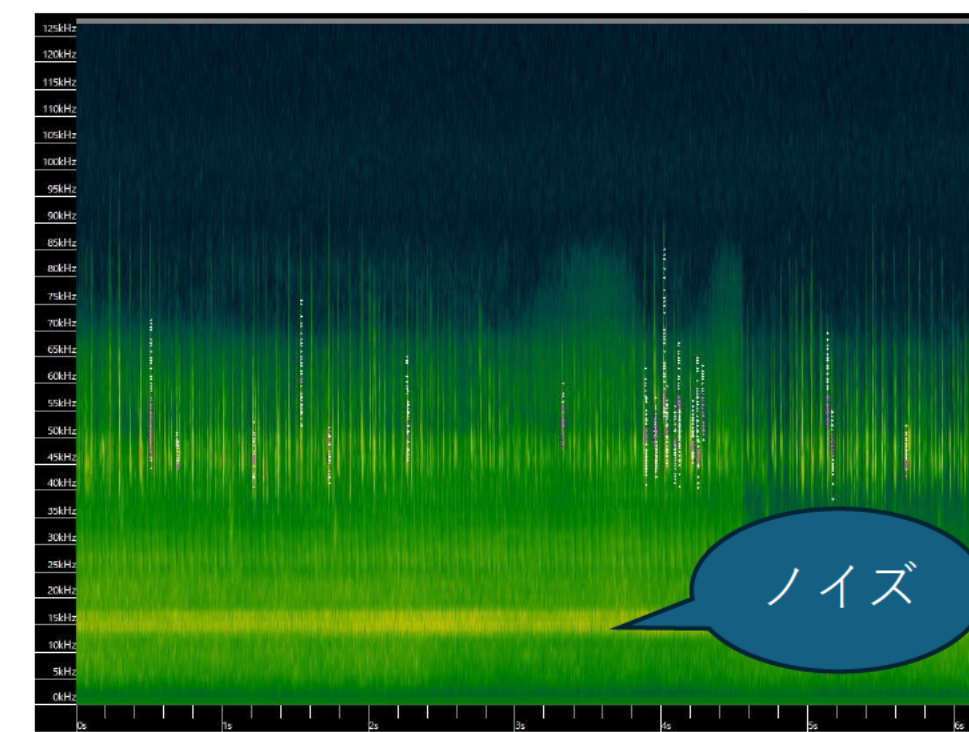
バットディテクター(Wildlife製 SMMINI2)を3T、4Tに吊り下げた状態で飛行可能か、適した吊り下げ距離はどのくらいか、UAVのノイズの影響は無いか、コウモリの超音波が記録できるか、飛翔するコウモリへ影響は無いかをテストした。

【結果】

- ・SMMINI2を75gまで軽量化して、3T、4Tともに吊り下げ飛行は可能である。
- ・吊り下げ距離は、3Tで3m、4Tで4mが適している。
- ・4Tは4m以下だと障害物センサーの影響で下降速度に影響が出る。
- ・サーマル画像テスト③と合わせて飛行した際、4Tが水面から4mでもコウモリは下を通過した。しかし、通過回数が減ったので、ダウンウォッシュにより餌昆虫へ影響している可能性がある。
- ・吊り下げた状態でも超音波は録音できた。
- ・UAVのノイズは、3Tで13～18kHz、4Tで12～19kHzであった。
- ・吊り下げ距離を離せば、ノイズの録音への影響は小さい。



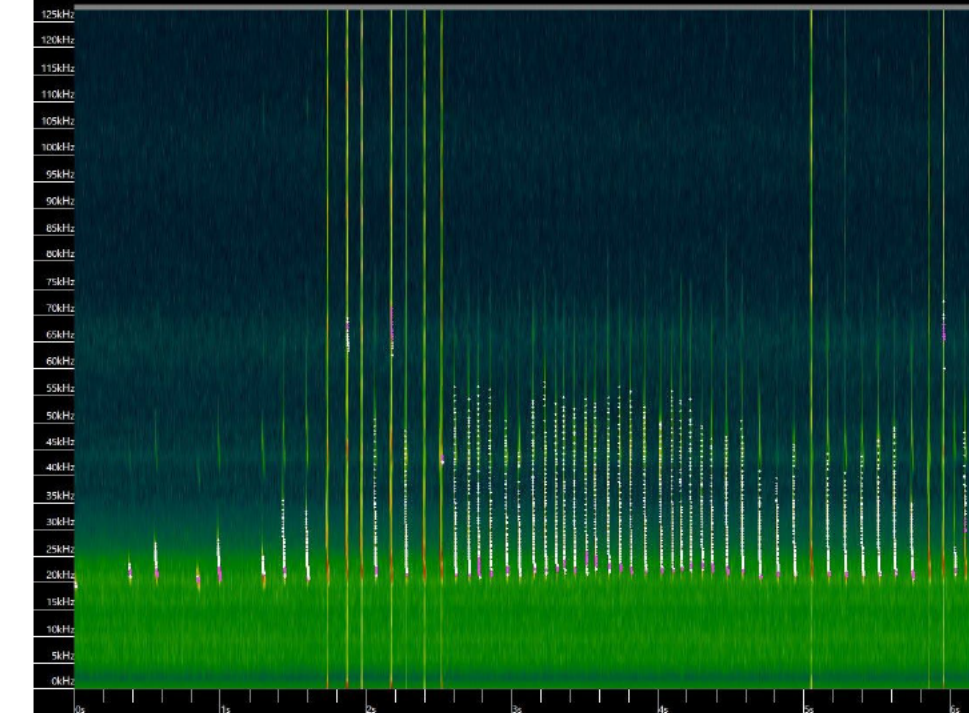
3T+BD(3m)



4T+BD(3m)・高度3m



4T+BD(4m)の下の飛翔コウモリ



4T+BD(4m)・高度100m

ダウンウォッシュテスト

【方法】

UAVの真下を飛翔するコウモリに影響を及ぼす可能性がある真下への風を計測した。計測は風速計を離陸地点に置き、3Tと4Tを真上の高さ2m、5m、10mで停飛させて、平均風速を計測した。

【結果】

- ・3Tより4Tの方が風速は大きい、差は小さかった。
- ・高さ5mの1.1～1.7mは蚊のような小さな餌昆虫の飛翔には影響が懸念される。

ダウンウォッシュ	3T	4T
2m	2. 8m/S	2. 9m/s
5m	1. 1m/S	1. 7m/S
10m	0m/S	0m/S

活用案

- ・BDが設置困難な高空、河川上、湖上、樹幹上の超音波が取れる。
- ・個体観察が出来る。
- ・超音波と飛翔状況から種の推定精度が高められる。

- ・山間部や樹林帯の道路予定地、橋梁予定地の改変前の利用状況が把握できる。
- ・プログラム飛行で、同一ルートのモニタリングが出来る。

- ・地上からは目視し難い高所、死角の塹が観察できる。

- ・出巢帰巢数のカウントができる。
- ・飛翔ルートが追跡できる。
- ・出入り場所から塹を特定できる。

- ・採餌場が把握できる。

- ・木造建築の壁内の集団塹は壁が熱くなり感知可能。

騒音テスト

【方法】

UAVを計測高度でフォバリングさせ、数十秒間の値を記録。実験環境: 野外、快晴、気温11℃、最大風速0.5m/s、静穏時:42dB。

【結果】

- ・3T、4Tに大きな差は無いが、4Tの方が10～20mでやや大きい。
- ・50mを超えると数値は静穏時と変わらないが、飛んでいる音は人に聞こえる。

高度	3T(dB)	4T(dB)
2m	75前後	75前後
5m	65前後	65前後
10m	55前後	60前後
15m	50前後	55前後
20m	50前後	50前後
50m	47前後	47前後
100m	45前後	45前後

課題

- ・強風、雨、霧の悪天候では飛行できない。
- ・サーマルの見やすさは、コウモリの体温、背景との温度差、高度、距離、解像度等に左右される。
- ・特に、日射を蓄熱するコンクリート建築物、岩場の近くでは、サーマルで反応しにくい。
- ・1フライトは約30～35分なので、連続して録音、観察ができない。
- ・コウモリの種の同定は困難。
- ・コウモリと小鳥や大型の蛾との識別には慣れが必要。
- ・コウモリに近過ぎるとノイズによる影響が懸念される。
- ・人口密集地、空港周辺等の飛行制限区域がる。
- ・飛行高度には制限がある。
- ・障害物により通信が制限される。
- ・コウモリへの影響に関するデータは少ない。

参考文献

Jespersen, C., Docherty, D., Hallam, J., Albertsen, C., & Jakobsen, L. (2022). Drone exploration of bat echolocation: A UAV-borne multimicrophone array to study bat echolocation. Ecology and Evolution, 12(12), e9577 <https://doi.org/10.1002/ece3.9577>
McCarthy, A., et al. (2021). Drone-based thermal remote sensing provides an effective new tool for monitoring the abundance of roosting fruit bats. Remote Sensing in Ecology and Conservation. <https://doi.org/10.1002/rse2.202>

謝辞: NPO法人C・C・C富良野自然塾、(株)東京チェンソーズには飛行実験場所を提供いただきました。感謝申し上げます。

問い合わせ先・担当機材

齊藤久 (saito.q.hisashi@gmail.com) Matrice4T・Mavic3T、渡辺義昭 (wakitori@gmail.com) Matrice4T
中嶋亜矢子 (arisui@live.jp) Matrice4T