



ドローンによる 野生鳥獣調査マニュアル

Investigation manual using drone

2019年8月版

野生鳥獣対策コンソーシアム

(株) プラントライフシステムズ・(一社) 大日本獣友会・東京都あきる野市・(株) スカイシーカー



目次

01

はじめに 02

【1-1】ドローンを用いた調査のメリットとデメリット 02

【1-2】ドローンを用いた生息状況調査の手順 03

【1-3】事前準備 03

02

調査する範囲の決定 04

【2-1】注意点 04

03

離発着場所の決定 05

【3-1】目的 05

【3-2】注意点 05

【3-3】手順 05

04

自律飛行ルートの作成 07

【4-1】目的 07

【4-2】注意点 07

【4-3】手順 08

05

調査飛行の実施 09

【5-1】目的 09

【5-2】注意点 09

【5-3】手順 09

01 はじめに

【1-1】 ドローンを用いた調査のメリットとデメリット

〈メリット〉

- ・従来の調査手法では、生息の痕跡から生息数を推定していた。ドローンによる調査では、実際の出現している場所と頭数を把握できる。
- ・調査実施の時間帯をずらして複数回行うことで、生息する野生動物の移動経路を推測することができる。
- ・一度飛行ルート（ウェイポイント）を設定すれば、複数回の飛行や翌年以降の飛行も同じルートで調査ができる。調査結果について時間帯や季節、年度による比較が行いやすい。
- ・初めに自律飛行させるための飛行ルート設定はあるが、踏査に比べて省力である。

〈デメリット〉

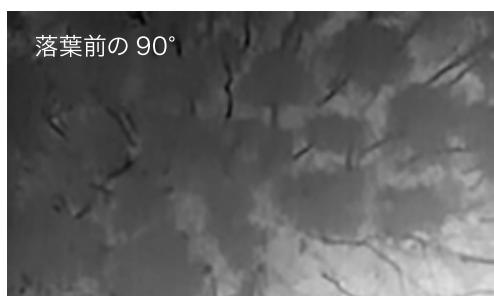
- ・植生による制限を受ける。

ドローン調査では、DJI Zenmuse XTカメラ（赤外線カメラ）を使用する。赤外線は絶対零度以上の全ての物質から放射されており、調査では、体温のある動物から発せられる赤外線をとらえることで動物を検出する。ただし、赤外線は木の葉や水、ガラスを透過しないため、常緑樹林、針葉樹林、密生した灌木などに覆われた土地の調査は困難である。

※カメラの角度を変える(-90°)ことにより解決できる方法がある。

- ・季節による制限を受ける。

落葉樹であっても、落葉していない場合は地表の様子をとらえられない。落葉が進む11月から、3月までに調査を実施するのが効果的である。



※赤外線カメラの温度設定をすることで
解決できる。

- ・調査が夜間作業となる。

動物を検出するためには、調査対象である野生動物と、背景である地面や樹木表面の温度差が必要である。日中は日光によって地面や石が温められており、また反射した日光が高温を発する物体として検出されるため、夜間の調査が好ましい。

【1-2】 ドローンを用いた生息状況調査の手順

調査の手順は下記の通りである。次章より、各手順について詳述する。

1. 調査する範囲を決定する
2. 調査範囲の安全確認(木の高さ、建物の高さ、障害物の確認等)
3. ドローンの離発着場所を定める
4. 自律飛行ルートを作成する
5. テスト飛行→ルート修正→テスト飛行(安全飛行が確認できるまで)
6. 調査飛行を実施する
7. 取得したデータを整理し、生息頭数自動カウントシステムに引き渡す

【1-3】 事前準備

調査を行う前日までに、以下の点に注意して準備をする。

- ・機材リストをつくり、きちんと準備の時間をとって機材の確認を行う

(例)

機種	バッテリー(個数)	備考
Phantom4 PRO	10	2月9日アップグレード、2月10日テスト飛行、異常なし
iPad mini	2	2月11日DJI GOアップデートがあったが実行しない
マイクロSDカード	5(16GB)	2月10日、フォーマット実施異常なし

- ・DJIアプリや機体のファームウェアは自動更新を切っておき、安定して動作するバージョンのバックアップを確保しておく。IpadのAPPとアップデートの自動ダウンロードをオフにする。



- ・更新がある場合、調査に入る前に機体の挙動を確認する。不具合があった場合は、ファームウェアのダウングレードを行う(DJI Assistantを使用)。



02 調査する範囲の決定

【2-1】 注意点

- ・調査範囲は都道府県や市町村などの依頼者が決定するが、地形や植生によってはドローンによる調査が不可能であったり、不適当であったりするため注意(離着陸、調査可否等)が必要である。
- ・調査範囲に対しての離発着場所について指定があったとしても、先方にドローンの運用経験が無い場合、調査の実施に適当な離発着地点の選定は難しい。次項に述べるように、離発着場所の選定はこちらで行い、依頼者には選定のサポートをお願いする。
- ・作業日程や納品期日等、先方の理由で飛行させなければならない場合でも、安全が確認できていない場合は飛行させない。

03 離発着場所の決定

【3-1】目的

ドローンは調査する範囲の上空 40m～70m を飛行し、飛行中は飛行経路を監視することが安全な離発着において基本作業である。本項では、適当な離発着場所を確保することを目的とする。

【3-2】注意点



- ・飛行を行う際は、一般的にドローンを飛行させる際の注意点を守る。不安があれば、DJI CAMP テキストなどを確認する。
- ・離発着場所の選定は飛行させる操縦者立会いのもとを行う。
現地に詳しくとも、ドローンの飛行について知識のない場合は適当な離着陸場所の選定が困難である。調査に先立って依頼者が離着陸場所を指定する場合があるが、依頼者の立会いの下、操縦者が離着陸場所の選定を行うべきである。
依頼者には、離発着地点の土地所有者に利用許可をとってもらうことや、ドローンが飛行することの周知など、サポートをお願いする。
- ・飛行する前に、非常着陸場所を選定しておく(飛行ルート範囲で2ヶ所程度)。
- ・飛行させる場所が概ね決定した時点で、土地の所有者や周辺住民への周知を行政機関等と連携して行う。
- ・ウェイポイントの設定には十分な時間が必要である。周囲の地形等を確認しつつ、テスト飛行を行うため、作業は日中に行う。
慣れた作業者であれば、ウェイポイント1つを設定するために、現場で1時間ほどの作業が必要である。
ただしこれは、事前に調査したい範囲の上空を監視できる離発着地点が確保されており、無人航空機の飛行経路上に第三者が居ないことが確かめられている場合である。実際には、この事前調整が作業時間の大部分になる。
- ・サーモカメラを用いた調査は夜間の作業となるが、飛行させる時間帯は選定する必要がある。野生動物が餌場に出てくる時間帯は地域によって異なるため、生息頭数を適切に把握するには、シカが餌場に出てきている時間帯に飛行・調査することが望ましい。

【3-3】手順

〈1：調査する地域を下見する〉

調査範囲を確認でき、安全な離発着が可能な地点を見つけるため、調査する地域を巡回して離発着地点を探す。このとき、地図、衛星写真なども調査地点を監視できるかの手掛かりになる。一方で離発着地点の周囲に高い樹木などがあり、監視に不適なことがある。これは地図などでは確認にくいため、適当な場所は現地へ直接行って確認し、決定する。

下見の際は、地元獵友会会員等の案内があることが望ましい。地元の人を介することで、離発着地点として私有地を使用する際の調整がスムーズになる。また、その土地の野生動物の生態について情報が得られる。野生鳥獣の生態は狩猟圧によって大きく変化する。たとえば、シカは本来昼行性だが、銃猟が行われる地域では日中の行動が抑制され、夜間に行動するようになる。ドローンの安全運用のためにも、地元へのヒアリングは重要である。

ヒアリングすべき項目は下記のとおりである。

●野生鳥獣の生態について

- ・よく目撃される場所
- ・季節ごとの餌や餌場
- ・餌場に出てくる時間帯
- ・保護区、禁猲区、銃猲禁止区域など
- ・天候の変化に応じた野生鳥獣の行動
- ・調査時点での森林の状況（雪が多い、エサが多い、など）
- ・調査時点での野生鳥獣の出現状況（昨年と比べて多い、少ないなど）

●ドローンの安全運用のために

- ・土地ごとの風向きと時間変化（谷筋に沿って、夕方から下流に向かって風が吹く、など）
- ・天候の変わり目の目安（山に雲がかかったら雨、など）

〈2：下見飛行を行う〉

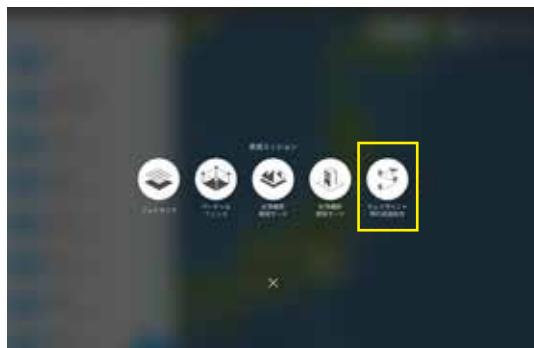
離発着地点の候補が見つかったら、ルート作成に必要な情報を収集するため手動で飛行を行う。下見飛行の手順は以下の通りである。

①周辺の地図を確認し、地形と照らし合わせて地理を把握する。

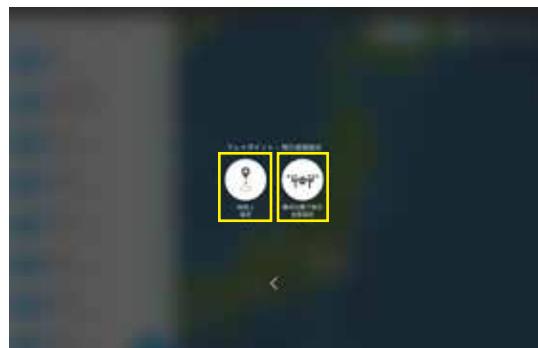
②調査を行う際の飛行ルートの想定をする。

想定される飛行ルート、飛行ルートの折り返し地点を想定しておくことで、安全確認すべき地点が明らかになる。

③DJI GS Pro アプリを立ち上げ、場所による安全性が高いメニューを選択しルート作成をする。



ウェイポイントの新規作成画面。



ここから飛行ルートの作成ができる。（仮）

④ドローンを垂直に上昇させて地形の確認をする。

地上から見える景色と上空からの見え方は大きく異なる。伝送されてくる映像から飛行地点が把握できることが、安全な飛行につながる。

- ⑤対地高度 40～70m でドローンを飛行させ、目視外になる境界でウェイポイントを記録する
調査は対地高度 40～70m が適当である。また、自律飛行は目視内で行う。これを達成する自律飛行ルートを作成出来る範囲を確認する。
確認のためには、離陸地点から見て目視外になる境界の地点まで移動してみるとよい。境界まで移動したら、その後のウェイポイント作成のために地点を記録する。
具体的には、ドローンが木や地形の裏に隠れた場合、ドローンが目視できないほど遠方まで移動した場合に目視外となる。
- ⑥飛行ルート作成に必要な境界点を記録したら、最後に [記録終了] をタップして帰還・着陸する。
- ⑦着陸後、ミッション作成画面左上の [保存] マークをタップし、ルートを保存する。

04 自律飛行ルートの作成

【4-1】目的

調査は夜間となるため、飛行するドローンの周囲や障害物の確認が困難になる。また、調査のためには一定の範囲内を漏れなく記録する必要がある。事前に飛行ルートを決定し、自律飛行を行うことで、安全かつ確実な調査が可能となる。

安全かつ漏れない自律飛行ルートを効率的に作成することが本項の目的である。

【4-2】注意点

- GS Pro アプリは、DJI GO アプリよりも飛行中に表示される情報や事前にできる設定が少ない。ドローンの飛行には十分習熟しておくこと。
- GS Pro アプリで自律飛行中、安全が確認できない場合は、自律飛行に手動操作で介入するか、自律飛行を中止して手動での操作に切り替える。この時使用するコマンドについて十分習熟しておくこと。
- 作成したルートの離着陸場所は変えない。(離着陸場所が変わると飛行高度が変わってしまう可能性があるため)。

【例 1】自律飛行中、スティックのエレベータ操作で機体の速度をコントロールできるこれによって、設定した飛行速度よりもゆっくり飛行することができる。

【例 2】自律飛行のヘッドモードが [ルート上の前方] になっていても、スティックのラダー操作で機首方向をコントロールできる。これによって、進行方向以外の様子を確認できる。

【例 3】自律飛行を中断する際、フライトモードスイッチを切り替えることで即座に自律飛行から手動操作に切り替えることができる。

【4-3】手 順

〈1：GS Pro アプリで自律飛行ルートを作成する〉

- ①下見飛行で作成したミッションをコピーし、編集画面に入る。
- ②下見の際に確認した高度を参考にしながら、地図と対照して対地高度 40～70m ほどとなるよう飛行ルートを作成する。
- ③作成した飛行ルートを、ミッションとして保存する。

●飛行ルート作成のポイント

- ・方向転換は少ないほうが効率的な飛行になる。可能な限り直線を長く取る方が良い。
- ・1 ミッションはバッテリ一つで飛行できる範囲に抑える。機体にもよるが、Inspire1 であれば速度 5m/s で飛行した場合の飛行時間は 10 分程度、飛行距離で 3000m ほどが目安である。
- ・対地高度は、地形の起伏によって変わる。ドローンの高度を一定に保ち、直線で飛行させる場合は、ルート上の起伏が 30m 以内に収まっている必要があるが、実際にこのような条件は少ない。特に山間部は急傾斜が多く、斜面も細かく分かれている。よって、飛行ルートは、等高線に沿って一定高度で設定するよりも、等高線を横切って上昇 / 下降する（谷筋、尾根筋に沿って飛行する）方向で設定する方が、直線を長く取れる。
- ・赤外線カメラとして ZemmuseXT を用いる場合、モデルにもよるが高度 40m、カメラ角度俯角 45 度での画角は約 20m ほどである。この場合、飛行ルートの直線は約 20m 間隔とする。
- ・斜面に沿って下降しながら撮影を行う際、機首が斜面の下方向を向いていると、撮影できる範囲が広い代わりに落葉樹の下を見通しにくい。斜面の昇降があるルートの場合は、ヘッドモードを [ポイントごとに指定] にし、斜面を降下してくる際、機首を斜面上方に向けるように設定する。
- ・ミッションのスタート地点とエンド地点は離着陸場所の付近に設定するとよい。また、飛行高度も低めに設定しておくと、ミッションのスタートや終了後の着陸がスムーズになる。

〈2：フライトテストを行い、飛行ルートの安全を確認する〉

- ①実際に調査を行う機体を用意する。
- ②保存したミッションを適用し、実際に飛行する。
この時、機体の挙動やバッテリの減り具合を確認する。
- ③飛行ルートに危険があった場合は即座にミッションを中止し、GS Pro アプリでルートを修正のち再度安全確認を行う。

〈3：機体位置の参照データとなる連続写真を撮影する〉

- ①安全が確認されたルートを、再度飛行する準備をする。
- ②写真撮影をインターバル（タイマー）モードにし、ルートのスタート地点から 2 秒に 1 回の頻度で写真撮影を行う。
- ③複数のポイントがある場合はポイントごとに SD カードを交換して撮影を行う。
- ④調査前にポイントの写真データを整理しておくこと。

05 調査飛行の実施

【5-1】目的

安全かつ迅速に必要なデータを取得することが、調査飛行の目的である。

【5-2】注意点

- ・操縦者と補助者の役割分担を事前にしっかりと把握しておく。
- ・機材が非防水なので雨、霧、雪のときは飛行させない。無理な飛行は事故の原因となる。
- ・撮影報告メモ（別添資料2）をとり、日時・天気・風速・使用機体・カメラ・飛行方法・所感などを記録する。
(※メモのテンプレートや記録の整理方法は更新される可能性がある)
- ・夜間の目視外飛行は行わない。
- ・調査飛行中1回でも異常の警告が発生したバッテリは使用を中止し、メーカーのチェックを受ける。
- ・予備バッテリの管理には注意する。衝撃を与えない。飛行前にバッテリを温める。
- ・調査中、国土交通省からの飛行許可書、損害賠償責任保険者証は常に常備しておくこと。
- ・機材に不具合が起きると調査ができなくなるため、予備機を準備。
- ・上記以外の、ドローンの飛行に伴う注意点も遵守する。

【5-3】手順

【操縦者】…常に機体の情報を把握する為に、送信機に接続されたタブレットを随時確認する。

飛行前の確認事項

1. 自律飛行ルートの各ポイントについて、飛行高度を再確認する
2. 飛行速度を5.0m/sで設定する
3. GPSの受信状況の確認
4. 記録するためのSDカードの有無の確認
5. カメラ角度を俯角-45度に設定
6. XTカメラのパレット設定については「ブラックホット」を選択
7. これら以外にも、一般的にチェックするべき事項を確認

飛行中の注意事項

1. バッテリー残量の確認
2. 異常、エラー等の警告が出されていないかの確認
3. GPSの受信状況の確認
4. 予定飛行ルートを飛行しているかの確認
5. 予定飛行高度、速度で飛行されているかの確認
6. 動画録画状態の確認

【補助者】 …基本的には安全確認のため機体を注視するが、必要に応じてメモを取り周辺の環境や天気の変化等も把握しておく。

補助者が行う確認事項

1. 機体の位置
2. 機体の LED による状態表示
3. 機体周辺の障害物

※機体が障害物に異常接近している場合は即座に操縦者に提言し、ミッション中断、緊急上昇などの措置をとる。

4. 天候の変化

※特に注意すべきは突風や風速の上昇、降雨、降雪、霧の発生

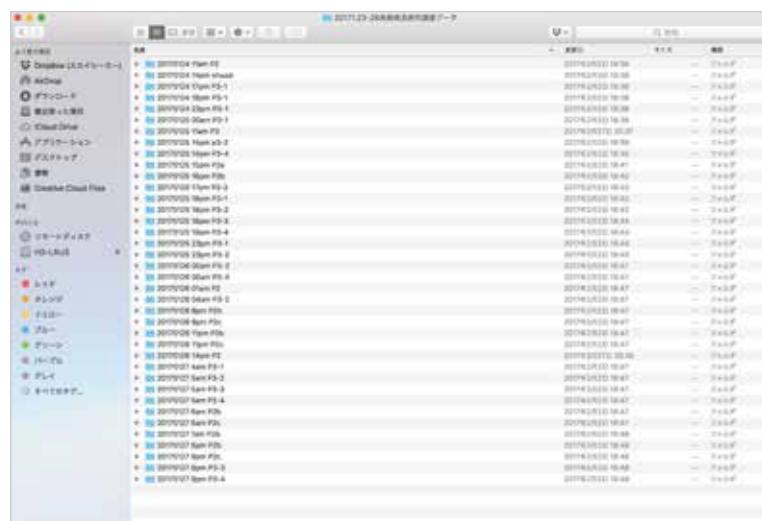
5. 周囲に鳥が飛んでいないかの確認。

6. 周辺に野生動物が近づいていないか、特に熊については、人命に関わることもあるため、注意する。

撮影後のデータ管理

撮影した動画や写真はマイクロ SD カードへと記憶されているので、整理が必要。

①日時とポイントをフォルダ名に記入

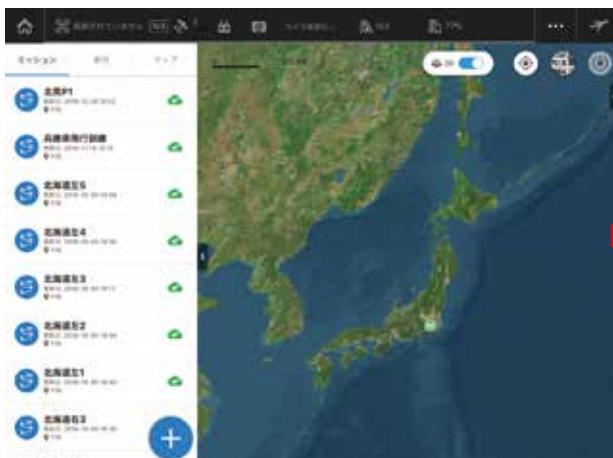


②各フォルダの中には撮影データと撮影報告メモの一部をセットで入れておく

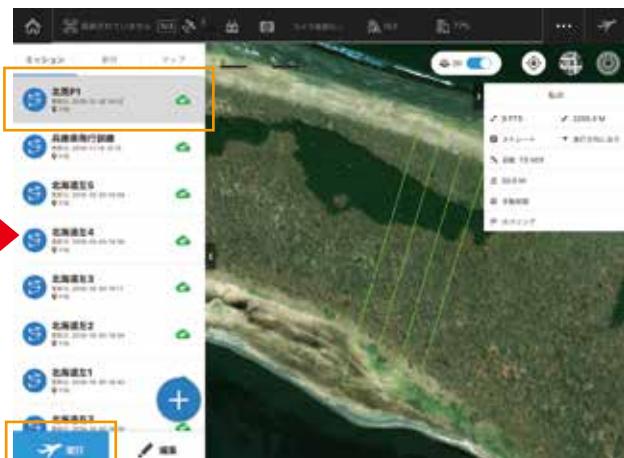


別添資料 -1 ウェイトポイント設定マニュアル



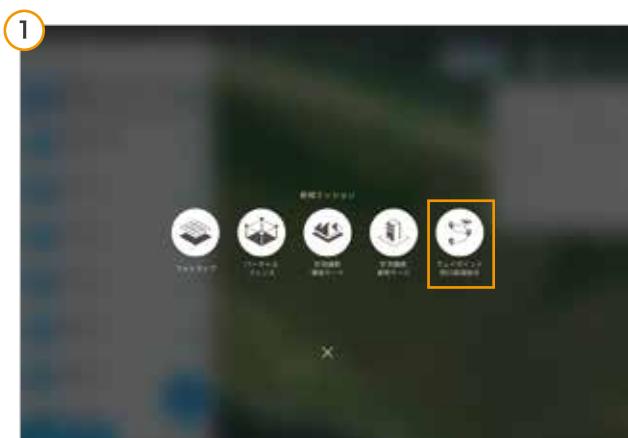


DJI GS Pro を立ち上げると、ミッション部分に、登録されている飛行ルートが表示される。

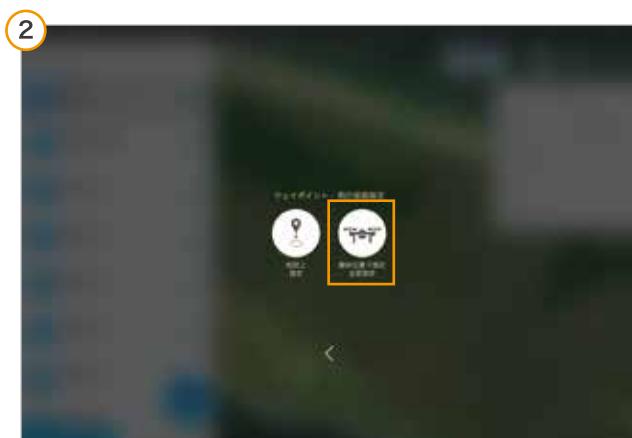


飛行ルートをタップすると、左下に「実行」ボタンが現れる。そのまま飛行させる場合は「実行」ボタンをタップ、また、ルートを編集したい場合は「編集」ボタンをタップし、変更を行う。

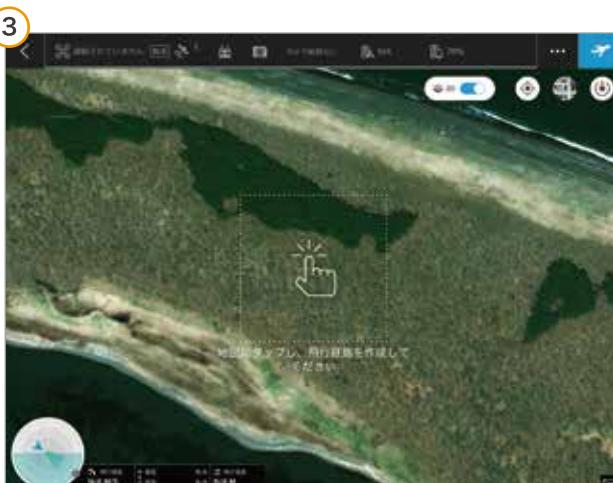
ウェイポイントを新規で作成する場合



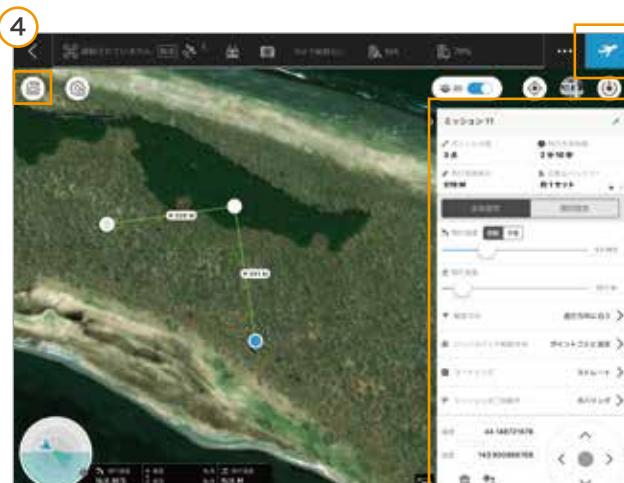
上記画面上の マークをタップすると、新規ルート作成画面に移ります。右端の「ウェイポイント飛行経路指定」をタップします。



右の「機体位置で指定 全部指定」をタップする。



手のマークが出てきたら、指でタップし、飛行ルートを決める。



タップした部分が飛行ルートになります。右上の をタップすると、実行ボタンが出てきますので、飛行させる場合は「実行」をタップ。保存させる場合は左上の をタップします。右端のメニューから詳細設定も可能です。

最終の調査報告を作成する為に必要な、重要なメモとなります。現場で気づいた小さいな事柄を、全てメモに残すよう心がけます。より多くの情報を残すことによって、野生動物の行動を把握することに繋がります。

日付		2019年		月	日	
撮影地点		時刻(午前・午後)		時	分	
天候		晴	曇り	雪	特記事項()	
気温	°C	風速	m/s	オペレータ	具	・ 濱田
機体		<input type="checkbox"/> Inspire1 XT X3 <input type="checkbox"/> Phantom4		SDカード		
飛ばし方		手動	WP	GS	カメラ角度 手動 -45 他()	
備考		飛行速度 手動 5m/s 他()				