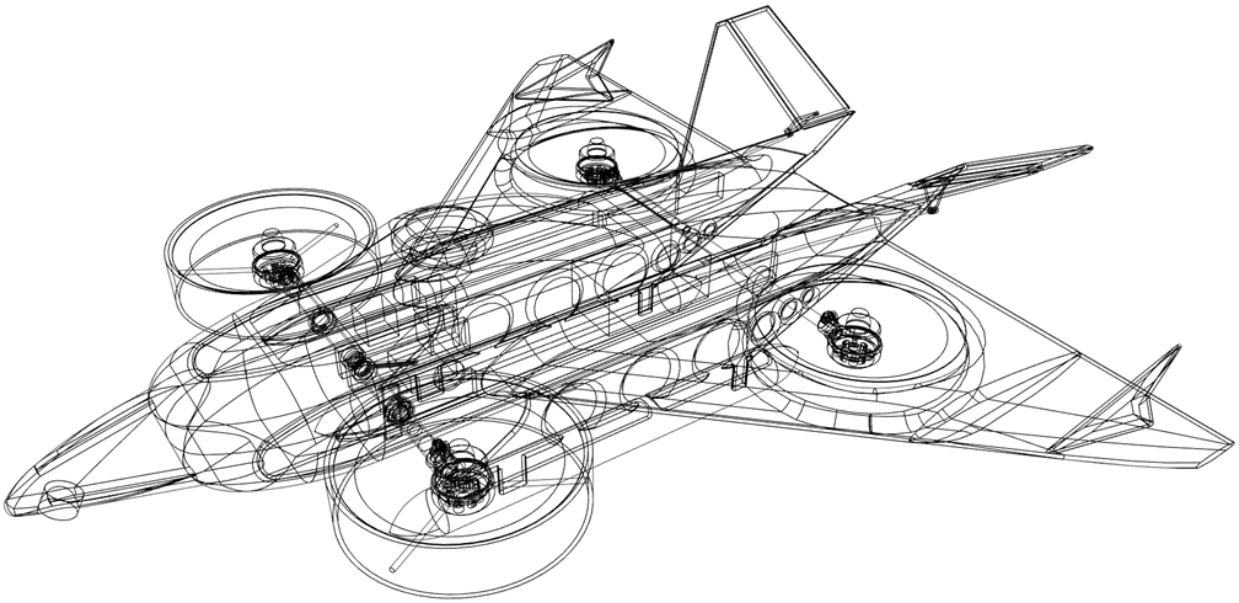
株式会社ＡＩＲロボ

橋梁点検におけるドローンの利活用

サーモカメラを搭載した無人航空機によるコンクリート浮きの検出



airrobo@gujocity.net

2023 年 12 月 5 日

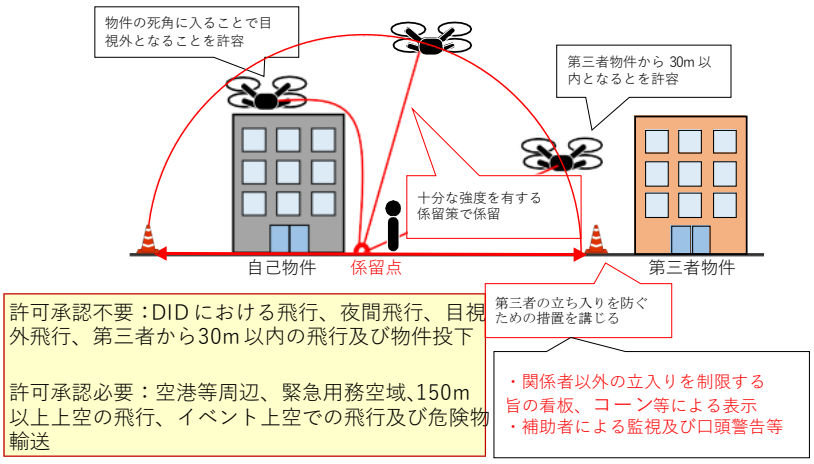
橋梁点検のため、DID 地区（人口集中地区）での目視外飛行を行う場合

図１は、より安全な飛行となるため、航空法による特定飛行など飛行禁止空域の除外並びに許可・承認が不要となる飛行方法を取り入れていく

図１

飛行禁止空域の除外並びに不要になる許可•承認（２／３）

十分な強度を有する紐等（30m以内）で係留した飛行で、飛行可能な範囲内 への第三者の立入管理等の措置を行えば一部の許可•承認が不要になります。



許可承認不要：DID における飛行、夜間飛行、目視外飛行、第三者から30m 以内の飛行及び物件投下

許可承認必要：空港等周辺、緊急用務空域､150m 以上上空の飛行、イベント上空での飛行及び危険物輸送

図２は、橋梁などの点検業務に対して無人航空機を繋ぐ連結索により係留される場合については、３０ｍの上限規定は無人航空機を連結索が該当するため飛行範囲が垂直方向に広がります。

図２

飛行禁止空域の除外並びに不要になる許可•承認（３／３）

右図のような、物件等に沿って配置する主索と、無人航空機を繋ぐ連結索により係留される場合（主索と連結索とはスライド環などを用いる）については、30ｍの上限規定は無人航空機を繋ぐ連結索が該当します。

自動車、航空機等の移動する物件に紐等を固定して又は人が紐等を持って移動しながら無人航空機を飛行させる行為（えい航）は、係留には該当しません。
係留した飛行の自動操縦では、飛行可能な範囲内への第三者の立入管理の措置を行った後、近傍を離れる際には、不測の事態に備え、責任者の連絡先等について付近に必ず明示をお願いします
係留に使用する紐等については、使用中に断線しないよう、使用前に点検等を行ってください。

図３は、弊社が考える連結索です、より安全に効率よく作業ができ安全性を確保した飛行方法の提案です。

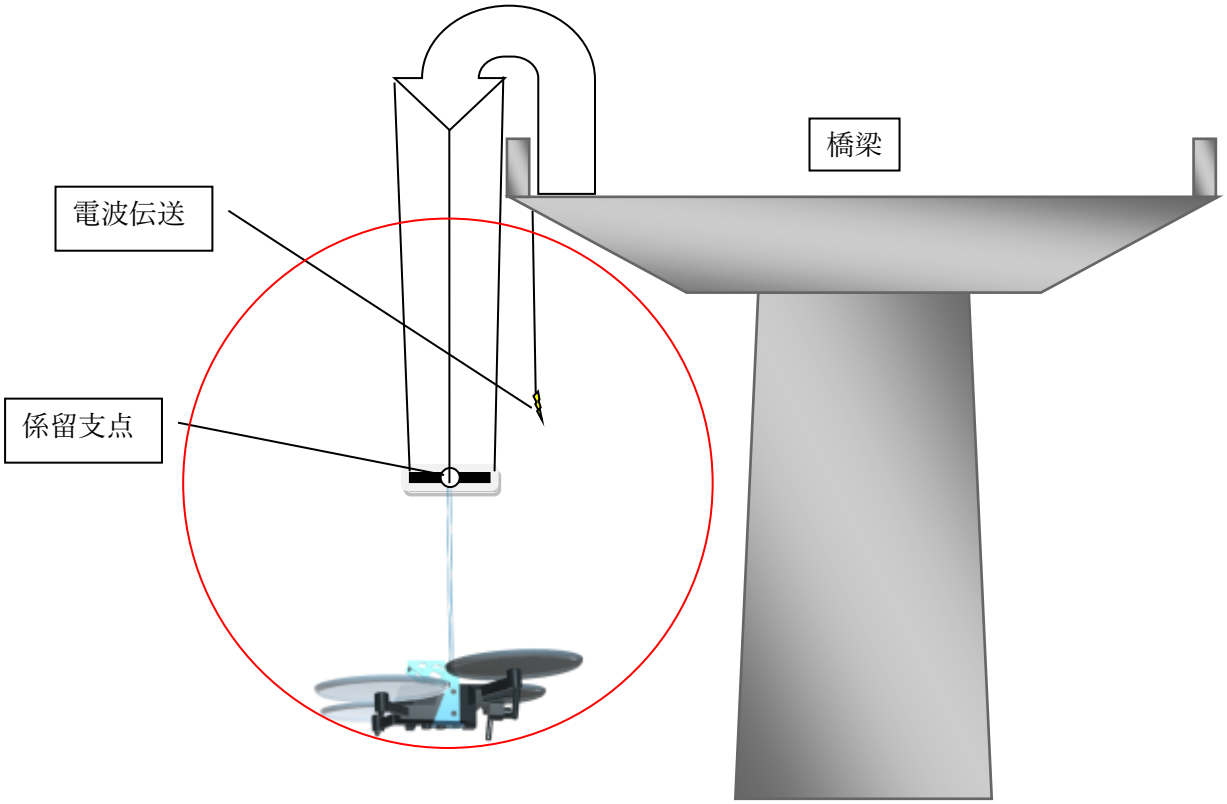
基本的な考え：
許可承認がいらない安全な飛行として、下記の要領で係留３０メートル未満のロープを使い立ち入り管理措置を行い DID 地区などでの目視外飛行を行います。また通信ロスの軽減も考えます。

実証実験要領として：
１、ドローンの最大ペイロードより重いものを吊るし空中での係留支点を安全な場所に固定します
２、電波伝送ケーブルを橋の上から　約１５ｍを下げて通信ロスを軽減します
３、ドローンを吊り下げた空中でプロペラを始動し飛行の開始を行います
４、作業終了で、ドローンは空中でプロペラを止めて飛行が終了します。

有効性があるかの確認：
・係留支点を安全な場所に固定できるため、立ち入り管理措置が少なくて済む
・鉄筋コンクリート壁による通信ロスが軽減できる
・飛行中トラブルがあってもドローンによる危険度が低い
・飛行中トラブルがあってもドローンの回収が容易

図３

空中に支点があるため赤枠から無人航空機が橋梁の上側に上がることはないため操縦者の周辺と下方のみ立ち入り管理措置をとれば良いでしょう。



サーモカメラを搭載した無人航空機によるコンクリート浮きの検出

Mavic 2 E　Advanced

無人航空機の仕様

離陸重量：909 g　　最大離陸重量：1100 g

サイズ（長さ×幅×高さ）：折りたたんだ状態： 214×91×84 mm　展開時：322×242×84 mm

展開時+スポットライト：322×242×114 mm

対角寸法：354 mm

最大上昇速度：6 m/s（S モード）　5 m/s（P モード）

最大下降速度　垂直に下降：5 m/s（S モード）　4 m/s（P モード）

最大飛行速度：72 km/h（S モード、無風時）　50 km/h（P モード、無風時）

運用限界高度（海抜）：6000 m

最大飛行時間：31 分（無風時に 25 km/h で飛行中で測定）

サーモカメラの仕様

センサー：非冷却 VOx マイクロボロメータ

焦点距離：約 9 mm　35 mm 判換算：約 38 mm

センサー解像度：640×512 @30Hz

シーン領域：-40°C ～ 150°C（高利得）　-40°C ～ 550°C（低利得）

デジタルズーム：16 倍

画素ピッチ：12 μm

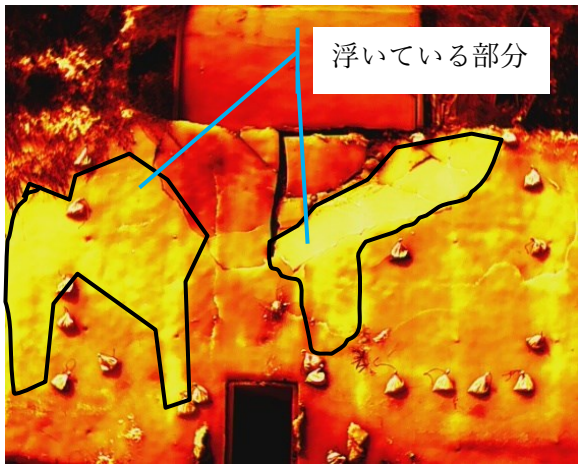
スペクトル帯：8-14 μm

写真フォーマット：R-JPEG　　動画フォーマット：MP4

測定方法：スポット測定、エリア測定

FFC：オート／マニュアル

下記の画像は、コンクリートの劣化した部分の撮影を、可視カメラ画像とサーモカメラ画像で比較したものです。サーモ画像には薄くなっている部分が浮いている所となります。なお２つの画像はは同時に同じホルダに時間と座標と記憶されますので後からの解析もやりやすいです。



サーモカメラ画像のアプリケーションでの使用例

等温線設定–　　操縦者は、カスタムカラーパレットを使用し、表示させる特定の温度範囲を指定できるため、範囲内の対象物を、より高い対比で表示し視認性を向上させ、ホットスポットを特定したりできるようにプロファイルをカスタム化できます。スポット測定をタップすると測温します。

Mavic 2 E Dual

カスタムカラーパレットをタップしますと特定の温度範囲が設定できます。

右の画像はコールド 14℃ホット 61℃にセットした画像です。

濃淡が少なめです

Mavic 2 E　Dual

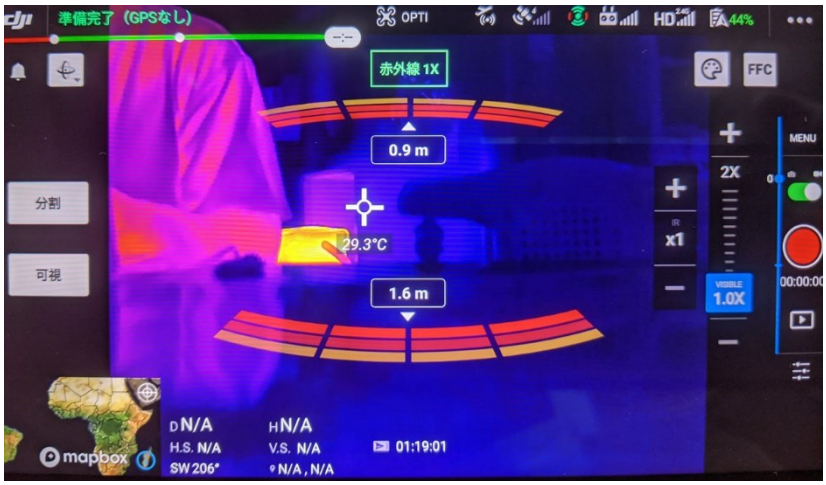
右の画像は上の画像よりコールド 20℃ホット 40℃にと範囲を狭くセットした画像です。

濃淡が多めでわかりやすくなります

（目標温度は設定範囲内とします）

Mavic 2 E　Advanced

カスタムカラーパレットは使用できますが特定の温度範囲の設定はできません、測温はできてファイルにサーモ情報が記録されますので、後でソフト解析もでき



ＡＩＲロボについて

２０１７年より、ドローン安全講習や国交省掲載の民間ライセンスのドローンスクールとドローンを活用した野生獣の生息状況等の調査で、ドローンに付属するカメラを使用した撮影の他、被写体の熱を検出できる赤外線サーモグラフィーカメラによる撮影を行い、シカの野生獣の生息状況について調査やカワ鵜の生息調査を行った経験を生かし、より安全で効率の良い作業ができるように考え工夫してきました。
具体的には、市販ベースのドローンに対してのカスタマイズとしてプロペラガードの開発や、訓練を目的としたキットの開発などを行ってきました。

２０２３年現在、無人航空機登録講習機関（T0317001）として国家ライセンスのスクールを行っております。講師、一等無人航空機操縦士３名　二等無人航空機操縦士 ２ 名　終了審査員１０名
講習会場：岐阜県郡上市八幡町小那比会場　（おなび生きがいセンター）
岐阜県水産研究所、岐阜県森林研究所、岐阜大学、などドローンを使った実験に参加しております。

ホームページ https://www.airrobo.net/
メール airrobo@gujocity.net
電話 0575-65-2700