2025.07.03

Skydio X10を活用した赤外線外壁調査の実証実験

当社は、自律飛行型の最新ドローン「Skydio X10」に標準搭載された、Teledyne FLIR社製の高性能赤外線カメラを用いて、建築物外壁の赤外線サーモグラフィ調査に関する本実証実験を、昨年7月および本年1月に実施しました。本実証実験は、赤外線調査分野の専門機関である一般社団法人 日本赤外線劣化診断技術普及協会（以下、JAIRA）との共同で行ったものです。
本取り組みは、ドローンを活用した建物点検の高度化を目的としており、赤外線カメラで取得したサーモグラフィ画像を用いた外壁の劣化判定や温度測定など、多様な点検ニーズに対応可能です。Skydio X10 に搭載された赤外線カメラには、同等サイズの機体としては市場初となる「FLIR Boson+センサー」が採用されており、高精細な赤外線画像の取得に加え、放射測定（Radiometry）による温度判定も可能です。
実証では、赤外線サーモグラフィの性能・運用性の両面から性能検証を行い、実運用に十分適した水準であることが確認されました。

外壁点検の課題と赤外線調査の有効性

建築物の外壁点検は、安全性を確保するうえで不可欠な業務ですが、従来の打診や目視に頼る調査には多くの課題があります。特に高所の調査では、足場やゴンドラの設置が必要となり、コストや工期、安全性の面で大きな負担となります。また、打診調査は作業員の経験や感覚に依存するため、診断の客観性・再現性に乏しく、記録にも限界があります。
こうした課題に対し、赤外線カメラを用いた非接触・非破壊の調査手法が注目されています。赤外線調査では、タイルやコンクリートの浮き・剥離により生じる熱伝導の違いを捉えることで、遠隔から劣化箇所を特定できます。建物の規模や形状、周辺環境に応じた撮影により、高所でも足場や仮設設備なしで調査を完了できるケースが増えており、コスト・工期の削減、安全性向上につながっています。
さらに、調査結果を数値データとして記録・分析・管理できるため、再現性が高く、標準化・第三者評価にも対応可能です。2022年4月の建築基準法施行規則改正では、定期報告における外壁調査の手法として「ドローンを用いた赤外線調査」が正式に認められ、現実的かつ効率的な手段として導入が進んでいます。今後は、赤外線サーモグラフィ技術に対応した高性能赤外線カメラを搭載したドローンの活用がさらに拡大し、外壁点検業務の高度化・効率化・標準化が一層進むことが期待されています。

足場を使った外壁調査の様子（イメージ図）

打診調査している様子（イメージ図）

Skydio X10とJAIRAによる実証実験

JAIRAは、赤外線サーモグラフィを用いて、土木・建築構造物に特化した赤外線法調査技術者の養成並びに資格管理を通じて、安全性と信頼性の社会的ニーズに応える特許工法『JAIRA赤外線法（JAIRAガイドライン）』の普及に推進している団体です。当社は、JAIRAと連携し、Skydio X10に搭載されたTeledyne FLIR社製の赤外線カメラ「FLIR Boson+センサー」を用いた赤外線サーモグラフィ調査において、JAIRAが求める性能基準を満たした実証検証を共同で実施しました。
Skydio X10は先進的な自律飛行技術を備え、GPSが不安定な都市部や狭小空間でも安定した飛行と高精度な赤外線撮影が可能です。これにより、従来の外壁点検で課題となっていた安全性・効率性・精度の向上が期待され、実運用に即した新たな調査手法として高い効果を発揮します。
JAIRAとの連携により、調査性能の客観的な評価と基準に基づく品質の確保が可能となり、赤外線外壁調査の普及と業界全体の高度化に貢献する取り組みとなっています。

Skydio X10 赤外線カメラ仕様

- サーマルイメージャ：FLIR Boson+（非冷却VOxマイクロボロメーター）
- 視野角（対角）：41°
- 焦点距離：13.6mm（35mm換算で60mm相当）
- 絞り値：f/1.0
- フォーカス範囲：5メートル〜無限遠
- 空間分解能：0.88mrad
- 熱感度：30mK（0.03℃）
- 赤外線温度測定精度：±5℃ または 読み取り値の±5%の大きい方
- 画像処理：Adreno 650 GPU によるISP（画像信号処理）パイプライン加速
- 最大動画解像度：640 × 512ピクセル
- 写真サイズ：640 × 512ピクセル
- 写真フォーマット：JPEG、RJPEG（放射温度データ付きJPEG）
- ピクセルピッチ：12μm
- 温度測定方法：スポットメーター、エリア測定
- 温度測定範囲：-40℃ 〜 150℃（通常）、-40℃ 〜 350℃（低ゲインモード）
- カラーパレット：ホワイトホット、ブラックホット、アイアンボウ、レインボー

飛行画像

コントローラー画面

飛行画像

操縦画像

Skydio X10 による実証実験結果（2024年夏季・2025年冬季）

当社では、望遠カメラ搭載モデルと広角カメラ搭載モデルの2種類のSkydio X10（300L/Z）を用いた外壁点検の実証実験を、2024年7月および2025年1月に実施しました。本実証実験では、実際の建築物の外壁や模擬試験体を赤外線サーモグラフィで撮影し、浮き・剥離を把握するのに必要な熱画像を撮影できるかを確認しました。

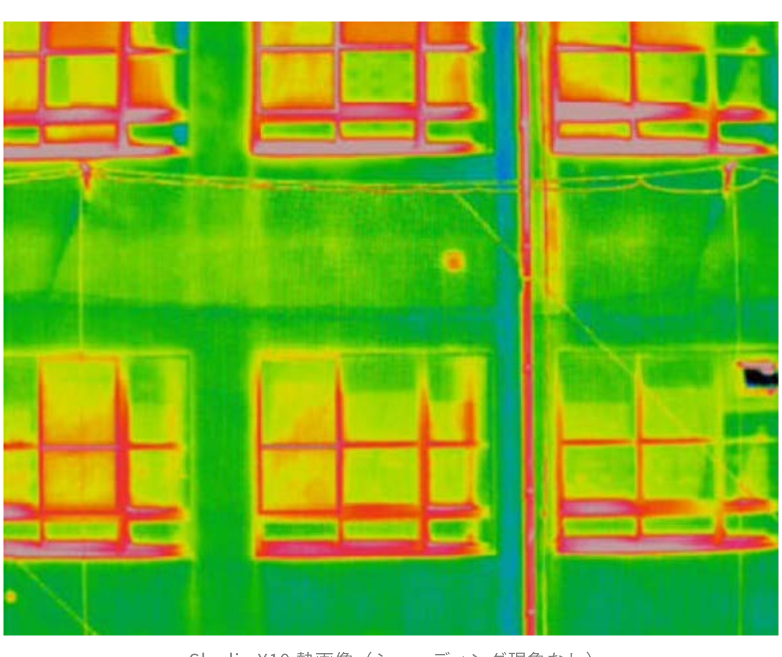
実証概要
実施日：2024年7月18日（夏季）、2025年1月31日（冬季）
実証実験内容：

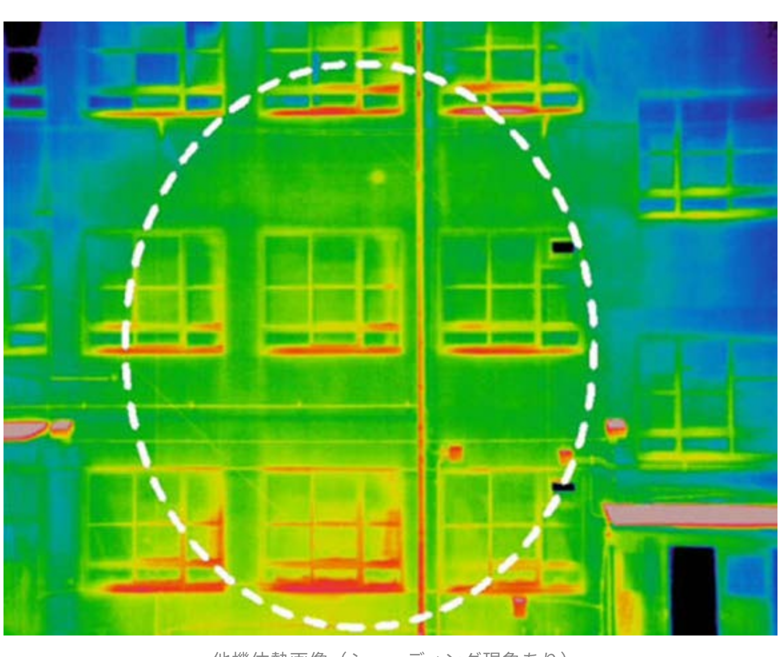
- FLIR Boson+による赤外線撮影（上下・水平・ジンバル方向）
- 外壁の変状（浮き・剥離）の撮影精度
- シェーディング現象の有無（環境影響の確認）

実証実験結果
Skydio X10に搭載された高性能赤外線カメラ「FLIR Boson+センサー」を用いた赤外線サーモグラフィ調査は、シェーディング現象が無いことを確認しました。

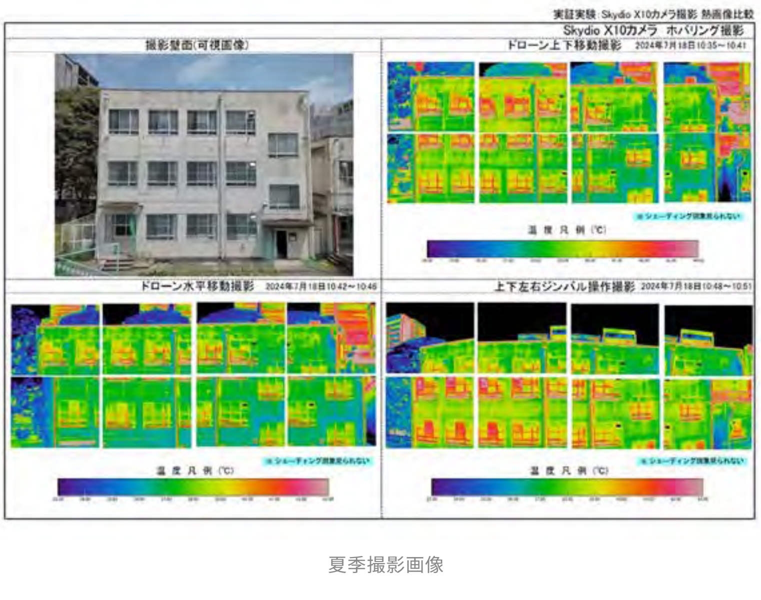
- 高解像度撮影：赤外線カメラは30万画素以上（640×512ピクセル）を確保し、近距離での鮮明な熱画像取得が可能。
- 温度情報の均一性：夏季・冬季いずれもシェーディング現象の影響を受けず、画像全体で温度分布の均一性を確認。
- 高精度な変状検出：赤外線カメラ「FLIR Boson+センサー」による赤外線サーモグラフィ撮影において、15mの離隔距離から模擬試験体の浮き・剥離の変温部を検出し、従来点検と同等レベルの判別精度が得られることを確認。

「シェーディング」対比の熱画像結果


Skydio X10 熱画像（シェーディング現象なし）


他機体熱画像（シェーディング現象あり）

Skydio X10 夏季・冬季の熱画像結果



夏季撮影画像

冬季撮影画像

JAIRAさまコメント

JAIRAは、赤外線サーモグラフィを用いた土木・建築構造物の劣化診断に関する特許工法「JAIRA赤外線法」（特許第4448553号）の普及と技術者の育成を通じて、社会インフラの安全性と信頼性の向上に貢献しています。
赤外線サーモグラフィ調査に対応したドローンの活用が進む中、JAIRAでは「ドローン部会」を設立し、調査に適した赤外線サーモグラフィの性能検証を継続的に実施してきました。
本実証実験では、Skydio X10に搭載されたFLIR Boson+赤外線センサーの性能が、当協会が定める赤外線調査に用いる赤外線サーモグラフィの必要性能を満たすことを確認しました。特に、シェーディング現象が抑制された点は、小型赤外線サーモグラフィ搭載のドローンを用いた調査点検を行う上で課題解決の一助になると期待されます。
JAIRAでは、これまでに小型赤外線サーモグラフィを搭載したドローンを用いた調査手法について、現地撮影手引書や研修プログラム、撮影技術者のライセンス発行などの標準化を行っています。今後は、これらの技術情報を提供し、研修を通じて広く普及することで、赤外線調査の信頼性の確保を進めてまいります。

実証検証風景

まとめと今後の展望

Skydio X10に搭載された高性能赤外線カメラ「FLIR Boson+ センサー」により、赤外線サーモグラフィによる温度分布の可視化を通じて、外壁タイルやコンクリートの浮き・剥離といった劣化兆候を非接触・非破壊で可視化でき、安全かつ効率的な点検が可能になります。この手法は、従来の高所点検における足場や高所作業車の設置といった課題を解消し、調査コストや工期の大幅な削減、着手までのリードタイム短縮にもつながります。
また、Skydio X10はGPSが不安定な都市部や狭隘空間でも安定した自律飛行が可能で、赤外線画像でも温度ムラやシェーディングの影響を最小限に抑えた撮影が行えます。さらに、JAIRAが求める小型赤外線サーモグラフィの性能要件にも満たしており、第三者評価にも対応可能な高品質な調査を提供します。
Skydio X10の高度な自律飛行技術、FLIR Boson+による高精度な赤外線撮影、そしてJAIRA法に準拠した赤外線熱画像の解析結果の信頼性が連携することで、安全性・効率性・信頼性を兼ね備えた外壁調査の新たな技術として、現場の実情に即した実用的な導入が可能となります。
実際に現場からもその有効性が評価されており、高品質かつ信頼性の高い点検手法として、今後さらなる普及に期待の声をいただいています。