

# 広大な農地の短時間観測を可能とする固定翼自律UAVを用いた映像伝送技術の研究開発

上羽正純<sup>1</sup>, 北沢祥一<sup>1</sup>, 古賀禎<sup>2</sup>, 本田純一<sup>2</sup>, <sup>1</sup>室蘭工業大学, <sup>2</sup>海上・港湾・航空技術研究所

## [研究の目的]

固定翼自律UAVの高速性を生かして、広大な農地を短時間に観測するとともに、観測した映像をリアルタイムで伝送することにより農業従事者等のユーザーがモバイル端末にて即農作物状況の把握が可能な映像伝送システム(図1)の実現を目的とする。

そのため、図2に示すような矩形の飛行経路にて25 ha (500 m × 500 m)の面積を10分以内で観測完了させることを最終目標として下記課題を解決する。

**課題ア** 固定翼UAVの姿勢変動に対応させるため、UAVに選択制送信アンテナを搭載し、伝送距離1.5 km, 情報伝送速度10 Mbpsを可能とする5.7GHz帯の映像伝送装置ならびに本UAVからの送信映像を確実に受信するための追尾アンテナを有するシステム

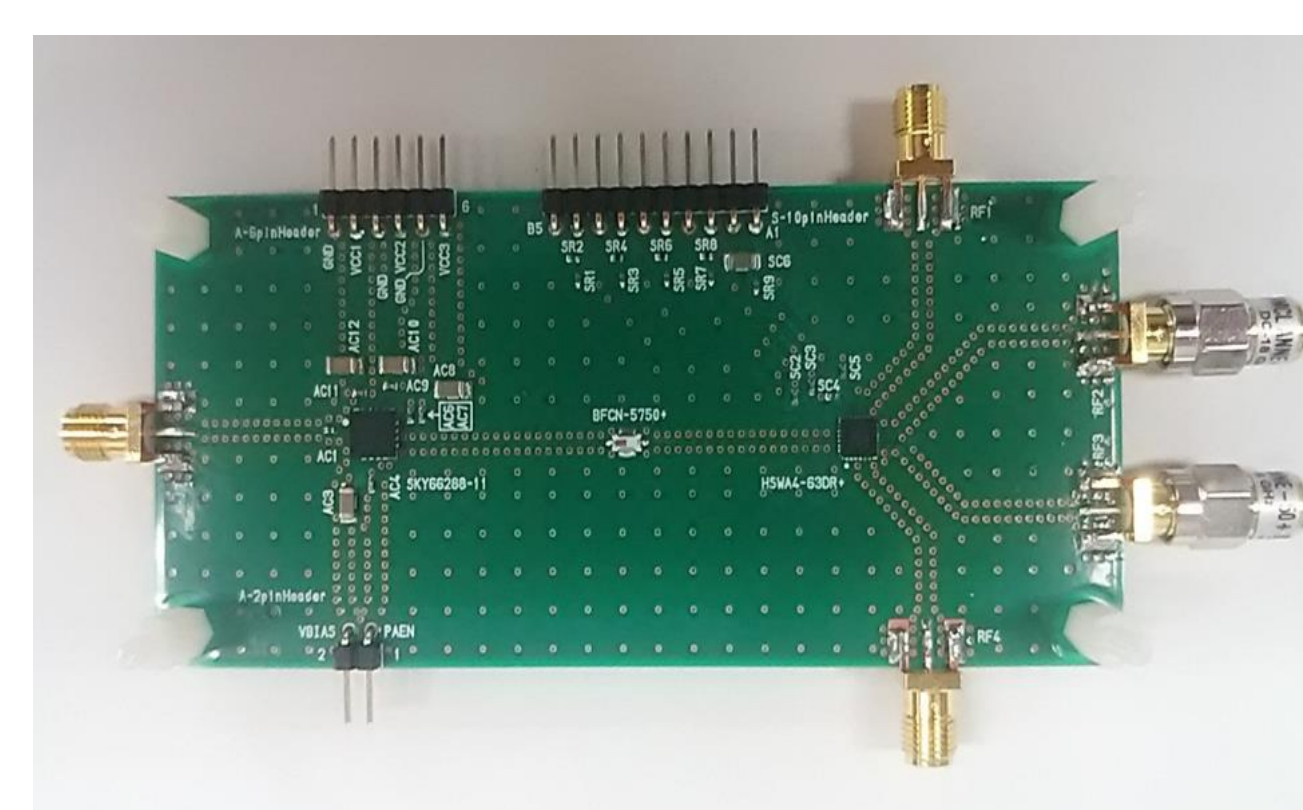
**課題イ** 情報伝送速度200kbpsを可能とする169MHz帯遠隔監視制御用無線通信装置及び固定翼UAV・搭載機器の不具合時にでも最小時間で自動緊急帰還する機能

**課題ウ** 観測のための経路を精度よく飛行し、かつ、運用しやすい小型軽量の固定翼UAV及び課題ア、イの装置、クラウドソリューションを組み合わせた総合実証実験

## [研究開発の内容及び成果]

**課題ア** 5.7GHz帯映像伝送装置を製作し(図3), 試験電波による伝送距離300 mでの性能確認を行い、QPSK/9MHz帯域設定において伝送速度12 Mbpsでデータ送受信できること、並びに1500 m相当の受信信号強度を有し、安定してデータ送受信できることを確認した。

また、飛行する固定翼UAVからのテレメトリ回線で送られてくる位置情報をもとに、固定翼UAV方向にアンテナを雲台により指向する追尾実験を行った(図4)。この結果、パケットエラーのない状態では、仰角、方位角ともに6°の誤差で追尾できることを確認した。



(a) RF送信部



(b) 受信ユニット

図3 5.7GHz帯映像伝送送受信装置

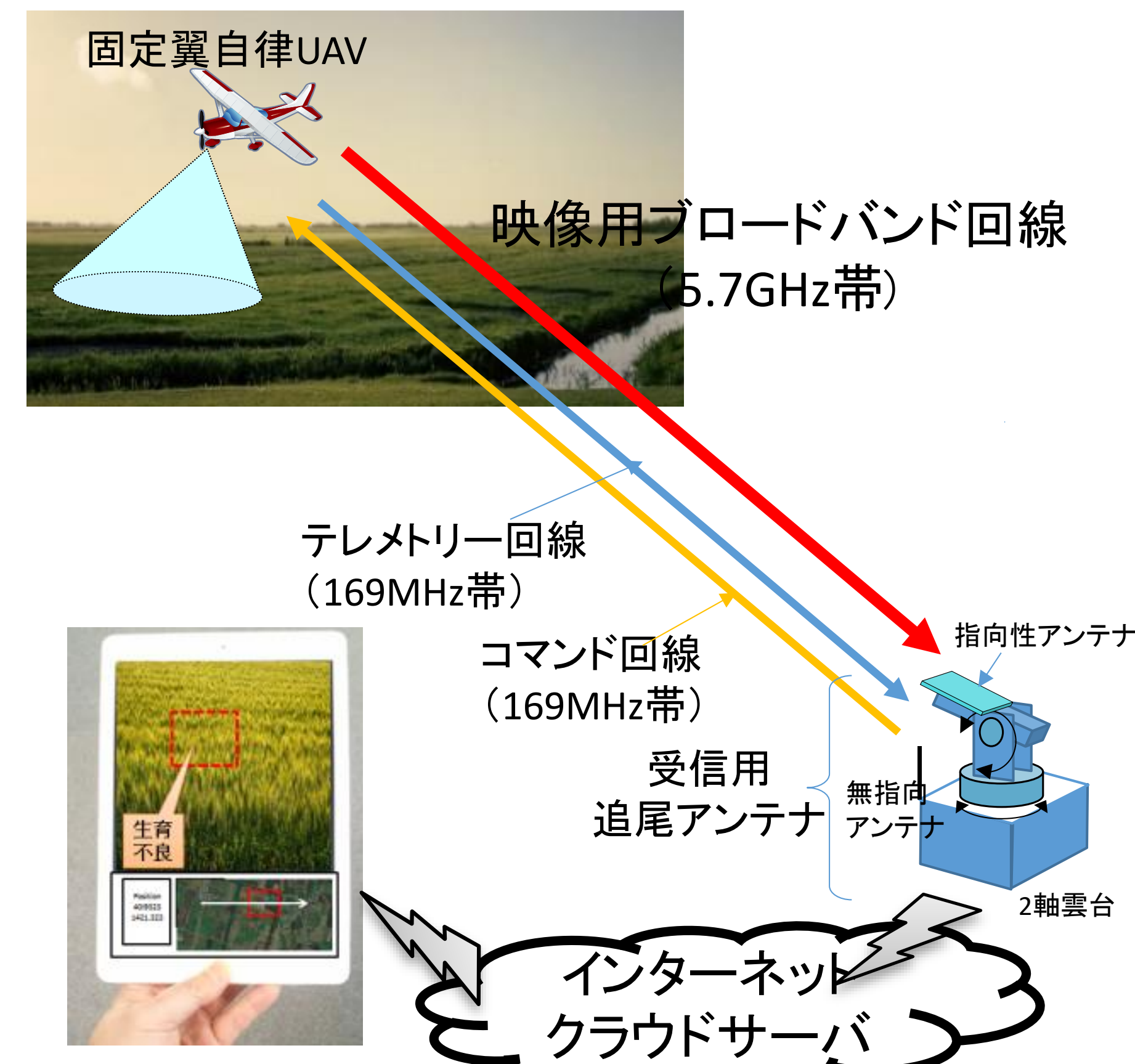


図1 固定翼UAVを用いた映像伝送システム

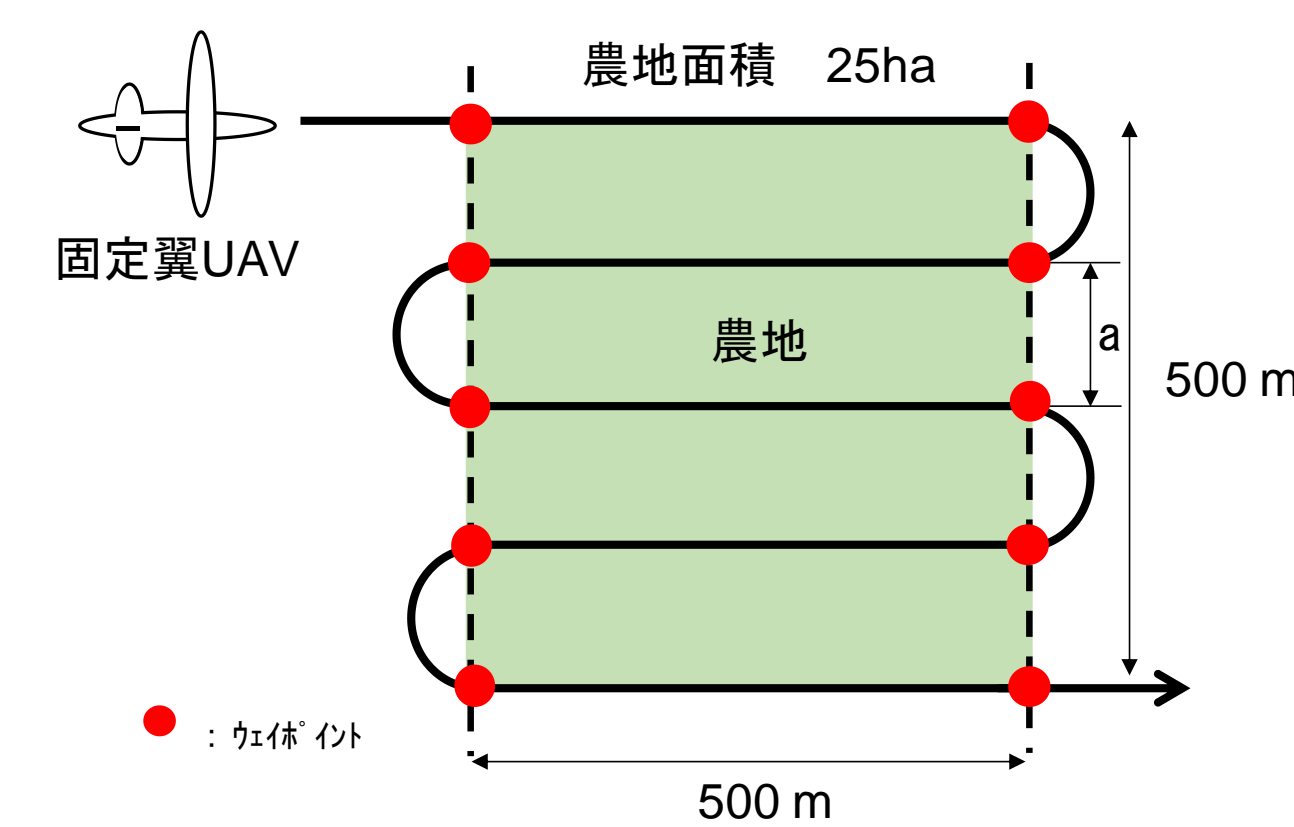


図2 農地観測のための飛行経路

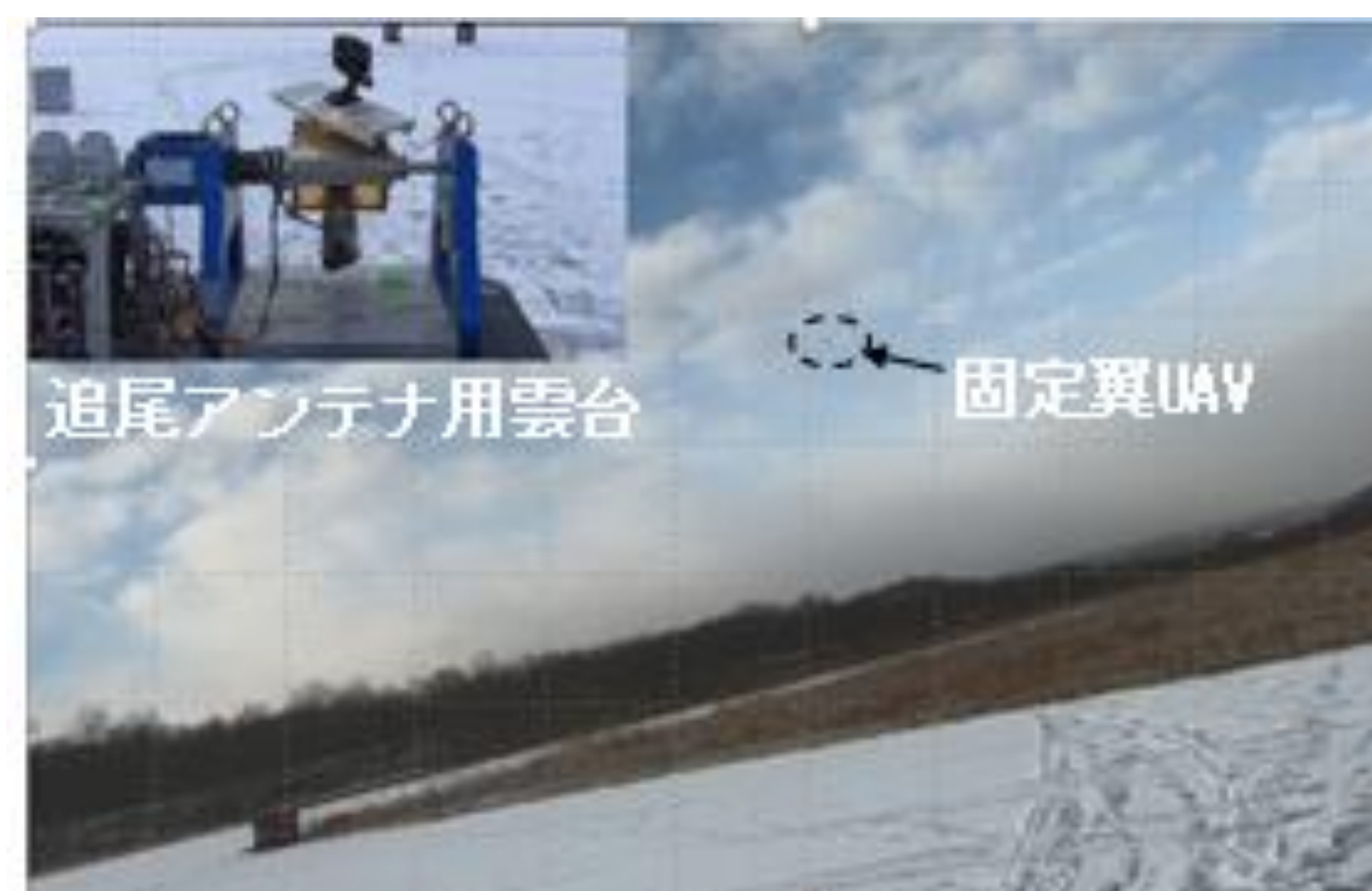
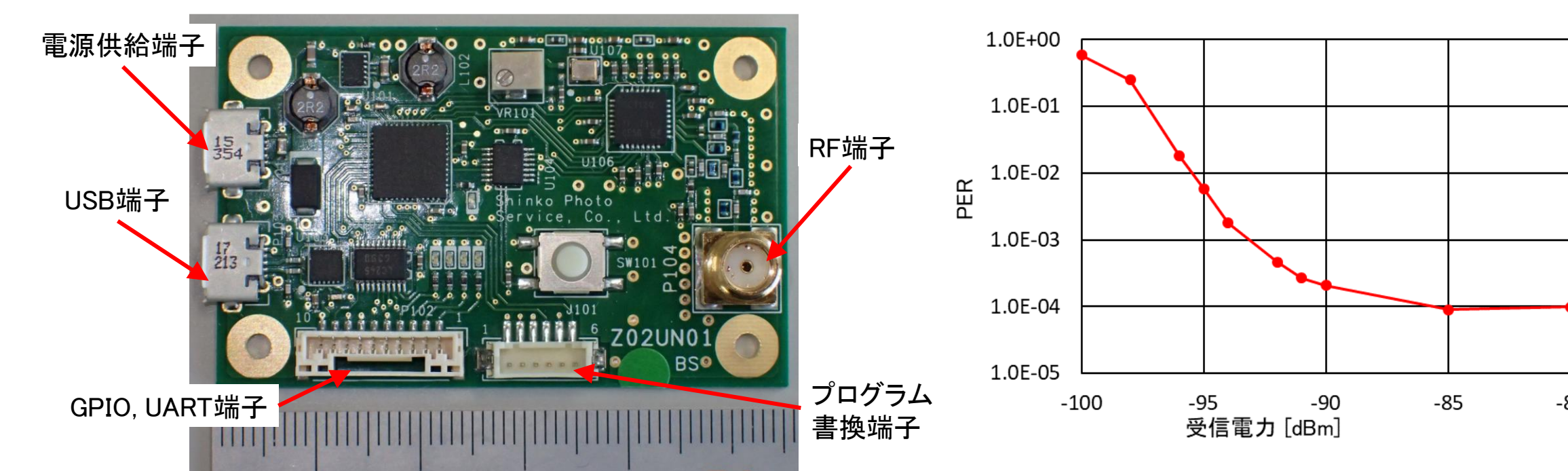


図4 固定翼UAV追尾実験

**課題イ** テレメトリ及びコマンドの packets 構成に対応した伝送速度200 kbpsの169 MHz遠隔監視制御用無線通信装置を完成した(図5-(a))。本装置の送信波スプリアス特性等を評価し、169 MHz帯無人移動体画像伝送システムの規格内であること、2 km先の受信電力推定-80 dBmでPER=10<sup>-3</sup>以下が実現できることをシミュレーションにより確認した(図5-(b))。

緊急時に任意の地点からほぼ最小時間で帰還する経路をリアルタイムで生成するアルゴリズムを考案し、直線経路追従制御を組み込んだ飛行実験により経路追従精度、帰還地点到達精度を評価し、問題なく作動することならびに課題を確認した(図6)。アルゴリズムは時間最小飛行経路を算出する最適問題を避けて、円弧と直線で近似した経路を算定することにより、瞬時の経路設定を可能にした。飛行実験においてはバンクのみの旋回では設定経路からの逸脱が大きいことが確認できた。



(a) 試作した無線モジュール

(b) パケットエラー率

図5 169MHz帯無線通信システム

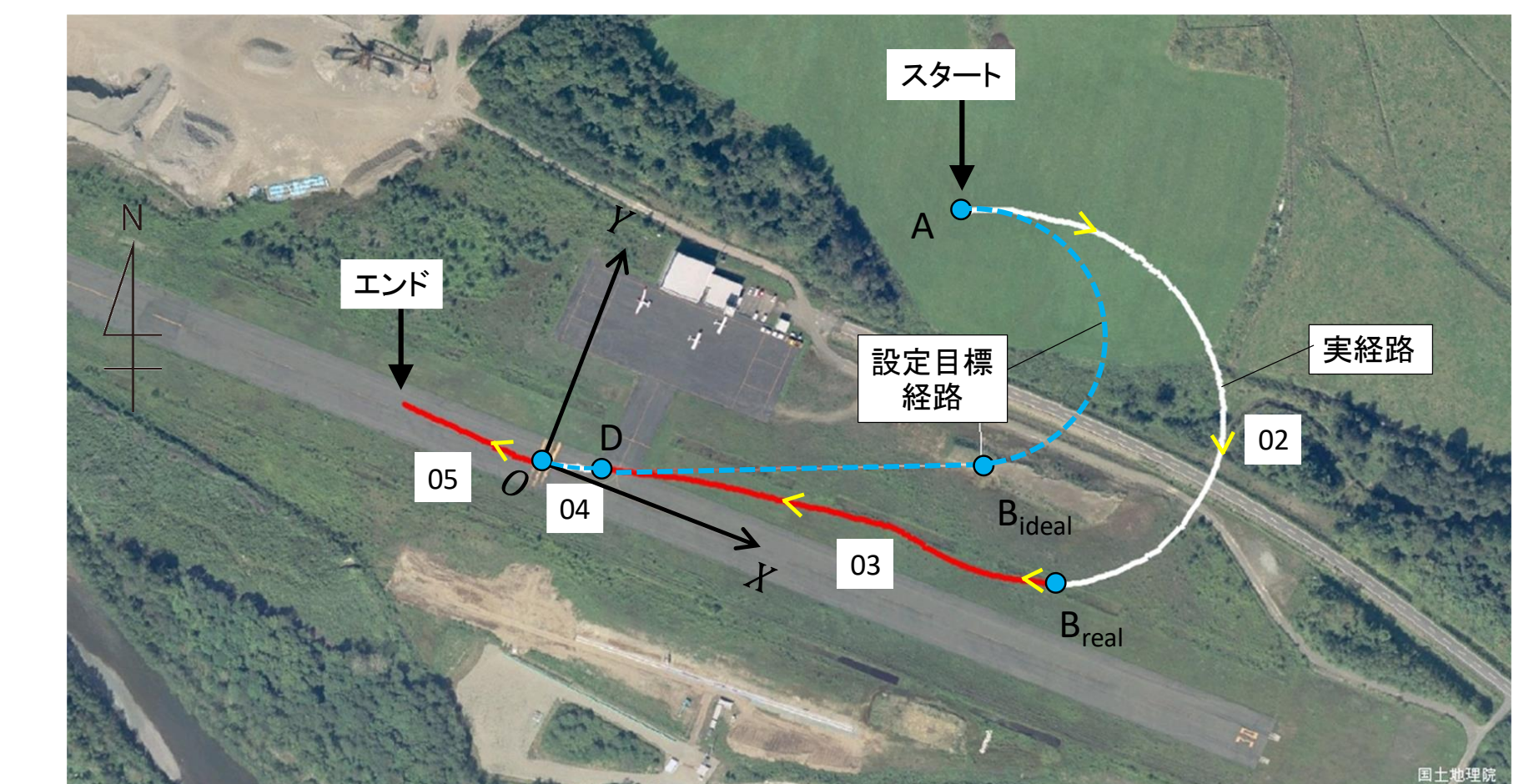


図6 緊急時帰還アルゴリズム飛行実験飛行軌跡

**課題ウ** 総合実証実験の部分実験として、観測のための矩形飛行アルゴリズムを固定翼UAVの誘導制御回路に実装し、500 m × 280 mのエリア上空を20 m/s, オーバーラップ率60~80 %で飛行させるとともに、カメラを搭載し地上撮影を行った。飛行実証実験は白老滑空場を使用した。この実験による飛行軌跡を図7に、撮影した映像より製作したオルソ化画像を図8に示す。図7より、ウェイポイント1~6で構成される矩形飛行経路に対して同アルゴリズムがウェイポイント通過によって、直線・旋回に飛行モードが切り替わり、直線部分においては直線に十分追従して飛行する等正常に動作することが確認できた。このウェイポイント1~6までを約100秒で飛行した。また、図8より旋回部分を除いて欠落なく撮影できることを確認した。これにより500 m × 500 mのエリアでも同オーバーラップ率飛行しても3分程度で観測完了可能な見通しを得た。

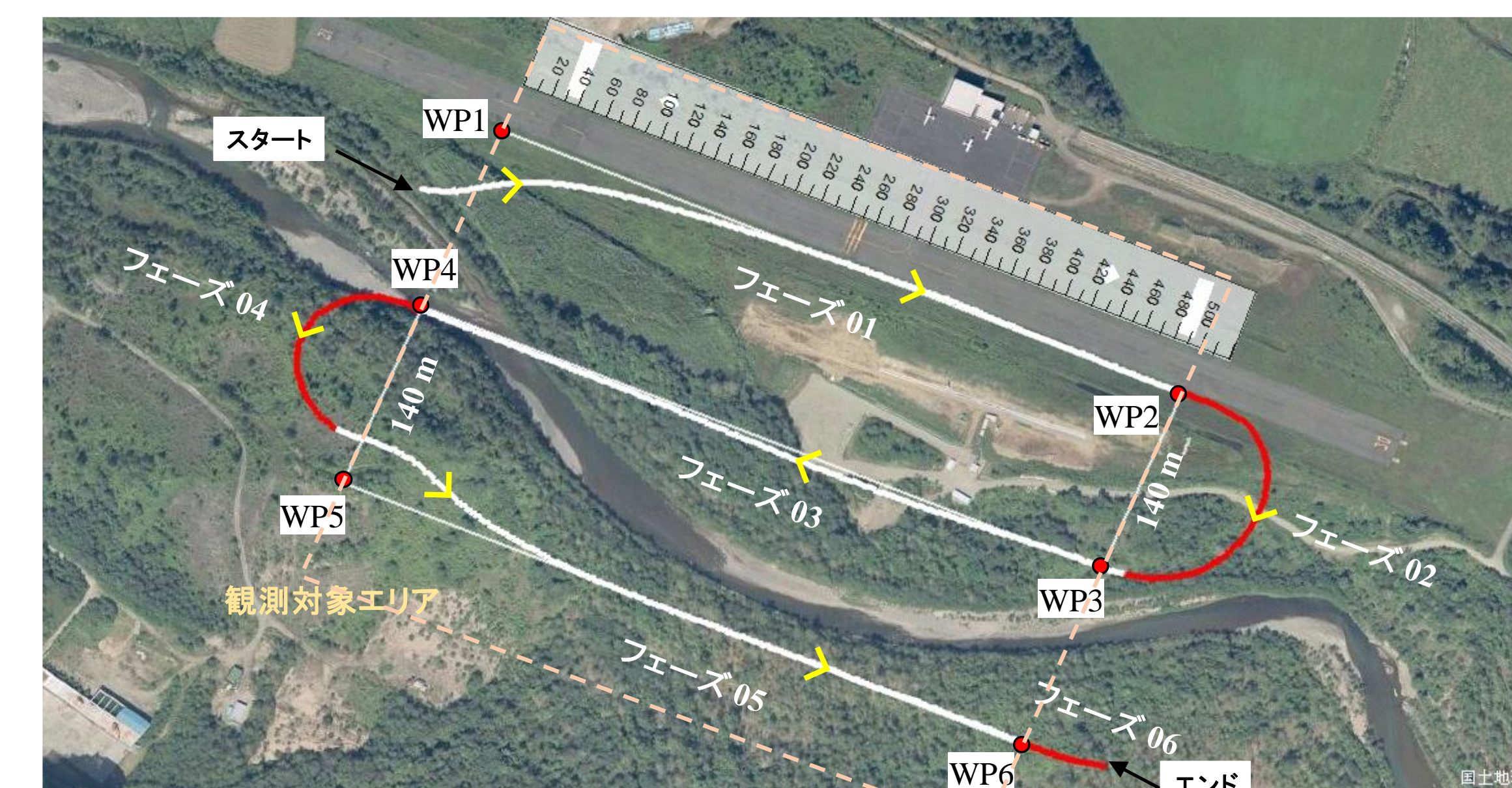


図7 観測のための矩形飛行実験飛行軌跡

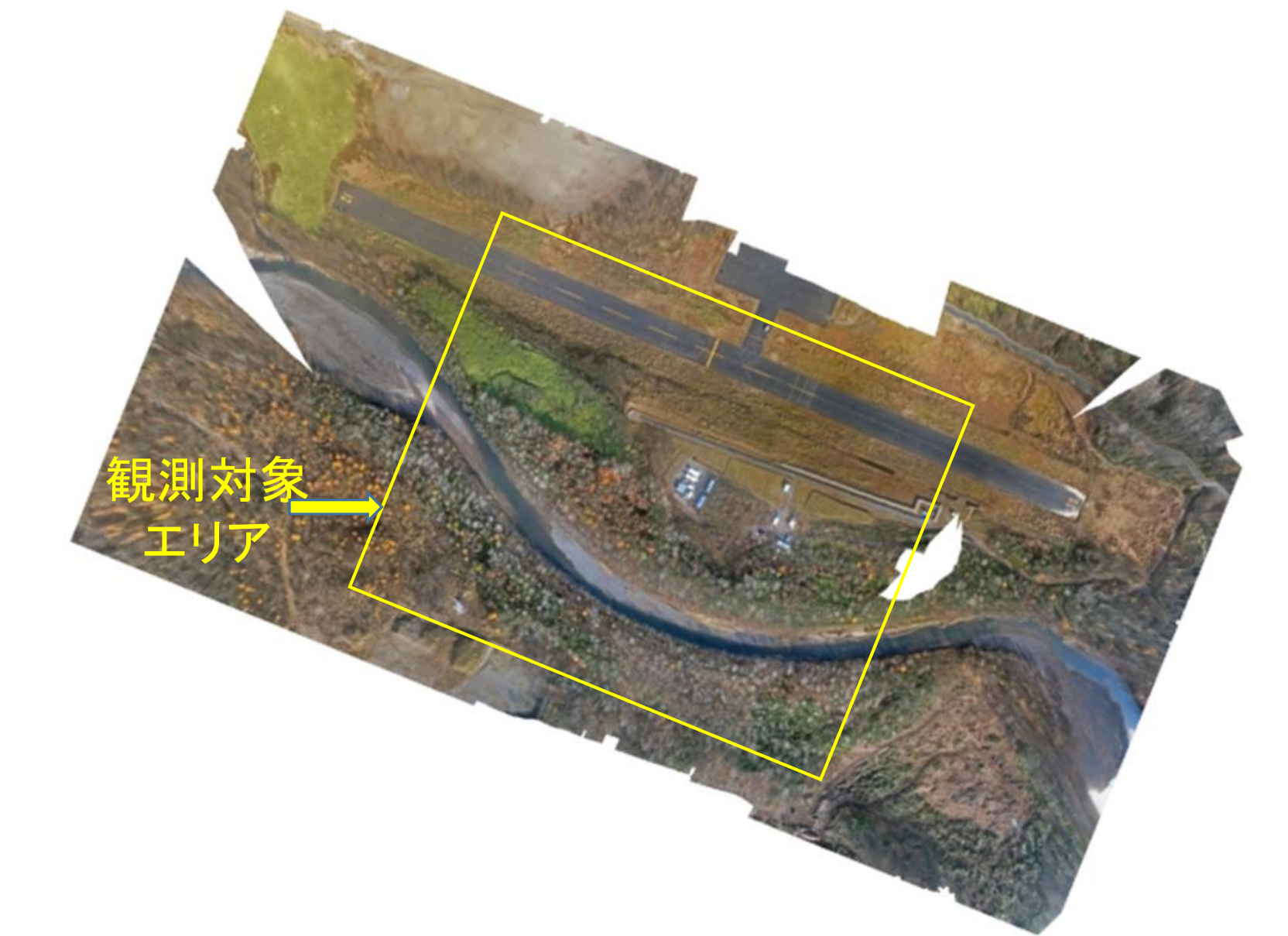


図8 撮影映像よりのオルソ化画像

本実験では市販のラジコン模型飛行機に大馬力のエンジンならびに誘導制御回路等を搭載して運用しやすい小型の固定翼UAVを構築した。本UAVは、総重量6.2 kg, 全長1.6 m, 全幅1.8 m, 1.7 hpであり、1.8 kgの重量が搭載可能である(図9)。



図9 使用した固定翼UAV外観