

高性能レーザ計測機器を搭載した UAV による砂防事業 DX の可能性

ー長距離飛行計測・超高密度点群データの活用ー

国際航業株式会社 ○吉川卓郎、島田徹、堀大一郎、渡辺隆吉、清水幹輝、西川友章、三浦元気

日本航空株式会社 村上康司、阪上雅之

ヤマハ発動機株式会社 加藤薫、瀬口栄作

1. はじめに

砂防事業における DX 推進の一環として、小型無人航空機 (UAV) の活用が進められており、本学会においてもこれまで砂防施設点検等での活用事例が多数報告されている。砂防施設は急峻な山地渓流や斜面に立地しており、UAV の活用は作業の効率化、安全確保の観点から有用である。一方で、これまで近接目視で実施されてきた調査の全てを UAV により代替することは困難であることも明らかになってきている。

本研究は超高密度点群データを取得可能なセンサを搭載し、レベル 3.5 での運用も可能な UAV により今後の流域監視や施設調査等の効率化について検討するものである。

1.1 流域監視における課題

出水や地震後には広い流域内の概況を短時間に把握する必要があるが、道路の途絶なども想定され、全域の状況を確認するには時間を要する。有人航空機による調査も実施されるが、飛行が天候に左右される上、費用や機体運航に関する制約もある。また、一般に普及している UAV はバッテリー容量や通信機能に限界があるため、長距離、長時間の飛行には適さない。

1.2 施設維持管理における課題

従来手法での施設の健全度判定を UAV ですべて代替するには限界がある。その一方で、UAV による点群データから堆砂量の変化や立木の状況を数値として取得することが可能となる。従来の点検手法に UAV 活用を組み合わせた最適な点検計画が必要である。

1.3 安全管理上の課題

砂防施設周辺には道路や人家が立地することも多く、レベル 3.5 飛行での運用を想定した場合、機上カメラの映像により機体と点検対象施設、飛行ルート上の障害物との衝突を回避する必要があるため、機体と操縦装置間の通信を維持する必要がある。加えて高性能な UAV は機体や操縦者が限られ、それらを手配することが負担となるうえ、操縦者の操縦能力や地域精通度、砂防事業への理解度次第では、安全な運行や的確で高品質なデータの取得に際してリスクが生じる。

2. 長距離飛行が可能な UAV 機体による課題解決

本検討では、先に示した課題を解決するべく、①長距離の遠隔目視外操縦の実績があり、②山間部の気象条件下で

も安定した機体制御と測量精度を確保できる機体として、ヤマハ発動機社製の FAZER R G2 (表1、写真1) を選定した。

2.1 使用する機体の特徴

FAZER R G2 はヤマハ発動機が国内生産している産業用無人ヘリコプターであり、連続 100 分の飛行を可能とし、35 kg の積載能力を持つ。ガソリンエンジンによる高い出力に加え、メインローターが一定回転数で回ることによって得られるジャイロ効果により、山間部のような地形的に風が一定でない気象条件下においても安定した飛行を行うことができる。また、衛星通信を利用した目視外飛行も可能である。積載重量の関係でこれまで搭載が難しかった高精度な計測機器や複数センサの搭載が可能となり、より高密度でのデータ取得や、これまで複数回に分けていた計測が一度にできる等、データの新規性と作業の効率性が期待できる。例えば活火山のように活動期に人が近づけない地域においても少ない飛行回数でより多くの現地情報を取得することが可能となる (例: 河井ほか, 2024)。

表1 「FAZER R G2」主要仕様諸元

項目	諸元値
寸法 (全長×全幅×全高)	3,665mm×734mm×1,226mm
燃料種類／燃料タンク容量	レギュラーガソリン／12L
積載重量	35kg
最高速度 (前進対気速度)	20m/s
航続距離	90km
航続時間	100分



写真1 FAZER R G2 外観

2.2 衛星通信を併用した遠隔目視外飛行

近年、LTE 及び衛星通信を併用した遠隔目視外操縦によるレベル 3.5 の長距離飛行が社会実装されている (写真2)。例えば、鹿児島県瀬戸内町では片道約 20km の定期的な物資輸送 (阪上, 2024)、約 40km を超える偵察飛行 (日本航空株式会社, 2025) 等、海上域を中心に活用が進んでいる。LTE 通信が途切れるような場面において衛星通信を併用することで常に機上カメラ監視による第三

者立ち入りを確認することが可能となっている。山間部においても同様の長距離飛行を実現することで、UAVは現在の局所的な運用からより広域の流域管理での運用が期待できる。仮に大規模災害時に現地へ操縦士が駆け付けられない、あるいは二次災害の危険に伴い流域に人が立ち入れない状況であっても、現地に機体があれば遠隔地からの運航が可能である。



写真2 遠隔目視外操縦の様子

3.超高密度点群データの取得

3.1 使用センサ

超高密度点群を取得するためレーザ計測機（LiDAR）として RIEGL 社製の VUX-160 を搭載した。約 100 度の広角かつ、直下、前方+10 度、後方-10 度に毎秒最大 240 万発のレーザを照射することが可能（有人機による航空レーザ測量と同程度のパルス数）となっている。

表2 搭載センサ主要仕様諸元

種別	ロングレンジスキャナ	
機器名	VUX-160	
会社名	RIEGL	
主なスペック	有効計測レート：最大2.4MHz 強度：Class 1 取得パルス：マルチ(最大32リターン)	



写真3 FAZER R G2 へのセンサ搭載状況

長時間の飛行能力を活かし、地形に追従させながら、低空、低速で、広角にレーザを照射する独自の計測技術（特許第7141538号）により、上空から樹木の幹や地表面など、森林内部まで平均 3,000 点/㎡以上の超高密度点群を取得することが可能であるため、樹木に覆われた場所でも、砂防堰堤や地形のデータ取得が可能となる。

3.2 三次元点群による概況把握

取得した高密度点群データのサンプルを示す。上空から

の目視では確認しづらい樹木下の堰堤であっても水通しや袖形状および上下流の河床高を確認することができる。通常の航空機や UAV によるレーザ計測データよりも施設形状が明瞭であり、滑動や転倒のような極端な機能低下であれば識別できる精度を持つ。また、既存堰堤を CIM 化して計画堆砂面を作成する場合にも基礎資料として活用可能である。

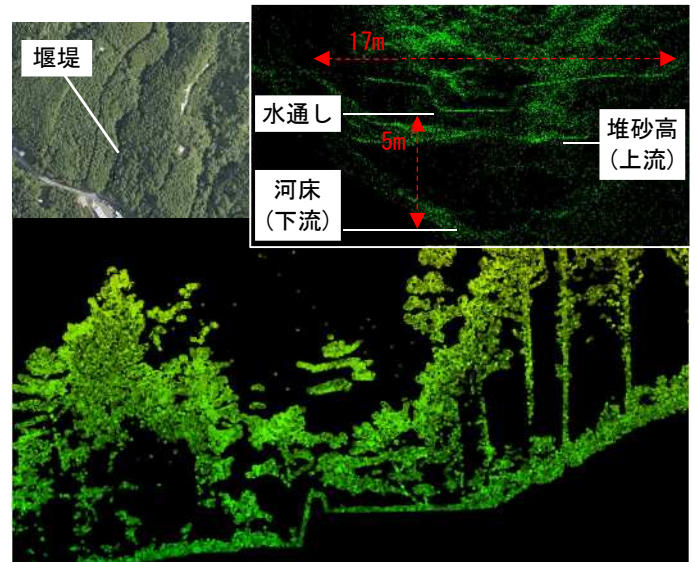


図1 高密度点群データによる堰堤の状況の把握

3.3 三次元点群データによる施設変状の定量化

航空レーザ計測データや施設設計時の CIM データ等があれば、二時期の三次元点群データの比較により、極端な機能低下が懸念される施設状況の変化や、土砂や流木の堆積状況等を定量的に把握することができ、優先度を含めた詳細な調査計画を立案することができる。

4.まとめ

長時間（長距離）飛行が可能な UAV の活用により流域内の状況を効率的に把握することが可能となる。また、衛星通信を併用した遠隔操縦により、操縦者と砂防技術者が現場状況を共有しながら飛行できるため、的確な情報取得が可能となる。超高密度点群データの取得により樹木の繁茂した状況下であっても堰堤の堆砂状況や、転倒・滑動といった緊急対応が必要な変状を把握することが可能となる。

今後、フィールドでの実証を進め、砂防事業への適用を検討する。また UAV 点検と目視点検を使い分ける判断根拠の整理を進める。

【参考文献】1) 河井ほか(2024)桜島噴火警戒レベル4・5に備えた砂防設備点検方法の検討(その1)。令和6年度砂防学会研究発表会概要集, p.393-394、2) 阪上(2024)地理空間情報とDX-持続的なドローン活用社会の実現に向けて-。月刊「測量」10月号, p.8-13、3) 日本航空株式会社(2025)1/15プレスリリース資料 <https://press.jal.co.jp/ja/release/202501/008569.html>