

災害時のインフラ被災環境を想定したドローンポート遠隔操作による溪流調査手法の検討

日本工営株式会社 ○松永一慶, 寺本圭吾, 倉上健, 渡部春樹, 三池力
 技建開発株式会社 武井傑, 多田井健人
 株式会社セキド 奥雄大郎

国土交通省北陸地方整備局 梅田 ハルミ*, 四十谷 朋子**

*1 国土交通省北陸地方整備局阿賀野川河川事務所, **2 国土交通省北陸地方整備局

1. はじめに

土砂災害発生現場においては、厳しい現場条件での作業となることから、UAV(ドローン)等を活用したDX技術による調査手法が積極的に導入されている。しかし、能登半島地震のような大規模災害発生直後は、土砂や倒木の流出等により道路等の交通インフラが寸断され、電気供給や携帯通信網が制限されることから、災害発生現場において迅速にUAV等を活用することが困難な環境となる。

近年、UAVの普及や技術進歩は目覚ましく、特にドローンポートは、UAVを常時格納した装置であり、操縦者が調査の都度現場へ行かずにUAVの遠隔操作飛行・撮影が可能となることから、災害発生現場における活用が期待されている。一方で、災害発生後の不十分なインフラ環境下において、現場にドローンポートを迅速に設置できる技術・体制が必要となる。

本研究では、災害発生後に流域の監視・観測調査を継続的に実施することを想定して、現地で電源・通信環境を構築したうえで、ドローンポートを活用した流域調査手法について現地検証を実施した。本発表では、その検証結果について報告する。

2. 検証条件

2.1 対象サイト

本検証の対象サイトは、国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所管内の姫川支川浦川流域上流とした。本流域の源頭部は稗田山崩れに位置し、その下流側にて活発な土砂移動が確認されている。時々刻々と河道内地形が変化する現地状況を遠隔で把握する目的で飛行検証を行った。

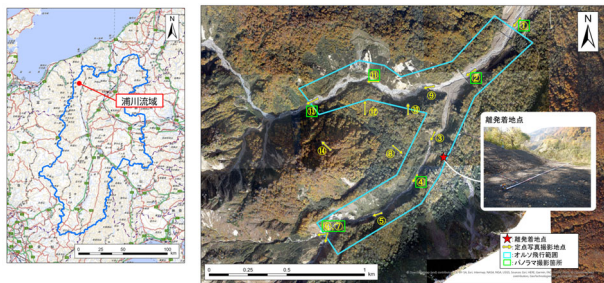


図1 対象サイト(左:位置図概要 右:飛行範囲詳細)

2.2 電源・通信環境

本検証では、河道閉塞等の土砂災害発生直後の現場を想定し、ソーラーパネルと蓄電装置を搭載した車両(ソーラー電源車)に衛星通信装置(Starlink)を積載し、災害現場まで直接運搬可能なオフグリッド型の電源

供給(可搬型オフグリッド)およびデータ通信環境を現地で構築した。また、遠隔カメラや各種気象計(雨量計、温度計等)を設置・積載し、現地の空域や周辺状況、気象条件を遠隔で確認したうえでUAVを飛行させる体制とした。

表1 電源区分比較

	住居エリアや工場等の敷地内の監視	災害復旧等の工事現場	河道閉塞等発生直後の災害現場
現地への立ち入り	自由に立ち入り可能	道路啓開や土地の造成のうえ、立ち入り可能	道路や土地が被災し、立ち入りは限定的
電力供給	商用電源	燃油・ソーラー等を動力とした発電	可搬型ソーラーによる発電
蓄電装置	常時供給のため不要	必要	必要
通信装置	有線	LTE通信、衛星通信	衛星通信
設置方法	既存建物の屋上や敷地内に設置	工事現場等の敷地内に設置	車両に積載した状態で現場近傍に駐車
電源区分	オングリッド	オフグリッド	可搬型オフグリッド



図2 離発着地点における電源・通信機器等設置状況

2.3 使用したドローンポート機種

本検証では、実災害における利用実績や可搬性、通信の冗長性(災害発生後はLTE通信が利用不可であることを想定)を踏まえ、DJI社製のDJI DOCK3を選定して検証を実施した。外観と仕様を図3、表2に示す。また、UAV機体はMatrice4TDを使用した。

表2 使用したドローンポートの仕様

サイズ	640×745×770mm
重量	55kg
防水防塵	IP56等級
通信(機体の通信)	2.4GHz、LTE通信
通信(機体の位置情報補正)	GNSS、RTK、SLAM

出典: DJI社 HP <https://enterprise.dji.com/jp/dock-3>

図3 使用したドローンポートの外観

3. 現地検証内容

流域調査を遠隔操作で継続的に実施することを想定し、令和7年11月25日から12月3日までの7日間を対象に、飛行調査検証を連日実施した。

1日の検証フローを表3に示す。まず飛行前点検として、監視カメラ、気象計等による周辺状況確認し、DJI社提供のアプリケーション(Flighthub2)上で機器状況確認した。次に状況確認飛行として、機体を鉛直上昇

させ、風速や視通、機体の状況を確認し、問題なく飛行できると判断したうえで流域調査を実施した。調査飛行は2種類とし、斜め写真とパノラマ写真を撮影する定点撮影飛行、鉛直下方写真を連続撮影するオルソ撮影飛行をそれぞれアプリケーション上で遠隔操縦(自律飛行)により実施した。各飛行終了後、アプリケーション上に撮影成果を自動アップロードさせ、流域状況確認を実施した。

表3 1日の検証フロー

実施時間	実施項目
9:00~9:10	飛行前点検
9:10~9:20	状況確認飛行
9:20~9:40	定点撮影飛行
10:00~10:10	飛行前点検(再)
10:10~10:20	状況確認飛行(再)
10:20~11:00	オルソ撮影飛行
11:00~	飛行後作業

4. 検証結果

4.1 撮影成果のとりまとめ

定点撮影成果をもとに、斜め写真による撮影日前後の定点比較、パノラマ写真によるバーチャルツアー作成を試行し、堰堤等の構造物・河道・既崩壊斜面の状況を、広域的かつ鮮明に確認することができた。また、オルソ撮影成果をもとに、SfM解析により三次元点群を作成し、撮影日前後の成果を比較対象とした標高差分解析を試行した。その結果、三次元点群同士の標高値の差異(不動点)は±20cm程度の精度となり、左記精度で河道・既崩壊斜面の侵食・堆積傾向の定量的な把握が可能であることが示唆された。



図4 撮影成果とりまとめ例(バーチャルツアー)

4.2 検証期間内の運用状況

本検証期間のうち、終日晴天であった令和7年11月27日、終日曇天であった令和7年11月28日を例として、ソーラー電源車による1日の発電量、ドローンポートとその他設置機器による1日の消費電力量の関係を図5に示す。各機器の発電量・消費電力量の仕様数値を踏まえ、当初はソーラー発電車により全電力消費を賄う計画としていたが、現地検証の結果、ソーラー電源車のみで全消費電力を賄うことが困難であった。要因としては、検証実施時期および現地の地形等の影響により、日照時間が短く、発電量が想定を下回ったこと、夜間の気温低下により、ドローンポート内のエアコン稼働による電力消費量が想定を上回ったこと等が挙げられ、日本海側特有の気候や地形条件(積雪寒冷地、年間降水量が多い、曇天が多い、年間日照時間が短い等)では、通常の運用が困難であることが示唆された。

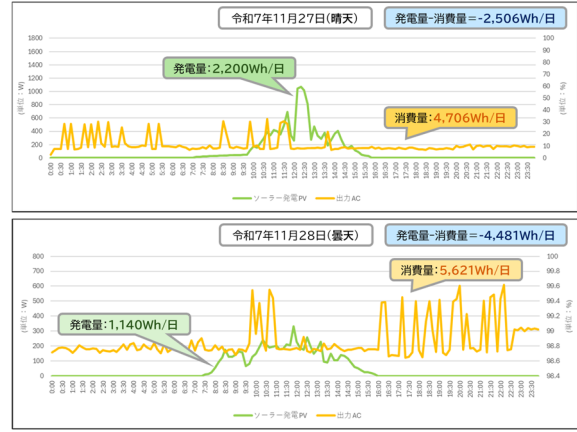


図5 発電量と消費電力量の関係図

4.3 運用に向けた課題に対する整理

前述の4.2で得られた課題を踏まえ、災害発生後、かつ日本海側特有の環境条件を考慮した、ドローンポートによる流域調査運用体制について図6の通り整理した。

まず、ドローンポートは日中のみ(8時~16時)の運用、Starlink・気象計等の周辺機器は24時間運用として、電源システムを分割する方針とした。そのうえで、本検証による取得データを踏まえ、ドローンポート(DJI DOCK3)用の電源においては、1日あたり1,500Wh程度、その他周辺機器用の電源においては、1日あたり900Wh程度の発電が必要であることが分かった。

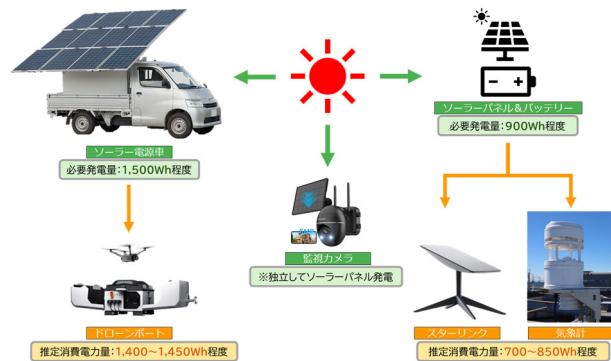


図6 本運用で必要な発電量の整理結果

5. まとめ・今後の展望

本検証では、土砂災害発生後の溪流調査を想定し、ドローンポートの遠隔操作を活用した流域調査手法の現地検証を実施した。その結果、撮影成果を活用した多様な調査・分析手法は、災害発生後に必要な現場情報の把握を目的とした場合、十分な精度であることが示唆された。また、可搬型オフグリッドによる運用を1週間実施し、特に電源システムにおいて課題が確認されたため、現地取得データを活用し、日本海側特有の環境条件でも継続運用可能な発電量や発電手法の対応を講ずることにより、全国的な災害対応においても適用し得る技術として知見を得ることができた。

今後は上記の対応方法をもとに、大規模土砂災害発生後の溪流調査を想定したさらなる現地検証を実施し、実現性の高い災害調査技術の確立を目指したい。