

## 2024年能登半島地震の初動対応から考える広域災害時の即時把握

中日本航空株式会社 ○高野正範, 高橋弘, 星野慎司, 木場隆生, 千田良道

### 1. はじめに

2024年1月1日に発生した「令和6年能登半島地震」は、広範囲にわたる地殻変動に加え、多数の深層崩壊、斜面崩壊、地すべり、ならびにそれに伴う河道閉塞を引き起こし、甚大な被害をもたらした。発災直後は、道路網の寸断や度重なる余震により現地への陸路でのアクセスが困難な状況下にあった。こうした孤立地域の状況を早期に把握し、二次災害防止や救助活動に繋げるためには、広域かつ詳細に地表面情報を取得できる航空機によるレーザ計測・写真撮影が不可欠である。

中日本航空株式会社(以下、当社)では、NOTAM(航空従事者への通知)等の航空情報を考慮のうえ、発災翌日の斜め写真撮影および4日後からの航空レーザ計測を実施し、取得データを即座に解析・公開することで初動対応の支援を行った。本稿では、冬季の厳しい気象条件下における被災状況の「即時把握」の実践例と、発災前後の航空レーザデータの差分解析を用いた土砂災害リスクの可視化事例について報告する。また、本対応で得た教訓を踏まえ、将来発生が懸念される南海トラフ地震等の広域災害を見据えた拠点分散型処理(BCP)の構築や、当社の自主事業として取組む「アーカイブ計測」について展望を述べる。

### 2. 能登半島地震における初動対応と即時解析

#### 2.1 悪天候下でのデータ取得

発災直後の能登半島上空は、冬季日本海特有の分厚い雲と降雪に覆われ、航空機による計測・撮影には不向きな気象条件が続いていた。当社は、1月2日に雲の切れ間を縫って固定翼機による斜め写真撮影を実施し、広域の被災状況の概観を把握した。続いて、雲底高度や降雪状況をリアルタイムに監視し、天候回復のわずかな機会を捉えて1月5日より回転翼機による航空レーザ計測を開始した。計測にあたっては、現地での人命救助活動が最優先されたため、関係機関と空域調整を行い、救助ヘリ等の運航に支障をきたさない比較的高い高度からの計測を実施した。

#### 2.2 即時解析フローへの移行

災害時の初動期においては、「精度の高さ」よりも「情報の速報性」が現場の意思決定において、極めて重要となる。通常、航空レーザ測量の作業工程は、いくつもの点検および精度管理をおこなうが、本災害対応では「即時解析フロー」へ切り替えた(図-1)。

発災直後は広域で電子基準点成果の配信が停止していたため、震災前の座標値を近似値として用いることでGNSS解析(航跡データ作成)を先行させた。また、点検工程を災害用に最適化(簡略化)することで、計測終了から24時間以内に暫定的な三次元点群データおよび自動フィルタリング処理後の微地形表現図(以下、地形起伏図)を生成・公開する体制を敷いた。これにより、国や自治体、研究機関、建設コンサルタント等の関係機関へ、道路啓開等の応急復旧計画の基礎資料として最速で提供することを実践した。

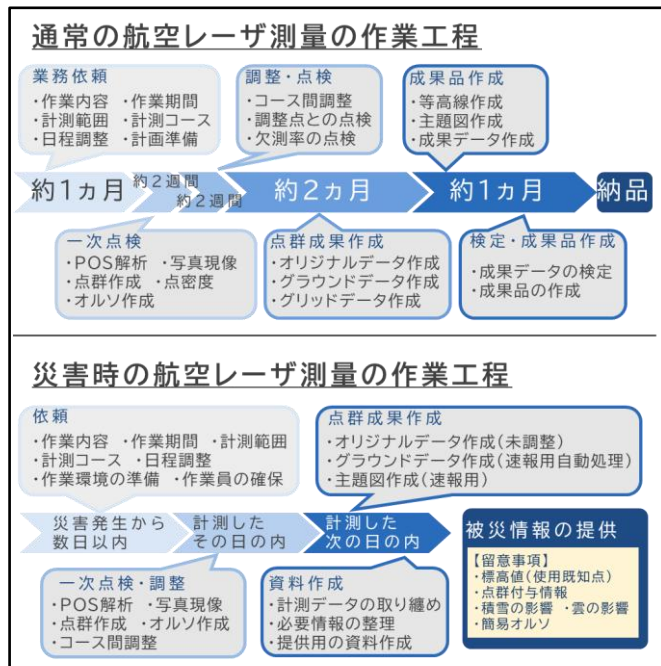


図-1 作業工程(通常フローと即時解析フロー)

### 3. 航空レーザデータを用いた被災状況の定量化

#### 3.1 航空レーザデータの優位性

航空レーザ計測の最大の利点は、レーザパルスが植生の隙間を通過し、樹木下の地表面の三次元座標を詳細に取得できる点にある。

樹木等を取り除くフィルタリング処理を施し「地形起伏図」を作成することで、空中写真では樹冠に遮られて目視判読が困難な、森林内部の亀裂や崩壊地形を抽出することが可能となった。

#### 3.2 河道閉塞(土砂ダム)の形状把握

珠洲市若山川水系等をはじめとする複数の地域において、大規模な斜面崩壊による河道閉塞が発生した。「地形起伏図」を用いて閉塞箇所を特定し、点群データを用いることで、閉塞高や上流側の湛水範囲を確認することができる。決壊による土石流リスクの評価や、下流域の避難判断を行う上で有用な情報を当社ホームページで公開し、関係機関が現況を確認するための基礎データとして提供した(図-2)。

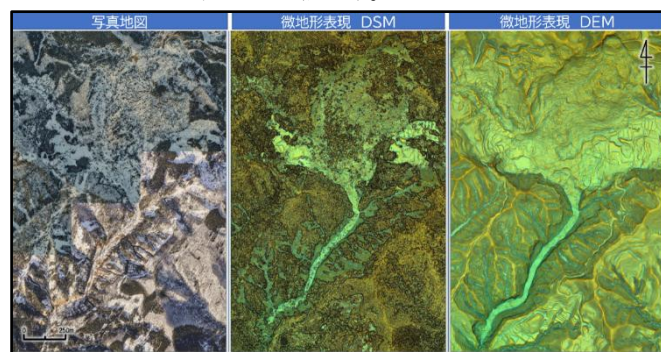


図-2 ホームページ公開例

[https://www.nnk.co.jp/research/disaster\\_info/20240101/noto/lp-contents.html](https://www.nnk.co.jp/research/disaster_info/20240101/noto/lp-contents.html)

### 3.3 斜面崩壊および土砂移動量の把握

二時期（発災前後）の地表面データ（DEM）を用いた標高差分解析は、石川県が平時に取得・保有していた発災前の航空レーザ計測成果（令和2年度・4年度）と、当社が今回取得した発災後のデータ（令和6年）を用いて実施した。解析結果は、隆起・堆積域を暖色系、沈下・崩壊域を寒色系とするヒートマップとして表現した。これにより、広域な地殻変動（隆起）の傾向を捉えるとともに、局所的な斜面崩壊箇所と、流出した土砂の堆積範囲および深さ（移動量）を可視化することができた（図-3）<sup>2)</sup>。

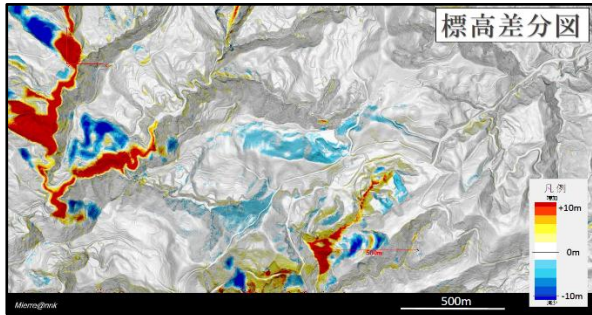


図-3 標高差分図（ヒートマップ）

### 3.4 変動ベクトル解析による地すべり挙動の可視化

輪島市の八太郎峠西側の大規模な地盤変動が確認された箇所において、二時期の点群データと点群ビューワ“Mierre”【NETIS:CB-220002-VE】を用いた変動ベクトル解析を行った（図-4）。

その結果、対象斜面においては単なる表層崩壊ではなく、尾根全体が南方向へスライドしている広域的な地殻変動の傾向が確認された。さらにその変動の中には、地すべりブロックの頭部における下向き沈下ベクトルと、末端部における上向き隆起ベクトルという、地すべり特有の回転・移動挙動が明確に捉えられていた<sup>2)</sup>。

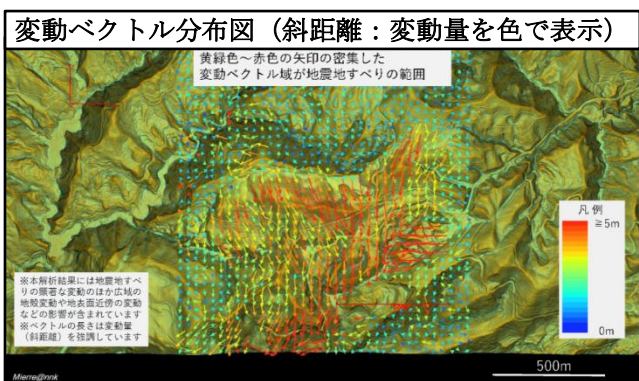


図-4 八太郎峠の変動ベクトル解析図

## 4. 広域災害における体制と「アーカイブ計測」

### 4.1 顕在化した課題と拠点分散型処理（BCP）

能登での対応を通じ、「即時把握」を阻むシステムの・組織的課題も浮き彫りとなった。特に、緊急対応が長期化する中での特定の人員への業務集中や、データ整理ルールの不統一である。また、今回は当社の主要拠点（愛知県）が被災を免れたが、南海トラフ地震の発生時には、本社自体が被災し、解析機能が完全に停止するリスクがある。

これに対し、当社では属人化解消と圧倒的な処理時間の短縮を目指し、計測データのリアルタイム処理およびAIを利用した解析・判読の検討を進めている。あわせて、被災リスクの低い支社・支店等において解析業務を継続・分担できる「拠点分散型処理体制」の構築を推進している。同時に、災害時専用のデータチェックリストや処理マニュアルの整備を図り、災害対応の脱属人化を進めている。

### 4.2 南海トラフ地震への備えと「アーカイブ計測」

差分解析による土砂災害リスクの即時把握が成功するか否かは、「発災前の高精度なデータ」が存在するかどうか完全に依存している。しかし、南海トラフ地震の想定震源域において、全ての自治体で十分な精度の既往レーザデータが整備されているとは限らない。

そこで当社では、自主事業として想定震源域周辺の主要な斜面や重要インフラを対象とした「アーカイブ計測」を実施している（図-5）。平時から高密度なベースデータを取得・管理しておくことで、発災後直ちに新旧データの比較・解析を実行し、砂防施設や道路網の被災状況を最速で判定・提供できるようプラットフォームの構築と合わせて進めている。



図-5 「アーカイブ計測」データ例（津市）

## 5. おわりに

2024年能登半島地震での経験は、航空レーザ測量が広域土砂災害の「見えないリスク」を可視化する強力な手段であることを再認識させた。「災害は他人事ではない」という強い危機意識のもと、今後も拠点分散による体制の冗長化と、「アーカイブ計測」による事前データの整備を両輪として推進する。航測会社としての技術力と機動力を最大限に活かし、広域災害発生時においても、国土の安全確保と迅速な復旧・復興支援に貢献できることを柔軟に考えていく。

## 謝辞

能登半島地震発生後の初動対応時において、石川県農林水産部森林管理課より既存測量成果データをご提供いただきました。ここに記し、感謝の意を表します。

## 参考文献：

- 1) 高野正範・西山千尋・小野貴稔(2024)：航空レーザ計測等による被災状況と地盤の変動把握,月刊測量 Vol.74,No.4,p.44-47
- 2) 山口温・秦野輝儀・小野貴稔・高野正範・星野慎司(2025)：能登半島地震における被災状況把握のための取組み,先端測量技術,122号,p.72-76