

プロジェクト:「ICRT技術を活用した高精度かつ効率的な斜面・法面点検技術の開発」

プロジェクトリーダー

氏名(ふりがな): 西山 哲 (にしやま さとし)

所属、役職: 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 教授

研究期間:平成29年9月～平成30年3月(全体期間:平成29年度～平成31年度)

プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)

国際航業株式会社, 株式会社開発設計コンサルタント, 株式会社ブロードライン, ゼニス羽田株式会社, ゼニス建設株式会社, 株式会社藤井基礎設計, 株式会社アズティス, 明治コンサルタント株式会社, 株式会社三重計測サービス, 有限会社丸重屋

プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)

現在、技術者による目視によって斜面防災点検が実施されているが、対象とした着目点だけでなく当箇所以外からの落石・崩壊事例も多発している。本研究開発は、既存の航空レーザータを活用して危険箇所を抽出する技術、さらにドローン飛行による詳細な調査手法等の 3 次元点群取得および解析技術を開発し、見逃しの無い効率的かつ効果的な目視点検を支援する手法を構築することで、斜面崩壊・落石災害の未然防止を実現させる。

プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)

本プロジェクトは3つの項目から成る。それぞれの項目について、初年度の成果を説明する。

1) 既存航空レーザータによる要対策箇所の抽出精度の向上

現地、空中写真をもとにした森林基本図(縮尺 5000 分の 1, 精度 10m)や、道路防災点検時の情報から調査員が大まかな位置を示した手書きの図を基に、斜面の防災点検作業が実施されている。そのため調査対象箇所を見逃し易く、また位置精度不良による非効率的な作業となり、落石発生源となる急崖が漏れなく点検されているとは言い難い。本研究開発では、見逃しの無い現位置調査箇所を特定する机上調査を実現するため、整備局が保有する航空レーザータを再活用し、0.5mメッシュで微細な急崖を明瞭に可視化する技術を検討した。図-1 は、等高線図、傾斜の大きさを明度で示す斜量図、さらに地形の凹凸を強調して尾根谷の判別を明確化するウェーブレット処理を組み合わせて作成した微地形強調図である。この解析を現位置での調査結果と照合した結果、1.4m 以上および 1.0m 程度でも角度 60 度以上の落石発生源が抽出されることを明らかにした。また、解析結果を GNSS 付きタブレット型 PC にて収納し、目視点検ルートを表示するツールを開発した。これにより、現位置ではタブレットに誘導された形で調査を実施できる。これらの手法により、確実かつ効率的な目視点検の実施を可能にした。

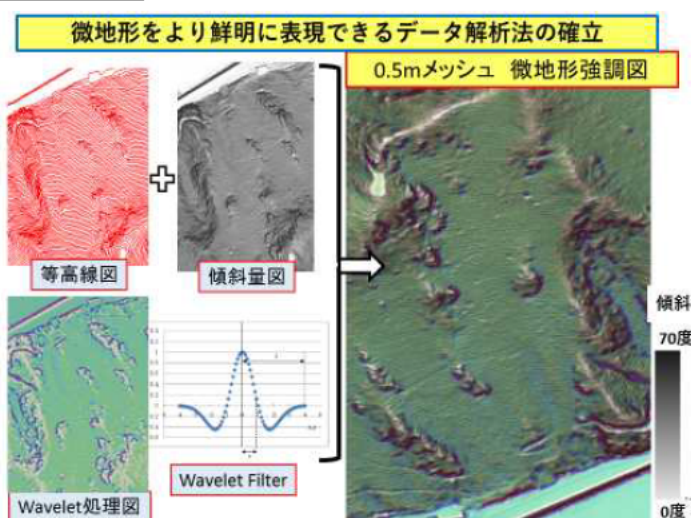


図-1 微地形強調図の例

既存航空レーザータで、落石源が抽出できるか?



図-2 微地形強調図の性能調査結

解析結果をタブレットで見ながら見逃しの無い点検作業を実施



図-3 タブレット型 PC を用いた現位置調査手法の例



## 2) ドローンレーザ計測の可能性の検証

変状の定量化を調査する必要がある箇所に対して、低コストでのレーザ 3 次元点群の取得が可能なドローン測量の可能性を検討した。自己の測位を高精度に取得できる GNSS や IMU を搭載したドローンによるレーザの精度を検証した結果が図-4 である。2 級基準点測量の座標値に比べて、水平 200mm 以内、標高 ±50mm 以内の較差が得られることを実証した。一般的な航空レーザ測量での高さ精度 ±150mm、水平方向の位置精度 1000mm に比較して、ドローンレーザ測量は詳細な計測への応用に有効であることが分かった。さらに自動運転車の測位技術である SLAM に用いられるアルゴリズムを活用し、レーザ点群の自動重ね合わせ技術による変状の定量化手法を構築した。図-5 は、この技術によって、2 時期のレーザ点群データから、実斜面で発生した変状を定量化した結果であり、現位置で調査した変状量と解析結果が一致する結果が得られた。これにより、既存の航空レーザデータを基に、2 時期目データをドローンレーザによって取得することで、近づき難い箇所への踏査を実施することなく、詳細な斜面点検作業を行なうことが可能である。また、これまでレーザ点群から地形を判読する技術には経験が必要であったが、人工知能 (AI) を導入することにより、

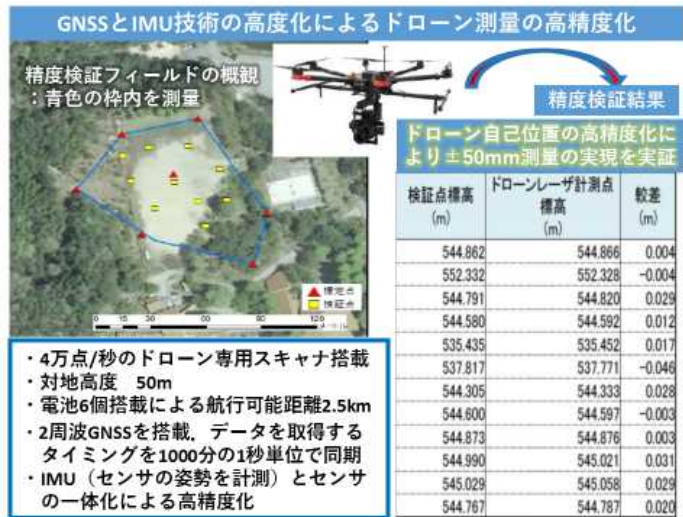


図-4 ドローンレーザ実用化検証結果

### 変状の発生具合の自動定量化ソフトの開発

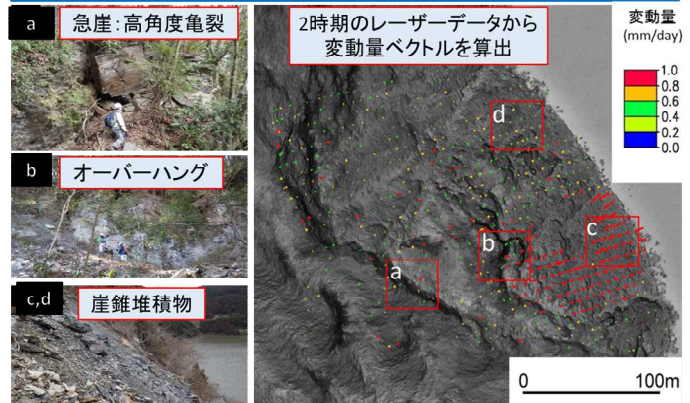


図-5 斜面変状定量化技術の事例

本研究成果を誰でも活用できるように試みた事例が図-6 である。熟練技術者の知識を教師データして、傾斜量図で表現した地形を AI に判読させた結果であり、経験者の作業と同等の解析を自動で実施することに成功した。これらの一連の技術により、本成果の汎用化と低コスト化による普及への道を拓いた。

## 3) MMS (画像・レーザ) データの活用技術の開発

前記変状の定量化ソフトを MMS (移動計測) データに活用して、法面の変状を自動的に計測することを試みた結果が図-7 である。図は 25mm の変状量を与えたターゲットを前記重ね合わせソフトで検出した結果である。25mm が検出できており、対策工の変状も効率的に計測できる一連の技術を構築した。

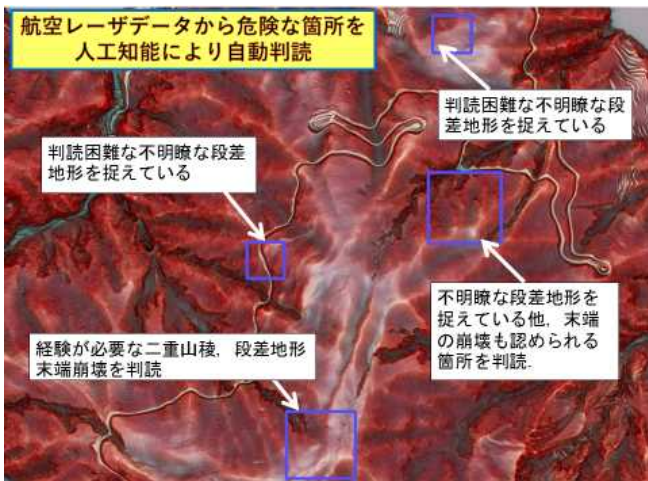


図-6 人工知能によるレーザ判読結果例



図-7 MMS による法面変状検出技術検証結果