

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

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4月～平成32年3月

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,株式会社パスコ,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,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点検が実施されているが、着目点以外からの落石・崩壊事例も多発している。今後の技術者不足が懸念される中で、従来の調査手法の効率化が要求されるだけでなく、経験の無い豪雨災害にも備える危険個所の見逃しの無い斜面点検手法を構築する必要がある。本研究開発により、3次元レーザデータを活用して、コストおよび労力の負担の無い、効率的で確実に危険個所を見つける手法を実現させる。

プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)

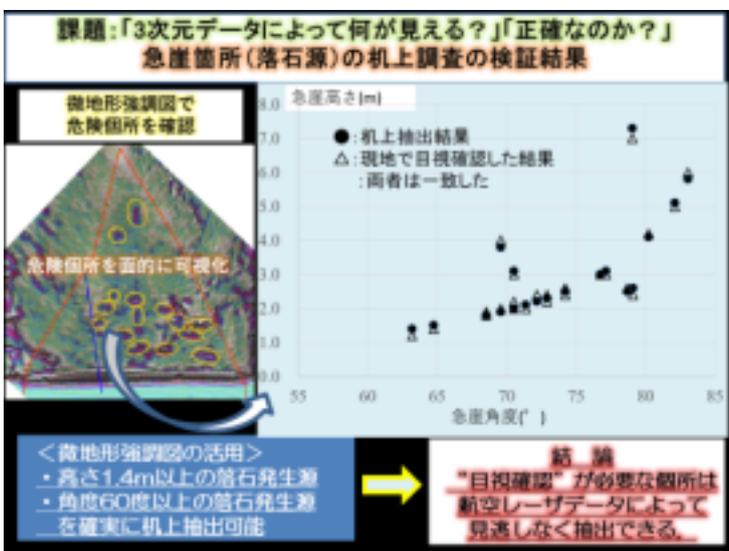


図1 航空レーザ測量と目視点検による抽出される急崖の違い

判読作業に熟練を要し、コストに見合う成果が得られているのかは疑問である。またドローンを使った簡便な3次元測量も普及が期待されているが、それを使うことによって、何が改善されるのか明確になっていない。すなわち、その利点を明確にした活用法を確立しなければ、3次元データの利用も普及しない。そこで本研究開発は、「3次元データの活用」に対する疑問であり課題であった「3次元を活用すれば斜面の何が見えるようになるのか?」「3次元データで見たものは、どこまで正確なのか?」あるいは「3次元データの活用は、どこまで低コスト化できるのか?」の解決に取り組み、次に報告する成果をあげることができた。

(1)3次元にすることで「何が見えるのか?」また「どこまで正確なのか?」について

航空レーザ測量を使って再現した斜面において、机上で抽出できた急崖と、現位置調査によって抽出した急崖を比較したのが図1である。図に示すように、航空レーザ測量によって高さ1.4m以上、勾配60°以上の急崖は可視化できることが分かり、その結果は熟練技術者の調査結果と等しいことを明らかにした。ただし図2に示すように

現在、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危険個所の位置を示した手書きの図を基に、調査員が目視で斜面の点検を行っている。そのため危険個所の位置精度が悪いことに因る非効率的な作業となる上に、調査対象箇所も見逃し易いという問題がある。将来予想される技術者不足や厳しい予算への対応、あるいは経験が通用しない想定外の災害に対して、効率的で確実な点検を実施するために「3次元データ」を活用することへの期待も大きい。i-Constructionの推進も考慮すれば、今こそ防災・減災用の3次元の活用は実現しておく必要がある。これまで、広域を効率よく計測する航空レーザ測量も利用されてきたが、データの

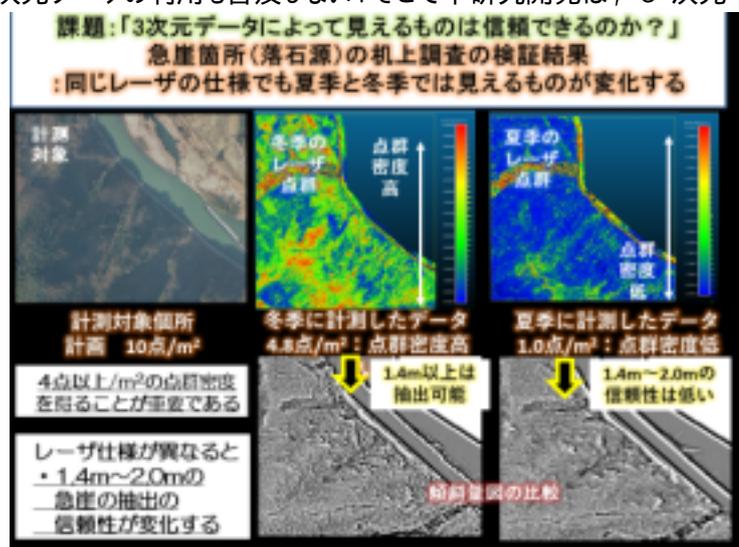


図2 航空レーザ測量の点群密度による調査結果の違い

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

レーザ点群密度により、机上調査結果の信頼性は大きく変わる。“誰でも”現地調査と同じ結果を出すには、4点/m²以上の点群密度を確保する計測を実施する必要がある。

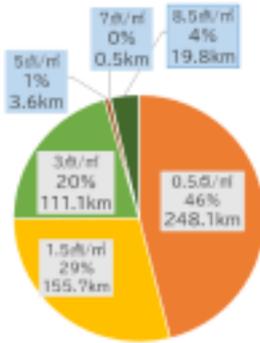


図3 整備局のデータの点群密度

(2)3次元データの活用の「低コスト化は可能か?」について

レーザ点群を高密度にするためには、計測回数を増やしてデータを重ね合わせる、機器の性能を限りなく向上させる、などの措置をすれば可能になる。しかしながら、高コストになりデータ処理の労力が増える。これまで航空レーザ測量によるビックデータが普及しなかったのは、コストと解析に要する労力の過大な負担があったからである。図3は整備局管内に保存されているレーザ測量結果の点群密度を調べた結果である。現地踏査で確認できる危険箇所を机上調査で抽出できる

箇所は数%しかないことが分かった。また図3のレーザデータを詳細に分析した結果が図4である。これは複数の飛行コースのレーザデータを重ね合わせたもの(格子状と記載)を活用した場合でも、夏季に取得したデータでは2.0m以下の急崖のほとんどを机上で抽出できないこと、さらには飛行コースを重ね合わせない(単コースと記載)場合でも、冬季に計測すると格子状で計測したデータに匹敵する机上調査が可能であることを示すもので、航空レーザ測量を実施するには計測条件の最適化が必要であり、図3の結果は、この条件を加味することなく実施してきた結果であった。さらに、汎用的なレーザデータ処理あるいは人工知能(AI)を活用すれば、単コースのデータを使っても、十分に効果的な調査が実施できることが分かり、コストを抑えながらも有用な斜面調査が可能になる方法が明らかになった。例えば、地すべり地形を抽出するためにレーザ点群データ処理技術がいくつか提案されているが、上手く組み合わせることで岩盤崩壊や落石の危険がある箇所の抽出に役立つ微地形強調図が作成できること、また図5のように、AIによる自動処理を使うことによって、熟練技術者のノウハウと同等のレーザ判読処理が可能になり、崩壊の危険性のある箇所を単コースのデータから効果的に抽出できることを示せた。地上調査の結果に基づいて、現地の危険箇所に調査員を誘導するタブレット型ツールを加えて、“コスト・労力をかけることなく見逃しの無い斜面調査”を可能にする本研究の成果の全体像を図6に示す。これらの成果を、ドローンレーザ測量やMMS(車両を使ったレーザ測量)に対して適用することで、局所的な斜面の変位の定量化や法面点検の効率化ができることを具体的事例と共に示し、3次元の活用法を整理できた。

時期による抽出精度の違い
：格子状コース(高コスト)でも“夏季”は2.0mが見えない。

冬季の計測でのコストによる違い
：単コース(低コスト)でも“冬季”は“格子状”に匹敵。

急崖高さ ○:抽出可	格子状		急崖高さ ○:抽出可	単コース	
	夏	冬		単コース	格子状
2.0	○	○	○	○	
2.0	○	○	○	○	
4.0	○	○	○	○	
4.0	○	○	○	○	
8.0	○	○	○	○	
2.0	○	○	○	○	
6.0	○	○	○	○	
6.0	○	○	○	○	
3.0	○	○	○	○	
4.0	○	○	○	○	
2.0	○	○	○	○	
2.0	○	○	○	○	
3.0	○	○	○	○	
2.0	○	○	○	○	

低コスト:単コース+“冬季”実施により、1.4mの急崖を抽出できるデータが取得

確実な机上抽出には、土木研究所推奨の処理・人工知能の導入が有用

図4 航空レーザ測量の低コスト化の検討結果

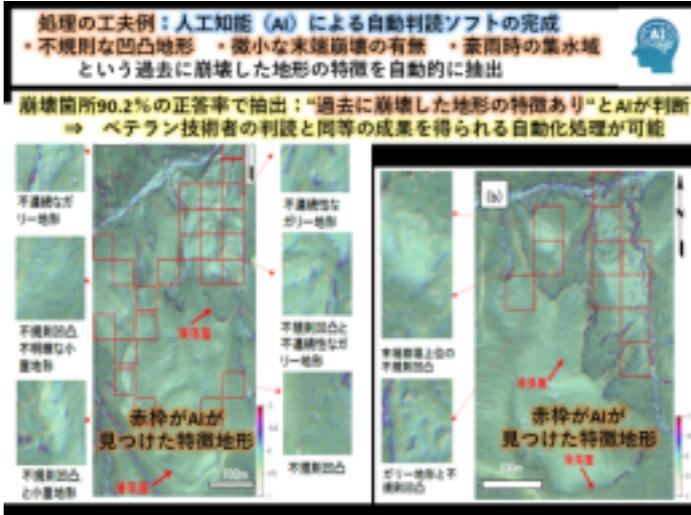


図5 人工知能による航空レーザ測量解析結果の概要



図6 3次元データを活用するために必要な各工程の改善内容例