

iPhone, iPad 搭載 3D LiDAR 機能の斜面防災への適用検討

岩手大学農学部 ○白倉誠也 井良沢道也 松嶋秀士 小高敦志 工藤優太

1. 背景と目的

近年、土砂災害は増加し、激甚化している。一方、土砂災害対策として、レーザ測量が大きく貢献してきた。近年、携行可能なレーザ計測機器（3D モバイルスキャナ）によって取得した3次元点群データが砂防施設点検での構造物の変状の迅速な把握や土砂移動・堆積状況の調査に用いられている例もある¹⁾。3D モバイルスキャナは、現場においてデータ取得から確認までを、従来の約約6分の1の時間で行えるため、作業効率が非常に高い²⁾。一方、2020年に発売された「iPhone 12 Pro」及び「iPad Pro」(Apple)はAR機能や暗所での撮影の向上などエンターテインメントな目的としてLiDARが搭載された。iPhone, iPad 3D LiDARは、安価で軽量であり簡単に導入が可能なため、落石調査等に用いられている例もあり、落石シミュレーションの精度の向上が図られた³⁾。しかし、現状では本事例以外に斜面防災で活用されている事例は発表されていない。そのため、本研究では「iPhone 12 Pro」及び「iPad Pro」(以降 iPhone, iPad と表記)を用いた斜面防災の効率化、省力化への適用検討を行った。

2. 調査方法とデータ取得・処理方法

実験室内での簡易的な精度検証、現地での斜面防災への適応調査、試験地での UAV 搭載調査、岩手大学構内での計測、その後、現場技術者やアプリ制作会社に対し聞き取り調査、情報交換を行った。

本研究では、野外の調査に向いている「3d Scanner App™」(Laan Labs)のHighモードを用い点群の取得を行い、得られた点群データは「Autodesk ReCap」(ReCap), 「Cloud Compare」(Daniel Girardeau-Montaut)にて計測、処理、差分解析を行った。

3. 結果と考察

予備調査では、iPhone, iPad を用い木片の大きさの計測を行った(図1)。1m地点から計測を行ったところ両機種ともに2.15cmの真値との差があり同程度の精度であることがわかった。また、iPhone, iPad 3D LiDARは10cm以下の小さな構造の把握は難しいが2m以内の距離で計測ができれば過小の値を示すものの、十分に構造を把握できることが分かった(表1)。

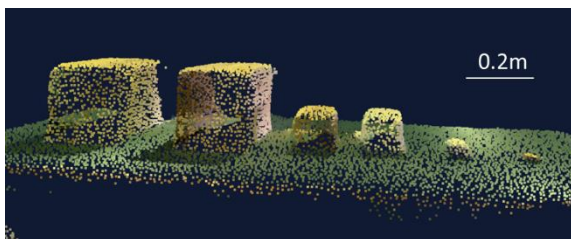


図1 得られた木片の点群 (iPad 1m 地点)

表1 iPhone, iPad 木片計測結果

測定条件	木片(大)			木片(中)			木片(小)	木片(極小)
	横	縦	奥行き	横	縦	奥行き	1辺	1辺
実測	21.0	21.0	30.0	10.0	10.0	10.0	5.0	3.0
iPhone 1m	18.85	18.85	24.35	8.62	7.68	△	△	×
iPad 1m	18.85	18.85	22.15	8.58	7.44	△	△	×
iPhone 2m	14.55	△	△	△	△	△	×	×
iPad 2m	15.35	△	△	△	△	△	×	×

単位：cm ×：認識できない △：正確に形状を把握できない

本結果を踏まえ、急傾斜地、地すべり地、砂防堰堤、積雪地での適応調査を行った。調査の結果、構造物の計測や写真の撮影が難しい内部構造や亀裂の計測が可能であった。一方、水の流れている水叩き部の計測はできなかった。さらに、UAVに搭載することで効率的、安全に3次元点群データを取得できると考え、富山県南砺市の試験実験地で調査を行った。UAV(機種 phantom4)にiPhoneを搭載し(図2)、試験地に設けた3m×5mの区画の計測(図3)および斜面長6.95m平均勾配57°の登坂不可能な急斜面の計測を行った。調査の結果、試験地の地形の凹凸の把握(図4)ができ、斜面長、斜面幅の誤差は10cm以内、平均勾配も実測値25.2°に対し計測値25.5°と、ほぼ正確に計測が可能であり、急

傾斜も同様に計測が可能であった。一方、点群密度は0.937点/cm²と小さいため、解決策として複数回計測した点群を重ね合わせることで、点群密度は疑似的に大きくすることを行った。以上の結果から、iPhoneをUAVに搭載することで、効率よく安全にデータの取得が可能であった。斜面防災に活用するにあたりUAVに搭載することも活用法の1つだと考えられる。



図 2 iPhone 搭載 UAV



図 3 試験地の様子

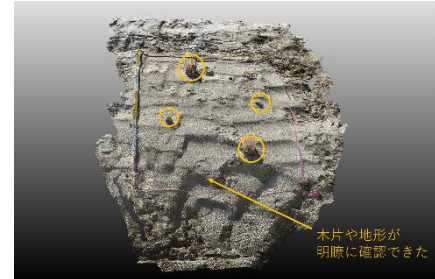


図 4 得られた試験地の点群

さらに従来の3次元計測機器と使い分けにより効率的に活用できると考えた。岩手大学構内で令和3年10月の積雪前に3Dモバイルスキャナ（機種3D Walker）によって計測した3次元点群データと令和4年1月の積雪時にiPadを用いて計測したデータ（図5）の差分解析を行うことで積雪深が計測できた（図6）。簡単に計測が可能なることから、定期的な計測や点検に効果的に活用できると考えられる。

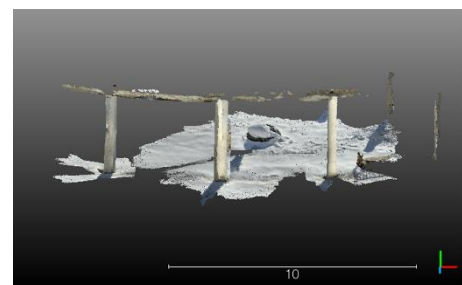


図 5 積雪後に取得した点群

4. まとめ

iPhone, iPad 3D LiDARは、計測からデータの確認までを短時間で行うことが可能であり、2m以内の距離であれば、立体構造を把握することができた。斜面防災への活用として、現地調査により法枠工の計測や構造物の内部の計測が可能であった。特に小さい面積や、狭い暗所の計測が強みであった。

UAVに搭載することで効率よく安全に斜面のデータが取得でき、1つの活用手法として考えられた。安価で軽量かつ簡単に利用できるという特性を生かし、従来の3次元計測機器と使い分けにより、斜面防災の効率化・省力化を図ることができるため、災害調査や構造物の維持管理への適用が検討できた。

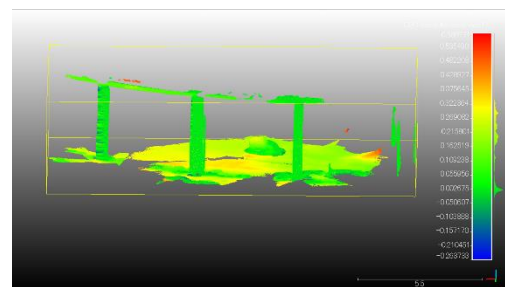


図 6 積雪前後の差分解析結果

【謝辞】本研究を進めるにあたり、国際航業(株)の森山裕二氏、島田徹氏、大粒来茂樹氏、河合貴之氏、アジア航測(株)の落合達也氏、鈴木太郎氏、国土防災技術(株)の佐藤達也氏、プロノハーツ(株)の中村泰敏氏、菅原基氏、岩手大学地域防災研究センター福留邦洋教授にご協力いただきました。深く感謝申し上げます。**参考文献** 1) 河合ら(2021)「山地溪流の表面侵食・土砂移動調査におけるハンディ・レーザスキャナの活用～奈良県池郷川流域を事例として～」、砂防学会要旨集, p. 359-360. 2) 榎本ら(2020)「山間部での小規模な三次元地形取得における手持ちレーザスキャナの精度検証」, 写真測量とリモートセンシング 59(6), p289-292. 3) 松嶋ら(2022)「落石調査におけるモバイルレーザスキャナの活用に向けての検討」, 日本地すべり学会誌 5月掲載予定