

斜面防災への活用を想定した iPhone、iPad 搭載の 3D LiDAR 機能の精度検証

～室内実験における点群データの測定を中心として～

岩手大学農学部 ○小高敦志、白倉誠也、工藤優太、井良沢道也、松嶋修士

背景と目的

全国的に土砂災害の発生件数は増加傾向にあり、令和3年に全国で発生した土砂災害は967件であった。<sup>1)</sup> 同年令和3年12月には山梨県甲府市で落石の発生も報告されている。とりわけ、落石災害は斜面中に不安定な転石などが数多くあり、予測が難しい。そのため、定期的な斜面の点検が必要である。近年、携行可能なハンディ・レーザスキャナ(例えば3D Walkerで約3kg程度)を用いて、山地溪流の土砂移動状況の把握<sup>2)</sup>なども活用されつつある。2020年10月に発売された「iPad Pro」および「iPhone12Pro」に3D LiDAR機能が初めて搭載された。しかし、これらのLiDAR機能の機能については非公開になっており、既往の研究事例は1事例のみである<sup>3)</sup>。このため、実際の業務に実用可能か判断できないのが現状である。そこで、iPadを用い室内実験で精度の検証を行い、有効可能な撮影方法について検討を行うことを目的とした。

iPad、iPhone の 3D LiDAR 機能について

2020年10月に発売された「iPad Pro」および「iPhone12Pro」には3D LiDAR機能が初めて搭載された(写真1)。本機能は、光が物体に反射して戻るまでの時間を計測し、深度マップを作成している。LiDAR機能が搭載されたことで、AR体験や薄暗いことでも正確に焦点を合わせる事ができるようになり、写真やビデオ撮影が向上した。専用のアプリをインストールすることで点群の取得も可能になる。



写真1 iPad、iPhone の 3D LiDAR 機能(Apple 公式 HP より)

調査方法

撮影方法として 1. 静止しての撮影、2.動きながらの撮影、3.材質による計測、4.形状による計測、5.暗所での計測、6.SfM との比較、の6つの項目で行った。それぞれ3回ずつ iPad でモデルの計測を行った。計測には「iPad pro」

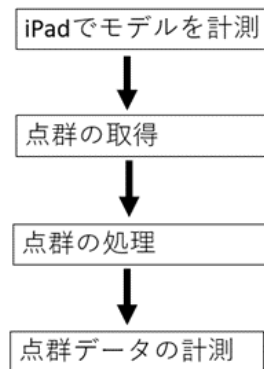


図1 調査の流れ

表1 調査項目

	解析項目	
1	静止しての計測	1,2,3,4,5m地点からそれぞれ3回ずつ計測し、距離による精度に差が出るか検討。 1-1 正面からの計測 1-2 斜め45° からの計測
2	動きながらの計測	モデルの周りを歩きながら計測。止まって撮影した時と差が生じるか検討。
3	材質による計測	塩ビ、木材(ヒノキ材)、金属(ステンレス)を1m地点から5m地点までそれぞれ3回ずつ計測。
4	形状による計測	円形、角材を1mから5m地点までそれぞれ3回ずつ計測。
5	暗所での計測	室内の電気を消し、カーテンを閉めた状態で正面から撮影。
6	SfMを用いて処理した点群との比較	SfM解析を用いて作成した点群データとiPadで撮影した時の点群データとで差異があるか検討。

(Apple)を用いた。点群の取得には専用のアプリが必要であり、「3D Scanner App」(Lann Labs)および「prono-Construction」(Prono Hearts Inc.)の2つのアプリを用いた。「3D Scanner App」には計測のモードに「Highモード」と「Lowモード」の二つがあり、本研究では「Highモード」によって計測を行った。さらに、取得した点群データを計測するため「Autodesk Recap」および「Cloud Compare」という点群処理ソフトを用い計測を行った。

結果と考察

静止して計測した場合、いずれの距離からも実測値より小さい値となった。2m以内の地点で撮影した時がモデルの実測値と近い値を示した。距離が離れるにつれてモデルの実測値との差は大きくなる傾向にあった。動きながら計測した時も静止して計測した時と同様に、モデルの実測値よりも小さい値となった。横に関しては、

正面、斜めから撮影した時と比べてモデルとの差は少なくなった。材質に関しては、木材の方が塩化ビニルやステンレスよりも計測がしやすい。さらに、四角いモデルの方が円形のモデルよりも撮影しやすい。円形のモデルは四角いモデルよりもエッジ(角)の表現が不得意であった。両アプリとも暗所で計測は可能であった。明所に比べると、3m 以降では計測が困難であった。2m 以内の地点では物体の把握、計測は可能である。iPad の 3D LiDAR 機能は SfM を用いて作成した点群と比べて精度はやや劣る結果であった。点群密度の比較では、SfM を用いて作成した点群では 6.99 個/cm<sup>2</sup>、3D Scanner では 0.80 個/cm<sup>2</sup>、prono-Construction では 4.41 個/cm<sup>2</sup>であった。

いずれの距離からもモデルの実測値よりも小さい値となったのは、iPad の 3D LiDAR 機能はエッジ(角)の撮影がやや不得意であるためと考えられる。しかし、動きながらの計測では、静止して一方向から計測した時より同程度もしくはそれ以上の精度で計測できていることから、複数の面を計測することによってエッジ(角)の表現は解消できると考える。2m 以内の地点でモデルの実測値に近い値を示していること、3m 以降になると点群に歪みが生じてしまい、計測が困難な状態になってしまうことから、2m 以内の地点で撮影を行うことが適切であると考えられる。

#### まとめ

計測対象物まで 2m 以内であれば大きさ 30 cm 程度の物体を認識し、大きさの計測が可能である。ただし、撮影対象物のエッジ(角)の表現がやや難しい。しかし、対象物全体を撮影することで、エッジ(角)の表現はある程度解消できる。材質は木材が塩ビやステンレスよりも捉えやすく、円形のものより、四角いものの方が撮影の精度は高い。暗所でも撮影が可能である。なお、iPad LiDAR による一連の計測・処理時間は数分程度と非常に短く、計測するには本機だけを準備すればよい。以上のことから、iPad および iPhone を用いて撮影する際には、対象物から 2m 以内で撮影を行うこと、重点的に計測したい対象物は全体が映るように動きながら撮影することに留意する。これらを踏まえ、iPad および iPhone の 3D LiDAR 機能は従来の携帯可能なレーザー計測機器に比べて安価かつ軽量であり、斜面上の転石や斜面の凹凸を簡易的に把握することは可能である。斜面防災における新たな計測ツールとして、簡易的な調査や測量などには有効であると考えられる。

#### 参考文献

- 1)国土交通省 HP 8 月には平年を上回る土砂災害が発生～令和 3 年の土砂災害発生件数の速報値を公表
- 2)河合貴之ら(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
- 3)田中ら(2021)「iPhone 搭載の LiDAR 機能を用いたバリア情報の取得とその精度検証」 2021 年度日本地理学会春季学術大会要旨

#### 謝辞

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)中村泰敏氏、菅原基氏、岩手大学地域防災研究センターの福留邦洋氏 にご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

表 2 prono-Construction で静止して撮影した時の計測値(単位:cm)

	横	縦
モデル実測値	34.00	26.00
1m	33.66	25.40
2m	31.96	24.16
3m	30.40	23.36
4m	28.50	20.86
5m	29.40	20.10

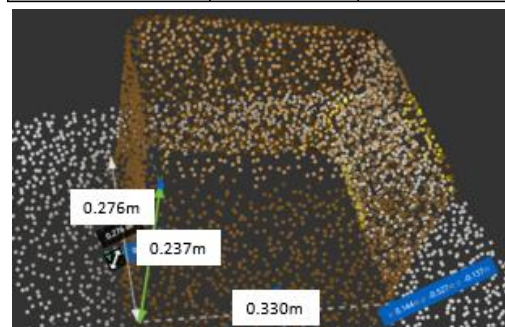


写真 2 1m地点から動きながら撮影した点群