

# モバイル端末を用いた堆雪量推計手法の調査

## 計測作業の省力化に向けた現場DX

キーワード 三次元計測, LiDAR, 除排雪作業

行政支援サービス部 八木 良輔 社会システムコンサルタント部 橋本 侑弥  
ビジネス開発部 佐々木 龍 北海道支店 かみやま 沙恵子

### はじめに

寒冷地では、大雪による公共交通機関の運休や道路の渋滞により、除排雪に対する市民ニーズが高まっています。除排雪作業は交通量の少ない夜間時間帯に行われることが多く、近年は、生産年齢人口の減少や公共事業費の低下に伴う人員の削減、新規入職者の減少から、除排雪体制の確保が難しくなってきており、今まで以上に効率的な作業を

行う必要があります。

このような背景を受け、排雪前に複数人で行われている路肩堆雪の計測作業の人員を削減することが望まれています。

本報告では、モバイル端末を用いた堆雪量計測手法の調査及び実用化に向けた試行計測の結果を紹介します。

### 使用機器・アプリケーションと計測手法の概要

本調査では、iOS 端末 iPad Pro（第 6 世代）と Android 端末 AQUOS sense4 SH-M15 を計測に使用しました。iPad 端末では、背面に搭載されているカメラ及び LiDAR スキャナを使用しました（写真 1）。LiDAR（Light Detection And Ranging）スキャナは、レーザの反射光の情報をもとに対象物までの距離や大きさを計測できます。Android 端末では、搭載されている複数のカメラを使用しました（写真 2：左）。

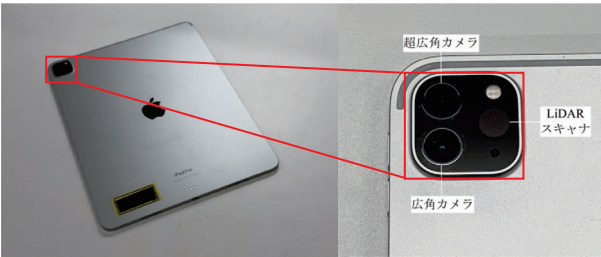


写真1 使用機器（iPad Pro（第6世代））

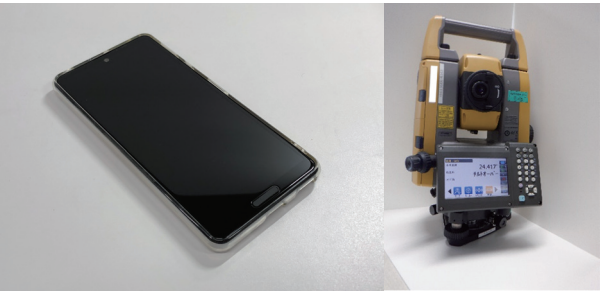


写真2 使用機器（左：AQUOS 右：トータルステーション）

堆雪形状の計測結果の真値となる値の計測では、従来の検証でも利用されているトータルステーション（TS）を使用しました（写真 2：右）。

路肩堆雪形状を推計するための既存の計測手法を調査し、有効と考えられる表 1 に示した 4 つの計測手法で堆雪形状の計測を行いました。

No.1：iPad から撮影した連続的なカメラ画像（写真）から SfM（Structure from Motion）処理を行い、三次元点群を生成する手法

No.2：iPad に搭載されている LiDAR を使用して三次元点群データを取得する手法

No.3：iPad に搭載されているカメラと LiDAR を使用して堆雪高さを計測する手法

No.4：カメラセンサのみで堆雪高さを計測する手法（No.3 と 4 は堆雪断面積の推定に関する回帰式作成に利用）

表1 堆雪形状の計測手法

| No | 手法                      | 使用機器    | センサ       | 使用データ         |
|----|-------------------------|---------|-----------|---------------|
| 1  | カメラ画像によるSfM処理           | iPad    | カメラ       | 画像から作成した三次元点群 |
| 2  | モバイル端末搭載LiDARによる三次元計測   | iPad    | カメラ/LiDAR | 三次元点群         |
| 3  | モバイル端末のカメラ・LiDARによる距離計測 | iPad    | カメラ/LiDAR | 高さ            |
| 4  | モバイル端末の複数カメラによる距離計測     | Android | カメラ       | 高さ            |

### 堆雪形状の計測結果について

堆雪形状の計測は現道の歩道側から実施しました（写真 3）。計測した一次データはタブレットの画面上で確認することができるため、現地でデータの欠損や計測漏れの有無を判断でき、手戻りを減らせます。

堆雪形状の計測結果は以下のとおりです。

No.1：カメラ画像から SfM 処理を行う段階で、雪の白い表面では形状の特徴になる部分が少なく、対応する部分の画像同士を結びつけられないため、堆雪形状の復元が難しいことがわかりました（図 1：左）。

No.2：堆雪形状を三次元点群として復元することができました（図 2：右）。一般的に LiDAR は雪など水分を含む物体の計測に弱いと言われますが、本計測では計測データの抜けが少なく精度の良い結果が得られました。また、単一色でも計測ズレが発生しません。

No.3・4：アプリケーションによる高さの計測は、TS の計測結果と比較して誤差が大きく、堆雪高さを正しく計測することが難しいことがわかりました（図 2）。

これらの結果より、モバイル端末搭載 LiDAR による三次元計測（No.2）が、堆雪形状を簡易に精度良く計測する手法として適用可能性をもつことが確認できました。



写真3 堆雪形状の計測風景

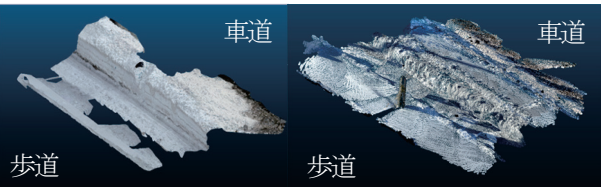


図1 iPadによる計測結果（左：SfM処理 右：三次元点群）



図2 堆雪の高さ計測（左：iPad 右：AQUOS）

### 運搬排雪トラックの積載量の計測について

単一色で表面形状の特徴が少ない物体の計測が可能な LiDAR のその他の利活用場面を探索するため、ダンプトラックに積載した雪の量を計測する試行実験を行いました（写真 4）。

空のダンプトラックの形状を計測した後、ロータリー除雪車でダンプトラックへ雪を積み込み、積載後のダンプトラックの計測を行いました。計測手法は、現道と同じく No.1・2 を組み合わせました。



写真4 計測風景

積込後の体積は切り出した堆積量よりも少ない結果となりましたが、堆雪形状の差異やトラックから零れ落ちた量を踏まえるとほぼ同量であったことから、運搬排雪トラックの積載量の計測にモバイル端末搭載 LiDAR を十分利用できる可能性がある判断しました（図 3）。

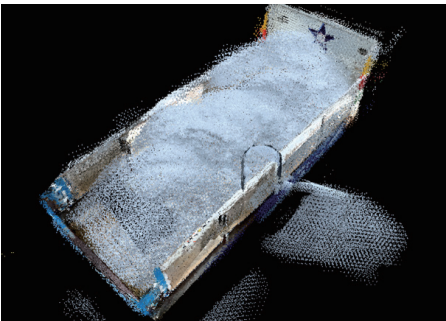


図3 ダンプトラック積載後三次元点群

### おわりに

モバイル端末に搭載されている LiDAR を用いて、雪のような単一色で表面形状の特徴が少ない物体を三次元点群データとして取得し、堆雪形状及び堆積量を推計することができました。

今後はモバイル端末単体で堆雪量の推計ができるアプリケーションを設計し、除排雪管理者による堆雪量の把握に寄与できるシステムの開発に向けて、引き続き検討を行っていきます。