

UAV-SfM およびドローンレーザーを用いた積雪表面計測に関する検討

北見工業大学大学院工学研究科 正会員 ○高橋浩司
北見工業大学 正会員 白川龍生

(株) 構研エンジニアリング 非会員 長沼芳樹
(株) 構研エンジニアリング 非会員 佐野至徳
(株) ジオリサーチ 非会員 猿渡久人

1. はじめに

近年、UAV-SfM測量の活用事例が増えている。UAV-SfM測量は、低コストで、機動性が高いことなどから、積雪分布計測にも導入され始めているが積雪環境特有の可視光反射率が高いことや、色調や凹凸が少ないことから、条件によっては点群が作成されない等の問題があった。一方、3次元レーザーキャナを搭載したドローンレーザーは、UAV-SfM測量とは異なり、画像処理ではなく対象物に直接レーザー光を照射して点群を作成するため積雪環境条件に左右されない利点があるが、積雪環境での適用において、精度検証等、未だに十分とはいえない。

本研究では、積雪表面におけるUAV-SfM測量およびドローンレーザー計測による点群作成結果を比較することにより、推定精度等の検証を行う。

2. 方法

2.1 実験場所

実験は、輪厚ドローンフィールド（北海道北広島市）にて、2022年2月10日に実施した。図-1に実験場の概要を示す。

2.2 使用機材、撮影および計測方法

使用した機材は、UAV機体はMatrice300RTK、SfM写真測量に必要なカメラはZemuse P1、レーザー計測に必要なLiDARモジュールはZemuse L1を使用した（いずれもDJI製である）。撮影および計測は、自動航行で、対地高度50mを維持するよう設定した。撮影画像のオーバーラップ率は「UAVを用いた公共測量マニュアル（案）H29.3国土交通省国土地理院」を参考に80%以上とした。

2.3 地上基準点の設置

点群の位置精度を向上させる目的で、UAV撮影およびレーザー計測前に実験範囲周辺の積雪表面上に地上基準点（以下、GCP：Ground control point）を6点配置した（図-1）。また、それぞれのGCPについて、GNSS測量で座標値を計測し、SfM解析に使用した。

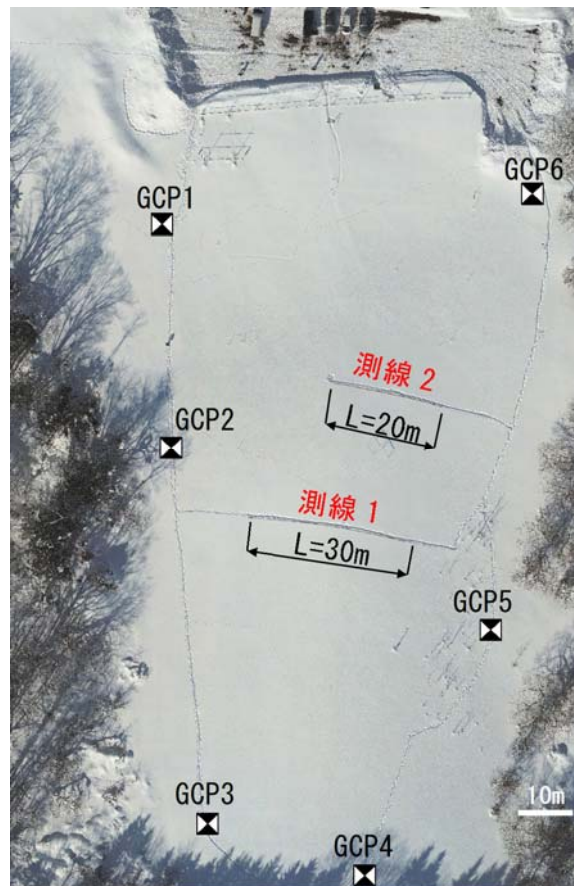


図-1 実験場の概要

2.4 積雪深の推定

積雪深の推定は、作成した積雪表面の点群データから事前に用意した地表面の点群データを減算することで算出した。推定場所は計測範囲中央部の2測線とし（図-1）、1m間隔で積雪深を算出した。

3. 結果と考察

3.1 点群作成

図-2(a), (b)に、同日別時間帯に実施したUAV-SfM測量による点群画像を示す。撮影時の天気は晴で、影ができやすい明るい条件下であった。図-2(a)では、点群が欠けることなく作成できているが、図-2(b)では、実験範囲全体で点群が欠損しており、特に積雪表面に凹凸が少ないエリアは全くデータ化されていない。これは、図-2(b)では撮影時刻が夕刻となり、積雪表面の明るさが不足している状態、つまり天空

キーワード：UAV-SfM 測量，ドローンレーザー，積雪表面計測，点群

連絡先：〒065-8510 札幌市東区北18条東17丁目1-1 構研エンジニアリング TEL 011-780-2813 FAX 011-785-1501

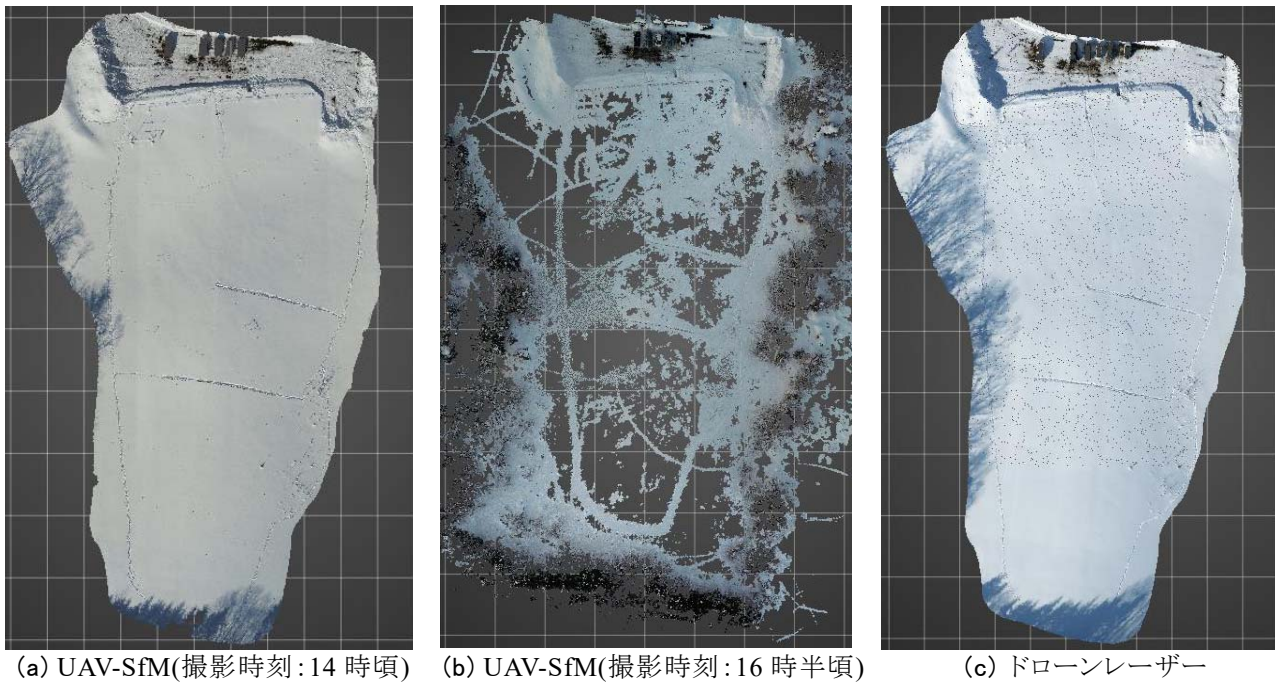


図-2 UAV-SfM およびドローンレーザーにより得られた点群データ

全方向からの地表面への入射光である下向き短波放射強度が低下し、影ができにくい状況下であったため、SfM解析の際に画像特徴点が捉えきれなかったことが原因と考える。図-2(c)に、ドローンレーザーにより作成した点群画像を示す。図-2(a)同様に点群が欠けることなく作成できた。

3.2 ドローンレーザーによる点群の精度検証

図-3に、測線2におけるドローンレーザー計測およびSfM測量の結果の例を示す。積雪表面の凹凸はどちらも概ね一致している。計測誤差は0~4cmで、積雪深に対し最大5%であった。図-4に、測線1および測線2におけるドローンレーザー計測およびSfM測量結果の比較を示す。測線1で21点、測線2で31点の計52点計測したが、平均誤差は1.2%であった。

4. まとめ

積雪表面計測において、UAV-SfM測量では、明るさが不足する場合に点群が欠損する事象を確認した。これについては、積雪表面での下向き短波放射強度、可視光反射率、雪質の違いによる凹凸の有無など、どの条件が影響するのか今後検討が必要である。一方、ドローンレーザーによる計測結果は、UAV-SfM測量との比較の結果、若干の誤差はあるが、実用上問題ないことを確認した。このことから、UAV-SfM測量で点群が作成できない条件下（例えば曇天時や夜間）での有効活用が期待される。ただし、レーザー光は積雪表面を通過して内部で反射す

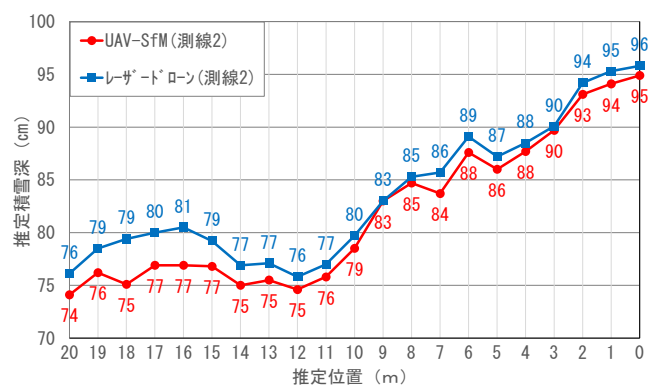


図-3 UAV-SfM 測量およびドローンレーザー計測例

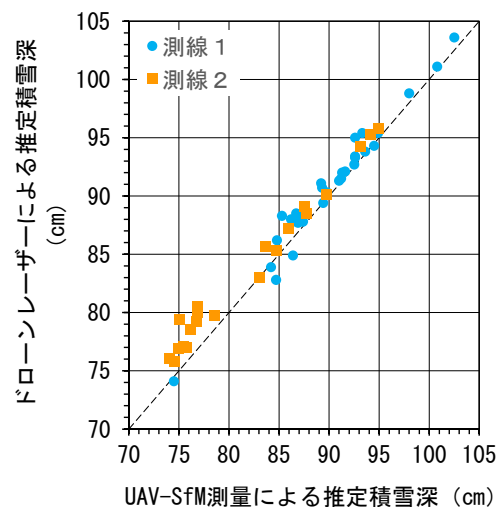


図-4 UAV-SfM 測量およびドローンレーザー計測比較

るとの既往研究もあることから、今後は、様々な条件下での検証が必要と考える。