

# 062 「航空レーザーによる雪面計測事例」

朝日航洋株式会社 空中探査部 ○秋山幸秀・高貫潤一・藤原輝芳・山本岳史・関谷正

## 1, はじめに

航空レーザー測量の一種である空中レーザー計測システムは航空機に搭載したレーザースキャナー測距装置と航空機の位置を求める為の GPS (空中局と地上基準局による二点間相対測位であるキネマティック GPS) と姿勢補正用の三次元ジャイロを利用した測量装置でもある。

同種のシステムは近年日本国内において利活用が進み地形計測や流出土砂変動量調査において活躍している。本稿は雪面の計測について、どのような効果あるのかを実例を用いて紹介する。

## 2, 原理・方法・特性

2.1, 空中から計測を行うことで通常立ち入れないようなフィールド (豪雪地帯、山間奥地) のデータを容易に取得することが出来る。計測時は装置が稜線より高い空中にあるので GPS 衛星電波が受信しやすい。また GPS 地上基準局を全天視界のよい計測フィールドから数十 km 以内に設置すればよい。

2.2, 航空機から発射したレーザー光線が散乱光となり航空機の受信器に反射してくるまでの時間を計測することにより求める地形形状を得る。雪面計測の場合雪の結晶が小さな凹凸であり色が白いこともあってレーザー光線がよく反射する。通常地形計測と比較してデータは取得し易い。

2.3, 航空写真の立体視では雪面はなだらかに変化するため影が出来にくく形状変化の抽出が難しく位置の確認できない。ポイントで計測するレーザーではその点においても計測しやすい。

2.4, 航空写真で使用する標定点は雪に埋もれてしまう場合がある。空中レーザー計測はその点においてもキネマティック GPS と IMU を利用し直接求点をレーザー計測するので取得された座標の信頼度が高い。

2.5, 地形を計測する場合レーザーの受信モードをラストパルスに切り替えることにより樹木を効率よく避けて地形データをより取得し易くしている。

2.6, 初期データはそれぞれ数十センチ間隔で計測し、1 m 間隔の数値データを作成してある。

2.7, 融雪後間雪期の地形を同様の方法で計測し地形データを作成して降雪時 (融雪時) の形状データと比較することで地形形状による積雪深の状態を容易に求めることができる。

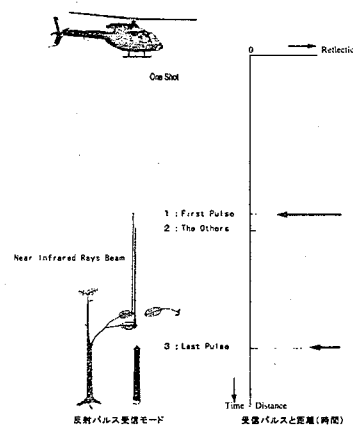


図.1 レーザー計測図 (モード)

表 1. レーザー装置の仕様

項目	仕様
レーザー発射回数	25,000 Hz
スキャン回数	25 Hz (可変)
スキャン角度	0~±20度(可変)
スキャン形状	三角波型 (一軸)
受信モード	First・Last
ビームの拡散度	0.2、1.0 mrad
サブリンク数	1000 点/Scan
測距精度	±0.15m/1 shot
座標精度	±0.5m
照射角度精度	0.05 度
飛行高度	65~2000m
飛行速度	50~250km/h
波長	1064nm YO <sub>4</sub>
反射強度計測	可

## 3, 成果

本稿では融雪時の雪面のデータと間雪期の地形データを使用して陰影図、等高線図、断面図を作成している。また計測と同時に撮影した VTR 画像から作成した垂直画像 (図.4、8) も比較用に使用している。

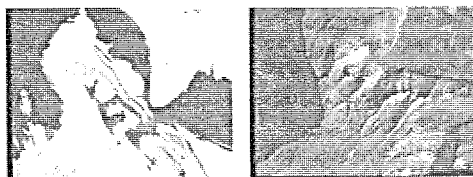


図.2 積雪期(雪解け 6月) 図.3 間雪期(降雪前 11月)

図.5 は地形の陰影図である。上方が開いた U 字型の形状は積雪が長い時間をかけて氷食したカール地形である。図.9 の積雪時の陰影は雪面の形状を忠実に表現しており、図.8 の垂直画像よりも微地形が判別しやすい。図 11. は 2 次期の差のデータを厚さとしてグレイスケールで表現している。積雪のない部分は黒く表現されているので図.8 の垂直画像に積雪に濃淡が加えられた情報として比較できる。平坦地の薄い氷田や細く延びた U 字谷にたまる氷河的な氷塊が判別できる。これと同じデータをカラーライスで表した積雪深 (厚) 図である図.7 は便宜上の厚さとなる。傾斜勾配が 45 度付近のこのフィールドでは積雪が 25m 以上の厚さになっている地点がある。図.15 で下部氷塊と称したこの箇所は上方にクレバスがあり不安定な状況であると考えられる。図.6、10 の等高線図を比較すると北西斜面はなだらかに積雪していることがわかる。別の表現や加工されたデータは沢山の情報が隠されていることがわかる。図.13、14、15 に 2 つのカールとそれを切る断面を作成した。

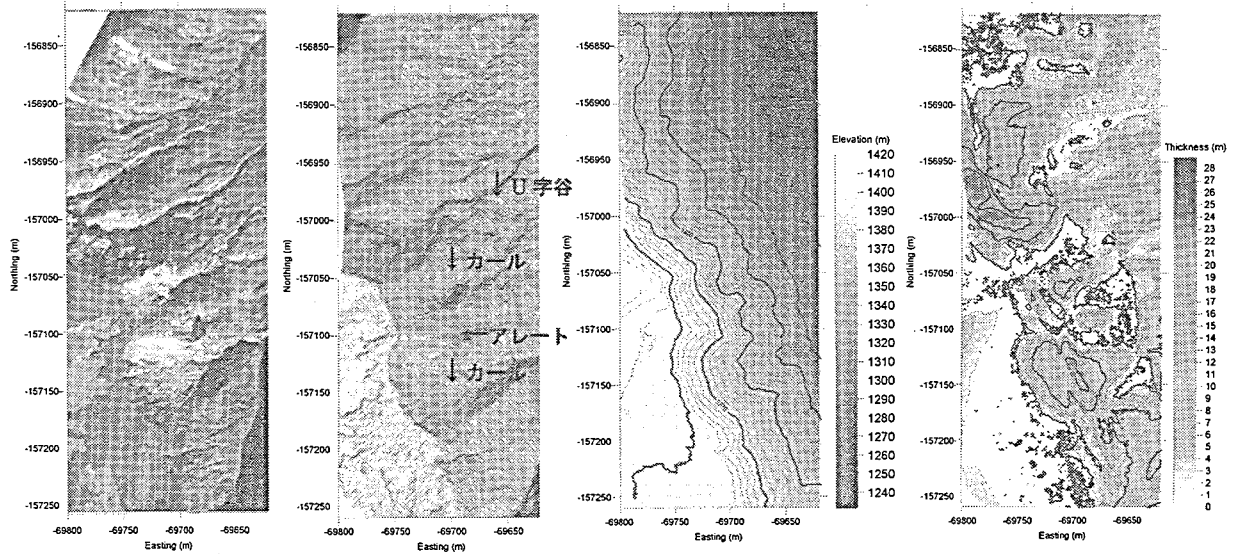


図.4 間雪期の垂直画像

図.5 DTM陰影図

図.6 DTM等高線図

図.7 積雪深(厚)等高線図

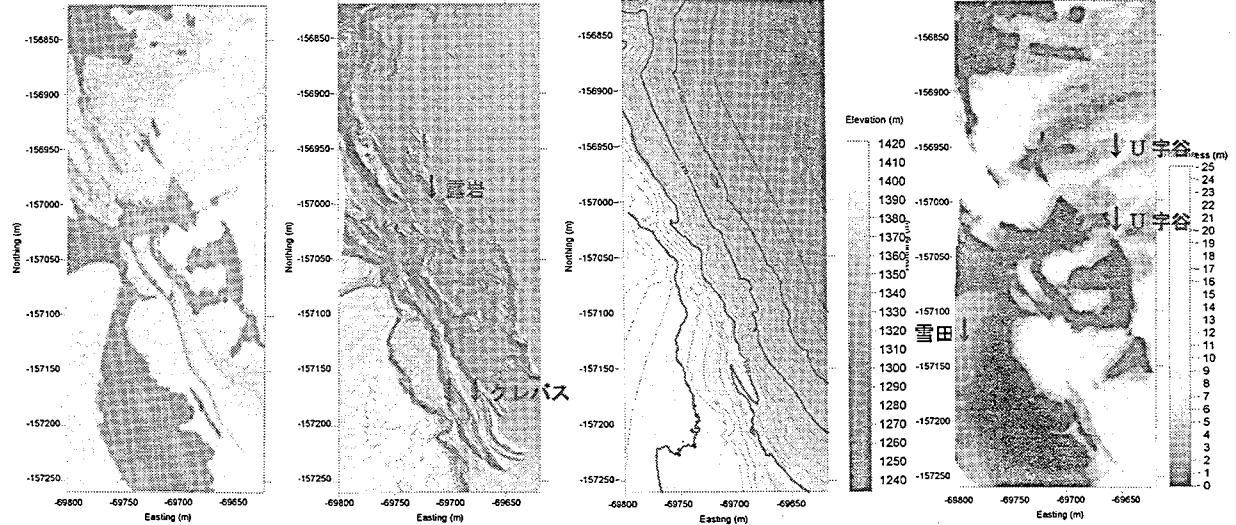


図.8 積雪(融雪時)垂直画像

図.9 積雪面陰影図(DSM)

図.10 積雪面等高線図(DSM)

図.11 積雪深(厚)スケール図



図.12 断面位置図

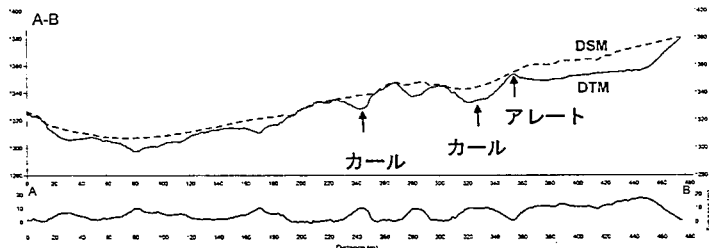


図.13 A-B断面図

A-B断面図からわかる様にカール状の地形が並んで形成されている。尾根を挟んだこのカールの影響でナイフの刃のようなアレート状尾根も判別できる。E-F断面図ではクレバスの下方が剥がれているのでクレバス上部が下部の氷塊にもぐり込むことも考えられる。

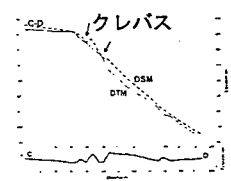


図.14 C-D断面図



図.15 E-F断面図

#### 4. おわりに

雪面を空中レーザー計測システムで計測し融雪時の積雪形状を確認することが出来た。積雪量は二次期の計測データで容易に計算できる。今後、エリアを設けてモニタリング調査を行えばクリープ運動の三次元解析やクレバス、雪崩の発生原因の解明に貢献できると考える。また、最大積雪時に貯水ダムの流域全体の調査を行い夏季の渇水時の水源予測調査や調節管理にも使用可能である。本稿で融雪時の雪面のデータと間雪期の地形データを用いて雪面の形状と、地形による相互作用を解釈した。今後の研究の資料として有効利用が可能である事を提案する。