

測量調査分野における航空レーザ計測の概要 Measurement Principles and Application of Airborne Laser Scanning Survey

斉藤和也、藤井紀綱
Kazuya Saito and Noritsuna Fujii
アジア航測株式会社
Asia Air Survey Co., Ltd.

Abstract: Airborne Laser Scanning (ALS) survey is a new technology that enables us to acquire high dense three-dimensional digital data from laser pulses reflected back from the ground surface as an aircraft. Recently, the utilization of ALS has made rapid progress, and has been applied to various field: precise survey, disaster prevention, environment and a lot of purposes. We introduce about measurement principles and application of this technology.

1. はじめに

航空レーザ計測は、航空機から地上に向けて掃射したレーザパルスによって地表面の3次元データを高精度に取得する技術である。近年、防災、環境など、測量以外の多方面の分野で利用されるようになった。本技術の原理と特徴を紹介する。

2. 計測原理

航空レーザ計測は、航空機搭載型のスキャン式レーザ測距装置を用いて計測される。航空機に搭載された装置は、GPS (Global Positioning System) 受信機を内蔵しており、地理座標が既知である電子基準点など地上基準局で受信したGPSデータと照合することで、航空機の位置を高精度に算出することができる。また、航空レーザはIMU (Inertial Measurement Unit) を内蔵しており、航空機の姿勢を計測することでレーザ光の照射方向、照射位置を高精度に把握することができる。一方、レーザ光は高頻度で発射されながら反射ミラーにより左右にスキャンするため、航空機の進行にともないフットプリント (レーザ光が地上に当たった点) がジグザグに並ぶことになる。この1発ごとの計測点を座標化することで、地表面や地形の形状データを取得することができる。

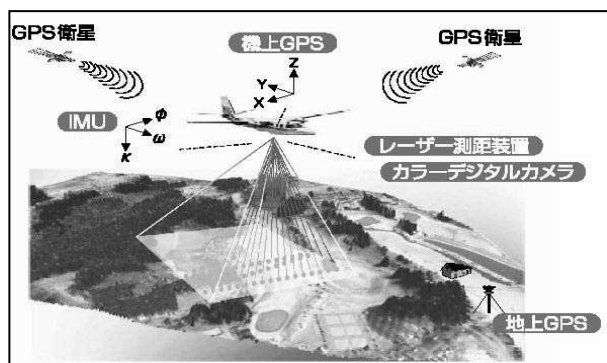


Fig.1. Conceptual chart of Airborne LIDAR

さらにデジタルカメラも搭載可能で、画像撮影時の航空機位置での座標と姿勢 (回転要素) が取得できるため、オルソフォトの作成や図化作業を簡便におこなうことが可能である。

2. 1 レーザパルス

地表までの距離は航空機から地上に向けてレーザ光を照射し、反射して返ってくるレーザ光を検知し、その往復の時間を測定することにより求める。発射されたレーザ光の一部が樹木や植物などの地物に、残りが地表面に当たった場合、反射パルスは複数となる。その最初に当たったパルスをファーストパルス、最後をラストパルス、その間を中間パルスという (Fig.2)。樹冠や建造物等の被覆物を計測する場合はファーストパルスを使用して座標値を算出する。地形を計測する場合は、ラストパルスを使用して座標値を算出する。

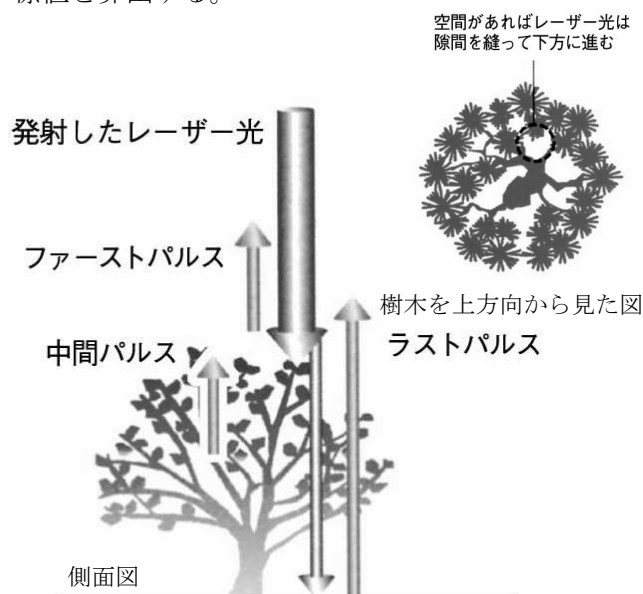


Fig.2. Image of emitted and returned pulse.

3. システム構成

計測システムの基本的構成は、レーザ本体とデジタルカメラ、IMUを組み込んだセンサーヘッド部、信号処理装置及びナビゲーション装置からなる。Fig.3 にセンサーヘッドとコントロールユニットを示す。



Fig.3. Sensor head(left),Control unit(right)

最新のレーザの発射頻度は一秒間に 10 万発のパルスを発射することができ、対地高度も 3,000 m 以上で測定可能である。航空レーザ計測装置の仕様例を次に示す。(Table1.)

Table1. Examples of ALS specifications

形式	ALTM3100DC
運用高度	80~3,500m
観測幅	930m (対地高度 1,000m)
パルス周波数	33,000 Hz ~100,000Hz
高さ精度 (1σ)	15cm(対地高度 1,000m)
水平精度 (1σ)	1/3,000×対地高度
走査角	0~±25° (可変)
パルスモード	ファースト/ラスト/中間パルス同時取得
レーザ反射強度	取得可
ビームの拡がり	狭角 約20cm(対地高度1,000m) 広角 約 80cm (同上)
搭載カメラ	カラー・赤外デジタルカメラ (1,600 万画素)

4. 航空レーザ計測の特徴

4.1 DSM と DEM

レーザ計測点群データには、地表面以外にも樹木・構造物など様々な地物が含まれている。すべての計測点データからノイズや樹木等の被覆物のデータを除去して地形を抽出する処理をフィルタリング処理という。地形抽出フィルタリング処理では、ラストパルスデータに統計的手法や周波数解析などによって地物を除去し、地形データを作成する。地表及び地形を示す点群データに対して内挿計算をすることにより、DSM(Digital Surface Model: 被覆物の表層メッシュデータ)とDEM(Digital Elevation Model: 地盤高のメッシュデータ)が作成される(Fig.4, Fig.5 参照)。

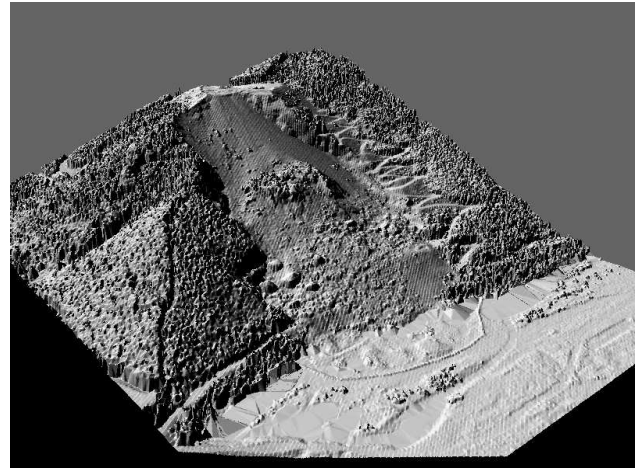


Fig.4. Example of DSM.

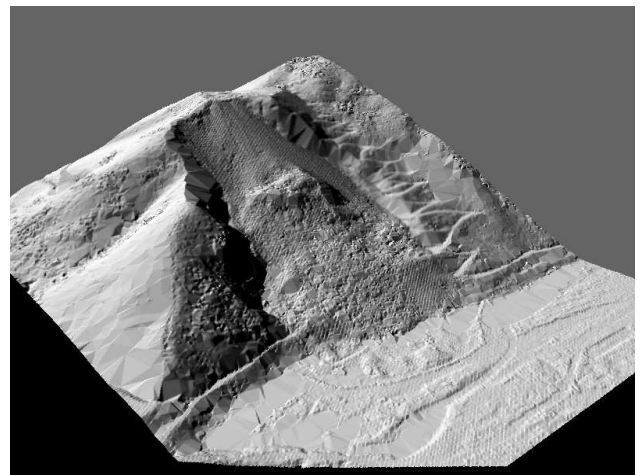


Fig.5. Example of DEM.

4.2 航空写真測量との比較

航空レーザ計測は、従来の航空写真測量と比較して以下の特徴がある。

- 森林地帯でも樹木下の地形計測が可能。
- 天候条件が緩く計測機会が増す。
- 基準点不要で現地作業がほとんどない。
- 直接デジタルデータを取得するので、計測後のデータ処理が迅速におこなえる。
- 機械的誤差だけで、人為的な誤差が入らない。

4.3 応用

航空レーザ計測は、広範囲を高密度位置形状情報として取得するため、地形測量のためだけではなく、都市計画 (構造物形状、景観等)、災害 (地震、火山、津波、地すべり等) 対策、水資源管理 (積雪量、ダム水等)、河川管理 (内水氾濫等)、生物環境 (樹高、バイオマス等) 調査、施設設計 (道路、送変電所等) など、多方面で利用されており、さらなる今後の発展が期待される。

参考文献

斉藤和也ほか、「航空レーザー測量ハンドブック」日本測量調査技術協会、2004。