

# SLAM技術を用いたUAV搭載 3Dレーザ計測の試行

効率的な3Dデータ取得と斜面防災対策への活用

キーワード：SLAM, UAV, 3D, 自動点群処理, 斜面防災

事業戦略部 佐々木 龍

## はじめに

本業務は、西日本旅客鉄道株式会社福知山土木技術センターにて施工予定の山陰本線 鎧から餘部間の188.300 kmにわたる落石覆金網新設工事のためのUAV搭載型レーザスキャナを使用した地形測量、さらには3Dモデルの作成を目的として実施しました。

また、本業務では新たにSLAM (Simultaneous

Localization And Mapping) 技術を用いた自己位置特定技術によるUAVレーザの3Dマッピング手法を採用することによって、従来の衛星測位から得られる3Dマッピングよりも効率的に3Dデータを取得することが可能か確認しました。

## 調査対象とUAV機材

調査対象範囲は以下の図1の黄色枠で示した海岸沿いの斜面であり、山陰本線の営業路線が通っている部分です。現地は樹木が生い茂っている状態で作業員が上るのは容易ではありません。



図1 山陰線餘部駅周辺調査対象範囲の様子

使用したUAVは図2のDJI Matrice 600PROです。諸元は幅1668mm×高さ480mm、重量9.5kg、飛行可能時間16分、最大飛行速度65km/hです。このUAV機体にSLAM機能を有するレーザ計測器を搭載して計測を行いました。



図2 SLAMレーザ計測器を搭載したUAV

## SLAMとは

SLAMは環境地図作成と自己位置の推定を同時に行う手法であり、主にロボットのリアルタイム制御に用いられています。最近では効率的な空間計測技術としても注目されており、GNSS測位に頼らずに、移動しながら周辺環境の特徴点を見つけ出し、それらの見え方や測定距離の変化を把握しながら、自らの移動量と角度から移動

軌跡を推定します。GPSを利用して位置調整を行っているレーザの場合、GPSの精度によって点群モデルにずれが生じます。これらのずれを処理するのに、点群同士のマッチングや飛行軌跡ごとの点群処理が必要となるため、結果の出力に時間を要します。SLAMレーザ計測では、こうしたずれが生じないため3Dレーザマッピング結果を

短時間で出力でき、効率的に計測ができます。

図3は計測器を拡大したもので、下側がレーザスキャナのヘッドになっており、16チャンネルのレーザが回転しながらスキャンを行っています。このヘッド部のレーザスキャナが水平方向に回転することで、レーザが360°全方向に照射され、全周囲のデータを取得できます。レーザによる測位距離は100mであり、1秒間に30万発のレーザを照射します。取得されたデータをもとにリアルタイムにマッチングを行い自己の飛行経路を推定し、3Dマップを生成します。



図3 SLAM技術用いたレーザ計測器

## 計測点群と飛行軌跡

点群及び飛行軌跡（黄色）を示したものが図4です。約11分の飛行時間で計測を終了しています。この計測結果の処理を行った翌日には結果を確認できます。衛星測位を利用していないため、軌跡、および点群の調整の必要はありません。また、別途測量した調整用基準点との標定を行い公共座標として調整しています。このときの標定は、平行移動と回転のみで行っていますが、3点の調整用基準点に対して、それぞれの水平誤差の標準偏差は25.7cmであり、高精度の3Dマッピングが行われていることが確認できました。

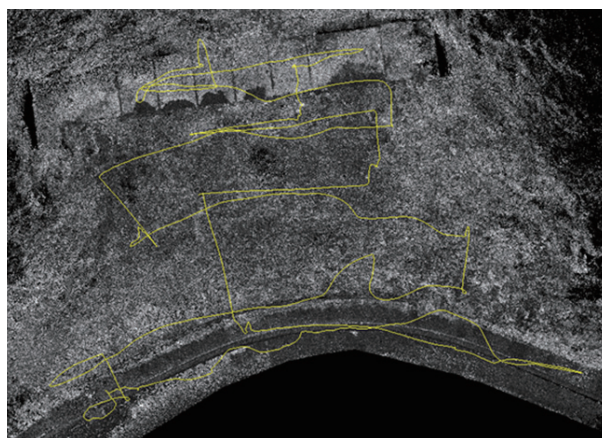


図4 UAV計測結果：点群と飛行軌跡（黄色線）

## 地表面の点群抽出と自動処理

レーザ計測結果から地表面を抽出するため、フィルタ処理を行いました。フィルタ処理ではまず機械的に処理を行い、次に2次処理として作業者が手動フィルタリング

を行いました。図5は地表面（赤色）とその上部の樹木等のフィルタリング結果です。図6の地表面の抽出結果から等高線を自動生成し、CAD等で利用可能です。

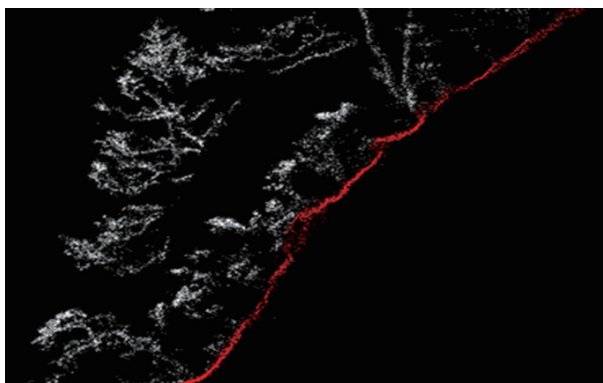


図5 地表面（赤）と樹木の点群

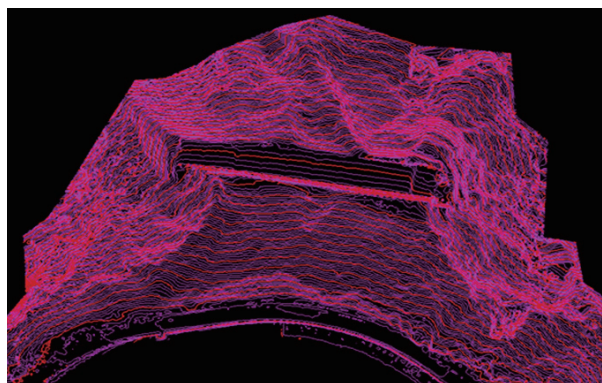


図6 地表面の抽出結果から自動作成した等高線

## おわりに

本業務で取得したデータでは非常に短時間で広範囲の3Dデータ生成することができたことから、工事計画における図面等に活用できる可能性があります。

今後は、現況をより正確に把握できるようにするため、カメラを取り付け、撮影画像とレーザ点群データとのカラーマッチング技術の検討をおこなっていきます。