

P22. レーザープロファイラーを用いた応用地質学的課題解決のための地形計測の有効性

Effectiveness of measuring terrain surface for solving engineering geological problems using a laser profiler.

○亀山聖二(株式会社タナカコンサルタント札幌支店), 松塚悟(株式会社タナカコンサルタント)

矢吹信喜(大阪大学), 後藤芳彦(室蘭工業大学)

Seiji Kameyama, Satoru Matsuzuka, Nobuyoshi Yabuki, Yoshihiko Gotou

1.はじめに

応用地質学的課題の解決には以下の4つが必要である。

- 事象の形状を明らかにする。
- 事象の内的要素を明らかにする(地質学的, 水文学的側面)。
- 経験にうらうちされた判断, 対処法の選定。
- 経過, 結論を正しくわかりやすく表現する。

応用地質学に関わる技術者はb,cの研鑽につとめているが, ここに至るうえでの基礎的データであるaは重要である。また, 防災・減災分野などパブリシティが必要な場合にはdも重要であり, ここではaを基にIT技術を使った視覚的にわかりやすいプレゼンテーションが要求されている。

我々は, LISA3と称する移動体3次元レーザー計測器を用い, いくつかの課題解決を行ってきたので, その実例を紹介する。

2.システム概要

我々が使用したLISA3(移動体3次元レーザー計測器)の構成は図-1に示すとおりである。

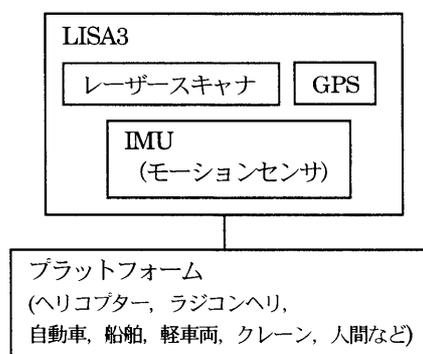


図-1 システム構成

自らの絶対位置を計測するGPS, 機器の姿勢を検出するIMUをレーザーキャナ(毎秒8,000点の座標を計測可能)と一体化させ小型化(全長30cm, 質量25kg)したことにより, 移動しながらの計測が可能となった。小型軽量化により, 利用できる移動プラットフォームの選択肢が増え, 従来では計測が不可能な場所でも3次元データの取得が可能となった。

GPSは1秒ごとに位置を計測し, その間のトレースをIMUが補完している。機器は株式会社デベロ製であり, 株式会社タナカコンサルタントが主管企業となり経済産業省の異分野連携新事業分野開拓計画に認定された(平成18年)。

3.機器の性能

レーザーキャナとモーションセンサの性能を表-1に示す。

表-1 機器性能

レーザーキャナ	
計測範囲	鉛直 80°, 水平 360°
測定距離	1000m(反射率 80%)~350m(反射率 10%)
測定レート	8,000 点/秒
レーザー波長	0.9μm(近赤外線)
安全規格	クラス1レベル(人体に直接影響しない)
モーションセンサ	
ローリング	0.01 deg
ピッチング	0.01 deg
ヘディング	0.01 deg
速度	0.005 m/s 以下

GPSは, VRS-STATICデータの1秒データを使用し, 後処理としてキネマティック解析により位置情報を算出した。

4.検証結果

LISA3と他の方法での計測結果を比較した。

①車両搭載

時速20kmで走行する車両から地上の対象物を計測し, 光波測距儀使用の結果と比較した(表-2)。

表-2 点間距離の比較

比較点	距離(m) 光波測距儀	距離(m) LISA3	差 (mm)
A2 - A3	509.287	509.297	10
A3 - A4	591.106	591.109	3
A4 - A5	836.717	836.728	11
A1 - A3	951.327	951.336	9
A3 - A5	1427.822	1427.832	10

②ラジコンヘリコプター搭載

20m上空, 時速15kmで飛行しながら地上の対象物を計測し, トータルステーション使用の結果と比較した(表-3)。

表-3 測定位置の比較

位置	差(mm)	位置	差(mm)
1-A4	23	2-A1	18
1-A5	23	2-A2	27
		2-A4	13
		2-A5	0

以上の結果から, 従来の測量手法との差は数10mm(数cm)のオーダーであることがわかった。

5.従来法との差異

一般的な等高線を用いた地形図作成を例にとり、これまでの方法との差異をまとめると以下ようになる。

航空写真図化は、上空から撮影した写真を技術者が実体視し図化、等高線を作成する。広範囲を迅速に計測できるが、技術者の熟練度による差や樹木高さの誤差が入り込む問題がある。

航空レーザー計測は、上空 1000~1500m から軽量航空機に搭載したレーザースキャナにより 3次元データを取得し、図化、等高線を作成する。広範囲を計測できるが、航空機の高さや地表に接近できる高度に制限があるため計測する点の密度を上げることが難しく、得られる点の密度は数 m に 1点となる。このため、数 m 以下の規模の地形変化をとらえることが難しい。

人間による測量機器を使用した従来の測量法は、意図した地点に人間が行き計測するものである。使用機器の精度は「公共測量作業規程」に基づいた検定により保証されている。しかし、広範囲をカバーするには経費が増大すること、オーバーハングなどの危険な場所に行くことができない点がデメリットである。

LISA3 は、数 cm オーダーの精度をもち、かつ小型軽量のため車両やラジコンヘリコプターなど機動性のある安価な手法で計測することができる。

6.事例 A (防災、火山研究分野)

北海道登別温泉周辺の詳細な地形を明らかにした。この結果、従来は認識されていなかった火口地形を発見した。このことが契機となり詳細な地質調査に進み、火山研究・火山防災研究につながった(図-2、図-3)。

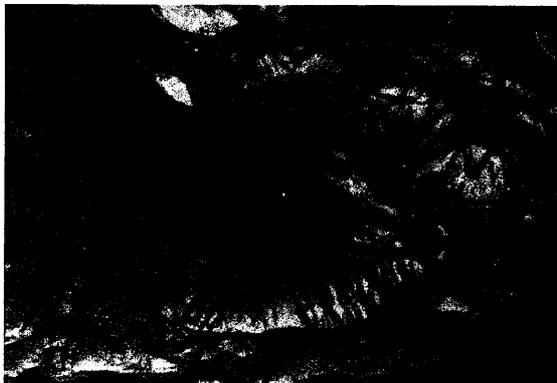


図-2 火山地帯で発見されたカルデラ地形



図-3 カルデラ地形全景

7.事例 B (土木工事分野)

斜面の対策工設計にあたり、現地計測した。

航空機レーザーではとらえることができなかった独立した岩体の存在を明らかにし、その後の対策工検討に寄与した(図-4)。

岩体は背後と分離しており、2004 年計測(航空レーザー)の結果では図示されなかったが(図-5 中の点線)、LISA3 の詳細な計測により表現が可能となった(図-5 中の実線 2007 年)。

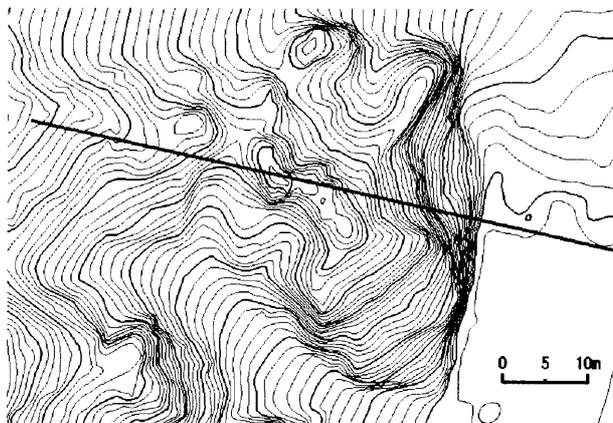


図-4 岩体平面図(1m コンター)

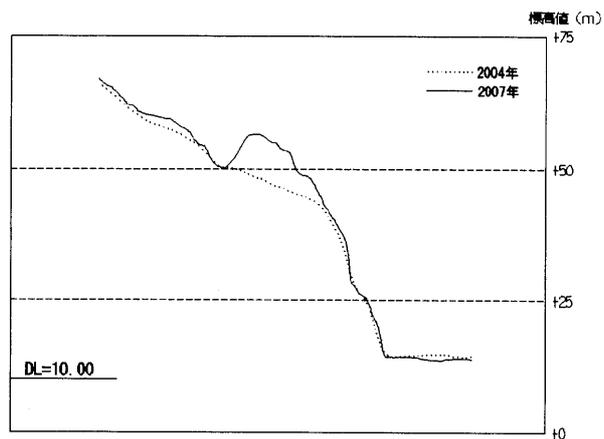


図-5 地形横断の比較

8.最後に

本手法が適用なのは、数 cm オーダーの精度が求められる課題であり、また、危険地帯や立ち入りが制限される場所では有効である。

事例によってはGPSの位置精度が成果の精度に直接影響を及ぼす場合もあり、今後の解決法が求められる。

文献

1)矢吹信喜 (2008):3D レーザースキャニングシステムの土木分野への応用に関する研究 平成 19 年度民間等との共同研究報告書 室蘭工業大学工学部

以上