

車載 LiDAR による道路積雪分布の計測の検討

長岡技術科学大学大学院 ○菅原和也
長岡技術科学大学 中村 健, 高橋一義

1. はじめに

我が国では国土の 51%が豪雪地帯に属しており、総人口 15%が生活している。これら地域では降積雪により住民の生活水準向上や産業発展が阻害されている¹⁾。とくに冬期の道路交通の確保は社会生活を維持する上で重要である。道路の積雪状況を面的かつ時系列に知ること走行の安全確保や効率的な除雪体制の確立に資する情報が得られると考えられる。

本研究では簡易的な車載 LiDAR システムを構築し、これにより道路積雪を計測したデータから積雪分布がどの程度計測可能か検討することを目的とした。

2. 検討手法

2.1 車載 LiDAR システム

走行時の LiDAR の位置と姿勢データを計測する GNSS-INS から構成される車載 LiDAR システムを構築し(図-1)、これにより道路積雪を観測する。LiDAR は Velodyne 社の VLP-16²⁾を用いる。諸元を表-1 に示す。GNSS-INS は ADVANCED NAVIGATION 社の SPATIAL-DUAL³⁾(後処理時の位置精度：水平 0.01m, 鉛直 0.02m)を使用する。

2.2 計測ルートと解析領域

図-2 の計測ルートを対象に計測を行なった。計測は 2021 年 1 月 5 日～2 月 11 日の間に 6～8 日間隔で実施した。本稿では 1 月 5 日と 1 月 13 日のデータを用いて道路積雪分布を計測した。解析領域は、新産管理センター近く交差点付近の国道 404 号線に設定した(図-3)。



図-1 車載 LiDAR

表-1 VLP-16 の諸元

センサタイプ FOW	16個のレーザー+検出器 水平360° 全方位 垂直30° (±15°)
測定距離	0.5~100m
測定スピード	5~20Hz
測定ポイント数	約300,000ポイント/秒
測定精度	±3cm
距離測定方式	LiDAR TOF方式

2.3 断面図の作成

積雪分布を計測する断面を作成するため、解析領域内の点群を切り出す。つぎに、降雪粒子を除外するため、点群のボクセル化(10cm 立法)し、ボクセル内の計測点が 3 点以下の点群を除外する。その後、解析領域内に断面を作成する測線を 5 つ設定し点群を取得する。それぞれの断面の点群を線形補間した後、0.1m 区間ごとに断面を平均することで解析領域の断面図を作成する(図-3 中の路側帯側 a から道路中央 b へ向かう形)。

3. 結果と考察

解析領域の様子を車載カメラで撮影した画像を図-4 に示す。1 月 5 日と 1 月 13 日では積雪により通行可能な車線の数異なる様子を読み取れる。

3.1 断面図

前述した方法により、解析領域の断面図を作成した(図-5)。カメラ画像から読み取れる状況を反映するように 1 月 5 日から 1 月 13 日かけて積雪が増加し



図-2 計測ルート



図-3 解析領域



図-4 解析領域付近の様子

ていることが確認できる。

1月5日では、路肩に高く壁状となった積雪（距離0.0～1.0m付近、高さ約66m）と反対車線との境界付近の積雪（距離7.5～8.0m付近）が読み取れる。また、壁状の積雪にある堆積も確認できる（1.0m～2.0m付近、高さ65.7m）。一方、1月13日では、積雪が全体として増えていること、高さの変化がなだらかであること（距離0.0～5.0m）が読み取れる。しかし1月5日と1月13日で路面の高さにズレが生じている。

3.2 路面高さ

路面の高さのズレ量を断面図から求めた値（図-5中の路面比較区間の高さの平均値）とGNSS-INSで測位したLiDARの高さを表-2に示す。LiDARの高さは両日で0.01mの差であるのに対して路面高さの

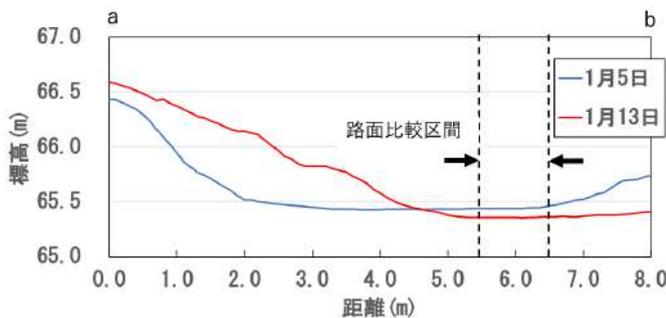


図-5 解析領域付の断面図

表-2 LiDARの位置と路面の比較

	1月5日	1月13日	差分
GNSS-INS	67.34	67.35	0.01
路面平均	65.44	65.36	-0.08

差は0.08mである。GNSS測位精度が0.02mであることを考慮してもこの値は大きい。

この原因として、路面上の残雪（図-4A）に対応する計測点の存在、路面が濡れていたことで路面上の計測点が不足した状態で断面を線形補間で求めたこと、路面近くに存在した降雪粒子がボクセル化処理で十分に除外できなかった可能性が考えられる。今後の課題として路面近くの降雪粒子の処理方法や線形補間による断面の作成が適しているかを検討していく必要がある。

4. まとめ

簡易的な車載LiDARシステムにより道路積雪を計測した結果、道路積雪分布を概ね計測可能であることが確認できた。しかし、構築した車載LiDARシステムでは、2時期の断面の単純な差分を計算する処理では誤差が0.1mと大きく、積雪分布の経時変化を高精度に捉えることができない。しかし、路面のように高さが経時変化しない地点で断面の高さを揃える前処理を施すことで、現状よりも積雪分布の経時変化を高精度に捉えることが可能と考えられる。

この点は今後、解析領域を増やすことと並行してデータ解析を進める予定である。

参考文献

- 1) 総務省, 国土交通省: 豪雪地帯対策基本計画(第6次), <https://www.mlit.go.jp/common/001029282.pdf>, 2012
- 2) 株式会社アルゴ社, <https://www.argocorp.com/cam/speicail/Veldyne/VLP-16.html>
- 3) ADVANCED NAVIGATION: KINEMATICA, <https://www.advnavigation.com/products/kinematica>