

## MMS のレーザスキャナ性能と計測精度との関係に関する基礎的研究

|               |      |        |
|---------------|------|--------|
| 日本大学          | 学生会員 | ○藤村 大輔 |
| 朝日航洋株式会社      | 正会員  | 山口 裕哉  |
| 朝日航洋株式会社      | 非会員  | 白石宗一郎  |
| 株式会社ニコン・トリンプル | 正会員  | 岩上 弘明  |
| 日本大学          | 正会員  | 佐田 達典  |
| 日本大学          | 正会員  | 江守 央   |

## 1. はじめに

MMS は 3 次元位置情報を効率的に高精度で取得するシステムである。現在、MMS は自動運転において必要となる 3 次元地図（ダイナミックマップ）の作成や道路台帳の作成、河川計測や土木構造物の維持管理などで活用されている。MMS に関する研究として、MMS の標定点用のターゲット板サイズをレーザスキャナの角度分解能と走行速度との関係から検討している研究<sup>1)</sup>や、i-Construction の出来形管理への MMS の適用を検証している研究<sup>2)</sup>はあるが、MMS のレーザスキャナ性能の違いによる精度検証をしているものは少ない。そこで本研究では MMS のレーザスキャナ性能の違いによる精度検証を行い、性能の違いによる計測精度への影響を検証する。

## 2. 走行実験

## (1) 実験概要

MMS のレーザスキャナ性能の違いによる計測精度への影響を把握するために 2018 年 7 月 29 日に日本大学理工学部船橋キャンパス交通総合試験路において計測実験を行った。計測には Trimble MX8, MX9 を使用した。レーザ性能は、MX8 では計測確度 8mm, 精度 5mm である。MX9 では計測確度 5mm, 精度 3mm である。走行速度は 30km/h で走行した。

## (2) 標定点用ターゲット

使用した標定点用ターゲットには 400mm 角のベニヤ板 2 枚を直角に組み合わせて路面に直接貼り付け、ベニヤ板に 2 本の対角線を引き、中心を示した。図-1 に示すように計測区間においてターゲット設置開始地点（図-1 の A1-2, B1-2）から横断方向に 0~50m までは 5m 間隔、50~100m までは 10m 間隔で設置した。

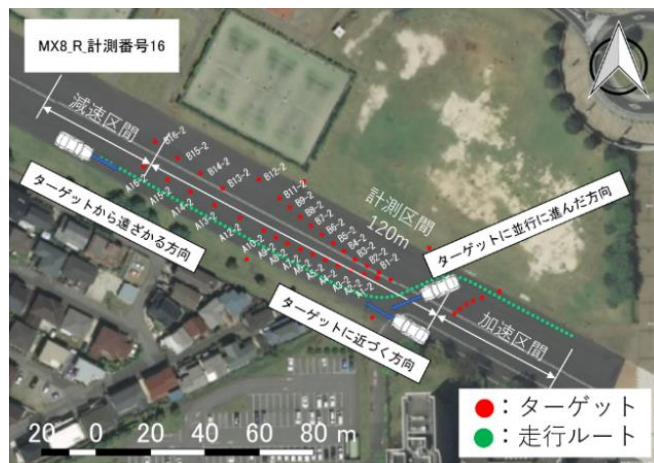


図-1 計測コース（国土地理院地図より作成）

## (3) 実験手法

進行方向を変えて 37 往復してターゲット板の点群データを取得した。データの取得は MX8, MX9 に搭載した 2 つのレーザスキャナそれぞれで行った。また TS を用いてターゲットの中心座標を求めた。

## 3. 解析方法

ターゲット板に照射された点群は、点群処理ソフト RiSCAN PRO を用いて手動で抽出した。右側のレーザスキャナにて進行方向に対して右側に設置したターゲットを抽出した。解析項目として相対精度、絶対精度、密度の 3 項目で比較した。相対精度はターゲットの横幅、高さで評価した。絶対精度の比較では抽出したターゲット板に照射された点群座標の 3 次元座標の平均値と TS で取得したターゲットの中心座標との 3 次元較差を比較した。密度はターゲットに照射された点群数をターゲットの面積で除して算出した。本稿ではこれら 3 項目の中から絶対精度において機種別と発射数別で比較した場合の計測精度の結果を示す。

キーワード：MMS, レーザスキャナ, 計測精度

連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

4. 絶対精度の計測結果

(1) 事前解析

MX9 においてターゲットの絶対精度を計測した際、一部で正常に計測されない場合があった。正常に計測された時の照射例を図-2 に、その時の車載カメラ画像例を図-3 に示す。正常に計測されなかった時の照射例を図-4 に、その時の車載カメラ画像例を図-5 に示す。図-2 と図-3 よりレーザ光とターゲットの方向が斜めに交差する場合、比較的よく計測できていることがわかる。図-4 と図-5 よりターゲット面とレーザ光の方向がほぼ平行になり、レーザ光がターゲットにほぼ当たらなかったとみられる。今回はこのような現象が発生したターゲットのデータを特異点とし、両機種別の計測データから除いて解析を行うこととした。絶対精度では較差 0.130m 以上の場合を特異点とした。

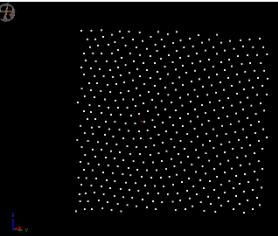


図-2 正常に計測できた時の照射例



図-3 正常に計測できた時の車載カメラ画像例

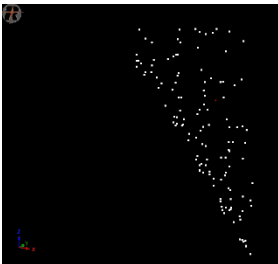


図-4 正常に計測されなかった時の照射例



図-5 正常に計測されなかった時の車載カメラ画像例

(2) 機種別での比較

絶対精度の結果として MMS で計測した点群座標の平均値と TS で計測したターゲットの中心座標との 3 次元較差を機種別で比較したグラフを図-6 に示す。また機種別で比較した MMS で計測した点群座標の平均値と TS で計測したターゲットの中心座標との 3 次元較差のデータ数、最大値、最小値、平均値、標準偏差を表-1 に示す。図-6 より MX9 で計測した場合の方が MX8 に比べて、ばらつきが少なく、精度が安定している。表-1 より機種別では MX9 の方が MX8 に比べて標準偏差が 0.024m 小さく精度がよいといえる。

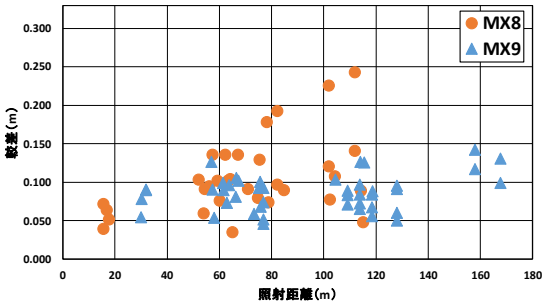


図-6 各パターン別の点群座標の平均値と TS による中心座標との 3 次元較差 (機種別)

表-1 機種別で比較した絶対精度の統計値

| 機種  | データ数 | 最大値(m) | 最小値(m) | 平均値(m) | 標準偏差(m) |
|-----|------|--------|--------|--------|---------|
| MX8 | 36   | 0.243  | 0.033  | 0.101  | 0.048   |
| MX9 | 52   | 0.142  | 0.045  | 0.085  | 0.024   |

(3) 発射数別での比較

図-6 と同様に発射数別で比較したグラフを図-7 に示す。また、表-1 と同様に発射数別で比較した場合の統計値を表-2 に示す。図-7 と表-2 より、MX9 で計測した場合の 500,000 点/秒と 1,000,000 点/秒では平均値、標準偏差ともに大きな差はみられない。

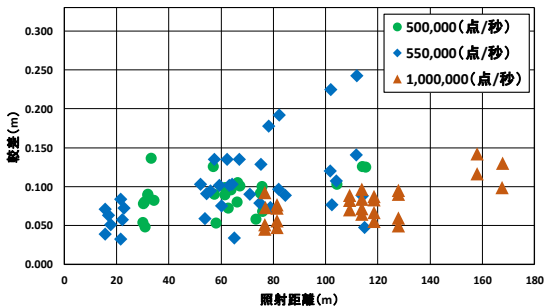


図-7 各パターン別の点群座標の平均値と TS による中心座標との 3 次元較差 (発射数別)

表-2 発射数別で比較した絶対精度の統計値

| 発射数                 | データ数 | 最大値(m) | 最小値(m) | 平均値(m) | 標準偏差(m) |
|---------------------|------|--------|--------|--------|---------|
| 500,000(点/秒)(MX9)   | 25   | 0.137  | 0.049  | 0.090  | 0.023   |
| 550,000(点/秒)(MX8)   | 36   | 0.243  | 0.033  | 0.101  | 0.048   |
| 1,000,000(点/秒)(MX9) | 27   | 0.142  | 0.045  | 0.080  | 0.024   |

5. まとめ

本研究では、MMS のレーザスキャナ性能とターゲットの計測精度について検証した。絶対精度を項目別で比較した結果、機種別の比較ではより高性能な MX9 の方が MX8 に比べ標準偏差が 0.024m 小さく精度がよいこと、発射数別の比較では、同機種では大きな差はないがわかった。

参考文献

- 岡本直樹：モバイルマッピングシステムの走行速度の違いによる標定点を用いた補正効果の検証，土木情報学シンポジウム講演集，Vol.41，pp.35-38，2016。
- 宮田岩往：MMS を用いた i-Construction 出来形管理への適用検証，土木学会第 73 回年次学術講演会，pp.1411-1412，2018。