

MMS における GPS 衛星単独使用による 3 次元点群データの比較検証 Comparative Verification of 3D Point Cloud Data Using GPS Satellite Alone in MMS

○田村悠太郎¹, 岡本直樹², 室井和弘², 岩上弘明³, 佐田達典⁴, 江守央⁴
Yutaro Tamura¹, Naoki Okamoto², Kazuhiro Muroi², Hiroaki Iwakami³, Tatsunori Sada⁴, Hisashi Emori⁴

Abstract: MMS, which measures the surrounding geometry as 3D point cloud data while driving on a road, causes deviations in the point cloud data when the positioning accuracy of GNSS/IMU deteriorates. In this study, we used GPS satellites among multiple satellite systems and performed the comparison between the verification point coordinates of the point cloud data and those obtained by traverse surveying. As a result, the X and Y axis were within ± 5 cm except for some points, while the Z axis showed differences of more than +10 cm.

1. はじめに

カメラ、レーザスキャナなどの 3 次元計測器、GNSS (Global Navigation Satellite System) のアンテナや受信機、慣性計測装置 IMU (Inertial Measurement Unit) が搭載された MMS (Mobile Mapping System) は、道路を走行しながら周辺の形状を 3 次元点群データとして計測する。GNSS/IMU の測位精度が劣化すると点群データにずれが生じてしまう。そのため正確な座標をもった調整点を設置し、調整処理^[1]を行う必要がある。

このようななか 2015 年に国土院は、マルチ GNSS 測量マニュアル (案) - 近代化 GPS, Galileo 等の活用^[2]を発行した。GPS, QZSS, GLONASS に加えて、新たに Galileo について規定した。Galileo が加わることによって、使用可能衛星が増加することで精度向上や測量可能な場所、時間帯の拡大が期待される。

既存研究として、田村ら^[3]は、複数衛星系を組み合わせる MMS を計測実験を行っている。その研究では走行軌跡データの結果を示しているが、点群データに関しては触れられていない。そこで本研究では、複数衛星系を併用したことで 3 次元点群データにどのように影響を与えるか把握することを目的とする。本稿では、そのうち GPS 衛星使用の場合の結果について述べる。

2. 研究概要

(1) MMS 計測実験の詳細

点群データを計測するために、日本大学理工学部船橋キャンパス内の通路にて計測実験を行った。実験日は、2023 年 8 月 2 日である。受信した GNSS は GPS, QZSS, GLONASS, Galileo である。データを統計的に評価するために、左周り、右周りの走行を 10 回ずつ行った。計測時間を **Table 1** に示す。また、計測した点群

データを比較するために、計測実験を行う前に検証点を設置した。検証点は、大学構内にある基準点 (正確な座標) からトータルステーションを用いて、トラバース測量を行い、7 地点 (301 地点から 307 地点) の座標を求めた。検証点の設置地点と MMS 車両の走行経路を **Figure 1** に示す。計測には、PS 方式レーザスキャナを搭載した MMS 車両を用いた。

Table 1. Measurement Experiment Time

計測実験実施日 2023年8月2日							
回数	経路	開始時刻(JST)	終了時刻(JST)	回数	経路	開始時刻(JST)	終了時刻(JST)
1回目	右周り	10:06:18	10:10:12	6回目	右周り	13:08:27	13:11:40
	左周り	10:10:39	10:16:07		左周り	13:12:11	13:16:17
2回目	右周り	10:34:52	10:38:56	7回目	右周り	13:58:08	14:01:49
	左周り	10:39:27	10:43:19		左周り	14:02:11	14:05:29
3回目	右周り	11:04:16	11:07:49	8回目	右周り	14:13:00	14:16:18
	左周り	11:08:17	11:12:06		左周り	14:16:50	14:20:11
4回目	右周り	11:44:58	11:48:42	9回目	右周り	14:29:57	14:34:03
	左周り	11:49:26	11:52:59		左周り	14:34:47	14:38:18
5回目	右周り	12:54:49	12:58:13	10回目	右周り	14:59:36	15:03:03
	左周り	12:58:39	13:03:14		左周り	15:03:33	15:07:46

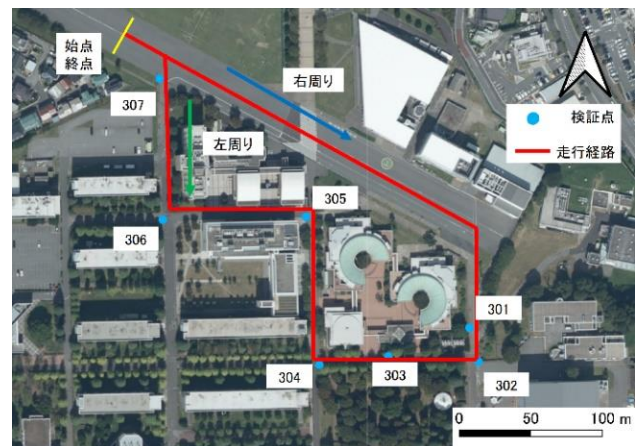


Figure 1. MMS vehicle travel routes

(Source: Created by processing GSI tiles in QGIS^[4])

(2) 解析方法

解析は、点群処理ソフトウェアを用いて計測した点群データの検証点座標を算出し、点群データの検証点座標とトラバース測量で求めた検証点座標との較差を算出する。

1 : 日大理工・院 (前)・交通 2 : 朝日航洋株式会社 3 : 株式会社ニコン・トリンプル 4 : 日大理工・教員・交通

3. 解析結果

(1) X (南北方向), Y (東西方向) 座標較差

Figure 2 に検証点 (301 から 307) ごとの 1 回目から 10 回目の X, Y 座標較差を示す. 上段の 2 つが左周りの X, Y 座標較差, 下段の 2 つが右周りの X, Y 座標較差である. 図中にある折れ線の色は, 各地点の検証点を示している. なお, 左周り, 右周り共に 7 回目に行き止った際に自動車が遮蔽になったことにより 307 地点のみ点群データを算出することが出来なかったため, X, Y, 座標較差のデータが欠損している.

左周りでは, 5 回目の走行時に 306 地点で X 座標較差が +10cm を超えたが, それ以降は, $\pm 5\text{cm}$ 以内に収まった. Y 座標較差は, 1 回目から 10 回目の走行すべてで $\pm 5\text{cm}$ 以内に収まった.

右周りでは, 左周りとは比べ, 較差が変化する傾向があった. 特に 5 回目走行時に 305 地点で X 座標較差が -20cm 近く較差が生じた. 同様に Y 座標でも -10cm 超える較差が生じた.

共通して 5 回目走行時に 305 地点及び 306 地点で較差が生じた. 305 地点も 306 地点も旋回及び遮蔽区間である. 較差が生じた要因として, 遮蔽による GPS 衛星の衛星数減少による測位劣化, 衛星数不足による測位中断によるものや旋回時による IMU の姿勢角変化が考えられる.

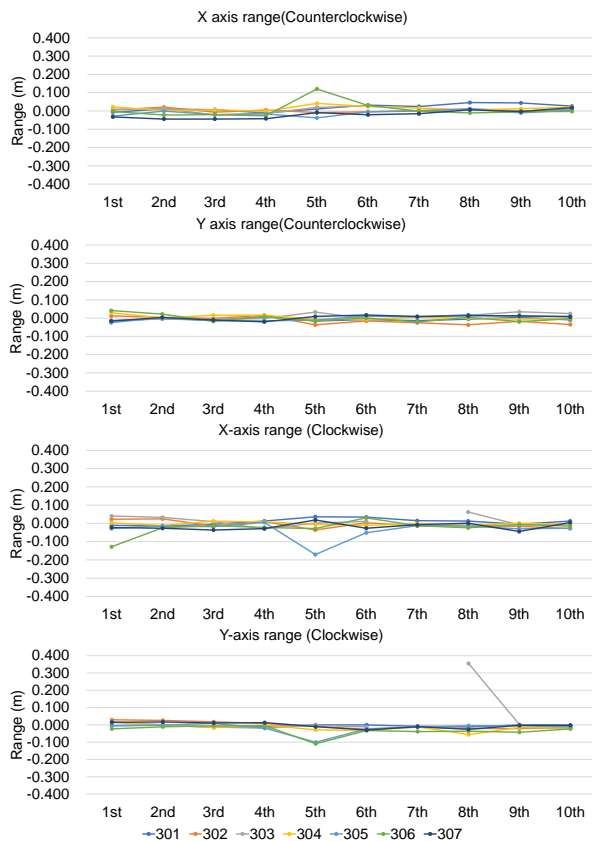


Figure 2. X, Y-axis range

(2) Z (高さ方向) 座標較差

Figure 3 に検証点 (301 から 307) ごとの 1 回目から 10 回目の Z 座標較差を示す. 上段が左周りの Z 座標較差, 下段が右周りの Z 座標較差である. 図中にある折れ線の色は, 各地点の検証点を示している. なお, X, Y の座標較差同様にデータが欠損している. 全体的に左周り, 右周り共に較差が一部を除いて正の値をとっており, +10cm を超える地点が数地点ある.

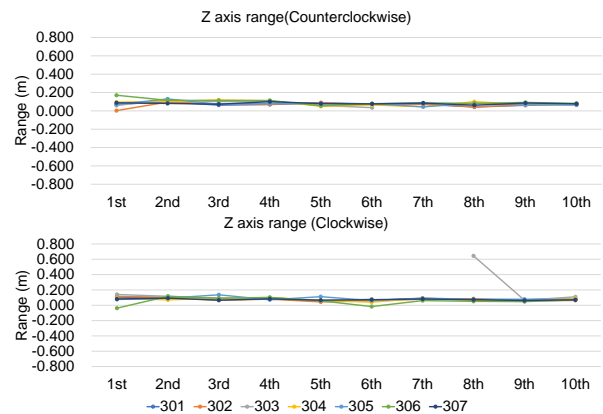


Figure 3. Z-axis range

4. まとめ

本研究では, 複数衛星系の中から GPS 衛星を使用し, 点群データの検証点座標とトラバース測量で求めた検証点座標との較差の比較を行った. 平面方向の座標較差は一部を除き $\pm 5\text{cm}$ 以内に収まったが, 高さ方向は +10cm を超える地点が数地点あった. 今後, QZSS, GLONASS, Galileo といった他の衛星との併用による解析を同様に実施し, 最適な衛星系の組合せを検証していく予定である.

5. 参考文献

- [1] 国土地理院:「公共測量作業規程の準則」, 第3編 地形測量及び写真測量, 第5章 車載レーザ測量, <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/pdf/R5/R5_junsoku.pdf> (入手日: 2023.9.23).
- [2] 国土地理院:「マルチ GNSS 測量マニュアル(案)」, <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/multignss/multi_gnss_manual.pdf> (入手日: 2023.9.23).
- [3] 田村悠太郎, 山口裕哉, 岡本直樹, 岩上弘明, 佐田達典, 江守央:「MMS における GNSS/IMU の複数衛星系併用による走行軌跡の比較検証」, 応用測量論文集, Vol.34, pp.121-132, 2023.
- [4] 国土地理院:「地理院タイル」, <<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>> (入手日: 2023. 9.23).