

F1-4

QZSS のセンチメートル級測位補強サービスにおける衛星測位システムの組み合わせに関する研究 Research on Combination of Satellite Positioning Systems in Centimeter Level Augmentation Service by QZSS

○田村悠太郎¹, 佐田達典², 江守央², 杉山海³, 山田真³

*Yutaro Tamura¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori², Kai Sugiyama³, Makoto Yamada³

Abstract: The Centimeter Level Augmentation Service (CLAS) uses information sent from the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) for augmentation of centimeter-level satellite positioning. The purpose of this study is to focus on the selection of satellite positioning systems and to verify the optimum combination by comparing the accuracy of the combinations of satellites. In the analysis, the Fix rate, RMS error, and DOP value are shown in the relationship diagram. As a result, it was found that the optimum combination at the point with less occlusion was the combination of GPS and Galileo.

1. はじめに

準天頂衛星システム (QZSS: Quasi-Zenith Satellite System) とは、準天頂軌道の衛星が主体となって構成されている日本の衛星測位システムであり、通称みちびきと呼ばれる。2018年11月から4機体制で運用が開始され、2024年には7機体制で運用が開始される予定である。QZSSの測位補強サービスであるセンチメートル級測位補強サービス (CLAS: Centimeter Level Augmentation Service) とは、国土交通省国土地理院が全国に整備している電子基準点のデータを利用して補正情報を計算し、現在位置を正確に求めるためのセンチメートル級測位補強情報を QZSS 衛星から送信するサービスである。現在の補強対象衛星数は最大 17 機である。CLAS は、測量や情報化施工といった国土交通省が推進する i-Construction での活用が想定されている^[1]。

既存研究として、杉山ら^[2]は CLAS による静止測位実験を行い、測位結果の特性や課題を報告している。しかし、測位衛星の種類に着目した研究は報告されていない。そこで本研究では、CLAS に用いる衛星測位システムに着目し、衛星の組み合わせによる精度比較から最適な組み合わせを検証することを目的とする。

2. 実験概要

2021年7月に日本大学理工学部船橋キャンパスにて、遮蔽が少ない地点 203 にアンテナと受信機を設置し、4つの衛星測位システムの組合せ (GPS, GPS+QZSS, GPS+Galileo, GPS+QZSS+Galileo) ごとに1時間観測を行い、計4時間の観測を行った。Figure 1. に観測地点と天空写真, Figure 2. に実験状況を示す。なお、受信機は三菱電機株式会社製 AQLOC-Light (F/W VER: SF F3 19 003 G) を使用し、測位結果の取得は 1Hz とした。



Figure 1. Experimental point

(Source: Created by the author based on Google Earth)



Figure 2. Experimental situation

3. 解析方法

実験の結果は、テキストデータで出力される。得られた生データから、Fix 率、水平 RMS 誤差、垂直 RMS 誤差、水平精度低下率 (HDOP: Horizontal Dilution of Precision)、垂直精度低下率 (VDOP: Vertical Dilution of Precision) を算出し、それらの関係を図示し、精度比較から最適な組み合わせの検証を行った。

4. 解析結果

Table 1. は全実験の Fix 率を表に示したものである。Fix 率とは、測位が安定している時間の割合を示す。表の縦に日付、横に衛星測位システムの組合せ (GPS, GPS+QZSS, GPS+Galileo, GPS+QZSS+Galileo) を置いて示している。

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通 3 : 日大理工・院 (前)・交通

Table 1. Fix rate for each combination

| 日付 | Fix率(%) | | | |
|-------|---------|------|------|------|
| | G | GJ | GE | GJE |
| 7月9日 | 99.2 | 100 | 99.2 | 99.6 |
| 7月14日 | 99.9 | 100 | 99.9 | 99.3 |
| 7月16日 | 99.9 | 99.0 | 99.7 | 97.9 |

※G : GPS J : QZSS E : Galileo

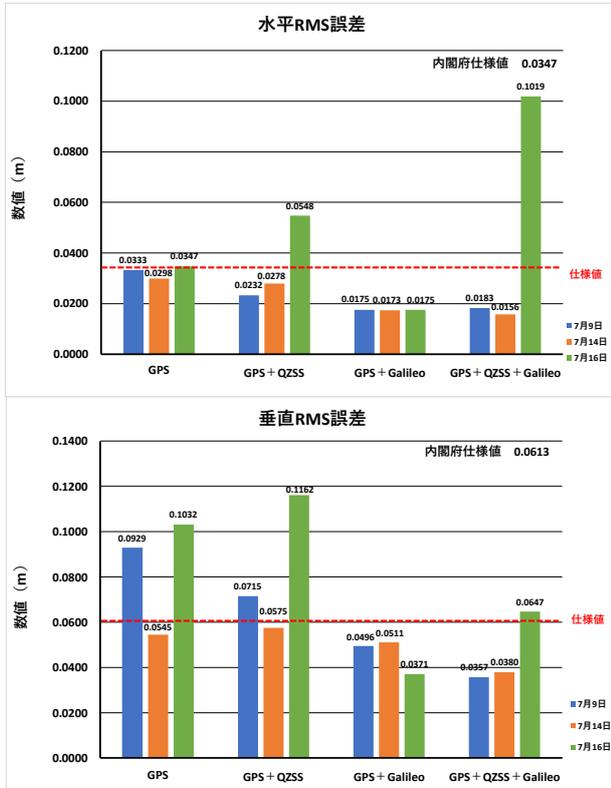


Figure 3. Result of RMS error

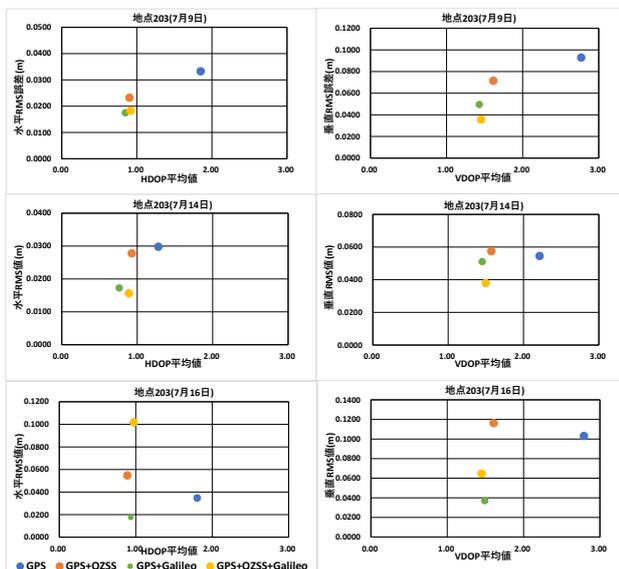


Figure 4. RMS error and DOP mean value

全実験において Fix 率は、97%以上を示した。

Figure 3.に、全実験の水平 RMS 誤差と垂直 RMS 誤差を示す。RMS 誤差とは参照値に対する観測データのばらつきを示す。内閣府は RMS 誤差の仕様値を水平 0.0347m 以下、垂直 0.0613m 以下に定めている。水平 RMS 誤差、垂直 RMS 誤差共に GPS+Galileo が全実験日において仕様値の基準を満たしている。また QZSS を組み合わせた場合、垂直 RMS 誤差が大きくなった。

Figure 4. は全実験の RMS 誤差と HDOP、および VDOP の関係を図に示したものである。DOP は衛星配置による測位劣化度を表し、HDOP は水平方向の VDOP は垂直方向の値である。図中の点と原点を結ぶ直線の傾きが小さいほど、同じ衛星配置で生じる誤差が小さいと解釈できる。7月16日の結果を除いて、7月9日と7月14日の結果では、黄色の GPS+QZSS+Galileo が最も原点と結ぶ直線の傾きが小さい。

5. 考察

今回の場合、遮蔽の少ない地点では衛星の組み合わせを変えても Fix 率は97%以上を占めた。Figure 3. では、QZSS を組み合わせた場合に垂直 RMS 誤差の値が大きくなった結果から、最適な組み合わせは GPS+Galileo と考える。一方、衛星配置の影響を考慮した Figure 4. からは GPS+QZSS+Galileo が最適と言える。

6. まとめ

遮蔽の少ない地点では、どの組み合わせでも Fix 率が97%以上を示した。また GPS+Galileo と GPS+QZSS+Galileo の組み合わせに大きな差は見られなかったが、垂直 RMS 誤差の結果より、今回の実験結果からは GPS+Galileo が最適な組合せと考える。しかし、観測日時や時間の幅、衛星配置が異なると、Fix 率、RMS 誤差、DOP が変化し、最終的に最適な衛星の組み合わせが変わる可能性もある。今後はより長時間の観測を行い、測位精度の変化を観察して最適な組み合わせを検討する。

7. 参考文献

- [1] 内閣府宇宙開発戦略推進事務局：「センチメートル級測位補強サービス」, <https://qzss.go.jp/overview/services/sv06_clas.html>, (入手日付：2021.9.10).
- [2] 杉山海, 佐田達典, 江守央：「QZSS のセンチメートル級測位補強サービス CLAS を用いた静止測位実験と測位解の特性に関する基礎的検討」, 応用測量論文集, Vol.31, pp.133-142, 2020.