

F1-18

樹木に隣接した場合の CLAS 測位における衛星の組み合わせ効果の検証

Validation of Satellite Combinations for CLAS Positioning when adjacent to Trees

土屋諒真¹, 佐田達典²Ryoma Tsuchiya¹, Tatsunori Sada²

Abstract: Experiments with different combinations of satellites will be conducted simultaneously to verify the positioning accuracy and specificity of different satellite combinations, and to investigate and propose the most appropriate satellite type. Also, crustal deformation correction is performed to obtain Fix rate and RMS error. GPS + QZSS + Galileo satellites have the best accuracy.

1. はじめに

準天頂衛星システム (QZSS : Quasi-Zenith Satellite System) とは, 日本が運用する衛星測位システムである. QZSS が提供するサービスの 1 つであるセンチメートル級測位補強サービス (CLAS : Centimeter Level Augmentation Service) は電子基準点の観測データを利用して補正情報を送信する高精度な衛星測位サービスである. 基準局が必要なく 1 つのアンテナと受信機で観測でき, VRS 測位で必要な地上通信環境が CLAS 測位では必要ないため, 様々な環境で用いることができる.

大熊ら^[1]は, 2023 年に CLAS 測位を用いて遮蔽環境での衛星の組み合わせによる精度変化に関する研究を行い, 別日に行った実験を比較する際に, 衛星配置や受信信号強度など実験環境が異なるため, 正確な比較ができない点を課題として挙げている. 本実験ではアンテナケーブルを分岐させ, 同一地点で衛星の組合せを変えた実験を同時に実施し, 衛星の組み合わせによる測位精度や特異性について検証を行い, 最適な衛星種類を調査, 提案することを目的とする. なお, 本実験では衛星組合せ効果が発現しやすいように, オープンスカイではなく, 東方向に樹木がある地点で観測を行った.

2. 実験概要

Figure 1.は, 日本大学理工学部船橋市キャンパス内の地点 105 の地点を表したものである. 地点 105 で, CLAS 観測を行い, 1 つのアンテナから分配機を用いて, 同時に 2 つの衛星観測を実施した. 受信機には, CLAS 対応受信機である三菱電機株式会社制 AQLOC-Light (F/W VER : SF-3-19-003G) を使用した. 仰角マスクは 15°, データ出力周波数を 1Hz とした 6 時間観測を実施した. 実験日と比較する衛星の組合せは, Table 1.に示す.



Figure 1. Location of Point 105 (Source : Processed Geographical Survey Institute map^[3])

Table 1. Date of experiment and satellite combination

日付	衛星の組合せ	
2024/7/10	GPS(G)	GPS+Galileo(GE)
2024/7/19	GPS(G)	GPS+QZSS(GJ)
2024/7/23	GPS+QZSS(GJ)	GPS+Galileo(GE)
2024/9/20	GPS+Galileo(GE)	GPS+QZSS+Galileo(GJE)

3. 解析方法

観測で得たデータは地殻変動誤差が反映されていないため, 国土地理院から提供されている地殻変動補正システムで補正した. 評価指標は各衛星選択の Fix 率と RMS 誤差の結果より評価する. Fix 率は, 全ての測位解から Fix 解の割合を表したものであり, RMS 誤差は, 参照値からのばらつきである.

4. 解析結果

Figure 2.は実験毎の Fix 率を表したものである. 縦軸が Fix 率, 横軸は日付ごとの比較した衛星の組合せを示している. 7月10日は, G と GE の Fix 率を比較すると GE の方が高い値となった. そのため, GE の方が安定していることがわかる. 7月19日の G と GJ の比較では, GJ の方が高い値となった. そのため, GJ の方が安定している. 7月23日の GJ と GE の比較では GE の方が 4.2%高い値となったが同程度の Fix 率とい

1 : 日本理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通

える。そのため同程度の安定性である。9月20日の、GEとGJEの比較では、0.3%ほどGJEの方が高くなったが同程度のFix率といえる。そのため、同程度の安定性であることがわかる。

Figure 3.はX座標のRMS誤差、Figure 4.はY座標のRMS誤差、Figure 5.は標高RMS誤差を示している。縦軸が各座標較差、横軸が日付ごとの衛星の組み合わせである。7月10日では、各RMS誤差でGとGEを比較するとGEの方がRMS誤差が小さい値となった。そのためGEの方が精度がよいことがわかる。7月19日では、各RMS誤差でGとGJを比較すると、X座標RMS誤差、標高RMS誤差はGJの方が小さい値となり、Y座標RMS誤差はGのみが小さい値となった。7月23日では、各RMS誤差でGJとGEを比較すると全てのRMS誤差でGEの方が値が小さいことがわかる。このことからGEの方が精度が良いといえる。9月20日の実験はで、各RMS誤差でGEとGJEを比較するとX座標RMS誤差は同等の値となり、Y座標RMS誤差、標高RMS誤差はGJEの方が値が小さくなった。このことからGJEの方が精度が良いことがわかる。

5. まとめ

本研究では、Fix率、RMS誤差共に最も良い精度を示した衛星の組み合わせは、GPS+QZSS+Galileoとなった。GPSにGalileoやQZSSを追加するとFix率が大きく改善することがわかった。GPS+GalileoにQZSSを加えてもほぼ差がないことが示された。Galileoを加えるとRMS誤差が小さくなり、QZSSの場合、様々な結果となった。今後は、実験回数をさらに重ねて測位特性を検証する必要がある。

6. 参考文献

[1] 大熊琉希：「QZSSのセンチメートル級測位補強サービスを用いた遮蔽環境における衛星系の組み合わせ効果に関する研究」, 卒業論文概要集, pp.157-158, 2023.
 [2] 高橋秀昌, 田村悠太郎, 佐田達典, 江守央：「森林部におけるCLASの測位特性に関する研究」, 応用測量論文集, Vol.35, pp.51-60, 2024.
 [3] 国土交通省国土地理院：「地理院タイトル」 < <https://maps.gsi.go.jp> > (入手日付：2024/10/01).

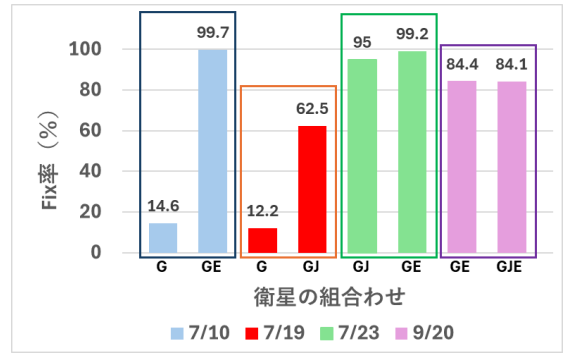


Figure 2. Fix rate and satellite combinations

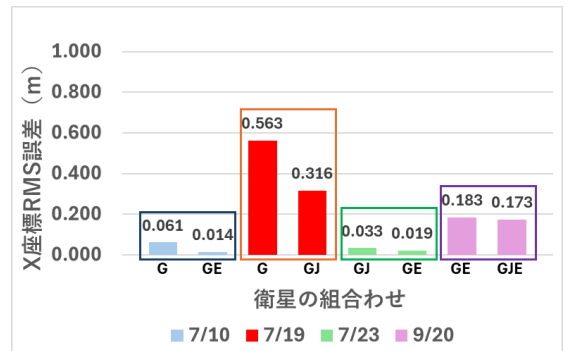


Figure 3. Xcoordinate RMS error and satellite combination

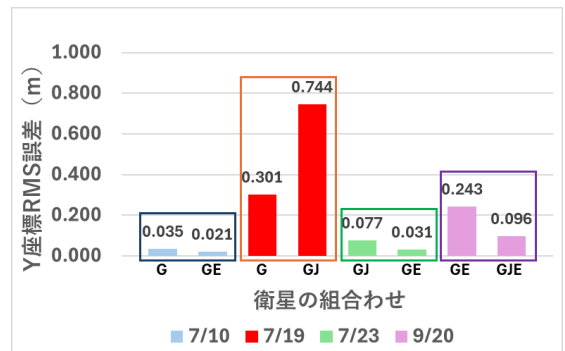


Figure 4. Ycoordinate RMS error and satellite combination

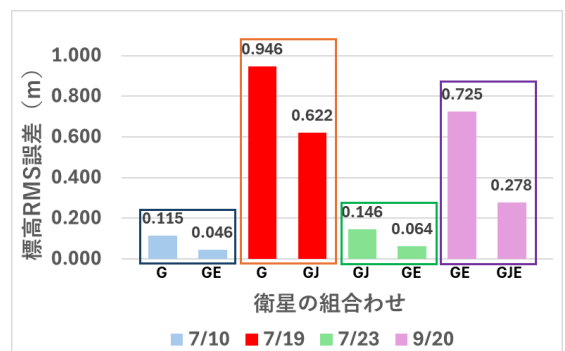


Figure 5. Elevation RMS error and satellite combination