

F1-8

QZSS の CLAS における再初期化後の測位解の特性に関する基礎的な検証

Fundamental Verification of Characteristics of Positioning Solutions After Reinitialization in CLAS by QZSS

○飯塚洗貴¹, 佐田達典²

*Koki Iizuka¹, Tatsunori Sada²

Abstract: In this study the accuracy after reinitialization using the centimeter level augmentation service by QZSS was verified. The observation experiment was conducted at point 203 under open sky on the Funabashi campus of Nihon University. The evaluation methods were to check the distribution of positioning solutions using boxplot of the plane rectangular X and Y coordinates, elevation H coordinate, and to check the RMS error of each coordinate. The results show that the RMS error decreased gradually up to the 180 second average and thereafter showed constant values with little fluctuation.

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, 高精度な衛星測位を行うため, 電子基準点の観測データを利用して補正情報を計算し, QZSS から送信するサービスである. 今後, 測量, IT 農業, 自動運転車両等の利用が想定される.

杉山ら^[1]は, 2020 年に CLAS を用いた静止体測位実験を行い, 測位解の中央値を求める際に観測時間が短時間である場合, 測位解が不安定化する課題を報告している. 佐田ら^[2]は, 2022 年に CLAS による測位結果を公共測量作業規程の準則で定められたネットワーク型 RTK 法の点検方法に準じて行い, 観測秒数の増加に伴い許容誤差内に収まる測位解の割合が増加したことを報告している. しかしながら, 現在 CLAS は測位結果の有効な点検方法が確立されておらず, 公共測量での使用は認められていない. 本研究では公共測量作業規程の準則^[3] (以下, 作業規程の準則) で規定されたネットワーク型 RTK 法での点検方法と同様の方法で点検を行い, 観測時間の長短が測位精度に与える影響について検証を行う.

2. 実験概要

日本大学理工学部船橋キャンパス内の基準点 203 地点を用いて, 2024 年 4 月 25 日, 5 月 9 日, 5 月 14 日, 5 月 16 日の 4 日間で CLAS 観測を行い, 受信機からアンテナケーブルの抜き差しにより再初期化を実施した. 5 分間の観測を 200 回行い, 全てが Fix 解となった有効なデータセットを 174 セット得た. **Figure 1.** に実験風景と天空写真を示す. 受信機には, CLAS 対

応受信機である三菱電機株式会社製 AQLOC-Light (F/W VER: SF-F3-19-003G) を使用した. 受信衛星は GPS, QZSS, Galileo, 仰角マスクは 15° , データ出力周波数を 1Hz とした.



Figure 1. Experimental Scene and sky view picture

3. 解析方法

観測で得られた座標データには地殻変動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. 本研究では CLAS の Fix 解取得開始時刻から 300 秒までのデータを対象に, 作業規程の準則に準じた点検方法で行う. 平面直角座標 X, Y 座標の参照値との較差, 標高 H の参照値との較差の箱ひげ図と RMS 誤差で評価を行う.

4. 解析結果

Figure 2 と **Figure 3** は, 再初期化後の経過時刻毎の X, Y 座標較差の箱ひげ図である. 横軸が経過時刻, 縦軸が座標較差を表している. また赤線は較差許容範囲 $\pm 0.02\text{m}$ を示したものである. 全体的に $\pm 0.02\text{m}$ の範囲に, 第一四分位数と第三四分位数が全てのサンプル収まっている. また外れ値を含む, 最大値, 最小値は時間経過とともにばらつきが小さくなっていく.

1 : 日大理工・院 (前)・交通 2 : 日大理工・教員・交通

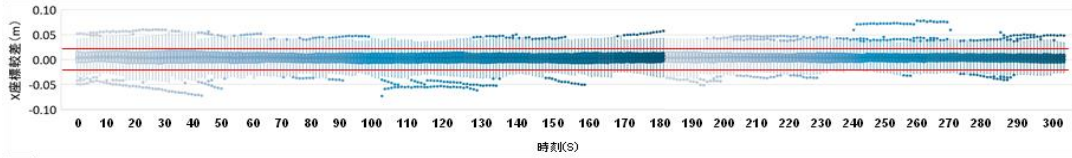


Figure 2. Boxplot of X coordinate difference

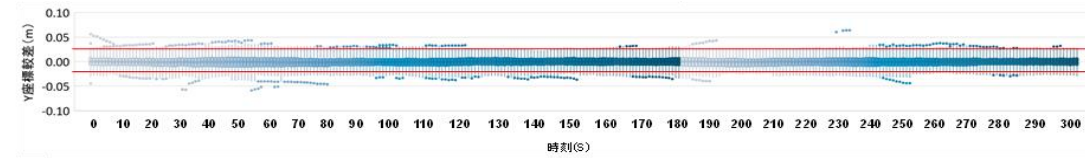


Figure 3. Boxplot of Y coordinate difference

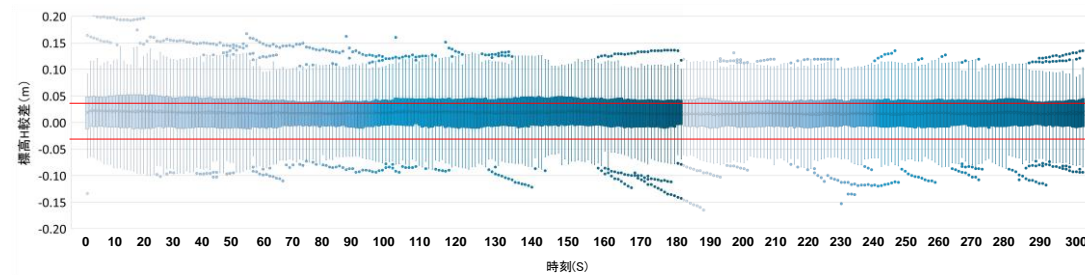


Figure 4. Boxplot of H coordinate difference

Figure 4は、再初期化後の経過時刻毎の標高 H 座標較差の箱ひげ図である。横軸が経過時刻、縦軸が標高 H 較差を表している。また赤線は較差許容範囲 $\pm 0.03\text{m}$ を示したものである。全体的に $\pm 0.03\text{m}$ の範囲に、第一四分位数が多くのサンプルが収まるが、第三四分位数は大多数が範囲外の値となった。また外れ値を含む、最大値、最小値は、およそ 200 秒以降は安定していく。

H 座標の RMS 誤差は水平座標の RMS 誤差の約 2~3 倍の値を示している。X 座標、Y 座標では 180 秒平均まで緩やかに減少し、以降は変動が少なく一定の値を示した。

5. まとめ

本研究の結果、箱ひげ図は外れ値を含む、最大値、最小値は時間経過とともにばらつきが小さくなっていく傾向がみられた。また X、Y、H の各座標の RMS 誤差は 180 秒平均まで緩やかに減少し、以降は変動が少なく一定の値を示したことがわかった。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。

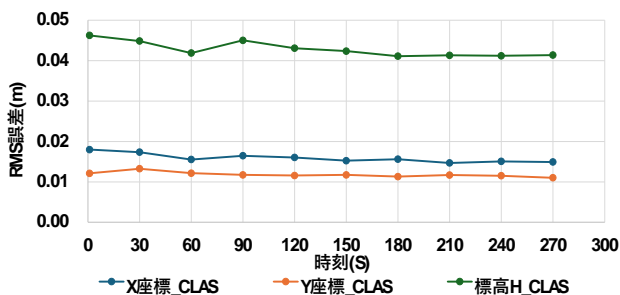


Figure 5. Relationship between averaging time and RMS error

Figure 5は、再初期化後の経過時間と測位解の安定性を調べるために、経過時間を 30 秒毎に区切り、その間のエポックにおける RMS 誤差を求めたものである。横軸が各 30 エポックの開始区間時刻、縦軸が RMS 誤差で表しており、X 座標、Y 座標、H 座標の RMS 誤差を用いて評価する。

6. 参考文献

- [1] 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.
- [2] 杉山海, 佐田達典, 江守央:「VRS との比較による CLAS の精度検証」, 応用測量論文集, Vol.33, pp.117-128, 2022.
- [3] 国土地理院: 公共測量作業規程の準則, <<https://www.gsi.go.jp/gijyutukanri/gijyutukanri41018.html>>, (入手日付: 2024.9.20) .