

F1-6

## QZSS のセンチメートル級測位補強サービスにおける測位解の高精度化の検討

### An Investigation of High Accuracy of Positioning Solutions in Centimeter Level Augmentation Service by QZSS

○杉山海<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 江守央<sup>2</sup>\*Kai Sugiyama<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>

Abstract: This paper focuses on the Centimeter Level Augmentation Service CLAS, which started operation in 2018. In previous studies, it was confirmed that the positioning accuracy deteriorates during times when reception is stable. So, this study was examined the improvement of the accuracy of the positioning solution with reference to the conventional inspection method for GNSS observation. As a result, it is highly possible that a highly accurate positioning solution can be calculated with two observations of two minutes or more, but it was confirmed that the ratio fluctuates depending on the observation time zone.

#### 1. はじめに

センチメートル級測位補強サービス CLAS (Centimeter Level Augmentation Service) とは、国土地理院の電子基準点での衛星観測データから誤差補正情報を生成し、日本の準天頂衛星システム QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) を介して配信される測位用サービスである。2018年の運用開始から現在で約3年が経過する。測位では、インターネット等の地上系回線を用いず、アンテナ1台に通常の測位信号と補正情報(L6信号)を同時受信することで、リアルタイムに測位精度水準、誤差数 cm を満たす測位結果(以下、測位解と呼ぶ)が得られる。なお、サービスは無料であり、観測者はアンテナと CLAS 用専用端末、データ保存用機器を用意し GNSS 観測を行う。また、観測において CLAS 補強対象衛星数は現在最大 17 機までとなっている。将来は、測量、情報化施工、IT 農業での利用が期待されている。

先行研究で杉山ら<sup>1)</sup>は、日本大学理工学部船橋キャンパスの上空が開けた基準点上で6時間の固定観測を実施した結果、受信が安定しない時間帯の発生と、受信安定時における測位精度の劣化を確認した。

本研究では、CLAS における測位と同じく衛星を使用し、同等以上の測位精度を有する測位方式(RTK-GPS, または VRS) の測位解の点検手法<sup>2)</sup>を参考に、CLAS における測位解の高精度化を検討する。

#### 2. 実験概要

2021年5月、日本大学理工学部船橋キャンパスの上空の開けた基準点上で6時間の固定観測を実施した。CLAS 用専用端末は三菱電機株式会社製 AQLOC-Light (F/W は Rev.G) を用いた。データ取得間隔は1秒であり、衛星仰角は 15° 以上、受信衛星は GPS, QZSS, Galileo である。Figure 1. に観測状況を示す。

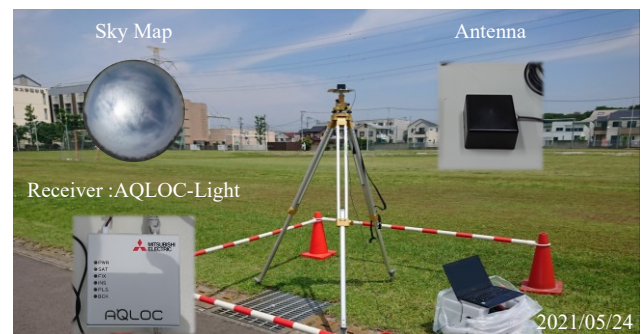


Figure 1. Observation scenery ( Point 203 )

#### 3. 解析手法

解析は、公共測量における作業規程の準則<sup>2)</sup>にある RTK-GPS, VRS 用の点検手法を参考に行う。準則ではまず、測位解の取得時間が 10 秒以上かつ、すべてが受信安定時に取得する Fix 解に限り、XYZ の各成分で平均値を算出する。以上を別の時間帯に再度求め、両者の較差が X (南北) 成分, Y (東西) 成分で ±0.02m 以内, Z (高さ) 成分で ±0.03m 以内のとき前者の値が高精度であるとみなせる。なお、高精度の定義とは、参照値からの較差に準じており、X 成分, Y 成分較差 ±0.02m 以内, Z 成分較差 ±0.03m 以内のときとされる。

本研究では、設定した時間間隔 (10 秒, 20 秒, 30 秒, 1 分, 2 分, 3 分) でデータを区切り、上記条件において高精度な測位解が算出される割合を求めた。なお、比較する二者は、時間的に隣接するものとする。

#### 4. 解析結果

Figure 2., Figure 3., Figure 4. に観測結果の X 成分, Y 成分, Z 成分の時系列変動を示す。縦軸に参照値からの較差, 横軸に時刻 (JST) (1 秒間隔) をとっている。図の上部に Fix 解の割合, 右側に Fix 解中の 3. で示した定義に基づく高精度解の割合を示した。

1 : 日大理工・院 (前)・交通 2 : 日大理工・教員・交通

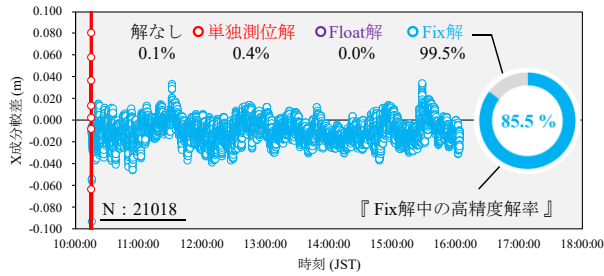


Figure 2. Time series fluctuation chart (X)

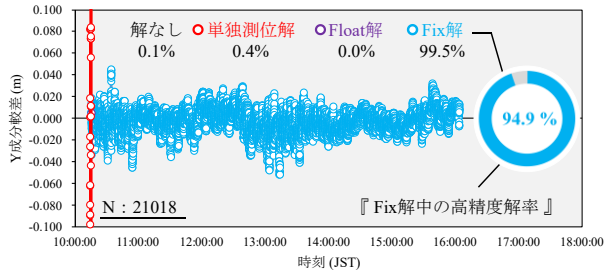


Figure 3. Time series fluctuation chart (Y)

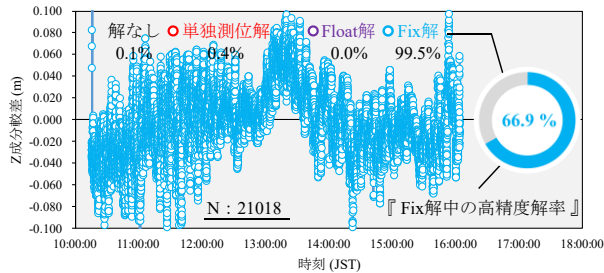


Figure 4. Time series fluctuation chart (Z)

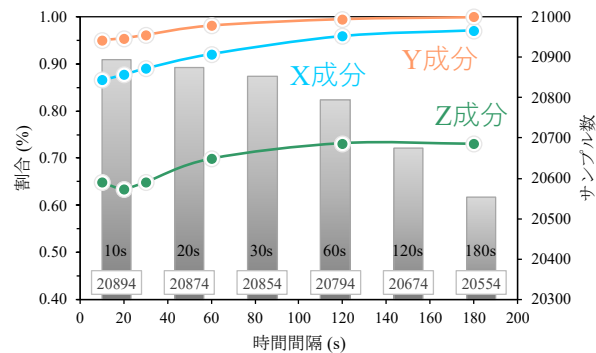


Figure 5. High accuracy ratio by time interval

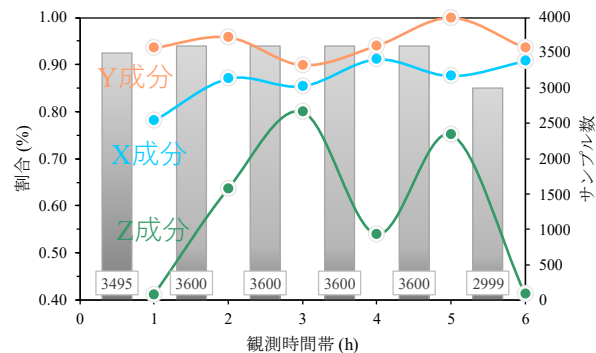


Figure 6. High accuracy ratio by 10s

Fix率は99.5%, その内の高精度解の割合はY成分の94.9%が最も高く, 続いてX成分の85.5%, Z成分の66.9%となる. 成分別に割合が変化するの, 観測点からみた衛星配置状況に要因があると考え. 衛星数が東(正)と西(負)に十分にあるY成分の割合は高くなり, 北(正)に少ないX成分はY成分に比べ劣り, 上部(正)のみのZ成分はさらに劣ると推察できる.

Figure 5に, 3. で示した条件の下, 時間間隔, 10秒, 20秒, 30秒, 1分, 2分, 3分において二者の平均値の較差が基準を満たすとき, 実際に前者の平均値が高精度である割合をまとめた. 横軸に時間間隔, 縦軸に割合をとり, また, 各サンプル数を図に示した. 特徴として, 各成分とも時間間隔2分まで緩やかに上昇したのち, ほぼ横ばいの推移となっている. 成分別にみると, Y成分の割合が95%~100%と高く, 続いてX成分が85%~97%, Z成分が60%~73%となる.

Figure 6. では, 最小単位の10秒間隔に着目し, 観測の時間帯における割合の変化をみる. 各成分とも時間帯によって割合が上下に変動していることが分かる. Y成分では, 90%~100%, X成分では78%~91%, 特にZ成分では, 最低が41%, 最高が80%と変動の幅が大きい. 変動に周期性がみられることから, 周期性を有する要素が関係していると推察する. 考え得る要素の一つとして, 衛星の移動があげられる. 特にZ成分の変動が大きいのは, 天頂付近を周回する準天頂衛星システムの移動が要素にあげられる.

## 5. おわりに

本稿では, 作業規程の準則<sup>[2]</sup>を参考に CLAS における測位解の高精度化を検討した. Figure 5より, 現時点では, 2分以上の観測2回分から高精度な測位解を算出できる可能性が高いことが分かった. しかしまた Figure 6.では, 観測の時間帯により割合が変動することを確認した. 周期性がみられることから, 衛星の移動を要因の一つとして考えられる. 今後も引き続き, より多くの観測データとともに今回精度劣化の要因として示唆された衛星の移動にも着目し検討を進める.

## 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検討, 応用測量論文集, Vol.31, pp.133-142, 2020.
- [2] 日本測量協会: 作業規程の準則, 地形測量及び写真測量編, 2016.