

F1-5

## QZSS のセンチメートル級測位補強サービスにおける補強対象衛星数拡大後の 信号強度の閾値設定に関する研究

### Research on Signal Strength Threshold Setting after Expanding the Number of Augmented Satellites in Centimeter Level Augmentation Service by QZSS

○武藤知希<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 江守央<sup>2</sup>, 入倉望<sup>3</sup>, 山田真<sup>3</sup>\*Tomoki Muto<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>, Nozomu Irikura<sup>3</sup>, Makoto Yamada<sup>3</sup>

Abstract: Centimeter Level Augmentation Service (CLAS) is a service provided by Quasi-Zenith Satellite System, which began operation in 2018. At the end of November 2020, the number of augmented satellites by CLAS was expanded from 11 to 17 to improve positioning accuracy. In this study, we focused on the signal strength that affects positioning, and analyzed the setting value of the optimum signal strength threshold when the number of augmented satellites was 17. As a result, it was found that the signal strength threshold of L1: 35dBHz, L2: 30dBHz was the optimum value. Furthermore, when the threshold of the L1 signal was set above 35 dBHz, the number of observed satellites tended to decrease and the accuracy decreased.

#### 1. はじめに

QZSS (準天頂衛星システム) 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、GPS 衛星を補完する衛星測位サービスを始め、測位補強サービス、メッセージサービスなどが提供されている。本研究では、測位補強サービスの 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) に着目した。この CLAS は、cm 級の位置精度を得るために、QZSS 衛星から補強情報を L6 信号にて送信するサービスであり、2020 年 11 月末に更なる測位精度の向上に向けて CLAS の補強対象衛星数が最大 11 機から最大 17 機に拡大された。

#### 2. 既存研究

入倉ら<sup>[1]</sup>は、CLAS の補強対象衛星数拡大前 (最大 11 機) に、ほぼ遮蔽のない地点で静止実験を行い、L1 信号と L2 信号の信号強度閾値を 5 パターンに設定した上で、最も精度が良い信号強度閾値のパターンを検証した。しかし、CLAS の補強対象衛星数拡大後 (最大 17 機) において、CLAS の信号強度閾値に着目した研究はなされていない。

そこで、本研究では CLAS の補強対象衛星数が最大 17 機の環境下にて、最適な信号強度閾値の設定値を検証する。

#### 3. 実験概要

2021 年 7 月から 8 月にかけて、Figure 1. に示す日本大学理工学部船橋キャンパス内のほぼ遮蔽のない地点

103 で行った。受信機は三菱電機株式会社製の AQLOC-Light (F/W VER: SF-F3-19-003G) を使用し、それぞれ 3 時間観測で行った。実験では、L1 信号と L2 信号の閾値を ① L1:35dBHz, L2:30dBHz ② L1:40dBHz, L2:35dBHz ③ L1:30dBHz, L2:25dBHz ④ L1:35dBHz, L2:35dBHz ⑤ L1:40dBHz, L2:30dBHz の 5 パターンに設定し、仰角マスクは全てのパターンで 15° とした。

解析方法は、受信機から取得した NMEA データを使用し、RMS 誤差、95% 値、Fix 率、観測衛星数、DOP 値等の統計値を算出して精度評価を行った。なお、RMS 誤差と 95% 値は、内閣府が示す仕様値<sup>[2]</sup>で評価した。



Figure 1. Experimental point and sky view picture  
(Source : Created by the author based on Google Earth Pro)

#### 4. 解析結果

##### (1) 測位解の割合

Table 1. に各パターンの測位解の割合を示した。Fix 率が最も高いのはパターン①の 99.8% で、次にパター

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

ン④が高かった。逆に最も低いのは、パターン⑤の34.5%で、次にパターン②が低かった。パターン⑤はFix 解よりも Float 解の割合が高く、単独測位解や解なしも多く、各パターンの中で Fix 率が最も低い結果になった。また、パターン②、⑤の結果から L1 信号の閾値を 35dBHz 以上に上げると Fix 率が低くなっている。

Table 1. Percentage of positioning solutions

測位パターン	信号強度閾値	Fix(%)	Float(%)	単独測位(%)	解なし(%)
パターン①	L1:35dBHz・L2:30dBHz	99.8	0	0.2	0
パターン②	L1:40dBHz・L2:35dBHz	67.3	32	0.01	0.7
パターン③	L1:30dBHz・L2:25dBHz	73.4	18.4	8	0.2
パターン④	L1:35dBHz・L2:35dBHz	97.3	1.8	0.9	0
パターン⑤	L1:40dBHz・L2:30dBHz	34.5	47.9	12.9	4.7

(2) RMS 誤差と 95% 値

Figure 2, Figure 3. に各パターンの水平・垂直の RMS 誤差及び 95% 値を示した。図中の点線は仕様値を示し、各パターンで精度比較を行った。

Table 1. で Fix 率がほぼ同じ値のパターン①、④を比較すると、パターン①は水平・垂直共に全ての仕様値を満たしたが、パターン④は垂直 RMS 誤差・95% 値が仕様値を満たさなかった。これより、パターン①が最も精度が良いことがわかった。

L1 信号の閾値を上げたパターン②、⑤では、パターン②は垂直 RMS 誤差・95% 値が仕様値をわずかに超え、パターン⑤は水平・垂直共に全て仕様値を大きく超えた。閾値を引き下げたパターン③は、水平・垂直の RMS 誤差が仕様値をわずかに超えた。

また、パターン②は、パターン③、④よりも Fix 率は低い、ばらつきはパターン②の方がわずかに精度が良いことがわかった。

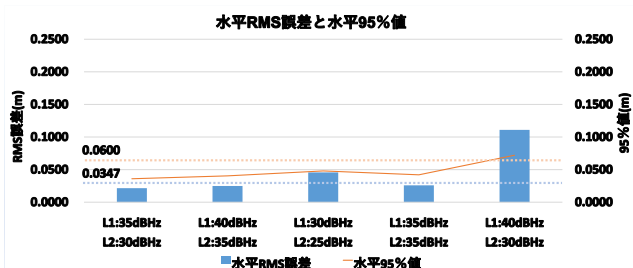


Figure 2. Horizontal RMS error and 95% value

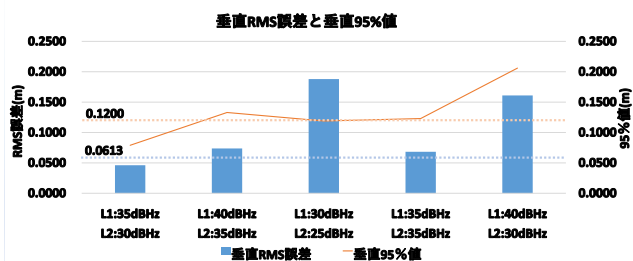


Figure 3. Vertical RMS error and 95% value

(3) HDOP 値

Figure 4. は各パターンの HDOP 値 (水平精度劣化率) の時系列変動図であり、図中の点線は仕様値を示す。パターン①が最も HDOP 値が小さく、パターン③、④もパターン①とほぼ同様に HDOP 値が小さくなった。

逆にパターン②、⑤は仕様値を大きく超え、HDOP 値が大きい値となった。L1 信号の閾値を 35dBHz より大きい値にすると必要な観測衛星数が得られず HDOP 値の上昇に繋がったと考えられる。

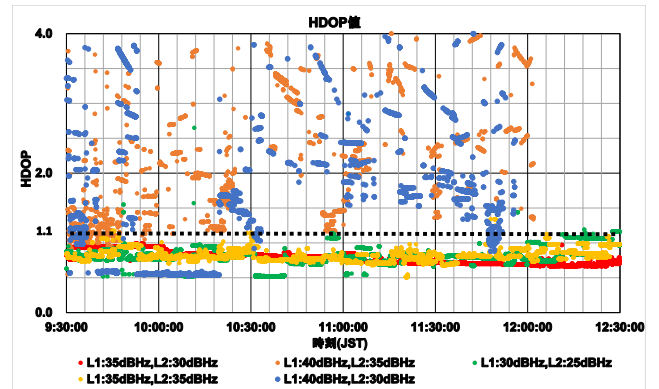


Figure 4. HDOP value

5. まとめ

本研究の結果より、CLAS の補強対象衛星数が最大 17 機の環境下では、信号強度閾値の設定パターン① L1:35dBHz, L2:30dBHz が最も測位精度が良いことがわかった。さらに、L1 信号の閾値を 35dBHz より大きい値にすると、観測衛星数が減少し、測位精度が劣化することが明らかとなった。

また、昨年の入倉ら<sup>[1]</sup>による補強対象衛星数が最大 11 機の環境下での検証結果と同様、パターン①が最も精度が良く、最大 17 機では Fix 率が更に高くなった。

本研究では、ほぼ遮蔽のない地点で観測を行ったため、測位精度は良好であった。今後は、周囲にビルや森林等がある遮蔽環境下で信号強度の閾値設定を検証する必要がある。

6. 参考文献

[1] 入倉望, 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における信号強度の閾値設定に関する研究」, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, CS9-56, 2021.

[2] 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/technical/system/l6.html>>, (入手: 2021.9.).