

F1-19

## 二対比較を用いた CLAS における仰角マスクの影響に関する検討

## Examination on the Effect of Elevation Angle Masks on CLAS Using Paired Comparisons

○楠輝大<sup>1</sup>, 高橋秀昌<sup>2</sup>, 佐田達典<sup>3</sup>, 李勇鶴<sup>3</sup>\*Akihiro Kusunoki<sup>1</sup>, Hideaki Takahashi<sup>2</sup>, Tatsunori Sada<sup>3</sup>, Yonghe Li<sup>3</sup>

Abstract : This study verified the optimal elevation mask setting for Centimeter Level Augmentation Service (CLAS) using paired comparisons. A paired comparison of elevation angle masks at 15° and 20° using an antenna splitter was conducted. The results showed that the horizontal RMSE was better at 20°, and the vertical RMSE was better at 15°.

## 1. はじめに

準天頂衛星システム (QZSS : Quasi-Zenith Satellite System) は日本の衛星測位システムである。QZSS は天頂付近に常に 1 機が位置するため、主に建物等での反射に起因するマルチパスの影響を受けにくく、QZSS の利用により、より安定した位置情報が得られる。また、QZSS が提供する CLAS (Centimeter Level Augmentation Service) は日本国内での高精度測位サービスの一角を担うツールとなっている。準天頂衛星からの補強情報を受信できるため、VRS 方式等と比較して、地上系の通信システムを必要とせず、山間部や山地での利便性が高い。

低仰角にある衛星の信号は電離圏、対流圏での遅延誤差が大きい。CLAS における仰角マスクは、特定の角度より低い位置にある衛星の信号を無視する役割を担う。山田<sup>1)</sup>は、CLAS における仰角マスクの影響を調べる研究を行っており、仰角マスク 15°と 20°の比較実験を行っている。しかし、この実験は同地点であるものの、同時には行っていない。そこで本研究では、アンテナ分配器を用いた二対比較により、同地点で同時観測を行い比較した。

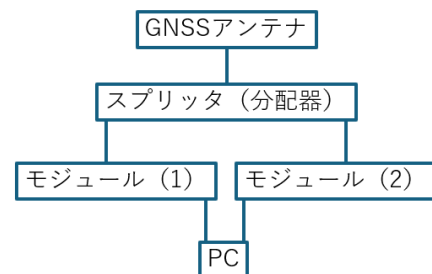
## 2. 実験概要

日本大学理工学部船橋キャンパス内のオープンスカイ環境下にある、**Figure 1** で示されている地点 103 (座標既知点) にて実験を行った。2025 年 6 月 17 日に仰角マスク 15°と 20°で比較するため、CLAS 測位を GPS, Galileo, QZSS の 3 種の衛星を用いて 6 時間受信した。使用した装置については、**Figure 2** の通り、GNSS アンテナ 1 台、GNSS モジュール 2 台 (Septentrio mosaic-CLAS)、スプリッタ (GPS 信号分配器)、PC 1 台である。1 つのアンテナからスプリッタでケーブルを分岐、2 台のモジュールから同時に測位することで仰角マスク設定値ごとの測位結果を正確に比較するこ

とが可能である。



**Figure 1.** Experimental scene (Open Sky environment)



**Figure 2.** Schematic diagram of the equipment used

## 3. 解析方法

仰角マスク 15°と 20°での測位結果から高精度基準点の座標値を引いた較差を求めた。

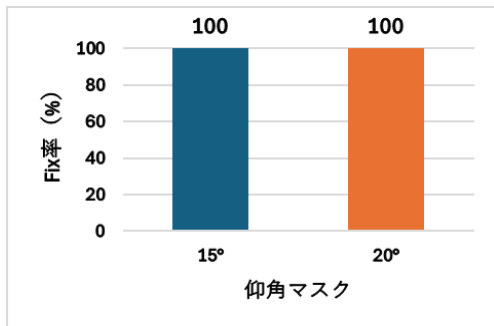
Fix 率, RMS (Root Mean Square) 誤差, X 座標較差と Y 座標較差による平面分布図, Y 座標較差と標高較差による立面分布図, 受信衛星数を比較して評価した。

## 4. 解析結果

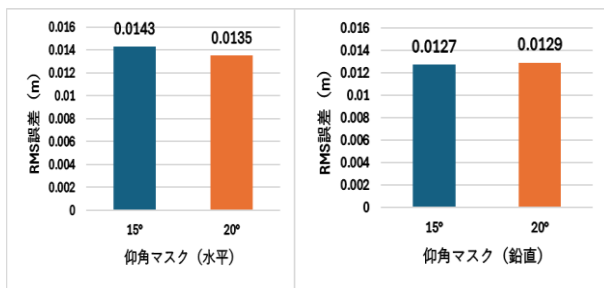
**Figure 3** に Fix 率の比較を示す。その結果、同じ値 (100%) となった。**Figure 4** に水平・鉛直方向の Fix 解の RMS 誤差を示す。水平は 20°の方が値が小さく、

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

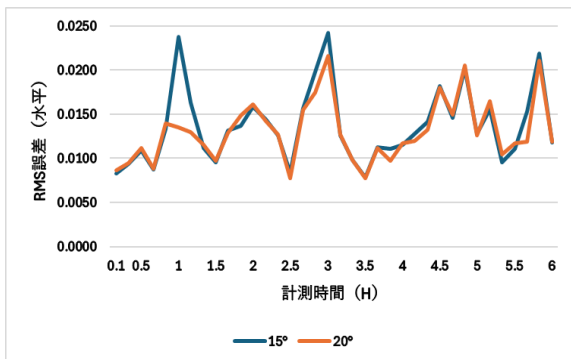
鉛直は 15°の方が値が小さくなった. **Figure 5, Figure 6** に, 10分毎に算出した RMS 誤差を水平と鉛直で示す. **Figure 5** から 20°の方が 15°より値が小さいことがわかる. **Figure 6** からは, 差はほとんど見られない.



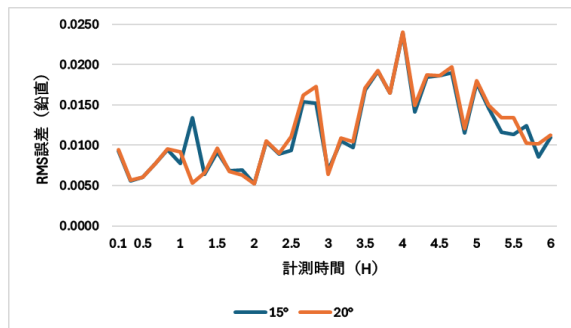
**Figure 3.** Fix rate



**Figure 4.** RMS Error



**Figure 5.** Horizontal RMS Error

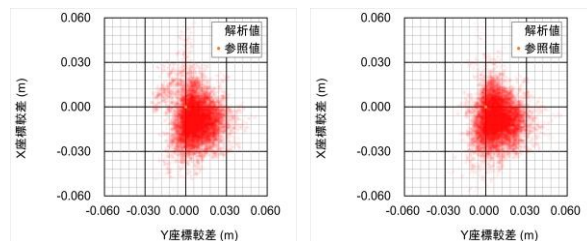


**Figure 6.** Vertical RMS Error

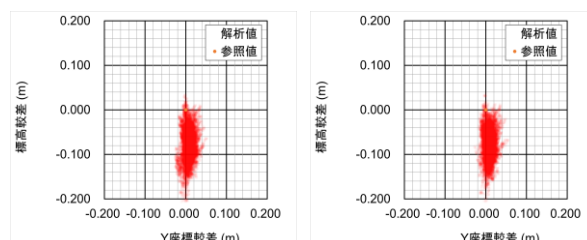
**Figure 7** は X 座標較差と Y 座標較差による平面分布図, **Figure 8** は Y 座標較差と標高較差による立面分布図を示している. 赤色が濃く表示されているほど集

中している箇所を示す. **Figure 7** から水平は 20°の方がまとまった分布となったが, **Figure 8** の鉛直は大きな差は見られない.

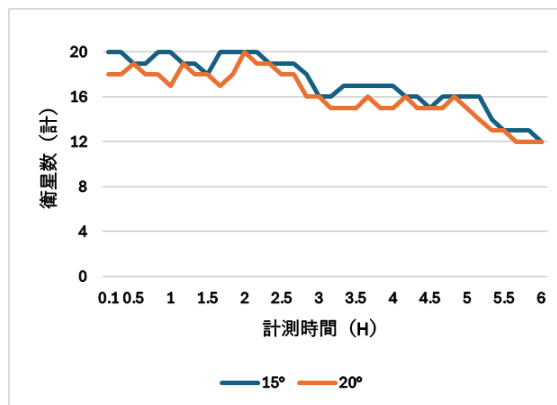
**Figure 9** では, 受信した衛星 (GPS, Galileo, QZSS) の数について示しているが, その結果 15°の方が衛星数が多く, 最大で 3 機の差があることが分かった.



**Figure 7.** Plane Distribution Diagram (Left: 15°, Right: 20°)



**Figure 8.** Elevation Distribution Diagram (Left: 15°, Right: 20°)



**Figure 9.** Number of Receiving Satellites

## 5. まとめ

水平方向の RMS 誤差は, 20°の方が小さく, 鉛直方向の RMS 誤差は, 15°の方が小さいことがわかった. このような結果になった理由について, 衛星の幾何学的配置を示す DOP (Dilution of Precision) を検証する必要がある.

## 6. 参考文献

[1] 山田真, 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仰角マスクの設定値に関する研究, 応用測量論文集, Vol.32, pp.56-57, 2021.