

F1-10

QZSS が提供するセンチメートル級測位補強サービスにおける森林部での精度検証 Accuracy Verification of Centimeter Level Augmentation Service Provided by QZSS in Forest Areas

○高橋秀昌¹, 佐田達典², 江守央², 田村悠太郎³*Hideaki Takahashi¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori², Tamura Yutaro³

Abstract: The study was conducted in a forest to verify the positioning accuracy of the centimeter level augmentation service (CLAS) by the Quasi-Zenith Satellite System. Observation in CLAS mode using AQLOC-Light as a GNSS receiver was conducted for 6 hours at two locations in the forest, while receiving GPS, QZSS and Galileo signals. The results showed that the more the sky was continuously open, the better the positioning accuracy.

1. はじめに

準天頂衛星システム (QZSS : Quasi-Zenith Satellite System) 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, みちびきとも呼ばれ, 2018 年 11 月から 4 機体制での運用が開始されている. センチメートル級測位補強サービス (CLAS : Centimeter Level Augmentation Service) とは, 国土交通省国土地理院が全国に整備している電子基準点のデータを利用して補正情報を計算し, 現在位置を正確に求めるための情報 (センチメートル級測位補強情報) をみちびきから送信するサービスである^[1].

CLAS は手軽で他の衛星測位方式と比べて安価であり, 森林や山林のような様々な条件下での利用が想定される. 森林や山林での測量では, 人的負担の軽減や作業効率の向上が求められており, GNSS 受信機を用いた活用事例の報告がされている^[2].

既存研究として, 山田ら^[3]は都市部街路における CLAS の測位精度の検証を行っている. 一方, 小林ら^[4]は低コスト 2 周波 GNSS 受信機による森林内での測位正確度の検証を行っているが, 森林内での CLAS による測位精度の検証は行われていない. 必要精度に関して, 井貝^[5]は森林内の所有界における境界測量の水平誤差は, 0.9m 以内であると報告している.

本研究では, 森林部における CLAS の測位精度の検証を行う.

2. 実験概要

2023 年 7 月 4 日, 7 月 11 日に日本大学理工学部船橋キャンパス中央庭園にて, CLAS による静止測位を 2 地点で行った. それぞれの測位地点を T1, T2 としている. **Figure1**は, 測位地点の天空写真である. また, 測位時間は各々 6 時間であり, 使用した受信機は三菱電機社製の AQLOC-Light である. また, 使用したアンテナ

は, Septentrio 社製の PolaNt-x MF である. 使用衛星は, GPS, QZSS, Galileo の 3 種類である.

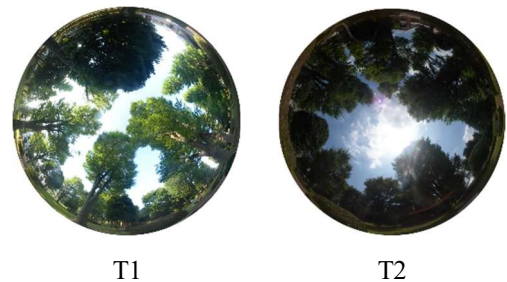


Figure 1. Sky photo of positioning location

3. 評価指標

観測データの評価指標として, Fix 率, 天空率, 平均使用衛星数と水平, 垂直 RMS 誤差を算出した. Fix 解は, 搬送波位相測位において, バイアスが整数値で定まった厳密解である. Float 解とは, 搬送波位相測位において, バイアスが整数値で定まらず実数値のままであり, 精度が低下した解である. Fix 率は, 全ての測位解に対しての Fix 解の割合を表し, 天空率は, 天空写真の全体に対して, 天空の見える割合を表す. RMS 誤差は, 参照値からの散らばりを表した数値であり, この値が小さいほど精度が良い.

4. 実験結果

Table 1は, 実験結果をまとめたものである. 2 地点の Fix 率は, ともに 90%を超えていたが, 地点 T1 においては, ミス Fix 解が発生していた. そのため, 水平 RMS 誤差は, 約 0.37m となり, 垂直 RMS 誤差では約 1m となった.

Table 1. Experimental result

地点	T1	T2
Fix率 (%)	98.7	99.4
天空率 (%)	26.6	20.9
平均使用衛星数 (機)	10.04	10.87
水平RMS誤差 (m)	0.366	0.043
垂直RMS誤差 (m)	1.014	0.055

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

Figure 2.と Figure 3.は、それぞれ地点 T1, T2 での測位結果の平面分布図と立面分布図である。どちらも Fix 解のみを表示している。地点 T1 では、ミス Fix 解が発生したことにより、広く分布しており、図に表示している範囲以外にも測位解がある。また、ミス Fix 解を得る直前に、Float 解を得ていた。Float 解を得たときに、それまでに受信していた GPS の G03 号機からの信号を受信しておらず、Galileo の E12 号機の信号を新たに受信していた。地点 T2 では、ミス Fix 解が発生しておらず、参照値から大きく外れた測位解はなかったため、安定して測位できていた。

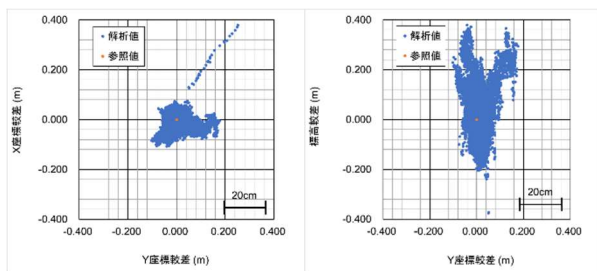


Figure 2. Plan distribution map (left) and elevation distribution map (right) of fixed solutions (T1)

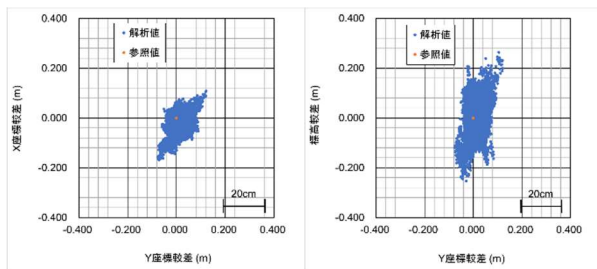


Figure 3. Plan distribution map (left) and elevation distribution map (right) of fixed solutions (T2)

Figure 4.は、地点 T1 と地点 T2 の天空写真と実験開始約 2 時間後の衛星配置を重ねたものである。地点 T1 では、衛星の多くが樹木に隠れているが、地点 T2 では、アンテナの天頂に一部が連続して見えている。



Figure 4. Sky photography (内閣府 GNSS View [6] を用いて作成)

5. 考察

ミス Fix 解が発生した原因として、樹木の葉と衛星配置の位置関係が挙げられる。衛星が葉の陰の裏にあることによって、使用衛星の G03 号機から E12 号機に切り替わった時に、Float 解が発生したと考えられ、天空が連続して開けていないと、衛星が頻繁に切り替わり、ミス Fix 解が発生しやすくなるのではないかと推定される。また、地点 T2 では、ミス Fix 解が発生していないことから、天空が連続して開けている場合の測位精度は良好であり、CLAS を用いる場合は、天空が連続して開けていることが望ましいと考えられる。

6. おわりに

本研究では、森林と見立てた 2 地点での測位を行った。結果から、CLAS を安定して利用するためには、天空が連続して開けていることが必要であることが示された。しかし、2 地点の測位では、精度を評価するのに不十分であり、他地点での測位を行う必要がある。一方、衛星配置以外の精度への影響も考えられるため、信号の受信状況なども解析する予定である。さらに、実際の森林では、樹木の密度や、樹高の条件も様々であると考えられることから、これらによる影響についても調べていく必要がある。

7. 参考文献

- [1] 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/overview/service/s/sv06_clas.html>, (入手日付：2023.9.15) .
- [2] 巻田和丈, 谷地真梨佳, 鳥淵匠見, 斉藤幹保：「携帯型 GNSS 受信機を活用した森林測量の可能性と課題」, オンライン, <https://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/sidou/attach/pdf/h28_happyoushuu-29.pdf> (入手日付：2023.9.15) .
- [3] 山田真, 佐田達典, 江守央：「QZSS が提供するセンチメートル級測位補強サービスの都市部街路での性能評価」, 土木学会論文集, Vol.79, No.22, 2023.
- [4] 小林裕之, 高岸且, 森川英治, 細野賢一, 江口輝, 小島光平：「低コスト 2 周波 GNSS 受信機による森林内での測位正確度の検証」, 日林誌, Vol.104, No.1, pp.1-9, 2022.
- [5] 井貝紀幸：「森林内における RTK-GNSS 測量の水平誤差およびその低減に向けた受信機設定の検討」, 日林誌, Vol.103, No.6, pp395-400.
- [6] 内閣府宇宙開発戦略推進事務局, GNSS View, (入手日付：2023.9.15).