

GPS と QZSS を用いた高精度衛星測位における Galileo の併用効果に関する研究

日本大学 学生会員 ○宇野 敬太
 日本大学 正会員 佐田 達典
 日本大学 正会員 江守 央

1. はじめに

近年、衛星測位システム（GNSS）として米国の GPS やロシアの GLONASS に加えて日本の準天頂衛星（QZSS）、欧州の Galileo 等の整備、運用が進められている。Galileo は、2016 年に初期サービスが開始され、全世界に高精度の測位サービスを提供するが、GPS や QZSS と相互運用性が高く、高精度測量¹⁾ における利用が見込まれる。本研究では、GPS+QZSS の複合測位において Galileo を併用する効果の検証を行ったのでその結果を報告する。

2. 測位評価実験

(1) 実験概要

測位実験は日本大学理工学部船橋キャンパスで GNSS 観測を行った。表-1 に実験概要を示す。なお、基準局は周囲に遮蔽物のほぼ無い 103 に設置し、オープンスカイ環境の 102 と南側に建物と周辺に樹木がありマルチパスの影響が懸念される 211 でデータを取得した。各地点の参照値は電子基準点を用いたスタティック測位による基線解析で求めた。

表-1 実験概要

観測地点と時間	①103・211[2018年10月08日12:00~翌日12:00(JST)] ②103・102[2018年10月11日12:00~翌日12:00(JST)]
データ取得間隔	1秒
使用機器	Trimble NetR9

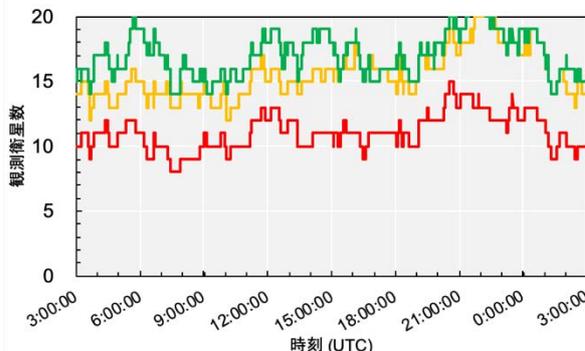
(2) 解析方法

データの後処理解析は RTKLIB を用いて行った。RMS 誤差と Fix 率（観測時間帯のうち Fix 解の割合：Fix 解は整数値バイアスが決定された解）で評価を行った。解析に使用した衛星は仰角 15° 以上とした。

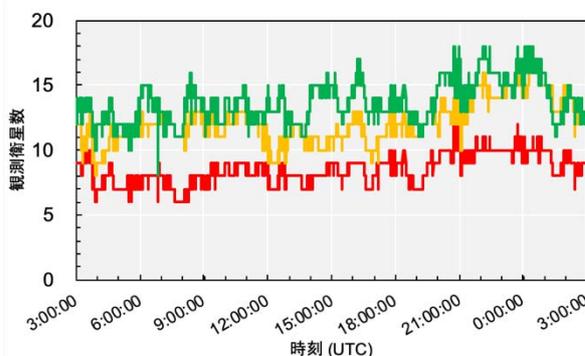
3. 解析結果

(1) GPS/QZSS と Galileo 併用時の精度検証

図-1 に観測を行った時間帯の観測衛星数を示す。表-1 に Fix 率を示す。表-2 に Fix 解の標高の RMS 誤差を示す。



(a) 102 (オープンスカイ環境)



(b) 211 (マルチパス環境)

—GPS/QZS —GPS/QZS/GAL —GPS/QZS/GLO

図-1 観測衛星数

図-1 より、オープンスカイの 102 では GPS, QZSS のみに比べ Galileo を併用することで 24 時間を通して観測衛星数が増加しているが、周囲が遮蔽された 211 においては一部の時間帯で GPS+QZSS のみと Galileo を併用した場合で観測衛星数がほぼ変わらないことがわかる。Galileo は GLONASS に比べ衛星数を増加させるといった点においては効果が小さいといえる。

表-1 Fix 率

	Fix 率 (%)	
	102	211
GPS/QZS	98.7	55.6
GPS/QZS/GAL	91.2	53.8
GPS/QZS/GLO	85.4	32.2

キーワード Galileo, GNSS, RTK

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

表-1より、いずれの地点も GPS/QZSS に GLONASS を併用すると Fix 率が低下している。GLONASS を併用することによって Fix 率が低下した要因として、①GLONASS の暦の精度が悪い②GLONASS が GPS 等と異なる FDMA 方式の信号を送信している点が挙げられる。これに対して、Galileo 併用の場合は GPS, QZSS のみとほぼ同等の Fix 率を確保できているので、GPS, QZSS, Galileo の互換性は高いことが確認できる。

表-2 標高の RMS 誤差

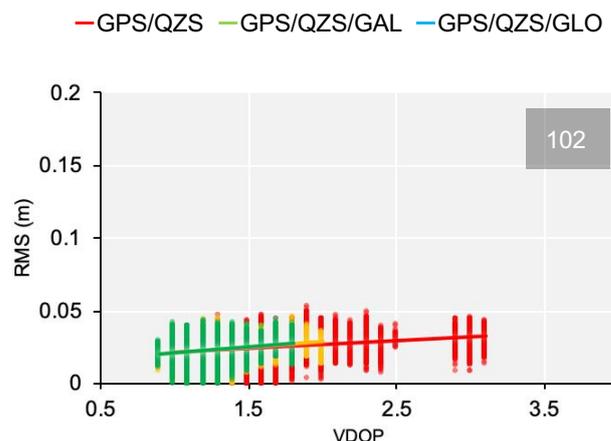
	RMS 誤差 (標高)	
	102	211
GPS/QZS	0.025 [m]	0.053 [m]
GPS/QZS/GAL	0.024 [m]	0.040 [m]
GPS/QZS/GLO	0.024 [m]	0.043 [m]

表-2より、オープンスカイ環境の102においては、Galileo, GLONASS を併用しても標高の精度はほぼ同等であるが、マルチパス環境の211においては、Galileo 併用時で GPS, QZSS のみに比べ誤差が小さい。

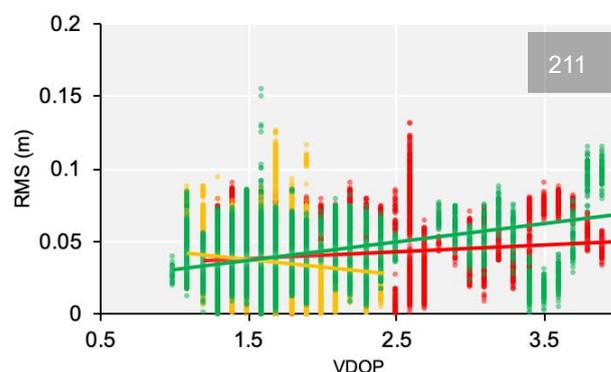
(2) DOP に対する精度検証

Galileo 併用時は GLONASS 併用時に比べ観測衛星数が少ないが、同等の測位精度が確保できることがわかった。衛星配置は測位精度に影響を及ぼす重要な要因であるため、さらに検証を進める。衛星の幾何学的配置が鉛直方向の精度劣化に与える指標として VDOP がある。この VDOP に対する標高の精度に Galileo 併用時、GLONASS 併用時で差異がみられるかを検証するため、図-3の横軸に VDOP、縦軸に標高の RMS 誤差をとり、近似直線でその関係を示す。

オープンスカイの102において、近似直線は GPS+QZSS と GPS+QZSS+Galileo、GPS+QZSS+GLONASS ではほぼ重なっているため、GPS, QZSS, Galileo, GLONASS はほぼ効果を示しているといえる。一方で、マルチパス環境の211においては、近似直線の傾きは GPS+QZSS+GLONASS, GPS+QZSS, GPS+QZSS+Galileo の順に小さくなっている。このことが示すのは、VDOP が同じ、すなわち鉛直方向の精度劣化で同じ衛星配置を想定した場合、GLONASS を併用すると標高の精度が低下したが、Galileo を併用することで精度向上効果が得られるということである。



(a) 102 (オープンスカイ環境)



(b) 211 (マルチパス環境)

図-2 VDOP と RMS 誤差 (標高) の関係

4. おわりに

本研究では、GPS+QZSS と Galileo を併用した際の評価を GLONASS 併用の場合と比較して行った。その結果以下のことがわかった。

- Galileo 併用時は GLONASS 併用時に比べ高い Fix 率を確保できた。
- マルチパス環境では、Galileo 併用時は GLONASS 併用時に比べ衛星数が少ないが、同じ衛星配置の下では精度向上効果が高い傾向にあった。

今後の予定としては、Galileo の衛星数が増えた際に測位精度の変化がみられるかを検証する。

参考文献

- 1) 国土地理院: マルチ GNSS 測量マニュアルー近代化 GPS : Galileo 等の活用ー (<https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/multignss/>) (入手日付 2020. 1)