

F1-20

高精度衛星測位における Galileo の特性に関する研究 Study on the Characteristics of Galileo High Precision Satellite Positioning

○宇野敬太¹, 佐田達典², 江守央²*Keita Uno¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: EU's Galileo is the Global Navigation Satellite System (GNSS) expected to be widely used around the world including Japan. This study was conducted to inspect the Galileo positioning accuracy. The data obtained from measurements in 24 hours with GNSS was evaluated by comparing GPS and the combination of other satellite systems. The results show that the combined GPS/Galileo positioning accuracy is higher than the GPS-only. Moreover, the combined GPS/Galileo/QZSS showed higher positioning accuracy.

1. はじめに

EU が整備する GNSS (Global Navigation Satellite System) である Galileo は2020年に完全運用が予定されている。Galileo は2016年12月に初期サービスが開始され^[1], 全世界に高精度の測位サービスを提供するが, 日本でも GPS や準天頂衛星などととも自動運転や航空機の運行管理など幅広く利用することが見込まれる^[2].

本研究では, Galileo と GPS や準天頂衛星など他の衛星系を併用することを想定とした測位精度の検証を行い, さらに現在すでに運用されているロシアの GLONASS と比較することにより Galileo の特性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

(1) 実験概要

測位実験は日本大学理工学部船橋校舎7号館屋上の基準局と移動局2つの観測点で日本時間2018年3月6日12時から翌日12時まで24時間 GNSS 観測を行い, キネマティック測位で1秒毎にデータを取得した。基準局と移動局の参照値は電子基準点「白井」を用いてスタティック測位による基線解析で求めた。受信機は Trimble NetR9 を使用した。なお, 観測地点周辺に遮蔽物は無く, 観測条件は良好であった。

(2) 解析概要

データの解析には RTKLIB を用い, GPS 単独及び Galileo, QZSS を併用, GLONASS を併用した際の解析結果の比較を行う。解析結果の評価指標として観測衛星数, DOP 値, Fix 率, RMS 誤差, 2drms 等の各種データを求め, 測位精度の検証を行う。なお, 解析を行う際は仰角マスクを 15° に設定した。

3. 解析結果

Table1 には, 衛星の組み合わせ毎の 24 時間平均の観測衛星数と DOP 値を示す。衛星の幾何学的配置が精度劣化に与える指標として DOP があるが, 水平方向の DOP は HDOP, 鉛直方向の DOP は VDOP である。**Table2** には, Fix 率及び Fix 解における RMS 誤差, 2drms を示す。

Table1. Average number of observed satellites and DOP

	Average number of satellites	HDOP	VDOP
G	7.48 satellites	1.23	2.10
G + E	11.71 satellites	0.91	1.51
G + E + J	14.08 satellites	0.84	1.30
G + R	13.47 satellites	0.81	1.41

G : GPS, E, Galileo, J : QZSS, R : GLONASS

Table2. RMS errors, 2drms and Fix rate

	RMS errors			2drms (mm)	Fix rate (%)
	X- coordinate (mm)	Y- coordinate (mm)	Elevation (mm)		
G	1.8	3.1	3.9	7.2	100.0
G + E	1.4	3.0	3.2	6.6	100.0
G + E + J	1.4	2.9	2.6	6.5	100.0
G + R	1.3	3.0	3.2	6.5	99.9

G : GPS, E, Galileo, J : QZSS, R : GLONASS

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通

Figure1 には、観測を行った 24 時間における Galileo 及び GLONASS の天空図を示す。HDOP と 2drms の関係を Figure2 に示す。VDOP と標高の RMS 誤差の関係を Figure3 に示す。これらのグラフは 24 時間観測で得たデータの Fix 解を対象に衛星の組み合わせ別に HDOP と 2drms, VDOP と標高の RMS 誤差を散布図にプロットし、近似直線でその関係を表したものである。

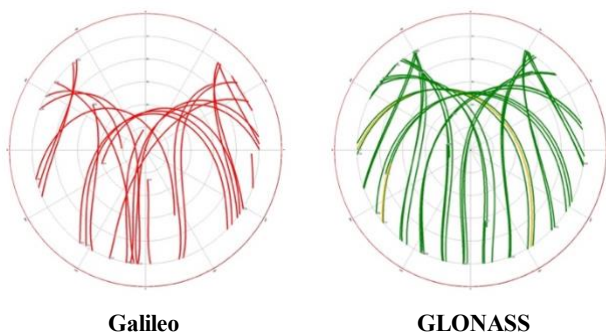
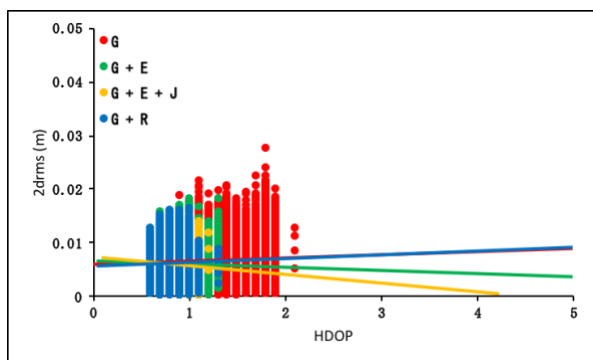


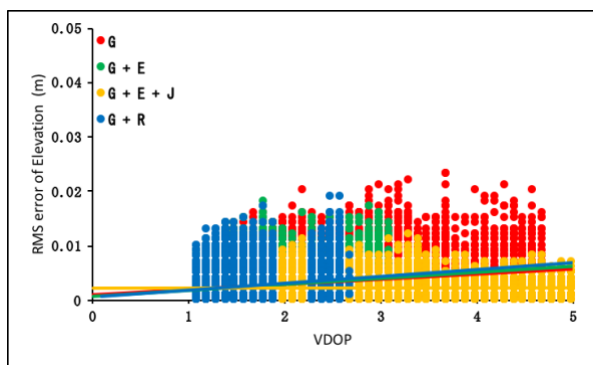
Figure1. Skyplot

(03/06/2018 12:00 - 03/07/2018 12:00 JST)



G : GPS, E, Galileo, J : QZSS, R : GLONASS

Figure2. Relationship between HDOP and 2drms



G : GPS, E, Galileo, J : QZSS, R : GLONASS

Figure3. Relationship between VDOP and RMS error of Elevation

4. 考察

Table1 より GPS + Galileo は GPS + GLONASS に比べ観測衛星数は少なく、DOP 値は大きいことがわかる。また、Figure1 より GLONASS は Galileo に比べ低仰角部で多く観測できており、GPS + GLONASS は GPS + Galileo + QZSS と比較しても HDOP の値が小さい。また、GPS 単独に比べ衛星系を併用すると、RMS 誤差、2drms が小さくなっている。

Figure2 より近似直線の傾きは、GPS 単独と GPS + GLONASS で同等であるのに対し、GPS + Galileo で小さくなっている。GPS に GLONASS を併用するよりも Galileo を併用する方が同じ HDOP に対し、2drms が小さくなる傾向があることから、今後、Galileo の衛星数が増えると、さらに測位精度の向上が期待できる。さらに、Figure2 と Figure3 より GPS + Galileo + QZSS の近似直線の傾きは、他の組み合わせに比べ小さくなっていることから平面方向、高さ方向共に QZSS の併用効果は大きいといえる。

5. おわりに

本研究では、Galileo と GPS, QZSS を併用した際の精度検証を遮蔽物の無い環境下で行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) GPS に Galileo を併用することで測位精度の向上がみられた。
- 2) GPS + Galileo は GPS + GLONASS に比べ観測衛星数が少なく DOP 値が高いが、同等以上の精度を得ることができた。
- 3) GPS + Galileo に QZSS を併用することにより平面方向、高さ方向共に精度が向上した。

今後の予定として、Galileo と GPS などの他の衛星系を併用する際に、測位精度の変化がみられるか異なる観測条件の他の地点でも検証する。

6. 参考文献

[1] European GNSS Agency (GSA) : “Galileo & EGNOS : The EU Satellite Navigation Programmes explained”

(https://www.gsa.europa.eu/sites/default/files/galileo-egnos_brochure_2017_web_1.pdf) (入手日付 2018.5)

[2] 国土地理院 : 「マルチ GNSS 測量マニュアル～近代化 GPS : Galileo 等の活用～」

(<https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/multignss/>) (入手日付 2018.5)