

F1-22

GPS に Galileo と QZSS を併用した高精度衛星測位の特性に関する研究

A study on the characteristics of high precision satellite positioning in combination with GPS, Galileo and QZSS

○對馬和希¹, 佐田達典², 江守央²*Kazuki Tsushima¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract : The purpose of this study is to examine the combined effect of the QZSS and the Galileo to the GPS. The results showed that vertical accuracy was improved when QZSS was used with GPS, and horizontal accuracy was improved when Galileo was used with GPS. When using the GPS, Galileo and QZSS, the accuracy was most improved.

1. はじめに

従来、衛星測位に関しては米国が運用するGPSが主に利用されてきた。しかし近年では、ロシアが運用するGLONASS等各国でGNSS(Global Navigation Satellite System)の開発がされている。欧州では、Galileoの開発が進められ、日本でも準天頂衛星(QZSS)の開発が進められている。2017年3月に日本と欧州の間で衛星測位の相互利用協定が締結されたこともあり、GalileoとQZSS利用が今後日本でも広く利用されることが見込まれる。それに伴い、国土交通省が進めているi-Constructionでは、衛星測位システムから得られた位置情報をもとに自動化施工が行われている。

本研究では平成30年3月から試験サービスではあるがQZSSが4機体制になった事を受け、GPSとGalileo及びQZSS併用時に精度検証を行い、現在の日本において、どの程度の精度が得られるかを検証した。

2. 実験概要

(1) 観測方法

GPS, Galileo 及び QZSS のデータを取得することを目的に日本大学理工学部船橋校舎 7 号館屋上で受信機を 2 台設置し、日本時間 2018 年 3 月 6 日 12 時から 3 月 7 日 12 時までデータ取得間隔 1 秒のキネマティック測位を 24 時間行い、衛星データを取得する。

Figure 1 に観測の様子を示した。基準局(左)と移動局(右)と設定し、これらの参照座標は、電子基準点「白井」(千葉県白井市)の 24 時間の観測データを用いて、スタティック測位による基線解析で求めた。

受信機は GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, 準天頂衛星に対応する受信機である Trimble 社の NetR9 を使用した。

(2) 解析方法

24 時間測位の測位データを後処理基線解析ソフトウェアである RTKLIB を用いて解析を用い、衛星軌跡を



Figure 1. The site of GNSS observation

示す天空図、測位解の標準偏差、平均観測衛星数、幾何学的精度劣化率(GDOP)、位置精度劣化率(PDOP)、水平精度劣化率(HDOP)、垂直精度劣化率(VDOP)、RMS 誤差、2drms を求めた。RMS 誤差と 2drms は取得した参照値と比較し求めた。この値を比較し、精度の検証を行った。2drms は既知の点で連続して測位した際、二次元において距離の rms の 2 倍と定義される。

基準局と移動局とでキネマティック解析を行った。また、Galileo が最も多い 3 時間(JST 14:30-17:30)を選択し、解析を行った。

3. 解析結果

24 時間のうち解析を行った時間帯は JST 14:30-17:30 の 3 時間である。この時間帯を選択した理由は、実験を行った際に Galileo が 24 時間の中で、平均で 5.2 機と一番多い 3 時間であったためである。解析結果として、Figure 2 に天空図と平均観測衛星数を示した。さらには Table 1 に RMS 誤差と 2drms を示した。そして Figure 3 に Fix 解の平面座標分布図と各種 DOP 値を示した。

4. 考察

(1) GPS と GPS+Galileo の比較

Table 1 より、GPS+Galileo は GPS と比べ 2drms が小さくなり精度は向上した。また、Figure 2 より GPS+Galileo は観測衛星数が多く、東西南北に満遍なく分布していることが分かる。Figure 3 から GPS+Galileo の HDOP が小さくなっているため、Galileo を併用すると水平方

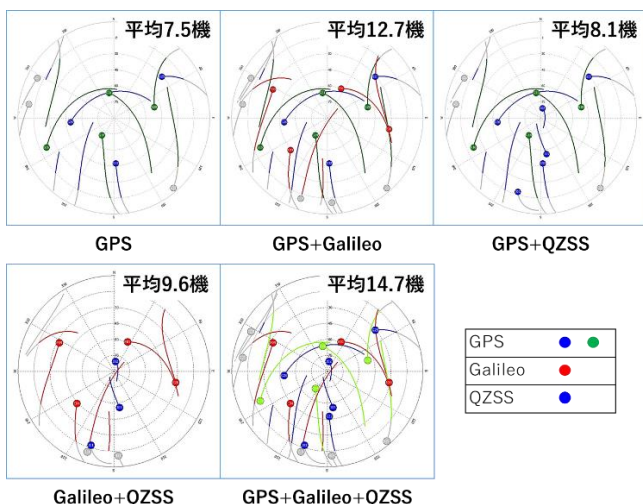


Figure 2. Skyplot of GPS, Galileo and QZSS of Rover (Time JST 14:30-17:30)

Table 1. RMS error and 2drms (mobile station Rover)

	RMS誤差(mm)			2drms (mm)
	X座標	Y座標	標高	
GPS	0.89	3.49	3.32	2.41
GPS+Galileo	0.78	3.28	3.31	1.83
GPS+QZSS	0.70	3.74	3.11	2.03
Galileo+QZSS	1.78	2.47	8.62	2.79
GPS+Galileo+QZSS	1.11	3.13	3.08	1.59

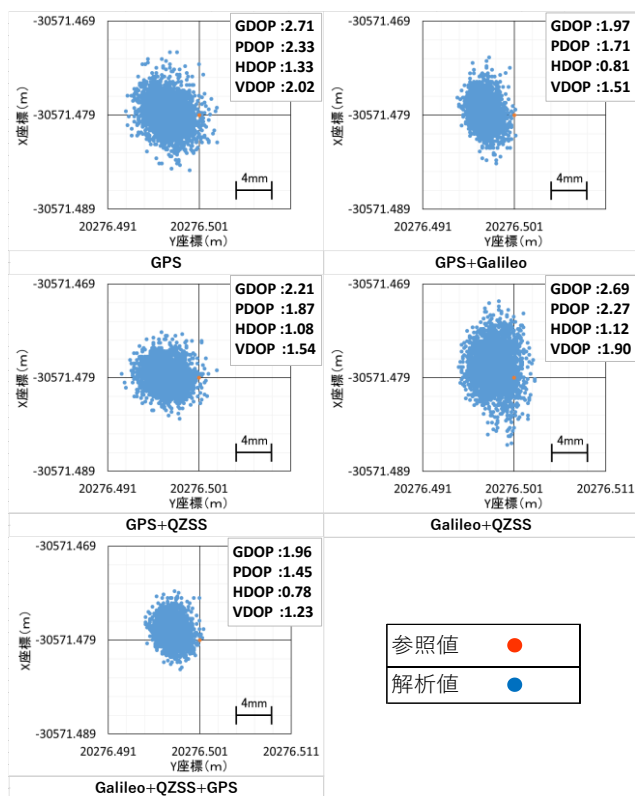


Figure 3. Scatter plots of horizontal error in station Rover

向の精度を向上させることが分かった。

(2) GPS と GPS+QZSS の比較

Table 1 より 2drms が GPS よりも GPS+QZSS の方が小さくなり精度が向上した. 特に GPS+QZSS の標高の RMS 誤差が小さくなっていた. また Figure 3 より GPS+QZSS の方が GPS よりも VDOP の値が小さい. 理由として, Figure 2 より QZSS が天頂に 1 機存在することが挙げられる.

(3) GPS と Galileo+QZSS の比較

Table 1 より, 2drms は Galileo+QZSS よりも GPS の方が小さな値となった. Figure 2 から, Galileo+QZSS の天頂に存在する衛星は QZSS1 機のみであり, その他の衛星は比較的低位角に位置している. また Figure 3 から, 測位解は GPS よりも Galileo+QZSS の方がばらつきが大きいことが分かる. したがって, Galileo+QZSS では GPS の精度には及ばないと言える.

(4) GPS と GPS+Galileo+QZSS の比較

Table 1 より, 2drms は GPS+Galileo+QZSS が最小となった. また Figure 3 においてもすべての DOP 値が GPS+Galileo+QZSS は最小となった. 理由として, Figure 2 から最も平均観測衛星数が多いことと, 天空上にバランスよく衛星が分布していることが挙げられる. 水平方向の精度を向上させる Galileo, 鉛直方向の精度を向上させる QZSS を GPS に併用した効果が大きく表れている結果となった.

5. 終わりに

今回の結果から, GPS と Galileo は水平方向, GPS と QZSS は 鉛直方向の精度を高めることが確認できた. 今後 Galileo と QZSS の衛星数がさらに増えた場合, 精度が向上する可能性は十分に考えられる. そのため, 今後も継続的に観測を行い, 検証していく. また, 今回は遮蔽物がない環境下で実験を行ったが, 今後は遮蔽環境下でどのような結果が得られるか実験を行い, 解析を行う必要もある.

謝辞

実験にご協力いただいた, 前日本大学理工学部 (現ジェノバ) の池田隆博氏に心より謝意を表す.

参考・引用文献

[1] みちびき公式サイト - 内閣府
 < <http://qzss.go.jp/> > (最終閲覧日 2018.9)