

## マルチパス環境下の高精度移動体測位における GPS/QZSS/Galileo の利用効果に関する研究

三井住友建設	正会員	○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、日本の準天頂衛星測位システム（QZSS）、欧州の Galileo 等の整備、運用が進められている。QZSS、Galileo は、GPS と互換性が高く、品質の高い信号を送信するため、これらを活用することで都市部等の遮蔽物による信号の遮断やマルチパスの影響を受けることが懸念される環境下においても、自動運転支援などの cm 級の高精度が要求されるアプリケーションにも役立てることができる可能性がある。本研究では、マルチパス環境下において GPS+QZSS+Galileo の利用効果について検証を行ったので、その結果を報告する。

## 2. 測位評価実験

### (1) 実験概要

GNSS による移動体測位実験を日本大学理工学部船橋キャンパス構内の図-1 に示す実験経路で行った。実験経路には、建物や樹木といった測位精度に影響する障害物が多く存在する。2019 年 8 月 1 日 1 時 (UTC) から 18 分 (1 Hz の取得間隔) の実験データを取得した。使用した受信機は Trimble NetR9 である。本実験では、GPS と QZSS は L1+L2+L5、Galileo は E1+E5(altboc)信号を使用した。基準局は移動局近傍に設置し、キネマティック測位を行った。

### (2) 解析方法

データの後処理解析は RTKLIB を用いて行った。cm 級の精度が得られた可用性を示す指標として、Fix 率で測位の評価を行った。なお、Fix 率は、観測時間帯のうち数 cm 程度となる Fix（厳密）解が得られた割合を示す。なお、整数値バイアスの決定方法は瞬時 AR(エポックごとに整数バイアスを決定)、解析に使用した衛星は仰角 15° 以上とした。



図-1 実験経路 (Google Earth より作成)

## 3. 実験結果

### (1) 衛星配置

図-2 に観測を行った時間帯の衛星配置を示す。GPS、QZSS、Galileo は比較的高仰角部で観測できているが、GLONASS は仰角 60 度以下でしか観測できていない。低仰角部の衛星ほど障害物の影響を受けることが懸念されるが、準天頂衛星である J03 は観測時間内で天頂付近に滞在しているため障害物の影響を受けず、信号が途絶えることなく観測できていた。

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

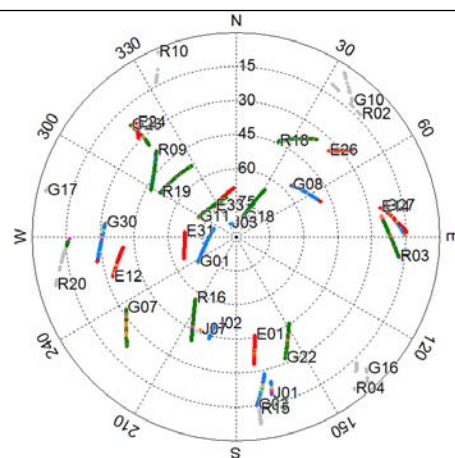


図-2 衛星配置

キーワード QZSS, Galileo, multipath, 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

## (2) 可用性

GPS/QZSS/Galileo の利用効果を評価するために、比較対象として従来から利用されている GPS/GLONASS の結果と合わせて、表-1 に Fix 率を示す。GPS/GLONASS に比べ GPS/QZSS/Galileo では高い Fix 率を得られている。これは、遮蔽区間において GPS/GLONASS では数 m に及ぶ Float 解が頻発していたが、GPS/QZSS/Galileo では cm 級の Fix 解が安定して取得できていたためである (図-3)。

表-1 Fix 率

衛星パターン	Fix 率
GPS/GLO	72.5[%]
GPS/QZS/GAL	77.3[%]



図-3 測位結果の拡大図 (Google Earth より作成)

## (3) 信号強度

精度に与える要因を衛星毎に分析するために、図-3 に示した精度劣化地点における L1 帯の信号強度 (例として GLONASS と Galileo) を図-4 に示す。

信号強度は、信号電力と雑音電力スペクトル密度の総和の比である搬送波雑音電力密度比  $C/N_0$  (Carrier to Noise Ratio) で出力される。Galileo による信号は高仰角で 50dBHz 強、低仰角では 40dBHz 弱以下のものが多くなる。しかし、可視衛星による直接波以外の信号である回折波ならびに反射波といったマルチパス波を受信した場合の信号強度は劣化する傾向にある。Galileo では直接波を受信できており信号強度が高いものも多くある一方で、GLONASS の信号強度は全体的に値が低く、建物に遮蔽された衛星からの信号はほとんど受信できていない。GLONASS の測位精度向上効果は低く、逆にマルチパスの影響を受ける環境では可用性低下につながる事が懸念される。

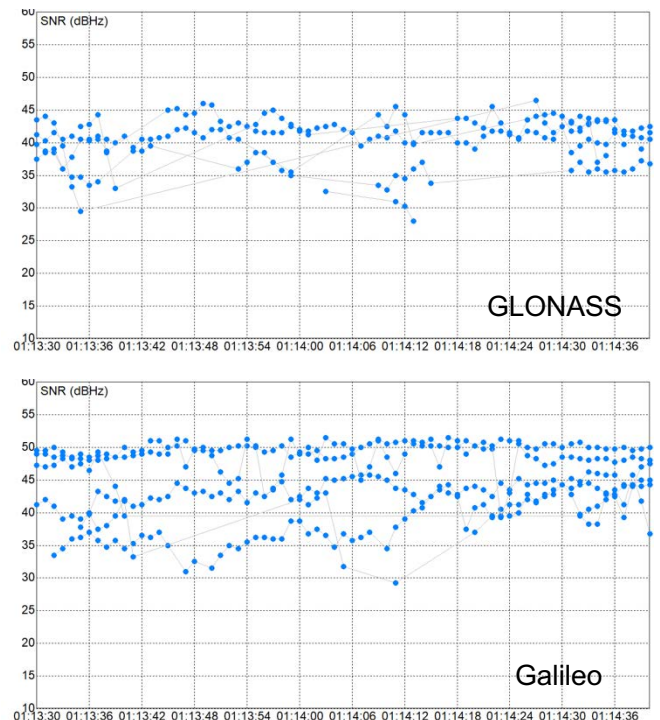


図-4 衛星毎の信号強度 (L1 帯) (RTKLIB より作成)

## 4. おわりに

本研究では、マルチパス環境での高精度移動体測位における GPS+QZSS+Galileo の利用効果について評価を行った。従来から利用されてきた GPS+GLONASS に比べ GPS+QZSS+Galileo では高品質な信号が確保できるため、マルチパスの影響を受けやすい遮蔽環境下では高い可用性を得られることがわかった。

今後、QZSS や Galileo のアップデートが予定されているため、継続的な検証を行う必要がある。