

# マルチ GNSS による高精度測位技術の開発 -衛星系を組み合わせる技術- Development of a new precise positioning technique using multi-GNSS signals

鎌苅裕紀 古屋智秋 万所求 辻宏道 田中和之 宮川康平 佐藤雄大 畑中雄樹 宗包浩志 川元智司  
Yuki Kamakari Tomoaki Furuya Motomu Mandokoro Hiromichi Tsuji Kazuyuki Tanaka  
Kohei Miyagawa Yudai Sato Yuki Hatanaka Hiroshi Munekane Satoshi Kawamoto

## 1. はじめに

国土地理院では、国土交通省総合技術開発プロジェクト「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム（マルチ GNSS）による高精度測位技術の開発（平成 23 年度～26 年度）」（以下、「総プロ」という。）として、複数の衛星系を統合的に利用し、短時間で高精度測位を行うための技術開発を行っている。総プロでは、各衛星系のデータを、個別ではなく、自由自在に組み合わせて統合的に利用する技術等の開発を行い、公共測量に適用するための標準化に取り組んでいる。本稿では、この技術開発の中で検証を行ったマルチ GNSS のデータを利用する際に考慮すべきバイアスやその補正方法等について紹介する。なお、プロジェクトの実施にあたっては、外部有識者委員会を開催し、各種アドバイスを得ている（[http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss\\_main.html](http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss_main.html)）。

## 2. 測位信号の特性の違いによる影響

異なる衛星系間で位相差を取る解析（以下、「統合解析」という。）の実現のためには、各衛星系の測位信号の特性の違いにより生じる測位信号への影響を補正する必要がある。

### 1) GLONASS 受信機チャンネル間バイアス

GLONASS のデータを処理する場合、GLONASS 受信機チャンネル間バイアス（Inter Frequency Bias. 以下、「IFB」という。）の補正が必要となる。IFB は、GLONASS 特有の FDMA 方式（衛星によって信号の周波数を少しずらし、衛星番号を識別する方式）で送信される信号を受信機が受信した際、受信機の群遅延特性の周波数依存性に伴い発生するバイアスであり、その大きさは受信機種によって異なる<sup>[1]</sup>。そのため、異なる受信機間における GLONASS を含む解析では、補正が必要である。

IFB は、総プロの実証実験において、観測条件によって大きく変化しないことを確認した。これより、あらかじめ受信機種の組み合わせ毎に推定しておいた値を使って補正することが可能である。

### 2) 衛星系間受信機ハードウェアバイアス

受信機ハードウェアバイアス（Inter System Bias. 以下、「ISB」という。）は、受信機の各衛星系回路間の遅延差に起因して発生するバイアスである<sup>[2]</sup>。統合解析の場合、異なる衛星系間で位相差を計算する必要があるために、ISB の影響を無視することができず、補正が必要である。ISB は、擬似距離で発生する擬似距離 ISB と、搬送波位相で発生する搬送波位相 ISB に分けられる。

検証の結果、それぞれバイアスの大きさが異なること、また、どちらのバイアスも衛星系の組み合わせによって挙動が異なることが分かった。

擬似距離 ISB は、GPS-QZSS 間、GPS-Galileo 間では、あらかじめ受信機種毎に一定で、推定しておいた値を使って補正が可能であった。しかし、GPS-GLONASS 間では、アンテナの組み合わせや受信機交換によって変化するため、アンテナ等の組み合わせも考慮して推定しておいた値での補正、もしくは解析時に ISB を推定する補正が必要である。

搬送波位相 ISB は、GPS-QZSS 間については受信機に関わらず、FIX 率に影響を与える差が生じておらず補正は不要である。また、GPS-Galileo 間はあらかじめ受信機種毎に推定しておいた値を使って補正が可能であった。一方、GPS-GLONASS 間は受信機を再起動する度にランダムに変化することが確認された。よって、あらかじめ推定した値を使っての補正が困難なため、解析時に搬送波位相 ISB を推定する補正が必要である。

### 3) L2P(Y)-L2C 間の 1/4 周期のずれ

近代化 GPS では L2P(Y)と L2C を、QZSS は L2C を送信している。この L2P(Y)と L2C は、信号強度が異なるだけでなく、位相を 1/4 周期ずらして送信されている。このずれを確認すると、受信機種によって処理が異なり、そのまま出力しているものと内部で補正しているものがあり、後者にも符号の異なる 2 種類の補正方式があることが分かった。そのため、異なる受信機種間で解析を行うためには、受信機種に合わせて 1/4 周期のずれを補正する必要がある。

## 3. 今後の計画

国土地理院では、複数の衛星系を統合的に利用し、短時間で高精度測位を行うための技術開発を行っており、その過程において、IFB や ISB をはじめとする様々なバイアス補正方法を検討し、その結果を実装した検証用のソフトウェア（GNSS Survey Implementation Library. 以下、「GSILIB」という。）の開発を行っている。

今後、GSILIB を用いた現地実証実験等により、観測地点の条件に応じた最適な衛星の組み合わせやデータ補正方法といったマルチ GNSS 高精度測位に必要な観測・解析方法を検証し、測量分野等での活用に向けた取りまとめを実施する予定である。

## 参考文献

[1] Wanninger, L. (2011): Carrier-phase inter-frequency biases of GLONASS receivers, *Journal of Geodesy*, 86, 139-148.

[2] Cai, C., and Gao, Y. (2007): Precise point positioning using combined GPS and GLONASS observations, *Journal of Global Positioning System*, 6(1), 13-22.