

2014 準天頂衛星の測量利用に向けた取り組み

○古屋智秋, 酒井和紀, 万所求, 辻宏道, 山口和典,
川元智司, 宮川康平, 矢萩智裕, 畑中雄樹, 宗包浩志 (国土交通省国土地理院)

Status report of the approach for geodetic survey using QZSS signals
Tomoaki Furuya, Kazuki Sakai, Motomu Mandokoro, Hiromichi Tsuji, Kazunori Yamaguchi,
Satoshi Kawamoto, Kohei Miyagawa, Toshihiro Yahagi, Yuki Hatanaka and Hiroshi Munekanu (GSI)

Key Words: GEONET, multi-GNSS, Geodetic survey

Abstract

GSI has been operating a nationwide dense GNSS network, called GEONET, since 1996. It provides both continuous GNSS data for land survey and daily site coordinates with an accuracy of millimeter for crustal deformation monitoring. GSI updated all receivers and antennas of GEONET stations, and started to provide QZSS and GLONASS data from May 10th, 2013. GSI is also developing and standardizing a new precise positioning techniques which deal with multiple GNSS constellations, GPS, QZSS, GLONASS, and Galileo, in order to mainly encourage effective surveys at places where are currently difficult to carry out them using only GPS signals.

1. はじめに

衛星測位については、既にカーナビ等で利用されている GPS をはじめ、準天頂衛星、GLONASS、Galileo などの整備・運用が進められているところであり、衛星測位システムの一層の充実が今後期待される。こうした状況において、これらの衛星測位システムを個別ではなく一体的に利用することで、上空視界が限られ GPS のみでは衛星数が確保できず、測位が困難なビル街や山間部等でも測位が可能となることが期待される。また、測量作業等においては、衛星数や測位信号が増加することで観測時間が短縮され、作業の効率化につながることが期待される。

こうしたことから、国土地理院では、全国約 1,300 箇所に設置した「電子基準点」と呼ばれる測位衛星の観測施設の GNSS 対応に向けた更新や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 23~26 年度)」(以下、「技術開発」という。)として、準天頂衛星を含む複数の衛星測位システムを統合的に利用する技術等の開発を実施し、公共測量に適用するための標準化に取り組んでいる。

2. 電子基準点の GNSS 対応

国土地理院では、電子基準点を用いて、連続観測を行い、我が国の位置の基準を定める測量や地殻変

動観測を実施するとともに、一般の測量や高精度測位サービスのために観測データや解析結果を提供している。

この電子基準点について、近代化 GPS や準天頂衛星、GLONASS への対応として、平成 21 年 (2009 年) より順次、観測機器の更新を実施し、平成 25 年 (2013 年) 5 月 10 日、従来の GPS に加え、電子基準点で観測した準天頂衛星及び GLONASS データの提供を全国で開始した。観測データは、国土地理院ホームページ (<http://terras.gsi.go.jp/ja/index.html>) からダウンロードできる。データは、様々な利用者を想定し、表 1 に示す 3 種類のフォーマットで提供しており、いずれも 30 秒毎の観測データと放送暦を RINEX で収納したものである。また、平成 25 年 (2013 年) 4 月、準天頂衛星に正式対応した RINEX ver.3.02 が公開されており、今後対応する予定である。

表 1 観測データの種類

種別	フォーマット	周波数帯
GPS	RINEX ver.2.10	L1, L2
GPS+GLO	RINEX ver.2.11	L1, L2
GPS+GLO+準天頂衛星	RINEX ver.2.12 QZSS extension	L1, L2, L5

3. マルチ GNSS による高精度測位技術の開発

国土地理院では、準天頂衛星を含む複数の衛星測位システムを統合的に利用し、短時間で高精度測位

を行うために必要となる、異なる衛星系間のバイアスを処理する技術、複数の周波数信号を組み合わせる技術、受信機特性を処理する技術等の開発、並びにマルチ GNSS による高精度測位技術を公共測量に適用するための標準化に取り組んでいる。

3.1 衛星系を組み合わせる技術の開発

GPS と準天頂衛星を併用した解析において、擬似距離 ISB、L2C 搬送波位相 1/4 サイクルシフトについて、それら補正の必要性を確認し、補正して解析を行った結果、Fix 率が上昇することが分かった。

また、GPS、GLONASS の衛星系間で位相差をとる“統合解析”を行う際に課題となる IFB、擬似距離・搬送波位相 ISB について補正技術を検討した。その結果、これらのバイアスを受信機の組み合わせ毎に事前に推定した値で補正することにより“統合解析”が可能となることが分かった。

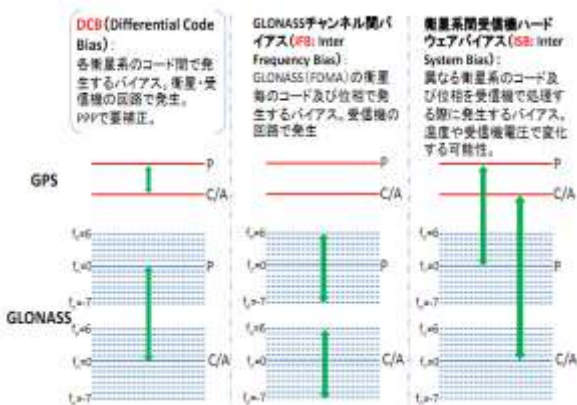


図 1 各種バイアスの概要

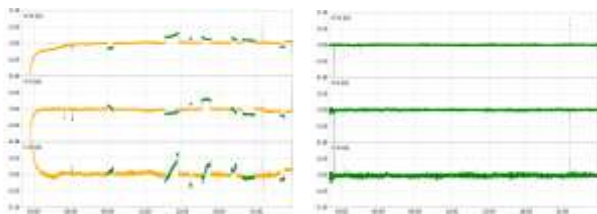


図 2 GPS+準天頂衛星 基線解析結果
左：補正なし 右：補正あり
緑：FIX 解 黄：FLOAT 解 基線長：0m

3.2 マルチ GNSS 解析システムの開発

3.1 の開発結果を基に、GNSS のデータを統合的に利用して、短時間に高精度の位置情報を取得し、測量等に適用することが可能なマルチ GNSS 解析システム（「GSILIB」と命名。）の開発を進めている。平成 24 年度には、予定されている機能の一部（GPS、

準天頂衛星、GLONASS の L1、L2 信号を利用した測量計算）を実装した GSILIB のプロトタイプ（以下、「プロトタイプ」という。）を開発した。プロトタイプは、研究用のオープンソースソフトウェアである RTKLIB v2.4.1 をベースに必要な拡張を加えたものである。

3.3 今後の計画

引き続き、残された課題である搬送波位相 ISB の安定性の確認、ISB の補正手法の確立等の技術の開発を行いつつ、これまで開発したプロトタイプを基に、GPS、準天頂衛星、GLONASS、Galileo の L1、L2、L5 信号を統合して利用し、複数基線解析にも対応した GSILIB を開発することとしている。また、これを用いた現地実証実験により、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・解析方法を検証する。特に、測量分野で活用できるように、公共測量の種類に応じた最適な観測・解析方法を確立し、作業規程の準則改正案として取りまとめる。この他、地殻変動把握や情報化施工等の分野における活用方策を検討する予定である。

4. まとめ

電子基準点の GNSS 対応については、現在利用できる GNSS への対応は完了し、平成 25 年（2013 年）5 月 10 日、GPS に加え、準天頂衛星及び GLONASS データの提供を全国で開始した。

技術開発においては、複数の衛星測位システムを統合的に利用する際の障害となる様々なバイアスの存在を確認し、それら補正する手法の検討を行った。今後は、引き続き、補正技術等の開発を進めつつ、それら技術の測量分野等での活用に向けた取りまとめ実施する予定である。

参考文献

- 辻宏道他:電子基準点のGNSS対応の現状と計画、写真測量とリモートセンシング、Vol.52(3)、110-113、2013.
- Takasu, T : RTKLIB: An Open Source Program Package for GNSS Positioning, <http://www.rtklib.com/>
- 国土地理院：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, http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss_main.html