

## Development of a new precise positioning technique using multi-GNSS signals

#古屋智秋<sup>1</sup>, 酒井和紀<sup>1</sup>, 辻宏道<sup>1</sup>, 川元智司<sup>1</sup>, 豊田友夫<sup>1</sup>, 森下一<sup>1</sup>, 矢萩智裕<sup>1</sup>,  
平井英明<sup>1</sup>, 石川典彦<sup>1</sup>, 根本悟<sup>1</sup>, 宮川康平<sup>1</sup>, 宮原伐折羅<sup>1</sup>, 畑中雄樹<sup>1</sup>, 宗包浩志<sup>1</sup>

1: 国土地理院

Tomoaki Furuya<sup>1</sup>, Kazuki Sakai<sup>1</sup>, Hiromichi Tsuji<sup>1</sup>, Satoshi Kawamoto<sup>1</sup>, Tomoo Toyoda<sup>1</sup>,  
Hitoshi Morishita<sup>1</sup>, Toshihiro Yahagi<sup>1</sup>, Hideaki Hirai<sup>1</sup>, Norihiko Ishikawa<sup>1</sup>, Satoru Nemoto<sup>1</sup>,  
Kohei Miyagawa<sup>1</sup>, Basara Miyahara<sup>1</sup>, Yuki Hatanaka<sup>1</sup>, Hiroshi Munekane<sup>1</sup>

1: Geospatial Information Authority of Japan

### はじめに

国土地理院では、平成 23 年度より、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)として、これまで GPS 測量が困難であったビル街等を含め、国土管理に必要な高精度測位の効率的な実施のため、米国の GPS をはじめ、日本の準天頂衛星 QZSS, ロシアの GLONASS, EU の Galileo といった各国の衛星測位システムのデータを統合的に利用するマルチ GNSS 高精度測位技術の開発及び標準化に向けた検討を進めている。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、大学や関係機関のアドバイスを得ている。(プロジェクト HP:[http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss\\_main.html](http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss_main.html))

本発表では、平成 23 年度に実施した高精度測位技術等の開発や解析技術の検証に向けた取り組みの概要、平成 24 年度の計画について報告する。

### 技術開発の内容

#### 1) マルチ GNSS の解析技術等の開発

新たな周波数帯 L5 を含む複数周波数信号を組み合わせることにより、従来の精度を維持しつつ、より短い時間で測位解を安定して得られる計算手法の検討や、複数の衛星系の観測データを組み合わせることにより、現状の GPS だけでは測位が困難な地域でも測位解が安定して得られる計算手法の検討を実施した。さらに、これらの検討結果及び各衛星測位システムを用いた高精度測位に必要な共通解析技術を踏まえ、マルチ GNSS のデータを統合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 解析システムの基本設計を行った。なお、計算手法の検討にあたっては日立造船株式会社・東京海洋大学・立命館大学、マルチ GNSS 解析システムの基本設計にあたっては富士通株式会社が実施した。

#### 2) 解析技術の検証と確立

QZSS を含むマルチ GNSS の観測が可能な受信機を調達し、つくばにおいて GNSS 衛星の試験観測を行い、各衛星のデータ品質及び特性を評価した。

### 結果

## 1) マルチ GNSS の解析技術等の開発

実測データから得られたマルチパスによる観測誤差モデルと、異機種受信機間の基線解析において発生する GLONASS 受信機チャンネル間バイアスの計算を行った。これらの補正を GPS と GLONASS を用いた基線解析で行った結果、補正を行わなかった場合と比較し、初期化時間の短縮、Fix 率の向上が確認された(表1)。

また、L1, L2, L5 の 3 周波を用いたアンビグイティ決定手法については、3 周波の様々な線形結合を利用した解法である「TCAR(Three Carrier Ambiguity Resolution)」と、長基線においても安定して高精度に測位できると考えられる「電離層推定+ILS(Integer Least Squares:整数最小二乗法)」の検討を行った。その結果、「TCAR」「電離層推定+ILS」のいずれも、アンビグイティが Fix した状態ではミリオーダーの精度が得られ、「電離層推定+ILS」の場合には、3 周波を利用することで解の収束時間が改善されることが確認された。

これらの結果を踏まえ、マルチ GNSS 解析システムに対する機能要求や性能要求等から基本設計を実施した。マルチ GNSS 解析システムは、RTKLIB 2.4.1(Takasu, 2011)をベースとして機能を拡張させ、マルチ GNSS 高精度測位技術の標準化のためのシミュレーションや現地実証実験に利用する他、ソフトウェアをオープンソースライセンスの下で公開し、電子基準点データの解析を含む測地学や測量分野での利用も想定している。

## 2) 解析技術の検証と確立

試験観測の結果、QZSSを解析に加えたことによる解析結果の精度の低下は確認されず、QZSSがGPSの補完機能を果たしていることが確認された。また、ビル街や急峻な山間部の谷間などで仰角が狭められ、衛星数が制限される場合を想定した解析を行った場合では、GPSのみでは捕捉される衛星数が足りずに測位が行えなかった条件下においても、試験観測によるデータは少ないものの、QZSSを加えることで測位が可能になる場合が見られた。

表1 GPS+GLONASS 基線解析での解析結果

測位方式:キネマティック 観測データ期間:24 時間 エポック間隔:30 秒 基線長:1 m

受信機 組合せ	観測誤差 モデル適用	GLONASS チャンネル間 バイアス補正	初期化時間 (エポック)	Fix率 (%)	RMS E-W (m)	RMS N-S (m)	RMS U-D (m)
JAVAD-	×	×	1078	0.9	0.0009	0.0060	0.0065
NovAtel	○	○	<u>1</u>	<u>86.1</u>	0.0021	<u>0.0052</u>	<u>0.0059</u>

## 今後の計画

平成24年度は、これら平成23年度の結果を踏まえつつ、GPS-GLONASS間の二重位相差を用いた基線解析の計算手法の検討を実施し、マルチGNSS解析システムのプロトタイプとして、GPS、QZSS、GLONASSの複数基線解析が可能なソフトウェアの開発を行う予定である。また、2)解析技術の検証と確立においては、引き続き現地試験観測によるデータの品質評価を行っていく。