999　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

#古屋智秋[1]，酒井和紀[1]，万所求[1]，辻宏道[1]，山口和典[1]，
宮川康平[1]，矢萩智裕[1]，畑中雄樹[1]，宗包浩志[1]，川元智司[1]
1: 国土地理院
Tomoaki Furuya[1], Kazuki Sakai[1], Motomu Mandokoro[1], Hiromichi Tsuji[1],
Kazunori Yamaguchi[1], Kohei Miyagawa[1], Toshihiro Yahagi[1], Yuki Hatanaka[1],
Hiroshi Munekane[1], Satoshi Kawamoto[1]
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，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に必要となる技術開発を行い，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．本発表では，平成 24 年度までに得られた成果を基に各衛星系を組み合わせて精密測位を行う際に考慮すべき事項及び今後の計画について報告する．

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，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）

平成 24 年度までの成果

1）測位信号の特性の違いによる影響

①GLONASS 受信機チャンネル間バイアス（Inter Frequency Bias．以下，「IFB」という．）

IFB は，GLONASS 特有の FDMA 方式で送信される信号を受信した際，受信機の群遅延特性の周波数依存性により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．そのため，異なる受信機種間における GLONASS を含む解析では補正をする必要がある．

プロジェクトにおいて，IFB は温度や観測時間等の観測条件によって大きな変化が見られないことを確認しており，あらかじめ受信機の組み合わせ毎に推定しておいた IFB を使って補正できる．図 1 は，IFB 補正の効果を示したものである．IFB を補正することで，FIX 率の向上が確認できる．なお，TOPCON NET-G3A との組み合わせでは，FIX 率が若干減少しているが，これは IFB の推定精度が悪かったためと推測される．

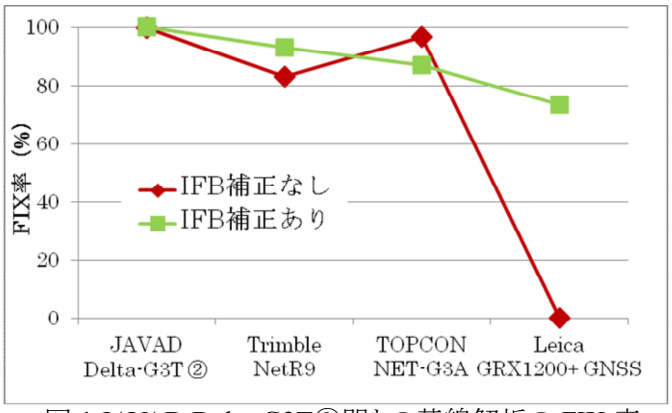

図 1 JAVAD Delta-G3T①間との基線解析の FIX 率
（衛星系：GPS 及び GLONASS，基線長：1m）

②衛星系間受信機ハードウェアバイアス（Inter System Bias．以下，「ISB」という．）

ISB 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り，異なる衛星系間でも位相差を取る解析（以下，「統合解析」という．）においては，二重位相差で消去できない．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．

擬似距離 ISB は，IFB と同様に大きな変化が見られなかったため，あらかじめ受信機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できるが，搬送波位相 ISB は，観測条件によって変化することが確認されており，あらかじめ推定しておいた値では補正することができない．図 2 は，あらかじめ推定しておいた擬似距離 ISB と，当該データから推定した搬送波位相 ISB とで補正して統合解析したものである．観測条件によっては，擬似距離 ISB の補正だけでは FIX 解とならないが，搬送波位相 ISB も補正することで FIX 解にすることができる．しかし，搬送波位相 ISB については，あらかじめ推定した値で補正をしておらず，実際には推定するパラメータを一つ増やして解析することになり，最低衛星数が 5 機になってしまう．このため，GPS3 機＋GLONASS1 機のような合計 4 機の統合解析を行うためには，さらに進んだ ISB の補正手法が必要である．

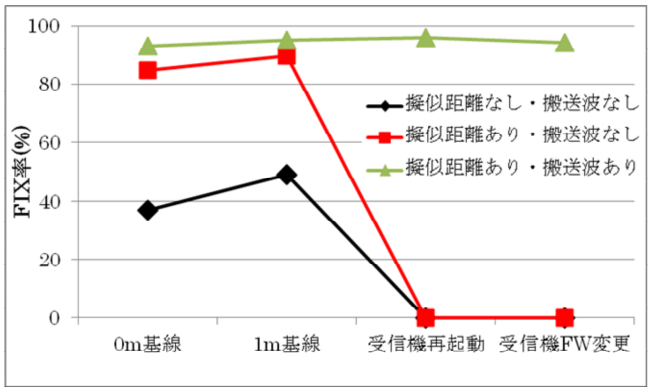

図 2 JAVAD Delta-G3T と Trimble NetR9 の基線解析の FIX 率（擬似距離：擬似距離 ISB 補正，搬送波：搬送波位相 ISB 補正，衛星系：GPS 及び GLONASS）

③L2P(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 には，位相が 1/4 周期ずれていることが知られており，受信機種によって，内部で補正したり，出力する際に符号を調整している．そのため，この扱いが異なる受信機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．

2）解析ソフトウェアの開発

以上のプロジェクトの成果を基に，GNSS のデータを統合解析して，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ソフトウェア（GNSS Survey Implementation Library．以下，「GSILIB」という．）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，QZSS，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， RTKLIB ver.2.4.1（Takasu, 2011）をベースに必要な拡張を加えたものである．

今後の計画

残された課題である搬送波位相ISBの補正手法の開発を行いつつ，プロトタイプを基に，GPS，QZSS，GLONASS，GalileoのL1，L2，L5信号を統合的に利用し，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．