

### 高精度静止測位における準天頂衛星の併用効果に関する研究

日本大学 正会員 ○池田 隆博  
日本大学 正会員 佐田 達典

#### 1. はじめに

我が国が運用する準天頂衛星システム（QZSS : Quasi-Zenith Satellite System）は、日本の天頂付近を通る軌道を持つ衛星測位システムであり、天頂方向から長時間にわたり GPS と互換性のある信号の送信を可能としている<sup>1)</sup>。

準天頂衛星の併用に伴う効果としては、衛星が常に天頂付近に位置することで、周囲をビルで囲まれた都市部などにおいても、観測に必要な衛星数を確保できる可能性が挙げられる。また、天頂付近から信号が送信されることで、地物による衛星電波の反射といったマルチパスの影響を受けにくく、加えて、鉛直方向に対する衛星配置の改善効果が考えられる。よって、現在正式運用されている GPS や GLONASS を用いた測位に併用することで精度が向上するものと想定される。

そこで本研究では、準天頂衛星の併用効果を確認するため、干渉測位方式による静止測位を実施し、使用する衛星系を変更して基線解析を行った。本稿では、その解析結果を報告する。

#### 2. 準天頂衛星併用効果に関する検証方法

準天頂衛星の併用効果を確認するため、図-1に示す日本大学工学部船橋キャンパス内の2つの観測点に複数衛星系の信号に対応した受信機を設置し、GPS、GLONASS、QZSSの観測データの取得を同時時間帯で行った。データ取得日時は、2013年11月15日13:43~14:03であり、QZSSが天頂付近（仰角75度以上）に飛来する時間帯に取得した。なお、使用した受信機は、ニコン・トリンプル社製SPS852及びSPS855であり、データ出力間隔を20Hzに設定し、データ形式はRINEX3.02である。

基線解析については、①GPSのみ、②GPS+QZSS、③GPS+GLONASS、④GPS+GLONASS+QZSSの4つの衛星条件でキネマティック解析を行った。解析には、RTKLIB Version 2.4.2を使用し、整数値バイアス決定手法をContinuous、解析周波数をL1+L2、仰角マスクを

キーワード：QZSS, GPS, GLONASS, 干渉測位, DOP

連絡先：〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 日本大学工学部交通システム工学科空間情報研究室 TEL047-469-8147

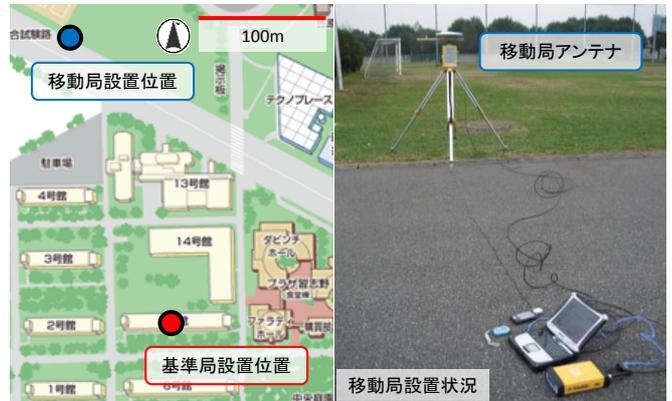


図-1 観測データ取得位置と受信機設置状況

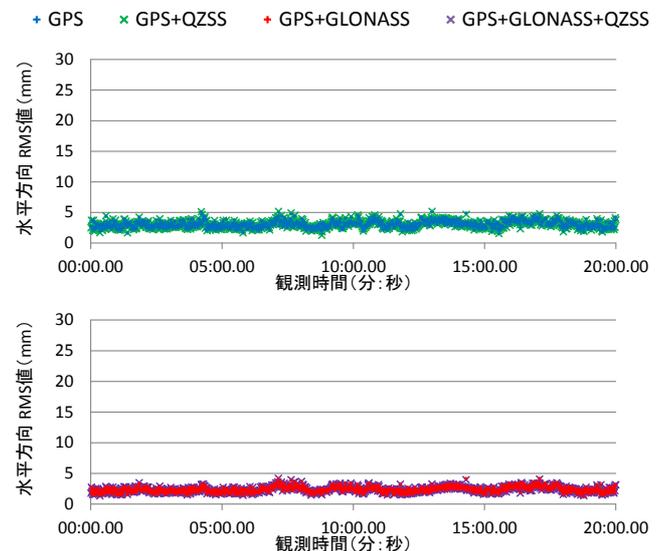


図-2 水平方向のRMS算出結果

15度とした。準天頂衛星の併用効果は、衛星条件別の解析結果から得られたFix解より基準点座標からの水平方向及び鉛直方向のRMS値を算出して確認を行った。

#### 3. 基線解析結果

1秒間毎（データ数：20）に算出した水平方向及び鉛直方向のRMS値を図-2、図-3に示す。QZSS併用の有無別に傾向を比較すると、水平方向のRMS値については、差は1.0mm以内とほとんど違いは見られなかった。一方、鉛直方向のRMS値については、①GPSのみと②GPS+QZSSの算出結果を比較した場合、QZSS併用時のほうが常に2.0mm~4.0mmのRMS値の低下が確認され、精度向上の効果が得られていることがわかつ

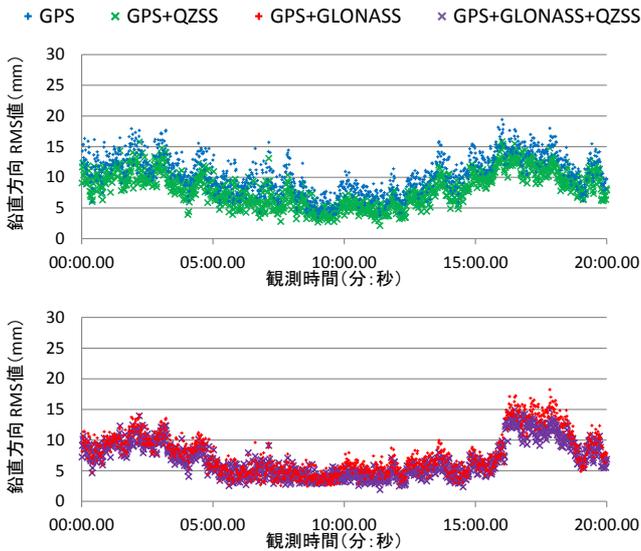


図-3 鉛直方向の RMS 算出結果

表-1 衛星条件別の平均衛星数及び平均 DOP 値

衛星条件	平均衛星数	平均HDOP	平均VDOP
①GPS	6.6	1.34	2.39
②GPS+QZSS	7.6	1.33	2.07
③GPS+GLONASS	11.4	0.96	1.53
④GPS+GLONASS+QZSS	12.4	0.96	1.43

た. ③GPS+GLONASS, ④GPS+GLONASS+QZSS についても同様に, 0:00~10:00 の観測時間帯では, 双方の RMS 値に差はほとんど見られないものの, 10:00~20:00 の時間帯では 1.0mm~3.0mm の RMS 値の低下が確認された.

衛星配置に伴う水平方向の精度劣化度を示す HDOP, 及び鉛直方向の精度劣化度を示す VDOP の平均値を表-1 に示す. QZSS の併用により衛星数が増加するものの, HDOP については, QZSS 併用の有無に関わらずほとんど差は見られなかった. 一方, VDOP については, QZSS の併用により値が低下することがわかった. DOP 値が小さいほど衛星配置に起因する測位誤差が小さくなるため, QZSS の併用は鉛直方向の精度に対して有効であると考えられる.

次に, 天頂付近に飛来する衛星が QZSS のみの場合を想定した解析結果を示す. 本解析で使用した GPS, GLONASS の衛星配置は図-4 に示す通りであり, 天頂付近に衛星番号 04 番の GPS, 18 番の GLONASS が飛来することがわかる. そこで, この 2 衛星を観測データ上から除外することで, QZSS のみが天頂付近に飛来する状況を作り, 先ほどと同様の衛星条件で基線解析を行った. 図-5 に鉛直方向の RMS 算出結果を示す. 図-3 に示した結果と比較すると, QZSS を含む衛星条件では, RMS 算出の推移についてほとんど同じ結果が

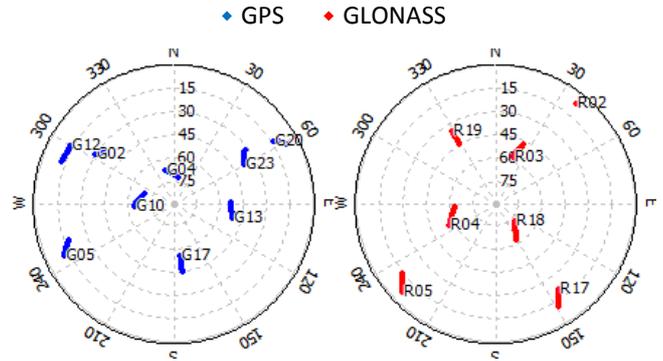


図-4 GPS 及び GLONASS の衛星配置

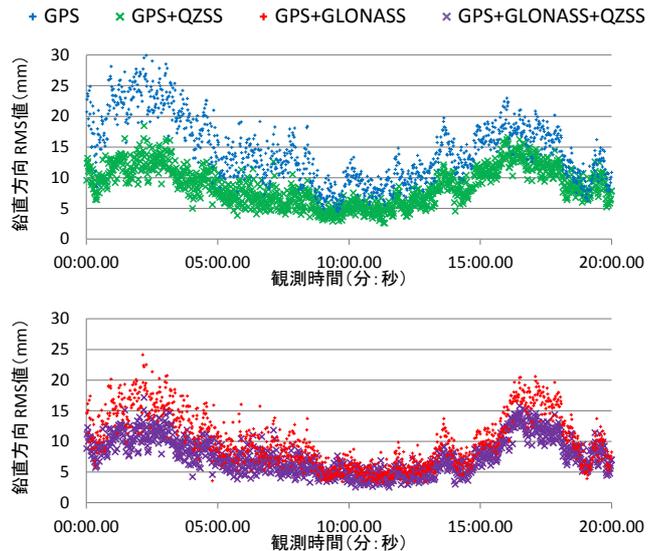


図-5 鉛直方向の RMS 算出結果 (GPS:04 番, GLONASS:18 番除外)

得られているが, QZSS を含まない条件では RMS 値が大きくなる傾向が見られた. 鉛直方向に対して, 高精度な Fix 解を取得するには, 天頂付近に飛来する測位衛星が重要となり, これには QZSS の併用が有効であると考えられる.

4. 結論と今後の予定

準天頂衛星の併用効果を確認するため, キネマティック解析で得られた Fix 解に対して RMS 値を算出し, 衛星条件別に比較を行った. その結果, QZSS を併用することで, 鉛直方向の測位精度が向上する結果が得られた. しかし, 今回解析に使用した観測データは, 周囲に地物の無い上空の開けた場所で取得したものであり, 今後は, 周囲を地物で囲まれる場合など, 都市部での観測を想定した検証を行う予定である.

参考文献

1) 宇宙航空研究開発機構: 準天頂衛星システム ユーザーインターフェース仕様書, 2013.3.  
[http://qz-vision.jaxa.jp/USE/is-qzss/DOCS/IS-QZSS\\_15\\_J.pdf](http://qz-vision.jaxa.jp/USE/is-qzss/DOCS/IS-QZSS_15_J.pdf) (入手 2014.3.29)