

低価格 GNSS 受信機を用いた GNSS 連続観測の精度評価

Accuracy Evaluation of GNSS Continuous Observation with Low-Cost GNSS Receiver

#小門研亮¹

1: 国土交通省国土地理院

Kensuke Kokado¹

1: Geospatial Information Authority of Japan

はじめに

国土地理院は日本全国に約 1,300 点の電子基準点を整備し、その観測データ及び解析結果を提供することで正確な位置の基準を与えている。これに加えて地震発生時には電子基準点の観測データから速やかに地殻変動量を算出して速報として発表し、変動量が著しい場合には観測データから地震断層モデルを算出するなどしている。

電子基準点の平均点間隔は約 20km であり、測量の位置の基準や大規模地震等の変動監視に対しては十分な検知能力を持つ。しかし空間スケールが比較的小さい内陸型地震やスロースリップ等の小スケールの地殻変動については電子基準点が必ずしも近傍に存在するとは限らず、ごく少数の観測点において小さな変動シグナルしか得られないことがある。

電子基準点間のより小さなスケールの地殻変動を検出するには、より高密度に GNSS 連続観測局を設置することが必要であるが、既存の電子基準点や観測条件が厳しい地域における地殻変動監視のために国土地理院が開発した GNSS 火山変動リモート観測装置 (Remote GNSS Monitoring System: REGMOS) (平岡ほか, 2011) の設置には、多大な製造コスト・運用コストや設置の労力がかかり、GNSS 連続観測局数を劇的に増加させることは難しい。一方で近年、GNSS 測位技術の進展により、測量用の GNSS アンテナや受信機以外にも、数千円～数万円で購入可能な低価格の小型 GNSS アンテナ (以下「低価格アンテナ」という。) 及び GNSS 受信機モジュール (以下「低価格受信機」という。) が普及し始めており、これらの機器による民間等の GNSS 連続観測局の増加も見込まれる。

現在、国土地理院では既存の電子基準点に加え、民間等の GNSS 連続観測局を測量や測位、地殻変動監視等の分野で有効に活用するための取り組みを進めており、これらの観測局での使用が見込まれる低価格アンテナ及び受信機の測位性能評価も実施している。本発表では、低価格アンテナ及び受信機の現状とこれらを用いた GNSS 連続観測の精度評価結果を報告する。

研究内容

本研究のGNSS連続観測で用いた観測システムは計7万円弱の機器で構成した。低価格アンテナであるTallysman社製のTW7972マルチバンドアンテナ等を国土地理院構内の研究棟屋上に設置 (以下「屋上点」という。) し、受信したGNSS信号を低価格受信機であるu-blox社製ZED-F9Pモジュール (多周波受信機モジュール (L1/L2)) でサンプリングした。受信機の設定及び制御用のPCにはraspberryPi3及びwindows 10を用い、これらのPCでGNSSデータを記録した後、RTKLIB2.4.3

(高須ほか, 2007) で, RINEXデータへの変換及び測位解析を実施した. 測位性能を既存の測量用受信機及びアンテナと比較するため, 試験観測期間の前半 (2019/7/1~7/21) に測量用アンテナ「Zephyr Geodetic model2」及び測量用受信機「Trimble NetR9」による観測, 後半 (2019/7/22以降) に低価格アンテナ及び低価格受信機による観測を実施し, アンテナ・受信機交換前後の測位精度を評価した. 測位解析では, 屋上点を移動局とする後処理キネマティック解析を実施した. 主な解析条件を表-1に示す.

表-1 RTKLIB解析条件

設定項目	設定内容
使用衛星	GPS+GLONASS
使用周波数	L1+L2
使用暦	CNES 暦
電離層遅延	STEC 推定
大気遅延	Zenith+Gradient
海洋潮汐荷重	あり
エポック間隔	30 秒



写真-1 受信機と制御用 PC

(左: net-R9、中央: ZED-F9P)



写真-2 低価格アンテナ

(TW7972 とグランドプレーン)

結果

低価格アンテナ及び受信機は, 測量用機器に比べ, 受信時のノイズが大きくなる傾向にあり, 利得は低下するものの, 解析時に搬送波位相誤差標準偏差と擬似距離誤差標準偏差の比率やカルマンフィルターのプロセスノイズを調整することで, 標準偏差で水平 4 cm以内, 上下 8 cm以内の測位精度を得られることを確認した. 本予稿には, アンテナ・受信機交換前後の後処理キネマティック解析結果として, 2019/7/17 (測量用GNSS) と2019/7/23 (低価格GNSS) の水平測位結果 (基準局: 93002「八郷」、基線長: 19.31km) を示す (図-1).

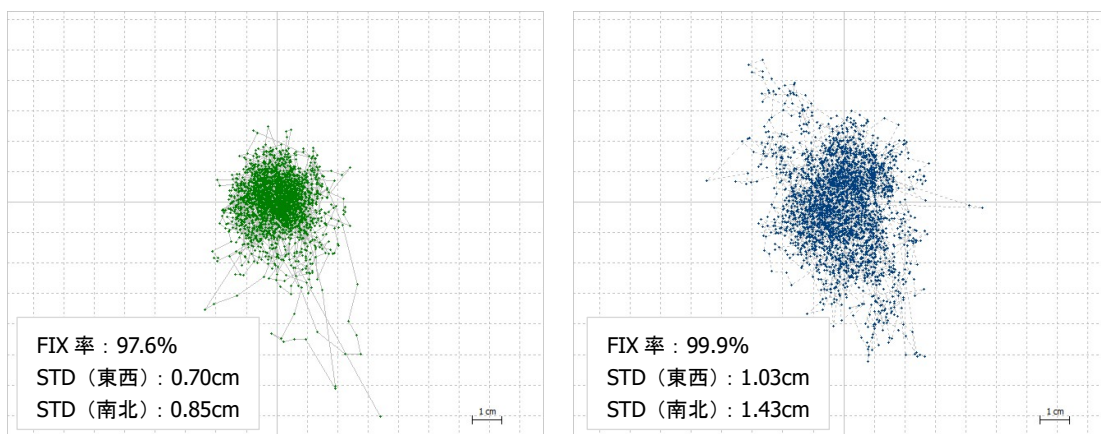


図-1 後処理キネマティック解析結果 (水平) (左: 測量用 GNSS、右: 低価格 GNSS)

参考文献

- 平岡喜文, 横川正憲, 根元盛行, 村山盛行, 武山峰典 (2011): 次世代衛星携帯電話を利用した GPS 火山変動リモート観測装置 (REGMOS-Hybrid) の開発, 測地学会誌, 57, 173-180.
- 高須知二, 久保信明, 安田明生 (2007): RTK-GPS 用プログラムライブラリ RTKLIB の開発・評価及び応用, GPS/GNSS Symposium 2007, Tokyo, Japan, November 20-22 2007.