

# 小型 GNSS 機器を用いた詳細かつ迅速な地殻変動把握手法の開発（第 2 年次）

実施期間

令和 3 年度～令和 7 年度

地理地殻活動研究センター

宇宙測地研究室 古屋 智秋

## 1. はじめに

近年、ナビゲーション等の分野で小型かつ安価な GNSS アンテナ及び受信機（以下「小型 GNSS 機器」という。）が普及し始めており、これらを地殻変動把握に活用することができれば、従来よりも高密度な観測が可能となる。そこで、本研究では地震等災害時の詳細な地表の変形を、迅速かつ詳細に把握するため、これらの小型 GNSS 機器を用いた地殻変動把握手法の開発を行う。

令和 4 年度は、上記開発の一環として、小型 GNSS 機器を用いた小型 GNSS 観測装置を 20 基、局所的な地殻変動が顕著な千葉県内に設置し、令和 2 年度に別途設置した 10 基と合わせて 30 基の観測を開始するとともに、令和 2 年 12 月頃から活発な地震活動が継続している石川県能登地方にも設置し、小型 GNSS 観測装置を用いた地殻変動把握への適用可能性を検証した。

## 2. 研究内容

### 2.1 小型 GNSS 観測装置 20 基の設置

設置した小型 GNSS 観測装置は、令和 2 年度に宇宙測地研究室において開発した観測装置（宮原ほか、2021）をベースとし、GNSS アンテナには測量用の Septentrio PolaNt-x MF を用いたものである。設置場所は、干渉 SAR で観測された準上下方向の変動エリアを中心とした堅ろうな公共施設の屋上とし、周囲に GNSS 観測の障害となるような遮蔽物や電波源がない場所を選点した。その結果、図-1 に示す 20 か所を選点し、令和 5 年 1 月から 3 月にかけてアンテナ架台とともに設置した（写真-1）。なお、アンテナ架台はボルトにより建物の上面に固定した。

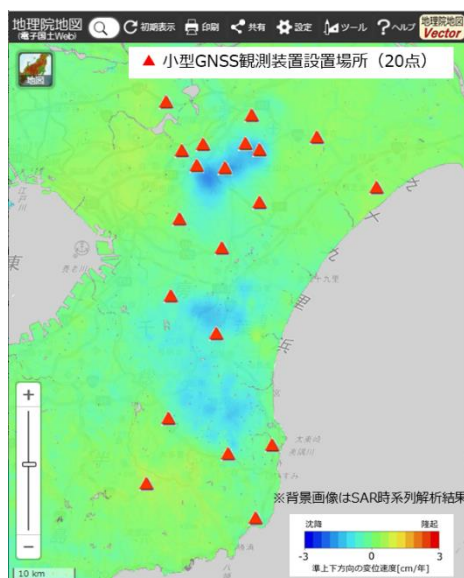


図-1 小型 GNSS 観測装置の設置場所



写真-1 設置例（千葉県いすみ市）

## 2.2 小型 GNSS 観測装置の解析結果

座標値の推定には GPS 統合解析（畑中，2012）を用い，電子基準点の日々の座標値（F5）準拠の値を取得した．令和 4 年度に設置した小型 GNSS 観測装置は設置した直後であり，観測データの蓄積が少ないため，令和 2 年度に千葉県茂原市に設置した小型 GNSS 観測装置の結果を図-2 に示す．上下方向の沈降が顕著に見られ，年間 20～30mm 程度の沈降が確認できる．これは，千葉県が毎年実施している水準測量の結果（千葉県，2022）とも概ね整合している．



図-2 千葉県茂原市設置の小型 GNSS 観測装置の基線変化グラフ（固定点：電子基準点「白井」）

## 2.3 地殻変動把握への適用可能性に向けた検証

石川県珠洲市には能登地方の地殻変動観測の強化を目的として，令和 4 年 7 月 21 日から REGMOS（可搬型 GNSS 連続観測装置）が 2 基設置されている（国土地理院，2022）．REGMOS は，国土地理院が従来から地殻変動監視を目的として使用している GNSS 観測装置であり，その REGMOS との比較を目的として，小型 GNSS 観測装置を REGMOS の設置場所と同じ珠洲市狼煙町に設置した．小型 GNSS 観測装置のアンテナ架台については，設置場所が施設の屋上ではなく地面であることから，千葉県内の設置に使用していたアンテナ架台は使えず，新たに地上用アンテナ架台を開発する必要があった．そのため，観測開始から 12 月 9 日までは GNSS アンテナを REGMOS に取り付け，12 月 9 日以降は開発した地上用アンテナ架台（写真-2）に GNSS アンテナを取り付けた．これにより，12 月 9 日までは小型 GNSS 観測装置の受信性能を評価し，12 月 9 日以降は地上用アンテナ架台を含む観測装置全体の安定性を評価することとした．



写真-2 地上用アンテナ架台

座標値の推定には GEONET の定常解析（村松ほか，2021）を用いた．その結果を図-3 に示す．東西，南北方向ともに全体を通して  $\pm 5\text{mm}$  の範囲で安定している一方で，上下方向は 8 月と 9 月に平均値から 10mm 以上外れるような値が見られる．これはリモートで観測データを取得しているプログラムに不具合があり，観測データの取得率が大きく減少した日が存在するためである．そのため，安定して観測データの取得ができるようになった 10 月 6 日以降に限って見ると，座標値が  $\pm 10\text{mm}$  の範囲で安定していることがわかる．また，地上用アンテナ架台の設置前後の標準偏差の変化は，東西 1.3mm  $\rightarrow$  1.4mm，南北 1.1mm  $\rightarrow$  1.2mm，上下 3.7mm  $\rightarrow$  7.0mm となっており，上下方向に若干の差異があるものの大きく変化しておらず，地上用アンテナ架台の有効性を確認することができる．

なお、小型 GNSS 観測装置の電源は、REGMOS のソーラーパネル及びバッテリーから取得しているが、日照不足による発電量の関係で、令和 5 年 1 月 19 日から小型 GNSS 観測装置の観測を一時停止している。今後、ソーラーパネルやバッテリー等も REGMOS から独立させて、完全に自立での観測ができるよう改造を施し、令和 5 年度中に観測を再開させる予定である。



図-3 石川県珠洲市狼煙町設置の小型 GNSS 観測装置の基線変化グラフ（固定点：REGMOS）（青：GNSS アンテナを REGMOS に取付け、緑：GNSS アンテナを地上用アンテナ架台に取付け）

### 3. まとめ

地殻変動把握手法の開発に向けて、小型 GNSS 観測装置の性能について検証した。今回の検証からは、小型 GNSS 観測装置の性能は水平方向で mm オーダー、上下方向で数 mm から cm レベルの地殻変動把握に十分なものと確認することができた。一方で、まだ設置した直後であることから使用した観測データは短期間なものが多い。今後は、長期間の観測データを用いた検証を実施するとともに、千葉県内に設置した小型 GNSS 観測装置を用いて、分解能が高く、かつ迅速性の高い地殻変動把握手法の開発を進める。

#### 参考文献

- 千葉県（2022）：令和 3 年千葉県における地盤沈下の概況について、  
<https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/press/2022/jibanchinka/index.html> (accessed 16 Feb. 2023).
- 畑中雄樹（2012）：GPS 統合解析技術の高度化（第 3 年次），国土地理院平成 23 年度調査研究年報，112-115.
- 国土地理院（2022）：石川県能登地方で地殻変動観測を強化，  
<https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi65006.html> (accessed 16 Feb. 2023).
- 宮原伐折羅，中川弘之，小門研亮，森下遊，松尾功二（2021）：災害に強い位置情報の基盤（国家座標）構築のための宇宙測地技術の高度化に関する研究（第 1 年次），国土地理院令和 2 年度調査研究年報，140-146.
- 村松弘規，高松直史，阿部聡，古屋智秋，加藤知瑛，大野圭太郎，畑中雄樹，攪上泰亮，大橋和幸（2021）：新しい GEONET 解析ストラテジによる電子基準点日々の座標値（F5 解・R5 解）の公開，国土地理院時報，134，19-32.