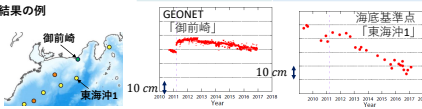
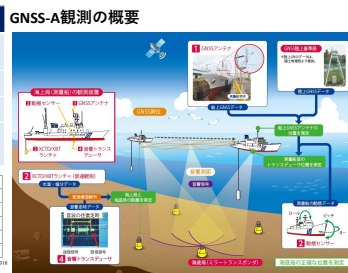


1. GNSS-A海底地殻変動観測の概要

GNSS-音響測距結合方式 (GNSS-A) はGNSSと海中音響測距を船舶等の海上プラットフォームで結合し、海底に設置した音響トランスポンダの絶対位置をセンチメートルの精度で測定する技術である。

GNSS-Aを用いることで、陸域GNSS観測網 (GEONET等) でカバーできない海底の地殻変動を捉えることができる。海上保安庁海洋情報部では2000年代から定期的なGNSS-A観測を実施しており、現在27か所の海底基準点で構成されるSGO-A (Seafloor Geodetic Observation Array) 観測網を運用している。

Table comparing GNSS and GNSS-A: GNSS (約1300点, 連続観測, 1cm以下, 電離層/対流圏の擾乱), GNSS-A (約60点, 年3-4回程度, 2-3cm (1σ), 左記+海洋場の擾乱)



データと解析手法
・観測点数: 27か所 (日本海溝沿い8か所, 南海トラフ沿い19か所)
・データ期間: は2011年4月以降-2024年11月

GARPOS logo and GitHub/Zenodo links for data access.

GNSSデータ解析にはRTKLIB ver. 2.4.2 (Takasu, 2013), 海底局位置解析にはGARPOS ver. 1.0.1 (Watanabe et al. 2020) を用いている。

3. 南海トラフ沿いの観測結果

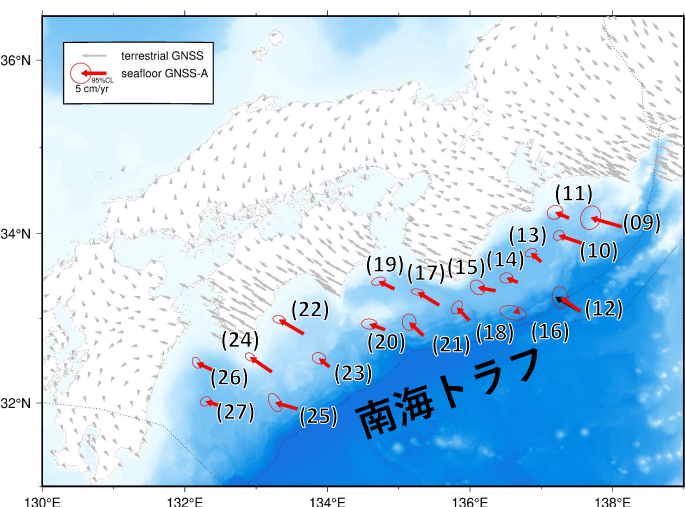
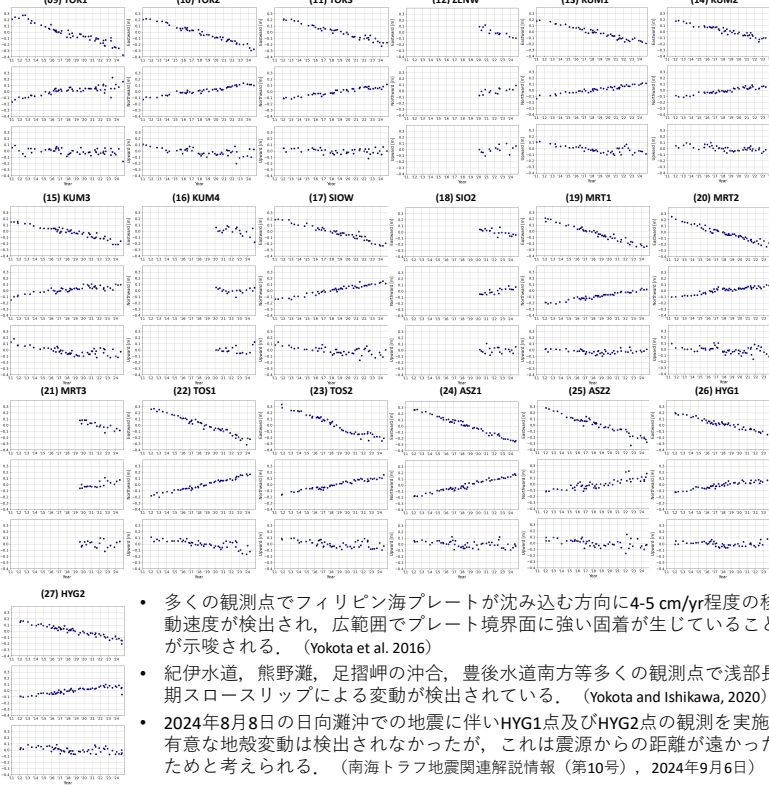


Fig. 2: 南海トラフ沿いの直近4年間の移動速度 (アムールプレート固定)
赤矢印はSGO-A観測点の直近4年間の移動速度。灰矢印は国土地理院GEONETのF5解を線形回帰して得た移動速度 (期間: 2020年11月~2024年11月)。

Fig. 3: 南海トラフ沿いのSGO-A観測点の位置時系列 (アムールプレート固定)
上から東西, 南北, 上下成分を示す。(9)~(27)はFig. 2の各観測点と対応する。



多くの観測点でフィリピン海プレートが沈み込む方向に4-5 cm/yr程度の移動速度が検出され、広範囲でプレート境界面に強い固着が生じていることが示唆される。
紀伊水道, 熊野灘, 足摺岬の沖合, 豊後水道南方等多くの観測点で浅部長期スロースリップによる変動が検出されている。
2024年8月8日の日向灘沖での地震に伴いHYG1点及びHYG2点の観測を実施。有意な地殻変動は検出されなかったが、これは震源からの距離が遠かったためと考えられる。

2. 日本海溝沿いの観測結果

日本海溝沿いでは、現在も2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.0) の余効変動による変位が見られる。(Watanabe et al. 2021)

※余効変動: 地震による地下の応力変化がゆっくりと (数年~数十年単位) 解消されていく現象。

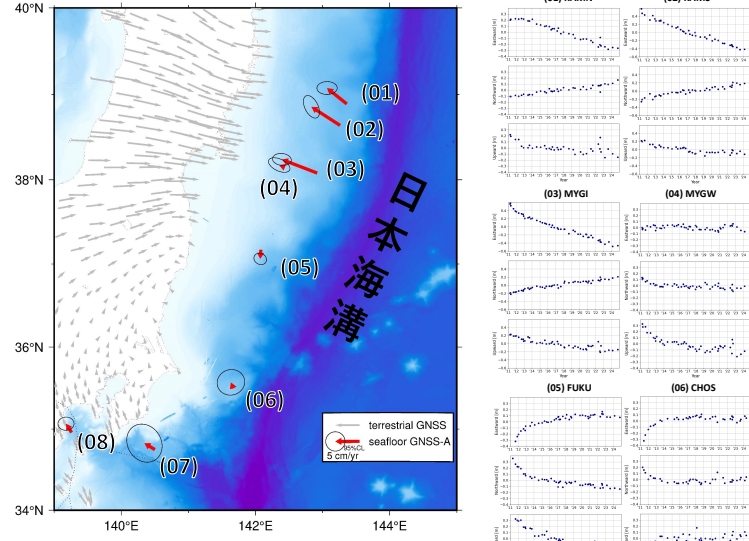


Fig. 4 (地図): 日本海溝沿いの直近4年間の移動速度 (北米プレート固定)。凡例はFig. 2と同様。

Fig. 5 (時系列グラフ): 2011年東北地方太平洋沖地震以降の日本海溝沿いのSGO-A観測点の位置時系列 (北米プレート固定)。上から東西, 南北, 上下成分を示す。(1)~(8)はFig. 4の各観測点と対応する。

4. 最近の研究成果

GNSS-Aの測位誤差要因の評価

GNSS-AはGNSS観測の誤差に加えて、海洋場の擾乱など音響測距部分の様々な誤差要因が海底局の測位精度に影響している。下表のように、GNSSの誤差と似たような性質の誤差が音響測距にも存在する。

Comparison table of GNSS and GNSS-A error sources: Ionosphere/Troposphere, Carrier wave, Dilution of Precision (DOP), サイクルスリップ, PCV, 電離圏・対流圏遅延, 海中音速場の時空間変化, データ配置の幾何学的影響, 音波の読み取り, ソナー機器特性・角度依存性, 海流・海底局アレイの図様・形状の影響, Nakamura et al. (2021), 海上保安庁の音響番号だと..., 1500 m/s, 10 x 10^3 Hz, 海上局 (トランスデューサー), 海底局 (トランスポンダー), Horino et al. (2021)

水槽実験によるトランスデューサ機器特性の検証

2024年2月に海洋研究開発機構との共同研究で、音響トランスデューサの形状 (トンピル型・円筒型・半球型) に伴う角度依存性を調べるための実験を超音波水槽 (JAMSTEC横須賀本部) にて行った。

Experimental setup and results for transducer characteristics: Photos of global sonar, hemisphere, and cylinder. Diagrams of angle definition and reception patterns. Comparison of waveforms for different shapes and microphones. Conclusions: Tonpilz type is most angle-independent, followed by cylinder, then hemisphere.