

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することで、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単位で測定する技術である。GNSS-Aを用いることで、陸域GNSS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。

	GNSS	GNSS-A
国内の観測点数	約1300点 (国土地理院GEONET)	約60点 (大学含む)
観測頻度	連続観測	年3~4回程度
測位の不確かさ (水平)	1 cm 以下	2~3 cm (1σ)
主な誤差要因	電離層/対流圏の擾乱	左記+海洋場の擾乱 (水温の時空間変化等)

GNSS-A観測の概要

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~2023年11月

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。

GARPOS Positioning for 70% of our planet
GitHub zenodo

GARPOS v1.0.1 <https://doi.org/10.5281/zenodo.6414642>

3. 南海トラフ沿いの観測結果

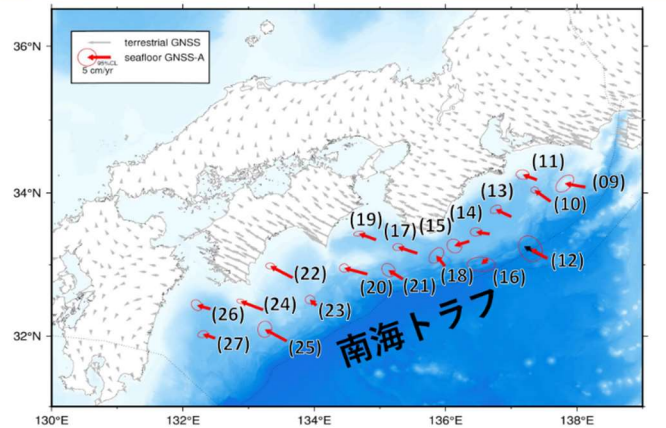
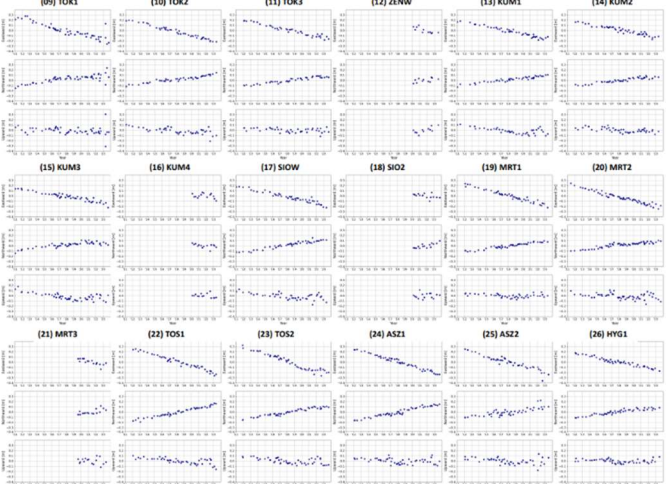


Fig. 2 : 南海トラフ沿いの直近4年間の移動速度 (アムールプレート固定) 赤矢印は各観測点の直近4年間の移動速度。灰矢印は国土地理院GEONETのF5解を線形回帰して得た移動速度 (期間: 2018年11月~2022年11月)。(12) 錢洲西の黒矢印はMORVELプレートモデルから算出したフィリピン海プレートの移動速度 (参考)。

Fig. 3 : 南海トラフ沿いの各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。(Yokota et al. 2016)
- 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 (ゆっくりすべり) による変動が検出されている。(Yokota and Ishikawa, 2020)

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 (M_w 9.0) の余効変動による変位が見られる。 ※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。

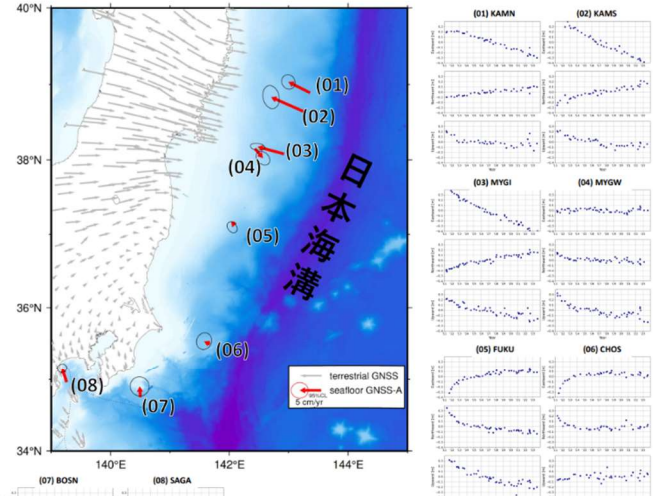


Fig. 4 (地図): 日本海溝沿いの直近4年間の移動速度 (北米プレート固定)。凡例はFig. 2と同様。

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各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。下記表のように、GNSSの誤差と似たような性質の誤差が音響測距部にも存在する。

GNSS	電離層・対流圏遅延	Dilution Of Precision (DOP)	サイクルスリップ	PCV (Phase Center Variation)
GNSS-A	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

水槽実験によるトランスデューサー機器特性の検証
 2022年10月に東京大学生産技術研究所の水槽で、音響トランスデューサーの機器依存性を調べるための実験を行った。
 > 今年度はJAMSTECの超音波水槽でより詳細な角度特性実験を行う予定である。

水槽 (東大柏キャンパス)

水槽を上から見た図: トランスデューサー位置

水槽を横から見た図: トランスデューサー

疑似海底局

実験で記録された音響波形 (TDはTPの直上)

海底局直上での音響波形の結果。トランスデューサー (TD) と海底局 (TP) の組み合わせによって、波形の先頭は変化する。

東京大学生産技術研究所の新規観測点
 海上保安庁海洋情報部では、東京大学生産技術研究所との共同研究協定に基づき、南海トラフ沿いに新規観測点を2か所設置し、観測を実施している。
 ・既存のSGO-A観測点の間の空白域に観測点を新たに設置することで、浅部スロースリップの検出能力の向上, より詳細なプレート境界の固着分布の把握等が期待される。

