

Time stability of sound speed structure affecting the GNSS-A seafloor geodetic observation and observation accuracy

*Yusuke YOKOTA¹, Shun-ichi Watanabe², Tadahi Ishikawa², Yuto Nakamura²

1. Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 2. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

GNSS-音響測距結合方式 (GNSS-A) による海底地殻変動観測では、海中の音速構造の傾斜状態が精度に大きく影響する。GARPOS (Watanabe et al., 2020, FES) では海面を移動する海上局と海底局間距離を利用した2つのパラメータで傾斜による影響を抽出しており、それによって海底局位置の決定精度の向上と海中構造の概観を捉えることができる (Yokota et al., 2018, MGR; Yokota and Ishikawa, 2019, SNAS)。これまでの調査でこの2つの傾斜構造パラメータのうち、海底局間距離による抽出パラメータを実軸 (ReG)、海上局の移動による抽出パラメータを虚軸 (ImG) にとった場合の複素数 G の角度 $\arg G$ はほとんどの観測機会において、 $\pi/3 \sim \pi/2$ ($\pi \cdot 4/3 \sim \pi \cdot 3/2$) の範囲に収まることがわかっている。その中でも、 $\pi/2$ や $0 \sim \pi/3$ ($\pi \cdot 3/2$ や $\pi \cdot 4/3 \sim \pi$) の範囲を取る場合に局位置のばらつきが大きいことが確認されている (横田ほか, 2020, 地震学会)。本稿では、その原因について考察する。

各観測エポックにおける G の状態を調べたところ、局位置のばらつきが大きい場合には、観測時間内における $\arg G$ が変化し、 G の虚軸に対する切片が 0 周辺にないケースが多いことがわかった。またこの時、 G の傾き ($\kappa = \Delta ReG / \Delta ImG$) を $\arg G$ として拘束した上で、改めて GARPOS による解析を行うことで、局位置のばらつきが軽減されることもわかった。

これらの結果はすなわち、 ReG と ImG の絶対値の推定には誤りがあったが、 κ は正しく推定できていたと解釈できる。GARPOS では ReG と ImG はそれぞれ時間方向に滑らかな関数で推定している。その中で、 ReG と ImG はそれぞれ何らかの要因によってバイアス誤差を持つ可能性がある。一方で、それらの時間変化の比に当たる κ はバイアス誤差影響を受けても影響がないため、 ReG と ImG に比べると正しい推定となっていると考えられる。 G の傾きを $\arg G$ として拘束した場合に局位置のばらつきが軽減されるということは、多くのエポックで G の傾きの時間変化は観測時間 (4~12 時間程度) 内で安定していたことを示唆する。 $\arg G$ がある範囲を取る場合に局位置のばらつきが大きく見えるのは、このような G の推定における誤りが局位置推定に反映されやすい範囲だからであると考えられる。

上記の議論と検証によって、傾斜パラメータの時間変化の特徴を考慮することで GNSS-A 解析の精度が向上することがわかった。ただし、ここで検証に用いた方法では 2 段階の解析 (κ を決めるための 1st cycle と $\arg G$ を拘束した 2nd cycle) を要する。また、観測点ごとに時間変化の安定性が異なることも想定される。今後は、上記の海洋場の特徴量を直接推定する解析方法について考察する必要がある。