

搬送波位相残差マップに基づく RINEX 観測ファイルに対する GNSS マルチパスノイズ低減手法

Carrier-Phase Residual Map-Based GNSS Multipath Mitigation for RINEX Observation Files

伊藤嘉秋 太田雄策
Yoshiaki Ito Yusaku Ohta

東北大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Tohoku University

1. はじめに

GNSS 測位におけるマルチパスノイズは受信アンテナ周囲での反射や回折によって電波が遅延することによるノイズで、発生源が時間的に不変の場合、座標時系列に振幅数 cm の周期的な変動パターンが現れる。この変動は様々な周期成分を持ち、精密測位に基づく地殻変動監視において問題となる。そこで我々はマルチ GNSS に対しても適用可能な搬送波位相残差マップ (MHM, e.g. Iwabuchi, 2004) 法に基づき、電離層や対流圏遅延を無視可能な短基線相対測位に着目し、RINEX 観測ファイルに対してマルチパスノイズ補正を行う汎用的なマルチパスノイズ低減手法 (MSS-MHM) を開発した (Ito & Ohta, under review)。

2. 使用データ・解析手法

国土地理院の GEONET およびソフトバンク株式会社が運用する独自基準点 (以下、ソフトバンク点) で取得された 30 秒サンプリング GNSS データを使用した。MHM 構築のための残差解析は RTKLIB (Takasu, 2013) を用い、補正効果の検証には RTKLIB を加えた 4 種の解析ソフトウェア (MALIB, GipsyX (Bertiger et al., 2020), PRIDE-PPPAR (Geng et al., 2019a)), 4 種の測位解析手法 (キネマティック: 相対測位, PPP, PPP-AR, スタティック: PPP-AR) から得られる時系列の標準偏差を評価した。MSS-MHM の構築条件は、マルチパスノイズ低減対象点をソフトバンク点 (移動局) とし、相対測位の基準局は周辺の 4 点の GEONET 点とした。残差解析期間は 10 日とし、補正対象日を含まない

直前の期間で MHM を構築した。

3. MSS-MHM 法による補正効果

① 30 秒キネマティック解析に対する結果

補正前後 RINEX ファイルに基づいて、それぞれの解析ソフトウェア、測位解析手法から得られた変位時系列を図 1 に示す。図 1 から本手法の適用によって、すべての測位解析ソフトウェアおよび測位解析手法の標準偏差が減少し、時系列中の短周期ノイズも軽減していることが確認できる。また、補正前後の時系列に対してパワースペクトル密度を計算したところ、1,000 秒から 10,000 秒の時間帯域でノイズレベルの低下が確認できた。

② スタティック解析に対する結果

ソフトバンク点 BH3K 点と東北大学 GNSS 観測点 NAM₁ 点に対して、2023 年 1 年間の RINEX ファイルに対して本手法を適用し、GipsyX を用いて推定された日座標値の標準偏差を比較した。その結果、1 年間の座標時系列の標準偏差は BH3K 点の上下成分を除いて低下していることが確認でき、概ねスタティック解析に対しても適用可能であることが確認できた。さらに、マルチパスノイズ補正前後で、天頂遅延量や総電子数 (TEC) も変化しており、対流圏や電離層の動態把握にも有用である可能性がある。

謝辞: 本研究で使用したソフトバンクの独自基準点の後処理解析用データは、「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」の枠組みを通じて、ソフトバンク株式会社および ALES 株式会社より提供を受けたものを使用しました。

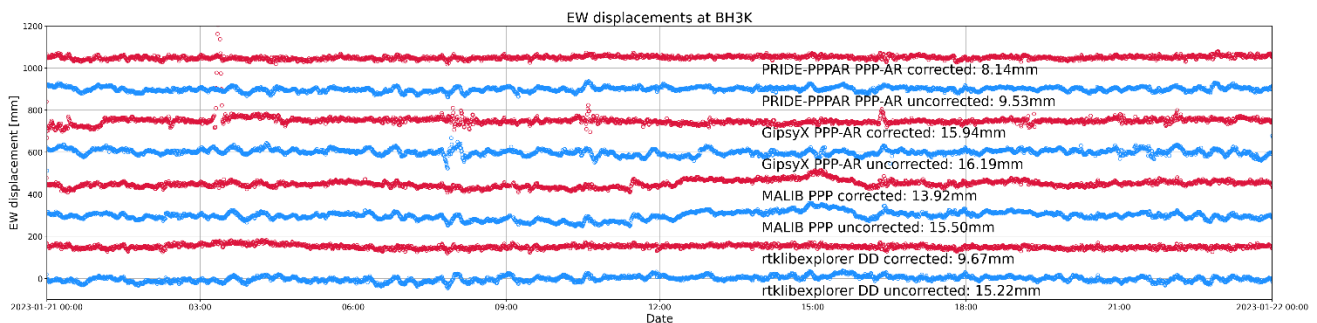


図 1 2023 年 1 月 21 日の 1 日間のマルチパスノイズ補正前後の変位時系列。図中の数値は時系列の標準偏差を表す。