

SAR 衛星の位置決定の高精度化を通じた地盤変動抽出の高度化に関する研究 (第2年次)

実施期間 平成 19 年度～平成 21 年度
地理地殻活動研究センター
宇宙測地研究室 宗包 浩志 黒石 裕樹
石本 正芳

1. はじめに

平成 18 年 1 月に地球観測衛星「だいち」が打ち上げられ、国土地理院では、「だいち」からのデータを用い、干渉 SAR により日本全国の地盤変動を定期的に監視している。監視に際しては迅速かつ省力的に干渉 SAR 解析を行う必要があるが、提供される衛星軌道暦の精度が低い場合があり、そのような場合解析者の経験に基づいて軌道暦の改良が行われるために時間と労力を要する上、解析者の経験により結果が異なることがあり、結果の信頼性が損なわれている。そのため、「だいち」データからの干渉 SAR 解析に最適化された、精密な衛星軌道を迅速に推定する手法の開発が望まれている。そこで本研究では「だいち」に搭載されている GPS の観測データから、干渉 SAR 解析による地盤変動抽出のために最適化された軌道を推定する技術を確立する。

2. 研究内容

「だいち」に搭載されている GPS の観測データから、様々な軌道計算ソフトウェアを用いて、異なる推定条件（軌道力学モデル、解析戦略等）による軌道解析を行い、精密な軌道を推定する手法を検討する。推定された軌道を用いて干渉 SAR 解析を行い、軌道暦精度の定量的比較を行う。その結果に基づき、「だいち」干渉 SAR 解析による地盤変動抽出のために最適化された軌道推定技術を確立する。

平成 19 年度は、予備調査として、BERNESE を用いた衛星軌道推定システムを構築し、「だいち」と同じ低高度軌道衛星である GRACE について軌道決定を行い、公表されている精密軌道と比較した結果、RMS で 10cm 程度の精度をもつ軌道を推定可能であることが明らかとなった。平成 20 年度は、BERNESE とは独立のアルゴリズムを用いたソフトウェアである MicroCosm による衛星軌道推定システムを構築し、GRACE について軌道決定を行い、公表されている精密軌道と比較してその精度検証を行った。また、JAXA より「だいち」搭載 GPS 観測データの提供を受け、本研究で構築した衛星軌道推定システムで処理可能な RINEX フォーマットに変換する作業を行った。

3. 得られた成果

平成 20 年度は、前年度に実施した予備調査の続きとして、低高度軌道衛星である GRACE の GPS 観測データを MicroCosm で解析し、推定された軌道について、公表されている精密軌道と比較して精度検証を行った。

解析には、前年度用いた GPS ゼロ位相差からの Reduced Dynamic 法とは独立のアルゴリズムである、GPS 三重位相差を用いた Dynamic 法を採用した。解析は、1) GPS データの前処理、2) GPS 衛星の軌道改良、3) GPS 三重位相差を用いた Dynamic 法による衛星軌道推定の 3 ステージから構成される。解析の際には、地上局として IGS 観測点計 23 点を使用し、局位置を GPS グローバル解析から求められる

座標値に強く拘束した。衛星の軌道を積分する際に用いる地球重力ポテンシャルは、ドイツ国 GFZ から公開されている EIGEN2 の 120 次までを用いた。さらに, Dynamic 法による衛星軌道の改良の際には, 衛星に働く経験的加速度として, 15 分ごとに一定であるような radial, along-track, cross-track それぞれの方向のパルスを同時推定した。

構築したプロトタイプを用い, 2004 年 7 月 19 日の GRACE-A 衛星の軌道を推定し, NASA ジェット推進研究所から公開されている Level-1B 軌道との比較を行った。両者の差を図-1 に示す。両者のバイアスは $(X, Y, Z) = (-5 \text{ mm}, 7 \text{ mm}, 2 \text{ mm})$, 差の RMS は 4 cm であった。

また, JAXA より「だいち」搭載 GPS 観測データおよび高精度姿勢決定値データのサンプルデータの提供を受け, GPS 観測データについて, 本研究で構築した衛星軌道推定システムで処理可能な RINEX フォーマットに変換した。変換した GPS データを用いて予察的な軌道決定を行い, フォーマット変換が正しく行われていることを確認した。

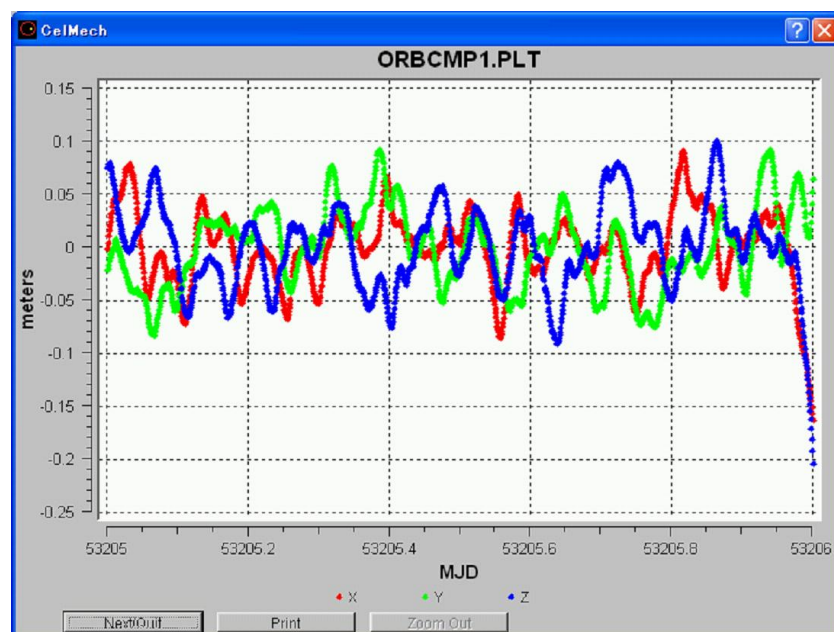


図-1 MicroCosm で推定した GRACE の衛星軌道と Level-1B 精密軌道との差。赤・緑・青がそれぞれ ITRF 系の X, Y, Z 方向の較差を表す。

4. 結論

平成 19 年度に構築した BERNESE による衛星軌道推定システムに続き, MicroCosm による衛星軌道推定システムを構築し, 低軌道衛星 GRACE について軌道決定を行い, 公表されている精密軌道との比較から, RMS で 4 cm 程度の精度を持つ高精度の軌道を推定できることを確認した。また, JAXA より「だいち」搭載 GPS 観測データおよび高精度姿勢決定値データの提供を受け, 本研究で構築した衛星軌道推定システムで処理可能な RINEX フォーマットに変換し, 予察的な軌道決定を行い, フォーマット変換が正しく行われていることを確認した。次年度は, 本研究で構築した 2 つの衛星軌道推定システムを用い, さまざまな推定条件設定において GPS 観測データからの「だいち」の軌道推定を行い, その結果を干渉 SAR 解析に適用して評価を行い, 地殻変動抽出に最適な軌道推定手法の検討を行う予定である。