

## GEONET 解析戦略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 20 年度		
地理地殻活動研究センター			
宇宙測地研究室	畑中 雄樹	宗包 浩志	
測地観測センター衛星測地課	豊福 隆史	古屋 智秋	
	小谷 京湖		

### 1. はじめに

GEONET のルーチン解析システムは、日本列島の地殻変動の監視や種々の応用に欠かせない基礎データを生み出している。現行の解析システム（以下、「F2 解析システム」という。）は、1996 年に初代のシステムが運用を開始して以来 2 回の主要な改良を経た、第 3 版にあたるものである。この F2 解析システムの運用開始から 4 年が経過し、この解析戦略の問題点や課題が明らかになってきた。例えば、解析における大気遅延勾配の無視および固体地球潮汐のバグは、現行のルーチン解に見られる、振幅約 6.5ppb のスケール年周変化の原因のかなりの部分を占めていると考えられる（畑中ほか、2005）。また、この間に、GPS 解析技術の進歩やソフトウェアの性能向上があり、ルーチン解析の更なる精度・性能向上を実現できる可能性が見えてきた。これらを踏まえて、本研究では、第 4 版のルーチン解析システム構築に向けた新たな解析戦略を確立する。

### 2. 研究内容

現行のルーチン解析の問題点および最新の技術動向を踏まえ、問題点の解決、解析戦略の高度化を図り、新たな解析戦略を確立する。最新の解析ソフトウェアと解析戦略に基づき、ルーチン解析（最終解析、速報解析、迅速解析）を対象とする解析システムのプロトタイプを構築し、改良効果を評価する。昨年度は、絶対位相特性モデルの導入、固体地球潮汐補正のバグ修正、大気遅延勾配推定の導入、電離層高次項補正の導入、網の分散・統合処理スキームの改良によって、広域的な基線成分の年周変化が大きく解消される見通しを得た。平成 20 年度は、座標系の実現方法を決定して解析戦略を確立すると共に、過去の GEONET データの再解析を行い、解析結果の精度を評価した。

### 3. 得られた成果

昨年度の検討にしたいがい、新たな解析戦略では、衛星および観測局について絶対位相特性モデルを用いる。そのため、用いる座標系としては、IGS がこれらの位相特性モデルに整合させて実現した IGS05 系（IGS による ITRF2005 系の実現系）を採用することとした。GEONET の解析戦略においては、IGS05 系は、衛星軌道情報および解析時に固定点の座標値を通して、実現される。衛星軌道情報に関し、IGS 暦において IGS05 系が導入された 2006 年 11 月 5 日以降の期間については、IGS をそのまま使用した。また、それ以前の期間については、GFZ ポツダムとドレスデン大学の共同研究により、絶対位相特性モデルを適用した IGS データの再解析で得られた軌道情報（Steigenberger et al., 2006 ; 以下、「PDR 暦」という。）を入手し、これを IGB00 系から IGS05 系に変換して用いる。このときに必要となる変換パラメータは、IGS 暦と PDR 暦の比較結果、Ferland (2006, IGSmail #5455) によるパラメータ、および、独自のグローバル解析による IGB00 系と IGS05 系の比較結果を考慮して求めた。他方、固定点の座標値は、地下水のくみ上げによる固定点（つくば地区）の上下方向の年周変動などの変動（Munekane et al., 2004）を考慮するため、2006 年 11 月 5 日以降については IGS 暦を用いた日本周辺の IGS 点から取り付け解析によって与え、それ以前については独自のグローバル解析結果を採用した。ただし、この処理は精度が重視される最終解析にのみ適用し、安定性が優先される速報解析と迅速解析に対しては従来と

同様の nominal な座標モデルの適用が推奨される。

以上により新たな解析戦略が完成した (畑中ほか, 2007 ; 畑中ほか, 2008)。

完成した解析戦略を用いて, 1996年3月以降の GEONET データの再解析を行い, 解析結果の精度評価を行った。再解析結果から抽出した網のスケールの時間変化を, これまでのルーチン解 (F2 解) と比較した (図-1)。F2 解には, 最大 20ppb にも達する極めて大きな年周変化が見られ, しかも, 近年, その振幅に増大傾向が見られる。振幅変化の存在は, 年周変化の規則的繰り返しを仮定する経験的な年周変化の除去手法にとって大きな障害となる。一方, 新たな解析結果 (F3 解) では, スケールの年周変化が軽減し, 一部を除き 2~3 ppb 以内で安定しており, この問題が大きく軽減されている。また, トレンドおよび年周成分除去後の基線成分の分散値が, 各成分で, F2 解に比べ約 25%減少し, 特に, 基線長への依存性がほぼ半減した。また, 固定点の変動の考慮によって, 従来のルーチン解に見られた, 観測網全体の見かけの上下変動が解消し, IGS 等によるグローバル解析結果との整合性が向上した。

#### 4. 結論

GEONET のこれまでのルーチン解析仕様の問題点を解決するとともに, GPS データ解析の最新の知見を取り入れた新たな解析仕様が完成した。新たな解析戦略によって過去の GEONET データの再解析を行い, 解析結果の精度等の評価を行った。その結果, 従来の GEONET ルーチン解に比べ, スケールの年周変化の大幅解消, 基線解のノイズの低減 (トレンド・年周変化除去後の残差の分散値が約 25%減少), 網全体の見かけの上下変動の解消など, 品質向上が確認された。

#### 参考文献

- 畑中雄樹・山際敦史・湯通堂 亨・宮原伐折羅 (2005) : GEONET のルーチン解の精度評価, 国土地理院時報, 108, 49-56.
- 畑中雄樹・宗包浩志・岩下知真子・湯津堂亨・小谷京湖・石本正芳・川元智司 (2007) : GEONET ルーチン解析戦略第4版の構築に向けて, 日本測地学会第108回講演会予稿集, 17-18.
- 畑中雄樹・宗包浩志・古屋智秋・豊福隆史・小谷京湖 (2008) : GEONET の新しい解析戦略 (第4版), 日本測地学会第110回講演会予稿集, 95-96.
- Munekane, H., M. Tobita, and K. Takashima (2004): Groundwater-induced vertical movements observed in Tsukuba, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L12608.
- Steigenberger, P., M. Rothacher, R. Dietrich, M. Fritsche, A. Rülke, and S. Vey (2006): Reprocessing of a global GPS network, *J Geophys Res*, 111 (B05402), doi:10.1029/2005JB003747.

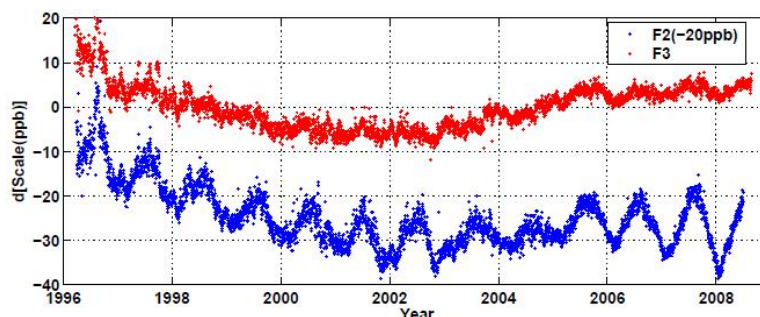


図-1 網のスケール変化の比較. 各電子基準点の座標値の中央値からなる座標セットに対して, 日々の座標セットの Helmert 変換パラメータを推定し, そのスケール成分をプロットした. (上: F3 解, 下: F2 解, F3 解について推定した直線トレンドを両方のプロットから除去し, F2 解のプロットには-20ppb のオフセットを加えている.)