

GEONET以前のGPS連続観測網の再解析

実施期間	平成16年度
測地観測センター地震調査官	畑中 雄樹
測地観測センター衛星測地課	岩下 知真子 野神 憩 小谷 京湖

1. はじめに

現在のGEONETは、1996年に観測点数が610点になった際に構築したシステムを土台に、改良を加えたものであり、現在のルーチン解(F2)への改良の際には1996年3月以降のデータを対象に再解析が行われた。それ以前にも200点を超えるGPS連続観測点が運用されていたが(COSMOS-G2網およびGrapes網、図-1)、そのデータは幾つかの理由によって再解析の対象とはならなかった。この時期のデータは、GEONET以前に発生した1994年北海道東方沖地震や1994年三陸はるか沖地震、1995年兵庫県南西部地震のような大地震の基礎資料として重要である。また、現在東海地方で続いているゆっくり滑りの前の「定常状態」がF2解で確認できるのは1996年3月以降だが、それ以前のデータが使えれば、定常状態と非定常状態の区分を更に1~2年遡って議論することも可能になるであろう。しかし、これらのデータに関しては古い解析システムによる結果しかなく、解析仕様や精度の違いなどにより、現在のGEONETのルーチン解析結果と同じ土俵で議論するには困難が伴っていた。

2. 研究内容

COSMOS-G2およびGrapes時代のデータを整備し、F2解と整合性の高い解を得ることを目指して解析戦略を構築し、データの再解析を行う。

3. 得られた成果

磁気テープに保存されているCOSMOS-G2網およびGrapes網の観測データを掘り起こし、1日単位のRINEX形式のファイルに規格化してアーカイブした。テープの劣化等のため読み取り作業は難航したが、一部Rawデータの残っているものもあるなど複数の冗長なバックアップがあったので、ほぼ全データを復元することができた。

COSMOS-G2網およびGrapes網のデータを、現在のGEONETのルーチン解析(F2)と互換性を保ちながら解析するためのシステムを構築した(図-3)。ソフトウェアや解析パラメータはF2と同じものを用いたが、観測点数が大幅に異なり、F2と全く同じクラスター分割は使えないので、この点は工夫する必要がある。まず、COSMOS-G2とGrapesはセッション長などの運用条件が異なっているため(図-2)、両者を混合して解析するのは合理的でない。運用条件の違いの影響を最小限に抑えるため、それぞれ別のクラスターになるように2つに分割して分散処理を行い、結果の正規方程式ファイルを結合処理することで座標解を得る。結合処理のためにはクラスター間で共通の観測点が必要なため、つくば1観測点(92110)をそれに充て、両クラスターに含める。この観測点はCOSMOS-G2時代にも例外的に24時

間観測が行われていた観測点の一つであり、F2解析においても固定点として用いられている。

解析戦略の確定にあたってもう一つ重要な点は、大気遅延量の推定に対する配慮である。COSMOS-G2網は差し渡し300km程度しかないので、大気遅延量の絶対値に対する感度が低い。大気遅延量の絶対値の誤差は、わずかながら網のスケール誤差につながる。ルーチン解析では2500km程度の広がりをもつバックボーン・クラスターと結合することによってこの問題を解決していた。COSMOS-G2の時代には同じバックボーン観測点は存在しないが、Grapes網をその代わりに用いることができる。固定点92110が両クラスターに共通に含まれることはこの点からも重要で、この観測点が両クラスターの大気遅延パラメータを結合する仲立ちとなる。Grapes観測網運用前については、大気遅延量の絶対値の精度は多少悪くなるが、COSMOS-G2クラスターのみで解析する。また、92110のデータが欠測等で得られない場合には、TSKB(IGS点)を代用する。

以上の解析戦略により、1994年4月25日以降のCOSMOS-G2データおよび1994年9月17日以降のGrapes網のデータを再解析した。再解析結果の精度は、過去の各解析システムによる解と比較して、格段に向上している。解析結果はGEONETのルーチン解ともよく整合しており、長期に渡る地殻変動を統一的に議論できるようになった。ただし、COSMOS-G2は、観測時間を1日当たり6時間あるいは12時間としていた時代があるため(図-2)、期間によっては多少バラツキが大き目である。

得られた解析結果から、1994年北海道東方沖地震後の余効変動が1年以上に渡って続いていたことが明瞭になった(図-4)。本震に伴う水平変動は根室が最大であった(Tsuji et al., 1995)が、余効より内陸側で大きな変動が見られるなど、変動の空間的な分布に違いがみられ、本震とは断層面が異なる可能性が示唆される。

4. 結論

GEONET発足以前のGPS連続観測網のデータのアーカイブを整備した。これらのデータをGEONETの座標解との整合性を保ちながら解析する手法を開発した。再解析の結果は、かつての解析結果に比べて精度が大きく改善され、GEONETの現在のルーチン解析(F2)との連続性もよい。これによって、より長期のデータに遡って地殻変動を議論することが可能になった。解析結果には1994年北海道東方沖地震の余効変動が1年以上に渡って続いたことが明瞭に読み取れるなど、新たな知見も得られている。この余効変動のメカニズムについては、より詳細な検討が必要である。

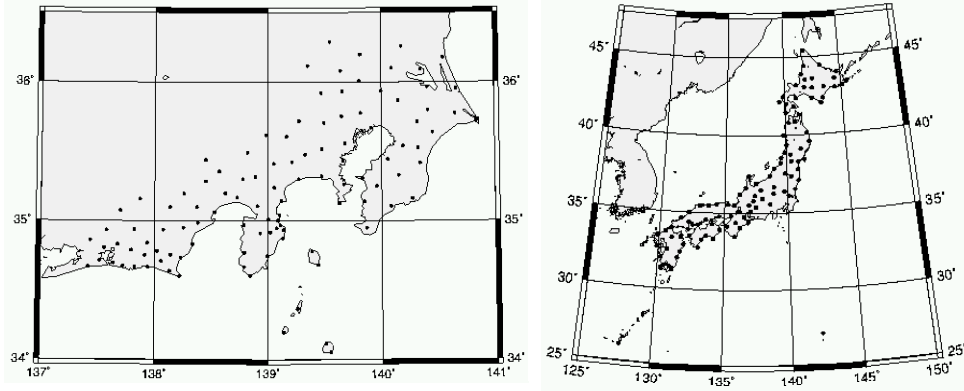


図-1 COSMOS-G2網 (左) およびGrapes網 (右)

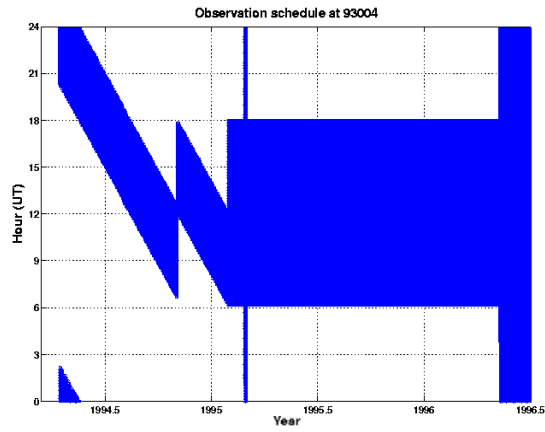


図-2 COSMOS-G2観測点の観測スケジュールの変遷の例 (93004、銚田)

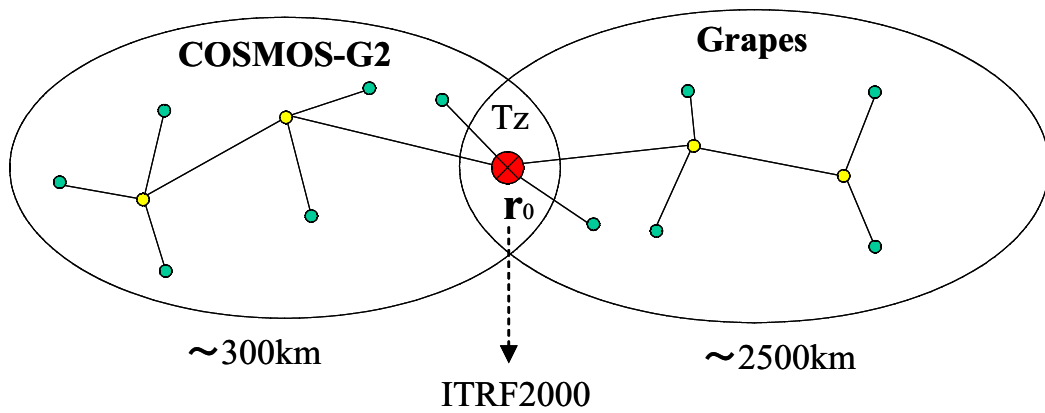


図-3 COSMOS-G2網およびGrapes網の分散・統合処理の概念図

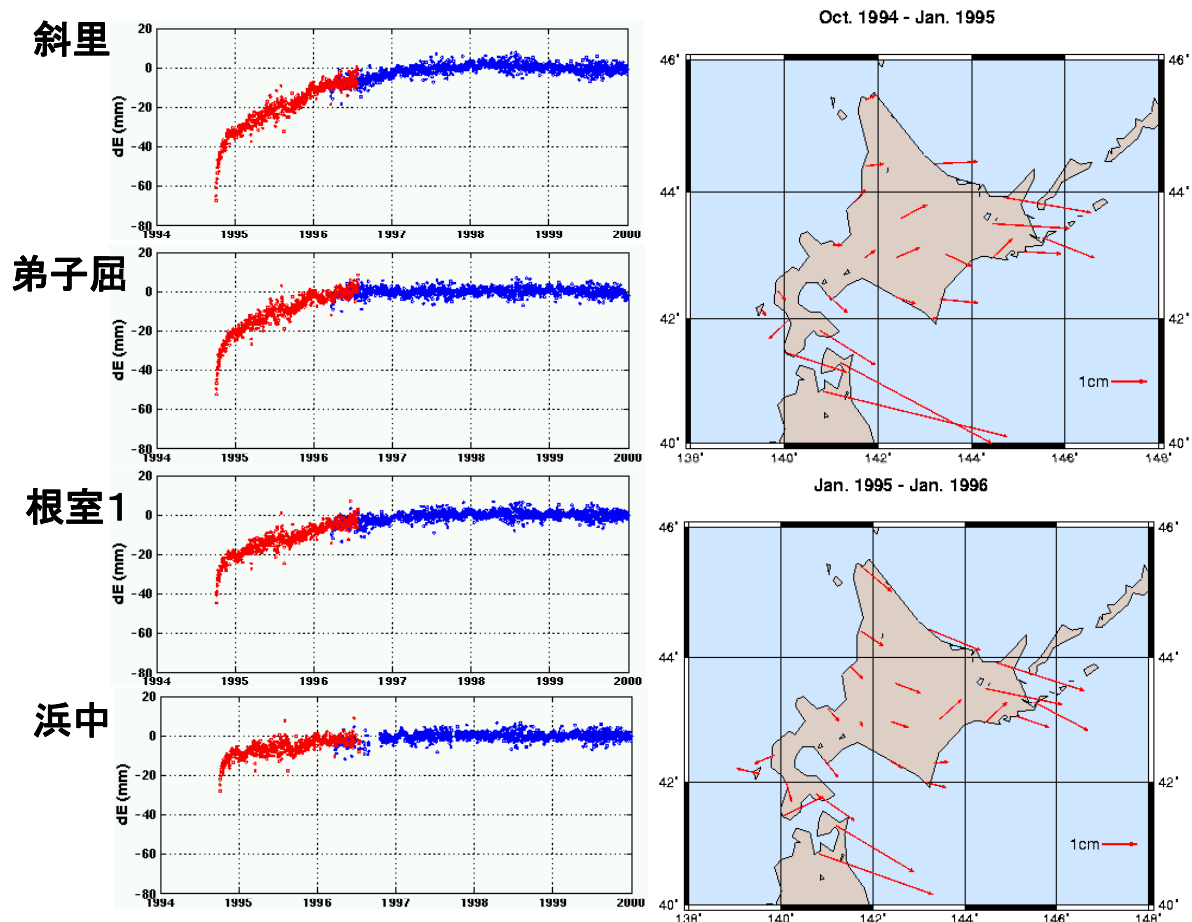


図-4 1994年北海道東方沖地震の余効変動。座標時系列（左）、水平変動時系列（右上：地震直後～1995年1月、右下：1995年1月～1996年1月、三陸および道南地方には1994年三陸はるか沖地震による地殻変動および余効変動も見られる。）