

リアルタイム解析の信頼性向上に関する調査研究（第2年次）

実施期間	平成16年度～平成17年度
測地観測センター衛星測地課	矢萩 智裕 畑中 雄樹 湯通堂 亨 小島 秀基

1. はじめに

現在全国に整備された約1,200点の電子基準点のほぼ全点において1秒サンプリングの観測が行われており、これらのデータを用いたリアルタイム解析は、地殻活動の定常監視や、災害時の迅速な対応に有効であると期待されている。現在のGEONETシステムにはGPS Solutions社製のRTNETが組み込まれている。導入当初は不安定な動作が多く見られたが、ソフト自体の改良や解析戦略の構築等のチューニングにより、多くの問題が改善されつつある。本報では、昨年度に続いて行った精度向上のための取り組みについて報告する。

2. リアルタイム解析の解析戦略

リアルタイム解析の最大の魅力はその即時性にあるが、GPS解析において観測時間と解析精度はトレードオフの関係にあり、データ数の少ないリアルタイム解析時における解の精度低下は避けられない。精度低下の理由としてソフト自体の問題と解析手法の問題が挙げられる。精度を維持しつつも即時性を損なわないための最適条件を決めるため、精度検証結果から現時点で最も有効と考えられる解析戦略を構築した。現在採用している主な解析戦略を以下に示す。

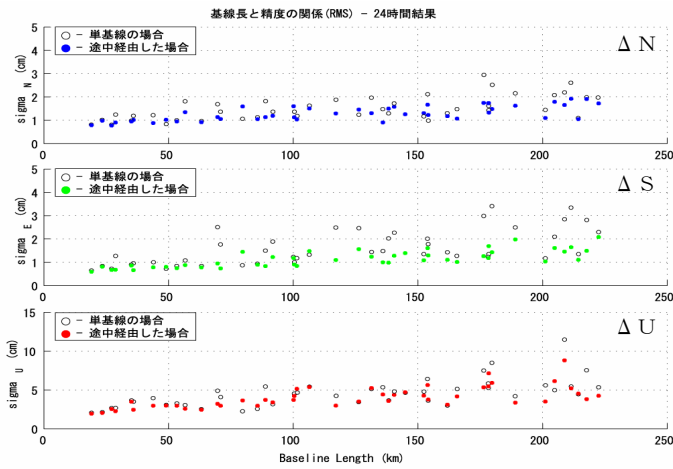
- 1) 各観測点間の基線長は約50km以下とする
- 2) 初期座標値には直近のR2解を採用する
- 3) 多点時には10点程度の複数グループに分割する

3. 得られた検証結果

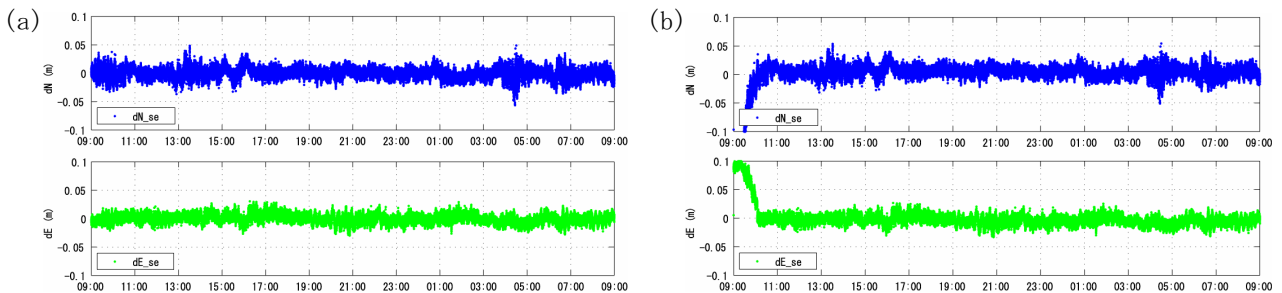
ソフト自体の改良もあるが、2.で示した解析戦略の採用により解の安定度は大きく増した。以下に、各項目における精度検証の結果を示す。

- 1) 全国的に大気安定し、また電離層の状態も静穏だった2005年通算日103の24時間分のデータを用い、基線長と解の精度の関係を検証した(図-1)。つくば1(92110)から半径約200km内に位置した218点について、単基線で解いた場合と50km以下の短基線で繋いで解析した結果を比較すると、前者の結果で見られる基線長に伴った精度劣化が、後者の結果では改善されており、長基線を解く場合における基線長の制限の有効性を示している。この要因の一つには、基線長が長くなるにつれアンビギュイティのミスフィックスが増えることが挙げられる。リアルタイム解析結果の平常時のノイズレベルは、水平成分で4cm、上下成分で10cm程度と見積もられる。
- 2) RTNETの解析では、初期値の精度が解析結果の安定度に大きく影響する。図-2は、初期座標値を変えた時の静岡2(93078)と大島1(93051)の基線解析結果である(解析期間:2005年通算日103)。初期値にそれぞれ前日のR2値(左)、GEONET初期値(右)を採用しているが、精度の悪い初期座標を用いた場合には、解が安定するまで2時間弱を要しており、迅速に安定な解を求める上での初期座標精度の重要性を示している。これを踏まえ、現在は初期座標値として直近のR2値を採用している。
- 3) 解析する点数に伴い推定パラメータ数が指数関数的に増加するため、多点解析時には多大な処理時間を要する。表-1にRTNET解析時に要した処理時間の一例を示す。RTNETでは一度に50点までの解析が可能であるが、点数と共に推定パラメータ数が増加するため、多点解析時には解析所要時間が問題となっていた。これらの状況を踏まえ、現在はユーザー側で任意の小グループを組んで解

析ができるように改良し、後処理の場合でも処理時間が実時間程度に収まる程度に短縮されている。なお小グループ間の結合をする場合には、グループ間で共有する点を指定し、その点の座標が一致するようにクラスタの固定点から見て下位にあたるグループ全体を平行移動している。



図－1 RTNET で 24 時間解析(2005 年通算日 103)を行った際の残差 RMS のプロット。横軸はつくばからの基線長。上から南北、東西、及び上下成分を示す。黒丸がつくばから単基線での解析結果、各色が 50km 以下の基線で繋いだ場合の解析結果を表す。



図－2 初期座標値を変えた時の静岡 2－大島 1 間の基線変化時系列。(a)には前日の R2 解、(b)には GEONET 初期座標(速度考慮なし)を初期値としている。各図において、上段が南北成分、下段が東西成分である。

表－1 2004 年に発生した地震時における後処理 1 秒解析時の解析時間、点数、処理時間の関係。

地震名	解析時間	点数	処理時間
新潟県中越 (2004/10/23)	6h	13	3.5h
釧路沖(2004/11/29)	2h	14	8.5h
		22	—
根室半島南東沖 (2004/12/6)	2h	10	3.5h
		20	—

4. 結論

精度検証を踏まえた解析戦略により解の安定性は増し、実際の地震の事例解析においても定常解析結果と整合的な解が得られている。一方で変動量が大きい際にアンビギュイティ推定が不安定になるという問題もあり、今後はソフト自体の更新も含め取り組んでいく必要がある。

参考文献

矢萩智裕他(2005)：GEONET における緊急解析の現状， 国土地理院時報， 108， 29-37.