

PPP キネマティック法による電子基準点座標モニタリングシステムの試作
Development of the GEONET coordinate time series monitoring system based on
PPP-kinematic positioning

#宗包 浩志¹

1:国土地理院

Hiroshi Munekane¹

1: Geospatial Information Authority of Japan

はじめに

国土地理院では、最終解(F3解)、速報解(R3解)、迅速解(Q3解)の3種類の定常解析座標解を用いて地殻変動を監視している。これらの座標解は高精度であり、地震・火山現象の正確なモデル化に貢献しているが、その半面、時間分解能については、F3解、R3解では1日、Q3解でも6時間であり、2011年3月の東北地方太平洋沖地震や2016年4月に発生した熊本地震のように、短時間に地震が頻発した場合や、火山活動に伴う地殻変動のように短時間に大きな変化を生じる場合、現象の把握が困難であるという課題があった。

PPPキネマティック法は、キネマティック解析の1種類であり、データの1エポック(1秒ないし30秒)毎に座標解が得られることから、上記のようなケースにも有効な手法である。また、計算負荷が、比較的負荷の軽い補正情報(軌道暦・時計・AR情報)の計算に要する時間を除けば、観測点数に対し線形にしか増えないので、電子基準点のような観測点数の多い観測網についても容易に全点解析が可能であるという特徴を有する。

本研究では、将来的な定常解析への適用をめざし、PPPキネマティック法による電子基準点座標モニタリングシステムを試作し、現時点での座標解精度について分析した結果について報告する。

システムの概要

PPPキネマティック法による電子基準点座標モニタリングシステムは、補正情報生成部および測位部からなる。補正情報生成部としては、宇宙航空研究開発機構で開発されたMADCOCA 0.7.4、および測位部についてはオープンソースソフトウェアであるRTKLIB 2.4.3 b8をベースに構築した。解析エポックは30秒毎、解析の種類は、超迅速解、迅速解、最終解の3種類とした。超迅速解は1日4回、国際GNSS事業(IGS)から公開される超速報解と同じタイミングで補正情報を生成した上で、対応する電子基準点データについて、24時間のウィンドウを6時間ずつスライドさせてキネマティック解析を行う。その結果、電子基準点における観測から5-11時間後にキネマティック座標解が取得される。迅速解は1日1回、2日前の電子基準点データのPPPキネマティック解析を行う。最終解は1日1回、17日前の電子基準点データのPPPキネマティック解析を行う。

結果

本システムを用い、最終解についてはさかのぼり解析もあわせて2016年1月1日から、迅速解、超迅速解については2016年7月12日より連続運用を行っているが、全期間に渡って概ね良好な解が得られている。図1に例として電子基準点つくば1の7/18-23の迅速解と超迅速解のキネマティック座標解時系列を示す。超迅速解については、6時間ずつスライドさせた解を重ねて表示しているが、解の境界におけるギャップは小さく、解をまたいだ地殻変動解析も可能だと思われる。座標再現性は、超迅速解が(E, N, U) = (0.0097, 0.011, 0.023) (m)、迅速解が(E, N, U) = (0.0088, 0.0088, 0.019) (m)であり、迅速解のほうがわずかに小さいが、これに関しては他の観測点でも同様の傾向が見られる。迅速解と最終解の座標再現性の差は無視できるほど小さい。

本システムの地殻変動監視への適用可能性の例として、図2に電子基準点城南(021071)における4/9-30のキネマティック座標解時系列(最終解)を示す。熊本地震の前震、その余震、本震や余効変動による変動がきれいに記録されていることがわかる。そのそれぞれについて推定された断層モデルは、定常座標解析(および緊急解析)により求められたものとはほぼ整合的であり、本システムが地殻変動監視に耐えうる精度をもっていることが示された。

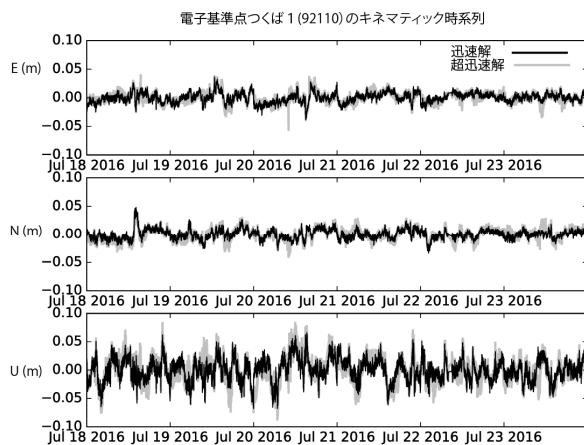


図 1: 迅速解、超迅速解のキネマティック座標解時系列の例。電子基準点つくば1の、2016年7/18-23の時系列を示す。

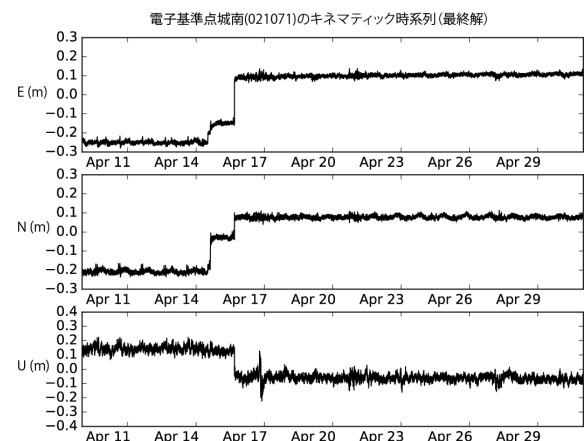


図2:キネマティック座標解時系列で捉えられた熊本地震に伴う地殻変動。電子基準点城南の4/9-30の時系列を示す。

謝辞

MADCOAは宇宙航空研究開発機構より提供を受けた。また、測位解析にはオープンソースソフトウェアRTKLIBを利用した。記して謝意を表す。