

迅速・高精度な GNSS 定常解析システムの構築に関する研究
Research on the development of rapid and accurate GNSS routine analysis
system

#中川弘之¹

1: 国土交通省国土地理院

Hiroyuki Nakagawa¹

1: Geospatial Information Authority of Japan

はじめに

GEONETの定常解析結果は、地震本震や余効変動による地殻変動データ、断層モデルを通じて地震活動の評価等に利用されているとともに、活火山の山体変化の監視や、噴火活動の推移監視における基礎的な資料としても活用されている。

しかし、地殻変動の監視においては、迅速性や時間分解能が不十分な場合もある。現状ではもっとも迅速なQ3解でも解析結果が得られるのはデータ取得後3時間後であるが、例えば、平成28年4月14日夜に発生した熊本地震では、地殻変動情報が得られたのは翌15日の朝となった。

また、熊本地震では14日夜のM6.5の地震の3時間後に同等の規模の余震が発生したが、Q3解の時間分解能は6時間であるため、15日午後の地震調査委員会臨時会に提出した地殻変動情報においては、これらの地震による地殻変動を分離できなかった。さらに火山についても、噴火直前の山体膨張や噴火後の収縮の監視にも時間分解能が不足する可能性がある。

この弱点を補うため、我々はPPP-AR法に着目した。これは精密単独測位 (Precise Point Positioning; PPP) 法に位相端数バイアス (Fractional Cycle Bias; FCB) と呼ばれる補正情報を追加して波数の整数不確定性を決定 (Ambiguity Resolution; AR) するものである。格段に少ない計算負荷で迅速に、1エポックごとの観測点の位置を算出できるうえ、相対測位に匹敵する精度が得られる可能性がある。

そこで国土地理院では、2017年度より3年計画で、PPP-AR法を用いて現在の定常解析に匹敵する精度でより迅速なGNSSの解析手法と、これを実装したプロトタイプシステムを開発すること目的とする研究を開始した。本研究では、GEONETの高い時間分解能の24時間スパンの時系列解を、1時間ごとに、水平方向のばらつき約1cmで、データ取得の約2時間後までに算出することを目標とする。

データと方法

本研究で構築するプロトタイプシステムは、グローバルなGNSSデータを用いてPPP-AR補正情報 (衛星軌道・時刻情報・FCB) を生成する部分と、これを用いてGEONETデータに対してPPP-AR解析を実施する部分から構成される。

本年度はPPP-AR補正情報を生成するシステムを構築する。使用するデータは、IGSのリアルタイムGNSS観測点、JAXAが構築する複数GNSSモニタ局ネットワークMGM-netの観測点およびGEONET観測点の計65点 (図1) について、GNSSデータストリームをRINEXファイルに変換したものを使用する。衛星系はGPS及びGLONASSを対象とし、衛星軌道・時計はGPS及びGLONASSの、FCBはGPSの情報を出力する。解析には、JAXAが開発した「MADOCA」を使用する。

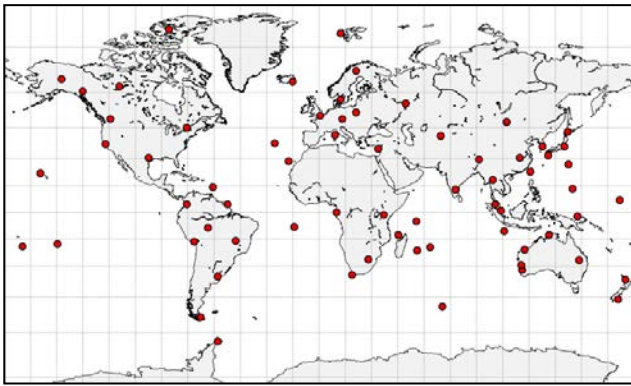


図 1: PPP-AR 補正情報生成に使用した観測局

本稿では、まず、PPP-AR補正情報の推定にかかる時間から、測位計算に充てることが出来る時間を見積もる。次に、GEONETの「稚内」「羽幌」「えりも1」「天塩」の4点に対して、2017/6/12～15の4日間にわたって1時間ごとに24時間スパンのPPP-AR解析を行って1秒間隔の時系列を算出し、その標準偏差から、解の安定性を考察する。PPP-AR解析には、オープンソースソフトウェア「RTKLIB ver.2.4.2」(Takasu, 2014)を国土地理院の宗包氏が修正したものを使用した。

結果と考察

現在手元にある計算機では、1回分(24時間)のPPP-AR補正情報の生成にはおよそ45分を要した。グローバルなGNSSデータをRINEXファイルに変換するには5分程度かかることから、2時間以内に時系列解を求めるには、(2時間) - (5分) - (45分) = 70分でPPP-AR解析を実施する必要がある。試験解析では24時間分の1秒座標時系列の計算には、1点あたり7～8分かかったことから、70分では8～10点分の時系列を計算できる。したがって、GEONET全点を2時間以内に解析するためには、複数のサーバで並列的に計算したり、解の間隔をより長くして計算量を少なくしたりする必要がある。

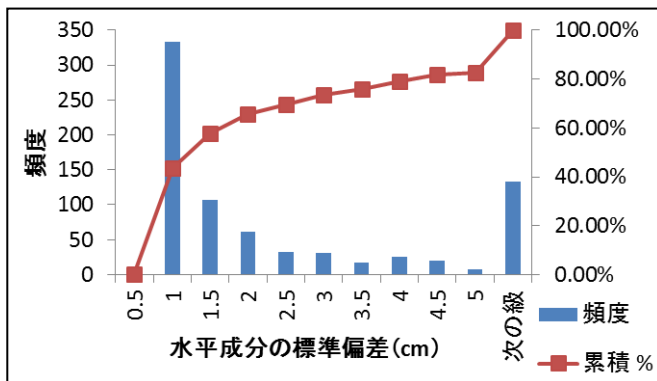


図 2: 試験解析における、東西、南北成分の時系列解標準偏差のヒストグラム

図2に、東西、南北成分の時系列解96個(4日×24個/日)の標準偏差のヒストグラムを示す。標準偏差1cm以下の時系列は全体の4割程度である。一方で、標準偏差が5cm以上の時系列が約2割ある。これらの時系列には大きな揺らぎやとびが見られることから、補正情報の品質に問題があると思われる。今後は、補正情報の生成に用いるグローバルデータの品質や欠測と時系列の揺らぎ・とびとの関係を精査し、データや観測局の選択を行い、安定性を高めていく計画である。

謝辞

「MADOCA」およびMGM-netのデータはJAXAと国土地理院の間の包括的協力協定に基づきJAXAより提供されたものである。またIGSからリアルタイムGNSSデータストリームを提供いただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

Takasu, T. (2014): RTKLIB: An Open Source Program Package for GNSS Positioning, <http://www.rtklib.com> (accessed 13 Feb. 2017).