

GEONET 観測点における地震後変動モデルの推定手法の開発
Development of Estimation Method for Post Seismic Deformation Model in
GEONET Observation Station

#宮崎 隆幸¹

1: 国土地理院

Takayuki Miyazaki¹

1: Geospatial Information Authority of Japan

はじめに

最新の国際的な測地基準系であるITRF2014では新たに地震後変動(PSD)モデルが導入された。その一方で、日本ではPSDが現在も進行しており、その水平成分の大きさは最大で15cm/年に達する。日本の測地基準系は年に一度更新されるセミ・ダイナミック補正パラメータによって元期座標と今期標値を関連づけているが、大きなPSDが継続する状況において現在のセミ・ダイナミック補正の更新頻度が妥当であるかを判断するためには数年程度の座標値予測能力を持つモデルと今期座標を比較することが有用である。もしITRF2014のPSDモデルに類似のPSDモデルがGEONET観測点について整備されれば、そのPSDモデルによって座標値の短期的な予測が可能となり、適切なセミ・ダイナミックパラメータの更新頻度を設定するなどして、日本の測地基準系の高度化に寄与することが期待される。

しかし、PSDモデルの推定は非線形のフィッティング問題であり、一般には大域解を求めることは容易ではない。そこで我々は新たにマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づくベイズ推定を用いてPSDモデルを推定する手法を開発した。この手法は最小二乗法に比べてより広範囲のパラメータ探索が可能であり、局所解に落ち込む可能性を低減することができる。

本研究で開発された推定手法は最小二乗法に比べて初期値に対する解の収束性や値の依存性は少ないものの、何らかの初期値とその不確かさ(密度分布)を先験的に与える必要がある。そのような設定を全国に1300点ほど存在するGEONET観測点について逐一手動で決定することは現実的でない。そこで本研究ではPSDモデルパラメータのうち非線形な時定数についてあらかじめ設定した範囲内の値で固定したパターンを多数試行することで、MCMC法によるパラメータ推定の前に概略の値とBIC最小モデルを決定した。本発表では平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震のイベントに対して東北地方のGEONET観測点のPSDモデル推定を実施した結果を発表する。

データと方法

使用したデータはGEONETの日々の座標値F3解である。データの期間は2004年1月1日から2016年12月31日までである。今回の解析ではGEONET各点に共通するノイズを除くために観測のS/Nが大きく、大きな地震の影響を受けていない電子基準点「福江」の観測データを差し引いた。PSDモデルパラメータの推定にはマルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法を用いた。本研究のMCMC法では観測データの他にパラメータの初期分布を設定する必要がある。またPSDモデルのモデル選択まで含めてMCMC法で決定すると計算時間が増大してしまう。そのようなモデル選択問題や初期分布、を求めるためにグリッド

サーチ法を適用した。対数(Log)および指数(Exp)関数の時定数を1.0, 10.0, 100.0, 1000.0, 10000.0に設定し、PSDモデルは適用なし、Log、Exp、Log+Exp、Exp+Expのそれぞれについて線形速度の有無を考慮した10パターンを候補とした。これに時定数の5パターンを組み合わせると、Logの時定数よりもExpの時定数が大きいことを仮定すると、ひとつのイベントに対して82の線形フィッティングを試行することになる。このフィッティング結果からBIC最小となるモデルとパラメータ値を採用した。

結果

図1に電子基準点「宮古」におけるフィッティング結果の時系列プロット、図2に各パラメータのヒストグラムを示す。PSDモデルと観測値の差の標準偏差は(E, N, U)=(3.6, 3.3, 9.0)mmとなり、GNSSの観測精度を考えれば良好なフィッティング性能を示している。従来の推定手順ではパラメータの初期分布とPSDモデルの関数形をある程度試行錯誤的に設定する必要があったが、グリッドサーチ法を併用することで初期分布とモデル選択の設定が大きく効率化された。この手法により他のGEONET観測点におけるPSDモデルの作成を進める。

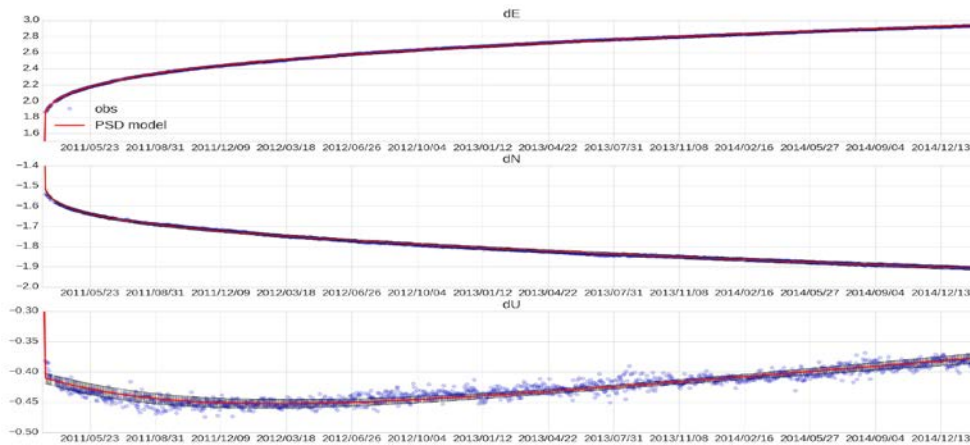


図1: 観測値と推定された PSD モデルの時系列プロット。縦軸は2003年1月1日からの変動を示す。

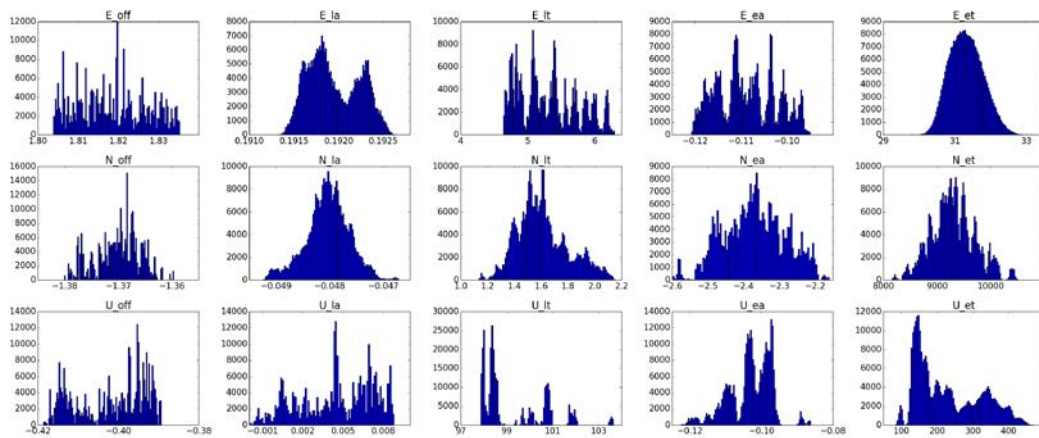


図2: 推定された PSD モデルの各パラメータのヒストグラム。横軸はパラメータの値。縦軸は頻度を示す。