

GEONET 単独測位位相残差から視線大気遅延を抽出する試み

Separation of slant tropospheric delay from phase residuals in precise point positioning analyses for GEONET

岩淵 哲也[1], 宮崎 真一[2], 内藤 勲夫[3]
Tetsuya Iwabuchi[1], Shin'ichi Miyazaki[2], Isao Naito[3]

[1] 気象研(科技団), [2] 地理院・研究センター, [3] 国立天文台・地球回転研究系
[1] MRI (JST), [2] Research Center, GSI, [3] Div. of Earth Rotation, National Astronomical Observatory

<http://www.h3.dion.ne.jp/~iwabuchi>

GEONET 視線大気遅延の気象学的利用および可降水量の高精度化に向け、GIPSY 単独測位に基づく位相残差が、「視線大気遅延」として気象学的に利用可能であるか評価した。水蒸気の絶対量が少ない2月の1ヶ月間について、観測点ごとに全 LC 波位相残差の仰角依存性について4次の多項式近似で得られた曲線のパターンは、最大で30mmに達する仰角依存のバイアスが存在することを示した。夏季の前線通過の事例の位相残差からこの曲線を差し引いて得られた位相残差の空間分布が、各観測点の天頂大気遅延から計算される天頂大気遅延空間勾配と対応するか比較評価された。

GPS 衛星方向の大気遅延(視線大気遅延)は、それを天頂方向に換算して得られる天頂大気遅延とともに、水蒸気の動態に関する研究において重要な情報となる。視線大気遅延に何らかのバイアスが含まれていれば、それを天頂方向に投影した天頂大気遅延にもバイアスが含まれることになり、天頂大気遅延に基づく可降水量の数値予報モデルへの同化などに注意が必要となる。最近、Hatanaka et al. (2001) は、国土地理院全国 GPS 観測網(GEONET)で推定された天頂大気遅延および鉛直測位解の最も大きなバイアス源の1つが、仰角に依存するアンテナの位相中心変動(PCV)が適切にモデル化されていないことにあることを示し、GEONET のアンテナ・モニュメントタイプごとの PCV 仰角依存モデルを開発し、それを GPS 網解析(相対測位)に用いると天頂遅延量および鉛直測位解のバイアスが減少することを示している。

本研究では、GEONET 視線大気遅延の気象学的利用および可降水量の高精度化に向け、網解析を必要としない GIPSY 単独測位に基づく(視線)位相残差(距離換算)を用い、それが、「視線大気遅延」として気象学的に利用可能であるか評価した。まず、GEONET 個々の観測点において得られる位相残差の振る舞いを、特にその仰角依存性に着目して調査し、それを除去する手法を考察した。また、仰角依存のバイアスを除去した位相残差が水蒸気情報を含むか調査した。

用いた観測点数は 952 点で、1999 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までの 1 年間の解析を行った。ここでは、仰角依存性が考慮されていない JPL のアンテナ PCV モデル、Niell (1996) マッピング関数、JPL 精密暦、JPL 衛星時計情報、仙石・佐藤(私信)の海洋潮汐荷重変動係数、電離層の影響を受けない LC 波を用いた解析を行った。天頂大気遅延および大気遅延勾配(ただし、推定・非推定 2 通りの解析)は確率論的に 5 分ごとに推定した。よって、LC 波位相残差も 5 分ごとに得られる。考察を容易にするために、大気遅延勾配を推定しない場合について、LC 波位相残差の特性を評価した。

各衛星の LC 波位相残差を見ると約 30mm に達する数時間スケールの変動が確認された。これは、アンテナ・モニュメントタイプと衛星仰角に強く依存することが確認された。そこで、水蒸気の絶対量が少ない2月の1ヶ月間について、観測点ごとに全 LC 波位相残差の仰角依存性を、4 次の多項式近似を行いその振る舞いを調査した。得られた近似曲線のパターンは、Hatanaka et al. (2000)で示された L3 位相プロットと類似したパターンで、JPL PCV モデルで説明できない GEONET の PCV 仰角依存パターンを示していることが示唆された。このバイアスは、天頂に近いほど大きくなる観測網もあり、従来の JPL PCV モデルを用いて得られた天頂遅延量にもバイアスが含まれることが示唆される。同時に、このような PCV の仰角依存バイアスを含む視線遅延から計算される大気遅延勾配は、GPS 衛星の南北軸不均一分布に起因する何らかのバイアスを含まないと推測される。

一方、同一のアンテナ・モニュメントを用いた網でも、観測点により、約 5mm の仰角に依存した L3 波位相残差のバイアスが含まれることが確認された。よって、個々の観測点における PCV の仰角依存特性の違いを除去するには、仰角依存特性を示す近似式に基づくモデルを解析に適用する手法を開発することが有効であることが示唆される。

講演では、2 月の観測で得られた LC 波位相残差の仰角依存性を示す近似曲線を、夏季の前線通過など、水蒸気変動が激しい事例について得られる LC 波位相残差から差し引いて得られた位相残差と、各観測点の天頂大気遅延から計算される天頂大気遅延空間勾配と比較し、上述した手法で得られた LC 波位相残差が「視線大気遅延」として気象学的に利用可能か評価した結果についても報告する。この残差には、まだ、マルチパスの影響および PCV

の方位依存性の寄与が含まれるが、これらについては、スタッキングを行うことで除去可能であることを示す。