

GPS水蒸気トモグラフィー実験データ予備解析(2)

平原和朗 (名古屋大学大学院理学研究科)

GPS水蒸気トモグラフィー観測グループ(代表:田中寅夫(京大防災研))

1) はじめに

稠密GPS観測により観測網上空(スケールハイト3 km)の水蒸気の4次元分布を求めようとする水蒸気トモグラフィーの実験観測はこれまで、信楽及び気象研構内で行われてきた。また水蒸気トモグラフィーのデータセットとして利用可能な観測には、伊東GPS稠密観測及び三宅島GPS観測が挙げられる。これらの解析はまだ通常のGPS解析を行い、各観測点上空の天頂大気遅延量を推定し、どこまで高時間分解能で天頂大気遅延量が推定できるかどうか、ラジオゾンデやラジオメータデータと突き合わせ検討されている。ここでは、水蒸気トモグラフィーの基本的データである、位相残差データの検討を試みる。

2) 水蒸気トモグラフィーデータの問題点

GPS気象学にとってアンテナ位相特性(異機種または同機種でも個体差がある?)やマルチパス等まだ未解決の問題があり、検討すべき課題である。こういった問題には、たとえば衛星のカットオフアングルを変える等、推定時の各種パラメータを変えることによる解の変動を見ることによってその影響の見積もりがなされてきた。

位相残差の検討を行うことは、こういった影響の見積もりにも有効であると考えられる。たとえば、数日間の観測によって、日々同じ(4分早くなる)残差パターンが得られれば、マルチパスの影響である可能性が高く、何らかの補正を行うことも可能となろう。短期間であればほぼ同じ衛星配置を取るため、アンテナ位相特性もほぼ同じように日々の残差パターンに現れると思われる。

多くの研究者により指摘されているように、GPS位相残差データには、水蒸気トモグラフィーのシグナルである水蒸気遅延の成層構造からのずれだけでなく、アンテナ位相特性やマルチパス等による、いわば水蒸気トモグラフィーにとってノイズともいえるべき量が含まれていることになる。

なお、本シンポジウムで述べられている(吉原・他)、95年11月に信楽で行われた稠密GPS観測では、観測点M1~M6・S8~SXでは、アシュテックZ-12, その他の観測点ではトリンプル受信機を用いている。

3) 2重位相差残差プロット

ベルニーズ等のGPS解析ソフトウェアでは、以下の2重位相差(観測点 α , β 間、衛星間 i , j の位相の差:衛星と受信機の時計誤差が相殺される)を観測方程式として、測位解を求めており、2重位相差の残差が得られる。

$$\Phi^{ij}_{\alpha\beta} = (\Phi^i_{\alpha} - \Phi^j_{\alpha}) - (\Phi^i_{\beta} - \Phi^j_{\beta})$$

ここで、例えば、 Φ^i_{α} は観測点 α において観測された衛星 i からのGPS搬送波の位相を表す。

図1に観測点配置、図2に11月14日0時~4時(UT)の衛星配置、図3に信楽データの予備的な解析により得られたL1の2重位相差残差(観測点M1-M2, M1-M4, M1-SZ, M1-N6, 衛星24-18, 18-16, 24-16:但し18-16, 24-16には図を見やすくするために+10, +20 mm 加えている)の図を次ページに示す。観測地域が狭いため、電離層の影響は2重位相差でキャンセルされるとし、L1とL2を独立なデータとして用いている。

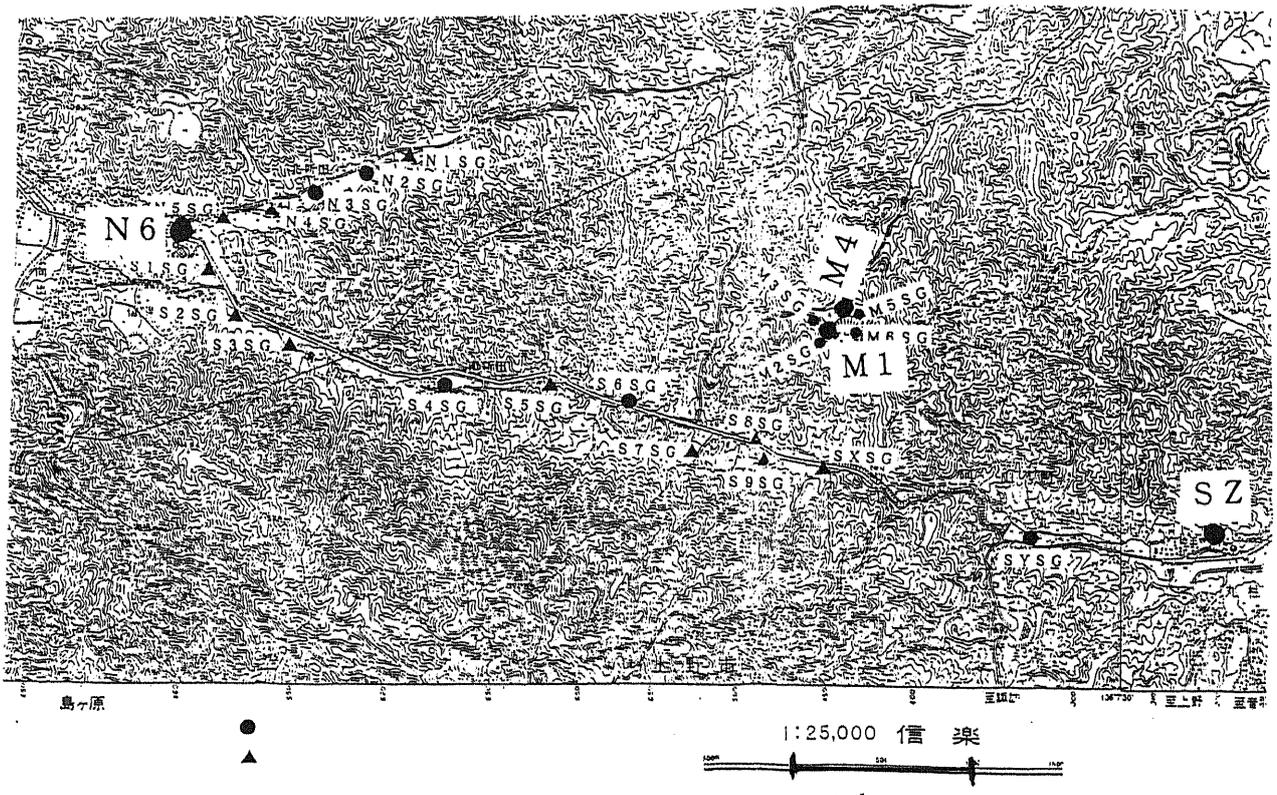


図1 観測点配置図

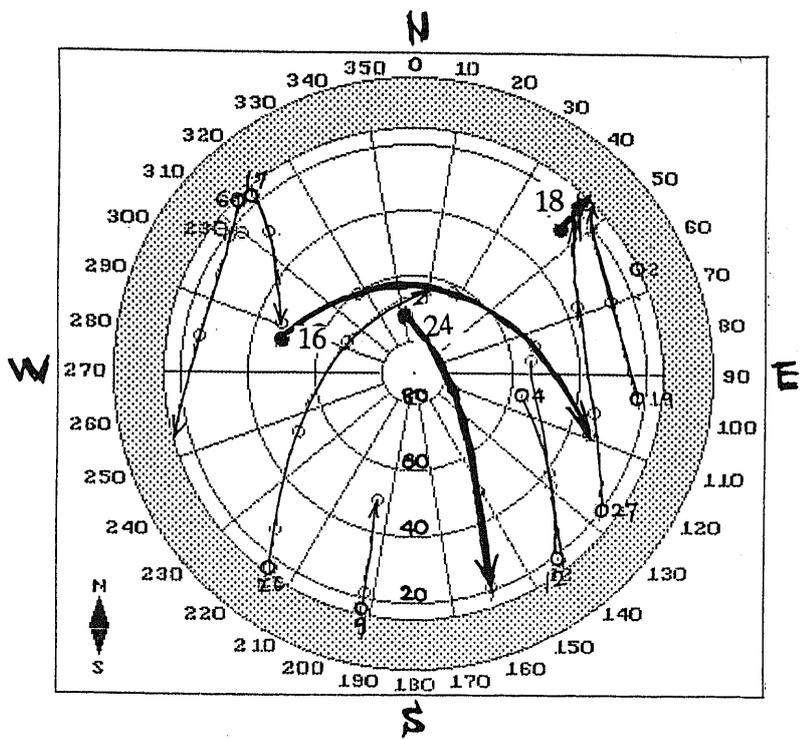


図2 1995年11月14日0~4時(UT)の衛星のスカイプロット

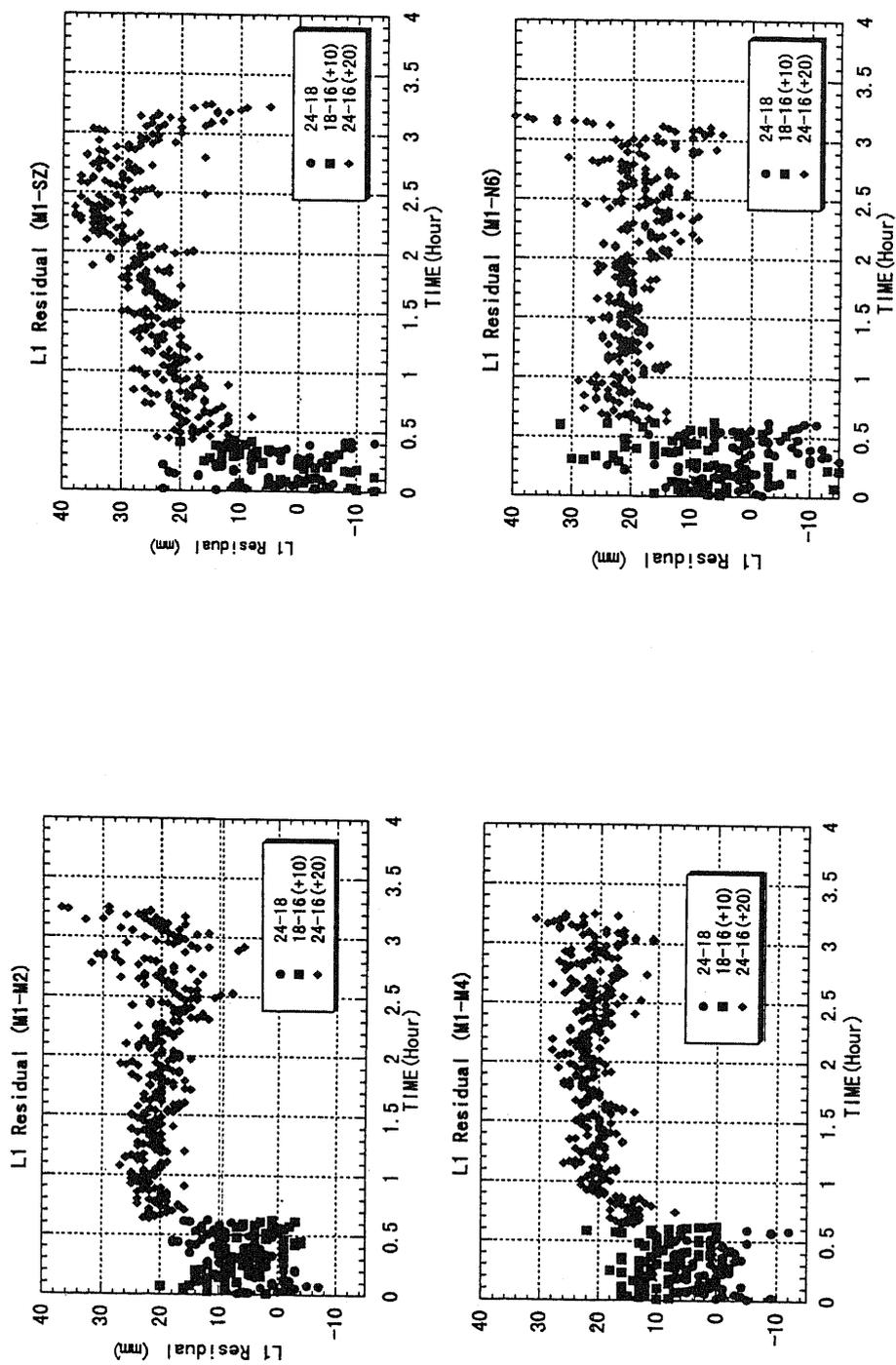


図3 L1の2重位相差残差
(M1-M2 (左上)・M1-M4 (左下)・M1-SZ (右上)・M1-N6 (右下))