

KSPにおける湿潤遅延量推定 -WVR観測による評価-  
Variations of wet troposphere delay estimated from KSP geodetic network  
-Evaluations using water vapor radiometer-

市川隆一，小山泰弘，関戸衛，栗原則幸，近藤哲朗 通信総合研究所鹿島宇宙通信センター  
古屋正人，雨谷純，瀬端好一，吉野泰造，金子明弘， 通信総合研究所  
木内等，高橋幸雄，花土弘

ICHIKAWA, R., Y. Koyama, M. Sekido, N. Kurihara, T. Kondo Kashima Space Research Center,  
Communications Research Laboratory  
M. Furuya, J. Amagai, K. Sebata, T. Yoshino, A. Kaneko, Communications Research Laboratory  
H. Kiuchi, Y. Takahashi, H. Hanado

### 1. はじめに

これまでに我々は，首都圏広域地殻変動観測網(KSP観測網)をテストサイトとして，VLBI，及びGPS観測での湿潤遅延量推定について評価を行ってきた．使用する観測データの最低仰角を変えて解析を行う，いわゆる"Elevation Cutoff Test"を行った結果，VLBI・GPSともに最低仰角を低くするほど日毎の測位解のばらつきが大きくなることが確かめられた．さらに，最低仰角を10度とした場合のVLBI観測について，異方性マッピング関数を適用したところ測位解の再現性が2～3mmに改善された．ここで使用した異方性マッピング関数は水蒸気分布を単純な一次勾配で近似したもの(MacMillan, 1995)であるが，これらの解析では実際の水蒸気の空間変動と比較して測位解変動を議論することができなかった．

今回，別報告(市川他，1998)にあるように約2ヶ月半にわたって水蒸気ラジオメータ(WVR: Water Vapor Radiometer)による湿潤遅延量観測をGPS・VLBI観測と並行して鹿嶋で行った．このWVR観測は，KSP観測の解析に対する湿潤遅延量の空間変動の影響を定量的に評価すること，そしてメソスケール現象のもとでの異方性マッピング関数の適用限界を明らかにすることを目的とする．現在はまだ解析中であるが，本要旨では予備的な結果について報告する．

### 2. 観測の概要と解析

鹿嶋におけるWVR観測は6月18日から8月末まで行った．この期間中，GPS衛星の配置にしたがって約1分毎に方位・仰角を切り替えるモードで観測を行った．最近GPS衛星が常時8～9個地球上に見えるため，概ね10分毎に同じ衛星番号の視線方向での観測を行うことになる．並行するGPS観測は連日24時間，VLBI観測は隔日24時間観測が基本であるが，WVR観測期間中の1998年7月27日～8月2日の7日間については，24時間連日のVLBI観測も実施した．なお，WVR，GPS，VLBIの各観測の最低仰角は，それぞれ10度，5度，6度としている．

GPS解析は次のように行った．まず，KSP観測網の4局(小金井，鹿嶋，館山，三浦)に加え，グアム(GUAM)，イルクーツク(IRKT)，上海(SHAO)，つくば(TSKB)のIGS点のデータとともに精密暦とBernese Ver.4.0を用いて解析を行い，KSP各局の位置を求めた．次に，KSP各局，およびIGS点の座標を強く拘束し，湿潤遅延量の推定を行った．VLBIについては，鹿嶋局を固定とした定常解析の結果を用いた．その他，地上での気温，気圧，相対湿度の1分毎の値が別途取得されている．

### 3. 予備的結果

WVR観測データの校正がまだであるため，まだ暫定的な結果に過ぎないが，Figure 1に集中観測期間中の湿潤遅延量の時系列をWVR，GPS，およびVLBIの場合について示す．ただし，これらは観測期間中の各推定値の平均値の偏差でプロットされている．今回のWVR観測では視線方向の湿潤遅延量が生データとして得られたが，ここでは天頂遅延量に引き直した．このとき，水蒸気勾配の大きさが天頂遅延量の推定に影響を及ぼすと考えられるため，図に示すように(1)仰角10-30度，(2)仰角30-60度，(3)仰角60-90度の3通りに分け，それぞれ意図的に5cmずつのオフセットを加えてWVRの結果を

表示した。また、GPSについては1時間毎、および30分毎、およびVLBIについては定常解析中の3時間毎に推定した湿潤遅延量が示されている。さらに、Figure 2は同期間に対応する地上気象データ(気温、気圧、水蒸気分圧)の時系列である。GPSの結果については地上気圧値から算出した静水圧遅延量による湿潤遅延量の補正はまだなされていない。7月30日前後で5hPa程度の地上気圧変化が見られ、湿潤遅延量に換算して1.4cm程度の系統誤差があると予想される。

ここに示した期間中は鹿嶋ではしばしば対流性の擾乱を含む強い降雨がしばしばあり、WVRにとっては必ずしも良い観測条件ではなかった。そこで、比較的晴天に恵まれた7月28日と8月1日について議論する。これらの日のGPSによる湿潤遅延量変化には、1日以上気圧変化のトレンドよりも短周期で振幅1cm程度の変動がある。水蒸気勾配の影響が少なく、ほぼ天頂遅延量の変動と調和的とみなせる仰角60-90度のWVRの結果では同様の変動は必ずしも認められない。一方、10-30度のWVRの結果は、GPSの結果と類似の短周期変動が見られ、振幅も同程度である。WVRの観測結果がばらつくのは、低仰角側でより顕著に水蒸気勾配の影響を受けるためと考えられ、その結果として天頂遅延量の推定に誤差が生じていると推測される。WVRの校正、正確な静水圧遅延量推定によるGPS湿潤遅延量の補正、異方性マッピング関数を考慮したVLBI解析など、今後より厳密な評価を進め、本講演ではそれらの結果について報告する予定である。

#### 参考文献

- 市川他(1998): WVRによる大気遅延変動の評価実験 -序報-, 日本測地学会第90回講演要旨。
- MacMillan, D.S., (1995) : Atmospheric gradients from very long baseline interferometry observations, Geophys.Res. Let., 22, 1041-1044.

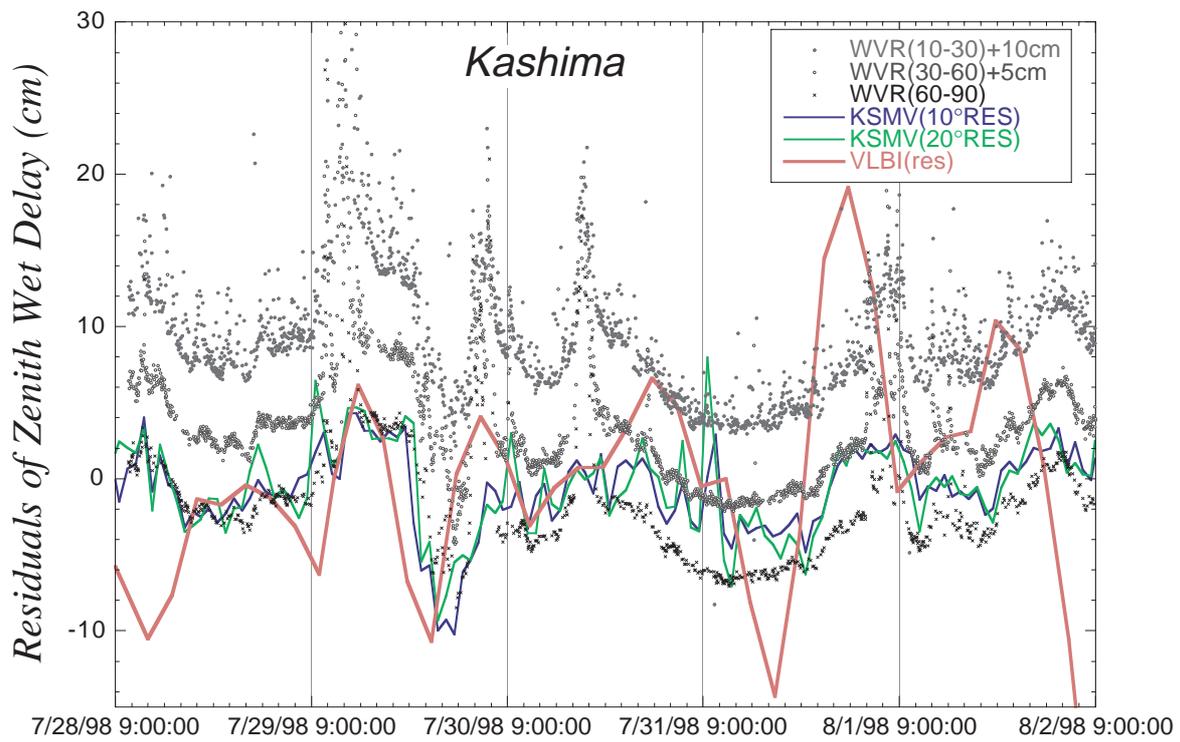


Figure1 湿潤遅延量の時系列

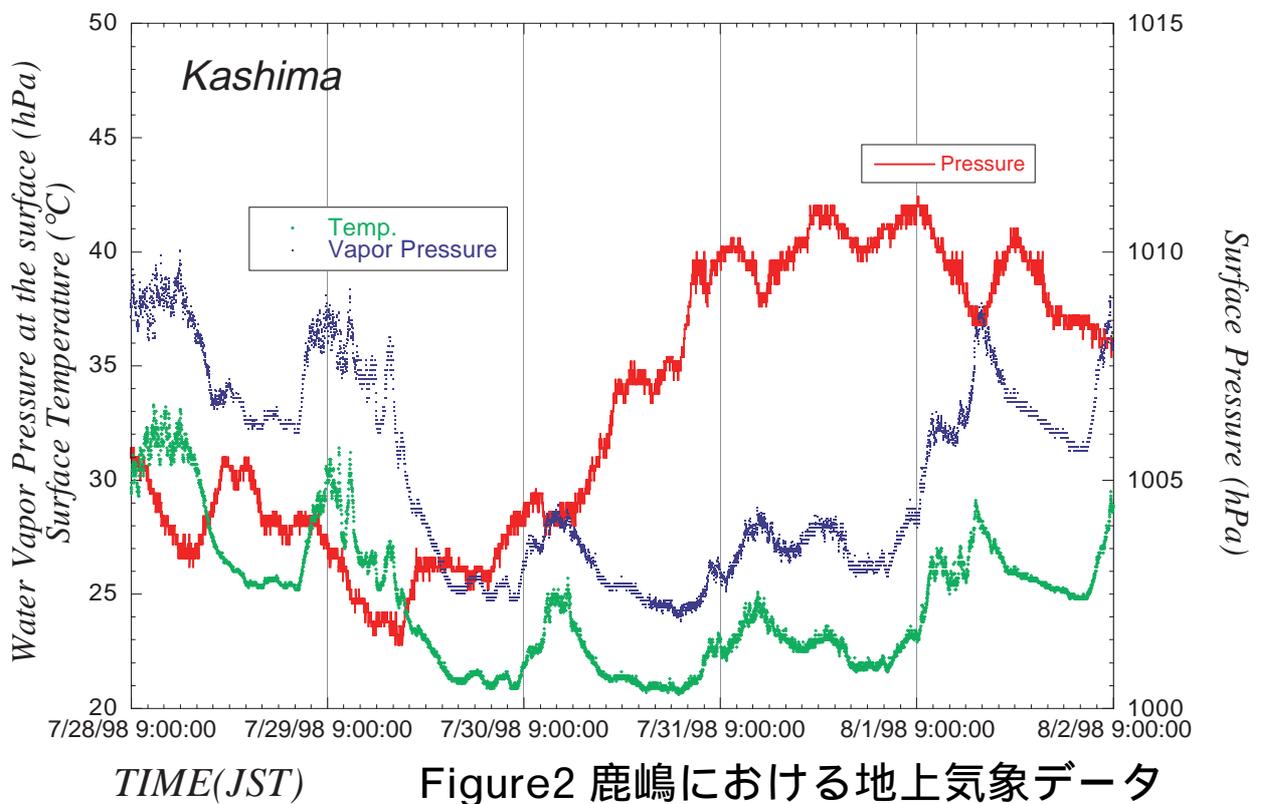


Figure2 鹿嶋における地上気象データ