

GPS 掩蔽を用いた気温・水蒸気変動解析について

講演者：津田敏隆 (生存圏研究所)

報告者：吉井孝直 (理学研究科 地球惑星科学専攻)

精密衛星測位による環境監視は長期安定で較正が不要であり、地球環境変化の長期監視に適している。その代表例である GPS 掩蔽(GPS RO: Radio Occultation) では、GPS 電波の大気伝搬特性を解析することで、気温(高度 40km 以下) 水蒸気(高度約 10km 以下) および電子密度のプロファイルを測定できる。本レポートでは GPS 掩蔽データの解析と利用に関する研究開発の現状を報告する。

① データ解析の基本原則

GPS の測定誤差は 1mm 以下である。しかし、大気中では電波の伝播速度が真空中よりわずかに遅くなるので電波伝播速度から測定する距離に誤差が生じてしまう。しかし、逆に電波の伝播遅延から水蒸気量などの大気情報を求め、GPS 気象学として用いることができる。

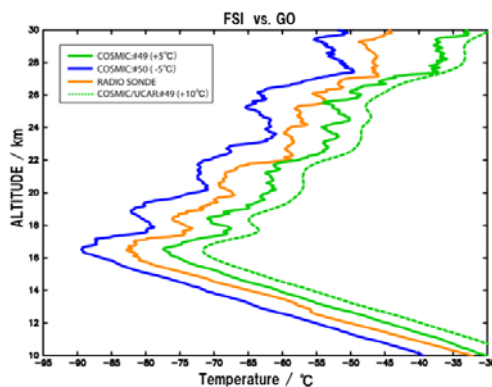
水蒸気の積分量を求める例を提示する。伝播遅延は太陽活動や電離層の状態にも影響を受ける。しかし電離層の屈折率は周波数に依存するので、GPS の 2 周波を用いて遅延量を補正できる。また乾燥大気中の遅延量は地表気圧を用いて補正できる。これらの遅延量の残差から、水蒸気の積分量(可降水量)を推定できる。

また GPS 電波が大気を通過して低軌道衛星に達する際に、大気の影響で屈折する。電波の伝播特性から大気密度すなわち気温の情報を取り出すこともできる。

② GPS 掩蔽プロファイルと地上観測、他の衛星を比較検証

アメリカ、台湾の COSMIC 計画により、気温・湿度データを全球で陸域、海洋域を問わず 1 日で 2000~2500 のデータが得られるようになった。したがって定常的な高層気象(ラジオゾンデ)観測が不足しているインドから西太平洋に至るアジア・モンスーン域の陸上ならびに海洋上におけるデータ空白域を埋めることができる。

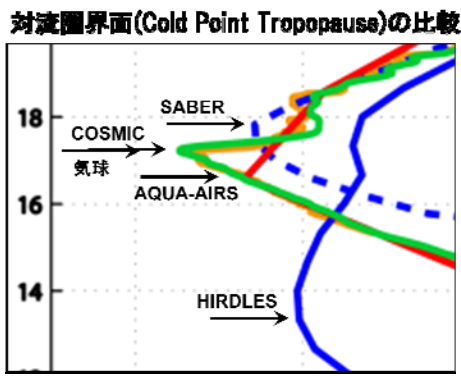
GPS 掩蔽を、気球観測(ラジオゾンデ)と比較すると、それと同等の精度と優れた高度分解能(約 100m)で気温と湿度のプロファイルを測定できる(図 1)。また他の衛星と比較しても、特に対流圏界面において、より詳細なデータを取得している(図 2)。



GPS掩蔽(COSMIC)と気球による気温プロファイル (2006年11月25日)

- 気球(橙):Kuching, Malaysia(1.5N, 110.4E, 11:39UTC)
 - COSMIC : #49プロファイル(2.5N, 112.6E, 10:12UTC) 本研究の解析(緑実線) / UCARの解析(緑点線)
 - COSMIC : #50プロファイル(0.6S, 114.0E, 10:25UTC) 本研究の解析(青実線)
- 比較のため、5Kずつ横軸をずらす。

図 1



GPS掩蔽、気球、他の衛星観測による気温プロファイルの比較 (2006年12月26日)

- GPS掩蔽(緑): COSMIC (4.1N, 110.4E, 11:32UTC)
- 気球(橙): Bintulu, Malaysia (3.1N, 113.0E, 11:34UTC)
- Limb衛星観測
HIRDLES(青実線) (3.4N, 118.8E, 16:38UTC)
SABER(青点線) (3.8N, 108.8E, 10:39UTC)
- Nadir衛星観測
AQUA-AIRS(赤) (3.9N, 115.3E, 17:55UTC)

図 2

③ GPS 掩蔽データを気象数値予報モデルとの同化

GPS 掩蔽データをメソ数値予報モデルに4次元同化することで、集中豪雨の予報精度が向上した。図3において「平成16年7月新潟・福島豪雨」の例を示す。通常の前報モデルでは、アメダスの観測データが示す値とは異なり、新潟・福島より北東部で、実際より雨量が少なく見積もられてしまっている。しかし、GPS 掩蔽データによる下層の水蒸気データが有効に同化された右の図では、雨域・雨量の予報精度が向上している。

中緯度地域に台風や豪雨をもたらす雲は、低緯度地域で発生するにもかかわらず、低緯度地域では気球データが不足している。しかし、GPS 掩蔽データの同化により、台風や豪雨の発生・発達・進路予報が大幅に改善することが実証されている。さらに全球モデルへの同化の有効性も指摘されている。

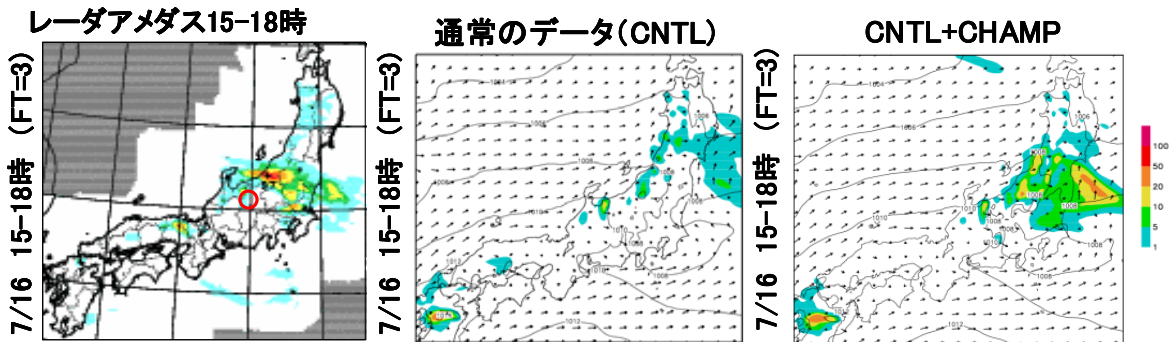


図 3

④ 展望

GPS 掩蔽データの高度分解性能や汎地球的観測性能は、地上観測、他の衛星、客観解析と比較しても格段に高い。今後、異常気象時の雨域分布、台風の発生発達過程の解明および予報技術はより正確かつ詳細になっていくだろう。さらに世界各地の宇宙機関でGPS 掩蔽観測ミッションが予定されており、データの蓄積や普及は今後も進むに違いない。これらを十分に活用するには解析システム、データ同化法、科学利用法など多面的な研究開発が重要である。