

自由度の高い種々の時間的空間的拘束条件を加えた高時間分解能 GPS 水蒸気トモグラフィー

GPS water vapor tomography with flexible spatio-temporal constraints

平原 和朗[1]

Kazuro Hirahara[1]

[1] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

近年、GPS データを用いて、水蒸気の時間的空間的変動を求める GPS 水蒸気トモグラフィーについて種々の手法が提案されている。提案されている手法には、ある解析時間内 (time window: 2 時間程度) で 3 次元セル内での水蒸気 (遅延) 量が一定であるとして、その解析時間毎の水蒸気量を求める方法 (Hirahara, 2000) や、風向きと風速を観測から拘束し、セルをそれに従って動かす移動セル法が提唱されている (Seko et al., 2000)。本研究では、高時間分解能を確保するため、自由度の高い種々の時間的空間的拘束条件を課した、新たな水蒸気トモグラフィーの手法を提案し、2000 年つくばデータに適用したので報告する。

提案する手法では、各エポック毎の水蒸気量に対する観測方程式に対し、種々の観測データや拘束条件を課して、最小二乗法における正規方程式の特異性を解消している (regularization)。本研究で考慮している拘束条件として以下のものが挙げられる (ただし、各拘束条件には拘束条件の信頼度に応じて重みをつける); 1) ラジオゾンデによる観測: 解析期間内にラジオゾンデで観測された水蒸気量の鉛直プロファイルが得られていれば、その観測値に各セルの水蒸気量を与える。2) 風向・風速データから時刻 t_1 のセル (x_1, y_1, z_1) と t_2 のセル (x_2, y_2, z_2) の水蒸気量が等しい。3) 空間的滑らかさの導入 (空間的 1 階差分 ~ 0)。4) 時間的滑らかさの導入 (時間的 1 階差分 ~ 0)。これらの拘束条件に重みを付けて観測方程式に加え、反復解法である LSQR を用いて解く。

以上のアルゴリズムを 10 月 25 日 0 時 ~ 1 時でのつくばデータに適用してみた。高さ方向には 1 km 間隔で 10 km まで、中心部では水平 x km のセルを用いた。10 分、5 分、2.5 分、1 分とエポック間隔を変えて解を求めてみた。例えば 10 分間隔では、データ数、未知数、拘束条件 1) 2) 3) 4) の数はそれぞれ 1494, 6276, 6276, 1397, 11671, 4985、1 分間隔では、13550, 55813, 55813, 316537, 103913, 52953 となり、拘束条件を課すことにより観測方程式を安定化させている。重みの付け方やエポック間隔を変えると解が変動する等まだ今後検討する必要がある。