

GPS 観測データを用いた電離圏電子密度トモグラフィ

GPS Ionospheric Tomography with the Constrained Least-squares Method

寺石 周平 [1]; 齊藤 昭則 [1]; 上野 玄太 [2]; 山本 衛 [3]

Shuhei Teraishi[1]; Akinori Saito[1]; Genta Ueno[2]; Mamoru Yamamoto[3]

[1] 京大・理・地球物理; [2] 統数研; [3] 京大・生存圏研

[1] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.; [2] ISM; [3] RISH, Kyoto Univ.

新たに開発した電離圏電子密度トモグラフィ・モデルを用いて、日本上空電離圏電子密度分布の推定を行った。トモグラフィ・モデルには拘束付き最小二乗法を採用し、国土地理院 GPS 連続観測網 GEONET のデータより算出した全電子数 (Total Electron Content: TEC) データを使用した。

拘束付き最小二乗法を用いたトモグラフィ・モデルの利点は、電子密度分布の推定精度を左右する送信機と受信機を結ぶパスの配位を効果的に利用できる点、拘束条件として IS レーダーなどより得られる電子密度観測データを取り込み電子密度分布の推定精度を向上させられる点などが挙げられる。拘束条件には計算空間内に配置されたグリッド間の結合度、つまり隣接するグリッド間の電子密度の空間勾配に対して制限を課すものを与えるため、電離圏・プラズマ圏電子密度分布モデルを必要としないという点も本トモグラフィ・モデルの特徴の一つである。目的関数内の任意パラメータの最適な組み合わせを選択するために情報量規準の一つである Akaike-Bayesian Information Criterion (ABIC) を利用できる点も拘束付き最小二乗法の特徴であるので、本研究でも ABIC に基づいたパラメータ選択を行い、最適な推定解を選び出している。開発した電子密度分布モデルに依存しないトモグラフィ・モデルでは、空間分解能がモデルに依存したモデルに比べて低いという点が弱みとなる。

GPS トモグラフィに使用する GEONET の GPS 受信機が等間隔に配置されるように緯度 $0.25^\circ \times$ 経度 0.25° の区画を設けることで約 600 機を選び出し、観測データには 30 秒値の絶対値 TEC データを用いた。そして、地磁気静穏日にあたる 2000 年 3 月 14 日、15 日、16 日の 3 日間の日本上空電離圏 3 次元電子密度分布を推定した。数時間ごとに電子密度分布を推定した結果、電子密度分布のローカル・タイム変化を再現することができた。また、MU レーダーの IS 観測から得られた信楽上空電子密度の高度プロファイルと推定結果を比較することで推定精度の定量的な評価を行った。さらに、地磁気擾乱日にあたる 2003 年 5 月 29 日 2300JST について、IS 観測データをトモグラフィ・モデルに取り込んだ場合と取り込まない場合とで推定精度にどのような違いが見られるかどうかを調べた。推定精度の評価には、アイオノゾンデより得られる国分寺上空の NmF2 を利用した。