

## GPS-TEC データを用いた拘束付き最小二乗法による電離圏トモグラフィ

## Ionospheric Tomography over Japan with Constrained Least-squares Method for GPS-TEC data

# 齊藤 昭則 [1]; 藤田 信幸 [1]; 上野 玄太 [2]; 津川 卓也 [3]; 西岡 未知 [1]

# Akinori Saito[1]; Nobuyuki Fujita[1]; Genta Ueno[2]; Takuya Tsugawa[3]; Michi Nishioka[1]

[1] 京都大・理・地球物理; [2] 統数研; [3] 情通研

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

地上 GPS 受信機によって観測された全電子数 (Total Electron Content: TEC) データを用いた電離圏トモグラフィ法を開発した。GPS は高度 20,000km を飛翔する GPS 衛星と主に地上に存在する GPS 受信機との間の電波の伝搬時間を正確に測定することにより、両者の間の距離を求め、GPS 受信機の位置を推定するシステムである。その GPS 電波は電子密度に応じて伝搬速度の遅延が生じるため、逆にその遅延量を用いて、電波の伝搬経路上の電子密度の積分量 (全電子数) を測定することが出来る。この GPS 受信データから得られた全電子数データを用いて、地上から高度 20,000km までの電子密度の 3 次元分布を推定する逆問題を拘束付き最小二乗法によるトモグラフィ法により解いた。用いた GPS データは国土地理院による日本国内の GPS 受信機網 GEONET のデータである。GEONET の GPS 受信機は高密度かつ 2,000km 以上の広範囲領域にわたって分布しており、複数の衛星が同一領域を観測するというトモグラフィによる逆問題を解くのに必要な条件を満たしている領域が多い。しかしながら、地上観測点による観測データだけでは、観測経路の配位が偏っているため、なんらかの拘束条件を課すことが連続的な広範囲の 3 次元電子密度分布の推定のために不可欠である。そこで、電子密度勾配に制限を与える拘束条件付き最小自乗法を用いたトモグラフィ・アルゴリズムを開発した。得られた 3 次元電子密度分布を MU レーダー、アイオノゾンデ、衛星観測などの他の観測の結果と比較することによってトモグラフィ・アルゴリズムの精度の評価を行った。また、観測データとして GPS-TEC データだけではなく、他の観測データを併せて用いることが可能であり、MU レーダーによる電子密度高度分布の観測データを含めた 3 次元電子密度分布の推定も行い、再現電子密度分布の精度が向上することを確認した。トモグラフィによる推定の例として、強い地磁気擾乱時に大きな振幅を持つ中規模伝搬性電離圏擾乱 (medium-scale traveling ionospheric disturbance) が観測された例、地磁気嵐時の大規模伝搬性電離圏擾乱 (large-scale traveling ionospheric disturbance) が日本上空を通過した例などの結果を発表では紹介する。