

ニューラルネットワークを用いた電離圏トモグラフィの開発 Development of Ionospheric Tomography Using Neural Network

廣岡 伸治^{1*}, 服部克巳¹, 竹田辰興²

Shinji Hirooka^{1*}, Katsumi Hattori¹, Tatsuoki Takeda²

¹ 千葉大院・理, ² 電通大

¹Chiba Univ., ²Univ. of Electro-Communications

電離圏で生じる様々な物理現象のダイナミクスを研究する上で、電離圏電子密度の3次元分布を正確に推定することは重要である。近年ではGPS掩蔽観測によって全球的な電離圏電子密度の観測も行われるようになってきているが、時空間分解能の点で制約が存在する。したがって、掩蔽観測データに加え、地上GPS受信機観測データをベースにした電離圏トモグラフィが電離圏ダイナミクスの研究には有効であると考えられる。

本研究ではMa et al. (2000, 2005)によって提案されたResidual Minimization Training Neural Network (RMTNN) アルゴリズムに注目し、電離圏トモグラフィアルゴリズムを開発し、その評価を行った。RMTNNは地上受信機データと、イオノゾンデによって観測される最大電子密度およびその位置データ(緯度、経度、高度)を入力とし、対象とする領域の3次元電子密度分布を推定する。比較的少数のデータから再構成できることが特徴である。Ma et al. (2005)は日本周辺において、シミュレーションと一部の実データについて満足できる再構成結果を得たが、電離圏擾乱時の再構成やGPS受信機数が少ない地域についての検証は十分とはいえない。

そこで我々は本手法の再構成精度について、プラズマバブルを模した擾乱パターンと、GPS受信機の数制限されるスマトラ島周辺について、シミュレーションと実際のGPSデータを用いて検証を行った。プラズマバブルモデルを用いたシミュレーションでは、極めて高い再構成精度が確認され、本手法の有効性が証明された。しかしながら、少数パスからの再構成では高度250 km以下の精度が低下する傾向が見られた。この電離圏下部の再構成精度を向上させるため、再構成領域下限(高度100 km)を電離圏モデル(NeQuick model)で拘束し、ニューラルネットワークの学習を実行したところ、電離圏下部だけでなく再構成領域全体の精度向上が確認された。講演では、以上の検証結果および改良点の詳細について報告する。