

2次元 FDTD シミュレーションを用いたスプラディック E 層空間構造推定

°三宅壯聡 岡田敏美 石坂圭吾 (富山県立大学)

Estimation of spatial structure of sporadic E layer with 2-dimensional FDTD simulations

°Taketoshi MIYAKE, Toshimi OKADA, Keigo ISHISAKA
Toyama Prefectural University

We developed a 2-dimensional FDTD simulation code which can treat wave propagations in magnetized plasma. FDTD simulations can be performed with much less computer resources than those necessary for full particle simulations, in memories as well as cpu times. In this study, we performed FDTD simulations with three-types of electron density profiles in the lower ionosphere, uniform ionospheric layer model, round shape electron cloud model and oval shape electron cloud model, and then confirmed characteristics of MF wave propagations in the ionosphere. According to sounding rocket experiments, we can only obtain altitude profile of wave intensity, especially magnetic field intensity. In this study, therefore, we are going to try to estimate spatial structure in the lower ionosphere by analyzing altitude profile of magnetic field intensity. Simulation results indicate that spatial structure in the lower ionosphere can be estimated by analyzing altitude profiles of different waves emitted from different wave sources with various frequencies. Effects of spatial structure in the lower ionosphere are shown especially on propagation characteristics of MF waves above the altitude of the spatial structure itself.

電離圏電子密度の解析手法として、ロケットによる直接観測、レーダによる観測、シミュレーション (Full-wave 法や FDTD 法) などがある。本研究では 2 次元 FDTD 法を用いたシミュレーションを行い、電離圏の空間構造が電波伝搬特性に与える影響について解析を行い、ロケット観測で得られる電波強度の高度分布から電離圏空間構造を推定できる可能性を検討する。FDTD シミュレーションでは自由な空間構造の解析が可能であり、本研究では電離圏下部領域における特徴的な空間構造としてスプラディック E 層と FAI を想定している。電離圏モデルとして、層状、円形電子雲、楕円電子雲モデルの 3 種類を仮定し、電離圏の空間構造が電波伝搬特性に与える影響を調べた。さらに実際に行われている電離圏ロケット観測を想定して、シミュレーション結果から電波の磁界強度高度分布を求め、電離圏モデルが異なる場合の磁界強度高度分布を比較し、その特徴から逆に電離圏空間構造の推測を行えるのかについて検証を行った。層状モデルでは電離層上空で高度が上昇するにしたがって磁界強度が単調減少するのだが、円形電子雲、楕円電子雲モデルでは電子雲中で磁界強度は減少した後、電子雲上空で再び磁界強度が増加するという違いが現れた。この磁界強度の上昇は電子雲の大きさに対応しているため、磁界強度高度分布からスプラディック E 層の空間構造スケールを推定することが可能である。これらの結果を元に、電波発信源の位置や発信周波数を変化させてシミュレーションを実行して、その影響の現れ方の違いからスプラディック E 層に代表される電離圏空間構造の正確な推定が可能か検証する。