

2次元FDTDシミュレーションによる電離圏プラズマ中電波伝搬に関する研究

2-dimensional FDTD simulations of plasma wave propagations in the ionosphere

三宅 壮聡 [1]; 吉野 修二郎 [1]; 岡田 敏美 [2]; 石坂 圭吾 [3]

Taketoshi Miyake[1]; Shujiro Yoshino[1]; Toshimi Okada[2]; Keigo Ishisaka[3]

[1] 富山県大・工・情報システム; [2] 富山県大・工・電子情報; [3] 富山県大

[1] Toyama Pref. Univ.; [2] Electronics and Infomatics, Toyama Pref Univ; [3] Toyama Pref. Univ.

電離圏には窒素、酸素などが電離して生じた電離気体（プラズマ）粒子が存在するため、

電離圏中を伝搬する電波はそのプラズマ粒子の影響を受ける。電離圏中の電波伝搬特性を解明することは、安定した通信を確保するために必要不可欠である。その解析手法として、ロケットによる直接観測、レーダーによる観測、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、電離圏中の電波伝搬特性を解析する。

電離圏中の波動伝搬を扱うシミュレーションの手法のうち、Full-wave法では1次元的な構造を仮定するため、電子雲などの2次元・3次元的な構造を持つ電子密度分布の解析を行うことはできない。一方、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る。本研究では様々な電子密度分布を仮定し、FDTDシミュレーションを行う。広大な領域のシミュレーションを行うため、空間変化を2次元に限定し、プラズマを扱うことのできる2次元FDTDコードを開発した。シミュレーション上の制約のため、磁場方向は z 方向に限定される。実際に鹿児島で行われたロケット実験の磁場傾角が約45deg.であるため、シミュレーション領域を45deg.傾けて設定した。

電離層モデルに模したモデルと電子雲に模したモデルでシミュレーションを行った。電離層モデルでは波源に近い領域では入射角が小さいため電波が透過し、波源から遠い領域は入射角が大きくなるため電波は透過しなくなる。しかし波源に近い領域から透過した電波が回折によって回り込むため、波源から遠い領域でも電離層上部に比較的強い電波が観測される。一方電子雲モデルの場合、入射角が小さく、電子雲の大きさに対して電波の波長（約340m）が同程度であったため電波がほとんど減衰することなく透過した。さらに回折波も強く、電子雲外部では電波強度が強いことが確認できた。