

7 - 5 電離層中を伝搬するMF帯電磁波のFDTDシミュレーション

電磁波工学研究室
9912023 川島 雅志

1. 研究背景と目的

地球の上層には、イオンと自由電子からなる電離気体粒子が存在する領域がある。この領域では電磁波は減衰、または反射する等、電波伝搬に大きく影響を及ぼし、電離層と呼ばれる。

電離層での電磁波の伝搬については様々な方法で検証されてきた。その中の一つにFull wave法という方法がある。これは電離層下部のように媒質の変化が波長に比べて急峻である場合に電離層等の不均質媒質を均質な薄い層の積層とみなし、それぞれの層内でマクスウェル方程式を解き、伝搬特性を調べる。しかしFull wave法では、高度方向に1次元の電子密度変化しか調べることが出来ない。

そのため、本研究ではFDTDシミュレーションにより、電離層中の電子密度や伝搬する電磁波の周波数等を変化させ、3次元的な電子密度変化がどのように電波伝搬に影響を及ぼすかを検証する。

2. FDTDシミュレーション

FDTD法(Finite-Difference Time-Domain Method)では解析領域全体を微小直方体セルに分割し、全セルに対してマクスウェル方程式を定式化する。FDTD法のアルゴリズムを図1に示す。本研究では、プラズマ中の電磁波伝搬を取り扱うため、異方性、分散性媒質を取り扱うことの出来るFDTDコードを用いる。すなわち、プラズマを誘電体として考え、そのパラメータを周波数分散性(電磁波の速度などが周波数に依存する)や、異方性(電磁波伝搬が方向に依存する)をもった媒質として扱い、プラズマ中における電磁波伝搬を検証する。

3. 計算結果と今後の課題

今回のシミュレーションでは、x軸の両端において、z方向に電子密度が上昇する場合のシミュレーションを行った。その結果を図2に示す。

今後の課題として、周波数の変化や、プラズマパラメータ(誘電率、透磁率など)を様々に変化させ、電磁波の伝搬にどのような変化が現れるかを調査するという事である。

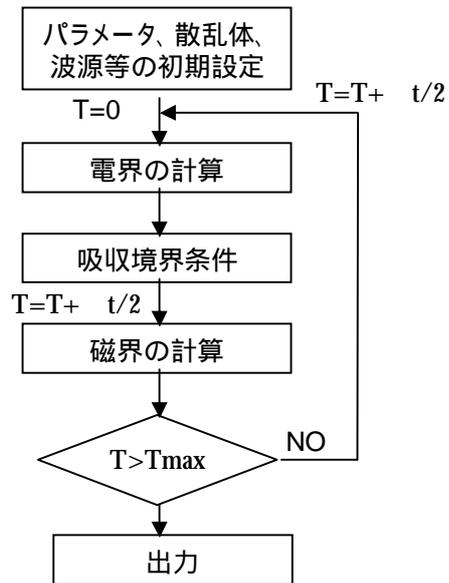


図1: FDTD法のフローチャート

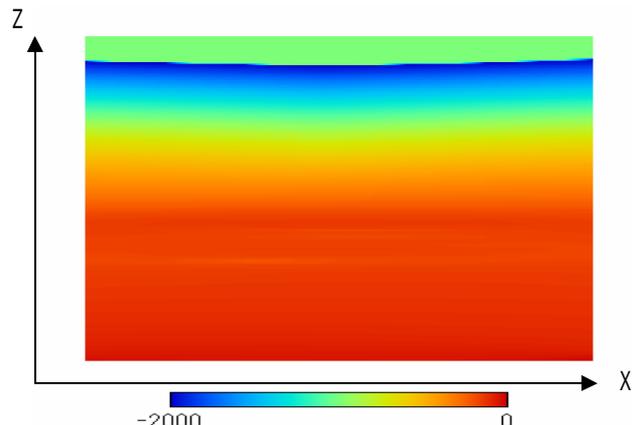


図2: 電磁波伝搬のシミュレーション結果 (z軸の電子密度は徐々に上がる)