

## 6-2 観測にもとづくスプラディック E 層の空間構造モデルに関する 2次元 FDTD シミュレーション

三宅研究室

1315042 南 湖士郎

### 1. はじめに

電離圏はいくつかの領域に分かれており、高度 90~140km を E 領域という。この E 領域には局所的、突発的に電子密度の高い層が発生することがあり、この層をスプラディック E 層 (Es 層) という。Es 層は電波伝搬に様々な影響を及ぼすことがあり、安定した通信を確保するために Es 層の電波伝搬特性を解明することが必要である。

### 2. 研究方法

本研究では、電離圏で観測される現象を参考に Es 層の空間構造モデルを作成し、自由な空間構造の設定が可能な 2次元 FDTD 法を用いてシミュレーションを行う。空間構造を持つ Es 層モデルとして、電離圏 F 領域で観測されている MSTID(中規模伝搬性電離圏擾乱)を参考に、図 1 に示すような細長い枕状の電子雲モデルを作成した。また、これまで電離圏中における背景プラズマとして高度の 2乗に比例して増加する単調な電子密度変化を持つプラズマを設定していたが、本研究ではより現実に近い電子密度モデルでシミュレーションを行うため、ロケット観測実験から得られたデータをもとに背景プラズマを設定した。実際にロケット観測実験から得られるデータが磁界強度の高度分布であるため、シミュレーション結果として磁界強度高度分布を求めて解析を行う。

### 3. シミュレーション結果

図 2 に電子雲モデルを用いたシミュレーションの電子密度分布を示す。このシミュレーション結果として、図 2 のライン(a),(b)に沿った磁界強度高度分布を図 3 に示す。それぞれの磁界強度高度分布の特徴として、(a)では Es 層で磁界強度が減衰しその後は大きな変化は見られないが、(b)では Es 層で磁界強度が大きく減衰した後に再び増加している。磁界強度の減衰量が異なる理由として、電波が Es 層に入射する際の入射角の違いが考えられる。(a)は入射角が小さいため電波が透過して磁界強度の減衰が小さい一方、(b)は入射角が大きいため電波が全反射され磁界強度の減衰が大きいと考えられる。また、(b)において高度 120km 付近で再び磁界強度が増加したのは、電波が回り込んできているためと考えられる。図 4 に電波伝搬の様子として磁界強度の空間分布を示す。この図から磁界強度高度分布の特徴が確認できる。図の(a),(b)地点を見ると、(a)では電波が Es 層に入射後、磁界強度が弱くなっていることが分かる。(b)では(a)よりも磁界強度の減衰が大きく、(a)付近を透過した電波が高度 120km 付近で回り込んでいることが確認できる。

### 4. まとめ

本研究では、空間構造を持つ Es 層として MSTID を参考に電子雲モデルを作成し、より現実に近いシミュレーションを行った。その結果、Es 層の空間構造が電波伝搬に与える影響を確認することができた。この影響はロケット実験で観測される磁界強度高度分布においても現れているため、ロケット観測実験から Es 層の空間構造を推定することが可能であると考えられる。

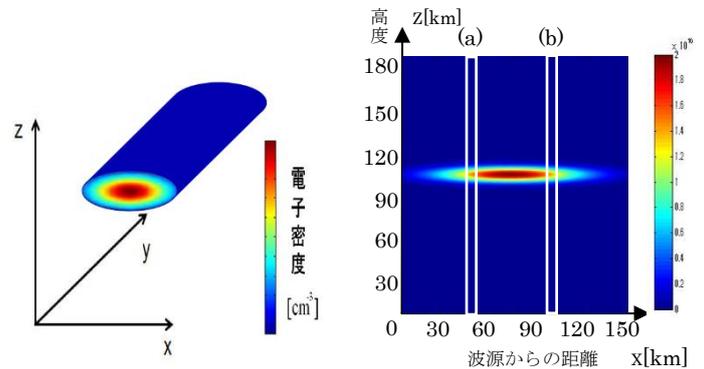


図 1: Es 層モデル(電子雲モデル)

図 2: 電子密度分布(電子雲モデル)

(a)電子雲モデル(50km 地点)

(b)電子雲モデル(100km 地点)

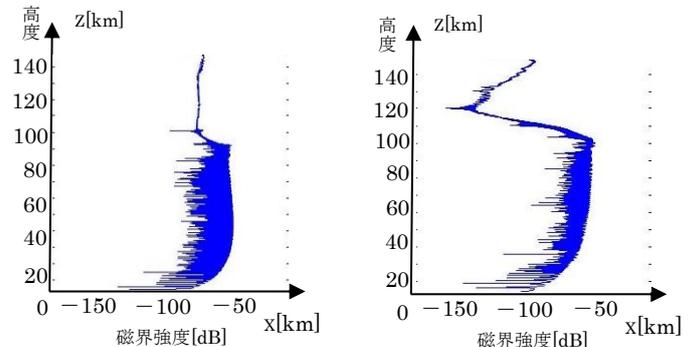


図 3: 磁界強度高度分布

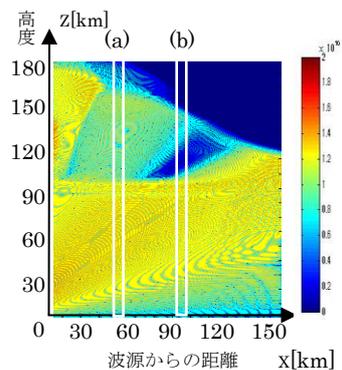


図 4: 電波伝搬の様子(磁界強度空間分布)