

8-4 FDTD法を用いたEs層における電波伝搬特性の周波数依存性解析

三宅研究室
0715019 黒川 貴寛

1. はじめに

電離圏はいくつかの領域に分かれているが、その中で高度 90~140km を E 領域という。この E 領域には厚さ数 km 以下のスポラディック E 層 (Es 層) と呼ばれる電子密度の大きい領域が局地的、突発的に発生することがある。Es 層は電波伝搬に様々な影響を及ぼすことがあり、Es 層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である。

2. 研究方法

本研究では、自由な空間構造を持つ領域の解析が可能な 2次元 FDTD シミュレーションを用いて、様々な空間構造を持つ Es 層における電波伝搬特性の解析を行う。特に異なる周波数の発信源でシミュレーションを行い、周波数の違いから現れる Es 層での電波伝搬特性の特徴を抽出する。シミュレーションで使用する発信周波数には、放送波に近い 0.5MHz, 1.0MHz, 2.0MHz を使用する。また、本研究では Es 層の空間構造として層状モデル、楕円形電子雲モデルを仮定する。実際の電離圏ロケット観測から得られるデータは磁界強度の高度分布であるため、シミュレーション結果から磁界強度の高度分布を求めて解析を行う。

3. シミュレーション結果

Es 層を想定した層状モデル、楕円電子雲モデルを用いた電波伝搬シミュレーション結果を示す。図 1 にそれぞれのモデルの電子密度分布を示す。図 2, 3 には発信周波数がそれぞれ 0.5MHz, 1.0MHz のシミュレーション結果を示す。図 2, 3 は、図 1 に示したラインに沿った磁界強度の高度分布を示している。図 3 の (a), (b) を比較したとき、Es 層 (高度 26~28km) より下の高度で磁界強度が同じ様に減少している。一方、図 2 の (a), (b) を比較したとき、Es 層より下で磁界強度の高度分布に違いが見られる。Es 層の下で起こる磁界強度の減少は、Es 層によって反射された反射波による干渉を表している。図 2(b) ではこの干渉が見られないことから、Es 層が楕円電子雲のような形状の場合、低い周波数の電波では反射が起こりにくいと考えられる。

4. まとめ

シミュレーション結果より、周波数が電波伝搬に大きく影響を与えていることが分かる。このように、周波数によって電波強度に現れる特徴を正確に捉えることが出来れば、電波を利用した Es 層の観測、特に空間構造の観測に応用できる。

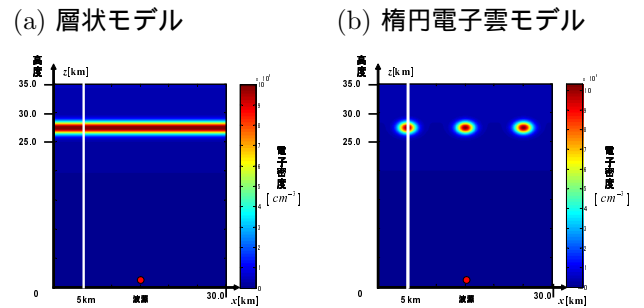


図 1: Es 層モデルの電子密度分布

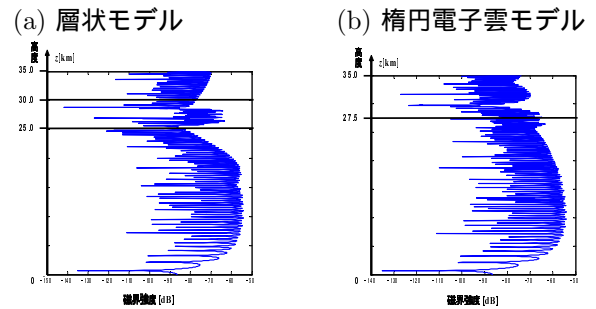


図 2: 発信周波数 0.5MHz の磁界強度の高度分布

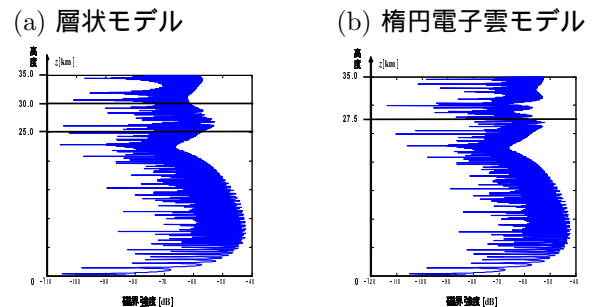


図 3: 発信周波数 1.0MHz の磁界強度の高度分布