

7-6 標準電波の伝搬特性を用いた 電離層下部領域の電子数密度推定

電磁波工学研究室
0512065 二谷 崇大

1. 研究目的

地球を取り巻く大気の原子や分子が太陽紫外線や X 線により電離され、電波を反射する性質を持つ領域を電離層という。電波は電離層を通過する際に減衰を受け、通信障害を引き起こす場合もある。安定した通信を行うためには電離層を詳しく調べる必要があるが、電離層下部領域は観測が難しく、現時点ではロケットによる直接観測が最も有効な手段であると考えられている。本研究では S-310-38 号ロケット実験で観測された 60kHz の標準電波の受信強度データを用いて、電離層下部領域の電子数密度分布の推定を行う。

2. 電波吸収法

電離層下部領域の電子数密度高度分布を推定する手法として、電波吸収法がある。電波吸収法ではまず、電子数密度高度分布を仮定し、仮定した電子数密度高度分布から Full-wave 法を用いて電波強度の理論値を計算し、ロケット実験で得られた実測値と比較する。比較した結果、電波強度の理論値と実測値が一致すれば、仮定した電子数密度が妥当であると判断できる。一致しなかった場合、比較して得られた結果にもとづいて電子数密度高度分布を修正し、電波強度の実測値と理論値を徐々に一致させ、電子数密度を推定する。

3. 電子数密度推定結果

本研究では S-310-38 号ロケットが受信した 60kHz の標準電波の受信強度をもとに、電波吸収法を用いて電離層下部領域の電子数密度高度分布を推定した。図 1 に (a) 推定した電子数密度高度分布、(b) S-310-38 号ロケットで得られた電波強度の実測値と電波吸収法により得られた電波強度の理論値の比較、(c) 電波吸収法により得られた電波強度の理論値 (相対値) を示す。図 1(a) を見ると、高度約 90~95km にかけて急激に電子数密度が高くなっており、ここに Es 層が発生していると考えられる。この Es 層より下部で、図 1(b) 中の高度約 85~90km にかけて実測値、理論値共に大きく減衰している。また、図 1(c) において、高度約 90km

以下で波長約 8km の波がみられるが、これは羽金山から送信されてくる標準電波の定在波と考えられる。標準電波は Es 層で完全に反射せず、E 層上部でも受信できていることから、高度約 80~90km 付近でモード変換が起こり、電波の一部がホイイスラモード波に変化していると考えられる。そこで高度約 90km 以上の電子数密度と波長の関係を調べ、この波がホイイスラモード波であることを確認した。また、推定した電子数密度と NEI 観測データ及び 873kHz の放送波の受信データとの整合性を検証し、妥当性を確認した。

4. 今後の課題

推定した電子数密度高度分布の精度を向上させるためには、実測値を補正し、より正確な電波強度の高度分布を知る必要がある。そのためには、観測データからロケットのスピンによる影響を取り除く必要がある。更に、電波の到来方向に対する受信アンテナの向きを補正することで、ロケット飛行時の正確な電波強度の高度分布を得る事ができる。

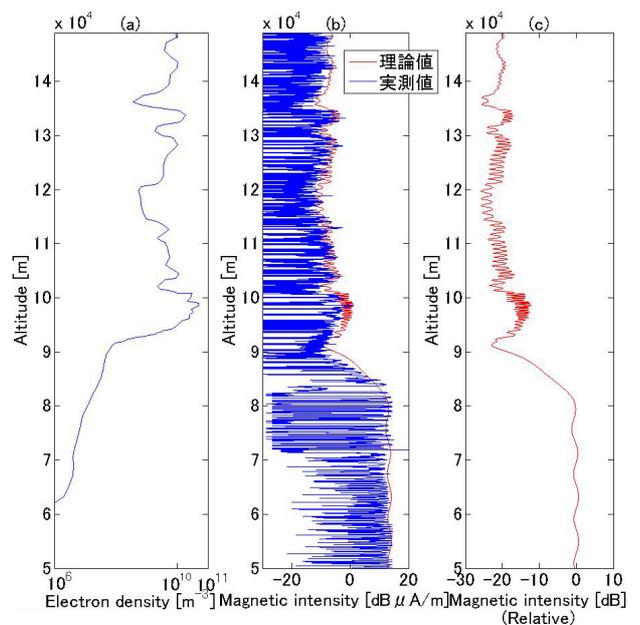


図 1: 電波吸収法を用いて推定した電子数密度高度分布