

東海大学大学院 2013 年度修士論文

電離圏 E 領域に存在する高電子密度層の
温度構造に関する研究

指導教員

三宅 互

東海大学大学院工学研究科

航空宇宙学専攻

2BMJM018 八津川友輔

要旨

電離圏は、地球の高度 60-1000km の上層大気で太陽の紫外線を吸収して中性大気が部分的に電離して生成されるイオンと電子が存在する領域である。電離圏の特性を表すものとして重要なのが電子温度と電子密度である。これまで電離圏の観測は、ロケットや衛星、地上からのレーダにより行われてきたが、未だ空間変化や時間変化について不明な事が多い。その中でも、高度 90-150km の E 領域で発生するスプラディック E 層に代表されるような高電子密度層内の熱構造に関しては、電子温度の観測例が少ないため未だ明確な議論がなされていない。

本研究では、夜間に中波帯電波の電波伝播を妨げるようなスプラディック E 層とは空間構造が異なる高電子密度層の発生メカニズムの解明を目的として、宇宙航空開発機構内之浦宇宙空間観測所から 2011 年 12 月 19 日 23 時 48 分 00 秒 (JST) に打ち上げられた観測ロケット S-310-40 号機に搭載された高速ラングミュアプローブ (FLP) と固定バイアスプローブ (FBP) のデータを詳細に解析している。2つの測定器による観測データをもとに電子密度、電子温度の高度分布が導き出された。

FLP 観測からは、ロケット上昇時と下降時の高度 100km 付近に高電子密度層が存在していたことが明らかになり、この高電子密度層内では周囲に対し電子温度が 10-20% 低くなっていることがわかった。

FBP 観測から得られる電子電流とイオン電流の比を理論的に得られる電子電流とイオン温度の比と比較することで高電子密度層内の特徴を探った結果、高電子密度層内でイオン温度が電子温度よりも低くなっていると仮定すれば、観測された電流比の変化を説明できることが明らかになった。高電子密度層内の電子温度、イオン温度がともに周囲に比べ低いことは、密度が高いことで中性大気との熱エネルギー交換がより効率的に行われるようになった結果とする考え方と整合的である。

過去に観測された Es 層と今回観測された高電子密度層の特徴を比較した結果からは、今回の実験においてロケットが観測した高電子密度層は Es 層を作り出すような速度シアーに比べて弱く（鉛直方向の速度変化が小さい）、平均的な Es 層の電子密度にまで発達しなかった可能性がある。一般的な Es 層は速度シアーの影響によって鉛直方向に狭い領域に電子密度が集積され高密度な層が形成されるが、シアーが弱い場合は、一般的な Es 層に比べ高度方向の厚みが狭くならず、Es 層ほど電子密度は高くないが周囲に比べて高い密度の層が形成されるのではないかと考えられるからである。

このように観測ロケット S-310-40 号機が観測した高電子密度層は Es 層をつくりだす程ではない弱い速度シアーに起因したものという可能性が提示されている。