

S-310-40号機搭載測定器によって観測された高電子密度領域における電子温度の特徴

八津川 友輔 [1]; 阿部 琢美 [2]; 三宅 互 [3]

[1] 東海大・工・航空宇宙; [2] JAXA宇宙科学研究所; [3] 東海大・工

Characteristics of electron temperature in the high electron density layer observed by S-310-40 Sounding Rocket

Yusuke Yatsukawa[1]; Takumi Abe[2]; Wataru Miyake[3]

[1] Aerospace, Tokai Univ.; [2] ISAS/JAXA; [3] Aeronautics and Astronautics, Tokai Univ.

The electron temperature and electron density are important parameters which express the basic characteristics of the ionospheric plasma, and have been observed by the sounding rocket, scientific satellite and ground-based radar for several decades. However, there still remain many unresolved problems about spatial distribution and temporal variation of the ionospheric plasma. The S-310-40 sounding rocket was launched from Uchinoura Space Center at 23:48:00 on December 19, 2011 to investigate high-density plasma layer in the nighttime lower ionosphere, which can cause extraordinary propagation of Medium Frequency radio wave. Among the eight onboard instruments, Fixed Bias Probe (FBP) measures incident current to the probe in high time resolution, which is suitable to observe small-scale electron density perturbation. Fast Langmuir Probe (FLP) measures the current-voltage relationship of a cylindrical probe with a length of 200 mm and a diameter of 3 mm.

The electron density and temperature were derived from the current-voltage relationship through the rocket flight. The altitude profile of the electron density shows an existence of the high electron density layer at the altitude of ~100 km. The electron density inside this layer was observed to increase by about 30 % during the upleg and by about 60 % during the downleg compared to the surrounding region. The electron temperature inside the high density layer is observed to be about 20 % lower than that in the surrounding region. In addition, the thickness of the layer is estimated to be 2-3 times larger than the thickness of the general sporadic E layer reported in the past. However, only very limited information is available about the energy budget inside the high density layer. Thus, we decided to reevaluate validity of fitting procedure to the current-voltage relationship obtained inside the high-density layer to confirm the reliability of estimated electron temperature and density.

In the past, data points above the noise level in the probe current were used to estimate the electron temperature by evaluating a gradient of the electron current in the semi-logarithmic plot. However, if the electron energy distribution is different from pure Maxwellian distribution and has different gradients depending on the electron energy, the estimated temperature may be different from a real value. Therefore, we tried to examine if a gradient of the electron current changes with the probe voltage in the retarding region by changing condition of the fitting. As a result, except altitudes of 97, 99, 100 km, the a gradient of electron current is estimated to be different between low and high probe voltages, suggesting that electrons have different temperatures; 10-20% higher in the high energy than in the low energy. The electron temperature inside the high density layer was estimated to be 20 % lower than that in the surrounding region. Our reevaluation confirms that the electron temperature becomes lower in the high density layer.

FBP instrument has another function to measure the ion current by applying a negative voltage to the probe. We are going to examine the ion current data with reference to the electron data/

In this presentation, we will report a result of the detailed analysis and discuss an interpretation of the result.

電子温度と電子密度は電離圏プラズマの基本的特性を表すパラメータとして重要である。これまで電離圏プラズマの観測は、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。

観測ロケット S-310-40 号機は、夜間電離圏において中波帯電波の異常伝搬を引き起こす高密度プラズマ層の発生メカニズムを解明することを目的として、2011年12月19日23時48分00秒(JST)に宇宙航空研究開発機構の内之浦宇宙空間観測所から上下角76度で打ち上げられた。ロケットには6種類の観測機器が搭載されたが、その中で固定バイアスプローブ(Fixed Bias Probe)は、高時間分解能をもつ測定器で、微小スケールの電離圏プラズマ密度擾乱を観測するのに適している。

FBPは、直径3cmの球プローブに固定バイアス電圧を印加した時にプローブに流れる電流を測定している。プローブはロケット頭頂部に2つ搭載され、一方には+4V、他方には-3Vの固定バイアス電圧を印加し、それぞれ電子電流とイオン電流を測定するようになっている。

これまでに本ロケット観測で得られたデータを用いて電子密度・電子温度を導出したが、高度100km付近では、周辺に比べて電子密度が増加している層が存在していたことがわかった。この高電子密度層は、電子密度は周辺の電子密度に対してロケット上昇時で30%、下降時で60%高く、電子温度は周辺の電子温度に対して20%以上低いことがわかった。高度方向の厚さは、過去に観測されたスプラディックE層と比べ2-3倍ほど大きいということも明らかとなっている。しかし、高電子密度層の熱収支に関しては、未だ不明なことが多いため、電子温度に関して厳密な議論をする必要がある。そのため、導出時の電子電流特性に対するフィッティングの妥当性について再確認することとした。

従来は、電流値のノイズレベルを定め、それ以上の電流値を用いて片対数表示においてフィッティングを行い、その直線の傾きから電子温度を導出していた。しかし、電子エネルギー分布が単純なマクスウェル分布ではなくエネルギーの高い

所と低い所で傾きが異なった場合はフィッティングに用いたデータ点によって異なる結果が求められてしまう。そこで、フィッティングの条件を変えることで、電子のエネルギーに応じて電流の傾きが変化しているか否かの評価を詳しく行った。その結果、高度 97,99,103 km を除いて、電子のエネルギーの高い所と低い所では、10-20 %異なる電子温度が求まった。また、高電子密度層内の電子温度に関しては、周囲に対して 20 %低い値が求まった。このことから、高電子密度層内で電子温度が低くなることは確かだと言える。

現在は、イオン電流の変化についての解析を行なっている。

本発表では具体的な評価結果について発表を行う