

スプラディック E 層内の電子温度構造に関する研究

坂本 優美花 [1]; 阿部 琢美 [2]; 三宅 互 [3]

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

A Study on electron temperature distribution inside the sporadic E layer

Yumika Sakamoto[1]; Takumi Abe[2]; Wataru Miyake[3]

[1] Aeronautics and Astronautics, Tokai Univ.; [2] ISAS/JAXA; [3] none

A Study on electron temperature distribution inside the sporadic E layer

The sporadic E (Es) layer is a well-known phenomenon and has been studied for a long time. Wind-shear theory is generally accepted about its generation mechanism. This theory explains an accumulation process of the electron density, but hardly gives information on thermal energy budget inside the layer. Although the electron temperature is one of the important parameters for discussing the thermal energy budget in the ionosphere, very few of reliable electron temperature are available for the discussion of energy budget inside the Es layer in the past. Thus, there were very few discussions about the thermal energy budget inside the Es layer.

The sounding rocket 'S-520-29' was launched from Uchinoura Space Center at 19:10 JST on August 17, 2014. The purpose of this experiment is to elucidate spatial structure of the Es layer in the lower ionosphere. Langmuir probe installed on this rocket is capable of making high-speed sampling of probe current, and thereby it is possible to estimate the electron temperature and density more than 10 samples per second. In addition, it becomes possible to obtain the temperature and density in shorter time interval by adopting a new method of interpolation for obtained current – voltage relationship. Data calculated by using such an interpolation based on Langmuir probe measurements suggest that the electron temperature significantly decreased inside the Es layer with respect to the background temperature. Furthermore, the detailed trend of the electron temperature from its boundary toward the center of Es layer was revealed due to the interpolation.

In this study, we will discuss a physical implication of the observed high electron temperature for energy budget inside the Es layer by conducting numerical calculation. The electron temperature distribution is estimated for various conditions of plasma density using electron energy equation. In this calculation, we assumed that there exists sporadic E layer at an altitude of 100 km. In order to discuss electron temperature variation inside Es layer, a peak electron density is assumed to be 10 times, 20 times, and 30 times larger than the background density. It was found that the electron temperature tends to decrease inside the Es layer where the electron density is more than 10 times larger than the background. According to the numerical calculation, the decrease of electron temperature is only 2.4 K while the observed decrease is about 450 K. Therefore, a dependence of various parameters such as plasma and neutral density on the electron temperature variation inside Es layer is studied. In addition, the past study was reviewed to investigate a relationship between the electron temperature variation and various parameters. For example, solar activity dependence of the electron temperature variation inside the Es layer was studied. We will present a result from such a consideration.

スプラディック E 層は突発的且つ局所的に現れる高密度電子層であり、古くから研究・観測がされてきた。その生成機構については wind-shear 理論が一般に受け入れられているが、この理論は電子密度の集積過程を説明するものの内部の熱エネルギー収支についてはほとんど情報を与えない。更に、電子温度は電離圏の熱エネルギー収支を議論する上で重要なパラメータであるが、過去にはスプラディック E 層内での十分に信頼性のある電子温度観測データは限られた報告例しか存在していない。したがって内部での熱エネルギー収支に関する議論は非常に少ない。

我々は、平成 26 年 8 月に打上げられた観測ロケット S-520-29 号機搭載のラングミュアプローブの観測データをもとに、スプラディック E 層内の電子密度・温度の空間構造の研究を行ってきた。その結果、スプラディック E 層内において、電子温度は外部との境界付近から中心に向かって温度が次第に減少していく傾向を明らかにした。

引き続き、この空間構造がどのようなメカニズムによるものかを議論するため、電子に関するエネルギー方程式を使用して密度が変化した場合の電子温度分布についての数値計算を行っている。この計算では、高度 100km にスプラディック E 層が存在すると想定し、この層内で最大電子密度が背景に対して 10 倍、20 倍、30 倍に増加した場合の電子温度分布を求めた。その結果、電子密度が高くなるにつれて、背景に対する電子温度の減少幅が徐々に下がっていく傾向が見られたが、その減少幅は観測値では約 450K であるのに対し、計算値では約 2.4K で差が大きい。そこで、数値計算で使用している多くのパラメータの中で、どの値を変化させれば電子温度減少幅が大きくなるかについて、検討を行った。例えば、数値計算の中で仮定している中性大気密度や温度、プラズマ中のイオン温度、電子加熱率等を変化させた場合の電子温度減少幅への影響について解析を行っている。これらを通して、どのような条件において電子温度減少幅が大きくなるかについての議論を行う。

スプラディック E 層内での電子温度分布については、数は少ないが過去に論文による報告があり、それらによれば背景に対して温度が上昇する場合と減少する場合がある。これらの電子温度観測は推定精度に疑問の残るものもあるが、まとめるとどのような条件で電子温度減少が観測されるのか、見えてくる可能性がある。さらに本研究と先行研究との比較を通して、スプラディック E 層内の電子温度変化と太陽活動度との関係性についても検討を行なった。本発表では、こ

これらの検討結果についての報告を行う予定である。