

極冠域の高高度におけるプラズマ密度上昇

北野谷 有吾 [1]; 阿部 琢美 [2]
[1] 東大・理・地惑; [2] JAXA 宇宙研

Plasma density increase in high altitude of the polar cap

yugo kitanoya[1]; Takumi Abe[2]
[1] Earth and Planetary Science, Tokyo Univ.; [2] ISAS/JAXA

In general situation, the electron density in the ionosphere decreases with altitude. As for the latitudinal variation, the electron density is generally smaller in the polar cap than in the mid- or low-latitude region. Few reliable measurements have been made to estimate thermal electron density and temperature with a simple instrument such as Langmuir probe in the high-altitude polar cap region. For example, only the limited amount of the electron temperature and density data are available above altitude of 3000 km, where the density is about $2.0 \times 10^3 [\text{cm}^{-3}]$ or less. Since the plasma density significantly correlates with the solar activity, the general density profile becomes smaller for the solar activity minimum period.

Thermal Electron energy Distribution (TED) instrument onboard AKEBONO (EXOS-D) satellite is operated in two modes; 1) DC mode to obtain the probe characteristic such as Langmuir probe, 2) SH (second harmonic) mode to estimate the electron energy distribution function based on Druyvesteyn method. In the SH mode, the electron temperature and density can be estimated even on the condition of low electronic density.

On the basis of statistical study of the Akebono observation for over 10 years, it is found that the electron number density occasionally increases up to $4.0\text{-}5.0 \times 10^3 [\text{cm}^{-3}]$ above altitude of 3000 km, where it is usually much smaller than $2.0 \times 10^3 [\text{cm}^{-3}]$ in the polar cap ionosphere. While the electron temperature is estimated to be about 8000 K at such a high altitude, the observed temperature is about 5000 K. It is noticeable that such an enhancement of the electron density is observed along with the occurrence of the magnetic storm at solar maximum period. The high density region is observed to locally exist somewhere in the polar cap.

Moreover, it was clarified from the observation of TED that a horizontal scale of the high density plasma increases with the degree of the magnetic storm. In addition, it is obvious from the observation of Suprathermal Mass Spectrometer (SMS) that the O^+ (oxygen) ion density is larger in this region compared to the adjacent regions.

Such high density plasma in the polar cap may be generated by plasma transport process. Assuming the field-aligned acceleration caused by some mechanism accompanied by the magnetic storm in the polar cap, the ionospheric ions are accelerated upwardly. Then, high-density and low-temperature plasma will be observed at high-altitude polar cap.

A characteristic feature of the high density plasma observed in the high-altitude polar cap is summarized as follows:

- 1) It is more frequently observed on the solar maximum condition.
- 2) The high density region is observed to locally exist only in a part of the polar cap region.
- 3) The electron density enhancement is observed during the geomagnetically active period or the magnetic storm.
- 4) The spatial scale of the high density plasma increases with the degree of the magnetic storm.
- 5) The electron temperature in the high density plasma region is lower than the averaged temperature in the same altitude.
- 6) The density of O^+ (oxygen) ion is higher compared to that in the adjacent region.

In the presentation, we discuss the generation mechanism together with more detailed result of the analysis.

電離圏中の電子密度は高度とともに減少するが、極冠域においては特に密度が小さいためにラングミュアプローブなどの簡単な測定器を用いた高高度での測定は難しいと考えられている。例えば、太陽活動極大時において高度 3000km での平均的な電子密度は約 $2.0 \times 10^3 [\text{cm}^{-3}]$ 以下で、単純なプローブ特性から電子密度や温度を求めることは容易ではない。プラズマ密度は太陽活動に大きく依存するので、太陽活動極小期にはより低いからこのような傾向が見られることになる。

科学衛星「あけぼの」(EXOS-D) に搭載された熱的電子エネルギー分布計測器 (TED) はラングミュアプローブのようにプローブ特性を得るモードと、ドリベスティン法に基づいてエネルギー分布関数を得るモードで運用がなされている。後者のモードでは衛星上で直接エネルギー分を測定するため、電子密度が比較的小さい場合であっても電子温度と密度の推定が可能である。

TEDによる長期の観測データから、極域冠電離圏において通常では観測が難しいとされる 3000 km 以上の高度において突発的に電子密度が上昇し、約 $2.0 \times 10^3 [\text{cm}^{-3}]$ を大きくこえるような電子密度領域が存在する場所のあることが明らかになった。このような高い高度領域での電子温度は 8000K 以上と推定されるのに対し、観測された高い電子密度の電子温度は約 5000K と通常よりも低い値を示している。このような極冠域の高高度におけるプラズマ密度上昇は、特に太陽活動極大期の磁気嵐の発生に伴って観測され、その領域内の局所的かつ不特定な場所に現れた。また、磁気嵐の規模が大きいほどプラズマ密度上昇幅が大きくなることが TED の観測から明らかになった。さらに、熱的および非熱的イオン質量エネルギー分析器 (SMS) の観測からはこれらの高い電子密度領域では O^+ (酸素) イオンの密度が通常よりも高くなることがわかった。

我々はこれらの観測結果から、磁気嵐の発生に伴って何らかのメカニズムで低高度に存在していたプラズマが極冠域の高高度まで運ばれた結果、3000km 以上の高度で高い電子密度の領域として観測されたというシナリオを提案する。極

冠域の高高度におけるプラズマ密度上昇の特徴をまとめると次のようになる。

- 1) 太陽活動が活発な時期によく見られる。
- 2) プラズマ密度上昇は極域の局所的かつ不特定な場所に現れる。
- 3) 磁気嵐が発生したときに見られる。
- 4) 磁気嵐の規模が大きいほど、プラズマ密度上昇幅が大きい。
- 5) 高密度領域内の電子温度はその高度での平均的な温度よりも低い。
- 6) 高密度領域内では O^+ (酸素) イオンの密度が比較的高い。

本発表では、この現象の解析結果の詳細を示すと同時に、その原因を考察した結果を報告する。