

DELTA キャンペーンにおけるロケット搭載Langmuirプローブによる極域下部熱圏の電子温度観測

門畑 顕博 [1]; 阿部 琢美 [2]; 小山 孝一郎 [3]; 岩上 直幹 [4]; 栗原 純一 [5]; 小笠原 桂一 [6]; 浅村 和史 [7]; 野澤 悟徳 [8]; 小川 泰信 [9]; 藤井 良一 [8]; 若林 誠 [10]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] JAXA 宇宙研; [3] 宇宙研; [4] 東大院・理・地球惑星科学; [5] ISAS/JAXA; [6] 立教大; [7] 宇宙研; [8] 名大・太陽研; [9] 国立極地研究所; [10] 東北大・理

Electron temperature increase in the polar lower thermosphere observed by Langmuir probe during the DELTA campaign

Akihiro Kadohata[1]; Takumi Abe[2]; Koh-ichiro Oyama[3]; Naomoto Iwagami[4]; Junichi Kurihara[5]; Keiichi Ogasawara[6]; Kazushi Asamura[7]; Satonori Nozawa[8]; Yasunobu Ogawa[9]; Ryoichi Fujii[8]; Makoto Wakabayashi[10]

[1] Earth and Planetary Sci, Tokyo Univ; [2] ISAS/JAXA; [3] ISAS; [4] Earth and Planetary Science, U Tokyo; [5] ISAS/JAXA; [6] Rikkyo Univ.; [7] ISAS/JAXA; [8] STEL, Nagoya Univ; [9] SNational Institute of Polar Research; [10] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.

The sounding rocket "S-310-35" was launched at 00:33:00 UT on 13 December 2004 from Andoya Rocket Range in Norway, during the DELTA (Dynamics and Energetics of the Lower Thermosphere in Aurora) campaign. On the sounding rocket, the payload zone was separated into two stage; upper and lower stages to avoid a possible influence of positive charging due to electron beam emission by the NTV (Neutral Temperature of Vibration) instrument. The FLP (Fast Langmuir Probe) was developed to measure the electron temperature and number density in the lower ionosphere, and was installed on the lower stage while the NTV being on the upper stage. During the rocket flight, the FLP successfully measured the voltage versus current relationship of the probe.

The electron temperatures can be estimated by evaluating the relationship between the probe current versus voltage. In the rocket's wake region, the temperature tends to be overestimated because of a distortion of the probe characteristics. Such high temperatures were not considered, when discussing the general trend of the temperatures. Altitude profile of the electron temperature indicates the local increase by several hundreds K at 107 km-110 km during the rocket's ascent, and at 105-120km during the rocket's descent.

When the rocket was ascending, heating due to precipitating electrons may cause the local increase of temperature. In fact, the region where the local increase of the electron temperature was observed is in good agreement with the direction of bright auroral emission identified by all-sky imager, and moreover an enhancement of the precipitating electron energy flux was simultaneously observed by APD (Aurora Particle Detector). However, it is unlikely that the electron temperatures are attributed to particle heating by precipitating electrons. It is more likely that either an artificial effect of the NTV on the Langmuir probe measurement or the heating due to Farley-Buneman instability.

When the rocket was descending, an outstanding feature of the Langmuir curve from which electron temperature increases were obtained is that the probe current contains a high-frequency fluctuation. Application of FFT (Fast Fourier Transformation) to the temporal variation of the probe currents suggests that a density perturbation has a spatial scale of several meters and the spectral power is intensified in both ends of high electron temperatures. Because of such observational evidence, the electron heating may be attributed to Farley-Buneman instability. A comparison of the ion acoustic velocity with the electron drift velocity relative to ions which are calculated from EISCAT measurements and MSIS model suggest that the Farley-Buneman instability was generated in this region. Furthermore, when assuming the electron heating due to Farley-Buneman instability, the high electron temperatures observed by the FLP below 108 km altitude can be quantitatively explained.

In this presentation, we will quantitatively discuss a possible cause of the local electron temperature variations in the polar lower ionosphere, mainly focusing on heating due to Farley-Buneman instability.

オーロラ活動を引き起こすような外部からのエネルギー入力に対する熱圏の応答を定量的に理解することを目的として DELTA キャンペーンが行われた。この計画では、観測ロケットと EISCAT レーダー、ファブリペロー干渉計等の地上観測設備を組み合わせ中性大気温度や中性風、イオンや電子の密度・温度およびオーロラ発光強度を総合的に観測し、極域下部熱圏大気の力学とエネルギー収支を研究する。観測ロケットは 2004 年 12 月 13 日の 00:33 UT にノルウエーのアンドーヤ実験場から打ち上げられ、これに合わせて周辺で地上からの同時観測が行われた。

この観測ロケットは NTV (窒素振動温度測定器) が放出する電子ビームによる帯電の影響を避けるため 2 つに分離され、搭載観測機器のひとつである FLP (Langmuir プローブ) は親機 (下方) 側に搭載され、予定通りロケット分離後に正常な観測を開始し、上昇時は高度約 105km 以上、下降時は高度約 100km までの領域で電子温度を算出することができた。求められた電子温度に関しては、ロケットの姿勢を考慮しウエークに入っていると思われるデータを除去して、その変化について議論を行った。観測から推定された電子温度プロファイルにはロケット上昇時の高度約 107 km ~ 110 km で、ロケット下降時の高度約 105km ~ 120km でそれぞれ電子温度の上昇が見られる。

ロケット上昇時では近くにオーロラ発光が見られたことと APD (オーロラ粒子計測器) から高エネルギーの粒子が検出されたことから降下粒子による加熱が考えられる。このことから降下粒子の存在が予想されるが、降下粒子による加

熱だけではこの温度上昇を説明するのは難しい。NTV による影響や Farley-Buneman 不安定による加熱の影響を考える必要がある。

ロケット下降時の高電子温度領域における特徴はプローブの電圧電流特性にスモールスケールの密度擾乱が見られることである。これらの電子密度変動はおよそ数mの空間スケールをもつことがプローブ電流値のFFT解析により得られており、スペクトル強度は電子温度領域の両端で増えている。このことから我々は Farley-Buneman 不安定による加熱に着目した。EISCAT レーダーとロケットによる観測値や MSIS モデルを用いて計算したイオン音波速度とイオンに対する電子の相対速度との比較により、Farley - Buneman 不安定が発生する条件が満たされていることが確認されたが、これは電子温度を加熱した可能性を示唆している。さらに Farley-Buneman 不安定による加熱率を計算し (ST.-Maurice. et al., 1981)、EUV などによる加熱率を考慮して計算された電子温度はロケットで観測された電子温度と、高度 108km 以下でよい相関が見られた。

講演では、Farley-Buneman 不安定による加熱を中心に電子温度上昇の要因について詳しく議論する予定である。