

SS - 520 - 2号機ロケットによる電子温度観測

東京大学 修士1年 日比野和基

カスプ領域におけるイオン流出機構の解明を主な目的として宇宙科学研究所の観測ロケット SS-520-2号機が、2000年12月4日午前9時16分(UT)ノルウェー・ニューオルソン発射場から打ち上げられた。今回は、このロケットに搭載された電子温度測定装置(TEL)が観測したデータの処理方法、および導出された電子温度が示唆するもの、について発表を行なう。

TELの測定は、プラズマ測定用のラングミュアプローブに高周波電圧を印加した場合の浮動電位のシフト分が電子温度の関数である、という原理にもとづいている。得られたデータは、DC電圧に振幅が0、200mV、400mVの3種類の交流振幅を重畳した場合の浮動電位である。ロケットの飛行時に得られた観測データによると、浮動電位はロケットのスピンの伴って周期的に変化していることが確認された。TELはロケットの飛行によるプラズマ擾乱(ウエイク)の影響を最も受けにくいと考えられるロケットの先端に取り付けられているため、このような周期変化が生じることは考えにくい、何らかの影響によって浮動電位がスピン周期に同期して変化したものと考えられる。また、ロケット下降時(ロケット打ち上げから600秒以降)の浮動電位については、太陽光がプローブに当たるときに生じる2次電子の影響と思われる周期的な変化が確認された。

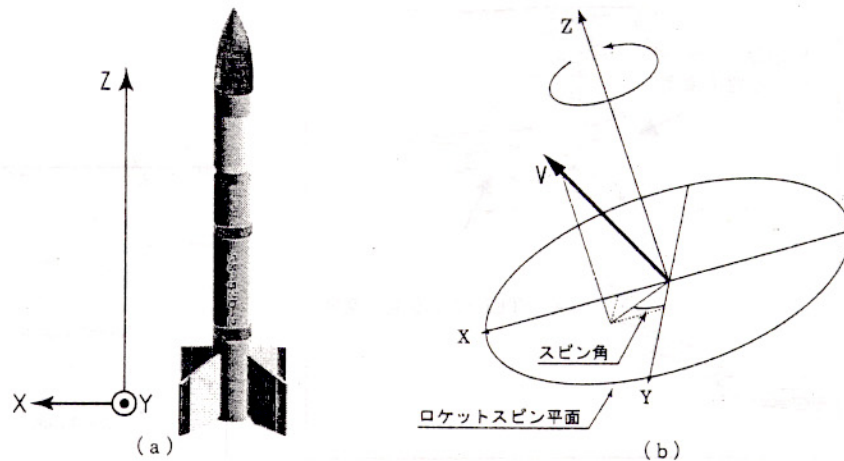


図1 ロケットの座標系とスピン角の定義
(a) ロケットの機軸方向にZ軸、それに垂直な方向にX軸、両方に垂直になるようにY軸を定義してある。
(b) ロケットの進行方向ベクトルをX-Y平面に投影し、Y軸とのなす角をスピン角とする。

データ処理において我々は、ウエイクの影響を除去するために以下の作業を行った。

- 1) ロケットの座標系のx-y平面にロケットの進行方向ベクトル投影した時、これとロケットのy軸とのなす角度をスピン角と定義する(図1)。そしてロケットのスピンにして数周分の浮動電位の変化を、このスピン角に対してプロットし、分割された角度内での平均値を計算する。これを、その高度付近におけるスピン角に対する一般的な浮動電位のパターンとする(図2)。
- 2) 最もウエイクの影響を受けていないと思われるスピン角(浮動電位の平均が最も高い角度)を基準として、1)で求めたパターンから各々の角度における浮動電位の補正係数を求める。
- 3) 補正係数はプラズマの密度や速度ベクトルの方向による変化することが予想されるため、打ち上げからの時間に応じた補正係数を導く。
- 4) その補正係数を用いて浮動電位を補正し、観測方向によらない(スピンによる影響を除去した)浮動電位を算出する。
- 5) この浮動電位を用いて電子温度を計算する。

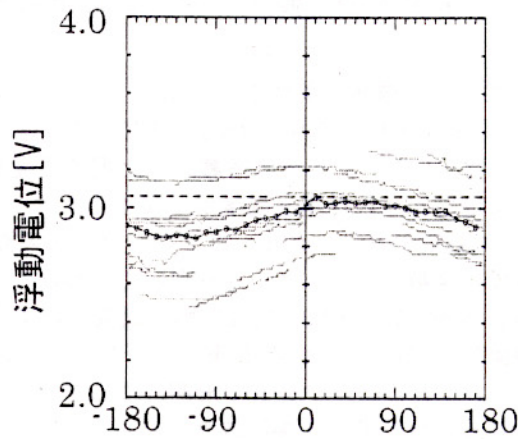


図2 スピン角に対する浮動電位の変化パターン

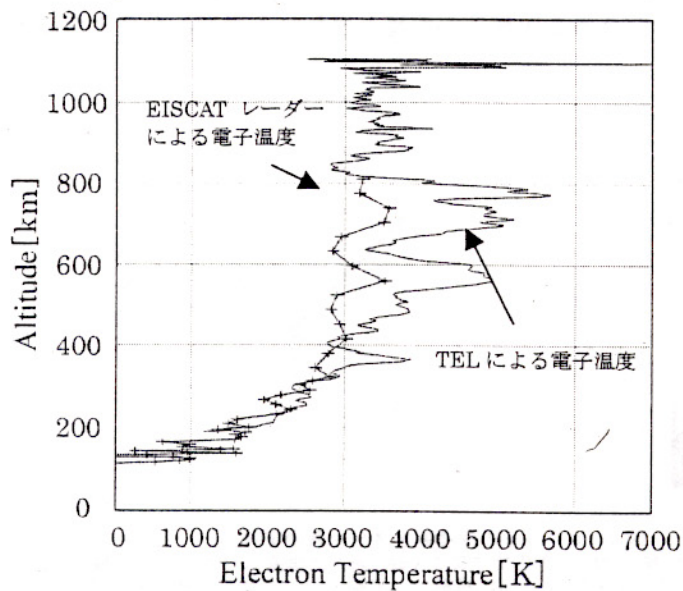


図3 電子温度高度分布

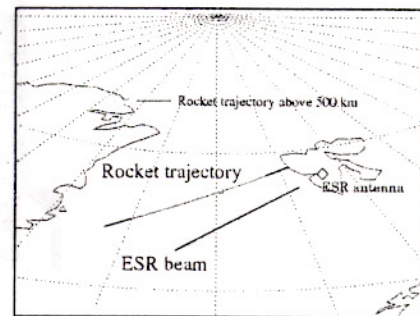


図4 EISCAT レーダー観測領域

このような手法を用いて、正確な電子温度を導出することに成功した。こうして得られた電子温度の高度分布を図3に示す。これによると、観測された電子温度は極域電離圏における平均的な電子温度にほぼ等しいが、温度変化には極域における熱的プラズマの特徴的な描像である局所的な加熱現象が含まれている。温度変化が断続的で、しかも数十秒のタイムスケールをもっていることは、熱的プラズマの加熱がかなり小さな空間構造をもっていることを示唆している。特に、打ち上げから 250~300 秒、350~370 秒、500~550 秒付近では電子温度が上昇し、TELが局所的な加熱現象を捉えていることが分かった。