

内部プラズマ圏の熱構造の解明

Investigation thermal structure of the inner plasmasphere

山本 保 [1], 阿部 琢美 [2], 小山 孝一郎 [2]

Tamotsu Yamamoto [1], Takumi Abe [2], Koh-ichiro Oyama [2]

[1] 東京理大・理・物理, [2] 宇宙研

[1] Science Univ of Tokyo, [2] ISAS

地球プラズマ圏の熱構造を考える上で、構成粒子の一つである電子の平均エネルギーについて調べるのは有意なことである。電子温度観測は1950年代後半から衛星による直接観測が試みられて、ほとんどは上部電離圏(4000 km)までの観測に留まっており、プラズマ圏全体の熱構造を知るには至っていない。1989年に宇宙科学研究所が高度200~10000kmの範囲を周回する科学衛星「あけぼの」を打ち上げた。この衛星に搭載された熱的電子エネルギー分布測定器によって高度10000kmまでの信頼できる電子温度データが初めて得られるようになった。このデータを用いてプラズマ圏の熱構造の解明を試みることを目的としている。

地球プラズマ圏の熱構造を考える上で、構成粒子の一つである電子の平均エネルギーについて調べるのは有意なことである。実際古くから電子温度という指標で研究対象となっている。電子温度観測は1950年代後半から限られた範囲ではあるが衛星による直接観測が試みられているが、ほとんどは上部電離圏(4000 km)までの観測に留まっており、プラズマ圏全体の熱構造を知るには至っていない。

1989年に宇宙科学研究所が高度200~10000kmの範囲を周回する科学衛星「あけぼの」を打ち上げた。この衛星に搭載された熱的電子エネルギー分布測定器(TED)は0~数eVの範囲で電子のエネルギー分布関数を観測することが出来る。また太陽制御された太陽電池パネルに対し測定器を垂直に取り付けることによって、プローブ自身から発生する二次電子の影響を極力避けることが出来る。このようにしてTEDの電子温度観測によって高度10000kmまでの信頼できるデータが初めて得られるようになった。

熱的電子エネルギー分布測定器(TED)はプラズマ中の熱的電子の速度分布、及び正イオン密度の計測を行うもので、主な目的はプラズマ圏中の電子の速度分布の測定、その異方性の検出である。本計測器は磁力線の向きに対する異方性を検出することに主眼に置いている点に従来の計測とは違うユニークさがある。また分布が等方的であると判明した際には、ドルベステイン法によってエネルギー分布を得ることが出来る。ドルベステイン法はラングミュアプローブによって得られた電流-電圧特性の電圧の二次微分係数がエネルギー分布関数に比例することを利用したものである。ただしこの二次微分係数を電流-電圧特性から直接求めるのは大変困難である。従って実際の測定では直流のプローブ電圧の上に微小振幅の交流電圧を重畳することによって二次微分係数を算出する。これを二次高調波法という。

本研究ではあけぼのによる電子温度データファイル(1989年4月~1998年6月)を用いてこれらのデータを統計的に解析することによって電子温度のプロファイルを作成してみた。内部プラズマ圏において電子温度は一般的に高高度ほど高くなっていく、ただ昼側と夜側では上昇の度合いが大きくことなっていて、温度勾配は昼側のほうが大きい。これはプラズマ圏の主な熱源が太陽からの紫外線による光解離によってできる光電子による加熱であることに起因する。しかしこの熱源だけでは説明のつかない電子温度プロファイルが得られているのが実際のところであり、他の熱源が存在している可能性が大きい詳細についてはまだわかっていない。

電子温度は太陽活動・地磁気活動などに大きく影響され、これらに起因する熱源も考えられる。こういったさまざまなパラメータを踏まえた上でプラズマ圏の熱構造の解明を試みることを目的としている。

ここでは朝方午前6時~8時の不変磁気緯度35~50度の範囲で観測された高度5000km付近の電子温度の小ピークについての物理的考察を行う。