

2成分速度分布関数フィッティングで得られた磁気圏プラズマの低温および高温成分の特性

浅見 隆太 [1]; 桂華 邦裕 [2]; 星野 真弘 [2]; 斎藤 義文 [3]
[1] 東大・理・地惑; [2] 東大・理; [3] 宇宙研

Characteristics of hot/cold components of magnetospheric plasma derived from two-component fits of velocity distribution functions

Ryuta Asami[1]; Kunihiro Keika[2]; Masahiro Hoshino[2]; Yoshifumi Saito[3]
[1] Earth and Planetary Science, Univ. Tokyo; [2] University of Tokyo; [3] ISAS

Heating and acceleration of magnetospheric plasma have been studied using in-situ plasma and field observations. A large number of observations reported two distinct plasma populations with different temperatures in the Earth's magnetosphere [e.g., Seki et al 2003]. However, the dominant heating/acceleration mechanisms and regions are not well understood. Moreover, it remains unclear whether the heating/acceleration mechanisms depend on mass. Only a few satellite missions have been able to observe the thermal component of magnetospheric plasma with mass determination. Therefore, a small number of studies focused on mass-dependent processes in the typical energy range ($<1-10$ keV) of magnetospheric ions. In this study, we first separate the plasma into hot and cold populations, and then perform statistical analysis for each population.

The Fast Plasma Investigation (FPI) instrument on board the MMS satellite, which is in a low-inclination elliptical orbit with an apogee of about 24 Re and a perigee of about 1000 km, measures the three-dimensional distribution function in velocity space every 4.5 seconds in an energy range of a few eV to 40 keV [Pollock et al. 2016]. Using data for a period of September 2015 to September 2017, we examined density and temperature spatial distributions for hot and cold plasma populations. Specifically, we performed two-Maxwellian fitting to the observed three-dimensional distribution functions. Two different populations were clearly identified inside the magnetosphere, but not in the magnetosheath. Next, we divided an equatorial plane into $0.5 \text{ Re} \times 0.5 \text{ Re}$ bins and then calculated the median of density and temperature for each bin for each population. The hot plasma has a higher temperature on the dusk side than on the dawn side. Also, in the presence of two component plasmas, the temperature of the hot plasmas is several tens of times higher than that of the cold plasma. We will perform similar analysis with the data obtained by the HPCA instrument on board MMS to investigate mass dependence of the heating/acceleration mechanism. We will also discuss the acceleration and mixing processes of cold plasma by focusing on oxygen ions of ionospheric origin.

現在まで、様々な人工衛星の「その場」観測によって、磁気圏プラズマの加熱・加速研究が行われてきた。磁気圏において、熱いプラズマと冷たいプラズマが同時に存在していることが報告されているが、支配的な加速メカニズムや加速領域は未だよく理解されていない。また加熱・加速機構がイオンの質量によって異なっているのか未解明である。磁気圏プラズマを熱い成分、冷たい成分に分離することは磁気圏におけるイオンの加速、加熱メカニズムの理解に重要な手がかりを与える。しかし、磁気圏の広範囲にわたる地球磁気圏プラズマの熱的成分のイオン種別解析は、観測が困難であったため、特に外部磁気圏の典型的なエネルギー帯 ($<1-10$ keV) の粒子種依存過程に着目した研究は少ない。本研究では、まずイオン種を区別しない観測を用いて、プラズマを熱い成分と冷たい成分に分離し、それぞれに対して統計解析を行う。

近地点 1000km から遠地点 24Re の範囲を周回する MMS 衛星に搭載された FPI 観測器は数 eV~40keV の電子、イオンを約 4.5 秒の時間分解能で観測している。本研究では FPI 観測器により得られたデータを用いて磁気圏に存在する熱いイオン、冷たいイオンそれぞれの密度、温度の空間分布の平均的な描像に関して統計解析を行った。具体的には、2015 年 9 月 1 日から 2017 年 9 月 1 日までに得られた 3 次元速度空間の分布関数を 2 成分 Maxwell 分布を仮定してフィッティングを行い、熱いプラズマと冷たいプラズマに分離した。2 成分のプラズマは磁気圏内部で多く見られ、シース領域ではあまり見られなかった。そして磁気赤道面付近の 6Re-24Re の領域を $0.5\text{Re} \times 0.5\text{Re}$ のビンに区切り、各ビンの密度、温度の中央値を示した空間分布図をそれぞれの成分毎に作成した。熱いプラズマはプラズマシートの夕方側が朝側と比べて高温になっていることがわかった。また二成分プラズマが存在する場合、熱いプラズマの温度は冷たいプラズマの数 10 倍になっていることがわかった。今後は HPCA 観測器により得られた酸素イオンのデータも用いて、冷たいプラズマの起源、加速過程、混合過程を議論する予定である。