

内部磁気圏探査を目指した高エネルギーイオン観測器の開発

渡邊 健太 [1]; 平原 聖文 [2]; 高島 健 [3]; 笠原 慧 [3]

[1] 東大・理・地惑

; [2] 東大・理・地惑; [3] 宇宙研

Development of a high-energy ion instrument for measurement of the inner magnetosphere

Kenta Watanabe[1]; Masafumi Hirahara[2]; Takeshi Takashima[3]; Satoshi Kasahara[3]

[1] Earth and Planetary Sci, Univ of Tokyo; [2] Dept. Earth & Planet. Sci, Univ. Tokyo; [3] ISAS/JAXA

It is known that the inner magnetosphere of the earth is the region where plasma particles of a wide range of energies from a few eV to 10 MeV coexist and the highest energy particles in the magnetosphere are trapped. And it is the region that changes dynamically as relativistic high energy electrons are generated along with the geomagnetic storm, the massive energy release phenomena. Although it is pointed out that various acceleration mechanisms such as wave-particle interaction exist from the recent researches, it has not been arrived at empirical solution. For examples, the main component of the ring current that makes the earth's magnetic field change greatly is H^+ and O^+ with energies from a few eV to 200 keV, but it has not well known contribution of high energy ions to the ring current. Moreover, the influence of the ring current on the radiation belt has not been understood. Therefore, it is necessary to observe the energetic particles with the wide range of energy, electromagnetic field and waves simultaneously using a satellite.

It was difficult to measure high energy ions accurately by using the instruments that had been developed because of narrow field of view and the contamination by high energy electrons. Then we are developing the high-energy ion instrument that combine a solid state detector (SSD) with a time-of-flight (TOF) mass spectrometer starting at future satellite missions. A combination of a SSD and a TOF mass spectrometer provides the total energy (E), velocity of particles (v) and then mass (m) so electrons and ions can be distinguished. And for decrease of contamination the following three points are taken: 1) adopting a double-layered SSD, 2) taking spatial correlation of start-electron, stop electron and position of a SSD that perceives particles, 3) thicken a shield. In taking these into consideration we will propose a high-energy ion instrument that can distinguish ions and electrons within the range of energies from 100keV to 1MeV and reduce contamination. And this instrument has three fields of view of 60 degrees respectively and it makes possible to obtain full pitch angle coverage using satellite spin. We will report on the development progress of the instrument.

地球周辺の内部磁気圏と呼ばれる領域には6桁以上に及びエネルギー幅のプラズマ粒子が共存し、地球磁気圏で最もエネルギーの高い粒子が捕捉されている。また、エネルギー開放現象である「磁気嵐」に伴って相対論的高エネルギー電子が生成されるなど、非常にダイナミックに変動している領域である。近年の研究から、波動粒子相互作用など様々な加速機構が存在すると指摘されているが、実証的な解明にはいたっていない。その中でも、地球の磁場構造を大きく変動させるリングカレントを担っている粒子は数 eV ~ 200keV 程度の H^+ や O^+ であるが、観測例の少なさから高エネルギーイオンの寄与については詳しく理解されていない。さらに、リングカレントの放射線帯粒子への正味の影響についてもほとんど知られていない。そのため、地球磁気圏のプラズマダイナミクスを理解するためには広範囲のエネルギー帯を網羅したプラズマ粒子と電磁場・波動を人工衛星による統合観測をすることが必要となっている。

これまでの高エネルギーイオン観測器は視野が狭いことや、高エネルギー電子によるノイズの影響から正確な測定が困難であった。そこで、将来の磁気圏探査計画を見据え、半導体検出器 (SSD) と TOF 型質量分析器を組み合わせた高エネルギーイオン観測器の開発を進めている。SSD から粒子のエネルギー E を、TOF 型質量分析器から速度 v を測定し、それらから質量 m を算出することで電子とイオンの弁別を図る。ここで、質量分析部は非軸対象の電場構造による粒子軌道計算から設計を行った。また、高エネルギー粒子によるノイズ対策として以下のことを取り入れる。1) 二層構造の SSD を採用すること、2) スタート電子、ストップ電子、粒子を感知した SSD の位置による空間的相関を取る、3) 筐体を厚くすることである。これらを考慮に入れることで、100keV ~ 1MeV のエネルギー範囲で電子とイオンの弁別が可能、かつ十分にノイズを低減できる観測器を設計している。また、この観測器はそれぞれ 60° の 3 つの視野を持ち、衛星のスピンの利用することで全方位角を網羅し、そして粒子の全ピッチ角分布を視野にいれることが可能なものとする。今回の発表では、観測器の開発状況について報告する。