

放射線帯における高エネルギーイオン観測器の開発

渡邊 健太 [1]; 小林 光吉 [2]; 平原 聖文 [3]; 高島 健 [4]
[1] 東大・理・地惑
; [2] 東大・理・地惑; [3] 東大・理・地惑; [4] 宇宙研

Development of high-energy ion instrument for the measurement of the Geospace radiation belt

Kenta Watanabe[1]; Mitsuyoshi Kobayashi[2]; Masafumi Hirahara[3]; Takeshi Takashima[4]

[1] Earth and Planetary Sci, Univ of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci. The Univ. of Tokyo; [3] Dept. Earth & Planet. Sci, Univ. Tokyo; [4] ISAS/JAXA

The variation of plasma pressure in the Geospace makes background magnetic field to transform. Ions in the ring current affect this plasma pressure, and it is believed that the plasma pressure is controlled by ions in the ring current with the energies of tens of keV. But the recent researches indicate that higher-energy ions affect them.

At this presentation, we show the measurement principle of high-energy ion instrument (HEP-i) with an energy range from 100keV to 10MeV designed for the ERG satellite and discuss the performance as the whole instrument. Particles in the radiation belt have various pitch angles, so the instrument should have a large field-of-view. In addition to satellite spin we also adopt an axially symmetric structure in order to realize the large incident angle. And we intend to use three-layered SSD (solid state detector) with the dExE analysis method. The principle used here is based on difference of dissipation energy between ions and electrons when they pass the layered SSD assembly. Electrons that have small dissipation produce small pulse while ions that have large dissipation produce large pulse when electrons and ions pass first layer. Based on this difference we can distinguish electrons and ions and determine the ion energy. We do not count the signals of particles which arrive at the third layer because we can't know whether pass or not. Furthermore I estimate the thickness of the SSD layers by using the software,geant4.

地球をとりまく放射線帯は、1950年代に発見され、1958年以降には科学衛星による直接観測が行われてきた。放射線帯は高エネルギーの粒子が捕捉されている領域であり、数 MeV 以上に達する粒子が存在している。磁気圏内の加速過程についてはいくつかの機構が提案されているが、それらの実証的な解明には至っていない。また、高エネルギーの粒子が人工衛星に与える影響についても放射線帯の構造の解明は重要視されている。

現在、ERG(Energization and Radiation in Geospace) 衛星による放射線帯の直接観測が計画されている。この計画では、地球磁気圏の赤道面における広いエネルギー範囲の粒子観測と広帯域の電磁場・波動の統合観測を目的としている。この統合観測により、背景電磁場やプラズマ波動を介した、高エネルギー粒子生成の物理プロセスの解明を期待されている。特に、粒子の位相空間での密度が外部から増える(断熱加速)か内部から増える(非断熱加速)かの切り分けを行うことにより、断熱加速および非断熱加速のどちらが支配的であるかを検証する。

背景磁場の形状の変動は内部磁気圏のプラズマ圧の変化がうながしている。リングカレント内のイオンがこのプラズマ圧を担っており、数十 keV 帯のエネルギーが関係していると考えられていた。しかし、近年の研究によりさらに高エネルギーのイオンが影響を与えている可能性が指摘されている。

本発表では、ERG 衛星に搭載される 100keV ~ 10MeV の高エネルギーイオン観測器 (HEP-i) による測定原理を示し、観測機としての諸性能を議論する。放射線帯の粒子は様々なピッチ角を持つため観測器は広い視野角を持つことが必要である。衛星の自転を利用するため軸対称の構造を採用し広範囲な入射角に対応できる設計とする。また、検出部には dExE の分析法を用いた三層構造の SSD(solid state detector) を採用する計画である。この原理はイオンと電子が SSD を通過する際に散逸するエネルギー dE の違いを利用するものである。散逸の小さい電子は一層目を通り抜ける時にだすパルスは小さい、一方、散逸の大きいイオンは一層目を抜ける際に大きなパルスをだす。この違いを利用して電子とイオンを区別して観測することが可能となり、イオンのエネルギーは一層目での dE と二層目で得られた E を合わせることで決定する。三層目に到達した粒子は通り抜けたのかどうか区別がつかないためカウントしない。さらに発表では、100keV ~ 10MeV のイオンを測るために geant4 を用いてそれぞれの層の厚さを見積もったものを示す。