

ERG 衛星搭載用高エネルギー電子観測器の検討

Design and analysis of high-energy electron detector for ERG

要旨

地球近傍の内部磁気圏においては、磁気嵐に伴う荷電粒子の急激な増減がある事例がこれまで観測によって明らかになっている。特に、放射線帯の相対論的電子についてはその生成・加速過程について諸説挙げられているが未だ結論が出ていない。粒子加速の重要な要素として、ホイッスラー波等による波動と粒子の相互作用が挙げられているが、過去の衛星においては軌道や観測エネルギー範囲の問題から、磁気赤道面での粒子と波動の同時観測が不十分であった。そこで現在、磁気赤道面において粒子と波動の統合観測を行う小型衛星 ERG が提案されている。ERG の測定するエネルギー領域のうち、特に数百 keV の準相対論的なエネルギーを持つ電子については、相対論的エネルギーを持つ電子へと加速される「種」粒子と考えられており、このエネルギー領域の電子を直接観測する事は大変重要な事である。この「種」となるエネルギー領域を観測するのが ERG の高エネルギー電子観測器 HEP-e であり、電子のエネルギーとピッチ角を精度良く観測することが求められている。

本研究では ERG 搭載用の高エネルギー電子観測器 HEP-e について、モンテカルロシミュレーションによる各種性能評価を行った。設計要求として、観測エネルギーレンジ 30keV~2MeV、エネルギー分解能 10%@1MeV、角度分解能 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 以内、そして高エネルギー粒子が観測データに与えない程度の観測器外殻厚みが必要とされる。これらの要求に対し、実際の検出器構造を仮定して各パラメータの評価を行った。結論として、観測エネルギー範囲 50~1MeV。エネルギー分解能 10%以下@1MeV、角度分解能 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 以内という性能が得られた。また、外殻厚みアルミ 3mm とすれば高エネルギー粒子の影響を排除出来ることが分かった。発表では以上について詳細を述べる。

Abstract

In the inner magnetosphere, it has been observed that a sharp decrease or increase of charged particles over the magnetic storms. In particular, the formation of relativistic electrons in the radiation belt is not clear of its generation processes. The interaction of particles and waves like Whistler waves is thought to play an important role in particle acceleration. However the past satellites observations had problems of its orbit or energy range of observation. So, acceleration process has not been determined yet. So now, ERG satellite is proposed to examine interaction of particles and waves on the magnetic equatorial plane. A few hundred keV electrons are "seed" electrons considered to be accelerated to relativistic electrons, so in-situ observation of this energy is an important mission on ERG. HEP-e is an instrument on ERG and observes "seed" electrons. So it is required to accurately observe the electron energy and pitch angle.

In this study, we design and evaluate the performance of HEP-e with Monte Carlo simulation. The requirements are following. Energy range 30keV ~ 2MeV, energy resolution 10% @ 1MeV, within 10 ° x10 ° angular resolution, and enough shield of the radiation protection. To demand for these parameters, we assume the structure of the detector and evaluate its performance. In conclusion, we evaluated HEP-e detector as following. Its observable energy range is 50 ~ 1MeV. Its energy resolution is 10% @ 1MeV, and angular resolution is within 10 ° x10 °. Besides, we also concluded that 3mm thick of aluminum can eliminate the effects of high energy particles.