

## 宇宙プラズマにおける高エネルギー粒子観測のためのシリコンストリップ半導体検出器の開発

# 三谷 烈史 [1]; 高島 健 [1]; 平原 聖文 [2]  
[1] 宇宙研; [2] 立大・理・物理

### Development of Silicon Strip detector for high energy particle observation in Space plasma

# Takefumi Mitani[1]; Takeshi Takashima[1]; Masafumi Hirahara[2]  
[1] ISAS/JAXA; [2] Department of Physics, Rikkyo University

Particle acceleration is a common feature in space plasma from solar/interplanetary system to super nova remnants, black hole jet phenomena. Only in the interplanetary plasma particle distribution function can be measured directly as well as electric and magnetic field. This in-situ observation is a key to understand the particle acceleration mechanism in various regions in the space.

To understand the acceleration process, we need to measure plasma with wide energy range from several eV to several MeV. A measurement of particles over the energy range 10 to 100 keV, however, has been low quality because of technical difficulties. We are developing a new medium energy particle detector in a high-count rate environment with new technologies. One key component is a silicon strip detector, that has 32 strip-like electrodes with a pitch of 400 micron. By segmentalizing electrode, we can reduce noise components per a read-out amplifier and achieve high energy resolution, which enable us to measure low energy electrons with several tens keV. For read out from each strip, a analog LSI VA32TA is used. This detector system is planned to be used in high energy ion and electron detector system of the Mercury magnetosphere mission BepiColombo/MMO. In the mission, the silicon detector and LSI are used under severe radiation environment and high temperature. Therefore we are evaluating the system in such a severe environment. In addition, in the high radiation environment, some MeV particle enter the silicon detector through the detector shield and make fake event. Secondary photons produced when the MeV particles interact with the shield also make fake signals. To estimate the fake counts, we conducted a monte carlo simulation assuming the high energy electron detector in BepiColombo/MMO.

These development and simulation results will be presented.

宇宙において、熱平衡から外れた非熱的なエネルギー分布を持つ粒子がどのように生み出されているか、地球磁気圏・太陽風という太陽圏での現象から、超新星残骸・ブラックホールからのジェット、銀河団といった宇宙遠方の現象にいたるまで普遍的にみられる粒子加速の機構は、宇宙、そして惑星系の成り立ちを考える上で重要である。この、様々な系でみられる粒子加速は、系のスケールや磁場の強さなどは異なるが、共通の物理過程によって支配されていると考えられる。この中で、太陽風や地球近傍や惑星間空間のプラズマは、太陽風、磁場のリコネクション、衝撃波面など、規模は小さくとも加速の現場に、衛星を送り込み直接観測することが可能であるという特権をもつ。この直接観測によりプラズマ中で粒子がどのように加速されているか探るには、磁場や電場の観測の他、電子やイオンなどの粒子の流れを知り、空間的、時間的に測定する必要がある。日本はESAと共同で、水星磁気圏の探査ミッション BepiColombo/MMOの計画を進めると同時に、複数衛星の編隊飛行により多点同時観測を実現するミッション Cross Scale や、地球の内部磁気圏探査ミッション ERG の検討・開発を進めている。

加速機構を探る上では、熱的なエネルギー分布を持つ粒子から非熱的粒子まで広いエネルギー領域 (eV から MeV まで) を同時に観測することが重要である。しかし、10keV から 100keV のエネルギー帯は、これまで観測のギャップとなっている。そこを埋めるべく我々は新しい検出器を開発している。従来のシリコン半導体検出器では、観測に必要な有効面積とエネルギー分解能を両立させることが難しかったが、1つの検出器に電極をストリップ状に細かく設けることにより、面積は保ったまま1つの読み出し回路に対するノイズ成分(検出器容量・リーク電流)の寄与を低減し、高いエネルギー分解能を得ることが可能になる。また、同時に高カウントレート下でのパイルアップを防ぐことができる。我々は、このシリコンストリップ検出器と読み出し用アナログ LSI の開発を進めており、X線検出用としては 2.5cm 角のシリコンに 400 ミクロンピッチの電極を設けたもので、 $\sim 1\text{keV}$  (半値全幅) @  $60\text{keV}$  のエネルギー分解能を達成している。これを粒子検出用に適用するために、粒子入射面の不感層を極力小さくする設計をした検出器を製作し、実際に数 10keV 程度の電子を検出する実証試験を進めている。また、BepiColombo 計画 MMO 観測器では、高エネルギーのイオン/電子検出器にシリコンストリップ検出器を用いることになっているが、熱・放射線環境の非常に厳しい中でこれらの検出器システムを動作させる必要がある。そのため、読み出し用 LSI の耐放射線の評価、高温での動作試験を行っている。また、検出器システムは粒子の入射方向を制限しているが、実際には高エネルギー粒子は壁を突き抜けたり、相互作用により光子を生じ、シリコン検出器に偽の信号を生じてしまう。特に、MMO の高エネルギー電子検出器 (HEP-ele) では、単純なスリット構造でしか被測定電子を制限していないので、そのような偽のイベントを見積もる必要がある。そこで、実際の検出器構造を仮定して、モンテカルロシミュレーションを行い、偽のイベントがどの程度混入するか見積もりを行った。

本講演では、シリコンストリップ検出器/読み出し LSI の評価試験と、MMO HEP-ele 検出器を想定して行ったモンテカルロシミュレーションの結果を示す。