

## 固体検出器による 1-100keV 電子計測技術の研究

### Study on solid-state detectors for measurements of 1-100 keV electrons

# 小笠原 桂一[1], 浅村 和史[2], 斎藤 義文[2], 向井 利典[2]

# Keiichi Ogasawara[1], Kazushi Asamura[2], Yoshifumi Saito[2], Toshifumi Mukai[2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo, [2] ISAS

地球磁気圏はダイナミックな現象に富んでいるが、その中でも高温のプラズマシートの成因と粒子加速・加熱過程の解明は宇宙空間物理学における重要な問題である。1keV から 100keV というエネルギー帯は、プラズマシート電子において熱的なスペクトル構造から非熱的なスペクトルへと移行を示す特徴的な領域であり、このエネルギー帯での電子計測は磁気圏におけるプラズマ加速・加熱メカニズムの本質に迫る上で直接的な手がかりとなりうる。その重要性にもかかわらず、1keV から 100keV の電子は、2 次電子増倍管、アバランシェ増倍のない固体検出素子という今日の電子検出素子の検出効率やノイズ対策等の問題から観測のギャップ領域となっており、正確に計測することが難しかった。従ってこの領域の電子をターゲットにした観測を行うことは新しい観測領域の開拓であり、またこれまで行われてきた観測の信頼性を問う点においても非常に有意義である。本発表では、1-100keV 電子を的確な有感領域で計測するために APD (Avalanche Photodiode) という光検出素子に着目し、基礎研究段階として APD による電子計測実験を行った。その結果 APD 素子は、単体で電子のエネルギーを分解することができ、高い検出効率で電子を測定可能であることがわかった。

電子計測実験では 5keV から 20keV 電子ビームの測定を実際に行った。8keV から 20keV の電子に関しては実際に入射エネルギーに対して直線性をもって計測され、APD によってエネルギー分解が可能であることがわかった。分解能は 12keV において最もよい結果が得られた。低エネルギー電子に対しピーク形成を決めているのは不感層の厚みであり、より低エネルギーの電子を測定するには不感層を今以上に薄くすればよい。また分解能には内部の生成電荷による空間電荷効果や捕集効率の深さ方向の構造が影響を及ぼしている可能性がある。空間電荷効果の影響を弱め、より広いエネルギーレンジで素子の直線性を維持させるには、今よりも高バイアス、高増倍の素子を用いることが必要である。CEM と APD の検出効率比較実験においては、APD が 5keV 以上の全てのエネルギーレンジにおいて CEM より高い検出効率で測定できることがわかった。特に 20keV の電子に対しては CEM の 3 倍の効率で計測が可能であり、CEM の代用素子として宇宙空間観測へ応用できる可能性があるといえる。ただ絶対効率を議論する際に、使用した電子ビームの一様性という点で課題が残った。

さらに今回は、これらの結果を解釈するためにモンテカルロ法によるシミュレーションコードを開発し、電子計測時の付加的なノイズについて議論する。またシミュレーションから予測された入射電子の後方散乱確率から電子の計数効率について予測可能なので、これについても実験と比較する。

Output Pulse Height Distribution of Hamamatsu APD for incident electrons (151V biased)

