

20a-F1-12

## 宇宙および地上応用に向けた TES 型 X 線マイクロカロリメータ アレイの三次元実装

### Three-Dimensionally Assembled TES X-ray Microcalorimeter Arrays For Ground and Space Applications

宇宙科学研究所<sup>1</sup>, 九州大学<sup>2</sup>, 物質・材料研究機構<sup>3</sup>, 日立ハイテク<sup>4</sup>○永吉 賢一郎<sup>1</sup>, 酒井 和広<sup>1</sup>, 満田 和久<sup>1</sup>, 山崎 典子<sup>1</sup>, 竹井 洋<sup>1</sup>, 前畑 京介<sup>2</sup>, 前田 亮<sup>2</sup>, 江崎 翔平<sup>2</sup>, 高野 彬<sup>2</sup>, 伊代本 直子<sup>2</sup>, 原 徹<sup>3</sup>, 田中 啓一<sup>4</sup>ISAS/JAXA<sup>1</sup>, Kyushu Univ.<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>, Hitach High-Tech Science Co.<sup>4</sup>○Kenichiro Nagayoshi<sup>1</sup>, Kazuhiro Sakai<sup>1</sup>, Kazuhisa Mitsuda<sup>1</sup>, Noriko Yamasaki<sup>1</sup>, Yoh Takei<sup>1</sup>, Keisuke Maehata<sup>2</sup>, Makoto Maeda<sup>2</sup>, Shouhei Ezaki<sup>2</sup>, Akira Takano<sup>2</sup>, Naoko Iyomoto<sup>2</sup>, Toru Hara<sup>3</sup>, Keiichi Tanaka<sup>4</sup>E-mail: [nagayosi@astro.isas.jaxa.jp](mailto:nagayosi@astro.isas.jaxa.jp)HP: <http://www.astro.isas.jaxa.jp/~mitsuda/labo>

TES (Transition Edge Sensor) 型 X 線マイクロカロリメータは, 超伝導遷移端における急峻な抵抗変化を高感度の温度計として利用し, 入射 X 線による素子の微小な温度上昇を精密に測定することで, 高いエネルギー分解能を得ることができる分光検出器である. 熱雑音の低い極低温 (~100 mK) で動作し, 5.9 keV の X 線に対して数 eV という, 従来の X 線 CCD に比べて約 50 倍の分解能を達成できる. 原理的なエネルギー分解能は

$$\Delta E \sim 2[\text{eV}] \sqrt{\frac{k_B (T/0.1[\text{K}])^2 (C/1[\text{pJ/K}])}{(\alpha/100)}}$$

と表され,  $k_B$  はボルツマン定数,  $T$  は動作温度,  $C$  は比熱,  $\alpha$  は温度計感度である. 比熱は主に X 線を受け止める X 線吸収体の材質とサイズで決まるが, 高いエネルギーの X 線を止めるには厚い吸収体が必要であり, 数 eV の分解能と数 10 keV までの幅広いエネルギー帯域の両立は難しい.

我々のグループでは, 吸収体の厚みが違うカロリメータを 2 段組にして三次元的に実装する開発を進めている. 幅広いエネルギー帯域を, 垂直に並べた複数のカロリメータでカバーすることで, 分解能とのバランスをとることができる. また, 2 層のカロリメータ間で反同時計数法を用いれば, 宇宙 X 線観測で非常に重要な宇宙線によるバックグラウンドを低減することができる. さらに, 分解能の良いカロリメータアレイを多層に配置することができれば, より空間分解能が優れたガンマ線コンプトンカメラの開発も可能かもしれない.

本発表では, 透過型電子顕微鏡での元素分析に最適設計された, 2 段組 TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発と, 顕微鏡への実装について報告する.