

**W31a TES 型 X 線マイクロカロリメータと SQUID アンプ読みだし系の開発**

山崎正裕、満田和久、藤本龍一、伊予本直子、宮崎利行、大島泰、二元和朗(宇宙研)、  
庄子習一、工藤寛之、横山雄一(早大理工)、大橋隆哉、山崎典子、石崎欣尚、伊藤千枝、  
藤本弦、影井智宏(都立大)

X 線マイクロカロリメータとは、入射した光子 1 個 1 個のエネルギーを素子の温度上昇として求める検出器である。そのエネルギー分解能の限界は素子自体のフォノン数の揺らぎで決まり、極低温で非常に優れた性能を発揮する。X 線天文衛星 ASTRO-E に搭載されていた世界初の X 線カロリメータ (XRS) は動作温度 60 mK で 6 keV の X 線に対してエネルギー分解能は  $\sim 10$  eV である。我々は、次世代の X 線天文衛星搭載を目指したさらに高いエネルギー分解能と撮像能力を併せ持つ X 線カロリメータの開発を進めている。

カロリメータのエネルギー分解能は、使用する温度計の感度  $\alpha (\equiv d \ln R / d \ln T)$  に依存するため、より高感度の温度計を用いることで、さらなる改善が可能である。XRS では半導体温度計 ( $\alpha \sim 2$ ) を用いていたが、超伝導薄膜の臨界温度における超伝導-常伝導遷移の急激な抵抗の変化を利用した温度計 (Transition Edge Sensor: TES,  $\alpha \sim 1000$ ) を採用することで、原理的には一桁以上エネルギー分解能をよくすることが可能である。

現在、Ti の上に Au を重ねた二層薄膜 Ti-Au TES をマイクロマシーニングを用いて組み込んだカロリメータの性能を評価している。一昨年度は、カロリメータの出力を SQUID (超伝導量子干渉計) を用いて読み出し、国内で初めて X 線の検出に成功した (前神、他 1999 年春の年会)。今回、初段 SQUID の出力を直列に 50 個つないだ SQUID アレイで受けて増幅する (SQUID アンプ) ことによって読み出し系の改良を行い、周波数帯域を 10 倍に伸ばし、入力換算のノイズレベルは  $3.0 \text{ pA} / \sqrt{\text{Hz}}$  にまで改善することができた。

その結果、0.5 K で動作する TES カロリメータで 3-22 keV のエネルギー帯での X 線スペクトルの取得に成功した。ただし、分解能は 6 keV の X 線に対して  $\sim 550$  eV であった。これは、TES の抵抗値が大きいために読み出し雑音が支配的であることと、熱拡散の時間が無視できないためにパルスの立ち上がりにばらつきが生じていること等によると考えられる。本発表ではこれまでの成果と新しく設計した素子の開発の現状について報告する。