

W45a TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発 III

森田うめ代、大橋隆哉、山崎典子、石崎欣尚、広池哲平 (都立大理)、満田和久、藤本龍一、伊予本直子、大島泰、二元和朗、竹井洋 (宇宙研)、田中啓一、師岡利光、中山哲、茅根一夫 (セイコーインスツルメンツ)

我々は次世代 X 線天文衛星搭載を目指し、エネルギー分解能の優れた検出器として TES (Transition Edge Sensor) 型 X 線マイクロカロリメータの開発を行っている。カロリメータは、X 線光子のエネルギーを温度上昇として検出し、その温度計には、超伝導-常伝導転移時の急激な抵抗変化を利用した TES を使用している。エネルギー分解能 ΔE は、理想的にはフォノン数の統計的ゆらぎで制限され、転移幅で決まる温度計の感度 α を用いると、 $\Delta E \propto \sqrt{k_B T^2 C / \alpha}$ と表される (k_B : ボルツマン定数、 C : 検出器の熱容量)。従って、動作温度 T を極低温 (~ 100 mK) にとり、 C/α を小さくすることが優れた分光性能を発揮するために本質的である。

秋の学会で発表した素子では、ベースラインのゆらぎとエネルギー分解能が 3 倍程食い違い、カロリメータの性能を十分に発揮させられなかった。原因の 1 つは、シリコンのエッチングが不完全で熱の逃げがあったためである。この問題を解決した素子を作製し性能を評価したところ、転移温度は $T_c = 290$ mK と高くなったにもかかわらず、5.9 keV の X 線に対するエネルギー分解能は $\Delta E = 40$ eV (FWHM) と今までで最高の値を得た。このときのベースラインのゆらぎは 20 eV であり、パルスの減衰時間は ~ 60 μ s と速く、パルスハイトも大きくなった。今回エネルギー分解能を制限しているのは、入射 X 線のエネルギーが温度上昇に変換される際の熱化のばらつきによるものであり、個々の X 線パルスの波形のばらつきとして観測されている。現在、さらなる分解能向上に向け、熱化を一様とするために吸収体のついた $T_c = 150$ mK の素子が完成しており、この素子での実験結果についても報告する予定である。