

W28b Ti-Au 薄膜を用いたマイクロカロリメータによる X 線検出

石崎欣尚、影井智宏、大橋隆哉、山崎典子、久志野彰寛、広池哲平 (都立大)、宮崎利行、大島 泰、満田和久、藤本龍一、伊予本直子、M. D. Audley、山崎正裕、二元和朗 (宇宙研)、庄子習一、工藤寛之、横山雄一 (早大理工)

我々のグループは、超伝導遷移端を利用する TES 型 X 線マイクロカロリメータシステムの開発を行っている。X 線マイクロカロリメータのエネルギー分解能の限界値は素子自体のフォノン数のゆらぎで決まり極低温で非常に優れた性能を発揮する。しかし、その性能を十分に発揮するためには極低温に到達可能な冷凍機と高感度読み出し系の構築が必要不可欠となる。そこで我々は冷凍機には、冷却能力が非常に高い希釈冷凍機を用い、また読み出し系には低インピーダンスかつ低ノイズである高感度電流アンプである dc-SQUID を用いて TES カロリメータの特性評価を行っている。

今回我々が使用した TES カロリメータは、厚さ 100 nm の Ti の上に、厚さ 80 nm の 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加工した $1\text{ mm} \times 1\text{ mm} \times 20\ \mu\text{m}$ のシリコンピクセルに組み込んだものである。この素子を希釈冷凍機に組み込んで、その $R-T$ 特性を調べた結果、転移温度 $T_c \sim 635\text{ mK}$ 、転移幅 $\Delta T_c \sim 275\text{ mK}$ であることが分かった。また、176 mK における感度 $\alpha (\equiv d \ln R / d \ln T)$ は ~ 12 であり、このときのエネルギー分解能を見積もると $\sim 5\text{ eV}$ となる。そこで、希釈冷凍機に SQUID と、吸収体として 1 mm 角のスズ箔をつけたカロリメータ素子を組み込み、TES を 150-180 mK で動作させた結果、5.9 keV の X 線の検出に成功した。また、冷凍器内の温度ドリフトや、素子自体の超伝導転位特性に問題があり、エネルギー分解能は $\sim 100\text{ eV}$ とカロリメータとしては不十分なレベルではあるが、 1 mm^2 という大きな面積で X 線検出に成功した意味は大きい。