

V309a 超伝導 TES カロリメータを用いた K 中間子原子 X 線の精密分光プロジェクト (2)

山田真也 (首都大理工), D.A. Bennett, W.B. Doriese, J.W. Fowler, D.R. Schmidt, D.S. Swetz, J.N. Ullom (NIST), 岡田信二, 橋本直, 野田博文 (理研), 竜野秀行 (KEK/NIST), 石元茂 (KEK), HEATES チーム

我々は、K 中間子原子からの X 線を TES カロリメータで精密分光測定し、強い相互作用と K 中間子質量の精密測定により、中性子星の内部を探るべく、宇宙と原子核の共同実験プロジェクト (HEATES) を進めている。超伝導 TES カロリメータは、ASTRO-H 衛星に搭載される半導体カロリよりも高いエネルギー分解能と多素子化を可能にし、将来のダークバリオン探査衛星 (DIOS) や 2020 年後半に期待されているヨーロッパの大型衛星 ATHENA など搭載予定の検出器である。ASTRO-H 衛星の半導体カロリメータは、JFET で信号増幅するのに対して、TES カロリメータは SQUID でマルチプレクスで読み出すなど、ハードウェア的に異なる部分があるため、ATHENA 衛星のような大型衛星で使われる前に、十分な地上実証、宇宙実証が不可欠である。

2013 年 9 月に 160 pixel の TES を用いた検出器の性能テストを NIST で行い、2014 年 10 月にスイスの加速器 (PSI) にて、TES カロリメータを用いてパイ中間子原子からの X 線の精密分光に成功した。240pixel のうち 220pixel が正常に動作し、時間分解能は $1.4\mu\text{s}$ 、エネルギー分解能は高いエネルギーに感度を持たせるために $4\mu\text{m}$ のビスマスを用いたにも関わらず全ピクセル平均で 5 eV (@6keV) を達成でき、 π -C の 4-3 遷移からの X 線を精度よく測定することに成功した。このような原子核実験に TES カロリメータを導入したのは世界初であり、高い放射線環境化で正常に動作することが確認できたことで、宇宙応用に向けても大きく前進した。