

## W26a 極低温冷凍機用ガスギャップ式ヒートスイッチの開発(3)

辺見香理、赤松弘規、榎崇利、石崎欣尚、大橋隆哉(首都大)、星野晶夫(金沢大)、篠崎慶亮、満田和久(JAXA)、松尾宏、岡田則夫、大島泰(国立天文台)

我々の研究チームでは、次世代 X 線天文衛星に搭載を目指し、TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発を行っている。これは、X 線入射による素子の急激な温度上昇が、超伝導遷移端(約 100mK)で急激な抵抗増加をもたらすことを利用して入射エネルギーを精度よく測る検出器である。本グループは、単素子の TES カロリメータで  $\Delta E = 2.8$  eV を実現している (Akamatsu et al. 2009)。これと平行して、TES カロリメータを無重力下の宇宙で動作させるために、断熱消磁冷凍機 (Adiabatic Demagnetization Refrigerator: ADR) の開発を行ってきた。ADR は、常磁性体を冷媒とし、磁場を用いて温度とエントロピーのカルノーサイクルを生み出し冷却する冷凍システムであるが、冷媒と熱浴の間を熱的に ON/OFF する熱スイッチ (HS) が重要な要素である。我々は、ガスギャップ式と呼ばれるタイプの小型 HS を新たに設計、製作し、評価を行った。これは、熱伝導度の低い物質で作った容器を真空 (OFF 状態)、または He ガスで満たすことで (ON 状態)、熱伝導を ON/OFF するものである。2009 年秋季年会では、 $^3\text{He}$  クライオスタットを用いて動作試験を行い、ガスギャップ式 HS として機能することを報告した (横田他 2009)。今回は、一段式 ADR、二段式 ADR を使って 4.2K、2K、1K 以下における ON または OFF 時の熱伝導度、ON/OFF の間が切り替わる時間スケールなど、詳細な性能評価を行った。ON/OFF 温度は、約 12K、切り替わりの時間スケールは、約 5 分と確認された。4K での OFF コンダクタンスは、 $11 \mu\text{W/K}$  で、前回報告時よりも 8 倍近く改善され、ON/OFF 比は約 1000 倍となっており、設計段階での要求性能を満たしている。本講演では、動作試験結果の詳細、今後の計画について報告する。