

W12b 極低温 X 線検出器のための断熱消磁冷凍機開発

床井和世、星野晶夫、横田渉、中村圭佑、江副祐一郎、石崎欣尚、大橋隆哉 (首都大)、篠崎慶亮 (ISAS/JAXA)、大島泰 (国立天文台)

我々は、宇宙における物質の3次元マップを作成し宇宙の構造と進化の解明を目的とした次世代 X 線天文衛星への搭載を目指し、TES 型 X 線マイクロカロリメータの開発を行っている。TES 型 X 線マイクロカロリメータは超伝導遷移端を利用した極低温検出器であり、0.1 K 以下の極低温環境で $\Delta E < 10$ eV の優れたエネルギー分解能を実現する。断熱消磁冷凍機 (ADR) は無重力の宇宙環境で 0.1 K の極低温を実現する冷凍機として、カロリメータを動作させる上で不可欠である。

磁気冷凍の基本原理は、常磁性体に磁場を印加して電子の局在スピンを揃えエントロピーを下げておき、断熱下で消磁することで極低温を実現する。このとき、磁性体結晶の選択によって冷凍機の最低到達温度が決定される。現在我々は、ADR の冷媒として典型的な常磁性塩の一つである CrK ミョウバン (CPA) 結晶を用いた磁性体カプセル製作を行っている。CPA は従来の結晶析出法では、成長速度が約 2 g/cycle (1 cycle ~ 2 dy) と遅く結晶析出が困難であったが、温度差を用いた溶液循環システムを準備し、連続的な結晶再析出法を構築した。溶液を 37 から 22 に冷却して析出するように調整したところ、約 0.5 g/h の結晶成長速度が得られた。

本講演では、首都大で自作した磁性体カプセルの熱設計の紹介と CPA 結晶成長の手法について明らかにし、冷却試験の結果と冷却温度を制限している要因について報告する。