

W21b 衛星搭載用断熱消磁冷凍機の試作と性能評価

藤本 龍一、満田 和久、山崎 典子、竹井 洋、市坪 太郎、吉田 清典(宇宙研)、金尾 憲一、長谷部 次教、鶴留 武尚、檜崎 勝弘、平林 誠之、吉田 誠至(住友重機械)

2005年打ち上げ予定の Astro-E2 衛星に搭載される X 線分光装置 XRS では、センサーである X 線マイクロカロリメータアレイを 60 mK の極低温に冷却することにより、6 keV の X 線に対して半値全幅で 6 eV という極めて優れたエネルギー分解能を実現する。将来の X 線天文衛星用に開発が進められている TES 型マイクロカロリメータも、やはり極低温下で動作させることが高い性能を引き出す上で必須であり、衛星環境で 100 mK 以下の極低温を実現する冷凍機の必要性は今後ますます高まるものと考えられる。

100 mK 以下の極低温を実現する冷凍機として、実験室では希釈冷凍機が広く使用されるが、無重力となる衛星環境では断熱消磁冷凍機がもっとも現実的である。加えて、稼働部をなくして信頼性を高めたり、限られた電力・重量で所定の冷凍能力を達成させる等、衛星環境に特有な様々な工夫が必要になる。我々は、次期 X 線天文衛星 NeXT へ搭載する冷凍機の技術実証機という位置付けで断熱消磁冷凍機の試作を行ない、その性能を評価した。本講演ではその結果について報告する。

超伝導磁石は最大 8 A の電流で最大 2 T の磁束密度を発生できるものを製作した。使用した磁性塩はクロムカリウムミョウバンで、断熱消磁により 50 mK 以下にまで冷えることを確認した。熱スイッチは本実証機用に製作したガスギャップ式のもので、オンオフ比は 2 K で約 2900 であった。保持時間は主に熱スイッチのオフ時の熱流入で決まっていて、50 mK では 5-6 時間である。50 mK での温度安定度は GM 冷凍機を動かした場合で 15 μ K、GM 冷凍機を停止した場合は 5 μ K であり (いずれも 1σ)、TES 型 X 線マイクロカロリメータの動作環境として十分な安定度を達成している。