

V249a 極低温動作形状記憶合金 Cu-Al-Mn (CAM) を用いた熱伝導スイッチの開発

中川貴雄 (東京都市大学、ISAS/JAXA)、佐藤駿介 (東北大学)、戸部裕史 (岩手大学)、澤田健一郎 (ISAS/JAXA)、東谷千比呂 (国立天文台)、佐藤英一 (ISAS/JAXA)、荒木慶一 (京都大学)、Sheng Xu、Xiao Xu、大森俊洋、貝沼亮介 (東北大学)

極低温を利用する多くの天文ミッションにとって、熱の流れを制御する「熱伝導スイッチ」の実現は大きな課題である。その実現を目指し、本研究では、東北大学を中心に新たに開発された「極低温で動作する形状記憶合金」Cu-Al-Mn (CAM) を利用し、極低温で自律的に動作する熱伝導スイッチの試作を行った。

極低温における機械的な熱伝導スイッチとしては、従来は熱線膨張率 (CTE) の違いを利用した方式が開発されてきたが、発生仕事量に限界があった。一方、形状記憶合金を用いると、より大きな仕事量が発生できるが、従来の形状記憶合金 Ti-Ni は、ほぼ常温でしか動作しないという問題があった。これら従来方式の限界を超えるため、本研究では CAM 合金を用いる。CAM 合金は極低温においても形状記憶効果を示し、50K における体積あたりの仕事量で従来の材料を 3 桁も上回り、極低温熱伝導スイッチのアクチュエーターとして最適な材料である。

我々は、この CAM 合金を用いた機械式熱伝導スイッチのプロトタイプを試作した。本スイッチでは、熱接触面を形状記憶合金と通常金属パネの両方で支持した。低温ではパネが熱接触面を押さえつけ、高温になると形状記憶合金が熱接触面を引き離す構造である。試験の結果、100K 付近において、明瞭な熱伝導の On/Off の制御が実証できた。この熱伝導スイッチは、温度変化のみで自律的に動作し、電力などを一切必要としない。そのため、構造が単純で信頼性が高くなることが期待される。将来的には、On/Off 比 1000 以上という高効率で熱伝導を接続/切り離すスイッチの実現を目指す。