

W11b 次期赤外線天文衛星 SPICA 用 1K 級冷凍機の開発: II

中川貴雄、松本敏雄、村上浩、片坐宏一、松原英雄 (宇宙研)、村上正秀、粟津浜一 (筑波大)、杉田寛之、久志野彰寛、油井由香利 (NASDA)、榎崎勝弘、常松正二 (住友重機)、SPICA Working Group

次世代赤外線望遠鏡 SPICA (Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) は、3.5 m という大口径望遠鏡を宇宙に打ち上げ、4.5 K という極低温まで冷却し、中間～遠赤外線領域において、従来の衛星の観測よりも、はるかに高い感度と空間分解能とを実現しようとする計画である (2001 年秋季年会 W01A)。この計画の実現の鍵を握る技術の一つに、観測機器を冷却する「冷凍機」の開発があげられる。特に、遠赤外線の検出器が要求する 1.7 K という極低温を、どのようにして達成するかが、大きな技術的課題となっている。

この課題達成のために、宇宙用の 4 K 級の冷凍機として開発実績がある Joule Thomson (JT) 冷凍機を採用した。ただし、従来の JT 冷凍機のように ^4He を作動ガスとして用いていたのでは、上記の課題を達成することは極めて困難である。このような低温では、 ^4He ガスの蒸気圧が極めて低くなるためである。そこで、低温でも比較的大きな蒸気圧をもつ ^3He を作動ガスとして用いることとした (2001 年秋季年会 W03a)。

実験開始当初には、冷却性能の各種パラメータ依存性が見積もりが不適切であり、なかなか能力を発揮できなかった。しかし、冷凍機熱モデルを改良し、それに基づいて冷凍機に改良を加え、運転パラメータを変更したところ、性能が大きく向上した。現在では、無負荷で 1.54 K に達し、1.78K において 10mW の冷却能力を得ることができている。これは、宇宙用の JT 冷凍機としては世界一の性能であるとともに、SPICA の要求をほぼ満たすものである。これにより、SPICA 実現にむけての大きな技術的進歩を遂げることができた。