第16章 国際ミッションとしてのSPICA

この章のまとめ

SPICA は、単に日本の次期赤外線ミッションというだけではなく、世界の天文学観測戦略の一環を担う重要な国際ミッションである。

2010年代までのタイムスケールを考えると、SPICA は他のどのミッションにもないユニークな能力をもっており、JWST、Herschel などの欧米の赤外線天文ミッションと相補的な関係にある。

また、2020年代までのタイムスケールを考えると、中間・遠赤外線天文ミッションの国際的ロードマップの中で、SPICA は将来ミッションにむけての重要な位置を占めている。

このような重要性のため、SPICA 観測装置の開発に関して、ヨーロッパ、アメリカおよび韓国との間の国際協力がスタートしている。

16.1 SPICA の国際的位置づけ

16.1.1 国際的役割分担

SPICA は、単に日本の次期赤外線ミッションというだけではなく、世界の天文学観測戦略の一環を担う重要な国際ミッションである。

次の10年間には、SPICA に加えて、ヨーロッパが Herschel Space Observatory (以後 Hershell) を、アメリカが James Webb Space Telescope (以後 JWST) を、それぞれ打ち上げる。

Herschel も JWST も非常に強力な観測機器ではある。しかしながら、どちらも中間・遠赤外線の波長域からすると、非常に温度の高い望遠鏡を備えている。これらの望遠鏡からの熱放射は、天体からの放射(自然背景放射)に比べ、何桁も強い。したがって、これらの望遠鏡は、中間・遠赤外線の領域では、理想的な感度よりも何桁も感度が悪化してしまう。

一方、SPICA の最大の特徴は、望遠鏡を 4.5 K まで冷却することである。したがって、自然背景放射の揺らぎでできる理想的な感度に近づくことができる。したがって、図 1.3 に示すように、中間・遠赤外線領域において、他のミッションよりも2桁以上優れた感度を有する。

このように、SPICA は、Herschell、JWST と相補的な関係にある。逆に言えば、赤外線領域を

表 16.1: 次世代大型ミッションの比較

	SPICA	JWST	Herschel
望遠鏡口径	3.5 m	~ 6m	3.5 m
望遠鏡温度	4.5 K	80 K	< 40 K
主たる波長域	中間・遠赤外線	近赤外線	サブミリ波
打ち上げ予定	2012	2011	2007

表 16.2: 中間・遠赤外線ミッションの系譜

ミッション名	打ち上げ	推進母体	望遠鏡規模	望遠鏡温度
すでに打ち上げられたミッション				
ISO	1995	ヨーロッパ	0.6 m 単一鏡	2 K
SPITZER	2003	アメリカ	0.85 m 単一鏡	6-10 K
これから打ち上げられるミッション				
ASTRO-F	2005 年度?	日本	0.7 m 単一鏡	6 K
計画中のミッション				
SPICA	2012	日本	3.5 m 単一鏡	4.5 K
SAFIRE	2020 ?	アメリカ	10 m 分割鏡	< 6K
SPECS	2020 以降	アメリカ	3.5 m × 3 干渉計	< 6K
Cosmic Vision の一環	2020 以降	ヨーロッパ	10 m クラス	< 6K
Cosmic Vision の一環	ヨーロッパ	3m クラス × ? 干渉計	< 6K	

全てカバーするためには、これら 3 つのミッションが全て必要であるということであり、どのミッションが欠けても、天文学の観測上は大きな痛手となる。

このように、SPICA は国際的な戦略のなかで、重要な位置を占めているミッションである。

16.1.2 国際的ロードマップ

ここで、逆に中間・遠赤外線に最適化した冷却望遠鏡 (< 10 K) のミッションの世界的動向について、表 16.2 にまとめる。

すると、SPICA を境界として非常に大きなジャンプがおきていることが分かる。これは SPICA 以降のミッションが、SPICA 同様に冷媒を用いない冷却方式を採用しようとしており、それにより望遠鏡の大型化をはかっているからである。

しかしながら、SPICA がないとすると、表 16.2 には 2 つの大きな問題があることがわかる。

1. 1m 以下の望遠鏡の実績しかないところに、いきなり 10m 以上の望遠鏡を作ることが計画されており、技術的にも科学的にも飛躍が大きすぎる。
2. 次の欧米の計画は全て 2020 年以降であり、ミッションの間隔が長すぎる。これは、科学の進歩という面からも、技術開発という面からも、あまりにも間隔が長すぎる。

SPICA は、適正な規模の飛躍を、迅速に行うことを目指したものであり、まさに、この 2 つの問題を解決するものである。その意味においても、SPICA は世界の中間・遠赤外線コミュニティにとって、技術的にも科学的にも極めて重要なマイルストーンであるとみなされている。

16.2 国際協力

上記のような重要性に鑑み、SPICA は当然のことながら、国際ミッションとなる。すでに、具体的に国際協力が進められている。現在検討中の SPICA の concept study は、この国際チームの共同作業の成果である。

16.2.1 サブミリ波観測機：アメリカとの協力

NASA/JPL のグループが中心となり (P.I. Matt Bradford)、SPICA に遠赤外線-サブミリ波分光器を搭載することが検討されている。

これは、BLISS (Background Limited Spectroscopy) という名前のプロジェクトとして、NASA/JPL, NASA/Ames Research Center, Cornell University, California Institute of Technology などが参加して、concept study が活発に行われている。2004 年春には、NASA HQ に対して、プロポーザルを提出し、NASA の次世代観測機器の範疇である Hubble Origins Probes の一つとして、concept study の予算が採択された。彼らは、特に以下の 2 つの技術要素について、世界トップの技術をもっている。

1. spider-web bolometer

cosmic ray に対する cross section が小さい、特別な構造のボロメーター。TES として働かせ、SQUID と組み合わせて多重化読みだしをすることに取り組んでいる。すでに $NEP \sim 2 \times 10^{-19}$ W Hz^{-1/2} が実験室で達成されている。

2. 波動管を用いた小型 grating: ZSpec

長波長においては、波長分解能を確保するためには、grating が大型化してしまう。これは、衛星搭載観測機器としては大きな問題となる。ZSpec は、これを小型化する優れたアイデアである。すでに、実証用の機器が地上観測用に用意されている。

彼らは、これらの技術を活用して、特に長波長 (サブミリ波) の分光器を提案している。

16.2.2 遠赤外線分光観測機：ヨーロッパとの協力

Herschel の観測機器を開発しているグループが中心となり、遠赤外線の分光器を SPICA に搭載することが提案されている。

このグループは、Herschel の焦点面機器の一つである SPIRE を作ったチームが中心となり (P.I. Matt Griffin, Cardiff University, UK)、イギリス、フランス、オランダ、ドイツの 4 カ国によるコンソーシアムが形成されている。SPIRE も優れた観測機器であるが、この開発の経験を生かして、SPICA に分光器を搭載することにより、Herschel/SPIRE よりも 2 桁以上感度を向上させられるということで、技術的な継承の面でも、科学的な面でも、現在の彼らの活動の自然な延長として、SPICA が位置づけられている。

ヨーロッパから日本へのプロポーザルが 2005 年 3 月を目標に用意されている。ここで合意に至れば、各国への予算請求を行うことになっている。ESA は、この議論に参加してはいるが、窓口は ESA とはならず、上記コンソーシアムとなる予定である。

16.2.3 近・中間赤外線観測機：韓国との協力

韓国との間では ASTRO-F に関して、ソフトウェアの開発を中心とした共同研究を行なって来た。それと同時に、韓国では初の天文観測ミッション (紫外線) を打ち上げるなど、宇宙科学に体する熱意が高まって来ている。この延長として、韓国としては SPICA のハードウェアの開発に参加したいという強い意向がある。すでにそのためのワーキンググループが韓国で形成され、concept study の予算がつき、日韓の研究者の相互交流が活発に行なわれている。

この活動をより一層推進するために、宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部と韓国国立天文台 (当時、現在の Korea Astronomy and Space Science Institute) との間で、赤外線観測機器の開

発を共同で進めることについて、LOA (Letter of Agreement) が2004年7月に交わされた。近・中間赤外線領域の撮像・分光装置が共同開発の候補の一つである。