

第15章 推進体制

この章のまとめ

従来の科学衛星の枠組を超える SPICA 計画では、その推進体制も重要な検討課題となる。これまでに、天文学研究コミティ - において、SPICA に関して広く議論してきた。その結果、SPICA については、単なる一つの衛星計画としてではなく、地上観測装置もふくめた「光赤外線天文学将来計画」の中で議論されていく位置づけになっている。

SPICA の観測装置の開発では、NASA/JPL を中心とするグループ、ヨーロッパのグループ、および韓国のグループも重要な役割を果たす。

開発の体制は、ISAS 赤外グループ、および ISAS 工学分野、JAXA 他本部、国内外の研究機関による、従来の枠を超えたものになる。これらの共同開発の多くは、すでにスタートしているが、開発体制を確立することはフェーズ A 中の課題である。

15.1 次世代赤外線天文衛星ワーキンググループ

15.1.1 グループの広がり

SPICA 計画は、従来の科学衛星の枠組を越えるものである。したがって、どのように本計画を推進していくかという方針も大きな検討課題である。

宇宙からの赤外線観測にとりくむ理工学グループは、ASTRO-F の開発を通して大きく育って来た。SPICA の推進、特に観測装置の開発にあたっては、これまでに ASTRO-F にとりくんできたグループを中心としたチームは重要な役割を果たす。

ASTRO-F グループにとって、現在の最優先事項は、もちろん ASTRO-F ミッションを成功させることである。したがって、SPICA 開発スケジュールは、ASTRO-F ミッション打ち上げのスケジュールと抵触しないよう設定されなければならない。

ただし、SPICA を推進するグループは、旧 ASTRO-F グループに留まるものではなく、その枠を超えて大きな広がりを見せている (図 15.1)。したがって、フェーズ A の初期においては、旧 ASTRO-F グループ以外の SPICA チームも大きな役割を果たす冷凍機開発、望遠鏡開発、姿勢指向制御系開発に重点を置く。ASTRO-F の開発・運用が山場をこえたフェーズ A の後半からは、旧 ASTRO-F グループが SPICA 計画に本格的に参入する。

15.1.2 国立天文台のプロジェクト室開設

従来の天文学プロジェクトは、地上の望遠鏡の計画は国立天文台が担当、人工衛星を用いた望遠鏡 (宇宙望遠鏡) の計画は宇宙科学研究所が中心になって担当するという一方で、お互いにある程度独立の議論が進められて来た。しかしながら、宇宙の解明を目指す同じ学問分野として、お互いに連携した動きは極めて重要である。

SPICA においては、計画当初より、従来は地上望遠鏡にとりくんできたグループと密接に連携

をとって、開発を進めて行く。たとえば、国立天文台においては、平成 17 年度よりフェーズ A プロジェクトとして「太陽系外惑星探査プロジェクト室」が発足するが、その目的の一つは、SPICA による系外惑星探査である。これは、従来の地上・宇宙の枠を越えて、系外惑星探査のための技術開発・科学研究を進めようとする新しい動きである。このように、大学共同利用機関についても、all-Japan 的体制で SPICA プロジェクトを推進することが重要である。

15.1.3 大学、研究機関

SPICA 推進にあたり、極めて重要な役割を果たすのが大学および研究機関の研究グループである。特に、先進的な観測機器の開発にあたっては、大学・研究機関のグループの参加無くしては、プロジェクトを進めることはできない。

大学および研究機関の法人化にあたり、多くの制度的改革が行なわれている。このような改革期にあたり、大学および研究機関のグループの宇宙科学への参入を促進するような枠組の議論も必要である。

15.2 コミュニティでの議論

SPICA の詳細については、次期赤外線天文衛星ワーキンググループを中心として、活発な検討を進めて来ている。しかし、SPICA は大きなミッションであり、ワーキンググループだけの議論では不足であり、より広い議論が必要である。

数年前より、SPICA の目的とミッションの性格については、他分野の研究者を含めた大きなグループで検討を進めてきた。その一環として、SPICA を直接の対象として、以下のような研究会・シンポジウムを開催してきた。

1. 「次期大型天文衛星計画 HII/L2 Mission 検討会」
1997 年 3 月 26 日、宇宙科学研究所
2. 「次期大型天文衛星計画 HII/L2 Mission 検討会」
1998 年 3 月 13 日、国立天文台
3. 「次期大型天文衛星計画 H2L2 ミッション検討会」
1999 年 3 月 31 日、宇宙科学研究所
4. 「次期赤外線天文ミッション」(平成 11 年度宇宙放射線シンポジウム)
2000 年 3 月 8 日、宇宙科学研究所
5. “Mid- and Far-Infrared Astronomy and Future Space Missions”
April 17, 18, 2000, Institute of Space and Astronautical Science
6. 「SPICA で狙うサイエンス」(平成 15 年度宇宙放射線シンポジウム)
2003 年 12 月 15-16 日、国立天文台

SPICA は、大きなミッションであり、それ自身の価値のみならず、より大きな天文学研究の流れの中で、ミッションの意味を問わなければならない。そこで、以下のようなシンポジウムにおいて、SPICA を重要課題の一つとして、天文学研究の流れの中で位置づけをしてきた。

1. 「光赤外の将来計画とサイエンス」(日本天文学会 2003 年春季年会 企画セッション)
2003 年 3 月 26 日、東北大学

2. 「光赤外線将来計画検討報告会」(光学赤外線天文学連合会シンポジウム)
2004年1月22日、国立天文台
3. 「光赤外線将来計画検討報告会」(理論懇談会シンポジウム)
2004年12月22日、東京大学

これらの活動の成果は、「2010年代の光赤外天文学」という報告書にまとめられている。このなかで、SPICAは、スペースミッションとして最重点のプロジェクトとして取り上げられている。

また、SPICAは、国際的な役割を担っているミッションである。そのため、多くの国際的集会においても、SPICAについて活発な議論が行なわれて来た。

これらの活動を通して、SPICAが狙うべき科学の鮮明化、SPICAミッションの性格付けを行なって来た。

15.3 JAXA 統合効果としてのSPICA

我々は、SPICAを統合JAXAの試金石としたいと考えている。JAXAに統合することにより、新しい可能性が開けたかどうかを、我々は問われている。新しい可能性を開くためには、科学衛星、試験衛星、実用衛星の枠を越えた協力体制が身を結ぶことが必須である。

SPICAの研究開発では、すでに統合前から、旧宇宙開発事業団との研究協力を進めてきた。具体的には、熱系の共同開発研究を現在の技術総合研究本部と、さらに軽量望遠鏡の開発については現在の利用推進本部との協力を、それぞれ進めてきた。

統合に伴い、この協力関係をより広範囲に進めることが合意されている。その方針は、「総合技術研究本部の赤外線天文衛星(SPICA)計画への技術協力について」(平成16年2月3日、第15-9回総合技術研究本部宇宙部会)の中で、以下のように述べられている。

1. 総合技術研究本部は、SPICA計画に全面的に協力する。
2. 総合技術研究本部内に「SPICA計画協力チーム(仮称)」を構成し、SPICA計画に関する技術協力を行なう。

これらの、JAXA内他本部との協力では、まず人的・技術的リソースの有効活用をはかり、今までにできないミッションを可能にするを旨とする。同時に、特にバス部については、他衛星との共同開発により大幅なコスト削減および開発リスクの軽減をはかることを狙っている。

15.4 新規開発拠点の創設

SPICAにおける重要な技術課題は、赤外線天文衛星にたいしてだけでなく、他の分野でも共通して重要な、応用価値の高いものが多い。

たとえば、軽量・大型の望遠鏡を製作、試験して完成させる技術は、地球観測などの実用用途においてもたいへん有益である。また、SPICAでも開発する、衛星の姿勢擾乱をTip-Tilt鏡を用いて補正する技術や、望遠鏡の鏡面誤差を可変形鏡で相殺する技術も重要である。これらの補償光学系は、衛星の姿勢擾乱や大型鏡の製造誤差など衛星内にける大型のコンポーネントの性能限界を、それよりはるかに小型の素子、システムで改善するものである。そのため多用な衛星において、性能改善のみならずコストの低減、開発期間の短縮、失敗のリスクの低減など、画期的な効果をもたらす可能性を秘めている。このことは、見方を逆にすれば、同じ投資ですっと優れたミッションが実現できる可能性があるということである。

赤外線天文衛星の開発ではなじみみの深い、極低温域での実験・開発技術にも、広い応用範囲がある。ASTRO-F 望遠鏡の支持機構の不具合のさいには、望遠鏡の鏡材となる複合材料について極低温での物性、接着の性質、材料内部での損傷の有無を試験する手法を追求した。このような基礎的な試験は、望遠鏡の開発において必要なだけでなく、多目的の構造材料の研究としても貴重である。SPICA のフェーズ A で、極低温環境で機能する補償光学を開発するさいには、光学実験、低温実験、および制御システムを融合した実験を行うことになる。このような極低温域での先進的な実験は、独自性の高いものであり、SPICA 以外の衛星などにも、広く適用可能なものである。

近い将来、このような先進的な宇宙用のオプティクスの開発研究や、それを極低温域に拡張するための開発拠点 - スペースオプティクスセンター - (仮称) を、JAXA 内に創り出すことはできないだろうか？ これは SPICA 計画を推進するために非常に有益であるばかりでなく、日本の宇宙科学、さらには実用衛星、ロケットなどを含む宇宙開発全般においても、たいへん意義のあることだと考えている。

15.5 国際協力

これまでにない規模の科学衛星である SPICA を進めるにあたっては、海外のグループからも大きな協力、貢献を得ることで、より有効に進めて行くことを計画している。

具体的には、世界トップクラスの経験をもつ、NASA/JPL を中心としたグループ、およびヨーロッパ各国からなるコンソーシアムによるグループと関係する。前者はサブミリ波分光器の開発を、後者は遠赤外線分光器の開発で、主要な役割を果たすであろう。また、中間赤外線観測装置は、韓国のグループとの共同開発としてすすめることを構想している。

このような国際協力は、マンパワーや予算などのリソースの増強という意義だけでなく、それぞれの分野で世界最高水準の技術を利用するという意味でも、非常に有益である。国際協力については、より詳しくは、16 章を参照されたい。

15.6 ワーキンググループ・メンバー

以下に、SPICA 検討に参加しているメンバーを記す。

まず、国内メンバーを表 15.1 に示す。次に、中間赤外線観測装置の開発において協力関係にある、韓国のグループのメンバーを、表 15.1 に示す。さらに、NASA/JPL が中心となって研究開発をすすめている、SPICA 用のサブミリ波分光装置 (BLISS) のメンバーを、表 15.3 に示す。最後に、遠赤外線分光装置の検討・設計を行っている、ヨーロッパの SPICA コンソーシアムのメンバーを、表 15.4 に示す。この英蘭仏独によるグループには、Herschel の焦点面観測装置を開発した主要なメンバーが含まれている。

表 15.1: SPICA ワーキンググループおよび検討会メンバー

所属	氏名
JAXA 宇宙科学研究本部	Chris Pearson、穴吹直久、石原大助、板由房、稲谷順司、井上一、 臼井文彦、岩田隆浩、上杉邦憲、上田佳宏、塩谷圭吾、大西晃、大 山陽一、小川博之、小野田淳次郎、片墾宏一、加藤隆二、金田英宏、 川口淳一郎、紀伊恒男、北村良実、金宇征、久保田孝、小杉健郎、 小松敬治、斎藤宏文、坂井真一郎、佐々木進、澤井秀次郎、曾根理 嗣、高野忠、田島道夫、寺嶋雄一、中川貴雄、中島俊、長島隆一、 中谷一郎、名取通弘、橋本樹明、橋本正之、長谷川直、八田博志、 平林久、廣瀬和之、藤原顕、本田充彦、巻内慎一郎、松浦周二、松 原英雄、松本敏雄、的川泰宣、満田和久、峯杉賢治、村上浩、村 田泰宏、山上隆正、山川宏、山田隆弘、山村一誠、山本善一、和 田武彦
JAXA 総合技術研究本部	歌島昌由、岡本篤、小川亮、葛西時雄、鈴木秀人、杉田寛之、関口 毅、對木淳夫、野田篤司、古川正夫、松田純夫、宮崎英治、山口功
JAXA 宇宙利用推進本部	木村俊義、丹下義夫、油井由香利、度會英教
国立天文台	Lyu Abe、Tae-Soo Pyo、岩田生、有本信雄、家正則、泉浦秀行、 今西昌俊、大石雅寿、大向一行、海部宣男、唐牛宏、川辺良平、久 野成夫、小久保英一郎、児玉忠恭、小林秀行、小林行泰、齋藤正雄、 阪本成一、周藤浩士、砂田和良、関口朋彦、高見英樹、田村元秀、 常田佐久、出口修至、中島紀、永田洋久、西川淳、西村徹郎、野 口邦男、長谷川哲夫、林正彦、松尾宏、森野潤一、柳澤顕史、山 下卓也、山田亨、渡部潤一
理化学研究所	恵藤浩朗、海老塚昇
西はりま天文台	上水和典
ぐんま天文台	奥田治之、河北秀世
北海道大学	馬場直志、山本哲生
東北大学	市川隆、永井大樹
筑波大学	村上正秀
茨城大学	岡本美子
東京大学	上野宗孝、大藪進喜、岡朋治、岡村定矩、尾中敬、川良公明、小林 尚人、酒向重行、嶋作一大、高橋英則、田中培生、田辺俊彦、土 居守、土井靖生、中田好一、半田利弘、深川美里、峰崎岳夫、宮 田隆志、本原顕太郎、山本智、吉井譲
早稲田大学	池内了、古莊玲子
立教大	須佐元
東京工業大	井田茂
総合研究大学院大	小平桂一
金沢大学	村上敏夫
新潟大	西亮一
名古屋大学	大坪貴文、川田光伸、佐藤修二、芝井広、長嶋千恵、平原靖大、福 井康雄、吉田直紀

表 15.1: SPICA ワーキンググループおよび検討会メンバー (前項より続く)

所属	氏名
名古屋市立大学	杉谷光司
京都大学	犬塚修一郎、岩室史英、太田耕司、釜谷秀幸、長田哲也、舞原俊憲
広島大	川端弘治
神戸大	相川祐里、伊藤洋一
STScI	大内正己
カリフォルニア工科大	幸田仁
カリフォルニア大	長峯健太郎
長野工業高専	大西浩次

ここに掲載しているのは、ワ - キンググル - プ設立時の参加者、その後の検討会メンバー、および本プロポーザルの原稿執筆者。(各所属内にて五十音順)

STScI : Space Telescope Science Institute.

表 15.2: 韓国グル - プ

affiliation	name
Seoul National Univ.	Seung Soo Hong
	Myungshin Im
	Bon-Chul Koo
	Hyung Mok Lee
	Yong Sun Park
Kyunghee Univ.	Sang Joon Kim
Chungbuk National Univ.	Kyung-Won Suh
KASI	Wonyong Han
	Soojong Pak

各所属内にてアルファベット順。

KASI: Korea Astronomy and Space Science Institute.

表 15.3: 米国 BLISS チーム

affiliation	name
NASA/JPL	Matt Bradford
	Warren Holmes
	Timothy Koch
	Michael Werner
	Harold Yorke
NASA/Ames	David Hollenbach
California Institute of Technology	Andrew Blain
	Jamie Bock
	Scott Chapman
	George Helou
	Jonas Zmuidzinas
Univ. of Colorado	Jason Glenn
Univ. of Texas	Dan Lester
UCLA	Matt Malkan
CfA-Harvard	Gary Melnick
Cornell Univ.	Martin Harwit
	Gordon Stacey
Steward Observatory - Arizona	Erick Young
Ohio State Univ.	Jay Frogel
Univ. of Maryland	Mark Woffire
Naval Research Lab	Jacqueline Fischer
NASA/IPAC	Lisa Storie-Lombardi

各所属内にてアルファベット順。

NASA/JPL: National Aeronautics and Space Administration/Jet Propulsion Laboratory.

UCLA: University of California, Los Angeles.

CfA: Center for Astrophysics.

IPAC: Infrared Processing and Analysis Center.

表 15.4: ヨーロッパ SPICA コンソーシアム

nation	affiliation	name
UK	RAL	Bruce Swinyard
		Peter Ade
	Cardiff Univ.	Matt Griffin
		Kate Isaak
		Phil Mauskopf
	Imperial College London	Dave Clements
		Michael Rowan-Robertson
	Univ. of Kent	Glenn White
	Univ. of Sussex	Seb Oliver
Netherlands	Univ. of Liden	Paul van der Werf
		Ewine van Dishoeck
	SRON	Thijs de Graauw
		Frank Helmich
		Peter Roelfsema
		Wolfgang Wild
	Univ. of Groningen	Peter Barthel
	Xander Thielens	
	Univ. of Amsterdam	Rens Waters
France	CNRS, Toulouse	Jean Philippe Bernard
		Martin Giard
		Christine Joblin
	CNRS, Marseille	Denis Burgarella
		Jean Paul Kneib
	CNRS, Orsay	Francois Boulanger
		Herve Dole
	Guilaine Lagache	
	CNRA, Obs. de Paris	Michel Lamarre
		Maryvonne Ge'rin
	CEA, Saclay	Sue Madden
		Louis Rodriguez
Germany	MPE	Albrecht Poglitsch
		Walfried Raab

各所属内にてアルファベット順。

RAL: Rutherford Appleton Laboratory.

SRON: Space Research Organization of the Netherland.

CNRS: Center d'Etude Spatiale des Rayonnements

CEP: Commissariat à l'Energie Atomique

MPE: Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik