

# SPICAプロジェクトの現状報告

芝井(阪大理)

2000年 宇宙理学委員会がWG設置を承認  
以降、戦略的開発研究費が交付される。

## 宇宙3機関統合・宇宙科学長期計画

2007年度 大型衛星計画に提案。これまでのMロケットを用いた  
衛星の規模(中型衛星計画)を超えた、多くの分野が共同  
して支え、実施する、フラッグシップミッション。

2008年度 大型衛星計画としてミッション定義審査MDR 合格  
以降プリプロジェクト発足

## 技術検討の不十分問題

2010年度 大型衛星計画としてシステム要求審査SRR 合格

2011年度 中型衛星を超える規模ならば、宇宙科学の外側からの  
貢献(資金、人的体制)が必要  
以降、リスク低減フェーズ

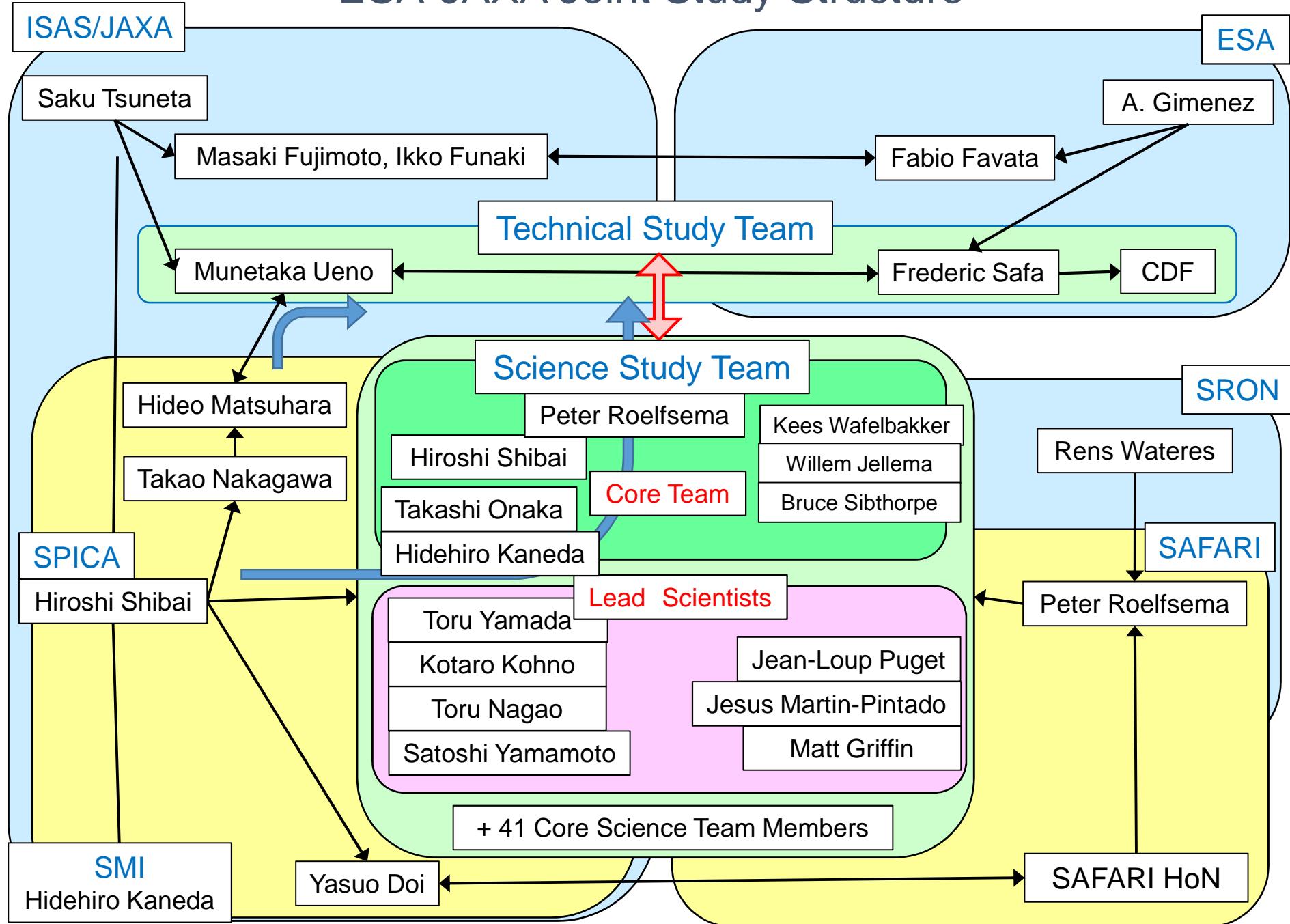
## 宇宙科学ロードマップ、大型は難しくなる

2013年度 PLAN-Bへの変更

## 戦略的中型

2014年度 PLAN-Bの困難発覚(5月)→新しいPLAN検討開始, ESA技術検討

# ESA-JAXA Joint Study Structure



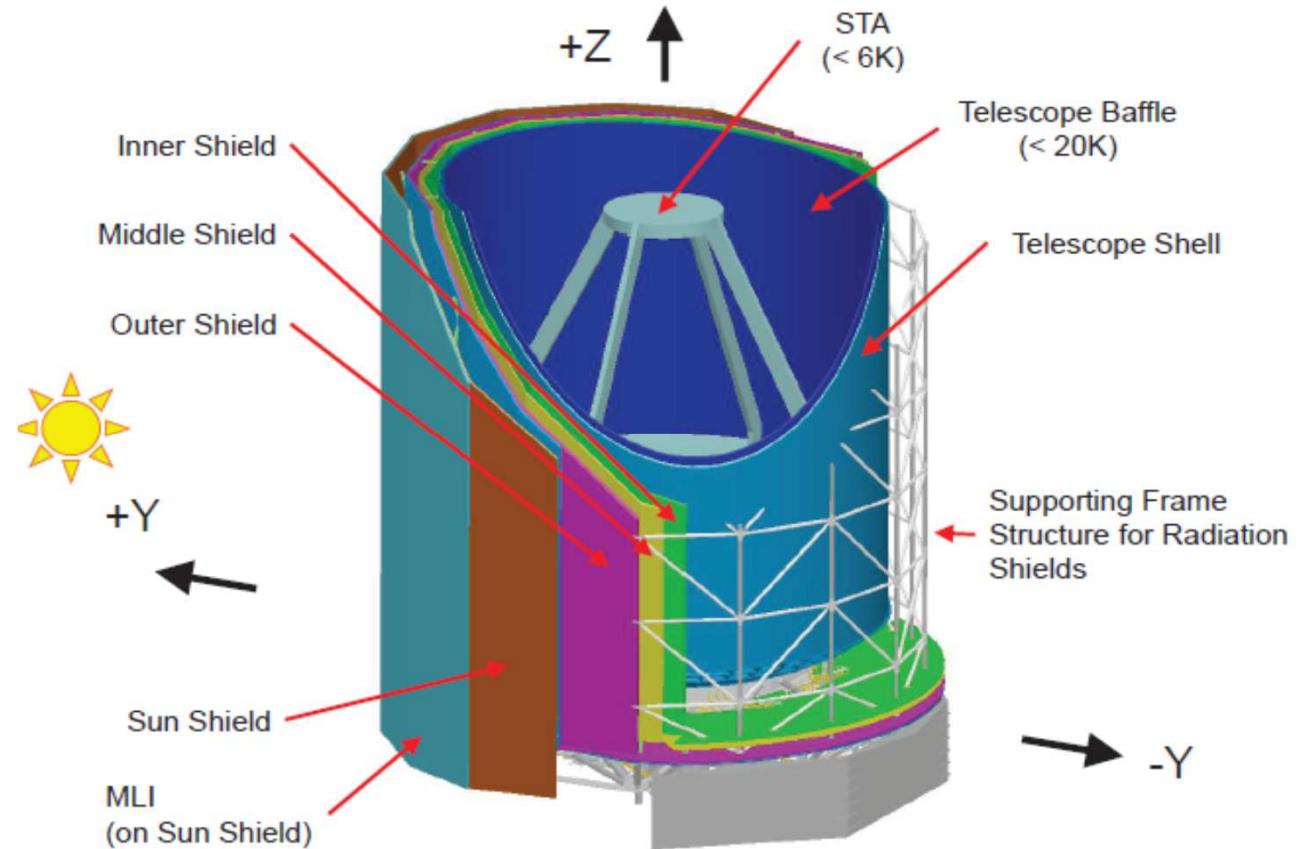
# ESA技術検討とその後のプラン

2014	Nov	Joint kick-off meeting (11/13) (Assessment study by each team with Iterations)
	Dec	Final Meeting (12/18) ↓
2015	Jan	↓ 日欧Science Core会議(1/12-13 大阪) Interim report meeting for fruitful iterations (where and when?) (Final iterations)
	Feb	↓ Wrap-up of the studies (where and when?) ↓
↓	Mar	(Study by SPICA and SAFARI for the decision) "SPICA" Consortium Meeting (3/23-27?, SRON)
	Apr	↓ ↓
May		
	Jun	M5 Call?
Aug ?	Jul	Lol?
		Submission

# SPICA(JAXA)型のデザイン

JAXAのSPICAプリプロジェクトチームで検討してきたSPICAのデザイン。H-IIA-5Sフェアリングに搭載できる案として、衛星+Y方向(太陽)に垂直な面内をノミナル観測する(面外オフセットは、-5~+30度)。

サンシールドから鏡筒まで、+Y側は低吸収率／高反射率面(+MLI)で断熱し、-Y側に放射冷却のためのラジエータ面を設けている。



鏡筒(30K)に必要なラジエータ面積を確保するため、中間温度のシールドは-Y側で開かれている必要がある。しかしそうすると打ち上げ時機械環境条件を満たさないので、中間温度シールドは、パネル無しの多数のフレームによって-Y側では構造的に支持されている。

極低温ステージへの侵入熱を極力抑えるため、メイントラスは軌道上で分離される。GAIAの方式に比べて熱侵入量を軽減しやすく、高周波擾乱遮断の効果も期待できる独自のCFRPバネを用いた分離機構を考案した。

# SPICAミッションの科学目的・意義

## 銀河成長と惑星系形成： 多様で豊かな宇宙を生んだ二大過程の解明

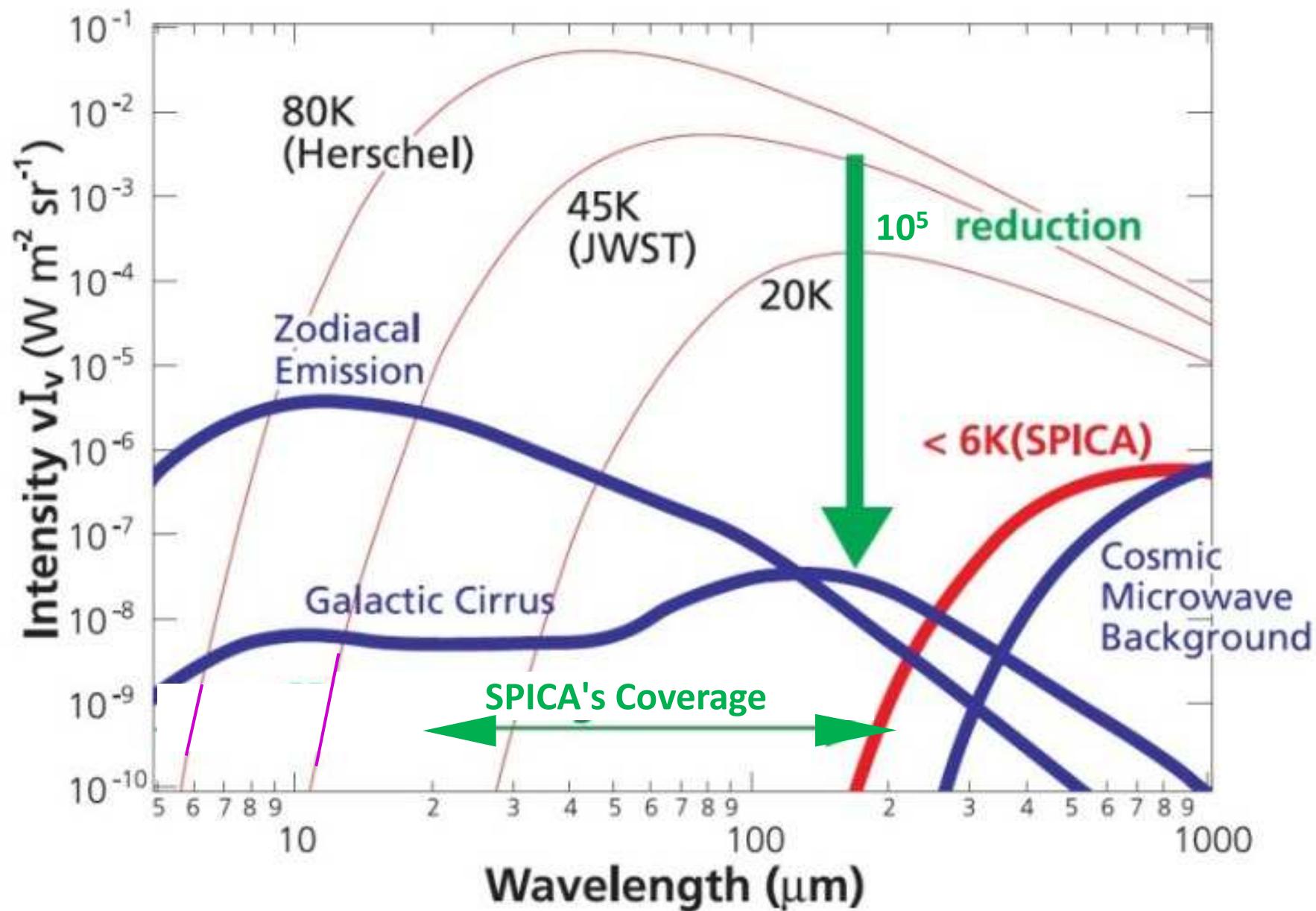
我々の宇宙は約138億年前にビッグバンで生まれた。誕生時に一様等方であった宇宙は、多様で豊かな現象に満ち、生命・知性さえ存在する現在の宇宙に変貌を遂げた。この宇宙多様化のクライマックスは、宇宙青年期とよべる時代の銀河の誕生・成長過程、及び惑星系形成過程であろう。これらはいずれも天体の原料であり生産物でもあるガスとダストの性質・役割と深く関わっているため、ガスとダストの果たした役割を理解することが必要であり、その最も良い研究手段が赤外線観測である。次期赤外線天文衛星SPICAは、宇宙に多様性と豊かさをもたらした上記二つの過程・現象を、高感度の赤外線観測によって解明することを目的とする。

## 科学目標

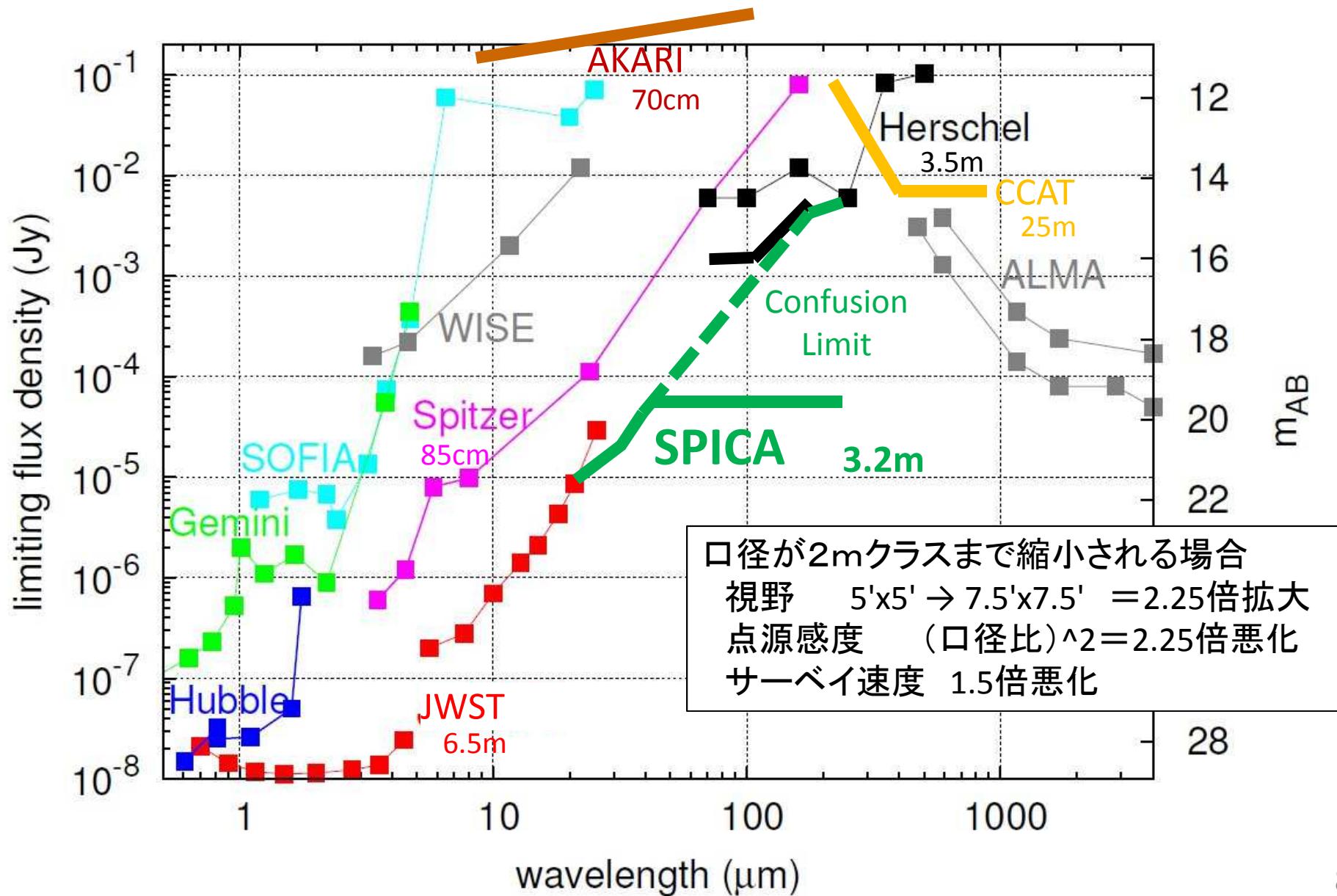
1. 銀河成長・物質進化過程の解明
  - ダストに隠された銀河成長最盛期
  - 星生成と物質進化の相互作用
2. 惑星系形成過程の解明
  - ガスの精密定量による惑星形成シナリオの検証
  - 惑星形成における水と氷の役割
  - 惑星系外縁天体の起源
3. 最高感度の宇宙赤外線天文台の実現

# 冷却望遠鏡のメリット

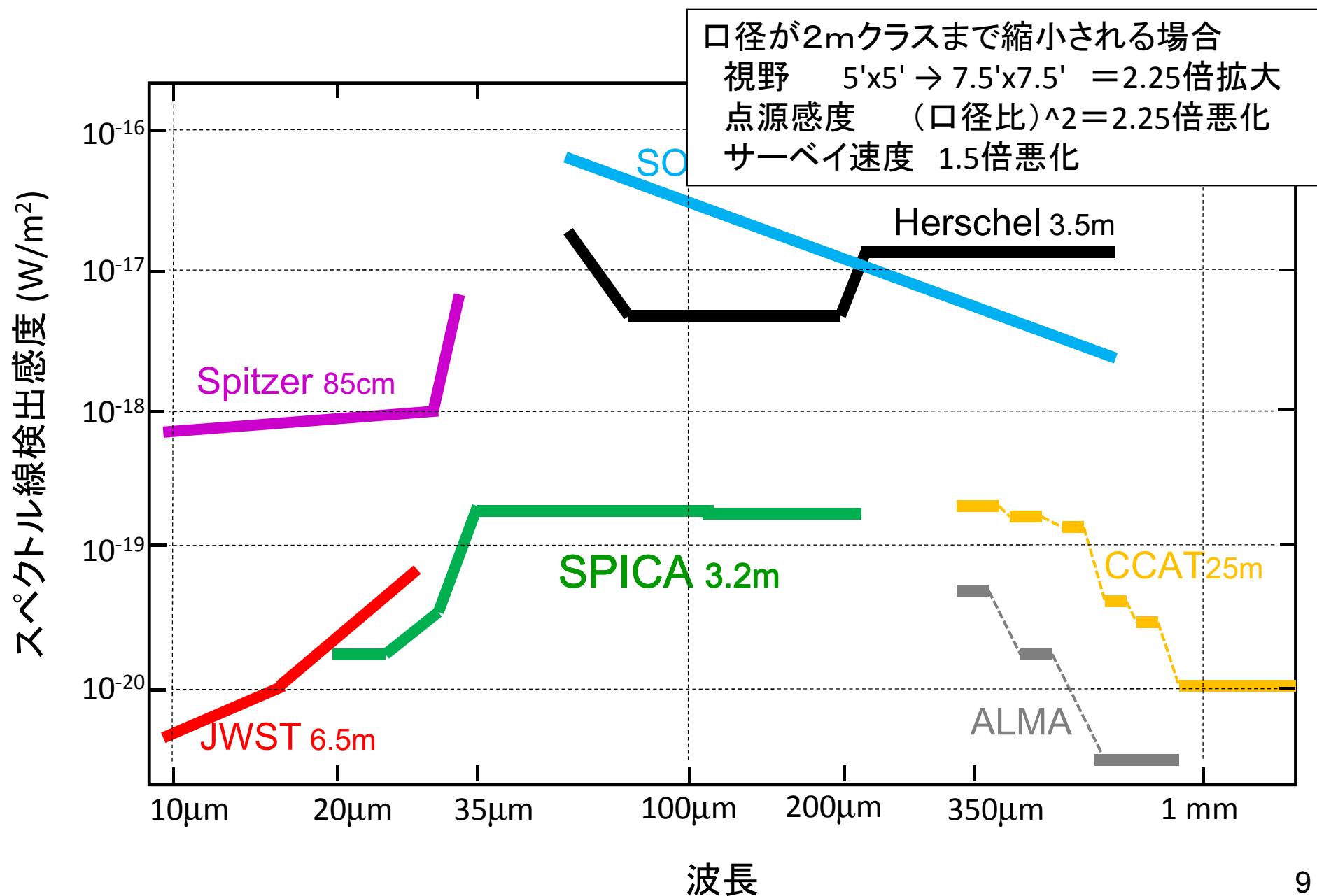
## －雑音源赤外線の大幅抑制による高感度化－



# 点源検出感度の比較(1)－連續光



## 点源検出感度の比較(2)－スペクトル線



# SPEChO ( = EChO instrument on SPICA)

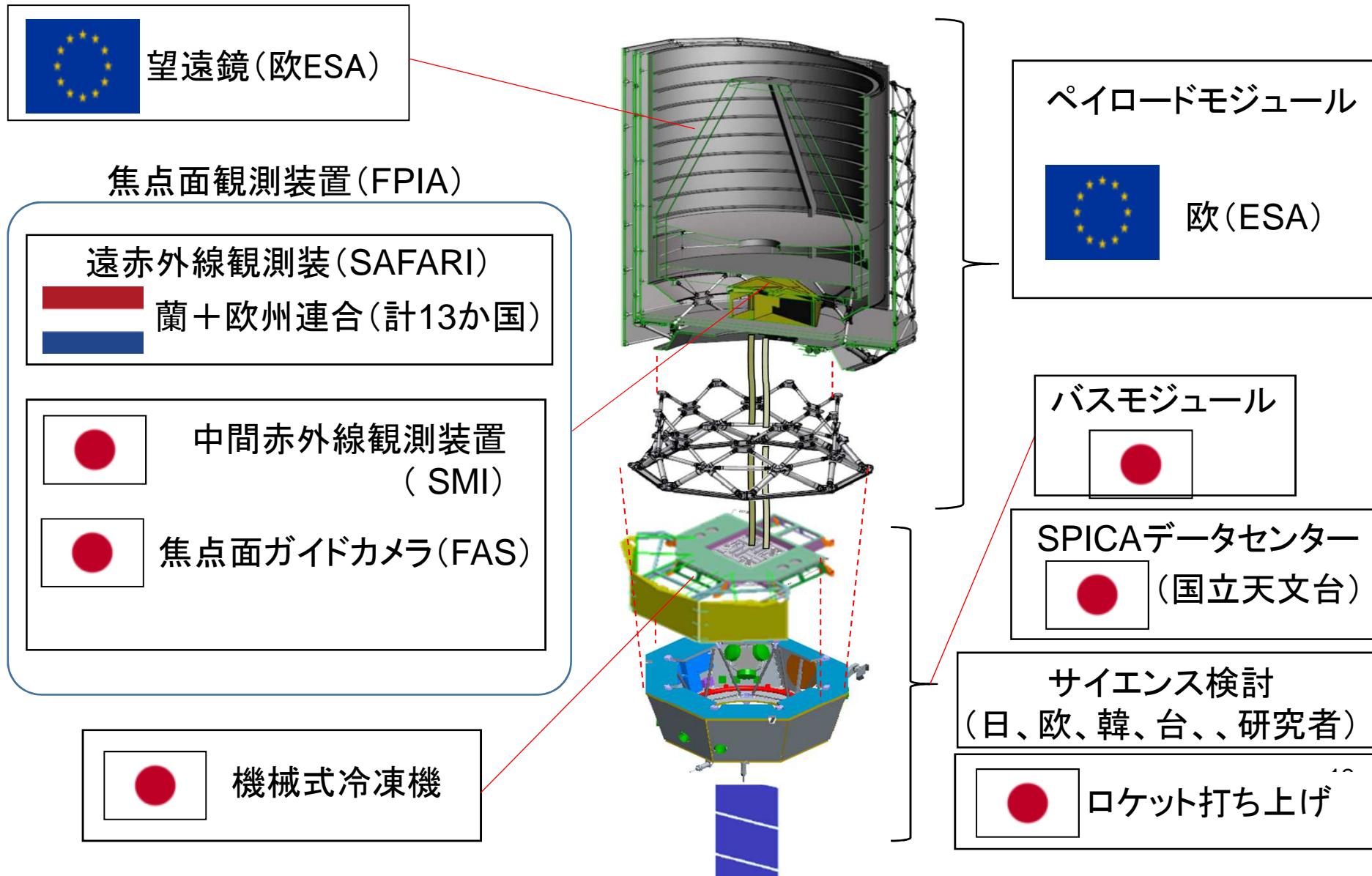
- ESAのCosmic Vision M3でPLATOが選ばれた(2月)直後、EChOから「SPICAに搭載したい」という申し出があり、さまざまな機会に議論した。(英仏中心)  
(5月のLeiden Workshop、9月のOxford Workshop)
- 波長5-20ミクロンの低(中)分散同時分光による、系外惑星大気のトランジット分光が主目的。極低温冷却を必要としない。
- SPICA全体、あるいは他の観測装置やサイエンスには大きい影響がないという前提で、搭載可能性を検討。
- JWSTと比較してどのようなアドバンテージがあるかが焦点。

# サブミリ波高分散分光器

- 波長200-350ミクロンの高分散分光器の搭載可能性がある。(米国)
- 現在のSPICA—ALMA間の波長帯ギャップを、現状のSAFARIより一桁高い感度で埋める。
- 遠方銀河および原始惑星系円盤のスペクトル線をほぼ1オクターブにわたって、カバー。
- SPICAが正式にスタートすれば、上記装置搭載の可能性が有意にある。(米国の有力研究者の予想)
- 科学検討に米国研究者が参加する。
- 搭載を前提としない。

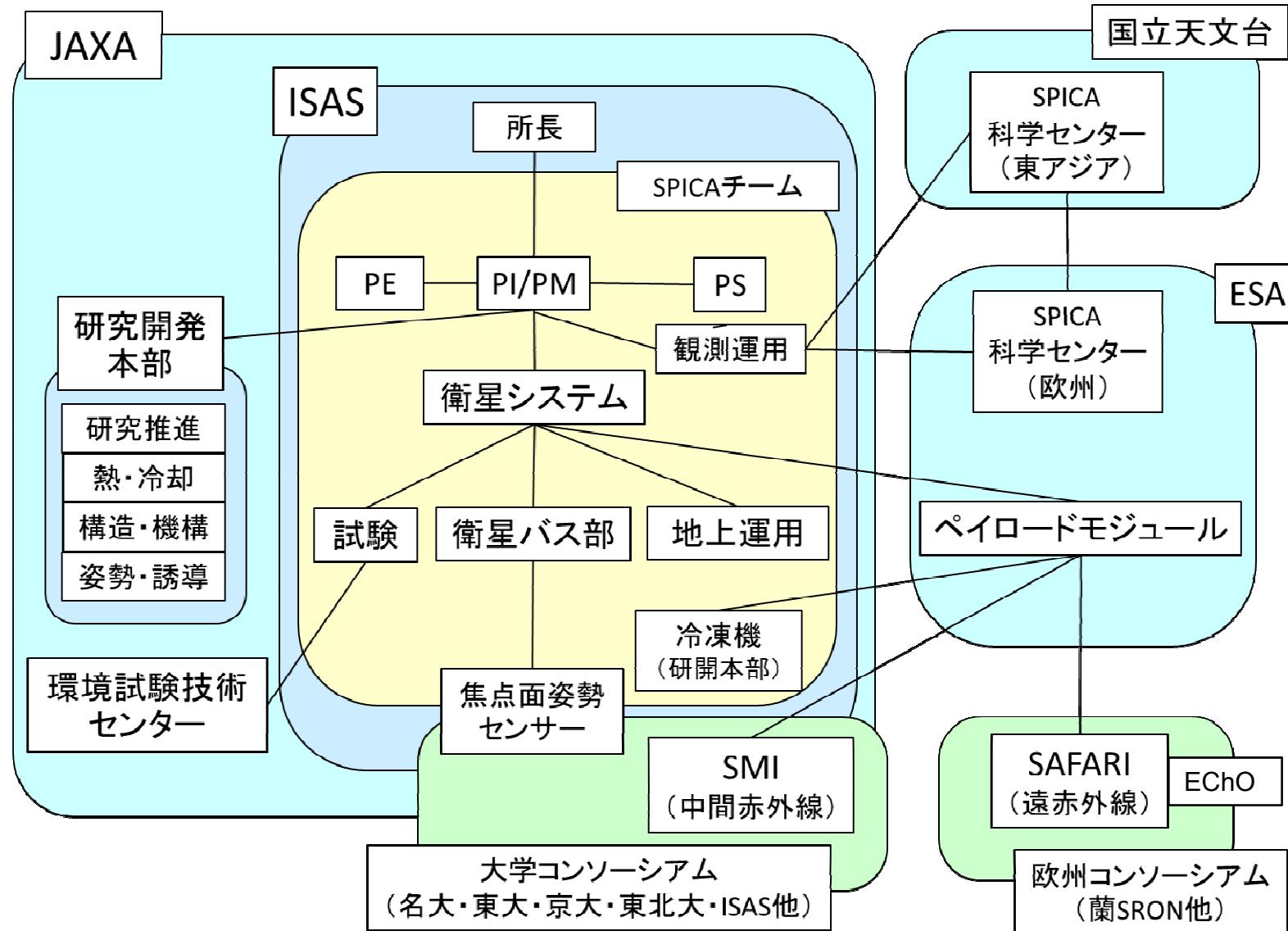
## 2. 開発全体計画

# 新しい枠組みでの役割分担

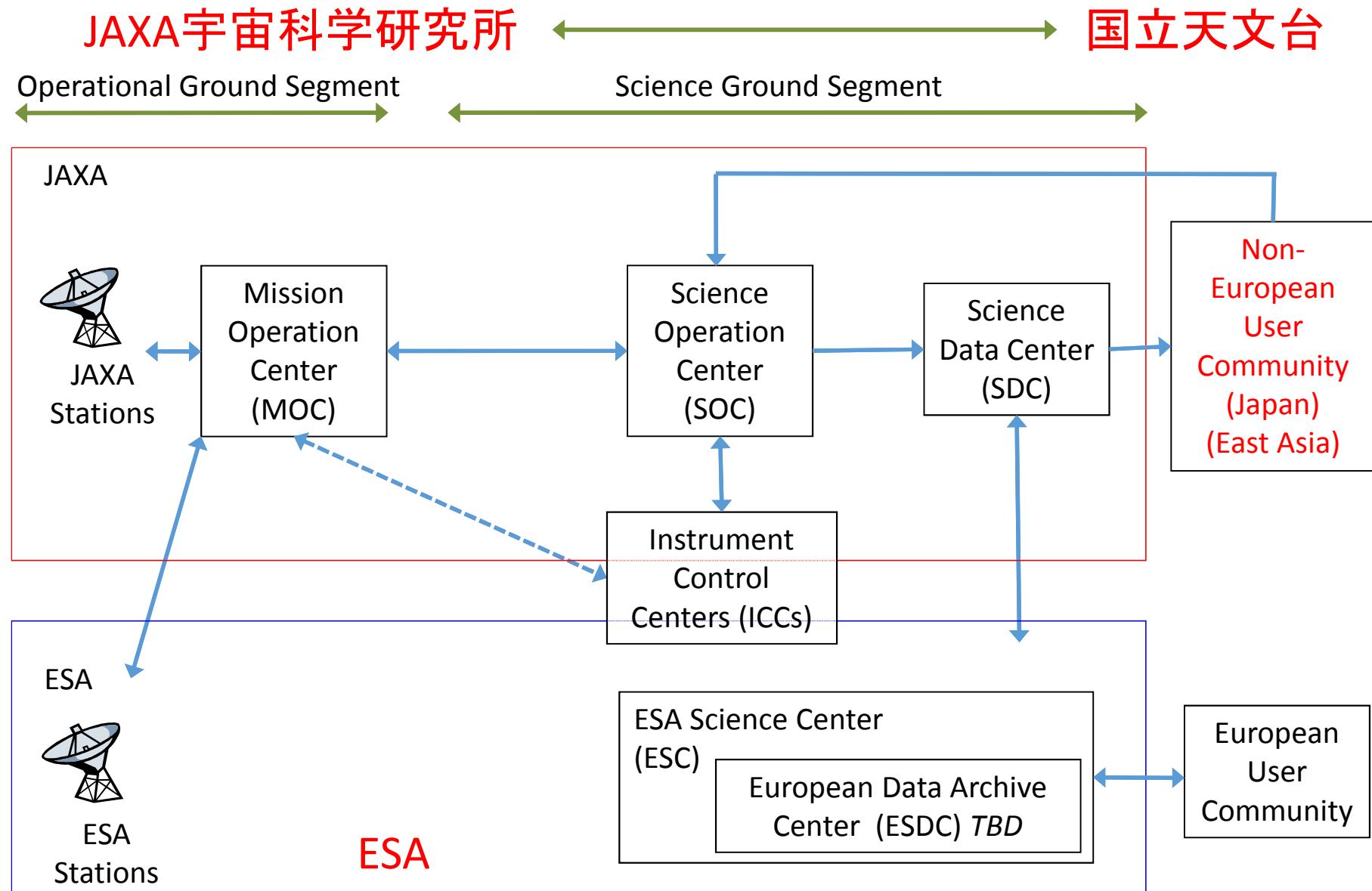


# SPICA組織体制

(組織間役割分担)

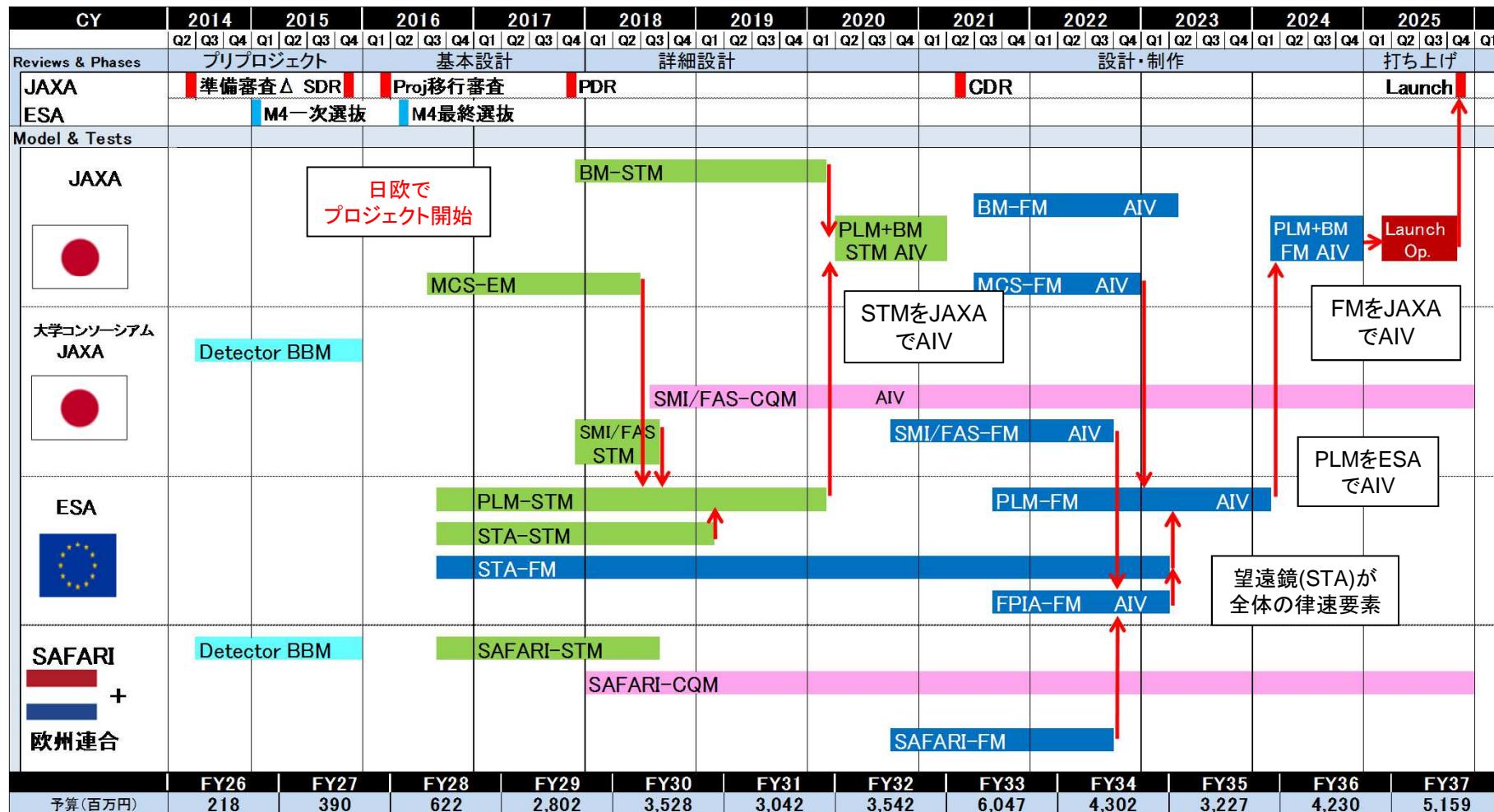


### ③共同利用体制(案)



研究は基本的に共同利用であり、データが広い範囲の研究者に公開される。

## (旧)スケジュールとコスト・プロファイル



M4からM5への変更でスタートが1年遅れるが、望遠鏡(6.5年)の短縮を図り、2025年打ち上げを目指す。

JAXA、ESAとも経費がスケジュールの遅延に影響しているわけではない。

# 光赤天連の声明

2013年6月17日

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所長殿  
関係各位

## 光学赤外線天文連絡会声明 次世代赤外線天文衛星 SPICA の推進

光学赤外線天文連絡会

### 要旨

人類共通の願望である宇宙の進化の理解にむかって、わが国が今後も重要な役割を果たすために、次世代赤外線天文衛星 SPICA (Space Infrared Telescope and Cosmology and Astrophysics) 計画の積極的な推進と実行体制の整備を早急に進めることを、我が国の光赤外線天文学コミュニティの総意として、関係各所にここに強く要望する。

### 結語

上記のように、SPICA は日本が主導する、国際的に見て他に代わる計画のない、天文学・宇宙物理学のフロンティアを切り開くスペース望遠鏡計画である。国内コミュニティでは TMT と並ぶ最重要大型計画として永く認知されてきた。また SPICA は世界のコミュニティから、早期実現が待望されている。従って SPICA 計画の積極的な推進と実行体制の整備を早急に進めることを、我が国の光赤外線天文学コミュニティの総意として、関係各所に強く要望するものである。

# 日本学術会議

## 大型研究計画マスタープラン(2014)

重点大型研究計画27件の一つとして選ばれた(元のプラン)。

天文からは、SPICA、LiteBIRD、SKA

### ① 重点大型研究計画の定義

学術大型研究計画の区分 I (新規計画) の中から、25-30 件程度を諸観点から速やかに実施すべき計画を「重点大型研究計画」とした。

### ② 重点大型研究計画策定の意義

重点大型研究計画は、関連の科学者コミュニティ内の合意はもとより、学術の観点から専門以外の科学者からも一定以上の評価を得た研究計画として位置づけることができる。重点大型研究計画は、諸観点から速やかに実施すべき学術大型研究計画であり、科学者コミュニティの立場からの、総合的推進による我が国の学術の強化のための具体的な提案、という意味を有する。

## 天文学・宇宙物理学の展望と長期計画(2010)

国家的に推進すべき計画として、TMT、SPICA、LCGT

# 科学技術学術審議会（文部科学省）

「学術研究のロードマップ2014」の新たな10計画の一つ。aa評価は5つ

分野	計画名称	計画概要	中心機関と連携機関	所要経費（億円）	計画期間															評価①	評価②	主な優れている点等		
						H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H38	H39		
宇宙空間科学	LiteBIRD - 熱いビッグバン以前の宇宙を探索する宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星	宇宙はどのように始まったのだろう？熱いビッグバン以前の宇宙を記述する最も有力な仮説がインフレーション宇宙仮説である。本計画では宇宙背景放射の偏光を全天で観測し、この仮説が予言する原始重力波を検出する。	【中心機関】Kavli IPMU、JAXA 【連携機関】高エネルギー加速器研究機構、国立天文台、カリフォルニア大学、マギル大学、マックスプランク天文研究所、理化学研究所、岡山大学	総額70 LiteBIRD 衛星：初期投資15、開発費50、運営費5(ロケット打ち上げ費用は含まず)	H25-H37： LiteBIRD 衛星計画 (H26:プロジェクト化、H32:打ち上げ、H37:最終結果発表)																a	a	・衛星に搭載して宇宙マイクロ波背景放射の偏波パターンを全天で詳細に観測することにより、ビッグバンの起源を記述する仮説として有力なインフレーション理論が予言する原始重力波の検出を試みる計画であり、インフレーション理論のはじめての明確な検証が期待される。 ・日本として初めて、本格的に初期宇宙論に切り込むスペース計画で、最近の地上観測の結果からも、その重要性と緊急性は増したと考えられる。国内コミュニティの支持は極めて高く、社会の大きな関心も呼ぶと考えられる。	・実IPMより ・計国認 るが
宇宙空間科学	次世代赤外線天文衛星(SPICA)計画	「ビッグバンから生命の誕生まで」の宇宙史の解明を目指す次世代赤外線天文衛星ミッション。絶対温度6Kまで冷却した口径3.2mの大型望遠鏡を搭載することにより、中間-遠赤外線での圧倒的な高感度を達成する。	【中心機関】JAXA、大阪大学、東京大学、名古屋大学、国立天文台、欧州宇宙機構(ESA)、SPICA 欧州観測装置コンソーシアム(14カ国)(中心はオランダ宇宙科学研究所(SRON)) 【連携機関】京都大学、東北大学、北海道大学、茨城大学、神奈川大学、京都産業大学、神戸大学、愛媛大学、東京工業大学、兵庫県立大学等の国内大学、研究機関、韓国国立天文台(KASI)、ソウル大学等(SNU)、中央研究院・天文及天文物理研究所(ASIAA)、NASA	総額868(概算、ロケット打ち上げ経費を含む)(日本:538)	H26-H28:設計 H29-H34:製作試験 H34:打ち上げ H34-H39:観測運用																a	a	・ロードマップ2012に採択されている極めて高感度の本格的な赤外線観測計画であり、これまでの間ヨーロッパとの交渉も経て予算的に実現性の高いものにブラッシュアップされたことは評価できる。 ・本計画については長い時間をかけて十分に議論されている。また、国際的な連携が進められていることに加え、大きな科学的な成果への国際的な期待も大きい。	・光テ ・国 際最 せが ・国 い

# 宇宙政策委員会

## 新宇宙基本計画(素案)から抜粋

### ix) 宇宙科学・探査及び有人宇宙活動

・宇宙科学・探査及び有人宇宙活動は、人類の英知を結集して、知的資産を創出し、宇宙空間における活動領域を拡大するものであり、これまで多くの我が国のプロジェクトが世界的に高い評価を受けている。これまでの様々なプロジェクトを通じて培ってきた技術力と実績をベースに、宇宙分野における世界的な成果の創出や国際的な発言力の確保等を目指し取組を進める。(文部科学省)

・学術としての宇宙科学・探査は、今後とも世界的に優れた成果を創出し人類の知的資産の創出に寄与する観点から、ボトムアップを基本としてJAXAの宇宙科学・探査ロードマップを参考にしつつ、今後も一定規模の資金を確保し、推進する。

そこで、今後10年間では、戦略的に実施する中型計画に基づき3機、公募型小型計画に基づき2年に1回のペースで5機打ち上げるとともに、多様な小規模プロジェクトを着実に実行する。具体的には、X線天文衛星(ASTRO-H)、ジオスペース探査衛星(ERG)、水星探査計画(BepiColombo)等のプロジェクトを進める。また、**国際共同ミッションである次世代赤外線天文衛星(SPICA)の2020年代中期の打ち上げに関する検討も行う。**さらに、現在ISASにおいて検討中のプロジェクトについては、検討結果を踏まえ、着実に進める。

また、太陽系探査科学分野については、ボトムアップの議論に基づく探査だけではなく、効果的・効率的に活動を行える無人探査を学術的大局的観点からプログラム化して進める。具体的には、月や火星等を含む重力天体への無人機の着陸及び探査活動を目標として、特に長期的な取組が必要であることから、必要な人材の育成に考慮しつつ計画的に取り組む。(文部科学省)

# 両所長声明

## A new start for the SPICA mission

SPICA (the Space Infrared Telescope for Cosmology and Astrophysics) is the next large far-infrared astrophysics mission and will study the evolution of galaxies, stars and planetary systems. In answer to programmatic and technical challenges the SPICA mission is being restructured, with a launch date around 2025, and a larger European contribution in the context of the Cosmic Vision program of the European Space Agency.

At a recent meeting, devoted to the definition of the key science areas that the mission should focus on, as well as the scientific instruments that are needed to address these key science areas, the ISAS director Prof. Tsuneta and SRON director Prof. Waters expressed their strong support for the development of a new SPICA concept and the continued commitment of both institutes to support the mission.

SPICA will have a 3 meter class mirror cooled to 6 K and one of its main science goals will be to map the distant universe at far-infrared wavelengths. Prof. Tsuneta underlined the importance of SPICA as the next large astrophysics mission of JAXA, in partnership with ESA and European countries. An important next step in the realization of the mission is the submission this fall of a proposal in the context of the call for proposals for the medium sized mission M4 in the ESA Cosmic Vision program. SRON, with strong support from JAXA, will lead the effort to submit this proposal.

# 宇宙研 宇宙理学委員会

2011年6月の宇宙理学委員会において、以下の委員長見解が表明され、了承された。

1. SPICAは、学術会議・光天連・米国decadal survey・ESA cosmic visionで一致して推挙されている。日米欧で一致されて支持されるこのようなすぐれたミッション提案が宇宙科学研究所のWGから出たことは大変喜ばしいことであり、関係者のこれまでの努力を高く評価したい。
- 2.すぐれた大型ミッションは、天文学・宇宙科学全体に広汎な進展をもたらす。宇宙理学委員会は、SPICAが極めて高い科学的成果を生み出すと予想し、強く推薦するものである。
3. SPICAの技術的困難さが指摘されているが、SPICAの技術成立性の根幹は、Herschelの3.5m 望遠鏡技術と日本の冷凍機技術であり、主要な要素技術に対する成立性は確保されていると判断する。
4. また欧州および米国から強力な焦点面装置の提供の申し出があり、これがSPICAの魅力を増している。
5. MDRとSRRの審査結果は、理学委員会における2010年までの議論で了承されている。
6. しかし国産の焦点面装置、外国の供給する大型装置があり、それらが複雑なインターフェースを持つことから、設計の進展と開発体制の具体化について、プロジェクトとJAXAにさらなる努力を強くお願いする。一方、SPICAにかかる費用は、現在の宇宙科学研究所の予算規模を超えており、このミッションの実施には予算的困難が予想される。
7. このため、他の中型・小型ミッションへ大きな影響を与えないように、宇宙科学研究所は、予算の増額に特段の努力をすべきである。これに理学委員は全面的に協力する。(すなわち、従来の宇宙科学研究所の範疇の開発予算からは、中型科学衛星1機分程度の投資に留め、不足部分は追加のJAXA予算の調達をしていただきたい。)
8. もしこれが困難で、今後の宇宙科学プログラムに対して大きなインパクトを与える場合は、宇宙理学委員会は宇宙科学研究所と協力して必要な見直しを行う。(SPICAの開発を中止することを含めて、宇宙理学委員会が判断に寄与する)

# SPICAに関する光赤天連の方針(芝井の意見)

- これまでの経緯を踏まえ、光赤天連の方針として以下を提案する。
- 大口径の極低温冷却望遠鏡は、センサー技術の進展と相まって、極めて大きい科学的成果をもたらすと期待される。
- 大口径の極低温冷却望遠鏡計画であるSPICAの実現を最優先で目指す。そのために最大限の努力をする。
- 外形的な「規模縮小」を受けて、サイエンスの価値をより高める努力・工夫が最大の課題。