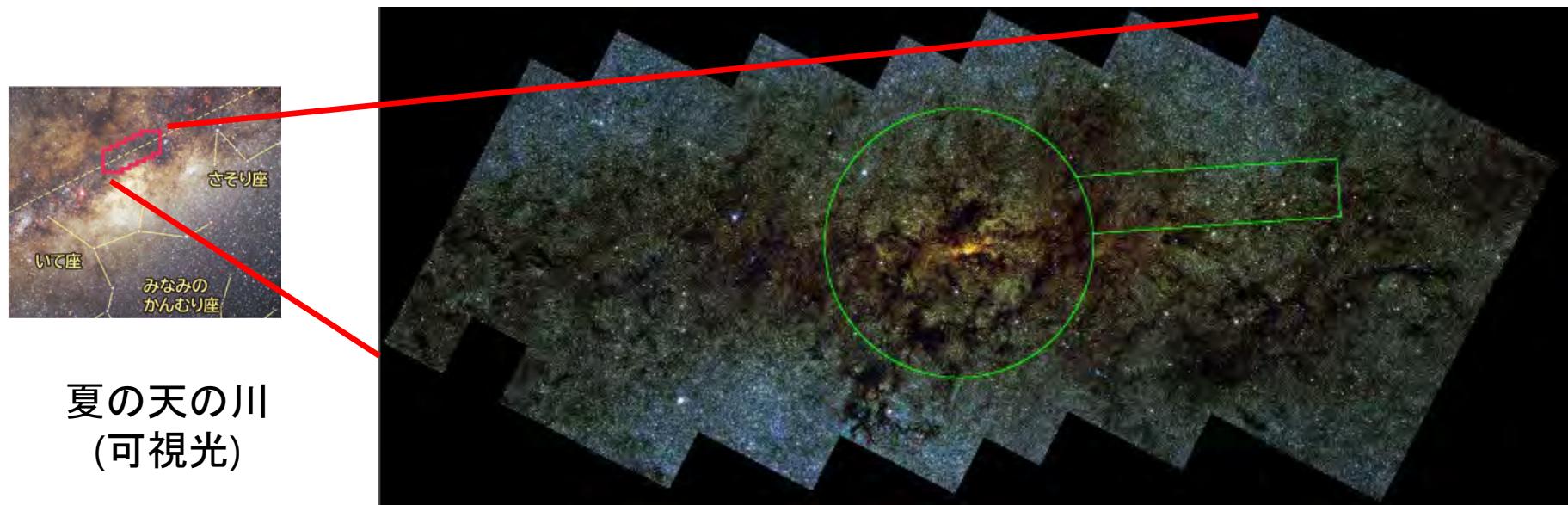


# 【参考】 JASMINEの観測領域 (銀河系中心方向)

## 天の川銀河の“地図”作り（運動情報も含む）を高精度に実施

- 領域1：銀河系中心核バルジ全体(半径0.7°の範囲)
- 領域2：銀河系中心核ディスクに沿った一部(銀経方向に2°の範囲)



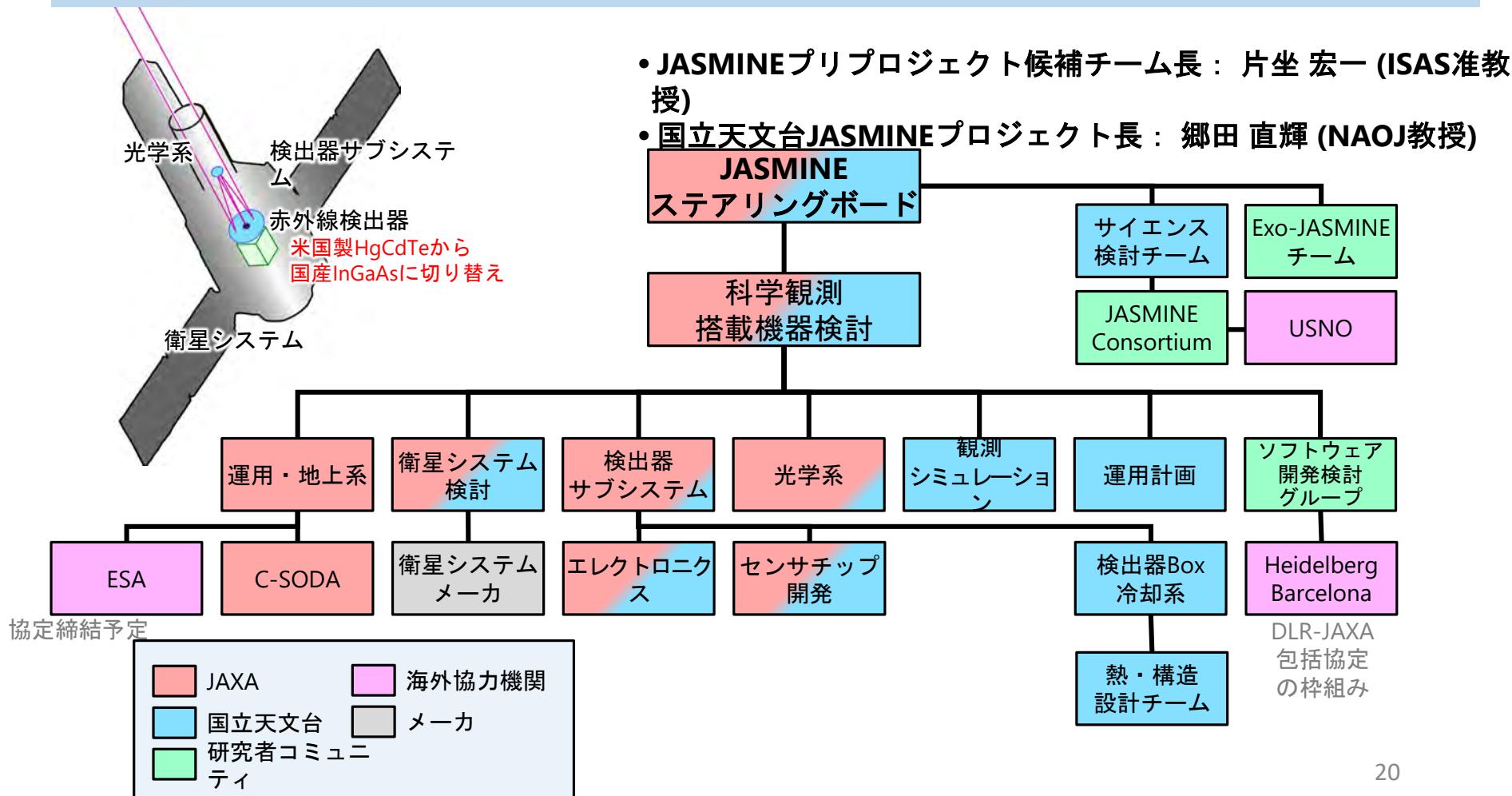
西山正吾・他(2004)より改変

IRSF1.4m+SIRIUS (1.25μm、1.63μm、2.14μmの疑似カラー合成)

# 3. 赤外線位置天文観測衛星「JASMINE」

## 3.5 開発体制

- NASA提供を見込んでいた赤外線検出器の国産化により、開発体制に目途がついた。
- ISASの責任により開発を進めるとともに、国立天文台をはじめとした科学コミュニティからサイエンス検討や検出器等に対する技術的支援を受けて確実な開発を行う。



### 3. 赤外線位置天文観測衛星「JASMINE」

#### 3.6 技術的な成立性

- 主要な技術課題の実現性検討、及びシステム概念検討を実施中。
- 現時点では解決が難しい大きな技術課題はない。技術のフロントローディングで進めている赤外線検出器の国産化の実現可能性を段階的に見極めるが、次の開発フェイズ移行の技術的な準備は整うと判断している（詳細次頁）。

検討項目		実施状況
主要技術課題 (新規技術)	望遠鏡とミッション部構造	画像歪みを含む光学性能が軌道上で安定であることについて、ミッション定義審査（MDR）までのメーカーとの検討で方法論と実現性を確立する。
	検出器サブシステム(赤外線検出器、冷却系、駆動エレクトロニクス)	過去の実績を踏まえて(1280×1280ピクセルの地上用低雑音検出器は開発されている)、技術のフロントローディングにおいて宇宙用化およびさらなる高感度化を目指すが、開発リスクは小さい。※詳細は次ページ
	データ解析・シミュレーション	観測装置と観測自身がもつ現実的な誤差においても、位置天文パラメータに要求される精度が達成できることを、MDRまでにシミュレーションを用いて検証する。 研究者コミュニティやGaiaチームの協力で大きく進展している。
システム設計	現在、衛星システムメーカー2社とのシステム検討及びコスト精査を実施中。現状、技術成立性について重大なリスク項目はないと考えているが、短期開発とコストのトレードオフが課題。	

### 3. 赤外線位置天文観測衛星「JASMINE」

#### 3.6 技術的な成立性・赤外線センサ開発【参考】

FY2014-2016

科研費による基礎研究  
(国立天文台)

FY2017-2019

128×128  
InGaAs

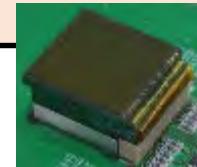
ハイブリッド化

CMOS回路の  
低雑音化

InGaAs  
大面積化

ハイブリッド化

CMOS回路の  
多画素化



国内の  
地上望遠鏡へ  
提供・実証済

①

②

宇宙用化開発

FY2021

ARコート  
基板除去

ハイブリッド化

CMOS既開発品

CMOS回路設計

FY2022

ARコート  
基板除去

ハイブリッド化

耐放射線性強化  
低雑音性能向上

③

④

FY2023

赤外線センサ  
EM製造

⑤

赤外線センサ  
FM製造

JASMINE  
搭載

技術のフロントローディング

JASMINEプロジェクト経費  
(FY2023予算事項化によって)

##### ① CMOS読み出し回路の耐放射線性強化・低雑音性能向上

- ・国立天文台における過去6年間の研究開発によって実現している。JASMINEチームで放射線耐性について確認済(FY2020-21; 東工大コバルト照射施設、QST高崎量子応用研究所)。

##### ② CMOSハイブリッド化技術

- ・国立天文台における過去6年間の研究開発によって実現している。難易度はピクセル数ではなく素子サイズに依存する。本開発においても同じ素子サイズを用いるため、ハイブリッド化におけるリスク

##### ③ InGaAs受光部のARコート・基板除去(量子効率向上・放射線影響低減)

- ・FY2021の試作において技術実証を行う。難易度はピクセル数・素子サイズには依存せず、FY2021の成果をもって開発の目途は立つ(大フォトマット化における)

ここで開発したセンサ技術はHiZ-GUNDAMや今後の他波長センサ(X線、紫外線など)への発展の可能性が強く見込める。

##### ④ 製造性の確認

##### ⑤ 製造プロセス

### 3. 赤外線位置天文観測衛星「JASMINE」

#### 3.7 スケジュール

- 開発体制を再構築し、技術のフロントローディングの成果を取り込むことで、宇宙基本計画工程表通りの開発を行える準備が整う見込み。

年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
マイルストーン			▲ MDR	▲ SDR	▲ PDR	▲ CDR		▲ 打上げ	
人工衛星 (システム・バス)		概念検討	概念設計 計画決定	基本 設計	詳細設計	PFM製作 試験			
人工衛星 (ミッション部)		概念検討	概念設計 計画決定		設計 開発モデル製作・ 試験	PFM製作 試験			

技術のフロントローディング  
(赤外線センサ)

The diagram illustrates the timeline for the infrared position astronomical observation satellite 'JASMINE'. It shows two parallel tracks: one for the system-bus (top) and one for the mission module (bottom). The top track includes milestones MDR (2023), SDR/PDR (2024), CDR (2026), and launch (2028). The bottom track includes milestones Concept Review (2021), Concept Design/Plan Approval (2022), Detailed Design (2023), and PFM Production/Testing (2027). A large blue arrow points upwards from the bottom track's 'Concept Review' phase towards the top track's milestones, indicating the 'front-loading' of technology development into the early phases of the program.

### 3. 赤外線位置天文観測衛星「JASMINE」

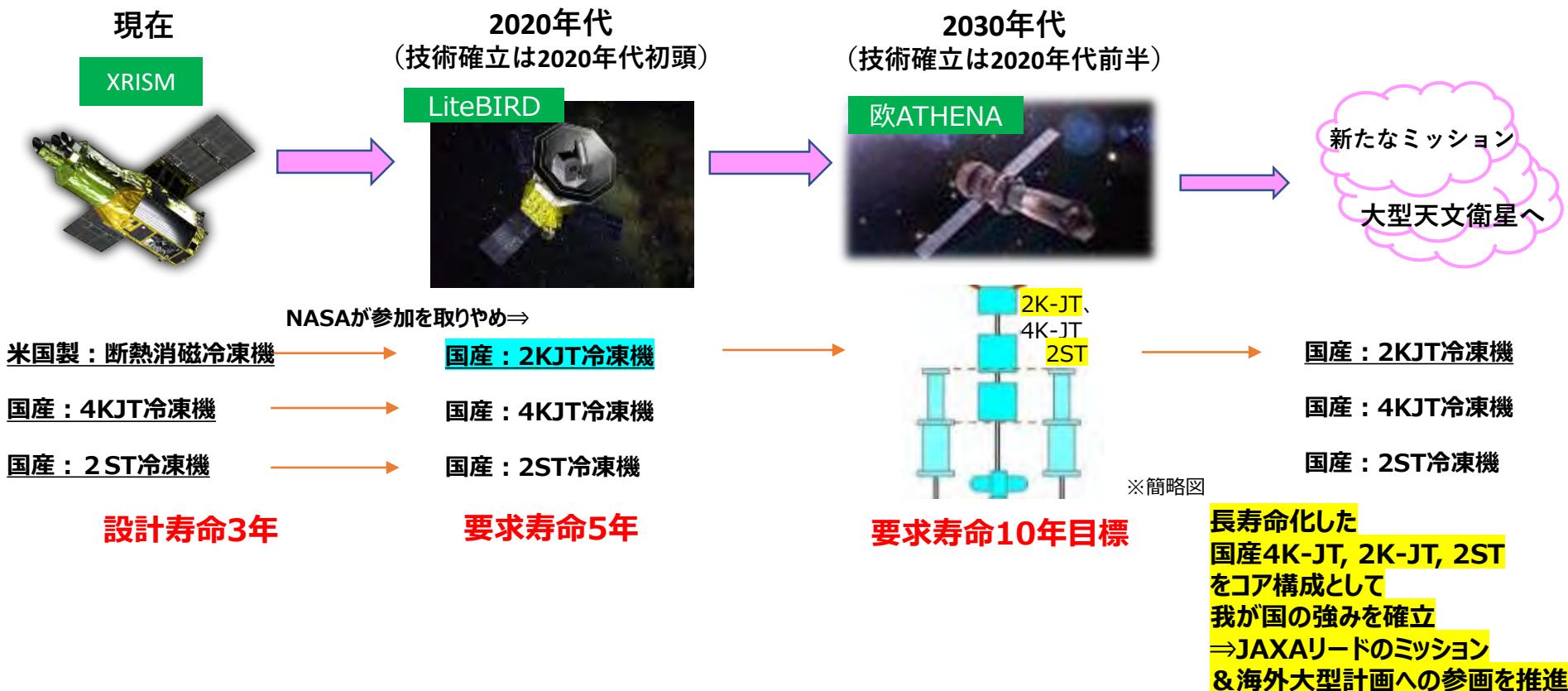
#### 3.8 まとめ

- ・ 技術フロントローディングを活用しつつ、宇宙基本計画工程表に基づき、公募型小型3号機であるJASMINEの早期実現へISASとして全力を尽くす方針。
- ・ JASMINEは、2020年にNASAの参加見合わせというインパクトの大きい計画変更に直面したものの、国立天文台の協力を得て開発計画を立て直した。
- ・ 具体的にはNASAからの提供を予定していた赤外線検出器の国産化検討を技術のフロントローディングで実施中。赤外線検出器を国産化することで、今後の宇宙科学ミッションやさらにその先の応用への道が開かれると考えている。
- ・ 今後、検討結果を段階的に見極めていくが、工程表に沿う形で次フェイズへ移行できる準備が整うと考えている。
- ・ 現段階のリスクとしては、赤外線検出器の開発リスク、開発の短期化によるコスト増が挙げられる。各リスクに注視のうえ、必要に応じて迅速・的確な対策をISASとして行っていく。

# APPENDIX

## 4.1 宇宙用冷凍機技術の将来ビジョンと必要な技術

- 宇宙機による電磁波観測において低ノイズ・高感度観測という方向性。これに必須となる冷凍機技術は、我が国が現状、世界で唯一2Kレベルの冷凍機を長寿命化に優れた機械式で実現する技術を保有。海外から期待される我が国の強みとして、ALL-JAXAで産業界と連携しつつ、更に強化する。
- 具体的には、高効率2段スターリング(2ST)冷凍機と2,4Kジュールトムソン(JT)冷凍機をコア構成にプログラム技術として先行開発を行い、LiteBIRD等の今後のミッションのスムーズな立上げを実現する。



# 5.1 赤外センサ技術の将来ビジョン

- 今後、ミッションの価値を左右する多様な観測機器の能力を戦略的に向上させていく上で、多様な波長における観測センサの基盤となるCMOSハイブリット検出器について共通技術としてフロントローディングを行う。
- 直近として、JASMINEのキー技術である、InGaAs半導体による赤外線素子と、CMOSをハイブリット化した検出器の技術検討を行い、成果をJASMINEに繋げる。

現在

あかり、SPICA



各種赤外センサ  
(米国依存)

2020年代  
(技術確立は2020年代初頭)

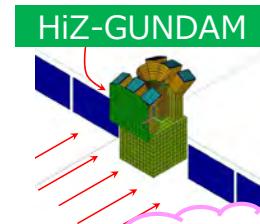


当初：HgCdTe赤外検出器  
(米国依存)

NASA参加取りやめ⇒

【技術FLで国産化】  
CMOSハイブリッド  
InGaAs赤外検出器

2030年代  
(技術確立は2020年代前半)



広帯域化

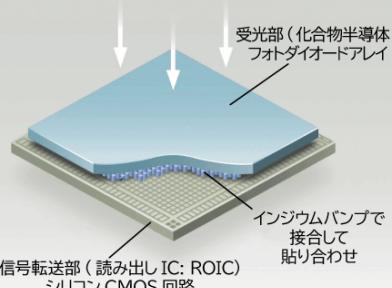
CMOS  
汎用観測機器

新たなミッション  
センサ国産化を推進  
魅力的なミッションを実現

現状では赤外線センサは国際的に米国メーカーに依存せざるを得ない

⇒詳細技術情報が得られず最先端ミッションができない、開発リスク高、コスト増(独占状態)

## JASMINEに向けた技術開発



半導体加工技術

CMOS  
ハイブリッド技術

耐放射線低雑音  
CMOS技術

近赤外線センサ  
(InGaAs)

CMOSハイブリッド型  
センサ

CMOS技術  
の獲得・向上

広帯域化

受光素子を変更

CMOS技術の高度化

近赤外線波長域での  
多様な宇宙科学・探査  
ミッションへの応用

幅広い波長帯の検出器

汎用な宇宙用観測機器