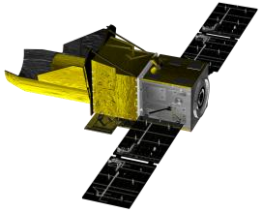


V257a

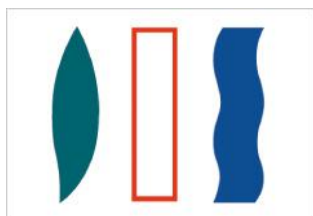
赤外線位置天文観測衛星 **JASMINE**の概念検討 ～ 次の段階への飛躍 ～

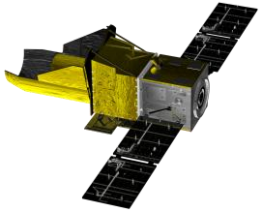


磯部 直樹 (ISAS/JAXA), JASMINE チーム



JASMINEチーム

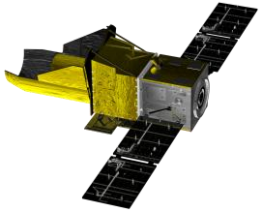




JASMINEコンソーシアム

JASMINE コンソーシアムミーティング 2026
(2026年7月29, 30日, 京都大学)
参加者 66名 (現地 45名, リモート21名)





赤外線位置天文観測衛星 JASMINE

• 科学目的

- 銀河系中心各構造の探求 (春・秋)
 - 位置天文観測
- 地球型系外惑星の探査 (夏・冬)
 - トランジット法

• 観測装置

- 超安定な赤外線望遠鏡
 - 口径 36 cm
- 国産のInGaAs赤外線検出器
 - 約2000 × 2000画素, 4素子

• 観測帯域

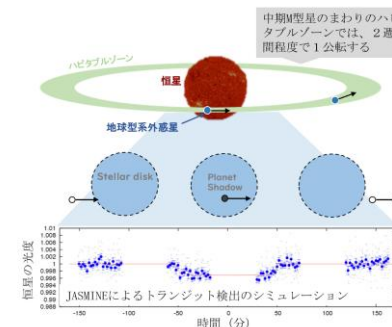
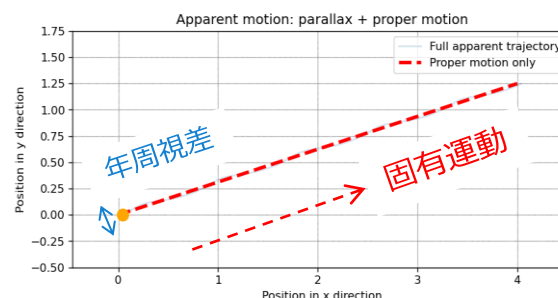
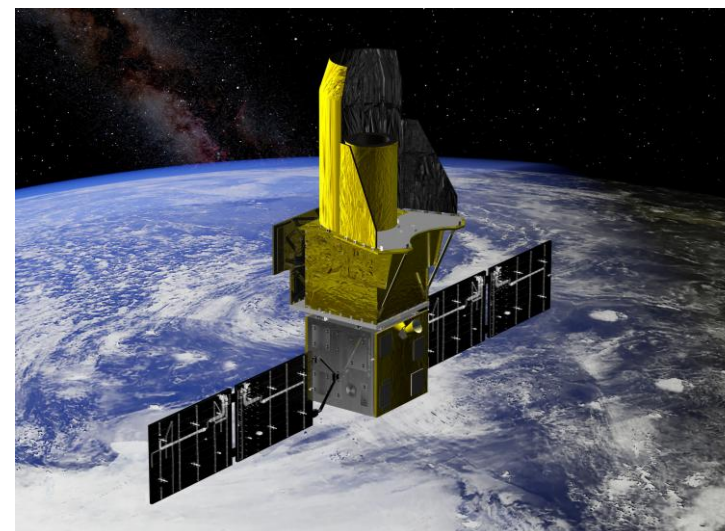
- 波長 $\lambda = 0.9 - 1.6 \mu\text{m}$

• 打ち上げ目標

- 2032年
- イプシロンSロケット

• ミッション期間

- 科学観測3年



JASMINE プロジェクトへの道のり

プロジェクト

システム定義審査 (SDR)
2027年 9月

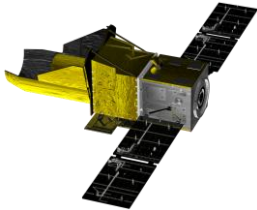
プリプロジェクト

システム要求審査 (SRR)
2027年 3月

ミッション定義審査 (MDR)
2024年 3月, 2026年 8月

プリプロジェクト候補

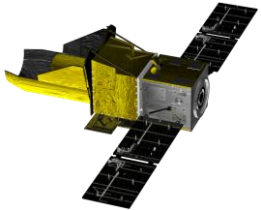
(© Dr. Kondo with AI support)



2024年 ミッション定義審査

目的	我々が住む銀河系の形成と進化の探究		生命居住可能領域に存在する地球に似た系外惑星の探究	
科学目標	SO1: 銀河系中心核構造の探究 恒星の距離と運動を測定することにより、 銀河系形成の鍵を握る銀河系中心核構造 を探究する。		SO2: 地球型系外惑星の探究 将来の生命探究に有望な恒星に対し、 生命居住可能領域に存在し、大気観測を行うことのできる 地球型系外惑星の有無を明らかにする。	
ミッション 要求	MR-I	観測対象 銀経 $-1.4^{\circ} < l < 0.7^{\circ}$ かつ 銀緯 $-0.6^{\circ} < b < 0.6^{\circ}$ の恒星 時系列データの取得	MR-IV	観測対象: トランジット惑星が検出されている 17個以上の中期M型星 総観測期間: 14か月以上 測定: 減光が 0.3 % 以下の現象を 検出できる時系列測光
	MR-II	年周視差精度: 40 μ as 測定対象: 2400 個以上の恒星 (ミラ型変光星を含む)		
	MR-III	固有運動精度: 125 μ as/year 測定対象: 45000 個以上の恒星 (ミラ型変光星 220 個以上)		

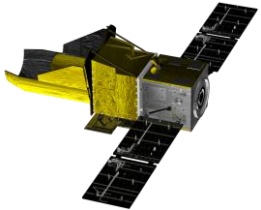
科学的意義の妥当性は、十分な評価を得た



2024年 ミッション定義審査

- ✓ JASMINEの次の段階への移行は、いったん見送りとなったら
- ✓ 開発リスクや開発規模に関する不定性への懸念
 - ✓ ミッション部の成立性
 - ✓ 衛星システムメーカーによる概念検討の不足
 - ✓ 人的体制への懸念
 - ✓ プロジェクトエンジニア, 衛星システムエンジニア, 専門技術の開発支援担当者の不足
- ✓ コストへの懸念
 - ✓ 不定性に対応した予備コストの増大

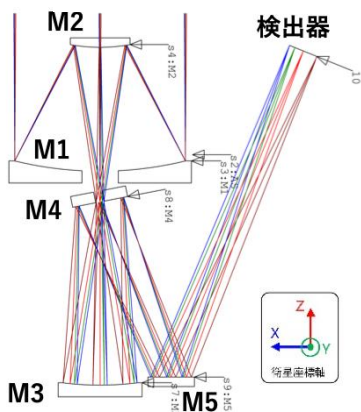
不定性の低減が急務



不定性の低減活動

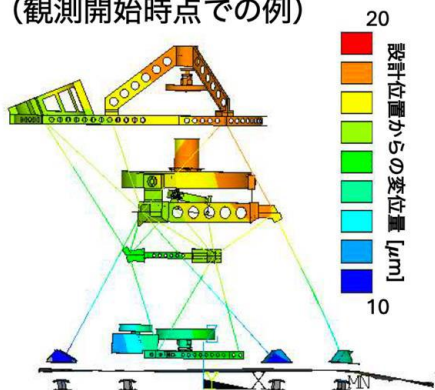
① 熱歪みに強い望遠鏡の構築

コルシュ光学系



望遠鏡の熱歪み

(観測開始時点での例)



光学設計

構造設計

STOP解析

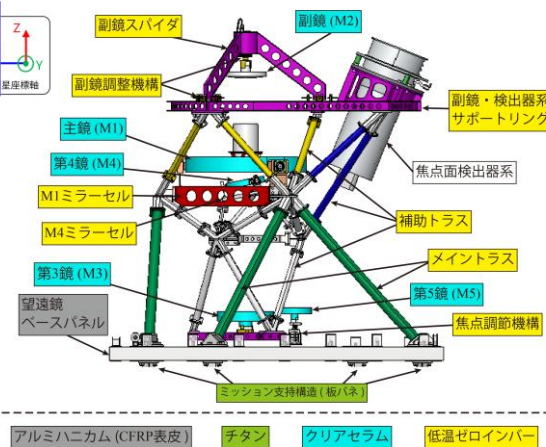
熱歪解析

熱設計

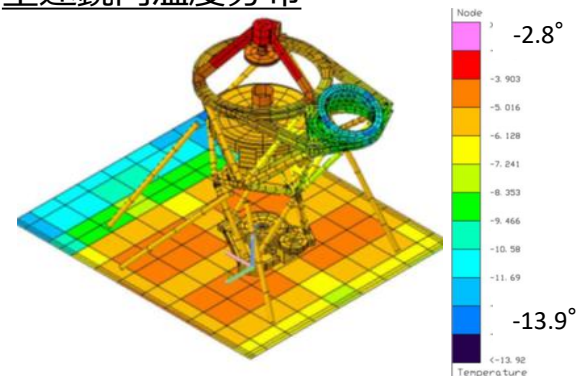
(Isobe et al. 2024, Takahashi et al. 2026)

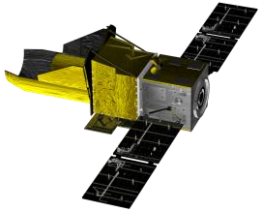
成立性に一定の**目途**
開発候補企業の**変更**
⇒ 新候補企業への
スムーズな転換

低熱膨張材料による望遠鏡



望遠鏡内温度分布





不定性の低減活動

② 近赤外線センサーの試作・評価

✓ 地上用に開発された近赤外線センサーをベース

✓ Nakaya et al. 2016

✓ 宇宙用への発展

✓ InP基板の除去・ARコート (2021)

✓ 大フォーマット化 (2022)

✓ 画素数: 1952×1952

✓ 画素サイズ: $10 \mu\text{m}$

✓ 放射線耐性の向上 (2022)

✓ 読出しIC部の改良

✓ パッケージの宇宙仕様化 (2024)

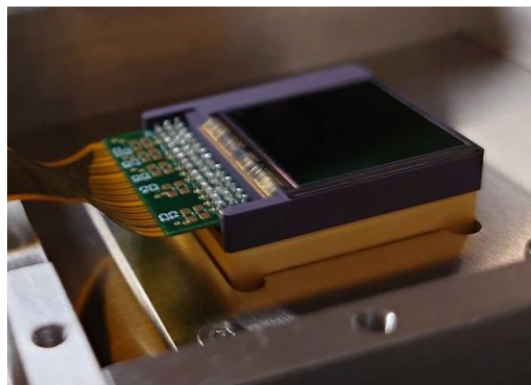
✓ グローバルシャッター機能 (2025)

✓ 可視光遮断機能 (2026)

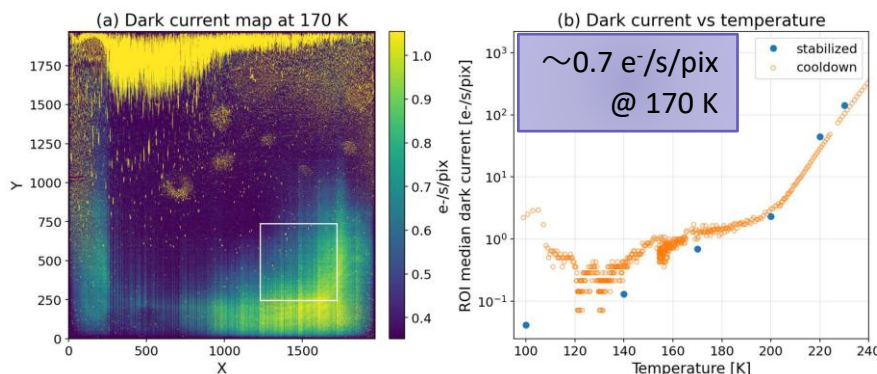
✓ InP基板の厚さの最適化

✓ 検出器による波長帯域の制限

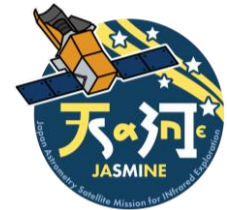
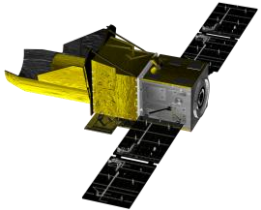
➤ 試作検出器



➤ 試作検出器の暗電流



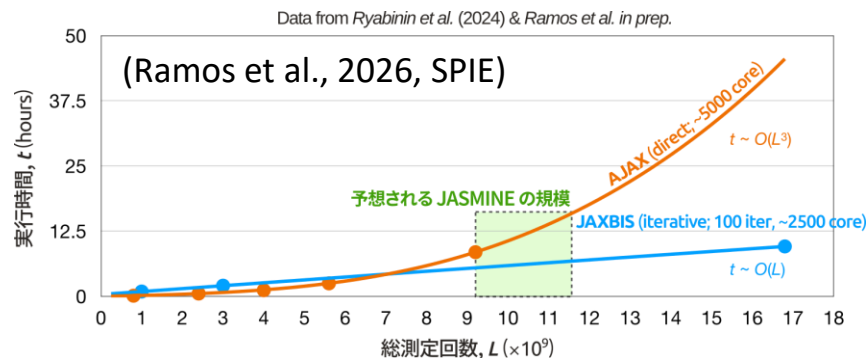
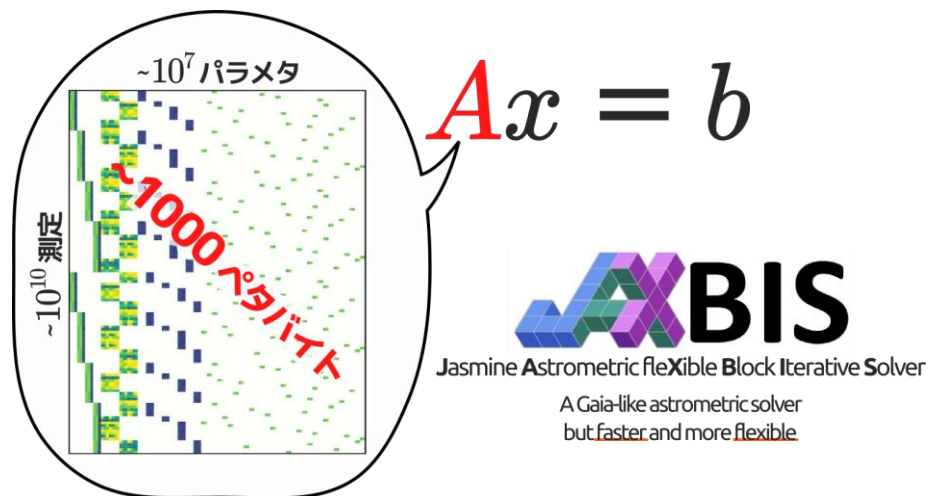
(Tada et al. 2026)

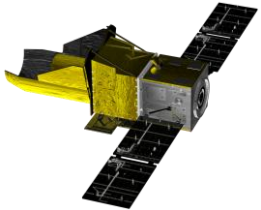


不定性の低減活動

③大規模位置天文解析の進展と今後

- ✓ JASMINE の解析における困難
 - ✓ 3 年の運用でおよそ 10^{10} 回の位置測定
 - ✓ 推定パラメタはおよそ 10^7 個
 - ✓ 分割・簡略化することで対応してきた
- ✓ 2 つの**新技術**を導入 (Pau Ramos, NAOJ)
 - ✓ Block Iterative Solution (cf. Gaia's AGIS)
 - ✓ 微分可能プログラミング (jax)
- ✓ 位置天文ソルバ **JAXBIS** の開発
 - ✓ 1.7×10^{10} 個の測定データを約 10 時間で解析 (CfCA XD2000)
 - ✓ ミッションフルスケールでの位置天文解析シミュレーションに大きく前進
- ✓ 「シミュレーション → 解析」を加速するための統合解析プラットフォームを開発中
- ✓ 「巨大な最適化問題を**取り扱い可能な問題にする**」という課題が解決されつつある

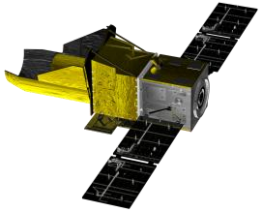




不定性の低減活動

④ その他の活動

- ✓ 「小型標準バス」をベースとした**衛星システム**の概念検討の再開
 - ✓ JASMINE固有の検討事項の洗い出し
 - ✓ 姿勢擾乱, ミッションデータプロセッサ
- ✓ 検出器冷却に関する概念検討
 - ✓ ペルチェを用いた**無擾乱検出器冷却系**
 - ✓ 検出器排熱のための**放熱板**
- ✓ 国際協力の推進とそれに基づく**海外地上局**の利用の検討
 - ✓ フルフレームデータのダウンリンク頻度の向上
 - ✓ JASMINE European Collaboration pre-kick off (2025年11月, ライデン大学)
- ✓ 軌道上での具体的な**運用シナリオ**の検討
 - ✓ ミッションデータプロセッサへの要求仕様の出発点
- ✓ **人的体制**の補強
 - ✓ X線天文学分野からの参加
 - ✓ 公募型小型将来計画 (JASMINE, HiZ-GANDUM, LOPYUTA) の横通しの協力



JASMINEインターンシップ

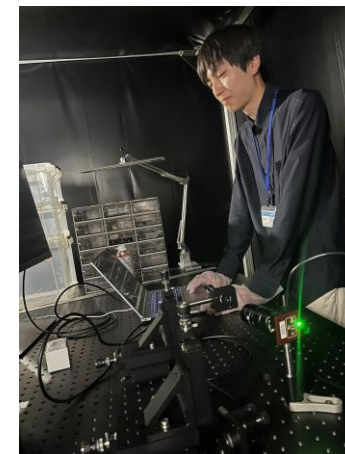


- 赤外線検出器の特性測定 (片坐・和田・多田・河原)
- 高精度検出器モデルの開発 (多田・宮崎・細川)
- 望遠鏡システムデジタルツインの作成 (大澤)
- 超巨大最適化問題へのアプローチと応用 (Ramos, 大澤)
- SMBH 近傍100 pc の重力場の非軸対称性と、SMBHの成長過程 (服部)

- JASMINE望遠鏡開発 (高橋, 磯部)

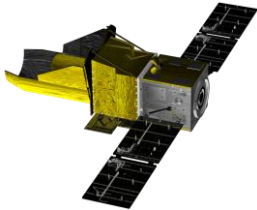
高田悠太さん
(関西学院大 M1)

松本佳祐さん
(早稲田大学 M2)



- 生成モデルによる観測画像解析手法の開発 (大澤)

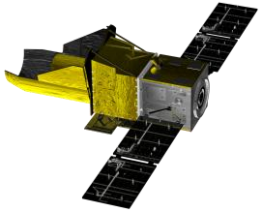
高橋和希さん (早稲田大学, M1)
金子勇樹さん (早稲田大学, M1)



2026年 ミッション定義審査 2

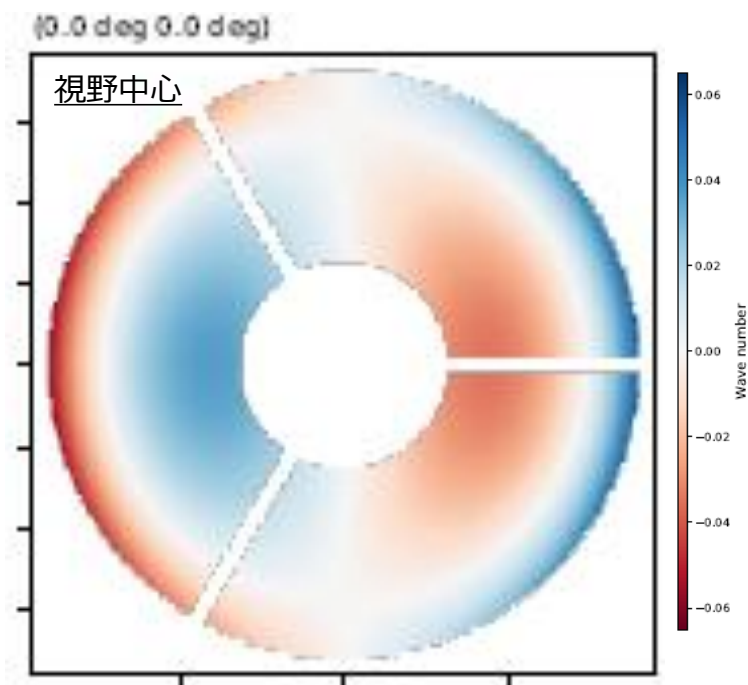
目的	我々が住む銀河系の形成と進化の探究		生命居住可能領域に存在する地球に似た系外惑星の探究	
科学目標	SO1: 銀河系中心核構造の探究 恒星の距離と運動を測定することにより、銀河系形成の鍵を握る銀河系中心核構造を探究する。		SO2: 地球型系外惑星の探究 将来の生命探査に有望な恒星に対し、生命居住可能領域に存在し、大気観測を行うことのできる地球型系外惑星の有無を明らかにする。	
ミッション 要求	MR-I	観測対象 銀経 $-1.4^{\circ} < l < 0.7^{\circ}$ かつ 銀緯 $-0.6^{\circ} < b < 0.6^{\circ}$ の恒星 時系列データの取得	MR-IV	観測対象: トランジット惑星が検出されている 17個以上の中期M型星 総観測期間: 14か月以上 測定: 減光が 0.3 % 以下の現象 を検出できる時系列測光
	MR-II	年周視差精度: 40 μ as 測定対象: 2400 個以上の恒星を2個以上の集合 に分割し、平均的な年周視差を測定		
	MR-III	固有運動精度: 125 μ as/year 測定対象: 45000 個以上の恒星 (ミラ型変光星 220 個以上)		

目的と科学目標は変更せず、ミッション要求を緩和



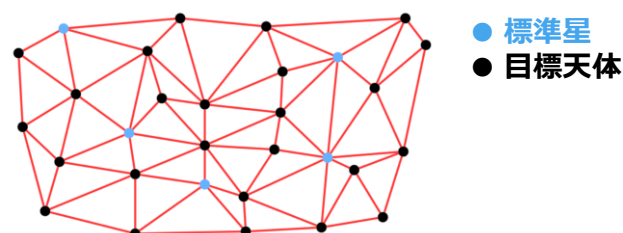
波面収差コマ項と色効果

➤ 瞳面での波面位相差分布

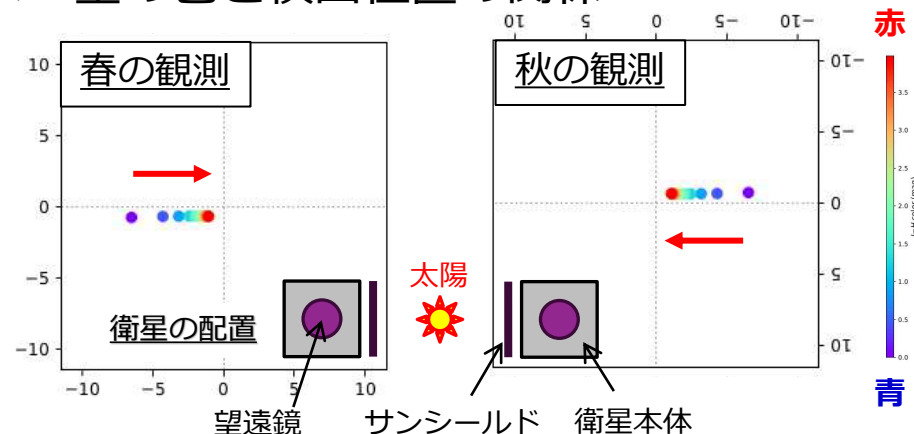


副鏡の傾きを副鏡の位置で相殺
5 μm の調整誤差

➤ JASMINEによる相対位置測定



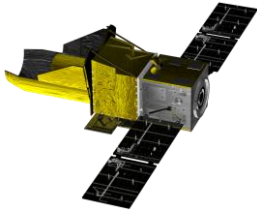
➤ 星の色と検出位置の関係



色精度
0.01 等級



コマ項 $< \lambda/160$
($\lambda = 633 \text{ nm}$)

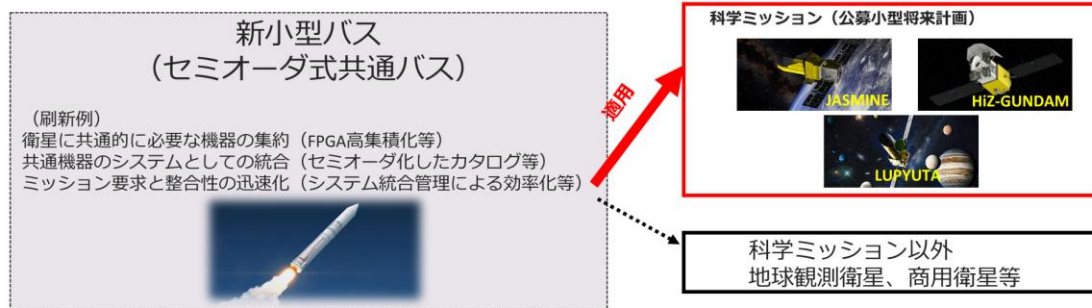


2026年 ミッション定義審査 2

科学ミッションの実施に向けた方策

1. 公募小型計画：セミオーダ式共通バスの適用 (新小型バス)

- 基幹ロケットのアンカーテナンシーとして、着実にイプシロンS搭載ができることを前提（打上げ能力に十分マージンを持った計画（軽量化））
- 科学ミッションの目的達成のため、結果的に一品モノのような傾向がつかよコスト・スケジュール増となる傾向にあったが、2030年代の科学ミッションからの適用を目指し、**バス部分の効率化を図りメーカー負担解消、コスト削減、スケジュール短縮、軽量化（イプシロンS対応）を軸に刷新**
- 現行の小型科学衛星バスは、SPRINT（小型科学衛星）シリーズ計画の1号機として2013年に打上げられた「ひさき（SPRINT-A）」からのもので、技術進歩の早い世の中の情勢も踏まえ技術革新すべきタイミングであり、**最新の技術も取り込んだ革新バスとする**
- 戦略中型計画規模のミッションとの共通化も可能な限り図り、科学ミッション開発全体の効率化も目指す
- 打上げが高頻度ではない科学ミッションだけではロケット・衛星両側面をアンカーテナンシーとして支えることは困難であるため、イプシロンS打上げを想定する科学ミッション以外への活用（汎用性）も視野に入れた効率的なバスであることが重要と認識。**ALL-JAXAでの活用も視野にニーズ把握も実施し、セミオーダ式共通バスとして検討**



「中長期の宇宙研究開発の推進方策の検討について（宇宙科学分野）」
(2026年7月23日, 宇宙科学研究所, 第107回宇宙開発利用部会資料)

ミッション定義審査の延期

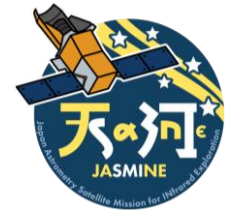
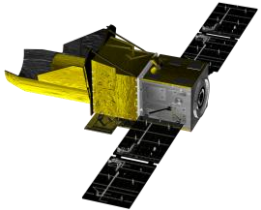
- コスト、公募型小型計画全体、**新小型バス**、共通PFを含む**プログラム上の整理**のため
- JASMINEを、**より適切な形で立ち上げるため**
- JASMINEチームの審査準備状況が原因ではない



審査の次の目標: 2027年1-3月

- 新小型バスチームとの連携
- 公募型小型将来計画との連携 (バスへの要求仕様の共通化)

9



本年会での JASMINEに関する講演

- ✓ V258a (西山正吾, 宮城教育大学)
 - ✓ **JASMINE 位置天文サイエンスコアチームの活動状況報告 2025-2026**
- ✓ V259a (高橋葵, 宇宙航空研究開発機構)
 - ✓ **赤外線位置天文観測衛星JASMINE望遠鏡の検討状況および位置天文誤差要因の評価**
- ✓ V260a (和田武彦, 国立天文台)
 - ✓ **JASMINE搭載検出器の開発状況: 2Kx2K画素素子の性能評価**
- ✓ V261a (矢野太平, 国立天文台)
 - ✓ **多数回撮像データを用いた微細信号検出の実証実験**
- ✓ V262a (坂元祐志, 東京大学)
 - ✓ **JASMINE衛星搭載フラット校正光源の装置内散乱光の評価**