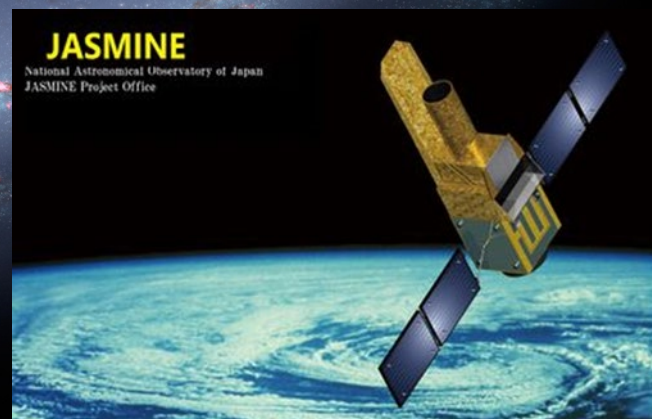




JASMINE

JASMINE : Japan Astrometry Satellite Mission for INfrared Exploration

郷田直輝（国立天文台JASMINEプロジェクト）
JASMINEチーム、Exo-JASMINEチーム



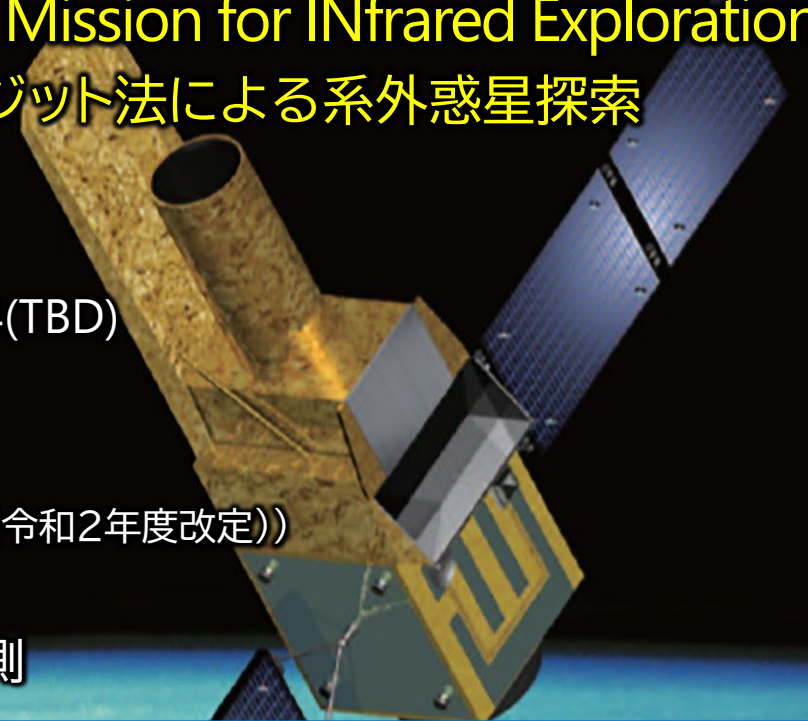


1. ミッションコンセプト

JASMINE: Japan Astrometry Satellite Mission for INfrared Exploration

超高精度位置天文観測およびトランジット法による系外惑星探索

- 口径40cm程度 超高安定望遠鏡
- 国産赤外線検出器(InGaAs)
 - 観測波長: 1.1-1.6 μm 、2k \times 2k画素 \times 4(TBD)
- JAXA宇宙研の公募型小型計画3号機
イプシロンSロケットによる打上げ
2028年打上げ予定(内閣府宇宙基本計画工程表(令和2年度改定))
- 衛星重量550kg (wet) 程度
- 太陽同期軌道・高度550km以上、3年間観測



★JASMINEの大目的である位置天文学(アストロメトリ):

○恒星の動きを正確→恒星までの距離や運動(位置天文パラメータ)を決定。観測天文学の基礎となる手段。

○精度の高い測定→大気揺らぎの影響を受けない宇宙軌道上で観測。

○さまざまな種類の天体が密集している銀河中心バルジ方向の探査

→塵やガスによる吸収の影響を受けにくい近赤外線での観測。

○観測装置の安定性とデータ解析の工夫により超高精度を達成

→10万個におよぶ恒星を観測。最高精度25マイクロ秒角の位置天文パラメータを決定。

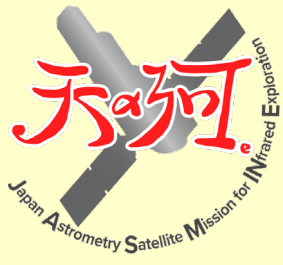
→天の川銀河が誕生以降、どのような変化を遂げて現在の姿に至ったか、その中で太陽系がどのような経路を辿ってきたか、という人類誕生にも関わる謎を紐解く手がかりを得る。

*距離の不定性が少ない年周視差精度ではGaiaより100倍程度以上多くの星を測定できる。

★JASMINEのもう1つの大目的:トランジット観測による晩期M型星周りの生命居住可能領域にある

地球型惑星探査を行う。

→生命が存在する可能性がある惑星候補を見つける。



2. 學術的價值

Gaia



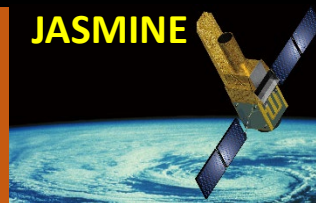
- ・太陽系近傍
- ・広域のハロー星
- ・バルジ/バー構造の上層部
- ・銀河円盤上層部

相補的

Gaiaでは測定困難な領域あり!

- ・中心核バルジ
- ・中心近くの銀河円盤
- ・星間ガスに覆われた星形成領域

JASMINE



・全天サーベイ
 ・3回目公開(2020.12)の中間データでは、約15億個の星の位置天文情報。年周視差精度は明るい星で20~30μas

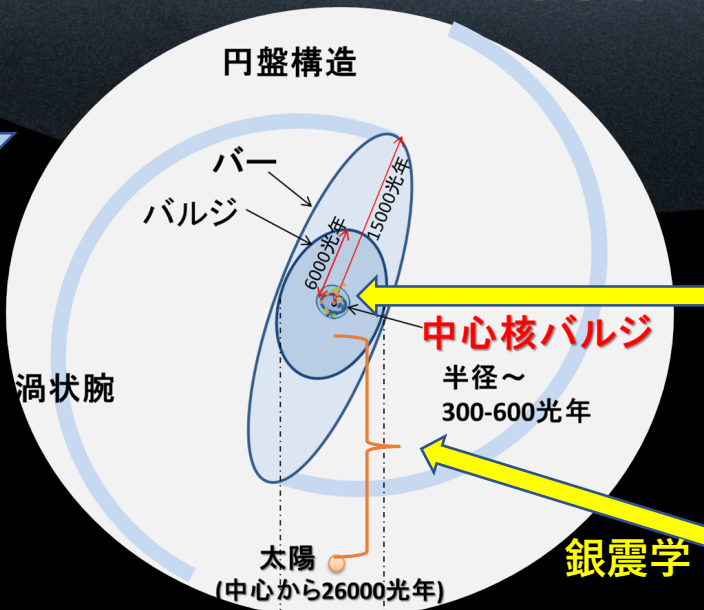
JASMINEのユニーク性!

ミッションの科学的意義

画期的! 天の川銀河研究の大革命が起きている!!

中心核バルジは“歴史の宝庫”様々な年齢をもつ星が年代に応じて、異なった空間構造と系統的な運動分布をして今も存在している。

1. ハローの構造・形成史(銀河考古学)
2. 太陽系近傍や反中心方向の銀河円盤の速度構造
3. バー構造のサイズ・回転速度



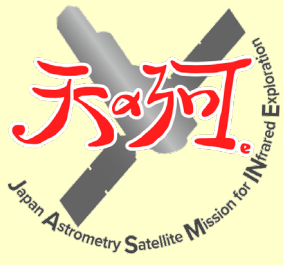
銀河中心考古学

1. 中心核バルジの構造 (天の川銀河誕生時の構造の痕跡?)
2. 中心核バルジ内の円盤構造の形成時期
 →バー構造の形成時期を決定
 →太陽系が銀河内部から移動を開始する時期
 →地球誕生や人類の誕生にも影響
3. 超巨大ブラックホールの質量成長
4. 内部円盤の振動

銀震学

中心方向以外：低質量星周りの生命居住可能領域にある地球型惑星探査

高頻度長時間モニター可能



3. 緊急性

JASMINEの緊急性: 2028年打ち上げ

(1) 位置天文観測

- 銀河系サーベイデータが揃う2020年代に、位置天文観測で銀河中心領域の基礎データ提供



Subaru/PFS (SSP 2022-27)

SIP での銀河中心フォローアップ

- SIP: Subaru Intensive Program
- SSP: Subaru Strategic Program
- NIR-MOS: Near infrared-Multi-Object Spectrograph



SDSS-V Milky Way Mapper (2020-25)

固有運動情報を黄金期のコミュニティーに提供

地上NIR-MOSによる銀河中心領域の視線速度、金属量情報などが出そう



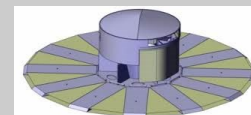
VLT/MOONS (2020-), VISTA 4MOST (2022-)



Gaia (2013-23)

Gaia (1,623 papers/year) Final data release
による論文大量発生に乗る

Gaia Final Full Data Release (2028?) Time-series data



GaiaNIR (2045?-)

世界初の赤外位置天文衛星として、サイエンスを拓き、GaiaNIRを後押し

FY2028 JASMINE打上



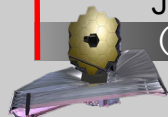
(2) 系外惑星探査

JASMINE発見天体の分光観測による大気検出



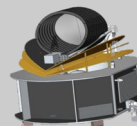
Spitzer (2003-20)

地上探査発見天体の宇宙からのフォローアップ



JWST 6.5m (目標寿命10年) (2021-?)

ARIEL ~1m専用 (2028-) (4年)



JWST, ARIELの両方の分光による、追観測ができる

(3.5年)



CHEOPS (2019-)

Spaceからのトランジット・フォローアップ観測の空白を埋める

- Exo-JASMINEと他のプロジェクトとの連携
- 他の大型宇宙望遠鏡でのフォローアップ観測に対する基礎情報を提供

4. 各分野での連携

推進体制

JAXA宇宙科学研究所

片坐宏一(プリプロジェクト候補チーム長)
臼井文彦、磯部直樹、和田武彦(検出器開発)

国立天文台 JASMINEプロジェクト

プロジェクト長: 郷田直輝
鹿野良平、上田暁俊、小宮山裕(併任)、辰巳大輔、辻本拓司、馬場淳一、三好真、矢野太平、鹿島伸悟、宇都宮真、間瀬一郎

E2Eシミュレーショングループ(データ解析WG)

グループ長: 山田良透(京都大学)

鈴木大介(ISAS)、河原創、上塚貴史、平野照幸、大澤亮、福井暁彦(東京大学)、大宮正士、泉浦秀幸、津久井尊史(国立天文台)、服部公平(統数研)、立川崇之(高知工専)、吉岡諭(東京海洋大)

国立天文台 先端技術センター

センター長: 鶴澤佳徳
技師長: 平林誠之、
満田和久(技術主幹)、
末松芳法(光学)、中屋秀彦(検出器)、大淵喜之 & 浦口史寛(熱構造)

Exo-JASMINE チーム(トランジット観測による地球型惑星探査)

河原 創(チーム長: 東大)、増田賢人(阪大)、小玉貴則、福井暁彦(東大)、葛原昌行、大宮正士、小谷隆行(ABC/NAOJ)、平野 照幸(東工大)、山田亨(ISAS)

JASMINE Consortium

WG-A(Data Analysis)、WG-B(Science Validation and Preparation)、WG-C(Outreach)
リーダー: 河田大介 (MSSL/UCL)、国内外60名の研究者(2021年4月現在)

White
Paper
の
執筆

国際協力

ARI Heidelberg University

Michael Biermman, Wolfgang Löffler

U.S. Naval Observatory

Bryan Dorland, Nathan Secrest



★JASMINE Consortium (JC)の設置

(代表:河田(UCL): 60名程度(2021.4現在)の研究者)

サイエンス検討(様々な分野)

コミュニティ: 光赤外、理論、X線天文学、電波天文学、重力波...
研究対象: 銀河系力学・進化、巨大BH、星団・星形成、
BH・ダークマター探査、...

WG-A: Data Analysis

データ解析手法の確立とソフトウェア開発

* ビッグデータを扱う光赤外観測プロジェクト、系外惑星観測、...

* Gaiaのデータ解析チームとの国際協力

WG-B: Science Validation and Preparation

科学目標達成に向けてのシミュレーションデータ
(模擬カタログ)などを使っての準備

WG-C: Outreach

小型JASMINEの成果を広く社会に還元するためのアウトリーチ
活動

+

5. 実現性

★JAXA宇宙研での状況、開発フェーズ

* JAXA/宇宙研での国際審査を含むいくつかの審査を経て、「**小型JASMINEミッション**」(通常、JASMINEと記す)は、**2019年5月、JAXA宇宙研により公募型小型3号機の唯一の候補に選定していただいた。**

* 宇宙基本計画工程表(令和2年度改定)(内閣府宇宙開発戦略本部決定(2020.12.15))では、JASMINEの打上げは、**2028年に位置づけられている**

しかし、今後、様々な事情で変動の可能性あり

* 今後、銀河中心考古学でも地球型惑星探査ともサイエンスの観点からはこれよりは、あまり遅くならないことを チームとしては強く希望したいし、実現に向けて努力する。
(→宇宙研、JAXA全体、文科省、内閣府宇宙政策委員会)

開発段階

Pre-PhaseA2(現在) → PhaseA(プリプロジェクト) → PhaseB(プロジェクト) → …

2023年度頃 MDR(ミッション定義審査)

研究者コミュニティからの強いサポートが引き続き重要かつ必要

■ 国立天文台小型 JASMINE ワーキンググループ(*)の結論(2020.8)

科学目標からより具体的な科学目的へ、そこから最終的に得るべきデータへの要求が、導かれ、さらにそこから地上データ処理と軌道上観測システムへの要求が得られていること、軌道上観測システムについては、現在の開発フェーズとしては適切な粒度での設計解を得ており、それをもとにして製造担当候補のメーカーによる概念検討が進んでいることを確認した。したがって、JAXAの次のフェーズである**概念設計・計画決定フェーズ(Phase Aあるいはプリプロジェクトフェーズとも呼ばれる)**にJAXAの審査をへて進むことを、国立天文台として後押しすることができる**と結論する。**

*国立天文台科学戦略委員会の下に設置された諮問会議

(国立天文台小型 JASMINE ワーキンググループ:2019/7-2020/6、7回開催。7名の台内外メンバー(*)において、科学目標・達成基準、システム性能要求・システム仕様の妥当性、システム要求仕様の実現可能性に関する検討状況等が集中的に検討・議論された。

★MDRへ向けて:実現性向上の努力

*地上用に開発された国産赤外線検出器の宇宙用化開発

JAXAを中心に国立天文台JASMINEプロジェクト、先端技術センターがセンサーチップ、エレクトロニクス回路、熱制御系を共同で開発。耐放射線試験も段階的に実施中。

*衛星システムの成立性検討:

最大の課題はリスク削減。見込みはつけてきたが、今後さらにコスト削減検討の粒度を上げること

*データ解析・End-to-End simulation:e2eシミュレーショングループの活動 (JASMINE Consortiumのデータ解析WG)

データ解析ソフトウェアの実装を進め、想定されるノイズ源を反映させた**End-to-End simulationを行うための開発**を十数名程度のメンバーで精力的に行っている。

よろしく御願いたします

Jasmine

