



JASMINE計画

JASMINE : Japan Astrometry/photometry Satellite Mission for Infrared Exploration

郷田直輝（国立天文台JASMINEプロジェクト）
JASMINEチーム一同





1.JASMINEの ミッションコンセプト

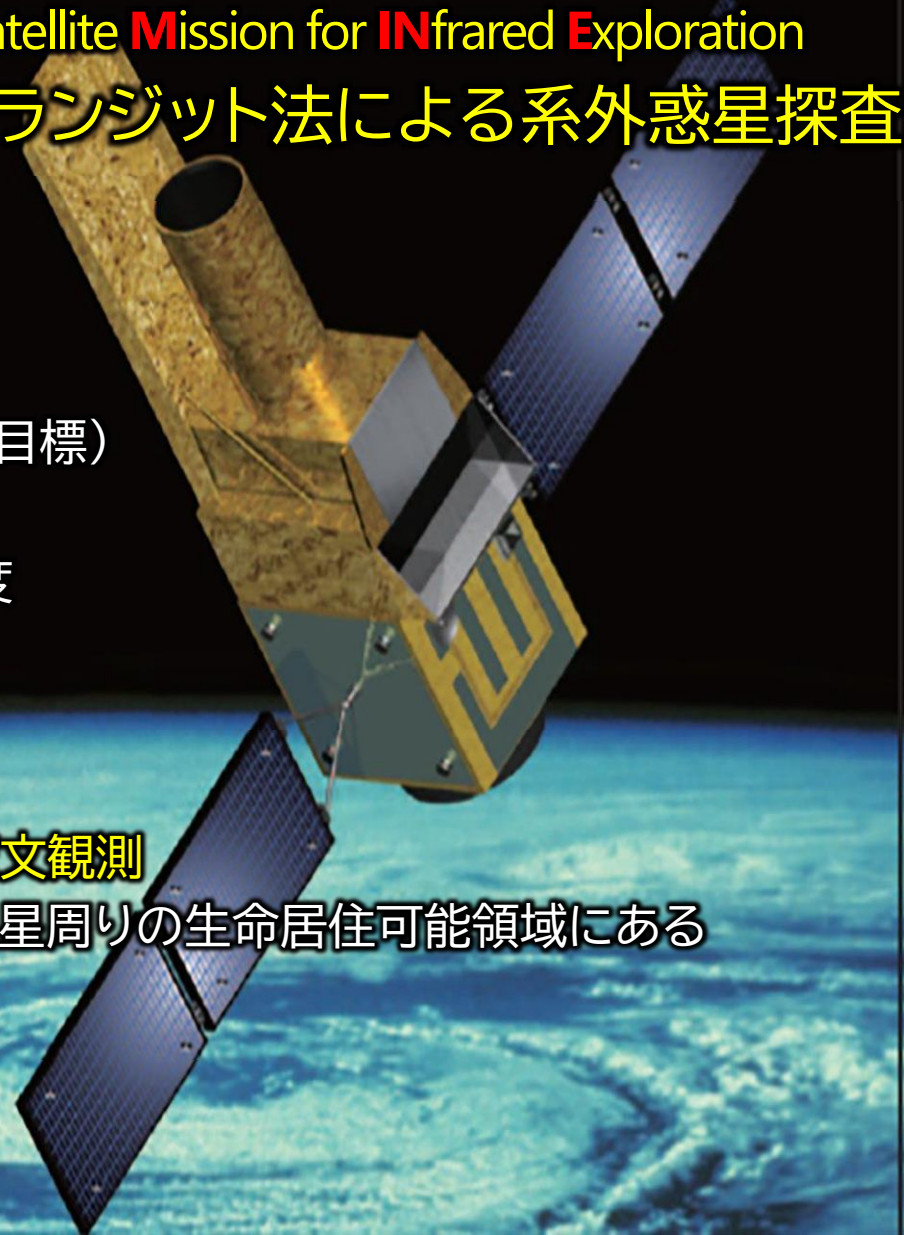
JASMINE: Japan Astrometry /photometry Satellite Mission for INfrared Exploration

高精度赤外線位置天文観測及びトランジット法による系外惑星探査

- 口径36cm程度 超高安定望遠鏡
- 国産赤外線検出器(InGaAs)
 - 観測波長: 1.0-1.6 μ m、2k \times 2k画素 \times 4
- イプシロンSロケットによる打ち上げ(2028年目標)
(JAXA宇宙研の公募型小型計画3号機)
- 衛星重量600kg (打上げ重量・燃料込み) 程度
- 太陽同期軌道・高度550km以上、3年間観測

JASMINEのアウトプット

- 春と秋期→銀河系中心核領域方向の位置天文観測
- 夏と冬期→トランジット観測による中期M型星周りの生命居住可能領域にある地球型惑星の探査



1.JASMINEの ミッションコンセプト(続)

★JASMINEのアウトプットデータ

*銀河系中心核領域方向の天球面上の星の位置変動の時系列データ
 →星の年周視差、固有運動等のカタログ作成。世界の研究者へ公開。
 さらに、系外惑星探査対象天体の時系列測光のデータカタログの公開。

春と秋期:

銀河系中心核領域方向のサーベイ

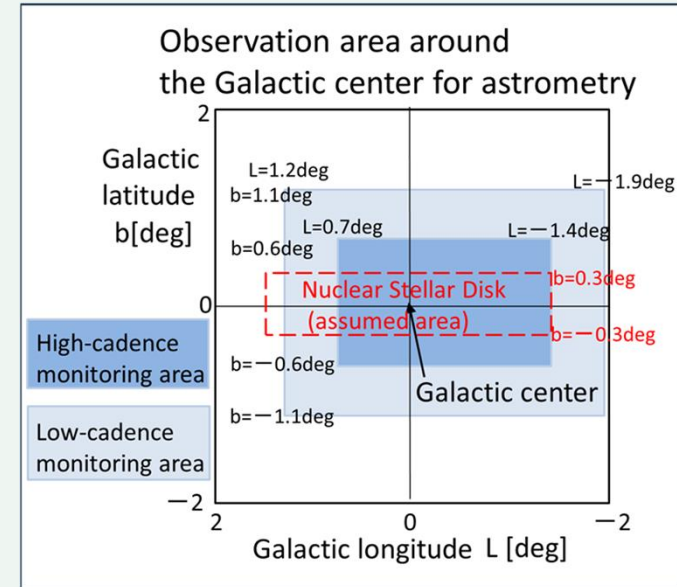
10秒間程度(TBD)撮像し、
 ~10.0等級<Hw(1.0~1.6 μ m)<~14.5等級の
 約12万個以上の星を切り出して、地上にダウン
 ロード *Hw~0.9J+0.1H-0.06(J-H)²

20回程度(TBD)に1回の割合で1視野の全画面
 もダウンロード

年周視差精度:25マイクロ秒角~125マイクロ秒角 (25 μ 秒角=>銀河中心での距離の誤差が20%に相当)

固有運動精度:25マイクロ秒角/年~125マイクロ秒角/年 (銀河中心での接線速度の誤差が1km/s~5km/s)

Cf. Low-cadence monitoring area → 35 μ as (μ as/y)~180 μ as (μ as/y)

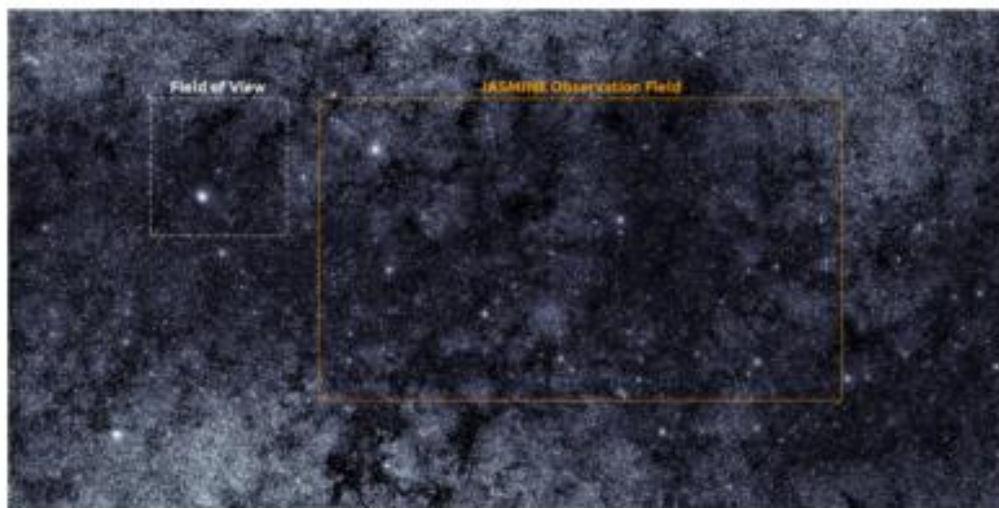


夏と冬期:

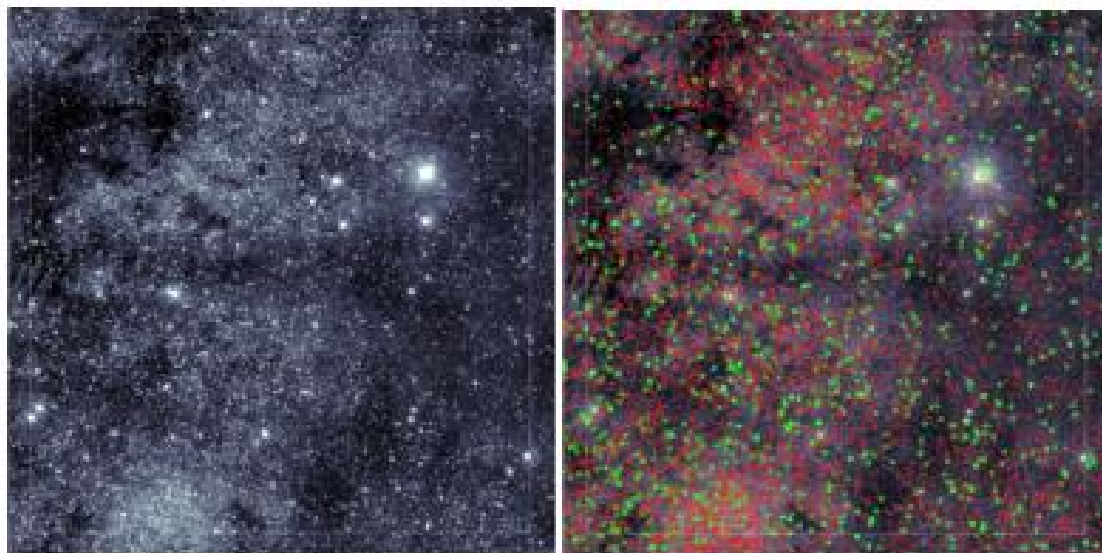
系外惑星探査を目的としたターゲット天体の時系列測光観測

17個以上の対象天体に対して、減光が0.3%以下の現象を検出できる時系列測光データ(1つの対象に対して観測期間が2-5週間以上)

JASMINEが観測する領域の様子

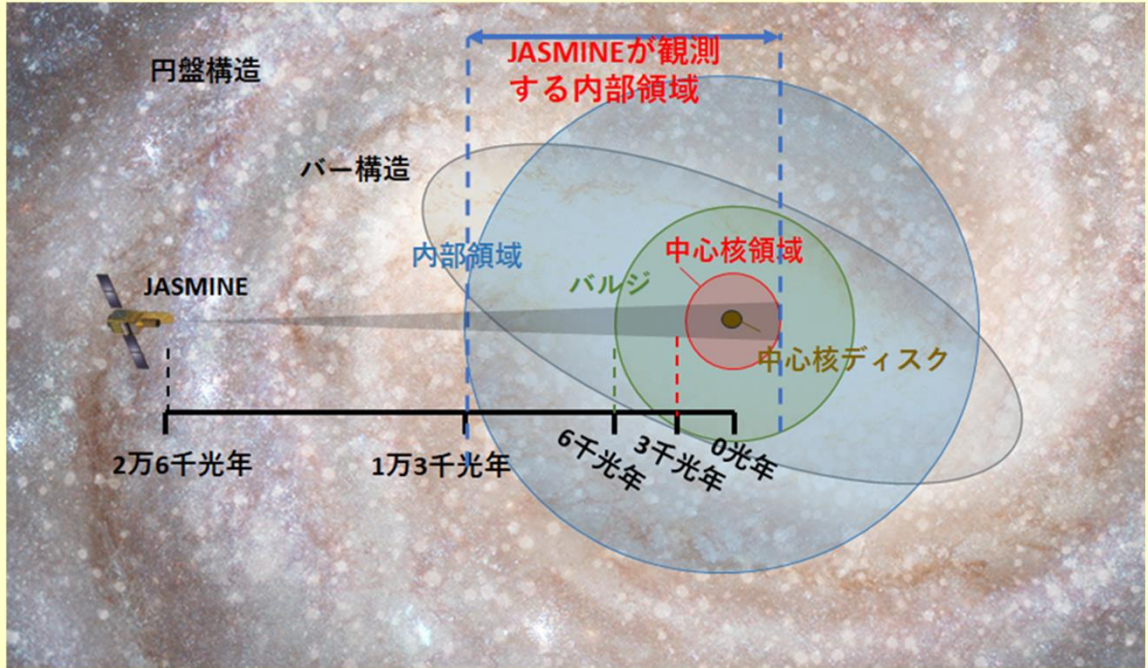


銀河系中心方向の画像(2MASS J-band)。JASMINEの位置天文観測領域をオレンジ色の長方形で示した。白い破線はJASMINEの瞬時視野の大きさを表している。



観測領域の中心を拡大した画像(左)。画像サイズは $0.6^\circ \times 0.6^\circ$ でJASMINEの瞬時視野サイズよりも一回り大きい。2MASSJ-bandでカタログ化されている12.5magよりも明るい天体を緑色の丸で、12.5–14.5magの範囲にある天体を赤い十字でマークした。

科学目標1：銀河系中心核構造の探究



★内部領域: 銀河系中心から銀河面にそって（視線方向で）半径～4kpc までの領域

→ Gaiaで高精度測定されている（年周視差の精度が $40 \mu as$ 以下の）星は15個程度。
 (JASMINEは1万個程度以上の見込み)

- 1 中心核領域：中心からの半径 $< \sim 0.5-1kpc$
 - 中心核ディスク (NSD)
 - 中心核楕円構造 (古典的バルジ?)
 - 中心核星団

2 銀河面に沿ってのバルジ + long bar + 内部ディスク

中心からの半径： $\sim 0.5-1kpc < r < \sim 4kpc$

内部領域は、まだ詳細は知られていないが、天文学・宇宙物理学にとって重要な多くの情報が隠されている

銀河系中心核構造探究 & 銀河中心考古学

(1) 銀河系中心核ディスク(NSD)の解明

- ▶ 軌道構造
- ▶ 形成時期
 - **バー構造の形成時期**
- ▶ 内部バー構造の存在？
 - **中心巨大ブラックホールの成長**
- ▶ NSD内での場所毎の星形成史

(2) 中心核楕円構造の解明

- ▶ 古典的バルジ？
 - **銀河系初期進化**
- ▶ 複数の巨大BHが落下してきたことによる力学的影響？

(1)(2)は銀河系の3大イベントの解明へ進展

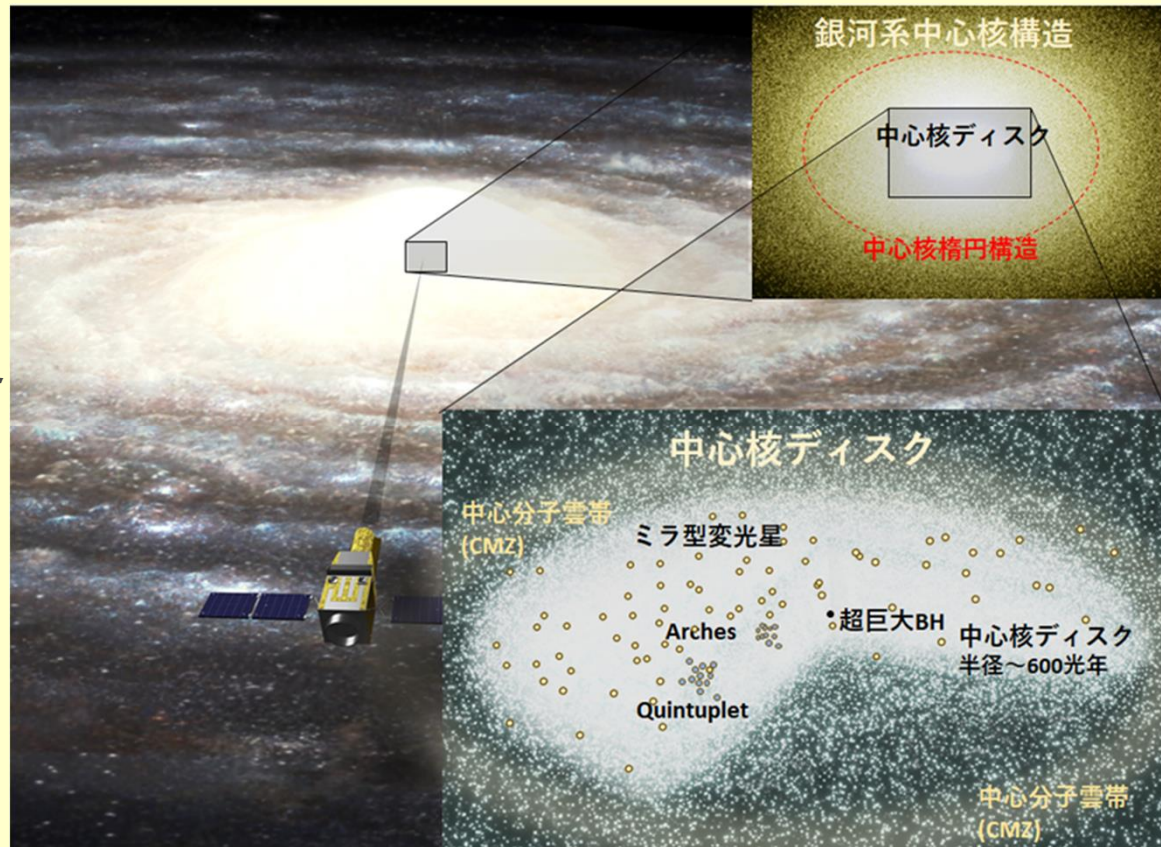
- その他：
- ・ 内部領域内におけるバルジ、バー、(内部)円盤といった各種構造の探究
 - ・ 中心核領域および内部領域内における宇宙解明の鍵を握る天体の探査

天文学・宇宙物理学の
多岐に亘る分野に関わる

- ▶ ダークマター探究
- ▶ 星団の探査

ブラックホール探査
磁場構造探究

X線連星系探究



>100億年前

時期???

現在

天の川銀河の種が誕生

インフレーション
ビッグバン



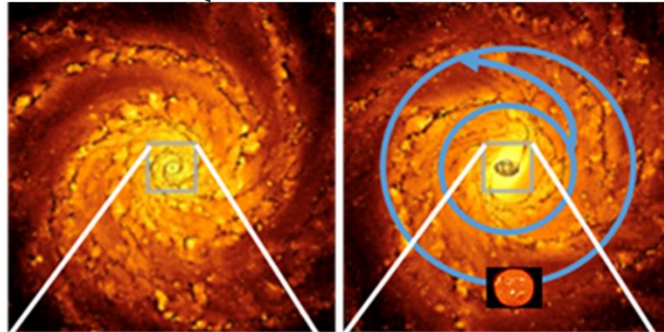
原始銀河の
階層的合体成長

約30億年



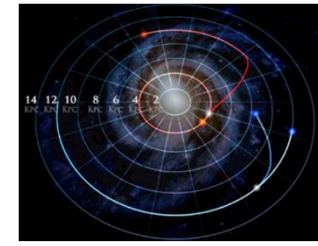
バー構造の出現

出現前 ← 約10億年 → 出現後

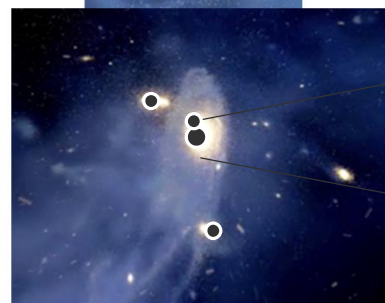


天の川銀河全体への影響

太陽は内部で誕生(!?) 惑星形成に影響!
内部から外側に大きく移動を開始 (!?)
 気候変動?
 生命進化?
 人類誕生?



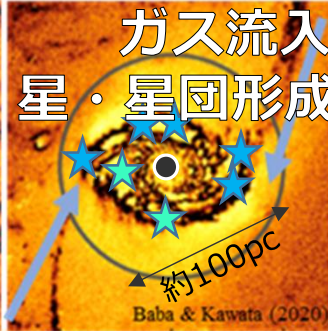
古典的バルジ



銀河中心考古学イベント①

巨大BH

銀河中心考古学イベント②



内部バー
(回転)

銀河中心考古学イベント③



中心核領域の星の位置・速度の観測から探る銀河系の3大イベント

中心核楕円構造の探究
中心部での最初の星形成
 → 現在も中心部に残存! ?
 巨大BHが中心部に落ち込んできた痕跡?

中心核ディスク形成時期
 → **バー構造の形成時期**

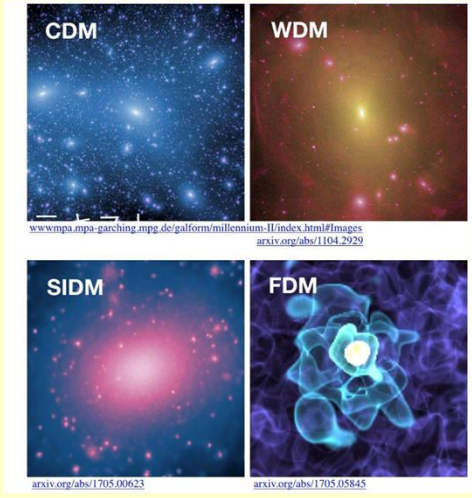
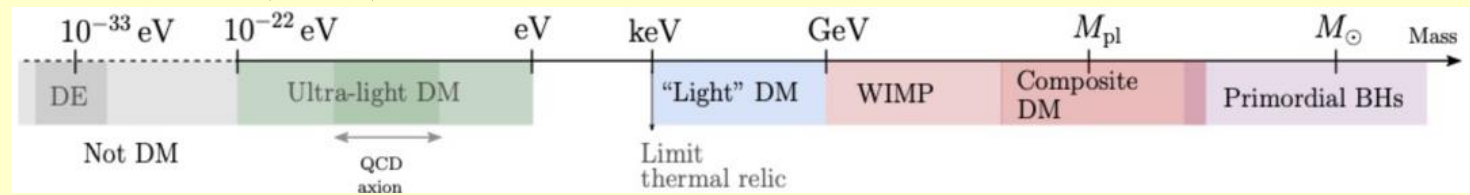
内部バー形成
 → 中心の超巨大BHへのガス供給
 → **超巨大BHの成長 (質量増加)**

2020年ノーベル物理学賞:
 天の川中心における超巨大BHの存在!

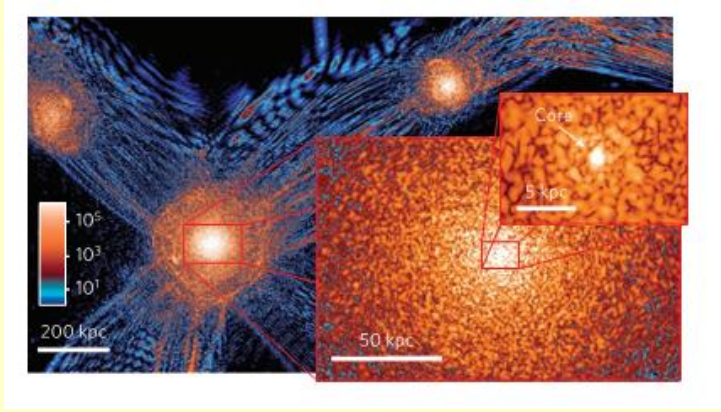
2. 銀河系内部領域に隠れている宇宙解明の鍵を握る“天体”

様々な天体、物質の探査

(1) ダークマター(DM)



安藤真一郎氏
 (<https://member.ipmu.jp/DarkMatter/plan-c02.html>)



Schive, et al. Nature Physics 2014

* WIMP: 銀河系中心DM

チェレンコフ望遠鏡「MAGIC」や「CTA」によるガンマ線観測 + DMの密度分布 ←

- ➡ WIMPの対消滅断面積の上限に強い制限
- ➡ 素粒子の超対称性理論へ強い影響

* 超軽量DM：中心核ディスクでの星の運動情報

* Primordial Black Holeの質量と存在量への制限 ← 重力マイクロレンズ効果

銀河面に垂直方向の恒星の速度分布による銀河面の重力場の構築

(2) ブラックホール (BH)探査

* ブラックホールー恒星の連星系 ← 連星軌道の解析

* 孤立ブラックホール ← 位置天文学的重力マイクロレンズ効果の解析

恒星質量のBH? 中間質量BH?

銀河系中心領域の
大質量星形成や
中心巨大BH(SrgA*)
形成の解明へ

(3) X線連星系

・ 連星進化・コンパクト天体形成に至る過程の理解

・ 中心領域での拡散X線放射とX線点源との関連

(4) 隠れた星団の探究

中心核領域での隠れた星団の検出による星団形成史解明、中間質量BHの発見

(5) 中心領域での銀震学

銀河面振動の起源、バー構造の進化、ディスク面の重力場、ダークマター分布

(6) 銀河系中心電波源の位置天文学的探究との連携

(7) 星形成領域の探究

(8) 星間吸収物質と磁場構造の3次元分布

(9) 恒星表面活動の探求

黒点やフレアなどの表面活動現象の時間的変化、星震学

(10) 系外惑星の探査: 位置天文学的惑星探査

★位置天文サイエンスコアチームの発足

メンバー: 西山(チーム長:宮城教育大)、河田(UCL)、松永(東大)、
川中(都立大)、郡、矢野、郷田(NAOJ)
オブザーバー: 河原(他にも必要に応じて招聘)

○サイエンス検討と強化・拡大

○他の観測プロジェクトとの連携強化(＊)

○Science data validation方法の検討と準備

＊サイエンスケースの妥当性の事前確認<==模擬カタログ

＊実際のデータ解析後、要求通りのデータ性能があることの
検証方法の準備検討

○若手の育成とコミュニティの拡大

(＊) Photometry+Astrometry: PRIME, Ultimate-Subaru, ROMAN, GREX+...

Spectroscopy: Subaru-PFS, MOONS, Milky Way Mapper, ...

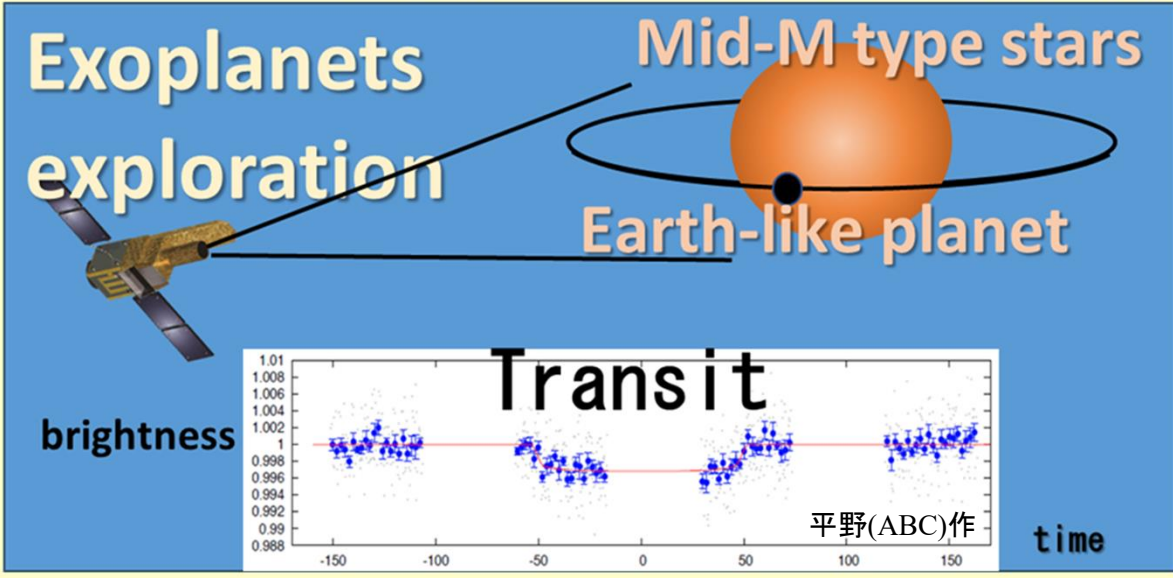
Observation at other wavelengths: JEDI,...

Remark: JASMINEのターゲット星は、Subaru-PFSで視線速度(+金属量)測定可能
(西山)



銀河系内部領域の比較的広い範囲で星の6次元位相情報が揃う点でユニーク!

科学目標2:トランジット観測による中期M型星周りの生命居住可能領域 (ハビタブルゾーン)にある地球型惑星の探究



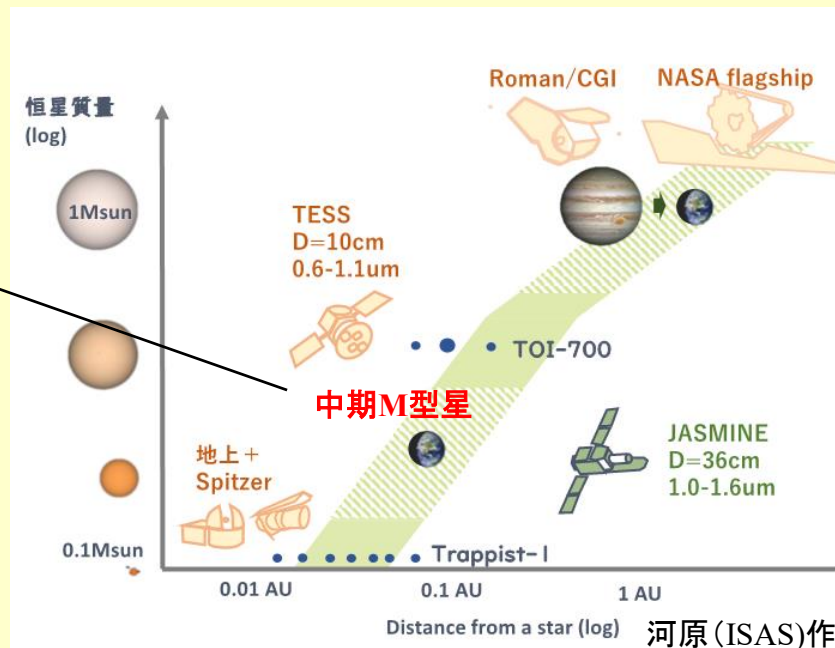
JASMINEの位置天文観測に要する性能があれば、生命探査に適した惑星発見の可能性あり！

JASMINEでのみ狙えるターゲットであり、他の衛星プロジェクトに対し有利

中期M型星:
3000K, 0.2 R_sol, 0.2 M_sol

*近赤外線観測が、光子数的にも恒星の活動に起因するノイズを抑えるのにも有利

*地球型惑星のトランジットの深さ = 0.2-0.3%



3. ミッション概要と進捗状況

★ ミッション部の概念検討と進捗

○ 収差の少ない望遠鏡光学系

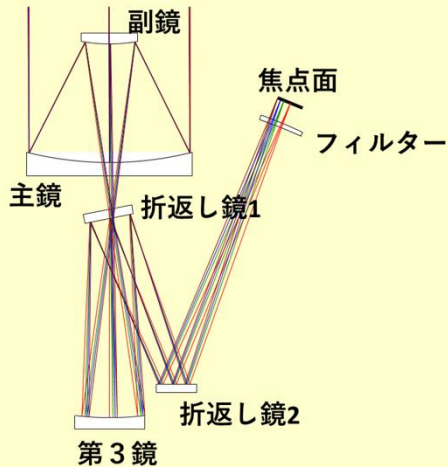
“コルシュ光学系(3枚鏡)”

望遠鏡主鏡口径： 360 mm

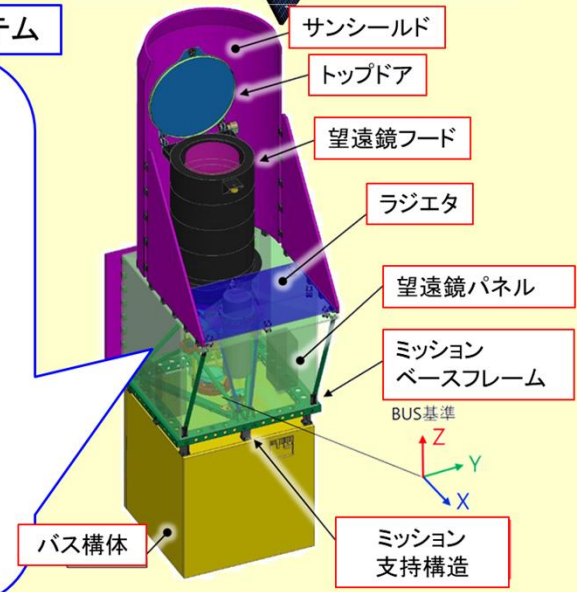
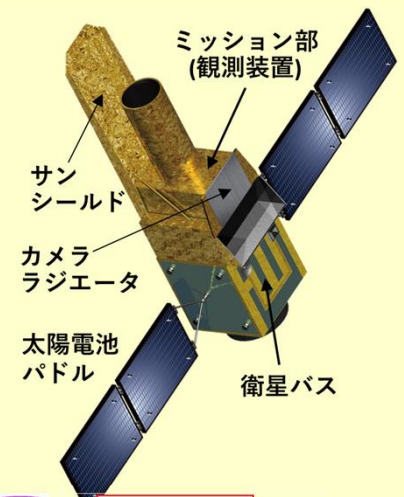
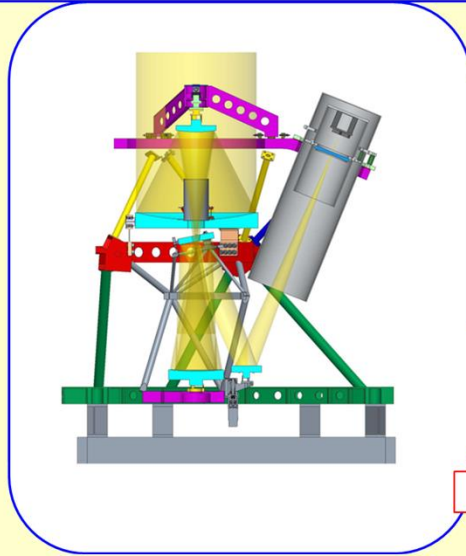
焦点距離： 4370 mm

フィルター波長域： 1.0~1.6 μm

焦点面視野： 0.51° × 0.51°



望遠鏡魔パネル内の望遠鏡システム



(MELCO提供)

○ 進捗状況：

- * メーカーとの望遠鏡構造案の検討。
- * ミッション部単体での構造解析・熱解析。ヒートパイプレスで冷却可能を確認。
- * 組立調整方法・試験計画案の検討
- * 質量集計：ノミナルで550kg程度

★赤外線カメラ開発の概要と進捗

撮像

- 検出器: InGaAs (2k×2k) ×4個
- 観測波長: 1.0~1.6μm
- 視野: ~0.5度×0.5度
- 画素: ~0.5秒角
- 露光時間: ~10秒
- 読出時間: ~1秒

冷却

- 検出器動作温度: ~175K
- 方式: 放熱板+ペルチェ(TEC)

軌道上でのフラット校正

- LED+Single-mode fiber

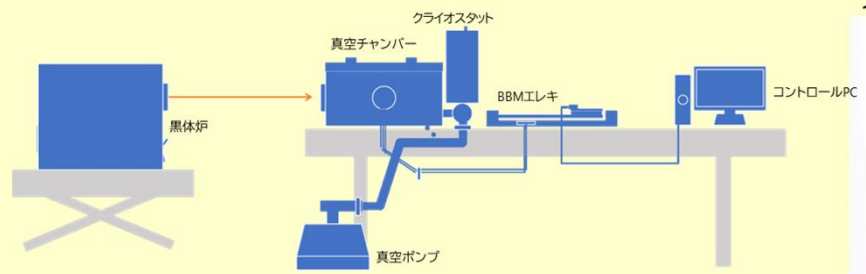
○進捗状況:

* 赤外線センサの宇宙用化に必要な要素技術(基板除去・ARコート)の実証に成功。
 128×128素子の試作(FY2021)、2k×2k素子の試作(FY2022)によって、想定通りの成果を得た。

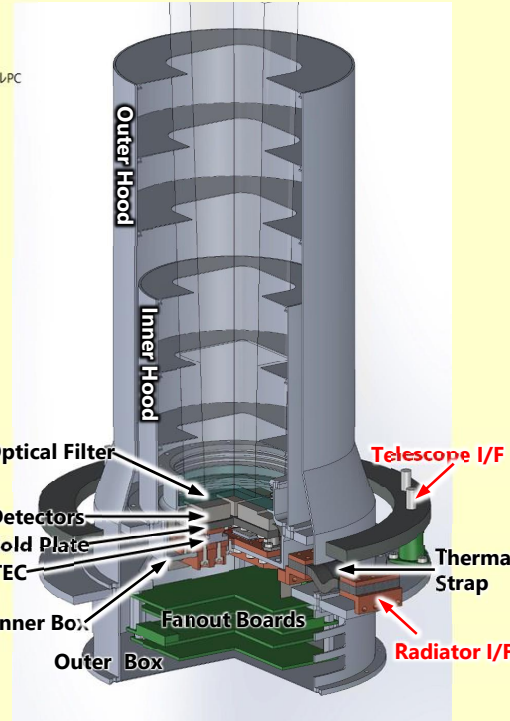


技術のフロントローディング@ISAS/JAXA

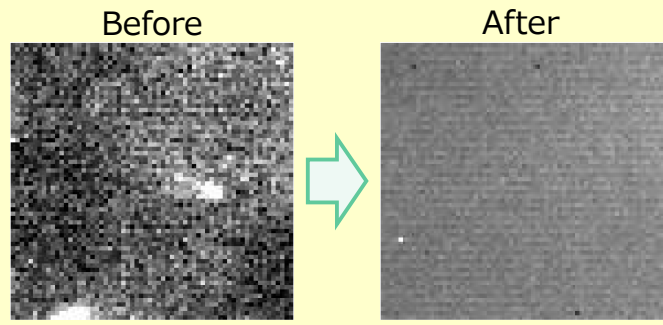
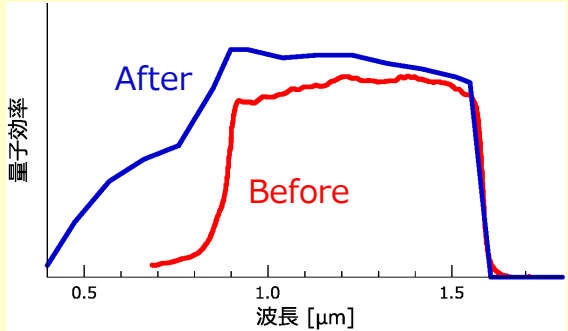
赤外線センサを搭載する検出器サブシステム全体の概念図



冷却性能評価試験システム概念図



試作した大フォーマットセンサ
 受光部: 19.52×19.52mm



InP基板除去によって宇宙線による広がったノイズが低減 (国立天文台提供)

基板除去・ARコート前(赤線)と後(青線)におけるセンサ感度(量子効率)の比較

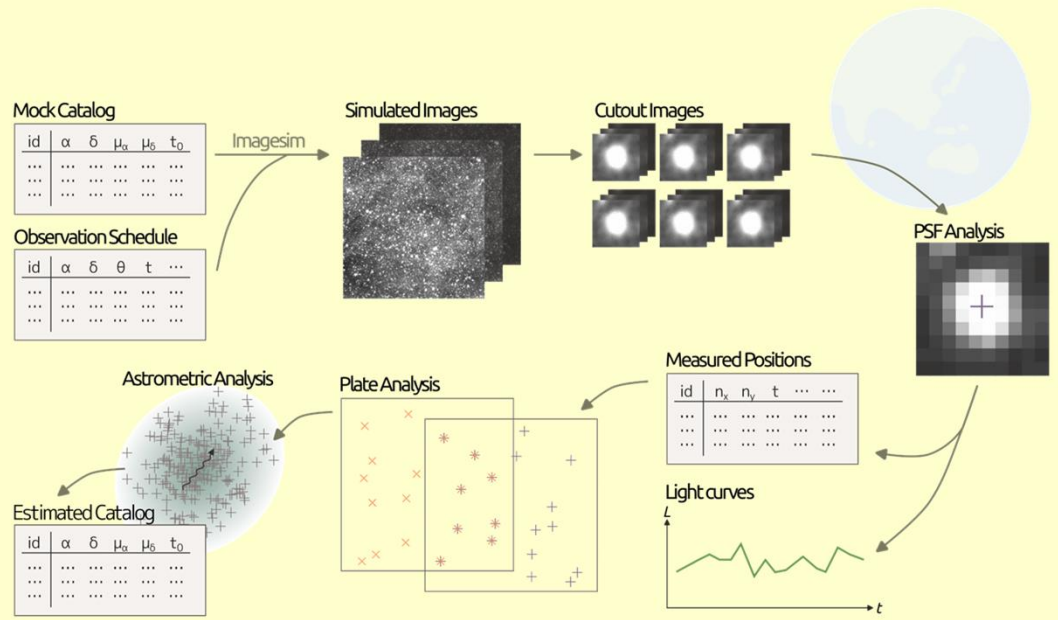
国立天文台先端技術センターの多大な協力

★ データ解析・End-to-End simulation(E2E)の概要と進捗

■ JASMINEのデータ解析 * 最高目標精度：25 μ as \rightarrow 東京から見て、100km先にある、富士山頂に立っている人の髪の毛1本の太さの約5分の1を見込む角度

■ JASMINEシミュレーションにおけるデータ解析の流れ

- 実際のデータ解析と同じ流れを実装して解析手法を検証している。
- さまざまなパラメータ（衛星システム仕様、ノイズ）でのデータ解析をシミュレーションすることで、衛星の概念検討（望遠鏡構造や光学設計の最適化、衛星の姿勢安定度要求など）へのフィードバックを行っている。



○進捗

*実際の恒星カタログを用いた評価、試作中の赤外線センサーの実データや、衛星の実運用を考慮した誤差量を反映して達成精度の検証を実施中。

*Gaiaメンバー（ハイデルベルグ大学&ドレスデン大学）との国際協力が進行中

*定期的会合とともに、ハイデルベルグ大学のJASMINE担当メンバーと日本チームのメンバーが相互にお互いの機関を訪問し、集中検討。

\rightarrow Gaiaのデータ解析コード(AGIS)の手法を採用するオプションの検討を開始

★ パイロットカタログ & モックカタログ

観測される星のほとんどは、近赤外線によるより深い測光観測によってすでに観測されている。

したがって、JASMINEの観測の対象範囲内の既知の情報源を、すべて完全かつ包括的に集めることが重要

- ・ 観測を模擬したデータ解析シミュレーション(end to end シミュレーション)
- ・ science data validationの検討

1. パイロットカタログ

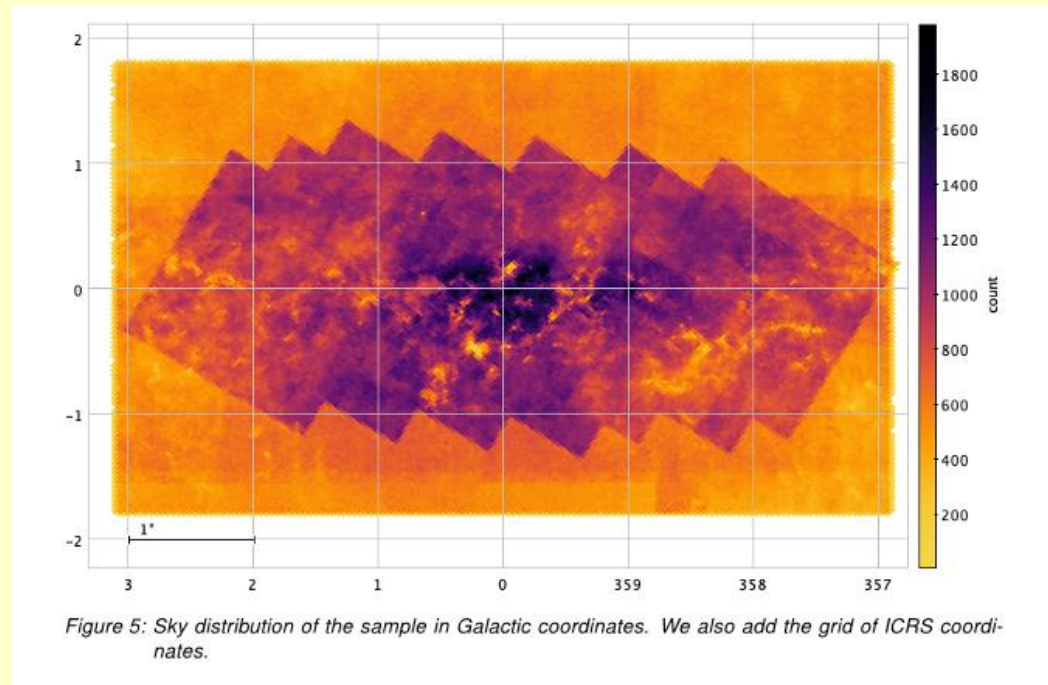
- ・ 星の位置と明るさの情報
- ・ 既知の赤外線カタログを組み合わせた包括的なカタログ
 - 2MASS(Skrutskie et al., 2006)
 - VVV(Minniti et al., 2010)
 - SIRIUS(Nishiyama et al., 2006)の3つの異なるカタログで構成
- ・ JASMINEの観測領域を含む以下の領域内のソースのみを選択する
 - $-3.1^\circ < l < 3.1^\circ$, $-1.8^\circ < b < 1.8^\circ$

完成済み

2. モックカタログ

- ・ パイロットカタログに銀河の力学モデルなどに基づいた運動情報を付加したカタログ

開発中



★利用・運用コンセプトの概要と進捗

* 軌道

- ・ 太陽同期極軌道、高度>550 km
- ・ 科学運用(ノミナル)～3年
- ・ Epsilon-Sロケットによる軌道投入

* 運用シーケンス

- ・ 春/秋: 銀河系中心核領域の位置天文観測
- ・ 夏/冬: 中期M型星のトランジット観測

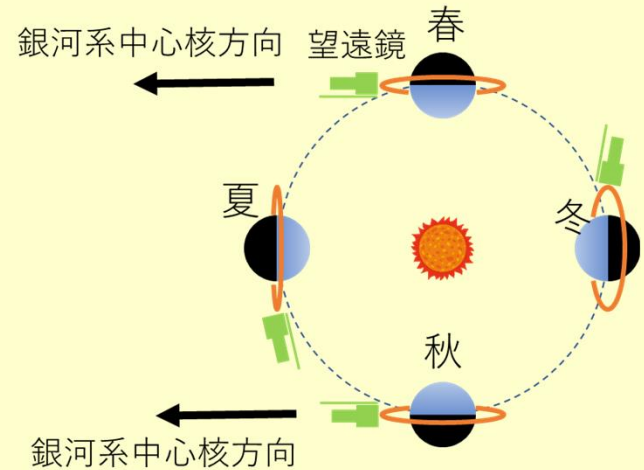


* 観測実現のための地上系の検討

- ・ 宇宙科学研究所の科学衛星運用・データ利用ユニット(C-SODA)の協力で進めている。
- ・ 地上局はJAXA以外に海外機関や民間企業の地上局利用を検討中。

* 観測データのカタログ作成と公開準備

- ・ 国立天文台天文データセンター(ADC)の協力を得て、ADCにより観測データカタログの公開を予定している。ADCとは検討を開始し、定期的な会合を開催している。
- ・ 研究者コミュニティからの要望にできる限り沿うように、データの透明性、信頼性を高め、またタイムリーに有効利用をしてもらえるように、データを性能レベルでいくつかの段階に分け、準備ができたレベルのデータから迅速に公開することを目指すこととしている。

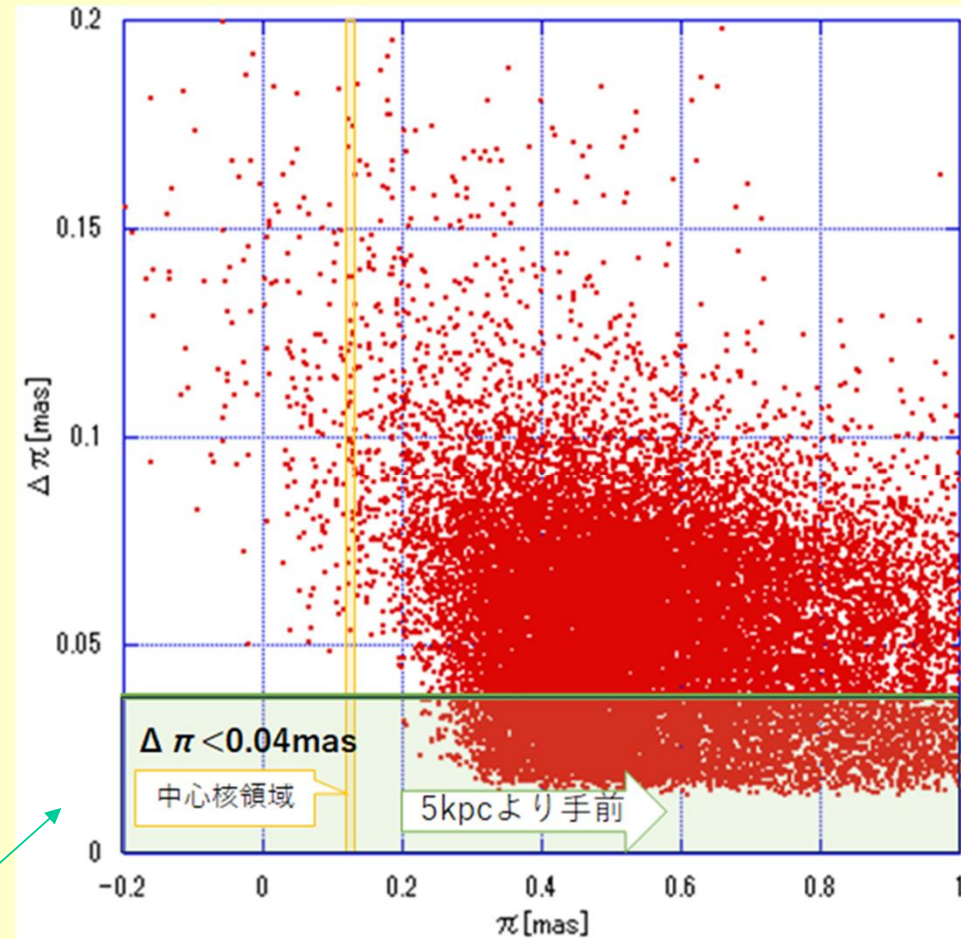


4. JASMINEの位置付けと優位性

Gaia (ESAの位置天文観測衛星) との比較

Gaiaでは、可視光に対する星間減光の影響で、銀河面付近の中心核領域 + バルジ構造の星はほとんど見えていない。

仮に見えている星があったとしても、星間減光により星はかなり暗くなっており、高精度で測定は出来ていない



GaiaのカタログであるDR3(J2016)をもとにし、(JASMINEの観測領域内で) Gaiaが測定した星の年周視差とその精度を赤点でプロットした。年周視差精度 $\Delta \pi$ が $40 \mu\text{as}$ (0.04 mas)以下となる領域は緑色の網掛けとしている。また、中心核領域・バルジ構造の距離(我々から6kpc以上先)に相当する年周視差は、約 0.17 mas 以下である。年周視差精度が $40 \mu\text{as}$ (0.04 mas)以下で、かつ年周視差が、 0.17 mas 以下の星は存在しないことが分かる。なお黄色の帯は、中心核領域の年周視差範囲を示す。

★銀河系中心領域に対する他の位置天文観測計画 (位置天文専用プロジェクトは無い) との比較

銀河系中心近赤外線位置天文観測計画の比較表

	望遠鏡 サイズ [m]	ピクセルス ケール [秒角]	角分解能 [秒角]	フィルタ	視野 [平方度]	観測領域 [平方度]	限界 等級 [等]	精度 (固有運動) [μ as/yr]	精度 (年周視差) [μ as]
JASMINE	0.36	0.53	1.06	Hw	0.30	2.5	12.5	40(25)-125	40(25)
VVV (VIRAC)	4.1	0.34	0.75	Ks	0.9	300	14	670	1100
GNS	8.2	0.106	0.2	H	0.016	0.25	21		
GNS+HST						0.16	16	500	
JWST	6.5	0.031	0.07	F210M	0.003	0.31	20	150	
Roman	2.4	0.105	0.15?	F146	0.281	0.28	23-24	15-25 (注1)	(注1)
ULTIMATE	8.2		~0.3	H/K	0.054	6.0	~18	300	
PRIME	1.8	0.5	1.4?	H	1.56	176			

注1: White paperでは、Sgr A*を含むoptimal(高頻度)な観測を行うと、固有運動を2.5~3.5 μ as/y で、年周視差を3 μ asの精度で測定できると主張している(Terry, et al. 2023)。しかし現段階ではまだ提案であり、optimalな観測が行われる保証はない。

また計算では統計誤差のみを議論し、系統誤差を考慮していない。Romanの当該観測計画ではHSTのようにアストロメトリに適した観測モードを想定していないため、このような精度の達成は難しいと考えられる。

JASMINEの優位性

* 現段階で、JASMINEは最も高い年周視差測定精度を誇る

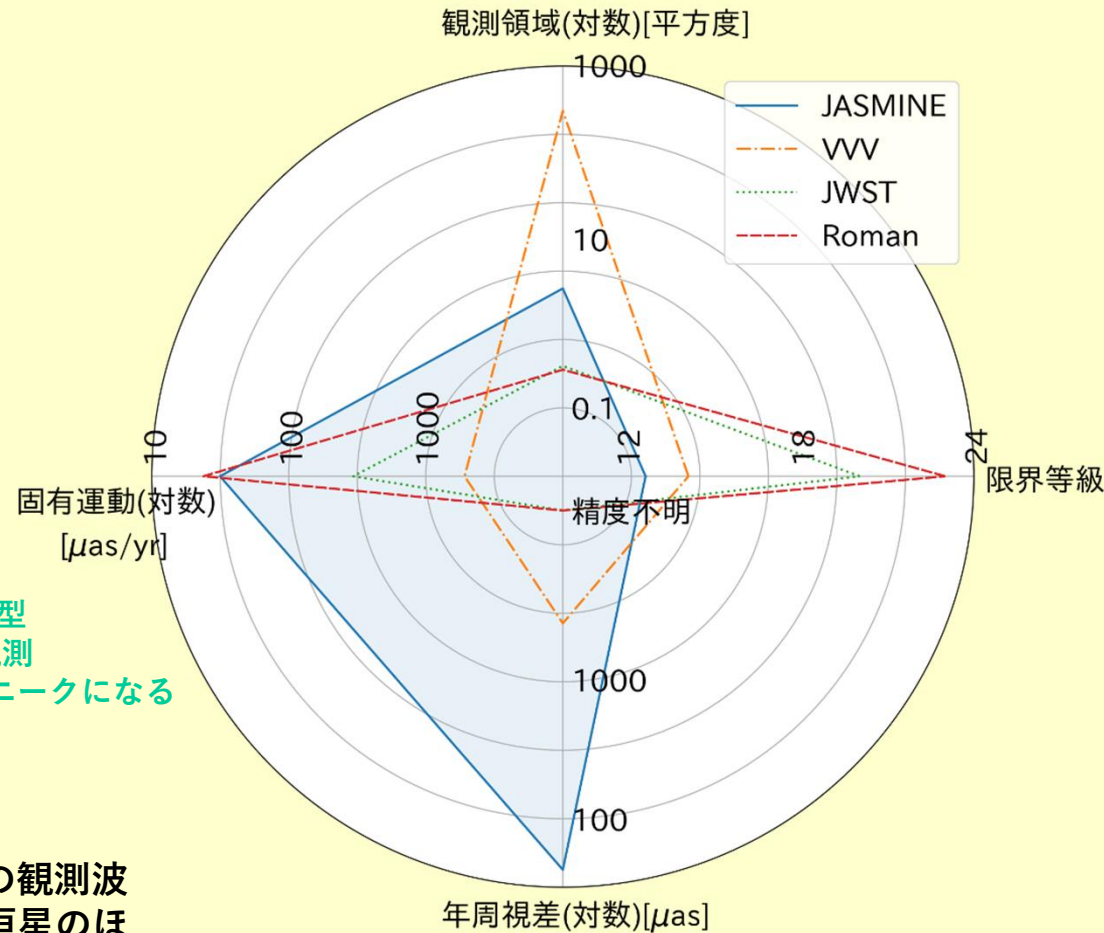
* JASMINEは、限界等級は浅いものの（注）、中心核の広い領域を非常に高い位置天文観測精度を実現できる計画、という特徴をもつ

（注）中心核ディスク探究の良いトレーサーとなるミラ型変光星など、他の天文観測では明るすぎて完全に観測できない星をJASMINEは観測できる点がむしろユニークになる

* 視線速度観測計画との連携

Subaru/PFS計画に関しては、JASMINEの観測波長と相性が良く、JASMINEで観測できる恒星のほぼ全ての視線速度を、十分に実現可能な比較的短期間で観測できる。

国内のみの観測連携でJASMINEの観測領域の観測等級範囲内のほとんどすべての星についての3次元速度情報を提供することができる。このような観測条件でデータの欠如による選択効果がほとんどない星の運動のほぼ一様なデータは、特に銀河系中心核領域では非常にユニークなデータとなりその科学的価値は非常に高い。



JASMINE(青実線)、VVV(オレンジ一点鎖線)、JWST(緑点線)、Roman(赤破線)による銀河系中心観測のレーダーチャート。上から時計回りに観測領域の広さ(対数表示)、限界等級、年周視差の精度(対数表示)、固有運動の精度(対数表示)である。青い網掛けがJASMINEを表す。

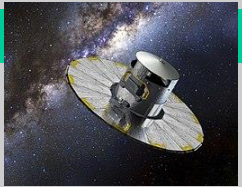
世界における位置づけ

JASMINE: 2028(?) ~ (3年間の運用)



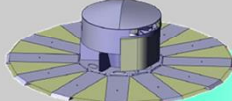
位置天文観測

- 銀河系サーベイデータが出揃う2030年代前半に、位置天文観測による銀河系中心領域の基礎データを提供する。
- 多波長での分光観測等を行う地上観測とは相補的な関係にあり、JASMINEのサイエンス価値は高く評価されている。JASMINEの成果はESAの将来計画であるGaiaNIRへと繋がる。
- Nancy Grace Roman宇宙望遠鏡でも、JASMINEと相補的になりうる観測内容が提案されている。



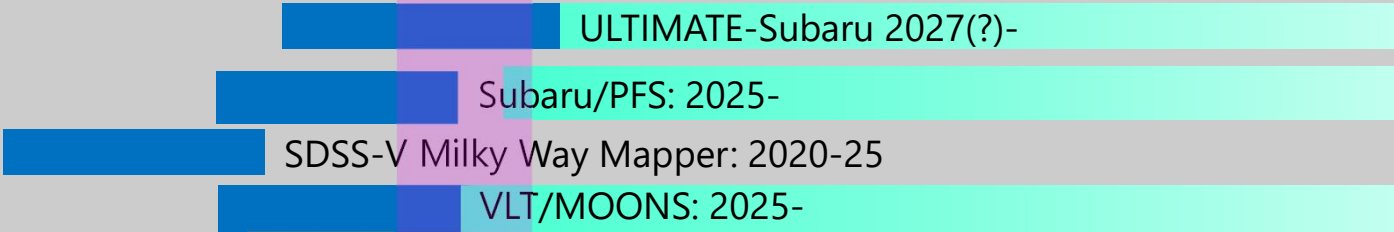
Gaia: 2013-25(?)

Gaia Final Full Data Release: 2030(?)



GaiaNIR: 2050(?) -

地上観測とのシナジー
(可視光・赤外線)

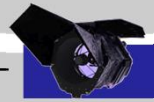


系外惑星探査

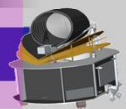


JWST: 2021-

Roman: 2027-



Ariel: 2029-



- JASMINEで発見した地球型惑星に対して大型宇宙望遠鏡 (JWST、Ariel) による大気観測を実施予定
⇒ JWSTが稼働中にJASMINEでの観測を行うことが望ましい。

- 可視光のGaiaでは見通せない銀河系中心領域をJASMINEは近赤外線で見つけ、Gaiaの最終データリリース(2030年頃)からあまり遅れることなくデータを提供することにより、多数の研究者が関心を持つ銀河系の形成進化研究をタイムリー、かつ飛躍的に発展させることができる。また、Roman宇宙望遠鏡との相補的な観測戦略上、同時期の観測が可能ないようにRoman宇宙望遠鏡の運用開始からあまり遅れないことが望ましい。
- 系外惑星探査では、大型宇宙望遠鏡による追観測実現のためにJWSTやArielなど2020年代後半における複数の観測衛星との連携が必要であり、JASMINEを2030年までに打上げる緊急性がある。観測対象となる系外惑星の大きさや中心星からの距離において、Roman宇宙望遠鏡とJASMINEは相補的な関係にある。

5. 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)、
河原創、臼井文彦、磯部直樹、近藤依央菜、鹿
野良平(クロアポ)、太刀川純孝、峯杉賢治、
助教、プロジェクト研究員(2024.4.1着任)

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、和田武彦、辻本拓司、矢野太平、上田暁俊、辰巳大輔、三好真、大澤亮、鹿島伸悟、
宇都宮真、間瀬一郎、宮川浩平、Ramos, Pau、片坐宏一(クロアポ)

E2Eシミュレーショングループ(データ解析WG)

大澤亮(代表)、河田大介(UCL)、山田良透(京都大学)
上塚貴史、福井暁彦(東京大学)、平野照幸、大宮正士
(ABC)、逢澤正嵩(SJTU)、鈴木大介(阪大)、泉浦秀行、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)
+ISAS/JASMINEメンバー + NAOJ/JASMINEメンバー

国立天文台 先端技術センター

技術主幹: 鶴澤佳徳
センター長・技師長: 平林誠之、
満田和久(スペースラボ)、尾崎正伸(エレキ)
末松芳法 & 都築俊宏 & 小原直樹(光学)、大淵喜之 &
浦口史寛 &
清水莉沙 & 池之上文吾(熱構造)

国立天文台天文データセンター

小杉城治(センター長)、
高田唯史、古澤久徳、白崎裕治

位置天文サイエンスコアチーム

西山正吾(チーム長: 宮城教育大)、松永典之(東大)、川中宣太(都立大)、河田大介
(UCL)、郡 和範、矢野太平、郷田直輝(NAOJ)

系外惑星探査チーム(トランジット観測による地球型惑星探査等)

河原 創(チーム長: ISAS)、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、平野 照幸(ABC/NAOJ)、山田亨(ISAS)、他

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)

3人の専門員雇用(2022.4~)

ARI Heidelberg University

Michael Biermman, Wolfgang Löffler

データ解析

国際協力

University of Barcelona

C.Jordi, JM.Carrasco, X.Luri

地上局

ESA



6.コミュニティとの連携

■ White Paper

- これまでの科学的検討の内容をまとめた**White Paper**がPASJに**アクセプト**された(2024/2)

→ <https://arxiv.org/abs/2307.05666>

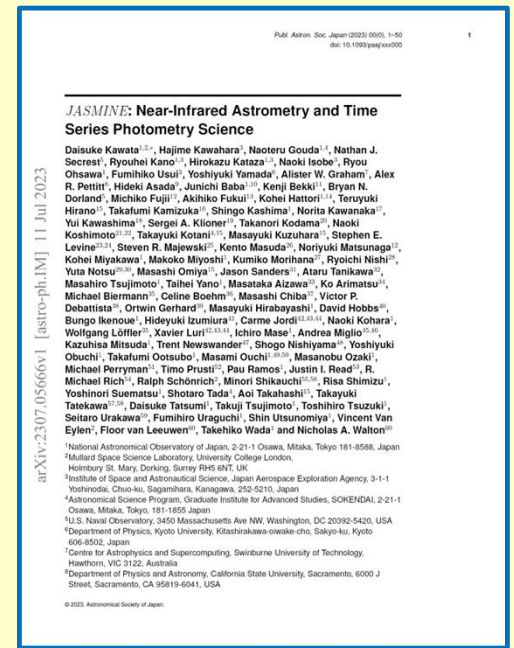
- 著者数：88名（うち、27名が海外研究者）

■ JASMINE Consortium Meeting

- 2023年度は国立天文台三鷹キャンパスにて開催した(2023/8.1~8.2)。
- ハイブリッド開催(現地40名、リモート50名)
- 口頭20件・ポスター1件の講演
- ISASニュース2023年9月号に開催報告掲載(大澤)

■ 国立天文台「JASMINE共同科学研究事業」の開始

国内の大学に在籍する研究者にJASMINEの位置天文観測データを用いた銀河系中心領域に関わる科学研究に向けた準備研究を推進してもらうことが目的



White Paper (Kawata+)



JASMINE Consortium Meeting 2023 現地参加者の集合写真(2023/8/1)

7. 開発段階

○現在は、概念検討中（ミッション定義段階）

○ミッション定義審査（MDR）@JAXA

がまもなく開始

* 事前説明会：3月28日

* 本審査会：6月4日

今後もご支援をよろしく御願いたします

Jasmine

