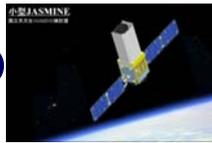




# 小型JASMINE(赤外線位置天文観測衛星)計画の全体的概要



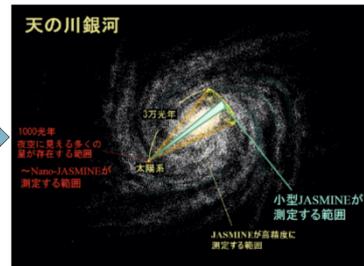
郷田直輝、小林行泰、辻本拓司、矢野太平、丹羽佳人、山口正輝、宇都宮 真、鹿島伸悟、亀谷 収(国立天文台)、山田良透(京大)、原 拓自(東大/国立天文台)、梅村雅之(筑波大)、西 亮一(新潟大)、浅田秀樹(弘前大)、長島雅裕(長崎大)、石村康生、坂井真一郎、小川博之、小松敬二 (ISAS/JAXA)、對木淳夫、歌島昌由、野田篤司(SE推進室/JAXA)、安田進、佐藤洋一(研究開発本部/JAXA)、ほかJASMINEワーキンググループ一同

## 小型JASMINEのミッション概要

可視光では見通す事の出来ない銀河系中心方向近くの数平方度の領域の星々、および興味ある特定天体方向(CygX-1やガンマ線連星系などの高密度連星系、低質量系の系外惑星探査、星形成領域など)に対して、高精度な星の3次元的位置や運動情報を活かした科学的成果を出すことを目的とする。そのために、波長1.1~1.7ミクロンの近赤外線(Hwバンド)を用いて、例えば銀河系中心付近のバルジ領域(3° x 3°)に対しては、10~70マイクロ秒角の位置天文情報精度をもった位置天文カタログを出す事を目的とする。

年周視差の誤差は10%程度以内が必要！  
それ以上だとバイアス効果が入り距離評価が困難

バルジの遠方(10kpcの距離) → 年周視差: 100μ秒角  
その10%程度以内の精度 → 精度は10μ秒角クラス必要

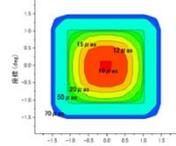


### ○小型JASMINEの仕様

- 主鏡口径: 30cm, 焦点距離: 3.9m
- 視野面積: 0.6度 x 0.6度
- アストロメトリ用検出器: HgCdTe(4k x 4k)1個
- アストロメトリ用観測波長: Hw-band(1.1~1.7ミクロン)
- 衛星重量: ~334kg
- サーベイ領域: 銀河系中心付近の3度 x 3度の領域方向(約10万個の星数) + 特定天体方向(候補天体例: Cyg X-1, γ線連星, 系外惑星, 星形成領域等)

### 観測精度:

- (i) 銀河系中心付近: 位置、年周視差 10~70μas  
固有運動 10~70μas/yr(Hwバンドで11.5等級より明るい星に対して達成)
  - (ii) 特定天体方向: 対象天体のサイエンスに応じて10μas以上の精度
- 観測期間: 1年以上(~3年間程度(目標))



## 小型JASMINEで期待できる科学的成果: 多岐に渡る分野と関連!! (P2-55参照)

### ★小型JASMINEで期待される科学的成果例

- バルジの正体の解明: 銀河系のバルジのタイプは? その構造形成は?
  - バルジの二次元分布と運動情報 → バルジの力学構造(X-shape?) → バルジの重力ポテンシャル
  - classical bulge vs pseudo bulge → 形成原因の違い → 銀河形成論, 進化論にも影響
  - バルジ星の色等級図(化学組成) → 星形成史
- 銀河系中心付近の物理
  - 巨大ブラックホール形成の痕跡 → 中心付近の星の速度分布に影響
  - 星の運動 → 星団の起源, 中心付近の重力場情報
  - 内部バーの存在 → 中心付近での星形成への影響
  - Sgr A'の赤外線モニター → QPOの存在 → 巨大BHのスピンの情報
- コンパクト天体
  - X線連星の軌道要素決定 → 研究史上の「事件」 → 降着円盤やジェットの基礎的な物理に迫る。
  - 有力候補天体: Cyg X-1(71°, b=3°), 周期: 6日(Gaiaでは測定困難)
  - 伴星: mv ~ 9mag(小型JASMINEで検出可能, 位置変化は、40~50μ秒角 → 小型JASMINEで測定可能)
  - バルジ内の共生X線連星やX線点源の解明 → 高密度星の正体判別
  - ガンマ線連星系の軌道要素解析によるガンマ線天体の解明 → 絶対距離への強い制限
- 系外惑星探査(アストロメトリ法による惑星の検出(既知の)惑星の軌道要素決定)
  - 探査では、特に、主星が低質量星(Ms<0.1Msun, V-H<7mag)の場合は、Gaiaより有利。
  - 褐色球星周りの惑星が発見されれば(コンパクト大(小型)のみ可能性あり)。
- 重力レンズ: ワームホール探査?
  - スーパーアノマリーも検出可能か? 1?
- 恒星, 星形成
  - \* カリオン星形成領域の3次元分布, 星間減光物質の3次元分布と性質
  - \* バルジにあるミラ型変光星(赤い)のでGaiaより有利)の年周視差, 固有運動



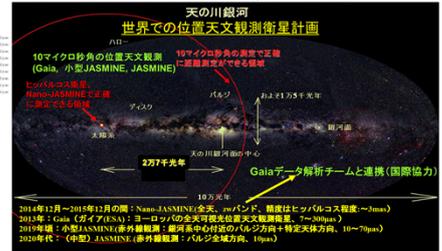
小型JASMINEが世界で唯一、バルジの多量の星の距離や接線速度を信頼おける精度で測定可能

- ★観測系システム(P2-57, 58, 59, 60参照)
- I. ミッション装置
- 望鏡, 結像性能機能 → 遠望鏡の主鏡口径: 30cm, 焦点距離: 3.9m
- 視野面積: 0.6度 x 0.6度
- \* 鏡素材: 合成石英, 構造素材: インパー合金とCFRP
- \* 迷光対策: パッパルフードと内面処理
- アストロメトリ用検出器: HgCdTe(4k x 4k)1個
- アストロメトリ用観測波長: Hw-band(1.1~1.7ミクロン)
- 色識別用検出器(J, Hバンド): HgCdTe(1k x 1k) 2個

## 世界的位置天文観測とJASMINEの位置づけ

### ★世界での位置天文観測衛星計画

- \* 小型JASMINEは世界で唯一の近赤外線位置天文衛星計画(IAUのCommission8から推薦)
- \* 銀河系中心方向付近のバルジで高精度で測定できる星の数は可視光観測のGaiaが数倍レベルに対して、1桁程度多い。
- \* 小型JASMINEは、同一天体をGaiaよりかなりの高精度(100分幅に1回)で測定 → 時間分解が高い



### ★Gaiaと比較しての小型JASMINEのメリット

- Gaia: 可視光(G+R+V+Iバンド) → ダストによる吸収効果を避けにくい
- 小型JASMINE: Hwバンド(1.1~1.7ミクロン)



高精度位置測定(年周視差の誤差は10%以内; 必要条件)可能なバルジに属する星の数(見込み)  
小型JASMINE(中心付近の観測領域で比較) 小型JASMINE: ~1万個 vs Gaia: 数個程度

### ○小型JASMINE: 高時間分解能(バルジ中心方向で100分に一度測定)

Gaiaは、年に数回のみ同一天体を測定

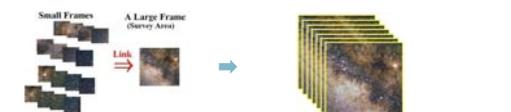
### ○Gaia, Nano-JASMINE, 小型JASMINE 十地上の位置天文観測(VERA, VLBA, TMT, SKA, ...)

### ★位置天文観測データを用いたサイエンス

- 多数の星に対する星の立体分布, 運動情報を用いた様々なサイエンス!
- ◎今まで「観測データがない, 観測できない」という理由で研究されていなかったことができるようになる
- => 誰でも思いつけど, 誰もが出なかったことも可能となる。
- 今後, 益々重要かつ注目をあびる!! → 今後の大きな進展が期待される!

### ★観測手法(フレーム連結法)

- 銀河系中心付近方向の観測モード(フレーム連結法):
  - Stage 1: 7秒間撮像。同じ視野に対して、16(要調整)回繰り返す。その16(7BD)枚のフレームのセットを「小フレーム」とよぶ。
  - Stage 2: 望鏡の向きをずらし移動。前の視野と半分程度重なる視野に対して、Stage 1と同様にして、小フレームを作成。この作業を、約50分間行うことで、全観測領域を16枚の小フレームで覆うことができる。こうしてできた全領域のフレームを「大フレーム」とよぶ。
  - Stage 3: 作業2までのプロセスをミッション期間中, 繰り返す。(上記モードの50回に1回程度は, より広い3° x 3°の領域を撮く運用を行う)



- 特定天体方向の観測モード:
  - 対象天体に望遠鏡を向けて, 対象天体毎に定められた期間, 観測を続ける。(候補天体例: Cyg X-1, γ線連星系, 系外惑星系など)

### II. 衛星総合システム(P2-56参照)

- ミッション部構造, 軌道, 姿勢, 熱環境(冷却機能を含む), 通信, 電力, 質量についての概念設計がほぼ終了。標準バスとのインターフェースに関して, 小型科学衛星の条件を満たす見込み。開発検証計画, リスク認識と対策案, バックアッププラン, それらを見込んだ総コストの見積もりを早急に進めている。

### ★コミュニティのサポート

- 小型JASMINEは世界で唯一の近赤外線位置天文衛星計画であり, そのユニーク性と意義から国際天文学連合 (IAU) の Commission 8(位置天文学の組織) から推薦を受けている。
- 学術会議, 光赤外天文学連合での評価: 学術会議天文学・宇宙物理学分科会, および光赤外天文学コミュニティである光赤外天文学連合による中規模計画の評価では, いずれでも「小型JASMINEの科学的意義は高く, 将来実現すべきミッション」とのコメントをいただき, その科学的意義は高い評価を得ている。
- 銀河系バルジの研究の国際的コミュニティ: 米国における地上での高分散分光観測プロジェクト(視線速度, 元素組成の測定)のAPOGEEチーム (PI: S. Majewski) との APOGEE-2(S)計画 (南半球での高分散近赤外線分光観測)への共同プロポーザル提出。さらに, 小型JASMINEとAPOGEE-2, SDSS-IV collaborationとでサイエンス連携のMOUを締結。
- 国内でのサイエンスWG: 小型JASMINEの科学的成果の検討
  - 小型JASMINEサイエンスワーキンググループ (JASMINEチームメンバー以外から構成)
  - 代表: 梅村雅之(筑波大), バルジ班: 長島(長崎大, チーフ), 他8名, 巨大ブラックホール・銀河中心班: 梅村(筑波大, チーフ), 他3名
  - コンパクト天体班: 植村(広大, チーフ), 他3名, 星班: 西(新潟大, チーフ), 他6名, 連星系・重力レンズ・系外惑星班: 浅田(弘前大, チーフ), 他2名
  - さらに, 最近特定天体検討で拡大してきた: Cyg X-1(植村氏(広大)等と検討中), ガンマ線連星(山口氏(NAOU)と検討中), 系外惑星(田村氏, 須藤氏(東大)と検討中), 活動恒星(渡邊氏, 関井氏(NAOU)と検討中)

