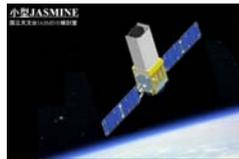




Jasmine



小型JASMINE(赤外線位置天文観測衛星)計画 ～全般的概要～

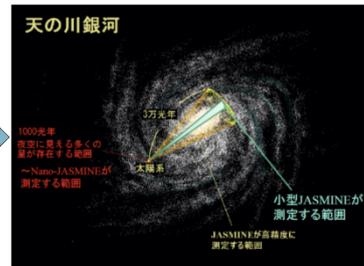
郷田直輝、小林行泰、辻本拓司、矢野太平、丹羽佳人、井上茂樹、宇都宮 真、鹿島伸悟、亀谷 収(国立天文台)、山田良透、藤田 翔(京大)、原 拓自(東大/国立天文台)、梅村雅之(筑波大)、西 亮一(新潟大)、浅田秀樹(弘前大)、長島雅裕(長崎大)、坂井真一郎、小柳 潤、小松敬治、川勝康弘(ISAS/JAXA)、對木淳夫、歌島昌由、野田篤司(SE推進室/JAXA)、安田進、佐藤洋一(研究開発本部/JAXA)、中須賀真一(東大工)、酒匂信匡(信州大工)、ほかJASMINEワーキンググループ同

JASMINEのミッション概要

可視光では見えず事の出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やオリオン星形成領域など)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、**Hw=11.5等級以下の星に対して、例えば銀河系中心付近のバルジ領域(3° × 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



世界の位置天文観測と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観測衛星計画(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(可視光観測のGaiaが数個レベルに対して、1桁程度多い)
- 小型JASMINEは、同一天体をGaiaより何倍も高精度(10分位)で測定→時間精度が高い

天の川銀河

世界での位置天文観測衛星計画

10マイクロ秒角の位置天文観測 (Gaia, 小型JASMINE, JASMINE) → 高精度で測定できる星の数

100μ秒角の位置天文観測 (Gaia) → 高精度で測定できる星の数

1000μ秒角の位置天文観測 (Gaia) → 高精度で測定できる星の数

2014年: Nano-JASMINE(完成、Hwバンド、精度はセツパル秒角程度、~100μ)

2017年: Gaia (G1/G2/G3) →ヨーロッパの共同開発位置天文観測衛星、10~200μ)

2018年: PRISM(完成、Hwバンド、精度はセツパル秒角程度、100μ) →観測能力

2019年: 小型JASMINE(赤外線観測) →銀河系中心付近のバルジ方向の特定天体方向、10~70μ)

2020年: JASMINE(赤外線観測) →銀河系中心付近のバルジ領域、10~70μ)

★ Gaiaと比較しての小型JASMINEのメリット

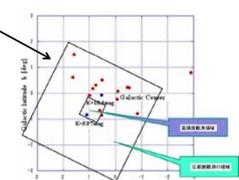
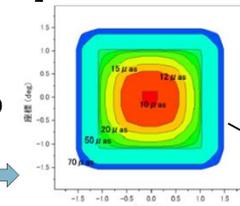
● Gaia可視光(G1/G2/G3) vs 小型JASMINE: Hwバンド(1.1~1.7ミクロン) → 赤外線による吸収効果を避けたい

● 小型JASMINEのサーベイ領域

● 小型JASMINE: 長時間分解能(バルジ中心方向で90分に一度測定)

Gaiaは、年に数回のみ同一天体を測定

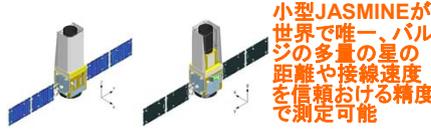
- 小型JASMINEの仕様
- 主鏡口径: 30cm、焦点距離: 3.9m
 - 視野面積: 0.6度 × 0.6度
 - アストロメトリ用検出器: HgCdTe(4k × 4k)1個
 - アストロメトリ用観測波長: Hw-band(1.1~1.7ミクロン)
 - 衛星重量: ~400kg



観測精度: 位置、年周視差 10~70μs
固有運動 10~70μs/yr
(Hwバンドで11.5等級より明るい星に対して達成)
特定領域サーベイ: 銀河系中心付近の3度×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、オリオン星生成領域)
観測期間: 1年間~3年間程度

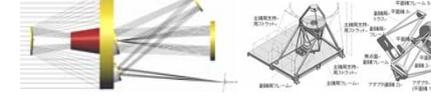
小型JASMINEで期待できる科学成果: 多岐に渡る分野と関連!! (P2-059参照)

- ★ 小型JASMINEで期待される科学的成果例
- JASMINEチーム以外の研究者有志(匿名)からなるサイエンスWG(代表: 郷田直輝(国立天文台))が形成された。具体的な科学的成果の検討と進んでいる。
1. バルジの正体の解明: 銀河系バルジのタイプは? その構造形成史は?
 - バルジ星の3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
 2. 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
 - 星団の運動 → 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
 - SgrA*の赤外線モニター → QPOの存在 → 巨大BHのスピンの情報
 3. 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遡る。
 - 有力候補天体: Cyg X-1(b=3°), b=3°, 周期5.6日(Gaiaでは観測不可能)。
 - 伴星: mv=9mag(小型JASMINEで検出可能)、位置変化は、40~30μ秒角 → 小型JASMINEで測定可能
 4. バルジ内の共主星X線連星やX線点源の解明
 5. 系外惑星: アストロメトリ法による惑星の検出
 - 主星が低質量星(Mv=0.1Msun, V-H=7mag)の場合は、Gaiaより有利、3ヶ月間で惑星を検出可能。
 - 褐色矮星周りの惑星が見えればインパクト大
 6. 重力レンズ: ワームホール探査!?
 7. 恒星、星形成: オ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
 - バルジにある星形成領域(赤い)で、Gaiaより有利、年周視差、固有運動

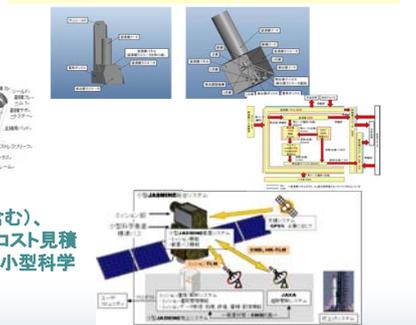


小型JASMINEが世界で唯一、バルジの多量の星の距離や視線速度を信頼おける精度で測定可能

- ★ 観測系システム(P2-055,056, 057参照)
- I. ミッション装置
- 集光、結像性能機能 → 望遠鏡の主鏡口径: 30cm、焦点距離: 3.9m
 - 視野面積: 0.6度 × 0.6度
 - 鏡素材: 合成石英、構造素材: インバー合金とCFRP
 - 迷光対策: パッフルフードと内面処理(P2-058参照)
 - アストロメトリ用検出器: HgCdTe(4k × 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 × 1k) 2個



- II. 衛星システム(P2-056,057参照)
- 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。コスト見積もり、標準バスとのインターフェースに関して、従来の小型科学衛星の条件を満たす見込み



- ◎ Gaia, Nano-JASMINE, JMASINE, JMASINE 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、誰もが出来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)(データ解析 → P2-060参照)

★ 通常観測モード

- Stage 1: 7秒間隔で、同じ視野に対して、10回繰り返す。その10枚のフレームのセットを小フレームとよぶ。
- Stage 2: 望遠鏡の向きを少し移動。前の視野と半分重なる視野に対して、Stage1と同様に、小フレームを作成。この作業を、約45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: 作業完了のプロセスをミッション期間中、繰り返す。最終的には、約1万枚の大フレームが作成される。この大フレーム上の星の軌跡から、年周視差、固有運動を求め、この星、大フレーム毎のサイズ変動、distortionの変動は、観測天体(VERAなど)で測定された天体を用いて同時に解く。

Small Frames → A Large Frame (Survey Area)

- ★ 国際協力、支援など(P2-059参照)
- (1) 銀河系バルジの解明を目指し、バルジの複雑な構造、元素組成の測定を目標として、北天でのHバンド高分散分光サーベイを行っているAPOGEEプロジェクト(PiはS. Majewski(ハーバード大学))の継続的発展として、バルジ観測に適した南天の望遠鏡にAPOGEEと同じ高分散分光器を取り付け、バルジ観測を行うAPOGEE-S計画を小型JASMINEチームと共同でプロポーザルを出すこととなった。その結果、順調に審査が進んでいる模様であり、まずはスコープ、財団から予算費がサポートされることになった。また、バルジの観測を開始したVVVプロジェクトとも連携を組むことになり、小型JASMINE、APOGEE、VVVとの3つのプロジェクトによる国際連携でバルジ研究の強化体制が組まれることとなった。2018年頃までに、APOGEE-Sの観測データが出そろった予定であり、小型JASMINEの観測データもそれにあまり遅れないように小型JASMINEが早期実現することを期待されている。
 - (2) ヒッパルコス衛星のリザーであり、2007年までGaiaのリザーであったM. Perryman (Bristol大学)が、小型JASMINEワーキンググループの正式メンバーにexpert adviserとして加わっている。
 - (3) 上海天文台の平教授(現在、北京大学)およびLi教授より、小型JASMINEのサイエンスデータ受信を中国国内の複数の電波望遠鏡で受信するサポートを行いたいとの提案が2011年度にあり、その後協議を進めている。
 - (4) 米国海軍天文台(USNO)の位置天文研究者とは、観測手法、データ解析や衛星システム開発に関して密な協力体制を組むこととなり、実行している。
 - (5) Gaiaのデータ解析チームとは、小型JASMINEに先行する計画であるNano-JASMINE(P2-053,54参照)のデータ解析の開発を共同で行っており、非常に密着した関係にある(JASMINEチームがGaiaの解析チームにも入っている)。小型JASMINEに関しても引き続き協力が得られる予定である。
 - (6) 2012年8月に北京で開催されたIAUのCommission8(位置天文学の世界的コミュニティ)のサイエンスセッションで小型JASMINEの報告を行い、Commission8から正式に推薦をもらえることとなった。