光赤天連シンポジウム 2019.9.24

小型JASMINEについて

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



Credit: NASA



★小型JASMINE計画

- →赤外線位置天文観測衛星計画
- ◎JAXA宇宙研の公募型小型計画宇宙科学ミッション (イプシロンロケットでの打ち上げ)での実現を目指 している。

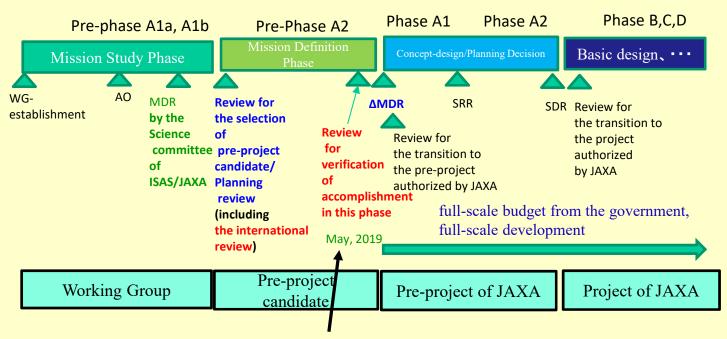


◎2019年5月、JAXA宇宙研により公募型小型3号機 に選定された。

打ち上げは2020年代中頃

★Present status of Small-JASMINE

∼Multiple steps of reviews by JAXA**∼**



Small-JASME successfully passed the review for verification of accomplishment of issues which should be solved in Pre-Phase A2 on 10th May 2019.

*ISAS: Institute of Space and Astronautical Institute
(a branch of JAXA)

Furthermore, ISAS/JAXA has selected Small-JASMINE as the 3rd M-class science satellite mission!! The launch date is mid-2020s.

ミッションの大目標(Scientific objective)

生命を育む惑星が形成された 我々が住む銀河である天の川銀河の 形成史を明らかにする。

O3つの科学的要求(Science requirements)

1. 赤外線による位置天文観測により、距離8キロパーセクに 位置する天の川銀河中心領域の星の運動を測定する 能力を持つこと。これにより、天の川銀河のバルジ、 バー、ディスクそして中心ブラックホールの形成の研究が 可能となり、太陽系の誕生の現場と軌跡を同定することが できる。



- ー> 銀河中心考古学の遂行(→ミッション要求に直接つながる)と 銀震学
- 2. 時間軸天文観測により、我々が住むことができる系外惑星の候補天体を探査する能力を有すること。
 - 一>太陽系外生命存在の可能性探求

トランジット法、アストロメトリ法、マイクロレンジング法を駆使して、生命存在可能領域の地球型惑星を探査すること。



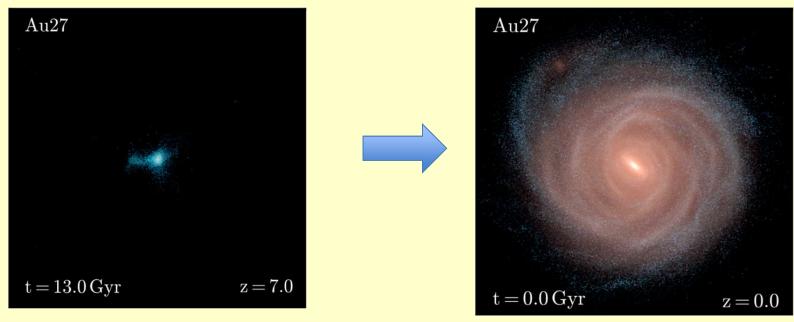
3.将来の宇宙科学探査において国際的に活躍できる人材の 育成ができる環境を提供する。一>JASMINEコンソーシアムの設立

米国や欧州との国際共同宇宙衛星プロジェクトを日本主導で行う JASMINEプロジェクトを通じて、将来の宇宙科学探査において 国際的に活躍できる人材を育成すること。 1. 赤外線による位置天文観測により、距離8キロパーセクに位置する天の川銀河中心領域の星 の運動を測定する能力を持つこと。これにより、天の川銀河のバルジ、バー、ディスクそして中心 ブラックホールの形成の研究が可能となり、太陽系の誕生の現場と軌跡を同定することができる。

太陽系を宿した銀河系の最初の星形成から現在にいたる様々な年齢と金属量を もった(歴史が凝縮している)銀河中心領域の多くの星の運動を正確に求めるこ とにより、銀河系のバルジ、バー、ディスクそして中心ブラックホールの形成過程 を明らかにする。



→ 銀河中心考古学 + 手前のディスクにある星の運動の 力学的解析

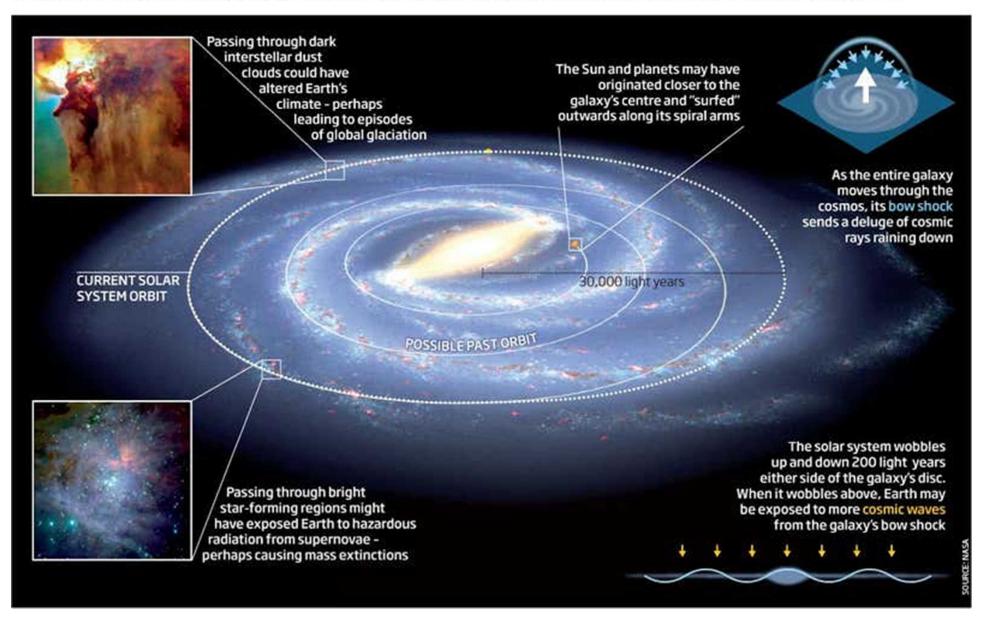


z=7Auriga 27 (Grand et al. 2017) z=0

+ 銀河中心までの浮遊するブラックホールの分布を探る。

Our way through the Milky Way

The solar system is travelling at a steady 220 kilometres per second in a circular orbit around the centre of the galaxy - but it might not always have done so

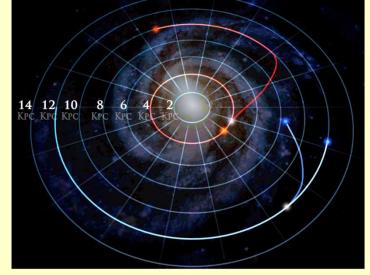


Credit: New Scientist

1. 赤外線による位置天文観測により、距離8キロパーセクに位置する天の川銀河中心領域の星の運動を測定する能力を持つこと。これにより、天の川銀河のバルジ、バー、ディスクそして中心ブラックホールの形成の研究が可能となり、太陽系の誕生の現場を同定することができる。

太陽系はどこで生まれて、 どのように今の場所に たどり着いたのか?

1. 星の動径方向の移動 (Radial Migration) を大きく引き起こす バーの形成時期の理解が必要 (重要な物理情報)。



Credit: Dana Berry/SkyWorks Digital, SDSS

銀河中心考古学の

遂行が必要(後述する小目標1)

2. 銀河面の"さざなみ構造" 太陽系の軌道は銀河面に沿っている のか外れたことがあるのか?



銀震学=>振動の起源、重力場の推定



Credit: ESA Antoja et al. (2018)

中心核バルジ探査

ディスク

渦状腕

天の川銀河 (銀河系)

上から見た模式図



Credit: NASA

渦状腕

中心核心心

バルジ —— (半径~6000光年)

(半径~15000光年/

〜中心核バルジ 半径〜(300-900光年)

→ 太陽 (銀河系中心から26000光年)

バルジ(box or peanutsバルジ)

★銀河中心考古学: 小型JASMINEは中心核バルジに注目!

*: 数十マイクロ秒角以下の

◎中心核バルジ:母銀河と銀河系中心との物理的関係を 高精度測定を行う つなぐ重要な領域(半径~100pc-300pc程度)

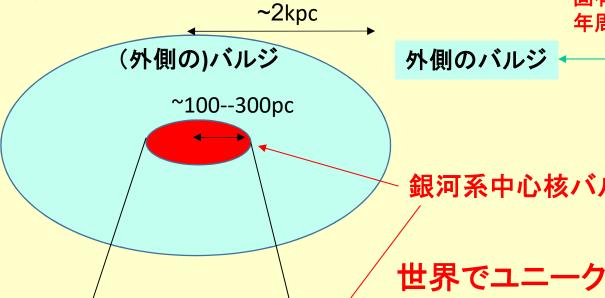
銀河系の歴史の宝庫かも

銀河系中心核バルジ

位置天文ミッション + 分光観測

(視線速度) 固有運動=>接線速度

年周視差=>距離



Gaia*(可視光観測),

(WFIRST*の一部観測)

BRAVA, etc(視線速度測定、年齡、

星のタイプ等)

銀河系中心核バルジ

世界でユニークな

ミッション!

中心分子雲帯(CMZ)

中心近傍領域(<10pc)

中心核バルジ:外側のバルジとは異なる様相。 未解明の天体や天体現象の宝庫を探査。 小型JASMINE*,

地上観測(分光、測光):

APOGEE2, MOONS, MWM, VVV,GALACTICNUCLEUS,etc.

=>視線速度、年齢、

星のタイプ等)

GRAVITY*(VLTI), TMT* etc. (視野が狭い)、

APOGEE, GALACTICNUCLEUS,

etc.

★銀河中心考古学のためのデータカタログ概要(プロジェクトサーベイ)

- * Hwバンド(1.1~1.7 μm)の波長域における撮像観測を高頻度(同じ星に対して約100分に1回) で行い、その観測で得た天体の天球面上での位置の時間変動(時系列データ)と そこから導かれる年周視差と固有運動等の位置天文パラメータの情報等をカタログとして公開。
- ○銀河系中心核バルジ領域に対して、67000個のバルジの星 および31000個のディスクの星を測定(Hw<15等級)
- 〇サーベイ領域:

Hw = 0.7J + 0.3H

プロジェクトサーベイ: 銀河系中心核バルジ方向の領域 :春と秋に観測

- *領域1=> 半径0.7度程度の円の領域
- *領域2=>銀経-2 度~0.7、銀緯0.0度~0.3度の範囲の領域
- ○観測精度(目標)、等級、個数:

Hw<~12.5等級

年周視差精度:25μ秒角程度以下 (距離精度:20%@8kpc)

固有運動精度:25μ秒角/年程度以下 (接線速度精度:1km/s@8kpc)



*領域1:5000個程度のバルジ星 観測個数の見込み(全観測領域) *領域2:3000個程度のバルジ星 7000個程度のバルジ星

#観測される手前のディスク星の個数:領域1=>4000個程度、領域2=>1600個程度 (測光精度は相対精度で<0.01mag程度の見込み)

~12.5等級<Hw<~15等級 ◆■ 固有運動精度: 25µ秒角/年 程度~125µ秒角/年 程度以下

(接線速度精度:1km/s@8kpc)



観測個数の見込み(全観測領域) *領域1:45000個程度のバルジ星 60000個程度のバルジ星 *領域2: 26000個程度のバルジ星

#観測される手前のディスク星の個数:領域1=>21000個程度、領域2=>9500個程度

領域1

銀経 | [deg]

領域 1の半径

r=0.7deg

領域2

銀緯

b[deg]

小型JASMINEは、どのような銀河中心考古学を 遂行するのか?~詳細な科学目標~

*ブレークダウンした科学的小目標 (ミッション要求に直接つながるもの)

(小目標1)ミラ型変光星をトレーサーとした、中心核ディスク (または内部バー)の存在の検証とその軌道構造および 形成時期(~外側のバーの形成時期)の解明

外側のバーの形成時期解明への波及 (Baba & Kawata (2019)) (ミラ型変光星の周期一年齢関係を利用)

(小目標2)中心核バルジでの重力ポテンシャル、特に、回転する棒状 (扁平なディスク形状も含む)ポテンシャルの存在の検証と その回転速度(中心核ディスクまたは内部バーの形状 (パターン)の回転速度に対応)や傾度、扁平度などの

物理的特徴の解明

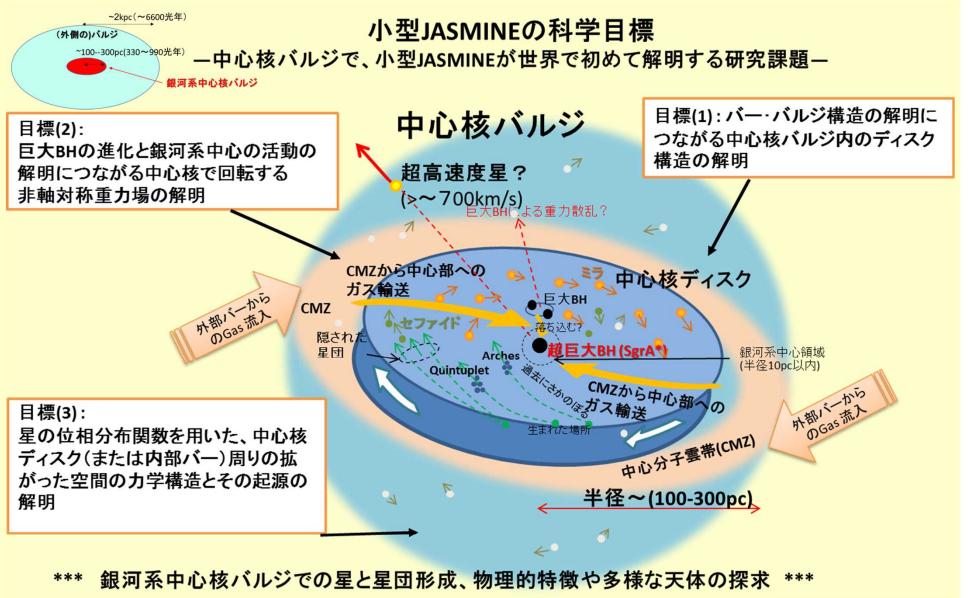
中心領域へのガスの輸送機構の解明へ

■ 巨大BHの進化、中心領域での活動性

(小目標3)星の位相分布関数を用いた、中心核ディスク(または 内部バー)周りの拡がった空間の力学構造とその起源の 解明 ★1."平衡状態"→複数の巨大RHの落下の

もし"平衡状態"→複数の巨大BHの落下の可能性 そうでない場合→現在の構造が形成した時の情報

(classical bulge?)



隠された星団の同定

星の位置運動情報から星 団の誕生した領域を探る。

超高速度星はどうしてあるのか?

多様な天体の探求: 重カレンズ天体、 コンパクト天体等

多様な目的:銀河系中心核バルジの物理的特徴や多様な 天体の探求

- (1)中心付近の星団の運動→星団の起源
- * 固有運動をもとに過去にさかのぼることにより星団の誕生場所を探る
- (2) 中心核バルジ内の未知な星団の検知
- *固有運動情報をもとにした(共通の固有運動をもつ)"隠された星団"の探査(年齢が数億年程度以内)
 - +星団の年齢情報→secular evolution(定常的な進化)の実証
- (3)中心核バルジ内での高速度星(HVS)の発見=>HVSとS-starsの起源解明

* 連星+SgA* or 単独星+IMBH-SgA*連星

(4)バルジ内の共生星X線連星やX線点源の解明

- (5)星間吸収物質の3次元分布
- (6)中心付近の変光星の物理的解明
- (7)未発見のBH検出
 - (i) BH一恒星の連星系の発見→軌道要素の解析が可能
 - (ii)位置天文学的重力レンズ効果→ ~30太陽質量BHの起源への制限? 中間質量BHの検出?
- (8)重カレンズ効果による系外惑星検出

*参照:太陽系外の星による位置天文学的マイクロレンズの 初検出!(HST: Sahu, et al. 2017) =>白色矮星Stein2051Bの質量が決定!! (100年近くの論争が決着)

- (9) 重カレンズ効果による未知天体の発見 ワームホールの発見?!
- (10)距離の関数としての偏光の導出(=>銀河系磁場構造)

小型JASMINEの特徴、ユニークさ

ESAが運用中の大型位置天文観測衛星Gaiaは、画期的な観測データを輩出中であるが、可視光での観測であるため、中心核バルジの領域に対しては高精度で測定出来る星の個数はほんの少数に限られる。

一方、小型JASMINEは、近赤外線での観測を行うため、 ダストによる吸収効果が可視光よりも弱い。

バルジの星で年周視差精度が、 例えば25μ秒角より良い星の数(SJの観測領域内で):

Gaia: ~70個、SJ: ~7000個

固有運動精度が125μ秒角/年より良い星の数

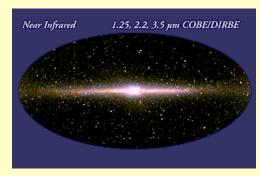
Gaia: ~3800個程度、SJ: ~67000個程度

円盤面も太陽系から2.5kpc程度までしかGaiaでは見えていない

さらに、短周期変動する天体現象 (短周期の連星系、マイクロレンズ、系外惑星系など)

★Gaiaでは測定困難なパートを補完する観測が 強く期待されている。





Credit: NASA

★小型JASMINEの科学目標の今後の拡張

小型JASMINE:7万個程度のバルジの星の運動情報

+地上の分光観測(視線速度、星のタイプ、年齢など)、 多色測光観測(星のタイプ、年齢など)によるフォローアップ

小型JASMINEが測定する星のタイプ、年齢などの情報が 今後増えていくと、他のプロジェクトとのサイエンス連携、 共同研究により、さらに科学目標が拡大できる見込み

* Gaiaの成果が上がってきており、世界的に位置天文データを用いるコミュニティが拡大してきており、また銀河系の力学構造の解析など様々な分野で解析ツールも進展し、公開もされてきている。 =>小型JASMINEへつながるものと期待できる

位置天文以外も。。。

銀河系中心核領域を近赤外線帯域において高時間分解能 (100分毎に同一天体)で長期間(3ヶ月連続×6回)モニター撮像 されたデータは今までに類が無く、多くの新たな発見が期待できる。17

(プロジェクトサーベイ以外の)観測モード

★科学目標



科学目標の意義が十分高く、観測可能性も高ければ、特定天体としてあらかじめ決めておくプランを考える。

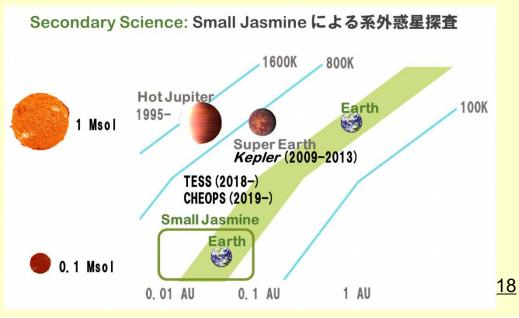
注:ミッション要求やシステム要求はあくまでも主目標から直結するものであり、 副次目標によって変更はしない。副次目標は主目標から結びつくシステムの 範囲内で可能なものに限る。

1. JASMINEチームと独立なサイエンス検討チームの立ち上げ

河原 創(東大)+exo JASMINE検討チーム(増田賢人(プリンストン)、 小玉貴則(ボルドー大学)、小谷隆行(ABC/NAOJ)、福井曉彦(東大)、山田亨(ISAS)(敬称略))

トランジット観測によるM型星周りの ハビタブルゾーンにある地球型惑星 の探査

- * 小型JASMINEの位置天文観測の性能があれば、発見できる可能性あり! 他の衛星プロジェクトより有利性あり
- *日本で衛星による系外惑星探査観測は初めて!



★ 他の副次目標の候補:銀河系中心方向以外

銀河系内天体で、短時間変動現象を伴い近赤外線で明るく物理的に興味がある、いくつかの特定天体: 高エネルギー天体連星系、恒星が低質量な系外惑星系、活動恒星などに対象を特化し、これらの天体の物理的解明。

特定天体方向: 夏と冬の一部や半周回中に観測(観測方向に制限有り)

観測精度(目標): 対象天体の科学目的に応じて10μas以上の相対位置精度、測光精度は相対精度で0.01mag以下 候補例

- OGalactic Mid-Plane survey: APOGEE, Milky Way Mapper, MOONSを補完
- ○X線連星系(CygX-1など)の軌道要素決定→降着円盤やジェットの基礎的な物理に迫る
- ○ガンマ線連星系の軌道要素解析→高密度星の正体判別、放射モデルへの強い制限

有力候補天体: $Cyg X-1: (l=71^{\circ}, b=+3^{\circ})$ * $\gamma Cas: WD or NS=>1\sigma degree of confidence, HESS J0632: NS or BH (<math>2\sigma$)

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、40~50μ秒角

- →小型JASMINEで測定可能。 測光精度は相対精度で0.01mag以下
- ○位置天文学的マイクロレンズ効果を用いた野良ブラックホールの質量確定

(野良ブラックホールが飛び込んだと思われる巨大分子雲の情報からレンズ効果を予測

○系外惑星探査(位置天文法による検出):特に主星が低質量星の場合。

褐色矮星まわりの惑星発見。

○既知の系外惑星の軌道要素決定→惑星の質量決定、

惑星形成モデルの制限など。

- ○恒星表面上での活動(黒点等)
- →活動恒星の物理的解明
- ○星形成領域の3次元分布
- ○太陽系内天体
- **OEclipsing Binaries**
- ○銀河系近傍の矮小銀河

主星が低質量星(Ms<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発見されればインパクト大

★ 小型JASMINEのミッション概要

○小型JASMINEの仕様

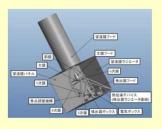
主鏡口径:30cm、焦点距離: 3.9m

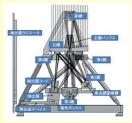
視野面積:0.6度×0.6度

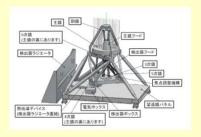
アストロメトリ用検出器:HgCdTe(4k×4k)1個 H4RG(Teledyne社)

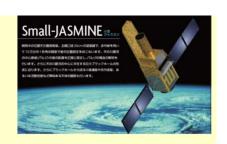
アストロメトリ用観測波長: Hw-band(1.1~1.7ミクロン)

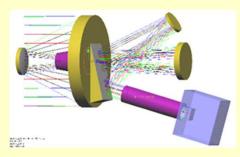
衛星重量:約400kg(RCS込み)



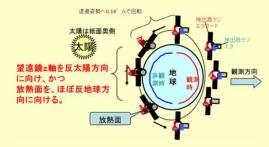


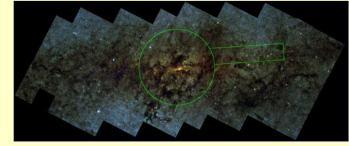






- 〇観測データは、天体の天球面上での位置および測光の時系列データ、およびそれを解析 した、天体毎の年周視差、固有運動なども提供。
- 〇時系列データは、約50分間の連続撮像、その後約50分間の非観測時間、そして再度 約50分間の連続撮像データ。観測の総時間までそれが繰り返される。
- ○観測期間:3年間程度
- 〇軌道:太陽同期軌道(高度約550km以上)(tentative)





J, H, K tricolor composite image of the Galactic center area(imaged by SIRIUS on the Nagoya University IRSF 1.4m telescope: Nishiyama et al., 2004 Spring Astronomical Society Press Release).

The survey area of Small-JASMINE is written with the green line.

★データ解析の原理

星の天球上での運動: らせん運動(年周楕円運動+直線運動(固有運動))

星の天球上での位置の時系列データから、年周楕円運動の長半径(年周視差)を推定。 小型JASMINEのミッション要求=>年周視差の精度が25マイクロ秒角程度以内

小型JASMINEの場合

- 同じ星に対して約15~60万回の測定
- 1回撮像精度(~4ミリ秒角)の200倍程度の 高精度(20マイクロ秒角)での年周視差推定

多数回撮像:同じ星や同じ星同士のペアが検出器上の 異なった場所で撮像される。



統計誤差(ランダム成分):1/√N則で減少 系統誤差=>"推定":モデル化(ある関数形でfit)と

Self-calibration ! 推定残差(測定値と最適なモデル値との差:無相関)の減少(1/√N則) モデル化残差(系統誤差)が残っていれば、それを検知し、モデルの改良

星の相対位置関係とその運動について制限を課すことにより、推定(モデル化)可能:

年周期運動と直線運動以外の変動は、系統誤差成分

- *短時間では(多くの)星の相対距離は"不変"と見なせる。
 - *長時間変動は単独星の動きのモデル化(らせん運動)により同時に解析。
- * 但し、星の運動と縮退する系統誤差成分は、星の運動が既知の観測データを用いて校正
 - * Gaia等の高精度測定データもキャリブレーションに使用。

〇モデル化の具体例: 多項式(主に光学歪みなどの大域的歪み)、フーリエ級数、ベイズ型スプライン回帰法

*ただし、系統誤差をover fittingしないように赤池情報量基準を適用するモデル関数の妥当性の判断に用いる。

■ モデルの単純化が必要 ■ システムに工夫が必要=>熱構造安定、指向安定性など

★ キーとなる技術要素の技術実証実験

装置の安定性!(時間変動が小さいことが肝要)

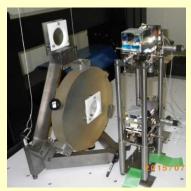
(1) 観測装置の熱変動実証

熱歪検証モデル: 我々が開発した熱膨張率が0±5x10-8/Kの超スーパーインバーに関して、長期寸法変化がスーパーインバーより1桁以上小さい、0.01pp/年程度であることが分かった。この材料を用いた望遠鏡主構造のフルモデル(BBM相当)を設計、製作した。熱構造モデル(STM)相当でもある。

(2) 熱環境

常温の望遠鏡に極低温(170K)の赤外線検出器を振動無く設置する必要がある。そのために、堅牢で断熱された検出器BOXを開発しているが、製作した検出器BOXBBMを熱構造モデル化して、振動試験を実施し、固有振動数などの構造特性を取得した。また、望遠鏡主構造のBBMが完成すれば、熱真空試験が開始できるまでの試験準備ができた。





右:熱ひずみ検証モデルと三軸干渉計の設置状況 左:真空槽中の熱ひずみモデルの設置状況

右:望遠鏡主構造の フルモデル(BBM 相当)



(3)光学系要素技術(迷光対策など)

植毛サンプルの散乱特性を実測し、それをもとにした迷光量計算を行い 現在の計算精度では問題がないことを確認した。

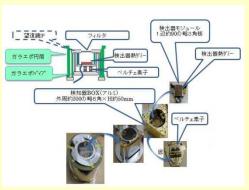
(4) 赤外線検出器(H4RG)

放射線による感度の時間変動や障害の検討とその対策

(5)システム検討

衛星全般の質量・電気等のリソース配分、通信の成立性、 姿勢運用等全般にわたり行い、より精査が必要な部分を洗い出した。 また、試験検証計画を精査し、開発スケジュールをバス・ミッション間で 整合させ、リスクの洗い出しを行った。

(6)データ解析手法の開発と目標精度達成の実証



★その他、準備状況

(1)JASMINEコンソーシアムの立ち上げ

PSの河田氏(UCL)が中心となり、コンソーシアムを立ち上げ、国内メンバーを公募中。 現時点で45名程度 今後、海外メンバーも加えていく。

コンソーシアム: データ解析チーム、データのサイエンス検証チーム、アウトリーチチームへとつながる 準備チーム、さらに各ターゲット毎(*)のサイエンス検討を行う。国内外のプロジェクト との連携、X線、電波、赤外線観測、ALMA、PRiME(住氏(コンソーシアムメンバー) 主導の1.8m NIR Telescope in South Africa)、WFIRSTなどの専門家との連携や Spectroscopic data の事前取得解析の交渉も含む。

*銀河中心考古学、巨大ブラックホール、ダークマター、銀河系円盤、重カレンズ効果、変光星、系外惑星、コンパクト天体、高速度星、星形成、恒星物理

(2) White Paperの作成

PSの河田氏(UCL)が中心となり、White Paperを作成中。国内外の研究者に執筆を依頼、交渉中。 学術雑誌に投稿予定。

*銀河系力学分野の世界的な第一人者である方達(Binney, Tremaine)にも、小型JASMINEの 科学的意義を理解して頂き、多くの助言を頂くことが出来ている。 また、銀河中心核や銀河バー構造の力学的研究で世界をリードしている方達(Magorrian, Gerhard 他)にも科学的重要性を理解して頂き、White Paper の作成への協力に同意して頂いている。

JASMINE Consortium (SJC)

Working Group

- WG-A: Data Analysis 科学目標達成に向けてのシミュレーションデータなどを使っての準備
- WG-B: Science Validation and Preparation ミッション目標に向けたより多くのサイエンスに有益なカタログ作りの準備
- 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

打ち上げ前の準備:

シミュレーションデータや、Gaia などのすでに存在するデータを使って科学的検証を行う。 また、論文発表を行う。

衛星打ち上げ後

準備した体制を元に、データ公開に向けて、データカタログ、Science Validation の論文などの作成を行う。

アーリーキャリアの方達にも多く参加して頂いて、衛星プロジェクトへの貢献を通して、キャリア形成に繋げていただきたい。また、その支援もコンソーシアムとして、行なっていきたい。

代表:河田 (UCL)

第一回のキックオフミーティング8月26日(月)@三鷹に開催

→50名以上参加。他分野にわたり、若手も多かった。

★世界のコミュニティからの国際協力とサポート

(1)海外からの推薦

*IAU Commission A1のpresidentから正式な推薦

(2)データ解析関連でのGaiaとの密な協力体制

- (a) Gaia-JASMINE joint meetingの公開開催(2016.12.6~9)@国立天文台三鷹キャンパス
- (b) Gaiaのデータ解析チームからの参加
 - (i) アストロメトリデータ解析: ハイデルベルグ大学とドレスデン大学から 小型JASMINEへの参加意思表明の正式レターを受け取っている。 また、ドイツ宇宙機関から小型JASMINEへの参加に対するLOIが届いている。
 - (ii) Photometryデータ解析: バルセロナ大学から参加表明

(3)サイエンス関連での協力体制

バルジ星の視線速度と元素組成観測:

* APOGEE2→サイエンス協力でMOUを締結済み

* Milky Way Mapper: PIと交渉予定

* Moons:連携を検討

その他の国内外のプロジェクトとの連携も視野に入れている。

(4)ESAによる地上通信局のサポート

- *宇宙研とESAとの調整が開始している。
- * GaiaのPIであるTimo Prusti氏の強力な支援もある。
- *地上局の協力、科学協力あわせて、ESAが強い 関心をもっていることを宇宙研サイドで確認。

Favata部長、Hasinger 局長含めて、前向きな対応とのこと。

- *技術的調整を進めている。ESAのコストを先ずは評価。
- * 然るべきタイミングでESAの科学委員会に諮る

参考

- *ANU(オーストラリア)も小型JASMINEに関心があり、 地上局提供の可能性もある。
- * さらに、USNOを中心とする米国チームも今後のフェーズで米国での地上局の提供を検討してくれる予定。

(5)米国チーム(USNO, Space Dynamics Laboratory(Utah State Univ.), JPL, MIT等) による検出器ユニットの開発協力

- 〇検出器boxユニット(検出器、ASIC、熱制御のための検出器box、制御電子回路等)についての製作、試験、納入を依頼した。
- *米国Teledyne社の赤外線検出器の購入(FMとEMを複数個)を含む。
- 〇米国側の体制としては、25名程度のメンバー。USNOを中心として、それ以外に技術陣としては、ユタ州立大学付属のSpace Dynamics Laboratoryが参加。 Teledyne社からもメンバー参加。また、バルジ研究の第一人者でバルジや銀河面の視線速度サーベイを行っているAPOGEEプロジェクトのPIであるS.Majewski (バージニア大)も参加。
- ONASAのPartner Missions of Opportunityに応募した。
- *NASAの申請にあたり、米国側はサイエンス、観測方法、データ解析、衛星システムや観測装置、開発計画・スケジュールに関して詳細なレビュー、検討をおこなったため、日本側の案に対する非常に有用なcross-checkにもなった。さらに、サイエンスの強化、拡大にもつながっている。

参考

*ANU(オーストラリア)が検出器boxの開発に共同参画する可能性も出てきた。

(6) 将来の国際的な計画への橋渡し

(A)Theia

可視光単一望遠鏡:フランス国立宇宙研究センター (CNES)へ申請予定。

Theiaとはサイエンスとデータ解析等に関する協力でMOUを締結した。

(B)GaiaNIR

(近赤外線衛星、打上目標 2040年代:ESAへ申請予定)

Post-Gaia候補

PI: David Hobbs @ Lund observatory, Sweden

赤外線で全天サーベイを目指す

Motivation for GaiaNIR

- Gaia is that it only operates at optical wavelengths, but the GC and spiral arms are obscured by interstellar extinction.
- We need to switch to the NIR but this is not possible with CCDs To scan the entire sky we need rotation
 - ⇒use of Time Delayed Integration (TDI).
 - \Rightarrow new NIR detectors.

- * GaiaNIRの計画提案メンバーとして協力。
- 日本人は、河田氏(MSSL, UCL, UK)と郷田(&山田(京大))
 - 〇日本からの貢献を期待されている。
 - ○同じ近赤外線のスペースアストロメトリである 小型JASMINEがGaiaNIRの先駆けとなりうる。
- ○(中型)JASMINEの機能はGaiaNIRに含まれる。



〇日本は、小型JASMINE以後として、その経験や成果 (科学的成果、赤外線位置天文のデータ解析手法や 装置技術など)を活かし、 国際協力としてGaiaNIRへ 何らかの形で協力して進めるのが今後の方針に なりうる。

今後もよろしく御願いします

Jasmine