

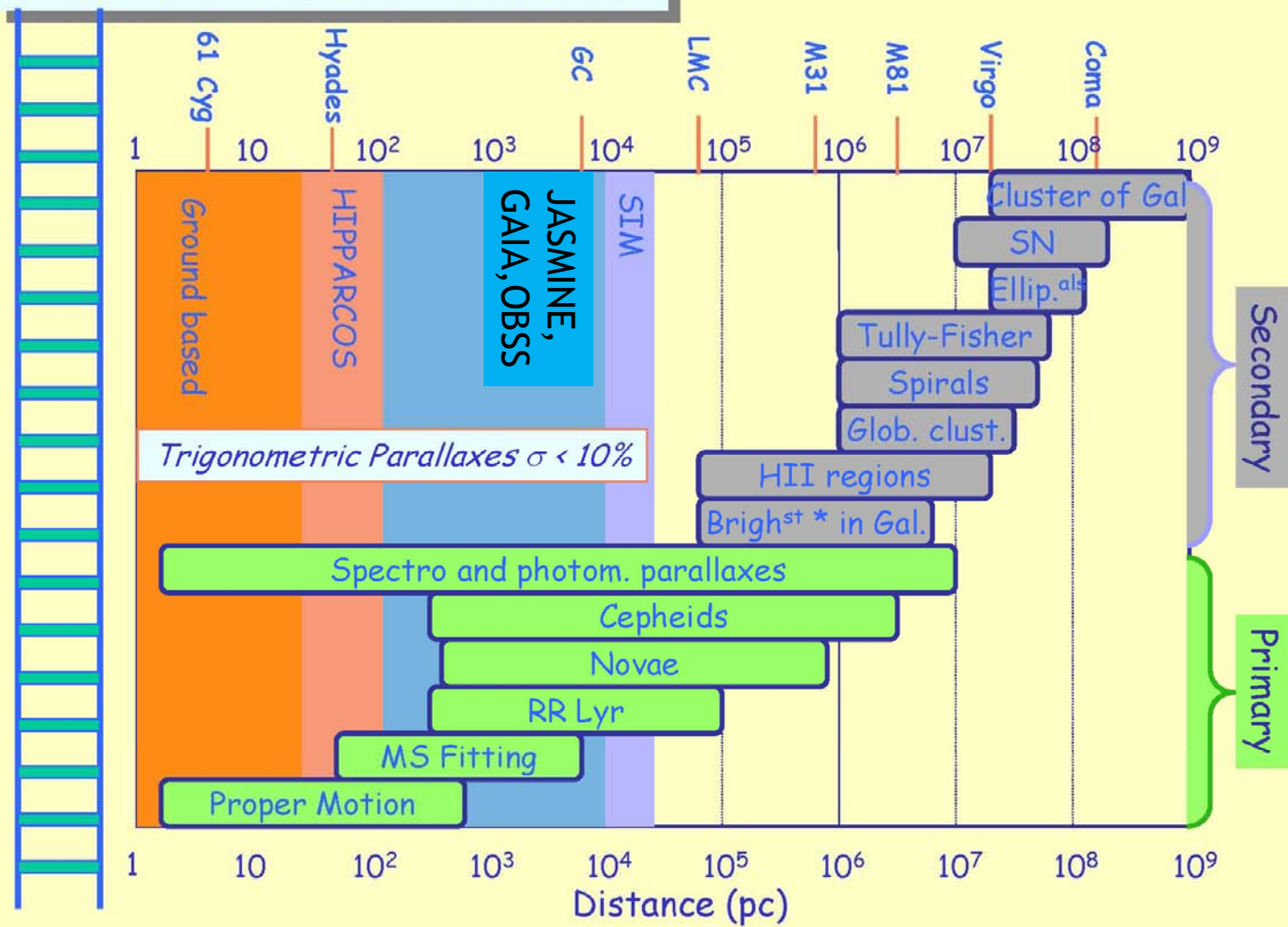
# スペースからの 赤外線位置天文観測 --NANO-JASMINE、 SMALL JASMINE、 そしてJASMINEへ--

山田良透

京都大学大学院理学研究科

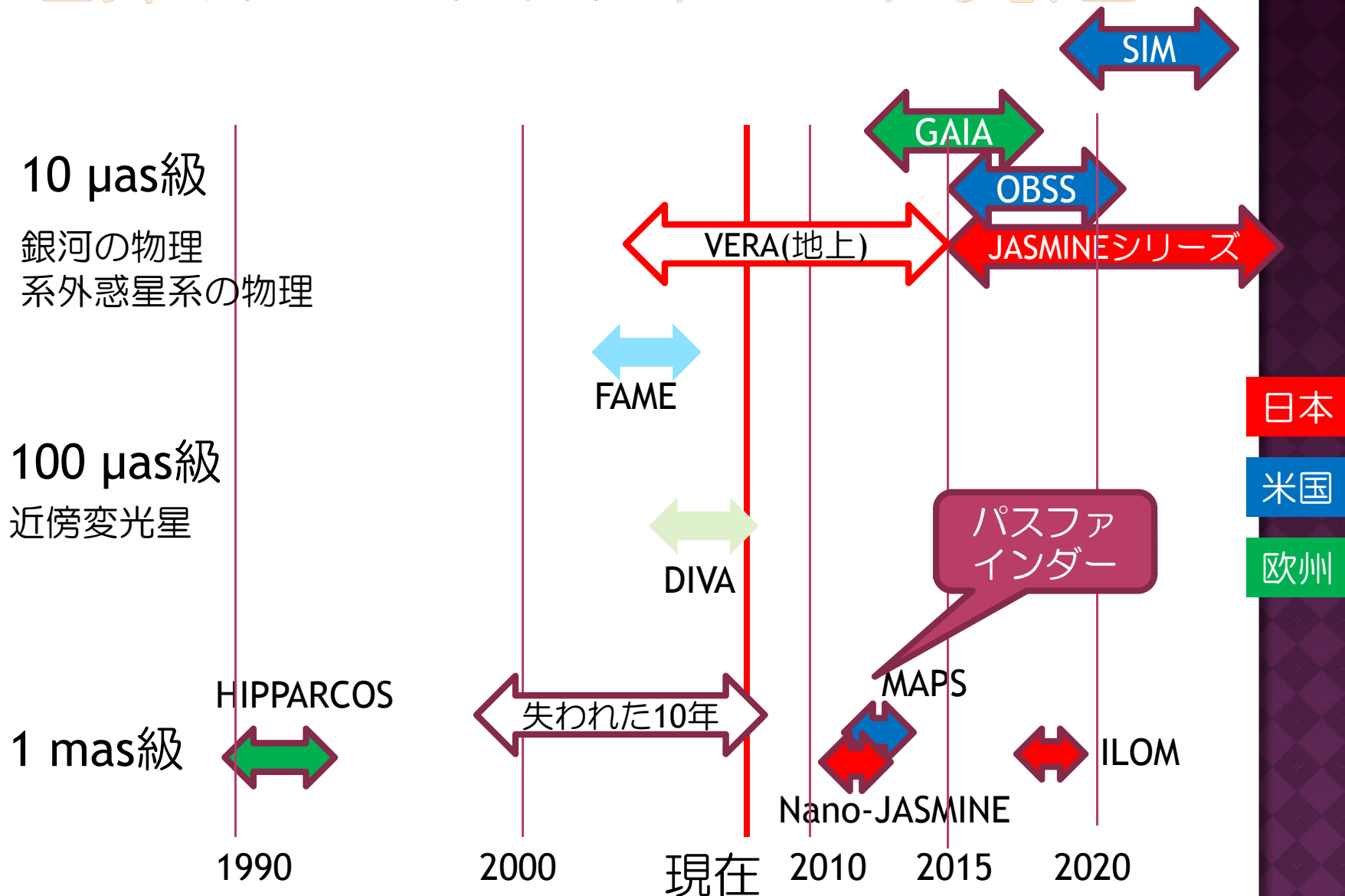
郷田直輝、小林行泰、辻本拓司、矢野太平、新井宏二、  
上田暁俊、中島 紀、宮崎 聡、初鳥陽一、宮内良子、  
(NAOJ)、丹羽佳人(京大・NAOJ)、牛山(東海大)、川勝  
康弘、松原英雄(ISAS)、野田篤司、對木淳夫、歌島昌由、  
大谷、佐藤、宇都宮、安田他(JAXA)、中須賀真一、酒  
匂信匡、稲守他(東大工) 他多数

# The Cosmic Distance Ladder



Data from : Rowan-Robinson

# 世界のスペースアストロメトリ計画



# 評価

- ◎ 2008.7 Ken Freeman氏、バルジの位置天文を評価
- ◎ 2008.3 ケンブリッジ大学Gilmore氏、van Leeuwen氏⇒JASMINEのサイエンスは非常に強力
- ◎ 2007.10 IAU248 今後推進すべき4つの重要な計画のうちのひとつ。
  - 赤外線でバルジを見るunique idea(JASMINE)
  - $\mu$ as精度の光学干渉計(SIM)
  - $\mu$ as精度の電波観測(VLBA)
  - USNOでの地上カタログづくり
- ◎ 2007.7「非常にすばらしい計画なので、日本を越えた国際的な支援体制を組むのがよいのでは」とコメントあり。SOC代表M. Bureau氏からも強いサポート。(IAUシンポNo.245、**バルジの形成と進化**@Oxford)

## 評価(つづき)

- ◎ 2006.8 JASMINE、Nano-JASMINEへの強い関心と支持、Commission 8のpresident（当時）Imants Platais氏からも強いサポート (IAU GA@プラハ)
- ◎ 2006.8 「The Japanese space astrometry plans are exciting as they focus on an infrared study of the Bulge, which cannot be reached by GAIA other than in low-extinction windows. 」 (IAU- JD13のConcluding Remarks:T. de Zeeuw現ESO所長)
- ◎ 2005 「JASMINEは、赤外線による位置天文学の実行という日本独自の発想により、銀河系の構造と運動の解明、ダークマターの分布などの重要課題に挑むものであり、早期の計画実現をめざす活動の一層の推進を期待する」 (於天文研連特別議事録「光赤外線天文学将来計画の推進について」)
- ◎ 1997.3 「日本でもスペースの位置天文が必要」 (天文台第三者評価委)

# JASMINE計画

10  $\mu$ as級

ISAS  
WG

全銀河面

バルジ

バルジの一部

1 mas級

2000

Nano-JASMINE  
現在

2010

2015

2020

JASMINE

JASMINE

中型

中型

ISAS  
中型WG

ISAS  
小型WG

Small-JASMINE



# アストロメトリの精度

精度= $\sigma$ , 口径= $D$ , 波長= $\lambda$ , ミッション期間= $t$ ,  
サーベイ領域= $\Omega$ , 視野面積= $\Omega_{\text{FOV}}$ , 効率= $\varepsilon$

$$\propto (\lambda/D)^2$$

$$\propto D^2 \frac{t}{\Omega_{\text{FOV}}} \frac{\Omega_{\text{FOV}}}{\Omega} \times \varepsilon$$

$$\sigma^2 = (\text{回折限界})^2 / (\text{光子数})$$

星像中心のみを観測

$$\sigma \propto \lambda \Omega^{1/2} / (D^2 t^{1/2} \Omega_{\text{FOV}}^{1/2} \varepsilon^{1/2})$$

- 大きな口径
- 長いミッション期間
- 広い視野
- 高い効率
- 狭いミッション領域

この他に、さまざまなシステムノイズを除去する必要あり

# 要求分析

- ◎ 回折限界  $\leftarrow$  口径  $\cdot$  波長
- ◎ 光子数(望遠鏡サイズ  $\cdot$  サーベイ面積  $\cdot$  運用期間  $\cdot$  効率)
- ◎ 収差(広義)を除去する
  - 位置(0次)、長さ(1次)、高次ひずみ(光学系  $\cdot$  検出器)
  - ゼロ点、年周期変化、時間に線形の変化の推定
  - 単一星をどう分離するか
- ◎ サイエンスに必要な星の数を確保する
  - 密度(confusion/口径)、面積
- ◎ 位置天文パラメータ以外の物理量計測
  - 測光観測精度

# 汎用望遠鏡による位置天文

## ◎ 手法

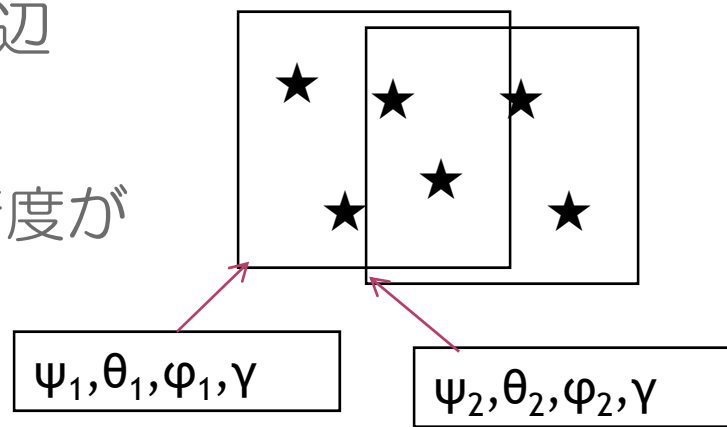
- 視野内の星が多ければ、ビーム混合鏡に頼らなくても精度よくパノラマ写真が合成できる(要求分析より)

## ◎ 実績

- 地上
  - 過去のプレートをCCDに読み込んでデジタル処理⇒100年スパンの固有運動計測(IAU commission 8でもWG)
- HUBBLE⇒クラスター周辺

## ◎ 評価

- JASMINEの場合十分な精度が得られる(矢野他)



# 小型化でシステム要求も緩和

|        | 中型            | 小型           |
|--------|---------------|--------------|
| 口径     | 80cm          | 30cm         |
| 指向安定要求 | 100mas/2.2sec | 280mas/16sec |
| 熱要求    | 40mK/10時間     | 0.4° /20分    |
| 姿勢マヌーバ | 0.5° /8sec    | 0.44° /8sec  |

- ◎ NEC社と数回検討
- ◎ JAXAも現状の技術での可能範囲に近づいたと評価

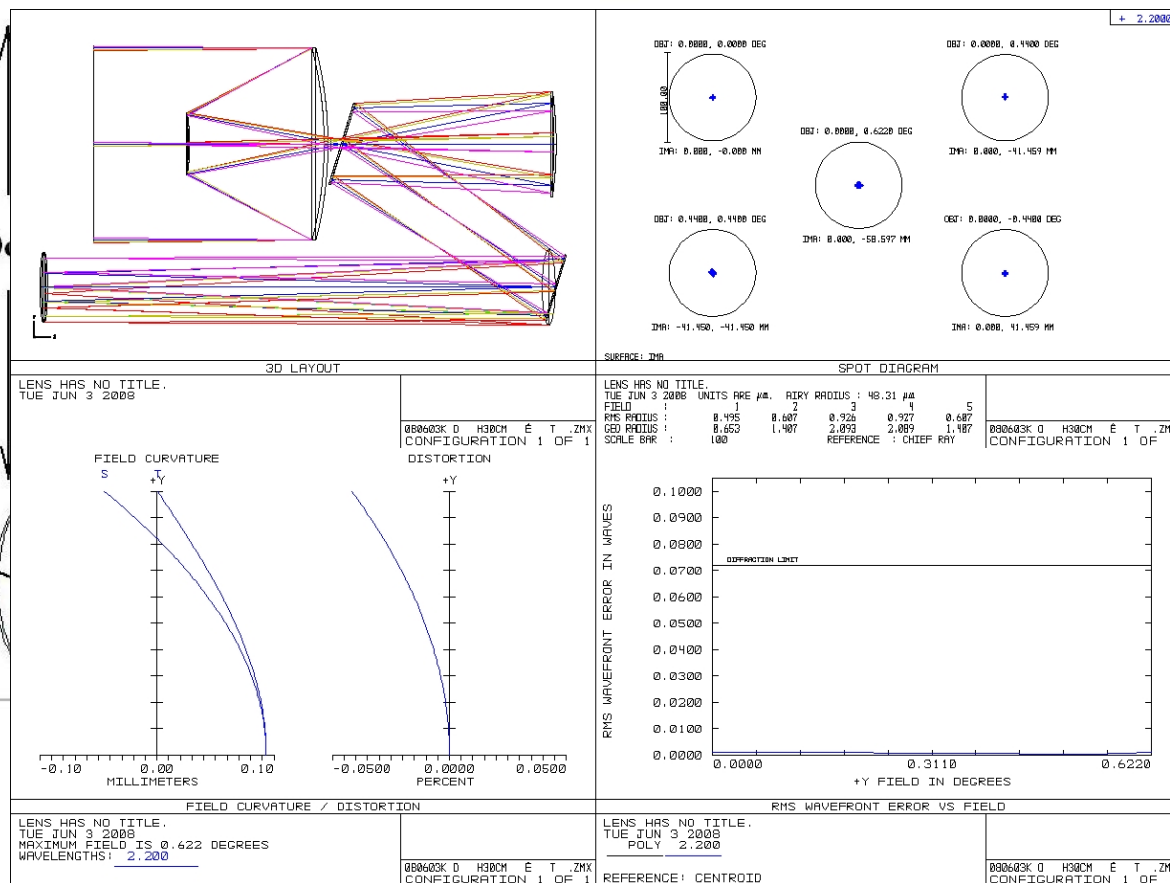
# サイエンス

- ◎ バルジの星の色-等級図を精度よく書く
  - 8~12等、2万個程度あればOK
  - バルジとM31の星形成史の比較
    - Knut, A.G. et al., Astron J. 132, 271--289,
    - Glen, P. Thiede et al. Astron. J. 110-6(1995),
    - Blum, R.D. Astrophys. J. 470, 864-881
- ◎ バルジの星の力学構造を調べる
  - できれば数か所の星の位置天文パラメータが得たい(K. Freeman)
- ◎ 冬季はバルジは見えない
  - システム調整期間を除き、位置天文以外のサイエンスも可能

# 仕様(案)

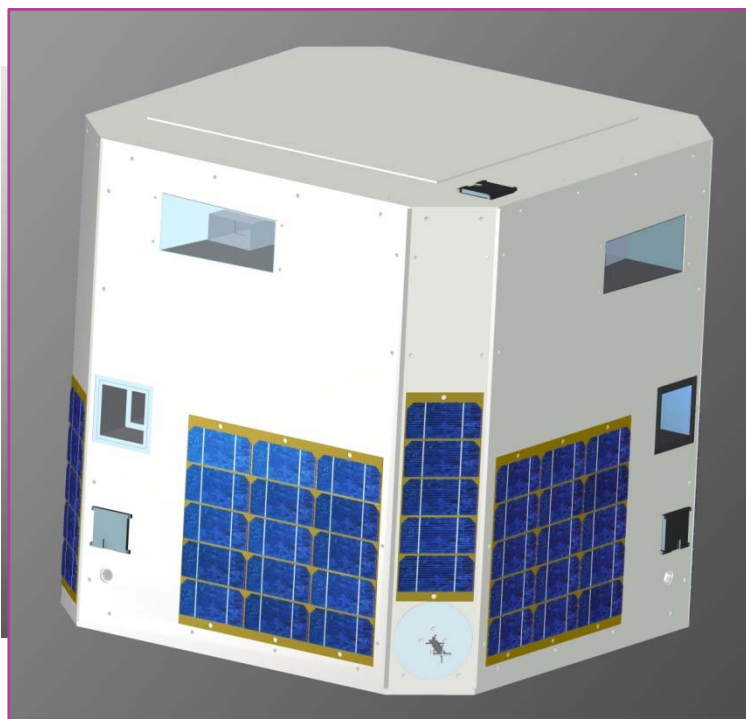
|          |                                |  |                |                                |
|----------|--------------------------------|--|----------------|--------------------------------|
|          |                                |  |                |                                |
| バンド      | $K_W(1.5\sim 2.5\mu)$          |  | 視野サイズ          | $0.87^\circ \times 0.87^\circ$ |
| 年周視差精度   | $10\mu\text{as}@K_W=12$        |  | 光軸指向擾乱         | 300mas/5秒程度                    |
|          | $17\mu\text{as}@K_W=13$        |  | 波面誤差           | 200nm程度                        |
| 観測領域     | $0.87^\circ \times 3^\circ$ 又は |  | 同じ場所の連続撮像回数    | 4回～8回                          |
|          | $1.3^\circ \times 1.3^\circ$   |  |                |                                |
| 観測される星   | 10万個                           |  | サーベイ枚数         | 6～16視野                         |
| 検出器      | HgCdTe 2Kx2K                   |  | サーベイ領域<br>観測回数 | 5～10万回                         |
| 検出器个数    | 2x2                            |  |                |                                |
| Pixelサイズ | 18 $\mu$                       |  | 運用期間           | 2年                             |
| 光学系      | Korsh改良                        |  | 軌道             | 高度500～1000km<br>太陽同期～軌道傾斜角90°  |
| 口径       | 30cm                           |  |                |                                |
| 焦点距離     | 4.85m                          |  | 打ち上げ目標         | 2015/新固体小型<br>ロケット             |

300

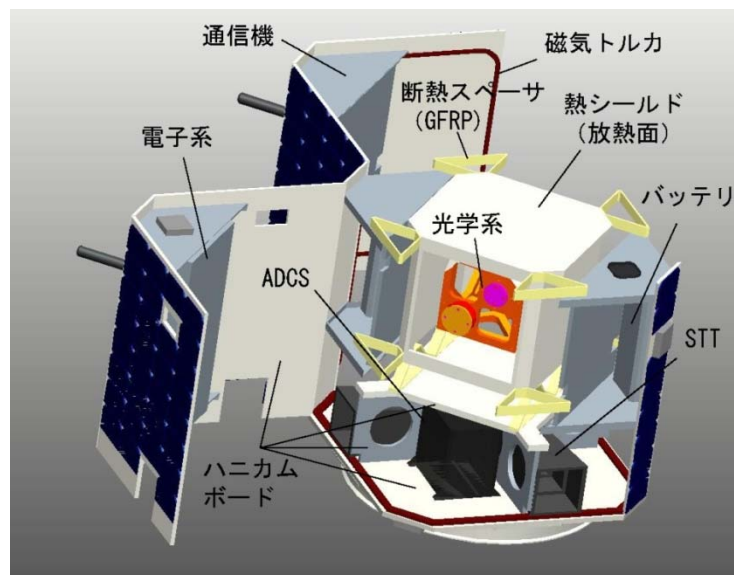


矢野

# 技術実証衛星NANO-JASMINE



構造系



内部構造・機器配置

# プロジェクト

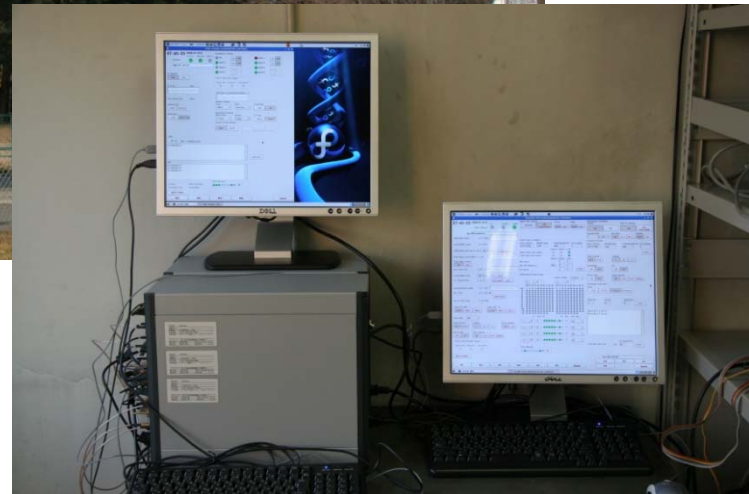
- ◎ 2003年4月 東大中須賀研究室と共同研究
- ◎ 2005年4月 本格的検討
- ◎ 2006年10月、H-IIAピギーバック搭載候補
- ◎ 2008年2月、ウクライナ訪問(5月MOU締結)
- ◎ 7月、熱真空試験@先端技術センター(三鷹)
- ◎ 11月、電気系統合
- ◎ 2008年度内、サイクロン4打ち上げ契約
- ◎ 2009年度内、FM完成
- ◎ 2010年7月、ブラジルアルカンタラ射場より打ち上げ

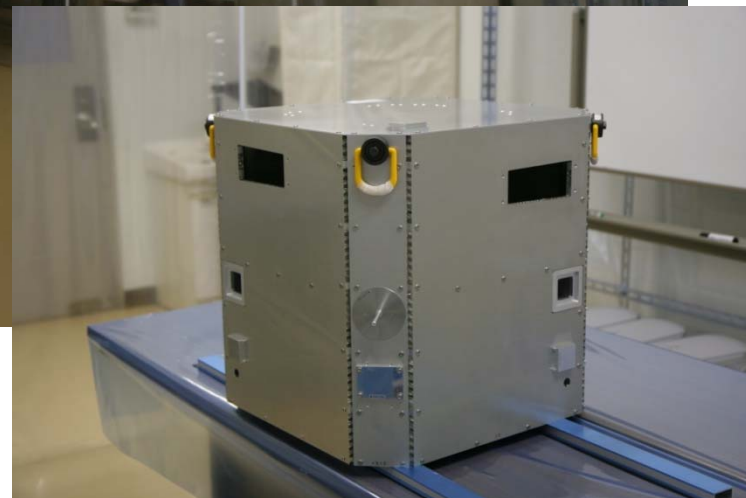




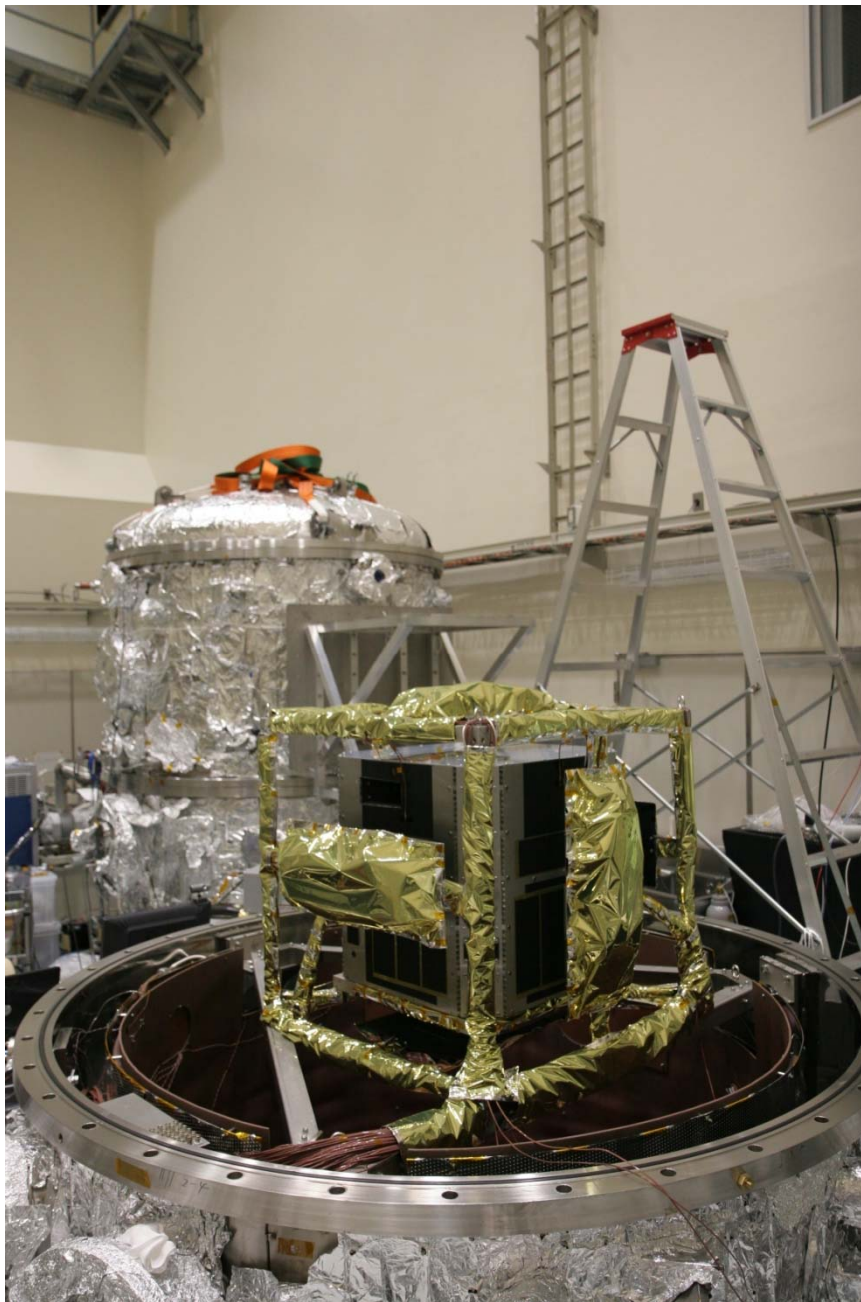
水沢10m

東大地上局

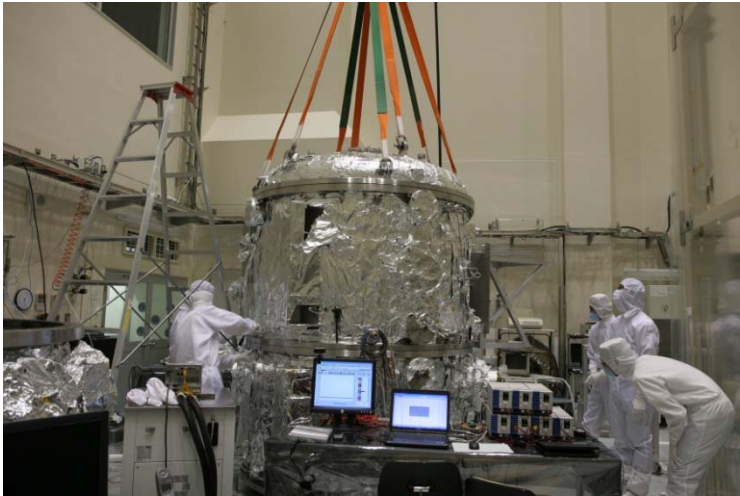


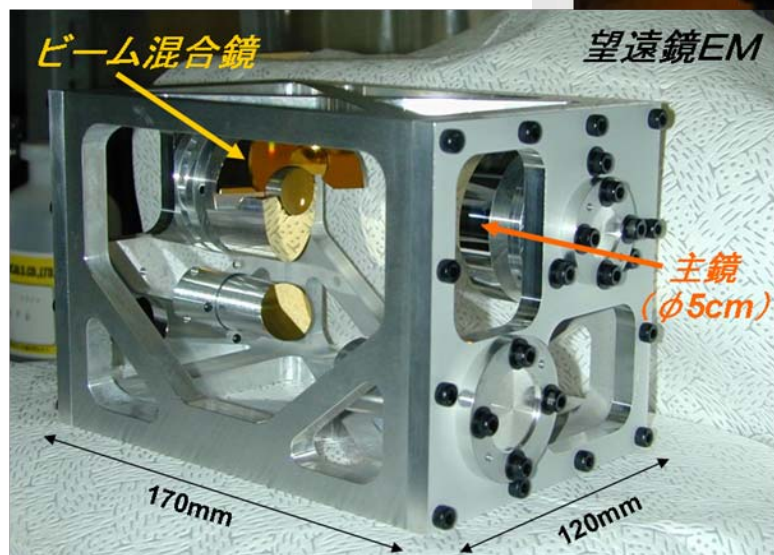


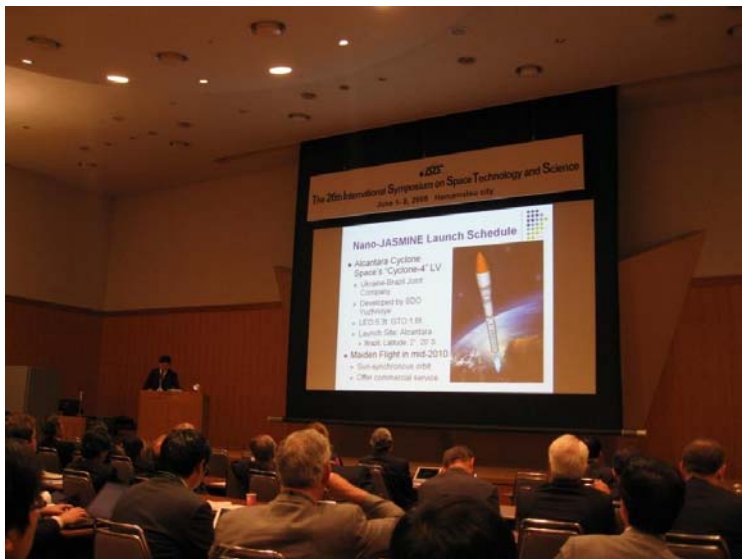
東大クリーンルームとNano-JASMINE



先端技術センターにて







## ISTS@浜松での基調講演

新聞報道：  
朝日新聞、日刊工業新聞、  
読売新聞  
ブラジル国内でも報道多数



©SDO Yuzhnoye

今後ともご支援よろしく  
お願いいたします。

(質疑応答 — Q:質問, A:回答, C:コメント — 氏名無しは発表者の発言, 敬称略)

(Q) クェーサーなどを観測しないので、絶対位置は決まらないと思うが？ (大西)

(A) 決まらない。目的は年周視差から距離を求めることなので問題はない。

(Q) 色・等級図を精度よくつくるというのは、HST と何が違うのか？また何故バルジの星を狙うのか？ (家)

(A) ???。異なる population の星 (バルジの popIII) が存在する可能性もある。

(Q) 温度安定性への要求が大幅に緩くなったようだが、それは何故か？ (中川)

(A) ???