

# JASMINE計画についての報告

郷田直輝 (国立天文台)

JASMINE のホームページのアドレス (勉強会の予定なども載っています)

<http://www.jasmine-galaxy.org/index-j.html>

## 1. 検討中のJASMINEの仕様 (概算)

### (1) 光学系

打ち上げロケットは、H-IIA の dual launch を想定

望遠鏡仕様：リッチークレチアンをベース (図1 参照)

$$\text{K-band : } \lambda = 2.2 \mu\text{m}, \quad \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 0.3$$

### 光学系

鏡のサイズ：D=2m の円形 (中心に直径 0.7m の穴)

$$\text{----->面積 } A = 2.76 \text{ m}^2$$

$$\text{焦点距離 : } f = 65.4 \text{ m}$$

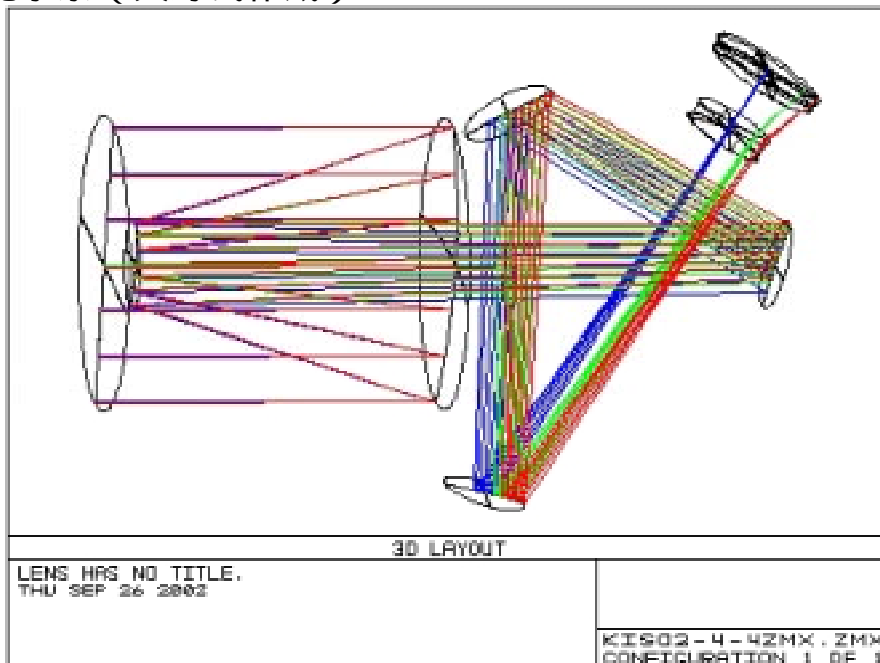
$$\text{視野直径 : } \theta_s = 0.51^\circ$$



Astrometry 用の有効な視野面積

$$\Omega = 1.29 \times 10^{-1} \square^\circ$$

図1 光学系 (矢野氏作成)



検出器：HgCdTe を想定。TDI モードが使えると仮定。

\*検出効率（光学系、その他すべての効果を含む） $\varepsilon = 0.5(50\%)$ ：

\*検出器当たりの pixel 数  $N_{\text{pix}}$ ： $4096 \times 4096$

\*pixel サイズ： $w = 18\mu\text{m}$

\*readout noise： $\sigma_e = 10$

\*well depth of individual pixels： $N_e = 8 \times 10^4 e^-$

\*検出器の個数 アストロメトリ用  $4(N_s) \times 5(N_c) = 20$  個

sky mapper 用：16 個 ( $2K \times 2K$ )

J, H - band の photometry 用：各々、12 個 ( $2K \times 2K$ )

回折限界と pixel 数の関係： $\frac{\lambda f}{D w} = 4$   
検出器の開発

K-band で感度がよく、CCD 機能を備えて、TDI モードが可能な検出器の開発が必要

裏面照射型薄化 CCD + HgCdTe  
↑  
インジウムバンブ

\* 科研費基盤研究 A(2) (小林行泰代表) で開発予定

超軽量かつ大口径の鏡の開発が必要。

## (2) サーベイ方法

衛星自体は、連続 scan しながら銀河面を中心に観測できるように姿勢制御を行う。太陽方向を見ない工夫も必要。

絶対的な年周視差を得るため及び衛星回転則のずれを観測データを用いて自己完結的に測定するためには、大角度離れた field を同時に観測する方法が得策である。

JASMINE も同じ鏡を 2 枚用いて、同時に大角度（約 90 度）離れた領域の星を測定する。

\* 2 枚の鏡に対して、焦点面は共有する

解析により、どちらの鏡から来たか分離可能

\* JASMINE は他の可視光でのスペースアストロメトリ計画とは違って、独自のグローバルアストロメトリ構築の方法を考案する必要がある。

## (3) 衛星の軌道

Sun-Earth の L2-point に投入予定 (Earth-trailing も候補)。

理由：(i) 太陽、地球がほぼ同じ方向にあり、観測できる領域を拡げられること。

(ii) 熱的環境の変化が安定していること

(iii) 衛星の軌道制御が比較的容易であること

(iv) 放射冷却により冷却できる

実質の観測年数： 5 years

1つの target を 1年あたりにサーベイする回数： 約 40 回  
(そのうち 4回は、短時間以内)

#### (4) 衛星の運動

1つの target に対する 1つの検出器の積分時間： 約 9.5 秒

————→ 衛星のスピンレート： 24.7 秒角/秒

————→ 衛星のスピン回転の周期： 約 15 時間

歳差運動の周期： 約 83 日

#### (5) 精度評価

準解析的な精度評価を行う。なお、太陽が銀河面に近づき銀河面の観測を出来ない割合を 4割と仮定。

$\sigma = 10 \mu\text{as} @ K = 12\text{mag}$  と想定した場合

————→ サーベイ可能な面積  $360^\circ \times 7^\circ$

この場合、 $K=10\text{mag}$  の星に対する精度は、 $\sigma = 4 \mu\text{as}$  になる。

( $K=10\text{mag}$  で検出器は saturation を起こす。これ以上の明るさの星に対する精度はほとんど同じ)

また、 $K=13\text{mag}$  の星に対する精度は、 $\sigma = 16 \mu\text{as}$  になる

(6.3kpc 以内の距離の星の距離精度が 10%以内。銀河中心の星の距離精度は約 13%)。

同様に、 $K=14\text{mag}$  の星に対する精度は、 $\sigma = 26 \mu\text{as}$  になる

(約 4kpc 以内の距離の星の距離精度が 10%以内。銀河中心の星の距離精度は約 20%)。

(\* 位置測定が可能な限界等級は約 16mag)

Remarks: 精度に関して

年周視差：  $\sigma = 10 \mu\text{as} @ K=12\text{mag}$

銀経方向の位置、1年あたりの固有運動

$\sigma = 10 \mu\text{as} @ K=12\text{mag}$

銀緯方向の位置、1年あたりの固有運動

$\sim 100 \mu\text{as} @ K=12\text{mag}$

(サーベイ領域の銀緯方向の幅が約 10 度程度の場合)



銀緯方向の scan を行うことにより部分的に、 $\sigma = 10 \mu\text{as}$  が可能



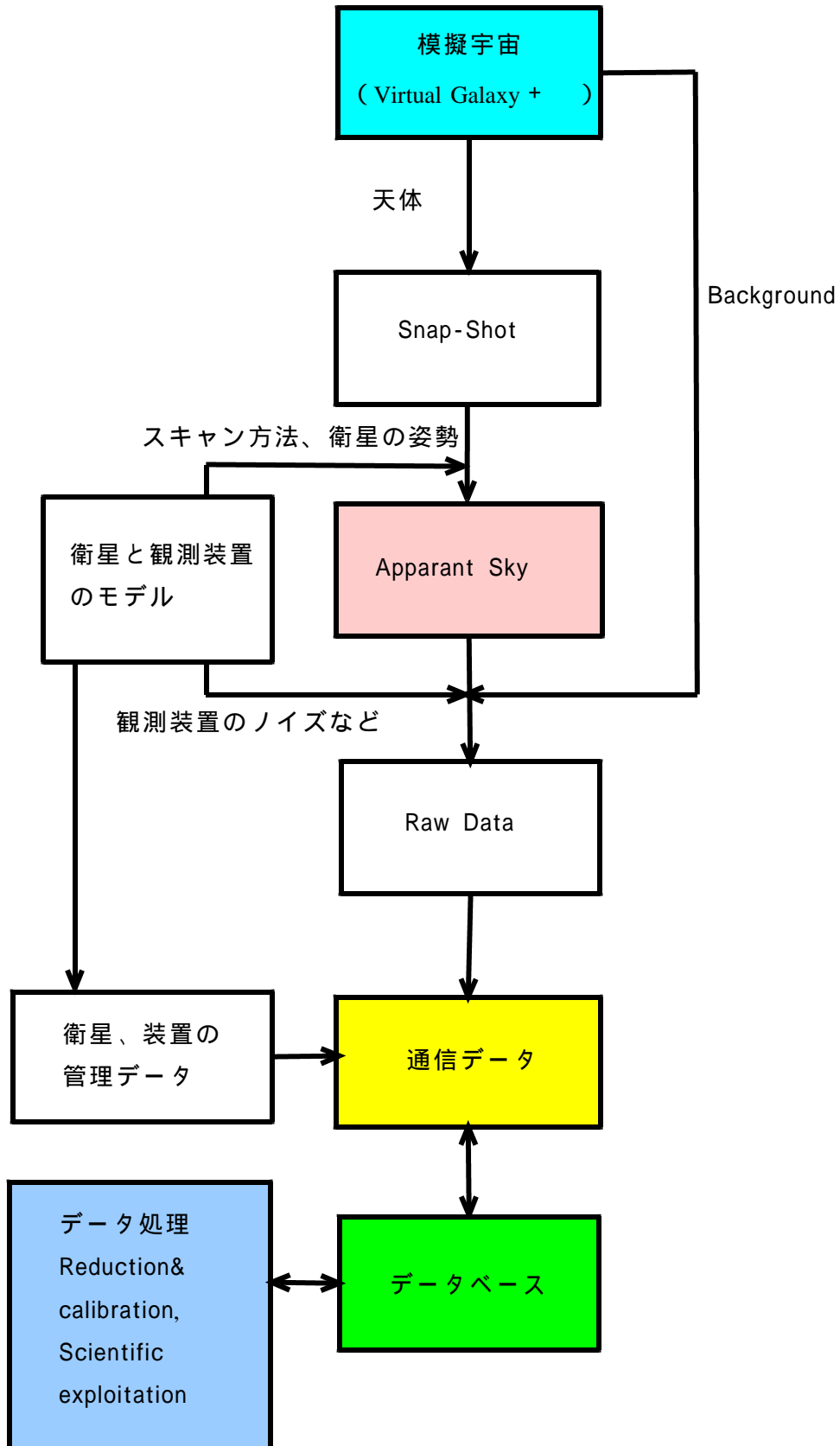
VERA, GAIA などの結果とマッチングすることにより、銀緯方向でも  $\sigma = 10 \mu\text{as}$  が可能。

#### (6)JASMINE Simulator の開発とデータ解析

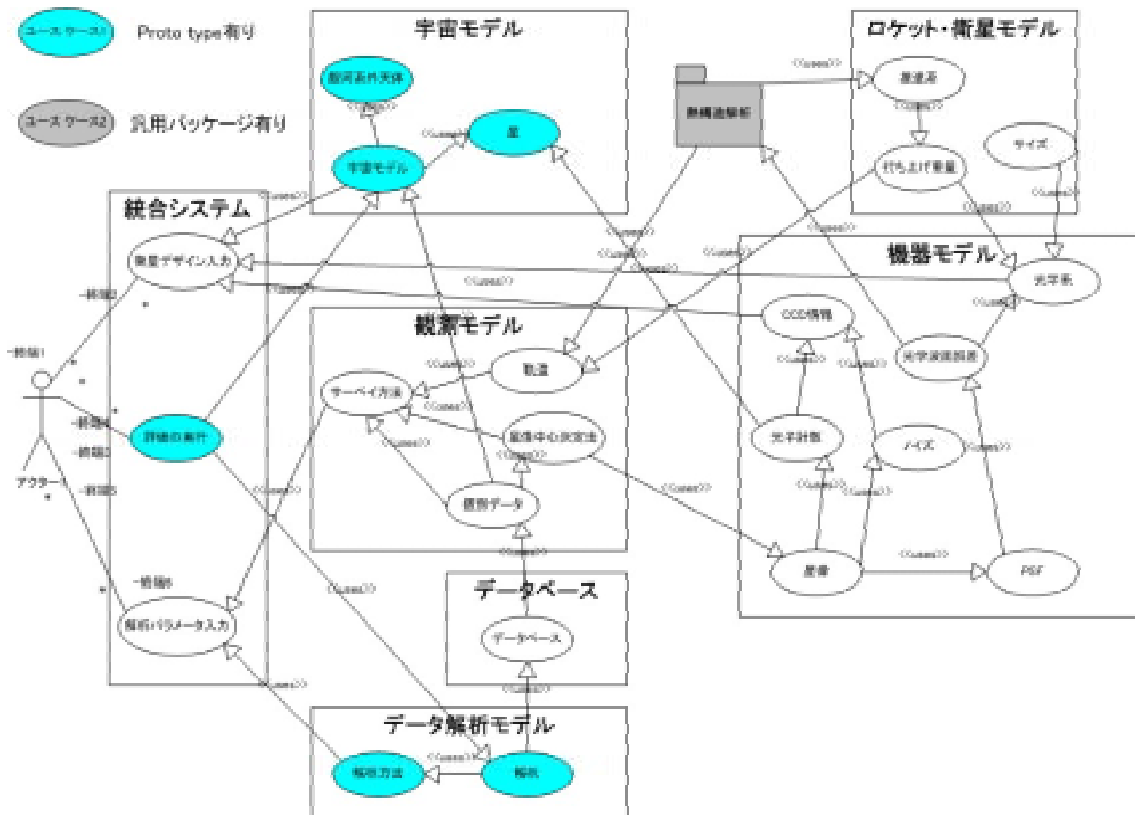
JASMINE 計画は、従来の位置天文観測より高精度であり、高度な技術と精密なシステム設計が要求される。また、観測する星の数もけた違いに大きく、データ解析方法の工夫も必要である。さらに、システム全体の検討には様々な部分の仕様設計が複雑に絡んでいる。そこで、システムの全体設計やデータの誤差評価等のために、衛星仕様、光学系仕様、検出器仕様、データ伝送仕様、データ解析手法仕様、銀河系の模擬カタログ等を統合したシミュレーターの開発が必要である（図 2 参照）。

\* オブジェクト指向技術、UML(Unified Modeling Language)によるプログラムデザインを計画している。こういった、ソフトウェア工学の技術を取り入れて、効率良く、かつ再利用性や拡張性に優れたシミュレーターを開発する。これにより、先ずはプレリミナリーだが、JASMINE の全体的なシステムを構築していくことができる。さらに、JASMINE 計画の進展に役立つだけに留まらず、今後衛星計画を考えている全てのプロジェクトで、システム開発の共通的な要素に関しては、必要最小限の修正だけで利用可能な、シミュレーションソフトウェアが構築できることも期待される。

図 2 : シミュレーションにおけるデータの流れ



# ユースケース図の例



## (7) その他の検討課題

### (a) 衛星のシステム設計

- (i) 光学系、機器の熱構造解析 --- > 時間変動の評価とそのモニター
- (ii) 機器の設計、材質の検討
- (iii) 2枚の鏡の間の角度のモニターシステム
- (iv) 通信レートの評価と通信方法

\*通信レートは、2次元の位置出力で、平均的に約 880kbps

### (b) K-band による星の視線速度サーベイ

3次元の速度ベクトルを得るためには、地上観測によるフォローアップが是非必要

K-band で約 15mag までを数 km/s の誤差で測定

視線速度の情報だけでも科学的に価値あり。さらに、JASMIINE による横断速度の情報加味する。

この十数年かけて、データを構築。

日本国内の望遠鏡ではどうか？ 海外は？

来年に JASMINE に関する詳細なレポート (first proposal) を提出予定

2003 年 2 月 ~ 3 月頃開催予定

( I ) アstrometri 衛星 WG の会合 ( 参加自由 )

( I I ) サイエンスワークショップ ( 参加自由 )

ご参加をよろしく御願います。

\*\*\*\*\*

次回アstrometri 勉強会

日時 : 10 月 22 日 ( 火 ) 午前 11 時 ~ ( 2 時間程度 )

場所 : すばる解析棟 1 階院生セミナー室

内容 :

Virtual Galaxy WG からの報告 ( 矢野、その他 )

その他

\*\*\*\*\*