

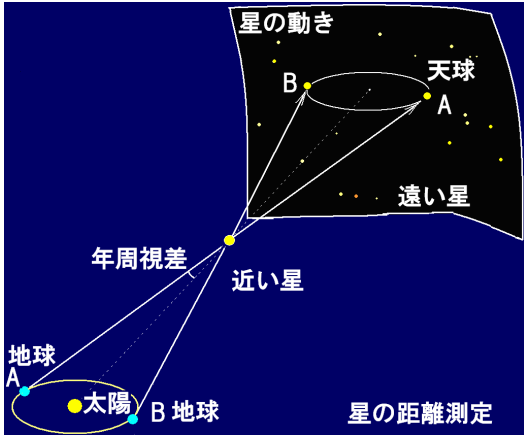
Nano-JASMINE

山田良透
京都大学

自己紹介

- これまでの研究
 - 超新星1987Aからの超高エネルギーガンマ線放射(モンテカルロシミュレーション)
 - 超新星エジェクタの流体力学的不安定性(3D流体計算)
 - 3軸不当ポテンシャル中の運動
 - 数値計算法
 - 2000頃よりAstrometryをはじめ、現在に至る
- 1988年天文天体若手夏の学校事務局長
 - 校長は郷田直輝(現JASMINEプロジェクトリーダー)
 - 全体企画「天文学と計算機」⇒招待講師近田義広先生＋観山正見先生⇒後にGRAPEに発展
 - 「この夏の学校がなければGRAPEは出来なかった」(関係者談)

位置天文観測とは

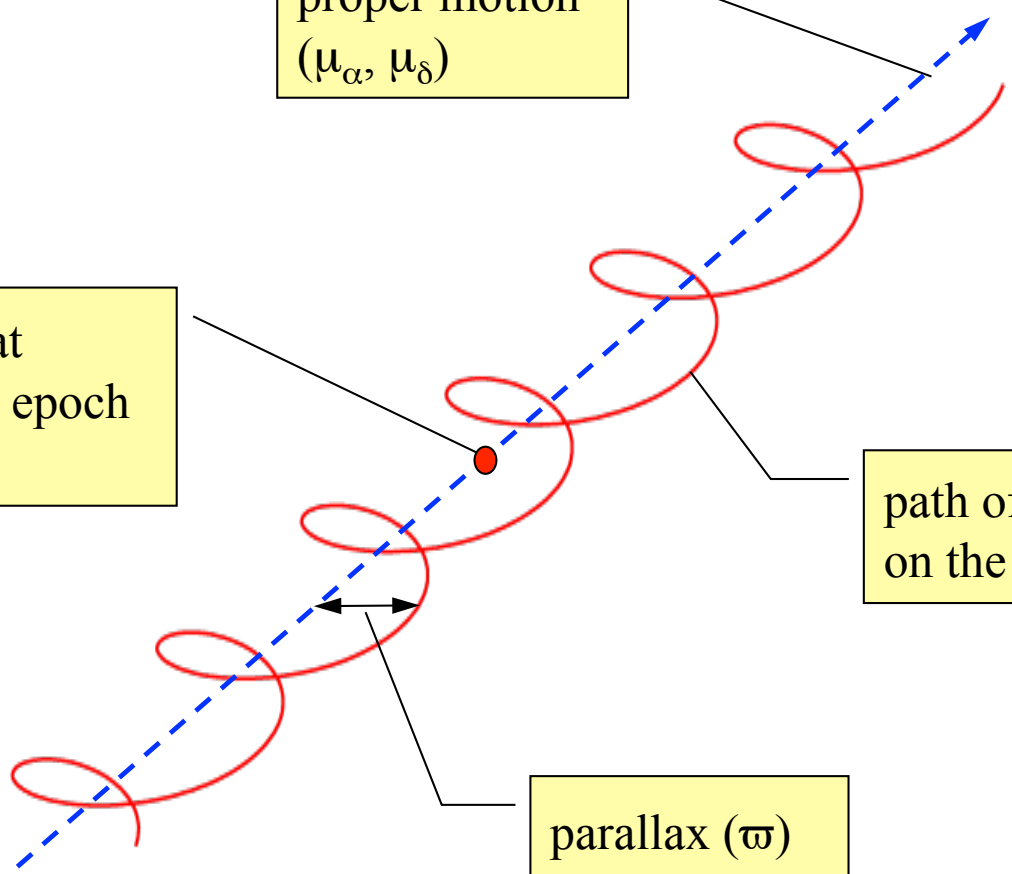
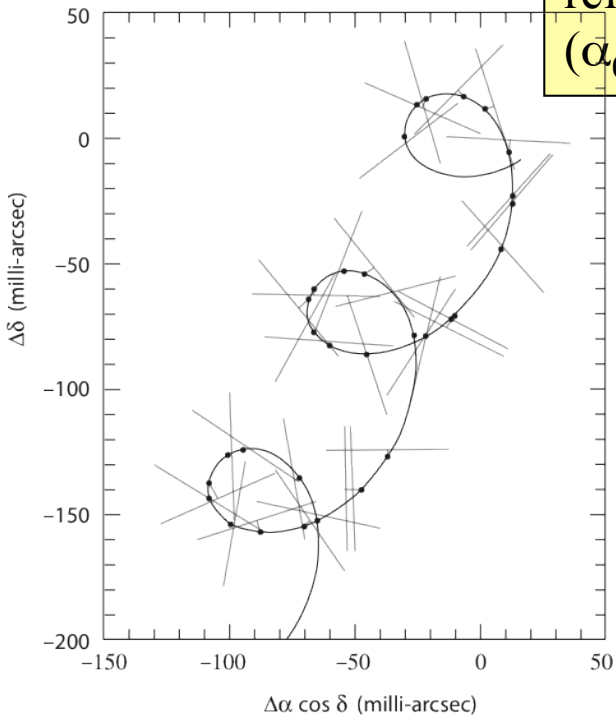


proper motion
(μ_α, μ_δ)

position at
reference epoch
(α_0, δ_0)

path of star
on the sky

parallax (ϖ)



位置天文 = 精密測定

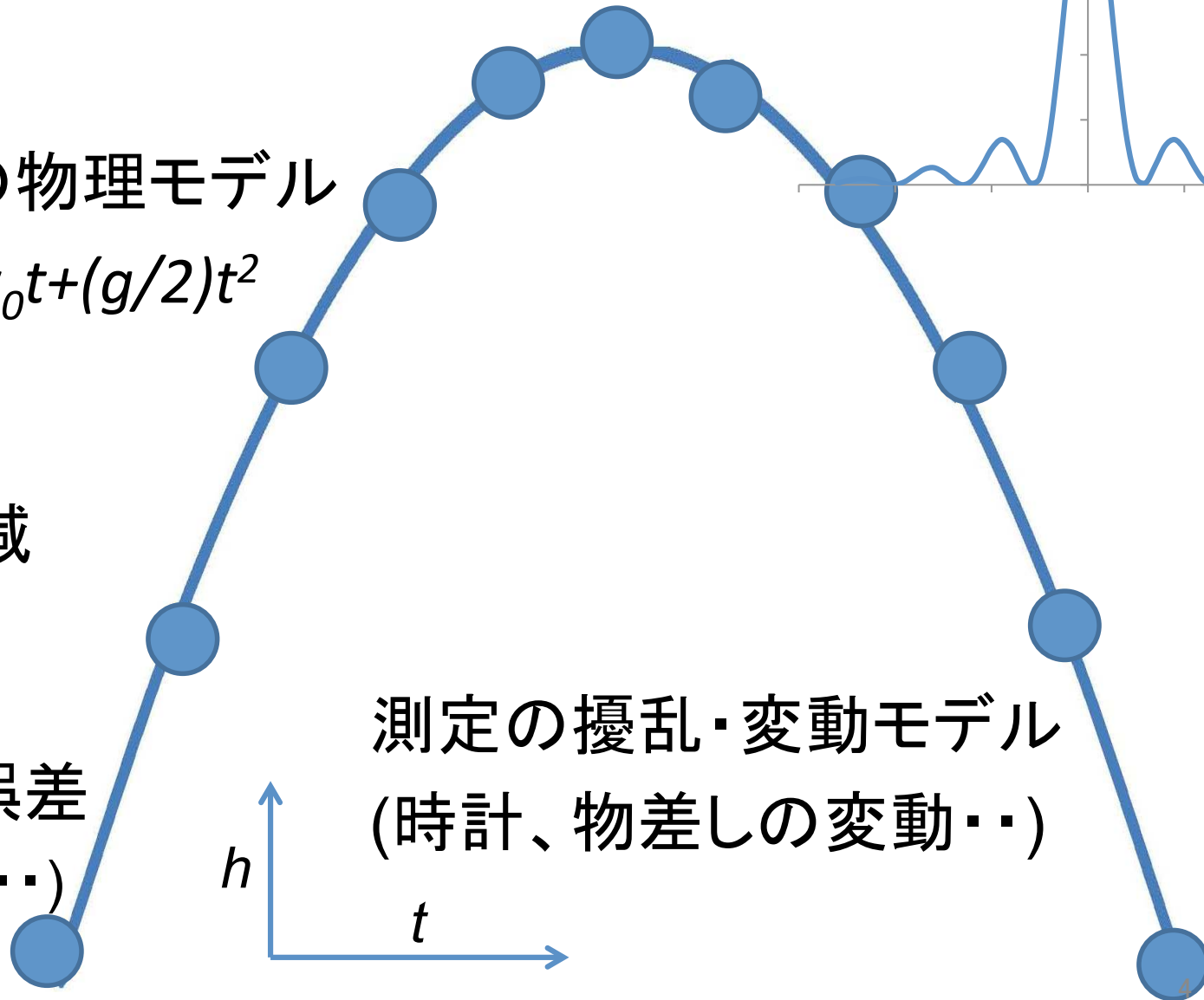
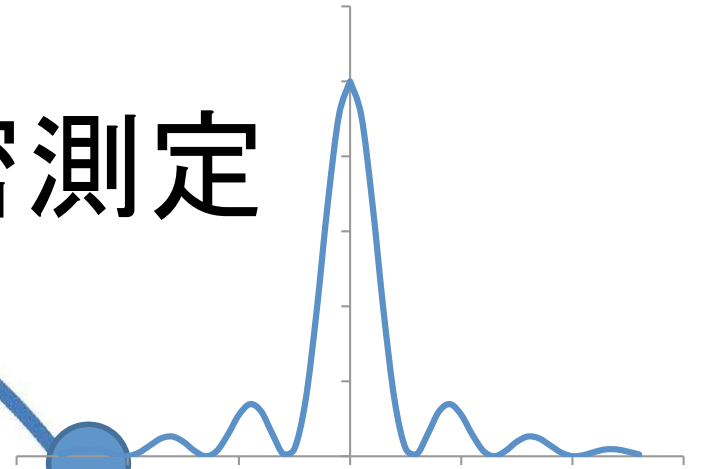
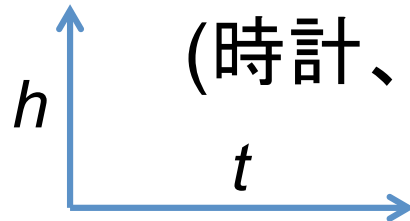
運動の物理モデル

$$h = h_0 + v_0 t + (g/2)t^2$$

擾乱の低減
(空気・・・)

モデル化誤差
(質点でない・・・)

測定の擾乱・変動モデル
(時計、物差しの変動・・・)



JASMINE検討の略歴

1997: 国立天文台第三者評価委員会にて、「スペース位置天文を日本もやるべき」と意見

1999: 宮本昌典先生定年後の後任として、郷田直輝教授が国立天文台に着任

口径3.8m (HII-Aフェアリングサイズより少し小さい)のJASMINE計画を検討

2002 観山企画調整主幹(当時)から、何か小さいものでスペースの経験を積むべき



JASMINE検討の略歴

1997: 国立天文台第三者評価委員会にて、「スペース位置天文を日本もやるべき」と意見

1999: 宮本昌典先生定年後の後任として、郷田直輝教授が国立天文台に着任

口径3.8m (HII-Aフェアリング放絡域のサイズ)のJASMINE計画を検討

観山企画調整主幹(当時)から、何か小さいものでスペースの経験を積むべき

2003

Mini-JASMINE
@東大,4/11

JASMINE
@NASDA(当時),4/2



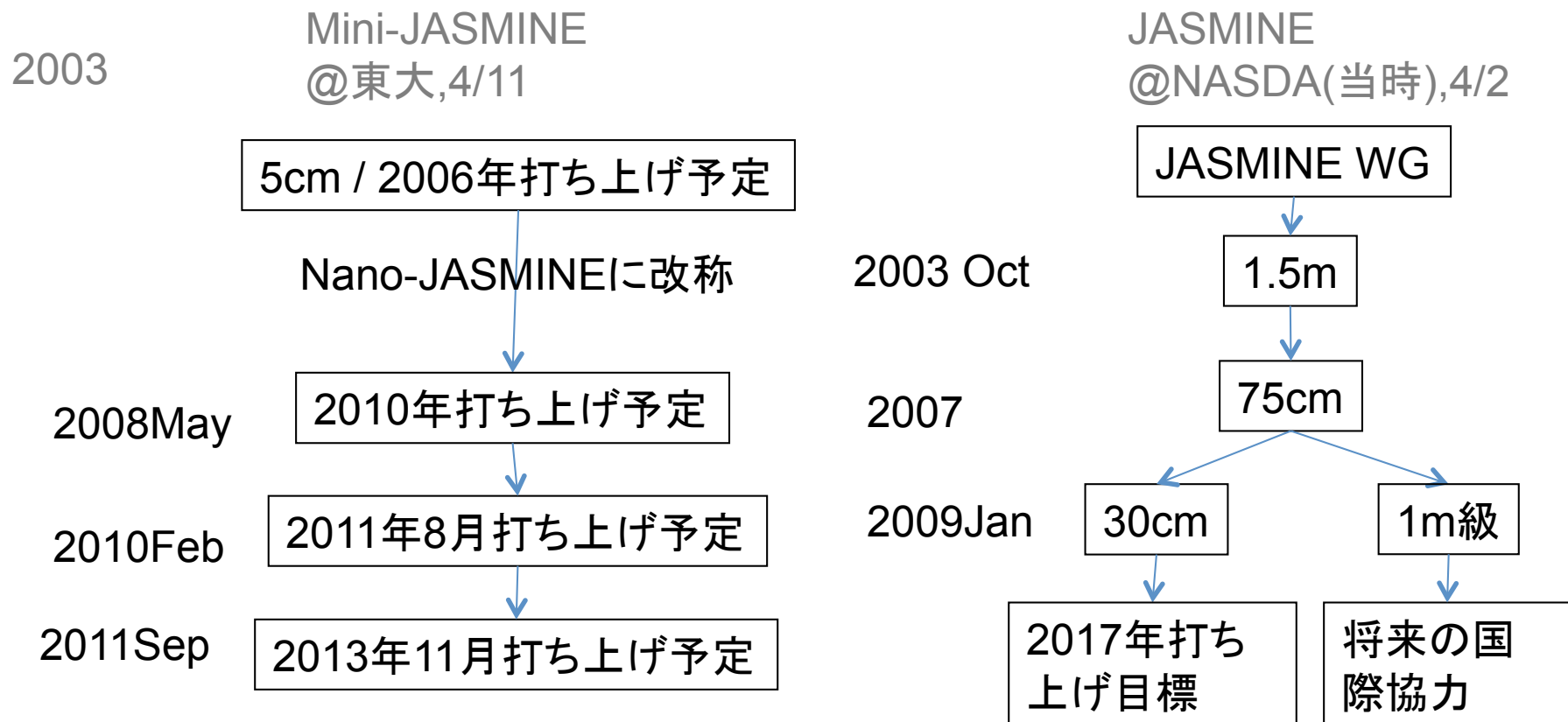
JASMINE検討の略歴

1997: 国立天文台第三者評価委員会にて、「スペース位置天文を日本もやるべき」と意見

1999: 宮本昌典先生定年後の後任として、郷田直輝教授が国立天文台に着任

口径3.8m (HII-Aフェアリングサイズより少し小さい)のJASMINE計画を検討

観山企画調整主幹(当時)から、何か小さいものでスペースの経験を積むべき



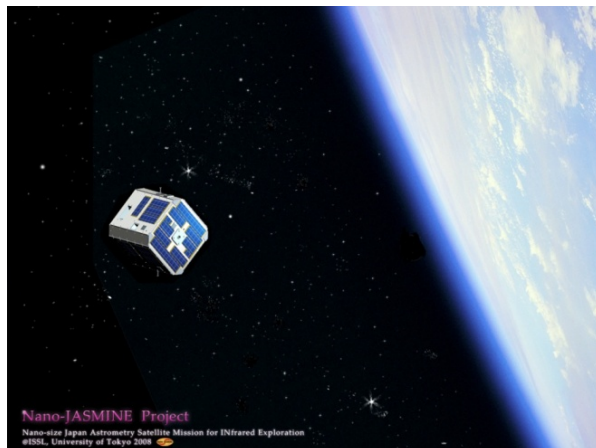
JASMINE projects:

Series of Infrared Space Astrometry Missions

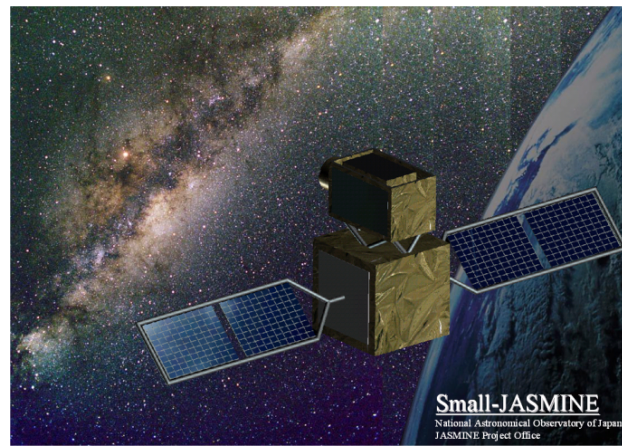
JASMINE

---Japan Astrometry Satellite Mission for INfrared Exploration---

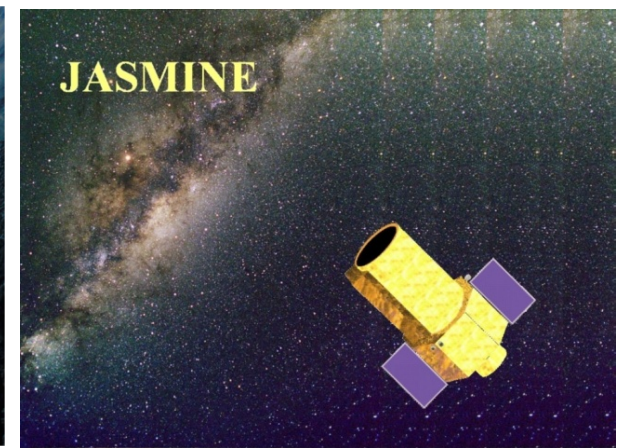
Nano-JASMINE



Small-JASMINE



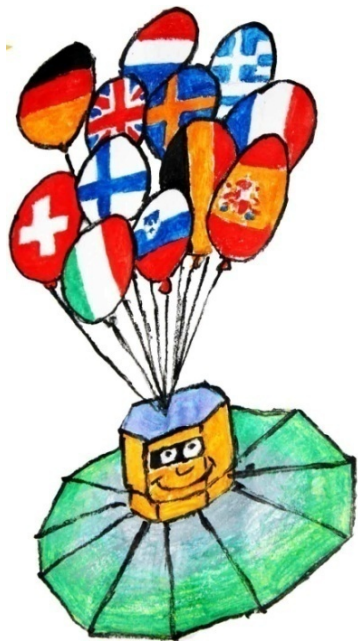
JASMINE



Nano-JASMINE、現在の仕様

項目	値
サイズ	50cm立方
重量	35kg
姿勢制御	3軸
通信	Sバンド(2GHz帯)、100kbps
打ち上げ・運用	2013年11月打ち上げ予定、運用期間ノミナル2年＋延長1年
軌道	太陽同期軌道、昇交点地方時23時、高度800km
射場	ブラジル、アルカンタラスペースポート
打ち上げロケット	ウクライナ製サイクロン4ロケット

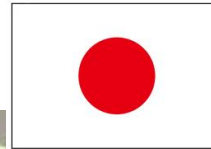
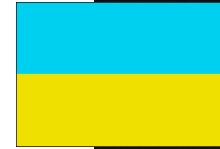
Dec 2011 – Feb 2012



Data analysis

Science using ultra small satellite

Nano-JASMINE



Satellite



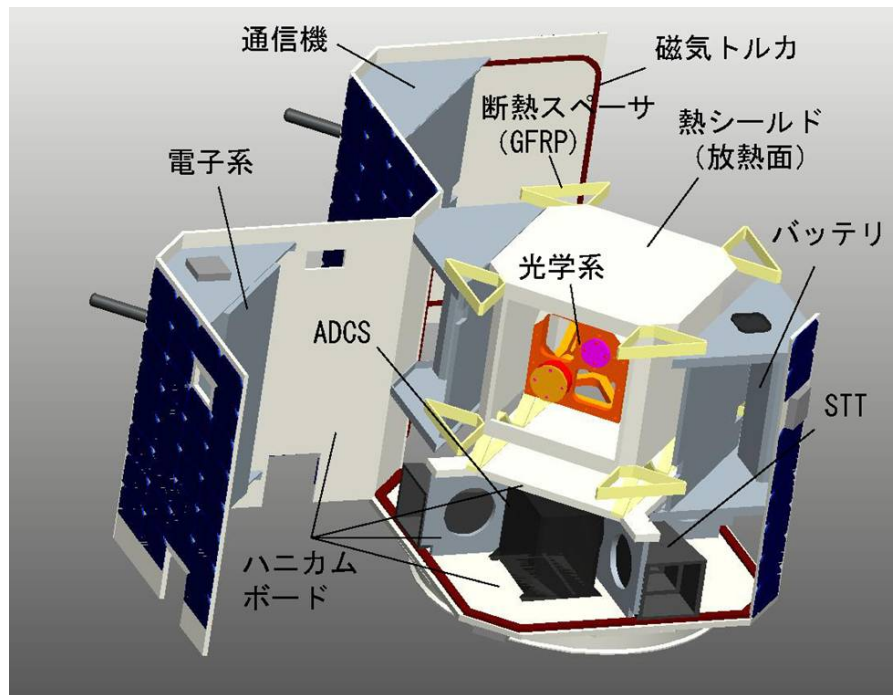
Collaboration of science and technology researchers



プロジェクトスタートの背景

- (理学サイド)未経験のチームがスペースの経験を得たい
- (工学サイド)超小型衛星の、一人前の衛星としてのニーズを開拓したい
- 最初の1～2年は共通言語の構築

衛星観測



ミッション部(ペイロード)

観測装置(望遠鏡・検出器・検出器制御)

ミッションデータ処理装置 ←

HWとしては統合

バス部(サービスモジュール)

電源系(SAP、DC/DC、バッテリー…)

制御系(RW・磁気トルカ…)

OBC ←

通信系(通信機・通信アンテナ)

センサー系(恒星・磁気・太陽)

熱系

構造系

位置天文の歴史

Hipparchus / Tycho Brahe / Bessel /

天動説・地動説、金星太陽面通過と1AU...

地上からのデータで固有運動と位置は調べられていたが、年周視差は誤差が大きかった
 $\sigma_{\pi}/\pi < 10\%$ の星 \Rightarrow 500個未満

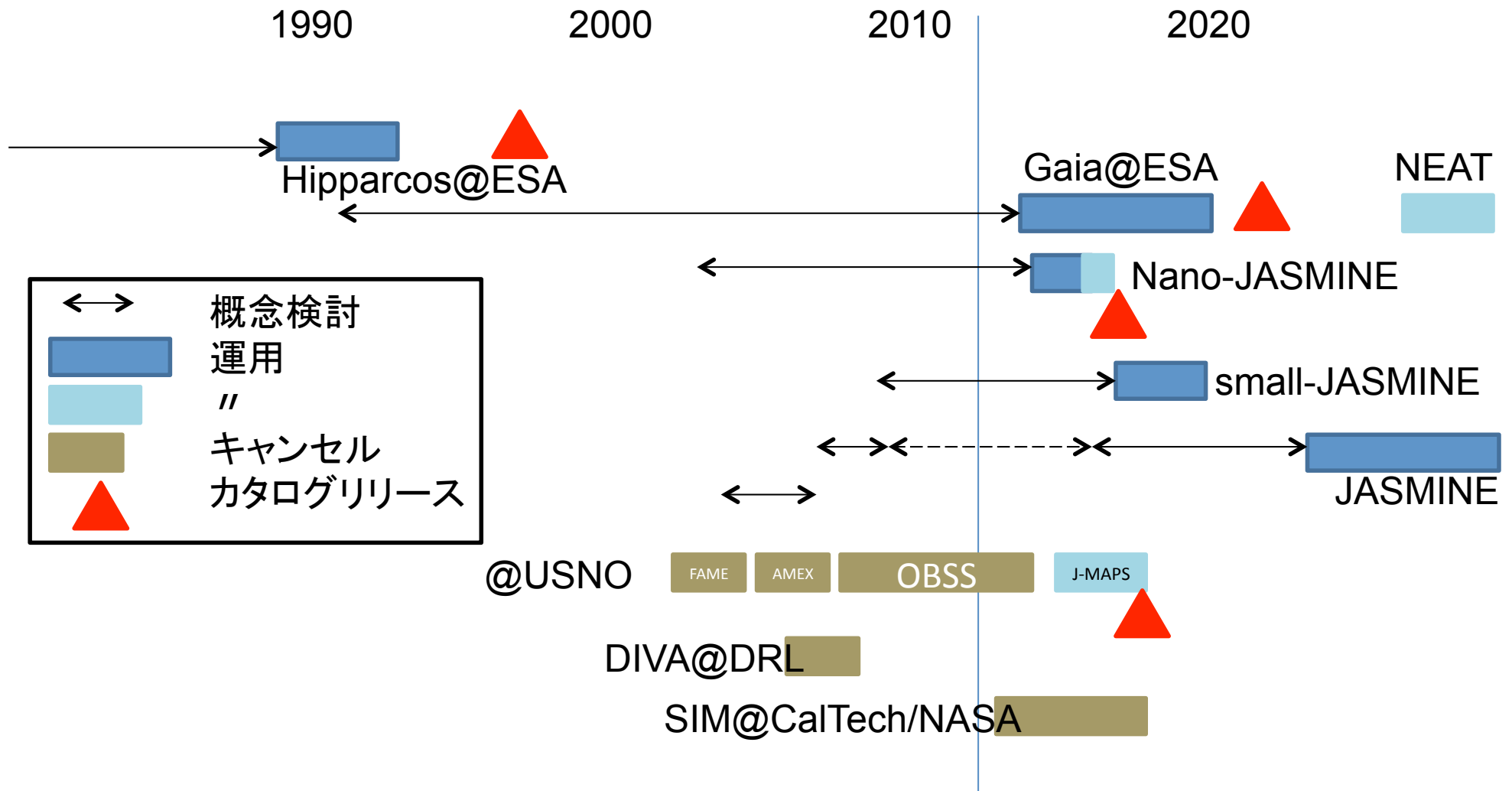
スペースから位置天文をやるべき \Rightarrow Hipparcos衛星(1989年打ち上げ)
 $\sigma_{\pi}/\pi < 10\%$ の星 \Rightarrow 2万個

結論を要約すれば、アストロメトリに対する要求は増大している。近年のアストロメトリ、特に**ヒッパルコス衛星の大成功**によって、**天体物理学者が**、彼らのサイエンスに対するアストロメトリの大きなインパクトを認識し、より多くの星に対してアストロメトリがより高精度な結果を出せば、彼らにとってどれほどの利益があるかを想像できるようになった。

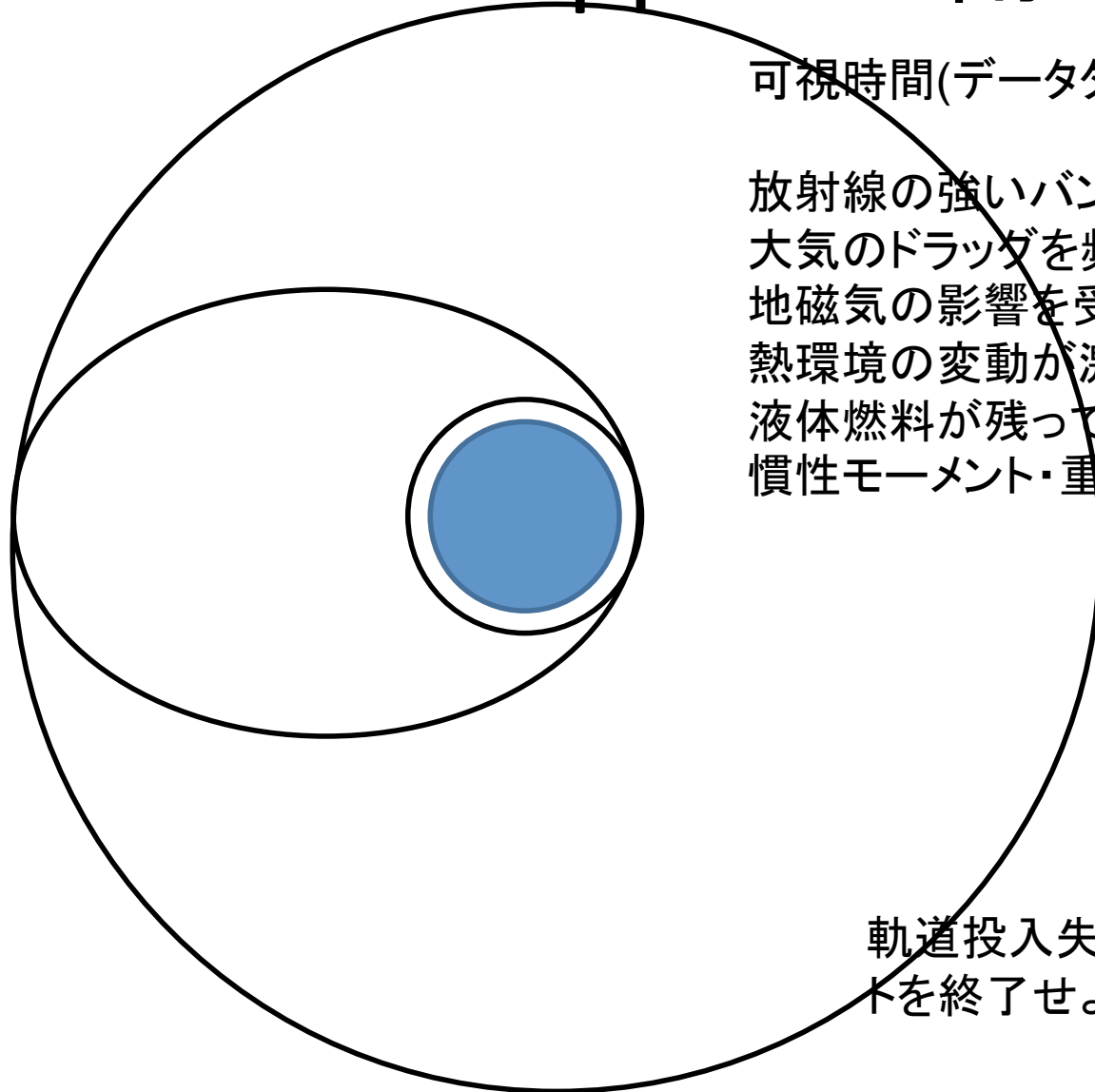
(Kovalevsky, Modern Astrometry)



JASMINEと他ミッションのスケジュール



Hipparcos衛星



可視時間(データダウンリンク)が確保できない

放射線の強いバンアレン帯を頻繁に通過する

大気のドラッグを頻繁に受ける

地磁気の影響を受ける

熱環境の変動が激しい

液体燃料が残っていて運動のモデル化が難しい

慣性モーメント・重心位置がノミナルと異なる

軌道投入失敗後は、ESAから「プロジェクトを終了せよ」という圧力もあった

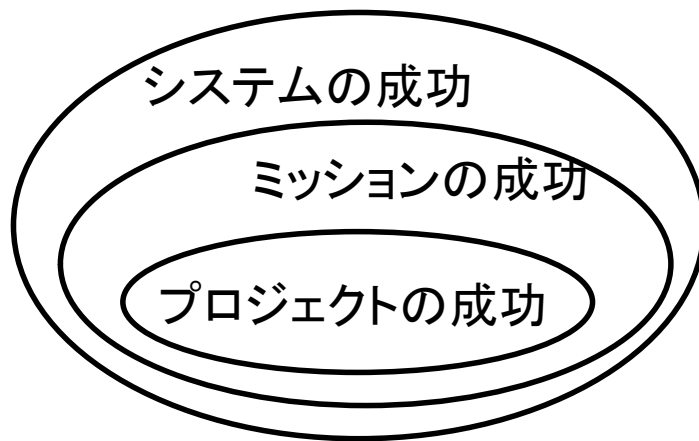
位置天文の特殊性

モデル化して解析したあとに成果が出る⇒衛星が失敗してもなんとかなる

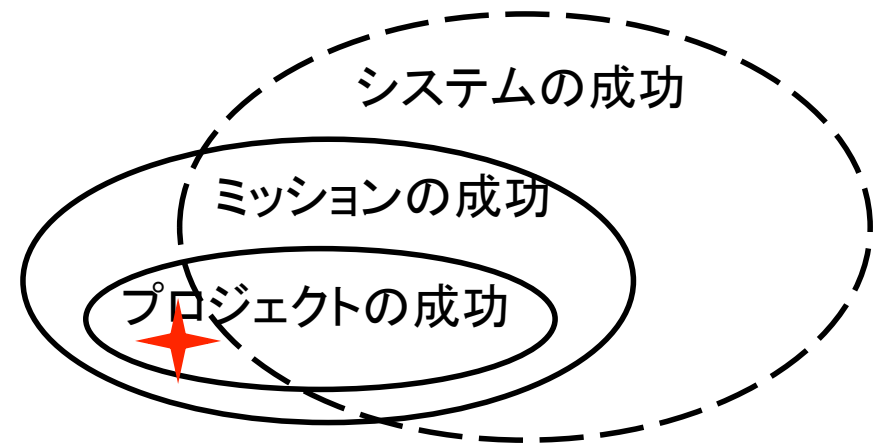
HIPPARCOS衛星:

ミッションとしては成功: 世界初の1masレベルparallaxカタログ

衛星システムは失敗: 目標軌道に入らなかった



普通の包含関係



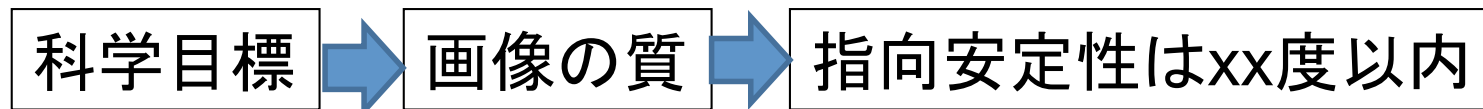
位置天文の場合

この事実が、要求定義を難しくしている

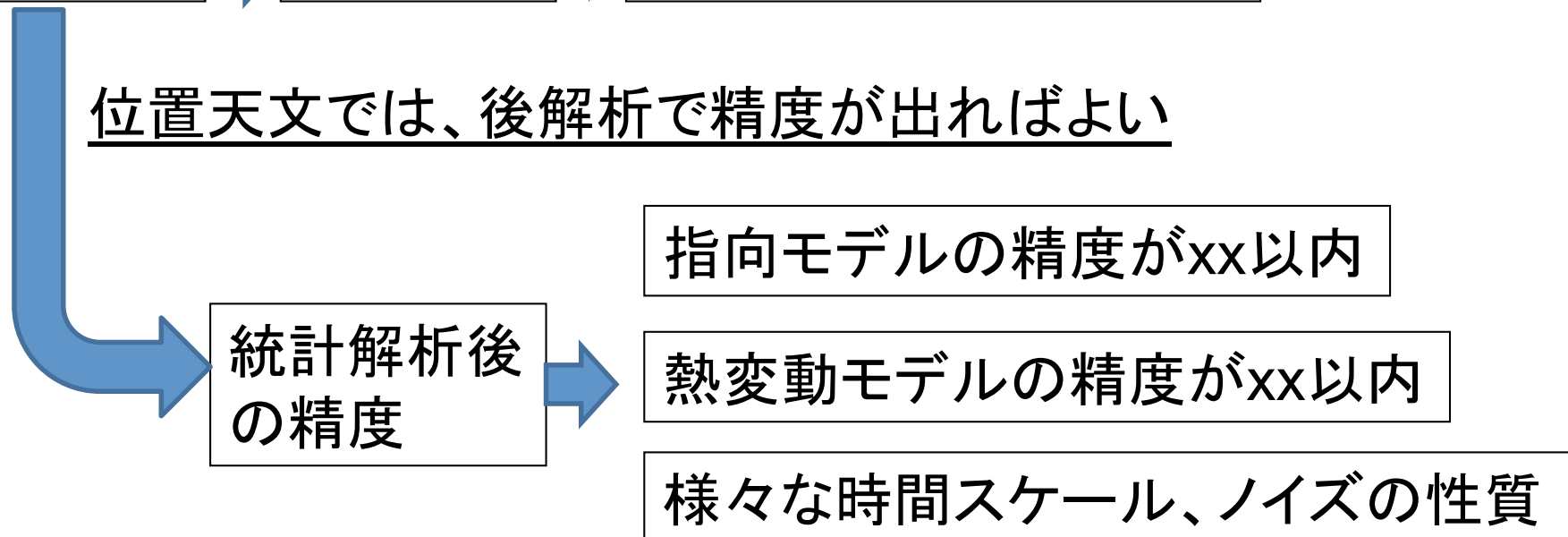
マネージメント

- マネージメントの中味は酒匂さん担当
- 東大との共同とJAXAやメーカーとの共同のどこが違うか
 - メーカー製品は仕様がなかなか出てこない
 - JAXAのノーハウかメーカーのノーハウか不明確
 - 出てきても他メーカーへの開示制限がある
 - バージョンアップが遅い
 - 学会発表でもいちいち許可が必要

マネージメント



位置天文では、後解析で精度が出ればよい

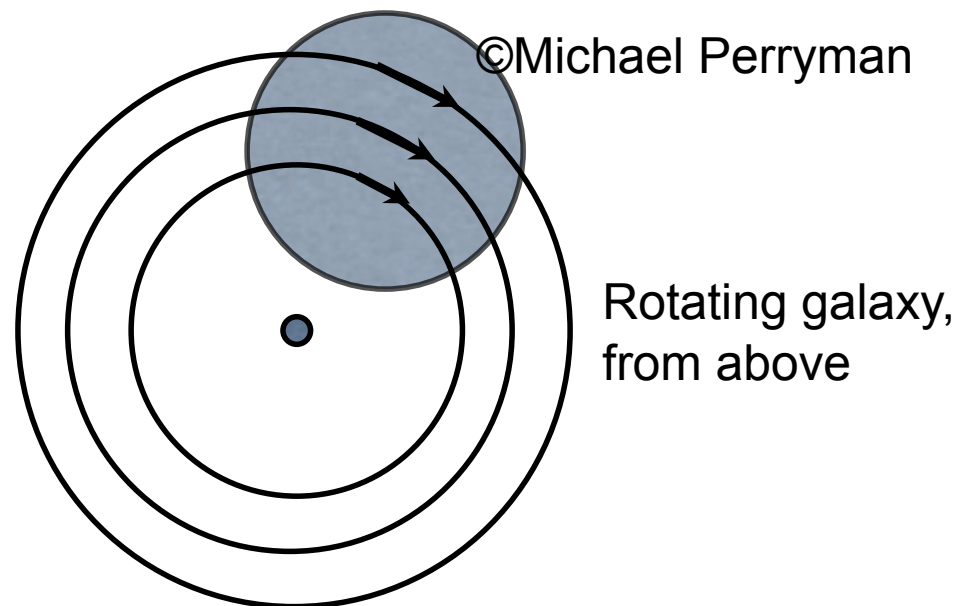


期待されるサイエンス

- 絶対等級
 - 星の進化や様々な現象のモデル構築で必要
 - 距離の不定性⇒光度の不定性
 - 恒星の3D分布
- Hipparcosから20年を経たデータ
 - 固有運動の改善
- Gaiaと比較して
 - Gaiaが見られない明るい星(有名な名前の付いた星)

銀河パラメータ

- $R_0 = 8.2 \text{ kpc}$
- $Z_0 = 20 (+/- 10?) \text{ pc}$
- $\Omega_0 = (\Theta/R)R_0 = +27.19 \text{ km/s/kpc}$
- $(d\Theta/dR)R_0 = -2.45 \text{ km/s/kpc}$ (slightly decreasing)
- Circular velocity at $R_0 = R_0 \Omega_0 = 223 \text{ km/s}$
- 近傍の星の運動からモデルを推定する



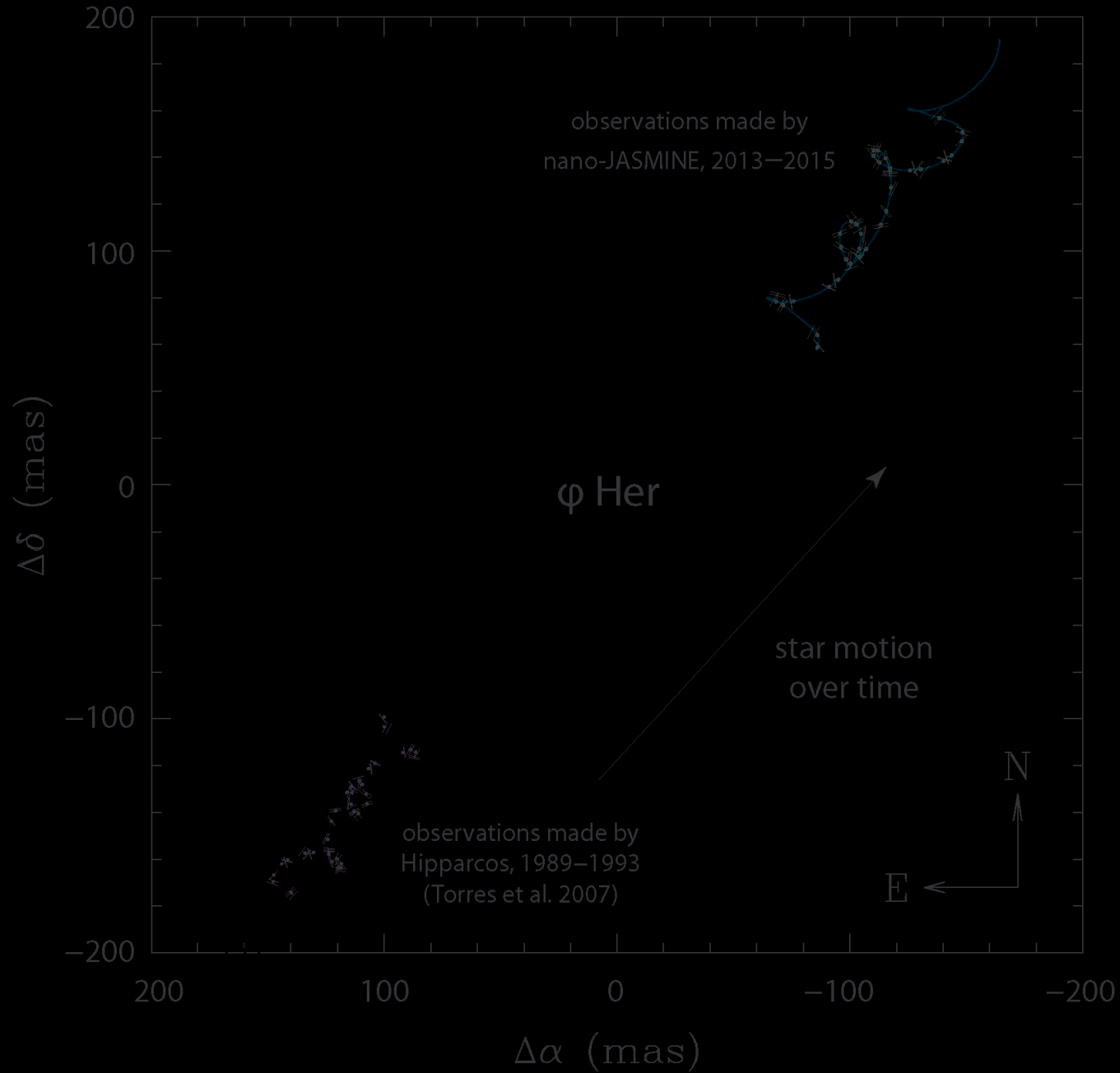
近傍星団の距離

- Pleiades:
 - distance (main sequence) = $133.8 - 135.5 \pm 3$ pc (Percival et al 2005, An et al 2007)
 - distance (Hipparcos) = 118.3 ± 3.5 (van Leeuwen 1999) to 122.2 ± 2.0 (van Leeuwen 2007)

ダークマターの分布

- 近傍の星の運動、特に銀河面垂直方向の運動を統計解析して、ダークマター量のモデルと照合する。

Combining Hipparcos and nano-JASMINE data for binary stars: the 20-year baseline gives improved periods and masses



その他

- HR図の高精度化
- 近傍の星のastrometric radial velocity
- PPNパラメータ
- 太陽系天体

国際的位置づけ

- Nano-JASMINEのデータ解析で、Gaiaのチームと協力
- 小型JASMINEの設計ではUSNOと協力
- 小型JASMINEの正式メンバーに、Hipparcos/GaiaのリーダーMichael Perrymanが入ってくれた
- IAU 248 @上海で、今後行すべき重要な4つのミッションとして推薦してもらった。(+SIM+VLBI+地上カタログ)
- 日本の小さなプロジェクトだが、世界が注目してくれている



この20年間に実現した莫大な進歩にもかかわらず、アストロメトリはその目標からはまだまだ遠い段階にある。

過去20年間に、可視光域では2桁、電波域では3桁の精度向上があった。宇宙とその構成天体、銀河、星、太陽系天体などに関する新しい大量のデータがもたらされた。しかしながら、天文学の要求に応えられているとはとても言えない。技術的には、過去20年間と同じ程度の精度向上は達成されるであろうし、多くの天体物理学者がそれを待望している。

最近の成果が、アストロメトリのための新しいより高精度の装置に投資し続けることを天文学のコミュニティに説得し、**より多くの若い天文学者が、この有用でやりがいのある分野を選ぶことを期待しよう**ではないか。

