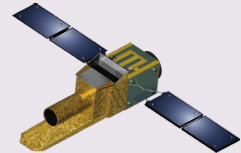


JASMINE衛星の 運用・地上系の 概念検討

磯部直樹, 片坐宏一, 河原創, 臼井文彦 (ISAS/JAXA),
郷田直輝, 鹿野良平 (国立天文台), 山田良透 (京都大学),
JASMINE プロジェクトチーム

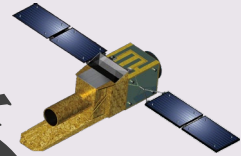


概要

JASMINE衛星の**運用**とそれを実現するための**地上系**の**概念検討**について、全体像を簡単に報告する。JASMINEでは、銀河系の中心領域の超高精度**位置天文観測**と中期M型星周りの生命居住可能領域にある**地球型惑星の探査**を二大科学目的としている。JASMINE衛星から銀河系の中心方向が観測可能な**春と秋には位置天文観測**を、**夏と冬には惑星探査**を重点的に行い、これらに影響のない範囲で**一般観測も検討**する。位置天文観測の際には、**銀河中心方向の目標観測領域のマッピング観測**を行うが、地球が視野内に入る軌道半周では望遠鏡の熱安定性確保のための**退避姿勢**をとる。マッピング戦略については、現在最適化を行っている。**惑星探査の際には、目標天体を設定し、その天体を数週間以上にわたりモニタ観測**する。ただし、軌道ごとに目標天体の視野内に地球が入るタイミングで次の目標天体に視野を移し、地球が視野外に出たところで元の目標天体に戻ることを想定している。これらを実現するための具体的な**運用シーケンス**について、検討を進めている。

地上系の検討は、宇宙科学研究所の科学衛星運用・データ利用ユニット(C-SODA)の協力で進めている。運用の拠点として、**宇宙科学研究所にJASMINE運用室**を設置する予定である。**JASMINEチームの責任で運用計画の立案やコマンド作成**を行い、JAXA地上局(内之浦宇宙空間観測所など)を通じて衛星の管制と状態監視を行う。JASMINEの予想発生データ量がJAXA地上局でダウンリンク可能なデータ量を大きく上回っていることから、**海外機関や民間企業の地上局の利用**を検討しており、昨年度から具体的な調整を進めている。校正済み画像や天体カタログなどの科学データ・情報は、**国立天文台から天文学コミュニティーに一般公開**する。

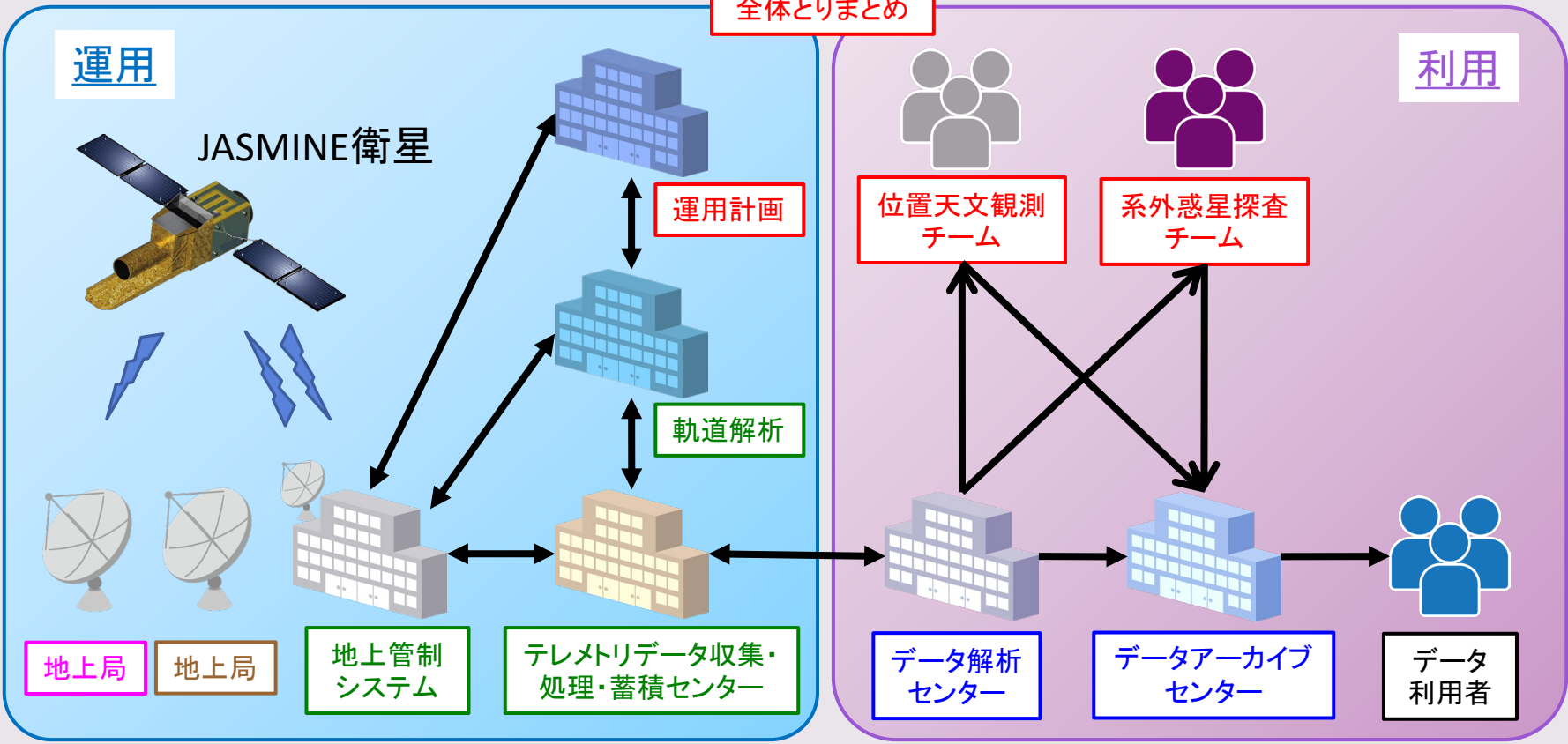
JASMINEの運用・利用に関するシステム構成要素



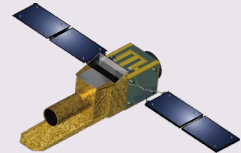
全体とりまとめ

運用

利用

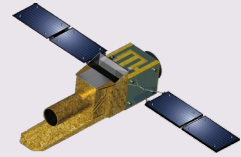


- 海外機関
- 民間
- JAXA
- JASMINEプロジェクトチーム
- 国立天文台
- 天文学研究コミュニティ



JASMINEの運用・利用に関するステークホルダーとその役割

ステークホルダー	担当・役割
JASMINEチーム (国立天文台, 京都大学, JAXA, その他の研究者)	利用・運用に関わるシステム全般の開発・維持のとりまとめ 運用・計画, 位置天文カタログ作成チーム, 系外惑星探査チーム の主担当
JAXA (科学衛星運用・データ利用 ユニットC-SODA, その他; 調 整中)	地上管制システム (相模原管制センターSSOC・内之浦宇宙空間観測所USC・追跡 ネットワーク技術センターTACCおよび関連する設備・システム) テレメトリデータ収集・処理・蓄積センター (テレメトリデータの収集, FITS化, FITSデータの蓄積・配布) データアーカイブセンターのバックアップ (TBD) 軌道解析 (確定軌道歴, 軌道予測, デブリ回避, 地上局でのレンジング)
海外機関 (ESA; 調整中)	地上局
民間企業 (検討中)	(データダウンリンク, レンジング, SSOCへのデータ転送)
国立天文台	データ解析センター, データアーカイブセンター
天文学研究コミュニティー (大学や研究機関の研究者)	データ利用者 (データの利用と研究成果の創出)



JASMINEの観測プログラム

✓位置天文観測プログラム

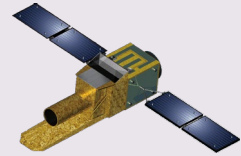
- ✓ JASMINEの科学目標のうち「**天の川銀河形成の鍵を握る中心核構造の解明**」を実現するためのプログラム
- ✓ JASMINEの想定軌道(昇交点地方時 LTAN = 6:00または18:00の**太陽同期軌道**)で天の川銀河の中心方向が観測可能な**春と秋**に実施
- ✓ ミッション要求で定義された、銀河中心方向の指定領域をマッピング観測

✓系外惑星探査プログラム

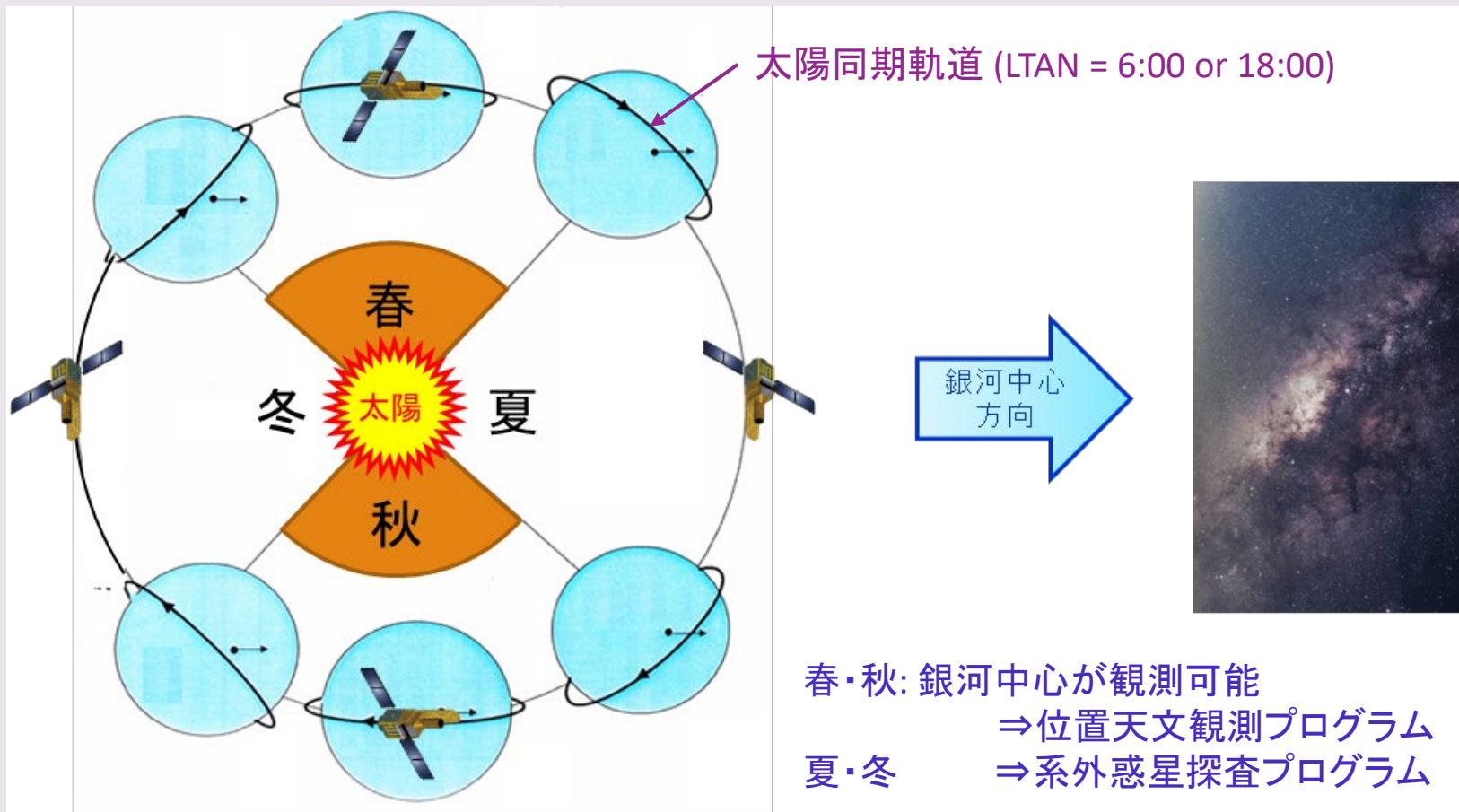
- ✓ JASMINEの科学目標のうち「**将来の生命探査に有望な恒星に対し、追観測可能な地球型惑星の有無を明らかにする**」を実現するための観測プログラム
- ✓ 天の川銀河の中心方向が観測できない**夏と秋**に実施
- ✓ 候補天体となる**M型星**に**優先順位**と**要求観測時間**を定義して実施

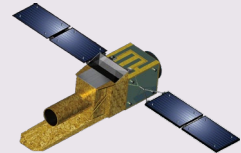
✓一般観測プログラム

- ✓ 位置天文観測プログラムと系外惑星探査プログラムの観測データだけでは実現できないが、個別の観測を行えば実現できる**重要性の高いサイエンス**を実行するためのプログラム
- ✓ 提案・採用の方式や頻度は未定
- ✓ 位置天文観測プログラムと系外惑星探査プログラムで採用する観測パラメタから、視野方向などの**簡単なパラメタの変更のみで実行可能**であること。



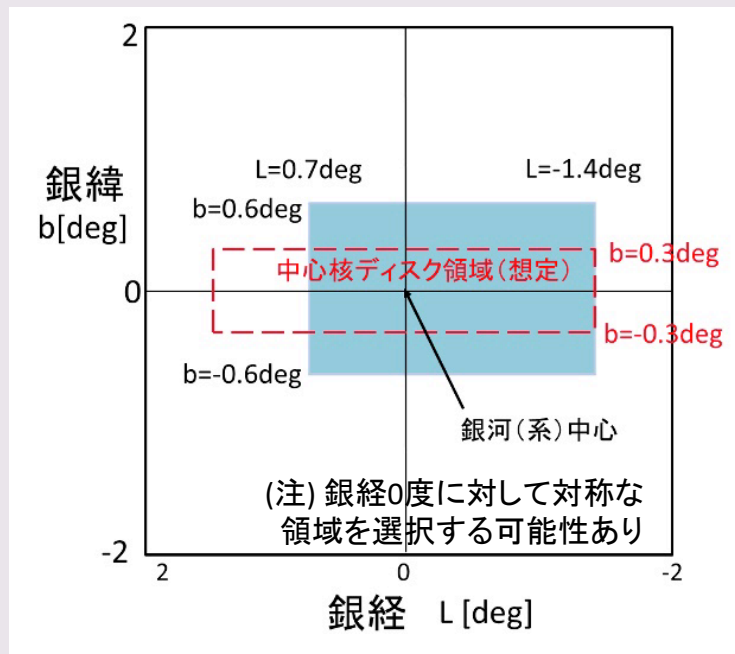
太陽・地球・銀河中心・ JASMINE衛星の位置関係





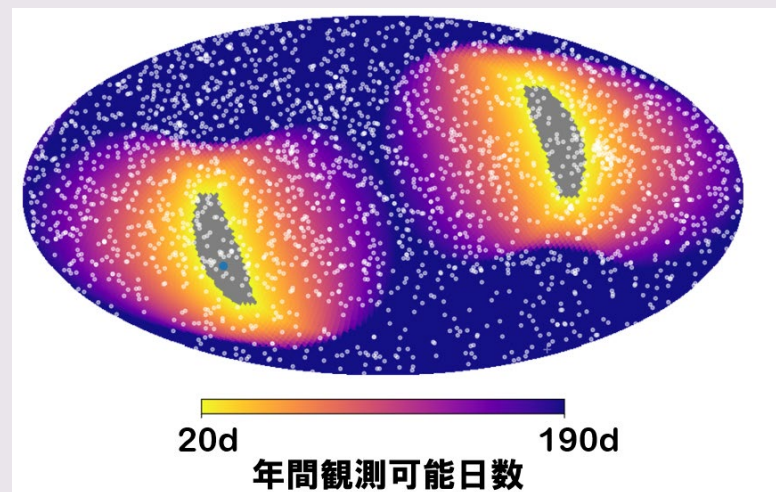
各観測プログラムの 観測領域・観測候補天体

- 位置天文観測プログラムでの
マッピング領域



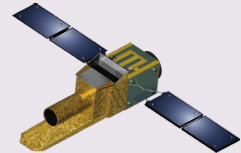
マッピング領域をランダムな順番
で観測し、系統誤差を低減

- 系外惑星探査プログラムの候補
天体の全天分布



白い点: 候補天体 (M型星) の分布(銀河座標)
カラー: JASMINEの全天visibility map
(JASMINE White Paper より)

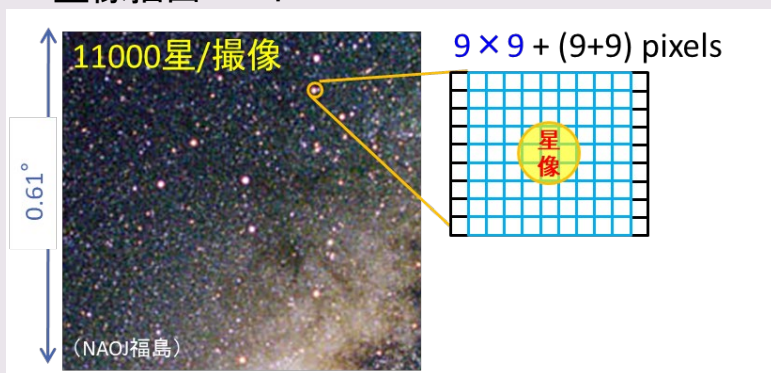
候補天体に対して、
優先度と要求観測時間を定義



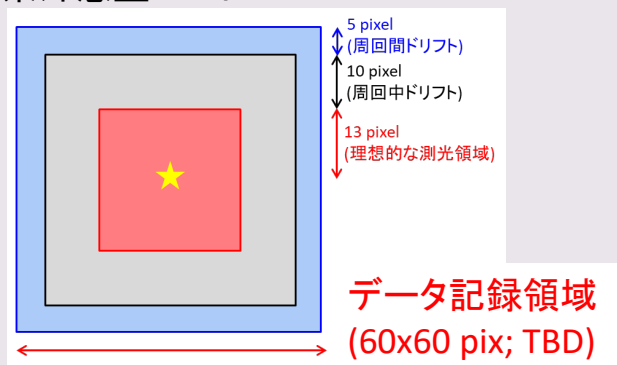
JASMINEでの 観測・検出器動作モード

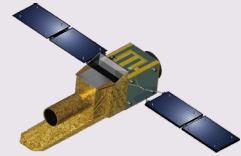
観測プログラム	検出器動作・読み出しモード	撮像データを取得する天体数	フレーム時間 (露光+1 sec)	コメント
位置天文観測プログラム	フルフレームモード	視野内の全データ	12.5 sec (TBD)	全画像データを取得
	星像抽出モード	約 11,000 天体	12.5 sec (TBD)	画像データから軌道上で星像を自動検出し、星の周囲 9 x 9 pixel (+α) だけを記録
系外惑星探査プログラム	系外惑星モード	主天体 1 精密測光可能天体 < 10	3 - 11 sec (主天体の明るさによる)	主天体 (+精密測光可能天体) の、周囲のデータを記録。 取得領域の大きさは、衛星の姿勢変動の大きさを考慮して、観測時に指定。
	アイドルモード	---	1 sec (TBD)	撮像を行わず、一定時間で検出器のリセットを繰り返す

➤ 星像抽出モード

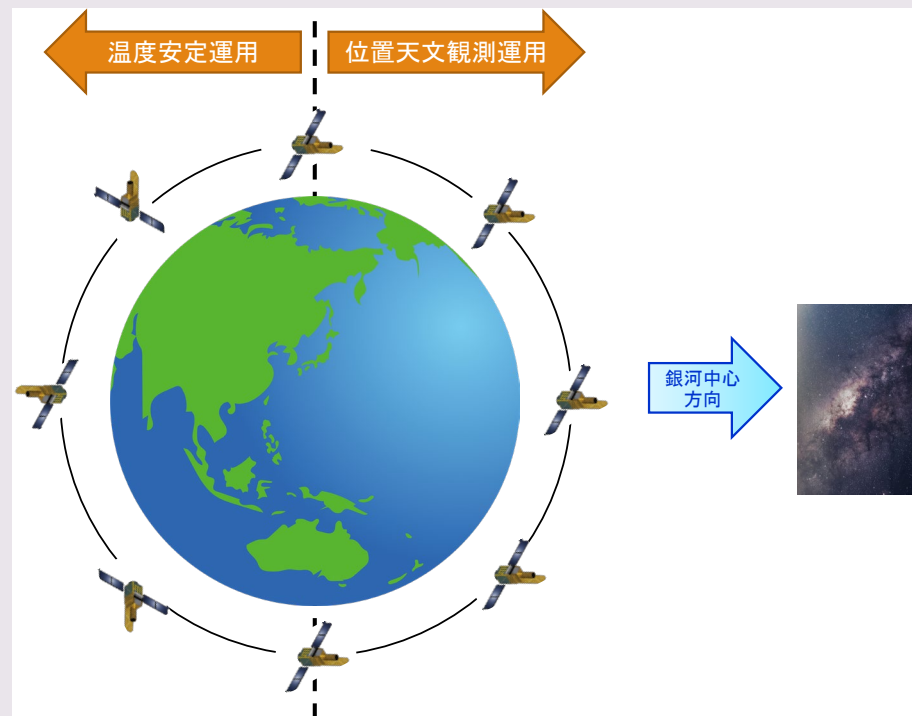
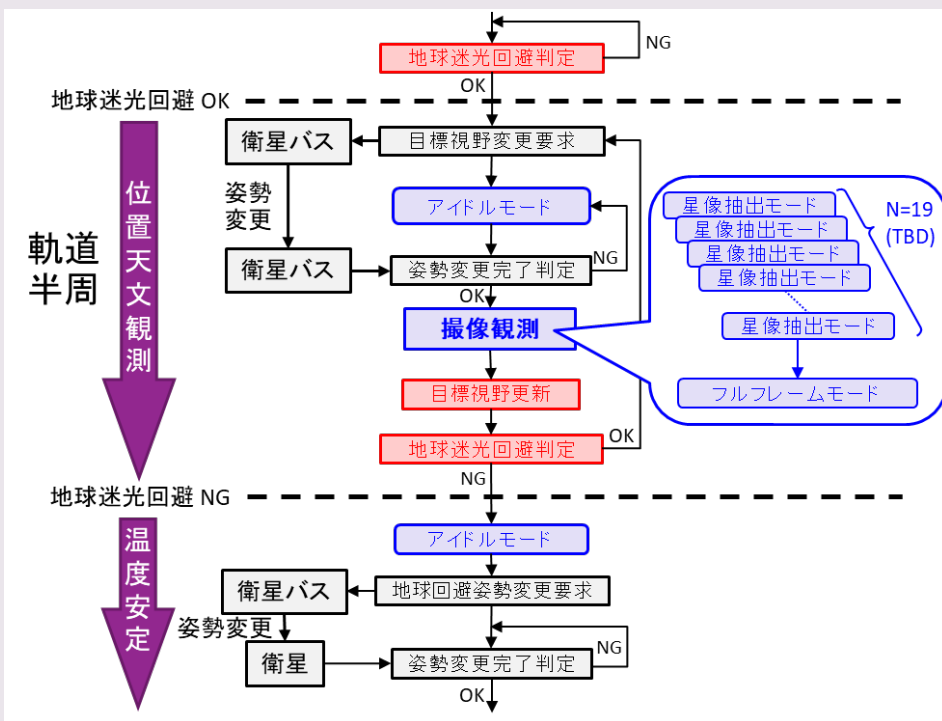


➤ 系外惑星モード

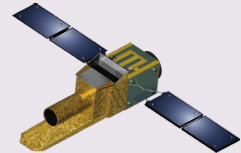




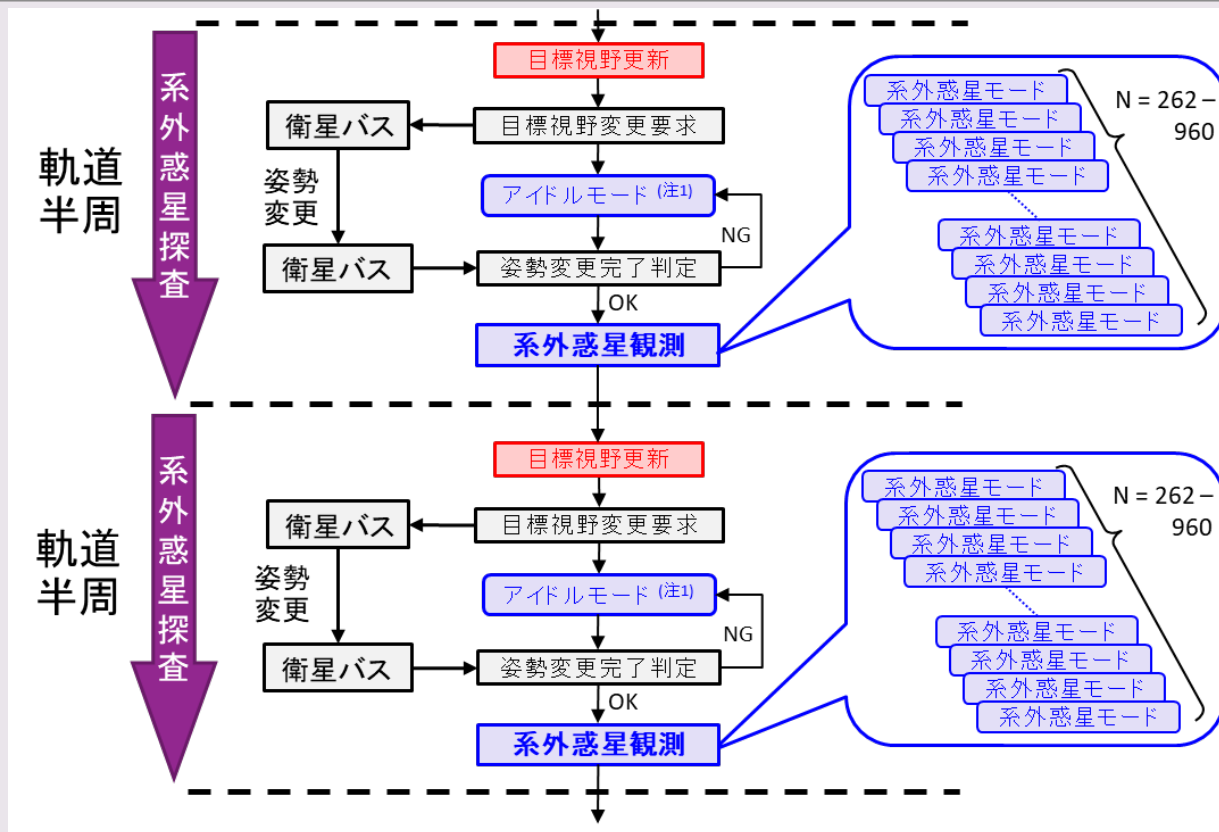
運用シーケンス: 位置天文観測プログラム



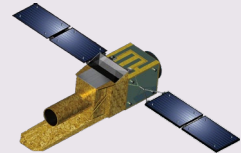
- ✓ 銀河中心に対して地球が視野に入らない軌道半周のみ、銀河中心方向の撮像観測を実施
- ✓ 残りの軌道半周では、望遠鏡の熱ひずみを抑えるために、温度安定運用を実施



運用シーケンス： 系外惑星探査プログラム

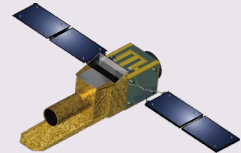


- ✓ 系外惑星探査プログラムでは、温度安定要求が緩和される
- ✓ 地球が視野に入る時間帯は、別の候補天体の観測が可能 (今後の熱設計検討で検証)



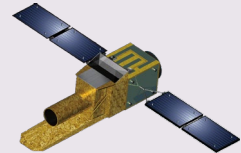
観測データ量推定: 位置天文観測プログラム

		時間	データ量		コメント
			圧縮前	圧縮後	
1撮像あたり	星像抽出モード	9.5 sec (TBD)	18.2 Mbits	6.1 Mbits	目標天体が視野内に約11000個軌道上で天体の周囲 9 x 9 pixelだけ抽出天体あたり1658 bits, 軌道上圧縮 1/3
	フルフレームモード	9.5 sec (TBD)	256 Mbits	256 Mbits	圧縮方法については未定
1視野あたり		220 sec	602.5 Mbits	371.5 Mbits	星像抽出モード x 19 回 (115.5 Mbits) フルフレームモード x 1 回 (256 Mbits) 視野変更のマヌーバ時間を30秒と仮定
軌道半周あたり		48 min	7.8 Gbits	4.8 Gbits	軌道半周で13視野をカバー 軌道周期 96 ± 3 min 程度 (軌道高度 560 – 750 km)
一日あたり		24 hours	117.5 Gbits	72.4 Gbits	一日 15 周回を仮定



観測データ量推定: 系外惑星探査プログラム

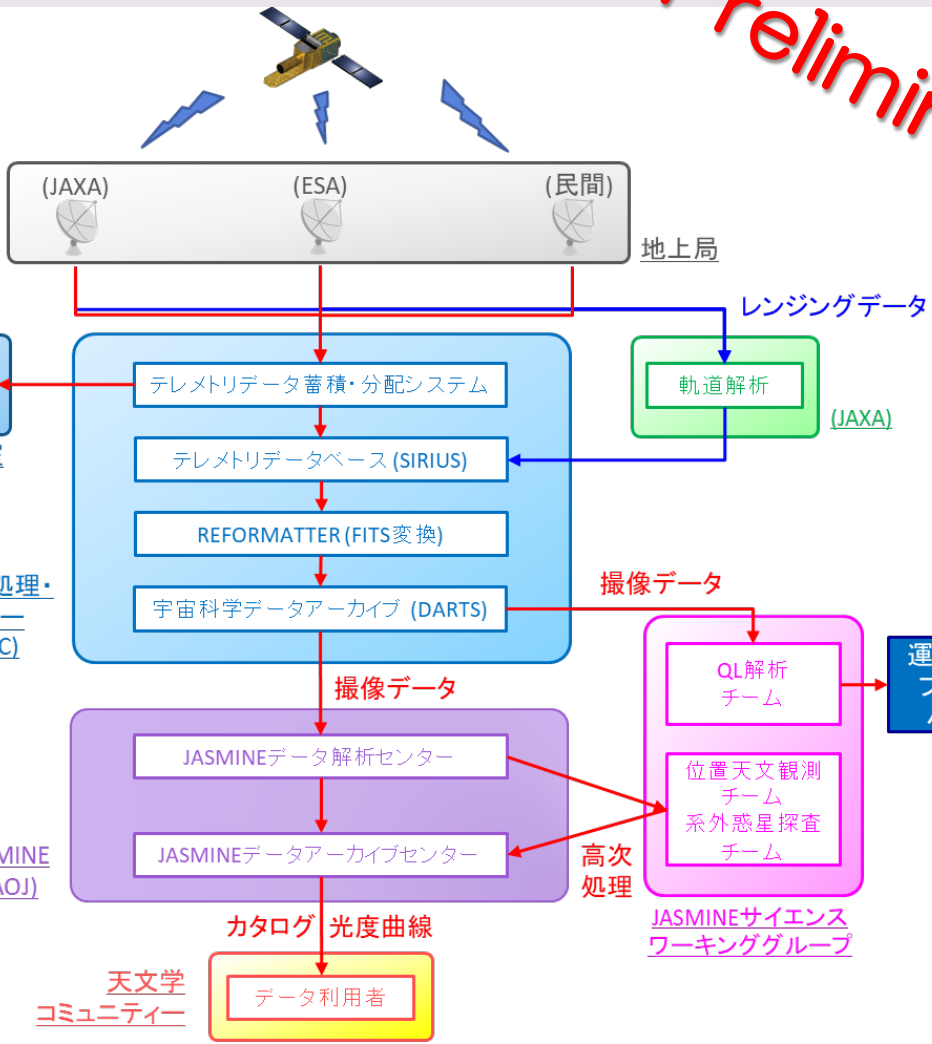
	時間	主測光天体の明るさ (H_w)	データ量 (系外惑星モード; 圧縮前)			コメント
			測光天体	位置天文参照天体	合計	
1撮像あたり	3 sec	7	0.577 Mbits	5.77 Mbits	6.34 Mbits	星の周囲60 x 60 pixelだけ抽出 主ターゲット1天体を含め、典型的に 10天体を測光 (最大で30天体) 位置天文参照は典型的に100天体 (位置天文による系外惑星探査)
	11 sec	10.5				
軌道半周	48 min	7	554 Mbits	5.54 Gbits	6.09 Gbits	単位フレーム 960回
		10.5	151 Mbits	1.51 MGbits	1.66 Gbits	単位フレーム 262回
一日	24 hours	7	16.6 Gbits	166 Gbits	182.7 Gbits	軌道周期 96 ± 3 min 程度 (軌道高度 560 – 750 km) 一日 15 周回を仮定
		10.5	4.53 Gbits	45.3 Gbits	49.9 Gbits	



JAXA以外の地上局の重要性

- ✓ JASMINE衛星が想定する地上との通信回線
 - ✓ コマンドアップリンク: Sバンド
 - ✓ データダウンリンク: Xバンド, 10 Mbps
 - ✓ これまでの科学衛星を参考に
- ✓ JAXAの地上局で可能なダウンリンク量: 20 Gbits/day
 - ✓ 地上局: 内之浦宇宙空間観測所 (USC) を想定
 - ✓ 通信可能時間: 一日あたり約 2000 秒
 - ✓ 太陽同期軌道(LTAN 6:00, 18:00)の場合、1日あたり約4回のコンタクトパス (朝2パス, 夕方2パス)
 - ✓ 一パスあたり約500 秒の通信時間
- ✓ JASMINEのデータ量
 - ✓ 位置天文観測プログラム: 72.4 Gbits/day (圧縮後)
 - ✓ 系外惑星探査プログラム: 最大 182.7 Gbits/day (圧縮方法は検討中)
- ✓ JAXA以外の地上局の重要性
 - ✓ ESAの地上局の利用を調整中
 - ✓ 民間の地上局の利用を検討中
 - ✓ 特に高緯度の地上局に利用が有効: コンタクトパスの頻度が高い

Preliminary



観測データの 流れ