

## デブリ衛星回収ミッション検討

○大塚聰子（NEC）、桑尾文博（NEC）、  
池内正之（NEC東芝スペースシステム）

### 1. 目的

デブリ等の非協力対象物に、小型衛星によって、接近、捕獲する回収ミッションについて、基本的なミッションシナリオおよびシステムを検討したので報告する。

### 2. 回収ミッション

小型衛星による非協力のデブリ衛星の回収ミッションでは、デブリ回収衛星として 500kg 級バスを、また非協力のデブリ衛星として、ADEOS IIを検討の前提条件とした。

回収ミッションでは、デブリ衛星に接近して状況調査、ロボットアームで捕獲、テザー装置の取り付け、離脱を範囲とする。

### 3. デブリ回収衛星

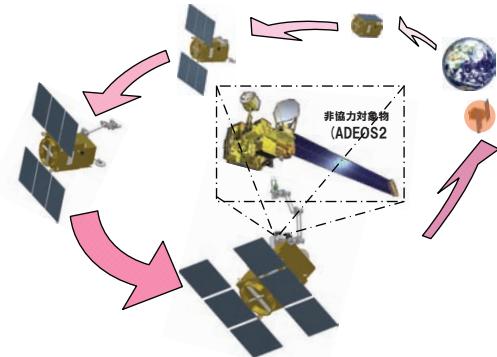
回収ミッションを考察し、必要となる機能・性能を整理し、デブリ回収衛星のシステム要求をまとめた。

その要求に基づき、既存のバスシステムをトレードオフし、また、ミッション機器についても、既存品を参考に、構成を検討した。具体例として、バスの一例(NEXSTARバス)を元に、システム構成、リソース配分を検討した。また、合わせて開発計画を検討した。

### 4. ロボットアームによる接触作業と課題

回収ミッションでの、捕獲、取付け作業は、ロボットアームにより行う計画である。したがって、作業対象物との相対運動量の減衰が必要となる。

今回、ADEOS IIを回収対象の例とし、その運動量を推定し、減衰手法を考察して、課題を検討した。



デブリ回収ミッション概念図



Empowered by Innovation **NEC**

**NEC Confidential**

## デブリ衛星回収ミッション検討

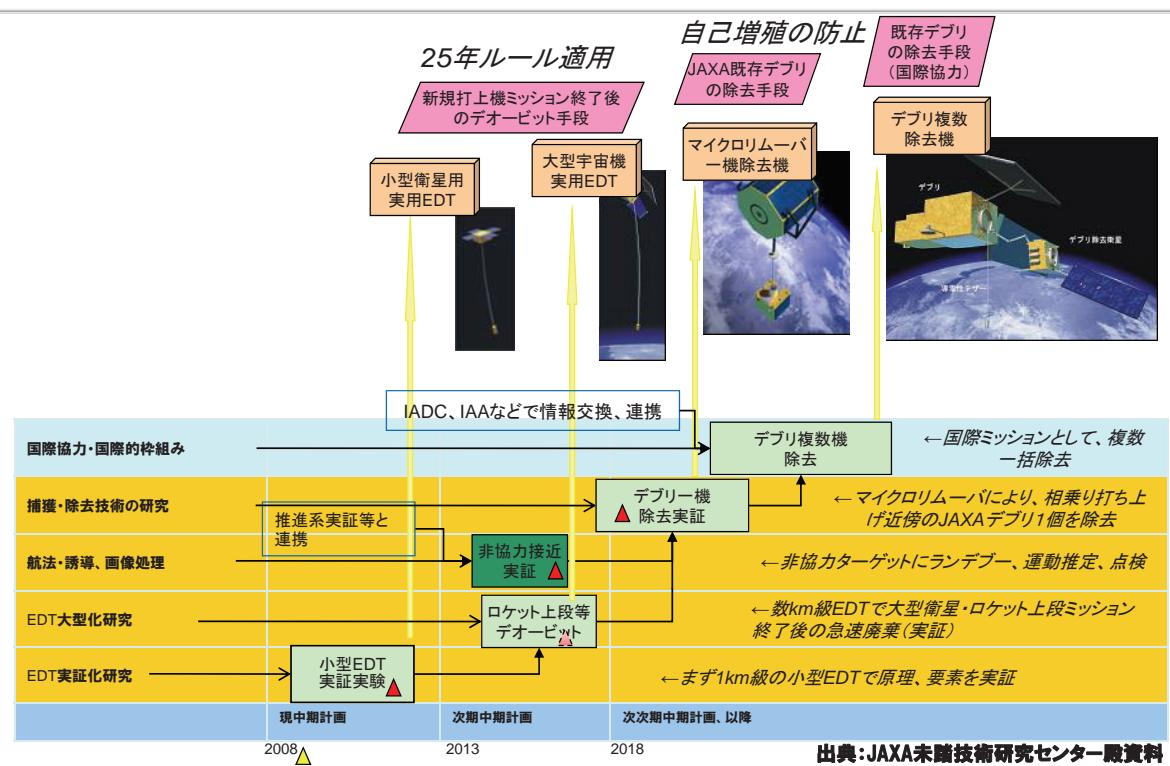
2010年12月17日

日本電気株式会社

## 概要

# 非協力対象であるデブリ衛星への 小型衛星による接近／観測ミッション ・シナリオ検討 ・小型衛星のシステム検討

## デブリ衛星回収ミッションロードマップ案



## 非協力接近実証

### 日本起源のデブリ衛星に接近して状況調査を行う

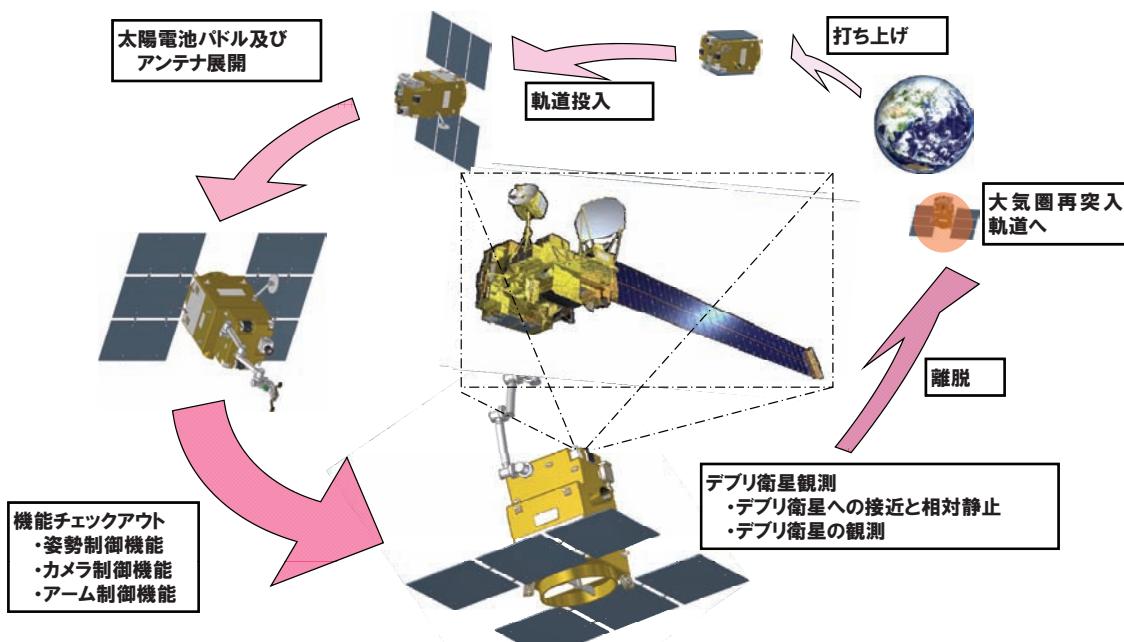
- ・小型衛星：相乗り打ち上げ
- ・数年の開発期間
- ・光学カメラ搭載：40km/10km/1km/100m/50m/10mで撮像



衛星候補：ADEOS II

寸法	本体	約6x4x4m(X軸xY軸xZ軸)
	太陽電池パドル	約3x24m
質量	全質量	3.68t
轨道	種類	太陽同期準回帰軌道
	高度	802.92km
	傾斜角	98.62度
	周期	101分
	回帰日数	4日
	降交点地方時	AM10:30±15

### 非協力接近シナリオ：シーケンス



## 接近観測衛星のシステム

### ミッション

光学センサ・ロボットアーム

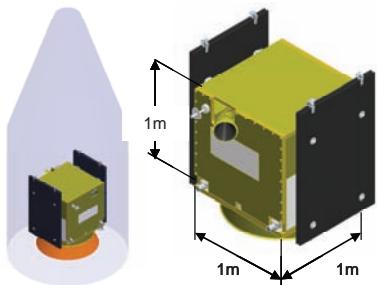
ミッションデータ伝送システム

### 標準モデルのバスによる小型衛星

相乗り打ち上げ対応

次号での実証ミッション機器の置き換え可能

⇒標準小型衛星システム—NEXSTAR—を利用したシステム

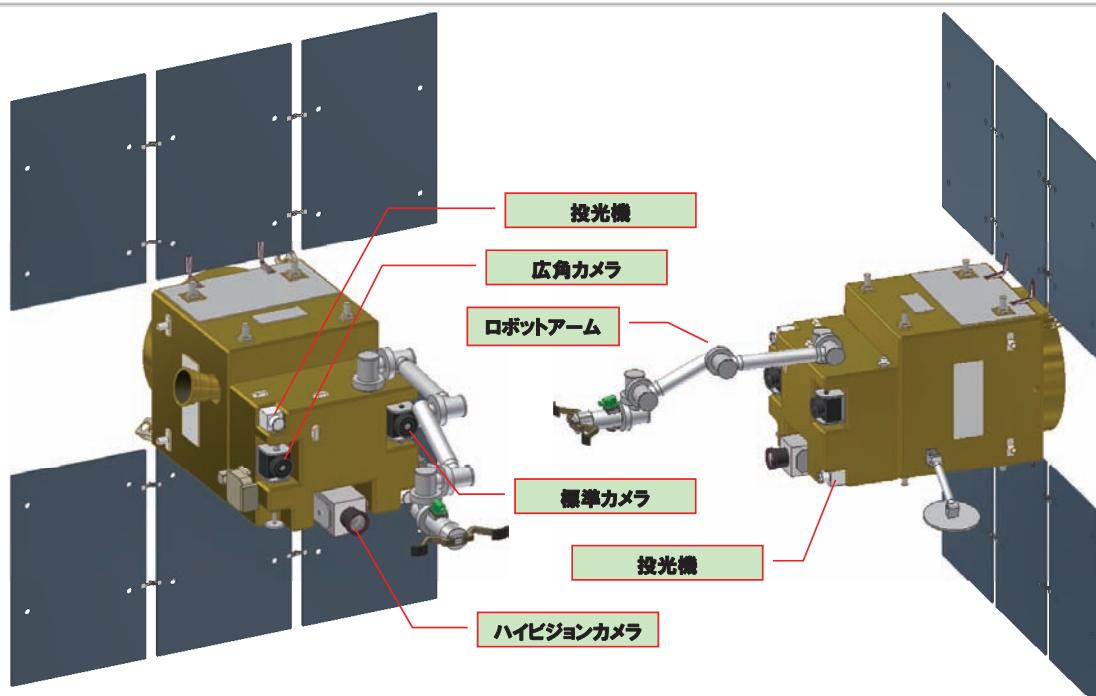


### 打上げ対応ロケット

次期固体ロケット、H-2A、DNEPR、ARIANE5

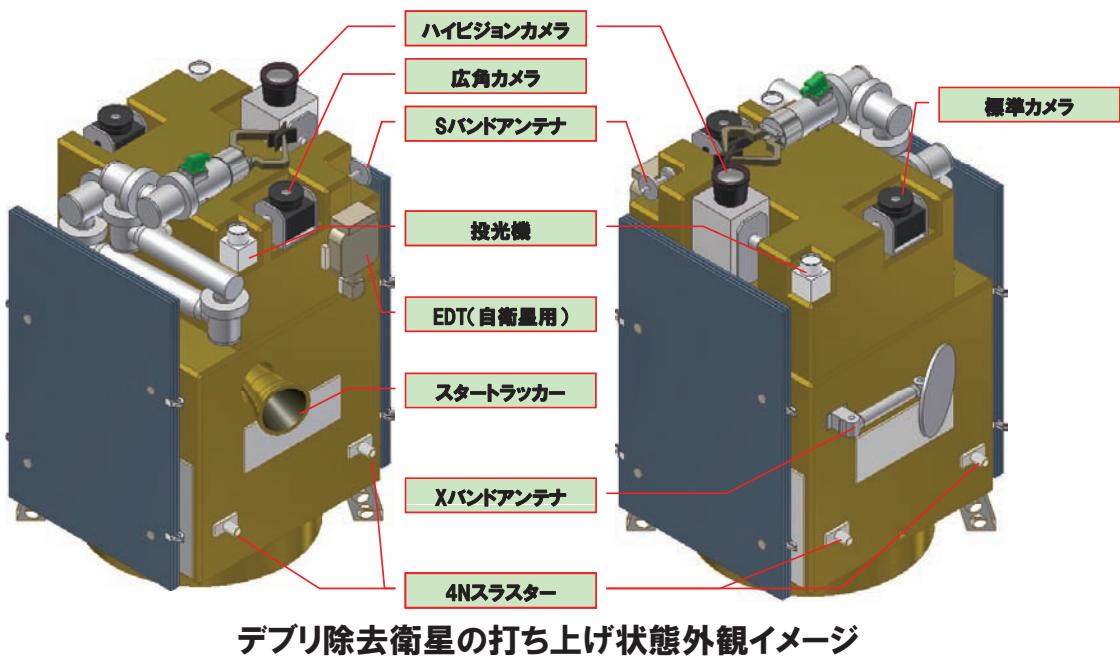
**バス部分  
打上げコンフィギュレーション**

## 接近観測衛星のシステム

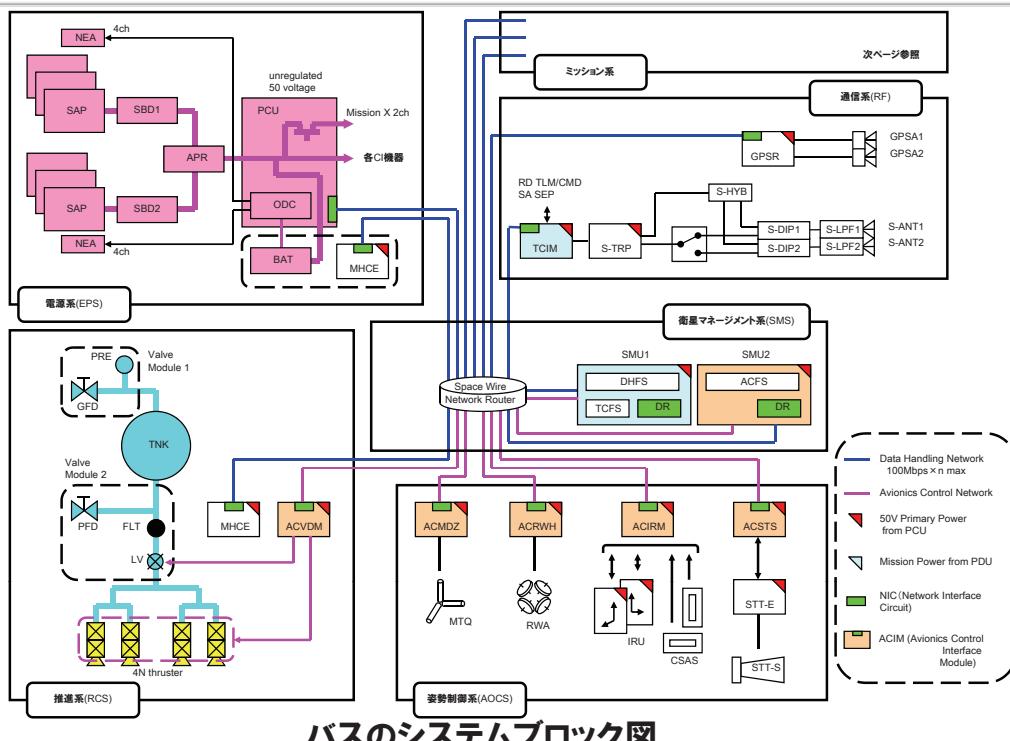


**デブリ除去衛星の軌道上状態外観イメージ**

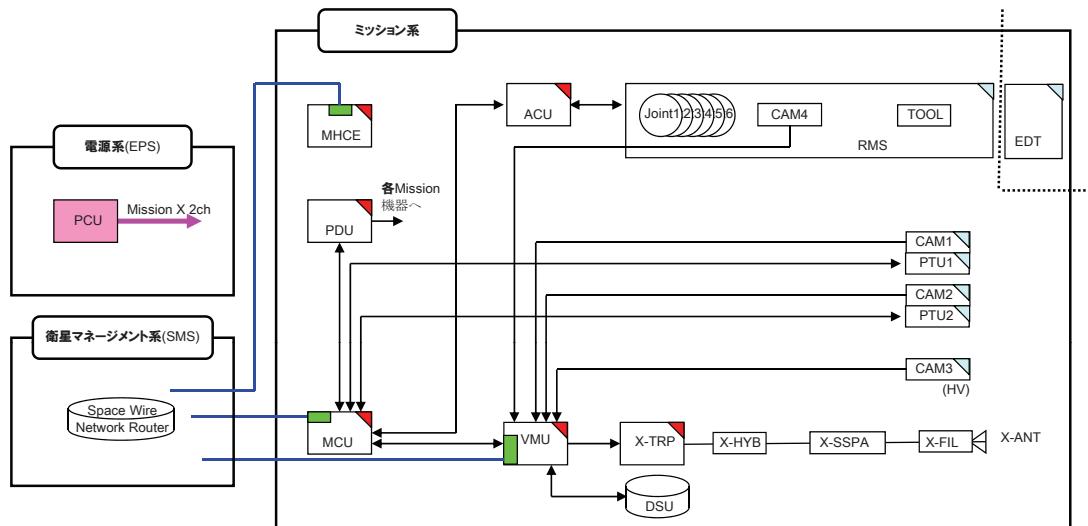
## 接近観測衛星のシステム



## 接近観測衛星のシステム



## 接近観測衛星のシステム



ミッション系のシステムブロック図

## 接近観測衛星のシステム

### リソース配分

#### 接近観測衛星システムのリソース配分

<b>バス</b>	<b>電力</b>	<b>最大190 [W]</b>
	<b>質量</b>	<b>290 [kg] (推薦含む)</b>

<b>ミッション</b>	<b>電力</b>	<b>最大400 [W]</b>
	<b>質量</b>	<b>200 [kg]</b>

#### ミッション系消費電力と質量の見込み

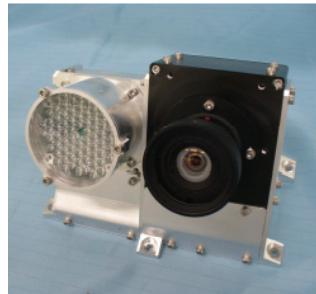
<b>電力</b>	<b>最大350 [W]</b>
<b>質量</b>	<b>250 [kg]</b>

⇒質量オーバー: 詳細検討が必要

## 接近観測衛星のシステム

### ミッション用カメラ候補 明星電気殿 「衛星搭載モニタカメラ」

衛星搭載モニタカメラ仕様



モニタカメラは投光器(左)とカメラ(右)、  
及びカメラ制御部から構成される。

光学性能	カメラ	広角カメラ	標準カメラ	望遠カメラ
撮像素子	1/33インチCMOSイメージセンサ			
有効画素数	約131万画素			
レンズ構成	放射線防護ウインド×5群8枚	放射線防護ウインド×5群8枚	放射線防護ウインド×3群4枚	
焦点距離 (35mmカメラ換算)	2.86mm (23mm相当)	8.0mm (63mm相当)	45.5mm (360mm相当)	
F値	F2.0	F4.0	F4.1	
撮影距離	固定フォーカス			

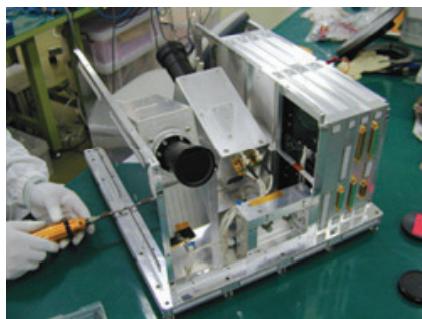
性能	構成品	カメラ制御部	カメラ	投光器
電気性能	インターフェイス	1553B / RS-422 (同期通信)	RS-422 (同期通信)	専用インターフェイス
	画像記録方式	JPEG (パラメータ設定可)		
	画像サイズ	SXGA 1280 X 1024 / VGA 640 X 480 (切換え可能)		
	連写スピード	SXGA 最大 5.6画像/秒 / VGA 最大25.6画像/秒		
	メモリ容量	1GB (フラッシュメモリ)		
機械性能	電力(最大値)	12.0W	4.0W	5.4W
	電源電圧	+24V ~ +32V	+5V	±15V
	質量	約 3500g	約 1100g	約 600g
	寸法 (突起物含む)	D155 × W230 × H130 mm	D122 × W120 × H126 mm	D98 × W97 × H105 mm
	耐性	100Hz以上		
	使用温度範囲	-15°C ~ +55°C		

※上記仕様は一例です。ご要望に応じたカスタマイズも可能です。

## 接近観測衛星のシステム

### ハイビジョンカメラ候補 明星電気殿 「かぐや搭載HVカメラ」

220万画素CCDを青緑赤の3原色に各々使用した望遠と広角の2つのカメラを搭載



諸元	
寸法	46cm × 42cm × 28cm
質量	16.5kg
電力	50W
水平画角	44° (広角 Wide-angle) 15° (望遠 Telephoto)

## 接近観測衛星のシステム

### ロボットアーム

ETS-VIIやJEMRMS(親アームおよび子アーム)で経験と実績のある6関節タイプとする。

動作範囲の制約等が少なく、引っ掛けりも起き難いケーブル内装タイプ(ハーネスドラムを有し、関節内部にハーネスを配する)を検討する。

手先にカメラを搭載し、接近観測可能とする。



## 接近観測衛星のシステム

### ミッション系データ

標準カメラ画像: 2.5Mbit／一枚

ハイビジョンカメラ画像: 100Mbit／一枚

### 地上局への送信

ADEOS2の軌道の衛星と地上局(つくばを想定)との送信頻度



	開始時刻	終了時刻	時間(秒)
1	7:33	7:42	544
2	9:12	9:21	548.
3	18:50	18:59	564
4	20:30	20:39	520

### ミッションデータ送信

地上局(つくばを想定)との送信中に可能。

最大800 [Mbps] の伝送速度を持つXバンド16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)のデータ伝送系を有する。

観測データを記録するメモリとして、大容量／低消費電力／低価格で実現可能なフラッシュメモリ搭載を検討する。

## 接近観測衛星のシステム

### 自衛星をデブリ化しないための対策

- (1) 軌道制御による大気圏突入軌道への投入  
標準プランとして採用。  
異常時の手段が別途必要。
- (2) EDTによる大気圏突入軌道への投入  
冗長プランとして採用。  
⇒小型EDT実証で実証された機器を利用  
独立したコントロール機能の確保が必要。



## 接近観測衛星のシステム

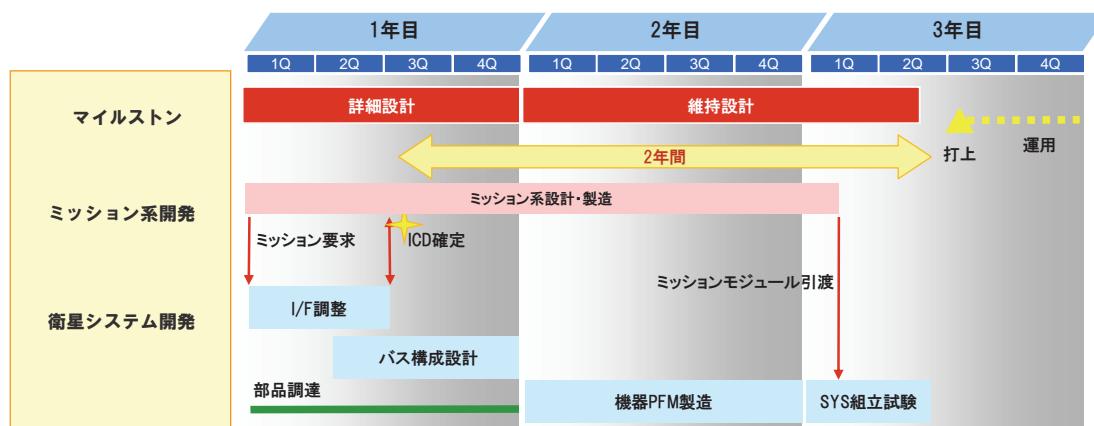
### 開発計画

NEXSTARを利用した開発においては、ミッション設計の検討が重要となる。

例：撮像計画／画像認識処理／接近軌道計画

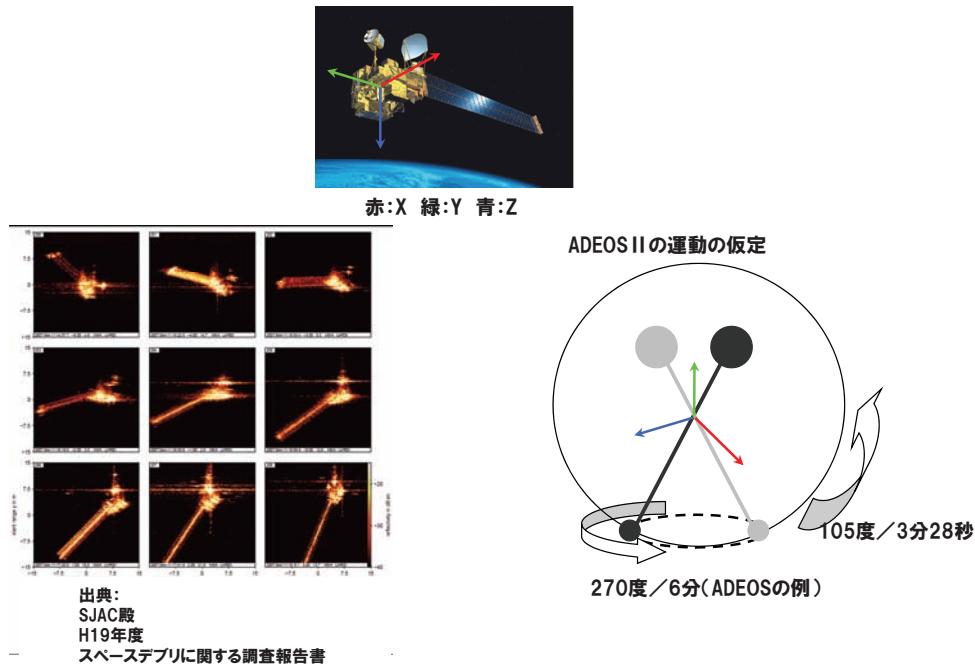
下記のNEXSATR利用スケジュールの前に、ミッション検討期間を1年設け、  
トータル3年半を目標とする。

NEXSTAR利用衛星開発スケジュール



## デブリ衛星の運動抑制

### 小型衛星の推力による運動抑制

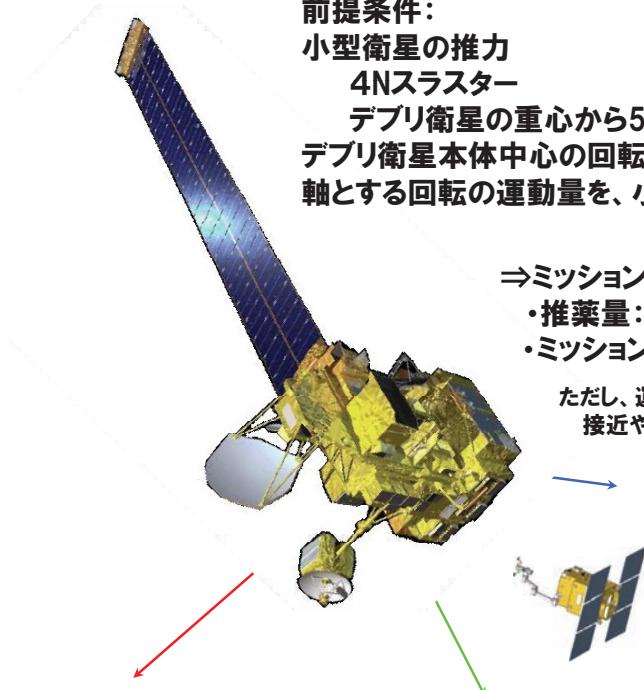


## デブリ衛星の運動抑制

**前提条件:**  
**小型衛星の推力**  
**4Nスラスター**  
**デブリ衛星の重心から5m離れた位置**  
**デブリ衛星本体中心の回転の運動量もしくは、パドル長手方向を軸とする回転の運動量を、小型衛星の推力で抑制する**

⇒ミッションに要する推薬見積もり:約90%  
 •推薬量:最大45kg  
 •ミッション中の接近／フライアラウンドなども含む

ただし、運用全体で推薬配分のための計画調整が必要  
 接近やフライアラウンドの回数



## まとめ

### ■ 小型衛星による接近観測ミッション

- ・運用シーケンス
- ・小型衛星のシステム構成
- ・開発計画

### ■ 小型衛星によるデブリ衛星の運動抑制

Empowered by Innovation

**NEC**