



完全受動太陽指向技術の軌道上実証

In-Orbit Demonstration of NINJA Mirror - Fully Passive Solar Homing Technology

宇宙航空研究開発機構
日本カーバイド工業株式会社

発表者 JAXA研究開発部門第一研究ユニット
木村洸貴、佐藤正騎

本プロジェクトの実施体制



Explore to Realize

代表提案者/プロジェクト・マネージャ

廣瀬 史子

提案者/プロジェクト・リーダー (研究)

木村 洸貴

プロジェクト・サブリーダー (開発)

佐藤 正騎

開発担当者 (光圧解析)

辻 真次郎

開発担当者 (構造)

岡田 枝恩

開発担当者 (熱)

五味 篤大

開発担当者 (材料)

川崎 盛矢

 日本カーバイド工業株式会社

キラリと光る技術

開発マネージャ

高松 広明

開発リーダー

金森 信也

開発サブリーダー

佐々木 翔

ビジネス戦略

南塚 勝

開発担当者

安田 琢美

開発担当者

新井 隆夫

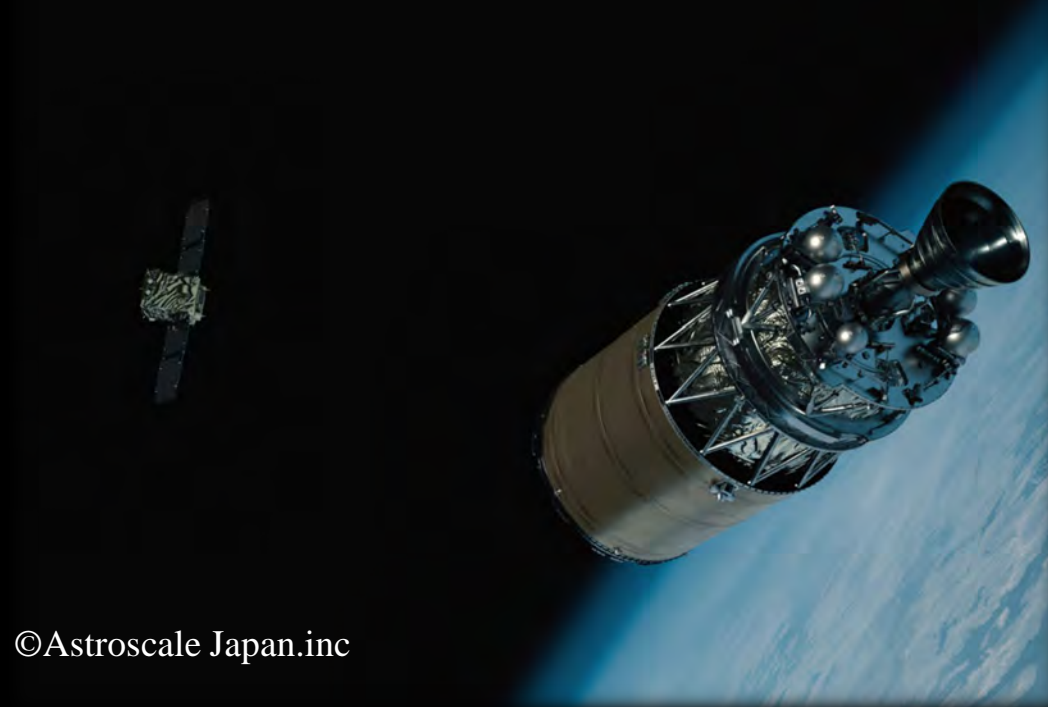
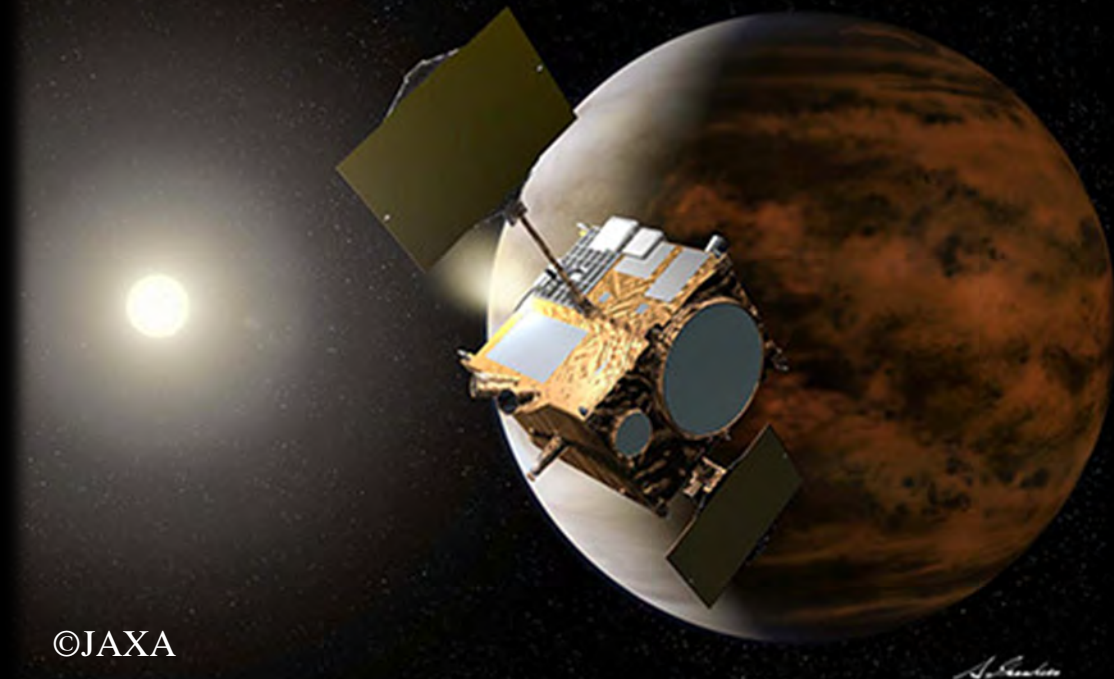
開発担当者

有沢 太貴

◆姿勢制御ができない状態の宇宙機が抱える課題

宇宙機との通信喪失

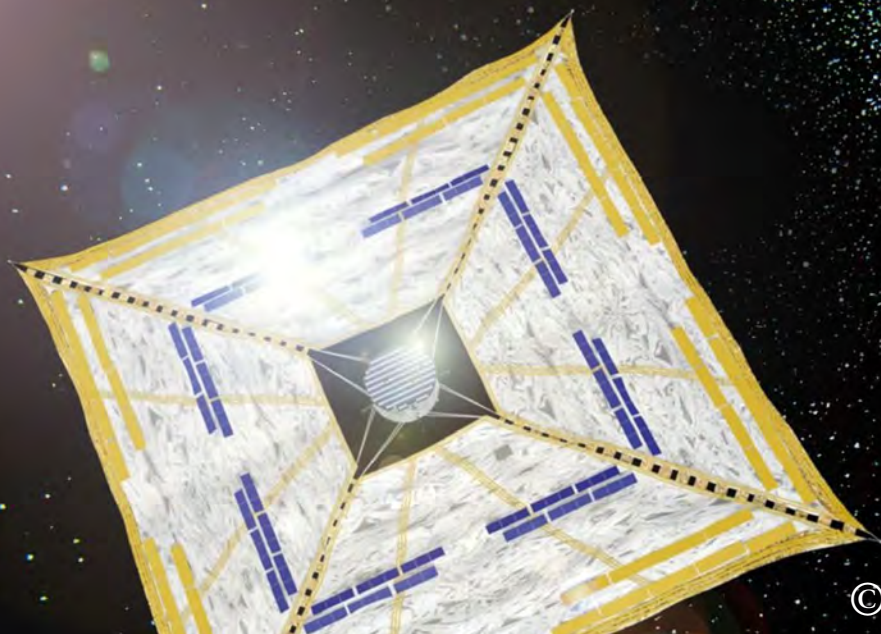
デブリのタンブリング（回転）



課題解決に必要なとなる技術

- 全ての宇宙機に緊急時でも活用可能な**受動太陽指向技術**
- 運用後の宇宙機が**姿勢静定した状態を維持する技術**

太陽光の反射や吸収時に表面で力が発生する
 通常は外乱として扱われるが、姿勢・軌道制御に活用できる



©JAXA

探査機IKAROS

液晶フィルムで表面の反射率を変えて姿勢制御

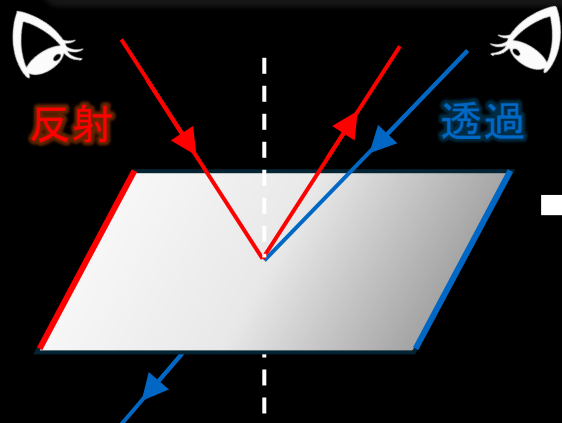


©JAXA

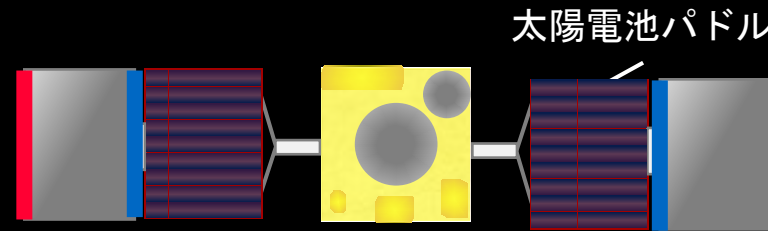
探査機はやぶさ2

太陽電池パネルに当たる太陽光圧で姿勢制御
 燃料不要で太陽方向を向き続けることに成功

入射角に応じて光圧の作用を変えられるシートを開発中



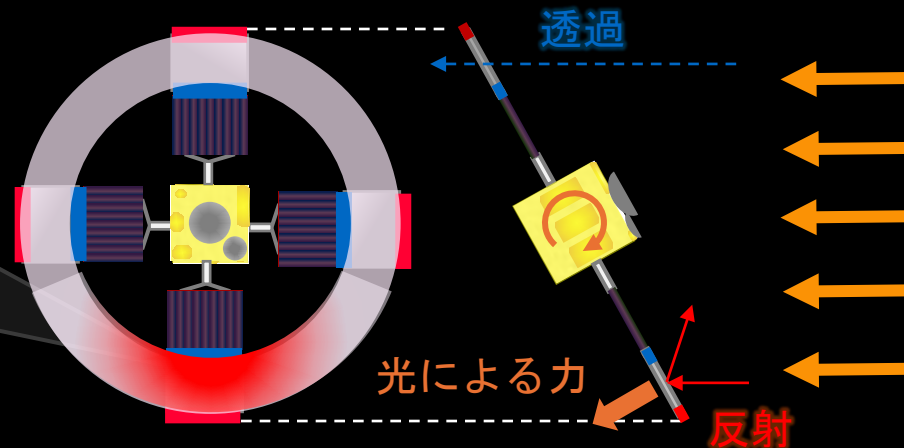
太陽光圧： **反射** >> 透過



受動太陽指向シート

効率的にトルク（回転力）を生むため、
宇宙機の外側に取り付ける

シートから見て
特定の位相に太陽があるタイミ
ングのみ反射

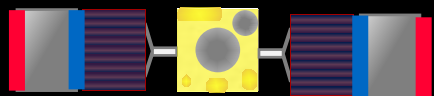


太陽と宇宙機の相対角で
光学特性が決まり、
太陽を指向する方向の
力を出し続けられる



受動太陽指向シートによる姿勢制御（これまでの研究成果）

Case A：光学特性切り替え軸と取り付け軸が直交



- 一定の太陽角を維持できる
- シート単体で安定した姿勢制御性能

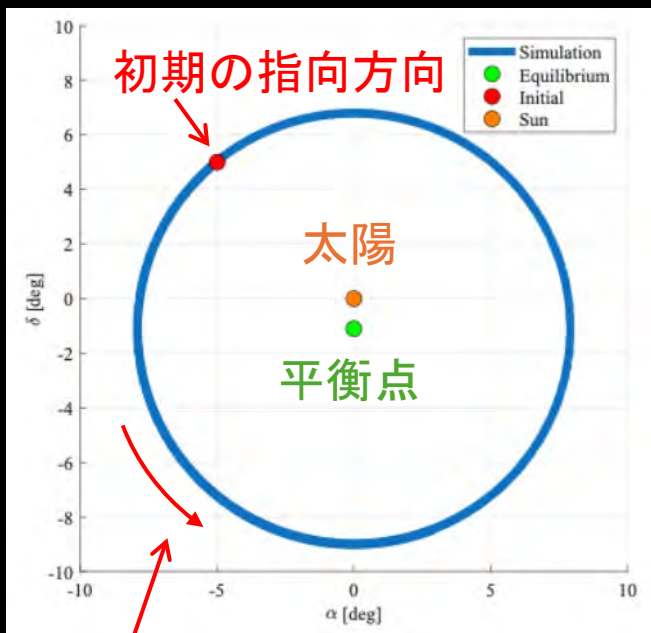
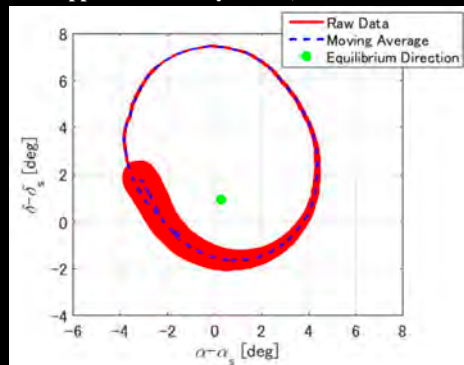


図. Case Aのシミュレーション結果

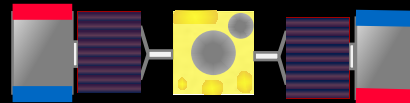
太陽方向を向いているが、スピン軸方向は回転している

【はやぶさ2の事例】 (SRP-Assisted Fuel-Free Sun Tracking and Its Application to Hayabusa2)



はやぶさ2は幾何形状を利用し、太陽指向しているが、受動太陽指向シートは幾何形状を問わない

Case B：光学特性切り替え軸と取り付け軸が並行



- 太陽角を小さくすることができる
- ニューテーションダンピングが必要

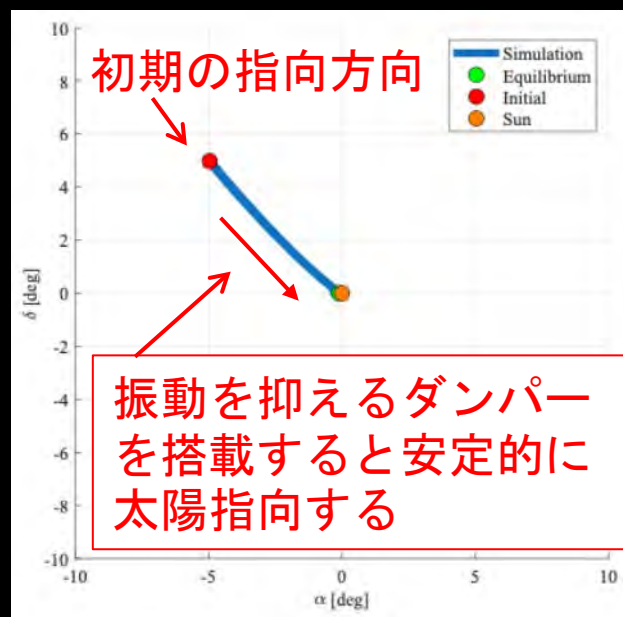
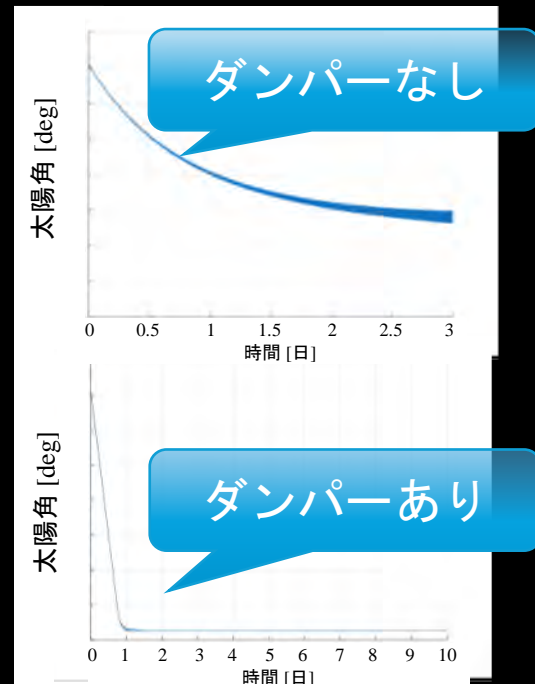
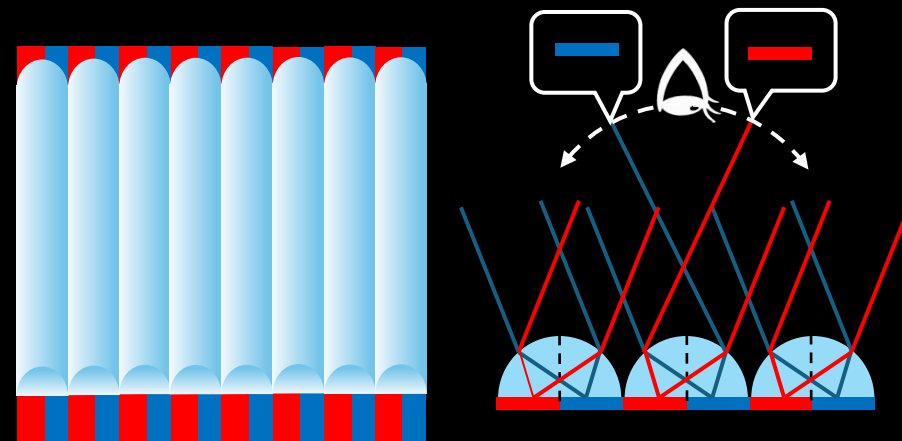


図. Case Bのシミュレーション結果



➤ 上記二種類以外にもシートの貼り方により性能が変わるため、軌道や衛星の条件に合わせて構成を決定できる

入射角度に依存して光学特性が変わる技術



円筒形のレンズとパターン面の組み合わせ『レンチキュラーレンズ』の原理

既存技術から光学的な原理を取り入れ
受動太陽指向シートを開発

▶ 開発スケジュール

FSフェーズ										FMフェーズ																														
2026年度										2027年度							2028年度																							
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3							
シート開発・環境耐性評価										EM製造							認定試験							FM製造							受入試験							システム合流		
I/F検討										フェーズ移行審査																														

成熟した宇宙機の運用経験から着想した技術

- 要素技術研究
- 実証成立性検討
- 宇宙機I/F検討
- 事業性検討

シートが実現する将来

太陽光圧を自然のアクチュエータとし、
宇宙空間のどこに居ても宇宙機の姿勢が乱れることなく、
自在に軌道姿勢制御へ活用できている世界

©JAXA

世界的なシェアを持つフィルム・シート事業に強み

- シート開発・製造
- 耐環境性設計
- 事業性検討

 日本カーバイド工業株式会社

受動太陽指向シートの商用化に向けた技術的ステップ

デブリ回収に向けた姿勢静定技術として着目

- ✓ 燃料を消費しない任意の姿勢制御の実現
- ✓ 光圧を自在に使いこなす

©Astroscale Japan,inc

STEP4. デブリ捕獲補助

全ての宇宙機の運用終了時にシートを用いた受動姿勢安定を、デブリ捕獲のためのDesign for Removalの考えに基づき標準化・ルール化し、シーケンスに組み込む

5

STEP5. 衛星構成の刷新/ 低コスト化

シートを姿勢制御アクチュエータの一部として採用し、RWや、地球近傍でしか使用できないMTQの代替として衛星の低コスト化を実現する

4

Credit : SpaceX

Credit : NASA/JPL

3

STEP3. 科学衛星の高度化

太陽観測や全天観測など、太陽または反太陽方向を指向する衛星にシート用いた姿勢制御系を組み込み、燃料と制御負荷を低減する

2

STEP2. 受動太陽指向による 宇宙機喪失リスク低減

形状や軌道を問わず、宇宙機が非常時に姿勢異常を起こした際に受動的に太陽指向することで発電し、通信回復の可能性を高める

1

STEP1. 消費推薬量削減

軌道に依らず太陽光圧トルクを姿勢制御に活用でき、燃料消費量を低減することができる



JAXA
STEPS

JAXA Space Technologies rapid Evaluation Program on Small satellite