

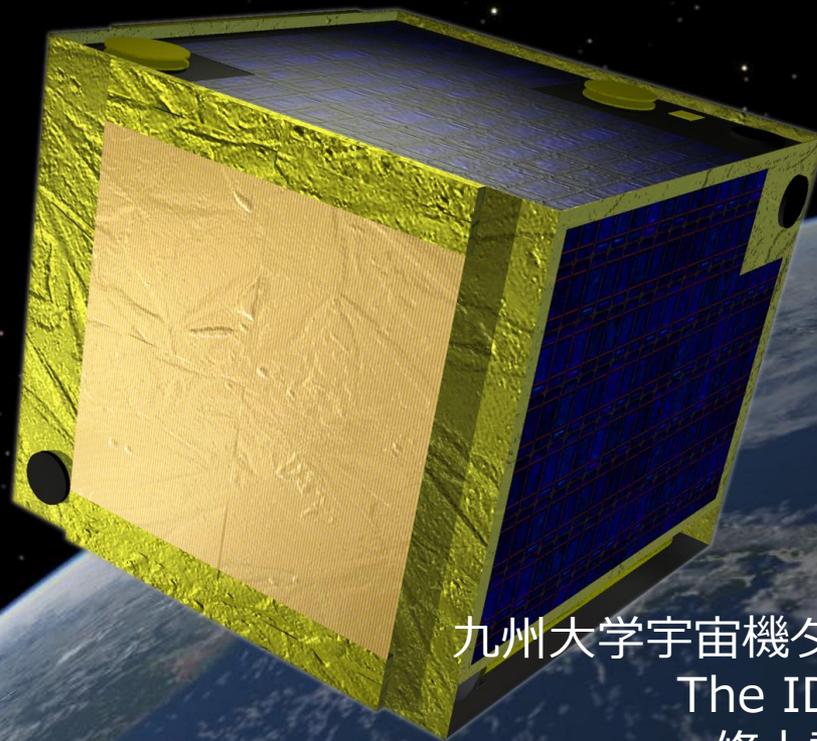


九州大学宇宙機ダイナミクス研究室2015年活動報告

—新たなスペースデブリ観測技術を目指して—

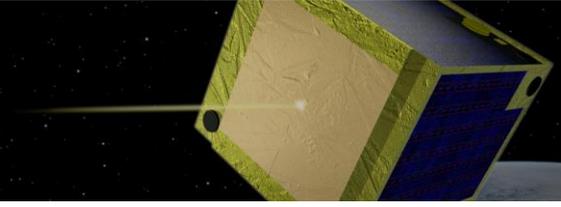
IDEA

In-situ
Debris
Environmental
Awareness

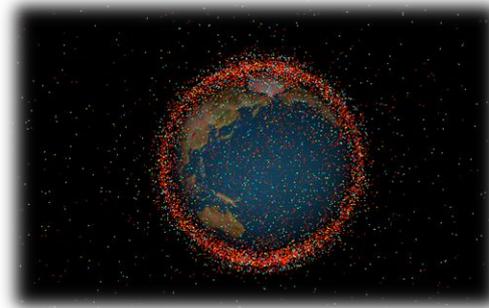


九州大学宇宙機ダイナミクス研究室
The IDEA Project Team
修士課程2年 古本政博

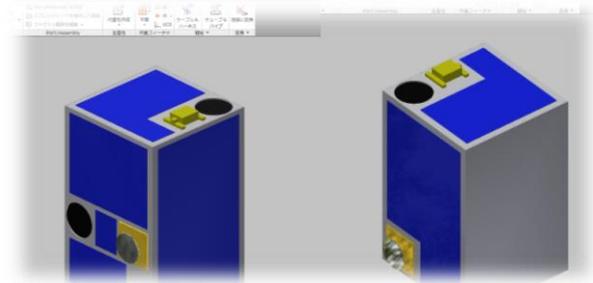
Contents



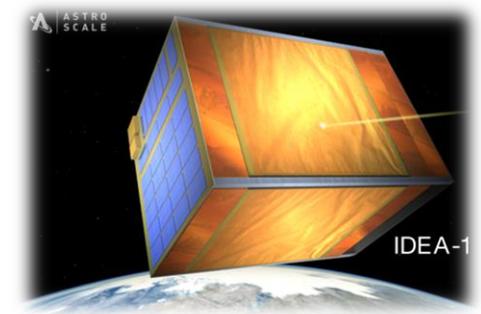
❖ 背景



❖ OSSAM

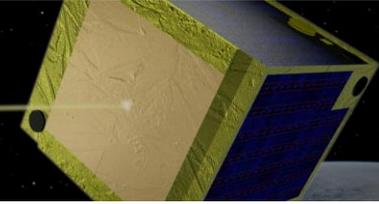


❖ IDEA Project

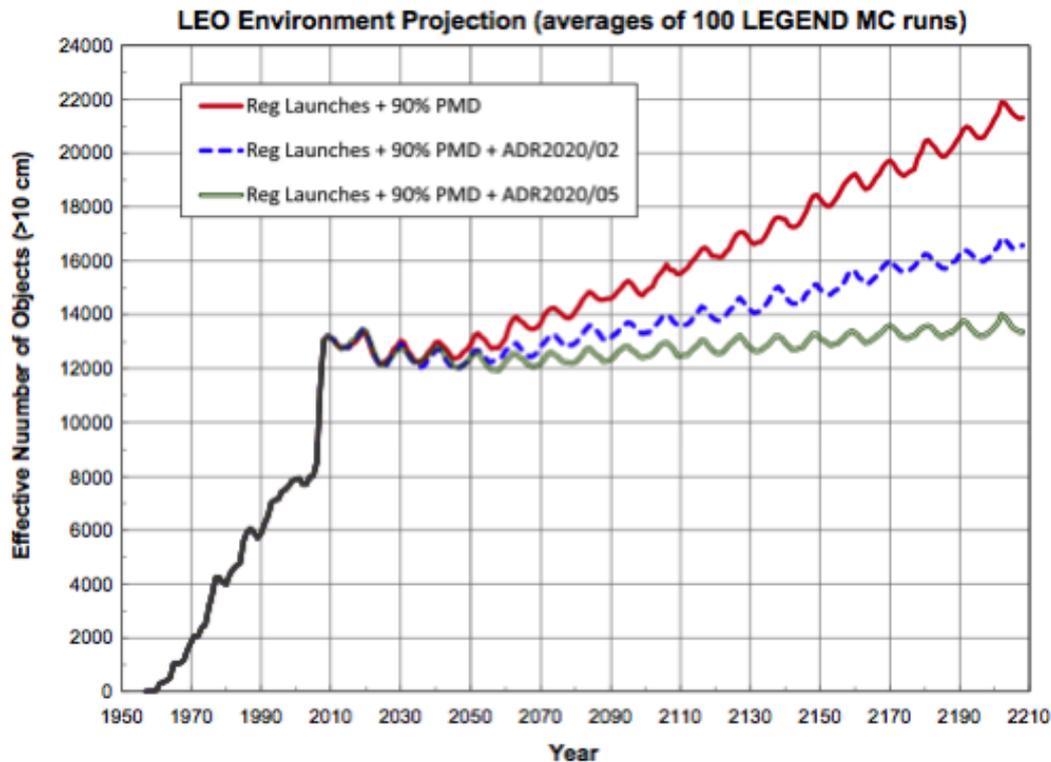
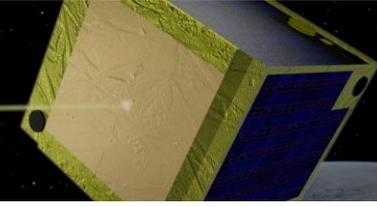


背景 —スペースデブリ問題—

スペースデブリ | 危険性

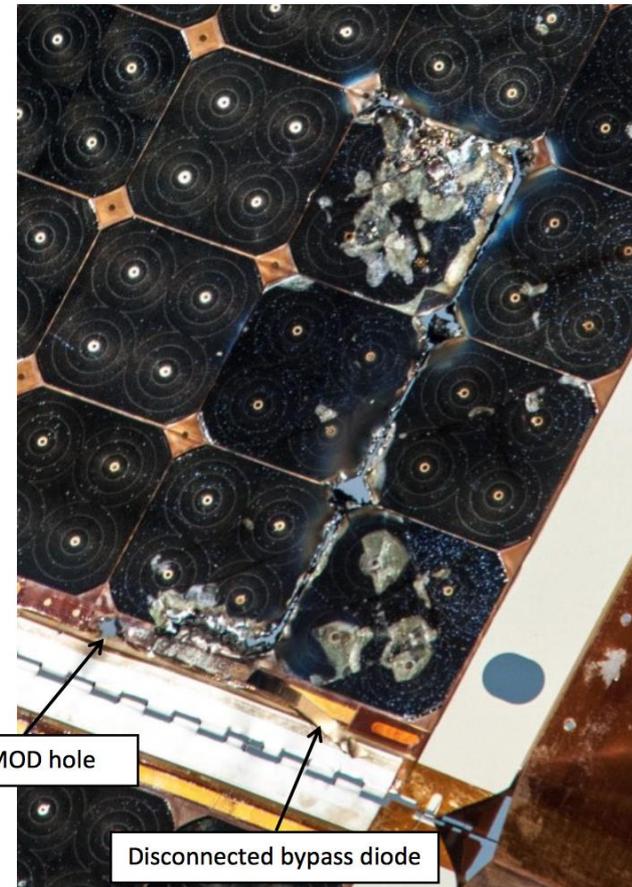


スペースデブリ | 課題



Simulated LEO environment prediction with PMD and ADR scenarios. (ODQN,2011)

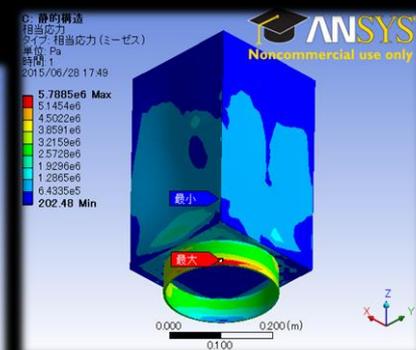
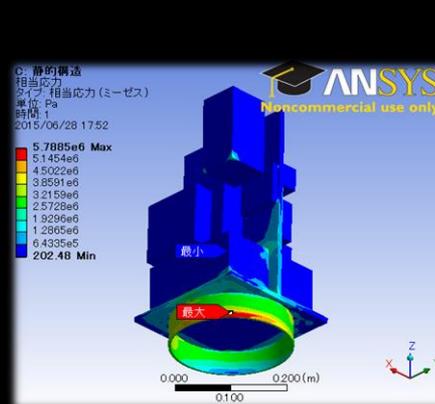
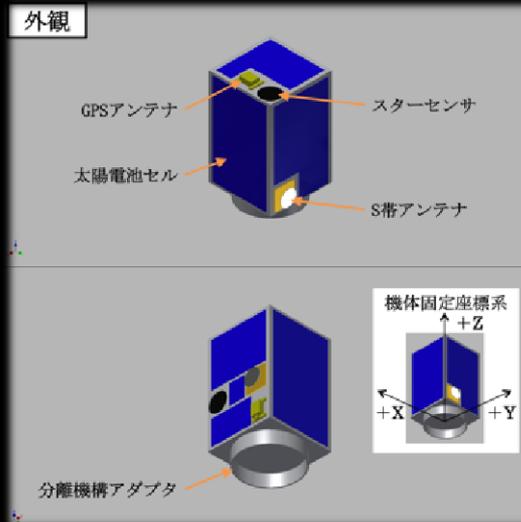
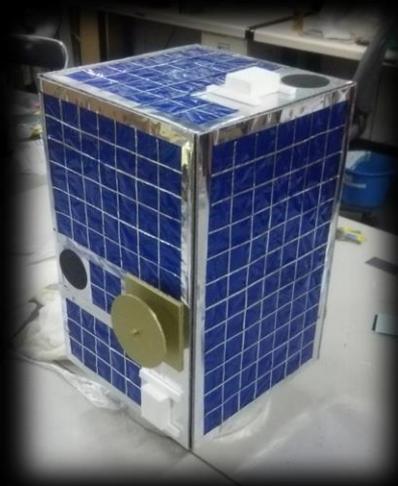
衝突によるデブリの自己増殖
=ケスラーシンドローム



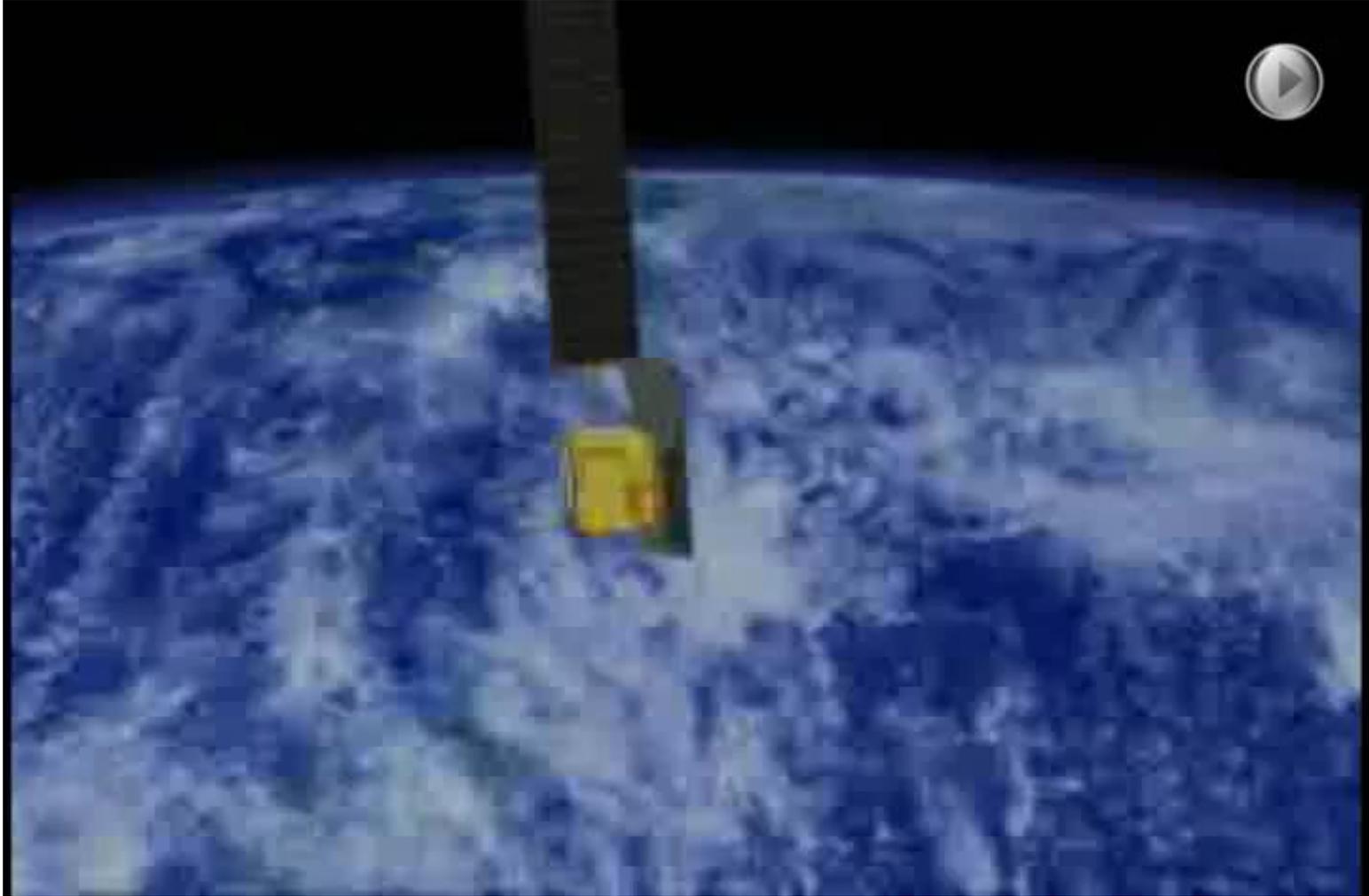
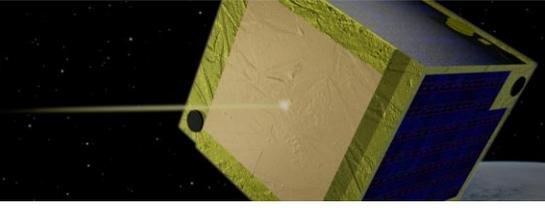
ODQN Volume 18 - Issue 4, 2014

微小デブリ

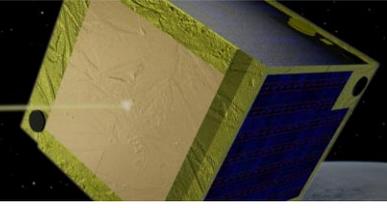
非射出型衛星 OSSAM



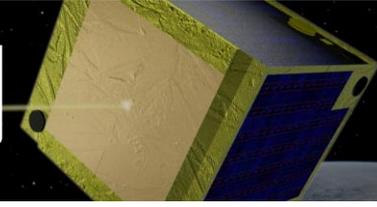
能動的デブリ除去



光学観測による運動推定



非射出型衛星による姿勢計測



非射出型衛星 **OSSAM**

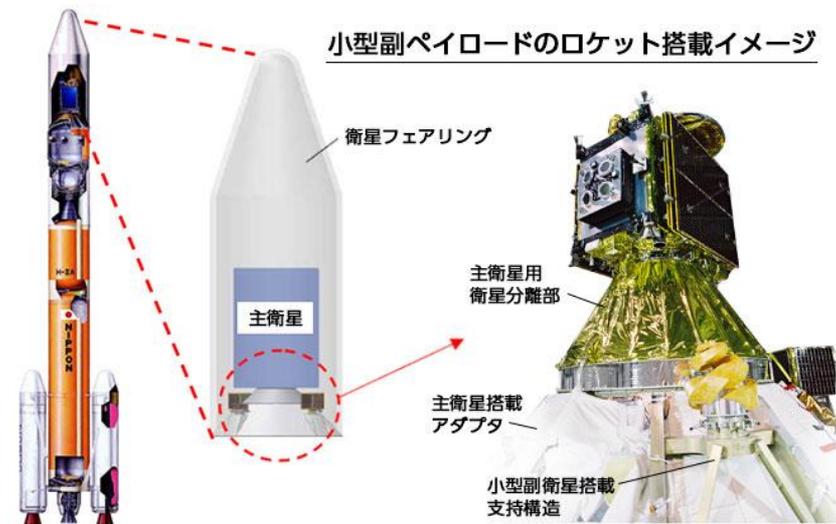
Onboard Satellite for Sensing Attitude Motion

通常的小型衛星と同様にロケットで軌道上まで運ばれた後、
デブリとなったロケットに取り付けられたまま姿勢を計測

ミッション目標

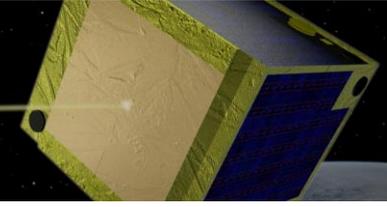
- ロケット上段のダイナミクスの測定
- ライトカーブとの比較による姿勢運動推定技術の実証

能動的除去に不可欠な
デブリの姿勢運動の理解



(© Fan!Fun!JAXA!)

非射出型衛星の特徴



❖ メリット

- 従来の小型衛星と同様のインターフェースを利用でき
ロケット側の改造不要
- 打上環境耐性さえ満たせば他のロケットへ応用可能

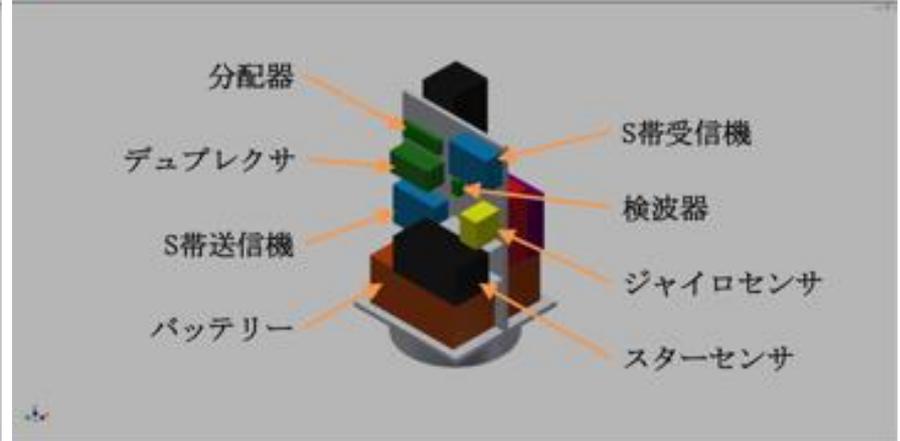
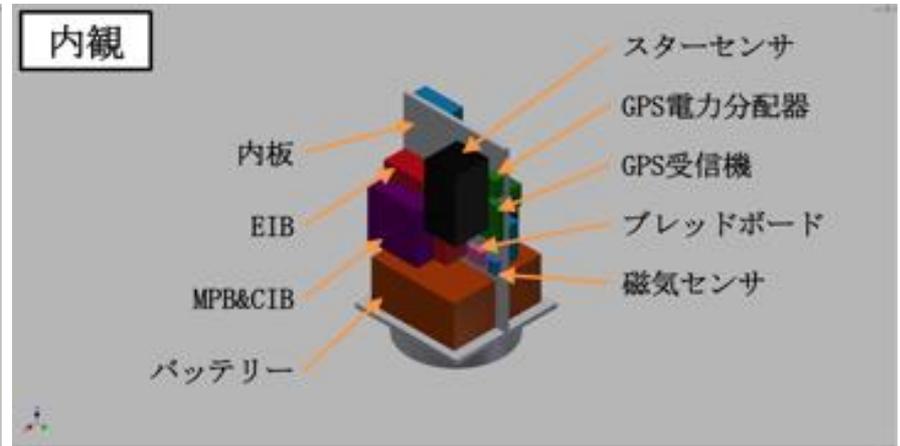
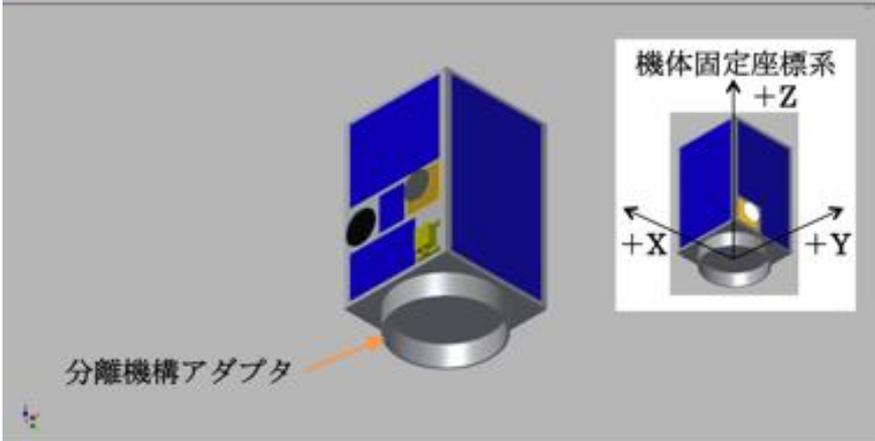
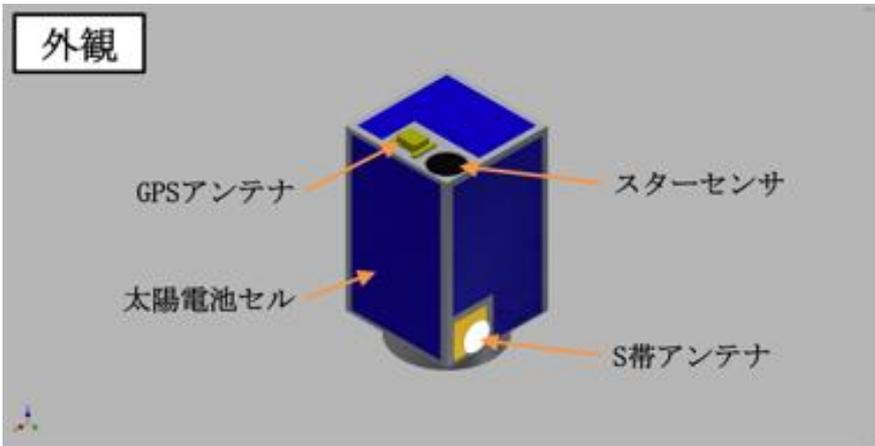
❖ デメリット

- 姿勢制御不能
 - ロケットの影の影響
- ▶ **熱, 電力, 通信**の要求を満たすことが通常より難しい

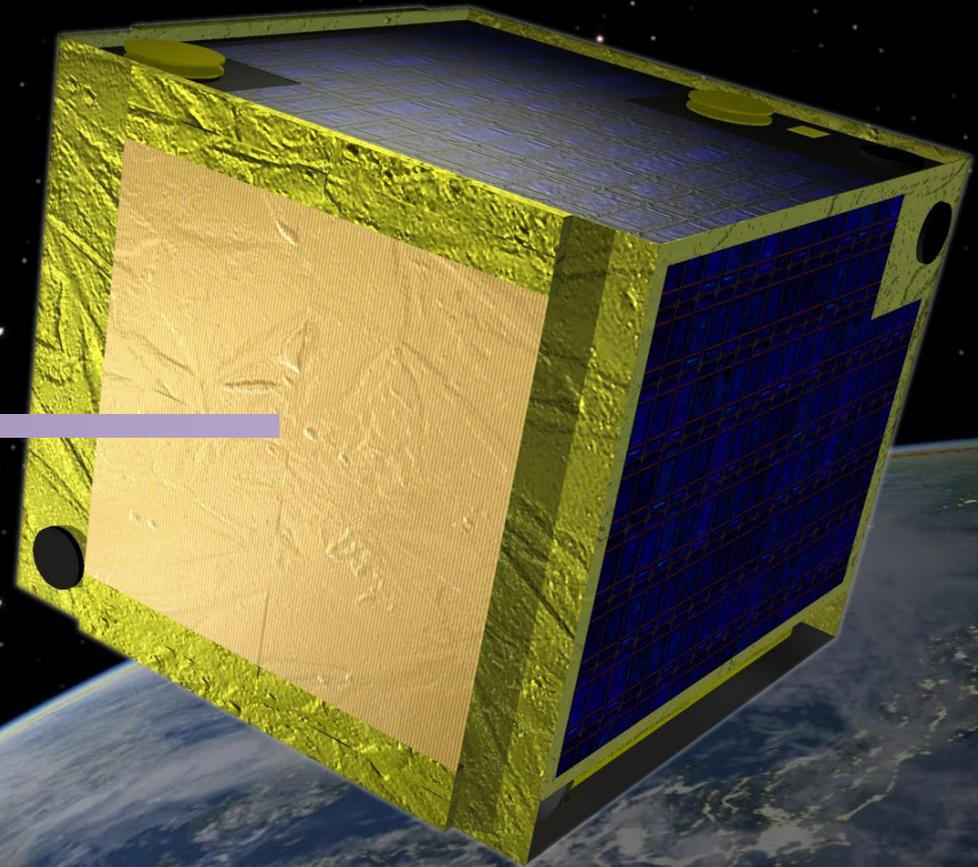
OSSAM概要

外寸：250×250×452 [mm]

質量：15.33 [kg]



IDEA Project

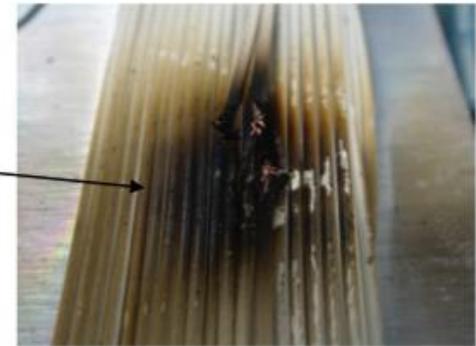


IDEAプロジェクト | 背景

微小デブリ | 砂粒ほどの大きさの宇宙ごみ

- 地上からの観測が不可能
- 衝突で衛星の機能停止も

▶ 軌道上観測が不可欠



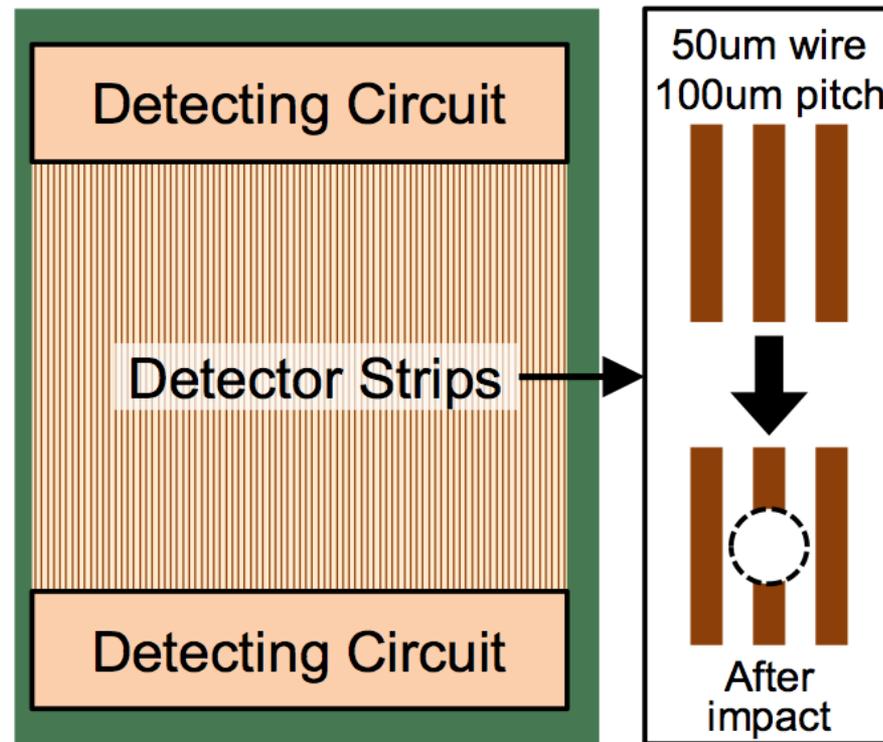
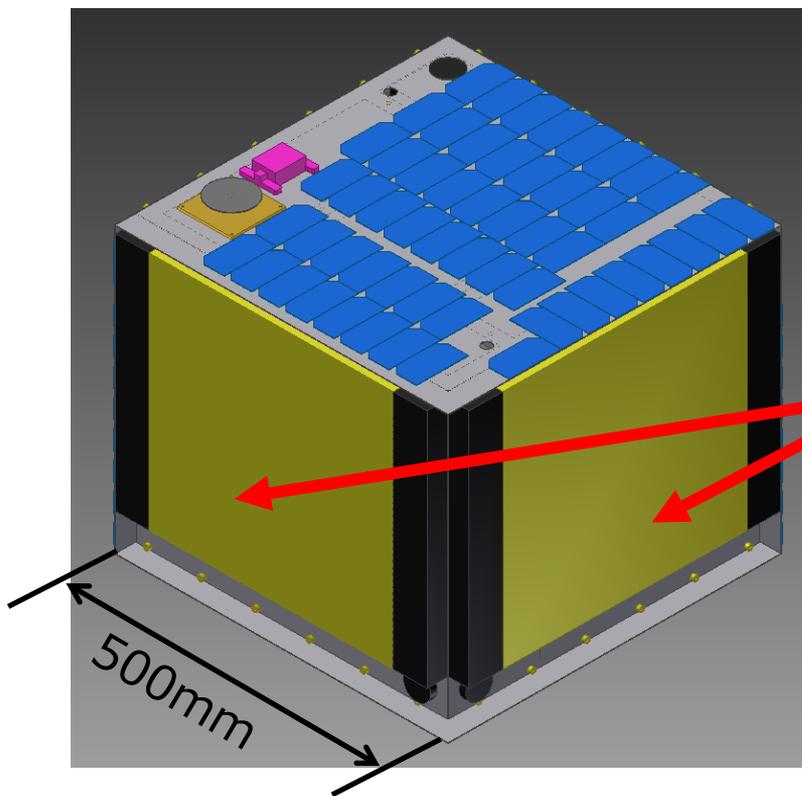
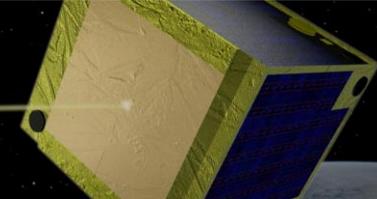
微小デブリの衝突により破断したケーブル（実験）

Nitta, K., et al. (2010)

微小デブリの軌道上観測

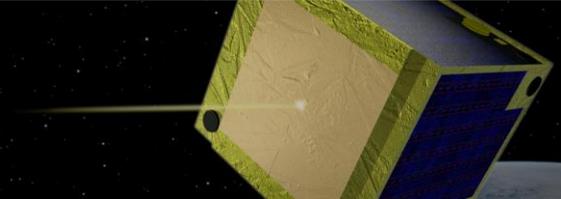
- 宇宙環境の把握には様々な軌道のデータが必要
- ▶ 複数機の小型衛星による観測が最適
 - ✓ 豊富な打ち上げ機会
 - ✓ 安価な開発費

IDEAプロジェクト | 観測



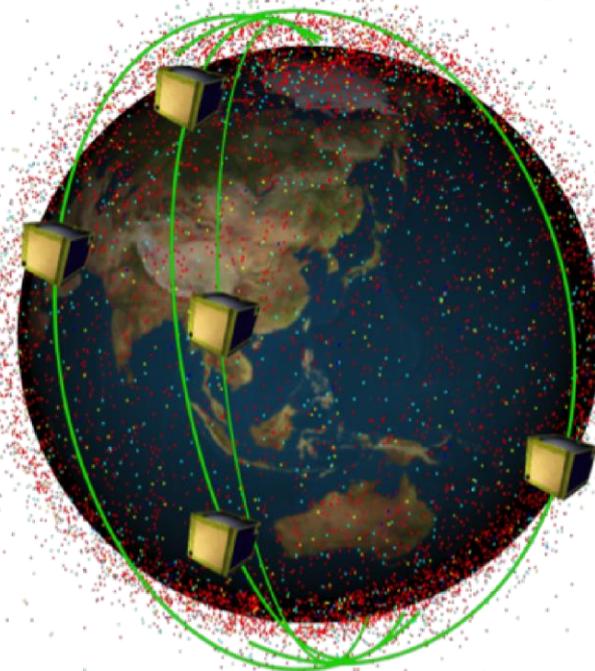
➤ Space Debris Monitor (SDM)

- 有限会社QPS研究所と株式会社IHIが共同で出願した特許に基づき宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発

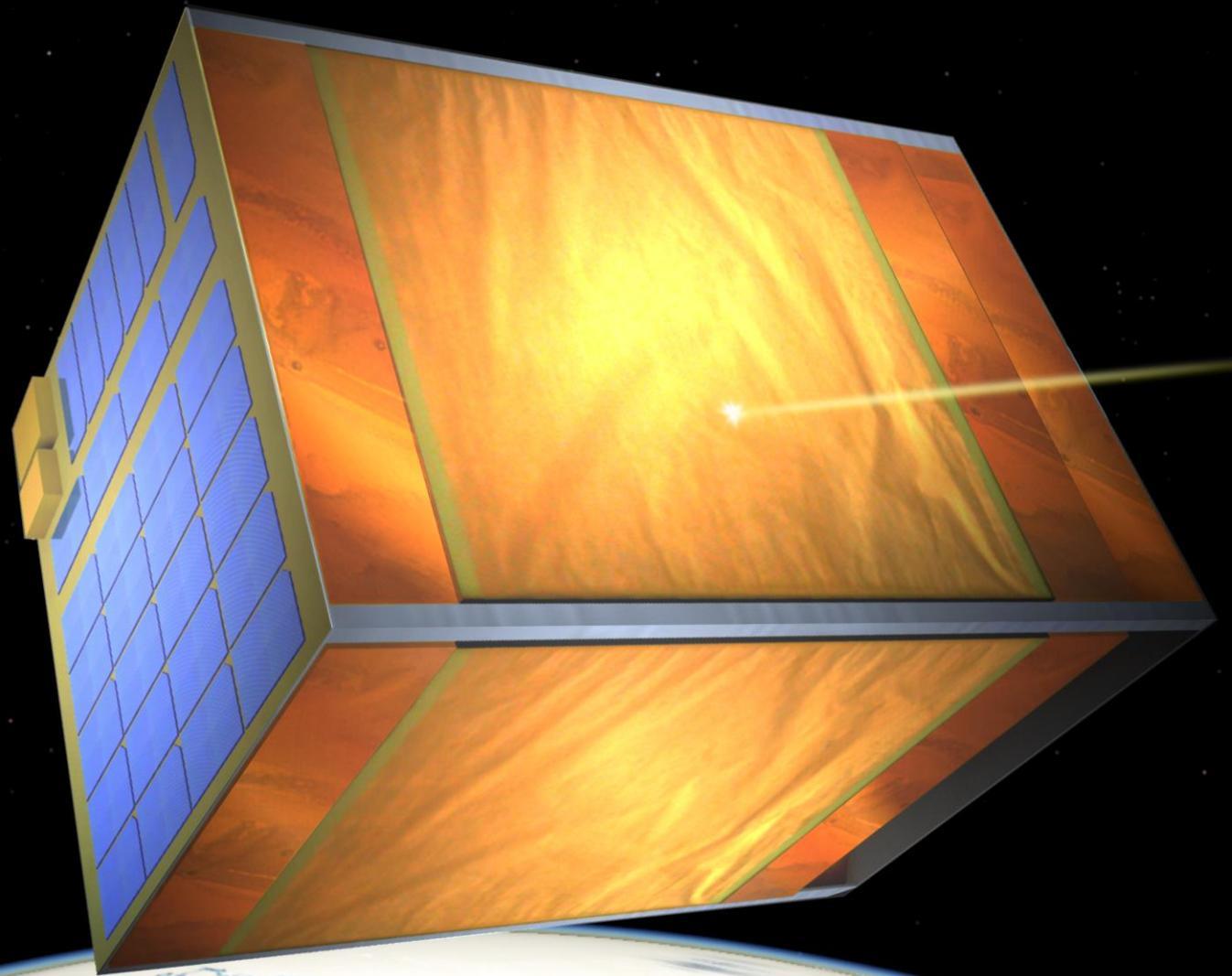


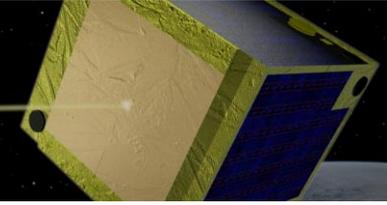
微小デブリの軌道上観測ネットワークを構築

- 既存のモデルの検証・校正
- 動的なモデルの開発
- 環境変動の迅速な検知



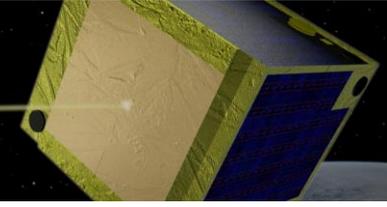
2016年度打ち上げ決定





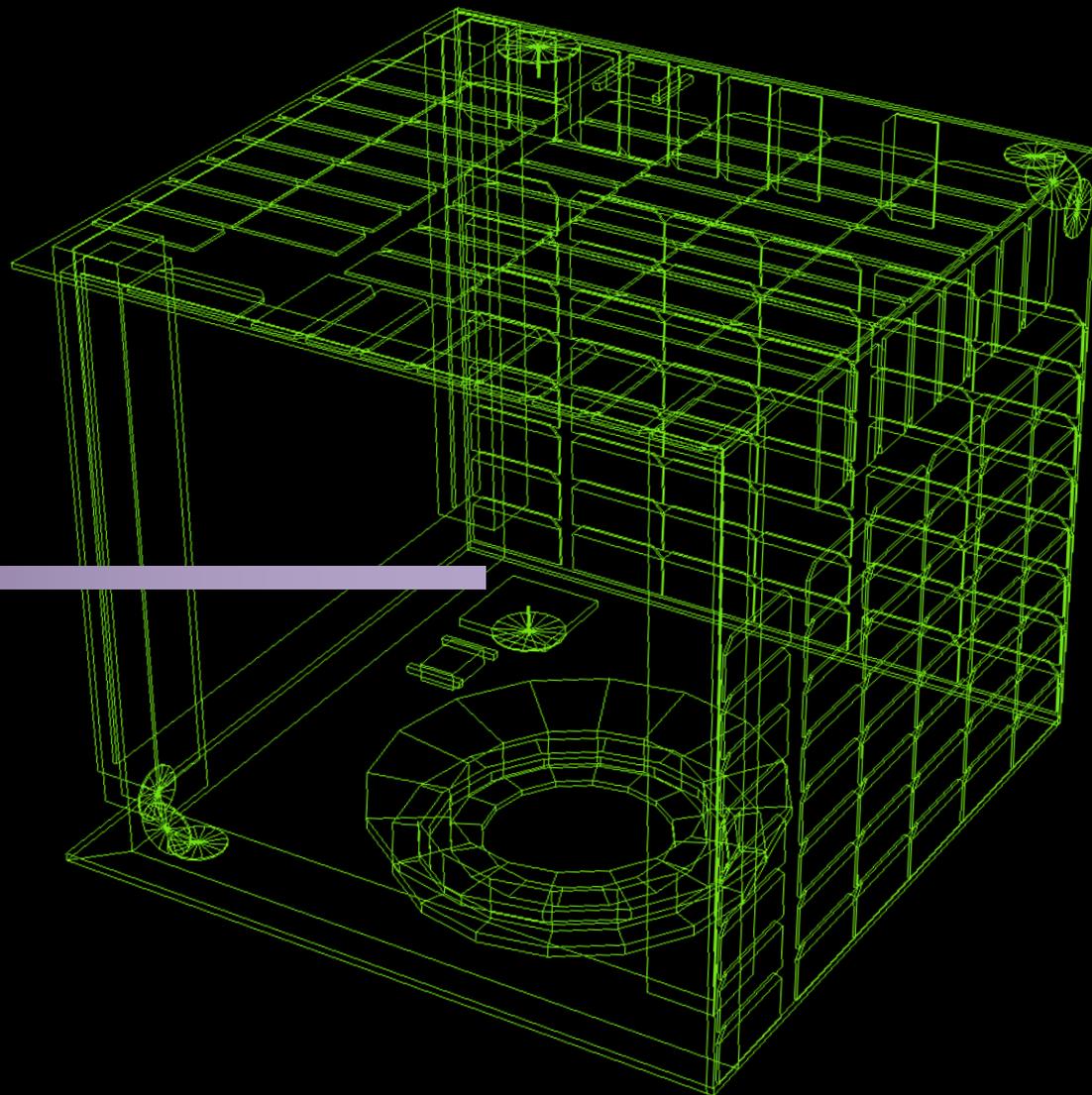
- ミッション解析
- 計測可能項目の追加（衝突角，速度など）
→さらに詳細な環境把握
- 九大内での衛星開発技術の維持・向上
→独自開発技術の獲得
- IDEA参加衛星を増やす
→コンステレーションの実現

まとめ

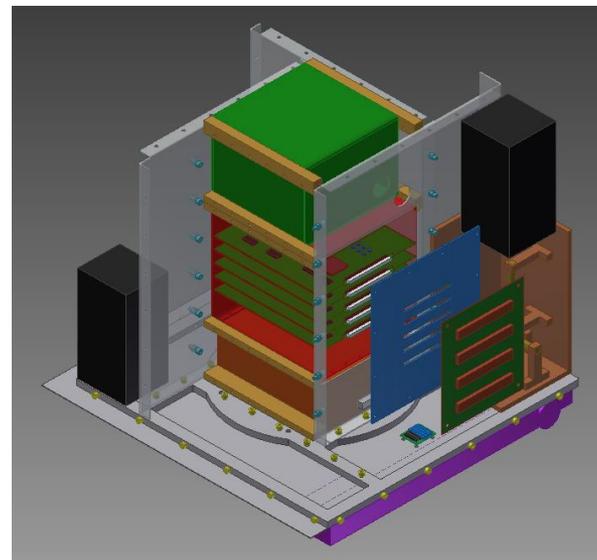
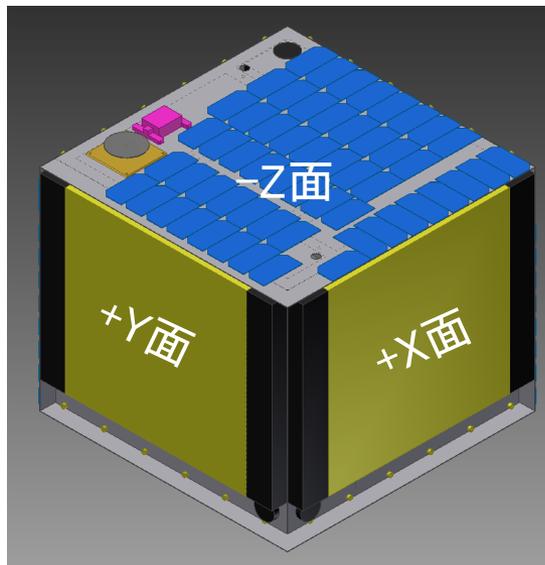
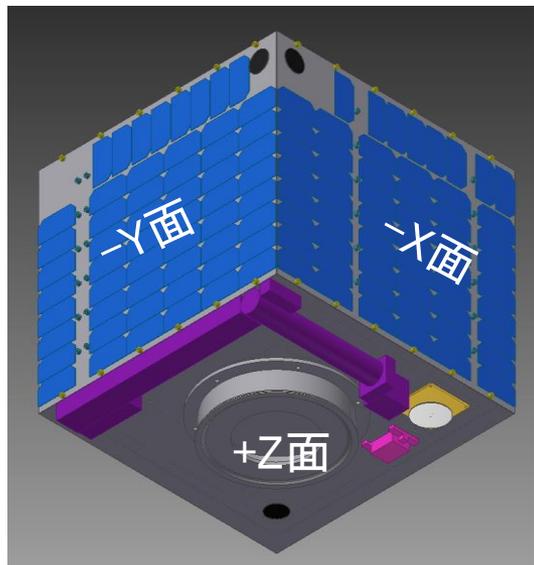
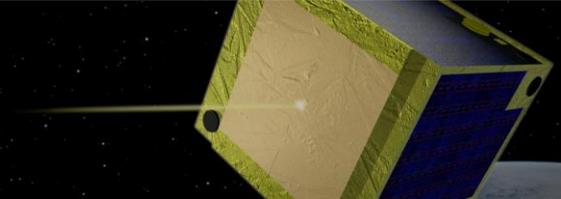


- 九州大学宇宙機ダイナミクス研究室では、主にスペースデブリ問題に着目しミッション提案・衛星開発を行っている
- デブリとなるロケット上段の姿勢を計測する非射出型衛星OSSAMの検討
- 微小デブリ観測のためのIDEAプロジェクトは初号機の打ち上げが決定次号機に向けた検討も行っている

IDEA衛星



IDEA衛星 | 概要



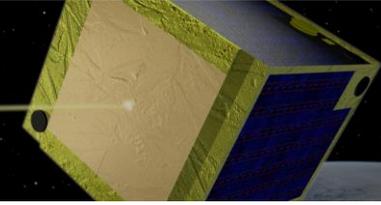
初号機 IDEA-1

- 50cm級超小型衛星
- デブリ衝突検知センサを2面に搭載
- 2016年度のH2A相乗り打上を目指す

ミッション

デブリ観測衛星の**技術実証**

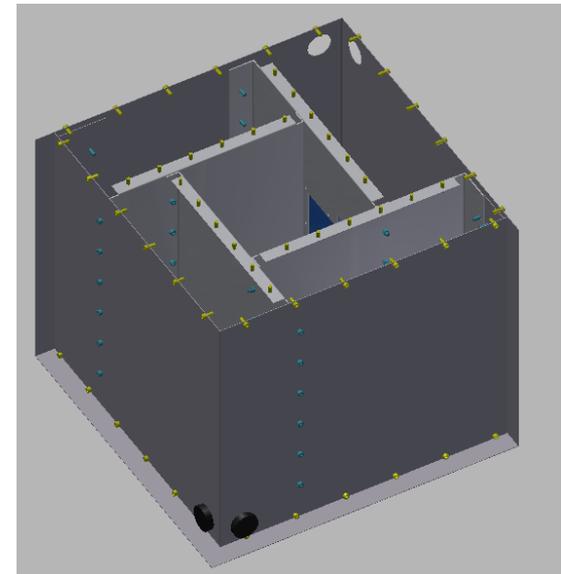
微小デブリ衝突の
準リアルタイム観測



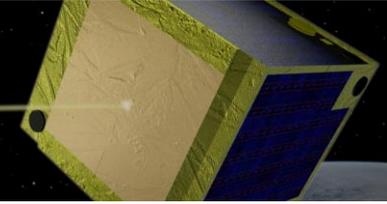
設計コンセプト

デブリ計測データ取得に特化した**シンプル**・**堅固**なシステム

- メインCPUによってほぼ全てのタスクをこなす
中央集権処理
- デブリ衝突耐性**を考慮した
井桁構造による二重壁
- できる限り枯れた技術や
実績のある機器を使用

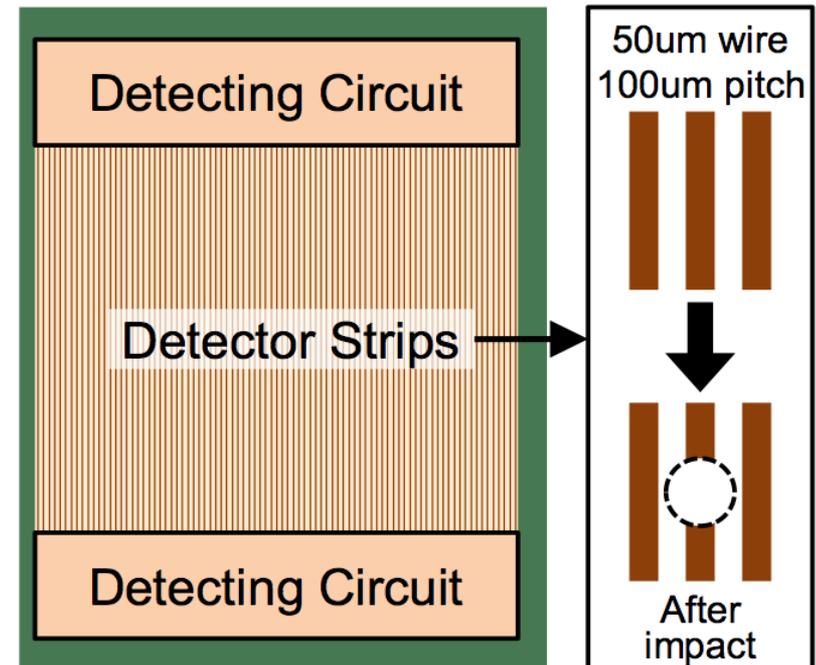


ミッション機器

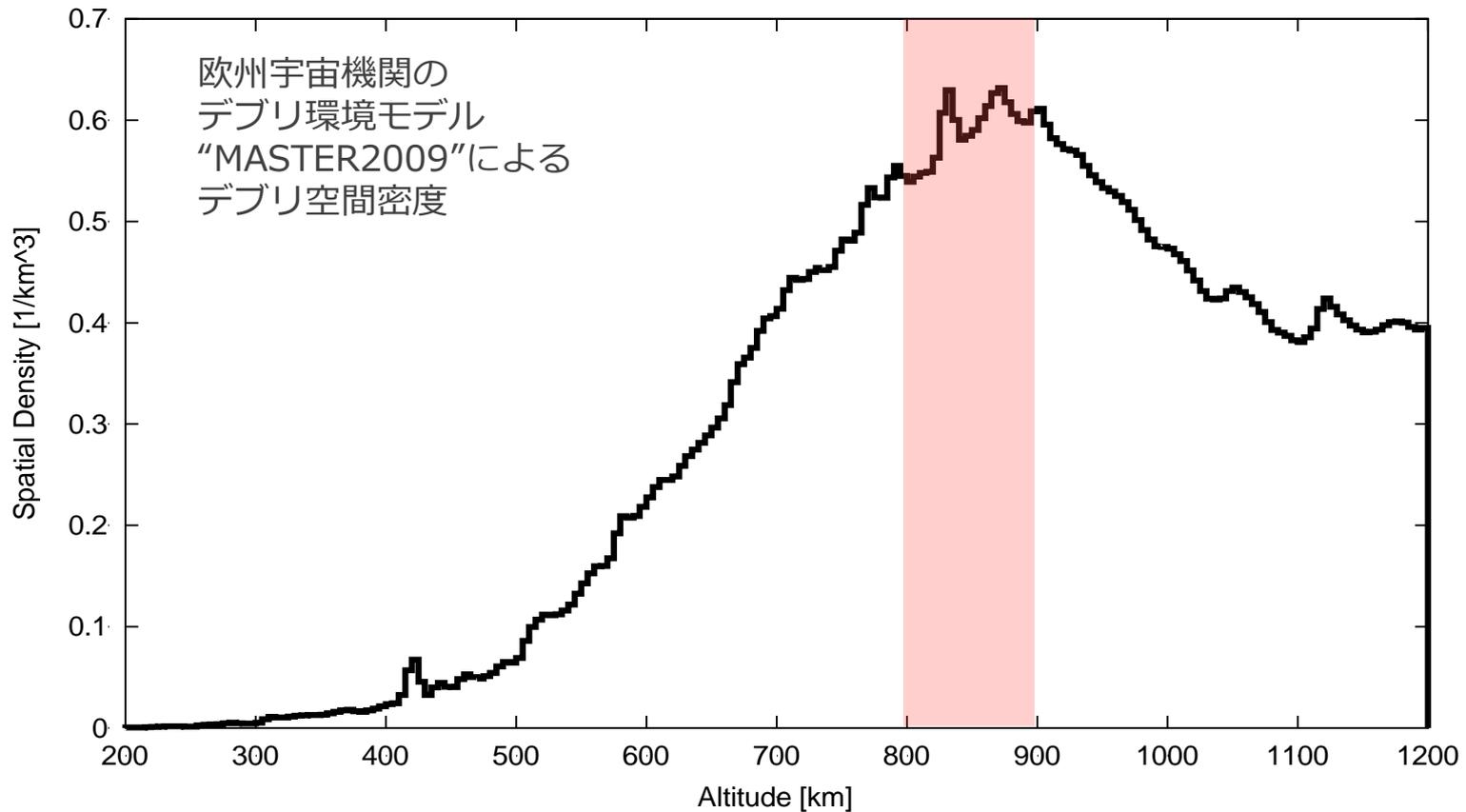
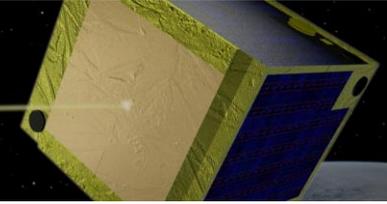


➤ Space Debris Monitor (SDM)

- 有限会社QPS研究所と株式会社IHIが共同で出願した特許に基づき宇宙航空研究開発機構（JAXA）が開発



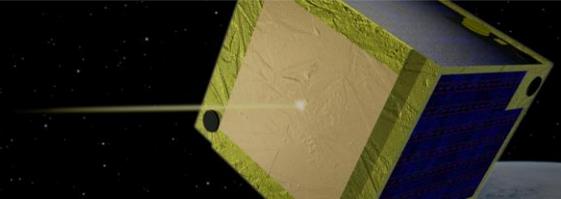
ミッション軌道



高度800km前後の極軌道を予定

- ❖ 需要が高く、自然浄化も少ないため多くのデブリが存在
- ❖ これまでに実観測データが得られていない

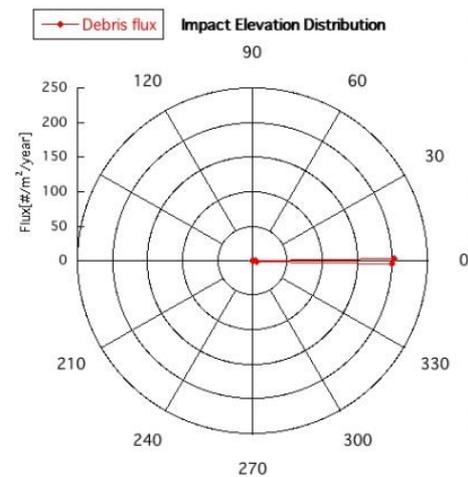
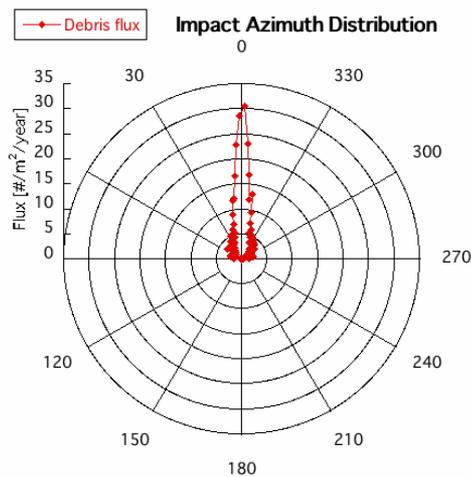
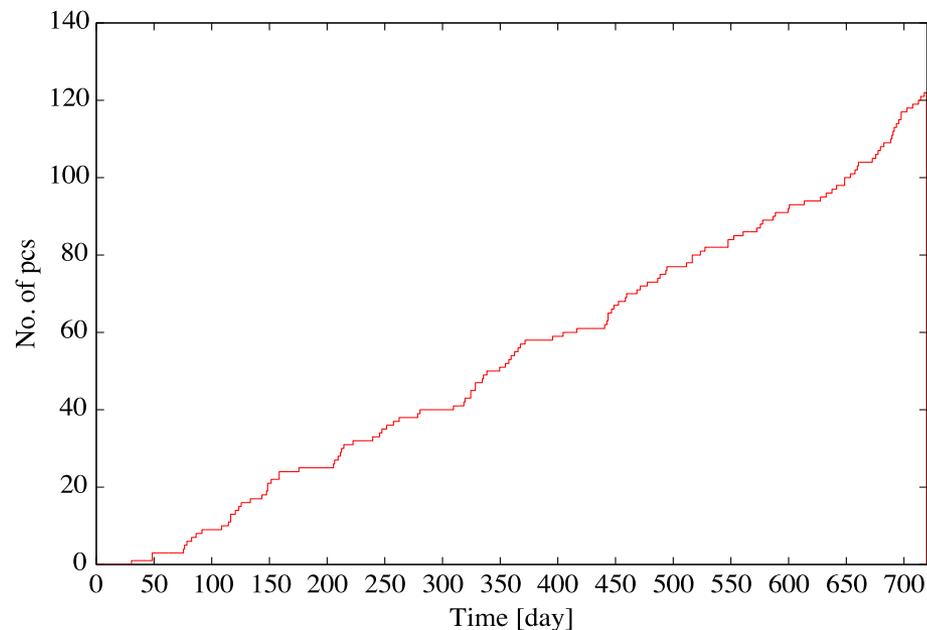
ミッション解析



軌道：高度798kmSSO
ミッション期間：2年
対象デブリ：100 μ m以上

❖衝突個数
1年間に**60**個程度

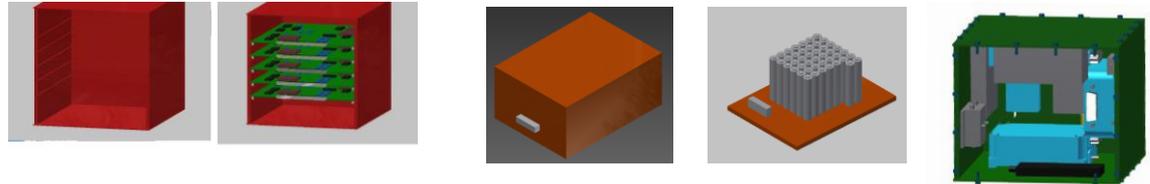
❖飛来方向
衛星進行方向に集中



各系概要

熱構体系

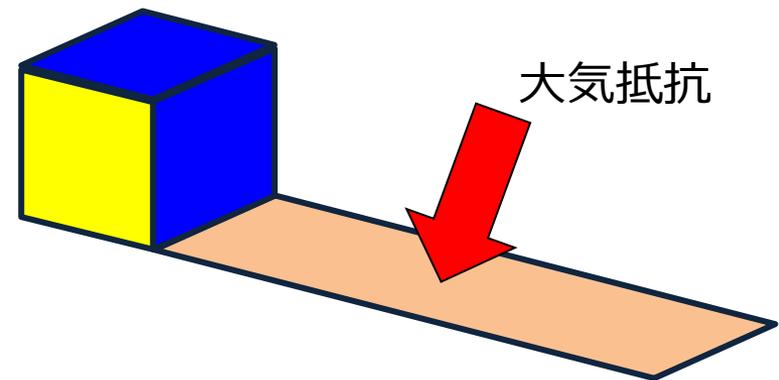
- ❖ 2mm以下のデブリの衝突に耐える設計
- ❖ 機器のユニット化
- ❖ 受動的熱制御



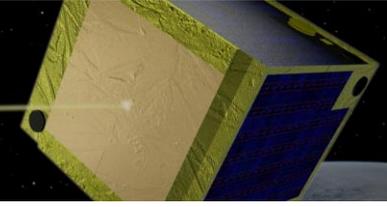
左から処理系ユニット, 電源ユニット, 通信ユニット

デオービット系

- ❖ IDEA自身がデブリとならないよう, IADCの25年ルールを遵守
- ❖ ミッション終了後, 薄い膜面を展開し大気抵抗を利用して軌道を下げる



各系概要



姿勢決定制御系

- ❖ 姿勢決定：太陽センサ, 地磁気センサ, ジャイロセンサ
- ❖ 姿勢制御：磁気トルカ
- ❖ 太陽指向モード / ミッションモード (進行方向に2面のセンサを向ける)
- ❖ 目標精度：軌道決定 5.0m, 姿勢決定 3.0°, 姿勢制御 10.0°

通信系

- ❖ 使用帯域：Uplink / Downlink S-Band
- ❖ アンテナ：パッチアンテナ
- ❖ 地上局：九州大学衛星通信実験棟 (予定)

各系概要

C&DH系

- ❖ Main Processor : SH4 BoCCHAN-1 OBC (AstreX社)
- ❖ PICによりMain Processorの状態を監視
- ❖ ほどよしSDKを用いた開発
- ❖ 周期ハンドラとスレッドを利用したマルチタスク処理

