

PROITERES

大阪工業大学では電気推進ロケットエンジンを搭載した小型人工衛星の打ち上げを目指し、衛星設計・開発を行っています。本学学部学科の教員・学生の横断的な参加による、広範な工学技術の開発・実践を通して、高度な研究・教育活動を目指しています。

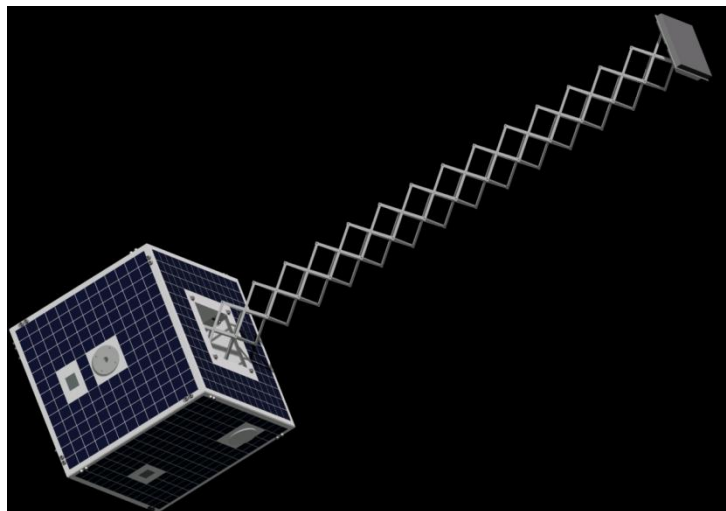
概要

本学人工衛星「PROITERES(プロイテレス)」は、本学で開発された電気推進ロケットエンジンの実証試験および耐久試験と、企業と共同開発した高解像度カメラを用いた環境観測を目的とした技術試験衛星です。

衛星の主な諸元

質量	10kg
サイズ	一辺300mmの立方体
電力	10W
高度	670km
開発期間	3年
寿命	1年以上
軌道	太陽同軌道
打ち上げ	PSLV (インド)

衛星の外観図



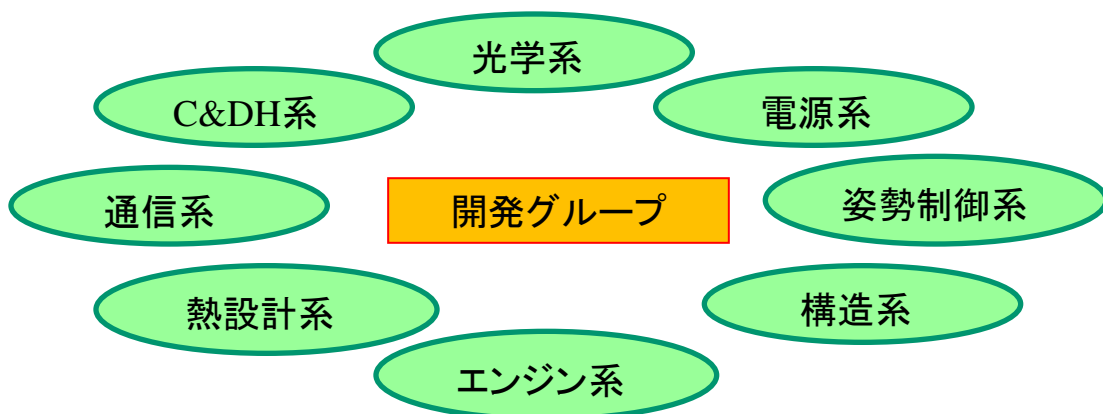
メインミッション

- 1) 電気推進ロケットエンジンによる小型衛星では世界初の動力飛行
(地球低軌道から軌道上昇をロケット連続噴射により達成(宇宙動力飛行の実現))
- 2) 高解像度カメラによる地球の観測
関西地区、淀川流域の観察(現代GP「淀川学(環境教育)の構築と実践」の支援)

最大の特徴は、小型人工衛星としては**世界初**となる電気推進ロケットエンジンを搭載している点にあります。エンジンを搭載しているので宇宙を自由に飛翔できるので、搭載カメラによる観測に多くの自由度を与えることができます。

開発プロジェクト

機械科・電気科・電子科・医用生体工学科の学生が中心となって8つのグループに分かれて活動中しています。グループ間の情報交換のため、週1回会議を行っています。



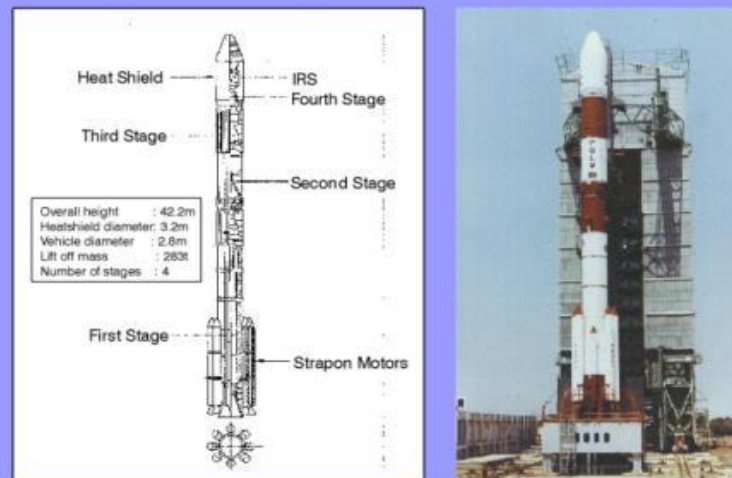
会議の様子

打ち上げロケットについて

プロイテレス衛星は、インド宇宙研究機関(ISRO)の極軌道打ち上げロケットPSLVのピギーバック(相乗り)衛星として、2010年下半期にインド南東部沿岸のスリハリコタにあるサティシュ・ダワン宇宙センターより打ち上げられる予定です。

※ピギーバック(相乗り)衛星とは？

ロケットで人工衛星を打ち上げる際、搭載量に余裕がある場合、他の人工衛星も宇宙に運ぶことがあります。このように相乗りさせる衛星のことをピギーバック衛星といいます。



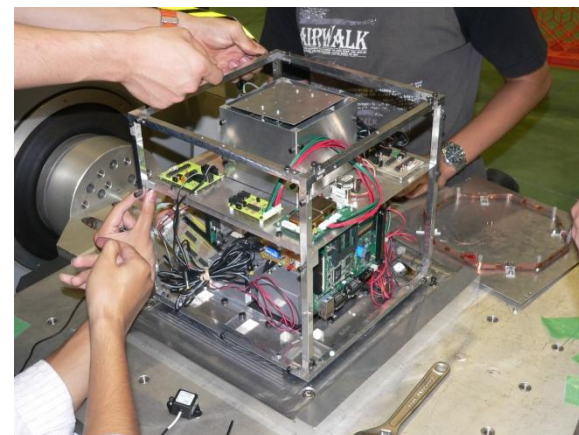
Polar Satellite Launch Vehicle PSLV-D3

PLSVの外観

人工衛星開発の流れ

本学の人工衛星の開発は以下の手順を踏んで進めています。

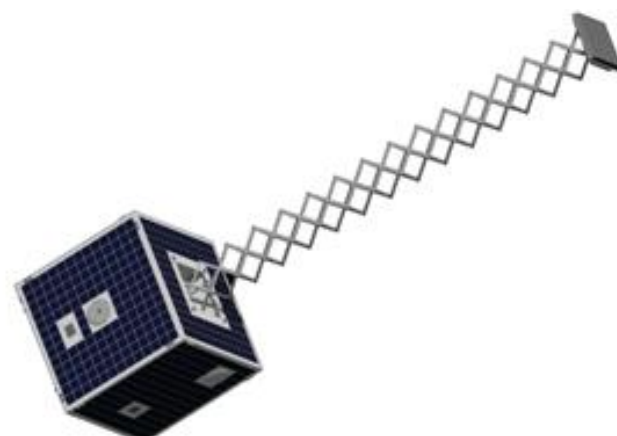
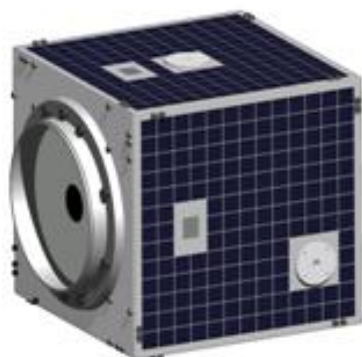
- (1)BBM(ブリットボードモデル)の開発
→各種機器の性能確認などを目的としています。
- (2)EM(エンジニアリングモデル)の開発
→環境試験(真空状態での動作試験)を行うための試作機の開発と環境試験を目的としています。
- (3)FM(フライトモデル)の開発
→実際に打ち上げて運用する衛星の製作を行います。



EMの振動試験準備の様子

開発スケジュール

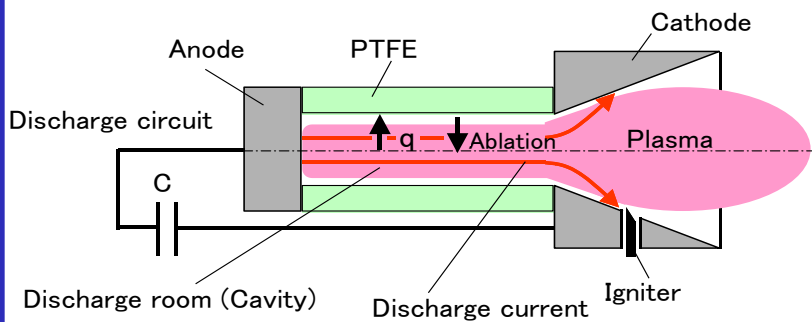
年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009年	EM衛星の製作							EM環境試験	FM衛星の開発開始	FM衛星の製作		
								総合的な動作の確認				
									EM開発終了			
年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2010年	FM衛星の製作	FM環境試験	総合的な動作の確認	最終確認	運搬準備		インドにて打ち上げ			人工衛星の運用		
			FM開発終了	打ち合わせ								



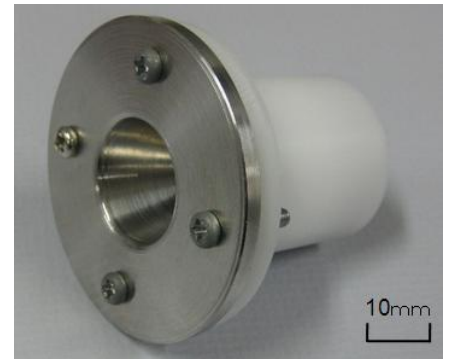
現在2010年秋の打ち上げを目指してフライトモデルFMの開発を行っています。

人工衛星の搭載機器について

パルスプラズマエンジン(PPT)



パルスプラズマ推進機噴射の瞬間



製作したパルスプラズマエンジン



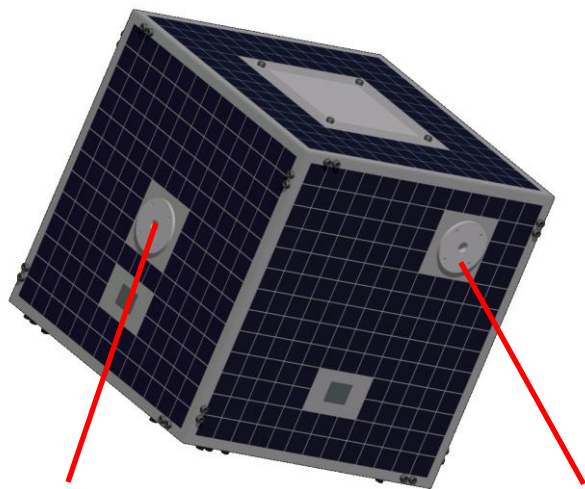
電熱加速型PPTの作動原理

パルスプラズマエンジン(PPT)は構造が極めて単純で、他のエンジンに比べて小型かつ軽量、低電力で稼働し、信頼性が高いという特徴を持ちます。よって小型人工衛星への搭載に最適といえます。

軌道上で行うエンジン噴射実験について

実証試験では、衛星の重心からずれた位置にあるエンジンを作動させ、搭載しているジャイロセンサで衛星の角速度(一秒間に変化する角度)を検出し、推進力などを検出します。

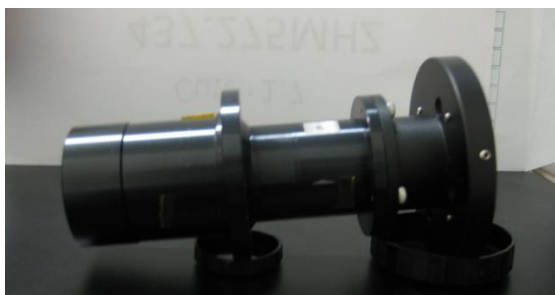
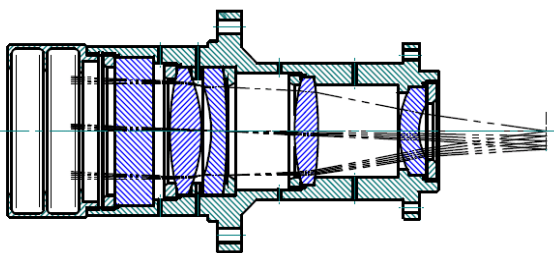
耐久試験は噴射不可能になるまでエンジンを作動させ、どのくらいの時間噴射できるかを計測します。また、どの程度高度を上昇させることができるかも調べます。



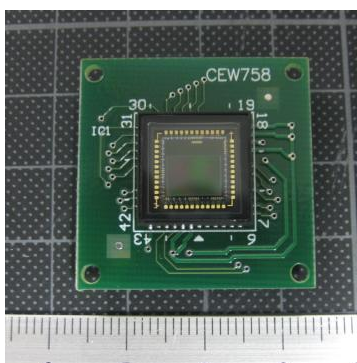
耐久試験用エンジン

実証試験用エンジン

高解像度カメラ



搭載カメラの外観



カメラに内蔵するCMOS



撮影時のイメージ

カメラの設計条件

- (1) 関西地区(大阪工業大学を中心として半径30km範囲)を観察できる.
- (2) 大阪工業大学を確認することができる(分解能30m).
- (3) 本人工衛星に搭載可能である.(大きさが100×100×200mm以内、重量が1kg以内であること)
- (4) 宇宙環境を考慮する.

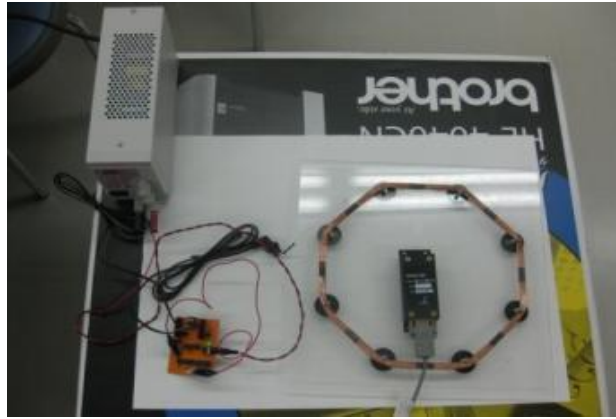
搭載カメラのレンズおよびカメラ本体の設計・製作は株式会社ジェネシアと共同で行いました。

磁気トルカ(MTQ)

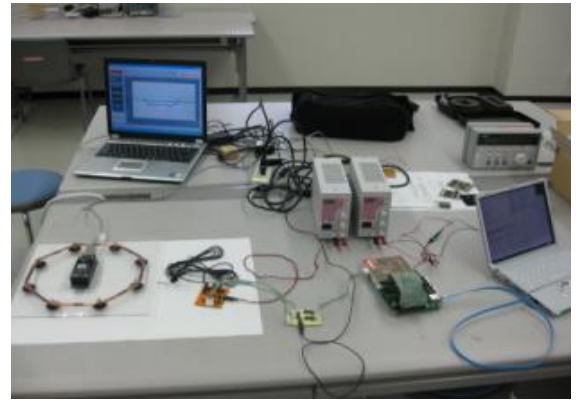
コイルに電流を流すことによって発生する磁場と地球の地磁場を干渉させ、方位磁石のように人工衛星の姿勢を制御する機器が「磁気トルカ」です。特徴としては故障しにくくて軽量である点です。本学人工衛星の3面に搭載し三軸制御を行います。



磁気トルカ本体



磁気トルカ作動試験

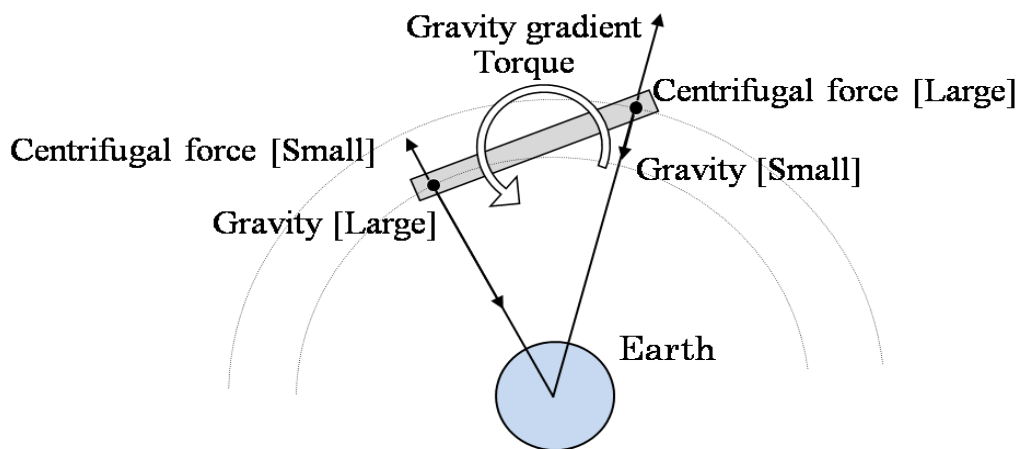


衛星のコンピュータとの接続試験

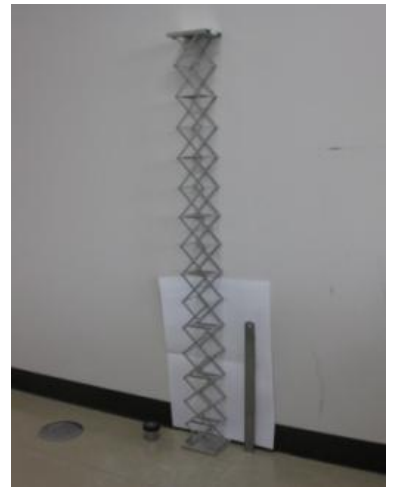
伸展ブーム

伸展ブームは、衛星にかかる潮汐力を利用して衛星底面を地球側に指向させます。打ち上げ時は人工衛星内部に格納し、軌道上で展開します。

重力傾斜安定は、人工衛星両端に作用する重力と遠心力が軌道高度によって異なることから発生するトルク



展開前の伸展ブーム



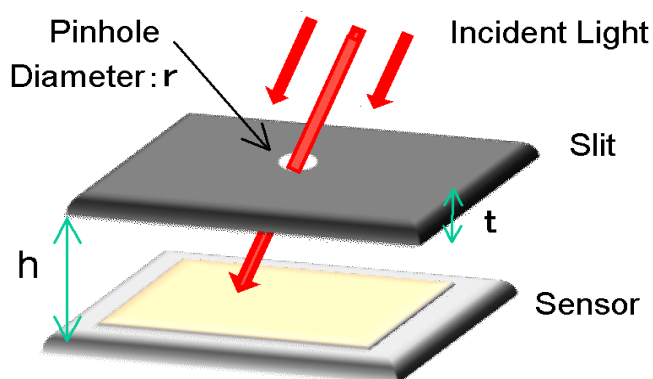
展開後の伸展ブーム

製作した伸展ブーム(パンタグラフ機構採用)

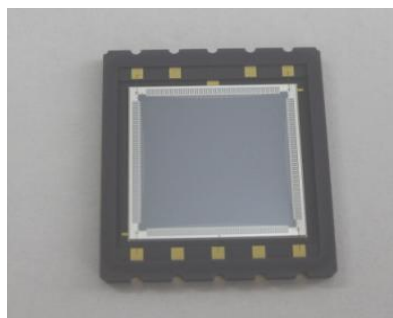
伸展ブームは衛星の形状によって安定するので**故障しにくく**、かつ**電力を消費しない**姿勢制御機であるため磁気トルカの補助として採用します。

太陽センサ

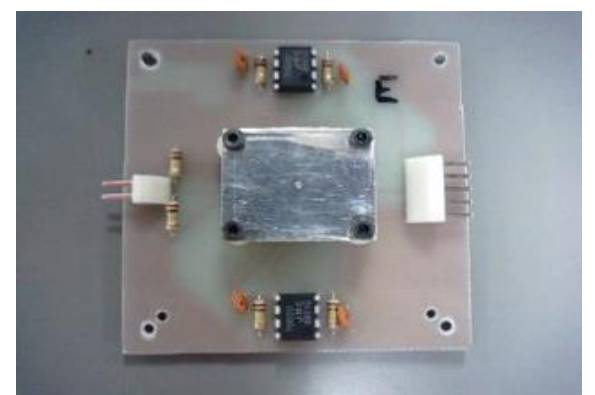
太陽センサは、太陽の方角を検知し、人工衛星の姿勢を知るためのものです。ピンホールから入った太陽光から太陽の方角を検知し、得られたデータを元に磁気トルカを動かし、衛星の姿勢を決定します。



太陽センサの原理



太陽センサに使用するCMOS



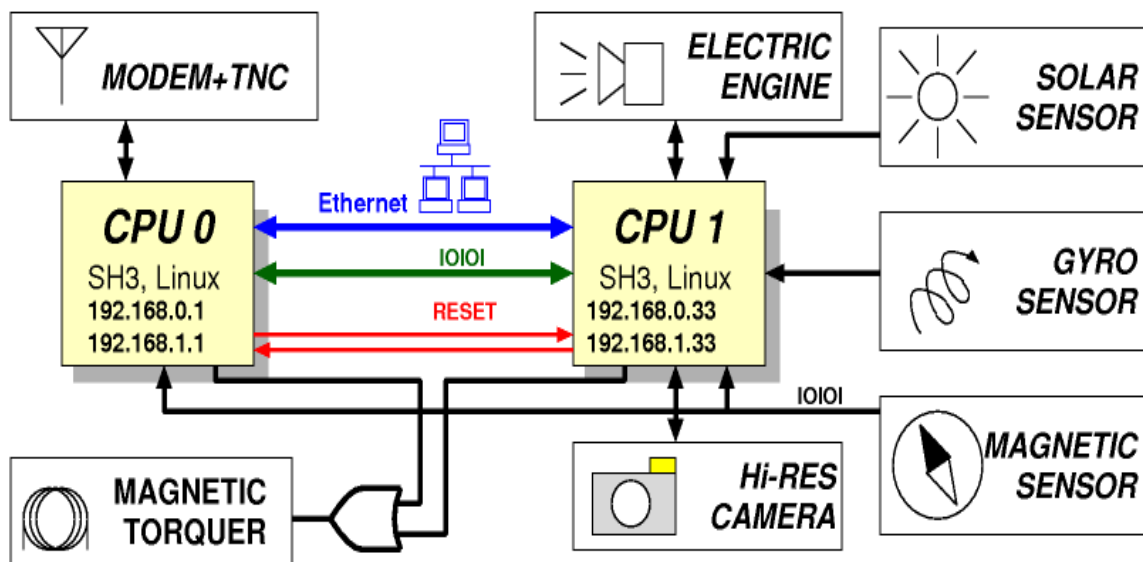
製作した太陽センサ

C&DH系

衛星のC&DH系 (Command and data handling system: 電子系) は以下のように構成しています。



PROITERESでは市販のPCボードを使用する。

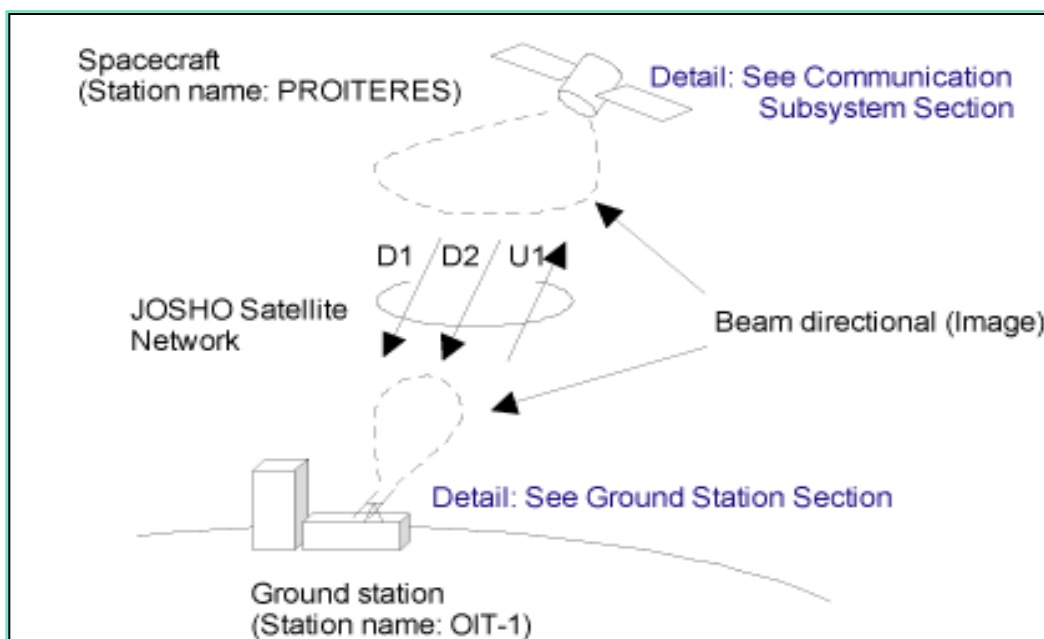


PROITERESのC&DH系

- 1) 2台のOBCより構成される。
- 2) OSはLinuxを採用
- 3) TCP/IP を用いたローカルエリアネットワークの構築

2機のOBCはお互いに動作を監視、異常がある場合はリブートが可能。

通信系



衛星との通信の概要図

ダウンリンク: D1 beam
(テレメトリー: FM/BFSK)

ダウンリンク: D2 beam
(ビーコン: CW/Morse)

アップリンク: U1 beam
(コマンド: FM/BFSK)

- 1) ミッションデータの送信
- 2) 衛星のコントロールおよびメンテナンス
- 3) 衛星追跡のサポート

PROITERESでは、**430MHz帯**を送受信に用いています。



アンテナ



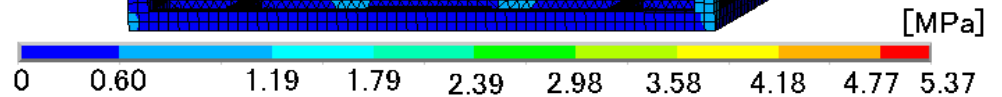
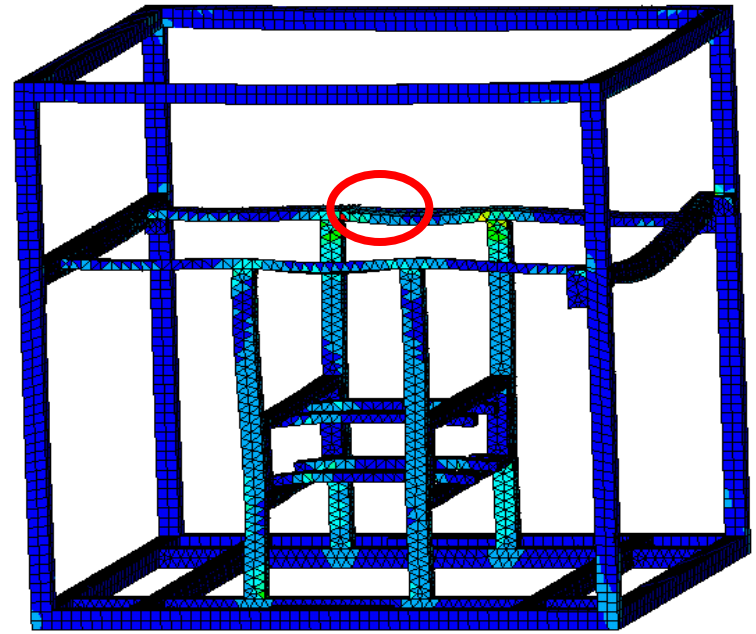
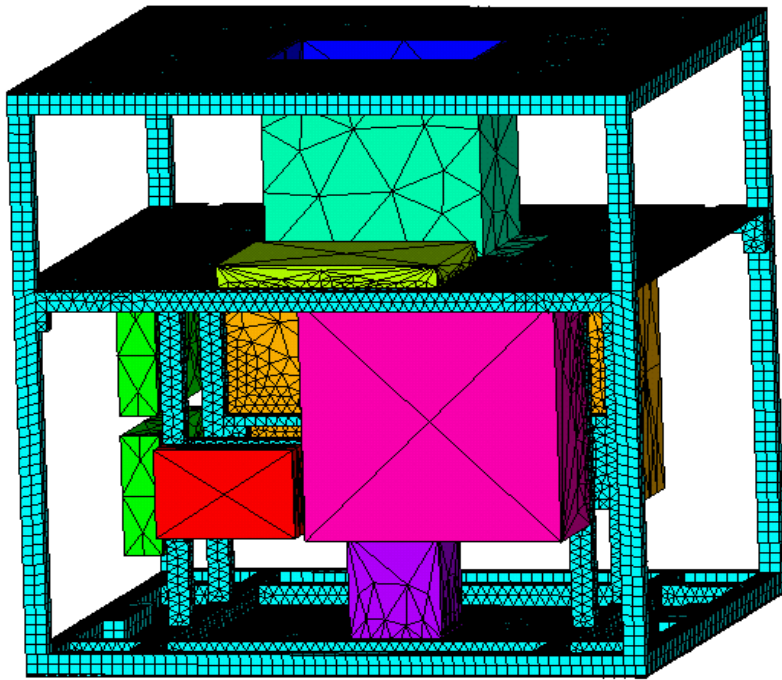
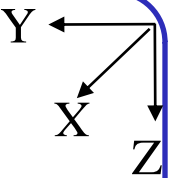
地上局

地上局は大阪工業大学
大宮キャンパスに設置

構体系

有限要素解析

Nodal point count : 65,239
Element count : 198,778



相当応力が最大箇所

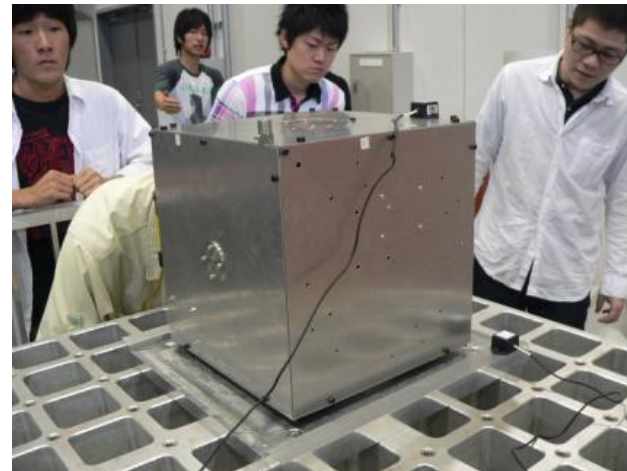
衛星の重量バランスが適正かつ、打ち上げ時の振動に耐えるように設計しています。使用材料はアルミ合金です。

振動試験

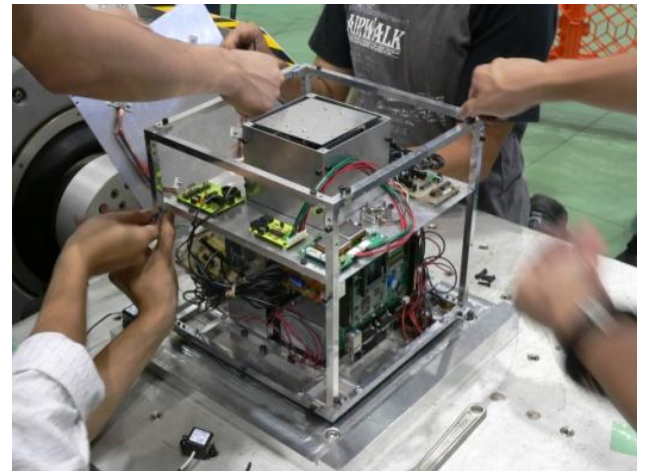
2009年9月に音羽電機工業株式会社(尼崎市)の振動試験機をお借りし、衛星EMとマスダミーの振動試験を行いました。



振動試験機本体



試験機に取り付けた人工衛星試作機



振動試験機への取り付け

今後の展望

本プロジェクトの遂行により、2~3年の短い開発期間で衛星打ち上げが可能となり、今後さらに高度技術を有する、2号機、3号機の開発研究に進みます。大学独自の、全く新しい宇宙工学の展開が可能となり、工学技術の発展だけではなく、新しい宇宙利用の道を切り開くものです。産学連携の大きな可能性を秘めており、本学が関西地区、いや我が国の中心的な役割を担うこととなります。

2号機(プロイテレス2)、3号機(プロイテレス3)では、それぞれ電気推進ロケットによる月探査と太陽系脱出を計画しています。プロイテレス2計画は地球に最も近い星(月)への動力飛行を目指し、プロイテレス3計画では火星探査後、太陽系の脱出を目指します。

プロイテレス2では太陽電池パドルによる電力供給が可能ですが、プロイテレス3では太陽から離れすぎるため太陽光発電は無理なので、原子力電池の使用を視野に入れています。

現在、これら計画の概念設計中で、平行して電気推進ロケットの性能向上を目指した実験研究とシステム設計を行っています。