

金星への相乗り衛星「UNITEC-1」

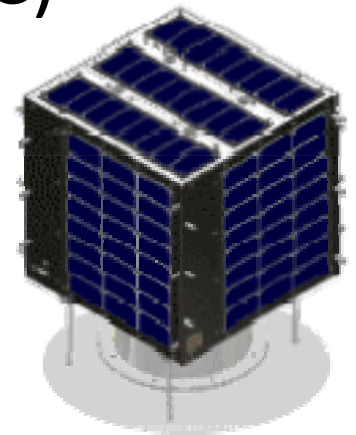
UNISEC Technology Experiment Carrier – 1

大学宇宙工学コンソーシアム (UNISEC)

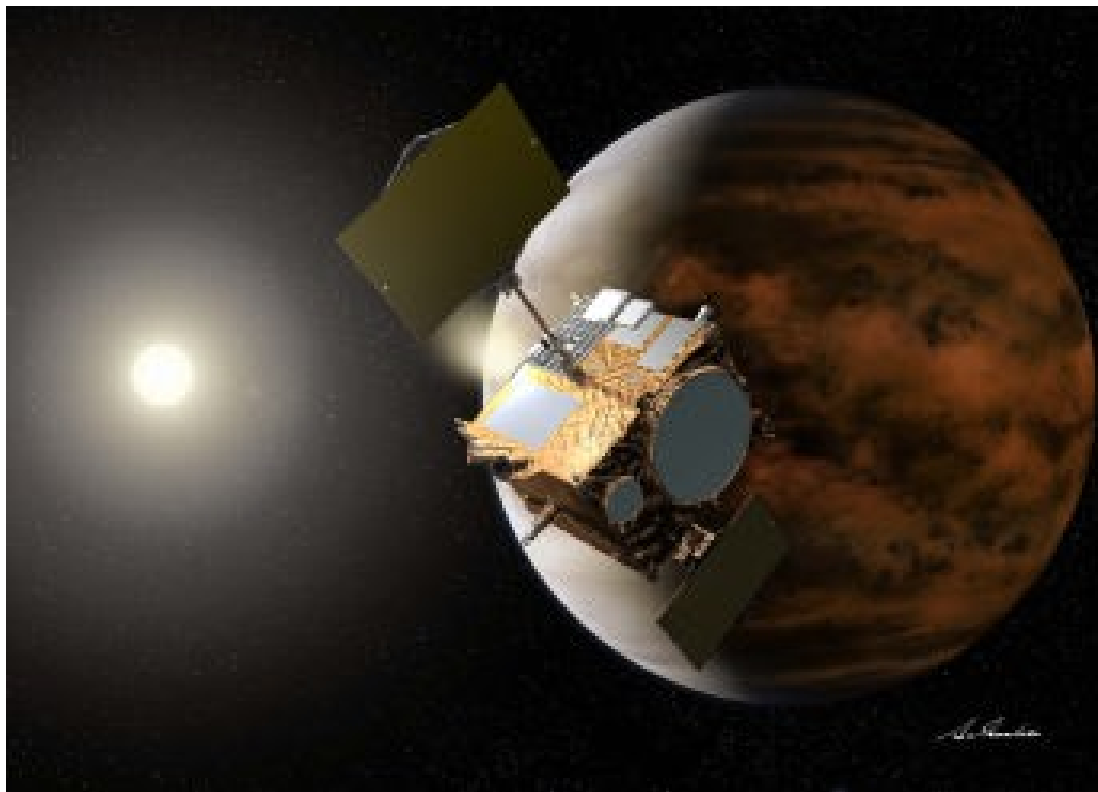
代表者: 中須賀真一 (東京大学、理事長)

UNISEC所属 22大学・高専 共同開発

発表者: 田中康平 (大阪府大)



金星への相乗りのチャンス到来！



JAXAのPLANET-C「あかつき」

- 金星探査衛星 PLANET-Cの相乗りの公募
- 世界初の月および地球の重力圏を超えた大学衛星のチャンス！
→「UNITEC-1」



UNITEC-1とは？

- UNISEC
Technology Experiment Carrier – 1の略
- UNISEC (大学宇宙工学コンソーシアム)所属の大学・高専が、各大学の得意分野を分担し、大学連合で1つの衛星を作ろうというプロジェクト
→宇宙をもっと身近に！

UNISECとは？

大学・高専学生による手作り衛星やロケットなどの実践的な宇宙工学活動を支援することを目的とするNPO法人



UNISEC Technology
Experiment Carrier-1

開発体制

- UNITEC-1参加大学・高専一覧(22大学)
 - 東京大学、東京工業大学、東北大学、北海道工業大学、創価大学、香川大
学、秋田大学、青山学院大学、東京理科大学、高知工科大学、津山高専、九
州工業大学、鹿児島大学、都立産業高専、東海大学、慶應大学、電気通信
大学、北海道大学、大阪府立大学、九州大学、愛知工大、府立高専
- バス系の各サブシステム開発への分担(現状案、○リーダー)
 - マネジメント他： ○東京大、東京理科大、都立産業高専
 - 通信系： ○鹿児島大学、創価大学、秋田大
 - C&DH系： ○東京理科大
 - 熱・構造系： ○北海道大学、津山高専、九州大、愛知工大
 - 電源系： ○大阪府大、都立産業高専、香川大、慶應大、
府立高専
 - 環境試験： ○九州工大
 - ミッション系： ○高知工大
 - 計装系： ○東北大



サクセスレベル

- ミニマムサクセス

UNISEC所属の大学・高専が分散した環境の下で衛星を共同開発し、打ち上げ、そして電波の受信(UOBCの試験結果を最低1回受信)に成功すること

- フルサクセス

リンク方式から予測された3 mアンテナでの通信可能期間、UOBCの試験結果を受信・解読できること

- エクストラサクセス

フルサクセス+2ヶ月を超えてUOBCの試験結果あるいは放射線カウンタのデータを受信・解読できること



UNITEC-1のミッション

- 深宇宙環境でのUOBC生き残りコンペ
 - 大学・高専の開発による6機のUOBCの軌道上実証
 - 多くの部品・機器の軌道上データ取得→大学で共有財産化
 - 新規大学にとっては宇宙で動作する機器製作の鍛錬の場
- 深宇宙からの微弱電波受信の実験
 - 弱電波・低ビットレートの受信とデコード技術の向上と実験
 - SETI技術、電波天文の成果なども実験的利用
- 深宇宙での科学観測
 - 放射線を観測 (ISAS)



UNITEC-1のミッション

- 深宇宙環境での“UOBC生き残りコンペ”
 - 大学・高専の開発による6機のUOBCの軌道上実証
 - 多くの部品・機器の軌道上データ取得→大学で共有財産化
 - 新規大学にとっては宇宙で動作する機器製作の鍛錬の場
- 深宇宙からの微弱電波受信の実験
 - 弱電波・低ビットレートの受信とデコード技術の向上と実験
 - SETI技術、電波天文の成果なども実験的利用
- 深宇宙での科学観測
 - 放射線を観測 (ISAS)



UOBCについて

- UOBCとはUniversity On-Board Computerの略で、各大学が設計を行った、電力、体積、重量、ミッション内容等の制約のついたコンピュータである。そして各種環境試験をパスした6大学のコンピュータをUNITEC-1に搭載する。



UOBCコンペで何を競うか？

設計する上で3つの課題

- 要求された時間間隔でデータを送信できること
 - 周辺機器とデータの送受信を行えること
 - MOBCからのコマンドを解釈すること
-
- 過酷な宇宙環境の中で、搭載大学の中でどこの大学が最後まで正常動作を続けて生き残ることができるかを競い合うサバイバルゲーム.



UOBCコンペ参加大学

秋田大学、香川大学、慶應義塾大学、高知工科大学、東海大学、東京工業大学、東京理科大学、東北大学、電気通信大学、北海道工業大学

(衛星を打ち上げたことのない大学が半分以上！)



試験内容

- 8/10 第一試験：電気噛みあわせ (MOBCとの間で)
- 8/11 第二試験：熱真空試験
 - 常温、真空⇒0度⇒50度⇒常温 (MOBCとの間で)
 - (計4回の噛み合わせ試験)
- 8/12 第三試験：振動試験
 - 熱構造モデルに搭載
 - モーダルサーベイ
 - ⇒QTLレベルランダム加振
 - ⇒モーダルサーベイ



搭載大学の決定!!

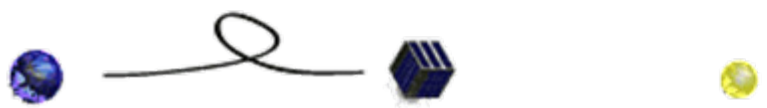
- 1位 東京理科大学 & 北海道工業大学
- 3位 高知工科大学
- 4位 東北大学
- 5位 慶應義塾大学 & 電気通信大学
- 7位 東京工業大学
- 8位 香川大学
- 9位 秋田大学 & 東海大学



搭載大学の決定!!

- 1位 北海道工業大学 & 東京理科大学
- 3位 高知工科大学
- 4位 東北大学
- 5位 電気通信大学 & 慶應義塾大学
- 7位 東京工業大学
- 8位 香川大学
- 9位 秋田大学 & 東海大学

4大学が初宇宙!!



UOBCコンペに参加しての感想

熱かった。(K大学・Kさん)

合宿形式というのは能代やARLISSとは異なり、他の大学と密接な交流ができてよかったと思う。開発に関しては、衛星開発を行ったことがなく、どんなものを開発すればよいのか大いに不安であった。しかしその一方でうまく動いてくれたときは本当にうれしかった。実際のUNITEC-1の開発を見て、また今回の交流で他の大学の開発の話などを聞くことによって、衛星開発の実際が本当に少しではあるが知ることができたのは、とても有意義であったと思う。(K大学・Iさん)

UOBCの課題の一つとして、一度に多くの画像パケットを受信しつつある一定のパケットを送らないといけない処理がある。その処理の難しさについて初めて気づいたのが、地上選抜試験もまじかに迫った7月下旬、東京理科大学でMOBCシミュレータによる噛み合わせを行ったときであった。私たちは、フリーの通信ソフトウェアを使用してデバッグしていたのだが、(今思えば当たり前のことであるが)実際のMOBCの仕様とは異なっているため、うまく噛み合わせができなかった。一連の処理流れが課題として提示されているので、自分たちで疑似MOBCシミュレータを制作することも可能であった。宇宙にいったから衛星にバグが見つかったも、人の手で修理することはできない。金星ビジーバックコンペではMOBCがデバッカーとなってくれたわけであったが、実際は自分たちの手でその環境を構築し、何度も何度もデバックを繰り返し修正する必要があることに気付いた。(A大学・Sさん)

研究室でのノウハウの全くないFPGA開発は、とても大変でした。問題が生じたときに解決方法がなかなか見つからず、多くの時間を使ってしまい、また、CAN通信の開発も初めて挑戦したことであり、なかなか慣れなくて大変な時間を使っての開発となってしまいました。

しかし、OBCコンペが終わった段階では、参加当初に目標としていたCAN通信の開発やFPGA開発のノウハウの蓄積など、多くの目標が達成できたので、とても有意義な時間を過ごせたと思います。ひとつのプロジェクトに最初から関わることができたのも、大きな経験になったと思います。個人的には、熱真空試験時に真空中でのFPGAの発熱がとんでもないことになっていることがわかって面白かったです。(T大・H.Mさん)

たった一行のソースコードが勝敗を左右しました。テストはしっかりと行いましょう。(T大・S.Mさん)

OBCコンペの開発では開発計画を立てることの難しさを体験することができました。

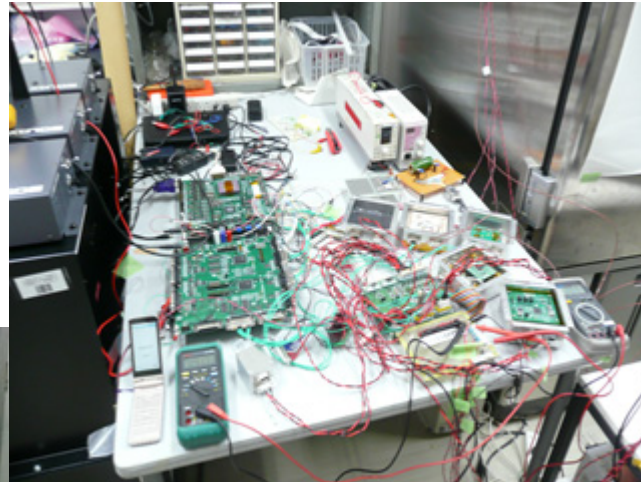
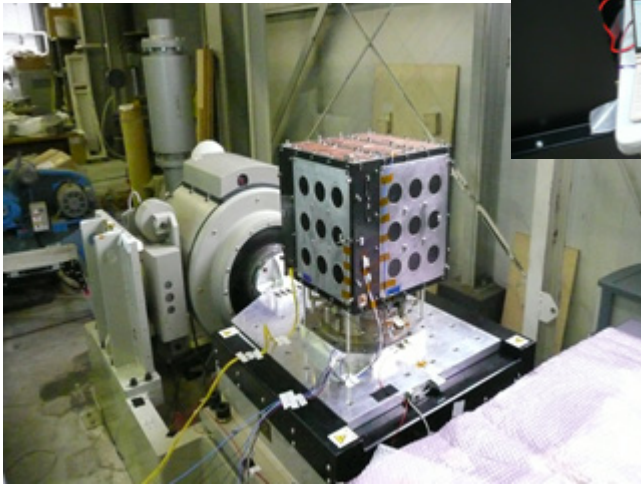
当時、松永研究室では、大学衛星開発、CanSatプロジェクトそしてOBCコンペと3つのプロジェクトが少ない人的リソースの中、並行して進んでいました。OBCコンペは他のプロジェクトが忙しかった影響で、開発チームメンバーの線引きが後半になるまではっきりとせず一部の開発が停滞し、結果7月中旬以降の直前期に、逆に他のプロジェクトに影響を与えるほどリソースを圧迫することになってしまいました。

OBCコンペは複数のメンバーが効率よく力を発揮するべきプロジェクトであり、早くからその点を意識して開発してきたチームがUNITEC-1搭載を勝ち取ることができたのではないかと思います。(T大・Kさん)

他大学のUOBCのCPUの選択を見て、マイコンの選択肢が広がった。開発メンバが少なく、1人あたりの作業量が多くなったが、それぞれ得た知識は多かった。(K大学・Nさん)

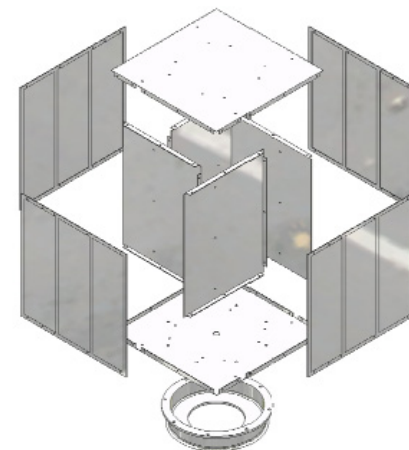
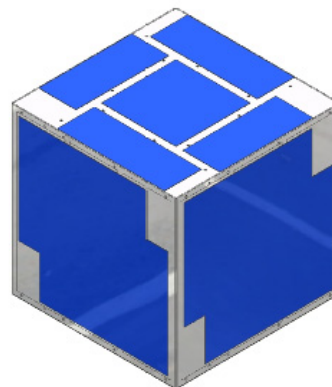


衛星各サブシステムの紹介



システム概要

2010年打ち上げをめざし、
現在FM制作中！！



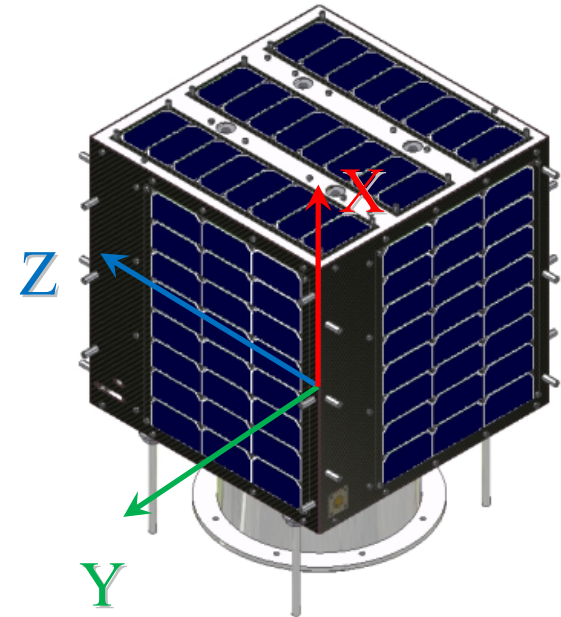
UNITEC-1仕様

サイズ	35 × 35 × 35 cm ³
重量	21 kg
最低平均発生電力	23 W
姿勢制御方式	なし(スロータングリング)
構造様式	井桁構造



質量特性

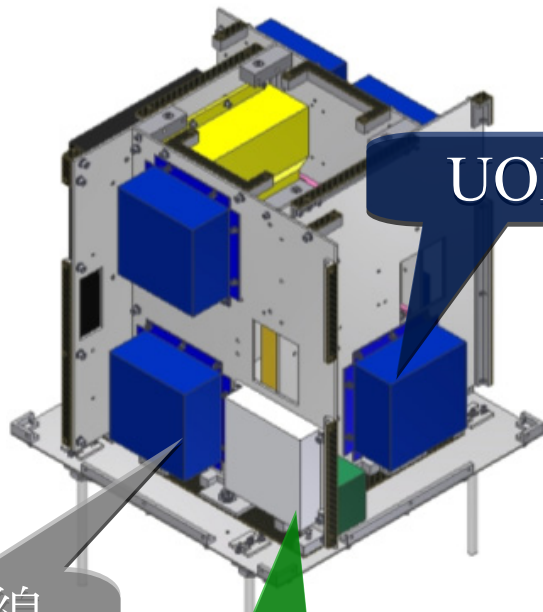
		ノミナル値
質量		21.3 kg
重心位置	X	227 mm
	Y	10.3mm
	Z	0.316 mm
慣性能率	I_x	0.428 kgm ²
	I_y	0.484 kgm ²
	I_z	0.511 kgm ²
慣性乗積	I_{xy}	-0.046 kgm ²
	I_{yz}	-0.000 kgm ²
	I_{zx}	0.004 kgm ²



+Xが機軸方向、+Yがフェアリング外径方向
重心位置は衛星分離面を基準に算出
慣性能率・乗積は重心周りに算出



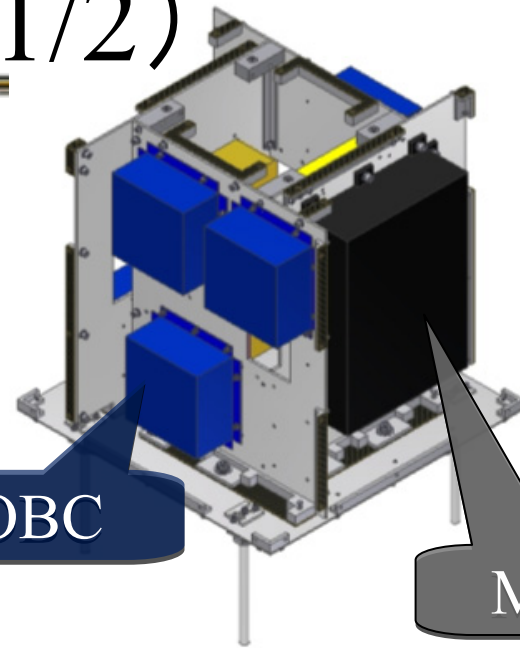
機器配置 (1/2)



UOBC

放射線
カウンタ

ミッション
カメラ



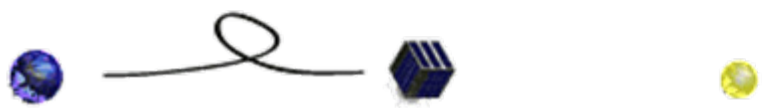
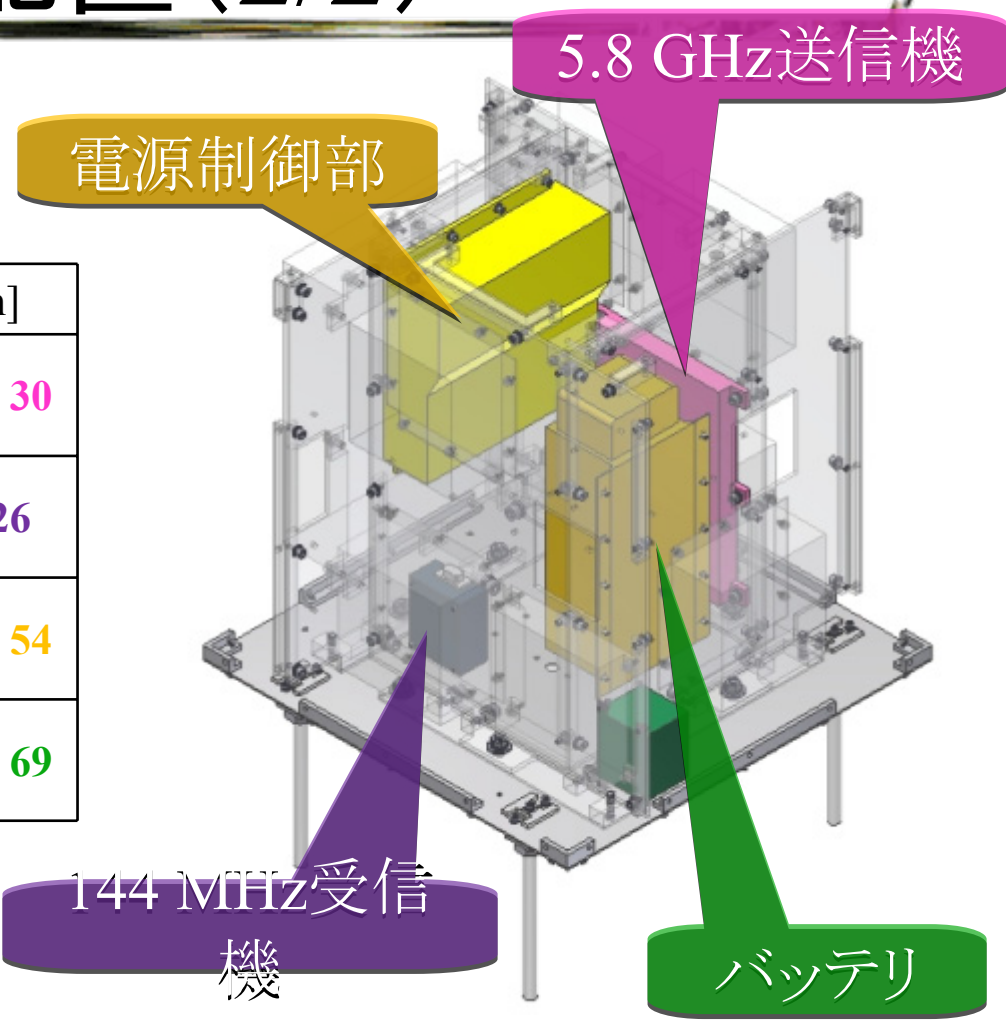
UOBC

MOBC

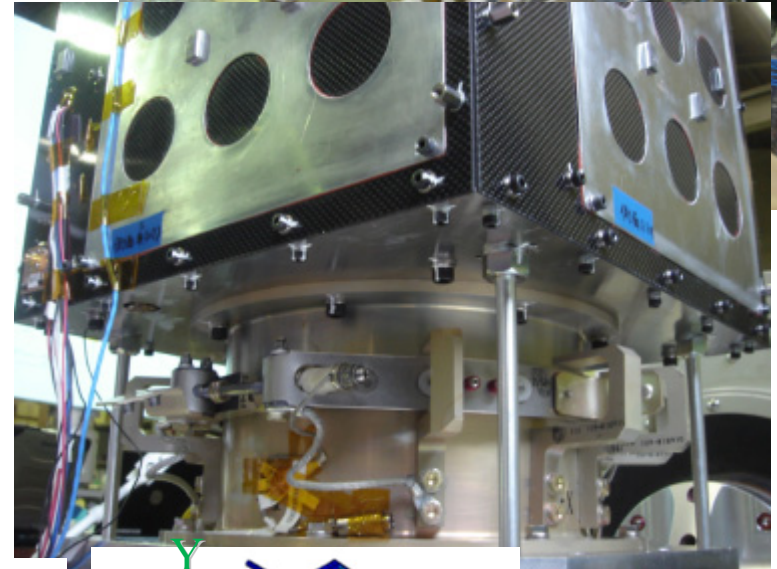
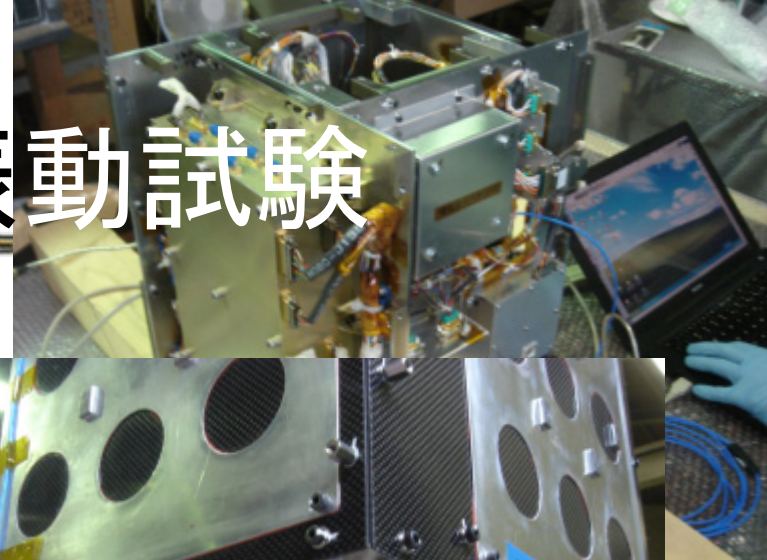
搭載機器	個数	質量 [g]	寸法 [mm]
MOBC	1	2250	269 × 201 × 64
UOBC	6	500	125 × 125 × 50
ミッションカメラ	1	200	60 × 43 × 42
放射線カウンタ	1	280	124 × 105 × 28

機器配置 (2/2)

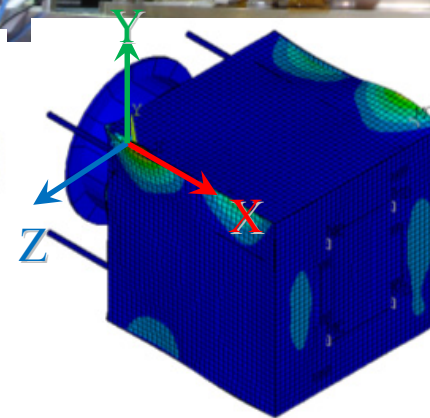
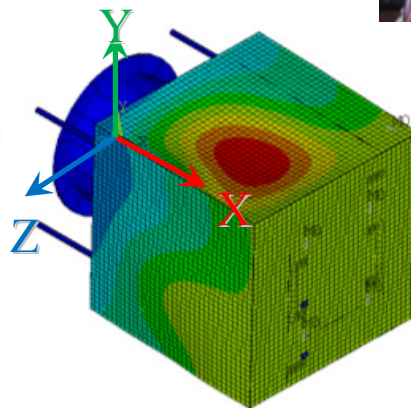
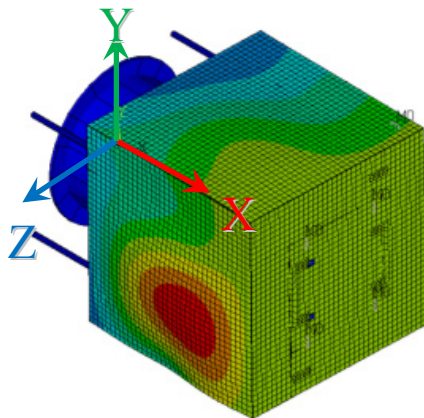
搭載機器	個数	質量 [g]	寸法 [mm]
5.8 GHz 送信機	1	750	230 × 146 × 30
144 MHz 受信機	1	120	60 × 50 × 26
電源制御部	1	1400	180 × 166 × 54
バッテリー	1	1730	219 × 109 × 69



構造解析とEM振動試験



固有振動数	数学モデル	EM振動試験結果
X axis	332 Hz	325 Hz
Y axis	97.9 Hz	90.0 Hz
Z axis	96.0 Hz	97.5 Hz



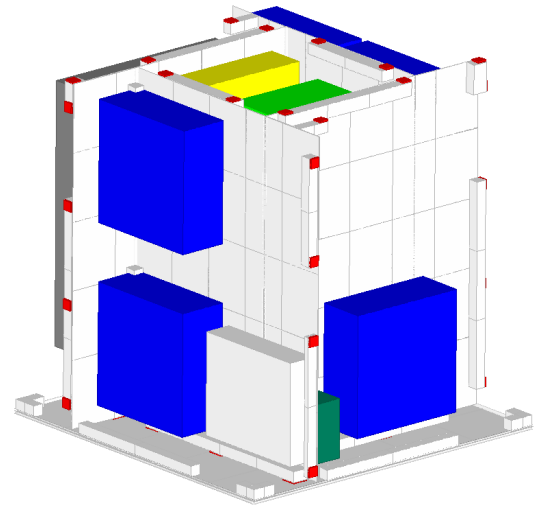
熱制御系

熱系目的

各機器が正常に動作するよう各機器の許容温度範囲に収める

熱設計方針 → 内面断熱

変動の大きい熱環境に耐えるため、内面と外面の間に厚さ2 mmの断熱材を挟み、内面を断熱する。

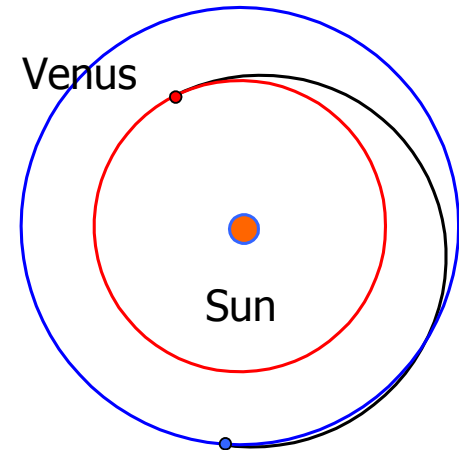


熱的仕様

外面外側の光学特性	ブラックペイント
外面内側の光学特性	ブラックペイント
内面両側の光学特性	ブラックペイント
断熱材	ガラエポ板

軌道上での温度変動地球付近から金星付近まで

5 °C ~ 90 °C

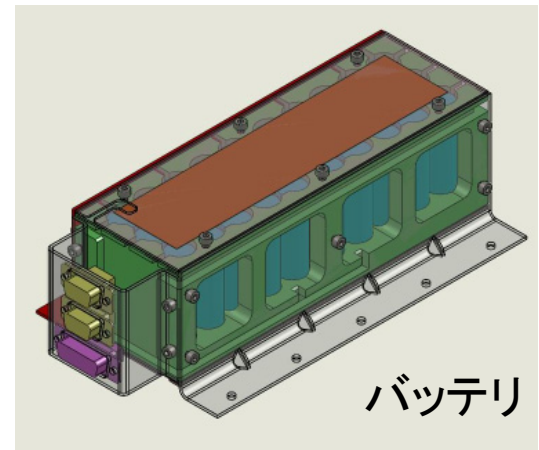
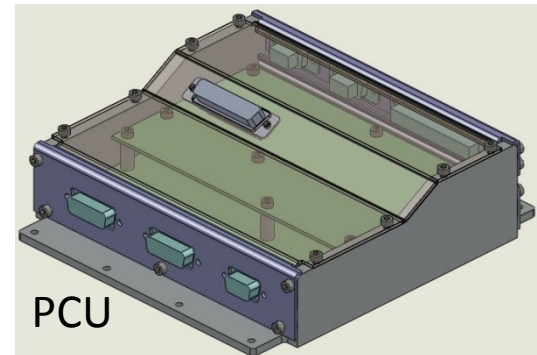


電源系

- 開発方針：
 - 能動制御を行わない**信頼性重視のシンプルな設計**
 - PICを用いてHKデータ取得

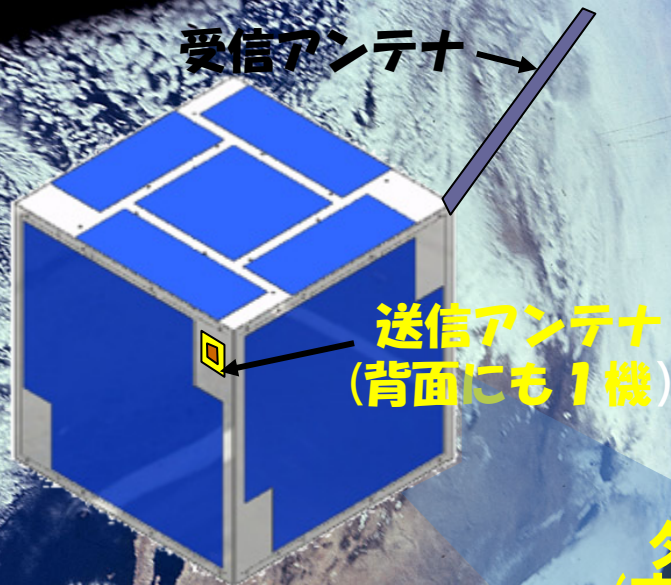
電源仕様 太陽セル

電圧	18.4 V
	(typ. @40 度C)
電流	1.29 A
	(typ. @40 度C)
予想最低 発生電力	24.7 W
	(typ. @40 度C)
バッテリー	
バス電圧	12.0 V
2次電圧	±5 V
バッテリー容量	6.0 Ah
	(typ. / min. 5.7Ah)



通信系

Deep Spaceからのささやき
世界中のアマチュア無線家 and
大型アンテナによるアシスト



周波数

通信方式
(通信速度)

ダウンリンク
(宇宙機→地球)

C帯 (5.8 GHz)

FSK (1200 bps)
ASK (1 bps)

アップリンク
(地球→宇宙機)

VHF帯 (145 MHz)

FSK 1200 bps

衛星搭載送信機

大きさ

230×146×36 mm

重量

750 g

送信電力

9.6 W

消費電力

61 W



終わりに

UNISEC事務局連絡先
Info'@'unisec.jp

UNISECホームページよりリンクが貼られています。
<http://www.unisec.jp/unitec-1/ja/index.html>

ご清聴ありがとうございました。
これからも応援宜しくお願い致します。

