



創価大学

Discover your potential  
自分力の発見

# 創価大学における超小型衛星 Negai の運用結果報告

吉賀大道, 黒木聖司 (創価大学)

# アウトライン

- Negai の概要
- メインミッション
- 技術ミッション
- 運用結果
- まとめ

# アウトライン

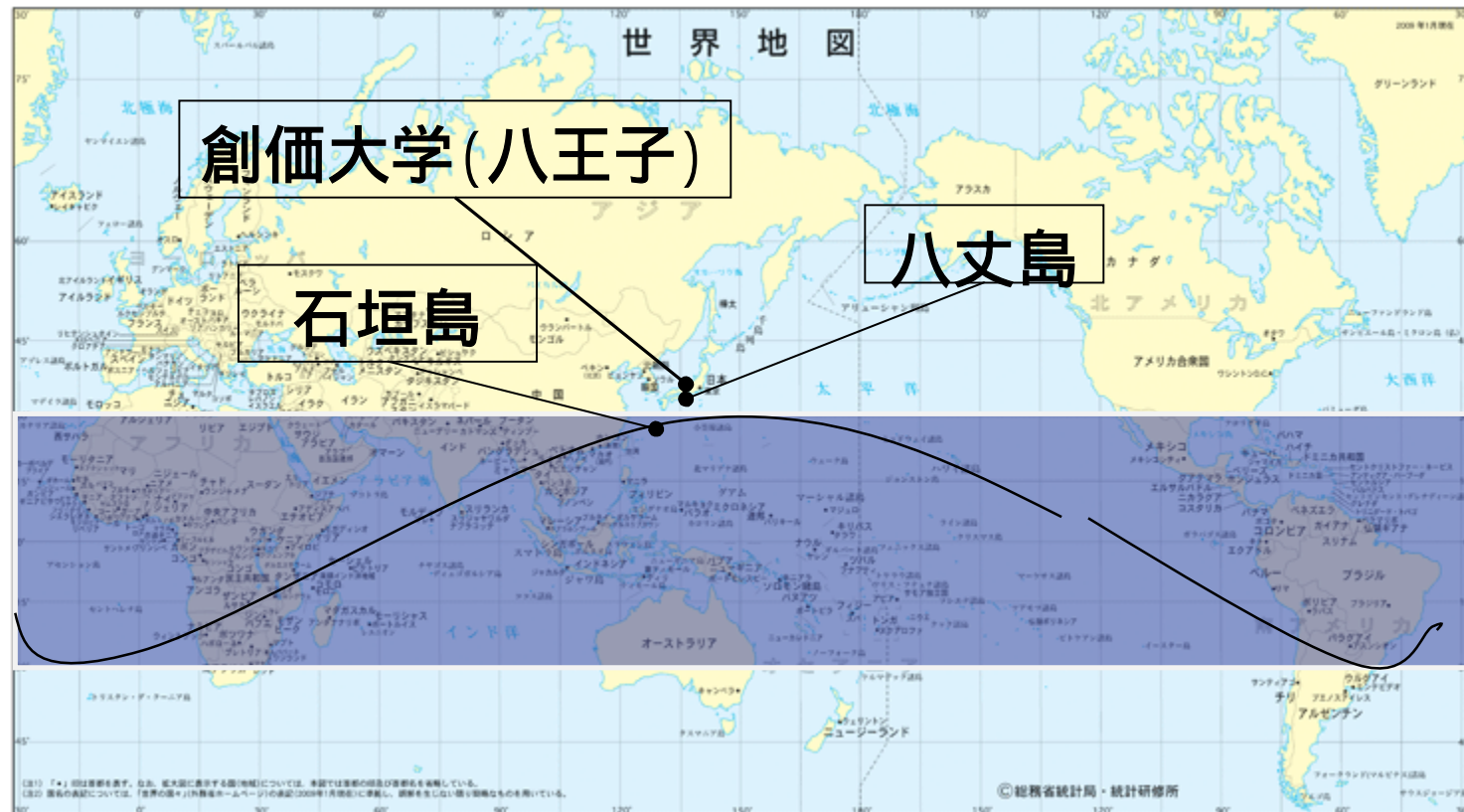
- Negai の概要
- メインミッション
- 技術ミッション
- 運用結果
- まとめ

- 衛星サイズ 10cm立方
- 質量 1kg
- 太陽電池 GaAs(ガリウム砒素)
- 二次電池 Ni-MH(ニッケル水素)
- 充電制御方式 PPT
- 姿勢制御 なし
- 通信速度 1200bps
- ミッション期間 35日間(予定では20日間)
- 投入軌道 300km



# 地上局

- 軌道傾斜角 $30^\circ$ を考慮して地上局設置



# アウトライン

- Negai の概要
- **メインミッション**
- 技術ミッション
- 運用結果
- まとめ

# Negai のメインミッション

「流れ星 に願いを」

約20日後に大気圏へ！流れ星に！

～流れ星に願いを託すと、叶う～といわれる

Negai が子どもの未来を応援します

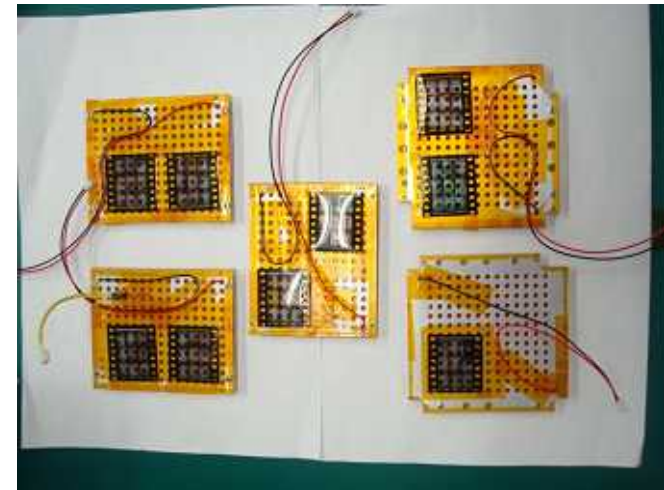
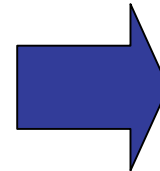
赤ちゃんの未来、応援プロジェクト

～赤ちゃんの名前を流れ星に刻みませんか～

子どもの夢、応援プロジェクト

～キミの夢を宇宙に飛ばそう～

# 応援プロジェクトの流れ



赤ちゃんの名前、子どもの将来の夢をはがきで募集

フィルム化し、衛星に搭載



# はがきの募集結果

- 八王子市教育委員会が後援となり、募集を行った。
- 約8000枚のはがきが集まった。



# アウトライン

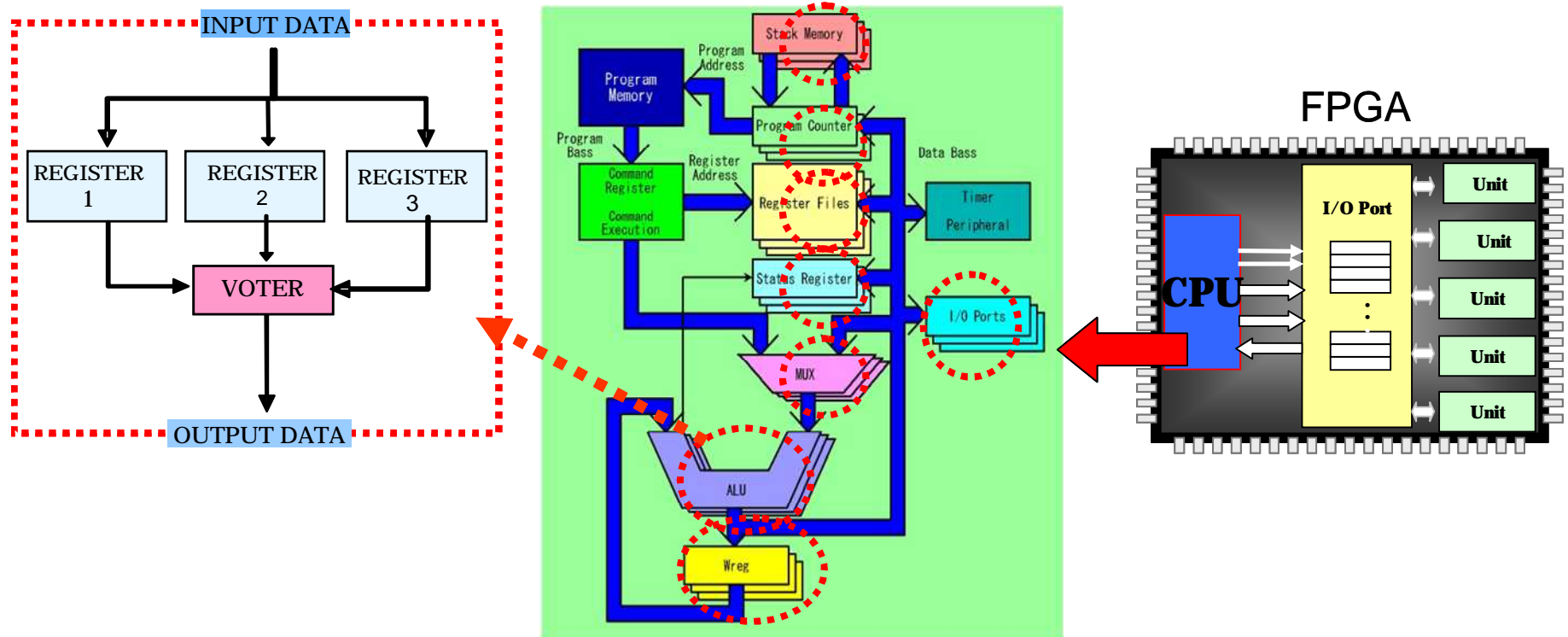
- Negai の概要
- メインミッション
- **技術ミッション**
- 運用結果
- まとめ

# 放射線の影響

- 民生品半導体集積回路は放射線に弱い。
- マイクロプロセッサやメモリに放射線が当たると
  - ・ビットが反転する現象 (Single Event Upset)
  - ・集積回路上に永久的な損傷を与える現象 (Single Event Latchup)が生じる。

# 技術ミッション

## 超小型人工衛星における新しいコンピュータシステムの実証 民生品FPGAによる耐放射線CPUの宇宙実証



# アウトライン

- Negai の概要
- メインミッション
- 技術ミッション
- **運用結果**
- まとめ

# 運用スケジュール

|    |    |                   |
|----|----|-------------------|
| 5月 | 18 | 6:44:14 打ち上げ予定 延期 |
|    | 21 | 6:58:22 打ち上げ      |
| 6月 | 6  | 23:56 FM/HKコマンド   |
|    | 9  | 17時台 FM/HKデータ受信   |
|    | 12 | 21:33 CW Fastコマンド |
|    | 14 | 19:35 カメラ撮像       |
|    | 15 | 14時台 Q4VGA圧縮      |
|    | 19 | 16:24 Last Voice  |
|    | 24 | 運用終了              |

# 運用管制 1

- H-IIA 17号機打ち上げ  
2010年5月18日午前6時44分14秒 (延期)  
2010年5月21日午前6時58分22秒

- Negai ”分離  
- 午前7時11分01秒



- FIRST AOS
- 午前8時35分(石垣局)
- 午前8時39分(八丈局と創大局)

# 運用管制 2

- CWを順調に受信
- 5月24日にUplinkコマンドを発信:衛星は受信せず
- 地上局を総点検
  1. 6月5日23:52からUplinkコマンドが通った
  2. 衛星からFMHKデータを受信
- 石垣局だけコマンド送信可能



# 運用管制4 写真撮影1

- 6月15日午後7時のパスで画像をメモリーに蓄積  
この画像はQVGA(320×240pixel)大容量  
:QVGAを地上局へ伝送するには約4日かかる  
この画像に地球が映っているか不明
- QVGA画像をQ4VGA画像に圧縮した  
Q4VGA(40×30pixel)のデータ量は1200pixel(2400byte)

## 運用管制4 写真撮影2

- Downlink伝送: 1 パケット 48byte中 40byteは画像データ
- 60パケット分取得できれば1枚のQ4VGA写真
- この60パケットをDownlinkで地上へ伝送

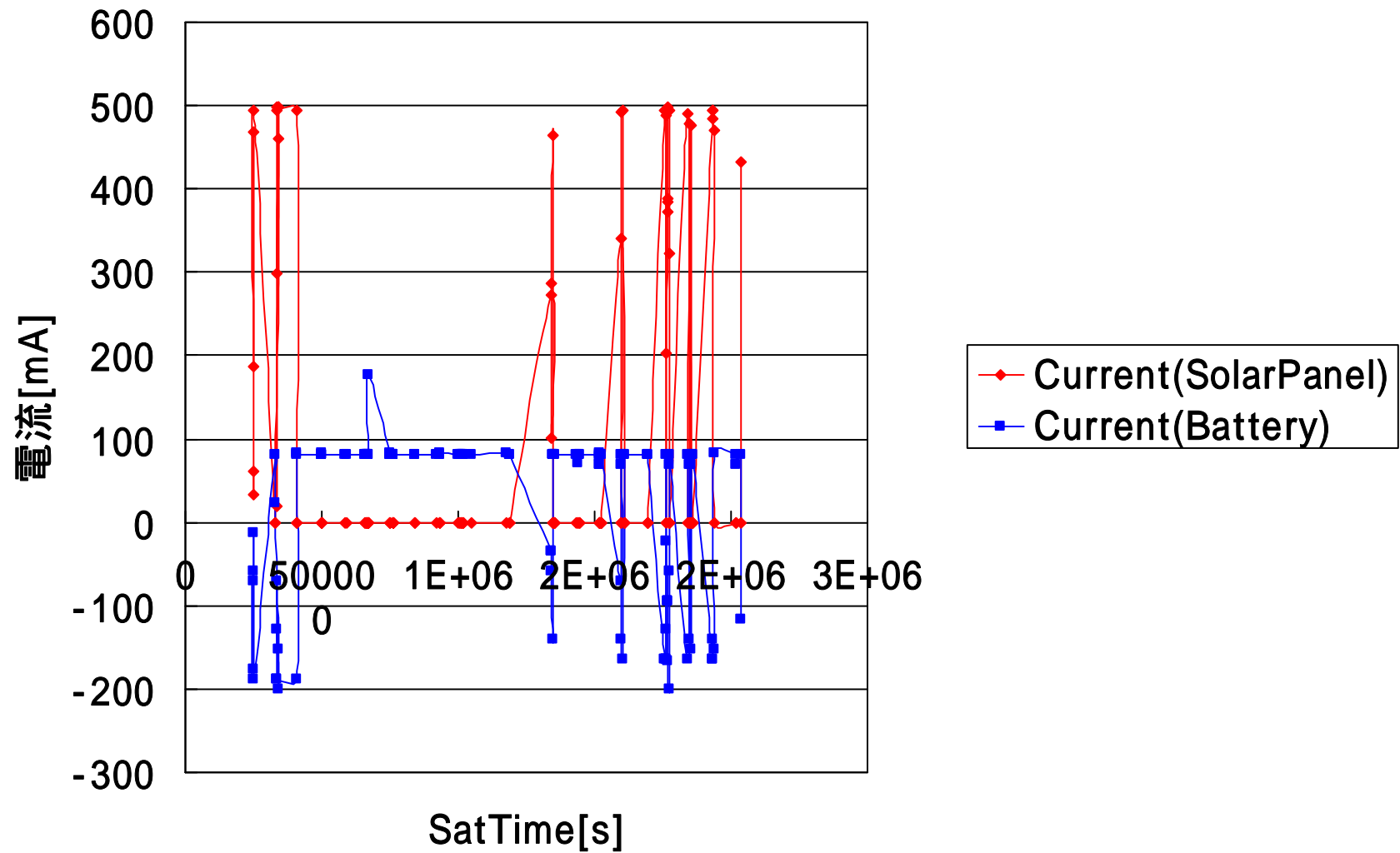
| 局名  | 取得数    |
|-----|--------|
| 石垣島 | 8パケット  |
| 八丈島 | 36パケット |
| 創大  | 0パケット  |

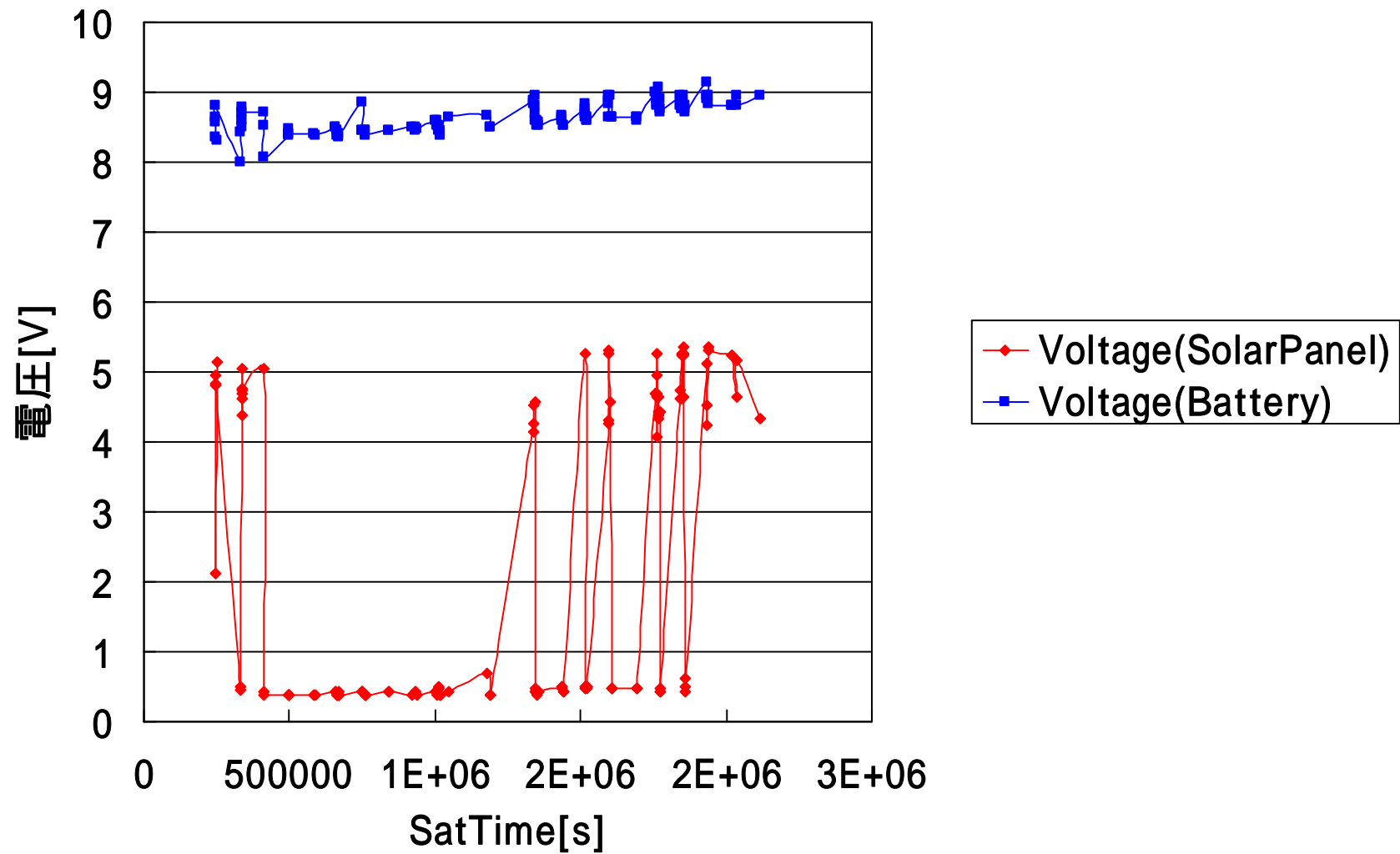
### 八丈局の優位性がわかる

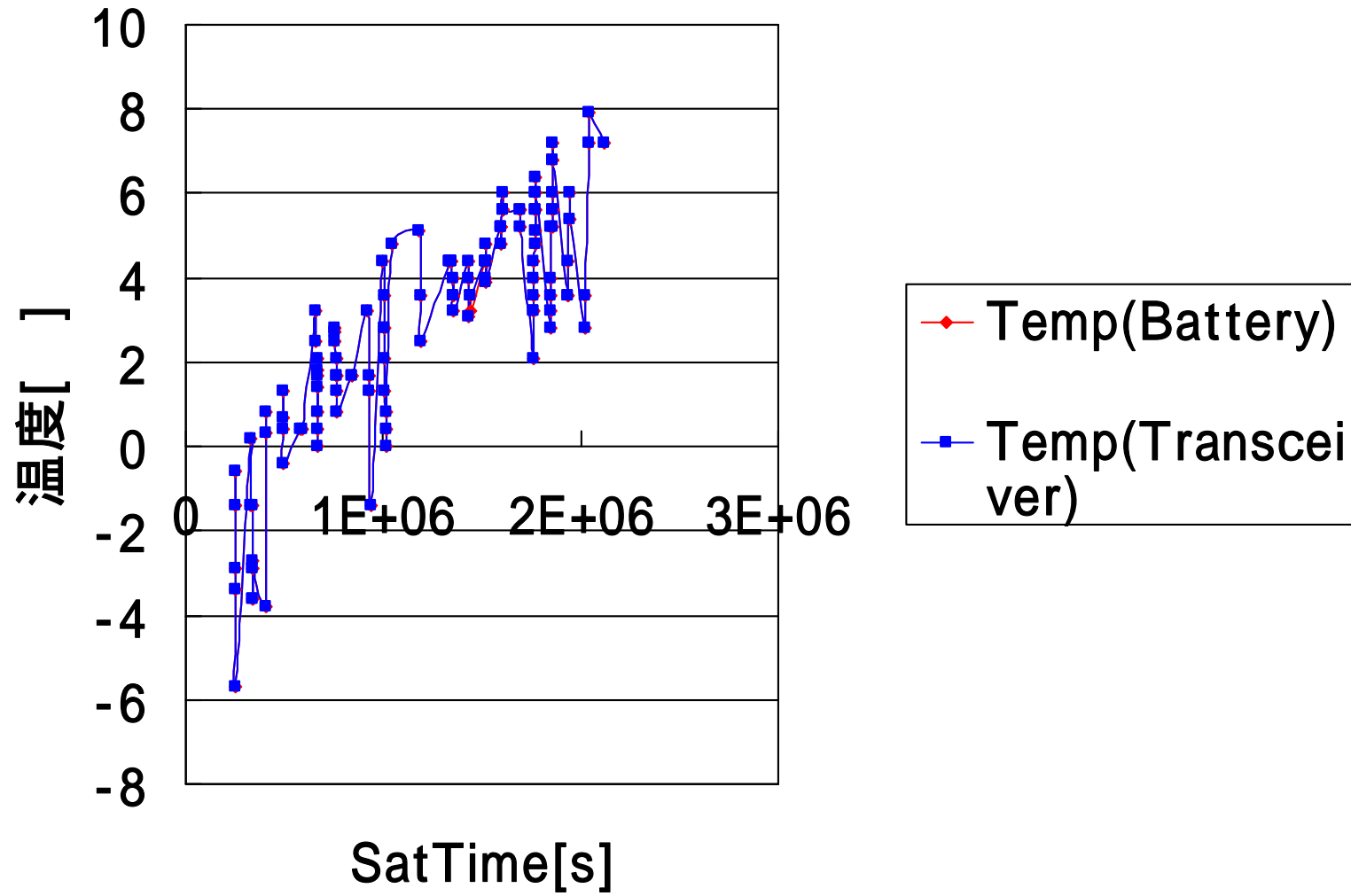
- この中には地球映像は映っていなかった。

# 運用管制6

- 衛星は6月18日に大きく降下を始め、19日に急降下した。
- 衛星は、軌道解析ソフトが予測するより早く現れる  
最後には28分も前に衛星が現れることが観測された
- NORADによるTLEを使用した軌道解析では追いつかない
- 衛星のLast voice:  
石垣局:6月19日16時24分(CW解析できたもの)
- 6月24日に衛星運用終了





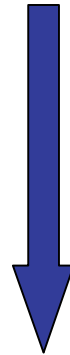


# アウトライン

- Negai の概要
- メインミッション
- 技術ミッション
- 運用結果
- **まとめ**

# メインミッション

- 6/26日に大気圏再突入 Space-Trackによる



8000枚の夢を載せて流れ星になった



# 技術ミッション

## FPGAを用いた高機能情報処理装置として宇宙実証できた

- FMパケット受信、画像撮影に成功
- 統合制御系の各機能がコマンドにより異常なく働いた

ご清聴ありがとうございました

黒木研究室HP

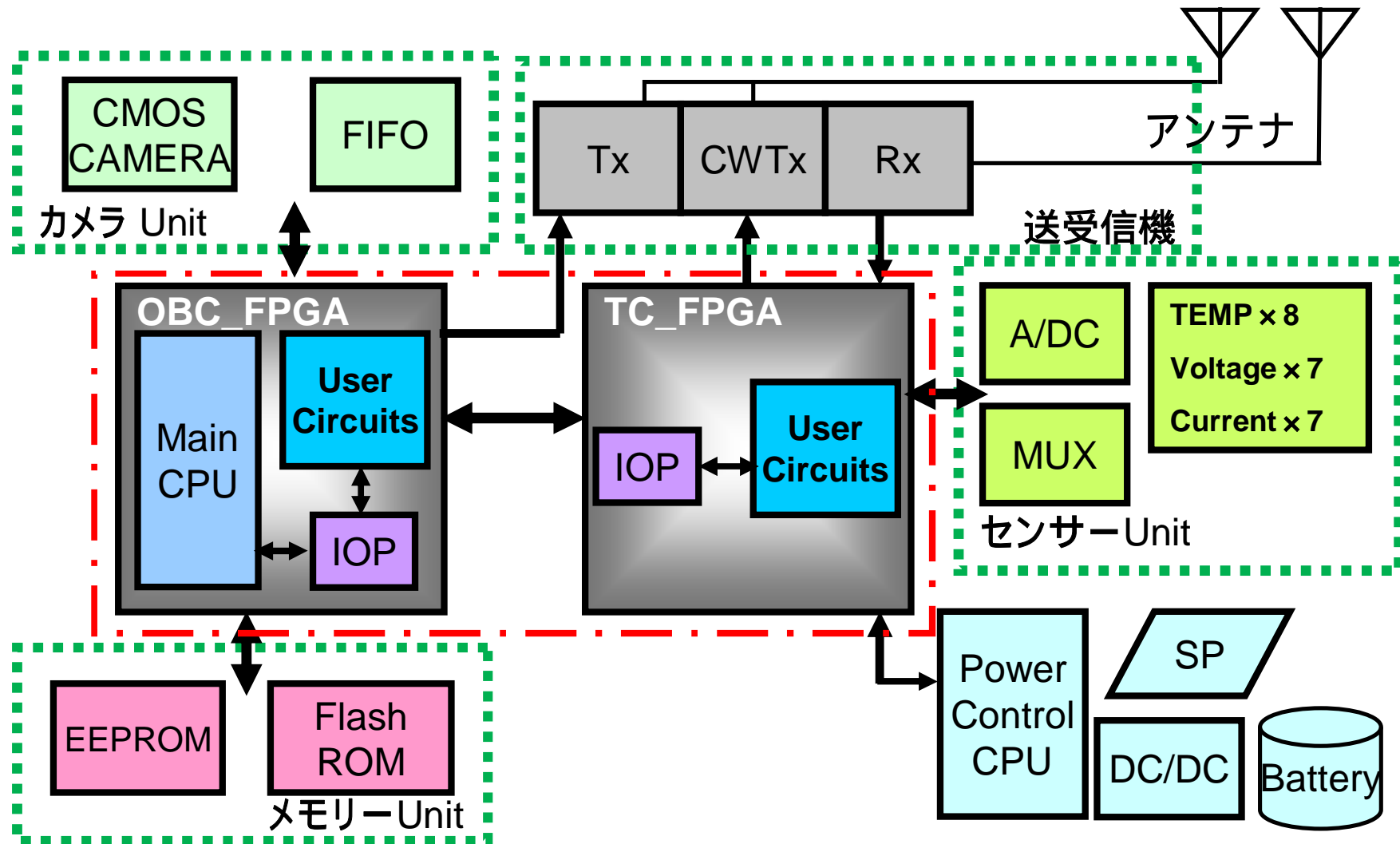
<http://kuro.t.soka.ac.jp/>

# 予備スライド

# Planet-C

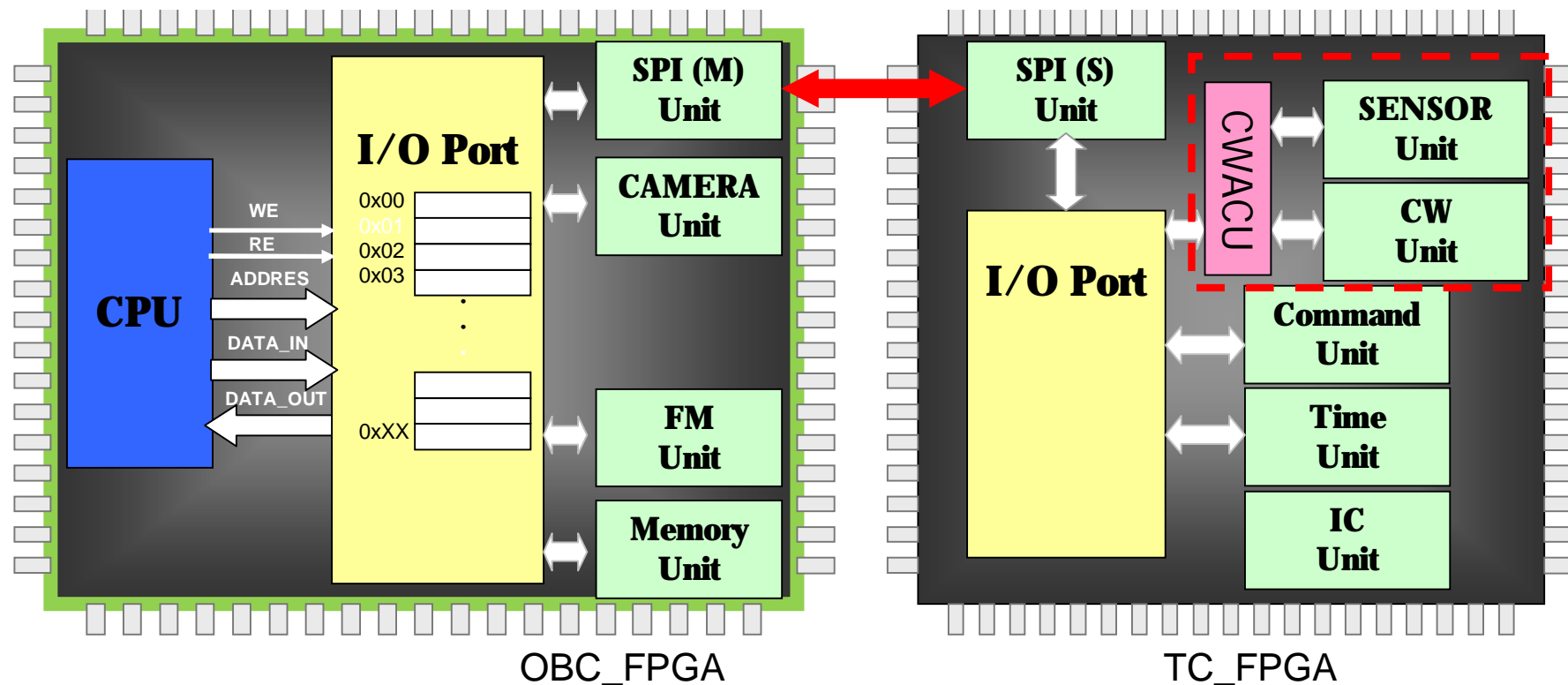
- JAXA惑星探査機
- 2010年に打ち上げられ、太陽系を半周した後、年内に金星に到着し、金星をめぐる軌道に入る。
- 金星の厚い雲の下に隠された大気の様子を調べる。
- 本衛星は、PLANET-Cの**ピギーバック衛星**として、H-IIAロケットに搭載され打ち上げられた。

# 全体システムダイアグラム

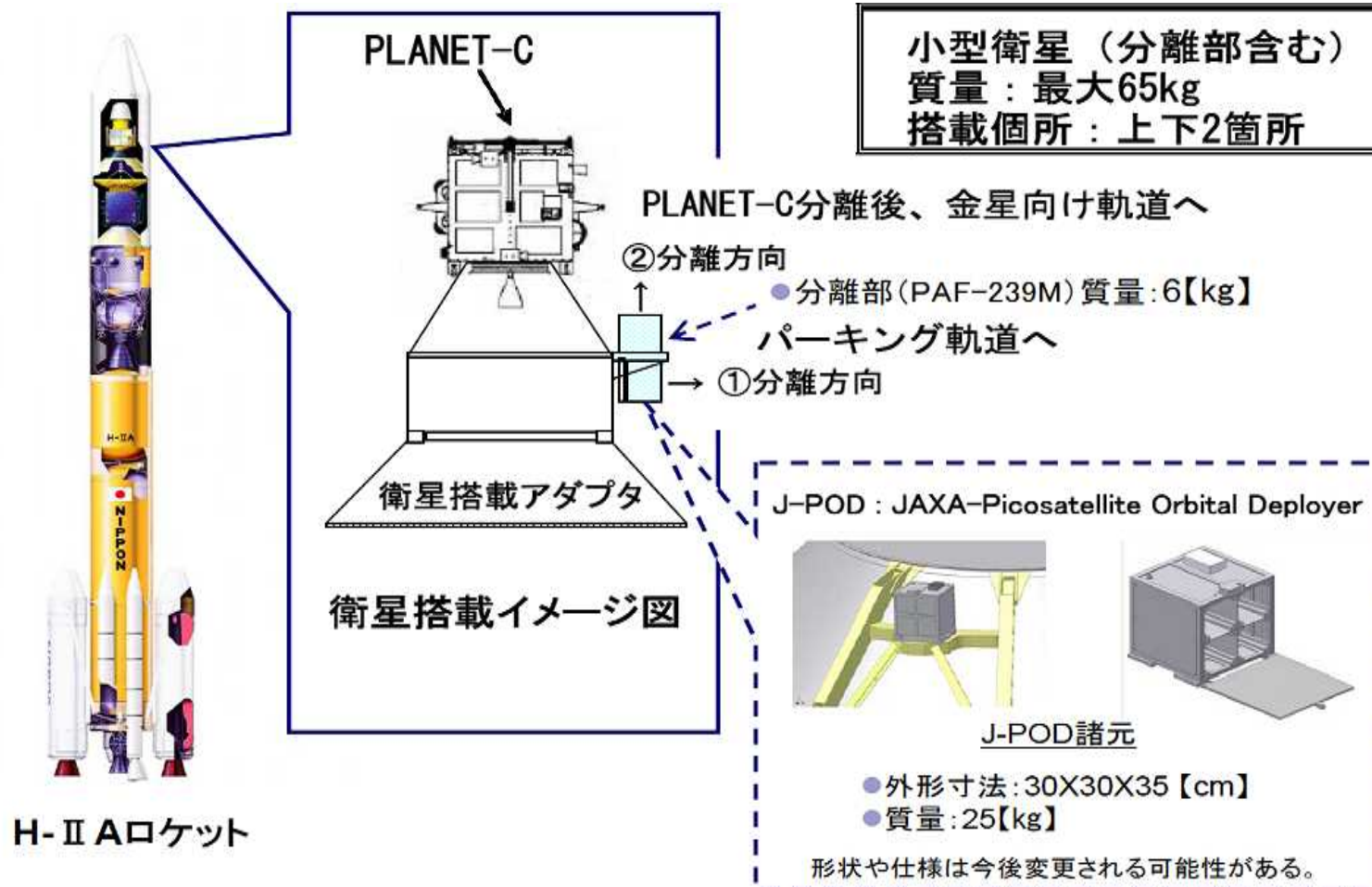


# Negai のコンピュータシステム

- CPUで、衛星全体を管理することが可能
- 赤枠部分 (CW Auto Control Unit) は、CPUに依らずに、CW (モールス符号) を生成送信ができる ロバストな設計



# 搭載されたロケット



# CWデータ受信

- Uplink count
- Solar cell と Battery の電流・電圧
- Battery と Transceiver の温度など



## 寸法測定(工学院大)



衛星測定中



# アンテナ展開試験



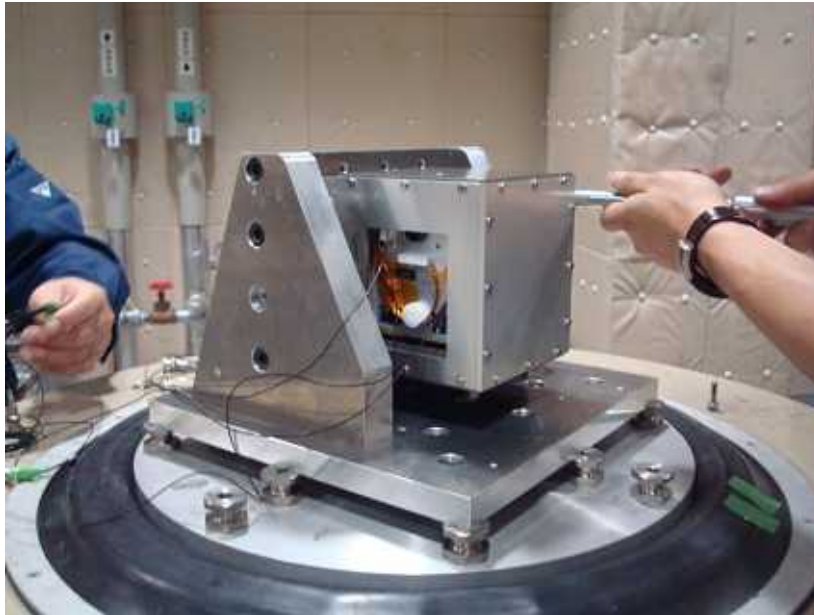
EMFMの各環境試験ごとにアンテナ展開を行いワイヤレスで電気性能試験を実施

JAXA監督官の指摘により、ある時期からは、アンテナ面を開き内部のコネクタと同軸ケーブルを使用して電気性能試験を実施



真空槽内でのアンテナ展開試験  
(工学院大)

# 振動試験



チャタリング検出回路

# 衝撃試験

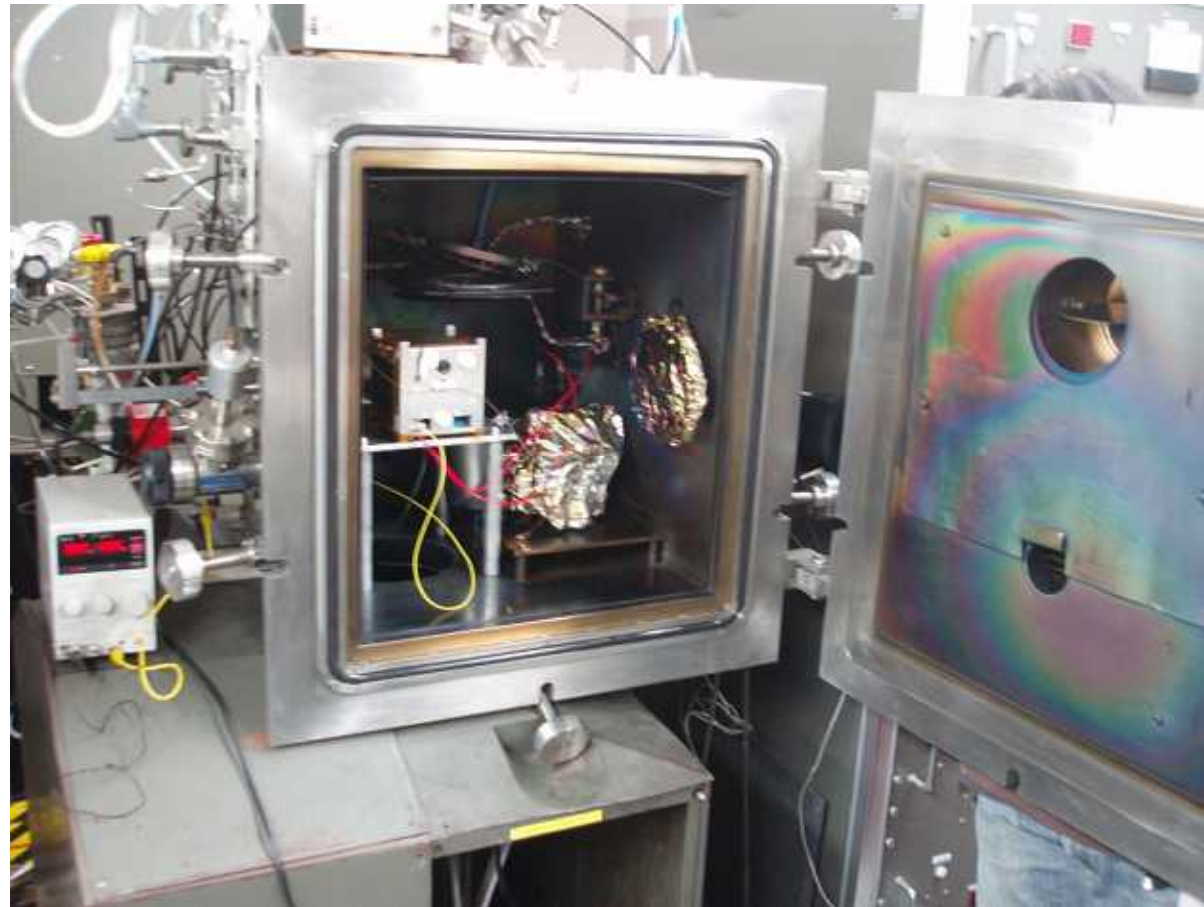


図垂直(Y軸方向)  
衝撃印加時



図水平(X・Z軸方向)  
衝撃印加時

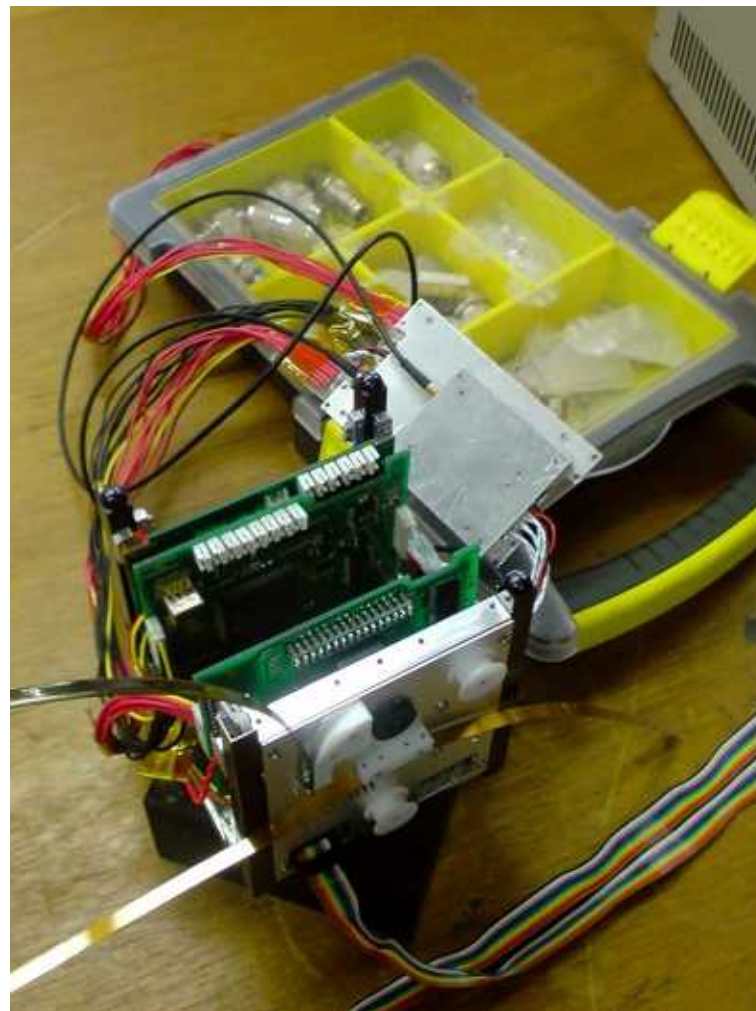
# 真空試験(工学院大)



# 耐放射線試験

## Co60照射試験とカリホルニウム照射試験









# 地上局システム

## ■ 八丈局(東京都八丈島)



八丈局アンテナ



八丈局周辺環境

八丈町教育委員会からの要請で、  
現地の生徒たちが衛星管制の様子を見学

# 八丈島



島内の小中学校には町の教育委員会からお知らせが回り、5月29日(土)30日(日)、6月5日(土)6日(日)の4日間、子ども達は、アンテナ操作とモールス信号受信の作業体験を通し宇宙と触れ合った。

# 地上局システム(石垣島)



八重山毎日新聞



FMいしがき  
サンサンラジオ

NHK沖縄と琉球放送の  
テレビニュース放送も