



**Nihon University**

Aerospace Structural Engineering Lab

## Nihon University CubeSat “SEEDS”

**冲野聡** 岩井優佳 醍醐加奈子 内山茂紀 佐瀬一真(日大院) 阿武宏祐 岩野有城  
大和田諭 恩田要祐 木下延昭 栗波孝輔 中辻永行 橋口総太郎 橋本洋人 柳沢正  
弘 米山尚(日大学部) 宮崎康行(日大)



# 概略

---

1. SEEDS概要・現在の開発状況
2. SEEDSシステムの詳細
  - 2.1 システムダイアグラム
  - 2.2 構体系
  - 2.3 通信系
  - 2.4 デジコーダ
  - 2.5 アンテナ
  - 2.6 Sensor・C&DH系
  - 2.7 電力
  - 2.8 環境試験
3. 日大地上局
4. 打ち上げの日程・状況
5. 今後の予定



# SEEDS概要

---

本大学では、10cm立法、1kgの超小型衛星CubeSatを、SEEDS(Space Engineering EDucation Satellite)と命名し、学生教育を目的として、学生主体で衛星開発を行なってきた。

## Mission

### Minimum Mission

CWモールス信号による衛星のハウスキーピングデータの送信。

### Middle Mission

AX.25プロトコルを用いたアマチュアパケット通信を用いたセンサデータの送信。

センサデータから衛星の内部温度状態解析や運動・姿勢解析。

### Advanced Mission

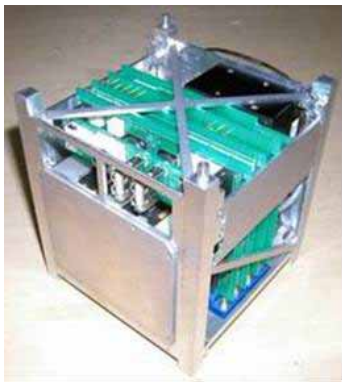
アマチュアパケット通信によるデジトーカー(音声再生装置)の再生により、世界各国の人が音声を聞き楽しむこと





# 現在の開発状況

2003年4月～



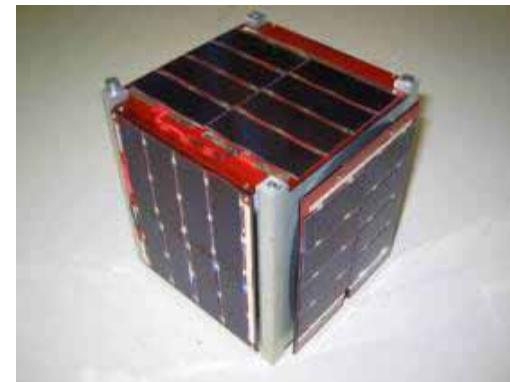
EM 号機

2004年1月～



EM 号機

2004年4月～

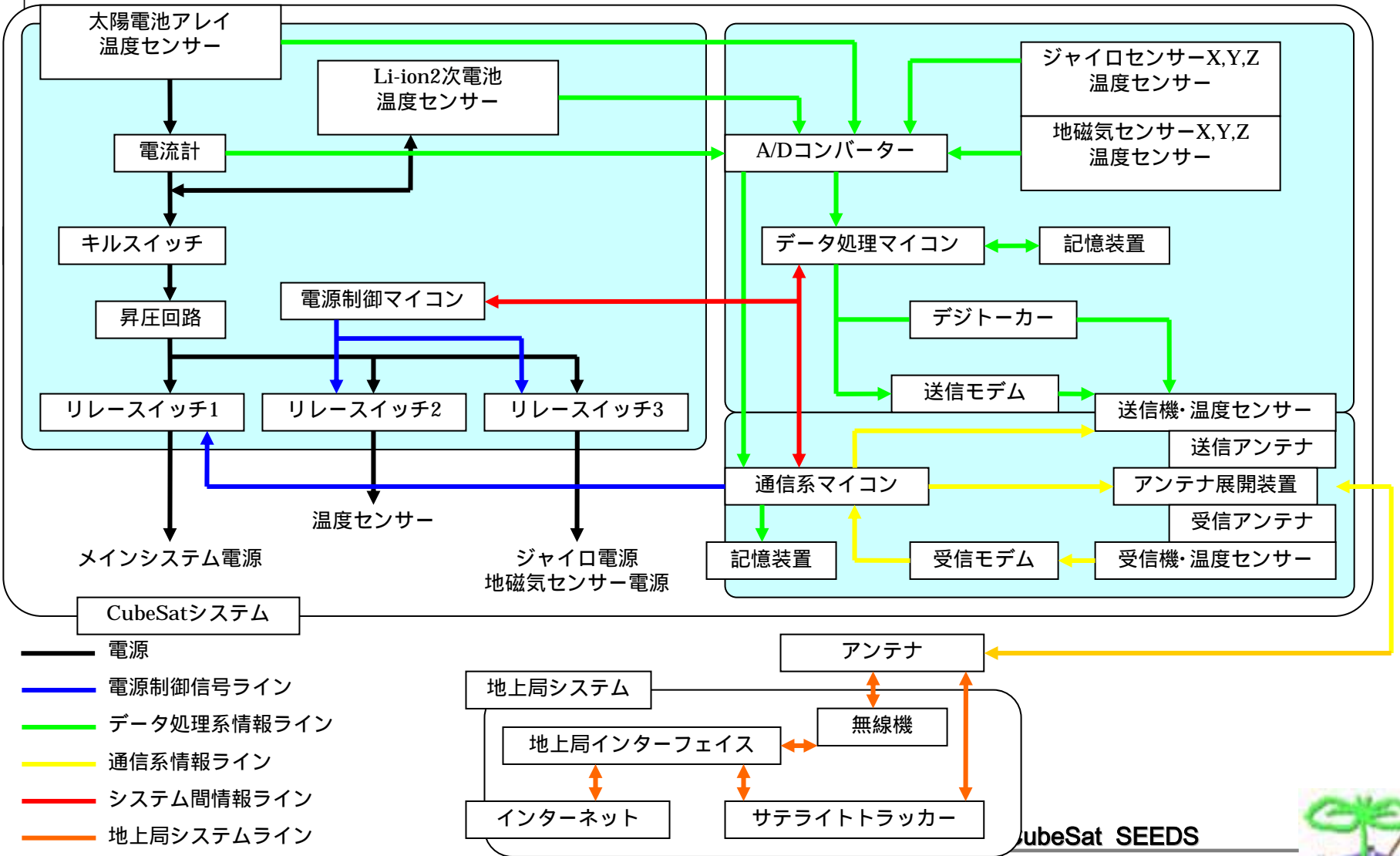


PFM

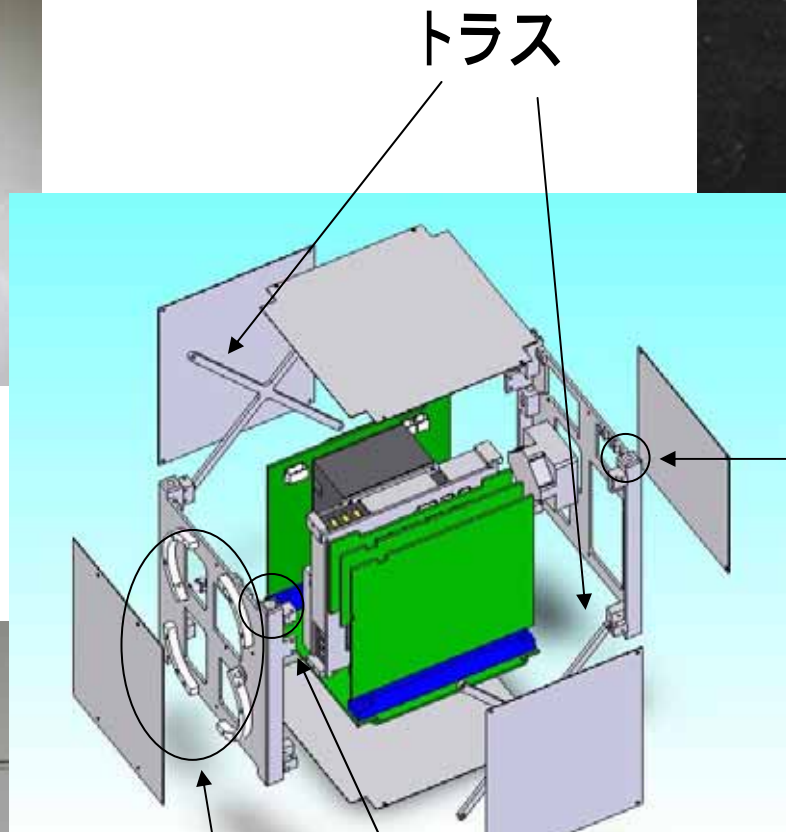
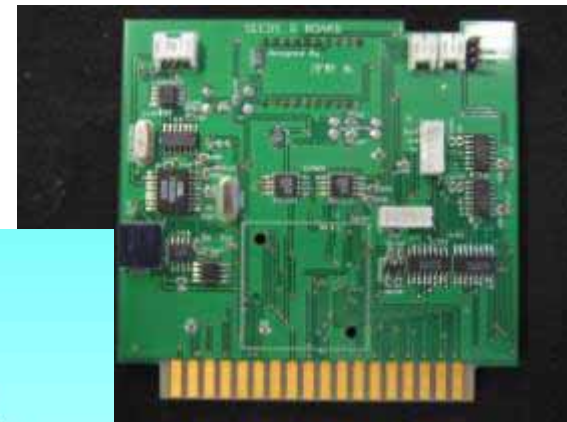
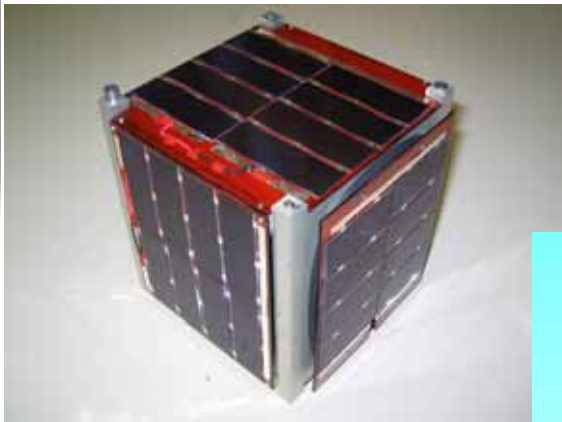
## クリーンルームでの作業風景



# システムダイアグラム



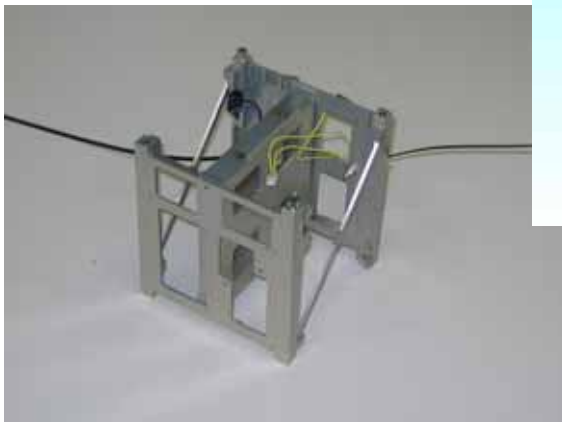
# 構体系



separation spring

deployment detection switch

アンテナ展開機構



# 通信系

- ダウンリンク周波数・・・437.485MHz
- 送信機出力・・・400mW(FM送信機)、100mW(CW送信機)
- アンテナ・・・送信、受信共にモノポールアンテナ
- ダウンリンクマージン・・・5.86dB(FM)、5.82dB(CW)
- アップリンクマージン・・・29.3dB
- ダウンリンクプロトコル・・・AX.25(FMパケットによるダウンリンク)

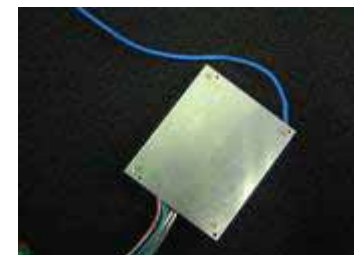
・・・SEEDSオリジナルフォーマット(バイナリー)

CW・FM送信機一体型	
設計・製作	武蔵野電機株式会社
外形	48 × 45 × 28mm
CW送信機スペック	
周波数	437.485MHzアマチュア無線帯
周波数偏差	± 1750以内
送信出力	100mW
保障動作温度	-10 ~ 60
消費電流	90mA
定格電圧	5V
FM送信機スペック	
周波数	437.485MHzアマチュア無線帯
周波数偏差	± 1750以内
送信出力	400mW
保障動作温度	-10 ~ 60
消費電流	400mA
定格電圧	5V

FM受信機スペック	
設計・製作	株式会社西無線研究所
外形	60 × 50 × 10.5mm
周波数	144MHzアマチュア無線帯
受信感度	-16dB/ μV
消費電力	約80mW
定格電圧	4.2 ~ 5V



CW・FM送信機



FM受信機  
CubeSat SEEDS



# デジトーカー

デジトーカーとは？

音声メッセージを地上に無線を介して送信する装置。地上でデジタル録音した音声メッセージを宇宙でD/A変換し、サウンドデータとしてFM送信機から地上に送信する。

搭載目的

- より多くの人に衛星の電波を受信してもらい、衛星の受信を楽しんでもらいたい  
ドップラーシフトなどの影響を受けづらい音声信号を利用  
衛星通信の詳しい知識が不必要  
簡単な受信設備で受信できる

地上での受信

- FM送信機を利用・・・送信周波数437.485MHz
- 録音時間・・・60秒(Max)
- デジトーカー受信設備・・・430MHz帯無線機、八木アンテナ

音声内容

**Secret**

ちょっとだけ公開すると、

**音声メッセージを受信した方には特別なベリカードを発行**



音声録音チップ



## Sensor ・ C&DH系

---

### Sensor系

ジャイロセンサ、地磁気センサ、温度センサ、電流計測回路、Li-ion電池レベル計測回路を搭載

温度センサ・・・‘SEEDS’の表面温度、内部温度など14箇所を測定

地磁気センサ・・・地球の磁気を測定

ジャイロセンサ・・・ジャイロセンサーを用いてX,Y,Z軸の角速度を検出

電流計測回路・・・太陽電池パネルで発電される電流値を測定

Li-ion電池レベル計測回路・・・Li-ion電池電圧を検出し、充電を判断

### C&DH系

主にミッション機器の制御、センサデータの取得や、データ送信を行なう。

地上局からのUplinkコマンド受信

データハンドリング

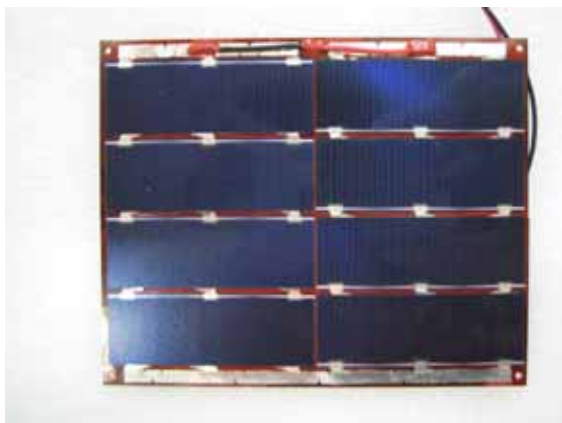
地上局へのDownlinkデータの作成



# 電力系1/3

公称電圧 … 3.7 [V]

容量 … 1800 [mAh]

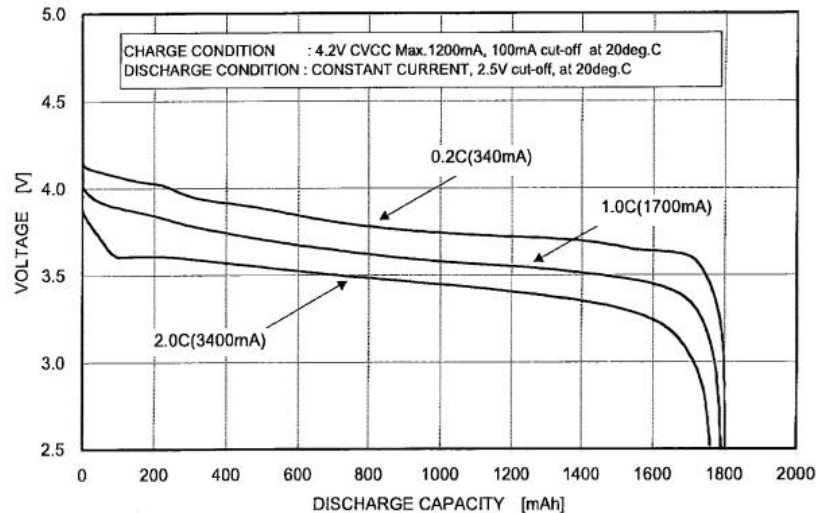


# 5/8 5/8

003243776

64-4-21-11:42 11:52:42 (8)

DISCHARGE CHARACTERISTICS OF CGA103450



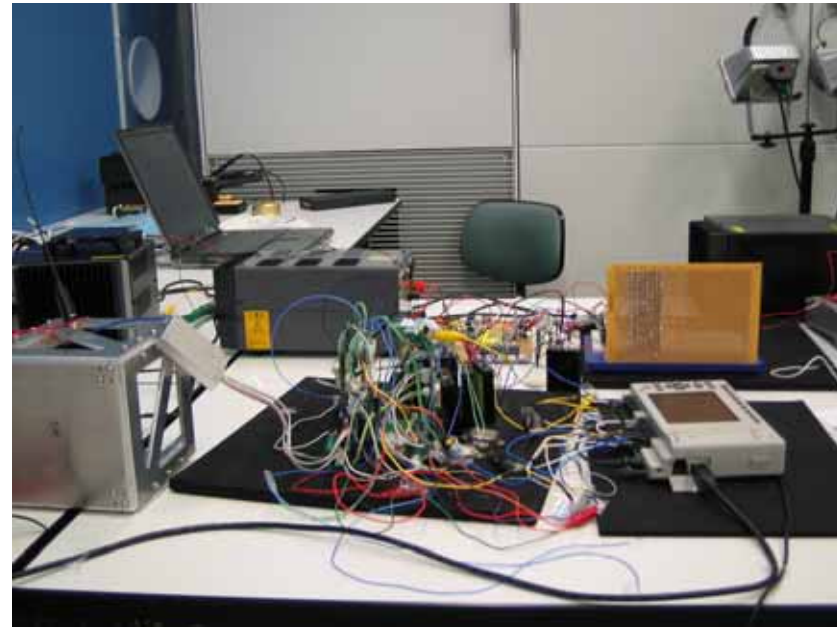
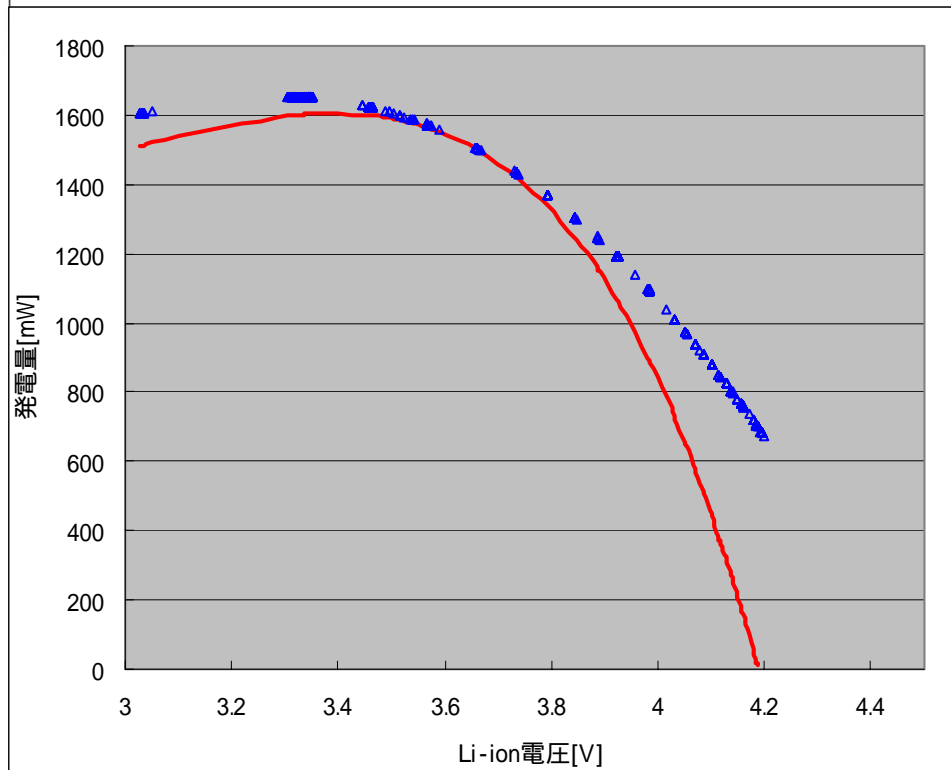
Panasonic Batteries  
Matsushita Battery Industrial Co., Ltd.

1パネル当たり8直列

効率 15%

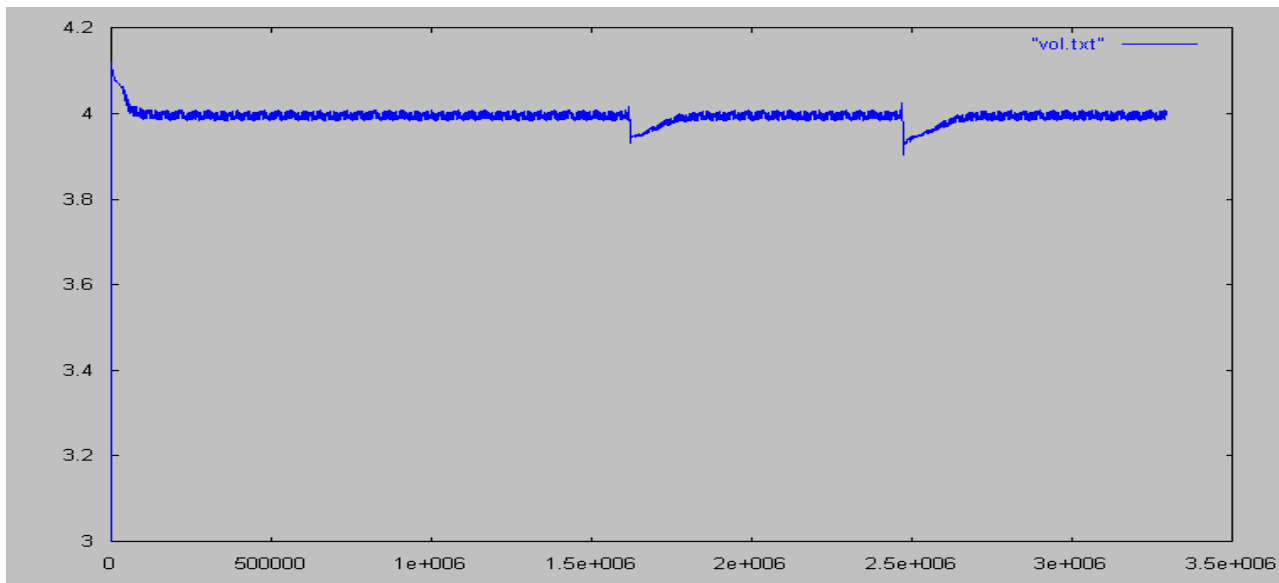
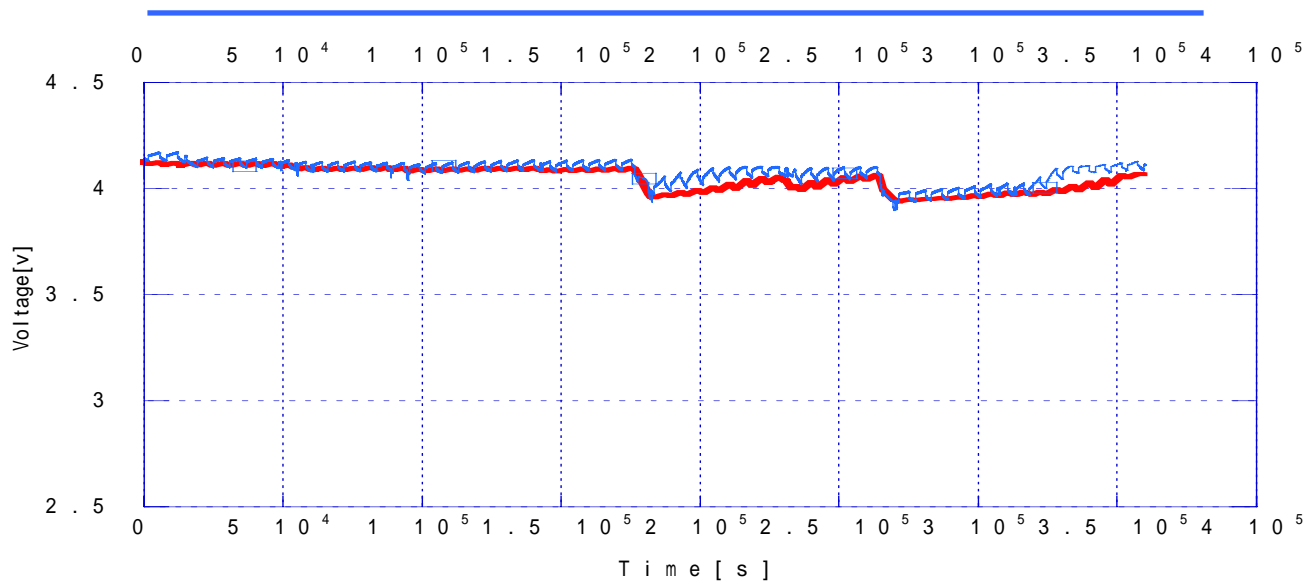


# 電力系2/3





# 電力系3/3



# 環境試験1/2

## 恒温槽試験

SEEDSが低・高温の環境下で正常に動作するかを調べる

- -20 ~ 80 までの環境下にSEEDSを置き、その環境でも正常に動作することを確認
- センサのキャリブレーション

## 真空槽試験

SEEDSが真空下で正常に動作するかを調べる

$1 \times 10^{-5}$  [torr]の環境下でSEEDSが正常に動作することを確認

## 振動試験

ロケットの振動がシステムや構造に異常をもたらさないかを調べる

加速度10G、振動数を50 ~ 2000Hzの振動を各軸方向に加え、その後、システムの動作と構造の確認を行い、ともに異常はないことを確認



恒温槽試験



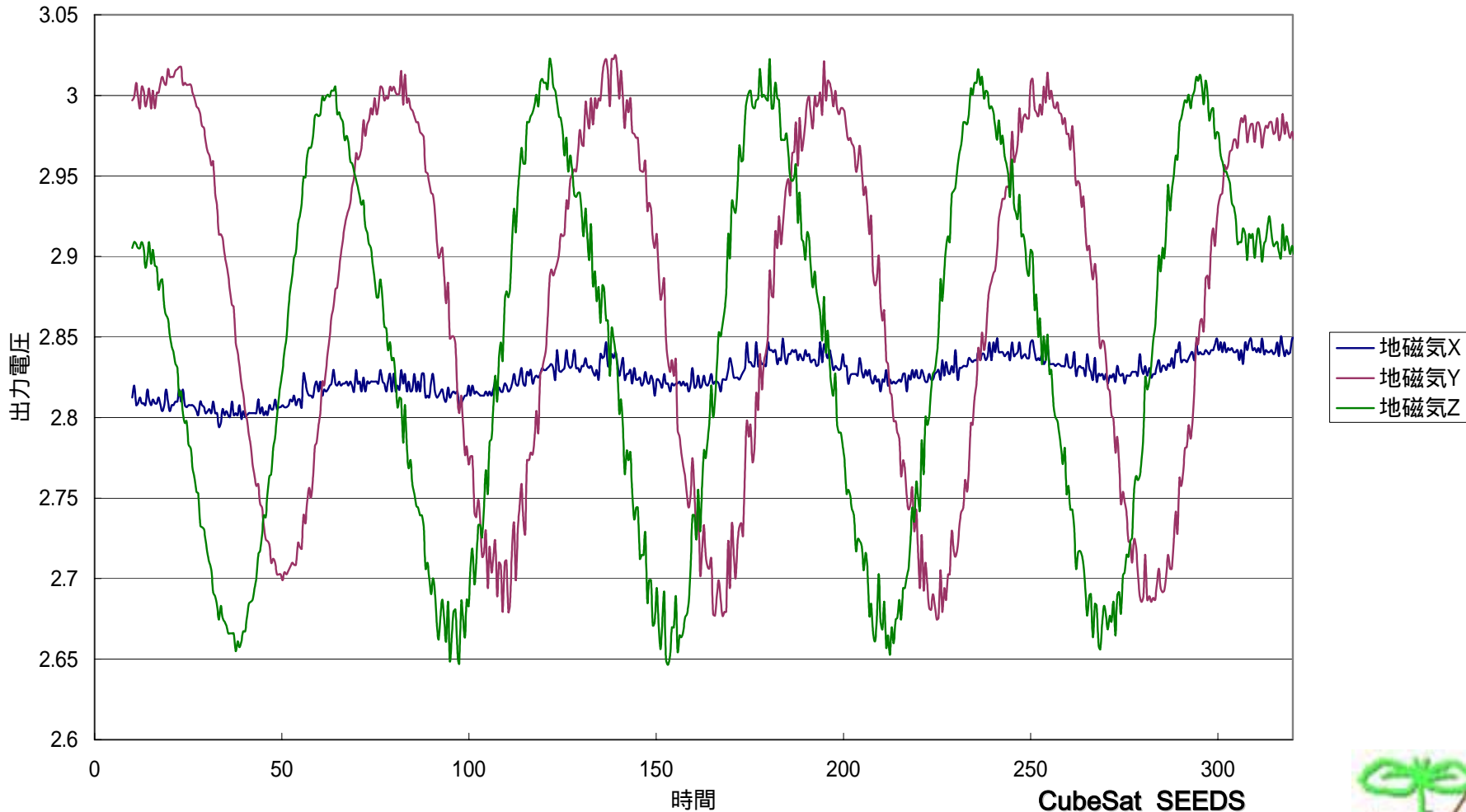
真空槽試験



# 環境試験2/2

MVI\_0419.AVI

X軸回転 [6[deg/sec]]



CubeSat SEEDS

2004.7.19.M



# 地上局

## 役割

- ・CWビーコン受信
- ・Downlinkデータ受信
- ・Uplink
- ・軌道解析
- ・電力シミュレーションによる、電力管理



日大地上局



アンテナ

## 地上局設備

ローテーター、無線機、TNC、サテライトトラッカー、PC

## アンテナ

アマチュア無線用クロスヤギアンテナ

可動範囲: 方向角 (  $180^\circ \sim 180^\circ$  )

迎角 (  $0^\circ \sim 90^\circ$  )

周波数: Uplink 144MHz帯、Downlink 430MHz帯

## ソフトウェア

アップリンクプログラム

FMダウンリンクプログラム

CWダウンリンクプログラム

無線機・サテライトトラッカー制御プログラム



無線機・サテライトトラッカー制御プログラム



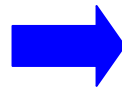
# 打ち上げの日程

April ... Fit Check in Calpoly  
 June ... Fit Check in DNEPR  
 August 1<sup>st</sup> ... Delivery to Calpoly  
 October ... Delivery to DNEPR  
 October 14th ... Launch

But ...



April ... Fit Check in Calpoly  
 June ... Fit Check in DNEPR?  
 October 1<sup>st</sup> ... Delivery to Calpoly  
 December ... Delivery to DNEPR  
 December 14th ... Launch



M ... Integration (P - POD)  
 T ... Thermal Vac.  
 W ... Vibration  
 T ... Thermal Vac.  
 Friday ... Diagnostic

\* Thermal Vac. -20 ~ 70

CubeSat SEEDS

2004.7.19.M



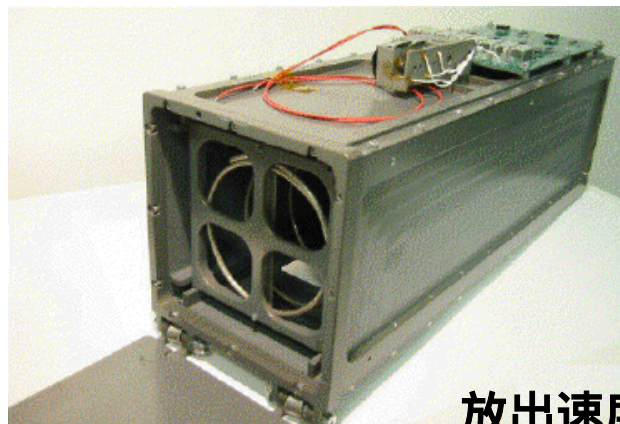
# 打ち上げの状況

小型人工衛星 … 8機

CubeSat … 14機

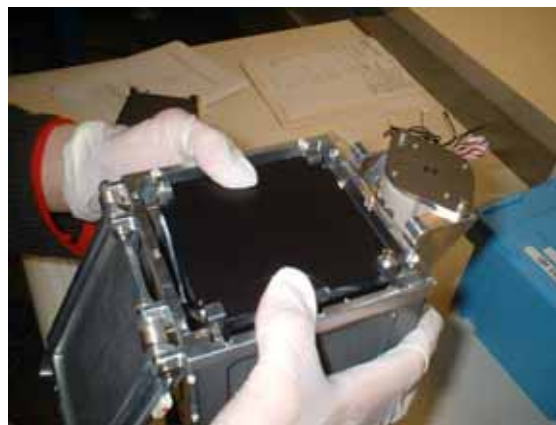
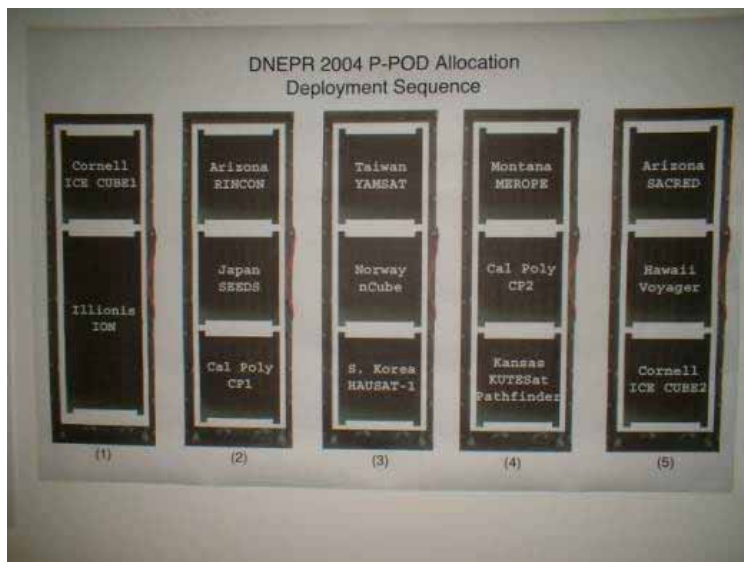
打ち上げ予定高度 … 650km

打ち上げ予定軌道 … 円軌道



放出速度 … 2m/sec

放出力 … 44.4N



## 今後の予定

7月	8月	9月	10月	11月	12月
地上局予備免許	落成試験		デリバリー 環境試験 in Calpoly		14日 打ち上げ
FM基板着	構体2機目着				

### ホームページアドレス

<http://www.cubesat.aero.cst.nihon-u.ac.jp>





# Nihon University

Aerospace Structural Engineering Lab

---

CubeSat SEEDS

2004 . 7 . 19 . M



# アンテナ

## アンテナ設計

- アンテナ・・・モノポールアンテナ
- 最大利得・・・-3dBi
- 材質・・・りん青銅
- 表面加工・・・テフロンコーティング
- インピーダンス・・・50

## インピーダンスマッチング試験

ネットワークアナライザーにより  
VSWRを測定・・・アンテナ長さ決定



- アンテナ放射特性パターンの測定
- モノポールアンテナと衛星構造体との干渉を調べる。

