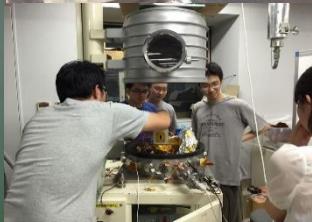
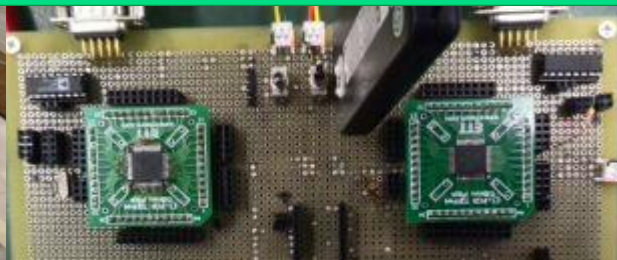
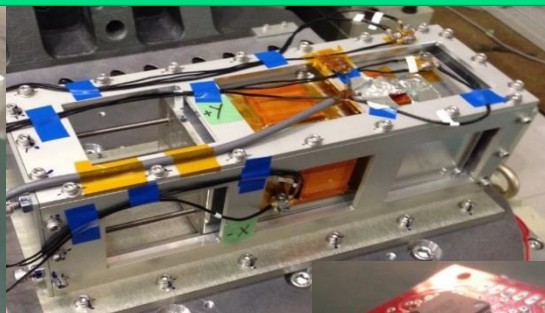
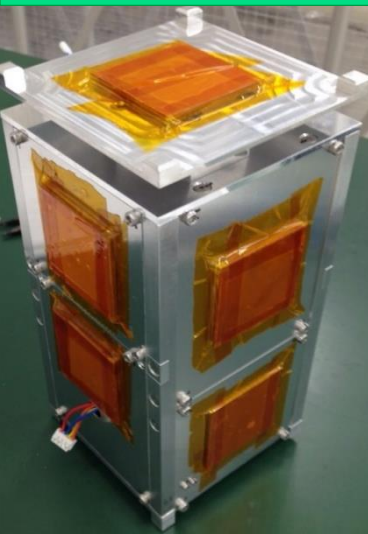


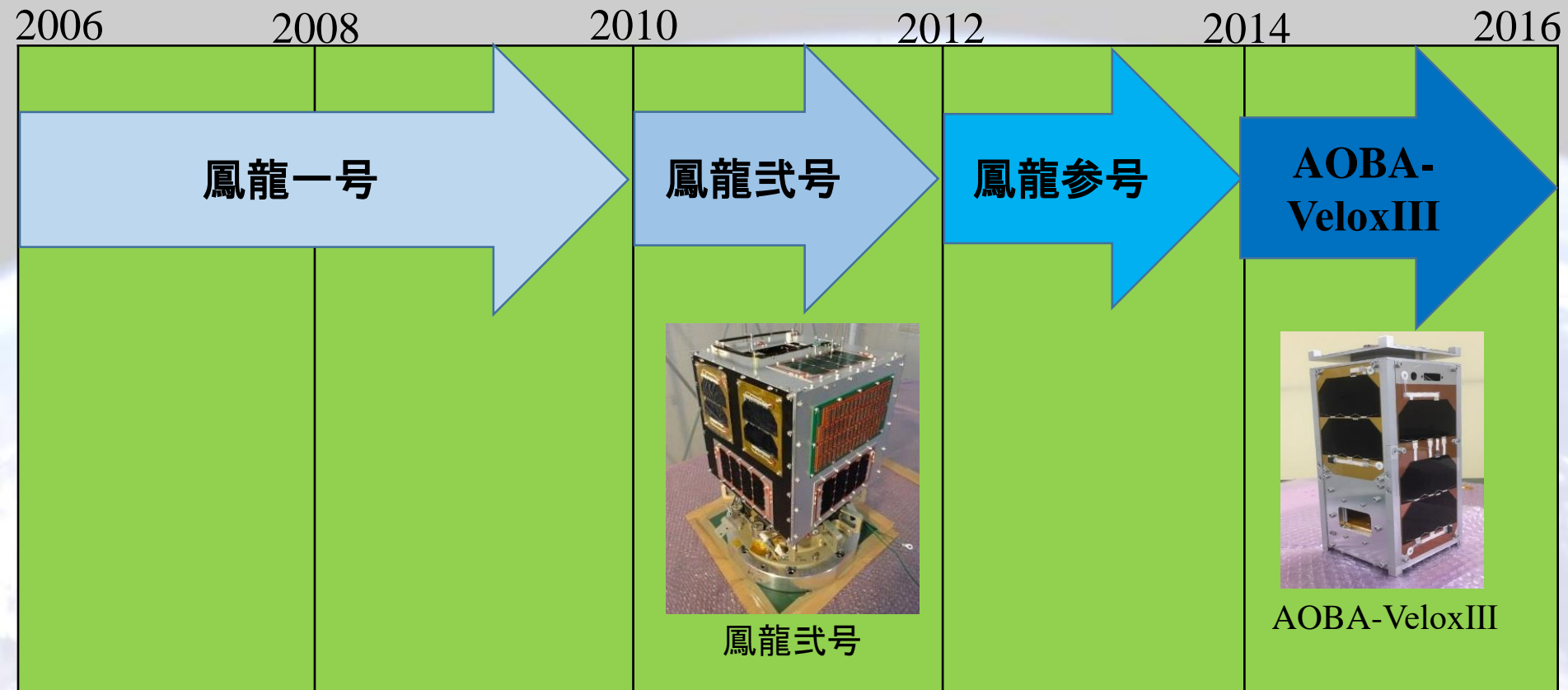
九州工業大学 衛星開発プロジェクト AOBA-VeloxIII



発表内容

- ・プロジェクト概要
- ・AOBA-VeloxIII概要
- ・開発報告
 - BBM・STM開発
 - EM開発
 - PPT統合
 - FM開発、各種試験
 - 運用
- ・現在の運用状況
- ・反省点と今後に向けて

History



プロジェクト概要

- ・開発の主体は**学部生**
- ・南洋理工大学(NTU)との**共同開発**



継続して衛星を開発する
プロジェクトの
基礎の構築を目指す



プロジェクトメンバー構成

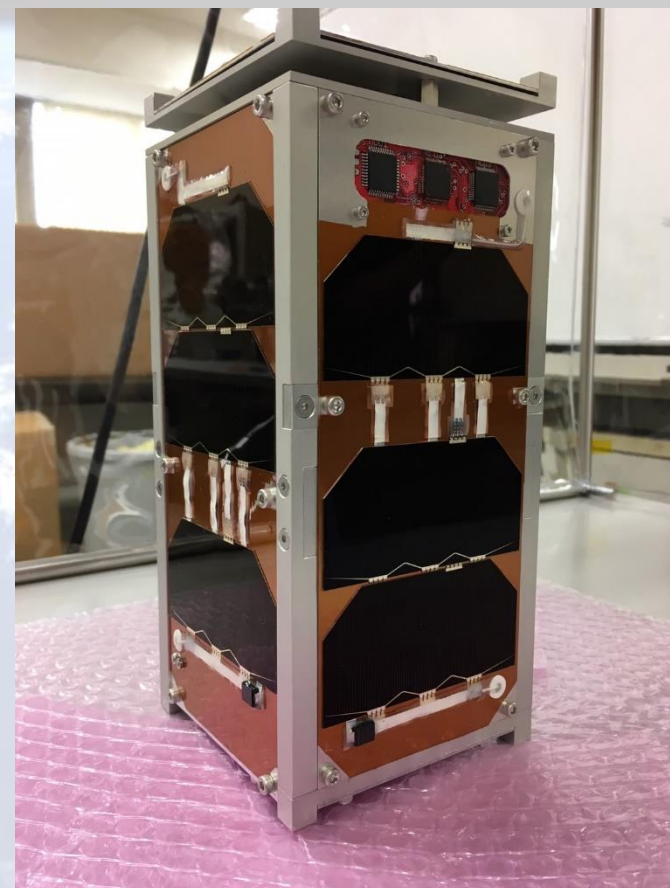
機械知能工学科	B3:1人 B2:8人 B1:11人
電気電子工学科	B3:2人 B2:3人 B1:2人
総合システム工学科	B3:4人 B2:2人 B1:4人
応用化学科	B2:1人 B1:1人
マテリアル工学科	B2:1人

AOBA-VeloxIII概要

AOBA-VeloxIII諸元

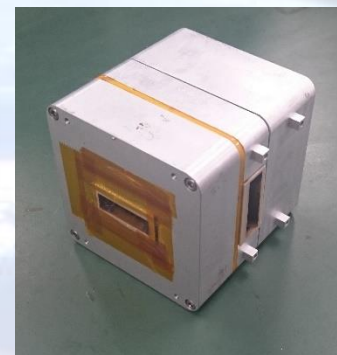
サイズ[mm × mm]	100 × 100 × 227
質量[kg]	2.3
ミッション	PPTの軌道上実証
	MCU放射線耐久試験
軌道	ISS軌道

鳳龍弐号のバスシステムを継承



ミッション(PPTの軌道上実証)

NTUが開発を担当するPPT(Pulsed Plasma Thruster)
はキャパシタに貯めたエネルギーを利用して
固体燃料をイオン化し、発生するローレンツ力
により推進力を得る**電気推進機**の一種



PPTエンジニアリングモデル

軌道周回寿命延長を最終目標とし、
今回はPPTの実証試験を行う

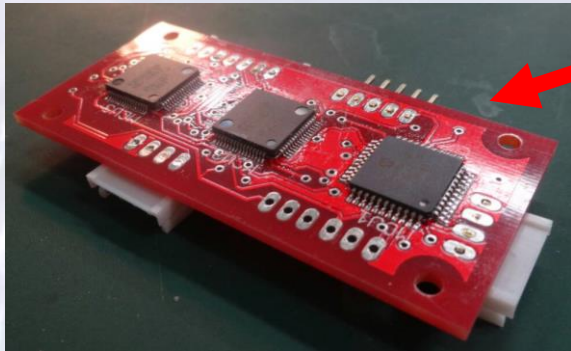


PPT噴射の様子

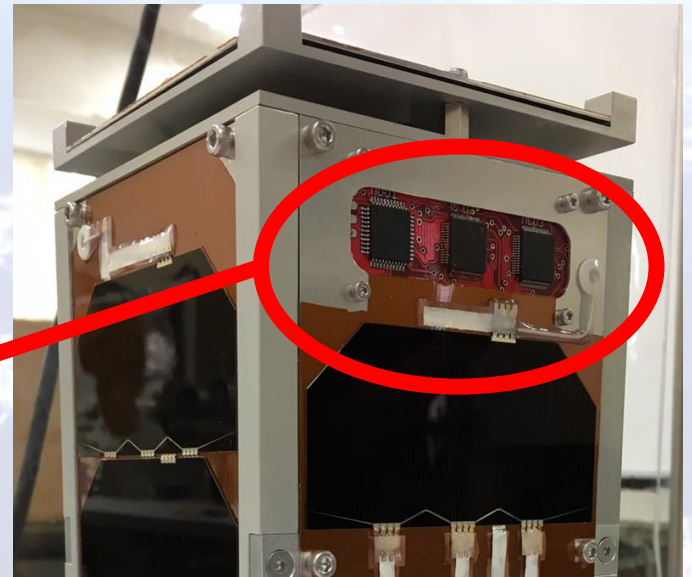
ミッション(MCU放射線耐久試験)

マイコンの宇宙空間での放射線特性を検証する

今回は、マイコンの種類、
タンゲステンシートによる対策での
SEL(Single Event Latch-up)の
発生頻度を比較する

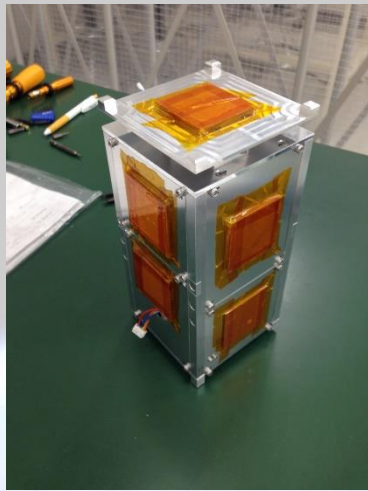


試験用基板



試験用基板を衛星外部に曝露

開発スケジュール



2014.9～2015.5
BBM・STM開発

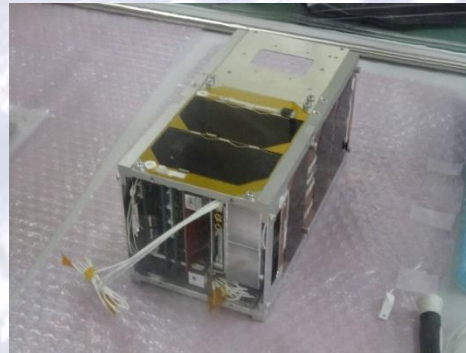


2016.1～2016.10
FM基板開発、環境試験



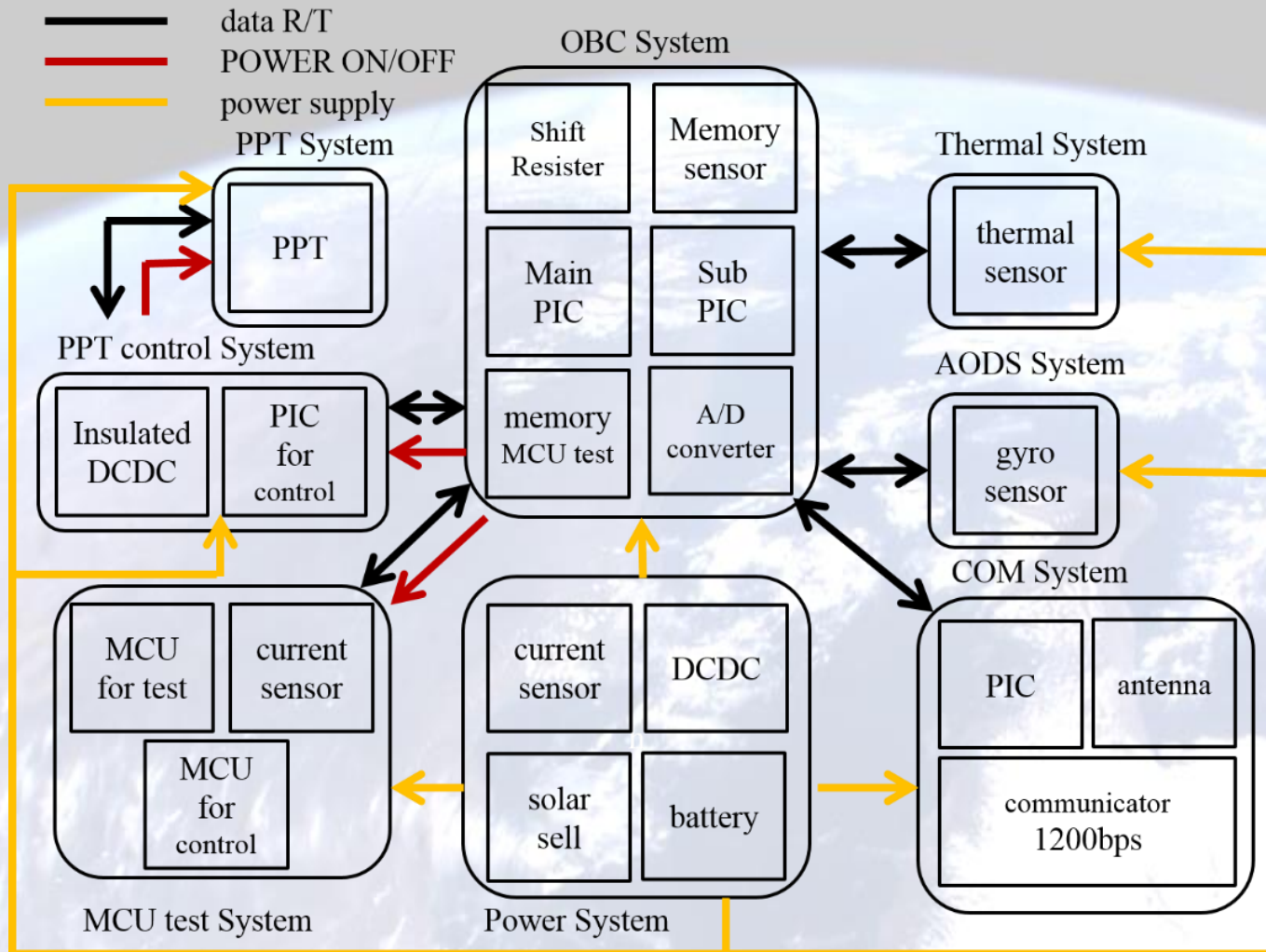
2016.11
衛星完成

2015.5～2016.1
EM基板・FM構体開発



2014.7～2014.8
概念設計

AOBA-VeloxIIIシステムブロック図



BBM・STM開発 (2014.10～2015.5)

・BBM(Bread Board Model)

主に鳳龍弐号からの変更点の機能確認を行った

※変更点

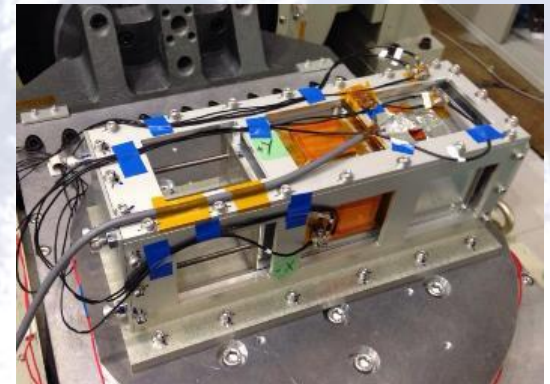
データ処理を行うマイコンをH8からPICに変更



STM(Structure Thermal Model)

鳳龍弐号や鳳龍参号を参考に設計

→振動試験や熱平衡試験を行った



PPT EM統合 (2015.7/13～2015.7/27)

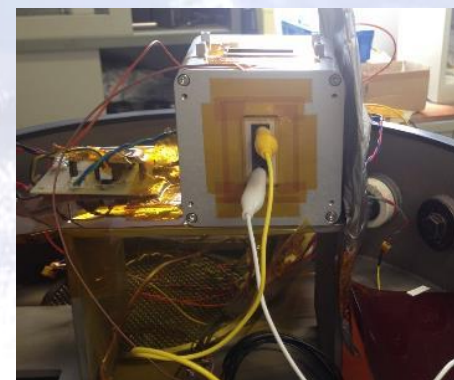
- ・NTUから学生が来訪し、PPTの動作確認、バスのBBMとの統合を行った



・見つかった問題点

電源ラインを介したノイズにより、OBCが機能を停止

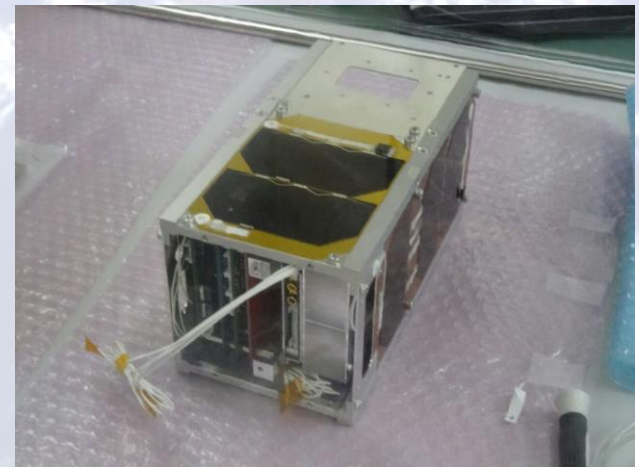
→ 別の電源、GNDのPPT制御用マイコンを追加



EM基板・FM構体開発 (2015.5~2016.1)

・EM(Engineering Model)の開発
→ **機能の再確認、
プログラムのコーディング**

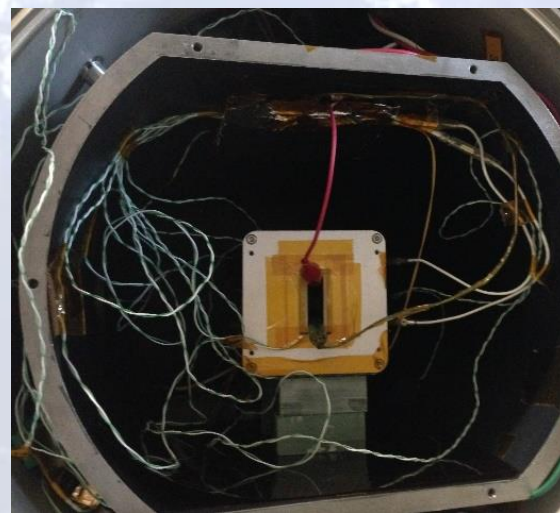
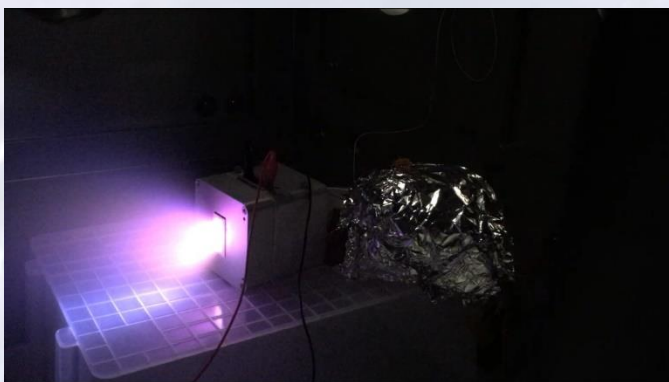
・FM(Flight Model)の設計
STMで分かった問題点や
変更点を反映



PPT FM統合

PPTのフライト品を使用して動作確認や統合、
あおばFM構体とのフィットチェックを行った

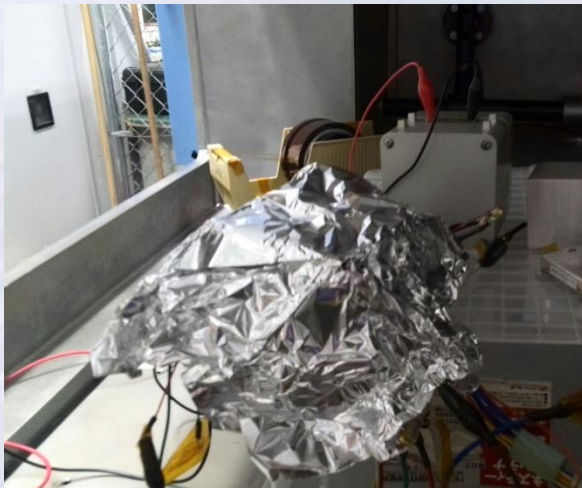
→PPT噴射時に、PPT制御用の
マイコンが動作を停止した



原因:放射ノイズによる影響

対策:実験では、基板の周囲をアルミホイルで巻いた
→PPT制御用マイコンは動作を停止しなかった

※実際の衛星では基板が構体で覆われている



FM基板開発 (2016.3~2016.9)

- ・EM基板で分かった反省点を反映し、基板を再設計

- ・プログラムの最終版を作成、宇宙空間での動作を想定した動作確認



→ ソフトウェア面での問題が目立った

FM基板で見つかった問題点

1,データ処理マイコンのプログラム容量の不足

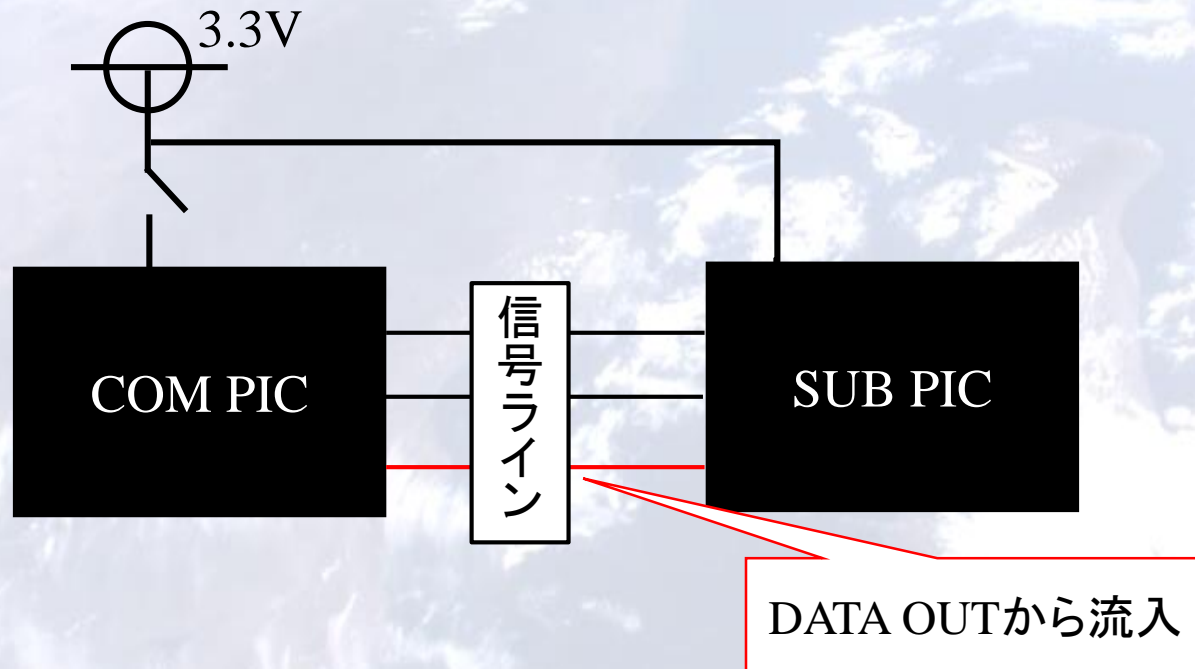
対策: 変数や処理の簡略化で対応

※通信関係処理用のマイコンでは対応しきれず、
処理を一部省略することとなった

2,マイコン間のリセットが機能しない

原因: 信号ライン(SPI通信)から電流が流入していた

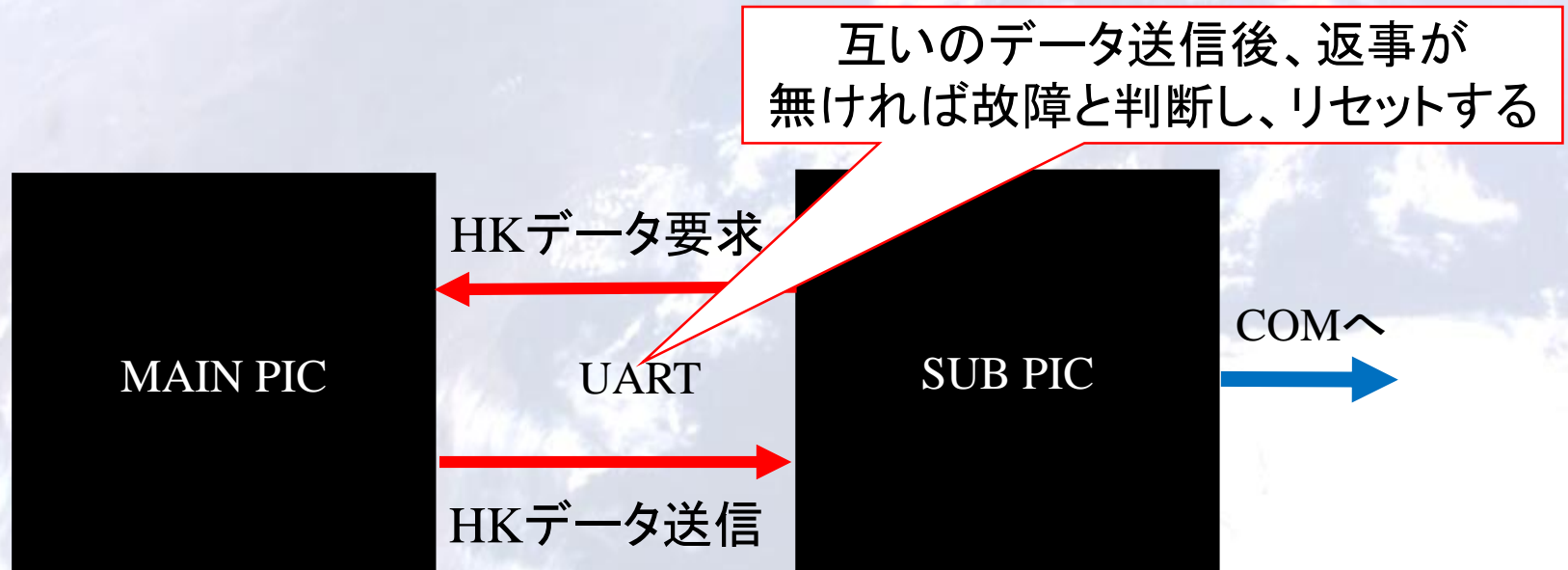
対策: SPI設定をハードウェアからソフトウェアに変更



3,PPT終了後、しばらくCWが聞こえない

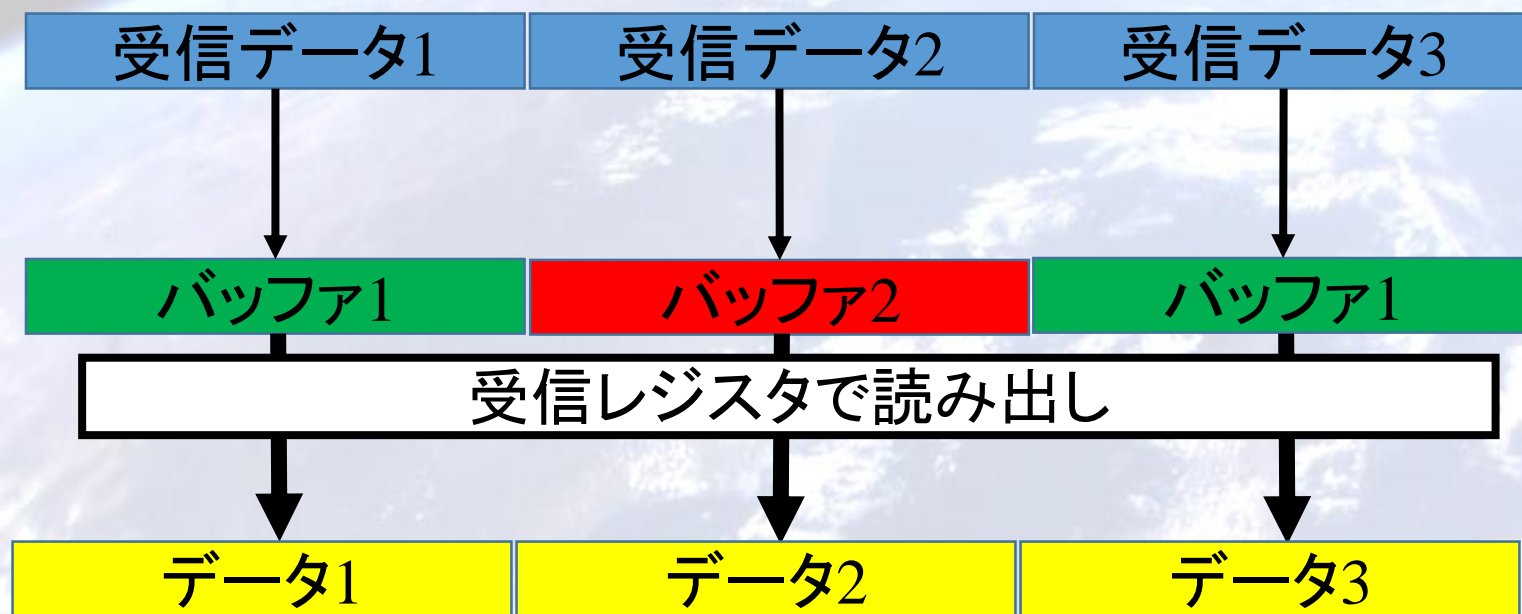
原因: UART通信のエラー(オーバーランエラー)
によりHKデータを送れていなかった

対策: 一度UARTのレジスタをリセットした



・オーバーランエラー

UART通信で受信バッファに取り込まれたデータを読み出す前に次のデータを取り込み、データが消失されるエラー



UART受信時の処理の流れ

熱真空試験(2016.6/6)

-15°C~+35°Cの温度範囲で、通常動作(CW送信時)の動作を確認

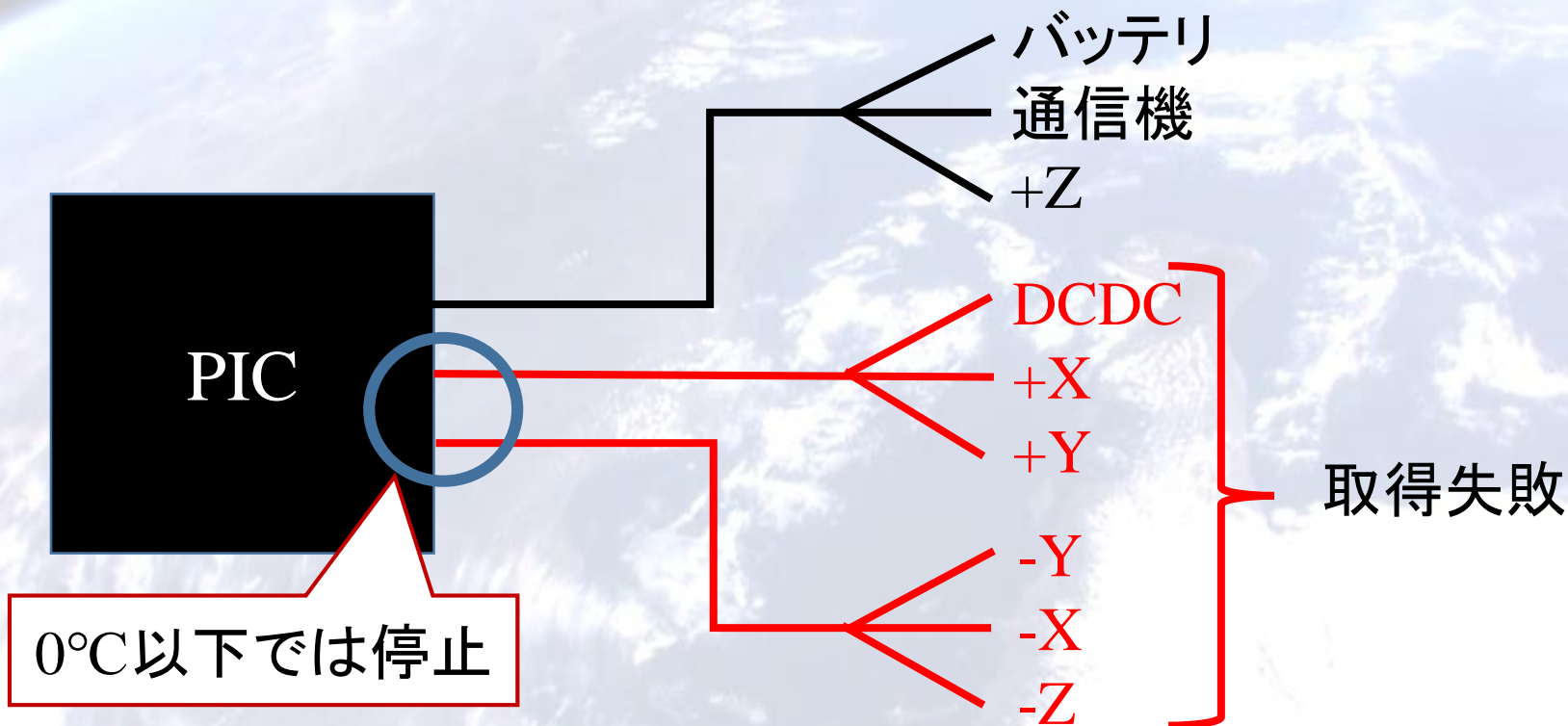
温度測定箇所

- ・各パネル内面(±X, ±Y, ±Z)
- ・通信機、バッテリー、DCDCコンバータ

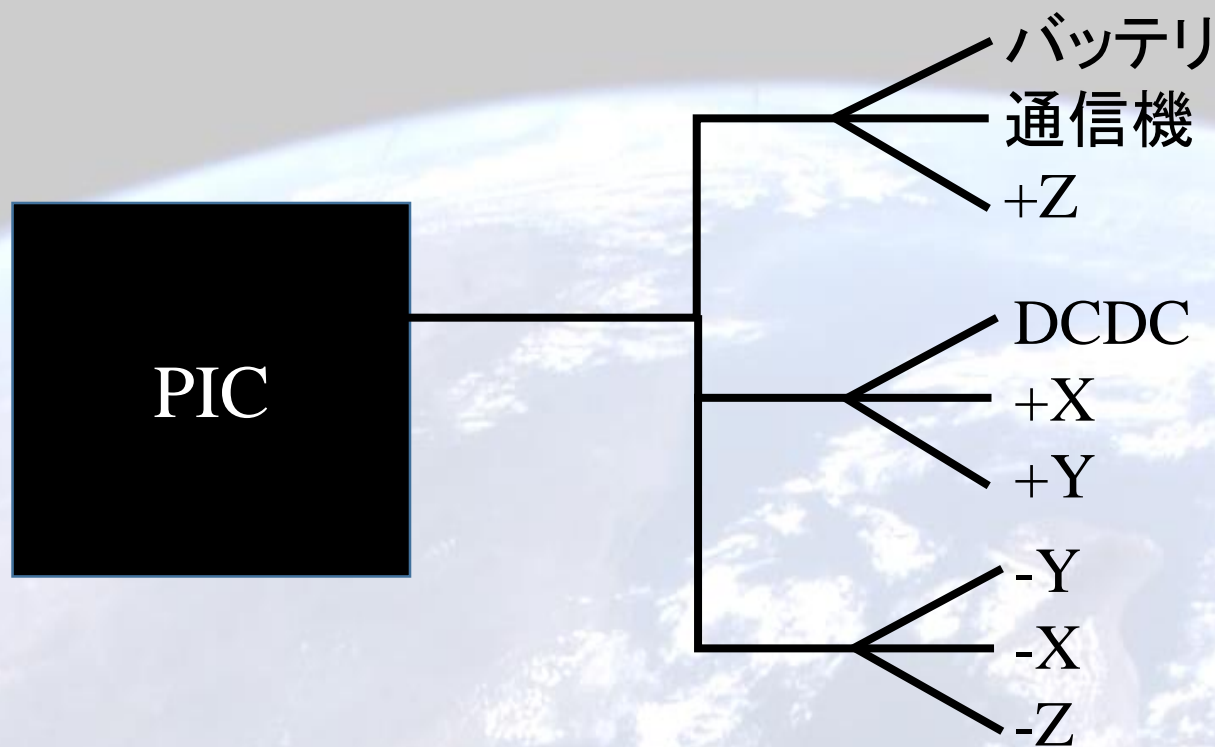
→外部の温度が0°C以下になると、±X, ±Y, -Z, DCDCコンバータの温度が測定できなくなった。(その他の機能は正常に作動)

原因: PICのピンによる動作の違い

温度センサはデジタル出力(1-Wire通信)であり、3個ずつPICのピンにデータを出力していた



対策: 1個のピンに温度センサ9個のデータを出力

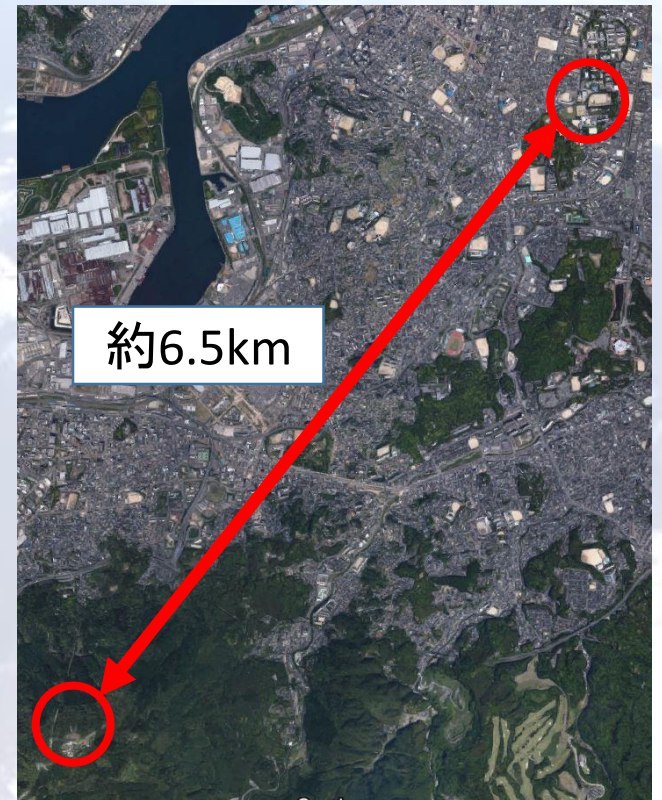


→ センサ取得は可能になったが、ハーネスが複雑になった

長距離通信試験(2016.9/27)

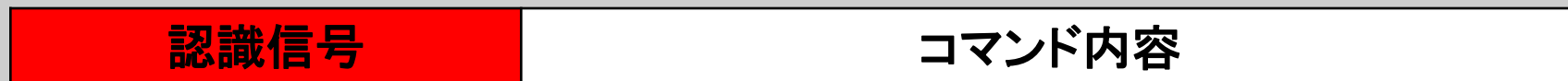
北九州市八幡東区の皿倉山(標高622.2m)
と九州工業大学地上局との間で通信

→CW受信は成功、
FMアップリンクが成功せず
(※FMダウンリンクは成功)



原因①: コマンドの認識信号の数が少なかった

アップリンクコマンド



認識信号

コマンド内容

A A A A A A A A A A A A A A A A A A

“A”を連続で取得するとアップリンクコマンドと判断

“A”の数を増やした

原因②: アンテナのコネクタの接触不良

プラグの個数の変更後、再びアップリンク成功率が下がった
(成功時と失敗時の波があった)

→ 通信機-アンテナ間の同軸コネクタの接触不良



※コネクタ部分を作り直して解決

衛星組立 (2016.10/26～2016.10/28)

クリーンルーム内で、FM基板、構体の組み立てを行った

注意点

- ・組み立てるパーツを間違えないこと
- ・J-SSODに引っかからないこと



- ・J-SSODとのフィットチェックを行いながら組立
- ・パーツを小分け、複数人でチェック
- ・組み立ての様子を撮影



組み立て時に起きた問題

- 基板間、アクセスポートへの配線数が多く、スペースの圧迫、接触不良が起きた



- ハーネスを極力短くした
- 各配線の導通チェック
- 基板を作動させながらの組み立て



振動試験(2016.10/29～2016.10/30)

各軸にランダム振動を加え、モーダルサーベイを行い
衛星の固有振動数を計測

→衛星の固有振動数は規定内であった

振動試験後、ディプロイメントスイッチが
復元しないことがあった

ディプロイメントスイッチ

J-SSODからの放出直後、
スイッチが復元し、衛星の電
源が入る



復元しないことは致命的



スイッチの周辺を磨き、滑りを良くして解決

End to End試験 (2016.10/31～2016.11/6)

組立後、全アップリンク確認、長時間の動作確認を行った



問題は見られず、プログラムの最終版が完成した

衛星完成

衛星の完成後、プログラムを書き込み梱包

注意点

- ・書き込むプログラムの間違えないこと
- ・各値の初期値を間違えないこと

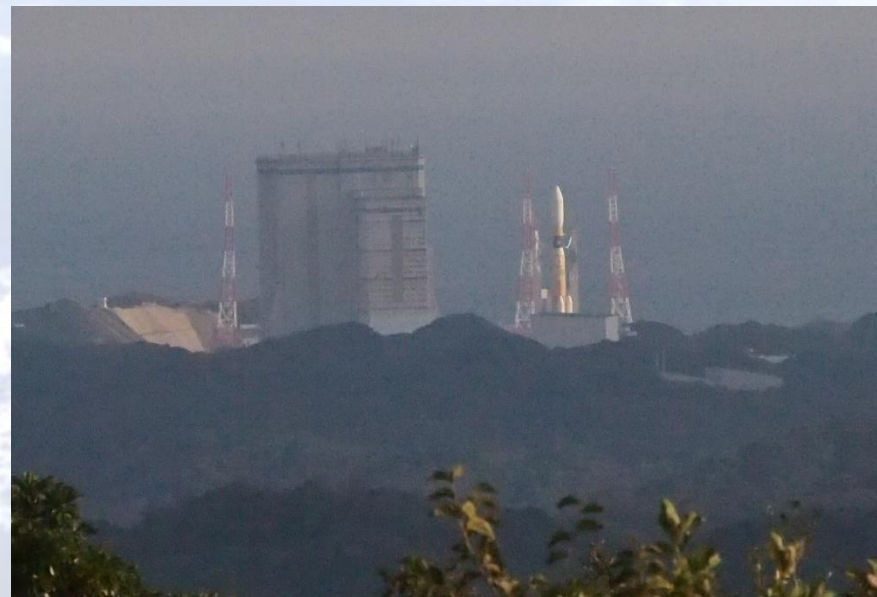


- ・最終版のフォルダを新たに作成
- ・書き込み作業を複数人でチェック



H-IIBロケット打ち上げ (2016.12/6)

AOBA-VeloxIIIを搭載した、HTV6号機が、H-IIBロケットにより、種子島宇宙センターから打ち上げられた



衛星放出・初運用 (2017.1/16)

19:40 ISSの「きぼう」モジュールから放出

22:30 AOBA-VeloxIIIからのCWを初受信
→温度、バッテリー電圧共に正常



現在の運用状況

- ・ISSからの放出以降、CWの取得はできている
- ・FMのアップリンクの成功率が低く、2/3の夜パス以降は1回も成功していない
(センサデータ、ログデータの取得のみ成功)
→現在テーブルサットを用いて原因究明中

反省点と今後に向けて

- ・各個人のスケジュール管理が徹底しておらず、
全体の進捗に影響した

→個人のスケジュールの把握を徹底し、作業日を細かく決定していく

- ・実験データや作業結果の記録が不十分であった

→各系でのノートを用意し、作業内容や結果を記録していく