

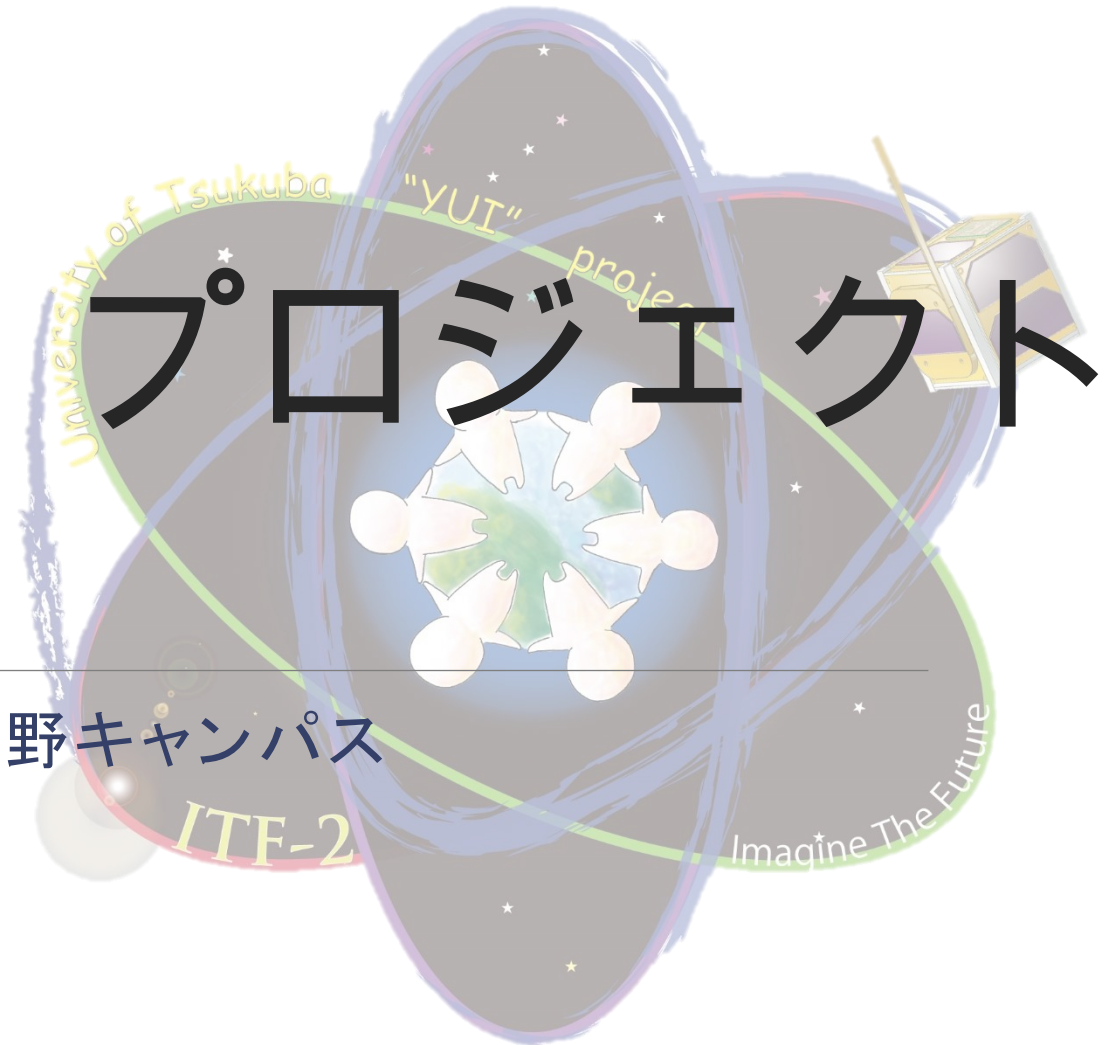
筑波大学「結」プロジェクト活動報告

2015年12月6日 @首都大学東京 日野キャンパス

筑波大学「結」プロジェクト

筑波大学 理工学群 物理学類 3年

保田 敦司

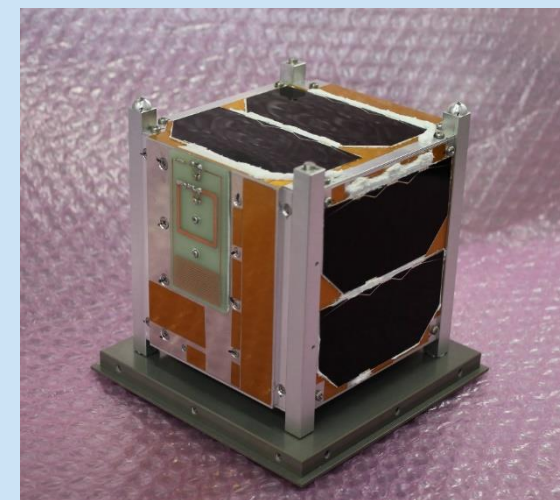


アジェンダ

- 背景
- ITF-1の不具合解析結果, ITF-2設計での対策
- まとめ

背景

年月	出来事
2014年2月28日 午前3時38分	筑波大学初となる超小型人工衛星「ITF-1」が種子島宇宙センターより打ち上げ 打ち上げ2時間後の初期パスでITF-1からの電波入感を得られず 運用期間中に様々な対策を施すも入感を得られず
2014年6月28日	ITF-1大気圏再突入 筑波大学地上局での運用終了



背景

運用終了後にITF-1の不具合原因を解析

通信・C&Dh・電源に不具合原因があると予想

通信	C&Dh	電源
無線機 アンテナ展開機構	マイコン	キルスイッチ フライトピン DC/DCコンバータ 保護回路

背景

不具合分析の結果をもとに・・・

ITF-2へフィードバック

- 現在は2号機「ITF-2」を開発中
ITF-1の設計を踏襲
- ITF-1の不具合原因に対策を施し、
ITF-2の成功率向上に繋げる

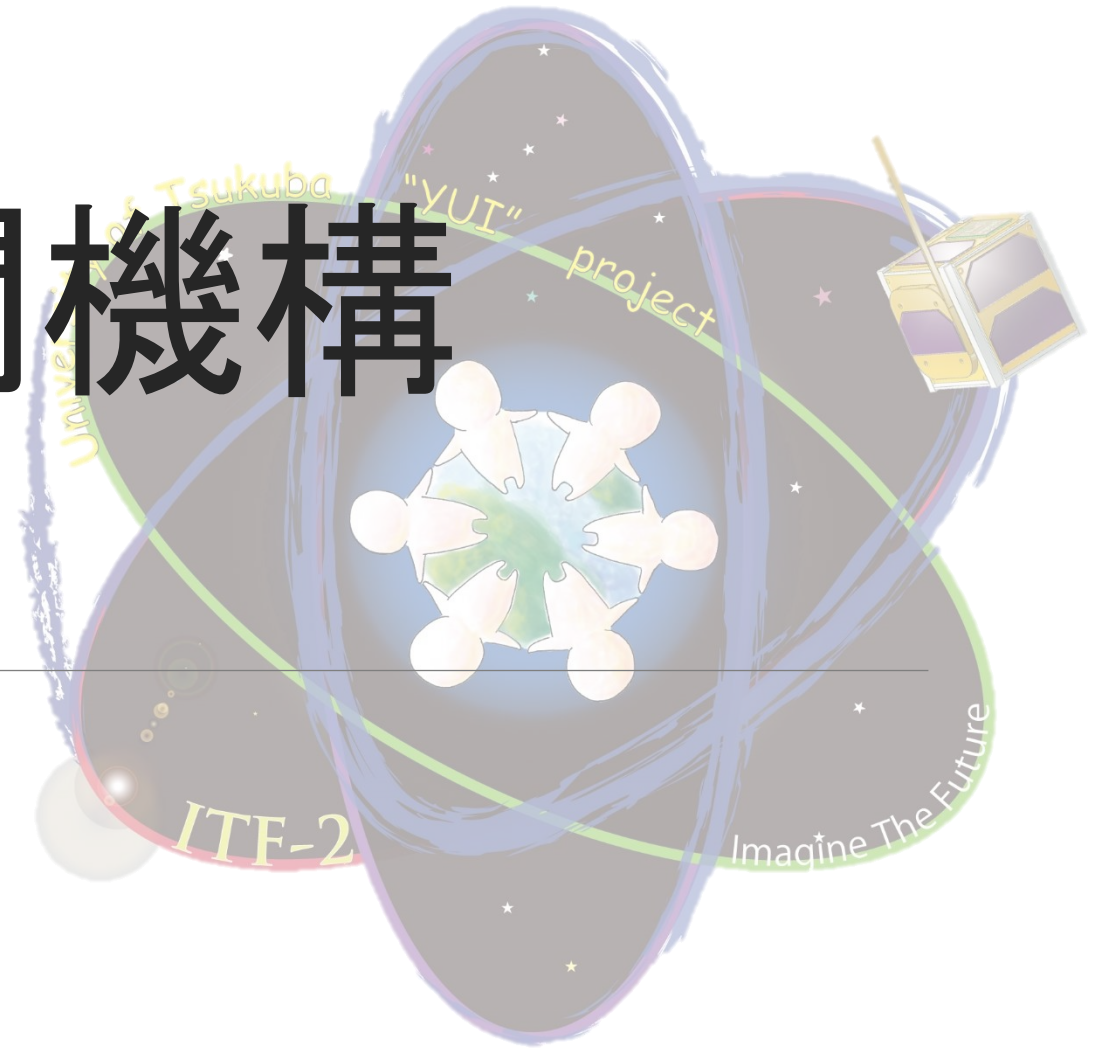
UNISECへ貢献

- ITF-1の情報共有をすることで他団
体が同様の不具合発生を防止
- UNISEC加盟団体の大学衛星の
成功率向上に貢献

本発表で紹介

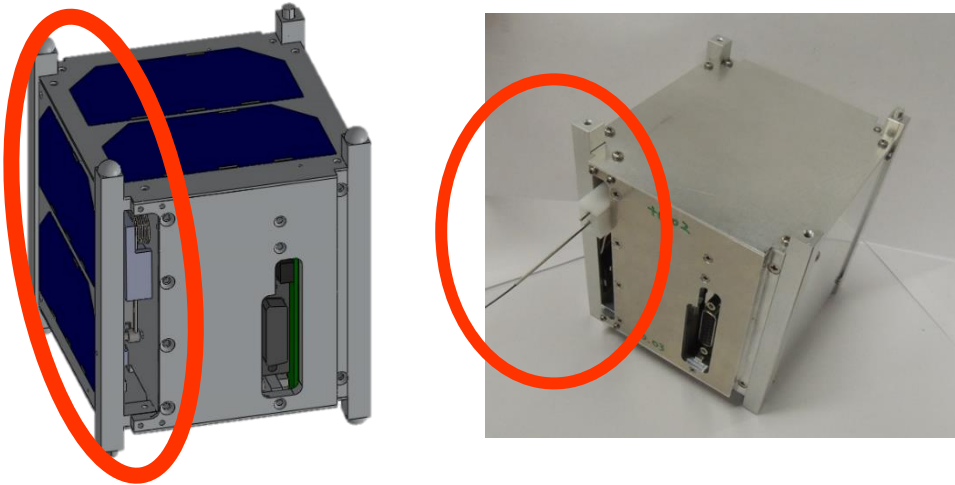
- ・ITF-1の不具合原因の内容
- ・ITF-2設計での対策

アンテナ展開機構 無線機



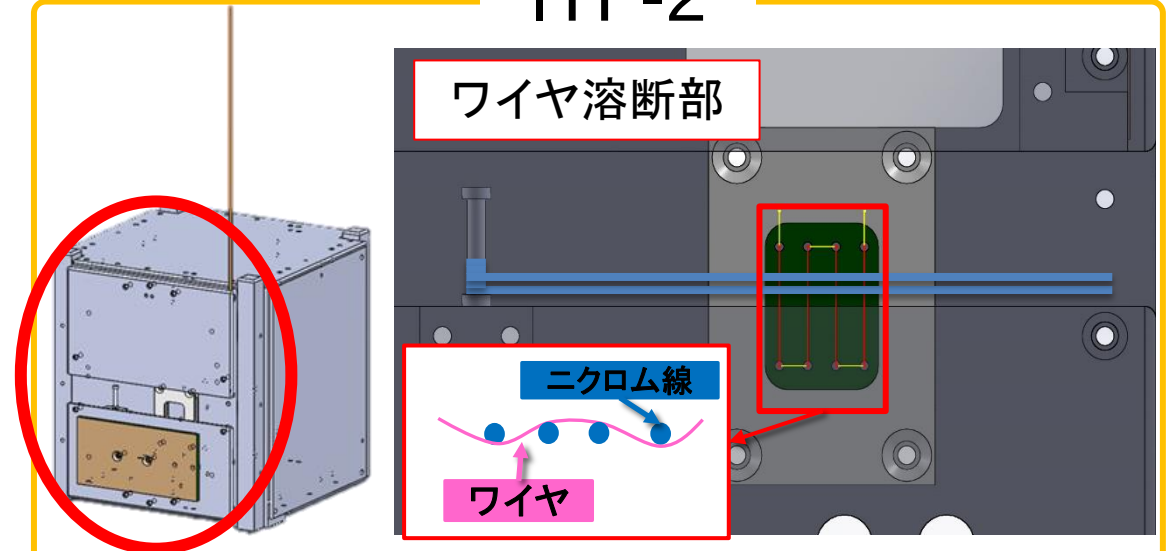
アンテナ展開機構

ITF-1



- ・展開機構が衛星内部に存在
→ 構体を解体してアンテナを格納する必要
- ・地上試験で**展開時にアンテナが引っかかる事例**
- ・溶断用抵抗自体にワイヤを巻きつける
→ ワイヤが抵抗から外れる可能性

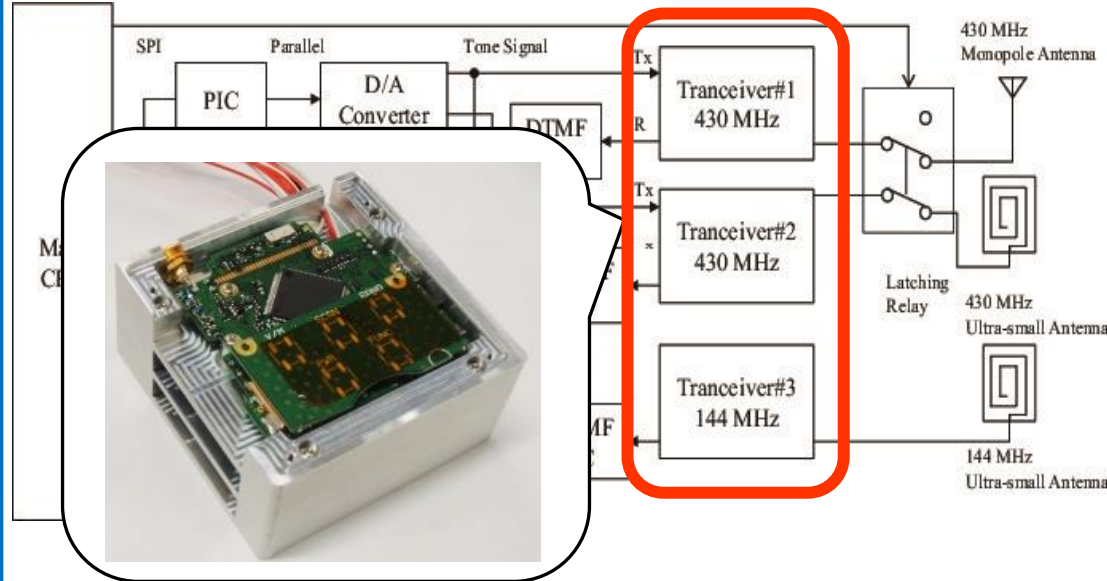
ITF-2



- ・展開機構を外部に取り付け
- ・ワイヤの結び方を変更, ワイヤが外れる可能性排除
- ・ニクロム線でワイヤを焼き, アンテナを展開
→ **アンテナ固定用ワイヤのアクセス性の改善**
展開時に障害物が無い仕様

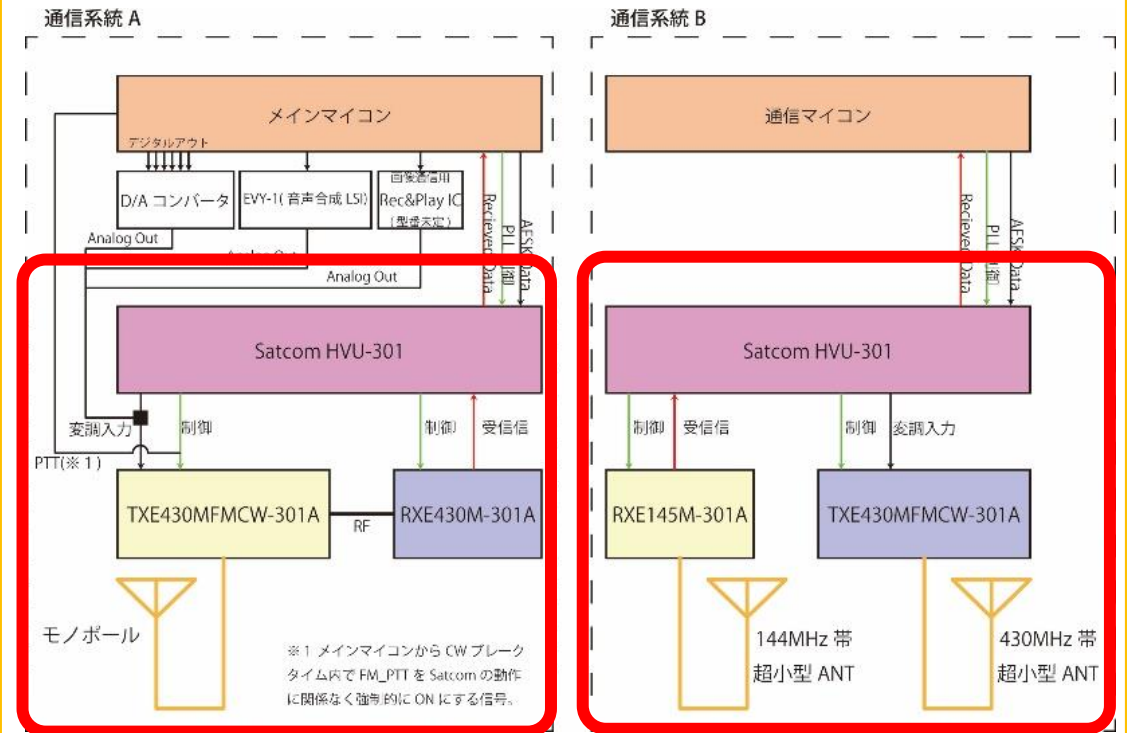
無線機

ITF-1



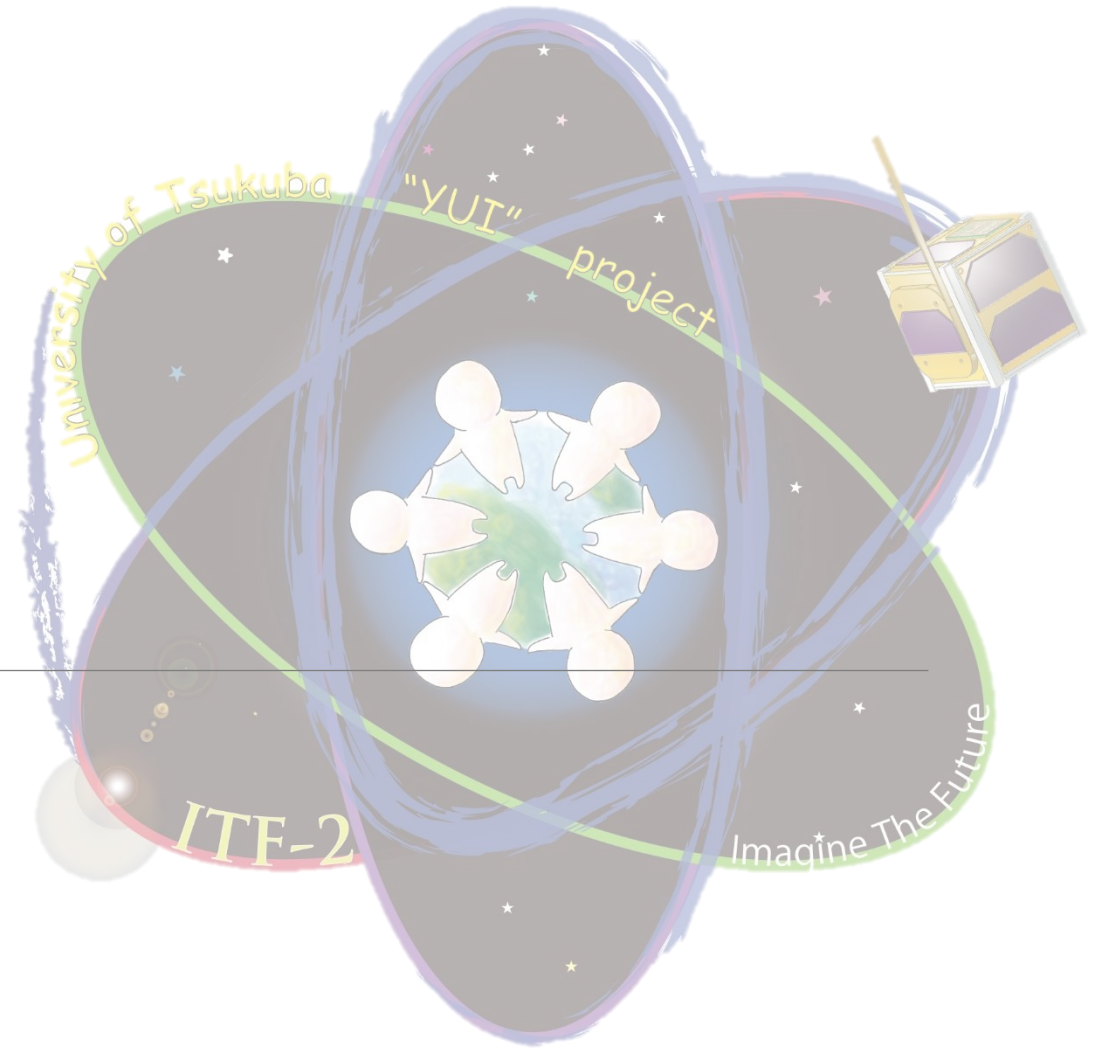
- ・民生品のDJ-C7を送信系統2系統にそれぞれ採用
- ・無線機ケース自作
- ・EM振動試験で無線機が3機破損
- 十分な検証を行わずに打ち上げ

ITF-2

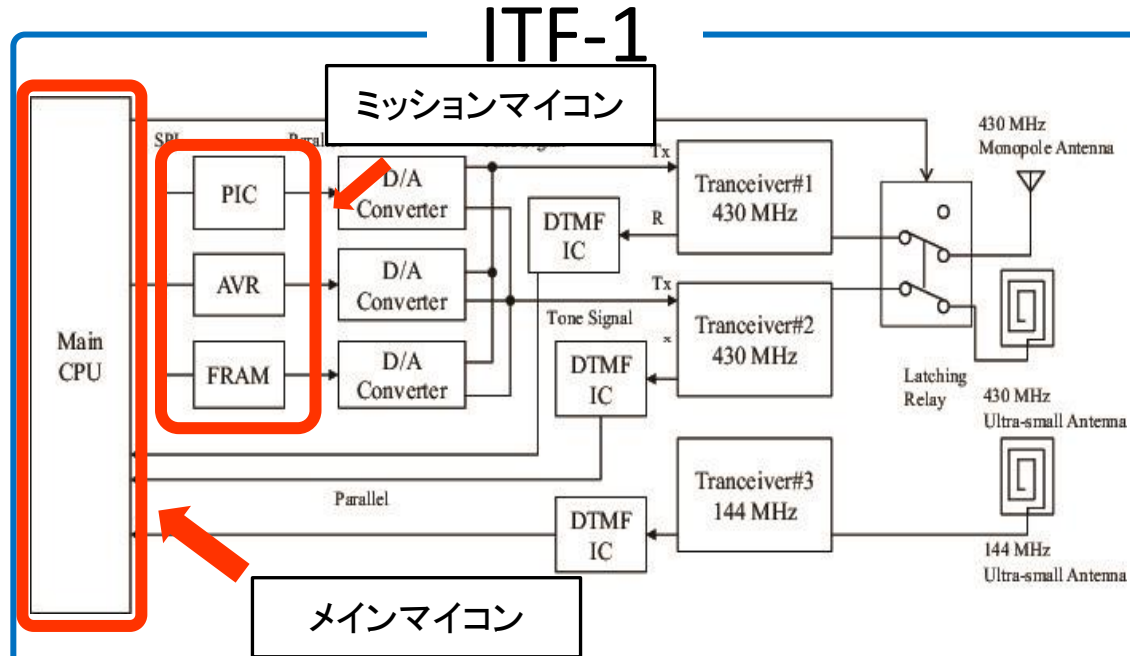


- ・宇宙用無線機「西無線301A型」を送信系統2系統にそれぞれ採用
- ・各種試験で健全性の十分な検証を実施

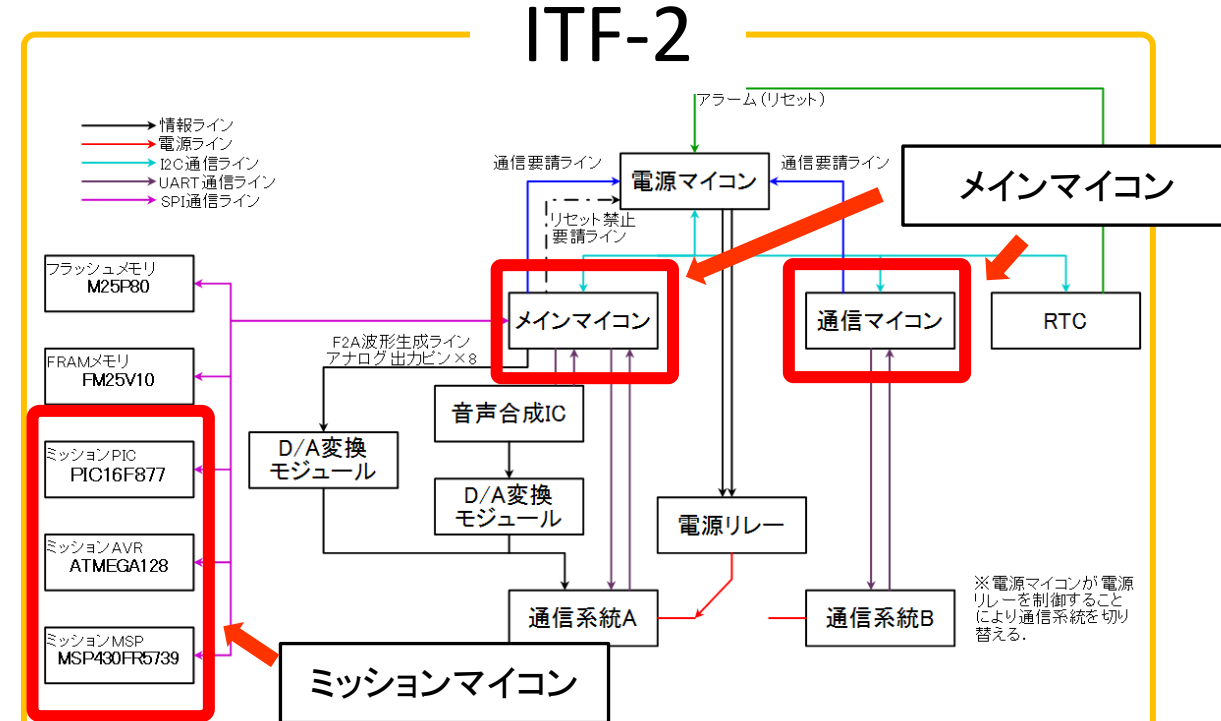
マイコン



マイコン



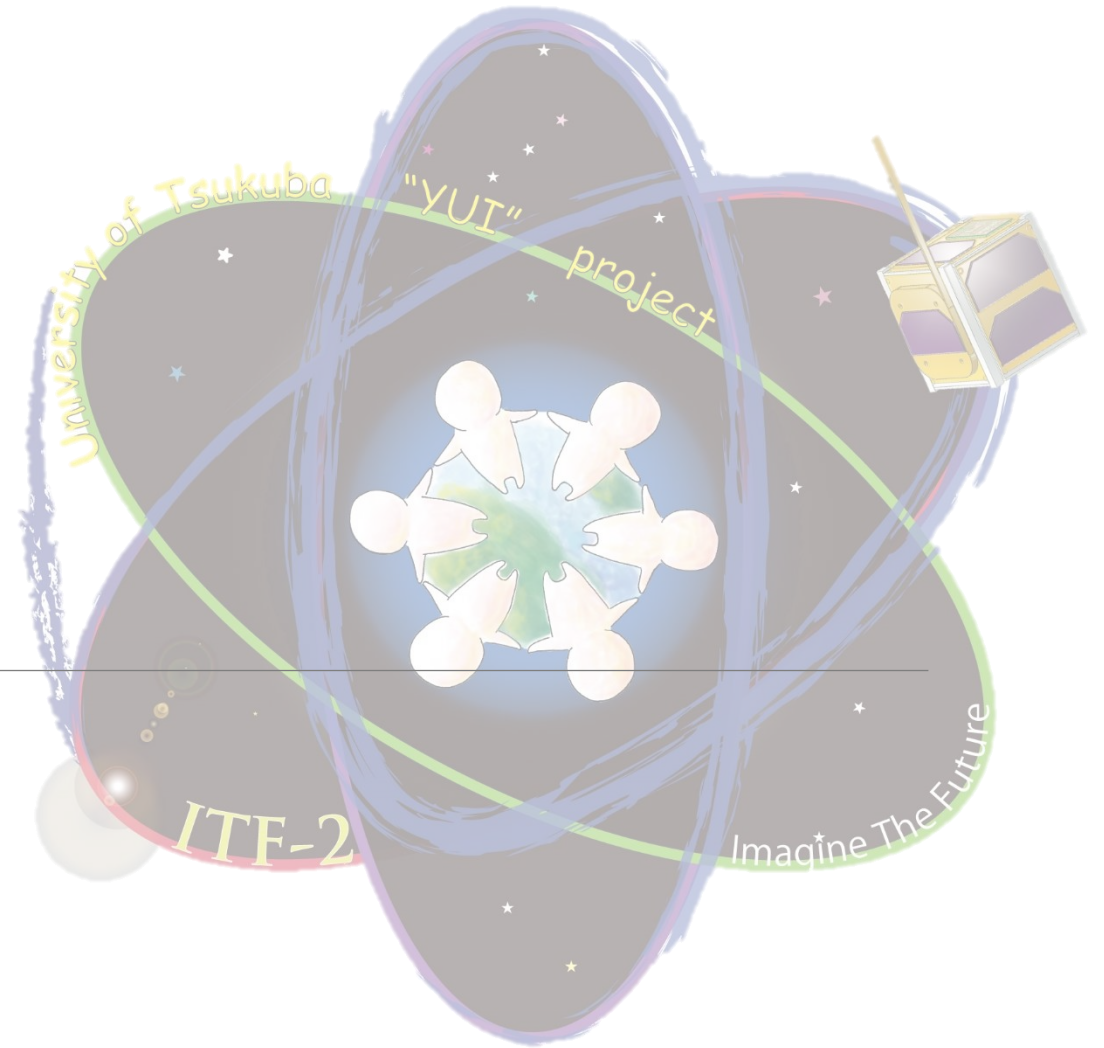
- ・送信系統にミッション用マイコンが存在
→ **ミッション用マイコンが衛星の生死に関わる**
- ・メインマイコンが不具合を起こすと送信不可能
→ **メインマイコンが単一故障点**



- ・ミッション用マイコンを送信系統から除外
→ **ミッション用マイコンが衛星の生死に関わらない設計**
- ・二つの通信系統にそれぞれ別のマイコンが送信命令
→ **マイコンの単一故障点化を排除**

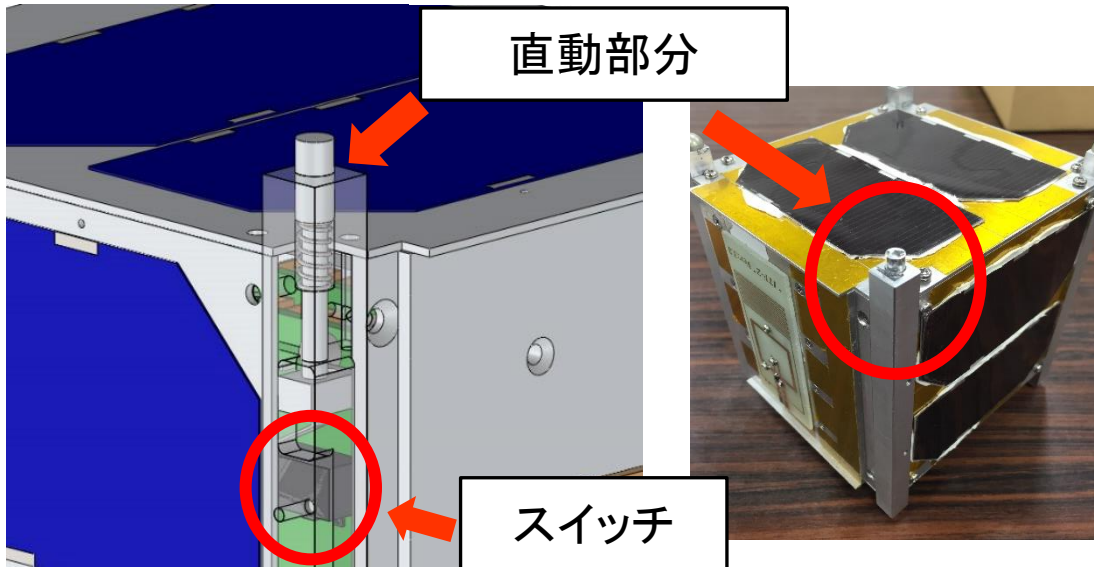
※電源マイコンが電源リレーを制御することにより通信系統を切り替える。

キルスイッチ フライトピン 保護回路 DC/DCコンバータ



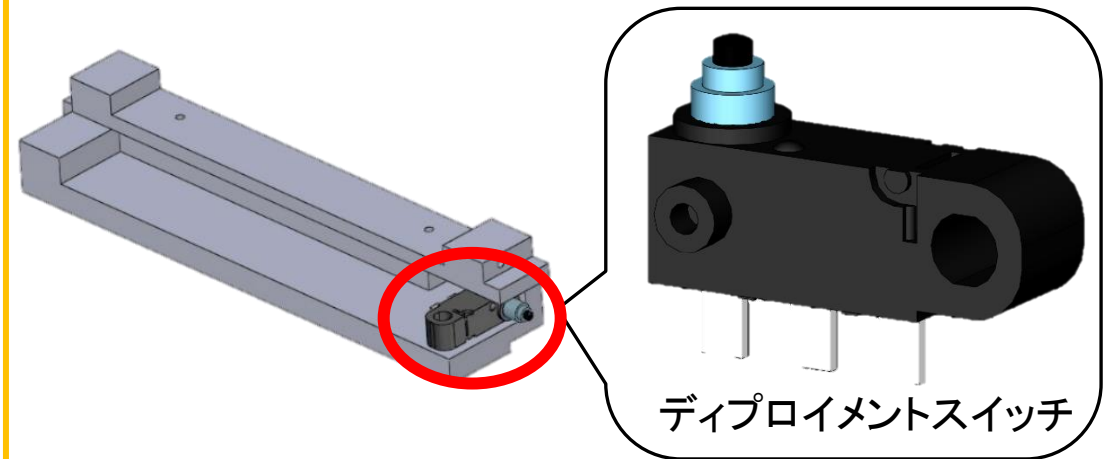
キルスイッチ（ディプロイメントスイッチ）

ITF-1



- ・キルスイッチ部分に直動部品を採用
- ・地上試験で直動部分が固着して戻らない事例
- 放出直後にキルスイッチが固着して回路が導通しなかった可能性

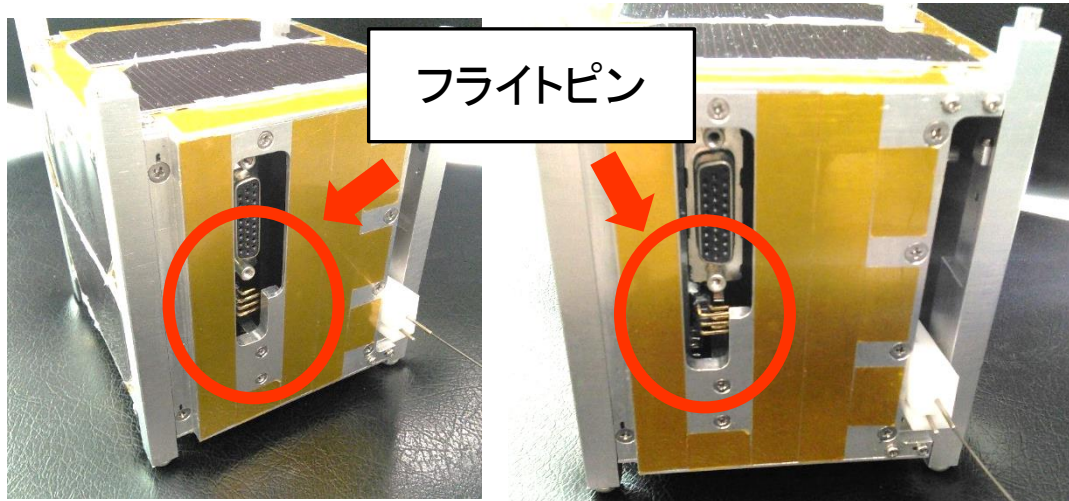
ITF-2



- ・直動部分を無くし、システムを単純化
- スwitchの固着の可能性を排除, 信頼性の向上

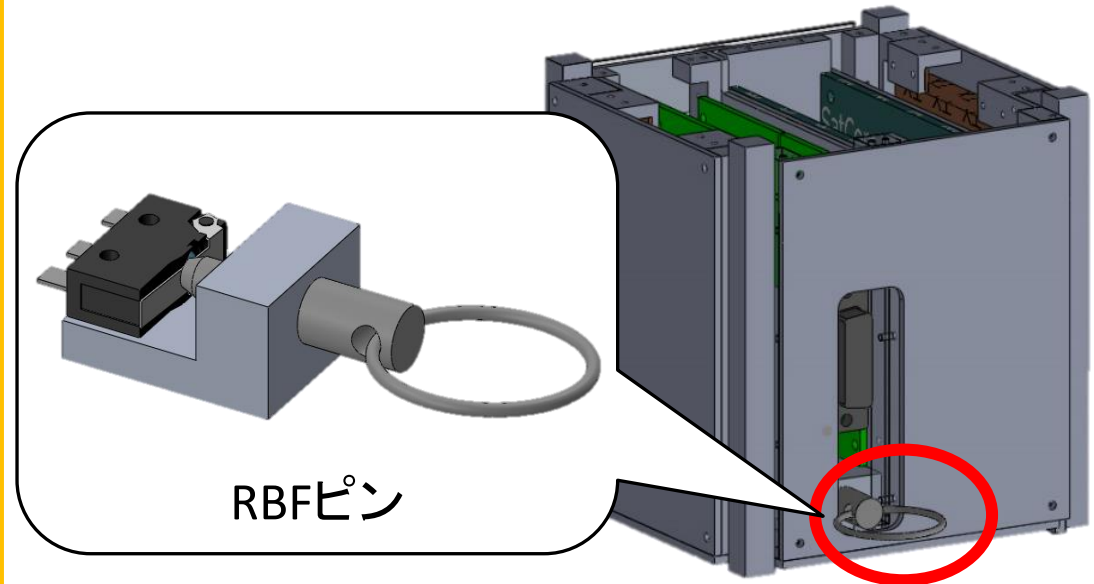
フライトピン

ITF-1



- ・ピンを挿入すると回路が導通する「フライトピン」を採用
 - ・衛星引き渡し直前にフライトピンを挿入
 - ・EM振動試験でフライトピンが脱落する事例
- ロケット打ち上げ時に脱落した可能性

ITF-2



- ・ピンを抜くことで回路が導通する「RBFピン」を採用
- ・衛星引き渡し直前にRBFピンを抜く
- ・「ピンが脱落」という懸念材料を排除

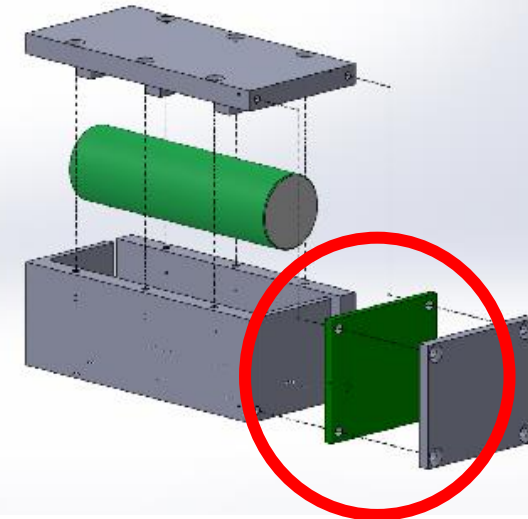
バッテリー(保護回路)

ITF-1



- ・保護回路付きのバッテリーを使用
- ・EM振動試験時にバッテリーの保護回路が外れた
→ ロケット打ち上げの振動で外れた可能性

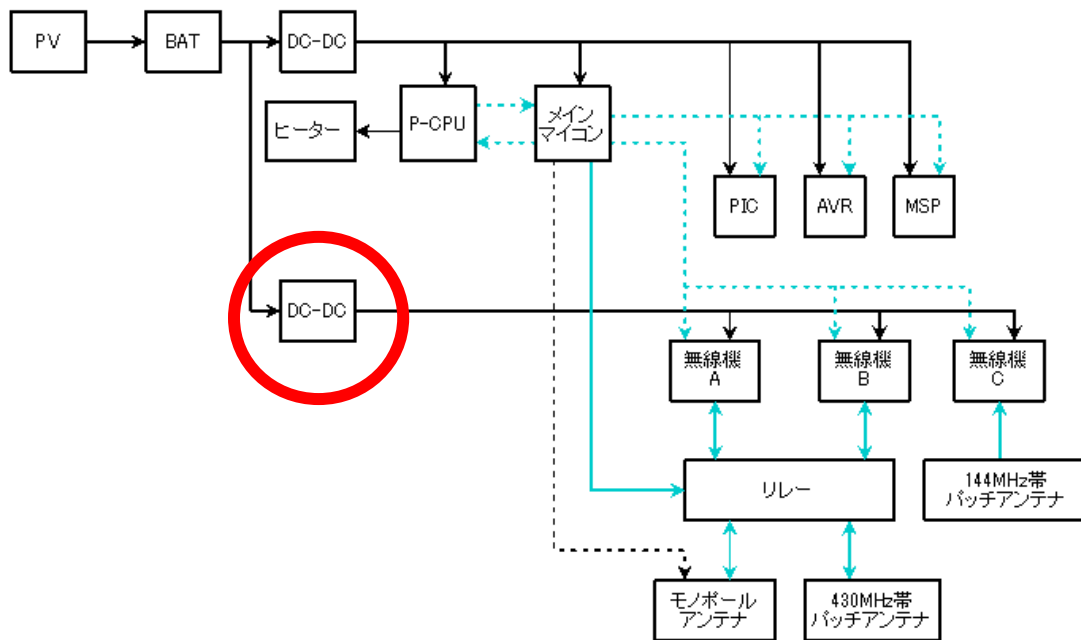
ITF-2



- ・保護回路を自作
- ・バッテリーと保護回路を別々に固定
- ・バッテリー-保護回路間を電線で接続
→ バッテリー-保護回路間の接続の信頼性向上

DC/DCコンバータ

ITF-1

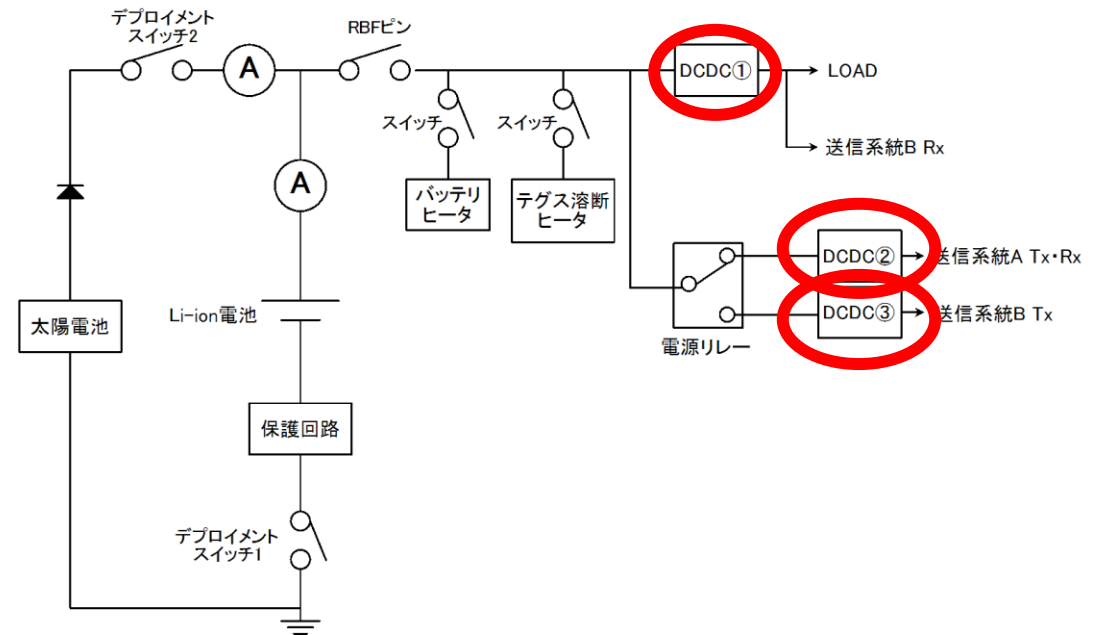


・送信系統にDC/DCコンバータが一つのみ搭載

→故障すると電波送信不可能

DC/DCコンバータが単一故障点

ITF-2



・DC/DCコンバータを三つ搭載

・二つの通信系統ごとにDC/DCコンバータを搭載

→DC/DCコンバータの単一故障点化を排除

まとめ

➤ ITF-1の不具合原因を紹介

通信(アンテナ展開機構・無線機)

C&Dh(マイコン)

電源(キルスイッチ・フライトピン・保護回路・DC/DCコンバータ)

➤ ITF-2での各不具合原因に対策を紹介

➤ ITF-2の仕様についてはHPで順次公開