

# 小型衛星用合成開口レーダアンテナの熱設計

Thermal Design of Antenna Panels for Small SAR Satellite

和田 紗希<sup>(1)</sup>, 中村 和行<sup>(2)</sup>, 間瀬 一郎<sup>(3)</sup>, 齋藤 宏文<sup>(4)</sup>

(1) 東京大学 (2) テクノソルバ (3) JAXA客員 (4) JAXA



MicroXSAR

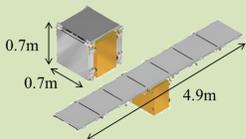
## Abstracts

- ✓ 防災等の観点から低コスト・小型の地球観測衛星の需要が高まっている
- ✓ 小型化実現のため、太陽電池とアンテナのパドルを共用化
- ✓ 観測にXバンド (9.6 GHz, 波長31 mm) を使用し、アンテナを小型化
- ✓ 熱歪シミュレーション、大気中で熱歪計測を行い、アンテナ構造が要求面精度を満たすか検証
- ✓ アンテナパネル厚み方向の熱勾配を数値的に求め、アンテナ構造の妥当性を検証
- ✓ 要求を満たすためには、アンテナパネルの構造と姿勢制御のさらなる検討が必要

## Introduction

### Demand

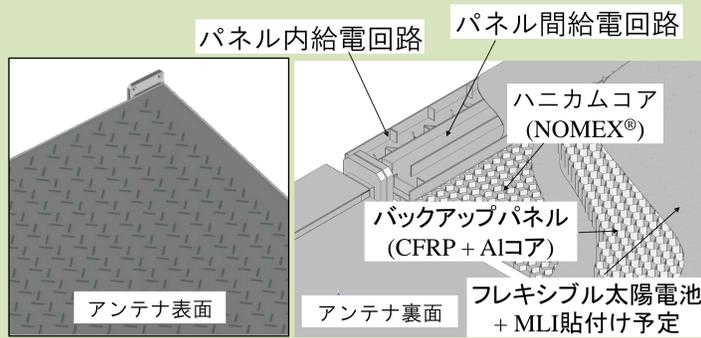
- Piggy back衛星として打ち上げ (100 kg級)
- 0.7 m × 0.7 m × 0.7 mサイズ
- 使用周波数：Xバンド (9.6 GHz, 波長31 mm)
- 太陽電池とアンテナのパドルを共用化
- ◆ 位相のばらつき 波長の1/20 (1.5 mm) 以下
- ◆ アンテナ面精度 1.0 mm RMS以下



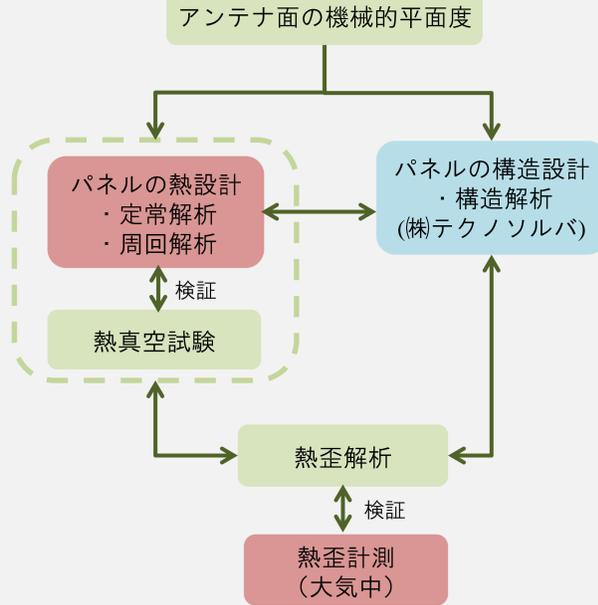
項目	要求値	備考
製造時面精度	0.2 mm (RMS)	
パネル熱歪変形	0.6 mm (RMS)	40 °C表裏温度差 ⇒ 15 °C以下
ヒンジ展開角調整誤差		ストッパ数μm精度
ヒンジ展開角再現性	0.32 mm max	摺動部間隙120 μmの5%再現性0.01 deg.
ヒンジ熱変形	TBD	

### Structure

- 導波管による非接触給電を採用
- 方形スロットアレイアンテナ
- アンテナパネル アルミスキン+NOMEX®ハニカム
- 保持パネル(バックアップパネル) CFRPスキン+アルミハニカム



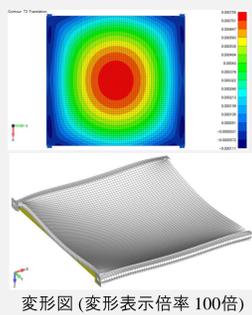
### Flow



## Thermal Distortion

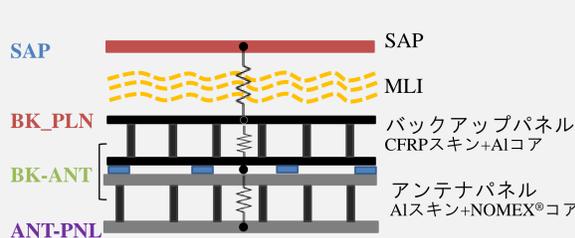
### Distortion Model

- 熱歪のシミュレーション(株テクノソルバ) アンテナ表裏温度差40 °Cで0.6 mm RMSの解析結果
- アンテナ表面の中央部が凹となる歪み
- ➔ 大気中で簡易的な熱歪計測を実施



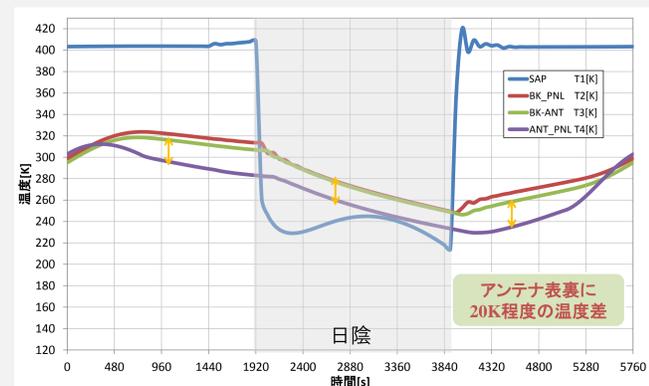
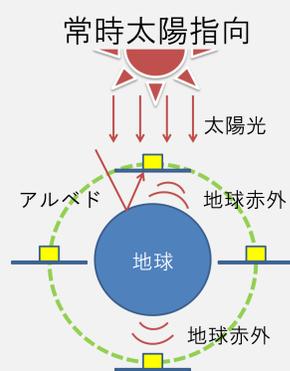
## Thermal Simulation

### Thermal Model

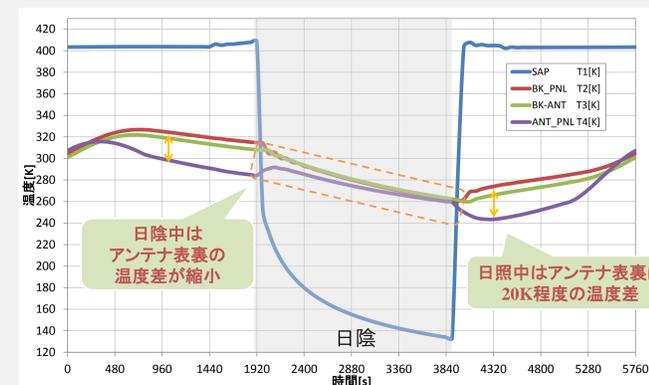
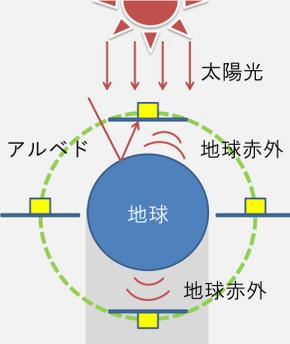


ノード	熱容量 [J/K]	吸収率	輻射率	伝導率 [W/m/K]
SAP	500	0.91	0.8	-
BK_PLN	264	-	0.03	-
BK-ANT	528	-	0.67	2.09
ANT_PNL	264	0.2	0.67	0.001187

### Results 1周回 (5760 秒; 96 分) 解析

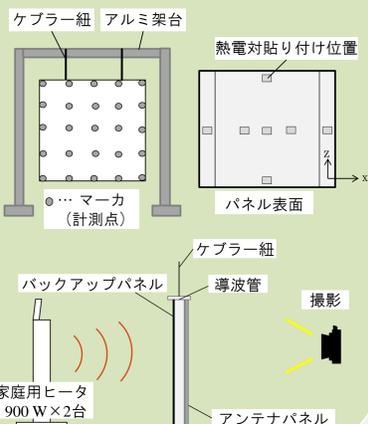


### 日陰中観測



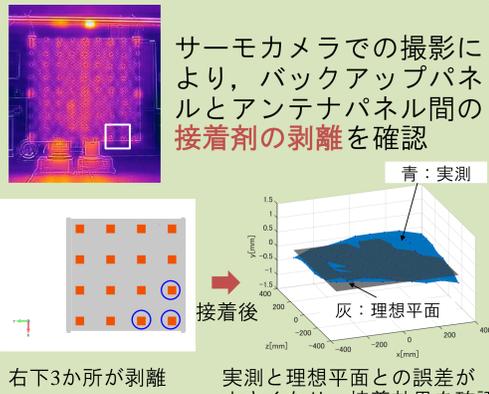
### Experimental Setup

- フォトグラメトリ計測 撮影二次元画像データから視差情報を解析することで寸法形状を求める計測方法
- 表面熱歪測定 アルミ架台、ケブラー紐によって吊り下げ 熱源 家庭用ヒータ900 W × 2台 計測点 マーカ25点(5 × 5) 撮影枚数 100枚程度
- 熱電対 銅-コンスタンタン(T型) 計測点 パネル表裏各7点



### Results

温度差 [°C]	RMS [mm]
0.11	0.17
8.14	0.27
8.65	0.29
9.48	0.33
12.74	0.50
16.35	0.62



➔ 接着方法に問題、改善予定

➔ 実測ではねじれ変形が生じ、シミュレーションと一致しない

➔ シミュレーションモデルのさらなる合わせ込みが必要

## Future Works

- ✓ アンテナ表裏間での温度差を10 °C以下に抑える ⇒ 構造や運用中の姿勢の検討
- ✓ 熱真空試験を行い、より正確なアンテナの温度分布を計測予定