

# 熱真空試験セットアップの簡略化を目指したワイヤレス温度センサの開発

## 背景・目的

熱真空試験は温度センサの準備が大変



熱真空試験では温度測定用センサとして熱電対が使用されているが、以下の欠点・利点がある。

- ・数百本の熱電対は非常に複雑
- ・セットアップに時間がかかる
- ・断線のリスクがある

- ・構造が単純
- ・高い信頼性

これらの問題を解決するために、  
**ワイヤレス温度センサ**  
を開発する

## 開発仕様

こんな物を作った

Item	Specifications
計測温度範囲	-250℃～+400℃(T型熱電対) -40℃～+80℃
動作温度範囲	-40℃～+80℃
計測精度(分解能)	±1℃(0.1℃)
ネットワーク	・2.4GHz(IEEE802.15.4/IEEE802.11) ・800chの同時収集
計測周期	1~100秒
電池	真空中で充電されない
動作時間	10秒周期で50日以上
サイズ・重量	25×25mm, 20g以下(熱電対1本タイプ) 30×40mm, 40g以下(熱電対7本タイプ)

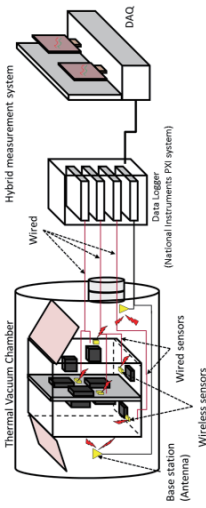
右図はワイヤレスセンサの構造を示している。  
各ワイヤレスセンサは、T型熱電対とセンサユニットで構成されている。センサユニットには、A/D変換モジュール、無線通信モジュール、バッテリーが内蔵されている。赤い線で示されているT型熱電対は、センサユニットに接続されている。  
センサユニットは熱電対1本のタイプと熱電対7本のタイプを検討している。

測定範囲と動作温度範囲は、T型熱電対とバッテリーの仕様に依存する。

技術的な課題は「動作期間」「サイズ・質量」である。センサユニットはバッテリーを電源として使用するので動作期間が限られる。動作期間を伸ばすために大容量の電池を使用するとセンサは大きくなってしまふ。センサの省電力化を図ると共に、適切な動作期間とセンサユニットサイズのバランスを検討する必要がある。

## コンセプトイメージ

通信場所を使ってこう！

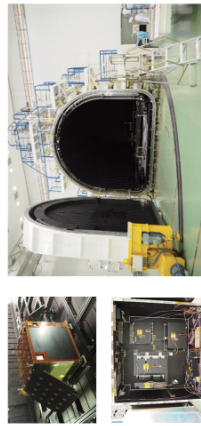


無線温度測定システムのコンセプトイメージは有線と無線の両方のセンサを通信場所と同時に使用することを想定している。例えば、ケーブルの取り扱いが容易な衛星の外部では有線センサを、ケーブルの取り扱いが難しい衛星の内部ではワイヤレスセンサを使用する。

ワイヤレスセンサから発する電波はチャンバ内に設置する基地局で受信される。基地局とチャンバ外のデータロガーは有線のフィードスルーケーブルで接続されている。  
データ処理装置では有線および無線センサの両方から同時にデータを取得することができる。

## 検証

プロトタイプの検証結果



ワイヤレス温度センサを熱真空試験で使用するには金属閉鎖、高真空極低温の2つの環境で動作する必要がある。プロトタイプのワイヤレス温度センサの検証試験を上記環境で実施した。

### ①金属閉鎖環境

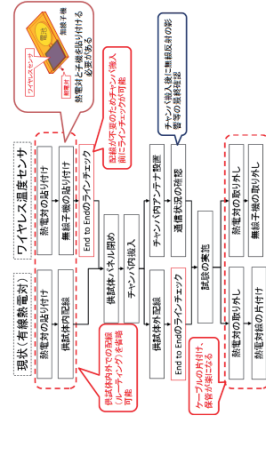
真空チャンバ内で小型衛星の開発モデル内に28個のワイヤレス温度センサを設置し、基地局及び設備側データ処理装置との通信の成立性を検証した。いずれも10秒周期で正常に温度データを取得することが確認できた。

### ②真空極低温環境

ヒータパネル上にワイヤレス温度センサを設置し真空極低温環境で動作確認を実施した。  
真空中に起因する不具合は無く、-40℃～60℃の温度範囲で正常に動作することを確認できた。

## メリット

作業を楽かつ確実に変換



無線センサを使用すると二つの利点がある。

### ①作業負荷の軽減

### ②温度データの早期チェック

まず、ワイヤレスセンサを使用するとケーブル配線や撤収の作業に掛かる時間を短縮できる。

また、有線センサを使用する通常の試験では衛星を真空チャンバに入れた後でEndのデータチェックを行うため、ワイヤレスの時点で不具合が発生が判明しても復旧が難しい。ワイヤレスセンサでは、センサを衛星に設置した直後に温度データをチェックできるため、試験準備の不確実性を最小限に抑えることができる。

## まとめと今後 製品化の目途は立ちつつある

これまでの開発と検証で熱真空試験特有の環境でワイヤレス温度センサが動作可能であることが確認できた。製品化に向け以下の課題に取り組む予定である。

- ①センサの省電力化  
動作電力、待機電力共に省電力化を図る。
- ②EMCの確認  
宇宙機に影響を与えないことを確認する。
- ③センサ設置方法の検討  
簡単かつ確実な取り付け方法を検討する。

