

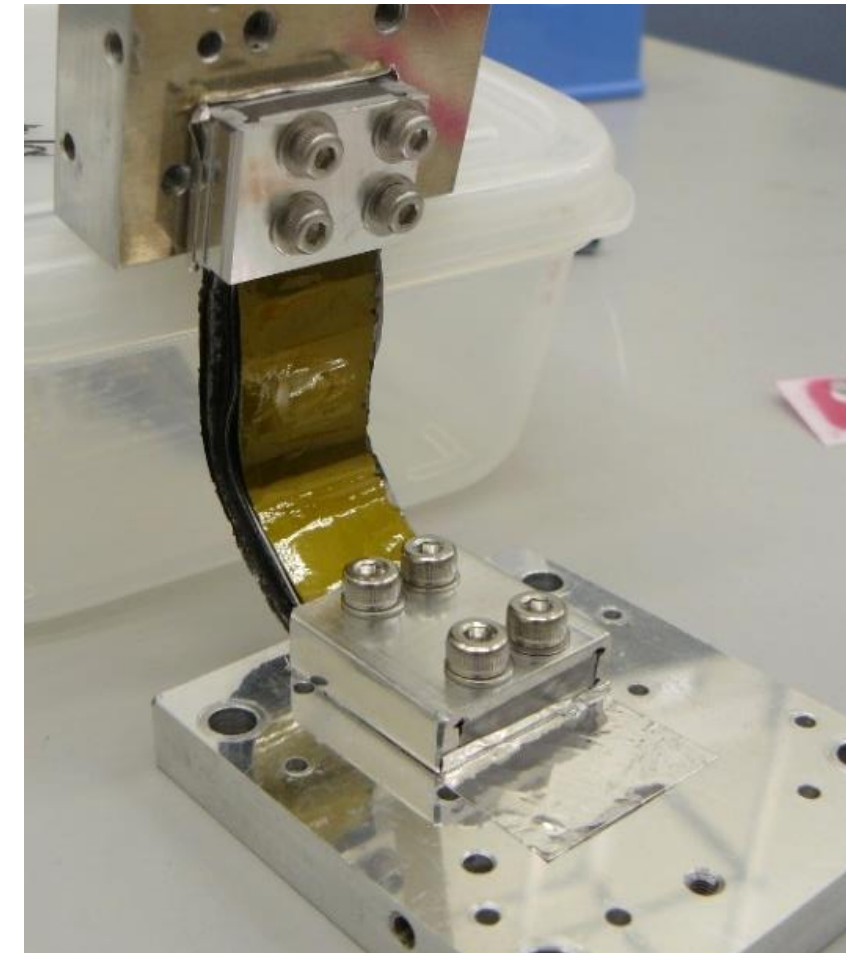
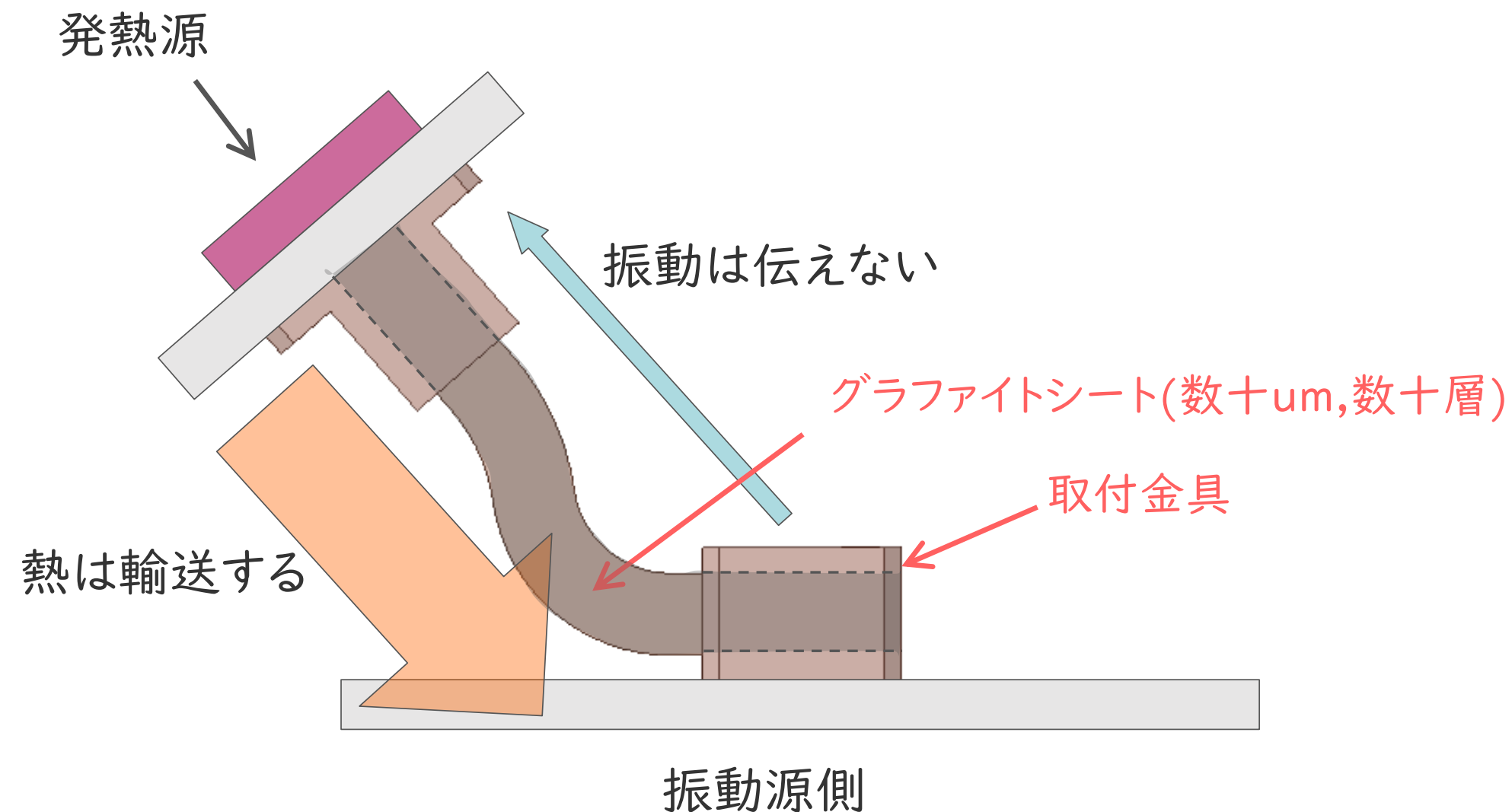
グラフィットシート サーマルストラップ製品紹介

WEL Research

サーマルストラップ概要

弊社ではグラファイトシートを数十層重ねることで、高排熱性、軽量、高柔軟性を高いレベルで実現可能なサーマルストラップを開発しており、軌道上の衛星で使用されております。

例えば、近年の衛星の検出器などは高い排熱能力が求められてきております。それに加えて軽量化や高い柔軟性（外部で発生した振動外乱を検出器に伝えさせないため）という機能も同時に求められており、このような用途でサーマルストラップが利用されております。



目次

1

サーマルストラップの性能

2

サーマルストラップ評価試験

3

コンタミネーション管理

4

適用プロジェクト

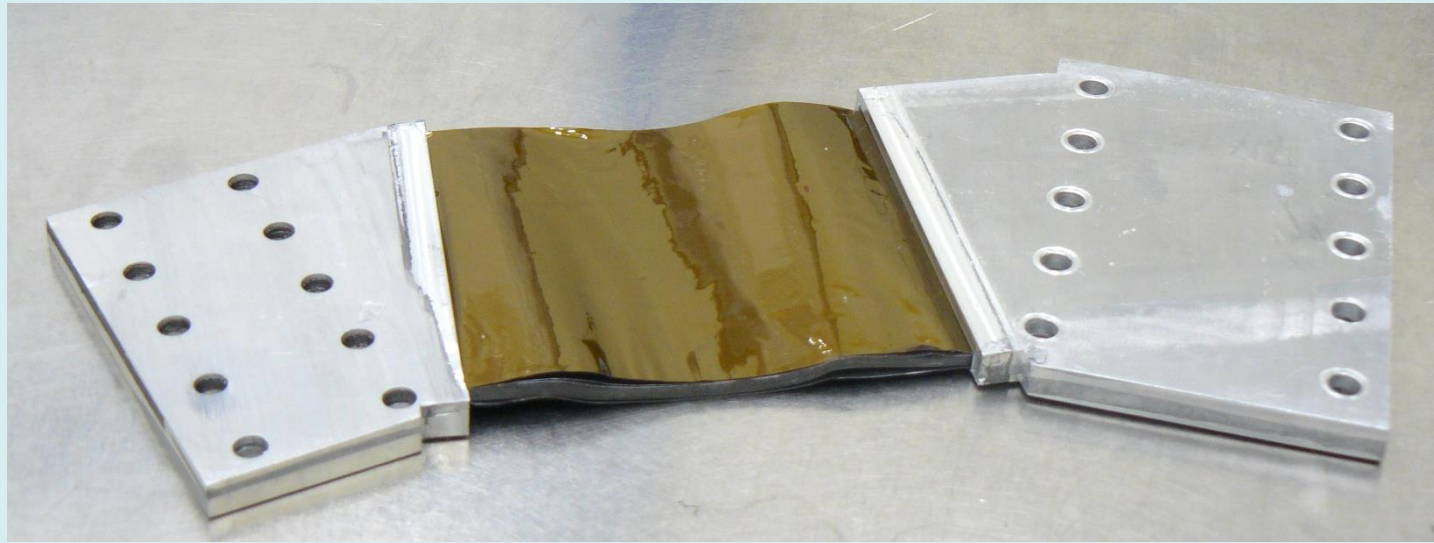
5

品質保証

6

価格・納期

1. サーマルストラップの性能(タイプA)



■ 構成・質量

グラファイトシート：約270mm（長さ）×75mm（幅）×40um（50層）

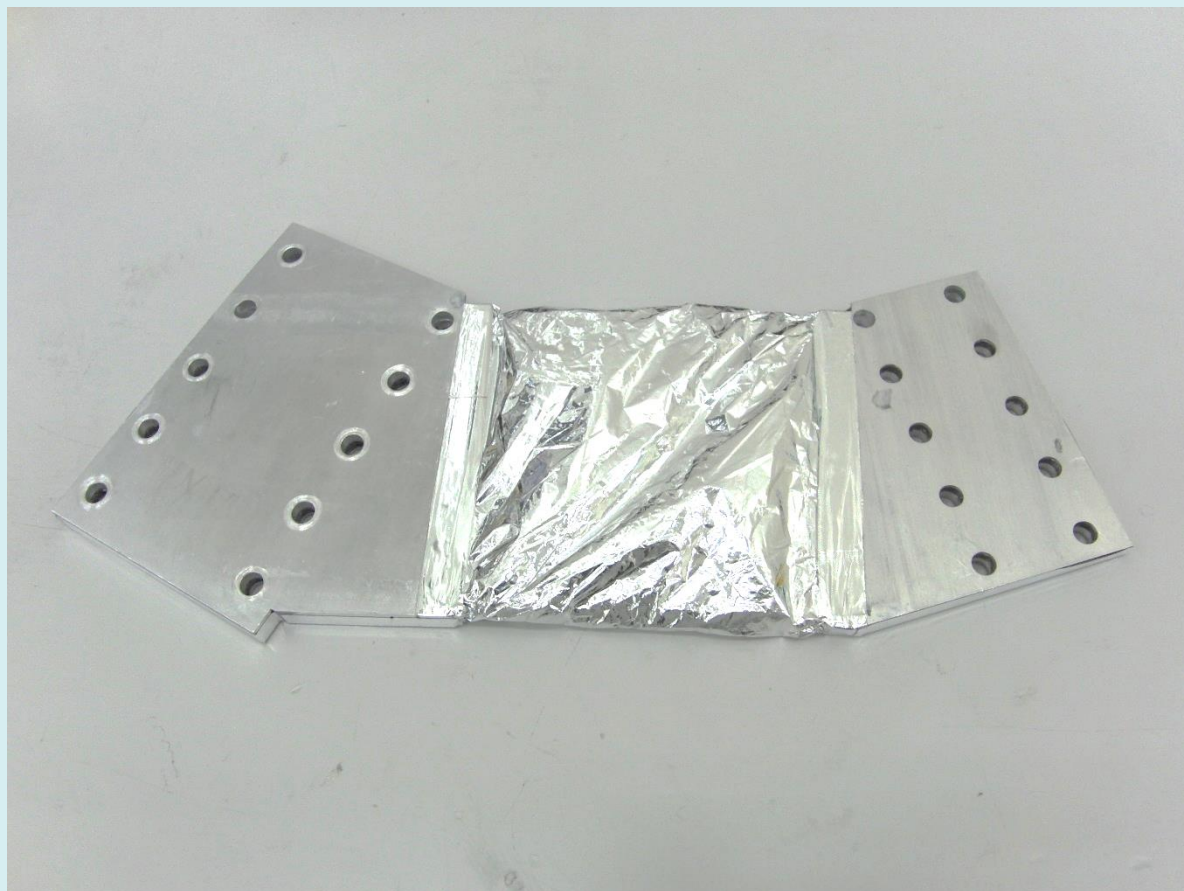
■ 熱伝導特性

約1 W/K（インタフェース接触熱伝導込み）

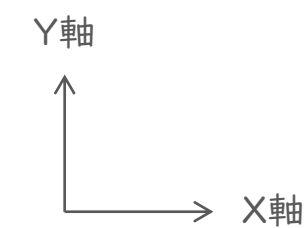
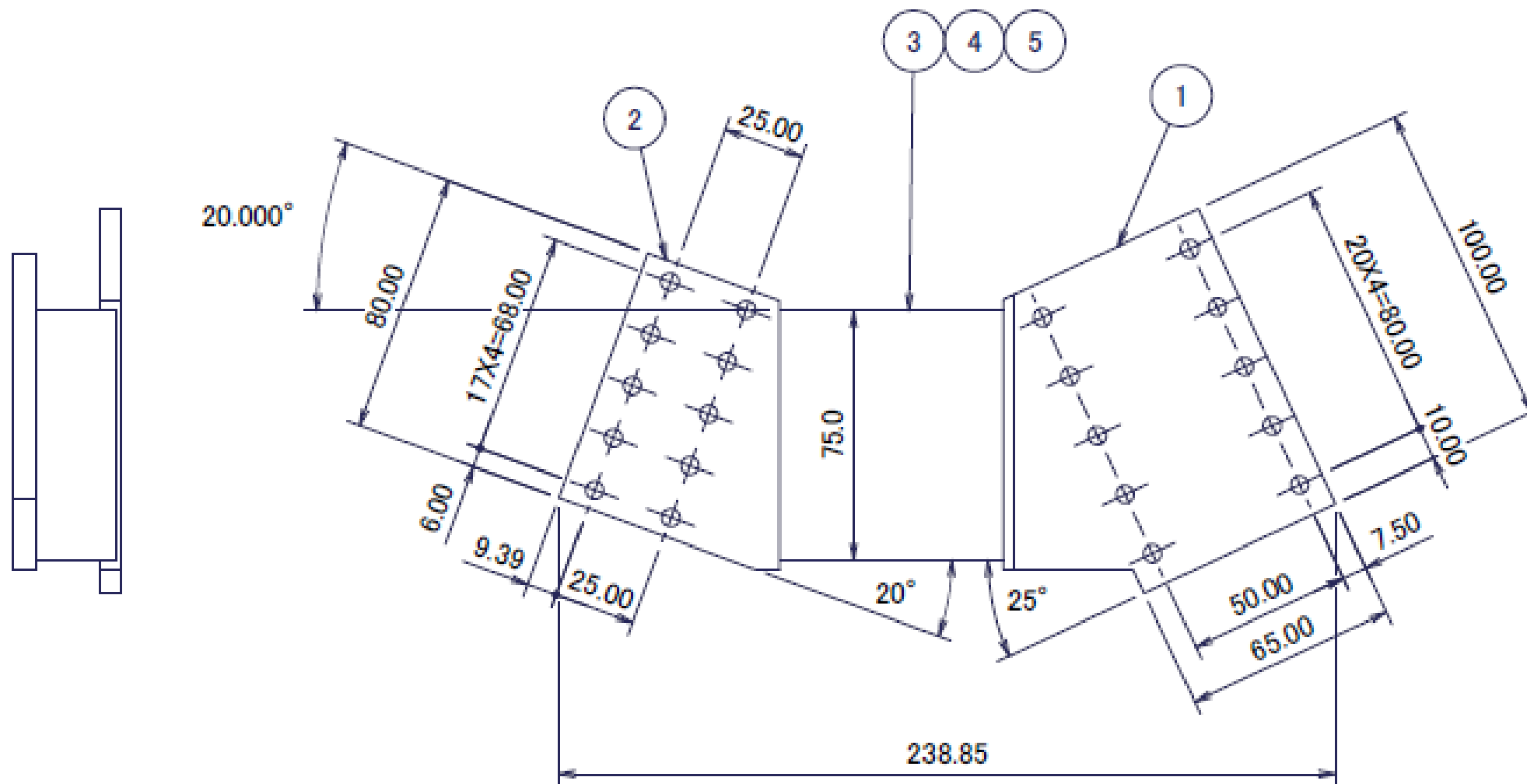
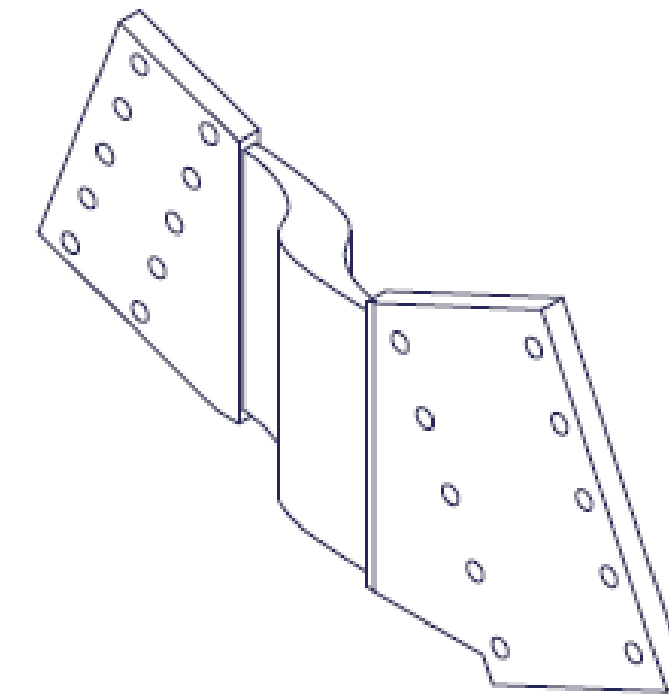
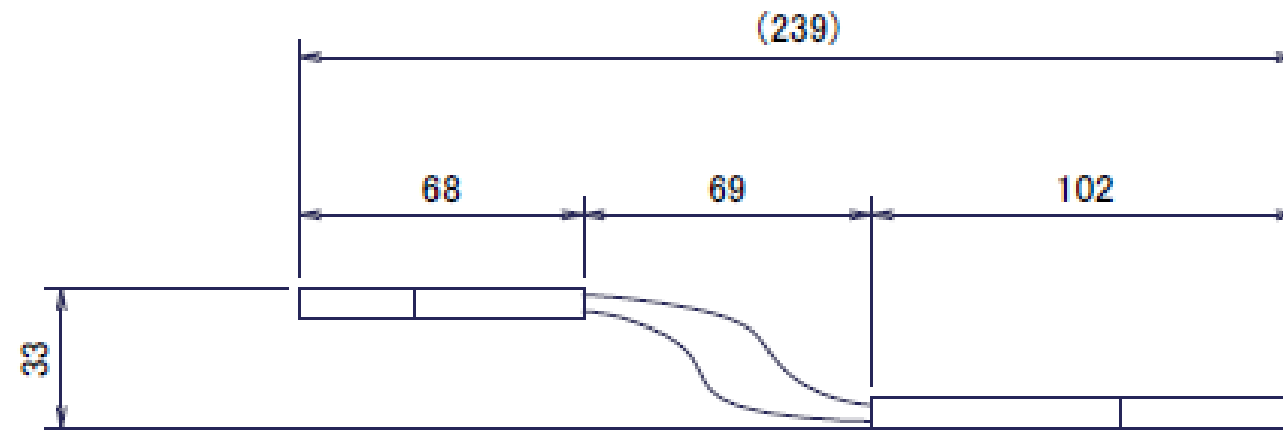
■ 剛性・質量

$K_x = 0.4 \text{ N/mm}$, $K_y = 2.0 \text{ N/mm}$, $K_z = 0.01 \text{ N/mm}$

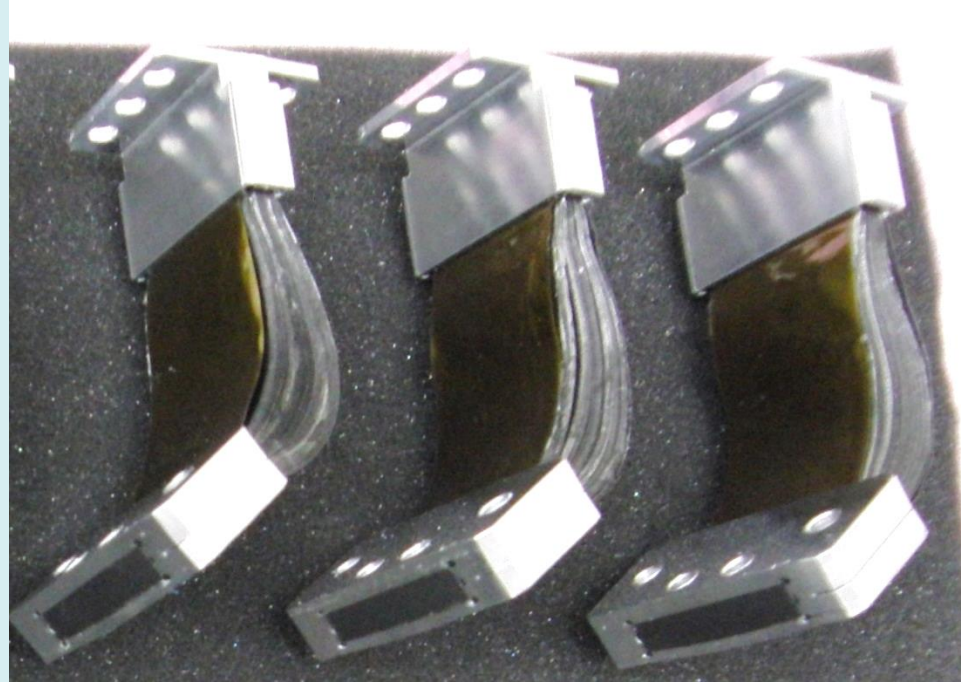
245g



寸法 (タイプA)



1. サーマルストラップの性能(タイプB)



■ 構成・質量

グラファイトシート：約120mm（長さ）×30mm（幅）×40um（150層）

■ 熱伝導特性

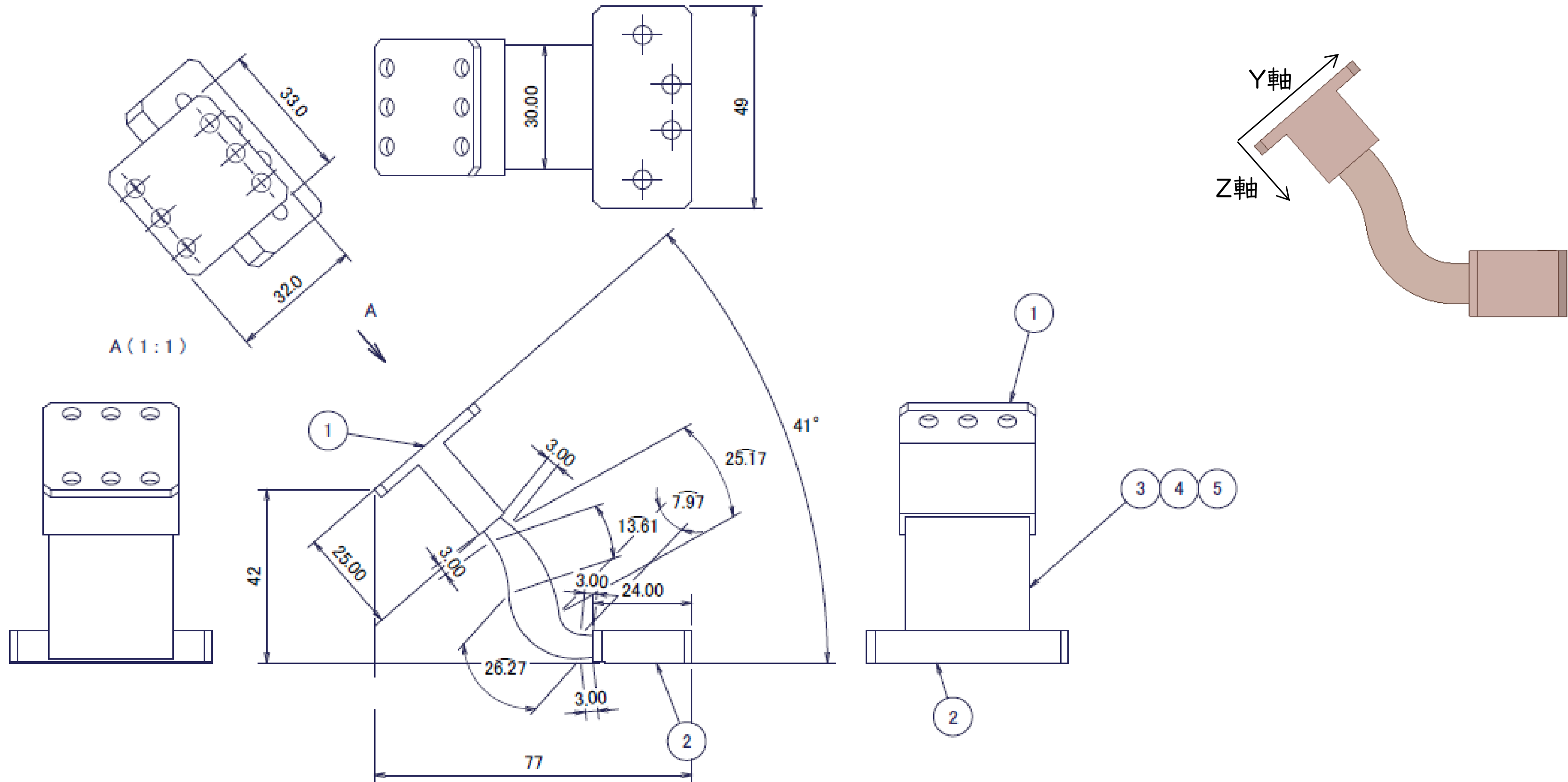
約0.9W/K（インタフェース接触熱伝導込み）

■ 剛性・質量

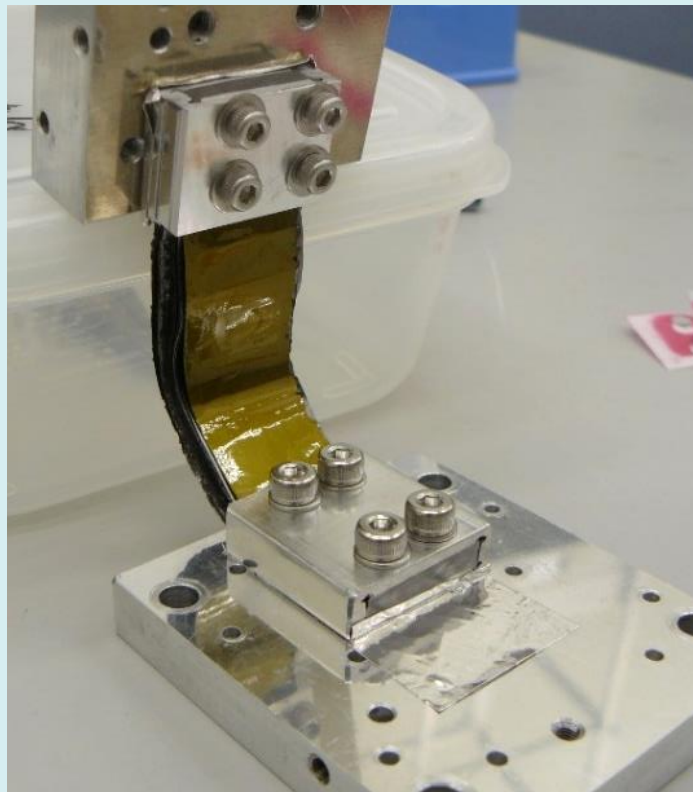
$K_x = 5.2 \text{ N/mm}$, $K_y = 0.7 \text{ N/mm}$, $K_z = 1.0 \text{ N/mm}$

70 g

寸法(タイプB)



1. サーマルストラップの性能(タイプC)



■ 構成・質量

グラファイトシート：約100mm（長さ）×20mm（幅）×40um（100層）

■ 熱伝導特性

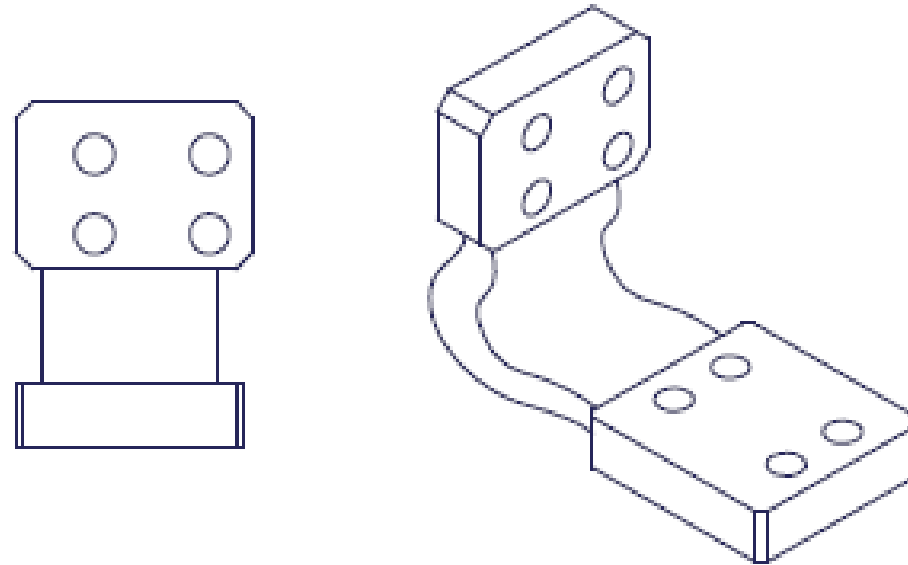
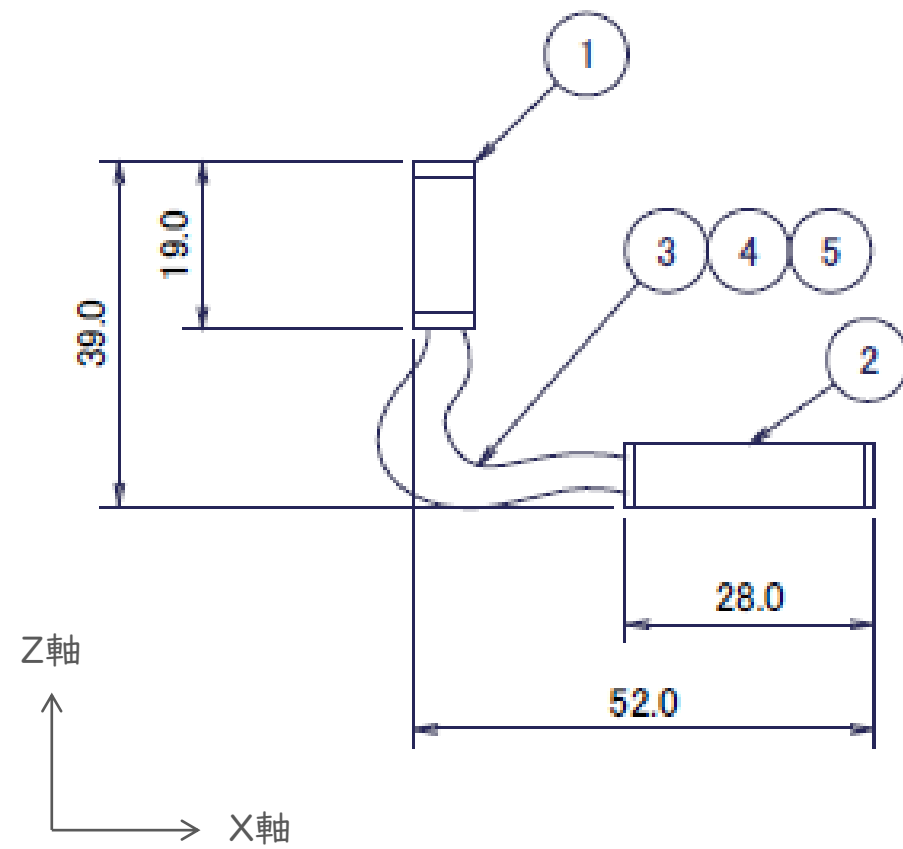
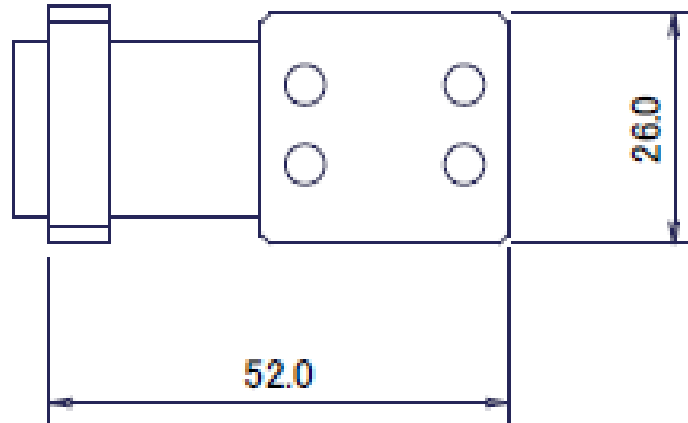
約0.75 W/K

■ 剛性・質量

$K_x = 4.1 \text{ N/mm}$, $K_y = 0.2 \text{ N/mm}$, $K_z = 0.2 \text{ N/mm}$

40g

寸法 (タイプC)

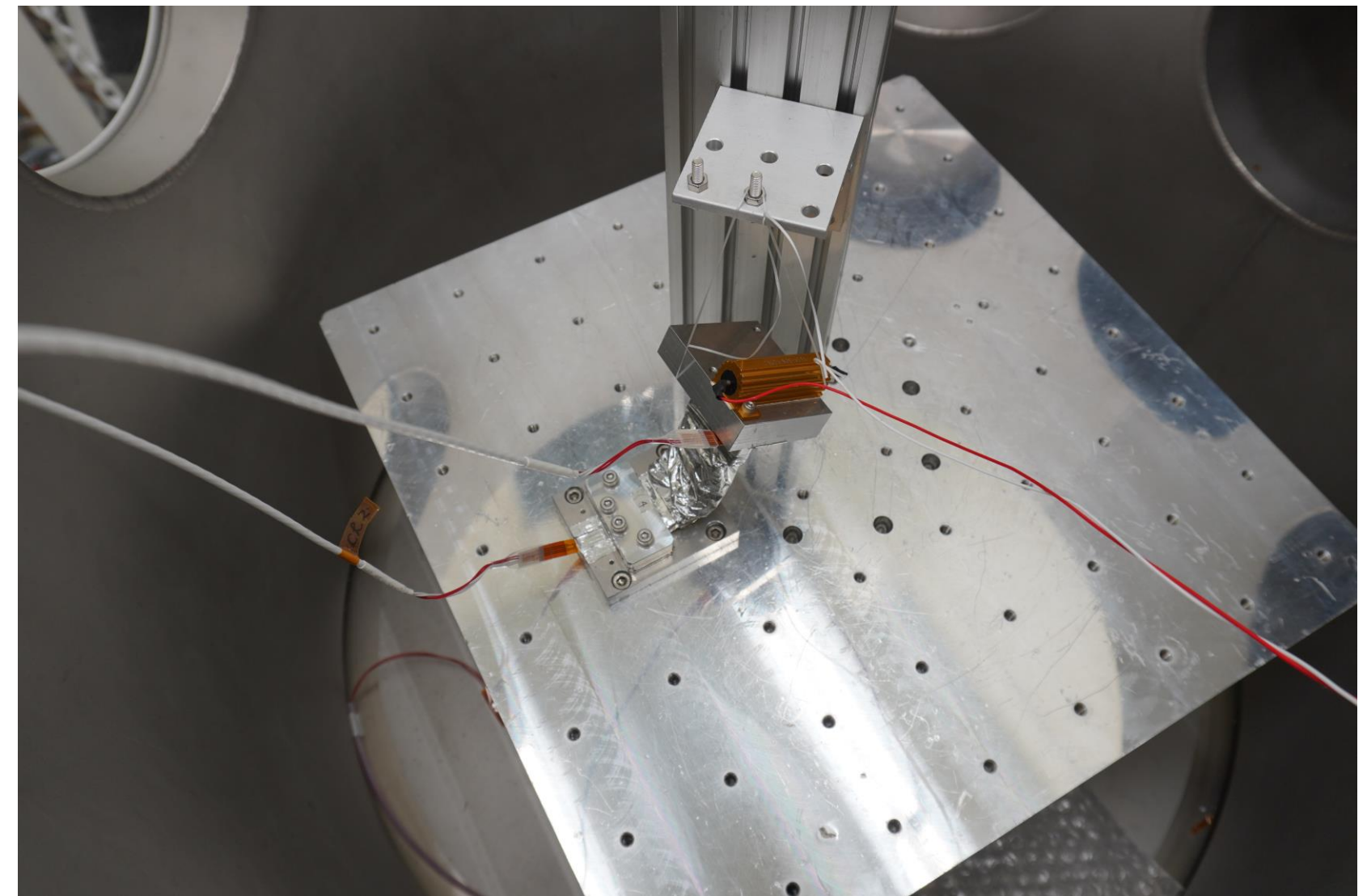
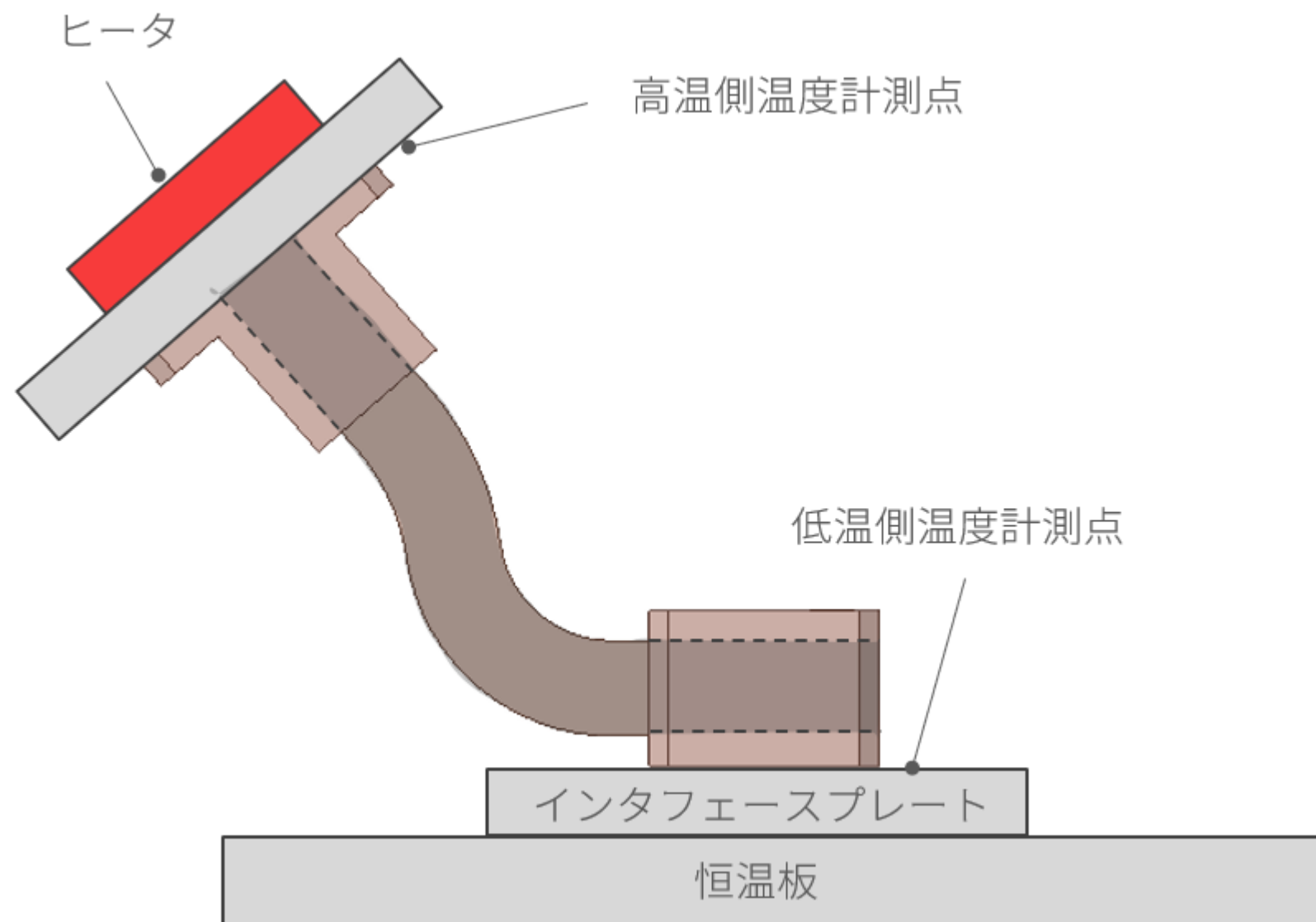


2. サーマルストラップ評価試験

< 熱伝導特性確認試験 >

ヒータで発熱を模擬し、サーマルストラップの両端の温度差を計測することで、サーマルストラップの熱伝導特性を確認する試験。大気圧下、真空中で実施可能。

下図はインタフェース部の接触熱伝導も含んだ熱伝導特性を確認する試験コンフィギュレーション。



2. サーマルストラップ評価試験

< 熱伝導特性確認試験結果 >

真空温度試験

使用環境下での熱伝導特性の確認

Type	No.	圧力	熱負荷 [W]	Tmax	Tmin	温度差 [℃]	熱伝導特性 [W/K]
B	1-0	大気圧	35.1	63.6	32.4	31.2	1.13
	1-1	真空	34.2	41.7	11.8	29.9	1.14
	1-2	真空	34.1	17	-13	30	1.14
	2-1	真空	35.0	41.9	9.2	32.7	1.07
	2-2	真空	35.4	18.9	-18	36.9	0.96
C	1-0	大気圧	35.0	80	33.2	46.8	0.75
	1-1	真空	34.2	46.3	7.3	39	0.88
	1-2	真空	34.1	21.8	-23.1	44.9	0.76
	2-1	真空	35.0	54.9	8	46.9	0.75
	2-2	真空	35.4	25.1	-21.5	46.6	0.76

※TIMはフライト品を使用

大気中試験

製造時の不良を確認

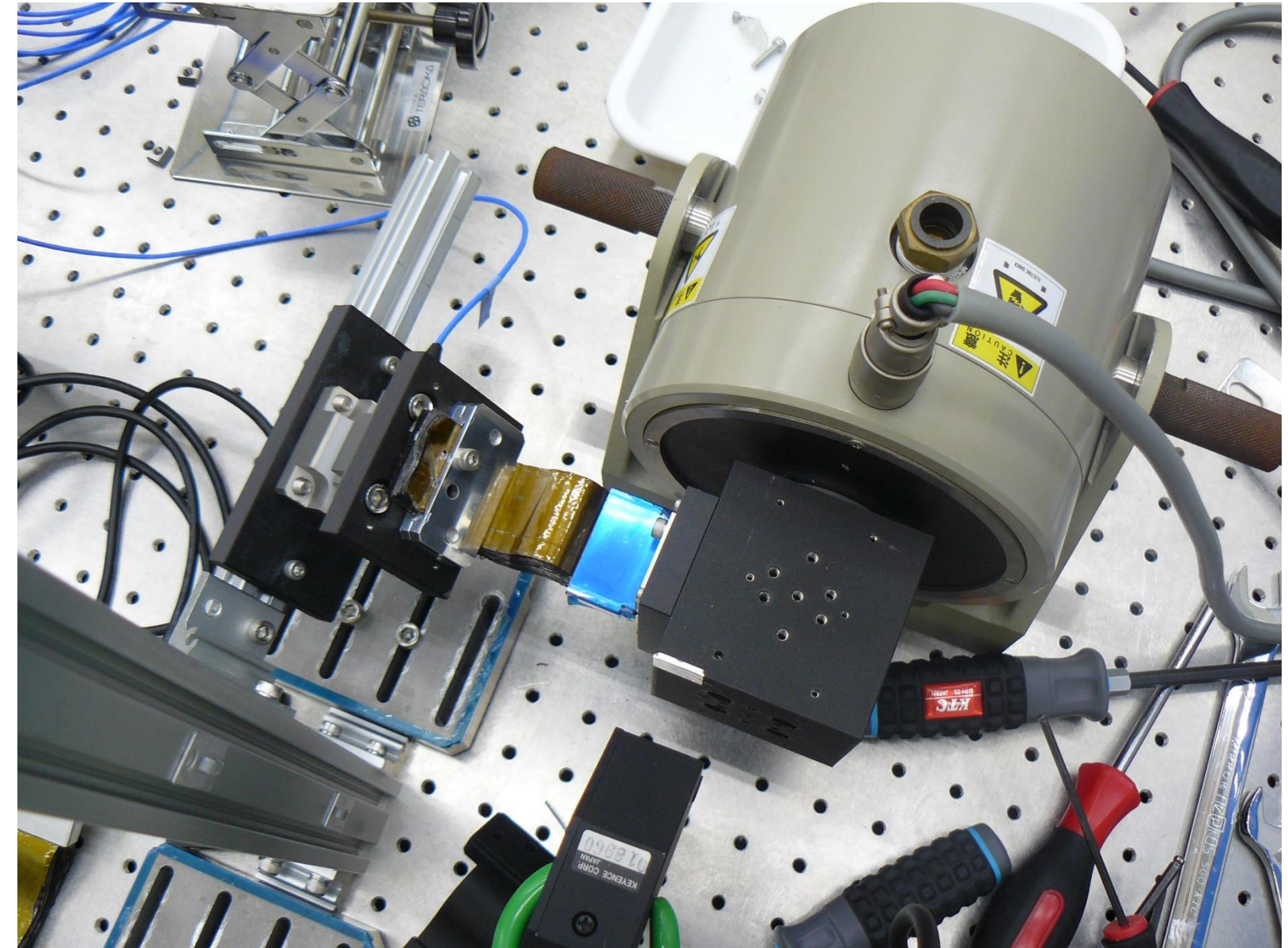
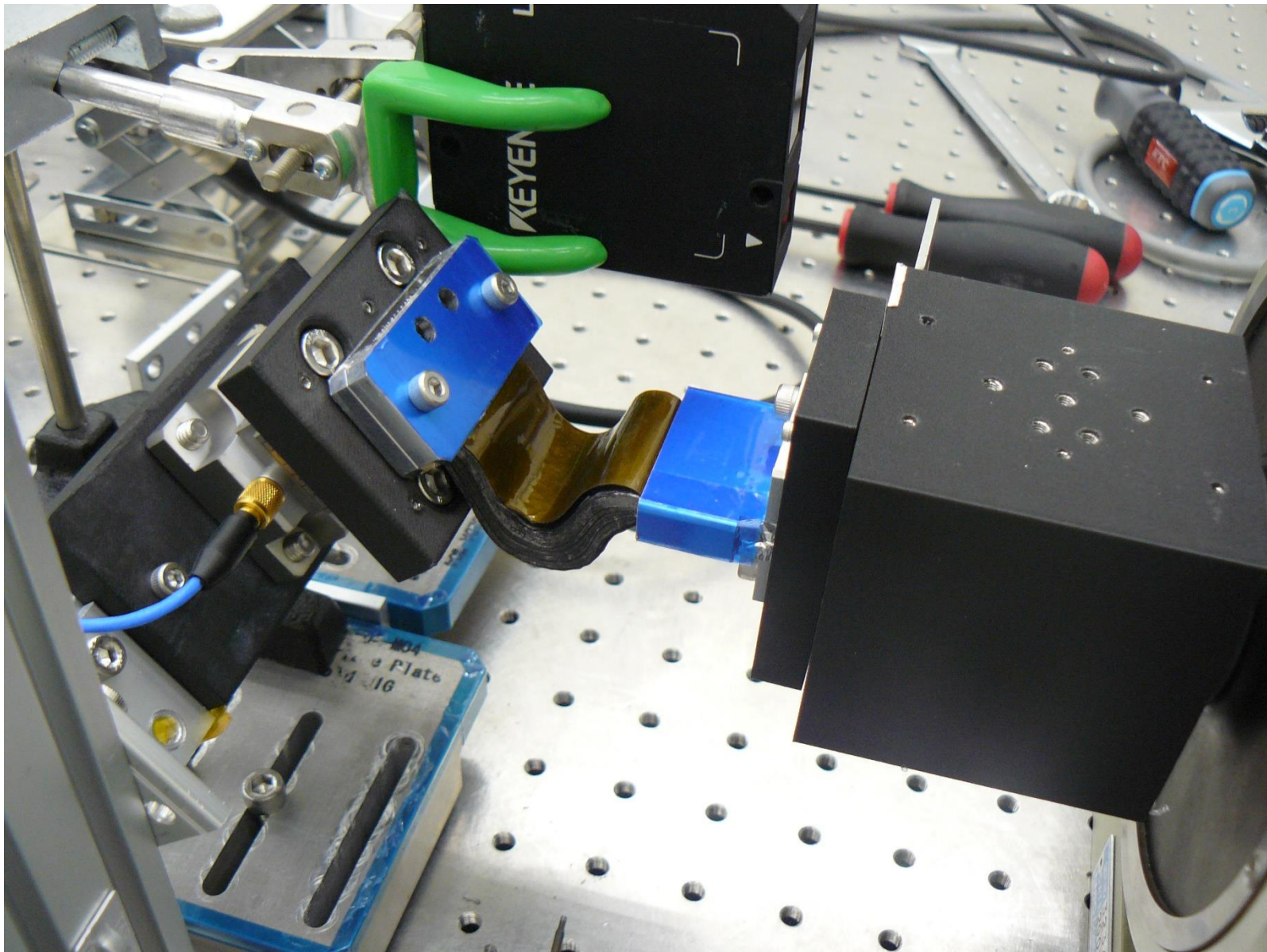
Type	No.	熱負荷 [W]	Tmax	Tmin	温度差 [℃]	熱伝導特性 [W/K]
A	1	29.7	45.8	24.2	21.6	1.37
B	1	29.7	59.5	25.7	33.8	0.88
	2	29.7	46.9	11.1	35.8	0.83
	3	29.7	41.3	11.2	30.1	0.99
	4	29.7	45	11.3	33.7	0.88
	5	29.7	48.6	11.3	37.3	0.80
	6	29.7	42.2	11.3	30.9	0.96
	7	29.7	43.8	11.4	32.4	0.92
	8	29.7	41.8	11.4	30.4	0.98
	9	29.7	44.1	11.2	32.9	0.90
	平均					0.90
C	1	22.4	42.5	11.9	30.6	0.73
	2	22.4	43.2	11.2	32	0.70
	3	22.4	47.7	11.3	36.4	0.61
	4	22.4	44.8	10.4	34.4	0.65
	5	22.4	43.4	10.4	33	0.68
	6	22.3	44.2	11.9	32.3	0.69
	7	22.4	42.5	10.9	31.6	0.71
	8	22.4	45.5	10.8	34.7	0.64
	9	22.3	45.8	10.8	35	0.64
	平均					0.67

※TIMはノンフライト品を使用

2. サーマルストラップ評価試験

<剛性確認試験>

小型振動試験機でサーマルストラップに微小な変位を繰り返し与え、同時に荷重を計測することによってサーマルストラップの剛性を計測する試験。

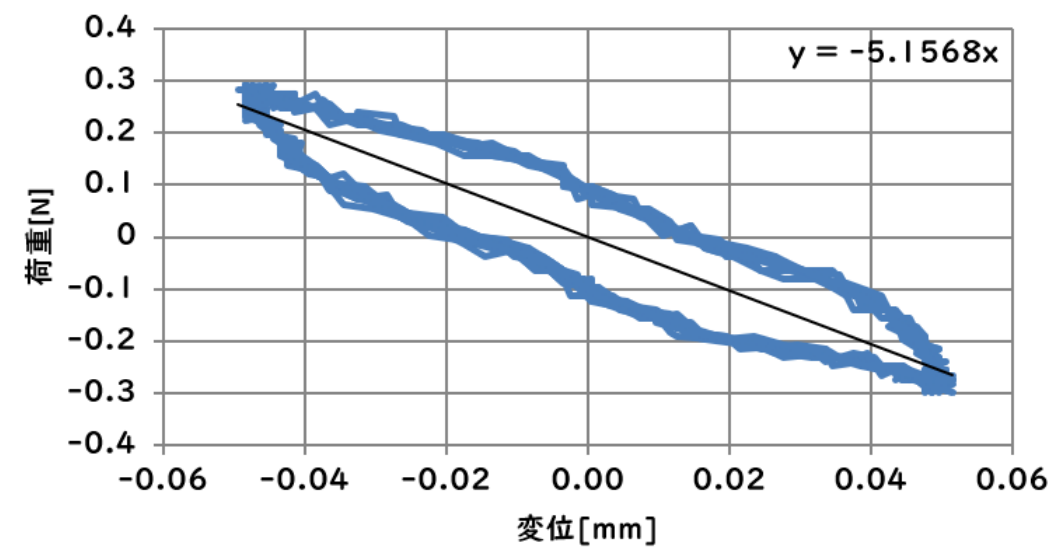


2. サーマルストラップ評価試験

< 剛性確認試験結果 (タイプB) >

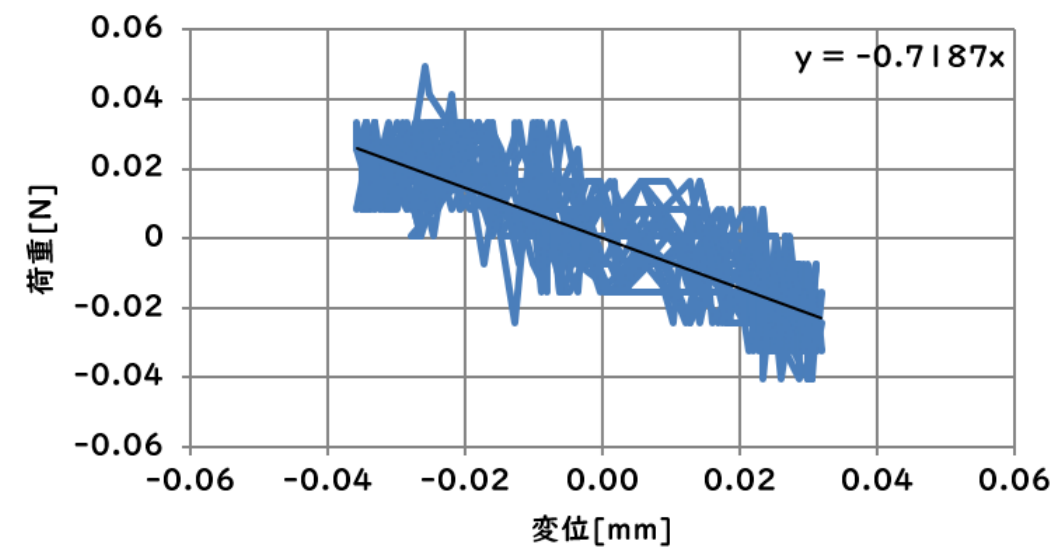
X軸 (1Hz)

$$K_x = 5.2 \text{ N/mm}$$



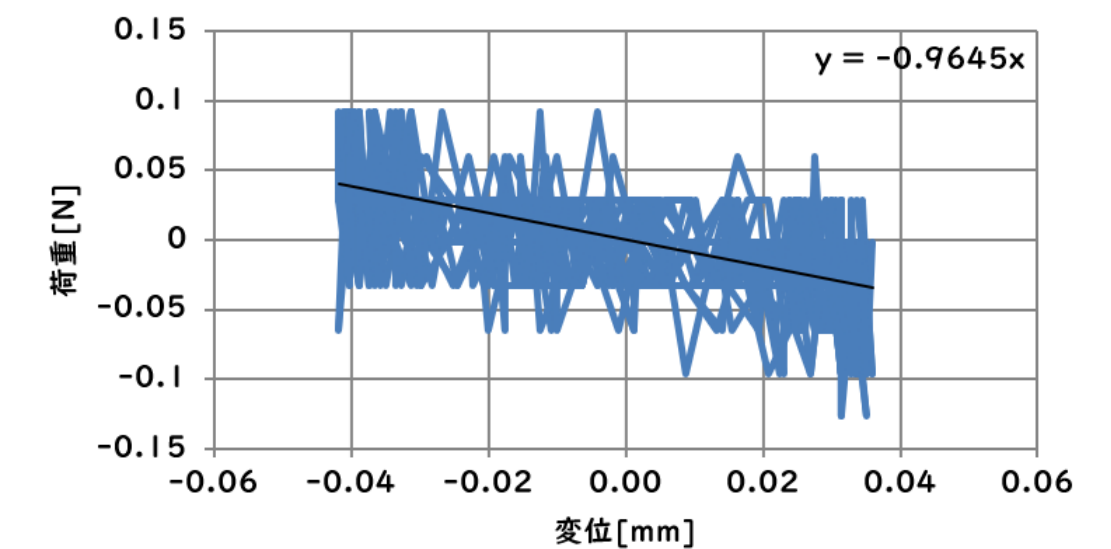
Y軸 (1Hz)

$$K_y = 0.7 \text{ N/mm}$$



Z軸 (1Hz)

$$K_z = 1.0 \text{ N/mm}$$



2. サーマルストラップ評価試験

<その他の試験>

1 振動試験（社外設備）

振動試験前後の熱伝導特性の変化を確認する。

振動試験後に粒子状コンタミネーションの有無を確認する。

2 熱サイクル試験（社内設備）

熱サイクル試験前後の熱伝導特性の変化を確認する。

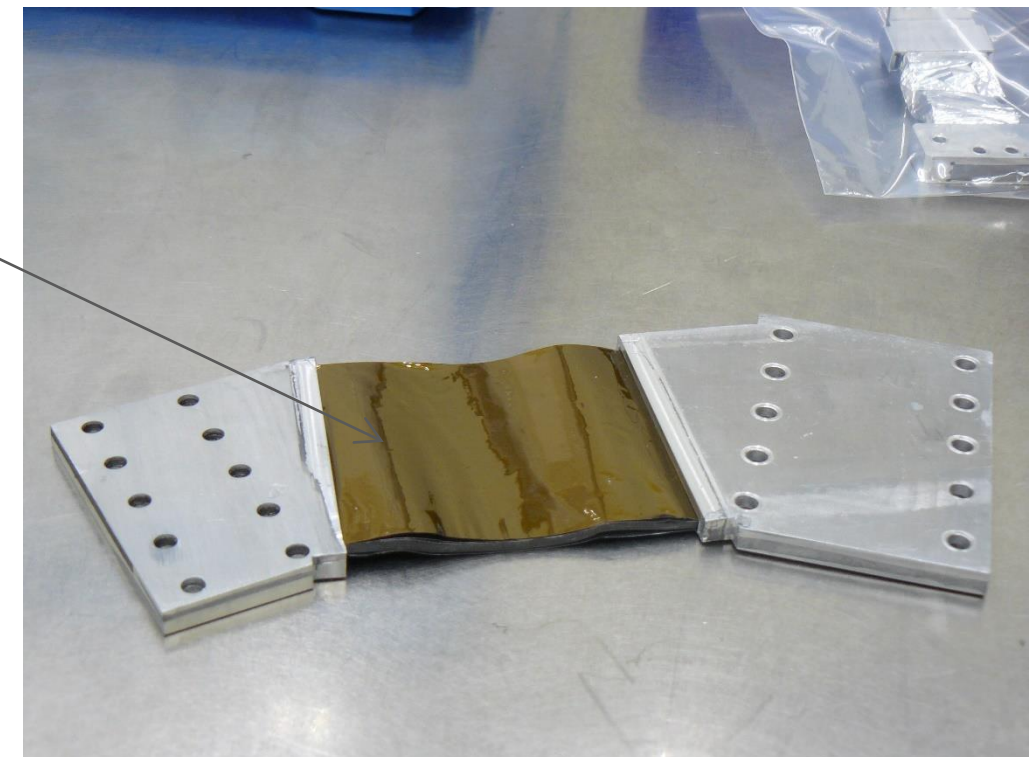
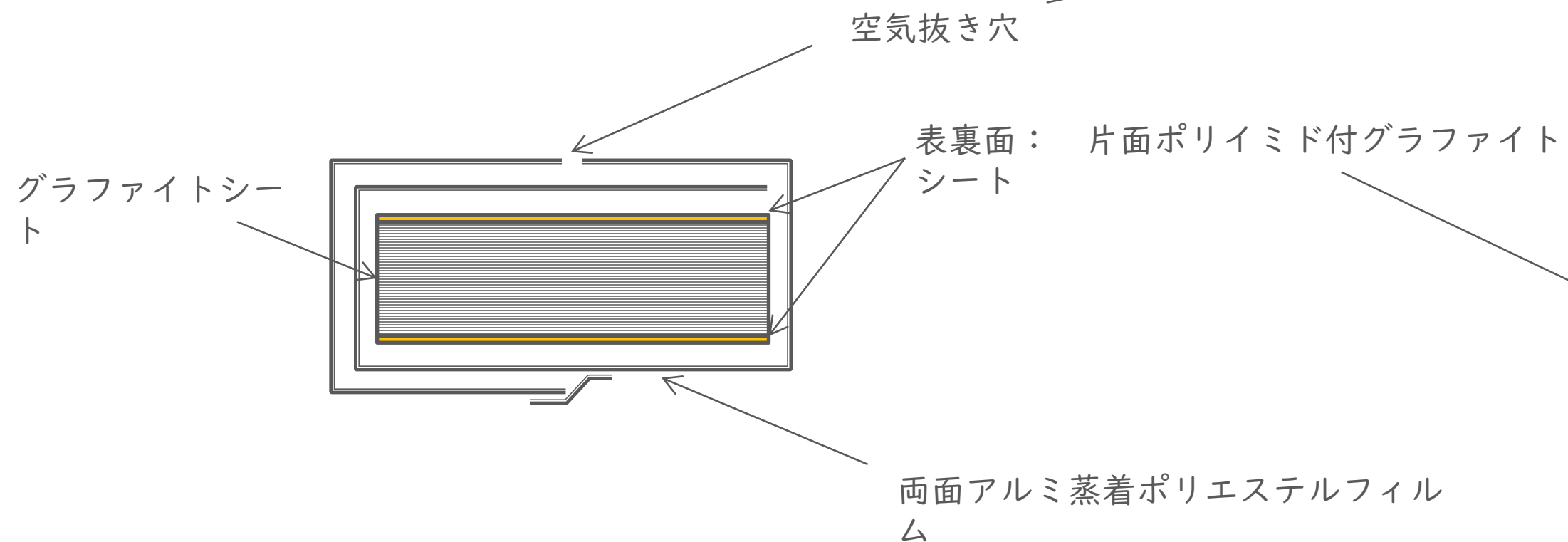
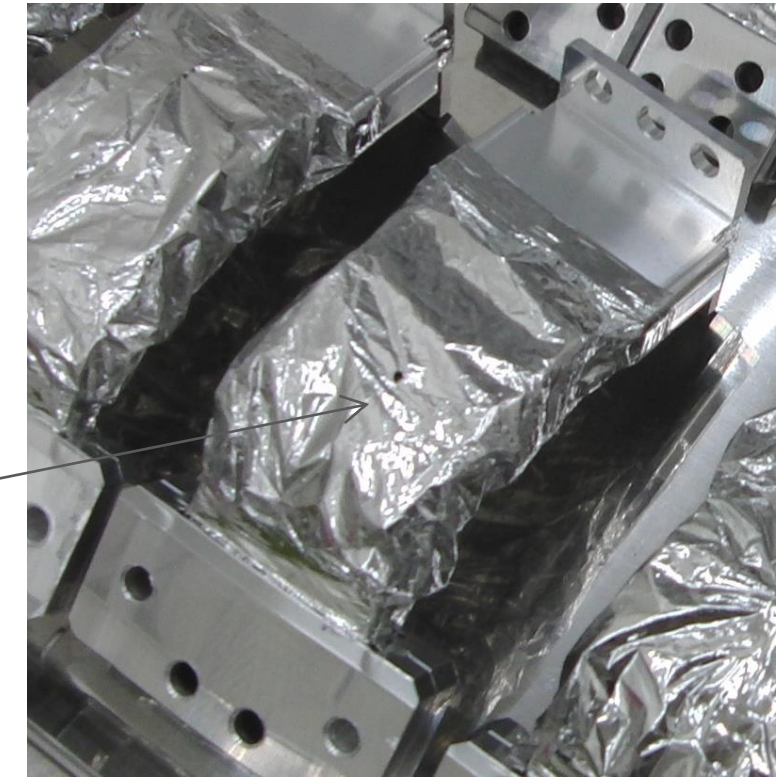
3 ベーキング試験（社内設備）

真空・高温環境にさらすことで、アウトガスを低減させる。

3. コンタミネーション管理

<粒子状コンタミネーション管理>

両端金具の締結部のグラファイトシートはポリイミドフィルムで補強。
グラファイトシートが隠れるようにフィルムでラッピング。



積層グラファイトシート断面
図

3.コンタミネーション管理

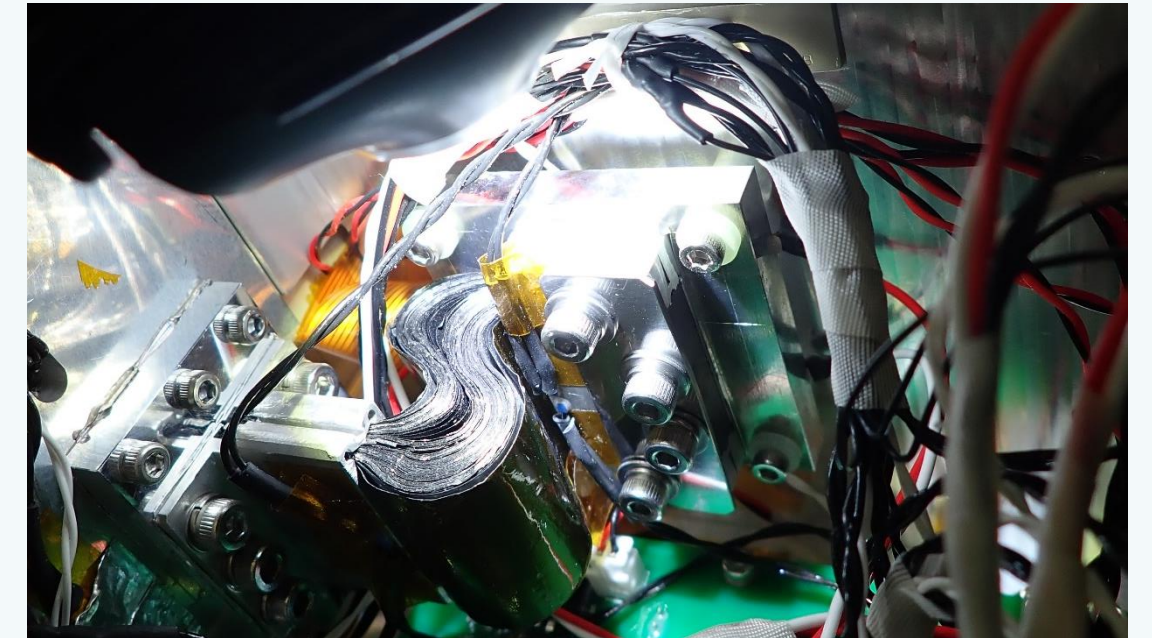
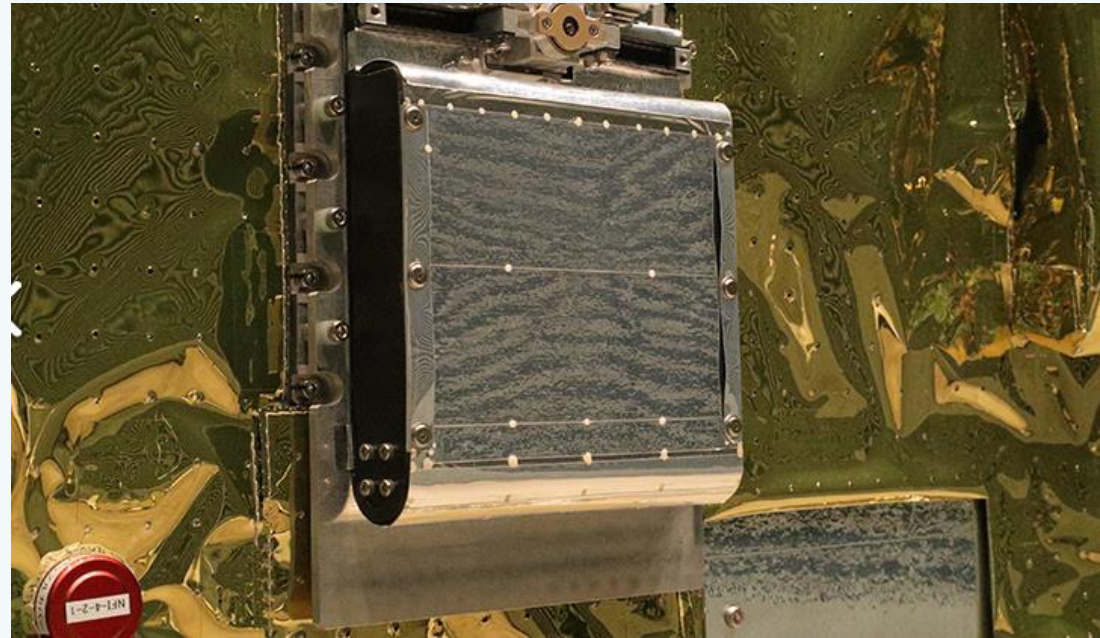
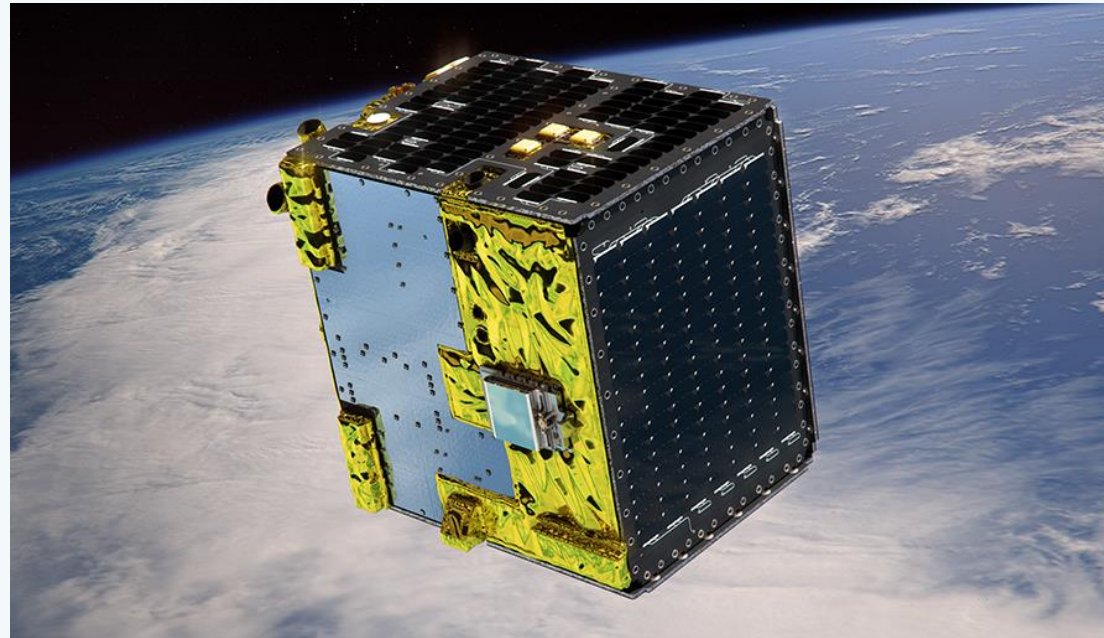
<分子状コンタミネーション管理>

サーマルストラップの構成材料はTML <1%, CVCM <0.1%を満足している。

No.	材料名	供給会社	アウトガス		その他の情報
			TML(%)	CVCM(%)	
1	グラファイトシート(40um)	カネカ	0.003	0.000	製造メーカー提供データ
2	アルミ蒸着ポリエステルフィルム(KF-6B)	カネカ	0.193	0.034	*1) No.3040
3	両面アルミ蒸着ポリイミドフィルム(KC-25B)	カネカ	0.773	0.003	*1) No.3877
4	アクリル系転写テープ(Y966)	3M	0.743	0.009	*1) No.3897

*1) JAXA材料データベース

4. 適用プロジェクト



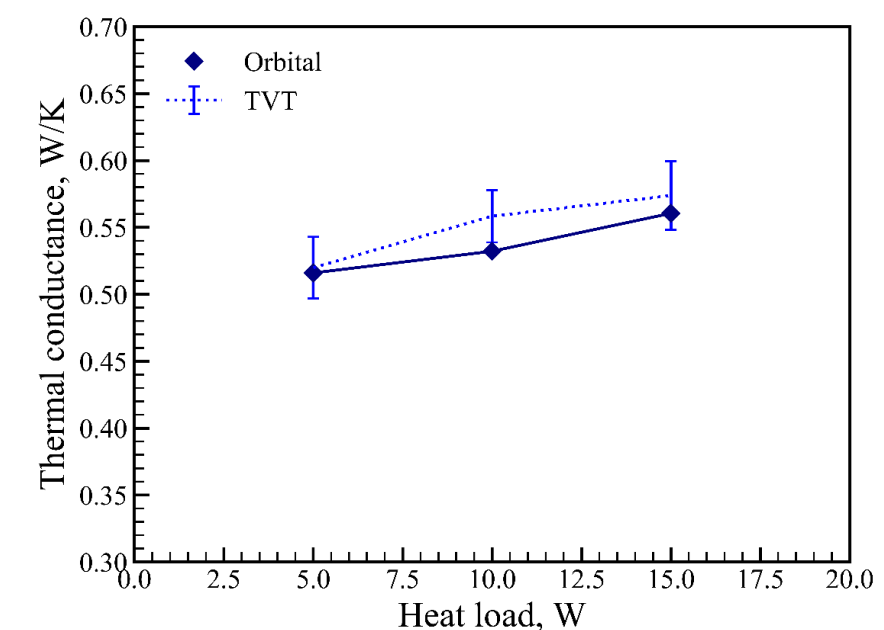
革新的衛星技術実証 2号搭載ミッション ATCD(軽量・無電力型高機能熱制御デバイス)

https://www.kenkai.jaxa.jp/kakushin/kakushin02_r2.html

打上げ日：2021年11月9日 9時55分16秒

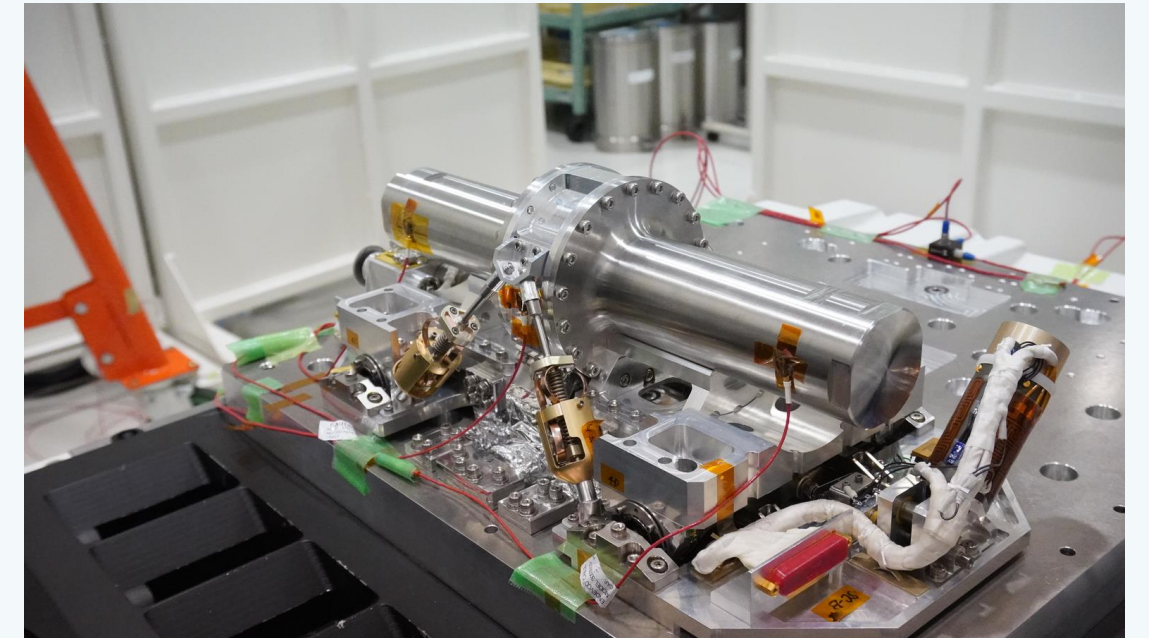
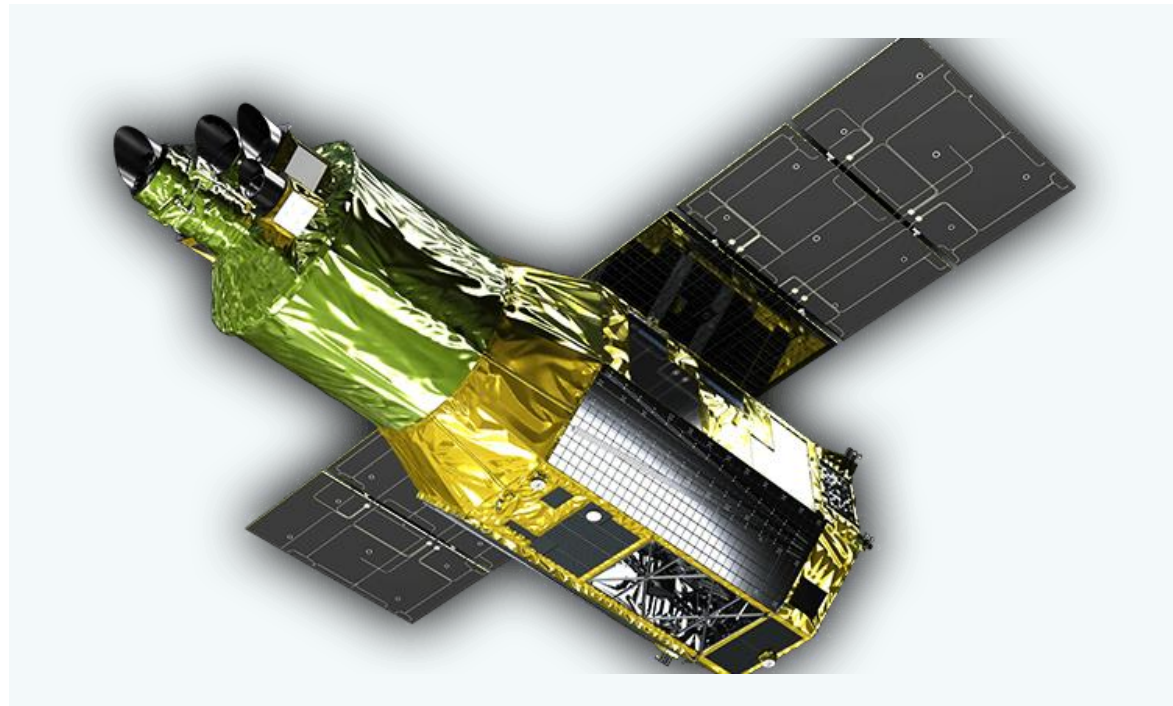
サーマルストラップの状況：軌道上実証完了。

地上試験結果と軌道上評価で熱伝導コンダクタンスに
有意な差は見られなかった。



熱伝導コンダクタンスの地上試験結果と軌道上評価結果の比較

4. 適用プロジェクト



X線分光撮像衛星XRISM

<https://xrism.isas.jaxa.jp/>

打上げ日：2023年9月

サーマルストラップの状況：PFM試験完了。PFM品納品完了。軌道上で運用中。

5 . 品 質 保 証

最終納品パッケージ

- ・ 金属材料証明書
- ・ 各種性能検査記録
- ・ 寸法 ・ 質量検査記録

6. 価格・納期

＜価格＞※性能要求、形状要求に依存しますので目安の資料になります。

- ・サーマルストラップ仕様調整・設計（NRC | 種類：¥40万～）
 - ・簡易熱解析
- ・サーマルストラップ製造費（RC | 個：¥40万～）
- ・サーマルストラップ組立治具設計・製造（NRC | 種類： ¥20万～）
- ・サーマルストラップ試験費
 - ・熱関連試験治具設計・製造（NRC | 種類： ¥5万～）
 - ・大気中温度試験（RC | 個：¥10万～）
 - ・真空温度試験（RC | 個：¥30万～）
 - ・剛性確認試験治具設計・製造（NRC | 種類： ¥10万～）
 - ・剛性確認試験（RC | 個：¥10万～）
- ・サーマルストラップ出荷パッケージ作成費（RC | 個：¥5万～）

（複数個製造する際、NRCは1個分、RCは製造個数分必要となります）

＜納期＞

約3カ月（ただし、弊社繁忙期、製造メーカーのグラフィットシートの在庫状況による）