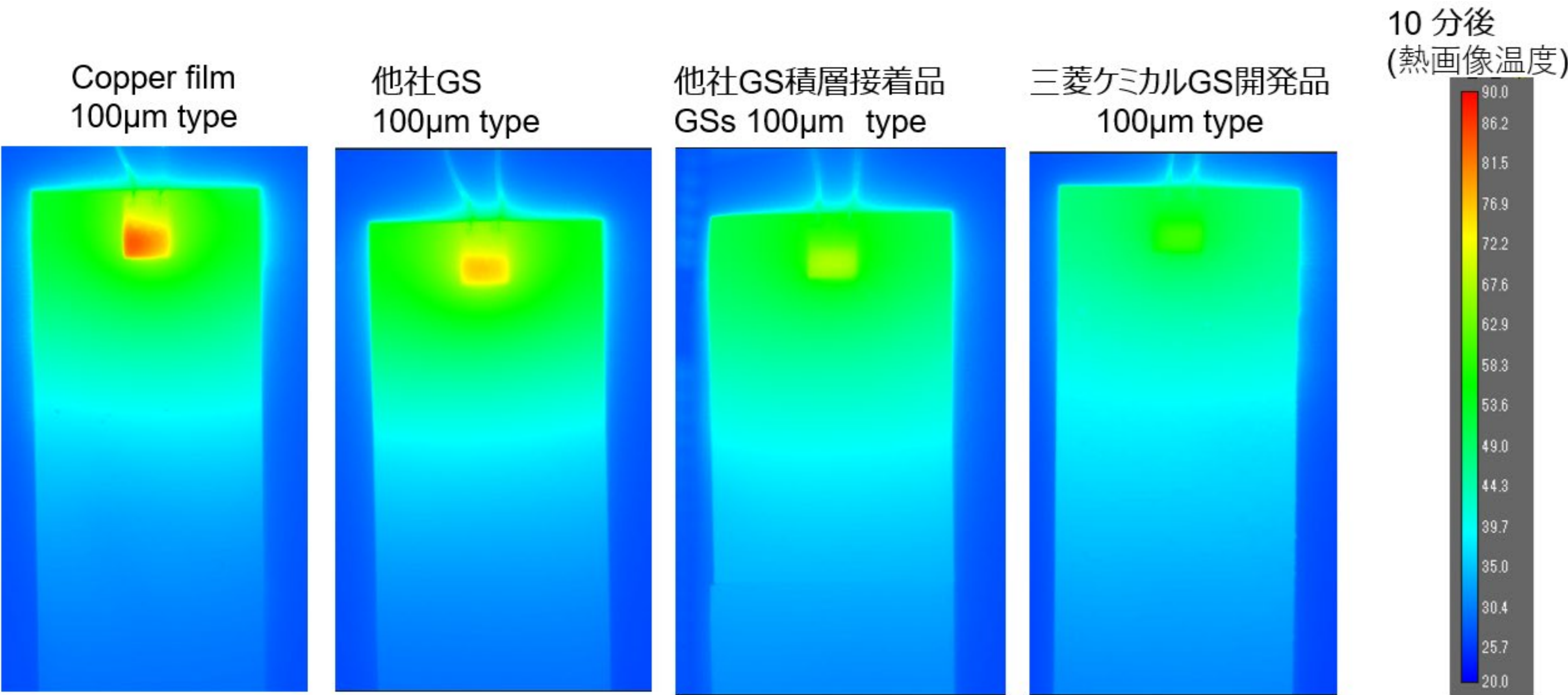
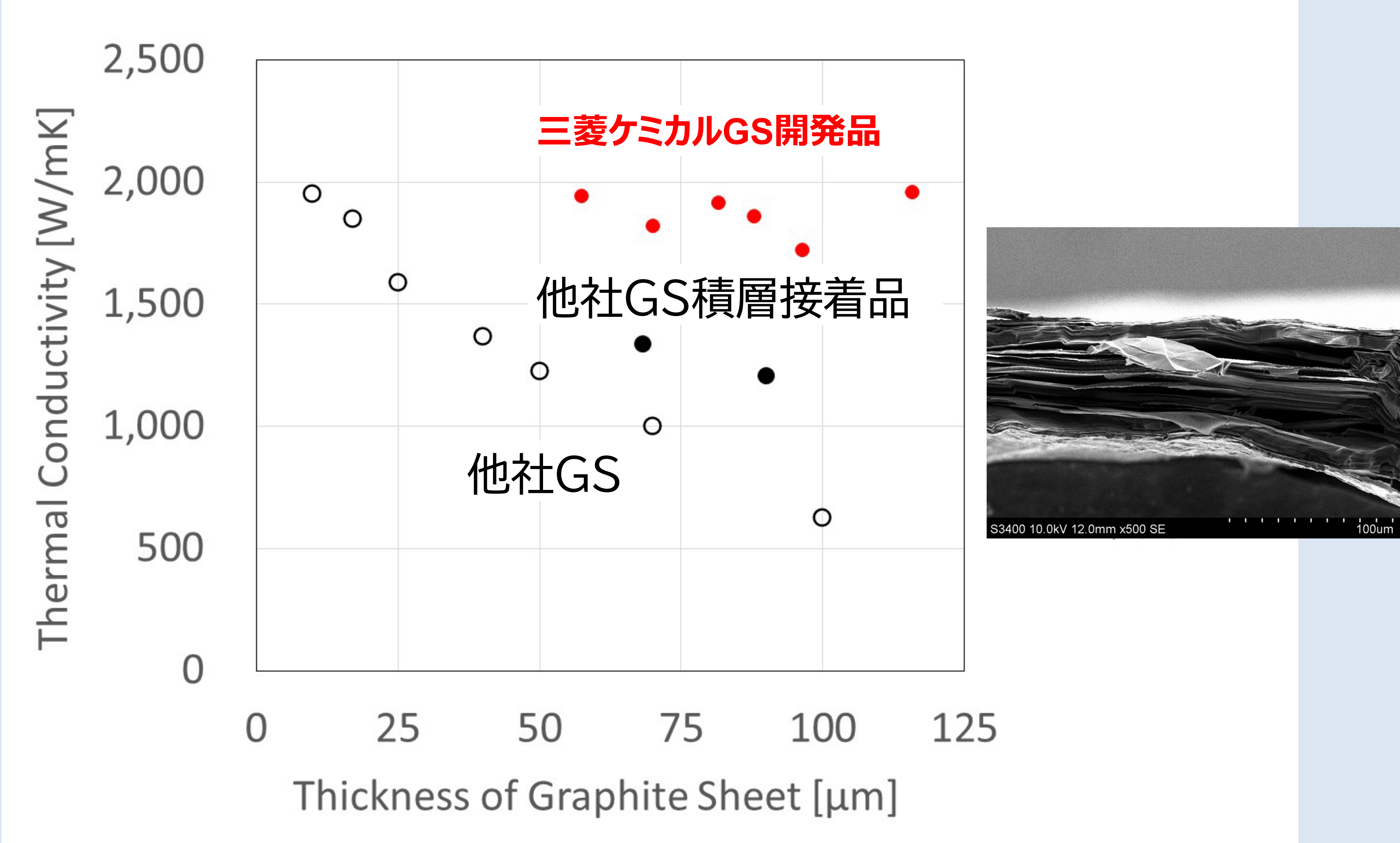


革新グラファイトシート事業開発プロジェクト

用途：宇宙通信アンテナ、光半導体レーザー、高熱伝導C/C

100 μ m以上の厚みで、高熱伝導、高密度を達成
(薄いシートの貼り合わせではなく、一体物)

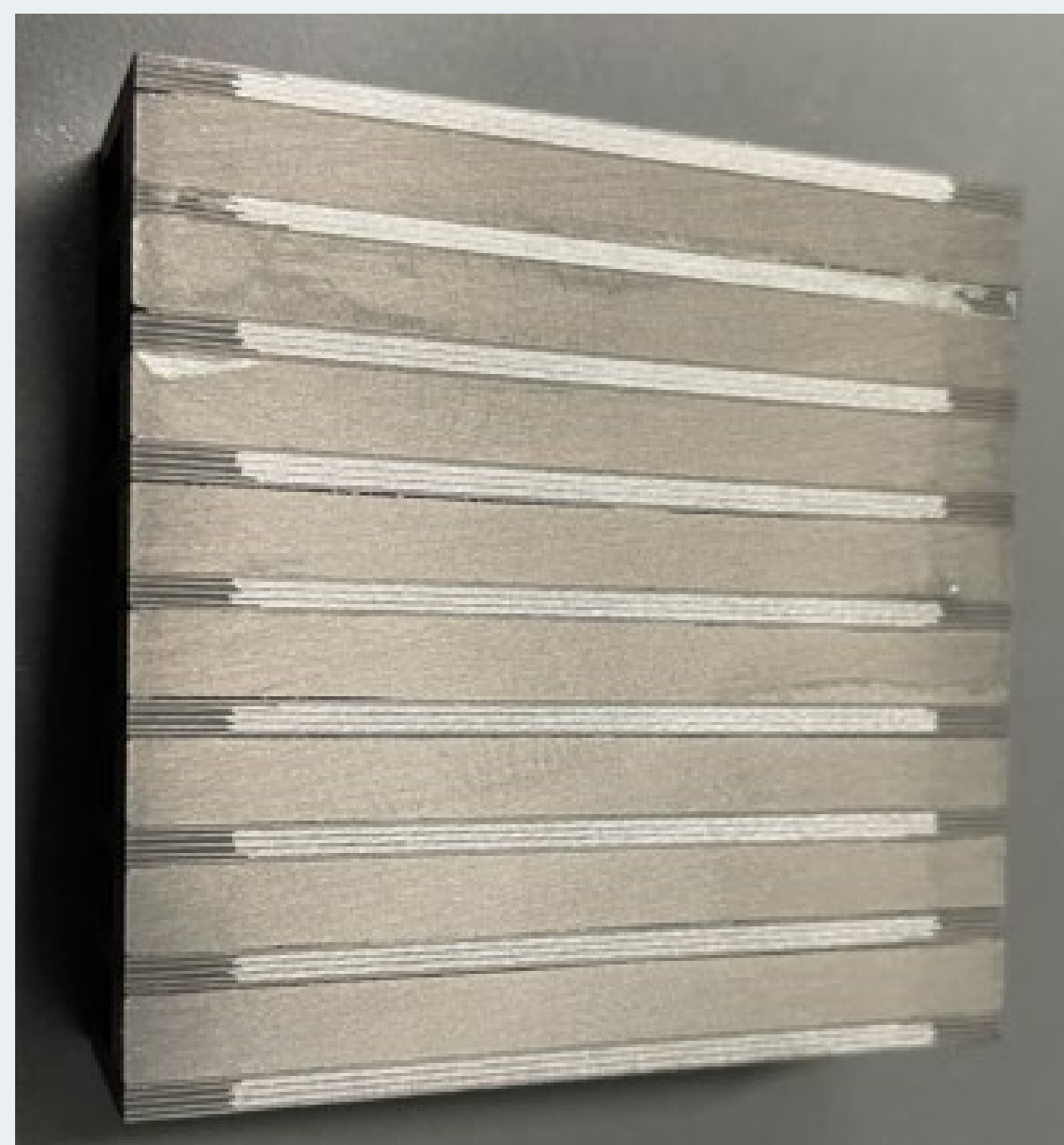
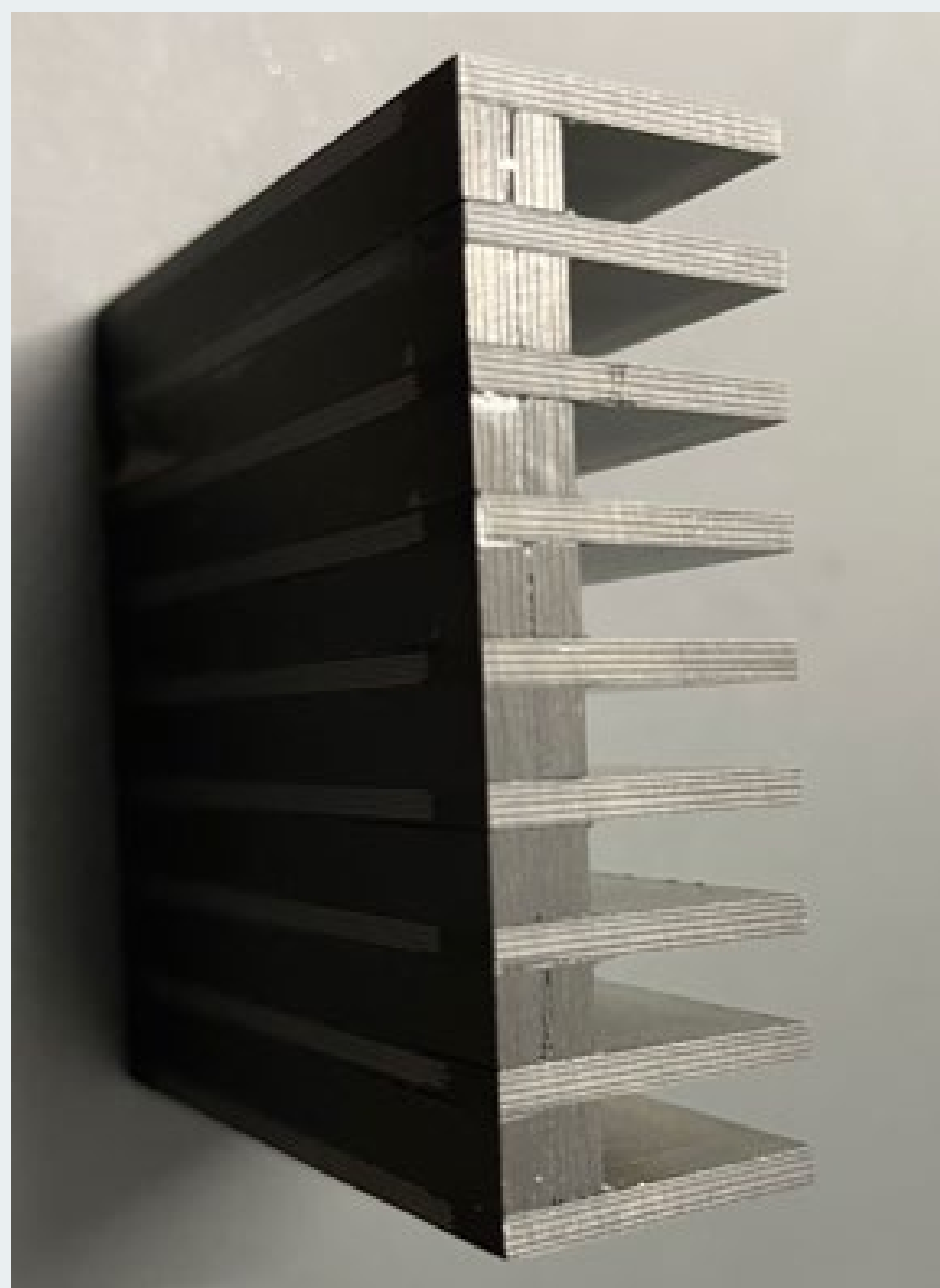
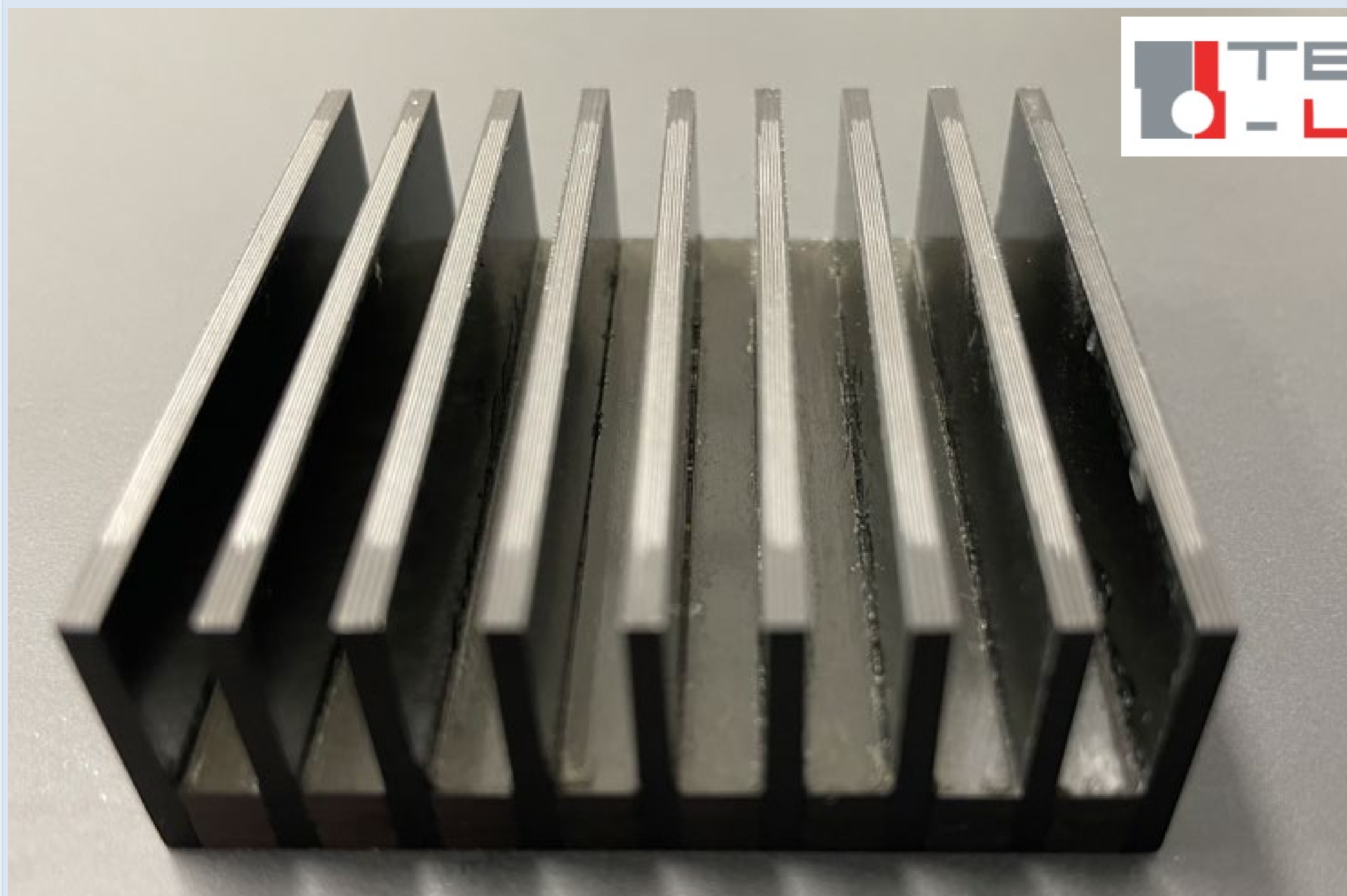


三菱ケミカルGS開発品が最も温度低下させる性能を示した

革新グラファイトシート事業開発プロジェクト

GS/CFRPヒートシンク：宇宙衛星、光半導体レーザー、レーザー核融合

120 μ mのグラファイトシートと180 μ mのピッチ系炭素繊維(K13916)／シアネート樹脂(#290)樹脂製プリプレグを交互積層、2方向で熱伝導率：700 W/mK達成



革新グラファイトシート事業開発プロジェクト

宇宙通信用平面アンテナの排熱プレート:NICT/(株)テックラボ

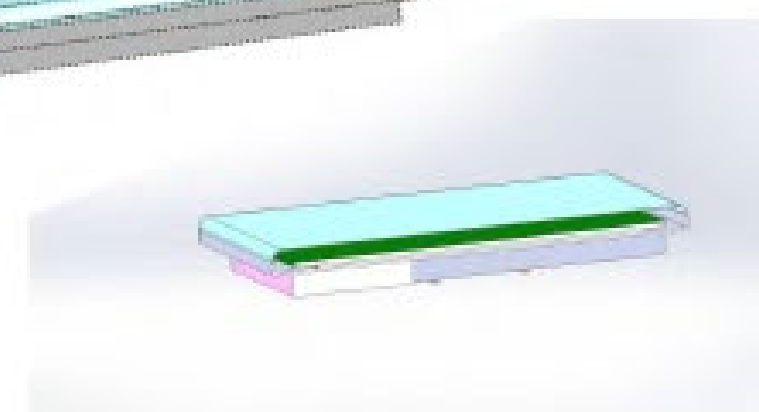
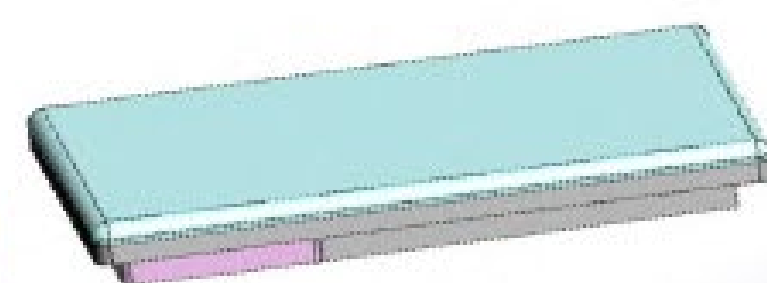
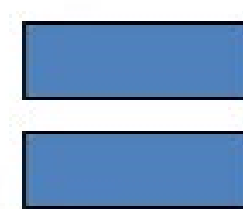
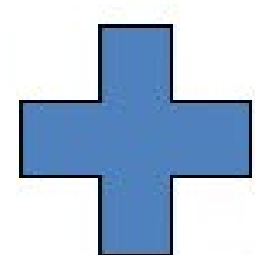
NTN Platformに搭載可能な平面アンテナの研究開発の取組み

- ・空飛ぶクルマ、ドローン等に搭載可能とする平面アンテナシステムの研究開発
- ・各種熱源や端末形状に応じた平面アンテナの小型薄型化を可能とする各種材料・放熱構造の研究開発
- ・NTNPlatformへの平面アンテナの実装技術の研究開発

SHARP

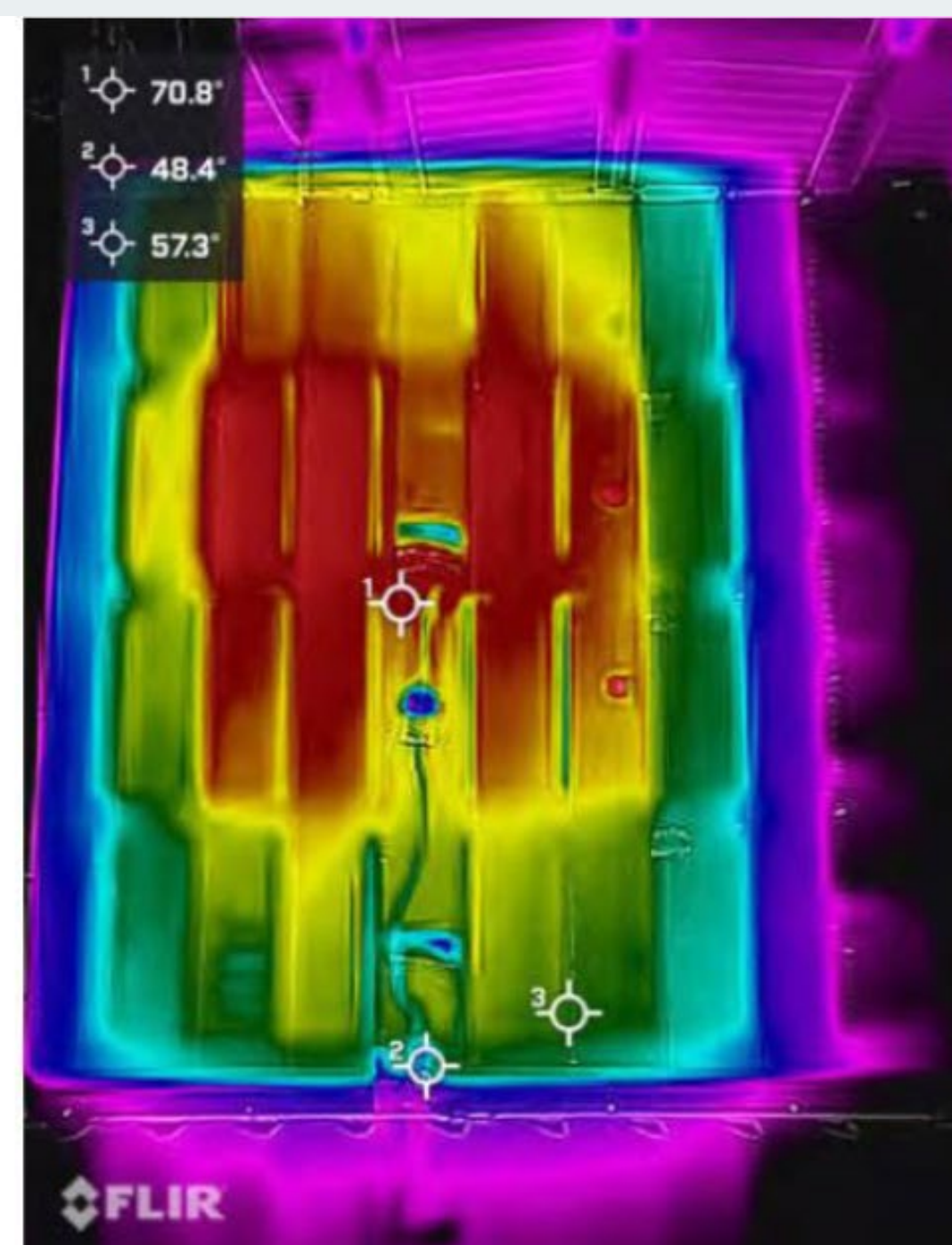
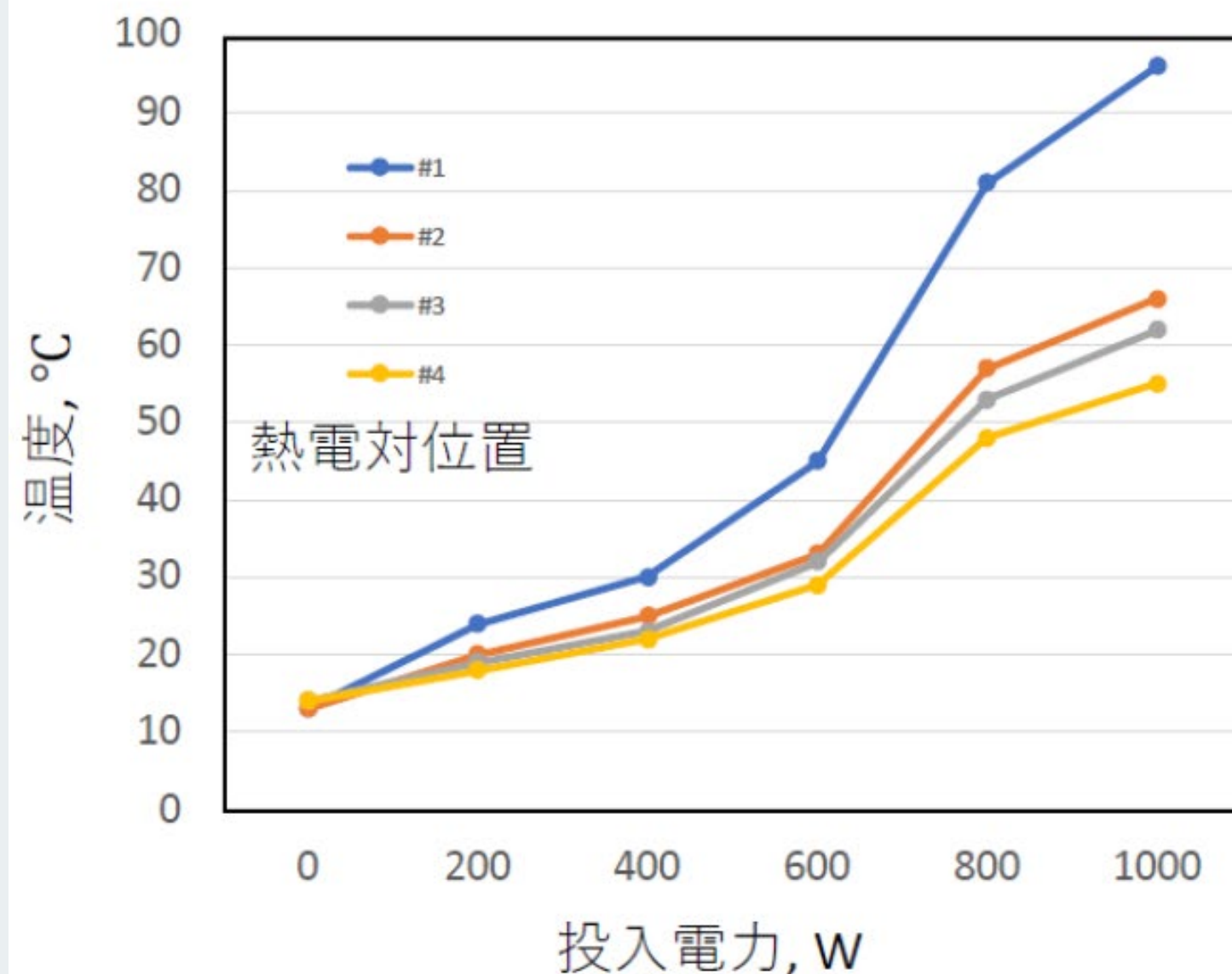
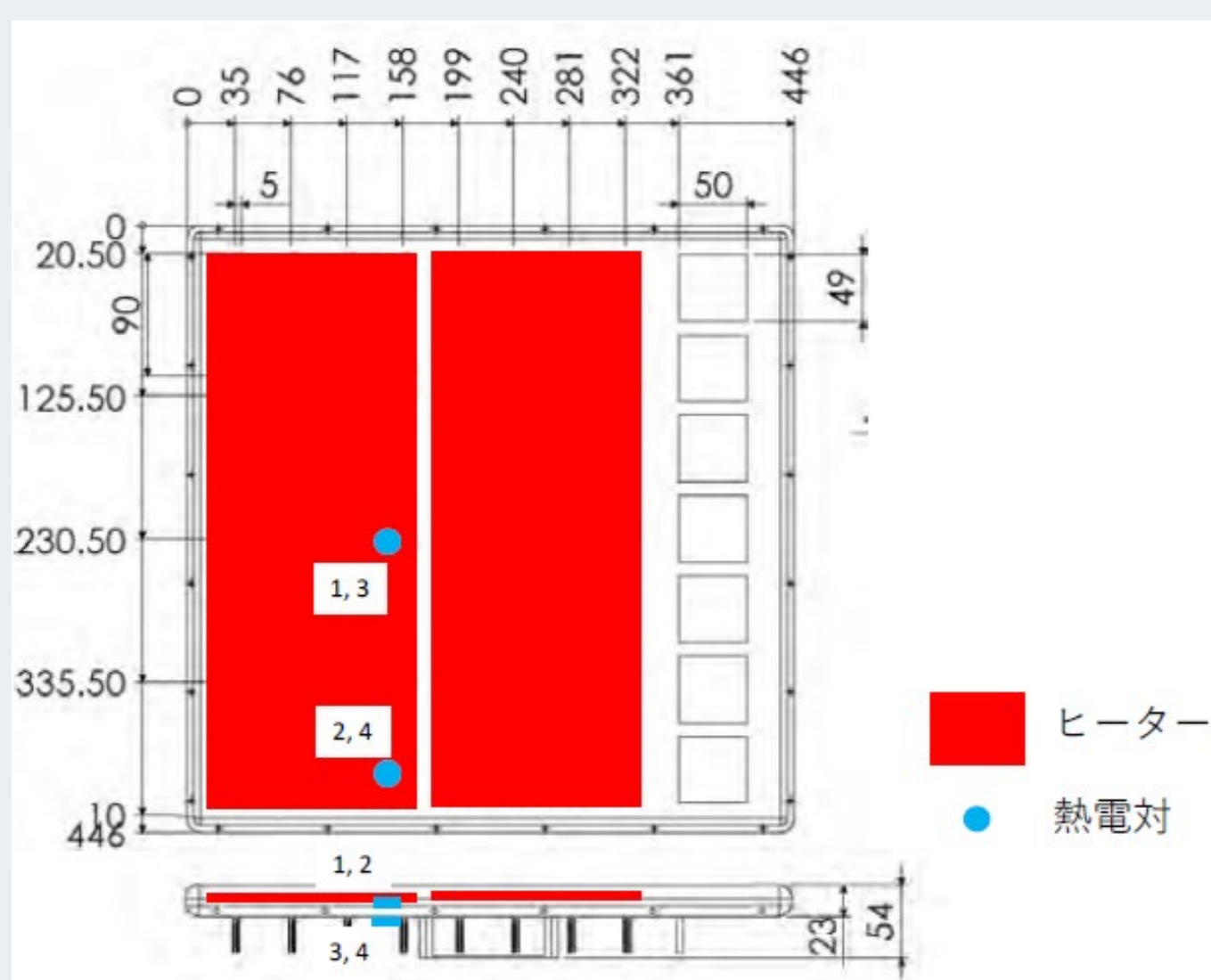
TECH
LAB

NICT



あらゆる移動体へ搭載可能な小型・薄柄・軽量なアンテナシステムの実現

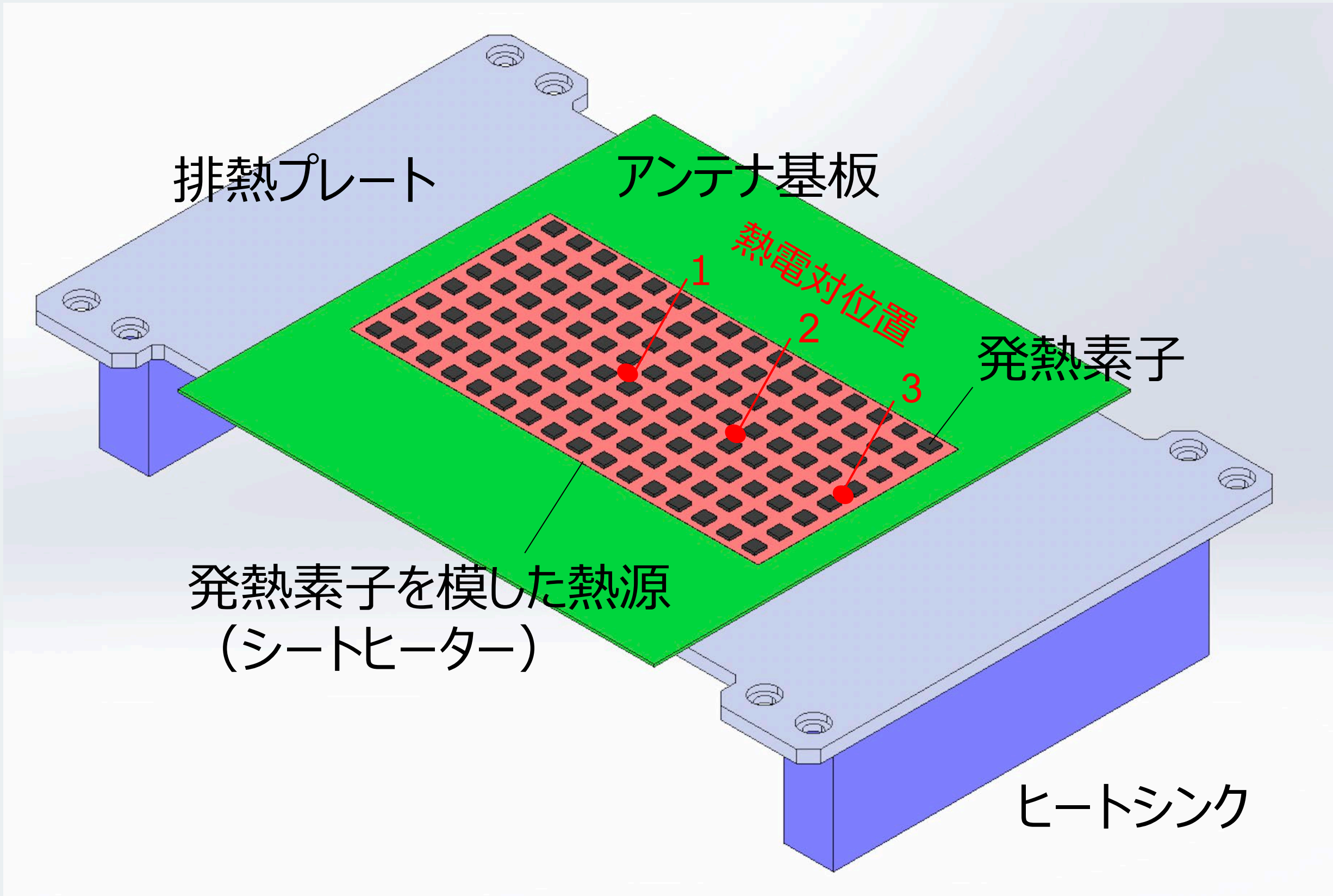
投入電力1000W(空冷)の温度変化とサーマルイメージ



革新グラファイトシート事業開発プロジェクト

宇宙通信用平面アンテナの排熱プレート:NICT/(株)テックラボ

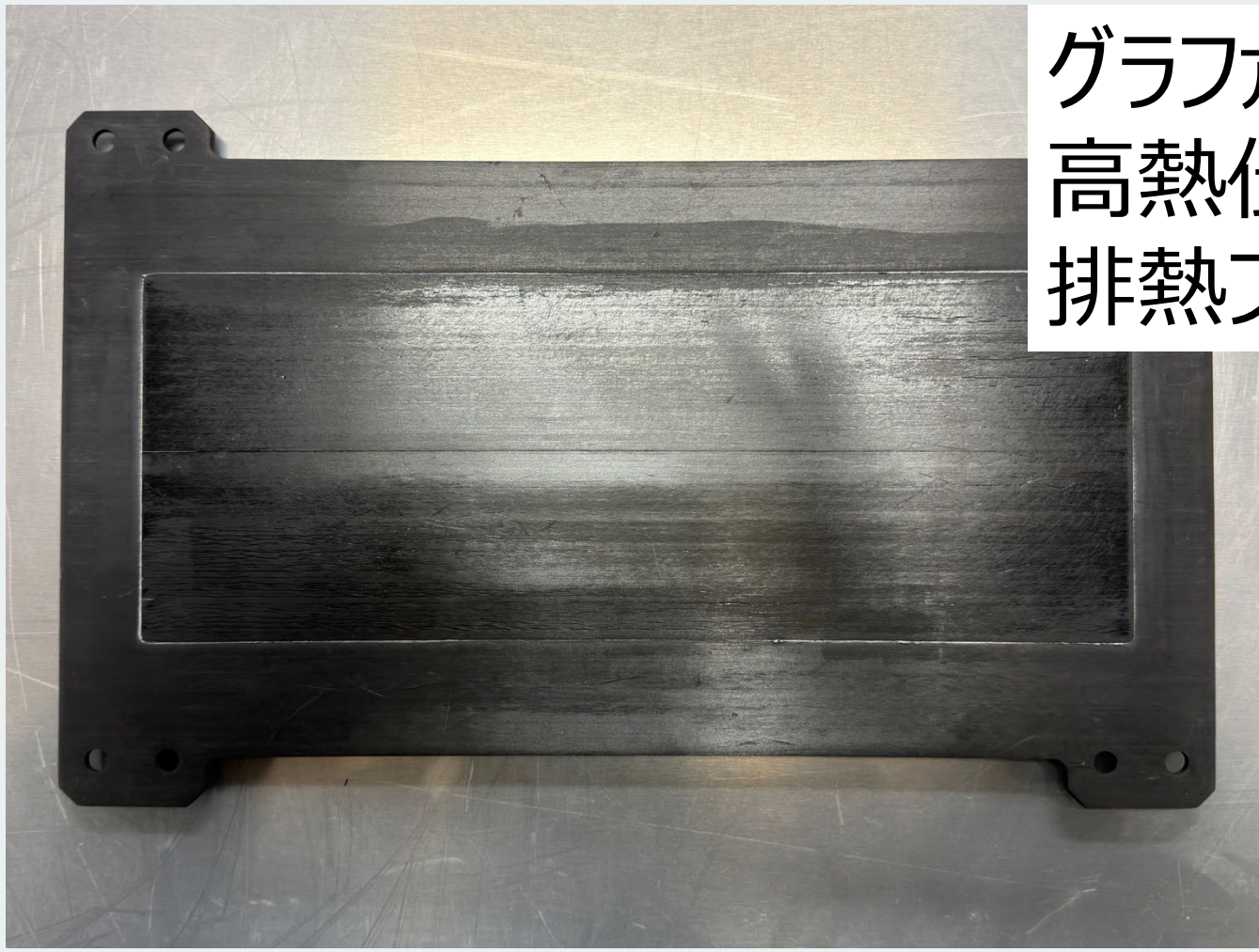
平面アンテナの発熱/排熱モデル実験による高熱伝導性能検証



グラファイトシートの高熱伝導性能を活かした複合排熱プレートによってアンテナ素子の発熱を抑制する効果が実験的に検証されました



アルミ製
排熱プレート



グラファイトシート/
高熱伝導CFRP製
排熱プレート

		排熱プレート 素材		
		アルミ	高熱伝導CFRP	グラファイトシート/ 高熱伝導CFRP複合材
比重		2.7	1.7	1.8
熱電対位置	1	61.4℃	57.9℃	39.4℃
	2	60.1℃	55.6℃	36.5℃
	3	50.5℃	48.4℃	26.5℃

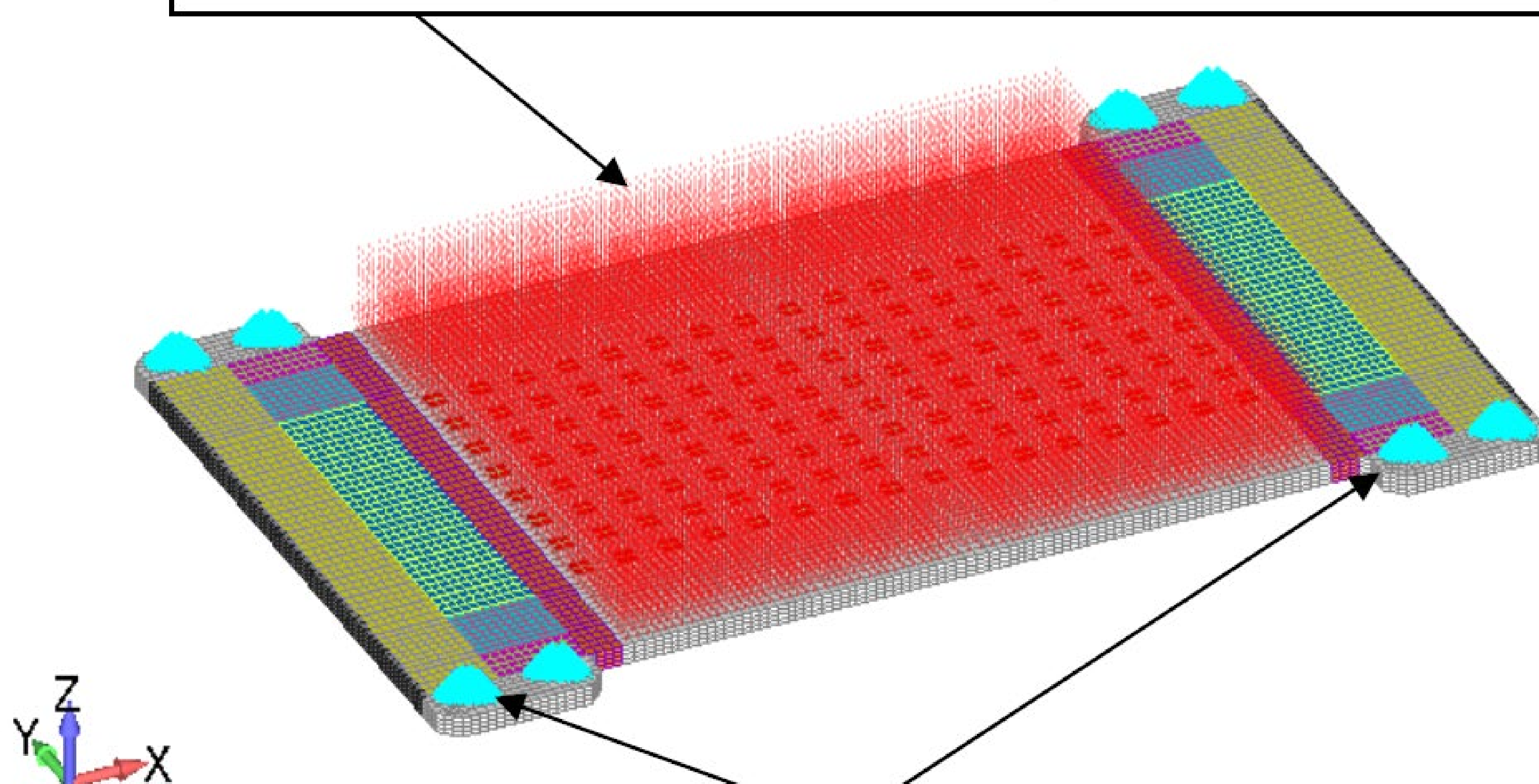
20kg超のアルミ製排熱プレートを4kg未満に軽量化可能
(素材が軽い x 高伝熱性能による薄型化)

革新グラファイトシート事業開発プロジェクト

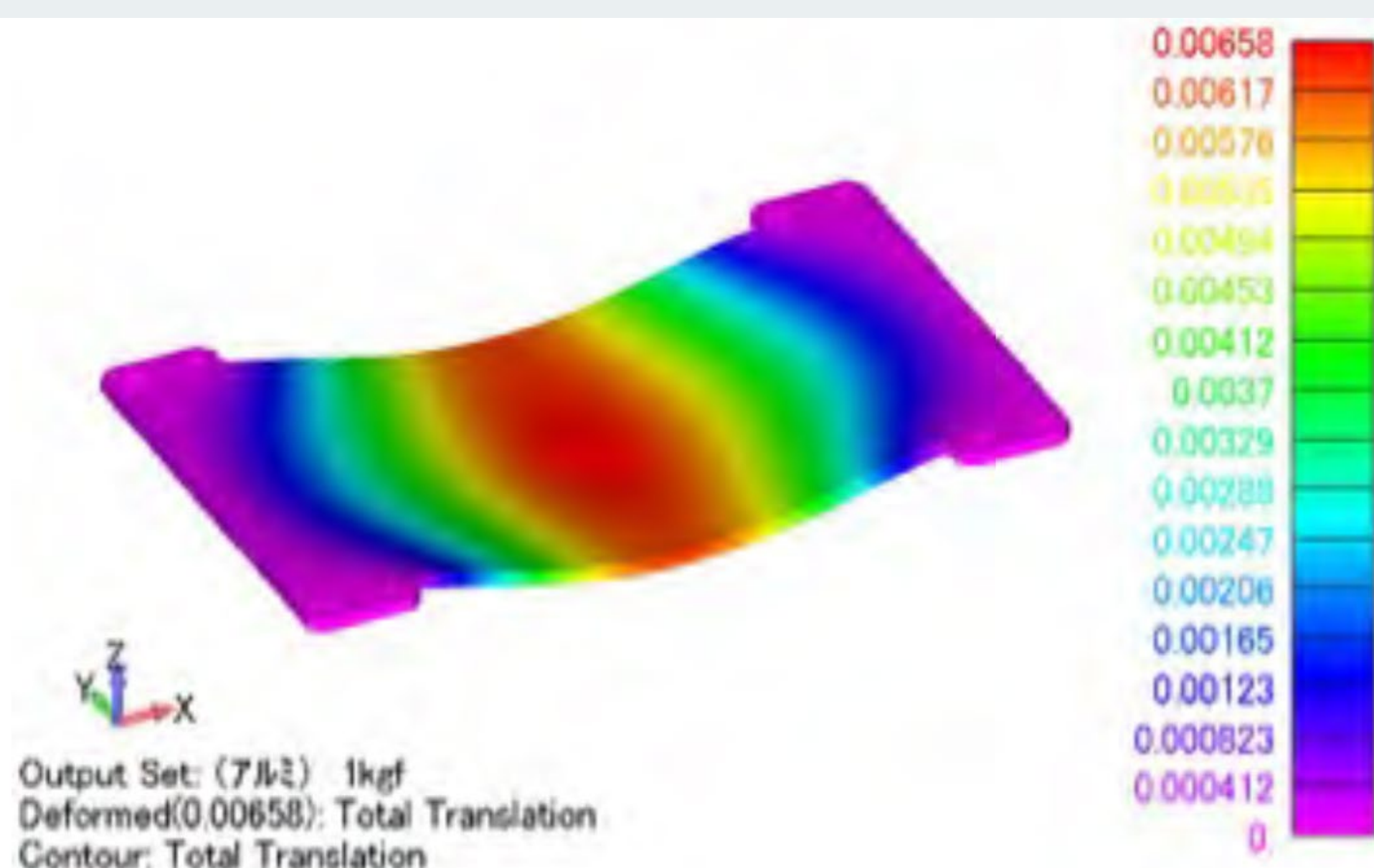
宇宙通信用平面アンテナの排熱プレート:NICT/(株)テックラボ

9.8N(1kg相当重量)負荷時の変形量

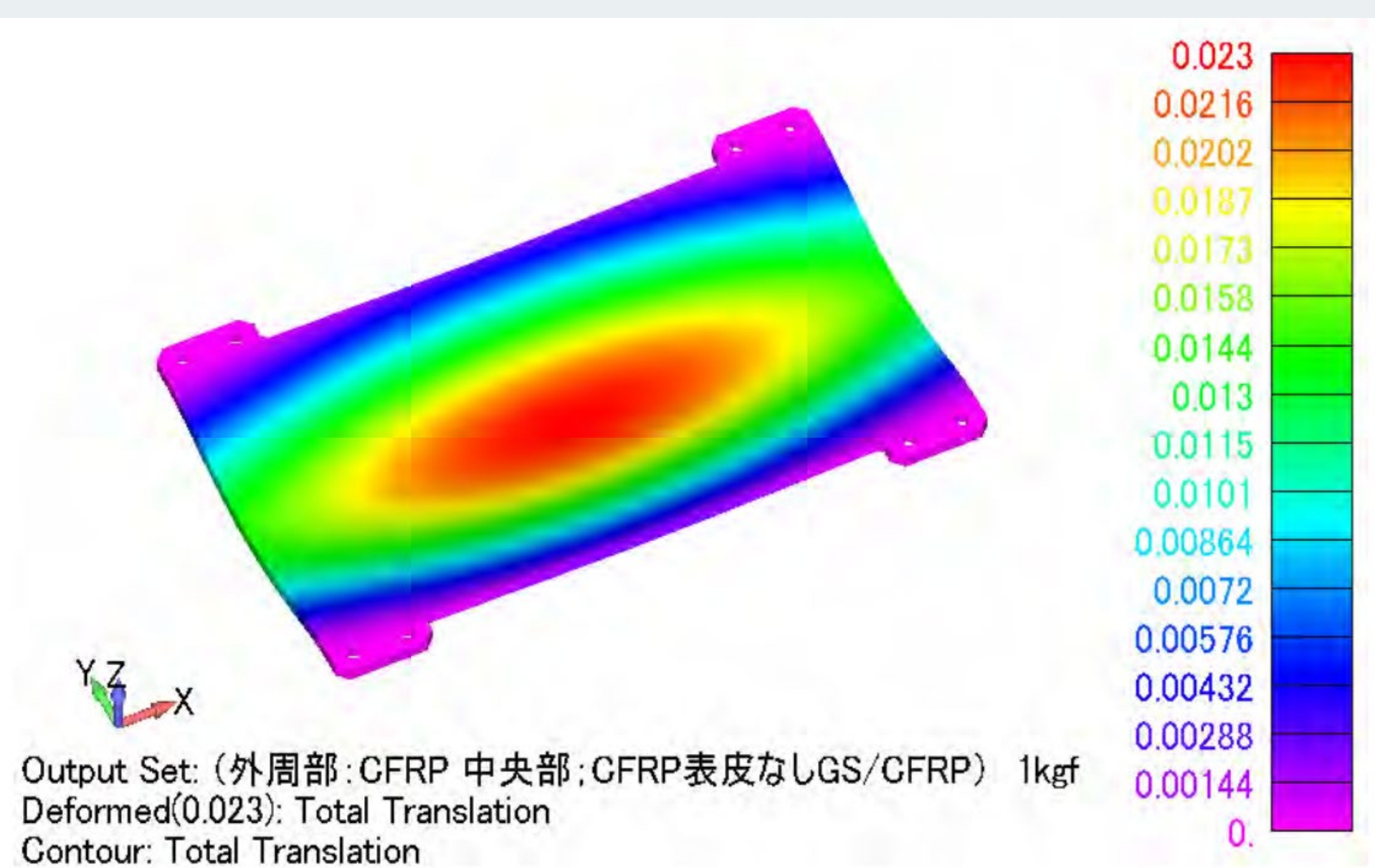
荷重: 上面200×163mm範囲に合計1kgを圧力にて設定



拘束: ボルト穴周り8箇所を完全固定



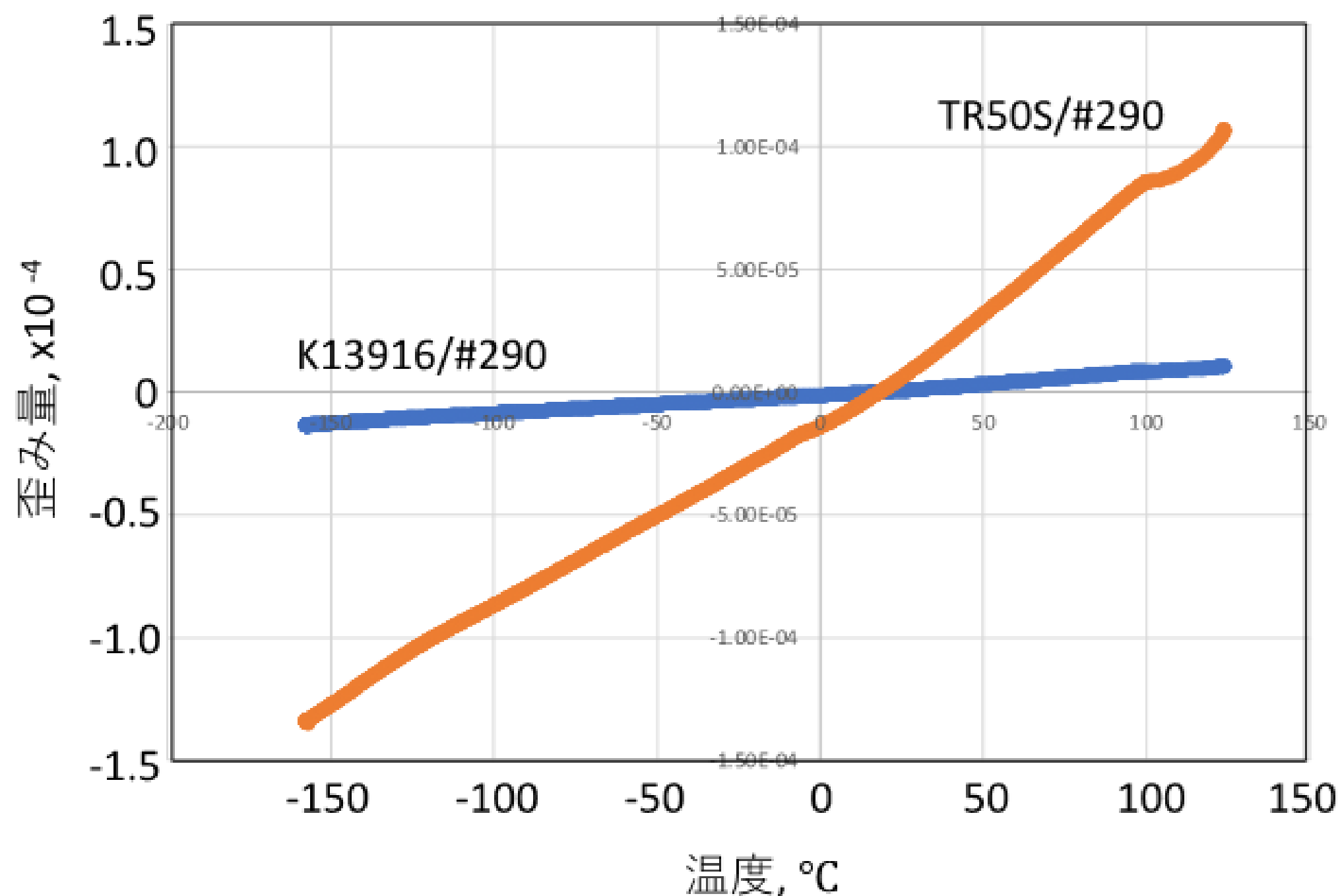
アルミ製排熱プレート
重量: 7.2kg
最大変位: 7 μ m



グラファイトシート/高熱伝導
CFRP製排熱プレート
重量: 4.5kg
最大変位: 23 μ m

ゼロ熱膨張ピッチ系炭素繊維複合材

ゼロ熱膨張CFRP評価結果



・K13916/#290
0.08ppm/°C

・TR50S/#290
3.74ppm/°C

スターダストプログラム「月探査のための遠距離捕捉追尾サブシステム要素試作評価(FY2024成果より)」



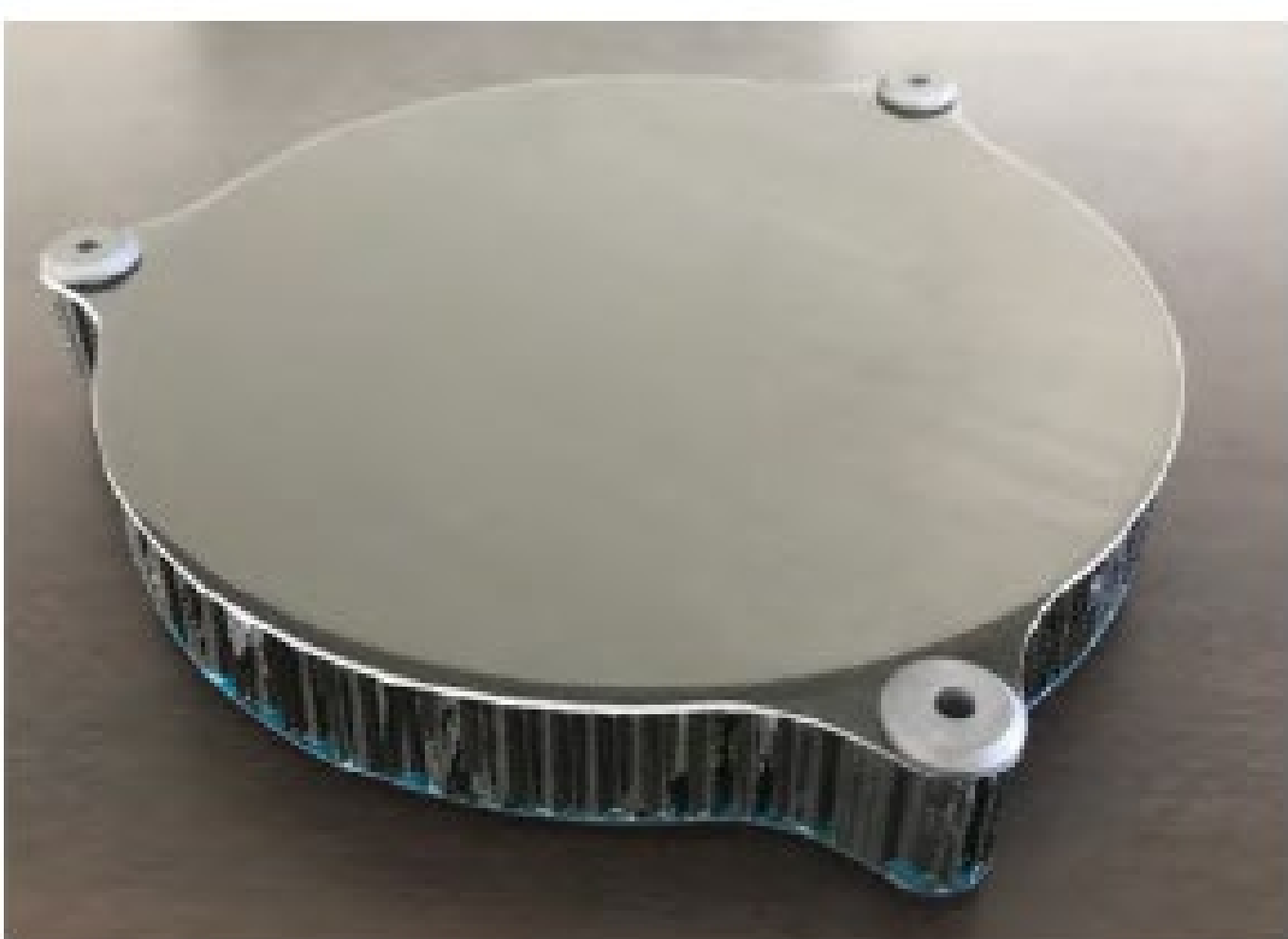
- ・最も質量が大きい主反射鏡をCFRP化して**超軽量化**を実現
- ・光学性能：**ゼロ膨張**
ガラス反射鏡と同等の性能
- ・全CFRP望遠鏡：主な望遠鏡構造を全てCFRP化
軽量高剛性、低吸湿、熱寸法安定性

主反射鏡

・重量：**0.6kg**(300mmφ) ガラス：2kg

・鏡構造製作：熱硬化成形で**1日** ガラス：1ヶ月

・鏡面形成：**レプリカで1日** ガラス研磨：3～6ヶ月



MITSUBISHI
CHEMICAL
GROUP

三菱ケミカル株式会社

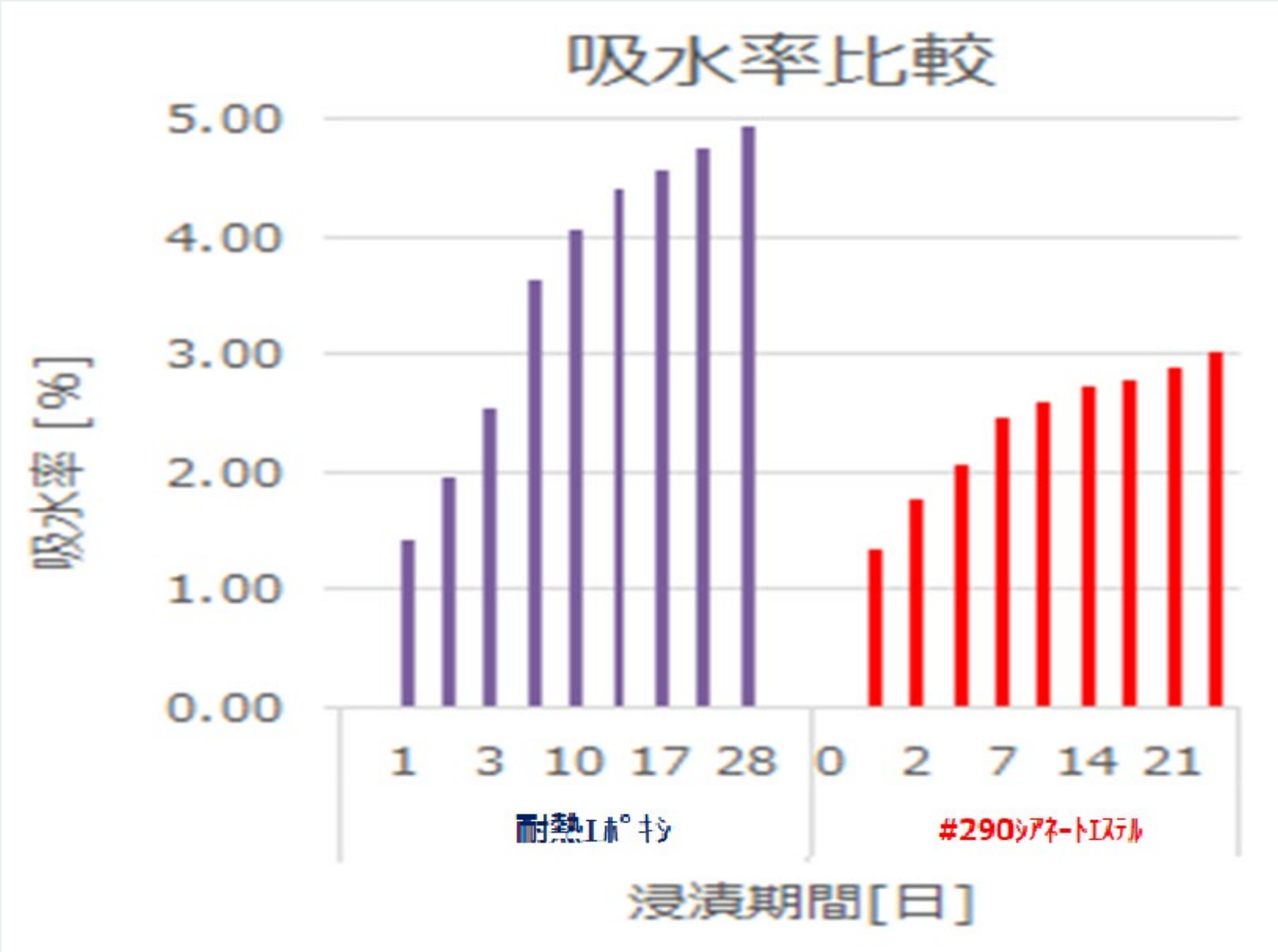
シアネート樹脂製炭素繊維プリプレグ

シアネート樹脂製CFRPの特徴

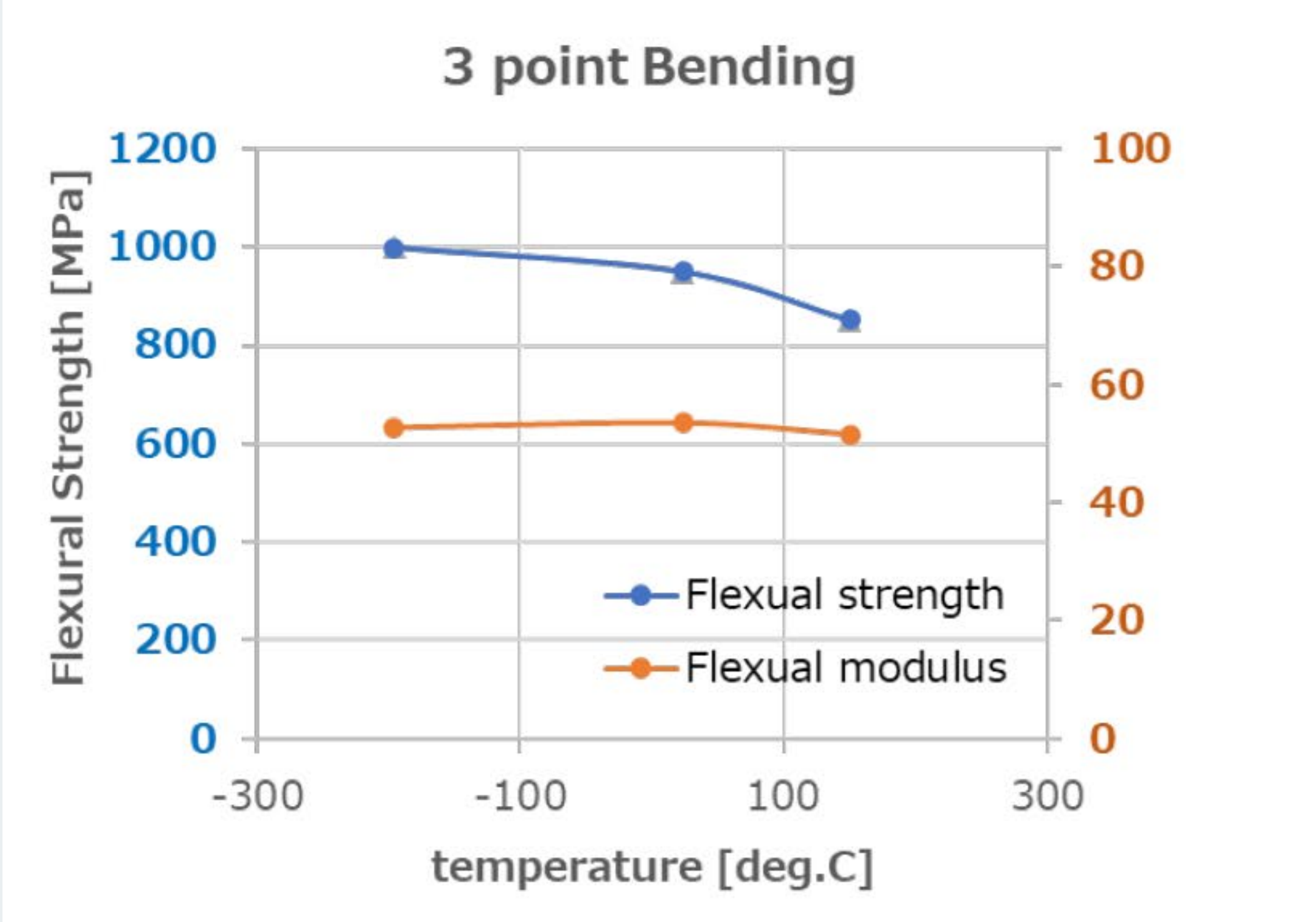
- 1.低吸湿 ➡ Coefficient of Moisture Expansion (CME)が小さく、光学鏡筒等の精密部品に適用
- 2.極低温マイクロクラック発生が少ない ➡ 極低温で強度低下なく、月面での厳しい環境に適応
- 3.低誘電率 ➡ 電磁波損失が少なく、フェーズアレイアンテナ(SAR)衛星部品に適用

【シアネートエステルプリプレグ # 290の特長】

樹脂	Tg	靱性	成形性	ライフ
#290 シアネートエステル	270℃	◎	◎	◎
耐熱エポキシ	180 ~ 220℃	○	○	○
BMI	300℃	x	x	○



TR3110 290GMP （FAW 196g/m2, RC 40wt%）



シアネートエステル“#290” コンポジット 機械的強度

タイプ	炭素繊維	0°引張強度 [MPa]	0°引張弾性率 [GPa]	0°圧縮強度 [MPa]	0°圧縮弾性率 [GPa]	ILSS [MPa]	ガラス転移温度[℃]
UD	TR50S	2920	140	1690	126	107	271
UD	K13916	1560	430	400	340	63	257
クロス	TR3110	719	57	625	52	69	272

月探査ロボットYAOKI

三菱ケミカルグループ 経営方針説明会Vision & Strategy

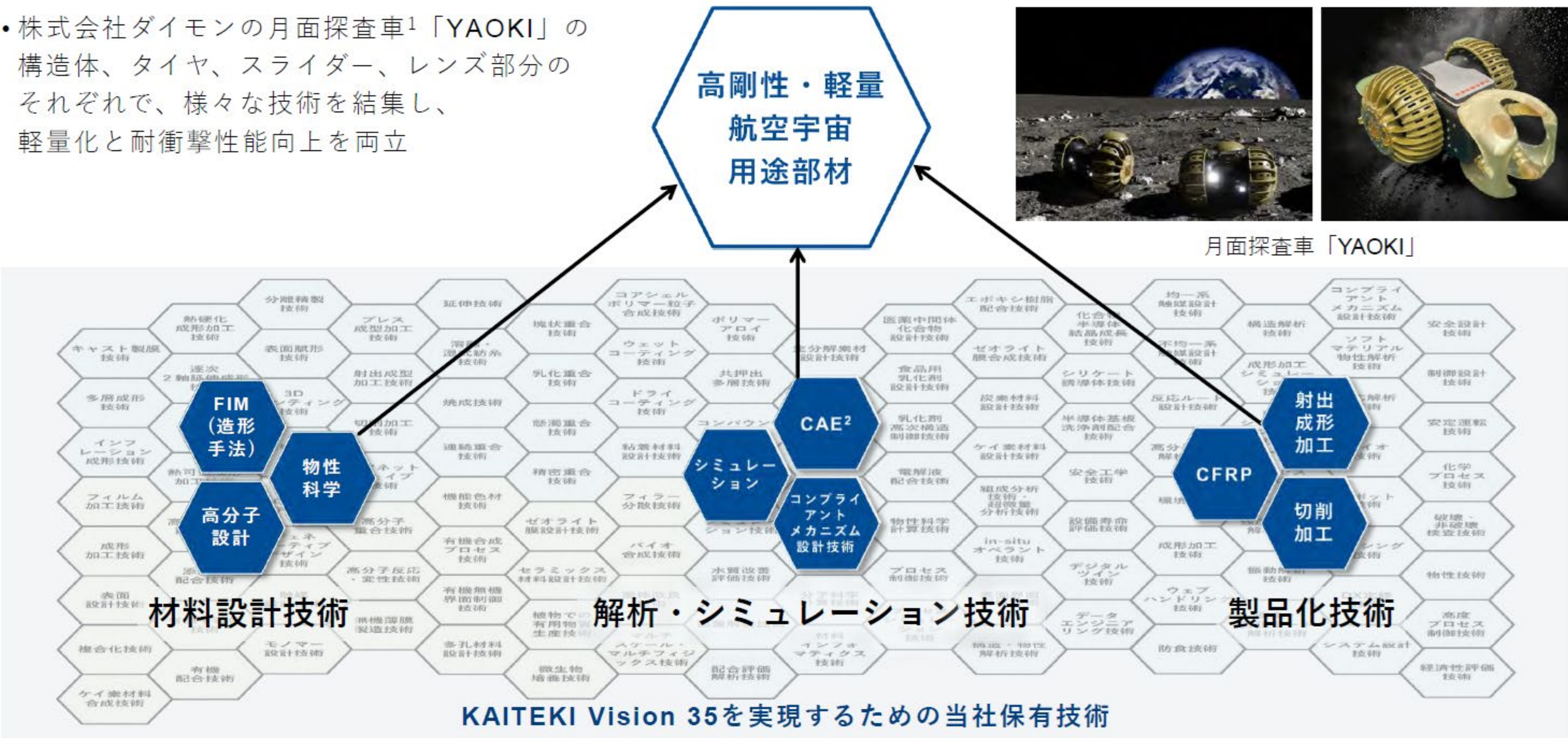
2. リソース

(2) 技術・開発 | 「技術をつなげて」生み出したソリューション事例

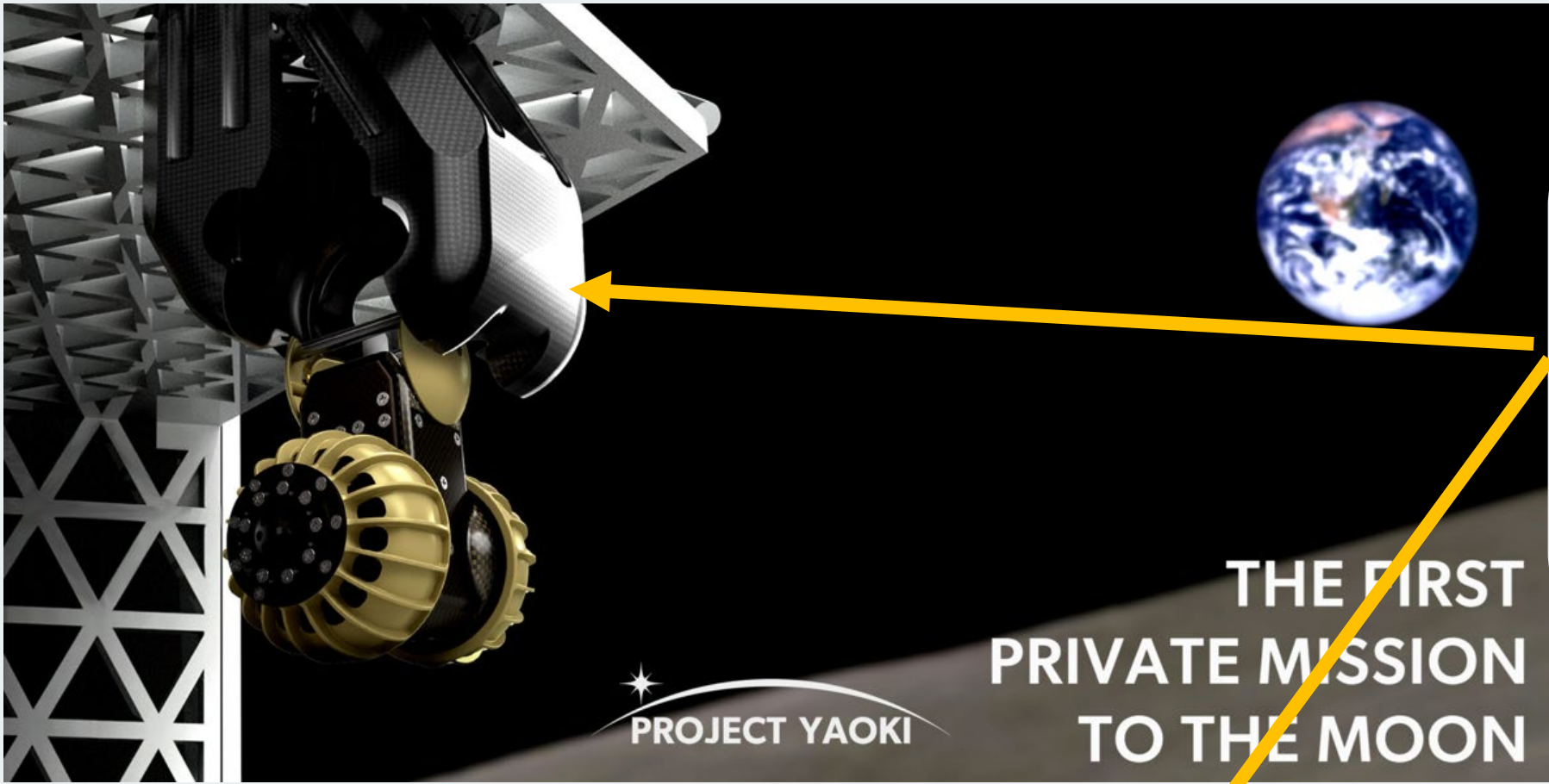


高剛性・軽量の航空宇宙用途部材

・株式会社ダイモンの月面探査車¹「YAOKI」の構造体、タイヤ、スライダー、レンズ部分のそれぞれで、様々な技術を結集し、軽量化と耐衝撃性能向上を両立



1. 月面ではマイナス170℃の低温環境から110℃の高温環境、また宇宙放射線にも晒される中、物性を低下させることなくミッション遂行が可能
2. Computer Aided Engineering



「YAOKI」本体、デプロイヤー（ケース）
シアネートエステル樹脂製CFRP
（炭素繊維強化プラスチック）適用



「YAOKI」タイヤ
PAI材（スーパーエンブラ・
ポリアミドイミド）適用

「YAOKI」レンズ
レゴリス付着抑制
コーティング剤適用

レゴリス付着防止コーティング

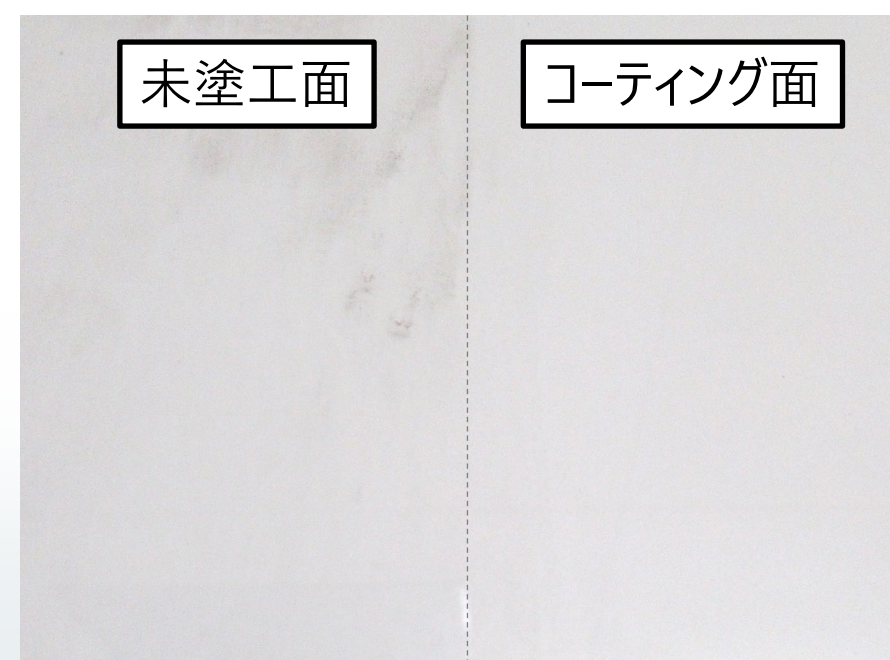
ウェットコーティングで形成した膜は粉塵付着防止性を有しており、それは月に存在するレゴリスにも同様に効果を発揮しました。三菱ケミカルでは、塗料のご提供だけでなくお客様の塗装プロセスに合わせた最適なソリューションを提案します。

宇宙用途への適性

- ・コーティング塗膜表面へのレゴリスの付着を抑制します。
- ・超薄膜での塗装のため、コーティングによる重量変化がほとんどありません。
- ・耐候性が強く、アウトガス性も良好です。

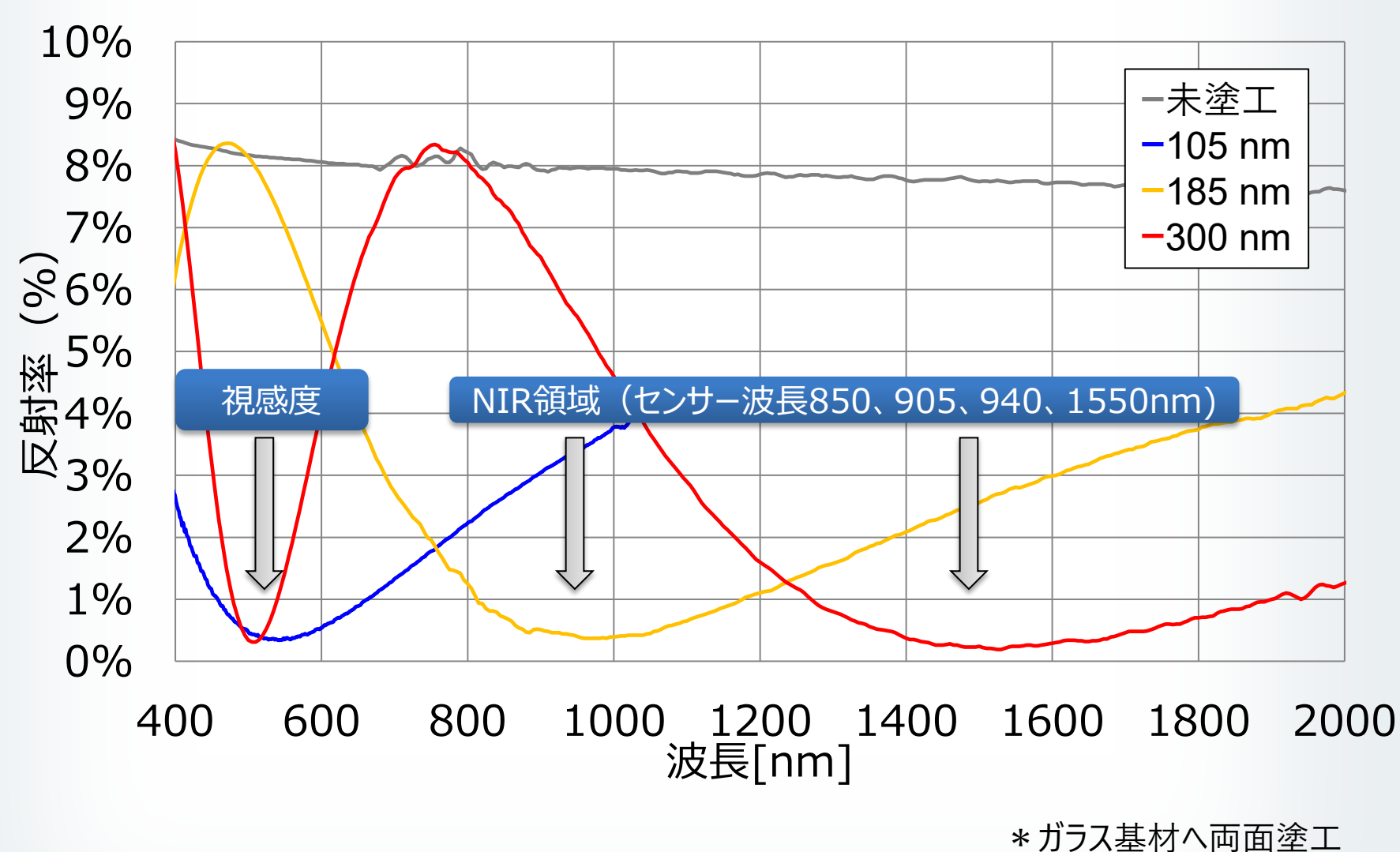
《月土壌シミュラント「FJS-1」を用いた付着性試験の様子》

		付着性試験前	付着性試験後
コーティング面	Hz (%)	0.11	0.96
	T.T. (%)	94.24	94.24
未塗工面	Hz (%)	0.15	20.66
	T.T. (%)	90.77	85.63



コーティング材の主な特徴

《塗工膜厚と反射防止性の関係》



- ・薄膜の多孔質シリカ膜で、低い屈折率が特徴です。
- ・膜厚を調整することで可視領域から近赤外領域までの反射防止が可能です。
- ・屈折率は1.18~1.35の制御が可能です。
- ・ウェットコートで様々な塗工方法に適用可能です。



MITSUBISHI
CHEMICAL
GROUP

三菱ケミカル株式会社

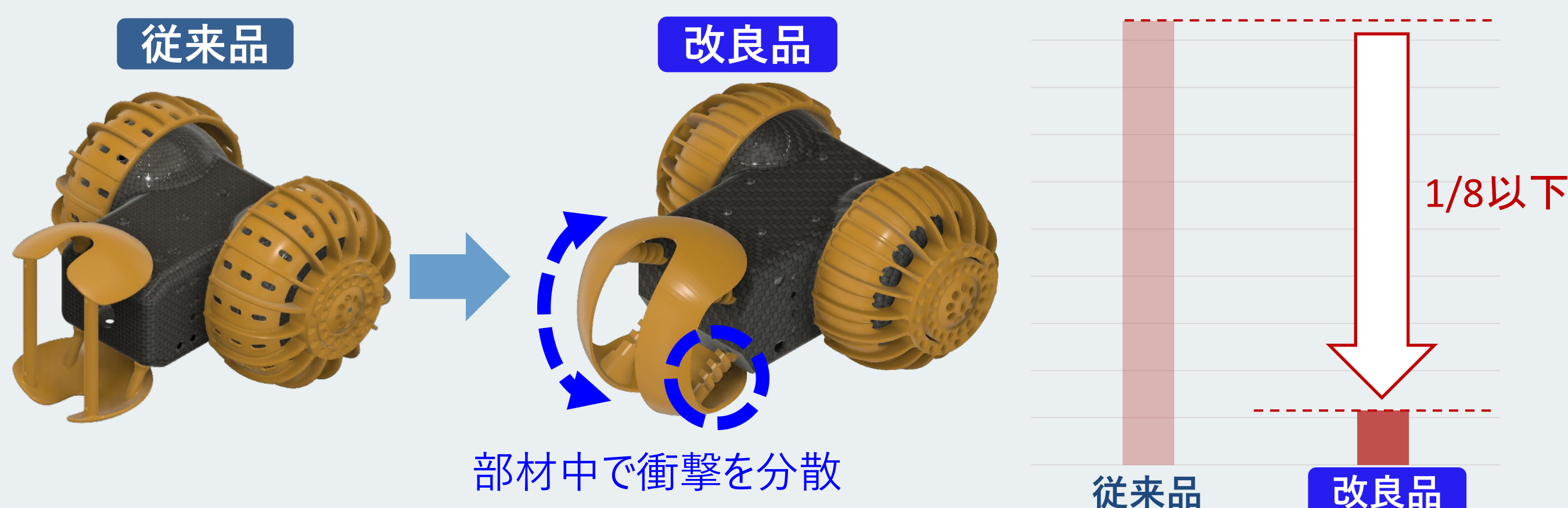
コンプライアントメカニズム設計

三菱ケミカルは、強みである素材・成形の知見に設計技術を取り入れた新しい製品づくりのお手伝いをしています。

コンプライアントメカニズムとは、素材のしなやかさで動きを実現する設計概念です。従来のような組み立て加工品をしなやかな一体構造の樹脂製品に置き換えることで、性能の向上や軽量化などの様々なメリットを生み出すことができます。

宇宙用途への適用事例（YAOKIスライダー改良）

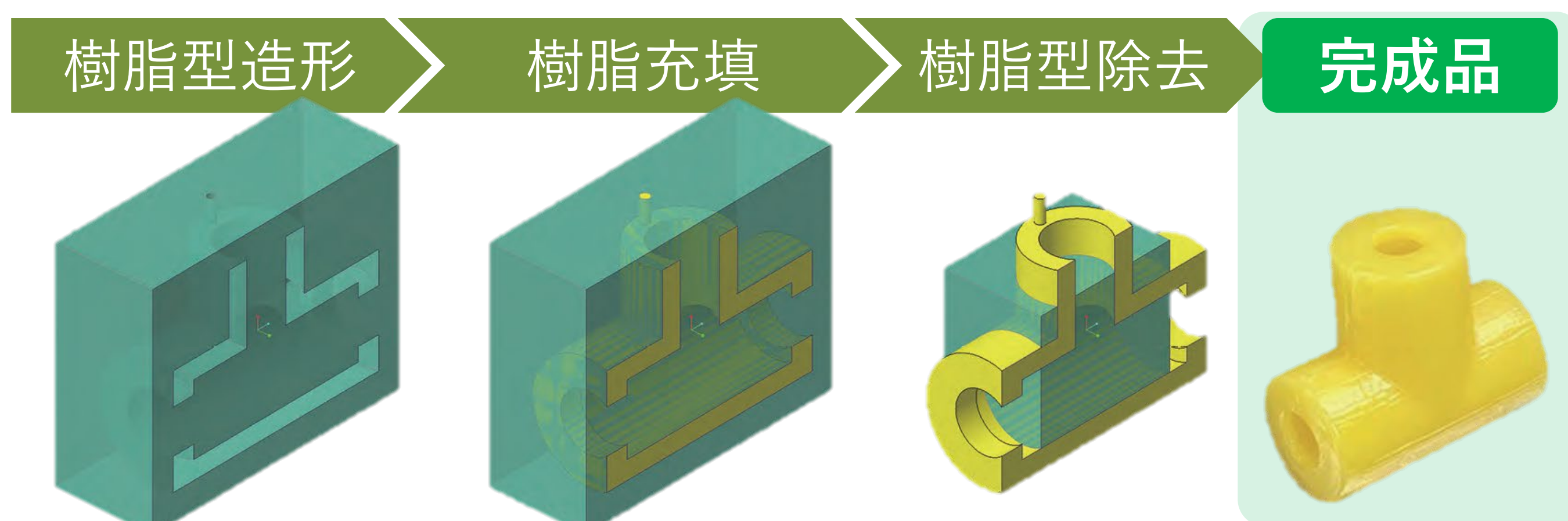
通常、耐衝撃性の向上には、肉厚を増して頑丈にしたり、強度の高い金属を用いるような設計が用いられます。しかし、宇宙用途においては、輸送コストの面で厳密な軽量化が求められるため、樹脂を用いたしなやかな設計手法が有効になる場合があります。



開発中の小型月面探査車への適用例では、重量増を抑えつつ、衝突時に部材にかかる応力の最大値を1/8以下まで抑制することに成功。月面輸送モデルとして採用されました。

フリーフォーム射出成形

フリーフォーム射出成形 (FIM) は、特殊な3Dプリンタを用いた新しい射出成形技術です。金型では抜けない複雑な形状を、射出成形同等の強度で1個から製作することができます。



YAOKIスライダー改良品
造形例



弊社はグループ会社（※）にて当技術を保有しており、コンプライアントメカニズム設計から造形に至るまで、一気通貫での製品開発が可能な体制を実現しております。 ※MCCアドバンスドモールドイングス(株)

高耐熱性炭素繊維複合材料 (C/C, C/SiC, フェノールCFRP)

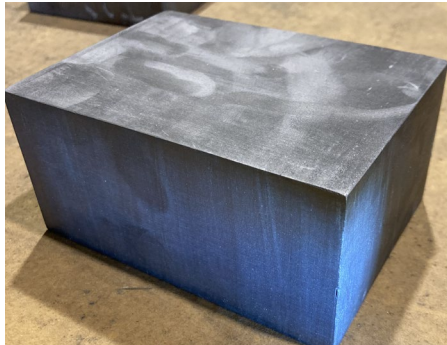
- ・C/C (Carbon/Carbon)
 - ・CMC (Ceramic Matrix Composite)
 - ・フェノールCFRP (Phenolic CFRP) 、SMC
- ：炭素繊維＋炭素
 - ：炭素繊維＋SiC
 - ：炭素繊維＋フェノール樹脂

【製品の特長】

- ・**軽量**：比重は鉄（ 7.9g/cm^3 ）の1/3～1/5。
- ・**高剛性**：鉄を上回る高剛性・高強度で**薄型化**設計が可能。
- ・**高耐熱性**：高い耐熱温度（**C/C, C/SiC**： $800^{\circ}\text{C}\leq$ 、**フェノールCFRP**： $300^{\circ}\text{C}\leq$ ）。
- ・**高難燃性**：フェノールCFRP（短繊維） **EN45545-2（R1/R6）HL3クリア**

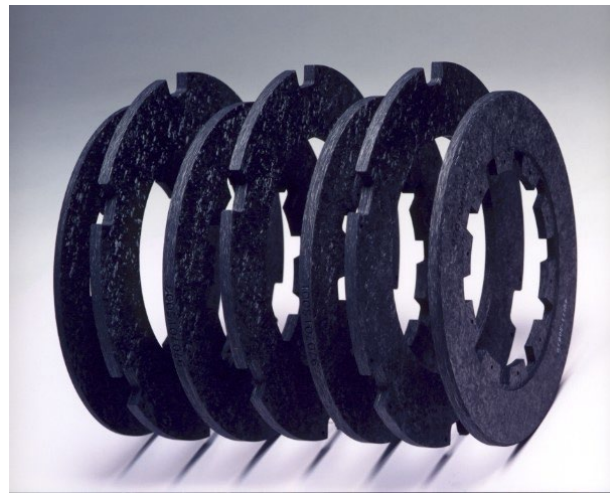
【製品例】

C/Cブレーキ材、成型品
(短繊維)

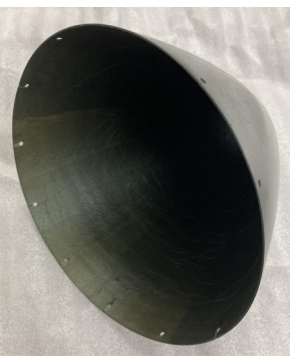
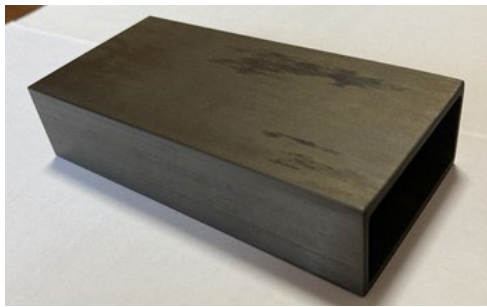


C/SiCブレーキ材
(短繊維／開発品)

C/C, C/SiC搬送ハンド
(長繊維／開発品)



フェノールCFRP搬送ハンド、成型品（長繊維・短繊維／開発品）

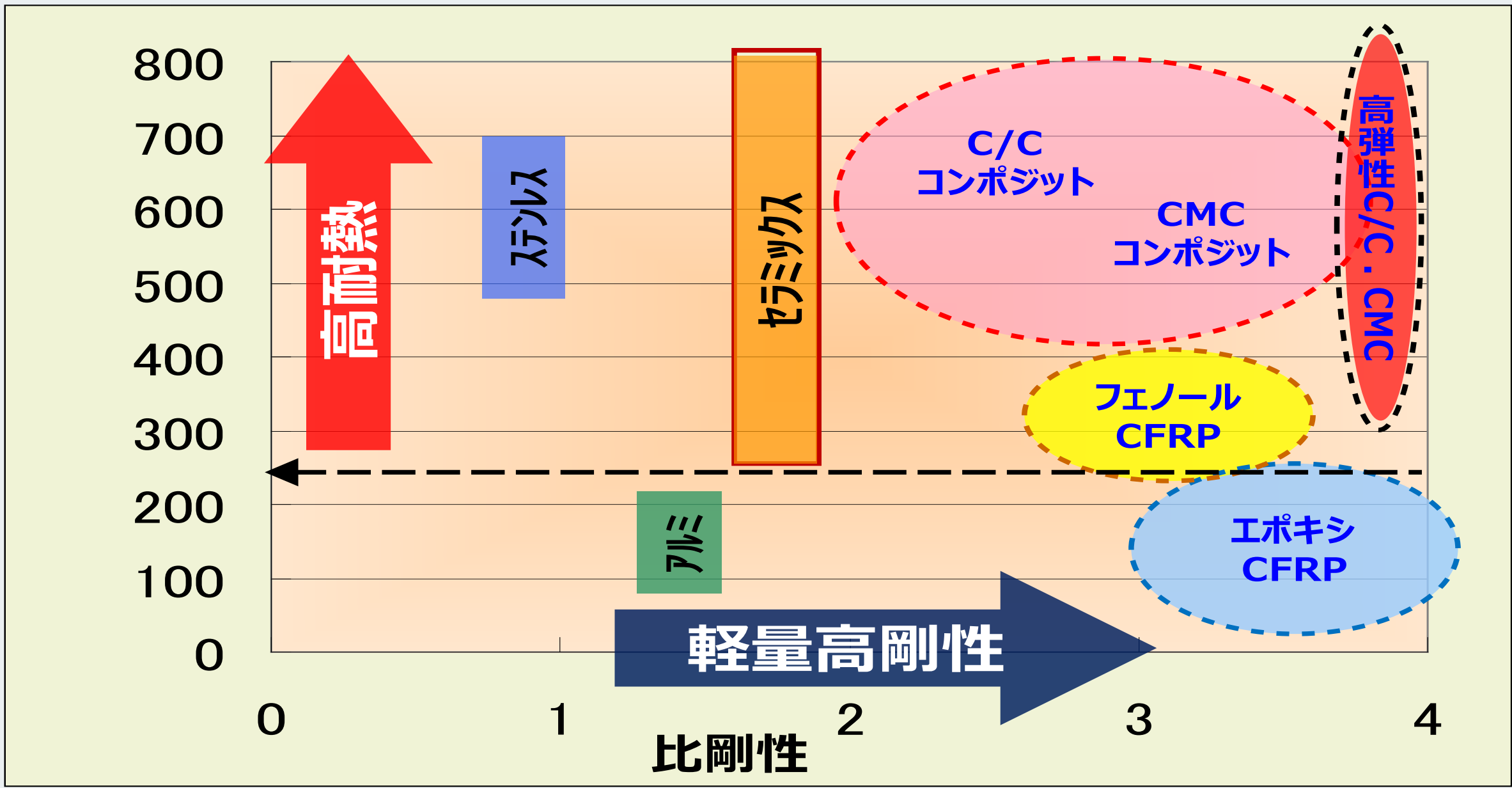


【代表物性】

種類	方向性	嵩密度 g/cm^3	曲げ強度 ($\perp$) MPa	曲げ弾性率 ($\perp$) GPa	引張強度 ($\perp$) MPa	圧縮強度 ($\perp$) MPa
C/C	等方性	1.9	180	70	110	170
	一方向性	1.7	440	290	300	300
CMC	等方性	2.4	150	100	100	500
	一方向性	2.1	410	310	300	450
フェノールCFRP	等方性	1.6	100	20	50	170
	一方向性	1.7	630	390	1710	300

本記載値は代表値であり、積層構成、含有物質により異なります。

【他素材との耐熱性、剛性比較イメージ】



高熱伝導C/Cコンポジット

用途：核融合ロケットエンジン、核融合炉ダイバータ

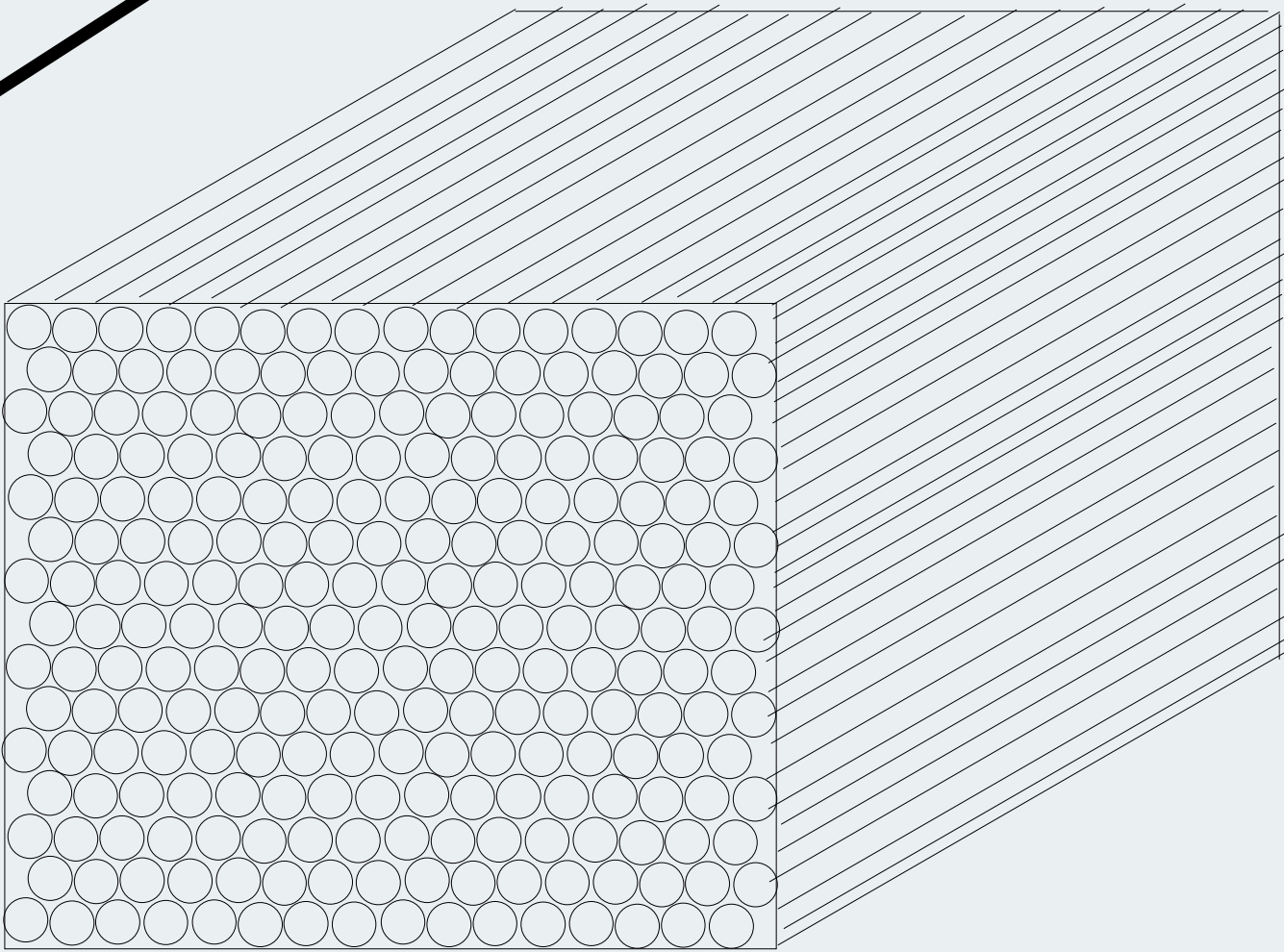
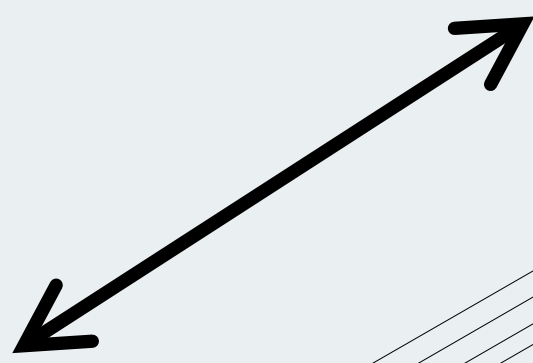
熱伝導率

C/C タイプ		高熱伝導				標準	低
繊維配列		一方向		フェルト		フェルト	フェルト
製品名		MFC-1	MFC-1N (開発品)	MCI-felt type2H	MFC-2 (開発品)		
嵩密度 [g/cm ³]		> 1.9	> 1.9	> 1.9	> 1.9	> 1.9	> 0.2
熱伝導率 [W/mK]	繊維方向	550	520	340	370	70	10
	反繊維方向	40	30	60	60	12	0.7

※本記載値は代表値であり、積層構成、含有物質量により異なります。
※MCI-felt type2H：QST那珂研究所（JT60U ダイバータ）での使用実績あり。
※Past data in 1990-1994：<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-M-90-119.pdf>
<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-M-93-149.pdf>
<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-M-94-046.pdf>

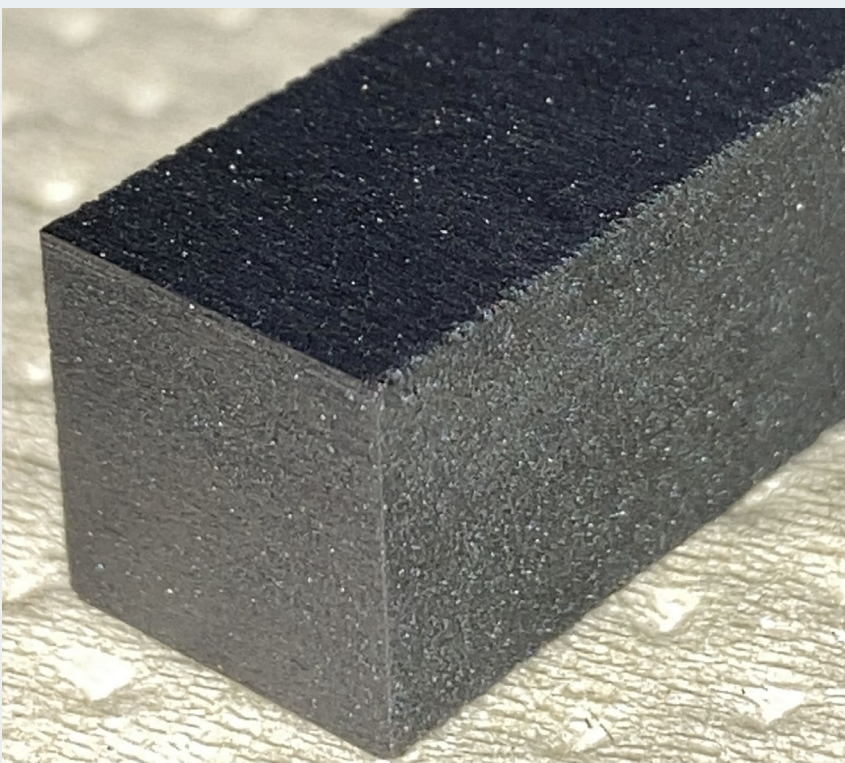
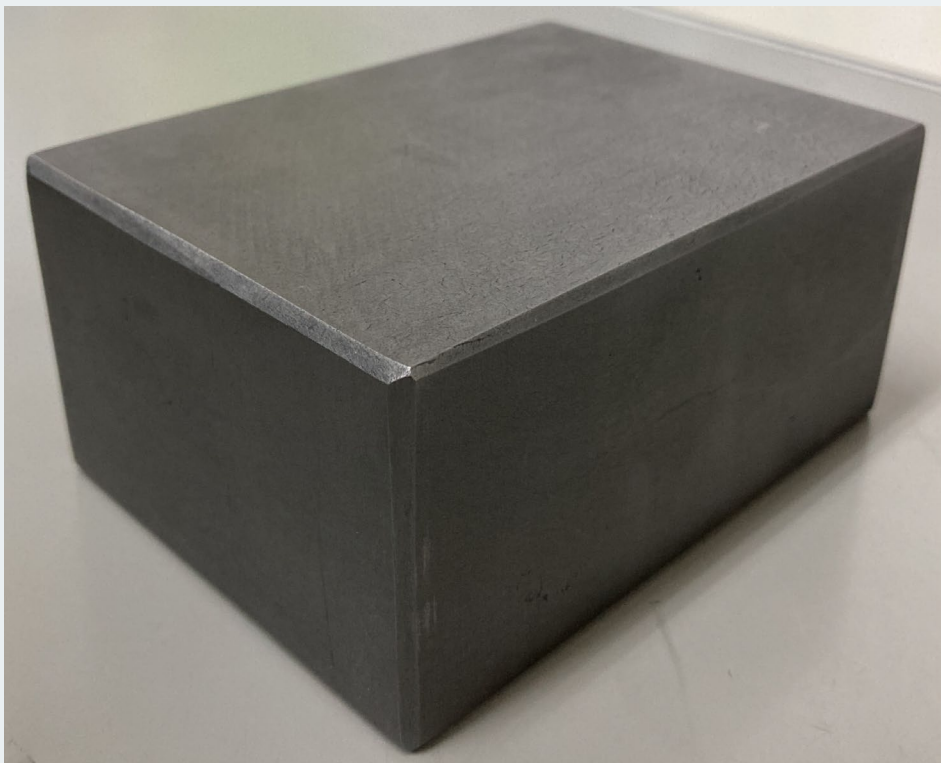
一方向

繊維方向



MFC-1

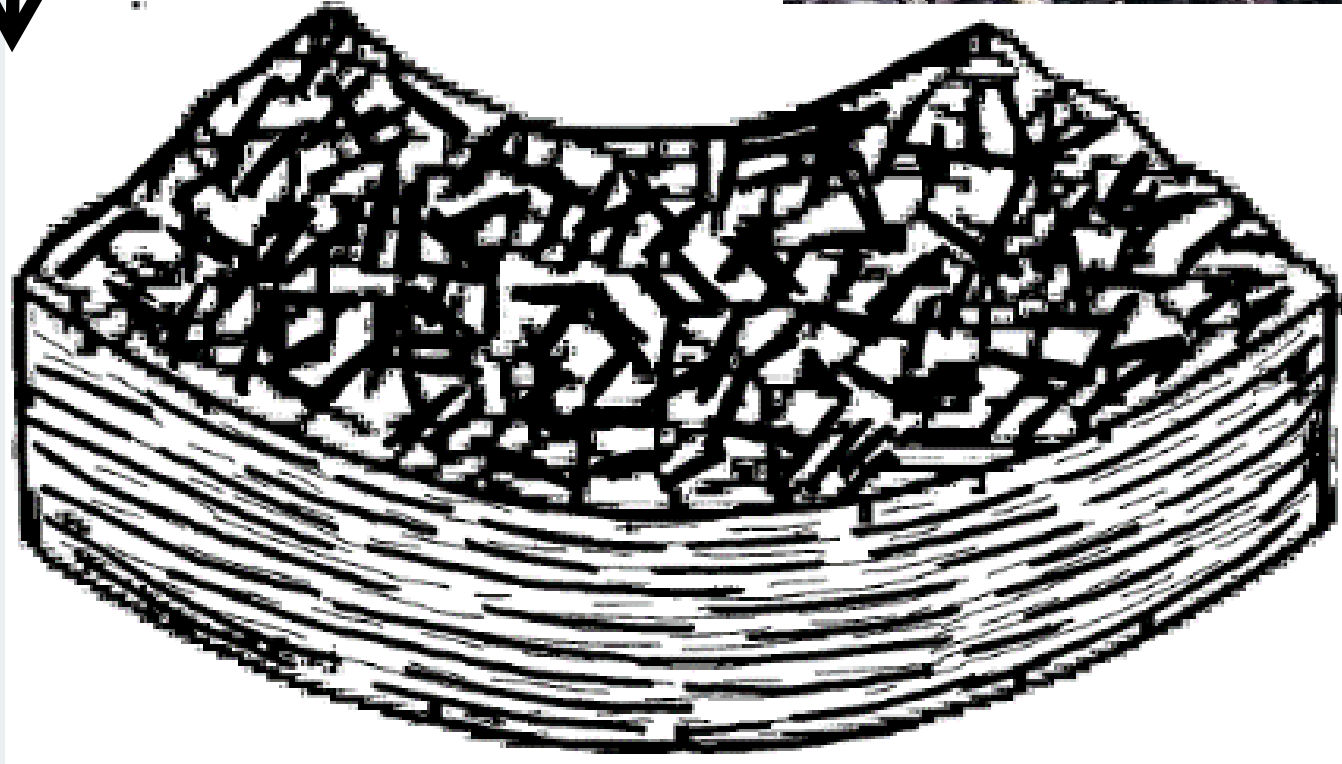
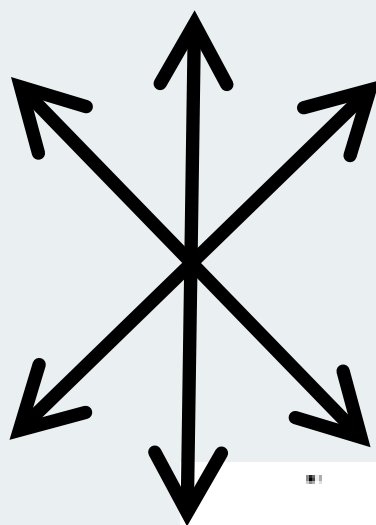
MFC-1N
(開発品)



【製造可能サイズ】 応相談
210*×150×110mm *繊維方向

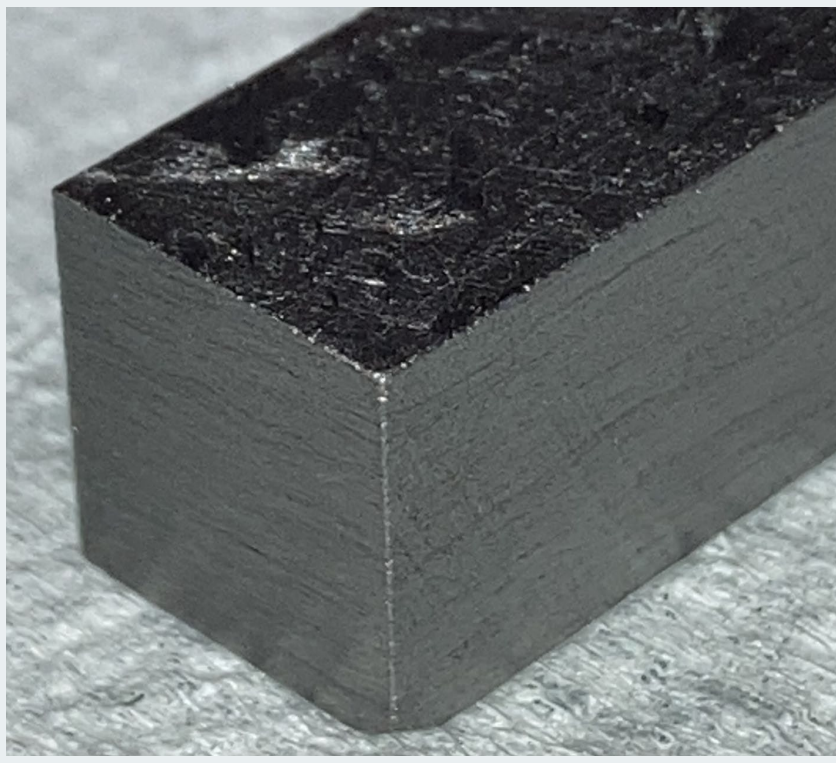
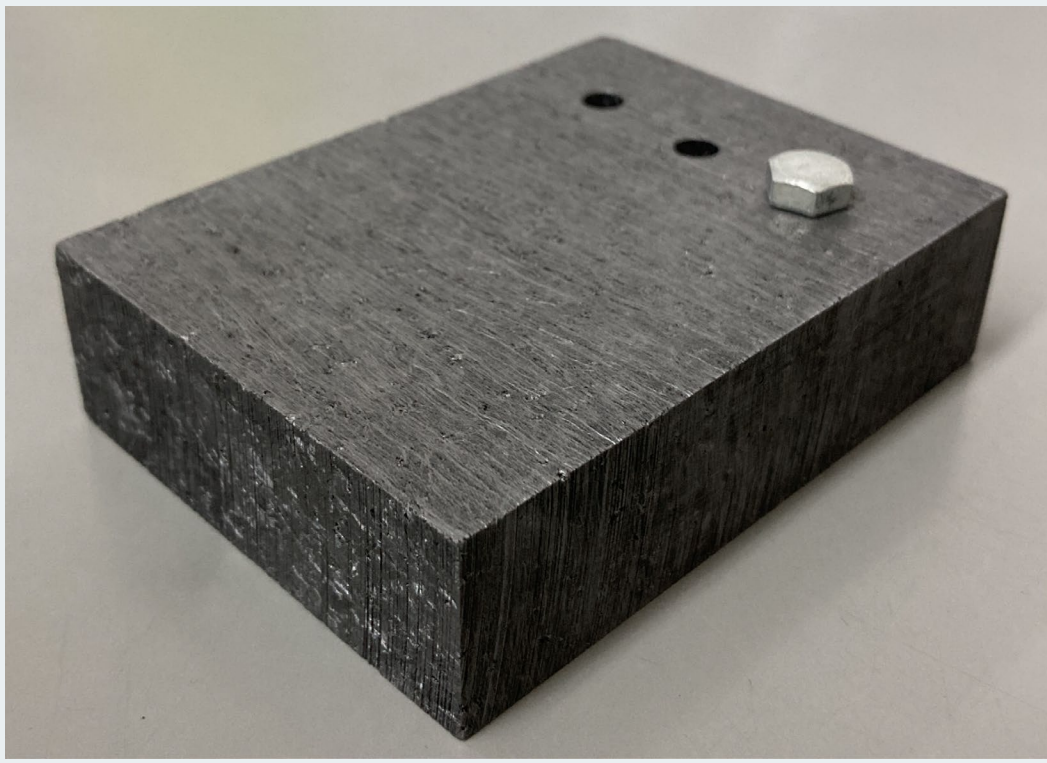
フェルト

繊維方向



MCI-felt
type2H

MFC-2
(開発品)



【製造可能サイズ】 応相談
210*×150*×110mm *繊維方向



MITSUBISHI
CHEMICAL
GROUP

三菱ケミカル株式会社

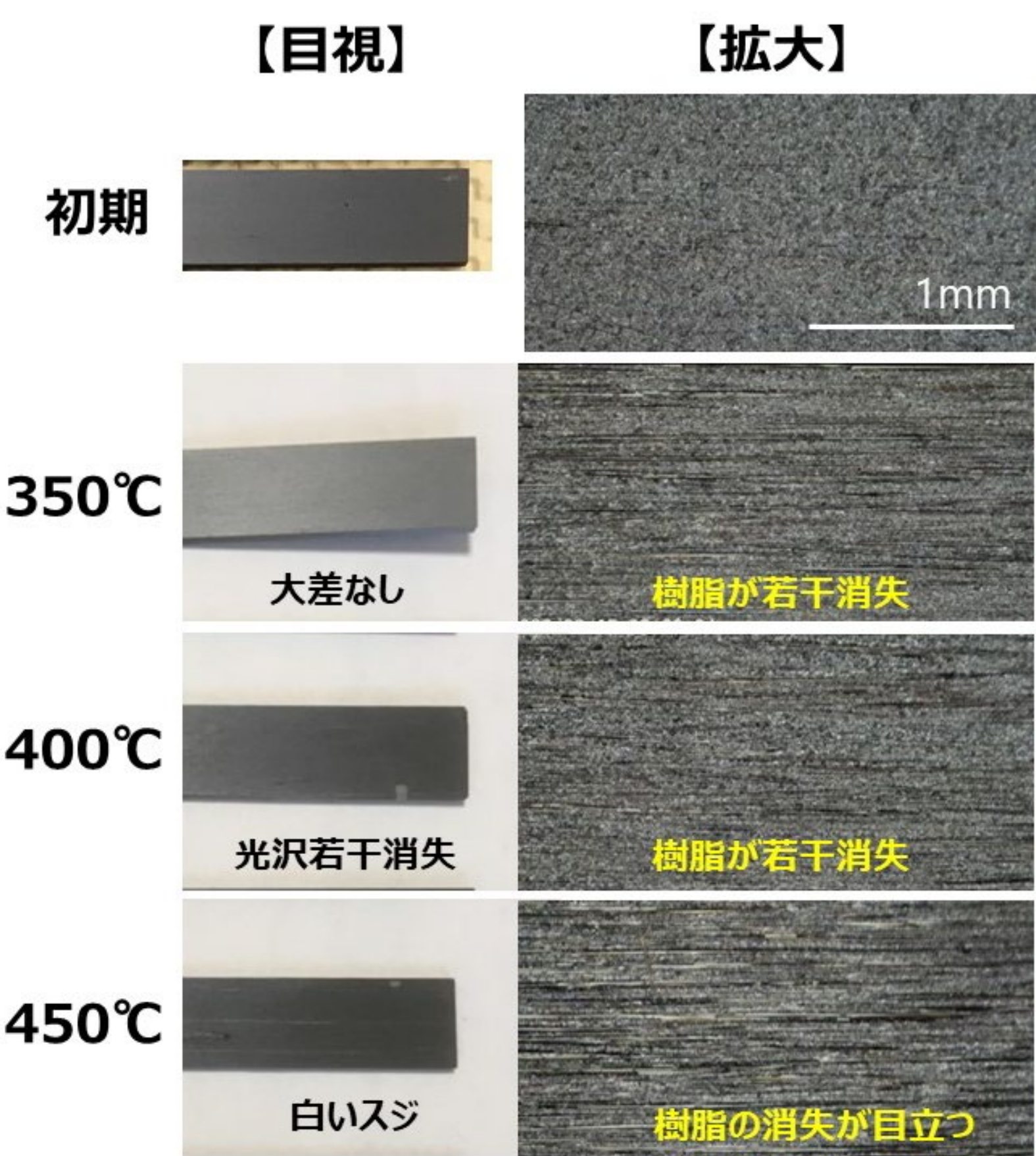
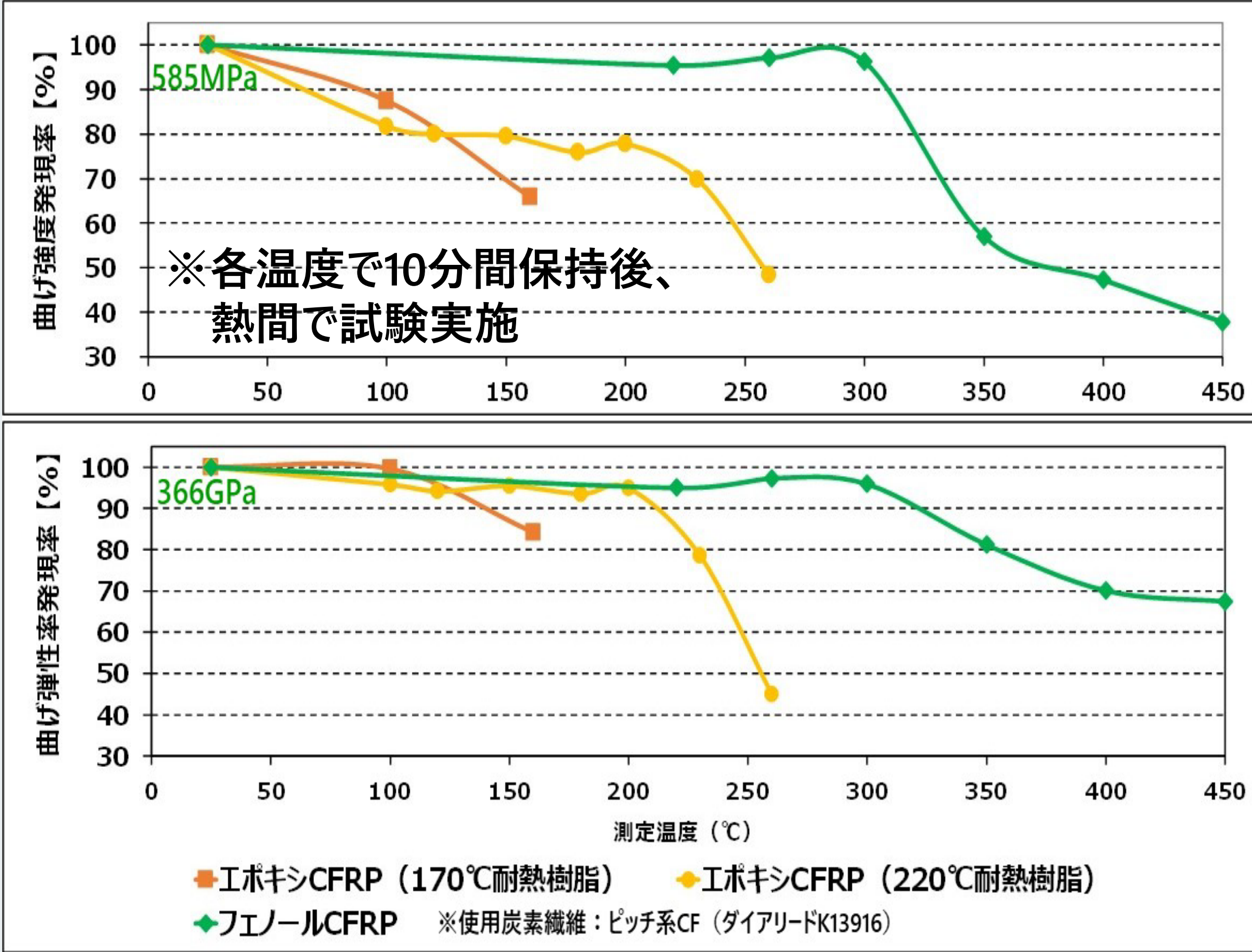
300℃耐熱フェノールCFRP

【特長】

- ・**軽量**： 比重は**鉄の1/4以下**（1.7g/cm³）
- ・**高剛性**： **鉄を上回る高剛性**で薄型化設計が可能（一方向繊維タイプ）
- ・**高耐熱性**： 一般的なエポキシCFRPに比べ高い**耐熱温度（300℃≦）**
- ・**処方**： 一方向繊維タイプとチョップ繊維タイプの2種類あり

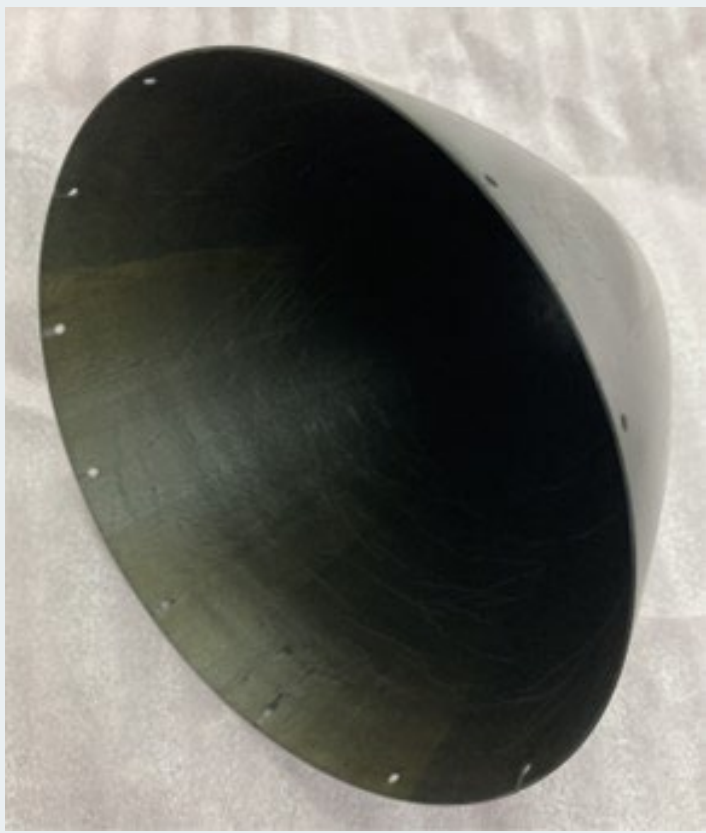
【曲げ物性及び材料状態（外観）の温度依存性】

※一方向繊維タイプ



【形状例】

コーン形状
（裏側）



パイプ形状

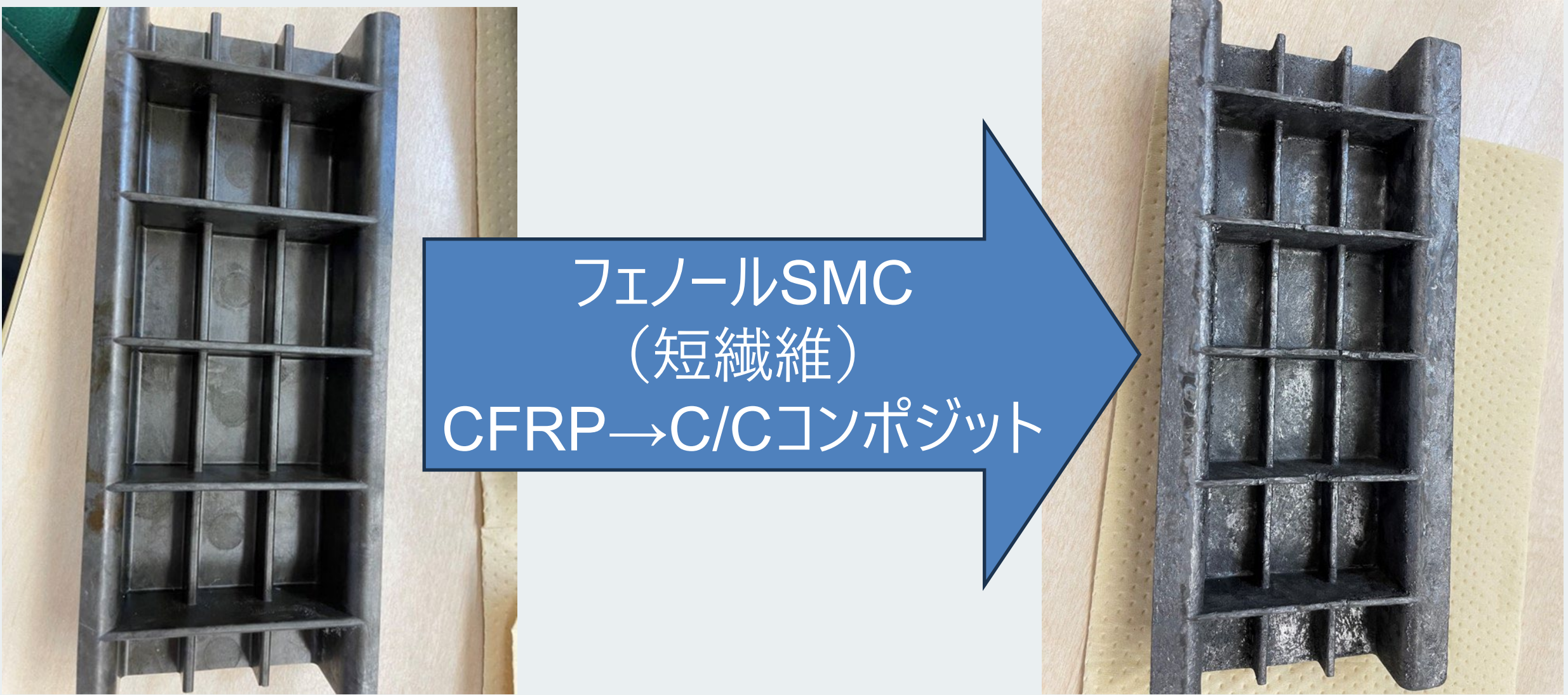


【その他機械物性（エポキシCFRPとの違い）】

炭素繊維種類			ピッチ系 K13916 (760GPa)	ピッチ系 K63712 (640GPa)	PAN系 TR50S (230GPa)	ピッチ系 K13916 (760GPa)
樹脂種類			フェノール	フェノール	フェノール	耐熱エポキシ
比重		g/cm ³	1.7	1.7	1.5	1.75
組成	ボイド率	vol%	8	8	8	≦3
	強度	MPa	1470	1400	1470	1700
引張	弾性率	GPa	430	340	150	460
	強度	MPa	590	610	1640	630
曲げ	弾性率	GPa	370	270	120	380
	強度	MPa	350	410	1420	360
圧縮	弾性率	GPa	520	340	130	460
	強度	MPa	32	47	59	60
ILSS（せん断）	強度	MPa	33	40	120	—
IZOD（衝撃）	強度	kg·cm/cm				

【応用例（カーボン化）】

- ・カーボン化後もCFRP形状を維持可能



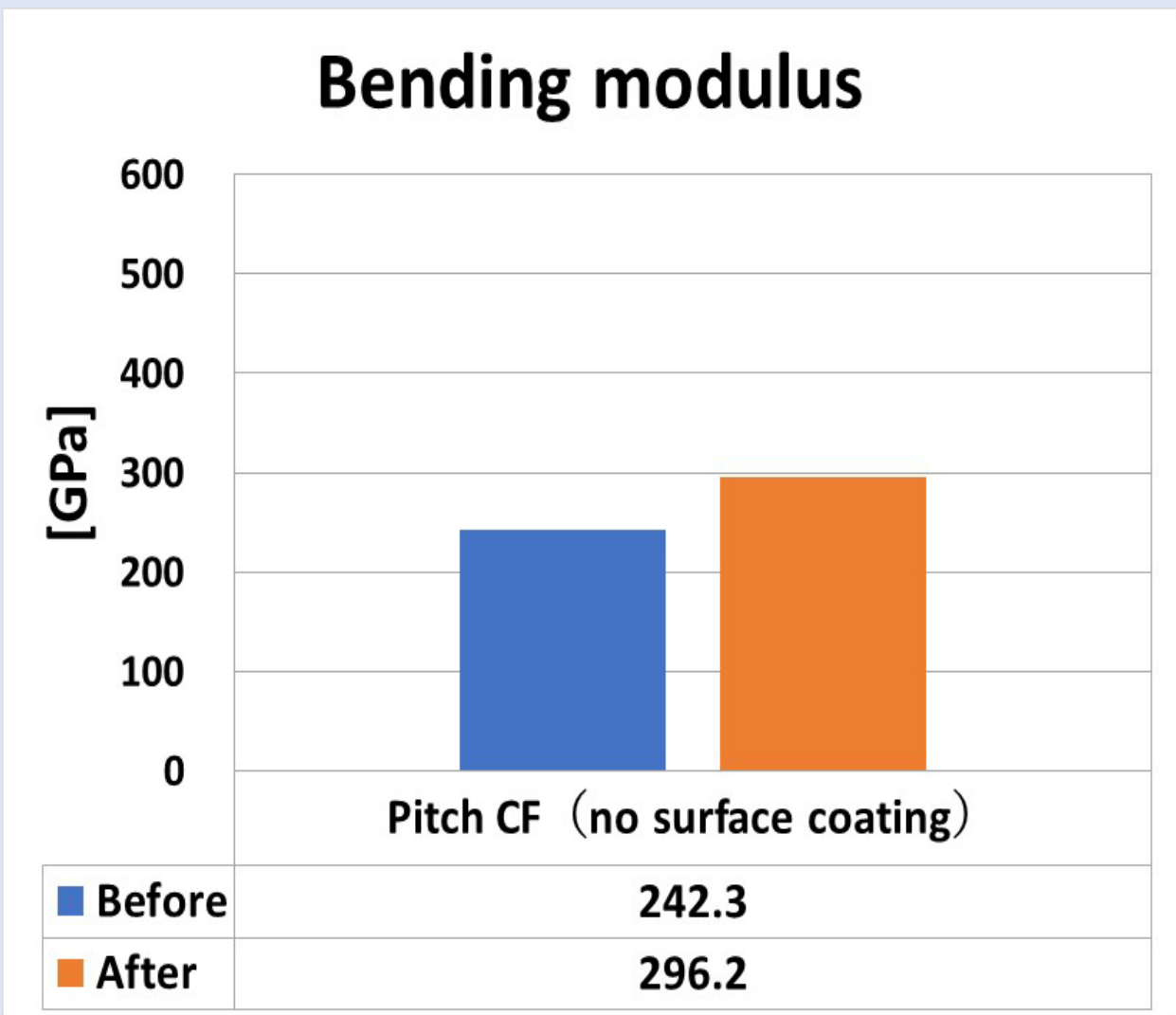
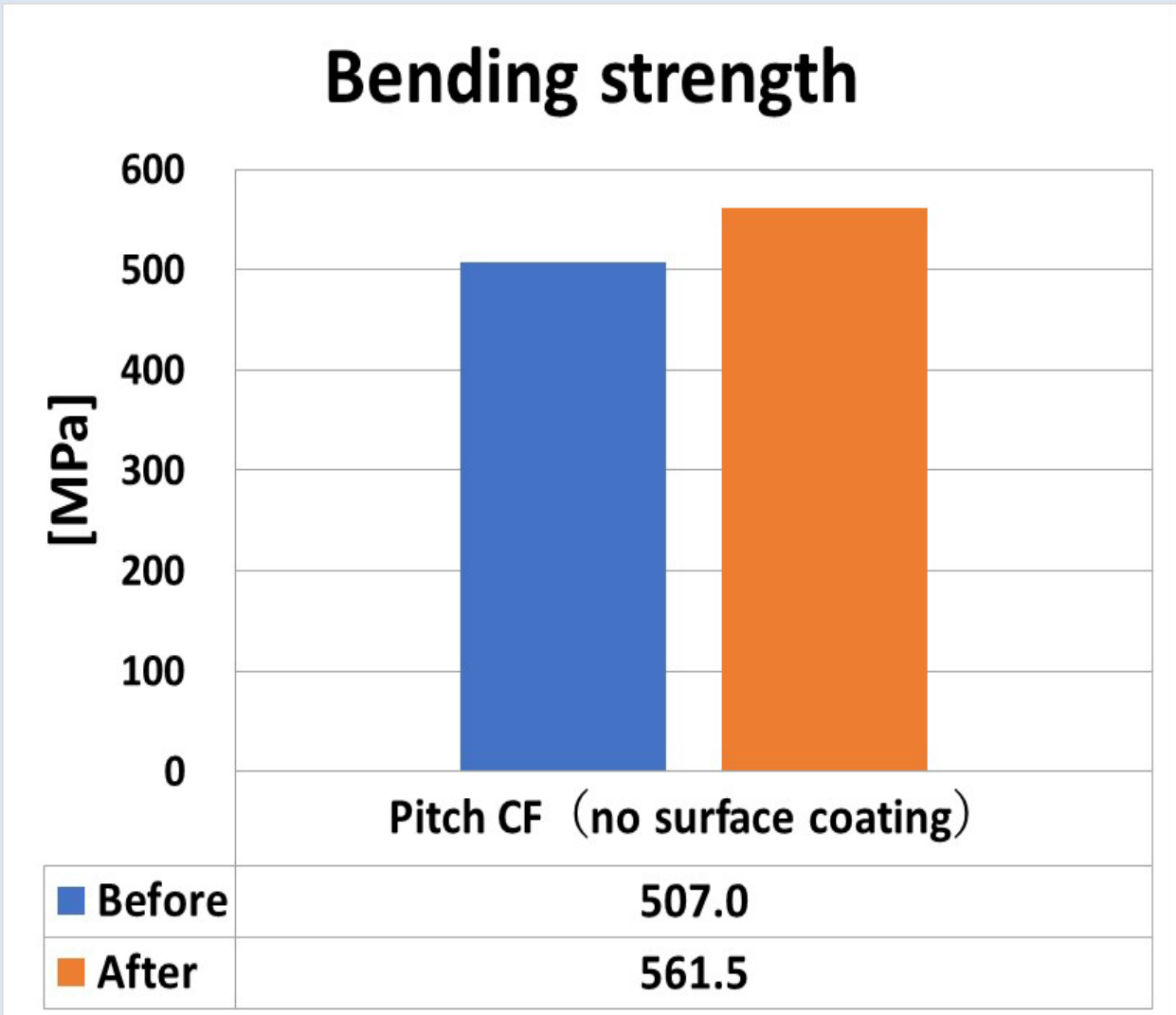
1,500°C耐熱CMC(ピッチ系C/SiC)コンポジット

用途：宇宙往還機熱シールドタイル（TPS)向け耐熱材

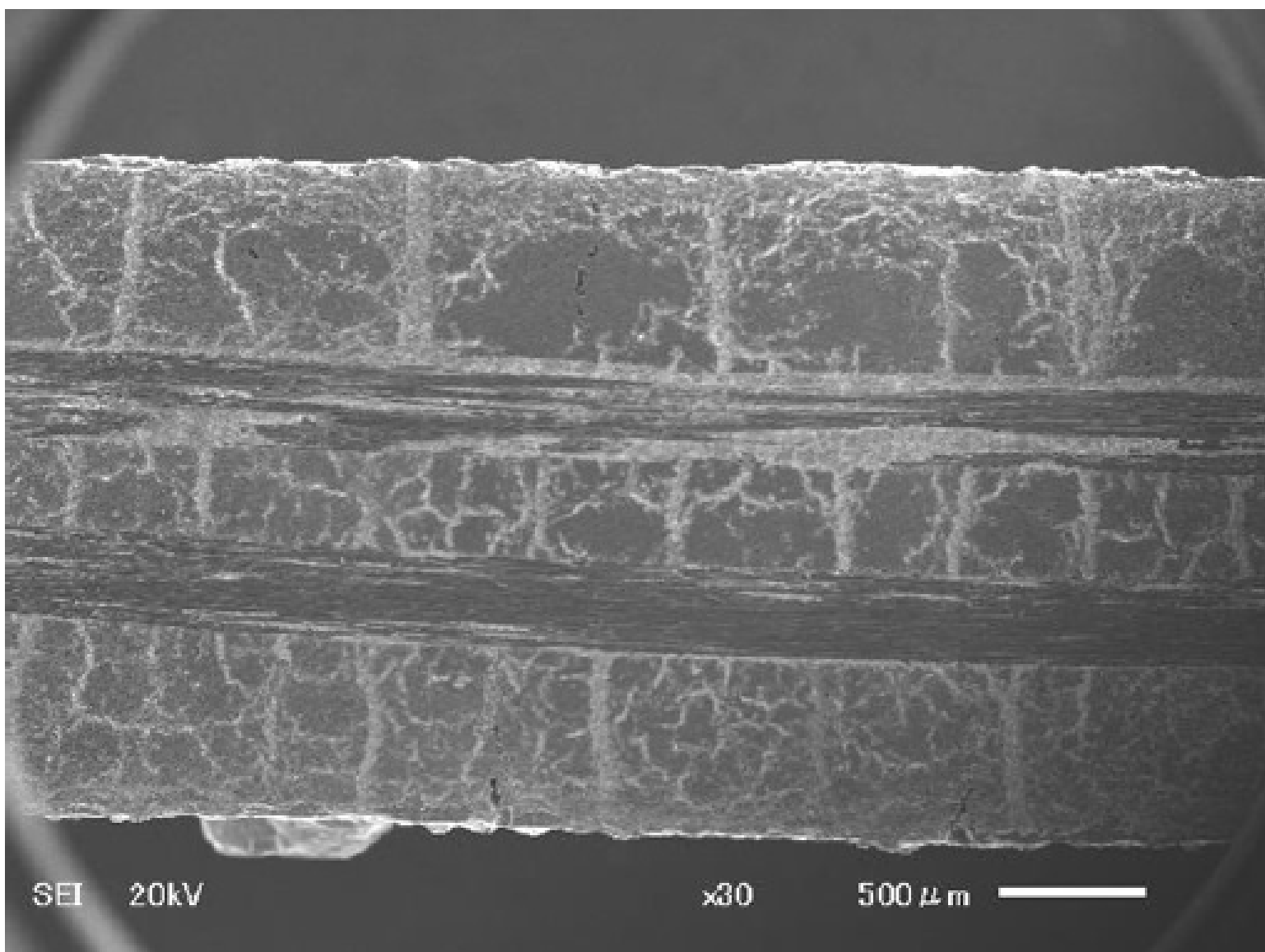
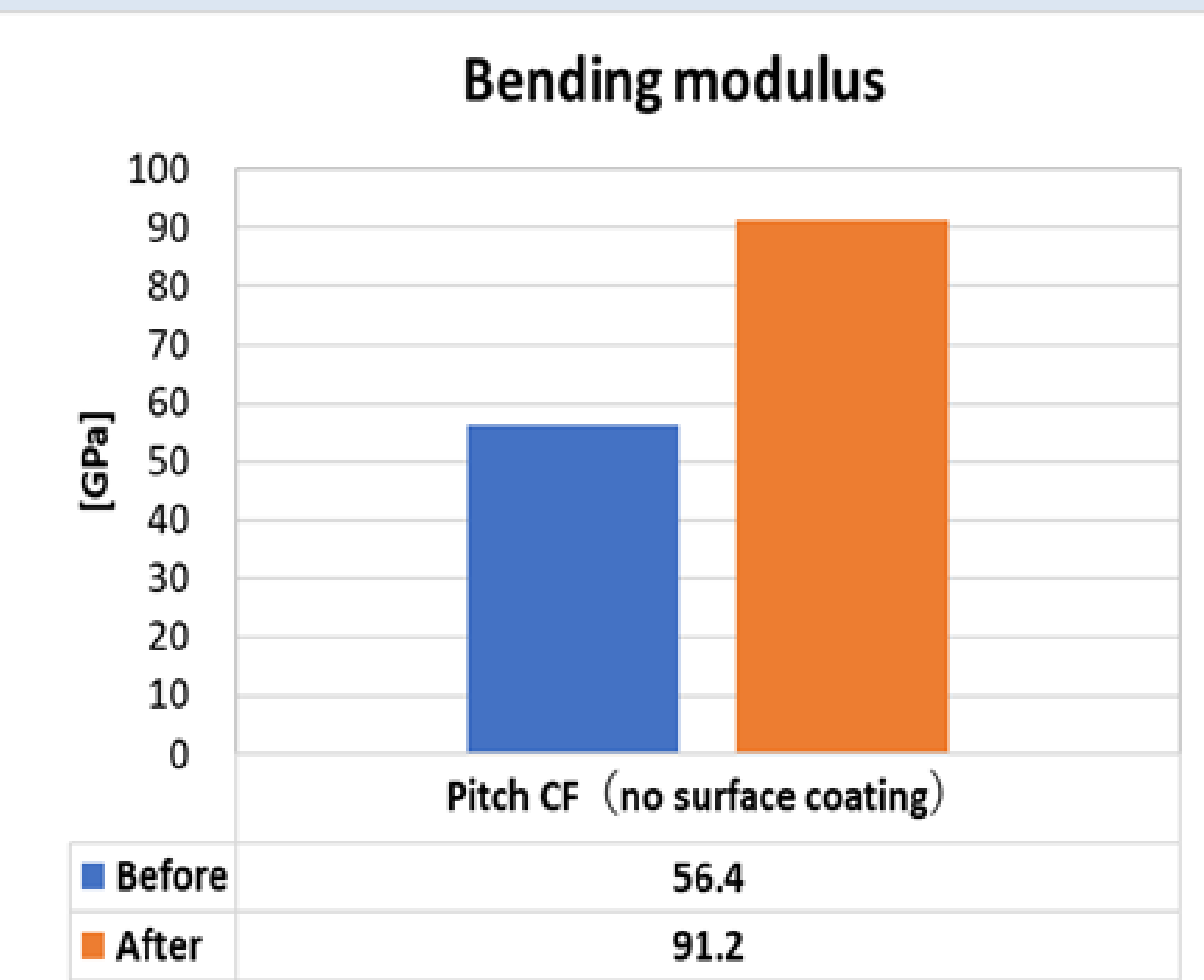
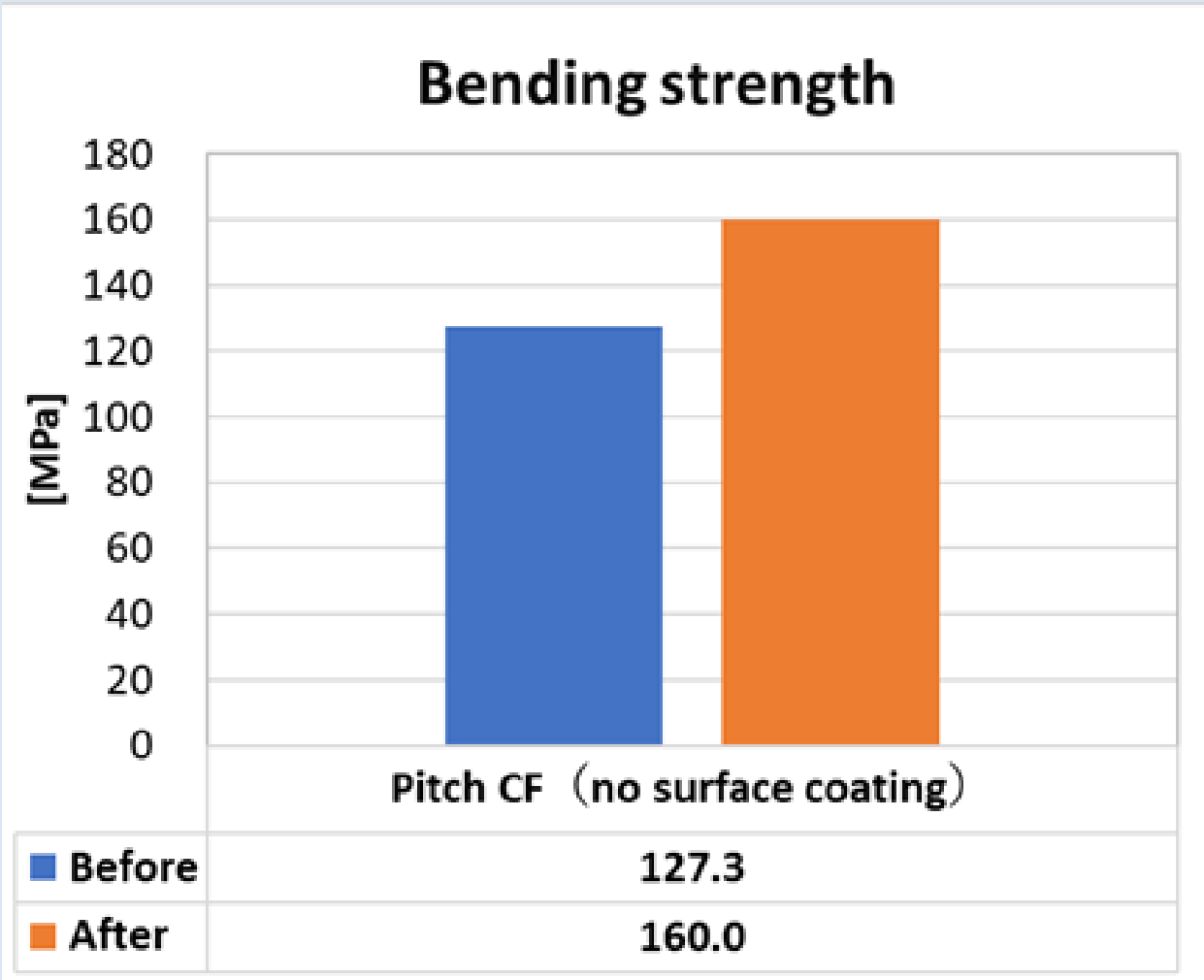
- ・1,500°C×1時間の空气中熱処理前後で、強度、弾性率の低下がほぼ認められない。
- ・JAXA革新的将来宇宙輸送システム目標：1600°C–800秒耐性

1,500°C×1時間の熱処理（空気雰囲気下）前後比較

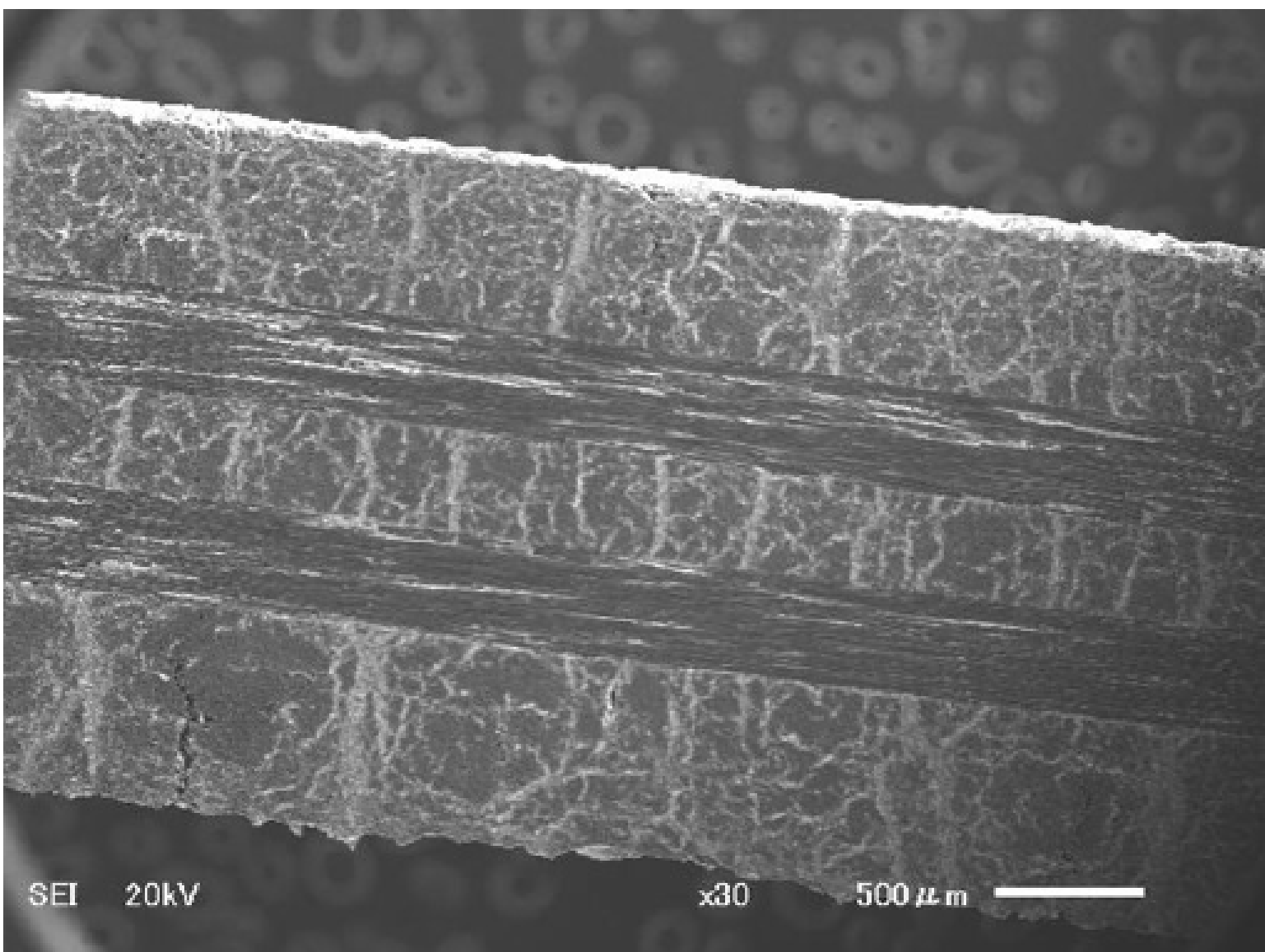
長繊維タイプ



短繊維タイプ
(SMCベース)



熱処理前



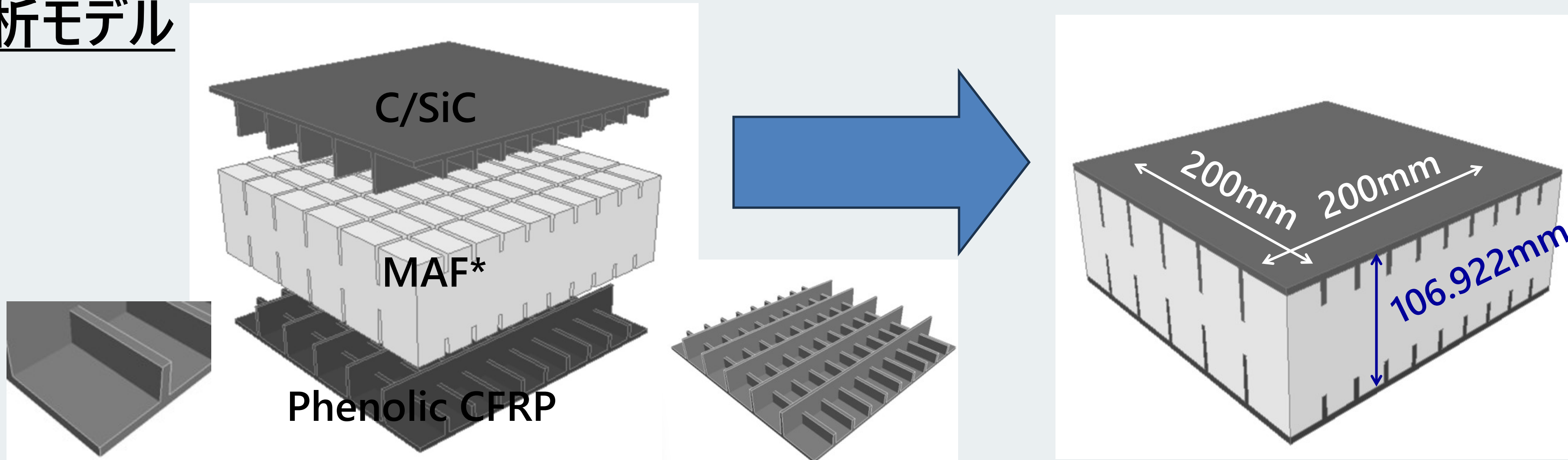
熱処理後

- ・長繊維タイプの断面観察写真（SEM像）から、熱処理後表面にSiO₂層（酸素透過抑制膜）が観察された。

Thermal Protection System 解析

用途：宇宙往還機熱シールドタイル向け耐熱材

解析モデル

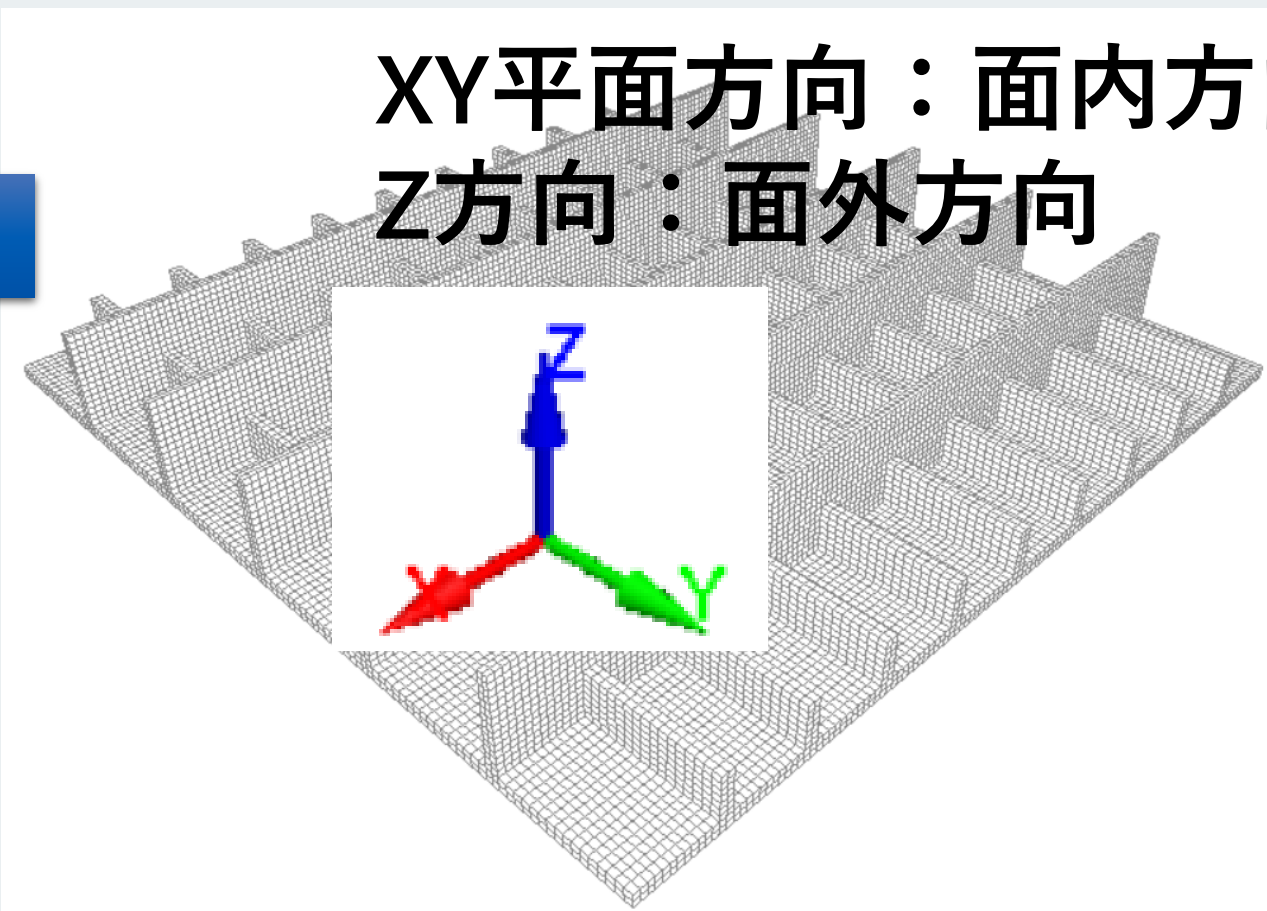


*<https://www.maftec.co.jp/>

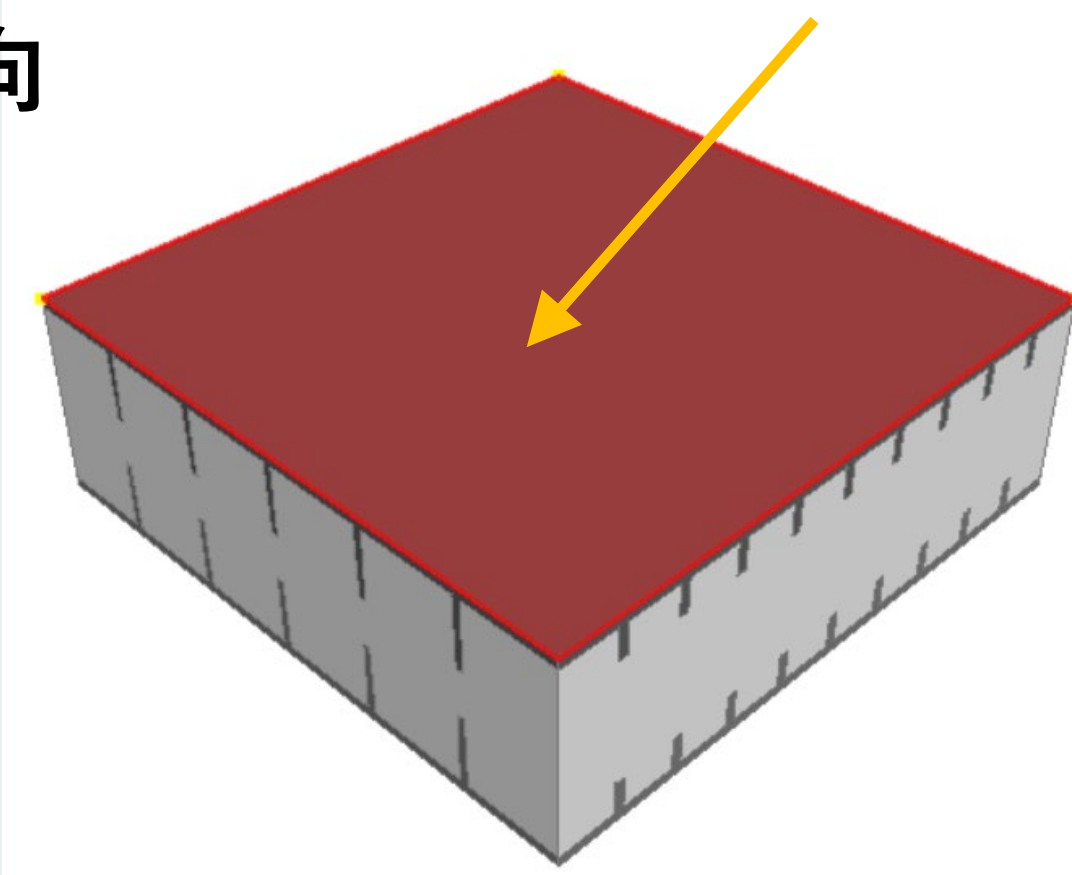
解析条件

異方性方向

XY平面方向：面内方向
Z方向：面外方向



境界条件：上表面1,650℃



C/SiC初期温度：0℃
MAF初期温度：23℃
CFRP初期温度：23℃

部品周辺：断熱、周囲と熱交換なし

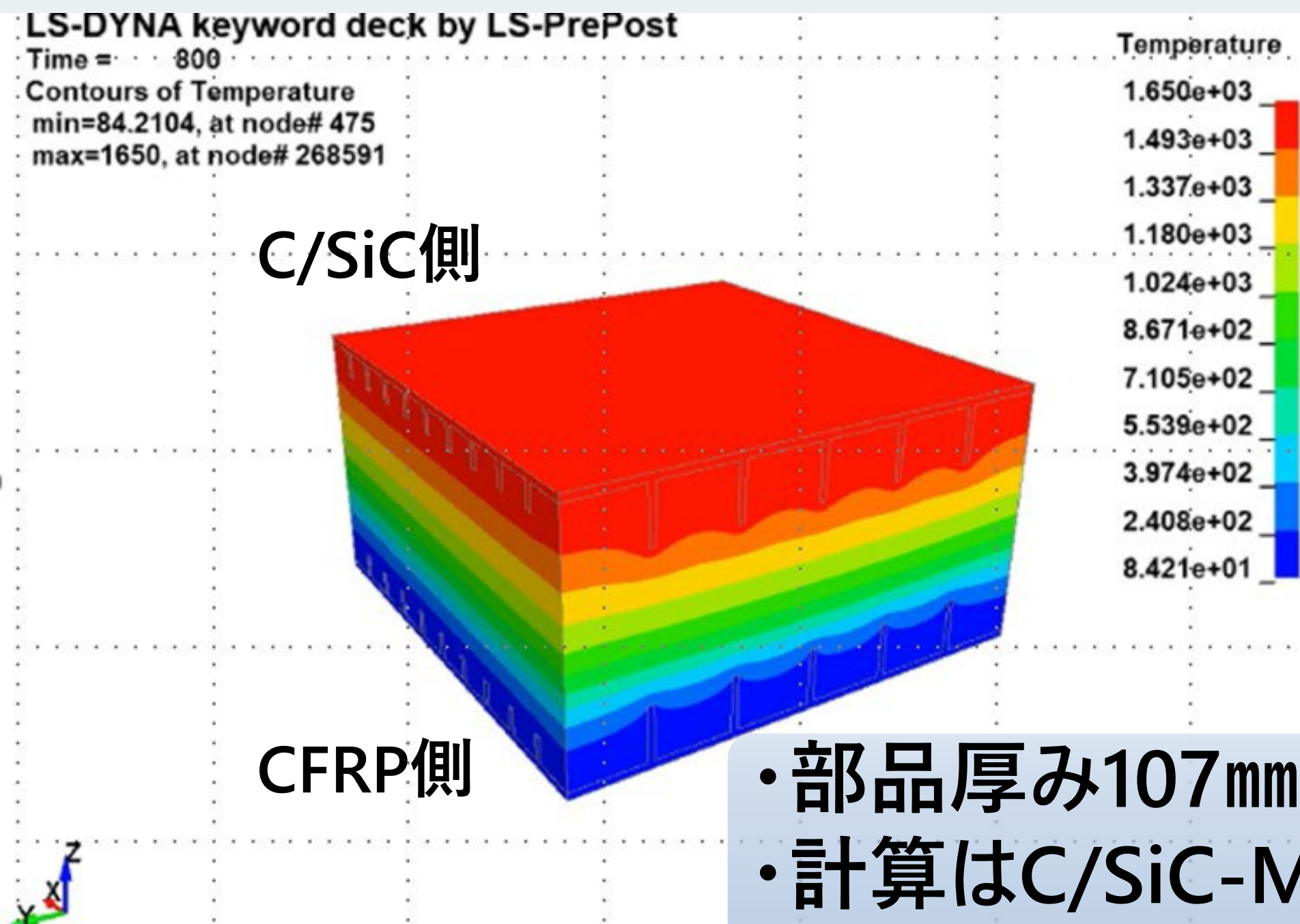
- ・各部分密着と仮定
- ・非定常熱伝導解析

物性表

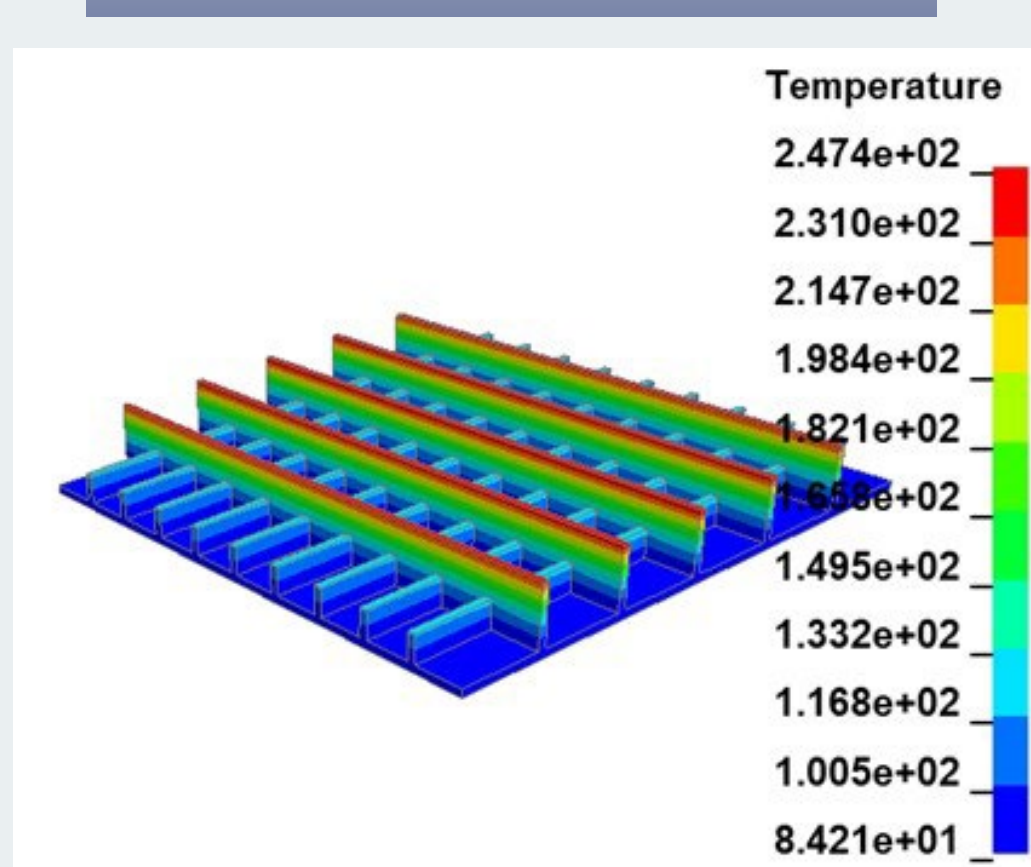
物性	単位	Phenolic CFRP	C/SiC	MAF
熱伝導率 (面内)	W/mK	55	温度による右表	温度による右表
熱伝導率 (面外)	W/mK	1.5	同上	同上
密度	kg/m ³	1,600	2,400	130 (嵩密度)
比熱	J/kgK	900	700	1200

	温度	C/SiC	温度	MAF
熱伝導率 (面内) W/mK	25℃	78	25℃	0.15
	500℃	65	600℃	0.15
	1,000℃	55	1000℃	0.32
	1,200℃	55	1200℃	0.46
熱伝導率 (面外) W/mK	2,000℃	55	2000℃	0.46
	25℃	32	25℃	0.15
	500℃	28	600℃	0.15
	1,000℃	23	1000℃	0.32
	1,200℃	23	1200℃	0.46
	2,000℃	23	2000℃	0.46

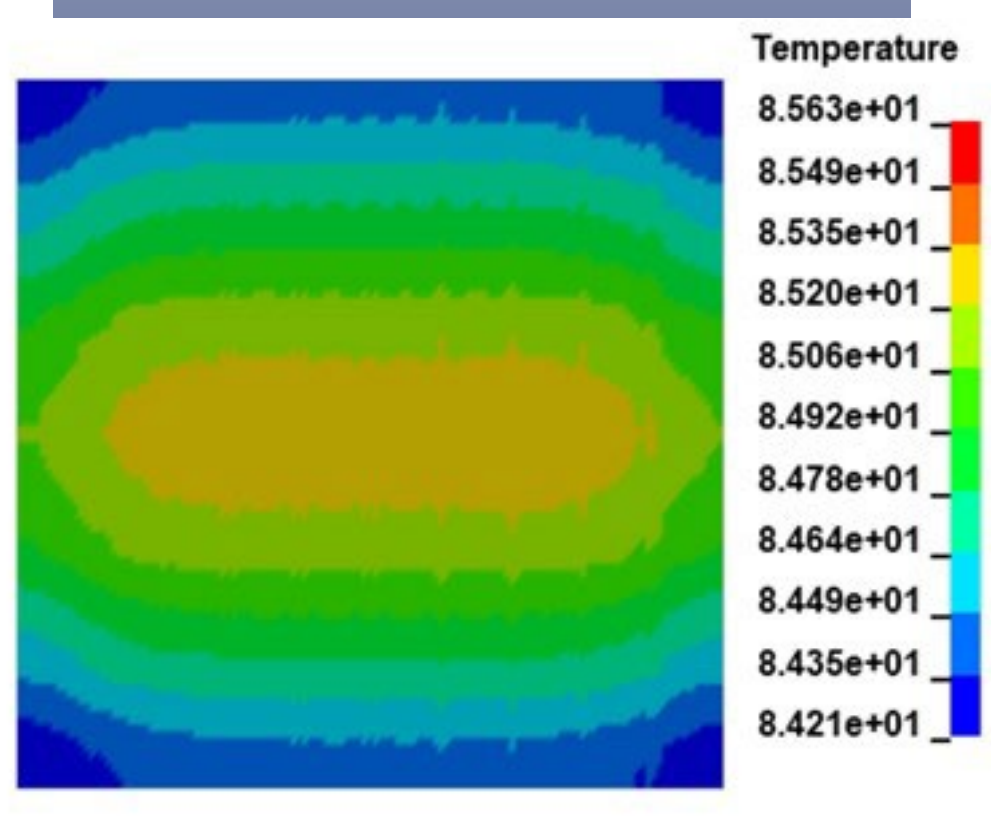
解析結果



CFRP柵の温度分布



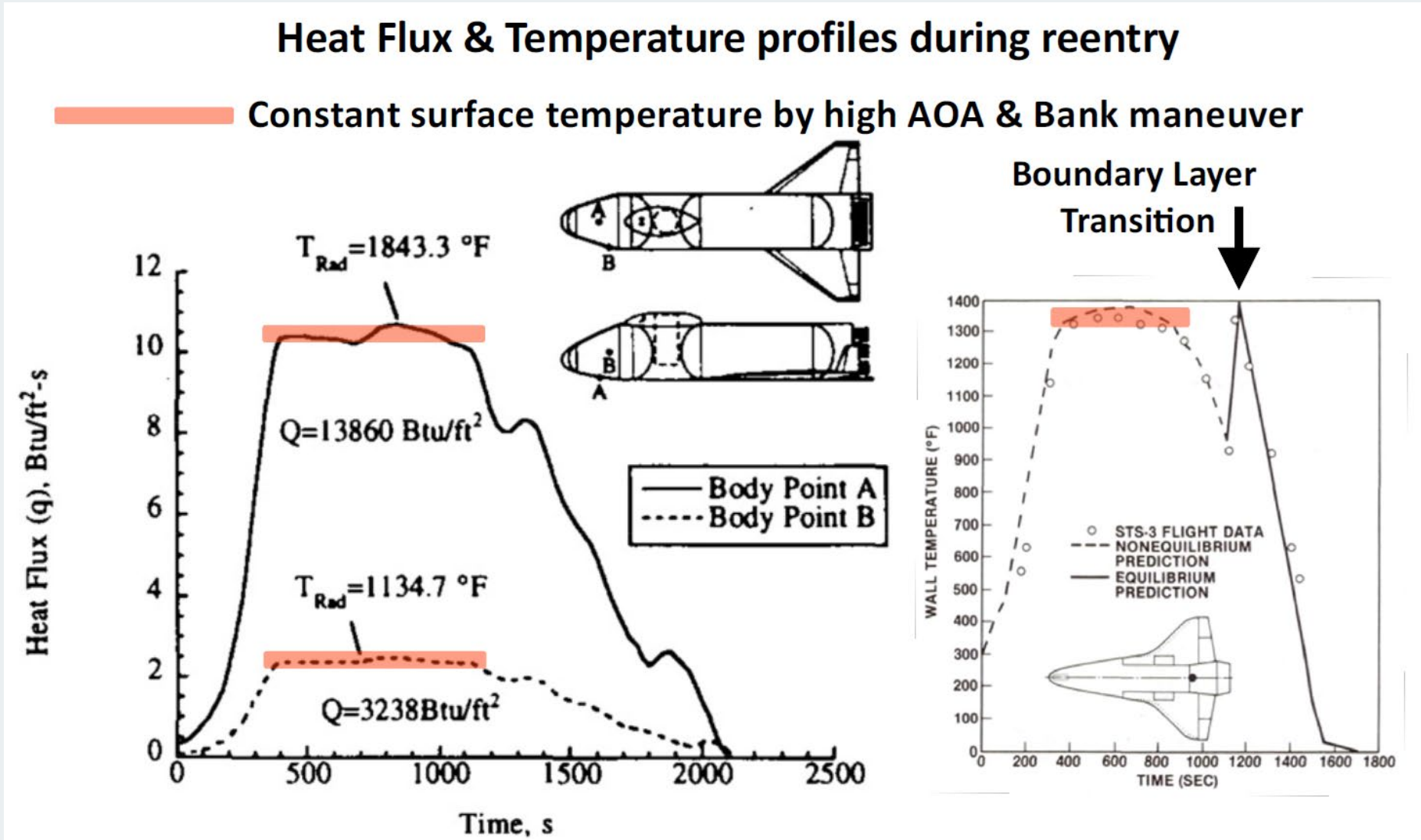
CFRP柵の機体との接面温度分布



- ・部品厚み107mm：800秒後の機体との接面温度約86℃。
- ・計算はC/SiC-MAF、MAF-CFRPの接触抵抗を考慮していないため、現実の機体では予測温度より低いと考えられる。

スペースシャトル入熱エネルギー適用TPS熱解析

スペースシャトルの入熱エネルギー



出典

クロスUアカデミー2024

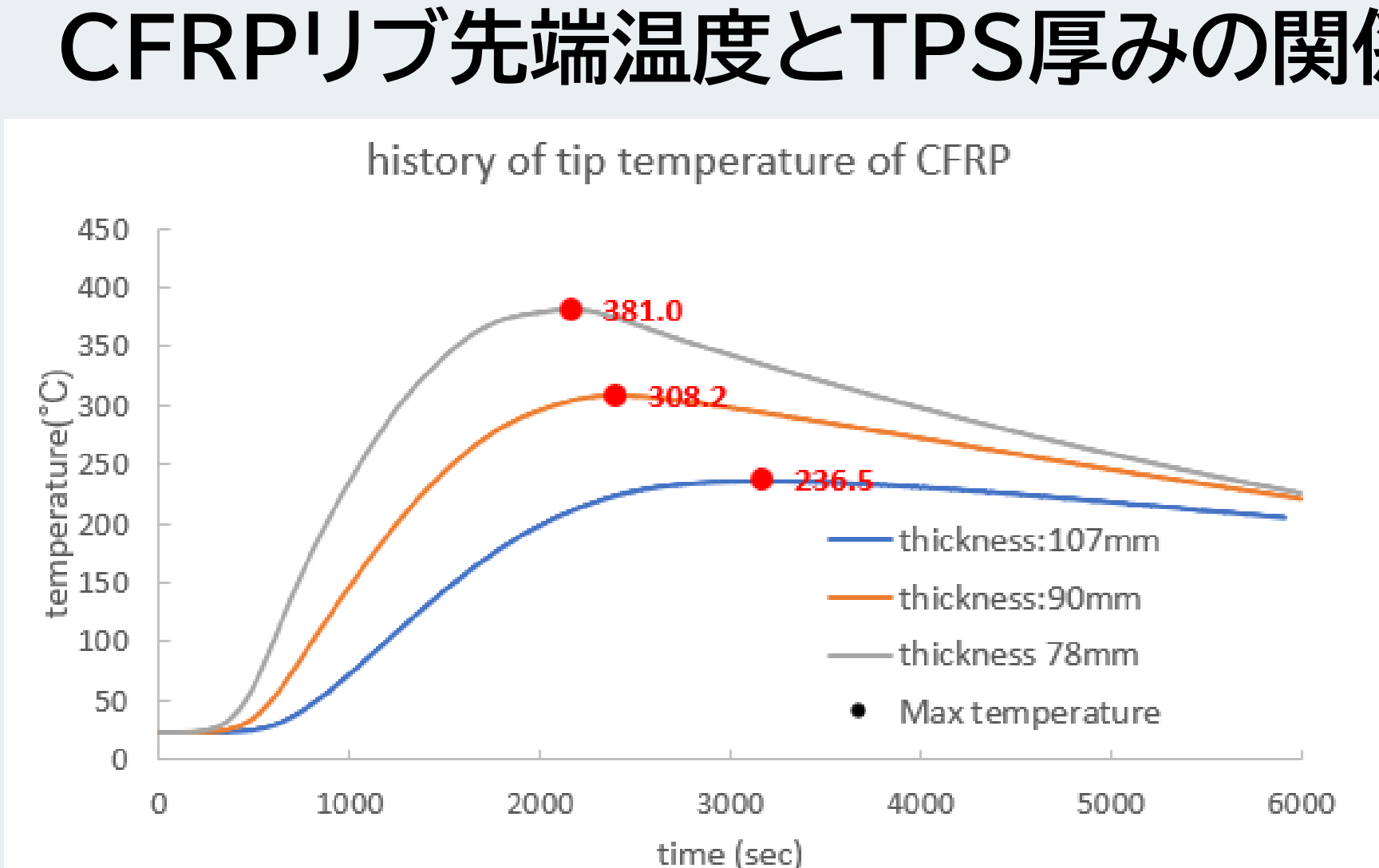
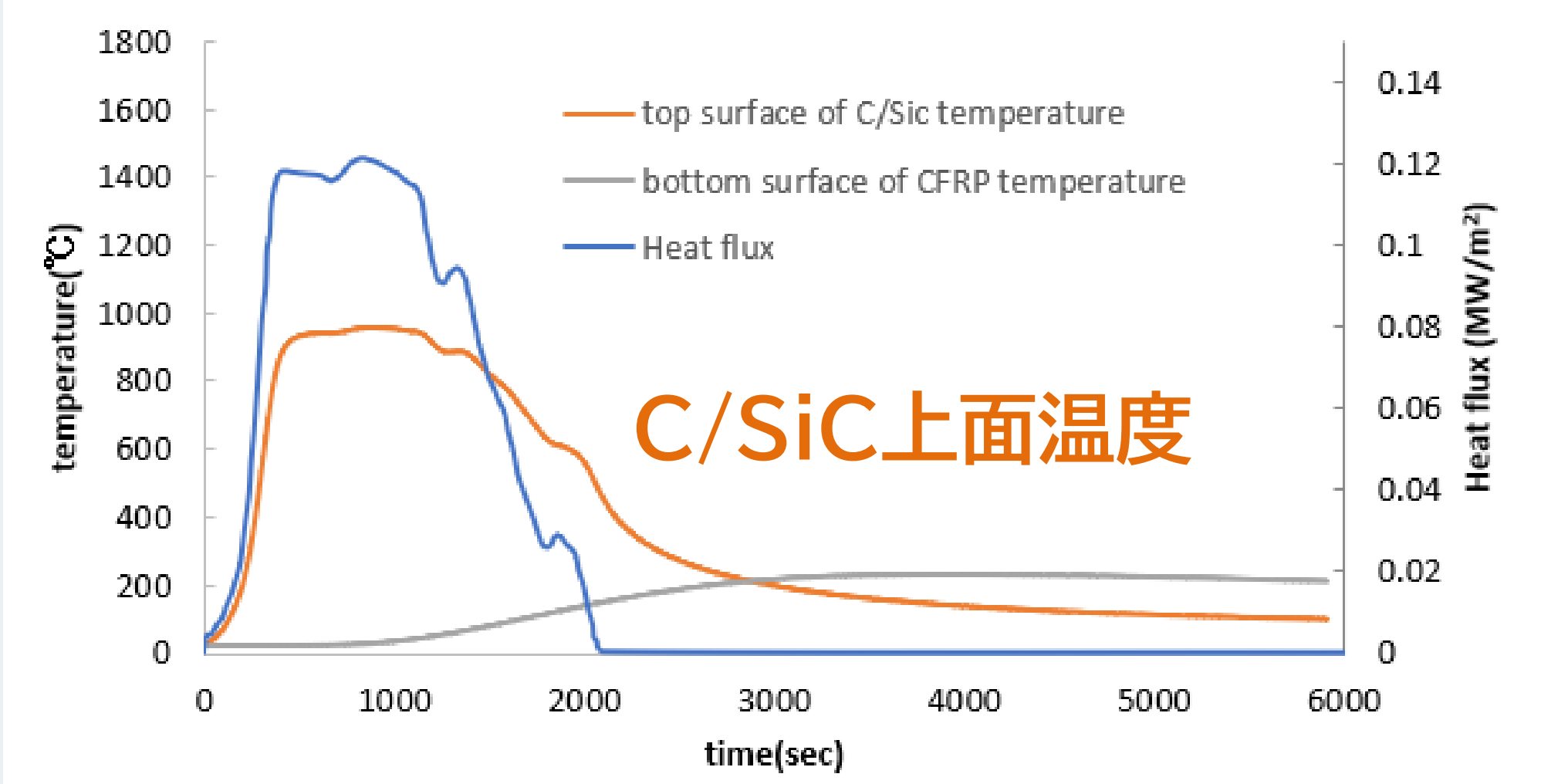
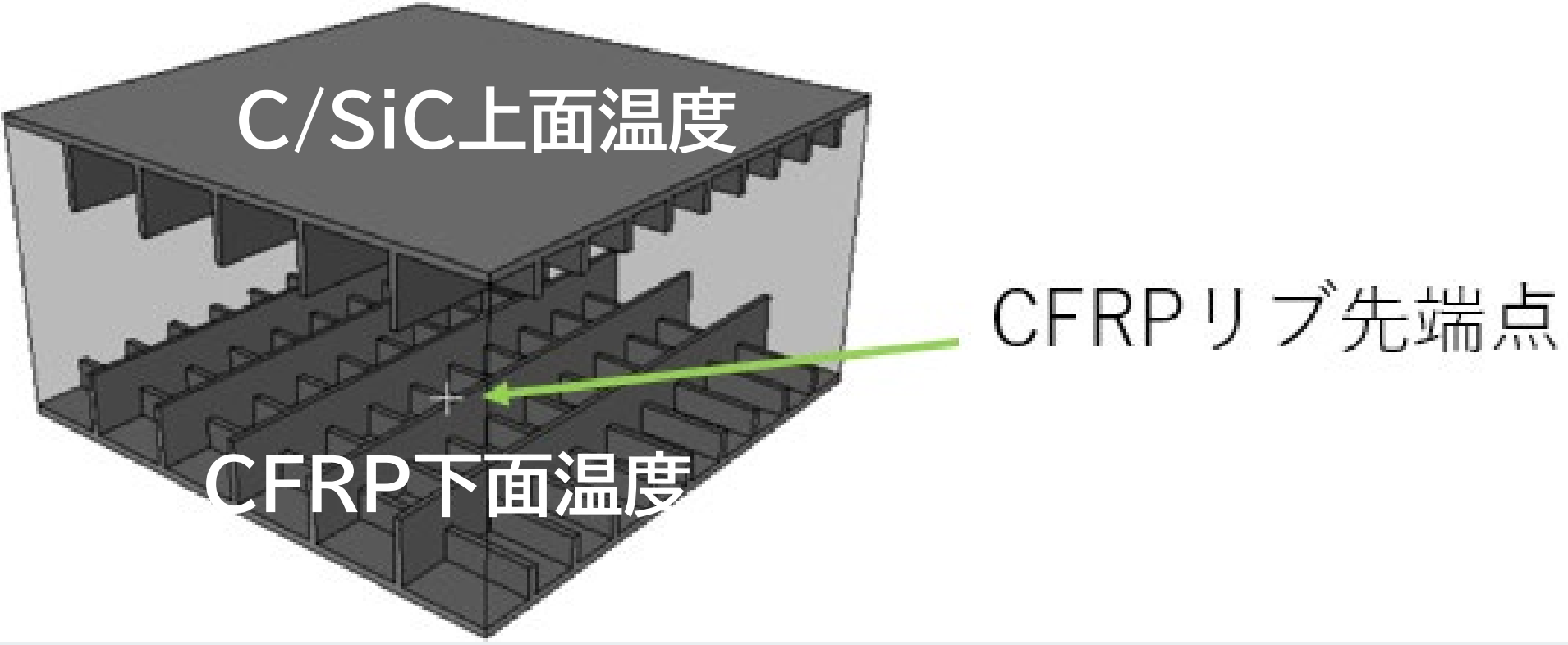
「ロケットの現在と未来」
(技術の視点とビジネスの視点, 国主導から民間主導への転換)

第2回 宇宙からの帰還飛行と再使用

2024年7月16日
@X-Nihonbashi Base (日本橋アイティビル3階)

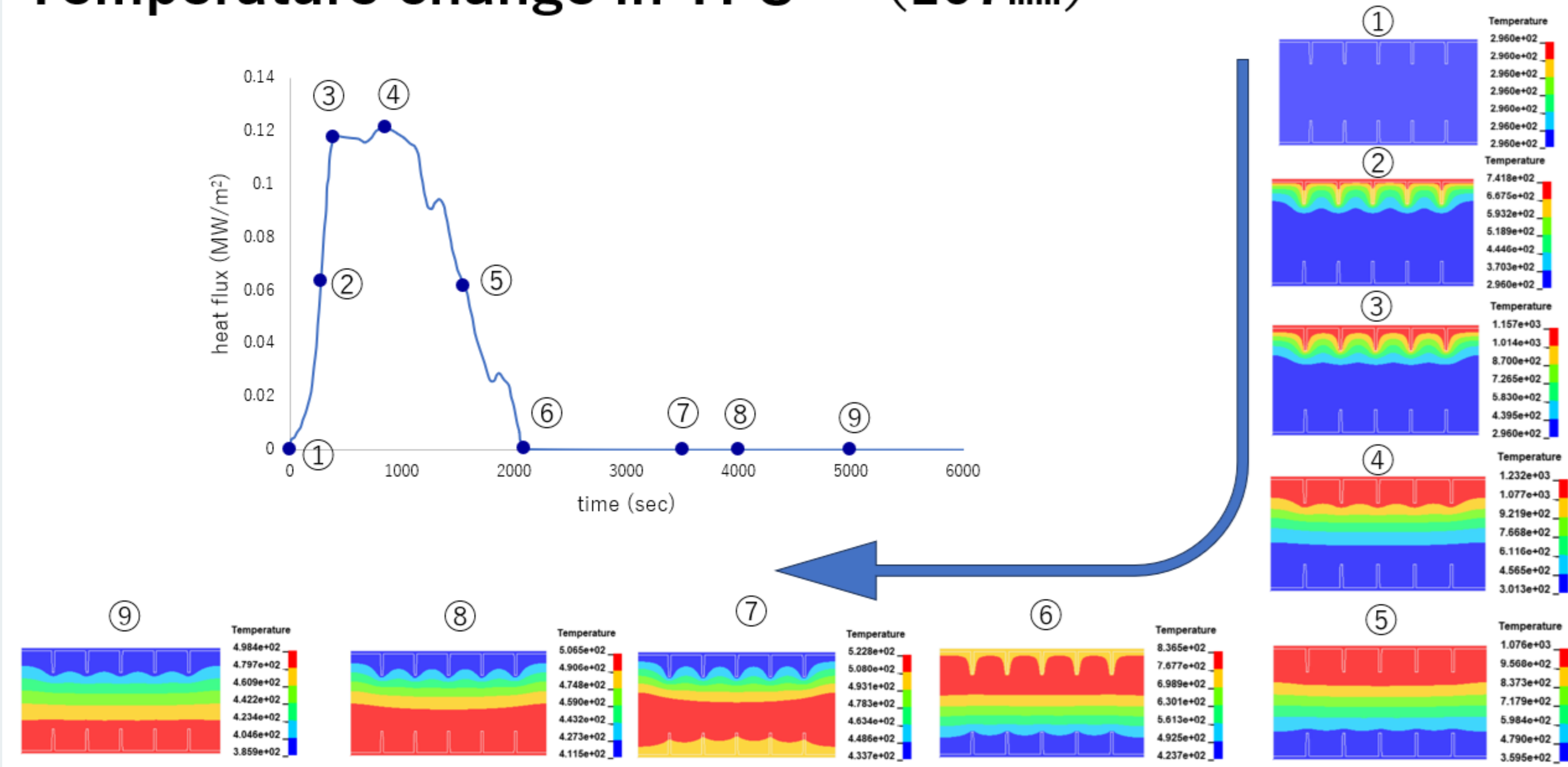
稲谷芳文

TPS熱解析結果
Thermal Protection Systemの厚みを変えて、CFRPリブ先端温度が300℃以下になる条件を解析
厚み107mmのケースについては、C/SiC上面温度とCFRP下面温度の時間変化をプロット



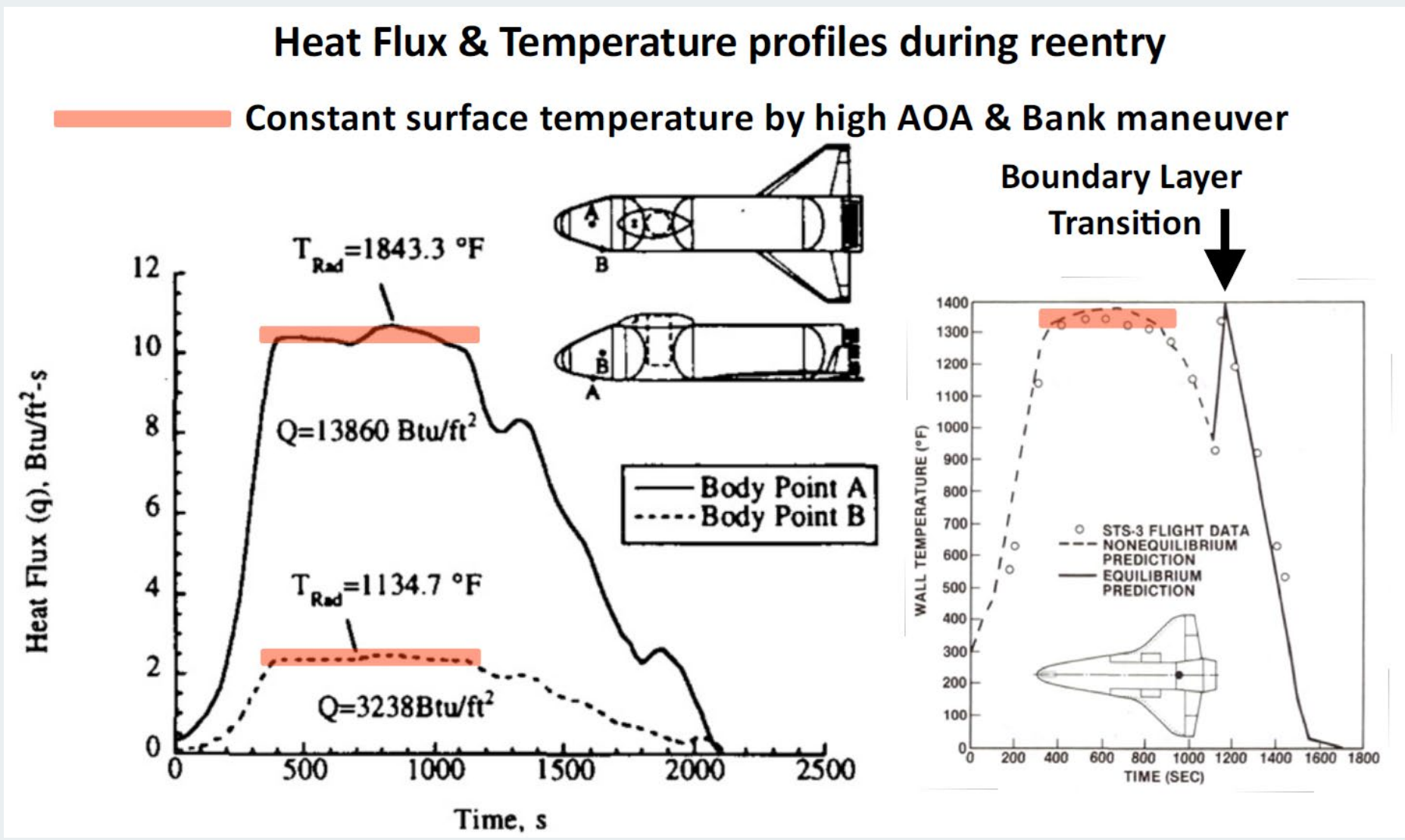
TPS内部温度の時間変化 Temperature change in TPS (107mm)

Temperature unit: [K]



スペースシャトル入熱エネルギー適用TPS軽量化

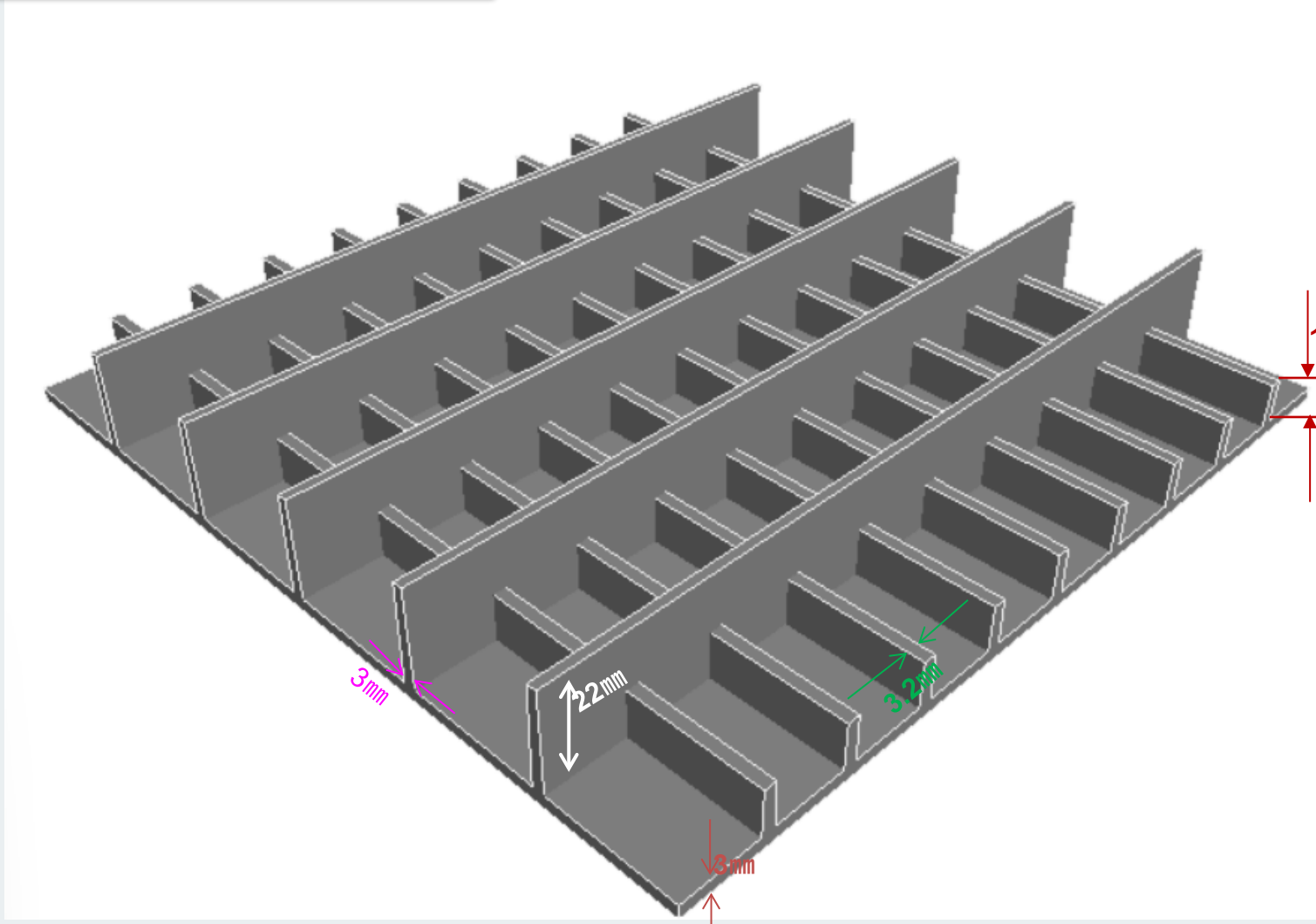
スペースシャトルの入熱エネルギー



出典

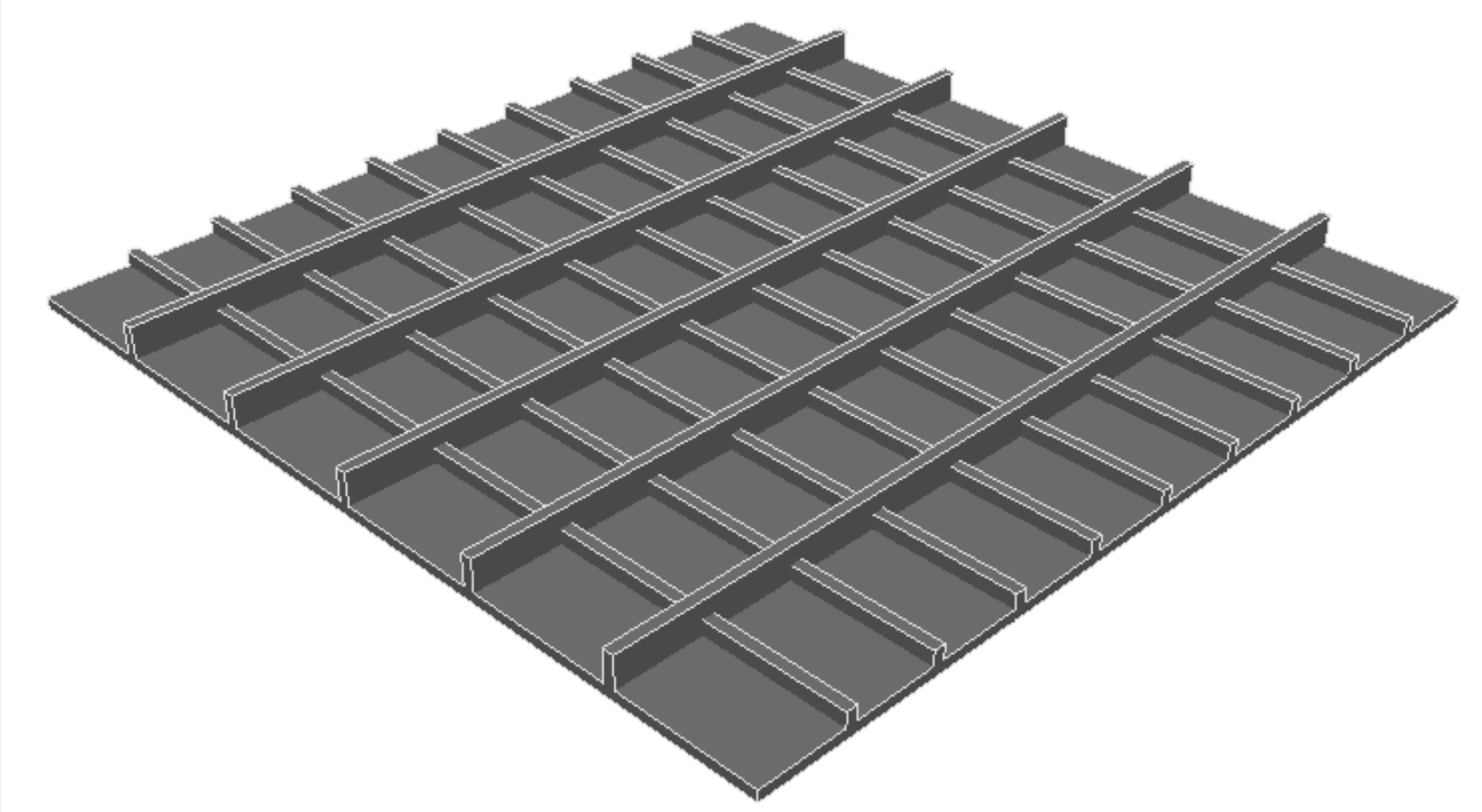
クロスUアカデミー2024
「ロケットの現在と未来」
(技術の視点とビジネスの視点, 国主導から民間主導への転換)
第2回 宇宙からの帰還飛行と再使用
2024年7月16日
@X-Nihonbashi Base (日本橋アイティビル3階)
稲谷芳文

現行案



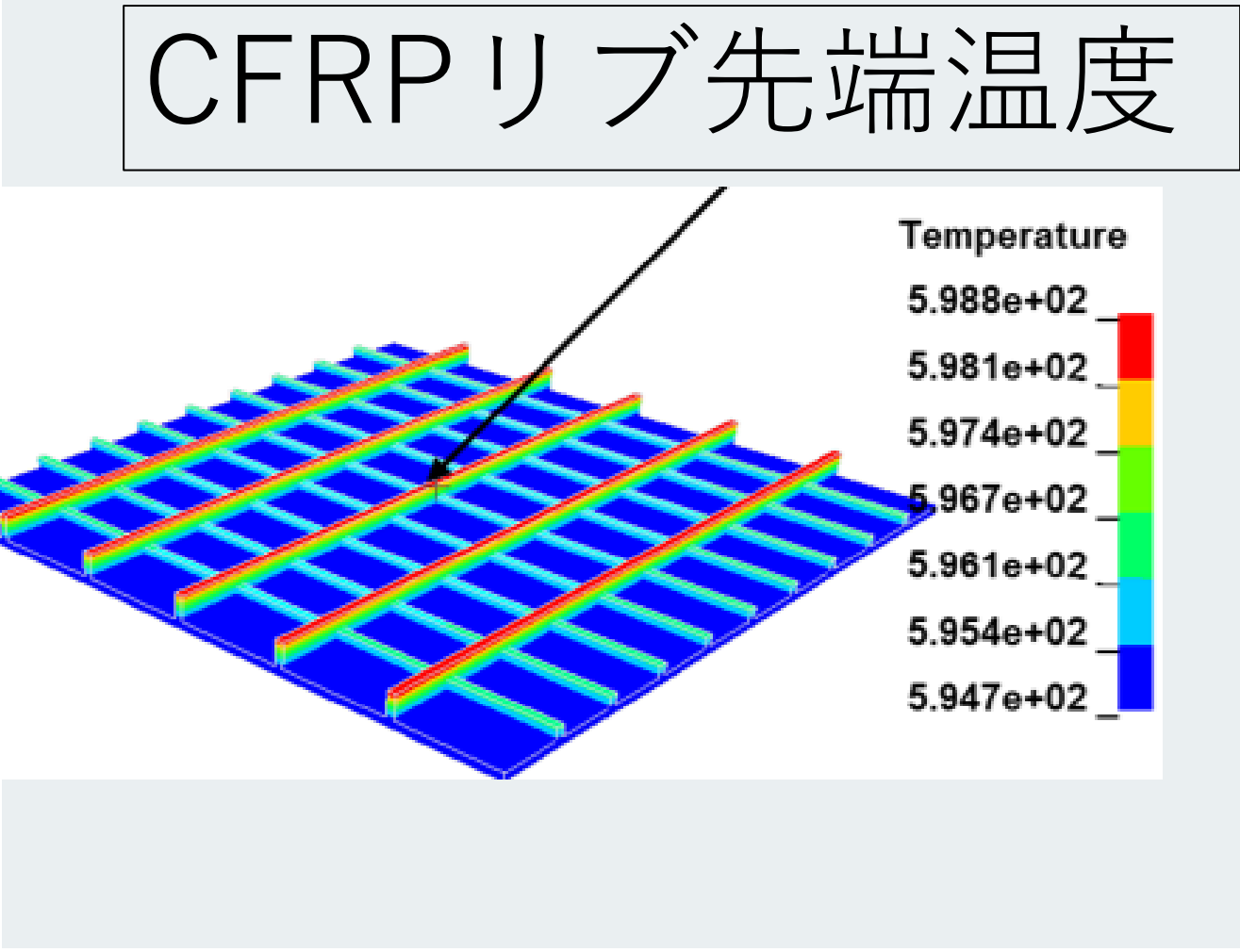
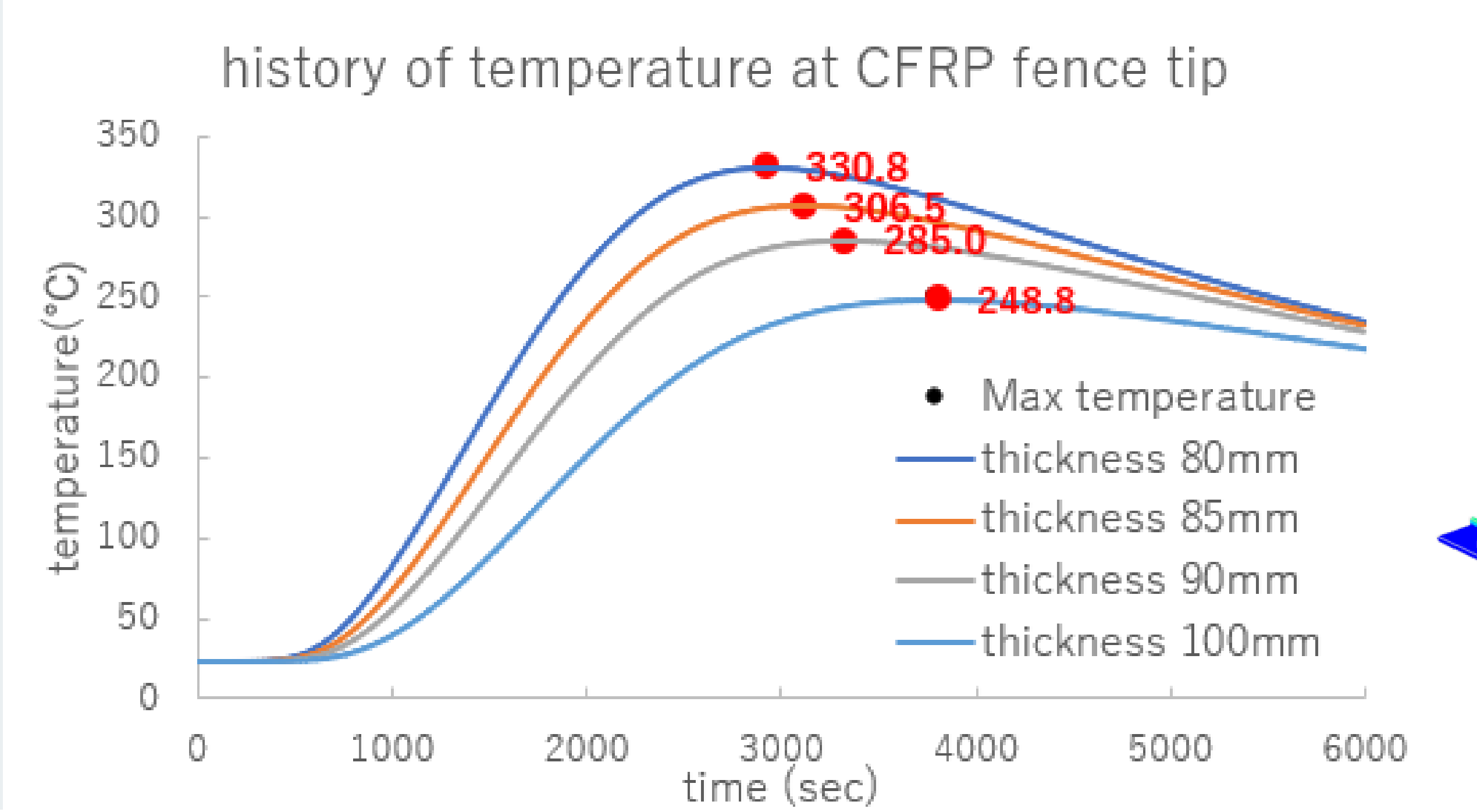
C/SiC 比重:2.2 重量 12.5Kg/m²
MAF 比重:0.13 重量 10.2kg/m²
CFRP 比重:1.6 重量 9.1Kg/m²
TPS90mm 重量 32kg/m²
CFRPリブ先端最大温度:297℃

検討案



C/SiC 比重:2.2 重量 7.2Kg/m²
MAF 比重:0.13 重量 10.8kg/m²
CFRP 比重:1.6 重量 5.2Kg/m²
TPS90mm 重量 23kg/m²
CFRPリブ先端最大温度:285℃

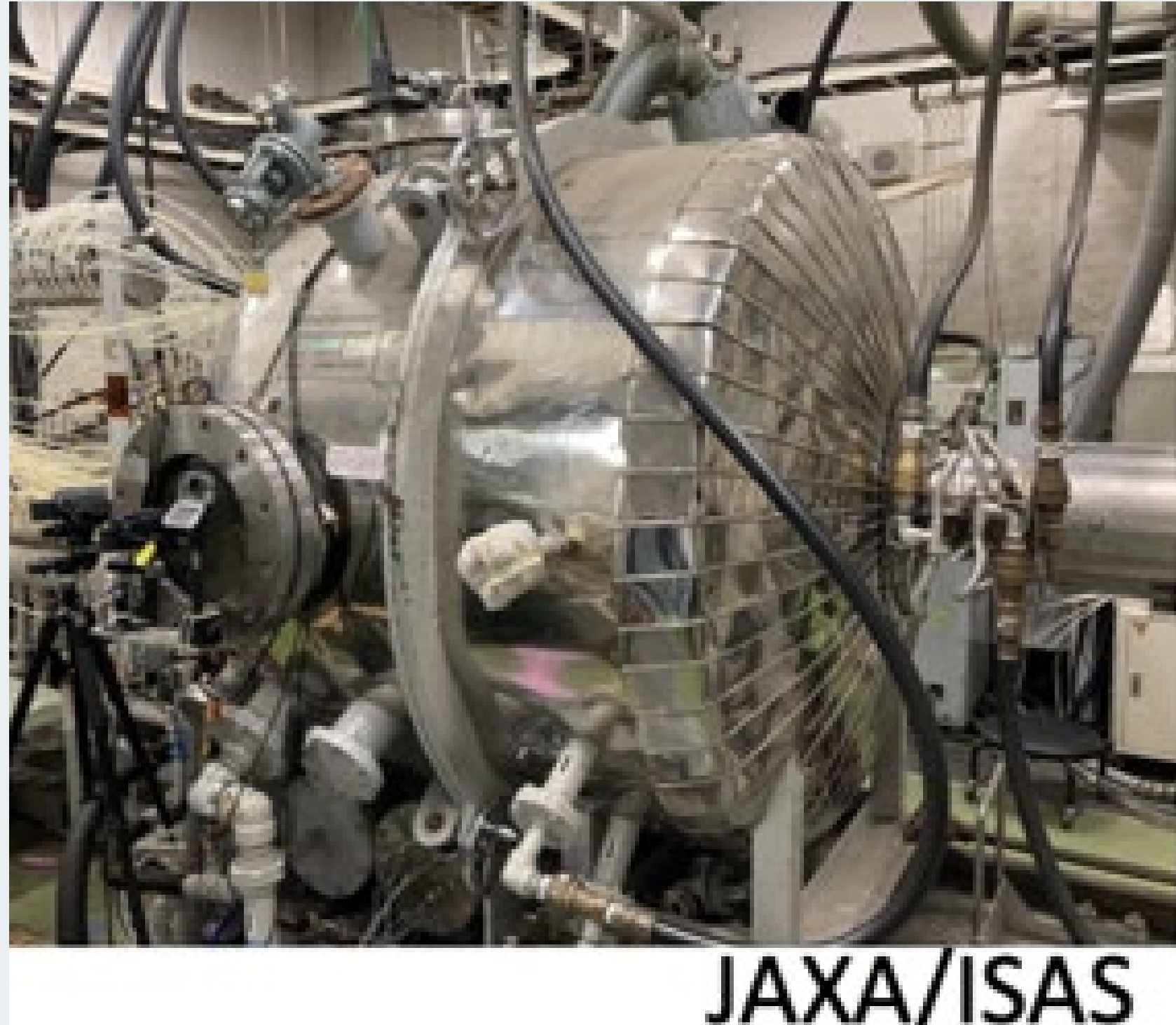
CFRPリブ先端温度履歴



2,200°C耐熱ピッチ系C/Cコンポジット

用途：ロケットノズ、衛星姿勢制御スラスター向け耐熱材

JAXAアーク加熱風洞試験設備

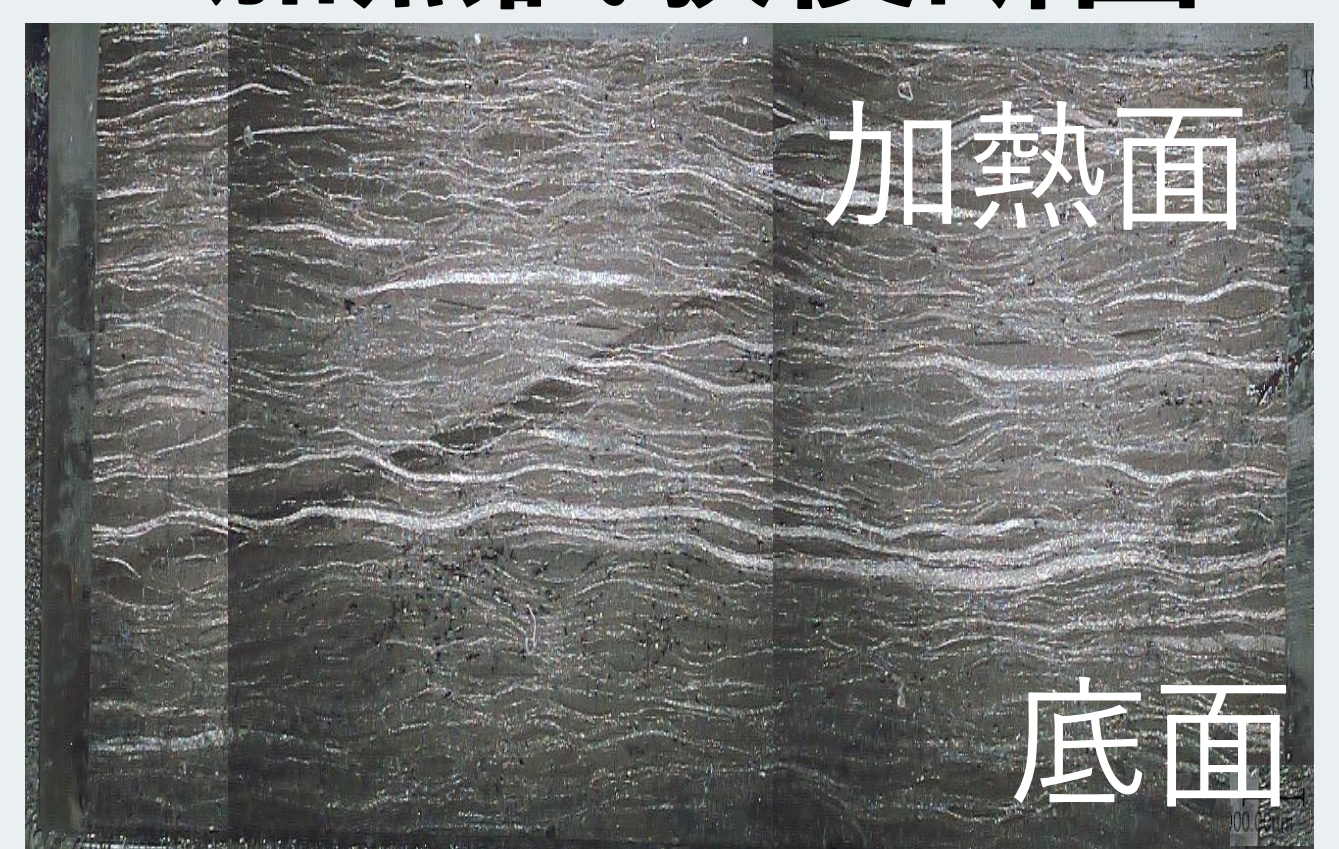


加熱試験後表面



厚み減少率：10%

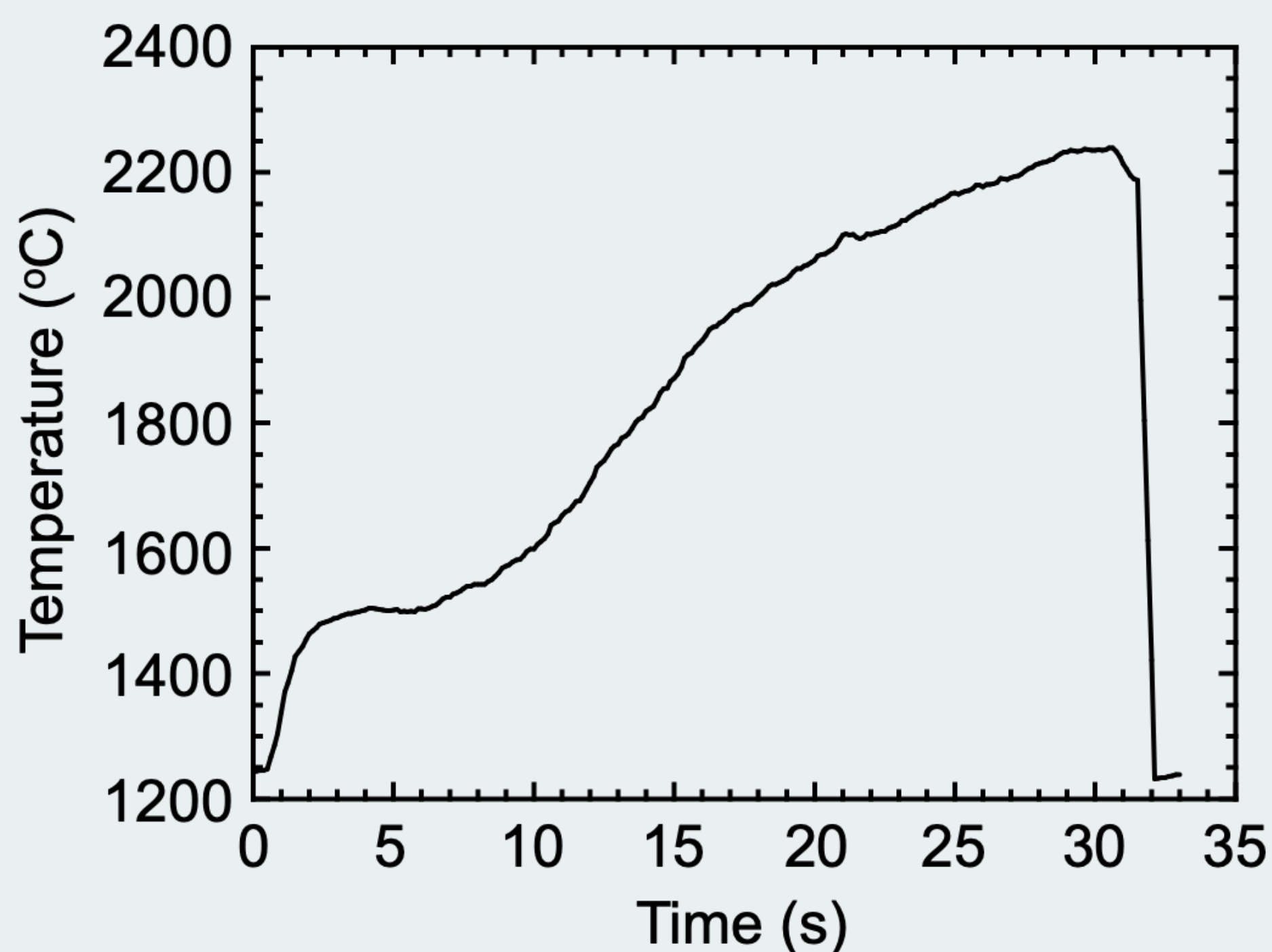
加熱試験後断面



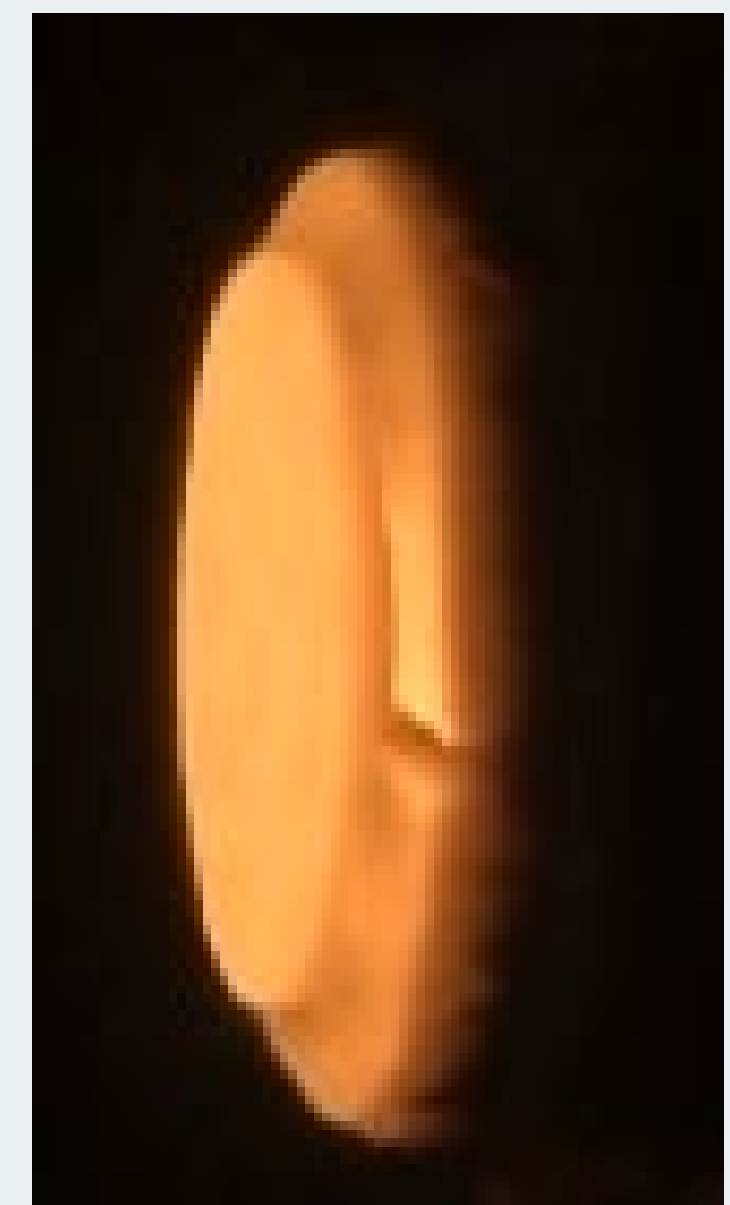
加熱条件

加熱率：4.83 MW/m²

動圧：13~14 kPa



加熱中表面温度2200°C

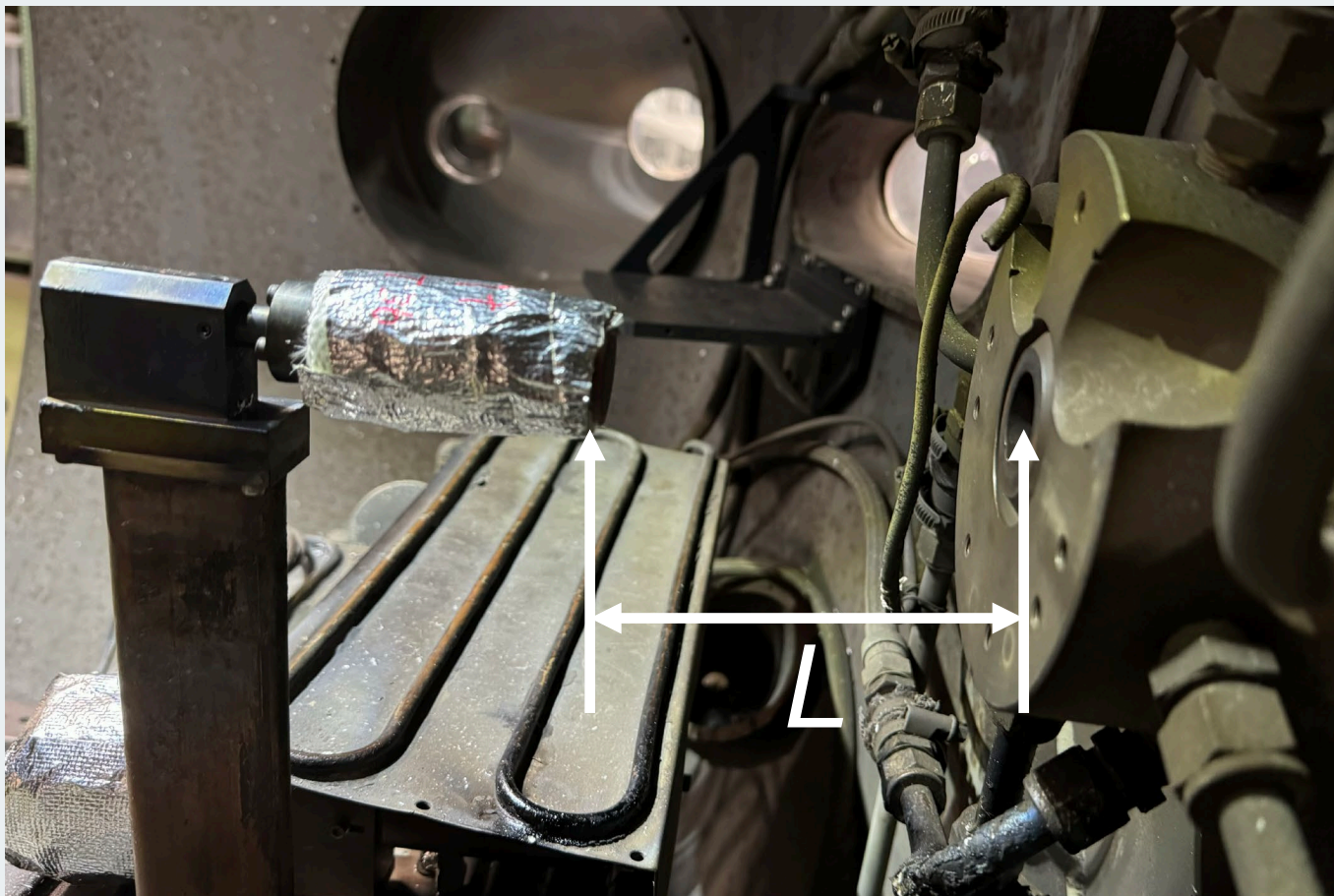


東京理科大とCMC耐熱材料の共同開発を実施中。
基材となるピッチ系C/Cコンポジットをアーク加熱風洞試験した結果、
厚み8 mm試験片の減耗量は約10%（0.8 mm）であった。
今後、Zr-Ti等の合金を含浸させ、耐熱性能を向上させる予定。

2,500°C耐熱ピッチ系CMCコンポジット

用途：ロケットノズル、核融合炉向け耐熱材

JAXAアーク加熱風洞試験設備



L: Distance between an arc nozzle and the specimen

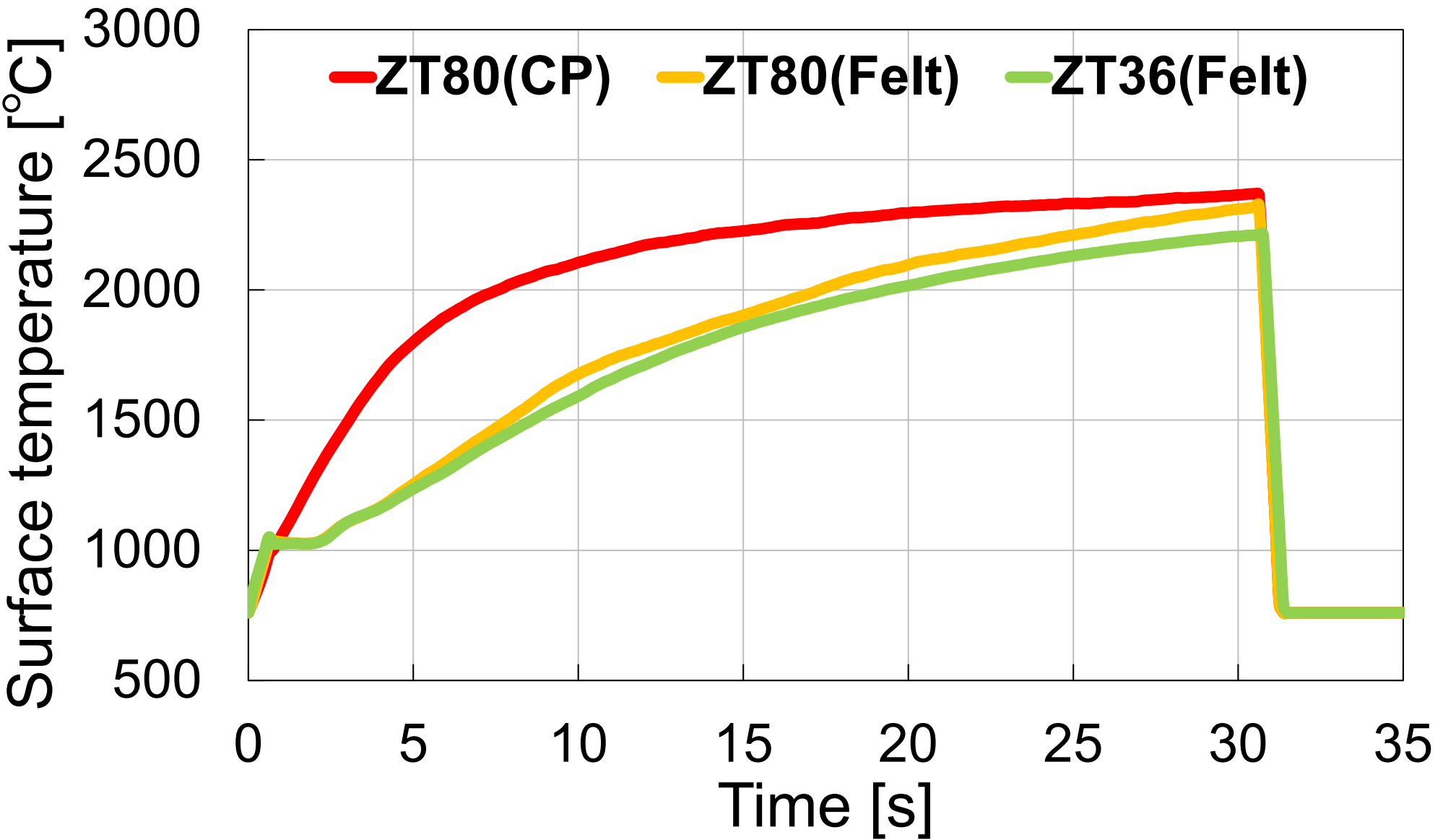
供試体内容／試験条件

Sample	供試体	L [mm]	加熱時間 [s]	加熱率 [MW/m2]	動圧 [kPa]
A	ZT80 (CP)	100	30	4.8	13.5
B	ZT80 (Felt)				
C	ZT36 (Felt)				
D	ZT80 (CP)	80	30	7.3	21.4
E	ZT80 (Felt)				
F	C/C (Felt)				

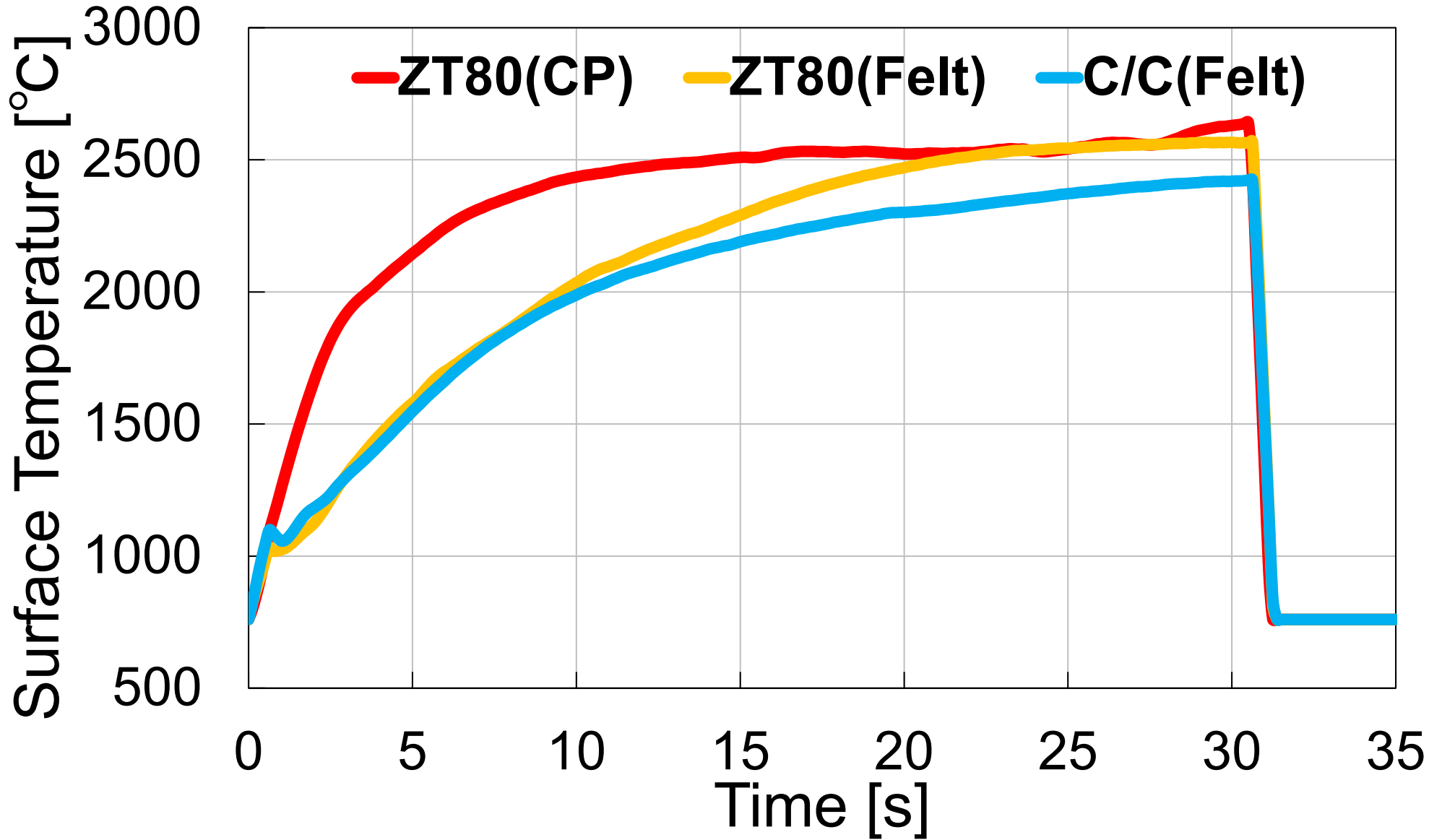
CP: Cross Ply (0/90°)、ZT80: Zr/Ti=80/20、ZT36: Zr/Ti=36/64

試験中の表面温度変化

L=100mm(中加熱率)



L=80mm(高加熱率)



試験後外観

	ZT80(クロスプライ)	ZT80(フェルト)	ZT36(フェルト)
L=100mm (中加熱率)			
	ZT80(クロスプライ)	ZT80(フェルト)	C/C(フェルト)
L=80mm (高加熱率)			

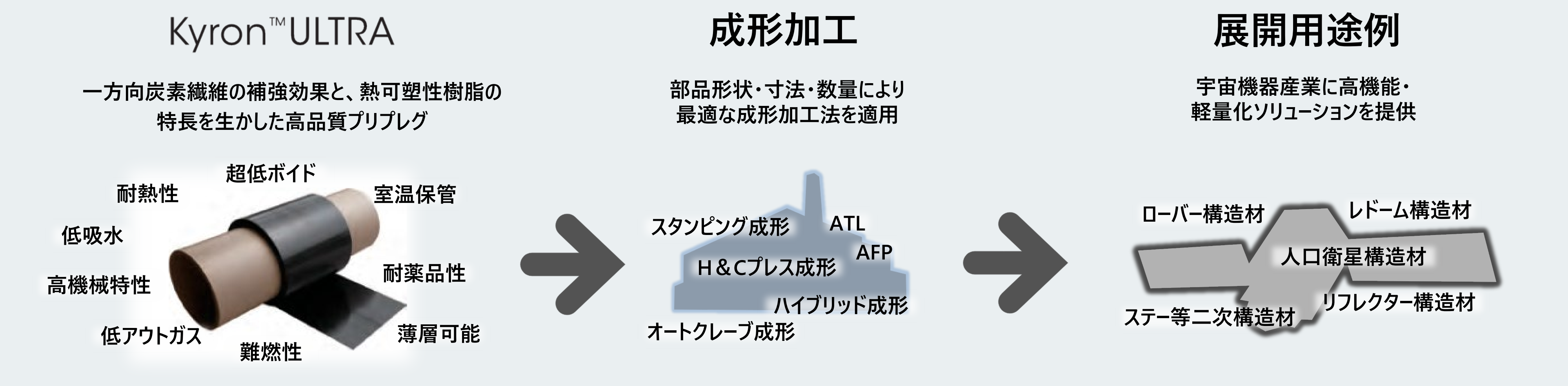
東京理科大と共同開発を実施中。
基材のピッチ系C/Cコンポジット、
それにZr-Ti合金を含浸した材料
にアーク加熱風洞試験した結果、
脱離等は確認されなかった。

今後、継続して熱的及び機械的
特性を取得予定。

Kyron™ ULTRA

高機械特性/低アウトガス/耐熱・難燃性を備えた
熱可塑性樹脂マトリックス一方向炭素繊維複合材プリプレグ

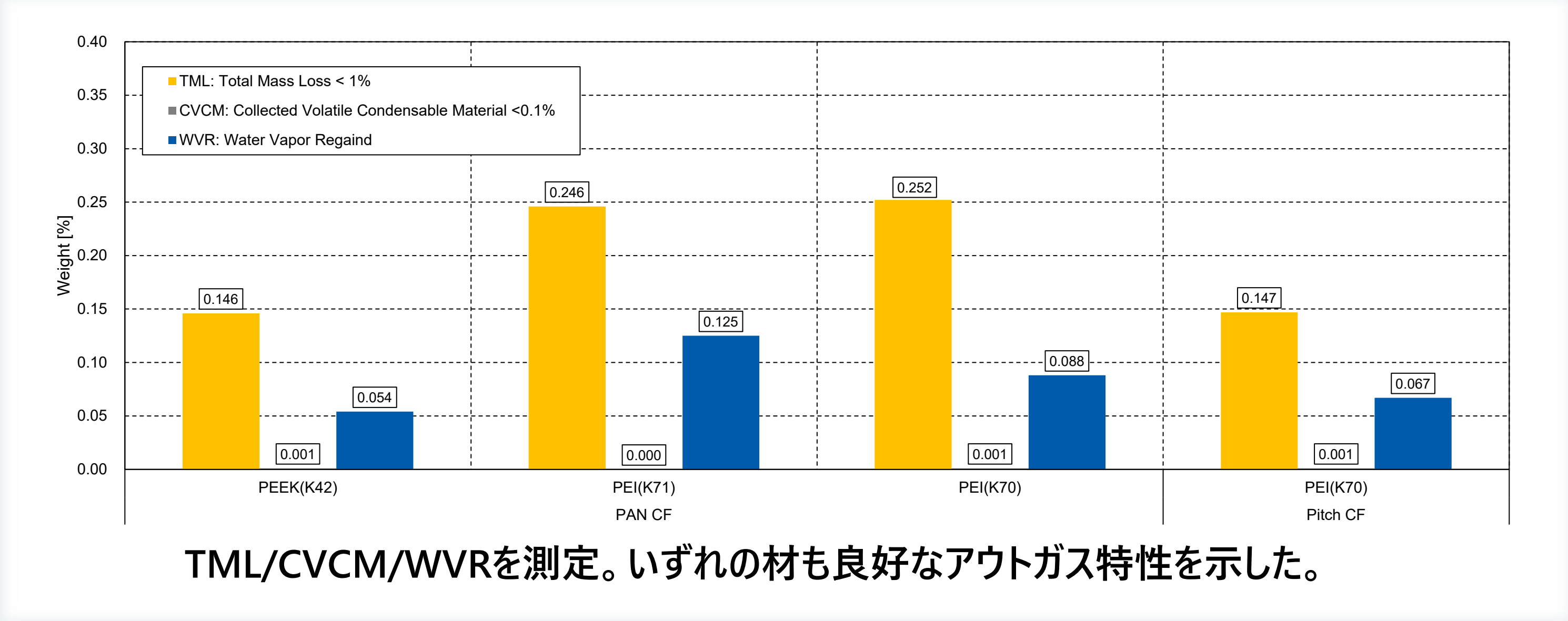
【宇宙機器での用途展開例】



【プリプレグラインナップ】

樹脂系(コード)	PEI系(K70)/耐薬PEI系(K71)/低粘度PEI系(K72)PEEK系(K42)/耐熱PEEK系(K44)
強化繊維	PAN CF(標準)/ PITCH CF(超高弾性)

【応用特性例 アウトガス測定データ ASTM E595】



JAXA材料DB
掲載済み品番 アウトガスデータ

材料名（製品名）欄

Kyron

検索

【Kyron™ ULTRA 成形品ラインナップ】

平板やブラケット等の成形部品もラインナップ。
高強度で量産性に優れたCFRTPの強みを活かしたL字ブラケットは、
厚み1.4/2.1mm 全長500mmを標準仕様として、異寸法のご指定や機械加工等の追加工は別途お見積りいたします。



PYROFIL™ GDL（燃料電池向けガス拡散層）

GDL (Gas Diffusion Layer) とは
炭素繊維ペーパーに樹脂炭化物による微細孔構造を付与したシート材料です
「水電解／燃料電池」における気体・液体の拡散・集電・保水・排水機能、
「レドックスフロー電池(RFB)」における電極機能を担う多機能部材です

【製品の特長】

- ・カーボンペーパータイプで優れた表面平滑性
- ・独自の多孔質構造により、水分管理機能を強化
- ・ロール-ロールにおける優れた後加工性

【サンプル仕様】

- ・枚葉（300mm × 200mm）
- ・小分けロール（ W300mm × 10m長）
※長尺ロールもご提供可能です（幅、長さ応相談）



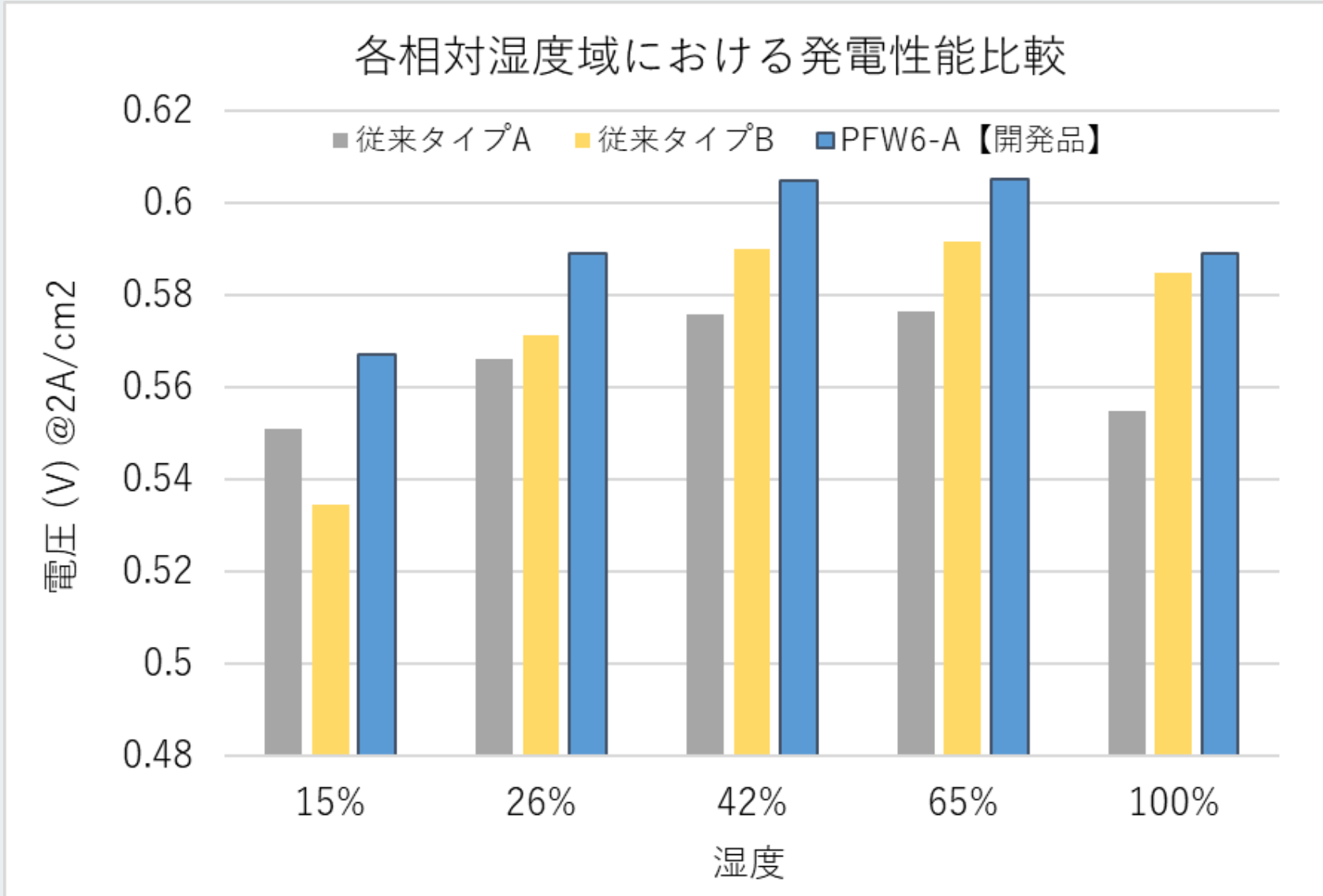
【製品ラインナップ】

項目	単位	MFK	MFX	MFL	Development MFKTN	Development PFW6	MFK-A	MFX-A	MFL-A	Development MFKTN-A	Development PFW6-A
表面処理	-	なし	なし	なし	なし	なし	MPL	MPL	MPL	MPL	MPL
厚み	[mm]	0.205	0.170	0.125	0.160	0.120	0.220	0.190	0.150	0.173	0.137
圧縮厚み	[mm] @1MPa	0.180	0.140	0.110	0.129	0.089	0.200	0.160	0.120	0.145	0.104
圧縮率	[%]@1MPa	12	18	12	19	26	9	16	20	16	24
目付	[g/m ²]	63	57	39	45	40	79	73	55	59	54
嵩密度	[g/cm ³]	0.31	0.34	0.31	0.28	0.34	0.36	0.38	0.37	0.34	0.39
ガス透過度	[mL/cm ² /hr/Pa]	200	950	700	260	600	10	40	30	10	10
TP電気抵抗	[mΩ・cm ²] @1MPa	5.7	5.7	4.5	5.0	4.1	7.6	7.0	6.5	5.5	5.5
MD曲げ強度	[MPa]	39	33	34	-	-	35	31	31	-	-
TD曲げ強度	[MPa]	27	43	19	-	-	25	41	17	-	-
気孔率	[%]	83	80	83	84	81	80	79	80	81	78

*上記の値は代表値であり保証値ではありません。また、MPL付きGDLのガス透過度は参考値です。

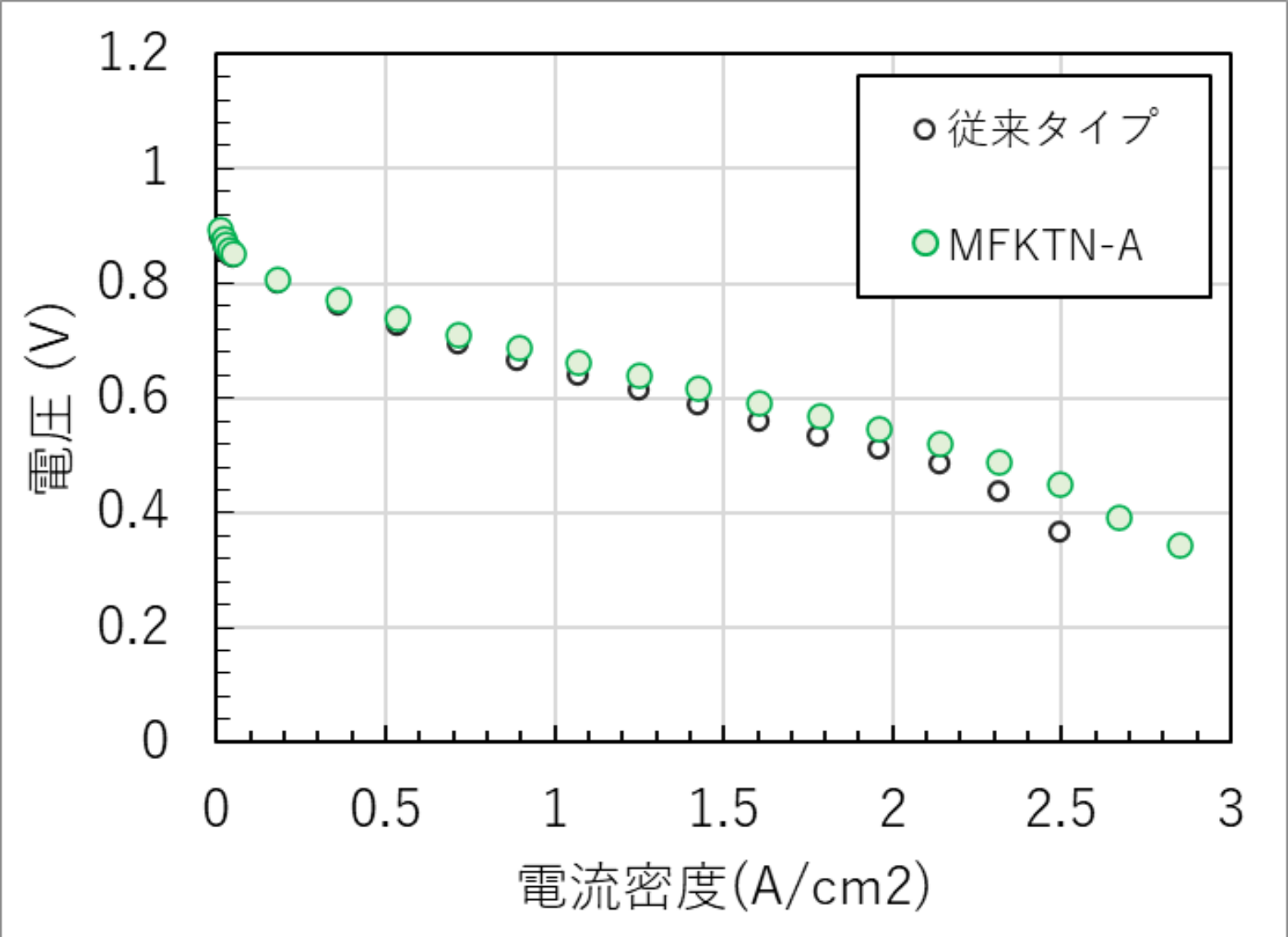
【新開発グレード「PFW6」】

“各発電条件において従来製品比 最高性能を達成”



【新開発グレード「MFKTN」】

“HDV向けに求められる乾燥条件の発電性能を強化”
(※HDV=Heavy Duty Vehicle)

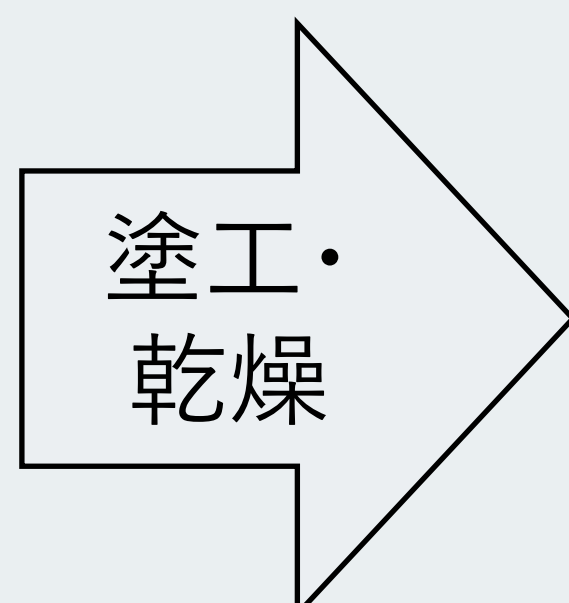


(※いずれのデータも当社比、当社標準試験条件における結果であり、性能を保証するものではありません)

熱中性子遮蔽材料（開発品）

【製品の特長】

- 当社開発樹脂の配合により、熱中性子を補足するフィラーを高濃度に分散させた遮蔽材料（水系塗料）を開発



50 μ m厚コーティング
屈曲しても割れ無し

・豊富な基材バリエーション

アルミ・コンクリート・PETフィルム等に塗布可能

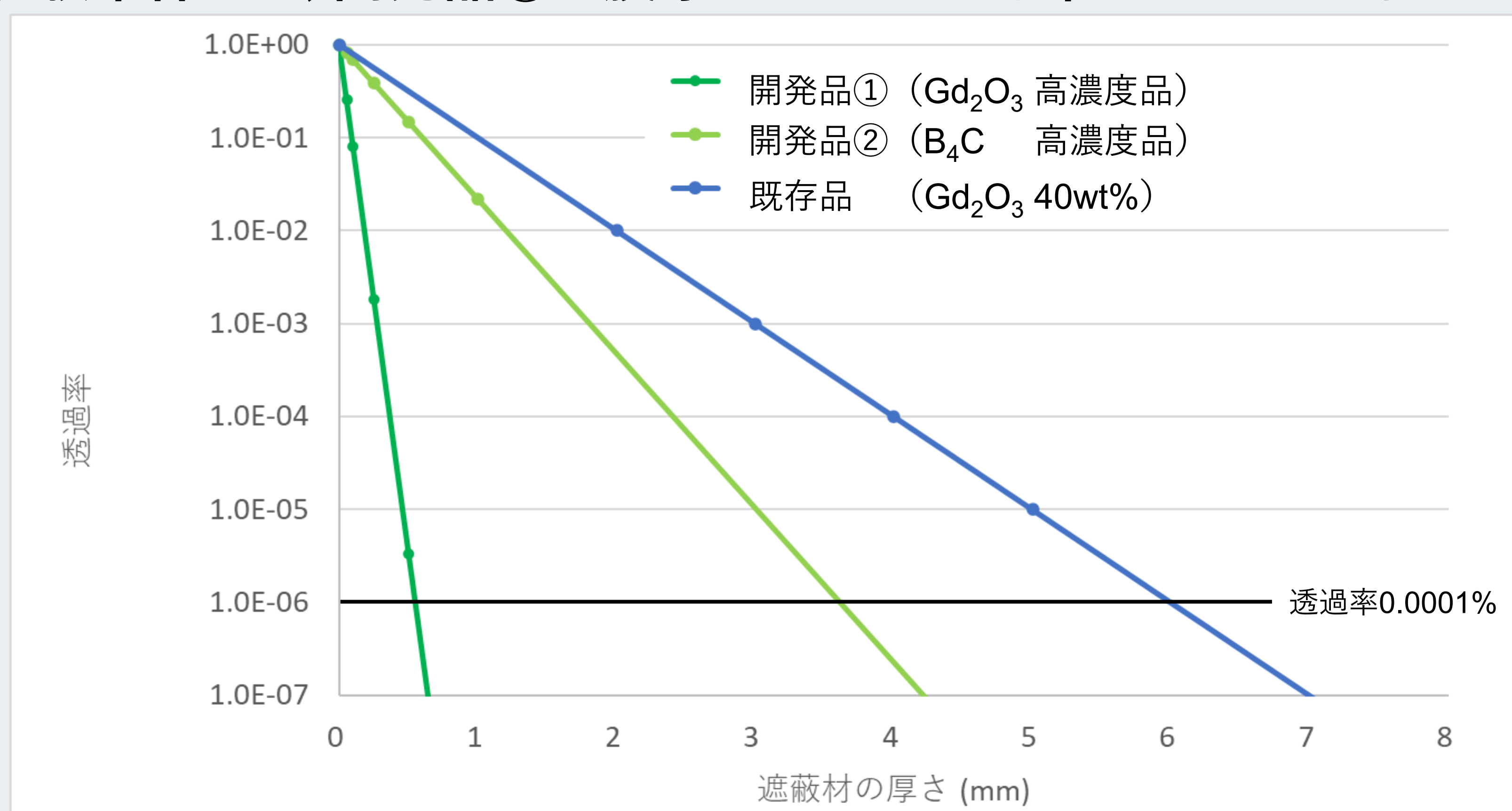
アルミ基材の場合、セロハンテープ試験で剥離無



【熱中性子（ $\sim 100\text{meV}$ ）の遮蔽試験結果】

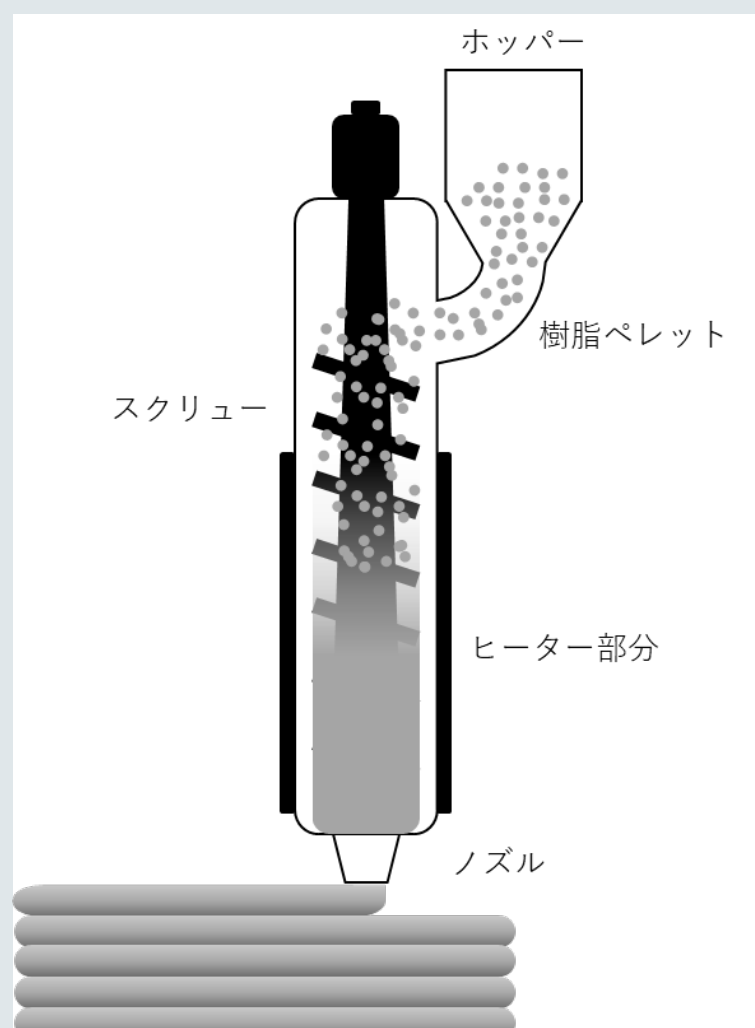
既存品よりもフィラーが高濃度なため遮蔽能が高く、薄膜でも透過率が下がる

本試験条件では、開発品①は膜厚 $< 1\text{ mm}$ で透過率 0.0001% に到達



宇宙向け3DP材料の提案

Fused Granular Fabrication (FGF) 方式 3 DP向け材料



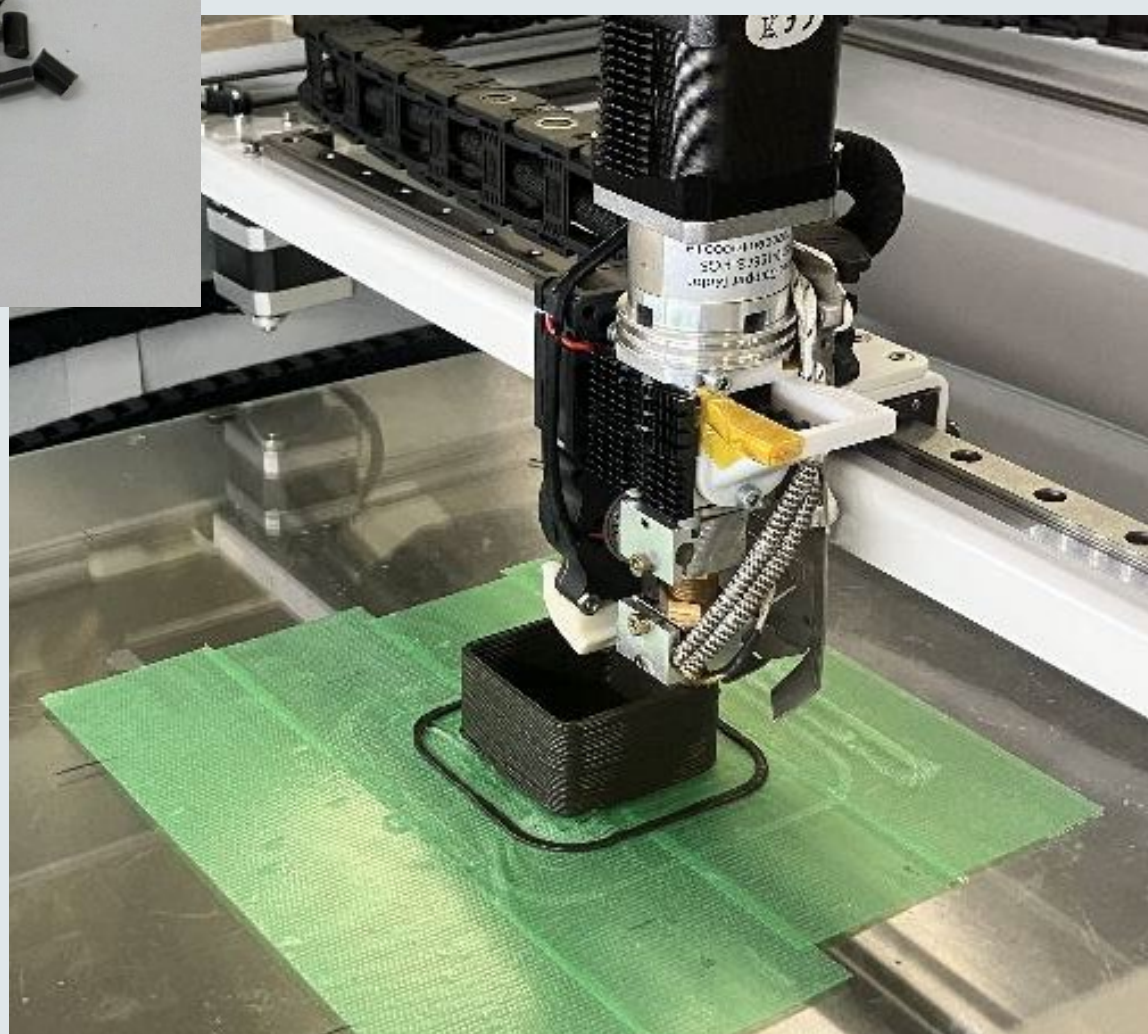
Fused Granular Fabrication (FGF) 方式とは

- ✓ Material Extrusionタイプの3DP方式の1つ
- ✓ ペレット押出機から直接吐出するため、大吐出量、大型造形が可能 (LFAM/LSAMとも呼ばれる)

“月産月消”レゴリス含有樹脂材料



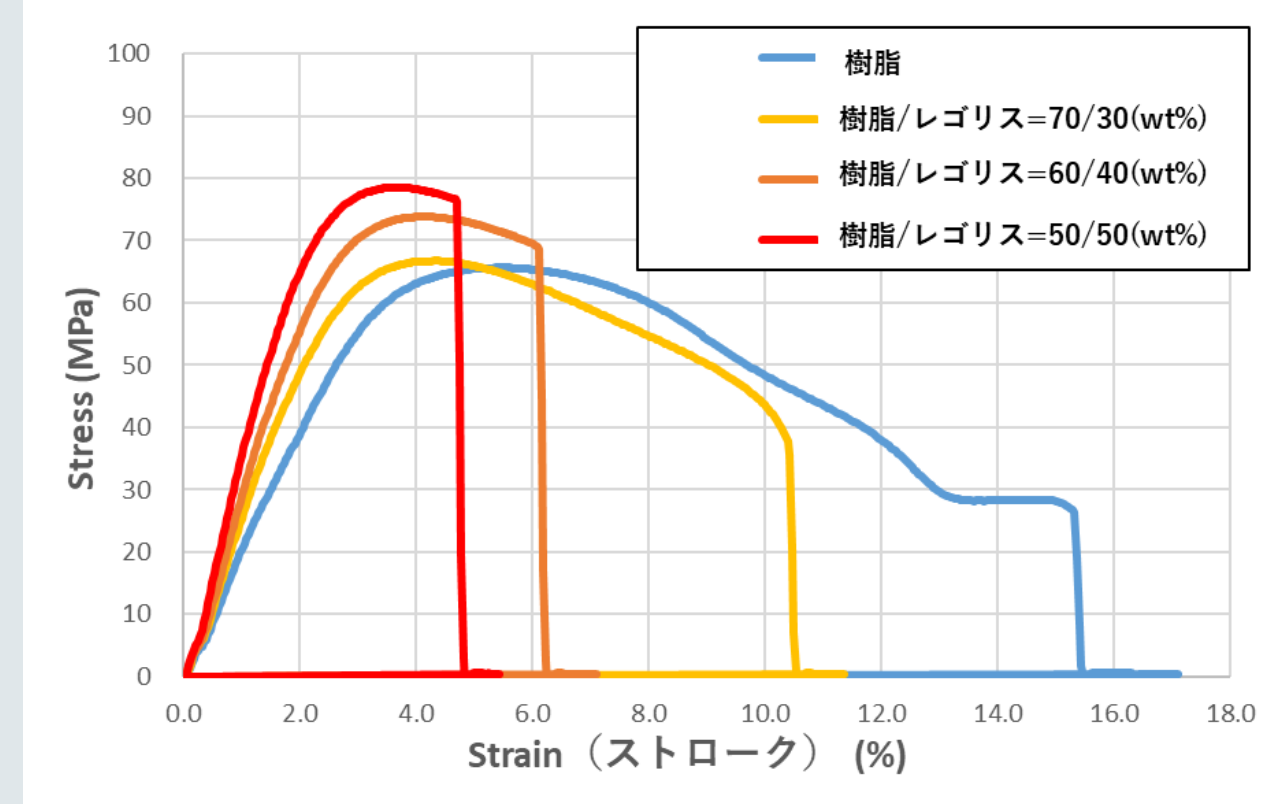
* レゴリスシミュラントを使用



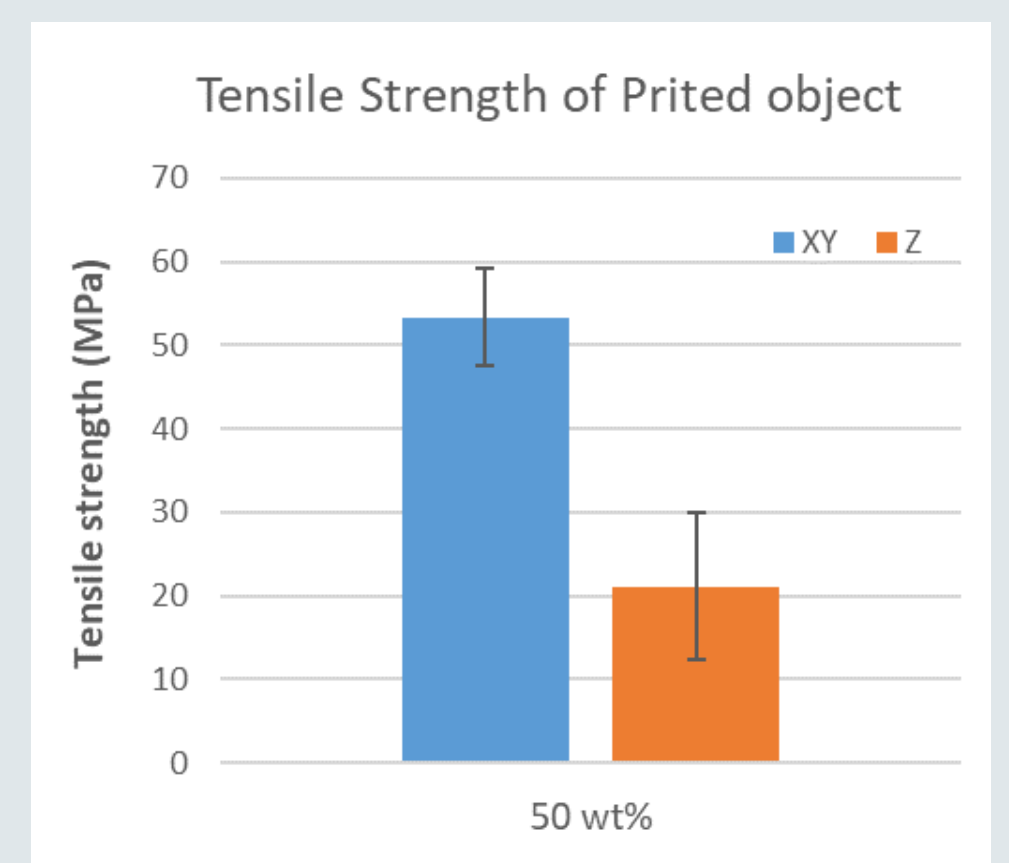
<造形条件>

- ノズル径：2mm
- 温度設定：～240℃

<射出品の引張試験結果>



< 3 Dプリント品の機械強度>

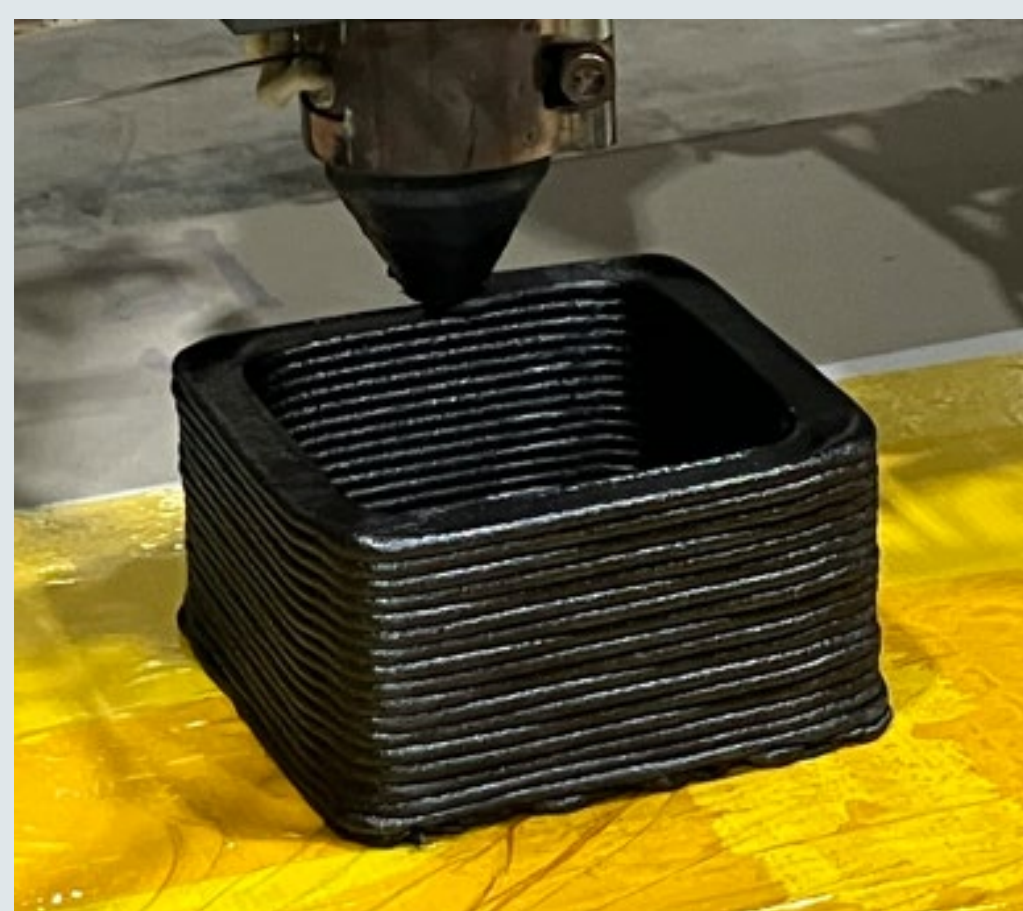


高耐熱 (PEI/CF) 材料



<造形条件>

- ノズル径：8 mm
- 温度設定：～390℃



< 3 Dプリント品の機械強度>

