

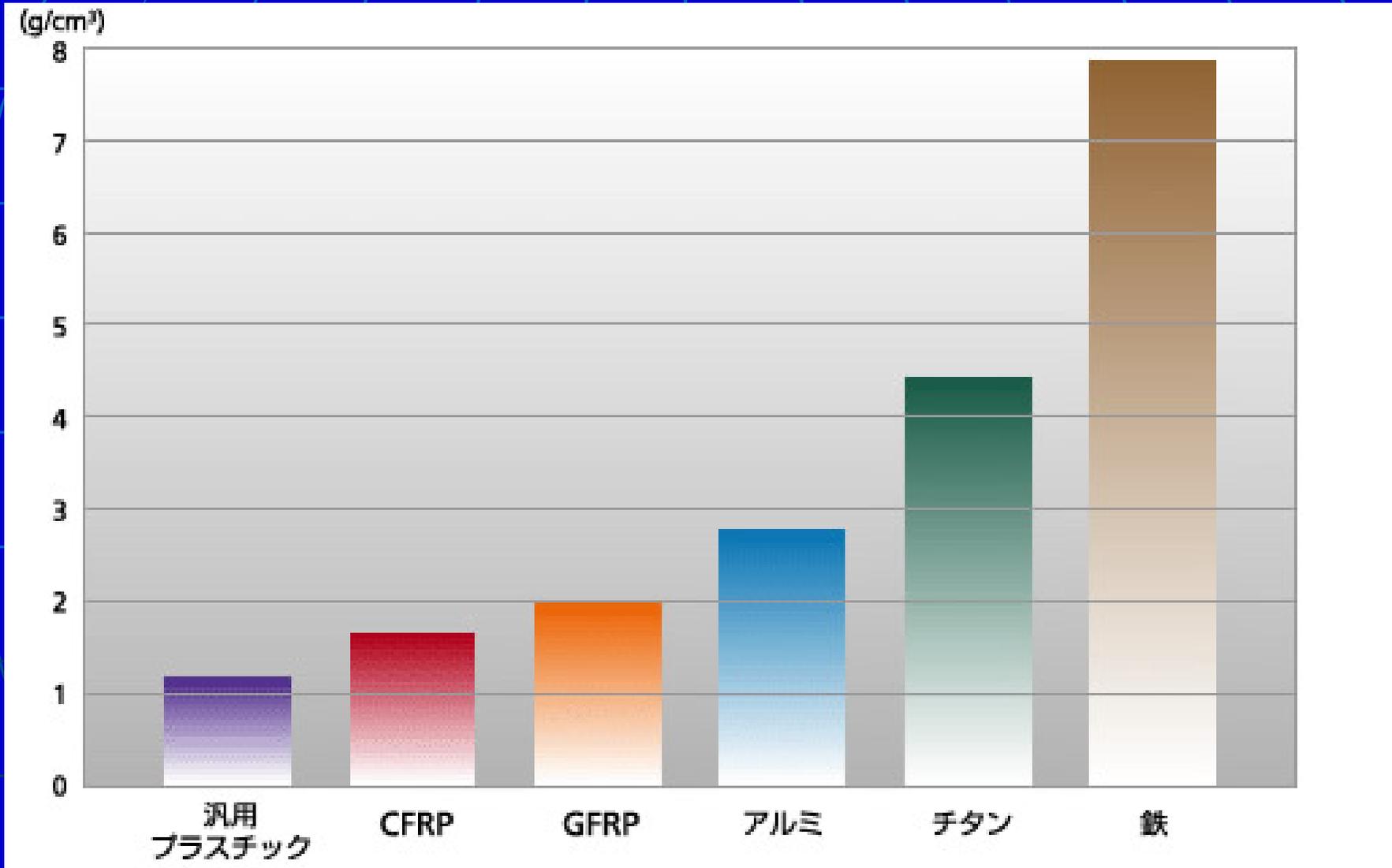


CF: 炭素繊維 (Carbon Fiber)  
R: 強化 (Reinforced)  
P: プラスチック (Plastic)



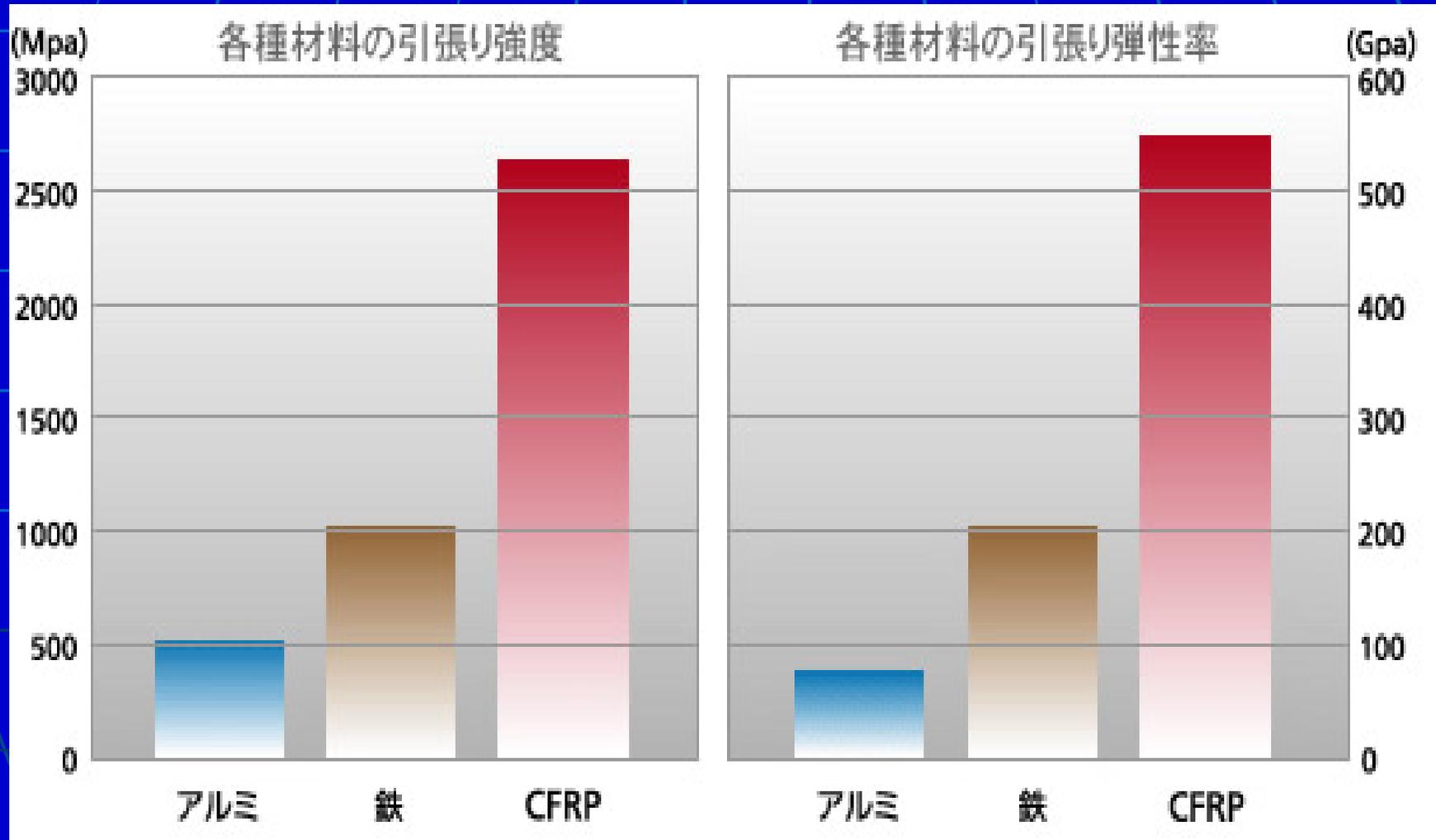
# CFRPの特長その1

軽量：比重1.5~1.7



# CFRPの特長その2

- 高強度：700～3300 MPa  
(鉄：S45Cは700 MPa)
- 高剛性：55～450 GPa  
(鉄：S45Cは200 GPa)



# CFRPって？-その1

## ・炭素繊維とプラスチックを複合してできた素材：

炭素繊維は、強く・軽く・細い素材ではあるけれど、“糸束”でしかありません。自分だけでは機能・性能を発揮できません。プラスチックとミクロにしっかり手をつなぐことで、自分の素晴らしい能力を、“CFRP”という固まりとして発揮します。

CFRP(炭素繊維強化プラスチック)は、プラスチックの一種ですが、“プラスチック加工”という分類の「もの作り」ではありません。一般にFRP(正しくはGFRP:ガラス繊維強化プラスチック)と呼ばれているものは、標準品性能・機能が知られていますが、CFRPという素材には“標準品”というものはありません。

CFRPは炭素繊維の性能・機能を活かした  
“素材”を目的に合うように設計・製作

## CFRPって？-その2

### ・黒色材料:

炭素繊維(CF)が黒色で、母材のプラスチックが透過するのでCFRPは黒くなります。

残念ながら白、赤、青などの色のCFはありません。  
塗装すれば、外観としては何色にも出来ます。

### ・異方性材料:

配置する炭素繊維の種類・位置・量・方向により性能発現。  
一枚の板の場合、方向によって性能・機能が変わります。(サンプル実演)  
特に長繊維強化の場合、繊維が並べられている面と直角となる厚み方向は、繊維がないので母材樹脂の性能しかありません。

### ・“CFRP標準品”という製品は無い！

金属・プラスチックと異なり、製品作りには「**材料設計**」が必須です。

## CFRPって？-その3

### ・CFRPに使われるプラスチック

一般的に熱硬化性樹脂マトリックス品は“CFRP”、熱可塑性マトリックス品は“CFRTP”と称されています。

マトリックス(母材)として使用されているのは

#### ①熱硬化性樹脂:

エポキシ、ポリエステル、フェノール、熱硬化性ポリイミドなどがあります。樹脂によってCFRP特性が変わります。

エポキシマトリックスのCFRPは、力学的物性が高く、広範囲の用途に採用されています。

#### ②熱可塑性樹脂:

CFRTP用材料は、国内では未だ開発段階でポリアミド(PA: ナイロン)、ポリプロピレン(PP)、ポリフェニレン

サルファイド(PPS)、熱可塑性ポリウレタン(TPU)の製品などの探索・開発が進められています。

# 熱硬化性CFRPって？

- **塑性変形しない**

出来上がった製品(板、棒など)を曲げることはできません。  
(金属のように钣金加工できない)  
ということは、“限界ひずみを超えると脆性破壊”します。

- **溶接できない**

CFRP同士の場合も、金属などの異種材料との場合も結合は  
“接着”あるいは“機械的結合”(ボルトアップ、リベットなど)  
で行います。結合力をより確かにするためには“接着+機械的  
結合”の併用が望ましいです。

- **耐熱温度は樹脂支配** (T<sub>g</sub>:ガラス転移温度によります)

汎用エポキシは130℃です。加熱時は温度や樹脂の種類に  
よりますが、強度・弾性率は少し下がります。

## <参考>熱可塑性CFRPって？

### ・成形時間が短い

熱硬化型では通常2時間加熱保持する必要があるのにCFRTPは1分以内で成形完了できます。

### ・再成形(二次成形)できる

出来上がった製品(板、棒など)に熱と圧力をかけることにより、曲げたりする再成形が可能です。

樹脂との接着力が小さく、大きな力が掛かると樹脂が伸びて、熱硬化CFRPと違い一瞬で破壊することなく、延性破壊します。

### ・熱融着できる

CFRTP同士の場合、短時間に熱融着が可能です。熱板、振動超音波、抵抗、誘導などの方法があります。

### ・リサイクルしやすい

加工歩留りも高く、シート材にして性能も大きく落とさず再生利用できます。

# 炭素繊維はPAN系、ピッチ系の2種類 それぞれ多くの製品グレード

## 炭素繊維の諸性質

## 機械的物性

### PAN系炭素繊維

メーカー	商品名	グレード	引張強度 [MPa]	引張弾性率 [GPa]		
東レ	トレカ TORAYCA	T300	<b>3530</b>	<b>230</b>		
		T400HB	4410	250		
		T700S	4900	230		
		T800HB	5490	294		
		T800SC	5880	294		
		T1000GB	6370	294		
		M35JB	4510	343		
			4700	343		
		M40JB	4400	377		
		M46JB	4200	436		
			4020	436		
		M50JB	4120	475		
		M55JB	4020	540		
		M60JB	<b>3820</b>	<b>588</b>		
		M30SC	5490	294		
		三菱レイヨン	パイロフィル PYROFIL	TR30S	<b>4410</b>	<b>235</b>
				TR50S	4900	240
TRD50S 12L	5000			240		
TRH50 18M	5300			250		
TRH50 60M	4900			250		
34-700	4830			234		
34-800	5490			255		
MR 40	4410			295		
MR 60H	5680			290		
MS 40	4410			345		
HR 40	4410			395		
HS 40	<b>4610</b>			<b>455</b>		
東邦テナックス	ベスファイト BESFIGHT			HTA40	<b>3800</b>	<b>238</b>
				HTS40	4200	240
				STS40	4000	240
		UTS50	4900	240		
		BMS40	4700	295		
		BMS60	5800	290		
		HMA35	3200	360		
		UMS40	4600	395		
		UMS45	4600	430		
		UMS55	<b>4100</b>	<b>540</b>		

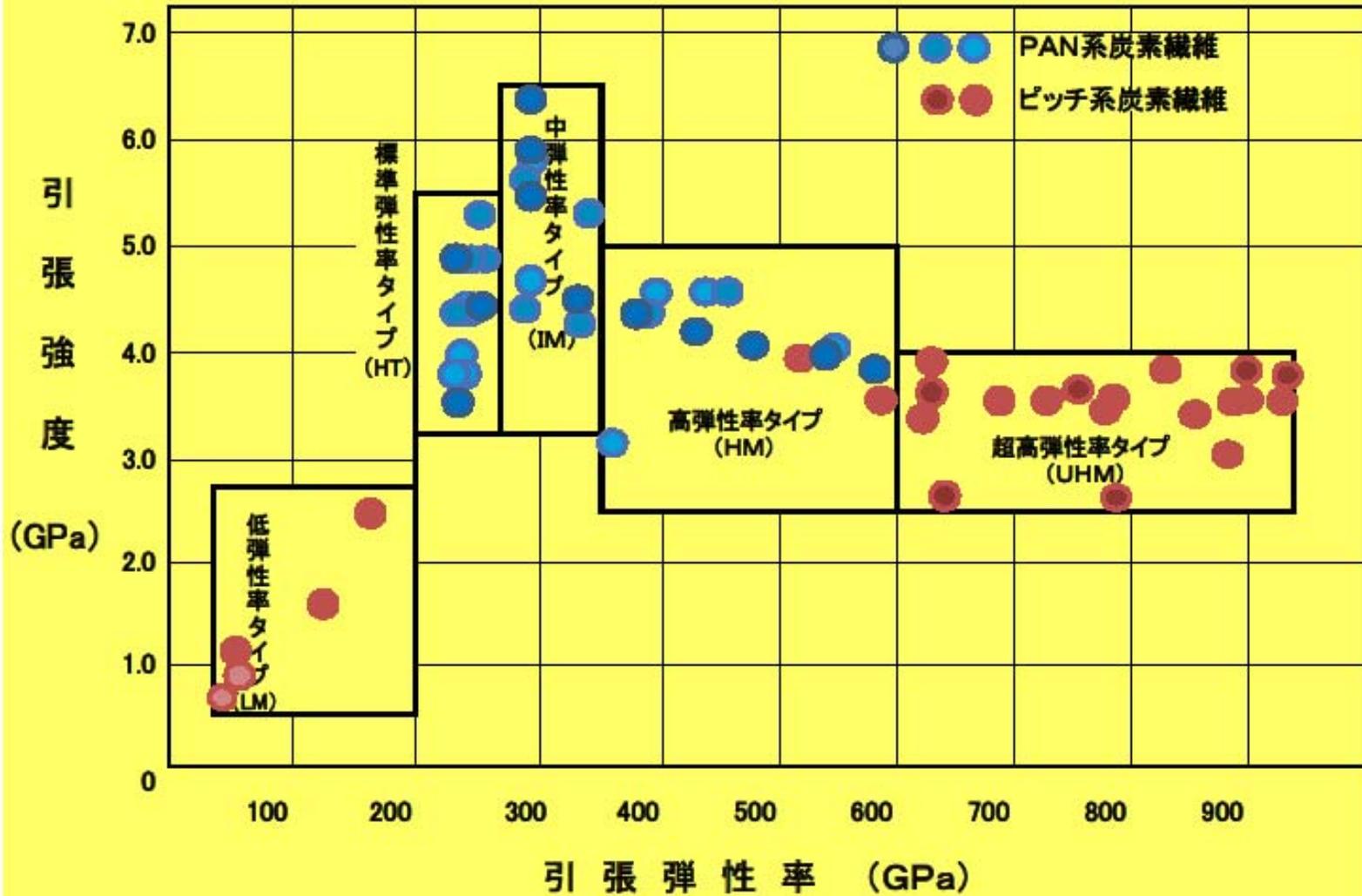
35種類！

### ピッチ系炭素繊維

メーカー	商品名	グレード	引張強度 [MPa]	引張弾性率 [GPa]
三菱樹脂	ダイアリード DIALEAD	K1352U	3600	620
		K1392U	3700	760
		K13C2U	3800	900
		K13C6U	3600	900
		K13D2U	<b>3700</b>	<b>935</b>
		K13312	<b>3200</b>	<b>420</b>
		K63712	2600	640
		K13916	3200	760
		K63A12	2600	790
		日本グラファイト ファイバー	グラノック GRANOC	YSH-50A
YSH-60A	3900			630
YSH-70A	3630			720
YS-80A	3630			785
YS-90A	3530			880
YS-95A	<b>3530</b>			<b>900</b>
XN-60	3430			620
XN-80	3430			780
XN-90	3430			860
XNG-90	3100			880
XN-05	<b>1100</b>			<b>54</b>
XN-10	1700			110
XN-15	2400			155
YT-40A-04H	3830			400
YT-50A-04H	3830			500
YSH-50A-04H	3900			520
YSH-70A-04H	3630	720		

26種類！

## 強度・弾性率が大きく異なる炭素繊維マップ



# 炭素繊維は機械的物性だけでなく 物理的物性も異なる多くのグレード品

## 炭素繊維の諸性質

### 物理的物性

#### PAN系炭素繊維

メーカー	商品名	グレード	密度	線膨脹係数	熱伝導率	比抵抗
			SG [g/cm <sup>3</sup> ]	CTE [x10 <sup>-6</sup> /K]	TC [W/m·K]	ER [x10 <sup>-3</sup> Ω·cm]
東レ	トレカ TORAYCA	T300	1.76	-0.41	11	1.6
		T400HB	1.8			
		T700S	1.8	-0.38	10	1.7
		T800HB	1.81	-0.56	12	1.4
		T800SC	1.8			
		T1000GB	1.8	-0.55		
		M35JB	1.75	-0.73		
			1.75			
		M40JB	1.75	-0.83	69	1
		M46JB	1.84	-0.90		
			1.84			
		M50JB	1.88	-1.0		
		M55JB	1.91	-1.1	155	0.8
		M60JB	1.93	-1.1		
M30SC	1.73					
三菱レイヨン	パイロフィル PYROFIL	TR30S	1.79	-0.27	7	1.5
		TR50S	1.82	-0.31	7	1.5
		TRD50S 12L	1.81	-0.36	7	1.5
		TRH50 18M	1.82	-0.36	7	1.5
		TRH50 60M	1.82	-0.36	7	1.5
		34-700	1.80	-0.27	7	1.5
		34-800	1.82			
		MR 40	1.76	-0.54	20	1.6
		MR 60H	1.81	-0.54	16	1.4
		MS 40	1.77	-0.73	20	1.2
		HR 40	1.82	-0.91	45	1.1
			1.82			
		HS 40	1.85	-1.12	52	0.9
		東邦テナックス	ベスファイト BESFIGHT	HTA40	1.78	
HTS40	1.76				10	
STS40	1.75				10	
UTS50	1.80				10	
IMS40	1.79					1.4
IMS80	1.80					
HMA35	1.78					1.0
UMS40	1.79				46	
UMS45	1.81					
UMS55	1.92					

#### ピッチ系炭素繊維

メーカー	商品名	グレード	密度	線膨脹係数	熱伝導率	比抵抗
			SG [g/cm <sup>3</sup> ]	CTE [x10 <sup>-6</sup> /K]	TC [W/m·K]	ER [x10 <sup>-3</sup> Ω·cm]
三菱樹脂	ダイアリード DIALEAD	K1352U	2.12	-1.1	140	0.7
		K1392U	2.12	-1.2	210	0.5
		K13C2U	2.20	-1.2	620	0.19
		K13C6U	2.18	-1.2	580	0.3
		K13D2U	2.21	-1.2	800	0.15
		K13312	2.06			
		K63712	2.12	-1.1	140	0.7
		K13916	2.15		200	0.6
		K63A12	2.15	-1.2	220	0.5
		日本グライフ ファイバー	グラノック GRANOC	YSH-50A	2.10	-1.3
YSH-60A	2.12			-1.4	200	0.6
YSH-70A	2.14			-1.5	250	0.5
YS-80A	2.17			-1.5	320	0.5
YS-90A	2.18			-1.5	500	0.3
YS-95A	2.19			-1.5	600	0.2
XN-60	2.12			-1.4	200	0.7
XN-80	2.17			-1.5	320	0.5
XN-90	2.19			-1.5	500	0.3
XNG-90	2.21				500	0.3
XN-05	1.65			1.4	7	2.8
XN-10	1.70			-0.1		10
XN-15	1.85			-0.8	6	2
YT-40A-04H	2.08			-1.3	95	0.8
YT-50A-04H	2.10			-1.4	140	0.7
YSH-50A-04H	2.10			-1.3		
YSH-70A-04H	2.14			-1.5		

# CFRPの特長その3

- **寸法安定性**：低熱膨張率（3 ppm以下）  
炭素繊維 マイナス：樹脂 プラス  
（-0.4~-1.5ppm） （+50ppm）  
ゼロ熱膨張狙いも可能（繊維種類、方向制御）  
製品例)天体望遠鏡、検査用ジグフレーム
- **振動減衰性**：高い比剛性（鉄の5倍）による高固有振動数  
高弾性率繊維と低弾性率樹脂の組合せ  
製品例)液晶パネル搬送ハンド、パラレルリンクロボット
- **高熱伝導率**：2~300 W・m/°C  
炭素繊維 10~600W/m・K：樹脂 0.2W/m・K  
繊維配置面内方向にのみ発現  
製品例)人工衛星電池ケース
- **非磁性**：渦電流発生少→電磁誘導発熱少  
製品例)リニアモーターケース

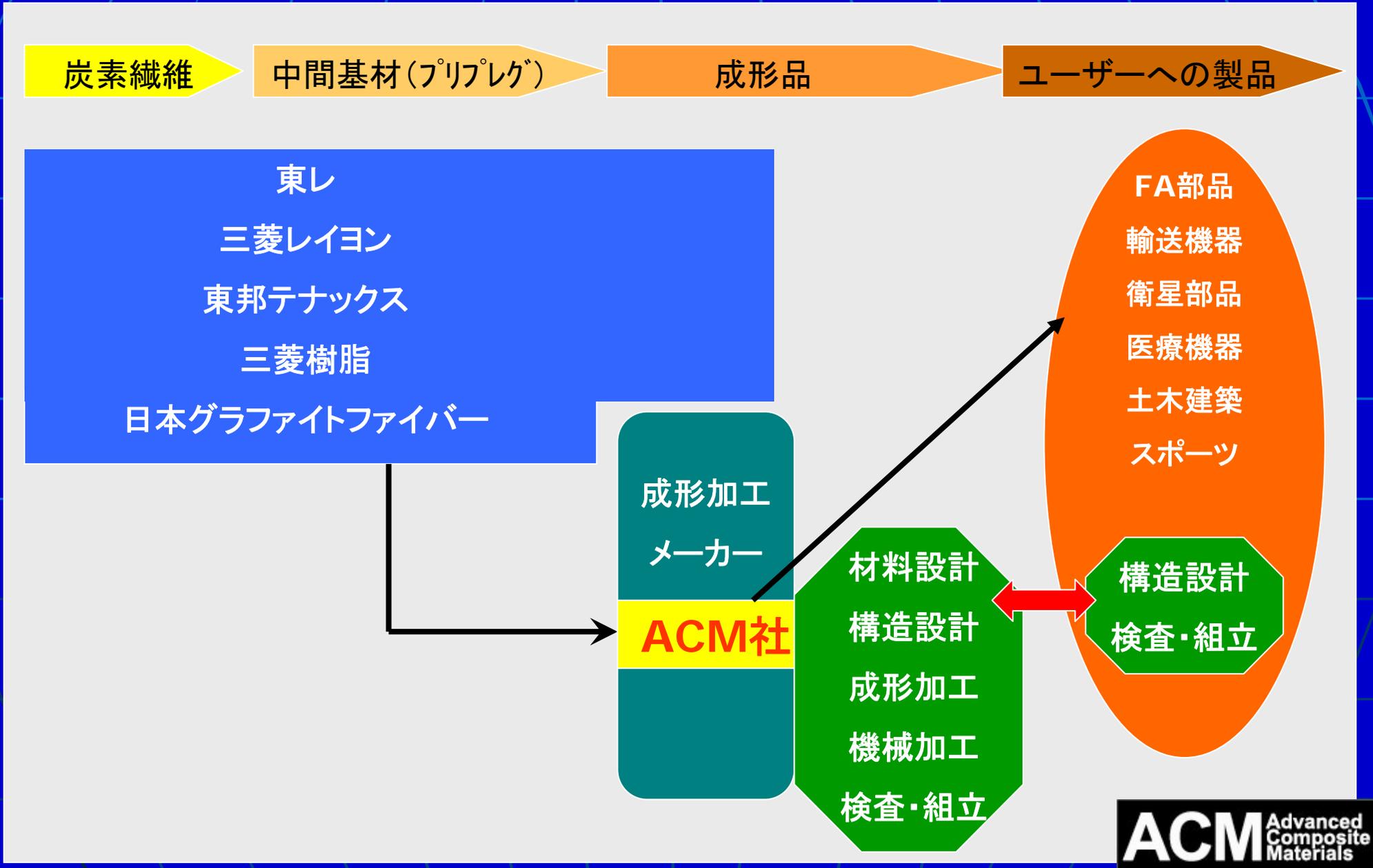
# CFRPの特長その4

- **耐蝕性：** 耐候性、耐酸・耐アルカリ  
炭素繊維層が紫外線を透過しない（GFRPとの違い）  
溶剤（アセトンなど）には弱い（母材：エポキシ樹脂）  
製品例）耐震補強（橋脚、床版）、ケーブル、工業タンク
- **導電性：**  
電気伝導度の違いから、金属との接合時絶縁考慮  
特にアルミとの接合時はGFRP層介在にて絶縁（0.2mmでOK）  
製品例）面状発熱体、静電気対策部品
- **X線透過特性：** アルミの8倍透過  
製品例）天板、カセット、その他X線機器部品
- **疲労特性：** 金属と比べ、高疲労強度  
製品例）自動車部品、自転車部品、スポーツ用品、機械部品
- **摺動特性：** 低摩擦係数  
製品例）ポンプリテーナー

# CFRPは、PAN系／ピッチ系CFの特性を生かした複合材料

航空宇宙	航空機(主翼、尾翼、胴体)、ロケット(衛星フェアリング、段間部)	PAN	高強度、耐疲労性 耐熱性
	人工衛星(構体・トラス、アンテナ、ソーラーセルパネル、バッテリーケース)、電波望遠鏡(アンテナ、トラス)	PAN/ピッチ	剛性、低熱膨張、 高熱伝導性
自動車・車輻	レーシングカー、プロペラシャフト、ボディ骨格・外板パネル 鉄道車体	PAN	高強度、耐熱性 耐疲労性、振動減衰性
スポーツ	釣竿、ゴルフシャフト、ラケット、自転車、野球バット、弓、 マリンスポーツ(ヨット船体・マスト、競技用ボート)	PAN/ピッチ	剛性、耐候性 振動減衰性、耐疲労性
建築・土木	コンクリート補強(橋脚、床版)、ケーブル、ロッド、	PAN/ピッチ	高強度、剛性 耐腐蝕性、耐候性
環境・エネルギー	風力ブレード、CNG/水素/空気タンク、フライホイール、 油田掘削ライザー・パイプ	PAN/ピッチ	高強度、剛性 耐腐蝕性、耐疲労性
電子・音響	ノート・タブレットハウジング、プリンター部品、 オーディオ部品	PAN/ピッチ	高強度、剛性 振動減衰性、電磁波シールド性
医療・介護	天板、カセット、手術用部品、車いす、杖、人工骨、 介護機器	PAN/ピッチ	高強度、剛性 X線透過性、耐疲労性
産業機械	ロボットアーム、工業用ローラー/シャフト、板バネ、 繊維部品	PAN/ピッチ	剛性、耐疲労性 振動減衰性
その他	傘、カバン、家具(テーブル、イス)、樹脂型、メガネ	PAN	高強度、耐疲労性、 耐腐蝕性

# CFRP業界におけるACM社の位置



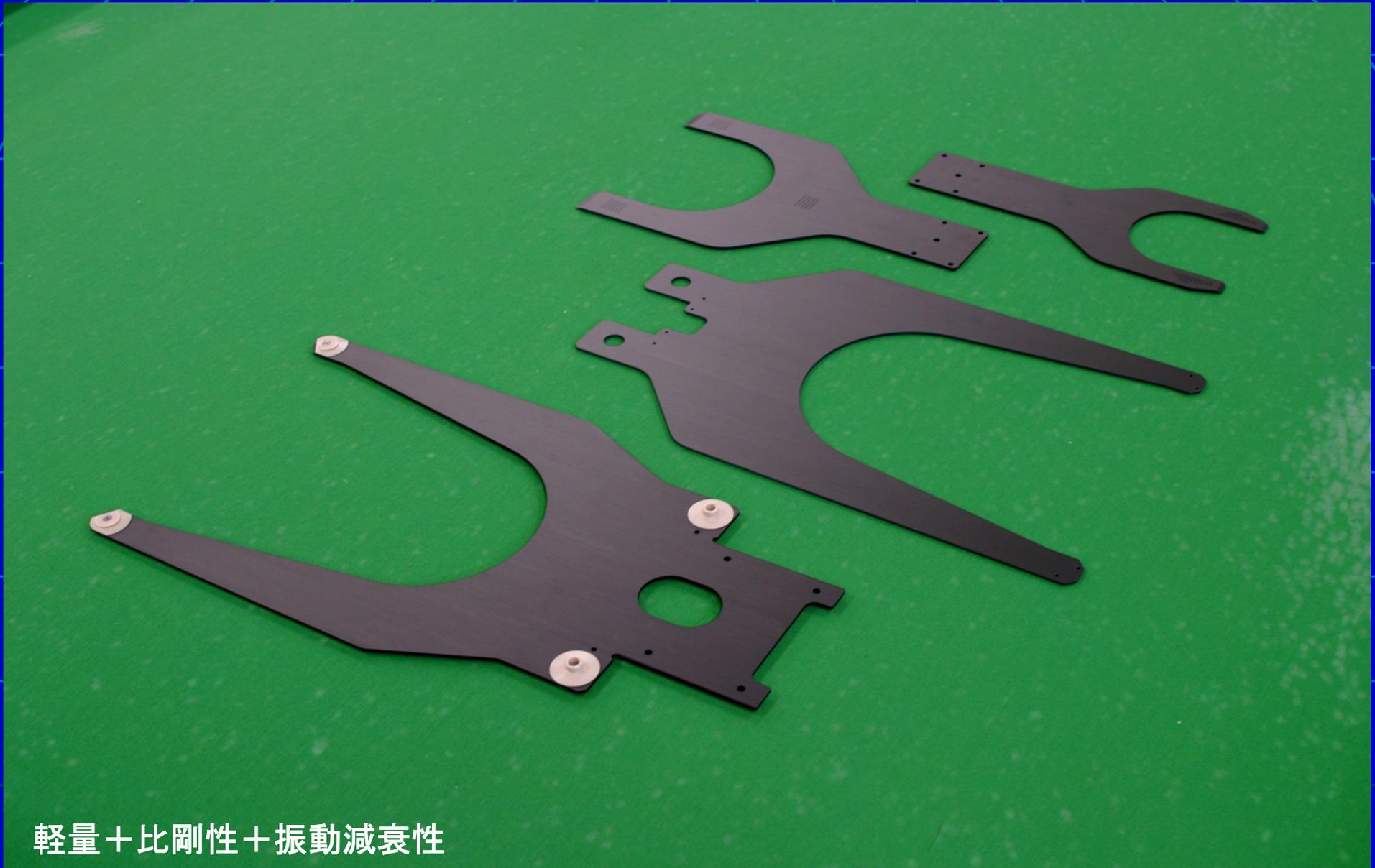


軽量＋比剛性＋振動減衰性

## 第10世代液晶パネル搬送ハンド

CFRPアーム(長さ:3.2m ヤング率:200 GPa)

搬送パネルサイズ: 3.1m x 2.9m CFRPハンド総重量: 67kg



軽量＋比剛性＋振動減衰性

## 半導体デバイス(ウェハー)搬送ハンド (超高剛性成形板より機械加工)

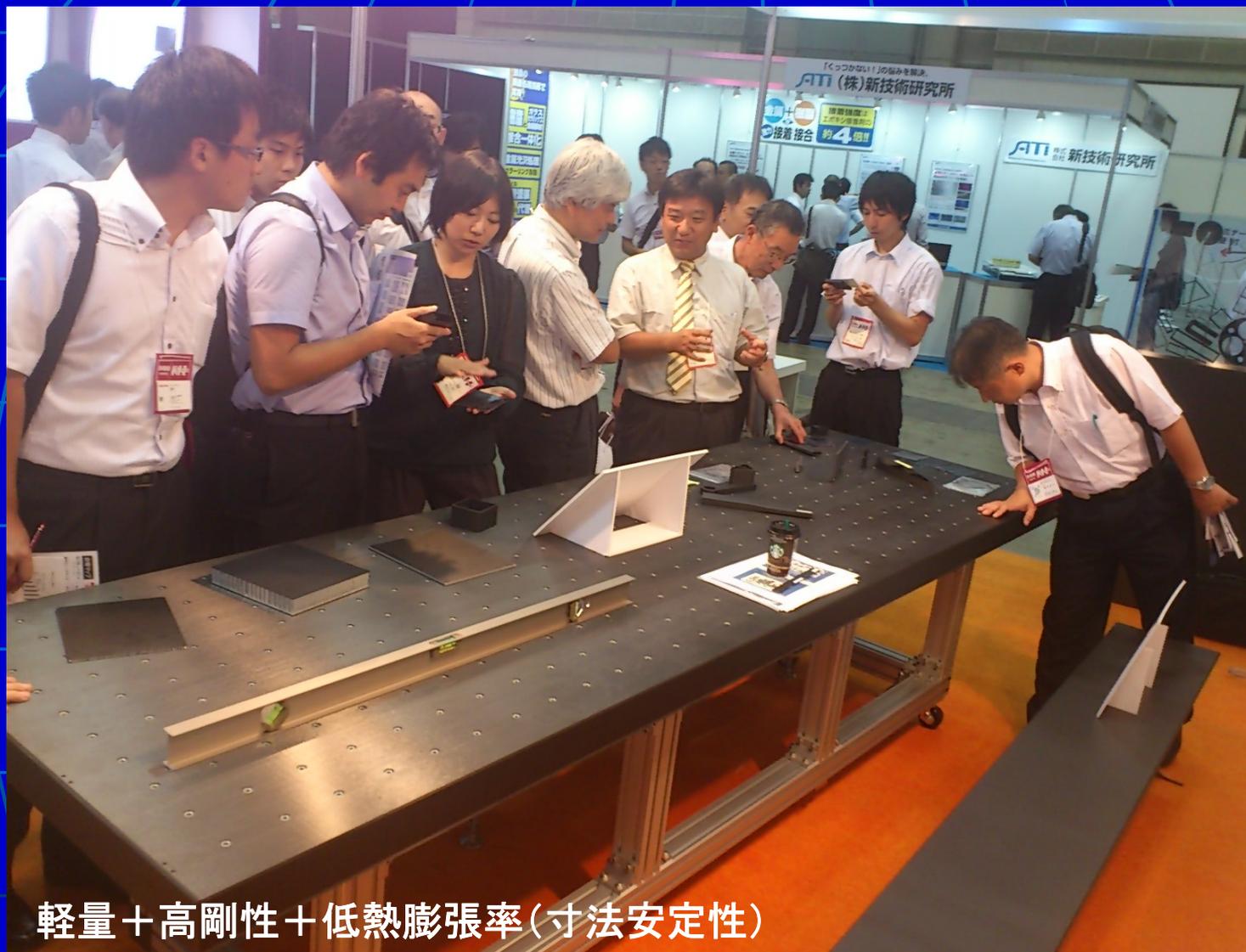


軽量＋高強度＋耐候性

リールハンドルアーム(グローブライト殿)  
(高強度CF成形板より機械加工)

**ACM** Advanced  
Composite  
Materials

軽量化・高強度化技術展  
(Nプラス 2012)出展



先端材料技術展2013

2013.11.6-8

東京ビッグサイト東館

出展

軽量＋高剛性＋低熱膨張率(寸法安定性)

## CFRP定盤

790GPa超高弾性率CF仕様天板＋CFRP梁構造にて平面度 $18\mu\text{m}$

寸法:3000L x 930W x 80t、重量76kg

**ACM** Advanced  
Composite  
Materials

# CFRP積層設計の基本 その1

## (プリプレグの)ミラー対称積層が基本

- ・硬化後の室温までの冷却時に熱歪み(反り)を生じさせない  
炭素繊維(CF)はマイナスの線膨張率(-0.3ppm以下)  
樹脂はプラスの線膨張係数(エポキシ樹脂は45ppm以上)

(内部応力は、マトリックス樹脂の硬化収縮と  
硬化温度(通常130°C)から室温への温度低下による  
膨張する炭素繊維と収縮する樹脂のバランス)

- ・CFRP板は、厚みの中で “上下対称積層” とする
- ・CFRPパイプ(角・丸・異型)は、パイプ断面中心を基準にして  
高さおよび幅方向のそれぞれで対称とする

長手方向に断面形状が変化する構造(例:テーパパイプ)の場合、  
各断面において、断面の高さ・幅方向で対称となっていれば良い

## CFRP積層設計の基本 その2

### 加工によるひずみ発生を考慮した構造・積層設計

機械加工により断面の寸法変化＋高剛性の繊維を切断  
→ 内部応力の不均一化 → ひずみ(反り)

- ・厚板のザグリ加工では、ザグリ後の残厚みの中でミラー対称  
加えて、全厚みの中でもミラー対称となるよう積層設計
- ・パイプの場合、穴グリ、ザグリ加工によりひずみが生じる  
成形体における炭素繊維の削除量・面積の度合いによる

**“内部応力の不均一化” を考慮**  
**“繊維”強化素材であることを常に意識**

- ・機械加工でのバリを極力小さくするため、表層に織物材

## CFRP積層設計の基本 その3

### 剛性設計時には断面二次モーメントを考慮

- ・異方性を生かしたコストパフォーマンス・最適化  
高強度、中弾性、高弾性、超高弾性グレードを複合使用
- ・曲げ剛性アップには外側に高弾性率炭素繊維

### 機械的物性は異方性を考慮(繊維強化素材)

- ・弾性率 : 45° 方向 10%強
- (0° 配向品比) : 0° /90° 織物の45° 方向 25%
- : 0° /±45° /90° 疑似等方積層 30%強

- ・ねじり剛性確保には±45° 層配向

CF系の0° /90° のみの積層では低ねじり剛性

### 物理的物性は0° /90° 等配積層で全方向均一

- ・0° : 90° =1 : 1 糸配向で 360° 疑似等方物性  
熱伝導率、熱膨張率、電気抵抗など

# CFRP機械加工の基本

## 炭素繊維＋プラスチック

- ・刃具は超硬、ダイヤモンド(エンドミル)が基本
- ・エポキシ樹脂は吸湿する(飽和でMAX 5%レベル)

切削・研削剤の選定、乾燥処理

例1) 研磨加工時はエマルジョン切削液使用、乾燥要

例2) ACM社はドライ切削(切削液使用せず)

## 炭素繊維の種類により異なる切削加工面

- ・炭素繊維と樹脂の種類に炭素繊維のバリの残り方が異なる

## 刃具の消耗を把握して交換・メンテナンス

- ・炭素繊維の種類により刃具の消耗度が異なる  
一般にPAN系高強度グレードは難削材

# CFRP接合・組立の基本

## 子部品の加工精度確保で組立品質

- ・エポキシ系接着材は高強度(コンポジットの層間強度以上)
  - + フィレット形成は強度確保に有効
- ・接着面処理(サンディング+脱脂)
  - + 接着面積の確保、接着材の選定
- ・接着部ザグリ加工は有効: 位置決め+接着面積増
- ・接着材の硬化収縮を考慮(反りの可能性)

## 機械的接合(ボルトアップ)との併用

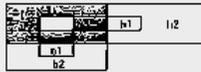
- ・皿ビスは有用: 接着の确实性をアップ+破損時飛散防止
- ・ボルト穴位置・方向は積層考慮(穴は欠陥)
  - 例) せん断応力対応で、適切な90° 方向繊維配置



## 第6世代液晶パネル搬送ハンド

☆組立・調整を行いパッド面の平面度1mm以内

☆センサー・電磁弁等組込みも実施



特性P

引張強度				引張強度45度				曲げ強度				圧縮強度				材料						
EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	X	Y	容積	配交	MPT	ply	
10	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
4	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
4	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
0.3	13	4	4	4	0.7	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
5.5	5.5	2	4	4	4.5	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	60	30	30	78	78	80	90	6343	0.90	0.245	
2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4
88	0.8	81	11	23	0.7	23	0.7	100	3	80	80	70	40	3	8000	0	0.291					
11	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11
0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81
44	0.8	15	35	0.7	35	0.7	180	3	60	60	60	3	38	3	8000	0	0.289					
15	15	0.8	44	0.8	44	0.8	12	12	12	12	12	60	80	80	3	20	20	12	12	3046	-48	0.289
0.8	44	15	35	0.7	35	0.7	180	3	60	60	60	3	38	3	8000	0	0.289					
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

材料積層設計 上層 上フレーム

b1	b2	h1	h2	E	EX	DX	E45	D45	E-45	D-45	EY	DY	容積	MPT	配交	PLY	L
199.5	200	109.5	110	348,258	6.6	1,918,186	2	697,515	2	697,515	5.5	1,918,186	2443	0.245	0.90	1	0.235
187.2	189.5	107.2	109.5	1,601,981	33	2,865,383	11	17,621,789	11	17,621,789	0.8	1,281,585	3900	0.291	0	4	1.16
196.8	197.2	106.6	107.2	286,554	11	4,252,097	33	12,756,241	0.6	309,243	11	4,252,097	5545	0.291	-45	1	0.229
196	196.6	106	106.6	351,080	11	4,191,893	0.8	3,046,674	33	12,575,549	11	4,191,893	5546	0.291	-45	1	0.229
195.4	196	105.4	106	375,663	11	4,132,228	33	12,336,883	0.8	300,528	11	4,132,228	5545	0.291	-45	1	0.229
194.8	195.4	104.8	105.4	370,284	11	4,073,129	0.8	294,225	33	12,219,358	11	4,073,129	5546	0.291	-45	1	0.229
192.9	194.9	102.9	104.9	1,208,153	13	15,705,980	4	4,832,812	4	4,832,812	0.8	988,522	2500	0.245	0	4	0.98
192.9	192.9	102.9	102.9	347,405	11	3,821,458	0.8	277,244	33	11,464,314	11	3,821,458	5546	0.291	-45	1	0.229
191.7	191.7	101.7	102.3	342,300	11	3,765,301	33	11,295,892	0.8	273,840	11	3,765,301	5545	0.291	-45	1	0.229
181	191.7	101.1	101.7	337,244	11	3,705,684	0.4	289,796	33	11,149,051	11	3,705,684	5546	0.291	-45	1	0.229
180.8	181.1	100.6	101.4	332,277	11	3,644,904	33	10,867,912	0.8	285,789	11	3,644,904	5545	0.291	-45	1	0.229
188.2	180.6	98.24	100.6	1,279,844	33	42,234,849	11	14,078,283	11	14,078,283	0.8	1,023,875	5500	0.291	0	4	1
190.1	190.6	100.1	100.6	475,871	5.5	1,512,283	2	561,743	2	561,743	5.5	1,512,283	3343	0.245	0.90	1	0
合計				7,587,268		145,844,043		86,343,440		86,319,799		28,307,824				22	8

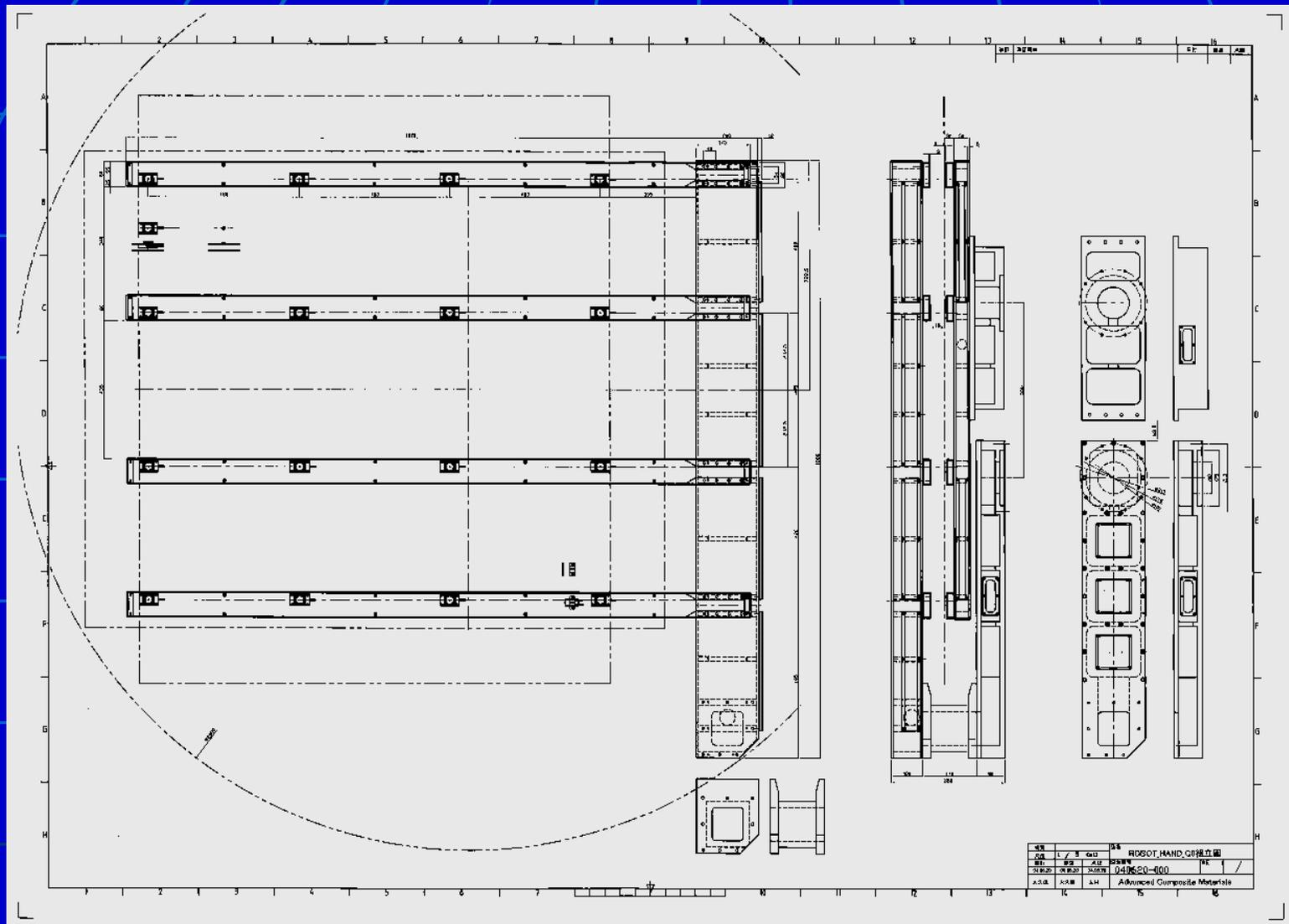
材料積層設計 下フレーム

b1	b2	h1	h2	E	EX	DX	E45	D45	E-45	D-45	EY	DY	容積	MPT	配交	PLY	L
199.5	200	99.51	100	348,258	6.6	1,918,186	2	697,515	2	697,515	5.5	1,918,186	2443	0.245	0.90	1	0
197.2	199.5	97.18	99.51	4,118,119	11	4,747,706	11	4,747,706	0.8	342,288	3900	0.291	0	4	1	0	
196	196.8	98.02	99.6	4,022,511	11	4,691,472	0.8	3,274,436	11	4,691,472	5546	0.291	-45	1	0		
195.4	196	95.44	96.02	4,022,511	11	4,022,511	0.8	3,117,799	11	4,022,511	5546	0.291	-45	1	0		
194.9	195.4	94.85	95.44	4,022,511	11	4,022,511	0.8	3,117,799	11	4,022,511	5546	0.291	-45	1	0		
193.6	196	93.57	96.02	3,919,829	13	5,084,693	4	1,567,988	4	1,567,988	0.8	213,500	2500	0.245	0.90	1	0
194.5	195.4	94.46	95.44	1,578,826	5.5	867,626	2	315,500	5.5	867,626	5342	0.245	0.90	2	0	0	
192.4	194.9	92.4	94.85	3,725,925	18	4,693,333	4	1,480,278	4	1,480,278	0.8	298,158	2500	0.245	0.90	1	0
191.8	192.4	91.82	92.4	3,627,718	11	4,110,555	33	2,731,655	11	4,110,555	5346	0.291	-45	1	0		
191.2	191.8	91.34	91.82	86,629	11	867,032	0.8	84,541	11	867,032	5345	0.291	-45	1	0		
180.7	191.2	90.66	91.24	78,535	11	863,285	0.8	82,828	33	2,581,596	11	863,285	5346	0.291	-45	1	0
180.1	180.7	90.08	90.66	78,485	11	841,111	33	2,523,333	0.8	81,172	11	841,111	5345	0.291	-45	1	0
187.7	190.1	87.75	90.08	325,824	33	4,432,201	11	3,144,087	11	3,144,087	0.8	228,658	5500	0.291	0	4	1
189.8	190.1	89.99	90.08	62,787	5.5	345,393	2	125,594	5.5	345,393	6342	0.245	0.90	1	0	0	
合計				2,809,270		43,173,218		23,982,823		23,982,823		10,743,794				30	8

引張強度				引張強度45度				曲げ強度				圧縮強度				材料						
EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	X	Y	容積	配交	MPT	ply	
10	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
4	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
0.3	13	4	4	4	0.7	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
5.5	5.5	2	4	4	4.5	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	60	30	30	78	78	80	90	6343	0.90	0.245	
2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4
88	0.8	81	11	23	0.7	23	0.7	100	3	80	80	70	40	3	8000	0	0.291					
11	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11
0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81
44	0.8	15	35	0.7	35	0.7	180	3	60	60	60	3	38	3	8000	0	0.289					
15	15	0.8	44	0.8	44	0.8	12	12	12	12	12	60	80	80	3	20	20	12	12	3046	-48	0.289
0.8	44	15	35	0.7	35	0.7	180	3	60	60	60	3	38	3	8000	0	0.289					
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

材料積層設計 2.3.1

引張強度				引張強度45度				曲げ強度				圧縮強度				材料						
EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	EX	DX	EY	DY	X	Y	容積	配交	MPT	ply	
10	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
4	4	0.8	4	4	0.8	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
0.3	13	4	4	4	0.7	4	12	0.7	4	8	0.7	240	8	80	80	170	7	140	5	2500	0	0.245
5.5	5.5	2	4	4	4.5	4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	60	30	30	78	78	80	90	6343	0.90	0.245	
2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4	5.5	2	4
88	0.8	81	11	23	0.7	23	0.7	100	3	80	80	70	40	3	8000	0	0.291					
11	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11
0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81	11	0.8	81
44	0.8	15	35	0.7	35	0.7	180	3	60	60	60	3	38	3	8000	0	0.289					
15	15	0.8	44	0.8	44	0.8	12	12	12</													



構造設計

ROBOT HAND-G6 組立図



## 成形板

プロセス	真空バッグ成形法
厚み	0.1 mm ~ 60 mm
幅	MAX 3200 mm
長さ	MAX 3600 mm
製品特性 (0° 方向)	引張強度: MAX 2700 Mpa 引張弾性率: 350 GPa



## パイプ

内型／外型成形、シートローリング成形	
高精度の内寸・外寸・肉厚	
長さ MAX 3600 mm	
製品特性 (軸方向)	引張強度: MAX 2700 MPa 引張弾性率: MAX 350 GPa



## 第6世代液晶パネル搬送ハンド

☆組立・調整を行いパッド面の平面度1mm以内

☆センサー・電磁弁等組込みも実施



ご静聴ありがとうございました

**ACM** Advanced  
Composite  
Materials

URL: [www.acm-neo.jp](http://www.acm-neo.jp)

工場見学大歓迎！  
(横浜市都筑区)

CFRPの作り方は「百聞は一見にしかず」