



第38回複合材料セミナー

ピッチ系炭素繊維の現状と将来

2025年2月21日

於 コンファレンススクエアエムプラス(東京)

日本グラファイトファイバー株式会社

荒井 豊

本日の内容

1. ピッチ系炭素繊維の歴史
2. ピッチ系炭素の特性と特徴
3. ピッチ系炭素繊維の用途
4. ピッチ系炭素繊維における中国ならびに他国の動向
5. ピッチ系炭素繊維の将来

ピッチ系炭素繊維の歴史

年代	PAN系炭素繊維	ピッチ系炭素繊維
1950	・UCCLレーヨン系CFを上市(1959)	
1960	・Bacon黒鉛ウイスキー発明(1960) ・進藤PAN系CFの発明(1961) ・Johnsonら改良PAN系CFの発明(1964)	・大谷ピッチ系CFの発明(1966)
1970	・Coutaulds高強度PAN系CFの上市(1967) ・東レPAN系炭素繊維を上市(1971) ・東邦レーヨンPAN系CFを上市(1973)	・呉羽化学工業ピッチ系CF上市(1970) ・大谷高性能ピッチ系CFの発明(1974) ・UCC高性能ピッチ系CFを上市(1975)
1980	・三菱レイヨンPAN系CF上市(1983)	・高性能ピッチ系CFの開発ブーム(1980)
1990		・ピッチ系CF専門メーカーN G F 設立(1995)
2000		・ベトカがピッチCF事業撤退(2003) ・CONOCOがCF事業参入その後撤退(2003)
2010	・新興国でのP A N系CF製造参入(2010)	・中国重点新材料応用指定指導リストにピッチCF(2019) ・中国の数社が高性能ピッチ系CFの事業推進
2020		



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

3

日本グラファイトファイバー株式会社 <https://www.ngfworld.com/>

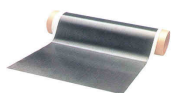
GRANOC

主要製品

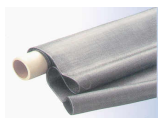
ヤーン (長繊維)



プリプレグ (樹脂含浸シート)



クロス (織物)



チョップ ミルド



社名 : 日本グラファイトファイバー株式会社
設立 : 1995年(平成7年)4月
資本金 : 1億円

本社・工場 : 兵庫県姫路市広畑区富士町1番地
(日本製鐵 瀬戸内製鉄所広畑地区構内)

生産能力 : 180トン/年
株主 : 日鉄ケミカル&マテリアル株式会社 66.6%
E N E O Sテクノマテリアル株式会社 33.4%

主要事業内容 : ピッチ系炭素繊維製造、販売



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

4

ピッチ系炭素繊維の歴史

年代	PAN系炭素繊維	ピッチ系炭素繊維
1950	・UCCLレーヨン系CFを上市(1959)	
1960	・Bacon黒鉛ウイスキー発明(1960) ・進藤PAN系CFの発明(1961) ・Johnsonら改良PAN系CFの発明(1964)	・大谷ピッチ系CFの発明(1966)
1970	・Coutaulds高強度PAN系CFの上市(1967) ・東レPAN系炭素繊維を上市(1971) ・東邦レーヨンPAN系CFを上市(1973)	・呉羽化学工業ピッチ系CF上市(1970) ・大谷高性能ピッチ系CFの発明(1974) ・UCC高性能ピッチ系CFを上市(1975)
1980	・三菱レイヨンPAN系CF上市(1983)	・高性能ピッチ系CFの開発ブーム(1980)
1990		・ピッチ系CF専門メーカーN G F設立(1995)
2000		・ベトカがピッチCF事業撤退(2003) ・CONOCOがCF事業参入その後撤退(2003)
2010	・新興国でのPAN系CF製造参入(2010)	・中国重点新材料応用指定指導リストにピッチCF(2019) ・中国の数社が高性能ピッチ系CFの事業推進
2020		



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

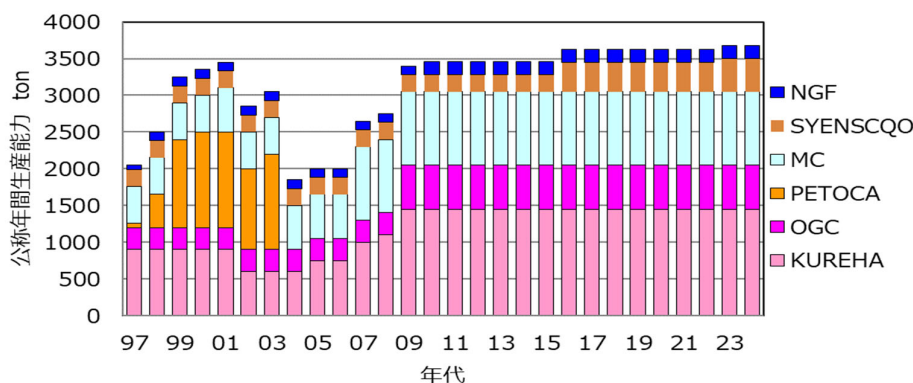
2025

5

主たるピッチ系炭素繊維メーカーの公称生産能力

メーカー	公称生産能力 トン/年	原料系	繊維形態
三菱ケミカル(株)	1,000	メソフェーズピッチ	連続繊維
日本グラファイトファイバー(株)	180	メソフェーズ/等方性ピッチ	連続繊維
SYENSCQO	460	メソフェーズピッチ	連続繊維
(株)クレハ	1,450	等方性ピッチ	短繊維
大阪ガスケミカル(株)	600	等方性ピッチ	短繊維

SYENSCQOは2023年Solvayよりスピンオフによって設立

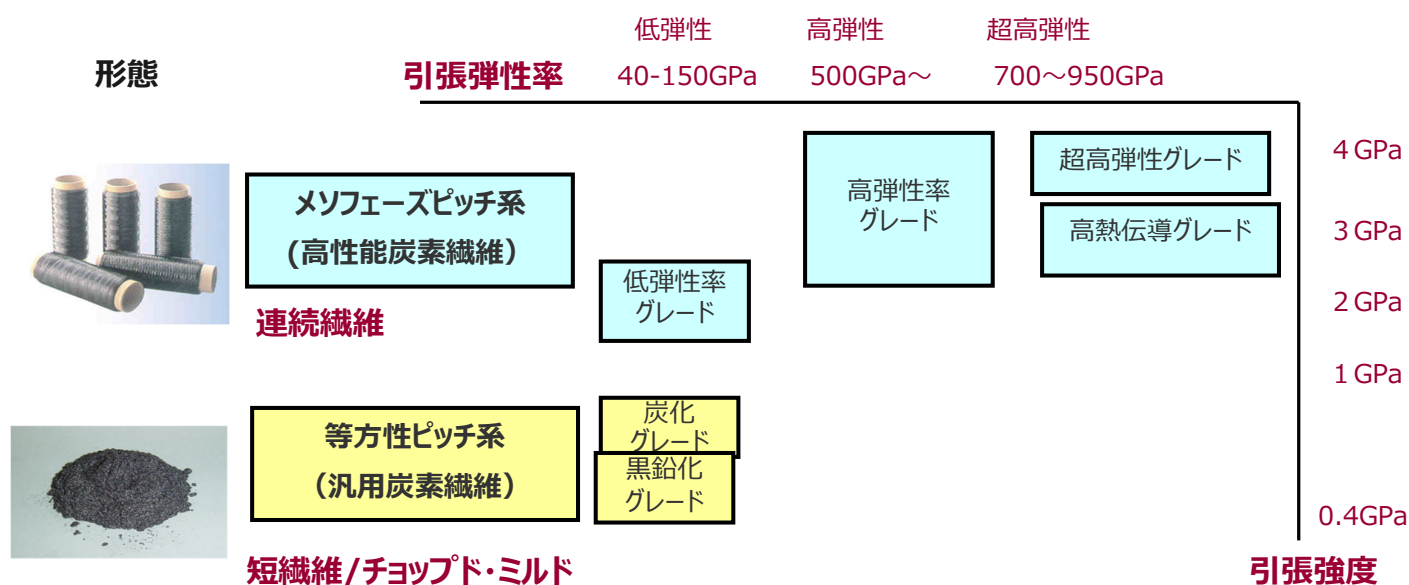


NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

6

ピッチ系炭素繊維特性と特徴 ピッチ系炭素繊維の分類



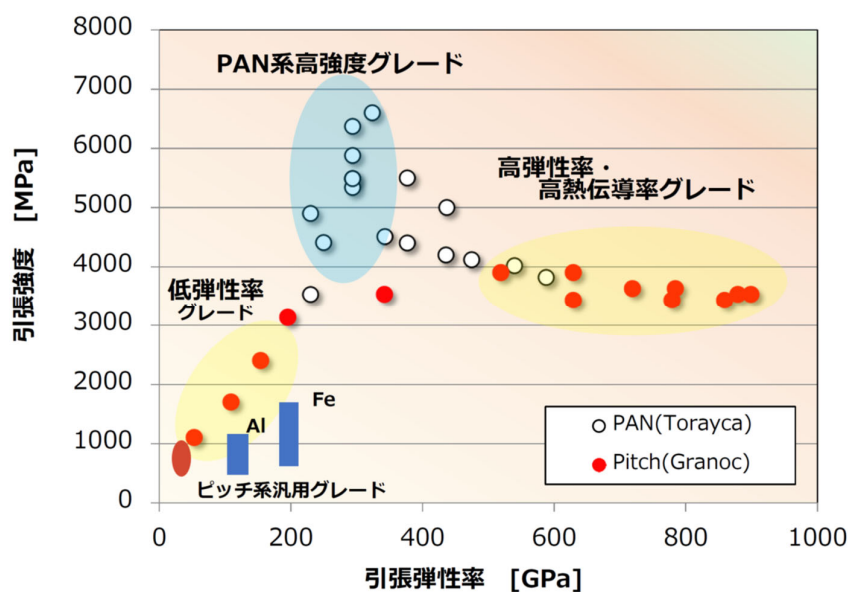
NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

7

ピッチ系炭素繊維の特性と特徴 強度－弾性率

GRANOC



ピッチ系炭素繊維は弾性率可変範囲が広く、種々の炭素繊維を提供可能

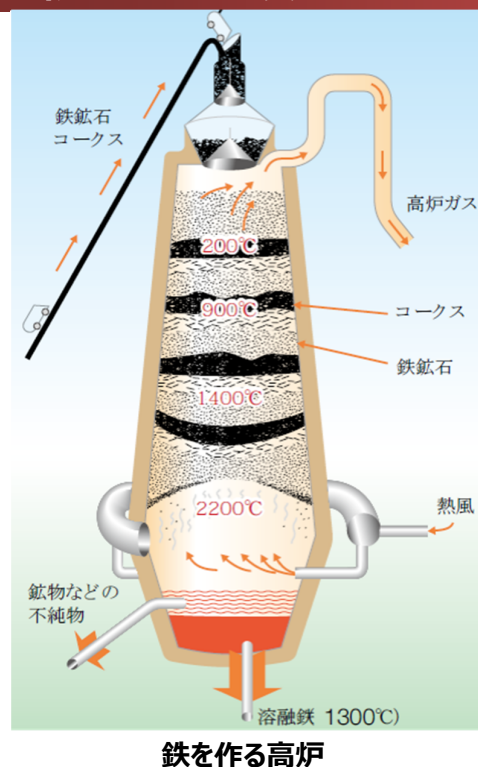


NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

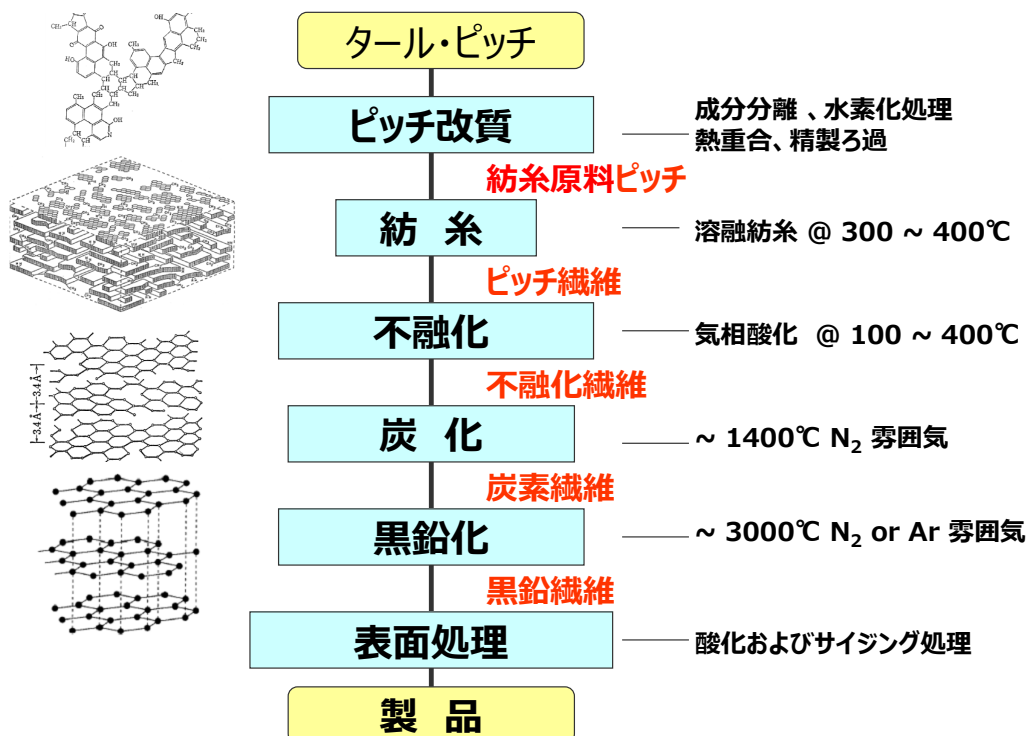
2025

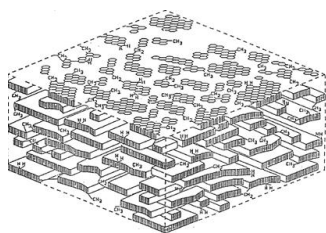
8

石炭と鉄鉱石を使って鉄が作られる、その際の副産物が石炭系ピッチ

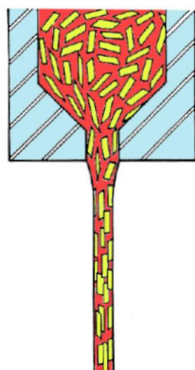


ピッチ系炭素繊維の製造フロー

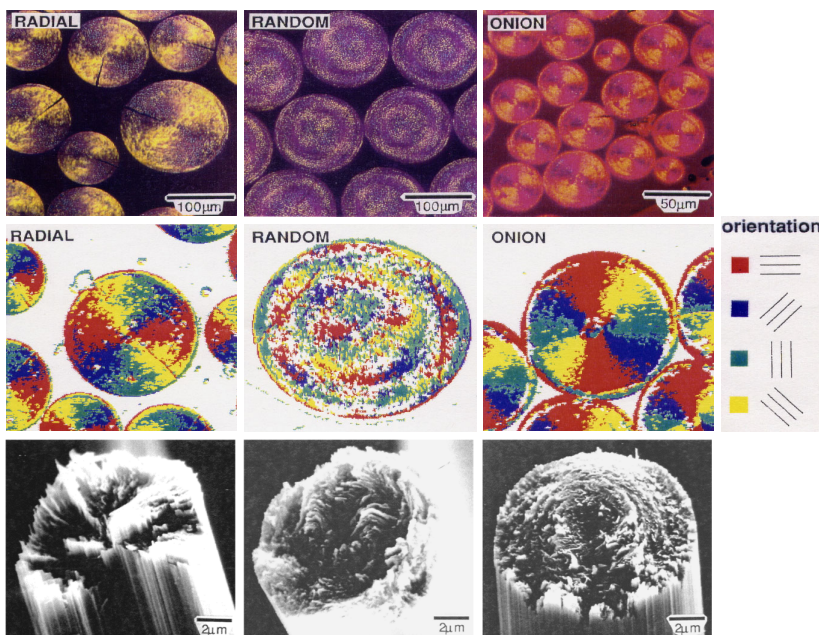




メソフェーズピッチの模式図



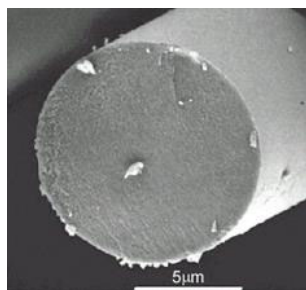
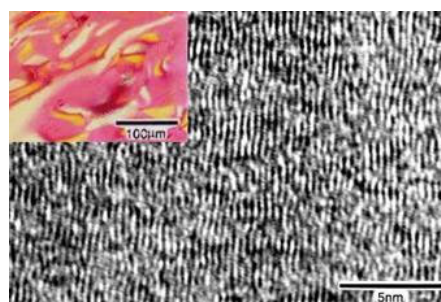
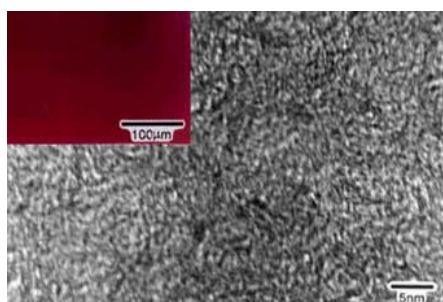
紡糸での配向状態



紡糸時の横断面方向でのメソフェーズの配向と炭素繊維の構造
上：偏光顕微鏡写真 中：配向図(画像処理後) 下：炭素繊維のSEM写真

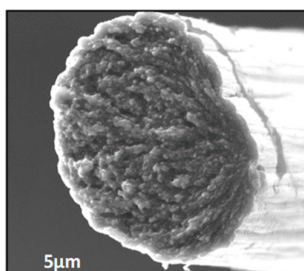
L. S. Singer, Fuel 60 P839 (1981)より

荒井豊, Tanso 241 p15 (2010)より



ピッチ系(等方性ピッチ)

PAN系(高弾性率品)

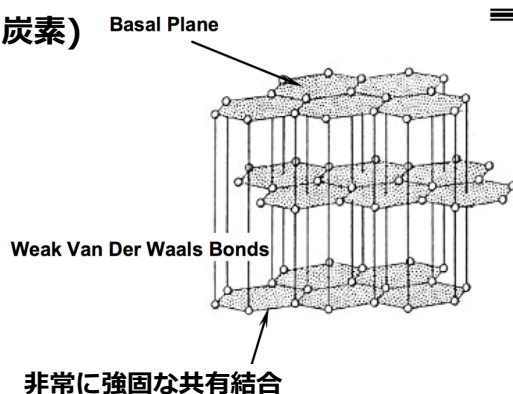


ピッチ系(メソフェーズピッチ)



炭素繊維と黒鉛の構造ならびに特性(何故軽くて強いのか)

黒鉛(炭素)



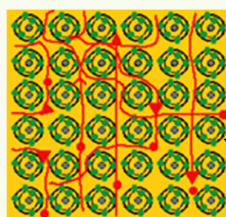
“ a ” direction

$E = 1019 \text{ GPa}$
 $\lambda = 1950 \text{ W/m/K}$
 $\alpha_c = -1.2 \times 10^{-6} / \text{K}$
 $\rho = 2260 \text{ kg/m}^3$

“ c ” direction

$E = 36 \text{ GPa}$
 $\lambda = 5.7 \text{ W/m/K}$
 $\alpha_c = 28 \times 10^{-6} / \text{K}$

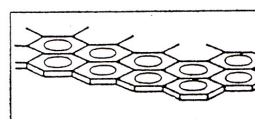
金属



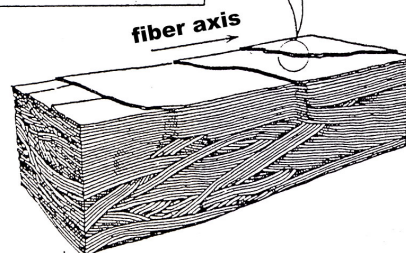
自由電子
 金属イオン

自由電子による金属結合

結合力は共有結合より小さいが延性が得られる



炭素繊維



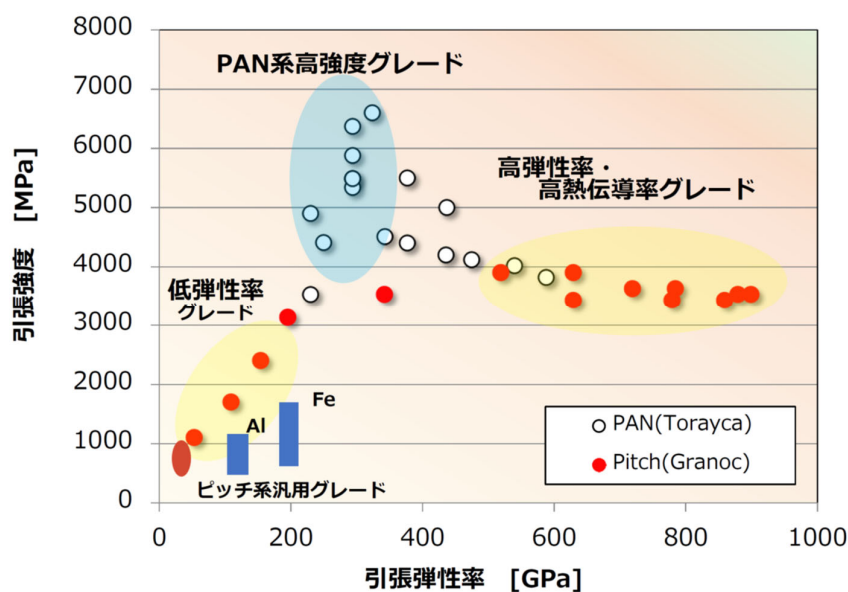
NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

13

ピッチ系炭素繊維の物性 強度－弾性率

GRANOC



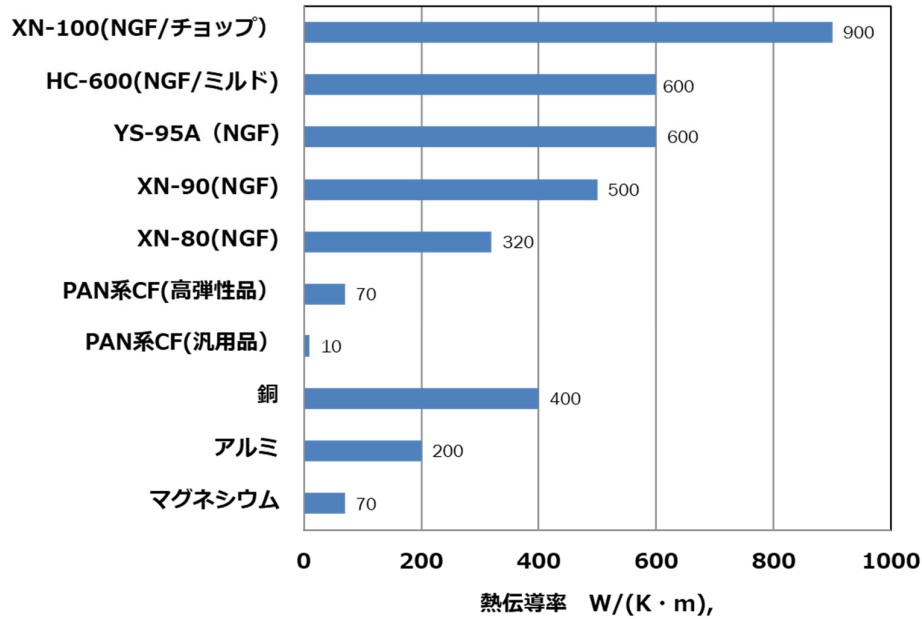
ピッチ系炭素繊維は弾性率可変範囲が広く、種々の炭素繊維を提供可能



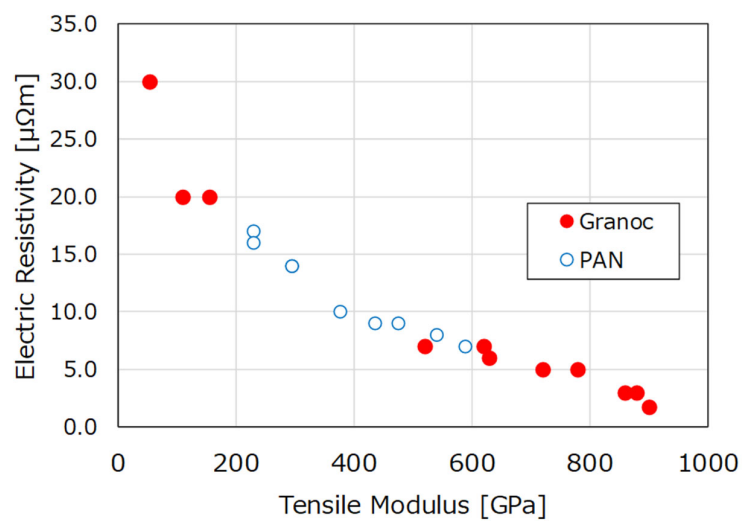
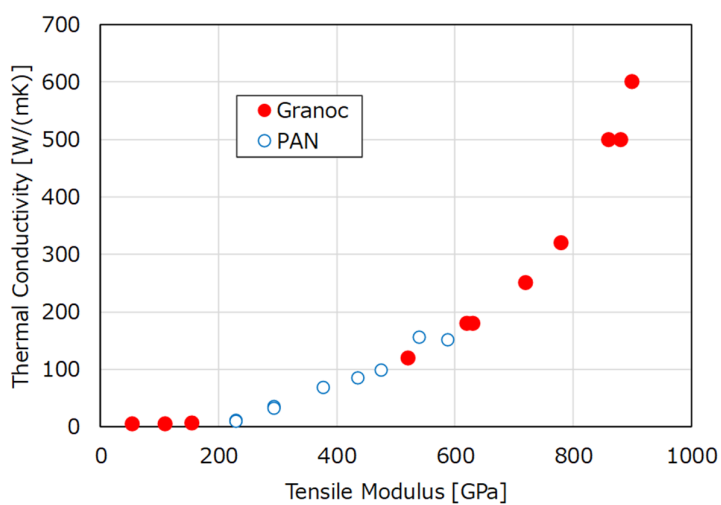
NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

14

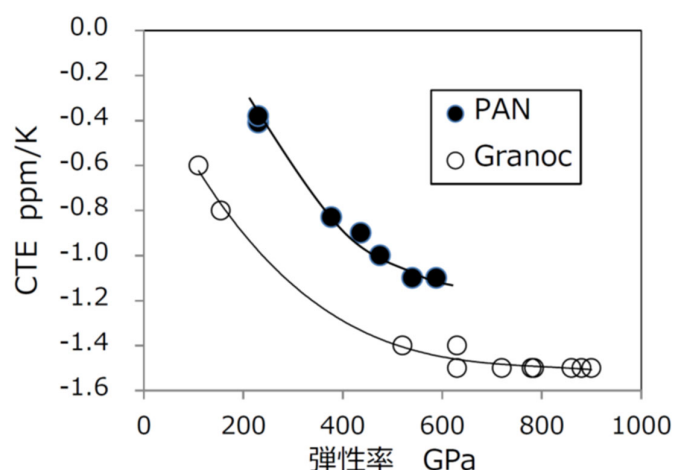


ピッチ系炭素繊維は各種材料の中で高い熱伝導率を誇る

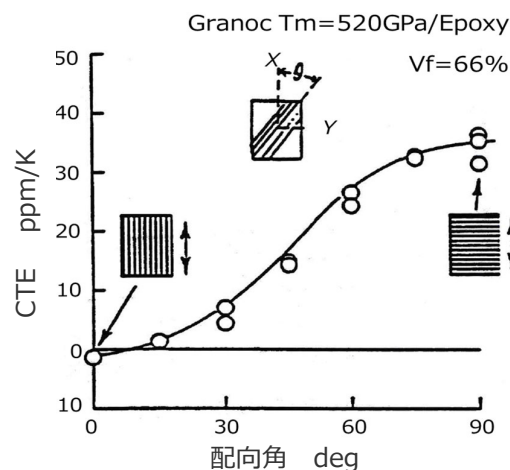


炭素繊維は高弾性率なものほど、熱伝導率が高く、体積抵抗値は低い





弾性率と熱膨張係数(CTE) の関係



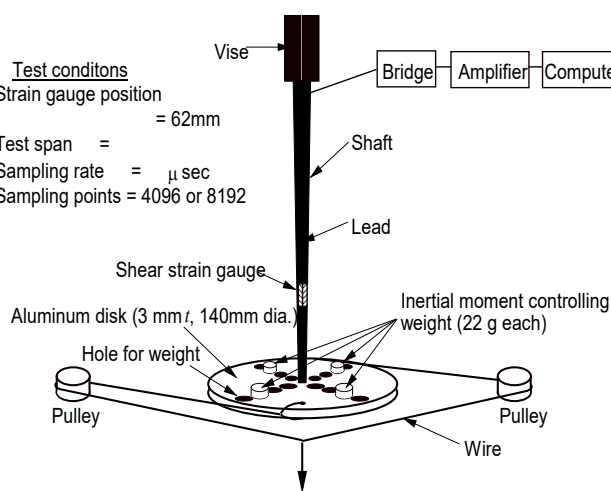
一方向積層板の配向角による熱膨張係数の変化

ピッチ系炭素繊維はPAN系炭素繊維より熱膨張係数のマイナスが大きい
(ゼロ膨張率となる積層設計が容易)

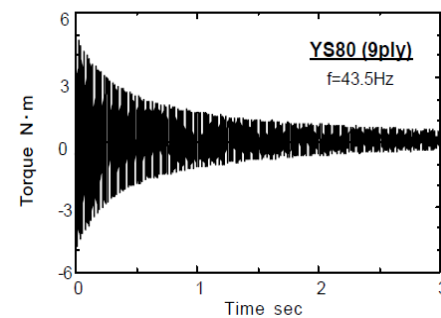
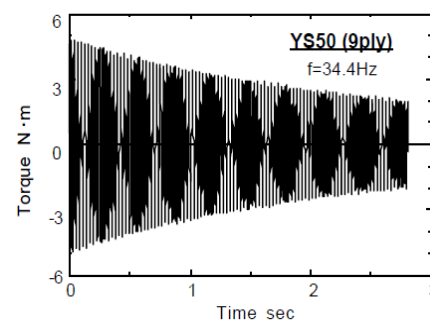
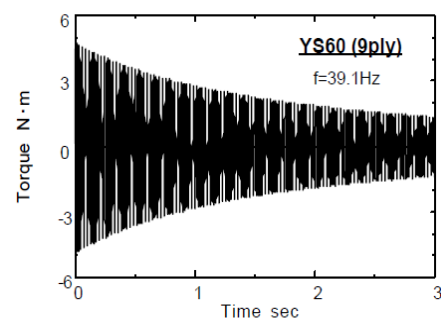
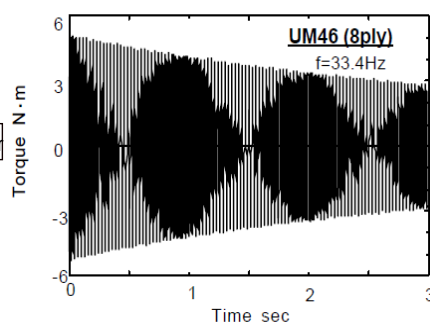


振動減衰性—シャフトのねじり振動減衰特性の測定

Test conditions
Strain gauge position = 62mm
Test span =
Sampling rate = μ sec
Sampling points = 4096 or 8192

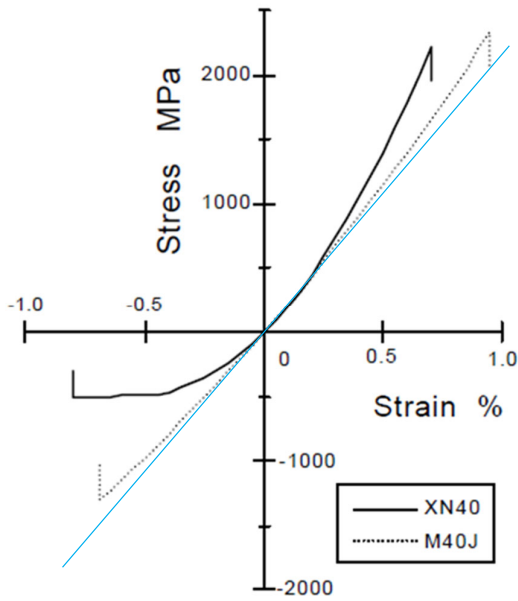


ゴルフシャフトを模したねじり振動特性の測定
バイアス層を各種プリプレグに置きかえる

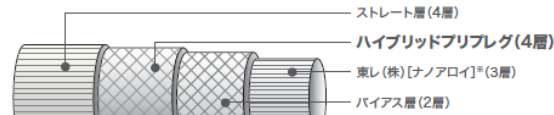


振動減衰性は PAN < ピッチ、 高弾性ピッチ < 超高弾性ピッチ

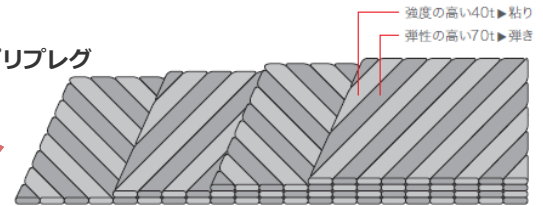




ピッチ系CFの非線形性を利用し、PAN系CFとの複合化が可能
PAN系CFとピッチ系CFを面内(1枚のプリプレグシート)で複合化したハイブリッドプリプレグ(Granoc HBシリーズ)もラインナップ

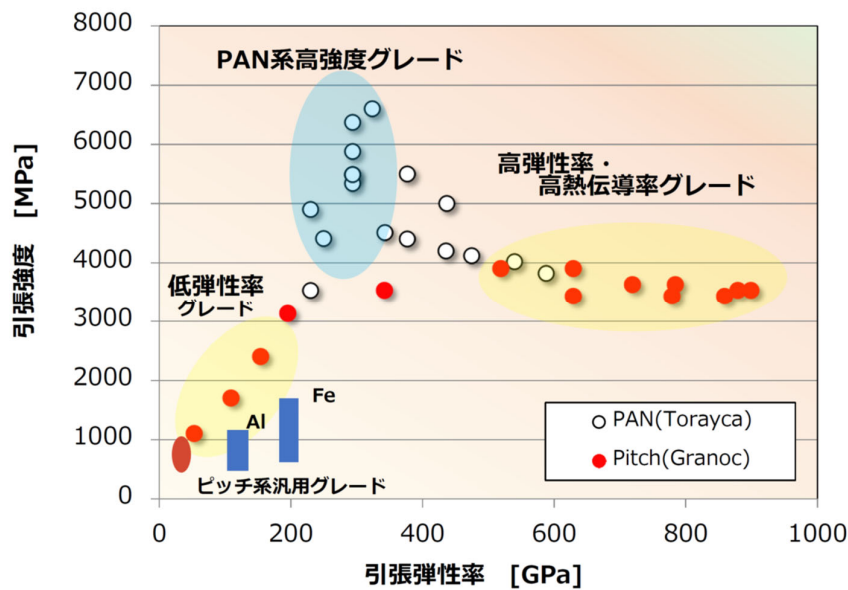


ハイブリッドプリプレグ



S-Sカーブの非線形性が大きい400GPaグレードでの比較

- PAN系CFも非線形性が認められる
- ピッチ系CFはより非線形性が大きい
- 特に圧縮側は非破壊であるにもかかわらず圧縮弾性率が極端に低下する



ピッチ系炭素繊維は弾性率可変範囲が広く、種々の炭素繊維を提供可能

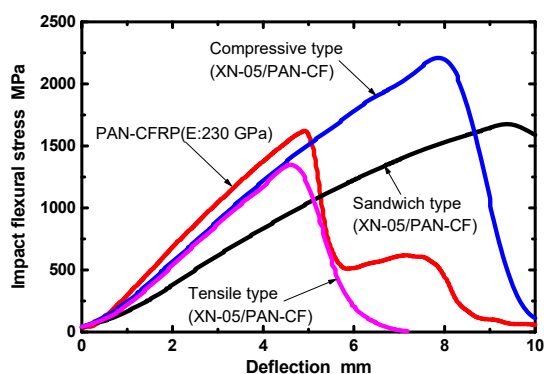
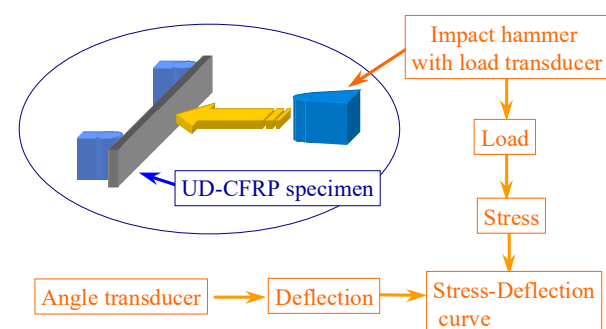


		NGF低弾性率グレード			PAN-CF	G F	アラミド
		XN-05	XN-10	XN-15	230GPa	T-glass	Kevlar49
繊維特性	引張強度 MPa	1100	1700	2400	4900	4600	3400
	引張弾性率 GPa	54	110	155	230	83	130
	伸び %	2.0	1.7	1.6	2.1	5.5	---
	密度 g/cm ³	1.65	1.70	1.85	1.80	2.49	---
複合材特性	0度引張	強度 MPa	640	1050	1400	2800	1900
		弾性率 Gpa	34	72	93	137	49
		破断歪 %	1.8	1.5	1.4	1.8	3.9
	0度圧縮	強度 MPa	870	1070	1150	1400	970
		弾性率 Gpa	32	64	85	129	55
		破壊歪 %	2.9	2.1	1.8	1.4	1.8
	圧縮/引張強度比		1.36	1.09	0.79	0.50	0.51
			0.20				

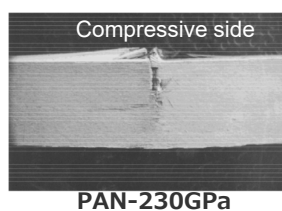
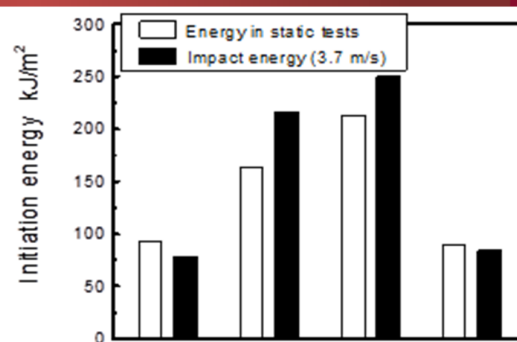
各種強化繊維の中で、ピッチ系低弾性率CFは圧縮/強度比が1前後と高い値を示す
有機系強化繊維と異なり含水率が低い(XN-05,XN-15はゼロ)



低弾性率-連続ピッチ系炭素繊維特性 PAN系との組み合わせ

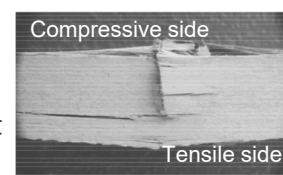


計装化シャルピー試験結果



PAN-230GPa

PAN系は圧縮側から破壊
GranocXN-05を圧縮側に積層
することでPAN系の引張強度を
有効に活用することが可能

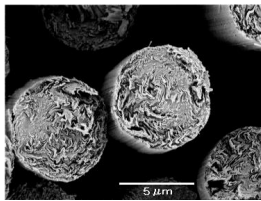


XN-05/PAN/XN-05

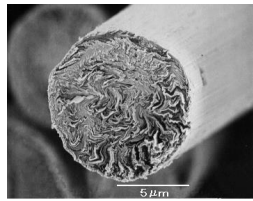
Granoc低弾性率シリーズを圧縮サイドに配置すること
で、PAN系CFRP強度が改善



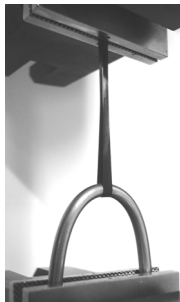
ピッチ系炭素繊維はその製造難度から一般的な製品の単糸繊維径は10μm以上
PAN系より高弾性率なピッチ系はハンドリングを改善するために、細径化が必要



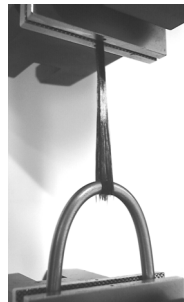
YS/YSHタイプ 繊維径 7 μm



XNタイプ 繊維径 10 μm

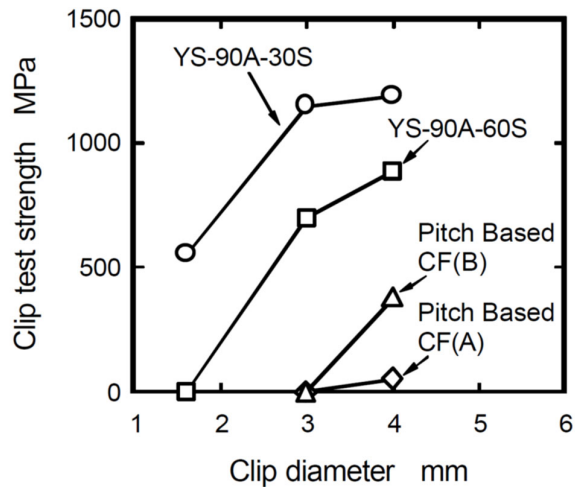


YS-90A-60S with 7 μm dia.
(Under 98N load)



Conventional CF w 10 μm
dia. (Under 0.98N load)

単純な細径化は黒鉛化性の低下をもたらし、高弾性率化が困難となる、紡糸に黒鉛化性制御と黒鉛化技術で克服



クリップ径による破断強度の違い

NGFでは高弾性率、超高弾性率グレードに対し積極的に
Granoc YS/YSH(7μm)シリーズを投入

Kiuchi, N., Ozawa, K., Komami, T., Katoh, O., Arai, Y., Watanabe, T. and Iwai, S.: 30th Int SAMPE Tech. Conf. 1998より

ピッチ系炭素繊維の用途 - 汎用炭素繊維



チョップ繊維



ミルド繊維



フェルト

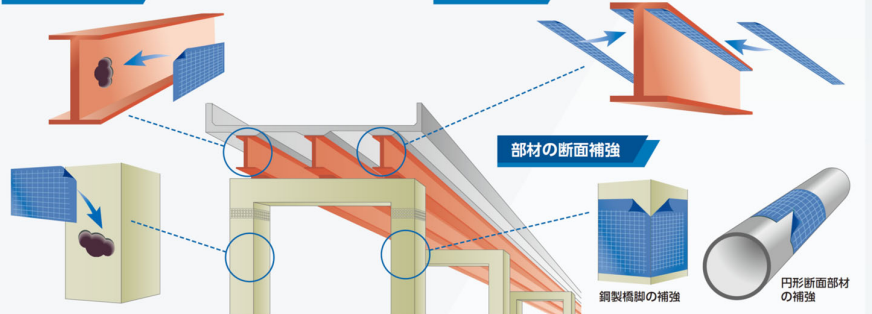


成形断熱材

- ・ チョップ、ミルド等は各種マトリックスの強化用フィラーとして使用
特に摺動特性に優れ摺動用途では確固たる信頼を得ている
- ・ フェルト、成型断熱材は各種工業炉用断熱材に使用

腐食箇所の補修

鋼桁の補強



日鉄ケミカル&マテリアル株式会社



炭素繊維シートによる床版の補修・補強



高弾性率炭素繊維による鋼製橋の補強・補修



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

25



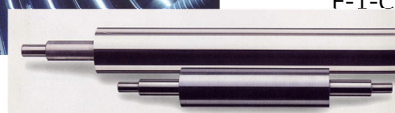
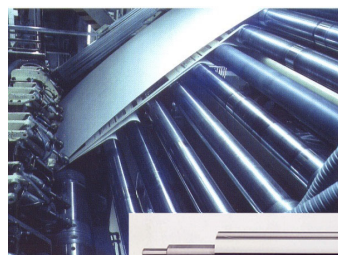
工作機械用ドライブシャフト



スーパーカー



ロボットアーム、ハンド



輪転機用ロール、各種ロール



F-1-C/Cブレーキ



ハイエンドオーディオ
スピーカー



多軸切削マシン



低熱膨張スピンドル



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

26

Fujikura



アーチェリースタビライザー



各種ゴルフシャフト



クロスカントリーポール



釣り竿 Pole Rod

NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

27

Granoc YHS-60Aは長年にわたりハイエンドバイクフレームに採用

cervélo

2011年～モデル



Cervelo R5ca bike frame weighs only 675 g. (1.5 lbs.)



SPECIALIZED

2023年～モデル



Specialized Tarmac SL8 bike frame weighs only 685 g



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

28



TOURS GRAPHITE DESIGN INC.



各種ゴルフシャフト

SHIMANO



釣り竿

ライトゲームCI4 TYPE64 M190



ラケット



和弓・弓矢



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

29



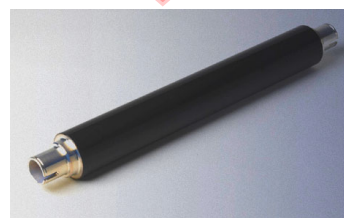
ノートパソコン筐体
(Dカーバーに特に有効)



TIM(放熱シート)イメージ図



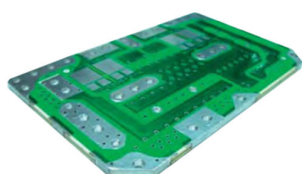
Gracoc高熱伝導ミルド



プリンター用定着ローラー



LEDランプハウジング



低熱膨張・高放熱基板

ULTRACOR
Engineered Specialty Honeycomb



高熱伝導CFハニカム

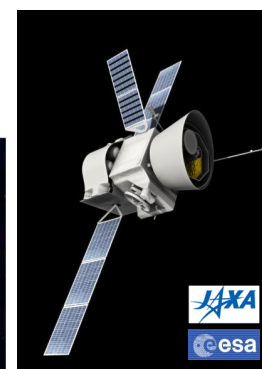
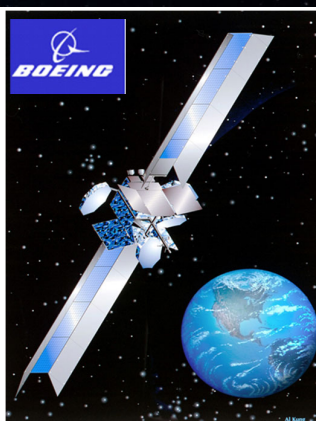
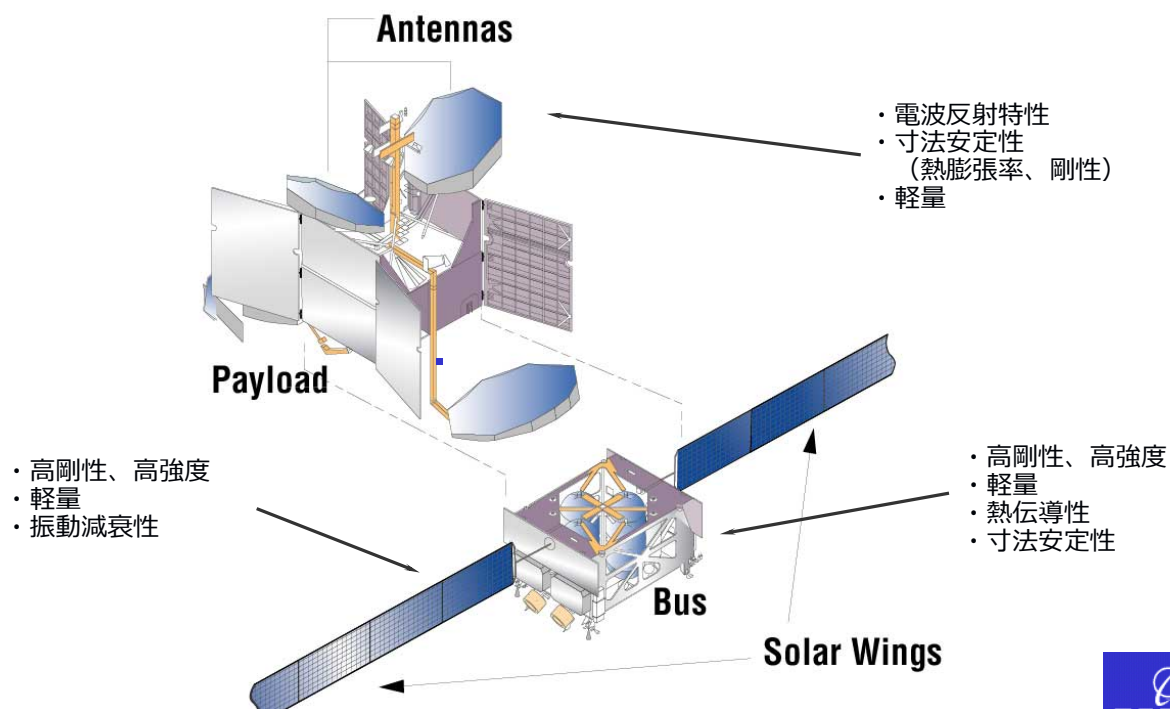
日本グラファイトファイバーは
ULTTACOR(Rainwater HD(米))
カーボンハニカムの国内総代理店です

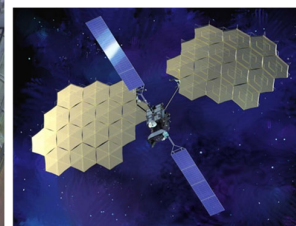
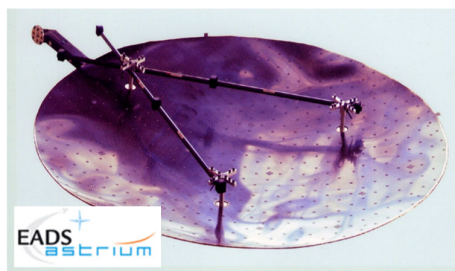


NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

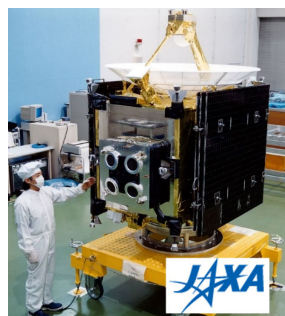
2025

30





きく 8 号アンテナ地上展開試験



温度変化によるリフレクター精度の低下は、アンテナ性能に多大な影響を与える。熱膨張率を制御でき、高剛性、高熱伝導率かつ軽量のピッチ系炭素繊維は、人工衛星用リフレクター素材として最適である

- ・衛星大型化による高剛性化の必要性
- ・ハイパワー化による熱制御性
- ・宇宙環境における熱膨張、吸湿膨張の低減

等々宇宙分野にはピッチ系CFは最適な素材

ピッチ系炭素繊維の中国における動向

・重点新材料に関する初期応用指定指導リスト(2019年版) 重点新材料首批次应用示范指导目录

重要戦略材料		中国工業・情報化部 工信部原(2019)254号	
高性能繊維および複合材料			
NO	材料名称	要求性能	応用分野
230	メソフェーズピッチ系炭素繊維	引張強度: $\geq 2000\text{MPa}$ 、引張弾性率: $\geq 600\text{GPa}$ 伝熱係数: $\geq 500\text{W/m}\cdot\text{K}$	航空宇宙、通信設備、集積回路 集積回路、自動車、軌道交通、圧力容器

上記指導もあり、ピッチ系CFの開発ターゲットは高熱伝導率品を志向

・中国の主なピッチ系炭素繊維メーカー

メーカー		生産能力 トン/年	繊維種	原料	中国国内* 特許出願数
陝西天策新材料科技有限公司	TIANCE Tech	60	長繊維	メソフェーズ	70
東映炭材料科技有限公司	TOYI Carbon	50	長繊維	石油系メソフェーズ	40
遼寧諾科炭材料有限公司	NOV CARVB	20	長/短繊維	石油系メソフェーズ	2
鞍山塞諾達碳纤维有限公司	Anshan Senoda C.F.	(200)	短繊維	石油系等方性	-
濟寧科能新型炭素材料科技有限公司	JINING Carbon	—	短繊維	石炭系等方性/メソ	11
天津市裕豐炭素股份有限公司		—	短繊維	等方性	0
大連信德新材料科技有限公司		—	短繊維	等方性	17

* 2010年～2024年出願でのピッチCF関連特許約550件、大学/国研からは234件の出願
同時期の日本国における出願件数は39件程度

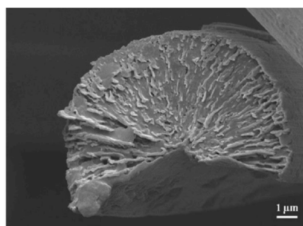
ピッチ系炭素繊維の中国における動向 - 天策科技 TIANCE TECH



天策科技 TIANCE TECH

2008年 設立
2013年 建設開始
2015年 全工程貫通
2017年 600W品到達
2018年 800W品到達
2020年 1000W到達
2022年 年間60トン設備建設

名称	フィラメント数	引張弾性率	引張強度	織度	熱伝導率
	-	GPa	MPa	g/km	W/(m・K)
TC-20	1K/2K	200	≥1200	240/470	-
TC-HC-600	1K/2K	≥820	≥2400	225/450	≥600
TC-HC-800	1K/2K	≥900	≥2300	160/330	≥800
TC-HC-600-S	チョップ/ミルド				≥600
TC-HC-800-S	チョップ/ミルド				800~880



Ruiqi Kang et.al (2024)

中国の国策的ピッチ系CFメーカー
出願特許上はPAN系炭素繊維の開発も実施
中国内研究機関との連携も強いようで、製品の論文発表もあり



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

35

ピッチ系炭素繊維の中国における動向 - 東映炭材/遼寧諾科炭材料



東映炭材 TOYI CARBON



遼寧諾科炭材料 NOVCARB

2017年 設立
2017年 年産20トンライン建設開始
2020年 製品完成
2024年 年産50トンライン構築

2015年 設立
2018年 生産ライン建設開始
2019年 年産20トンの生産開始

名称	フィラメント数	引張弾性率	引張強度	織度	熱伝導率
	-	GPa	MPa	g/km	W/(m・K)
TYC-1	1K	-	-	-	-
TYG-1	1K	890	2500	-	600~800



中国の高性能ピッチ系炭素繊維は「重点指定材料リスト」にあるように
また、出願特許上も高熱伝導率製品に重点化している。
5G基地局などの電子機器向け、軍需向けが主な用途と思われ、電子機器向けを除けば民生用途への展開は現状ではないと思われる



NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION

2025

36

ピッチ系炭素繊維の米国における動向



ケンタッキー大学とORNLが石炭を高価値炭素繊維に変える提携

ケンタッキー大学応用エネルギー研究センター(CAER)と米国エネルギー省(DOE)のオークリッジ国立研究所(ORNL)は、石炭を高価値の炭素繊維および複合材料に変換するための1,000万ドルのプロジェクトで協力。このプロジェクトは、DOEの化石エネルギー局から資金提供を受けた。

米国エネルギー省(DOE) C4WARD: Coal Conversion for Carbon Fibers and Composites

プライムパフォーマー:	オークリッジ国立研究所(ORNL)	場所:	オークリッジ、テネシー州
プロジェクト期間:	05/12/2020 - 04/30/2024	契約番号:	FWP-FEAA155
テクノロジーエリア:	石炭および石炭廃棄物から製品へ	予算合計額:	10,000,000ドル
		DOEシェア:	10,000,000ドル

背景

2019年、米国の石炭生産、消費、雇用は40年ぶりの低水準に。これは石炭が電力セクターで天然ガスや再生可能エネルギー発電に市場シェアを奪われ続けているためであり、これらの傾向は続く可能性がある。

最近の研究では、石炭から製品への用途における米国の石炭利用は、一般炭と同じ桁の利用レベルに達する可能性があることが示唆されている。ケンタッキー州の炭鉱労働者と彼らに依存する家族を支援するために、イノベーションの限界を押し広げ続けていく。

炭素繊維の市場は、航空宇宙および防衛用途での使用の増加や自動車の軽量化に牽引されて、成長を続けており、また、建物の断熱材や建設・インフラの材料など、他の大量生産用途の新たな市場成長も大きな期待が寄せられている。炭素繊維の市場は、2024年まで年平均成長率12%で成長すると予想されている。

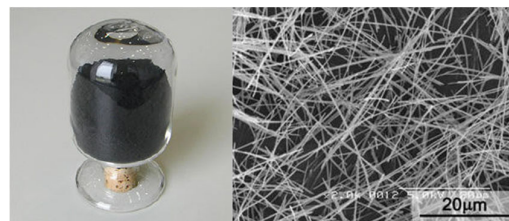
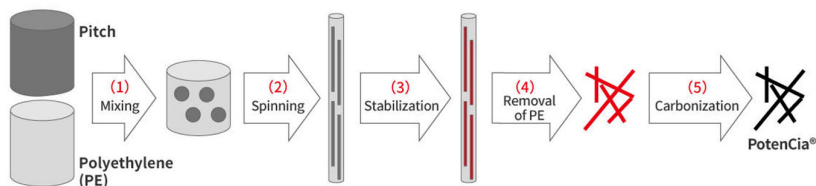


ピッチ系炭素繊維の将来

ピッチ系炭素繊維の新しい形態 - 機能性極細カーボンファイバー

TEIJIN

PotenCia™ (ポテンシア)



従来のピッチ系炭素繊維の特徴(原料の調整や黒鉛化温度で幅広い物性制御性等々)を残したまま、従来のピッチ系炭素繊維とCNTの中間領域を埋める素材として期待

まとめ

- ・高速移動体に最も適した素材
軽量、高強度、高剛性を必要とする分野でさらに発展
- ・産業用途での高精度要求、省エネルギー要求に答える素材
鉄鋼材料の置き換えが可能な剛性を保有し、かつ超軽量
- ・熱伝導、摺動性、電気伝導性など機能を活かした分野に無限の可能性
- ・PAN系炭素繊維を補完し適材適所で用途展開





第38回複合材料セミナー

ピッチ系炭素繊維の現状と将来



ご清聴ありがとうございました

さらにピッチ系炭素繊維をお知りになりたい方は以下をクリック

<https://www.ngfworld.com/>

