

ピッチ系炭素繊維の現状と将来

2022年 2月 18日
大阪ガスケミカル株式会社
CF材料事業部 研究開発部
竹内敬一



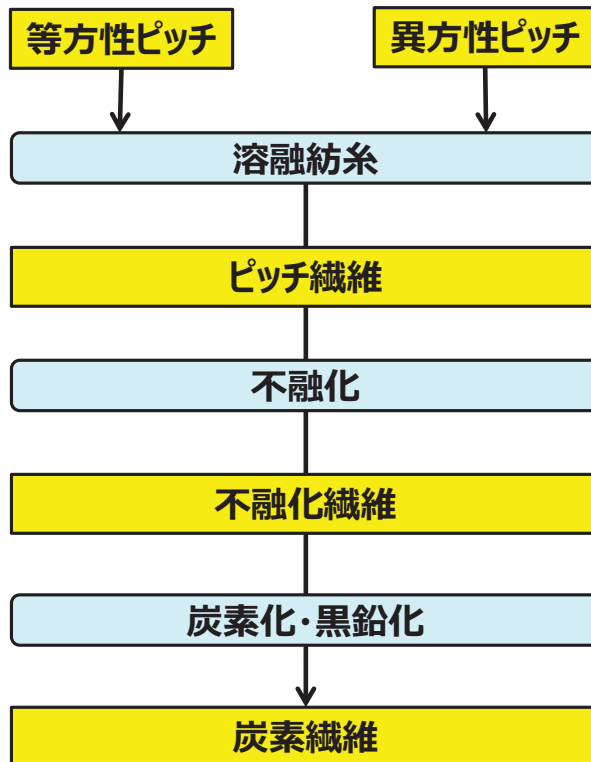
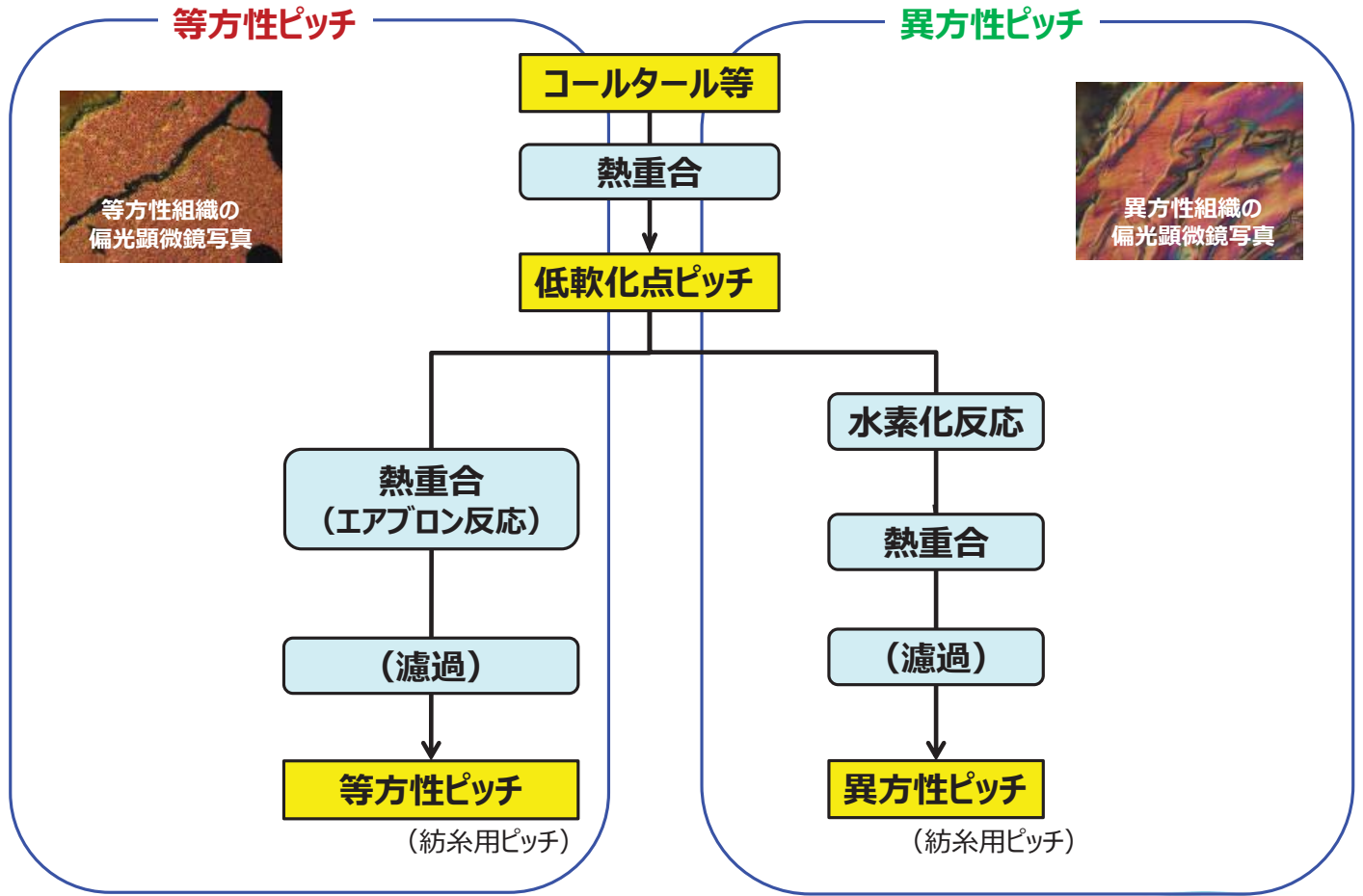
1. ピッチ系炭素繊維メーカーの概要
2. ピッチ系炭素繊維の製造方法と特徴
3. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の製造方法
4. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の特徴及び用途
5. おわりに

メーカー	公称 生産能力 (トン/年)	ピッチの出発原料・光学的 特性	繊維形態
大阪ガスケミカル(株)	600	石炭系・等方性	短繊維
(株)クレハ	1,450	石油系・等方性	短繊維
三菱ケミカル(株)	1,000	石炭系・異方性	長繊維
日本グラファイトファイバー(株)	180	石炭系・異方性&等方性	長繊維
Cytec Solvay Group	450 (1M lbs)	石油系・異方性	長繊維
合計	3,680		

・中国

Anshan Sinocarb Carbon Fibersでも等方性ピッチ系炭素繊維の工業化が進められている。

1. ピッチ系炭素繊維メーカーの概要
2. ピッチ系炭素繊維の製造方法と特徴
3. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の製造方法
4. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の特徴及び用途
5. おわりに



異方性ピッチ系CF

メソフェーズピッチ系CF

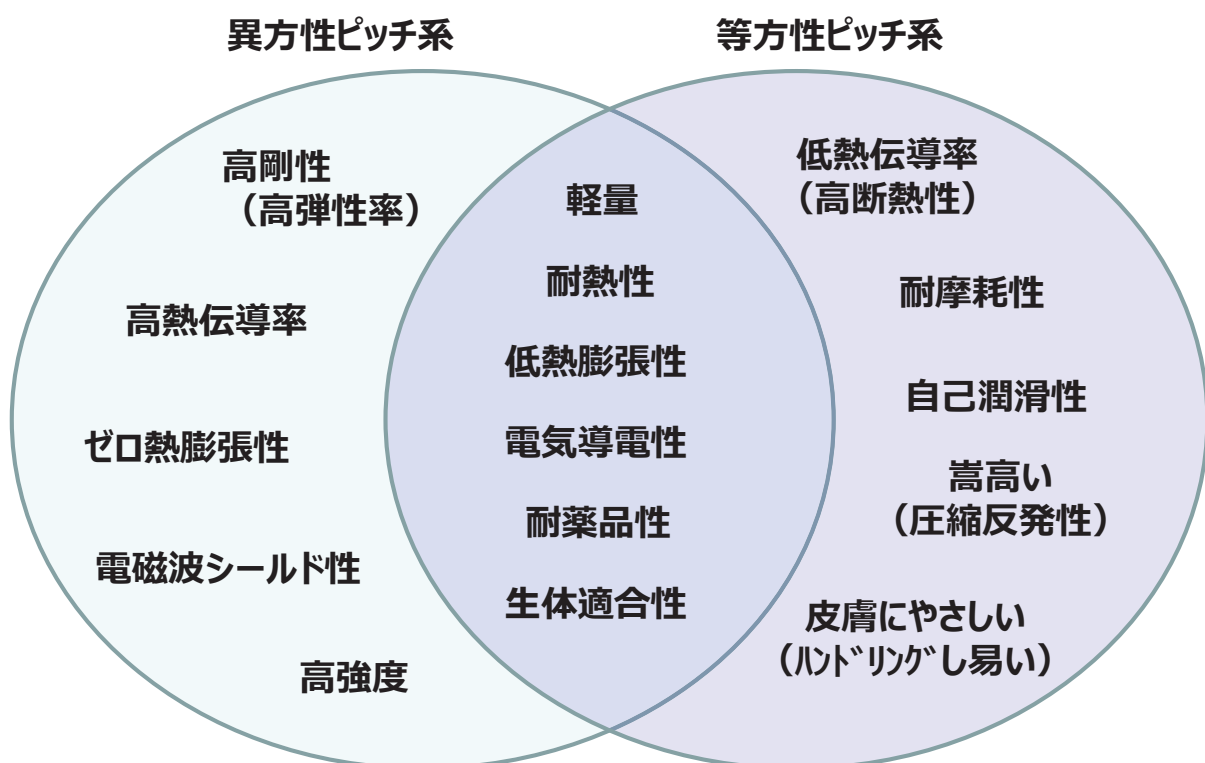
HPCF
(High Performance Carbon Fiber)
(高機能ピッチ系)

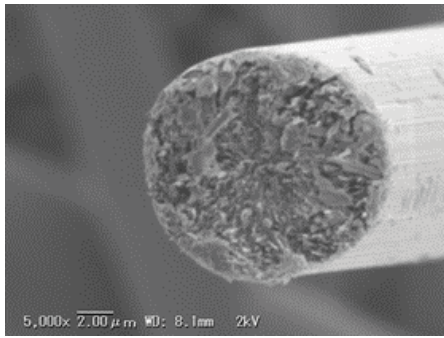
等方性ピッチ系CF

イソ (アイソ) フェーズピッチ系CF

GPCF
(General Purpose Carbon Fiber)
(汎用ピッチ系)

ピッチ系炭素繊維の特徴

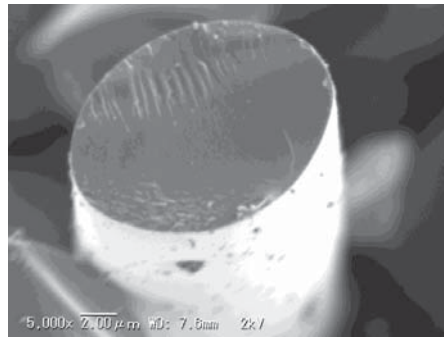
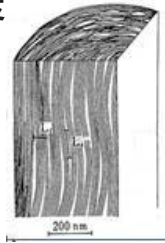




異方性ピッチ系炭素繊維

- ・フィブリル褶曲組織
炭素六角網面が繊維軸方向に選択的配向
- ・高い黒鉛結晶化度

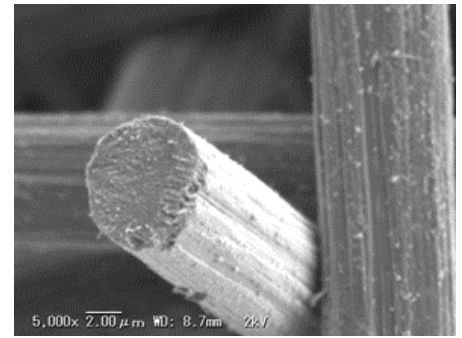
- ・高弾性
- ・高熱伝導性



等方性ピッチ系炭素繊維

- ・炭素六角網面が発達してなく無配向
- ・低い黒鉛結晶化度

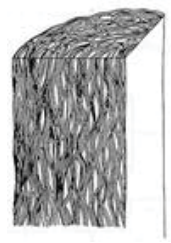
- ・ハンドリング性良
- ・優れた撓動特性



PAN系炭素繊維

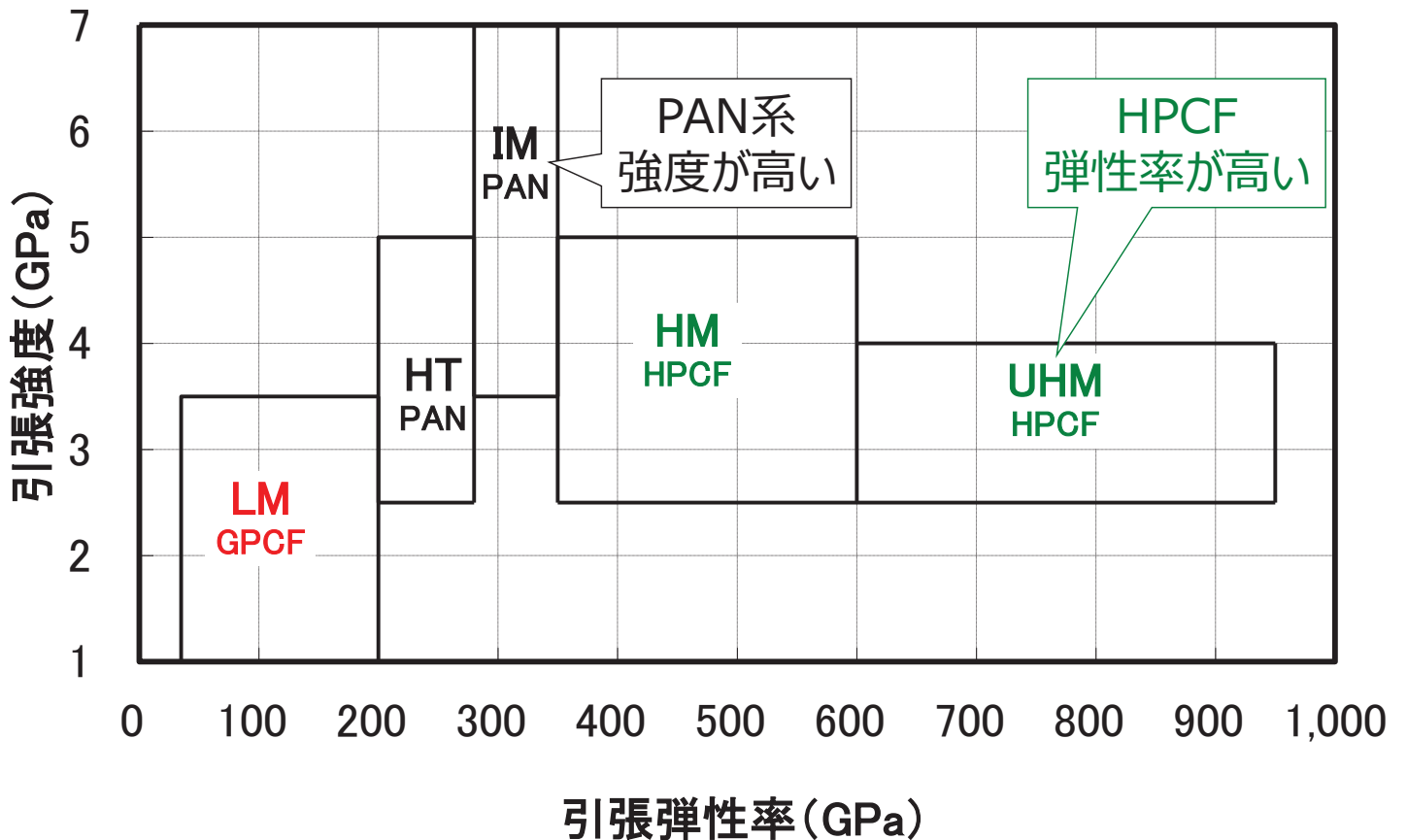
- ・炭素六角網面が繊維軸方向に配列し、交差し絡み合い

- ・高強度



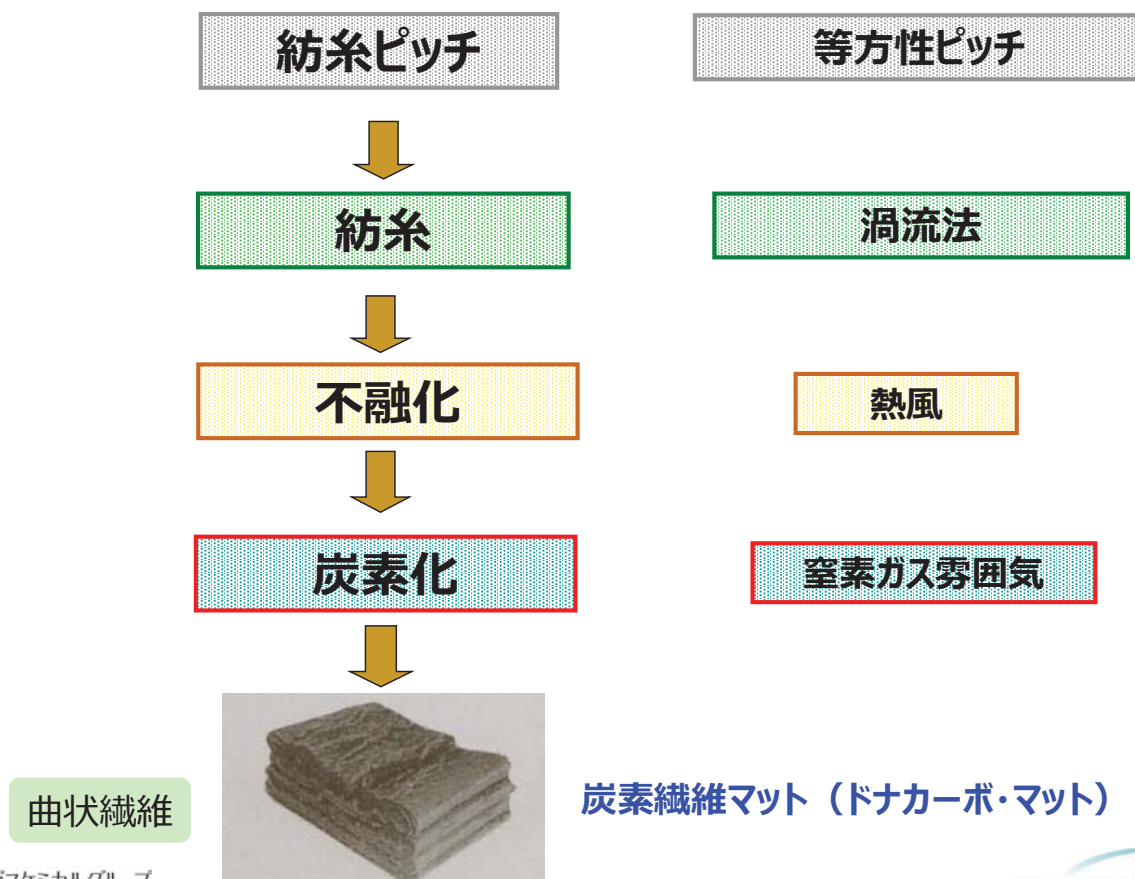
各モデル図： 大谷杉郎、大谷朝男 「カーボンファイバー入門」オーム社

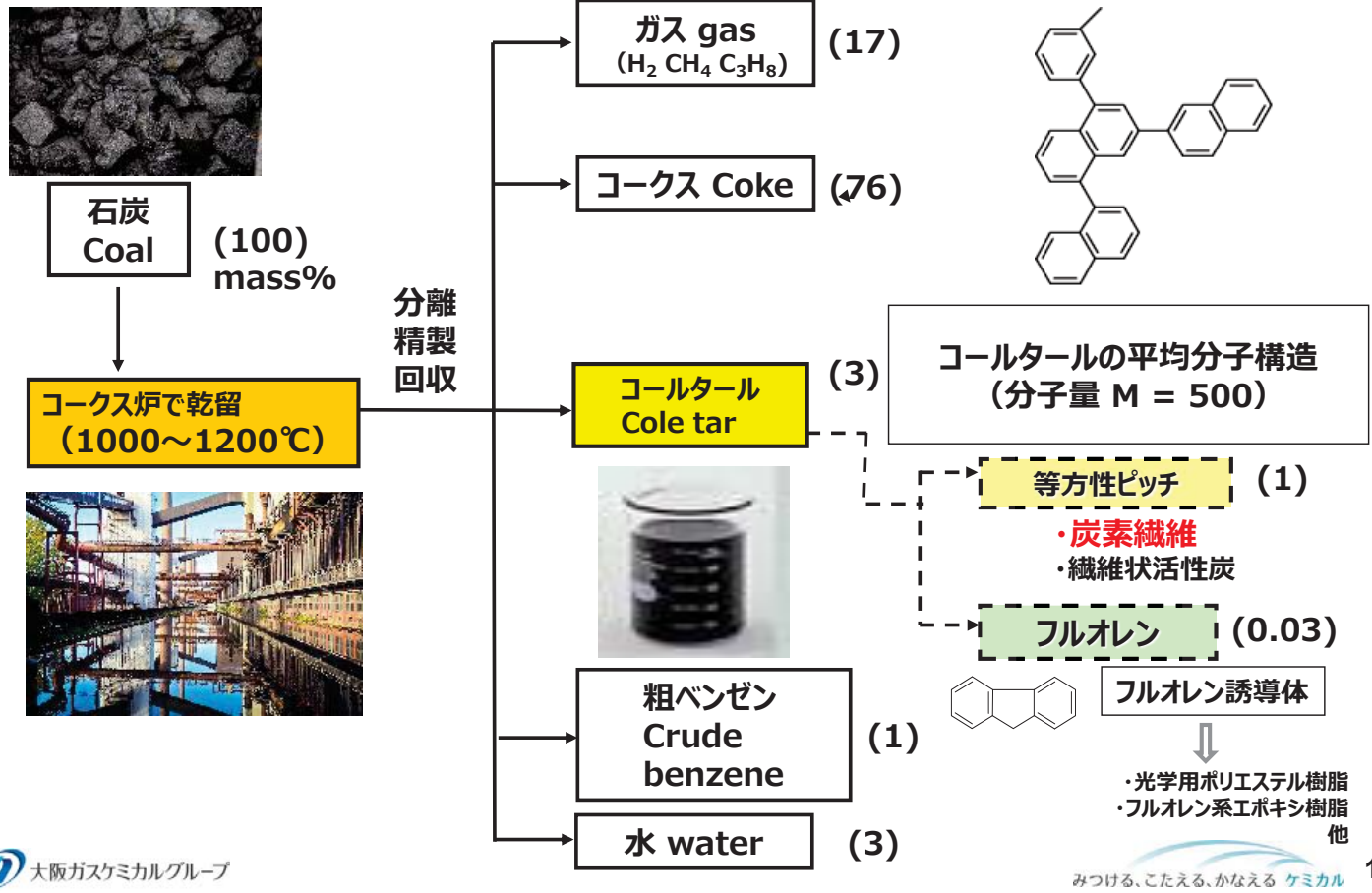
炭素繊維の引張強度 & 弾性率



1. ピッチ系炭素繊維メーカーの概要
2. ピッチ系炭素繊維の製造方法と特徴
3. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の製造方法
4. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の特徴及び用途
5. おわりに

等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の製造工程

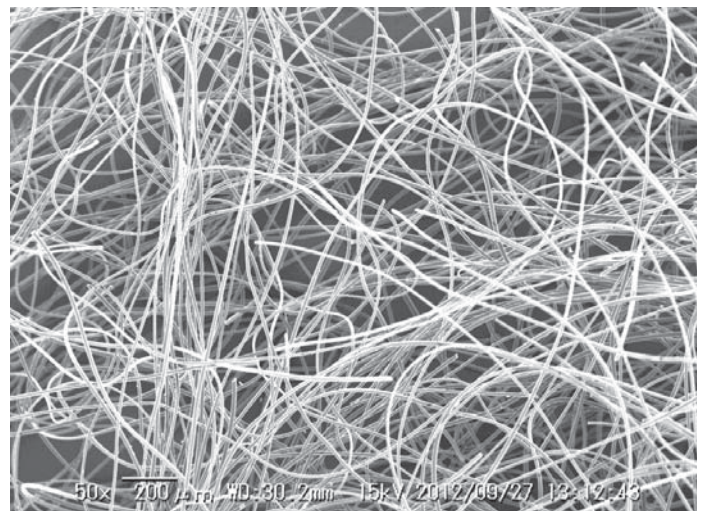
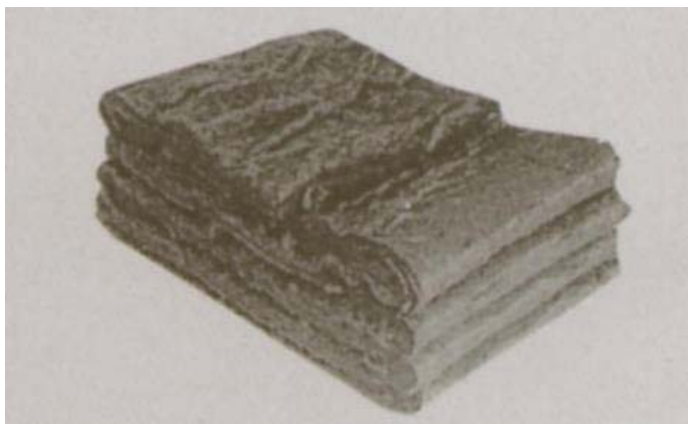




ドナカーボ・マットの写真

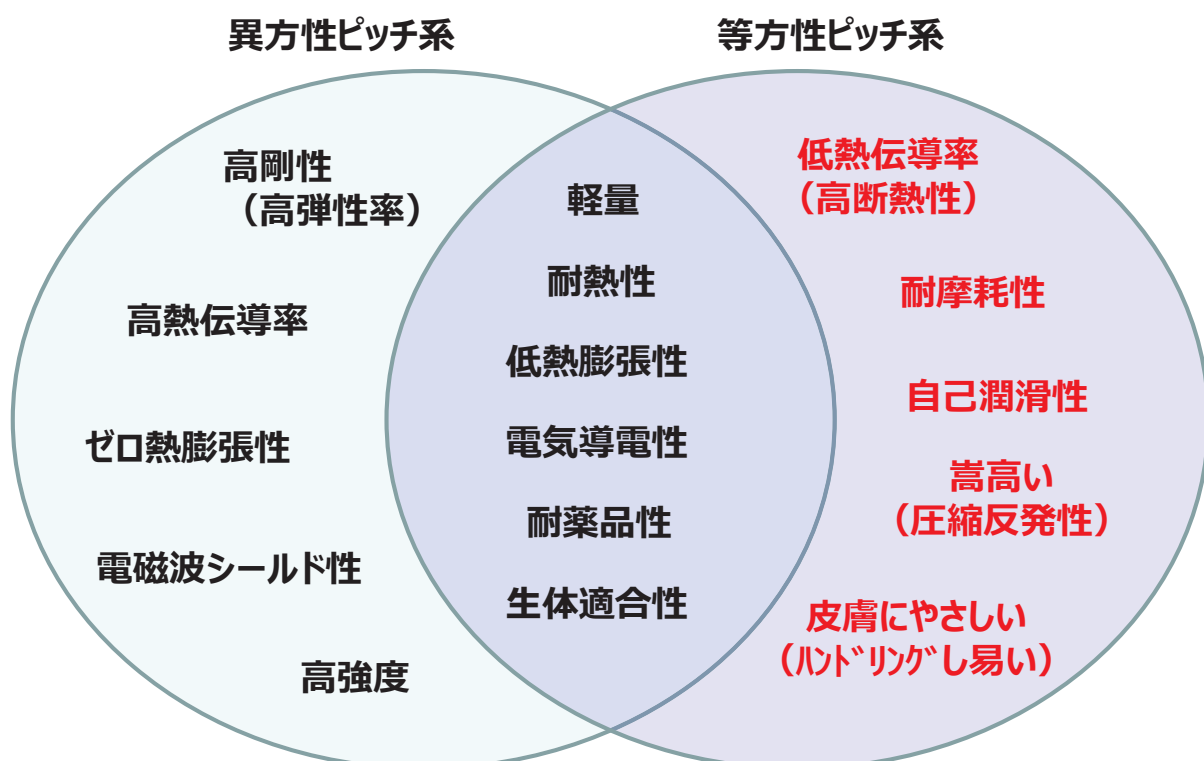
ドナカーボ・マットの外観写真

ドナカーボ・マットのSEM写真



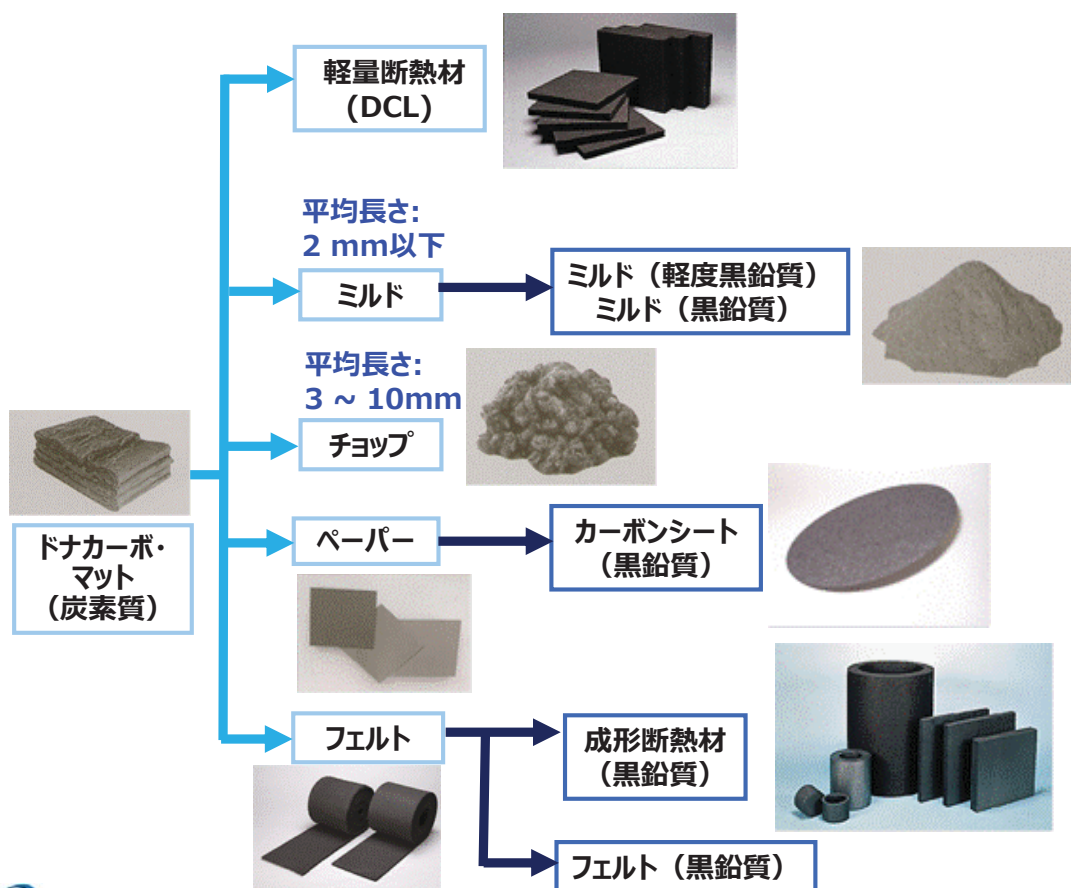
1. ピッチ系炭素繊維メーカーの概要
2. ピッチ系炭素繊維の製造方法と特徴
3. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の製造方法
4. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の特徴及び用途
5. おわりに

ドナカーボの特徴



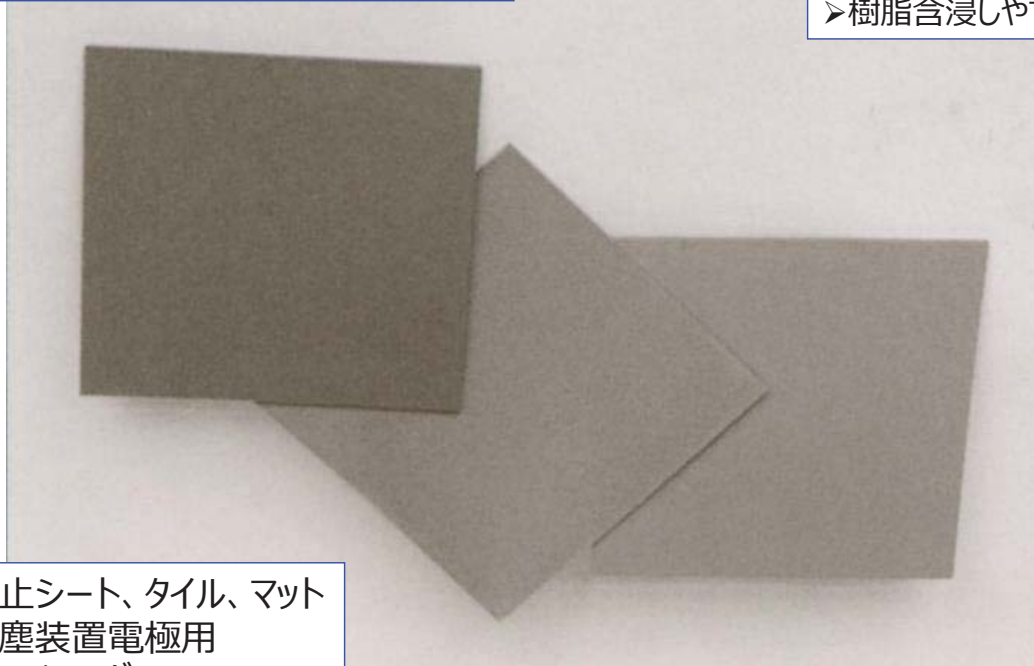
品番 (グレード)		S-グレード (炭素質)	SC-グレード (軽度黒鉛質)	SG-グレード (黒鉛質)
繊維径 [μm]		13 / 18	13	13
引張り弾性率 [GPa]		40 / 35	(40)	(40)
引張り伸び [%]		2.0 / 1.8	(2.0)	(2.0)
元素分析 [mass%]	C	97.1	99.1	99.6
	H	0.3	0.1	0.2
	N	0.5	0.3	0.1
見掛け密度 [g/cm^3] (n-butanol method)		1.6	1.6	1.6
体積抵抗率 [$\Omega \cdot \text{cm}$]		10×10^{-3}	4×10^{-3}	3×10^{-3}
酸化開始温度 [$^{\circ}\text{C}$] (TG: Thermo-gravity 5%)		520	630	730
飽和水分率 [mass%]		9	nil	nil

ドナカーボを用いた製品群



●ふんわり感のある紙状（湿式）
厚み0.5～3.2mm

曲状炭素繊維を使用
➢ 嵩高い
➢ 縦横の差が少ない
➢ 樹脂含浸しやすい



- 帯電防止シート、タイル、マット
- 電気集塵装置電極用
- FRPライニング
- フィルター
- 不燃材料（線香の架台）

ドナカーボ・ペーパー ～不燃性評価～

線香着火直後



線香燃焼後



燃焼後のペーパーの状態
線香接触面



線香接触面の反対面



ドナカーボ・ペーパー + 熱硬化性樹脂（含浸） → 成形 → 黒鉛化焼成



厚み約0.2mm

曲状炭素繊維使用 = ガス透過性良好

ドナカーボ・ミルド 摺動材料、摩擦材料

【樹脂・ゴムへ添加した際の特長】

- 優れた摺動特性の付与
- 低摩擦係数・低摩耗 ⇒ 寿命の向上
- 帯電防止効果の付与

- ・機械的強度の向上
- ・熱的安定性
- ・耐クリープ性の向上
- ・耐薬品性の改善
- ・寸法安定性の改善
- ・ハンドリング性が良い

【摩擦材へ適用した際の特長】

- 鳴き防止
- 耐熱性付与
- 潤滑性の向上

ドナカーボが配合される主な素材

- 樹脂
 - 四フッ化エチレン樹脂 (PTFE)
 - ポリフェニレンサルファイド樹脂 (PPS)
 - ナイロン樹脂 (PA)
 - ポリプロピレン樹脂 (PP)
 - ポリカーボネート樹脂
 - ポリエーテルエーテルケトン樹脂 (PEEK)
 - エポキシ樹脂
- ゴム
 - フッ素ゴム
 - ニトリルブタジエンゴム (NBR)



ドナカーボ・ミルド

用途イメージ



クラッチ部材



油圧ダンパー
シール部材



■ ドナカーボ軽量断熱材はドナカーボをシート状に加工したものの。

ドナカーボ軽量断熱材 (DCL)



用途例



鉄道車両



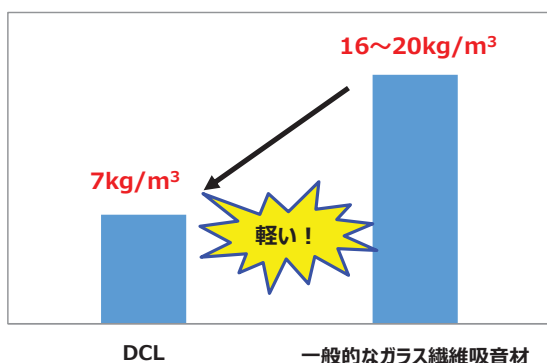
光熱費の節約
残響や雑音のコントロール
火災時の延焼防止

- 嵩高いドナカーボをシート状に加工することで、超軽量かつ優れた断熱性、吸音性を示す。
- 任意形状への加工が容易であることに加え、加工設置時に皮膚刺激性はない。

ドナカーボ軽量断熱材 (DCL)

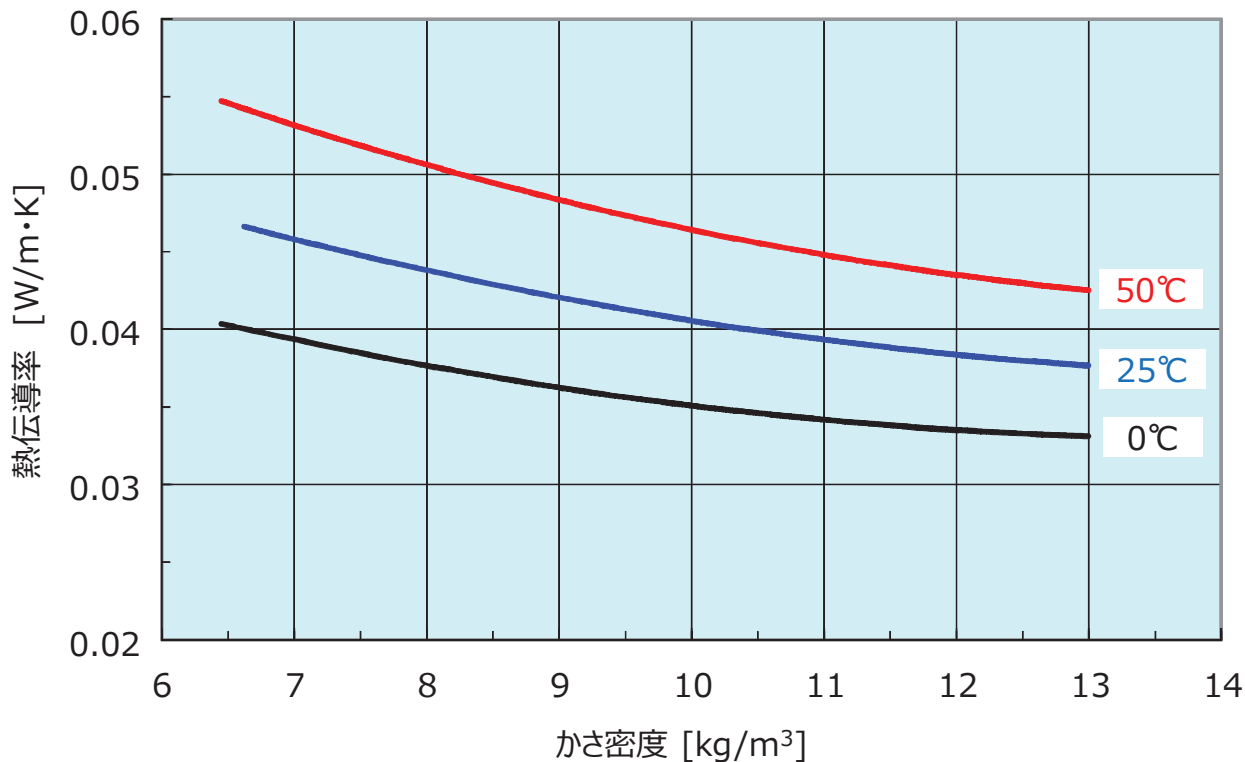


重さ比較



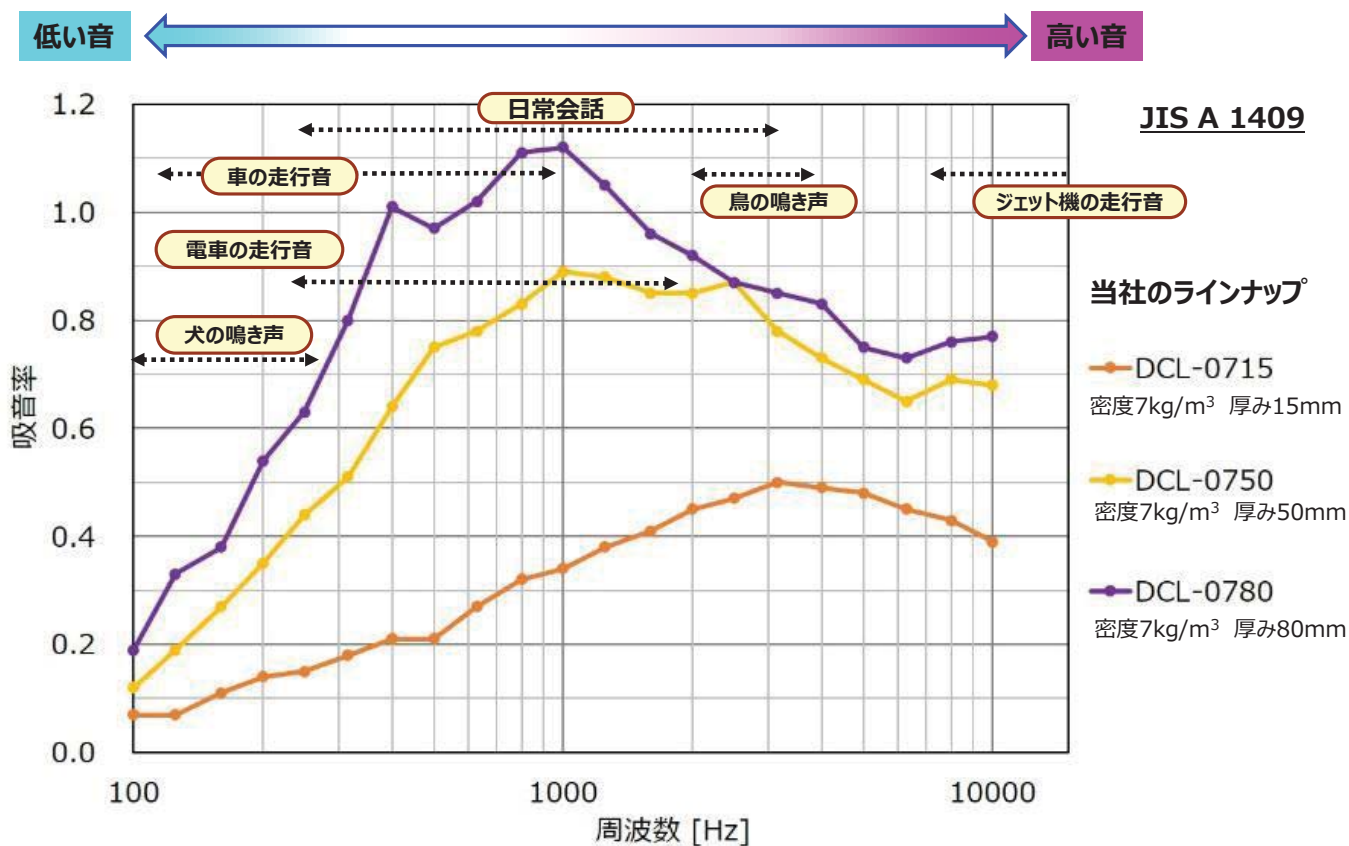
製品名	ドナカーボ軽量断熱材 (DCL)
主繊維	炭素繊維
バインダー繊維	ポリエステル
厚み[mm]	15~80
かさ密度[kg/m³]	7~12
熱伝導率(25℃) [W/m・K]※	0.044
特徴	高断熱性、良吸音性、不燃性、高反発性、超軽量
主な用途	鉄道車両用吸音材

ドナカーボ軽量断熱材断熱性能 ～断熱性能～

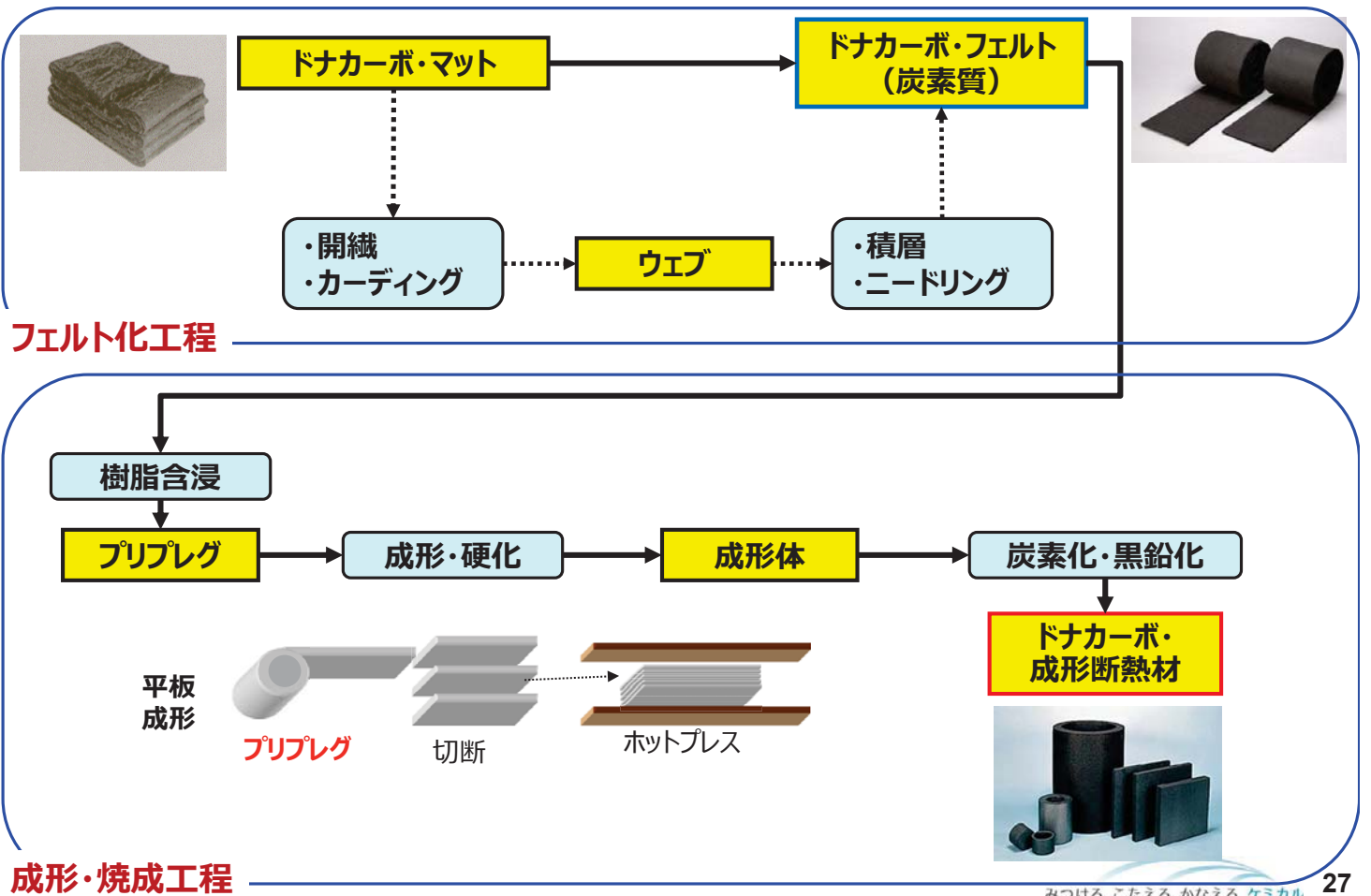


【測定方法】
JIS A 1412-2 熱流計法

ドナカーボ軽量断熱材 ～吸音性能～



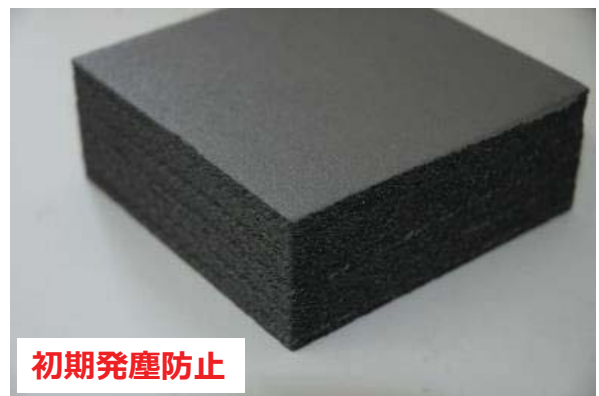
高温炉用の断熱材 ～ドナカーボ・フェルト&成形断熱材(RI)の製造方法～



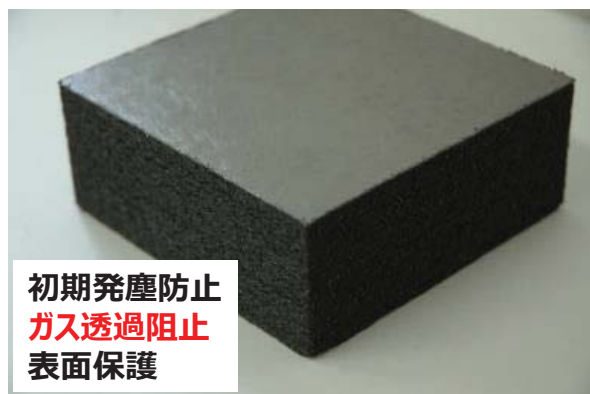
高温炉用の断熱材 ～ドナカーボ成形断熱材について～



無処理

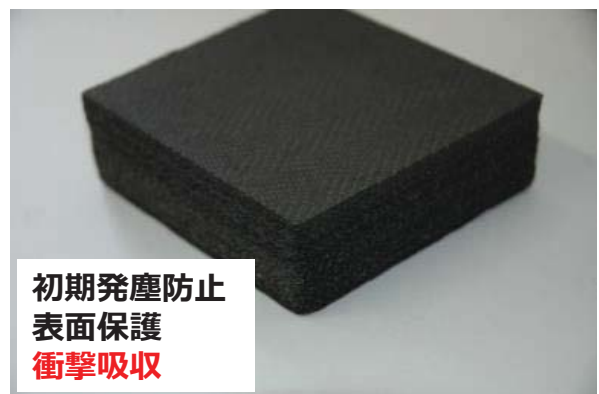


初期発塵防止
コート処理



初期発塵防止
ガス透過阻止
表面保護

黒鉛シート貼り



初期発塵防止
表面保護
衝撃吸収

黒鉛クロス貼り

炭素繊維系断熱材が使用されるホットゾーンについて

- ① 約1000℃以上の高温
- ② 真空、窒素、アルゴン等不活性ガス雰囲気下

使用される主な高温炉

炉の種類	用途例	雰囲気温度 (一般例)
結晶成長炉	<ul style="list-style-type: none"> ・ シリコン単結晶・多結晶 ・ サファイア単結晶 ・ 炭化ケイ素単結晶 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1500 ～ 1600 ・ 2000 ～ 2200 ・ 2200 ～ 2500
純化炉	高純度黒鉛	1000 ～ 2000
黒鉛化炉	黒鉛放熱シート、負極材	2400 ～ 3100
焼結炉	超硬、金属・セラミックス部品	1000 ～ 2400
HIP炉	超硬、金属・セラミックス部品	1000 ～ 2300
CVD炉	炭化ケイ素、窒化ケイ素、CNT	1000 ～ 2200
熔融炉	光ファイバ [®] -用石英プリフォーム	1500 ～ 1800

ドナカーボ・成形断熱材 ～純度～

灰分(Ash)及び主な不純物元素の定量分析結果 (測定例)

[mass ppm]

Element	Ash	B	Na	Al	Si	P	K	Ca	Ti	V	Mn	Fe	Cr
DONACARBO RI (2000℃処理)	20	1.5	0.08	1.3	0.7	< 1	< 0.1	5.3	0.72	2.0	<0.08	0.28	<0.07
DONACARBO RI (2400℃処理)	5	0.4	<0.1	<0.08	0.1	< 1	< 0.2	0.83	0.48	0.12	<0.08	0.16	<0.07

測定方法

- ・Ash (灰分) : 試料を空気酸化によってガス化した残りの灰の量
- ・Na, K : 前処理後、原子吸光法
- ・Na, K以外の元素 : 前処理後、ICP-AES (発光法)

1) 断熱性

- ・高断熱性能 > 電力消費量
- ・均一性 > 製品の歩留まり

2) 金属不純物が少ないこと ... > コンタミ混入

3) 熱的安定性

4) 耐久性

5) 加工性、ハンドリング性

炭化ケイ素単結晶成長炉：誘導加熱炉

- 6) 電気抵抗が高いこと > 断熱材に電流がのりにくい

1. ピッチ系炭素繊維メーカーの概要

2. ピッチ系炭素繊維の製造方法と特徴

3. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の製造方法

4. 等方性ピッチ系炭素繊維（ドナカーボ）の特徴及び用途

5. おわりに

- **鉄道車両用の軽量断熱材**

超軽量、高断熱性の特性を活かし、鉄道車両の省電力化「**カーボンニュートラル**」に貢献できる材料

- **高温炉のホットゾーン用断熱材**

高断熱性を活かし、高温炉の消費電力削減「**カーボンニュートラル**」に貢献できる材料

- **摺動材フィラー（樹脂コンパウンド）**

金属材料代替として樹脂部材に添加するフィラーとして、寿命の向上、軽量化「**カーボンニュートラル**」に貢献できる材料

等方性ピッチ系炭素繊維は「**カーボンニュートラル社会に貢献する炭素繊維**」として、多種多様な用途に展開可能であり、市場も間違いなく拡大していくものと考えている。
繊維の修飾、他の素材との組み合わせや複合化などで新たな機能の発現を目指すなどし、更なる発展に精進してきたいと思う。