

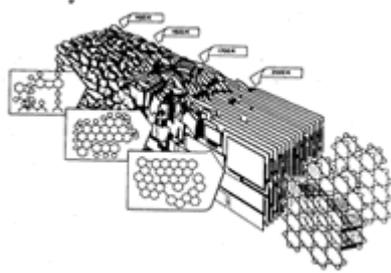
- Q1 [炭素繊維は、なぜ軽くて強いのですか？](#)
- Q2 [炭素繊維と他の炭素材料\(炭、黒鉛\)との違いを教えてください。](#)
- Q3 [炭素繊維は、何からつくられるのですか？](#)
- Q4 [PAN系炭素繊維とピッチ系炭素繊維について、その性質や用途について、主な違いを説明してください。](#)
- Q5 [炭素繊維製品は、リサイクルできますか？](#)
- Q6 [炭素繊維の安全性について、説明してください。](#)

#### Q1 炭素繊維は、なぜ軽くて強いのですか？

- A1 炭素繊維は、90%以上の炭素原子から構成されています。この炭素原子は、どの金属よりも軽いのです。また、炭素原子から構成されるものの仲間には、美しく輝くダイヤモンドや備長炭、活性炭など黒鉛(グラファイト)などがありますが、実は炭素繊維もこの仲間に入ります。又、ダイヤモンドに近い性質をもっています。ダイヤモンドは世界でもっとも硬く強靱な性質をもっていますが、黒鉛は軟らかく滑り易いことはご存知の通りです。その原因は、その結晶構造に起因するものと云われています。備長炭などは、複雑で不規則な構造をもっていますので軟らかく滑り易いのです。これに対してダイヤモンドや炭素繊維は、規則正しい構造をもっているので大変強靱な性質をもっています。ダイヤモンドでは、炭素分子が三次元構造をしています。炭素繊維では炭素分子が繊維の向きに規則正しくならんで二次元の網目構造(鶏小屋の金網模様)をしており、それらが互いに絡みあっています。また、不純物やキズがつかないように丁寧に作られているので大変強靱であると云えます。

#### Q2 炭素繊維と他の炭素材料(炭、黒鉛)との違いを教えてください。

- A2 炭素繊維も炭も同じ炭素材料の仲間です。その結晶構造も同じグラファイト構造をもっていますが、その構造の規則性や配列などで著しく異なっております。炭素繊維では、炭素原子が繊維方向に規則正しくならんだ網目構造をもち複数の層が何段も重なり絡みあっています。炭では、この層構造が無定形で規則性も少なく強固な絡みあいも少ないため壊れやすい構造の強度も弱いものです。同じような仲間に黒鉛がありますがこれは規則的なグラファイト構造が大きく発達した材料を言いますが、中国やインドなどでは天然にも採取できることで知られています。黒鉛も軟らかく滑り易いことはご存知の通りです。



図は、炭素繊維が炭素化・黒鉛化工程での処理条件下でその構造がだんだん創られてくる「擬似構造」を描いたものです。高温処理と延伸によって炭素原子が繊維方向にそって規則正しく配向していることがわかります。

(Source: A. R. Bunsell, Fibre Reinforcements for Composite Materials, Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V., 1988, p. 120.)

画像をクリックすると拡大表示されます。

### Q3 炭素繊維は、何からつくられるのですか？

A3 衣料でお馴染みのアクリル繊維や石油の重質成分や石炭の乾留で得られるコールタールの仲間などを原料としてつくられています。詳しくは、[「炭素繊維はこうしてつくられる」](#)を参照してください。

### Q4 PAN系炭素繊維とピッチ系炭素繊維について、その性質や用途について、主な違いを説明してください。

A4 PAN系炭素繊維は、一般的に密度  $1.74 - 1.95\text{g/cm}^3$  の直径  $5 - 7$  ミクロンの長繊維(フィラメント)の集合体で、レギュラートウあるいはスモルトウと呼ばれる  $1\text{K}$  (1000 フィラメント)、 $3\text{K}$  (3000 フィラメント)、 $6\text{K}$  (6000 フィラメント)、 $12\text{K}$  (12000 フィラメント)、 $24\text{K}$  (24000 フィラメント) が、その低密度、高比強度、高比弾性率を生かして航空機、スポーツ・レジャー分野で多く使われ市場拡大を担ってきました。また  $40\text{K}$  (40000 フィラメント) 以上のラージトウは引張強度などの性能がやや低いものの、比較的安価な製品として産業分野を主としてレギュラートウとともに使用されてきています。またPAN系は、引張弾性率の範囲で汎用タイプ ( $\sim 240\text{GPa}$ : HT)、中弾性タイプ ( $\sim 300\text{GPa}$ : IM)、高弾性タイプ ( $350\text{GPa} \sim$ : HM) に分類されます。ピッチ系炭素繊維は、紡糸法の違いにより長繊維タイプと短繊維タイプがあり、原料ピッチの違いにより、等方性(難黒鉛化性)と異方性(易黒鉛化性)があります。等方性ピッチ系短繊維は、一般的に密度  $1.6\text{g/cm}^3$  の直径  $12 - 18$  ミクロンの短繊維で、繊維軸に沿った炭素の配向構造が弱く、黒鉛結晶の発達も少ないため、弾性率 ( $\sim 40\text{GPa}$ )、強度、熱伝導率が低い性質をもっています。ただし、軽量、耐薬品性、耐熱性、摺動性などの特性から、広く産業分野で利用されています。一方、異方性ピッチ系炭素繊維はメソフェーズピッチ系炭素繊維とも呼ばれ、一般的に密度は  $1.7 - 2.2\text{g/cm}^3$  で、直径は  $7 - 10$  ミクロンの長繊維(フィラメント)の集合体で、 $1\text{K}$ 、 $2\text{K}$ 、 $3\text{K}$ 、 $6\text{K}$ 、 $12\text{K}$  があります。その熱処理(焼成)温度により、低いものでは  $6\text{GPa}$ 、高いものでは  $935\text{GPa}$  と、PAN系では得られない幅広い引張弾性率を有します。高弾性率タイプ ( $350\text{GPa} \sim$ ) では、 $2.5\text{GPa}$  以上の高強度をもつことから加工性にも優れており、複合材料成形品として鉄を超える剛性で、重量が  $1/2$  以下という性質を生か

し、産業分野やスポーツ・レジャー分野で広く利用されてきています。また、ピッチ系超高弾性率炭素繊維(600GPa~)は、その優れた剛性のほかに金属と同等以上の熱伝導率をもち、軽量であることを生かした用途も広がりつつあります。

詳しくは、[「炭素繊維製品の製品形態からみた種類とその用途」](#)および[「主な用途分野」](#)を参照ください。

**Q5 炭素繊維製品は、リサイクルできますか？**

**A5** 炭素繊維協会では、リサイクル委員会という組織を設けて炭素繊維メーカー協同でリサイクルの取り組みを進めています。粉碎後、鉄鋼炉の還元剤としてリサイクルする技術は既に実用化を行っています。熱分解して炭素繊維を効率的にリサイクルする技術についても、技術開発を進めています。  
詳しくは[「環境部会の活動案内」](#)を参照ください。

**Q6 炭素繊維の安全性について、説明してください。**

**A6** [「炭素繊維の安全な取扱い」](#)を参照してください。