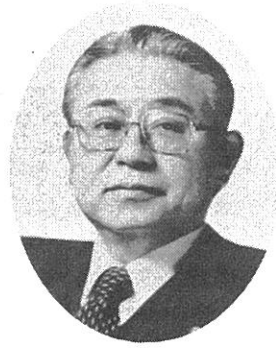


炭 化 ケ イ 素 繊 維

研 究 者	故 矢 島 聖 使 氏	元東北大学金属材料研究所 教授
開発企業代表者	石 川 敏 功 氏	日本カーボン株式会社 代表取締役社長
(推薦者	石 川 敏 功 氏	日本カーボン株式会社 代表取締役社長)



故 矢 島 聖 使 氏



石 川 敏 功 氏

1. 技術の背景

省資源，省エネルギーといった社会的要請に対応するため，過酷な条件下で利用できる材料の開発に大きな期待が寄せられており，その要求性能は軽量で，優れた機械的特性（高強度，高弾性率，耐衝撃性，耐疲労特性），耐熱性，及び化学的安定性に集約される。

こうした要請に応えるためには，複合材料用強化材，耐熱材料として使用可能な無機繊維の出現が望まれている。

既に実用化されている代表的な無機繊維であるガラス繊維と炭素繊維の特性は，

- ①ガラス繊維……ガラスを熔融紡糸して製造する。コストが安く，高強度であるが弾性率が低く耐熱性はあまりない。
- ②炭素繊維……ポリアクリルニトリル又はタールピッチを原料とし，紡糸，焼成を行って製造する。高強度，高弾性率であるが空気中で350℃から酸化し燃焼する。また，金属と複合化する場合，ぬれ性が悪く金属と反応して炭化物を生ずるため，金属の補強にはあまり適さない。

など一長一短があるものの，プラスチックをはじめ他の素材と複合化することにより，材料の軽薄短小化の一翼を担ってきた。しかし，これらの繊維では要求される性能を満たすには十分でなく，更に苛酷な条件に耐えるより高性能な繊維の早期企業化が要望されていた（表－1 参照）。

表－1 各種繊維の特性比較

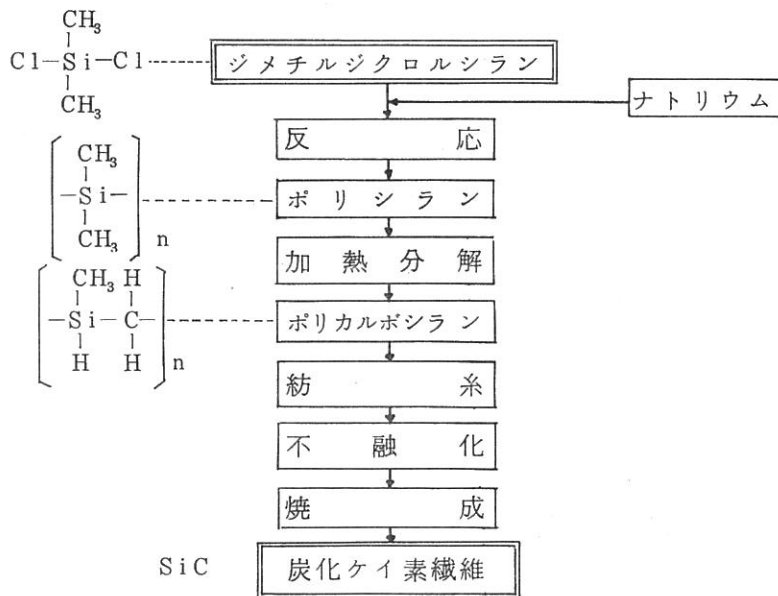
項目 繊維名	引 張 強 度 Kg/mm ²	引 張 弾 性 率 t/mm ²	比 重	空 気 中 耐 熱 性 ℃	耐 薬 品 性	金 属 複 合 性	セラミック 複 合 性	電 気 特 性 Ω・cm
炭化ケイ素繊維	◎ 300	◎ 20	○ 2.6	◎ 1,250	◎ フッ酸以外のすべての強酸・アルカリに強い	◎ 反応しない	◎ 良 好	半 導 体 10 ³
ガラス繊維	○ 250	△ 3	○ 2.6	△ 700	△ 強酸・アルカリに弱い	× 反 応 す る	× 耐熱性が無い	不 導 体 10 ⁹
炭 素 繊 維	◎ 300	◎ 24	◎ 1.8	× 350	○ 強 酸 に 弱 い	× 反 応 す る	× 酸化 する	良 導 体 10 ⁻³

2. 技術の概要

本技術は、有機ケイ素化合物を原料とし、紡糸・焼成して耐熱性の優れた高強度、高弾性率を有する炭化ケイ素繊維を製造するものである。

開発では、紡糸原料のポリカルボシランの分子量は1,000～2,000のオリゴマー領域にあるため、紡糸して得られた繊維は延伸により強度を上げることができず極めて弱い繊維であったが、脆弱な繊維の紡糸とその熱処理に関する技術の蓄積を図ったことなどにより、炭化ケイ素繊維長が1,000mをこえる連続繊維の量産が可能となった。

次に、炭化ケイ素繊維の製造法について述べる（図－1 参照）。



図－1 炭化ケイ素繊維の製造工程

- ①ポリシランの合成……シリコン工業の出発物質であるジメチルジクロロシランを有機溶剤中で金属ナトリウムにより脱塩素し、ポリシランとする。
 - ②ポリカルボシランの合成……ポリシランを加熱分解してポリカルボシランとする。
 - ③紡 糸……ポリカルボシランを熔融紡糸して繊維状にする。
 - ④不融化……次の焼成工程で繊維同士の融着を防止するため、空气中で加熱処理する。
 - ⑤焼 成……不融化した繊維を1,000℃以上で焼成し炭化ケイ素繊維を得る。
- このようにして製造された炭化ケイ素繊維は次のような特徴をもっている。
- ①引張強度、引張弾性率が大きい。
 - ②空気中でも1,250℃の高温に耐えられる。
 - ③耐薬品性が優れている。
 - ④金属との複合材料をつくる場合でも、表面処理をする必要がない。
 - ⑤比重2.6と小さい。
 - ⑥連続繊維であるので、織布、フェルト、ロープなど各種の形態に加工できる。

3. 効 果

炭化ケイ素繊維は世界ではじめて工業化に成功した製品である。この炭化ケイ素繊維は代表的な耐熱性の繊維であって、しかも高強度・高弾性率の優れた機械的特性をもつことから単独の耐熱材料としての用途のほか、種々の金属やセラミックスあるいは合成樹脂の強化材として使用される。

最近の急速な技術革新はより苛酷な条件で利用できる優れた特性を要求しており、炭化ケイ素繊維はこれらの要請に応えるものである。例えば、繊維強化金属(FRM)、繊維強化セラミックス(FRC)など、いわゆる先端複合材料の強化材として脚光を浴びているほか、炭化ケイ素繊維単体は空气中で1,250℃の熱に耐えることから、スペースシャトルの外壁耐熱タイルのクッション材として使用されている(表-2参照)。

表-2 炭化ケイ素繊維の期待される用途

分 類	用 途		使 用 形 態
	用 途 分 野	個 別 用 途	
耐熱材料	・宇宙航空機関係 ・高温物質搬送用 ・金属の精錬、圧延、注型、溶接作業用 ・化学工業、原子力用 ・自動車工業	外壁の断熱・クッション材 コンベアベルト 耐熱カーテン、溶湯フィルター、 断熱材保持用 パッキン、フィルター、バッグフィルター 触媒保持体	織 布 織 布 } 織 布、ロープ、網 フェルト、織布 フェルト、織布
F R M	・宇宙航空機関係 ・自動車工業	機体構造材、構造金具、エンジン 周辺部品、ファンブレード エンジン部品	} ヤーン } 織 布 } 不織布
F R P	・宇宙航空機関係 ・スポーツ用品	機体構造材 テニス、ゴルフ、スキー	} ヤーン、織布
F R C	・窯業、炉材	耐火レンガ、セラミックス ガラス、炭素材の補強化	} チョップ
そ の 他	・音響材料 ・事務機器	スピーカーコーン 静電気除去ブラシ	チョップ ヤーン

今後、市場の拡大により、一層のコスト低減がはかれるようになれば、宇宙航空用、あるいは化学工業をはじめとする一般産業用、スポーツ用などにも広く応用され、国民生活、産業界への貢献にますます大きな役割を果たすものと期待される。