

「技術賞」紹介

白色系蓄熱保温・導電アクリル繊維の開発

柳 康夫・河内博之・細川 宏

1. はじめに

アクリル繊維は、セーター、ジャージ、毛布などに代表される秋冬向け衣料・建寝装用途を中心に広く展開されているが、静電気を帯び易く冬季の乾燥雰囲気下で生じる静電気スパークによる発火災害や着脱時の不快感を解消する機能が強く要望されている。同時に、もっぱら寒冷環境下で使用することから、蓄熱保温機能に対する強いニーズもまた存在する。

このような機能を付与する目的で、従来から後加工による機能剤処理、金属(化合物)またはカーボンブラックのような機能物質を複合化した機能繊維の混織・混綿などが行われてきたが、恒久制電性、蓄熱保温性、耐久性、外観、風合、コストのすべてを満足する技術が長らく望まれていた。このようなニーズに応えるべく、三菱レイヨンは白色系蓄熱保温・導電アクリル繊維「サーモキャッチW」を開発・工業化した。以下に、本技術の内容を述べる。

2. 技術の内容

(1) 繊維素材の設計

写真1a, bに、本繊維の横断面および縦断面のSEM像を示した。芯鞘複合紡糸アクリル繊維の芯部に光-熱変換機能をもつ白色系導電性セラミックス微粒子を高濃度に練り込み、従来は溶液紡糸で困難であった同微粒子の凝集体サイズを制御することにより繊維軸方向に導電パスを形成させ、好ましい電気特性を実現した^{1,2)}。

図1に、本繊維に用いた機能性セラミックス微粒子の

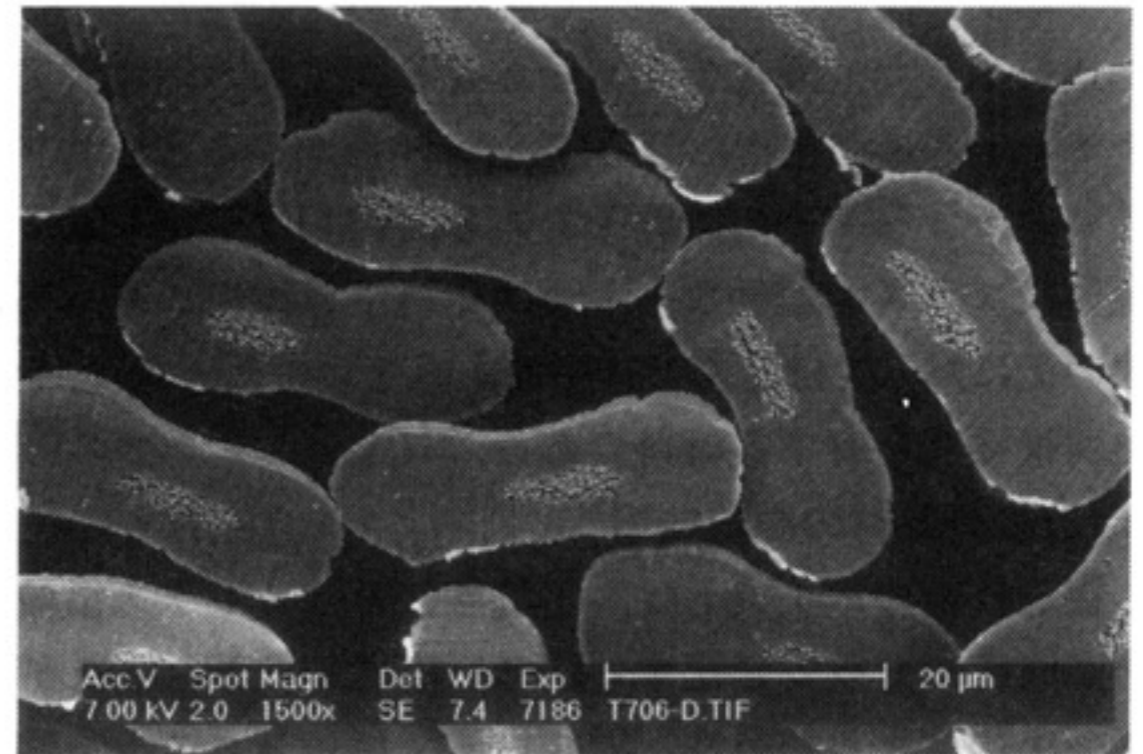


写真1a サーモキャッチWのSEM像(横断面)

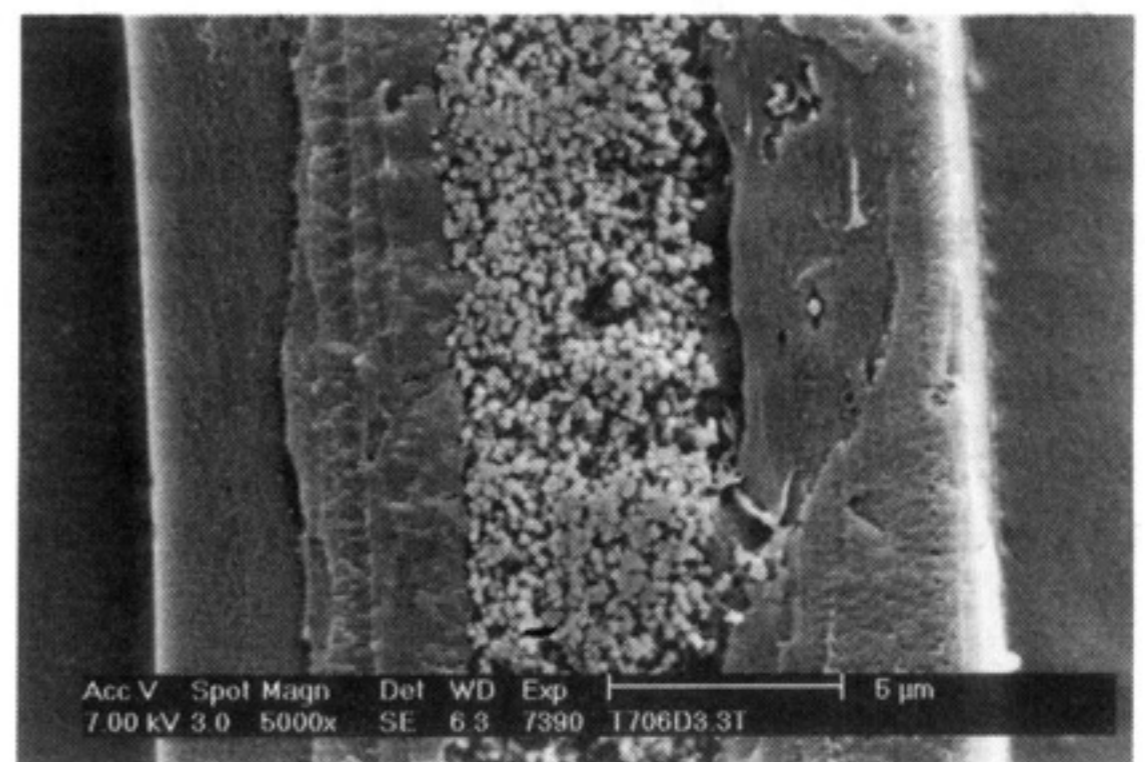


写真1b サーモキャッチWのSEM像(縦断面)



柳 康夫

河内博之

細川 宏

Photo-thermal and Electro-conductive Acrylic Fiber "Thermocatch-W"
著者紹介 YASUO YANAGI, HIROYUKI KOUCHI and HIROSHI HOSOKAWA*

*Acrylic Fibers Development Laboratory, Mitsubishi Rayon Co., Ltd.
三菱レイヨン株式会社 アクリル繊維開発研究所 主席研究員

細川氏は、アクリル繊維の製造技術および新素材の開発を専門とされ、柳康夫、河内博之氏とともに平成12年度繊維学会技術賞を受賞されている。趣味は、釣り、ガーデニングとのこと。

本稿では、白色系蓄熱保温・導電アクリル繊維「サーモキャッチW」の開発・工業化とその技術内容について述べていただいた。

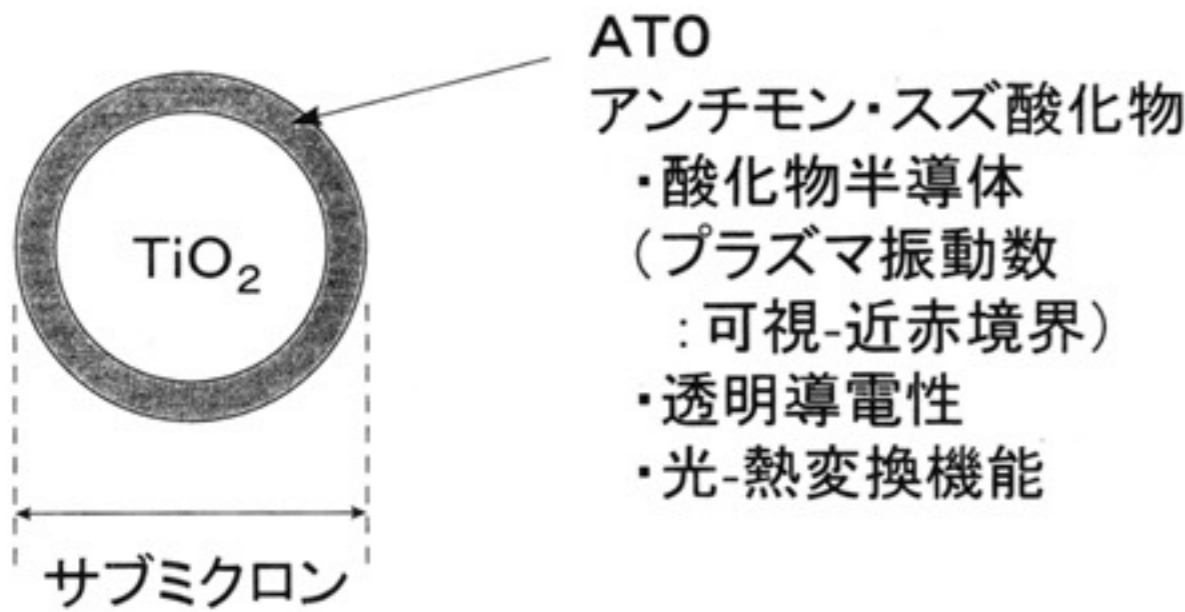


図1 機能性セラミックス微粒子の構造

構造を示した。酸化チタンから成るコア部の外側にアンチモン・スズ酸化物(ATO)のシェル部が存在するサブミクロン・オーダーの微粒子である。ATOは可視-近赤外境界にプラズマ振動数をもつ酸化物半導体であり、可視部の光に対してほとんど透明であるとともに導電性、光-熱変換機能を有する材料である。

(2) 繊維素材の製造技術

製造技術のポイントは、①機能性セラミックス微粒子を高濃度に分散安定化する紡糸原液調製技術、②芯部比率極小化による紡糸性、繊維白度、風合、コストを満足する芯鞘複合紡糸技術、③導電性、糸質、染色性を満足する特殊延伸・緩和技術の3点から成る。

図2に、本原綿の製造工程スキームを示した。高比重のセラミックス微粒子を高濃度に紡糸原液中に分散する目的で、ミル(分散機)を選定・改良し、安定化技術を開発した。特殊な芯鞘複合紡糸ノズルを開発することで、繊維芯部比率を極小化し、これにより紡糸安定性を確保するとともに繊維白度、風合、コストを満足する素材が実現した。さらに特殊延伸・緩和技術を導入することにより、糸質と染色性を満足しながら必要な導電性を達成した。

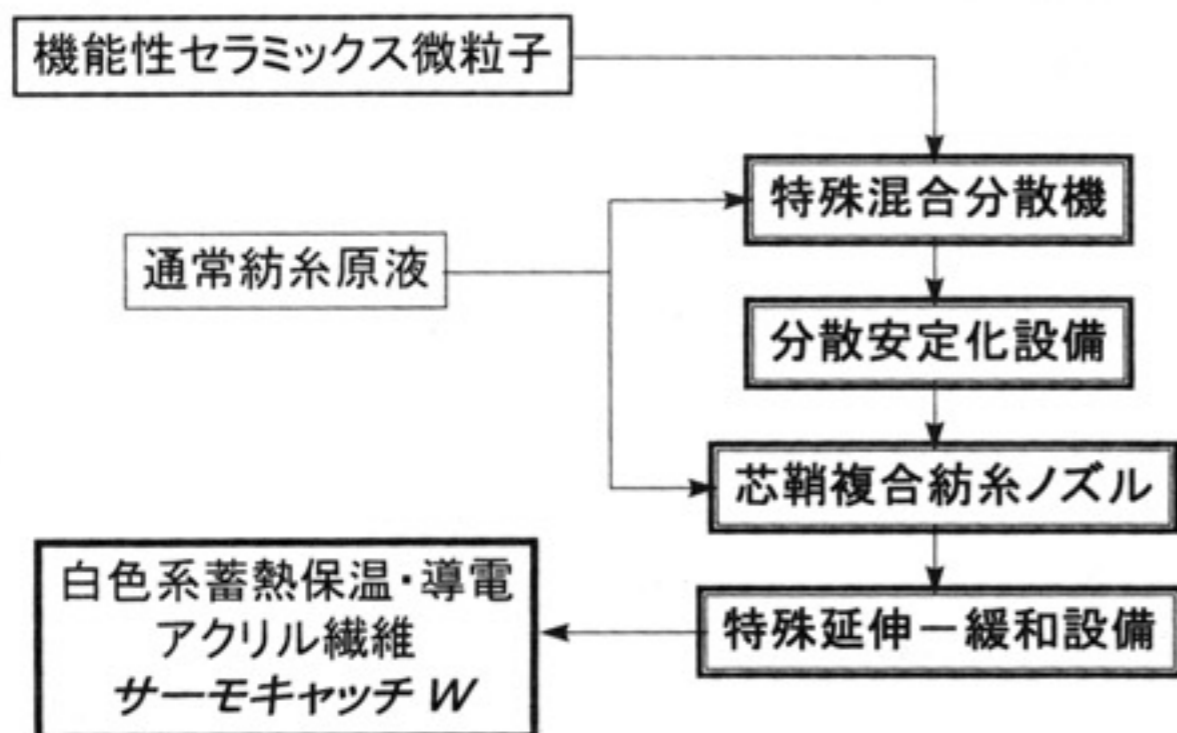


図2 サーモキャッチWの製造工程スキーム

3. 製品の特徴

(1) 蓄熱保温性(光-熱変換機能)

本原綿は、自然光(太陽光)および白熱灯、赤外線灯などの熱線光源に反応して光-熱変換機能を発現する。図3に、本原綿の混紡布帛の光-熱変換特性を通常のアクリル原綿(レギュラー)と比較して示した。写真2に、着用テストの結果を示した。本繊維を通常繊維に約10%混綿することにより、熱線光照射下において2~8℃の昇温効果が得られた³⁾。本特性により、着用時の暖房機能のみならず、洗濯・脱水後の日干し乾燥時間が通常の2/3に短縮され、速乾性という副次効果が得られた。

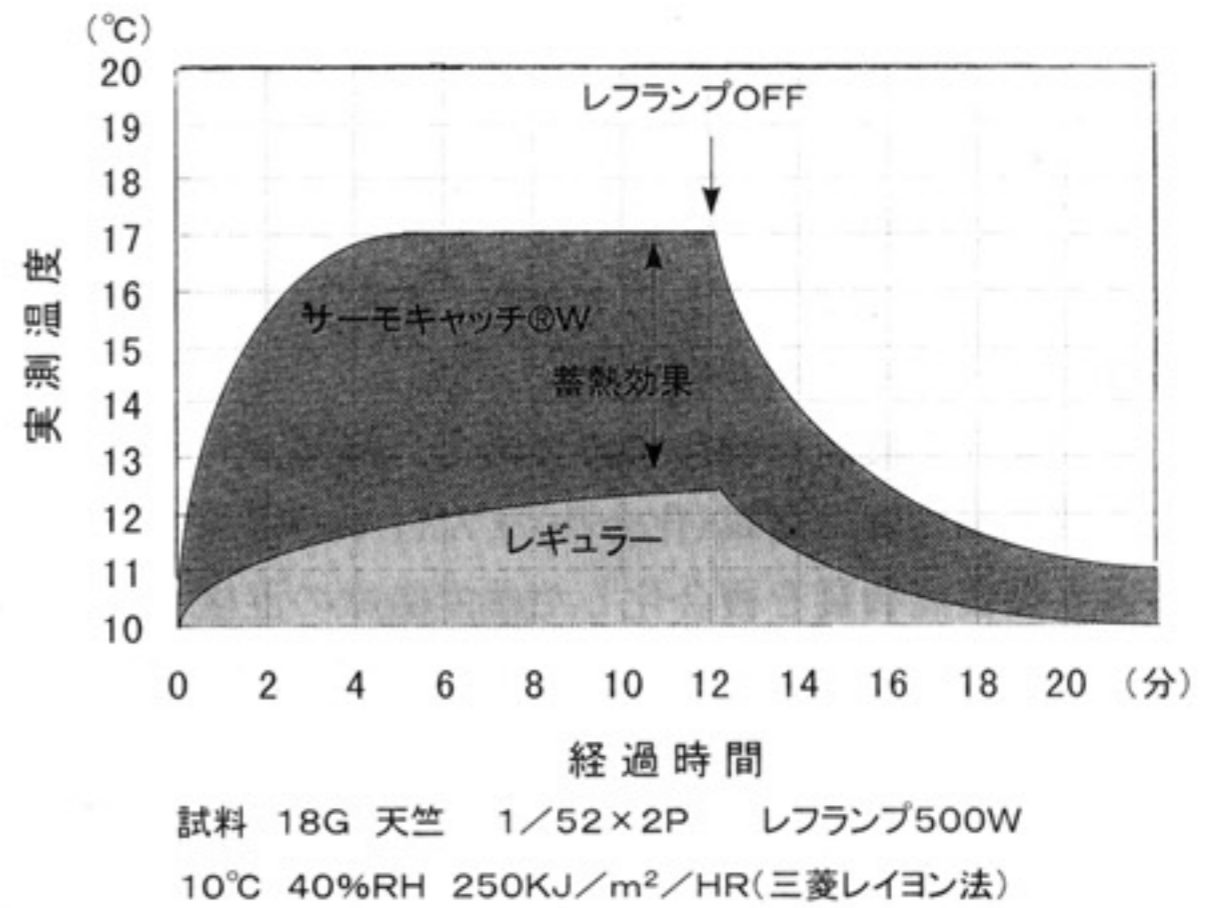
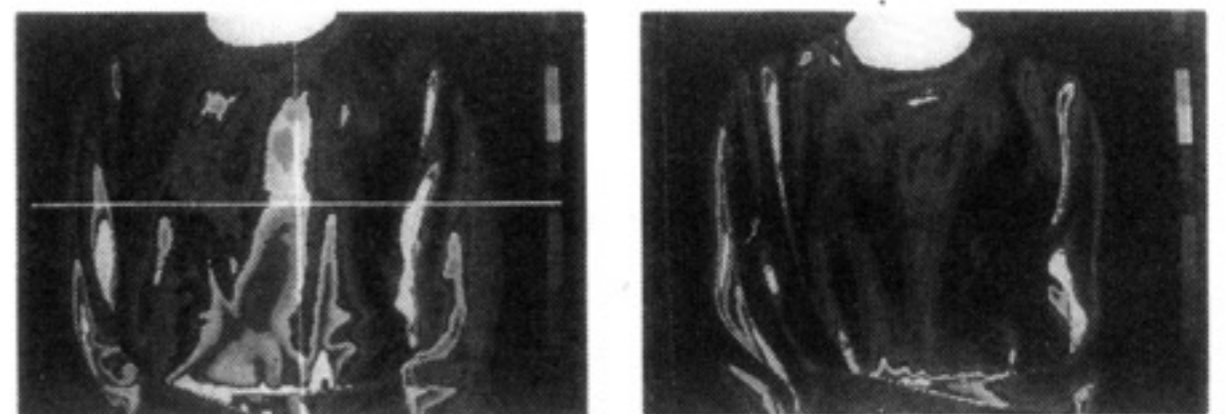


図3 サーモキャッチWの光-熱変換特性(蓄熱保温性)



サーモキャッチW レギュラーアクリル

写真2 サーモキャッチWの着用テスト結果
室温：0℃、レフランプ：500W(5,500K)、
距離：40cm

(2) 非線形電気特性

図4aに、繊維芯部に存在する導電性セラミックス微粒子の含有量が異なる原綿の導電率と印加電界強度との関係を示した。図4aの曲線群を横軸に沿って適当にシフトすることにより図4bに示すマスターカーブが得られ、導電性微粒子含有量と印加電界強度との間に換算則の成り立つことが見出された。このような導電率の非線形性は、

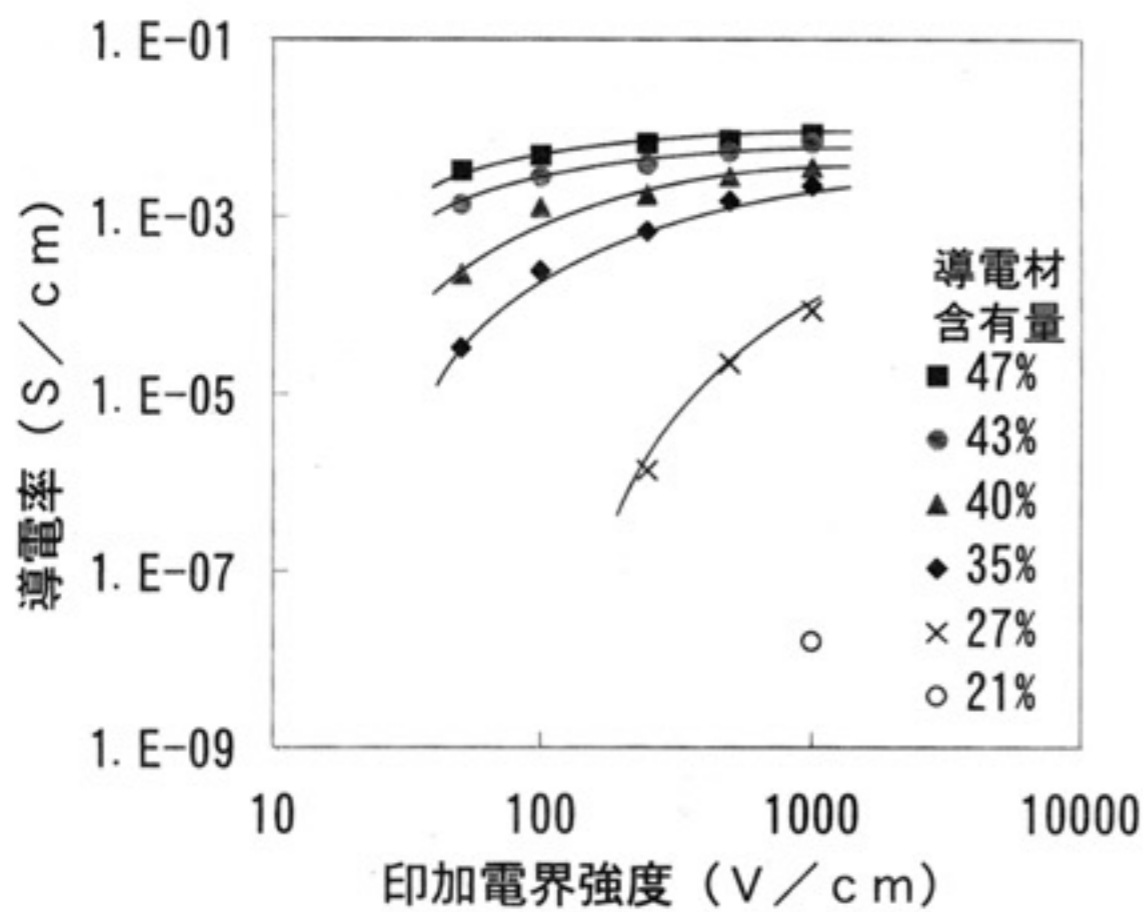


図4a サーマキャッチWの電気特性(1)
導電率の繊維芯部導電材含有量および電界強度依存性

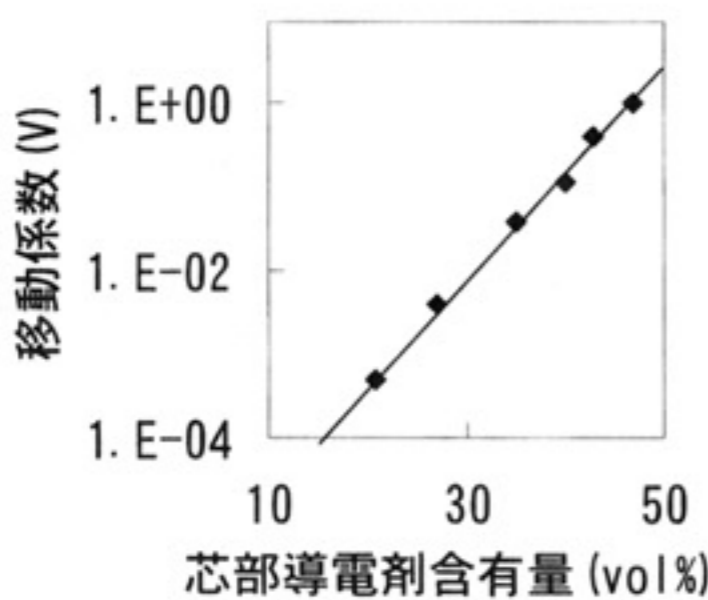
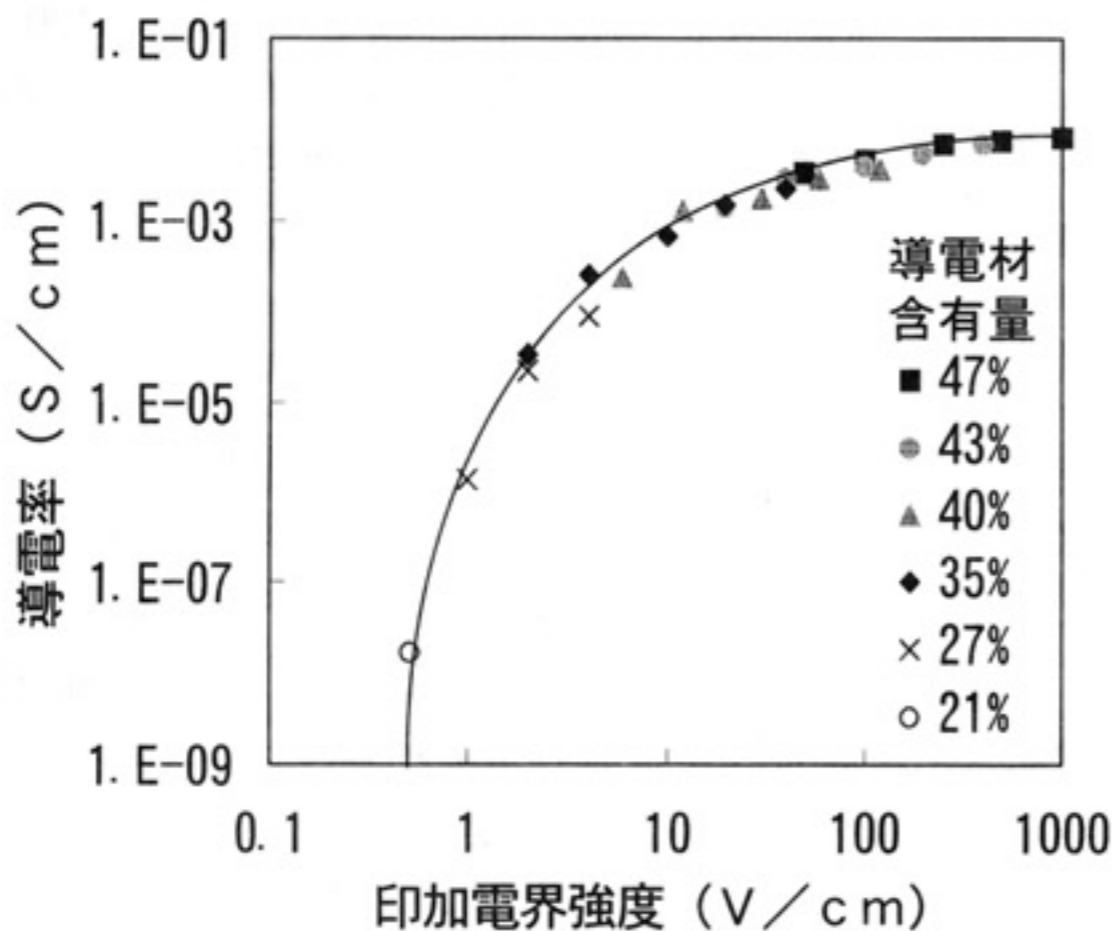


図4b サーマキャッチWの電気特性(2)
導電率の電界強度依存性マスターカーブ

導電性微粒子間の接触界面に存在するポリマー薄膜に電界が集中することにより、絶縁体ポリマーの高電界伝導特有の非線形性が顕在化したものと考察した⁴⁾。すなわち、本原綿は静電気障害が問題となる高電界強度領域でのみ高い導電率を示すという従来の導電性繊維には無い特徴

をもつ素材である⁵⁾。

(3) 恒久制電性(帯電防止機能)

図5に、本原綿を混綿した紡績糸から成る編地の摩擦帯電圧と原綿単繊維繊度を原綿混率で除した量との関係を示した。全データ点が1本の曲線上にほぼのることから、摩擦帯電圧は紡績糸断面当たりの導電繊維本数でおおよそ決まると考えられる。

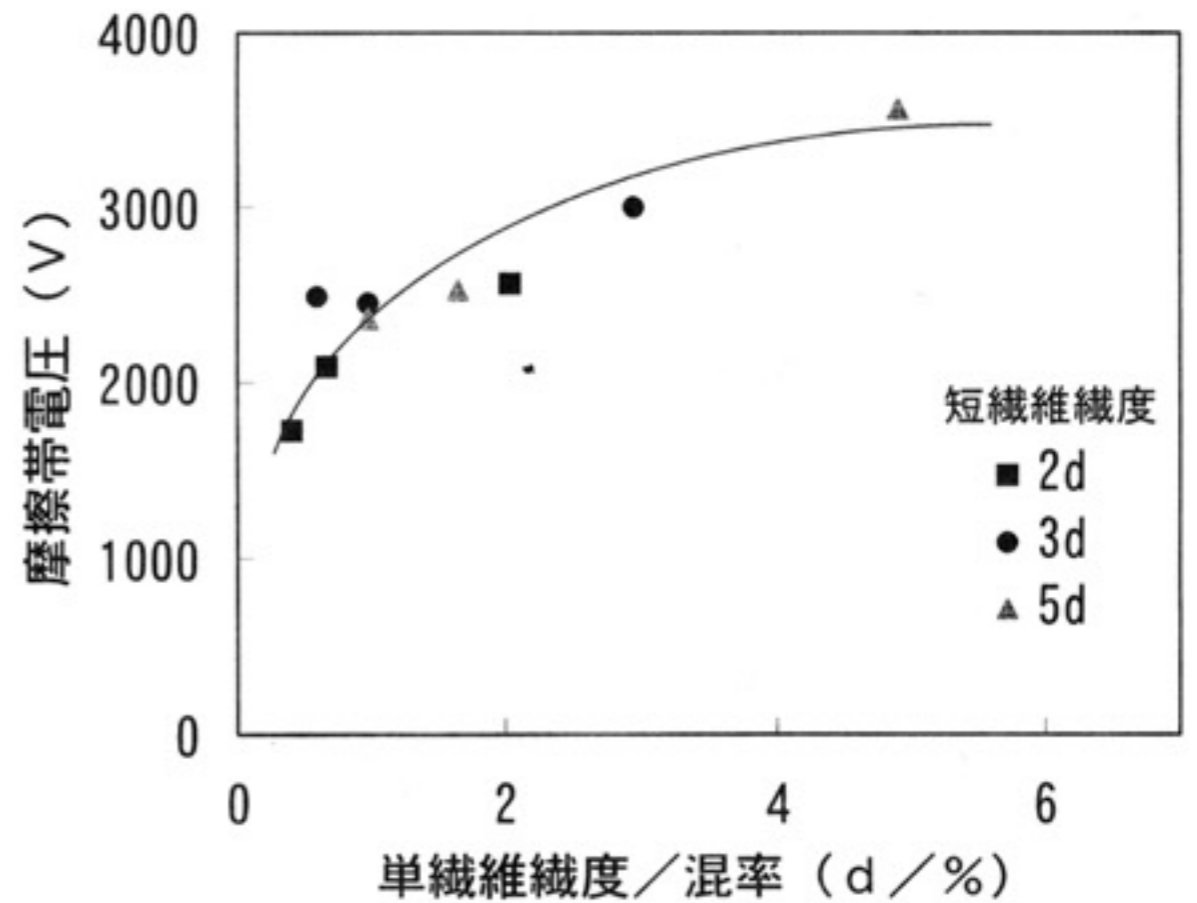


図5 摩擦帯電圧と原綿繊度および原綿混率依存性

図6に、本原綿を混綿した布帛の摩擦帯電圧の湿度依存性を示した。本原綿の帯電防止(制電性)メカニズムは、通常の導電性繊維を混織した制電性繊維製品と同様にコロナ放電機構に基づくと推定され、イオン伝導機構に基づく後加工製品とは異なり制電性能は湿度に依存しない⁶⁾。

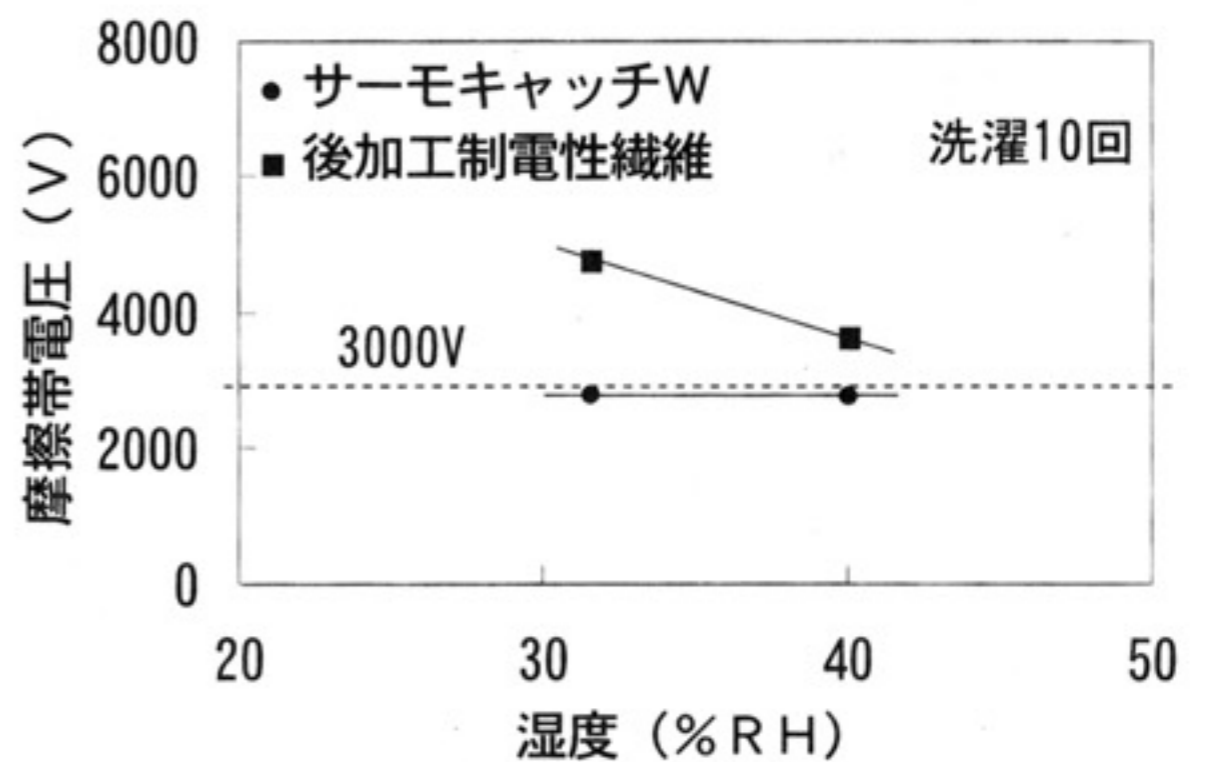


図6 摩擦帯電圧の湿度依存性

図7に、本布帛の摩擦帯電圧(制電性)の洗濯耐久性を示した。本繊維は導電性セラミックス微粒子を繊維芯部に練り込んでいることから、通常の後加工や洗濯、着用の繰り返しの影響を受けにくく、性能が長期間持続する⁷⁾。

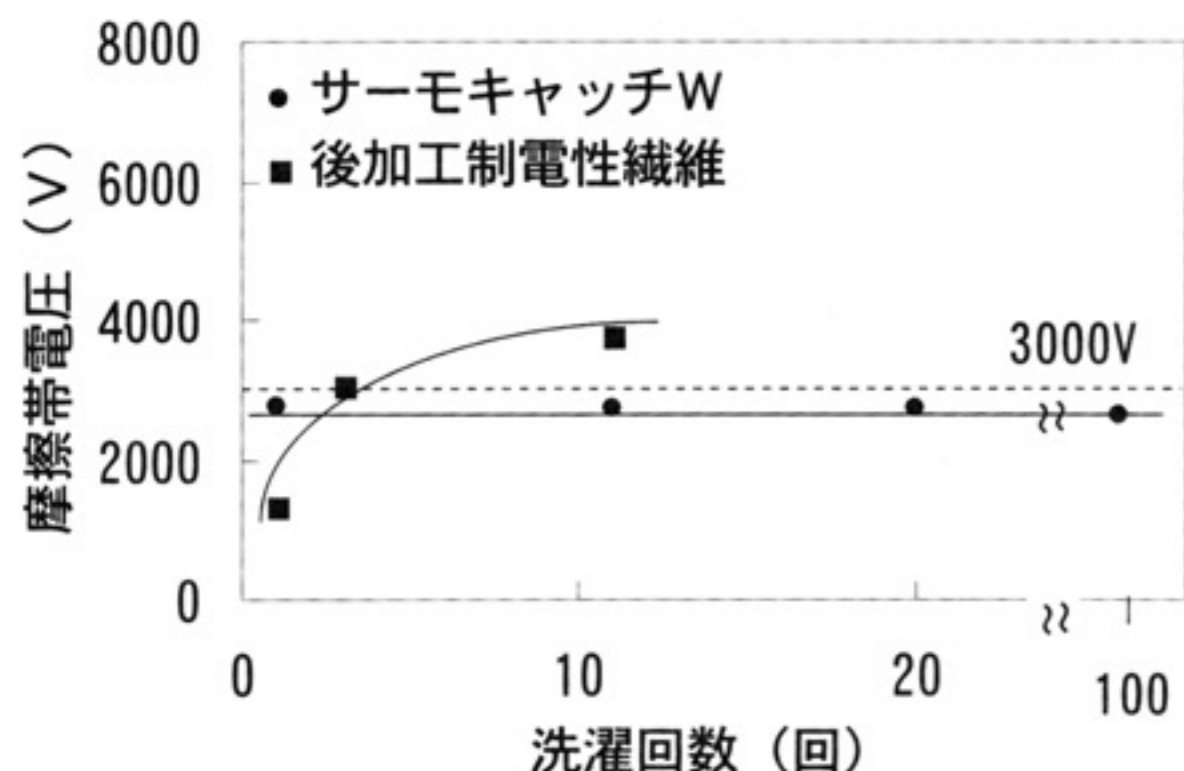


図7 摩擦電圧の洗濯回数依存性

本原綿を通常アクリル原綿に3%程度混綿した紡績糸から成る布帛は、表1に示す通り帯電電荷量に関する労働省産業安全研究所指針にある静電気帯電防止作業服基準を満足し、ガソリンスタンドなどの防爆環境下での使用が可能である。

表1 帯電電荷量

試料	製品帯電電荷量 (JIS.T8118法)	生地帯電電荷量 (JIS.L1094C法)
労働省安全基準	<0.6 μ C/着	<7 μ C/m ²
サーモキャッチW	0.23	3.68
通常品アクリル	0.81	8.70

試料：アクリル70%/毛30%，1/39，2P14Gゴム編地
測定：洗濯5回，摩擦布：ナイロン

(4)汎用性

表2に、導電性繊維の使用形態を分類した。従来、導電性繊維のほとんどは長繊維であり、布帛に一定間隔で縫い込む使い方が一般的であった。筆者らが開発した導電性繊維は短繊維であり、3%程度少量混綿した紡績糸が制電性紡績糸となり、この紡績糸からつくられる製品はすべて恒久制電性繊維製品となる。このように、本原綿を通常の紡績-編成工程に流すだけで恒久制電性繊維製品を製造する方法を提供したことにより、恒久制電性ニット製品の汎用化を実現した⁸⁾。

本原綿は白色系であるため、一般的な染色加工により通常のアクリル繊維と同様の鮮やかな発色性が得られる。少量混綿で機能が発現することから、吸水、抗ピル、抗菌防臭、消臭などの他の機能性繊維との組み合わせが容易であり多機能複合繊維製品の汎用化を実現した。同様

表2 導電繊維の使用形態

組織	導電性繊維の使用形態	組織のモデル	混用率
編物	紡績糸(導電性繊維3%) 		3%
織物	紡績糸(導電性繊維100%) 		0.75%
	導電性長繊維 		0.1%

の理由から、アクリル繊維製品以外、例えば100%ウール製品などの恒久制電化をも可能にした。

主用途は、セーター、インナー、レッグ、紳士・婦人服、シャツ、スカートなどの衣料製品、毛布、シーツ、カーペット、カーテンなどのインテリア製品など通常のアクリル繊維と同様の分野に展開可能である。

4. おわりに

「サーモキャッチW」は世界で唯一の白色系蓄熱保温・導電アクリル繊維であり、ファッション性、機能性、コストを満足する安全で快適な蓄熱保温・恒久制電性アクリル繊維製品への道を拓いた。本繊維は少量混綿で繊維製品への機能付与が可能であることから、今後も広い応用展開が期待される。

参考文献

- 1) 河内博之, 柳 康夫, 細川 宏: 特開平09-078343
- 2) 細川 宏, 柳 康夫, 河内博之, 大西宏明, 松中光広: 特開平09-132822
- 3) 小寺芳伸, 金村友次, 河内博之: 繊維学会予稿集, p-17(1999).
- 4) 河内博之, 柳 康夫, 細川 宏: 繊維学会予稿集, G-84(1996).
- 5) 河内博之, 柳 康夫, 細川 宏, 松中光広: 特開平09-324230
- 6) 河内博之: 繊維学会第25回関西繊維科学講座(1998).
- 7) 河内博之: ポリファイル, 34, 63(1997).
- 8) 河内博之, 柳 康夫, 細川 宏, 松中光広: 特開平09-067728