カーペットの素材動向*

内 藤 武七郎**

1. はじめに

約14年前に合繊素材の用途開発とその動向というテーマでカーペット用素材の講演をしたことがあり、その内容は本学会誌にも掲載されている。今回再び寄稿に当たり改めて俯瞰してみると、その変り方、多様化に驚くばかりである。

今回のカーペットの素材動向については合繊素材を中心に、本学会の「インテリア寝装研究会準備委員会」で検討したカーペットの用途別要求度のまとめにできるだけ添うようにパイル素材について、海外の動向に先導されてきた素材は海外を主に、我国の生活習慣、環境などに沿って独自に開発されてきた素材については我国の状況を主に検討を加えてみた。

2. 素材の状況

過去10年余を振り返ってみると、カーペット業界を

取巻く環境は著しく変化している。すなわち、消防法の政令改正²⁾でじゅうたん等が防災物品に繰入れられたこと、オフィスビルなどへのカーペットの普及とフルカーペットビル並びにインテリジェントビルの台頭、カーマットの一般化、電気カーペットの普及、タイルカーペットの普及とアンダーカーペットケーブル工法の導入、住宅への敷詰めカーペットの一般化などが挙げられる。

合繊素材側からみれば、三大汎用素材（ナイロン、アクリル、ポリエステル）の合理化生産方式の定着と新しい需要を喚起するための用途指向素材の開発の強化推進などが挙げられる。

表1はカーペットのフェース繊維の需要推移を15年前の1970年の対比において過去数年間をみたものである。これを見るとナイロンフィラメント（ナイロン BCF ; Bulk Continuous Filament）の漸増傾向、ポリエステルの顕著な増加、アクリルの漸減傾向がみられるが、ここ数年における推移において

表1 カーペットフェース繊維需要推移

年次 繊維	1970	1981	1982	1983	1984
ア ク リ ル	7.5(10.9)	41.6(39.9)	38.2(38.4)	31.8(33.5)	29.9(31.3)
ナイロン F	0.6(0.9)	14.0(13.5)	14.7(14.8)	16.4(17.2)	18.9(19.7)
ナイロン S	2.5(3.6)	2.8(2.7)	1.8(1.8)	1.5(1.6)	1.1(1.1)
エステル S	0.3(0.4)	5.5(5.3)	9.5(9.5)	13.3(13.9)	15.3(16.0)
〈同上再生〉				〈 3.0〉	〈 7.0〉
ポリプロ F	0.3(0.4)	4.2(4.1)	3.6(3.6)	2.7(2.8)	2.7(2.8)
ポリプロ S	5.3(7.7)	12.7(12.3)	11.8(11.9)	11.5(12.1)	11.6(12.1)
レーヨン S	16.4(23.9)	0.4(0.4)	0.5(0.5)	0.5(0.5)	0.5(0.5)
ウ ー ル	5.8(8.4)	18.3(17.7)	16.8(16.9)	14.9(15.6)	14.6(15.2)
そ の 他	27.2(39.6)	4.2(4.1)	2.6(2.6)	2.7(2.8)	1.2(1.3)
総 計	67.8(100)	103.6(100)	99.5(100)	95.4(100)	95.8(100)

注) 単位:千トン, ()内パーセント。
再生エステル(推定)は総計に含まず。
総計項は本表各繊維の合計にあらず。

(日本化学繊維協会資料より)

* Trend of face fibers for carpet

** T. Naito, 旭化成工業繊維資材販売部

表2 タフテッドカーペットパイル繊維需要推移

年次 繊維	1970	1981	1982	1983	1984
アクリル	2.8(17.5)	35.4(53.2)	32.1(49.2)	26.7(41.5)	25.5(38.0)
ナイロンF	0.3(1.9)	13.7(20.6)	14.5(22.2)	16.9(26.2)	18.7(28.2)
ナイロンS	0.5(3.1)	2.7(4.1)	1.8(2.8)	1.5(2.3)	0.9(1.4)
エステルS	0.2(1.3)	4.4(6.6)	7.5(11.5)	11.0(17.1)	11.9(18.0)
ポリプロF	0.3(1.9)	3.1(4.7)	3.0(4.6)	2.2(3.4)	2.3(3.5)
ポリプロS	0.2(1.3)	NL(NL)	NL(NL)	NL(NL)	NL(NL)
ウール	1.6(10.0)	6.8(10.2)	6.4(9.8)	6.2(9.6)	6.9(10.4)
その他	10.0(62.9)	NL(NL)	NL(NL)	NL(NL)	NL(NL)
総計	16.0(100)	66.5(100)	65.3(100)	64.4(100)	66.2(100)

注) 単位:千トン, NL:僅少の意

()内はパーセント

その他の項の大部分はレーヨンS

総計項は本表各繊維の合計にあらず。

(日本化学繊維協会資料より)

需要増はみられず、1970年との対比においては40%程度の伸びに止まっている。

表2はこのうちタフテッドカーペットのみでとらえたパイル繊維の需要推移であり、これをみるとタフテッドカーペット比率の顕著な増大はみられるが、過去数年間での需要は停滞しており表1の全カーペットの推移と同様といえる。又、1970年との対比ではレーヨンがほとんど姿を消し、合繊にとって変っている。

図1はタフテッドカーペットの需要をカーペット製品の繊維種別シェア(面積比率)で過去10年余の推移をみたものである。

これをみるとレーヨンは5年程前にほとんど消え、アクリルは1976年から1978年の隆勢期を経て漸減傾向、ポリエステルは1982年前後からの伸長傾向がうかがわれる。

表3はカーペットの分野別の繊維種別シェアマップを描いてみたものである。この種の統計は部分的には調査されているが全体を俯瞰するものはほとんどないようであったので、想像をたくましく敢えて作成してみたものである。前述したようにカーペット素材はここ数年、内需においてほとんど成長がないので各素材の分野別シェアは各素材の基本的特徴、コスト、各合繊メーカの素材開発方針などの要因により固まってきている傾向がある。見方を変えれば需要容量の増大は望めないのが、各分野ごとに強い素材はより強く参入できるように開発を進めて不動の地位を占めようという動きがある。コントラクト分野のナイロンBCF、住居分野のアクリル、ポリエステル、カーマット分野のナイロンBCFなどがその例といえよう。成長があまり望めないということはこの分野の産業社会にとり問題で、まだまだ欧

注) 斜線 フィラメント糸を示す。(他は紡績糸)

紡績糸のその他は、ビニロン、ポリタール、綿等

フィラメント糸のその他は、ポリエステル、ポリプロピレン等

ポリエステルの中に再生ポリエステルは含まれていないと思われる。

(JCA会報より)

図1 タフテッドカーペットの繊維種別シェア推移

だ欧米に比較して普及が立遅れているといわれるインテリア繊維製品、特にカーペットの需要喚起政策とともに表3にある分野以外の新しい需要分野の創造が望まれるところである。

海外の状況に若干ふれると、図2³⁾は我国、アメリカ、西ドイツにおける素材シェアの対比である。アメリカ、ヨーロッパにおいてはナイロン(BCF及びスパン)のシェアが極めて大きいことがその特徴であるが、アメリカでは1970年のパイル繊維の総

表3 カーペット分野別繊維種別マップ

全カーペット	分野	素材
102×10 ³ t	工事中	16 (×10 ³)
		○ロール物 (15 0.8kg/m ² 19×10 ⁶ m ²)
		N BCF 7 (↗) W 5 (→) AC 8 F 1 (↘)
		N SF 1 (→) PP F 0.3 (↘) 他
		○タイルカーペット (1.1 0.7kg/m ² 1.5×10 ⁶ m ²)
		N BCF 0.9 (↗) PP F 0.1 (↗) 他 0.1 (→)
	住居用	70 (×10 ³)
		○ロール物 (29 0.9kg/m ² 32×10 ⁶ m ²)
		N BCF 2 (→) AC SF 13 (↗) PE SF 6 (↗)
		W 4 (→) PP SF 3 (↘) PP F 0.5 (↗)
		他(PE F etc)
		○ピース物 41 (×10 ³)
		●一般ピース (30 0.9kg/m ² 33×10 ⁶ m ²)
		N BCF 1.7 (↗) — (含 マット：一般，自工)
		AC SF 13 (↗) PE SF 8 (↗) W 6 (→)
		PP F 0.2 (→) 他 (PE F etc)
		●電気カーペット (2.4 — 4.7×10 ⁶ m ² 含細糸)
		N BCF 0.5 (↘) PE SF 1.4 (↗) AC SF 0.1 (→)
		(他 0.4 細糸)
		●簡易敷物 (9 0.5kg/m ² 19×10 ⁶ m ²)
		AC SF 7 (→) PE SF 2 (↗) PP F 0.2 (→)
102×10 ³ t	運輸 (カーマット)	(16 0.5kg/m ² 19×10 ⁶ m ²)
		N BCF 6 (→) PP SF 7 (↗) PP F 1.3 (↘)
		N SF 1 (→) PE SF 1 (↗) AC SF 0.3 (↘)

単位 ×10³t

() 内
↗ 伸びる
→ 維持
↘ 減少

注) 1983～1984年ベースの推定値
日本化学繊維協会資料(1984年)によると98×10³t, 138×10⁶m², 平均710g/m²

図2 国別素材シェア (タフトカーペット)

需要量が42万 t 程度のものが1983年で75万 t, 1984年で85万 t と過去13～14年間の成長は我国のそれよりも高く, 過去期近かな成長があるところが我国の状況と異なっている。

素材別シェアは1970年にナイロンが42% (BCF 27%, ステープル15%), 次いでポリエステルが17%, アクリルが16%, ウールが8%, レーヨンが7%であったものが1982年にはナイロンが80%以上とシェアが様変わりしている。かかる推移からみた環境の中にあってカーペット用合繊維素材の繊維機能の現状を把握するとともに整理し, 今後の効果的な開発の方向づけに役立てたい。

3. カーペットの要求度, 機能

W. Herzorg⁴⁾によるとカーペットの採用時に考慮する機能として, 直接的に働きかける有益特性として歩行快適性, 音響的快適性, 温度的快適性, 安全

性、美的快適性、社会的威信が挙げられていて、一般的考慮事項としてはクリーニング性、衛生性、静電作用、敷設性を挙げている。

本学会に昭和58年設立された「インテリア寝装研究会準備委員会」で、カーペットの用途別要求度をまとめこれを表4に示し、さらに技術的課題について討議したが用途要求度を検討するための機能分類については前述の指摘と大略同様となった。

表4によると、カーペットであることを主張する基本的機能と、これをさらにより快適に、機能的に、経済的にするといった補助的機能に分けているが、項目の数についていえばパイル素材が関与する項目

については基本的機能より補助的機能に多いことがわかる。

これは前者が繊維床材を敷設する普遍的な目的そのもので、かつカーペットに使われている合繊素材なら基本的にすでに具備されている機能であって、その程度と多様化こそ検討すべき課題であるのに対し、後者は用途指向をより強め、より充分に機能させるための項目で、生活態度、建築構造、社会意識などの変化並びに具現ならしめる科学技術の発展によって次々に加えられる機能項目であることによるものと考えられる。

表5²⁾はカーペットに使われている各繊維が基本

表4 カーペットの用途別要求度要因

機能分類	用途別要求度			要 因		
	家庭用		業務用	素 材	加 工	製 品
	ビ ー ス	ハウジング	コントラクト			
基本的機能集						
歩行快適性	B	A	A	○	○	○
音響快適性	B	A	A	×	○	○
温度的快適性	A	A	A	×	○	○
安全性	B	A	A	×	○	○
美的快適性	A	B	B	○	×	○
豪華さ	A	B	B	○	×	○
補助的機能						
耐久性						
摩 耗	B	B	A	○	○	○
へ た	B	B	A	○	○	○
色	A	B	A	○	○	×
制 電	C	B	A	○	○	×
難 燃	C	A	A	○	○	○
防 汚	B	B	A	○	○	○
クリーニング	A	A	A	○	×	○
衛 生	A	A	A	○	○	○
敷 設	C	A	A	×	○	○

要求度 大:A, 中:B, 小:C 関係するもの:○, 関係しないもの:×

(出所) インテリア寝装研究会準備委員会資料(住江織物^株 練尾, ^株クラレ 坂井, 旭化成工業^株 内藤)

表5 カーペットの外観保持性に寄与する繊維の性能比較

	反撥弾性	摩擦抵抗	堅 牢 度	汚 隠 性	クリーニング 容 易 性	静 電 気	燃 焼 性
ナイロン	1	1	1	4	1	4	2
アクリル	2	3	1	2	2	2	3
ポリエステル	2	3	1	3	2	2	2
ポリプロピレン	4	2	3	2	1	3	—
レーヨン	4	4	4	4	4	2	4
羊毛	3	3	1	2	3	3	1

(注) 性能を示す度合は1が最高で、数字が大きくなるほど低下する。

表6 昭和40年代末のカーペット素材機能

繊維種	基本機能 (繊維)	補助機能 (繊維)	基本、補助機能 (後加工)
ナイロン66 BCF ナイロン6 BCF	ボリューム感(断面) タッチ(デニール, 断面), 異染, ラスタ	制電	ツイストセット, 制電 防汚, 防炎
ナイロン66 SF ナイロン6 SF	ボリューム感(断面) タッチ(デニール, 断面)	制電	ツイストセット, 制電, 防炎
アクリル	ボリューム感(断面) タッチ(デニール, 断面), ラスタ	難燃	
ポリエステル	タッチ(デニール, 断面)		防炎

的に持っている補助的機能の比較の例であり, かかる性能差を原点として改良を指向した開発が検討されていると見られる。

表6に昭和40年代末に検討され, 実施されていた機能を概念的にまとめてみた。当時は今日にみられるごと多彩な機能開発が行われる前夜時代で, カーペット使用の目的も住居用では保温, 温感, ムード, 非住居用では吸音効果, ムード, 保温などが主な目的であるとの当時のアンケート結果^{6,7)}もあり, 機能開発もこの程度がなされていたと考えられる。

4. カーペットのパイル素材開発動向

4.1 素材開発動向の概要

表4にカーペットの機能分類, 用途別要求度, 要因を挙げているが, ここでいう要因とは素材, 加工, 製品 (Material, Process, Products) のことで, 各機能を具現させる場所という。

表4によると基本的機能の素材に負うところは歩行快適性, 美的快適性, 豪華さにあるとしているが, これを言い換えればカーペットを採用する人の感覚 (五感～視覚, 触覚, 聴覚, 嗅覚, 味覚のうち前三者) に直接作用する機能であり基本的機能面の素材開発の目標はこの感覚にうったえる部分の多様化, 高度化にあるといえよう。

他方, 補助的機能は感覚には直接作用しない機能といえようが, 制電, 衛生加工など感覚に全く作用しないとは必ずしもいえない項目もある。

表7はカーペットの基本的機能に素材としての指向項目, 賦与方法の概念, 対応繊維種を我国の合織の状況を主に, 海外の例を若干加えてまとめたもので, ここと数十年間に著しく多様化, 高度化が進んでいることを示している。

表8は同様に補助的機能についてまとめたもので, 表4の耐久性, 制電, 難燃, 防汚, クリーニン

グ, 衛生などの項目が随所に見出され, 素材そのものに性能が具備されているものが多いことがわかる。

9.2 ナイロン 66 BCF

Du Pont は1950年代後半に「将来の特定最終用途をねらったナイロン66繊維を基本とする新しい繊維の開発」^{8,9)}に着手し, そのいくつかのテーマの1つとして完成, 発展しているものがナイロン 66 BCF である。

Du Pont のブランド “Antron” はナイロン66であり, Du Pont の Antron 資料によると, ナイロン BCF にはナイロン66とナイロン6との2つがあり, 分子構造の違いが微妙な性能特性の差となって現われてきてナイロン6に比較し, 耐久性, 耐熱性, 染色堅牢性などが優れているうえ, 湿度にも作用されないなどの特性を備えているとしている。

耐熱性についてはナイロン66 (ポリヘキサメチレンアジパミド) は250～260℃の高い融点 (ナイロン6～ポリカプラミドは215～220℃) を持ち, 230～235℃の高い軟化点 (ナイロン6は180℃) を持ち, 生産, 加工時における熱工程での熱に対する適用幅が広く, ツイストセット物の熱固定堅牢度が高い, 反染め工程でのしわやロープウインス染色時のロープマークの発生が少ない, カーペットの乾燥工程でのパイルのいたみ, 変化が少ないなどの高耐熱性にかかわる特徴がある。耐久性面ではナイロン66は, ナイロン6に比較して高モジュラスであるためパイルがへたりにくく, 回復性に優れ, 結果としてカーペットの耐久性がよいことになる。染色堅牢度もナイロン66は分子構造が緻密なため一般に良好で, その他, 耐光, ガス退化, 紫外線劣化などが起きにくく, 美観維持面でも優れているといえる。

表9は反染め時のパイル変形についてナイロン 66 BCF, ナイロン 6 BCF のループパイルカーペッ

表7 基本的機能の向上を指向した素材
具体的指向方向:歩行快適性(嵩高性,風合い,タッチ) 豪華さ,
美的快適性(外観,タッチ)
などの多様化と高度化

項 目	方 法 の 概 念	対 応 繊 維 種
嵩 高 性	異形断面化(異形度シャープ化), ポリマー分子量等改良など 捲縮形状, 捲縮能改良 コンジュゲート法など	N66BCF, N66SF N 6 BCF, N 6 SF AC, PESF N66BCF, N 6 BCF AC, PESF AC, PPF
ベ ロ ア	潜在捲縮性改良など 扁平断面	N66BCF, N 6 BCF (反染用), N66SF N 6 SF (クリンプセット) AC, PESF
シ ル キ ー 調	繊維先端を割れやすくする	PESF
弾 力, 弾 力 感	太デニール	N66BCF, N 6 BCF AC, PESF
光沢(ブライト〜ダル)	酸化チタン添加量, 断面形状, 表面形態など	N66BCF, N 6 BCF AC, PESF, PPF
ペ ン シ ル ポ イ ン ト	捲縮性改良, コンジュゲート法など 熱セット性改良	AC N66SF, N 6 SF
ソ フ ト タ ッ チ	細デニール化, 断面形状など	N66BCF, N 6 BCF N66SF, AC
異 色 ミ ッ ク ス	異染混合(インターミングルなどで 酸性異染,カチオン染色を混織) 原着色混合(インターミングルなど)	N66BCF, N 6 BCF N66SF, N 6 SF AC PPF
ソフト, 滑らかなタッチ	乾式アクリル	AC
獣毛調, ケンピ調	紡糸法, 断面形状など	AC
ファインゲージ対応	トータルデニール小	N66BCF, N 6 BCF PPF
異 染	酸性染料 (濃, 中, 淡染) カチオン染料可染 カチオン染料可染 酸性染料可染	N66BCF, N 6 BCF N66SF, N 6 SF PESF AC

注) N66BCF:ナイロン66BCF PPF :ポリプロピラメント
N 6 BCF:ナイロン 6 BCF PPSF:ポリプロステープル
N66SF :ナイロン66ステープル AC :アクリル
N 6 SF :ナイロン 6 ステープル PESF:ポリエステルステープル

トについての比較テスト結果を示す。
試験方法はロープウインズ試染法については試験ウインズ染色機でロープ状（3つ折り）について染色し、乾燥後パイル変形度、地割れ率を測定した。静荷重沸水法についてはパイルの面を内側にして2つ折りした上にそれぞれ 10 g/cm², 100 g/cm² の静荷重下でピーカ水中で40分間沸水処理し、自然乾

燥後パイル変形度、地割れ率を測定した。
パイル変形度とは無荷重下沸水処理後のパイル倒れ角度と、それぞれの処理のパイル倒れ角との差で表した。又、地割れ率とは同様に無荷重下沸水処理後のパイル中心間隔でそれぞれの処理のパイル近接間隔を除きパーセントで表した。結果は表9に示す如くナイロン 66 BCF はナイロン 6 BCF に比較し

表 8 補助的機能の向上を指向した新素材

項 目	方 法 の 概 命	対 応 繊 維 種
耐久性-1 (耐摩耗性, 耐へたり性向上)	繊維構造の緻密化 (加えて表面平滑, 透明性向上) つや, 先端割れにくさなど 太デニール (加えて高弾性, 防汚)	AC N66BCF, N 6 BCF
耐久性-2 (染色堅牢性向上)	耐熱性向上による耐久性向上 (高温耐光性向上, カーマット) 適性など	AC N66BCF, N 6 BCF N66SF, N 6 SF
難 燃	不燃ガス発生, 炭化促進など 融点の低下, 不燃ガス発生など 超耐炎, 耐熱ポリマー	AC PESF アラミド, PBI
防汚, 易クリーニング	SH:ソイルハイディング ダゲル化, トライローバル断面のマイ ルド化, ハロー断面など SR:ソイルリリース 繊維表面を親水化するなど洗浄にて 汚れが離脱しやすいようにする. SG:ソイルガード又はソイルレペ レンシイ 繊維の表面エネルギーを減じ, 撥水 撥油性を持たせるなど汚れを付着し にくくする.	N66BCF, N 6 BCF PESF PESF, AC N66BCF AC, N66BCF N 6 BCF, N66SF N 6 SF, PESF
制 電	パイル糸又はパイル繊維に導電繊維を 介添, 混用する. 制電剤をねり込む.	N66BCF, N 6 BCF N66SF, N 6 SF AC, N 6 BCF
衛 生 性	抗菌, 防臭 抗菌剤をポリマーにビルトインする 防虫 害虫忌避剤をポリマーにビルトイン する.	AC AC
吸 水, 速 乾	繊維に親水性を賦与するとともに繊維 内部をポーラスにする.	AC
抗 ピ ル 性	発生した毛玉を繊維より離れやすい物 性又は構造とする.	AC, PESF

て反染め工程でのパイル変形が極めて少ないことを示している。

Du Pont はナイロン66を基本とした新しい用途指向繊維として、カーペット用ナイロン 66 BCF を 501¹⁰⁾ナイロンフィラメントとして断面において三葉形、立体捲縮としてデビュさせたのは1960年代初頭であったが以来、常に開発において、先導的な役割を果たしているとともに常にトップメーカーの位置づけである (20万 t—1983)。

ナイロン 66 BCF 501 を第一世代と位置づけ、四角中空断面 (防汚—Soil Hiding) を第二世代、同

制電糸 (導電糸介添法) を第三世代、さらに制電と表面防汚 (繊維表面エネルギーを低めた防汚—Soil Repellency, Soil Guard) を第四世代とし、ナイロン 66 BCF Antron のブランドを定着させた。

Du Pont ナイロン 66 BCF の仕向け分野分類は Commercial (オフィスなど工事用), Residential (住居用), Automotive (カーマット用), Rugs (ラグマット用) の 4 種ありそれぞれブランド糸を配している。なお、アメリカではブランド糸とは特別な商標をつけて差別化して上市する糸をいう。この 4 分類の内容を表10に掲げる。1980年前後に上市した

表9 ナイロン66BCFカーベットの反染め適性

ロープウインス試験法					
試料		パイル倒れ度(°)		地割れ率(%)	
レオナBCF	1450d×2	14		15	
1/8G 5mm×8st	530g/m ²				
N-6 BCF	1300d×2	28		24	
1/8G 5mm×9st	530g/m ²				

静荷重沸水法					
試料		パイル倒れ度(°)		地割れ率(%)	
		10g/cm ² 荷重	100g/cm ² 荷重	10g/cm ² 荷重	100g/cm ² 荷重
レオナBCF	1450d×2	8	16	8	17
1/8G 7mm×10st	700g/m ²				
N-6BCF	1450d×2	15	32	17	25
1/8G 7mm×10st	700g/m ²				

注) レオナBCFは旭化成ナイロン66BCFの商標

表10 Du Pontナイロン66BCFとブランド

分類	ブランド名	機能
Commercial	Antron XL Antron III Antron	四角中空, 太デニール, MD, (制電) 四角中空, 制電, (BT~MD) 四角中空, (BT~MD)
Residential	Antron Extra-Body Antron Plus Du Pont Nylon Antron	三葉形, ハイバルキ, ブラッシュ調 カーペット (BT~SD) 三葉形, 表面防汚, 制電, (BT~SD) 三葉形, BT 三葉形, BT
Automotive	Du Pont Nylon	三葉形, BT
Rugs	Antron Extra-Body Antron Du Pont Nylon	三葉形, BT 三葉形, BT 三葉形, BT

注) BT: ブライト, SD: セミダル, MD: ミッドダル

Antron XLは優れた防汚性として単繊維が太デニール(28, 30デニール)のため汚れがつきにくく、圧縮回復性がよい点を特徴としている。

Antron Extra Bodyは住居用BCFでブラッシュ調カーペットにおいて、同じ重量で通常のBCFよりバルキ性、カバリング性に富むとしていて、断面形状の三葉形がシャープになっているほか、ポリマー物性も改良しているものと推定される。

最近さらにAntron Precedentを上市し、BCFについては中空で表面防汚タイプでCommercialの戦列に加えられた模様で、当初はアメリカ国内の10社への限定供給で特別な仕様のカーペットは10年保証制度を導入する旨である。

なお、ステープルについても上市の模様である。

アメリカのMonsantoのようなナイロン66BCFメーカーはこれらブランド糸を意識した開発方向であるが、BCFでの競争をさけるためかステープル開発の方に力点をおいているようである。又、変わった例としてはイギリスのICIはTimbrelles-SとしてSR, SH, 制電性をうたったナイロン66BCFを上市している。

我国ではナイロン66BCFは旭化成が唯一社のみ上市していて、我国の国情に適合するような形で各種の機能賦与を行っていてナイロン66のカーペット素材適合性をベースとしてコントラクトカーペット、タイルカーペット、住居用カーペットを主力としてレオ66BCFのブランドで業界にアピールしている。

4.3 ナイロン 6 BCF

ナイロン BCF が Du Pont によって、ナイロン 66 のカーペット適性をふまえてナイロン 66 を基本として開発されてきた歴史的な背景からみると、ナイロン 6 BCF は、Du Pont に代表されるといっても過言でないナイロン 66 BCF の動向に追従してきた観であるといえる。

アメリカにおいては Allied Chemical, America Enka, Badische などのナイロン 6 BCF のメーカーがあるが、Allied Chemical の例では円形断面 BCF を第一世代において、以下三葉形を第二世代、三葉形、制電を第三世代、制電、表面防汚を第四世代として Antron の四角中空断面シリーズに対抗する形をとり、さらに Halo Fresh として抗菌防臭タイプを上市している。

一方、Badische は Zeftron 500 ZX として五角六穴断面形状糸を上市していて、さらに表面防汚、制電などの性能をうたっている。

又、原料着色の展開をはかっていることは注目に値する。

高耐久性を指向する単繊維太デニール糸も各ナイロン 6 BCF メーカーが上市していて Antron XL に対抗している。

我国ではナイロン 6 BCF メーカーは旭化成以外の 5 社（帝人、東レ、ユニチカ、東洋紡、鐘紡）が製造しており、各種の機能をもった BCF を我国のカーペット事情に適合する形でそれぞれ上市している。

4.4 ナイロンステープル

アメリカにおいてはナイロンステープルは図 2 に示すごとくナイロン BCF に匹敵する量が供給されていて、Du Pont の例でいえば、Commercial, Residential, Rugs のように BCF と同様な仕向け分野前類を行い、それぞれにブランド品を配して展開している。

又、Monsanto は BCF よりもステープルに重点をおいて、ステープルではトップメーカーの地位を保っていて（13 万 t—1983）、Regular Staple のほかブランド品として Ultron Residential/Commercial, Ultron 3-D Commercial（異染 3 タイプ）を上市している。

Allied Chemical はナイロン 6 であるが Commercial, Residential の仕向け分野分類を行い、BCF に匹敵する各種機能をもったブランドステープルを上市している。

4.5 アクリル

アクリルは 1960 年代後半にアメリカにおいて 20% 前後のシェアがあり、ナイロン BCF に次いで 2 位のシェアであったが、最近では数パーセントのシェアになっている。

従って過去はともかくとして、ここ 10 年余の開発の展開は我国独自のものといってよからう。

アクリルは我国でレーヨンスフに置換えられ、定着した最初の合繊である。

1965 年前後から主としてレーヨンスフを蚕食して、10 年前の 1975 年にはタフトカーペットの面積で 55% に達し、その後も漸増を続けて 1977 年には 60% に達している。このとき過去において主力素材であったレーヨンスフは僅か 7% に凋落し、現在はパーセントオードにならないシェアになっている。

1977 年を境にナイロン BCF、ポリエステル の台頭などにより漸減し 1978—1979 年にかけ 50% を切るに至り、その危機感から基本的機能、補助的機能の両面において多彩な開発が行われて今日に至っている。

アクリルが我国において大きなシェアを占めるに至った理由は、カーペットの成長時期に当時主力素材であったレーヨンスフの物性、商品価値などに物足りなさを業界が感じ出したときに、アクリルメーカーの大量生産体制がほぼ固まり、コスト的にもこなれ、又、当時の住居中心展開と靴をはかずに生活する居住習慣からみて充分な物性を持っていることなどの要因で大きくカーペット分野に浸透したものと考えられる。

アクリルの素材開発の概要は、頭初において 15 d 単一使いなどのセミ梳毛紡又は紡毛紡糸使用の 5/32 in ゲージのタフトカーペット規格中心であったものが、デニール、断面形状、ラスタなどの多様化を経て 1975 年前後に至り、基本的機能の外観、風合面について言及すれば、ペンシルポイント性（単糸使いカットパイルカーペットにおいてパイル先端がきれいに収束していること）、バルキ性（低目付競争）、ペロア（ペルベットのごとく単繊維の集合体状のカーペット、アクリルの場合扁平断面繊維を混紡するとペロア調になりやすいといわれている）、ハードタッチ（太デニール混用）、ペロア化への反動としてのツイストセット糸によるブラッシュ、サキソニの台頭、ウールライクとしてケンビ調繊維、高級感をかもし出す獣毛調繊維、シルク調繊維（絹様光沢）など次から次へカーペット表面テクスチャの目新しさを追って現在に至っている。

補助的機能面については、防汚についてはアクリルの場合には不透明繊維であるのでSHはなく、ナイロンカーペットにおけるようなカーペットの仕上工程時に行うフッ素樹脂によるSG加工（スプレー法）もあまり行われていなかったが、ポリエステルへの動向に触発されたような形で原綿段階でのSR、SG加工が次々に開発され、各社とも多彩なネーミングのもとに展開している。

SGについてはアクリル7社（旭化成、三菱レイヨン、日本エクスラン、鐘紡、東レ、東邦レーヨン、鐘淵化学）による統一基準が作られブランド製品の品質維持をはかっている。

これらのブランド例を挙げれば、旭化成のリムソンシリーズ（リムソン；SR、リムソンプーフ；水系SG、リムソングード；SG、リムソンハイガード；高度SG）、三菱レイヨンのパラソイル、ボンパール、日本エクスランのエクsguardなどである。

又、水まわりマット類を指向した吸水速乾性の繊維も開発されている。例を挙げれば旭化成のカシミロンソルシーPSは特殊多孔型のファイバであり、その他に鐘紡のアクワロン、三菱レイヨンのスイフト、日本エクスランのQXなどがある。

最近の特筆すべき開発は緻密構造アクリルで、この例として旭化成のカシミロンスパールがある。

従来の湿式紡糸のアクリルは原液から紡糸過程で溶媒を抜き出す型の紡糸方法をとっているため、繊維内部に微細な空隙を生じ繊維表面も不均一であったものを、製造方法の開発により約10%の空隙を減

少させ緻密構造としたもので、このファイバによるカーペットは耐摩耗性、弾性回復性が向上し、繊維のフィブリル化が少なく、つやのよい透明感が得られる。

表11はカシミロンスパールにおける一般原綿との比較データを示し、ループ強度、伸長弾性回復性、ヤング率の著しい向上が認められる。

表12はカーペットの物性比較で、アクリル一般原綿、カシミロンスパール、ポリエステルによる同一規格のカーペットについて評価した結果である。これによると従来のアクリルに比較して耐摩耗性、耐へたり性の向上が明瞭に認められる。

カシミロンスパールのこれらの特徴を写真で説明する。図3は繊維表面状態の比較、図4はコスレによる繊維先端のフィブリル化の比較、図5はカーペットの摩耗による損傷比較、図6はカーペットのパイル一列を取除き、この部分の隠蔽性をみたもので、カシミロンスパールのカバリング性、バルキ性の良好性を示している。これらの特性を生かし、従来アクリルの参入しにくかった分野など新しい用途が開けるものと期待している。

なお、日本エクスランもRX-21として典型的なアクリルファイバを開発中の模様である。

4.6 ポリエステル

アメリカにおいてポリエステルは、1965年には僅かに上市されていたが、その後の5年余で著しく伸び、1970年には17%のシェアに達したがここ数年来

表11 原綿物性比較

項 目 \ 素 材	一 般 ア ク リ ル	カ シ ミ ロ ン ス パ ー ル
デ ニ ー ル (d)	10.0	10.0
D S (g/d)	3.2	4.0
D E (%)	56.5	54.1
ル ー プ 強 度 (g/d)	3.6	6.8
ル ー プ 伸 度 (%)	32.0	44.0
伸長弾性回復率 (%)	86	95
仕事弾性回復率 (%)	53	64
※ ヤ ン グ 率 (kg/mm ²)	270	483

注) ※室温、断面形状は円型

表12 カーペット物性比較

項 目 \ 素 材	一 般 ア ク リ ル	カ シ ミ ロ ン ス パ ー ル	ポ リ エ ス テ ル
摩 耗 減 量 1,000回(%)	34.5	19.4	11.2
動 荷 重 厚 さ 減 少 率(%)	32.9	29.5	46.2
実用テスト・廊下2万人(%)	24.9	14.4	28.4

注) 試供カーペット レベルカット7mmPH、1/10G、1/5 (Nm)

摩耗減量は摩耗部のパイル刈り目付に対する減量比で示す。

カシミアロンスパール

一般アクリル

図3 繊維表面状態の比較

カシミアロンスパール

一般アクリル

図4 繊維先端のフィブリル化比較

平面写真

カシミアロンスパール

断面写真

カシミアロンスパール

一般アクリル

(ティーバー型摩耗試験機使用 JIS L-1021)

図5 カーベットの摩耗比較

平面写真

断面写真

カシミロンスパール

一般アクリル

図6 カーペットカバリング性比較

はアメリカで10%弱, ヨーロッパで数パーセント程度に定着した観がある。

Du Pont のカーペット用繊維の仕向け分野分類でみるとポリエステル (Dacron Staple) は Commercial, Automotive 分野ではなく, Residential 及び Rugs 分野に位置づけられている。

我国においては図1によるタフトカーペットの面積で1975年から1981年にかけて3~6%程度のシェアであったものが1982年から急速に伸び1984年には18%のシェアとなっている。アメリカではポリエステルの反染めも一部行われていて, Rugs 分野などには分散染料による濃染タイプ (キャリヤ不溶タイプ, 易染), カチオン染料可染タイプなどが上市されている。しかし一般に易染タイプは耐光堅牢度などに問題がありワタ染め, 糸染めも結構行われている。又, 反染め機としてカーペット分野でも高压の液流染色機が一部用いられているとの情報もある。

我国では, 現在主としてワタ染め法が採用されていて, 高压型のオーバマイヤ染色機を用い高压下で100℃以上の温度で染色しているのでアクリル, ナイロンなどの場合に比較し蒸気コストがかさむ傾向にある。

現在検討されている我国のポリエステルの染色性の面で見ると通常の PET (キャリヤ又は高压で分散染料) カチオン染料可染タイプ (110~120℃下高压タイプ, 常圧タイプ), PBT (分散染料常圧可染, キャリヤ不溶) などがある。これらファイバを利用し反染め異染染法も一部行われているが, むしろ易

染としてとらえられている。

Dacron の場合, 断面形状は三葉形のみで仕向け分野は住居用であり, 双糸使いのブラッシュ調カーペットが大部分で大味なものが多いが, 我国では比較的きめ細かな各種のテキスチャをねらった開発が行われている。

我国ではクラレ, 帝人, 東レ, 東洋紡の四社が上市しているが, 基本機能たる外観, 風合い面についてはラストはブライト~セミダグ, ソフトタッチ (細デニール), ハードタッチ (太デニール), バルキタイプ (断面形状他), カチオン易染, 原料着色などである。

これに対し, 補助的機能面については SR, SG, SG-SR (クランビクトロンⅡ 双子断面, ミンク調タッチ), SG-SR-SH (ビクトロンⅢ 三角中空, キャメル調タッチ), ビクトロンシルキは毛割り又は剪毛工程でファイバ先端が2つに割れてソフトな感触をもたらすとしている。

我国ではポリエステルはここ数年来, 住居用を中心として大きく伸びているが, コストの優位性をベースとして, 近年のペロアブームにのったこともあるが, 内外のナイロン BCF, ナイロンスパン, アクリルなどが中長期にわたり新しい需要を喚起するために多様化, 高度化を行ってきたアイテムをポリエステルの特徴と仕向け分野をよくとらえ短期間に効率よく開発を実施した結果と思われる。

なお, 表1に再生ポリエステルの需要推定量を掲げているが, これは原料ソースが音響用, ビデオ用

テープなどのポリエステルフィルムの製造過程で出る屑，ポリエステルボトル屑などで，これを直接ペレット化し，紡糸，ステープルとしたものであり，解重合法によって再原料化したものは含まない。

この再生ポリエステルのカーペット分野への投入の拡大が通常ポリエステル，アクリルなどを圧迫している面も事実である。

4.7 ポリプロピレン

ポリプロピレンステープルはニードルパンチカーペット，タイルカーペット（ヘアタイプなど）の分野に多用されている。一般に染色性のないところから顔料による原料着色がほとんどであるが可染性のポリプロの上市がなされたこともある（チッソ）。

断面形状も円形，三葉形などデニールとともに多様化の方向である。低融点成分と高融点成分からなる複合繊維も上市され，マット状集合体としてから熱処理すると繊維の部分融着が生じ，強固な接合状態となる（チッソ ES）繊維も上市されている。

ポリプロフィラメントについてはナイロン BCF と同様な形態の嵩高加工糸で，熱可塑性を利用した捲縮糸（宇部日東化成，チッソ）とコンジュゲート捲縮糸（三菱レ パイレン）とが上市されている。

ナイロン BCF と同様に，基本的機能面の外観，風合いについては，バルキタイプ（断面形状，捲縮性），ハードタッチ（太デニール），ラスト（ブライト～セシダル），特殊光沢，低捲縮，異色インターミングル糸などが上市され，補助的機能面としては高耐光などが上市されているが，ナイロン BCF にみられるような多彩なタイプの展開迄には至っていないようである。

4.8 導電繊維

カーペットと靴，スリッパなどとの間で摩擦帯電した静電荷のうち，後者側の電荷が人体に流入して滞留し，これが手などを通し接地体や電位差のある物体に放電が発生して電撃を感じることもありこれが人体における静電障害である。

又，最近のオフィスなどの OA 化により，前述の放電がコンピュータなどの誤動作，IC の損傷，フロッピディスクなどへの悪影響となって表れるといわれていて，前述人体電撃レベルよりも高度な制電の要求がなされている。

これら高度な制電を達成せんとしてカーペット表面の導電性を高めたり，加えてカーペット全体の導電性を高めたり，さらに接地するなどの方法がとられている。

カーペットの制電対策のみでは，靴，靴下，下着，ズボンなどが絶縁体であるので一旦滞留した人体の電荷の積極的放電が行われず人体帯電圧の低下対策としてはカーペット側だけの対策のみでは限界がある。人体の滞留電荷を問題としているのにもかかわらず積極的に，かつパッシブに人体より放電させる対策がとられていないからであろう。人体の静電荷を取除くアクティブな方法としては Wrist Strap による接地が有効で理にかなっていて，放電をきらう作業では古くから採用されている。

電撃防止レベルではカーペットのパイル糸への導電糸の介添のみでも極めて有効な効果があり，この場合導電糸は履物の底に直接電氣的に接触するように配し，発生した電荷をカーペット全域に拡散させる効果があるものと考えられる。

経験的には20℃，20% RH において2～3 KV 以

表13 人体帯電と電撃の関係

帯電電位	帯電電荷	電 撃 の 程 度	備 考
1 KV	0.09 μ c	感じない	
2	0.18	指の外側に多少感じる	かすかな放電音が発生
3	0.27	外側は痛く感じる 内側は軽く感じる	
4	0.36	外側は針で刺されたような痛み，指の内側 少し広い範囲で痛い	
5	0.45	手の平ないし前腕まで電撃を感じる	放電火花が見える
6	0.54	指の痛みが激しくなる	
7	0.63	痛みが指全体で感じられる	
8	0.72	手首ないし前腕まで電撃がさらに強くなる	

- 注) 1. 放電は指先から接地球に向かって行った。
2. 人体容量を90pFとする。

下の人体帯電圧におさえれば実質的な電撃は感じない。

なお、補助的な制電法として、履物底の材質に対し静電荷の正負が相殺するような材質の組合せでパイル糸を構成する（例えばナイロンとポリプロ）、基布、接着剤の導電化などがあるがこれのみでは充分な制電性は得られない。

表13に人体帯電と電撃の程度の関係を示す。ナイロンカーペットは靴（合成ゴム、天然皮革など）、スリッパ（PVC 他）などとナイロンとの帯電列の関係で無対策のカーペットでは 10 KV 以上の人体帯電圧になることがある。従って冬期の乾燥期には強い電撃を受けるのでほとんどの場合、パイル糸に導電糸又は導電繊維を介添する制電法をとる。

カーペットに現在使われている導電繊維には表 14¹³⁾に示すように、導電性成分均一型、導電性成分被覆型、導電性成分複合型の 3 つの型がある。

4.9 その他

カーペット用パイル繊維は機能繊維化がますます進んで行く。未だカーペット用としての地位は得ていないが、これから検討に値するトピックを 2、3 掲げてみる。

PBI 繊維（芳香族複素環状ポリマー、ポリベンズイミダゾール繊維）は羊毛並みの吸湿性がある耐炎、耐熱性繊維で燃焼、溶融せずに 450℃で炭化す

るなど実用有機繊維中で最高の性能を有する。芳香族ポリアミドなどと混用し航空機のシート地に検討されていて FAA の基準に合格するといわれていて、これらの繊維も特殊機能カーペットへの応用が考えられよう。

鉄—フタロシニアン、アスコルビン酸を添加した消臭繊維が提案されていて、すでに各種脱臭繊維が試作されていてカーペットへの応用は示唆として面白いと思われる。

森林浴物質（テルペン化合物）が除菌、防臭、保健面への期待から注目されているが、カーペットを敷設することによって森林浴と同様な効果があればこれ又面白いテーマとなろう。

5. おわりに

カーペットをパイル素材開発という面からとらえてみると、カーペットは敷物であり、敷いて用いるものとしていかに構成するかというテーマであるので、基本的な工業材料開発に見られるようなある素材が開発されるといまで存在しなかった分野、製品が開けるといような要素はマクロ的にはないように考えられ、あくまでもカーペットという製品を通して使用者たる人間の快適性、安全性、合理性などの追求にはかならないものと考えられる。

従って、基本的機能面については、人間の感覚にうったえるべくますますきめ細かな多様化と高度化

表14 導電繊維の種類とその製造方法

分類	導電性繊維断	面形状	製造法	備考
導電性成分均一型	金属繊維 (ステンレススチール)		金属線を繰返しダイスに通して細線化する	「ナスロン」 (日本精線)
	炭素繊維		アクリル繊維、レーヨン、ビッチ繊維を焼成炭素化する	「トレカ」 (東レ)
導電性成分被覆型	金属皮覆 有機繊維		有機繊維表面にメッキあるいは真空蒸着法により金属を被覆する	「セルメック」 (クラレ)
	導電性樹脂被覆繊維		繊維表面に導電性微粒子を分散させた有機層を形成させる	「メタリアン」 (帝人)
	同心円状 複合繊維		複合紡糸技術を用いて導電性微粒子を表面に被覆する	「Epitropic Fiber」 (ICI)
導電性成分複合型	導電体含有重合体を複合成分とした複合繊維		導電性微粒子を分散した重合体を成分として複合紡糸する	「Antron」 (Du Pont)
		導電性微粒子を分散した重合体を複合紡糸する	「Ultron」 (Monsanto)
	有機配列体繊維		導電性微粒子分散重合体をブレンドあるいは多複合紡糸する	「SA-7」 (東レ)

導電体 有機材料 有機材料中に導電性微粒子を分散

が推進されて行き、補助的機能面は社会の展開、進歩などに適合すべきアイテムの増加とその高度化がなされて行くものと考えられよう。

我々の扱っている繊維にはオールマイティなものではなく、それぞれ個性的な面を持っている。補助的機能面の開発については多くは必要条件という観点から仕向け用途に応じ達成して行くことになるが、基本的機能面については特にその繊維のもつ個性が失われるような方向ではなく、むしろその繊維の持つ特徴をさらに強く打ち出す個性化の方向ではなからうか。

「革新的機能繊維に関するテクノロジーアセスメント」¹²⁾によれば、カーペット分野のニーズ分析の結果として住居用カーペットについては「保温性、断熱性」「汚れ、クリーニング」「防音、吸音」「難燃、低発煙」をあげ、非住居用カーペットについては前記の後二者並びに「制電」「メンテナンスコストの低下」をそれぞれあげている。

今後のカーペットの開発方向にこれらのアイテムが含まれることは間違いないと考えられるが、パイ

ル素材のみの関与度はいかにも少ないと思う。

観点を変えて、カーペットは複合材料であり、さらに敷設して使用に供して完成するという性格を考え合せると、パイル素材開発というミクロなとらえ方でなく、各素材、材料から敷設、使用、メンテナンスに至るまでをマクロにとらえることによって新規需要の開拓を指向した開発はまだまだ発掘の余地があるものと考えられる。

参考文献

- 1) 内藤：繊維工学，**26**，No. 2(1973)
- 2) 消防法施行令，昭和53年11月1日，政令363号（改正政令）
- 3) 東レ資料，スパンナイロンカーペット
- 4) W. Herzorg：Text. Inst. and Ind., p. 127 (1971-5)
- 5) Dyer, 3. 19 (1976)
- 6) 髪斗，原田ら：消費科学，**9**，No. 8, p. 498 (1968)
- 7) 髪斗，原田：同上，**10**，No. 4, p. 242 (1969)
- 8) E. A. Tippetts：Text. Res. J., **37**, p. 524 (1967-6)
- 9) 同訳文：海外繊維技術文献集，**19**，No. 9, p. 629 (1969-9)
- 10) Graham M. Richardson 他：Mod. Text. Mag., p. 49 (1962-2)
- 11) 化纖月報：日本化学繊維協会（1980-3）
- 12) 革新的機能繊維に関するテクノロジーアセスメント報告書，（財）日本産業技術振興会（1982-3）

< 投稿歓迎 !! >

繊維工学編集委員会では、下記のような種類の下稿の投稿を歓迎いたします。学問的、技術的知見、経験などで、公開できるものはできるだけ多く「繊維工学」誌上にご発表いただき、会員の相互啓発、ひいては我国の学界、産業界の発展に寄与されることを希望します。

- 総 説**：提案，意見，批評等の論説
- 展 望**：研究，技術，経済などの総合的な記事
- 技術報告**：工業的に役立ち、技術的に価値を有する実際的な試験，研究，調査等
- 最近の技術**：繊維工業分野に直接あるいは間接に関係する最新の内外の技術，重要トピックス等の平易な解説記事
- 研究解説**：研究論文の平易な解説記事
- 技術解説**：工業技術の解説記事で工夫，考案，改良等を含む
- 講 義**：系統的でまとまった知識を与える記事
- 資 料**：調査，解説等の技術的に価値ある資料で、他のどの種類にも該当しないもの
- 製品紹介**：技術的に優れた製品の紹介
- 見学記**：学校，研究所，会社等の見学記録
- 座談会**：対談，てい談，座談会の記事

委員会報告：

研究会報告：委員会，研究会等に関する報告記事お

委員会だより：よび記録

会員の広場：

Q & A，シグマ，書評等

◎投稿後の原稿の取扱い

1. 原稿の採否、分類等については繊維工学編集委員会が決定します（依頼あるいは投稿された原稿は専門分野の査読委員が査読し訂正を求めることがあります）。
2. 掲載された原稿については、規定の原稿料をお支払いします。
3. 校正は原則として初校ゲラにて1回お願いします。
4. 抜刷は30部に限り進呈いたします。
5. 投稿にあたっては本会「投稿規定」をご参照の上、所定の原稿用紙（希望により送付）をご使用下さい。
6. 著作権は本会に属します。