化学繊維産業の概要と技術動向

山崎 義一 YAMASAKI Yoshikazu

(社)化学繊維技術改善研究委員会

1. はじめに

私の執筆は、シリーズ「化繊の基礎と最新の技術」の連載の最後になる。技術面についてはこれまでの執筆者が詳細に触れられている。本稿では、化学繊維産業の概要と技術の流れを述べる。日本における繊維産業は、戦後、大きな発展を遂げ、世界有数の規模になった。その後、韓国・台湾、ASEAN諸国の追い上げ、近年では中国経済の急激な拡大により厳しい環境を迎えている。

2. 世界の繊維需要と化学繊維生産状況

世界の人口と繊維需要の推移を図1に紹介する。世界の人口は増加しており、繊維の需要もこれにつれて伸びている。近年は、中国・インドなどのアジア諸国の繊維産業の発展により人口の伸びよりも繊維の需要の伸びの方が大きい。繊維別には、ポリエステルが生産量が最も多いが、次いで綿である。

合成繊維の生産量の推移を図2に示すが、ポリエステルの生産量が大きく、次いでナイロン、アクリルとなっている。ナイロンやアクリルは中国では増加しているが、先進国を中心に事業撤退が行われており、トータルでは

微減の状態である。

3. 世界の主要化学繊維の国別生産推移

次に世界の化学繊維の国別生産推移を図3に、また

図2 世界の合成繊維生産量の推移（オレフィン系繊維を除く）
出典：日本化学繊維協会ホームページ：FEB「Fiber Organon」

図1 世界の人口と繊維需要の推移
出典：日本化学繊維協会ホームページ：FEB「Fiber Organon」

図3 世界の国別化学繊維の生産推移
出典：日本化学繊維協会ホームページ：FEB「Fiber Organon」

2006年の各国の化学繊維生産量構成比を図4に示す。化学繊維生産量は、着実に伸びており、特に中国やインドの伸びが著しい。反面、欧米・日本など先進国の化学繊維生産は減少している。

次に主要化学繊維の国別の生産量（2006年）を図5に示す。近年、中国の生産シェアが高まっており、ポリエステルは50～60%、レーヨンでも45%前後のシェアを占め、アクリルについても33%のシェアとなっている。

図4 各国の化学繊維生産量の構成比 2006年
出典：日本化学繊維協会ホームページ：FEB「Fiber Organon」

また、ナイロンについては、工業資材用途が多く先進国である欧米もシェアを維持しているものの、中国が着実に拡大を続けている。

4. 日本における繊維産業の現状

日本国内における主な繊維品の生産量の推移を表1に示す。この表のように、天然繊維やレーヨンは、今から約40年前にピークを迎え、その後、合成繊維との競合などもあり、国内での生産量は急激に減少した。一方、合成繊維は、40年前に登場し徐々にその生産は増加していったが、海外とのコスト競争などの結果、今から20年前頃をピークに減少を続けている。

日本の従来型の繊維産業は相対的には減少している。図6に全製造業に対する繊維産業の従業者数の比率および出荷額の比率の推移を示す。これら、日本の従来型の繊維産業は、残念ながら近隣の中国やインドなどの追い上げで減少をたどっており、従業員数および出荷額の比率とも減少を続けている。この図で従業者数比率の減少

ポリエステルステープル

ポリエステルフィラメント

ナイロンフィラメント

アクリルステープル

レーヨンスタープル

図5 主要化学繊維の国別生産状況（2006年） 出典：日本化学繊維協会ホームページ：FEB「Fiber Organon」

表1 日本国内における主な繊維品の生産量の推移

単位：1000トン

	綿糸	羊毛糸	レーヨンS 及びF	ナイロンF	アクリルS	ポリエステルS 及びF
1954	464	77	279	6	0	0
1964	515	149	436	119	62	86
1974	511	136	387	294	278	466
1984	437	121	321	308	370	647
1994	235	90	170	227	380	732
2004	104	17	38	121	267	516
2007	72	13	41	117	236	466

注：Fはフィラメント糸（長繊維糸）、Sはステープル（短繊維）

（出典：繊維・生活用品統計月報 経済産業省）

図6 全製造業に対する繊維製造業の比率 出典：繊維統計年報

より出荷額数比率の減少の下げ幅が少ないが、これは日本の繊維産業が高付加価値化を進めていることを示している。

日本のテキスタイルが高付加価値製品である例として、表2に日本と中国の合繊織物の輸出入と単価を示すが、日本の織物は、中国の織物の単価の約2.5倍である。

5. 日本の化学繊維の生産概況

主要化学繊維の生産量の最近10年間の推移を図7に示す。ポリプロピレンが増加している他はすべて減少傾向をたどっている。

6. 日本国内繊維工場における用途別繊維消費量

日本国内の繊維工場における用途別繊維消費量を図8に示す。この図には製品で日本に輸入されるものは含まれない。衣料品などは、7～8割りが輸入品であり、国内における衣料用の繊維消費量は年々減少している。これに対して、インテリア・家庭用と産業用は、ほぼ横這いである。産業用の伸びが期待されているが、生産工場自体が海外へ流出しているため、結果的に日本国内での消費は横這いとなる。

7. 日本の繊維品の貿易

日本の繊維品貿易の推移を表3に示す。繊維品貿易は、

表2 日本と中国の合繊織物の輸出入、金額、単価

	日本	中国
数量（百万m ² ）	751.4	8,132
金額（億円）	1,636.1	7,088.4
単価（円/m ² ）	218	87

注：中国はポリエステル織物のみの数字

出典：財務省・貿易通関統計

図7 主要化学繊維生産量の最近10年間の推移

注：その他は、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ビニリデンなどである。

出典：日本化学繊維協会ホームページ、経済産業省「繊維・生活用品統計年報」

1985年以前は輸出が上回っていたが、1986年以降は二次製品を中心に高水準の輸入が継続しており、大幅な輸入超過が続いている。

化学繊維の糸・わたおよび織物の輸出状況を図9、図10に示す。日本の糸・わたおよび織物とも高付加価値製品として評価されてきたが、近年、輸出量は減少傾向にある。

8. 日本の合成繊維技術開発の歴史

日本における合成繊維技術開発の歴史を表4に俯瞰して見る。1960年代の合成繊維の黎明期においては、基本

図8 日本国内繊維工場における用途別繊維消費量

表3 日本の繊維品貿易の推移

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
輸 出	全 商 品 (A)	479,284	403,230	417,015	471,822	565,752	595,164	646,693
	繊 維 品 計 (B)	8,488	7,531	7,356	7,785	8,616	8,336	8,405
	化 学 繊 維							
	ス テ ー プ ル 等	1,036	962	961	974	1,008	1,058	1,106
	糸 類	1,083	956	907	899	992	980	1,021
	織 物 類	3,904	3,504	3,314	3,436	3,731	3,438	3,339
	二 次 製 品	2,464	2,109	2,174	2,476	2,885	2,860	2,939
	B/A (%)	1.8	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3
輸 入	全 商 品 (C)	379,716	349,192	337,833	383,304	455,254	516,100	579,010
	繊 維 品 計 (D)	25,484	24,625	22,765	25,127	27,872	28,852	30,472
	綿花・羊毛・化繊							
	ス テ ー プ ル 等	961	829	734	758	774	687	686
	糸 類	1,004	945	926	1,067	1,150	1,038	1,108
	織 物 類	1,110	1,019	890	1,024	1,180	1,197	1,223
	二 次 製 品	22,410	21,832	20,215	22,278	24,769	25,930	27,455
	C/D (%)	6.7	7.1	6.7	6.6	6.1	5.6	5.3
繊維輸出入バランス (B-D)		▲16,996	▲17,094	▲15,409	▲17,342	▲19,256	▲20,516	▲22,067

出典：日本化学繊維協会ホームページ、財務省

図9 化学繊維の糸・わた輸出量の推移

的な生産技術が開発され、1970年代には、連続化・高速化および高付加価値化の元となる様々な技術開発が行われ、1980年代から各種高機能素材の開発がピークを迎え、新合繊ブームが到来した。1990年代に入ると新感性・極

限機能の追求などの技術開発へと移り、2000年代では、省エネルギー、リサイクル技術開発が注力され、現在では、天然に学び天然を超えるスーパーバイオミメテックスおよびナノテクノロジーへと変遷している。

図10 化学繊維織物輸出量の推移

表4 日本の合成繊維技術開発の歴史

年代	繊維製造	糸加工・染色・機能加工
1960代	バッチ重合 チップ紡糸	仮燃り 混紡
1970代	連続重合 直接紡糸 POY 異型断面 中空断面 複合繊維 極細繊維	インターレース、混織、強燃、革新紡績
1980代	高速紡糸（1工程方式）	複合仮燃り 長短複合 高機能繊維
1990代	新感性 極限追求	
2000代	低エネルギー紡糸、1工程複合紡糸、リサイクル繊維	超高速DTY
現在	スーパーバイオメテックス、ナノテクノロジー	

表5 合成繊維の技術開発手段

合成繊維技術		適用例
ポリマー		高強度化（アラミド、PBO）、高耐熱性（PI、PPS）、高弾性（ポリエーテル・エステル繊維）、生分解性（ポリ乳酸繊維など）、新繊維（脂肪族ポリケトン繊維）
ポリマー改質	共重合他ポリマー改質	高収縮、染色性改良、低融点、難燃、吸湿・吸水
	微粒子添加	高機能付与（表面改質、紫外線遮蔽、光消臭機能付与）
繊維形成技術	極細繊維化	高感性、新素材
	異型・中空断面化	三角、五画、桜花弁、四つ山、高中空
	複合紡糸	導電性、ストレッチ（潜在撓縮）、人工皮革
ニュー・スピニング		高速紡糸、液晶紡糸、低温ゲル紡糸

出典：長島徳明 第8回北京国際化繊会議（2000年10月）筆者加筆

9. 合成繊維の技術開発手段

合成繊維の技術開発手段を表5に示す。改質・改良は日本が最も特異とする技術である。

日本が得意とする繊維の改質改良などによる付加価値機能付与の最近の傾向を見るために、機能改善の目的別の特許出願件数の推移を表6に示す。吸水・吸湿、耐熱性、制電・導電、難燃・防災、ストレッチ・伸縮性などの性能改善に関する技術が多く、合成繊維の改質・改良の主目的となっている。なお、先端技術である光触媒やカーボンナノチューブ（CNT）を利用した特許出願が増加しつつあることが注目される。

10. 合成繊維の技術開発の方向

日本の合繊業界は、上記の通り、ポリエステルやナイロン、アクリルを主素材として、改質改良による付加価値機能の付与と、一方では、アラミドや炭素繊維など高性能素材の展開を行っている。日本の合繊6社の2006年度有価証券報告書（2007年6月発表）に見る研究開発投資の状況を表7に示す。研究開発投資の目標は、依然として、従来型繊維技術へ配分されているが、一方では先行投資的に先端繊維技術への投資も増加している。

次に、合繊各社が近年、国の支援を受けて実施している研究開発テーマを表8に示す。当然のことながら、次世代繊維技術に関するものが多い。

表6 特許出願に見る繊維技術開発動向

単位：出願件数

	1996.4.1 2000.3.31	2000.4.1 2004.3.31	2004.4.1 2008.3.31	合計
吸水・吸湿性	486	501	414	1401
耐熱性向上	330	376	410	1116
制電・導電性	246	311	319	876
難燃・防炎性	230	346	284	860
ストレッチ・伸縮性	184	431	218	833
撥水・防水・透湿防水・耐水性	264	262	207	733
形態安定・寸法安定・防縮・防しわ性	257	266	184	707
高強度・強度向上	164	256	194	614
染色性・発色性改良	148	214	148	510
抗菌・制菌・防虫・防ダニ性	189	224	100	513
保温・蓄熱・断熱性	146	178	171	495
生分解性	103	161	159	423
耐光性・耐候性	117	163	90	370
消臭・防臭性	133	132	62	327
光触媒利用	226	365	385	976
カーボンナノチューブ利用	0	13	54	67

出典：特許庁・特許電子図書館

表7 日本の合繊6社の2006年度有価証券報告書に見る繊維部門の研究開発投資の状況

	研究費	衣料・家庭用研究テーマ	産業資材用・高性能繊維用研究テーマ
帝人	98億円	再生PET100%高性能防水透湿素材、PETナノファイバー、新ポリ乳酸繊維、PTT短繊維の用途拡大	PEN繊維の展開、mアラミドの次世代高性能消防服、pアラミドの生産性向上技術、炭素繊維：高強度・高弾性率化、電気伝導性・耐腐食性に特徴のある用途開発、複合材料の航空機・自動車・ロボット用途の展開
東レ	繊維69億円 炭素繊維複合材料42億円	新機能を効率的に付与するナノ加工による深色・高撥水学生服素材、複合機能を付与するナノ加工による環境配慮型防水透湿素材、砂付着防止水着、ストッキング用高透明性ナイロン、アレルゲン抑制加工素材、熔融紡糸法セルロース繊維	炭素繊維複合材料：B787への供給、CFRPを用いて複雑形状の工業製品を多量に生産可能な新規量産技術、次世代航空機用構造部材創生加工技術開発（安全かつ短時間における成形が可能な可視光硬化性樹脂の開発）
クラレ	25億円	PVA繊維の高耐久性コンクリート補修材、新規水溶性繊維の特殊複合加工糸の展開	ポリアリレート繊維「ベクトラン」：高強度・耐水性、耐クリープ性を生かした新規用途開発、人工皮革「クラリーノ」：新商品開発・新用途開発、環境対応次世代型商品（非有機溶媒）の開発、不織布：高速加熱蒸気のスチームジェット加工による新タイプの不織布の開発
東洋紡績	衣料・繊維9億円 産業マテリアル10億円	スポーツ：超極細ナイロン、超極細PET使い超軽量織物、通気度コントロール生地、汗染み防止加工生地、アンダーウェア：心理・計測技術の活用、高次複合紡績糸、ユニフォーム：特殊異型断面フルダルPET機能衣料：新規抗菌防臭加工生地、冷感加工生地、ポリオレフィン系弾性糸	カーテンエアバッグ用コート加工生地の開発、高強度PE繊維「ダイニーマ」：コンクリート補強用途 PBO繊維「ザイロン」：光ファイバー用テンションメンバー及び耐熱資材用途 空気清浄フィルター：事務機器用VOC除去フィルター スパンボンド：自動車関連及び土木資材用途
旭化成	3億円	ポリウレタン繊維及びキュプラ繊維の用途開発（不織布での高付加価値化） ポリケトン繊維のパイロットプラントによる生産技術の確立、市場評価 新規セルロース事業、不織布の新規プロセス、新規用途	
三菱レイヨン	繊維0.9億円 炭素繊維など3億円	アクリル：形状記憶繊維（s）、消臭繊維（s）、UVカット繊維（f）と吸水・速乾繊維（f）、人工皮革「グローレ」：衣料用ヌバック調、家具・産業資材用高スベック商品 アセテート：TA／綿複合、細D高強度PET／TA複合、PET繊維：AHY（常圧カチオン可染のシリーズ拡大）（ビスコース調素材、ソフト・深色・高光沢、高強度・高伸度）	PP繊維：ノンハロゲン難燃繊維 炭素繊維：生産性の向上、航空機用高性能材料の開発、自動車・鉄道向けコンポジット材料の開発、燃料電池用拡散板の開発、高性能カーボンゴルフシャフト、カーボン／金属ハイブリッドヘッドの開発、次世代航空機材料の加工技術開発 新規浄化槽用膜処理装置の開発

表8 合繊各社が近年、国の支援を受けて実施している繊維に関する研究開発

テーマ	参加会社・大学	内 容
高強度繊維の開発	帝人・東レ・東洋紡・旭化成・ユニチカ、東京工業大学他	ナイロンやポリエステルなど汎用合成繊維の強度を2倍にする。その場合にコストアップは2倍以下までとし、ポリマーから製糸まで総合的な観点から取組む。（2001年～2007年）
高機能ファイバー創生ナノ加工技術プロジェクト	帝人、東レ、信州大学	新規なナノレベルでの高度複合化技術を開発することにより、超軽量繊維、環境対応自己調整機能繊維の開発に取り組む。（2003年～2005年）
超臨界炭酸ガスによるテキスタイル加工技術開発プロジェクト	帝人・東洋紡・三菱レ、染色メーカー、染色機械メーカー、福井県他	水系では染色することが難しいポリプロピレンやアラミド繊維の染色加工と、キチン・キトサンなどの機能剤をポリエステル繊維中に付与する機能加工などの技術開発を行う。（2003年～2005年）
溶融紡糸により得られる天然物由来新規繊維の研究	東レ、京都大学	セルロースの新規修飾技術によって熱可塑性を達成し、この熱可塑性したセルロースを環境負荷が小さい溶融紡糸法で繊維化する。（2002年～2006年）
高性能ポリケトン繊維の開発	旭化成	安価な一酸化炭素とエチレンを原料とした脂肪族ポリケトンを用い、低コストなスーパー繊維を得る（高性能ポリケトン繊維）。（2002年～2006年）
光学機能を有するナノ薄膜積層構造繊維の実用化研究	帝人他	モルフォ蝶のように光の干渉で構造発色する新光学繊維を開発し、染料を使用せずに美しい発色が得られる繊維製品を提供する。（2003年～2005年）
先端機能発現型新構造繊維部材基盤技術の開発（エレクトロスピニング）	東京工業大学・帝人、東洋紡績他	エレクトロスピニングやナノ溶融分散紡糸法などの技術を用い繊維の構造微細化や界面親和性制御等の加工技術を確立することにより、ダスト遮蔽衣料、低圧損フィルター、次世代半導体用高純度超純水、ハイブリッド電池等の高機能部材の開発を実現する。（2006年～2010年）
廃棄ポリエステル／綿混衣料のリサイクル技術開発	旭化成、産業技術総合研究所	綿とポリエステルとを溶解分離し、綿をナノ粒子化してセルロースコンボジットとして利用する。（2006年～2008年）
サスティナブルハイパーコンボジット技術の開発	東レ、三菱レイヨン、東洋紡、東京大学他	成形加工の迅速性やリサイクル性を向上させるため、熱可塑性樹脂を用いた新たな炭素繊維複合材料（サスティナブルハイパーコンボジット）を開発する。（2008年～2012年）

出典：経済産業省及びNEDOホームページ

11. 日本の化学繊維産業の今後の方向

それでは、日本の化学繊維産業は、今後、どのような方向に向かうのであろうか。その一つはグローバル戦略、すなわち海外生産である。日本の多くの繊維企業は、今、海外で生産基地を持っている。次に、高付加価値化で、例えばファッション衣料に見られるような高付加価値化、それとさまざまな高機能性素材を使った衣料、あるいは、産業資材用途への転換である。特に、高性能繊維を用いた新しい産業資材用途への展開、例えば、アラミドや炭素繊維などスーパー繊維による自動車、電機・電子、情報、バイオ、環境など重要産業・先端産業との連携による高性能繊維製品分野への展開がある。

従来型繊維産業は利益率が低く、欧米の大企業が撤退を余儀なくされたが、欧米の大手企業が繊維産業から撤退していったことは、日本の繊維産業から見ればチャンスでもある。前述の「1. 世界の繊維需要と化学繊維生産状況」で説明したように、“繊維の需要は着実に伸びており、誰が、どこで、どのような製品を作るか”だけの問題である。これまで蓄積してきた技術力を生かして、付加価値の高い製品を生産していけばこれからも成長を続けることが可能である。その意味では、従来型繊維産業に加えて炭素繊維やアラミドなど高性能繊維を用いた新しい繊維製品分野、さらには、繊維技術から生まれた

中空糸膜などを用いた環境浄化製品など収益力の高い分野を含めた繊維系産業として発展していくこととなる。

12. ま と め

- ① 繊維産業は歴史のある伝統的な産業である。
- ② 従来型の繊維産業は、中国をはじめとする近隣繊維国との競合で厳しい環境にある。
- ③ 従来型の繊維産業においても、世界的な需要は人口の増加につれて着実に伸びており、誰がどこでどのような製品を作るかの棲み分けの問題だけである。この対策として、日本の繊維産業は、a)グローバル化、b)高付加価値化で生き残りを図っている。
- ④ 一方、近年、航空機分野での炭素繊維複合材料の利用拡大に見られるように、高性能繊維の需要が急増している。この分野では日本の技術水準が高く強い国際競争力を有している。
- ⑤ さらに、繊維技術を応用した、高機能性膜や有機系光ファイバーなどを含めた繊維系製品も高度情報化、環境問題、安全・安心問題などへの対応から需要が拡大している。
- ⑥ 結論：日本の繊維系産業は、これからも成長を続け、魅力ある産業として発展を続ける。

山崎 義一 (やまさき よしかず)

静岡大学理学科卒業。日本化学繊維協会勤務。退職後に技術士事務所を開設。現在、化学繊維技術改善研究委員会、京都工芸繊維大学ならびに信州大学（特任教授）などに所属、TES（繊維製品品質管理士）、技術士（繊維部門）、著書に「繊維のふしぎと面白科学」、「繊維がわかる本」（共著）他。

10月～12月の行事予定

10月

24日（金）スペシャルティ繊維素材紹介講演会（衣料篇）

詳細は本誌2頁をご参照下さい。

31日（金）、11月1日（土）不織布研究会（第17回）研究交流会

不織布研究会では、メンバー相互の交流と情報交換を目的として、1泊2日の日程で全国各地に会場を設けて開催してきました。第1日目は関連施設の見学会を主体に実施し、第2日目は4～5件の講演とディスカッションを主体にしてプログラムを組んでおります。今回は北陸地方を会場に開催する予定です。

11月

5日（水）企業心理と消費者心理研究会公開講演会

詳細は本誌2頁をご参照下さい。

12日（水）、13日（木）テキスタイルカレッジ合織の基礎と最新の技術

詳細は本誌1頁をご参照下さい。

20日（木）講演会 染色加工テクノロジーの最新動向

詳細は本誌3頁をご参照下さい。

28日（金）スペシャルティ繊維素材紹介講演会（産業資材篇）

10月の「衣料篇」に続く「産業資材篇」として、繊維メーカー各社の一押し素材を紹介頂きます。

下旬 川島織物セルコン見学会と講演会

インテリアメーカーとして150年の歴史を誇る織物メーカーの名門、川島織物セルコンの織物製造工程や併設されている織物文化館をはじめとする施設の見学と講演会を開催します。

12月

5日（金）テキスタイルカレッジ紡績教室

詳細は本誌3頁をご参照下さい。

19日（金）国際繊維機械見本市視察報告会

上海で開催された見本市を主体に、最近開発された世界の繊維機械を化合織、紡績、織機、編機、環境機器等の分野別に詳しく解説します。最新の繊維機械開発に伴う先端の繊維技術の進歩を汲み取って頂けます。

初旬 テキスタイルカレッジ天然繊維実用講座—動物繊維篇

天然繊維について、ひと味違う知識を体系的に得ようとされる方、化学繊維の改質のヒントを得ようとされる方に最適の講座です。今回は「動物繊維篇」として動物繊維の改質、獣毛、羊毛、絹を主体に経験豊富な講師陣により解説します。

中旬 ナノファイバー研究会（第2回）公開講演会

今年発足したナノファイバー研究会の主催で開催されるもので、ナノファイバーに関する基礎から最新の動向、研究状況までを詳しく解説します。

以上は今年の10月～12月の行事予定ですが、これら以外にも開催する場合がありますので、学会誌の会告欄でその都度ご紹介します。また、内容の詳細は下記宛お問い合わせ下さい。

日本繊維機械学会事務局 〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4、大阪科学技術センタービル、TEL. 06-6443-4691、FAX. 06-6443-4694、E-mail: i-love-tmsj@nifty.com