繊維高分子の21世紀への課題*

松 本 勝 周**

1. はじめに

激動の20世紀もあと17年を残すのみとなった。繊維産業もこの世紀のうちで成長し成熟化の道を歩み、現在は「技術革新や国際化という新しい時代の波のなかで、古い秩序による安定・定住ではなく、新しい秩序への脱皮を求められている」¹⁾ 転換時期を迎えている。

昨1983年10月31日に、繊維工業審議会総合部会および産業構造審議会繊維部会合同で、「新しい時代の繊維産業のあり方—先進国型産業をめざして」と題する繊維ビジョンが通産大臣に答申された。今後の繊維産業の進むべき方向として、

- ①生活文化的ニーズを充足する情報・技術集約型産業
- ②産業全体の総合性を発揮しうるシステム型産業
- ③比較優位を保ちつつ国際分業のなかで発展する国際型産業

を内容とする先進国型産業への転換をはかるべきであると提言されている。従来、繊維産業衰退論が先行するもとで、対応の仕方によっては、先進国型産業として発展する可能性のあることを指摘され、業界人として心強く感じている。

しかし、このことは逆に対応を誤ると、日本の繊維産業は危機に陥る可能性があることも示唆されており、20世紀より21世紀に亘る十数年間は極めて重要な時期である。

本稿では、合成繊維を中心に日本の繊維産業の21世紀への課題について、日頃の所感を述べる。

2. ライフ サイクル

産業の一般の経時過程として、創業—成長—成熟—衰退を経るが、繊維産業の場合は、その歴史が長

いために経時パターンを統計量的にうかがい知ることができる。

初めに日本の繊維生産量を綿糸、再生繊維、合成繊維の主要品種別に図1に示した。綿糸は1880年代

図1 日本の繊維生産量

に工業的生産を始め今世紀に入り1930年代までは、日本の輸出産業の花形として外貨獲得のための基幹産業として成長した。再生繊維は1920年代に生産を始め、途中第2次世界大戦の影響で一時生産が低下した時期もあったが1950年代に到るまで成長した。一方、合成繊維は1940年代に始まり1960年以降急速に成長し、この時期に、綿糸、再生繊維の成長が止まり世代交替の姿を示している。

つぎに、ややミクロに眺めるため、図2に日本のナイロン ストッキングの生産量の経年変化を示した。1955年ころにトリコット フルファッション ストッキングが上市され話題を呼んだが、間もなくシームレス ストッキングの出現により置換わり急成長を示した。これも間もなくパンティストッキングの発明により、折しもミニスカートの大流行とマッチして、1970年前後にシームレス ストッキングと置換わり、便宜性が評価されて生活必需品として成

*What the 21st Century Requires of Fiber Polymers.

**T. K. Matsumoto, 東洋紡 副社長 (工博)

図2 日本のナイロン スtocking生産量

図3 日本のタイヤ コード素材別消費量

長している。図3にはタイヤ コードの素材別消費量の経年変化を示した。最初に綿が使用され、ついでレーヨンが出現し、さらにナイロンがこれに置換わり、その後ポリエステル、スチールが現れるとともに、ナイロンが伸び悩みを示している。

商品にライフ サイクルがあることは具体例で示したが、産業または企業として生残するためには、ライフ サイクルの終焉をつける以前に代替商品を用意する必要があるが、特に繊維素材産業の場合には、合成繊維出現当時のようにつぎつぎと新しい素材が開発されるような未開拓の余地が残っている状態ではなく、開発費用と時間の負担が過重になっている。

したがってライフ サイクルの拡大をはかることが重要な課題になってきている。図4に、ライフ サイクル拡大のモデル図を示した。生産開始よりある期間(A)で、成熟後期に到達するが、この時点で「なにか」を加えることにより商品を活性化させ、このパターンを繰返すことにより、ライフ サイクルを伸ばす戦略が極めて重要である。

ポリエステル フィラメントを例にとると最初は通常のパターンで成長し、ついで加工糸ニットで拡大、さらにジョーゼットで拡大、つづいてシルキ織物で拡大して、ライフ サイクルの拡大をはかっている。

図4 ライフ サイクル拡大モデル図

3. 合成繊維の競争力

あるテレビ局の若者向けのプログラムのなかで「今あなたはなにが欲しいか」の質問に対して、いくつかのアイテムが挙げられていたが、繊維製品という答はなかった。あり余る時代のマーケット ニーズは変化しつつあり、消費者の望む商品の把握が非常にむずかしくなっている。繊維素材産業の立場では、同時につぎの工程の人達が喜んで使用される品質を商品に組込むことが大切であり合成繊維の競争力の要因として、コスト、パフォーマンスおよびサービスを取上げ、表1には、各要因について主要なキー エレメントを示した。

表1 競争力の要因とキー エレメント

コスト	パフォーマンス	サービス
原料費	機能性	デリバリー
加工費	便宜性	タイミング

3.1 コスト

合成繊維原料は石油より得られるもので、石油ショック以降、日本の合成繊維原料のコストは特に米国に対して高価であり、産業として不利な立場にあることは周知のことであるが、この条件のもとで合成繊維のコスト競争力をつけるためには、加工費の低減をはかる以外に方策はない。1983年8月24日に高効率合繊技術研究組合が設立され、ポリエステル製造メーカー8社が力を合せてプロセスの高効率化により加工費の低減をはかる研究開発を行うことになった。研究開発の内容は、薄膜重合および高活性触媒による高効率重合、超高速紡糸、多糸条紡糸による紡糸工程の効率化、高速加工による巻縮工程の効率化に関するものである。

一方、紡績協会と繊維機械メーカーが協力して、革新的紡績技術、システム化技術などについて調査を実施中である。

一般にプロセスの改良, 革新の研究開発は費用がかかるものであり, 1 企業として取組むには過重負担となるが, 国家財政の補助を受け業界が力を合わせて研究開発に取組むことは新しい動きであり, その成果が期待される。

3.2 パフォーマンス

商品に新しい機能を付与することまたは機能をさらに高度化することは, 用途の拡大, 高付加価値化に直結する。合成繊維については, 日本産業技術振興協会の委託を受けて, 日本化学繊維技術改善研究委員会が1981年に革新的機能繊維に関するテクノロジーアセスメントを行った。これによると, 今後開発を必要とする重要な機能性繊維として, 高強度・高タフネス・高モジュラス繊維, 高多機能衣料用繊維, 海洋開発用繊維および安全性繊維が挙げられている。これらの実現については, 高度の高分子技術, 繊維工学的技術による研究開発が必要である。

パフォーマンスのキーエレメントとしての便宜性とは, つぎの工程での使いやすさを意味するものである。たとえば合成繊維の場合, 二次加工で糸切れがないこと, 染むらがないことなどで, 使う側に立っての品質設計が商品の評価を左右する。

3.3 サービス

サービスのキーエレメントとしてデリバリとタイミングを挙げた。かんばん方式, クイックデリバリシステムなど製造, 販売過程における在庫圧縮化, 流通過程においてもPOSシステムの普及に伴い, それに対応する商品のデリバリとタイミングが重要になってきている。ユーザの欲しいものを欲しただけ指定する日時に指定された場所に届ける生産システムを確立することが現在要求されている。いわゆる見込みによる単一商品の大量生産方式から多品種を小量かつフレキシブルに生産する方式に生産工程の変革が必要である。

4. 21世紀への課題

20世紀に開花した化学繊維産業は, 主として天然繊維の代替をねらい, やや遅れて機能分野に進出したが, 後者については, その比率は前者に比較してわずかである。

かつては, 繊維の消費は人口またはその民度と対応して考え, 人口増加, 民度向上による消費量の増加に対して天然資源を加工して量をいかに供給するかという生産指向型の考え方もあった。

しかし, 21世紀はこの延長線をたどることは不可能である。発想の転換が必要である。

以下, 2, 3 の例を挙げて参考に供したい。

4.1 原料

合成繊維原料は, 古代の天然有機物よりできた有限の化石原料を使用するため, いずれ原料が枯渇する時を迎えることは間違いない。天然繊維およびレーヨンなど再生繊維は自然サイクルのなかで再生原料を使用しているが, 人工増加と逆比例する栽培面積の減少により, 原料供給が制約されることが予測されている。したがって, 現状が継続されるならば, 原料供給が21世紀の大きな問題となる。

図5に繊維原料を中心に物の流れ図を示した。合

図5 繊維に関する物の流れ図

成高分子による合成繊維は, 当面はC₁化学による原料確保が期待されているが, 化石原料の利用範囲の拡大により, 原料枯渇の延命効果はあっても, 有限原料に依存していることには変りはない。廃棄物を効率的に原料に還元する技術および, 産業が確立される必要がある。このサイクルはヒトの血管系の静脈に模せられるものとして, 静脈サイクルまたは静脈産業と呼ばれる。

また天然高分子については, 栽培の効率化が必要であり, ニューバイオテクノロジーによる高品質化, 気候および山地, 海上など栽培環境の制約を排除し得る新植物などの開発が必要である。

4.2 使用空間の拡大

図6は, 地球とその周辺空間を模式的に示したものである。人間の生活している場は地表の環境条件の限定された一部分であり, その他は魚獲資源の場として, 海洋の表層を利用しているに過ぎない。しかし今後は, 海底の資源利用, 海洋牧場などの開発が検討され, 宇宙では, 無重力下での新合金の製造実験が始められ, 21世紀には, 人間が産業の場として利用する空間が拡大され, それに伴って生活の場も拡大されることが予測されている。

新しい空間に適合する機能を有する繊維を考えていく必要がある。

図6 地球とその周辺空間

5. 対策の進め方

合成繊維産業が、健全な姿で21世紀を迎えるためには、長期的、短期的に多くの課題を抱えているが、これらは着実に解決していかなければならないものであり、効果的な対策の進め方として

- ① 企業間の競争と協調
- ② 産・学・官の協力
- ③ 異種文化の導入

が必要であると考えている。

5.1 企業間の競争と協調

日本の合成繊維産業は、欧米の巨大な企業と比較すると、各企業の規模は中あるいは小規模である。

アクリル ステープルの場合、米国のトップ企業1社の生産能力は1日当り360トンに対して、日本のトップ企業は230トンと格差は少ないが、ポリエステル フィラメントの場合、米国のトップ企業は1日当り840トンに対して、日本は全企業あわせて1 080トン。同様にポリエステル ステープルは、1 180トンに対して930トン。またナイロンも1 270トンに対して870トンで、いずれも米国の1社にも足りない生産規模である。

このハンディキャップを克服して、国際的に生き残る道を見出していく宿命にあるのが日本の合成繊維産業である。

米国 UCLA の Joe Yamamoto 教授は、著書「日本における創造性の考察」で日本の文化と文明を対比、解析して議論を進めているが、そのなかで

「欧米人は個人主義、独立主義であるので、他人の思いつかぬものを考える (THINK “UNTHINKABLE”) ことに1日の長がある。それに対し日本人は、その属するグループ社会に奉仕する “SOCIAL FEELING” を持つことに特長がある。換言すれば、日本文化の強さはチームワークにあり、長期目標に向かって進んで一緒に働こうとする点にある。このグループイズムは個人の創造性を阻むと一般的には考えられるが、逆に個人では本質

的に考えつかないアイデア、解決策を生み出す」と述べている。

競争と協調の関係を図7に示した。これらの関係

図7 競争と協調の関係

を考えてみると、競争は当業者には辛いですが、産業の活性化のためには必要である。カルテルの効果を得るために、欧州では1国1企業が徐々に増えつつあるが、国際競争力、活性度の低下を招く原因となっている。

しかし競争の欠点として、中小規模の企業では、長期的な大きな研究開発プロジェクトを遂行することは困難である。その解決策として、企業間で日常の生産、販売では競争するが、研究開発、特に基礎的分野での研究開発については協調することを提案したい。調和を保ちながら事を進められるのは日本人だけだと考えるからである。

5.2 産・学・官の協力

先端産業と繊維産業について、技術開発の速さを図8に示した。先端産業については、水晶時計の小

図8 技術開発の速さ

型化、IC集積度およびコンピュータ小型化を代表的指標として取上げ、初期の値をもとに、経年による変化を倍数で示した。なお小型化したものは、容積の逆数の変化を倍数で示した。繊維産業については、短繊維集束速度（紡績における精紡に相当する速度を革新紡績も含めて表わしたもの）および仮燃加工速度を取上げた。

明らかに繊維産業の技術開発速度は、先端産業に

比較して低位にある。

先端産業の場合、産・学・官の密接な協力関係が、相互の研究者を刺激し合い、研究資金を国、民間ともに投入したことが技術開発の促進に大きく寄与している。繊維産業については、以前は企業、大学および公設研究機関ともに活発な研究が進められ技術発展にそれぞれ寄与したが、近年繊維産業の収益性低下に伴い研究の活性度の低下が目立つようになり、大学では繊維関連の研究予算もままにならず、講座の廃止・改称がなされている。

これは技術革新による繊維産業の発展を願う業界にとり憂慮すべき事態と受け止める必要があり、国および関係先の理解を得て産・学・官の連携、協力を再び強固にしない限り、研究開発の進展は望めない。

5.3 異種文化の導入

日本の産業の外国との係わり合いをまとめたのが図9である。これより時代区分をすると、1960年代前半までは学びの時代であり、外国からの技術導入により、技術、産業の基盤を築いた。

1960年代後半より現在までは競合の時代といえる。1960年代の初めに綿製品の貿易摩擦がクローズアップして以来、1970年に入り鉄鋼、合成繊維、カラーテレビ、自動車、半導体などについて先進諸国と貿易摩擦が発生したことは記憶に新しい。一方、最近に至り石油化学製品については、石油価格の安

い米国などにより、綿糸については人件費の低廉な近隣諸国より日本の市場に流入し、逆貿易摩擦を生じている。

特に日米経済紛争については、多くの識者により論評、解析がなされているが、これらに共通しているのは、日米双方の反省点は、米国側は日本側のマイナス面を強調するに対し、日本側はただ沈黙を守るという違いをみせており、このことが必要以上に双方の関係を悪化させていることである。

たとえば日本株式会社論が米国側より揶揄的に提唱され、そのなかには日本の産業技術振興政策について、通産省が企業も含めて丸抱え的に育成を図っているという認識がある。しかし、事実を正に評価するために、Robert B. Reich²⁾は“Why we are losing the hi-tech war”と題する論説で、先端技術の各項目に関して、日本の通産省と米国の国防省について産業の助成の内容について述べている。表2はレーザ、コンピュータ、半導体、光ファイバについて、研究開発に投じた資金総額を双方について比較したものであるが、日本が特に国による助成が多い訳ではなく、米国のプロジェクトの運営または開発戦略に問題があると指摘されている。このように冷静に事実を確かめ問題点を掘下げた意見は日本にとって非常に参考になり学ぶ点が多い。

今後、欧・米あるいは発展途上国と国際的に協力していくためには、相手に自国の実状を知らせ、場

図9 日本および外国産業との係わり合い

表2 日本および米国の先端技術開発への国家投入資金の比較

	MITI	PENTAGON
LASER	\$ 115 ^M	\$ 130 ^M
COMP'R	\$ 320 ^M	\$ 250 ^M
SEMICON	\$ 150 ^M	\$ 210 ^M
F.OPTICS	\$ 100 ^M	\$ 180 ^M

合によっては彼我の比較の上、問題を投げ返す積極的な努力が必要である。

1990年代より21世紀にかけては、国際交流の時代に入ると考える。相互に対等なレベルで長短を補うことなくして地球上の平和と繁栄を維持することはできない。そのためには、相互に尊敬し、文化・伝統の違いを認識したうえで、積極的に異種の文化、違った発想を取入れることが望まれる。

6. おわりに

繊維産業の21世紀への道程は平坦ではない。調和のとれた国際関係のなかで発展する産業の基盤を築くためには、克服すべき研究開発課題が山積している。

日本人の特長を生かした競争と協調および産・学・官の協力の一層の推進が必要であるとともに、今後の国際交流の時流のなかで、違った発想を取入れることが必要である。

そのためには、特に若い研究者、技術者達が、このような認識の上に立ち、海外と対等に交流を行う豊かな国際性を身につけられることが望まれ期待したい。

参考文献

- 1) 稲葉秀三；日本繊維新聞，1983年11月1日
- 2) Robert B. Reich；The New York Times (1981), Research Management (Ind. Res. Inst. U.S.A.) 25, No. 3.7 (1982)

< 投稿歓迎!! >

繊維工学編集委員会では、下記のような種類の原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していただきたいと思います。

- 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
際の試験，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：

研究報告：委員会，研究会等に関する報告記事
委員会だより：よび記録
研究会だより等：

その他「技術相談室」，「会員の声」，「随想」，「書評」，
「サフィックス」，「シグマ」などがある。

◎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で決定します（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とか却下されることがありますので予めご承知ください）。
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。