日本繊維機械産業の課題とその対応*

会 員 東 岡 卓 三**

1. はじめに

我国の経済は、オイル ショックによる混乱からようやく脱しつつあるように思われる。しかし景気回復の動きも今なお一進一退で、好調な輸出が牽引力となっている一部の業種を除いては、厳しい環境の下にある。

とりわけ、国内繊維産業は構造不況という最悪の事態に直面しており、設備の国内需要は大きく落込んだままの状況で、これが大幅に上向くことは当面望み薄である。

一方、海外需要については、繊維機械の需要国、特に発展途上国の経済・貿易収支の悪化による購買力の低下、輸入規制、欧州諸国との競争の激化等によって、業界の期待する需要の確保は、これまた当面きわめて困難な状況にある。このような需要環境の中で、繊維機械産業のもつ課題とその対応について、やや技術的な視点から考えてみたい。

2. 日本の繊維機械産業の現況

最近の我国繊維機械の生産の動向は、図1のように、昭和48年のオイル ショック後、翌49年に年間2 508億円の生産をあげたが、これをピークとして、その後、日本の繊維産業の低迷とともに減少に転じ、52年の生産1 355億円を底とし、55年に至ってようやく2 000億円台に回復したものの、49年比での回復率は87.6%にとどまっている。

一方、生産高の中での輸出の割合は、47年の生産1 756億円の中、655億円が輸出で、その比率は39%弱であったが、49年には輸出が70%強となり、以来ここ数年間、平均して85%の高水準である。このように、日本の繊維機械産業はオイル ショック以降、それまでの内需指向型から輸出指向型へ転換をとげてきた。

図1 我国繊維機械産業の生産・輸出および従業員数の推移¹⁾

また、日本全体の繊維機械産業の従業員数は、生産性の向上もあるが、14 000人弱とオイル ショック当時の半分のスケールに減少してきた。

つぎに、繊維機械生産を機種別にみると、図2のように、49年以降は、化繊機械・紡機・部用品の構成比の低下が見られ、これに対し、織機・染色仕上機の比率が上昇している。長年にわたりトップにあった紡機は、53年以降、織機とその地位が入替っているが、織機の増加は

* Problems and Countermeasures of Japanese Textile Machinery Industry. (この内容は第9回繊維連合研究発表会 特別講演会 (56.11.12) における講演内容を取りまとめたものである)。

** T. Tooka, Member. 豊田自動織機製作所 専務取締役

世界的な傾向で、市場の需要増とこれにマッチングした織機が市場に出てきたことによるものである。56年1～9月の生産実績では、全繊維機械のうちで織機の占める比率は28.7%，準備機が16.6%，紡機が15.5%，編組機が13.2%，染色仕上機が12.6%，以下化繊機、部用品、その他の機械の順となっている。

図2 我国繊維機械生産の機種別構成²⁾

また、我国の輸出市場は図3のように、アジア向け52～66%で、その中、東アジアの韓国・台湾が約半分を占めている。一方、アジア以外の発展途上国の中近東・中南米・アフリカにも、大きくはないが実績をもっている。一方、先進国市場の北米・欧州・太平洋州についても、これまた大きくはないが生産の15%弱を輸出している。また、共産圏についても、染色仕上機がコンスタントに輸出されているほかに、スポット的に特定国向けの紡機などが輸出されている。このように、我国繊維機械の輸出先は近隣のアジアが中心であるが、全世界への輸出の足掛かりはもっているといえる。

3. 繊維機械の輸出市場に占める日本のシェア

つぎに、世界における繊維機械の市場の大きさと生産国別の市場のシェアについて調べてみよう。

繊維機械は周知のように、主として先進諸国で生産されており、日本・西独・スイス・イタリア・イギリス・フランスなどがその主な国である。

ところで、これらの諸国からの輸出市場をみると、図4のように、世界全体としての輸出額は約60億米ドル

図3 我国繊維機械輸出の地域別構成³⁾

余であるが、その中で西独とスイスの占めるシェアが圧倒的に高く、日本は約11%程度にとどまっている。

図4 OECD貿易統計による繊維機械の輸出⁴⁾

これをさらに市場別にみると、図5のように、79年実績では、先進国市場が53.4%，発展途上国市場が39.4%，残りが共産圏となっている。また、これら3つの市場別に繊維機械の国別供給シェアを示したのが図6である。これによると、どの市場においても、西独・スイス・イタリア・イギリス・フランスなどの西欧諸国の占める比

率が高い。日本は伝統的に得意とする発展途上国市場においては比較的にシェアが高いものの、西独について第2位にとどまり、全体としては西欧諸国との差がきわめて大きい。この理由は種々考えられるが、西欧との技術開発に格差があるためではないかと思われる。

図5 1979年における国別の繊維機械の輸入シェア⁵⁾

図6 1979年における国別供給シェア⁶⁾

4. 技術開発と市場シェア

世界各国の繊維機械の技術開発力を特許の出願件数で比較してみたい。

図7はアメリカに出願された革新繊維に関する特許の年別の出願人国別の累計件数を示したもので、図8は同じ革新紡機のそれである。アメリカでの特許出願の状況を調べたのは、アメリカの繊維産業が革新技術の要求が最も強い条件を備えた市場であるからである。

ところで、図7には革新繊維として、エアジェット織機・ウォータージェット織機・グリッパ織機・レピア織機の4機種についての出願人国別の件数を、過去23年間にさかのぼって調べたものであるが、スイスは織機に関

図7 革新繊維技術に関するアメリカ特許出願の推移(出願人国別累計)

してきわめて強く、西独は平均値的であり、アメリカはDraper社のレピア織機を中心とした件数で、国内出願ということもあってやや高い水準にある。日本はウォータージェット織機の出願が健闘している程度であったが、ようやくエアジェット織機の出願が多く出され、世界的レベルに達しようとしている。

図8は革新的な紡績技術として、オープンエンド紡績と結束紡績の両者を取りあげ、1963年以降16年間分の特許出願件数を調べたものである。ここでは西独の出願が圧倒的に強く、ついで、オープンエンド紡績を主力とするチェコスロバキヤが続いている。日本は、従来のオープンエンド紡績主体の特許出願から、最近の結束紡績についての特許出願を加えて、チェコスロバキヤを超越し、ようやくひとつの形をなしつつあるといえよう。

図4で説明したように、繊維機械の輸出市場に占める日本のシェアはわずかに11%程度であって、西独の30%強、スイスの16%強に比較して小さなものである。このような西独・スイスなどの西欧勢に対する劣勢は、歴史的な取引関係、市場への遠近といった地域的な問題とか、そのときどきのファイナンスの問題とか、為替の問題とかの複雑な要因があろうが、アメリカでの特許出願実績で説明したように、技術開発力の差がシェア低迷の最大の原因ではないかと考える。

このことからしても、我国の繊維機械産業の大きな課

題は、世界それぞれの市場に対応した技術開発をいかに進めていくかにあるといえよう。このため、まず市場の動向と要求品質を身近な市場について検討してみよう。

図8 革新紡績技術に関するアメリカ特許出願の推移(出願人国別累計)

5. 日本の繊維機械産業の主要市場とその要求品質

表1は、日本の繊維機械産業の主要市場とその要求品質を示したもので、このうち、東南アジアについての考え方は、そのまま、その他の発展途上国に通じるものであり、アメリカについての考え方は、西欧のかかなりの部分に、また、日本についての考え方は、先進国のかかなりの部分に共通するものと考えられる。なお、韓国・台湾については、発展途上国の中でも、どちらかといえば日本寄りであることから、この両国についての考え方は、日本にも発展途上国にも一部通用するものと考えてよいであろう。この表でみるように、それぞれの市場にはその要求品質にかなりの相異があることがわかる。

6. 市場の要求品質と技術開発

前項で説明した市場の要求品質を、技術開発との関連でまとめたものが表2である。ここでは紡機・織機分野を中心として述べるが、他のカテゴリの繊維機械についても基本的な考え方は通用するものと思う。

表2では、縦欄に紡機・準備機・織機などのプロセスを、横欄に市場の要求品質を一部機械の仕様におきかえて表示してあり、また下段にこれらの市場要求品質と市場のマッチングを示している。

表1 主要市場の動向と要求品質

市 場	繊維産業の現況と動向	市 場 要 求 品 質						
		高品質	高生産性	省人化	省資源	省エネルギー	作業環境	低価格
東南アジア	1. 繊維産業の勃興期で、政府も積極的に奨励。 2. 労働力豊富だが、熟練労働者の確保困難。 3. シンプルでメンテナンスフリーの機械を要望。	○	○	×	◎	◎	×	◎◎
韓国・台湾	1. 繊維産業はなお発展途上で、日本の好不況に左右される。 2. 投資意欲旺盛。設備の改善・増設が進む。 3. 製品への要求品質は日本の考え方に追従。	◎	○	◎	◎	◎	○	◎
日 本	1. 石油ショック後のコスト上昇激しい。 2. 消費者ニーズの多様化に応じた高級品化指向。差別化商品の開発が進む。 3. 労働力の確保がむずかしく省人化に努力。 4. 設備投資はスクラップアンドビルド。抜本的な品質改善・省人化機に限られる。	◎	○	◎	◎	◎	○	◎
ア メ リ カ	1. 原料とエネルギーコストの相対的優位のもとに、保護貿易により順調に発展。 2. 川上から川下への一貫生産体制。品質は最終商品にマッチすればよい。 3. 南部地方の産業構造の変化により、かなり近い将来、労働力の確保が次第にむずかしくなる。 4. 将来に備えた高能率・労働節約・完全自動機の要望が強い。	○	◎	◎	○	○	◎	×

注] ◎ 最も重要な市場要求品質, ○ 重要な市場要求品質, × ほとんど要求のない事項

表2 市場要求品質と開発テーマ

要求品質 プロセス・市場	高品質	高生産性	省人化				無人紡績				省資源	省エネルギー	作業環境
			ラージパッケージ	自動機	搬送自動化	革新機械	リング紡績	オープンエンド紡績 結束式紡績	オープンエンド紡績 結束式紡績	オープンエンド紡績 結束式紡績			
工程	原綿				〈原綿自動供給〉		〈原綿自動供給〉	〈原綿自動供給〉	〈原綿自動供給〉	〈原綿自動供給〉			
	混打綿機	320→500LBS/Hr	シュート給綿	ベールブラック	シュート給綿		シュート給綿	ベールブラック	シュート給綿	ベールブラック			
	梳綿機	オートレベラ	10→120LBS/Hr	8→120LBS	ケンス自動交換		ケンス搬送	ケンス自動交換 (自動スライバ継ぎ)	ケンス搬送	ケンス自動交換			
	コーマ準備機	ドラフトアップ	60→350LBS/Hr	12→40LBS	自動玉揚げ機		ラップ搬送	自動玉揚げ機 (自動ラップ継ぎ)	ケンス搬送				
	コーマ	トップアーム ニューマクリヤラ	nips/min 90→240	8→50LBS			ケンス搬送	ケンス自動交換 (自動スライバ継ぎ)		(自動スライバ継ぎ)			
	練条機	オートレベラ トップアーム ニューマクリヤラ	30→500m/min	8→50LBS	ケンス自動交換		ケンス搬送	ケンス自動交換 (自動スライバ継ぎ)	ケンス搬送	ケンス自動交換			
	粗紡機	トップアーム ニューマクリヤラ	600→1 400r/m	1.2→5LBS	自動玉揚げ機		粗糸搬送	自動玉揚げ機 自動粗糸替機 (自動粗糸継ぎ)	ケンス搬送	(自動スライバ継ぎ) 自			
	精紡機	トップアーム ニューマクリヤラ	10 000 → r/m 18 000		自動玉揚げ機 自動粗糸替機 自動糸継機	オープンエンド精紡機 結束式精紡機 モニタリングシステム	管糸搬送 空ポビン搬送	自動糸継機 自動玉揚げ機 自動管糸供給装置 自動糸継ぎ 自動玉揚げ	チーズ搬送	自動糸継機 自動玉揚げ			
	ワインダ	ヤーンクリヤラ	500→1 100m/min		自動管糸供給装置 自動玉揚げ機		チーズ搬送						
	織布準備機	(整経機) 自動制御装置	150→1 000m/min (幅付機) 20→100m/min	(フランジ径) 600→1 000mmφ 500→1 000mmφ	自動糸結機 自動引通機		自動梱包	コンピュータによる 製品流れ管理 生産管理	自動梱包	コンピュータによる 製品流れ管理 生産管理			
市場	織機	(よこ入れ速度) 230→1 200m/min	m/min 500→1 000	ルームワインダ ボックスローダ		グリッパ織機 エヤジェット織機 ウォータージェット織機							
	東南アジア	○	○	○	×	×	×	×	×	×	○	○	×
	韓国・台湾	◎	○	◎	◎	○	×	×	×	×	◎	◎	○
	日本	◎	○	◎	◎	○	◎	○	○	○	◎	◎	○
市場	アメリカ	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	○	○	◎

注) ◎ 最も重要な市場要求品質、○ 重要な市場要求品質、× ほとんど要求のない事項

まず、高品質という要求品質についての大きな技術開発としては、ワインダにおけるヤーン クリヤラやスプライサの開発を初め、スライバの中にフライを混入させないとか、きれいな粗糸を作るという実際の地道な改良がなされてきた。

つぎに、高生産性については、昭和30年以降大幅な開発があり、ついでラージ パッケージ、自動機へと省人化が進んでいくが、これは戦後の繊維機械進歩のステップと軌を一にしている。高生産性についての技術開発は、その後の自動機、搬送の自動化にとって大切なステップで、単体の機械の生産性をあげることによって自動機の数が減少し、搬送の個数を減少させることが可能となり、経済的に省人化が達成できることになった。一般的に昭和30年以降、どの機械についても生産性が数倍ないし一桁上昇してきた。同じ傾向は、ラージ パッケージ化についても見られる。

つぎに、自動機はそれぞれの機械のドッキングとドニングを中心として開発が進められてきたが、特に精紡機の玉揚げについては先進国グループでは全部使用されるようになってきた。搬送の自動化はCASSによって開発された日本の固有の技術であるが、最近次第に採用されるようになった。このほか、革新的な機械も、オープン エンド精紡機、結束式精紡機、ウォータージェット織機、エア ジェット織機、グリッパ織機などが既に実用化され、あるいは実用化の段階に入ろうとしている。

なお、こうした技術開発による機械仕様の要求は、東南アジアではラージ パッケージまでにとどまり、韓国・台湾では高品質のほか、自動機まで組入れた省人化の要求が出ており、日本は糸や布などの製品が高品質という条件を満たしながら搬送の自動化までかなり使われるようなステップにあるといえよう。アメリカについては、その製品品質が日本のような普遍的な高品質でなく、用途別品質が要求され、革新機械がカバーできる範囲が大きく、オープン エンド紡績・結束紡績・エア ジェット織機などの積極採用の方向がみられる。

さらに、市場の要求品質として、省資源・省エネルギー・作業環境の問題が次第にクローズアップしてきているが、これについては今までの製品品質の改善や省力化とは別の次元の開発が必要となってきている。特にアメリカにおいては、作業環境の規制が非常に強くなり、塵埃・騒音の対策が機械の中に組込まれていかなければならぬことが、開発のテーマとなりつつある。

なお、上記の技術開発の足跡から、先進国においては、将来の市場要求の方向として、当然無人工場の実現が期待される。このような無人工場は、まず紡績工場、続いて織布・縫製へと進んでいくであろう。

このような無人紡績工場では、それぞれの工程を今よ

り一段と自動化することと、コンピュータを使用して製品の流れを自動的に管理していくシステムが考えられている。

ただ、無人の紡績工場には、リング紡績を使用するものと、オープン エンド紡績や結束紡績を使用するものの2種類のシステムが市場によって使い分けることが必要となろう。例えば、日本や欧州の一部では、リング紡績式が必要であろうし、アメリカではむしろ後者のオープン エンド紡績や結束紡績のシステムが要求さるであろう。

7. 無人紡績工場への道

ところで、こうした無人紡績システムへの道について考えてみたい。わたしどもでは、今から10年ほど前にオープン エンド紡績による無人紡績のレイアウトを引き、日本繊維機械学会⁷⁾でも申しあげたことがある。ただし、当時は工場制御用のミニ コンピュータ関係の価格とコンピュータを含めた自動装置の信頼性や保守性が問題となり陽の目をみなかった。しかし、現在では周辺技術、特にメカトロニクスやセンサの進歩で技術基盤が変り、当時困難なことでも、今日では確実に実施できるようになった。

図9に無人紡績工場の概念図を、図10にその制御システムを示す。

この自動化紡績システムでは、自動玉揚げ・自動糸継ぎロボットを備えた30台のオープン エンド精紡機が設置され、この前工程として混打綿機から高生産カード、超高速練条機とが順次連結されている。混打綿機からカードへはシュート供給方式で、スリー ウェイ ディストリビュータがコンピュータの指令を受け、3列の混打綿機から3種類の原料を適宜切替えて供給する。カードと荒練条機の間はコンベヤにより、荒・仕上両練条機の間はケンスの自動交換とスライバの自動フィード装置により完全自動連結をしている。仕上練条機で生産されたケンスは、自動ケンス取出しと空ケンス自動フィードを行うロボットにより、コンピュータの指令を受けながら精紡工程への供給を行っている。オープン エンド精紡機の自動玉揚げと糸継ぎロボットは、絶えずコンピュータの指示を受けながら動作するが、完成チーズは自動搬送システムで荷造場へ、また空ケンスは同じくコンピュータの指示を受けながら練条機群へ戻ってくる。

このシステムでは、作業者は精紡工程で空ケンスと満ケンスを交換してスライバを継ぐ部分と、混打綿機で原綿を供給する部分だけで工場が運転できるレイアウトである。

上記の紡績工場自動化システムにおける工場制御用のミニ コンピュータの役割りは、図10に示すように、本社

図9 無人紡績工場

図10 無人紡績工場の制御システム

の中央計算機よりの生産指示を受けて紡績工程の生産に必要な動作を指示することである。

当時行った試作実験では、操業上の困難さについて多くの教訓を得たが、直面した問題点の多くは最近の技術発展によって、今日ではかなり解決できるようになったのではないと思われる。

まず、当時における最大の難点は、コンピュータと周辺機器の価格と信頼性であった。しかし、最近のマイクロコンピュータの発展により、価格は大幅に低下し、当時2 000万円程度であったものが、今や200万円程で足りるようになってきた。また、信頼性についても、最近の産業ロボットの進歩にみられるような周辺技術の改善がある。表3は溶接ロボットについて、10年前の問題と現状を比較したものである。

なお、実際に無人紡績工場を運転した場合、紡績工程固有の操業上の問題がある。スポット溶接にロボットを使った実績でも、表4のように、ロボット本体の故障率よりも、現場に関係する故障率の方が高いということが依然として残された問題である。とりわけ、紡織工程においては、工程固有の問題としてのフライの発生や、巻付きなどの問題点があり、これらをひとつひとつ根気よく解決していくことも、無人紡績工場システム実現にあたり肝要であろう。

8. まとめ

今日の繊維機械産業は世界的に低迷しており、その市場は図4にみるように年間50～60億ドルである。この市場サイズはさほど大きくはなく、各国の繊維機械メーカ

表3 ロボットの10年前の問題点と現状

10年前の問題点	現 状
大 き す ぎ る	多 関 節 化
	制御機器の小型化
速 度 お そ い	サーボ技術の向上
運動軌跡の追従精度悪い	演 算 速 度 の 向 上
動 作 範 囲 少 な い	多 関 節 化
教 示 が や り に く い	ロボット言語の登場
記 憶 容 量 が 少 な い	メモリアソ子の発達
可 搬 重 量 が 少 な い	モ ー タ の 発 達
	制 御 技 術 の 向 上
故 障 し や す い	制 御 技 術 の 向 上
感 覚 が な い	現 状 も 同 じ
足 が な い	

表4 スポット溶接ロボット故障率の一例

ロボット関係	本 体	12%
	本体と制御のつなぎ (ワイヤハーネスなど)	16
	計	28%
ロボット以外の部分	ガン・ケーブル関係	40%
	インターロック不良	12
	操 作 不 良	10
	そ の 他	10
	計	72%

がこの市場シェアの拡大や技術開発競争を展開していくものと思われる。

この技術開発のテーマについて、ここでは日本・東アジア・東南アジア・アメリカの4つの市場ついて、それぞれの市場要求品質から考えてきたが、市場により要求品質はかなりの相違があり、我々はこうした多様な要求への対応が必要であろう。また、特に将来的な開発テーマとして無人工場についても考察してきた。

幸いにして、繊維機械に関係する市場の要求品質と、これに対応する技術開発のテーマは、市場別に、また将来的にかなり明確になっているので、今後はこれらについて、積極的かつ効率的に研究開発していくことが、我々の課題であろう。

文 献

- 1) 通産省，機械統計，大蔵省，通関統計
- 2) 通産省，機械統計
- 3) 大蔵省，通関統計
- 4) OECD 貿易統計
- 5) 同上
- 6) 同上
- 7) 東岡；オープン エンド紡績法の現状と将来，日本繊維機械学会関東支部創立20周年記念特別講演会，（昭和44年10月28日，東京ステーションホテル）および東岡；オープン エンド紡績の現状と今後，日本繊維機械学会第23回年次大会展望講演会，（昭和45年 5月27日，大阪科学技術センタービル）

繊維産業に携わる研究者・技術者は日本繊維機械学会の会員に！

日本繊維機械学会は、繊維産業（繊維製造～アパレル～流通）に携わる研究者・技術者の結集体として昭和23年6月に創立されました。

以後30数年間にわたり我国の繊維技術およびその周辺分野の発展向上に絶ゆまざる努力を続けて参りましたが、特に本会の特徴として

- a. 基礎的研究とその応用
- b. 現場技術の向上とその理論的究明
- c. 大学，研究所などと現場との緊密な連係

など創立以来産学協同の線を強く打ち出してきました。

今や繊維産業はやっと一息ついたとはいえ、石油問題もひかえ、より深刻な状況にあります。

この困難な状況を打破するには、より高度な新技術の開発，設備の近代化，規模・方式の適正化などの面で知識集約化をはかり衣生活をより高度化するほかありません。このときに当たり本会の使命，役割はいよいよ重要であるといえましょう。

学会活動の活発化や会員の相互啓発は会員が多数であればあるほど、より高まり深くなります。会員各位におかれましてもこの会員増加キャンペーンにご協力いただき、お知り合いの方でまだ未入会の方がおられましたら、ぜひご入会をおすすめいただきたく、あるいは事務局までご一報下さいますようお願いいたします。