

繊維開発の歴史と我が国の繊維産業の技術革新に関する研究 History of Fiber Development and Technological Innovation of textile industry

中澤 靖元*・松島 朝秀*・朝倉 哲郎**

NAKAZAWA Yasumoto・MATSUSHIMA Tomohide・ASAKURA Tetsuo

繊維産業、ナイロン、ポリエステル、技術革新
textile industry, nylon fiber, polyester fiber, technical innovation

要旨

我が国の基幹産業の一つであった繊維産業は、特に合成繊維であるポリエステルに関しては、コストとバランスに優れ、世界的規模で急成長を遂げている。現在、天然繊維を含めた各種繊維の中で、最大の生産量を占めるに至った。また、ポリエステルをはじめとした繊維材料は、衣料にとどまらず、建築・情報・医療など、様々な産業分野で利用されている。

本発表では、これまでの繊維の歴史を紹介するとともに、主にポリエステルの技術革新に関して、統計的な調査と当時の具体的な技術革新を照らし合わせることで、合成繊維の技術革新の推移をまとめる。

繊維のはじまり¹⁾²⁾

古来から人類は衣料の原料として、その居住地の環境に応じて色々な繊維を使ってきた。

繊維開発の先駆者として有名であるのが、フランスの化学者、シャルドンネ（Count Hilaire de Chardonnet, 1839-1924 年）である。彼は Ecole Polytechnique（パリ理工学校）において、細菌学者のパスツールの指導で蚕の微粒子病についての研究を行った。この時の蚕の生態研究が、後の人造繊維の紡糸方法の開発につながったと思われる。1885年、「硝酸セルロースのエーテル/アルコール混合液を水で凝固し、延伸して人造繊維を作る」という方法のフランス特許（1885年11月、仏）を取得した。4年後の1889年にパリ万博が開かれたが、彼はここに製品の糸を「シャルドンネ人絹」として、小型機械とともに出品した。

これが評判となってグランプリが与えられ、この功績により伯爵の称号が与えられた。

しかしながら、この繊維は、「硝酸セルロース」を原料として用いているため、発火しやすく実用化には至っていない。

その後、シャルドンネは、様々な工程の改良を進め、最終的には湿式紡糸を乾式紡糸に変え、脱硝、精製を完全に行って、爆発の危険のない、絹に似た繊維を得るようになった。人類初の人工繊維がここに出た上だったのである。



図1 シャルドンネ人絹
(東京農工大学科学博物館所蔵)

天然繊維から合成繊維へ

～ナイロンおよびポリエステル繊維の発明～

ナイロンはポリアミドの一種である。ポリアミドはアミド結合（-CONH-）により連なる高分子物質である。

デュボン社（アメリカ）ウォーレス・カローザスによって発見された。カローザスらの基礎研究は1928年頃から始められ、はじめは特に直接の工業利用を目的とはしていなかったが、1935年、熔融紡糸により繊維化可能な高分子として、2価の脂肪酸とジアミンからなるナイロン6,6を完成、1938年に工業化に成功している。

このナイロンの発明は、生糸貿易を主たる産業にしている我が国に大きな衝撃を与えた。1948年発行の繊維年鑑では、以下の様に記述されている。

* 東京農工大学科学博物館 助教

** 東京農工大学科学博物館 館長

* Nature and Science Museum, Tokyo University of Agriculture and Technology Assistant Professor

** Nature and Science Museum, Tokyo University of Agriculture and Technology Director

「昭和十三年春、一片のナイロン繊維が米国から日本へ送られ、その性質として強力は絹の二倍、伸度は羊毛に匹敵し、比重は綿の四分の三であり、しかも、横断面が完全な円形という素晴らしい繊維であることが判明した時、本邦朝野の受けた衝撃は甚大なものであった。」³⁾

その結果、1941年に合成繊維の研究を促進するため、当時の商工省の主導で財団法人 日本合成繊維研究協会が設立され、我が国においても、ビニロン等の繊維が誕生する。

また、ポリエステルは多価カルボン酸とポリアルコールとの重縮合体の総称である。最初のポリエステルの開発は、カラーガスがナイロンを発見する前からポリエステルの合成を試みている。しかしながら脂肪族のポリエステルであり、融点が低く実用的な繊維とならなかった。

その後、イギリスのキャリコプリンターズ社のウィンフィールドとディクソンにより融点の高いポリエステルを得ることに成功した後、1942年に特許を取得している。これが、現在様々な分野で利用されているポリエチレンテレフタレートである。

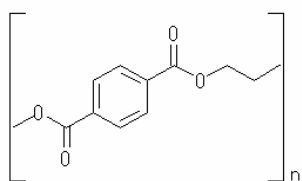


図2 ポリエチレンテレフタレート

合成繊維は実用特性において、強度や耐久性、防虫性など天然繊維に勝るところが多く、品質の安定性も確保されること等から、石油化学工業の発展に伴い大量生産されるようになった。図2にはポリエステル及びナイロンの生産量の推移を示す。昭和40年から45年にかけてポリエステル、ナイロンともに大幅な生産量の増加を示している。その後、ポリエステルは昭和55年頃から横ばいとなる。これは、ASEAN諸国の台頭が原因と考えられており、その後、平成2年をピークに減少に転じているのは、中国における生産拡大によるものである。

事実、2004年時点でポリエステル繊維の生産量は中国が世界の約46%を占め、日本は僅か2%程度となっている。

大量生産の面では、我が国の国際競争力は失われているが、高度な技術を組み合わせた高機能の差別化品種の生産と良好な品質をアピールすることで、

高級品分野でのシェアの確保を行っている。

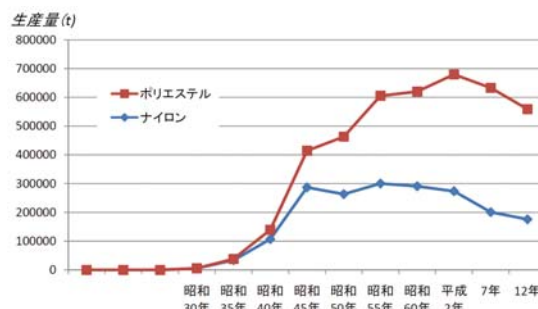


図3 ポリエステル及びナイロンの生産量の推移 (繊維統計年報⁴⁾より再編成)

本調査では、これら2種類の合成繊維において、戦後の生産量と技術革新の相関を考察するために、繊維の発展経緯を可視化、比較し、各時代における技術革新の経緯を検証する。

ポリエステル繊維およびナイロン繊維に関する類型化手法による分析

時代の変化に伴うポリエステルやナイロンの技術革新の傾向を分析するため、本調査では北陸先端科学技術大学院大学 中森教授の発案した「伝統産業の類型化」の手法を採用した。この手法は、各種伝統産業の発展経緯を技術革新意欲(技術開発数)と生産額から可視化した後、同様の発展傾向にある伝統産業を類型化するというものである。

本調査の対象である、ポリエステルとナイロンの生産量に関しては、昭和30年から平成12年までの総生産量をそのまま用いている。また、「技術革新意欲」に関しては、戦後から現代までの各年度において発表された国内論文数を検索し、その総数を技術革新意欲として捕らえた。検索方法は、世界最大の化学系データベースである、「SciFinder Scholar」を用いた検索を行った。

SciFinder Scholarは、1900年以降に発行された100年以上に渡る文献情報が網羅的に収録されており、収録雑誌数は9,500誌以上にのぼる。本調査では、「Polyester, Fiber」および「Nylon, Fiber」を検索キーワードとし、その中から国内で発行された日本語の文献を抽出してカウントした。

調査結果をまとめたものを表1に示す。

表1 ナイロンおよびポリエステル生産量および国内論文数の推移

	昭和35年	昭和40年	昭和45年	昭和50年	昭和55年	昭和60年	平成2年	平成7年	平成12年
合成繊維総生産量(t)	46,678	165,639	456,708	490,634	641,641	654,000	720,000	726,000	669,000
ナイロン生産量(t)	33,721	107,097	287,082	263,655	300,420	291,000	273,833	201,000	176,000
国内論文数(報)	0	74	280	373	315	287	311	416	434
ポリエステル生産量(t)	4,474	32,522	127,266	199,427	305,021	329,000	405,846	432,000	383,000
国内論文数(報)	0	16	137	244	297	267	216	272	348

本調査では、この表を基に横軸を各繊維の各年度における実質生産量、縦軸には上述した日本国内の論文数を技術革新意欲としてプロットを行なった。このプロットを作成することによって、戦後から現代にかけての繊維に関する技術革新と、社会情勢を考察することが可能となる。

ナイロン繊維に関する類型化手法による分析と考察。

我が国のナイロン繊維の本格的な生産開始は、昭和21年となっている。

繊維年鑑24-25年度版においては、

「ポリアミド系繊維は、東洋レーヨン（現在の東レ株式会社）で単繊維につき、工業技術的基礎を確立した。又、同種繊維なるナイロンと組み合わせて前途に不安は少ない。」⁵⁾と記述されている。同社は昭和24年内に生産1トン工場を設立、ナイロン生産が本格的に始動したことを示している。

ナイロンに関する類型化プロットを図4に示す。

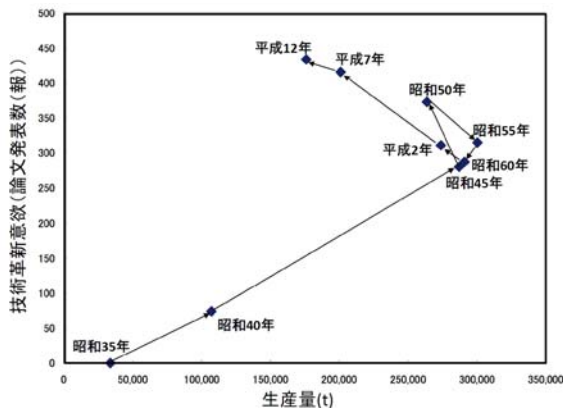


図4 ナイロン繊維に関する類型化プロット

このプロットにおいて、基本的に右上がりの変化を見せ得ている場合、生産量と技術革新意欲がともに増加しており技術的イノベーションの可能性を示唆している。このプロットを見ると、昭和35年から昭和45年にかけて、著しい技術革新が生じたことが考えられる。昭和45年を境に一端生産量は減少に転じるが発表論文数は増加している。その後、生産量は増加傾向となり、昭和55年にナイロンの生産量としては最大の30万トンに達する。昭和50年の一時的な生産量の減少は、昭和48年7月に発生した出光石油化学徳山工場の爆発事故および、大阪石油化学の事故による原料ラクタムの生産減、夏期の渇水等による減産、更に年末の石油危機によるものと考えられる。しかしながら技術革新意欲は増加傾向にあり、昭和55年をピークに生産は減少傾向に転じた。

ポリエステル繊維に関する類型化手法による分析と考察。

我が国のポリエステル繊維の生産開始は昭和33年であり、ポリエステル繊維を帝国人造絹糸と東洋レーヨンがICI社（Imperial Chemical Industries社 キャリコプリンターズ社からポリエステル技術を引き継いだ会社）の導入技術により生産開始を行う。当年生産量は484tであった。その後、ポリエステルの技術革新意欲は順当な増加傾向にある。これに伴い、生産量も爆発的な増加を示している。昭和55年からは生産量は増加の一途を辿っているが、一時的な技術革新意欲の低下が見られる。これは、ポリエステルの微細加工技術、いわゆる「新合繊」の開発における開発に関係しているものと考えられるが、新合繊は昭和60年代から開発・市場化が生じた技術革新であり、本調査の結果とは若干

のずれが生じていることがわかる。今後、更に詳細な調査を行うことによる確実なデータの抽出が必要であると考えられる。

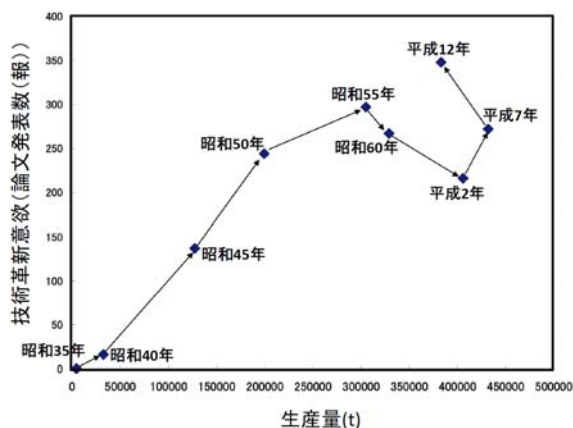


図4 ポリエステル繊維に関する類型化プロット

まとめと今後の予定

以上のように、本調査では代表的な合成繊維であるナイロンとポリエステルに関して、時代の変化に伴う生産量と技術革新意欲を関数とした傾向の考察を行った。

ナイロン繊維においては、昭和40年から45年に非常に大きい技術的イノベーションの可能性が見られることや、ナイロンとポリエステルを比較すると、生産量のピークが大きく異なっていることがわかる。さらに、両繊維とも昭和50年代にプロットが右下への減少傾向を示している。これは、技術革新意欲、生産量ともに減少している低迷状態があり、その後、若干持ち直しているものの、生産量に関しては大きく減少してしまっている。この結果は、上述したような中国およびASEANの生産能力の向上が背景としてあることが考えられる。本調査では今後、このプロットを用いたより詳細な考察を重ねていく予定である。

本調査においては、横軸に総生産量を採用している。中国をはじめとした他の国々の生産力に圧され、昭和後期から我が国における繊維生産量は、減少傾向を示すことになっている。しかしながら、我が国の技術力の高さから、付加価値の高い商品を多く開発・生産していることも事実である。

類型化プロットから分析を行うにあたり、一概に生産量のみで諸問題の考察を行うことに関しては危険が伴うことが考えられる。この考察を基に類型

化プロットを見ると、生産量は衰えているもののポリエステル、ナイロンともに発表論文数に関しては順調に増加しており、技術革新意欲は衰えていない。高付加価値の繊維製品を開発する力は衰えていないことが考えられる。本発表では、生産量とともに、総生産額についても同様の追跡調査を行い、比較・検討を行う予定である。

また、「技術革新意欲」のパラメータとして、対応した年数に発表されている国内論文数を用いている。今回の調査で用いたSciFinder Scholarによる発表論文数の追跡調査によって、各年代の傾向を得ることはできたと考えられる。しかしながら、決定的な統計情報を用いて、本調査の信頼性を向上させるためには、各年度の特許件数や繊維企業毎に立ち上がったプロジェクト数等を新規のパラメータとして採用し、網羅的な件数調査の実施が必要不可欠である。今後、他の繊維産業についても順次調査を行い発表する予定である。

参考文献

- 1) 上出健二『繊維産業史概論』繊維機械学会、1993年
- 2) 岡谷太郎、宗像英二、和田野基『化学繊維』丸善、1956年
- 3) 『昭和28年 繊維年鑑』日本繊維新聞社、1948年
- 4) 『昭和31年繊維統計年報』通商産業大臣官房 調査統計部、1956年
- 5) 『昭和47年繊維統計年報』通商産業大臣官房 調査統計部、1972年
- 6) 『平成12年繊維統計年報』経済産業省経済産業政策局調査統計部、2001年

(2008年9月30日原稿受理, 2008年11月15日採用決定)