技術を社会へ
Integration for Innovation

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology AIST
独立行政法人
産業技術総合研究所

PAN系炭素繊維の開発秘話
～オリジネーターに学ぶモノづくり～

独立行政法人 産業技術総合研究所
名誉リサーチャー 進藤 昭男氏

PAN系炭素繊維―。このメイドインジャパンの素材が世界中で注目されている。発明したのは進藤昭男。1952年（昭27年）、通商産業省工業技術院大阪工業技術試験所（現産業技術総合研究所関西センター）に入所、地道な実験を繰り返し、59年（昭34年）にポリアクリロニトリル（PAN）繊維を蒸し焼きにして炭素繊維を生成する基本特許を出願する。これを皮切りに研究が進み、技術移転、さらには工業化が進んだ。そして今では日用品、スポーツ用品、産業用機器、航空宇宙関連機器など幅広い分野で使われる素材となった。そこで発明までの道のりを追った。なお、進藤氏による特別講演が2013年11月15日（金）13時から大阪科学技術センター（大阪市西区）で行われる。

自由な研究環境から生まれた“炭の糸”

緻密な研究で〝夢の繊維〟を実現

与えられた研究を自由好き勝手にやっていたが、社会に役立つ研究を模索していた。

「社交性がないので、民間企業に就職することは考えていなかった。最初から国立研究所の研究員を目指していた。炭化物の研究で採用募集があって、それに応募した。配属されたのは炭素研究室。当時、研究室の名前からして非常に珍しかった。一年上の先輩が炭素の生成をやっていたので、上司からは『炭素の崩れの研究』を命じられた。酸化剤を使ってカーボンブラックや活性炭といった炭素材料の被酸化度合いを調べることにした。7年間ぐらい自由好き勝手にゴソゴソやっていた。でも国立の研究所に勤めている以上は、工業化できる技術の開発や社会に役立つ研究をやりたいという思いが常にあった。とはいえそのような研究テーマがそう簡単に見つかるわけでもなかった」

産業技術総合研究所 関西センター

一本の新聞記事を見た。〝これだ〟と思った。炭の糸の研究に着手した。

「59年（昭34）5月29日付の日刊工業新聞に米国のナショナルカーボン社が黒鉛フェルトを開発したという記事が掲載されていた。レーヨンのような繊維を高温で加熱して熱化学的に黒鉛にするという内容で、〝これだ〟と思った。当時は、繊維状の炭素は〝材料〟として存在していなかった。その新しさにひかれ、炭素繊維の研究に取りかかることを決めた。その研究が何に役立つのか目的を持って取り組んだわけではない。蒸し焼きした後も繊維の形のままで炭になる繊維を見つければ良いという考えで、デパートの布地売り場でさまざまな繊維の切れ端を買い、実験を重ねた。スプリング式熱てんびんの小さな石英バスケットに繊維を入れて、窒素ガスを流しながら高温で加熱するが、やってみると跡形もなかったり、溶けてから炭化した形のものができていたりして、思ったような成果が出なかった」

どうにもならない日々が続いた。その時、融点が書かれていない合成繊維に狙いを定めた。

「合成繊維に関する本を調べる中で、1冊の本の中に繊維性質一覧表のページがあった。そこにはさまざまな繊維の融点が書かれていたが、オーロン（アクリロニトリルの重合体および共重合体で作ったアクリル繊維）のところを見ると、「230度Cで粘る」と記載されていた。繊維会社に勤めていた弟にさまざまな繊維を送ってくれるよう以前頼んでいたが、届いた小包の中にたまたまオーロンが入っていた。早速、熱天秤で加熱してみると、繊維の形をしたまま炭になった。それからは、いくつかの企業にお願いしてアクリル繊維を提供してもらいながら研究を進めた」

焼成前に繊維を空気中で加熱する―。炭の糸を巻きつけることができた。感動が走った。

「炭素繊維の試料は、10センチメートルぐらいの長さに切った繊維の束を石英反応管に入れ、半割管状炉で加熱して炭化した。取り出して指に巻きつけると、こわれることなく巻きつけることができた。胸がドキドキした。あの時の感動は、今でも忘れられない。その後、実験を重ねる中で、繊維の量が少ないときは適度に酸化されてしなやかな炭素繊維ができるが、量が多いときには酸化されずに非常に弱くてもろいものしか得られないことに気がついた。強い炭素繊維を作るには、焼成前に繊維を空気中で加熱しておくことが重要だとわかった」

〝しなやかさ〟が良いと思っていたが、米国人の一言で研究の方向性が変わった。

「63年（昭38）にこれまでの研究成果をまとめた論文を米国炭素会議に提出した。これを契機に欧米各国で研究が活発になった。65年には、米国空軍材料研究所の人が私の論文を見て日本にやってきた。会って話してみると、〝（炭素繊維は）堅い方がいい〟と言う。プラスチックと炭素繊維を組み合わせれば、プラスチックが強化できるからだった。それまでは、耐熱性や電気的特性を利用することを想定していたし、繊維だからしなやかな方が良いと思っていたので、彼の発言は意外だった。プラスチックを強化する目的に炭素繊維を使うことを知った」

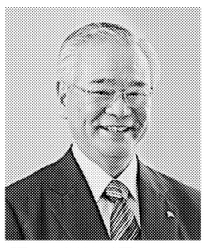
発明した炭素繊維は、合成樹脂と組み合わせた複合材料として広く使われるようになった。

「代表的な炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は強くて軽い材料として様々な分野で活用されるようになった。最近では、ボーイング787型機の機体に使われたと聞く。新聞記事に掲載されていたレーヨンの研究をやらなかったことが、今回の成功につながったのだろう。研究をやっている時は、先のことなど考えていなかった。こんな状況になるとは予想していなかった。研究が大好きだから苦労しているともまったく思わなかった。自由に研究できる環境が良かった。研究者として炭素繊維の種をまくことができたことは本当に運が良かったと思う」

進藤氏を語る

〝ひらめき〟と〝こだわり〟が印象的

私は1959年（昭34）に工業技術院大阪工業技術試験所炭素研究室に配属された。その時の研究室には、炭素電極で実績のある松尾寛二さんと、炭素繊維の発明者である進藤昭男さんの両巨頭がいた。私は松尾さんのグループに所属していたわけだが、進藤さんは生真面目で、コツコツと研究を行っていた。研究課題は炭素繊維の原料であるPANをいかに焼くかである。電気炉から取り出した焼成物の機械的強度や赤外線吸光、さらには表面積までを測定するが、焼成条件を変えては測るという根気のいる地味な仕事が続いていた。しかし、こういう苦労が大きな成果を生む。優れた研究成果は、研究者の優れた専門性だけでなく、〝ひらめき〟と〝こだわり〟から生まれる。竹からつくった炭素繊維をフィラメントにして白熱電球を発明したエジソンは新聞記者にこう語ったという。「発明は1％のひらめきと99％の努力である」と。これは孤高の営みでもあるが、進藤さんにもひらめきがあったと思うし、緻密で計画性のある研究を根気強く取り組んだ結果だと思う。


阪南大学前学長、
関西産業活性協議会
代表理事
大槻 眞一氏

しんどう・あきお　1926年（大15）5月生まれ。51年広島文理科大学化学科卒。52年同科研究科1年終了後、工業技術庁（のちの工業技術院）大阪工業技術試験所入所。87年退官。61年理学博士。72年科学技術庁長官賞、73年通商産業大臣賞、74年毎日工業技術賞、77年日本化学会化学技術賞受賞。同年紫綬褒章受章。87年メダル オブ エクセレンス イン コンポジット マテリアルズ（米国デラウェア大学）、2012年産業技術総合研究所より、名誉リサーチャーの称号が与えられる。

■炭素繊維とは

アクリル繊維やピッチ（石油、石炭、コールタールなどの副生成物）を原料に高温で炭化した繊維。アクリル繊維を使用した炭素繊維はPAN系と呼ばれ、ピッチを使用した炭素繊維はピッチ系と呼ばれる。世界需要は3万7000tと言われており、日本企業3社が世界シェアのおよそ70％を獲得し、世界をリードしている。

炭素繊維シンポジウム
～誕生から未来へのイノベーションへ～

主催 独立行政法人産業技術総合研究所、日刊工業新聞社、モノづくり日本会議
後援 近畿経済産業局

日時 11/15 金　受付開始 12:30　開会 13:00
会場 大阪科学技術センター 8F大ホール
住所：大阪市西区靭本町 1-8-4　電話：06-6443-5324
URL：http://www.ostec-room.com

1959年にPAN（ポリアクリロニトリル）系炭素繊維が発明されて以来、“軽くて、強く、腐食しない”先端機能材料として注目集め、現在は航空宇宙や産業分野の構造材、さらには医療、スポーツ、レジャーなど幅広い分野で使用されています。また、世界の構造部材用炭素繊維市場においては日本がトップシェアを誇り、メイドインジャパンの先端材料として世界をリードしています。そこで、シンポジウムでは先端材料の発明から、製品化への取り組み、さらには世界の動向・技術イノベーションなどについてご講演いただきます。

プログラム
12:30 受付開始
13:00 開会挨拶 （独）産業技術総合研究所 関西センター所長 小林 哲彦
日刊工業新聞社 取締役 西日本担当兼大阪支社長 曽根 洋一
13:20 特別講演 「PAN系炭素繊維の発明」
講師 （独）産業技術総合研究所 名誉リサーチャー 進藤 昭男
13:40 講演① 「PAN系炭素繊維ビジネスをめぐる日系メーカーの動向」
講師 日刊工業新聞社 編集局 第二産業部記者 浅海 宏規
14:00 講演② 「炭素繊維“トレカ”～開発史と今後の挑戦～」
講師 東レ株式会社 取締役 生産本部担当 吉永 稔 氏
15:30 休憩
15:40 講演③ 「複合材料、世界の市場動向と技術イノベーション」
講師 株式会社ビー・アイ・テック 代表取締役社長 板東 舜一 氏
17:10 講演終了
17:30 交流会（お一人様参加費3000円 19:00 終了予定）

参加無料
定員 300人
申し込み先・問い合わせ先
日刊工業新聞社
大阪支社業務局セミナー係
〈担当〉饒波（のなみ）
TEL 06-6946-3354
FAX 06-6946-3369

申し込み先 モノづくり日本会議ウェブサイト http://www.cho-monodzukuri.jp/event/2013/09/1115.html

「モノづくり日本会議」は、2007年9月に設立した「モノづくり推進会議」での活動を土台に、広域企業ネットワークや他機関との連携を活用し、日本のモノづくり産業の強化に役立つ実践的な勉強会・シンポジウムなどのイベントや交流会などの活動を展開しており、日刊工業新聞社が事務局を務めている団体です。
少子高齢化、環境対応、資源・エネルギー問題など様々な課題を乗り越え、「“超”モノづくりの推進」をテーマに、事業を進めています。
先進的な技術やノウハウを有する会員企業をはじめ、多彩な連携機関のご協力をいただき、モノづくり産業のさらなる発展を目指して事業を展開し、モノづくり産業の競争力強化につながるよう、地域間、企業間連携をおこない、ビジネスマッチングなども図っていきます。

モノづくり日本会議
―モノづくり推進会議 NextStage―

モノづくり日本会議の事業
「グローバル競争力強化関連事業」
■モノづくり力徹底強化検討会　■人材育成関連事業
■サプライチェーン強化検討会　■長寿企業イノベーション勉強会
「新産業・ビジネス創出／ビジネスモデル構想力向上検討事業」
■ネイチャー・テクノロジー研究会　■ロボット研究会
■新産業創出検討会
◇新エネルギー促進検討会
◇農商工連携勉強会
その他の事業コンテンツ
■交流会・マッチング事業
■顕彰事業 ◇モノづくり部品大賞
■モノづくり推進シンポジウム、特別講演会
■地区別研究会
◇中部地区研究会
◇多摩ソーシャルロボットテクノロジー研究会
各事業の詳細は、モノづくり日本会議ホームページ（www.cho-monodzukuri.jp）をご覧ください。
●お問い合わせ先● モノづくり日本会議事務局 〒103-8548 東京都中央区日本橋小網町14-1（日刊工業新聞社内） Tel: 03-5644-7608 Fax: 03-5644-7209