

## 論文補遺:

## PAN 系炭素繊維のイノベーションモデル

## — 励振モデル；研究者の活動とマネージメントの相乗効果 —

中村 治<sup>1\*</sup>、大花 継頼<sup>2</sup>、田澤 真人<sup>3</sup>、横田 慎二<sup>4</sup>、篠田 渉<sup>5</sup>、中村 修<sup>6</sup>、伊藤 順司<sup>7</sup>

## Paper supplement:

Study on the PAN carbon-fiber-innovation for modeling  
a successful R&D management

– An excited-oscillation management model –

Osamu NAKAMURA<sup>1\*</sup>, Tsuguyori OHANA<sup>2</sup>, Masato TAZAWA<sup>3</sup>, Shinji YOKOTA<sup>4</sup>,  
Wataru SHINODA<sup>5</sup>, Osamu NAKAMURA<sup>6</sup> and Junji ITOH<sup>7</sup>

Synthesiology誌第2巻第2号159-169頁にて発表された論文「PAN系炭素繊維のイノベーションモデル」に関して、誤りや不正確な表現があり、著者の意図が必ずしも十分に伝わらず誤解を招く可能性もあったので、以下に正誤表、原論文を補遺するための追加参考文献および追加的な解説を記す。

## 【正誤表】

## 1. 160頁右2.1(2)

原文：炭素繊維の端緒は1956年に米国のレーヨンを原料として開発されたものである。

訂正：アメリカのW.F.アボットは1956年にレーヨンを原料として炭素繊維を開発し、最初の特許申請を行った<sup>[1][4]</sup>。

## 2. 162頁右2.4(1)

原文：東レ(株)が炭素繊維について本格的に生産を開始したのは1968年頃であり、

訂正：東レ(株)は1970年に事業化を決定し、進藤博士の特許ライセンスを受け、1971年に炭素繊維の生産・販売活動を開始した<sup>[15][16]</sup>。

この訂正に伴い、図1および図3をそれぞれ図1訂正および図3訂正に訂正する。

## 3. 163頁左2.5(1)

原文：・・・少なからずあったようで、大工試への感謝が「社史」などの形で表現されていることで一端を知ることができる。

訂正：・・・少なからずあったようで、それらが「社史」などの形で表現されていることで一端を知ることができる。

## 4. 165頁左3.3

原文：「公には内緒で」技術指導を受けに来ていた。

訂正：技術情報収集活動の一環として来ていた。

1 産業技術総合研究所 評価部 〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 中央第2、2 産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門 〒305-8565 つくば市東 1-1-1 中央第5、3 産業技術総合研究所 サステナブルマテリアル研究部門 〒463-8560 名古屋市守山区 下志段味穴ヶ洞 2266-98、4 産業技術総合研究所 イノベーション推進室 〒100-8921 千代田区霞ヶ関 1-3-1、5 産業技術総合研究所 計算科学研究部門 〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 中央第2、6 長崎県科学技術振興局 〒850-8570 長崎市江戸町 2-13、7 産業技術総合研究所 理事 〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 中央第2

1. Evaluation Division, AIST Tsukuba Central 2, Umezono1-1-1, Tsukuba 305-8568, Japan \* E-mail : osamu-nakamura@aist.go.jp,

2. Advanced Manufacturing Research Institute, AIST Tsukuba Central 5, Higashi 1-1-1, Tsukuba 305-8565, Japan, 3. Materials Research Institute for Sustainable Development, AIST Anagahora 2266-98, Shimoshidami, Moriyama-ku, Nagoya 463-8560, Japan, 4. Research and Innovation Promotion Office, AIST Kasumigaseki 1-3-1, Chiyoda-ku 100-8921, Japan, 5. Research Institute for Computational Sciences, AIST Tsukuba Central 2, Umezono1-1-1, Tsukuba 305-8568, Japan, 6. Science and Technology Promotion Division Nagasaki Prefectural Government Edo-cho 2-13, Nagasaki 850-8570, Japan, 7. AIST Board of Trustees, AIST Tsukuba Central 2, Umezono1-1-1, Tsukuba 305-8568, Japan

Received original manuscript February 2, 2011

図1訂正 炭素繊維開発の流れ

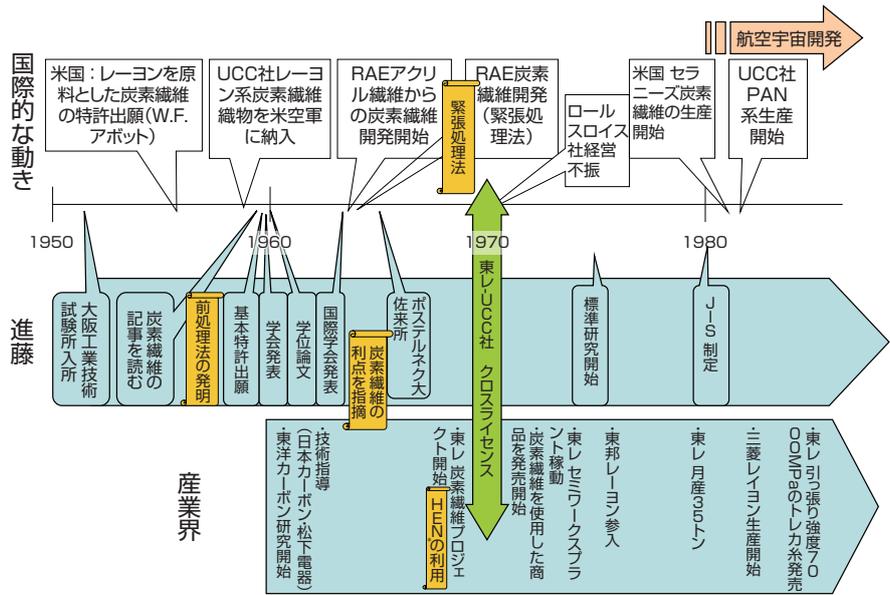
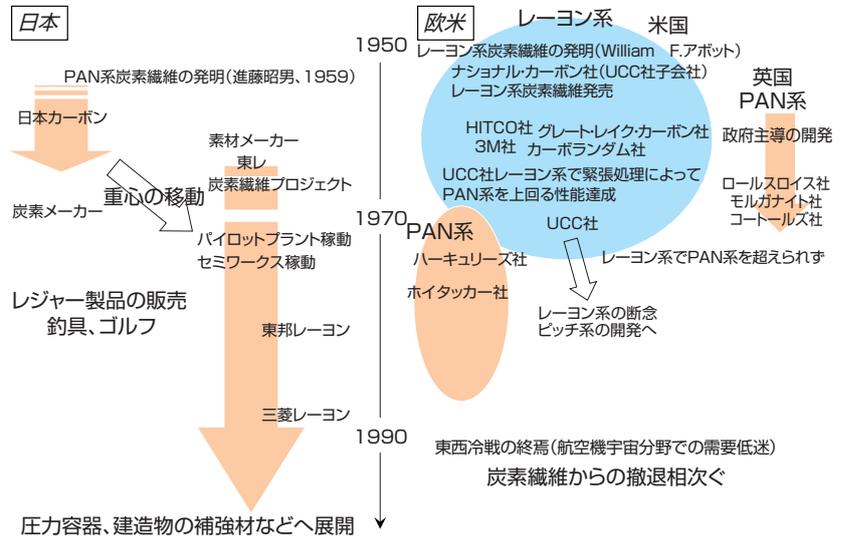


図3訂正 炭素繊維に係る国内外の産業界の取り組み



【追加参考文献および挿入場所】

[14] 高松亨: 技術と文明, 12 (1), 2, 日本産業技術誌会誌 (2000).  
(160頁右2.1(2) 上記正誤表1)

[15] [http://www.fujimura-lab.mot.titech.ac.jp/class/CASE05-03TORAY\(1\).pdf](http://www.fujimura-lab.mot.titech.ac.jp/class/CASE05-03TORAY(1).pdf)  
青島矢一, 河西壮夫 (一橋大学イノベーション研究センター), 経済産業省「技術経営人材育成プログラム導入促進事業」“東レ炭素繊維複合材料「トレカ」の技術開発” 3頁 (2005).  
(162頁右2.4(1) 上記正誤表2)

[16] 東レ50年史, 199, 308 (1977).  
(162頁右2.4(1) 上記正誤表2)

[17] 松井醇一: 講座: 炭素繊維の話その3 PAN系炭素繊維の誕生 - 進藤とワットたちの研究, 強化プラスチック

クス, 43 (8), 298 (1997).  
(165頁左3.3 英国の炭素研究者は・・・PAN系炭素繊維の研究を開始している[17]-[19].)

[18] 進藤昭男: 特集: 日本イノベーション物語 - 軽く伸びにくい「PAN系炭素繊維」-, 化学, 65, (1), 22-25 (2010).  
([17]と同じ)

[19] D. Swinbanks: Graphitic carbon copies, *Nature*, 349, 97 (1991).  
([17]と同じ)

[20] 松井醇一: 講座: 炭素繊維の話その6炭素繊維の工業化 - 東レ社の場合 (1968年～1979年), 強化プラスチック, 44 (1), 31 (1998).  
(165頁右3.3 実際の製品が世に出る)

## 【追加的解説】

この論文は、「概要」および「はじめに」に記述したとおり、公的機関の研究成果が社会に認知され、産業界へ移転されて産業変革につながっていった中で、イノベーション誘発の初期過程を、旧大阪工業技術試験所のマネジメントおよび研究者の内面的動機や行動を中心に、可能な限りの文献と当事者（この論文の謝辞に記載）へのインタビューに基づいて検証し、構造化を図ったものである。したがって、PAN系炭素繊維の開発の全過程に関する技術史ではない。

### 1 大工試における「戦略的」な研究推進についての解説

160頁右2.1(2)原文：戦略的に発表されたと容易に考えられる。

「戦略的に発表」と記述したのは、“発表された”という事実の裏には、行き当たりばったりではない戦略性があったと、当事者インタビュー等をもとに分析・推論しているものであり、発表という事実に関する著者の見解である。

研究そのものについては、「個人の興味、関心に基づいてテーマが設定される」と随所に明確に記述してある。これは、当時の上司（進藤研究者の場合、仙石）の研究指導の一部であり、「人によって研究テーマの選択や研究の進め方についての自由度は大きく異なっていた」ことに由来する。また、進藤：「炭素繊維の開発も新聞記事を見たことによる偶発的なものである」、ということもこの論文で明確に記述してある。このようにテーマ設定や新たな発見等はむしろ研究者個人の自律性や新聞報道等による偶発性に依存するものであり、「研究開発は戦略的・計画的になされる」との近年一般的に言われているMOT的論評とは明確に一線を画している。

この論文で取り上げたモデルにおける「戦略」とは、研究開発の初期段階における個人またはグループの自発的な行為を包含し、その行動や成果の普及を組織が阻害せず、逆に激励・発展させる諸施策（知財確保の奨励等）がなされることを言っている。つまり、研究という個人の自発的行動と組織の戦略性とは二律背反ではなく、両立しうるもの、さらに言えば両立させてこそイノベーションが加速されるということがこの論文の主張である。

研究成果をあげるためのマネジメントの背景の例として、161頁左2.2「大工試がインフラ整備、人心の鼓舞を図っていた。」との記述は、「大阪工業技術試験所50年史」[11]の記述を基に、関係者へのインタビューにより確認したものである。上記文献には、同所の研究発表

や特許出願数の急増、放射化学実験室の建設、技術相談所の開設、大仁（大阪）から池田への集中化構想等の事実が記されており、これを根拠としている。さらに、161頁左2.2「組織的な取り組みを企図していることがうかがえる」との記述は、昭和34年（1959年）度「大阪工業技術試験所年報」[9]の記述にあるとおり、「炭素材料研究」の中に「繊維状黒鉛の研究」が、組織（大工試）として設定されていることを根拠としている。

また、特許出願に関しても学会発表の前に申請するという原則は守られている。国研や大学で特許の重要性が認識され始めたのはいわゆる日本版バイドール法と呼ばれる「産業活力再生特別措置法（第30条）」が施行された1999年以降である。これによって、公的機関による知財実施が活発化され、知財の重要性が飛躍的に高まった。戦後間もない1950年代および60年代で“パテント・ファースト”の原則が実行されていることは特筆に値する。著者はそこに着目しており、それを組織的戦略と個人の自発性との両立する一つの証左と分析するものである。

### 2 イノベーションへの迅速展開に向けた行動についての解説

163頁左2.5(1)

原文：企業研究者にとって日常の会話から得た技術情報を自分自身の思考展開で眼前にある課題解決または新規提案にこぎつけてある程度の成果が得られた場合、往々にして当該成果に繋がった種は大工試にあることを言わないで社内説明展開を行ったようだと言者の一人は聞く。

この論文の表現においては、「大工試側から日常の会話を通して得た情報に基づいて企業研究者が独自努力をして得た成果」に限定された文脈になっていること、また、それを問題にしているものではなく、得た情報をヒントにセレンディピティー的発想があった場合にその成果の背景には大工試情報（貢献）があるということを必ずしも社内でも明示してくれていないのではないかと、という当時の大工試側の一般的な認識を述べている。何らかの原情報をもとにイノベーションに繋がる発想や研究展開があった場合、結論だけの報告ではなくその場の議論の展開において、発想に至った原情報や思考展開プロセスも併せて紹介したほうが意見交換の幅が広がり、上乘せの展開の可能性が期待できるからである。

### 3 イノベーションにおける「死の谷」の軽減についての解説

163頁右2.5(2)

原文：先発グループと第2グループ

これは著者が整理のため便宜的に分類したものであり、読者が理解しやすいようにしたものである。特に材料研究にありがちであるが、先行している材料より良いものを探したけれども結果的には見つからなかった、という新材料開発における裏を取る作業の必要性を述べている。（進藤博士ほか関係者へのインタビューで得られた情報に基づく。）

新しい材料が発見され、社会に認知・賞賛されるようになったあと、性能的にもコスト的にも、信頼性や耐久性においても、発表された材料が他材料に比べ競争力において真にベストなものかどうかを確かめる必要がある。もちろん、発表側でそのような調査は済ませているはずであるが、その材料の製造プロセスや用途適用等を考えると、さらなる検討が要求される。発想の異なる同業他社、異業種社等が商機を窺い研究に参入する。材料に対する規格が定まっていない場合、その可能性を求めてさらに多くの企業が関心を寄せる。こういう状況は、広い意味で「死の谷」の概念に含まれる。この論文においては、先発グループと第2グループという用語は、この段階を説明するために導入したものである。「製品」を定め、世に出しつつある企業を「先発グループ」、関心を持ち商機を別途見つけようとする企業を「第2グループ」とした。「第2グループ」は当該分野の層を厚くするために必要であるが、意図した結果がでなかったという実績が残ることも多々ある。これらのネガティブ情報は世に出ることなく死蔵の一途をたどる。一般に、一研究者、一企業のカバーできる範囲はいつの世でも限定された範囲に留まることは否めない。そこで、イノベーションの達成を目指して、困難性の高い注文と思われるが、たとえば国としてこの「死の谷」を効率よく越える仕組みづくりが期待される。

これに対する試み、または見直しとして、その効果は部分的であるが、164頁右3.2(2)に記載のとおり国立研究所として「研究の進展に応じて成果の社会への出し方（特許、論文、報告会等）と産業界へのコンタクトを考えていた。さらに、成果にはずみをつけるため、成長に併せて研究費の規模をコントロールする方法もうまく使っている」ということに著者らは注目した。大工試は、進藤研究室を誕生させ、新たな研究者を参画させたことも、その裏づけと言える。これは大工試内での組織的研究マネジメントであり、企業も含めた組織的な（システムティックな）研究を実施したということを記述しているわけではない。

昨今言うところのイノベーション・ハブに似せた「企業との日常的交流」（164頁右3.2(2)）も上記の目的に役

立つ可能性がある。当時の状況は、このようなことを意図していたかどうかはなはだ疑問ではあるが、現在の研究機関において企業研究者が自発的に国立研究所に入りし、ダイナミックな議論がより多く交わされるようなことがあれば「死の谷」を乗り越えるための時間が多少なりとも短縮されることが期待される。

#### 4 PAN系炭素繊維の開発者についての解説

165頁左3.3

原文；英国の炭素研究者は1963年の米国炭素会議における進藤博士の発表によってPAN繊維を炭素繊維原料にすることの有用性を認識してPAN系炭素繊維の研究を開始している。

以下の参考文献を追加し、この記述の根拠とする。

文献[17]に、「進藤の研究成果は1963年6月に開催された米国炭素会議で発表され、これが契機となって欧米におけるPAN系炭素繊維の研究が進められた」との記述があり、さらにその下部の文章には、「英国RAEがPAN系に着手した理由は、進藤の発表に触発されたとしか考えられない」の記述がある。

文献[18]の24頁左にも同様な記述がある。文献[19]においても次の記述がある。「W. Watt *et al.*, Nature 213, 690-691 (1967) and Nature 220, 835 (1968); referenced Shindo's earlier work, and PAN carbon fibres were first made by Shindo and . . .」

#### 5 最初の発明からイノベーションに至る年月についての解説

165頁右3.3

原文；実際の製品が世に出る10年以上前から技術移転が行われている。

ここでいう実際の製品が世に出た時期とは、文献[20]に「炭素繊維強化プラスチックを使った釣竿やブラックシャフト（著者注；実際の製品）は1972年頃から世に知られるようになった。」と記述されているように、1972年を想定している。一方、進藤らが日本カーボン（株）と松下電器産業（株）に対して行った「黒鉛繊維の製造方法」という名称の「技術指導」は1960年であり、時間関係は原文のとおりである。

この論文の趣旨は、最初の発明（1959）から、真に役に立つもの（製品）に到達するまでには、一研究者の努力だけでなく、多種・多大な研究と労力および長い年月が必要である、というイノベーションの困難さを表現するものであり、技術史の年表のような厳密さで10年を表現しているものでない。