

# 近畿本部 繊維部会・化学部会(2016年2月度) 合同講演会報告

日時：2016年2月26日(金) 13:30~17:00

場所：大阪産業創造会館 5階E

参加者：48名

## 講演1：バイオミメティクスの視点で見る繊維

八木 健吉 日本繊維技術士センター 副理事長(技術士 繊維、総合技術監理部門)

### 1. はじめに

バイオミメティクスを直訳すれば生物模倣技術であり、生物の持っている優れた機能や形態を学んで模倣し、ものづくりに役立てようとする技術である。最近のバイオミメティクスの高まりについて東北大学の下村政嗣氏は、「国連が制定した生物多様性年(2010年)に、ジャンニン・ベニユス氏(米・女性科学作家)が『バイオミミクリー(自然を模倣する)』というコンセプトを提唱し、自然を師とすることで持続可能な社会が作れる」と提言したことが一つの契機になったと紹介されている。

本日は、繊維の世界ではバイオミメティクスという言葉ができるずっと以前から、生物に学ぶことで発展してきたという視点でお話します。

### 2. シルクに学ぶ(シルクライク合成繊維)

絹布は、光沢・ドレープ性(布がしなやかに波打つように広がる性質)・発色性などにより高級ブランド衣料用素材として最高級に位置すると評価されている。カイコの繭糸の断面を電子顕微鏡で観察すると三角断面の形状を持つ、二本のタンパク質繊維(フィブロイン)を、粘着性を持つセリシン(タンパク質)で包み込む構造をしている。この繭糸を精練し、セリシンを除去する事で絹糸の風合いを得ることが出来る。

19世紀末に出現した化学繊維は、セルロース系原料を溶解して作り、人造絹糸と呼ばれるなど人間の絹へのあこがれを象徴していた。合成繊維が発明され、絹を目指したバイオミメティクスが始まったけれども、合成繊維の特徴である均一性が妨げとなって絹の特長を表現できず、安物に位置づけられざるを得なかった。しかし繊維業界は、絹の持つ風合い、優美な光沢、ナチュラル感の実現を目指し、バイオミメティクスの歴史を刻んで行った。

優美な光沢の発現を目指して、絹の持つ三角断面形状の繊維構造を実現するため、紡糸口金の工夫により三角断面形状とする技術が工夫され、ポリエステル繊維でシルク光沢の発現に成功した。さらに、精練に学んだアルカリによる減量加工技術の開発により、ポリエステル繊維でシルクライク光沢とドレープ性の実現がなされた。(図1)

ふくらみ感やナチュラル感については絹繊維の持つ自然な捲縮によるものと考えられ実現が難しかった。解決のため収縮差混織技術(熱収縮率の異なる2種類の繊維を同時に紡糸してマルチフィラメントをつくり、織物にした後で熱処理し、収縮差によりたるみを発現)が工夫され実現した。(図2)

絹鳴り音についても、ポリエステルの三角断面形状繊維の頂点に微細スリットを入れた、三花弁断面繊維の実現により複雑なスティックスリップ現象を生じさせることで実現した。(図3)



図1, 2, 3 東レ提供

### 3. 皮革に学ぶ（合成皮革と人工皮革）

牛や羊などの動物の皮は、体表をおおう表皮層、鞣(なめ)して革になる真皮層、肉と結合する皮下組織からなっている。真皮層は乳頭層(外側)と網様層(内側)に分かれるが、いずれもコラーゲン(タンパク質繊維)で構成されている。乳頭層では直径 $0.1\mu\text{m}$ 程度の超極細繊維が数百本集まって直径 $3\mu\text{m}$ 程度の極細ファイバーとなり、極細ファイバーが数十本集まって直径 $80\mu\text{m}$ 程度の極細繊維束となって、さらに極細繊維束が三次元的に絡み合った不織布構造となっている。網様層はさらに太い繊維束が絡み合った不織布構造である。

皮革代替品もバイオミメティクスで発展し、第一期では織編物を基布とした塩ビレザーや合成皮革、第二期では不織布とポリウレタン微多孔膜を用いた靴の甲革に使える透湿性の人工皮革、第三期では直径 $3\mu\text{m}$ 程度の極細ポリエステル繊維束の利用により天然スエードとほとんど変わらない人工皮革スエード(図4)が開発され、皮革代替品として幅広く利用されている。

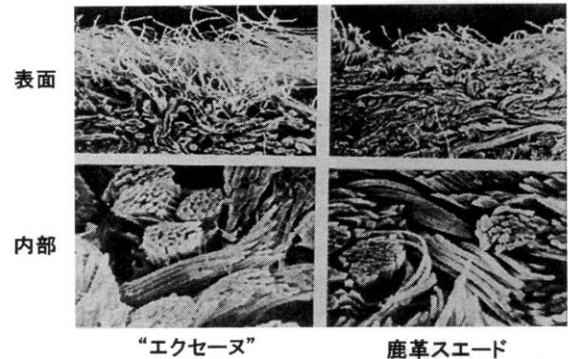


図4 人工皮革(エクセース)と天然鹿革の比較 東レ提供

### 4. 羊毛に学ぶ（複合繊維）

羊毛や木綿などの天然短繊維は自然な捲縮(ちぢれ)を持ち、紡績により絡み合って長い糸に紡ぐことが出来る。羊毛の繊維はケラチン(タンパク質)から出来たコルテックスが、同じくケラチンで出来た疎水性のうろこ状細胞でおおわれた構造をしている。コルテックス本体を調べると、柔らかく親水性のオルソコルテックスと、硬く疎水性のパラコルテックスを貼り合わせた構造であり、異質成分からなるバイメタル構造により捲縮性を発現している。

バイオミメティクスにより二種類の材料を使う捲縮性複合繊維が開発され、静電性、保温性、紫外線遮断性などの機能を持つ、様々な複合繊維に発展していった。

### 5. 木綿に学ぶ（中空繊維、異形断面繊維）

木綿繊維は、種子の表皮細胞が伸長した種子毛であり、成長の終わり頃に細胞の内側に何層ものセルロース分子が作られることで肥大していく。繊維の中心部は栄養液補給のため中空であり、電子顕微鏡で見るとひしゃげたマカロニの様な構造であるが、水分があると中空部が膨らむことで、多量の吸水能力を発現する。この中空構造を学んで様々な中空繊維や異形断面繊維が開発され、染色性、吸水性、清涼感、軽量性、高反発性、超撥水性などの快適性合成繊維が開発された。

### 6. スーパー繊維（天然を超える繊維）

強さ、燃えにくさなどで天然繊維や従来の化学繊維の持つ特性を超えた、アラミド繊維、炭素繊維などが発明されている。今後は蜘蛛の糸のバイオミメティクスや、ナノファイバーの利用を始め、繊維以外の専門技術者の方の視点も勘案した開発努力が必要である。

### 質疑

Q 染色は繊維に関係すると思うが、どうバイオミメティクスと関係するのか。

A 合成染料はこれまで純粋なものを目指してきた。天然染料はインジゴだけでも多種類あるように色々なものが混じっている。天然染料のような複雑な色をだすためには、バイオミメティクスは大切である。

## 講演 2 : 国の科学技術戦略と今、大学に求められていること

北岡 康夫 大阪大学産業連携本部 副本部長

兼 大学院工学研究科附属高度人材育成センター 教授

### 1. はじめに

大阪大学博士前期課程修了後、松下電器産業株式会社入社。大阪大学大学院工学研究科附属フロンティア研究センター教授を経て、2010年10月から経済産業省製造産業局で産業戦略官としての行政経験を持った。その間、東日本大震災や国家プロジェクトへの対応にもあたり2014年から現職である。本日は、産学官での経験を踏まえてお話しする。

### 2. 日本が置かれている現状

東日本大震災においては、高い世界シェアの日本の部素材産業がグローバルなサプライチェーンに大きな与えた影響を考えた。黒鉛・極薄電解銅箔・シリコンウエハ・人工水晶などの生産停止が、中間部素材（リチウムイオン電池・半導体など）の生産に影響し、最終製品である自動車・家電・産業機械などの生産にまで影響した。日本の製造業の強さの源は高度部素材産業に負うところの大きいことが、明らかになったといえる。

日本の製造業の強さの源は「高度部素材産業」の強さにあり、高度部素材の製造業は優良企業といえる。優良企業と評価できる基準を考えて見ると、「必要条件」は他社の参入が困難な障壁を持ちしかも技術が発展していく企業であり、「充分条件」は個々の製品が中規模（大規模になると資本力で参入される）で、コアを日本に残せる企業といえる。

日本は高度経済成長時代から、製造技術力で欧米に勝るようになったが、2000年以降は調達や市場などの最適化をグローバルに求める時代になった。世界の製造を支える高度部素材を供給するには、グローバルな産業構造に対応することが重要である。さらに、ノウハウやアナログ的技術の海外流出を避け、新産業（人材の育成を含む）を創造していくことが必要であり、企業ばかりでなく国家にとっても不可欠な課題である。

### 3. 科学技術政策の方向性

アメリカ、ドイツの科学技術関連予算について考えて見たい。アメリカは、DARPA（アメリカの国防高等研究計画局）による軍事技術開発の成果を民間転用して、インターネットなどのイノベーション創出を図ってきた。一方、ドイツは研究機関のネットワークであるフラウンホーファー研究機構が中心となり、工業技術（ものづくり）をベースとした技術創出を図り、大学と公的研究所が連携して、大胆なエネルギー政策や標準化政策を推し進めてきた。

日本も革新的科学技術をイノベーション創出に繋げることが重要であり、アメリカやドイツの取組みは参考になる。DARPAのようにハイリスクだがインパクトの大きい研究開発を公的資金により支援し、PM（プロジェクトマネージャー）に高い責任と権限を与えプロジェクトを推進することも重要である。フラウンホーファー研究機構のように、国家プロジェクトで得られた成果を企業へ橋渡しするためには、公的研究機関である産業技術総合研究所などの役割も重要となる。さらに、ベンチャー企業を創出し新しい産業を興すためには、官民イノベーションプログラムのようなベンチャー支援プログラムも重要となる。今後は、これらの仕組みを連携させ、イノベーション創出に繋げていくことが求められる。

日本政府は、総合科学技術・イノベーション会議の持つ司令塔としての機能を強化し、政府全体の科学技術関連予算を戦略的に作成し、様々なプログラムを推進してきた。SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）では、基礎研究から出口までを見据えた規制・制度改革を

含めた取組を推進する。革新的推進開発プロジェクト（ImPACT）では、革新的な科学技術イノベーション創出を目指し挑戦的研究開発を推進する。SIP と ImPACT は我が国として大変重要なプログラムである。その中では、新しいものづくりの新しい方向性についても検討されていて、プロセス革新（例：3D プリンタ）とデータ革新（例：AI、IoT の活用）の両輪が必要であり、どのようにして商品の付加価値を高め、かつ開発スピードを速めるかについて検討されている。

また、技術開発の推進とともに科学技術戦略策定の重要性も示され、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、新たに技術戦略研究センターを設置し、「戦略に基づく技術開発を通じてイノベーションを刺激・支援し産業に橋渡しする」を目指して、科学技術戦略の策定をしている。

#### 4. 産学官連携の意義

これまでの産学連携は、「顕在化している企業ニーズ」に対して、大学が保有するシーズのマッチングを行い、委託研究・受託研究の形で実施されてきた。今後の産学連携では、「企業も確信を持ってない将来ニーズ」に対して、大学に既存シーズがある場合にはスピナウトやベンチャー企業設立を目指す。大学にも顕在化したシーズがない場合には、概念・構想を産学で議論した上で、国家プロジェクトやコンソーシアムを立ち上げて事業創出を目指す、など、新しい仕組みの導入が不可欠である。

企業が国家プロジェクトに参画する目的は、本業以外の分野での新規分野開拓、異分野への進出、人材の活用や高度人材の新規確保などである。一方、大学は交付金が減額される中で、国家プロジェクトに参画し、研究成果の社会還元が求められ、異分野（他大学や人文社会科学系学部）との融合、産業界との人材流動などが重要となる。①国は科学技術政策という旗を立て、②大学は新しい発見（シーズ）のため研究し、③企業はそれらを活用しイノベーション創出に繋げるため、国と大学と企業の連携はますます重要となる。

#### 5. イノベーション創出に向けて

日本の大手企業は、自社の持っていない技術の中堅企業との技術提携や資本提携により、取り入れて発展してきた。これからの大企業はステークホルダーからの要求がますます強くなり、技術開発もますます短期的となる。そのため、企業が成長し続けるためには、大企業同士の連携だけでなく、大学発ベンチャーや地域の中小企業との連携による新技術導入が不可欠といえる。

演者が所属する大阪大学は、トムソンロイターによる「最も革新的な大学の世界ランキング」で18位（国内トップ）となった。今後は、Industry-on-campus を掲げ推進してきた「産学連携」をさらに発展させ、産業界や地域社会が大学を活用できるように環境を整備し、様々な観点で『産学共創』を目指していく。

文責 藤橋雅尚、監修 八木健吉、北岡康夫