

商工ジャーナル

SHOKO JOURNAL

4
APRIL

2010

特集 地域に根をはるこだわり企業

今を語る 宮脇 昭氏「いのちを守る森づくり」

新連載 ブレイブカンパニー/ トップのための経営講座「行動を変革するビジネスコーチング」



【観天望気】
緩やかながら今後景気回復は続く
檀 浩一 1

【ビジネスウォッチ】

◆環境
COP10で企業活動の重要課題となる生物多様性配慮
木本 真澄 28

◆国際
ベトナム小売マーケットの特徴と進出の課題
森 太一 30

【ライジング・ワールド】
富田 晶子 32

ベトナム進出企業の重要課題、現地調達率の現状について
高田 明和 37

【脳と心の健康法】
ガンと精神状態
高田 明和 37

【トップのための経営講座】(新連載)
細川 馨 42

行動を変革するビジネスコーチング

①ビジネスコーチングとは何か

【テクノロマン・インタビュー】
池田富樹氏(東京工業大学資源化学研究所長・教授)
筑紫 新 52

光で伸び縮みするプラスチックで
電気を使わずモーターが回った



【心を語る】
宮脇 昭氏 (財地球環境戦略研究機関
国際生態学センター長)
いのちを守る
森づくり

【武将の失敗学】

加来耕三
死後に謀叛を疑われた
大久保長安の悲哀



【経営相談 Q&A】
初瀬 貴 80
法務―所有権留保付き売買における諸問題

80

70

62

52

42

37

32

30

28

1

別冊付録 商工ビジネス データ No.262

主要展示会ガイド (2010.4~9)

経営者夏季セミナーのご案内	12
商工研だより	67
今月の表紙(解説)	92
社名変更のお知らせ・編集後記	92

【広告目次】

三井住友海上火災保険株	表紙 ②
株バリッシュスタッフィング	本文P4
中央協同株	本文P68
中小企業基盤整備機構	表紙 ③
商工中金	表紙 ④

◆ 広告掲載に関するお問い合わせは、
☎03-5473-6920へお願いいたします。

表紙・本文デザイン・株ピーワークス

【表紙写真】「八海山の山のお礼参り」 関 順司
我が人生、我が事業
【第八十二話 第一回】
横浜エレベーター株名譽会長 勝 治信 82

【この数字に注目】
7万8,410戸

【商工中金支店長おすすめ】 ちよつといい味
八戸支店/八戸せんべい汁
荒井 真言 27

【スポーツビート】
二宮 清純 27

【遅球】を武器にする男たちはなぜ成功したか
吉井誠一郎 69

【新世紀のクラシック】
常識を覆す、異形の美ウエイン・シヨーター
編集部 74

【商工中金情報BOX】

【東北の灘】鶴岡市大山地区で、日本酒ファン注目の
イベント開催/経済・金融概観2010年3月
編集部 85

85

74

69

60

27

27

82

光で伸び縮みするプラスチックで 電気を使わずモーターが回った

インタビュー・科学技術ジャーナリスト 筑紫 新

プラスチックに光を当てると回りたす「光プラスチックモーター」。電気を供給しなくても回る、これまでまったくなかったモーターを開発したのは、東京工業大学資源化学研究所長の池田富樹教授だ。いまはまだ一分間に一回転するほどのゆっくりした動きだが、光を当てただけで上げ下げが自在な省エネカーテンや、光をエネルギーにして人体のようにしなやかに動く人工筋肉、ロボットアームといった高度な応用も期待できる。夢から実用の世界へ、また一つ、有望な新素材が登場した。

東京工業大学資源化学研究所長・教授



Profile (いけだ・とみき)

1973年、京都大学工学部高分子化学科卒。78年、同大学院工学研究科高分子化学専攻博士課程修了。英国リバプール大学博士研究員(78~81年)、東工大資源化学研究所教務職員、同助手、助教授を経て、94年、教授。2009年4月から資源化学研究所長。専門は高分子化学、光化学、材料科学。

(写真・宮沢一二三)

池田富樹氏

写真は光プラスチックモーターを手にする池田所長

「あつ、回ってる。ゆっくりだけど。見ているだけでとてもワクワクしちゃう」「帯状のフィルムがこの動きは、そう、尺取り虫。まるで生きているみたい。先生、どこに仕掛けがあるんですか?」

中学生が歓声に沸いた。「私は科学者。だから、マジックは使わないだよ」不思議な現象を目の当たりにして、将来の科学者のタマゴたち、目が好奇心に輝く。それを増えたかな。池田さんに笑みがこぼれた:

筑紫 このモーターやフィルム
の動きを見てみると、私にも中
学生が驚いた気持ちばかりま
す。このプラスチック素材に特
殊な仕掛けがあるようですね。
池田 運動を生み出している物
質は、アゾベンゼンと呼ばれる
ものです。衣類を染めたり細胞
を染色するのに使う染料の一種
で、これを液晶に混ぜて作った
厚さ数マイクロメートルから数
十マイクロメートルの「架橋液
晶高分子材料」が、このプラ
チック素材の正体です
筑紫 ベースは液晶ですか
池田 液晶はテレビや携帯電話、
パソコンのディスプレイとして
使われていることで知られてい

ますが、それだけではありません。液体のような流動性を持ちながら、結晶に似た構造性を持った物質が液晶で、私たちの体も高分子と液晶、水できいてます。DNAも高分子、酵素や触媒もそうです。人体を構成する六十兆個もの細胞は、すべてが細胞膜で覆われている。その細胞膜がじつは液晶なんです。

現在、高分子を中心とした機能性材料の研究が世界中で行われています。ほかの研究グループよりも一歩でも先行するには、どういう切り口で攻めるかが勝負を決めます。私たちが注目したのは、液晶高分子の持つ「協同現象」でした。

光によるアゾベンゼンの構造変化をきっかけに液晶分子の配列が一気に変わる

筑紫 まず、その協同現象についてお聞かせください。

池田 ドミノ倒しはご存知でしょうか。将棋の駒を一列に並べて、最初の駒を倒すと、次々に連鎖して倒れていく。これが協同現象です。実は重要な意味を含んでいて、物質を構成する最初の分子一個が外からの何らかの刺激で性質が変わると、ドミノ倒しのように、その系全体の性質が変わることを指します。

池田 まさにその通りです。液晶は協同現象を示す典型的な材料で、光を引き金に機能を発揮する光運動材料を設計したいというコンセプトのもとで、液晶と組み合わせる材料として選んだのがアゾベンゼンでした。

アゾベンゼンで染色した繊維を太陽に当てると、退色してしまふ。だから、繊維の染料としては「使い物にならない」と烙印を押された材料だったのです。

「とところが、材料研究はわからない。「捨てる神あれば、拾う神あり」のたとえのように、逆に外部刺激に応答して性質が変化していく材料はおもしろいという観点から、光や熱に応答する材料研究が世界的に行われる潮流を導ききっかけとなった。

アゾベンゼンは、通常は分子が一定方向に棒状に並んでいる（トランス体）が、紫外線を当てると、ぐにゃと曲がった構造（シス体）に変わる。ところが、ぐにゃと曲がった分子に光（可視光）を当てると、元の形状に戻る性質がある。

もともと棒状の分子形状に変化を与える（曲げる）には大きなエネルギーが必要で、エネルギーが高い紫外線なら曲げることができる。曲がった分子というのは非常に不安定な状態で、紫外線よりもエネルギーがはるかに弱い可視光を当てただけで、元の安定な状態に戻るといふわけだ。光の照射によってトランス体、シス体と変化する性質を光異性化という。このアゾベンゼンを、協同現象を持つ液晶と混ぜたらどうなるか。二十年ほど前、指導教官と一緒に着想したこのヒントが光プラスチック

モーターの原点となった：

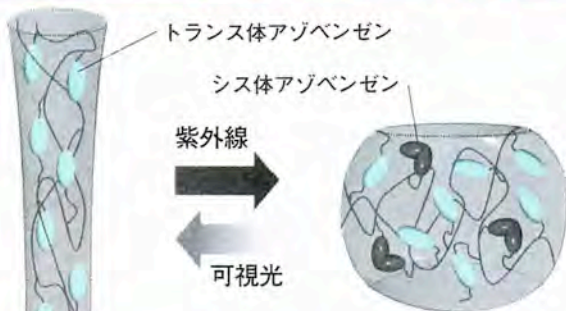
池田 液晶は基本的に液体で、テレビの液晶パネルでは、二枚のガラス基板の間に挟んで使われます。一方、高分子の液晶の場合には固体になります。

・応用として低分子の液晶モノマーにアゾベンゼンを混ぜ、光を当てると光の当たり具合によって、構造の異性化が起こり、屈折率が変わることによって二次元の画像を保存できます。画像記録が実際に確認されたのは、十五年ほど前のことです。

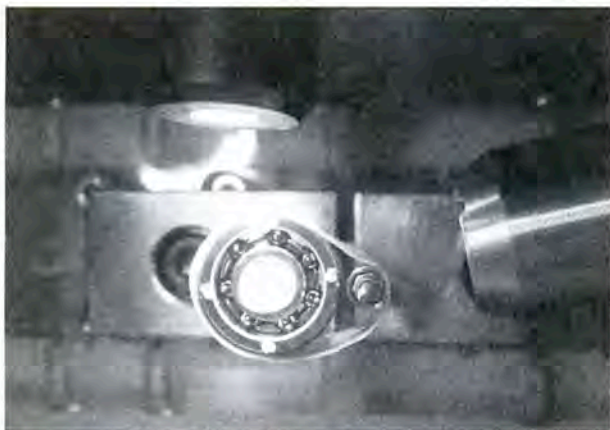
この頃からアゾベンゼンを混ぜた液晶モノマーに光重合開始剤を加えて、液晶高分子を作る研究へと向かいました。私たちが目指したのは、記録媒体ではなく光を照射することで直接機械的な運動を生み出す光運動材料でした。その結果、分子の間に橋が架かったような網目構造を持つ架橋液晶高分子をつくることに成功しました。

架橋液晶高分子研究を始めた一九九〇年代の初期、ノーベル物理学賞を受賞した研究者が、架橋液晶高分子をある温度に保

光エネルギーを直接運動エネルギーに変える原理



通常一定方向に並んでいる分子は、紫外線を当てるとアゾベンゼンの異体化をきっかけに方向がばらばらになって、素材の横方向が膨らみ、縦方向が縮む。変形した素材に光（可視光）を当てると、元の形状に戻る。光によって縮小、伸張の効果を生み出し、この両方の組み合わせで光エネルギーを運動エネルギーに変える



ベルト状に加工したポリドメインフィルムに紫外線（右）と可視光（上）を照射すると、伸び縮みして滑車がゆっくりと回り出す

つと液晶分子がきれいに並ぶ。そこから温度を上げていくとばらばらになり、温度を下げていくにしたがって元の状態に戻るという理論を出していることがわかりました。さらに彼は一方に並んでいるときと、ばらばらになったときでは架橋液晶高分子材料の「長さ」が違ってくる」と予測したのです。

いかという私たちの仮説を後押しすることになり、長さを変える、つまり伸縮させることを発見する道につながりました。筑紫 これに光を当てると？池田 この液晶高分子は、化学構造のどの場所にアゾベンゼンをつなぐと最初に起きた変化が全体に芋づる式に伝わるかを設計して作りしました。この架橋液晶高分子に紫外線を当てると、アゾベンゼンが、ぐにやつと変形し、これをきっかけに一方に棒状に並んでいた液晶の分子

の配列も見事にばらばらになる。これにより、縦方向の長さが短く、横方向の厚みが増すことを見つけました。つまり、光によって縮んだのです。

光プラスチックの伸び縮みを
コントロールしモーターを動かす

ここに可視光線を当てて、今度は伸びる効果を生みだします。この両方の効果で光エネルギーを運動エネルギーに変えられることを確かめました（図）。

し、ベルト状にして大きさの異なる二つの滑車にかけました。高分子のポイントとなる部分部分に紫外線と可視光を当てることによって、ベルトと滑車が反時計回りに回転します。

筑紫 世界で初めて光プラスチックモーターが実現した瞬間ですね。フィルムを曲げることも可能だとか。

池田 それもアゾベンゼンの性質によるものです。紫外線を非常に多く吸収しますので、架橋液晶高分子を一〇とか二〇マイクロメートルの厚さで作っても、紫外線は一マイクロメートルくらいの表層のところで吸収されるために、片側だけが縮み、フィルム全体が曲がるのです。内側だけでなく、外側にもね。曲がる力を利用すると、尺取

り虫とか、ロボットの腕のような動きも可能です。

筑紫 このフィルムの尺取り虫の動きは、まるでマイケル・ジャクソンの「ムーンウォーク」などの方向にも自在に曲がるのですか。

池田 架橋液晶高分子材料は、マクロに見ると、すべてが同じ方向を向いているわけではありませんが、小さな領域（ドメイン）にズームインすると、その中では一定の方向に向いている。その隣の領域では、向いている方法は違うけれども、領域内では同じ方向を向いているのです。アゾベンゼンの分子配向を設計した特定のドメインに紫外線を照射することで好きな方向に曲げることができ、方向は三六〇度任意に制御できます。光源と反対方向に曲げることも、可能です。ドメインがたくさんあるので、この高分子を積層したフィルムは、「ポリドメインフィルム」と呼ばれています。

…池田さんは、架橋液晶高分子が、曲がる。ことを見つけた成果を、科学者なら誰しも掲載を

望む科学誌「ネイチャー」に投稿したが、受け入れられなかった。しかし、曲がる角度が制御可能なポリドメインフィルムの成果は、二〇〇三年に「ネイチ

光運動材料で筋肉のようにしなやかに動くアクチュエーターが実現できる

ャー」が取り上げた。その年の論文引用件数で何と第二位となり、引用件数は、現在までに三百を超えている。それだけ注目されている証である…

池田 さらに、私たちは工夫しました。アゾベンゼンは紫外線の吸収効率が高く、表面付近で吸収されると言いましたが、紫外線を表面からもう少しの中の方に入るようにすると、発生する

力が大きくなり、二・六メガパスカルという力を発生することがわかりました。筑紫 その力をわかりやすく翻訳していただく。

池田 人間の筋肉はたんばく質からなるいくつもの繊維で構成

されていて、分子レベルでの小さな伸縮運動を大きな力へと結びつけています。人間の筋肉で発生する力は、平均三〇〇キロパスカル、つまり〇・三メガパスカルです。私たちが新たに見つけた高分子材料は、筋肉を模倣した動きを可能にし、人間の

筋肉の約十倍もの力を出すことができるのです。

筑紫 すばらしい。人間の筋肉のようにしなやかに動くロボットアームやアクチュエーターを作ることができそうですね。

池田 そう期待しています。これらの材料は、紫外線、可視光の照射時間など、いろいろな条件下で行った耐久性テストで、五十時間、五千回の収縮、伸張を繰り返しても、性能に変化はありませんでした。

アクチュエーターの駆動源としては、熱や電気など外部刺激が用いられてきましたが、太陽光を利用する道が開かれ、光を照射するだけで動く光運動材料が現実となります。アクチュエーターに革命をもたらす日も近いと思っています。

筑紫 光運動材料は、中小企業にとっても有望なビジネスのタネになりそうですね。

池田 私たちはいま、光運動材料の原理を確認したレベルで、これを具体化するには、製造法から加工法まで多くの課題があります。実用という視点で考えると、企業のアイデアや力を借りなければならぬのは言うまでもないことで、得意の技術を持つ企業とのコラボレーションは欠かせません。

…池田さんが所長を務める資源化学研究所の高分子材料部門は、電気を通すプラスチックの研究でノーベル賞を受賞した白川英樹氏もかつて在籍している。「その研究室を使わせていただいている」という池田さん、光エネルギーを直接、力学的エネルギーに変換できる新しい光運動材料を開花させ、材料研究の伝統の灯を次代に受け渡す役割を演じている。その裏には、太陽エネルギーを有効利用してエネルギーと温暖化問題を解決したいという研究者としての熱い思いがある…