

新しい発想と自由な連携が 開く未来

日常生活のいたるところで見かけるプラスチックやビニル。これらは高分子化合物と呼ばれ、通常は電気を通さない絶縁体だ。ところが、その高分子化合物に電気を通す性質を与えた科学者がいる。アラン・J・ヒーガー博士、アラン・G・マクダイアミッド博士、そして白川英樹博士である。三博士はその業績によって二〇〇〇年十二月、ノーベル化学賞を同時受賞された。

この電気を通す高分子(導電性高分子)は、従来の物質観を打ち破ると同時に、新たなテクノロジーへの扉を開いた画期的な物質である。しかも、今では、それなしでは私たちの生活が成り立たないほどに、広く深く浸透している。

現在、総合科学技術会議議員として活躍中の白川博士が日立製作所の中村道治・研究開発本部長と語り合う、導電性高分子がもたらす新たな世界、日本の科学技術のさらなる発展を目指した新しい産学連携のあり方とは――。

「物質科学」という新しい考え方

中村 白川先生は最近、「物質科学」ということばをよくお使いになっていますね。それは化学、物理学、生物学などを統合するような新しい学問分野ととらえればよろしいのでしょうか。

白川 従来、物質と言えは化学の範ちゅうだという意識が根強くありました。しかし現在では、物質というものを考えるとき、自然科学の一分野だけに限定されない、幅広い視点が必要になっています。

例えば、ノーベル化学賞の受賞理由となった導電性高分子に関して、共同研究を行ったヒーガー先生は固体物理学、マクダイアミッド先生は無機化学、僕は高分子化学が専攻という具合で、今までの学問分野ではお互いの共通点は見いだせません。こうした研究が当てはまる分野は、やはり物質を基礎にさまざまな領域を包含する「物質科学」以外にないのです。そして、革新的な発明や発想を得るためには、このような既成の学問分野を越えた協力体制が、もっと重要視されるべきだと思います。

中村 先生は東京工業大学でポリアセチレン^{*1)}を



中村 道治

日立製作所 常務・研究開発本部長



フィルム状に合成するという先駆的なお仕事をされて、その後1976年にペンシルベニア大学に招かれ、両教授との共同研究を開始されました。そしてドーピング^{※2)}によって、ポリアセチレンの電気伝導度が飛躍的に上がることを発見されたわけですね。

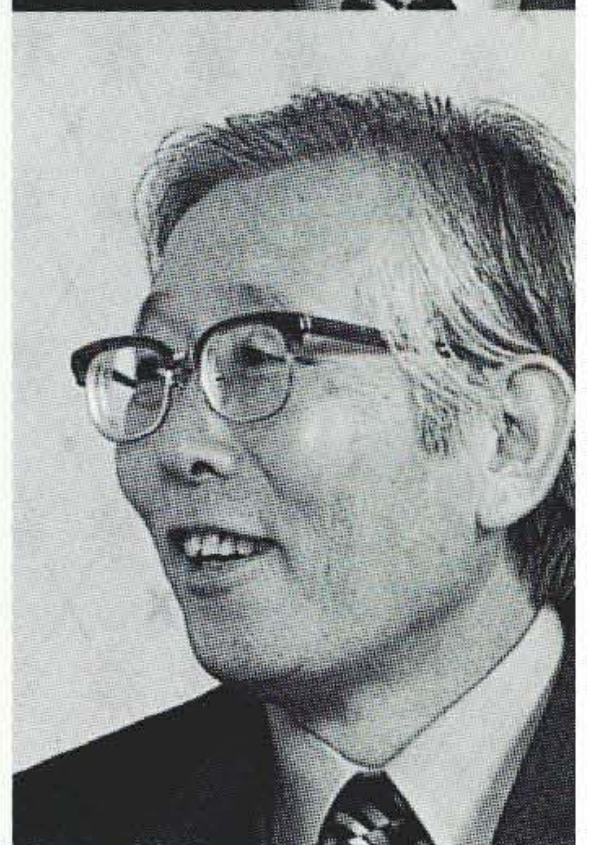
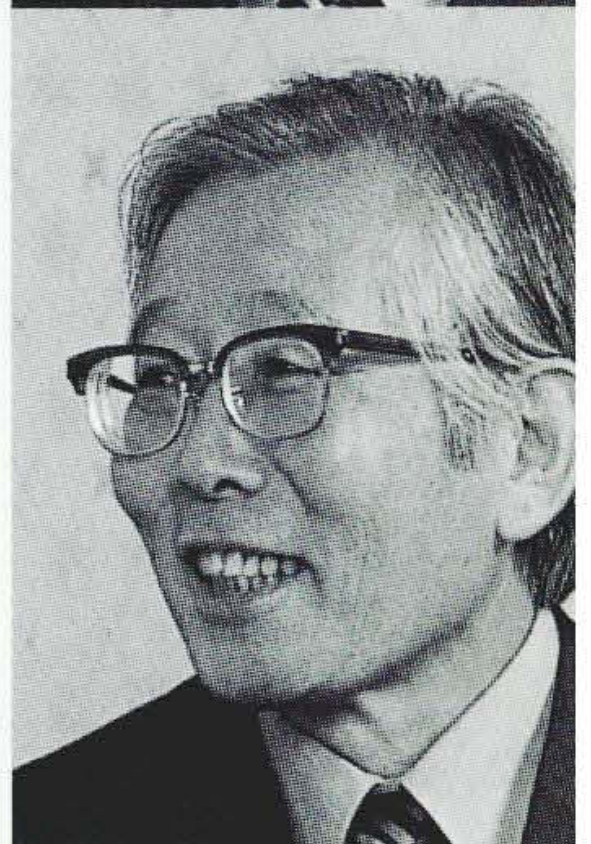
白川 僕が米国へ渡ってしばらくしたころ、ヒーガー先生に物理学者と化学者の共同研究は米国では一般的なのかという質問をしたところ、僕たちのようにうまくいっている例は決して多くないとのことでした。ただ、共同研究を行う体制自体は、非常に整っていると感じましたね。日本では異なる学問分野どうしの接点が非常に少ないのに対し、米国では僕たちのような共同研究の例が数多くありました。それはやはり、ある程度「物質科学」という分野が認識されていて、既存の学問分野を越えて連携を図るチャンスが多かったからだと思います。

中村 その「物質科学」の中で、先生方がそれぞれの研究成果や強みを生かしあうことで、導電性高分子の開発という“現代の錬金術”がみごとに花開いたわけですね。

ナノテクノロジーへの応用へ

白川 ポリアセチレンなどのプラスチックはそれまで絶縁体だと考えられていましたから、電気が通ったことは、常識を覆す、正に錬金術のような発見でした。ポリアセチレンは長く連なった炭素原子に水素原子が1個ずつ結合した物質で、従来は粉末しか合成できなかったのですが、ふとしたきっかけでフィルム状になったことが第一の大きなポイントでした。もっとも、フィルムのつくり方を1974年にアメリカの科学雑誌に発表したときはまったく注目されませんでした。フィルムを合成できたおかげで電気を通せることが発見できたわけです。この発見がきっかけで、いろいろな物質やさまざまな分野への応用、展開が盛んに行われるようになって、それが今回の受賞にもつながったのでしょう。これからは、特にナノテクノロジー分野への応用が注目を集めているようですね。

中村 先生方が開発された導電性高分子は、現代社会に大きな利便性をもたらしました。コンデンサ、携帯機器用の電池、カラーコピー、帯電防止材料をはじめ、今や世界中のあらゆる所で使用



白川 英樹

総合科学技術会議議員 筑波大学名誉教授
ノーベル化学賞受賞者





中村
道治

導電性高分子は今後、ナノテクノロジー分野の 主要テーマに取り上げられようとしている。

Michiharu Nakamura

1942年大阪生まれ。1965年東京大学理学部物理学科卒業。同大学院理学系研究科修士課程を修了し、1967年日立製作所中央研究所入社。1972年カリフォルニア工科大学客員研究員。帰国後、分布帰還形半導体レーザーなど光エレクトロニクスの研究と実用化に従事。1990年日立研究所副所長、1992年中央研究所所長、1999年研究開発本部副本部長、CVC副室長、2001年研究開発本部長。社団法人経済団体連合会産業技術委員会ナノテクノロジー専門部会部会長を務める。1991年「半導体レーザーのバイオニクス的研究及び製品化」でIEEE LEOS業績賞、2001年「光通信用単一モード半導体レーザーの開発・育成」で科学技術功労者表彰受賞。IEEEフェロー、電子情報通信学会フェロー。理学博士。

されています。また、ディスプレイやLED(発光ダイオード)への応用などでは、現在、世界中の企業がしのぎを削っているところです。

先生もおっしゃるとおり、今後はナノテクノロジー分野の主要テーマに取り上げられようとしています。将来は分子トランジスタや分子コンピュータ開発の可能性も考えられますね。ナノテクノロジーとして見たとき、どのあたりがいちばんの課題でしょうか。

白川 現在の段階で、分子に特定の機能を持たせることは実現できています。しかし、分子集団から1個の分子を分離させる方法、あるいは分子1個1個が分離した形で合成する方法は確立されていません。さらに、その分子を使ってシステムとして機能させるためにはどうアセンブルするか、それがいちばん大きな問題です。それには、STM(走査形トンネル顕微鏡)などで分子を動かすという方法も考えられますが、おそらく、意図した場所に意図した分子を合成するという方向に進むでしょう。

そうした方向性を示す一例となったのが、1990年代に日立研究所と共同研究していた、液晶を反応場とするアセチレンの重合^{※3)}ではないかと思っています。

ポリアセチレンのような高分子というのは非常に長い糸のようなもので、通常は不織布のように絡み合っているのですが、液晶を用いることによって一定方向に整列させようというのが、その共同研究の目的でした。このような研究は現在も行われていて、らせん状ポリアセチレンの合成にも成功しています。こうした任意の形に合成するという研究が、いずれは分子単位の制御につながると期待されているわけです。

中村 らせん状の導電性ポリアセチレンなどは、将来、ナノマシンにも使えるのではないかと想像力をかき立ててくれますね。

白川 実は、僕はかつてラジオ少年だったのですが、そのころはテクノロジーが目に見えていましたね。でも、だんだんとブラックボックス化してきて、今度は分子素子となるとどうなるのか。観念的にしか理解できないような世界になって、物質観もさらに大きく変化するかもしれないですね。

日本人の独創性を伸ばすために

中村 先生のお話を伺っていると、これだけ世界に大きな影響を与えた独創的な研究なのに、特別な環境で生まれたわけではないという印象を受けるのですが。

白川 僕自身はごくごくあたりまえのことをやってきただけです。最近、独創性を育てる方法などを尋ねられることも多いのですが、ほんとうのところはよくわからないのです。

中村 先生は「物事に対して興味を持つこと」がとても大事だとおっしゃっていますね。

白川 特別なことではありませんが、僕自身の記憶や、自分が育てた息子2人の幼いころを思い出してみると、幼児というのは見るもの、聞くもの、触るもの、すべてに対して好奇心を持っていますね。その好奇心が順調に育つのが理想なのですが、多くの場合に、いろいろな要因で阻害されてしまう。例えば、子どもが質問しても面倒くさがって答えない親や、反対に問われもしないのに先回りして説明してしまう親など、大人が子どもの興味をよく把握できずに、伸びるはず



物質というものを考えるとき、自然科学の一分野だけに限定しない、幅広い視点が必要。

Hideki Shirakawa

1936年東京生まれ。1961年東京工業大学理工学部化学工学科卒業。同大学院理工学研究科博士課程を修了し、1966年から同大資源化学研究所助手。1976年ペンシルベニア大学博士研究員。1979年筑波大学助教授、1982年同教授、2000年定年退官。その間、同大学院理工学研究科長、同第三学群長などを務める。1983年「ポリアセチレンに関する研究」で高分子学会賞、1999年「導電性高分子の発見と開拓」で高分子科学功績賞、2000年「導電性高分子の発見と開発」でアラン・G・マクダイアミッド、アラン・J・ヒーガー両教授とともにノーベル化学賞受賞。同年文化勲章受章。現在、筑波大学名誉教授および総合科学技術会議議員。

白川
英樹

の芽を摘んでしまうことが問題なのではないかと思うのです。

中村 とかく日本人は独創性が乏しいと言われますが、そんなことはないでしょうね。

白川 もちろん、それは決してないと思います。

中村 むしろ、大人たちの子どもへの接し方に問題がある。

白川 個人レベルで見ればそうですが、国民性という視点で見ると、また別の面があるかもしれません。つまり、みんな平等にという雰囲気の中で、伸びるものが抑えられているという面もあるのは確かですね。

中村 そうならないためには、幼いころからの環境が大切ですね。

白川 総合科学技術会議でも、科学技術振興のために大学での教育をどうすべきかということが議論されていますが、僕に言わせると、それではちょっと遅すぎるかもしれない(笑)。ほんとうのところは、幼児から小・中学校ぐらいがいちばん大切で、そこで好奇心や個性をしっかりとくめば、独創的な考えを持つ人はいくらでも出てくると思います。それは科学技術だけに限らず、人文科学、社会科学、文学、芸術など、いずれの分野にも共通して言えることではないでしょうか。

「開かれた象牙の塔」として

中村 総合科学技術会議のように、日本の科学技術政策について国をあげて議論して方向性を決めていくというのは、これまでになかったことです。その中で、先生は、すばらしいリーダーシップを発揮されていらっしゃると思いますね。

白川 実際のところ、全体のバランスをとるのが難しいことを実感しています。総合科学技術会議の役割である日本の国益に沿った科学技術のポリシーをつくるためには、当然、重点化を考えなければならない。しかし、重点分野を強調しすぎると、個人の自由な発想による基礎的な研究をおろそかにするような印象も与えてしまうのです。

中村 産業界としては、グローバルな競争の時代に対応するための産業競争力、技術力強化に焦点を絞る必要を感じています。しかしこれは、基礎研究をないがしろにしてよいということではありません。

白川 自分の経験から言えば、当初の研究目的はポリアセチレンの重合メカニズムの解明でした。ところが偶然にもフィルムができたために、分子構造がわかるようになり、さらには導電性高分子ができることまで明らかになった。

しかし、フィルムの合成というのは本来の目的

総合科学技術会議について

総合科学技術会議は、内閣総理大臣および内閣を補佐する「知恵の場」として、2001年1月、内閣府設置法に基づいて内閣府に設置された。わが国全体の科学技術を俯瞰し、各省よりも一段高い立場から、総合的・基本的な科学技術政策の企画立案と総合調整を行うことを目的として掲げている。

科学技術の総合的・計画的な振興を図るための基本政策や、予算や人材などの資源配分に関する方針といった重要事項について調査、審議するほか、国家的にも重要な研究・開発の評価も行う。

科学技術の総合戦略を立案するにあたっては、国家的・社会的な諸課題に適時適切に対応するために、人文・社会科学も含め、倫理問題などの社会と人間との関係を重視しており、首相の諮問に応じて答申するだけでなく、自発的に意見答申ができる。

小泉首相が議長を務める現在の会議は、白川英樹氏(筑波大学名誉教授)のほか、吉川弘之氏(日本学術会議会長)、石井柴郎氏(東京大学名誉教授)、井村裕夫氏(京都大学名誉教授)、桑原洋氏(日立製作所取締役)など、関係閣僚・有識者14名から構成されている。

ではないため、もし企業の研究のようにターゲットがはっきりしていたら、失敗として排除されていた可能性があります。研究目的を明確にするのは大切なのですが、それは逆に考えると、こうしたセレンディピティ^{※4)}が起こりえない可能性も含んでいるのです。

一方、大学などでは、目的は研究者本人しだという部分があり、あちらこちらと寄り道しながら進んでいくわけですね。そうした寄り道から、まったく予期されていなかった新しいことが見つかるかもしれない。

ですから僕は、やはり基礎研究は大学に、そしてターゲットを絞った応用研究は企業に担っていただき、どちらも車の両輪のように大切にするという姿勢が必要なのだと思います。ただ、今まで大学での基礎研究をなかなか企業に技術移転できなかったという問題があるのは事実で、その方法を総合科学技術会議の中でも検討しているところですよ。

中村 以前、先生が、大学は「開かれた象牙(げ)の塔」であるべきだとおっしゃっていたことに、私は深い感銘を受けました。時代の流れにもある程度対応しつつも、純粋に学問としての科学という部分は失わない。企業の立場としても、大学はそうあってほしいと願っております。

さらなる産学連携を進めるために

中村 先生のおっしゃる、大学から企業への技術移転のためには、産学連携のあり方も見直す必要がありますね。

白川 相互交流としてお互いに言うべきことは言い、それをおのおのの立場で理解しあいながら、さらに発展を目指すということが大切だと思います。

中村 大学の研究を活性化するためにも、企業はもっとお役に立てると思います。大学を拠点にしていっしょに研究開発を進めるという形が実現できれば、研究成果も即座に技術移転できます。こうした形の産学連携は、ぜひ近いうちに実現したいものですね。

白川 僕が筑波大学で研究科長をしていたとき、社

会人特別選抜で企業の研究者の方々が入学されたことがあるのですが、学生と社会人とが机を並べていっしょに勉強をするということは、双方を活性化する効果が非常に大きかった。最近では目的意識が希薄な学生が多いことが問題になっているのですが、ある程度の社会経験をしてから、はっきりした目的を持って大学で学ぶ人が増えると、学生の意識も自然と高まるはずです。入試制度や企業側の理解など、まだまだクリアすべきハードルはあると思いますが。

中村 日立では、入社5～10年目の研究者を毎年、共同研究のために米国やヨーロッパの大学へ行かせています。私自身も1年間カリフォルニア工科大学に滞在したことがあります。たいへん新鮮な体験をし、そのときの仕事で後の人生が決まったとも言えます。それを、これからは日本の大学にお願いできるようにしていきたい。例えば、筑波大学で研究できると本人も喜ぶし、会社も成果が期待できる、そんな関係をつくりたいものですね。

白川 そうですね。大学も活性化する、企業にとっても長い目で見れば必ず利益になるという相互関係。企業と大学の間でも、既成概念にとられない連携を目指す時代が来たのではないのでしょうか。

中村 時間はかかって、これから少しずつ変えていかなければなりません。先生のお話を伺って、日本の科学技術の将来を考えたとき、私たち企業の果たすべき役割はまだまだたくさんあると気づかされました。日立としても、産学の間でこれまで以上にすばらしいパートナーシップを築くことを目指していきたいと思います。本日はありがとうございました。

※1) ポリアセチレン：多数のアセチレン($\text{CH}\equiv\text{CH}$)分子が結合した高分子化合物

※2) ドーピング：材料の性質を大幅に変えるために不純物を加えること。ポリアセチレンの場合、ヨウ素や臭素を用いる。

※3) 重合：同一物質の分子が二つ以上結合して化合物とする反応。この場合はアセチレンからポリアセチレンを合成したということ

※4) セレンディピティ：偶然がきっかけで、求めているものとは別のすばらしい発見をする能力、あるいはその事実

