

[対談] 見えた! 2世紀の物質・材料科学技術

MAIS物質創成科学研究科長 柳田孝司 VS ソニー株式会社執行役員専務 牧本次生

デジタル遊牧民

柳田: 昨年の終わりに導電性がリマーの研究で白川英樹教授がノーベル化学賞を受賞されるという、われわれ日本人、特に物質関係の研究者には大変嬉しい出来事がありました。これは2世紀です。そこで今日は、物質・材料科学を中心に、今後の科学技術について牧本さんに話していただきたいです。

牧本: 白川先生のお仕事は、例えば携帯電話など実用面と大いに関係があります。実験の失敗から素晴らしい結果につながったと言われていますが、きっかけは偶然的なことであっても、大事なことを決して見逃さず、追求して行く。研究ではそれが大切なですね。

柳田: 同感です。ところで、最近、携帯電話が瞬く間に普及したり、変化のスピードが非常に速いですね。

牧本: 実は99年に、全日空がハイジャックされた事件があったのですが、乗客の何人かが携帯電話を持っていて、初めてハイジャック事件の解決に携帯電話が使われたのです。その事件をきっかけとして、携帯電話が一般に使われるようになったんですね。柳田: それがいよいよ進んで、携帯情報端末によって人類が場所や時間の制約から解放される日も近いと牧本さんの著書に書いてあります。

牧本: 10年くらいです。家庭や仕事場で使うほとんど全ての電子機器の機能はポケットに入るくらいに小さく考えられます。そうなれば、家やオフィスにいなければならないという訳でもありませんから、太古の遊牧民のように、定位置にないで生活したり、仕事をしたりする人も増えるでしょう。過去10年間で初めてライフスタイルの選択が可能になる。そんなことを、イギリス人の友人が「デジタル遊牧民」という本に書いたのです。

柳田: 動画通信を初め、電子翻訳機、電子財布、電子位置検索装置、インテリジェントペーパーなどいろいろなるツールが出てきますが、こうしたものが自由に使えるようになれば、私も世界中を旅行しながら仕事したりといった生活がしたいですね。今の急速な技術の進歩を考えると、確かに夢ではないという気がします。

牧本: この本は、初め英国で出版して、次に日本で考えました。こういうコンセプトは難しいのですかね。日本では出版社が

なかなか見つからなくて、もたもたしている間に台湾で中国語版がさっと出版されてしまいました。これを見て、ちょっと、日本のレスポンスはどうかと感じます。最近、韓国語版の話がきかなくて、結局中国語で出版されることになりました。

柳田: 非常に新しく面白いです。これから先、どんな世の中になって行くかが科学技術の面から書かれていますから、やはりデジタル革命というふうな。一度情報がデジタル化されると、テレビもコンピュータも電話もメモも、そのうちにはまた電子通訳機なども揃って一つになってしましますからね。世の中が急速に変わっていくという、新しい時代が幕を開けつつあるという感じがします。

微細化の究極

牧本: そうですね。こまごま時代になったのも、やはり、突き詰めていくと半導体が微細化して集積度が高くなって、いろんなものが小さく、しかも高性能、低価格で実現できるようになったというところに基があるんですね。

柳田: 通信の発達とか、いろいろなものもあるのでしょうか。

牧本: ええ、通信があります。インターネットの通信と、それと一つは、コンピュータ・キータッチと言いますが、マイクロプロセッサを中心としたコンピュータサイエンスの進歩と、いろいろのものが重なってこういっているのだからと思います。でもやはり、ベースにあるのは半導体ですね。半導体の技術革新が本質だと思います。

柳田: 技術革新がすごい速さで進んで、今も急速に進みつつありますが、これからは、こんな調子でどんどん進んで行くのでしょうか。

牧本: ここしばらくは、半導体の技術進歩という点からみるとそのペースが変わりはないのではないですか。半導体がどんどん微細化して、更にいろいろものを集積して、本当にいろいろなものができるようになって。こういって進歩はまだ恐らく半導体を中心としてここ15年は続くんじゃないかな。アメリカで半導体の技術ロードマップを作られています。微細化のスピードは、大体こんなふうになるだろうと、これは最初に出たのは99年版で最新版が99年版で、そのあと改訂版が出されています。それを見ると微細化のペースが速まっているのですよ。99年に予想したよ

りほとんど前倒しになっている。半で一段ずつ微細化するだろうと言われていたのが結果的には2倍くらい早く微細化が進んでいる。むしろ加速されつつあるといえますかね。で、所々、非常に難しいバリエーションもあることだし、いろんな課題もあるんだけど、そこを乗り越えれば2014年くらいまでは微細化が続く、そういう趣旨のロードマップなのです。半導体の技術革新というのは、恐らくそこまでデバッグを繰り返すに行くのじゃないかなという感じがします。

柳田: しかし、半導体を微細化して行くといっても、必ず限界があるでしょうから、その先はナノテクノロジーとかそういうことになるといいかな。

牧本: そうですね。確かにナノテクノロジーの分野がカバーするようになるでしょう。そこそこは私はあまり専門ではないので、原子や分子を一個一個、積み重ねるようなやり方で、いわゆるビルドアップ方式というんですか。そういうことで、今まででも考えられなかったような超強度の非常に軽い合金ができるか、或いは太陽電池の効率がものすごく上がるか。そういう結果として、アメリカの表現だと新たな産業革命が起こる。

柳田: クラウドがそう言っていましたね。アメリカは国家ナノテクノロジー計画に意欲的に取り組んで次の産業革命のリーダーになると、この分野に5億ドルを投入するとか。

牧本: 元を正せば物質の一番根源的なところまで戻って行くということなのではないか。最初にそういう可能性を公にしたのはファインマンだそう。1999年にカリフォルニア工科大学で講演して、そういう可能性があるのだと、まだまだ物理学の分野というのは未開拓の分野がたくさんあるということをやったんですね。ところがそのときは誰もまともに受け取らなかった。しかし、1980年代に入って進展が見られました。そういう基礎的なところから、それが産業に貢献するとか、社会に貢献するには時間がかかると、2020年くらいにはかなり進んだものがあるんじゃないかという感じがする。我々普通の人も見える形になってくると考えられています。

柳田: デジタル革命も革命と言っているけど、ナノテクノロジーによってまた革命的な変化が起こるといいますね。これもやはりコンセプトを変えなきゃね。



マテリアルインテグレーション Vol.14 No.5(2001)

牧本: そうですね。その重要性というの、持続的な成長、即ちサステナブルな成長を可能にするという点にあるのではないですか。いわゆる21世紀型の産業というの、廃棄物をたぐい出すような仕組みになっていきますよ。物質も相当無駄使いはして、大半のものは廃棄してしま。それがビルドアップ方式だと本当に必要なものだけを作る。生物がタンパク質を作るような形でやっていくわけだから、廃棄物というのはほとんど出ないし、むしろ今まで廃棄物だったものを原料にして、新しいものを作り出すわけですね。そういうことで、2世紀の中ごろあたりにはこれが継続的に我々が成長を続けていく上で不可欠な形になって行くのじゃないかな。廃棄物も何もなく地球の環境とうまく共生するような形で産業が発達しつつ行かれる。そこはやはりナノテクノロジーを基盤としたいろいろな技術が中心になるといえます。

ナノ・ケモテクノロジー

柳田: わが国の新しい科学技術基本計画でも、情報通信、ライフサイエンス、環境と並んで、ナノテクノロジー・材料を重点的に取り上げることが打ち出されています。ナノバイオテクノロジーも今や次のターゲットとして定着したと言ってもいいように感じます。一方、バイオに関しても、科学技術会議で最近まとめられた「ポストゲノム戦略の推進について」という報告書を見ると、目指す方向がはつきりしてきたように思います。その報告書では、医療や創薬などの応用分野への取り組みを強化すべきであるとしていますが、その先の近未来の問題としては、世界を先取りする観点から、ナノテクノロジー、機能性高分子、バイオメテリクスなど周辺分野における研究・開発との連携と融合を図るべきであると述べられています。実は、これらのナノ・ケモテクノロジーの分野こそ我々の研究所が目指している方向なので、方向として間違っていないかと自信を深めているところなんです。

牧本: 確かにそういう方向に進んで行くのだと思います。新しい大学です。思い切ったことをやって日本を引っ張って行って下さい。大いに期待しています。

柳田: どうもありがとうございます。いろいろな高度な科学技術が揃いますが、物質科学というのは、それらすべてを支えるベースだと思うんですね。CCPデジタルカメラなどに使われていますが、ああいうものが出てきて天文学がぐっと進むとか、強い磁石ができて医療が変わるとかですね。私どものところは物質創成科学研究科というのですが、ふつう材料、材料、というのですが、もうちょっと深く物質を根元的な観点からとらえて理解して、そこから、まったく新しい物質とか構造とかを

見えた! 21世紀の物質・材料科学技術

見えた! 2世紀の物質・材料科学技術

創り出し、新規な機能を引き出す。そういうことがこの名前には込められているのです。もう一つは生体物質ですね。例えば、タンパク質とかね、そういうものは言わないけれど物質ではある。分子生物学にしても、DNAを物質として捉え、その二重らせん構造を線で解明したところから始まったわけですね。生命機能もタンパク質のようなものの理解から始まるし、生物が実際に使っているタンパク質を作ったらどうい性質を示すかといった問題もあります。そういう意味で物質という名前をつけている訳なんです。

柳田: なるほど、そこまで考えておられるのですか。その作れという、製造業は日本のお家芸で、そこに日本の強さの秘密があるわけですが、物質・材料科学は日本の作りの基礎ですから日本としては特に重要ですね。

柳田: まったくの通りです。ところで、やはりこれからは、人間の健康、病気の克服とか、さらには、脳や精神の問題とか、そういうのが2世紀の大きなテーマになってくるでしょう。例えば、人口網膜とか、五感の機能をエレクトロニクスで模倣するというのが、そういうことは将来の問題として大変興味があるのです。

牧本: そうですね。ようやが始まったばかりという感じがしますが、比較的早くできそうなのは耳じゃないかな。耳の働きは割かし物理現象そのものに近いですからね。音波が入ってきたのを捕えてそれを脳に伝える、やろうと思えば確かにできる話です。いかに小さいところで、しかも不自然さを無くしてというところが難しいのでしょけども、それから、鼻。匂いの研究。これなども随分分かれているようですね。いわゆる匂いの分子をポリマーに吸収させてそれを抵抗変化なんかで分析するのだからと思えますが、例えばワインがどの年代のどの畑でできたかが当たるところまで来ているのです。もちろん、前者ってライブラリに入れておくわけですけど、それから目も随分研究が進んで来ていますね。現在はまだきちんと見るところまでは来ていないのですけれども、大雑把には見えます。後10年くらいすると、人口眼球みたいなものまでできそうです。それから、人工心臓というのは可能でしょう。あれもある程度物理現象ですからね。最後は、人口頭脳でしょう。イギリスのプリティッシュレムの研究所はそういうことをやっています。そのロードマップでは人工頭脳が出来上がるのが2038年ということになっているそうです。

柳田: それではもうすぐですね。エレクトロニクスでできた五感機能と人工頭脳をつないで人工人間を作るとか、そのうちには鉄腕アトムも実現するのかなと思うと、まるでSFの世界という感じがします。まあ、デジタル革命でいる人間の間の壁とか言葉の壁が無くなって、世界の人々が理解し合い戦争の無い、そんな時代が来るといいですね。



代が来てくれることを願っているのですけれどね。

デジタル革命で問われる倫理観と国際性

牧本: 本当にデジタル革命というところにいるんが起るわけですよ。この間の長野県知事選挙でも今までの常識を破って政変の基礎もたつた。田中さんか勝ったんですね。いわゆるネットワーク的なつながりとか、そこに情報の発信源もあるし、受け取り手もある。デジタル革命によってそういう新しい時代が来ているんじゃないかと思うんですね。それから、国と国の壁もなくなるし、政府の役割もどんどん変わっていく。確かに新しいネットワークの時代が2世紀と共に開けつつある。しかし、やはり技術ですから、明るい面だけではなく、一方で悪用というところもあるんですね。2世紀には原子爆弾という形で、技術が悪用されたという残念な歴史があったんですけど、17世紀から、今のグローバル社会では英語が標準の言葉になっていきました。世界中にもあつたという間に広がる。そこはやはり頼れるのは一人一人の知恵といえます。英知とか、そこは頼るべきじゃないかなという感じがします。

柳田: 2世紀というのとは哲学とか、人間性とかそういうものの発達も科学技術があまりにも急速に進んで、垂離してしまつたよつとところがあると思います。我々の大学も科学技術大学院大学なんですけども、倫理とか哲学とかそういうものが非常に大事だと考えています。幸い、近く国際高等研究所というのがあつて、そこは何を研究すべきかを研究する研究所になっているのです。人類の幸せのために一体何を研究すべきなのか。そこで倫理とか哲学とかをやってもって、タイアップしてパラスをどうしていく必要があると思っています。

牧本: 本当に非常に大事分野だと思います。2世紀というのは筋力が異常に強くなった時代ですね。頭の方が速いだけでなくコントロールできなくなつて、そんな面があつた。確かに何をすべきか、どうい研究をするべきかを研究するのは日本にとっても世界にとっても大事なことですね。

柳田: とらえて、これから科学技術の分野に携わる若い人達に対して何か注文などあります。

牧本: 今話した倫理の問題もそうですが、それを合せて真の国際人になってほしいということかな。やはりグローバル化が

進むでしょうが、その中で必要なのは、1700ツールと英語だと思つてます。日本の英語のレベルは残念ながら非常に低いんですよ。驚くのは、TOEFLで日本はアジア2か国中1位と、とてもいいランキングですね。それに対して誰もあまり反発しないの。もっと前だったら、なんでこんなに日本は悪いんだと皆反発した筈なのに、反応しなくなつて、ああそうですかという感じですからね。日本人の知能のレベルが高いということではないのです。この辺が最大の問題じゃないかと思つてます。

柳田: 我々の大学でも言われているんですよ。運営諮問会議で、もっと留学生や外国人教育を増やしないと、少しの英語の知識でも使うような雰囲気を作りなさい。

牧本: シンガポールは、日本よりもはるかに英語のレベルが高いのですが、さらには英語を話さないと、国民運動が起こっているんですよ。いろいろな意味でグローバル化が始まる中で、しゃべれない英語を話すことが一番の基本だといつたわけですよ。しゃべれない英語というのはいかに、話している相手にきちっと理解してもらえない英語だと、そういう趣旨なんですね。そして、そういう英語の大事さをゴーチンソン首相が自らテレビに出てきて分かりやすく説明するわけですよ。

柳田: シンガポールは国としては小さいけれど、国の競争力ではアジアでNo.1と評価されています。日本はもっともっと意志疎通の道具としての英語に力を入れたいといけません。そうしないと本当に地盤沈下していきます。好むと好まざるに関わらず、今のグローバル社会では英語が標準の言葉になっていきました。若い人には、うんと努力して、また自ら機会を捉えるようにして、是非、英語をマスターして、外国の人とも対等に議論できるようにしてほしいものです。最近では、日本も大分地盤地下しているように、いろいろがんばらなければいけないという感じがします。

これからの10年に勝機

プロフィール

牧本次生 (まきもと じきお)
昭和19年 鹿児島県生まれ
東京大学工学部卒業 工学修士(スタンフォード大学) 工学博士(東京大学) 日立製作所で半導体技術開発に従事 取締役半導体設計開発センター長 常務取締役半導体事業部長 専務取締役電子グループ長 取締役技術部長を歴任の後 ソニー株式会社に移り 現在 コーポレート・リサーチ・開発 執行役員専務
東京大学非常勤講師 IEEE Spectrum 編集委員 東京大学産学連携研究センター 半導体産業研究所理事 東京大学工学部教授、シンガポール科学技術国際諮問委員、IEEE Fellow
主な著書に「Living with the Chips (1999年)」「デジタル革命」(1999年)「Digital Nomad」(1999年)「デジタル遊牧民」(1999年) などがある。

柳田孝司 (しだ たかし)
昭和10年 札幌市生まれ
東京大学工学部卒業 理学博士(東京大学) 東京芝浦電気研究所 米国ベル電話研究所 招聘研究員 東京大学物理研究所 助教授 大阪大学理学部教授 大阪大学理学部 理学研究科長 奈良先端科学技術大学院大学 教授 同大学物質科学教育研究センター長を歴任 平成12年から同大学物質創成科学研究科長 専門は 光物性物理学 レーザー-分光学
ルネサンス国際会議 国際組織委員会委員、1999年ルネサンス国際会議 組織委員会委員 固体物性物理学 国際会議 国際諮問委員 国際高等研究所 学術参与 有機材料研究所 研究課外部評価委員会委員長
主な著書に「量子光学」(1987年)「光物理学」(1983年)「Optical Properties of Solids」(1999年)「光物性物理学」(1999年) などがある。

マテリアルインテグレーション Vol.14 No.5(2001)