

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 教授

## 冬木 隆 先生



### ●プロフィール

- 1950 (昭和25)年 奈良県生まれ
- 1974 (昭和49)年 京都大学工学部卒業
- 1976 (昭和51)年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了
- 1981 (昭和56)年 京都大学大学院工学研究科博士課程単位取得修了、京都大学大学院工学研究科電子工学専攻研究生
- 1983 (昭和58)年 京都大学工学部電気工学第二教室助手
- 1988 (昭和63)年 京都大学工学部電気工学第二教室講師、エコールポリテクニック(フランス)客員研究員 (1989年まで)
- 1991 (平成3)年 京都大学工学部電気工学第二教室助教授
- 1994 (平成6)年 京都大学大学院工学研究科電子物性工学専攻専任助教授
- 1997 (平成9)年 奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科教授

今回のSamco-Interviewは、奈良先端科学技術大学院大学を訪ね、物質創成科学研究科微細素子科学講座の冬木隆先生にバイオナノテクノロジーを応用した電子デバイスのご研究などについてお話を伺いました。

物質創成科学研究科についてご紹介頂けますか。

奈良先端科学技術大学院大学は今から12年前に創設され、情報科学研究科、バイオサイエンス研究科、そして物質創成科学研究科という3つの研究科からなっております。物質創成科学研究科は、平成10年に初めて学生を受け入れ、今年3月にその第1期生の博士課程がちょうど修了したという非常に新しい研究科です。情報科学やバイオサイエンスなど個々の先端科学技術は、材料がなければ実現できません。その材料を作っている原子や分子など大本の物質の解析と、それらをうまく組み合わせる人間に役立つような材料に変えていくということが物質創成科学研究科のコンセプトです。つまり、原子、分子レベルでの構造と機能の解明を行い、ナノテクノロジーという形でさまざまな機能を発揮する材料を創成していくということです。本研究科は、量子物性、電子情報物質、化学系の有機・高分子物質、超分子などバイオ材料といった4つの大きなグループに分かれ、非常に幅広い材料物質分野の研究を行っています。その特長を生かして私の研究も関係していますが、バイオナノテクノロジーを使って新しい機能デバイスを作るといった融合研究を積極的に展開しようとしている専攻、研究科です。ここには12の基幹講座と6つの連携講座の計18講座があります。連携講座では、いくつかの企業から客員教授をお招きし、実際に学生が配属され、修士論文や博士論文の指導にあた

っています。本研究科内で客員の先生が研究を行う場合もありますし、その会社の研究所に学生が行って研究グループに入り、修士あるいは博士論文を作成することもあるという新しい形の産学連携の講座です。その他にも、この研究科に密接に関連している物質科学研究センターという機関があり、化学系と物理系の2つのグループがそのセンターの領域を形成しています。

私は微細素子科学講座を担当しており、電子情報物質系の講座になります。

先生のご研究分野、内容についてお聞かせください。

微細素子科学講座の大きな理念は、『高度情報処理、クリーンエネルギー創成、環境保護など持続的発展社会を支えるシステム構築のための基幹電子デバイス開発』です。社会で動いているシステムの一番の基本には、基幹となる電子デバイスがあります。例えば、計算機ではCPUですし、機械にはモータの制御部などがあって、そこには必ず基幹電子デバイスが使われていますよね。この基幹電子デバイスの材料にはいろいろなものがあり、特にシリコンが中心となっていますが、新しい機能を出すものとしてワイドバンドギャップの半導体が非常に注目されています。こういうものも使って新しい機能を発揮するようなデバイスを開発していこうとしています。しかし最終的なデバイス開発だけを目指しているのではなく、その大本の材料の形成、新しい材料

を創成していくこととその物性の制御を重視しています。物性を制御するときには当然のことながら最近のナノテクノロジーを使い、量子的な機能が出るような新しい物性を使って最終的に新しいデバイスに持っていこうとしています。目に見える形ではデバイスといった方が分かりやすいですが、実際の研究はもっと基礎のところですね。材料の形成から物性制御、そしてデバイスを作るためのプロセスの開発、そういうところを中心しております。具体的には、新しいシリコンを使った集積機能デバイスとか、システムオンパネルと呼ばれるようなフレキシブルなコンピュータとかです。あるいは、新幹線やこれから普及しようとしている電気自動車といった大電力、高周波の電力制御素子として従来のシリコンでは対応できないような応用分野にシリコンカーバイドというワイドバンドギャップの半導体は対応できるので、そういう新しいワイドバンドギャップの半導体の研究もしています。あと、クリーンエネルギーの創成という点で太陽電池の研究も行っております。もちろん従来からあるプロセスはいろいろ使いますが、新しいプロセス、これは特にサムコさんに関係がありますが、プラズマや励起活性種を使うといった新しいプロセスを使ってそのような機能を持ったデバイスを作っていく点に重点を置いています。今ちょうど取り組んでいるところですが、バイオナノテクノロジーを使って微細構造を作っていくという新しいバイオナノプロセスという研究もしております。ご存

知のように、フォトリソグラフィーという写真の技術を使って小さく小さく縮小していった微細構造を作るというのが従来の方法ですが、そうではなく、バイオナノテクノロジーで作成された超分子を使い、その分子を積み上げていった微細構造を作っていくという、ボトムアップ手法の新しいプロセスです。励起活性種を使うプロセスとかボトムアッププロセスといった新しいプロセスも使い、新しいデバイスの開発を行っているというのが私の講座の概要です。

**サムコの装置はどのようなことにご使用頂いていますか。**

先程も申し上げましたように、こういう新しい機能を作り出すためには、従来の手法プラス新規なプロセスを開発していかなければいけません。そういう意味で、励起活性種とかプラズマを用いるようなプロセスをいろいろ使っています。サムコさんのUV/O<sub>3</sub>クリーナーとかイオンエッチング装置などを使わせて頂いております。

**今後のご研究の展望について教えてください。**

2、3年後にデバイスができるような研究もありますし、10年後あるいは15年後のデバイスの完成を目指して今からその大本の材料形成、プロセスを考えるとといった研究もあります。そういう意味では、新しい手法で新しいデバイスを作っていくことは、非常に長期的な展望のもとでの研究をしていることになります。どこかで失敗があるかもしれませんが、一生懸命やっていたら必ずそこからなんらかの形で開けてくると思っています。そういう意味では、シリコン等なんかを使った太陽電池の研究は、もう現実に実用化されていますから、展望としては非常に明るい。ワイドバンドギャップの半導体シリコンカーバイドも現在いろんなところで研究されていますから、これから先伸びていくと思います。一方、バイオナノテクノロジーを使ってボトムアップ的な手法で超分子の微細構造を作り、それを単電子トランジスタなどの新しい機能を持つ物に応用していくような研究ですと、2、3年で最終的なデバイスができるわけではないですね。しかし、この研究は、ちょうど今年から文部科学省のリーディングプロジェクトとしてスタートしました。要素プロセスの開発は、2、3年後にはできるでしょう。ただ、それから先となると5年から10年という長期的なスパンにしなければいけないと思います。そう

いう意味での長期的な展望はもちろんもっています。

**これまでのご研究で、面白いエピソードはありますか。**

エピソードとしては、バイオナノプロセスのボトムアップ的な研究のきっかけがあります。今から数年前の応用物理学会の後のことですが、発表が終わったのでみんな飲みに行ったとき、たまたま私の後ろに座った人が私の大学時代の友人でした。彼も同じ京大の電気の出身でしたが、卒業後は生物物理の分野でバイオテクノロジーの研究をしていました。私はフォトリソグラフィー的な発想で微細構造を作る研究をしていましたが、その二人がたまたまあって話をしていると、生物のテクノロジーを使って微細構造を作り電子デバイス作製プロセスに応用すると面白いことができるのではないかなということになり、バイオナノプロセスという一つの発想が生まれたわけです。自分の専門の分野はもちろん大事ですが、自分の専門以外のさまざまな分野、フィールドにもアンテナを張って、人の話を聴き、それをうまく融合していけば、新しいフィールドが生まれてきます。ですから、エピソードといえばたまたま飲んでいたところに後ろ合わせに座ったことがこの融合研究のきっかけになり、非常に大きなプロジェクトにつながっているということが面白いところです。

**先生のご趣味についてお聞かせください。**

旅行や山登り、ハイキングなどですね。研究にも関係ありますが、自分の知らないこと、自分の見ていないところを初めて見るということに非常に興味があります。

**最後にサムコに対して一言お願いします。**

サムコさんとは創業の頃からお付き合いして頂いています。新しいプロセスの装置を色々使わせて頂いておりますので、そういった新しいプロセス分野に積極的に取り組んでいて頂きたいと思います。最初は儲けにつながらず、しんどいかもしれませんが、挑戦して欲しいと思っています。現在でも、もちろんそういう形で続けておられると思いますけれどもね。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。