



プロフィール

1969年 東京大学理学部化学科 卒業
1971年 東京大学大学院理学系研究科 修士課程 修了
1974年 東京大学大学院理学系研究科 博士課程 修了
日本学術振興会 奨励研究員
1975年 東京工業大学 助手
1976年 国立分子科学研究所 助手
1983年 大阪大学 産業科学研究所 助教授
1992年 大阪大学 産業科学研究所 教授(～2010年)
2001年 大阪大学 産業科学研究所
高次インターマテリアル研究センター長
(併任)(～2002年)
2002年 大阪大学 産業科学研究所
産業科学ナノテクノロジーセンター長
(併任)(～2004年)
2004年 大阪大学 産業科学研究所 所長(～2008年)
2007年 大阪大学 総長補佐(～2008年)
2010年 大阪大学 産業科学研究所 特任教授(常勤)

大阪大学 産業科学研究所
特任教授

かわい ともじ
川合 知二 先生

今回のSamco-Interviewは、大阪大学を訪ね、産業科学研究所の川合知二先生に1分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイスのご研究についてお話を伺いました。

「1分子解析技術を基盤とした革新ナノバイオデバイス」のご研究についてお聞かせください。

一言でいえば、DNAやタンパク質の分子を1分子で解析する技術を基に、今までにない高感度、高速で、信頼性が高く、さらにコストも低いバイオデバイスを作る研究です。世の中にはDNAやタンパク質といった様々なバイオ系の分子があり、現在それらを解析するには、分子がいくつか連なったものを全体的に解析しています。私たちの研究では、今まで不可能であった、分子一個一個を正確に読むことのできるバイオデバイスを作ることを進めています。少し歴史を紐解くと、1990年にヒトゲノム計画という、一人のゲノムに約30億個あるATGC(アデニン、チミン、グアニン、シトシン)の塩基配列を決定するシーケンスを解読するというプロジェクトが発足し、数年の研究の末、計画は2000年に完成し、私たちのDNAのシーケンスの大体の形がわかってきました。しかし、それには10年という期間と何百億円といった莫大な費用がかかりました。革新ナノバイオデバイスとは、ヒトゲノム計画で完成したヒトゲノムの解読を、1000ドルシーケンスと言われるように、たった8万円で、しか

も1日で一挙に読むことを目標としたデバイスのことです。それは、アメリカ国立衛生研究所(NIH:National Institutes of Health)が開発すると旗印を掲げていて、その実現可能性の一番高いデバイスが私たちの研究している1分子解析技術を駆使したゲーティングナノポアデバイスです。1分子で解析できれば、非常に高感度になり、信頼性が高く、低コストで、時間も現在の手法より大幅に短縮できます。そうすると、例えば、DNAやRNA(リボ核酸)の配列を見て新型インフルエンザウイルスを15分という短時間に高感度で特定することができます。非常に微量なバイオ分子で、短時間で高速に、比較的安価で読むというのがバイオデバイスの研究なのです。デバイスを具体的に説明すると、DNAをナノポア(小さな穴)の中に導き入れて二つ付けた電極間に流れるトンネル電流の状態を解読します。そうすることで、非常に高速で読むことができます。ナノポアをチップの上に1000個作り、並列させて、1塩基1ミリ秒で読んでいくと、1日で私たちの持っているDNAの30億の塩基が読めます。さらに、人間より短いウイルスのDNAやRNAはもちろん読めますし、ポアを大きくすれば、もう少し大きな花粉といったアレレルゲンも解読できます。

ご研究を始められたきっかけと経緯についてお聞かせください。

DNAは生きとし生けるものの根源で、全ての情報が含まれています。それを正確な形で見て解析する技術は基本だと考えています。50年以上前にワトソンとクリックがDNAの結晶を作って、そのX線回折のデータを参考にして、2重螺旋構造を提唱しました。それは偉大な出発点なのですが、その実験というのは、あくまでDNAを何本も集めた、規則正しく並んだ結晶を対象にして三次元X線回折したものであり、結局誰もDNAの螺旋一本一本を見るということではできていませんでした。1982年に走査トンネル顕微鏡(STM)という新しい実験装置が生まれました。基板の上にDNAを置いて、針を近づけて上をなぞり、その時に流れるトンネル電流がDNAの様々な塩基の電子状態を反映するという仕組みで、多くの人がそれで見ようとしたが、DNAをそのまま置いてはうまくいきませんでした。私たちは、真空中でDNAを分離するという新しい方法を開発して、2000年にDNA一本一本を見る技術を開発しました。そして、2009年には、DNA一本をまっすぐ並べて、例えばグアニンだったら、グアニンがどんな順序にあるか見えるようなところまで研究は進みました。その時に、DNAを挟んで流れるトンネル電流でDNAを見られることを発見しました。現在は、DNAを見るのに、走査トンネル顕微鏡というのは使用するのにそれなりに技術が必要で大変なため、もう少し使いやすいデバイスにして見られるようにするという段階にいます。Si(シリコン)にナノポアを作って、そこにいわゆるMEMSの技術で流路を作って、DNAを流していく。最後、落ち込むところに電極を置いてDNAが流れ込む時に、走査トンネル顕微鏡と同様にトンネル電流を測れば、ATGCがわかるんじゃないかということで、今のゲーティングナノポアの研究をスタートしたわけです。

今後のご研究の展望について教えてください。

ゲーティングナノポアの研究を進めて、それをシステムとして確立していくことと、DNAの解析を8万円で、1日で行えるようにすることです。2015年というのが一つの目標ですので、あと3年くらいでDNAの一個一個の分子を見分けて、次に、100個、1000個とつながった長いDNAを正確に読んでいきたいと考えています。一つのナノポアで解読が可能になれば、それを並列にして増やせばデバイスは完成するわけ

です。今はようやくナノポアができて、分子が少しずつ読めるようになってきた段階ですので、その研究をはやく進めていきたいというところではあります。

産学連携についてのお考えをお聞かせください。

研究というのは、基礎や応用に分けるのではなく、基礎から応用までの一貫研究であるべきというのを旗印にしています。今回の最先端研究開発支援 (FIRST) プログラムでは、私が中心研究者で、名古屋大学の馬場先生が共同提案者という形で組んで、さらに5大学(北海道大学、東北大学、東京工業大学、大阪大学、九州大学)の基礎研究の人たちが協力してくださるという布陣になり、基礎研究の方はかなり強力な1分子科学者が集まっています。そこに、東レ、東芝、パナソニックといった実際にデバイスや製品を作る企業も班員になっています。大学の研究で生まれた技術を企業の方が取捨選択して、随時取り入れていきます。彼らが例えば、RNA診断チップ、ウイルス検出用のチップ、または呼吸診断のデバイスといったものに、ナノポアの技術を使うことで世の中に広がっていく。正に産学連携です。産学が連携して初めて、研究が最終的に世の中につながっていくことになると考えています。

日頃のご研究において心がけておられることについてお聞かせください。

研究というのは、オリジナルで世界一でないといけなくと強く思っています。従って、世界で2位ではダメなのでしょうかという質問に対しては、2位ではダメですと答えます。しかし、世界一を目指すというのは、まだ誰もやっていない研究になるわけですから、うまくいくという保証はなく、困難も伴います。そういった研究をする上で必要なのは、緻密なアイデアとそれが実現可能かどうかの判断をいつもチェックしながら進めていくことです。研究の先見性とか予知する能力とかいうものは、何も根拠がないところにはありません。今までの知識と、かなり綿密な計画をたてて、またフィードバックする。その繰り返しの中で新しい発見は生まれるものだと思います。さらに私が重要と考えているのはその研究の実現した時のインパクトです。見つからないものは世の中に色々あります。その中で、これが見つかったら非常に大きな杭を打てる、そういう目標を選ぶようにしています。今回の研究も世の中に対するインパクトは非常に大きいわけではあります。本当に意味のあることを一番ベースのところから一貫して筋道をつけて攻めていく。それが私の研究の取り組み方です。

サムコの装置をどのようにご使用して頂いていますか？

Si深堀り用の『RIE-400iPB』と、プラズマCVD装置『PD-200STP』の二台を使わせて頂いています。どちらも私たちにとって非常に重要な装置です。さきほど言いましたように、ゲーティングナノポアデバイスを作るには、まずナノポアを作らないといけません。ポアを作るというのは、要するに表面だけをエッチングすればよいというわけではありませんので、Si深堀り装置は非常に重要な装置になります。また、ナノポアは、SiN、SiO₂、金属の電極、絶縁体と様々な材料が組みあわさってできています。特にトンネル電流を検出する際、絶縁物というのは非常に重要で、SiO₂といった絶縁膜は、普通の半導体プロセスでもたくさん使用されていますが、ナノバイオデバイスという特徴的な条件下で働く絶縁体として、サムコのCVD装置はかなり強力な装置で、必須な装置になっています。

ご趣味についてお聞かせください。

身体を動かさないと調子が悪くなってしまうタイプなので、山歩きが趣味になっています。山といってもそんなに高い山ではなく、ハイキングという程度です。そういったとき、何も目標がないとつまらないので、山にあるお寺を目指して行きます。ハイキングすると非常に気分が爽快になります。研究者の場合学会がありますので、そういったときは付近をよく歩き回ったりしています。

最後にサムコに対して一言お願いします。

サムコという社名を初めて聞いたのは、岡崎の分子科学研究所でCVD装置を購入した時です。そこでは、プラズマCVDでダイヤモンド膜をつけていたと思います。普通CVD装置は、大きなプロセス機器の中の一つという感じを持っていましたが、サムコはすごく小さくて、使いやすく、低価格で、多くの人が使用できる汎用装置を作った最初の企業ではないかという気がしています。商売のターゲットを大学に向けて頂いたので、私たちにとってはすごい親しみが持てました。そんな研究畑から出発して、現在は、国内外の半導体や電子エレクトロニクスに対して重要な位置を占める会社になり、大変偉いと思いますし、これからも頑張ってください。

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。