

# 未知の分野への挑戦

今回は静岡大学をお訪ねし、工学部教授稲垣訓宏先生に、プラズマ重合の先駆的な研究内容について、穏やかに、時には笑みを浮かべながらお話をいただきました。

## プロフィール

稲垣 訓宏 (イナガキ ノリヒロ) 先生。

昭和17年静岡県生まれ。41年、静岡大学工学部大学院修士課程を修了後、静岡大学に勤務。49年、高分子の熱分解に関する研究で工学博士号を取得、53年に米国ミズーリ州立大学に留学。61年に工学部工業化学科(現在の材料精密化学科)教授に就任、現在に至る。関係学会には、日本化学会・高分子学会・繊維学会・接着学会・Journal of Adhesion Science and Technology の Advisory Board などがある。



—他の大学ではあまり無いと思うのですが、「材料精密化学科」ではどのような研究をされていますか

『精密化学』を和製英語ではファインケミストリーといいます。一般的な応用化学科や工業化学科と違って『材料精密化学科』というのは馴染みのない名称かもしれませんが、各種材料を用いて物質を作成するステップやプロセスを、今までよりもっと精密に研究していこうという概念から出発した学科です。現在私の研究室では、主にプラズマを利用して作ったセンサー(湿度センサー、プロパンガスのセンサー、一酸化炭素のセンサーなど)や、酸素富化膜、分離膜、磁性粉体の表面改質などについて研究をしています。私たちの研究のモットーは『自由啓発』であり、化学にはユニークさと独創性が必要だと考えていま

す。『地球温暖化や環境破壊が救えたら』『省エネルギー化が図れたら』など未来に対処する独創性を培い、何事もあきらめない、21世紀をリードする人材を育てることを、私たちの学科の目標にしております。

## プラズマとの出会い

—学生時代からプラズマを手掛けられていらっしゃったのでしょうか

実は、昔はプラズマ重合に関する研究は全くしていませんでした。以前は、高分子を専門にした研究を主体に、プラスチックなどをいかに燃えにくくするか、という『難燃処理』などの研究をしていました。昭和51年頃、静岡大学に設けられた電子科学研究所というドクターコースに、『有機電子材料』という仕事で参加することにな

りました。そこでは、今までに経験のない電子材料を手掛けることになり、それ迄の仕事を一転せざるを得ず、大変戸惑いを感じました。しかし、やる以上は人と同じ事をしていたら伸展しませんので、私は皆がまだあまり注目していないものをやろうと考えました。当時の有機電子材料の研究には、太陽電池や電気を通すプラスチックなどがありましたが、私たちは『薄膜の機能が電子材料に利用できるのではないか』と思い始めて、未知の分野であったプラズマという分野に興味を持ち、プラズマ重合の研究で有名な米国のミズーリ州立大学に留学しました。それが今の研究を始めたきっかけです。それはアメリカでプラズマ化学シンポジウムの第1回が開催された頃のことでした。

## 薄膜のメカニズムに着目

—現在のご研究に至る経緯をご紹介下さい

普通薄膜とは厚さが数100nm以下の膜をいい、プラズマ重合はプラズマ中でイオンラジカル反応により膜を形成させる方法のことをいいますが、その研究を手掛けた頃は、まず『どうして出来るのだろう』というメカニズムについて研究しました。ほしい形のポリマーを得るには何をすればいいのか、原料は、圧力は、また反応器の形状は、という基本的なことを、失敗を繰り返しながら5、6年続けました。そして大体のアウトラインができると、次は応用として、表面が水に濡れるか、はじくのかという『ぬれ性』の機能について研究しました。そのような表面機能を研究するうちに、今度はより薄い膜で機能を出そうということの思い付きました。厚い膜を薄くすると、全体に対する表面の割合は増加し、薄くすればするほど表面性質が良く表れます。その後、有機物の分離膜に関する研究を経て、無機化合物の研究を行いました。そこで、今までの炭素や水素などを使った物とは違う性質を得ることができ、それをさらに現在のケミカルセンサーの研究に応用していきました。一酸化炭素を始め還元性ガスを検知する、いわゆるガスセンサーは、還元性ガスの酸化、特に半導体表面上における電導率が変化することを利用したものです。金属を微粒子状に分散させると比表面積の増大をもたらす、表面で起こる反応を飛躍的に増大させる可能性があります。最近プラズマ重合を利用して、金属化合物を含む薄膜の作成、及びその膜の化学構造を明らかにする研究を進めた結果、プラズマポリマーに含まれる金属酸化物に半導体特性が期待できることが分かりました。また、この薄膜のガスセンサー素子への応用についても現在検討しています。



## どうもろこしを燃料に…

—冒頭でお話しになった『省エネ』に携わることにはどのようなものがありますか

例えば分離膜の研究があります。これらの研究では、空気中の窒素と酸素を分けたり、アルコールと水を分離させたり、水蒸気だけが良く通る膜を作成したりしています。通常お酒を『燃料』として利用するには、その90%を占めている水分を何らかの方法で蒸発させ、アルコールだけを残す必要があります。しかし膜を通しただけでアルコールと水を分離することができれば、蒸発時に必要な高いエネルギーを使わずにアルコールだけを抽出することが可能になり、かなりの省エネにつながります。またどうもろこしやさとうきびなどを発酵させて、それらのお酒の中からアルコール分だけを抽出すると、自然界から簡単に燃料が収穫でき、大きなエネルギーの節約になるでしょう。

—プラズマが使われるメリットはどういった所でしょうか

一番の魅力は、プラズマが膜形成に最も適している事です。プラズマ重合したポリマーは安定しているし、方法は簡単で成膜性にも優れています。しかし、生成するポリマーの構造制御に最大の問題があり、微

細化には欠けるともいわれています。この問題は、プラズマ中でのモノマー分子の分裂、再配列反応をいかに制御できるかにかかっていると思われます。それが解決できたら鬼に金棒といえるかもしれません。将来的にはこれらの問題を早く解決し、何かプラズマ重合から生成した材料の工業化を、さらに多く行っていきたいと考えています。私にとって化学者の夢とは、自分の思い通りのものを人工的に作る『方法』を見付けることだと思います。

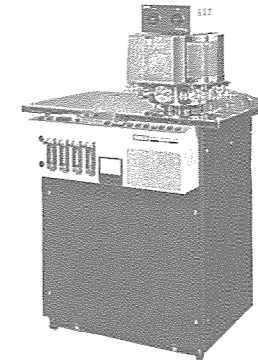
—サムコの製品と社員に一言アドバイスをお願い致します

大変良い製品を作ってくれていると思います。今一番の期待は、プラズマの電子エネルギーを任意に制御できる装置が欲しいですね。又、私の研究室の卒業生がお世話になっていますが、居心地が良さそうな雰囲気がありますね。企業というよりも、大卒のライン中で、個人個人が自由に仕事をしている、大学の研究室のようなイメージを受けます。今後も大いに発展されることを期待します。

本日は大変お忙しいところ本当にありがとうございました。

## SAMCO プラズマ重合装置 MODEL: PD-10S

本装置は、プラズマ重合による機能性高分子膜(例:分離膜、表面保護膜)の形成や、各種表面改質(親水性、疎水性、生体適合性)などに応用できます。



MODEL: PD-10S

### プラズマ重合の特徴

- (1) ピンホールフリーで極めて薄い膜形成が可能(数10nm~数μ)
- (2) 基板とポリマーの密着性が良い
- (3) ほとんど全てのモノマーからポリマーの重合が可能
- (4) 膜表面の機能制御が可能(例:親水性↔疎水性)

※弊社では、PD-10S以外にも、各種プラズマ重合装置を取り揃えております。