



九州大学 先導物質化学研究所  
先端素子材料部門 教授

よこやま しよし  
横山 士吉 先生

今回のSamco-Interviewは、九州大学を訪ね、先導物質化学研究所 先端素子材料部門 教授の横山士吉先生にポリマーを応用した高性能ITデバイスのご研究についてお話を伺いました。

▶ ご研究内容、テーマについて  
お聞かせください。

私の研究室では高性能な光学特性を有するポリマーの合成と光デバイスへの応用を目指した研究、開発を進めております。近年の情報通信技術 (IT) の発展は目覚ましく、さまざまな先端技術を使って超高速・大容量通信を実現しています。これまでは無機や半導体技術を基盤とした研究が中心に行われてきましたが、より高い性能を有し、多様性に富んだポリマー材料の応用に関して世界的に研究が開始されてきています。研究室では、光学ポリマーのIT分野への応用に挑戦し、これまでにない優れた材料特性と新しいデバイス機能の追及を目指しております。最近、注力して研究している電気光学ポリマーは外部電圧印加によって屈折率変化を起こす光学特性を持ちます。研究室では電気光学ポリマーの合成、光導波路の作製、超高速、低電力動作の光変調器やスイッチングデバイスなどの研究を行っています。電気信号を光信号に変換する光変調器は、情報通信技術に不可欠なデバイスです。電気光学ポリマーを用いた光変調器は、従来の無機材料よりも高い電気光学特性を有し、その作製プロセスも容易であるため、さまざまな構造の光導波路変調器に応用して低消費電力で超高速応答のデバイスを実現できます。最近ではポリマーに加えて、さまざまな光学部材と組み合わせ、有機-無機複合デバイスの設計、及びこれを実現する作製手法など総合的に研究を進めております。高性能電気光学ポリマーの応用は

非常に広く、さまざまな光学デバイスとの融合が可能です。その代表がシリコン (Si) 光導波路と複合化したハイブリッド型デバイスです。Si光導波路はCMOS技術と融合した光集積デバイスとして世界的に研究開発が進められ、エレクトロニクスとフォトニクスを組み合わせた先端光デバイスとして知られています。電気光学ポリマーとSi光導波路との融合、他にも窒化シリコン (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) や酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) などの高屈折率光導波路と融合したオンチップ用の光デバイスを作る研究も始めております。

▶ 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。

大学院ではポリマー合成の研究室に所属しておりました。そういう意味では化学の出身です。大学院の修了の頃、通信総合研究所の関西先端研究センター (現 情報通信研究機構 未来ICT研究センター) で有機分子やポリマー、バイオなどを将来の通信技術に役立たせるための基礎研究を行う研究室が新設され、そこへ就職したことがポリマーとIT応用に関する研究を始めたきっかけです。これまでに、有機色素を分散したポリマーレーザや非線型光学などを研究してきました。有機色素非線型光学は、かつては日本でも非常に盛んに研究された時期がありましたが、期待されたような性能が達成できなかったことや優れた無機結晶が開発されたことなどにより、10~15年ほど前にはほとんど研究されなくなっていました。一方、アメリカでは国防高等研究計画局 (DARPA) などのプロジェクトで

研究開発が続き、非常に優れた成果を生み出していました。欧州でも大きな研究プロジェクトが立ち上がる動きもあり、日本でも再び挑戦するのを感じたのが今の研究に繋がるきっかけです。有機色素やポリマー合成など3~4年はかかりましたが、産学官の共同研究などを経て非常に優れた電気光学ポリマーの合成が進み、当初の目標である低電力動作・超高速のポリマー光導波路変調器が実現しつつある状況です。また、最近ではSi、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、及びTiO<sub>2</sub>などの光導波路と融合したハイブリッド型デバイスの研究にも興味を広げています。電気光学ポリマーの研究は10年近くになりますが、研究開始当初に描いていた将来像と現在期待されるデバイス像とは大きく変わってきていると思います。今後、3年後、5年後にさらにどのような局面でポリマーが応用されることになるか非常に楽しみです。大学の研究者としては、さまざまな光学技術にポリマーが応用されることを期待し、材料とデバイスの両側面から挑戦し続けたいと思います。

▶ 先導物質化学研究所について  
ご紹介ください。

先導物質化学研究所はその名の通り化学と物質材料の研究を中心とした附置研究所です。合成反応化学、分子集積の化学、有機・無機融合材料の化学、先端材料の素子化に関する化学など、多岐にわたる研究が進められています。また、各分野の研究グループが連携して、原子・分子・ナノスケールからマクロスケールまでの物質の構造と機

能にかかわる基礎学術とその応用に関する研究も進められています。研究所では最新の化学系分析・評価機器等の設備も充実しており、これら機器分析の専任の技術員による研究サポートも整っています。合成化学者にとって非常に優れた研究環境であり、多くの優れた研究成果が出ております。最近では、基礎的な化学・材料研究のみならず、応用志向の高い研究成果も増えつつあります。現在の私の研究はポリマー光デバイスが中心となっていますが、もともと化学出身であることもあり、材料開発を進める上でも大変恵まれた研究環境です。

#### ▶物質・デバイス領域共同研究拠点事業についてご紹介ください。

共同研究拠点は個々の大学の枠を越えて大型の研究設備や大量の資料・データ等を全国の研究者が共同で利用したり共同研究を行うための組織で、文部科学省が全国で49大学99拠点を認定しております。先導物質化学研究所が参画している物質・デバイス領域共同研究拠点は、北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、東京工業大学資源化学研究所、及び大阪大学産業科学研究所の5つの附置研究所が1つの拠点として研究ネットワークを形成し、全国規模の共同研究を進める大変特徴的な取り組みです。このネットワークの仕組みを利用すると、例えば北海道大学で進めている共同研究を先導物質化学研究所を加えた共同研究に容易に広げることができ、研究者の交流や機器・設備の相互利用など全国横断で研究展開することができます。共同研究は、物質創成開発、物質組織科学、ナノシステム科学、ナノサイエンス・デバイス、物質機能化学の研究領域にまたがる「物質・デバイス領域」で公募し、多様な先端的・学際的共同研究を推進することを目的としています。これまでも年間500件以上の共同研究を5つの研究所で取りまとめ、実施しております。2010年4月に始まり、本年度の2016年3月で第1期が終了しますが、学協会を中心に非常に高い評価を頂き、来年度からも新たに第2期が始まる予定です。サムコさんから2013年に導入しましたCVD装置やICPエッチング装置もこの共同利用拠点の機器として登録しており、どなたでも共同研究をお申し込みいただくことができます。

#### ▶日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか？

情報通信研究機構で10年近く研究をしていたこともあり、大学に異動してからも研究は

自ら進めています。実験室では大学院生と研究の進捗や問題点など密に議論ができますので、ゼミの報告だけでは気づかないいろいろな問題点が見えてきます。学生への指導も伝わっているようで意外と実験が進んでいなかったりと、研究の進捗を把握することもできます。雑談も多いですが、研究の場で議論ができ学生にとっても得るものは多いのではないのでしょうか。

#### ▶弊社の装置をどのようにご使用いただいておりますか？ また、ご感想をお聞かせください。

私の研究室には、サムコさんの液体ソースCVD装置、ICPエッチング装置、ボッシュタイプのエッチング装置、また汎用的なRIE装置があります。液体ソースCVD装置では、主に光導波路用の基板作製にSiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、TiO<sub>2</sub>などの成膜を行っております。これまでの研究から光学的に非常に優れた特性が得られ、ハイブリッド型ポリマー光デバイスの応用に役立っています。また、最近ではSiとポリマーのハイブリッド化の研究も進めていますが、これはサムコさんにご協力いただき本社でサンプルを作っていました。ICPエッチング装置では、光導波路や微細構造の加工を中心に行っております。研究室で取り扱う物質はポリマーなどの有機物が主体です。これまで、半導体を研究している研究設備ではなかなか装置を共用して使うことはできませんでしたが、私の研究室ではポリマーの応用研究を中心に制限なく使っています。

#### ▶ところでプライベートなことですが、休日などはどのようにお過ごしでしょうか？

スポーツジム通いをかれこれ15年近く続けています。休日は、午前中は大体ジムに行き、午後は家族に付き合うという感じです。おかげで風邪も引きません。

#### ▶最後にサムコに対して一言お願いします。

2014年9月に福岡営業所が開設されましたが、ちょうど液体ソースCVD装置やICPエッチング装置の導入と同時期でしたので、装置の取り扱いや条件設定など分からないことを教えていただき大変助かっております。引き続きサポートをよろしく願いいたします。

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。