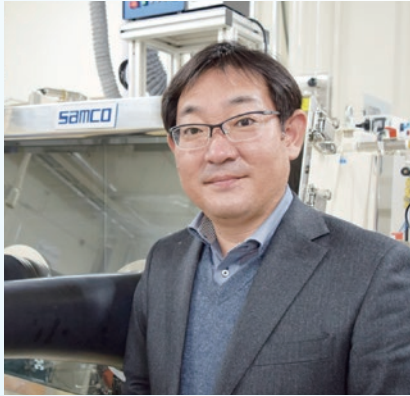


プロフィール

学歴 1998年：京都大学 工学部 工業化学科 卒業
 2000年：京都大学大学院 工学研究科 物質エネルギー化学専攻 修士課程 修了
 2000年：ボストンカレッジ 訪問研究員
 2003年：京都大学大学院 工学研究科 物質エネルギー化学専攻 博士後期課程 修了 博士(工学)取得

職歴 2003年：名古屋大学大学院 理学研究科 助手
 2006年：名古屋大学 物質科学国際研究センター 助手(配置換え)
 2007年：名古屋大学 物質科学国際研究センター 助教(名称変更)
 2010年：京都大学 化学研究所 准教授
 2018年：京都大学 化学研究所 教授

受賞歴 2015年：新化学技術推進協会 (JACI) 2015新化学技術研究奨励賞ステップアップ賞
 基礎有機化学会 (JPOC) 第11回野副記念奨励賞
 2018年：近畿化学協会 (KCS) 第70回化学技術賞
 2020年：新化学技術推進協会 (JACI) 第19回(2019年度)GSC賞 文部科学大臣賞
 日本化学会 (CSJ) 第38回学術賞
 2021年：市村清新技術財団 第53回 市村地球環境学術賞


 京都大学化学研究所 複合基盤化学研究系
 分子集合解析研究領域 教授

 わかみや あつし
若宮 淳志 先生

今回のSamco-Interviewは、京都大学化学研究所を訪ね、若宮淳志先生に次世代太陽電池として注目を浴びているペロブスカイト太陽電池などのご研究についてお話を伺いました。

▶ 若宮先生のご研究についてご紹介ください。

近年、有機トランジスタ (OFET)、有機EL (OLED)、および有機系太陽電池 (OPV、DSSC、ペロブスカイト太陽電池) など、有機エレクトロニクスの研究開発が急速に発展しています。私どもの研究室では、特異な分子構造や元素の特性を巧みに利用した独自の分子設計を切り口に、モデル化合物群を合成し、これらの基礎特性評価を通して、できあがった化合物の構造-物性相関の解明に取り組んでいます。さらに、自ら開発した材料を用いた太陽電池などの有機エレクトロニクスデバイス の作製・特性評価まで手掛けており、川上から川下まで一貫していることが私どもの研究室の特徴の一つです。

また、次世代型太陽電池である“ペロブスカイト太陽電池”の研究開発に注力しております。現在普及しているシリコン太陽電池は良い製品も多いですが、重く、製造コストが高く、朝夕、曇り、室内などの低照度では光電変換効率が急速に落ちるといった短所があります。一方、ペロブスカイト太陽電池は材料の溶液の塗布、すなわち印刷技術によりデバイスを作ることができるため、低コスト、低温プロセスでの作製が可能です。また、厚みは600nm (髪の毛の100分の1) と薄く、軽量で、簡単に曲げることもでき、曇りや室内などの低照度下でも発電ができます。デバイス構造は非常にシンプルで、光を吸収するペロブスカイト層を正孔回収層 (p型半導体) と電子回収層 (n型

半導体) で挟むだけです。これらのユニークな特徴を多数備えており、産業分野への応用やエネルギー問題の解決に期待されていることから、世界中でペロブスカイト太陽電池の研究が進んでおります。

▶ ご研究を始められたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

高校生の時、科学雑誌Newtonを読んだことや、ノーベル賞を受賞された利根川進先生のインタビューをテレビで見たことがきっかけで、京都大学の工学部を目指しました。入学後6年間は化学研究所の小松統一先生の下で学び、博士課程の途中にボストンの大学へ3か月ほど留学しました。学位取得後、名古屋大学の山口茂弘先生の研究室に助手 (現 助教) として7年間在籍した後、京都大学に戻り、村田靖次郎先生の研究室で准教授として8年間を過ごしました。その後、独立する形で現在の研究室を始めて今に至りますが、学生時代に学んでいた宇治の化学研究所で研究を続けることができ、大変嬉しく思っております。

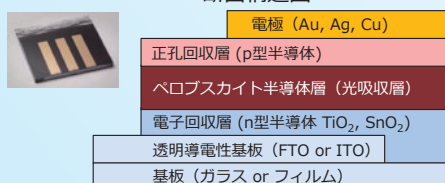
今までの人生を振り返ると、周りの人達に助けてもらってばかりでした。恩師や先輩、同級生、共同研究者などに恵まれましたし、自分と言うものなんですが、私は「人たらし」の星の下に生まれてきたんだなと感じています。

さて、ペロブスカイト太陽電池の開発を始めたいきっかけの話をします。名大の助手時代は、ホウ素の特性を活かした機能性 π 電子系化合物の研究をしていました。自分の理想と現実のギャップにもがき苦しみました。その頃に学んだ知識や経験が今に生きております。その後、ホウ素の研究で賞をいただき、京大から戻ってくるようにお声が掛かりました。私は当時35歳で「残り30年の研究者人生で何ができるのか?」と真剣に考えた結果、面白い基礎研究だけでなく、化学で人類と社会に貢献できるようなテーマを持ちたいと考えました。私たちの身の回りの物はほとんどが石油を原料で作られておりますが、産業

革命以降、石油や石炭などのエネルギー資源を急速に消費し、二酸化炭素が排出され続けてきました。持続可能なエネルギー、再生可能エネルギーは人類にとって喫緊の課題ですが、二酸化炭素を再び資源に戻すサイクルを作らなければ、真の意味での持続可能な社会の実現はないと言えます。そこで太陽光を用いた二酸化炭素の資源化への挑戦を決意しました。当初、二酸化炭素を還元してメタノールのような液体にできれば、エネルギー密度も高く運びやすいと思いましたが、太陽光エネルギーによる直接的な還元は難しく、それならばと、電気エネルギーへと変換する太陽電池の開発を始めました。2010年頃、ペロブスカイトは色素増感太陽電池に使える程度の知名度のものでしたが、私はペロブスカイト薄膜の特性を目の当たりにした時、直感的に「これは本物だ」と感じました。2012年、JSTの戦略創造研究推進事業 さきがけ「太陽光と光電変換機能」による研究開発の結果、ペロブスカイトを光電変換材料に用いた太陽電池に世界中で注目が集まりました。当時、さきがけの研究者の有志を募った成果結集プロジェクトを立ち上げることで、いち早く研究をスタートできました。2014年には、金光義彦先生との共同研究によりペロブスカイト中の電子の振る舞いについて世界に先駆けて解明し、その太陽電池が高い効率をもたらす発電メカニズムを明らかにしました。2018年には、京都大学イノベーションキャピタルからの出資を受け、京大発ベンチャーの「株式会社エネコートテクノロジーズ」を設立しました。2020年には、フィルム型太陽電池の実用化を目指した連携体である「フィルム太陽電池研究コンソーシアム」を設立しております。

現在は、鉛 (Pb) フリー型太陽電池の開発にも注力しています。世の中にペロブスカイト太陽電池が本格的に普及するのは、鉛フリー化技術が実用化される時だと思っております。元々、ペロブスカイト太陽電池には鉛が使われてきましたが、様々な機器の電源と

断面構造図



ペロブスカイト太陽電池のデバイス構造

して実用化するには、RoHS(特定有害物質使用制限)指令の制約により鉛フリーが強く求められます。私どもの研究室では、鉛からスズ(Sn)に置き替える研究を進め、スズの酸化を抑制できる独自の塗布法(HAT法&SVA法)を開発しました。また、高品質なSnペロブスカイト太陽電池の作製技術を確立し、Sn-Pb混合系で逆型構造での世界最高値である光電変換効率23.6%を達成しております。

▶ 将来の展望についてご説明ください。

ペロブスカイト太陽電池は、室内から屋外、海上や成層圏・宇宙にわたる様々な場所に導入可能な再生可能エネルギー源として実用化が期待されています。スマートフォン、腕時計・ウェアラブルデバイス、ソーラーカーなどに搭載し「どこでも電源」として広く普及させることで、地球上のエネルギー資源問題に関わるカーボンニュートラル社会の実現に貢献していきたいです。災害用テントは既に試作品ができています。A4サイズのシート型ペロブスカイト太陽電池を何枚も連結し、テントの上に貼り付ければ災害時の発電テントになり、一気に数十台のスマートフォンを充電できます。軽量かつフレキシブルで設置も容易で、使わない時は折り畳んで収納でき、非常に便利です。

また、私は株式会社エネコートテクノロジーズの取締役 最高技術責任者としても活動しております。代表取締役の加藤氏は大学の同級生で、大学や大手企業から移籍した気鋭の研究者を含め20名を超える従業員とともに実用化研究に取り組んでいます。昨年末にはNEDOのグリーンイノベーション基金事業にも採択され、次世代太陽電池の実用化に向けた基盤技術開発を加速させています。フィルム太陽電池研究コンソーシアムでは、材料から製造販売、社会実装に至るまで様々な視点で実用化を進めるため、サムコさんを含めた28社の企業に参画いただいております。

これまでにJST COI・JST ALCA・NEDOなど、いくつかの国家プロジェクトで支援いただき、産学連携を体験してきた中で今後の大学研究の在り方について考えております。最近の企業は目先の利益になる研究への投資に偏りがちですが、昔の日本企業では海外のベル研究所のように先を見据えた基礎研究が上手く機能していたと思います。長期的なビジョンでの研究が困難な状況が続き、将来の日本の技術力の低下が危惧される現状に危機感を感じております。サムコさんのような京都企業は長期的な研究を続けられる環境にあり、私の憧れであり理想です。私が定年を迎えるまでの残り20年をかけて、企業と大学の間で真に有用な産学連携ができる枠組みを作りたいと考えております。

▶ 弊社の装置をご使用いただいておりますが、ご感想をお聞かせください。

ALD装置(AL-1WG)、RIE装置(RIE-10NR)を使用しております。AL-1WGは、鉛フリー型の超高効率太陽電池の高性能化のため、ペロブスカイト層の中間層に用いる酸化スズ(SnO₂)の成膜用に活用しております。非常に薄く、かつダメージを与えない成膜ができております。鉛フリー型で光電変換効率30%以上という高い目

標達成に向けて欠かせない装置となっております。昨年、AL-1WG導入の際には限られた予算の中でグローブボックスを付属いただき、納期交渉にも親身に対応していただき大変助かりました。RIE-10NRはモジュール(素子)のエッチングに使用しております。



AL-1WG

▶ 日頃のご研究において、心掛けておられることはどのようなことでしょうか？

私は専らの「現場主義」でして、頭を使った理論的な解釈はしますが、新しい物事の発見や改善をする時は必ずその場に立ち会い、自分の目で見て、感じて、頭の中でイメージしながら理解するようにしています。

また、教育の話をしますと、研究室の学生には早い段階で成功体験をさせ、研究の面白さを実感してもらうように心掛けています。学生の自主性を尊重した活気あふれる研究室にすることを目指しています。学生に対しては褒めて伸ばしたい気持ちも強いのですが、そう上手くいきませんので、時には厳しい指導もします。学生が自分の殻を破り、キラッと光って伸びる瞬間を実感した時は本当に嬉しいですね。優秀な学生、研究員にも恵まれており、その責任と同時に教育者としてのやりがいを感じています。

▶ 座右の銘をお教えてください。

研究方針として“Needs Inspired Fundamental Science”を掲げております。分子設計、合成、物性測定、デバイス作製・評価までを一気通貫で行うことにより、材料の物性だけでなく、デバイスの安定性や作製プロセスの最適化など、それらの実用化に向けて必要なNeedsが見えてきます。このNeedsから、未解決課題や未成技術、未踏領域の研究課題が明らかになってきます。

▶ 休日はどうにお過ごしでしょうか？

趣味の釣りとゴルフを楽しんでおります。釣りは、日本海や鳥羽まで行き、魚群探知機が付いた船に乗せてもらい、釣った魚を捌いて食べております。高校時代の同級生や、研究室の卒業生が遠方から来てくれることもあって嬉しい限りですね。釣りに行った翌日は、お腹を空かせた学生達が研究室で白米を炊いて待っており、実は今日もブリの海鮮丼を振舞ってきたところですよ(笑)。

▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

サムコさんは私たちが目指すベンチャー企業のお手本だと思っています。ベンチャーとして成功され、事業を拡大し続けていらっしゃる。研究活動においては短期的な顧客目線より長期的な視点を重視しておられると感じています。私もサムコさんのような会社を作っていきたいと考えております。大学と企業が真の意味での産学連携ができる枠組みを作れるように尽力してまいりますので、今後ともご支援をお願いいたします。

お忙しいところ貴重なお時間をいただき、誠にありがとうございました。