活躍する若手研究者

昨年、鈴木章北海道大学名誉教授と根岸英一米パデュー大学特別教授がノーベル化学賞を受賞した。大学から発信された二人の技術が産業界で活躍し、医薬品、液晶、太陽電池などの製品開発を支えている。こうした大学・研究機関で行われている研究開発が産業界で生かされ、日本を代表する技術・製品を誕生させている。化学業界で注目される松尾豊東京大学特任教授と唯美津木分子科学研究所准教授の研究を紹介する。

有機薄膜太陽電池の開発

フラーレン誘導体で企業と連携講座

東京大学
松尾　豊 特任教授

軽くて曲げられる次世代太陽電池として期待される有機薄膜太陽電池。実用化に向けて着々と歩みを進める三菱化学の研究活動を支えるのは、同社が東京大学に開設した社会連携講座「光電変換化学講座」の研究チームだ。

講座の研究テーマはずばり有機薄膜太陽電池の開発だ。有機薄膜太陽電池を構成する材料は2種類ある。電子を受け取る「アクセプター」と、電子を与える「ドナー」だ。講座が主な研究対象にしているのはアクセプターだ。

アクセプターはフラーレンというサッカーボールのような形状の炭素化合物をベースにした分子構造を持っている。「フラーレン誘導体」と呼ばれる。講座教員の松尾豊特任教授は「球状であるために望みの化合物を合成することが難しく、ドナーに比べて圧倒的に研究例が少ない」と指摘する。それでもフラーレン誘導体は有機薄膜太陽電池のアクセプター材料として必須だ。有機薄膜太陽電池の性能向上には、フラーレン誘導体の開発を避けて通れない。「このネックを解消しようというのが講座の大きな狙いの一つ」という。

フラーレン誘導体の合成の難しさは、新しい反応を開発することでクリアした。その一例として、新たなコンセプトを持ったフラーレン誘導体の合成に成功した。

フラーレンそのものは太陽電池として高い電圧がとれない。フラーレンに化合物を結合させると電圧を高くできることは知られていたが、結合した化合物がかさばると今度は電流が低くなってしまう。高性能な太陽電池を実現するには、電圧と電流の両方が高い方が望ましい。

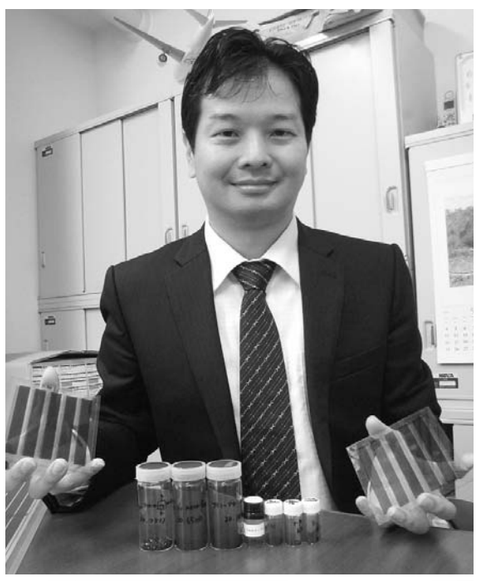
松尾特任教授は、それまでフラーレンに結合させることが難しかったメチレンというかさばらない化合物を結合させることに成功。高い電圧でかつ、電流を低下させないアクセプター材料を実現した。有機薄膜太陽電池のアクセプター材料の高性能化、ひいては変換効率の向上につながる可能性がある。

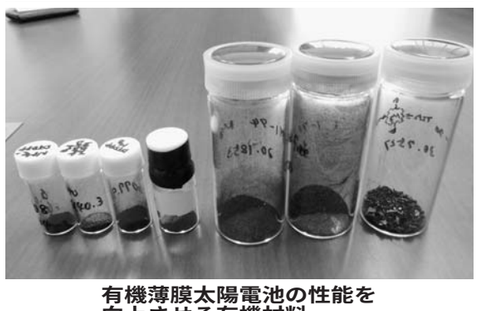
かさばらない化合物を結合させるという新たなコンセプトのフラーレン誘導体は、三菱化学本体で研究対象になっているという。

講座には合成の難しいフラーレン誘導体を扱うノウハウが蓄積されている。松尾特任教授は「有機薄膜太陽電池を含め、有機エレクトロニクスの高性能材料向けフラーレン誘導体の開発で世界トップを走っている」と自負する。

社会連携講座は、企業が大学の研究・教育資金を提供する「寄付講座」と基本的には同じだが、教員を企業から派遣するのではなく、大学からあてるという点で異なる。学生の教育を重視した新たな研究教育のあり方として東大内で広がりつつある。松尾特任教授は、「企業との共同研究の中で、基礎にも応用にも興味を持った人材を育成していきたい」と教育方針を語る。

三菱化学は有機薄膜太陽電池の生産技術の検討を進め、実用化を急いでいる。「生産技術の研究を進めるに当たって、改善すべき点が出てきたら対応したい。そうした受け身の姿勢だけでなく、ブレークスルーするような材料を見つけ出して積極的に提案していきたい」と、松尾特任教授は今後も三菱化学をバックアップする考えだ。





有機薄膜太陽電池の性能を向上させる有機材料

まつお・ゆたか　96年阪大基礎工学部卒、01年阪大院博士課程修了、同年理学博士、東大院助手、09年東大院光電変換化学講座特任教授。

金属触媒の高機能化に貢献

構造解析をベースに活性化技術考案

分子科学研究所
唯　美津木 准教授

分子科学研究所の唯美津木准教授は、金属触媒の高機能化などにつながる構造制御技術や放射光などを用いた微細な構造解析などを主なテーマとする。触媒として活性化する構造や条件などの解明や、マイクロメートル単位やナノメートル単位で構造を解析し、より効率的に機能する新たな触媒の開発につなげるのが狙い。触媒開発の基礎的な部分を担う女性若手研究者として、革新的な触媒の開発への貢献が期待されている。

構造制御の基礎研究では鉄やニッケル、イリジウムなどあらゆる金属錯体を対象に、触媒としてどのように働くのか、どういう構造で活性化するのかを赤外線やX線などのさまざまな光線を用いて解明する。また、触媒で反応させるメタンやアルコールなどの組成の変化、求める組成変化が起きやすい温度などの条件も調べる。

その結果を基に触媒の構造制御技術を考案する。シリカやアルミナなどの酸化物の表面に金属錯体を固定することで構造変化を起こして新たな活性を引き出す手法や、ルテニウムなど特定の金属錯体の形状を同じ空間を作って特定の触媒とだけ反応する構造設計手法などを開発してきた。

微細な構造解析ではX線マイクロビームなどを用いて、金属の周囲にある酸素やカーボンなどの原子の数や、金属触媒の劣化原因などを調べる。特に、同じ触媒でも劣化の度合いが部分ごとに異なる場合があり、微細な解析で触媒を構成する粒子を1粒ずつ調べる必要がある。

研究内容は触媒開発のベースとなる部分のため、研究室に所属する学生には「研究の全体が分かる経験を積ませる」（唯准教授）ことを教育方針とする。学生それぞれに金属錯体の種類ごとなどでテーマを持たせ、酸化物表面への固定から構造解析、触媒反応の調査まで学生は全てを一人で受け持つ。有機・無機化学、物理化学などを幅広くカバーするため、触媒以外の分野でも応用が利きやすい人材が育つ。

ただ、若手研究者は研究室に所属する学生の確保に苦労する場合がある。日本の大学院生は出身大学の研究室に所属することが多く、分子科学研究所のような大学ではない研究機関は研究者が大学などとのパイプを作る時間が必要だ。

こうした状況もあり、海外、特にアジアから学生を確保する動きが加速している。唯准教授の研究室も中国、インド、タイ、シンガポールと多国籍だ。

さらに、女性ならではの苦労もある。分子科学研究所には約80人の研究者が所属するが、8月まで唯准教授がただ一人の女性研究者だった。学会や研究成果を評価する審査会などで女性として参加を求められることも多く、参加するにはその分野の知識習得や情報収集が必要になる。知識の幅を広げ外部との情報交換の場は増えるが、負担は少なくない。しかし、女性研究者としてアピールすることや、女性研究者の活躍の場を広げるために尽力する。

研究環境では「日本全体で長期的な研究への理解を高めてほしい」（唯准教授）と強調する。研究資金の獲得には1、2年の短期での成果が求められることが多く、斬新な内容や大がかりな内容の研究が難しくなりがちだ。日本の技術がさらに発展するには研究支援制度の再構築が必要なようだ。

X線マイクロビームなどを用いて金属触媒の微細な構造を解析する

ただ・みづき　04年東大院理学系研究科中退、同年東大院助手、05年理学博士、08年東大院准教授、同年分子科学研究所電子構造研究部門准教授。