



第3世代有機EL素子 開発で世界をリード

Chihaya Adachi

安達千波矢

九州大学大学院工学研究院応用化学部門主幹教授
最先端有機光エレクトロニクス研究センター長

2012年、第3世代の有機EL素子を開発し、一躍世界中から注目されるようになった安達千波矢氏。内閣府による「最先端研究開発支援プログラム」で優れたTOP研究者30人のひとり選ばれている。もともとは物理が専門だったが、有機物に電気を流せるという話に興味を惹かれて化学の世界に越境。合成のテクニックも体得し、「物理と合成の両方分かるのが私の強み」という。第3世代有機EL素子は今、実用化の段階を迎えつつある。だが安達氏自身はすでに次を見据えている。

物理から有機へ越境

学部生のときは、物理学を専攻していました。当初は物理がとても好きでしたが、3年生くらいになると、途端に難しくなり、特に量子電磁力学の講義では、24時間数式を解いているのが好きだというような人ではないのではないかと感じました。そう思い悩んでいた頃、当時、理化学研究所にいらした雀部博之先生から、有機物に電気を流せるという話を聞き、ピンとききました。直感的にこれ

は面白そうだと思い、卒業研究は有機物の半導体特性や光物性の研究を理研で行いました。

プラスチックなどの有機物に電気を流す研究はその当時始まったばかりで、研究している人もまだ少ない時代でした。私は実験が本当に好きで、24時間実験をやっても苦になりませんでした。気がついたらこの研究にどっぷりはまっていました。

そのため、大学院では有機半導体の研究ができる九州大学の応用化学を選びました。化学の学科に物理の学生が入ってきたということで、研

究室の先生から勧められたのが有機EL（エレクトロルミネッセンス）の材料研究でした。

「研究者で一番大事なのは、研究テーマを見つけること。誰もやっていないテーマを見つけることが大きな価値になる」

先生はよくそう言われていました。当時、有機ELの研究をしていた研究者はおそらく世界でも5、6人しかいなかったでしょう。

大手メーカーで 合成手法を体得

有機ELの研究を進める中で、正孔（プラスの電流）とエレクトロン（電子）の両方を流す層がないとデバイスとして動かないと、直感的に分かりました。当時、エレクトロンを流しやすい材料（電子輸送材料）はほとんど見つかっていなかったため、それを探る研究を進めました。しかしながら、2年間、ほとんど成果は出ず、マスターのときは1回しか学会発表ができませんでした。

辛いときもありました。でも研究は楽しい。だから人から何と言われようと気にはなりません。そしてドクター1年生のときに画期的な電子輸送性の材料を見つけることができましたのです。

その材料を実用化したい。しかし大学での実用化は難しいと考え、大手事務機器メーカーに入社しました。



複写機のトナーとかOPC（有機光導電体）などの研究をしているこのメーカーには、合成の専門家が30人くらい在籍していました。しかも大学ではありえないような職人技ともいえる大胆な装置や合成手法が使われていました。ところがそれを直接は教えてくれない。知りたかったら実験している姿から盗めという風土だったと思います。だから私はここにいる間に合成の技を全部マスターしようと思い、300を超える新しい有機半導体材料を合成しました。

研究成果は出たものの、残念ながらこの会社では有機ELの研究の事業化を断念することになったため、会社を退職し、再び信州大学の助教としてアカデミアの世界に戻りました。この経験により、物理出身ながら合成もできるようになり、自分のキャリアとしてはとてもよかったですと思っています。

それから大学に戻って3年程経った頃、転機が訪れました。プリンストン大学のステファン・フォレスト

先生から、研究室に来ないかと誘われたのです。以前、メーカーにいたとき、米国での学会に参加し、そこでフォレスト先生にはお会いし、研究室を見せていただいた出会いがありました。そのとき、「君の発表が一番面白かった。将来、研究室に呼んであげよう」と言われていました。単なる社交辞令だろうと思っていたので、本当に呼ばれたときはうれしかったですね。

データを数式で説明しろ

フォレスト先生の指導は想像を絶するほどハードでした。雪が降ろうが嵐が来ようが毎週水曜日は朝7時からミーティングです。そこで成果が報告できなければ、厳しい声も飛んできました。日中もほぼ3~4時間ごとに「What's new?」と質問される日々でした。論文を提出すれば疑問点や修正点がびっしり書き込まれて突き返され、「明日までに書き直すように」と言われ、必死にこな

していくうちに、本当の実力がついていきました。

そのときに、「実験データを全部数式で説明するように。数式で表せて初めて物事を理解できたといえる」という考え方には心底感動しました。そのとおりでと思います。以来、私はこの言葉を肝に銘じて研究に取り組んでいます。

プリンストンでは、第2世代のリン光材料を使った有機EL素子の開発プロジェクトが始まり、私もそこに加わることができました。そして第2世代の発光材料開発にどっぷりと浸かり、2000年頃にはイリジウム錯体を使ってほぼ100%、電子を光に変換できるようになりました。

プリンストン大学には世界中からトップクラスの学生が集まっています。あのとき集まった人たちが今世界中に散らばり、ネットワークをつくっています。グローバルなネットワークをつくることは研究者にとってとても大事なことで、日本の学生はもっと積極的に海外に出ていった方がいいと私は思います。

ついに新しい発光原理を実現

帰国後は千歳科学技術大学の助教授に着任し、第3世代の発光材料の開発を少しずつ始めました。このときの一重項と三重項励起状態のエネルギーギャップを小さくするというコンセプトでの分子設計は、九州大学に移ってきてからも続けました。今であればスーパーコンピュータを使った計算で最適な分子を探すことも容易にできますが、その頃は蛍光とリン光という2つの発光スペクトルが近いものをひたすら探すという方法でした。そしていくつか適合するものが見つかるようになり、やがてあるときそのELの外部発光効率が5.3%を示しました。普通の蛍光材料ですと5%を超えることはまずありません。その時の0.3%という値はもしかしたら誤差かもしれま



あだち・ちはや 1963年、東京都出身。中央大学理工学部物理学科卒業。九州大学大学院総合理工学研究科修了。工学博士。民間企業に就職した後、1999年、米プリンストン大学の研究員となり千歳科学技術大学助教授を経て、2005年から現職。大学院時代から一貫して有機EL材料の開発に取り組む。2012年、既存の蛍光材料と新たな発光現象「TADF」を起こす新材料を組み合わせた発光効率100%の有機ELデバイス開発に成功し「ネイチャー」誌に発表して、世界を驚かせた。

狭い世界に閉じこもっていても突破口は拓けない。
2つ以上の分野でプロフェッショナルに
なることを目指してほしい。

せん。でもこれでいけると確信を持ち、研究室のほぼ全員で新しい材料の探索に取りかかりました。すると狙いの新しい材料がどんどん見つかるようになりました。一重項と三重項の励起エネルギーの差が小さな分子を設計し、三重項励起子を一重項励起状態にアップコンバージョンさせるというコンセプトがよかったです。もちろんこのギャップは数式できちんと説明することができます。私たちはついに熱活性化遅延蛍光(TADF)と呼ぶ新しい発光原理での高効率有機ELデバイスを実現したのです。

今、私の研究室には新しいTADF材料が約300個あります。こんな分子でいいのかと思うくらいシンプルな構造ですが、自由に設計できる有機化合物には無限の可能性がありま。これで炭素と窒素と水素だけでできる有機EL素子が可能になります。イリジウムのようなレアメタルを使う従来のものと比べれば価格は10分の1くらいにできると思います。

技術にできないことはない

今年、TADF材料の実用化を目指す九州大学発のベンチャー（株式会社Kyulux）が誕生しました。私はそのサイエンティフィック・アドバイザーになっています。

しかし、研究とビジネスは別世界。ベンチャーの経営に直接関わるつもりはありません。それよりは次の研究をしたい。技術が歩みを止めることはありません。第4世代、第5世代の材料も必ず出てきます。実際もうその探索を始めており、また有機半導体レーザーの研究にも着手しています。これはやればやるほど難しいということが少しわかってきたところですが……。

でもだからこそ面白い。やるだけの価値がある。やってやろうという気になるのです。

今、九州大学大学院の教育プログラム（リーディング大学院・分子システムデバイスコース）では、異なる研究室の学生を3人ひとつのチームとして、3年間かけて斬新な研究提案をさせるプログラムを推進しています。週1回議論しあい、お互い教えあう。そこから面白いテーマが生まれてくるのではないか。本当はこういった取り組みをワールドワイドにやったらいいと思っています。

私は、技術にできないことはないという強い信念をもって研究を進めてきました。できると思ってやるのが大切です。これは無理だと思った瞬間、本当にできなくなってしまうからです。

若い人たちも一所懸命やっていると思います。ただ、もっと常に新しい視点を取り入れてほしい。シミュレーションとか量子化学計算などコンピュータを徹底して使うなど、研究の手法も新しい方向へどんどん変えたいと思います。

それから少なくとも2つの分野でプロフェッショナルになってほしい。トラディショナルな固体物性とか有機合成だけを研究するような狭い世界にひとりで閉じこもっていても世界は拓けないと思います。

今、フラットパネルディスプレイの分野では一部の企業が圧倒的な支配力を持っています。アプリケーションと材料とデバイスの研究者がスクラムを組む、優れた人同士がグループを組んで研究するなど、新しい試みを進めていかないと現状を打破できない状況にあります。未来社会へのイメージを膨らませ、できると信じて新しい夢に是非チャレンジしてほしいと思います。