工業用機能性材料の創成と産業への貢献

工学研究院物質工学研究系　准教授　森口　哲次

私は1992年4月に九州工業大学（以下本学）に赴任し26年が経ちました。先ずは簡単な自己紹介をしたいと思います。北九州で生まれ育ち本学にて共通一次大学入試試験を受けた経緯があり、本学とは特に縁が深いと感じております。この度、准教授を拝命し、私の研究紹介の場をいただきましたので、その一部をご紹介したいと思います。

私は理学部出身なのですが、真理の追究と併せて世の中に役立つ物質の創成や技術の確立を主たる目的として研究を行っており、多くの産官学連携研究開発を実施しています。その内訳は、①発光特性や伝導特性を有する機能性芳香族化合物群や含金属錯体群の創成　②産業廃棄物の有価物化及び高付加価値化　③食品由来物への機能性付与　④原子力施設の放射性廃棄物除染・減容方法の研究開発　⑤難解な事件事故への科学的貢献などです。

このように幅広く研究を行う理由は、私はもともと一つの研究をこつこつと行う性格ではなく、また、学生にも従来のでき得る限り広い見識を持った上で、できる限り社会と密接に関わってほしいという考えを持ち、研究オタクにならないバランス感覚を磨いて社会に貢献してほしいと思っているためです。

今回は紙面数や知的財産の都合上、右記の研究開発のなかでも最も基礎的な研究に近い①について紹介させていただきます。

1　半導体材料の研究開発

私たちの身の周りでは、多くの機能性化学物質が利用されています。特に芳香族化合物と云われる電子を多く持った有機化合物群は、近年、その電子の特性を利用した有機半導体や有機エレクトロルミネッセンス（EL）材料が開発され、身近の機器の利用例も出てきました。しかし、大学の研究として材料の一性能である半導体特性の向上を目指すことは重要ですが、その反面、これらの材料は光や熱、さらには空気や湿気に極めて脆弱であり、それらの実装の際問題となる諸特性の改善も必要であります。

根本的にそれらを改善するには、分子の構造から見なおして設計、合成してその特性を評価する必要があります。私の研究室では、新規な物質合成とその構造特性を明らかにして、それらの電子構造や積層構造が半導体特性の発現に相応しいかを検討し、可能性が高いものについて実際に半導体デバイスを作成して評価しています。

次に最近合成し、p型及びn型半導体特性を評価したものをいくつか紹介します。

p型半導体特性を持つ芳香族化合物の合成と評価ですが、図1のような脆弱な部位を持たない化合物を種々合成しました。さらに、図1の化合物の構造を正確に把握しなければなりませんので、本学機器分析センターにある単結晶X線構造解析装置を用い、その原子座標を基に軌道計算で化合物の電子状態を評価しました。

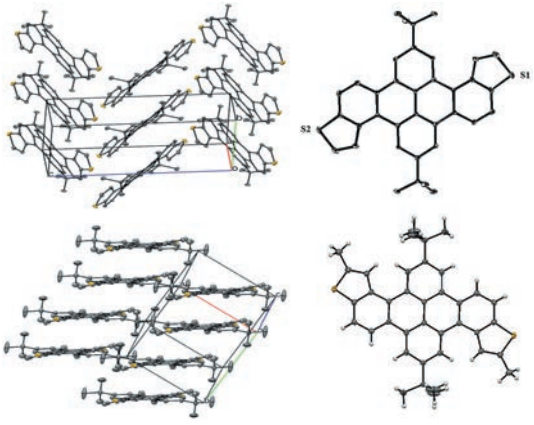

図1　合成したp型半導体化合物と積層構造

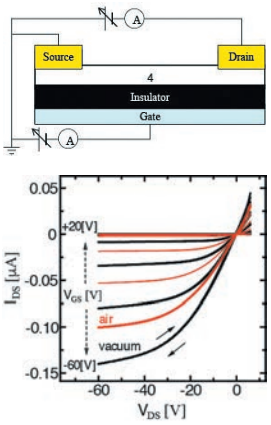

図2　化合物の半導体特性

次いで、これらの化合物を製膜してその半導体特性評価を行い、その良好かつ湿気を含んだ大気中での1年以上の安定的作動も確認しました（図2）。現在、更なる性能向上のため、新しい化合物の合成評価を行っています。

これらの化合物は、それ自体が電気伝導性であるとともに、EL材料としての特性も可能性があるため併せて評価を継続しています。

2　発光材料の研究開発

発光材料とは物質そのものが光や電気、あるいは化学反応のエネルギーを変換して光としてエネルギーを放出するものです。光を吸収し発光するものをPL材料といい、電気エネルギーで発光するものをEL材料と言います。近年スマホやテレビの表示画面多くの材料が開発されてきており、製品として販売されてきております。しかし、発光材料は無機材料が多くあるのですが、発光層の作成の困難さや柔軟性の欠如といった理由から、それらの欠点を克服するべく有機系の材料開発が注目されています。

しかし一般的に、蛍光材料の発光効率は悪く、また発光の色純度が良くないものが多くその改善が望まれていました。

それらの諸問題を解決するために、希土類元素であるランタノイド金属イオンを含む金属錯体に注目し、それらを合成し、その構造特性を明らかにしました（図3）。

この発光材料は発光効率も良く、かつ発光波長もシャープです。また、この材料は透明で、通常見えず、特殊な条件下でしか発光しません。さらに、溶剤に溶かして紙に塗ったり字を書いたり、インクジェットで印刷したりといった応用も可能です。

本学のオープンキャンパスや学科展でも左の写真のように、「あなただけにしか見えない文字を書いてみよう」との実験テーマで体験してもらっています。

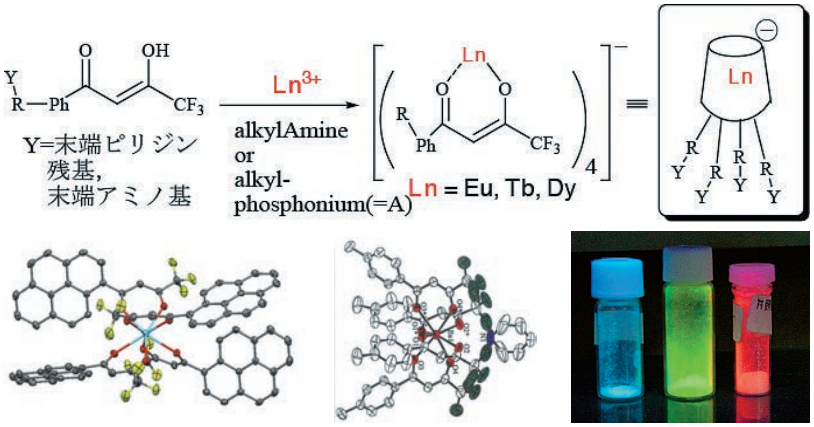

図3　発光材料の合成とその分子構造

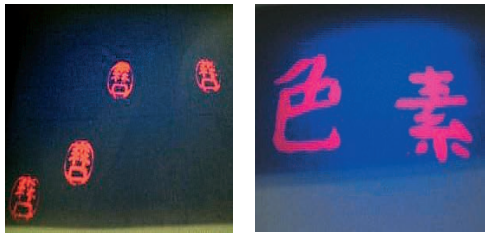

写真1　オープンキャンパスでの発光材料の字や印影
（通常では見えない）

他にも、発光ウイッグや特殊メイクの仕掛けとしての利用やネイルアートとしての応用も進めており、実際、劇団での特殊メイクとして写真のように利用された事例もあります。

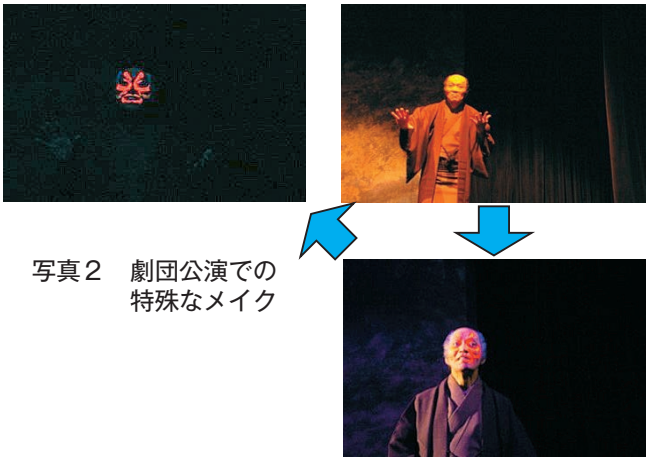

写真2　劇団公演での特殊なメイク

おわりに

本紙面をお借りして、私たちが取り組んでいる社会に資する研究開発の内容を一部だけですが紹介させていただきました。他にも、環境にフレンドリーな材料の研究や、廃棄物の有効利用方法の開発、さらには現在問題になっている原子力関連の廃棄物処理や廃炉に向けた効率的な除染方法の開発にも取り組んでいます。

これらの研究やその応用・実用化に興味を持たれた方は、是非お声をお掛けいただけますと幸甚です。