

固体で高効率に発光する高分子を開発

凝集誘起型発光性有機ホウ素錯体含有高分子の合成と物性制御

[京大院工] 田中一生・○末永和真・廣瀬周・吉井良介・中條善樹

(2M24, 1Pd016, 1J28)

(Tel: 075-383-2604, e-mail: chujo@chujo.synchem.kyoto-u.ac.jp)

＜発光性ポリマーの必要性＞発光材料はディスプレイや照明など身近な用途での使用から、光通信や光医療など、幅広い応用が可能である。単純に発光を高輝度化することができれば、これら全ての電子素子の省エネルギー化につながることから恩恵が大きい。ここで、ディスプレイ開発の現状を見てみる。現在、液晶パネルがアジアから安く供給されることと、製造工程で必要なクリーンルームの維持費にコストがかかることから、日本国内の企業のシェアは大幅に減少している。これらを解決する次世代技術として、高分子を「インク」として印刷技術による有機EL素子の作成が試みられている。これらの技術を確立するためには、高い輝度が求められることはもちろん、半導体のような電気的性質を有することも必要不可欠である。そこで、これらの特性を高いレベルで有する共役系高分子と呼ばれるポリマー主鎖に芳香環が連なった分子が基盤物質の最有力候補として挙げられている。

＜本研究成果の概要＞これまでに莫大な数の発光性共役系高分子が報告されており、実際に現在でも実用化に向けた研究が進められている。ところが、これらの高分子を発光性材料として用いる際、非常に深刻な問題が生じる。ほとんど全ての発光性色素・高分子は溶液では強い発光が得られるが、実際に素子として用いる様なフィルム状態では濃度消光と呼ばれる現象が起こり、発光の大部分は失われる（図1左）。京都大学大学院工学研究科の中條善樹教授・田中一生講師・末永和真大学院生らの研究グループは、ホウ素という元素を含む錯体を元に、従来の発光性色素とは逆に、フィルム状態でも強く光る(AIE)高分子を開発することに成功した（図1右）。溶液ではほとんど発光しないが、フィルム状態では赤色の高輝度発光が得られている。普通の材料は溶液状態で使われることはほとんど無く、フィルムなどの固体状態で使われることを考慮すると、この材料の産業的応用の可能性は極めて大きい。例えば、従来の素子では図中左のような微かな発光を元にディスプレイ等の発光素子を作成しなくてはならなかったが、我々の開発した新規高輝度発光性高分子に単純に置き換えることで、飛躍的な素子効率の向上が期待できる。

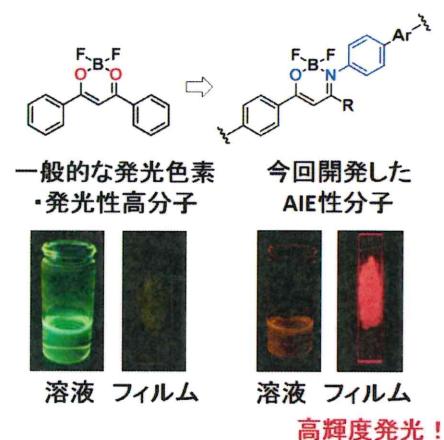


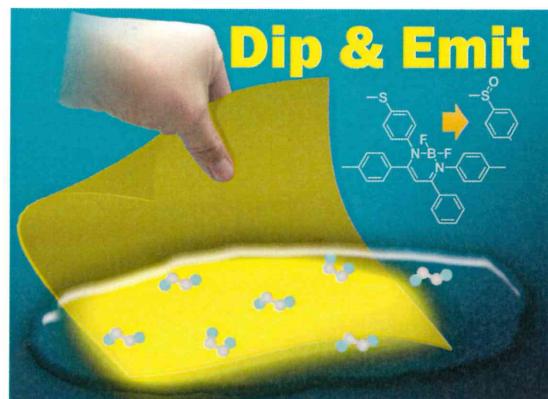
図1. 一般的な色素とAIE性色素の溶液・フィルム中の発光挙動の差。

<研究成果の応用>

発光材料はディスプレイからセンサー、医療診断技術など、様々な分野への応用が可能であり、これらの分野に新奇の素材を提供できる。特に、溶液中で発光しないことを利用すると、高S/N比のセンサーを組み上げることができる。また、凝集状態での発光を利用すると、高輝度固体発光材料を得ることができる。以下、本学会での講演内容も含め、関連するテーマについて説明する。

・ディップ式生体物質センサーフィルム

これまでの高分子を進化させ、固体状態であってもAIEを示さないが、標的が存在するとAIEがオンになり発光するフィルム型センサーを開発した。このフィルムを測定対象の物質が存在する溶液に浸すこと(ディップ)で、光らせること(エミット)ができた。また、酸性・塩基性ガスも検出できた。このフィルムは、発光で対象物を見分けることから、従来の色変化のセンサーに比べて高い感度の検出が可能である。したがって、例えば樹脂材料や塗装に練りこんでおくことで、その材料の損傷や劣化をまだ表立って見えてこない初期の段階で検出することにつながる。また、食品の包装紙に用いると微細かつ部分的な劣化を簡便に見分けるなど、様々な用途への応用が期待できる。



・タンパクの凝集力評価のためのスポンジ型センサー

抗体医薬など、タンパクやオリゴペプチドを用いた医薬品の開発が進められている。それらの薬剤を保管・投与する際、通常の生体内で存在するより高い濃度となることから、凝集してしまうことがある。したがって、これらの医薬品の品質管理のためには、あらかじめタンパクの凝集力を正しく見積もっておくことは重要である。従来の小分子ベースのプローブでは、タンパク表面の一部分や、疎水ポケットにプローブ自体が取り込まれるため、分子全体の凝集力を評価することは困難である。今回、AIE性の色素を含むゲルを基盤とし、スポンジのようなセンサーを作成した。タンパクがゲルに接着するとゲル内部の溶媒が抜け、ミクロなレベルでスポンジがしほむ。その結果、内部の環境が変わりAIEの色が青から緑に変化することを見出した。この変化の度合いにより様々なタンパクの凝集力を見分けることができた。さらに、このスポンジセンサーを用いると、グルタチオンというがん細胞において高濃度で存在するマーカー物質も見分けることができた。

