

硫黄の脱離を分子設計の鍵とする n 型有機半導体の 可溶性前駆体の開発と有機薄膜太陽電池への応用

代表研究者 福井 識人
名古屋大学 大学院 工学研究科 有機・高分子化学専攻 助教

共同研究者 山田 容子
奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 教授

研究要旨

有機半導体は有機発光ダイオードや有機薄膜太陽電池といった次世代電子デバイスの要である。有機半導体は無機半導体と比べてフレキシビリティに優れるだけでなく、溶液プロセスによる成膜が可能であるという利点を持つ。特に後者の特徴をインクジェットプリントと組み合わせれば、デバイスの低価格化と大面積化に繋がる。しかし、一般に優れた半導体特性を示す有機分子は剛直な平面構造を有し、溶解性が低いため、それそのものを溶液プロセスに適用することは困難である。

可溶性前駆体とは、有機溶媒に対して優れた溶解性を示しつつ、光や熱といった外部刺激により有機半導体分子へと変換できる化合物を指す。これを活用すれば、従来では真空蒸着法を必要とする有機半導体薄膜を溶液プロセスにより成膜することが可能となる。

申請者は最近、独自に開発した「硫黄挿入型ペリレンビスイミド」に光や熱を加えると、硫黄が脱離し、代表的な n 型有機半導体であるペリレンビスイミドへと変化することを明らかにした。本研究ではこの硫黄挿入型ペリレンビスイミドをペリレンビスイミドの可溶性前駆体として活用するとともに、これを利用した有機薄膜太陽電池を開発することを目的に研究を行った。その結果、以下に示す4つの成果を得た。

(1)「硫黄挿入型ペリレンビスイミド」を熱変換型可溶性前駆体として用いることでペリレンビスイミドからなる n 型有機半導体薄膜を溶液プロセスによって成膜することを可能とした。

(2)「硫黄挿入型ペリレンビスイミド」が光変換型可溶性前駆体としても利用できることを明らかにした。

(3)「硫黄挿入型ペリレンビスイミド」のイミド窒素上に種々の置換基を導入した類縁体を効率的に合成する新規合成経路を開発した。

(4)硫黄が2つ挿入された類縁体を創出し、これが光による硫黄脱離反応を示すことを明らかにした。

また、上記の研究を行う過程で想定外の成果として、申請者は大気下で動作する n 型有機半導体の開発や炭素挿入型ペリレンビスイミドの開発を行った。これらの成果は論文として報告している。

なお、申請計画では(1)の検討後、有機薄膜太陽電池の作製に進む予定であったが、この実現には(2)から(4)に相当する検討が不可欠であると判断し、これらを推進した。(2)と(3)の全てと(4)の一部は論文として未発表である。今後はこれらを論文として報告し、その後、有機薄膜太陽電池の作製を進めたいと考えている。