

高効率に加え高安定性・高再現性を兼ね備えた有機薄膜太陽電池のための材料開発
 Material Development for Organic Photovoltaic Devices with Excellent Efficiency, Stability,
 and Reproducibility

兵庫県立大学大学院工学研究科 梅山 有和

有機薄膜太陽電池 (OPV) は、塗って作製できる取り扱いの容易さや、軽量性や柔軟性に富むこと、鉛を使わないため環境に優しいことなどから、次世代の太陽電池として大きな期待が寄せられている。その光活性層には、電子ドナー性と電子アクセプター性の二種類の有機半導体からなる複合膜が用いられており、ドナー・アクセプターのエネルギー準位差を利用して、その界面にて自由電荷が生じる。現在報告されている高効率な OPV 素子の光活性層では、ドナーとアクセプターが十から数ナノメートルのドメインサイズで相分離した、バルクヘテロ接合構造を取らせている。これにより、ドナー・アクセプター界面の面積を増やし、光吸収により生じた一重項励起子が素早く (数十ピコ秒以下で) 界面に到達するようにしている。しかしながら、このような複雑な構造を、再現性よく大面積に形成することは困難である。さらに、照射時間が長くなるにつれて相分離が進み、ドメインサイズが大きくなってしまふことが、素子の耐久性の低下につながる。これらの点が OPV の実用化を妨げる大きな要因となっている。

以上の点から、エネルギーギャップ則から生じるジレンマを克服して複雑なバルクヘテロ接合構造をとる必要がなくなるような、つまり、低バンドギャップと長寿命一重項励起子を両立する有機半導体の開発が強く望まれている。そのような材料が実現すれば、高効率に加えて高安定性・高再現性を兼ね備えた OPV の構築が可能となる (図 1)。

申請者は最近、電子豊富ユニットに、ナノグラフェンの一種であるチエノアザコロネンを組み込んだ TACIC という NFA が、比較的低いバンドギャップ (1.59 eV) と一重項励起子の長寿命化 (1.6 ns) を両立することを見出した。さらに、TACIC を用いた OPV は大きなドメインを有する光活性層の場合でも比較的変換効率がよく、高安定性を示すことがわかった。しかしながら、TACIC を用いた OPV の変換効率は最大で 10% 程度であり、改善の余地が大きく残されている。本研究では、ナノグラフェン含有 NFA の構造と物性の相関を詳細に解明することで、高い変換効率を示し、高耐久性・高再現性を保持する OPV を実現するための新たな材料設計指針を確立する (図 2)。

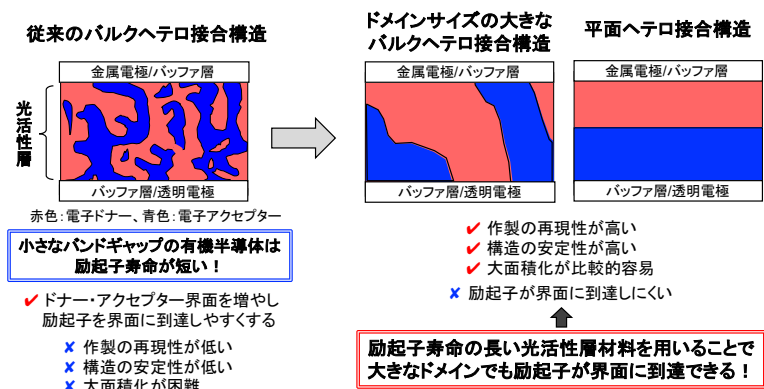


図 1 OPV の光活性層に長寿命一重項励起子を有する有機半導体を用いる利点

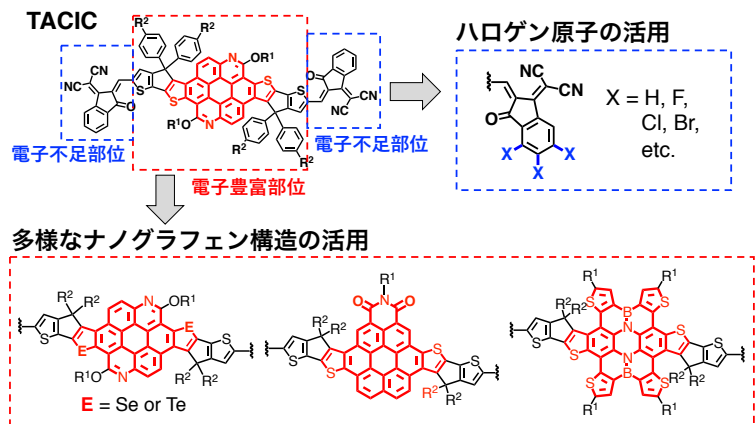


図 2 本研究で行う光活性層材料開発