

# 高性能有機半導体の開発

独立行政法人理化学研究所 創発物性科学研究センター グループディレクター

**瀧宮 和男**



### 研究の背景

現代のエレクトロニクスを支える材料はシリコンを中心とした「固い」無機半導体材料です。これに対し、有機化合物からなる有機半導体は、機械的に「柔らかく」、「軽い」ため、次世代のフレキシブルデバイス技術のための鍵材料になると考えられています。しかし、有機半導体中ではキャリアの移動速度が遅いなど、無機半導体材料と比較して特性的には劣っていました。一方、有機化合物は自在に設計・合成することができます。従って、望ましい電気的特性を示すような材料をゼロから開発することも可能です。私たちは、既存の有機半導体材料に囚われることなく、これまで全く未知であったり、知られていてもエレクトロニクス応用の検討がなされていなかった有機半導体骨格を「未踏有機半導体骨格」とみなし、その探索と応用研究を行うことで、材料面から有機半導体の限界を打ち破ることを意図して研究を進めてきました。

### 研究の成果

私たちは有機半導体の分子構造そのものだけでなく、固体中での分子配列にも注目し、安定でかつ高速キャリア移動を実現する材料を目指してきました。このため、「分子構造-分子配列-電気的特性」という階層的な相関関係を理解しつつ、望ましい特性を発現しうる分子骨格を探す戦略で研究を進めた結果、アモルファスシリコンの半導体特性を凌駕する「DNNT」と呼ばれる材料骨格を創出することに成功しました。DNNTの高い特性の秘密は固体中での分子配列にあり、二次元的に分子軌道が強く相互作用できることが鍵と考えられています(図)。現在、DNNTは世界中の有機半導体デバイス研究者に用いられており、フレキシブルな電子デバイスやバイオセンサへの応用にも用いられているだけでなく、市販も開始され、標準的な有機半導体材料となりつつあります。また、DNNT以外の未踏半導体骨格も見出しており、例えば印刷により作製する電子デバイスのための半導体インク、高効率有機太陽電池のための半導体ポリマーなど、多彩な応用展開が可能な材料群の創出に繋がっています。

### 今後の展望

これらの研究成果により、有機半導体の実用材料としての可能性を示すことが出来ただけでなく、今後は更なる高性能化、多様なデバイスへの応用などへと展開し、日本発の有機材料研究をアピールしたいと考えています。

### 関連する科研費

平成16-20年度 特定領域研究「ナノ分子導体の合成化学的アプローチ」(研究分担者) 研究代表者:大坪徹夫(広島大学)

平成20-22年度 基盤研究(B)「自己組織化可能な可溶性低分子有機半導体の開発と溶液プロセス有機FETへの応用」

平成23-27年度 基盤研究(A)「未踏有機半導体骨格の探索と応用」

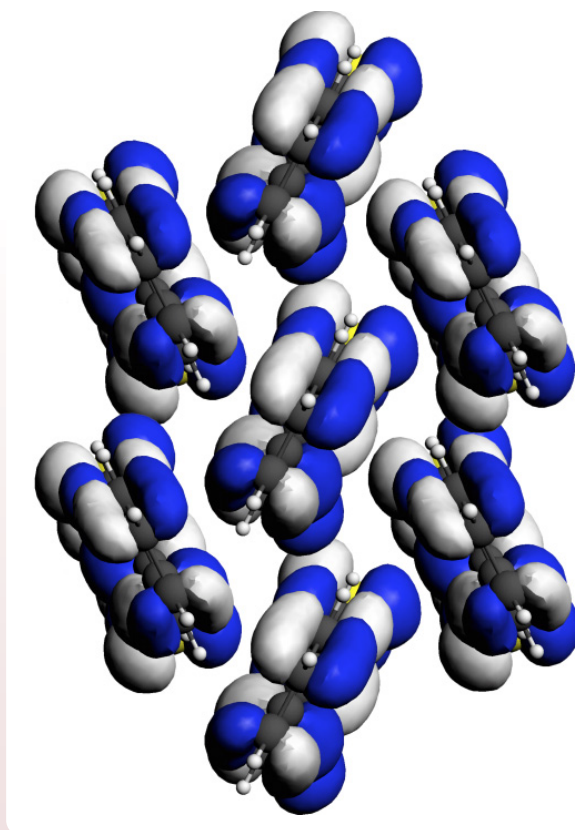


図 高移動度有機半導体DNNTの分子配列と分子軌道の相互作用のイメージ図