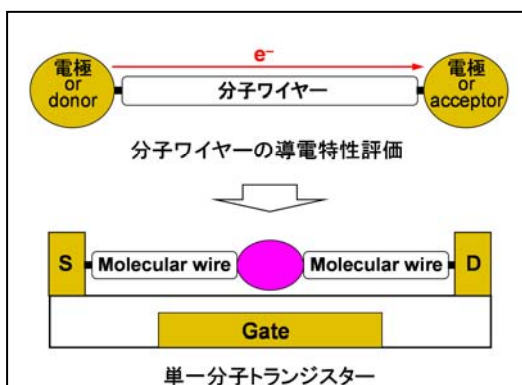


ディビジョン番号	6
ディビジョン名	有機化学

大項目	13. 有機化合物の構造と物性
中項目	13-4. 物性有機化学
小項目	13-4-2. 分子ワイヤー

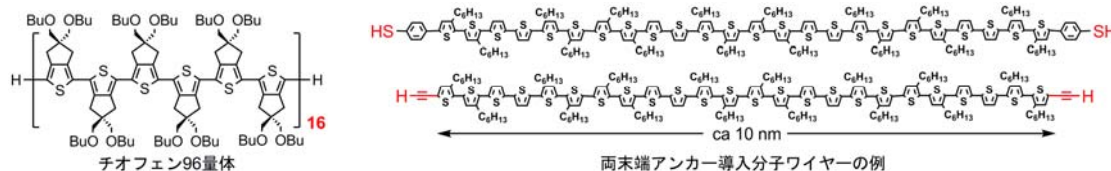
概要（200字以内）

分子ワイヤーは分子エレクトロニクスの部品の中で最も基本的な要素であり、長く高度に共役した化合物を指す。分子長が 10 nm を超える単一成分共役オリゴマーや末端にアンカー部を有する分子ワイヤーの合成も達成されているが、実際にナノギャップ電極で導電特性の評価が行なわれた例は極めて少ない。分子エレクトロニクス実現に向けて、確実な導電特性の計測と解明、トランジスター機能の実証、分子集積法の確立などが求められている。



現状と最前線

分子ワイヤー（分子導線）は分子スケールエレクトロニクスを実現するデバイス部品の中で最も基本的な要素であり、情報の伝達を担う電荷を受容し比較的長い距離にわたってそれを伝える必要があるため、一般的には長く高度に共役した化合物を指す。最新の分離技術や進歩した測定機器の利用で、合成法を工夫しさえすればポリマーに匹敵する巨大な単一成分分子の分離精製と構造同定が可能になっており、分子長が 10 nm を越える単一成分共役オリゴマー分子の合成が幾つも報告されている。特に、有効共役長が長いために有望視されている  $\alpha$ -オリゴチオフェンでは、分子長が 37.2 nm に達すると見積もられる 96 量体の合成も達成されている。



分子ワイヤーとしての機能は、分子がいかにか電子を伝導しやすいかによって評価される。化学的には、2個のレドックス活性部位やドナーとアクセプター部位を分子ワイヤーで連結した分子において電気化学的な相互作用や光誘起電子移動速度に基づいて評価を行った研究は多いが、分子ワイヤー部は比較的短いものに限られている。直接的な電子伝導計測には、break

junction 法、走査型プローブ顕微鏡法など、幾つかの手法があり、将来の応用を考慮するとナノギャップを有する対向電極に分子ワイヤーを架橋しての評価が最も望まれる。これら評価のためには、分子ワイヤーの末端に金属電極と化学結合する官能基（アンカー）を導入する必要がある。短い分子では通常の有機反応で比較的容易に合成できるが、長い分子ワイヤーでは末端の選択的化学修飾は容易ではない。最近、10 nm を越える分子ワイヤーで両末端にアンカー一部を有するものが幾つか合成されているが、実際にナノギャップ電極で評価された例は極めて少ない。さらに、外部刺激によって電子の流れを制御するトランジスターの機能を目指した分子ワイヤーの開発も始まっている。

#### 将来予測と方向性

分子エレクトロニクスはシリコンデバイス微細化の限界を補填するデバイスとなることが期待されており、単分子計測に適した分子ワイヤーの合成と評価はその初期段階である。分子エレクトロニクスの実現には、多くの困難なマイルストーンをクリアして行かなければならないが、その過程では、単一ナノ共役分子の物性解明、電極と有機分子界面の状態解明、基板上での超分子的集積化の手法開発など、学理面でも多くの興味深い研究課題がある。これらの課題解明は有機エレクトロニクスのより深い理解と材料設計にも寄与すると期待される。これらを実現していくためには、望みの構造のナノ分子を自在に構築できる卓越した物質合成と物性物理解化学、理論化学などの緊密な連携が必須であり、真に学際的な推進が望まれる。

##### ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

分子ワイヤーの電子伝導特性の確実な測定と解明。

分子エレクトロニクスの基本要素である単一分子トランジスター機能の実証。

##### ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

分子エレクトロニクスに向けた、分子集積および分子配線手法の確立。

これらの技術を統合した分子エレクトロニクスの実現。

#### キーワード

分子エレクトロニクス、単一分子導電特性、ナノギャップ電極、分子トランジスター

(執筆者： 安蘇 芳雄 )