

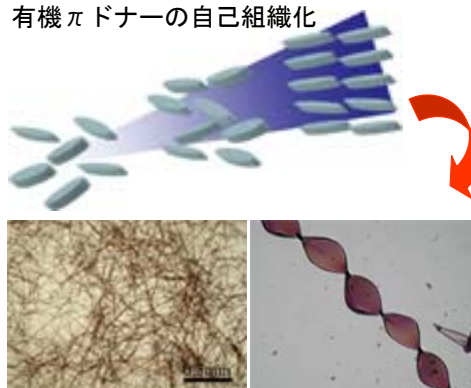
ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-1. 有機材料
小項目	1-1-17. ナノ構造材料

概要（200字以内）

有機 π ドナーのような弱い両親媒性物質から機能性ナノ構造体を作り出す研究が、ごく最近始まった。有機 π ドナーは酸化すると導電性を示すから、有機 π ドナーから作ったナノワイヤー・ナノチューブ・ナノリボン、全て半導体～電導体材料として利用可能である。そこで、このようなナノ材料は、近い将来ナノデバイスや分子スイッチなどを作って駆動させる際に非常に重要になると期待される未来材料である。

有機 π ドナーの自己組織化



現状と最前線

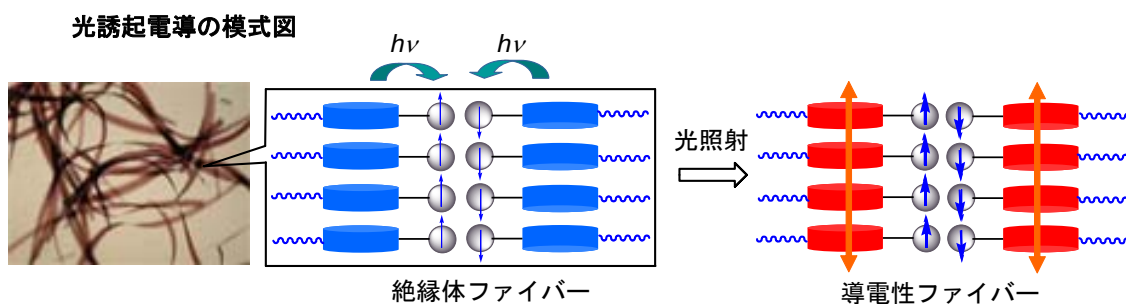
無機材料および金属材料を用いる微小なファイバー構造、テープ構造やチューブ構造などのナノ構造体の作成、およびその機能に関する研究が現在盛んに展開されている。しかしながら、有機材料を用いるナノ構造体の研究は、親水性基と疎水性基を併せ持つ両親媒性物質を使ったナノワイヤーおよびナノチューブの作成とその応用が知られているものの、親水性基も疎水性基も持たない有機 π ドナーのような弱い両親媒性物質から機能性ナノ構造体を作る研究は、ごく最近その研究が始まった状態である。

弱い両親媒性分子は、通常、それ程大きな分子間相互作用を示さないが、有機 π ドナーや平面 π 電子系は、溶液中で π - π 積層構造を作りやすいので、長いアルキル鎖等をもつ系では、ナノワイヤーとかナノテープのような一次元方向に伸びたナノ構造を作る。また、有機 π ドナーは酸化をすると導電性分子性金属を作ることも知られている。そこで、有機 π ドナーを使ってナノワイヤーとかナノテープを作り酸化するか、または有機 π ドナーのラジカル塩からナノワイヤーとかナノテープを作れば、導電性を示すナノ構造体が容易に作り出せることになる。さらに、有機分子のもつ長鎖アルキル基は絶縁体であるから、前述の導電性を示すナノ構造体の周囲に長鎖アルキル基を配置すれば、絶縁被膜をもったナノ導体の構築も可能である。

弱い両親媒性分子からナノワイヤー、ナノチューブ、ナノテープおよびナノリボンが生成する機構ならびにこれらのナノ構造体内部の分子配列に関しては、幾つかのモデルが提案されているが、用いる両親媒性分子の構造を反映して、全てが同じ構造をもっておらず、多様な分子

配列と構造が予想される。そこで、当面の研究は (1) ナノ構造材料の生成機構の解明と分子配列の制御、および、(2) 導電性ナノ構造材料の分子デバイスおよび分子スイッチへの応用、(3) 導電性キラルテープ・導電性キラルリボンなどの構築とその利用など、基礎と応用の両方からの展開が予想される。

次にナノファイバーを用いる光スイッチの模式図を示す。有機πドナー分子は、アクセプター分子が近くに存在すると電子スペクトルに電荷移動吸収が現れる。そこで、ナノファイバー中の分子をカラムを作る方向に並べ、このドナー・アクセプター対に光を当てると、分子内電荷移動により電導パスができ、電気が流れる。このような装置はナノスケールで作成可能であるから、ナノスケールの光スイッチが作成可能となる。



ナノファイバーを使った「微小太陽電池」や「微小分子磁石」なども作成可能であると予想されるので、有機結晶を用いる分子レベルの機能材料のほとんど全てがナノワイヤーによって作成可能である。また、ナノワイヤーを作るのは単結晶作成よりも容易であるから、幅広い応用も期待できる。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ① 有機π電子系を用いるナノ構造の作成が自由に制御できるようになる。
 - ② 機能性部位の配列制御が可能になり、ナノサイズの分子導線が作成できるようになる。
 - ③ ナノワイヤーを使った分子スイッチ、分子デバイスが実現される。
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ① 導電性ナノワイヤー、ナノテープ、ナノリボンがナノテクノロジーで利用可能になる。
 - ② 有機ナノ構造材料を用いる「導電性—磁性—光物性」を示す複合材料が実現する。
 - ③ ナノワイヤー超伝導体の実現する。

キーワード

有機ナノ構造材料、ナノワイヤー、分子スイッチ、分子デバイス、複合機能材料

(執筆者：伊与田正彦)