

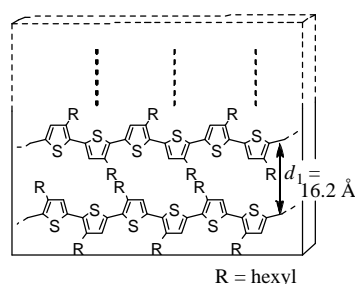
ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	4. ナノ機能・応用
中項目	4.2 情報・通信
小項目	4-2-4. エレクトロニクス

概要（200字以内）

材料の機能が、構成化合物、物質のナノ構造に大きく依存することがますます明らかになってきている。たとえば、(1) 物質の1~3次元ナノサイズをコントロールすることにより量子サイズ効果が得られ、(2) 自己集積により分子間の電荷移動が容易になり、(3) ドナーとアクセプターから成る分子ではナノ構造によりフェルミ面等をコントロールすることができる。多くの基礎研究に基づく多様な展開が十分に視野に入ってきている。

ナノ配列の例:

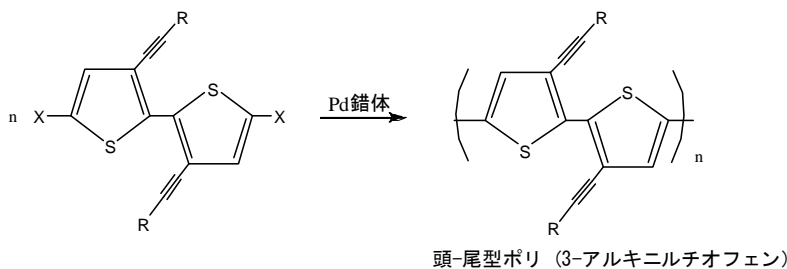
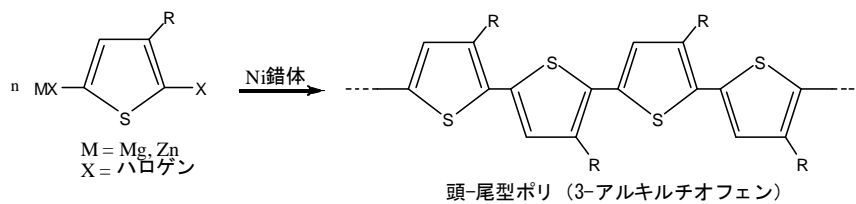


頭-尾型ポリ(3-アルキルチオフェン)の界面ナノ配列

現状と最前線

量子ナノドットの形成と光機能については、CdS, ZnS や CdSe 等の金属カルコゲナイドのコロイド粒子について多くの研究が成されている。またカーボンナノチューブ、カーボンドット、グラフェンについての研究も多く行なわれている。カーボンナノチューブについては、量産化技術の確立とディスプレイへの応用等が進められており、フラーレンを含めたナノ炭素材料の化学修飾も多く行なわれている。フラーレンの化学修飾を行なった分子はn型導伝体として、太陽電池等への応用が期待されている。分子内にスピンを持つ分子においては、磁性への興味が持たれており、ナノ構造を制御することにより強磁性相互作用を発現させる工夫が行われている。また、セラミックスのナノ構造制御と機能については、歴大な研究が行われている。

合成化学においては、たとえば高分子合成における有機金属重縮合法により、マイクロ構造の制御された高分子を合成することができるようになってきた。頭-尾型ポリ(3-アルキルチオフェン)や頭-頭型ポリ(3-アルキルチオフェン)等が、典型的な例であり、ニッケル錯体やパラジウム錯体を用いる重縮合により、合成することができる。また、このようなニッケル錯体やパラジウム錯体を用いるカップリング反応は、多様な光・電子機能性ナノ材料用分子の合成に用いられている。



そして、これらの構造制御されたパイ共役高分子はパイスタック構造を持つ分子集合ナノ集合体を形成し、またそのナノ集合体はR基を基板界面に向けて配列することが分っている。そして、この様な界面配列分子ナノ構造が優れた有機・高分子トランジスタ機能や非線形光学機能等と密接に関連していることが、低分子有機化合物、パイ共役高分子の両方において明らかになってきている。

一方、ポリチオフェン、オリゴチオフェン、 n -アルカン等の直鎖状分子は末端に-SH 基等を持たない場合でも基板面に垂直方向に配列することが分ってきている。RSH 分子の SAM や LB 膜における分子界面配列については、引続き多くの研究がなされている。分子性導体を用いる電界効果型トランジスタについても基板界面上のナノ活性層の形成が報告されている。また、単一分子を用いるナノデバイスの研究も行われている。これらのナノ分子集合体の形成においては、パイスタック力、アルキル鎖の分子集合力が大きな意味を持っており、生命系における脂質2分子膜、DNA へのインターカレーションとの関連も引続き注目されている。生命系でのナノ構造と材料系にナノ構造はお互いの機能発現に重要と考えられ、互いに研究面で影響し合っていくと予想される。

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) 印刷型有機・高分子トランジスタ

4) 電子ペーパー

2) 印刷型有機太陽電池

5) フォトニッククリスタル

3) 有機・高分子エレクトロルミネッセンスディスプレイ

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

1) 超高速、高効率光通信

2) 有機・高分子高温超伝導体

キーワード

ナノドット、電子・光機能

(執筆者：山本隆一)