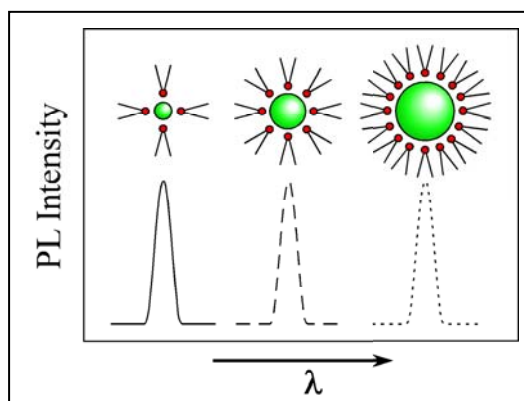


ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	2. 微粒子分散系
中項目	2-2. 微粒子・ナノ粒子
小項目	2-2-3. 化合物半導体ナノ粒子—調製と構造

概要（200字以内）

半導体ナノ粒子は物理的・化学的特性を粒子サイズ（量子サイズ効果）によって制御できる特長を有している。特に、半導体特性として重要なバンドギャップが粒径の減少とともに増大することから、粒径を制御することによって任意の吸収あるいは蛍光波長を得ることができる。また、高い効率で発光する蛍光物質としての応用が期待されている材料であり、高耐光性、広吸収波長帯域、長蛍光寿命などの特徴を有している。

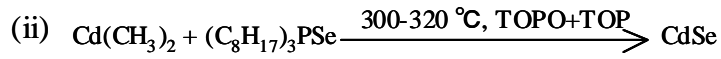
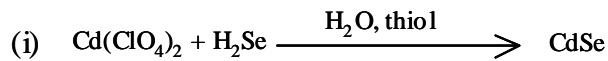


現状と最前線

半導体ナノ粒子としては、II-VI 族半導体 (CdS, CdSe, CdTe, Cd_xHg_{1-x}Te HgTe) および III-V 族半導体 (InP, InAs) などの報告がある。それらの合成は、トップダウン法のリソグラフィに基づく方法では困難であるが、化学的なボトムアップ法によって行われている。現在では、望みのサイズ、狭い粒子径分布、高い結晶性、高い蛍光量子収率あるいは表面官能基などの制御が可能であり、グラム単位で合成することができる。

代表的な合成ルートとしては、下記に示すように、(i)水溶液系と (ii)有機金属化合物を用いる系がある。前者では、カドミウムなどの金属塩と鎖長の短いチオール化合物などの保護剤とを含む水溶液に硫化水素等を吹込んで核を生成させた後、還流によってチオール化合物で被覆した半導体ナノ粒子を得る。一方、後者では、高温の TOPO+TOP 溶媒に有機金属の前駆体化合物[例えば Cd(CH₃)₂+(C₈H₁₇)₃PSe]を素早く注入させて核を生成させた後、温度を下げることによって TOPO と TOP で被覆した半導体ナノ粒子を得る。粒子サイズは温度および保護剤の種類によって制御することができる。また、この方法で作製したナノ粒子を利用して CdSe/ZnS、InAs/CdSe あるいは InAs/ZnSe などのコアシェル構造のナノ粒子も合成されている。

最も研究が進んでいる CdSe では形態制御についての報告もある。TOPO+TOP に hexylphosphonic あるいは tetradecylphosphonic acid を加えると、CdSe 粒子の形態は球状からロッド状、しずく状あるいはテトラポッド状に変わり、添加量と温度によって制御できる。



TOPO: trioctylphosphine oxide

TOP : trioctylphosphine

将来予測：

化合物半導体ナノ粒子の特性はサイズに大きく依存することから、新規機能性材料として応用するためには、高い単分散性と結晶性を有し、且つ望みの粒径の粒子合成法の確立が不可欠である。したがって、粒子成長の理論的な解明や半導体ナノ粒子のサイズ、単分散性および組成の緻密な制御法の開発が今後さらに進むと考えられる。量的供給の観点から、現在のグラム単位からキログラム単位の大量合成法の開発も期待される。また、半導体ナノ粒子の自己組織化法や特定の位置、特に生体物質への固定化法の開発が大きく進展すると予想される。

合成された半導体ナノ粒子の表面はほとんどが保護剤で覆われているが、半導体ナノ粒子の特性に及ぼす保護剤分子の影響の解明や新規な保護剤分子の探索が進展すると考えられる。

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
形態制御およびコアシェル粒子の合成法の確立
半導体ナノ粒子のライブラリー構築
単分散ナノ粒子の生成機構の解明
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
半導体ナノ粒子の表面改質・構築法の確立
半導体ナノ粒子と生体物質との相互作用の解明

キーワード

量子サイズ効果、CdSe、蛍光

(執筆：河合武司)