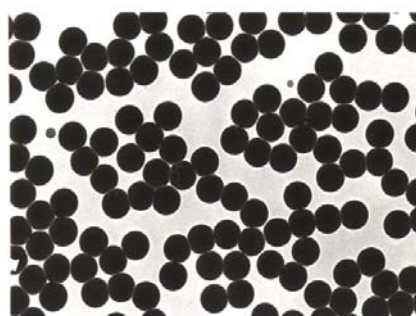


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	2. 高分子の構造と物性
中項目	2-7. 表面・界面・薄膜
小項目	2-7-3. コロイド

概要（200字以内）

コロイドとは、一方の物質が非常に微小な（数ナノ～数ミクロン）粒子状（分散相）で、他方の物質（分散媒）に分散している状態のことである。特に水や有機溶剤などに、分散相として高分子が分散したものは高分子コロイドと総称され、通常、乳化重合法や分散重合法などにより作製される。分散相である高分子微粒子は、極めて大きい比表面積を有することから、表面性質などを制御して様々な機能を付与することが可能である。



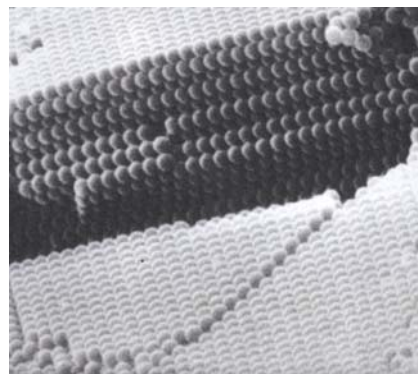
乳化重合により作製されたポリスチレン粒子

現状と最前線

高分子コロイドは、主に乳化重合、ミニエマルジョン重合などの水媒体不均一系で作製されている。高分子合成の分野において従来の有機溶剤を用いた均一系での重合から、環境を配慮した水媒体系での重合が盛んとなっており、重要な高分子合成法の一つとして位置づけられている。工業的には合成樹脂エマルジョン・合成ゴムラテックスとして塗料、接着、紙、コーティング、インキなどの広範な工業分野で大量に使われており、主に皮膜形態で使用されている。最近では新しい利用法として、粒子形態での利用への関心が高まっており、電子写真のトナー材料、酵素や抗体の固定化担体、液晶表示のギャップ調節剤、あるいは電子ペーパーの表示材料などオプトエレクトロニクス、バイオテクノロジー、エネルギー、情報といった先端工業分野において微粒子材料の需要は高く、高分子コロイドに関する研究が盛んである。

高分子コロイドの特徴は、バルク系に比較して極めて大きい比表面積を有することから、粒子表面は反応や吸着場として利用される。そのため、表面性状の制御が非常に重要であり、実際に高分子微粒子の機能化の一つとして、カルボキシル基や水酸基などの官能基を粒子に導入することが行われている。これらは、開始剤末端基や反応性乳化剤を用いることにより粒子表面に導入されるが、官能基を有するモノマーの共重合による導入が一般的である。この際、官能基を有するモノマーを単に共重合して導入するだけでなく、粒子表面に官能基を存在させることが重要であり、シード重合法やモノマーの添加方法による粒子内官能基分布の制御法に関する研究が多く行われている。最近では、粒子の表面に開始点を導入して、制御／リビングラジカル重合を利用することにより、粒子の表面からのみ重合を開始させることで、副生物の生成を抑制し、粒子表面の改質に成功している。

また、粒子一つ一つに機能を持たせるのではなく、コロイドの集合体により新たな機能を発現させることも可能である。右図のように粒子径の非常に揃ったコロイド粒子は、条件により、粒子が自己組織化し、最密充填の結晶構造（コロイド結晶）を形成する。この時、粒子の周期構造が光の波長と同程度の場合、光が回折され、その周期構造に応じた構造色を発現させる。また、コロイド結晶は、ある光の波長の伝搬が禁止されるフォトニックバンドギャップを有するフォトニック結晶として、光の閉じこめ効果やレーザー発振への応用が期待されている。この際、構造だけでなく、コロイド粒子の粒子径分布や屈折率の制御などを精密に制御する必要がある。



高分子微粒子の最密充填状態

このように応用が多様化するに従い、高度な品質を示す微粒子材料が求められており、より一層の技術的発展が求められている。最近では、水や有機媒体系での合成だけでなく、超臨界二酸化炭素やイオン液体といった新たな環境適応型媒体での高分子コロイドの合成も研究されており、新規な微粒子材料の創製が期待される。

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
 - 高分子微粒子を表示材料に用いた電子ペーパーの確立・普及
 - コロイド結晶のフォトニクス結晶への応用
 - 粒子分散型エレクトロレオロジー（ER）流体への応用
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - コロイド粒子を用いたドラッグデリバリーシステムへの応用
 - 高分子微粒子の医療分野への応用

キーワード

高分子微粒子, 乳化重合, 表面官能基, 表面制御, コロイド結晶

(執筆者: 南 秀人)