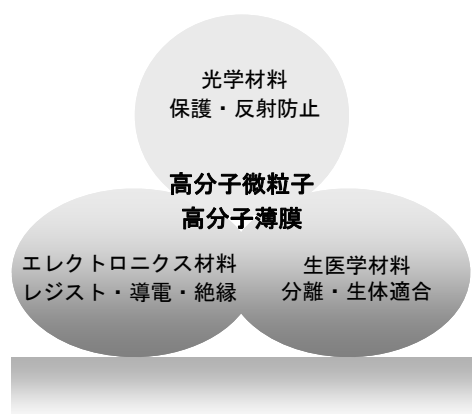


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

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	2-7-2. 高分子薄膜・微粒子

概要（200字以内）

高分子薄膜は、概して、支持物体に一様に付着した高分子からなる1 μ mより薄い膜である。高分子微粒子は、ナノからミクロの領域の高分子単独から、異種高分子、無機物質、金属との複合からなる粒子である。両素材ともに、光学材料、エレクトロニクス材料、生医学材料で実績があり、更なる機能向上が期待されている。薄膜では、薄膜化による異常な物性や異種材料との接合面強化に関する学理的解明と体系化が望まれる。微粒子では異種材料との精密複合化技術の確立が必要である。



現状と最前線

「薄膜」の用語は学術分野により使い方や定義が異なる。文科省学術用語集化学編では、一般に、1 μ m程度より薄い物質の層をいう。塗布、真空蒸着、スパッタリング、化学蒸着などの方法により、支持体上に堆積させてつくる。物質を薄く展伸させてつくる「はく（箔）」とは区別されると説明されている。「高分子薄膜」、「高分子フィルム」、「高分子シート」は慣用的な用語であり、200 μ m程度を境にして、薄く成型したものをフィルム、厚く成型したものをシートと呼ぶ場合が多い。「高分子薄膜」は、何らかの支持物体の表面に一様に付着した高分子材料を意味する場合が多い。分子のサイズを単位として厚みを記述できる自己組織化膜や交互吸着膜、ラングミュアープロジェクト膜などの「超薄膜」とも区別されている。塗布法、電解重合法などのウェットプロセスや、高周波イオンプレーティング法、プラズマ重合法などのドライプロセスにより、高分子薄膜を基板上に製膜できる。

高分子薄膜では、バルク状態の高分子と物性が異なることが示されている。高分子鎖の糸縷のサイズより膜厚が小さくなると、薄膜を構成する高分子のガラス転移温度や熱膨張係数が低下することが中性子・X線反射率測定により報告されている。また、走査型粘弾性顕微鏡により、大気に接した膜表面での分子の凝集状態や分子運動の様子がバルクと異なることが示されている。非弾性中性子散乱からは、基板に接した膜面に界面ハードレイヤーの形成も示唆されている。最近では、精密重合法により得られた単分散高分子などの非晶質・液晶性・結晶性の

膜、高沸点化合物、液晶分子、ナノ材料とのブレンド膜、ブロック共重合体膜の構造と物性が研究されている。保護膜、反射防止膜などの光学材料、レジスト膜や絶縁・導電膜などのエレクトロニクス材料、分離膜、生体適合膜などの生医学材料の応用を目指した分子設計からの基礎研究が増えている。

「微粒子」の用語には明確な定義がない。ここでの「微」は、目で見分けられないほど小さいという意味で慣用的に用いられている。「高分子微粒子」は直径がナノからミクロの領域にわたる粒子であり、その素材は単独の高分子から、異種高分子の複合、無機物質や金属との複合など多彩な組み合わせからなる。作製法は、乳化固化や相分離法、スプレードライ法などの既存の高分子を微粒子化する方法と、乳化重合、ソープフリー乳化重合、懸濁重合、分散重合などモノマーを重合する過程で一気に微粒子にする方法の2つに大別される。後者では粒子径とその分布の制御が容易で、乳化重合ではサブミクロン、懸濁重合では10 μ m以上、分散重合がその狭間と、得られる粒子径の範囲がほぼ決まっている。

溶液中の高分子微粒子は、コロイド粒子として振舞う。ブラウン運動を行ったり、電荷をもつものの多くは界面動電現象を示したりする。また、光の散乱能が大きく、ティンダル現象を示す。単分散微粒子の場合は、集積構造に由来した虹彩色を示す。

最近では、両親媒性ブロック共重合体の自己組織化により形成される高分子ミセルや多分岐ポリマーであるデンドリマーのナノサイズの粒子も研究されている。単分散性、中空、扁平、多孔性、カプセルなど形状に特徴を有する高分子微粒子も作られている。融着する性質を利用した塗料、接着剤、印刷用トナーや、自己組織化を利用したレンズアレイや回折素子、単分散性を利用したスペーサーや尺度用標準微粒子、広表面積を活用した分離用カラム充填剤、吸着剤、送達と徐放や触媒の機能担体として活躍している。

(参考文献) 微粒子工学大系 柳田博明 監修, フジ・テクノシステムズ (2001).

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
(薄膜) 学術的体系化の実現、異種材料との接合界面強化の学理的解明
(微粒子) 異種材料との精密複合化技術の確立、複合粒子・異形の粒子径等の評価法の確立、
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
(薄膜) 1 μ m未満の自己保持性薄膜、生体分子の分離膜、大面積無欠陥薄膜の実現
(微粒子) 実在微粒子の表面構造と界面動電現象の学理的解明

キーワード

薄膜、微粒子、表面・界面、材料、機能

(執筆者: 中川 勝)