

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	2-5. レオロジー
小項目	2-5-5. ナノ粒子分散系

概要（200字以内）

期待される科学技術は、液相プロセスによるナノ粒子の秩序構造形成と高分子による架橋凝集を用いたレオロジー制御法である。前者は流動場や相変化を利用してナノ粒子を配列させそれを固体表面に定着する技術である。後者はナノ粒子間に働く特異なコロイド化学的引力に関連する技術である。粒子が微細化されると高分子コイルにナノ粒子が内包された凝集体が形成され、これにより新規レオロジー挙動が発現すると考えられている。

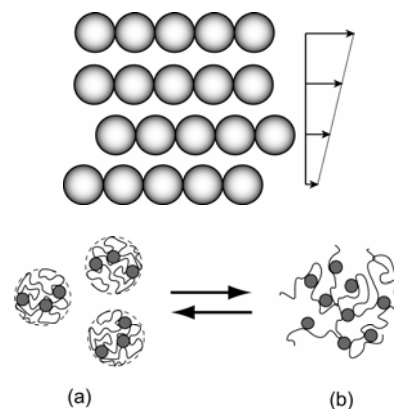


図 液体中における粒子の構造

現状と最前線

ナノ粒子の新機能を最大限に利用してデバイス化するためには、粒子を配列して秩序構造を形成することが課題であり、このとき不均一分散系を用いる液相プロセスが期待されている。このプロセスにおいてナノ粒子が強く凝集していると、著しく秩序形成が疎外されるので、粒子の分散レベルが制御されていることが不可欠となる。プロセッシングおよび物性の両面からナノ分散系におけるレオロジー研究の現状をまとめると以下ようになる。1) 非凝集性粒子分散系に高せん断を与えると、流体力学的相互作用により二次元層状流れが形成される。ナノ粒子では熱運動が大きくなるのでこのような構造はかなり高せん断でないと発現しないが、流動停止後の構造緩和より短時間で操作するとこの構造を基板上に固定することが可能となる。現段階では、固定化にまではいたっていないが、せん断流動場における粒子のダイナミクスについての研究が精力的に行われている。また、分散系を塗布後、乾燥して粒子の規則構造を形成する課題も重要であり、相変化を伴う系のレオロジーおよび粒子間相互作用の変化と構造形成についての研究が始まっている。2) 分散粒子がナノサイズにまで微細化すると、それ以上の粒子とは異なった相互作用が発現するため、新規レオロジー挙動が発現する。その一例が下図に示すダイラタント流動である。ナノ粒子になると高分子コイル内に複数の粒子が取り込まれた凝集が形成される。この高分子コイルがせん断下で引き延ばされ、別のコイルにある粒子にさらに吸着し架橋構造が発達すると、過渡的なネットワークが形成され、これにより粘度ジャンプが発現したものと推察される。

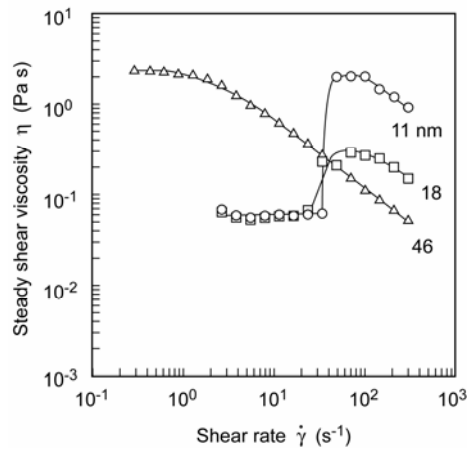


図 ナノ粒子分散系のダイラタント流動

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

ナノ粒子表面に対する高分子吸着と粒子間相互作用の動力学に関する理論解析
 流動場におけるナノ粒子の配列に関する理論解析と実験
 乾燥過程における粒子間相互作用の変化と構造形成に関する理論解析と実験
 乾燥など相変化を伴う過程におけるレオロジー測定技術の確立

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

粒子間相互作用の直接測定
 ナノ粒子の表面性状と高分子吸着部位の制御
 制御された流動場で形成される動的構造の固定化
 ナノ粒子分散系におけるマイクロフローの制御

キーワード

液相プロセス、秩序構造、ダイナミックス、コロイド化学的相互作用、架橋凝集

(執筆者：大坪泰文)