

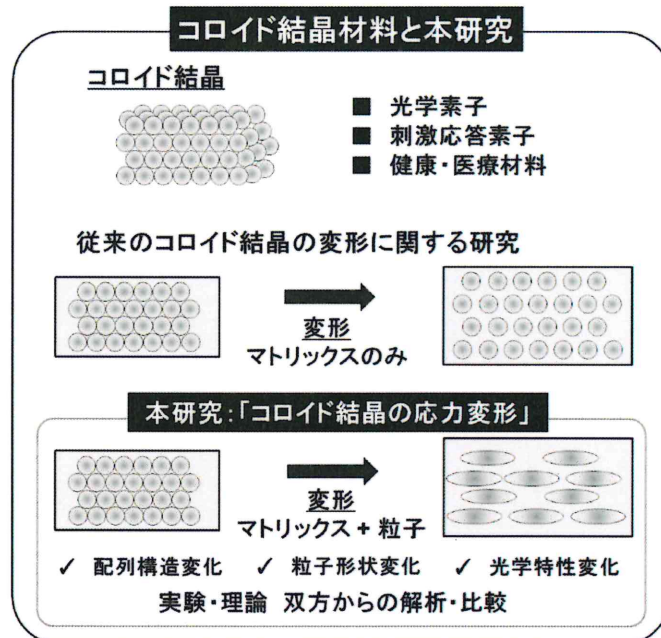
コロイド結晶の変形メカニズムを解明

ソフト微粒子から形成される2次元配列体の応力変形
(大阪工大) ○藤井秀司、原松栄次、中村吉伸
(産総研ナノシステム) 森田裕史

[3G11R]

(Tel: 06-6954-4274)

大阪工業大学工学部応用化学科の藤井秀司准教授、大学院生の原松栄次、中村吉伸教授、産業技術総合研究所・ナノシステム研究部門の森田裕史主任研究員から構成される研究グループは、真球形状を有する高分子微粒子のコロイド粒子配列体（コロイド結晶）が固定化された熱可塑性高分子フィルムを応力変形させ、変形条件が、微粒子形状および微粒子配列構造に与える影響を明らかにした。さらに、数値解析を行うことで、コロイド結晶の変形メカニズムのモデル化にも成功した。この研究成果は、光学素子、電気光学素子としての利用が可能なコロイド結晶材料の開発を強力に後押しすると期待される。

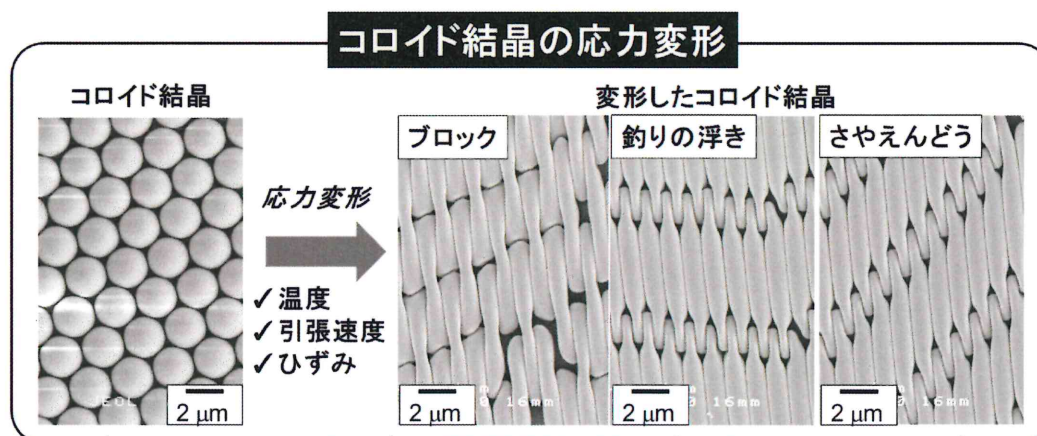


粒子径がナノからミクロンメートルサイズの単分散微粒子を周期配列させた構造体は、コロイド結晶と呼ばれる。これまでに、特に我が国が先頭に立って、コロイド結晶の基礎研究（発現機構、結晶成長速度論、構造、光学特性など）を進めてきている。さらに近年では、コロイド結晶の、光学素子（バンドパスフィルター、光学レンズ等）、電気光学素子（レーザー発振素子、情報変換素子）としての展開、健康・医療材料研究分野での利用が推進され、世界的な盛り上がりを見せている。

コロイド結晶を材料として実際に使用する際、様々な応力場にさらされるため、外部応力によるコロイド結晶の構造変化、物性変化の把握、理解が重要である。これまでに、外部応力により微粒子の規則構造（粒子間距離）が変化するコロイド結晶の変形に注目した研究が行われているが、コロイド粒子自身の変形は起こらないとの前提で、結果について議論されている。しかしながら実際の系では、コロイド粒子自体の変形・破壊も起こることがあり、これを無視することはできない。しかしながら驚くべきことに、外部応力によるコロイド粒子の変形・破壊を考慮に入れ、コロイド結晶の構造・物性変化を議論する研究は全く行われてこなかった。そこで我々の研究グループは、コロイド結晶へ加わる応力が、微粒子の規則配列構造のみならず、コロイド粒子自身の変形・破壊に与える影響にも着目し、コロイド結晶の応力変形メカニズムを解明した。

高分子微粒子からなる 2 次元コロイド結晶が固定化された熱可塑性高分子フィルムに対し引張試験を行った後、走査型電子顕微鏡で観察したところ、規則配列構造は保たれたまま、真球形状の微粒子は、大別して、ブロック型、釣りの浮き型、さやえんどう型の 3 種類の興味深い形状に変形している様子が確認された。これらの構造の違いは、引張方向に対してコロイド結晶の向きが異なっていたために生まれたものと考えられる。さらに、六角形状の粒子が最密充填した構造を引っ張った際に得られる変形を数値解析することで、実験結果との相関性を検討した結果、実験で確認された変形構造が、伸張により引き起こされる構造でモデル化することが可能であった。

本研究成果は、コロイド結晶の材料としての信頼性を確認する評価基準の設定に繋がるものであり、コロイド結晶の応力変形に関する基礎研究とともに、機能性材料開発に向けた応用研究が適切に推進されれば、日本独自の科学的成果、機能性コロイド結晶材料が数多く生まれると期待できる。



<適用分野> バンドパスフィルター、光学レンズ、レーザー発振素子、変調素子、情報変換素子、光学検出式センサー（医療・健康分野）、色材（美術・工芸品分野）