

エキゾチックな粒子間相互作用によるコロイド構造体の形成

(九州大学・理学研究院) 木村康之

【はじめに】

コロイド粒子分散系の安定性や構造形成は基礎的および工業的に重要な課題であり、近年では、フォトニック結晶・素子への応用を視野に入れた研究が行われている。この際、粒子間相互作用として、従来は DLVO 理論で記述される van der Waals 相互作用と静電相互作用が考えられてきた。近年では、種々の方法で粒子間に異方的相互作用を導入した系における構造体形成が盛んに研究されている。本講演では、従来とは異なる粒子間相互作用を用いた 1 次元、2 次元コロイド構造体形成に関する以下のような最近の我々の成果を中心に紹介する。

【異方的粒子間相互作用を用いた構造体形成】

コロイド粒子に異方的相互作用を導入する方法として、(1)棒状、楕円体などの異方的粒子を用いる方法、(2)外場に対する応答が異なる複数種類の粒子を用いる方法、(3)結合可能な粒子数を制限した粒子 (パッチ粒子) [1]を用いる方法などがある。ことに、パッチ粒子系では 2 次元系において 6 配位の最密充填構造とは異なる構造体の自己組織的な形成が可能となる。粒子表面に疎水性・親水性の 2 つの領域を有するヤヌス粒子を臨界点近傍の臨界溶液中に分散させた系において、この系の粒子間引力を温度により制御することで、平衡構造として種々のコロイドミセル構造体が形成されることを見出した[2]。

一方、コロイド粒子の分散媒質として、従来の水などの単純液体ではなく、高分子溶液や液晶などのメソスコピックサイズの内部構造を持つ複雑流体を用いた系の研究も進んでいる。例えば、分散媒質として配向秩序を有する液体であるネマチック液晶を用いた場合には、コロイド粒子添加により液晶に弾性ひずみが誘起され、このひずみを最小にするために粒子間に異方的な相互作用が誘起される。この相互作用は双極子あるいは四重極子的であり、これを用いて我々は非等方的・低充填率の構造体を自己組織的方法および光ピンセットによる粒子操作により実現可能である[3]。

【流体相互作用を用いた動的構造体形成】

従来の平衡系における構造体形成とは別に、非平衡状態において、コロイド粒子、微生物、自動車に至るまで、様々な空間スケール・相互作用により動的な構造体が自発的に形成されることが知られており、アクティブマターの重要な研究分野となっている。円環状の 1 次元軌道上を一定の駆動力を受けて運動するコロイド粒子多体系において、流体相互作用により動的なクラスタおよび結晶状の構造が自発的に形成されることを明らかにした[4]。

【参考文献】

- (1) S. Sacanna and D. J. Pines, *Curr. Opin. Col. Int. Sci.* **16**, 96 (2011).
- (2) Y. Iwashita and Y. Kimura, *Soft Matter* **9**, 10694 (2013); 岩下, 木村, *日本物理学会誌*, **69**, 213 (2014).
- (3) K. Izaki and Y. Kimura, *Phys. Rev. E* **87**, 062507 (2013); Y. Kimura and K. Izaki, *Proc. SPIE*, **9164**, 9164O (2014); Y. Tamura and Y. Kimura, submitted.
- (4) Y. Sassa, *et al.* *Phys. Rev. E* **85**, 061402 (2012); S. Okubo, *et al.* *Phys. Rev. E* **92**, 032303 (2015).