

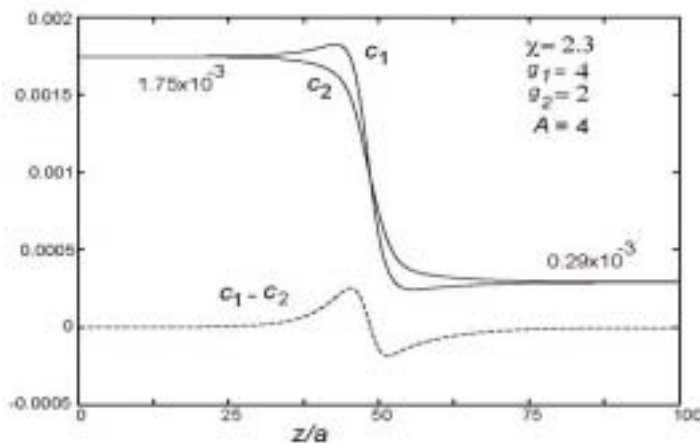
電荷・極性の関与するソフトマターの新しい相及びせん断の関与する非平衡現象の研究

京都大学理学研究科・教授 小貫 明

相転移・構造形成における水分子などの分極効果の役割を研究する。液体界面の周りのイオンやイオン性界面活性剤の分布を調べる。液晶での電荷の分子秩序に及ぼす効果も調べる。ずりなどの外部変形による内部構造の変化を研究する。

1. 界面近傍でのイオン分布

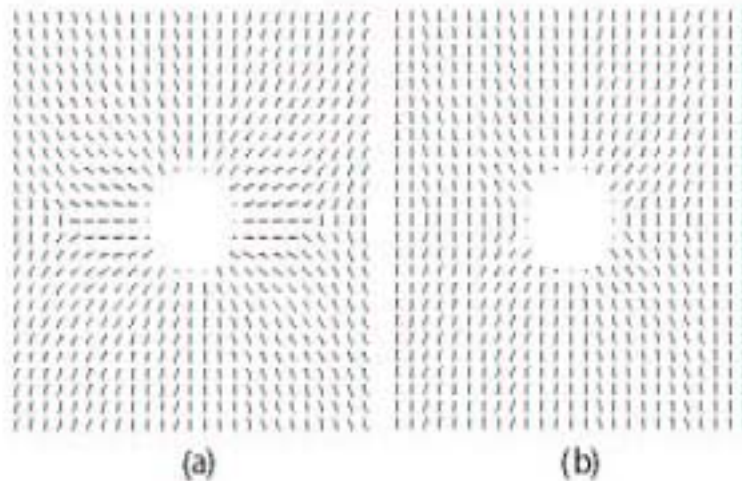
イオンの周りの分子の形成する水和構造の自由エネルギーは溶液の組成に強く依存する。このためイオンの化学ポテンシャルは水成分の濃度の強い関数である。界面においてイオンがどちらかの相に偏在する原因となる。また正負のイオンの水和構造の非対称性から、電気2重層ができ電位差が発生する。また水を含む溶液の臨界点近くではイオン密度と臨界揺らぎが強く結合する。最近ではイオン性界面活性剤の研究も始めている。多くの効果が新しく予言できると考えている。多くの効果が新しく予言できると考えている。参照文献としては、Phys.Rev.E 73 (2006) 021506 がある。



左図では、溶液界面まわりの無次元したイオン濃度 c_1 、 c_2 を示す。電気2重層ができている。その結果、電圧差ができている。

2. 液晶中での荷電粒子の効果

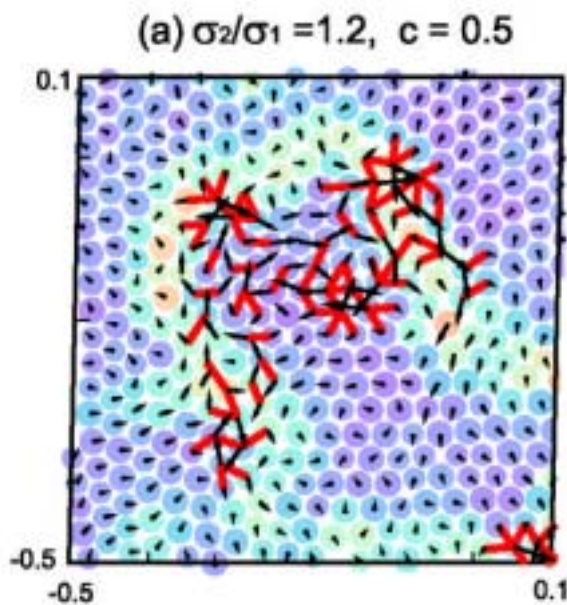
ネマチック液晶では荷電粒子の周りで分子の向きの分布に大きな影響がある。この効果は小さなイオンほどイオン近傍の電場が強まるので著しい。この効果の理論解析は液晶の誘電テンソルが分子秩序に依存しているため難しい。そこで液晶での不均一電場の一般論を構成し、数値解析をも行った。電荷による強制配向の効果(Anchoring)は非常に強い。電荷の周りに欠陥が生成されることがわかった。僅かのイオンの混入でも大きな配向ゆらぎの抑制がある。液晶では電荷による特異な強相関状態が実現できる。参考論文は、Phys.Rev.E 74 (2006) 031709 である。



電荷の周りの液晶秩序。軸対称を仮定している。

3 . 2成分粒子系の結晶・多結晶・ガラス状態の間の変化の研究

2成分系では、サイズ比や組成比等による粒子不均一が大きくなるにつれ、結晶化は不可能となりガラス化する。本研究は、サイズ比、組成比、温度の三要素を変数として系に「無秩序パラメータ」を導入し、秩序が失われていく様子を詳細に調べたものである。サイズ不均一の導入により乱れが増加するに従い、欠陥は連なって小結晶の境界を形成して多結晶状態となり、最終的に飽和してガラス状態に至る。中間状態としての多結晶は融解現象においても出現する。多結晶のレオロジーなどの研究もしている。秩序領域と無秩序領域の混在は「ガラスの動的不均一性」の解明にもつながる。参考論文は、Phys.Rev.E 74 (2006) 011506 である。



サイズ比が1.2、濃度は50%の2成分系の多結晶粒子状態。色の濃淡は不規則度を表す。図では長時間間隔での粒子変位を矢印で表す。多数の粒子が鎖状の変位をしている。結晶境界 (grain boundary) にある粒子が動きやすいことが示されている。ガラス状態では結晶部分が減っているが、不規則度の高い粒子が動きやすい。