

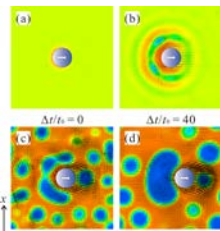
相転移・相分離の動力学、パターン形成の動力学などを中心的なテーマに研究しています。また、高分子・液晶・コロイドといったソフトマターの物性研究も行っています。これらは、流動など外場に対して大きな応答を示すため、非平衡非線形物理の重要な研究対象です。動的モデルの構築とともに対象としては特に境界領域にあるもの未開拓なものに重点を置いています。また、実験グループとの共同研究も積極的に進めていきたいと考えています。

相転移ダイナミクス

相転移を用いた自己駆動運動

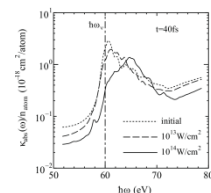
周期的に相分離する二成分流体に、前方と後方でぬれ性の異なるヤヌス粒子を添加すると、流体力学的効果により、粒子が指向的に運動することを発見した。

右図：二成分流体中の運動の様子。界面張力による流れ場に乗って、粒子は指向的に運動する。周期的に温度を上げ下げすることにより、粒子は運動を続けることができる。



量子ダイナミクス

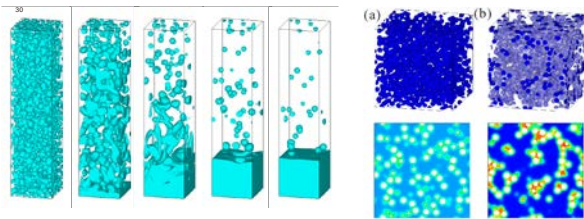
X線自由電子レーザー照射下の固体における電子ダイナミクスや非線形光学現象を、量子統計力学で解明する。



右図：リチウムのK殻電子励起にともなう吸収スペクトルの変化。

外場下における非平衡相転移

・温度勾配、重力場と結合した相分離ダイナミクス
・流体力学的効果という動的な相互作用による非平衡現象下における新しい相安定状態



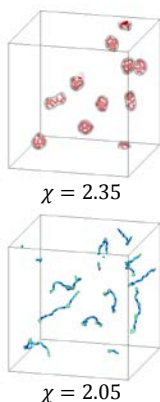
左図：重力の影響下における相分離過程の様子。重い相（水色）の相が沈降するとき、非等方な相分離パターンが出現している。右図：水・油混合溶液中に、親水性コロイドを添加し、せん断流動を与えたときの凝集構造。

ソフトマターのモデリング

電解質高分子に対する溶媒和の効果

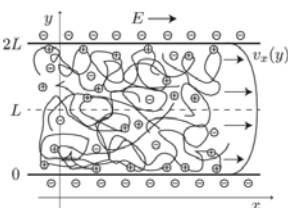
DNAなどの電解質高分子の水溶液にアルコールなどを添加すると高分子が沈殿することが知られている。通常、溶媒の混合比は均一であると考えられているが、ぬれ・静電相互作用により、それは自明ではない。メソスコピックな描像に基づき、電解質高分子の混合溶媒中での振る舞いを研究している。

右図：混合溶媒中での電解質高分子の様子。温度を変えることにより、高分子鎖の形状が変化している。（上図：相分離点から遠い場合、下図：相分離点に近い場合。）



電解質高分子溶液の動電現象

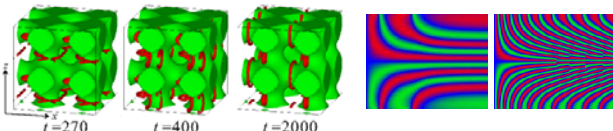
電解質高分子とは逆符号の電荷に帯電した壁面に挟まれたスリット中に溶液を封入し、その動電現象を調べた。高分子の電荷が大きく、また塩濃度が十分低い場合、電気浸透流の向きが逆転することを見出した。



右図：電解質高分子における動電現象の模式図。逆符号に帯電したスリットに封入した。

液晶系に見られる非線形・非平衡流動

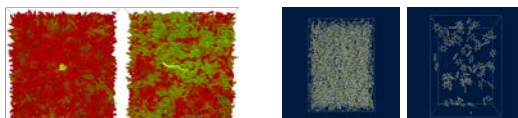
ネマチック液晶は流動場下において、液晶特有の流動特性を示す。バルク中の振る舞いはよく調べられてきたが、狭い空間に閉じ込められた場合はよく分かっていない。多孔質中で安定化されたトポロジカル欠陥、有限のアンカリング強度を持つ壁、という点に着目し研究を行っている。



上左図：多孔質（緑）に閉じ込めた液晶のトポロジカル欠陥（赤）の構造。液晶を流すと欠陥の組み換えが起こるが、その活性化エネルギーの高さにより、系は複雑な非線形・非平衡流動を示す。上右図：有限のアンカリング強度を持つスリット中に液晶を流した場合の、配向場の時空間パターン。

ソフトマター混合系

異なる対称性を持つソフトマターを混合すると新奇な状態が発現することがある。そのような系を数値計算、理論解析により探索を行っている。



上左図：液晶・高分子混合系。転移点近傍で温度を変えると液晶秩序の出現に伴い高分子の形状が変化する。上右図：all atom分子動力学シミュレーションによる不純物を含む液晶相のスナップショット（右は不純物のみを抽出）。