

高分子物質科学領域紹介

高分子物質科学

高分子は金属、セラミックスと並び三大材料の一つに挙げられるが、低分子化合物と異なり複雑な構造を有するため最終構造を制御することが非常に困難であり、自在に構造制御或いは予測することが深く望まれている。高分子には注目する時間・空間スケールに依存して様々な構造或いはダイナミクスが存在するが、それぞれの構造、ダイナミクスが完全に独立して存在しているわけではなく、むしろ非常に深く相関しているため、全容を理解するためには構造及びダイナミクスの両観点から広い時間・空間スケールにおける”階層構造型”を明らかにする必要がある。旧来、高分子の構造解析の手法として光学顕微鏡、光散乱或いは研究室所有レベルの X 線発生装置が用いられてきたが、SPring-8 を含む放射光施設で得られる非常に輝度の高い X 線、高強度陽子加速器から発生される中性子や中間子などのいわゆる”量子ビーム”を積極的に活用することで、今まで到達できなかった空間・時間スケールを網羅することが出来るようになり、既存の装置と組み合わせることで極めて広い時間・空間スケールにおける階層的な構造形成過程及びダイナミクスを調べることが可能となってきた。

当研究室では研究室が所有する装置と量子ビームを相補的に利用することで、単一の測定では捕らえられない高分子が有する複雑な階層構造やダイナミクスを精密に解析し、高機能、高強度材料の開発及び高分子物理の未解決問題の解決を目標として研究を行っている。以下に、当研究室で行われた研究トピックスを簡潔に示す。

1. 広い空間スケールにおける高分子系階層構造形成の解析：中性子散乱、X 線散乱、光散乱、顕微鏡を用いて複雑な構造形成過程を明らかにした。
2. ゴム充填系において形成される階層構造を各種散乱法を用いることによって明らかにするとともに、変形下における階層構造と物性の相関を明らかにした。
3. ガラス状高分子の延伸過程における延伸誘起密度揺らぎの現象を見だし、ガラス状高分子の破壊機構について明らかにした。
4. 高分子ブロック共重合体の誘導自己組織化によって、10nm オーダーの高精度・無欠陥のナノパターンの創製に成功した。
5. 高分子ブロック共重合体薄膜の製膜過程：高分子ブロック共重合体のスピコート製膜過程をその場追跡し、ナノ構造の形成過程を調べた。
6. 結晶性高分子ブロック共重合体を設計、合成することで、新規のブロック共重合体の創製に成功した。