

原子間力顕微鏡が切り拓くナノ力学物性計測 —一本鎖からナノ材料まで—

(東工大院理工) 中嶋 健, 西 敏夫

我々はポリマーナノアロイやポリマーナノコンポジットといった高分子ナノ材料に興味をもっている。これらは基本的に nm スケールで不均一であるから、これらを評価する手段も nm の分解能を持ち、かつ不均一構造を可視化できるものでなければならない。さらに構造の可視化のみでは複雑な相構造をもつこれらの材料が発現するマクロな力学物性を予言することは難しく、nm スケールの構造の各部分に特化した物性測定がなされなければならないと考えている。本発表では力学物性をマッピングできる技術として、原子間力顕微鏡 (AFM) に着目した我々の最近の研究成果を紹介する。AFM はその高分解能顕微鏡としての能力の故に多くの研究者を惹き付ける技術であるが、通常は力学物性計測手段としては定性的な理解に留まることが多い。我々のナノ力学物性マッピング手法あるいはその究極の発展形としての高分子一本鎖のナノフィッシング手法は、AFM の探針が試料の表面に直接接触することで表面形状・特性を評価するというまさにその点に着目し (ナノ触診)、定量的な力学計測ができるものである。

通常の AFM 観察では試料変形を考慮しないために、得られる凹凸情報を真の凹凸情報を表していると考えてはいけない。しかしナノ触診のひとつめであるナノ力学物性マッピング手法では試料変形についての情報を得ることができるので、見かけの凹凸像を補正して真の凹凸像を再構築できる。さらに詳細は講演に譲るが、試料の弾性率や凝着エネルギーなどを定量評価しマッピングすることもできる (Fig. 1)。

AFM ナノ触診技術のもうひとつの事例は高分子一本鎖のナノフィッシングである。我々は、高分子一本鎖の統計力学的挙動を理解するために、分子内水素結合などのないポリスチレン (PS) を試料として研究を行っている。各種力学モデルの妥当性の検討、摩擦係数の溶媒効果、分子内絡み合いの検出など、この方法以前には検証が不可能であった基礎物性の実験的検証を与えることができる。詳細は当日に譲る。

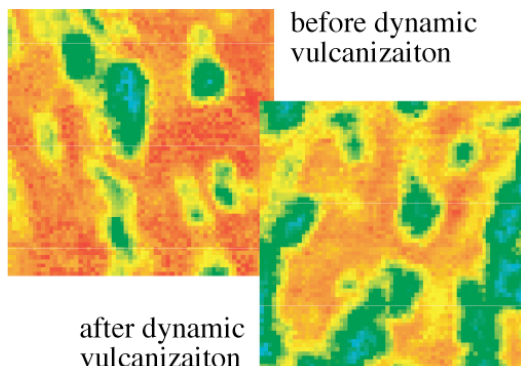


Fig. 1 Young's modulus mappings of crystalline polyolefin/ethylene copolymer 3:7 reactive blend. (a) Before and (b) after dynamic vulcanization.

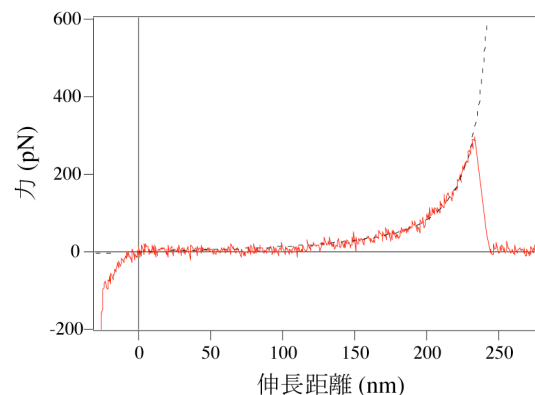


Fig. 2 Force-extension curve for a PS single chain in cyclohexane (35°C) obtained by static nanofishing.