

量子ビームを用いたシシケバブ構造形成過程の解明

松葉 豪・山形大院理工

高分子を延伸流動場にて結晶化させると「シシケバブ構造」と呼ばれる複雑な高次構造が現れることが知られている。シシケバブ構造は、延伸鎖晶からなるシシ構造とその周りに成長したラメラ晶からなるケバブ構造に分けられる。京都大学化学研究所の金谷利治教授を中心としたグループでは、これまで、シシケバブ構造の精密構造解析を目的として、シシケバブ構造形成過程の解明、およびその精密構造の解析を行ってきた。特に、量子ビームである中性子と放射光 X 線を相補的に利用し、重水素=軽水素の成分揺らぎと結晶=非晶の密度揺らぎの精密な構造解析を行うことで、シシケバブ構造の詳細について明らかにした。

本実験においては、重水素ポリエチレン/超高分子量ポリエチレンブレンドの延伸過程を時分割小角中性子/X 線散乱(SANS/SAXS)測定にて観察することを試みた。まず、SANS 装置および PF での小角 X 線散乱装置に設置可能な温度セルを開発し測定を行った。図 1 に 120 °C での延伸過程における時分割 SAXS および SANS パターンの発展の様子を示す。まず、等方的にラメラ結晶構造が広がっている構造(延伸前)が、延伸によってラメラ構造が歪み、その後延伸方向に配列する様子が観測された。また、時分割 SAXS 測定から観測されるラメラ晶の間隔(長周期)および散乱強度の減少から、延伸によって配向したラメラ晶が徐々に小さくなっており、すなわちラメラ構造から Tie-Chain が引き抜かれていることを示すことが出来た。一方、中性子散乱測定から延伸鎖晶であるシシ構造が徐々に成長していることがわかった。また、シシケバブ構造のモデルとして Core-Shell 型の棒状モデルを仮定し、その散乱関数を計算すると、シシ構造の Core については、本数はほとんど変わらないものの、徐々に直径が小さくなっていく様子を観測することに成功した。

この研究は京都大学化学研究所、金谷利治教授、西田幸次准教授との共同研究で行いました。

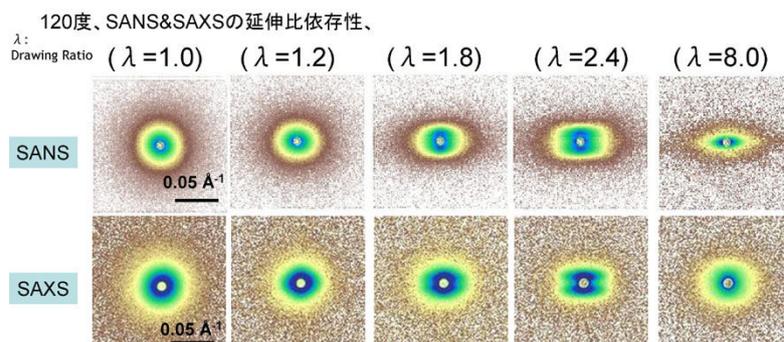


図 1 120 °C で延伸させたときの小角 X 線および中性子散乱像