

# 電子顕微鏡観察・小角X線散乱測定両手法によるソフトフォトニック結晶薄膜のナノ構造評価 Nanostructure Evaluation of Soft Photonic Crystal Thin-Films by Electron Microscopy and Small-Angle X-ray Scattering

野呂篤史・名古屋大学大学院工学研究科

異なる屈折率成分を周期的に配列させた構造体はフォトニック結晶と呼ばれる。特に異なる層状成分を交互に積み重ねた構造体は1次元フォトニック結晶と呼ばれ、ブラッグ条件に応じて様々な波長 $\lambda$ の光を反射する( $\lambda = 2(n_1d_1 + n_2d_2)$ )。ここで $n_i$ は成分 $i$ の屈折率、 $d_i$ は成分 $i$ の厚み)。フォトニック結晶は通常無機物からなる構造体(たとえば金属の微細加工構造)であるが、プラスチックやゴムといった比較的ソフトな高分子成分からなる構造体、たとえば複合高分子であるブロック共重合体のnmオーダー周期構造(ナノ相分離構造)もフォトニック結晶として利用できるはずで、レンズ、ディスプレイ、レーザーなどへの応用が期待されている。

ラメラ状ナノ相分離構造を形成するブロック共重合体の薄膜に対し、不揮発性溶媒であるイオン液体を添加したところ、可視光を反射する薄膜が得られている。用いたブロック共重合体が分子量8万程度、組成1:1のポリスチレン-b-ポリビニルピリジンの場合には青色光を反射していた。この薄膜試料のナノ構造を詳細に調査するために、電子顕微鏡観察、超小角X線散乱測定(Photon Factory、SPring-8)を行った。イオン液体添加前では約30nm周期の交互ラメラ構造であったが、添加後では構造周期100nm以上のラメラ構造へと変化していた(Fig 1)。詳細な構造観察の結果、光学特性の由来はナノ構造形状・サイズであり、イオン液体添加後の薄膜は可視光に対してフォトニック結晶特性を示すことが明らかとなった。<sup>1</sup>

[1] Noro et al. *Macromolecules* **2014**, 47, 4103-4109.

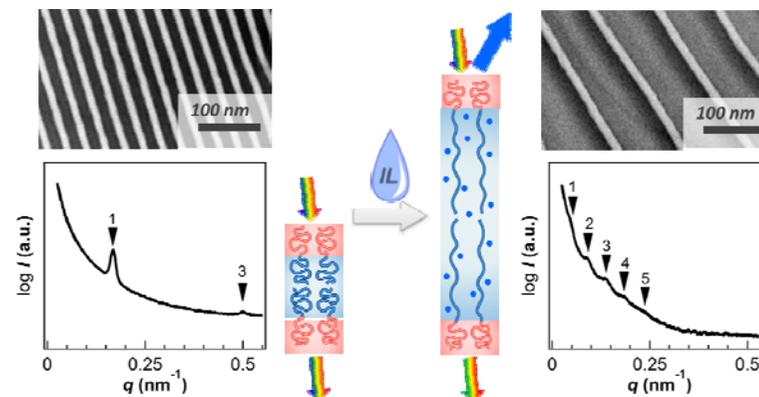


Fig 1. Schematic of nanostructures before/after addition of IL to a lamellae-forming block copolymer thin film. TEM images and U-SAXS profiles of thin films before/after addition of IL were also shown.