



導電性高分子薄膜の斜入射 X 線散乱測定

永野修作¹ 原光生² 水野佑² 大野慶太²

¹ 名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリー ² 名古屋大学大学院工学研究科

1. 背景と研究目的

多くの導電性高分子や液晶性高分子は、高分子主鎖間のラメラ構造に起因する数 nm スケールの分子組織構造を形成する。これら薄膜中のラメラ構造の規則性や配向は、物性やデバイスの性能に直結するため、重要である。斜入射 X 線散乱(GI-XRS)測定は、薄膜の規則構造の解析手法として強力な手法であり、名工大 山本らは、BL8S3 広角・小角ラインを利用し、 $\lambda = 0.15$ nm、カメラ長 2,252 mm にて $q = \sim 0.5$ nm⁻¹ の斜入射小角 X 線散乱を行っている。本研究では、BL8S3 ラインを用いた斜入射小中角散乱測定を目的とし、X 線波長 0.092 nm、カメラ長 514 mm にて $q = \sim 15$ nm⁻¹ の条件にて導電性高分子薄膜の測定を行った結果を報告する。

2. 実験内容

立体規則性ポリ(3-ヘキシルチオフェン) (P3HT, Aldrich, $M_w = 21800$, $M_w/M_n = 1.9$) および n 型半導体ポリマーの N2200 (Polyera) のクロロホルム溶液からスピコート膜(膜厚 50 nm)を作製し、150 °C の加熱処理を行った。得られた薄膜試料を BL8S3 ラインにて、室温で斜入射 X 線散乱測定を行った。GI-XRS 測定は、イメージングプレートカメラ(Rigaku R-Axis IV)を用い、X 線波長は 0.092 nm、カメラ長は 514 mm に設定した。

3. 結果および考察

Fig.1a および b に P3HT 薄膜、N2200 膜の二次元 GI-XRS 像を示す。P3HT のラメラ構造に起因する散乱ピーク($q = 3.78$ nm⁻¹)が、面内(q_z)および面外(q_y)方向に観察された¹。これらのピークは、薄膜中にて P3HT の edge-on および face-on 配向のドメインの存在を示す。また、N2200 のラメラ構造由来の散乱($q = 2.56$ nm⁻¹)が、面外(q_y)方向のみに観察された(Fig.1b)。N2200 膜は face-on 配向性と報告されており²、同様な結果が得られた。これらの二次元像から、 q_y 方向のバックグラウンドの散乱は、約 12 nm⁻¹ にて急峻に減衰しているため、 q_y 方向の測定レンジには制限があることがわかる。 q_z 方向に関しては、約 15 nm⁻¹ までの散乱が測定可能であることが推察される。約 $q = 3$ nm⁻¹ のリング状の散乱は、光路内のカプトンによるものである。以上の結果から、BL8S3 にて $q = \sim 15$ nm⁻¹ の GI-XRS 測定が可能であることを示した。液晶性化合物や有機半導体など、分子組織構造は、 $q = \sim 5$ nm⁻¹ の周期を持つ。本報告にて示した q レンジがこれらの材料系の薄膜構造解析に役立つことを期待する。

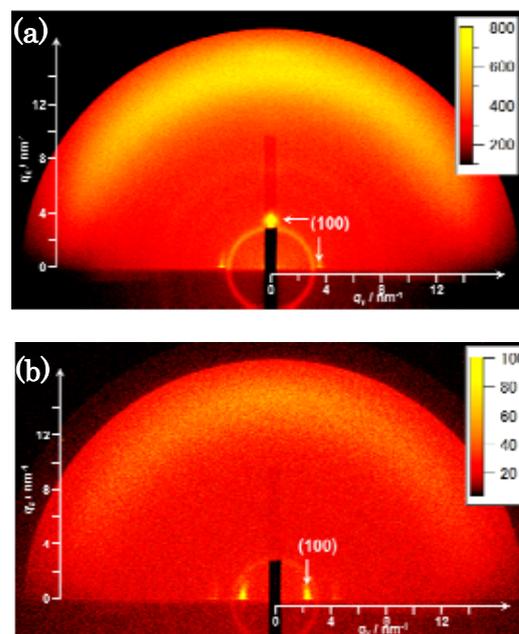


Fig.1 2D GI-XRS images for P3HT (a) and N2200 (b) spincoated films.

4. 参考文献

1. S. Nagano, S. Kodama, T. Seki, *Langmuir*, **24**, 10498 (2008).
2. S. Fabiano, H. Yoshida, Z. Chen, A. Facchetti, M. A. Loi, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **5**, 4417 (2013).