

量子ビームによる有機太陽電池薄膜におけるドメイン構造の研究

Study on domain structure in organic solar cell by quantum beam

○久保田正人¹、宮寺哲彦^{2,4}、櫻井岳暁^{3,4}、吉田郵司²原子力機構¹，産総研²，筑波大³，JST さきがけ⁴M. Kubota¹，T. Miyadera^{2,4}，T. Sakurai^{3,4}，Y. Yoshida²JAEA¹，AIST²，Tsukuba Univ.³，JST PRESTO⁴

有機薄膜太陽電池は、光照射により生成した励起子の電荷分離を促進させ、ドナー（電子供与体）/アクセプタ（電子受容体）界面面積を増やすために、光電変換層にはドナー材料とアクセプタ材料の混合膜（バルクヘテロ接合；BHJ）が使われている。有機太陽電池のBHJ層では、自己組織的なドメイン構造を形成していて、太陽電池特性と深い相関を持つ可能性がある。この相関を理解するためには、ドメインの大きさ、相関長や配向状態に加えて、局所的な電子状態に関する物性情報も重要である。

軟X線共鳴散乱測定では、軽元素（酸素や窒素、硫黄など）の吸収端エネルギーを用いるので、有機薄膜材料の電子状態を捉える上で有用な測定手段である。本研究では、ドメインサイズが異なる試料の物性を捉えるために、poly(3-hexylthiophene) (P3HT) と [6,6]-Phenyl-C₆₁-Butyric Acid Methyl Ester (PCBM) の混合膜の成膜時に、溶媒の種類を変え、スピンコート法によりガラス基板上に有機太陽電池薄膜試料を作成した。溶媒として、CF(chloroform) と DCB(1,2-dichlorobenzene)を用いた。硫黄の内殻占有準位から非占有準位への遷移確率の相違からドメイン構造と電子状態の相関を明らかにするために、放射光施設ビームラインにおいて、硫黄の K 吸収端近傍での軟X線共鳴散乱実験を実施した。

UV-Vis 測定データでは、DCB サンプルでは吸収強度のスペクトルがレッドシフトを示した。P3HT の a 軸方向に対応するピークプロファイルの解析により、格子歪みの分布が小さいことが明らかとなった。また、吸収スペクトル測定では、DCB を用いたサンプルにおいて、スペクトル形状に顕著な入射角依存性が観測された。これらの実験結果は、溶媒の蒸発速度が異なる CF サンプルと DCB サンプルを比較した場合に、有機太陽電池膜の結晶化度が大きく異なることを反映していると思われる。

本発表では、製膜プロセスで用いる溶媒の種類と有機薄膜ドメイン状態の相関について、議論を行う。