

軟 X 線領域における GISAXS 法

GISAXS analysis in soft X-ray region

奥田浩司¹、竹下浩樹¹、加藤真行¹、落合庄治郎¹、北島義典²、櫻井伸一³、平井光博⁴

1 京大院工 2 KEK-放射光、3 京都工繊大工 4 群馬大院工

Hiroshi Okuda¹, Kohki Takeshita¹, Masayuki Kato¹, Shojiro Ochiai¹,

Yoshinori Kitajima², Shinichi Sakurai³, Mitsuhiro Hirai⁴

1 Kyoto Univ. 2 KEK-PF 3 KyotoInst.Tech. 4 Gumma Univ.

Recent results of GISAXS experiments/analysis with soft X-ray at beam-line 11B of photon factory and expected extension of the method with a use of new insertion device and also with a softer X-ray will be discussed. GISAXS results at Si K absorption edge show that contrast change by using anomalous dispersion at the edge has been clearly observed, and depth-resolved GISAXS analysis for a polymer thin film was achieved.

軟 X 線領域での小角散乱法はいまだに発展途上の分野であるが、従来異常分散によるコントラスト変化が不可能であった軽元素に対して異常小角散乱測定が可能になること、複素屈折率が大きくなる事に対応した臨界角や侵入深さの制御性の改善、3d遷移金属のL吸収端の利用など、多くの新たな応用が期待される。軟 X 線領域での小角散乱ビームラインが存在しない現状で、我々は分光分析用の軟 X 線ビームラインである BL11B にチャンバーを設置する事により、結晶モノクロメータによる軟 X 線領域、すなわち 1.7keV 以上のエネルギー領域での GISAXS 測定を開始した。本報告では主として BL11B の GISAXS データと通常の硬 X 線領域で取得した反射率および GISAXS データを比較した結果について報告する。

BL11B の実験では Si 基板の上に Ge などのナノドットを形成した「被覆された」ナノ構造や、高分子膜を薄くコートした「深さ分布を知りたい薄膜」などの試料を対象として Si K 吸収端近傍での GISAXS 測定をおこなった。PF での軟 X 線 GISAXS 測定は現状では分光ビームラインにチャンバーを持ち込んでの測定になるため、データは定性的なものにとどまっている。しかし新 15A で十分な輝度をもつ微小ビームを利用できるようになれば、軟 X 線を利用するメリットを十分に生かす事が可能になると期待される。

当面の実験で活用している軟 X 線のメリットとしては深さ分解能の制御性のよさと、軽元素である Si の吸収端での異常分散の利用であり、今回は主としてこれらの GISAXS 測定例とその解釈について主に報告する。さらに次の発展としてはより軟らかい X 線を利用することにより、例えば 3d-L 端利用による共鳴時期小角散乱の実現、AlMgSi 系合金 (6000 系 Al 合金系) のナノクラスターの異常分散効果の利用によるコントラスト増強観察などの新しい応用が開けると共に、現在 11B でおこなっている実験の試料環境調整 (温度制御、環境制御) により、新たなコントラスト変調 GISAXS が可能になり、将来的なコヒーレンスの利用につながると期待している。