

コヒーレントX線を用いた GI-SAXS の展開

GI-SAXS using Coherent X-rays

篠原佑也 SHINOHARA Yuya

東京大学大学院 新領域創成科学研究科

Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

The use of coherent X-rays will be a key for studies using synchrotron X-rays in the next decades. When scattering experiments including GI-SAXS are performed with undulator sources, speckle pattern will be easily obtained by adjusting pinhole sizes and using an appropriate detector. By analyzing this speckle pattern, novel information about structure and dynamics of samples will be available. In this presentation, I'll be talking about perspectives of GI-SAXS using coherent X-rays and those of future sciences, some of which might be absurd, using GI-SAXS with new light sources such as Energy Recovery Linac (ERL).

放射光X線を用いた研究に関して今後の10年、20年を考えると、コヒーレントX線とどのように付き合うのかという課題からは逃れられないだろう。偏向電磁石ビームラインを用いている限りは気にならないが、挿入光源ビームラインを用いてある程度スリットなどでビームサイズを小さくして適当な試料検出器間距離をとると簡単にコヒーレントX線の影響が現れるため、小角X線散乱実験を実施する上でX線のコヒーレンスについて考えることは今後必須になると考えられる。GI-SAXSに限らず干渉性の高いX線を用いて適当な検出器を用いて散乱実験を実施すると、スペックル散乱像が得られる。スペックルは従来の実験を実施する上ではノイズ源以外の何者でもなく、十年以上前から挿入光源ビームラインでのイメージング実験において実施されているようなスペックルの除去が必要となってくるが、単純にスペックルを除去しようとしても、安直には「スペックル除去 = 適当な散乱体を置く」なので、散乱実験をする際にはもう少し真面目に考えて除去しなければならない。一方、コヒーレンスを有効活用することで、従来手法では得ることのできない構造情報・ダイナミクスに関する情報を得ることが可能である。例えば、コヒーレントX線散乱の時間分割実験を実施し、その際の散乱強度の相関をとることでダイナミクスに関する情報を得ることが可能である (X-ray Photon Correlation Spectroscopy: XPCS) が、GI-SAXSの配置で角度発散を抑えたX線ビームを用いてうまく侵入長を制御する等すれば、表面・界面系における深さ分解のダイナミクス解析が可能である。また結晶性の試料であれば、in-planeに出た回折スポット周辺のスペックル像の解析を適切に実施することで、方向依存したダイナミクスの解析なども可能であろう。

本発表では既存の研究の紹介にとどまらず、特に挿入光源を適切に使用してコヒーレントX線散乱を用いた時にGI-SAXSでどのような情報が得られる可能性があるか、さらにERLなどの将来光源を用いた際に可能になる(かもしれない)実験に関して、荒唐無稽な内容も含みつつその可能性を議論したい。