

コヒーレントX線回折イメージングの今後の可能性

高橋幸生

大阪大学大学院工学研究科/理化学研究所放射光科学総合研究センター

コヒーレント X 線回折イメージング (CXDI: Coherent X-ray Diffraction Imaging) は、干渉性の良い X 線を試料に照明した際に得られる回折強度パターンに、計算機上で位相回復計算を実行することにより、レンズを用いることなく、高い空間分解能を有する電子密度分布像と吸収像を再構成する顕微法である。これまで、我々は、大型放射光施設 SPring-8 において X 線集光ビームを駆使した高分解能・高感度コヒーレント X 線回折イメージング技術を開発し[1,2]、ナノ材料[3,4]や生物試料[5]の観察に応用してきた。CXDI の今後の可能性として挙げられるのが X 線吸収分光との融合である。CXDI では、入射 X 線エネルギーを特定元素の吸収端近傍に合わせて、測定をエネルギー軸方向に発展させることで X 線吸収微細構造 (XAFS: X-ray Absorption Fine Structure) を取得できる。すなわち、コヒーレント X 線回折と吸収分光を融合することで、厚みをもった試料全体の構造と元素の価数や局所配位などの化学状態のナノスケール可視化が実現する。

我々は、コヒーレント X 線回折と吸収分光を融合させた方法として X 線タイコグラフィ-XAFS 法の開発を行っている。X 線タイコグラフィ-XAFS 法では試料の X 線吸収像を高い精度で再構成する必要があり、吸収量の小さい硬 X 線領域の実験では、吸収像の再構成が難しい。我々は、クラマース・クロニッヒの関係式をタイコグラフィにおける位相回復計算の拘束条件として用いることで、複素透過関数の再構成の収束性を向上させることを提案した。そして、マンガン酸化物薄膜をテスト試料として用いた実験で、硬 X 線領域でのタイコグラフィ-XAFS を実証した[6]。また、ハイブリッド型ピクセルアレイ検出器 EIGER を導入し、数倍測定スループットを向上させることで X 線タイコグラフィ-XAFS 法による実試料観察を可能にした。今後、X 線タイコグラフィ-XAFS 法による様々な実試料観察への応用が期待される。

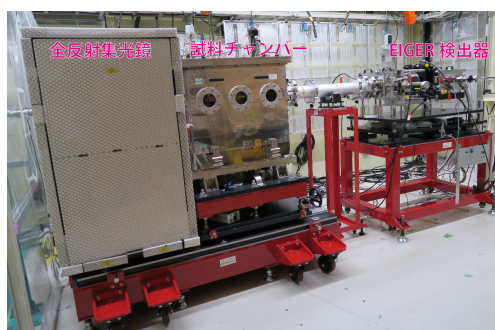


図 1 EIGER 検出器を搭載した X 線タイコグラフィ装置の外観

- [1] Y. Takahashi *et al.*, Phys. Rev. B **80**, 054103 (2009).
- [2] Y. Takahashi *et al.*, Phys. Rev. B **83**, 214109 (2011).
- [3] Y. Takahashi *et al.*, Nano Lett. **10**, 1922-1926 (2010).
- [4] Y. Takahashi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **99**, 131905 (2011).
- [5] A. Suzuki, Y. Takahashi *et al.*, Sci. Rep. **6**, 35060 (2016).
- [6] M. Hirose, Y. Takahashi *et al.*, submitted