

PFにおけるコヒーレント軟 X 線回折イメージングの現状とその可能性

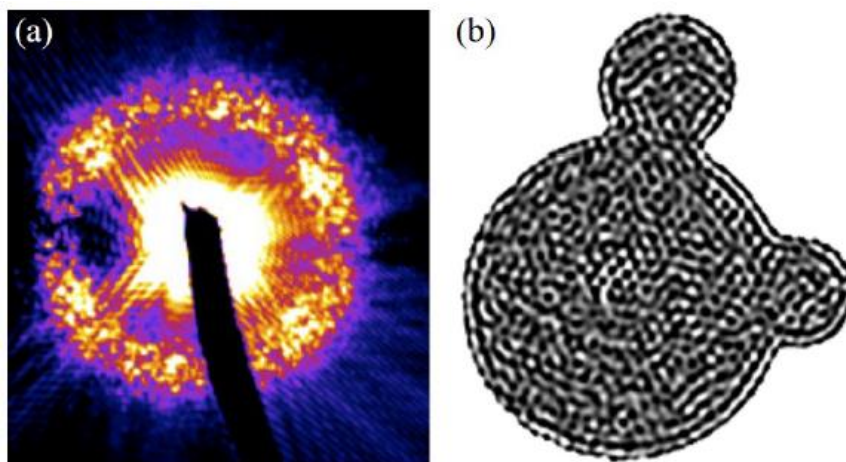
中尾 裕則

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

コヒーレント X 線回折イメージングは、来るべき将来の放射光源における重要な研究手法の 1 つとして必ず挙げられる。しかしながら、現在国内で利用できる一般的な放射光源では、実験に必要となるコヒーレント光の強度が十分に得られないと考えられ、その利用はあまり進んでいない。我々は、硬 X 線領域で進めてきた共鳴 X 線散乱手法による研究 [1] を軟 X 線領域に展開することで、*3d* 遷移金属酸化物系において磁気信号が中性子磁気散乱並みに強く、配位している酸素側のスピン偏極まで観測できることを見出してきた [2]。さらに、2.5 世代光源と言われる PF において、それなりの強度のコヒーレント光が軟 X 線領域で利用できることも分かってきた。そこで、放射光のコヒーレンスと共鳴 X 線散乱手法を組み合わせることで、PF においてコヒーレント X 線回折イメージング実験を開始した。

トポロジカルな特性を有する磁気テクスチャとして注目されているスキルミオンやカイラルソリトンの系を、最初の研究のターゲットとした。これらでは、共鳴軟 X 線散乱により強い磁気信号が観測できており [3]、イメージングを試みるのに適した系と期待した。実験方法は単純で、ピンホールを使ってコヒーレント光を切り出したのち薄片試料に照射し、試料を透過した光が干渉した結果であるコヒーレント回折パターンを 2 次元 X 線検出器で観測する。ここで、回折データから実空間像を求める反復的フーリエ変換位相回復解析の収束性を向上させるために、低対称な形状（クマ型）のピンホールを利用しているのが 1 つのポイントである。1 例として、温度により乱されたスキルミオン状態からのコヒーレント X 線回折パターンを図(a)に示す。この得られた回折データから、位相回復解析により実空間像を求めた結果が図(b)である。クマ型のピンホール形状の中に、スキルミオン格子の乱れた状態を捉えられていることが分かる。このように、我々も当初 PF でコヒーレント回折イメージングが実現できるとは思いもしな

かったのだが、コヒーレント軟 X 線回折イメージングが実用的であることを示すことができた [4]。今後、将来建設される光源でのコヒーレンスを利用した新たな研究展開を考えるうえでも、PF においてコヒーレンス利用研究が大いに盛り上がることを強く期待する。



[1] T. Matsumura *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **82** (2013) 021007.

[2] H. Nakao *et al.*, Phys. Rev. B **98** (2018) 245146; Y. Ishii *et al.*, Phys. Rev. B **100** (2019) 104416.

[3] Y. Yamasaki *et al.*, Phys. Rev. B **92** (2015) 220421; Y. Okamura *et al.*, Phys. Rev. B **95** (2017) 184411; Y. Okamura *et al.*, Phys. Rev. B **96** (2017) 174417.

[4] V. Ukleev *et al.*, Phys. Rev. B **99** (2019) 144408; V. Ukleev *et al.*, Quantum Beam Sci. **2** (2018) 3.