

## PF での STXM 顕微鏡観察

武市 泰男  
KEK 物構研

軟 X 線領域の走査型透過 X 線顕微鏡 (scanning transmission X-ray microscopy: STXM) は、フレネルゾンプレート (FZP) を用いて放射光 X 線を数十 nm に集光し、透過光強度を検出しながら試料を走査することで透過像を得る手法である [1]。得られるコントラストは NEXAFS のそれそのものであり、試料中の元素分布、価数や官能基といった化学状態、磁性や分子配向から生じる偏光依存性の空間分布を高い空間分解能で可視化することができる。現在では多くの放射光施設に導入されており、産学問わず幅広い利用研究が行われている [2]。

PF では 2012 年に独自設計の STXM の開発を始め、BL-13A のフリーポートでの運用を行ってきた [3]。持ち込み装置としての草の根の研究活動が認められ、STXM を常設する軟 X 線顕微・分光ビームラインとして BL-19 を再構築する計画が実行に移された。2017 年度より設計と旧ビームラインの解体作業を開始し、2019 年 5 月から新 BL-19 としての共同利用を開始した。科研費新領域「水惑星学の推進」の研究を中心とする地球惑星・環境科学への応用、有機デバイスや高分子材料、構造材料、磁石材料などの分析が行われているほか、高速なバルク NEXAFS 測定との併用、利用可能エネルギー範囲の拡張、検出系の更新や試料環境の整備など、装置開発も継続して行っている。

STXM では、ある元素の吸収端にかかる数十点のエネルギーで画像を繰り返し取得し、空間二次元+エネルギーの三次元のデータセットを取得するイメージスタック測定が多く行われる。100×100 ピクセルのイメージスタックデータはすなわち 10,000 本の NEXAFS スペクトルの集合体であり、標準スペクトルを用いた特異値分解、主成分分析、クラスター解析といった統計的手法を用いて、成分の分布を効果的に可視化する解析が行われる。このような解析は昨今のコンピュータのストレージ・演算速度からすれば容易であり、aXis2000 [4]、Mantis [5] などの解析ソフトが開発・公開され、利用されている。

講演では、PF でのこれまでの開発の経緯と進捗状況、利用研究例の紹介のほか、解析技術の紹介、産業利用の状況と大学共同利用に与える影響などについて話題を提供する。

[1] A. L. D. Kilcoyne *et al.*, *J. Synchrotron Rad.* **10**, 125 (2003).

[2] A. P. Hitchcock, *J. Elec. Spectrosc. Relat. Phenom.* **200**, 49 (2015).

[3] Y. Takeichi *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 013704 (2016).

[4] <http://unicorn.mcmaster.ca/aXis2000.html>

[5] <http://spectromicroscopy.com/>