

硬 X 線ナノビームを用いた細胞イメージング

Cell Imaging Using Hard X-ray Nanobeam

松山智至¹, 藤井正輝¹, 三村秀和¹, 脇岡敏之¹, 志村まり², 西野吉則³, 玉作賢治^{1,3},
石川哲也³, 山内和人¹

Satoshi Matsuyama¹, Masaki Fujii¹, Hidekazu Mimura¹, Toshiyuki Wakioka¹, Mari Shimura²,
Yoshinori Nishino³, Kenji Tamasaku^{1,3}, Tetsuya Ishikawa³, Kazuto Yamauchi¹

(¹ 大阪大学, ² 国立国際医療センター, ³ 理化学研究所)

(¹Osaka Univ., ²IMCJ, ³RIKEN/SPring-8)

e-mail: matsuyama@prec.eng.osaka-u.ac.jp

X 線は可視光より波長が短いため, より微小な集光が可能であり, また, X 線分析を行うことで様々な特性を計測可能である. 例えば, X 線を集光させ蛍光 X 線分析を行えば, 試料内の元素分布を可視化可能であり, 光電子分光や散乱分光をナノビームで行うことで化学状態や結晶の情報をナノオーダーの空間分解能で知ることが可能となる.

しかし, X 線は物質中ではほとんど屈折しないので, 一点に集めるためには単純に屈折レンズを用いた光学系を用いることはできず簡単にはいかない. 一般的に X 線を集光するためには回折現象を用いたフレネルゾーンプレートや全反射現象を利用した X 線ミラーが用いられている. とりわけ X 線ミラーは色収差がなく良集光効率であり, また, 比較的長い作動距離が可能であるという点から様々な応用が期待されている. しかし, デメリットとして作製する際に要求される形状精度が 1nm レベルと大変厳しく, 良質な集光ミラーを入手することは難しいのが現状である.

大阪大学山内研究室では X 線ミラーの加工, 形状計測, 集光実験, 集光シミュレーションの研究を行い, 世界最高精度の X 線集光ミラーの開発を行ってきた^[1]. 得られた高精度 X 線集光ミラーを集光光学系として組込んだ走査型蛍光 X 線顕微鏡を開発^[2]し, これまで様々な試料の元素分布の可視化を行ってきた. 開発した X 線顕微鏡は高感度と高分解能を兼ね備えているため, 生物試料内の元素分布を観察するために最適である. これまで, 抗がん剤耐性細胞の耐性メカニズム解明のために抗がん剤が細胞内にどのように分布しているのかを時系列的に調べたり^[3], 骨髄細胞の分化の様子を元素分布という観点から調べるなど, 生物学的, 医学的に興味深い試料の観察を行ってきた.

本発表では, 開発した X 線顕微鏡の特徴, 性能について述べ, これまで測定を行ってきた様々な試料の観察結果について示すことで, 本顕微鏡が細胞レベルの元素分布の可視化のために強力なツールとなることを説明したいと思っている. また, 2 月に行った高度好熱菌の元素分布測定について紹介し, 高度好熱菌を元素分布という新しい視点で眺めた結果について述べたいと思っている.

また, 今後 X 線ナノビームはどのくらいのサイズまで達成可能であるかを, 我々のグループの研究結果を紹介しながら今後の展望について述べていきたい.

Reference

[1] H. Mimura *et al.* (2007) *Appl. Phys. Lett.* **90**, 051903 (2007)

[2] S. Matsuyama *et al.* (2006) *Rev. Sci. Instrum.* **77**, 093107 (2006)

[3] M. Shimura *et al.* (2005) *Cancer Research* **65** (12), 4998 (2005)