

JSR2024 学生発表賞を受賞して

極限コヒーレント光科学研究センター

木村研究室 D2 櫻井 快

このたび 2024 年 1 月 10 日～12 日にかけて開催された第 37 回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウムにて JSR2024 学生発表賞を受賞いたしました。多くの発表の中から受賞に選ばれたことに大変光栄に思います。この場を借りて研究にご協力いただいた皆様に感謝いたします。

このたび受賞対象となった研究は、同学会にて発表した「細胞の軟 X 線 XAFS タイコグラフィ計測と主成分分析によるスペクトル解析」という手法開発の研究であり、原理や実験内容について簡潔に紹介します。

計測の観点から見た細胞は多種多様な物質が空間的に複雑に分布する試料であり、細胞内部構造の詳細な計測は生物学、医学、薬学など、多岐に渡る応用が考えられます。これらの応用を実現させるには、細胞内部の「高分解能な」、「非破壊的な」、「化学状態計測」が有効ですが、現在主流である可視光顕微鏡や電子顕微鏡では様々な制約がありました。

本研究で使用する軟 X 線 XAFS タイコグラフィという手法は、数 10 nm の高分解能での化学状態計測を非破壊的に実行可能という細胞計測に適した特徴を持つ手法です。

一般にコヒーレント X 線を試料に照射すると、透過後の X 線は試料構造を反映した回折パターンを形成します。試料上の複数箇所で回折パターンを計測し、それら全てに矛盾しないように吸収像を最適化していく方法をタイコグラフィ[1]と呼びます。更に、軟 X 線吸収スペクトルの特定の波長領域には化学状態を強く反映する微細構造(XAFS)が含まれています[2]。そのため XAFS 近傍の波長領域でタイコグラフィを繰り返し、XAFS の空間分布を見ることが化学状態の空間分布を推定することができます。

軟 X 線 XAFS タイコグラフィには高輝度のコヒーレント軟 X 線光源が必要であり、兵庫県の大型放射光施設 SPring-8 の軟 X 線ビームライン BL07LSU[3]を利用しました。今回は細胞試料として、化学固定した神経細胞を物性研究所井上研究室に提供いただきました。タイコグラフィに使用した光子エネルギーは XAFS の近傍である 395 eV – 425 eV(窒素吸収端)と 520 eV – 570 eV(酸素吸

収端)の合計 209 点です。SPring-8 での実験後、吸収像の再構成と画像処理を経て、XAFS の空間分布を構成しました

XAFS の空間分布というデータは非常に巨大であり、そのままでは考察が困難です。そのため主成分分析を適用し、XAFS の特徴抽出と、特徴毎の空間分布を調べました。抽出した特徴は細胞内で特定の構造を反映した分布を持っており、構造生物学の観点から対応する小器官の推定を行ったところ、小器官が多く含有する生体物質と、XAFS の特徴から推定される生体物質の傾向が合致していることが分かりました。

この結果は本手法が細胞内での生体物質分布の高分解能計測に適用可能な可能性を示すものであり、将来的には生細胞内での薬物動態の直接観察など、創薬分野への活用を期待しています。

- [1] J. M. Rodenburg, et.al., Ultramicroscopy, 107, 227-231, (2007).
- [2] S. Mitra-Kirtley, et.al., J. Am. Chem. Soc., 115, 252-258, (1993).
- [3] Y. Senba, et.al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A, 649, 58-60, (2011).