

試料周辺の水の層の厚さの制御による密着型軟 X 線顕微鏡 の高コントラスト化

High contrast imaging with a contact soft X-ray microscope controlling
water layer thickness around specimens

原子力機構¹, 川崎医科大², 奈良女子大³, 東海大学⁴

○ 加道 雅孝¹, 岸本 牧¹, 刀祢 重信², 保 智己³, 安田 恵子³, 青山 雅人³, 篠原 邦夫^{1,4}

JAEA¹, Kawasaki Med. School², Nara Women's Univ.³, Tokai Univ.⁴

○ Masataka Kado¹, Maki Kishimoto¹, Shigenobu Tone², Satoshi Tamotsu³, Keiko Yasuda³,

Masato Aoyama³, Kunio Shinohara^{1,4}

E-mail: kado.masataka@jaea.go.jp

水の窓波長域の軟 X 線を光源とした軟 X 線顕微鏡は水溶液中の生きている細胞を高い空間分解能で観察出来る画期的な技術として開発が進められている。しかし、細胞周辺の水の層の厚さが $10\ \mu\text{m}$ を超えると水による軟 X 線の吸収が無視出来なくなるとともに、水の層の厚さが不均一な状況では高品質な軟 X 線像の取得が出来ないという問題が生じた。我々は、細胞の保持に使用する窒化シリコン窓の内側に高さ $5\ \mu\text{m}$ のスペーサーと適切な溝パターンを構築することにより、PMMA フォトリソグレイと窒化シリコン窓の間に高さ $5\ \mu\text{m}$ のスペースを確保するとともに、余分な水分を外部に排出することにより試料周辺の水の層の厚さを正確に制御することに成功した。

図 1 にアポトーシスを起こした細胞核を従来の窒化シリコン窓を用いて撮像した軟 X 線顕微鏡像 (左) とスペーサー付き窒化シリコン窓を用いることにより細胞周辺の水の層の厚さを $5\ \mu\text{m}$ に制御した条件で撮像した軟 X 線顕微鏡像 (右) を示した。細胞核は HeLa S3 細胞の単離核にアポトーシスを誘発させたもので、どちらもステージ 2 のネックレス形状のものである。二つの軟 X 線顕微鏡像を比較すると細胞核の核膜部分及び内部の構造ともに水の層の厚さを制御した右の方が鮮明であることが分かる。この結果からスペーサーと溝構造を持つ窒化シリコン窓を用いて細胞周辺の水の層の厚さを正確に $5\ \mu\text{m}$ に保つことにより、高いコントラストの軟 X 線像の取得が可能であることが分かった。また、両方の軟 X 線顕微鏡像から空間分解能を評価した結果、水の層の厚さを制御することにより高い空間分解能も得られることが分かった。

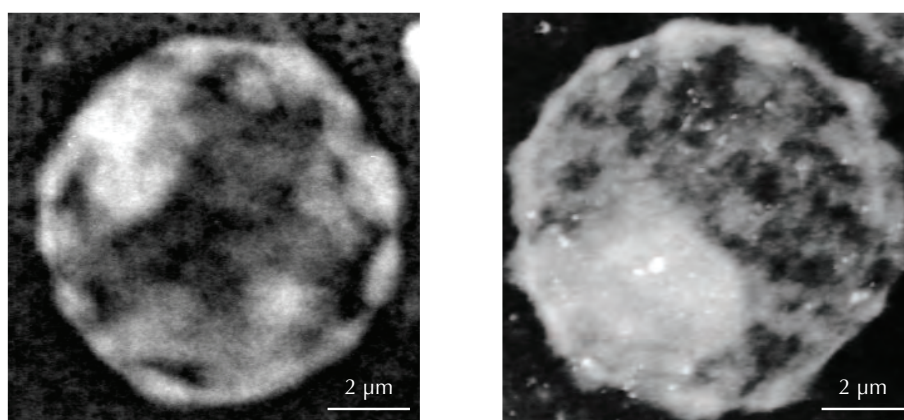


図 1: アポトーシスを起こした細胞核の軟 X 線顕微鏡像
(左: 水の層の厚さの制御なし 右: 水の層の厚さを制御)