

Zernike 型 X 線位相差顕微鏡による位相物体の 3 次元イメージング

星野真人, 渡辺紀生, 青木貞雄 (筑波大院数物)

X 線位相差顕微鏡は、吸収コントラストが得られない位相物体のイメージングに適している。特に、生体試料を主に構成する軽元素に対する X 線の屈折率の位相項 δ は、吸収項 β に比べて 3 桁程度高い値を持つので、放射線に敏感な生体試料に対して、最小限の放射線損傷で高い像コントラストが得られる手法として期待されている。

我々は、BL3C(旧 BL3C2)において、ゾーンプレートを用いた Zernike 型の位相差 X 線顕微鏡の開発を行った。光源には Si(111)二結晶分光器で 5keV に単色した X 線を用いた。ゾーンプレートは NTT-ATN 製の最外輪帯幅 50nm のものを用いた。5keV の X 線に対する用いたゾーンプレートの回折効率は約 4%である。位相板には、試料からの回折光の位相を変調させるためのピンホール型位相板(ホール径:6 μ m、厚さ 3 μ m)を用いた。この位相板によって回折光の位相は約 $\lambda/4$ 進められるので、像面ではネガティブコントラストが得られる。検出器には直接撮像型 CCD カメラ(C4880, Hamamatsu Photonics, CCD tip: TD-215, Texas Instruments, 1000(H) \times 1018(V)pixels, 12 μ m/pixel)を用いた。光学系の倍率は BL3C2 のときで約 147 倍、リニューアルされた BL3C では約 225 倍であるので、物点上でのピクセルサイズはそれぞれ 80nm、50nm である。タンタル製テストパターンを用いた結像評価では、BL3C2 では 200nm 線幅まで、新設の BL3C に構築した光学系では 100nm 線幅まで解像することができた。また、直径 2.8 ミクロンのポリスチレン球の位相差像を Fig.1 に示す。5keV の X 線に対する透過率は 99.5%であるので、位相物体としてみなすことができる。キャピラリーチューブのまわりのポリスチレン球の可視化に成功した。

微小生体試料には、珪藻およびハルジオンの花粉を用いた。花粉の位相コントラスト像と吸収コントラスト像を Fig.2 に示す。吸収像では全くコントラストが得られていないが、位相コントラストでは毬のような形状を確認することができる。また、位相差 X 線マイクロトモグラフィーを用いて花粉の 3 次元イメージングを行った。花粉の位相コントラスト 3 次元像を Fig.3 に示す。発表ではその他の微小生体試料の位相差像やシミュレーションと実験データとの比較について示す予定である。

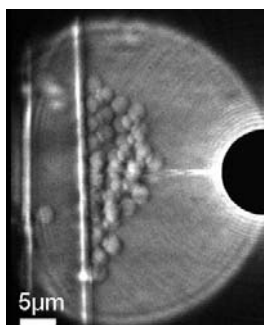


Fig.1 Phase contrast image of polystyrene particles.

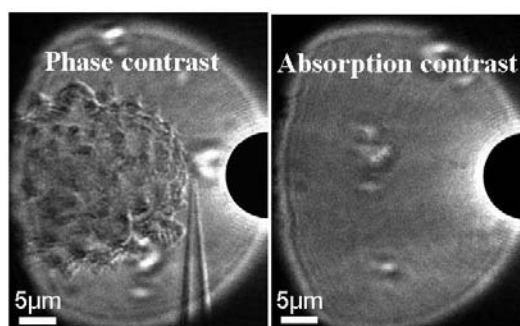


Fig.2 (Left) Phase contrast image of pollen (*Erigeron philadelphicus*). (Right) Absorption contrast image.

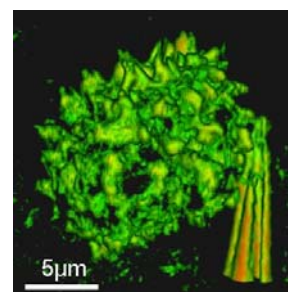


Fig.3 Phase contrast 3D image of pollen.