

X線位相イメージング・位相CTによる高感度非破壊検査

東北大学多元物質科学研究所 百生敦

X線による透視画像は、物体内部を可視化する目的で、医用画像診断、保安検査、非破壊検査、あるいはX線顕微鏡などで広く活用されている。被写体を廻る複数の投影方向で画像を取得し、被写体内部を三次元的に可視化するX線断層撮影法(X線CT)としても発展している。これらで得られる画像コントラストは被写体によるX線吸収の大小(吸収コントラスト)に基づいている。X線の吸収は重い元素ほど顕著であり、逆に軽元素の場合は吸収コントラストが弱い。すなわち、高分子材料や生体軟組織に対して十分な感度が得られないという原理的課題を抱えている。

この課題に対してX線位相イメージングが注目されている。X線は光(波)であるので、波の位相に基づく「位相コントラスト」を生成・活用する技術である。物体をX線が透過する際、その振幅と位相が変化する。振幅が従来の吸収コントラストに対応し、位相の変化(位相シフト)が位相コントラストを与える。位相シフトの相互作用が吸収の相互作用より約千倍大きいという事実があり、X線位相イメージングであれば軽元素材料であっても撮影が叶うと期待される。可視光領域に比べれば、X線を光として扱う技術には制限が伴い、X線位相イメージングを技術として実現する研究は1990年代に入ってからのことであった。X線光学素子製作技術、X線源技術(シンクロトロン放射光など)、デジタルX線画像検出器などの発展により、いくつかの位相コントラスト法が報告され、講演者もそのフロンティアを築いてきた。X線CTと組み合わせた初のX線位相CTもこの時点で開発した。最近では、X線透過格子を用いるX線Talbot干渉計(およびその発展形)による位相イメージング・位相CTの開発に尽力してきた。実験室X線源を用いた装置化も可能であるため、その実用性に関心が寄せられている。講演では、X線位相イメージング・位相CTの基礎的内容を紹介し、これまでに行った装置開発や撮影例を紹介する。