

新素材・
先端技術

SPring-8の放射光X線で調べるミクロの世界

物質にX線を照射すると蛍光X線が発生する。蛍光X線の波長と強度からそこにどのような元素がどのくらい含まれているかが分かるので、蛍光X線分析として用いられている。ここで当てるX線を2~3ミクロンまで細く絞ると、ミクロの世界を分析できることになる。これが本研究で開発したX線顕微鏡である。SPring-8の極めて細く絞った強いX線を試料に当てることにより、材料の微小領域や界面の分析、生体組織や細胞にある微量元素の分析などが可能になった。

【2G07】

SPring - 8BL39XUにおける走査型X線顕微鏡の開発

(広大工、JASRI) 早川 慎二郎、育田 夏樹、鈴木 基寛、廣川 健

顕微鏡は微小な物体を観察するための光学機器であり、日常生活から科学技術研究まで幅広い用途に用いられている。レンズで像を拡大して観察する結像型の顕微鏡が一般的であるがレンズで集められた微小な光ビームを用いて試料上の微小部の観察を行う走査型顕微鏡も用いられる。後者では試料を走査しながら透過光強度を測定することで画像を得る。一般の顕微鏡では可視光が用いられるが、我々はX線を用いる走査型顕微鏡の開発に取り組んでいる。X線顕微鏡に注目する理由の一つは波長の短い光を用いる方がより細かい構造まで観察できる点にある。半導体の集積回路を作る技術(半導体リソグラフィ技術)においてX線の利用が最終手段と言われるのも同じ理由である。また、X線に対する吸収が元素によって大きく異なる事を利用すると特定の元素を効率よく観察できる点にもう一つの特徴がある。顕微鏡ではないがレントゲン写真ではX線に対して骨中のカルシウムによる吸収が強いことを利用している。X線による吸収を測定する方法として試料を透過したX線の検出に加えて、蛍光X線と呼ばれる2次X線を検出することができる点が走査型顕微鏡の利点である。蛍光X線測定では微弱な信号を観測できるため走査型X線顕微鏡との組み合わせにより試料中での微量元素の分布状態を知ることができる。

特に、強力な放射光を光源に用いることで従来では不可能であったppmレベル以下の微量元素の分布測定が実現するため、これまでも様々なグループにより走査型X線顕微鏡の開発が取り組まれてきた。最大の問題はX線に対する光学素子(レンズ)では必要とされる形状や表面の滑らかさが非常に厳しい事であるが、近年の加工技術の進歩により表面粗さが1nm以下の非球面集光ミラーが実現した。SPring-8からの高輝度なX線と組み合わせた予備実験において2~4 μ m程度のビームサイズを実現し、微小なビームスポットに 10^{10} 個/sのX線光子を集めることができた。今後、システムの最適化を行い、1 μ m程度の空間分解能で微量元素の分析を行う予定である。機能性材料中で界面などに局在する元素や、生体組織、細胞中に蓄積された微量元素濃度などを明らかにし、新規材料の機能解明や生物、医学の諸問題、犯罪捜査への応用など幅広い社会的な要請に応える分析手法になると期待される。