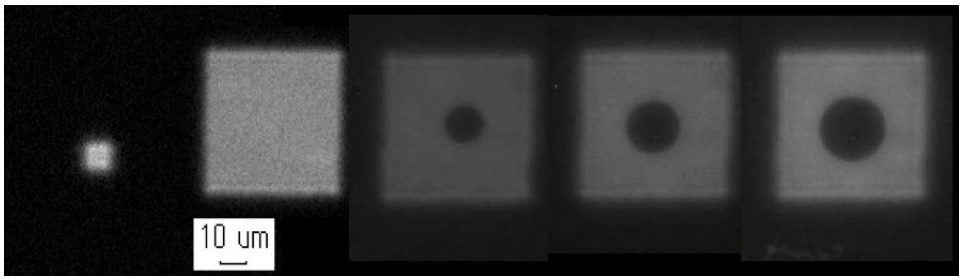
放射光Ｘ線マイクロビーム細胞照射装置の現状

Current status of the synchrotron X-ray microbeam irradiation system

高エネ機構物構研　°宇佐美 徳子，小林 克己

Institute of Materials Structure Science (IMSS), KEK, °Noriko Usami, Katsumi Kobayashi

E-mail: noriko.usami@kek.jp

放射線の生物作用は，放射線のエネルギー付与によって生体分子が化学変化を起こすことが出発点になる，というのが古典的な放射線生物学の考え方である．ところが，1992 年に長澤らの発表した低線量α線を用いた研究により，放射線が直接ヒットしない細胞に影響が現れる「バイスタンダー（傍観者）効果」の存在が指摘された．この現象は，細胞集団のほとんどが直接放射線を受けない低線量では特に重要なメカニズムである．バイスタンダー効果の発見によって，細胞集団に均一に放射線を照射し，細胞集団の応答として観測していた放射線影響研究の方法論も大きく変わることとなった．「マイクロビーム細胞照射装置」は，ミクロンサイズのビームを，狙った細胞，あるいは細胞の一部に照射することができ，さらに個々の細胞の応答を個別に追跡できる装置である．我々は，低線量の光子放射線生物影響研究のために，放射光を光源とした装置としては世界初の放射光Ｘ線マイクロビーム照射装置を開発し，共同利用に供している．この装置は，蛍光顕微鏡を利用して細胞の像および位置座標を取得し，記録された座標に決まった線量のマイクロビームＸ線を照射することができる．水平に出射される放射光Ｘ線ビームを，顕微鏡のステージ上の細胞に下方から照射できるように，シリコン結晶の(311)面を利用して放射光Ｘ線を上方にはね上げている．このため，利用できるＸ線のエネルギーは 5.35keV に限られている．

この装置の大きな特徴のひとつとして，ビームサイズ可変という点がある．放射光は，光の発散角が小さく平行性が高いので，試料直前に設置した精密スリットでビームを成形することにより，矩形のマイクロビームを簡単に作ることができる．この方法で作成したビームの最小サイズは 5μm 角であり，通常の培養細胞の細胞核の大きさより十分小さく，個々の細胞を狙って照射できるだけでなく，細胞の一部を局所的に狙った照射も可能である．また，細胞質へのエネルギー付与に対する細胞の応答を調べるために，細胞核の部分を遮蔽し，細胞質に相当する周辺部でＸ線を透過するマスクを作成した．このＸ線マスクは薄い SiN 薄膜の上に金を蒸着したもので，遮へいされた中央部分では，5.35keV のＸ線の強度が 1/1000 以下になっている．これまでの実験方法と同様，細胞核をターゲットとして認識し，この「細胞質のみ照射」ビームを照射すれば，細胞核部分が遮へいされ，周辺の細胞質のみの照射が実現できる（写真：スリットとマスクによって作られたさまざまなビームの像）．