

マイクロビームからナノビームへ

- ERL 光源の拓く世界 -

KEK・PF 飯田厚夫

X 線マイクロビームによる X 線計測技術は、放射光利用により始めて実用化のレベルに達した手法である。1980 年代から本格的な開発が進み 1990 年代以降は応用研究も分光計測・X 線回折法の分野で進んでいる。放射光の高い輝度を利用するマイクロビームの特性は、X 線集光技術とともに放射光光源の性質に強く依存する。エネルギー回収型ライナック(*Energy Recovery Linac*, ERL)をベースとした新光源は、超低エミッタンス(0.01 nmrad) およびビーム形状が円形という特徴があり、集光素子の改良などにより原理的には 10 nm オーダーのナノビームを得ることも可能と考えられる。また、輝度の増加に伴って μm ~ sub- μm サイズのビームの強度は通常では 1~2 桁、最適条件下では 3 桁の増加が期待できる。2002 年 11 月 14 日・15 日に開催された放射光将来計画のための研究会 3「放射光マイクロビームと利用研究の展開」*は、ERL 放射光源でのナノビーム利用研究の可能性を視野に入れ、X 線マイクロビーム技術とその利用の現状を概観し、また今後の展望について議論した。この研究会の講演・討論に基づき ERL 光源の拓くマイクロビームの世界を紹介する。

第 2 世代リングで始まった X 線マイクロビーム利用研究は本格化してからほぼ 10 年の経験を持ち、第 3 世代 X 線リングではサブミクロンの X 線ビームを利用した応用研究が本格的に広がりつつある。この間に新しい素子・光学系が開発・実用化されてきた。SPring-8 では 0.1 μm に近いビームもいくつかの方法によって実現されている。また波動光学的な要素の評価が重要な因子になってきているのも光学系開発の最近の動きである。これらの研究の積み重ねの上に X 線ナノビームの世界が広がると期待される。最近最もホットな話題の一つと考えられている単分子構造解析技術は、対象試料が単分子という点から必然的にナノビームとコヒーレンスが結びついたテーマである。生物試料にとどまらずナノサイエンス・ナノテクノロジーに関連した材料解析に応用が拓ける可能性がある。また微小領域の化学組成や化学状態、統計的な構造の解析に新しい展開が期待される。一方で nm スケールでの X 線計測には試料のハンドリング・観察方法の問題だけではなく、測定の本質にかかわる試料損傷・統計的揺らぎなどの問題がある。sub- μm から 10nm の物質評価の世界では、マイクロビーム(走査型)と各種イメージング(投影型)手法(分光学的な方法例えば PEEM など)との関係が益々重要になってくると思われる。一方ナノ領域の物質構造研究はむしろ他のプローブ(電子、イオン、可視光など)で先行している。これらの分野での到達点を踏まえ放射光プローブの特徴を生かした方向性を探っていく必要があると思われる。

*KEK Proceedings 2002-23 として発行されています。興味のある方は、お問い合わせください。