

PF BL-15A1 でのセミマイクロビームによる XAFS/XRF/XRD 複合分析システムの現状

○仁谷浩明^{1,2}, 武市泰男^{1,2}, 木村正雄^{1,2}
清水伸隆^{1,2}, 松岡亜衣¹, 小山篤¹, 五十嵐教之^{1,2}
¹KEK-IMSS/PF, ²総研大高エネルギー加速器科学研究科

1. 緒言

PF BL-15A1 ビームラインは 2005 年の PF 直線部増強改造によって導入された 4 つの短直線部のうち最後の短周期アンジュレーターを光源とするビームラインである。ユーザーのニーズ、国内のビームライン整備状況、PF リングのエミッタンスを考慮した結果、ビームサイズは 10 μm 程度にとどめ、十分な強度と幅広い利用を想定し、2013 年より建設が進められ、昨年度より段階的にユーザー実験を開始している。

BL-15A1 では初めて導入されるデバイスや技術が多くあり、光学系や測定系もこれまでの PF XAFS ビームラインでは使用していないものである。本発表ではこれら新しい技術の解説を交えつつ、実際にエンドステーションで利用可能な XAFS・XRF・XRD 複合分析システムについて紹介する。

2. 光学系

BL-15A1 の光源は BL-15 短直線部に設置された短周期アンジュレーター (SGU#15) で、下流の SAXS ビームラインとの共用も考慮して設計を行った。液体窒素冷却計算駆動方式の Si(111)二結晶分光器と組み合わせることで理論値では 2.1~15 keV の全領域で 10^{11} 後半~ 10^{12} 前半 phs/sec の光子束が得られる。また、低エネルギー域でのロスを抑えるため、光源リングから試料直前のカプトン窓まですべて差動排気システムにより接続している。QXAFS での利用を考え、アンジュレーターと分光器は将来的に協調駆動が可能になるように設計している。

集光光学系には縦と横で別々のシステムを採用しており、特に横方向の集光に関しては 16 素子の圧電素子を備えたバイモルフミラーを使用している。これにより試料位置でのビームサイズが実測で縦横とも 20 ミクロン弱で 10^{11} の光子束を達成している。また、光学素子の振動を抑えるために、建設時には実験ホールの床を補強する工事を行った。

3. 測定系

試料位置でのビームの照射位置を正確に把握するため、BL-15A1 では X 線光軸上に X 線透過窓を持つミラーを挿入し、直角方向に構えたカメラで試料の表面を観察する X 線同軸顕微鏡を備えている。X 線照射表面を正面から観察できることから、容易に狙った位置に X 線を照射することが可能である。検出器には通常の電離箱の他に SDD と PILATUS100K を装備している。SDD は蛍光 X 線測定用で、高速 DSP と組み合わせることで最大スループット 1.6 Mcps で計測が可能である。PILATUS100K はゴニオアームに搭載されており、回折実験が行える。同一ビームスポットから XAFS と XRD のデータを得ることにより、化学状態と相状態を正確にマップすることができる。また、低エネルギーの出射が可能な分光器の特徴に合わせ、低エネルギー実験用の試料マウントシステムを作成中である。こちらも 2015 年度中に導入予定となっている。