

## BL07LSU 東京大学物質科学アウトステーションビームライン

東京大学では、2006年5月に総長直轄の組織として物質科学部門、生命科学部門の2部門からなる放射光連携研究機構を開設し、既存施設の高輝度放射光を利用して先端的研究の展開を目指している。物質科学部門では、SPring-8の長直線部に世界最高水準の軟X線アンジュレータビームライン (BL07LSU) の建設・整備を計画し、2007年度から大学の独自予算でその建設が始まった。そして2009年秋までに水平偏光型8の字アンジュレータ4台から成る高輝度軟X線アンジュレータビームライン及び4つの実験ステーションが完成し、同年10月9日にその完成披露式典が催された (図1)。BL07LSUでは2009年後期から共同利用を開始しており、申請は半年ごとに東京大学物性研究所共同利用係にて受け付けている。



図1 2009年10月9日 BL07LSU 完成披露式典



図2 ビームラインの様子

### 1. アンジュレータビームライン

ビームラインBL07LSUは、SPring-8 27 m長直線挿入光源部に8台の水平／垂直偏光型8の字アンジュレータから構成される新たな偏光制御型長尺軟X線アンジュレータを設置し、連続偏角可変のMonk-Gillieson型不等刻線間隔平面回折格子分光器及び集光光学系により、①エネルギー範囲 (hν) : 250~2000 eV、②エネルギー分解能 : >10,000、③集光サイズ : <10 μm、④フラックス : >10<sup>12</sup> photon/s/0.01%BW、⑤偏光 : 直線偏光 (任意角) / 左右円偏光切換え、という世界最高水準の光学性能を持つ軟X線ビームラインを目指している。

2009年度現在 BL07LSUでは、第一段階として4台の水平偏光型8の字アンジュレータが設置され、分光光学系には中心刻線密度600 line/mmの不等間隔回折格子が装備されている。これまで放射光による光学素子の光焼きだしを行いながら調整を進め、①の光エネルギー領域を確認した。②のエネルギー分解能についても窒素や希ガスのX線吸収及び光電子スペクトル評価から目的の分解能を達成している (図3)。③の集光サイズについては後述する実験ステーション (3D nano-ESCA) において92 nmのスポットサイズを確認しており、こちらも当初の目的を果たしている。④のフラックスはフォトダイオードを用いて現在光量評価を行っており、設計値に近い値が得られている。最後の⑤偏光度については、現在設置されている4台の8の字アンジュレータでは基本波は水平偏光のみが発生するので、目

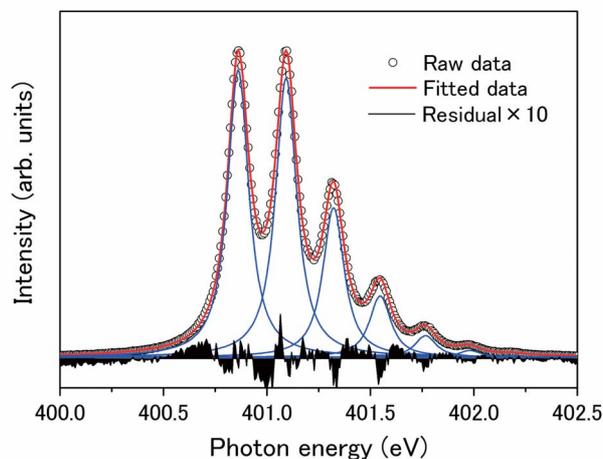


図3 窒素ガスのK吸収端全イオン収量X線吸収スペクトル (E~401 eV)。Voigt関数によるピークフィティング結果 (ローレンツ巾 114 meV、ガウス巾 38 meV) からエネルギー分解 (E/ΔE) は約10,000と見積られる。

標の偏光自由度を得るためには残り4台の垂直偏光型8の字アンジュレータが不可欠である。この垂直偏光型8の字アンジュレータのSPring-8蓄積リング内設置は2010年夏に予定されている。

験を行う。

松田 巖、柿崎 明人

東京大学放射光連携研究機構（東京大学物性研究所）

## 2. 実験ステーション

ビームラインBL07LSUでは現在、以下の4つの実験ステーションが設置及び整備されている。いずれのステーションも共同利用実験装置として一般ユーザーへ開放しており、利用申請は各責任者と相談して行われる。

### 2-1 時間分解軟X線分光実験ステーション（TR-SX spectroscopy）

本ステーションでは超短パルスレーザーシステムを設置し、赤外～紫外線レーザーパルスと軟X線放射光パルスのタイミング同期及び遅延を高精度に制御し、両者を組み合わせた高速かつ高分解能な軟X線光電子分光測定を行う。そして物質の動的現象における電子状態、化学状態、振動状態、原子構造の変化をリアルタイムで追跡し、固体の光誘起相転移、半導体材料のキャリア変化、磁性体のスピンダイナミクス、光触媒における表面化学反応などの機構を解明する。

### 2-2 三次元走査型光電子顕微鏡（3D nano-ESCA）

本ステーションは、ナノメートルスケールの空間分解能で、物質の電子・化学状態分布を三次元的に可視化するための実験ステーションである。超高輝度放射光をフレネルゾーンプレートで集光することで放射光ナノビーム（目標値：50 nm以下、2009年現在：92 nm）を形成し、これを用いて空間分解（x, y）した光電子スペクトルを測定し、そのスペクトルの放出角度依存性を最大エントロピー法で解析することにより、さらに深さ方向分析（z）を行う。これらの技術の融合により、三次元（x, y+z）空間解析を実現する。

### 2-3 超高分解能軟X線発光ステーション（HORNET）

本ステーションでは、気体・液体・固体を問わず、あらゆる物質の化学結合を担う電子の状態を元素ごと、軌道ごとに調べられる発光分光装置を備えている。また試料は真空環境下でも、大気に置いたままでも測定が可能である。測定システムには高縮小倍率（1：150）のミラー光学系を採用して0.5 μmのスポットサイズを実現し、さらに軟X線発光分光器の全長を3 mと大型化することで世界最高分解能 $E/\Delta E > 10000$ の超高分解能化を図っている。

### 2-4 フリーポートステーション（Free-Port）

本ステーションでは全国の研究者が実験装置を持ち込んで、本ビームラインが発生する高輝度軟X線放射光利用実