

# BL15XU

## 独立行政法人 物性・材料研究機構物質研究所( 広エネルギー帯域)

### 1. ビームライン概要

本ビームラインは旧科学技術庁無機材質研究所が、航空・電子等技術審議会第23号答申(平成8年度)に基づいて平成9年度より6年計画で開始した「SRを用いた研究及び施設整備の総合的推進(第3世代光源(SPring-8)を利用した材料の超精密解析に関する研究)」の基盤を成す重要な設備として計画され、平成10年度より2カ年で設置作業を終了させたものである。省庁再編に伴い無機材質研究所は独立行政法人物性・材料研究機構における一部門(物質研究所)として再出発したが、本ビームラインは物質研究所に所属する専用ビームラインとして位置づけられている。

物質材料は、一般に高度になるほどその物性や構造が複雑になる傾向が強い。また、合成法や成分等の微妙な違いが大きな成果をもたらすことも有り、その研究開発には目標が高度であればあるほど試行錯誤的な要素が強くなり大きなリスクとコストを伴うようになるのが一般的である。したがって、複雑になる一方の構造や物性を、少ない試料量でなるべく精密かつ非破壊に解析し情報を提供することは、材料研究開発へのロードマップを提供すること等しい。また、物質の機能発現機構を解析することが以上の観点からも重要であるが、そのためには構造と物性(電子状態等)を一つの光源で解析できるようにすることが望ましい。従って、構造解析に適した比較的短波長の高精度高輝度単色光を発生できる事、電子状態等の物性解析に対しては軽元素から重元素の内殻電子と価電子帯が励起できるため、軟X線から硬X線まで広い範囲での任意の単色光をも発生できる事が必要となる。このため本ビームラインは、0.5~60keVの領域で発生されるアンジュレータ光に対し、任意の波長にアンジュレータをセットして  $E/E \sim 10^{-4}$ 程

度の高輝度単色光が得られることを基本仕様としている。本ビームライン名称の「広エネルギー帯域」はここから来ている。概要を図1に示す<sup>[1]</sup>。

### 2. ビームラインの現状

#### 2.1. アンジュレータ

先に述べたとおり、本ビームラインでは0.5~60keVの領域の光を総てアンジュレータで供給する。これだけのエネルギー領域を通常型のアンジュレータ1本でカバーすることは不可能であるため、本ビームラインではリボルバー型を採用し、リニア部とヘリカル部の2種類の磁石列を準備することで光源光の供給を実現している(写真1)。このアンジュレータの調整は、SPring-8挿入光源グループによって実施され、最終的にはギャップをフルオープンにすれば蓄積リングが100mA運転の状況でも磁石列が切り替えられるまでになっている事が2000A中に確認された<sup>[2]</sup>。磁石



写真1

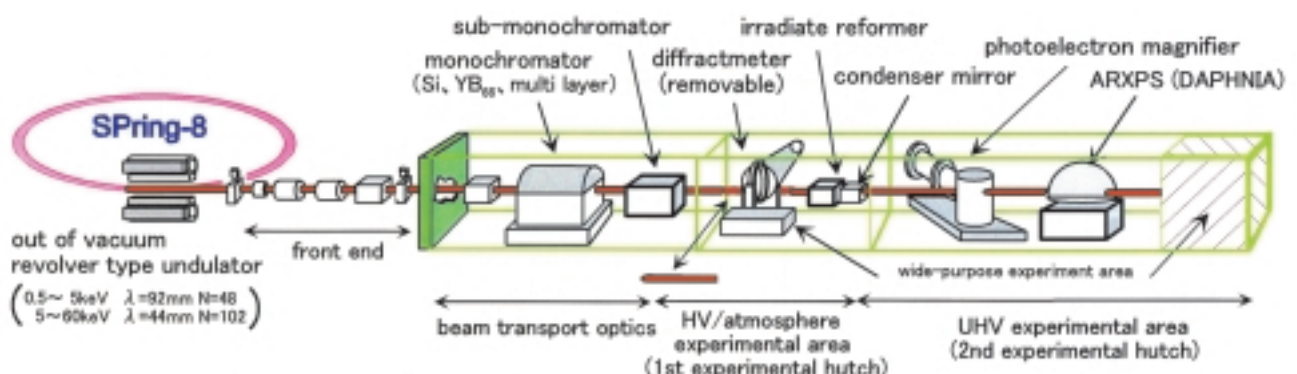


図1

列の切り替え自体は中央制御室に依頼して切り替えるが、その他の操作は総てビームラインから行えるまでになり、目標仕様はほぼ達成されたと言える。

## 2-2. 初段分光器

本ビームラインでは広エネルギー帯域の光源光の高精度分光に対応するため、分光原理や分光結晶は標準分光器と同じであるが、機械的構造は独自のものを持つ器とは異なった構造を持つ(写真2)。したがって、その立ち上げ調整も、SPring-8関係者に教えを請いつつなおかつ手探りで立ち上げていくという状況となった。2000Aから始まった立ち上げ調整では、まず最も調整しやすいSi(111)による5~20keVでのビーム出し等を進めた。詳細な報告は別報<sup>[3]</sup>にまとめるが、最終的には、試料上でほぼ $10^{13}$  photon/sec、分解能  $E/E \sim 10^{-4}$ 程度であることを確認している。図2

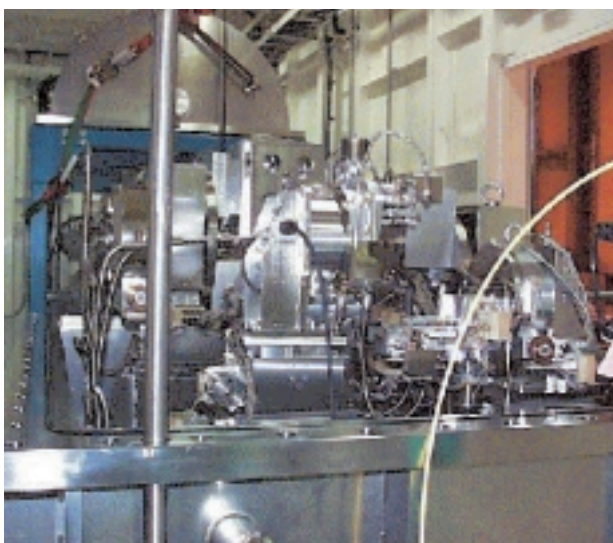
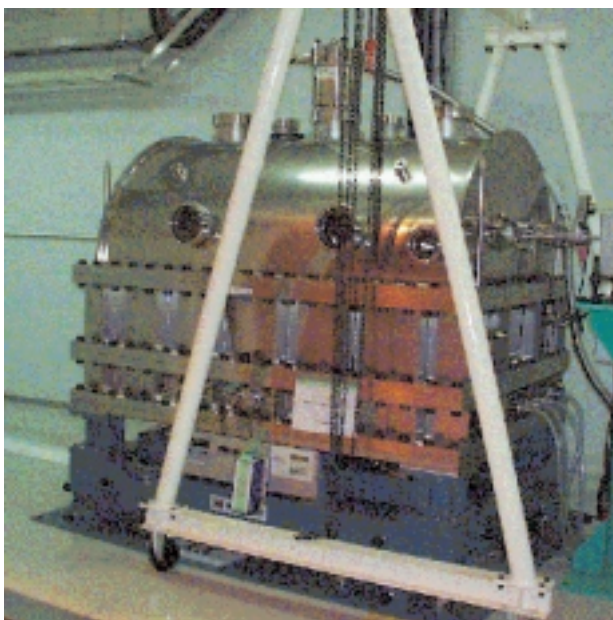


写真2

は、6keV設定時の、初段分光系走査により測定した光源スペクトルである。検出器までの強度補正を行うと、理論スペクトル(Spectraによる)との一致が極めて良いことがわかる。また、この領域では、一次光と高次光の軸芯が0.5mm程度分離しており、スリット操作だけでほぼ完全な単色光が得られることも確認された。これは、このエネルギー領域を用いることが多い構造解析実験等には特に有用であり、高分解能実験等への応用が進められているところである。

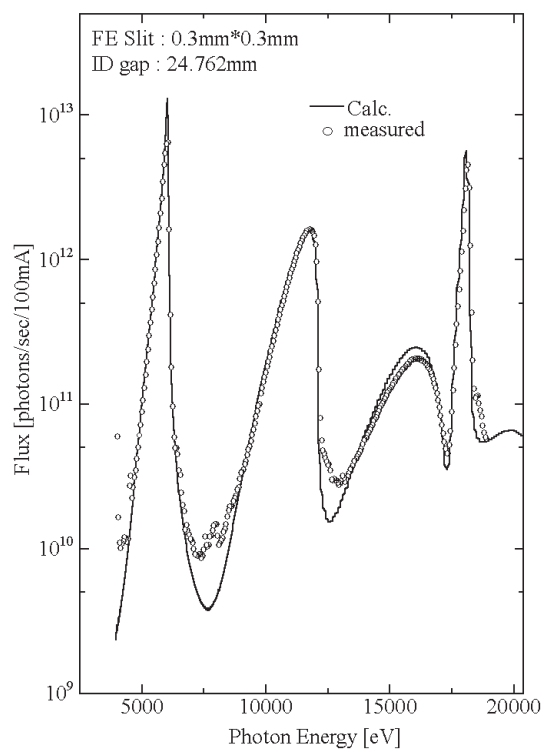


図2

## 2-3. 真空保護及びインターロック

本ビームラインは、軟X線まで使用するために、基本的にウィンドレス仕様であった。しかし、初段分光系の結晶破損事故等から蓄積リングの真空系の保護をはかれるように、初段分光系においてSi使用時にはその上流にBe窓を設置するように勧告を受けた。これに基づき、平成12年夏期停止期間中に、分光結晶切り替え(2keV以上ではSiを使用し、1~2keVではYB<sub>66</sub>を使用する)に連動して稼動する水冷Be窓(厚さ25ミクロン、写真3)を設置した。そのため、真空区画の増加や結晶冷却水系切り替え仕様変更等輸送光学系に多くの変更が生じたため、インターロックを根本的に見直し再構築を行った。導入直後は予定より厚めのBe窓を用いたが、動作は極めて良好であることが確認されている。

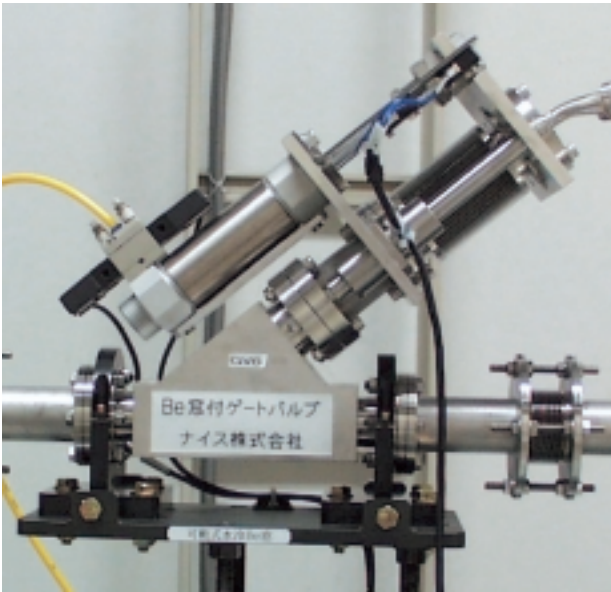


写真3

[ 2 ] T.Hara, T.Tanaka, T.Seike, T.Bizen, X.Marechal, A.Nisawa, S.Fukushima, H.Yoshikawa, H.Kitamura : 7th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation ( Berlin, 2000 )

[ 3 ] 二澤宏司、奥井真人、八木信弘、水谷 剛 : SPring-8 利用者情報 Vol.6 No.1 ( 2001 ) 27-30

#### 2.4 . 実験装置

計画されている常設実験装置の最後の一台である光電子顕微鏡の全電子光学系が平成12年秋にビームラインに組み込まれた。これで、図1に示されているラインナップがほぼそろったことになる。しかし、真空系のトラブルが続いており、放射光導入による実験には、まだ時間が必要な状況である。

大型角度分解X線光電子分光装置（通称「DAPHNIA」）は、組み上げ調整がほぼ終了し、補助励起光源（通常管球）による分光系の評価が進められた。結果は満足すべきもので、平成13年度には放射光を導入した装置評価が実施できる状況となった。一方、角度分解機構の機械精度が、通常管球での測定には十分であるものの放射光ビームに対しては不足しており、平成13年度夏期停止期間での大幅な手直しに向けて準備を進めている。

照射改質実験装置は、2000Bの最後で実試料を用いた立ち上げ評価を行った。マニピュレータについて、ビーム高さ、入射角度に対する調整以外が手動であるため、ビームの照準を中心とした操作性が大変悪いことが課題となった。

さらに、実用放射光ビームが得られたエネルギー領域に対して、粉末X線回折計の立ち上げと評価も実施され、十分に実用となる高分解能実験が可能であることも確認された。

( 福島 整、吉川 英樹、二澤 宏司、北村 優、\*木村 昌弘、\*奥井 真人、\*水谷 剛、\*八木 信弘 )

物質材料研究機構 (\*スプリングエイトサービス株)

#### 参考文献

[ 1 ] 福島 整、吉川英樹 : SPring-8利用者情報 Vol.2 No.6 ( 1997 ) 25-31