

特集：高輝度X線(I)—SPring-8—

原研ビームライン

原見 太幹, 小西 啓之, 横谷 明德

原研大型放射光開発利用研究部*

JAERI Beamline

Taikan HARAMI, Hiroyuki KONISHI and Akinari YOKOYA

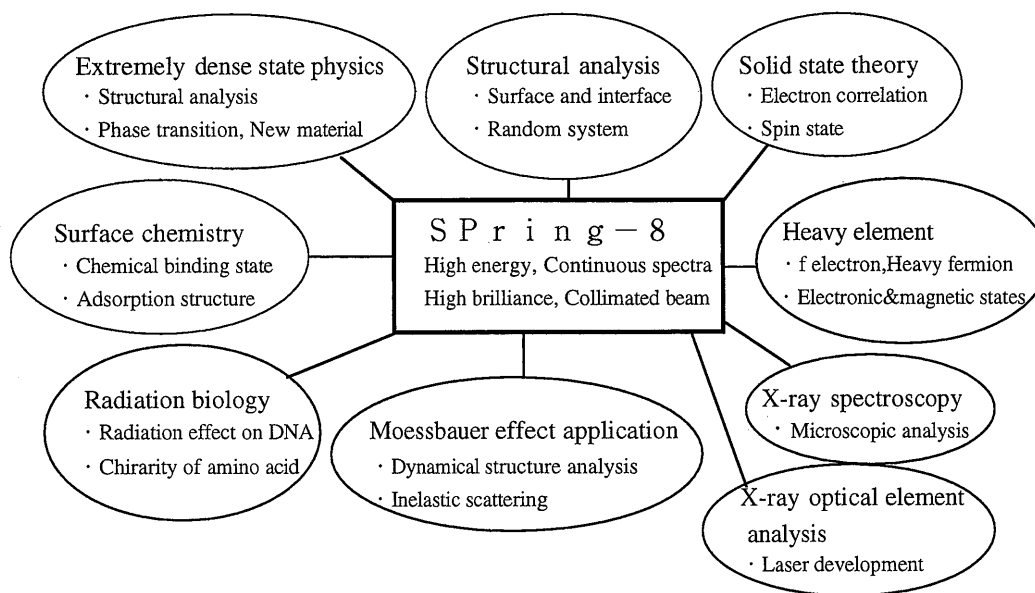
SPring-8 Project Team

1. はじめに

原研は、大型放射光施設 SPring-8 建設を契機に表 1 に示す物質の構造と機能を解明する物質構造物性研究を中心とした放射光利用研究を行う。この研究を推進するため、平成10年度までにビームライン3本を建設する。3本のビームラインの研究内容、光源、主な実験装置を表 2 に示す。

重元素科学用ビームライン (BL23SU) は、可変偏光アンジュレータを光源とする軟 X 線 (0.5~3 keV) 利用のビームラインである。ウラン等重元素物質の電子状態・磁気状態の研究, 固体表面化学状態の研究, 生体関連物質の照射効果の研究を行う。材料科学用ビームライン (BL14B1) は、偏向電磁石を光源とするビームラインであ

Table 1. JAERI research programme of the SPring-8



* 原研大型放射光開発利用研究部 〒678-12 兵庫県赤穂郡上郡町 SPring-8 リング棟
TEL 07915-8-0834 FAX 07915-8-0830
e-mail taikan@sp8sun.spring8.or.jp

Table 2. JAERI beamlines (source, instrumentation and research) of the SPring-8

Beamline	Research Activity	Source	Major Instrumentation
Heavy Element Science Beamline :BL23SU	<ul style="list-style-type: none"> Electronic state and magnetic state of heavy elements Chemical state of surface Radiation effect on biological substances 	Undulator Variable polarization (0.5~3 keV)	<ul style="list-style-type: none"> Photoelectron spectroscopy Magnetic circular dichroism EPR apparatus for biology Chemical state analysis Laser multiphoton apparatus
Material Science Beamline :BL14B1	<ul style="list-style-type: none"> Structural analysis under high pressure Random system analysis Interface structural analysis 	Bending magnet (5~60 keV)	<ul style="list-style-type: none"> Diffractometer for high pressure Versatile diffractometer EXAFS apparatus
Material Science Beamline :BL11XU	<ul style="list-style-type: none"> Random system analysis Surface and interface analysis Moessbauer effect application Optical element analysis 	In-vacuum undulator (5~50 keV)	<ul style="list-style-type: none"> Surface diffractometer in-situ MBE in-situ hot cell High precision diffractometer

る。実験ステーションは、白色 X 線を利用する白色実験ハッチと単色 X 線を利用する単色実験ハッチからなる。高温高圧など極限環境下での物質の構造変化、ランダム系物質や液体/固体界面の構造解析を行う。X 線の利用エネルギーは 5~60 keV である。材料科学用ビームライン (BL11XU) は、アンジュレータを光源とする 5~50 keV の X 線利用のビームラインである。この実験ステーションでは、ガラス、アモルファ

ス等のランダム系物質、固体/固体界面の構造解析、メスバウア効果を利用した動的な物性研究を行う。

2. 重元素科学用ビームライン (BL23SU)

重元素科学用ビームラインは、SPring-8 の BL23SU に設置する可変偏光アンジュレータ¹⁾を光源とする軟 X 線 (0.5~3 keV) 利用のビームラインである。このビームラインでは蓄積リング

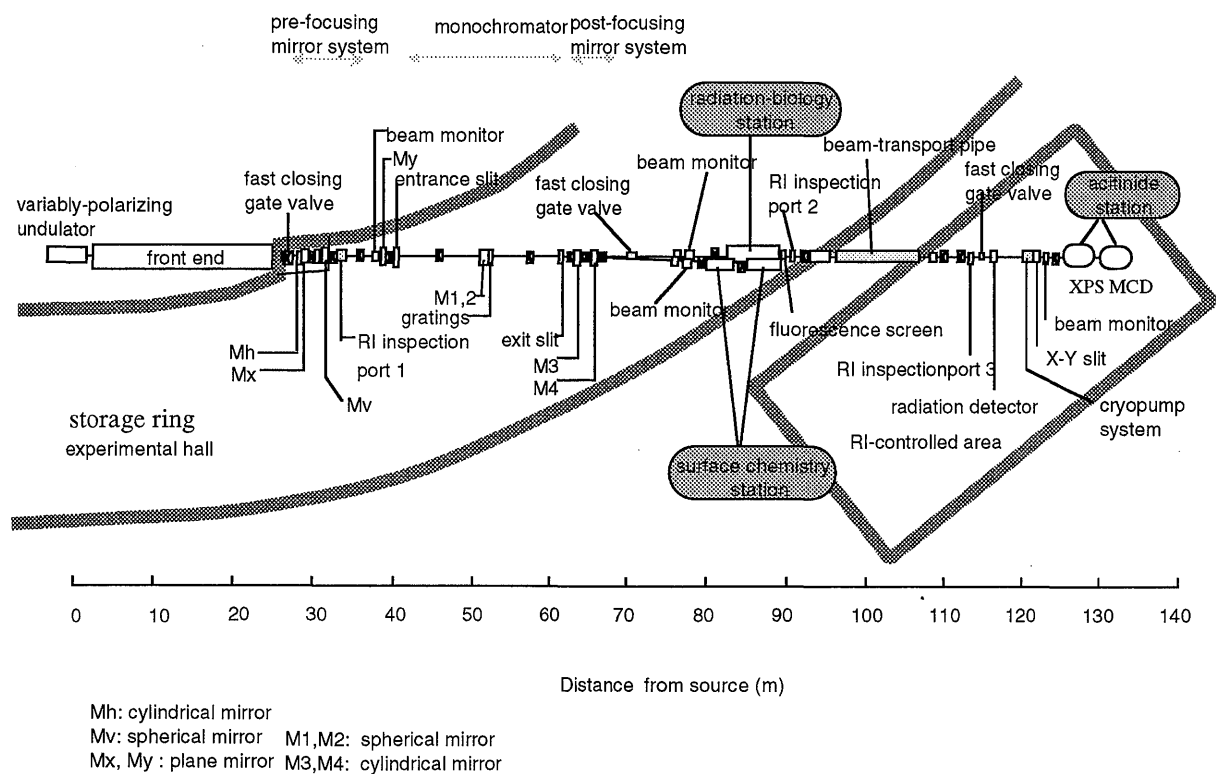


Figure 1. Schematic drawing of the BL23SU beamline.

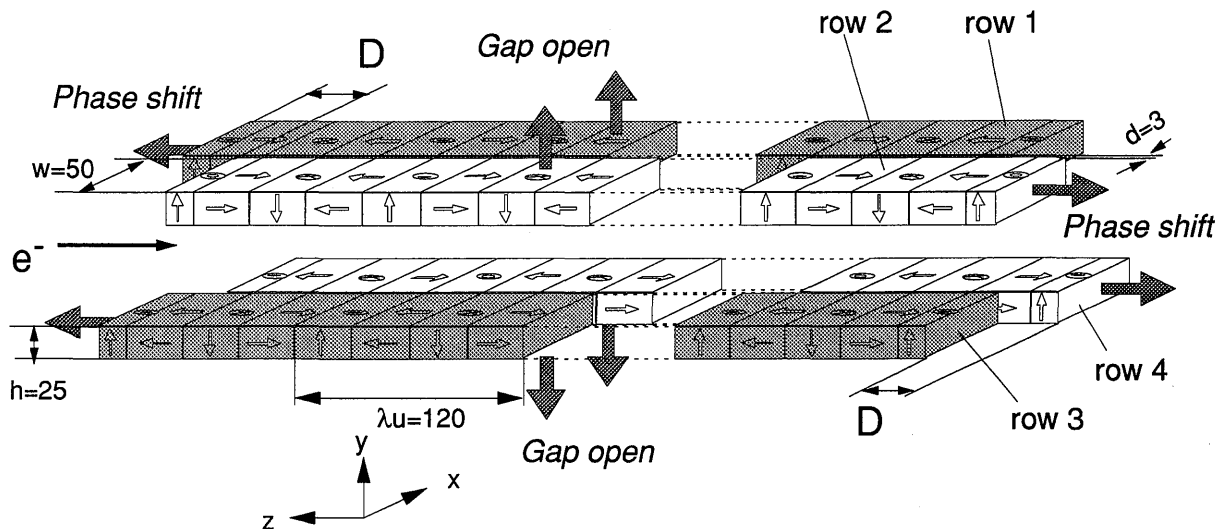


Figure 2. Magnetic structure of the undulator generating the variably polarized photon.

実験ホールと放射性物質を取り扱える別建屋 (RI 棟) 実験ホールに実験ステーションを設ける (図 1)。前者の実験ステーションでは固体表面化学, 生体関連物質の照射効果の実験を, 後者では重元素物質等放射性物質の電子状態・磁気状態の実験を行う。ビームラインの全長は標準の蓄積リング実験ホールのビームラインに比べて長い約 130 m である。

このビームラインの光源は, 図 2 に示すアンジュレータで偏光が可変な型である。このアンジュレータは上下の磁石列がそれぞれ 2 分割している。偏光を変えるときは斜めに配置する 2 対の磁石列をビーム軸に沿ってそれぞれ逆方向に移動させる。この 2 対の磁石列の位相差に応じて, 直線 (垂直, 水平) 偏光, 円偏光, 楕円偏光の光を取り出せる。この位相差を時間的に繰り返すことによって, 左右円偏光を 0.5 Hz でスイッチさせることができる。

モノクロメータは, 不等間隔平面回折格子²⁾を用いる。エネルギー分解能は, $E/\Delta E=10000$ 以上を期待している。光学系として集光のためのミラーを 4 枚及びビームの方向を調整し RI 棟に導入するための平板ミラーを 2 枚設置する。

実験装置として, 重元素物質の電子状態研究のための光電子分光装置, 磁気円二色性装置, 固

体表面化学研究の表面化学状態分析装置, 生体物質用電子スピン共鳴 (EPR) 装置等を設置する。

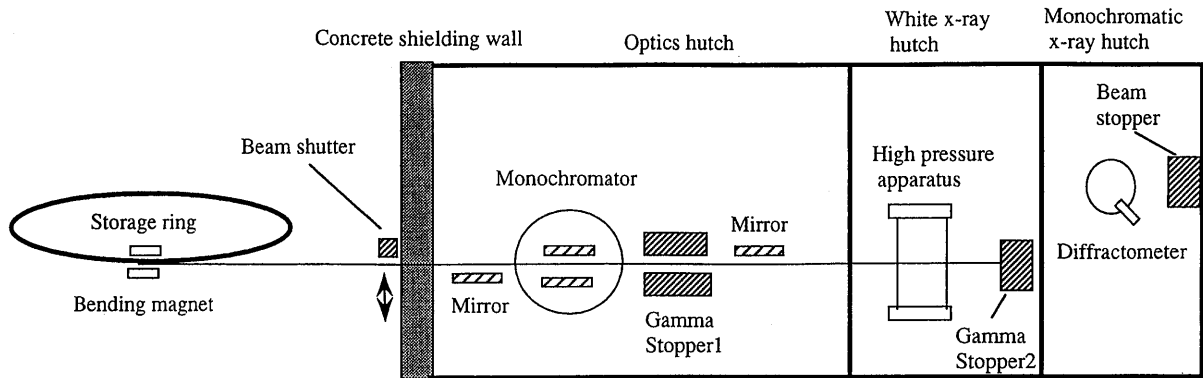
3. 材料科学用ビームライン (BL14B1)

材料科学用ビームラインは, SPring-8 の BL14B1 に設置する偏向電磁石を光源とするビームラインで, 上流側の白色 X 線を利用する白色実験ハッチと下流側の単色 X 線を利用する単色実験ハッチからなる (図 3)。単色実験ハッチにビームを入れるときは, 白色実験ハッチの実験装置, ビームストッパーをビーム軸から外す。白色実験ハッチではモノクロメータで分光した単色実験を行うこともある。X 線の利用エネルギーは 5~60 KeV である。将来計画として 100 keV の X 線の利用, 白色 X 線集光用スーパーミラーの導入を検討している。

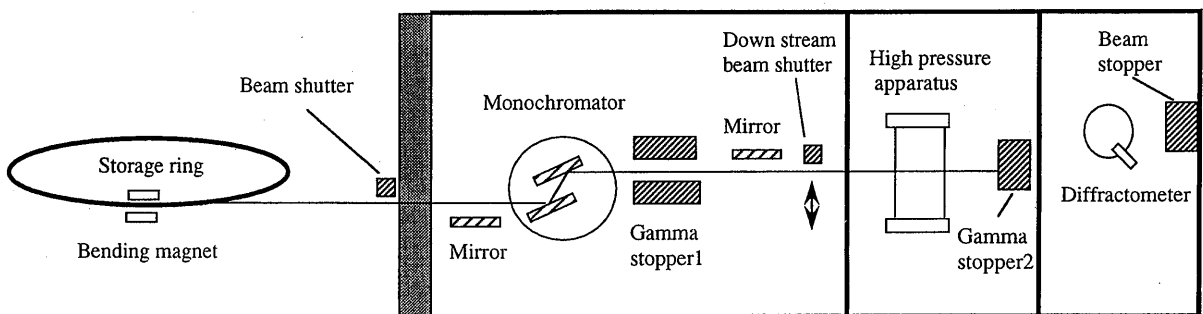
分光器は SPring-8 で用いる標準型偏向電磁石ビームライン用 2 結晶モノクロメータである。単色実験ハッチにビームを通す時はミラーを使用するので, ミラー, モノクロメータ, ガンマストッパを共通の傾斜昇降機構付き架台にのせる。

白色実験ハッチに高圧 X 線回折計, 単色実験ハッチに汎用型 X 線回折計, EXAFS の実験装置を設置する。

(A) White x-ray experiment in the white x-ray hutch



(B) Monochromatic x-ray experiment in the white x-ray hutch



(C) Monochromatic x-ray experiment in the monochromatic x-ray hutch

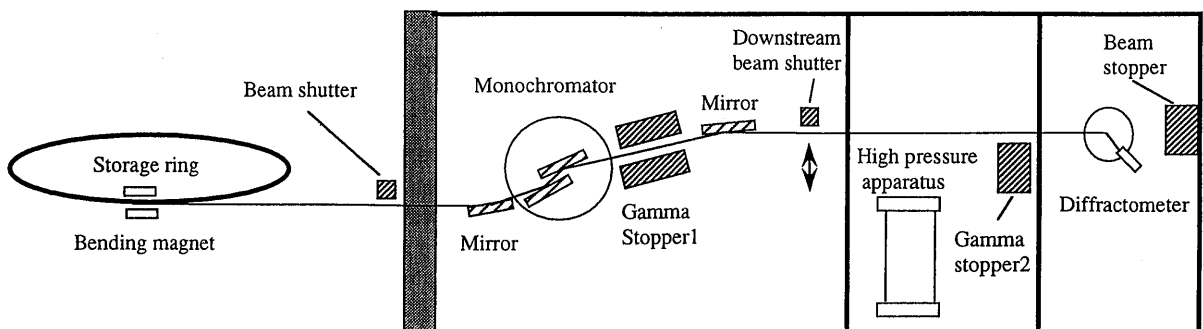


Figure 3. Schematic drawing of beam arrangements in the white x-ray hutch and the monochromatic x-ray hutch of the BL14B1 beamline.

4. 材料科学用ビームライン (BL11XU)

BL11XUは、アンジュレータを光源とするX線(5~50 keV)利用のビームラインである。光源はX線領域をカバーする真空封止型アンジュレータ³⁾を使用し、分光器はSPring-8標準型アンジュレータ用2結晶モノクロメータ⁴⁾を使用する。実験ステーションでは、ランダム系物質、表面・界面の構造解析実験、非弾性散乱等物質の揺らぎ、時間性をテーマにした動的な研究、スペッ

クルパターン干渉実験等物質によるコヒーレントな散乱実験を行う。

実験装置として表面X線回折計、MBE、高温実験セル、精密X線回折装置を設置する。

5. 研究体制

原研は、大型放射光施設SPring-8建設を契機として21世紀の科学として期待される「光量子」の基礎研究を関西の地に展開する目的で平成7

年度に関西研究所を発足した。関西研究所では大型放射光施設 SPring-8 の建設, 放射光利用研究, レーザー光源の開発を進める。放射光関連の研究は兵庫県播磨の科学公園都市に, レーザー関連の研究は京都府木津の京阪奈学園都市を中心に行う。原研は, SPring-8 を管理・運営する財団法人高輝度光科学研究センター (JASRI), SPring-8 を利用する理研, 大学, 国立・民間研究機関と協力して放射光利用研究, 施設の高度化を進める。

6. おわりに

平成8年9月現在, 機器製作設計をほぼ詰め終わり受注メーカーによるビームライン機器製作に入ろうとしている。平成9年度3月頃の蓄積

リングコミッションとともに, BL14B1 の偏向電磁石ビームラインの立ち上げが始まる。BL23SU の挿入光源は9年夏の加速器停止期間に装荷する予定である。BL11XU の機器発注は9年度に始まる。原研ビームラインの建設とともに JASRI, 理研, 大学, 国研, 民間の SPring-8 利用機関ともども研究施設の充実をはかる。

文献

- 1) S. Sasaki: Nucl. Instrum. Methods A347, 83 (1994).
- 2) M. Fujisawa, A. Harasawa, A. Arui, M. Watanabe, A. Kakizaki, S. Shin, T. Ishii, T. Kita, T. Harada, Y. Saitoh and S. Suga: Rev. Sci. Instrum. 67(2), 345 (1996).
- 3) H. Kitamura: SPring-8 Annual Report 47 (1994).
- 4) T. Ishikawa: SPring-8 Annual Report 38 (1995).