

Fig.2 Photo of the first beam at 1-km-building taken on Jun. 2, 2000.

4.2 . 実験ステーション

実験ステーションでは制御系に変更が加えられた。これまでの被制御機器を1台のパーソナルコンピュータに接続する方法ではビームラインの長尺化に対応できないため、SPring-8の加速器・ビームラインで用いられているシステムをステーションにも導入した。これによって主な被制御機器をネットワーク経由で操作できるようになり1km離れたステーション間でも問題なく測定系を構築できる^[6]。

高解像度のイメージングのためにX線ズーム管の立ち上げも行われた。この装置によって最少0.2 μ m程度の高分解能で像の撮影を行うことができ、長尺ビームラインで得られる高空間コヒーレンスを利用した様々な研究が可能となった。

5 . 物理科学ビームライン (BL19LXU)

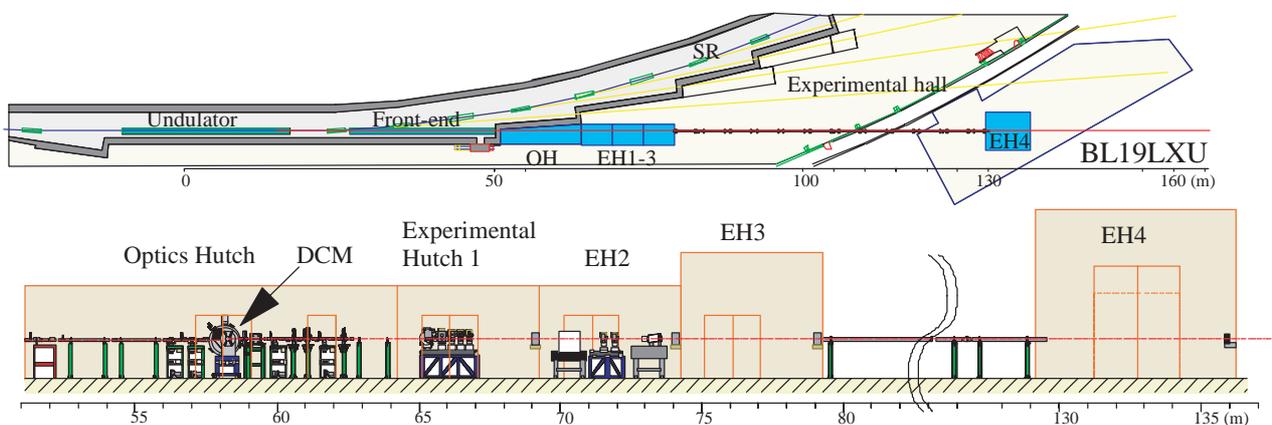
本ビームラインは、SPring-8初の25 mアンジュレータを光源とするX線ビームラインである。世界最高輝度のX線を生かした非線形光学の研究や超高分解能光学系の開発と

ともに、X線の干渉効果を利用したビーム診断、さらに次世代放射光利用のためのR&Dを主目的としている。

本ビームラインは、1998年に設計が開始され、1999年に主要なコンポーネントが製作された。2000年には現地でのビームライン建設が開始され、秋に蓄積リング棟内の建設を完了した後、ビームラインコミッショニングが開始された。ビームラインの延伸が並行して行われ、2001年3月に延伸部の建設が完了した。

5.1 . ビームライン構成^[7-9]

アンジュレータは周期長 32mmの磁石列を781周期配列している。アンジュレータは各4.5m 長の5つのセグメントから構成されているが、磁石列は真空内に間隙なく並べられ(真空封止型) セグメント間の位相整合の必要はない。アンジュレータギャップを調整することで、7.2keVから18.7keVまでのエネルギー領域が1次光により利用可能である。フロントエンドは、特別に設計された高熱負荷機器(固定・可動マスク)を上流に配することで、軸外の熱負荷が下流の機器に与える影響を大幅に軽減させている。蓄積リング棟内実験ホールには、光学ハッチと3つの実験ハッチが設置され、約50m下流の蓄積リング棟付属施設W内に4番目の実験ハッチが設置される(Fig.3)。ビームライン光学系としては、SPring-8標準型の二結晶分光器が光学ハッチ内に設置される。実験ハッチ1には多軸精密ディフラクトメータが設置され、精密X線光学のR&Dとともに、長尺アンジュレータのビーム診断が行われる。実験ハッチ2にはfsレーザーと小型の多軸精密ディフラクトメータが設置され、非線形光学の研究が行われる。実験ハッチ3はオープンハッチであり、ユーザーが大型の機器を持ち込むことが可能である。実験ハッチ4は15T 超伝導マグネットと多軸回折計が設置され、X線磁気散乱の研究が行われる。ビームライン光学系及び実験ステーション機器の制御は、BL29XUと互換のシステムで行われる。



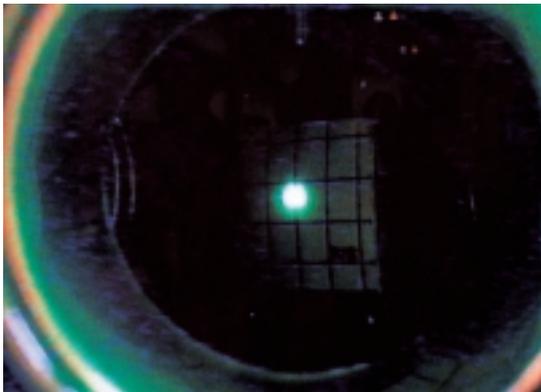
5.2. ビームライン建設

本ビームラインは非常に特殊なビームラインであるが、これまでのSPRing-8ビームラインの建設で蓄積されたノウハウを最大限生かして、迅速なスケジュールに則って建設が行われた。2000年1月から3月にかけて蓄積リング棟内のハッチが建設された。6月から8月にわたる夏のシャットダウン時に、蓄積リング収納部内においてアンジュレータ及びフロントエンドの設置工事が行われた。並行して、実験ホールでは輸送系コンポーネント及び分光器が設置され、8月から9月にかけてインターロック系の工事が行われた。9月から10月にかけて分光器用の液体窒素循環装置が設置され、リング棟内のビームライン建設は10月に完了した (Fig.4)。延伸部については、ハッチの工事が11月から12月にかけて行われ、続いて輸送系コンポーネントの機器据付及びインターロック系の工事が2001年2月から3月に行われ、3月末には建設が完了した。



5.3. ビームラインコミッショニング

ビームラインコミッショニングは、2000年10月末から開始された。10月24日、ビームライン使用前検査 (延伸部を除く) に合格した。25日18時16分、蓄積電流1 mAで蓄積リングのフォトンダクトアブソーバが開かれ、フロントエンド部に放射光が導かれた。26日、二結晶分光器の調整によ



って単色光が光学ハッチ内で観測された (Fig.5)。27日には単色光が実験ハッチ1に導かれ、30日には実験ハッチ2・3にも導かれた。アンジュレータギャップはフロントエンド部の真空度をモニターしながら徐々に閉められ、11月2日、100mA運転時に12 mmギャップに到達した。その後、アンジュレータスペクトル (Fig.6) やフォトンフラックス (Fig.7) 等が測定され、所期の光源性能を有することが確認された [10, 11]。

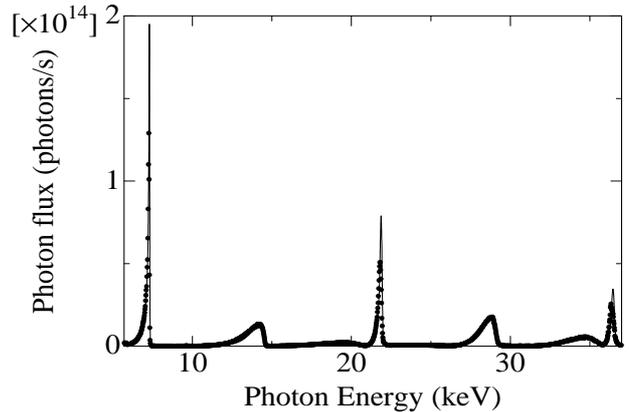


Fig. 6 Undulator spectra with a 12 mm gap and an FE slit size of $0.2 \times 0.2 \text{ mm}^2$. The closed circles are measured results, while the solid line is a

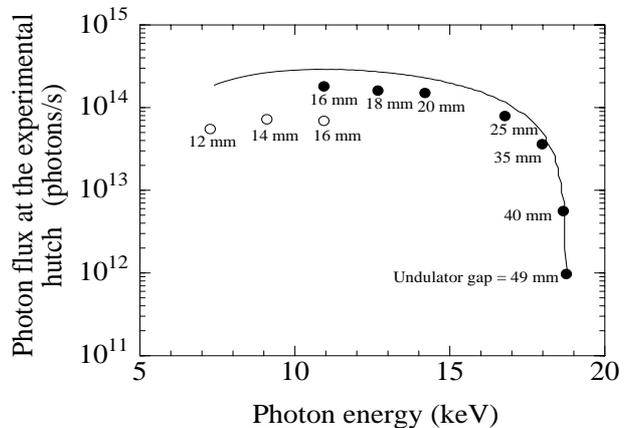


Fig. 7 Peak photon fluxes of the monochromatic beam with Si 111 under different undulator gaps, measured with FE slit sizes of $0.7 \times 1.0 \text{ mm}^2$ (closed circles) and $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$ (open circles). The solid line is a calculated result with a FE slit size of $0.7 \times 1.0 \text{ mm}^2$.

ビームライン光学系及びエンドステーションの立ち上げを兼ねて、幾つかの実験が行われた。2000年11月には、新しいタイプの高分解能分光器がテストされ、結晶光学系として世界最小のバンド幅 ($120 \mu\text{eV}@14.41 \text{ keV}$) が確認された [12]。この分光器を用いて、2001年の1月から2月にかけて Hanbury-Brown & Twiss型の2光子相関の実験が行われ、X線の空間コヒーレンスプロファイルの測定を通じて垂直方向の光源サイズが見積もられた [13]。また、2000年

の12月には独立なゴニオメータ上に設置された2つの結晶ブロックから構成される分離型干渉計の実験が行われ、コインシデンス計測と高速CCDカメラを併用することで最適な干渉条件が調べられた^[14]。並行して、実験ハッチ2ではfsレーザーシステムの立ち上げが進められた。

(石川 哲也)

参考文献

- [1] SPring-8 Annual Report 1998 (1998) 79.
- [2] SPring-8 Annual Report 1999 (1999) 85.
- [3] T. Ishikawa, K.Tamasaku, M.Yabashi, S.Goto, Y.Tanaka, H.Yamazaki, K.Takeshita, H.Kimura, H.Ohashi, T.Matsushita and T.Ohata : Proc. SPIE, **4145** (2000) 1.
- [4] K.Tamasaku, Y.Tanaka, M.Yabashi, H.Yamazaki, N.Kawamura, M.Suzuki and T.Ishikawa : Nucl. Instrum. Methods, **A467-468** (2001) 686.
- [5] T.Mochizuki, Y.Kohmura, A.Awaji, Y.Suzuki, A.Q.R.Baron, K.Tamasaku, H.Yamazaki and T. Ishikawa : Nucl. Instrum. Methods, **A467-468** (2001) 647.
- [6] T.Ohata, T.Nakatani, Y.Furukawa, K.Tamasaku, M.Ishii, T.Matsushita, M.Takeuchi, R.Tanaka and T.Ishikawa : Nucl. Instrum. Methods, **A467-468** (2001) 820.
- [7] H. Kitamura, T. Bizen, T. Hara, X. Marechal, T. Seike and T. Tanaka : "Recent developments of insertion devices at SPring-8", Nucl. Instrum. and Methods Phys. Res. **A467-468** (2001) 110-113.
- [8] S. Takahashi, H. Aoyagi, T. Mochizuki, M. Oura, Y. Sakurai, A. Watanabe and H. Kitamura : "Design of the front end for the very long in-vacuum X-ray undulator at SPring-8", Nucl. Instrum. and Methods Phys. Res. **A467-468** (2001) 758-761.
- [9] M. Yabashi, T. Mochizuki, H. Yamazaki, S. Goto, H. Ohashi, K. Takeshita, T. Ohata, T. Matsushita, K. Tamasaku, Y. Tanaka and T. Ishikawa : "Design of a beamline for the SPring-8 long undulator source 1", Nucl. Instrum. and Methods Phys. Res. **A467-468** (2001) 678-681.
- [10] 原 徹、高橋 直、矢橋牧名、玉作賢治、北村英男、石川哲也 : "SPring-8での25mアンジュレータビームライン建設と立上げ"、放射光 **14** (2001) 12.
- [11] T. Hara, M. Yabashi, T. Tanaka, T. Bizen, S. Goto, X. M. Marechal, T. Seike, K. Tamasaku, T. Ishikawa and H. Kitamura : "The Brightest X-ray Source ; A New Challenge in Undulator at SPring-8" (submitted for publication).
- [12] M. Yabashi, K. Tamasaku, S. Kikuta and T. Ishikawa : "An x-ray monochromator with 8×10^{-9} resolution at 14.41 keV", Rev. Sci. Instrum. (in press).
- [13] M. Yabashi, K. Tamasaku and T. Ishikawa : "Characterization of transverse coherence of hard synchrotron radiation by intensity interferometer", Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 140801.
- [14] K. Tamasaku, M. Yabashi and T. Ishikawa : "X-ray interferometry with multocrystal components using intensity correlation", (submitted for publication).