

STATUS AND FUTURE PLAN OF HSRC

Atsushi Miyamoto^{1,A)}, Kiminori Goto^{A)}, Hiroshi Tsutsui^{A),B)}, Toshitada Hori^{A)}

^{A)}Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University

2-313 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-0046

^{B)} Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

1-1, Yato-cho 2-chome, Tanashi, Tokyo 188-8585

Abstract

HSRC is synchrotron radiation institution of Hiroshima University established in 1996. We report operation status of the last year and will describe a future plan of HSRC. The emittance of HiSOR is not small because it is based on an industrial SR source, and it has only two straight sections for insertion devices. Therefore we are planning the compact low emittance SR source 'HiSOR-II'. We referred to MAX-III and were able to make the lattice which satisfied demand specifications. A design of the booster ring is preceded with assuming plan to convert magnet of NTT NAR.

広島大学放射光センターの現状と将来計画

1. はじめに

広島大学放射光科学研究センター(Hiroshima Synchrotron Radiation Center)は、固体物理学をはじめとする物質科学研究を推進するために、小型放射光源を有するセンターとして1996年に設立された。

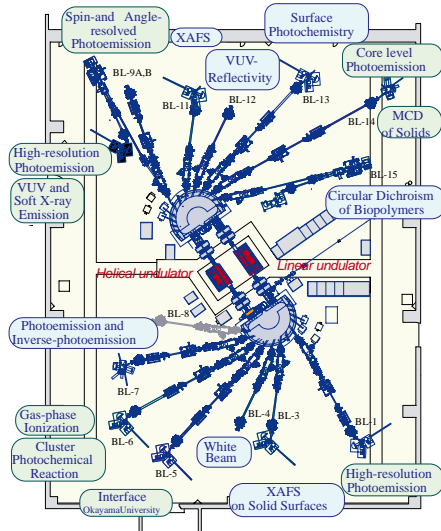


図1 光源リングとビームラインの概要

放射光源リングHiSOR^[1]は、産業用リングをベースとしているために、小型であるが故にエミッタンスは $0.4\pi\text{mmrad}$ と決して小さくはない。しかし、光源に適合したビームラインを設置した結果、光子エネルギー数eV~数百eVのVUV~軟X線領域において、数meVの分解能を可能にする世界水準の光電子分光ビームラインを有している。リングとビームラインの概要を図1に、HiSORの主な仕様を表1に示す。

表1 HiSORの主なパラメータ

Circumference	21.95 m
Type	Racetrack
Bending radius	0.87 m
Beam energy at Injection	150 MeV
at Storage	700 MeV
Magnetic field at Injection	0.6 T
at Storage	2.7 T
Injector	Racetrack Microtron
Betatron tune (ν_x, ν_y)	(1.72, 1.84)
RF frequency	191.244 MHz
Harmonic number	14
RF voltage	200 kV
Stored current (nominal)	350 mA
Natural emittance	$\sim 400 \pi \text{ nmrad}$
Beam life time	$\sim 10 \text{ hours @ 200 mA}$
Critical wavelength	1.42 nm
Photon intensity (5 keV)	$1.2 \times 10^{11} / \text{sec/mr}^2 / 0.1\% \text{ b.w.} / 300 \text{ mA}$

2. 放射光センターの現状報告

2.1 昨年度の運転状況

HiSOR蓄積リングへの入射器150MeVマイクロトロンは、同室に設置されているベンチャービジネスラボラトリー(VBL)所有の超高速電子周回装置(REFER)への入射器を兼ねている。マイクロトロンは主にこの周回装置とHiSORへの入射となる。HiSORのビーム蓄積時間を含めた当センター加速器の運転時間の推移を図2に示す。2004年10月からユーザー利用時間を延長して20:00までの運転を開始したために蓄積時間が長くなり、2005年度以

¹ E-mail: a-miyamoto@hiroshima-u.ac.jp

降は1800時間を超えるまでなっている。2007年度は大きなトラブルもなく、順調にスケジュールを消化することができたため、蓄積リングの運転時間は約1950時間と過去最長となった。

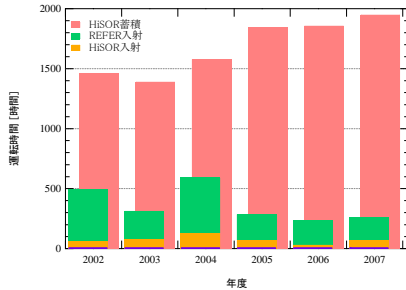


図2 マイクロトロンおよび蓄積リングの運転時間

2007年度は順調にスケジュールを消化することができ、約1550時間をユーザー利用に供した。図3に昨年度の運転時間の内訳を示す。

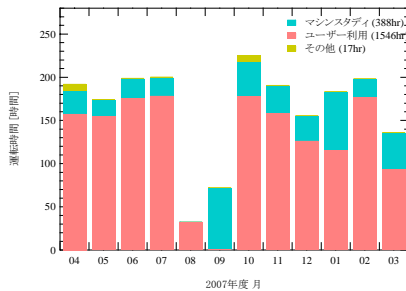


図3 2007年度のHiSOR運転時間の内訳

2.2 ユーザー登録状況

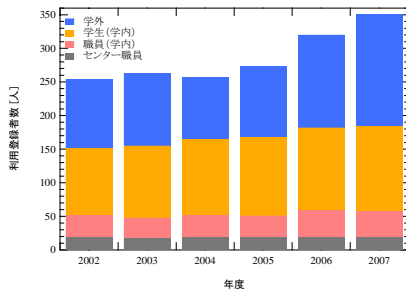


図4 年度ごとの登録ユーザーの推移

図4は利用登録ユーザーの推移である。登録ユーザー数は増加傾向にあり、昨年度は約350名に達した。当センターは大学に設置されていることが大きな特徴であり、多くの学内外のユーザーに利用され、最先端の研究を取り入れた教育が行われている。

3. 将来計画

3.1 HiSOR-IIの概要

当センターは設立から既に10年以上が経過し、利

用性かも数多く輩出され、ユーザーからもアンジュレータビームラインの増強や高輝度化が望まれるようになってきた。そこで将来計画として、第3世代小型低エミッタンスリングHiSOR-II^[2,3]を建設し、HiSORと比較して輝度を1桁以上向上させる計画が進められている。同規模の光源リングであるMAX-labのMAX-III^[4]を参考に、各電磁石を機能複合型とすることで小型化と低エミッタンス化の両立を図っている。図5にHiSOR-II蓄積リングの概要を、図6に光学関数、表2には主なパラメータを示す。

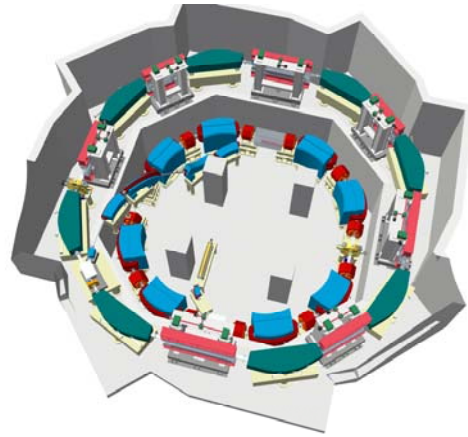


図5 HiSOR-IIの概要

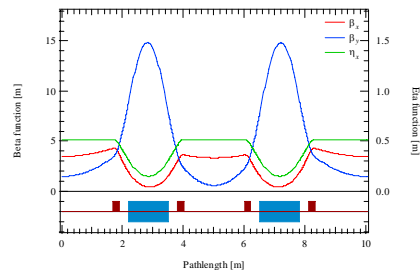


図6 HiSOR-IIの単位セルあたりの光学関数

表2 HiSOR-II蓄積リングの主要なパラメータ

Beam energy [MeV]	700
Circumference [m]	40.079
Betatron tune	3.761, 2.846
Natural emittance [nmrad]	13.57
Momentum spread	5.79e-04
Momentum compaction factor	0.0319
Bunch length [mm]	37.0
Harmonic number	7
RF Frequency [MHz]	52.4
Touschek lifetime [hour]	2.7
Straight sections	3.4 m × 4 2.0 m × 4

HiSOR-IIの内側にはブースターリングが配置されており、top-up入射を行うことができるようになって

ている。また、ブースターリングを半地下に置き、蓄積リングとの高さを変えることで、両リングの電磁石間における磁場干渉の抑制や、ブースターリングに必要な放射線遮蔽壁の厚さの節約が可能となっている。

3.2 放射光のスペクトル

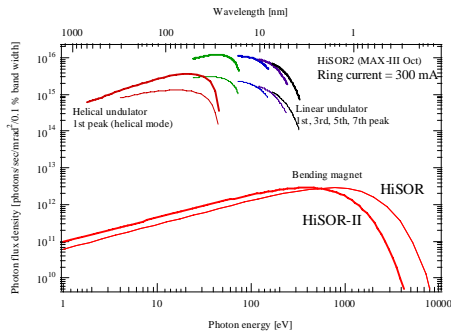


図7 放射光のスペクトル比較

偏向磁場がHiSORの2.7Tに対して1.4Tとなるため、偏向部からの放射光のエネルギーが低くなる。一方、アンジュレータからの光の強度は、HiSORと同仕様のアンジュレータと仮定しても1桁程度向上することが計算によって確かめられた。HiSORとHiSOR-IIの放射光のスペクトルを比較したものを図7に示す。

3.3 偏向電磁石の設計

HiSOR-IIの偏向電磁石は偏向磁場だけでなく、収束磁場も発生し、さらに磁極端部を円弧にすることで6極成分も発生する。このような電磁石の設計においては、計算コードを用いた設計が重要となる。現在、3次元磁場計算コードRadiaを用いた設計^[5]が進められている段階である。

4. NARからの電磁石転用

4.1 NTTシンクロトロン放射光施設光源リングNAR

NTTシンクロトロン放射光施設のNAR^[6]は、DBAラティスを持つ産業用第2世代放射光リングである。この電磁石をHiSOR-IIのブースターリングに転用する計画^[7]が進められている。

4.2 HiSOR-IIブースターリング

図8にNAR電磁石を転用したHiSOR-IIブースターリングの概要図とリング半周の光学関数を示す。このリングは蓄積リングの内側に配置されるために小型である必要があり、偏向電磁石は収束力も持つ機能複合型となっている。

入射器はNARの入射器であった15 MeVリニアックまたは現在HiSORの入射器である150 MeVマイクロトロンを予定している。

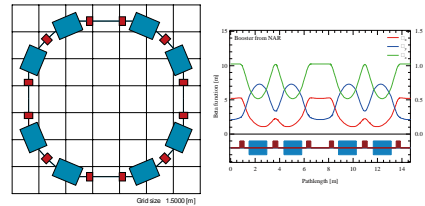


図8 HiSOR-IIブースターリングの概要と光学関数

4.3 REFER-IIによる入射テスト

ブースターリングは直線部が短いため、パルス6極電磁石を用いた入射^[8]を行う計画である。そのビーム入射テストのために、REFERが設置されている場所にブースターリングと同じ電磁石構成で、2本の直線部を伸ばしたREFER-IIを組む計画が進められている。このリングは、15 MeVリニアックと150 MeVマイクロトロン2つの入射器による入射モードを持つとともに、top-up入射に向けた700 MeVのビーム取り出しとREFERで行われていた150MeVの遅い取り出しの2つの取り出しモードも持つ予定である。

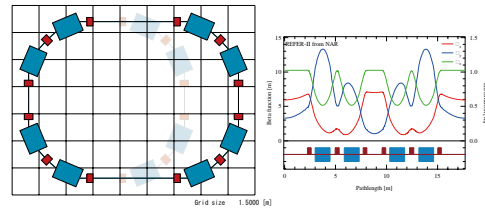


図9 REFER-IIの概要と光学関数

参考文献

- [1] K. Yoshida, et al., "Commissioning of a Compact Synchrotron Radiation Source at Hiroshima University", Proc of APAC'98, KEK (1998), pp.653-657.
- [2] A. Miyamoto, et al., "Status and future plan of HSRC", Proc. of the 4th Annual Meeting of Particle Accel. Soci. of Japan and the 32nd Linear Accel. Meeting in Japan, Wako (2007), pp.273-275.
- [3] A. miyamoto, et al., "Overview of Compact SR Ring HiSOR", Proc of the 12th Hiroshima International Symp. on Synchrotron Radiation, Hiroshima (2008).
- [4] G. LeBlanc et al., "MAX-III, a 700 MeV Storage Ring for Synchrotron Radiation", EPAC2000, Vienna (2000).
- [5] Y. Morimoto, et al., "Design of bending magnet for HiSOR-II", Proceedings of the 4th Annual Meeting of Particle Accel. Soci. of Japan and the 32nd Linear Accel. Meeting in Japan, Wako (2007), pp.808-810.
- [6] S. Shibayama, et al., "NTT normal-conducting accelerating ring", Rev. of Sci. Instrum., 60 (1989) pp.1779-1782.
- [7] A. Miyamoto, et al., "A future plan of HSRC 'HiSOR-II' and conversion of magnet", Proc. of the 10th Symp. on Accel. & Related Tech. for Application, Tokyo (2008), pp.1-2.
- [8] Y. Kobayashi, et al., "Possibility of the beam injection using a single pulsed sextupole magnet in electron storage rings", Proc of EPAC 2006, Edinburgh, p.3526-3528.