

## Status report of HSRC

Atsushi Miyamoto<sup>1,A)</sup>, Kiminori Goto<sup>A)</sup>, Hiroshi Tsutsui<sup>B)</sup>, Toshitada Hori<sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> Hiroshima Synchrotron Radiation Center, Hiroshima University

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

<sup>B)</sup> Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

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

### Abstract

HSRC(Hiroshima Synchrotron Radiation Center) was established in 1996, and had the tenth anniversary in this year. HiSOR, the main light source accelerator, is operated by 350mA stored current more than that designed. It reports the status of the operation and the use on last year. And a brief introduction about HiSOR-II that is the future plan is described.

## 広島大学放射光科学研究センターの現状

### 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。光源蓄積リングHiSOR<sup>[1]</sup>は、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が、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。HiSORの主な仕様を表1に示す。

表1 HiSORの主な仕様

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 ( $\nu_x, \nu_y$ )	(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	$\sim 10 \text{ hours}@200 \text{ mA}$
Critical wavelength	1.42 nm
Photon intensity (5 keV)	$1.2 \times 10^{11} / \text{sec}/\text{mr}^2/0.1\% \text{ b.w.}/300\text{mA}$

2003年の夏から秋にかけて、HOMを抑制した高周波空洞への置き換えとともに、RF系および制御系の改良<sup>[2]</sup>を実施した結果、現在では仕様値300mAを上回る蓄積電流350mAで通常運転を行っている。

### 2. 現状

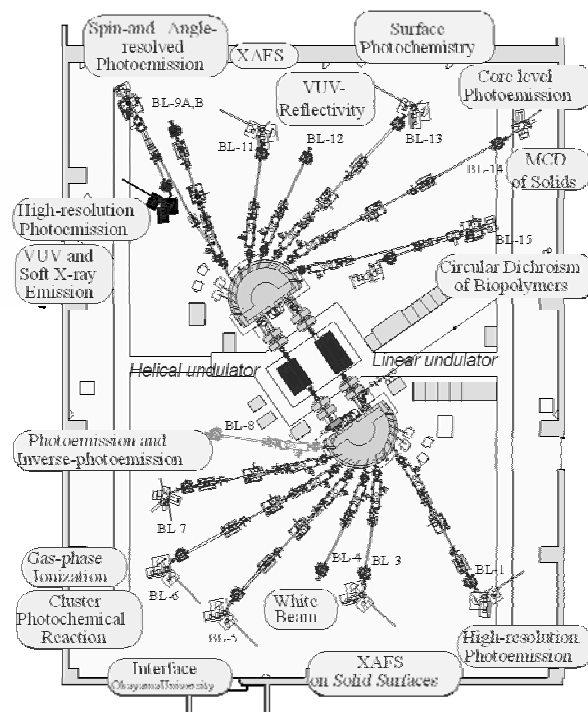


図1 HiSOR実験ホールの全体配置図

HiSORは常伝導ながら2.7Tの磁場を発生する2つの偏向電磁石を有するレーストラック型リングである。

<sup>1</sup> E-mail: a-miyamoto@hiroshima-u.ac.jp

り、最大16本のビームラインをとることができる。図1に実験ホール全体の配置図を示す。

2本の直線部にはリニアおよびヘリカルアンジュレータが設置されており、それぞれBL-1,-9で高分解能光電子分光実験に利用されている。偏向部からの光を利用する14本のビームラインは、BL-8,-16がビーム診断、BL-2,-10は空きとなっており、ユーザー向けに10本のビームラインを有している。

ヘリカルアンジュレータ光を利用するBL-9は分岐ラインが設けられ、BL-19Bとして現在調整中である。その他、多くのビームラインが共同利用に解放されており、その詳細はweb<sup>[3]</sup>に掲載されている。

2003年にビーム寿命向上を目的として試験的にランダウ空洞が導入されたが、昨年空洞冷却部に水漏れによる真空トラブルが見つかったため現在使用を停止しており、近いうちに修復予定である。

### 3. 運転・利用状況

#### 3.1 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。マイクロトロンの運転時間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年間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、ビーム蓄積時間が長くなり2005年度には1845時間にまでなっている。

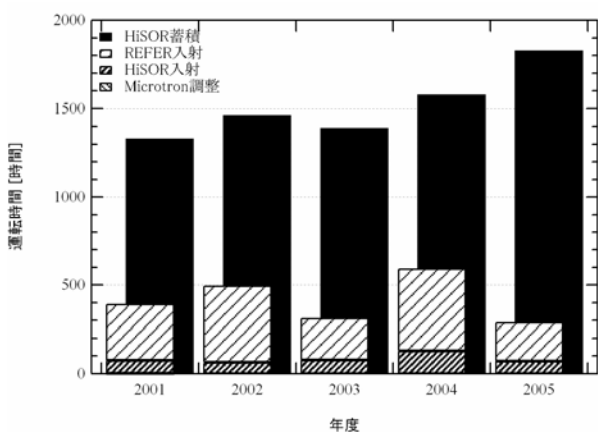


図2 2005年度までの運転状況

2005年度のビーム蓄積時間の内訳を図3に示す。HiSORでは毎週月曜日をマシンスタディ、火～金曜日の4日をユーザー利用日として、9:00と14:30頃の1日2回入射を行い20:00までをユーザー利用時間としている。2005年度はマシンスタディが48日、ユーザー利用運転日が152日で、ユーザー利用時間は1560時間であった。8、9月の運転時間が短いのは、夏期に定期点検を行っているためであり、9月は10月からのユーザー利用の為の調整運転であったので、すべてマシンスタディとなっている。

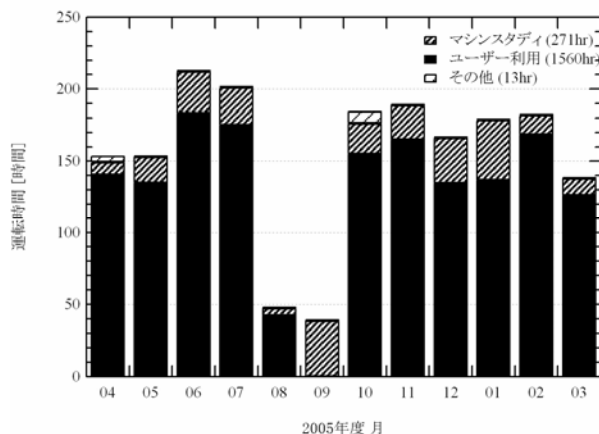


図3 2005年度のビーム蓄積時間

#### 3.2 利用状況

当センターは全国共同利用施設であるので、学外からのユーザーにも利用されている。図4は利用者数の所属内訳である。ここ数年、全体で250名ほどの利用者数で推移しており、昨年度は約270名の利用登録者があり、そのうち学外(学生を含む)の約110名の利用があった。また、学内学生の利用者は約120名と全ユーザーの43%にもなり、大学に設置された放射光源として教育にも大いに貢献していると言えよう。

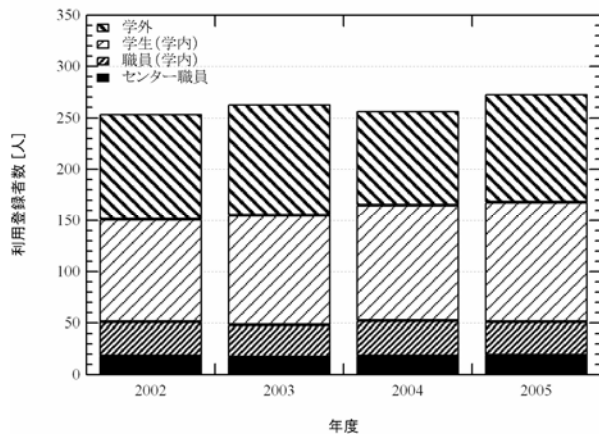


図4 年間利用者数の変化

#### 3.3 故障等によるユーザー利用の中止

制御系の不具合や、落雷によるビームダンプなど数度あったが、2005年度は比較的トラブルの少ない年であった。ユーザー利用運転が長期にわたって中止される重大なトラブルはなく、2005年4月にRF系のダミーロード交換が損傷したため交換および再調整に要した約1日半と、12月に電子銃高圧制御回路に発生した故障による数時間の運転停止があるのみである。

ところが2006年度に入り、5月にクライオポンプの冷凍機が故障して真空が保てなくなったため、7日間のユーザー利用が中止された。さらに、7月に

は入射部の冷却系から水漏れが発生し1日の利用停止とした。その後、RF系にトラブルが発生しビームの蓄積が不可能になった。原因を調査した結果、サーキュレータ内に水漏れが発生したためと判明し、製造元に送り修理することになり長期停止が確定したので、以降を前倒して夏期停止期間とした。

## 4. 将来計画

### 4.1 シングルバンチ運転

現在のHiSORにはマイクロトロンから約 $1.5\mu\text{s}$ のパルス長のビームが入射されており、14個のバケットすべてに電子が入ったマルチバンチモードでのみ運転している。そこで、将来的なシングルバンチ運転に向けて、2005年度にシングルバンチを生成する電子銃のグリッドパルサ<sup>[4]</sup>を制作した。マイクロトロンの加速管の周波数は2856MHzであるが、HiSORの加速周波数が約190MHzであるので、蓄積リングの1バンチ分となる約1nsのパルスをこのパルサは生成することができる。

### 4.2 次期計画 HiSOR-II

HiSORは1996年の設立から10周年を迎え、利用成果も数多く出るようになってきた。ユーザーからはビームラインの増強を望む声も多く、その中にはアンジュレータビームラインを望む声も少なくない。しかし、HiSORには直線部は2本しかなく、BL-9には分岐ラインを設けているほどである。また、現在のエミッタンスは放射光源としては決して小さくなく、より高輝度を望む要求に対しては厳しいと言わざるを得ない。

そこで将来計画として、現在のHiSORと同程度の電子エネルギーで、より低エミッタンス化( $<50\pi\text{nmrad}$ )を果たし輝度を1桁以上向上させる、挿入光源を主な光源とする小型リングHiSOR-IIを計画<sup>[5]</sup>中である。図5に現在のセンター敷地内に設置する場合の配置案を示す。図には研究棟奥に建設する案(Plan-A)と研究棟玄関前(Plan-B)の2つが描かれているが、どちらの場合も敷地面積の制約上周長はおおむね50m以内でなければならない。また、現HiSORを入射器とするのかなども未定であるので、ビーム輸送系もあくまで参考である。

リングデザインの詳細<sup>[6]</sup>については、同規模の蓄積リングである分子研UVSOR-IIとLUND大MAX-IIIを参考に6角形と8角形、計4種類のリングについて検討中の段階である。UVSOR-IIタイプでは偏向電磁石はセクターとし、4極+6極のコンバインド型電磁石とすることで小型化を図っている。MAX-IIIタイプでは偏向電磁石に収束力を持たせ、さらに磁極端部を直線ではなく円弧にすることによって6極成分を発生する。4極電磁石にも6極成分を発生するような磁極面にすることで、大幅な要素の削減と小型化を実現する。図6にHiSOR-IIとして検討中のそれぞれのタイプの概要を示す。

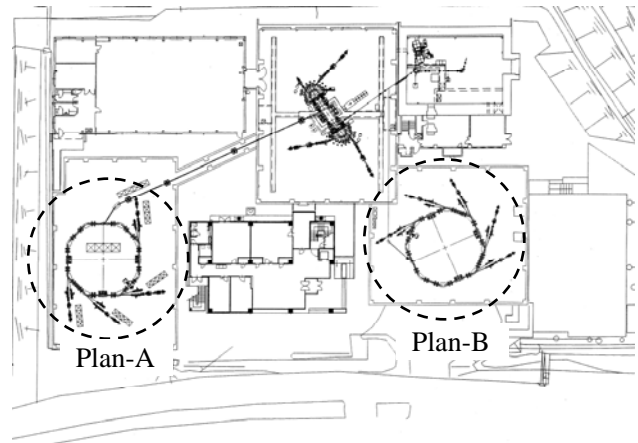


図5 HiSOR-IIの配置案

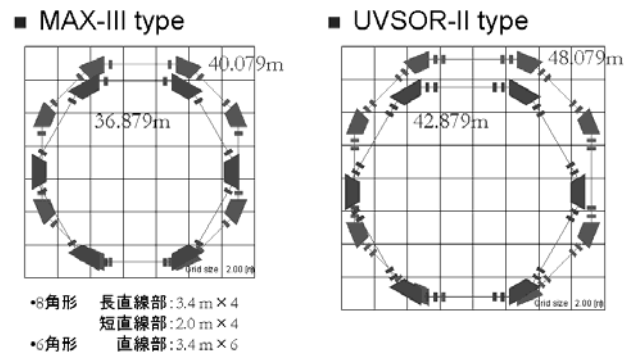


図6 HiSOR-IIの概要

## 参考文献

- [1] K. Yoshida, et al., "Commissioning of a Compact Synchrotron Radiation Source at Hiroshima University", APAC '98, KEK, 1998, pp.653-657.
- [2] 堀 利匡 他, "Status of Compact SR Ring "HiSOR"", 第1回日本加速器学会・第29回リニアック技術研究会, 2004, pp.48-50.
- [3] <http://www.hsrc.hiroshima-u.ac.jp/>
- [4] 横山 一博, "HiSOR の単バンチ運転に向けた入射器の改造に関する研究", 広島大学 修士論文, 2004.
- [5] T. Hori, et al., "Future Plan of Compact SR Ring HiSOR [HiSOR-II]", HiSOR Activity Report 2004, p.12.
- [6] 金岡 耕平 他, "広島大学放射光センター 将来計画 "HiSOR-II"", in this proceedings.