

# UVSOR-II の建設と立ち上げ

加藤政博 分子科学研究所 〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町西郷中38

## Construction and Commissioning of UVSOR-II

Masahiro KATOH UVSOR, Institute for Molecular Science Meidaiji, Okazaki 444-8585, Japan

### Abstract

UVSOR has been successfully converted to UVSOR-II, which has a small emittance of 27 nm-rad and six straight sections for undulators. The reconstruction of the accelerators was completed in three months, from April to June 2003. The commissioning was started in July. On 14<sup>th</sup> July, the electron beam was successfully stored. Until the end of July, the maximum beam current reached 500 mA. In September, the operation for users has started.

### 1. はじめに

分子科学研究所・極端紫外光実験施設 (UVSOR) は1980年代前半に建設された第2世代の放射光リングである。初めてビームが蓄積されたのが1983年11月であり、2003年は稼働開始からちょうど20年目ということになる (Fig. 1)。この節目の年に、UVSOR 光源加速器は高度化され UVSOR-II へと生まれ変わった。UVSOR-II は1 GeV 以下の低エネルギーの放射光リングとしては世界的にも最高レベルの27 nm-rad の低エミッタンスを実現でき、また挿入光源も最大で6台が設置可能となった。加速器の改造は2003年春から夏にかけて3ヵ月という短期間で完了し、その後2ヶ月間の加速器調整運転を経て9月よりユーザー運転を再開している。以下では、UVSOR-II の設計と建設、立ち上げ状況について報告する。

### 2. UVSOR 高度化計画

UVSOR はこの20年間、我が国における主要な放射光源のひとつとして順調に稼働を続けてきた<sup>1)</sup>。光源リングのビームエネルギーは750 MeV、周長はおおよそ50 m、20本の放射光ビームラインを有し、その半数は共同利用に供されてきた。しかしながら、その多くは偏向電磁石からの放射光を利用するものであった。アンジュレータ2台、超伝導ウィグラ1台が設置されていたが、アンジュレータのうち1台は老朽化が著しく、一方、超伝導ウィグラは施設の限られたマンパワーでは運転維持が難しく、稼働率の低い状態が続いていた。電子ビームのエミッタンスは160 nm-rad と、最新の第3世代光源に比べて一桁以上大きく、またこれ以上アンジュレータを増設できるスペースも無かった。このような光源性能面での競争力の低下に加えて、建設から20年が経過し加速器構成機器の老朽化も深刻な問題になりつつあった。UVSOR が全国共同利用施設にふさわしい最先端の放射光利用実験の可能な場であり続けるためには、光源加速器の高度化を急ぐ必要があった。

UVSOR 施設では2000年に高度化計画を立案した<sup>2)</sup>。計



Figure 1. A plate commemorating the 1<sup>st</sup> beam of UVSOR in 1983.

画の柱は

- (1) 挿入光源設置可能な直線部の増設
- (2) 低エミッタンス化による放射光高輝度化
- (3) 挿入光源およびビームラインの更新による高性能化
- (4) 加速器各部の更新による高性能化、信頼性向上

である。なるべく少ない改造で高い効果が得られ、わずか5名の加速器スタッフでも遂行が可能であり、改造作業に伴う共同利用の停止期間はできるだけ短くする、といったことを意識しながら改造計画は練られた。その概要は以下のようなものである。

高度化計画の中心となるのは光源リングのラティス (電磁石配置) の改造である<sup>3)</sup>。建物の制約もあり、また、既設ビームラインへの影響を最小限にとどめるという観点からも、リングの周長、形状を変えるような改造案は排除された。偏向電磁石には変更を加えず、その間に設置されている収束電磁石の配置を変えることで、新たに4本の短い直線部 (フリースペース) を作り出し、且つ、偏向電磁石中での水平ベータatron関数、エネルギー分散関数を極小化し低エミッタンスを実現する。また直線部における垂直ベータatron関数を極小化することで、磁極間隙の狭いアンジュレータも設置できるようにする。

最終的な光源リングの改造案は Fig. 2 に示すようなものとなった。UVSOR の元々のラティスでは2台の偏向電磁石の間に3台の四極電磁石と2台の六極電磁石が設置されていたが、ここに1.5 m の短い直線部 (フリースペース) を設け、その両側に四極電磁石2台ずつを配置する。長直線部側の2台ずつの四極電磁石も交換しコンパクト

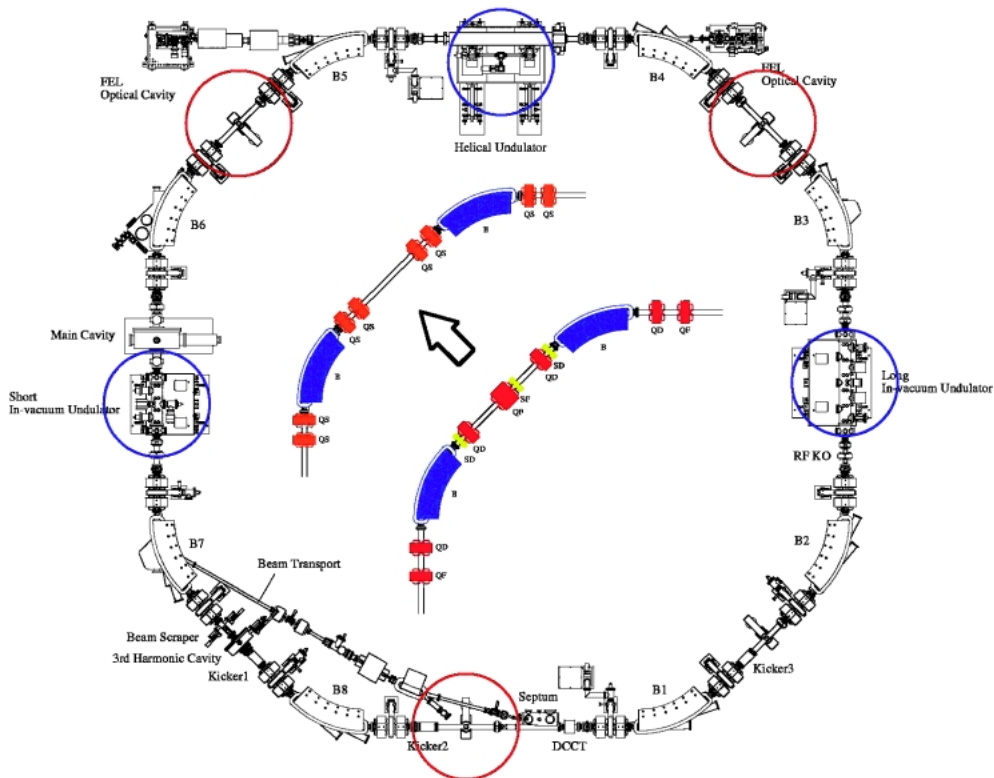


Figure 2. Configuration of UVSOR-II. Modification of the magnetic lattice is indicated by an arrow. The blue circles indicate the undulators and the red ones free spaces reserved for undulators.

な配置とすることで、3 mであったフリースペースを4 mまで拡大する。限られた空間を有効に活用するために六極磁場は四極電磁石に設ける補助コイルにより発生する。これらにより直線部は、従来の3 m直線部4本から、4 m直線部4本と1.5 m直線部4本の合計8本へと倍増される。高周波加速空洞、ビーム診断用装置類など、運転に不可欠な機器を、整理し、効率よく配置することで、直線部のうち2本はこれらの装置に占有されるものの、残りの6本が挿入光源に利用可能となる。

ビームオプティクスは **Fig. 3** のように変わる。全ての直線部に有限のエネルギー分散を持たせる一方、偏向電磁石中の水平ベータatron関数とエネルギー分散を極小化することでエミッタンスを従来の1/6の27 nm-radまで小さくする。また全ての直線部において垂直方向のベータatron関数を1 m程度まで小さくすることで、ビーム性能に影響を与えることなく磁極間隙の狭い短周期アンジュレータなどの導入が可能となるようにする。高度化前後の加速器パラメータは **Table 1** にまとめてある。

UVSOR-IIは、小型にもかかわらず6台のアンジュレータが設置可能であり、また、そのアンジュレータの高輝度特性をより活かすために低エミッタンス化してある。アンジュレータを主力とする放射光源に転換するための第一段階として、高度化計画には、老朽化した超伝導ウィングラ1台、アンジュレータ1台を撤去し、代わりに2台の

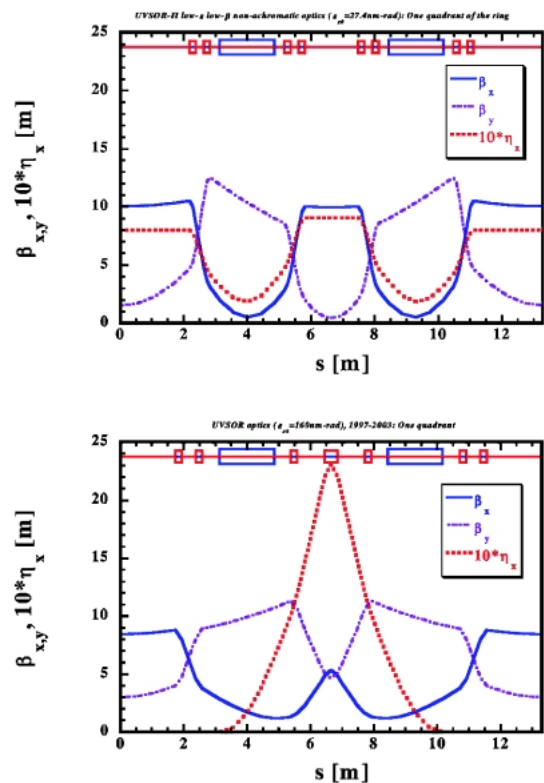


Figure 3. Beam Optics of UVSOR-I (lower) and II (upper). Those for one quadrant of the ring are shown.

Table 1 Parameters of UVSOR-I and II

	UVSOR-I	UVSOR-II
Electron Energy	750 MeV	750 MeV
Circumference	53.2 m	53.2 m
Number of Super-periods	4	4
Straight Sections	3 m × 4	4 m × 4, 1.5 m × 4
Emittance	165 nm-rad	27.4 nm-rad
Energy Spread	$4.2 \times 10^{-4}$	$4.2 \times 10^{-4}$
Betatron Tunes ( $\nu_x, \nu_y$ )	(3.16, 1.44)	(3.75, 3.20)
Natural Chromaticity ( $\xi_x, \xi_y$ )	(-3.4, -2.5)	(-8.1, -7.3)
Momentum Compaction Factor	0.026	0.028
XY Coupling (presumed)	10%	10%

Table 2 Parameters of Undulators

	BL3U	BL5U	BL7U
Type	in-vacuum	out-of-vacuum	in-vacuum
Polarity	linear	helical/linear	linear
Number of Periods	50	18	26
Period Length	38 mm	110 mm	36 mm
Pole Length	1.9 m	2.4 m	0.94 m
Max. K Parameter*	2.0	4.6 (helical) 8.5 (linear)	1.8

(\*Note; for the minimum gap of 15 mm in the cases of BL3U and BL7U)

真空封止型アンジュレータを導入することを盛り込んだ。真空封止型アンジュレータは周期長を短く作れることから<sup>4)</sup>、UVSOR-IIのような短い直線部でもある程度の周期数を確保でき、また、UVSOR-IIのビームエネルギーでも1次光で100 eVを超えることができる。高度化改造直後には、これら真空封止型アンジュレータ2台に、既存の円/直線可変偏光アンジュレータ1台を加えた計3台が稼動する。アンジュレータの諸元をTable 2に放射光スペクトルをFig. 4に示してある。加速器改造と並行してこれらアンジュレータのビームラインについてもそれぞれ高度化改造が行われる<sup>5,6)</sup>。

光源リングの改造、挿入光源の更新に加えて、老朽化の進みつつある入射器も部分的に更新を行う。電子銃及び電源類、線形加速器のクライストロン電源類、冷却装置などである。特に電子銃は単バンチ入射にも対応可能な短パルスも発生可能なものとなる。

### 3. 詳細設計と機器開発

高度化計画の骨子が固まった後、ただちにハードウェアの詳細設計、テスト機の製作と性能評価を開始した。

#### 3.1 電磁石系

今回の改造では、全ての四極電磁石、六極電磁石、ステアリング電磁石を撤去し、複合機能型(四極/六極)の収束電磁石32台、軌道補正用ステアリング電磁石16台を設

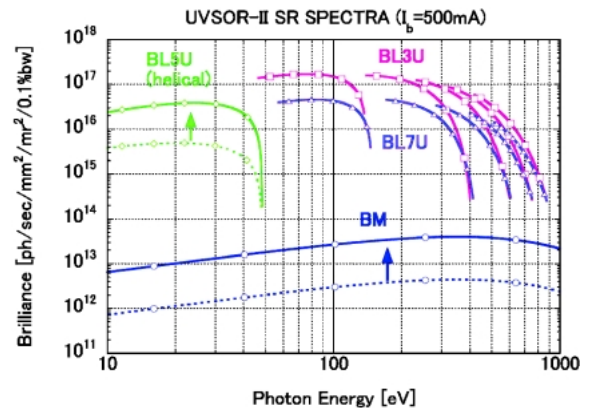


Figure 4. Synchrotron Radiation Spectra of UVSOR-II calculated by SPECTRA<sup>20)</sup>. Increases in brilliance of the bending radiation and an existing undulator are indicated by arrows.

置する。収束電磁石についてはテスト機を製作し磁場測定を行った<sup>7)</sup>。鉄心は通常の四極電磁石であるが、1台の電磁石に3系統のコイルを設け、四極磁場、六極磁場を同時に生成する。磁場測定の結果、必要な磁場強度が生成できることが確認できた。

電磁石電源は、電磁石本体は再利用する偏向電磁石用も含め、全て更新する。電源にはIGBTを用いたスイッチング方式を採用する。電源類の制御装置として、従来のミニコンピュータとCAMACを組み合わせたシステムに替えて、ネットワークで相互に接続されたPLC(programmable logic controller)とパーソナルコンピュータで構成される簡便なシステムを構築する。ビーム位置モニター系と接続することで軌道安定化が行える機能も組み込む。

UVSORは建設来電磁石の精密測量を行っておらず、また、その後の機器の設置などにより建設当初の測量機器類は使用できなくなっていることがわかっていった。事前に電磁石位置の現状を把握し、また、測量方法を確立しておくために、2001年春にリングの精密測量を試行した。軌道面内の電磁石の位置については自動追尾型のレーザー測距装置を、また鉛直方向については精密光学レベルを用いて、測量できることを確認した。

#### 3.2 真空系

高度化ではリングの約2/3の真空ダクトを更新する<sup>8,9)</sup>。真空ダクトは従来どおりステンレス製とした。従来は偏向部以外は冷却されていなかったが、将来の電流値増加などを想定して、放射光が照射される部位は基本的に全て水冷できるようにした。チタンサブリーションポンプとスパッタリングイオンポンプの組み合わせからなる排気装置は2台の四極電磁石の間にコンパクトに組み込み、各直線部に2セットずつが設置される。偏向部のダクトのうち2本は新しいアンジュレータ用ビームラインの設計に合わせて、また別な1本は赤外線ビームラインの高度化に合わせて新たに設計したものに更新する。これらについては従

来の分布型イオンポンプに加えてチタンゲッターポンプを備え排気能力を増強してある。アンジュレータラインに対応する2台にはビームライン用の放射光取り出しポートに加えて電子ビーム診断用の光取り出しポートを設けた。偏向ダクトはダクトに直接電流を流して加熱することでベーキングを行っていたが、偏向ダクトを電氣的に絶縁するために、ダクトの各所にセラミックスが挿入されていた。これらはビームの電氣的ノイズの外部への漏れ、ビーム不安定性、真空リークなどの原因となる恐れがあるため、この機会に一掃することにした。既設のものも含め偏向ダクトには全てヒーターと断熱材を取り付け、通常的方式でベーキングが行えるようにした。

### 3.3 アンジュレータ

真空封止型アンジュレータについては、光源リング改造に先行して、磁石長約1 m、周期長36 mm、周期数26周期のものを製作し、2002年春に超伝導ウィグラを撤去した跡地に設置した (Fig. 5)<sup>10)</sup>。試験運転の結果、磁石列のビームへの影響も特に観測されず、磁石間隙とビーム寿命の関係も予測と概ね一致し、この種のアンジュレータがUVSORのような低エネルギーのリングでも問題なく使用できることが実証できた<sup>11)</sup>。また新しいアンジュレータ制御システムを構築し動作試験を行った。コントロール室、ビームラインの双方からの運転が可能であり、磁極間隙変更に伴う軌道の変化もリング全周で数ミクロン以内に補正できることが確認できた<sup>12)</sup>。2台目の真空封止型アンジュレータについては利用グループとの協議の結果、周期長38 mm、50周期で磁極長約2 mと1号機の約2倍の長さのものを製作することとなった。

### 3.4 高周波加速系

UVSOR 高度化では電子ビームの低エミッタンス化に伴

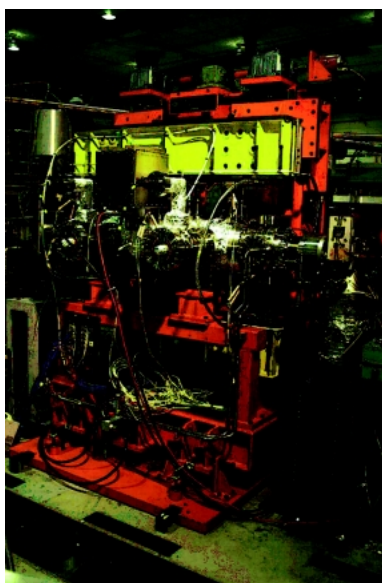


Figure 5. 1<sup>st</sup> In-vacuum undulator for BL7U.

い Touschek 効果によりビーム寿命が制限されることが予想された。これを防ぐには高周波加速系の増強が必要であるが、その第一弾として、それまで高周波加速空洞の投入電力を制限してきた入力カプラーの交換を2002年春に行った<sup>13)</sup>。従来のもので見られた発熱は大幅に低減され、投入電力を30%程度上げた試験運転では特に問題は見られなかった。ただし、空洞本体は老朽化が進んでおり、空洞内部での電力損失が大きいなどの問題もあるためリング改造後の適当な時期に更新することとした。

### 3.5 ビーム計測系

UVSOR-II の高輝度特性を十分に引き出すためには軌道の安定化が重要である。従来の偏向電磁石ダクトに設けられているビーム位置検出器は、放射光照射によるダクトの熱変形などの影響を受けるため、軌道の動きを正確に捉えていない可能性があった。高度化改造に際して8台のビーム位置検出器を長直線部の両端に設置することとした。これら新旧の検出器の信号は、高度化に先行して2001年に構築されたビーム収集系によりまとめて処理することで、1秒毎の軌道を数ミクロンの精度で計測することができる<sup>14)</sup>。これら電子ビーム位置モニターに加えて、放射光位置モニターも、高度化改造に先行して2002年夏にビームライン BL7B に設置した<sup>15)</sup>。

従来、計4箇所には設けられていたビーム診断用光取り出しポートはアンジュレータ設置用スペースの確保のため、全て撤去され、その代わりに、新たに製作する偏向電磁石ダクト2台にビーム診断用光取り出しポートを1台ずつ設ける。これらはビームプロファイル観測、バンチ純度測定などに利用される。

ビームを強制振動させるための RFKO 装置はビーム診断用と filling pattern 制御用の2つが設置されていたが、スペースの有効利用のため、後者を両方の目的に使用できるように2002年に改良を施し<sup>16)</sup>、残りの1台は撤去することとなった。蓄積ビームを削り落とすためのビームスクレーパは、老朽化が進んでおり機能も貧弱であったので更新する。

### 3.6 入射器

UVSOR の入射器は15 MeV の線形加速器と600 MeV のブースターシンクロトロンからなるが、今回の高度化改造では、線形加速器の部分更新を行うこととした。具体的には電子銃及び駆動電源類、クライストロン用パルス変調器、冷却水循環装置などである。電子銃は単バンチ入射が可能な短パルスも生成できるものとなる。

## 4. 加速器改造

UVSOR 高度化計画は、幸い、2002年度に予算化された。2002年度末までに必要な装置の製作を完了し、2003年4月から6月の3ヶ月で完了、7、8月の2ヶ月で立ち上げ調整を終え、9月から共同利用を再開する、というスケジュールが組まれた。

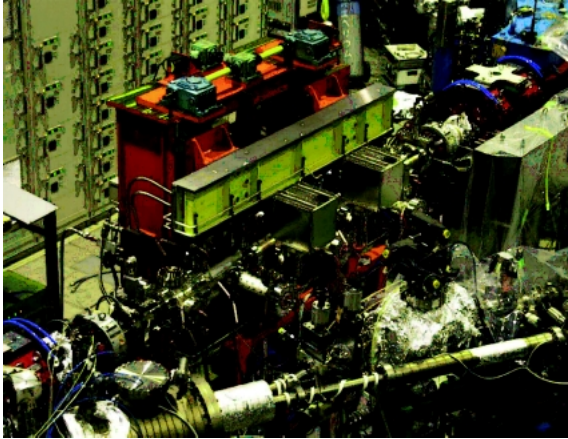
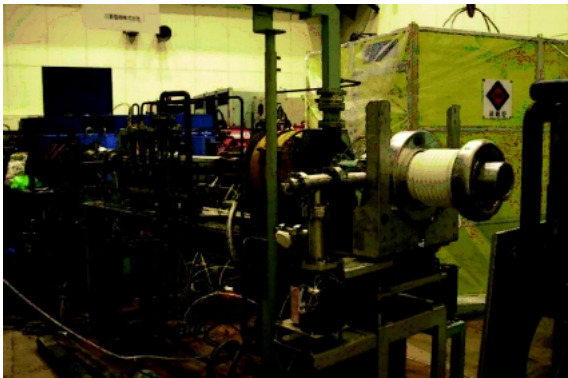
Figure 6. 2<sup>nd</sup> In-vacuum undulator for BL3U.

Figure 7. Injection linac under reconstruction.

2003年3月末に旧 UVSOR でのユーザー運転を終了し、加速器改造のための約3ヶ月のシャットダウンに入った。加速器の改造では、まず、高周波加速空洞などごく一部を除くリングのほぼ全周を大気開放した。全てのビームラインの真空系は一旦リングと切り離れた。その後、偏向電磁石など再利用する機器を除く全ての機器と配線配管類の撤去が始まった。建設後20年が経過し正体のわからないケーブル類なども大量に見つかったが、一本一本追跡し、不要なものは撤去した。床面の補修などを行った後、新しい電磁石を搬入し1mm以内程度の粗い精度での据え付けをおこなった。その後、電磁石類を半分割し真空ダクトを据え付けた。これらと並行して電源類の据付、配線・配管、真空封止型アンジュレータ2号機の据え付け (Fig. 6)、入射器の更新 (Fig. 7) も行われた。

真空ダクト据え付け完了後、全ての電磁石を±100ミクロン以内の位置精度で精密に据え付けた。測定は前述したレーザー測距装置と精密光学レベルを用いる手法で行った。真空ダクトはリング1周を接続し、真空引きした後、最高200℃でおおよそ1週間かけて加熱排気処理を施した。これら全てが終わり光源リング運転再開の準備が整ったのは7月の第1週である。改造完了後のリングの様子



Figure 8. UVSOR-II Storage Ring and Beam-lines just after the reconstruction.

を Fig. 8 に示す。

## 5. UVSOR-II の立ち上げ

2003年7月の第1週にリングに先行して、入射器の調整運転を開始した。開始当日はシンクロトロンへの入射条件を見失って慌てたが、二日目には入射と600 MeV への加速に成功した。線形加速器からシンクロトロンへの入射効率は大幅に改善され、改造前と比べておおよそ3倍程度の強度の電子ビームを加速できるようになった。線形加速器の更新の効果が現れたものと考えている。入射器が極めて好調に立ち上がったことが引き続き行われた光源リングの立ち上げにも好影響を与えた。

7月第2週から光源リングの運転を開始した。しかしすぐにビームが蓄積できたわけではなかった。シンクロトロンからはビームはちゃんと来ている。リングに入射されたビームは何千回も周回しているのが計測システムにより確認できる。しかし何故か蓄積されない。調べて見ると、ハードウェアに関する問題が複数見つかった。これらをひとつひとつ取り除いて7月14日に運転を再開したところビームの蓄積に成功した。その1週間後にはビーム強度が、放射線管理上 UVSOR に許可されている上限値である500 mA に達するようになった。また同じ日に750 MeV への加速にも成功した。7月30日には低エミッタンスモードでの入射蓄積にも成功した。

ユーザー運転をスケジュールどおりに再開することを最優先に調整を進めたために、光学関数、エミッタンスなどの基本的なパラメタの測定は後回しになっている。ベータトロンチェーンやエネルギー分散の測定結果は、光学関数が概ね設計どおりであることを示しており、目標のエミッタンスは達成できているものと考えている。エミッタンス確認のため、現在、放射光の可視光成分を用いたビーム診断ステーションを立ち上げ中である。

8月に入ってからは一日あたり約12時間の運転時間の半分を真空度改善のための大電流運転に、残りの半分をビームライン側へ放射光を取り出しての立ち上げ調整に充て

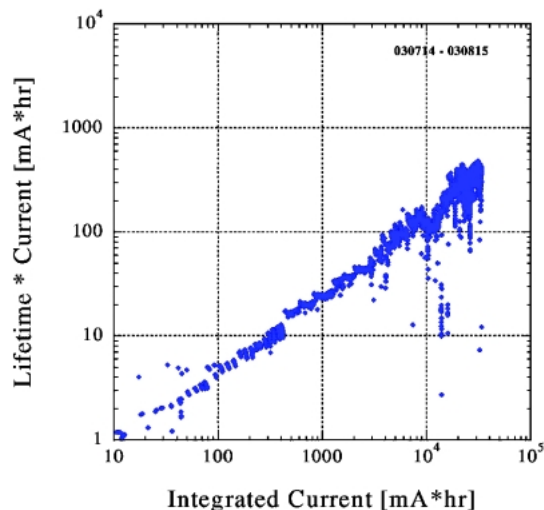


Figure 9. Improvement in beam lifetime during the first one month. Lifetime multiplied by beam current is illustrated versus time integrated beam current. The normal beam lifetime before the upgrade was around 1000 mA\*hr.

た。今回の改造ではリングの大半の真空ダクトが新品になり、また、更新しないものも長期間大気にさらされた。このため運転再開直後は放射光がダクト内壁に照射されることで激しい脱ガスが起き、真空の悪化でビームの寿命は非常に短くなった。これは新しい加速器あるいは大きな改造をした加速器の立ち上げでは避けて通れない問題であり、これを解決するには電子ビームをどンドン回して、放射光の照射を続け、脱ガスを促し、ダクトが真真空的に潤れてくれるのを待つしかない。運転開始から最初の1ヶ月間でのビーム寿命の回復の様子を Fig. 9 に示す。着実に回復していることがわかる。

9月第1週、当初の予定通りユーザー運転を再開した。真空は回復しつつあるとはいえ改造前のレベルに到達するには何ヶ月かかかることが予想されたため、少しでも寿命を延ばすためにエミッタンスはやや大きめの約60 nm-radとし Touschek 効果を緩和している。入射間隔も改造前の6時間に対して4時間と短くしてある。今後ビーム寿命の回復を待って、低エミッタンスモードでの運転に移行し、また、運転間隔も延ばしていく予定である。

新しいアンジュレータの立ち上げ調整は週1回の光源開発用の運転時間を利用して進めている。磁極間隙をビーム性能に影響を与えることなく目標値まで小さくできるかどうか重要であったが、2台とも目標の最小磁極間隙15 mm までの範囲内で特に問題なく運転できることが確認できている。ビームラインの光軸調整、利用者からの磁極間隙の随時変更を可能とするための制御系の調整を進めている段階である。

## 6. まとめと展望

UVSOR 高度化計画は当初のスケジュール通りに、リン

グの大半に及ぶ大改造をわずか3ヶ月で完了し、その後2ヶ月のビーム調整期間でユーザー運転の再開までこぎつけることができた。目標とした低エミッタンスでのビーム運転も既に成功し、新しいアンジュレータ2台の立ち上げも順調に進んでいる。これまでのところ高度化された光源リング UVSOR-II は極めて順調に立ち上がったといえる。今後は、ビーム電流値、ビーム寿命の改良、軌道安定化など、時間のかかる課題に取り組んでいくことになる。ビーム寿命については短期的には高周波加速系の増強で対応することになるが、長期的にはいわゆるトップアップ運転も検討する必要があると考えている。

アンジュレータは現在3台が設置され、あと3台の増設が可能である。そもそも UVSOR 高度化計画は、アンジュレータ中心の光源への転換が目的であったが、その意味では、残り3台のアンジュレータの建設・導入とビームラインの整備が完了して、初めて、目的を達したといえる。現在はそのための土台ができた段階である。今後も立ち止まることなく、UVSOR-II の特長を活かせるようなアンジュレータとビームラインの整備を利用者と協議しながら進めていくことが重要であると考えている。

UVSOR-II の低エミッタンスと長くなった直線部は、UVSOR で長年行われてきた自由電子レーザー開発においても、より短波長域での発振、高調波発生など、新たな展開をもたらす可能性がある<sup>17)</sup>。また、レーザーと電子ビームの相互作用を利用した新しい光発生法の開発<sup>18,19)</sup>など、高性能でありながら小型で小回りのきく加速器の特長を活かした光源開発も進めていきたいと考えている。

## 謝辞

UVSOR-II の建設と立ち上げは小杉信博施設長以下、UVSOR 職員全員によって行われたものである。本計画の実現にあたって、分子科学研究所茅幸二所長には様々な形で支援をいただいた。加速器の機器開発は、KEK, SPring-8 など、外部の研究者の支援を得て行われたものも多い。真空封止型アンジュレータの設計開発は、平成12、13年度分子科学研究所共同研究として、理化学研究所 (SPring-8) 北村英男、原徹、田中隆次の各氏の協力を得て行われた。ビーム位置検出システムの開発は、平成12年度分子科学研究所共同研究として、高エネルギー加速器研究機構本田融氏の協力を得て行われた。真空系の設計は、高エネルギー加速器研究機構堀洋一郎氏 (平成13、14年度分子科学研究所客員助教授) の協力を得て進めた。高周波加速系に関しては高エネルギー加速器研究機構の斎藤芳男、春日俊夫、坂中章吾の各氏に貴重な助言をいただいた。高エネルギー加速器研究機構の芳賀開一氏にはビーム位置検出器の設計に協力していただいた。理化学研究所の小関忠氏には真空封止型アンジュレータ真空槽の設計に協力していただいた。佐賀県立九州シンクロトロン光研究センターの江田茂氏 (平成13年まで分子科学研究所在籍)

にはビーム計測系の構築に協力していただいた。名古屋大学の高嶋圭史氏（平成14年まで分子科学研究所流動部門在籍）にはマシンスタディ、放射線遮蔽の検討などに協力していただいた。計画に参加された全ての方々、支援してくださった全ての方々に感謝します。

#### 参考文献

- 1) e.g. M. Kamada et al.: *J. Synchrotron Rad.* **5**, 1166 (1998).
- 2) 加藤政博:「放射光」第14巻第4号 27 (2001).
- 3) M. Katoh et al.: *Nucl. Instr. and Meth. A* **467-468**, 68 (2001).
- 4) e.g. H. Kitamura: Proc. 25<sup>th</sup> ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop: "Shanghai Symposium on Intermediate-Energy Light Sources" 206-210 (2002).
- 5) T. Hatsui et al.: presented at SRI'03 (San Francisco, 2003).
- 6) Y. Nonogaki et al.: presented at SRI'03 (San Francisco, 2003).
- 7) J. Yamazaki et al.: UVSOR Activity Report 2001, UVSOR-29 39 (2002).
- 8) Y. Hori et al.: UVSOR Activity Report 2002, UVSOR-30 46 (2003).
- 9) J. Yamazaki et al.: UVSOR Activity Report 2002, UVSOR-30 48 (2003).
- 10) A. Mochihashi et al.: UVSOR Activity Report 2001, UVSOR-29 47 (2002).
- 11) A. Mochihashi et al.: presented at 8<sup>th</sup> Internat. Conf. Synch. Rad. Instr. (San Francisco, 2003).
- 12) K. Hayashi et al.: UVSOR Activity Report 2002, UVSOR-30 50 (2003).
- 13) A. Mochihashi et al.: UVSOR Activity report 2002, UVSOR-30 44 (2003).
- 14) K. Hayashi et al.: UVSOR Activity Report 2001, UVSOR-29 37 (2002).
- 15) A. Mochihashi et al.: UVSOR Activity Report 2002, UVSOR-30 42 (2003).
- 16) A. Mochihashi et al.: UVSOR Activity Report 2002, UVSOR-30 39 (2003).

- 17) M. Hosaka et al.: presented at 2003 FEL Conference (Tsukuba, 2003).
- 18) Y. Takashima et al.: UVSOR Activity Report 2001, UVSOR-29 43 (2002).
- 19) Y. Takashima et al.: UVSOR Activity Report 2002, UVSOR-30 56 (2003).
- 20) T. Tanaka and H. Kitamura: *J. Synchrotron Rad.* **8**, 1221-1228 (2001).



#### 加藤政博

分子科学研究所極端紫外光実験施設・助教授

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所・助教授（客員研究部門）

E-mail: mkatoh@ims.ac.jp

専門：加速器科学

#### 略歴：

1986年に高エネルギー物理学研究所放射光実験施設（Photon Factory）に助手として着任。以降、放射光源加速器を対象とした研究を続けている。2000年3月より現職。現在、物質構造科学研究所助教授（客員部門）を併任中。

これまでにPFリングの高輝度化計画、UVSORの高度化計画と比較的大きなプロジェクト2つを、設計からコミショニングまで一貫してやらせていただき、チャンスに恵まれたと言えなくもないが、実は、新品の加速器というのは一度も作ったことがない。いつの日かそのような仕事をやってみたいものである。また今後は、加速器本体に関する仕事と並行して、相対論的な電子ビームを用いた様々な光発生法に関する研究も行っていきたいと考えている。