

## 5-1 極端紫外光実験施設の将来計画

平成15年12月2日にUVSOR 20周年記念の祝賀会を開催した。幸い20周年に間に合う形で光源加速器の高度化・高輝度化が完了し、平成15年度より新しいUVSOR-II リングを利用した共同利用を始めている。UVSOR-II 光源加速器は性能(輝度)が飛躍的に向上し、高輝度な挿入光源が導入可能となった。UVSOR-II を生かすかどうかは、挿入光源を増設し、その光源に連結する分光器、測定器を全体として最適化できるかどうかにかかっている。成功すれば、世界の最新鋭の放射光施設の設備と同等以上のものになりうる。ただし、現在の科学技術行政の中では予算的裏付けは基本的には外部資金が中心になる。法人化に向けて、研究組織的にもUVSOR施設としての特徴を出して行かねばならない。

昨年の分子研りポートにも報告したが、法人化に向けて、以下のような検討を進めており、2004年度より実施することとなった。

- ・極端紫外光実験施設から極端紫外光研究施設に名称変更し、施設として研究面を強化する。
- ・分子スケールナノサイエンスセンターに配分されている高輝度放射光源開発を担当する教授ポストをUVSOR施設に移し、光源系で光源加速器開発研究部、電子ビーム制御研究部の2研究部体制(教授1+助手1及び助教授1+助手1)とする。
- ・観測系は、光物性測定器開発研究部と光化学測定器開発研究部の2研究部(助教授1+助手1が2グループ)に客員助教授1を配置する放射光分光器開発研究部を加えた体制とする。
- ・今後、成熟したビームラインと高度化によって先端的で高度な研究が可能なビームライン(主に挿入光源ライン)に分け、後者については研究内容の厳格な評価に基づいてビームタイムの配分をする。
- ・利用研究者との議論や施設評価結果に基づき、重点化するビームラインを定め、順次、ビームラインを高度化していく。

以下に各開発研究部の2004年～2005年にかけての計画を示す。中長期的には分子制御レーザー開発研究センターとの連携によって光分子科学の基盤施設として貢献する道を探る。また、運転モードを1日24時間にするなど、世界の他施設と同水準にするとともに、安全面でも充実を図る。

### 5-1-1 光源加速器開発研究部

#### (1) 光源加速器の開発研究

- ・(高周波加速空洞の開発)高度化に成功したUVSOR-II 光源リングのビーム寿命の向上を目的として、高周波加速空洞の更新を行う。建設後約20年が経過した現在の高周波加速空洞に換えて、高電圧が印加できる空洞を新たに開発する。2004年度には高周波加速空洞の設計と製作、性能評価を実施する。光源リングへの導入と立ち上げ調整は2005年度初めとする予定である。
- ・(光源加速器のビーム性能の評価)高度化された光源加速器のビーム性能の評価を引き続き進める。特に2004年度には光源リングの電子ビームサイズを高精度で測定するための光学ステーションの建設と立ち上げを行う。
- ・(イオン捕獲現象に関する研究)電子蓄積リング特有の現象であるイオン捕獲現象は将来計画で建設する加速器でも性能を制限する障害のひとつとなるため、現象の基本的理解を深めておくことが非常に重要である。そのため、イオン捕獲現象に関しての理論的、実験的研究を継続して行っていく。

・(光源加速器の次期計画策定)光源加速器の次期計画策定のために、電子蓄積リング、エネルギー回収型ライナック、挿入光源、自由電子レーザーなどに関する最近の技術開発の動向を調査する。

## (2) 光源加速器・基盤設備の運転、保守及び改良

・(運転計画)2004年度には36週間のユーザー運転と3週間の加速器研究用運転、さらに必要に応じて随時調整運転を行う。2005年度も同程度のユーザー運転と加速器研究用運転を計画している。

・(加速器各部の定期保守)約5年毎に実施している入射用線形加速器のクライストロンの交換を2004年度に実施する。

・(既設高周波加速空洞の電力増強)ビーム寿命改善のために既設高周波加速空洞の電力増強を試みる。発熱、放電などの兆候を見極めつつ、可能な限り電圧を高める。

・(赤外ビームライン高度化)赤外ビームライン高度化に合わせて偏向電磁石BM6のビームダクトを交換する。必要な電磁石の分解組立作業、真空作業、真空調整ビーム運転を合わせて実施する。

・(基盤設備の保守)冷却水、電気、空調等の基盤設備の運転、保守及び改良を行う。

## 5-1-2 電子ビーム制御研究部

### (1) 放射光源における電子ビーム制御の開発研究

・(電子ビームの軌道安定性の向上)電子ビームの軌道安定性の向上に関する開発研究を進める。UVSOR-IIの電子ビームの高輝度という特徴を放射光利用実験で最大限活用できるように、電子ビーム軌道の変動を電子ビームサイズに比べて十分小さくなるように抑制することを目標とする。ビーム軌道変動をさまざまな時間スケールで観測し、その原因を特定し、可能な限り取り除く。残った軌道変動を安定化するためのフィードバックシステムを開発する。

・(電子ビームの高精度制御の開発研究)UVSOR-IIの光学関数などの基本的マシンパラメータを高精度で計測する手法やUVSOR-IIの電子ビーム軌道の絶対位置を高精度で決定する手法について開発研究を継続して行う。

### (2) 放射光源における光発生技術の開発研究

・(自由電子レーザーの開発研究)光源加速器開発研究部と電子ビーム制御研究部の協力で高輝度化されたUVSOR-IIの電子ビームを用いて自由電子レーザー開発について研究を進める。紫外領域(波長200 - 300 nm)での安定且つ大強度の発振を実現することを目指す。また、紫外領域での自由電子レーザー光の応用研究を推進する。

・(遠赤外コヒーレント放射光の発生の研究)光源加速器開発研究部と電子ビーム制御研究部の協力でUVSOR-II光源リングを用いた遠赤外コヒーレント放射光の発生の研究を推進する。電子ビーム自身の作り出す電磁場によりビーム内に生成される密度揺らぎ、あるいは、自由電子レーザー発振に伴うビームの局所加熱により生成される密度揺らぎなどによるコヒーレント放射の生成を、理論、実験の両面から研究する。

### (3) 挿入光源装置の運転、保守、改良及び開発

・(運転・保守)光源加速器運転に合わせて挿入光源装置の運転を行い、また、必要に応じて保守点検を実施する。

・(可変偏光アンジュレータの制御システム開発)BL5U用可変偏光アンジュレータのギャップ随時変更の実現を目指して制御システムの開発を継続して行う。

・(新規アンジュレータの設計)将来のアンジュレータの増設に備えて、アンジュレータ技術の最近の動向を調査し、UVSOR-IIの特徴を活かせるアンジュレータの設計に着手する。

(4) 情報通信制御，放射線防護，入退室管理

- ・ 運転情報表示を，加速器の高度化や運転状態の進歩に適合するように改良する。
- ・ BL6B における赤外ビームラインの建設にあわせて放射線防護壁を改良する。
- ・ 放射線防護，入退室管理システムの保守点検を行う。

### 5-1-3 光物性測定器開発研究部

(1) 放射光を用いた光物性研究

高分解能光電子分光ビームライン (BL5U)，赤外・テラヘルツビームライン (BL6B) を用いることにより，固体や薄膜試料の電子状態を調べ，物性の起源を研究する。

(2) 光物性用ビームラインの試料測定装置の操作，保守及び改良

2004年度は赤外・テラヘルツビームライン (BL6B) を更新する。低エネルギーリングである UVSOR-II の特長を生かす真空紫外領域の高分解能光電子分光を行うために，BL5U に設置する真空紫外直入射分光器の設計を行う。

2005年度は設計に基づき BL5U に真空紫外直入射分光器を設置できるように努力する。また，赤外・テラヘルツビームライン (BL6B) でテラヘルツ領域の顕微分光を行うために，顕微分光装置を設置する。

(3) 光物性用ビームラインの検出装置の保守及び改良

真空紫外検出器・分光器，赤外線検出器・干渉分光計の保守や精度向上のための改良を行う。

(4) 光物性用ビームラインの共同利用の計画，立案及び調整

最先端の真空紫外光分解能光電子分光ビームライン (BL5U) を有効利用する共同研究の計画，立案及び調整を行う。赤外・テラヘルツビームライン (BL6B) を有効利用する共同研究の計画，立案及び調整を行う。汎用真空紫外ビームライン (BL1B，BL7B) の共同利用の計画，立案及び調整を行う。

### 5-1-4 光化学測定器開発研究部

(1) 放射光を用いた光化学研究

高輝度軟 X 線ビームライン (BL3U)，高分解能軟 X 線ビームライン (BL4B) を用いて，分子の励起状態の生成とその崩壊過程に関する基礎的な研究を行う。

(2) 光化学用ビームラインの試料測定装置の操作，保守及び改良

高輝度軟 X 線ビームライン (BL3U) の分光器制御システムを改良し，アンジュレータとの同期スキャンを実現する。高分解能軟 X 線ビームライン (BL4B) に不等刻線間隔平面回折格子を一枚増設し，低エネルギー測定限界の拡大を図る。汎用ビームライン (BL1A，BL5B，8A，8B1) の保守及び改良を以下の通り実施する。

BL1A：分光器制御系の更新と可視発光実験が出来るよう観測装置を改良する。

BL5B：機器校正装置の排気系の改良及び差動排気部の排気装置の更新を行う。

BL8A：光学素子の炭素汚染観測装置を改良する。

BL8B1：固体及び表面の軟 X 線分光実験が実施可能な観測装置を整備する。

(3) 光化学用ビームラインの検出装置の保守及び改良

光化学反応過程で放出される蛍光，電子，イオン，及び中性励起種を測定するための各種検出器の保守や精度向上のための改良を行う。

(4) 光化学用ビームラインの共同利用の計画，立案及び調整

高輝度軟X線ビームライン（BL3U）と高分解能軟X線ビームライン（BL4B）を有効利用する共同研究の計画，立案及び調整を行う。汎用ビームライン（BL1A，BL5B，8A，8B1）の共同利用の計画，立案及び調整を行う。

### 5-1-5 放射光分光器開発研究部

(1) 放射光用分光器の開発研究

高度化されたUVSOR-IIに設置可能な挿入光源の基本性能について電子ビーム制御研究部と協力して検討する。光源性能を最大限に引き出せる高性能分光器及びビームラインの設計を行う。

(2) 光学素子の保守，改良及び開発

光学素子の炭素汚染メカニズムを解明するための実験環境を整備すると共に，炭素汚染の除去方法に関する開発研究を行う。

(3) 光源加速器の放射光波長特性の評価と改良

BL3U，BL5U 及び BL7U の各挿入光源について，放射光波長特性の評価を行う。

(4) 分光技術・評価

高性能分光器に要求される機械精度や光学素子の研磨精度，及び性能評価方法について検討する。