

解説

UVSOR 施設における安全管理

鎌田 雅夫

分子科学研究所 UVSOR 施設*

Safety Systems in the UVSOR Facility

Masao KAMADA

IMS, UVSOR facility

はじめに

UVSOR 施設は、1983年11月に電子ビームの入射に成功して以来、今年で15年になる。この間、多くのユーザーの方々にご利用ならびにご協力頂き、大変感謝している次第である。しかしながら、喜んでばかりもいられないのが人の出入りの多さに対する安全管理の立ち後れである。たとえば、1987と1997年を比較してみると、利用週数（共同利用の施設ビームラインの利用週数の合計）が190から320と1.7倍増になり、ユーザー数も400名から800名と倍増した。また、1991年度には極端紫外光科学研究系が発足し、所内専用ビームラインのユーザーも大幅に増加した。さらに最近の5年間は、アップグレードと老朽化対策のための設備更新や補修作業が行われ、通常メンテナンス以外の業者の立ち入りが増えている。また、放射光関係以外の研究者、関連省庁の係官、地元の企業や学校関係者などの見学者も多い（昨年一年で、400名）。したがって、当初の個人的対応という発想から脱却して、より組織的な安全管理が求められるようになってきた。ユーザーの皆さんには、この場を借りて、安全管理についてのご理解ならびにご協力をお願いしたい。

放射線安全管理について

電子蓄積リングは、一辺約35 mの正方形の地下室に設置されている。ライナックとシンクロトロンは別室にあり、そこで600 MeVに加速された電子ビームがリングに入射され、750 MeVに加速される。リング室の天井の上はテニスコートになっており、2面分の大きさである。エネルギーの高いリングでは完璧な遮蔽が要求されるので、UVSORはリング全体が一望できるという意味では世界最大級のリングである。

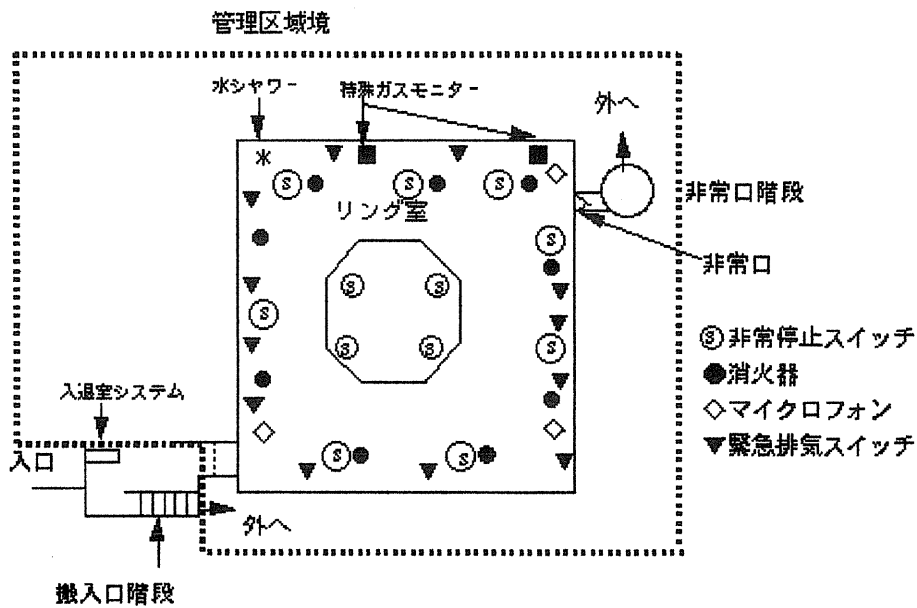
研究所の敷地が狭く、一般住居にも近いが、リングが地

下室に設置されているので、一般住居地域への放射線はコンクリートと土砂で完璧に遮蔽されている。事業所の境界にはモニタリングポストが4基設置されているが、いままです測定器の検出限界以上の線量が観測されたことはない。300 $\mu\text{S}/\text{w}$ の管理区域の境界は土中にあるが、これは設備申請時に安全係数を大目にして見積もられた（たとえば、24時間運転すると仮定して遮蔽率を決めた）ためである。UVSORは日中のみの運転が主であり、入射器であるライナックやシンクロトロンは毎回10-15分しか運転されないの、実際上の線量は、問題ないぐらい少ない。

しかしながら、放射線安全管理の立場から注意すべき点がある。

- 1) UVSORの蓄積リングの放射線遮蔽は完璧ではないので、ビームの入射や停止の際には、リング室から退室する必要があります。その際は、館内放送（英語と日本語）、運転当番による見回り、IDカードでの入退室管理などで、リング室が無人であることを確認している。万一、リング室に閉じこめられて、入射されそうになった場合に備えて、非常停止ボタンを図1のように各所に設置している。
- 2) ビーム貯蔵時にも、不必要にリングには近寄らない。線量率はリングからの距離の自乗に反比例するので、通常の作業エリアであれば問題ないが、近寄ると危険な所がある。
- 3) 飲食物を管理区域内に持ち込まない。諸外国では、コーヒーを飲みながら実験できるところもあるが、UVSORでは、飲食の有無に関わらず、飲食物の持ち込みを禁止している。
- 4) 所外ユーザーには、利用申請時に、所属機関からの放射線作業従事許可書を提出して頂いている。さらに来所時に、教育ビデオで、運転スケジュールや安全

* 分子科学研究所 〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38
TEL 0564-55-7201 FAX 0564-54-7079 e-mail kamada@ims.ac.jp



管理ルールを周知し、その上でリング室入室のためのIDカードを交付している。これは、初期教育訓練、被爆線量のチェック、健康診断などは所属機関にお願いし、施設は、放射線発生装置からの放射光利用に関わる安全教育と放射線管理区域での安全作業に責任を持つ、という考えに基づいている。

- 5) 所内ユーザーおよび施設職員には、分子研の放射線障害防止規則に従って、教育訓練と健康診断、ならびに被爆線量のチェックなどを行っている。特に、リング近くで作業する場合は、線量率を実測の上、低電流運転時にポケット線量計で被爆線量を計りながら作業するなどの注意を行っている。

化学薬品の安全について

利用申請時に、実験試料や化学薬品の使用届を、UVSOR化学薬品安全委員会に提出して頂いている。これは、有害性（引火、爆発、腐食、毒性など）の有無をチェックすると共に、有害性のあるものについては、さらに取扱・処理届を提出頂き、誤った取扱による事故を未然に防ぐことを目的としている。

また、届のコピーをビームライン毎に貼りだしている。これは、UVSORの加速器は地下室内に設置されているため、閉鎖空間になっているので、隣接する実験ステーションで実際にどのような実験が遂行されているか、また万一の場合の対処の仕方を、周囲に周知する必要があるためである。

ユーザーによっては、学問的な興味から新しい物質を測定したいという希望が先行して、その物質の有害性や特性についての知識が十分でない場合がある。使用届を義務づけることで、ユーザーにこれらのチェックを事前に行って

頂き、安全性を配慮した準備を促すことが出来るようになった。

なお、ユーザーの持ち込む試料や薬品の保管は基本的には施設側は行わず、持ち帰って頂くようお願いしているが、どうしても必要な場合は、保管届を出して頂いて、安全な保管方法を取るようになっている。

最近の有毒物質事件の後、施設内の毒物、劇物は、鍵の掛かる保管庫に保存し、担当責任者を置くようにした。利用希望者は、施設職員に申し出て頂きたい。

万一、ガスが漏れてリング室に充満した場合に備えて、図1のようにリング室には緊急排気スイッチがある。また、化学物質の取扱いのためのドラフトが設置されている。

特殊高圧ガスについて

シラン、ジシランなどの特殊高圧ガスに対しては、専用の除害システムや漏洩センサー、排気ダクトなどを設置すると共に、利用者には資格試験に合格することや定期教育訓練を受けることなどを義務づけている。また、ボンベの充填圧を下げて、リング室内で漏れても大丈夫な量に制限した利用を行っている。さらに、万一の場合は素人判断での操作はかえって危険であるので、高圧ガス緊急連絡網を備えている。

火災などの緊急事態について

UVSORの加速器は地下室内に設置されているので、常日頃から、可燃性、有害性物質の持ち込みを少なくするように注意している。また、火災の際に有害ガスを出す可能性のあるものは、極力持ち込まないようにお願いしている。

万一、火災が発生した場合に備えて、施設職員と所内ユーザーから成る UVSOR 消防隊が組織されている。消火、避難誘導、看護、機器処理などの役割分担がされており、模擬火災による訓練を実施している。火災鎮火のために、ハロン消火システムが設置されているが、誤って使用すると、人命を失う恐れがあるので、UVSOR 消防隊の避難誘導を確認した後に手で稼働するようにしている。緊急避難のための非常口は、図1のように通常口と対角線位置にある。この非常口は地上のテニスコート横に通じていて、内部からはいつでも逃げ出せるようになっている。また、通常口からは、搬入口横の小門からすぐ外部に出る避難路がある。

夜間のアクシデントについて

UVSOR 施設の基幹設備に異常が発生した場合は、研究所のエネルギーセンターによって24時間監視体制が敷かれているので、施設職員に連絡が来るようになっている。一方、実験期間中には、実験準備や装置の立ち上げなどの徹夜作業がユーザーによって行われることも有り、24時間運転している機器も多くある。そこで、万一の夜間のアクシデントに備えて、ビームライン担当者や施設職員の緊急連絡網を用意している。しかし、ユーザー持ち込みの装置類に異常が起こった場合には、UVSOR 施設職員でも対処出来ない場合が有りうる。このような場合に備えて、ユーザーにも宿泊先の部屋番号や連絡先をビームライン横の白板に書くようお願いしている。また、ベーキング中の場合は、その旨の表示や高温危険などの表示をお願いしている。

所内安全点検委員会

今年から、所内専用ビームラインの担当者の方に、シャットダウン明け毎に、電気、水、圧空、真空などの異常がないことを確認し、その報告を行って頂くようになった。これは、従来の経験から、シャットダウン明けに装置が不調をきたすことが多いことによる。また、現場レベルでの担当者間の情報交換を行う有益な場にもなっている。

事故やけがについて

所内には救急システムがないが、近くに岡崎市の救急センターがある。そこに駆け込むか一一九番に連絡して救急車を呼ぶことを周知徹底している。

電気作業やクレーン操作

法令に従えば、配電盤からの電気作業やクレーン操作は、有免許者に限ることになっている。したがって、これらの作業が必要な場合は、施設職員に申し出てもらうことになっている。

教育や周知徹底

施設の利用案内と併せて、安全作業についての注意を UVSOR ガイドブックとして出版しており、ユーザーに配布している。また、<http://www.uvsor.ims.ac.jp/>でもその内容をみることができる。

最後に、UVSOR ガイドブック (改訂版) に記載した安全作業についての補足を引用したので、参考にして頂ければ幸いである。

補足 安全作業について

(1) 一般的注意

a) 服装

- 安全靴もしくは運動靴を着用し、服は作業にふさわしい物を着用して下さい。白衣など裾の長い衣類は避けて下さい。
- 必要な時はリング室入口にあるヘルメットを使用して下さい。軍手や皮手袋ナイロン手袋等も備えてあります。

b) 通路

- リング室は壁際の緑色の床が通路です。通路には物品を置かないで下さい。
- やむを得ず物品が置かれている事がありますので、通行には気をつけて下さい。通行の邪魔になる場合は UVSOR 職員まで連絡して下さい。

c) 作業

- 実験現場は配線・配管が複雑に走っているの、十分に気を付けて作業して下さい。
- 危険防止のために整理・整頓を心がけて下さい。
- 1人での作業は避けて下さい。特に深夜・休日の単独作業は避けて下さい。事故が起きた時の応急処置・連絡が困難です。
- 異常が起きた時は至急 UVSOR 職員に連絡して下さい。

d) 装置・設備

- 安全上、問題があると気付いた場合は、どんな小さな事でも UVSOR 職員に申し出て下さい。

(2) 緊急設備

a) 緊急ボタン

リング室の壁には2種類の緊急ボタンがあります。同じ形なのでスイッチの上部に札が貼ってあります。1つは緊急停止ボタンでリング室に取り残された時に入射が出来ないようにするものです。もう1つは緊急排気ボタンで異臭がした場合に強制的に排気させます。リング室の換気は常時、小型の送排風機で行っています。

b) 緊急シャワー

リング室北東の角に緊急シャワーがあります。有毒物質を浴びた時に水で洗い流すものです。

c) 消火設備

リング室にはハロンガス消火設備がありますがハロンガスは人体に有害なので誤動作を避けるため、火災の確認・無人である事の確認をしてから UVSOR 職員が手動で作動させる事になっています。小さな火災の消火用に壁際に粉末消火器が備えてあります。リング室の他、各フロアにも消火器は備えられています。また、各フロアとの間、つまり階段の上下に防火扉があります。火災に備えて、扉の前には物品を置かないで下さい。

d) 非常口

入口の対角線の隅（南東）に非常口があります。

(3) クレーン

リング室及び搬入口に7.5トンのクレーンがあります。使用可能者は有資格者に限ります。資格のある、なしに限らず、使用希望の方は UVSOR 職員に申し出て下さい。

(4) 工作

1階の真空工作準備室と回路工作準備室で簡単な工作ができます。ボール盤、グラインダー、電動糸ノコ等です。簡単なものばかりですが、怪我しないように気を付けて下さい。それ以外の装置で工作を行う場合は UVSOR 職員に申し出て、装置開発室で工作して下さい。回路工作时はハンダゴテの電源の切り忘れのないようにして下さい。使用後の片付けをお願いします。使った後は使用前よりきれいにしてください。

(5) ボンベ取り扱い

1Fにボンベ庫があります。貯蔵ガスにより3つに分かれています、そしてどちらも安全のために鍵を掛けています。使用する場合は UVSOR 職員に申し出て下さい。無断で持込みボンベを貯蔵する事はやめて下さい。ボンベはボンベ・スタンドに置くか、ボンベ・キャリアに乗せて下さい。よく使用する窒素ガスは、決められた場所のボンベを使用して下さい。ボンベが空の時は1階のボンベ庫へ運び、空の札を付け、充の札の付いたボンベを運び出して下さい。

(6) 寒剤

UVSOR で使用出来る寒剤にはドライアイス・液体窒素・液体ヘリウムがあります。皮手袋が用意されていますから、それを使用して火傷に気を付けて下さい。それぞれ、寒剤を使用される方は UVSOR 職員に申し出て下さい。液体窒素は B2F の供給装置をご利用下さい。供給装置には酸素濃度計、濃度計に連動して動作する供給停止装置がありますが、窒素ガス充満状態になりますと危険ですのでご注意下さい。

供給装置に使うカードは容器と一致したカードをお使い下さい。その他の寒剤を使用される方は前もって（2週間

前）UVSOR 職員に申し出て下さい。寒剤をエレベーターで移送する時は、同乗せずに、階段を使って移動して下さい。事故でエレベーターが停止すると、容器から出て来るガスが充満して、エレベーター内で窒息する危険があります。

(7) 溶媒

UVSOR ではエタノール・アセトンを使用しています。保管場所は 1F 真空工作準備室です。その他の溶媒の利用は、UVSOR 職員にお問い合わせ下さい。場合によっては出来ないことがあります。使用済みの溶媒・ロータリーオイル等はこの部屋のポリタンクに収納して下さい。流しに捨てないで下さい。

(8) 電気

現場での配線作業の際はテスター・検電器等で通電されていない事を確認の上で作業して下さい。UVSOR では高電圧・大電流の箇所が非常に多いです。なお、適切な配線を行わないと過電流による発熱・漏電が起きますのでご注意下さい。分電盤には漏電警報機が備えられていますが漏電にご注意下さい。露出箇所がありますと感電・火災の危険がありますのでご注意下さい。特にヒーターがらみの事故に気を付けて下さい。分電盤から直接電気を取るには施設の許可が必要です。その必要がある場合は UVSOR 職員にご相談下さい。

(9) 実験試料・化学薬品

実験試料・化学薬品を使用する時は UVSOR 化学薬品安全委員会へ届け出て許可をもらって下さい。リング室にはドラフト・チャンバーがありますが、ドラフト・チャンバーを必要とする作業を行う時は UVSOR 職員にご相談下さい。安全に処理出来る装置のご紹介を致します。

(10) 放射線

実験者は放射線作業従事者として所属機関で登録を受け、作業従事承認書を実験前に UVSOR 放射線管理責任者に提出して下さい。なお、放射線防護教育ビデオを見てからリング室に入って下さい。リング室への入室時はフィルムバッジを携帯し、入退室に際しては UVSOR の発行する ID カードを使用して入退室を記録して下さい。入射、ビーム停止の前には放送による案内・UVSOR 職員による見回りがあります。放送・職員の誘導に従って下さい。リング室内への飲食物の持ち込み、喫煙は禁止されています。電子ビーム貯蔵中は、ストレージリング本体に近い程、放射線レベルが高いため、必要な時以外はストレージリング本体に近よらないで下さい。なお、SOR の光強度は非常に強いので、直接、肉眼では見ないで下さい。

(1) 真空作業

a) 一般的注意

真空内に入れる物品は素手では触らないで下さい。清浄な手袋を使用して下さい。アセトンを使った洗浄はドラフト・チャンパー中で行って下さい。フランジのボルト締めは適切なトルク値で均等に締めて下さい。ガラス器具の使用は原則として禁止します。どうしても使う時はUVSOR 職員の許可を受けて、防護策を講じて行って下さい。

b) ベーク作業

漏電の恐れが無い事を事前にチェックして下さい。ベーク中、高温に注意の掲示を行って下さい。適正な温度のチェックを行える接触温度計が用意されています。

c) バルブの開閉

ビームラインの真空悪化よりリング内真空を保護するため、いくつかの真空インターロックが設けられていますが、バルブの開閉は慎重に行って下さい。

リング最上流には手動バルブ (VO) があり、通常は開いています。そこから、下流側にビームシャッター (BS1)、フロントエンドバルブ (V1)、速断バルブ (VF)、前置鏡室、ビームシャッター (BS2)、ビームラインバルブ (V2)、分光器の順に並んでいます。ビームシャッターは、バルブ閉時にバルブの弁に放射光が当たるのを防ぐた

めのもので、通常はビームラインバルブと連動して開閉します。速断バルブは、通常は開いています。各バルブは真空計をセンサーとして真空保護のインターロックで監視されています。それぞれセンサーが設定された許容値 (2×10^{-8} Torr) より悪いと開けることが出来ず、また開いている時に真空度が悪くなると自動的に閉まります。真空破壊では急激に真空度が悪化するので、動作速度の速い (10 ms 程度) 速断バルブが閉まり、連動してフロントエンドバルブも閉まります。

バルブを開ける手順ですが、試料室、後置鏡室、分光室と順番に下流側から真空度を確認しながら、バルブを開けて行って下さい。その上で、ビームラインバルブを開けません。バルブ制御のラックには、前置鏡チャンパーの真空度が表示されていますが、ここが 5×10^{-9} Torr より良くなっている事を確認してから、次にフロントエンドバルブを開けて下さい。この通常の動作が出来ない時は、真空度が悪い可能性がありますので、UVSOR 職員に相談して下さい。インターロックを外すことやインターロックの許容値の設定を変えることは、非常に危険なので絶対行わないで下さい。閉める手順は開ける時とは逆の順序で、先ずフロントエンドバルブを閉め、それからビームラインバルブとるように上流から閉めて下さい。