

## 第9章 エックス線、エックス線発生装置

エックス線回折装置、蛍光エックス線分析装置等のエックス線を発生する装置及びエックス線の発生を伴う装置（以下、両者を総称して「エックス線発生装置」とする。）から出るエックス線も、人体に対して放射線障害の危険性を持っている。これらの使用等については、労働安全衛生法並びに電離放射線障害防止規則を受けて「長岡技術科学大学エックス線障害防止管理規程」が定められており、エックス線装置を使用する職員及び管理区域に職務上随時立ち入る必要がある職員は登録申請し、許可されなければ従事できない等の規制を行い、R I、放射線発生装置と同様に放射線障害の防止を図っている。

### 第1節 エックス線

#### 1 エックス線の管理

エックス線は  $0.01\sim 100\text{\AA}$  の波長をもつ電磁波で、物質をイオン化させる電離作用をもつため人体に有害であり、その取扱いにおいては、被曝を避けるように細心の注意を払うことが必要である。高エネルギーの電子線を対陰極金属に照射してエックス線を発生させる、通常のエックス線管では、発生するエックス線のスペクトルは、加速電圧（管電圧）を最高エネルギーとし、平均エネルギーがおよそその  $1/3$  程度の制動放射の連続的なスペクトルと、対陰極金属固有の特性エックス線とが重なったスペクトルになる。これをさらに分光する場合もあるが、最高エネルギーはたかだか  $100\text{ kV}$  程度であり、放射線としての遮蔽は比較的容易である。しかし、強度が強いため、隙間などからの漏洩や散乱の影響を考慮して、慎重に遮蔽する必要がある。また、電子が照射されている間だけエックス線が発生するので、市販の装置では、扉など各種の遮蔽や安全機構と連動したインターロック機構がついており、使用者の被曝を避けるようになっている。このため、エックス線の使用方法及び装置の機構を熟知し、実験を行うことはいうまでもない。本学では、遮蔽の構造、外部に漏れるエックス線の線量及びインターロックの有無等の条件により、エックス線装置内のみ管理区域が存在するものと、エックス線装置の外に管理区域を設定する必要があるものに分類され、それぞれ使用するための申請や許可の条件が異なるので注意されたい。いずれにしろ、自分が使用しようとするエックス線装置がどちらに分類されるかは、その装置の特性や機構に大きく係わるものであるものであるため、良く装置のことを理解する必要がある。

## 2 エックス線の測定

エックス線の検出には写真作用、蛍光作用およびイオン化作用等の性質が利用される。代表的な方法を表9-1に掲げる。

表9-1 エックス線の測定法

写真法	エックス線フィルム及び乾板
計数管法	シンチレーション計数管 ガイガーミュラー計数管・比例計数管 半導体検出器

エックス線の遮蔽が十分であるかどうかは、写真法によっても行えるが、通常携帯用の計数管（サーベイメーター）でチェックする。ただし、エネルギーの低いエックス線では、一般の放射線検出器では検出が困難な場合もあるので、エックス線のエネルギーに応じた測定法を選ばなくてはならない。

## 3 エックス線の人体に与える影響

エックス線の場合は外部被曝が中心であるが、その影響は他の放射線と同様であり、造血臓器、生殖腺、眼および皮膚の障害として現われる。たとえば眼の障害として、「白内障（白そこひ）」を生ずるエックス線量は、臨床的に5シーベルトとされている。

## 第2節 エックス線発生装置

本学では、エックス線発生装置の新設、拡充、改廃、又は変更しようとするときは、産学連携・研究推進課に届け出ることになっている。エックス線発生装置の設置室が設定されており、設置室が管理区域になっている場合には、エックス線施設責任者を、装置内部のみが管理区域となっている装置にはエックス線装置使用責任者を置くことになっている。また、エックス線装置を使用する職員等（ここで、等とは学生、共同利用者などの本学の職員以外のものを示す。）及び管理区域に職務上随時立ち入る必要がある職員等はあらかじめ所定の書式により学長に申請して、承認を得て登録した者でなければならない。設置室が管理区域になっているエックス線装置を使用する、あるいはその管理区域に職務上随時立ち入る必要がある職員等はエックス線業務従事者に登録する必要がある。装置内部のみが管理区域となっている装置を使用するものはエックス線装置使用者として登録する必要がある。両者共にあらかじめ所定の書式により学長に申請して、承認を得る必要がある。なお、退職及び卒業等で大学を離れるまで申請は自動更新される。

エックス線業務従事者の登録は、健康診断及び教育訓練の結果により、放射線安全委員会の議

に基づいて学長が行う。登録後は、被曝線量測定及び6か月に1回の健康診断を受けなければならない。登録後の教育訓練については、労働災害の動向、社会経済情勢、本学における使用環境の変化があった場合に実施する。ただし、学生は、登録後、進学の際には教育訓練を受講しなければならない。

エックス線装置使用者の登録は、教育訓練の結果により、放射線安全委員会の議に基づいて学長が行う。登録後の教育訓練については、労働災害の動向、社会経済情勢、本学における使用環境の変化があった場合に実施する。ただし、学生は、登録後、進学の際には教育訓練を受講しなければならない。

なお、エックス線施設責任者及びエックス線装置使用責任者は、毎年教育訓練を受ける必要があり、教育訓練を当該施設従事者あるいは当該装置使用者の被曝低減のために役立てていただきたい。

以下は、エックス線発生装置について、使用上の注意を述べる。

## 1 エックス線の使用に関する注意事項

設置室が管理区域になっているエックス線装置を使用する、あるいはその管理区域に職務上随時立ち入る必要があるものは使用する場合には、ガラスバッジやポケット線量計等の放射線測定器を装着して被曝量を確認しなければならない。当該装置を使用する場合は、装置の機能や機構を熟知し、不用意な取り扱いをしないよう十分に注意して被曝を最小限に抑えるようにしなくてはいけない。特に、各部品を外したり、変更を加えたりする場合には、細心の注意をはかる必要がある。なお、装置を変更する場合は事前に届け出る必要がある。装置の調整時には指、腕等を被曝しやすいので注意を要する。指につける指輪形の線量測定器等もあるので、必要に応じて併用すると良い。

装置内のみが管理区域として設定されるエックス線発生装置は、装置構成各部分にエックス線被曝を防止するためにインターロック等の安全装置が取付けてあるので、通常の使用時にはエックス線被曝の恐れは非常に少ないが、使用者はあらかじめ、その機構を熟知しておくことが必要であり、不用意な取扱いをしないよう十分注意しなければならない。もちろん、各部品を不注意に外したり変更を加えたりしてはいけない。装置の調整時には指、腕等を被曝しやすいので注意を要する。指につける指輪形の線量測定器等もあるので、必要に応じて利用すると良い。

エックス線発生装置は、安全性を確保するためにも年1回の定期検査を必ず行わなければならない。

エックス線発生装置を使用するに当たっては、詳しくは、本学のエックス線障害防止管理規定を参照されたい。<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=347M50002000041>にある、電離放射線障害防止規則を参照することもお勧めする。また、エックス線作業主任者免許があり、これは、エックス線作業主任者免許試験を受験し合格するともらえる。この資格があると、エックス

線作業主任者になることができる。将来、有用な資格になりうるので、エックス線を使った研究をしている学生諸君は、積極的に受験されることを勧める。

電離放射線障害防止規則の第 50 条には、  
エックス線作業主任者免許試験は、次の試験科目について、学科試験によって行う。

- 一 エックス線の管理に関する知識
- 二 エックス線の測定に関する知識
- 三 エックス線の生体に与える影響に関する知識
- 四 関係法令

と規定されている。

また、エックス線作業主任者は、第 1 種放射線取扱主任者免状を保有しているものもなることができる。第 1 種放射線取扱主任者免状は試験を受験し合格した後、研修を受けることにより免状を得ることが出来る。研修を受ける費用は比較的高いが、試験合格後に研修を受けるまでの期間に期限は無いので、会社等に入ってから研修を受けることもできる。したがって、試験だけ受けておくということも可能である。もし、余裕があるなら第 1 種放射線取扱主任者の試験に挑戦するのも良いだろう。

## 2 その他の注意事項

通常のエックス線管球にかける高電圧電源は 50～60kV、30～40mA 程度の出力をもつ直流電源である。この高電圧に触れると非常に危険であり、エックス線管球の交換および装置の保守点検は、電源を切り、高圧の電荷を十分放電させた後行う。