

4. 放 射 線

4. 1 はじめに

放射線の利用は、学術の進歩や産業の発展などに役立つ反面、人体に対し、放射線障害を引き起こす危険を合わせ持つ。放射線は五官に感じないが、被曝すると人体を通過した放射線量が多い場合、組織・臓器を構成している細胞に細胞死が起こり、放射線障害として影響が現れ、最悪の場合死に至ることもある。非常に低い線量でも、晩年に発がんや次世代への遺伝的影響（しきい値のない確率的現象）を引き起こす可能性があるため、できるだけ放射線を浴びないようにすることが必要である。実際の放射線業務に携わる場合、放射線の利用から得られる利益を考えると、放射線障害の発生を最小限におさえつつ、その利用を効率的かつ安全に進めていく必要がある。被曝し放射線障害を受けると最悪の場合死に至ることもあることを肝に銘じて、法律の定めるところに従い、放射線管理、取り扱いに細心の注意を払うことにより災害を防ぐ努力が必要である。また、規定のない低線量の X 線等に関しても、障害防止の観点から取り扱い上の注意点を周知する必要がある。以下各項目について説明する。

4. 2 放射線の定義

「電離放射線障害防止規則」規則 2 条にあるように、電離放射線（放射線と略す）の定義は以下のようになる。

- (1) アルファ線、重陽子線及び陽子線
- (2) ベータ線及び電子線
- (3) 中性子線
- (4) ガンマ線及びエックス線

4. 3 放射線の障害防止に関する法律

以下の 2 つが基本となる。詳細は後述するが、概略としては以下のようなになる。

- ・「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」
「原子力基本法」に基づいて、特に放射線障害防止に関して規定している。
- ・「電離放射線障害防止規則」
労働安全衛生法及び労働安全衛生法施行令に基づいている。
管理区域、X 線取扱主任者等が規定されている。

尚、上記法律は学部学生、大学院学生の使用に関しては想定されていない。しかし、神戸大学では、学部学生、大学院生も、本法律に準拠して安全管理を行っている。

4. 4 放射線障害

電離放射線の生物学的作用により生体の細胞や組織が変化し、細胞の分裂阻害、変異、死滅、組織の破壊などの現象が生じ、これらが直接あるいは間接の原因となって生じる障害である。比較的早期に見られる早発性障害と、相当に期間がたってから現れる晩発的障害など、急性／慢性、確率的／確定的、身体的／遺伝的、分子／細胞・臓器別に区別される。早発性障害には、吐き気、嘔吐、全身倦怠、白血球増加、リンパ球増加、白血球減少、皮膚の色素沈着、脱毛、紅斑などがあり、晩発性障害には、老化現象、発癌、寿命短縮、悪性貧血、白血病、赤血球減少、血小板減少、皮膚の萎縮白斑などがある。

4. 5 放射線管理区域の設定

「電離放射線障害防止規則」規則3条にあるように、管理区域を明示する必要がある。放射線管理区域とは、原子力施設や放射線利用施設等であって、関係者以外の者の無用な放射線被ばくを防止するとともに、施設内で作業する人の被ばく管理を適正に行うため、放射線被ばくのおそれのある区域を他の一般区域から物理的に隔離した区域をいう。管理区域の出入口では、人や物品の放射能汚染が厳しく管理される。留意点としては以下のようなになる。

- ・実効線量合計：3 か月につき 1.3mSv を超えるおそれのある区域を標識で明示する必要がある。装置内にしか管理区域の無い場合も標識は必要である。
- ・掲示項目：放射線測定器の装着注意，放射性物質取扱注意，事故の場合の応急措置等，放射線による労働者の健康障害防止の必要事項。
- ・事業者の義務：実効線量合計 1 週間に 1 mSv 以下にしなければならない。
- ・管理区域への立ち入り者：放射線業務従事者，管理区域に一時的に立ち入る労働者。

4. 6 放射線作業従事者としての義務

- ・放射線作業を行う者は、研究基盤センターアイソトープ部門で、放射線作業従事者登録をする必要がある。学外施設で作業する場合も学外施設の登録作業とは別に、学内でも登録が必要である。登録の有効期限は1年であり、登録の継続が必要な場合も毎年手続きが必要である。知識を定期的によびおこし、かつ法律改正などの情報を提供するためである。尚、登録関連の問い合わせ先は、研究推進部研究推進課研究推進グループである。尚、外部機関に提出する「放射線業務従事者登録証明書」の作成の際も、研究推進グループへ依頼すること。
- ・常時従事者は6ヶ月ごとに1回、規定の健康診断を行う。
- ・六甲台地区放射線障害防止委員会が実施するRI講習会を受講する。
- ・各研究グループを中心として行われる、個別教育訓練をうける。
- ・神戸大学放射線業務従事者手帳およびガラスバッジ等のモニターの配布を受け(ガラスバッジの配布、回収、モニター結果の配布は、各研究グループを単位として行われる)、放射線作業時にバッジを着用する。ただし、放射光施設等大学外の施設での放射線作業の場合には、神戸大学のバッジでは測定しないこと。また、ガラスバッジに関して、測定バッジとコントロールバッジは、普段は非管理区域の同じ場所に置くこと。

4. 7 神戸大学での規定とその内容抜粋

神戸大学の中で、放射線関連の規則に関しては、

<http://www.office.kobe-u.ac.jp/plan-rules/aggregate/field/index.htm>

に、各種掲載されている。特に、「神戸大学放射線障害の防止に関する規則」に関して、その第一条目的のみ以下に記す。この規則は以下から参照できる。

<http://www.office.kobe-u.ac.jp/plan-rules/act/frame/frame110000470.htm>

また、学部や施設毎の規定もあるので、それぞれHP等から参照すること。

(目的)

第1条 この規則は、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律(昭和32年法律第167号。以下「法」という。)及び電離放射線障害防止規則(昭和47年労働省令第41号。以下「電離規則」という。)の規定に基づき、神戸大学(以下「本学」という。)における放射性同位元素等並びに放射線発生装置の取扱い及び管理に関する事項を定め、放射線による障害の発生を防止し、併せて公共の安全を確保することを目的とする。

(以下省略)

4. 8 「電離放射線障害防止規則」からの抜粋

規則4条：放射線業務作業従事者の被爆限度が以下のように定められている。

- ・事業者は管理区域において放射線業務従事者のうける実効線量が、実効線量：5年間 100mSvを超えない、かつ1年間 50mSvを超えないようにしなければならない（女性の場合：3か月5mSvを超えない）。

規則8条：被爆線量の測定部位が定められている。男性は胸部，女性は腹部となっている。（他省略）

規則9条：被爆線量測定結果の確認，記録（事業者）

- ・1日1mSvを超えるおそれのある労働者：測定結果を毎日確認。
- ・3月毎，1年ごと，5年ごとの合計を記録（条件にもよるので規則参照）。30年間保存。

規則10条，11条：X線装置

- ・特定X線装置（波高値定格電圧が10kV以上のX線装置，教育研究医療用の一部に除外規定有）は，照射筒または絞りを用いなければならない。また，ろ過板を用いなければならない。

規則14条：標識の掲示

事業者は，以下の装置又は機器については，その区分に応じ，それぞれ以下の事項を明記した標識を当該装置若しくは機器又はそれらの附近の見やすい場所に掲げなければならない。

サイクロトロン，ベータトロンその他の荷電粒子を加速する装置（以下「荷電粒子を加速する装置」という。）については，装置の種類，放射線の種類及び最大エネルギーを掲示。放射性物質を装備している機器については，機器の種類，装備している放射性物質に含まれた放射性同位元素の種類及び数量（単位ベクレル），当該放射性物質を装備した年月日並びに所有者の氏名又は名称を掲示。ただし，放射性物質を装備している機器のうち放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律（昭和三十二年法律第百六十七号）第十二条の五第二項に規定する表示付認証機器又は同条第三項に規定する表示付特定認証機器（これらの機器に使用する放射線源を交換し，又は洗浄するものを除く。）については，機器の種類並びに装備している放射性物質に含まれた放射性同位元素の種類及び数量（単位ベクレル）を掲示。

規則15条：放射線装置室

事業者は，次の装置又は機器（以下「放射線装置」という。）を設置するときは，専用の室（以下「放射線装置室」という。）を設け，その室内に設置しなければならない。ただし，その外側における外部放射線による一センチメートル線量当量率が二十マイクロシーベルト毎時を超えないように遮へいされた構造の放射線装置を設置する場合，又は放射線装置を随時移動させて使用しなければならない場合，その他放射線装置を放射線装置室内に設置することが著しく使用の目的を妨げ，若しくは作業の性質上困難である場合には，この限りでない。

- (1) エックス線装置
- (2) 荷電粒子を加速する装置
- (3) エックス線管若しくはケノトロンのガス抜き又はエックス線の発生を伴うこれらの検査を行う装置
- (4) 放射性物質を装備している機器

事業者は，放射線装置室の入口に，その旨を明記した標識を掲げなければならない。

規則18条：立入禁止

事業者は，第十五条第一項ただし書の規定により，工業用等のエックス線装置又は放射性物質を装備している機器を放射線装置室以外の場所で使用するときは，そのエックス線管の焦点又は

放射線源及び被照射体から5メートル以内の場所（外部放射線による実効線量が一週間につき1ミリシーベルトの場所を除く。）に、労働者を立ち入らせてはならない。ただし、放射性物質を装備している機器の線源容器内に放射線源が確実に収納され、かつ、シャッターを有する線源容器にあっては当該シャッターが閉鎖されている場合において、線源容器から放射線源を取り出すための準備作業、線源容器の点検作業その他必要な作業を行うために立ち入るときは、この限りでない。

規則 42 条：退避

- ・事業者は、事故が発生した時、15mSv を超えるおそれのある区域から労働者を退避させる。

規則 46 条：X線作業主任者

- ・管理区域ごとに選任する（2交代の場合は2人）。
- ・氏名及び職務は掲示し、関係者に徹底する。

規則 54 条：作業環境の線量当量率の測定

- ・事業者、管理区域について1月以内ごとに1回測定し、5年間保存する。

4. 9 エックス線装置構造規格（特に医療用以外）と装置管理

（昭和47年12月4日労働省告示第149号、最終改正平成13年3月27日厚生労働省告示第92号。）

労働安全衛生法施行令（昭和47年政令第318号）第13条第3項22号に掲げるエックス線装置（以下「エックス線装置」という。）のうち医療用以外（以下「工業用等」という。）のエックス線装置のエックス線管は、その焦点から1メートルの距離における利用線錐以外の部分のエックス線の空気カーマ率が、次の表の左欄に掲げるエックス線装置の区分に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる空気カーマ率以下になるように遮へいされているものでなければならない。

エックス線装置の区分	空気カーマ率
波高値による定格管電圧が200キロボルト未満のエックス線装置	2.6ミリグレイ毎時
波高値による定格管電圧が200キロボルト以上のエックス線装置	4.3ミリグレイ毎時

コンデンサ式高電圧装置を有するエックス線装置のエックス線管は、コンデンサ式高電圧装置の充電状態であって、照射時以外のとき、エックス線装置のエックス線装置の接触可能表面から5センチメートルの距離における空気カーマ率が20マイクログレイ毎時以下になるように遮へいされているものでなければならない。

尚、エックス線回折装置や蛍光エックス線装置等の管理者は、装置の設置や移動、また主要部分の変更をする際、工事開始の30日前までに、労働基準監督署に届け出る必要がある。

4. 10 用語の説明

① 実効線量

I C R P（国際放射線防護委員会）－1990年勧告での用語であり、1977年勧告での実効線量当量に相当する。身体の放射線被曝が均一又は不均一に生じたときに、被曝した臓器・組織で吸収された等価線量を相対的な放射線感受性の相対値（組織荷重係数）で加重してすべてを加算したものである。単位はシーベルト（Sv）で表される。実効線量は放射線の人体への影響の程度を表すための量であるが、実際の測定は困難で、吸収線量をベースにした放射線防護を目的とした指標である。

② 1cm 線量等量

1 cm 線量当量は、放射線モニター等から得られた線量測定値と実効線量とを関連づけるため、国際放射線単位測定委員会（ICRU）が定めた、ある場所の放射線の量を表す物理量の1つである。人体組成を模擬した直径 30cm の球体（ICRU 球）の表面から、1 cm の深さの点での線量の値を言う。

③ 吸収線量

放射線量のひとつとして用いられ、その物質単位重量当りに吸収されたエネルギーのことで、Gy（グレイ）という単位が使われている。

④ 照射線量

X線、及び γ 線の量（効果）を表す指標のひとつで、空気の 1kg 当たり何Cの電気量を持つイオンを生じるかを表す。照射線量は、光子（X線 及び γ 線）のみに対して適用される線量概念で、その単位は（C/kg）である。

⑤ 空気中カーマ

放射線が人や物体に与える影響の指標となるが、空気の質量当たり、2次荷電粒子の初期運動エネルギーの和である。単位はGy（グレイ）。

⑥ 放射線業務

労働安全衛生法施行令別表第2、電離則2条3項で定められている次の業務をいう。

- ・エックス線装置の使用又はエックス線の発生を伴う当該装置の検査の業。
- ・サイクロトロン、ベータトロンその他の荷電粒子を加速する装置の使用又は電離放射線の発生を伴う当該装置の検査の業務。
- ・エックス線管若しくはケノトロンのガス抜き又はエックス線の発生を伴うこれらの検査の業務。
- ・電離放射線障害防止規則（労働省令）2条2項及び4項で定める放射性物質を装備している機器の取扱いの業務。
- ・前号の放射性物質又はこれによって汚染された物の取扱いの業務。
- ・原子炉の運転の業務。
- ・坑内における核原料物質の掘採の業務。