

# 放射線を使った実験に関する規則と法律

蜂須賀 暁子

## 1 はじめに

昨今、放射線は、目に見えず、感知できないことを理由に怖がられているが、実験室においては非常に高感度に検出できるものであり、原子そのものを標識できると合わせてトレーサーとしての有用性は今更説明するまでもない。しかし、放射線関連の使用は、実験室内において最も厳しく法管理されているものの一つでもある。「放射線を使った実験はしてみたいが、何だか法律が面倒そうだから」と躊躇<sup>ちゅうちよ</sup>している人がいることも事実であろう。そこで、これから放射線を扱ってみようと考えている人、また、現在、放射線を取り扱っているが全体像がつかめない人に、放射線管理の概要を紹介する。また、放射線の使用の有無にかかわらず、放射線の法規制を理解することは、他の化学物質の規制の仕組みを理解する上でも役に立つものと思われる。

同じ原子番号を持つ元素の原子には、中性子の数が異なる同位体が存在し、それらは、安定同位体と放射線を出して崩壊する放射性同位体 (radioisotope, RI) の二種類に分けられる。放射性同位体は物質であり、放射線は放射性同位体から放出される電磁波または粒子線である。本稿では、これらの使用等を規制している「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 (障害防止法, 昭和 32 年)」を中心に説明する。なお、法律では放射性同位体 (例えば  $^{11}\text{C}$  と  $^{14}\text{C}$ ) ではなく、総称として「放射性同位元素 ( $^{14}\text{C}$  と  $^{18}\text{F}$  など)」を用い、一つの種類としては「核種」という用語を用いる。

## 2 ICRP 勧告について

日本における放射線の法規制を説明する前に、国際放射線防護委員会 (ICRP, International Commission on Radiological Protection) による放射線防護に関する考え方を紹介する。放射線の使用はレントゲンが X 線を発見した 1895 年以降になるが、その直後から人体への有害影響も報告され、放射線防護の必要性が唱えられ

た。これを受けて 1928 年に「国際 X 線およびラジウム防護委員会」が設立され、1950 年に現在の名称に改称されるとともに対象範囲もすべての電離放射線に広げられた。ICRP は、放射線医学、放射線遺伝学、放射線生物学等の専門家の立場から放射線防護に関する勧告を行う非営利、非政府の国際学術組織であり、適切な放射線防護方策の基本原則を提示し、国や地域的な違いなどを考慮した柔軟性を持たせた勧告を行うことを基本方針としている。ICRP が出す勧告は国際的に権威あるものとされ、国際原子力機関 (IAEA) の安全基準、世界各国の放射線障害防止に関する法令の基礎にされており、日本もそれに倣っている。現在、我が国の法律は 1990 年勧告を受け入れ、2007 年勧告の受け入れ準備がなされている。

ICRP で提案されている放射線防護の基本的考え方は、① 行為の正当化：放射線被ばくを伴う行為は、その導入が十分な便益を生むものでなければならない、② 防護の最適化：個人線量の大きさ、被ばくする人の数等を、経済的、社会的要因を考慮に加えた上、合理的に達成可能な限り低く (ALARA: as low as reasonably achievable) 保つべきである、及び③ 個人の線量限度：行為の結果生ずる個人の被ばくは線量限度に従うべきである、の 3 要件としている。従って日本の法律も、この基本方針によっている。

## 3 放射線の法体系

法体系は、国会が定める法律と、政府が定める政令、省令、告示、それに続く通知がある。放射線がかかわる法律の関係を図 1 に示す。

放射線分野で最上位に位置する法律が原子力基本法であり、原子力の研究、開発及び利用の促進に関することを定めている。9 章 21 条からなるこの基本法は、まず目的として「原子力の研究、開発及び利用を推進することによって、将来におけるエネルギー資源を確保し、学術の進歩と産業の振興とを図り、もって人類社会の福祉と国民生活の水準向上とに寄与すること」を掲げ、基本方針として「原子力の研究、開発及び利用は、平和の目的に限り、安全の確保を旨として、民主的な運営の下

Regulations and Compliance for Chemical Research and Development—The Rule and Law about the Experimental Radioisotope Use.

に、自主的にこれを行うものとし、その成果を公開し、進んで国際協力に資するもの」と、平和利用に限定している。次に放射線分野の法律における定義が続き、原子力（原子核変換の過程において原子核から放出されるすべての種類のエネルギー）、核燃料物質（ウラン、トリウム等原子核分裂の過程において高エネルギーを放出する物質）、核原料物質（ウラン鉱、トリウム鉱その他核燃料物質の原料となる物質）、原子炉（核燃料物質を燃料として使用する装置）、放射線（電磁波又は粒子線のうち、直接又は間接に空気を電離する能力をもつもの）と定めている。基本法は理念を掲げ、具体的な内容は別の法律に譲るが、ここでは第二十条で「放射線による障害を防止し、公共の安全を確保するため、放射性物質及び放射線発生装置に係る製造、販売、使用、測定等に対する規制その他保安及び保健上の措置に関しては、別に法律で定める」とし、これを受ける形で「障害防止法」が設置されている。同様に、原子炉、核燃料物質の管理に関する法律として「原子炉等規制法」の設置を定めている。本稿では、原子炉等規制法ではなく、障害防止法下での使用に関して説明する。

障害防止法に関連する法律として、放射線等取扱者の労働安全に関しては、労働安全衛生法に基づく電離放射線障害防止規則、国家公務員法に基づく人事院規則があり、これらの法律と放射線使用施設との関係を表1に示す。その他、医療法、薬事法、建築基準法等の法律及

法律 (国会)	政令 (内閣)	省令 (省)	(届出)
原子力基本法 (昭和30年)	核燃料物質、核原料物質、原子炉及び放射線の定義に関する政令		
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 (障害防止法)	同施行令	同施行規則	予防規定
核原料物質、核燃料物質および原子炉の規制に関する法律 (原子炉等規制法)	同施行令	核燃料物質の使用等に関する規則 国際規制物質の使用等に関する規則	

労働安全衛生法	同施行令	労働安全衛生規則 電離放射線障害防止規則 (電離則)
国家公務員法		職員の放射線障害の防止 (人事院規則10-5)

- ・ 告示例：放射線を放出する同位元素の数量等を定める件  
(平成12年10月23日科学技術庁告示第5号、最終改正平成18年12月26日 文部科学省告示第154号)
- ・ 通知例：液体シンチレーター廃液の焼却に関する安全管理について  
(平成11年6月1日科学技術庁原子力安全局放射線安全課長通知)

図1 放射線がかかわる法律の関係

びそれに関連した政令、規則等が関係する。放射線・放射能に関する単位は、1977年のICRP勧告に基づき「放射線を放出する放射性同位元素の数量を定める件(昭和63年)」で規定され、以降、SI単位が採用されている。

#### 4 障害防止法

実際に実験室での放射線使用に第一義にかかわる法律は、文部科学省の障害防止法である。この法律の目的は、「原子力基本法にのっとり、放射性同位元素の使用、販売、賃貸、廃棄その他の取扱い、放射線発生装置の使用及び放射性同位元素によって汚染された物の廃棄その他の取扱いを規制することにより、これらによる放射線障害を防止し、公共の安全を確保する」ことである。取扱者だけでなく、公共の安全の確保を目的としているのがポイントである。

##### 4.1 放射性同位元素等と使用の区分

障害防止法が使用規制の対象としているものは放射性同位元素、放射性同位元素装備機器、放射線発生装置の3つであり、法令上の定義を以下に示す。

放射線とは、電磁波又は粒子線のうち、直接又は間接に空気を電離する能力をもつもので、①α線、重陽子線、陽子線、その他の重荷電粒子及びβ線、②中性子線、③γ線及び特性X線、④1 MeV以上のエネルギーを有する電子線及びX線である。ここで関連法規間で注意が必要なのは④で、障害防止法の1 MeV以上に対し、電離則や人事院規則ではエネルギーの特定がなく、弱いエネルギーの電子線やX線に関しては法令により定義が異なる(表1)。

放射性同位元素とは、放射線を放出する同位元素の数量及び濃度がその種類ごとに定められた下限数量及び濃度を超えるものである。ただし、核燃料物質及び核原料物質、医薬品、治験薬物等の除外規定がある。下限数量とは、数量および濃度の小さい放射性同位元素の規制を合理化するために、IAEA等の定めた国際標準値の導入により2004年に定められたものである。具体的には、<sup>137</sup>Csであれば下限数量10 kBqかつ濃度10 Bq/g、<sup>90</sup>Sr

表1 放射線源の種類別、事業所の種類別規制の状況

放射線源 事業所の種類	放射性同位元素及び放射線発生装置 (X線、電子線については1 MeV以上)	X線発生装置 (左記のものを除く)	核燃料物質・核原料物質
民間	障害防止法 電離則	— 電離則	原子炉等規制法 電離則
国立	障害防止法 人事院規則	— 人事院規則	原子炉等規制法 人事院規則

であれば数量 10 kBq かつ濃度 100 Bq/g を超えると、法律上は放射性同位元素となる。核種ごとの下限数量、濃度は、告示に定められている。また、複数核種含まれている場合は、下限数量および濃度について比の合計が各々 1 を超える場合に放射性同位元素となる。例えば、 $^{137}\text{Cs}$  5 Bq/g と  $^{90}\text{Sr}$  30 Bq/g の混合物 1 kg は、数量  $5/10 (^{137}\text{Cs}) + 30/10 (^{90}\text{Sr}) = 3.5$ 、濃度  $5/10 (^{137}\text{Cs}) + 30/100 (^{90}\text{Sr}) = 0.8$  で、数量は 1 を超えるが濃度が 1 を超えないので放射性同位元素とはならず、これだけであれば法規制を受けない。下限数量を取り入れる以前は、密封されている放射性同位元素と密封されていない放射性同位元素で定義の基準が異なったが、今は同一の数量基準で区分される。

放射性同位元素装備機器は放射性同位元素を装備している機器のことである。設計認証取得により表示付認証機器になり、使用等の法規制が簡略化される。例えば、設計認証機器で表示付ガスクロマトグラフ用電子検出器・キャプチャ・ディテクタであれば、使用の届出と廃棄の制限があるのみで、使用、保管等の法的基準は課せられない。

放射線発生装置は荷電粒子を加速することにより放射線を発生させる装置で、法令で定められた最大線量当量率 (600 nSv/h) を超えるもので、サイクロトロン、シンクロトロン、シンクロサイクロトロン、直線加速装置、ベータトロン等がある。

これら放射性同位元素等を使用する場合は文部科学大臣の許可を受けなくてはならず、許可を受けたものが使用者である。線源等の種類と数量により、許可使用者及び届出使用者の二種類があり、区分を表 2 に示す。許可の基準としては放射線施設の設備等が技術上の基準に適合する必要がある。使用者によっては、施設検査、定期検査、定期確認を受けなくてはならない。

表 2 許可使用者及び届出使用者の区分

線源等	使用数量	貯蔵数量等	許可・届出	取扱主任者
密封線源	下限数量の 1000 倍を超える	1 個当たりの数量が 10 TBq 以上 貯蔵能力が 10 TBq 以上	許可 (特定許可)	第 1 種
			許可	第 2 種
	下限数量を超え下限数量の 1000 倍以下		届出	第 3 種
非密封線源	下限数量を超える	下限数量の 10 万倍を超える	許可 (特定許可)	第 1 種
			許可	
放射線発生装置	—		許可	第 1 種

注) 表示付認証機器使用者は使用の届出のみで、届出の場合の密封線源は数量を合算しない。

なお、核燃料物質、核原料物質のウラン及びトリウムは、障害防止法ではなく、規制数量 (天然及び劣化ウランは 300 g, トリウムは 900 g) を超える場合は原子炉等規制法の規制を受け、その数量以下の場合、国際規制物質の使用等に関する規則への対応が必要になる。

#### 4.2 管理区域

管理区域とは、① 外部放射線による線量が 1.3 mSv/3 か月間を超え、② 空気中の放射性同位元素の 3 か月間についての平均濃度が空気中濃度限度の 1/10 以上、又は③ 放射性同位元素によって汚染される物の表面密度が表面密度限度の 1/10 以上のおそれのある場所で、一般の人々の立ち入りが制限される。許可された使用核種、数量、方法などから、規定されたレベル以上になるおそれがある場所に設けられる。概念図を図 2 に示す。

放射線施設は、使用施設、廃棄物詰替施設、貯蔵施設、廃棄物貯蔵施設又は廃棄施設に区分される。それらの中には、作業室 (密封されていない放射性同位元素を使用する室; 密封された放射性同位元素や放射線発生装置を使用する室は作業室とは言わない)、廃棄作業室 (放射性同位元素又は放射性同位元素によって汚染された物を焼却した後その残渣を焼却炉から搬出し、又はコンクリートその他の固型化材料により固型化する作業を行う室)、汚染検査室 (人体又は作業衣、履物等人体に着用している物の表面の放射性同位元素による汚染の検査を行う室)、排気設備 (排気浄化装置等気体状の放射性同位元素等を浄化し、又は排気する設備) 及び排水設備 (排水処理装置等液体状の放射性同位元素等を浄化し、又は排水する設備) などがある。

放射性同位元素等を取り扱う上での行為基準として、使用、保管、運搬、廃棄等の基準が定められている。一つ一つをここに挙げることはできないが、例えば、使用の基準としては、放射性同位元素又は放射線発生装置の使用は、使用施設において行うことや、密封されていない放射性同位元素の使用は、作業室において行うこと、放射線業務従事者の線量限度を超えないようにするため、遮蔽、距離、時間の措置を講ずることなどが示されている。いずれも取扱者及び一般公衆の被ばくを抑えるための行為基準であり、許可された使用法を遵守するこ

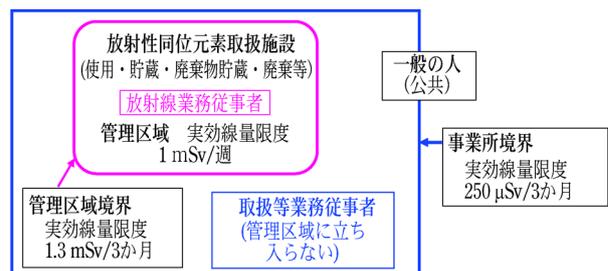


図 2 管理区域と実効線量限度

とが求められている。

許可届出使用者等は、放射線障害のおそれのある場所について、放射線の量及び放射性同位元素による汚染の状況を定められた期間毎に測定しなければならず、それらには線量限度や濃度限度が決められている（図2参照）。これらの測定の結果は記録し保存しなくてはならない。

#### 4・3 放射線業務従事者

放射線を扱う人は管理区域による区別がある。放射線業務従事者とは、放射性同位元素等又は放射線発生装置の取り扱いや管理などの業務に従事する者であり、管理区域に立ち入るものである。取扱等業務に従事していても管理区域に立ち入らないものは放射線業務従事者とは言わない。表3に整理する。

ICRPの個人の線量限度の考えに従い、管理区域に立ち入る放射線業務従事者の実効線量限度及び等価線量限度が表4のように定められている。また、内部被ばくを考慮して、放射線施設内の人が常時立ち入る場所において人が呼吸する空気中の放射性同位元素の空気中濃度限度が定められている。同様に放射線施設内の人が常時立ち入る場所において人が触れる物の表面の放射性同位元素の表面密度限度も表5のように定められている。これらが、管理区域の定義と関連している。

許可届出使用者等は、放射線施設に立ち入る者に対し、放射線障害予防規程の周知その他を図るほか、放射線障害を防止するために必要な教育及び訓練を施し、また、健康診断を行わなければならない。それらの時期や内容の概要を表3に示す。これらは、障害防止法の他、電離則、人事院規則での規制も受けるが、内容は同じではない。例えば健康診断の実施時期が、障害防止法が1年を超えない期間ごとに対し、電離則、人事院規則は6か月を超えない期間ごととなっている。

放射線障害を受けた者または受けたおそれのある者に対しては、程度に応じて管理区域への立入の禁止などの措置を行うように求めている。

#### 4・4 放射線障害予防規程、放射線取扱主任者

許可届出使用者等は、放射線障害を防止するため、放射性同位元素若しくは放射線発生装置の使用等を開始する前に、放射線障害予防規程を作成し、文部科学大臣に届け出ることになっている。これは、事業所ごとの状況に合わせ、放射性同位元素等の取り扱いの安全管理に関する組織等、法令を遵守する上で必要なことの記載が求められている。例えば、許可届出使用者等は、安全管理上必要な記録、記帳を保存しなくてはならないとされ、記載事項の細目が定められているが、この中には、放射性同位元素の受け入れ又は払い出し、使用、保管、運搬、廃棄、放射線施設の点検、教育訓練に関することな

表3 放射線業務従事者等に課せられた健康診断、教育訓練、被ばくの測定・算定

	放射線業務従事者	取扱等業務従事者	一時立ち入り者
区分	管理区域に立ち入り、放射線の取り扱い等の業務に従事するもの	管理区域に立ち入らず、放射線の取り扱い等の業務に従事するもの	放射線の取り扱い等の業務以外で管理区域に立ち入る者
健康診断	立ち入る前（問診、検査または検診） 立ち入った後1年ごと	実施しなくて良い	実施しなくて良い
教育訓練	立ち入る前（項目及び時間数の規定有） 立ち入った後1年ごと	立ち入る前（項目及び時間数の規定有） 立ち入った後1年ごと	立ち入る前
被ばくの測定・算定	管理区域に立ち入る場合、継続して3か月ごと	実施しなくて良い	立ち入っている間（ただし、100 μSv以下のときは除外）

表4 放射線業務従事者の実効線量限度及び等価線量限度

放射線業務従事者の実効線量限度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 mSv/5年間</li> <li>• 50 mSv/1年間</li> <li>• 女子の腹部 5 mSv/3か月</li> <li>• 妊娠中の女子の内部被ばく 1 mSv/妊娠の認知から出産までの間</li> </ul>
放射線業務従事者の等価線量限度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目の水晶体（1 mm線量当量）150 mSv/1年間</li> <li>• 皮膚（70 μm線量当量）500 mSv/1年間</li> <li>• 妊娠中の女子の腹部表面 2 mSv/妊娠の認知から出産までの間</li> </ul>

表5 表面密度限度

α線を放出する放射性同位元素	4 Bq/cm <sup>2</sup>
α線を放出しない放射性同位元素	40 Bq/cm <sup>2</sup>

どが含まれる。従って、放射線業務従事者である実験者は、放射線等の取り扱いに際して放射性同位元素の種類、数量、使用の目的、方法及び場所等に関して記録を行うことが必要になり、これらの事業所ごとの規則が放射線障害予防規程に記載されることになる。

事故や災害での対応も法で定められている。許可届出使用者等は、その所持する放射性同位元素について盗取、所在不明その他の事故が生じたときは、遅滞なく、警察官に届け出なくてはならない。また、その所持する放射性同位元素等に関し、地震、火災その他の災害が起こったことにより、放射線障害のおそれがある場合又は

放射線障害が発生した場合においては、直ちに、応急の措置を講じ、文部科学大臣に届け出なくてはならず、緊急連絡システムも準備されている。

許可届出使用者等は、放射線障害の防止について監督を行わせるため、区分に従って放射線取扱主任者を選任し、文部科学大臣に届け出ることになっている(表2)。放射線取扱主任者は、誠実にその職務を遂行することが求められている。逆に、放射線施設に立ち入る者は、放射線取扱主任者がこの法律もしくはこの法律に基づく命令又は放射線障害予防規程の実施を確保するためにする指示に従わなければならないとしている。

## 5 おわりに

放射線管理は、大まかに分けると施設、物、人の三者と考えている。施設は、法律が定める条件を満たした申請書類の内容を維持することである。物は、放射性同位元素等の出入りを帳簿で追えるようにし、実物とのチェックを行い、汚染を測定により調べ、法律が要求するところが守られているか確認することである。人は、

放射線業務従事者の被ばく線量限度を守るために、教育により知識及び注意レベルを維持し、被ばく量を測定・算定し、健康管理を行うことである。管理者及び取扱者が法律の意図するところを理解し、正しい取り扱いを行うことによって、取扱者のみならず公共の安全を守ることができると考えられる。

なお、本稿で取り上げた法令は、下記の URL より入手できる。

<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi> (筆者 2012 年 3 月 5 日最終確認)



蜂須賀暁子 (Akiko HACHISUKA)

国立医薬品食品衛生研究所 (〒158-8501 東京都世田谷区上用賀 1-18-1)。千葉大学大学院薬学研究科修士課程修了。博士(薬学)。《現在の研究テーマ》今年は放射線一色になりそうです。《趣味》騒音を発生させること(チェロ)。  
E-mail: hachisuk@nihs.go.jp

## 新刊紹介

### 実験レポート作成法

畠山雄二・大森充香 訳

英語論文、投稿論文の書き方などという類の本は、これまでももちろん多数出版されているが、本書はあえて「実験レポートを書くこと」を指南している。原書は“Successful Lab Reports: A Manual for Science Students”というタイトルで、20年ほど前に Cambridge University Press から刊行されている定番書である。ジャーナルの論文の書き方を教えてくれる上級者向けの書籍を読んでも、実際のところ実験レポートを書くにはどうしたらよいかはわからないことが多い。本書は、あくまで初めて実験レポートを書く理系の学部生に向けて書かれ

ている。構成は、Part 1「レポートの下書きをする—レポートのフォーマット」で、レポートの構成やイントロダクションの書き方、仮説の立て方、表・グラフ・文章のどれで書くべきかなどといったことが述べられ、続く Part 2「レポートを完成させる—レポートのスタイル」では、下書きの書き直し方が実際の添削例なども交えて指南されている。紹介上は「書き方」と表記してしまっているが、実際の読後感には、どのように書くかというテクニク的なことではなく、むしろ、どのように考えを進めるか、どのように進めば自分を含めた読者が正しい見解にたどり着けるかといったことが中心に据えられていると感じる。このような基本的なことが身に付いていれば、実験をすることと論文を書くこととの溝は限りなく狭まるのだろうと、学部をはるか昔に卒業した者であれ自戒の念を否めない。

(ISBN 978-4-621-08498-4・A 5 判・100 ページ・1,800 円+税・2011 年刊・丸善出版)