

東京大学放射線取扱者再教育資料 No. 39 (2021)

1. 眼の水晶体の線量限度改定の経緯と線量管理の方法	1
2. 放射線施設の事故トラブルを考える	4
3. 胎児への放射線影響と女性に対する被ばく管理	6
4. 保障措置に関する国際的な約束と計量管理上の留意点	8
5. エックス線装置の維持と点検に関する留意点	10

編集：環境安全本部

1. 国内における現行の規制

RI 法における放射線業務従事者に対する実効線量及び等価線量限度は、ICRP1990 年勧告を踏まえ表 1 に示されたとおりです。

水晶体の等価線量は直接測定することのできない量であり、これを測定によって推定するための量として、国際放射線単位測定委員会（ICRU）は個人の外部被ばくにかかる線量では 3 mm 線量当量を用いることが適当であるとしつつ、これらの測定の義務を原則として課さないことが適当であるとしています。これを踏まえ、国内法では水晶体の等価線量の算定方法として 1 cm 線量当量又は 70 μ m 線量当量のうち適当な方を採用することとなっています。

2. 新たな線量限度と海外での状況

国際放射線防護委員会（ICRP）は平成 23 年（2011 年）4 月に「組織反応に関する声明（ソウル声明）」において原爆被爆者やチェルノブイリ事故復旧作業員等に関する疫学調査の知見を踏まえ、放射線誘発白内障のしきい線量は急性被ばくに対しても分割被ばくに対しても約 0.5 Gy と考えとし（従来は 8 Gy と考えられていた）、計画被ばく状況における職業被ばくに関する水晶体の等価線量限度について、「定められた 5 年間の平均で 20 mSv/ 年、かつ、いずれの 1 年においても 50 mSv を超えない」ことを勧告しました。また、その勧告内容は、国際原子力機関（IAEA）の「放射線防護と放射線安全（BSS）」に取り入れられ、EURATOM 加盟国、オーストラリア、ノルウェー等の各国は、国内法に新たな水晶体の等価線量限度を取り入れています。

3. 我が国における対応（放射線審議会における経緯）

放射線審議会は、ICRP や IAEA 等で国際的に合意された放射線防護体系の考え方を尊重し、放射線防護技術基準として取り入れるとの観点から、ソウル声明への対応として、平成 29 年（2017 年）7 月 21 日の第 135 回総会において「眼の水晶体の放射線防護検討部

表 1 放射線業務従事者の実効線量及び等価線量限度

線量限度	測定部位	放射線業務従事者
実効線量	全身	(1) 実効線量限度 ・ 100 mSv/5 年 ^{*1} ・ 50 mSv/ 年 (2) 女子 5 mSv/3 月 (3) 妊娠中の女子 ・ 内部被ばく 1 mSv/ 妊娠期間
等価線量	眼の水晶体	・ 100 mSv/5 年 ^{*2} ・ 50 mSv/ 年
	皮膚	500 mSv/ 年
	妊娠中である女子の腹部表面	2 mSv/ 妊娠期間

^{*1} 平成 13 年 4 月 1 日以降 5 年ごとに区分した期間

^{*2} 令和 3 年 4 月 1 日以降 5 年ごとに区分した期間

会」を設置しました。

同部会は、新たな等価線量限度の取入れに伴う問題点を整理し、任意の意見募集（パブリックコメント）を実施し、平成 30 年（2018 年）2 月に報告書「眼の水晶体にかかる放射線防護の在り方について」を取りまとめました。

放射線審議会は、平成 30 年（2018 年）3 月 2 日の第 140 回総会において、眼の水晶体の等価線量限度を引き下げよう勧告した ICRP の「組織反応に関する声明」に対応するため、眼の水晶体の放射線防護部会を設置し報告書を取りまとめたので、これを参考として所要の措置を講ぜよう関係行政機関（表 2）へ意見具申しました。

人事院、厚生労働省、農林水産省、国土交通省、原子力規制委員会は、第 140 回総会における放射線審議会からの意見具申を受け、令和元年（2019 年）12 月 23 日の第 147 回総会に、規則等の改正について諮問しました（経済産業省からの諮問は令和 2 年（2020 年）

表 2 眼の水晶体に係る放射線防護の在り方についての関係法令

所管省庁	関係法令名	
人事院	人事院規則	人事院規則（職員の放射線障害の防止）
厚生労働省	医療法	医療法施行規則 放射線診療従事者等が被ばくする線量の測定方法並びに実効線量及び等価線量の算定方法
	臨床検査技師法	臨床検査技師等に関する法律施行規則第十二条第一項第五号に規定する検体検査用放射性同位元素を備える衛生検査所の構造設備等の基準
	薬機法	放射性医薬品の製造及び取扱規則
		放射性物質の数量等に関する基準
	労働安全衛生法	電離放射線障害防止規則
		電離放射線障害防止規則第三条第三項並びに第八条第五条及び第九条第二項の規定に基づき厚生労働大臣が定める限度及び方法
農林水産省	獣医療法	獣医療法施行規則
		獣医療法施行規則第十四条の規定に基づき農林水産大臣が定める方法を定める件
経済産業省	鉱山保安法	鉱山保安法施行規則に基づき経済産業大臣が定める基準等
国土交通省	船員法	船員電離放射線障害防止規則
		船員電離放射線障害防止規則に基づき国土交通大臣が定める限度及び方法
原子力規制委員会	RI 法	放射性同位元素等の規制に関する施行規則
		放射線を放出する同位元素の数量等
	炉規法	核原料物質及び核燃料物質の精錬の事業に関する規則等に基づく線量限度を定める告示
		東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示

7月17日の第149回総会)。

放射線審議会は、令和2年(2020年)1月24日の第148回総会において、人事院、厚生労働省、農林水産省、国土交通省、原子力規制委員会から諮問のあった規則等の改正について、おおむね妥当であるとの答申をしました。

4. 主な改正に係るポイント

国内において被ばく量が最も多い医療分野においては、適切な防護策及び測定を実施することにより、また、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業においては、自主的に管理基準を取り入れ管理を開始するなどの状況を考慮すると、国内において、新たな水晶体等価線量限度の取入れは可能です。よって、新たな水晶体等価線量限度として、5年間の平均で20 mSv/年かつ、いずれの1年においても50 mSvを超えないこととしました。なお、「5年間の平均で20 mSv/年」の起算点の扱い方を現状の実効線量の管理と整合するため、開始年度を令和3年(2021年)度としています。

水晶体の等価線量を算定するための実用量として、個人の外部被ばくに係る測定方法として3 mm線量当量で水晶体の等価線量を測定することを可能としています。ただし、従前の1 cm線量当量又は70 µm線量当量の測定による水晶体の等価線量の算定も認めています。また、中性子に対しては、引き続き1 cm線量当量での測定を基本としています。

新しい限度を遵守したとしても、長期間にわたり被ばくを受け続けるとしきい線量を超える可能性があることに留意し、関係行政機関及び事業者には防護の最適化に取り組むことを求めています。特に、医療分野の事業者による最適化の取り組みが円滑に進むよう、関連学会がガイドラインを策定することとし、関係行政機関がこれを支援します。

緊急作業者に係る水晶体の等価線量限度については、現時点で変更する必要性は薄く、当面は現行の制度を維持しつつ、最新の知見や国際動向などを注視し、必要に応じて検討を行います。

5. 厚生労働省における経過措置

厚生労働省は、独自に眼の水晶体の被ばく限度の見直し等に関する検討会を設置し、検討した結果、次のような経過措置を付け加えました。

「放射線業務従事者のうち、遮へいその他の適切な放射線防護措置を講じてもおその眼の水晶体に受ける等価線量が5年間につき100mSvを超える恐れのある医師であって、その行う診療に高度の専門的な知識経験を必要とし、かつ、そのために後任者を容易に得ることのできないものについての眼の水晶体の等価線量限度は、令和3年4月1日から令和5年3月31日までの間は、1年間につき50mSvとし、令和5年4月1日から令和8年3月31日までの間は、3年間につき60mSv及び1年間につき50mSvとする。」

なお、この経過措置に対して、放射線審議会は、「線量管理を徹底させるため必要な措置を講ずること及び経過措置期間中の被ばくの状況を把握し放射線審議会へ報告する。」ことを求めています。

元 放射線審議会
本部放射線管理アドバイザー
ニツ川章二
再教育項目：法令・取扱・影響

「放射線被ばくで、ヒトが死ぬのは本当に難しい…」

これはいまから 30 年も前に、私が学部学生のあるときにある教授が発したお言葉。大きな衝撃を受けたことをいまでも覚えています。当時の（若い）私が抱く「放射線」に対する印象からは、相当にかけ離れていたメッセージだったからでしょう。状況や文脈によってそれは確かに正しく、しかしあるときには聞き手に大きな誤解を生み、あるいは完全な誤りにもなり得る表現であったであろうことは皆さんお察しの通り。放射線や放射性物質の存在や、それらの利用と安全管理のありかたについて日々幅広い観点から考えるようになったいまでこそ、このセンテンスは、その背景にあるたくさんの自然科学的な知見、そのメッセージのもつ真の意味、発信側と受け手側にある関係性などに代表される複雑な社会科学視的な視点など、さまざまな角度からものごとを捉えるためのひとつの演習例題だと考えています。

放射線の被ばくが直接に死と結びつこうがつくまいが、放射線に関する事故トラブルは現実問題として施設内外の人を不安に陥れ、ときには実際にひとを傷つけることもあり得ます。事故トラブルが一旦施設で発生すれば、多くのステークホルダーが物理的にも心理的にも大変に厳しい事態に巻き込まれることもあるでしょう。私たちは、そうならないように、レントゲン博士によるエックス線の発見（1895 年）以来から続く放射線利用の長い歴史的経験に基づいて、安全のための仕組みやルール、取り扱い上の作法を安全文化として積み重ねてきました。そのうちのほんの一部の項目が法体系のなかで規制上の項目として位置づけられている、それがまさに私たちが置かれた現状になります。

放射線施設での事故トラブル発生原因の根幹は、個人的には他の施設と大きくは変わらないと考えています。ユーザーの登録やその登録継続のための管理上の縛りが若干強く、放射線や放射性物質の利用できる目的や量、場所の制限、廃棄物を含む対象物の保管や扱いの方法について、事前のとり決めで厳しく制限されていることが大きな特徴であることは事実ですが、放射線施設において利用や管理に求められる本質については、化学物質などの使用と、実際にはあまり大きな違いはないのでしょう。その意味では、いま自分が利用している施設の環境や利用の形態でどのような事故トラブルが発生しやすい状況にあるか、の観点で過去の事例や他の施設のもつ経験を共有し、必要となる合理的な対策をうっておくことこそが、マネジメントのあるべき姿だと思います。

放射線に関係の深い施設群は、その放射線の発生源に着目すればいわゆる RI の施設、加速器の施設、エックス線の施設、核燃料の施設、原子炉の施設に区分できます。国の原子力規制委員会で扱われた過去の事故トラブルは、すべてホームページ（事故トラブル情報： <https://www.nsr.go.jp/activity/bousai/trouble/index.html>）を通じて閲覧することができるので、放射線管理に携わるメンバーは少なくとも年に一度は確認しておかれるとよいでしょう。

3年前に「放射線・放射性物質等に係る事故事例について」と題した簡単な解説文を ISOTOPE NEWS 誌（2017 年 6 月号）に投稿しました（https://www.jrias.or.jp/books/pdf/201706_TRACER_YAMAMOTO_HOKA.pdf）。その後の3年間に国内施設で比較的に大きな事案が報告されてはいますが、私たちに身近な大学や中小規模の研究施設に関する事故トラブルの状況は大きくは変わっていないようです。ユーザーが絡む事故トラブルとしては、放射性物質の紛失盗取や不適切な廃棄（いつのまにか所在がわからなくなったしまった事例や、無意識に誤って廃棄してしまっていた事例）、密封線源や保管容器の破損（長期間破損している事実気づかない事例も）、登録管理すべき物質の湧き出し、加速器や照射装置、エックス線装置による計画外の被ばく（照射中に誤って照射野に身体が侵入）などが典型的な事例になっていることがわかります。それに加えて、管理者の視点では、施設検査や定期検査、定期確認や立入検査でのチェック項目に気を配ることはもちろんですが、現場状況の実際の確認が困難な、施設や線源の老朽化に伴うハードの不具合（地下に埋設された配管や貯留槽、代々に引き継いできた古い線源など）に関連したものが、最も頭の痛い、潜在的に「怖い」事案だと思います。当時の規制ではその扱いがルール化されておらず、当時の管理者やユーザーの信じる作法で扱われていたものが、結果的に（後継管理者による認知の有無にかかわらず）現在に至り現場に残っている事案がまだまだ多くあると想像します。このような当時のメンバー（つまり諸先輩方）が良かれと思って対応、処置したことが、現在の法体系や作法には適合しなくなった案件として気づいたときにどのように扱うべきか、個別ではなく、広い視野での議論と対応の標準化が求められているかもしれません。

そのような視点で、本学に籍を置く放射線施設の管理者のみならず、ユーザーの皆さんもまじえて、忌憚のない意見交換をし、前向きな議論が展開できれば、そのことも本学における放射線リテラシーの向上、安全文化醸成のきっかけになるはずです。

RI や加速器の施設を対象とする「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（放射線障害防止法）」が改正され、「放射性同位元素等の規制に関する法律（放射性同位元素等規制法）」となり、2019 年 9 月に完全施行されました。同法は、「放射性同位元素や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ものの廃棄などを規制することによって、放射線障害を防止し、公共の安全を確保すること」を目的に制定されたもの。この改正法により、各施設が独自に用意する放射線障害予防規程のなかに新たにいくつかの項目が追加されましたが、法の目指す「公共の安全」には、「安心」に関する意味合いが含まれていると読めます。事故トラブルを発生させないための周到な対策と共に、それを認知した後の対応にも、相応の気配りと工夫がいま、より強く求められているのです。

環境安全本部
放射線安全推進主任者
教授 飯本武志
再教育項目：取扱・法令

分裂している細胞は分裂を休止している細胞に比べて放射線に対する感受性が高いため、幼若生物は成長が急なほど放射線の影響を受けやすくなります。同じことは放射線に被ばくした人体にも当てはまり、成人に比べれば幼若で成長過程にある胎児や小児のほうが放射線に対する感受性が高いとされています。妊娠している放射線取扱従事者が被ばくした場合には、その胎児の発生に対する影響が懸念されますが、それらの影響の種類と程度は発生段階に大きく依存します。

受精がおくと、約1日後に第一卵割が起こり2細胞胚となり、3日目に桑実胚 (morula) となります。受精から初期卵割までは、精子と卵子由来の細胞核が融合し、DNAとタンパク質の複合体であるクロマチン構造に変化が起こり、正常に発生しない胚も多く見られる時期で、特に放射線感受性が高くなります。さらに、5日目には胚盤胞と呼ばれる袋状の細胞塊が形成されます。胚盤胞では、将来胎盤となる栄養外胚葉と体となる「多能性」の幹細胞である内部細胞塊の2種類が作られます(受精から9日間を着床前期と呼びます)。その後に胚は子宮壁に着床し胎盤が形成され(着床期)、器官形成期では、細胞が分化しながら空間的に配置され個々の組織・器官が形成されます。体の主要な構造ができると胎児は出生まで生育し続けます(胎児期)。

胎児の発生に及ぼす影響は発生段階で大きく異なることが知られています(表1)。着床前期の被ばくでは、胚死亡が起こり、死亡した胚は、子宮内で母胎に吸収され母親にも分からない場合がほとんどです。胚死亡は確定的影響で、閾値は0.1Gyとされています。器官形成期における放射線被ばくでは、細胞死が多発し、奇形が発生しやすくなります。重症の場合には、出生後に死亡することも多く、脳、眼、骨格の奇形が非常に多いのがこの時期の特徴です。

表1 哺乳類の胚・胎児への放射線の影響

	着床前期	着床期	器官形成期	胎児期
受精からの日数(ヒト)	0~9	9~14	15~50	50~280
致死	+++	+	+	---
奇形発生	---	---	+++	±
発育遅延(出生時)	---	+	+++ / ++	+
発育遅延(生育後)	---	+	+++ / ++	++
不妊	---	±	---	++
白内障	---	---	+	+
神経系障害	---	---	+++ / ++	++

動物実験で1Gy照射後に見られる障害。ヒトにおける対応する妊娠時期を上を示してある。高頻度に発生する(++)場合から、発生のない(---)場合までの各種段階を+、-の記号であらわした(放射線影響協会「放射線と胎児」)。

胎内で被ばくした原爆被爆者のデータでは、線量依存的な小頭囲（頭のまわりのサイズが小さいもので、小頭症あるいは精神遅滞を伴うことがある）や重度の知的障害の頻度増加が見られました。知的障害の過剰発生は、器官形成期に被ばくした人に特に顕著であり、線量の増加に伴う学業成績とIQ指数の低下が認められています。また、発がんについては、胎内被爆者での増加が見られましたが、小児被爆者よりは顕著ではありませんでした。

このように妊娠に気付かない時期から胎児が一般公衆の防護基準を大きく超えて被ばくすることを避けるため、現行法では妊娠可能な女性の実効線量（全臓器の発がんリスクを全て足し合わせたリスクを評価）限度を5mSv/3ヶ月としています。女性作業者の線量測定・評価のための個人モニタの装着部位は腹部とされ、妊娠中（事業者等が妊娠の事実を知ることとなった時から出産までの間）にあっては、内部被ばくについて1ミリ・シーベルト（mSv）を超えないこと、外部被ばくにより腹部表面に受ける等価線量（組織・臓器ごとの放射線の発がんリスクを評価）限度が妊娠期間中に2mSvを超えないとされています。

ICRP2007年勧告(Pub.103)では、公衆に対して、実効線量限度を1mSv/年としています。特別な事情の下では、単年における実効線量のより高い値が許容されることもあり得ます。ただし、5年間にわたる年平均が1mSvを超えないこと、女性の線量限度は、妊娠の申告後、残りの期間中の胚/胎児の追加線量が1mSvを超えないことを確実にするようにすべきとしています。また、妊娠を申告した又は授乳中であることを申告した女性は高線量を含む緊急時対策に従事すべきではないことを強く勧告するとしています。

現在、これらを尊重し、女性の労働環境を守りつつ、公衆としての胚・胎児の安全を確実に担保するための法改正が議論されています。

新領域創成科学研究科
放射線管理部長
教授 三谷啓志
再教育項目：影響・法令

世の中には法の規制のもとに入手可能な放射性物質とその化合物が数多く存在します。その多くは、「放射性同位元素等の規制に関する法律」(RI等規制法)に基づいて使用・管理を行っていますが、特に、ウランやトリウム等を使用する場合は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(原子炉等規制法)に基づいた管理が必要です。

1. 核物質と保障措置

日本は、1976年に「核兵器国」以外への核兵器の拡散を防止し、原子力の平和的利用の軍事技術への転用を防止することを目的とした、「核兵器の不拡散に関する条約」(核不拡散条約)を締結しました。この条約には「国際原子力機関(International Atomic Energy Agency: IAEA)の保障措置制度に従ってIAEAとの間で協定を締結し、締結国は協定に定められる保障措置を受諾する」と定められており、これに従って1977年にIAEAと保証措置協定を

締結しました。ここでいう保障措置とは、核物質等が核兵器等に転用されることなく、平和目的にのみ利用されることを担保するための措置のことです。日本では、この協定に基づいて関連の国内法である原子炉等規制法や国際規制物資の使用等に関する規則などを整備し、IAEAの保障措置を受け入れています。

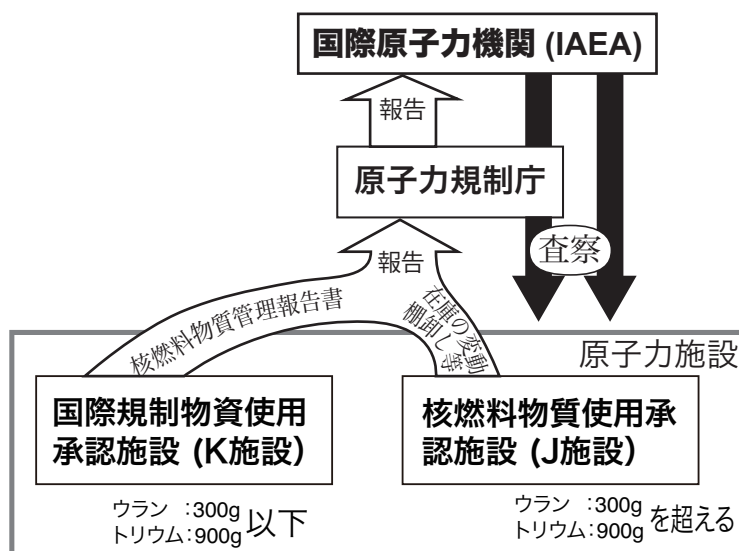


図1 保障措置

2. 計量管理報告書について

核物質を使用するにあたり手続きの一つとして、一定期間の核物質の増減や在庫の数量を原子力規制庁に報告することが義務づけられていますが、その保有量によって報告方法は異なります。

天然ウランおよび劣化ウラン（化合物）を各 300g 超、またはトリウム（化合物）を 900g 超保有している J 施設と称される施設と、これらの核物質の化合物をそれぞれウランでは各 300g 以下、トリウムでは 900g 以下保有している K 施設と称される施設に分けられます（図 1）。

K 施設については、年 2 回（1 月 1 日から 6 月 30 日までの分と 7 月 1 日から 12 月 31 日までの分）の核燃料物質管理報告書による報告が義務づけられています。施設の名称等の情報の他、保有する核物資の区分（天然ウラン、劣化ウランまたはトリウム）、供給当事国および化合物名毎に、受入れ・払出しの数量や消費量などを記載します。これに対し J

施設では、在庫変動や棚卸し等の都度報告が必要で、例えば報告書の種類（在庫変動では2種類、棚卸しでは3種類）が異なるといった違いがあります。これらに関し、国はその報告書を取りまとめてIAEAに提出しています。

これらの報告書は、ユーザーが現場で日々記録している帳簿の情報を部局ごとに集約しているものです。適切な報告を行うために、管理者は、計量管理規定や計量管理報告書の記載内容などを適宜確認し、ユーザーは各部局で定められているルールに従って使用の記録等を行う必要があります。

最後に、原子力規制庁の関連するウェブサイトのURL一覧を紹介いたしますので、ご一読ください。

原子力規制庁

核兵器の不拡散に関する条約

<https://www.nsr.go.jp/activity/hoshousochi/about/about1.html>

保証措置とは

<https://www.nsr.go.jp/activity/hoshousochi/about/index.html>

核燃料物質管理報告の記載要領について

<https://www.nsr.go.jp/activity/hoshousochi/tetsuduki/tetsuduki06.html>

環境安全本部

水野利恵、木村圭志、久木田沙斗里

再教育項目：原子力・核燃料

エックス線発生装置の安全性や性能が維持できているかどうか、装置管理者には定期的な点検が求められています。以下に、エックス線発生装置の点検に関して項目毎にその留意点を記載します（図1を参照）。

以下は本学での共通の点検項目ですので、必ず確認してください。

①扉のロック状態の点検

管理区域が装置内部である密閉型のエックス線装置（カテゴリーA、B）の場合、セーフティ・キーを、(1) 管理者が管理しているか、(2) 装置にキーが差し込まれたままロックが解除されていないか、(3) ドアロックの表示灯が点滅するかどうかを点検時に確認する必要があります。同じ密閉型でも、管理区域が装置外部に及ぶ装置（カテゴリーC）の場合は、(1) ロックが解除されていることを使用者は認識しているか、(2) 解除された状態の危険と対策を使用者へ知らせているかどうかを点検時に確認してください。密閉型装置の全体の注意事項として、扉の開閉時の指はさみ等の事故のないように気を付けましょう。

②エックス線の ON/OFF、シャッターの開閉、警告装置等の点検

装置の安全性維持のため、エックス線の ON/OFF やシャッターの開閉に連動した警告装置の表示灯の点灯を点検する必要があります。エックス線 ON の時やシャッターが開いた際に警告装置の表示灯が点灯するか、その反対に、エックス線 OFF の時やシャッターが閉じた際に警告装置の表示灯が消灯するかどうかを確認してください。シャッターの開閉時の表示に関しては、装置筐体に取り付けられた警告装置のみならず、筐体内のシャッター付近にも表示灯が取り付けられております。カテゴリーBに属する装置使用者の多くは、

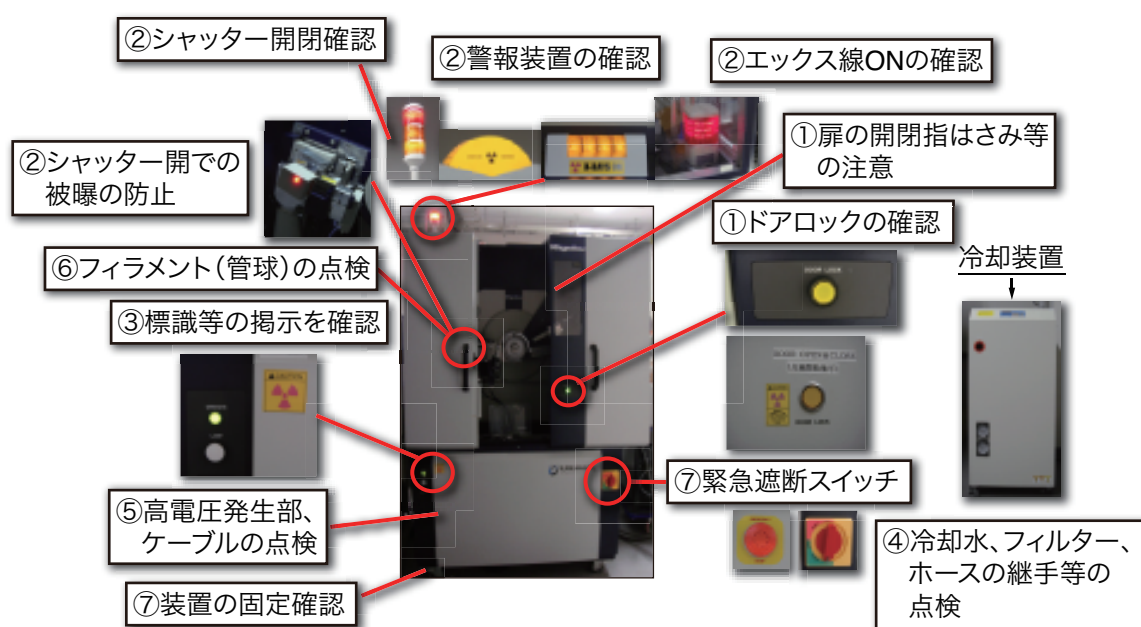


図1 エックス線発生装置の点検項目

この表示灯が消えている（シャッターが閉じている）ことを確認しながら試料交換を行います。従って、この表示灯が故障で点灯しない場合は被ばく事故に繋がるため、必ず点検を行ってください。また、シャッターは頻繁に駆動するため、故障の多い箇所であることを留意し、シャッター本体の点検を怠ることのないようにしてください。

③標識等の掲示を確認

電離放射線障害防止規則（電離則）で決められた事項を明記した標識が装置またはその付近に掲示されているかを確認してください（電離則第 14 条）。

- ・ 管理区域の設定・明示（第 3 条）

管理区域が設定・区画され、標識によって明示されているか。カテゴリー A、B の場合、管理区域は装置内となるので、管理区域を示した標識が装置表面に掲示されているか。

- ・ 放射線装置室での掲示（第 15、18 条）

入口に「放射線装置室」の標識が掲示されているか。放射線装置室以外で使用する場合は、管理区域の標識のみならず、立ち入り禁止区域の標識が明示されているか。

- ・ エックス線作業主任者の掲示（第 46 条）

カテゴリー C ～ E の場合、作業主任者の氏名、実施事項が作業場に掲示されているか。

以下の項目は装置の種類に応じて点検してください。

④水回りの点検

水漏れは漏電事故を誘発するので、特に注意して点検する必要があります。エックス線装置や付随する循環冷却水装置、特に冷却水の流れるホースの周辺から、水が漏れていないか点検してください。エックス線装置とホースの接合部分、循環冷却水装置とホースの接合部分、またはホース同士の接合部分のホースバンドが緩んでいないか、ホース自体に亀裂が入っていないかどうかを点検してください。また、循環冷却水装置に関して、以下の点にも留意し、定期的に点検する必要があります。

- ・ 冷却水

冷却水循環装置を使用している場合は、冷却水の量を確認し、不足している場合は、漏水等の不具合がないか点検し、水を補充してください。また、冷却水の定期的な交換を行ってください。

- ・ 冷却水用フィルター

冷却水内の不純物はフィルターを用いて取り除かれています。このフィルターが不純物により目詰まりすると、水圧が上がらなくなることがあるため、定期的な交換を行ってください。

- ・ ホースの継手

ビニールホースと装置の接合部分にホースバンドが多く用いられております。しかしながら、長い間使用していると、ホースの伸縮性の劣化、ホースバンドの錆び付き、水の温度膨張の影響などの理由により、外れ易くなります。ホースの接合部分にはホースバンドの代わりに金属製のアマック継手を用いると、ホースバンドに比べ外れ難くなります。漏水事故の可能性を排除するため、長い間使用している装置においては、ホースの取り換えとアマック継手の使用を推奨します。

⑤高電圧発生部の点検

高温多湿な環境は、回路やトランス（変圧器）の劣化を招き、高圧電源を有するエックス線装置にとって好ましくありません。従って、夏の雨天時等の場合、空調等を用いたりして高温多湿環境を防ぐ必要があります。また、埃の多い環境も、回路の短絡（ショート）や空気対流の妨げによる過熱効果を誘発するため高圧装置にとっては良くありません。エックス線装置の周辺、特に冷却ファンの入口部分に埃が溜まってないか注意する必要があります。

高圧ケーブルの絶縁不良も故障の原因になります。高圧ケーブルのアースが取れてなかったり、電源に正しく装着してない場合、アーク放電が起こり損傷する可能性があります。また、接続部分に塗られたグリース（絶縁層）が固まって劣化した場合も絶縁不良を起こす原因になります。従って、高圧ケーブルの接続部分を点検し、定期的にグリースの塗り替えを行う必要があります。

⑥フィラメントの点検

フィラメント（エックス線管球）は電子の放出に伴い、フィラメント自身が細くなり、最終的には断線する場合があります。断線の際に過剰な電子が放出され、ターゲット面を荒らすことがあるため、定期的に交換することをお勧めします。なお、フィラメントには50～60kVの電圧がかかり、30～50mA程度の直流電流が流れています。この高電圧に触れると非常に危険なため、フィラメント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ってください。

⑦その他

多くのエックス線発生装置には「緊急遮断スイッチ」が取り付けられています。事故が発生した場合、またはその恐れのある場合、直ぐにこのスイッチを押して緊急停止させる必要があります。従ってこの緊急遮断スイッチが実際に稼働するかどうか点検しておく必要があります。

一般の測定装置の場合にも当てはまりますが、装置の固定は事故防止のために重要です。エックス線装置の固定が十分になされているかどうかを確認することを忘れてはなりません。

生産技術研究所
助教 神子公男
再教育項目：エックス線