

公開用



事故トラブルから学ぶRI法と安全文化

国立大学法人 大阪大学
核物理研究センター 放射線管理室
鈴木智和

基本的な考え方

放射性同位元素等の規制に関する法律

(注)平成29年4月14日公布、「原子炉利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律(平成29年法律第15号)」により「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」から名称変更

第1条 [目的] この法律は、原子力基本法（昭和30年法律第186号）の精神にのっとり、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又は放射線発生装置から発生した放射線によつて汚染された物（以下「放射性汚染物」という。）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、及び特定放射性同位元素を防護して、**公共の安全を確保すること**を目的とする。

INSAG: International Nuclear Safety Advisory Group 報告書-4

安全文化とは、『原子力施設の安全性の問題が、すべてに優先するものとして、その重要性にふさわしい注意が払われること』が実現されている**組織・個人**における姿勢・特性（ありよう）を集約したもの。

最も優先されるべきは安全であり、これを認識して継続して実践すること
(原子力規制委員会)

- コミュニケーションの充実
- 常に問いかける姿勢
- 厳格かつ慎重な判断と迅速な行動

自動車の運転との類推

自動車の運転を例に「安全文化が欠如」している状態を考えてみる

早く目的地に着くためにスピードをあげたり一時停止をしない状態
→ 安全より早く到着することを優先している

いわゆる「だろー運転」
→ 常に問いかける姿勢や的確な判断の欠如

事故を起こさないために交通ルールを皆が守っている
→ 安全文化ができている

この部分のイラストは東京海上日動火災保険株式会社「安全運転ほっとnews 2011年10月号」のものです。

<http://www.tokiomarine-nichido.co.jp/>

参照先：
[ホーム] → [お役立ち・お楽しみ] → [安全運転ほっとNEWS]

国内RI施設における事故等発生状況

	22	23	24	25	26	27	28	合計
紛失・誤廃 棄・盗取	1	5	3	-	1	1	3	14
被ばく	-	-	-	-	-	-	-	0
汚染・漏 えい	2	-	2	3	2	1	-	10
その他	-	-	-	-	-	-	-	0
計	3	5	5	3	3	2	3	24

(原子力規制委員会の資料による)

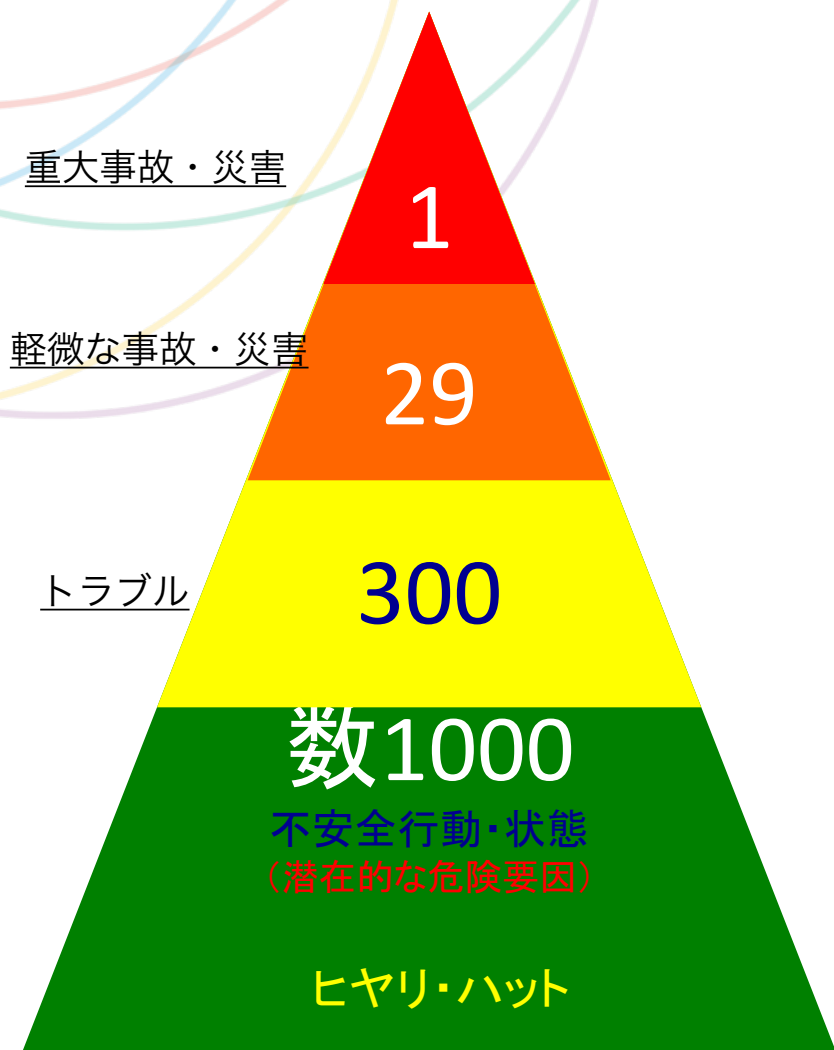
法令報告対象事象とは

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施行規則 (昭和35年9月30日総理府令第56号)

第39条 【報告の徴収】 許可届出使用者、表示付認証機器届出使用者、届出販売業者、届出賃貸業者若しくは許可廃棄業者又はこれらの者から運搬を委託された者は、次のいずれかに該当するときは、その旨を直ちに、その状況及びそれに対する処置を十日以内に原子力規制委員会に報告しなければならない。

- 一 放射性同位元素の盗取又は所在不明が生じたとき。
- 二 気体状の放射性同位元素等を排気設備において浄化し、又は排気することによつて廃棄した場合において、第十九条第一項第二号の濃度限度又は線量限度を超えたとき。
- 三 液体状の放射性同位元素等を排水設備において浄化し、又は排水することによつて廃棄した場合において、第十九条第一項第五号の濃度限度又は線量限度を超えたとき。
- 四 放射性同位元素等が管理区域外で漏えいしたとき（第十五条第二項の規定により管理区域の外において密封されていない放射性同位元素の使用をした場合を除く。）。
- 五 放射性同位元素等が管理区域内で漏えいしたとき。ただし、次のいずれかに該当するときは（漏えいした物が管理区域外に広がったときを除く。）を除く。
 - イ 漏えいした液体状の放射性同位元素等が当該漏えいに係る設備の周辺部に設置された漏えいの拡大を防止するための堰の外に拡大しなかつたとき。
 - ロ 気体状の放射性同位元素等が漏えいした場合において、空气中濃度限度を超えるおそれがないとき。
- 六 第十四条の七第一項第三号の線量限度を超え、又は超えるおそれがあるとき。
- 七 放射性同位元素等の使用、販売、賃貸、廃棄その他の取扱いにおける計画外の被ばくがあつたときであつて、当該被ばくに係る実効線量が放射線業務従事者（廃棄に従事する者を含む。以下この項において同じ。）にあつては五ミリシーベルト、放射線業務従事者以外の者にあつては〇・五ミリシーベルトを超え、又は超えるおそれがあるとき。
- 八 放射線業務従事者について実効線量限度若しくは等価線量限度を超え、又は超えるおそれのある被ばくがあつたとき。
- 九 第十四条の十二第二号の線量限度を超えるおそれがあるとき。

ハインリヒの法則



- 健康に影響を及ぼす被ばく
- 管理区域外への漏えい
- 健康に影響しない程度の計画外被ばく
- 管理区域内の床を汚染させたけれど、気づかなかったため、汚染を拡大させた
- ビームが出ているときに扉を開けたけどビームが止まらなかった
- 汚染させてしまった
- インターロックを作動させた
- RIの入ったビーカーに肘を当ててしまったが運良くビーカーが倒れなかった
- 線量計を持たずに管理区域に入った

非公開スライド

事故・トラブルに関するスライドは非公開とします。学術的な利用をされ、スライドを希望される方はご連絡ください。

液体窒素のトラブル事例から学ぶこと

- 5月31日（火） 液体窒素と人がエレベータに同乗。エレベータから降りてもらった。
 - 液体窒素は少しずつ気化している。
 - 気化すると体積が約1000倍になる。
 - 空気中の酸素濃度は約21%。安全限界は18%とされている。
 - エレベータは密室である。
 - エレベータ乗車時間は極めて短い。しかし、停電閉じ込められるかもしれない。
 - 故障して閉じ込められたら密室であるエレベータ内は、酸素濃度が徐々に低下する。
 - 最悪の場合、窒息死する。
- エレベータには人は同乗せず、また他人を同乗させない注意が必要。
- ハインリヒの法則では、ヒヤリハットに該当する。もし、1件エレベータで窒息事故が起きたとすると、その背景には今回のような事例が数千件起きている。

非公開スライド

事故・トラブルに関するスライドは非公開とします。学術的な利用をされ、スライドを希望される方はご連絡ください。

放射性同位元素の定義(1)

- ・ ・ 放射線を放出する同位元素及びその化合物並びにこれらの含有物で、
- 放射線を放出する同位元素同位元素の数量及び濃度がその種類ごとに原子力規制委員会が定める数量（以下「下限数量」という。）及び濃度を超えるものとする。（数量告示別表第1）
- 以下のものを除く
 - 原子力基本法第3条第2号に規定する核燃料物質及び同条第3号に規定する核原料物質
 - 薬事法（昭和35年法律第145号）第2条第1項に規定する医薬品及びその原料又は材料であって同法第13条第1項の許可を受けた製造所に存するもの
 - 医療法（昭和23年法律第205号）第1条の5第1項に規定する病院又は同条第2項に規定する診療所において行われる薬事法第2条第15号に規定する治験の対象とされる薬物
 - 前2号に規定するもののほか、陽電子放射断層撮影装置による画像診断に用いられる薬物であって、当該治療又は診断を行う病院等において調剤されるもののうち、原子力規制委員会が厚生労働大臣と協議して指定するもの
 - 薬事法第2条第4項に規定する医療機器で、原子力規制委員会が厚生労働大臣と又は農林水産大臣と協議して指定するものに装備されているもの

(令第1条)



第1欄		第2欄	第3欄
放射線を放出する同位元素の種類		数量 (Bq)	濃度 (Bq/g)
核種	化学形等		
^3H		1×10^9	1×10^6
^{35}S	蒸気	1×10^9	1×10^6
^{35}S	蒸気以外のもの	1×10^8	1×10^5
^{90}Sr	放射平衡中の子孫核種を含む	1×10^4	1×10^2

(数量告示 別表第一)

放射性同位元素の定義(2)

- 密封された放射性同位元素は線源1個あたりの数量で規制される
 - 1個あたり80 kBqの ^{60}Co (下限数量100 kBq)を2個(合計160 kBq)持っていてても法規制対象外
 - 1個あたり120 kBqの ^{60}Co は1個でも法規制対象
 - 法規制対象線源は核種ごとに数量・個数、使用の場所、使用の目的、使用の方法(使用時間)が定められている
- 密封されていない放射性同位元素は施設内貯蔵能力の総量で規制される
 - RI施設以外では下限数量以下の非密封RIの取扱が可能
 - RI施設が下限数量以下の非密封RIを管理区域外で使用するためにはそのための許可が必要
 - 数量(1日、3月、1年)、使用の場所、使用の目的、使用の方法(ドラフト、動物実験・・・)が定められている。

RCNPにおける密封線源使用の承認内容

種類及び数量	核 種	$^{241}\text{Am-Be}$	$^{241}\text{Am-Be}$	$^{241}\text{Am-Be}$
	物 理 的 状 態	固体	同左	同左
	化 学 形 等	無機化合物 又は単体	同左	同左
	密 封 の 状 態	金属が ^o 封中	同左	同左
	1個当り数量及び個数	11.1GBq x 1	3700MBq x 1	185 MBq x 1
	合 計 数 量	11.1 GBq	3700 MBq	185 MBq
使 用 の 目 的	中性子源	中性子源	中性子源	
使 用 の 方 法	線源の調整及び検出器の校正 連続使用 168時間/週、2184時間/3月間 測定室Iにおいては、複数線源を同時使用しない			
使 用 の 場 所	AVFサイクロトロン棟各実験室、 セミホット工作室、測定室I, II, III、 セミホット化学実験室、同位体分離室、 ターゲット準備室、 リングサイクロトロン本体室及び各実験室			

遮蔽計算

① 使用の条件
すべての $^{241}\text{Am-Be}$ 線源
14,985MBqを連続使用するものとする。利用に当たっては、鉛1cmとポリエチレン20cmで遮蔽する。

② 貯蔵条件
使用と同時に全ての $^{241}\text{Am-Be}$ 線源14,985MBqが貯蔵庫で保管されているものとする。貯蔵条件はコンクリート60cmの貯蔵庫に保管する

計算条件に用いた条件のまとめ

- 使用時はポリエチレンブロック20cm及び鉛板1cmで囲み使用する。
- 連続使用するが、評価時間は1週間当たり40時間とする。
- 使用中、作業者までの距離を0.5mとする

放射性同位元素の保管・運搬

- 規制対象線源(表示付認証機器を除く)の保管場所は決められている
 - 管理区域の貯蔵施設(貯蔵室、貯蔵箱)
 - 耐火性の容器に入れる
- 規制対象線源の運搬は、事業所内、事業所外に区別して基準を満たし、記録を残さなければならない。
- 事業所外運搬は主に線源の強度に応じたカテゴリによる基準を満たさなければならない(L型輸送物の場合の基準は次の通り)
 - 外接する直方体の各辺が十センチメートル以上である
 - 転倒防止安全のための措置を講じてある
 - 表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易である
 - 危険物と混載していない
 - 弁が誤って操作されないような措置が講じられている
 - 開封されたときに見やすい位置(当該位置に表示を有することが困難である場合は、放射性輸送物の表面)に「放射性」又は「RADIOACTIVE」の表示を有している
 - 表面における一センチメートル線量当量率の最大値が五マイクロシーベルト毎時を超えない
 - 表面の放射性同位元素の密度が $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ を超えない
 - 放射性同位元素の使用等に必要な書類その他の物品以外のものが収納され、又は包装されていない

管理区域

この省令において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

管理区域 外部放射線に係る線量が原子力規制委員会が定める線量素を超え、空気中の放射性同位元素（放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素を含む。以下この号、（省略）において同じ。）の濃度が原子力規制委員会が定める濃度を超え、又は放射性同位元素によつて汚染される物の表面の放射性同位元素の密度が原子力規制委員会が定める密度を超えるおそれのある場所



非公開スライド

事故・トラブルに関するスライドは非公開とします。学術的な利用をされ、スライドを希望される方はご連絡ください。

非公開スライド

事故・トラブルに関するスライドは非公開とします。学術的な利用をされ、スライドを希望される方はご連絡ください。

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施行規則

第14条の7 [使用の基準]法第六条第一号の規定による使用施設の位置、構造及び設備の技術上の基準は、次のとおりとする。

(1)~(5) 省略

(6) 原子力規制委員会が定める数量以上の密封された放射性同位元素又は放射線発生装置の使用をする室の出入口で人が通常出入りするものには、放射性同位元素又は放射線発生装置の使用をする場合にその旨を自動的に表示する装置を設けること。

(7) 原子力規制委員会が定める数量以上の密封された放射性同位元素又は放射線発生装置の使用をする室の出入口で人が通常出入りするものには、放射性同位元素又は放射線発生装置の使用をする場合にその室に人がみだりに入ることを防止するインターロックを設けること。

(7)の2~(9) 省略

- 放射線発生装置と400 TBq以上（数量告示第11条）の密封線源には自動表示装置が必要
- 放射線発生装置と100 TBq以上（数量告示第12条）の密封線源にはインターロックが必要

自動表示装置、インターロックは使用承認条件に含まれており、不完全な状態で放射性同位元素・放射線発生装置を使用する事はできない

非公開スライド

事故・トラブルに関するスライドは非公開とします。学術的な利用をされ、スライドを希望される方はご連絡ください。

非公開スライド

事故・トラブルに関するスライドは非公開とします。学術的な利用をされ、スライドを希望される方はご連絡ください。

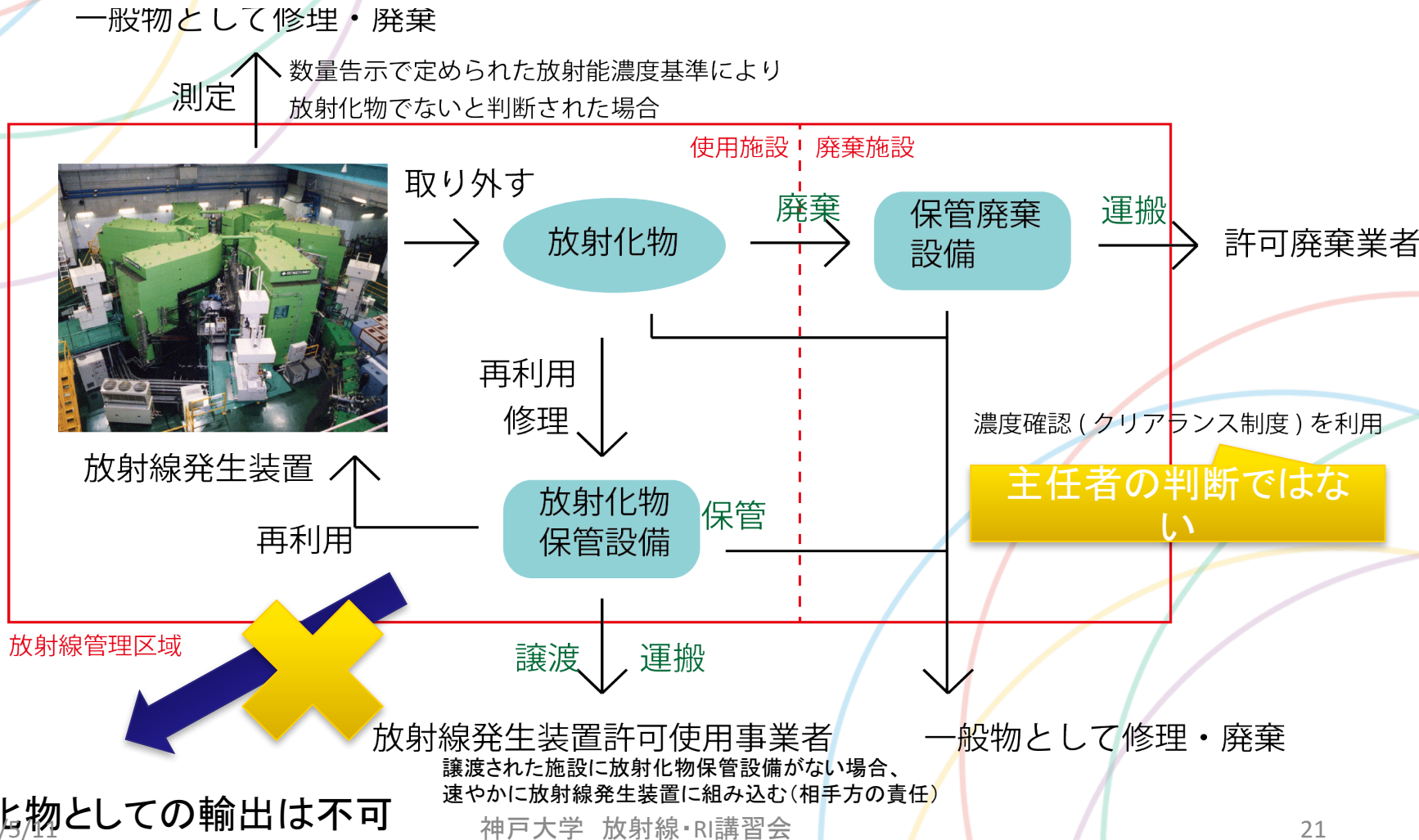
放射化物

- 法令上の用語の定義
 - 放射性同位元素等・・・放射性同位元素又は放射性汚染物（規則第1条第3号）
 - 放射性汚染物・・・放射性同位元素若しくは放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素によって汚染された物（規則第1条第2号）
 - 放射化物・・・放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素によって汚染された物（規則第14条の7第1項第7号の2）
- 放射化物の範囲（平成24年3月事務連絡 文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課放射線規制室）
 - 放射化物については放射線発生装置から取り外した地点からその管理が必要
 - 上記②～⑥以外の放射線発生装置及びその周辺設備等については、原則として放射化物とする。ただし信頼できる実測データ、計算結果等により放射化物として取り扱う必要がないことが確認できた物については放射化物としないことができる。
 - 放射化物として取り扱うか否かの判断は、放射性汚染物の確認制度の導入によって伴って告示として規定した放射能濃度及びその設定の考え方が参考となる。
 - 放射能濃度の基準・・・放射性汚染物の確認制度に係わる放射能濃度に基準は、数量告示第27条に定める放射能濃度とする。なお、この放射能濃度の基準は、放射性汚染物の確認制度の適用後の再利用適正処分の経路を想定して年間10マイクロシーベルトをベースに設定したものである。
(年間10マイクロシーベルト=0.001 μ Sv/h)

ポイント：

- 放射化物は放射性汚染物の一種で、下限数量（濃度）が適用されない
- 放射線発生装置から取り外した部品は原則放射化物。放射化物として扱いたくないならば、放射化していないことを証明しなければならない。

放射化物の流れ



放射化物としての輸出は不可

無断持ち出しの原因

不十分な知識

下限数量(濃度)を超えていないので、放射化物としての管理が必要でないと判断した(1)

思い込み

放射化しているとは思わなかった(2)

不適切なサーベイメータの選択

細口GMサーベイメータにより放射化していないと判断した物品について、管理区域出口でNaIサーベイメータで再測定したところ放射化が確認された(ヒヤリハット事例)

- ハード的、ルールの改善策が施される
- 日頃から正しい行動をしている人にとって非常に迷惑！

RCNP予防規程第13条第3項第6号 管理区域で使用した機器は、みだりに当該区域から持ち出してはならない。やむを得ず持ち出す場合は、**汚染の状態を検査**して、表面密度限度の1/10以下であり、**放射化していないことを確認**すること。

厳密に適用する



- 第1種管理区域に持ち込んだ物品は全て汚染検査と放射化チェックを行い、記帳する
- 体の汚染も確認する。
- 不必要な物を管理区域に持ち込まない。
 - 更衣室や入口のロッカーを活用



ビーム照射中に実験室内にあった履歴がある物は、放射化チェックを忘れずに

放射化チェック → NaI(Tl)サーベイメータ
汚染検査 (C-14/H-3以外) → GMサーベイメータ

表示付認証機器の所在不明

非公開スライド

このスライドは、平成27年5月26日に発生した「放射性同位元素等取扱事業所における放射性同位元素の所在不明（大成建設（株）」について紹介しています。事故内容は原子力規制委員会のページを参照してください。

参照先：

[ホームページ] → [政策について] → [原子力防災] → [事故トラブル情報]
→ [原子炉規制法または放射線障害防止法に基づく報告]

表示付認証機器

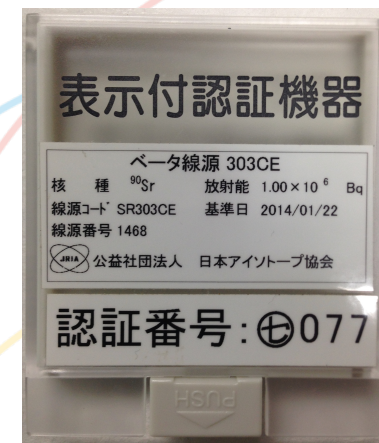
放射性同位元素等の規制に関する法律 (放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律)

第12条の5 [認証機器の表示等]

認証機器製造者等は、前条第2項の規定による検査により設計認証に係る設計に合致していることが確認された放射性同位元素装備機器（以下この条において「認証機器」という。）又は同項の規定による検査により特定設計認証に係る設計に合致していることが確認された放射性同位元素装備機器（以下この条において「特定認証機器」という。）に、原子力規制委員会規則で定めるところにより、それぞれ認証機器又は特定認証機器である旨の表示を付することができる。

2 前項の規定による表示が付された認証機器（以下「表示付認証機器」という。）以外の放射性同位元素装備機器には、同項の認証機器である旨の表示を付し、又はこれと紛らわしい表示を付してはならない。

- 通常の使用承認とは別枠で、使用開始日から30日以内の届出で使用可能
- 添付文書に書かれた使用の目的、方法でのみ使用可能
- 添付文書の記載内容の範囲であれば管理区域外での使用が可能
- 使用に当たって、放射線取扱主任者の選任は不要
- 機器に装備されている物の他、教育用・検出器調整用の密封線源も存在する。
- おおむね下限数量の1000倍程度の強度のものまで存在する。
- 下限数量以下のチェックソースと異なり、放射性同位元素に分類される。



非密封RIの使用に関わる漏洩事故 (経緯・東京医科歯科大学)

非公開スライド

このスライドは、平成26年3月24日に発生した「放射性同位元素等取扱事業所における放射性同位元素の管理区域外への漏えい（国立大学法人東京医科歯科大学）」について紹介しています。事故内容は原子力規制委員会のページを参照してください。

参照先：

[ホームページ] → [政策について] → [原子力防災] → [事故トラブル情報]
→ [原子炉規制法または放射線障害防止法に基づく報告]

非密封RIの使用に関わる漏洩事故 (事故の背景・東京医科歯科大学)

非公開スライド

このスライドは、平成26年3月24日に発生した「放射性同位元素等取扱事業所における放射性同位元素の管理区域外への漏えい（国立大学法人東京医科歯科大学）」について紹介しています。事故内容は原子力規制委員会のページを参照してください。

参照先：

[ホームページ] → [政策について] → [原子力防災] → [事故トラブル情報]
→ [原子炉規制法または放射線障害防止法に基づく報告]

非密封RIの使用に関わる漏洩事故 (持出先研究室の測定箇所)

非公開スライド

このスライドは、平成26年3月24日に発生した「放射性同位元素等取扱事業所における放射性同位元素の管理区域外への漏えい(国立大学法人東京医科歯科大学)」について紹介しています。事故内容は[原子力規制委員会のページ](#)を参照してください。

参照先:

[ホームページ] → [政策について] → [原子力防災] → [事故トラブル情報]
→ [原子炉規制法または放射線障害防止法に基づく報告]

非密封RIの使用に関わる漏洩事故(教訓)

- 管理区域立ち入り前の教育訓練を受けたからといって、管理区域内で一人前の行動をとれるとは限らない。
- 通常、大学のRIセンターで行われる講習は一般的な内容だけを教育していて、個々の実験の手順は教育していない。
- 教育訓練を受講することは、管理区域に立ち入るための最低条件に過ぎない
- 実際の実験のときには、手順やその実験で特に注意すべき事を知らないといけない。
- 実験グループによるOJT(On the job training)が必要
- 「いけないこと」「危険なこと」に対する認識
- 座学で習ったことと、実行動の結びつき
- 「少量だからいい」という考え方が重大事故を招いてしまった

法令改正について

- 危険時の措置
 - 通報連絡の手順
 - 装置の異常時の対応手順
 - モニタリング・計測手順
 - 作業員等の避難・救助の手順
 - 消防・医療機関等への対応手順
- 防護措置（テロ対策）
 - カテゴリーに応じた施錠、ツーマンルール
 - 監視カメラの設置
- 自主的・継続的な安全性の向上
 - 安全文化醸成・品質保証制度がベース
 - 自らの活動を評価する組織を位置づけ、定期的な評価を行い、その結果を踏まえて取組の改善を行う（PDCAサイクルのようなもの）
- 教育訓練・定期講習のあり方、主任者試験の科目
- 名称が変わる。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 → 放射性同位元素等の規制に関する法律

使用量の多い非密封施設、PBq級の密封線源施設、大型イオン加速器施設が対象

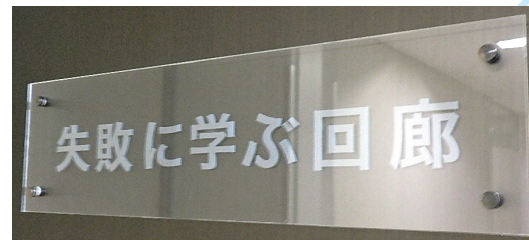
貯蔵能力の多い非密封施設、PBq級の密封線源施設が対象

放射線取扱主任者試験は今年合格することをおすすめします

- 法令は試験実施年4月1日に施行されている法令で実施される。
 - 今年3月に公布された法律のうち、一部は速やかに施行されることになっている。
- 来年の4月1日は改正法令が施行されている可能性がある。
 - 徐々に施行されると毎年改正法令で出題される。
- 試験課目はこれまで法律で定められていたが、改正法令では「原子力規制委員会が定める課目」になる。
 - 課目自体の変更が容易になる。
 - 防護（テロ対策）に関する課目が増える可能性がある。
- 試験合格者が増えることも安全文化醸成につながると思います。

最後に

- 安全文化とは、『原子力施設の安全性の問題が、すべてに優先するものとして、その重要性にふさわしい注意が払われること』が実現されている**組織・個人**における姿勢・特性（ありよう）を集約したもの。(INSAG: International Nuclear Safety Advisory Group 報告書-4)
- **組織や個人**が安全を最優先する風土・気風のこと
- 最も優先されるべきは安全であり、これを認識して継続して実践すること（原子力規制委員会）
 - コミュニケーションの充実
 - 常に問いかける姿勢
 - 厳格かつ慎重な判断と迅速な行動
- 法改正で、安全に対する責任が事業者にあることが明確化される。一人の小さな油断が大きな影響を与えるかもしれない。
- RIや加速器で起きるトラブルの影響は科学的には小さいかもしれないが、社会的影響はとて大きい。
- 放射線や核燃料物質のトラブルは大学評価にも大きく影響する。
- 一人一人が安全を最優先させるだけでなく、「これまでの手順」を常時問いかけて活動して欲しい。
- 知識不足や経験不足によるトラブルも発生している。教員は学生を過信しないように。



中部電力浜岡原子力発電所へ行ってきました

