

令和3年度
大阪大学核物理研究センター
放射線同位元素等・
放射線発生装置取扱者 再教育



国立大学法人 大阪大学
放射線科学基盤機構
放射線管理部門
鈴木 智和

連絡事項 (法令に関するもの)



- 法令改正により、外部被ばくにISO14025に準拠した測定が求められる。
 - 共同利用者を含む放射線業務従事者の外部被ばくの測定にポケット線量計の使用が認められなくなった。
 - 共同利用者（大阪大学所属者を除く）にもルミネスバッジを配布するので、RCNPのバッジを持ってRCNPの管理区域に入ること。
 - 共同利用者（大阪大学所属者を除く）の所属機関のバッジについては所属機関の指示に従うこと。
 - 共同利用者（大阪大学所属者を除く）にはバッジの個人報告書を2部送付します。必要に応じて、1部を所属機関の線量管理担当者に提出してください。
 - 大阪大学の放射線業務従事者は従来通り所属部局のルミネスバッジまたはガラスバッジを使用して外部被ばくの測定を行う。
 - 一時立ち入り者の外部被ばくの測定はポケット線量計を使用する。ただし、1年以内に校正したものでなければならない。
- 目の水晶体の等価線量限度が引き下げられた。
 - 平成13年4月1日以後5年ごとに区分した各期間につき100ミリシーベルト
 - 4月1日を始期とする1年間ににつき50ミリシーベルト
 - RCNPの外部被ばく測定では均等被ばくを想定しています。顔付近の被ばくが多くなる作業を想定している方は保護めがねに取り付けるバッジを取り寄せるので、早めに申告してください。

連絡事項 (運用に関するもの)



チェックソースの貸し出し可能者を変更します

[これまで]

M1と登録1年目の従事者は使用禁止。

[これから]

RCNPでチェックソースを概ね20日以上使用した経験がある（自己申告による）従事者は1人で線源を借り出して使用することが可能。それに満たない従事者は、既にそれを満たしている従事者が線源を借り出して、教育を受けながら使用する。

(放射線管理室と核物理実験研究部門との同意事項)

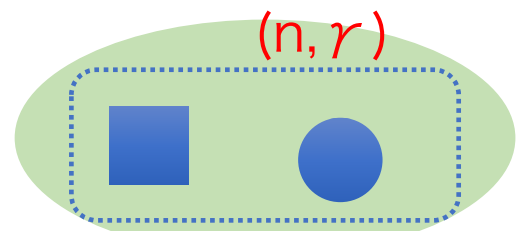
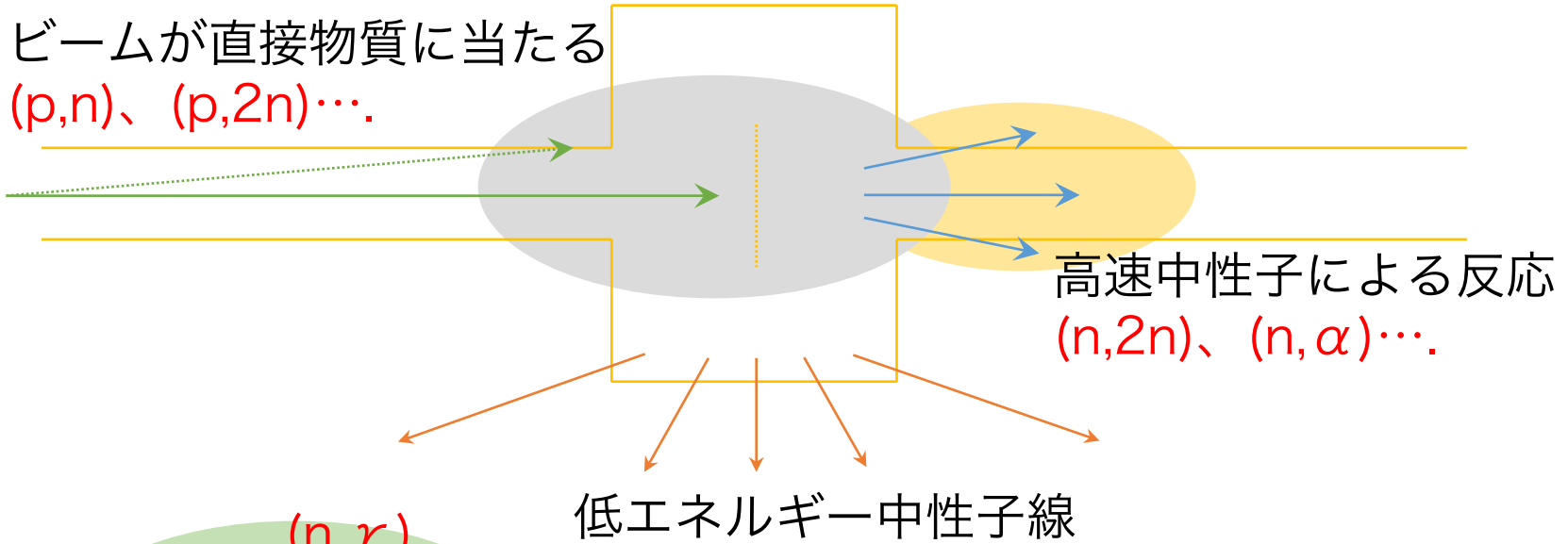
今年度の教育訓練のアウトライン



- 今年度の教育訓練は、昨年度、不十分な放射化物管理によるトラブルが多発したため、放射化物管理に重点を置いて行う。
- 不十分な放射化物管理によるトラブル事例
- まず、放射線発生装置使用室内にビームが出ている間に置かれていたものは放射化物だと考える。
- 次に測定等により、放射化していないことを証明できれば放射化物としないことができる。
- 放射線発生装置の一部として使用しているときは放射化物としての管理は不要である。

放射化物としないためには知識と技能が必要

なぜ放射化するのか？



その他、常時室内に置かれた物

- 標的周辺はビームの直接反応
- 標的の前方は高速中性子線による反応
- 周辺は熱中性子による反応

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。

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。

• 放射化物保管設備

- 再使用する 予定の放射化物を保管するときは**放射化物保管設備に保管**する。
- 放射化物が放射線発生装置から取り外された後、**速やかに払出される場合**には、必ずしも一度放射化物保管設備に保管する必要はない。
- 放射化物保管設備は**外部と区画**し、鍵等で**閉鎖**する。
- **耐火性の容器**に入れて保管する。
- 放射化物が大型機械等で、これを容器に入れることが**著しく困難な場合**、汚染の広がりを防止するための特別の措置を講じれば容器に入れる必要はない（申請書に記載が必要とされている）。

• 保管廃棄設備

- 廃棄する 放射化物を日本アイソトープ協会に引き渡すまで保管しておく。
- 放射化物保管設備に入れた放射化物は**再使用できない**。
- 非密封RI（専用）の保管廃棄設備に廃棄してはいけない。

• 記帳

- 保管：核種、数量、保管の期間、保管の方法、保管の場所、保管に従事する者の氏名
- 廃棄：核種、数量、廃棄の年月日、廃棄の方法、廃棄の場所、廃棄に従事する者の氏名

放射化物の保管

規則第17条第1項第6号の2

放射化物であつて放射線発生装置を構成する機器又は遮蔽体として用いるものの**保管**は、次に掲げるいずれかの方法により行うこと。

- イ **容器に入れ、かつ、放射化物保管設備において保管**すること。
- ロ 第14条の7第1項第7号の2八ただし書に該当する場合には、**放射化物保管設備において保管**すること。

(参考) 規則第14条の7第1項第7号の2

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つて汚染された物（以下「放射化物」という。）であつて放射線発生装置を構成する機器又は遮蔽体として用いるものを保管する場合には、次に定めるところにより、放射化物保管設備を設けること。

- イ 放射化物保管設備は、外部と区画された構造とすること。
- ロ 放射化物保管設備の扉、蓋等外部に通ずる部分には、鍵その他の閉鎖のための設備又は器具を設けること。
- ハ 放射化物保管設備には、耐火性の構造で、かつ、第14条の九第4号（第14条の10において準用する場合を含む。第14条の11第1項第8号ハにおいて同じ。）の基準に適合する容器を備えること。ただし、放射化物が**大型機械等であつてこれを容器に入れることが著しく困難な場合において、汚染の広がりを防止するための特別の措置を講ずるときは**、この限りでない。

放射化物は耐火容器に入れて、放射化物保管設備で保管しなければならない

放射化物保管設備

容器に入れることが著しく困難な大型機器

耐火性の容器



標識

鍵

外部と区画

		保管容器	大型機器の容器に入れない保管
1	西実験室1階	ドラム缶	○
2	西実験室地下	ドラム缶	○
3	本体室地下	ドラム缶	○
4	東実験室1階	ドラム缶	○
5	AVF準備室	ドラム缶 ペール缶	○
6	AVF棟南シャッター前	なし	○
7	西実験室南（屋外）	特殊容器	×

保管の記帳が必要

核種、数量、保管の期間、保管の方法、保管の場所、保管に従事する者の氏名

放射化物の保管廃棄

規則第19条第1項第13号

固体状の放射性同位元素等は、次に掲げるいずれかの方法により廃棄すること。

□ **容器に封入し、又は固型化処理設備においてコンクリートその他の固型化材料により容器に固型化して保管廃棄設備において保管廃棄**すること。

ハ 第14条の11第1項第8号ハただし書に該当する場合には、**保管廃棄設備において保管廃棄**すること。

(参考)規則第14条の11第1項第8号

放射性同位元素等を保管廃棄する場合(第19条第1項第13号ニの規定により保管廃棄する場合を除く。)には、次に定めるところにより、保管廃棄設備を設けること。

イ 保管廃棄設備は、外部と区画された構造とすること。

□ 保管廃棄設備の扉、蓋等外部に通ずる部分には、鍵その他の閉鎖のための設備又は器具を設けること。

ハ 保管廃棄設備には、耐火性の構造で、かつ、第14条の9第4号の基準に適合する容器を備えること。ただし、**放射性汚染物が大型機械等であつてこれを容器に封入することが著しく困難な場合において、汚染の広がりを防止するための特別の措置を講ずるときは、この限りでない。**

(参考)規則第14条の9第1項第4号

貯蔵施設には、次に定めるところにより、放射性同位元素を入れる容器を備えること。

イ 容器の外における空気を汚染するおそれのある放射性同位元素を入れる容器は、気密な構造とすること。

□ 液体状の放射性同位元素を入れる容器は、液体がこぼれにくい構造とし、かつ、液体が浸透しにくい材料を用いること。

ハ 液体状又は固体状の放射性同位元素を入れる容器で、亀裂、破損等の事故の生ずるおそれのあるものには、受皿、吸収材その他放射性同位元素による汚染の広がりを防止するための施設又は器具を設けること。

不要な放射化物は耐火容器に入れて、保管廃棄設備に廃棄するか、速やかに日本アイソトープ協会に引き渡すこと。

保管廃棄設備

容器に入れることが著しく困難な大型機器

耐火性の容器



外部と区画

鍵

標識

		RIの廃棄	大型機器の容器に入れられない保管廃棄
1	RI棟1階	○	×
2	西実験室地下	×	○

- 保管廃棄したものは再使用してはいけない
- 日本アイソトープ協会に引き渡すためには専用の容器に収納する必要がある（次のスライド参照）。
- 廃棄にかかる費用は50Lドラム缶1個につき¥128,150（R3.8、税込み）
- 50Lドラム缶の手配には1月程度かかる

廃棄の記帳が必要

核種、数量、廃棄の年月日、廃棄の方法、廃棄の場所、廃棄に従事する者の氏名

その他の廃棄方法

- 気体状の放射化物を排気設備（フードなど）を通して排気する。
- 液体状の放射化物を排水設備（流しなど）を通して排水する。

これらの方法はRI以外の法律や条令などで規制されている物質を廃棄してしまうおそれがあるので、関係する安全担当教職員との調整が必要。

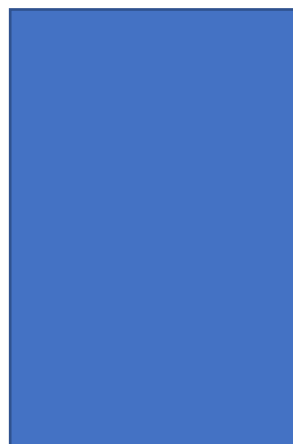
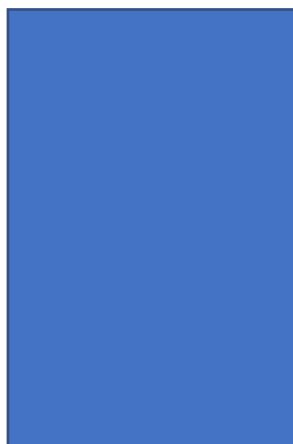
また、廃棄物を速やかに日本アイソトープ協会に引き渡す場合は保管廃棄する必要がない。「速やか」とは「集荷の日時が既に決まっている」とされている。

いずれの方法でも廃棄の帳簿は必要なので忘れないこと。

放射化物（廃棄物）のRI協会への引き渡し

廃棄物収納内容器に収納

- 廃棄物収納内容器の蓋を布テープで留める
- 廃棄物収納内容器はドラム缶に2個入る
- 放射化物が大きく、廃棄物収納内容器の蓋が閉まらないときは、蓋を外した内容器2つを上下から覆うように使用する（厚手のポリ袋（塩化ビニル製は不可）に放射化物を入れ、角や突起部でポリ袋が破れないように布テープで養生する）



ドラム缶に収納



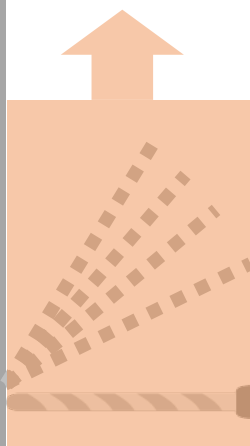
- RI 廃棄物を収納したドラム缶の表面に汚染がないことを確認する
- 容器込みの重量は60kg 以下
- ドラム缶の蓋に総重量を記載
- ドラム缶の側面にRI 廃棄物シール1 枚を貼付



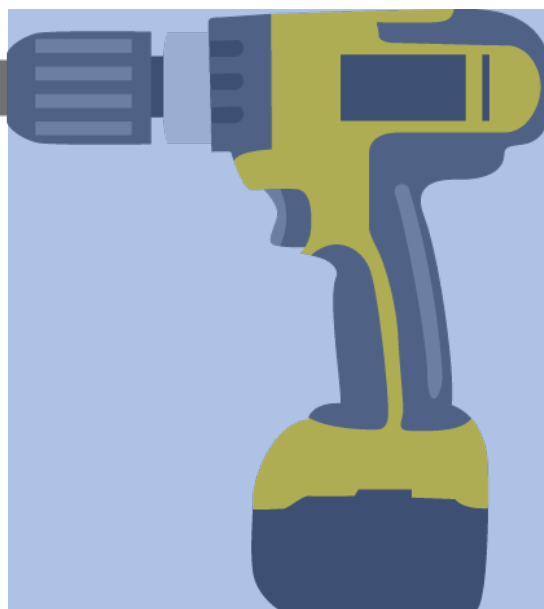
RI協会「RI 廃棄物の集荷について」をよく読む

放射化した壁の加工

HEPAによる
局所排気



このコンクリート屑には放射
性物質が含まれている



- 飛散防止→局所排気
- 汚染防止→タイベックスの着用
- ◆ 工具や刃はよく除染する。
- ◆ 除染できないときは廃棄する
- ◆ タイベックスは使用後廃棄する
- すぐ作業に使わないものは持ち込まない
(例) 予備のバッテリーは室外で充電する

コンクリート屑を吸い込むと
内部被ばくします

← ドリルはビニルなどで養生する

放射化物の範囲

- ① 放射化物については、放射線発生装置から取り外した時点からその管理が必要となる。
- ② 核子当たりの最大加速エネルギーが2.5MeV 未満のイオン加速器（ただし、重水素とトリチウムの核反応などを用いて中性子を発生させる目的で使用される加速器を除く。）及び最大加速エネルギーが6MeV 以下の電子加速器（医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが6MeV 以下のものを含む。）については、当該加速器の本体及び遮蔽体などの周辺設備等は放射化物としての管理は不要である。
- ③ 医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが6MeV を超えるものについては、「(2) 表1 医療用直線加速装置における放射化物として扱う特定の部品等」に示す特定の部品等以外のものは放射化物としての管理は不要である。
- ④ 医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが10MeV 以下のものについては、空気及び水の放射化の考慮は不要である。また、医療用直線加速装置のうち、X線の最大エネルギーが15MeV 以下のものについては、これまでの調査の結果から排気設備の設置は不要である。
- ⑤ 工業用直線加速装置については、装置の基本的な構造や使用の方法等が医療用直線加速装置と同様である場合は、②～④が参考となる。
- ⑥ 自己遮蔽を備えた医療用サイクロトロンについては、自己遮蔽の内側にあるサイクロトロン本体、周辺機器、遮蔽体及び床材は放射化物であり、自己遮蔽の外側にあるものについては、放射化物としての管理は不要である。
- ⑦ 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※1 できたものについては、放射化物としないことができる。

※1：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。

放射化物から除外するためには

- 濃度確認制度（クリアランス制度）を取り入れるには、手続きが煩雑で費用がかかる。さらにまだ明確な測定手順が定められていない。
- 国内では原子力発電所の廃止措置において「放射性廃棄物でない廃棄物」が認められており、米国では「IFB(Indistinguishable From Background、バックグラウンドと区別できない)」という考え方が採用されている。これは「（はじめから）放射化していない」ということを説明する方法であって、放射化物を管理対象から外す濃度確認制度とは異なるものである。
- クリアランスレベルを十分下回る検出限界値をもつ測定器で検出限界値以下であれば、濃度確認制度と矛盾しないでIFBを確認することで、「放射性廃棄物でない廃棄物（放射化していない物）」であると言える。
- クリアランスレベルを下回っていても、IFBが確認できない（検出できた場合）は放射化物になる。（これを放射化物から除外するためには濃度確認制度を利用する。）

(参考) クリアランスレベル

^3H	100 Bq/g	^{59}Fe	1 Bq/g	^{124}Sb	1 Bq/g
^7Be	10 Bq/g	^{56}Co	0.1 Bq/g	^{152}Eu	0.1 Bq/g
^{22}Na	0.1 Bq/g	^{57}Co	1 Bq/g	^{154}Eu	0.1 Bq/g
^{54}Mn	0.1 Bq/g	^{60}Co	0.1 Bq/g	^{195}Au	10 Bq/g

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）別表7による

Nalサーベイメータとクリアランスレベル

^{60}Co 0.0951 Bq/gと他核種少々によりクリアランスレベルと同等に放射化した鉄の放射化物について、3-cm表面線量率はシミュレーションにより

10 kgのサンプル 0.0385 $\mu\text{Sv/h}$

1 トンのサンプル 0.0689 $\mu\text{Sv/h}$

なので、10 kgのサンプルでも時定数を10s以上に設定すればIFBを判定できる。

BGが0.07 $\mu\text{Sv/h}$ のときの
検出限界値

時定数	検出限界値
3s	0.040 $\mu\text{Sv/h}$
10s	0.021 $\mu\text{Sv/h}$
30s	0.012 $\mu\text{Sv/h}$

上菘義朋 日本放射線安全管理学会誌 第12巻1号 (36-40) による

クリアランスレベルは濃度で決まっているので、物量が少なくなれば放射能は小さくなる。紹介した例は10 kg程度の物に対して感度があることを説明しているが、ねじやナット、実験に使った標的のように小さい（軽い）物についても感度を保証しているわけではない。

また、BGが高いところで測定すると検出限界値が大きくなるので注意が必要。

~kg程度の大きさのものは、BGが十分低い場所において、Nalサーベイメータを用いて放射化の有無の評価が可能

管理を必要としない放射化物

- 放射化されている物はすべて対象となり、以下の場合を除き管理が必要
 - ① 放射線発生装置の装置に組み込まれている場合又は放射線発生装置として使用する目的で用いている場合は、放射化物としての管理は不要
 - ② 放射線発生装置から取り外し、再度装置の組み込んだ場合も放射化物としての管理は不要
 - ③ 炭素線については、治療に使用したボータス及び患者コリメータ、陽子線については、ボータスのみ放射化物としての管理は不要（40GyE以下のものの限る。研究用に利用した物は除く。）

（改正放射線要害防止法講習会における文科省放射線規制室の説明による）

使用中の放射化物は管理対象にならないが、「使用中」の解釈が拡大解釈になって安全・コンプライアンスを損なわないようにしなければならない。

→スライド8の事例

まとめ

- 今年度の教育訓練は、昨年度、不十分な放射化物管理によるトラブルが多発したため、放射化物管理に重点を置いて行った。
- 特に不十分な放射化物管理によるトラブル事例が発生した。
- まず、放射線発生装置使用室内にビームが出ている間に置かれていたものは放射化物だと考える。
- 次に測定等により、放射化していないことを証明できれば放射化物としないことができる。
- 放射線発生装置の一部として使用しているときは放射化物としての管理は不要である。