

第20回 放射線技師のためのセミナー

# 放射線治療における放射化物の管理

静岡営業所 川口順也

# 原子力規制委員会設置法の施行について

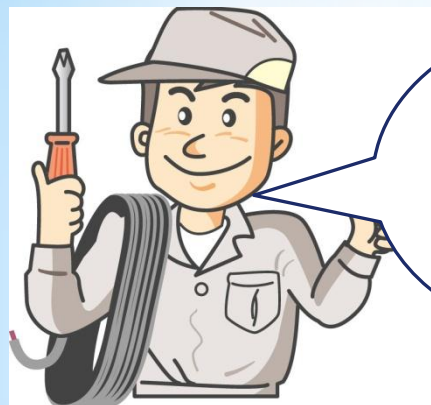
平成24年9月19日付で施行。環境省の外局として原子力規制委員会を設置され、これに伴い、文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課が所管する業務は、今後、原子力規制委員会において実施することになります。

**平成25年4月1日より**、報告及び緊急時・トラブル発生時等の対応における連絡先が変更になります。

平成25年4月1日



# リニアックの部品交換



メンテナンス業者

昔は良かったんだけど、今は引き取れないんです。

じゃあ産業廃棄物として病院のゴミと一緒に捨てようかな・・・。

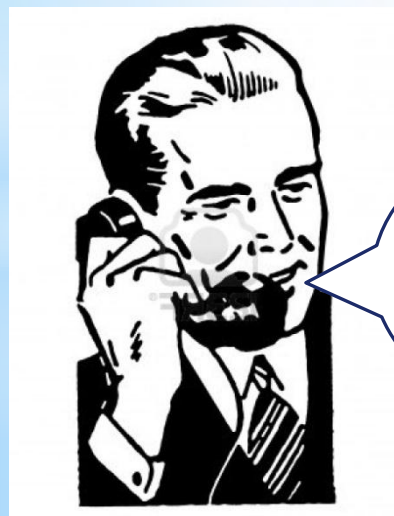
部品交換で発生した旧品、要らないから引き取ってよ。



リニアックのターゲット

ええっ。そそうなんですか。

1年前から法律が変わったの知らないんですか？適切に処分しないと法令違反になりますよ。



原子力規制委員会



病院関係者

# 放射線障害防止法改正

## 平成24年4月1日より施行

- 法 律：平成22年4月28日成立  
平成22年5月10日公布
- 政省令等：平成24年3月28日公布
- 施行日：平成24年4月1日



平成24年3月に文部科学省から各事業所宛に「事務連絡」が送付されているので、詳しくはそちらを参照して下さい。

# 改正の概要

1. 放射性汚染物の確認制度の導入  
(クリアランス制度の導入)
2. 放射化物の規制への導入
3. 廃止措置の強化
4. 譲渡譲受制限の合理化
5. 罰則の強化

# 放射化物の範囲

医療用直線加速装置（リニアック、サイクロトロンなど）  
**X線の最大エネルギーが6 MeVを超えるもの**

規制対象物を**放射線発生装置から取り外した時点**から放射化物としての管理が必要になります

《管理対象外》

- ①装置に組み込まれている場合、装置を使用する目的で用いている場合
- ②装置から取り外し、再度装置に組み込んだ場合

# 対象部位

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

一般的構造名	バリアン社	エレクトラ社	シーメンス社	三菱電機社	
ターゲット	ターゲット	ターゲット（フライトチューブと一体のもの）	ターゲット	ターゲット（一次散乱体と一体のもの）	
ターゲット極近傍部品	1次コリメータ・バキュームチェンバー・入射コリメータ（一体のもので、ペンディングマグネット内のシールドを含む。）	フライトチューブに固定されるシールド、ターゲット極近傍のシールド、1次コリメータ	ターゲットホルダー・散乱箔（一体）、エンベロープ、10MeV 1次コリメータ（横のシールドを含む）、偏向電磁石内の炭素鋼、偏向電磁石内三日月型シールド	ビームダクト、偏向電磁石内シールド（コイル・ヨーク間、コイル内、電磁石間鉄）	
フィルタ部	散乱箔、カルーセル中央部、フラットニングフィルタ	1次・2次フィルタ、フィルタベース	フラットニングフィルタ	フラットニングフィルタ	
2次コリメータ	上段：アッパーJAW 下段：ローワーJAW	MLC	上段：アッパーJAW 下段：ローワーJAW あるいは MLC	上段：アッパーJAW 下段：ローワーJAW あるいは MLC	上段：アッパーJAW 下段：ローワーJAW
3次コリメータ	MLC	ダイアフラム I / II			MLC
ヘッド部シールド	シールド	シールド	シールド	シールド	

10MeV  
以下

10MeV  
を超過

注1) 本評価は、運転条件として10万 Gy/年、照射停止後3日経過時点に換算したものである。  
注2) MLCはマルチリーフコリメータの略称。

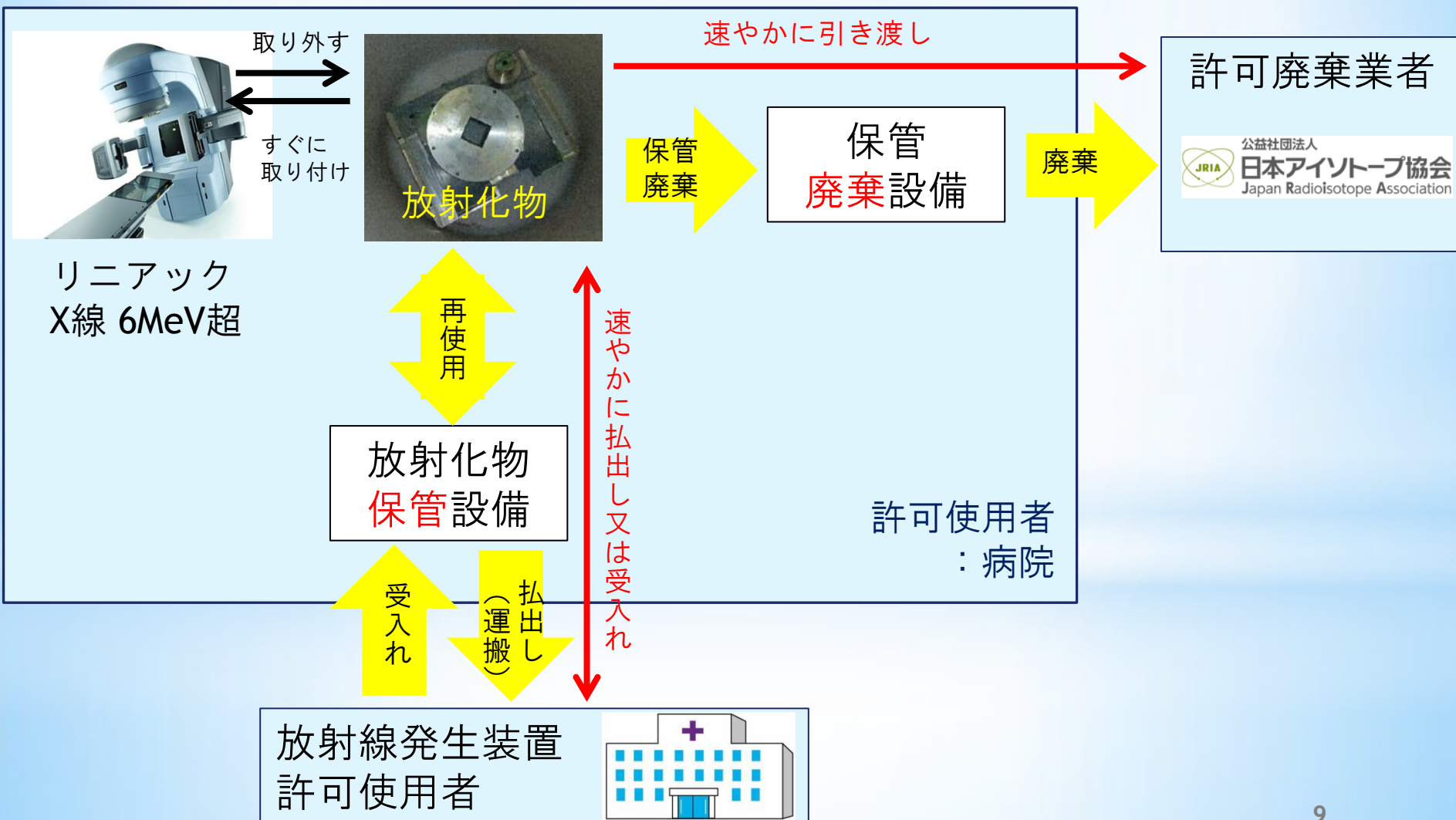
# 放射化物に係る施設基準等

※ 経過措置あり  
(H26.3月まで)

1. 放射化物の流れ
2. 放射化物保管設備
3. 保管廃棄設備
4. 排水設備
5. 排気設備



# 1. 放射化物の流れ



## 2. 放射化物保管設備

X線の最大エネルギー **6 MeV 超過**

### 施設基準

- ・ 外部と区画された構造
- ・ 施錠するための設備又は器具が必要
- ・ 中に耐火性の容器を備える必要がある  
(容器に入れるのが困難な大型機器等については例外措置あり)



鍵付きのロッカー  
でOKです。

# 放射化物保管設備 設置イメージ



### 3. 保管廃棄設備

X線の最大エネルギー **6 MeV 超過**

施設基準

密封されていない放射性同位元素に係る施設基準と同じ



## 4. 排水設備

X線の最大エネルギー 10 MeV 超過

水の放射化の考慮が必要

- ・ 冷却水等が放射化し、それを排水する場合には排水設備の設置が必要。
- ・ 循環水は除く



# 5. 排気設備

X線の最大エネルギー 15 MeV 超過

空気の放射化の考慮が必要

- ・ 運転時間、中性子発生量等からリニアック室内の3月間空气中濃度を算定。
- ・ 濃度限度の1/10を超過する場合は排気設備を設置。
- ・ 空気が放射化する場合内部被ばく線量の測定が必要。  
(化学形等がサブマージョンの場合を除く)



# 施設基準

～ 6 MeV

放射化物の管理不要

---

6 MeV 超過

放射化物の管理必要

(放射化物保管設備、保管廃棄設備)

1.0 MeV 超過

水の放射化を考慮

(排水設備)

1.5 MeV 超過

空気の放射化を考慮

(排気設備、内部被ばく測定)

# 放射化物に係る行為基準等

※ 経過措置なし

1. 放射化物に係る記帳
2. 放射化物の加工
3. 場所の測定
4. 被ばく線量の測定



# 1. 放射化物に係る記帳

放射化物は、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ものと同様に記帳が必要

放射線障害防止法 施行規則 第24条（記帳）

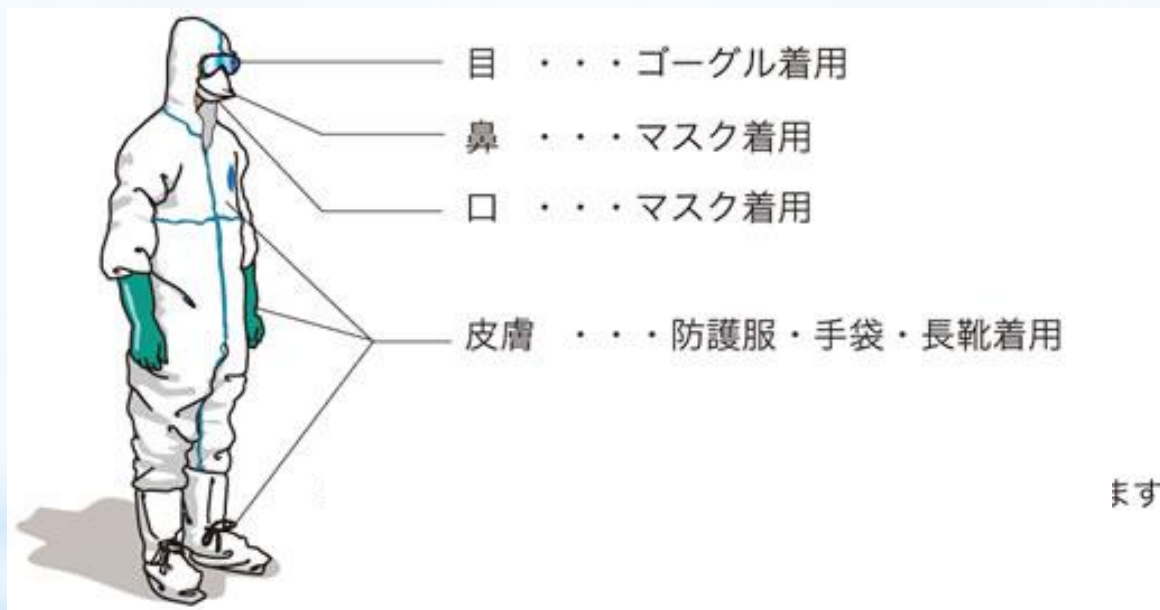
- ① 受入れ又は払出し
- ② 保管
- ③ 廃棄
- ④ 運搬



保管廃棄設備等を経由せずに廃棄する場合においても、記帳の義務は発生します。

## 2. 放射化物の加工

放射化物の加工を行う場合は、汚染の広がりを防止するための措置、作業衣、保護具等の着用の措置を講じた上で実施。



作業終了後、汚染の除去等を実施し除去されたことを確認。（汚染検査実施）  
汚染検査の記録は保存すること。

# 3. 場所の測定

放射化物保管設備、保管廃棄設備等設備を設置する場合、放射線量の測定が必要になります。

(障防法施行規則第20条第1項第4号)

①放射線発生装置室に設備を併設する場合

6月を超えない期間ごとに1回

②設備を独立して設置する場合

1月を超えない期間ごとに1回



## 4. 被ばく線量の測定

放射線発生装置使用室内の空気が放射化する場合には、当該室に立ち入る者の**内部被ばくの測定**が必要。

ただし、空気の放射化により発生する放射性同位元素の化学形等がサブマージョンの場合はこの限りでない。

(障防法施行規則 20 条第 2 項第 2 号)



# 経過措置

## ◎ 施設基準：経過措置が適用（平成24年3月31日）

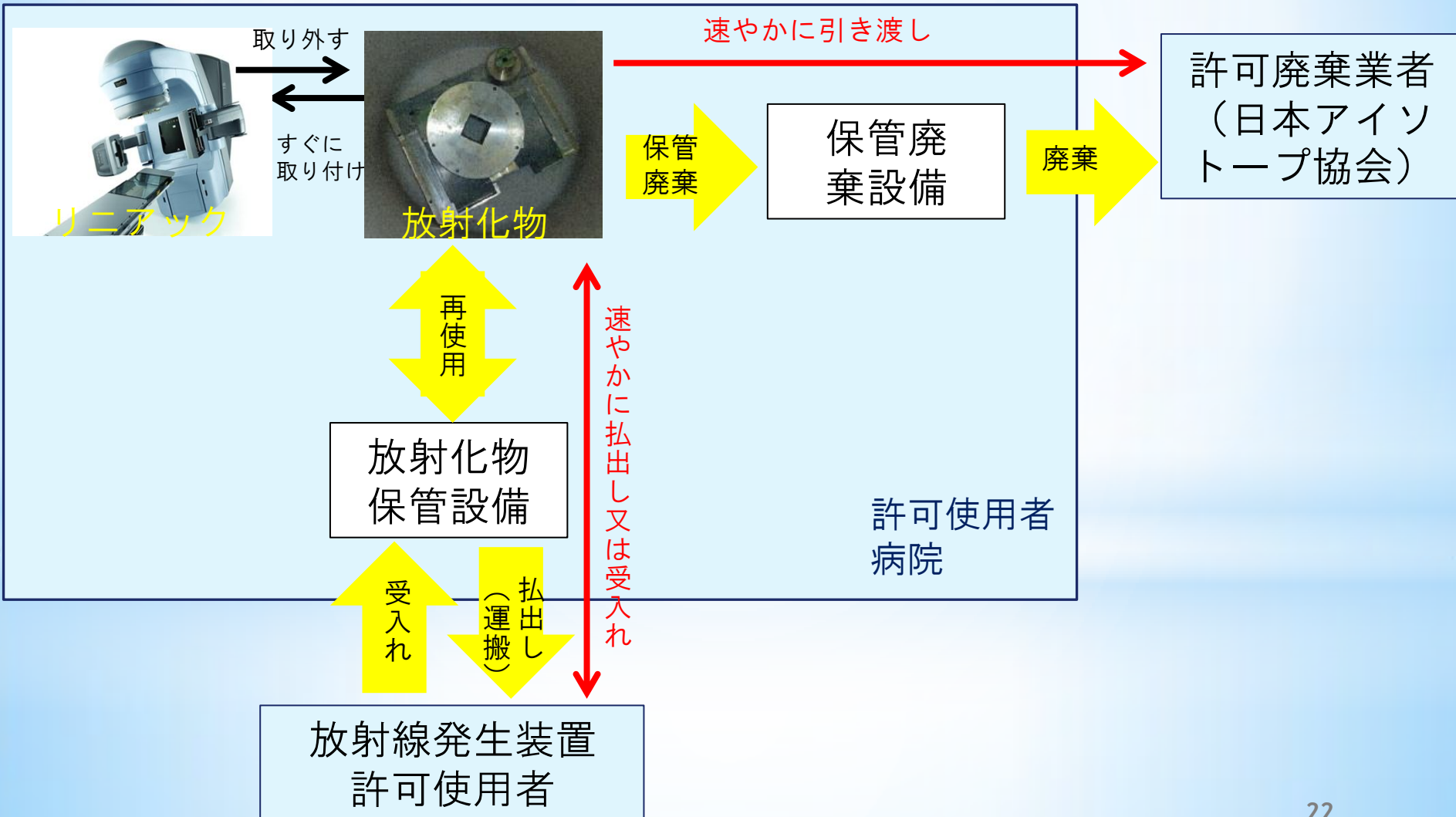
- ・ 放射化物保管設備、保管廃棄設備の設置
- ・ 排水設備、排気設備の設置

変更許可申請期間  
およそ4ヶ月

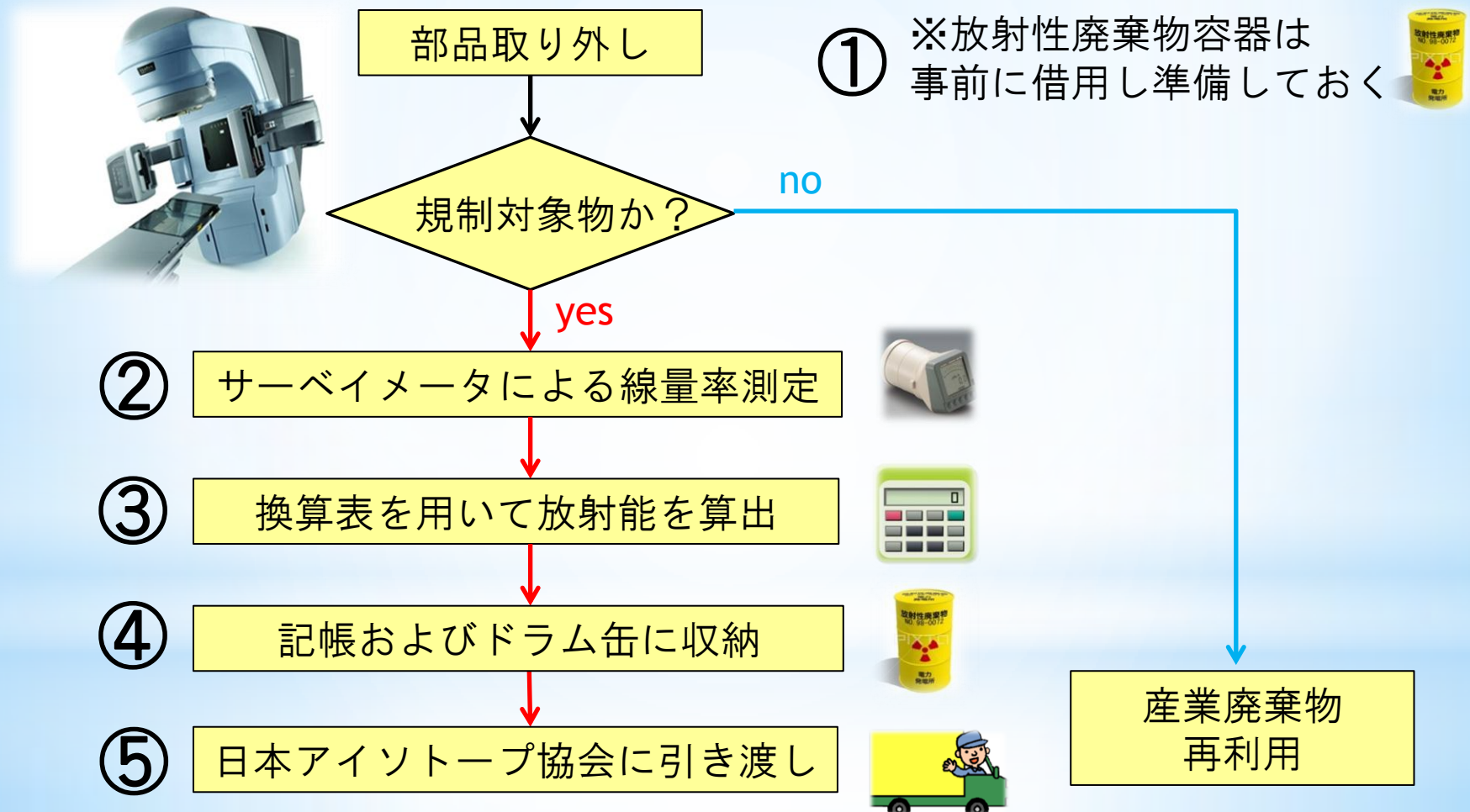
## ◎ 行為基準：経過措置が適用されない

- ・ 記帳、放射化物の加工、場所の測定、  
被ばく線量の測定、放射化物の譲渡・譲受など

# ターゲット交換



# ターゲット交換時のフロー



# ① 廃棄物ドラム缶の借用

発生する放射化物の形状、重量を想定し  
ドラム缶を日本アイソトープ協会より  
借用する。

- ・ドラム缶サイズ：50L、200L
- ・充填可能な重量：55kg程度まで



保管廃棄設備を設けない場合は、**規制対象物を取り外す前に準備しておく**必要があります。



## ② 線量率の測定

以下の手順に基づき放射化物ごとに**NaIシンチレーションサーベイメータ等**を用いて1cm線量当量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) の測定を行う。

- ・ バックグラウンドを測定する。
- ・ 放射化物と検出器を密着させて行う。
- ・ 複数の方向から測定を行い、最大値からバックグラウンドを差し引いた値を当該放射化物の線量率測定値とする。なお、放射化物であって軽量のものは、同材質のものを複数まとめて測定を行うことができる。
- ・ 放射化物の測定値がバックグラウンドと同等の場合は、使用したサーベイメータの検出限界値を当該放射化物の線量率測定値とする。

文部科学省 事務連絡 平成24年3月 抜粋

# 放射線サーベイメータ



電離箱サーベイメータ



NaIシンチレーションサーベイメータ

### ③ 放射能の算出

- 放射能は以下の式で求める事とする

- $Q_i = H \times K_i \times F$

ここで、

- $i$ (核種): 換算係数表に記載の核種とする(材質毎)

- $Q_i$  : 放射能 [Bq]

- $H$  : 線量率 [ $\mu\text{Sv/h}$ ]

(※バックグラウンドを差し引いた値)

- $K_i$  : 換算係数 [ $\text{Bq}/(\mu\text{Sv/h})$ ]

- $F$  : 重量補正係数

(部品の重量が小さい場合に乗じる補正係数。)

材質が既知の場合は既知材質の換算係数を選択し、不明の場合はタングステンの値を選択する。)

文部科学省 事務連絡 平成24年3月 抜粋

# 換算係数（ターゲット周辺部品等）

主要材質	核種	換算係数 <sup>注1</sup> [ Bq/( $\mu$ Sv/h) ]
鉄(炭素鋼)、ステンレス鋼	Co-60	$1.3 \times 10^5$
銅	Co-60	$1.5 \times 10^5$
タンゲステン合金	Co-60	$3.8 \times 10^5$
アルミニウム合金	Co-60	$6.8 \times 10^4$
真鍮(黄銅)	Zn-65	$6.2 \times 10^5$
鉛合金	Sb-124	$3.9 \times 10^5$

文部科学省 事務連絡 平成24年3月 抜粋

# 換算係数（ターゲット）

メーカー	核種	換算係数 注1 [ Bq/( $\mu$ Sv/h) ]
バリアン	Au-196	$1.1 \times 10^4$
シーメンス(Auターゲット)	Au-196	$1.1 \times 10^4$
シーメンス(Wターゲット)	W-187	$1.0 \times 10^4$
エレクタ	Re-184	$6.3 \times 10^3$
三菱電機	Au-196	$1.1 \times 10^4$

文部科学省 事務連絡 平成24年3月 抜粋

# 重量補正係数

材質 重量 (kg)	鉄(炭素鋼)、 ステンレス鋼、 銅、 真鍮 (黄銅)	タングステン 合金	アルミニウム 合金	鉛合金
1	0.1	0.1	0.2	0.1
5	0.2	0.1	0.5	0.2
10	0.3	0.2	0.7	0.2
20	0.5	0.2	1.0	0.4
30	0.6	0.3	-	0.5
50	0.9	0.4	-	0.7
60	1.0	0.5	-	0.8

文部科学省 事務連絡 平成24年3月 抜粋

# ④-1 記 帳

## 放射化物の譲り渡しの記録 ( 棄 棄 )

(平成24年度)

① 非圧縮性 不燃物	イ	注射針・鉛加工品		ハ	シリコンチューブ・塩ビ・テフロン製品
	ロ	ガラス・セトモノ類	○	ニ	その他 ( 金属 ( タングステン ) )

放射線取扱主任者	○○○○ (印)
使用責任者	△△△△ (印)

容器 No.	JZ-00327
--------	----------

引渡年月日 ④	平成24年10月1日
相手方の氏名又は名称	日本アイソトープ協会 ( 廃第○○号 )

廃棄の方法 ⑤ : 耐火性の構造の容器に入れて、**速やかに** 許可廃棄業者に引渡し。

核 種 ③	化 学 形 等 ③	数	廃 棄 し た 量	廃 棄 に 従 事 す る 者 の 氏 名	備 考 ⑥
$^{60}\text{Co}$	酸化物		30 MBq	○○ ○○	容器表面の汚染なし

注：放射性同位元素の種類及び数量については文部科学省事務連絡（換算表）による。

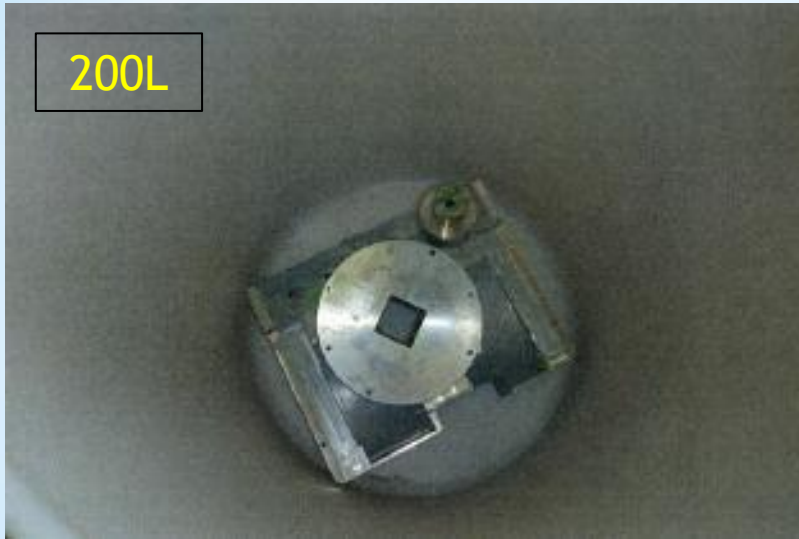
(保存期間 閉鎖後5年)

(財) 原子力安全技術センター 記帳記録のガイド (2012) 抜粋

★ 様式はダウンロードできます

## ④ー２ ドラム缶に収納

200L



50リットルドラム缶 116,500円(税抜)  
200リットルドラム缶 466,000円(税抜)

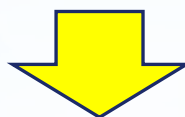
※別途、臨時集荷料金が掛かります  
静岡地区は100,000円位？





## ⑤ 日本アイソトープ協会に引き渡し

放射線発生装置から取り外された後、速やかに許可廃棄業者等に引き渡す場合には、保管廃棄設備を設けなくても良い。



取り外し後は**速やかに**  
日本アイソトープ協会に  
引き渡し

# 今、何をすべきか？

1. X線最大エネルギー6 MeV超過のリニアックを設置している
  - 放射線障害予防規程を変更し届出を行って下さい。  
(期限：放射化物発生日まで)
  
2. 平成24年4月1日以降に放射化物を譲渡、譲受、廃棄している
  - 受入れ、払出し、廃棄に関する記録の作成が必要です。(5年間保管)
  
3. 現在放射化物を所有している
  - (1) 放射化物保管設備、保管廃棄設備を設置する場合
    - 変更許可申請を行って下さい。(期限：今年度11月まで)
    - 保管に関する記録の作成が必要です。(5年間保管)
  - (2) 放射化物保管設備、保管廃棄設備を設置しない場合
    - 速やかに払出し、又は引き渡しを行って下さい。

# 放射線障害予防規程の改定

放射線障害予防規程の条文が、放射線障害防止法施行規則第21条第1項に該当する場合は見直しが必要

- ・用語の定義に「放射化物」を追加
- ・廃棄に関する条文を追加
  - ……放射化物は速やかに廃棄業者へ引き渡し<sup>など</sup>
- ・記帳の条文に廃棄を追加

その他

文部科学大臣 → 原子力規制委員会

改訂期限・・・放射化物が発生するまで

届出期限・・・改訂後30日以内

# 参考文献など

- 文部科学省 事務連絡（平成24年3月）  
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の一部を改正する法律並びに関係法令、省令及び告示の施行について
- 放射線治療装置における放射化物の管理に関する学会標準(ドラフト版)
- 記帳・記録のガイド ー放射性同位元素等取扱事業所のためにー  
公益財団法人 原子力安全技術センター
  - ・平成24年度 安全管理講習会（原子力安全技術センター）
  - ・改正法令勉強会（日本放射線安全管理学会）
  - ・改正放射線障害防止法講習会（文部科学省）
  - ・放射線治療装置における放射性汚染物（放射化物）の管理に関する学会標準講習会（日本画像医療システム工業会）