

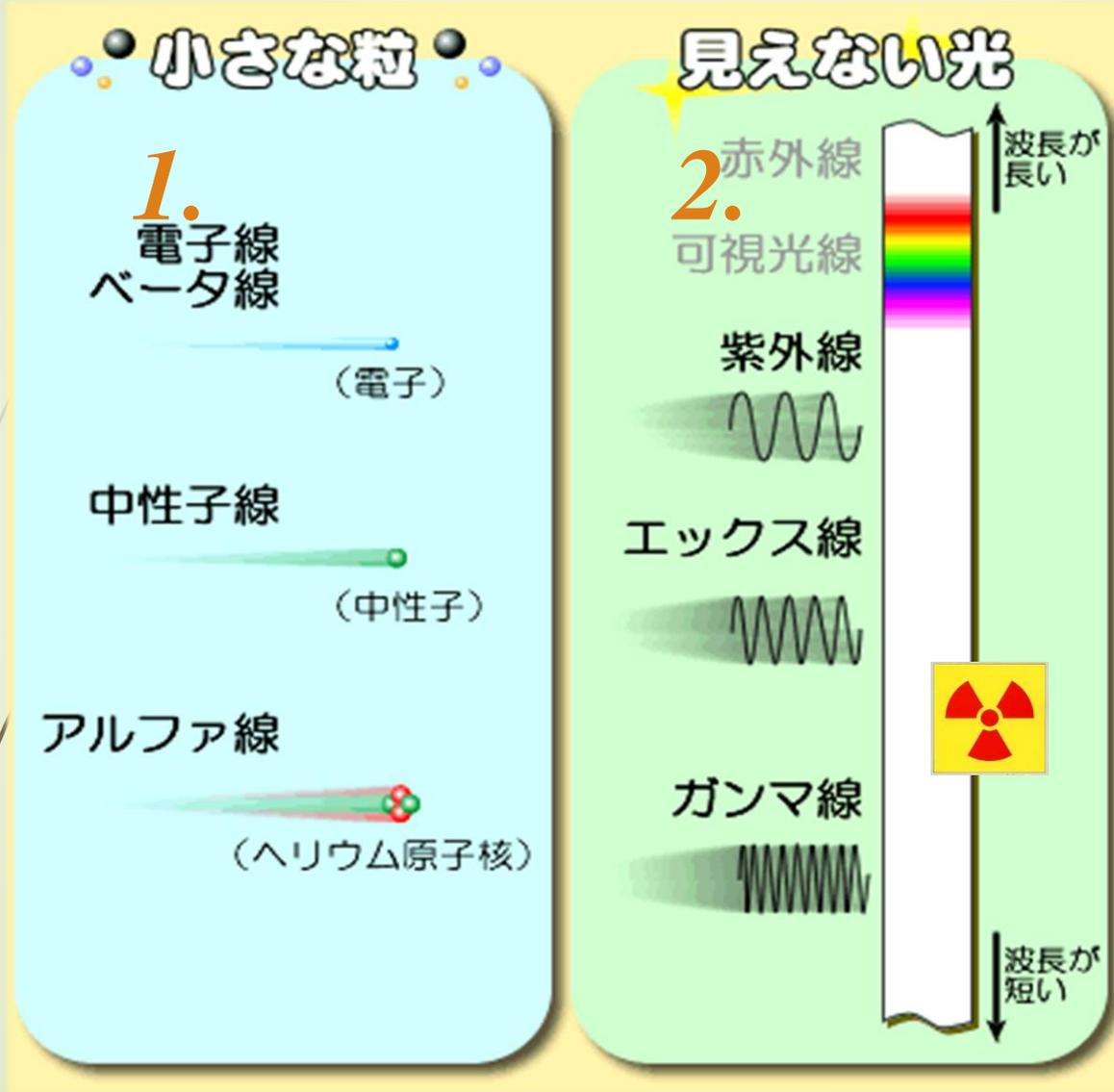
大分大学

放射線業務従事者講習会

放射線の人体に与える影響

被ばくの形式

放射線の種類

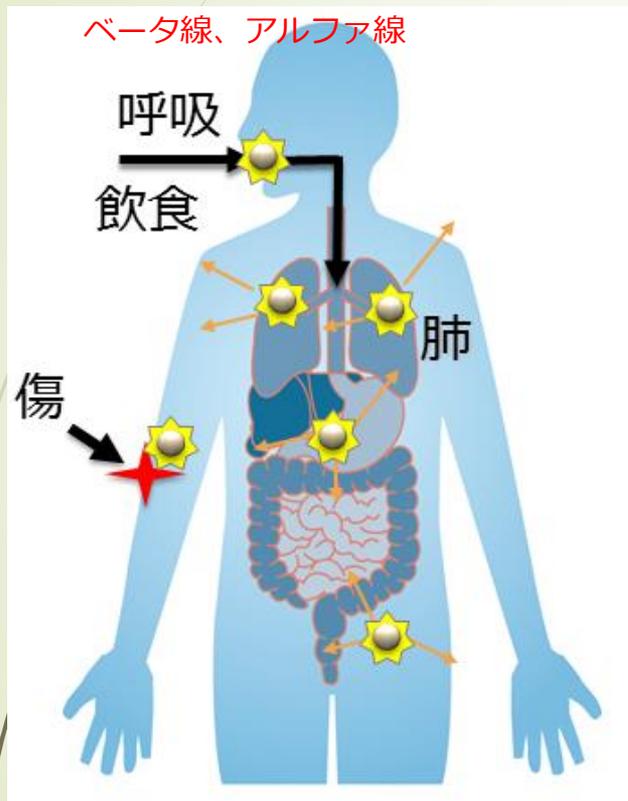


↑ エネルギー
小さい

↓ エネルギー
大きい

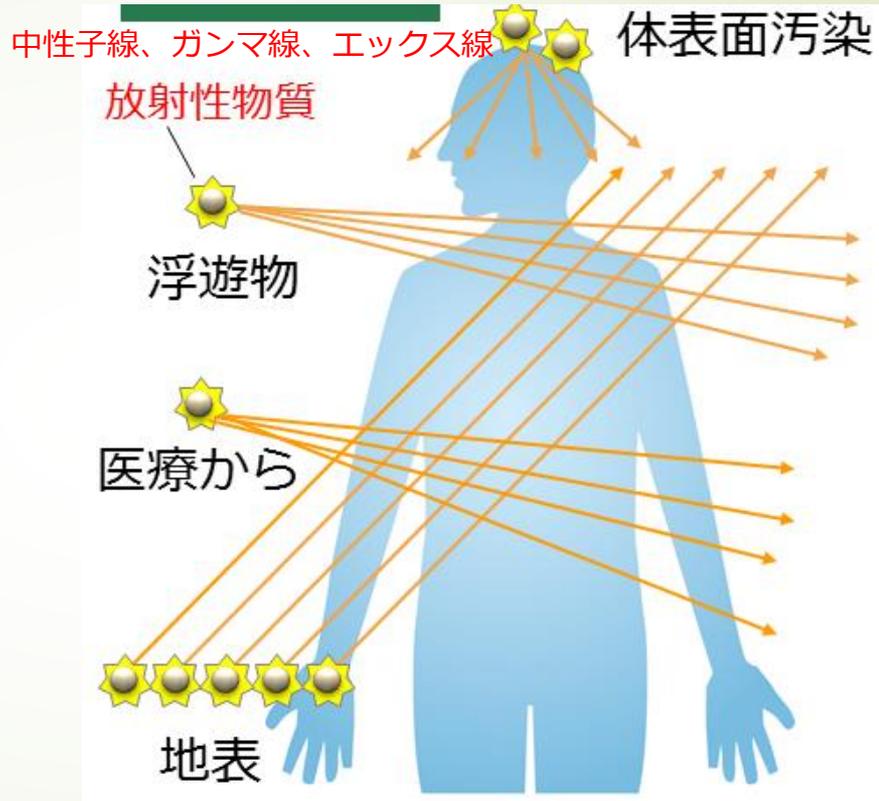
様々な被ばくの形式

内部被ばく



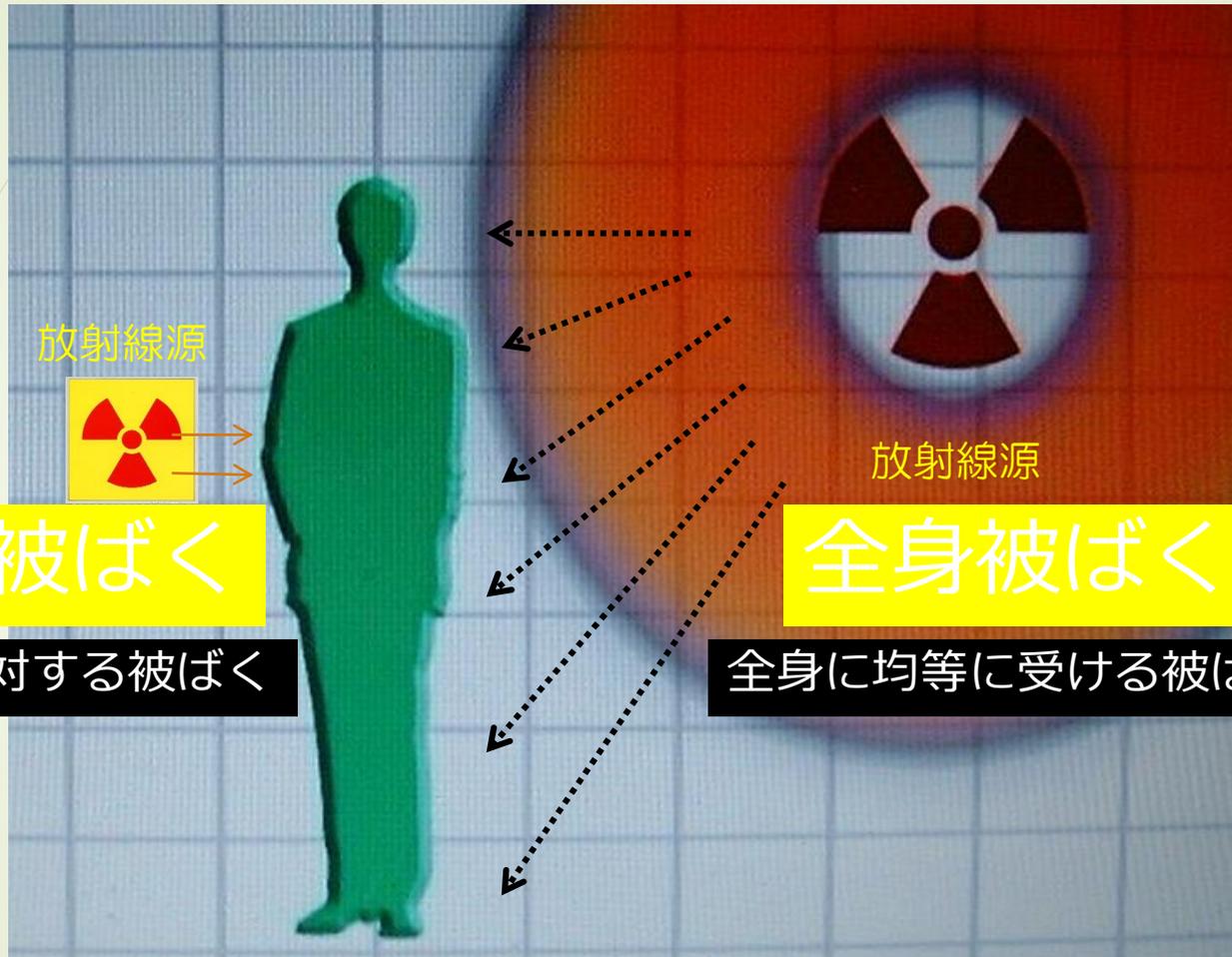
放射線発生源を体内に取り込んで被ばくする

外部被ばく



外部での放射線源からの放射線を受け被ばくする

外部被ばくの形式 1



局所被ばく

人体の局所に対する被ばく

全身被ばく

全身に均等に受ける被ばく

外部被ばくの形式 2

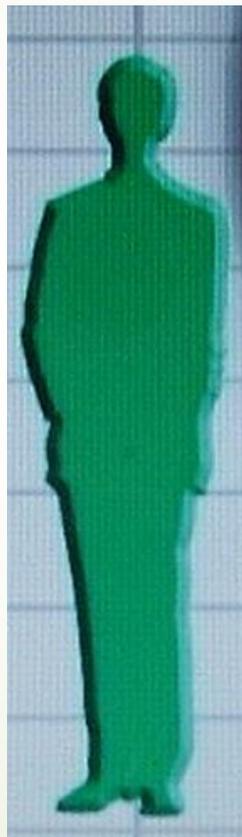
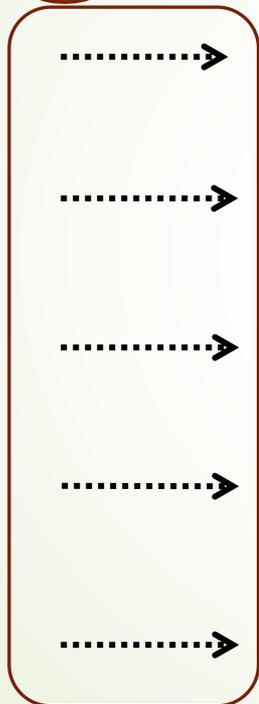
一度にまとめて

放射線源

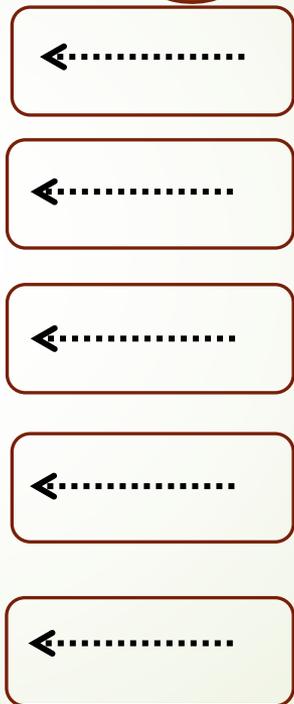


急性被ばく

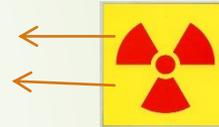
短時間で
受ける被ばく



ちよつとずつを
長い時間



放射線源



慢性被ばく

長時間かけて
受ける被ばく

外部被ばくの量を測定するために、

1ヶ月着用します



ガラスバッジ (千代田テクノル)



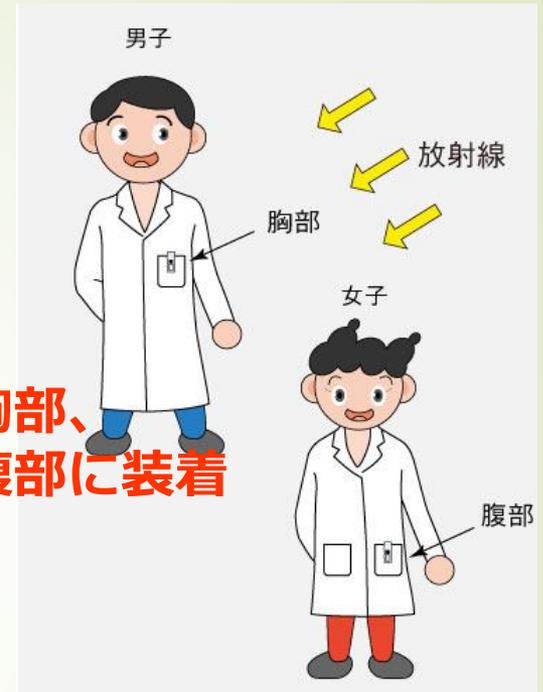
ルミネスバッジ (長瀬ランダウア)

都度着用します



電子式個人線量計 (日本レイテック)

男性は胸部、
女性は腹部に装着



共同利用施設に行くときは、
研究室のガラスバッジを忘
れずに持参しましょう。

内部被ばくの形式

被ばくの経路

内部被ばく

① 経口摂取

口から入り（飲み込み）
消化管で吸収

② 吸入摂取

呼吸気道から侵入
肺・気道表面から吸収

③ 経皮吸収

皮膚より吸収

④ 創傷侵入

傷口より侵入

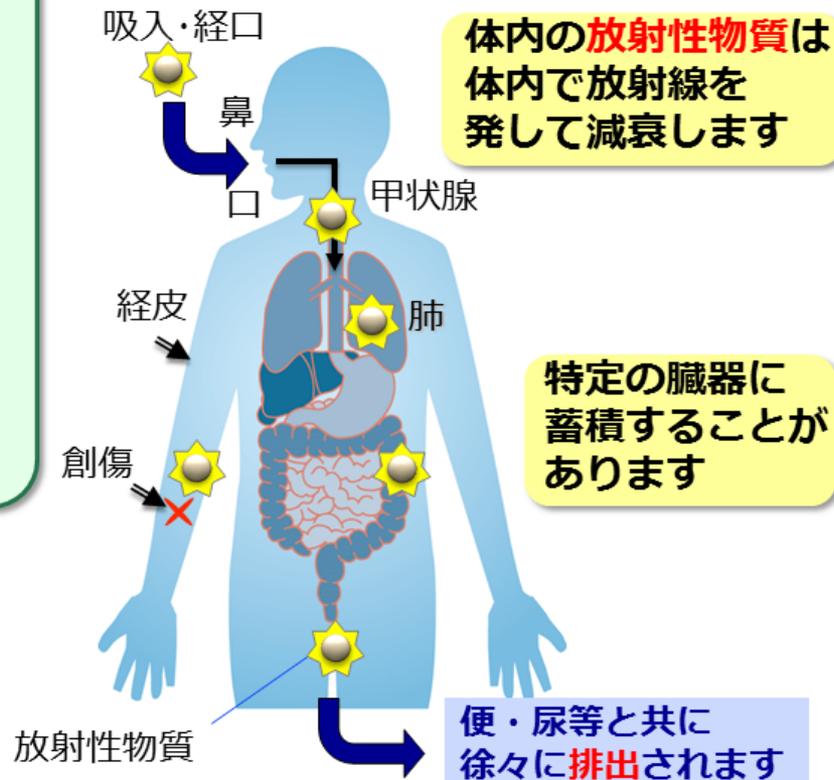


表1 核種と体内の集積部位およびその影響

| 核種 | 集積部位 | 影響(発生しうる主なもの) |
|-----------------------------|-----------|-------------------|
| ^3H (HTO) | 全身 | 突然変異など |
| ^{14}C | 全身 | 突然変異など |
| ^{32}P | 骨 | 白血球減少、(白血病は可能性のみ) |
| ^{40}K | 全身 | 突然変異など |
| ^{45}Ca | 骨 | 白血病 |
| ^{59}Fe | 骨髄 | 白血病 |
| ^{60}Co | 肝、脾、下部消化器 | 肝がん |
| ^{65}Zn | 肝、骨 | 肝がん、骨腫瘍 |
| ^{90}Sr | 骨 | 骨腫瘍、白血病 |
| ^{131}I | 甲状腺 | 甲状腺がん、甲状腺機能低下 |
| ^{137}Cs | 筋肉、全身 | 白血病、不妊 |
| ^{222}Rn および娘核種 | 肺 | 肺がん |
| ^{226}Ra | 骨 | 骨腫瘍、白血病 |
| ^{232}Th | 肝、骨、肺 | 肝がん、骨腫瘍、肺がん、白血病 |
| ^{238}U | 腎、骨、肺 | 骨腫瘍、肺がん、白血病 |
| ^{239}Pu | 肝、骨、肺 | 肝がん、骨腫瘍、肺がん、白血病 |
| ^{241}Am | 骨 | 骨腫瘍、白血病 |

[出典] 日本アイトープ協会:放射線取扱の基礎 3版(2001年6月)、p.224

表1 内部被ばくにおける各算定方法の特徴

| | (1) 体外計測 | (2) バイオアッセイ | (3) 空气中放射性物質濃度 |
|------------|---|---|--|
| 測定対象核種 | γ 線放出核種 (代表例 ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{131}I , ^{54}Mn 等) | α , β , γ 線放出核種 (代表例 ^{238}U , ^{235}U , ^{239}Pu , ^{90}Sr , ^3H 等) | 放射線測定器が適切に準備されていれば、測定対象核種は限定されない。 |
| 測定装置等 | 全身カウンタ (肺モニタを含む) | 分析設備および器具 放射能測定装置 | 空気サンプリング装置 放射能測定装置 ダストモニタ |
| 測定・評価 | 放射性物質の体内量を直接測定することが可能である | ^3H 等の場合を除き、一般的には化学分析操作に時間を要する | 空气中放射性物質濃度の測定評価は比較的容易であるが、それから個人の摂取量を推定することについては不確定要素が多い |
| 被検者の協力 | 短時間測定なので被検者の協力を得やすいが被検者を拘束する | 排泄物試料の採取に当たっては被検者の協力が必要 | 被検者の協力は不要 |
| 性能 | 検出性能を高めるため、高感度の検出器の採用と十分な遮へいを必要とする | 微量の放射性物質の検出が可能 | 濃度は比較的精度良く測定可能だが、摂取量の精度は低い |
| 線量評価上の特徴 | 放射性物質の体内分布や時間的な変化の追跡調査も可能である | 体内摂取された放射性物質により体内汚染があったことの確実な情報を提供する | 測定された空气中放射性物質濃度と個人の摂取した濃度間の倍数を一義的に決定しにくい |
| 線量評価に要する人手 | 中 | 中 | 小 |
| 評価精度 | 高 | 中 | 低 |

[出典](社)日本アイソトープ協会(編):放射線施設の火災・地震対策、実務マニュアルシリーズ Ⅲ(1996)



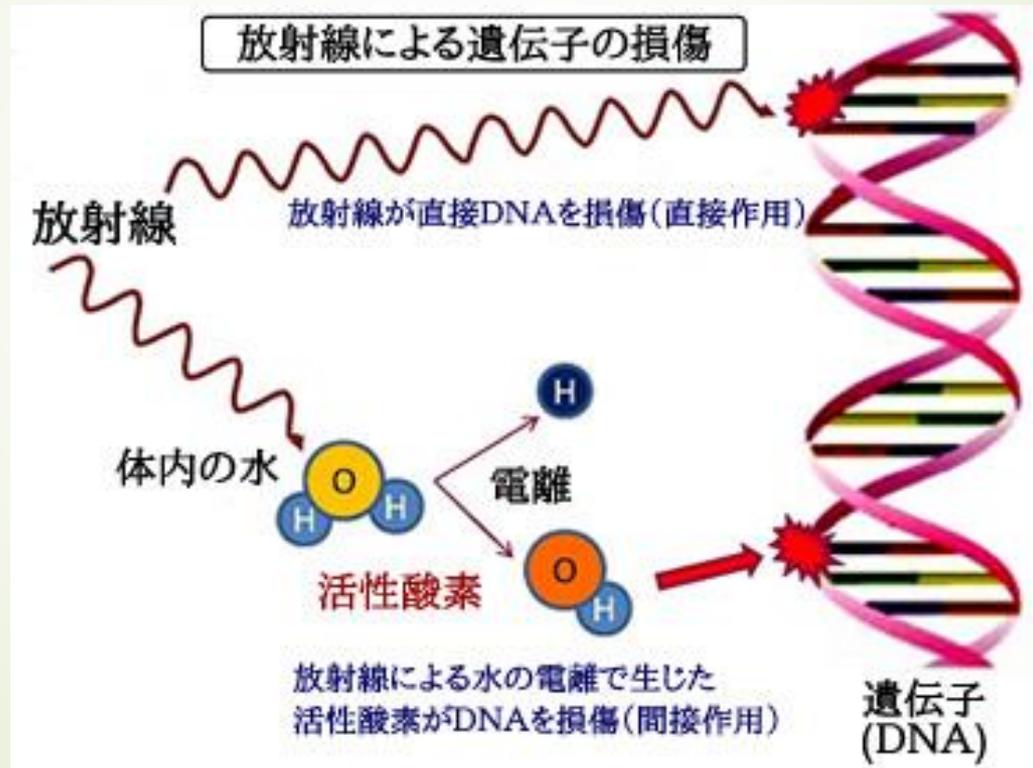
放射線影響

DNAレベルの影響

放射線の電離・励起に伴う直接作用・間接作用によりDNA損傷が起きる

はじき出された電子が直接DNAに当たる

活性酸素
(フリーラジカル)
を発生させて
DNAに作用



放射線が人体に与える影響

本人に直接
影響が出る
(身体的)

影響が

早く出る

皮膚の紅斑 ★
脱毛 ★
白血球減少 ★
不妊 ★

影響が

遅く出る

白内障 ★
胎児の影響 ★
白血病 ※
発がん ※

子孫に影響が
受け継がれる
(遺伝性)

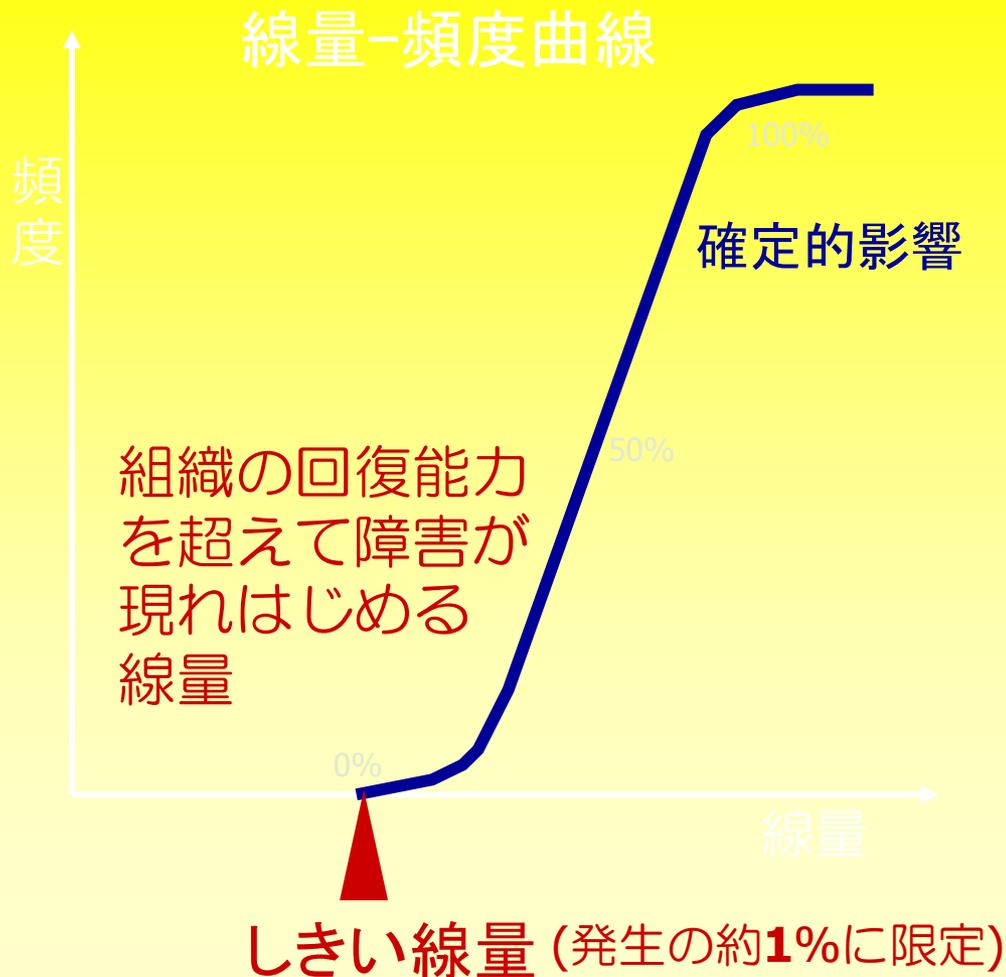
確定的影響

ある線量を
超えると
障害が発生
しはじめる

確率的影響

線量の増加に
より発生頻度
が大きくなる

組織反応(*Tissue Reactions*)と 確定的影響(*Deterministic Effects*)



放射線で体内細胞が少々壊れても、周囲の細胞が増殖して補うので問題と
ならない。

ただし、線量が高くなり多くがダメージを受け、失われた細胞を補うことができなくなった時に機能や形態が損なわれ、障害として現れる。

確率的影響と確定的影響:重篤度

確率的影響

がん・白血病

影響の重篤度は
線量に関係せず

重篤度

線量

確定的影響

脱毛・白内障etc.

線量が増加すると
障害の重篤度が
大きくなる

重篤度

線量

各臓器の放射線感受性の違い

局所の被ばく

高

— リンパ球、赤色骨髄、造血組織

— 生殖腺

— 小腸粘膜、水晶体、口腔粘膜

— 毛嚢、肝

— 唾液腺、皮膚

— 脾臓、甲状腺

— 骨、筋肉

— 脂肪、神経

低

子供(15歳未満)は、
成人より感受性が
2~3倍高い

急性放射線症(急性全身被ばくによる影響)



中枢神経死

15Gyを超える：神経系の損傷が主
全身痙攣などの症状

(1~5日後に死亡)

腸管死

5~15Gy：小腸の症状が主
小腸クリプト細胞死により
吸収上皮細胞の供給が絶たれ
死に至る

(平均生存：10~20日)

骨髄死

3~5Gy：被ばくした半数が死亡

1.5Gy：死亡の「しきい線量」

1Gy：吐き気、嘔吐、食欲不振
全身倦怠、めまい

0.5Gy：リンパ球減少

被ばく量の制限

全身被ばく
【通常業務】

50mSv/年
100mSv/5年



【緊急業務】

100mSv



【女子】

5mSv/3か月



- 線量限度が小さい
- 妊娠中の女子の線量限度は別に定めてある。

局所被ばく

【目の水晶体】
100mSv/5年
50mSv / 年

【皮膚・手足】
500 mSv / 年

※ガラスバッジを使って個々人の被ばく量が上限に達していないことを確認します。

A decorative graphic on the left side of the page consisting of several thin, dark, curved lines that sweep upwards and to the right, resembling stylized grass or reeds.

おつかれさまでした

放射線業務従事者教育訓練講習会

**放射性同位元素等又は
放射線発生装置の安全取扱い**

放射線って何だ？

- ①放射線のはなし
- ②放射線が発生する仕組み
 - (a)人工的に発生させるタイプ
 - (b)絶えず放出し続けるタイプ

言葉の定義

放射線

.....

高速の粒子又は
波長の短い電磁波

放射性物質

.....

放射線を出す物質

放射能

.....

放射性物質が放射線を出す能力

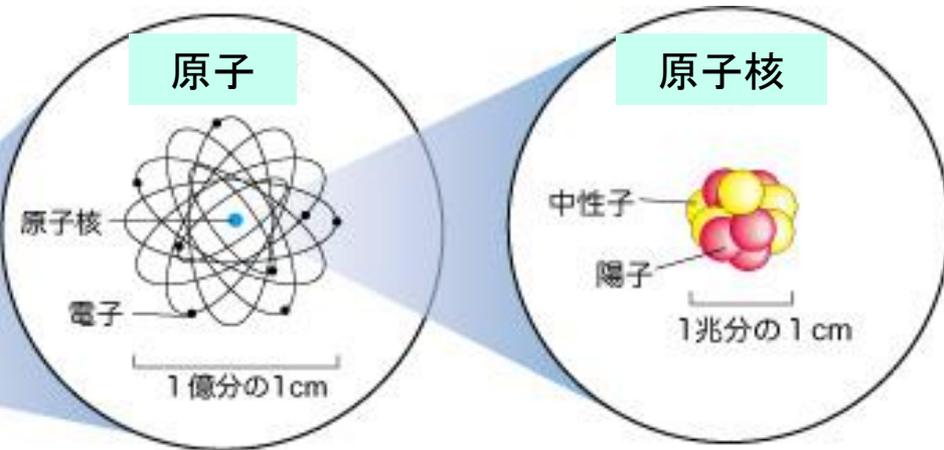
様々な放射線

α 線 中性子線

β 線 X線

γ 線 陽子線

原子核モデル



電子

原子の中心には**原子核**.
その周囲を**電子**が回る.

原子核

原子核には**陽子**と**中性子**
が結びついている.(**核力**)

大きなエネルギー

原子核の中には途方もない
エネルギーが蓄えられている

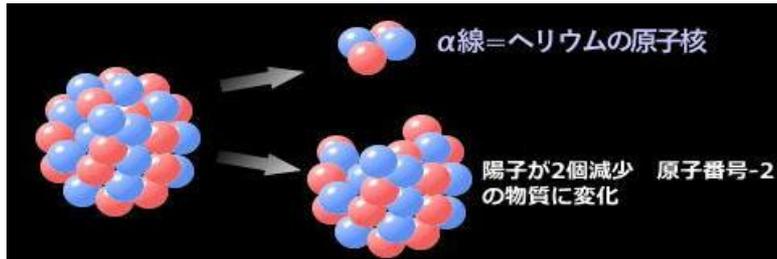


放射線発生
に起因

原子の崩壊(壊変)

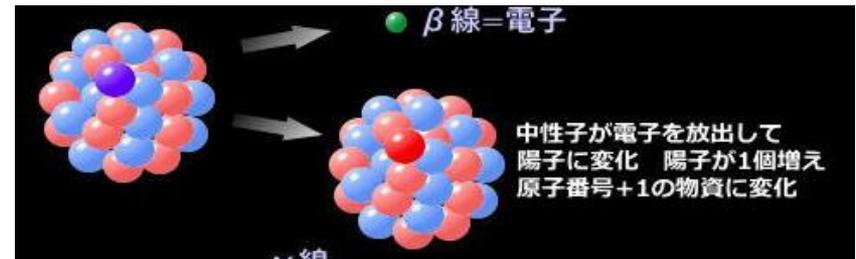
① α 壊変 (α 崩壊)

原子核が α 線(He原子核)を出して崩壊する現象



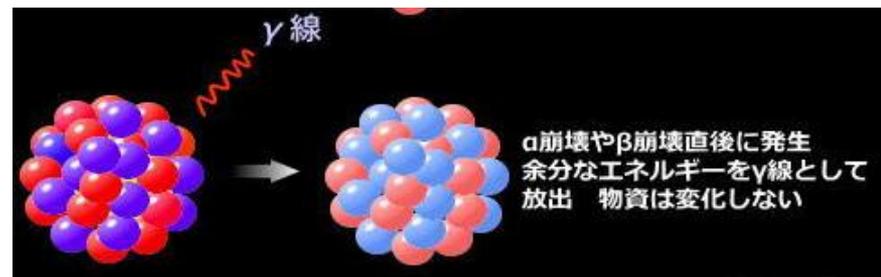
② β 壊変 (β 崩壊)

原子核が β 線(電子)を出して崩壊する現象



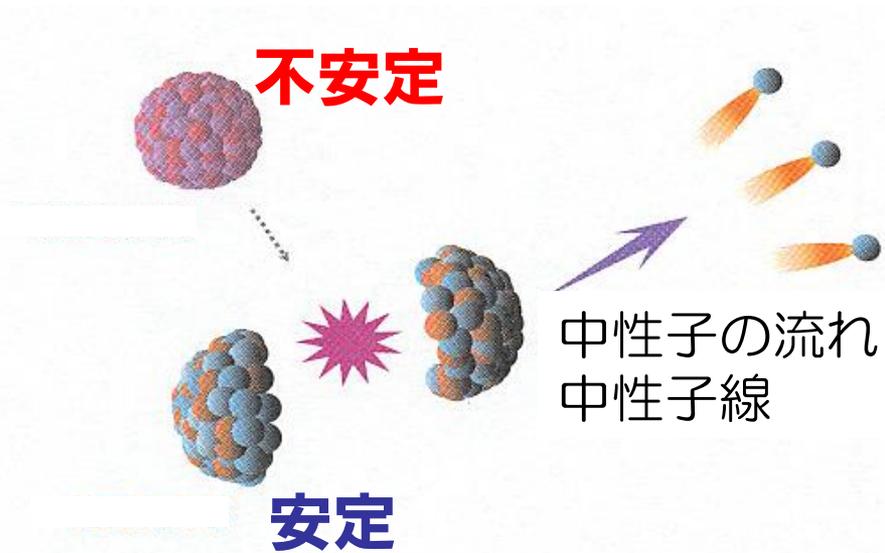
③ γ 線放出

原子核がより安定な状態になろうとする時、 γ 線を出す現象



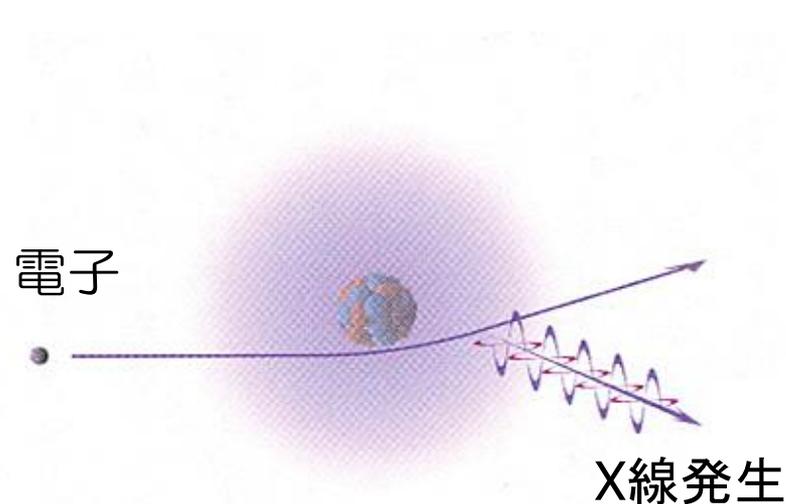
核分裂反応

不安定な原子核が
核分裂し中性子を放出

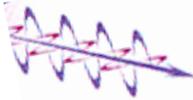


制動放射

電子が原子核近傍を通過
するとX線が発生



原子核の内部エネルギーが
「ミクロの弾丸(放射線)」をつくる。

| ミクロの弾丸の正体 | 放射線 |
|--|---------------|
|  ヘリウム原子核 | α 線 |
|  中性子 | 中性子線 |
|  電 子 | β 線、電子線 |
|  光子(波と粒子) | γ 線、X線 |
|  陽 子 | 陽子線 |

放射線を発生させる機器

1. 使用時のみ人工的に発する放射線

- ✦ 診断用X線→一般撮影、TV透視、CT、血管造影装置
- ✦ 高エネルギーX線→リニアック
- ✦ 高エネルギー電子線→リニアック
- ✦ 高エネルギー粒子線→サイクロトロンなど



懐中電灯

2. 絶えず放出しつづける放射線

- ✦ 放射性同位元素(放射性物質)
 - 核医学(RI)放射性医薬品
 - 密封小線源・・ マイクロセレクトロン、オンコシード
(イリジウム192) (ヨウ素125)



ろうそく

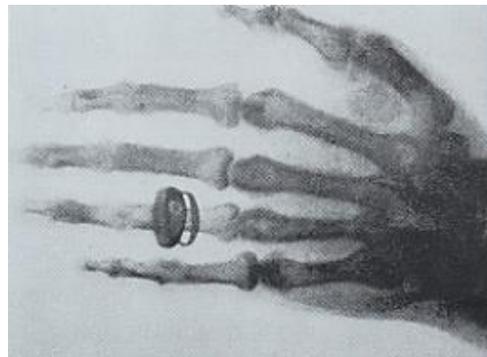


懐中電灯

タイプの放射線

1. 使用時のみ人工的に発する放射線

X線の発見 (1895)



まず、道具が必要

【目的】

診断用X線

画像診断機器用

【道具】

X線管球
高電圧装置

治療用放射線

高エネルギーX線
// 電子線
陽子線
中性子線
重陽子線 など

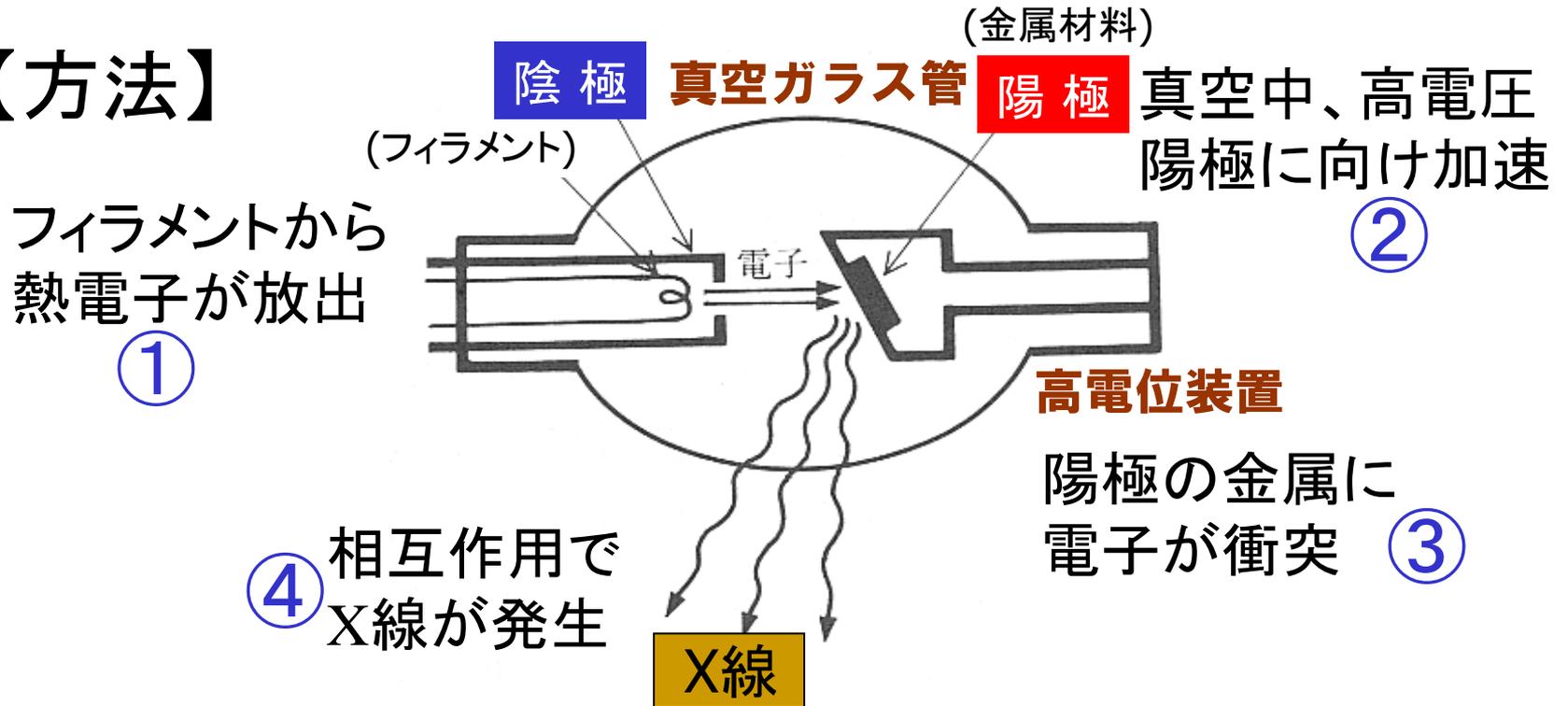
加速装置

- ・リニアック
- ・サイクロトロン
- ・シンクロトロン
- ・ベータトロン
 など

X線管球の構造とX線発生

【原理】 高速に加速した電子を物質(金属)に衝突させる

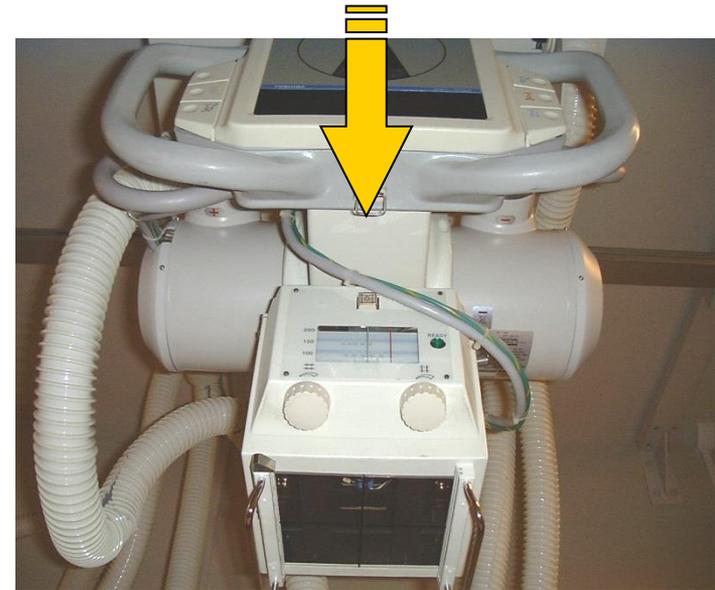
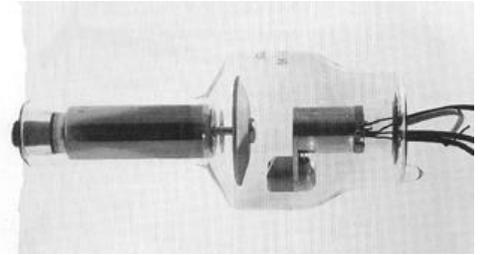
【方法】



X線の特徴

1. 人工的に作る
2. スイッチで“ON”、“OFF”制御
3. 直進する
4. 物質中で相互作用
5. 透過力が強い
6. 距離による減弱がある
7. 線質、線量で使い分ける
(エネルギー)

真空ガラス管





タイプの放射線

2. 絶えず放出しつづける放射線 (放射性物質)

放射能の話は「ウラン」から



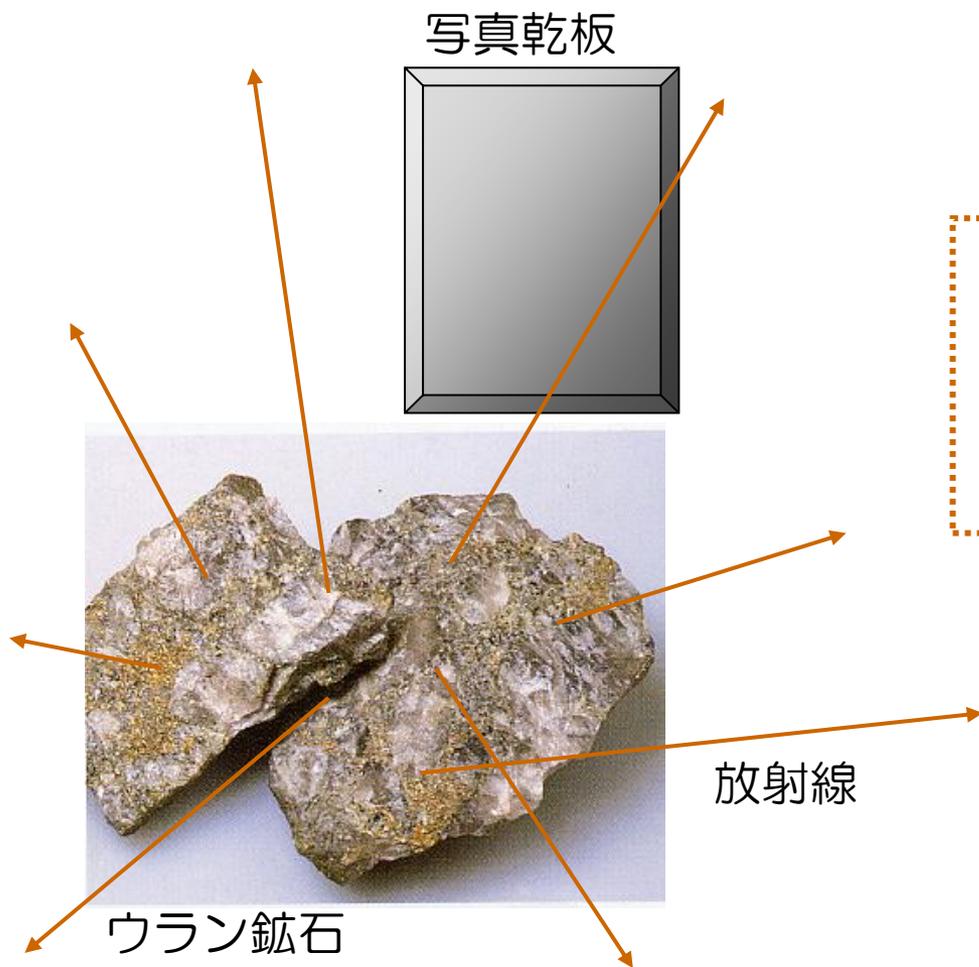
ウラン鉱石

物理学者ベクレルの発見

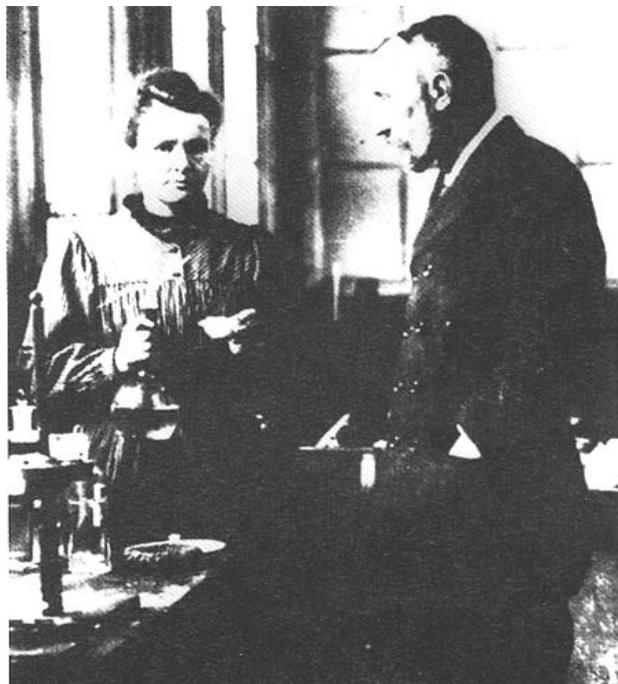
ウラン鉱石と写真乾板を
並べて置いていた

光を当てなくても感光した

ウラン鉱石からX線と違う
放射線が出ている(発見)
(1896)



物理学者キュリーの研究



放射性のある物質が
他にないか研究する

ラジウム 発見
ポロニウム

放射性物質が放射線を出す能力

→ “放射能” と名づける

原子・元素の世界での大原則

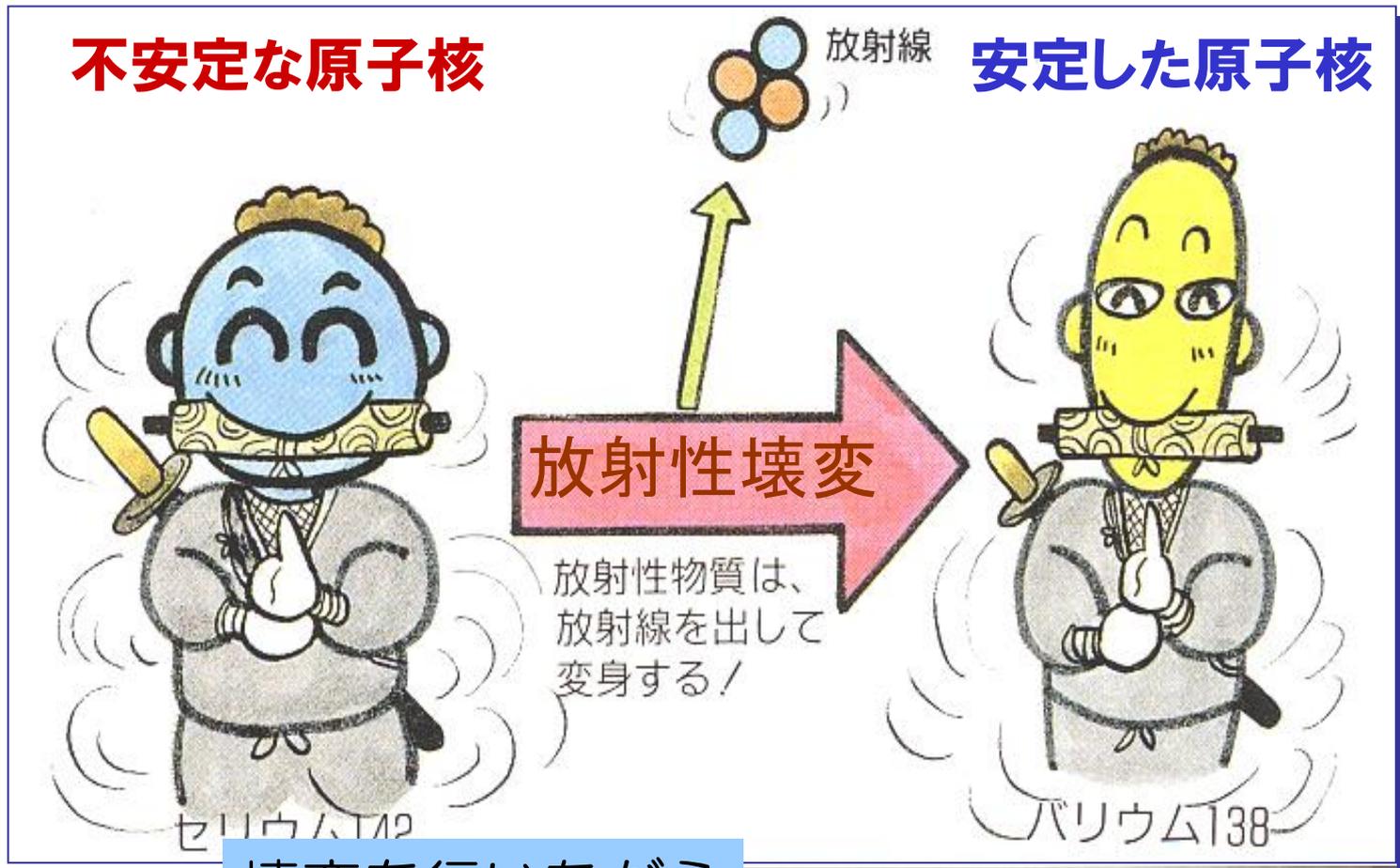
不安定な原子核は、
より安定へなろうとする

①放射線を出して原子核が壊れる

安定な物質になれば、
放射線を出す能力を失う

②放射線を出す力は減衰する

放射性物質と放射線



壊変を行いながら放射線を出す性質がある物質



放射性物質

放射性同位元素は「放射性物質」

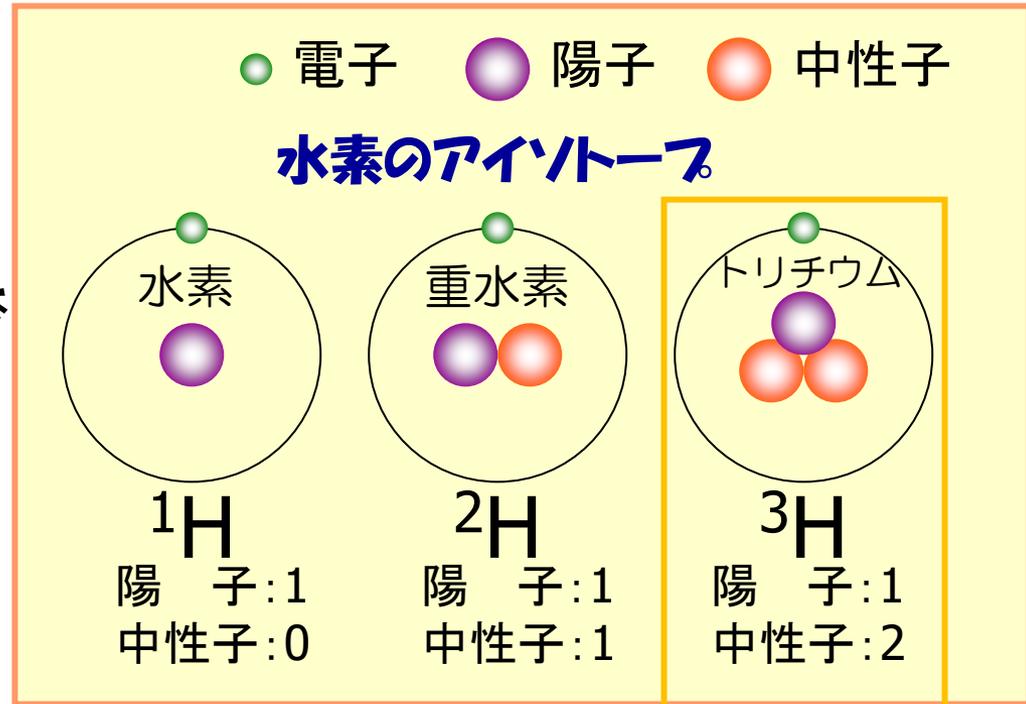
●放射性同位元素

(ラジオアイソトープ=RI)

同位元素のグループで

⇒放射線を出す元素

⇒放射能を持つ元素



※ 同位元素(アイソトープ)

原子番号同じ、中性子数が異なる元素

元素の名前は同じ、化学的性質は同じ



放射性物質の性質

1.放射性壊変をおこなう

外界の条件(圧力・温度・化学的処理)に関係なく、原子核はひとりでに放射線を出して別の原子に変わり、より安定な状態になろうとする。

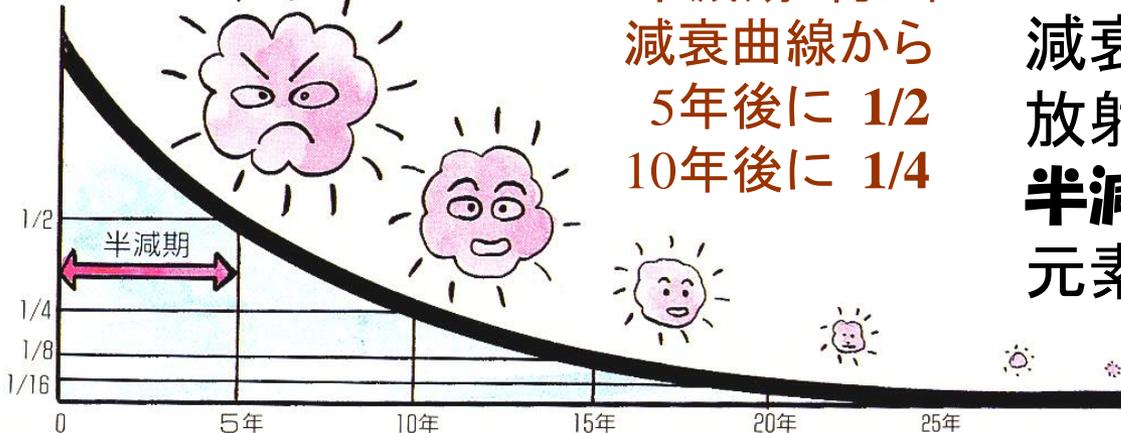
2.減衰する・半減期が存在する

^{60}Co の半減期:約5年

減衰曲線から

5年後に $1/2$

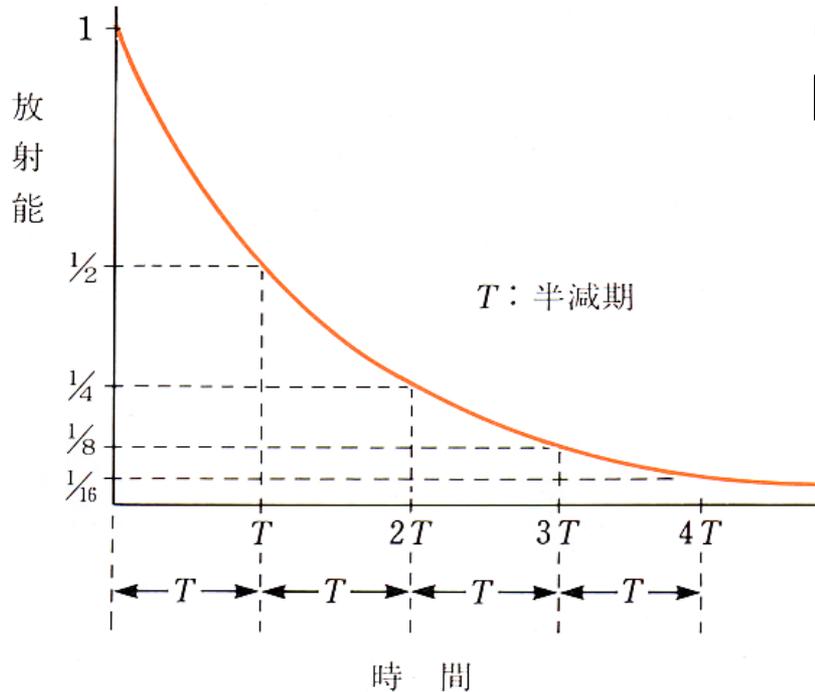
10年後に $1/4$



コバルト60の半減期と減衰

放射能は時間経過とともに減衰するが**規則性**がある。放射能が半分になる時間を**半減期**といい、放射性同位元素は固有の半減期がある。

半減期をあらわす式



はじめの放射能： N_0 、半減期： T
時間 t 経過した時の放射能： N

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}}$$

| | |
|-----------|-----|
| 半減期の経過 | 1/2 |
| 2倍の半減期の経過 | 1/4 |
| 3倍の半減期の経過 | 1/8 |

半減期の n 倍経過すると...

最初の $\frac{1}{2^n}$ に減少する

放射線そのものの性質

α 線 中性子線

β 線 X線

γ 線 陽子線

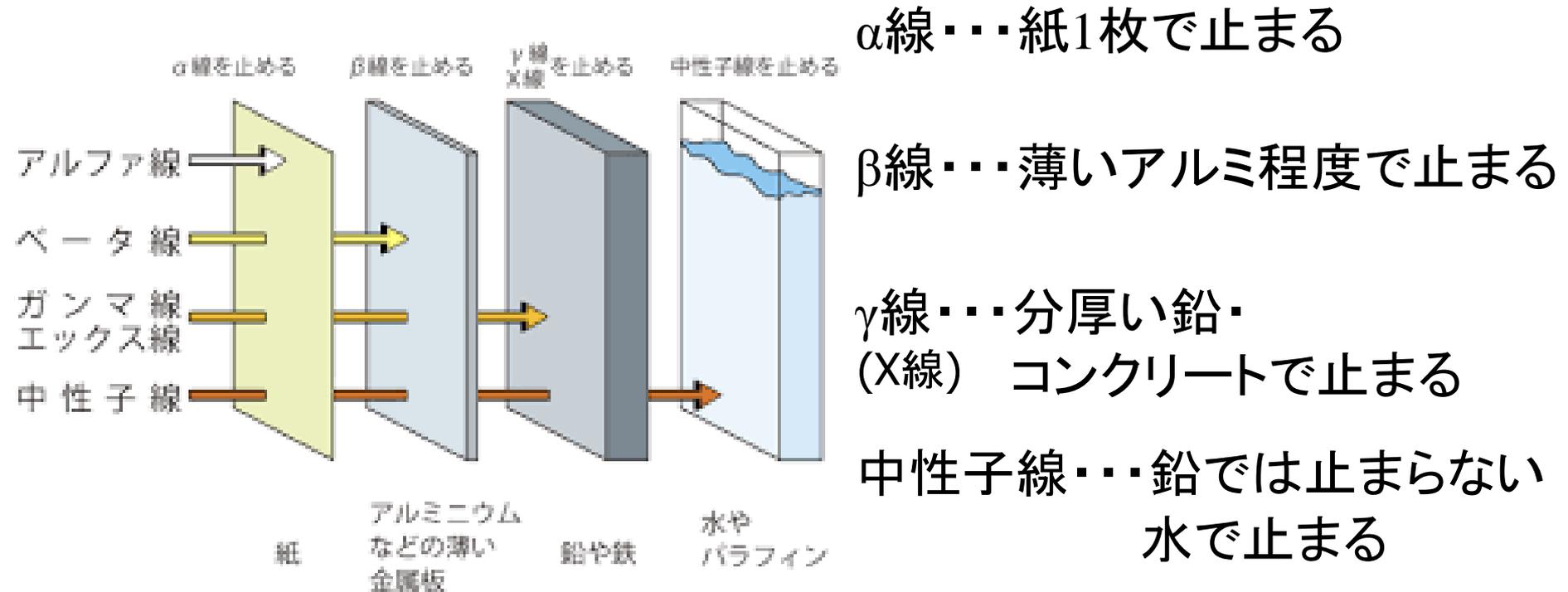
放射線の性質：①感じない

- (1) 見えない・臭わない
- (2) 音がしない
- (3) 痛くない・熱くない
- (4) 当たったのがわからない



五感に感じない

放射線の性質：②透過力がある



α線・・・紙1枚で止まる

β線・・・薄いアルミ程度で止まる

γ線・・・分厚い鉛・
(X線) コンクリートで止まる

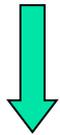
中性子線・・・鉛では止まらない
水で止まる

放射線の性質：③減弱する

(1) 距離が離れると減少する

(2) 逆自乗則が成立する

線量は距離の
自乗に反比例する



距離が2倍になると
線量は、 $1/4$ になる

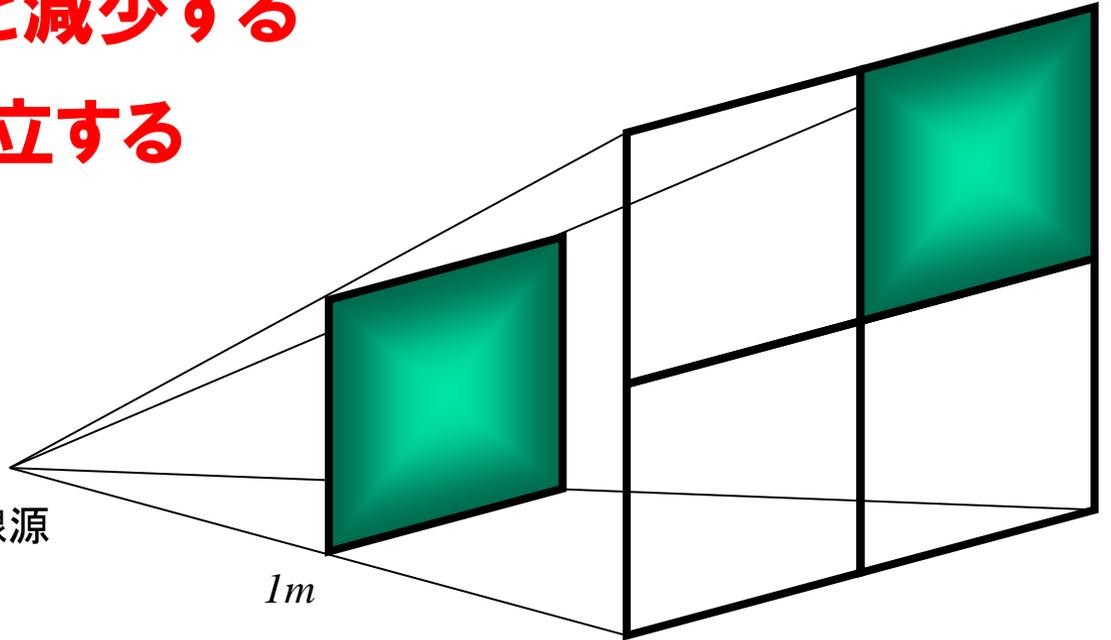


点線源

1m

2m

2mの地点の線量は
1mに比べ $1/4$ に減少



放射線の取り扱い上の注意

α 線

与えるエネルギーが非常に大きい
浴びると人体に大きな影響を及ぼす
透過力が弱い(空气中で数cmでとまる)
直接触れないようにすれば大丈夫
体内に取り込まないようにすれば大丈夫

β 線

透過力はさほど強くない(空气中数mでとまる)
屋内に避難すれば大気中の放射線物質から
発する β 線は浴びることはない

γ 線

透過力が強い
鉛や厚い鉄板、厚いコンクリートの壁が
なければ、確実に遮蔽できない

放射線防護の基礎

放射線防護に必要な
基礎知識を身に
つけましょう

被ばくの尺度 (等価線量)

 **単位 (Sv):シーベルト**

放射線の種類やエネルギーによって影響が異なる
リスクに応じた重み付けをした線量

放射線種類
(重み付け) × 吸収線量(Gy)

組織・臓器ごとの影響を
評価する尺度に用いる

放射線の種類による 放射線障害の発生に関する重み付け

 等価線量 (Sv) = W_R × 吸収線量 (Gy)

放射線加重係数 (ICRP2007年勧告)

| 放射線の種類 | W_R |
|---------------------|--------|
| ガンマ線, エックス線, ベータ線 ※ | 1 |
| 陽子線 | 2 |
| アルファ線, 重イオン | 20 |
| 中性子線 | 2.5~20 |

※大分大学病院で使用する放射線は、ほぼ「1」である

実効線量

 **単位 (Sv):シーベルト**

部位別被ばくを全身換算し、
身体のリスクを評価する。

等価線量 × 放射線感受性
(組織荷重係数)

全身換算 実効線量:Sv (シーベルト)

被ばくした**組織(臓器)**による 放射線障害の発生に関する重み付け



実効線量 (Sv)

=すべての組織について総計 $\Sigma(W_T \times \text{等価線量})$

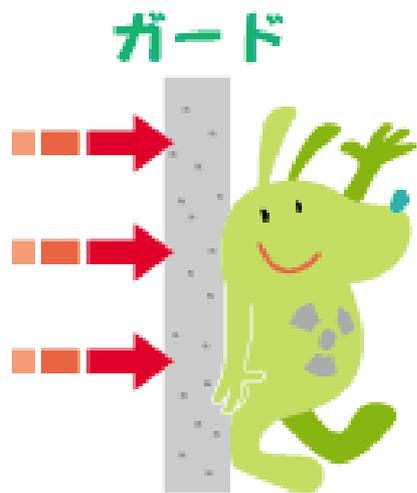
組織加重係数 (ICRP2007年勧告)

| 組織 | W_T | ΣW_T |
|---------------------------------|-------|--------------|
| 骨髄 (赤色), 結腸, 肺, 胃, 乳房, 残りの組織 | 0.12 | 0.72 |
| 生殖腺 ※ | 0.08 | 0.08 |
| 膀胱, 食道, 肝臓, 甲状腺 | 0.04 | 0.16 |
| 骨表面, 脳, 唾液腺, 皮膚 | 0.01 | 0.04 |
| 合計 | | 1.00 |

※生殖腺は放射線感受性は高いが、遺伝的影響が認められないことで低めに設定されている

外部被ばくに対する放射線防護の3原則

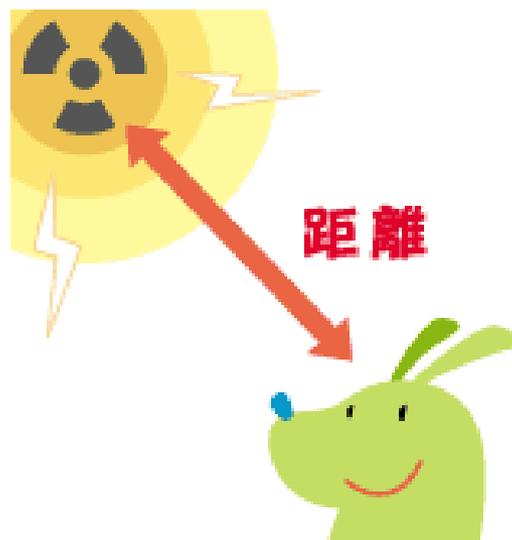
遮蔽



遮蔽物を置く・防護具
着用して放射線を
さえぎる

(プロテクター着用)

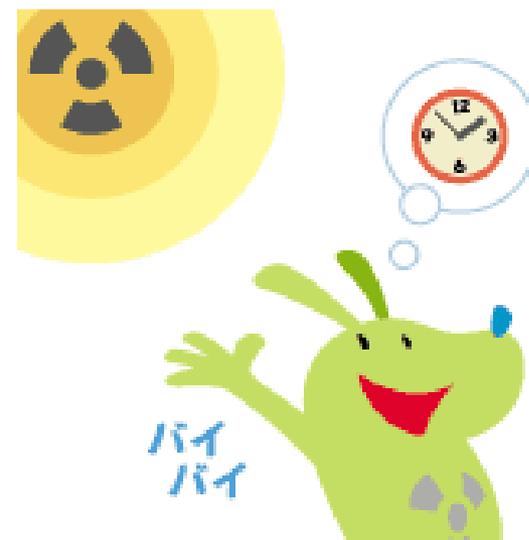
距離



放射線源から
できるだけ
離れる

(距離の逆自乗則)

時間



作業時間を短くし
放射線に曝される
時間を短縮する

(必要最小限)

内部被ばくの3経路

- ① 経気道 呼吸によって取り込まれる
- ② 経口摂取 食べ物と一緒に取り込まれる
- ③ 経皮吸収 皮膚から取り込まれる
※傷口から入る創傷侵入

内部被ばくに対する防護

内部被ばく防護の5原則

(3D・2Cの原則)

① Dilute 希釈

溶媒や担体の添加

② Disperse 分散

換気

③ Decontaminate 除去

フードの使用

④ Contain 閉じ込め

容器・グローブ
ボックスの使用

⑤ Concentrate 集中

線源の保管

管理区域とは？

人が放射線の不必要な被ばくを防ぐ
目的で、放射線量が一定以上ある
場所を明確に区域し立ち入りを制限
するため設けたエリア



■法的に義務づけられていること

- 1.関係者以外は立ち入り禁止、放射線被ばくを防ぐ
- 2.放射線モニタリングを実施し管理を厳重に
- 3.外へ放射線の漏洩(放射能汚染)を防止・遮蔽する
- 4.標識や柵で境界を明示し区画する
- 5.被ばく管理を行う

管理区域

放射線施設の周辺(管理区域境界)が、
1.3mSv/ 3月間を超える恐れのある場所

→外部被ばくの可能性

- ①所定の標識をつける
- ②出入り口に注意事項
- ③みだりに立ち入らない措置



放射線業務従事者心得

- 1.個人被ばく線量計(ガラスバッジ等)は必ず装着し作業すること。
- 2.X線を人体に照射するときは、必要最小限にとどめる等被ばく防止の措置を講ずること。
- 3.X線照射中は無用の者を検査室に立ち入らせないこと。
- 4.健康診断及び教育訓練は定期的に行うこと。
- 5.管理区域内での飲食、化粧は行わないこと。
- 6.緊急事態が発生した場合は直ちに放射線取扱主任者に報告すること。
- 7.緊急時の措置として、人体の危機の回避、事故の拡大防止、速やかな通報に努めること。

管理区域であることを明示する

室内

所定の標識

室外



みだりに立ち入らない措置
→フェンス、柵

こういった「注意書き」が入口に掲示されている

放射線業務従事者心得

1. 個人被ばく線量計は必ず装着し作業をすること
2. 放射線を取り扱うときは、必要最小限にとどめる等被ばく防止の措置を講ずること
3. 放射線作業中は無用の者を使用場所に立ち入らせない
4. 健康診断及び教育訓練は定期的に受けること
5. 管理区域での飲食、化粧は行わないこと
6. 緊急事態が発生した場合は、まわりの応援を呼び、速やかに放射線取扱主任者に報告すること
7. 緊急時(火災や地震)の措置として、人体の危機の回避・事故の拡大防止・速やかな通報に努めること

放射性同位元素等の規制に関する法律 人の管理

(1) 放射線業務従事者の登録

(2) 教育訓練

はじめて管理区域に立ち入る前に実施

更新者は1年を越えない期間ごとに実施

(3) 放射線健康診断

はじめて管理区域に立ち入る前に受診

更新者は1年を越えない期間ごとに受診

異常被ばくを受けた時は、直ちに受診

(4) 個人被ばくモニタリング

外部被ばく測定:専用の測定器を使用する

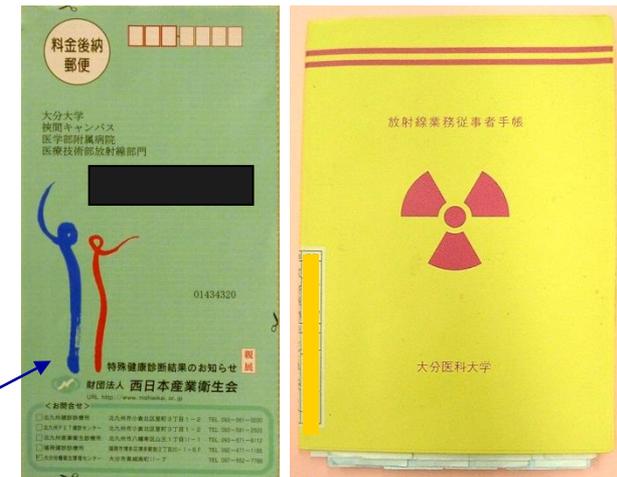
- 管理区域に滞在中は継続して着用
- 指定の場所に取り付ける
- 不均等被ばくがあるときはMAX部位にも着用

ガラスバッジ



(5) 記録の交付と保管

健康診断結果と被ばく線量報告を
本人に交付する。
事業所が決められた期間保管する。



特殊健康診断結果

放射線業務従事者 個人被ばく線量測定

ガラスバッジ (個人用)



- 小型で安価
- 集団での管理に適する
- 測定結果が遅れる
- 業者に委託必要
- 中性子も測定できる

電子式ポケット線量計



- 線量が直読できる
- 測定精度が高い
- 結果を個人で記録する
- やや高価
- 衝撃に弱い
- 中性子は計りにくい

放射線使用施設 作業環境の管理測定器

(空間線量の監視)電
離箱式サーベイメータ



X線、 γ 線、(β 線)

(物の表面
汚染の監視)GM式
サーベイ
メータ



β 線

γ 線



(空間線量の監視)シンチレーシ
ョン式サーベイメ
ータ

汚染が発生したときの除染

放射性物質取扱いの際に……

除染法に対する心構え

“おそれない”

手袋等で防御し、サーベイメータで汚染をとらえつつ、除染を行う。

“あわてない”

あわててしまうと拾い上げた汚染源を落としたり、倒したりで、かえって汚染領域を広げてしまう。
落ち着いて除染すること

“あなどらない”

手袋をし、ろ紙で拭き取っているから大丈夫、汚染範囲内の除染が終了して一安心・・・ではない!!
手袋は汚染していなかったか?
範囲外に汚染の広がりはないか?

除染の方法

①同じ実験室内にいる人に、汚染が発生したことを知らせる

②身体および衣服などへの汚染がないことを確認

実験室内の広い場所へ移動し、実験衣は汚染部分を確認しながらゆっくり脱ぎ、他に汚染が広がらないようビニル袋に入れる。

③皮膚についた場合、大量の水で洗い流す

水がはねて他の場所を汚染しないよう注意。
ゆるま湯、手洗用石鹼、中性洗剤を使用。
強く擦らず皮膚を傷つけない。
3～4回繰り返し、再度サーベイメータで測定する。

④適切なモニタで汚染区域を確認する

汚染した区域を明確に示すためテープなどで囲いはっきりわかるようにする。

実験衣、手袋や保護具を身につける。

⑤周囲に汚染がないか適切なモニタを使用して再確認する

⑥大きな汚染物を取り除き、ビニル袋や廃棄用容器に入れる

⑦こぼれた溶液はろ紙や吸収紙で拭き取る。 粉末の場合は箒、掃除機も有効です。

※汚染が生じた時は、まずRI管理者か主任者に相談!!

おつかれさまでした

放射線業務従事新規登録者

教育訓練講習

- 法令及び予防規程 -

**大分大学 研究マネジメント機構
RI 管理部門**

放射線に関わる法令

(1) 原子力基本法

(2) 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)

(3) 原子炉等規制法

(4) その他

【人に関する法令】

- ① 労働安全衛生法(電離放射線障害防止規則)
- ② 国家公務員法(人事院規則)

【医療に関する法令】

- ① 医療法(医療法施行規則)
- ② 薬機法(薬機法施行規則)

【運送に関する法令】

- ① 事業所外運搬告示(運搬物に関する基準)
- ② 放射性同位元素等車両運搬規則(運搬する車両に関する基準)

放射線に関わる法令

原子力基本法

(昭和30年12月19日公布)



平和利用・安全確保

原子炉等規制法

核原料物質・核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律

(昭和32年6月10日公布)

硝酸ウラニル・硝酸トリウム等

放射性同位元素等規制法

放射性同位元素等の規制に関する法律

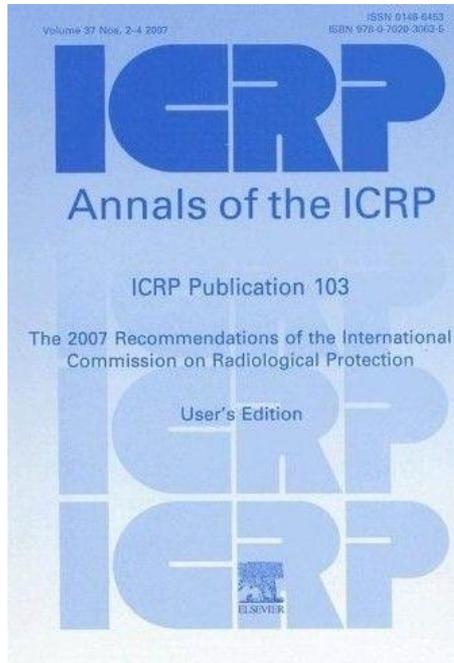
(昭和32年6月10日公布)

Radio Isotope(RI)

放射線に関わる法令

ICRP勧告

- **I**nternational **C**ommission on **R**adiological **P**rotection
(国際放射線防護委員会)
- 勧告は国際的な放射線防護の標準
→ 勧告に基づき放射性同位元素等規制法の一部改正、同施行令、
施行規則等の改正が行われる



ICRP 勧告

各国の放射線に関わる法令
(日本 ; 放射性同位元素等規制法)

放射線に関わる法令

放射線障害予防規程

- 放射線利用は医療利用から工業利用と、幅が広く、多種多様

→ 法令だけで全ての放射線施設を規制することは困難であり、各放射線施設に適したRI・放射線の利用方法に即した放射線管理の基準が必要

各事業所ごとに放射線障害予防規程を作成する。

国立大学法人大分大学放射線安全管理規程

平成16年4月1日制定

第1章 総則

(目的)

第1条 この規程は、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（昭和32年法律第167号。以下「法」という。）、同施行令（昭和35年政令第259号）及び同施行規則（昭和35年総理府令第56号。以下「府令」という。）並びに医療法施行規則（昭和23年厚生省令第50号。以下「省令」という。）及び電離放射線障害防止規則（昭和47年労働省令第41号。以下「規則」という。）その他の法令に基づき、国立大学法人大分大学（以下「法人」という。）における放射性同位元素等の取扱いを規制し、法人の放射線障害の防止及び公共安全を確保することを目的とする。

(用語の定義)

第2条 この規程において、用いる用語の定義は、法、府令、省令及び規則に基づくもののほか、次の各号に定めるところによる。

- (1) 総括管理者とは、学長をいう。
- (2) 放射線施設の責任者とは、全学研究推進機構研究支援分野RI実験部門長及び医学部附属病院放射線部長をいう。
- (3) 事業所とは、全学研究推進機構及び医学部附属病院をいう。
- (4) 部局とは、国立大学法人大分大学部局を定める規程（平成16年規程第14号）第2条第3項第2号に規定する部局をいう。
- (5) 部局長とは、部局を掌理するものをいう。
- (6) 管理区域の責任者とは、当該管理区域における放射線障害防止のために必要な措置を行うものとし、部局長が指名する。
- (7) 表示付認証機器とは、法第2条第3項に規定するニッケル63を装備するECDガスクロ等をいう。

ICRP（世界）

放射性同位元素等規制法（日本）

放射線障害予防規程（大分大学）

法令等の関係

放射性同位元素等規制法

法の目的

- 放射性同位元素の使用・販売・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ものの廃棄その他の取扱いを規制することにより、**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。

法の基準

- **放射線施設に対する基準**

→ **事業者の遵守事項**

- **安全管理に関する基準(人の行動などに関連した規則)**

→ **放射線業務従事者の遵守事項**

→ **教育訓練、健康診断、被ばく線量測定、放射線障害のおそれのある場所についての放射線の量の測定など**

放射性同位元素等規制法

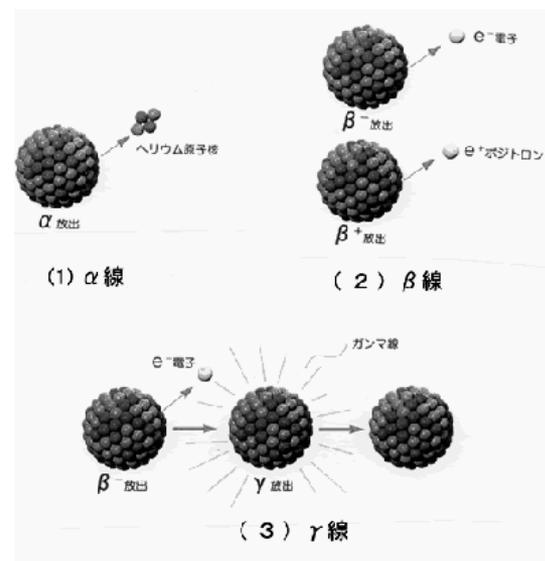
- ▶ **放射線・放射性同位元素 (Radio Isotope)**
- ▶ **管理区域**
- ▶ **放射線業務従事者**
- ▶ **教育訓練**
- ▶ **健康診断**
- ▶ **被ばくモニタリング**

放射線

法令上の放射線の定義

電磁波または、粒子線のうち、直接または、間接的に空気を電離する能力を有するもの

- (1) アルファ線、陽子線その他の重荷電粒子線およびベータ線
- (2) 中性子線
- (3) ガンマ線及び特性エックス線
- (4) 1メガ電子ボルト(1MeV)以上の電子線およびエックス線



法が規制するもの (放射線源)

- ① 放射性同位元素 RI
- ② 放射線発生装置

放射性同位元素

放射性同位元素

放射線を放出する同位元素及びその化合物並びに含有物(機器に装備されているものを含む)で、その**数量**及び**濃度**が種類ごとに原子力規制委員会が定める**数量(下限数量)**を超えるもの。

放射性同位元素等規制法の適用除外の放射性物質

1. **原子力基本法**に規定する**核燃料物質**及び**核原料物質**
(原子炉の核燃料、天然ウラン、劣化ウラン、トリウム化合物)
2. **薬機法**に規定する**医薬品**及び**その原料**または**材料**であって薬機法の許可を受けた製造所に存するもの($^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータ)
3. **医療法**に規定する病院又は診療所において行われる**治験**の対象とされる**薬物**(マイクロドーズ試験)、他あり

放射性同位元素

下限数量

各核種の下限数量

| 核種名 | 下限数量 | |
|-------|----------|-----------------|
| | 数量 (MBq) | 濃度 (Bq/g) |
| H-3 | 1,000 | 1×10^6 |
| C-14 | 10 | 1×10^4 |
| P-32 | 0.1 | 1,000 |
| P-33 | 100 | 1×10^5 |
| S-35 | 100 | 1×10^5 |
| I-125 | 1 | 1,000 |
| Sr-90 | 0.01 | 100 |

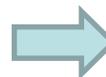
(数量告示別表第1)

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

Yes



濃度が定めら
れた値を超える

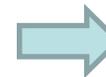


No

Yes



数量が
下限数量を超える



No

No



放射性同位
元素として
規制を受けない

Yes



放射性同位元素
Radio Isotope

放射線発生装置

放射線発生装置

荷電粒子を加速することにより放射線が発生する装置

- ・ 直線加速器 (リニアック)
- ・ サイクロトロン
- ・ ベータトロン
- ・ マイクロトロン
- ・ シンクロトロン
- ・ シンクロサイクロトロン



装置表面から10cmでの最大線量当量率が、
600nSv/h 以下のものは除く

放射性同位元素等規制法

- ▶ **放射線・放射性同位元素 (Radio Isotope)**
- ▶ **管理区域**
- ▶ **放射線業務従事者**
- ▶ **教育訓練**
- ▶ **健康診断**
- ▶ **被ばくモニタリング**

管理区域

研究マネジメント機構RI管理部門 管理区域入口



標識

外部放射線に係る線量、空気中の放射性同位元素の濃度、ものの表面の放射性同位元素の密度が、一定レベル以上の値を超える恐れのある場所を管理区域と設定し、一般人の立ち入りを制限する(標識の明示)

管理区域

管理区域の設定基準

(1) 外部放射線の 実効線量 1.3 mSv / 3ヶ月

外部被ばくを考慮

(2) 空気中の放射性同位元素の濃度が濃度限度の 1/10 (3ヶ月平均)

内部被ばくを考慮

(3) 放射性同位元素の表面密度限度の 1/10

物の表面汚染

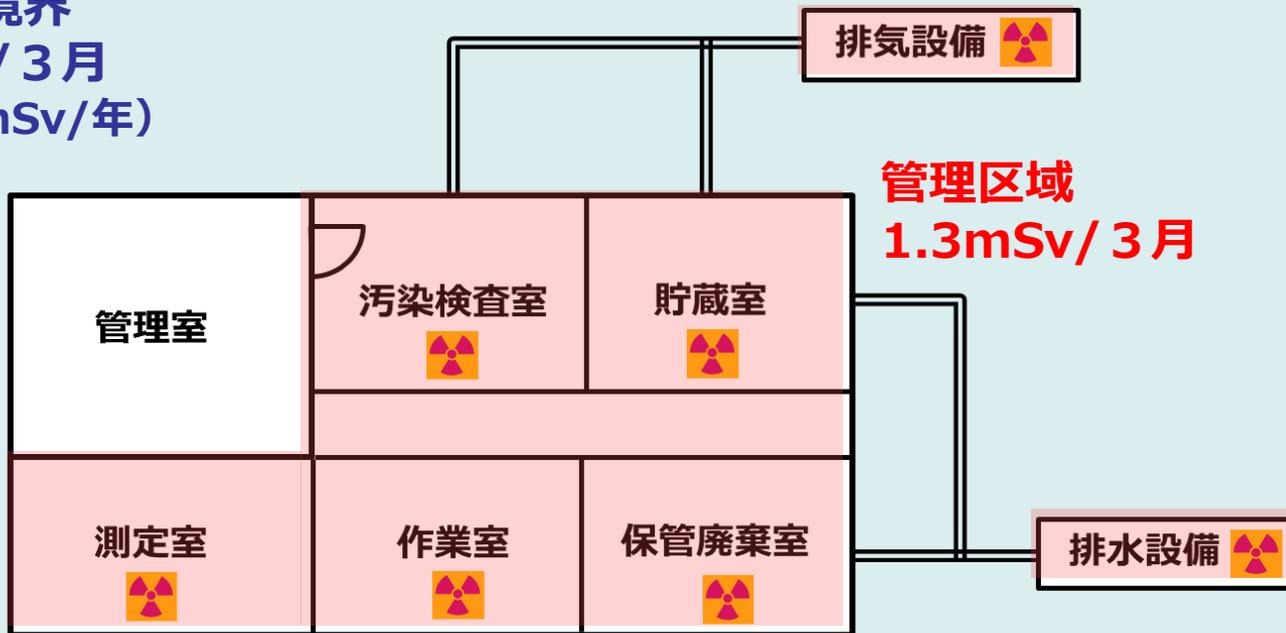
(4) 外部放射線量、空気中濃度それぞれの線量限度・濃度限度に対する割合が1を越える場所



管理区域

管理区域と規制値

事業所境界
250 μ Sv/3月
(一般公衆1mSv/年)



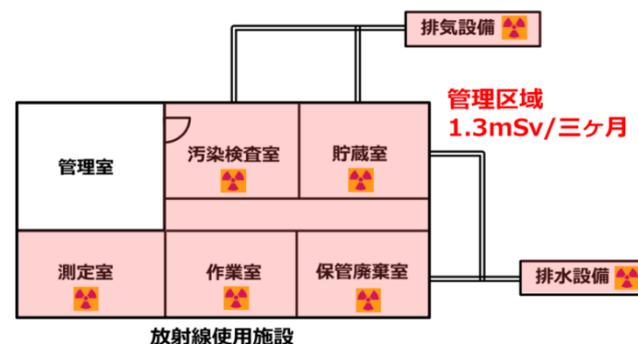
放射線使用施設

道路

管理区域

使用の基準

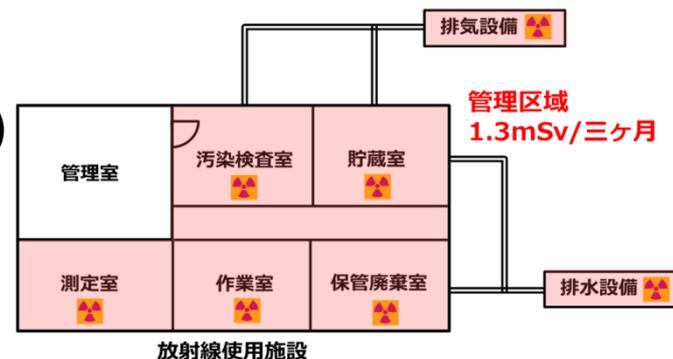
- 放射性同位元素、放射線発生装置の使用は**使用施設**
- 非密封放射性同位元素の使用は**作業室**
- 管理区域内での**飲食・喫煙の禁止**
- 管理区域内では専用の**作業衣・履物を着用**
- **表面密度限度**を超えないように(汚染の防止)
- 管理区域から退出する際は**汚染検査**
- **表面密度限度の1/10**を超える管理区域内物品は管理区域から持ち出さない(物の汚染検査)
- 作業室内では**排気設備**を運転(内部被ばくを防止)
- 密封放射性同位元素を使用する際は、**紛失・漏えい**等を点検



管理区域

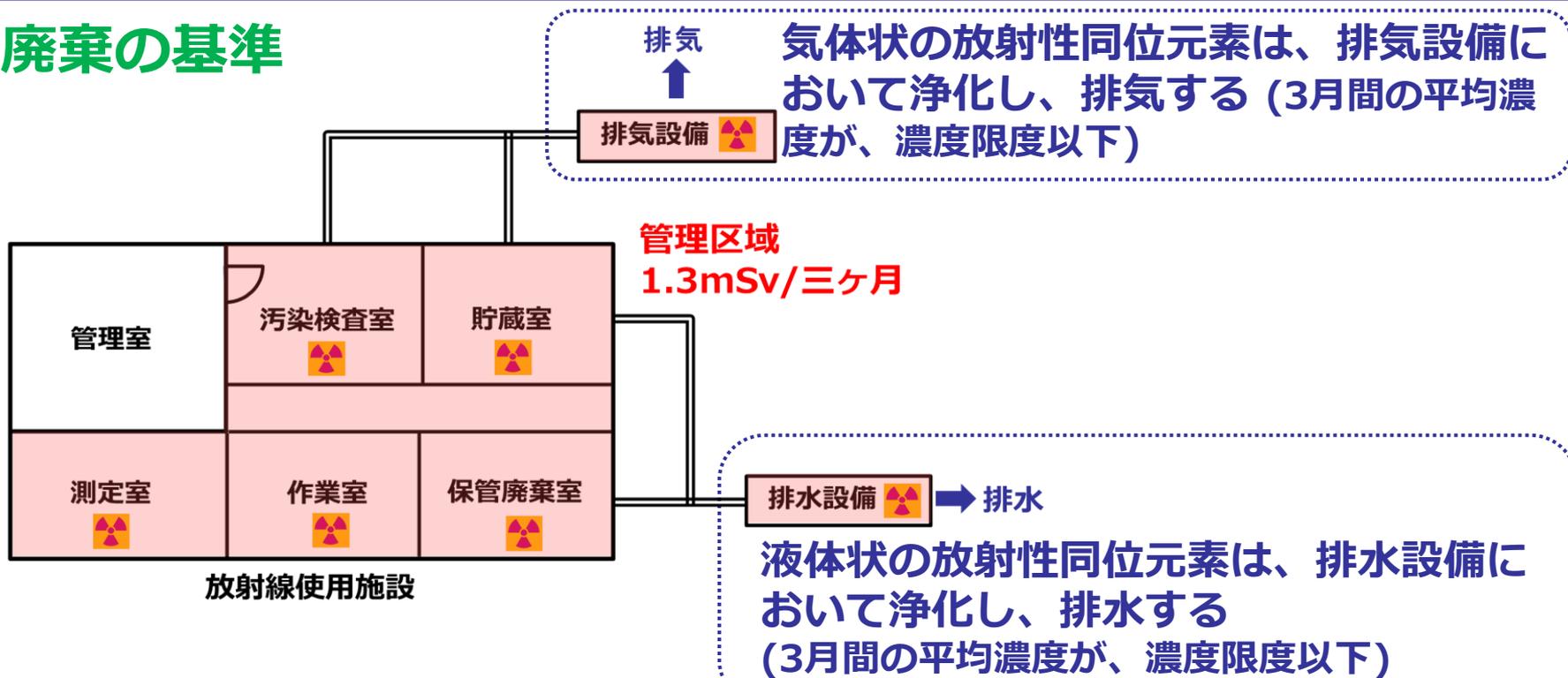
保管の基準

- 容器に入れ、**貯蔵施設(貯蔵室・貯蔵箱)**に保管
- 貯蔵施設の**貯蔵能力**を超えて保管しない
- **表面密度限度**を超えないように(汚染の防止)
- 人がみだりに立ち入らないような措置を講ずること
- 貯蔵箱を容易に持ち出せないように措置する
- 放射性同位元素がこぼれない構造・浸透しない材料の容器に入れて貯蔵する。
(液体RI)



管理区域

廃棄の基準



固体廃棄物、液体廃棄物(無機液体・有機液体)については、分別後保管廃棄設備において保管のちに、日本アイソトープ協会へ廃棄を委託

退出時の汚染状況の測定

●測定方法

一般的には放射線測定器(ハンドフットクロスモニター)を用いる
しかし、放射線事業所によっては、表面汚染サーベイメーターで
測定する場合もある。

●測定の対象

- ①人(手足及び作業衣)
- ②物品(普通はサーベイメーター)

●測定のタイミングと場所

退出時に汚染検査室にて行う



β線用サーベイメーター



α線用サーベイメーター



ハンドフットクロスモニタ

放射性同位元素等規制法

- ▶ 放射線・放射性同位元素 (Radio Isotope)
- ▶ 管理区域
- ▶ 放射線業務従事者
- ▶ 教育訓練
- ▶ 健康診断
- ▶ 被ばくモニタリング

放射線業務従事者

放射線業務従事者

放射性同位元素（汚染物も含みます）または、放射線発生装置の取扱や管理または、これに付随する業務に従事するもので**管理区域**に立ち入るもの。

放射線業務従事者

| 区分 | 放射線業務従事者 | 取扱等業務従事者 | 一時的に立ち入る者 |
|--------|---|---|-------------------------------------|
| 項目 | 管理区域に立ち入り、放射線の取扱等の業務に従事する者 | 管理区域に立ち入らず、放射線の取扱等の業務に従事する者 | 放射線の取扱等の業務以外で管理区域に立ち入る者 |
| 健康診断 | <ul style="list-style-type: none"> 立ち入る前 立ち込んだ後1年ごと | 実施しなくてよい <small>管理区域内に設置された放射線源や放射線発生装置の制御・運転を管理区域外においてのみ行う人など</small> | 実施しなくてよい |
| 教育訓練 | <ul style="list-style-type: none"> 立ち入る前 立ち込んだ後1年ごと | <ul style="list-style-type: none"> 業務に従事する前 従事した後1年ごと | 立ち入る前 |
| 被ばくの測定 | 管理区域に立ち入る場合 継続、3月ごと (妊婦女子は1月ごと) | 実施しなくてよい | 立ち入っている間 ただし、100 μ Sv以下の時は不要 |

放射性同位元素等規制法

- ▶ 放射線・放射性同位元素 (Radio Isotope)
- ▶ 管理区域
- ▶ 放射線業務従事者
- ▶ 教育訓練
- ▶ 健康診断
- ▶ 被ばくモニタリング

放射性同位元素等規制法

教育訓練

(1) 実施内容

| | |
|-----------------------------------|--------|
| 放射線の人体に与える影響 | 30分 以上 |
| 放射性障害の防止に関する法令 及び放射線障害予防規程 | 30分 以上 |
| 放射性同位元素等又は放射線発生装置 (加速器) の安全取扱い | 1時間 以上 |

※この教育時間数は、新規登録者のためのものです。

放射性同位元素等規制法

教育訓練

(2) 実施時期

- イ. 放射線業務従事者は始めて管理区域に立ち入る前(新規)
立ち入った後にあたっては1年を超えない期間ごと(更新)

→ 来年度以降は、教育訓練(更新)の受講が必要!

放射性同位元素等規制法

- ▶ **放射線・放射性同位元素 (Radio Isotope)**
- ▶ **管理区域**
- ▶ **放射線業務従事者**
- ▶ **教育訓練**
- ▶ **健康診断**
- ▶ **被ばくモニタリング**

放射性同位元素等規制法

健康診断（問診）

新規登録者は問診・検査の両方を受けるのが一般的です。

| 適用法 | 問診内容 |
|--------------|--|
| 放射性同位元素等規制法 | <ol style="list-style-type: none">1. 放射線の被ばく歴の有無2. 被ばく歴を有するものについては、作業の場所、内容、期間、線量、放射線障害の有無その他放射線による被ばくの状況 |
| 労働安全衛生法（電離則） | <ol style="list-style-type: none">1. 被ばく歴の有無2. 自覚症状の有無3. 被ばく歴を有するものについては、作業の場所、内容及び期間、放射線障害の有無その他放射線による被ばくに関する事項 |

| 適用法 | 検査または検診内容 | |
|--------------|--|--|
| | 管理区域立入前 | 管理区域立入後 |
| 放射性同位元素等規制法 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 末しょう血液中の血色素量又はヘマトクリット値、赤血球数、白血球数及び白血球百分率 2. 皮膚 3. 眼（医師が必要と認める場合） | 医師が必要と認める場合、左記項目 |
| 労働安全衛生法（電離則） | <ol style="list-style-type: none"> 1. 白血球数及び白血球百分率 2. 赤血球数及び血色素量又はヘマトクリット値 3. 白内障（使用する線源の種類等に応じて省略可） 4. 皮膚 | 前年1年間に受けた実効線量が5 mSvを超えず、かつ、当該健康診断後の1年間に受ける実効線量が5 mSvを超えるおそれのないものに対して、医師が必要と認めないときは左記検査は要しない。 |

放射性同位元素等規制法

- ▶ **放射線・放射性同位元素 (Radio Isotope)**
- ▶ **管理区域**
- ▶ **放射線業務従事者**
- ▶ **教育訓練**
- ▶ **健康診断**
- ▶ **被ばくモニタリング**

放射性同位元素等規制法

被ばくモニタリング（実効線量限度）

放射線業務従事者の実効線量について、4月1日を始期とする5年間で100 mSv を超えないこと、
ただし、いかなる1年間も 50 mSvを超えないこと。

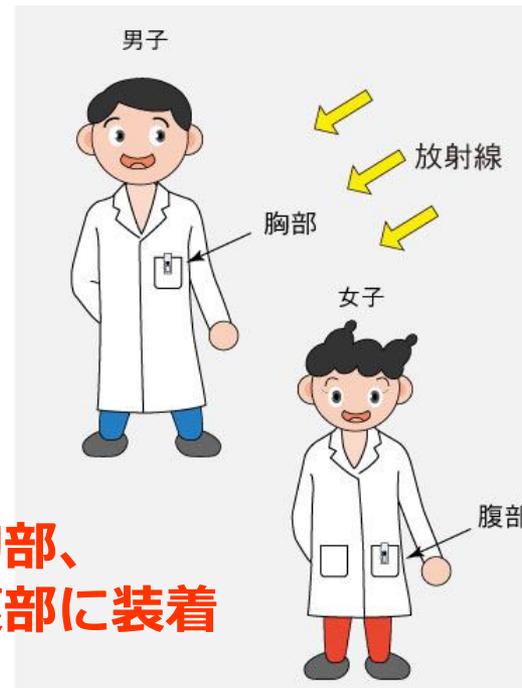


ガラスバッジ（千代田テクノル）



ルミネスバッジ（長瀬ランダウア）

**男性は胸部、
女性は腹部に装着**



実効線量限度(放射性同位元素等規制法)

【通常業務】

50mSv/年
100mSv/5年



【緊急業務】

100mSv



【女子】

5mSv/3か月



【一般公衆】

1mSv/年



- 線量限度が小さい
- 妊娠中の女子の線量限度は別途定める



妊娠がわかれば、放射線取扱主任者等に連絡！

※数値は安全と危険の境界ではない

等価線量限度

(1) 眼の水晶体 ; 100mSv/5年, 50mSv / 年

(2) 皮膚・手足 ; 500 mSv / 年

* 妊娠を申告して使用者等が妊娠の事実を知ったときから出産までの間
腹部表面 2 mSv



放射線障害予防規程

- 学内でRIを使用できる事業所(附属病院、RI管理部門)にそれぞれ、予防規程が整備されています。
- 予防規程を補助するものとして下部規則が定められている場合があります。
- 最近の情勢として、全国的に、学内施設を使うことなく学外の共同利用施設で加速器(とりわけ放射光)を使う放射線業務従事者が増えています。こういった方々は、学内規程のみではなく利用先施設の予防規程等も十分に理解しておく必要があります。

放射線障害予防規程

学内事業所の予防規程の中で、特に皆さんに知っておいていただきたい内容を表にしました。

| 予防規程の内容 | 附属病院の対応する条番号 | RI管理部門の対応する条番号 |
|--|--------------|----------------|
| (規程の適用範囲) この規程は、管理区域に立ち入る者に適用する。 | 第2条 | 第2条 |
| (重要事項の決定機関) 放射線障害の防止に関する重要事項については、国立大学法人大分大学放射線安全管理委員会（以下「委員会」という。）において審議する。 | 第6条 | 第6条 |
| (放射線取扱主任者) 放射線障害の防止について必要な指導監督を行うため、主任者を置く。 | 第7条 | 第7条 |
| (登録手続き) 放射性同位元素等の取扱いをしようとする者は、所属又は主担当部局等の長の同意を経た上で、放射線業務従事者として、委員会に登録申請をしなければならない。 | 第11条 | 第14条 |

2023年度からはExcelフォームを使った登録申請となります。

放射線障害予防規程

| 予防規程の内容 | 附属病院の対応する条番号 | RI管理部門の対応する条番号 |
|---|--------------|----------------|
| (放射線作業時の決まり) 放射線業務従事者は、管理区域において、法令及び関係する内部規則に定める作業上の基準に従い、放射線による被ばく及び環境の汚染をできる限り少なくするとともに、次の各号に掲げる事項を遵守しなければならない。 | 第13条 | 第16条 |
| (ガラスバッジでの被ばく管理) 管理室長は、管理区域に立ち上がった者について、被ばく線量及び放射性同位元素による汚染の状況の測定を行い、その結果を測定記録簿に記入しなければならない。 | 第25条 | 第24条 |
| (放射線教育) 委員長は、管理区域に初めて立ち入る者及び取扱等業務に初めて従事する者に対し、教育及び訓練を実施するものとする。 2 委員長は、管理区域に立ち上がった者及び取扱等業務に従事した者に対し、前回の受講日の属する年度の翌年度の開始日から1年以内に、前項各号に掲げる項目について、教育及び訓練を実施するものとする。 | 第26条 | 第25条 |

2023年度から一部で対面教育を再開します。

放射線障害予防規程

| 予防規程の内容 | 附属病院の対応する条番号 | RI管理部門の対応する条番号 |
|--|---|----------------|
| <p>(特別健康診断) 総括管理者は、放射線業務従事者に対し、初めて管理区域に立ち入る前及び管理区域に立ち入った後に、法令等で定める期間を超えない期間ごとに健康診断を実施しなければならない。</p> | 第27条 <i>既に放射線業務従事者に登録されている方は、忘れずに検診を受けてください。</i> | 第26条 |
| <p>(事故が起きたとき) 放射性同位元素等に関し、次の各号に掲げる事態が発生した場合は、発見者は遅滞なく、その旨を放射線施設の責任者に届け出なければならない。</p> <p>(1) 放射性同位元素等の盗取又は所在不明が生じたとき。 (2) 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が異常に漏えいしたとき。 (3) 管理区域に立入った者が実効線量限度若しくは等価線量限度を超えて被ばくし、又は被ばくしたおそれがあるとき。 (4) 放射線障害が発生したとき。</p> | 第31条 <i>次のスライドで。</i> | 第30条 |

放射性物質による事故事例

事案1

発生日：平成26年12月18日

事業所：（株）HMSちば事業所

水分・密度計用のCo-60（2.59MBq）、Cf-252（1.11MBq）が入ったステンレス製の線源棒が紛失した。



線源棒及び線源筒（捜索中の物）

こういった機器に装備して使う線源の紛失は、多々あります。

放射性物質による事故事例

発生日：平成28年3月15日

事業所：大阪大学

事案2

地中に埋設しているRI排水管が割れ、まわりの土壌が汚染していた。このインシデントは、大阪大学が埋設配管の漏洩テストをした結果わかった。RI施設の予防保全がいかに大事かを示す貴重な出来事である。



土中に埋設している配管は、長年の腐食によりこういったことが起こりやすい。特に古い施設では注意が必要。

放射性物質による事故事例

発生日：令和4年10月16日

事業所：株式会社ウイズソル

事案3

密封線源（イリジウム 192（ガンマ線源）、370 ギガベクレル）を内蔵したガンマ線透過試験装置を使用して、配管の非破壊検査の作業（溶接線の検査）を行っていた。繰り返しの作業の中で、確認不足が重なり、線源が遮へい機能を有した線源容器に収納されていない状態で使ってしまう、作業者が計画外被ばくしてしまった。



繰り返しの単調作業時は要注意。

これで終了です。
お疲れ様でした。