

原子力防災基礎研修

講義 1

イントロダクション 原子力災害の特殊性

令和7年10月

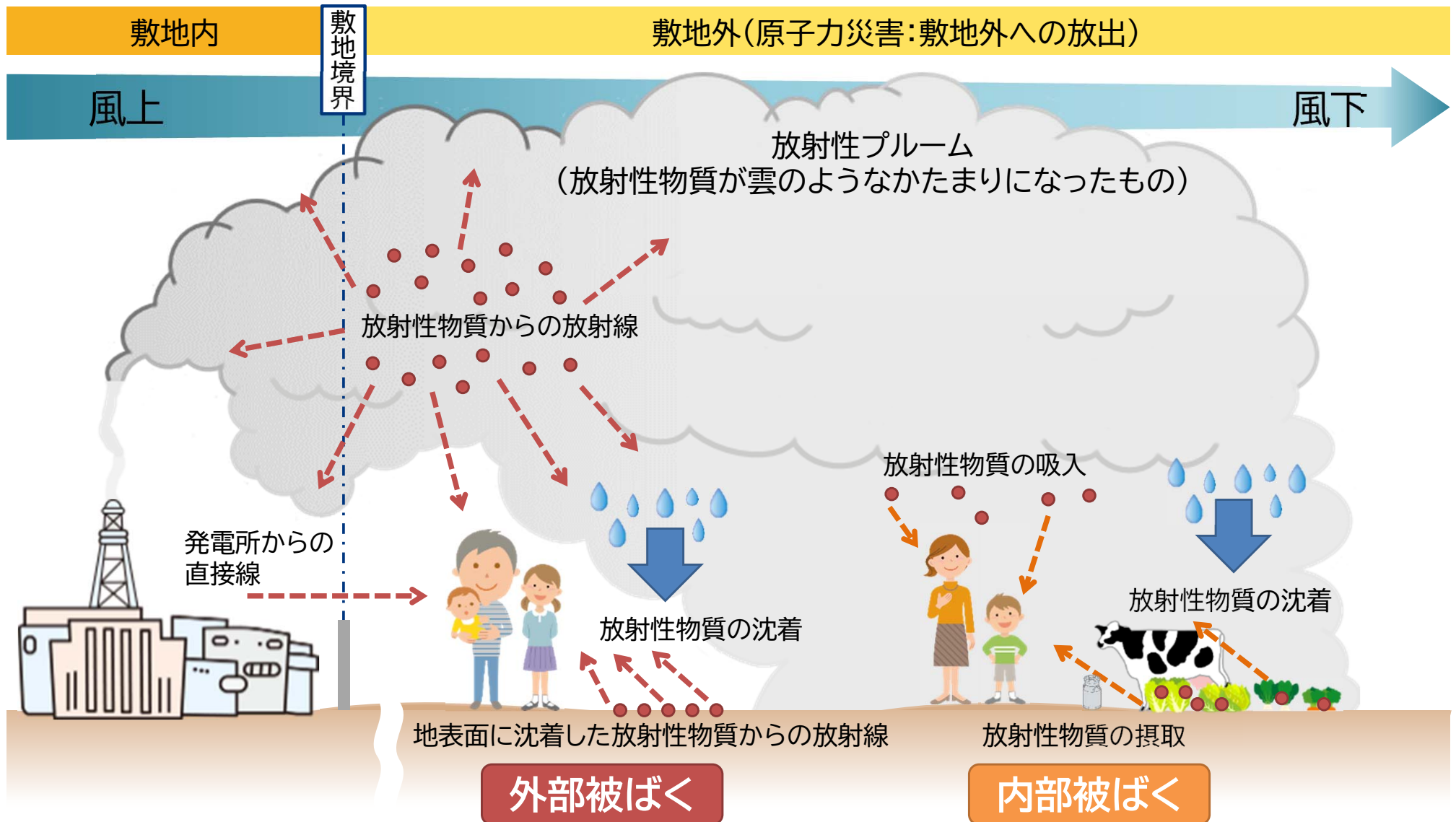


内閣府政策統括官(原子力防災担当)

本資料の複製、転載、引用等には、
内閣府政策統括官(原子力防災担当)
の承認が必要です。

1.1 原子力災害とは

原子力災害とは、**原子力施設の事故等に起因する放射性物質又は放射線が異常な水準で敷地外に放出され生じる被害**を意味する。



1.2 原子力災害の特殊性

原子力災害では、放射性物質又は放射線の放出という特有の事象が生じるため、次のような特殊性を理解する必要がある。

- ① 放射線は目に見えず、臭いもなく、五感に感じない



見えない



匂わない



肌に感じない



聞えない



味がない



- ② 平時から放射線についての基本的な知識と理解が必要

- ③ 専門的知識を有する機関の役割、当該機関の指示、助言等が極めて重要

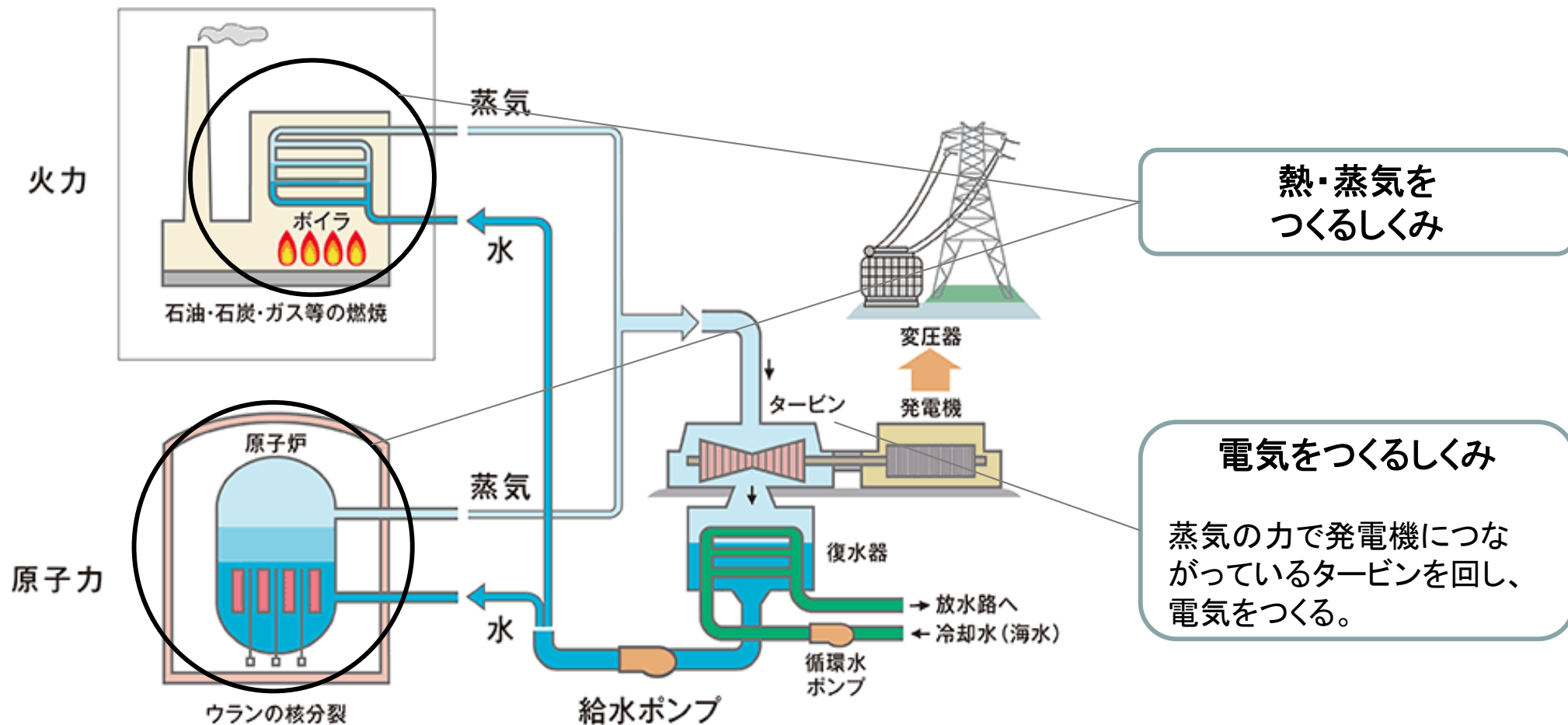
- ④ 放射線被ばくから長時間経過後に健康への影響が現れる可能性

- ⑤ 被ばくや汚染により復旧・復興作業が極めて困難となることから、発生・拡大の防止が極めて重要（原子力事業者の責務）

参考 原子力発電の概要

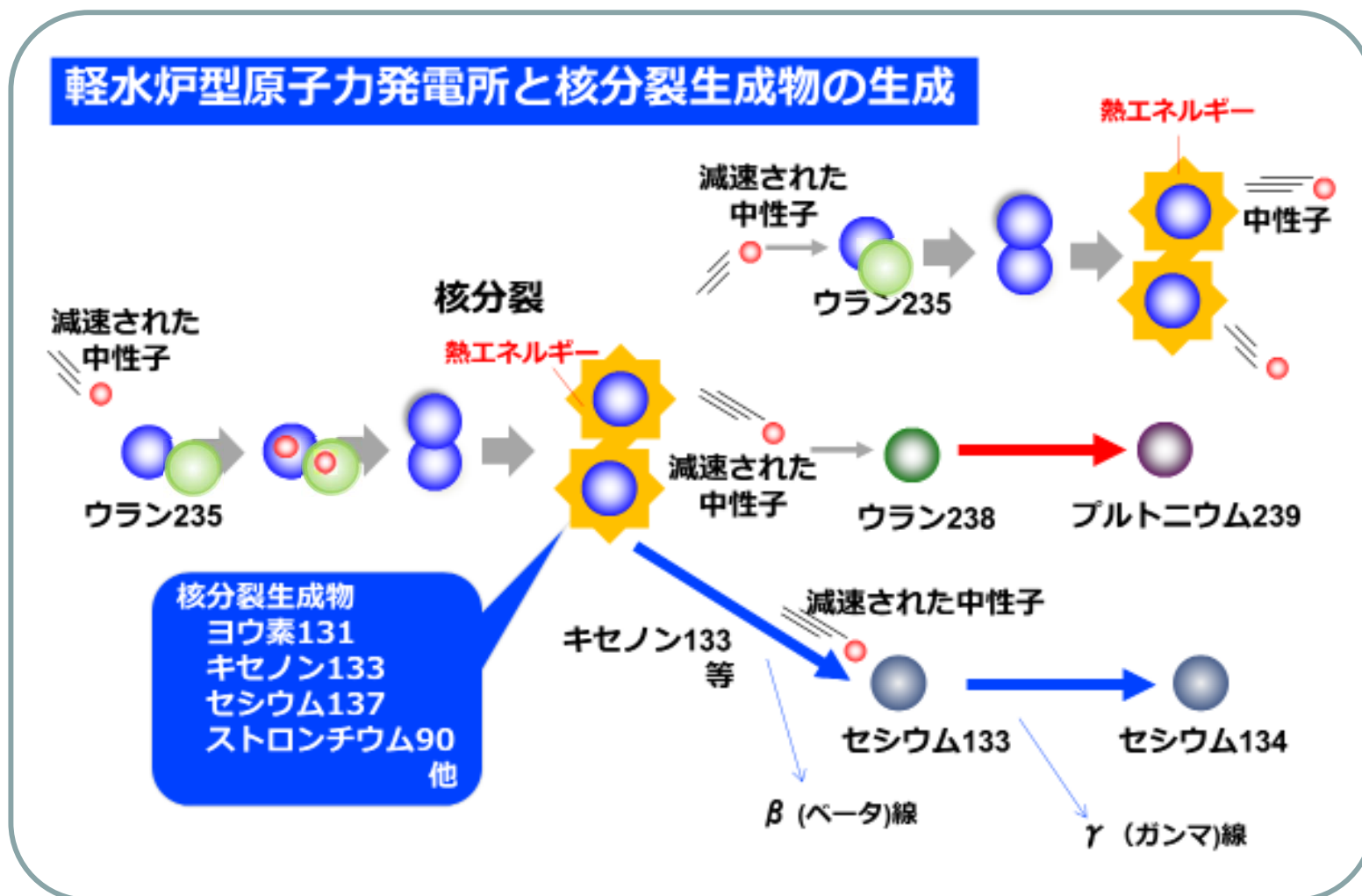
参考1 原子力発電のしくみ

- 蒸気でタービンを回し発電するしくみは原子力発電も火力発電も同じ。
- 原子力発電では、ウランが核分裂するときに発生する熱で蒸気をつくる。



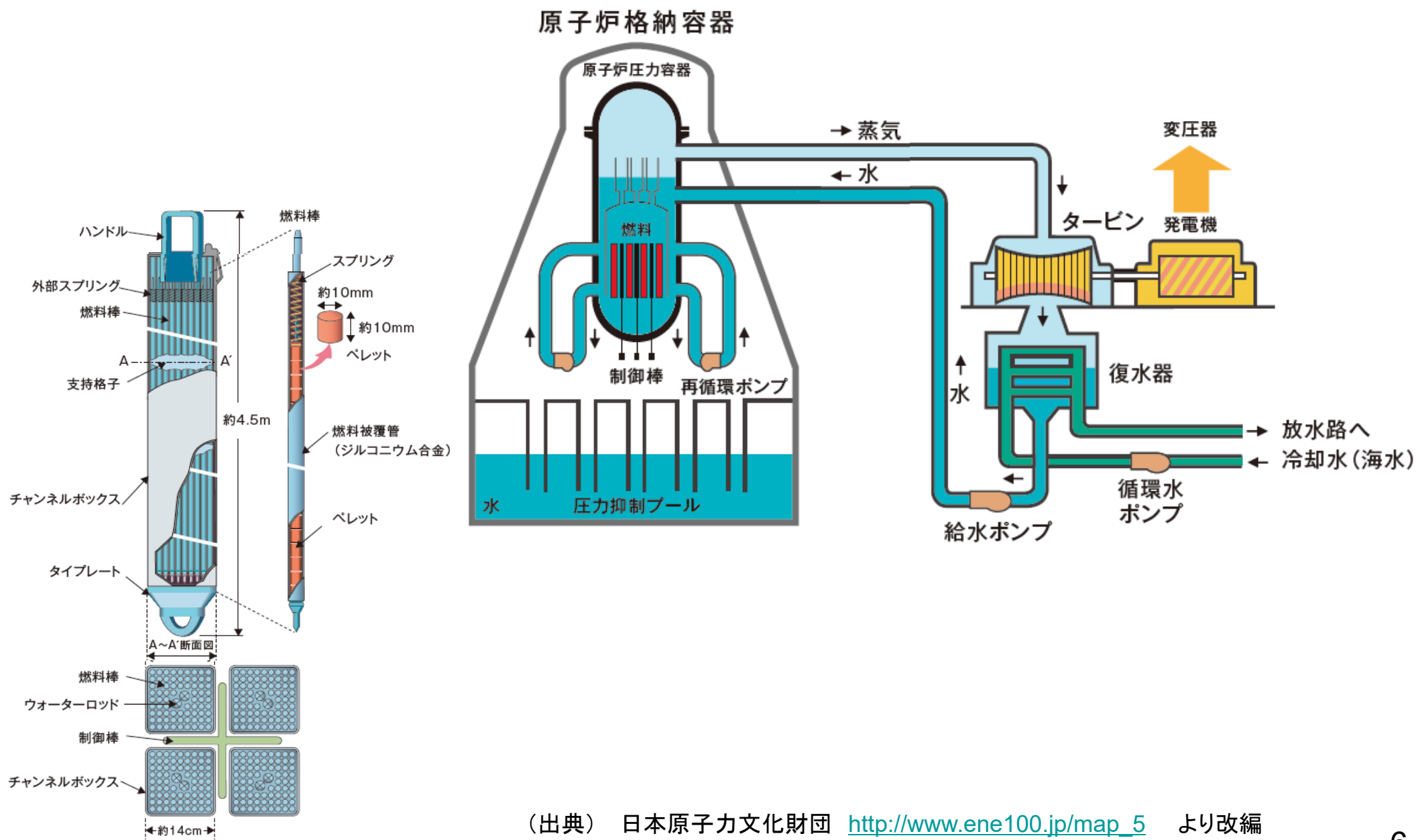
参考2 原子力は核分裂で熱を発生させる

- ウラン235を原料とし、核分裂を起こさせ熱を発生させる。
- その際、放射性物質が生成される。



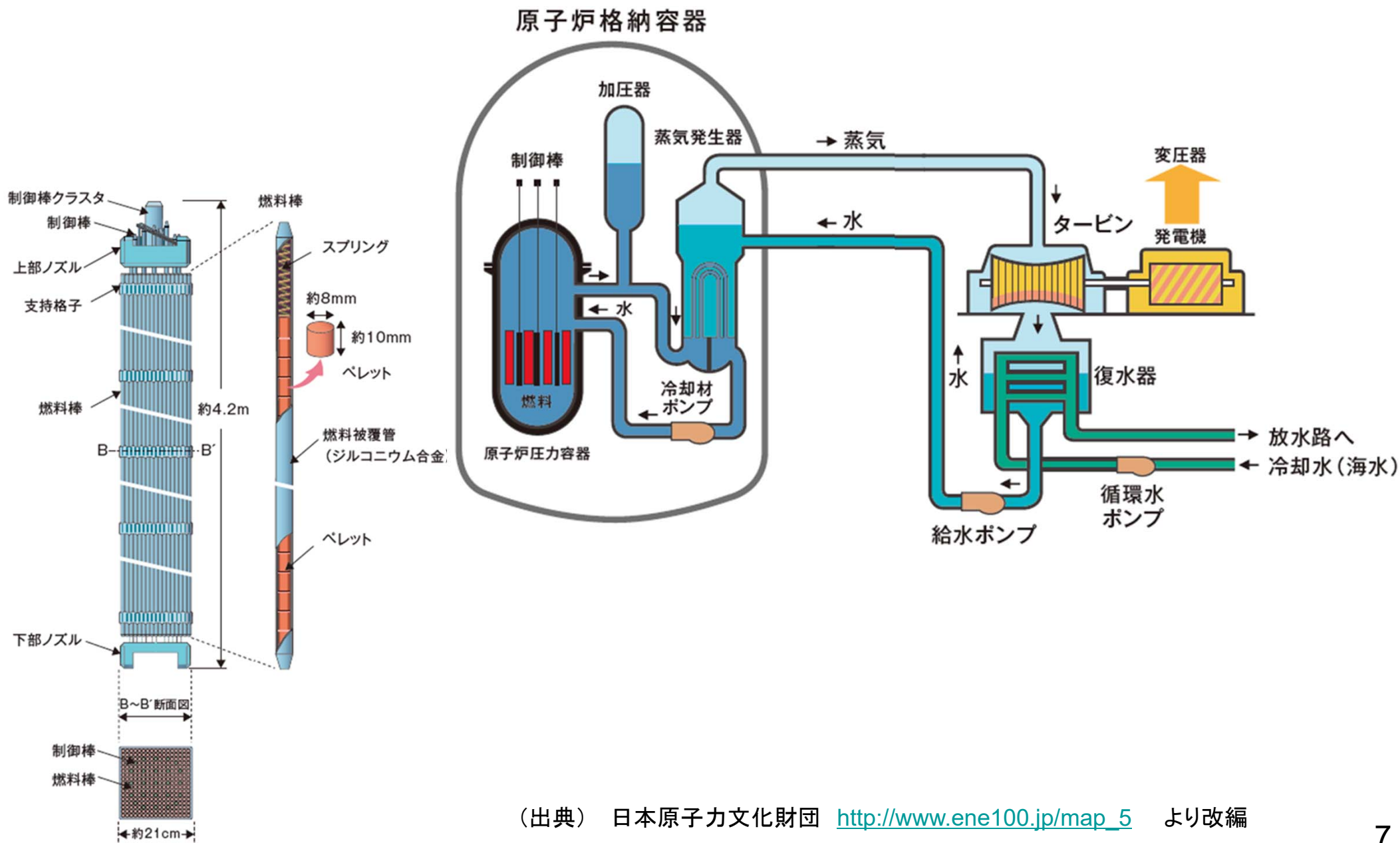
出典:「放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料(令和5年度版)」

BWR(沸騰水型原子炉)



(出典) 日本原子力文化財団 http://www.ene100.jp/map_5 より改編

PWR(加圧水型原子炉)



(出典) 日本原子力文化財団 http://www.ene100.jp/map_5 より改編

参考4 日本の原子力発電所の現状

2025年5月2日時点

原子力発電所の現状

再稼働
14基

稼働中 11基、停止中 3基 (送電再開日)

設置変更許可
3基

(許可日)

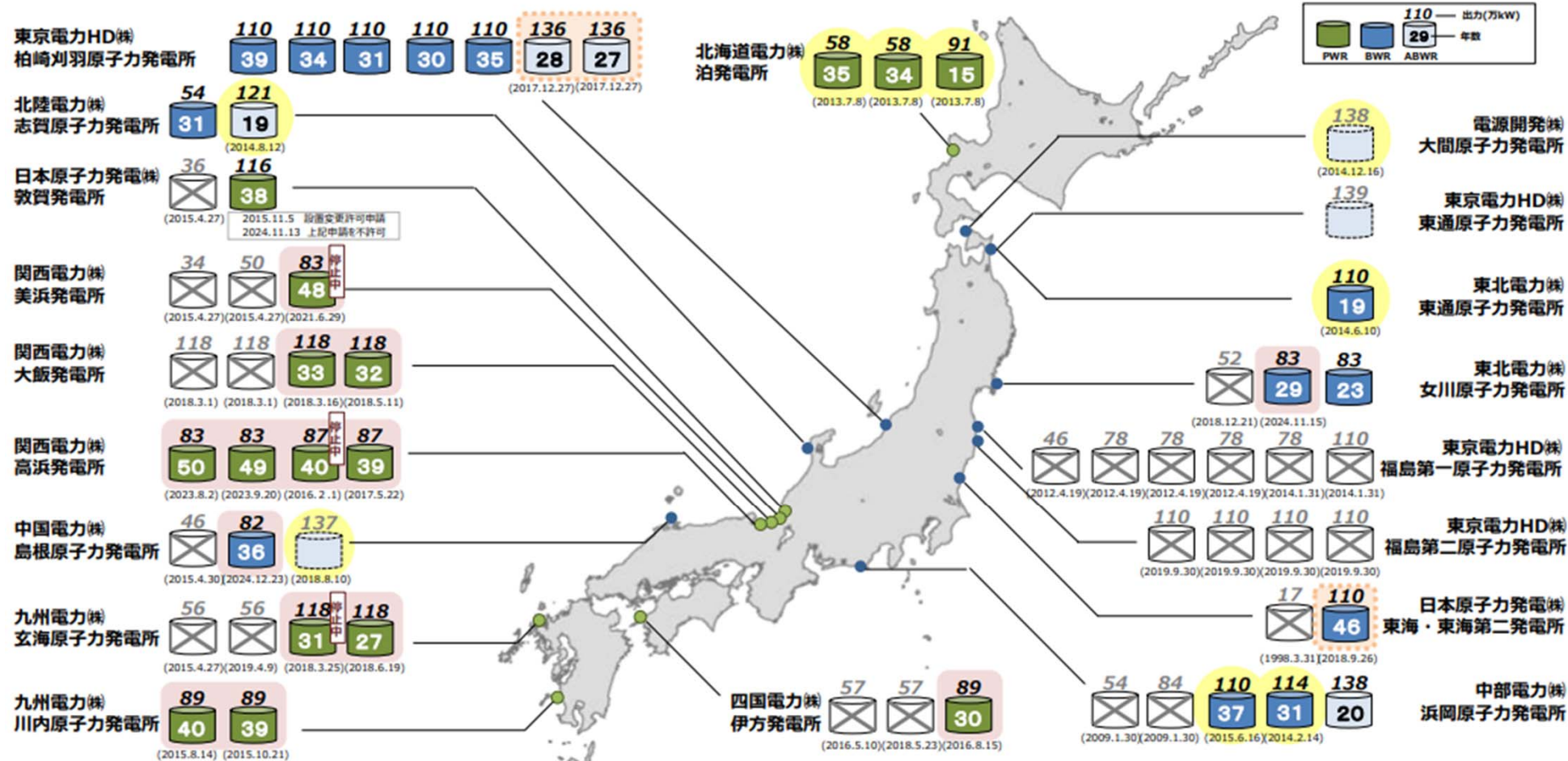
新規基準
審査中
9基

(申請日)

未申請
10基

廃炉
24基

(電気事業法に基づく廃止日)



原子力防災基礎研修

講義2

放射線と放射能の基礎知識

令和7年10月



内閣府政策統括官(原子力防災担当)

本資料の複製、転載、引用等には、
内閣府政策統括官(原子力防災担当)
の承認が必要です。

No.	タイトル	学習項目
1	身の回りの放射線	私たちの身の回りの放射線
2	放射線と放射能	放射線と放射能 放射線の種類 放射線の特徴（透過力、半減期） 放射線と放射能の単位
3	放射線の人体への影響	被ばくの形態（外部被ばくと内部被ばく等） 被ばくの形態 放射線量と人体への影響

1. 身の回りの放射線

1.1 日常生活と放射線



mSv : ミリシーベルト

シーベルト : Sv

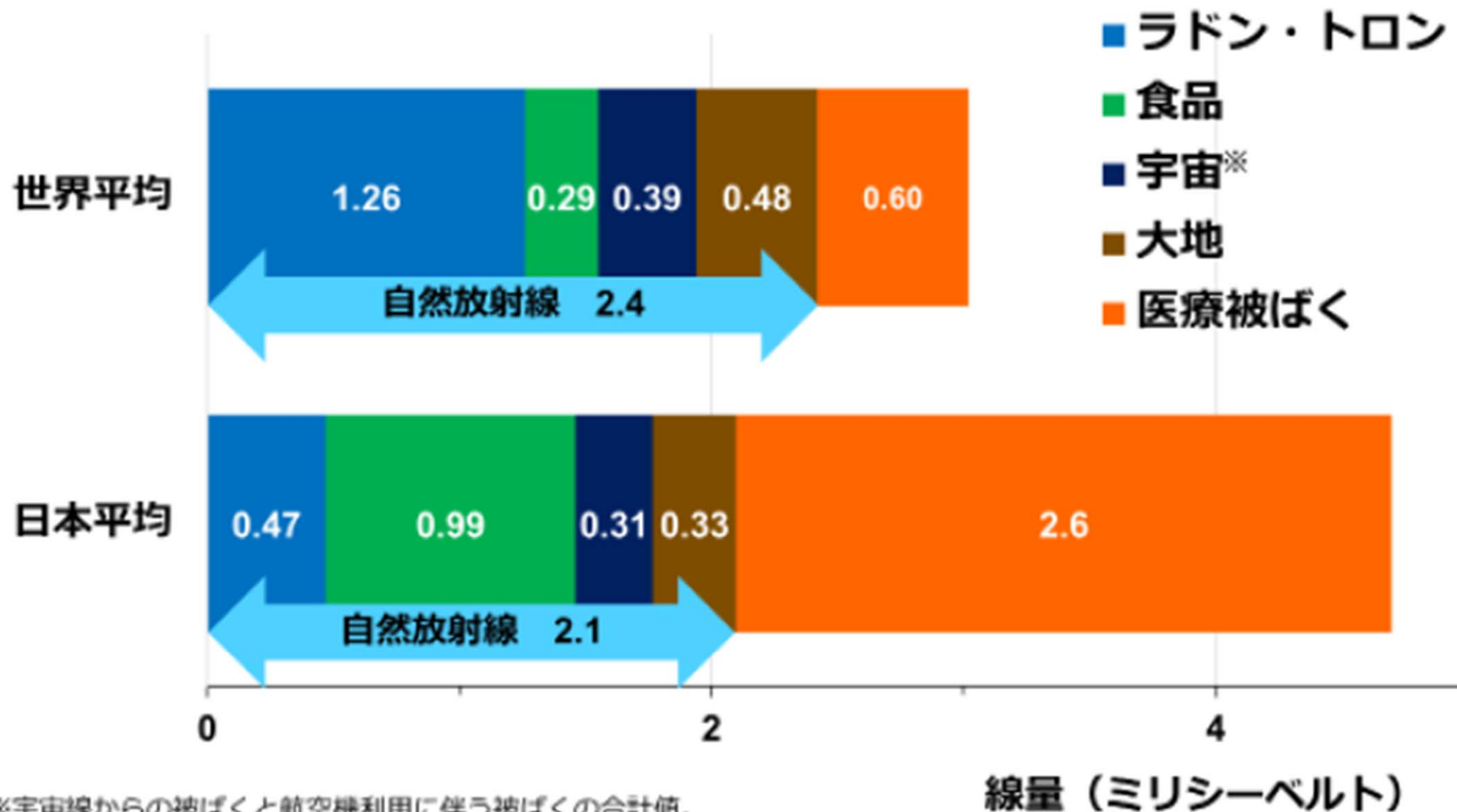
被ばく線量を表す単位。
人体への影響はどのくらいかを表します

出典：国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告、
原子力安全研究協会「生活環境放射線 (国民線量の算定) 第3版 増補版」(2024年)、ICRP103 他より作成

出典：「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和6年度版」改編

1.2 世界と日本の被ばく線量の比較

日常生活における被ばく（年間）



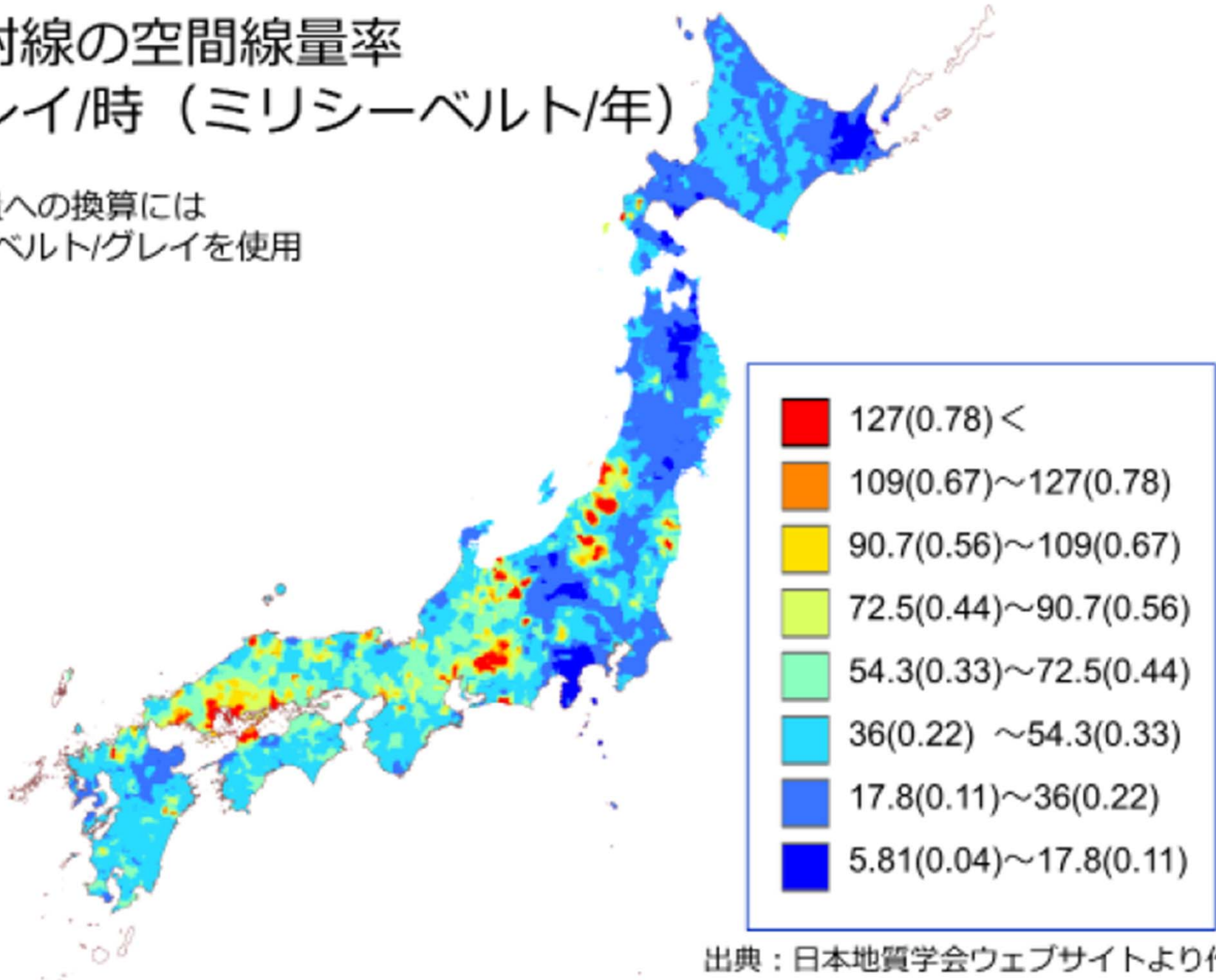
※宇宙線からの被ばくと航空機利用に伴う被ばくの合計値。

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、
（公財）原子力安全研究協会「生活環境放射線（国民線量の算定）第3版 増補版」（2024年）より作成

1.3 大地の放射線

自然放射線の空間線量率 ナノグレイ/時 (ミリシーベルト/年)

・実効線量への換算には
0.7シーベルト/グレイを使用



出典：日本地質学会ウェブサイトより作成

1.4 体内及び食品中の放射性物質の量

体内の放射性物質



体重60kgの場合

カリウム40	※1	4,000Bq
炭素14	※2	2,500Bq
ルビジウム87	※1	500Bq
トリチウム	※2	100Bq
鉛・ポロニウム	※3	20Bq

- ※1 地球起源の核種
- ※2 宇宙線起源のN-14等由来の核種
- ※3 地球起源ウラン系列の核種

食品中の放射性物質（カリウム40）の濃度



米	30	牛乳	50	牛肉	100	魚	100
ドライミルク	200	ほうれん草	200				
ポテトチップス	400	お茶	600				
干しいたけ	700	干し昆布	2,000				

(Bq/kg)

ベクレル:Bq

放射性物質の量(強さ)を表す単位。

Bq : ベクレル Bq/kg : ベクレル/キログラム

出典 : (公財) 原子力安全研究協会「生活環境放射線データに関する研究」(1983年)より作成

出典 : 「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和6年度版」

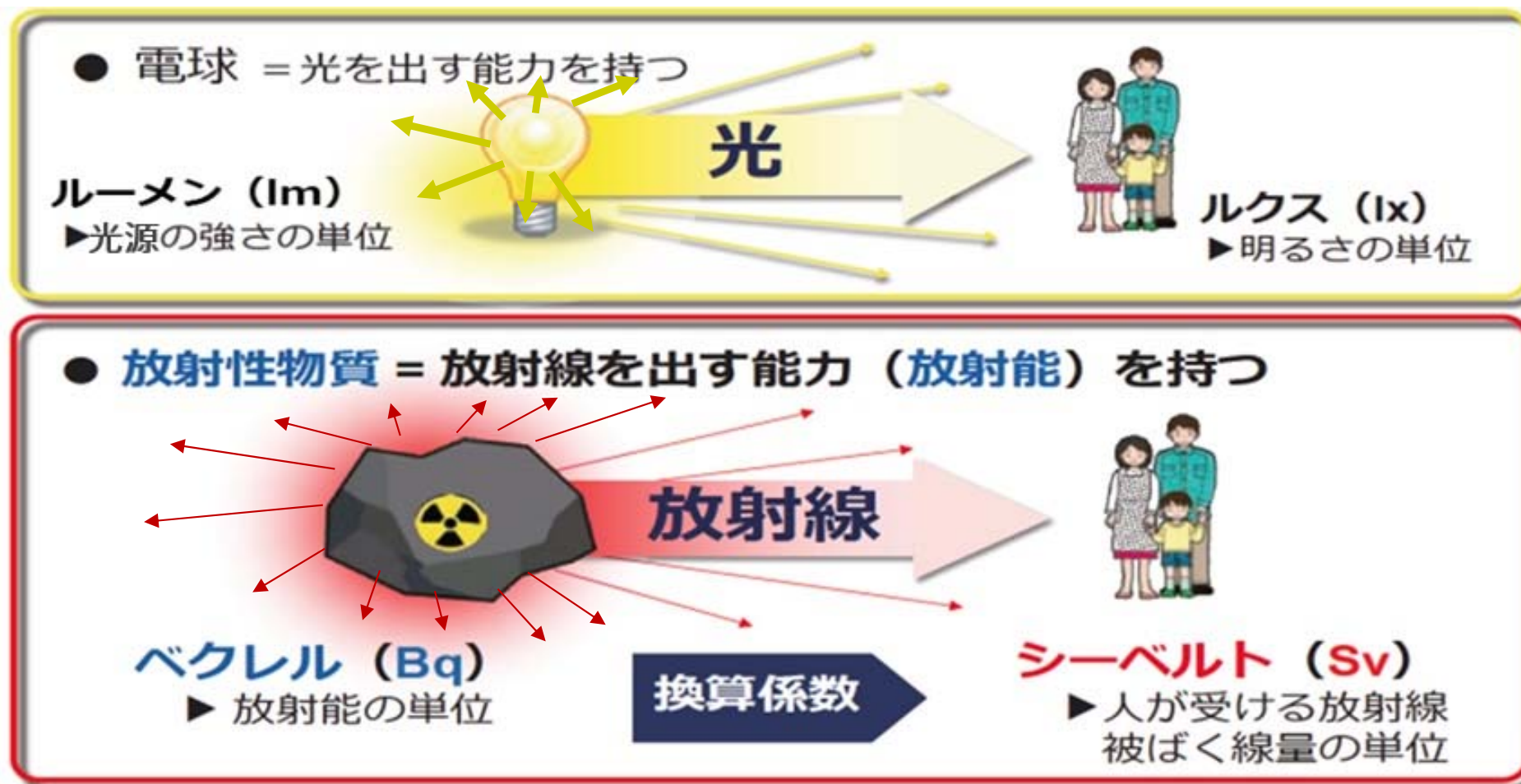
2. 放射線と放射能

2.1 放射性物質、放射線、放射能とは

放射性物質：放射線を出す物質

放射線：原子を電離する能力をもつ粒子線又は電磁波

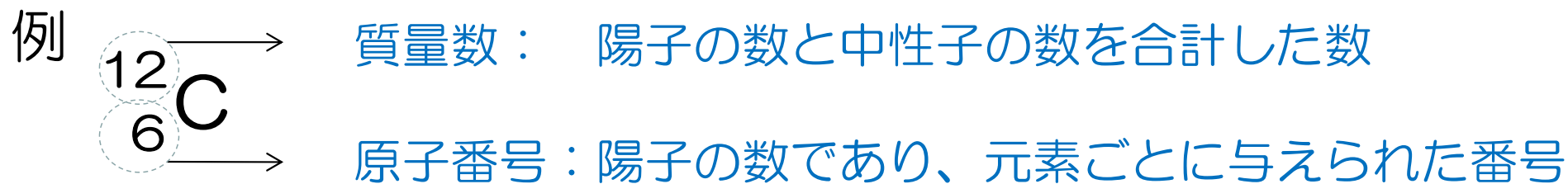
放射能：放射線を出す能力



※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

放射性物質から放出される放射線を受けることを被ばくするという。

2.3① 原子と原子核 —原子の構造—



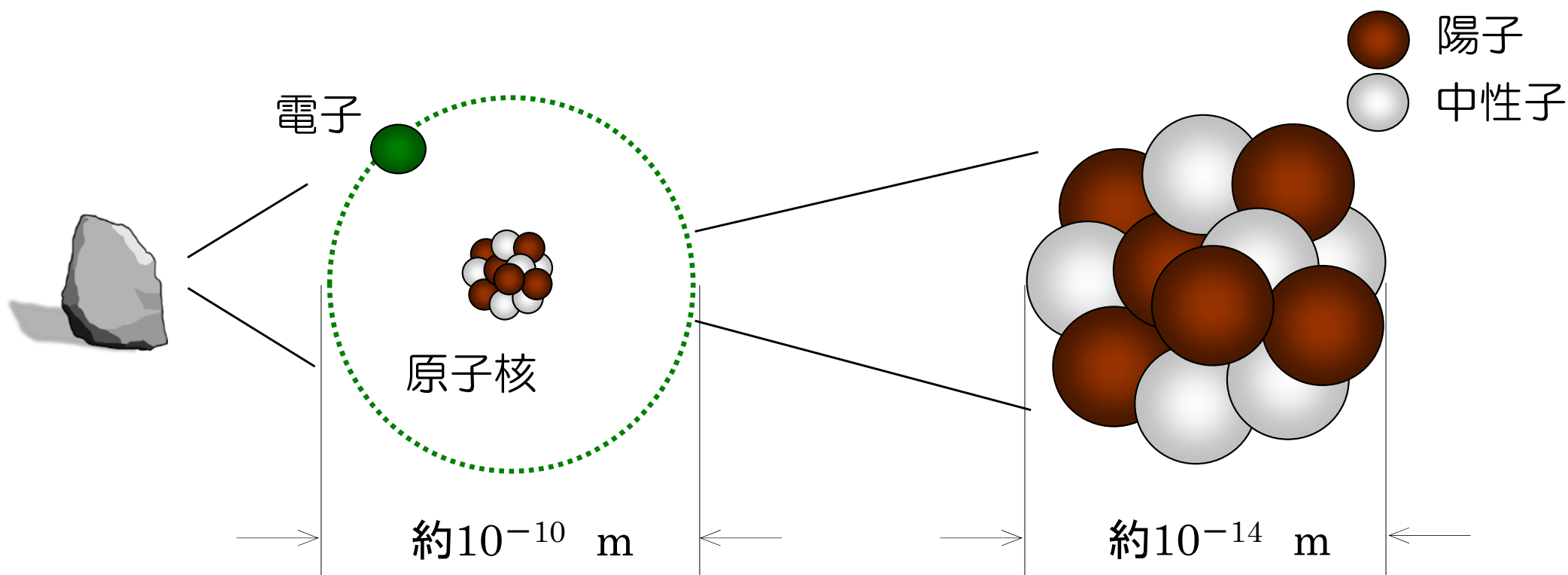
物質



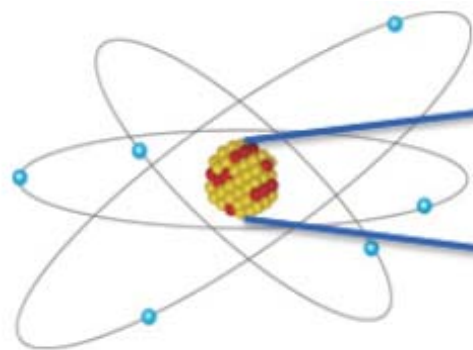
原子



原子核



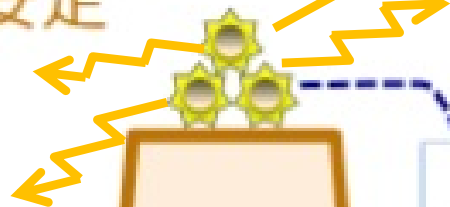
2.3② 原子と原子核 —原子核の安定・不安定—



原子核
陽子と中性子の数のバランスにより、
不安定な原子核が存在します
= 放射性の原子核

		炭素11	炭素12	炭素13	炭素14	セシウム 133	セシウム 134	セシウム 137
原子核	陽子数	6	6	6	6	55	55	55
	中性子数	5	6	7	8	78	79	82
性質		放射性	安定	安定	放射性	安定	放射性	放射性
記載法		^{11}C	^{12}C	^{13}C	^{14}C	^{133}Cs	^{134}Cs	^{137}Cs
		$^{11}_{6}\text{C}$	$^{12}_{6}\text{C}$	$^{13}_{6}\text{C}$	$^{14}_{6}\text{C}$	$^{133}_{55}\text{Cs}$	$^{134}_{55}\text{Cs}$	$^{137}_{55}\text{Cs}$
		C-11	C-12	C-13	C-14	Cs-133	Cs-134	Cs-137

放射性物質は
不安定



1秒間に1個の割合で
物質が変化（壊変）
= **1ベクレル (Bq)**

エネルギーを
放射線として放出



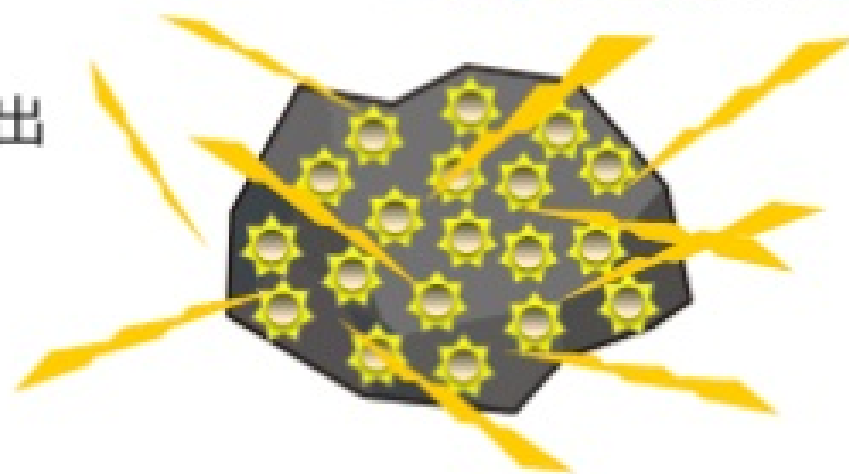
安定

(放射線を出さなくなる)

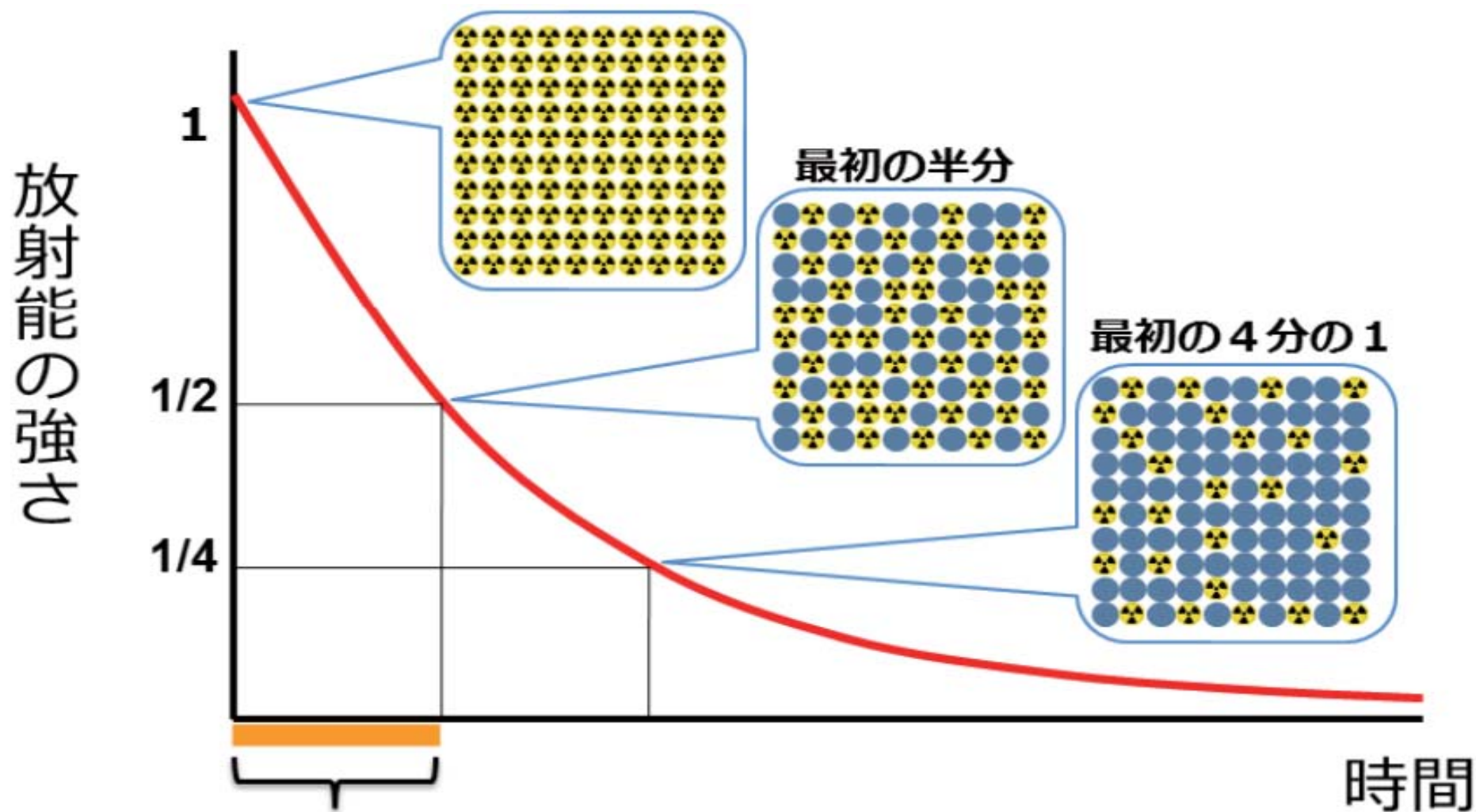
1ベクレル
1秒間1個壊変



10ベクレル
1秒間10個壊変



2.4① 放射性物質の性質 —放射能の減衰と半減期—



放射性物質の量が半分になる時間
= (物理学的) 半減期

2.4② 放射性物質の性質

—放出される放射線と半減期の例—

放射性物質	放出される放射線	半減期
トリウム232 (Th-232)	α , γ	141億年
ウラン238 (U-238)	α , γ	45億年
カリウム40 (K-40)	β , γ	13億年
プルトニウム239 (Pu-239)	α , γ	24,000年
炭素14 (C-14)	β	5,730年
セシウム137 (Cs-137)	β , γ	30年
ストロンチウム90 (Sr-90)	β	29年
トリチウム (H-3)	β	12.3年
セシウム134 (Cs-134)	β , γ	2.1年
ヨウ素131 (I-131)	β , γ	8日
ラドン222 (Rn-222)	α , γ	3.8日

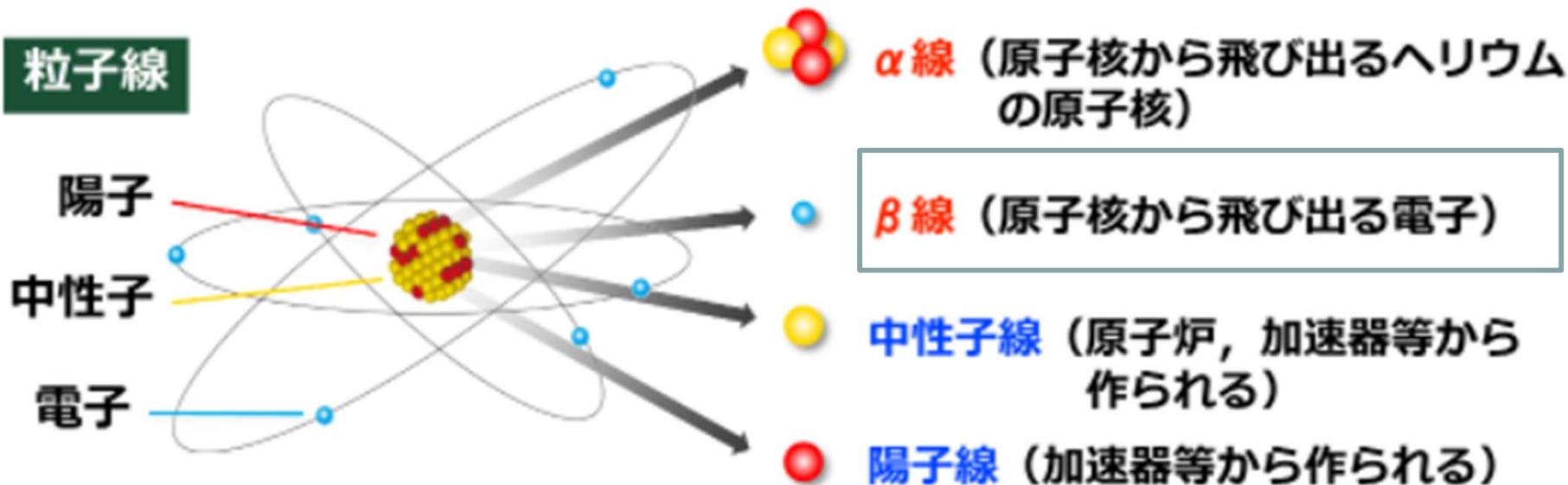
赤字は人工放射性物質 α : α (アルファ) 線、 β : β (ベータ) 線、 γ : γ (ガンマ) 線

2.5 放射線の種類

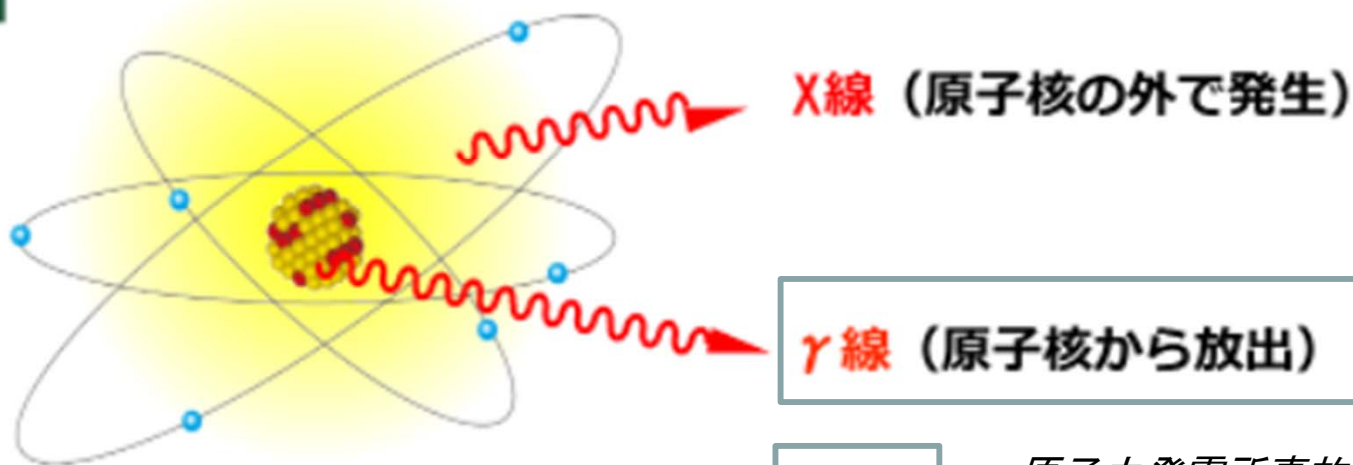
電離放射線

電離作用を有する放射線

粒子線



電磁波



: 原子力発電所事故で注意する放射線

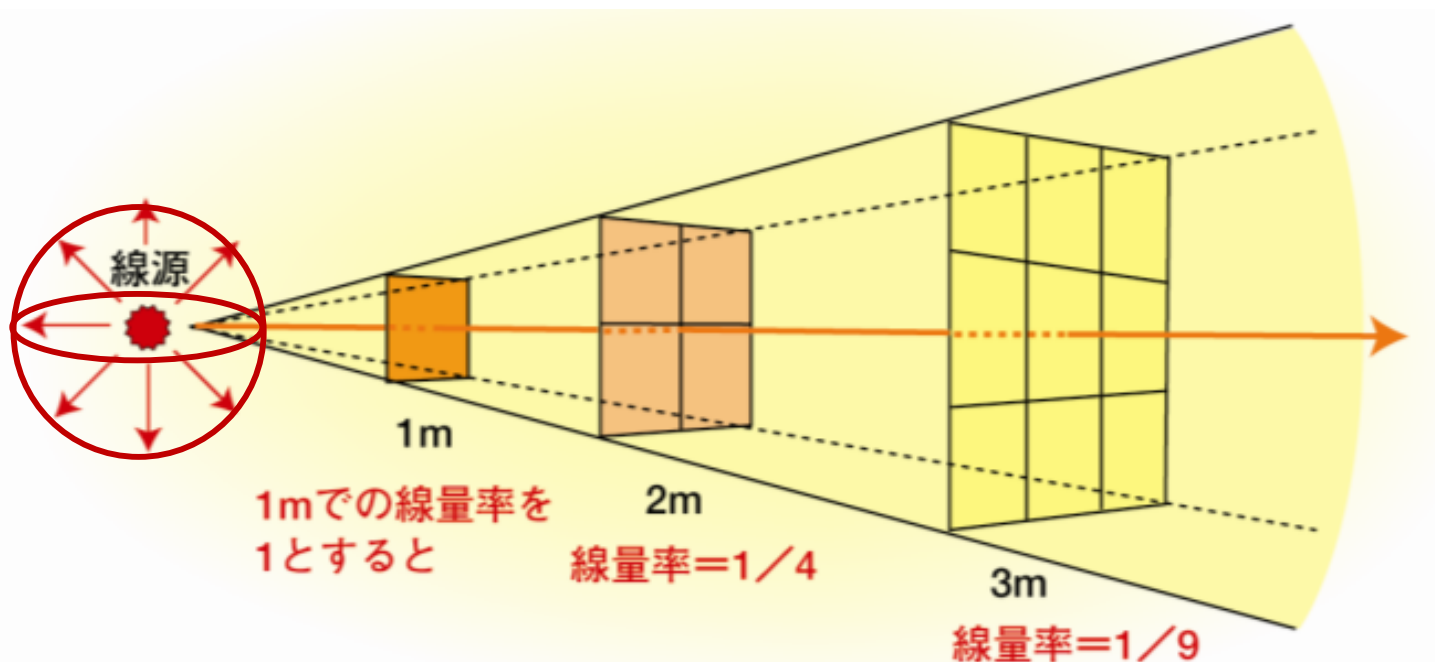
等方性

放射性物質から放出される放射線は、全方向に均一に放出される。

距離の逆二乗則

放射線の強さ（密度）は放射性物質からの距離の二乗に反比例して減少する。

注）距離の逆二乗則は、点状の線源のみ成り立ち、面状の線源の場合は成り立たない。



2.6② 放射線の性質 ー透過力ー

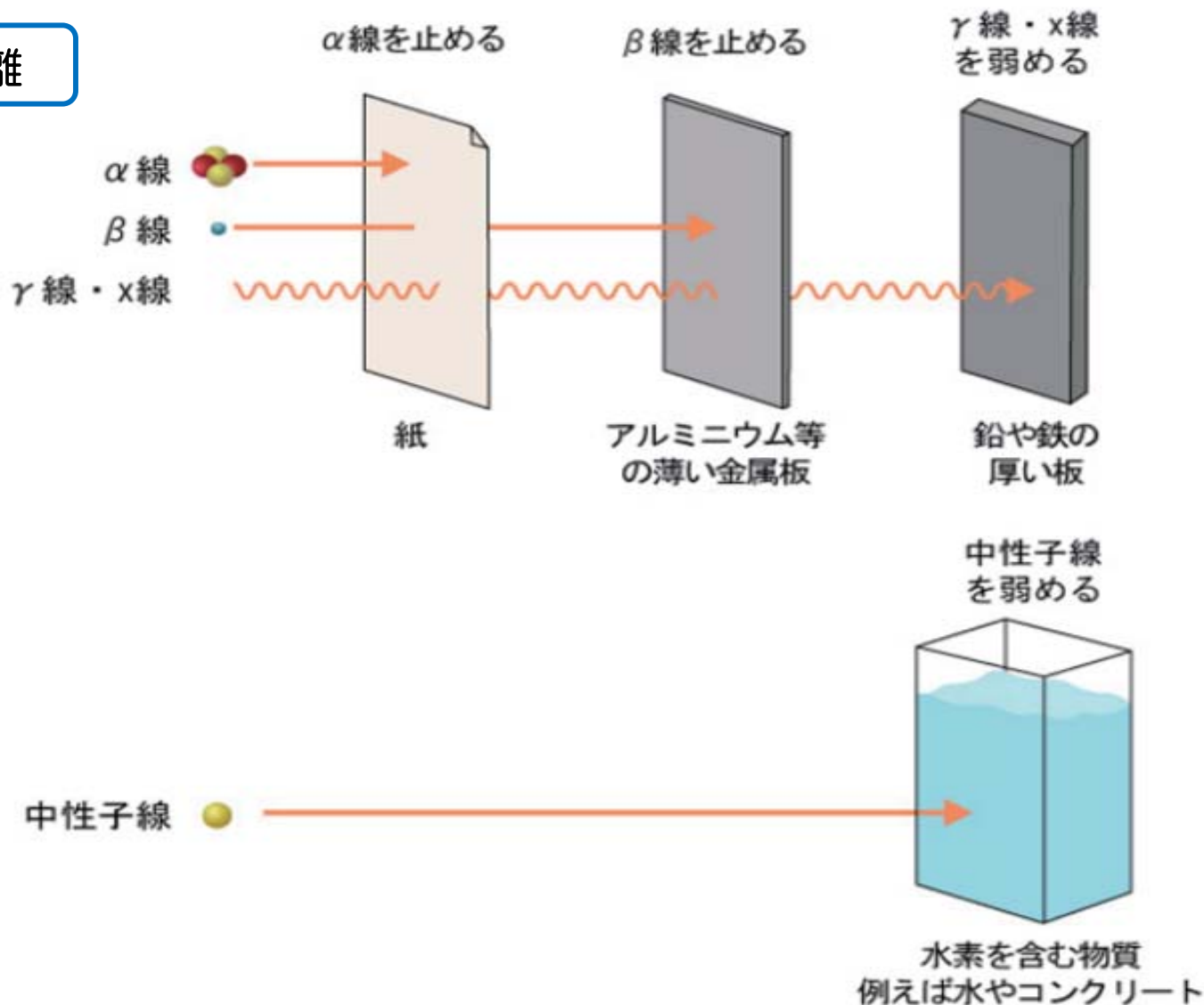
放射線は、いろいろな物質で遮ることができます

空気中で飛ぶ距離

1~10cm

1cm~10m

数10m~



2.7 放射能の単位（放射線を出す側の量）

放射能の単位

ベクレル (Bq)

放射能の量を表す単位

1秒間に1個原子核が変化=
1ベクレル (Bq)

放射性物質



ベクレルの使用例
(単位当たりの放射能を示す)

- 土壌 Bq/m², Bq/kg
- 水 Bq/m³, Bq/ℓ
- 食品 Bq/kg

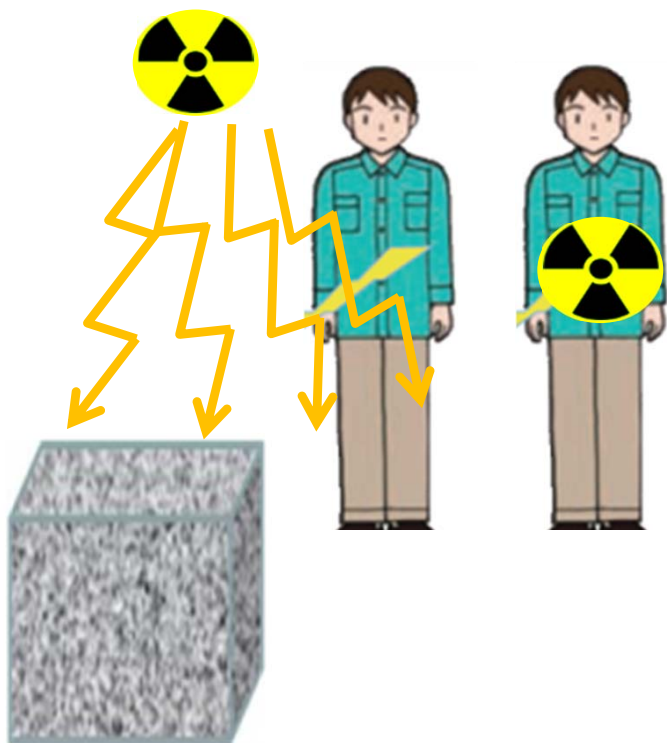


2.8 被ばく線量の単位（放射線を受ける側の量）

放射線量の単位

グレイ (Gy)

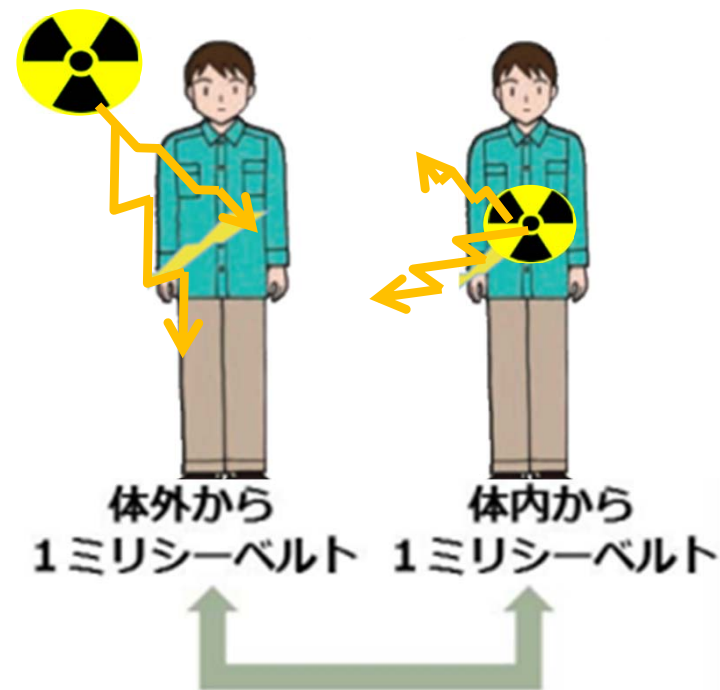
物質に吸収されたエネルギー量を表す単位



吸収線量

シーベルト (Sv)

放射線の人体への影響を表す単位



人体影響の大きさは同じ程度

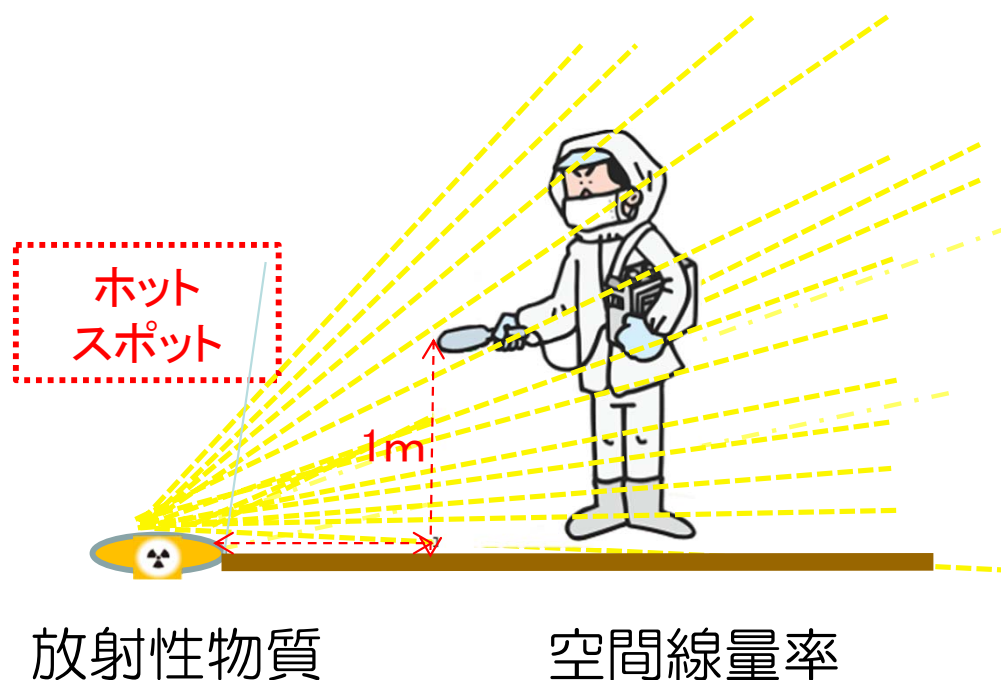
被ばく線量

2.9 空間線量率の単位（時間当たりの線量）

空間線量率の単位

放射線の強さ：空間線量率（単位：Sv/h，シーベルト・パー・アワー）を用いる
空間の放射線の量を表し、空間線量率(Sv/h)とは、その空間に存在する、1時間当たりの放射線量である。

空間線量率と被ばく線量



空間線量率が $5 \mu\text{Sv/h}$ の場合



作業時間

被ばく線量

0.5時間



$2.5 \mu\text{Sv}$

1時間



$5 \mu\text{Sv}$

2時間



$10 \mu\text{Sv}$

【計算例】 空間線量率が $5 \mu\text{Sv/h}$
作業時間が0.5時間 $0.5 \text{時間} \times 5 \mu\text{Sv/h} = 2.5 \mu\text{Sv}$
作業時間が2時間 $2 \text{時間} \times 5 \mu\text{Sv/h} = 10 \mu\text{Sv}$

2.10 接頭語

読みやすくするために、単位の前に接頭語をつけて表します。

記号 (読み)	倍数 (桁数)
T (テラ)	$1 \times 10^{12} = 1,000,000,000,000$
G (ギガ)	$1 \times 10^9 = 1,000,000,000$
M (メガ)	$1 \times 10^6 = 1,000,000$
k (キロ)	$1 \times 10^3 = 1,000$
	$1 \times 10^0 = 1$
m (ミリ)	$1 \times 10^{-3} = 0.001$
μ (マイクロ)	$1 \times 10^{-6} = 0.000001$
n (ナノ)	$1 \times 10^{-9} = 0.000000001$

使い方

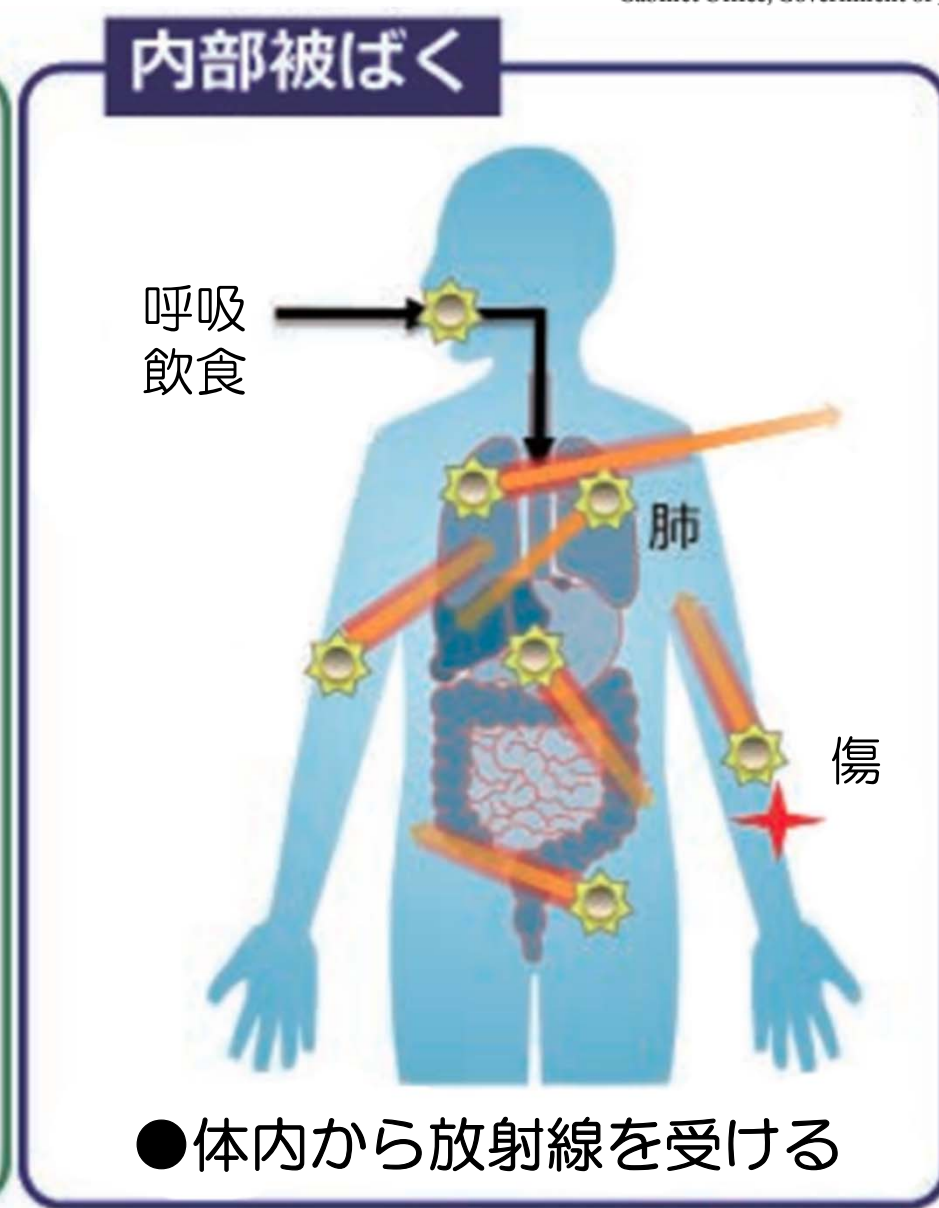
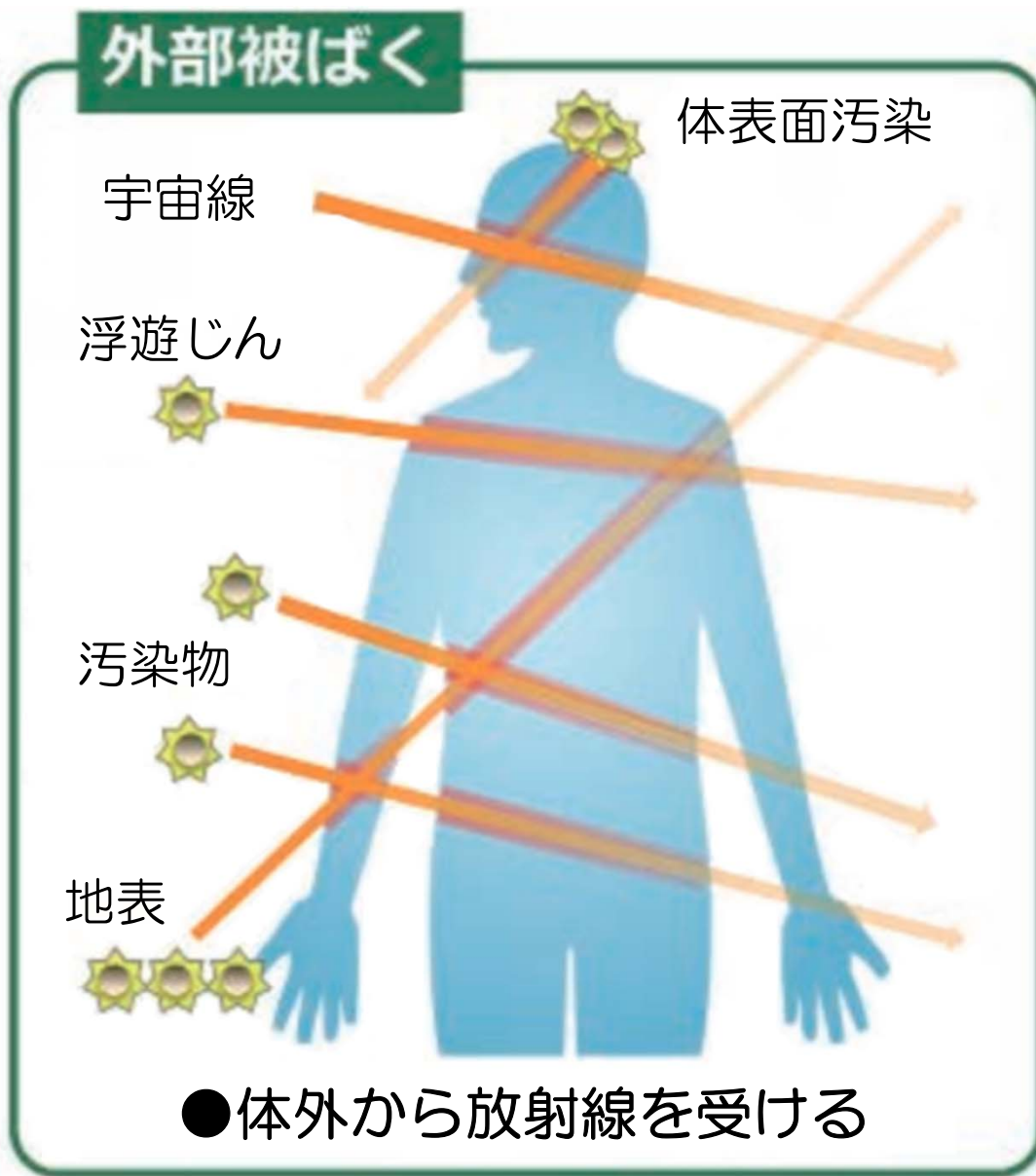
1,000,000ベクレル=1MBq (1メガベクレル)

0.000001シーベルト=1 μ Sv (1マイクロシーベルト)

3. 放射線の人体への影響

3.1① 被ばくの種類

—外部被ばくと内部被ばく—

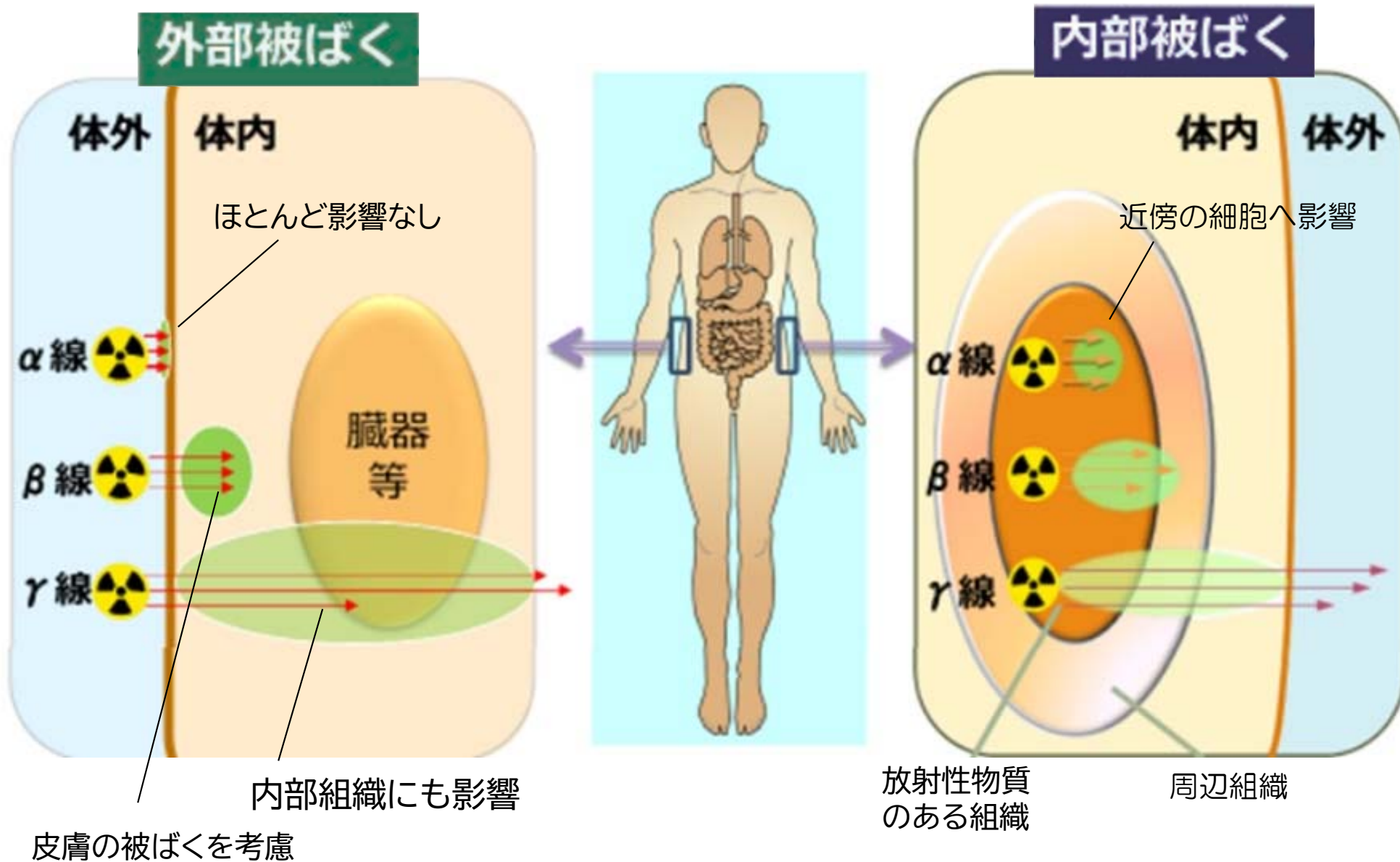


体が放射線を受けるという点は同じ

☀️ : 放射性物質

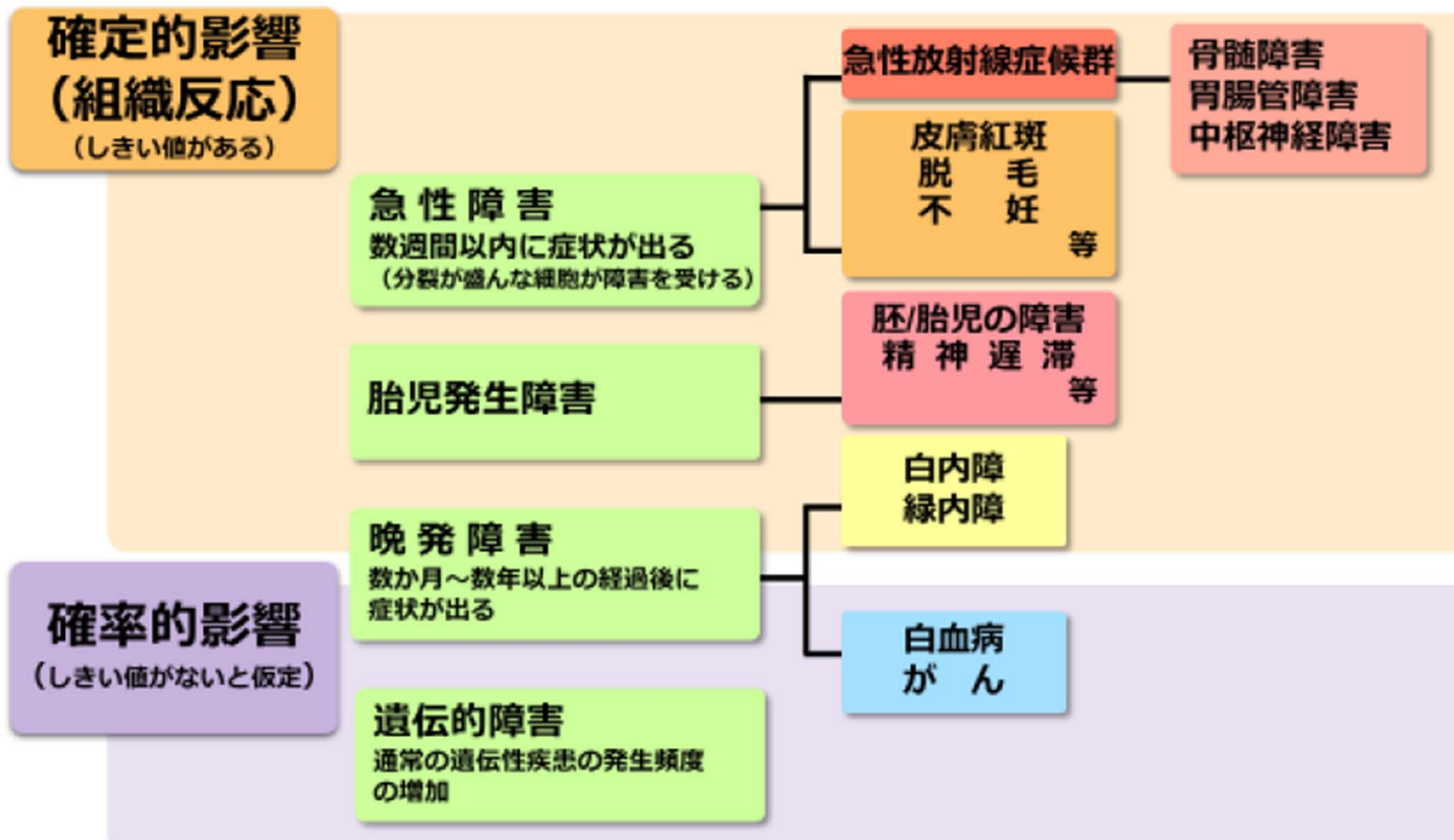
3.1② 被ばくの種類

—外部被ばくと内部被ばく—



3.2 放射線による人体への影響

▶ 放射線を受けた後にどのような健康影響が生じるか、受けた放射線の量、受けた場所（全身、局所）、時間的経過を考慮する



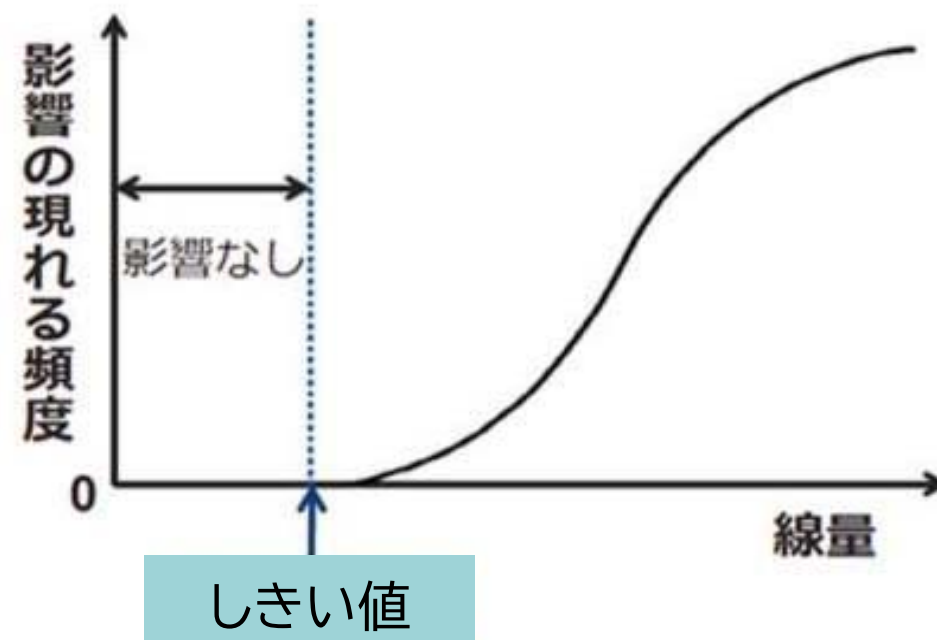
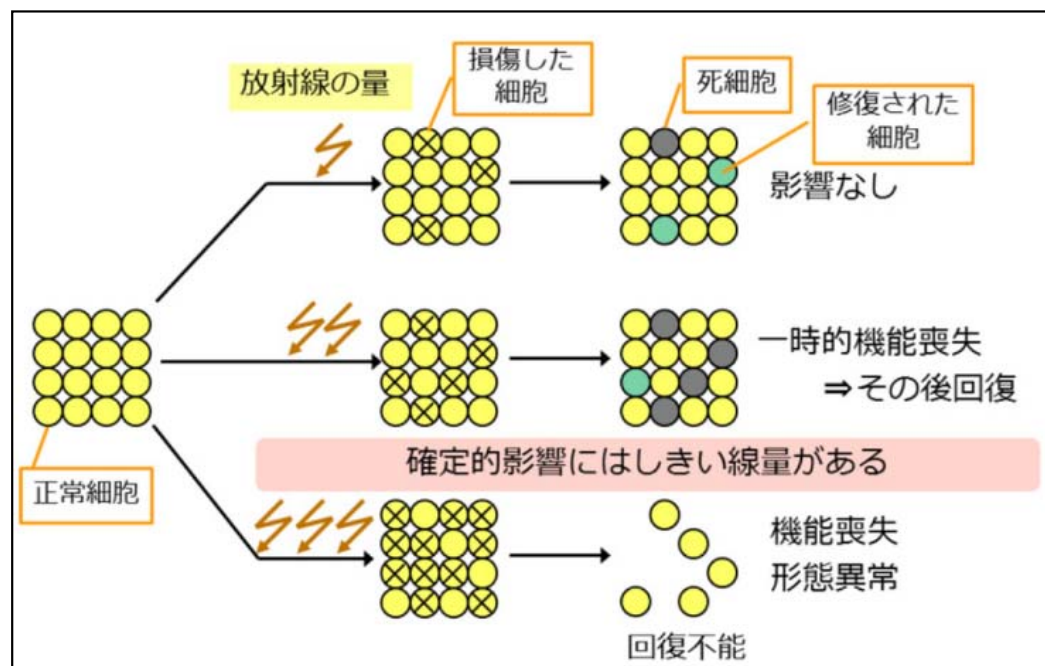
※原爆被爆者の追跡調査によると、人では遺伝性障害は確認されていない。

出典:「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和6年度版」改編

急性障害等の特徴

- ・比較的高い線量で発生
- ・たくさんの細胞が死ぬと症状として現れる
- ・線量が増えれば症状も重篤となる

- ・血液細胞の減少
- ・皮膚障害
- ・胎児の発達異常
- ・水晶体の混濁



3.3② 確定的影響

—被ばく線量と影響の関係—

図の見方:
1Gy=1Svと考えてよい。



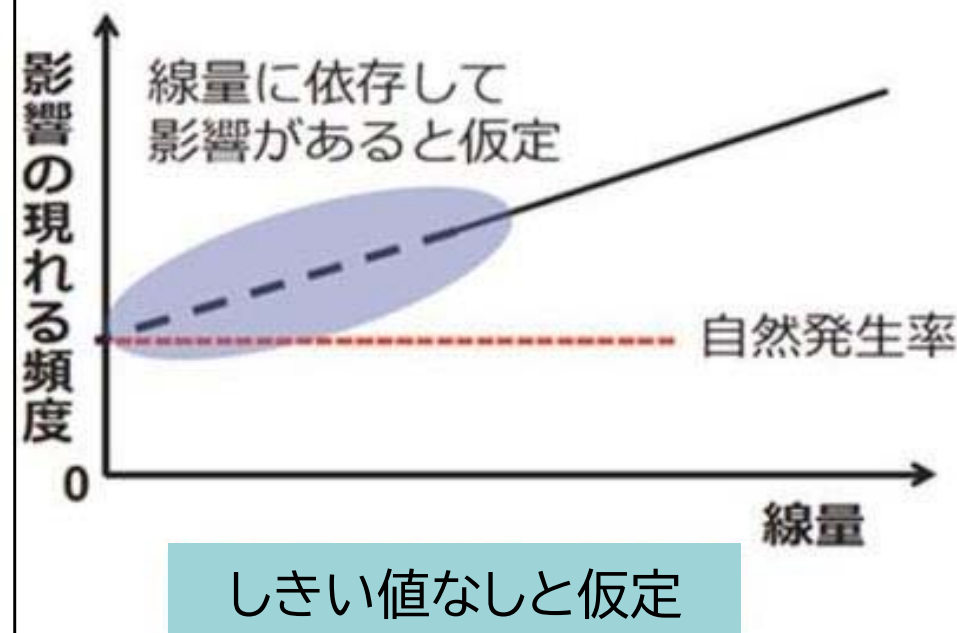
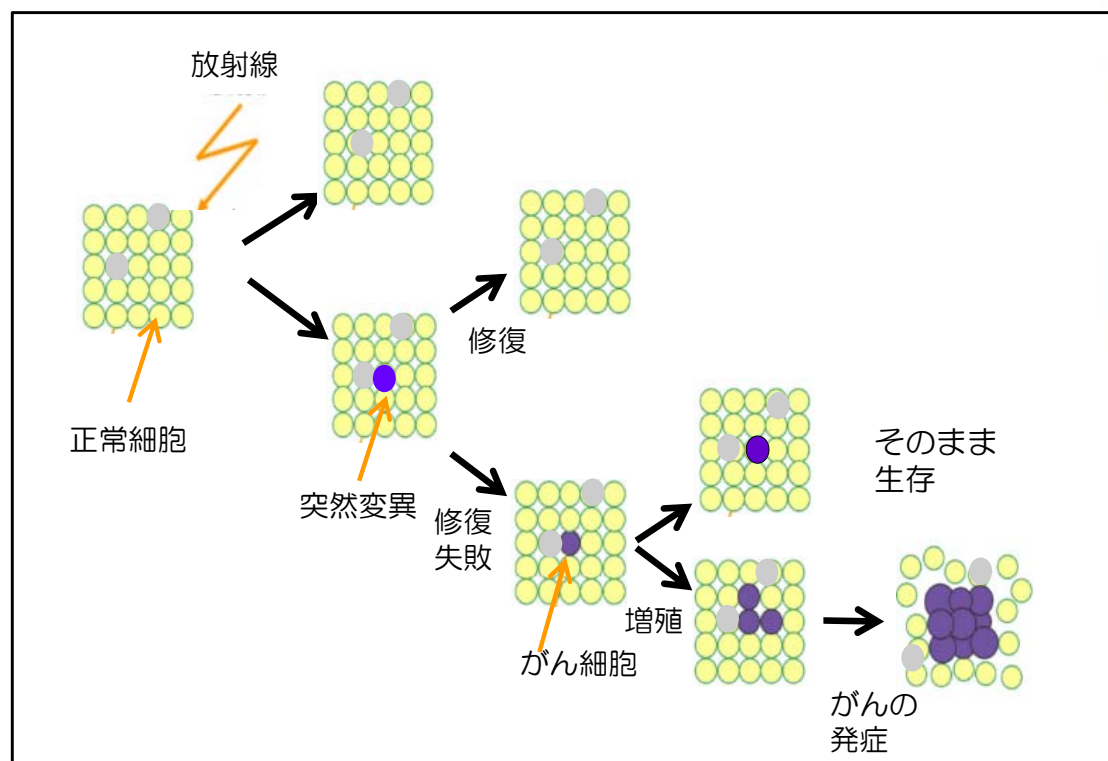
出典：原子力安全委員会健康管理検討委員会報告（2000年）等より作成

出典：「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和6年度版」改編

放射線によるがん等の特徴

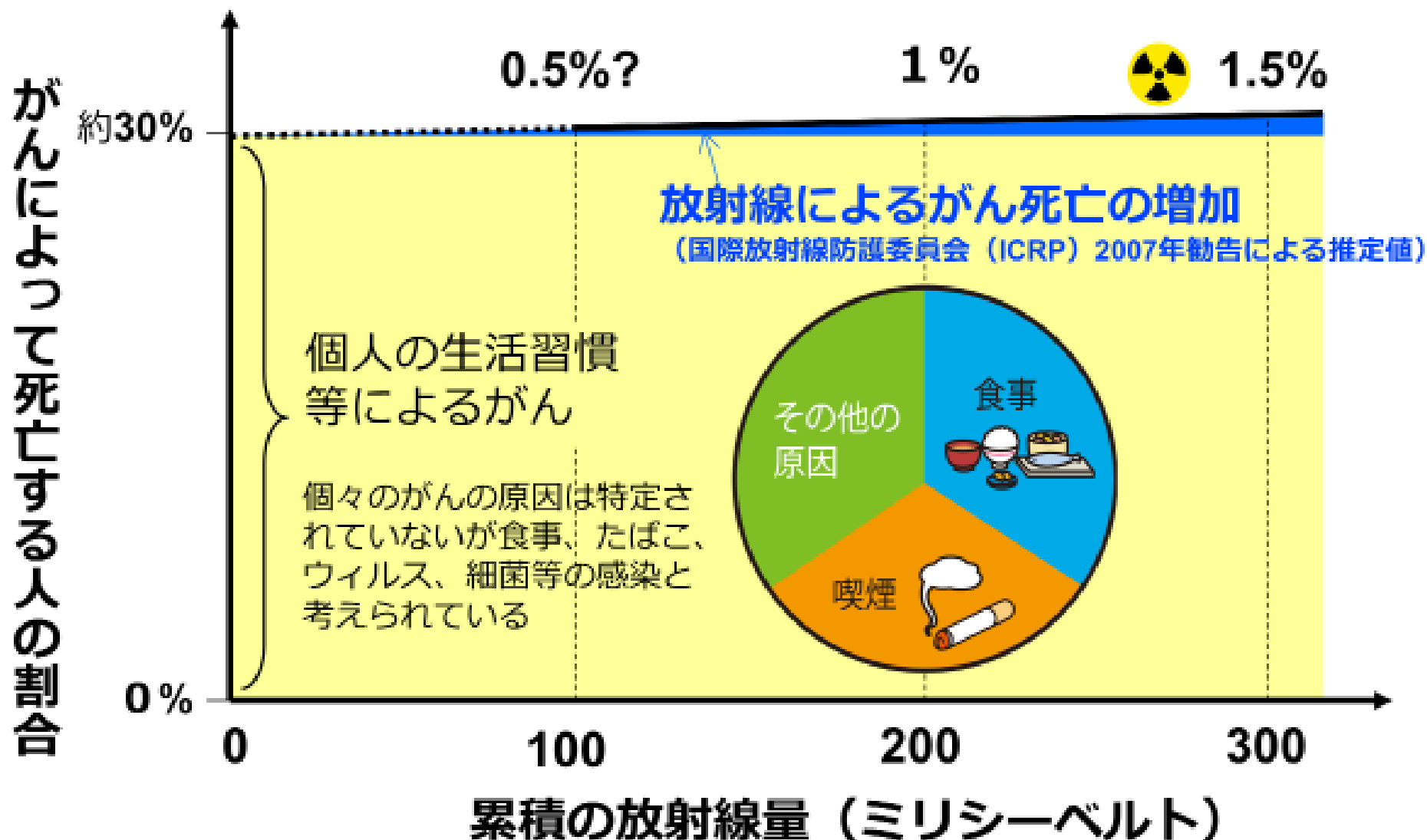
- ・1つの突然変異からでも生じる可能性
- ・どんなに低い線量でも発症すると仮定
- ・線量が増えると、集団として発症する割合が増加

- ・がん
- ・白血病
- ・遺伝性影響
(生殖細胞)



3.4② 確率的影響 —がん死亡リスク—

(確率的影響)



4. 参 考

4.1 参考：放射線の利用

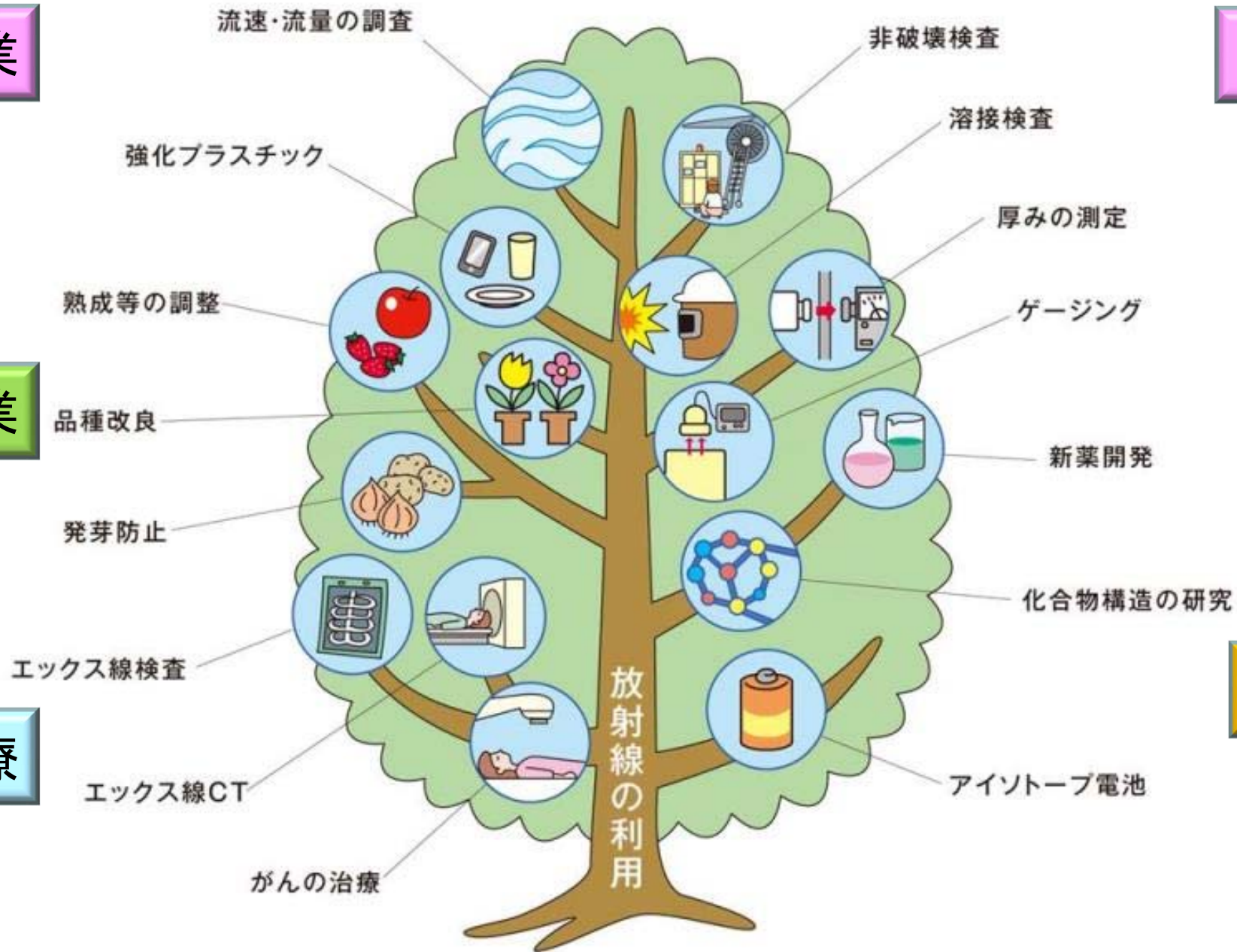
工業

工業

農業

医療

研究



4.2 参考：医療診断で受ける放射線量

検査の種類	診断参考レベル*1	実際の被ばく線量*2	
		線量	線量の種類
一般撮影：胸部正面	0.4 mGy (100kV未満)	0.06 mSv	実効線量
透視	IVR：装置基準透視線量率 17 mGy/分	胃の透視：10 mSv/分 (25秒-190秒 術者や被検者により差がある)*3	実効線量
歯科撮影 (口内法X線撮影)	下顎 前歯部 1.0 mGy から 上顎 大臼歯部 2.0 mGy まで (いずれも入射空気カーマ (Ka,i) [mGy])	2 -10 μSv程度	実効線量
X線CT検査	成人頭部単純ルーチン 77 mGy (CTDIvol)	5 -30 mSv程度	実効線量
	小児 (5~9歳) 頭部 55 mGy (CTDIvol)		
核医学検査	放射性医薬品ごとの値	0.5-15 mSv程度	実効線量
PET検査	放射性医薬品ごとの値	2 -20 mSv程度	実効線量

*1：医療被ばく研究情報ネットワーク「日本の診断参考レベル（2020年版）(Japan DRLs 2020)」2020年7月3日（2020年8月31日一部修正）

*2：量子科学技術研究開発機構「CT検査など医療被ばくの疑問に答える医療被ばくリスクとその防護についての考え方Q&A」
(<https://www.qst.go.jp/site/qms/1889.html>)

*3：北里大学病院放射線部「医療の中の放射線基礎知識」の「健康診断のX線検査」の「胃（透視）」
上記資料*1、*2及び*3より作成

4.3 参考：内部被ばくの計算例

(例) 成人がセシウム137を100Bq/kg含む食品を0.5kg摂取

$$100 \text{ (Bq/kg)} \times 0.5 \text{ (kg)} \times 0.013 \text{ (}\mu\text{Sv/Bq)} = 0.65 \text{ }\mu\text{Sv}$$

$$= 0.00065 \text{ mSv}$$

内部被ばくの計算

将来にわたる線量を積算

- 公衆（大人）：摂取後50年間
- 子供：摂取後70歳まで

実効線量

その年に受けたとみなす

預託実効線量 (Sv:シーベルト)

預託実効線量係数 (μSv/Bq)

	ヨウ素131	セシウム137
3か月児	0.18	0.021
1歳児	0.18	0.012
5歳児	0.10	0.0096
成人	0.022	0.013

Bq：ベクレル μSv：マイクロシーベルト mSv：ミリシーベルト

出典：国際放射線防護委員会 (ICRP) ,ICRP Publication 119, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. 2012より作成

4.4① 参考：がんのリスク（放射線）

放射線の線量 (ミリシーベルト)	がんの相対リスク※
1,000 ~ 2,000	1.8 【1,000mSv当たり1.5倍と推計】
500 ~ 1,000	1.4
200 ~ 500	1.19
100 ~ 200	1.08
100 未満	検出困難

出典：国立がん研究センターウェブサイトより作成

※放射線の発がんリスクは広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ(固形がんのみ)であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではありません。

※相対リスクとは、ある原因(ここでは被ばく)により、それを受けた個人のリスクが何倍になるかを表す値です。

(出典)放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和6年度版

4.4② 参考：がんのリスク（生活習慣）

生活習慣因子	がんの相対リスク※1
喫煙者	1.6
大量飲酒(450g以上/週)※2	1.6
大量飲酒(300~449g以上/週)※2	1.4
肥満(BMI \geq 30)	1.22
やせ(BMI<19)	1.29
運動不足	1.15 ~ 1.19
高塩分食品	1.11 ~ 1.15
野菜不足	1.06
受動喫煙(非喫煙女性)	1.02 ~ 1.03

出典：国立がん研究センターウェブサイトより作成

※1 相対リスクとは、ある原因(ここでは生活習慣)により、それを受けた個人のリスクが何倍になるかを表す値です。

※2 飲酒については、エタノール換算量を示しています。

図の見方：
1Gy=1Svと考えてよい。

しきい値：確定的影響がおよそ1%生じると推定されている線量

γ（ガンマ）線急性吸収線量のしきい値

障害	臓器／組織	潜伏期	しきい値(グレイ)
一時的不妊	精巣	3～9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3～7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚（広い範囲）	1～4週	3～6以下
皮膚熱傷	皮膚（広い範囲）	2～3週	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週	約4
白内障（視力低下）	眼	20年以上	約0.5

出典：国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告、国際放射線防護委員会報告書118（2012年）より作成

原子力防災基礎研修

講義 3

被ばく防護の考え方と防護措置

令和7年10月



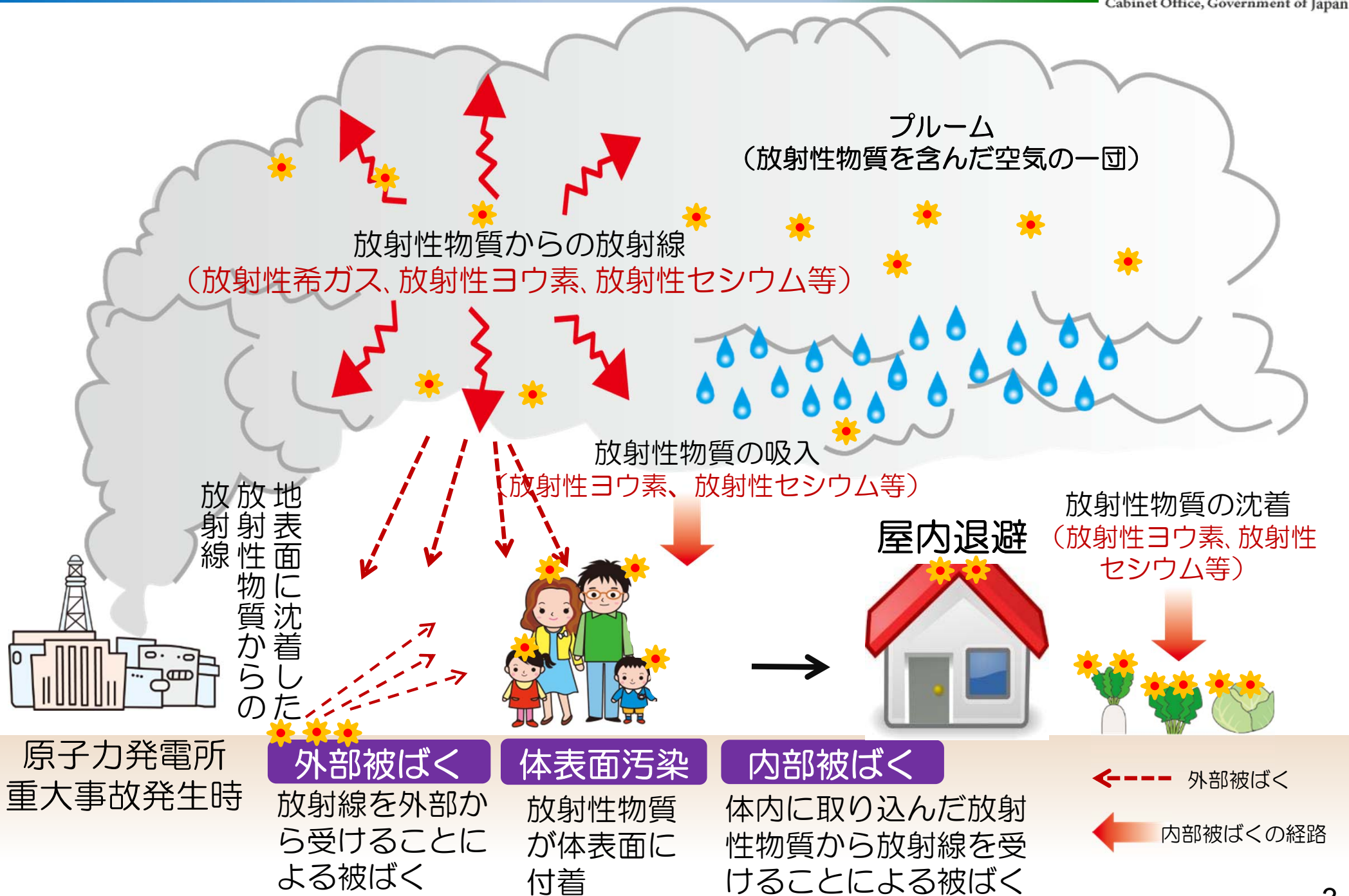
内閣府政策統括官(原子力防災担当)

本資料の複製、転載、引用等には、
内閣府政策統括官(原子力防災担当)
の承認が必要です。

No.	タイトル	学習項目
1	被ばくの経路と防護方法	原子力災害での被ばくの経路 外部被ばくの防護（距離、遮蔽、時間） 内部被ばくの防護 体表面汚染の防護
2	原子力災害での被ばく防護の考え方と防護措置	被ばく防護の考え方 原子力災害対策重点区域 事態の進展と防護措置 防護措置の概要 放射性物質の除染の方法
3	放射線測定	放射線測定器の種類 空間線量率の測定方法 放射性物質の汚染検査の方法 個人被ばく線量の測定方法

1. 被ばくの経路と防護方法

1.1① 被ばくの経路 プルーム通過時



1.1② 被ばくの経路 プルーム通過後

(放射性物質の放出がなくなった段階)



1.2 被ばく防護の方法

外部被ばくの防護

外部被ばく防護の三原則

- ① 距離による防護
- ② 遮蔽による防護
- ③ 時間による防護

内部被ばくの防護

放射性物質を体内に取り込まない

体表面汚染の防護

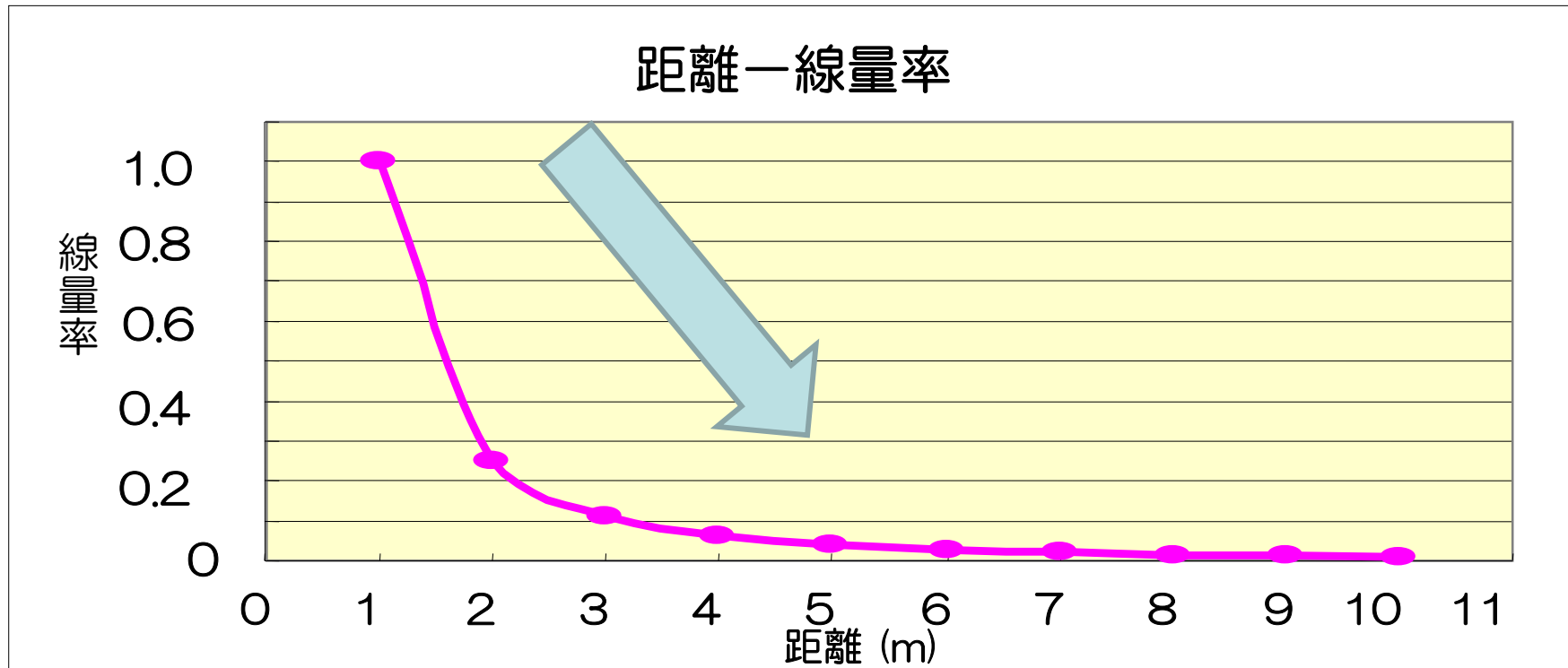
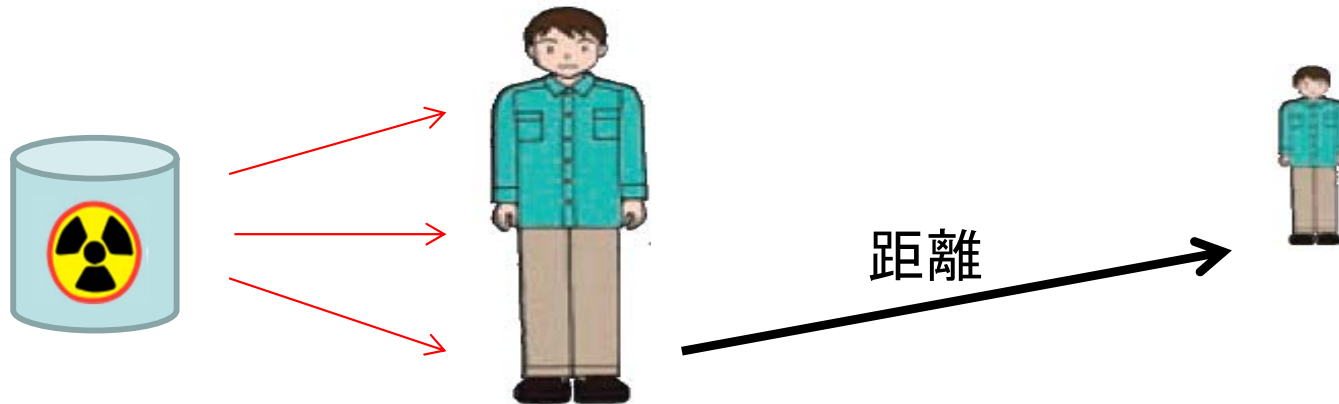
放射性物質を直接身体に付着させない

1.3① 外部被ばく防護の方法 距離による防護

① 距離による防護

② 遮蔽による防護

③ 時間による防護



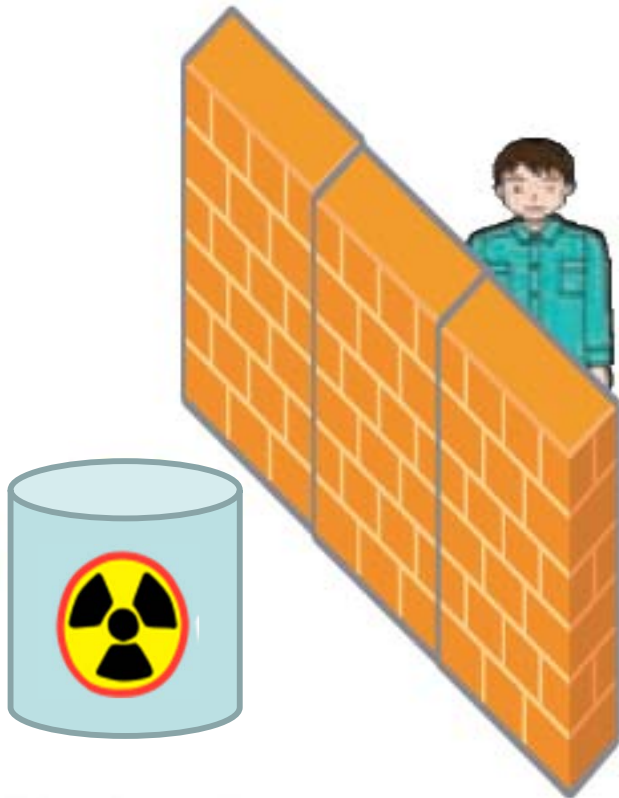
放射線は距離の2乗に反比例して減衰します。

1.3② 外部被ばく防護の方法 遮蔽による防護

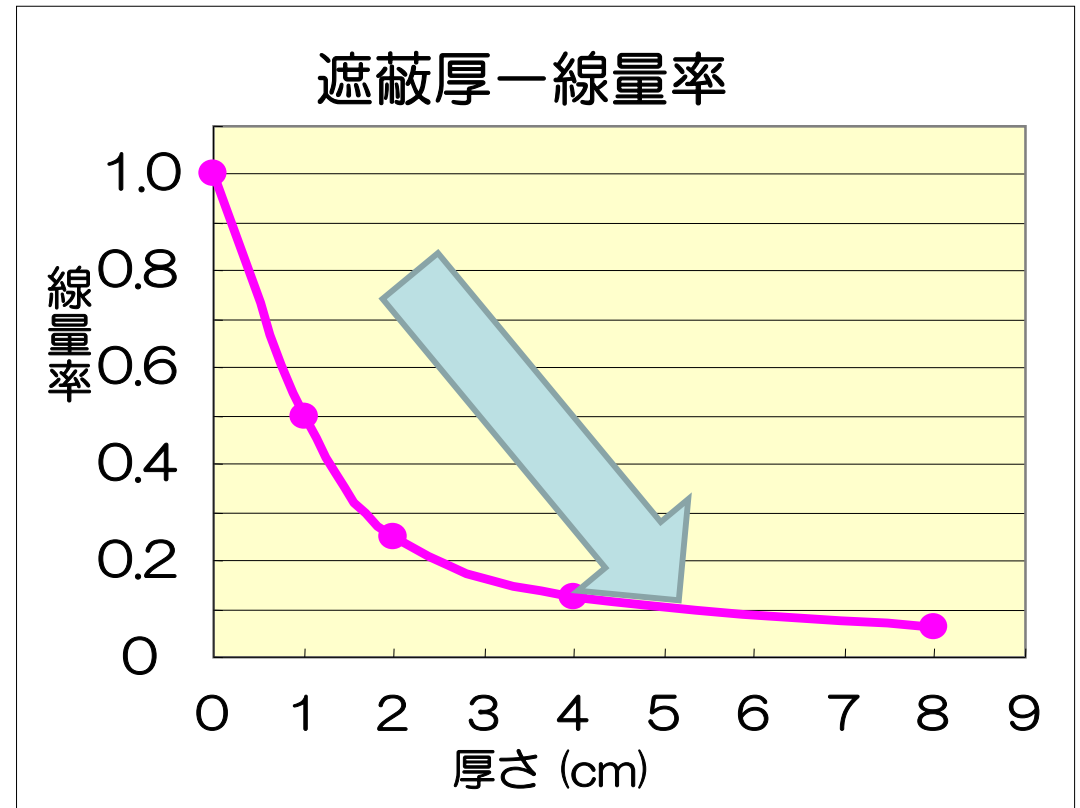
① 距離による防護

② 遮蔽による防護

③ 時間による防護



遮蔽体
放射線の種類により材質
を変える。



放射線は、同じ材質の遮蔽体ならば、厚いほど減衰する。

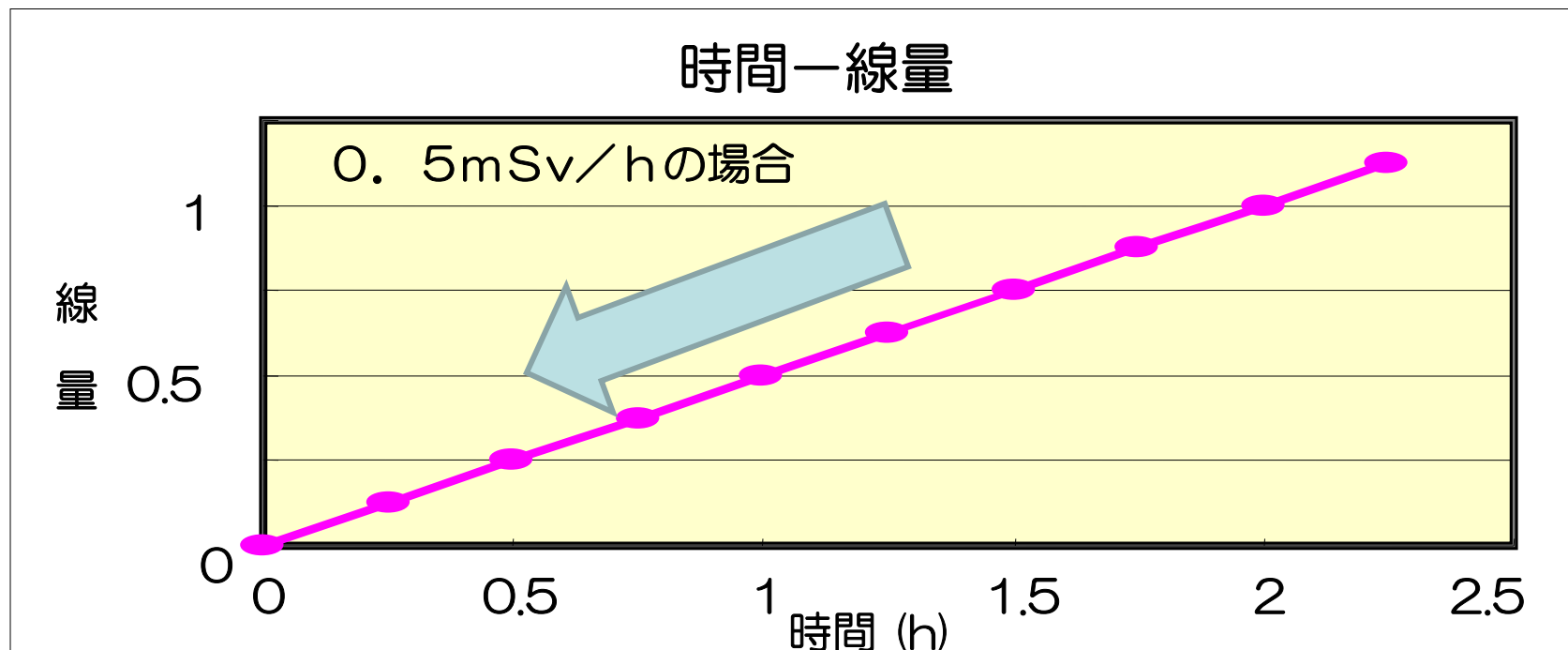
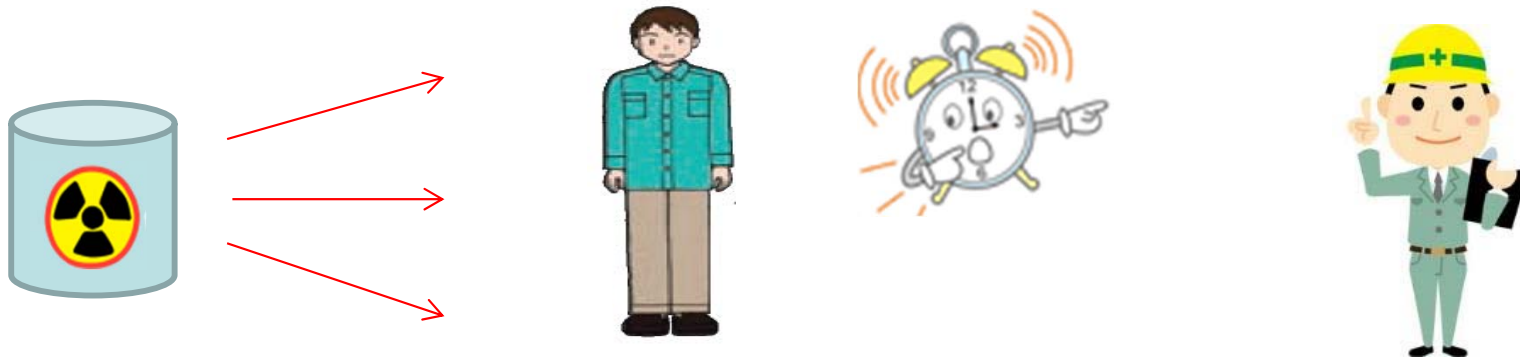
放射線は遮蔽物を置くことにより減衰します。

1.3③ 外部被ばく防護の方法 時間による防護

① 距離による防護

② 遮蔽による防護

③ 時間による防護

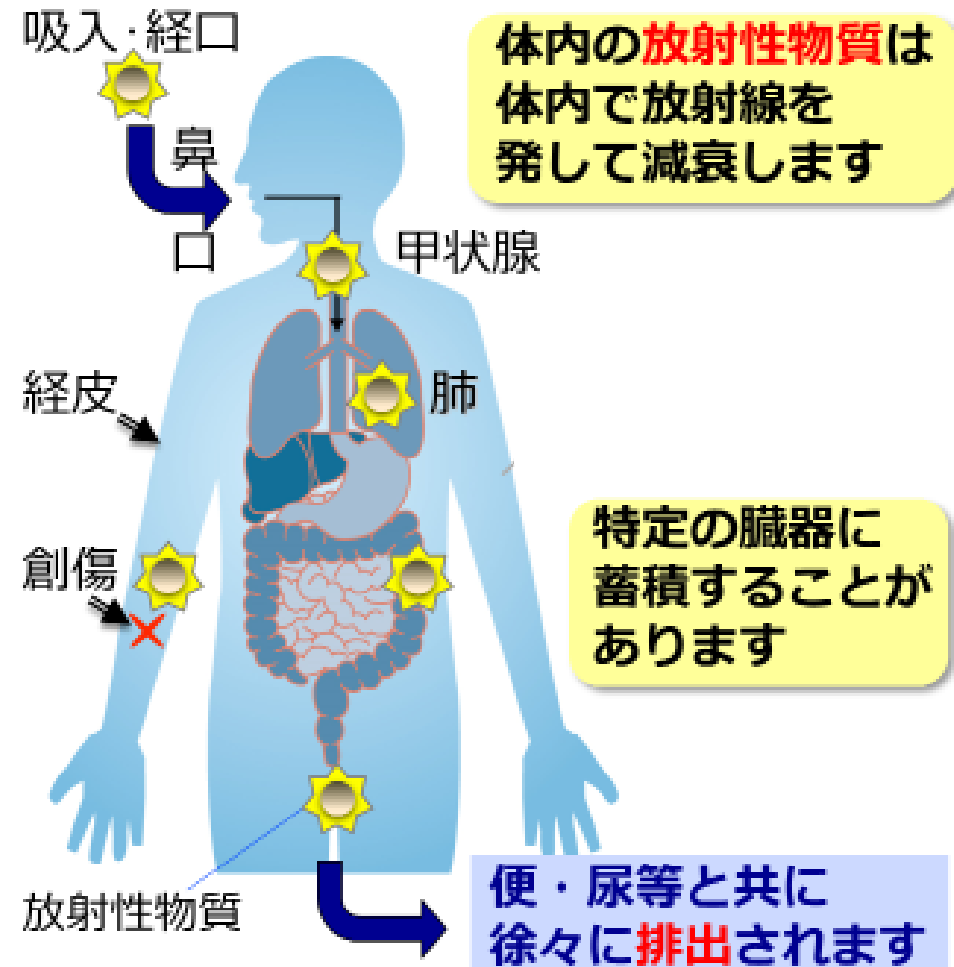


被ばく線量は、時間を短くすれば減ります。

内部被ばくの経路

- ①口から
食べ物（飲み物）と一緒に
取り込まれ、消化管で吸収
- ②鼻から
呼吸とともに取り込まれ、
肺・気道表面から吸収
- ③皮膚から
傷口より侵入

体内での蓄積と排出



1.4② 内部被ばく防護の方法 防護措置

①口から

放射性物質に汚染された物を口に入れない

- 飲食、喫煙などをしない。
- 地域生産物摂取制限
- 飲食物摂取制限

②鼻から

放射性物質に汚染された空気を吸い込まない

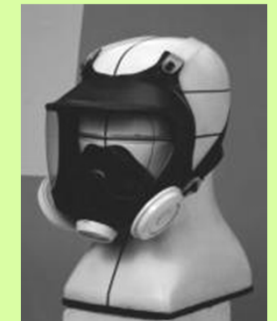
- マスクを装着する。



防塵マスク



半面マスク



全面マスク

マスクの種類 (例)

- 屋内退避

③皮膚から

傷口を露出しない

- 傷口を保護する。
- 皮膚の汚染を早期に除去する。
- 簡易除染

(例外)

体内への集積を防ぐ

- 安定ヨウ素剤の服用

1.5 体表面汚染の防ぎ方

直接皮膚に放射性物質を付着させないために、
防護服を着る



体表面汚染
(身体汚染)

汚染防護服
(例)



防護服は、外部被ばくを防ぐことはできません。

外部被ばくの防護

外部被ばく防護の三原則

- ① 距離による防護 : 放射性物質から離れる
- ② 遮蔽による防護 : 人と放射性物質の間に遮蔽物を置く
- ③ 時間による防護 : 放射性物質に近づく時間を制限する

内部被ばくの防護

放射性物質を体内に取り込まない

- ① 口から : 放射性物質に汚染された物を口に入れないようにする
- ② 鼻から : 放射性物質を吸い込まないようにする
- ③ 傷口から : 放射性物質を取り込まないようにする

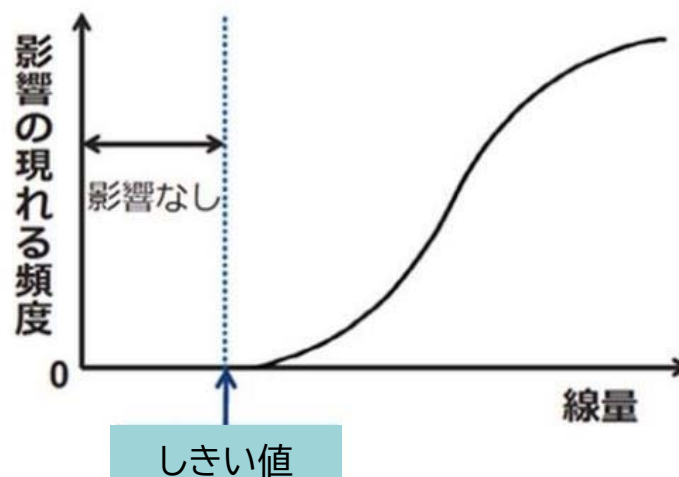
体表面汚染の防護

- ① 放射性物質による汚染から身体を保護するための防護服等を装着する
- ② 早期に除染する

2. 原子力災害での被ばく防護の考え方と防護措置

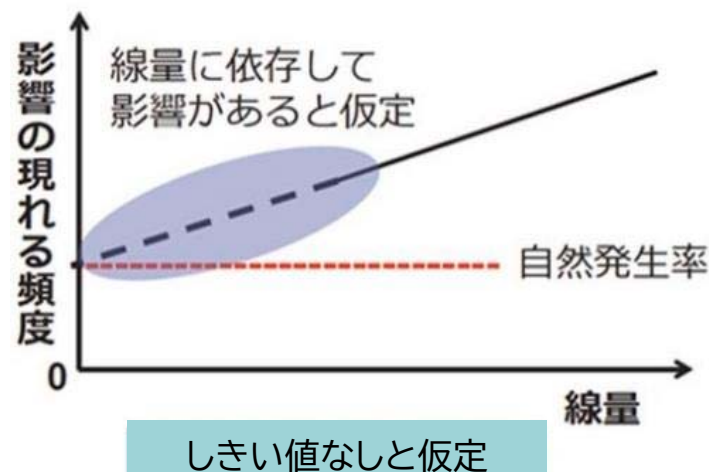
放射線の人体への影響

確定的影響



しきい値を超えると障害が現れる

確率的影響



少ない線量でも影響が現れる確率が増えると考え

防護措置の基本的な考え方

- 重篤な確定的影響を回避する
⇒ 急性障害を引き起こさない
- 確率的影響のリスクを合理的に達成可能な限り低く保つこと
⇒ がんの発生リスクを最小化

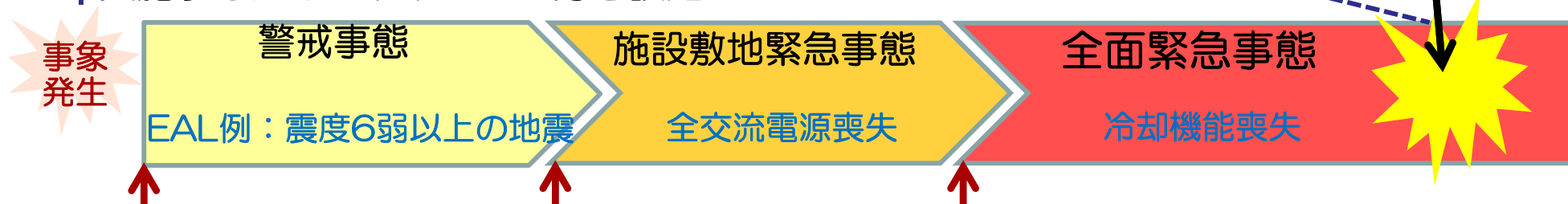
2.2① 緊急時活動レベル (EAL)

EALは対象の原子力施設の状況によって緊急事態区分を判断する基準

対応	
初期対応段階	
事故発生/ 初期対応	危機管理

緊急事態区分

初期対応段階において適切に防護措置を実施するために以下の3区分を設定



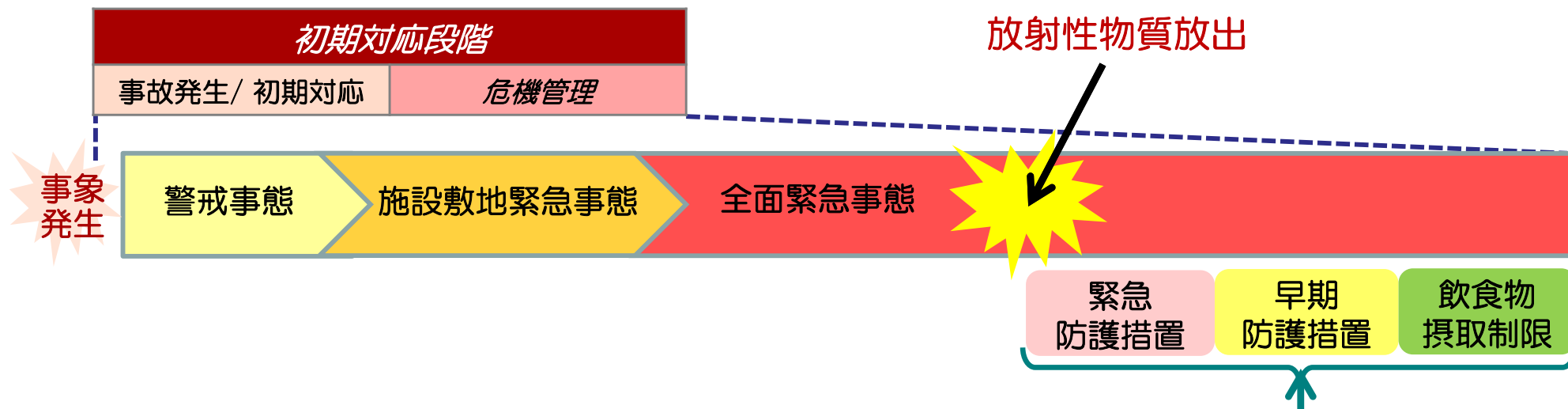
緊急時活動レベル (EAL: Emergency Action Level)

緊急事態区分に該当する状況であるかを判断するための基準

- 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓、国際的な知見を踏まえたEALの枠組みを原子力規制委員会が策定
- 枠組みに基づき各発電用原子炉の特性及び立地地域の状況に応じた基準を事業者が設定

2.2② 運用上の介入レベル（OIL）

OILは、放射性物質放出後、防護措置を「計測可能な値から」判断するための基準



運用上の介入レベル (OIL: Operational Intervention Level)

放射性物質放出後の防護措置の実施を判断するための基準

- * 緊急時モニタリング
- * 避難退域時検査 等



- 計測可能な値を基準値として設定
- * 空間放射線量率
- * 環境試料中の放射性物質の濃度 等

2.2③ OILと防護措置

	基準の種類	基準の概要	初期設定値		
緊急防護措置	OIL1	住民等を数時間以内に避難や屋内退避をさせるための基準	500 μ Sv/h (地上1m)		
	OIL4	除染を講じるための基準	β 線：40,000cpm (皮膚から数cm) β 線：13,000cpm (皮膚から数cm) 【1ヶ月後】		
早期防護措置	OIL2	地域生産物の摂取を制限し、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	20 μ Sv/h (地上1m)		
飲食物摂取制限	飲食物のスクリーニング基準	飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	0.5 μ Sv/h (地上1m)		
	OIL6	飲食物の摂取を制限する際の基準	核種	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、 肉、卵、魚、他
			放射性ヨウ素	300Bq/kg	2,000Bq/kg
			放射性セシウム	200Bq/kg	500Bq/kg
			プルトニウム、 超ウラン元素の α 核種	1Bq/kg	10Bq/kg
ウラン	20Bq/kg	100Bq/kg			

2.3① 原子力災害対策重点区域

原子力災害対策重点区域（PAZ 及び UPZ）

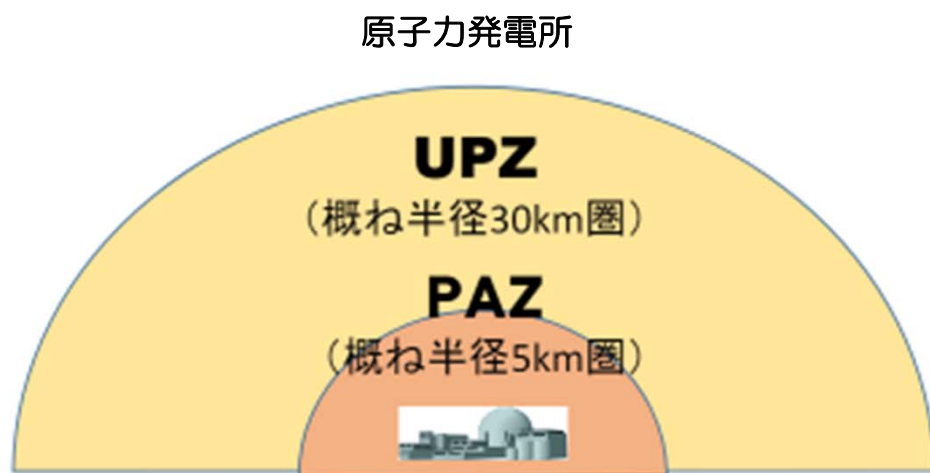
PAZ：Precautionary Action Zone：予防的防護措置を準備する区域

緊急時活動レベル（EAL）に応じて、放射性物質放出前からの避難や安定ヨウ素剤の服用などの**予防的防護措置**の準備を行う区域

UPZ：Urgent Protective Action Planning Zone：緊急防護措置を準備する区域

緊急時活動レベル（EAL）及び運用上の介入レベル（OIL）に基づく避難等の**緊急防護措置**の準備を行う区域

再処理施設、燃料加工施設、試験研究炉等は、その施設の特性や影響の及び可能性等を踏まえて、PAZは設定せず、UPZのみを設定する。



再処理施設、
試験研究炉（1～10万kW）



ウラン加工施設、
試験研究炉（2千～1万kW）



2.3② 実用発電用原子炉以外の原子力災害対策重点区域

防護措置		重点区域の目安（半径）
研究開発段階にある原子炉及び50MWより大きい試験研究の用に供する原子炉施設		約8～10km（※1参照）
再処理施設		約5km
試験研究の用に供する原子炉施設 （50MW以下）	熱出力 \leq 1kW	約50m
	1kW $<$ 熱出力 \leq 100kW	約100m
	100kW $<$ 熱出力 \leq 10MW	約500m
	10MW $<$ 熱出力 \leq 50MW	約1500m
	特殊な施設条件等を有する施設	※2参照
加工施設及び臨 界量以上の核燃 料物質を使用す る施設	核燃料物質（質量管理、形状管理、幾何学的安全配置等による厳格な臨界防止策が講じられている状態で、静的に貯蔵されているものを除く。）を臨界量（※3参照）以上使用する施設であって、以下のいずれかの状況に該当するもの ・形状（溶液状、粉末状、気体状）、不安定性状（物理的・化学的 工程）で取り扱う施設・濃縮度5%以上のウランを取り扱う施設 ・プルトニウムを取り扱う施設	約500m
	それ以外の施設	約50m
廃棄物埋設施設及び廃棄物管理施設		約50m
使用済燃料中間貯蔵施設（※4参照）		約50m（※5参照）

2.4① 緊急事態における判断基準

放射性物質の放出前の初期対応段階を、
①警戒事態、②施設敷地緊急事態、③全面緊急事態の3つに区分し、あらかじめ、各区分における予防的防護措置（避難や屋内退避など）を施設からの距離（PAZ,UPZ）に応じて準備し、緊急事態区分（EAL）に応じた防護措置が直ちに判断し実施できる体制を整備。

放射性物質の放出後は、その拡散により広い範囲に空間線量率等の高い地点が発生する可能性があることから、緊急時モニタリングを迅速に行い、その測定結果を防護措置を実施すべき基準（OIL：空間線量率等）に照らして、避難等の緊急防護措置や一時移転等の早期防護措置等を判断し実施できる体制を整備。

プラントの状況に基づく判断
（緊急時活動レベル：EAL）

防護措置

（確定的影響の防止あるいは最小化）
避難、安定ヨウ素剤の服用等



EAL

放射性物質
の放出

空間線量率等に基づく判断
（運用上の介入レベル：OIL）

防護措置

（確定的影響の防止あるいは最小化・
確率的影響のリスクの低減）
避難、一時移転、飲食物摂取制限等

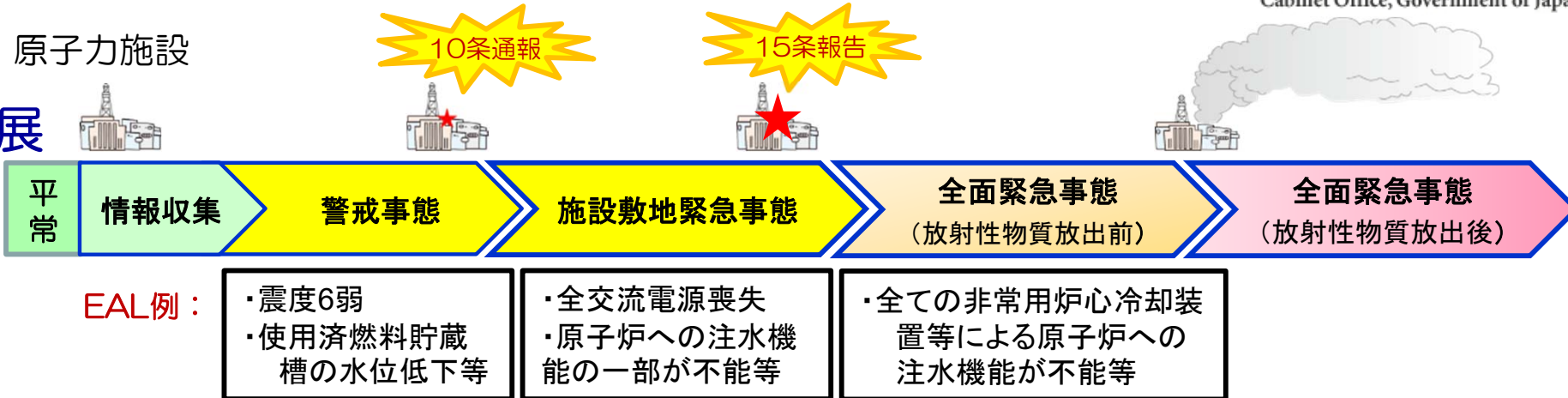


OIL

事態の進展

2.4② 事態の進展と防護措置

災害の進展



放射線影響

無し

有り (被ばく・汚染)

放射線測定

平常時

緊急時

空間放射線量率

μSv/h

大気、土壤中放射性物質濃度

Bq/m³

Bq/kg

飲食物等の放射性物質濃度

Bq/kg

防護措置

* 安定ヨウ素剤の服用

住民	PAZ (概ね5km)	SE要避難者	避難準備	避難		
	一般住民		避難準備	避難 *		
	UPZ (概ね30km)		(屋内退避の準備)	屋内退避		OILに基づく避難・一時移転等の防護措置

2.5 防護措置の一覧

防護措置

①避難及び一時移転

②屋内退避

③安定ヨウ素剤の配布及び服用

④原子力災害医療

⑤避難退域時検査及び簡易除染

⑥甲状腺被ばく線量モニタリング

⑦飲食物の摂取制限

⑧緊急事態応急対策に従事する者の防護措置

⑨各種防護措置の解除

2.6 防護措置①避難及び一時移転

防護措置	概要
①避難及び一時移転	住民等が一定量以上の被ばくを受ける可能性がある場合に、 放射性物質又は放射線の放出源から離れること により、被ばくの低減を図るものである。

2.6 防護措置②屋内退避

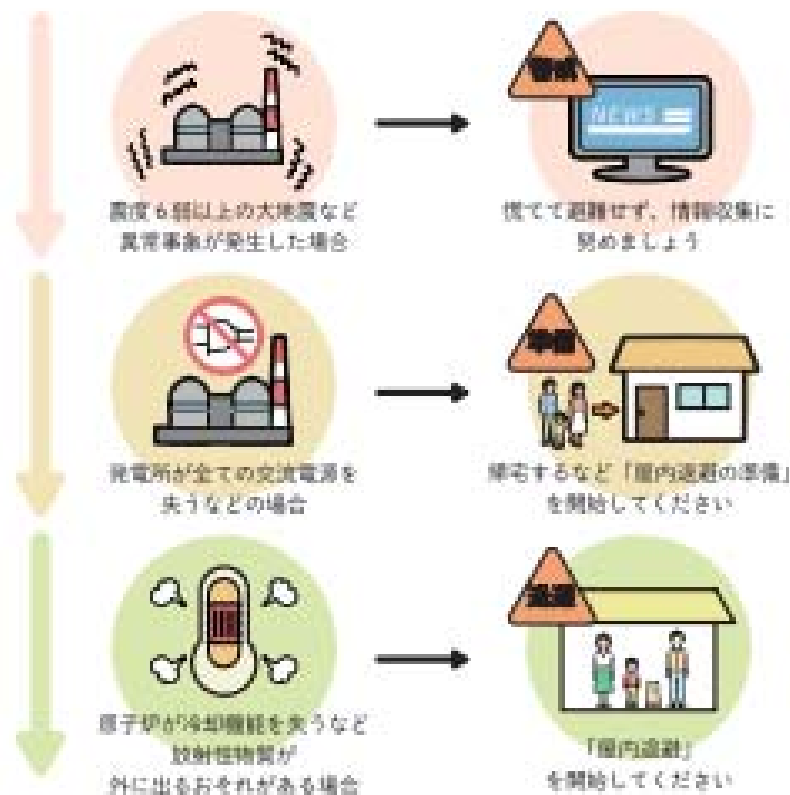
防護措置	概要
②屋内退避	<p>放射性物質の吸入抑制や中性子線及びガンマ線を遮蔽することにより被ばくの低減を図るものである。</p> <p>屋内退避は住民等が比較的容易に実施することができる。</p>

2.6① 屋内退避の実施方法

Q どんな状況で「屋内退避」を開始するの？

A 原子力発電所から放射性物質が漏れ出るおそれのある緊急事態時に「屋内退避」を開始することになります。

屋内退避の開始の節には行政からその指示があります。ただし、津波等の自然災害に対する命を守る行動を優先してください。



Q 「屋内退避」をしたら、何をすればいいの？

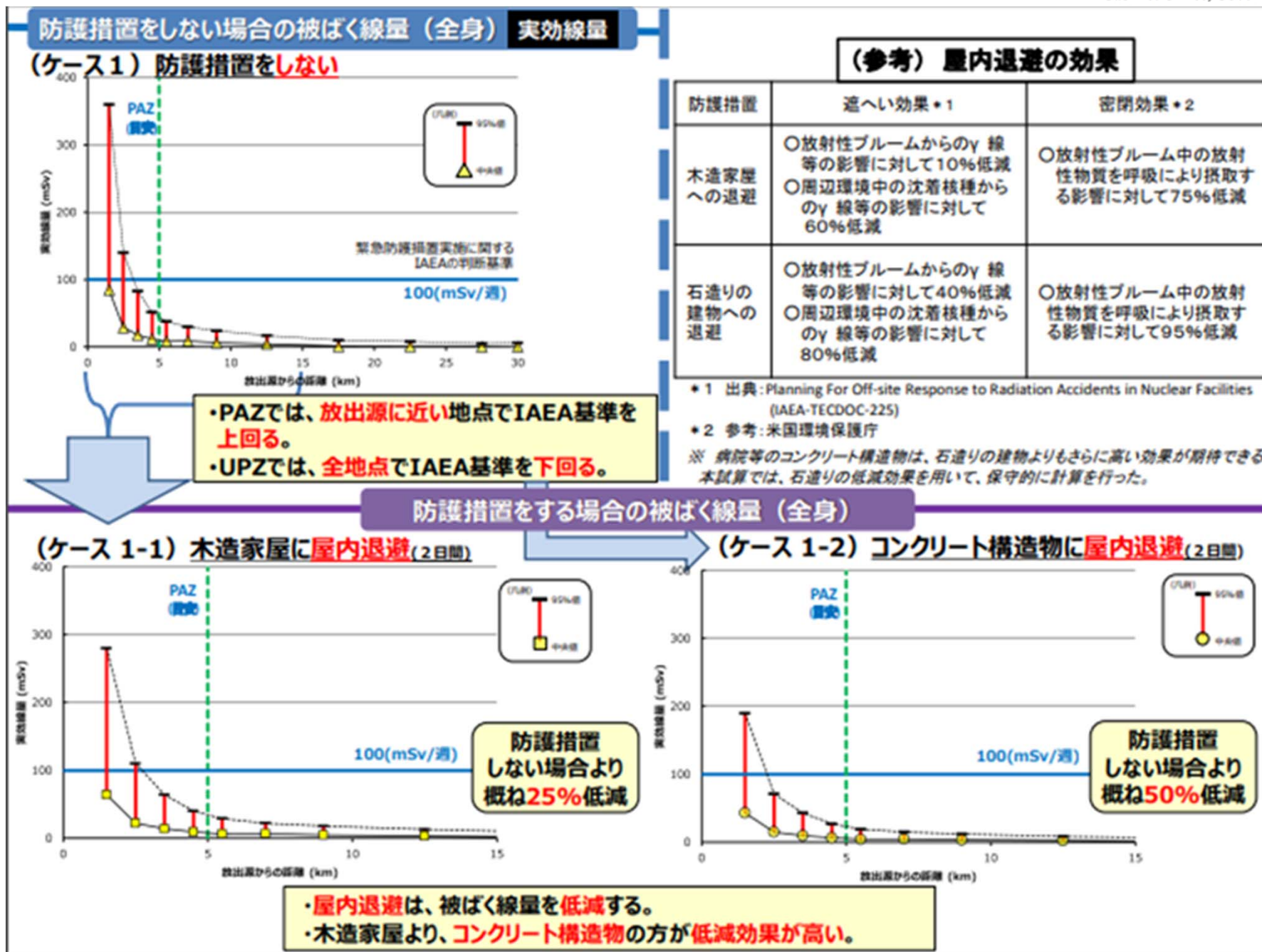
A ドアや窓を閉める、換気設備を止めるなど、以下のことを行ってください。



Q 「屋内退避」は、どのくらい被ばくが抑えられるの？

A 100m程度の一般的な家屋内では建物の気密性と遮へい効果により放射線の被ばく量は半分程度低減することがわかっています。

2.6② 屋内退避の効果（試算）



2.7 防護措置③安定ヨウ素剤の配布及び服用

防護措置	概要
③安定ヨウ素剤の配布及び服用	<p>放射性ヨウ素による甲状腺の内部被ばくの予防又は低減をするために実施するものである。</p> <p>安定ヨウ素剤は、放射性ヨウ素以外の核種に対しては服用効果はない。</p>

2.7① 安定ヨウ素剤の服用 目的と効果

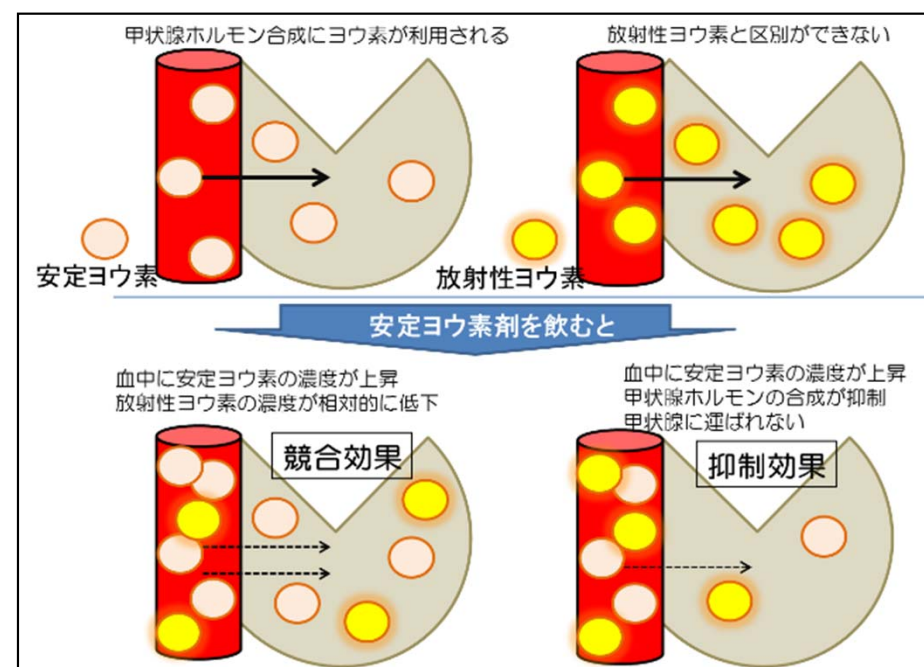
放射性ヨウ素による内部被ばく

- 事故により発生する放射性物質のうち、放射性ヨウ素は人が体内に取り込むと甲状腺に集積するため、内部被ばくによる甲状腺がんなどを発生させるリスクが上昇する



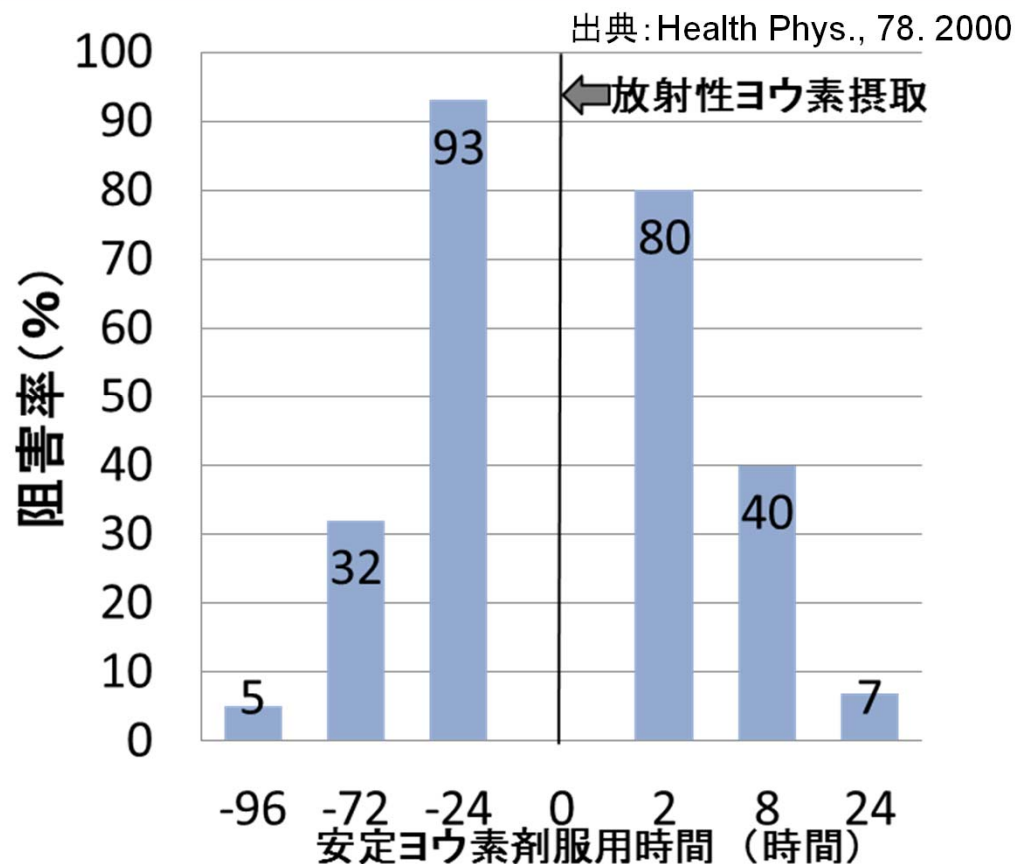
安定ヨウ素剤の服用

- 安定ヨウ素剤（放射性でないヨウ素を製剤化したもの）を適切なタイミングで服用すれば、放射性ヨウ素の甲状腺への集積を防ぐことができるため、甲状腺への被ばくを予防または低減させる効果がある



服用のタイミング

安定ヨウ素剤による放射性ヨウ素の阻害



ヨウ化カリウム（安定ヨウ素剤）を投与しないときの甲状腺への放射性ヨウ素の集積量を1とし、ヨウ化カリウムを投与したときの放射性ヨウ素の甲状腺への集積量から投与時期に対する阻害率を計算したものの。

服用量

安定ヨウ素剤の適切な服用量（1回分）

対象者	ヨウ化カリウム製剤
生後1か月未満	ゼリー剤(16.3mg) 1包
生後1か月以上3歳未満	ゼリー剤(16.3mg) 2包 又は ゼリー剤(32.5mg) 1包
3歳以上13歳未満	丸剤(50mg) 1丸
13歳以上	丸剤(50mg) 2丸



丸剤 (50mg)



ゼリー剤 (16.3mg)

**服用のタイミングは
国又は地方公共団体が指示**

安定ヨウ素剤の効果は放射性ヨウ素による内部被ばくの予防又は低減のみであり、放射性物質に対する万能の治療薬ではない。

- 服用対象者

妊婦、授乳婦及び未成年者（乳幼児含む）を優先して服用させる。

40歳以上の者は、妊婦及び授乳婦を除き服用の必要性は低く、高齢者については服用の必要がないことが医学的に明らかである。

- 服用回数

原則として1回。ただし複数回服用の可能性もある。

複数回の服用をしなくてよいよう避難等の防護措置を講ずることが前提。

- 副作用

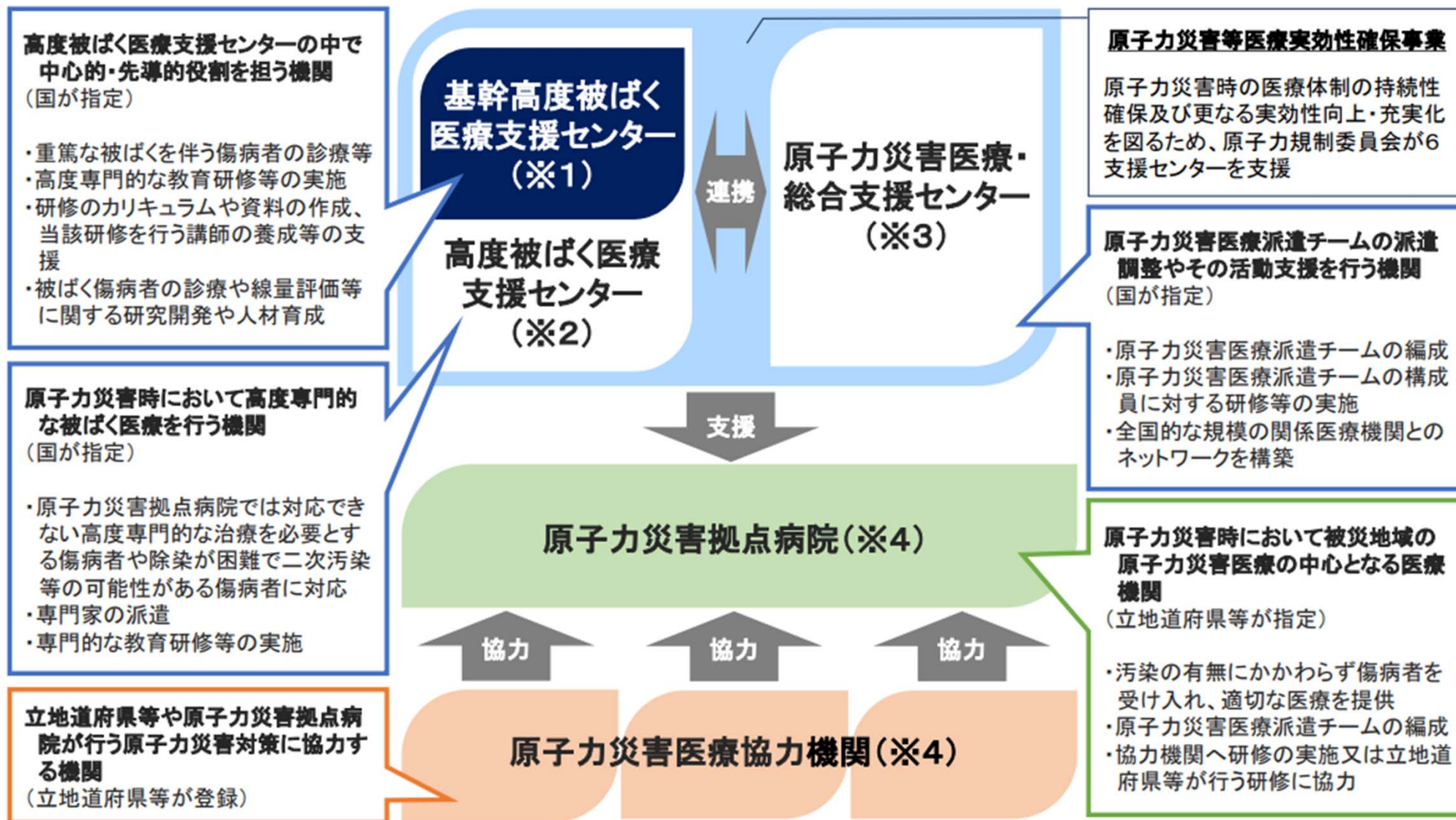
副作用が生じる可能性は極めて低い。副作用のリスクよりも、服用しないことによる甲状腺の内部被ばくのリスクの方が大きい。

2.8 防護措置④原子力災害医療

防護措置	概要
④原子力災害医療	汚染や被ばくの可能性がある傷病者に対して、 あらかじめ整備した医療体制 に基づいて、初期対応段階における医療処置等を円滑に行うものである。

2.8① 原子力災害医療の実施体制

(令和5年4月1日現在)



(※1) 量子科学技術研究開発機構

(※2) 量子科学技術研究開発機構、弘前大学、福島県立医科大学、福井大学、広島大学、長崎大学

(※3) 弘前大学、福島県立医科大学、広島大学、長崎大学

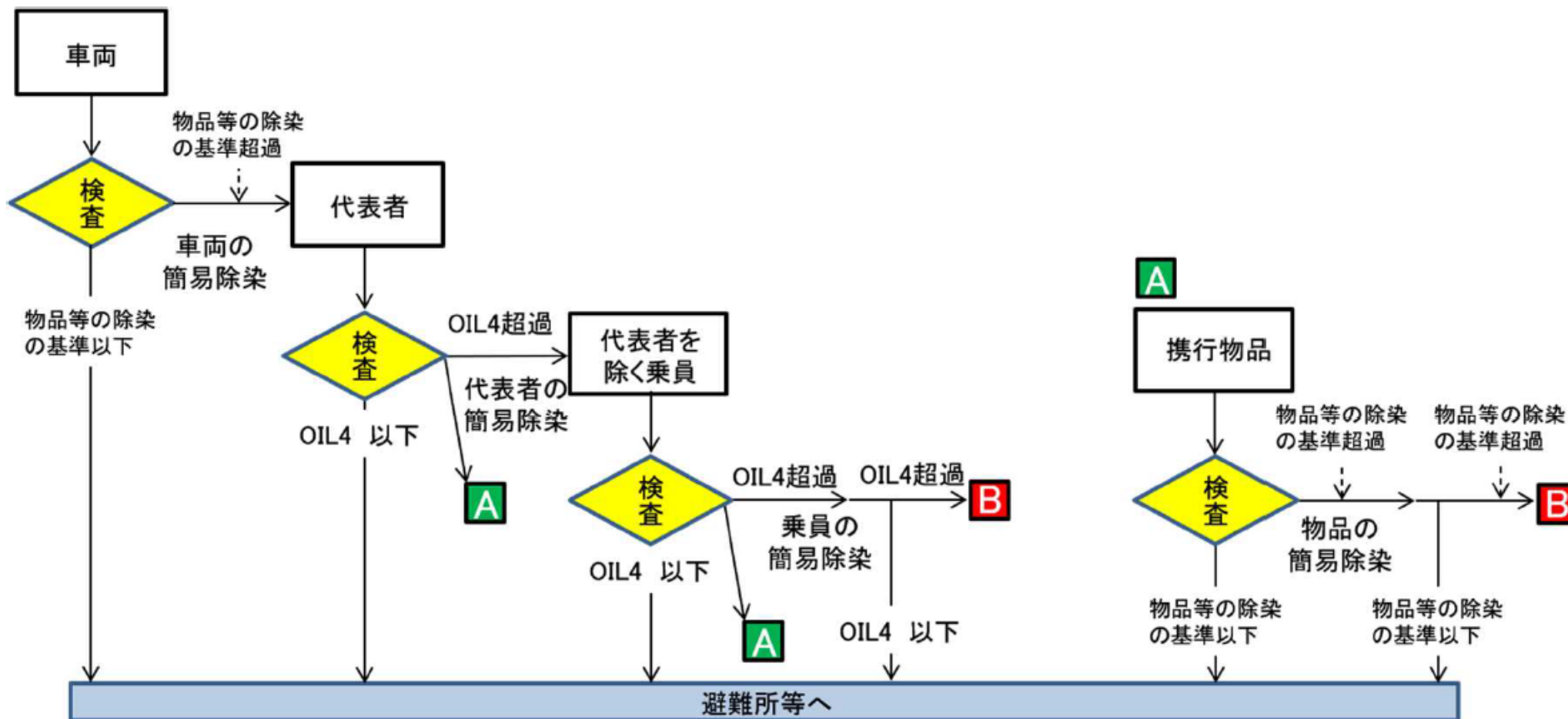
(※4) 内閣府が交付金で支援

2.9 防護措置⑤避難退域時検査及び簡易除染

防護措置	概要
⑤避難退域時検査 及び簡易除染	避難退域時検査は、放射性物質の放出後に避難又は一時移転を指示された住民等を対象に汚染程度を把握するために実施するものである。また、基準値を超えた場合は、簡易除染を行う。

2.9① 避難退域時検査及び簡易除染

避難や一時移転の防護措置の対象となった住民等に対しては、放射性物質による表面汚染の程度を確認する検査を実施し、OIL4の基準値を超える場合には簡易除染等の必要な措置を講じる



B 簡易除染してもOIL4を超える住民については除染が行える機関で除染を行い、簡易除染をしても物品等の除染の基準を超える車両や携行物品については検査場所で一時保管などの措置を行う。

● 汚染とは、
放射性物質が付着したり体内に入ったりしている状態。

● 除染とは、
人体及び物品等に付着した放射性物質の汚染を除去すること。
→ 外部被ばくの低減、内部被ばくリスクの低減
→ 汚染拡大の防止

● 着替えは大事な除染

汚染している衣類は
汚染物として管理



除染方法

- 可能な限り濡れたガーゼ等によるふき取りで実施。
- 除染の方向は一定方向（汚染の低い方から高い方）に行う。
- 開口部に入らないように行う。
- 汚染箇所が複数の場合は、汚染レベルが高い箇所を優先する。
- 可能なら時間を置かずに除染する。
- ふき取りに使用したガーゼ、ウエットティッシュ等は、すべてビニール袋等に入れて保管する。

皮膚の除染

水をしみこませたガーゼまたは、ウエットティッシュ



除染は高い方に向かって

髪の毛の除染

目などに入らないように



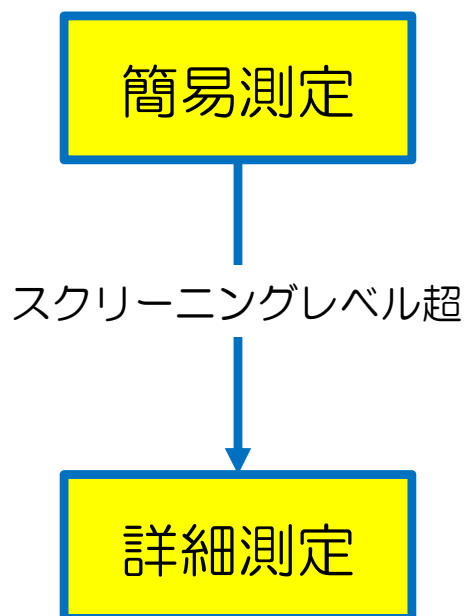
除染は毛先に向かって

2.10 防護措置⑥甲状腺被ばく線量モニタリング

防護措置	概要
⑥甲状腺被ばく線量モニタリング	甲状腺被ばく線量モニタリングは、放射性ヨウ素の吸入による甲状腺への集積の程度を定量的に把握し、被ばく線量を推定するために実施される。

2.10① 甲状腺被ばく線量モニタリング

放射性ヨウ素の吸入による甲状腺への集積の程度を定量的に把握し、被ばく線量を推定するために、避難や一時移転の対象となった住民等を対象に実施する。



頸部における簡易測定

対象者は、OIL1及びOIL2に基づく防護措置として避難や一時移転の対象となった住民等であって、19歳未満の者、妊婦及び授乳婦を基本とする。

2.11 防護措置⑦飲食物の摂取制限

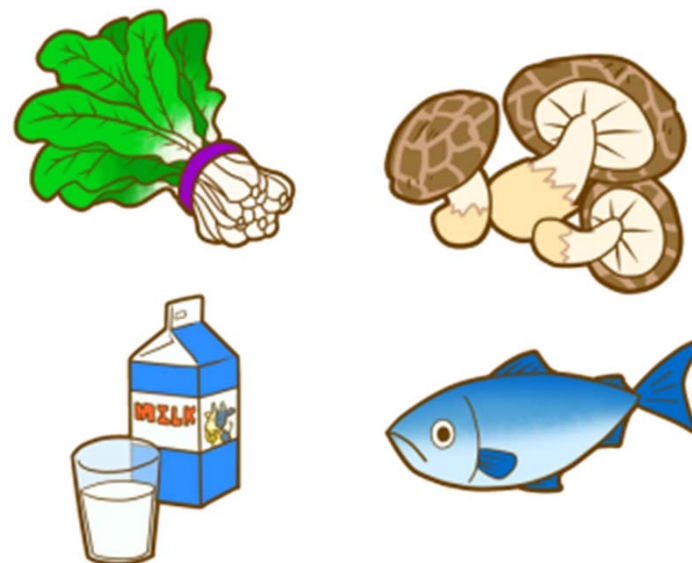
防護措置	概要
⑦飲食物の摂取制限	飲食物中の放射性核種濃度の測定を行い、一定以上の濃度が確認された場合に、その飲食物の摂取を回避することで、経口摂取による内部被ばくの低減を図るものである。

2.11① 飲食物の摂取制限

内部被ばくの低減のため、空間線量率が飲食物に係るスクリーニング基準の値を超えた地域を特定し、採取試料の測定値がOIL6を超える飲食物は摂取制限を実施する。



ゲルマニウム半導体検出器による野菜試料の測定
出典 独立行政法人 農業環境技術研究所



空間線量率がOIL2を超えた地域では、一時移転の措置とともに、当該地域の地域生産物の摂取制限を行う。

防護措置	概要
⑧緊急事態応急対策に従事する者の防護措置	原子力災害対策重点区域の屋外等の被ばくの可能性がある環境下で緊急事態応急対策に従事する者は、事態の進展に応じて出される指示に従って、防護装備を携行・装着し、安定ヨウ素剤を服用するとともに、放射線防護に係る指標を踏まえ行動する。

2.12① 緊急事態応急対策に従事する者の防護措置

放射線防護に係る指標

指標の設定に当たっては、放射線業務従事者の**平時における被ばく限度**を参考とすることを基本とし、人命救助等緊急やむを得ない活動に従事する場合に限り、緊急作業時の限度を参考とする

(参考) 放射線業務従事者の被ばく限度

		実効線量	等価線量
緊急作業時	男性・妊娠する可能性がないと診断された女性	100mSv	眼の水晶体：300mSv 皮膚：1Sv
	男性・妊娠する可能性がないと診断された女性	5年間で100mSv かつ1年間で50mSv	眼の水晶体：5年間100mSv かつ1年間で50mSv (*2) 皮膚：1年間で500mSv
平時	女性(*1)	3ヶ月で5mSv	
	妊娠中の女性	内部被ばく 1mSv	

*1 妊娠する可能性がないと診断された女子及び妊娠と診断された時から出産までの間（「妊娠中」）の女子を除く。

*2 ICRP勧告「組織反応に関する声明」を踏襲し、2021年4月1日より電離放射線障害防止規則等が改正施行された。

2.12② 緊急事態応急対策に従事する者の防護措置

防護装備等の整備

被ばくの可能性がある環境下で緊急事態応急対策に従事する者は、事態の進展に応じ防護装備を携行・装着し、安定ヨウ素剤を服用するとともに、当該者が属する組織等の判断に従って行動することを基本とする。

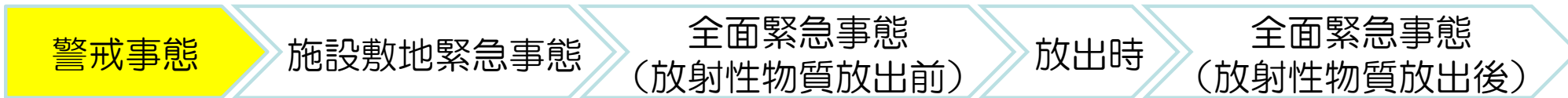
防護措置例



2.13 防護措置⑨各種防護措置の解除

防護措置	概要
⑨各種防護措置の解除	当該措置が設定された際の基準、又は解除する際の状況を踏まえて策定された新たな基準を下回ることを基本的な条件として、各種の防護措置は解除される。

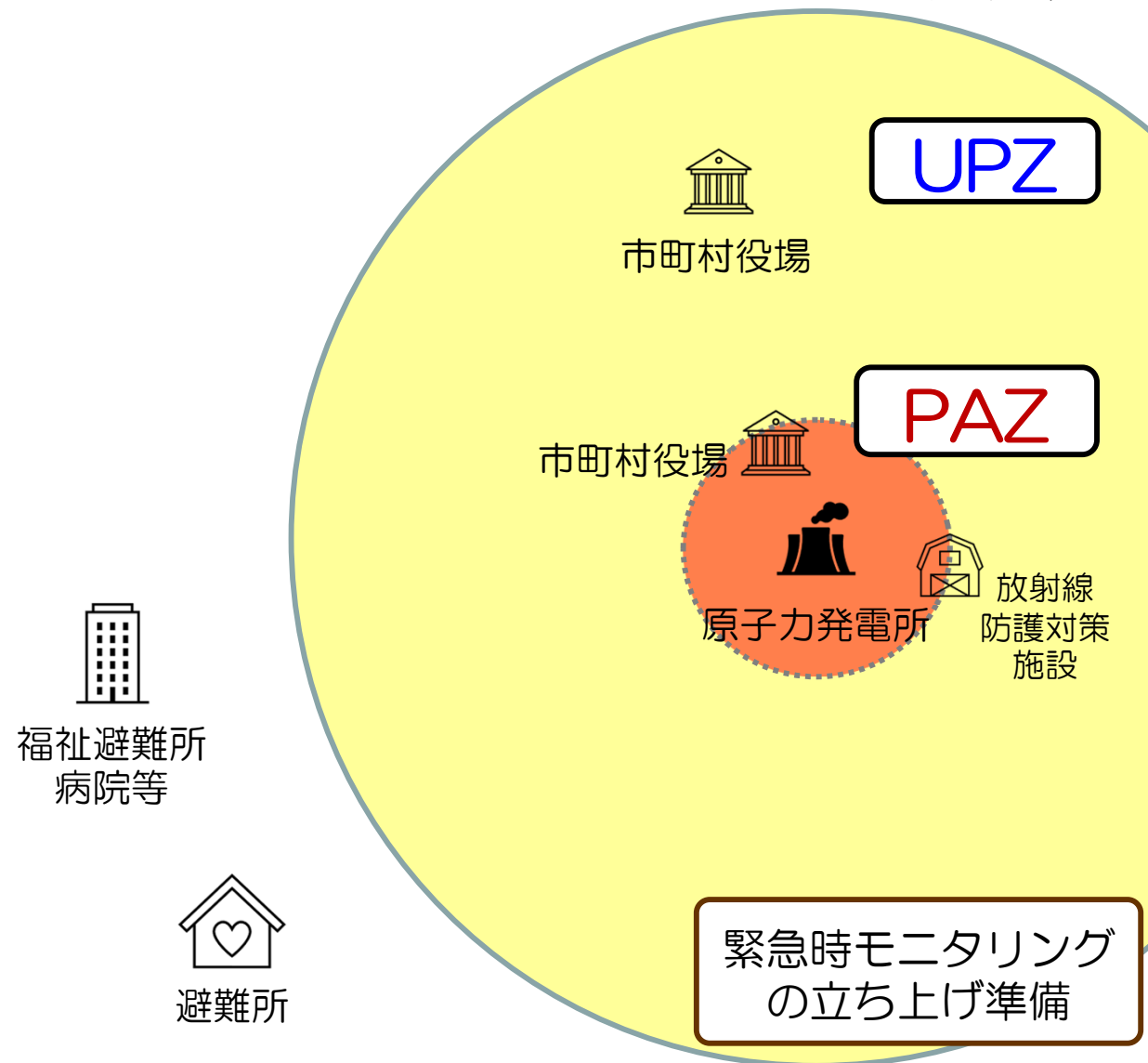
2.14① 緊急時における意思決定の流れ【警戒事態：AL1】



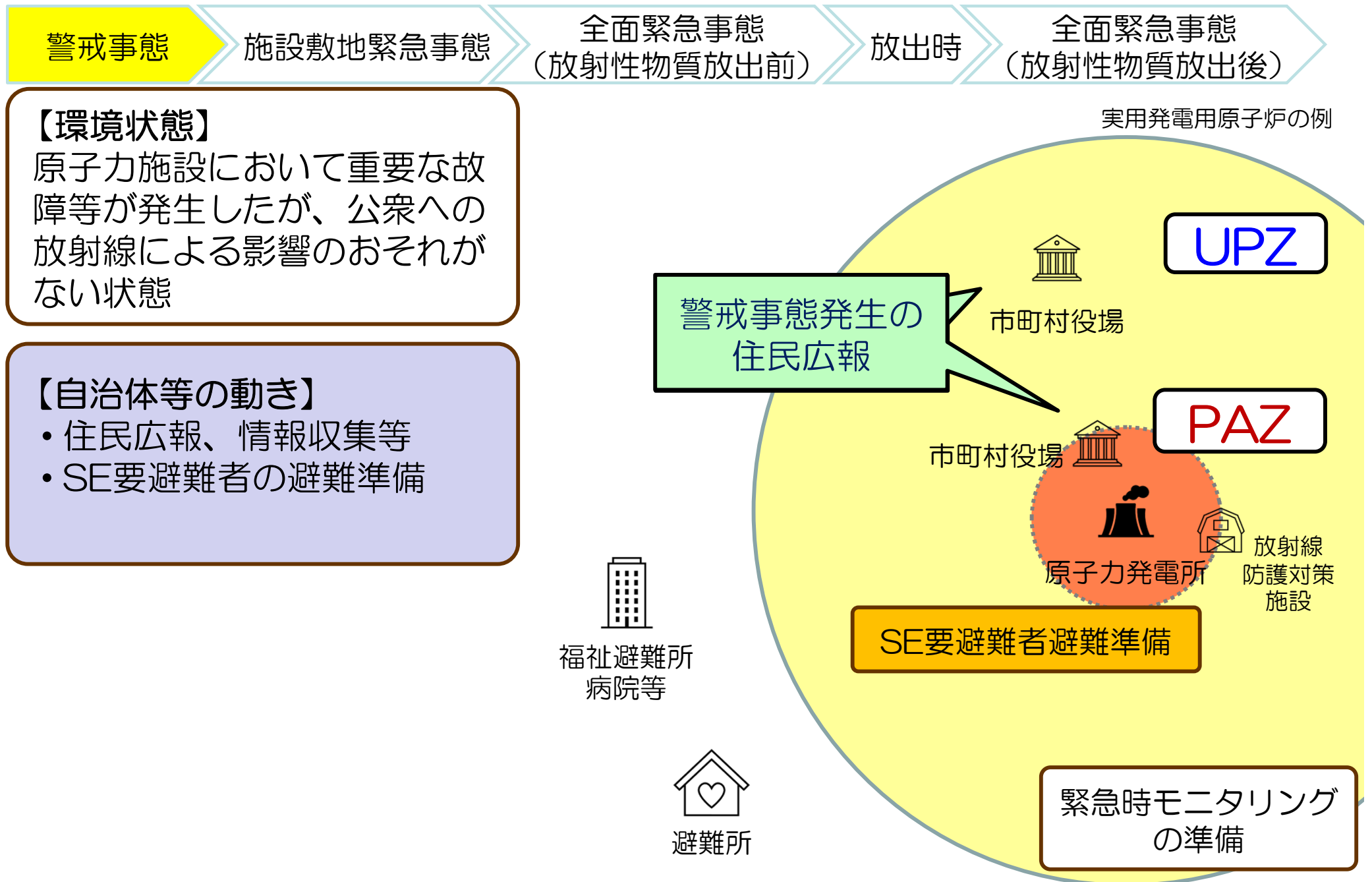
実用発電用原子炉の例

【環境状態】
警戒事態を判断する事象が発生

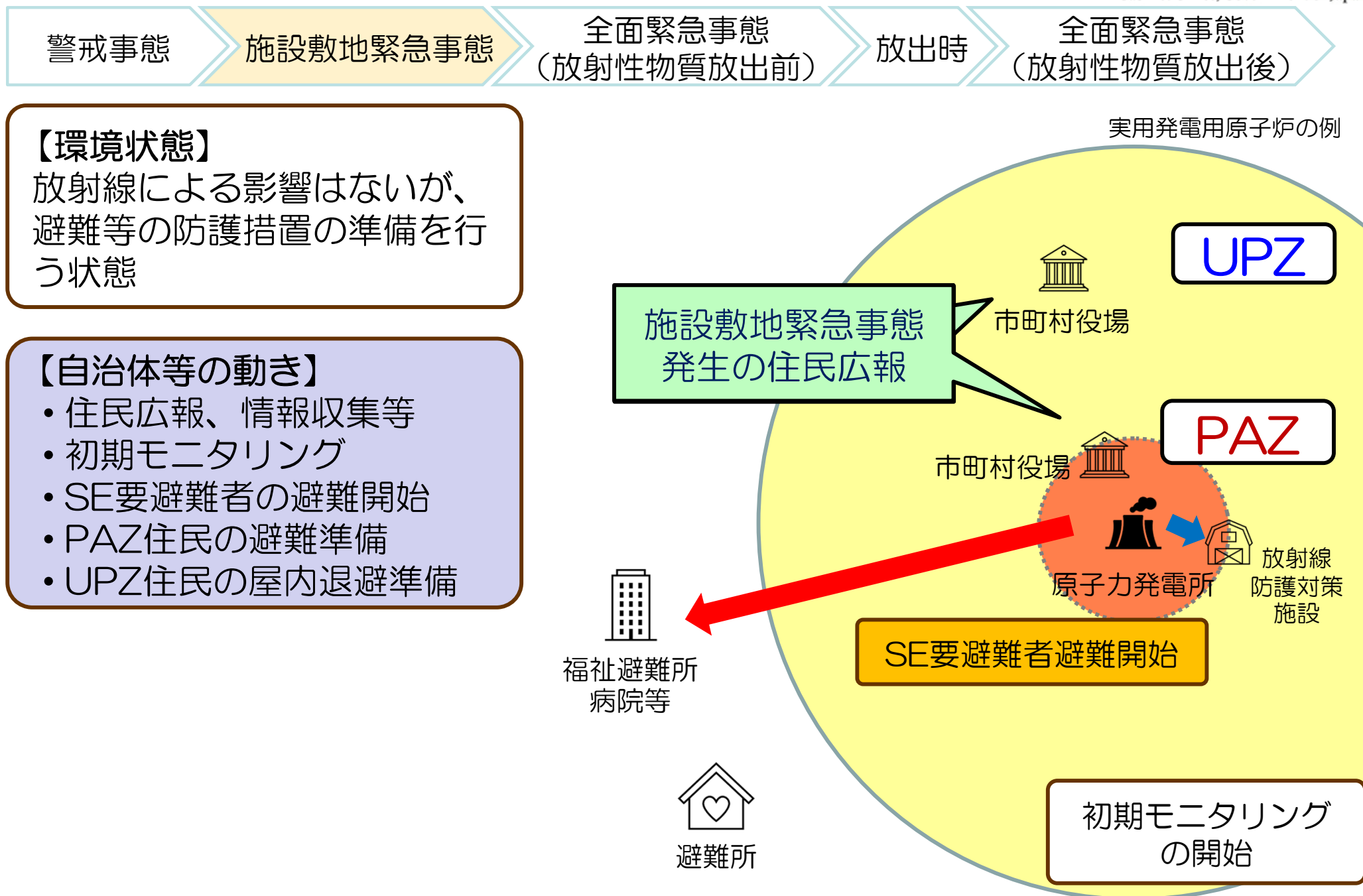
- 【自治体等の動き】**
- 連絡体制の確立の必要な体制
 - 原子力規制委員会による緊急時モニタリングセンターの立ち上げ準備への協力
 - 緊急時モニタリングの立ち上げ準備



2.14② 緊急時における意思決定の流れ【警戒事態：AL2】



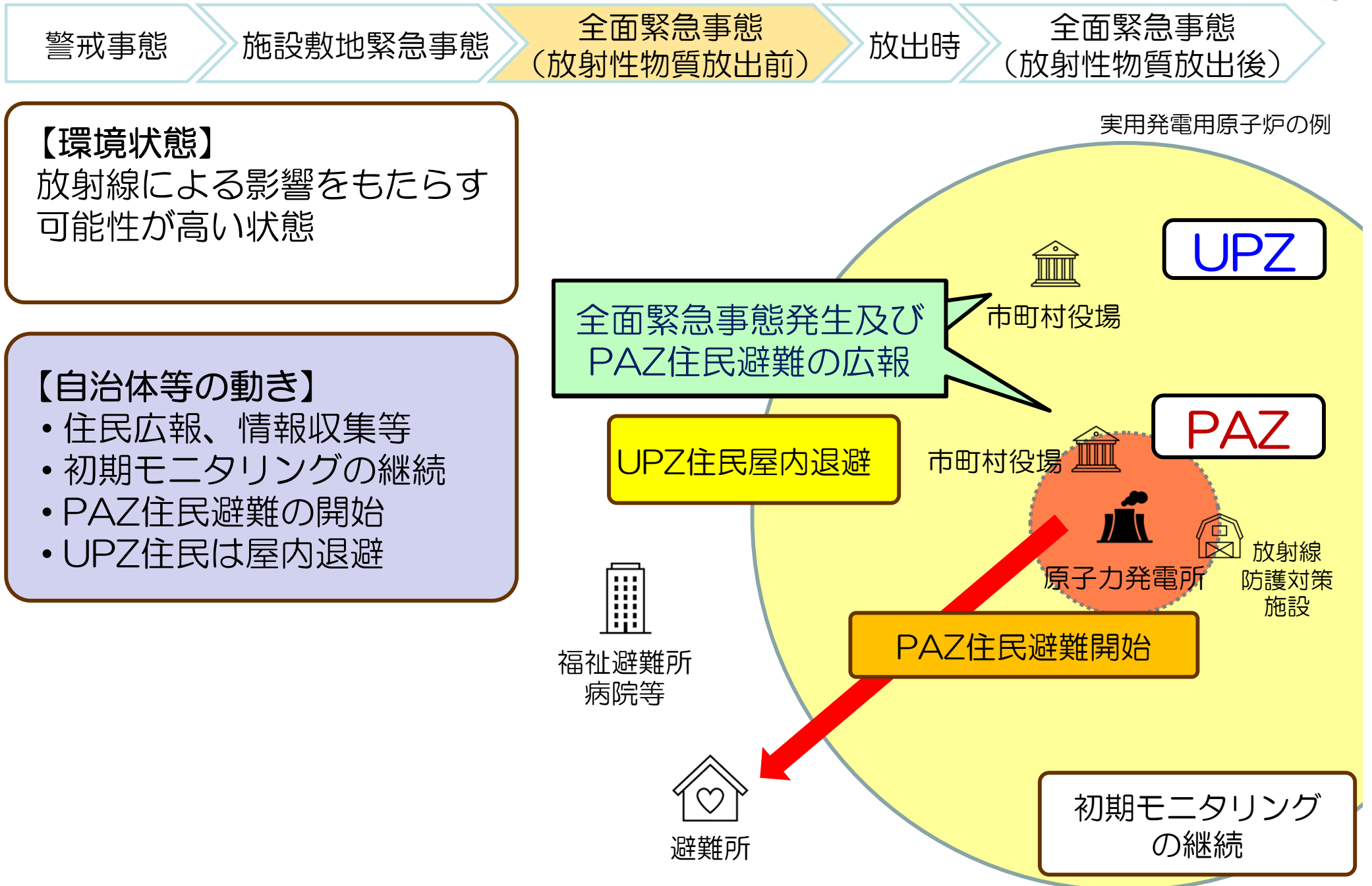
2.14③ 緊急時における意思決定の流れ【施設敷地緊急事態】



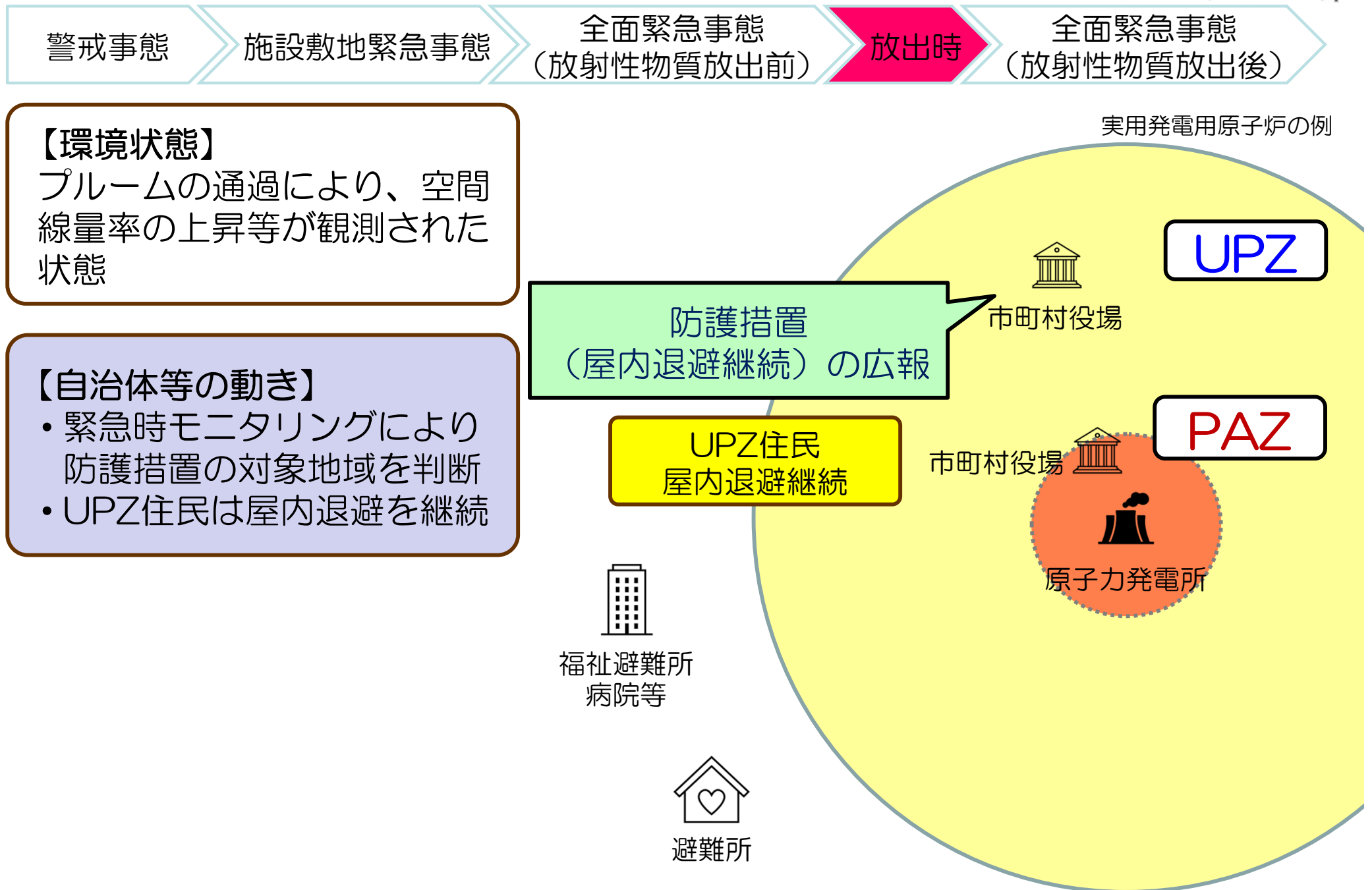
【環境状態】
放射線による影響はないが、避難等の防護措置の準備を行う状態

- 【自治体等の動き】**
- 住民広報、情報収集等
 - 初期モニタリング
 - SE要避難者の避難開始
 - PAZ住民の避難準備
 - UPZ住民の屋内退避準備

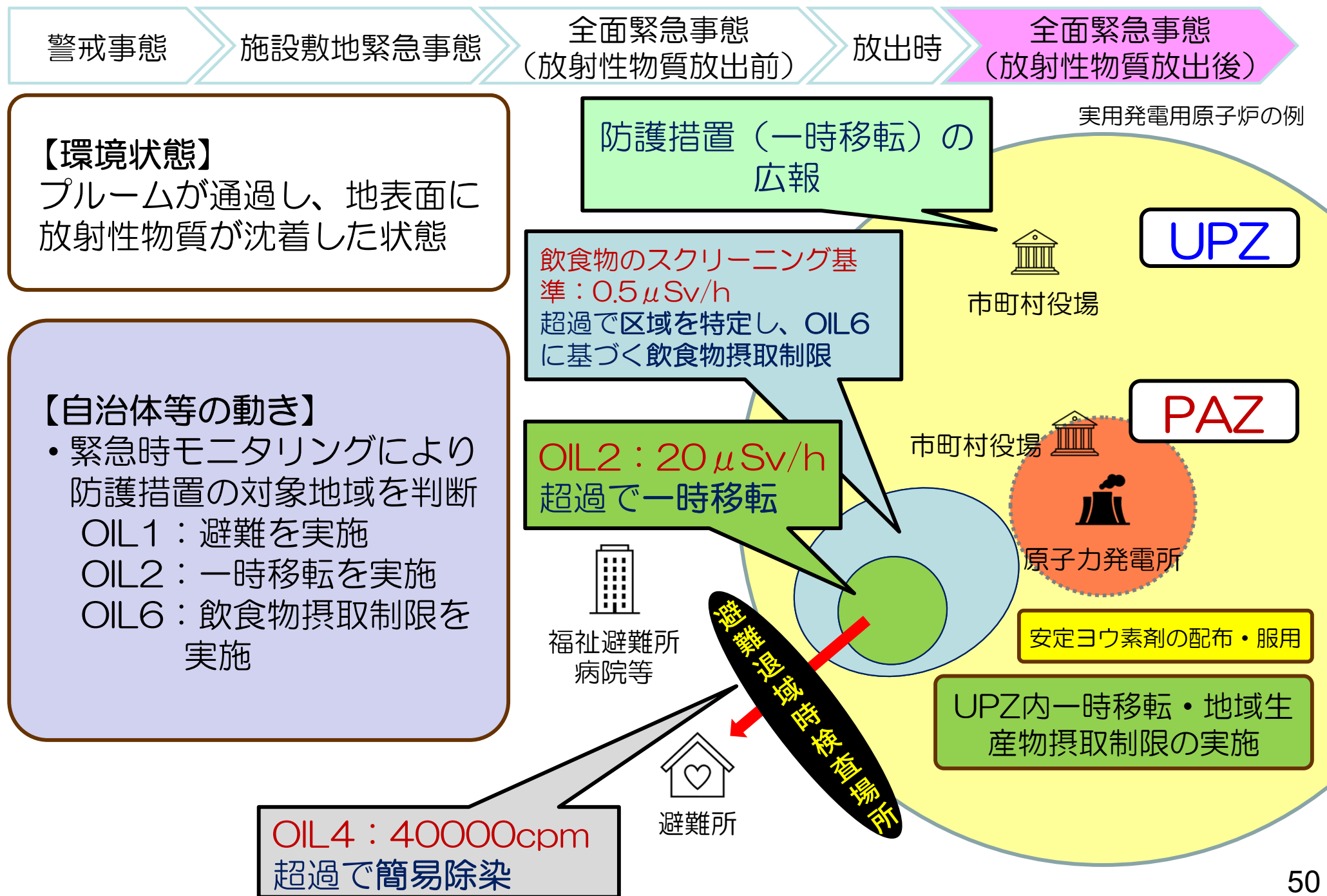
2.14④ 緊急時における意思決定の流れ【全面緊急事態:放射性物質放出前】



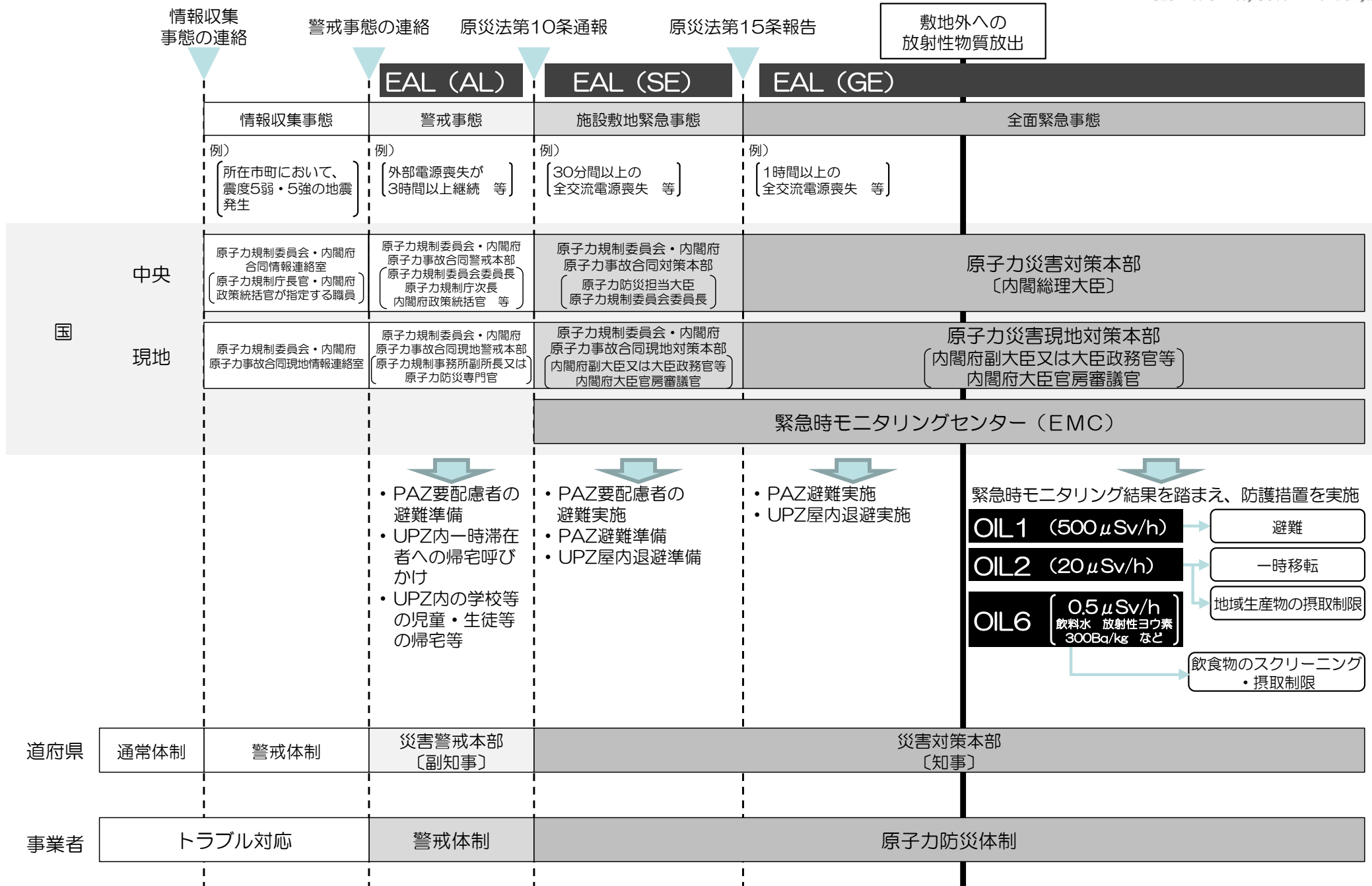
2.14⑤ 緊急時における意思決定の流れ【全面緊急事態:放射性物質放出時】



2.14⑥ 緊急時における意思決定の流れ【全面緊急事態:放射性物質放出後】



2.14⑦ 緊急時活動体制



※記載は一例であり、道府県及び事業者の対応体制は各組織によって異なる。

3. 放射線測定

3.1 放射線測定器の種類

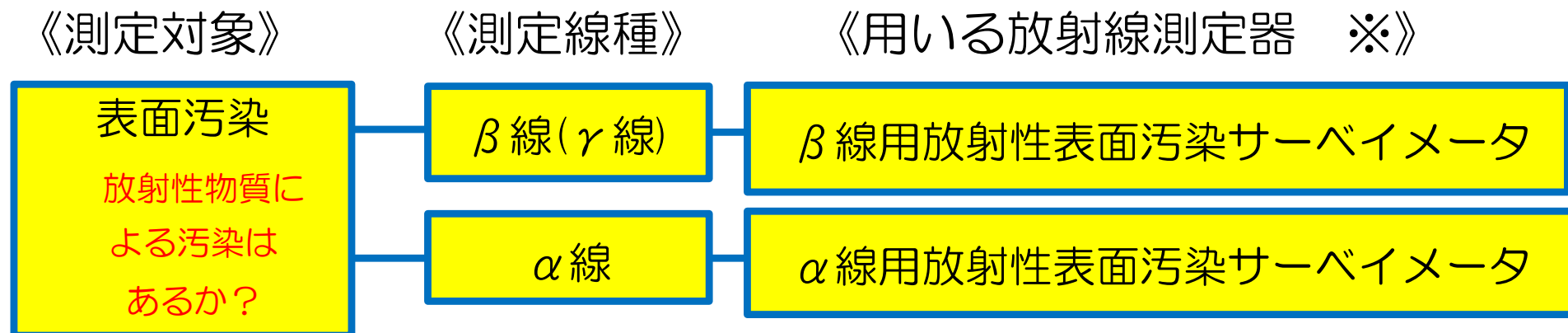
- 放射線防護のためには、放射線を正しく測定する必要がある。
- 測定対象は、「表面汚染」、「空間線量率」、「個人被ばく線量」であり、それぞれに対応した放射線測定器を用いる。

《測定対象》	《測定線種》	《用いる放射線測定器 ※》	《単位》
表面汚染 放射性物質による汚染はあるか？	β 線 (γ 線)	β 線用放射性表面汚染サーベイメータ	cpm
	α 線	α 線用放射性表面汚染サーベイメータ	
空間線量率 この場所にいたら、どのくらい外部被ばくするか？	γ 線	γ 線用空間線量率サーベイメータ	μ Sv/h mSv/h
	中性子線	中性子用線量当量率サーベイメータ	
個人被ばく線量 実際に被ばくした線量はどれくらいか？	γ 線 中性子線	【外部被ばく】 電子式個人線量計	μ Sv mSv
	γ 線 (核種を確定)	【内部被ばく】 ホールボディカウンター	

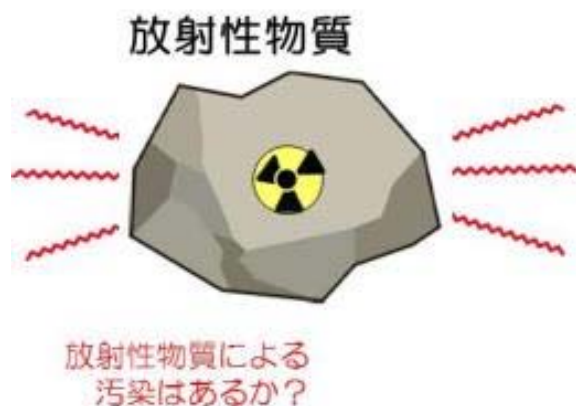
※線種に応じた放射線測定器は代表的なものです。

3.2① 放射性物質の汚染を見つける放射線測定器の種類

放射性物質による汚染（表面）の測定は、GM計数管式サーベイメータなどを使用する。



※線種に応じた放射線測定器は代表的なものです。



β 線用放射性表面汚染サーベイメータ
(GM計数管式サーベイメータ)

α 線用放射性表面汚染サーベイメータ
(ZnSシンチレーション式サーベイメータ)



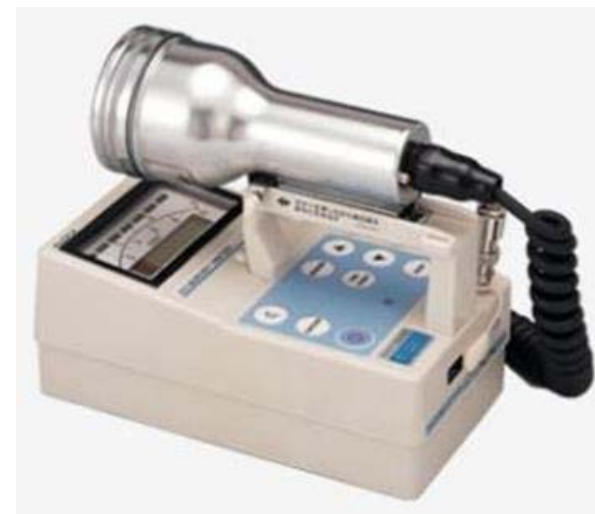
3.2② 表面汚染用の放射線測定器

放射性物質(汚染)の測定

測定対象の表面汚染をGM計数管式サーベイメータなどを使用し、 β 線を測定する。

単位はcpm (min^{-1})。

GM計数管式サーベイメータ
(TGS-146型)



GM計数管式サーベイメータの測定結果は、cpm (count per minute) で表示され、1分間に計測した放射線の数を示している。

放射性物質の濃度、密度の測定に使用される

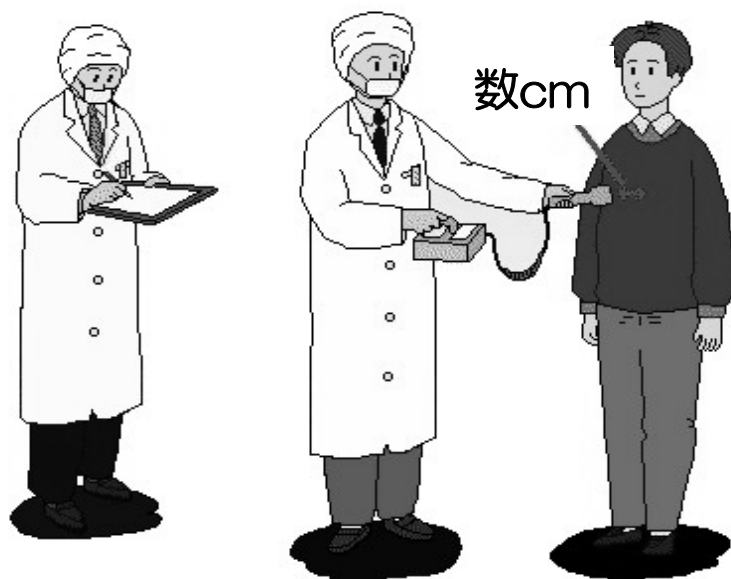
cpmの値に換算係数を掛けるとBq値を算出することができます。

3.2③ 放射性汚染の測定 表面汚染

① 表面汚染（人や物の表面に付着した放射性物質の測定）

表面に付着している放射性物質を β 線用放射性表面汚染サーベイメータ（GM計数管式サーベイメータ等）で測定し、カウント数（cpm）を求める。

汚染を探す場合は、検出器部分を測定面から数cm離し、1秒間に10cmの速さで動かす。



身体表面汚染検査



物品表面汚染検査

3.2④ 放射性汚染の測定 空气中濃度

② 空气中濃度（空气中の放射性物質の測定）

直接、空气中の放射性物質濃度を測定することはできないため、集塵機（ダストサンプラ）を用い、空気を吸入して空气中の粉じんをフィルターで集める。

その後、フィルターに集めた放射性物質を放射線測定器で測定するとともに、集塵機の空気吸入量を確認し、計算で空气中の放射性物質の濃度を求める。

空气中の放射性物質濃度は、 Bq/m^3 で表す。

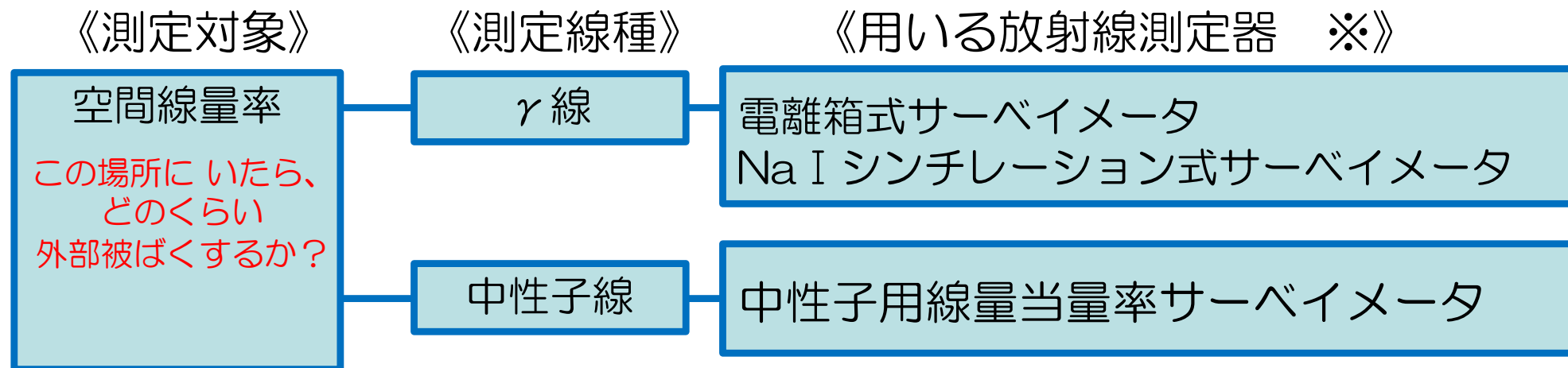


— ダストサンプラ

— フィルター（ろ紙）

3.3① 空間線量率を測定する放射線測定器の種類

空間線量率（環境中の放射線）の測定は、
電離箱、Na I シンチレーション式サーベイメータなどを使用



※線種に応じた放射線測定器は代表的なものです。

NaIシンチレーション
式サーベイメータ



電離箱式
サーベイメータ



中性子用線量当量率
サーベイメータ



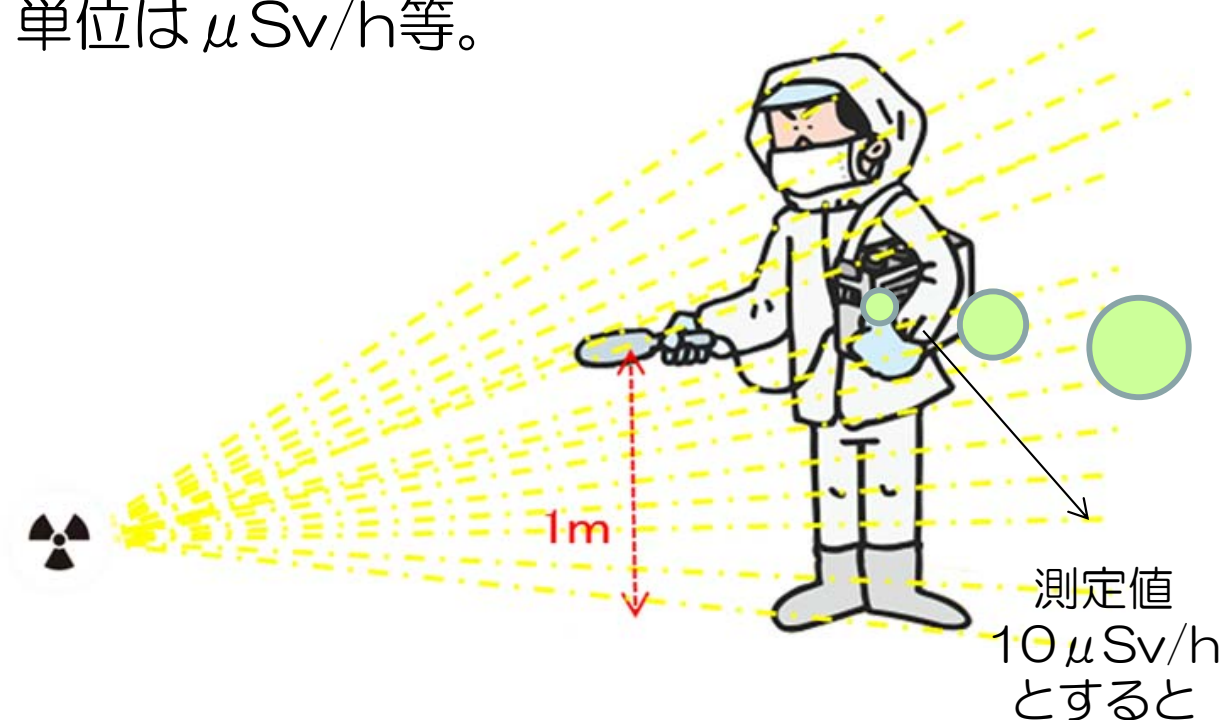
3.3② 空間線量率の測定

環境中の放射線の測定

その場所の空間線量率をNaIシンチレーション式サーベイメータや電離箱式サーベイメータを使用し、地上から1mの高さで γ 線を測定する。

単位は $\mu\text{Sv/h}$ 等。

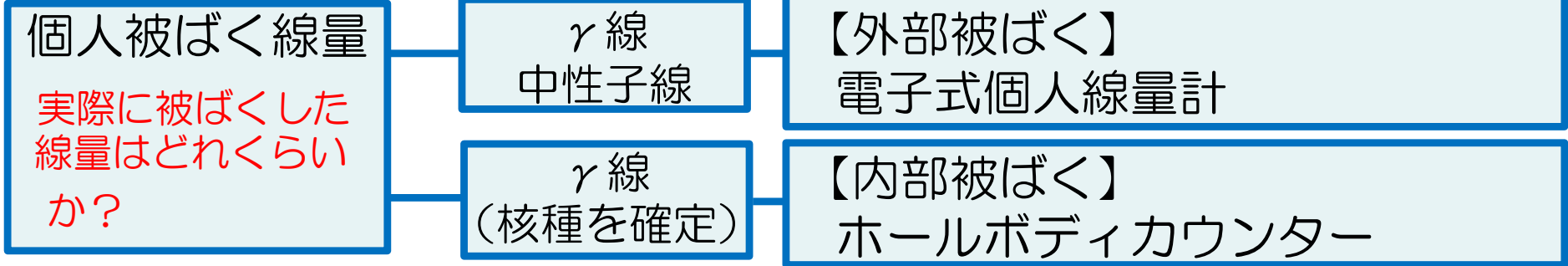
NaIシンチレーション式サーベイメータ



ここは空間線量率が
 $10\mu\text{Sv/h}$
だから、
1時間ずっといると
 $10\mu\text{Sv}$ の
被ばくになるということか

3.4 個人の被ばく線量測定器

「どれくらい被ばくしたか」の測定は、個人線量計などを使用する。



(例)



電子式個人線量計



警報機能付
電子式個人線量計



ホールボディカウンター

参考

【参考】体に取り込んだ放射性物質はどうなるか？

① 体内に取り込まれた放射性物質は、化学的特性により、特定の臓器に集まる。

- ・ヨウ素 甲状腺
- ・セシウム 全身に分布するが、特に筋肉
- ・ストロンチウム 骨



② 放射性物質は体内にいつまでも残らない。

- ・放射性物質の壊変に伴って減少する。（物理学的半減期）
- ・尿や便等により、体外に排泄される。（生物学的半減期）

放射性物質	物理学的半減期	生物学的半減期	実効半減期
ヨウ素131	8日	138日	7.6日
セシウム137	30年	70日	70日
ストロンチウム90	29年	49年	18年

【参考】 消防活動対策マニュアル

原子力施設等において事故が発生した場合の消防機関職員の被ばく線量限度

	被ばく線量限度	個人警報線量計警報設定値
通常の消防活動	10mSv※	10mSv未満で設定
人命救助等の緊急時活動 ※※	100mSv	30mSv～50mSvの範囲で設定
繰り返し活動を行う場合	決められた5年間の総量が100mSv（ただし、任意の1年間に50mSvを超えるべきでない。）	左記の条件を確実に満たすよう設定する。

※ 【根拠】 一定の消防活動効果を得ながら、消防隊員の被ばく線量を最小限にとどめることを考慮。

※※ 人命救助等の緊急時活動とは、人命救助、放置すれば事態の急激な悪化をもたらす、消防機関が介入すれば相当な効果を期待できる消火活動等をいう。

- 除染の必要の有無を知りたい場合

→ カウント数で判断

現行基準：事故直後40,000cpm超過

事故1ヶ月後13,000cpm超過

- 汚染の程度（汚染密度）まで知りたい場合

→ 換算係数でBq/cm²まで算出

測定値 × 換算係数(Bq · cm⁻²/cpm) = 1cm²当たりの放射性物質の量

例) 13,000cpm × 0.0034Bq · cm⁻² /cpm = 44.2Bq/cm²

換算係数は校正証明書等に記載
(右図)

校正結果		2007年 3月20日	5063191050-2
形式	TGS-136	製造番号	R05211
対象	直接測定法	線質	⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y β線
機器効率	0.50	放射能面密度への換算係数	3.4 × 10 ⁻³ Bq · cm ⁻² / (min ⁻¹)

原子力防災基礎研修

実習

放射線測定器等の取扱い実習

令和7年 10月



内閣府政策統括官(原子力防災担当)

本資料の複製、転載、引用等には、
内閣府政策統括官(原子力防災担当)
の承認が必要です。

本研修は、原子力防災に初めて接する方を対象に実施するため、実習の内容は、放射線の性質や放射線防護の基礎的事項を確認できる内容とする。

そのため、実習の内容は、次のとおりとする。

項目	内容
実習 1-1 個人線量計の取扱い	1. 2 個人線量計の取扱い (1 ページ) ・ 目的 ・ 装着 ・ 電子式個人線量計の使用方法
実習 1-2 安定ヨウ素剤	・ 安定ヨウ素剤の提示及び簡単な説明
実習 1-3 防護服等の着脱	2. 防護服等の着脱 (29 ページ) ・ 目的 ・ 装備品等 ・ 使用前の点検・注意事項等 ・ 防護服等の着用手順 ・ 防護服等の脱衣手順 ・ 半面マスクの着脱
実習 2 空間線量率の測定 γ線の性質	1. 3 空間線量率測定用サーベイメータの取扱い (4 ページ) ・ 目的 ・ NaI シンチレーション式サーベイメータの使用 方法 ・ 空間線量率の距離による減衰の確認 ・ γ線に対する遮へい材による減衰の確認 1. 5 電離箱式サーベイメータの使用 方法 (27 ページ)
実習 3 自然の放射性物質 β線の性質 α線の性質	1. 4 表面汚染測定用サーベイメータの取扱い (15 ページ) ・ 目的 ・ GM 計数管式サーベイメータの使用 方法 ・ 身の回りの放射線測定 ・ β線に対する遮へい効果の確認 ・ ZnS シンチレーション式サーベイメータの使用 方法 ・ α線に対する遮へい効果の確認
実習 4-1 放射性物質の汚染検査	3. 1 汚染検査 (44 ページ) ・ 目的 ・ 使用器材等 ・ 測定方法 ・ 汚染検査実習
実習 4-2 簡易除染	3. 2 放射性物質の簡易除染 (47 ページ) ・ 目的 ・ 除染 ・ 除染に必要な資機材 ・ 除染の方法 ・ 簡易除染実習

なお、緊急時モニタリング等の専門的な放射線測定等に関しては他の研修を受講する必要がある。

目 次

1.	放射線測定器の取扱い	1
1.1	はじめに	1
1.2	個人線量計の取扱い	1
1.2.1	目的	
1.2.2	装着	
1.2.3	電子式個人線量計の使用方法	
1.3	空間線量率測定用サーベイメータの取扱い	4
1.3.1	目的	
1.3.2	NaI シンチレーション式サーベイメータ (TCS-172 型) の使用方法	
参考	時定数	
1.3.3	空間線量率の距離による減衰の確認	
1.3.4	γ 線に対する遮へい材による減衰の確認	
1.3.5	参考：甲状腺に沈着した放射性ヨウ素の測定	
1.4	表面汚染測定用サーベイメータの取扱い	15
1.4.1	目的	
1.4.2	GM 計数管式サーベイメータ (TGS-146 型) の使用方法	
1.4.3	身の回りの放射線測定	
1.4.4	β 線に対する遮へい効果の確認	
1.4.5	ZnS シンチレーション式サーベイメータ (TCS-362 型) の使用方法	
1.4.6	α 線に対する遮へい効果の確認	
1.5	電離箱式サーベイメータ (IGS-323 型) の使用方法	27
2.	防護服等の着脱	29
2.1	目的	29
2.2	防護服等の着脱	29
2.2.1	装備品等	
2.2.2	使用前の点検・注意事項等	
2.2.3	防護服等の着用手順	
2.2.4	防護服等の脱衣手順	
2.2.5	半面マスクの着脱	
3.	汚染検査と除染	44
3.1	汚染検査	44
3.1.1	目的	
3.1.2	使用器材等	
3.1.3	測定方法	
3.1.4	汚染検査実習	
参考	原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染	
3.2	放射性物質の簡易除染	47
3.2.1	目的	
3.2.2	除染	
3.2.3	除染に必要な資機材	
3.2.4	除染の方法	
3.2.5	簡易除染実習	
参考	接頭語	50

1. 放射線測定器の取扱い

1.1 はじめに

放射線測定器の取扱いを学びながら、放射線の特性及び特質について、学習します。

この実習では、個人の外部被ばく線量を測定する個人線量計、線量率測定用のサーベイメータと放射性表面汚染測定用のサーベイメータの取扱い実習を行います。

1.2 個人線量計の取扱い

1.2.1 目的

防災活動を行うときは、個人の被ばく線量を管理するために個人線量計を装着し、活動終了時に被ばく線量を確認する必要があります。個人線量計には、電子式個人線量計、警報機能付き電子式個人線量計、熱ルミネセンス線量計（TLD）等があります。

様々な個人線量計がありますが、ここでは現場において随時読み取りができる電子式個人線量計（PDM-112型）の取扱いの実習を行います。

1.2.2 装着

電子式個人線量計は、検出部を外側（デジタル表示部分を体）に向け、男性は胸に、女性は腹部に装着します。防護服は、この上にそのまま装着し、電子式個人線量計は、防護服の内側に装着する。



図 1 - 1 電子式個人線量計の装着

1.2.3 電子式個人線量計（PDM-112 型）の使用方法

(1) 各部のはたらき

① 電源スイッチ

- 電源スイッチを指先で約 3 秒間強く押すと、液晶表示器に「8888」と表示され、オーバーフローマークとバッテリーダウンマークの矢印が同時に点灯し、矢印が消えて、「0000」と表示され測定が始まる。なお、「8888」の表示の後「0000」にならない場合（前回の線量値が残っている場合は「0000」にならない。）は、そのまま10秒間押し続けると「0CLR」（ゼロ・クリア）となって「0000」の表示になる。
- 電源をOFFにするときは、電源スイッチを約 3 秒間押すと液晶表示器の表示が消える。

② 液晶表示部と測定範囲

- 積算線量を表示する。積算線量が「9999」 μSv を超えると左上にオーバーフローマーク（◀）が点灯する。
- 測定範囲：1～9999 μSv

③ 検出器

- 検出器は検出器位置に内蔵されている。

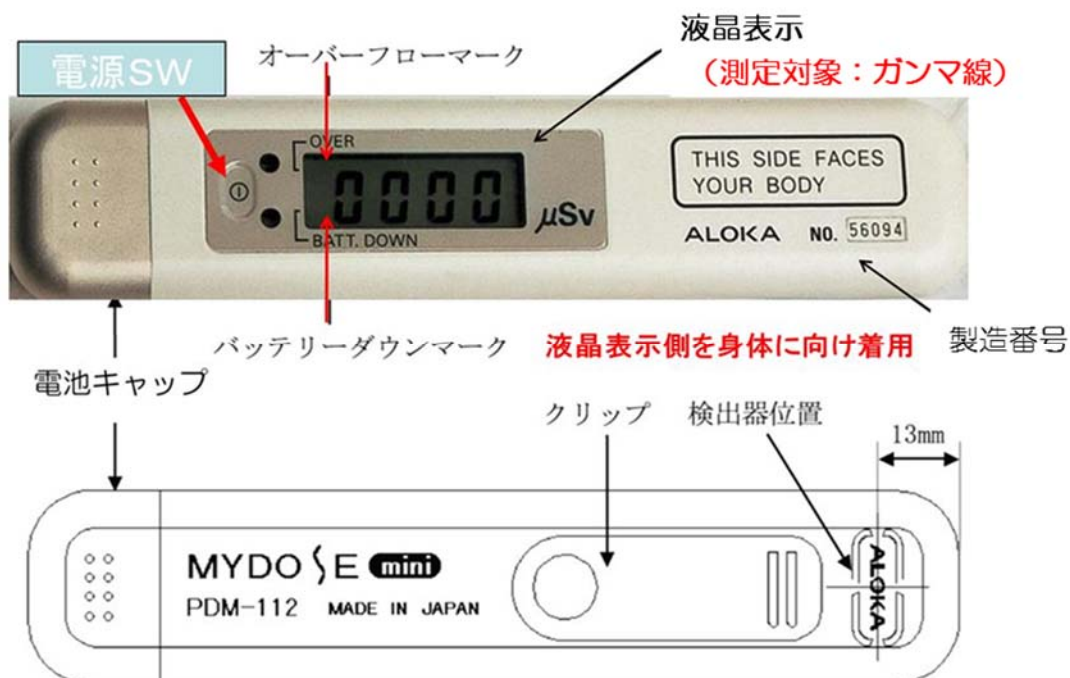


図 1-2 電子式個人線量計（PDM-112型）

(2) 使用方法

- ① 電源スイッチを「ON」にする。(1)の①のテスト表示及び動作に異常のないことを確認する。
- ② 電源スイッチをONにした時刻を記録する。
- ③ 液晶表示側を身体に向けて、男性は胸部に、女性は腹部に装着する。
- ④ 作業が終了したら、時刻と指示値を読み取り記録する。
- ⑤ 電源スイッチを「OFF」にする。

(3) 注意事項

- ① 精密機器なので、衝撃を与えたり、落下させないように注意すること。
- ② 液晶表示器の左下にバッテリーダウンマーク（◀）が点灯したときは、電池を交換すること。
- ③ 電子式個人線量計によっては、携帯電話、スマートフォン等の使用による電波の影響を受けて積算値が増えるので、同じポケットに入れないことなど注意すること。
- ④ 警報音や振動付きの電子式個人線量計については、音や振動を確認しておく。
- ⑤ 性能確認のため、1回/年をめやすに、点検校正を実施するのが好ましい。

1.3 空間線量率測定用サーベイメータの取扱い

1.3.1 目的

空間中の放射線の線量率の測定には、一般にシンチレーション式サーベイメータ（低線量率用）、電離箱式サーベイメータ（高線量率用）が使われています。

様々な空間線量率測定用の線量計がありますが、ここではガンマ線測定用のNaIシンチレーション式サーベイメータの取扱いの実習を行います。

1.3.2 NaIシンチレーション式サーベイメータ（TCS-172型）の使用方法

(1) 各部名称

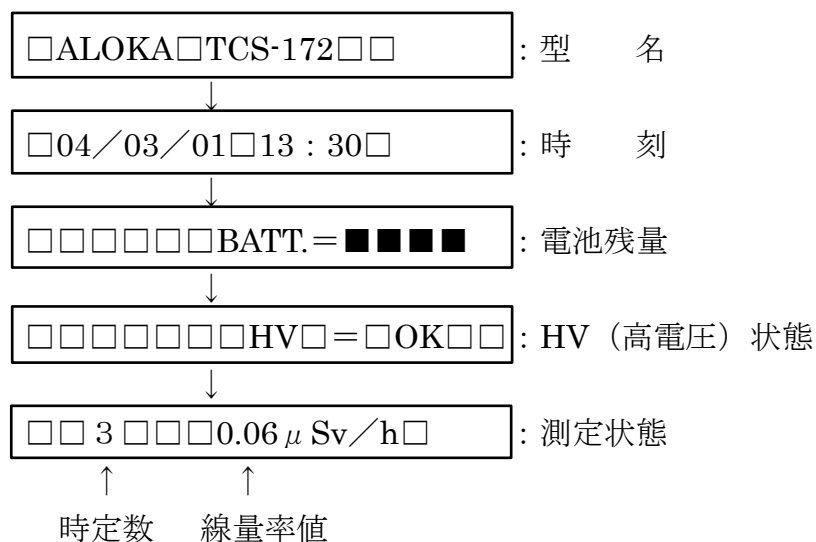


図 1-3 NaIシンチレーション式サーベイメータ（TCS-172型）

(2) 操作方法

① 電源スイッチ

- 電源スイッチを約2秒間押し、液晶表示器の表示が下記のようになり、自動的に電源チェック等が行われ、問題がなければ測定状態となる。



なお、エラー表示については、以下のとおりである。


・電池残量表示

電池残量表示が **BATT.=■□□□** で点滅している場合、バッテリーダウン予告表示なので電池を早めに交換する。なお、測定中に液晶表示器の左に“B”が点灯した場合も同様である。

・HV状態表示

□□□□□HV□=ERROR は、HV出力異常のため、正しい計測ができないので、調整をメーカー等に依頼する。

② 測定

- ・線量率測定レンジのスイッチ「▲」(UP) 及びスイッチ「▼」(DOWN) により、指針が中央付近にくるようなレンジ (0.3から30 $\mu\text{Sv/h}$) を選択する。
- ・測定中に放射線の計測数を“音”で確認したいときは、モニタ音スイッチ「」を押す。

③ 時定数 (TIME CONST.) の選択

- ・「TIME CONST.」スイッチは、「3」、「10」、「30」secと3段階に分かれている。
- ・線量率が小さいときは「30」又は「10」、大きいときは「3」又は「10」を選択する。バックグラウンドを測定する場合は「30」secを選択するのが好ましい。

④ メータの読み方 (数字の赤：選んだレンジの数字が点灯する)

★針による読み取り

- ・目盛は、上部目盛では「0」から「3」まで、下部目盛では「0」から「10」までとなっている。単位切替えスイッチにより、 $\mu\text{Sv/h}$ を選択する。
- ・測定値は、レンジが「0.3」、「3」、「30」のときは上部目盛で読み、レンジが「0.3」のときは読取り値を1/10に、レンジが「3」のときは読取り値のまま、レンジが「30」のときは読取り値を10倍する。
- ・測定値は、レンジが「1」、「10」のときは下部目盛で読み、レンジが「1」のときは読取り値を1/10に、レンジが「10」のときは読取り値のままにする。
- ・指示値は、選択した時定数の3倍の時間が経過してから、指針の振れ幅の中央付近の値をメータの真上から読み取る。



測定レンジが 0.3、3、30 の時



測定レンジが 1、10 の時

★デジタル表示による読み取り

- デジタル表示を読む場合は、5回測定し平均を求める。2回目の測定からは、時定数ごとの間隔で読み取る。

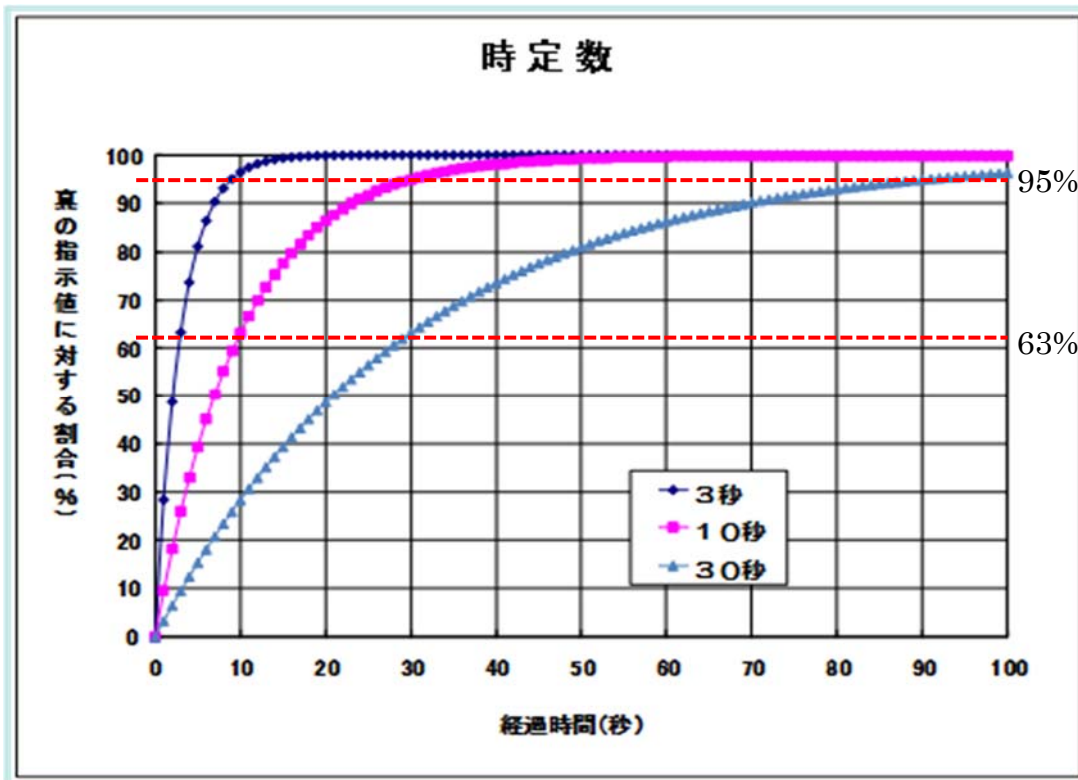
⑤ 測定終了

- 電源スイッチを約2秒間押し「OFF」にする。

⑥ 注意事項

- 使用前に必ず作動させ、正常であることを確認すること。
- 精密機器なので、衝撃を与えたり、落下させないように注意すること。
- 雨天時や汚染レベルの高い区域で測定するときは、サーベイメータをポリエチレン袋等で覆い、濡れたり汚染したりしないようにすること。
- 性能確認のため、1回/年をめやすに、点検校正を実施するのが好ましい。
- 長期間使用しないときは、電池をすべて取り出して乾燥した場所に保管すること。

参考 時定数：ある物理量が、初期値から最終値までの変化量のうち一定の値（通常は、63%）にまで変化するのに要する時間。



時定数が短い場合は、反応が速いが指示値の振れ幅が大きい。逆に時定数が長い場合は、反応は遅いが、振れ幅は小さい。

図 1 - 4 時定数と真の値に近づくまでの時間

1.3.3 空間線量率の距離による減衰の確認

(1) 目的

放射性物質から放出される γ 線が、距離の逆二乗によって減衰することを確認します。

(2) 使用資機材

- ① NaIシンチレーション式サーベイメータ (TCS-172型)
- ② γ 線源 (^{133}Ba ; バリウム 133)
- ③ 線源支持台
- ④ 検出器支持台
- ⑤ ものさし

(3) 測定

- ① 線源のない状態でバックグラウンド ($\mu\text{Sv/h}$)を測定し、データシート I に記入する。
- ② 線源支持台、検出器支持台に検出器をセットする。
- ③ 線源支持台の中心の穴に線源を置く (講師、アドバイザー)。
- ④ 線源からそれぞれ5cm、10cm、15cm、20cmの点の線量率を測定した値をデータシート I に記入する。

※ 測定時には線源を動かさずに測定器の検出部分を動かす。

※ 距離は次ページに示すように線源中心から検出の中心線 (検出器先端から20mmの位置にある線) に合わせる。

※ サーベイメータの設定

レンジ：メータの針が振り切れない最大のレンジ (針が中央にくるように合わせる)
時定数：レンジが30、10 $\mu\text{Sv/h}$ のとき3秒 レンジが3、1 $\mu\text{Sv/h}$ のとき10秒 レンジが0.3 $\mu\text{Sv/h}$ のとき30秒
測定間隔：時定数の3倍の時間

※ 測定値が高いと予想される場合、または、わからない場合は、レンジを一番高く (30 $\mu\text{Sv/h}$) して置き、順番に下げていきレンジを合わせる。

距離が2倍になると線量率は1/4、3倍になると1/9になることを確認する。

データシート I 空間線量率の距離による減衰の確認

測定年月日： 令和 年 月 日 ()

測定者氏名：

測定器型式：

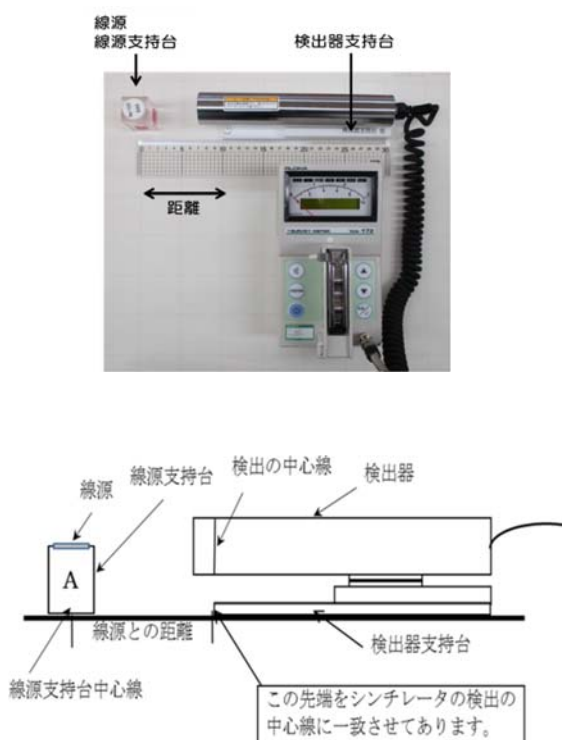
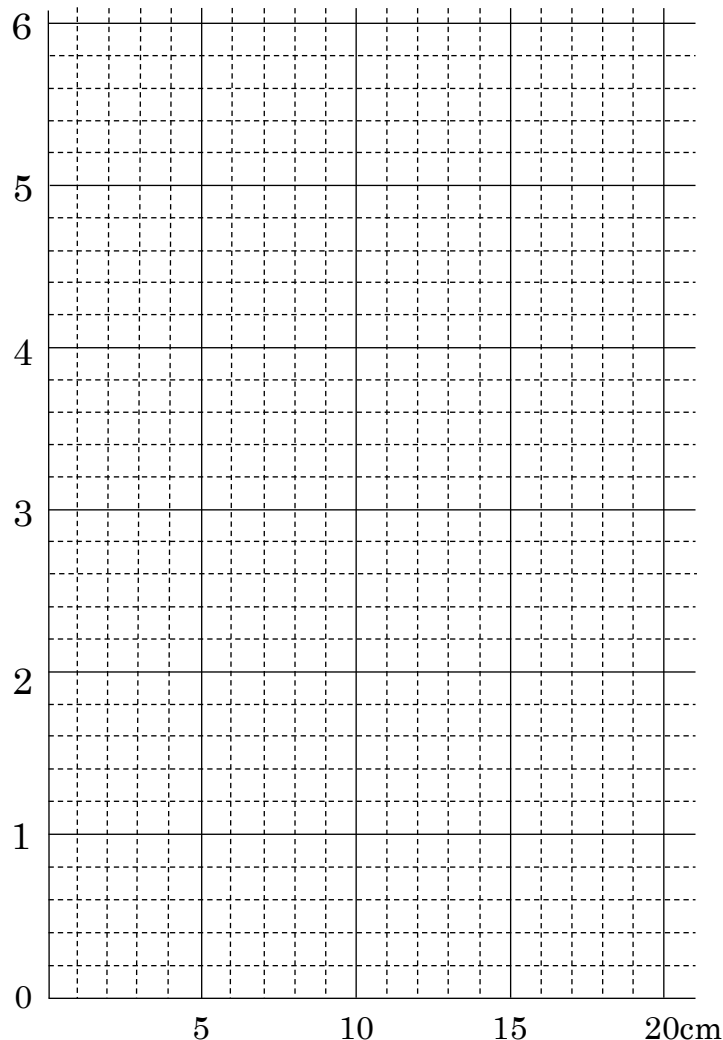
測定器番号：

線 源：¹³³Ba (番号：)

バックグラウンド (BG)： μ Sv/h

距離 (cm)	測定値 (μ Sv/h)	正味値 (μ Sv/h) (測定値-BG)
5		
10		
15		
20		

μ Sv/h



正味値をグラフに書き、線で結び、距離が2倍になると線量率は1/4、3倍になると1/9、4倍になると1/16になることを確認する。

図1-5 空間線量率の測定位置及び測定方法

1.3.4 γ 線に対する遮へい材による減衰の確認

(1) 目的

材質（物質の密度）の違いによって γ 線に対する遮へい効果（透過率）が異なることを確認します。

(2) 使用資機材

- ① NaIシンチレーション式サーベイメータ（TCS-172型）
- ② γ 線源（ ^{133}Ba ）
- ③ 線源支持台
- ④ 検出器支持台
- ⑤ 遮へい材（アクリル板、鉄板、鉛板（各厚さ1 cm））測定方法

(3) 測定方法

- ① 線源のない状態でバックグラウンド（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を測定し、データシートⅡに記入する。なお、今回のバックグラウンドはデータシートⅠで測定した値を使用する。
- ② 線源支持台をセットする。
- ③ サーベイメータの検出器を検出器支持台にセットする。
- ④ 線源（中心）の高さと検出器（中心）の高さが同じであることを確認する。
- ⑤ 検出器の中心線と線源位置との距離を約10cmになるように線源と検出器を配置する。
- ⑥ なお、検出器と線源の距離は全ての測定が終了するまで変えないこと。
- ⑦ 線源を線源台にセットする（講師、アドバイザー）。
- ⑧ 遮へい材を置かない状態で線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を測定してデータシートⅡに記入する。
- ⑨ 検出器と線源との間（線源の近く）に各種遮へい材を順次置き、それぞれの場合の線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を測定してデータシートⅡに記入する。

線量率の測定結果から、密度の大きい遮へい材の方が遮へい効果は大きいことを確認する。

データシートⅡ γ 線に対する遮へい効果の確認

測定年月日：令和 年 月 日 ()

測定者氏名：

測定器型式：

測定器番号：

線源： ^{133}Ba (番号：)

バックグラウンド (BG)： $\mu\text{Sv/h}$

単位： $\mu\text{Sv/h}$

材質 (厚さ1cm)	測定値	正味値 (測定値-BG)	遮へい率	遮へい材密度 (g/cm^3)
遮へい材なし		ア	—	—
タイベック		イ	1-イ/ア	
アクリル板		ウ	1-ウ/ア	1.2
コンクリート		エ	1-エ/ア	2.3
鉄板		オ	1-オ/ア	7.9
鉛板		カ	1-カ/ア	11.3

線量率の測定結果から、密度の大きい遮へい材の方が遮へい効果は大きいことを確認する。

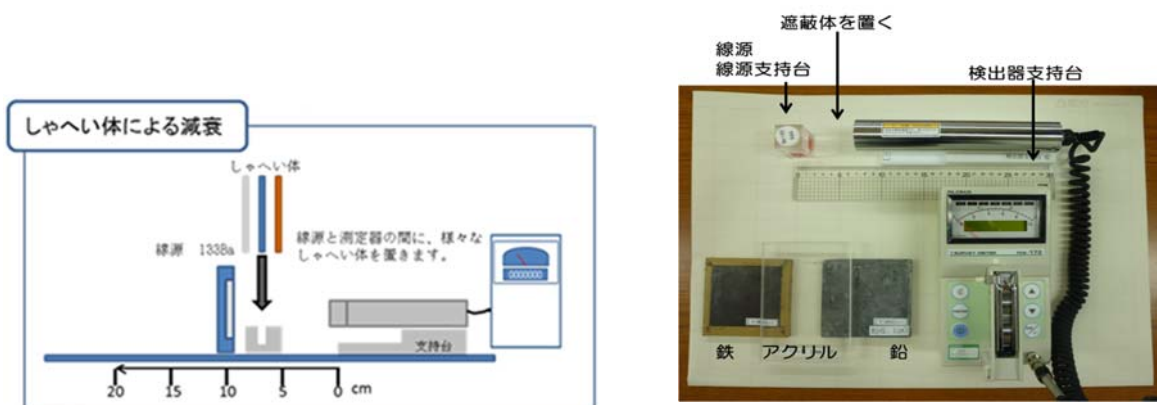


図1-6 γ 線に対する遮へい効果の測定方法

1.3.5 参考：甲状腺に沈着した放射性ヨウ素の測定

甲状腺被ばく線量モニタリング実施マニュアルが令和5年5月31日制定された（内閣府（原子力防災担当）及び原子力規制庁）。以下に甲状腺被ばく線量モニタリングの実施概要を示します。

(1) 甲状腺被ばく線量モニタリングの実施概要

甲状腺は頸部にあつて、男性では喉仏の下、女性では頸の中央にあります。ヨウ素（安定ヨウ素、放射性ヨウ素の区別はなく）は、甲状腺に集まる性質を持っています。甲状腺検査は、OILに基づいて避難又は一時移転した19歳未満の者、妊婦及び授乳婦に対して簡易除染（ウェットティッシュ等で頸部前面の拭き取り、汚染が無い衣服への着替え）を行った後、椅子に座った状態で簡易測定を行い、スクリーニングレベル（ $0.2\mu\text{Sv/h}$ ）を超えた場合は詳細測定を行います。

簡易測定は、NaIシンチレーション式サーベイメータの検出器の養生した先端を大腿部及び頸部甲状腺部位に密着させた場合の指示値（ $\mu\text{Sv/h}$ ）の差から求めます。詳細測定は、甲状腺モニタを用いて実施します。放射性ヨウ素は、半減期が8日間のため、検査の実施期間は、吸入摂取から概ね3週間以内に簡易測定、4週間以内に詳細測定を基本とし、4週間を超える場合は、ホールボディカウンタで核種組成から放射性ヨウ素の線量推定を行います。

(2) 甲状腺被ばく線量モニタリングの実施方法

甲状腺被ばく線量モニタリングの実施方法及び実施時の注意事項は、次の通りです。サーベイメータによる測定結果は、表1に示すような記録用紙（例）に記入します。

1) 使用資機材

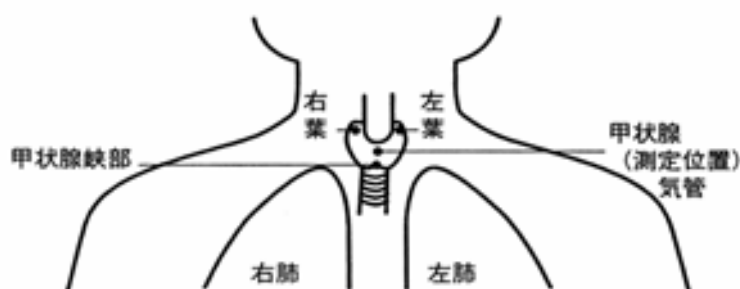
- ① NaIシンチレーション式サーベイメータ
- ② 食品用ラップまたはポリエチレン袋
- ③ 除染用品（ウェットティッシュ）
- ④ 記録用紙（例）

2) 測定方法

- ① 測定者は、NaI シンチレーション式サーベイメータの検出器部分は、ポリエチレンの袋でカバーをする。
- ② 被検者は、椅子に座らせる等楽な姿勢にさせ、大腿部に検出器前面を当てて測定する。この際、「TIME CONST.」スイッチを 10 に設定し、検出器は 30 秒（サーベイメータの時定数の 3 倍程度の時間）経過後に指示値を読み取り記入する。（実施場所のバックグラウンドに比べ高い場合は、他の部位（肩口や腹部等）を測定する）。
- ③ サーベイメータの検出器前面を被検者の頸部甲状腺部位に密着させて②と同様に測定する。この際、30 秒経過ごとに 3 回指示値を読み取り記入し、3 回の読み取った中央値を頸部測定値とする。
- ④ 頸部測定値から大腿部測定値を差し引き、使用したサーベイメータの校正定数を乗じて、正味値を計算する。

注意

- ① 測定場所は、環境放射線（バックグラウンド）値が高くないところで行う（ $0.2 \mu\text{Sv/h}$ を超えない場所）。
- ② バックグラウンドの値は測定開始前と測定実施中に 1 時間に 1 回程度行い、実施日時、場所、測定者及び測定値を記録する。
- ③ 正しい値を取るために、甲状腺の正しい位置に検出部分を当てる。



甲状腺の位置と形状

1.4 表面汚染測定用サーベイメータの取扱い

1.4.1 目的

表面汚染測定にはβ線用としてGM計数管式サーベイメータ、α線用にはZnSシンチレーション式サーベイメータが使われています。

ここでは、避難退域時検査での汚染測定によく使用されるGM計数管式サーベイメータの取扱いの実習を行います。

1.4.2 GM計数管式サーベイメータ（TGS-146型）の使用方法

(1) 各部名称

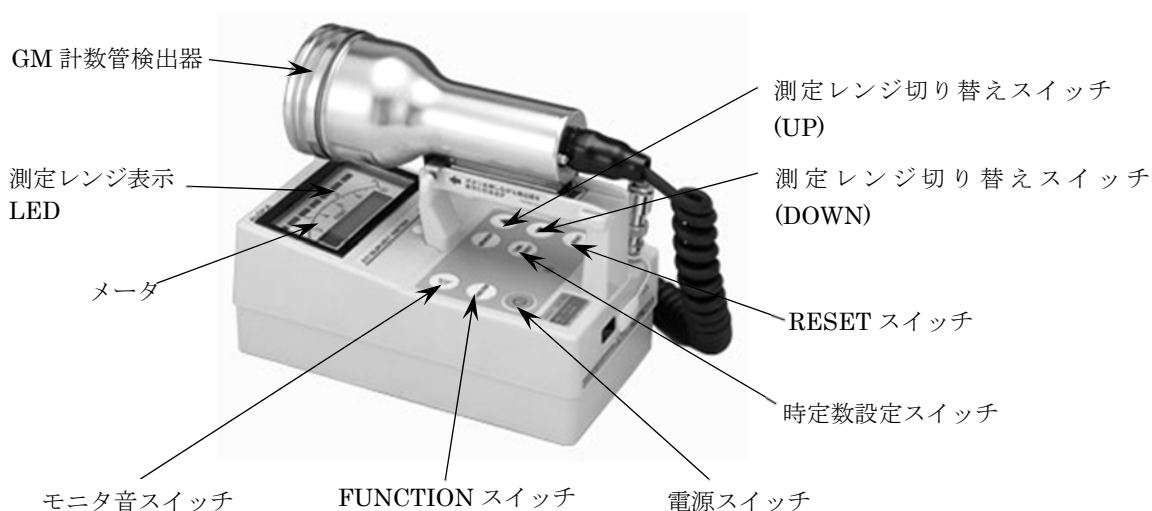
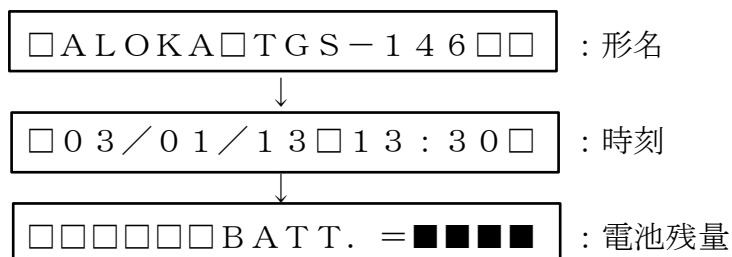


図 1-8 GM計数管式サーベイメータ（TGS-146型）

(2) 操作方法

① 電源スイッチ

- 電源スイッチを約2秒間押すと、液晶表示器の表示が下記のようになり、自動的に電源チェック等が行われ、問題がなければ測定状態となる。



★針による読み取り

- ・目盛は、上部目盛では「0」から「3」まで、下部目盛では「0」から「10」までとなっている。
- ・測定値は、レンジが「300」、「3k」、「30k」のときは上部目盛で読み、レンジが「300」のときは読取り値を100倍、レンジが「3k」のときは1,000倍、「30k」の時は10,000倍する。
- ・レンジが「100」、「1k」、「10k」、「100k」の時は下部目盛で読み、レンジが「100」のときは読取り値を10倍、「1k」の時は100倍、「10k」の時は1,000倍、「100k」の時は10,000倍する。
- ・指示値は、選択した時定数の3倍の時間が経過してから、指針の振れ幅の中央付近の値をメータの真上から読み取る。
- ・レンジ「1k」、「3k」、「10k」、「30k」、「100k」を選んだときは、k (=1,000) の読み取りを忘れないように注意する。

★デジタル表示による読み取り

- ・デジタル表示を読む場合は、5回測定し平均を求める。2回目の測定からは、時定数ごとの間隔で読み取る。

⑤ 測定終了

- ・測定レンジを最大の100kにする。
- ・電源スイッチを約2秒間押し「OFF」にする。
なお、この測定器では、スイッチを「ON」にすると、自動的に終了時の測定レンジにセットされる。

⑥ 注意事項

- ・使用前に必ず作動させ、正常であることを確認すること。
- ・精密機器なので、衝撃を与えたり、落下させないように注意すること。
- ・雨天時や汚染レベルの高い区域で測定するときは、サーベイメータをポリエチレン袋等で覆い、濡れたり汚染したりしないようにすること。
- ・汚染の測定をするときは、検出器の前面に薄いポリエチレンシートをかぶせ、検出器の先端に付いているゴムバンド等で固定して使用すること。
- ・性能確認のため、1回/年をめやすに、点検校正を実施するのが好ましい。
- ・長期間使用しないときは、電池をすべて取り出して乾燥した場所に保管すること。

1.4.3 身の回りの放射線測定

(1) 目的

身の回りの物にも放射性物質や放射線があることを実習試料で確認する。

(2) 使用資機材

- ① GM計数管式サーベイメータ（TGS-146型）
- ② 実習用試料（試料キット）

(3) 測定方法

- ① バックグラウンドを測定し、データシートⅢに記入する。
- ② 検出器を試料に密着し、指示値を読取り、データシートⅢに記入する。

身の回りにおける放射性物質のレベルを確認する。



図 1 - 9 放射性物質を含んでいる身の回りの品

データシートⅢ 身の回りの放射線測定

測定年月日 : 令和 年 月 日 ()

測定者氏名 :

測定器型式 :

測定器番号 :

バックグラウンド (BG) : min⁻¹ (=cpm)

単位 min⁻¹ (=cpm)

試料	測定値	バックグラウンド	正味値
乾燥こんぶ			
御影石			
湯の花			
肥料 (燐酸カリウム)			
肥料 (塩化カリウム)			
電極 (TIG溶接)			
マントル			



図 1 - 1 0 使用資機材

1.4.4 β線に対する遮へい効果の確認

(1) 目的

β線はアクリル板のような密度の低い物質で容易に遮へいできることを、また、同じ遮へい材ならば、厚いほど遮へい効果が高いことを確認します。

(2) 使用資機材

- ① GM計数管式サーベイメータ (TGS-146型)
- ② β線源 (^{90}Sr)
- ③ 線源支持台
- ④ 検出器支持台
- ⑤ 遮へい材 (アクリル板 厚さ : 3mm、10mm)

(3) 測定方法

- ① 線源のない状態でバックグラウンド (min^{-1}) を測定し、データシートIVに記入する。なお、バックグラウンドは1.4.3で測定した値とする。
- ② 線源支持台をセットする。
- ③ サーベイメータの検出器を検出器支持台にセットする。
- ④ 線源の高さと検出器 (中心) の高さが同じであることを確認する。
- ⑤ なお、線源からの放射線は片面が遮へいされているため、測定の際は刻印のない面を検出器側に向ける。また、線源のくぼみには手を触れない。
- ⑥ 検出器の表面と線源との距離を約10cmになるように線源と検出器を配置する。
- ⑦ なお、検出器と線源の距離は全ての測定が終了するまで変えないこと。
- ⑧ 線源を線源台にセットする (アドバイザー、講師)。
- ⑨ 遮へい材がない状態で計数率を読取り、データシートIVに記入する。
- ⑩ 検出器と線源の間 (線源の近く) に各遮へい材を順次置き、それぞれの場合の計数率を測定して、データシートIVに記入する。

参考	時定数 :	レンジが100 k、30 k、10 k min^{-1} のとき3秒
		レンジが3 k、1 k min^{-1} のとき10秒
		レンジが300、100 min^{-1} のとき30秒

測定結果から厚さ3mmのアクリル板ではβ線は完全に遮へいされないが、厚さ10mmのアクリル板では、β線が遮へいされ、計数率がバックグラウンドに下がることを確認する。

データシートⅣ β 線に対する遮へい効果の確認

測定年月日：令和 年 月 日 ()

測定者氏名：

測定器型式：

測定器番号：

線源： ^{90}Sr (番号：)

バックグラウンド (BG)： min^{-1} (=cpm)

単位： min^{-1}

材質と厚さ		測定値	正味値 ¹⁾	遮蔽率
遮へい材なし			ア	—
アクリル板	3mm		イ	1-イ/ア
	10mm		ウ	1-ウ/ア

1) 正味値=測定値-バックグラウンド

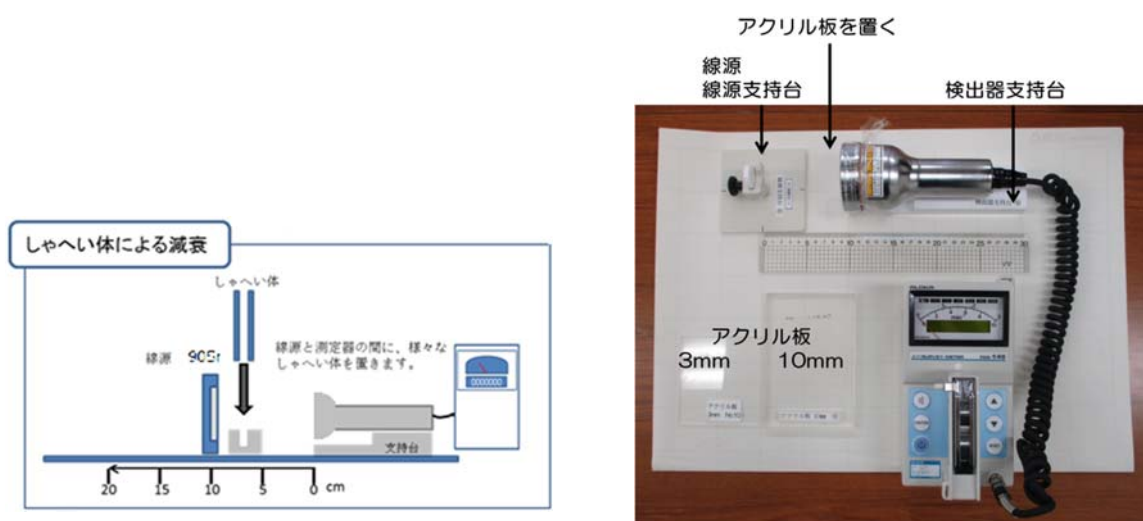


図 1-11 β 線に対する遮へい効果の測定方法

1.4.5 ZnS シンチレーション式サーベイメータ (TCS-362 型) の使用方法

(1) 各部名称



図 1-12 ZnS シンチレーション式サーベイメータ (TCS-362 型)

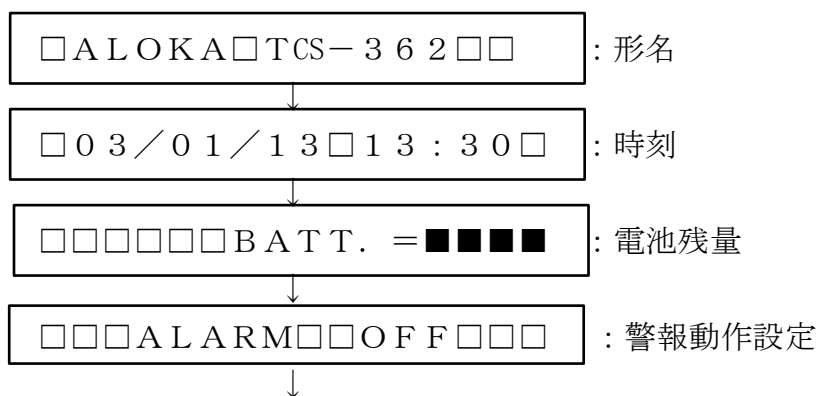
(2) 操作方法

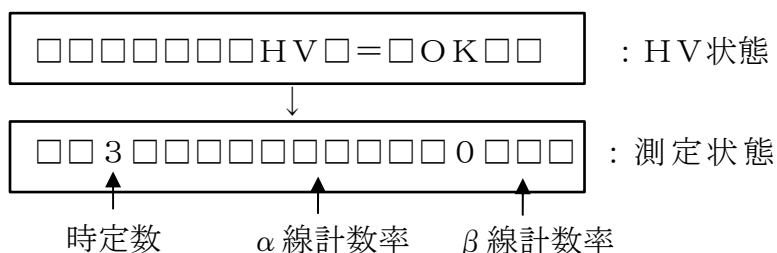
TCS-362型は、検出器プローブの中に2種類の検出器を内蔵し、ZnSシンチレーション式サーベイメータで α 線検出、プラスチックシンチレータで β 線を検出できます。

α 線を測定するときは、切替えスイッチ α/β で α を選びます。

① 電源スイッチ

- 電源スイッチを約2秒間押すと、液晶表示器の表示が下記のようになり、自動的に電源チェック等が行われ、問題がなければ測定状態となる。





なお、エラー表示については、以下のとおりである。


・電池残量表示

電池残量表示がBATT.=■□□□で点滅している場合、バッテリーダウン予告表示なので電池を早めに交換する。なお、測定中に液晶表示器の左に“B”が点灯した場合も同様である。

・HV状態表示

□□□□□□HV□=ERRORは、HV出力異常のため、正しい計測ができないので、調整をメーカー等に依頼する。

② 測定

- ・測定レンジ切り替えスイッチ「▲」(UP) 及び測定レンジ切り替えスイッチ「▼」(DOWN) により、指針が中央付近にくるようなレンジを選択する [100 ~ 100k(=100,000)]。
- ・測定中に放射線の計測数を“音”で確認したいときは、「」モニタ音スイッチを押す。

③ 時定数 (TIME CONST.) の選択

- ・「TIME CONST.」時定数設定スイッチは、「3」、「10」、「30」secと3段階に分かれている。
- ・計数率が小さいときは「10」又は「30」、大きいときは「3」又は「10」を選択する。バックグラウンドを測定する場合は「30」secを選択するのが好ましい。

④ メータの読み方

★針による読み取り

- ・目盛は、上部目盛では「0」から「3」まで、下部目盛では「0」から「10」までとなっている。
- ・測定値は、レンジが「300」、「3k」、「30k」のときは上部目盛で読み、レンジが「300」のときは読み取り値を100倍、レンジが「3k」のときは1,000倍、「30k」の時は10,000倍する。
- ・レンジが「100」、「1k」、「10k」、「100k」の時は下部目盛で読み、レンジが「100」のときは読み取り値を10倍、「1k」の時は100倍、「10k」の時は1,000倍、「100k」の時は10,000倍する。
- ・指示値は、選択した時定数の3倍の時間が経過してから、指針の振れ幅の中央付近の値をメータの真上から読み取る。

★デジタル表示による読み取り

- デジタル表示を読む場合は、5回測定し平均を求める。2回目の測定からは、時定数ごとの間隔で読み取る。



測定レンジが 300、3K、30K の時



測定レンジが 1K、10K、100K の時

⑤ 測定終了

- 測定レンジを最大の100kにする。
- 電源スイッチを約2秒間押し「OFF」にする。
なお、この測定器では、スイッチを「ON」にすると、自動的に終了時の測定レンジがセットされる。

⑥ 注意事項

- 使用前に必ず作動させ、正常であることを確認すること。
- 精密機器なので、衝撃を与えたり、落下させないように注意すること。
- 雨天時や汚染レベルの高い区域で測定するときは、サーベイメータをポリエチレン袋等で覆い、濡れたり汚染したりしないようにすること。
ただし、検出器の面に食品ラップ等をかぶせると測定できなくなるので、特別に薄いポリエチレンシートをかぶせ、検出器の先端に付いているゴムバンド等で固定して使用すること。
- 性能確認のため、1回/年をめやすに、点検校正を実施するのが好ましい。
- 長期間使用しないときは、電池をすべて取り出して乾燥した場所に保管すること。

1.4.6 α 線に対する遮へい効果の確認

(1) 目的

α 線は物質を透過しにくく、薄い紙などで止めることができることを確認します。

(2) 使用資機材等

- ① ZnSシンチレーション式サーベイメータ(TCS-362型)
- ② α 線源 (^{241}Am)
- ③ 段ボールの台座
- ④ 遮へい材 (食品用ラップフィルム、コピー用紙)
- ⑤ 定規

(3) 測定方法

- ① ZnSシンチレーション式サーベイメータの電圧等をチェックし、測定可能な状態にする。
- ② 台座を置く。
- ③ α 線源の無い状態で、バックグラウンド(min^{-1})を測定し、データシートVに記入する。
- ④ α 線源 (線源の内側を上に向ける) を台座の空いた部分に置き、検出器をその上に渡し、遮へい材なしの値を測定し、記入する。
なお、 α 線源の片面は構成材によって遮へいされているので、測定の際は裏面 (刻印の無い面) を検出器側に向ける。また α 線源の表面は非常に薄い膜でコーティングされているので、固いもので突いて破かないように注意する。
- ⑤ 遮へい材 (食品用ラップフィルム、コピー用紙) を段ボールの上に、線源に触れないよう置いて、測定を行う。食品用ラップフィルムの1重、2重、3重とコピー用紙1枚の場合の測定を行い、記録する。
- ⑥ 遮へい材の無い状態で検出器を α 線源から上にゆっくり離していき、測定値がゼロになる所の線源からの距離を確認する。

α 線は、飛程が短く、また、紙1枚で遮へいできることを確認する。

注: 遮へい材が無くても、検出器を α 線源から徐々に離すと測定値が急激に減少し0になる。これは α 線の飛程が空気中では短いためである。

データシートV α 線に対する遮へい効果の確認

測定日：令和 年 月 日 ()

測定者：

測定器型式：

測定器番号：

線源： ^{241}Am 線源

バックグラウンド： $\text{min}^{-1} = \text{cpm}$

測定結果

単位： (min^{-1})

線源・材質の厚さ		指示値	バックグラウンド (BG)	正味値 (指示値-BG)
遮へい材なし				
食品用ラップ フィルム	1枚			
	2枚			
コピー用紙：1枚				

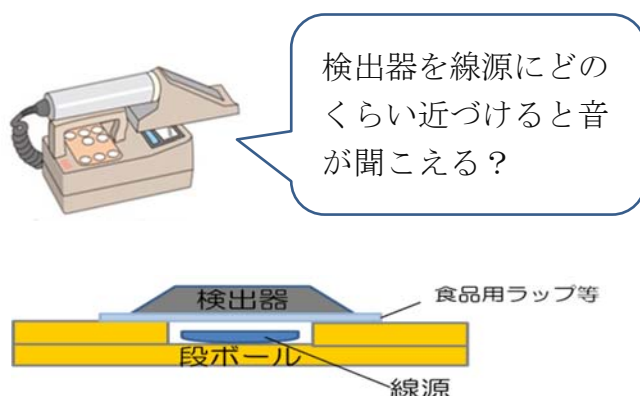


図1-13 α 線に対する遮へい効果の測定方法

1.5 電離箱式サーベイメータ (ICS-323 型) の使用方法

(1) 各部名称



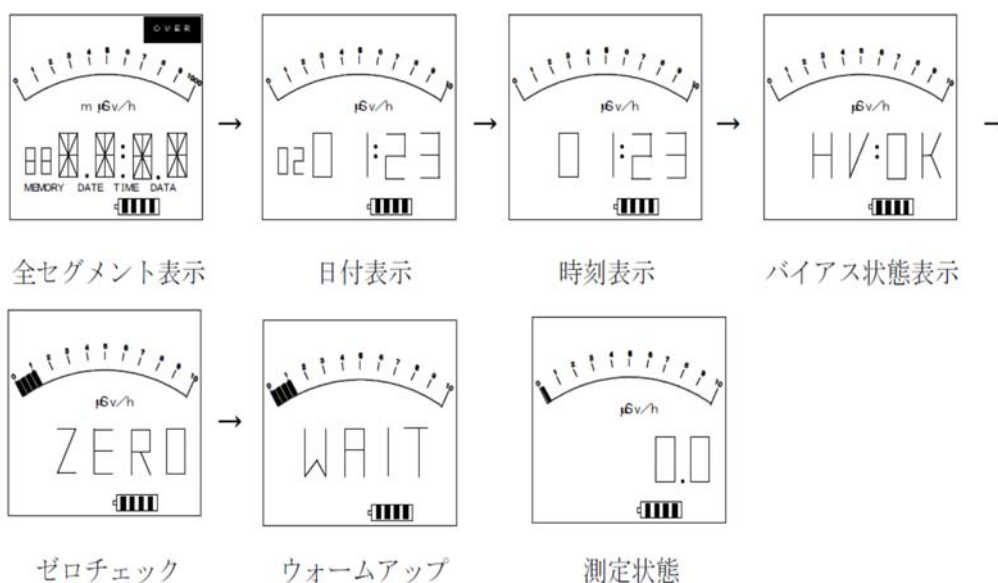
図 1-14 電離箱式サーベイメータ (ICS-323型)

(2) 操作方法

ICS-323型は、電離箱式サーベイメータで γ (β) 線を $1 \mu\text{Sv/h}$ ~ 300mSv/h 検出できます。

① 電源スイッチ

- 電源スイッチを約 2 秒間押し、液晶表示器の表示が下記のようになり、自動的に電源チェック等が行われ、問題がなければ測定状態となる。



② 測定終了

- 電源スイッチを約 2 秒間押し「OFF」にする。

③ 注意事項

- 使用前に必ず作動させ、正常であることを確認すること。
- 精密機器なので、衝撃を与えたり、落下させないように注意すること。
- 雨天時や汚染レベルの高い区域で測定するときは、サーベイメータをポリエチレン袋等で覆い、濡れたり汚染したりしないようにすること。
- 性能確認のため、1回/年をめやすに、点検校正を実施するのが好ましい。
- 長期間使用しないときは、電池をすべて取り出して乾燥した場所に保管すること。

2. 防護服等の着脱

2.1 目的

内部被ばくの防止及び身体汚染の防止のために、防護服等の着用をすること、また装着方法や汚染の拡大を防止する脱衣の方法を学びます。

2.2 防護服等の着脱

2.2.1 装備品等

放射性物質が放出、また放出されるおそれのある場合・地域で、原子力防災活動を実施する場合は、身体汚染防止のため防護服を身に着ける必要がある。

また、外部被ばくの線量を確認するためには電子式個人線量計を、内部被ばくの防止のためには、マスク等を装着する。

- ① 電子式個人線量計
- ② 布またはディスポ帽子
- ③ 防護服（例：タイベックスーツ）
- ④ 布手袋
- ⑤ ゴム手袋
- ⑥ 長靴又は靴カバー
- ⑦ 防塵マスク（又は、半面マスク、全面マスク）
- ⑧ その他1（着衣時：マスクングテープ、クレヨン、油性インク等）
- ⑨ その他2（脱衣時：大きなゴミ袋、はさみ等）

2.2.2 使用前の点検・注意事項等

防護服等は定期的に点検し、いつでも使用できるように維持管理しておく必要がある。ゴム製品は、長期保存の場合劣化することがある。また、防護マスクを装着するときには、次のことを確認する。

- ① ヘッドバンド、面体等が健全であるか確認する。
- ② フィルターは目的にあっているか。使用期限は守られているか。
- ③ 顔の髭がきれいに剃ってあるか。
無精髭の状態ではマスクを装着すると十分な防護効果が得られない。

2.2.3 防護服等の着用手順

防護服等は、以下の着用手順に従って着用する。

- ① 電子式個人線量計を装着する。
装着方向は、液晶表示部を体側に向け、装着部位は、男性の場合防護服の内側に着る作業着の胸ポケットとする。作業着に胸ポケットが無い場合には電子式個人線量計の紐を首からぶら下げ、作業着の胸部にマスキングテープで固定する。女性の場合は腹部に装着するものとし、腰のベルト等に装着するか、腹部にマスキングテープで固定する。
- ② 防護服を着る。
- ③ 布帽子を被る。
- ④ 靴の上から靴カバーをはく。
- ⑤ 防護服の裾を靴カバーの中に入れ、スーツの裾と靴の境目をしっかりマスキングテープでシールする。
- ⑥ シールする際は、活動中にシールが剥がれないように、膝を曲げた状態で行うなど、タイベックスーツに適当なゆとりを持たせておく。また、シール用マスキングテープの末端は脱衣時の剥がし易さを考え、粘着面が隠れるように1 cm程度折り畳む。
- ⑦ 布手袋をはめ、防護服の袖の下にする。
- ⑧ タイベックスーツの袖口の上にゴム手袋をはめ、タイベックスーツとゴム手袋の境目をマスキングテープでしっかりシールする。この際も、マスキングテープの端を1 cm程度折り畳んでおく。
- ⑨ 防塵マスクまたは半面マスクを装着する（装着手順は、「2.2.5 マスクの着脱」を参照）。
- ⑩ 顔面の露出部がなるべく少なくなるように防護服のフードをかぶる。全面マスクを装着する場合は、全面マスクとフードの境目をマスキングテープでシールする。
- ⑪ 顔が見えないので背中に役割と所属、名前を書く（着衣の前に記入しておいてもよい）。

注意点

- ※ 補助者などがいるとよい。
- ※ 実際の活動時は、体調を整え、トイレを済ませ、熱中症防止のため水を飲んでおく。
- ※ 不必要なアクセサリや装飾品はできる限り外す。
- ※ 防護服のフードが顔に落ちてくるような場合等、サイズが合わない場合は、マスキングテープなどで固定する。

<p>準備 (装備例)</p>  <p>※放射線の環境によって異なる。</p>	<p>このほかに、マスキングテープ、マジック等が必要 マスクは、状況によって、半面マスク、全面マスクになる。 体調の確認</p>
<p>① 電子式個人線量計の装着</p> 	<p>電子式個人線量計の数値が 0 のことを確認し、番号、日時、氏名を記録する。 防護服の中は、動きやすいもの、また季節により服装を変えるが、長袖のほうがよい。</p>
<p>② 防護服の装着</p> 	<p>ファスナーをおろして、靴を履いたまま防護服を着る。 (専用の長靴などをはく場合は、軍足のままで着る)</p>

図 2 - 1 防護服等の着用手順 (1 / 3)

<p>③ 布帽子</p> 	<p>髪の毛は帽子の中に入れる</p> 
<p>④ ⑤ ⑥ 靴カバーをはき、境目をシールする。</p>  <p>端を1cm程度折り返しておく。</p>	<p>防護服の裾を靴カバー内に入れて、境目をマスキングテープでシールする。その際、脱ぎやすいように、最後はマスキングテープの端を1cm程度折り返しておく。</p>
<p>⑦ ⑧ 布手袋、ゴム手袋をはめ、ゴム手袋の上から、テープをする。</p>  <p>布手袋</p> <p>ゴム手袋</p> <p>端を1cm程度折り返しておく。</p>	 <p>ダメな装着状態</p> <p>下側：布手袋、防護服、ゴム手袋が重なりあっていないため、隙間がある</p>

図2-1 防護服等の着用手順 (2/3)

<p>⑨ ⑩ マスク装着、フードをかぶる</p> 	<p>半面マスクを付けた場合は、フードの外にカートリッジがでるようにする</p>  <p>半面マスクの装着の仕方は、図 2-3 参照</p>
<p>⑪ 役割、所属、氏名</p> 	<p>防護服装着後は、個人の判別が できにくい為、役割、組織/班名、 氏名を少なくとも 1 か所記載す る。</p>  <p>防護服のサイズが合わずフード が前に落ちる場合は、フードの 後ろや布帽子とフード等をテー プで止めて調整する。</p>

図 2 - 1 防護服等の着用手順 (3 / 3)

2.2.4 防護服等の脱衣手順

防護服等の脱衣は、各脱衣場所^{*1}を設け、以下の脱衣手順に従って脱衣^{*2}する。

- ① 汚染エリアで手首及び足首のマスキングテープを静かに、静かに剥がし、ゴミ袋等に入れる。
- ② 片足ずつ靴カバーを外し、外した足を脱衣エリアに入れる。
- ③ 布手袋を残し、ゴム手袋を脱ぐ。
この際、一方の手で他方のゴム手袋の手首外側をつかみ、静かに全体が裏返しになるように脱ぐ。残りのゴム手袋は、布手袋をはめたままのもう一方の手をゴム手袋の内側に差し込み、一枚目と同様に裏返しながらか脱ぐ。
- ④ 防護服全体を静かに脱ぐ。
この際、汚染が拡散しないように裏返しでくるくる丸めながら脱ぐ。
- ⑤ マスクを脱ぐ。
- ⑥ 布帽子を脱ぐ。
- ⑦ 布手袋を脱ぐ（最後まで、素手にならないことが重要）。
- ⑧ 最後に全身の汚染検査を行う（実習では行わない）。
- ⑨ 非汚染エリアに移動して、最後に電子式個人線量計を外し、被ばく線量及び確認時刻を記録する。

注意点

- ※ 1 汚染エリア、緩衝地帯（脱衣エリア）、非汚染エリア（クリーンエリア）の3つに分ける。
- ※ 2 脱衣の際は、どこが汚染又は汚染している可能性があるか、どこが汚染していないかの意識をもって行うことが重要である。
(汚染していないところには汚染させない)

<p>① 手袋、靴カバーのテープをはがす</p> 	<p>テープはゴミ袋に入れる</p>  <p>折り返し部分を持ちテープをはがす</p>
<p>② 靴カバーを外し、外した足は脱衣エリアに入れる。</p> 	<p>靴カバーは、内側を外側に丸めながら脱ぐ。</p>  <p>靴カバーは、内側を外側にして、ゴミ袋に入れる</p>

図 2 - 2 防護服等の脱衣手順 (1 / 5)

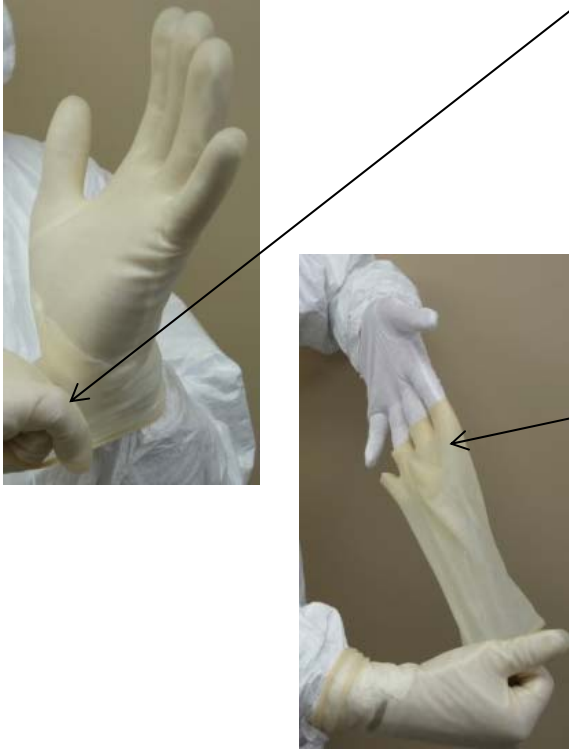
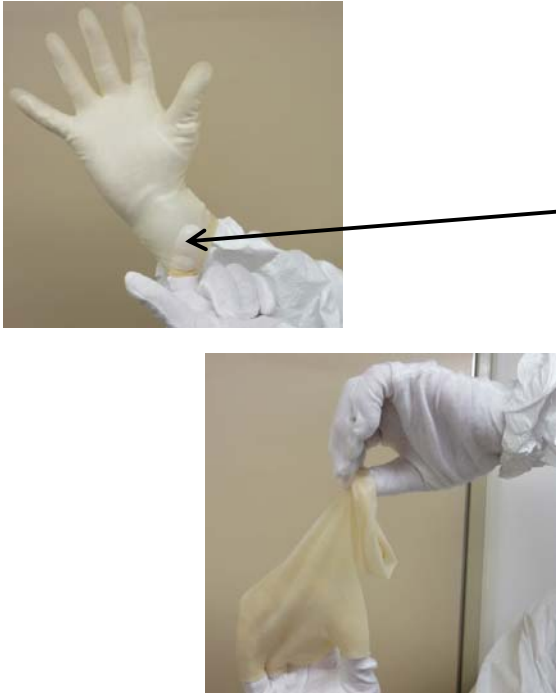
<p>③ ゴム手袋を脱ぐ 初めの片方のゴム手袋</p> 	<p>ゴム手袋は、汚染しているか、または汚染の可能性があるため、中の布手袋に直接接触しないようにする。</p> <p>裏返しながら脱ぐ。</p>
<p>残りの片方のゴム手袋</p> 	<p>汚染していない布手袋は、最後まで汚染させない！</p> <p>布手袋だけの指をゴム手袋の中に入れて脱ぐ</p> <p>裏返しながら脱ぐ。</p> <p>脱いだゴム手袋はゴミ袋に入れる。</p>

図 2-2 防護服等の脱衣手順 (2 / 5)

④ 防護服を脱ぐ



布手袋は汚染していないので、
防護服の内側にのみ指をいれ、
横に広げながら、ファスナーをおろす。



防護服の内側を持って、腕を片方ずつ脱ぐ。



図 2 - 2 防護服等の脱衣手順 (3 / 5)

 	<p>防護服の内側を外側に裏返しながら脱ぐ。</p> <p>丸めてゴミ袋に入れる</p> 
<p>⑤ マスクを取る</p>  	<p>マスクの表面を触らないようにしてはずす。</p> <p>半面マスクの外し方は、図2-3。</p>

図2-2 防護服等の脱衣手順 (4 / 5)

<p>⑥ 帽子を脱ぐ</p> 	<p>フードの中ならば、帽子は汚染していないと考えてよいが、外側をつまみはずす</p>
<p>⑦ 布手袋を脱ぐ</p> 	<p>布手袋は汚染していないはずだが、念のため、汚染拡大防止を図り脱ぐ</p> <p>ゴム手袋を脱ぐ時と同じように、布手袋の外側をつまみ、内側を外側にして手袋を脱ぐ</p> <p>素手の指を布手袋の中に入れ、内側を外側にして脱ぐ</p>
<p>⑨ 電子式個人線量計の確認</p> 	<p>脱衣が終わった後に、身体表面汚染検査を行い、汚染が無いことを確認後、脱衣エリアから非汚染エリアへ移動する。</p> <p>最後に電子式個人線量計を確認し、数値を記録する</p>

図 2 - 2 防護服等の脱衣手順 (5 / 5)

2.2.5 半面マスクの着脱

(1) 準備

- ① マスクのフィルタの確認をする（種類、期限、空気取り入れ弁の取り付け状況）。
- ② バンド（紐）にねじれがあれば直す。

(2) 装着

- ① 布帽子を被る。
- ② バンドのよじれ等がないか確認し、下の紐のバックルを持つ。下のバンドのバックルを頭の後ろで留める。
- ③ マスク部分をあごにしっかり合わせてから鼻口部に当て、ヘッドバンドを頭部にかける。
- ④ マスクが鼻口部に当たる様に、上側のバンドを調整する。
- ⑤ 下側のバンドを調整する。
- ⑥ 上側及び下側のバンドを交互に調整し、面体全体が顔に密着することを確認する。このとき、強くバンドを締めすぎないように注意する。
- ⑦ フィルタの開口部を手のひらで軽くおさえて呼吸をした場合に、息苦しくなることを確認する（陰圧法による密着性の確認）。
- ⑧ 装着完了。

(3) 脱着

- ① 下のバンドのバックルを外す。
- ② バンドを手に持ったまま、頭を前に出す。
- ③ バンドを持った両手を前に出す。
- ④ 頭部に掛けてあるヘッドバンドが自然に外れる。

半面マスクの着脱手順を図2-3及び図2-4に示す。

1) 半面マスクの装着

① 帽子を被る。



② 紐のよじれ等がないか確認し、下の紐のバックルを持つ。



③ 頭の後ろで、バックルを止める。



④ マスク部分をもち、あごにしっかり合わせてから鼻口部に当てる。



⑤ ヘッドバンドを頭にかける。



図 2-3 半面マスクの装着手順 (1/2)

⑥ 紐で調整する。



⑦ 下の紐も調整し、密着させる。



⑧ フィルタを軽く押さえて呼吸し、空気の漏れがないか確認する。



図 2-3 半面マスクの装着手順 (2/2)

2) 半面マスクの脱着

① 下のバンドのバックルを外す。



② バンドを手にもったまま頭を前に突き出す。



(横)



③ バンドを持った手を前に出す。



④ 自然に頭から外れる



図 2-4 半面マスクの脱着手順

3. 汚染検査と除染

3.1 汚染検査

3.1.1 目的

放射性物質が放出された場合、放射性物質にどの程度汚染しているかを検査し、必要があれば除染等を行い、被ばく、汚染拡大の防止を図る必要があります。

避難退域時検査においては、車、体表面汚染あるいは物品汚染検査を実施することによって、除染の必要があるかを確認いたします。

ここでは、物品及び身体汚染検査法を学びます。




図 3-1 車や人の汚染検査

3.1.2 使用器材等

- ① GM計数管式サーベイメータ (TGS-146型)
- ② サーベイメータの養生に使用するビニール袋、ラップ、テープ等
- ③ 記録用紙、筆記具

3.1.3 測定方法

- ① バックグラウンドを測定 (レンジ: 100 min^{-1} 、時定数: 30秒) し、記録用紙に記録する。
- ② サーベイメータの設定を、時定数は3秒に設定する。
レンジは、 1000 min^{-1} 又は 10 kmin^{-1} (避難退域時検査時) とする。
- ③ 被汚染物の表面から 1 c m 程度離し、毎秒 10 c m 程度の速度で移動し測定する。
- ④ 住民等を測定する場合は、音を出さない。( をオフ。)
- ⑤ 指示値が増加したら、速度を落としゆっくりと、指示値が最大となる場所にレンジを合わせながら探す。
- ⑥ 指示値が最大となる場所で、サーベイメータを止め、時定数を合わせ、時定数の 3 倍の時間をかけ指示値を読みとり、記録する。

3.1.4 汚染検査実習

(1) 資機材

- ① GM計数管式サーベイメータ（TGS-146型）
- ② 白衣（身体汚染検査用）
- ③ 車のワイパーまたタイヤの写真を貼った段ボール（物品汚染検査用）
- ④ マントル（白衣または段ボールの裏側にマントルを貼って使用）

(2) 物品汚染検査

- ① 車のワイパーとタイヤは、避難退域時検査時に、最初の汚染検査箇所となる。
- ② ワイパーとタイヤの写真の上から測定し、汚染箇所を探す。
- ③ 上記測定方法で、汚染箇所を探し指示値を読み取る。

(3) 身体汚染検査

- ① 身体汚染検査は、2人一組となり、それぞれ測定者、被測定者となり、交換して行う。
- ② 被測定者は、マントルを内側に貼った白衣を着用する。
- ③ 測定者は、上記測定方法に従い汚染検査を行う。
人の場合は、被測定者にも声をかけ協力してもらう。

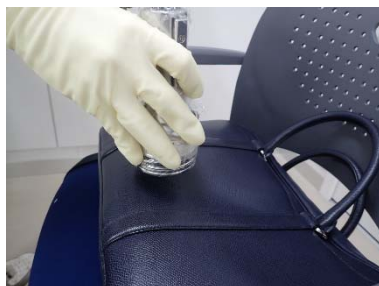


図3-2 物品汚染検査



手

頭・顔

靴の裏

図3-3 身体汚染検査

『参考』 原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染

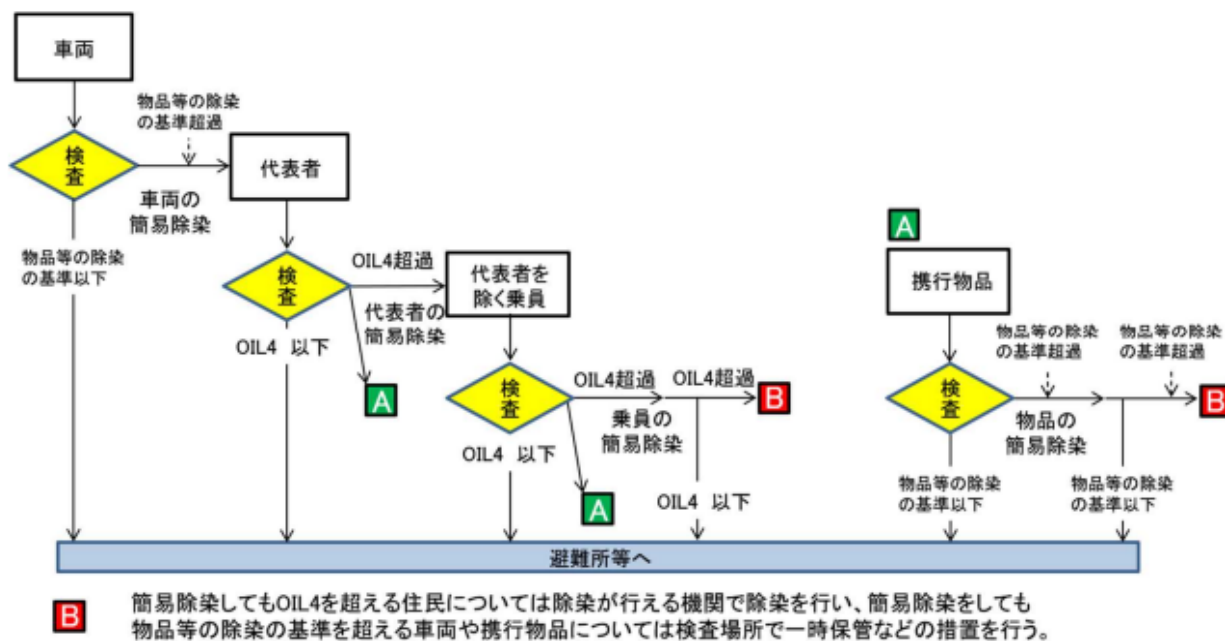


図 3-4 原子力災害時における避難退域時検査と簡易除染の流れ

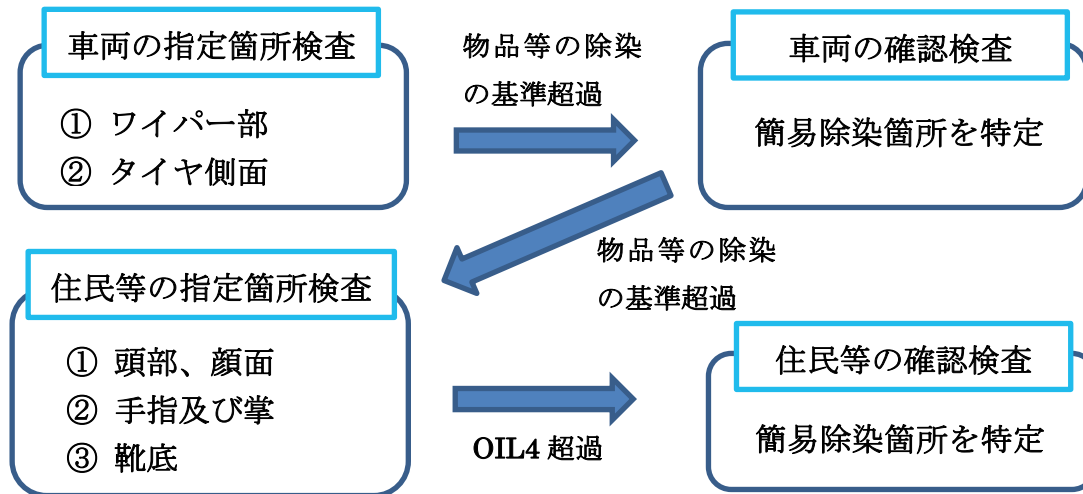


図 3-5 避難退域時検査の手順

資料

原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル

<http://www.nsr.go.jp/data/000119567.pdf>

3.2 放射性物質の簡易除染

3.2.1 目的

放射性物質による汚染があった場合は、できるだけ早く取り除き、本人の内部被ばく、被ばく量を低減するとともに、他への被ばく・汚染拡大防止を図る。

避難退域時検査においては、除染の基準（1か月以内は40,000 cpm、以降は13,000 cpm）を超えているものは、基準値以下まで除染が必要になる。

ここでは、簡単な除染方法を学ぶ。

3.2.2 除染

身体や衣服に放射性物質が付着することを汚染と言う。汚染が確認された場合は、被ばくを少なくするために放射性物質をできるだけ早く除去（除染）し、汚染が他の部位に広がらないようにするとともに、体内に入らないようにすることが大切である。特に創傷部位が汚染されているときは、医師に相談し優先的に速やかに除染する必要がある。

3.2.3 除染に必要な資機材

- ① タオル、ウェットティッシュ、ウエス、食品用ラップ（養生用）
- ② 綿手袋、ゴム手袋、サージカルマスク
- ③ 除染後の着替え用衣類（フリーサイズのスウェットなど）
- ④ 蓋付きポリバケツ、廃棄用ポリバケツ、大小ポリ袋
- ⑤ 養生シート、養生テープ、粘着テープ、ハサミ
- ⑥ 筆記用具、検査結果記入用紙
- ⑦ GM 計数管式サーベイメータ
- ⑧ その他設営資機材（更衣室テント、机、椅子、テント、発電機、電源リール、室外灯、スポットクーラー、電気ストーブ、パーテーション等）
- ⑨ 要員装備（ビブス、ガウン等）

3.2.4 除染の方法

①着替え

着衣がO I L 4を超える場合は、原則として住民等本人により着替えを行う。そのため、着替え用衣類はあらかじめ用意しておく。着替えの際は、衣服や身体への放射性物質の拡大を防止するため、簡易除染の要員は住民等に以下の説明と指導を行う。

- 汚染の拡大を防ぐため手袋とサージカルマスクを着用すること。
- 汚染されている衣服の表を中に巻き込むよう脱衣すること。
- 脱衣の際に皮膚に汚染物が触れる場合は、皮膚を手袋やテープ等で覆ってから脱衣すること。

②ふき取り

頭髪や皮膚がO I L 4を超える場合は、原則として住民等本人がウェットティッシュ等を用いてふき取りを行う。簡易除染の要員は住民等に以下の説明と指導を行う。なお、自分でふき取りが行えない住民等には、簡易除染の要員が手伝う。

- 汚染の拡大を防ぐため手袋とサージカルマスクを着用すること。
- O I L 4を超える箇所を中心とし、周囲から中心に向かって一方向にウェットティッシュ等でふき取ること。
- 1枚のウェットティッシュ等で何度も繰り返してふき取らないようにすること。
- 1度ふき取りに使ったウェットティッシュ等は、そのまま所定の容器等へ廃棄すること。
- アルコールにアレルギーのある住民等を除染する場合は、水で濡らしたウエス等を使うこと。

①は着替えを行った後に確認検査を行う。②は、1回の簡易除染によってもO I L 4を超える場合は、2回目の簡易除染を行い、それ以上は除染を行わず、除染後の確認検査を行う。

補足

- ※ 簡易除染に伴い発生した汚染物等の処理については、立地道府県等があらかじめ国及び原子力事業者との協議の上、決めておく。
- ※ 汚染物等は、他のゴミと一緒にならないよう、人があまり近づかないところで保管する。

3.2.5 簡易除染実習

(1) 目的

汚染拡大防止を図る除染法を身に着ける。

(2) 使用器材等

- ① ウェットティッシュ
- ② マジック
- ③ ビニール袋

(3) 除染

- ① 汚染に見たて、マジックで利き手と反対の手の甲にマークを付ける。
- ② 最初に、ウェットティッシュでふき取ります。
- ③ 除染は、汚染拡大しないように、周囲から汚染の中心に向かい一方通行で行います。また、ふき取る面は1回の使用とします。皮膚が傷つかないように無理にこすらない。
- ④ 使用したウェットティッシュはビニール袋等に入れ保管します。

汚染範囲を広げないように除染を行い、除染に使用したウェットティッシュ等に放射性物質が移動しているので、きちんと管理する。

簡易除染

除染方法：
健康皮膚は
外から中へ

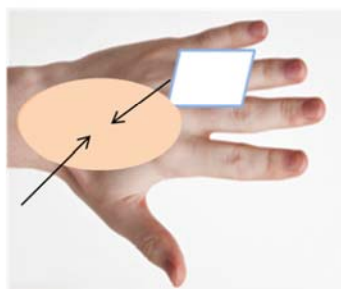


図 3-6 簡易除染方法

[参考]

接頭語：読みやすくするために、単位の前に接頭語をつけて表します。

小さい時(人体への影響を表す単位のSv(シーベルト))

n(ナノ): 十億分の1 = $1/1,000,000,000 = 10^{-9}$

μ (マイクロ): 百万分の1 = $1/1,000,000 = 10^{-6}$

m(ミリ): 千分の1 = $1/1,000 = 10^{-3}$

大きい時(放射能の強さを表す単位のBq(ベクレル))

k(キロ): 千 = $1,000 = 10^3$

M(メガ): 百万 = $1,000,000 = 10^6$

G(ギガ): 十億 = $1,000,000,000 = 10^9$

T(テラ): 1兆 = $1,000,000,000,000 = 10^{12}$

使い方

$0.001\text{m} = 1\text{mm} = 1,000\ \mu\text{m}$

$0.001\text{Sv} = 1\text{mSv} = 1,000\ \mu\text{Sv}$