

原子力防災基礎研修

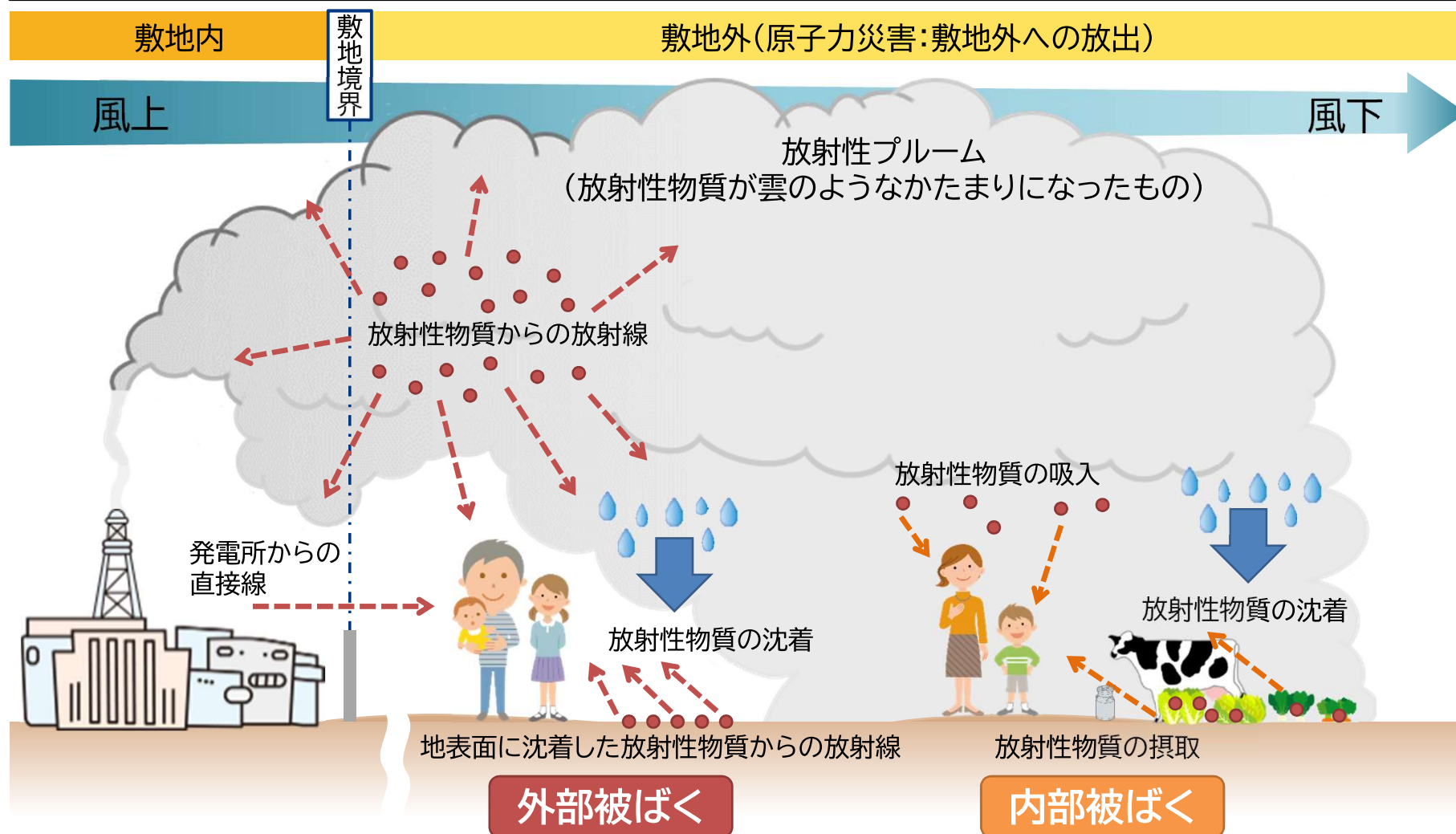
講義 1

イントロダクション 原子力災害の特殊性

令和7年7月

1.1 原子力災害とは

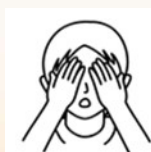
原子力災害とは、**原子力施設の事故等**に起因する**放射性物質**又は**放射線**が**異常な水準**で**敷地外に放出**され生じる**被害**を意味する。



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）

1.3 原子力防災基礎研修の目的

原子力防災基礎研修は、**原子力災害対応に関する実務に初めて携わる方**を対象に以下の目的で開催します。

【学習目的】

原子力災害時における防護措置を実施するために必要となる原子力災害の特殊性や放射線の基本的な知識を習得すること。

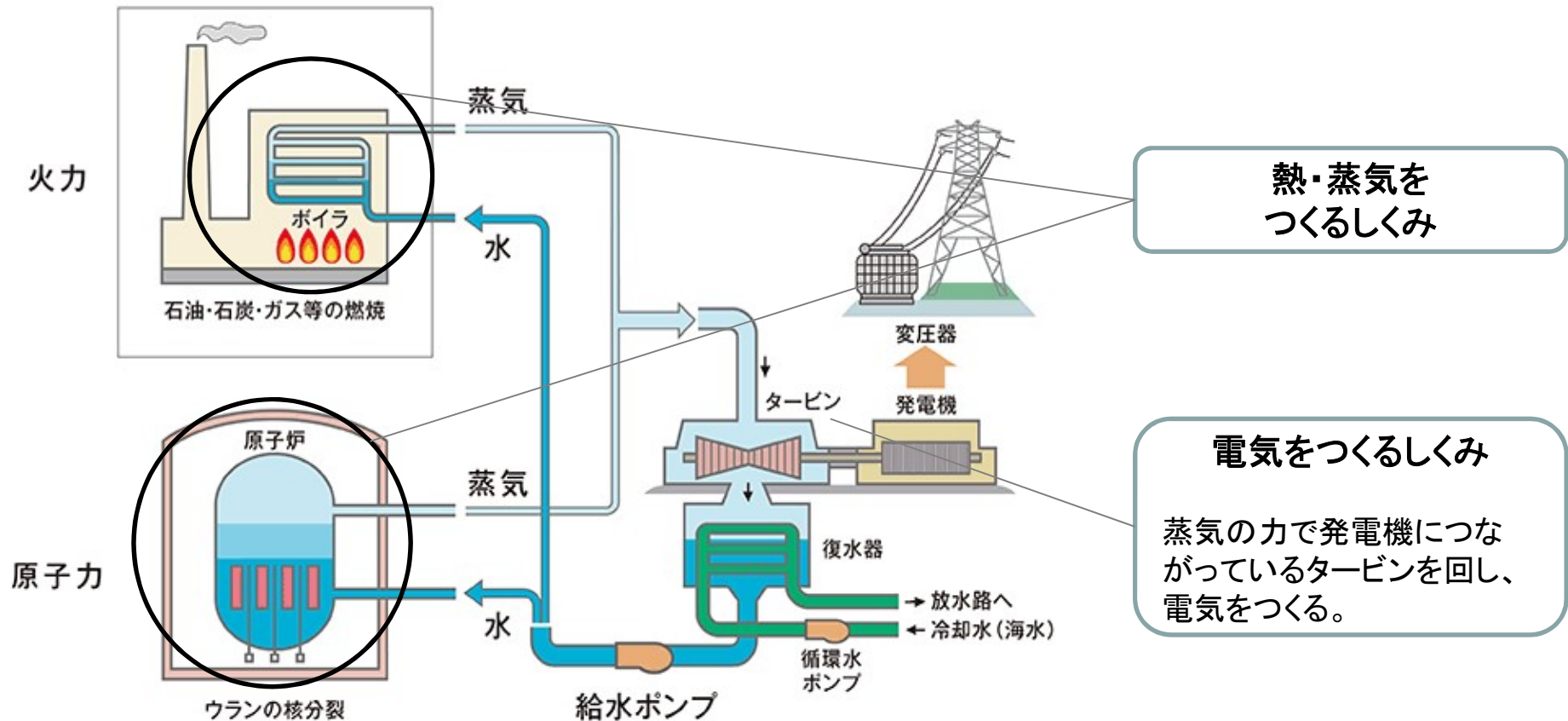
放射線から身を守るための
正しい知識を身につけることが肝要です！

- 放射線には、その受ける量により健康に影響を及ぼすおそれがあります。
- 適切な対策を講ずれば、放射線からの影響を防ぎ、低減することができます。

参考 原子力発電の概要

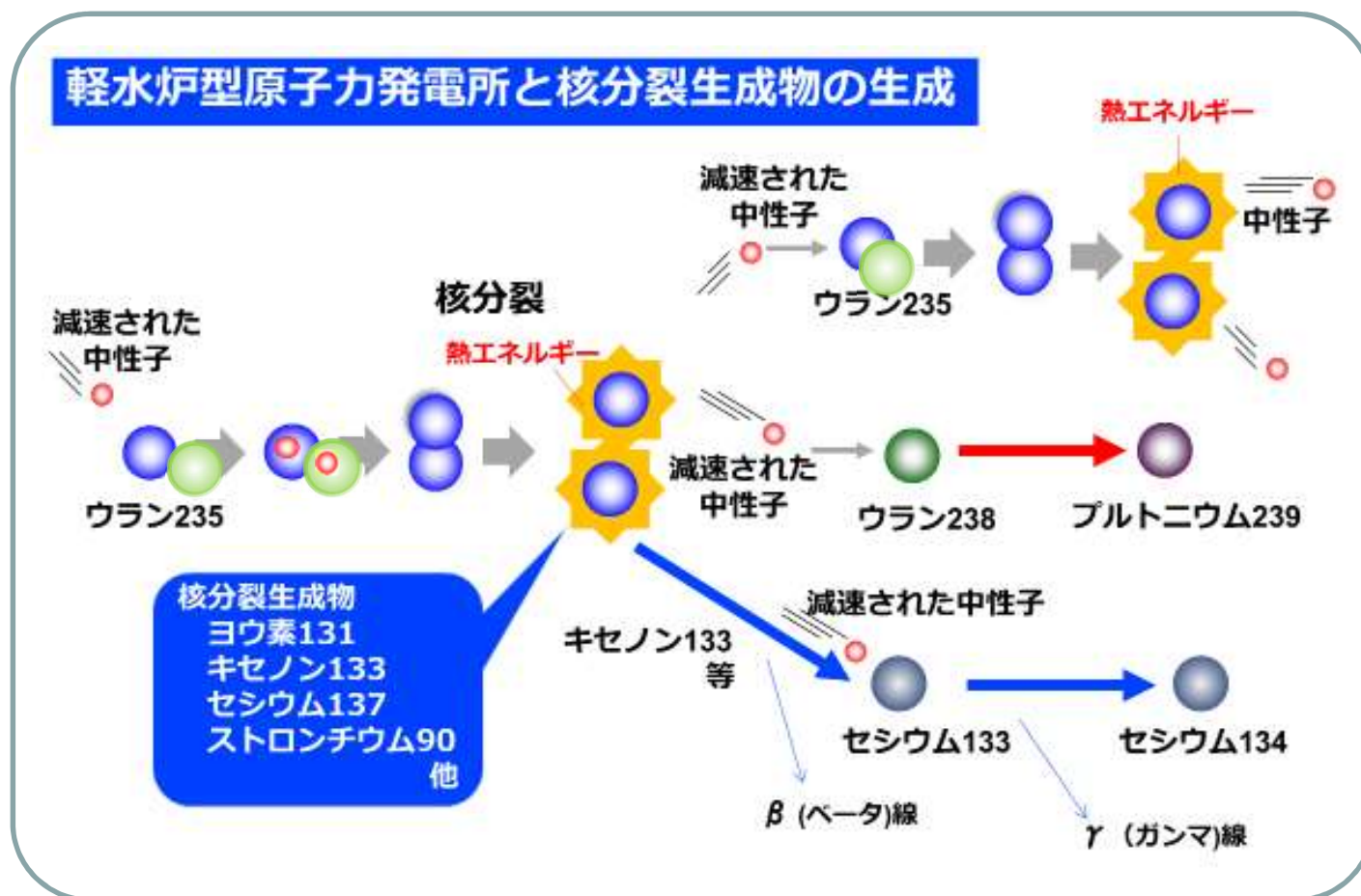
参考1 原子力発電のしくみ

- 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

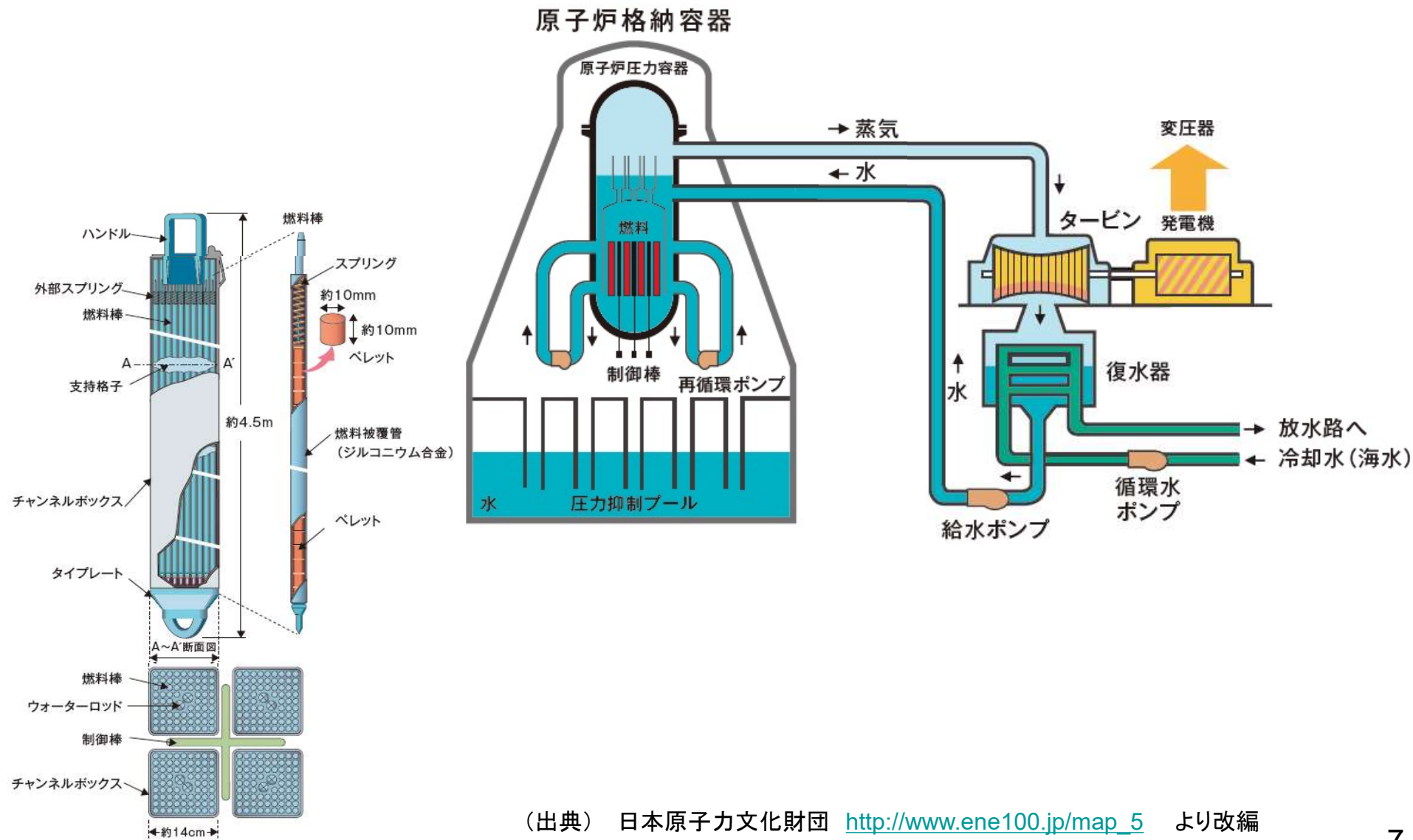
- ・ウラン235を原料とし、核分裂を起こさせ熱を発生させる。
- ・その際、放射性物質が生成される。



出典:「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(令和5年度版)」

参考3① 原子力発電の種類 ―沸騰水型原子炉―

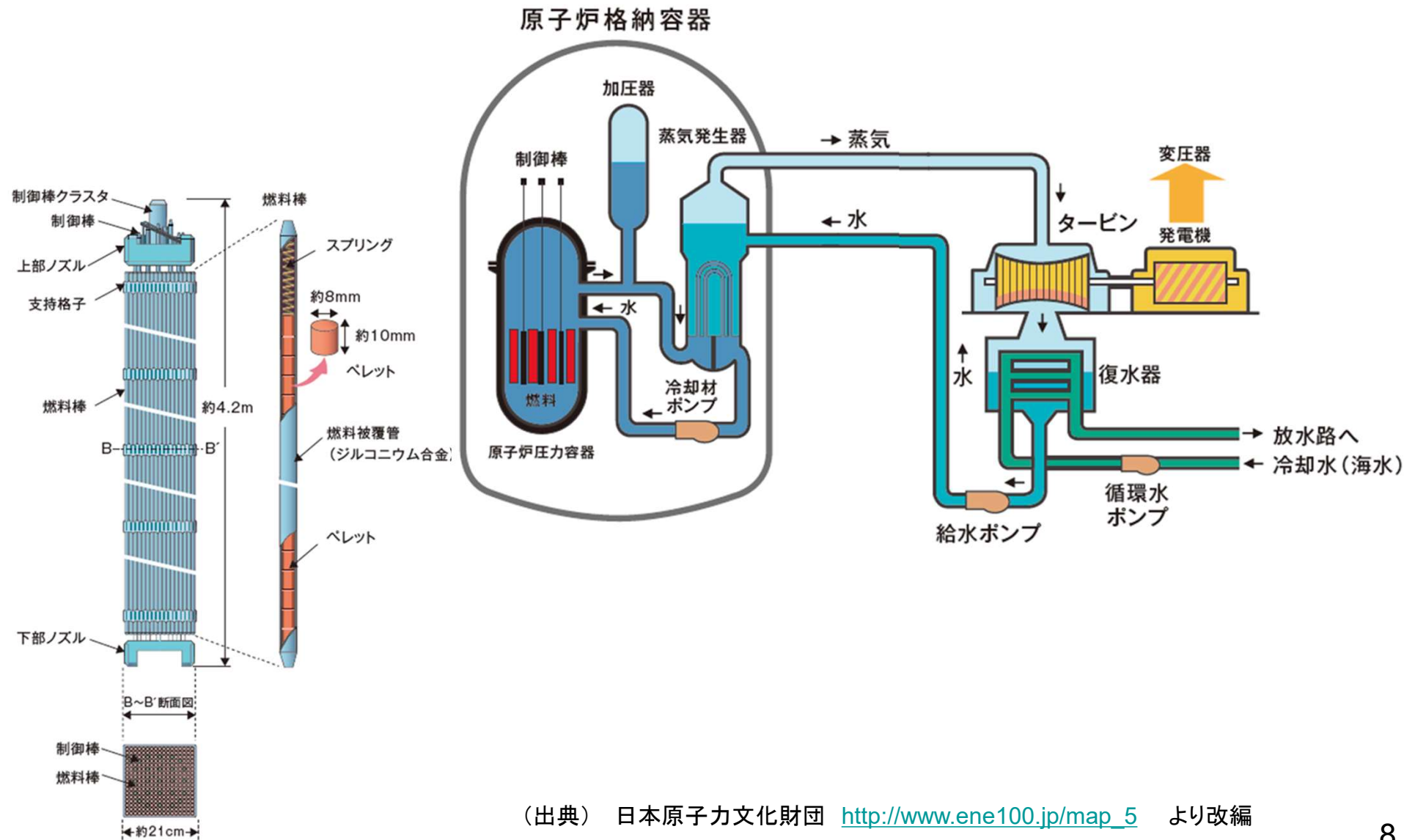
BWR(沸騰水型)



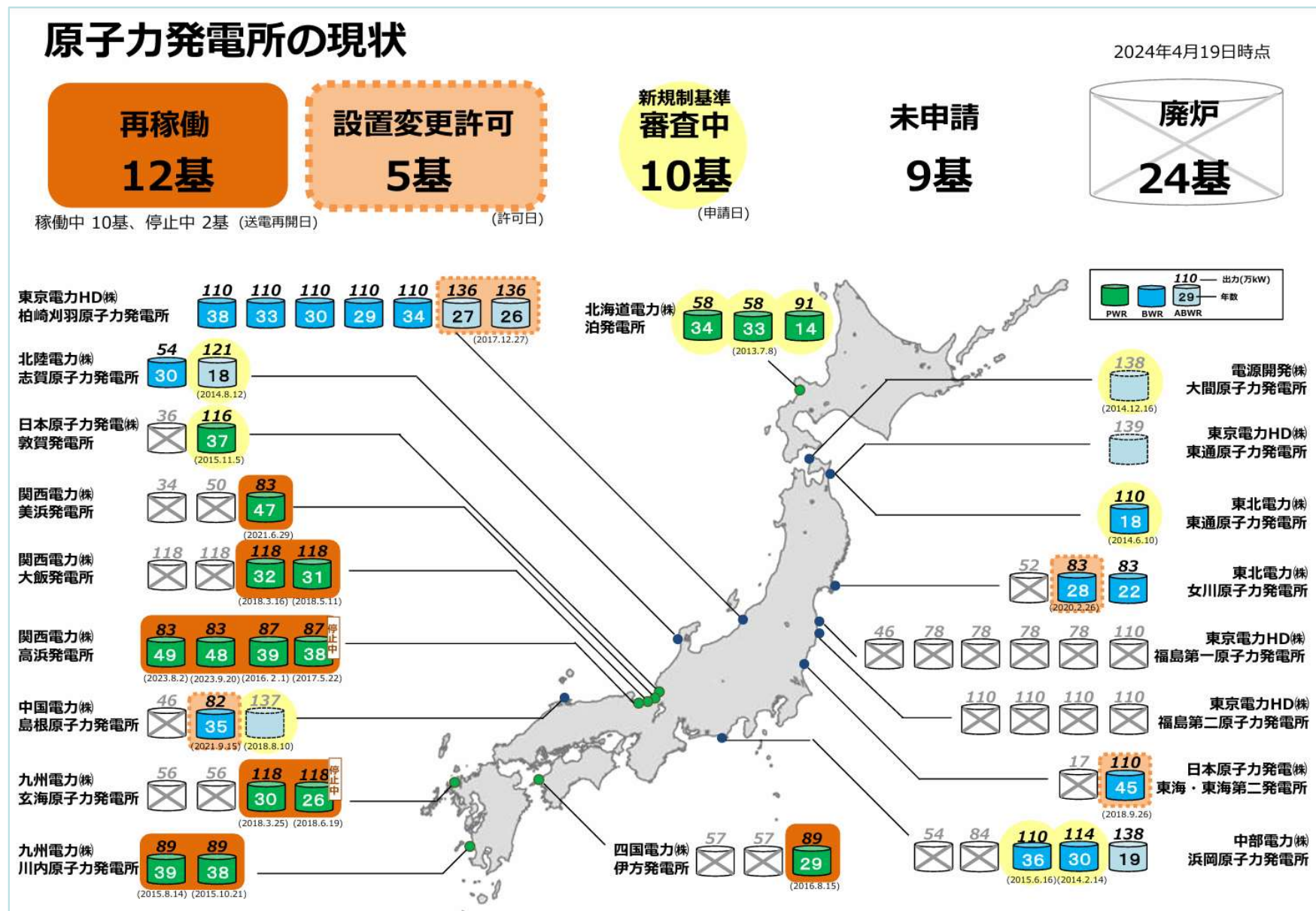
(出典) 日本原子力文化財団 http://www.ene100.jp/map_5 より改編

参考3② 原子力発電の種類 ―加圧水型原子炉―

PWR(加圧水型)



参考4 日本の原子力発電所の現状



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2月

目 次

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

自然放射線 (日本)

宇宙から
0.3mSv



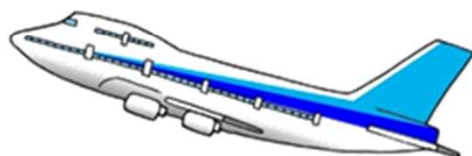
食物から
0.99mSv



空気中の
ラドン・トリウム
から
0.47mSv

大地から
0.33mSv

自然放射線による年間線量 (日本平均) 2.1mSv
自然放射線による年間線量 (世界平均) 2.4mSv



東京～ニューヨーク
航空機旅行 (往復) 0.08～
0.11mSv

人工放射線 (日本)



CT検査 (1回) 2.4～12.9mSv



胸部X線検査 (1回) 0.06mSv

mSv: ミリシーベルト

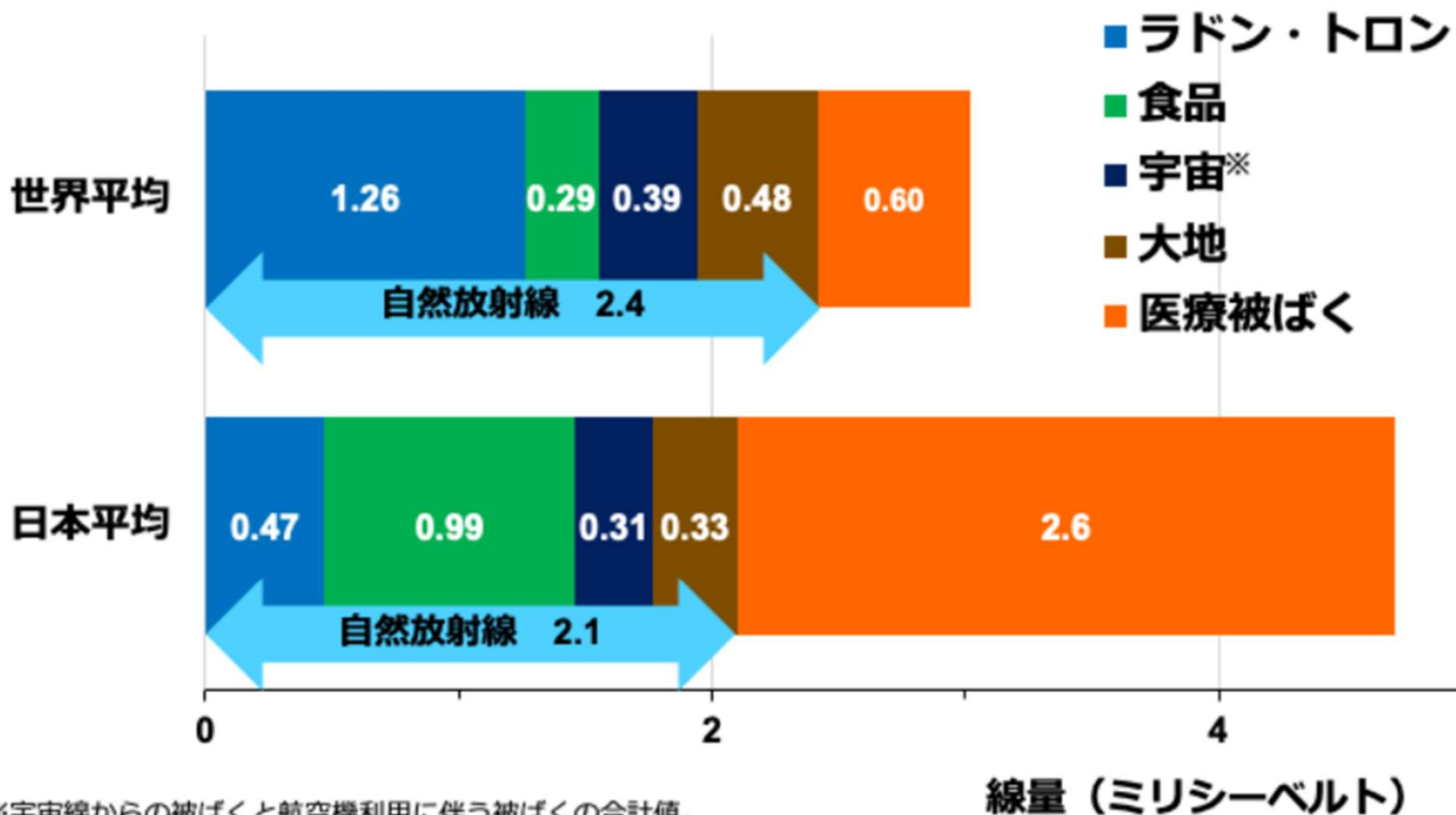
被ばく線量を表す単位。
人体への影響はどのくらい
かを表します

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」(2020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5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）

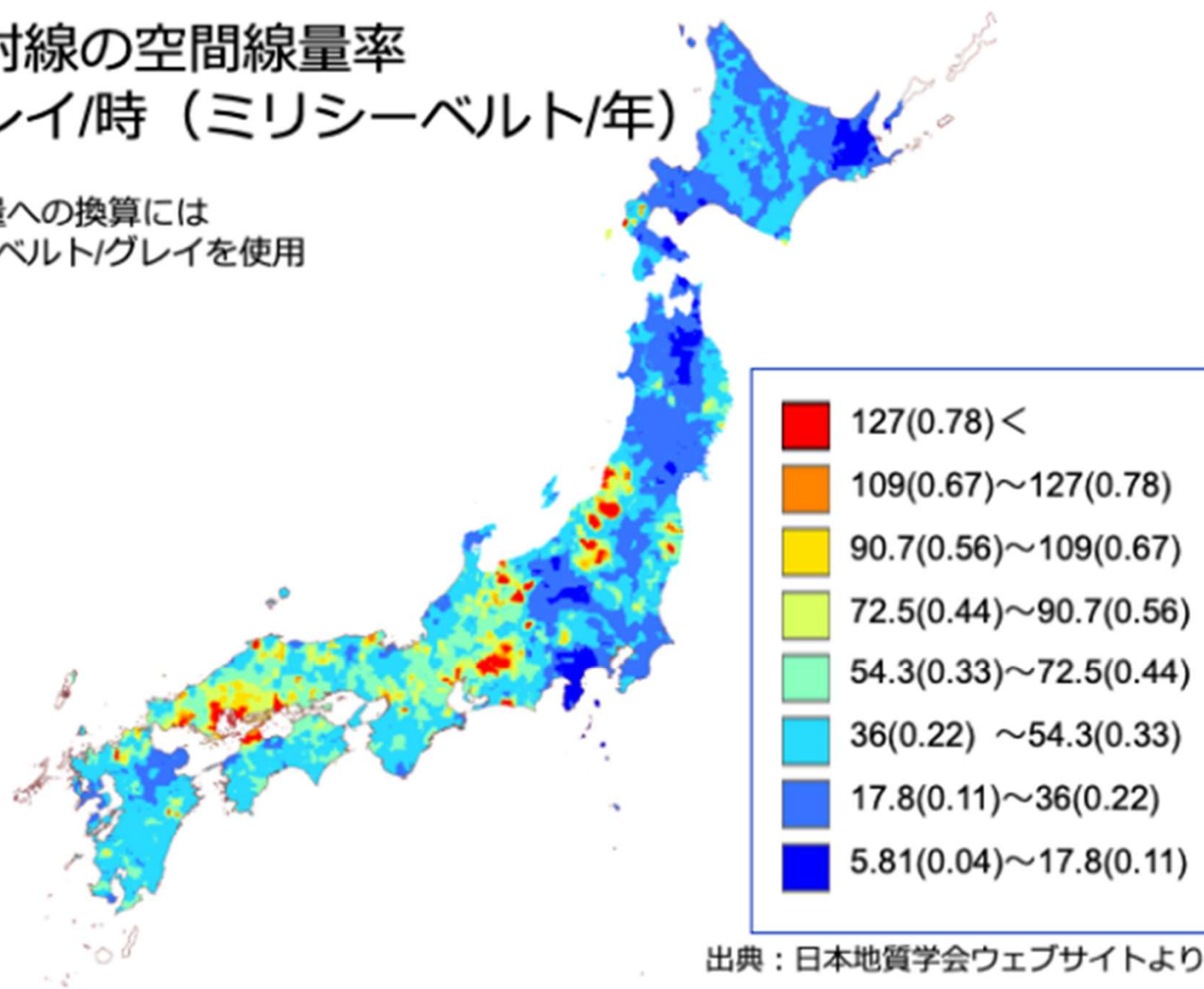


出典：国連科学委員会（UNSCEAR）2008年報告、
（公財）原子力安全研究協会「生活環境放射線（国民線量の算定）第3版」（2020年）より作成

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



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5年度版」

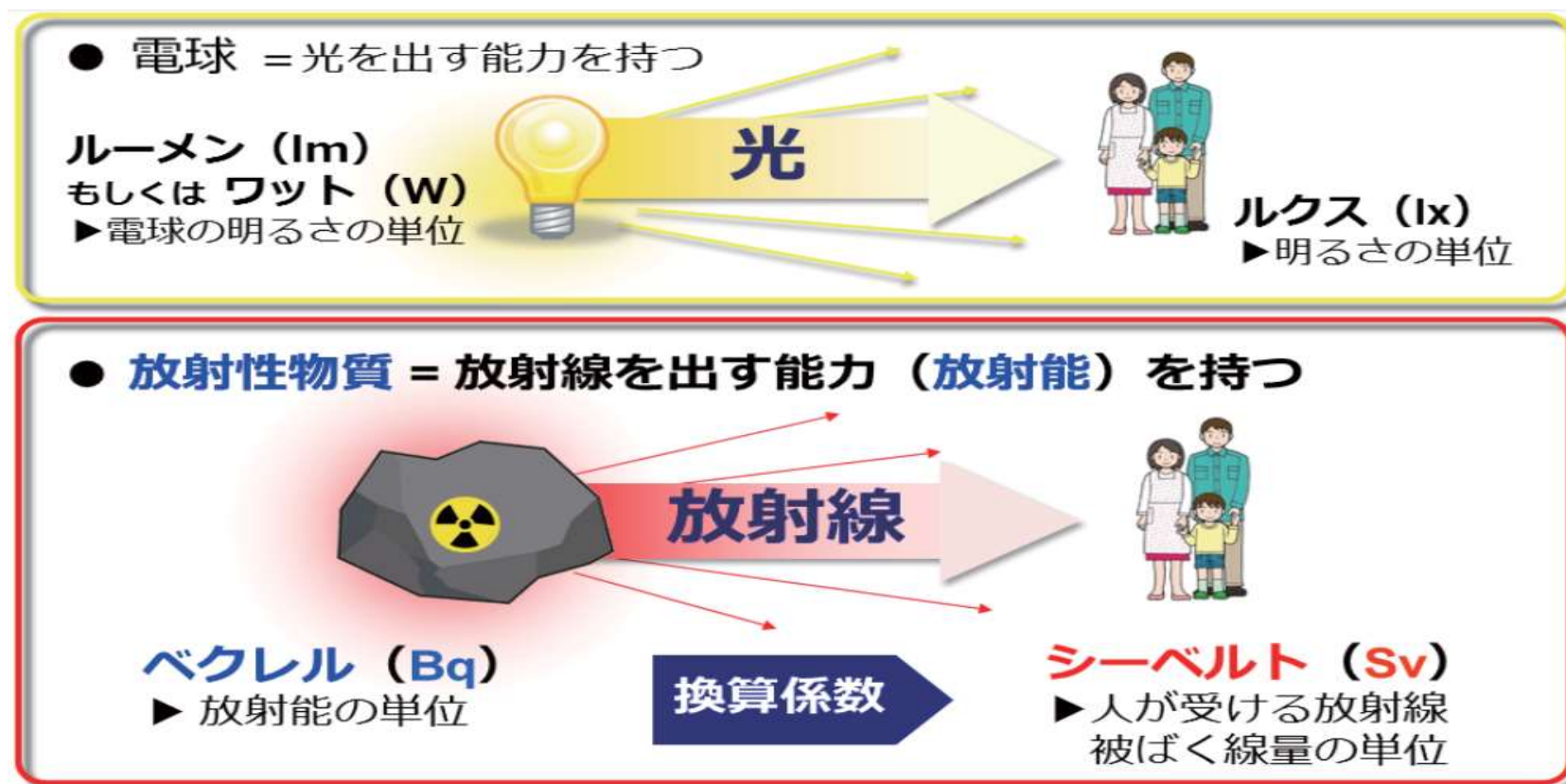
2. 放射線と放射能

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

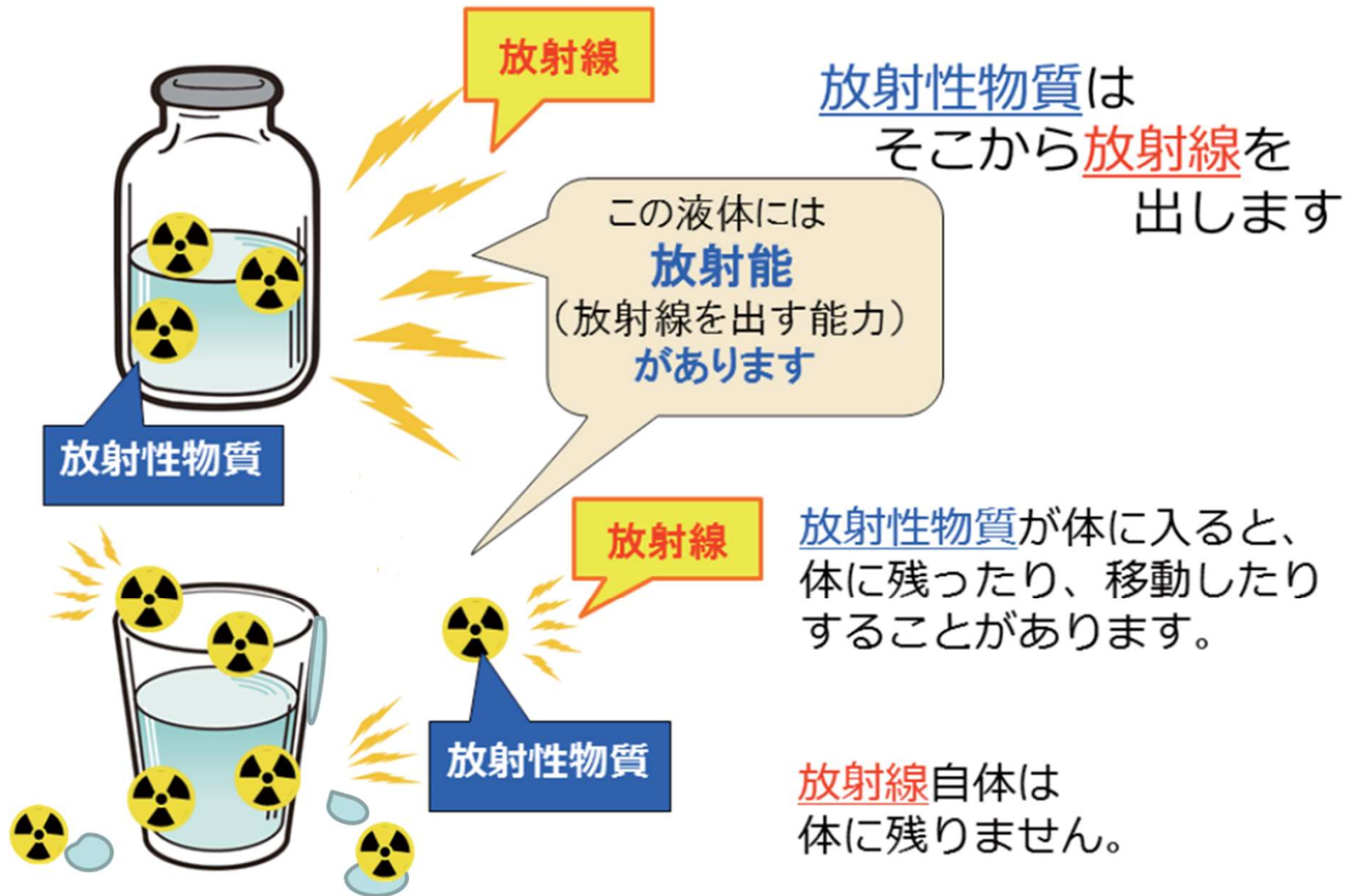


※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

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。

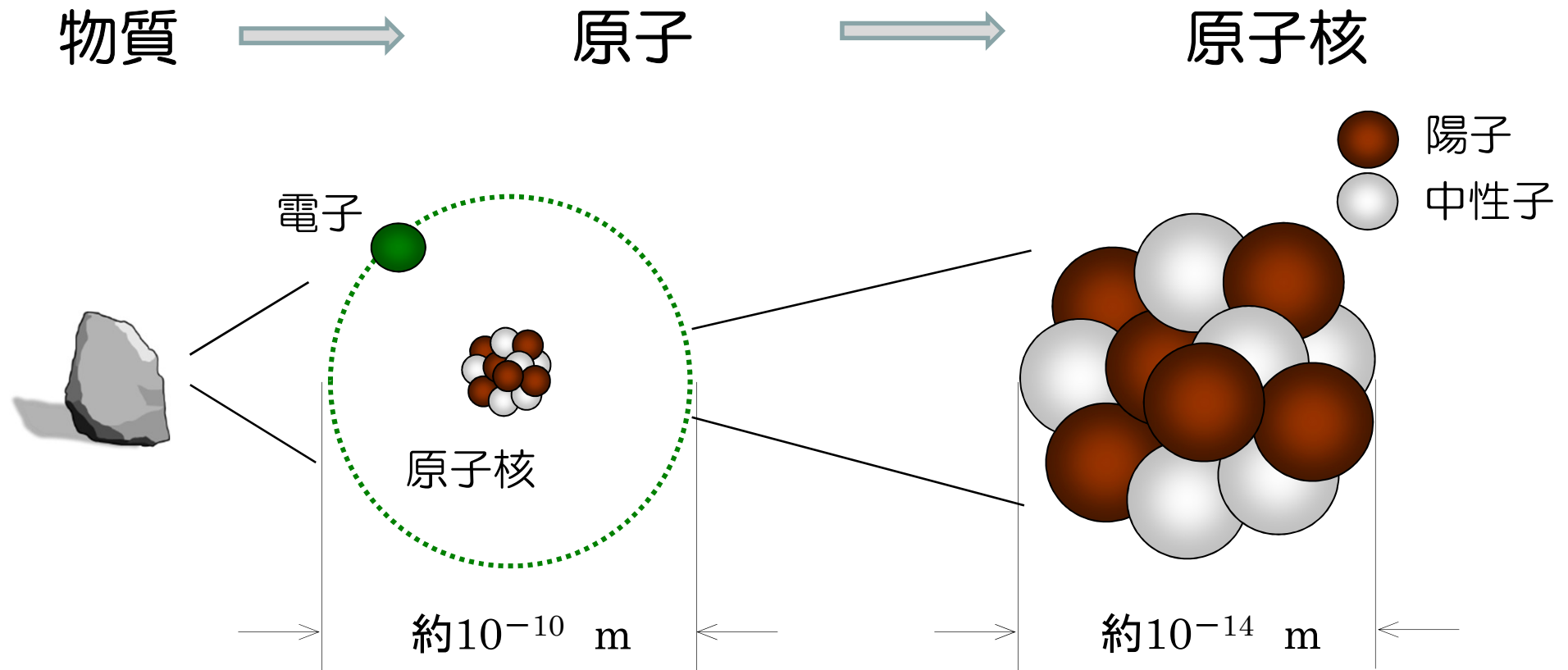
出典：「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和5年度版」改編

2.2 放射線と放射性物質の違い

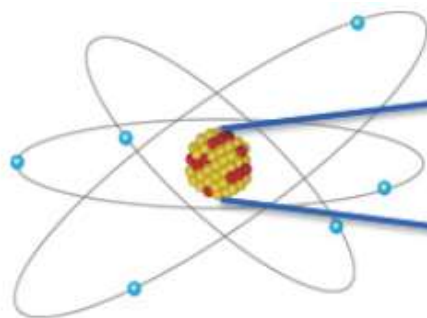


2.3① 原子と原子核 —原子の構造—

例 ${}^{12}_{6}\text{C}$ → 質量数：陽子の数と中性子の数を合計した数
→ 原子番号：陽子の数であり、元素ごとに与えられた番号



2.3② 原子と原子核 —原子核の安定・不安定—

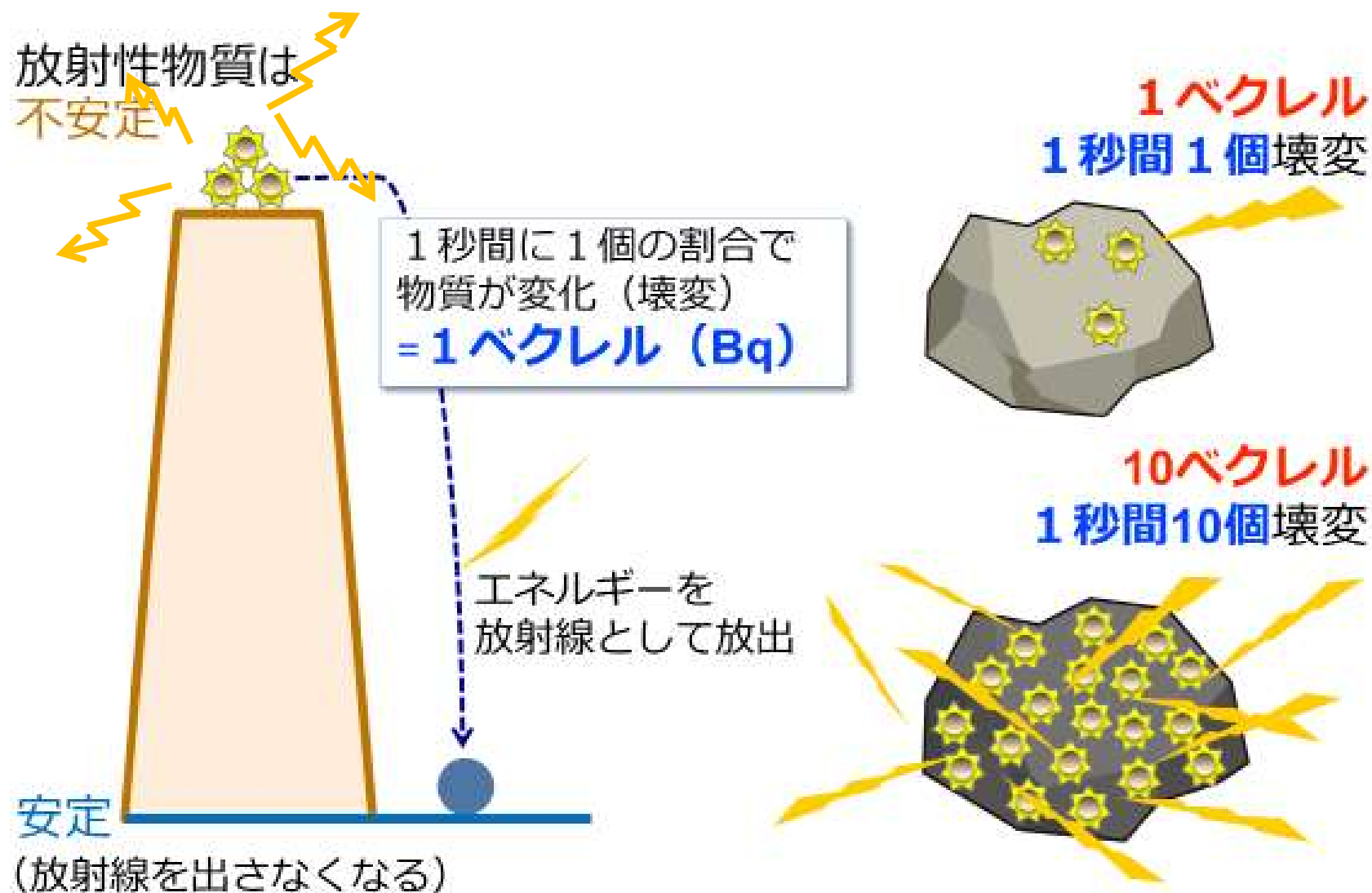


原子核

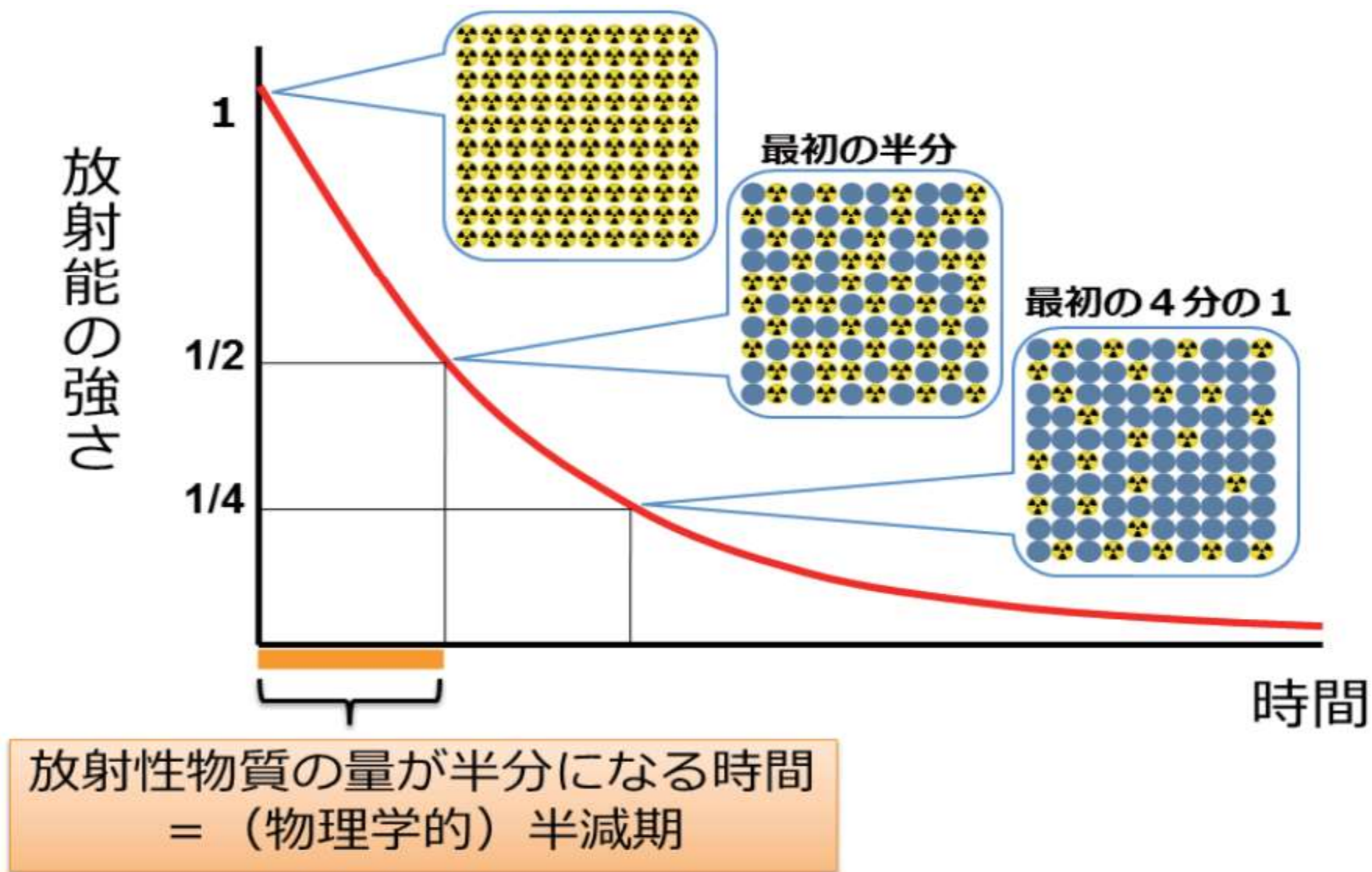
陽子と中性子の数のバランスにより、
不安定な原子核が存在します
＝放射性の原子核

		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

2.3③ 原子と原子核 —なぜ放射線がでるのか？—



2.4① 放射性物質の性質 —放射能の減衰と半減期—



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

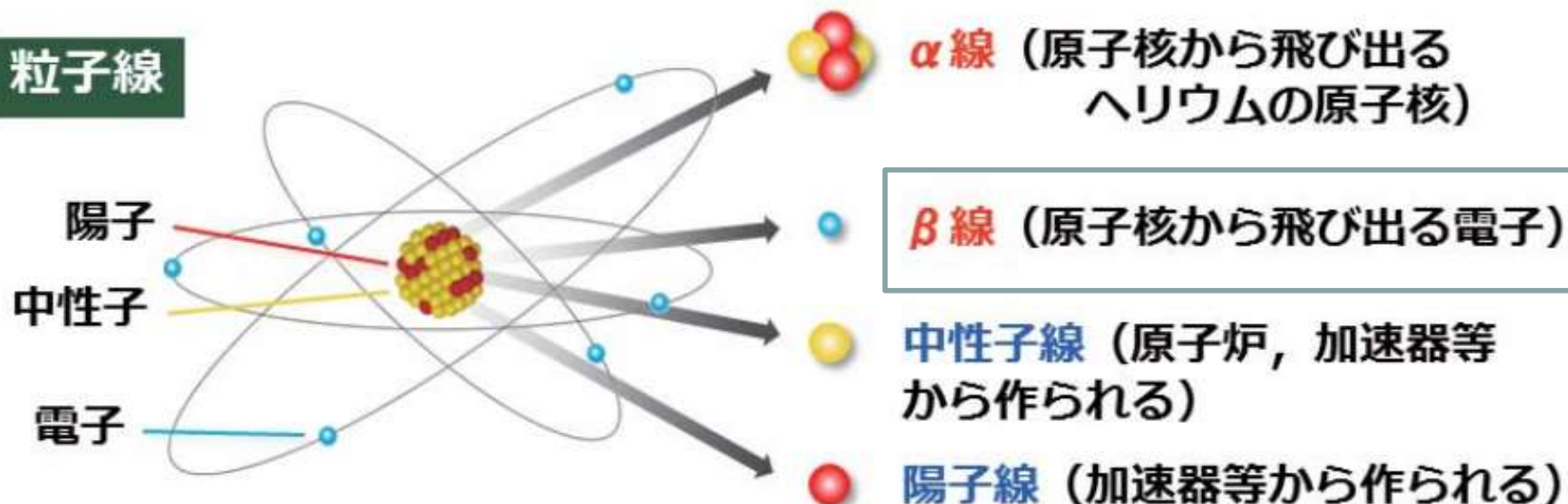
赤字は人工放射性物質 α : α (アルファ) 線、 β : β (ベータ) 線、 γ : γ (ガンマ) 線

2.5 放射線の種類

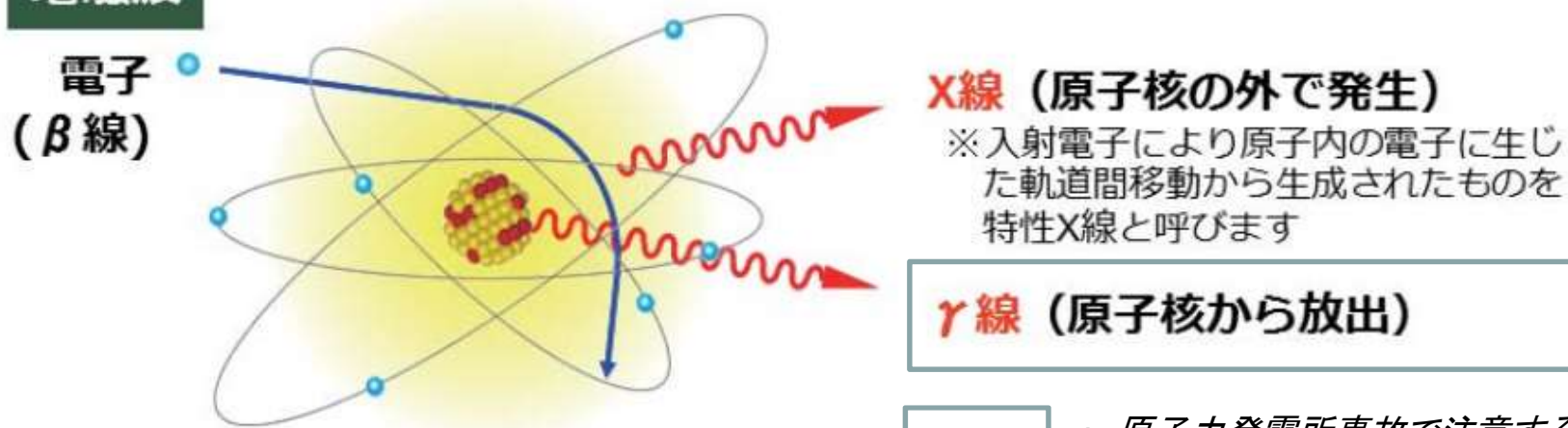
電離放射線

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

2.6① 放射線の性質 —等方性と距離による減衰—

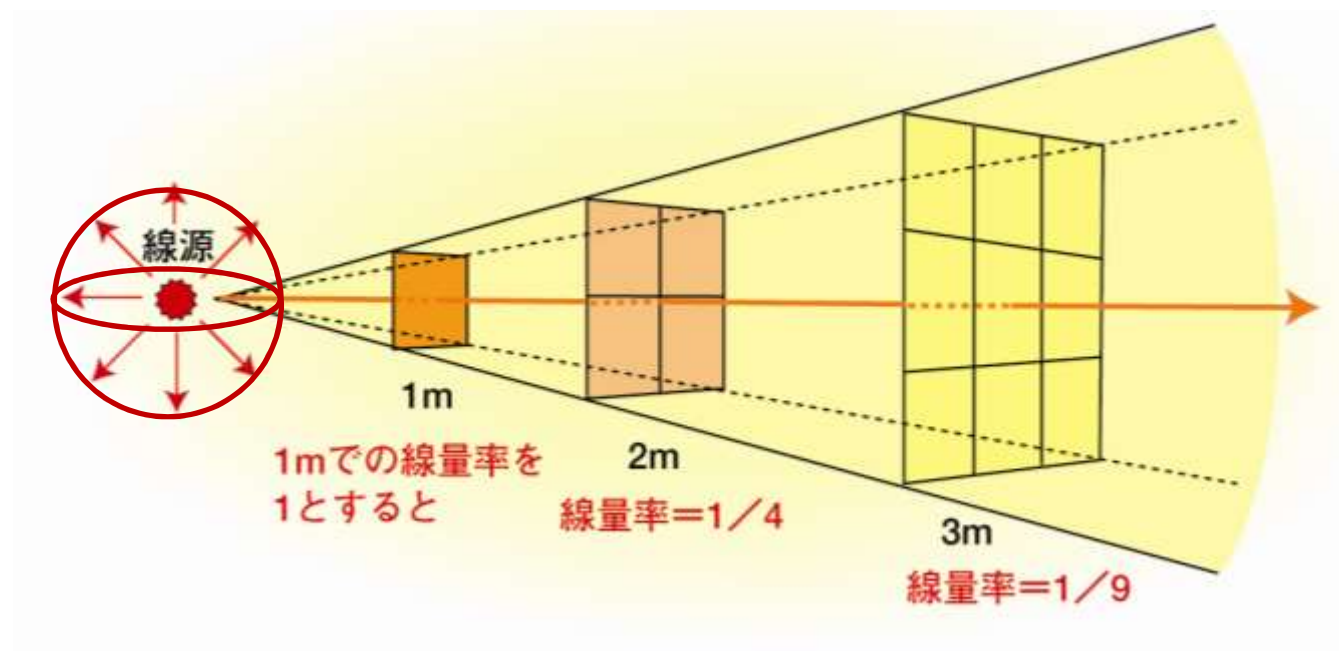
等方性

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

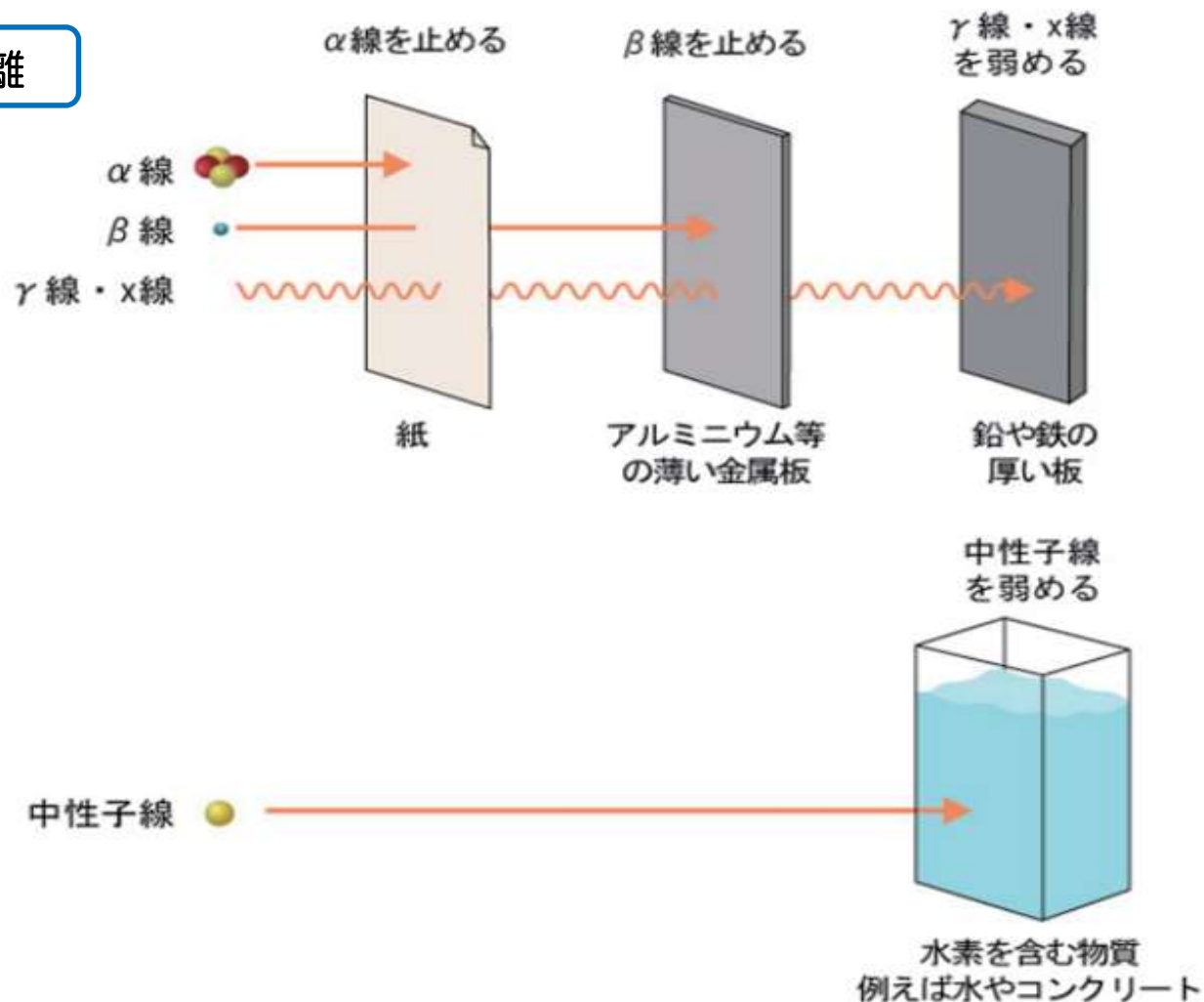
放射線は、いろいろな物質で遮ることができます

空気中で飛ぶ距離

1～10cm

1 cm～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)

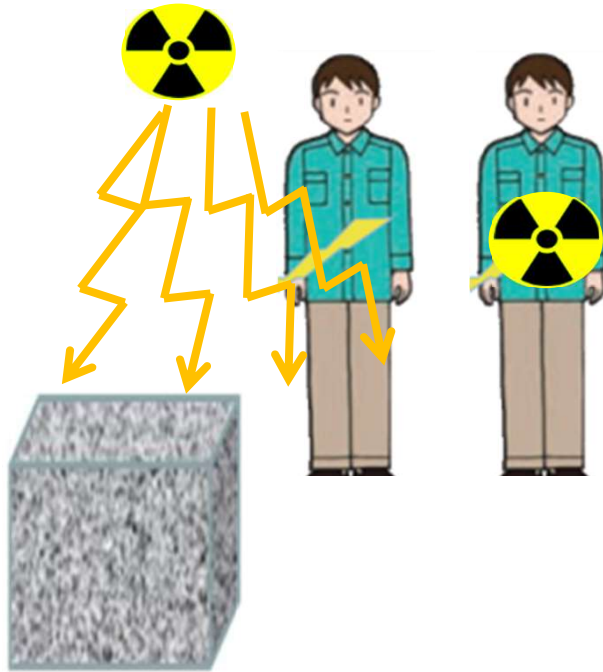
- 土壌 Bq/m², Bq/kg
- 水 Bq/m³, Bq/ℓ
- 食品 Bq/kg



2.8 被ばく線量の単位（放射線を受ける側の量）

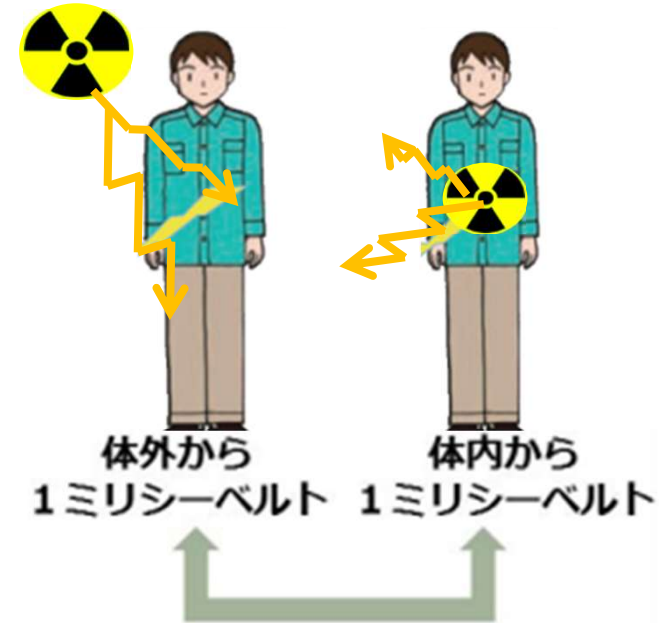
放射線量の単位

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

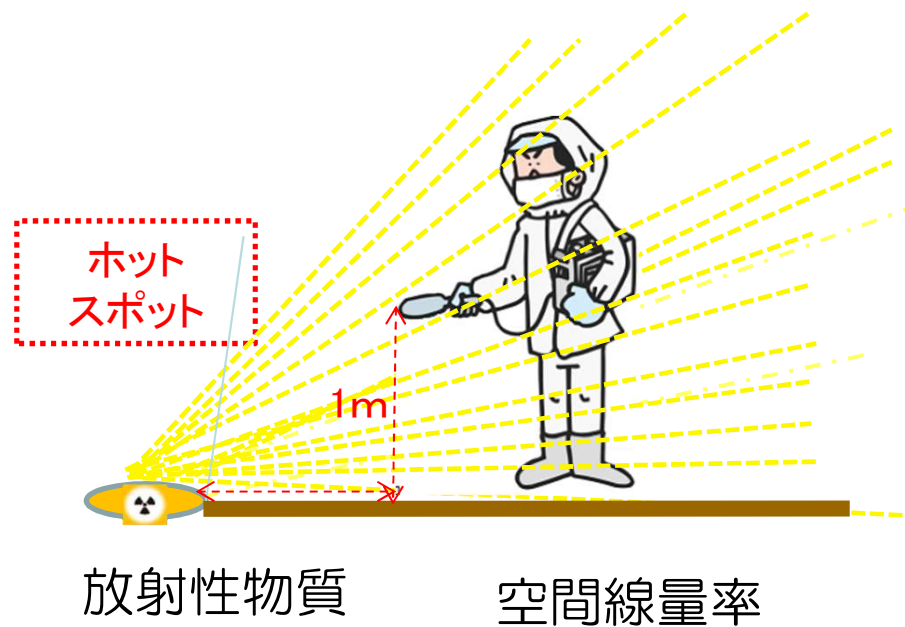
被ばく線量

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	➡	$10 \mu\text{Sv}$

2.10 接頭辞

読みやすくするために、単位の前に接頭辞をつけて表します。

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)	$1 \times 10^{-9} = 0.000000001$

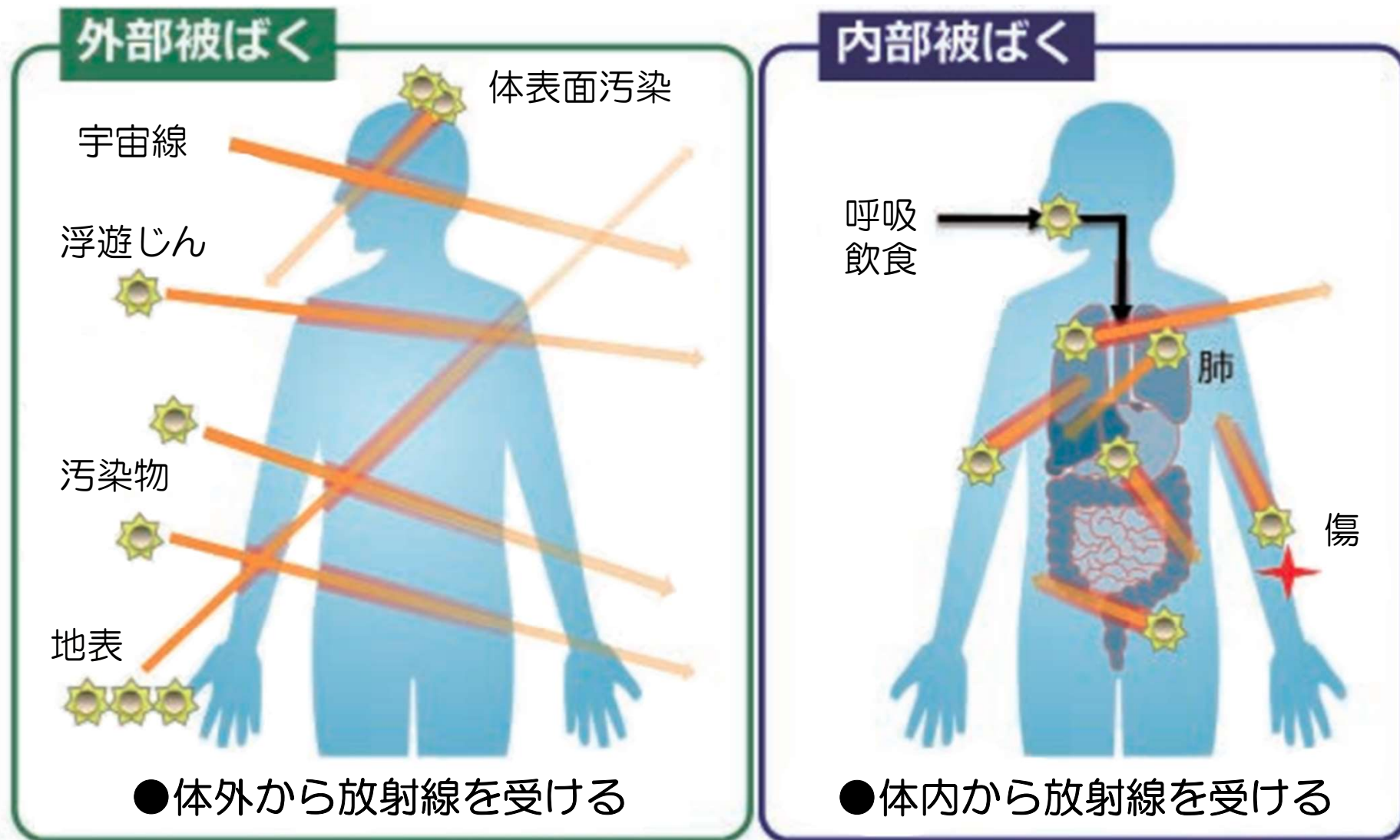
使い方

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

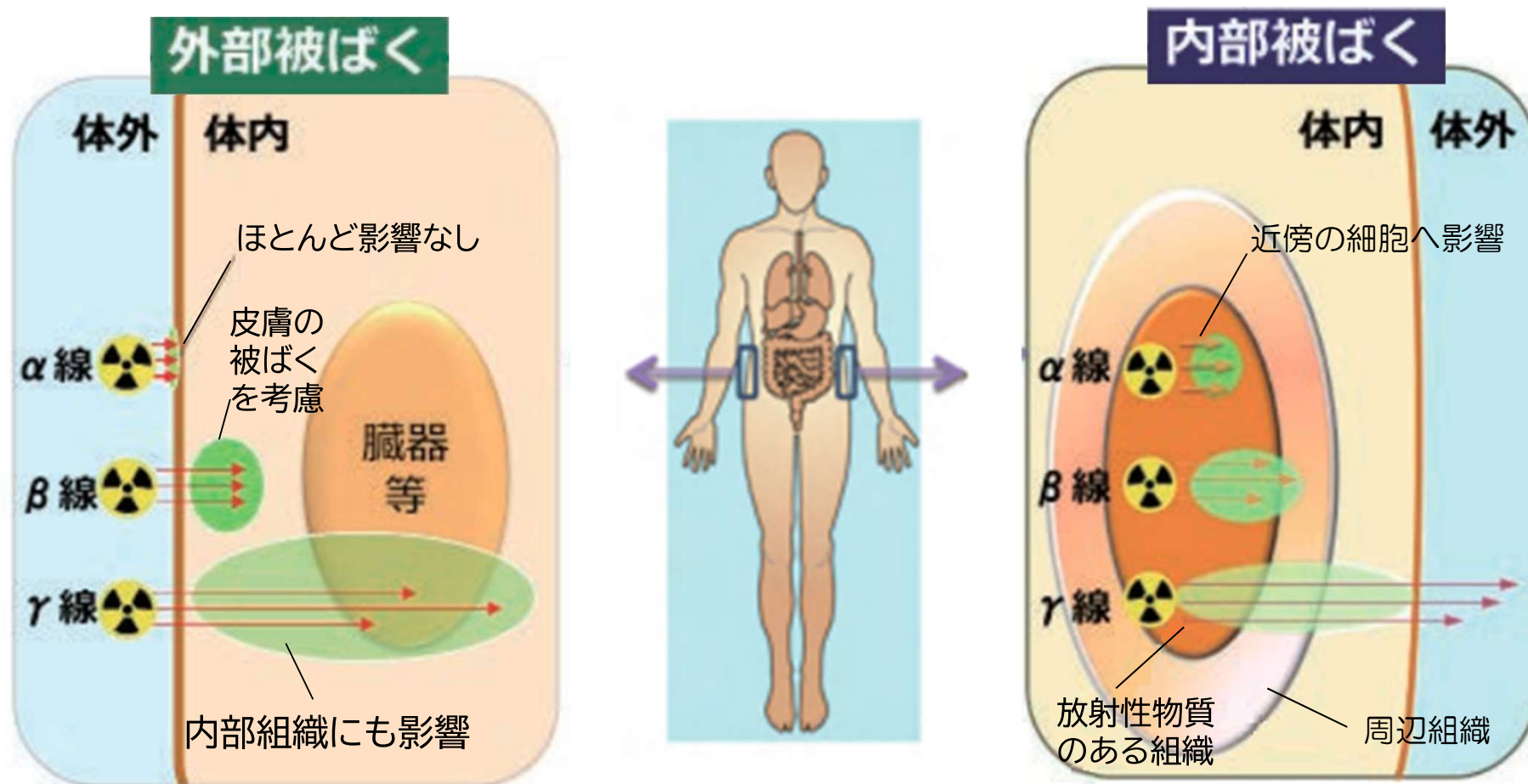
3.1① 被ばくの種類 —外部被ばくと内部被ばく—



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—



γ 線(β 線)
急性の全身被ばく
測定(不確かさ:小)

対象となる放射線の種類
特に注意する被ばく形態
被ばく線量の評価方法

α 線、 β 線、 γ 線
特定部位への蓄積
計算(不確かさ:大)

3.1③ 被ばくの種類 ―形態の分類―

高線量被ばく

(大量の放射線を受けた)

低線量被ばく

(少量の放射線を受けた)

全身被ばく

局所(部分)被ばく

急性被ばく

(一度、または短時間で被ばくすること)

慢性被ばく

(長い期間にわたって被ばくすること)

皮膚障害
吐き気
脱毛?

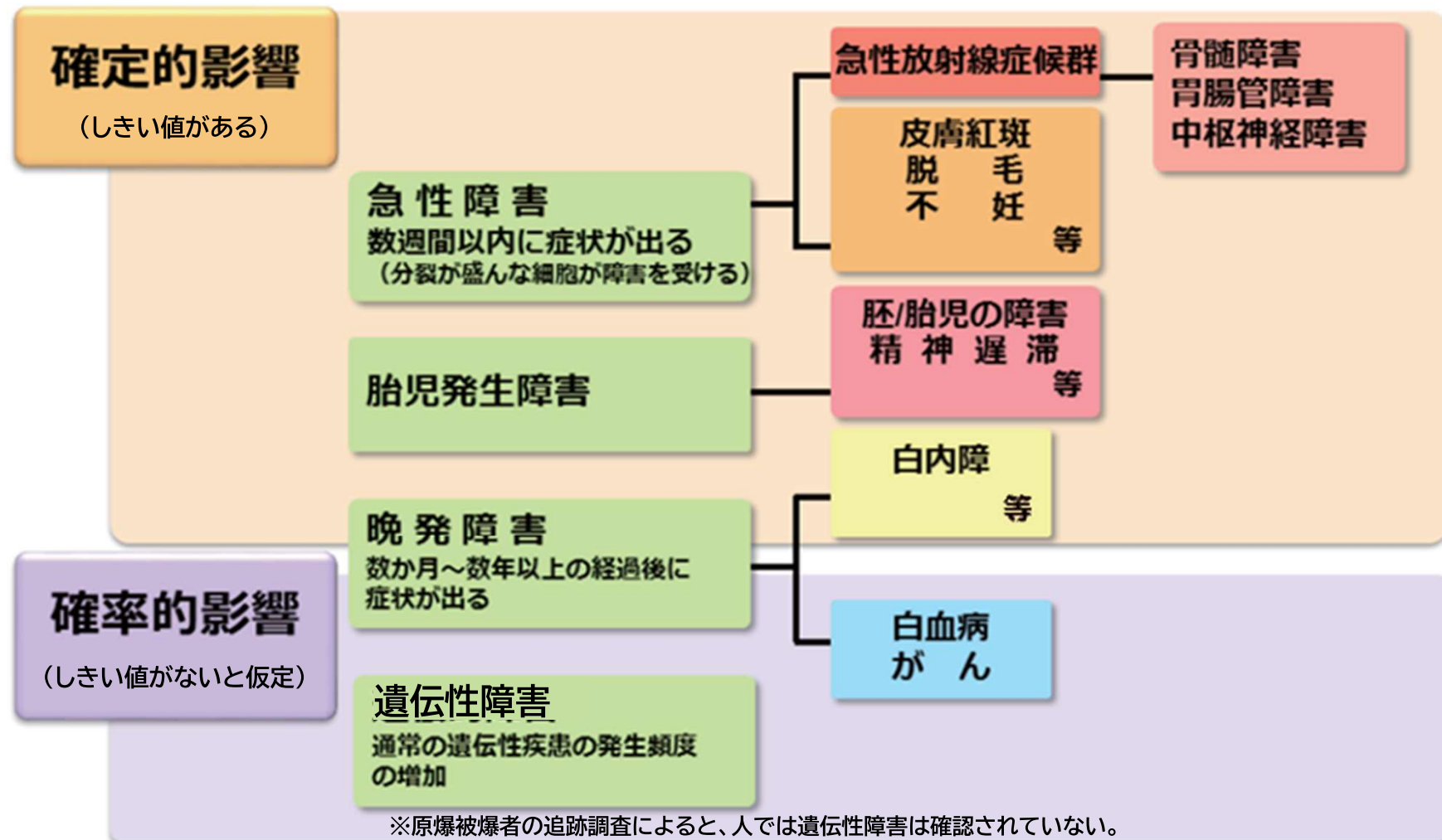
急性障害は
大量の放射線を
短時間に受ける
と起こります



※ 同じ線量を受けた場合、少しずつ被ばくした場合のほうが、一度に被ばくした場合よりも、影響は小さくなる。

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、生じないか、受けた放射線の量、受けた場所（全身、局所）、時間的経過（被ばくの様式）を考慮する

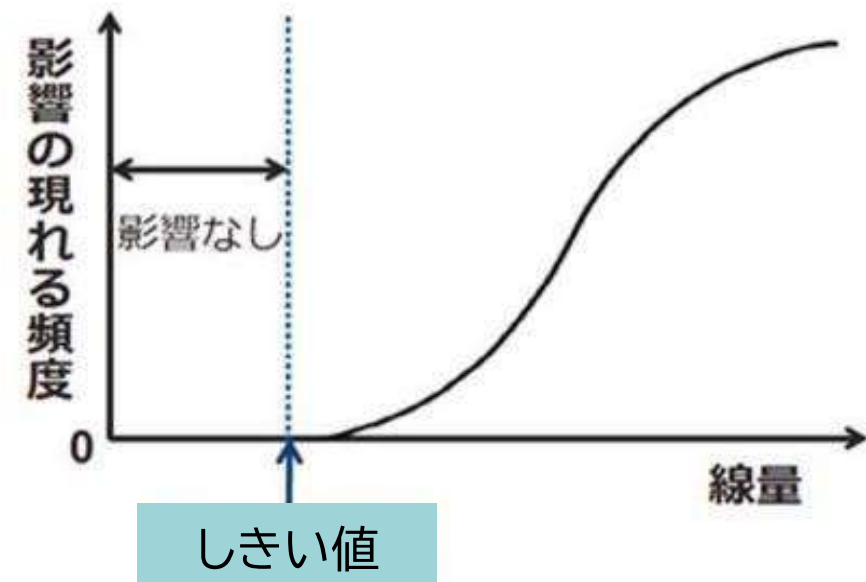
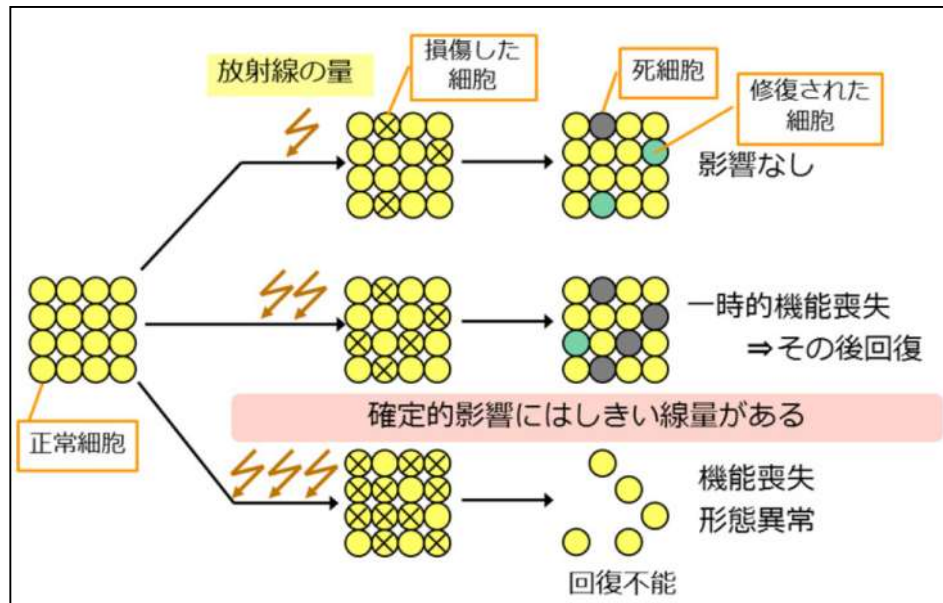


3.3① 確定的影響 —放射線影響のメカニズム—

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。



3.3③ 確定的影響 —様々な影響のしきい値—

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	骨髓	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

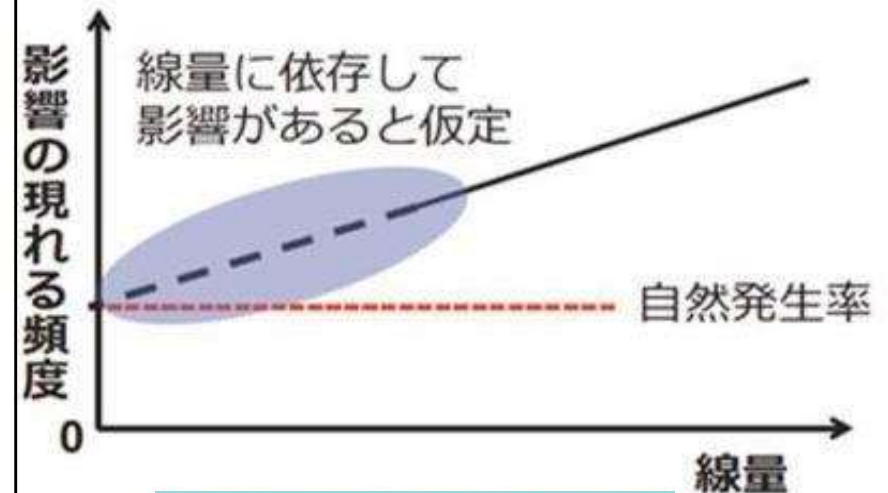
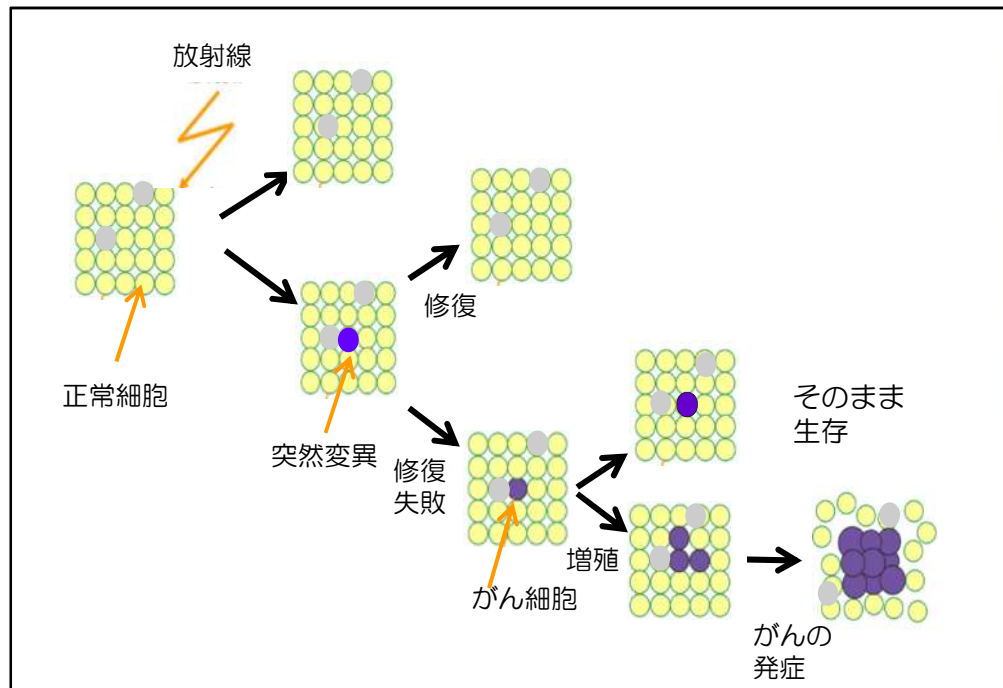
出典：国際放射線防護委員会（ICRP）2007年勧告、国際放射線防護委員会報告書118（2012年）より作成

3.4① 確率的影響 —放射線影響のメカニズム—

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

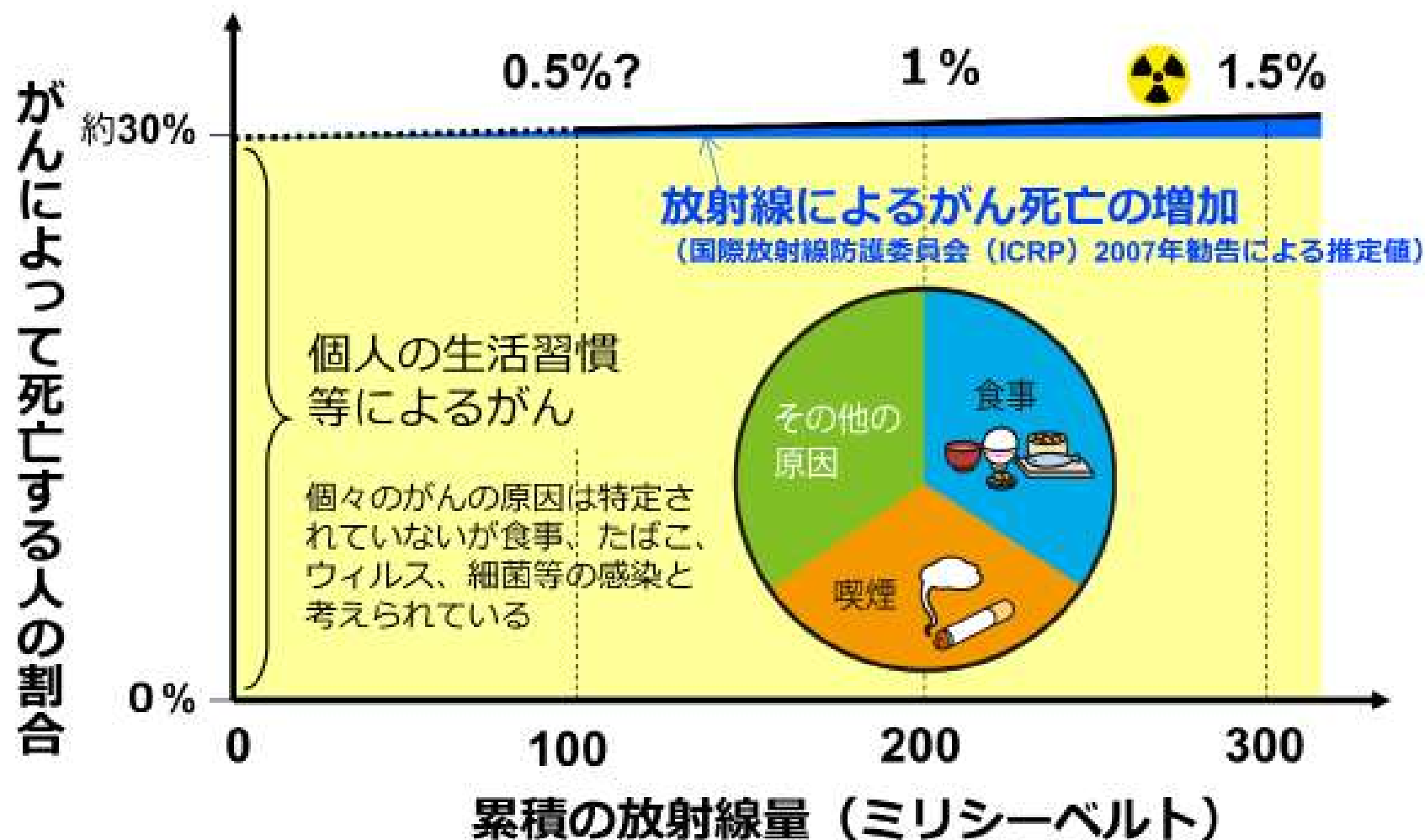
・がん
・白血病
・遺伝性影響
(生殖細胞)



しきい値なしと仮定

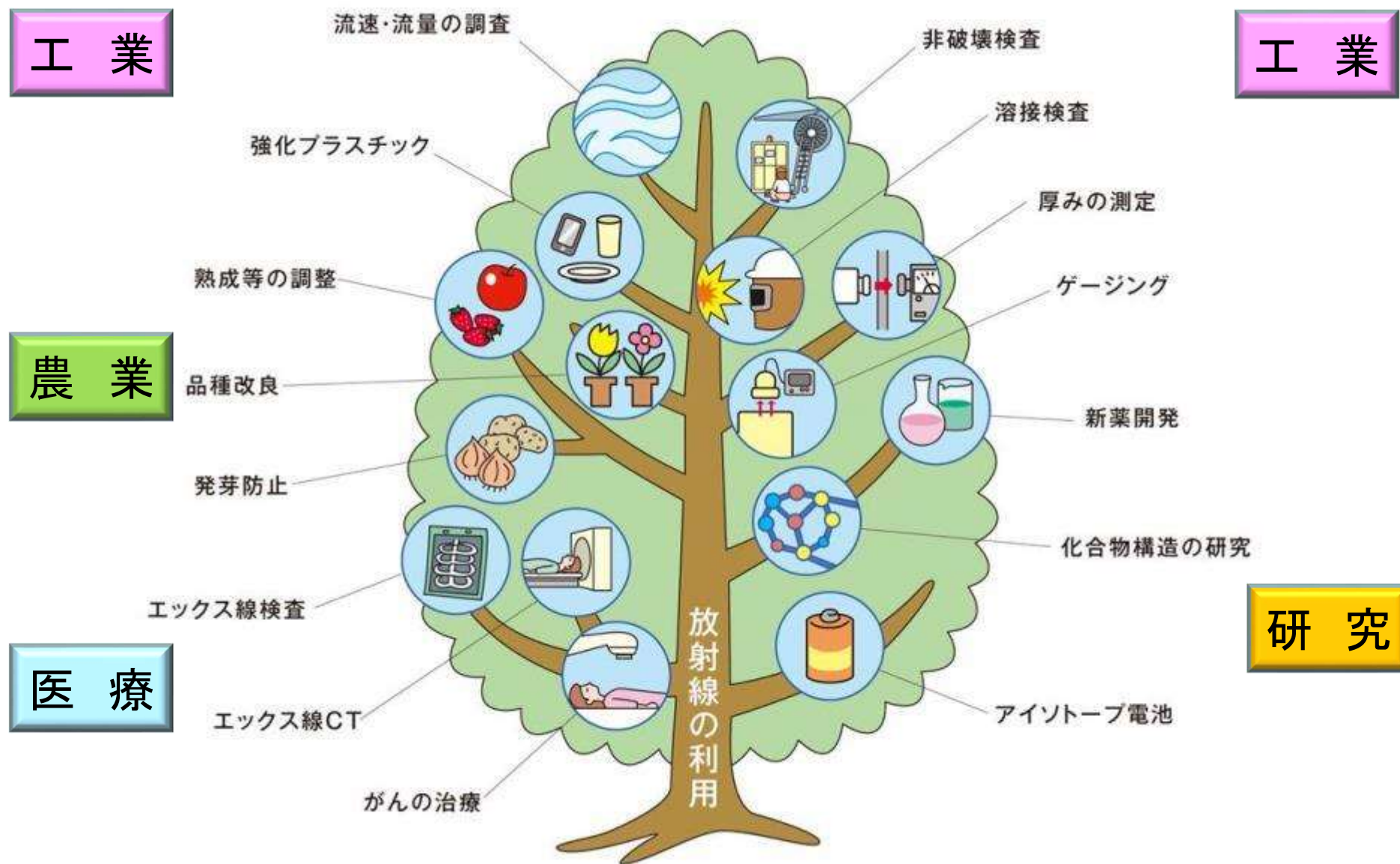
3.4② 確率的影響 —がん死亡リスク—

(確率的影響)



4. 参 考

4.1 参考：放射線の利用



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	0.3mGy	0.06mSv	実効線量
透視	IVR：透視線量率 20mGy/分	胃の透視 4.2-32mSv程度*3 (術者や被験者により差がある)	実効線量
歯科撮影	下顎 前歯部1.1mGy から 上顎 大臼歯部2.3mGyまで	2-10 μ Sv程度	実効線量
X線CT検査	成人頭部単純ルーチン 小児(6～10歳)頭部60mGy	5-30mSv程度	実効線量
核医学検査	放射性医薬品ごとの値	0.5-15mSv程度	実効線量
PET検査	放射性医薬品ごとの値	2-20mSv程度	実効線量

*1:医療被ばく研究情報ネットワーク他「最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベル」2015年6月7日
(2015年8月11日一部修正)(<http://www.radher.jp/J-RIME/>)

*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>)

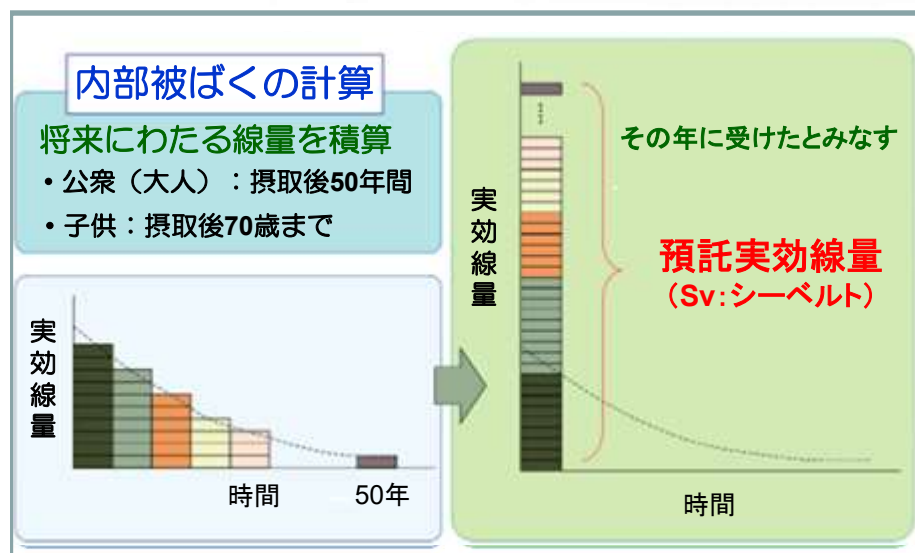
*3:北里大学病院放射線部「医療の中の放射線基礎知識」の健康診断のX線検査」の「胃(透視)」の
データより作成

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

$$\begin{aligned} 100 \text{ (Bq/kg)} \times 0.5 \text{ (kg)} \times 0.013 \text{ (}\mu\text{Sv/Bq)} &= 0.65 \text{ }\mu\text{Sv} \\ &= 0.00065 \text{ mSv} \end{aligned}$$



預託実効線量係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

	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5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。

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

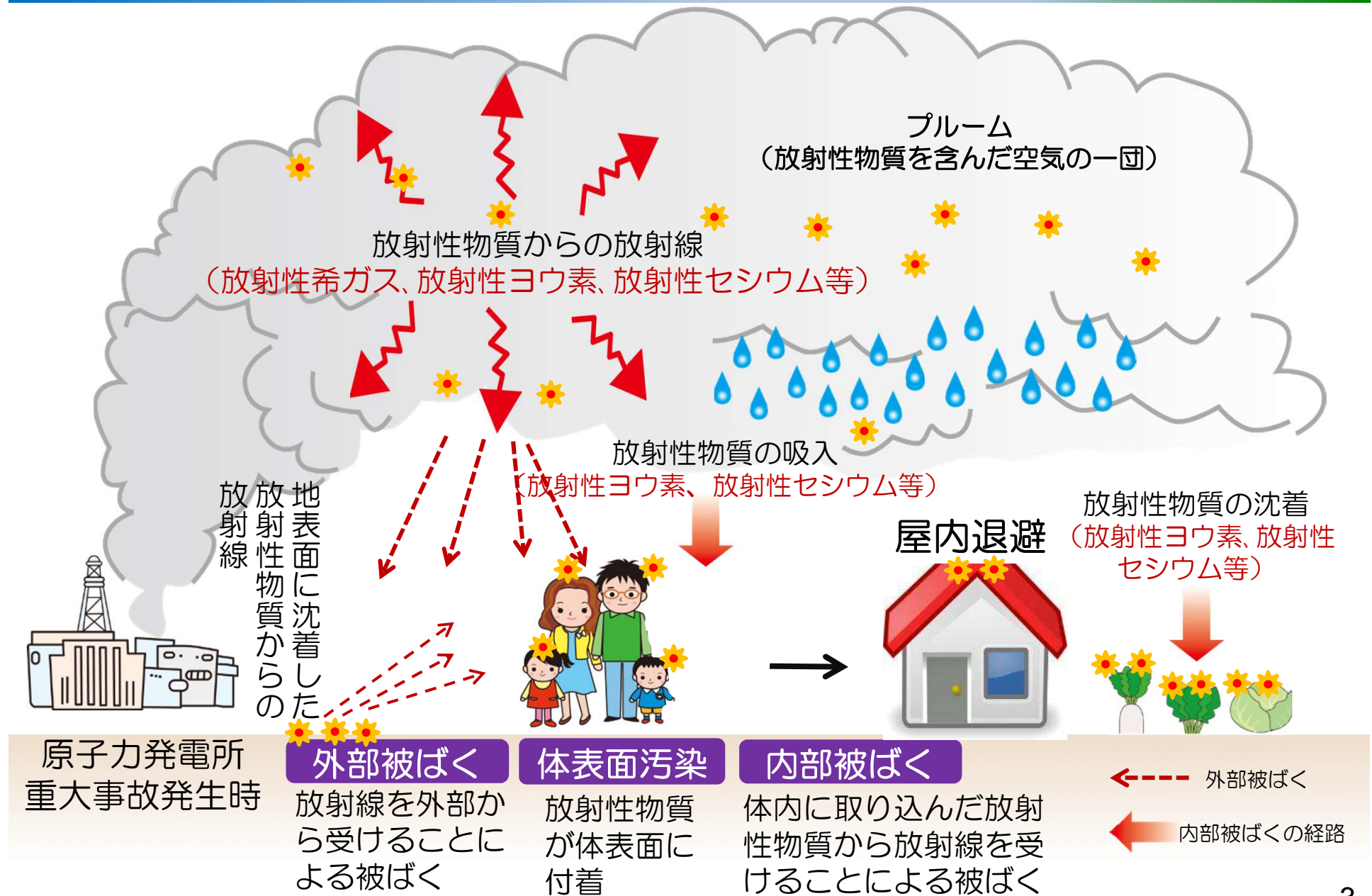
令和7年2月

目 次

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、遮へい、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遮へいによる防護
- 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

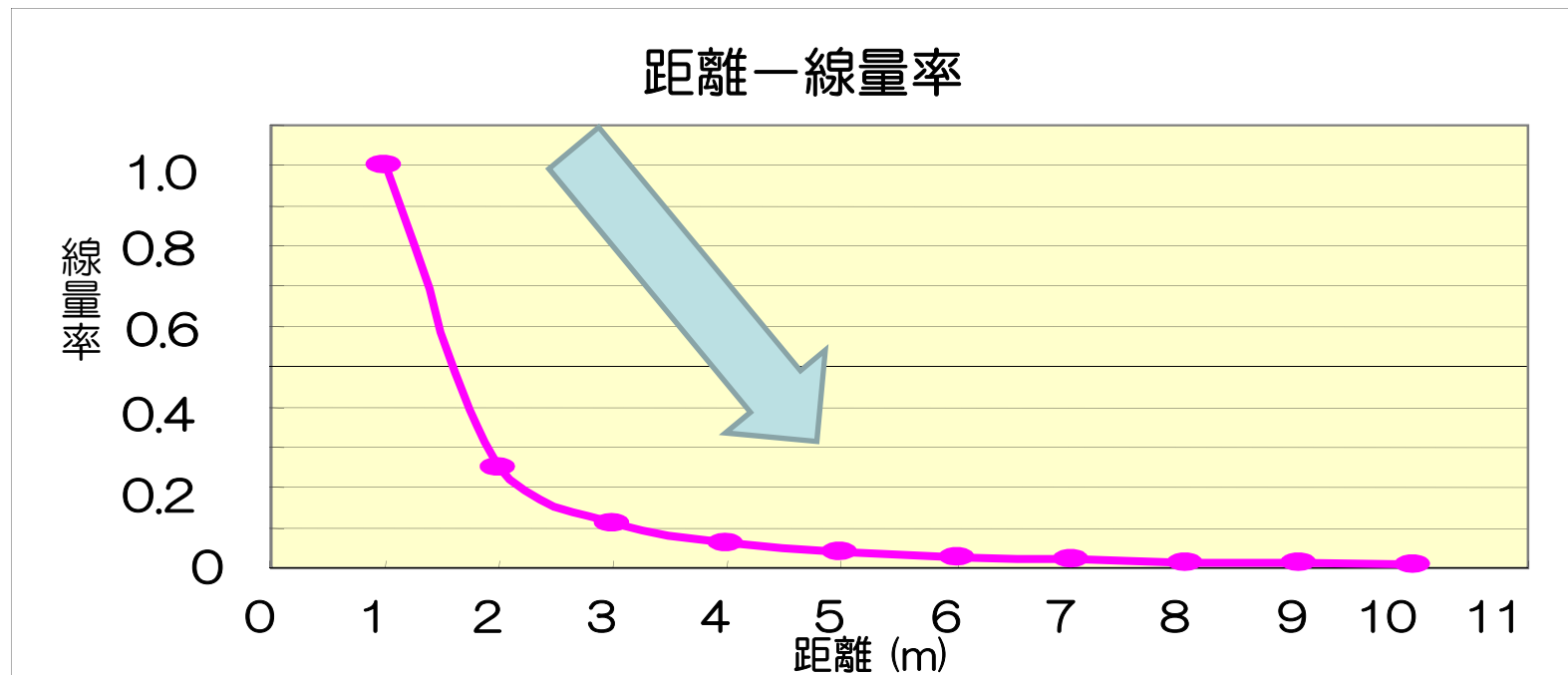
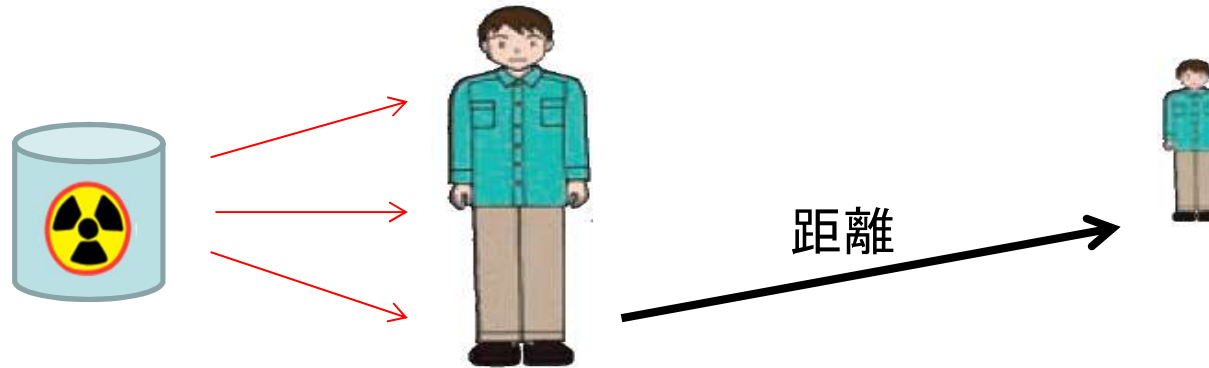
放射性物質を直接身体に付着させない

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 遮へいによる防護

③ 時間による防護



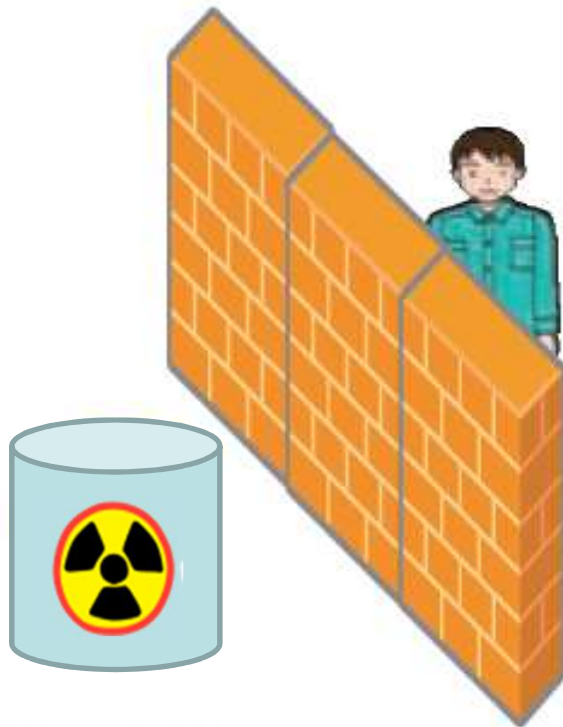
放射線は距離の2乗に反比例して減衰します。

1.3② 外部被ばく防護の方法 遮へいによる防護

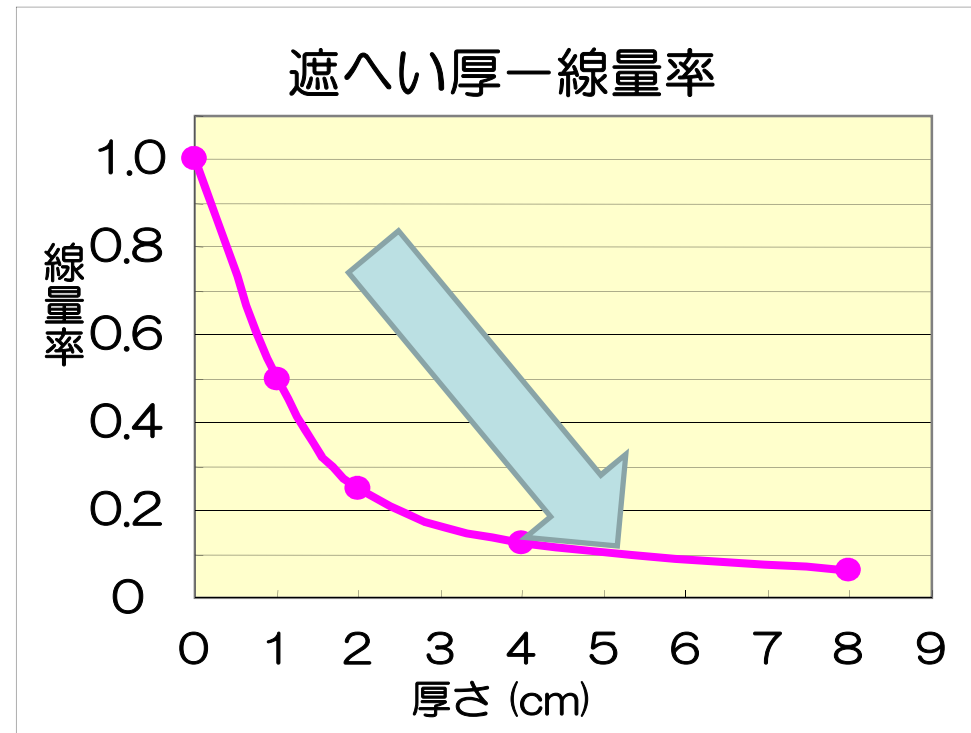
① 距離による防護

② 遮へいによる防護

③ 時間による防護



遮へい体
放射線の種類により材質
を変える。



放射線は、同じ材質の遮へい体
ならば、厚いほど減衰する。

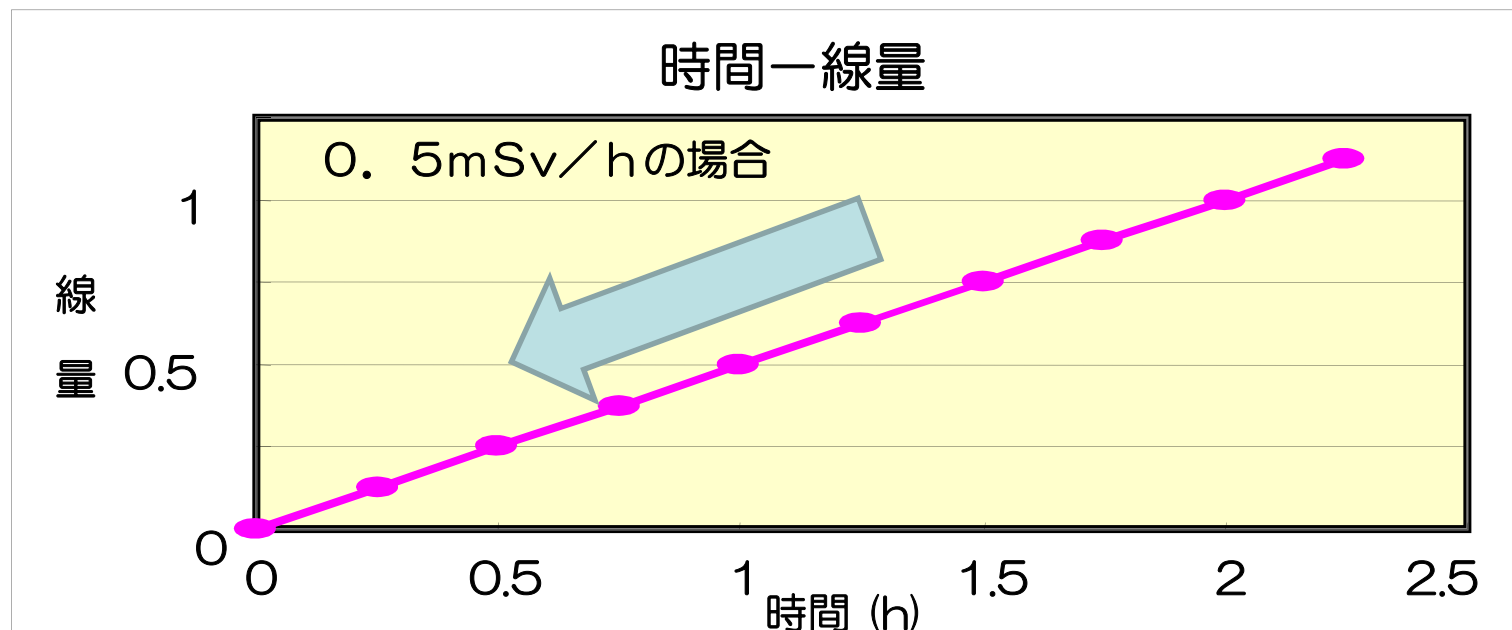
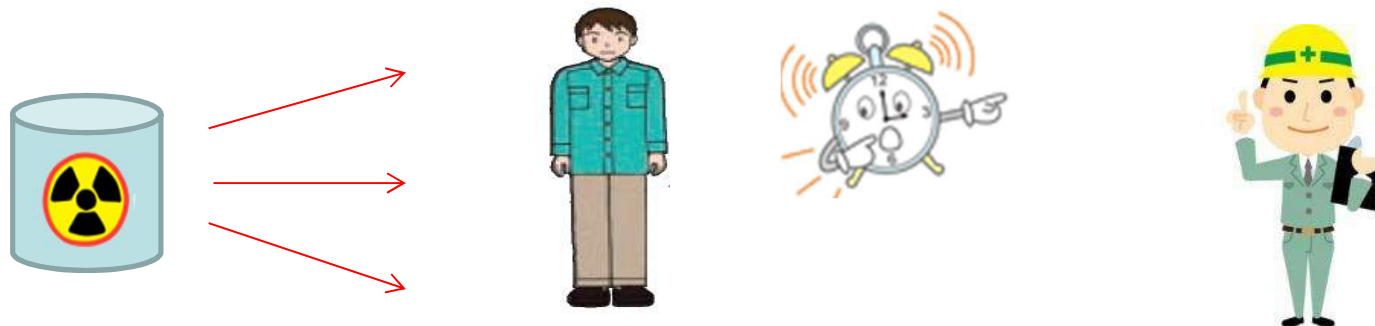
放射線は遮へい物を置くことにより減衰します。

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 遮へいによる防護

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。

1.4① 内部被ばく防護の方法 内部被ばくの経路

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

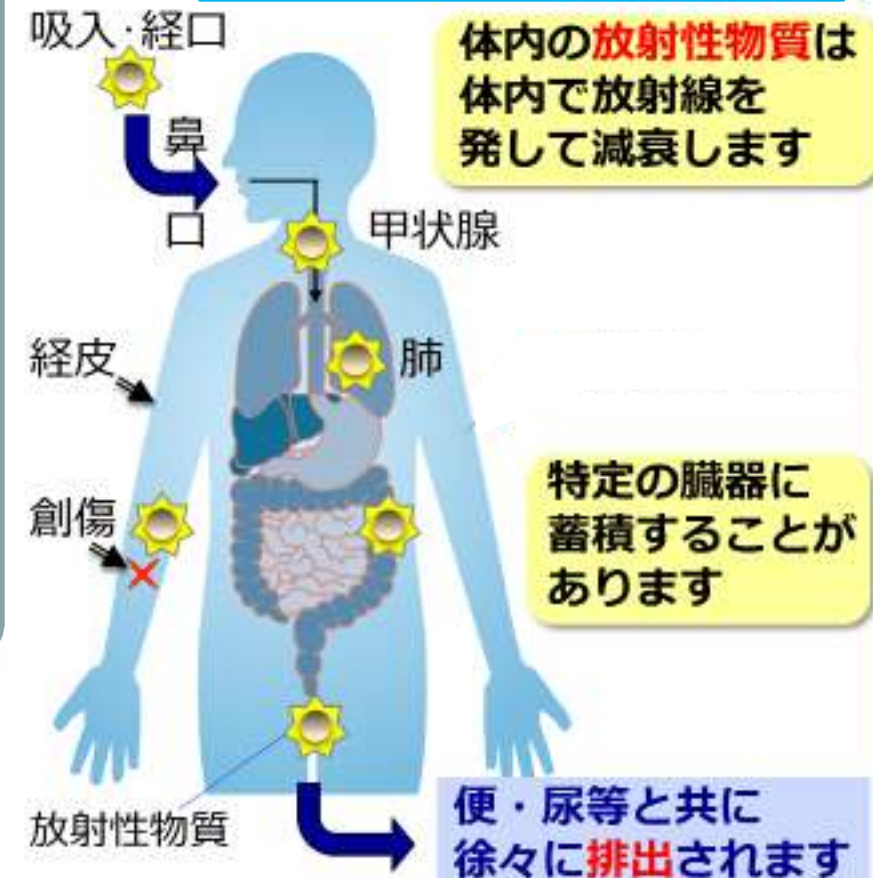
②鼻から

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

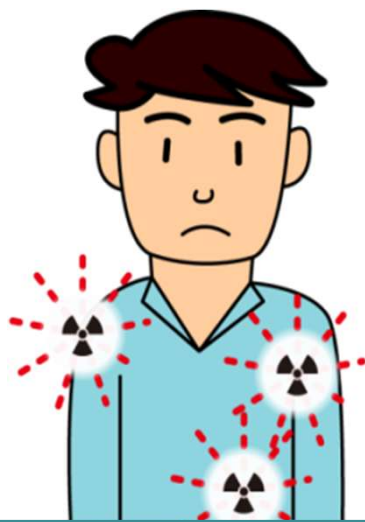
（例外）

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。

1.6 被ばく防護の方法 まとめ

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 遮へいによる防護 : 人と放射性物質の間に遮へい物を置く
- 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

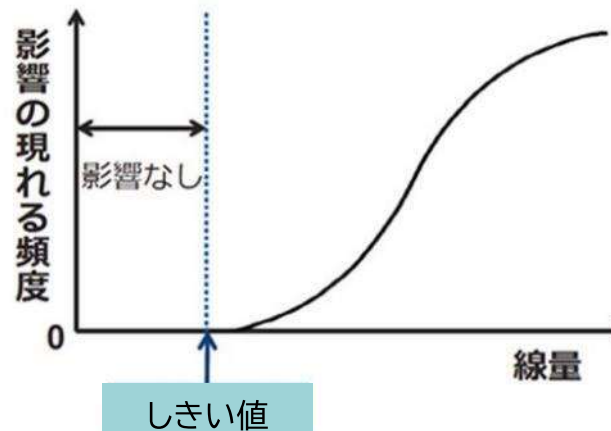
- ① 放射性物質による汚染から身体を保護するための防護服等を装着する
- ② 早期に除染する

2. 原子力災害での被ばく防護の考え方と防護措置

2.1 原子力災害発生時の防護措置の基本的な考え方

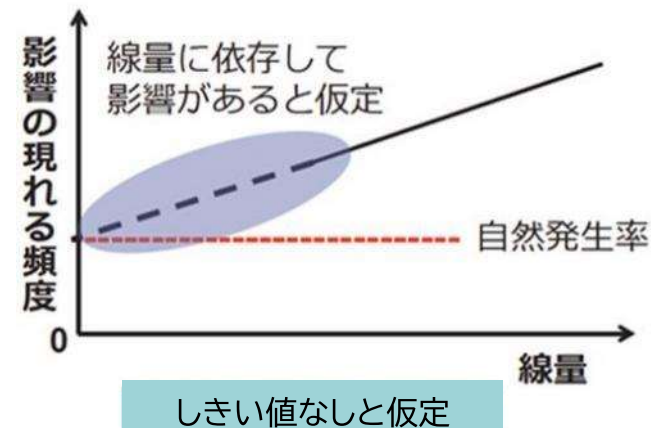
放射線の人体への影響

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

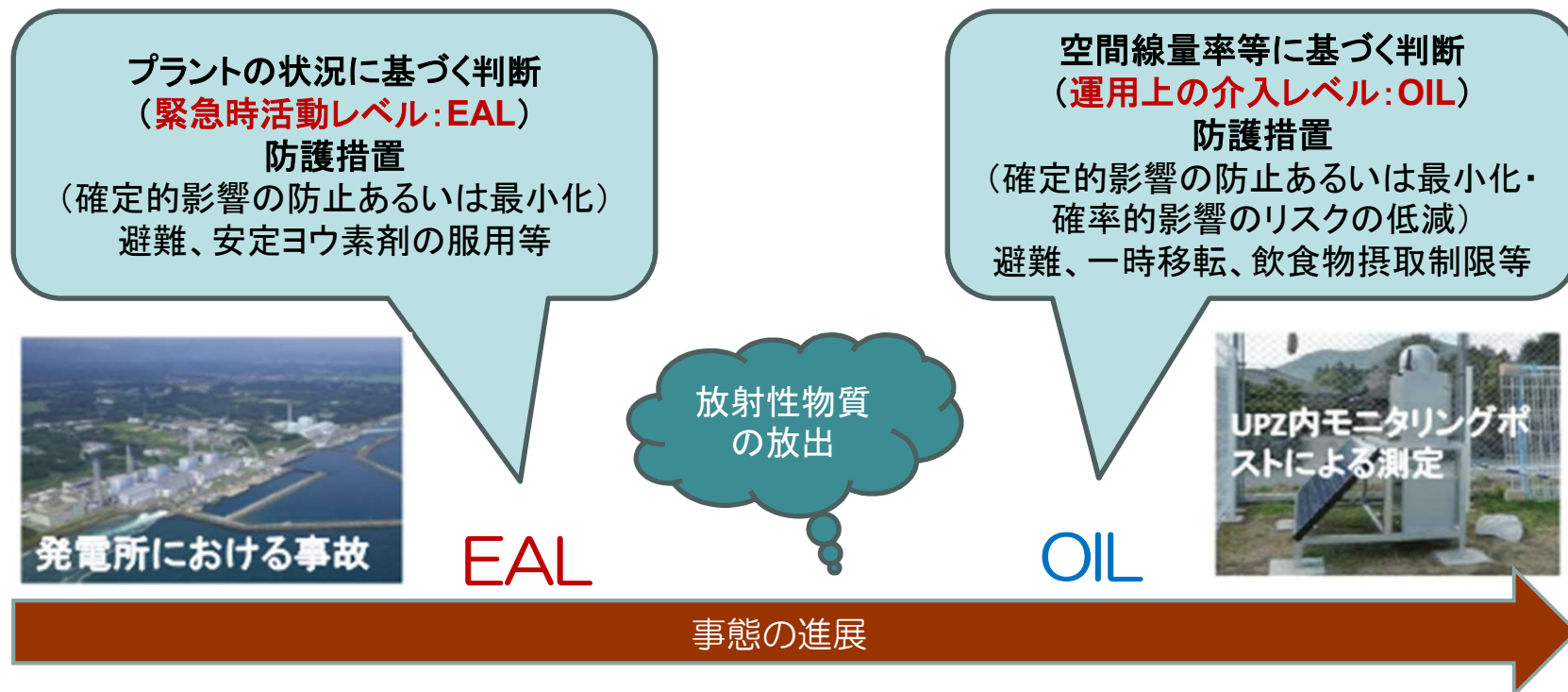
防護措置の基本的な考え方

- 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

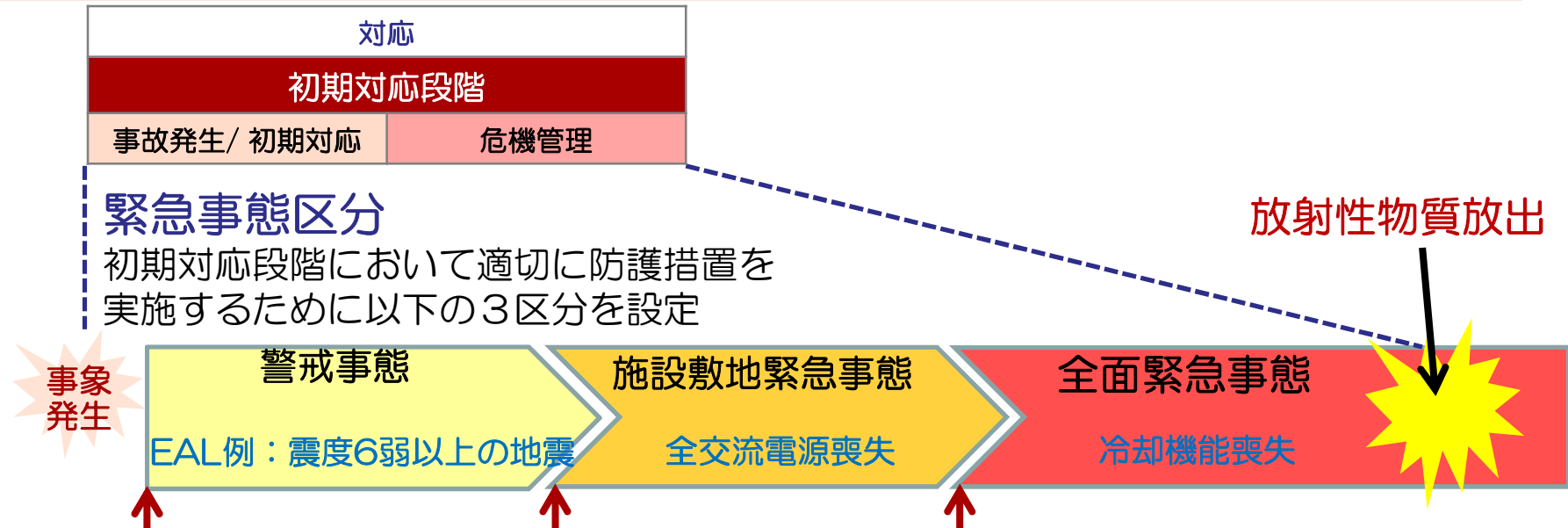
放射性物質の放出前の初期対応段階を、
①警戒事態、②施設敷地緊急事態、③全面緊急事態の3つに区分し、あらかじめ、各区分における予防的防護措置(避難や屋内退避など)を施設からの距離(PAZ,UPZ)に応じて準備し、緊急事態区分(**EAL**)に応じた防護措置が直ちに判断し実施できる体制を整備。

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。



2.2② 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



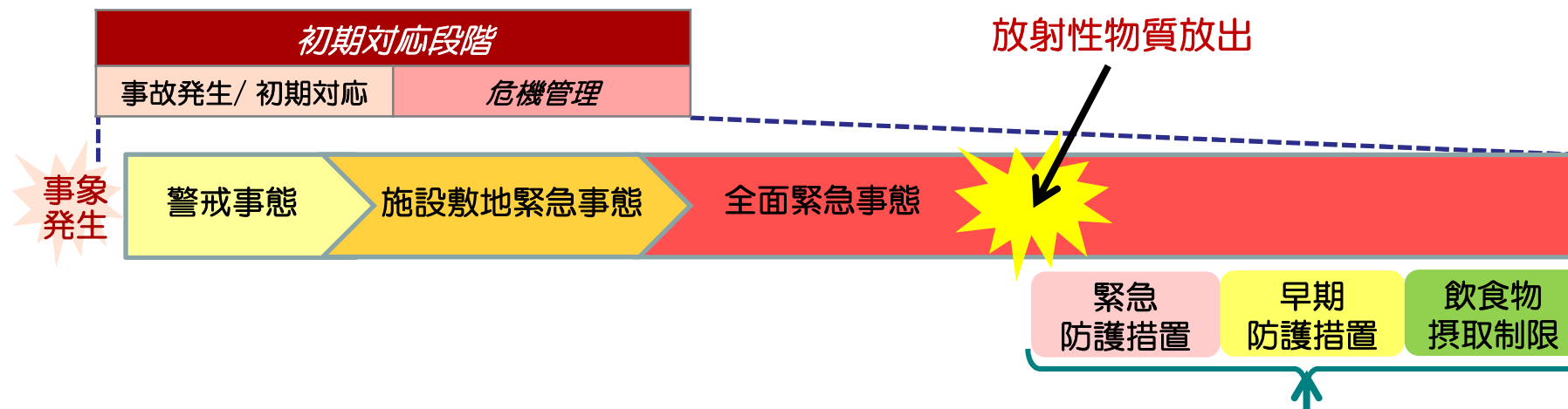
緊急時活動レベル(EAL: Emergency Action Level)

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

2.2③ 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

2.2④ 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等させるための基準	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

2.3 事態の進展と防護措置



2.4① 原子力災害対策重点区域

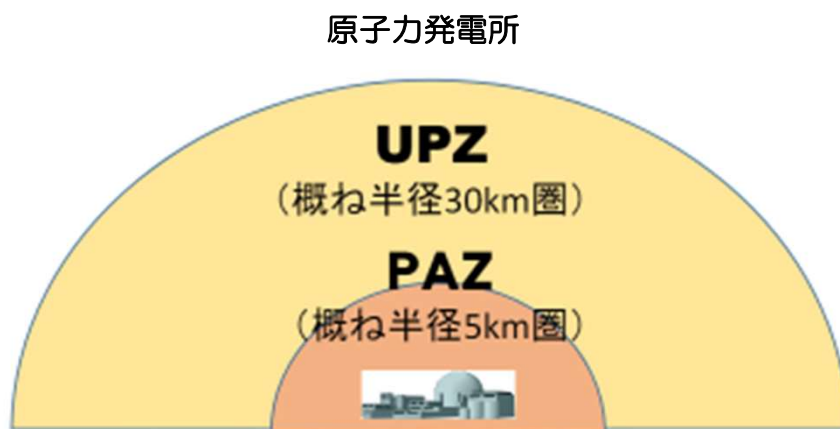
原子力災害対策重点区域（PAZ 及び UPZ）

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ぶ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）



2.4② 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 ≤ 1 kW	約50m
	$1\text{kW} < \text{熱出力} \leq 100\text{kW}$	約100m
	$100\text{kW} < \text{熱出力} \leq 10\text{MW}$	約500m
	$10\text{MW} < \text{熱出力} \leq 50\text{MW}$	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）

2.5 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へい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。

屋内退避の開始の際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？

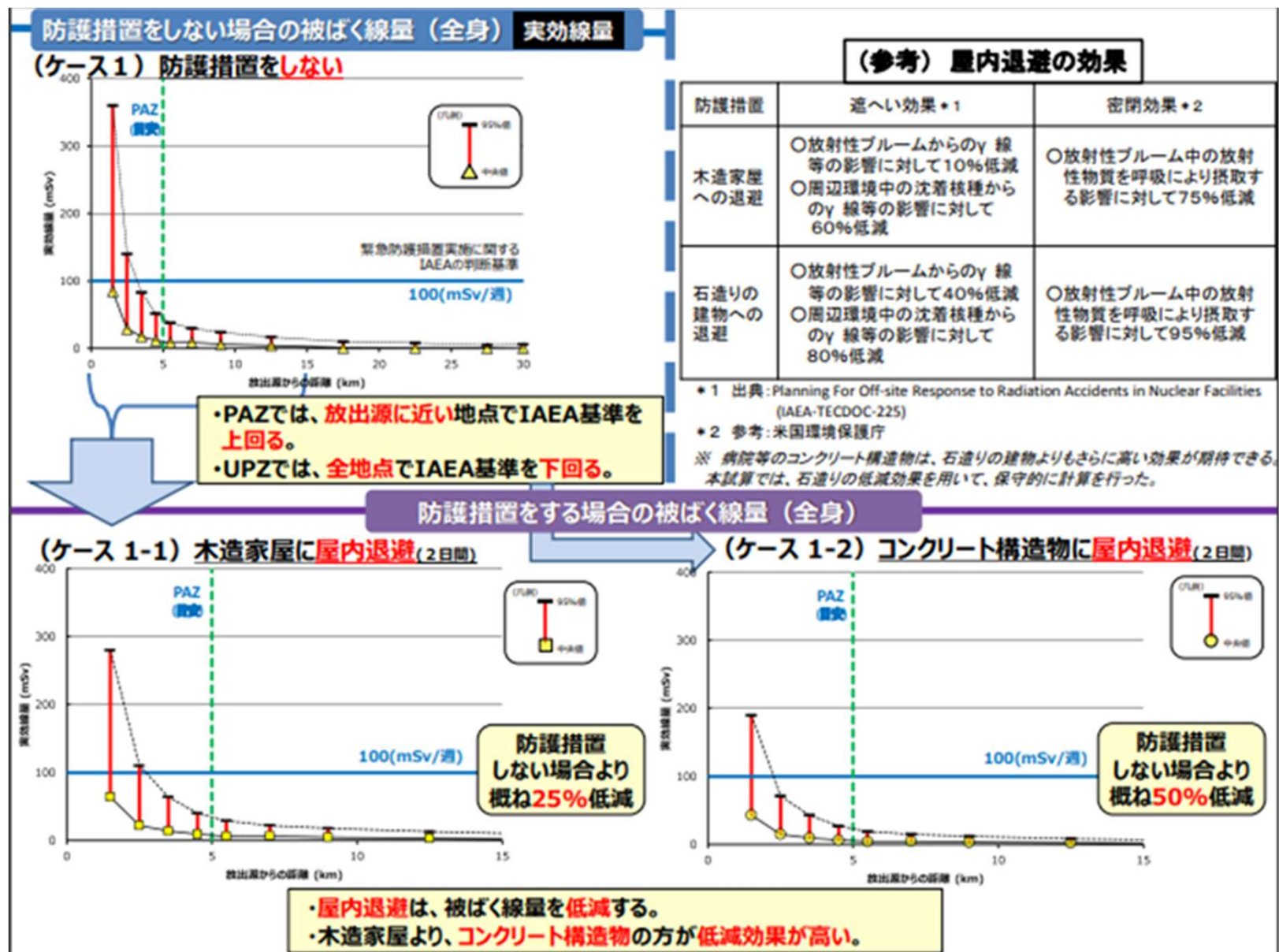
A ドアや窓を閉める、換気設備を止めるなど、以下のことを行ってください。



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蔽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）



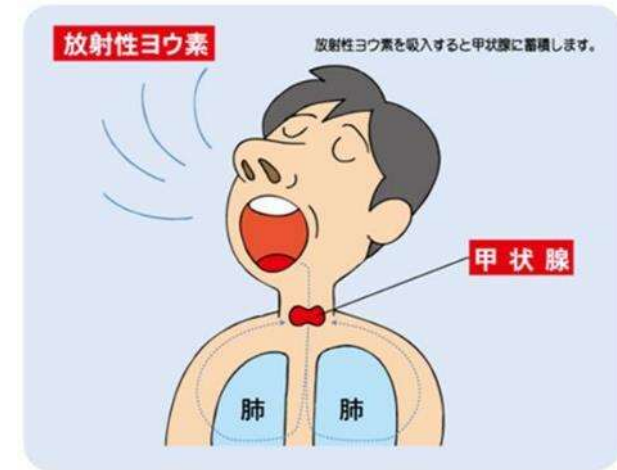
2.7 防護措置③安定ヨウ素剤の配布及び服用

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

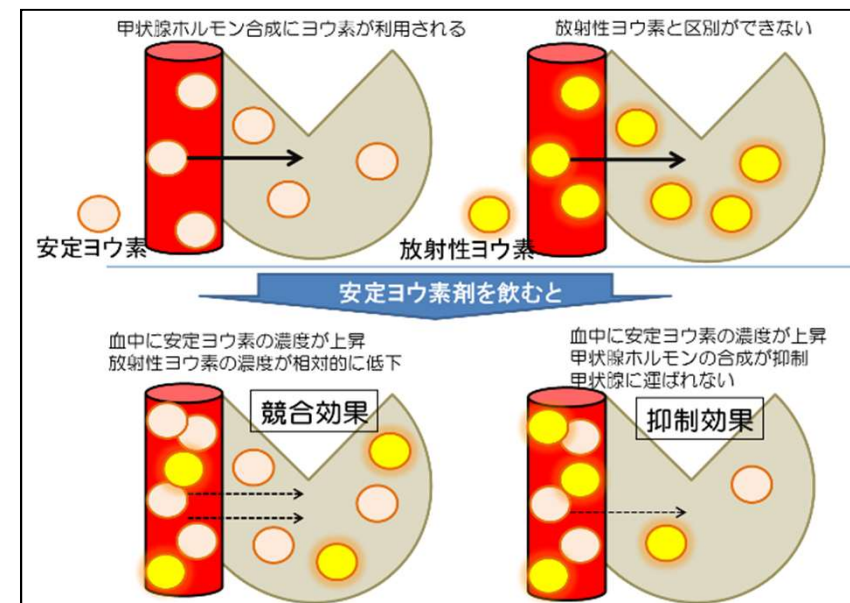
放射性ヨウ素による内部被ばく

- 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

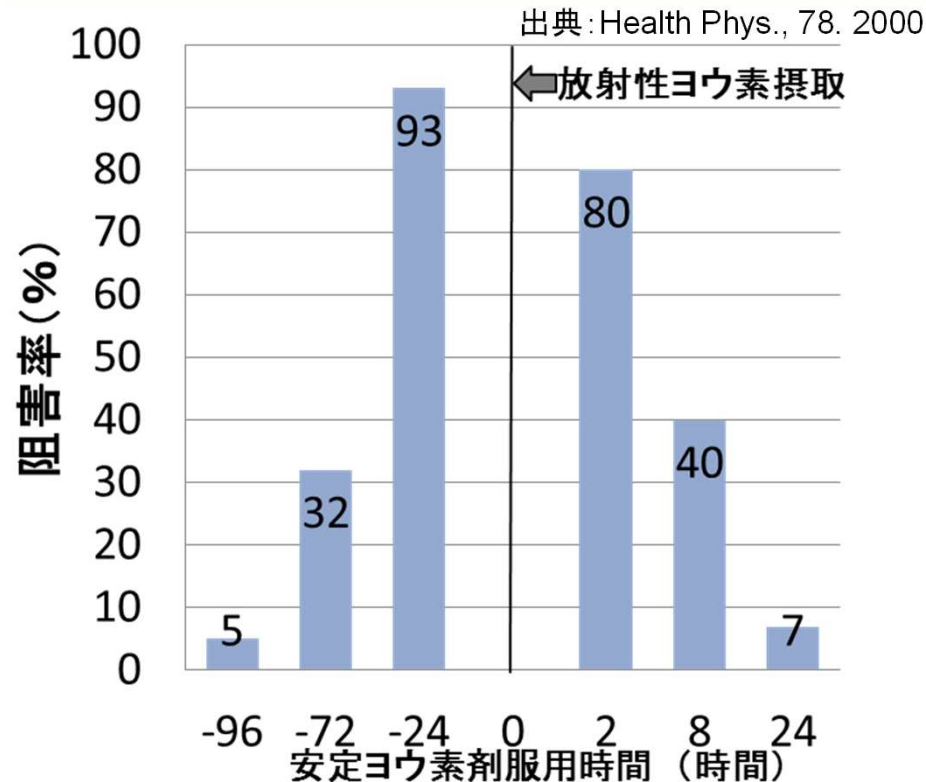


2.7② 安定ヨウ素剤の服用

タイミングと服用量

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。

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**

2.7③ 安定ヨウ素剤の服用 留意事項

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

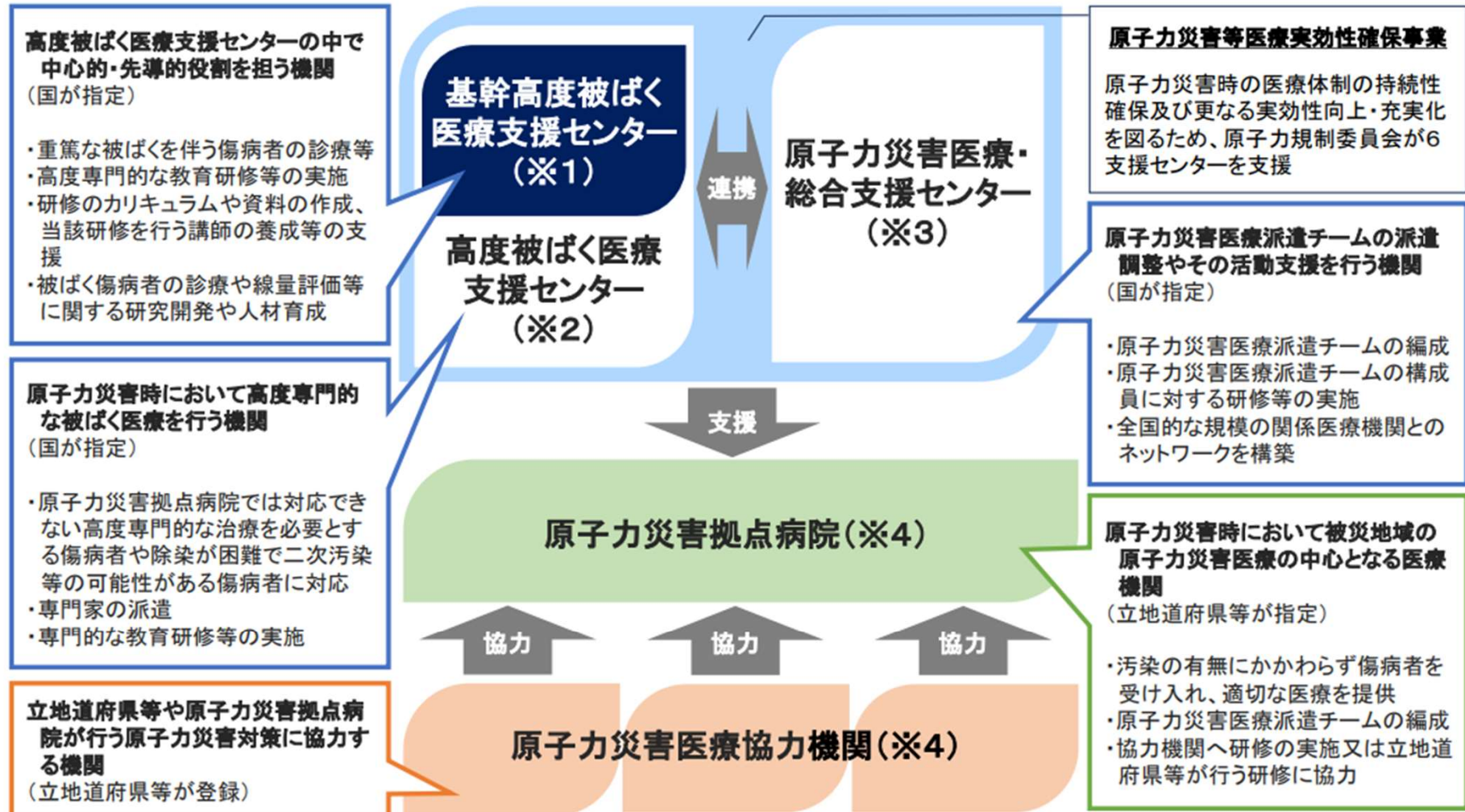
副作用が生じる可能性は極めて低い。副作用のリスクよりも、服用しないことによる甲状腺の内部被ばくのリスクの方が大きい。

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

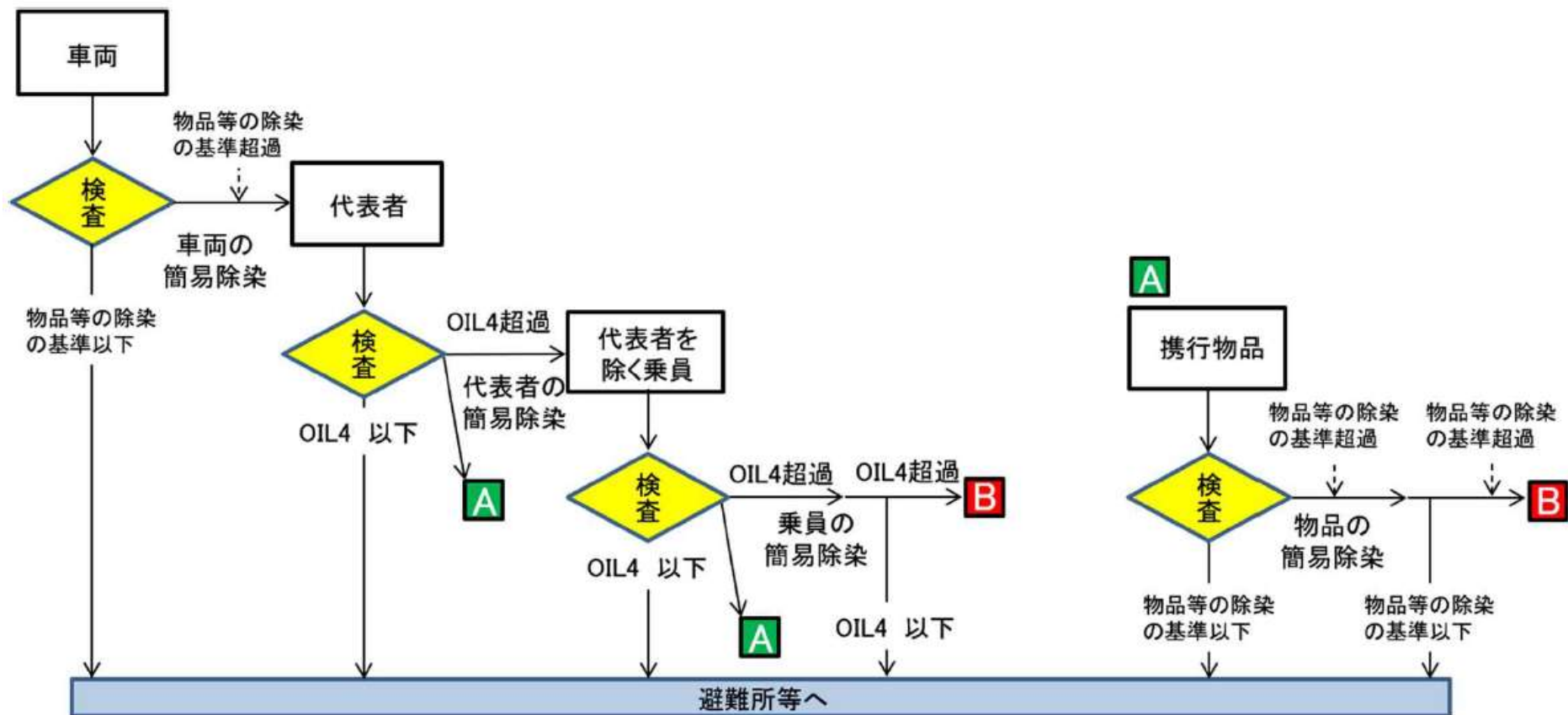
出典 原子力規制委員会「原子力災害対策指針が定める原子力災害医療の実施体制」改編

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、OIL 4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。

出典:「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 内閣府(原子力防災担当)、原子力規制庁(令和4年9月28日)」より引用・作成

2.9② 放射性物質の除染

● 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

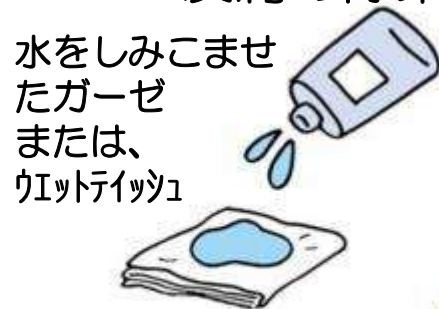


2.9③ 体表面汚染の簡易除染

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、ウェ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



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



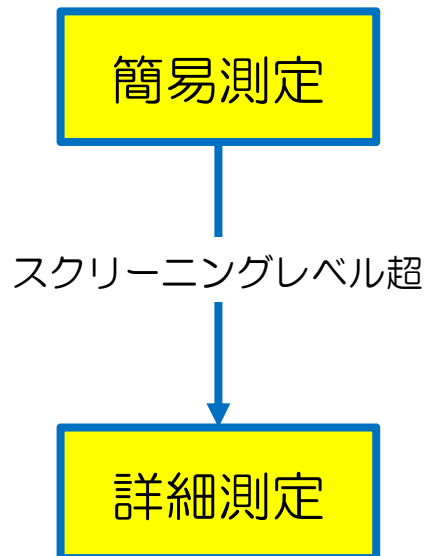
除染は毛先に向かって

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、OIL 1 及び OIL 2 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

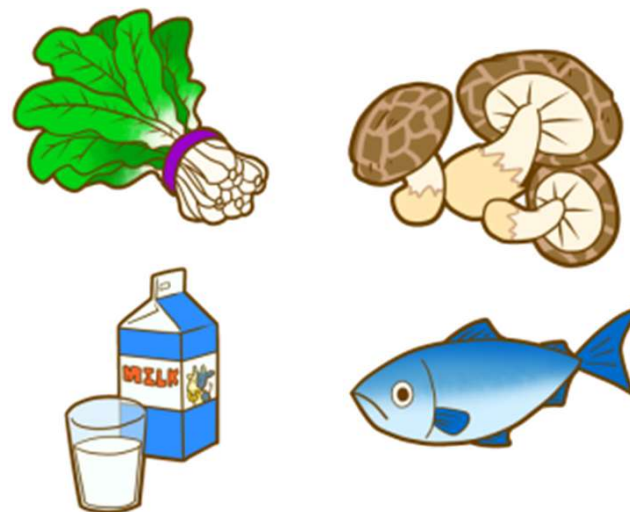
防護措置	概 要
⑦飲食物の摂取制限	飲食物中の放射性核種濃度の測定を行い、一定以上の濃度が確認された場合に、その飲食物の摂取を回避することで、経口摂取による内部被ばくの低減を図るものである。

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OIL 6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OIL 2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。

2.12 防護措置⑧緊急事態応急対策に従事する者の防護措置

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	100mSv	眼の水晶体：300mSv 皮膚：1Sv
平時	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
	女性（*1）	3ヶ月で5mSv	
	妊娠中の女性	内部被ばく 1mSv	上記に加え腹部表面2mSv

*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。

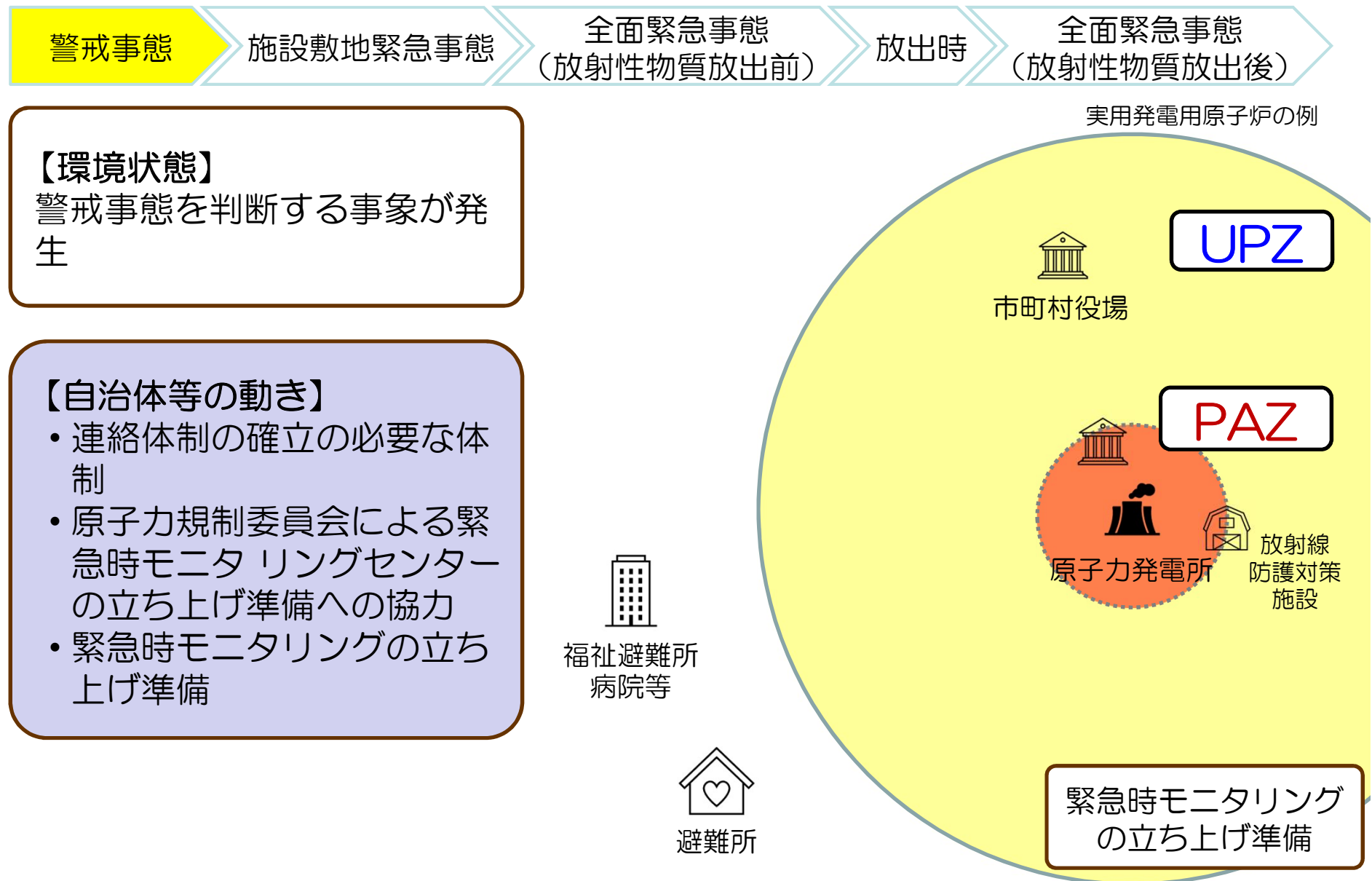
防護措置例



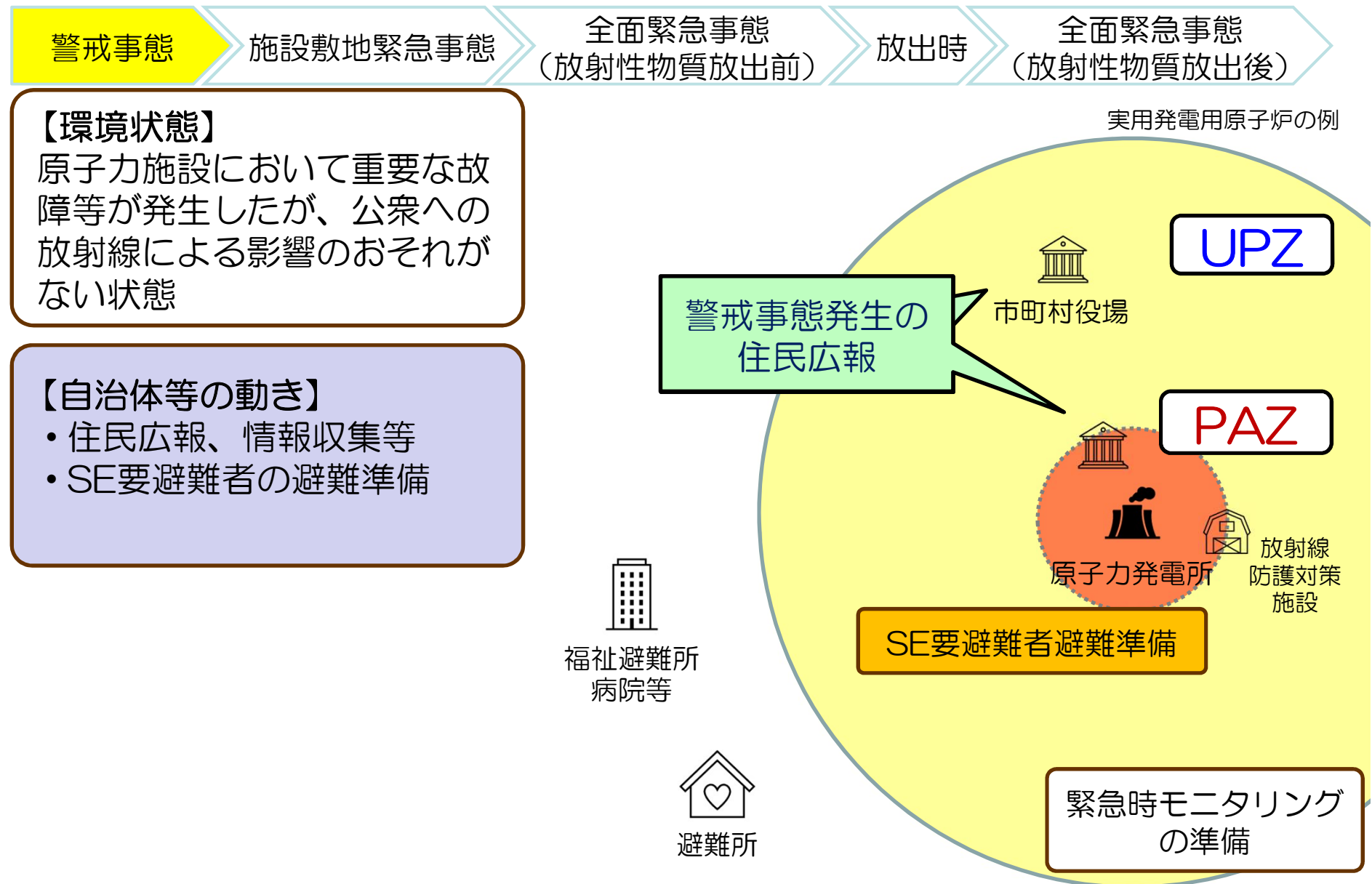
2.13 防護措置⑨各種防護措置の解除

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。

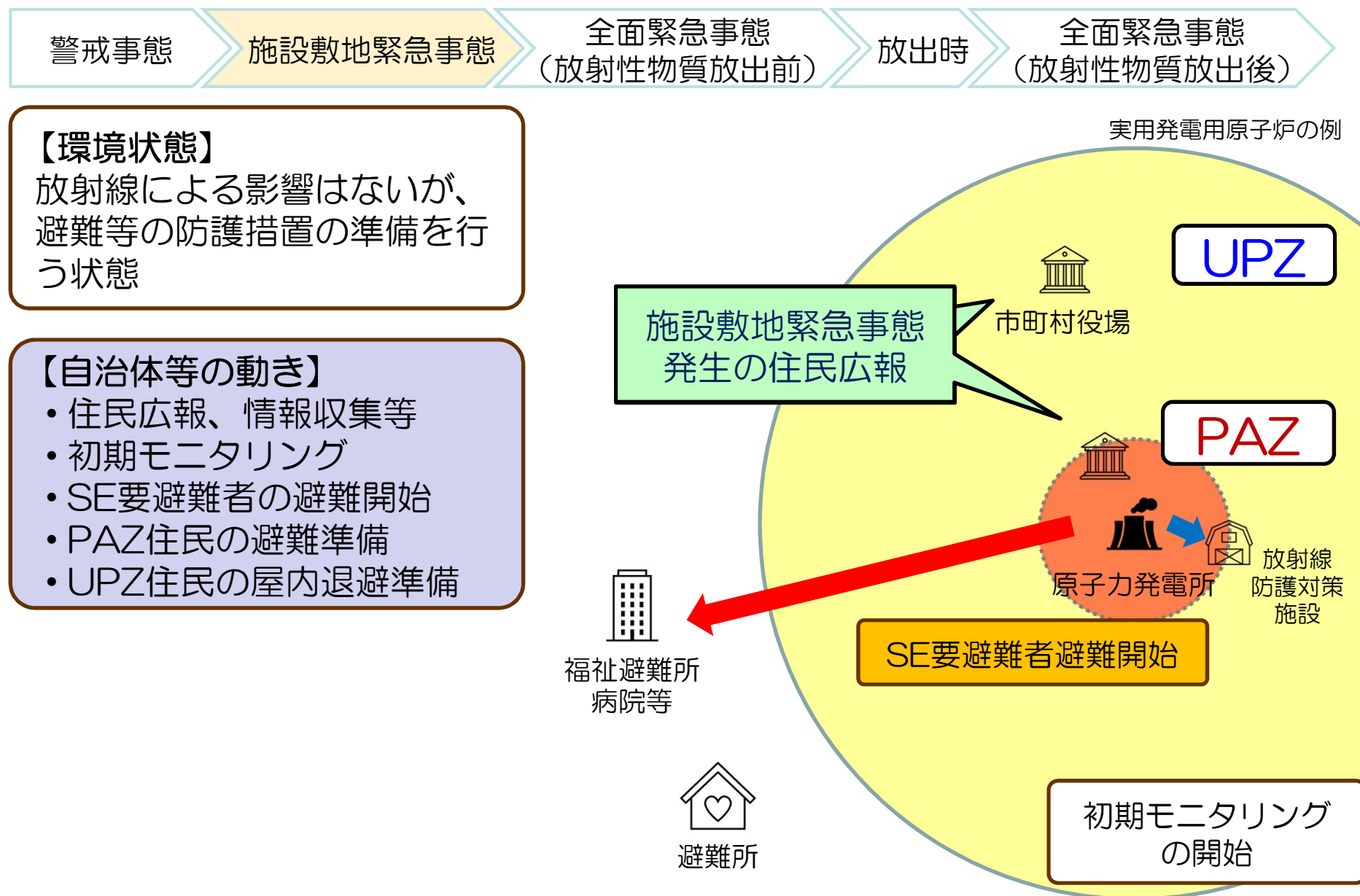
2.14① 緊急時における意思決定の流れ【警戒事態：AL1】



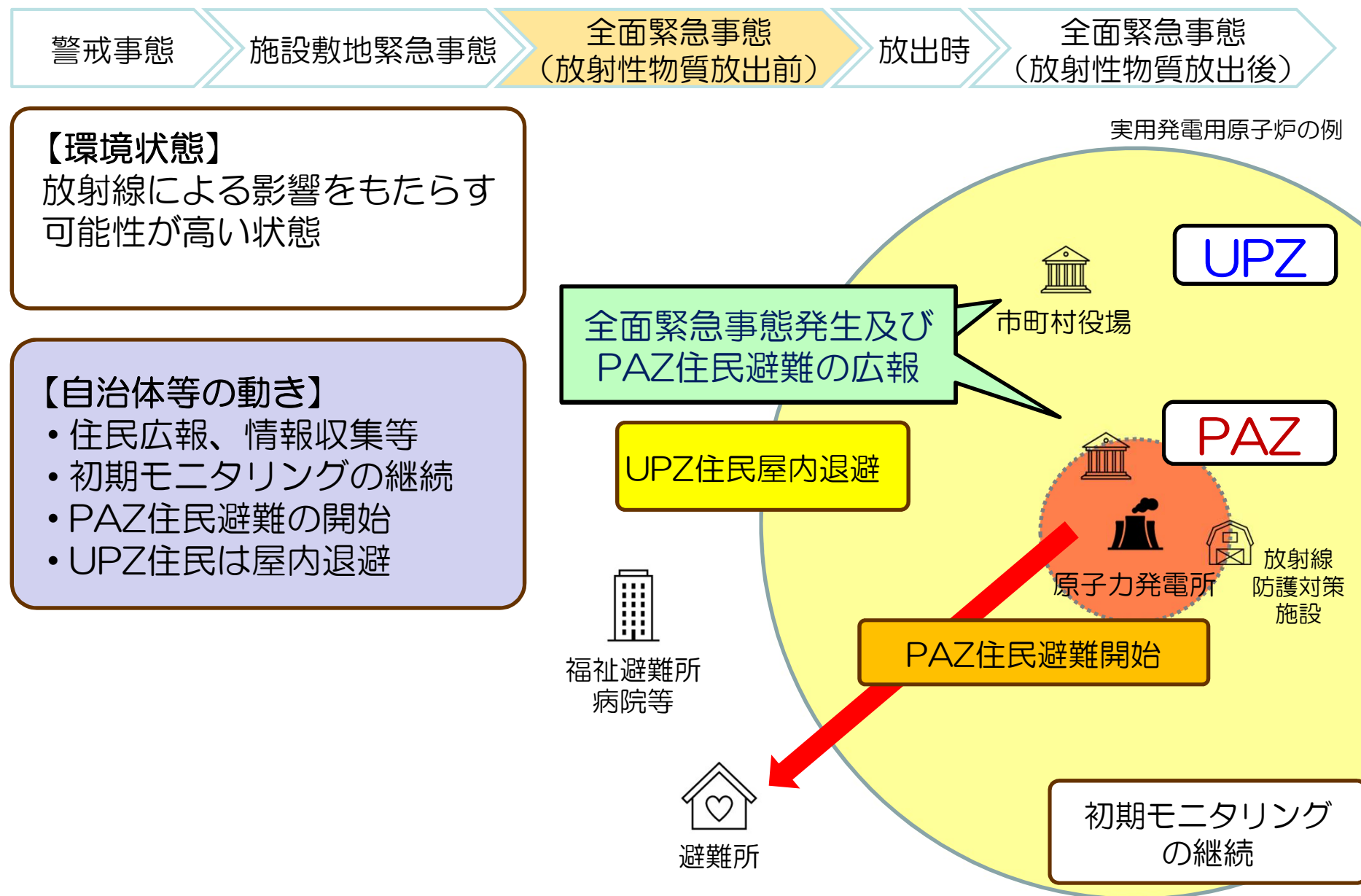
2.14② 緊急時における意思決定の流れ【警戒事態：AL2】



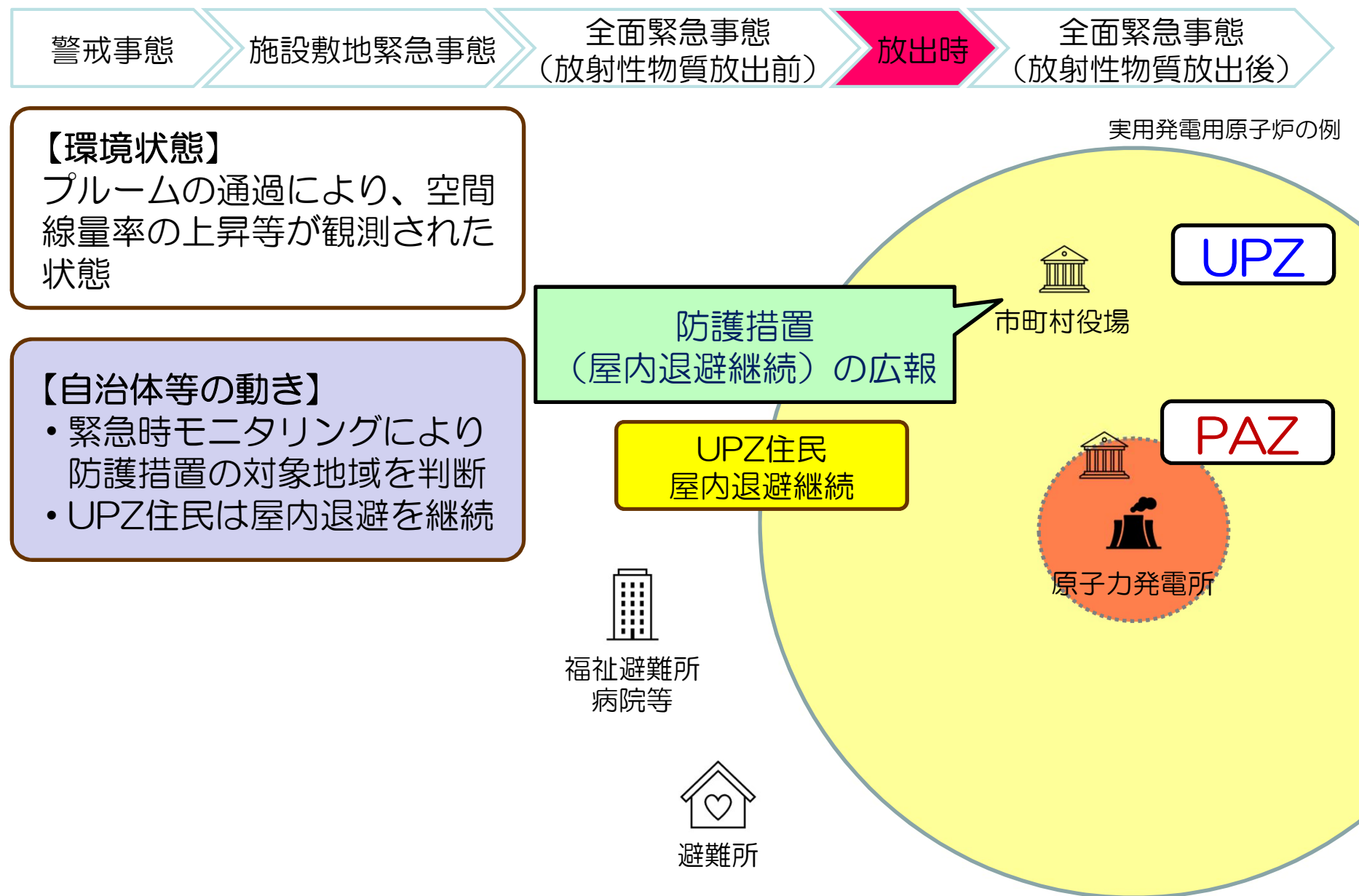
2.14③ 緊急時における意思決定の流れ【施設敷地緊急事態】



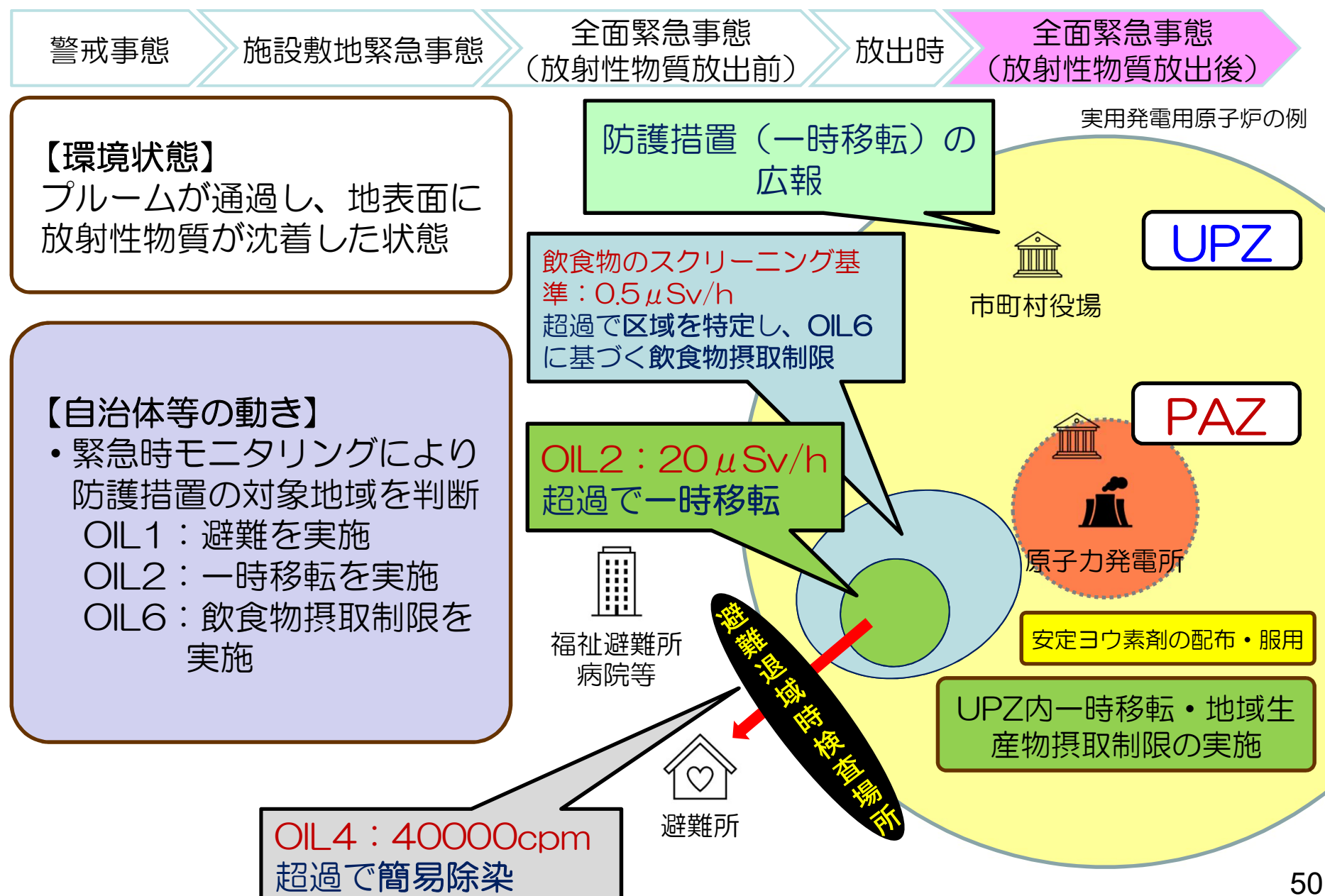
2.14④ 緊急時における意思決定の流れ【全面緊急事態:放射性物質放出前】



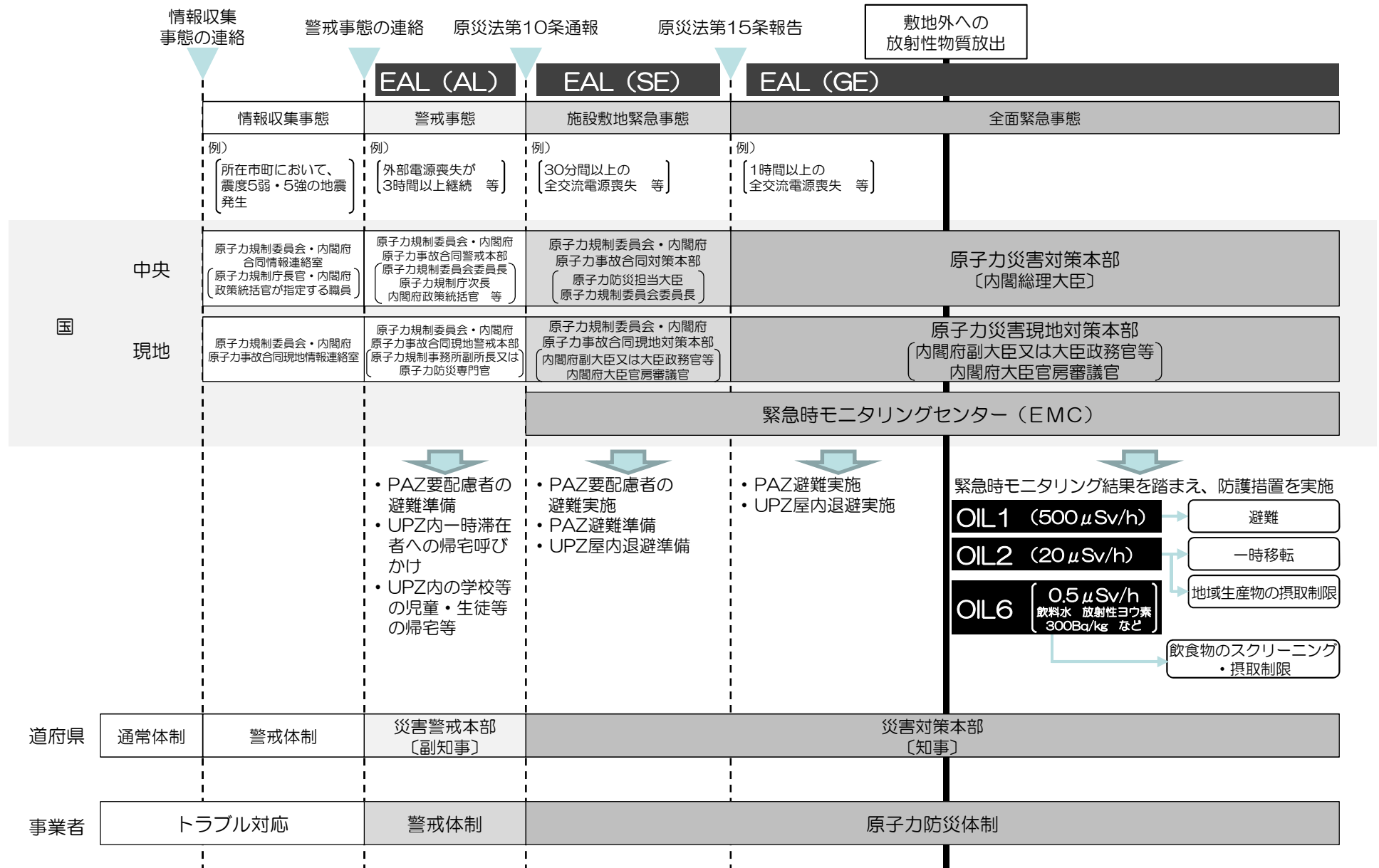
2.14⑤ 緊急時における意思決定の流れ【全面緊急事態:放射性物質放出時】



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	電離箱式サーベイメータ NaIシンチレーション式サーベイメータ	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計数管式放射性表面汚染サーベイメータなどを使用する。

《測定対象》

表面汚染

放射性物質による汚染はあるか？

《測定線種》

β 線 (γ 線)

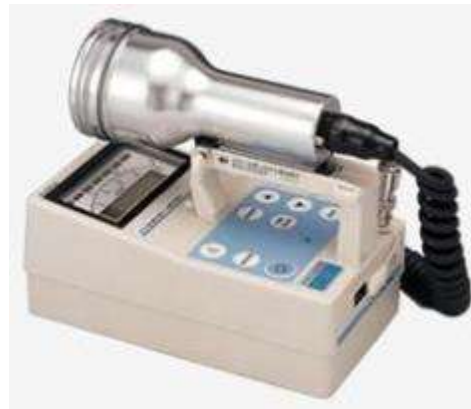
α 線

《用いる放射線測定器 ※》

β 線用放射性表面汚染サーベイメータ

α 線用放射性表面汚染サーベイメータ

※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計数管式放射性表面汚染サーベイメータ)

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)



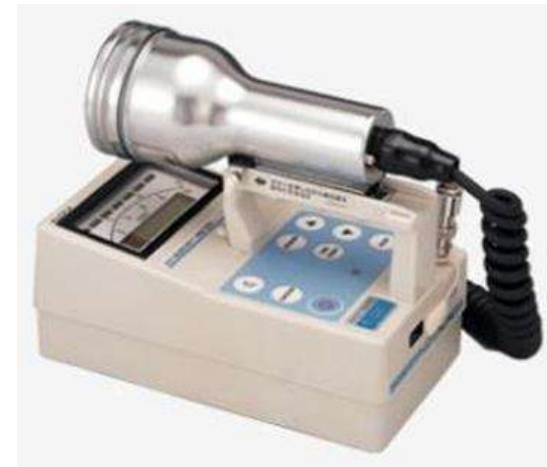
3.2② 表面汚染用の放射線測定器

放射性物質(汚染)の測定

測定対象の表面汚染をGM計数管式放射性表面汚染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計数管式放射性表面汚染サーベイメータ
(TGS-146型)



放射性表面汚染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

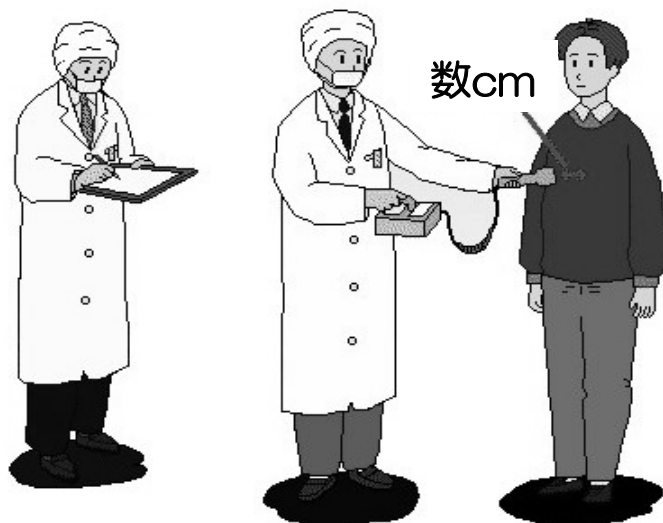
cpmの値に換算係数を掛けるとBq値を算出することができます。

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計数管式放射性表面汚染サーベイメータ等）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。

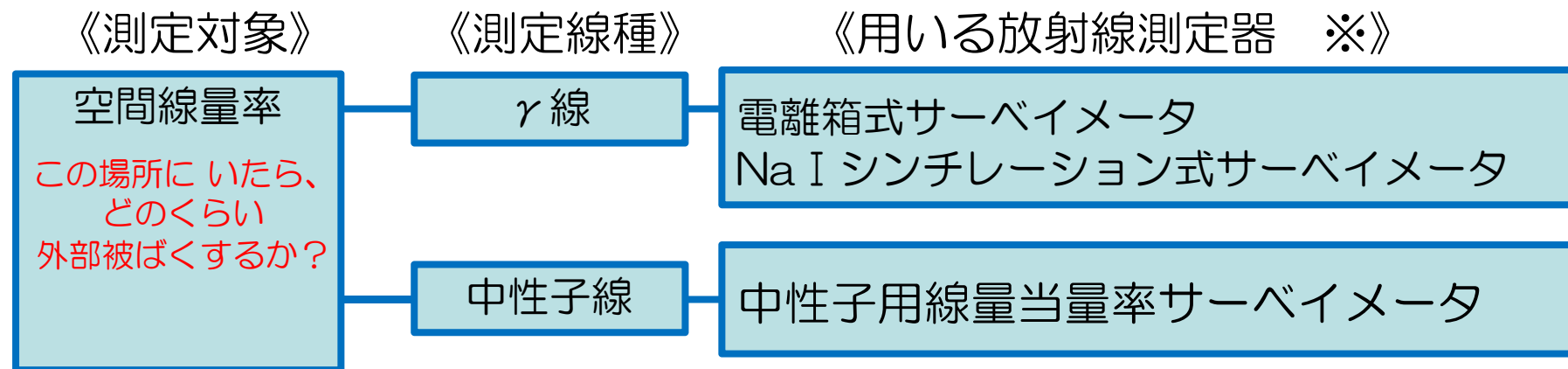
その後、フィルターに集めた放射性物質を放射線測定器で測定するとともに、集塵機の空気吸入量を確認し、計算で空气中の放射性物質の濃度を求める。

空气中の放射性物質濃度は、 Bq/m^3 で表す。



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

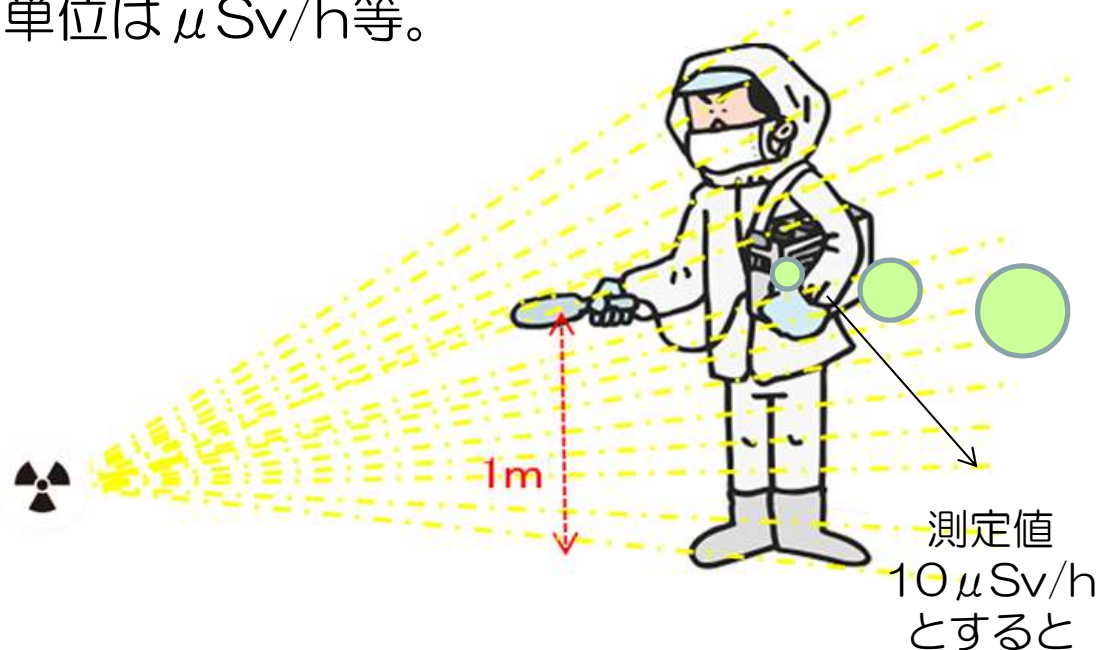


3.3② 空間線量率の測定

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バイメータや電離箱式サーバイメータを使用し、地上から1mの高さで γ 線を測定する。

単位は $\mu\text{Sv/h}$ 等。



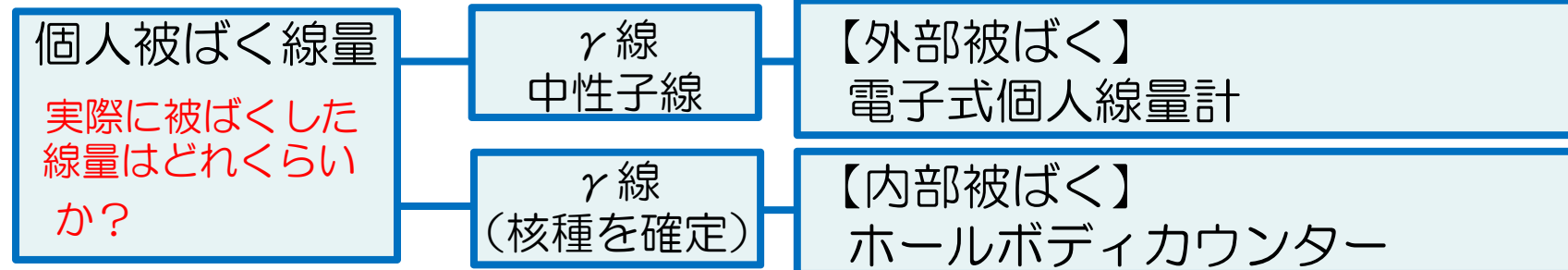
NaIシンチレーション式サーバイメータ



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。

【参考】汚染の判断について

- 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	放射能面密度への換算係数		
0.50	3.4×10 ⁻³ Bq・cm ⁻² /(min ⁻¹)		