



原子力防災の基礎

～放射線の基礎と原子力災害の特徴～

島根県防災部原子力安全対策課

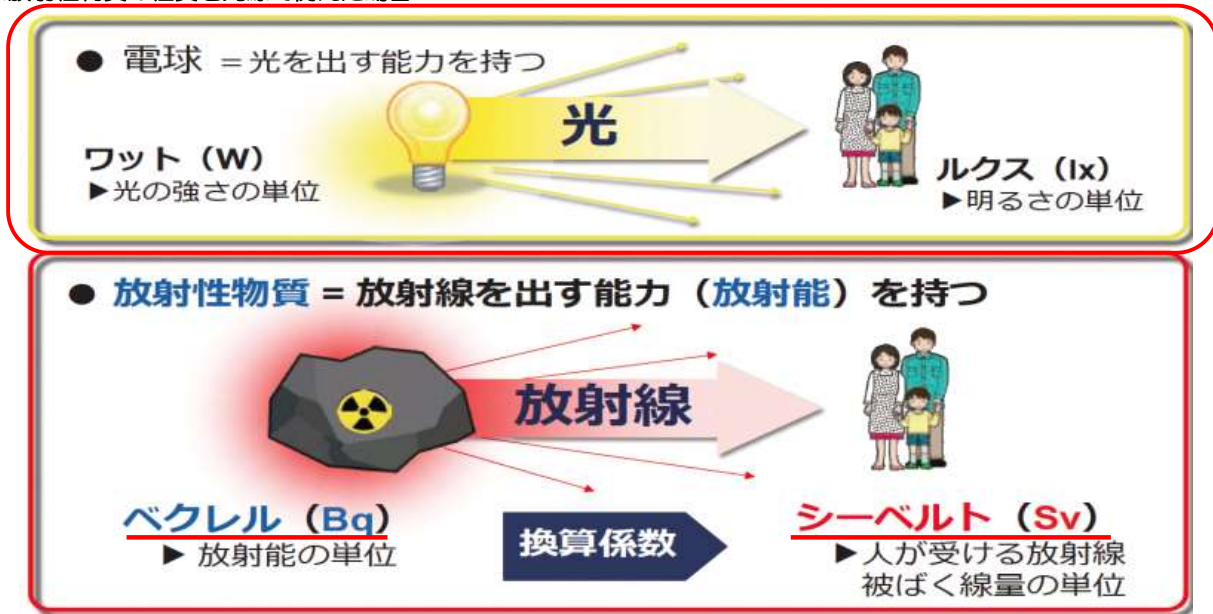
1 放射性物質、放射線、放射能とは

放射性物質：放射線を出す物質

放射線：放射性物質から出てくる粒子線又は電磁波

放射能：放射線を出す能力

※放射性物質の性質を光源で例えた場合



※ 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) 環境省HP https://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html より

(1) 放射性物質

- 放射線を出す物質を「放射性物質」と呼ぶ。

(2) 放射線

- 放射性物質から出てくる粒子線 (α 線、 β 線など) あるいは電磁波 (γ 線、X線など) を放射線と呼ぶ。
- 放射線は、人間に当たっても五感に感じることはない。
- 放射線が人体に「溜まる」ことはない。(放射性物質は体内に取り込むと一定期間体内に「溜まる」ことがある。)

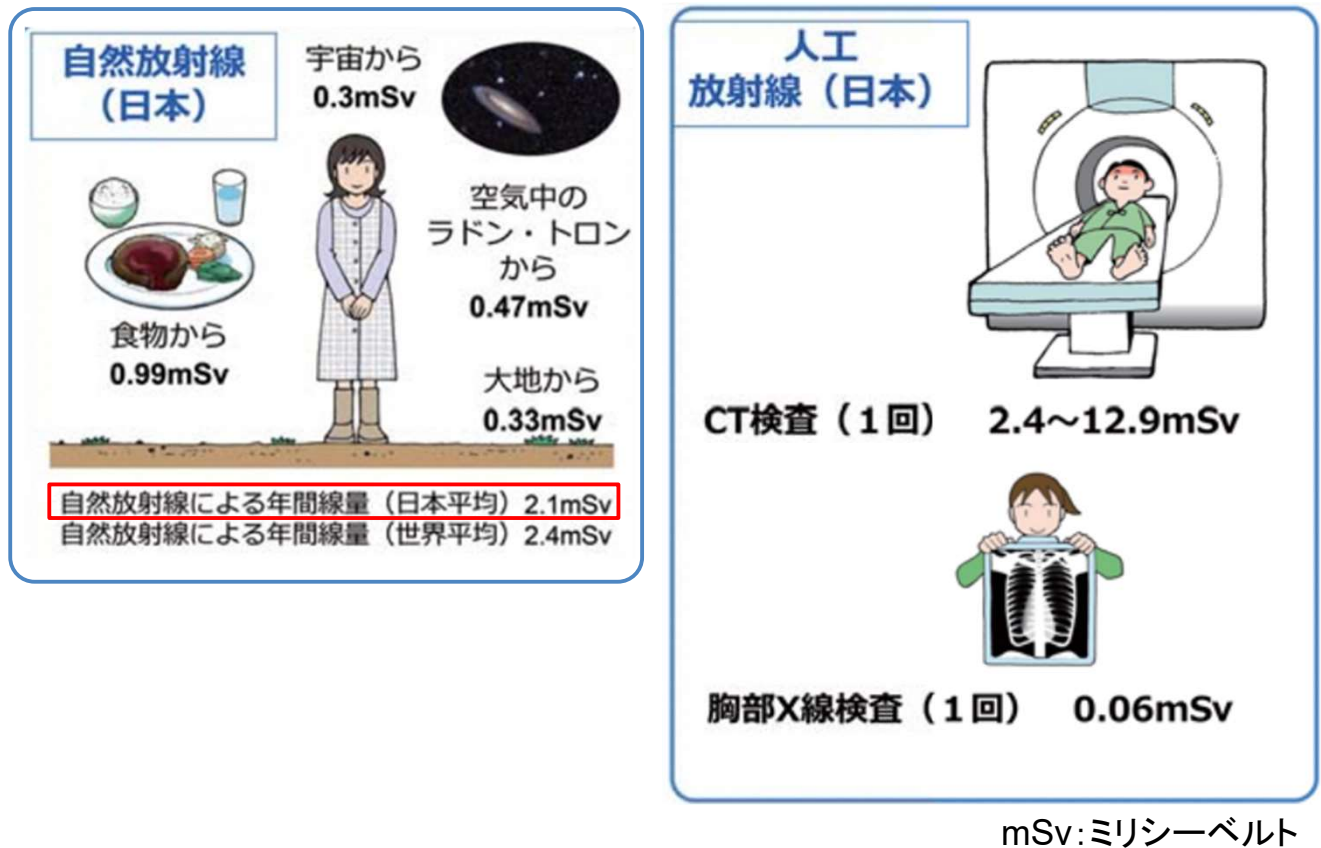
(3) 放射能

- 放射線を出す能力のことを「放射能」と呼ぶ。「放射能」の大きさを表す単位をBq (ベクレル) という。

(4) 放射線による被ばく

- 放射性物質から放出される放射線を人体が受けることを「被ばく」という。
- 被ばくによる人体に与える影響度合いを表す単位をSv (シーベルト) という。

2 日常生活と放射線



(出典) 環境省HP https://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html より

- 日常生活の中でも、放射線を受けている (被ばくしている)。
- 放射線による人体に与える影響度合いを表す単位をSv (シーベルト) という。図中で、Svの前に記載されているmは、ミリで、1000分の1を表す接辞語である。
- 放射線は、「自然放射線」と「人工放射線」に分けられるが、放射線の本質に違いはなく、同じ量の被ばくをすれば (同じシーベルトであれば)、どちらも影響の度合いは同じである。

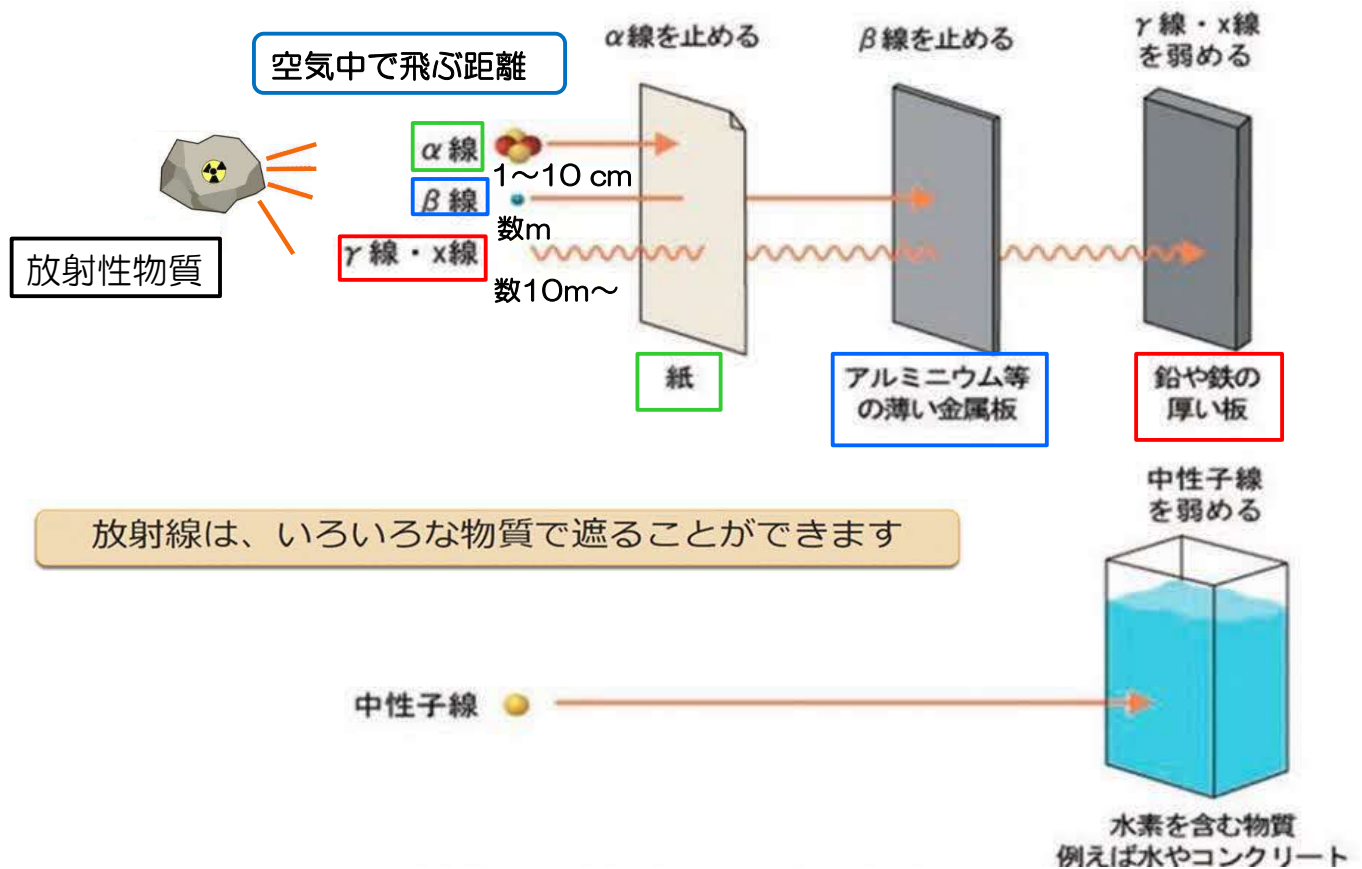
(1) 自然放射線

- 宇宙、大地からの放射線や、食物や空気中に含まれる (自然界の) 放射性物質を食べたり吸い込んだりすることにより、それらの放射性物質から出ている放射線によって被ばくをしている。
- 日本における自然界からの被ばくは、年間一人あたり平均約2.1 mSvである。

(2) 人工放射線

- 主な人工放射線は、医療診察等で行われるレントゲンやCTスキャン等による放射線である。胸部X線検査 (1回) で0.06mSv程度、胸部CT検査 (1回) で2.4~12.9mSvの被ばくをする。

3 放射線の性質（透過力）



(出典) 環境省HP https://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html より

- 放射線が持つ特徴の一つに、物質を通り抜ける能力がある。これを透過力という。
- 放射線の種類 (α 線、 β 線、 γ 線など) によって透過力が異なる。
- 同じ放射線であればエネルギーの高いものほど透過力が強い。

<粒子線>

○ α 線

- ・ 紙1枚で止まる。
- ・ α 線の正体は、原子核から放出された粒子He (ヘリウム) の原子核 (中性子2個 + 陽子2個) である。

○ β 線

- ・ アルミニウムなどの薄い金属板やアクリル板などで止まる。
- ・ β 線の正体は原子核から放出された電子である。

○中性子線

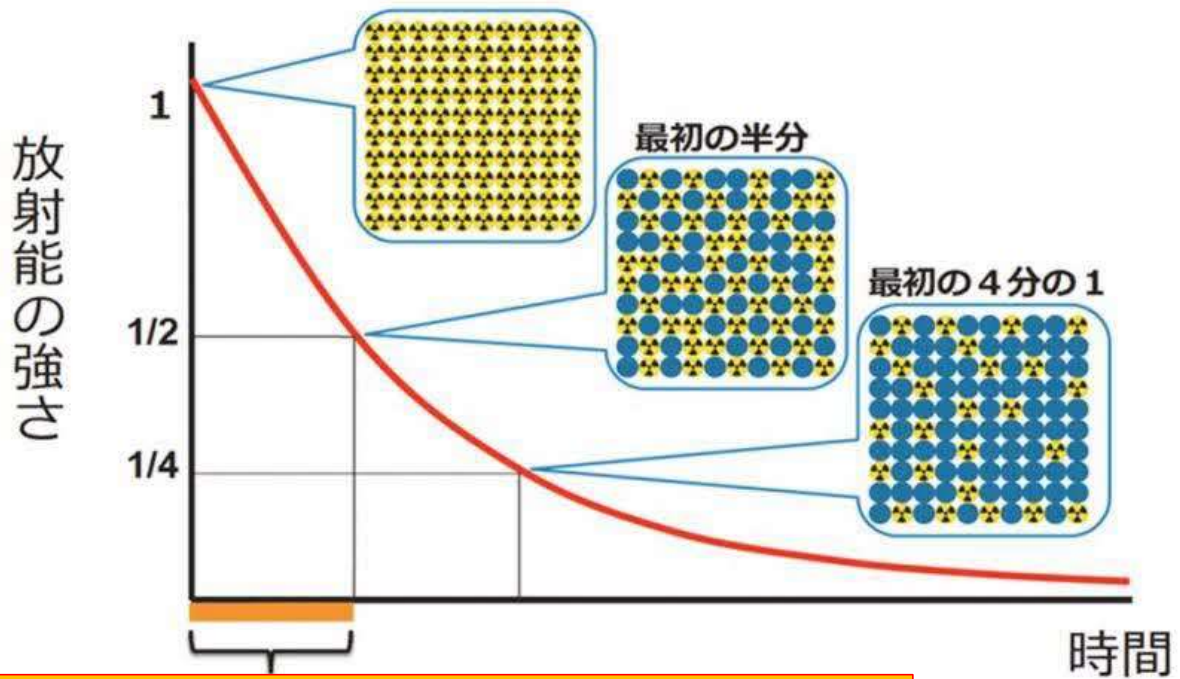
- ・ 水素を含む物質 (水など) で減衰させることができる。
- ・ 中性子線の正体は、原子核から放出された中性子である。

<電磁波>

○ γ 線及びX線

- ・ 鉛や鉄の厚い板で減衰させることができる。
- ・ γ 線の正体は原子核から放出された電磁波である。一方、X線の正体は、電子が移動した際などに放出された電磁波である。

4 放射性物質の性質（放射能の減衰と半減期）



放射能の強さが半分になる期間（時間）
＝半減期

（出典）環境省HP https://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html を加工

- 放射能は未来永劫存在するわけではなく、放射線を放出することによって放射能がない物質に変化する。
- 上図の黄色の☢️が放射性物質、青い●が放射線を出し終えて放射能が無くなった（安定した）物質をイメージしている。
- 放射能の強さは図に示すように時間とともに減っていく。（放射性物質が放射線を放出し、放射能が無くなるから。）
- もともとの放射能の強さが半分になる時間を「（物理学的）半減期」とよぶ。従って、例えば、半減期分の時間が2回経過すると、放射能の強さは最初の4分の1になる。

【参考】

- 半減期の長さは放射性物質の種類により固有のもので、温度や圧力など外界の影響を受けることはない。
- 例えば、福島第一原子力発電所事故で有名になったセシウム137の半減期は約30年、ヨウ素131の半減期は約8日。天然の放射性物質であるカリウム40の半減期は約13億年である。

5 放射性物質の性質（等方性と距離による減衰）

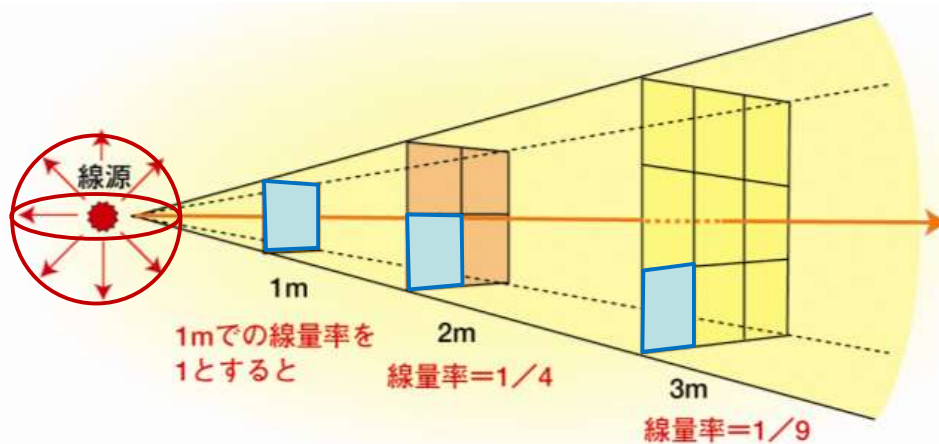
等方性

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。

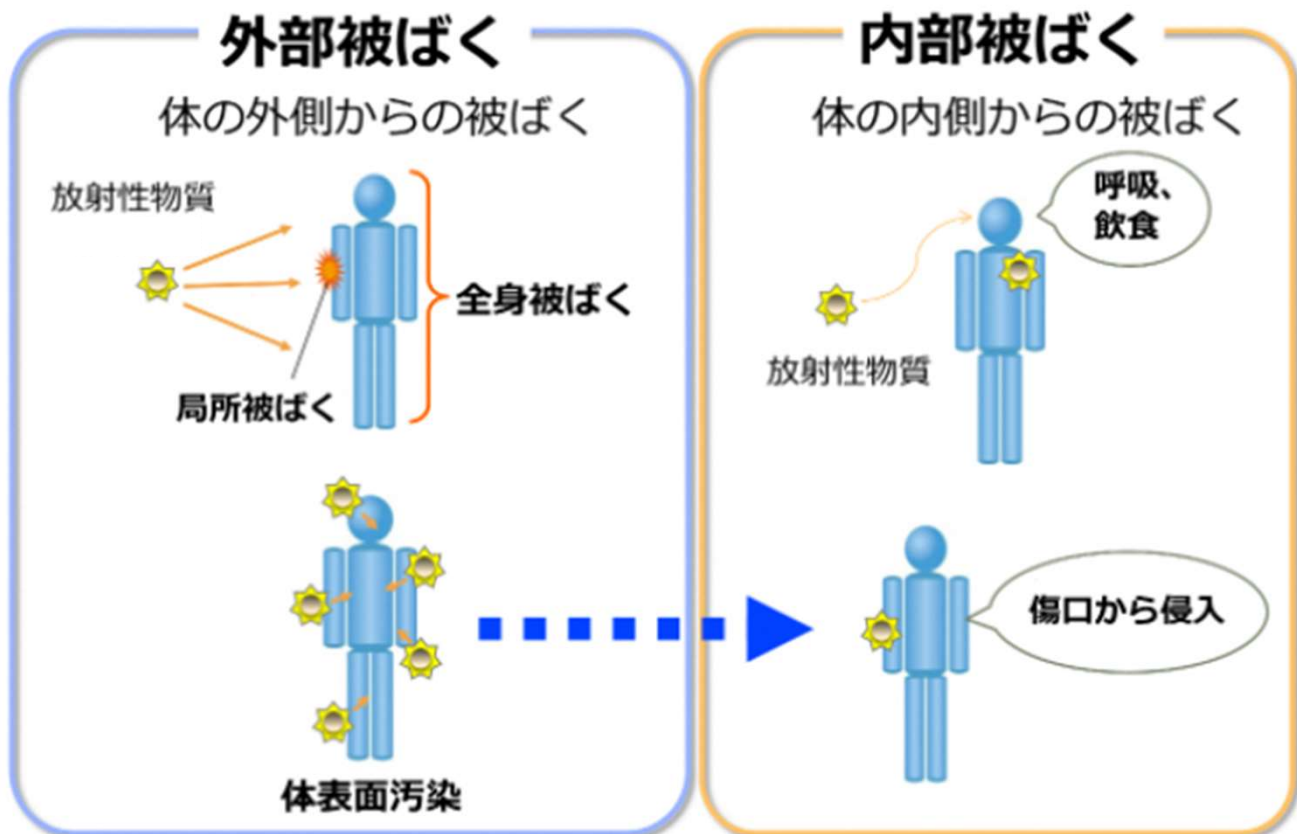
注）距離の逆二乗則は、点状の線源のみ成り立ち、面状の線源の場合は成り立たない。



- 放射性物質からの放射線は光と同様に全方向に均一に放出される。（等方性）
 - 光は、電球の近くでは明るく、遠くでは暗いのと同様に、放射性物質の近くでは放射線の量は多く、遠くでは少なくなる。放射線の強さは放射性物質からの距離の二乗に反比例する。（距離の逆二乗則）
- （注）距離の逆二乗則が成立するのは、放射性物質が点状である理想の系である。現実には、放射性物質は面上に存在することが多く、この場合、距離の逆二乗則は成立しない。

→線源（放射性物質）から遠ざかるほど、影響時は少ない

6 被ばくの種類



(出典) 環境省HP https://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html より

(1) 外部被ばく

- 身体の外にある放射性物質から、放射線を受けることを「外部被ばく」という。
- 体表面汚染
 - ・ 放射性物質が、体表面に付着した場合を「体表面汚染」という。体表面汚染をした場合、付着した放射性物質をふき取るなどの除染を行う必要がある。

(2) 内部被ばく

- 空気中に飛散した放射性物質を吸い込んだり、汚染された飲食物を取り込んだりすると、体内に取り込んだ放射性物質から放出される放射線で被ばくをする。これを「内部被ばく」という。
- 傷口が放射性物質で汚染すると、傷口から放射性物質が体内に入り、内部被ばくを引き起こす可能性がある。

【参考】

- 外部被ばくであっても内部被ばくであっても放射線が身体に残ることは無い。

7 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。
- 目、口など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



髪の毛の除染

目などに入らないように

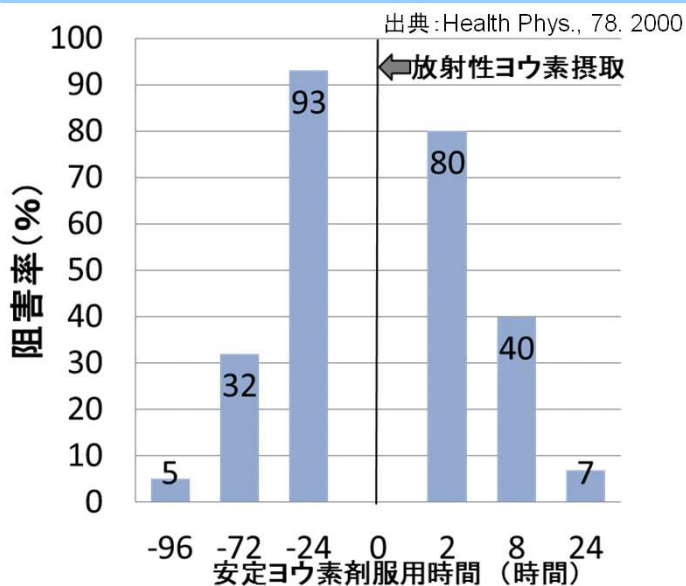


- 体表面などに放射性物質が付着した場合、除染を行う。
- 除染する際は、放射性物質が空気中に舞い上がらないように、ウェットティッシュ等（湿式）によるふき取りで行う。
- 汚染のない所に汚染を広げないように、汚染レベルの低いところから高いところに向けてふき取る。
- 内部被ばくの恐れがあるので、口や鼻に入らないようにふき取りを行う。
- ウェットティッシュ等除染に使用したものは汚染物として扱い、ビニール袋に入れて封をするなどして保管する。
- なお、ふき取りによっても除染ができなかった場合は、汚染箇所を養生し汚染の拡大防止を図った上で、病院（原子力災害対策拠点病院、原子力災害医療協力機関）へ移送し除染を行う。

8 安定ヨウ素剤の服用

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



放射性ヨウ素を摂取する24時間前から2時間後までに服用すると効果が高い。

→適切なタイミングで服用することが重要であり、行政からの指示により服用することが大切。

出典：安定ヨウ素剤の配布・服用に当たって（令和6年12月23日一部改正）原子力規制庁

安定ヨウ素剤の服用は、原子力規制委員会の判断に基づき、原子力災害対策本部又は地方公共団体が指示を出す。

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)



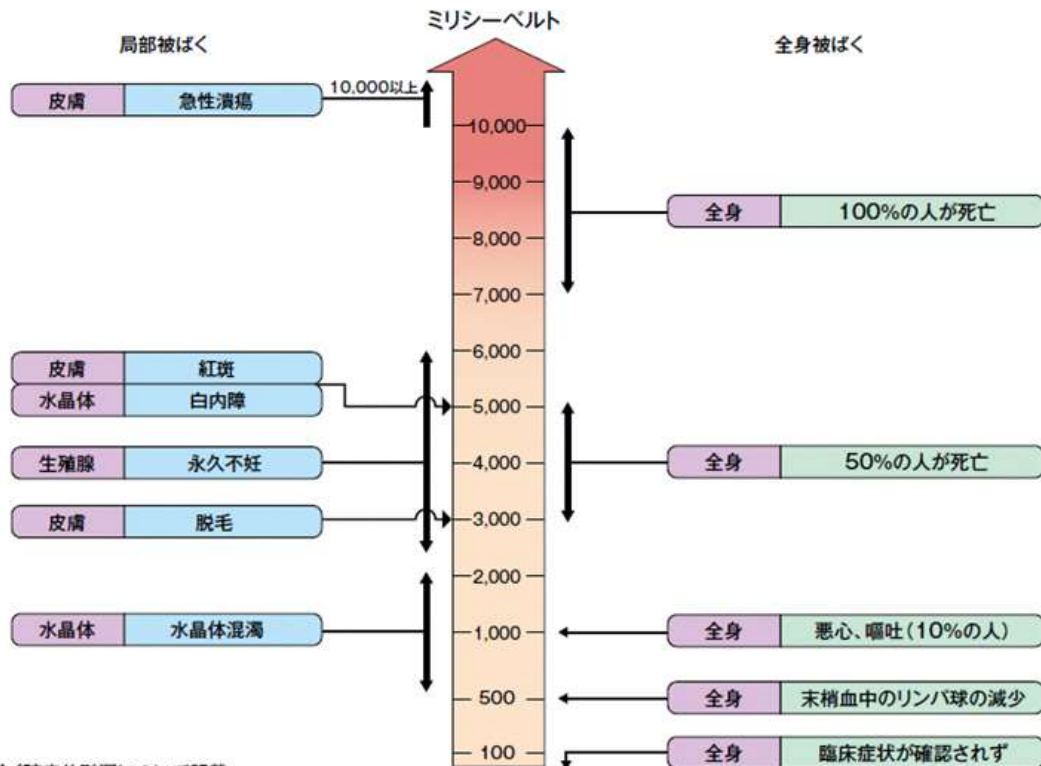
ゼリー剤(16.3mg)

過剰摂取は、甲状腺機能異常のおそれ

- ヨウ素は体内に取り込むと甲状腺に集積する性質がある。原子力発電所事故で放射性ヨウ素が放出された場合、放射性ヨウ素も同じヨウ素なので、これを体内に取り込むと甲状腺に集積する。このため、甲状腺が過剰に被ばくして甲状腺がんを引き起こす可能性がある。
- 放射性ヨウ素を取り込む前や直後に安定ヨウ素剤を服用しておく、放射性ヨウ素を取り込んでも、これが甲状腺に集積する割合を小さくすることができる。このため、安定ヨウ素剤の服用により甲状腺被ばくを低減させることができる。
- 安定ヨウ素剤の服用の時期は、放射性ヨウ素を吸入する24時間前から吸入後2時間までに服用することが効果的である。服用のタイミングは、国（原子力規制委員会）の判断により、国（原子力災害対策本部）又は地方公共団体が指示をするので、服用指示があったときに、決められた量を確実に服用することが重要である。

9 放射線を一度に受けたときの症状（確定的影響）

凡例 部位 症状



(注1) がんや遺伝性影響を除く確定的影響について記載

(注2) 一般の人の線量限度1.0 mSv/年、原子力発電所周辺の線量目標0.05 mSv/年

〈出典〉(公財)放射線影響協会「放射線の影響がわかる本」より作成

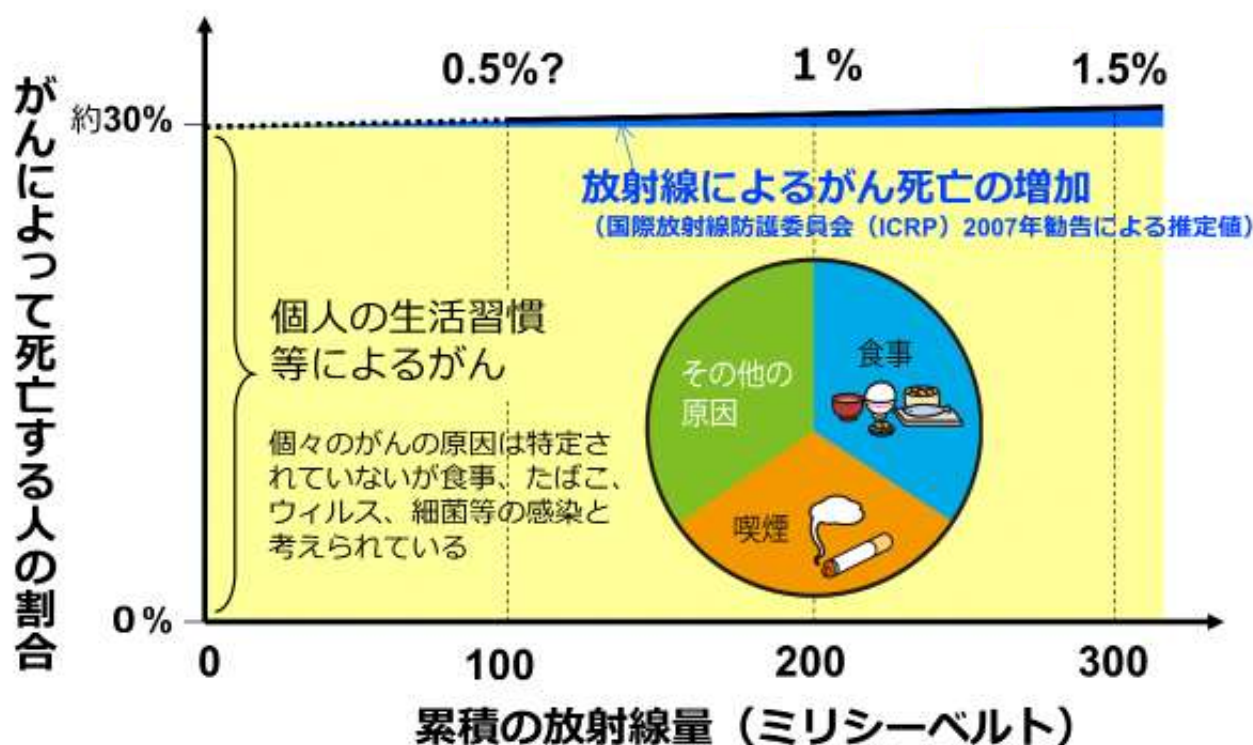
確定的影響：ある一定の放射線量（しきい値）を超える被ばくした際に現れる影響

- 放射線被ばくは同じSv（シーベルト）であっても、一度に受けるか、少しずつ長期間にわたって受けたかでは影響度合いが異なる。（生物には治癒能力があるため、少しずつ長期間にわたって受けた方が影響が小さい。）
- また、人体の局所的に被ばくしたのか、全身に被ばくしたのかでも影響度合いが異なる。
- この図は、一度に被ばくした場合の影響を整理したものである。
- 例えば、3,000～5,000 mSvの被ばくを一度に全身で被ばくした場合、約50%の人が死亡する。
- 一方で、100mSv以下では臨床症状が確認されていない（症状が出ていないので、被ばくしたかどうか判断できないレベル）。

※ Sv（シーベルト）：被ばくによる人体に与える影響度合いを表す単位。

10 低線量率被ばくによるリスク

(確率的影響)



(出典) 環境省HP https://www.env.go.jp/chemi/rhm/basic_data.html より

確率的影響：高い放射線量でも低い放射線量でも、被ばくから数年以上たってから影響が現れる可能性がある、発がんなどの影響を指す。

- 国際放射線防護委員会 (ICRP) では、大人も子供も含めた集団では、1,000mSv当たりがん死亡の確率が5%増加すると仮定して防護を考えることとしている。これは原爆被爆者のデータを基に、低線量率被ばくによるリスクを推定した値である。
- この数値に当てはめると、100mSvあたりがん死亡の確率が0.5%増加することになる。
- 一方で、日本人は約30%の人ががんで亡くなっている。つまり1,000人の集団がいれば、このうちの300人はがんで亡くなっている。計算上は、全員が100 mSvの被ばくをした1,000人の集団では、0.5%すなわち5人ががん死亡が増加し、305人ががんで死亡すると推定されることになる。
- 実際には、がんによって死亡する割合は年や地域によって変動し、がんの原因についてもそれが放射線だったかどうかを確認する方法はないので、この100 mSvの被ばくの影響とされている増加分「5人」を実際に検出することは大変難しいと考えられている。
(100 mSv以下の被ばくによるがんの増加について、実際にそれを検出することは難しい。)

11 被ばくの管理

原子力防災業務関係者は、放射線業務従事者の線量限度を参考とし、被ばく線量はできるだけ少なくする努力が必要

放射線業務従事者の被ばく限度

線量限度は、それ以下なら安全、超えたら危険という区分のための数値ではないことに注意！

		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
放射線作業時	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： 1年間で 50mSv 5年間で100mSv 皮膚： 1年間で500mSv
	女性(*)	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

* 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。

被ばく管理目安値

民間の防災協力者

1mSv

- 原子力防災業務関係者は、放射線業務従事者の放射線量限度を参考とし、被ばく線量はできるだけ少なくする努力が必要である。
- 放射線業務従事者の線量限度は、それ以下なら安全、超えたら危険という区分のための数値ではない。
- 一般に、「緊急作業時」とは、原子力災害発生時のことではなく、人命救助や災害の拡大の防止等緊急かつやむを得ない作業を実施する場合を指す。
- 放射線業務に従事する職員の被ばく線量は、他の放射線業務等における被ばく線量も合算して表の限度を超えないようにしなければならない。
- 「民間の防災協力者」とは、避難住民や緊急物資を輸送する民間企業の運転手（バス、トラック、船舶）を指し、その被ばく管理目安値は、放射線業務従事者や防災業務関係者とは異なり、一般公衆の被ばく線量管理の考え方を採用し、1 mSvを基本とする。

等価線量：放射線による臓器への影響（臓器によって放射線の感受性が異なる）

実効線量：放射線による全身への影響（各臓器にかかる影響を合わせたもの）

1 2 被ばくの防ぎ方（まとめ）

外部被ばくの防護（放射線を受ける量を減らす）

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：放射性物質の近くにいる時間を短くする

体表面汚染の防護（放射性物質を身体に付けない）

直接体への放射性物質の付着を防ぐために合羽、靴、手袋等を着用する

内部被ばくの防護（放射性物質を身体の中に入れない）

- (1) 放射性物質を体内に取り込まない
 - ① 放射性物質を吸い込まない
 - ② 放射性物質に汚染された物を口に入れない
 - ③ 傷口を放射性物質で汚染させない

● 外部被ばくの防護

外部被ばくをゼロにすることは非常に困難であり、合理的に可能な限り被ばく線量を低く抑えることが重要である。このため、空間線量率を測定したり個人線量を測定できる計測器を用いたりして、被ばく量を管理する。外部被ばく防護の三原則は「距離」「遮へい」「時間」である。

● 内部被ばくの防護

放射性物質を体内に取り入れなことが内部被ばく低減の基本である。

原子力事故時には、放射性ヨウ素が放出されることがあり、放射性ヨウ素による甲状腺の被ばくを防ぐため、国や自治体からの指示により安定ヨウ素剤を予防服用することがある。

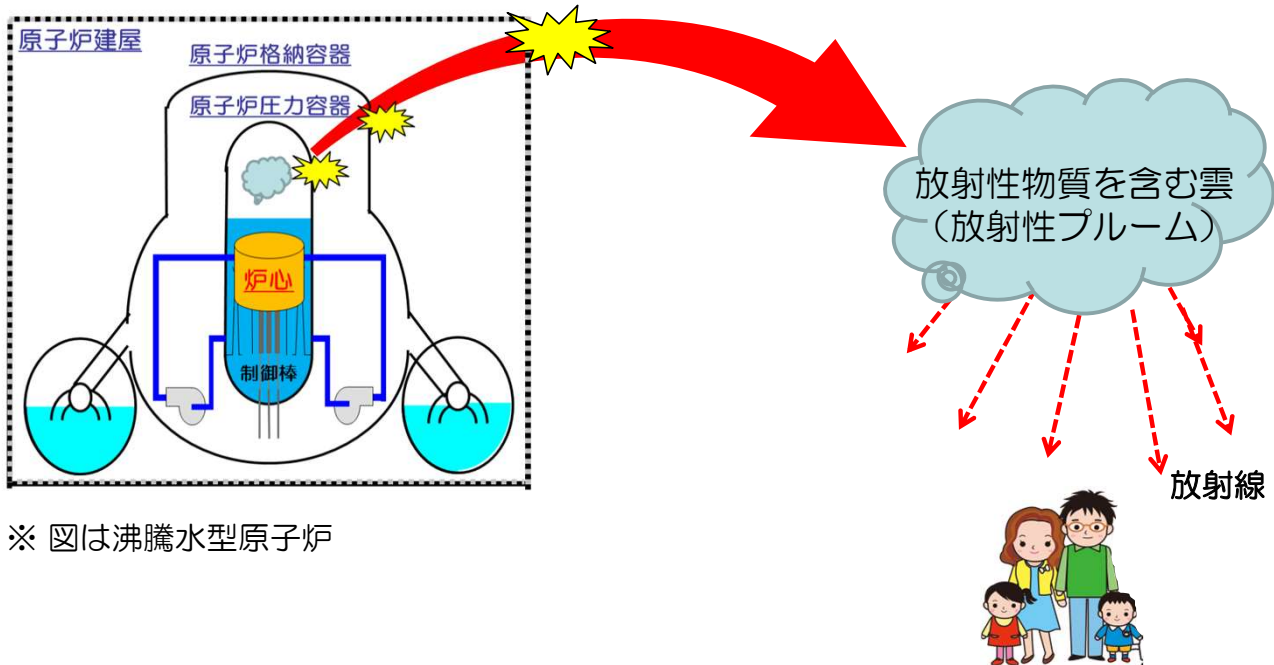
● 体表面汚染の防護

放射性物質を身体に直接付着させないために防護装備を着用することがある（ガウン、手袋、シューズカバー、帽子など）。作業中などにおいて、防護装備が汚染することもあるが、作業終了後にこれらを外すことにより体表面汚染を防ぐことができる。

なお、防護装備では外部被ばくを防ぐことはできない（ γ 線などは防護装備を透過するため）。

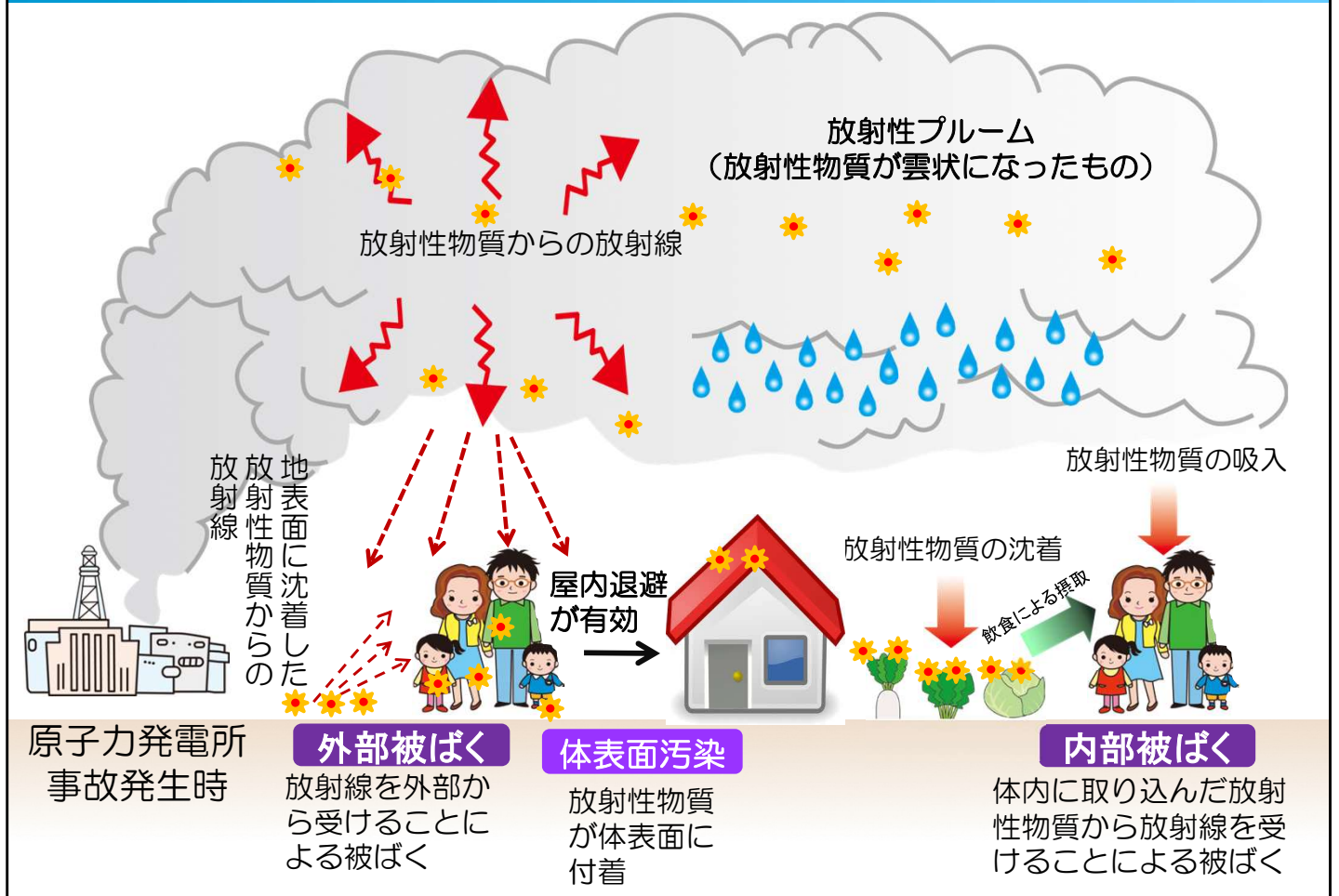
1 3 原子力災害とは

- 原子力災害とは、原子力発電所等のトラブル等により放射性物質又は放射線が異常な水準で敷地外へ放出し、国民の生命、身体又は財産に生ずる被害をいう。



- 原子力災害とは、原子力発電所等のトラブル等により放射性物質又は放射線が異常な水準で敷地外へ放出し、国民の生命、身体又は財産に生ずる被害をいう。
- 原子力施設の種類により事故時の放射線、放射性物質の放出形態が異なる。
- 原子力発電所での原子力災害では、原子力施設の事故等に起因して、放射性物質が多重の「壁」を突破して建屋外へ異常に放出される。この放射性物質からの放射線により、通常以上の被ばくをすることになる。
- 放射性物質は、気体状又は粒子状放射性物質を含む雲（放射性プルーム）となり、風下方向に広がりながら流れていく。
- 降雨雪があると、放射性物質が地表に落ちやすく、土壌などに付着する。

14 被ばくの経路（プルーム通過時）



- 原子力発電所施設より、放射性物質が周辺環境に放出された場合、これらは、放射性プルームとなり、拡散により濃度は低くなる傾向があるものの、風下方向に影響が及ぶ。（気象条件によって変化する。）
- プルームには、放射性希ガス、揮発性の放射性ヨウ素、気体中に浮遊する放射性微粒子等がある。
- プルームからの被ばく経路と防護

プルームからの被ばく防護は、屋内退避が有効。

 - ① 希ガス：放出されやすく、外部被ばくに留意する必要がある。屋内退避（建物で放射線のある程度遮へいする）が被ばくを少なくする上で有効。
（放射性希ガスは、たとえ体内に吸い込んでも、すぐに排出されるため、内部被ばくのおそれは小さい。）
 - ② 揮発性の放射性ヨウ素、微粒子（放射性のセシウムなど）：気体中に浮遊しており、これらからの外部被ばくのほか、内部被ばくにも留意する必要がある。屋内退避（換気扇を止める、窓を閉めるなどして外気を室内に入れないことが大切）が被ばくを少なくする上で有効。
- 降雨・降雪により放射性物質が地面等に沈着することがある。プルーム通過後であっても、外部被ばくや、放射性物質が付着した農作物等の摂取による内部被ばくの可能性があるため注意が必要。

15 原子力災害の特殊性

原子力災害には、放射性物質及び放射線の放出が起こり、次のような特殊性がある。

- ① 放射線は目に見えず、臭いもなく、人間が感じるができない。

確かに五感に感じませんが、他の有害なものに比べて簡単に測ることができるのも大きな特徴です。



見えない



匂わない



肌を感じない



聞こえない



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がある。
- ⑤ 被ばくや汚染により復旧・復興作業が極めて困難

- 放射線の影響は五感で感じるができないが、放射線計測器を用いることにより容易に極微量まで測定できることも特徴である。
- 一方、放射線計測器が手元にあって測定できたとしても、示す数値の意味を理解する必要がある。
- このため、平時から放射線についての基本的な知識と理解が必要となる。
- また、原子力に関する専門的知識を有する機関の役割、当該機関による指示、助言等が極めて重要である。
- 放射線被ばくの影響は長時間経過後に影響が現れる場合がある。
- 原子力災害が発生した場合には汚染等により復旧・復興作業が困難となることから、原子力災害そのものの発生又は拡大の防止が極めて重要である。

- ◆放射線の基礎的な内容と原子力災害の特徴の要点の説明は以上です。
- ◆テキストにはより詳しい解説などがありますので、復習としてご覧いただきますようお願いいたします。