

# 放射線による影響

## 身の回りにある放射線

私たちは、宇宙から地球に降り注ぐ宇宙線を受けていて、この宇宙線は放射線の一種です。高度の高い位置に行くほど、より多くの宇宙線を受けることになります。

例えば、ジェット機で東京ーニューヨーク間を往復(約20時間)した時の宇宙線から受ける放射線量は、約0.2ミリシーベルトとなります。

また、大地の岩石や土などに放射性物質が含まれているため、大地からも放射線を受けています。

関東地方と関西地方を比べると、関西地方の方が年間で2~3割ほど自然放射線の量が高くなっています。このような地域差があるのは、関西地方は、大地に放射性物質を比較的多く含む花こう岩が多く存在しているからです。

この他、私たちは、食べ物や飲み物、呼吸によって体に取り込んだ放射性物質から放射線を受けています。

例えば、カリウムは自然界に存在するミネラル成分の一元素であり、人間の体内の塩分を低下させ血圧の上昇を制御するなど健康を保つために必要不可欠な元素です。

このカリウムには、カリウム40という放射性物質がごく僅か(0.012%程度)含まれていて、カリウム40は食べ物と一緒に体内に取り込まれます。こうした放射性物質は、時間の経過によって少なくなり、また、新陳代謝されるため、体内でほぼ一定の割合に保たれています。

## ◆体内、食物中の自然放射性物質 ●食物(1kg)中のカリウム40の放射性物質の量(日本)(単位:ベクレル/kg)

### ●体内の放射性物質の量

カリウム40	4000ベクレル
炭素14	2500ベクレル
ルビジウム87	500ベクレル
鉛210・ポロニウム210	20ベクレル

(体重60kgの日本人の場合)

 干し昆布 2000	 干しいたけ 700	 ポテトチップ 400	
 生わかめ 200	 ほうれん草 200	 魚 100	 牛肉 100
 牛乳 50	 食パン 30	 米 30	 ビール 10

出典:(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

## 自然放射線と人工放射線

私たちの生活環境には、自然から受ける放射線と人工的に作られた放射線があります。

人類は、地球の誕生以来、宇宙から地球に降り注いでいる宇宙線や大地、飲食物などからの放射線を受けてきました。

これらを「自然放射線」といい、私たちは、年間一人当たり約1.5ミリシーベルト(日本平均)の自然放射線を受けています。

1895年にレントゲン博士によりエックス(X)線が発見され、今では医療や工業、農業などで色々な用途に利用するため人工的に放射線が作られています。これらを「人工放射線」といい、病気の診断などに用いられるエックス(X)線撮影やCTなどのエックス(X)線、核分裂のエネルギーを取り出す原子力発電所で生まれる放射線などがあります。

## 外部被ばくと内部被ばく

放射性物質が体の外部にあり、体外から被ばくする(放射線を受ける)ことを「外部被ばく」といいます。一方、放射性物質が体の内部にあり、体内から被ばくすることを「内部被ばく」といいます。

外部被ばくは、大地からの放射線や宇宙線などの自然放射線とエックス(X)線撮影などの人工放射線を受けたり、着ている服や体の表面(皮膚)に放射性物質が付着(汚染)して放射線を受けたりすることです。

放射線は、体を通り抜けるため、体にとどまることはなく、放射線を受けたことが原因で人やものが放射線を出すようになることはありません。

万一、汚染してしまった場合は、シャワーを浴びたり洗濯をしたりすれば洗い流すことができます。

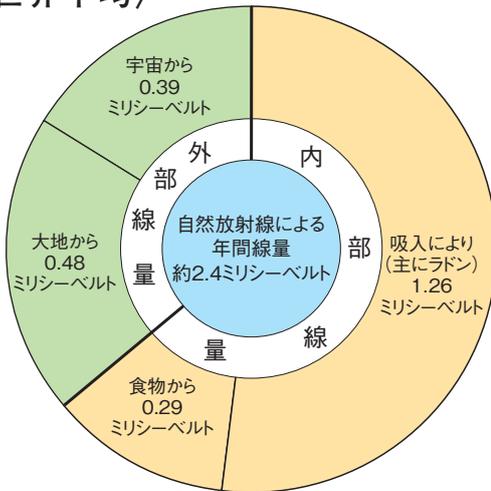
内部被ばくは、空気を吸ったり、水や食物などを摂取したりすることにより、それに含まれている放射性物質が体内に取り込まれることによって起こります。

内部被ばくを防ぐには、放射性物質を体内に取り込まないようにすることが大切です。

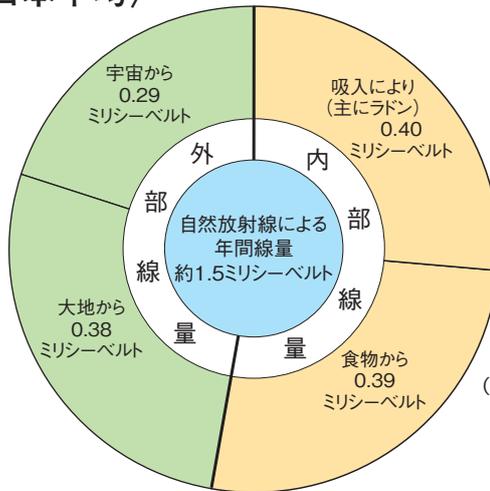
### ◆自然界から受ける放射線量

一人当たりの年間線量

〈世界平均〉



〈日本平均〉



(注)2005年に日本分析センターから、自然界から受ける年間の放射線量2.2ミリシーベルトという数値が公表されています。

出典:原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告、(財)原子力安全研究協会「生活環境放射線」(1992年)より作成

#### 外部被ばく

体の外にある放射性物質から出る放射線を受けます。



#### 内部被ばく

放射性物質が含まれる空気や飲食物を吸ったり摂取したりすることによって、放射性物質が体の中に入り、体の中から放射線を受けます。



# 放射線による影響

## 放射線による人体への影響

放射線の発見以降、研究や利用による研究者や医師などの過剰な被ばくや広島・長崎の原爆被災者の追跡調査などの積み重ねにより、放射線による人体への影響が明らかになってきています。

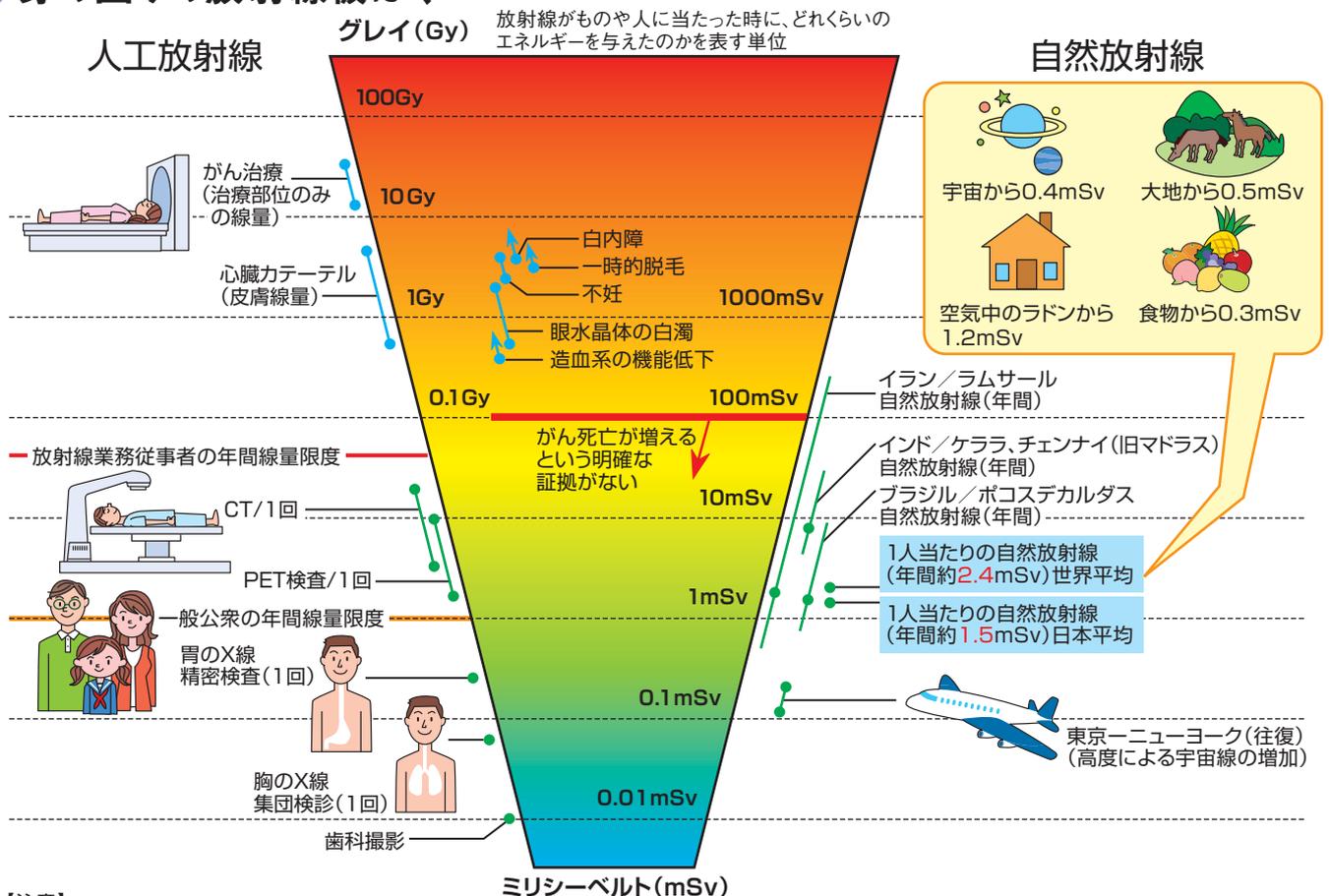
放射線が人体へ及ぼす影響の一つは、被ばくをした人の体に現れる身体的影響です。

身体的影響は、急性障害、胎児発生の障害及び晩発性障害\*などに分類されます。また、被ばくをした本人には現れず、その子孫に現れる遺伝性影響についても研究されていますが、遺伝性影響が人に現れたとする証拠は、これまでのところ報告されていません。

国際的な機関である国際放射線防護委員会(ICRP)は、一度に100ミリシーベルトまで、あるいは1年間に100ミリシーベルトまでの放射線量を積算として受けた場合でも、線量とがんの死亡率との間に比例関係があると考えて、達成できる範囲で線量を低く保つよう勧告しています。また、色々な研究の成果から、このような低い線量やゆっくりと放射線を受ける場合について、がんになる人の割合が原爆の放射線のように急激に受けた場合と比べて2分の1になるとしています。

ICRPでは、仮に蓄積で100ミリシーベルトを1000人が受けたとすると、およそ5人ががんで亡くなる可能性があるとして計算しています。現在の日本人は、およそ30%の人が生涯でがんにより亡くなっていますから、

### ◆身の回りの放射線被ばく



**【注意】**

- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数。
- 2) 目盛(点線)は対数表示になっている。目盛がひとつ上がる度に10倍となる。

放射線が人に対して、がんや遺伝性影響\*のリスクをどれくらい与えるのかを評価するための単位

\* 遺伝性影響 (hereditary effects) とは、子孫に伝わる遺伝的な影響のことで、遺伝的影響 (genetic effects) が細胞の遺伝的な影響までを含むことと区別している。

出典:(独)放射線医学総合研究所 などより作成

1000人のうちおよそ300人ですが、100ミリシーベルトを受けると300人がおよそ5人増えて、305人ががんで亡くなると計算されます。

なお、自然放射線であっても人工放射線であっても、受ける放射線量が同じであれば人体への影響の度合いは同じです。

※晩発性障害:長期間の潜伏期を経てがんなどが発生する

## 放射線から身を守るには

外部からの放射線から身を守るには、放射性物質から距離をとる、放射線を受ける時間を短くする、放射線を遮る方法があります。

放射線の量は、放射性物質からの距離によっても大きく異なり、放射性物質から離れば放射線量も減ります。

例えば、距離が2倍になれば放射線量は、4分の1になります。

その他、被ばくする時間を減らしたり遮へい物を置いたりすることにより放射線量を減らすことができます。

## がんの色々な発生原因

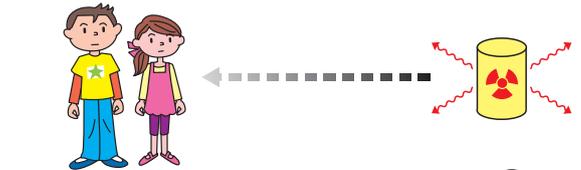
私たちの体を形づくる細胞は、DNA(デオキシリボ核酸)に記録された遺伝情報を使って生きています。

DNAは、物理的な原因や化学的な原因などで傷付けられますが、放射線もDNAを傷付ける原因の一つです。しかし、細胞には傷付いたDNAを修復する能力があるため、細胞の中では、常にDNAの損傷と修復が繰り返されています。

DNAが傷付くと遺伝情報が誤って伝えられることがあり、誤った遺伝情報をきちんと修復できなかった細胞は死んでしましますが、ごくまれに生き残る変異細胞の中から、さらに変異を繰り返したものががん細胞に変わることがあります。

がんは、色々な原因で起こることが分かっています。喫煙、食事・食習慣、ウイルス、大気汚染などについて注意することが大事ですが、これらと同様に原因の一つと考えられる放射線についても受ける量をできるだけ少なくすることが大切です。

## 放射線から身を守る方法



放射性物質から距離をとる

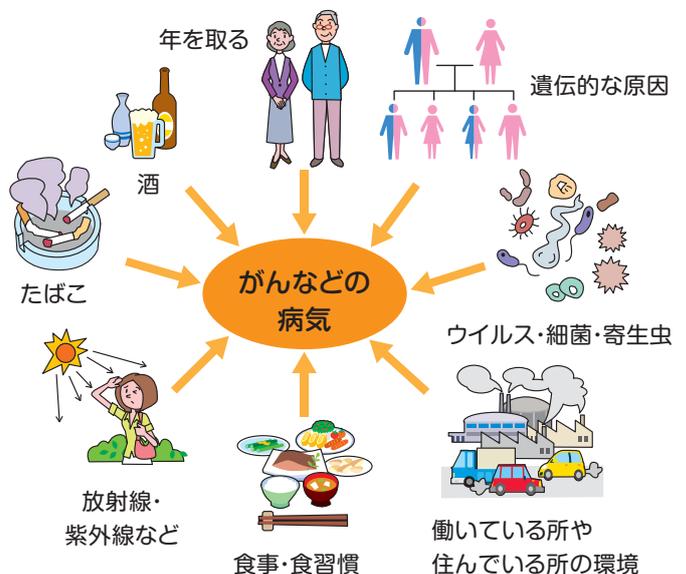


放射線を受ける時間を短くする



コンクリートなどの建物の中に入る  
(木造よりコンクリートの方が放射線を通しません)

## がんなどの病気を起こす色々な原因



出典:(社)日本アイソトープ協会  
「改訂版 放射線のABC」(2011年)などより作成

# 放射線の利用

## 医療・農業・工業などでの利用

### ◆ 医療・・・病気の診断、治療

エックス(X)線撮影は、今や病気の診断に欠かせないものとなっています。

その歴史は古く、物理学者のキュリー夫人は、車に積んだエックス(X)線装置で負傷した兵士の骨折などを診断し、人命救助のために働きました。

この他、CT(コンピュータ断層撮影)やPET(陽電子放射断層撮影)など放射線を利用して病気の診断を行う検査方法があります。

CTは、体の外からエックス(X)線を当てて、エックス線の透過度の差を臓器の「形」に画像化する検査です。

PETは、放射性物質を含む薬を投与して、病気の正確な位置やその程度を調べます。

また、放射線は注射器、手術用メスなどの医療品の滅菌やがんの治療にも利用されています。

最新の治療では、がんに集中的に放射線を当てて、周りの正常部位(細胞)のダメージを少なくし、がん細胞を消滅させることが可能になっています。



手のエックス(X)線写真

### ◆ 農業・・・害虫防除

害虫防除では、不妊虫放飼法が行われています。この方法では、まず放射性物質のコバルト60から出るガンマ( $\gamma$ )線を当てて不妊化した虫を大量に野外に放します。その後、放した虫と健全な虫が交尾を行ったとしても繁殖することができず、次世代の個体数を減らすことができます。

これを数世代にわたって繰り返すことにより害虫を根絶します。農業への被害を防ぐことができ、また、農薬と違って人体や環境への影響の無い方法です。

この方法は、ウリミバエの他、さつま芋の害虫であるイモゾウムシなどの駆除にも応用されています。



ゴーヤーやスイカに卵を産み付けてしまうウリミバエ

### ◆ 農業・・・品種改良

品種改良は、放射線を当てることによって意図的に突然変異を起こさせ、病気に強い新品種や寒冷地に適した品種(変種)を得たりする技術です。

病気を防ぐ農薬の使用回数を減らすことができ、また、色々な色や形のキクやカーネーションなどが作られています。



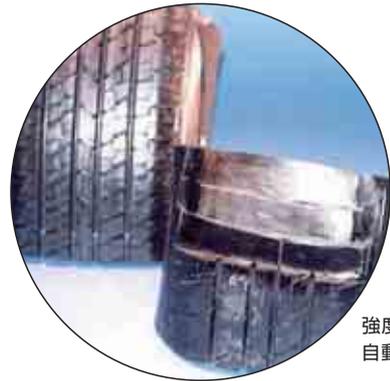
品種改良で作られたキク

## ◆工業・・・材料加工

現代の工業製品には、化学繊維類や合成樹脂などの高分子化合物が天然・人工を問わず多く用いられています。

高分子化合物（ゴムやプラスチックなど）の成型加工において、放射線を当てると分子間の結合がより強固になり、力学的特性や耐熱性を向上させることができます。

例えば、強度を高めた自動車のタイヤなどが開発されています。



強度を高めた自動車のタイヤ

## ◆工業・・・ラジオグラフィと厚さ計

病院で使われるエックス(X)線検査と同様の原理で、放射線の透過作用や減衰する性質を利用して、物体の内部の状況を調べています。

例えば、金属の溶接部分に生じる恐れのある空洞などの欠陥の有無を調べる非破壊検査に使われ、また、家庭で使用されるクッキングホイル（アルミはく）の圧延やティッシュペーパーなどの紙のロール圧延作業などでは、対象物に触れずに厚さを測定し、その制御に用いられています。



アルミはくの厚さの測定

## 先端科学技術への利用

### ◆粒子線治療

放射線治療では、メスを使わず、臓器の機能や身体の形を保ったまま治療を行うことができます。

特に重粒子線治療では、がんの位置や大きさ、形状に合わせ、がん病巣に重粒子線を集中的に当てて、がん細胞を消滅させます。

正常な臓器への影響をより少なくすることができる最先端治療として注目されています。



重粒子線がん治療照射室

### ◆大強度陽子加速器施設 (J-PARC)

J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) は、世界最高クラスの大強度陽子ビームを用いて新しい研究手段を提供する最先端の研究施設です。

高いエネルギーまで加速された陽子を原子核に当て、中性子、ミュオン、ニュートリノ、反陽子などの多様な粒子を生成します。これらを利用して、原子核物理、素粒子物理、物質科学、生命科学、原子力工学などの分野における最先端の研究が行われています。



J-PARC全景

# 放射線の管理・防護

## 環境モニタリング

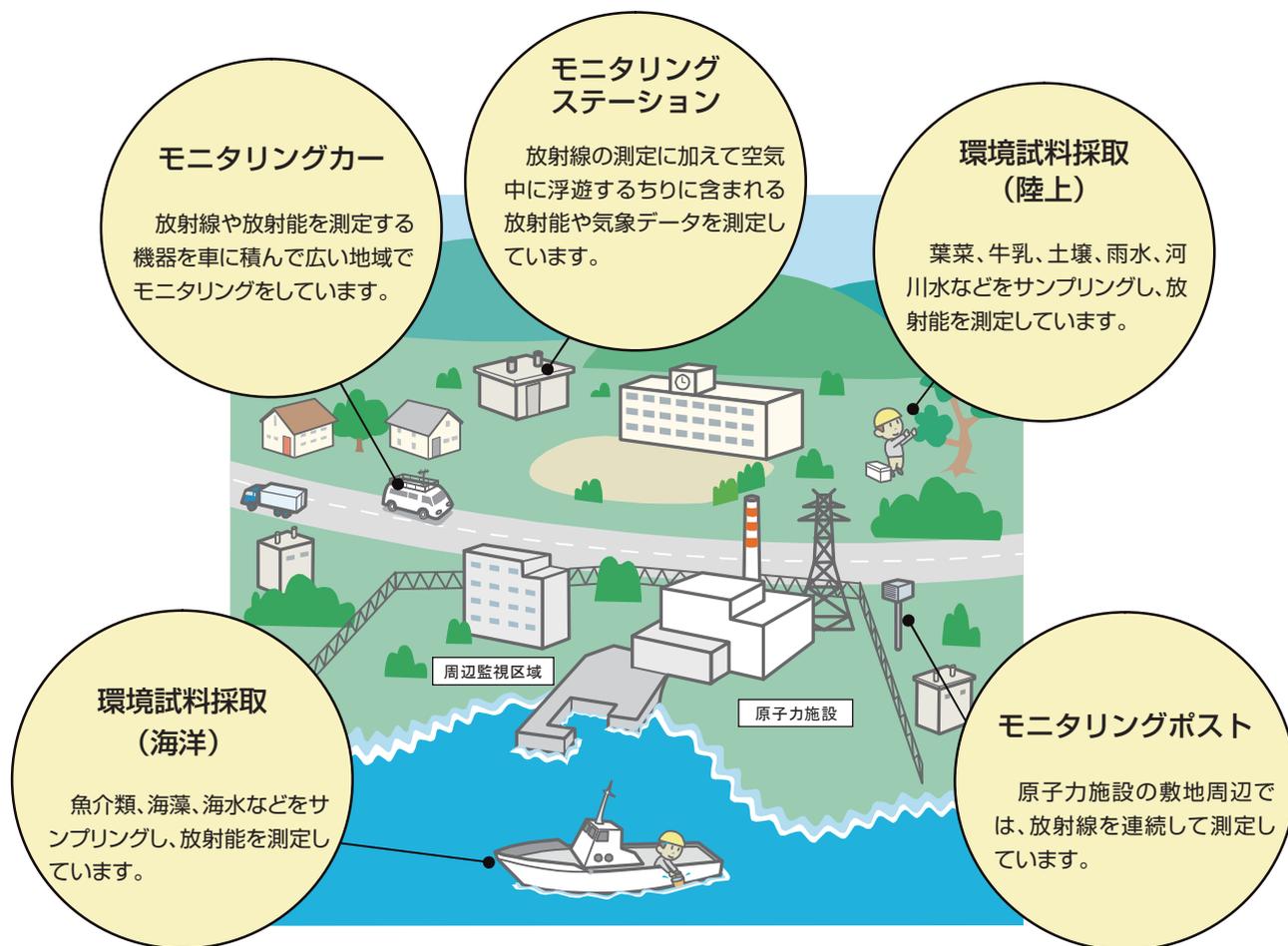
原子力発電所など原子力施設の周辺では、原子力施設から放出された放射性物質による周辺環境への影響を監視するため、敷地周辺にモニタリングポストやモニタリングステーションを設置しています。

これらを用いて環境中の放射線量を監視し、事業者や自治体のホームページなどで情報が公開されています。

また、周辺の海底土、土壌、農産物、水産物などについても、定期的に試料を採取して放射能の測定（モニタリング）を行い、放出された放射性物質が周辺に影響を与えていないかどうかを確認されています。

全国の自治体などでは、放射線や放射能を調査しており、空気中のちりや土壌などを調べ放射性物質の分析やモニタリングを行っています。

### ◆原子力施設周辺の放射線モニタリング



海水に含まれる放射能を調べます。



施設周辺の放射線量を測定します。

## 非常時における放射性物質に対する防護

原子力発電所や放射性物質を扱う施設などの事故により、放射性物質が風に乗って飛んで来ることがあります。

その際、長袖の服を着たりマスクをしたりすることにより、体に付いたり吸い込んだりすることを防ぐことができます。屋内へ入り、ドアや窓を閉めたりエアコン（外気導入型）や換気扇の使用を控えたりすることも大切です。なお、放射性物質は、顔や手に付いても洗い流すことができます。

その後、時間がたてば放射性物質は地面に落ちるなどして、空気中に含まれる量が少なくなっていくます。そうすれば、マスクをしなくてもよくなります。



空気を直接吸い込まない  
(マスクやハンカチで口をふさぎます)

摂食制限された飲み物や  
食べ物はとらない

## 退避や避難の考え方

放射性物質を扱う施設で事故が起こり、周辺への影響が心配される時には、市役所、町や村の役場、あるいは県や国から避難などの指示が出されます。

周辺のデマなどに惑わされず、混乱しないようにすることが大切です。

家族や先生の話、テレビやラジオなどで正確な情報を得ること、家族や先生などの指示をよく聞き落ち着いて行動することが大切です。

事故後の状況に応じて、指示の内容も変わってくるので注意が必要です。

退避・避難する時の注意点		
<p><b>正確な 情報を基に 行動する</b></p> <p>●一斉放送、広報車、ラジオ、防災無線など</p>	<p><b>退 避</b></p> <p>●ドアや窓を閉める</p> <p>●エアコン（外気導入型）や換気扇の使用を控える</p> <p>●食器に蓋をししたりラップを掛けたりする</p> <p>●木造家屋より遮蔽効果が高いコンクリートの建物への退避指示が行われることもある</p>	<p><b>避 難</b></p> <p>●ガスや電気を消す</p> <p>●戸締りをしっかりする</p> <p>●避難場所へは徒歩で</p> <p>●持ち物は少なく</p> <p>●隣近所にも知らせる</p>

退避と避難は、どちらも放射性物質から身を守ることであり、「退避」は家や指定された建物の中に入ること、「避難」は家や指定された建物などからも離れて別の場所に移ることです。

# 身の回りの放射線の測定

## 色々な放射線測定器

放射線は、人間の五感で感じることはできませんが、目的に合わせて適切な測定器を利用することによって数値や画像として確かめることができます。

測定の方法は、大きく三つに分類されます。

- ①放射性物質の有無を調べるもの
- ②空間の放射線量を調べるもの  
(自然放射線や人工放射線を含めた空間の放射線量を測定)
- ③個人の被ばく線量を調べるもの

です。



①放射性物質の有無を調べる  
**ガイガー・ミュラー・カウンタ(GM計数管)など**  
放射線の数を知るもの。物質に放射性物質が付着しているかを調べるのに利用します。  
(単位:cpm\*など)  
※cpm:1分間に計測された放射線の数



①放射性物質の有無を調べる  
**イメージングプレート**  
物質の放射能の2次元分布の状態を知るもの。物質に含まれる放射能の位置的な分布を調べます。



①放射性物質の有無を調べる  
②空間の放射線量を調べる  
**半導体検出器**  
放射線のエネルギー分布を知るもの。放射性物質の種類を調べるのに利用します。(単位:eV)



②空間の放射線量を調べる  
**電離箱式サーベイメータ**  
放射線量を測るもの。放射線によって電離させて放出されるイオンの量から放射線の量を調べます。(単位: $\mu\text{Sv/h}$ )



②空間の放射線量を調べる  
**シンチレーション式サーベイメータ**  
空間の放射線量を測るもの。放射線による人体への影響を調べるのに利用します。(単位: $\mu\text{Sv/h}$ )



③個人の被ばく線量を調べる  
**個人線量計**  
個人が受ける放射線量を測るもの。放射線量を知らずとも使われます。(単位:mSv)  
(注)個人被ばく線量計は、携帯電話などからの電磁的ノイズにより誤計数する場合がありますので、携帯電話などと同じポケットに入れて使用しないこと。



②空間の放射線量を調べる  
**簡易放射線測定器「はかるくん」(シンチレーション式サーベイメータ)**  
空間の放射線量を測るもの。身の回りの放射線(ベータ( $\beta$ )線、ガンマ( $\gamma$ )線)を調べることができる学習用の測定器です。(単位: $\mu\text{Sv/h}$ )

## 放射線が通った跡を見ることができます。



真ん中から何本かの飛行機雲のようなものが見えます。これは、放射線が通った跡です。(放射線の通った跡を見る道具を「霧箱」といいます)



## ●空間線量の測定

自然放射線や人工放射線を含めた空間の放射線量を測定します。

## ●体内の放射能を測る方法

体外測定法:ホールボディカウンタにより体内から放出される放射線を測定し調べます。また、放射線のエネルギーをスペクトル分析\*することにより体内に存在する放射性核種を特定することができます。

自然放射線を遮るために鉛の箱のような所で測定します。

## ●食物などに含まれる放射能を測る方法

半導体検出器を利用して、自然放射線を遮る容器の中で食物に含まれる放射能を調べます。

これは原子力施設周辺の放射能監視や核実験などの影響調査などに応用されています。

## ●放射線従事者などの放射線量の測定

放射線取扱業務に従事する人は、個人の放射線被ばくを確認するため、個人線量計(蛍光ガラス線量計・シリコン半導体線量計など)を身に付けなければなりません。

さらに原子力施設に入った作業員は、ホールボディカウンタなどの計測も行い、個人の被ばく量が登録・管理されています。

※スペクトル分析:光や音、エックス(X)線などを波長の順に並べた強度分布を基に分析すること

## コラム リスクとベネフィット

世の中のものには、プラスの面とマイナスの面があります。

プラスの面をベネフィット(便益)といい、マイナスの面をリスクといいます。

リスクは、日本語の「危険」とは違い量的な意味で使用され、望ましくない害が起こる可能性の程度(確率)を指します。

実際に発生した時の害の大きさが異なる場合には、その大きさと発生する確率との組み合わせで定義されることもあります。

ベネフィットは大きければ大きいほど良く、リスクは小さければ小さいほど良いのです。しかしながら、人がベネフィットを得るために何らかのものを利用しようとする限り、幾らかのリスクは避けられず、それを完全に無くすことは決してできません。さらにいえば、リスクを完全に無くしてベネフィットだけを得ることは不可能です。

放射線利用の場合は、多量の放射線を受ければ、がんなどの症状が将来において現れるかもしれないというリスクはありますが、その一方で、放射線を用いたエックス(X)線撮影、CT(コンピュータ断層撮影)などの利用により体内臓器の検査をしたり、早期にがんを発見したり、放射線を照射してがんを治療したりすることができるというベネフィットがあります。

## 放射線についての参考Webサイト

### 放射線の人体への影響など

- ◆(社)日本医学放射線学会◆  
<http://www.radiology.jp/>
- ◆日本放射線安全管理学会◆  
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jrsm/>
- ◆日本放射線影響学会◆  
<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jrr/>
- ◆(独)放射線医学総合研究所「放射線Q&A」◆  
<http://www.nirs.go.jp/>

### 放射線の食品への影響など

- ◆食品安全委員会◆  
<http://www.fsc.go.jp/>
- ◆厚生労働省◆  
<http://www.mhlw.go.jp/>
- ◆農林水産省◆  
<http://www.maff.go.jp/>
- ◆消費者庁「食品と放射能Q&A」◆  
[http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110701food\\_qa.pdf](http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110701food_qa.pdf)

### 環境放射能など

- ◆文部科学省「放射線モニタリング情報」◆  
<http://radioactivity.mext.go.jp/ja/>
- ◆文部科学省「日本の環境放射能と放射線」◆  
[http://www.kankyo-hoshano.go.jp/kl\\_db/servlet/com\\_s\\_index](http://www.kankyo-hoshano.go.jp/kl_db/servlet/com_s_index)



## 著作・編集

### 放射線等に関する副読本作成委員会

#### 【委員長】

中村 尚司 東北大学名誉教授

#### 【副委員長】

熊野 善介 静岡大学教育学部教授

#### 【委員】

飯本 武志 東京大学環境安全本部准教授

大野 和子 京都医療科学大学医療科学部教授／社団法人日本医学放射線学会

甲斐 倫明 大分県立看護科学大学教授／日本放射線影響学会

高田 太樹 中野区立南中野中学校主任教諭／全国中学校理科教育研究会

永野 祥夫 世田谷区立用賀中学校主幹教諭／全日本中学校技術・家庭科研究会

野村 貴美 東京大学大学院工学系研究科特任准教授／日本放射線安全管理学会

藤本 登 長崎大学教育学部教授

諸岡 浩 西東京市立碧山小学校校長／全国小学校生活科・総合的な学習教育研究協議会

安川 礼子 東京都立小石川中等教育学校主任教諭／日本理化学協会

米原 英典 独立行政法人放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター規制科学研究プログラムリーダー

渡邊 美智子 茨城県土浦市立山ノ荘小学校教諭／全国小学校社会科研究協議会

(敬称略・五十音順)

## 監修

社団法人日本医学放射線学会

日本放射線安全管理学会

日本放射線影響学会

独立行政法人放射線医学総合研究所

(五十音順)

## 写真提供・協力

株式会社応用技研、財団法人環境科学技術研究所、京都大学医学部附属病院、

セイコー・イージーアンドジー株式会社、株式会社千代田テクノロ、東北放射線科学センター、

ナノグレイ株式会社、公益財団法人日本科学技術振興財団、J-PARCセンター(独立行政法人日本原子力研究開発機構／

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構)、日本核燃料開発株式会社、財団法人日本原子力文化振興財団、

財団法人日本分析センター、独立行政法人農業生物資源研究所放射線育種場、日立アロカメディカル株式会社、

富士電機株式会社、独立行政法人放射線医学総合研究所

(敬称略・五十音順)

## 発行

文部科学省

〒100-8959

東京都千代田区霞が関3-2-2

平成23年10月発行

著作・編集

放射線等に関する副読本作成委員会