



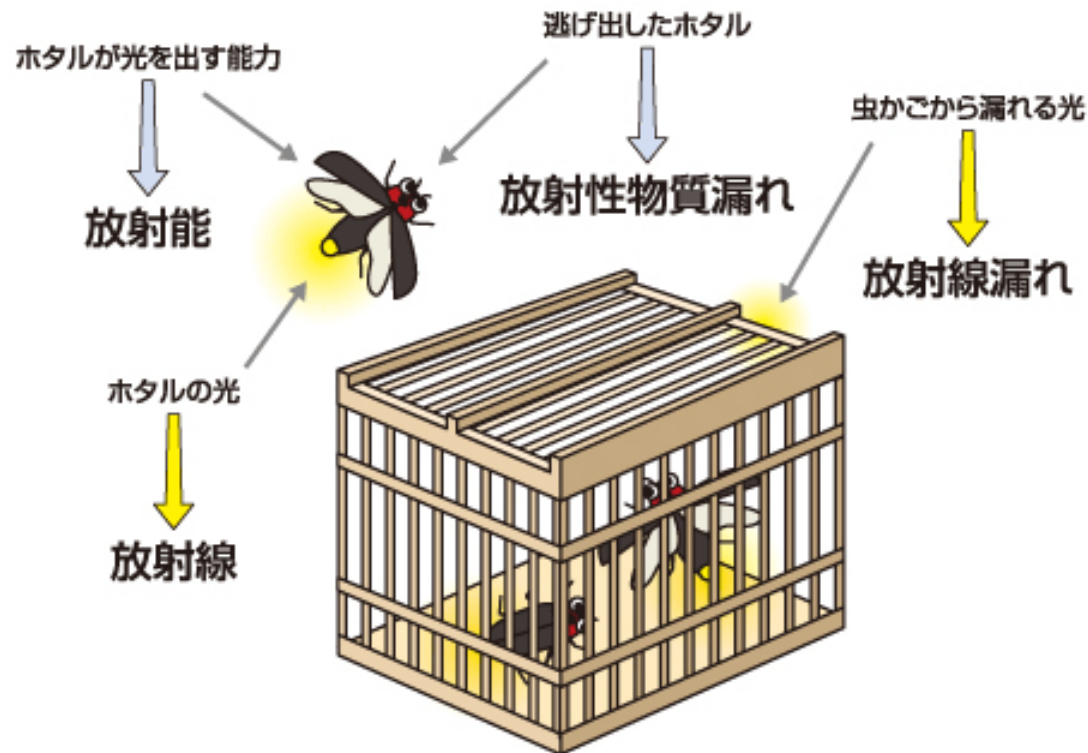
放射性物質基礎知識

目次

- 放射線と放射能
- 半減期
- 放射線や放射能を表す単位
- 外部被ばくと内部被ばく
- 外部被ばく量を計算するときは
- 内部被ばく量を計算するときは
- 食品中の放射性物質の基準値
- 放射線の人体への影響
- 自然界から受ける放射線
- 日常生活での被ばく
- 公衆の線量限度
- 放射線を測るには
- 放射線計測機の種類
- 【参考】放射線被ばく早見図
- 【参考】放射線と生活習慣のがんリスク
- 【参考】単位
- 【参考】計算例
- 出典元

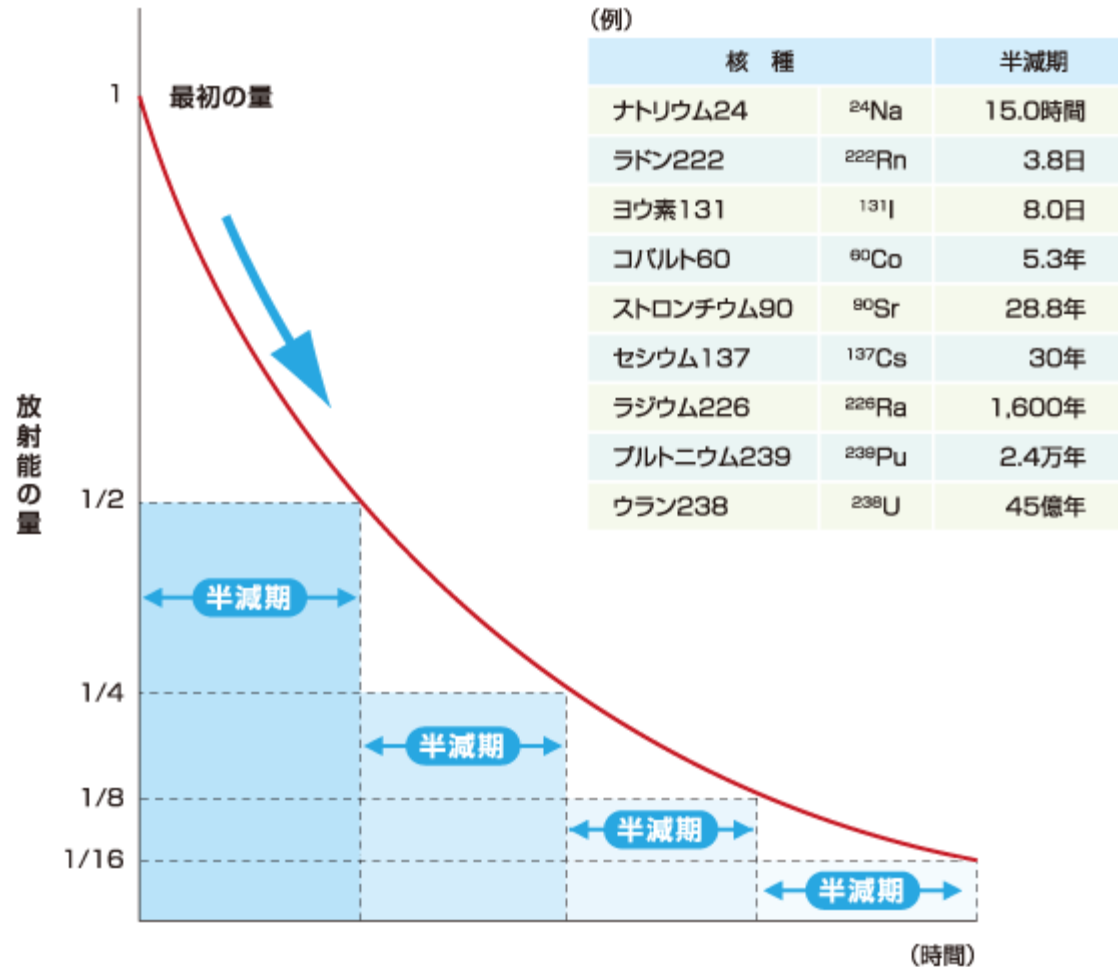
放射線と放射能

- 放射線と放射能の関係は、電球と光の関係によく似ています。
- 電球の光に相当するのが「放射線」とすれば、電球自身は放射線を出す「放射性物質」、さらに電球が発光する能力（性質）が「放射能」となります。すなわち放射能とは、放射線を出す能力（性質）をさしています。



半減期

- 放射能は物質の種類により、決まった周期で減っていきます。
- 元々持っていた放射能が半分になるまでの時間のことを半減期と呼びます。



放射線や放射能を表す単位

- 放射能の強さや放射線の影響を表すには、「ベクレル」や「シーベルト」という単位が使われます。

ベクレル(Bq):
物質中の放射性物質がもつ放射能の強さを表す単位

1秒間に1つの原子核が崩壊して放射線を放つ放射能 = 1ベクレル



放射線

シーベルト(Sv):
人が受けた放射線の健康への影響を表す単位

放射線の種類によって影響の大きさが異なる。

1時間当たりか、1日当たりか、1年当たりかなどに注意する。



1 Sv = 1,000 mSv = 1,000,000 μSv



(シーベルト)

(ミリシーベルト)

(マイクロシーベルト)

外部被ばくと内部被ばく

- 人が放射線を体を受けることを被ばくといいます。
- 外部被ばくは、放射性物質が体の外にあり、体外から放射線を受けることです。外部被ばく線量は、地域の空間線量率と被ばくした時間によって決まります。
- 内部被ばくは、放射性物質が体の中に入り、体の中から放射線を受けることです。内部被ばく線量は、吸気中や摂取した水・食品中の放射性物質の種類や量、摂取経路、物理的半減期や代謝等による減少の程度などによって決まります。

| 外部被ばく | 内部被ばく |
|---|--|
| <p>自然放射線 宇宙線や大地からの放射線</p> <p>医療用放射線 X線撮影など</p> <p>原発事故などで放出された放射性物質からの放射線</p>  | <p>空気中の放射性物質</p> <p>水・食品中の放射性物質</p> <p>呼吸</p> <p>食事</p>  |
| <p>外部被ばくから身を守るには・・・</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • 放射線をさえぎる | <p>内部被ばくから身を守るには・・・</p> <ul style="list-style-type: none"> • 放射性物質を体内に取り込まないようにする |

外部被ばく量を計算するときは

地域の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) から1年間の外部被ばくの影響を推計したいときは、例えば次のように計算することができます。

- 1日のうち8時間程度を屋外で、16時間程度を屋内で過ごすことを想定。
- 屋内で過ごす間に受ける線量は、空間線量率に低減係数(※)を乗じる。
※例えば、木造家屋内では0.4、ブロックあるいは煉瓦造りの家屋内では0.2 など

外部被ばくの影響(μSv)

= 地域の空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)

× {8時間 + (低減係数 × 16時間)}

← 1日当たりの被ばく量

× 365日

← 1年当たりの被ばく量

(例) 空間線量率(平均値)が $0.056 \mu\text{Sv/h}$ 。この値が1年間続いたとすると

$$0.056 (\mu\text{Sv/h}) \times \{8\text{時間} + (0.4 \times 16\text{時間})\} \times 365\text{日} = \underline{\underline{290 \mu\text{Sv}}}$$

(木造家屋に居住している場合)

内部被ばく量を計算するときは

- 食物などから体に取り込まれた放射性物質は、別の原子核への変化や体外への排出によって、時間とともに減っていきます。
- 食品中の放射性物質からの1年間の内部被ばくの量（放射性物質が体内に残っている間に人が受ける内部被ばくの総線量）は、次のように計算することができます。

内部被ばくの量(mSv/年)

= 食品中の放射性物質濃度(Bq/kg) × 年間摂食量(kg/年) × 実効線量係数(mSv/Bq)

<実効線量係数>

放射性物質の種類(核種)や摂取経路、年齢区分(成人・幼児・乳児)ごとに、放射性物質の半減期や体内での動き、放出する放射線の強さ・量などから決められている。

成人による経口摂取の場合

| 核種 | 実効線量係数(mSv/Bq) |
|---------|----------------------|
| ヨウ素131 | 1.6×10^{-5} |
| セシウム134 | 1.9×10^{-5} |
| セシウム137 | 1.3×10^{-5} |

原子力安全委員会「環境放射線モニタリング指針」(平成20年3月)

食品中の放射性物質の基準値

- ・ 長期的な食の安全の観点から基準値の上限が引き下げられました。（平成24年4月1日から施行）。

新たな基準値の概要

放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を、年間5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに引き下げ、これをもとに放射性セシウムの基準値を設定しました。

放射性セシウムの暫定規制値（単位：ベクレル/kg）

| 食品群 | 野菜類 | 穀類 | 肉・卵・魚・その他 | 牛乳・乳製品 | 飲料水 |
|-----|-----|----|-----------|--------|-----|
| 規制値 | 500 | | | 200 | 200 |

※放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

放射性セシウムの新基準値（単位：ベクレル/kg）

| 食品群 | 一般食品 | 乳児用食品 | 牛乳 | 飲料水 |
|-----|------|-------|----|-----|
| 基準値 | 100 | 50 | 50 | 10 |

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

シーベルト：放射線による人体への影響の大きさを表す単位 ベクレル：放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位

新たな基準値設定の考え方

線量の上限を1ミリシーベルトとした理由

- 食品の国際規格を作成しているコーデックス委員会の指標が、年間1ミリシーベルトを超えないように設定されていること。
- 多くの食品の放射性物質の濃度が、時間の経過とともに相当程度低下傾向にあること。

食品区分の考え方

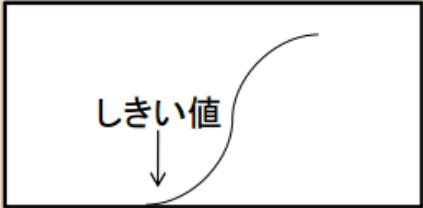
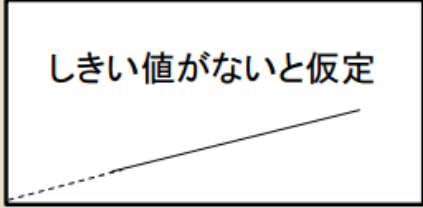
- 特別な配慮が必要な「飲料水」「乳児用食品」「牛乳」は区分し、それ以外の食品は、個人の食習慣の違い（飲食する食品の偏り）の影響を最小限にするため、一括して「一般食品」と区分しています。

基準値の設定について

- 年間の線量の上限値1ミリシーベルトから、飲料水による線量（約0.1ミリシーベルト）を引き、残りの線量を一般食品（乳児用食品、牛乳を含む）に割り当てます。

放射線の人体への影響

- 放射線による生物への影響は、放射線のエネルギーによって、細胞内の遺伝子（DNA）が損傷を受けることによって起こります。
- しかし、生物はDNAの損傷を修復する仕組みや、異常な細胞を取り除く仕組みを持っているので、ある程度までの損傷は修復することができます。

| 確定的影響 | 確率的影響 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 短時間に一定以上の量の放射線を受けた場合に症状が現れ、放射線量が高いほど症状が重くなるような健康影響。被ばく後、比較的短時間で影響が現れる。 それぞれの健康影響が現れる最も低い放射線量をしきい値とよぶ。 | <ul style="list-style-type: none"> 比較的低い放射線量を受けた場合でも現れることがあり、放射線量が高いほど現れる確率が増えると考えられている健康影響。被ばく後、数年以上を経て影響が現れる。 低い放射線量でも、線量の増加に応じて発生確率が増加するとされている。（影響が現れない放射線量（しきい値）はないと仮定） |
| <p>脱毛、白内障、永久不妊など</p>  <p>しきい値</p> <p>障害発生率</p> <p>線量</p> | <p>がん、遺伝的影響</p>  <p>しきい値がないと仮定</p> <p>障害発生率</p> <p>線量</p> |

自然界から受ける放射線

- 放射線は人類が生誕するずっと前から地球上に存在しています。
- その地球で暮らす生物は少なからず放射線の影響を受けています。
- 普通に食べている食物にもカリウム40などの放射性物質が含まれているものが多く存在します。



食物中のカリウム40の放射エネルギー(日本)
(単位:ベクレル/kg)



干しこんぶ
2,000



干しいたけ
700



ポテトチップ
400

| | | | |
|-------|-----|-----|----|
| 生わかめ | 200 | 牛乳 | 50 |
| ほうれん草 | 200 | 食パン | 30 |
| 魚 | 100 | 米 | 30 |
| 牛肉 | 100 | ビール | 10 |

自然放射線から受ける線量の世界平均

約 2.4 ミリシーベルト / 年

(内部被ばく量: 約 1.55 ミリシーベルト)

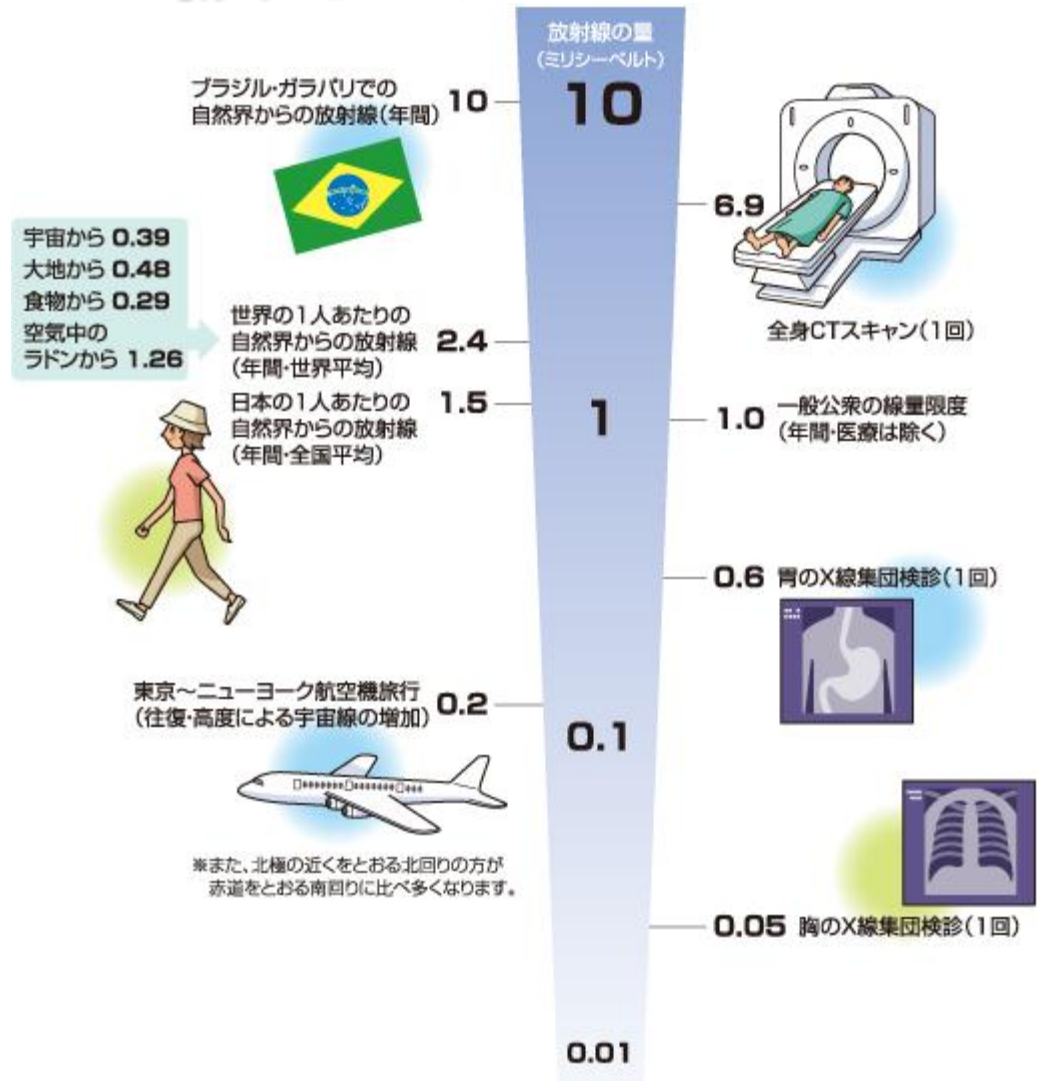
(外部被ばく量: 約 0.87 ミリシーベルト)

※ラドンとは天然の放射性ガスの総称です。

大地を構成する土壌、岩石はもちろんコンクリートからも空気中にラドンは放出されます。

日常生活での被ばく

- 自然からの放射線以外にも、日常生活でさまざまな被ばくをします。
- 東京-NYのフライトでは、高い高度まで上昇するので、宇宙線の影響が大きくなり、約0.2ミリシーベルトの被ばくをします。
- 全身のCT写真では1回で6.9ミリシーベルトの被ばくをします。



*1ミリシーベルト=1000マイクロシーベルト

出典: http://www.st-c.co.jp/air-counter/about/about_000.html

公衆の線量限度

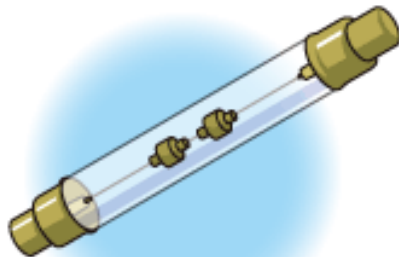
- 公衆に対しては、通常の生活で容認されているリスクレベルと同等の線量レベルを考慮して、1ミリシーベルト/年が設定されています。
- この値は外部被ばくと内部被ばくを合計したものであり、自然放射線の影響とは区別して考えられています。
- ただし、この限度は生涯を通じて受ける放射線量をできるだけ低く抑えるために設けられたもので、健康に影響を及ぼすか否かを示す基準ではありません。

| | | | |
|---------|--------------------------------|---|---|
| | 自然放射線(日本の平均値) 約1.5ミリシーベルト/年 | | 公衆の線量限度 1.0ミリシーベルト/年 |
| 外部被ばく量* | 約0.7ミリシーベルト/年 | + | 1.0ミリシーベルト/年 (外部被ばくも 内部被ばくも含めた数値) |
| 内部被ばく量 | 約0.8ミリシーベルト/年 | | |

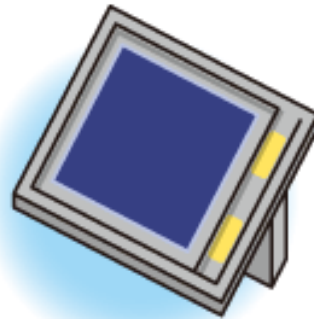
*放射線測定器(サーベイメータ)で測定できるのは、外部被ばく量だけです。

放射線を測るには

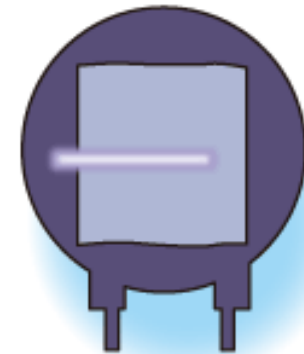
- 放射線のある物質に当てると、電離（放電）したり、光を放ったり、写真のように焼きついたりします。レントゲン写真が分かりやすいでしょうか。
- それらの反応を利用して、目に見えない放射線を測定できるようにしたのがさまざまな放射線測定器です。
- 検出部には主に以下の種類があります。
 - ガイガー・ミュラー（GM）計数管（気体の電離）
 - 半導体検出器（固体の電離）
 - シンチレーション検出器（蛍光反応）
 - フィルムバッジ（写真作用） など



ガイガーミュラー計数管





半導体検出器



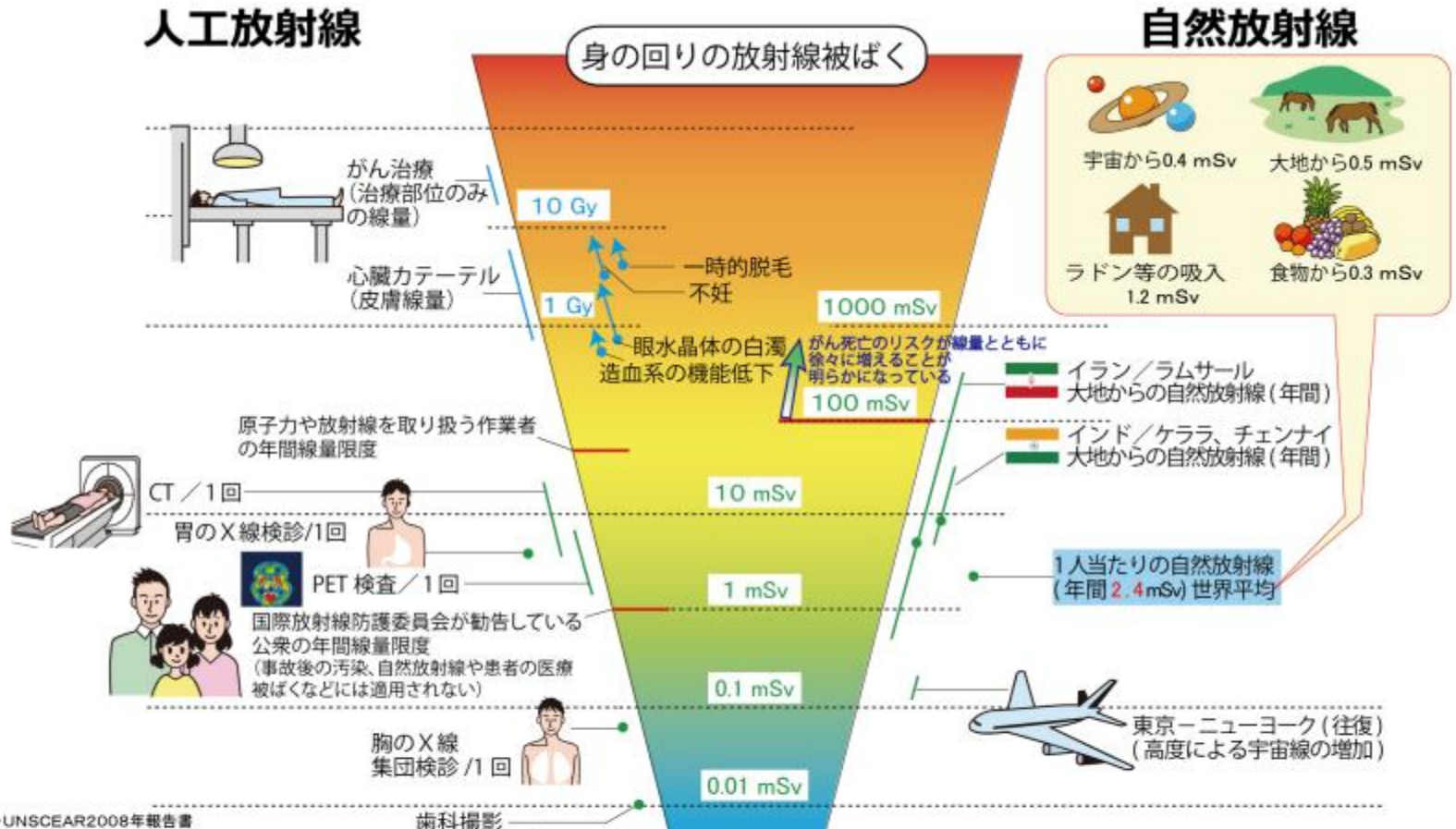
シンチレーターの発光作用

放射線計測機の種類

- 放射線測定器にはさまざまな種類があり、活動した際に、累積線量として自分の被ばく量を把握したり、どの場所の線量が高くなっているかを調べるには欠かすことのできない機器です。

| 使用目的 | 測定対象放射線 | 主な検出器 | 対応機器 |
|--------------------------|--|------------------------------|--|
| 空間(場所)の放射線量を 知りたい。 | ガンマ(γ)線 | シンチレーター GM計数管 半導体 | サーベイメータ  |
| モノや人の表面汚染を 調べたい。 | ガンマ(γ)線 ベータ(β)線 アルファ(α)線 | GM計数管 シンチレーター | 表面汚染調査のイメージ |
| 活動中にどれくらい 被ばくしたか知りたい。 | ガンマ(γ)線 | GM計数管 シンチレーター 半導体 | 個人線量計  |
| 食品の測定をしたい。 | ガンマ(γ)線 ベータ(β)線 アルファ(α)線 | Ge(ゲルマニウム) 半導体 シンチレーター | スペクトロメーター |
| 内部被ばくを測定したい。 | ガンマ(γ)線 | 半導体 シンチレーター | ホールボディカウンター |

【参考】放射線被ばく早見図



・UNSCEAR2008年報告書
・ICRP2007年勧告
・日本放射線技術協会医療被ばくガイドライン
などにより、放医研が作成(2012年1月)

【ご注意】

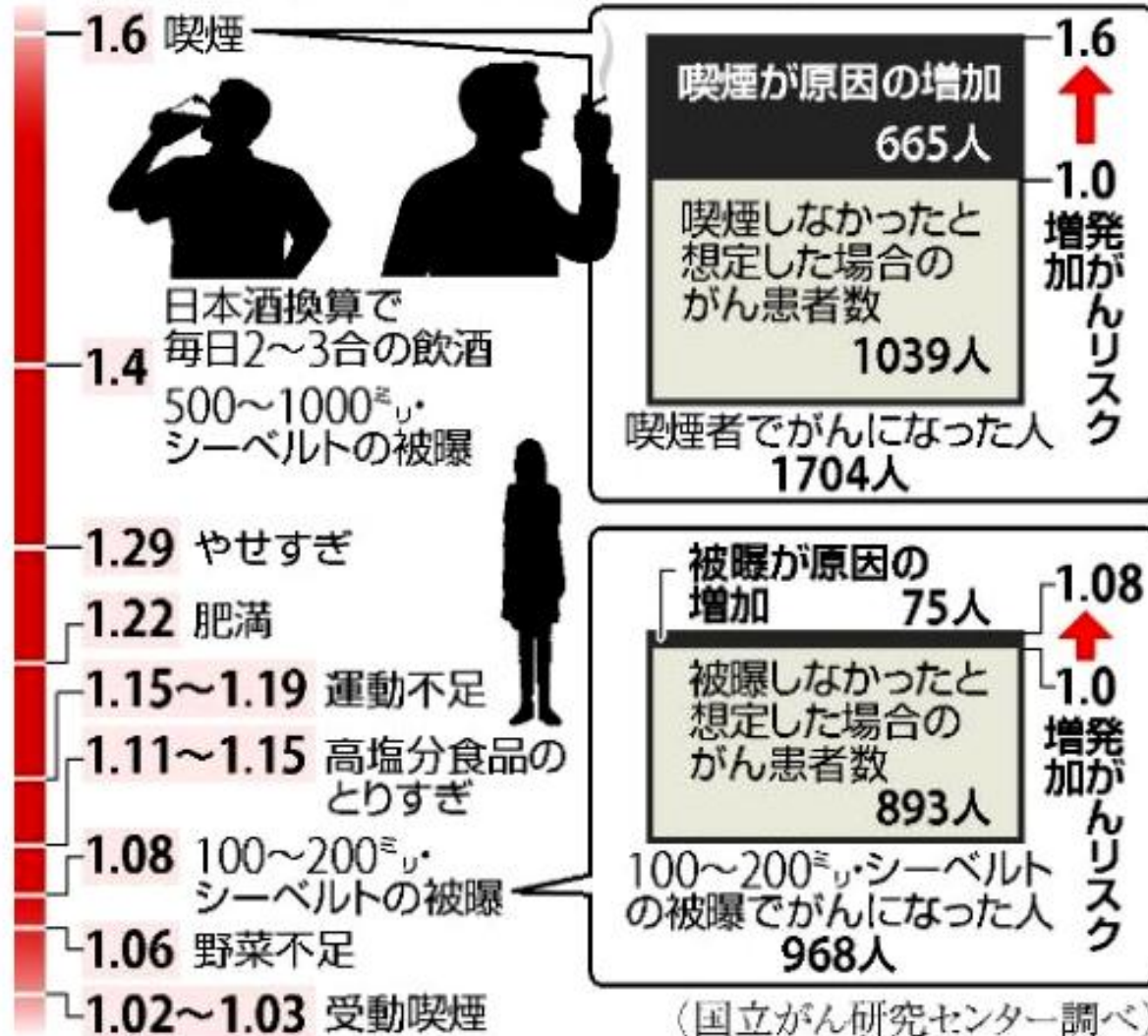
- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数です。
- 2) 目盛(点線)は対数表示になっています。目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
- 3) この図は、引用している情報が更新された場合変更される場合があります。

独立行政法人
放射線医学総合研究所
<http://www.nirs.go.jp/index.shtml>

Ver.120403-1

【参考】放射線と生活習慣のがんリスク

生活習慣と放射線被曝の発がんリスク



【参考】単位

- **ベクレル** : 水道水や食品などの検査の際に使用されています。
- **グレイ** : 放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されたかを表します。
- **シーベルト** : 人に対する放射線の影響を見るときに使用されます。

| 名 称 | 単位名(記号) | 定 義 |
|------------------|-----------|---|
| 放射能の単位 国際単位系(SI) | | |
| 放射能 | ベクレル(Bq) | 1秒間に原子核が崩壊する数を表す単位 |
| 放射線の単位 国際単位系(SI) | | |
| 吸収線量 | グレイ(Gy) | 放射線のエネルギーがどれだけ物質(人体を含むすべての物質)に吸収されたかを表す単位 1Gyは1kgあたり1ジュールのエネルギー吸収があったときの線量 |
| 線量 | シーベルト(Sv) | 放射線によってどれだけ影響があるかを表す単位 (1シーベルト=1000ミリシーベルト) |

【参考】 計算例

測定された数値が0.05マイクロシーベルト/時だったときに、
1年間の被ばく量に換算する方法

■測定した場所に1年間留まると仮定した場合

$$\begin{aligned} &0.05 \times 24 \text{ (時間)} \times 365 \text{ (日)} \\ &= 438 \text{ マイクロシーベルト} \doteq \underline{0.44 \text{ ミリシーベルト/年}} \end{aligned}$$

■測定した場所に毎日屋外に8時間、その場所の木造家屋内に16時間いるとして、木造家屋内滞在の被ばく低減効果を60%（係数0.4）とした場合

$$\begin{aligned} &0.05 \times (8/24 \times 1.0 + 16/24 \times 0.4) \times 24 \text{ (時間)} \times 365 \text{ (日)} \\ &\doteq 0.05 \times 0.6 \times 24 \times 365 \\ &= 262.8 \text{ マイクロシーベルト} \doteq \underline{0.26 \text{ ミリシーベルト/年}} \end{aligned}$$

出典元

厚生労働省「放射性物質の新たな基準値」

http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/leaflet_120329.pdf

- ・ P9 食品中の放射性物質の基準値

農林水産省 放射性物質の基礎知識

http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/pdf/120301_kiso.pdf

- ・ P5 放射線や放射能を表す単位
- ・ P6 外部被ばくと内部被ばく
- ・ P7 外部被ばく量を計算するときは
- ・ P8 内部被ばく量を計算するときは
- ・ P10 放射線の人体への影響

放射線医学総合研究所

- ・ P16 【参考】放射線被ばく早見図

国立がんセンター調べ

- ・ P17 【参考】放射線と生活習慣のがんリスク

エステーエアカウンターホームページ

<http://www.st-c.co.jp/air-counter/>

- ・ P3 放射線と放射能
- ・ P4 半減期
- ・ P11 自然界から受ける放射線
- ・ P12 日常生活での被ばく
- ・ P13 公衆の線量限度
- ・ P14 放射線を測るには
- ・ P15 放射線計測機の種類
- ・ P18 【参考】単位
- ・ P19 【参考】計算例