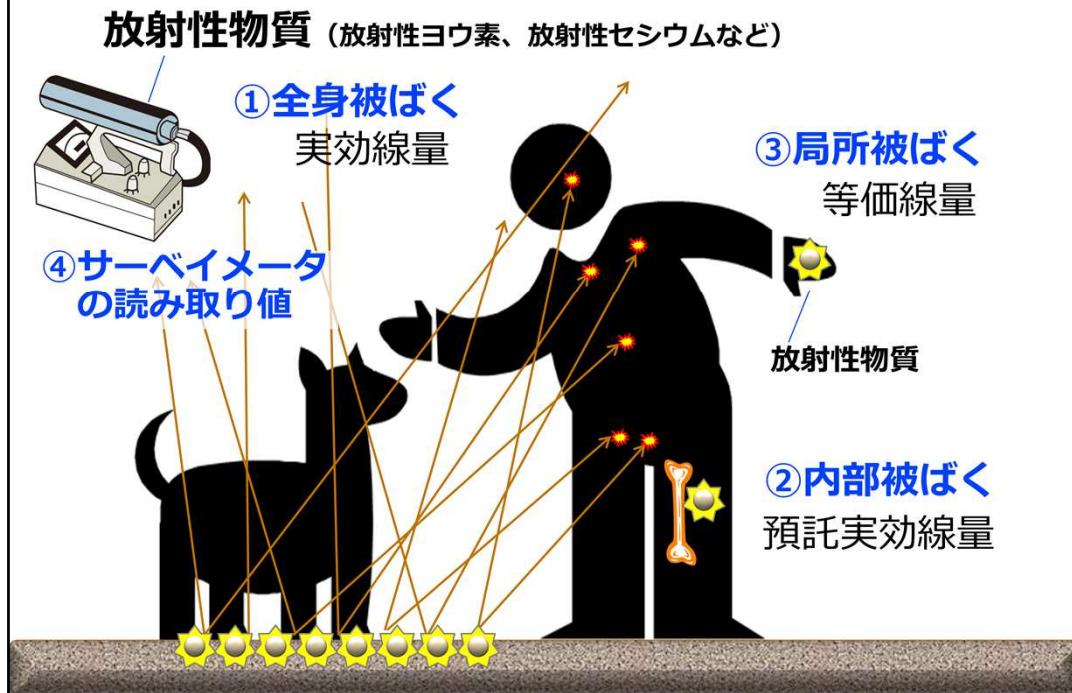


## “シーベルト”を単位とする線量



シーベルトは、①全身が受ける放射線の量(実効線量)、②内部被ばくによって受ける放射線の量(預託実効線量)、③ある場所だけ放射線を受ける局所被ばくの量(等価線量)、の単位として用いられています。どれも、被ばくした個人や組織におけるがん、遺伝性影響の発生リスクを考慮して表されている点は共通です。

また、④サーベイメータの読み取り値にもシーベルトが使われています。これは空気の吸収線量(グレイ)にある係数をかけてシーベルト換算し、人間が受ける実効線量の近似値として表示されているものです。

本資料への収録日:2013年3月31日

シーベルトは“Sv”の記号で表す

- 1 mSv (ミリシーベルト)  
= 1/1000 Sv
- 1  $\mu$ Sv (マイクロシーベルト)  
= 1/1000 mSv



ロルフ・シーベルト

スウェーデン国立放射線防護研究所創設者  
国際放射線防護委員会創設者

シーベルトという単位は、スウェーデンの放射線防護研究者である、ロルフ・シーベルトに由来しています。彼は、国際放射線防護委員会の創始者でもあります。

日常生活で受ける放射線の量を表す際には、シーベルトの1,000分の1であるミリシーベルトや、1,000,000分の1である1マイクロシーベルトを使うことがほとんどです。

なお、ベクレル(放射能の単位)、キュリー(かつての放射能の単位)、グレイ(吸収線量の単位)はどれも、放射線の研究で大きな業績を残した研究者の名前に由来しています。

本資料への収録日: 2013年3月31日



ゲルマニウム  
半導体検出器



NaIシンチレーション  
サーベイメータ



GM型サーベイメータ

### さまざまな個人線量計



OSL線量計



ガラス線量計



ポケット線量計

どのような目的で放射線や放射性物質の量を測定するかによって、用いる測定機器を選ぶ必要があります。





放射性物質の種類と量を調べるには、ゲルマニウム半導体検出器やシンチレーション式検出器を使います。ゲルマニウム半導体検出器は、水、食品等の汚染状況を調べる際にも用いられる装置で、放射性物質の種類毎の量を正確に測定する際に用いられます。しかし $\gamma$ （ガンマ）線を出さない放射性物質を調べることはできません。

外部被ばく線量を計算するには、空間放射線量率を正確に測定する必要があります。空間放射線量率の測定には電離箱式やエネルギー補償タイプのサーベイメータが最も適しています。GM（ガイガーカウンター）型の線量計を利用する場合は、空間線量率が実際よりも高めに出ることが多いので気をつけます。

個人線量計としては、光刺激ルミネッセンス（OSL）線量計、ガラスバッジ、電子式線量計など、いろいろなタイプがあります。男性は胸に、女性は妊娠の可能性も考慮し腹に付けることが一般的です。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2014年3月31日

型		目的	
GM型サーベイメータ (ガイガーカウンター)		汚染の検出 線量率 (参考 程度)	$\beta$ 線を効率よく検出し、 汚染の検出に適している
電離箱型 サーベイメータ		ガンマ線 空間線量率	最も正確であるが、シン チレーション式ほど低い 線量率は計れない
シンチレーション式 サーベイメータ		ガンマ線 空間線量率	正確で感度もよい (測定器によっては $\alpha$ 線 も測定する)
個人線量計		個人線量 積算線量	長期間の積算線量の測定 用であるため、線量率は 計れない。いろいろなタ イプがある。

サーベイメータには、汚染検査用と、空間放射線量率測定用があります。GM型のサーベイメータは、 $\gamma$  (ガンマ) 線と $\beta$  (ベータ) 線が検出できるので、汚染のスクリーニングに適しています。安価で求めやすく、汚染されている場の特定や除染の効果を確認するのに有用です。しかし空間放射線量率は、実際よりも高めの値が出る傾向が多いことに気をつけます。

電離箱は空間放射線量率を最も正確に測定できますが、あまり低い線量率の測定はできません。そこで一般環境の空間放射線量率の測定にはシンチレーション式が最も適しています。

シンチレーションサーベイメータを用いて、放射能の強さ(ベクレル)を計測することは可能ですが、測定する場の放射線レベルや測り方によって測定値が変わります。また測定値からベクレルへの換算をするためには、事前に放射性物質を用いた校正実験が必要です。実施にあたっては専門家の協力が必要です。

個人線量計を用いると、被ばくの積算線量を知ることができます。電子式の直読式のものであれば、一定期間ごと、あるいは作業ごとに、被ばくの程度を自分で確認することができます。

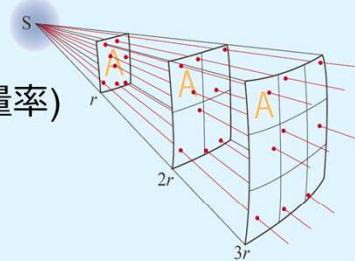
本資料への収録日：2013年3月31日

## 外部被ばくの特徴

- 1) **距離**：線量率は距離の2乗に反比例

$$I = \frac{k}{r^2}$$

$I$ ：放射線の強さ(線量率)  
 $r$ ：距離  
 $k$ ：定数



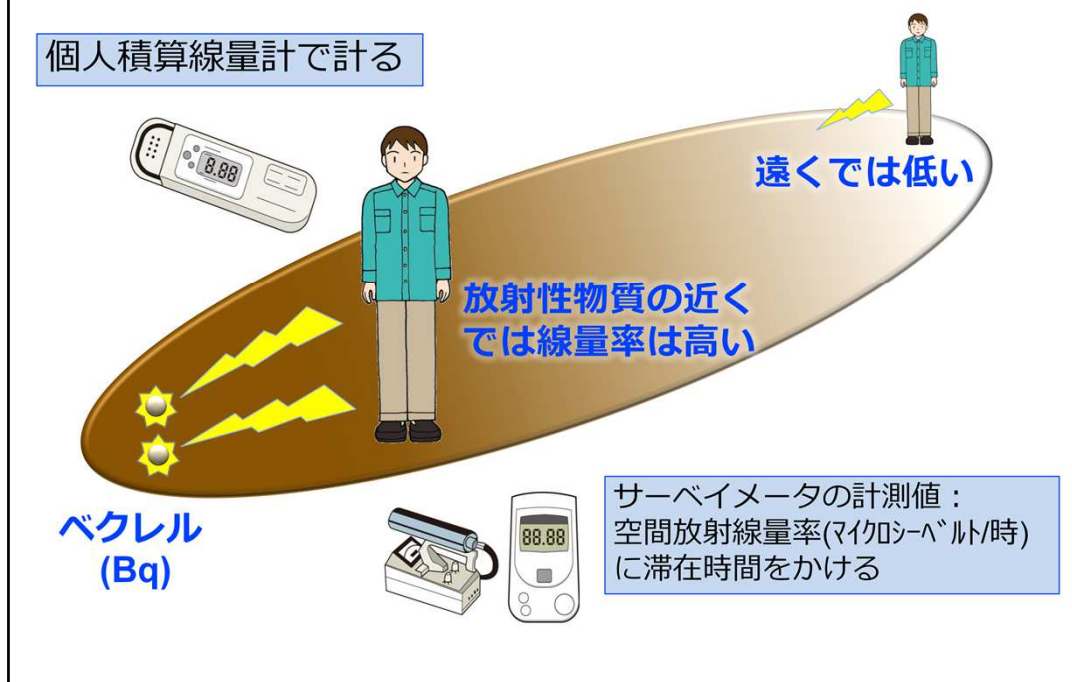
- 2) **時間**：線量率が同じなら、浴びた時間に比例  
 (総)線量(マイクロシーベルト) =  
 線量率(マイクロシーベルト/時) × 時間

同じ量だけ放射性物質があったとしても、放射線の強さは、放射線を出しているものから近ければ強く、遠ければ弱くなります。放射性物質が一か所にあるのであれば、距離の2乗に反比例して放射線量は弱くなります。そのため外部被ばくを計算する時には、放射能の量であるベクレルからではなく、人間が受けている放射線の量(グレイあるいはシーベルト)から計算します。

線量率が一定であるならば、その線量率に放射線を浴びていた時間を掛けることで被ばく量を計算することができます。

本資料への収録日：2013年3月31日

## 外部被ばく（測定）



外部被ばくによる線量を計測するには2つの方法があります。

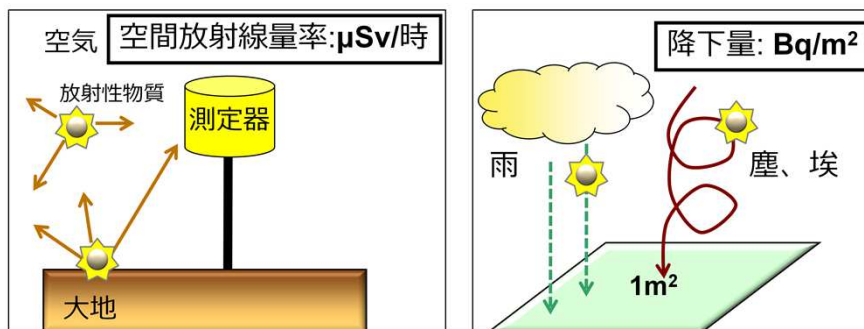
一つ目は計測器で作業する場の空間放射線量率を計測する方法です。空間放射線量率は、その場に人が居たらどのくらい $\gamma$ （ガンマ）線による被ばくを受けるかを測った値です。体の外からの $\alpha$ （アルファ）線や $\beta$ （ベータ）線は体内までには届きませんので、外部被ばくの線量測定としては $\gamma$ 線を測定します。最近の計測機器は、1時間当たりのマイクロシーベルトで表示されるものが多いので、この測定値にその場にいた時間をかけて、被ばく量を計算します。ただし、シンチレーションサーベイメータのように適切な性能を持ち、校正されている機器を用いるようにします。

もう一つの方法は、個人線量計を装着して計測する方法です。個人線量計では、長時間に受ける放射線の積算量を計測します。

本資料への収録日：2013年3月31日

## 環境放射能の計測

- **空間放射線量率**は空間のガンマ線を測定。  
1時間当たりのマイクロシーベルト( $\mu\text{Sv}/\text{時}$ )で表示。
- **降下量**は、一定期間の間に単位面積あたりに沈着した（あるいは降下した）放射性物質の量。  
例えばベクレル/平方メートル ( $\text{Bq}/\text{m}^2$ )



空間放射線量率というのは、空間中の $\gamma$  (ガンマ) 線量を測定したもので、1時間当たりのマイクロシーベルトで表示されています。空気中にただよっている放射性物質からの $\gamma$ 線も検出していますし、大地に落ちた放射性物質からの $\gamma$ 線も検出しています。また計測しているのは事故由来の放射線だけではありません。大地に含まれている自然由来の放射性物質からの $\gamma$ 線や宇宙からの $\gamma$ 線も含まれた値です。

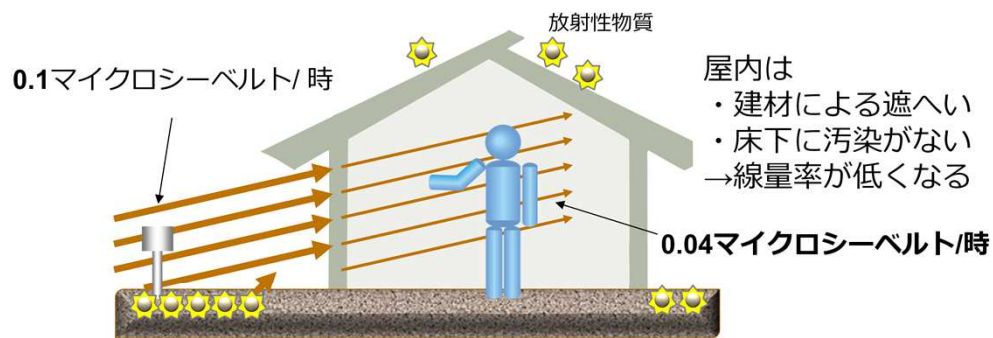
空間線量率は、人間がその場所に1時間立っていた場合に、 $\gamma$ 線をどれくらい被ばくするかを表しています。通常、測定器は地上1mくらいの高さにおかれることが多いのですが、これは大人の場合この高さに重要な臓器があるからです。

降下物中の放射エネルギーは、単位面積あたりに落ちてきた放射性物質の量で表します。放射性物質の種類ごとに、1日当たりあるいは1カ月当たりといった期間ごとの数値で示されることが一般的です。

本資料への収録日: 2013年3月31日

改訂日: 2014年3月31日

## 遮へいと低減係数



場所	低減係数
木造家屋（1～2階建て）	0.4
ブロックあるいはレンガ家屋（1～2階建て）	0.2
各階450～900m <sup>2</sup> の建物（3～4階建て）の1～2階	0.05
各階900m <sup>2</sup> 以上の建物（多層）の上層	0.01

原子力安全委員会「原子力施設等の防災対策について」

空間放射線量率を測定する適切なサーベイメータがない場合は、国や地方自治体等が発表している空間放射線量率を元に計算することができます。屋外で受ける放射線量は、近くで計測された実測値を使います。屋内での線量率を求める場合は、建築物による遮蔽や床下に汚染が無いことを考慮し、近くの屋外線量率の値に低減係数を掛けて、屋内の空間放射線量率を推定します。

低減係数は建築の種類によって違います。例えば、木造家屋は外からの放射線の約6割をカットします。ブロックやレンガの家屋、鉄筋コンクリート家屋では、より遮蔽効果が高まり、放射線量は低くなります。また放射性物質が主に土壌表面上にある場合は、高層階になるに従い、土壌からの距離が離れるので、放射線量も少なくなります。

本資料への収録日：2013年3月31日



## 事故後の追加被ばく線量(計算例)

平常時の値を差し引く事が重要

線量率 (事故による上昇分)

$$0.24 - 0.04 \text{ (仮)} = 0.2$$

実測値  
(例)平常時  
(仮)

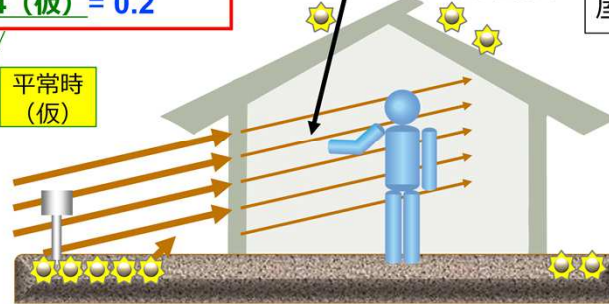
低減係数 0.4

放射性物質

滞在時間

屋外 8時間

屋内 16時間



事故由来

$$0.2 \times 8 \text{時間 (屋外の方)}$$

+

$$0.2 \times 0.4 \times 16 \text{時間 (屋内の方)}$$

$$\times 365 \text{日} = 1050 \text{マイクロシーベルト}$$

$$= 1.05 \text{ミリシーベルト}$$

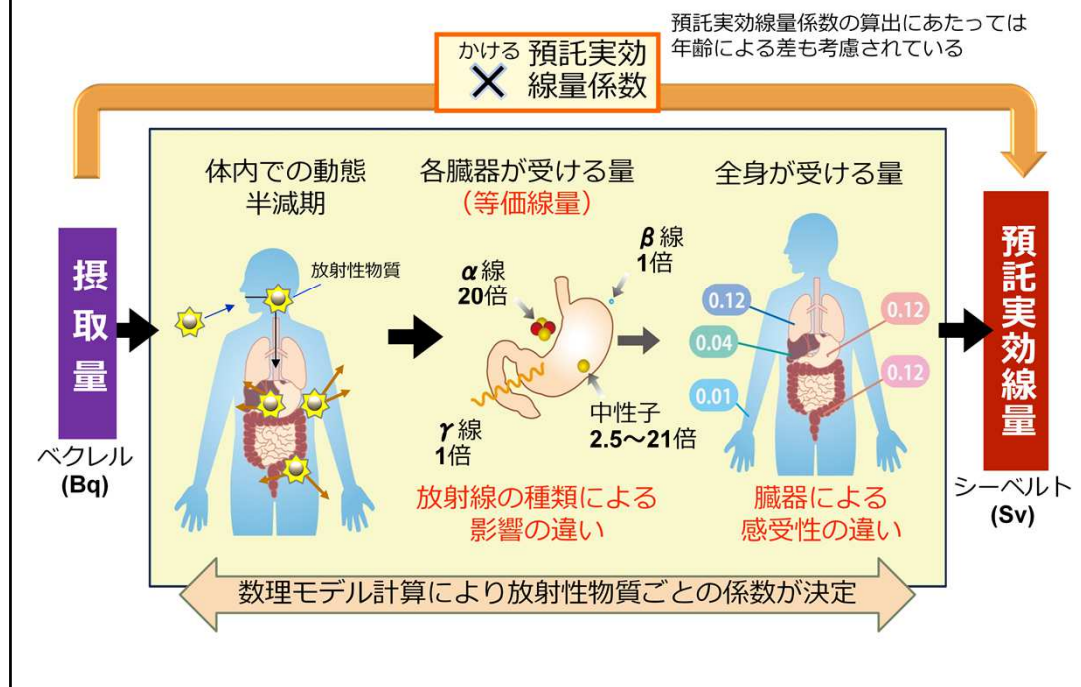
バックグラウンドの設定で変わる  
半減期を考慮していない

サーベイメータで計測される空間放射線量率には、自然界からの $\gamma$ (ガンマ)線も含まれています。もし原子力発電所の事故による放射線量のみを算出する場合は、今実測される空間放射線量率から、事故前の計測値(バックグラウンド値)を引き、事故による上昇分を求めます。事故前の値は、HP「日本の環境放射能と放射線」(<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>)で調べることができます。

こうして屋外と屋内の空間放射線量率が分かれば、それぞれに、屋外で過ごす時間や屋内で過ごす時間を乗じて、一日分の被ばく線量や1年分の被ばく線量を求めることができます。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 内部被ばく線量の算出



内部被ばくの実効線量を求める方法も、基本は外部被ばくの場合と同じです。ただ臓器や組織の吸収線量の求め方が異なります。

放射性物質が体のどの部分に蓄積するのかが放射性物質ごとによって異なります。また呼吸により呼吸器経路で放射性物質が体内に入った場合と、飲食物と一緒に消化管経路で体内に入った場合では、同じ放射性物質であっても体の中での挙動が違います。さらに大人か、子どもか、赤ちゃんかによっても、放射性物質がどれだけ体の中に留まっているかが違います。

こうした条件の違いごとに、数理モデル計算を行い、どのくらいの放射性物質を摂取したら、各臓器や組織がどれだけの吸収線量を受けるかを求めます。その先は外部被ばくの線量計算同様、放射線の種類や臓器による感受性の違いを考慮して、実効線量を求めます。

実際には、摂取量(ベクレル)に預託実効線量係数を乗じることで、被ばく線量を求めることができます。預託実効線量係数は、放射性核種の種類や年齢ごとに細かく定められています。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 実効線量への換算係数

預託実効線量係数( $\mu\text{Sv}/\text{Bq}$ ) (経口摂取の場合)

	ヨウ素 131	セシウム 134	セシウム 137	ストロンチウム 90	プルトニウム 239
3ヶ月児	0.18	0.026	0.021	0.23	4.2
1歳児	0.18	0.016	0.012	0.073	0.42
5歳児	0.1	0.013	0.0096	0.047	0.33
10歳児	0.052	0.014	0.01	0.06	0.27
15歳児	0.034	0.019	0.013	0.08	0.24
成人	0.022	0.019	0.013	0.028	0.25

 $\mu\text{Sv}/\text{Bq}$  : マイクロシーベルト/ベクレル

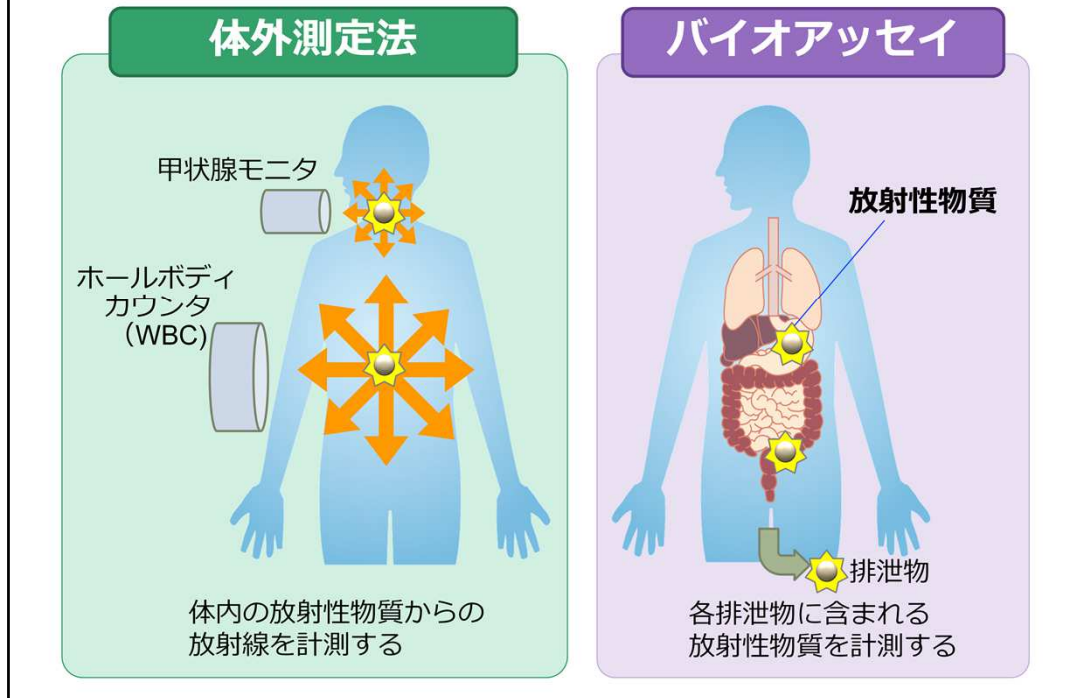
ICRP Database of Dose Coefficients CD-ROM, 1998

内部被ばくの線量評価では、核種・化学形ごとに摂取量を推定し、それに線量係数をかけて線量を計算します。線量係数とは、1Bqを摂取したときの預託等価線量または預託実効線量のことです。ICRPによって、核種、化学形、摂取経路(経口あるいは吸入)、年齢ごとに具体的な値が与えられています。

預託の期間、すなわち線量の積算期間は、成人で50年、子どもでは摂取した年齢から70歳までとなっています。

本資料への収録日: 2013年3月31日





体内中放射性物質の量から、内部被ばくによる線量を推定する方法には、体の中から出てくる $\gamma$  (ガンマ)線を直接測る体外計測法と、尿や便の中にある放射性物質の量を測り、その量から体内の放射性物質量を推測する「バイオアッセイ」という方法があります。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 内部被ばく測定用の機器

全身立位型  
ホールボディ  
カウンタ全身臥位型  
ホールボディ  
カウンタ
 検出器
全身いす型  
ホールボディ  
カウンタ

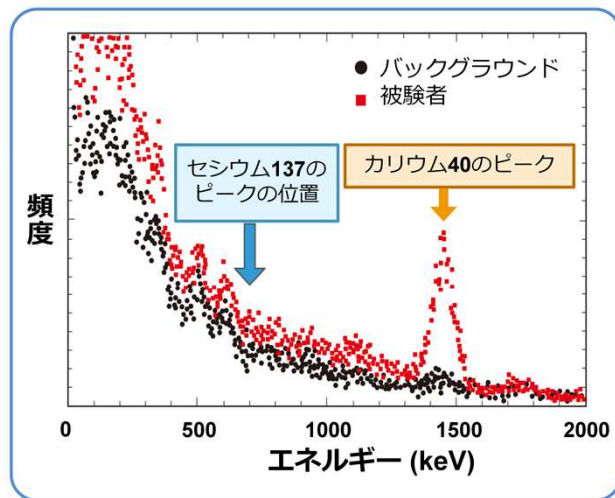
甲状腺モニタ



体内の放射能を直接測定するためには、全身から出てくる $\gamma$ （ガンマ）線を測定するホールボディカウンタという機器を使います。ホールボディカウンタには、立って測る、寝て測る、座って測るタイプがあります。

放射性セシウムは、体のいたるところに分布しますので、体内量の計測にはホールボディカウンタが使われます。一方、放射性ヨウ素による内部被ばくが疑われる場合には、甲状腺モニタが用いられます。これは、ヨウ素は甲状腺に蓄積するため、首の甲状腺のある部分に放射線検出器をあてて、そこから出てくる $\gamma$ 線を測るものです。

本資料への収録日：2013年3月31日



体内から出てくる放射線を測定 ⇒ 体内の放射能を物質別に求める

体内にあるカリウムの量は体重**1kg**あたり**2g**程度、  
そのうち約**0.01%**が放射性のカリウム**40**

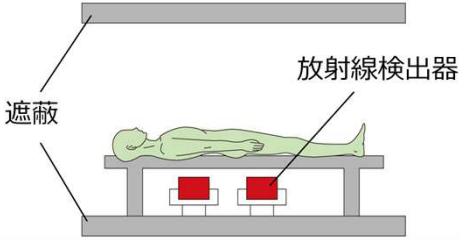
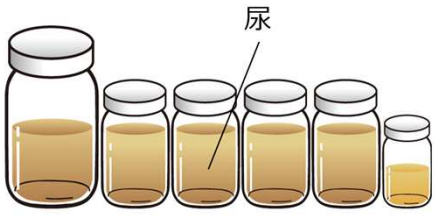
ホールボディカウンターで体内から出てくる放射線を測定すると、核種ごとに放射能を定量評価することができます。

グラフの黒い点は誰もベッドに乗らず空の状態(バックグラウンド)で測定した場合です。人が寝て測定すると、赤い点のように放射線のピークが見えます。 $\gamma$ (ガンマ)線は放射性物質ごとに固有のエネルギーを持っているので、ピークの位置から、これが体内の放射性カリウムからの $\gamma$ 線であることが分かります。

カリウムは生物に必須な元素ですが、全体のカリウムのうちの約0.01%が放射性のカリウムです。放射性カリウムは主に細胞の水分の中に含まれていて、筋肉中にはありますが、水分をほとんど持たない脂肪細胞には含まれていません。ですから筋肉の多い人ほど、たくさん放射線を出していることになります。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 体内放射能の評価法の比較

体外計測法	バイオアッセイ
人体を直接測定	間接測定
被検者を拘束する	試料（尿、便など）を提供
主に $\gamma$ 線を放出する物質が対象	全部の放射性物質が測定可
装置内での計測時間は短い	化学分析に時間がかかる
精度が高い	誤差が大きい
	

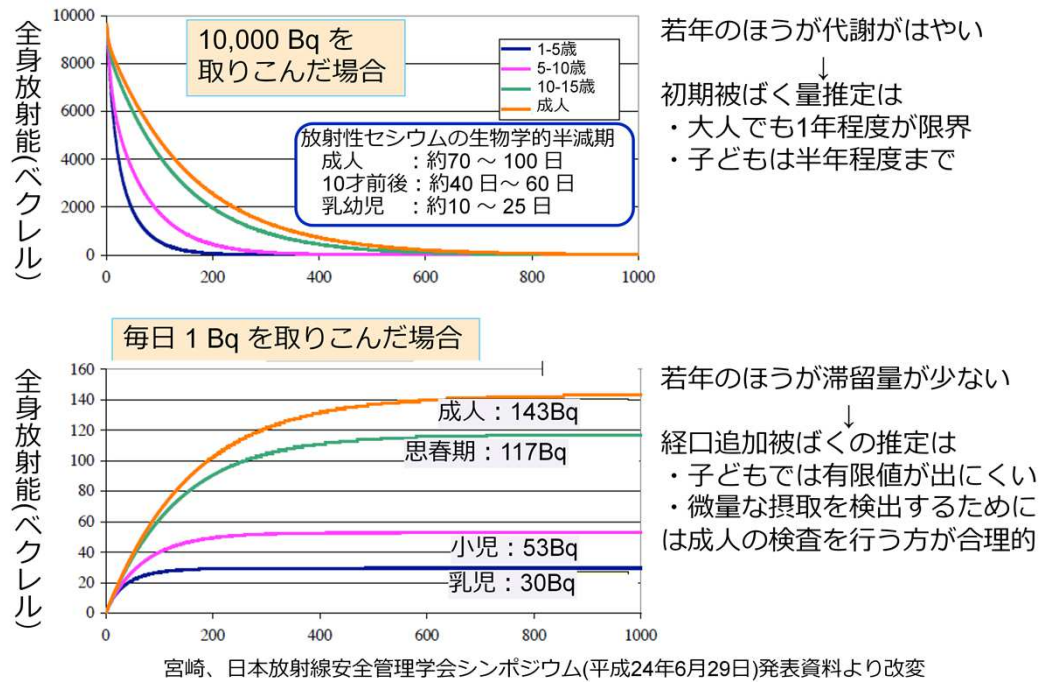
体外計測法では、測定時間が長ければ長いほど正確な値が得られます。しかし計測器は、人体からの放射線と同時に、環境からの放射線も計測するので、空間放射線量率が高い場所で測定する際には、環境からの放射線の遮へいを十分に考慮する必要があります。また $\gamma$ （ガンマ）線を出さない放射性物質については測ることはできません。

バイオアッセイでは、あらゆる放射性物質を測定することができますが、1回の試料採取では正確な数値を得ることができず、数日間分の試料（尿・便など）をためる必要があります。放射性物質の排出量が、個人によって、また体調や飲食量などでも変動することを考えると、体外計測法よりも誤差は大きくなります。

どちらのケースも、検出された放射性物質をいつ取り込んだか判断が難しい場合は、割り出された被ばく量の誤差が大きくなります。

本資料への収録日：2013年3月31日





ホールボディカウンタでは、測定日当日の体内放射エネルギーを測ることができます。しかし他の測定機器同様、機械の性能や測定時間によって検出限界が決まっています。放射性セシウムの生物学的半減期は成人で70-100日ですので、初期被ばく量の推定は事故後1年程度が限界です。

その以降のホールボディカウンタ測定は、主に食品からの慢性被ばくを推定する目的で行います。

子どもは代謝が早く、初期被ばくの推定は半年程度、慢性的内部被ばくの測定にも滞留量が少ないため、微量な摂取の場合は、検出限界以下になることが多くなります。

体内放射能の測定結果から預託実効線量を予測するには、急性か慢性か、吸入か経口か、いつ摂取したのか等、適切な仮説・モデルが必要です。

本資料への収録日:2013年3月31日

改訂日:2014年3月31日

## 身の回りの放射線

# 自然・人工放射線からの被ばく線量

### 自然放射線

宇宙から  
0.38 mSv



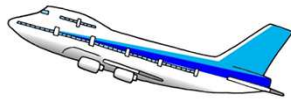
食物から  
0.24 mSv



空気中の  
ラドンから  
1.3 mSv

大地から  
0.46 mSv

世界平均1人あたりの  
1年間放射線量 2.4 mSv  
(2400 μSv)



東京・ニューヨーク  
往復飛行機の旅  
~0.19 mSv  
(~190 μSv)

### 人工放射線



胸部CTスキャン  
1回あたり 6.9 mSv  
(6900 μSv)



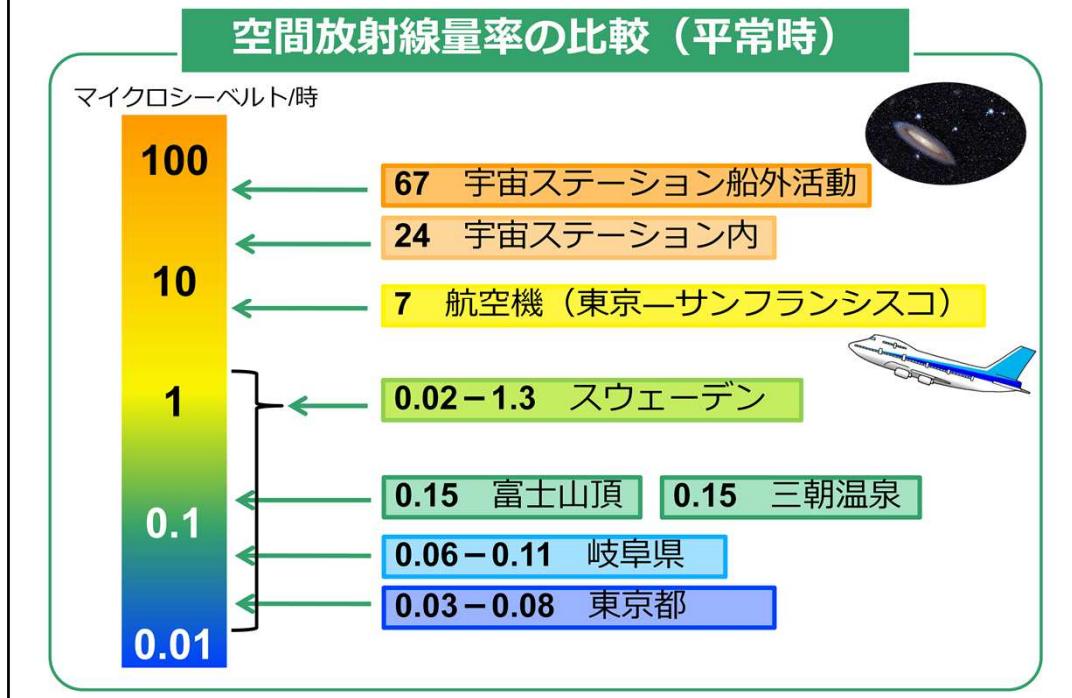
胸部単純エックス線  
1回あたり 0.06 mSv  
(60 μSv)

mSv : ミリシーベルト μSv : マイクロシーベルト

放射線医学総合研究所ホームページ (出典 : 資源エネルギー庁2000年) より作成

日常生活をする中で、知らず識らず、私たちは放射線を受けています。宇宙からそして大地から受ける自然放射線による外部被ばくや、食物や空気中のラドンから受ける自然由来の放射性物質から受ける内部被ばくは、合計すると年間で2.4mSv になります(世界平均)。また日本においては放射線検査等で受ける医療被ばくの割合が大きいことが知られています。これは一回の検査あたりの被ばく量が多いCT検査が広く普及していることや胃がん検診で上部消化器検査が行われているためと考えられます。

本資料への収録日 : 2013年3月31日



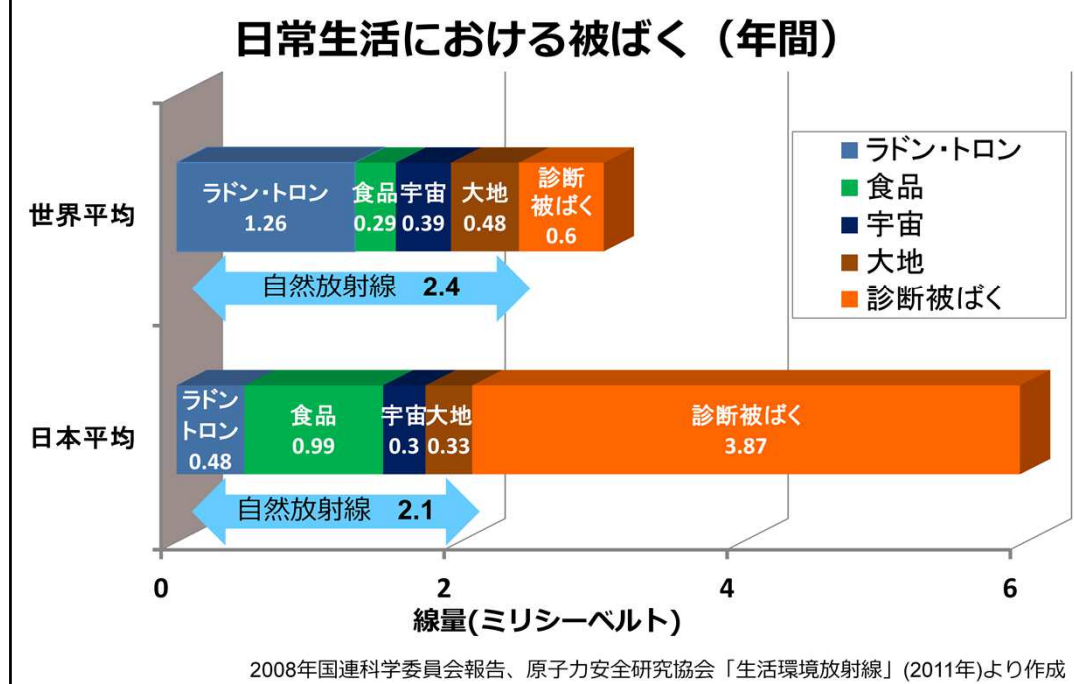
宇宙空間や航空機内では、銀河や太陽からの宇宙線により、空間放射線量率が高くなります。また富士山のような海拔が高いところでも、海拔の低いところと比べると宇宙線の影響を強く受けるので、線量率が高くなります。

人間の生活空間のほとんどの場所の空間線量率は、0.01 から1マイクロシーベルト/時の範囲ですが、中には、土壌にラジウムやトリウムといった放射性物質を多く含むため、自然放射線レベルが高い地域があります。こうした地方を高自然放射線地域と呼びます。

世界基準で見ると、日本には高自然放射線地域と呼ばれる場所はありませんが、ラドン温泉で有名な三朝温泉のように、土壌にラジウムを多く含んでいる場所では、若干空間放射線量率が高くなっています。逆に、関東ローム層で覆われた関東平野は、大地からの放射線が遮蔽され、空間放射線量率は低い傾向にあります。

本資料への収録日：2013年3月31日

## 年間当たりの被ばく線量の比較



2011年12月に、原子力安全研究協会は20年ぶりに、日本人の国民線量を発表しました。調査の結果、1年間に受ける日本人の平均被ばく線量は5.98ミリシーベルトであり、そのうち2.1ミリシーベルトが自然放射線からの被ばくであることがわかりました。

自然放射線の内訳を世界平均と比較すると、ラドン・トロンからの被ばくが少なく、食品からの被ばくが多いという特徴があります。今回のとりまとめにより、食品中の鉛210やポロニウム210からの被ばくが0.80ミリシーベルトとかなり多いことが明らかにされました。

放射線検査による被ばく量は個人差が大きいのですが、平均すると日本人の被ばく量は極めて多いことが知られています。特にCT検査が占める割合が大きくなっています。

なお、上記の国民線量評価では、東日本大震災による福島第一原子力発電所事故の影響は考慮されていません。今後は、これまでの平常時の被ばく量に、事故による被ばく量が加算されることになります。

本資料への収録日：2013年3月31日

## 自然からの被ばく線量の内訳

線源	内訳	実効線量 (ミリシーベルト/年)
外部被ばく	宇宙線	0.3
	大地放射線	0.33
内部被ばく (吸入摂取)	ラドン (屋内、屋外)	0.37
	トロン (屋内、屋外)	0.09
	喫煙 (鉛 <sup>210</sup> 、ポロニウム <sup>210</sup> など)	0.01
	その他 (ウランなど)	0.006
内部被ばく (経口摂取)	主に鉛 <sup>210</sup> 、ポロニウム <sup>210</sup>	0.80
	トリチウム	0.0000082
	炭素 <sup>14</sup>	0.01
	カリウム <sup>40</sup>	0.18
合 計		2.1

原子力安全研究協会「生活環境放射線」(2011)

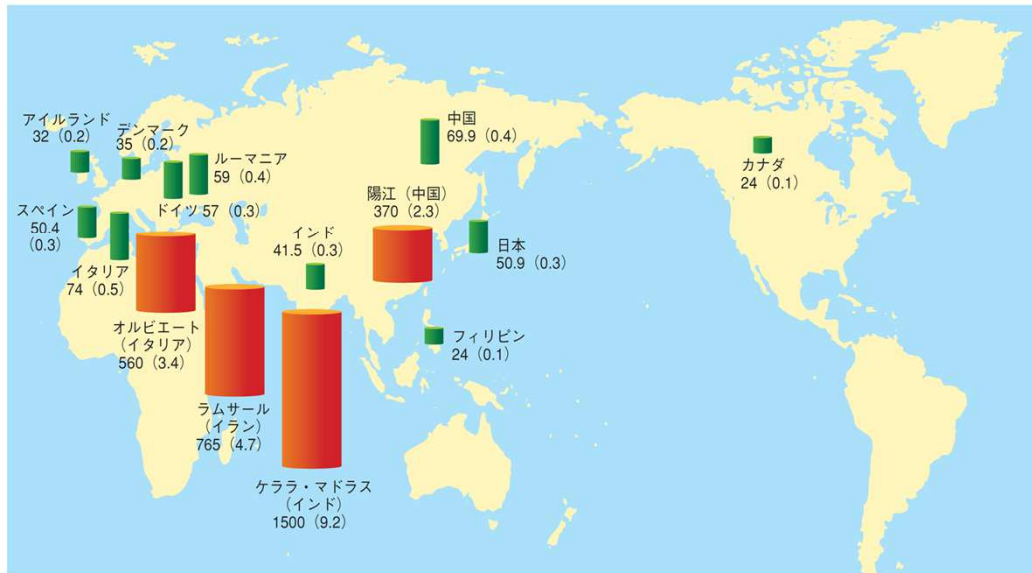
日本人が欧米諸国に比べて食品からの線量が高い理由は、魚介類を多く摂取する日本人の食生活が関係しています。魚介類にはポロニウム<sup>210</sup>が多く含まれているため、その分、実効線量が大きくなっています。一方、ラドン・トロンによる被ばくが少ないのは、日本家屋は通気性が良く、地中から屋内に侵入したラドン・トロンが速やかに屋外に拡散するためと考えられています。

本資料への収録日:2013年3月31日

改訂日:2014年3月31日

## 大地の放射線（世界）

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



UNSCEAR2008年報告書、原子力安全研究協会「生活環境放射線」(2011年)より作成

世界には、中国の陽江(ヤンジャン)、インドのケララ、イランのラムサール、など、日本より2倍から10倍自然放射線が高い地域があります。こうした地域で自然放射線レベルが高い原因は、ラジウムやトリウム、ウランなどが土壌中に多く含まれることによります。

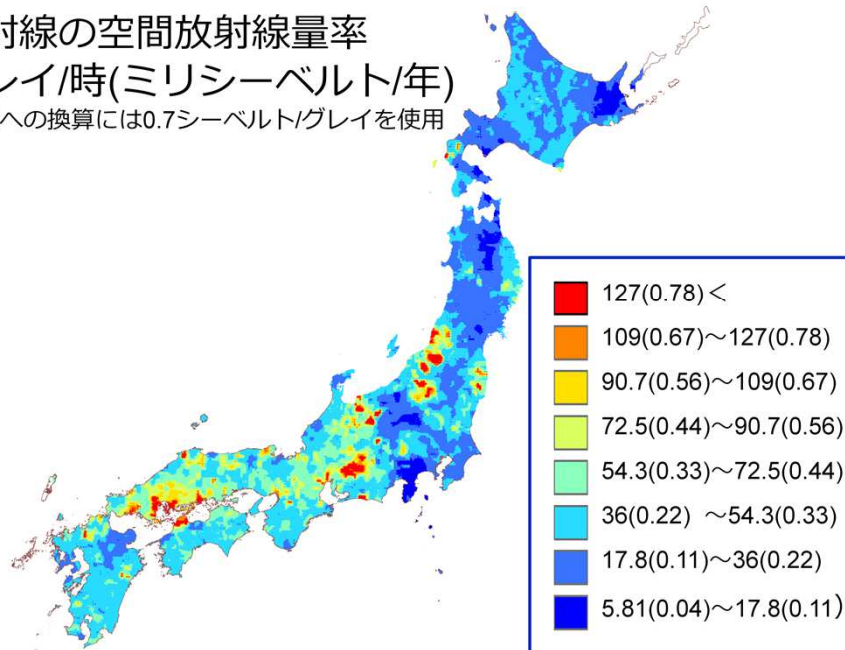
これまで高自然放射線地域として有名であったブラジルのガラパリは都市化によるアスファルト舗装の結果、空間放射線量率が減少したと報告されています。

中国やインドにおける疫学調査などから、これまでのところ、がんの死亡率や発生率の顕著な増加は報告されていません。ラムサールでは、がんリスクに関する解析が現在進められています。今後はこうした地域での生涯線量推定やそれに基づくがん過剰線量推定値の推定、非がん死亡率などについても検討される予定です。さらに、各地域のデータの統合による、がんリスクの推定なども計画されています。

本資料への収録日：2013年3月31日

自然放射線の空間放射線量率  
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



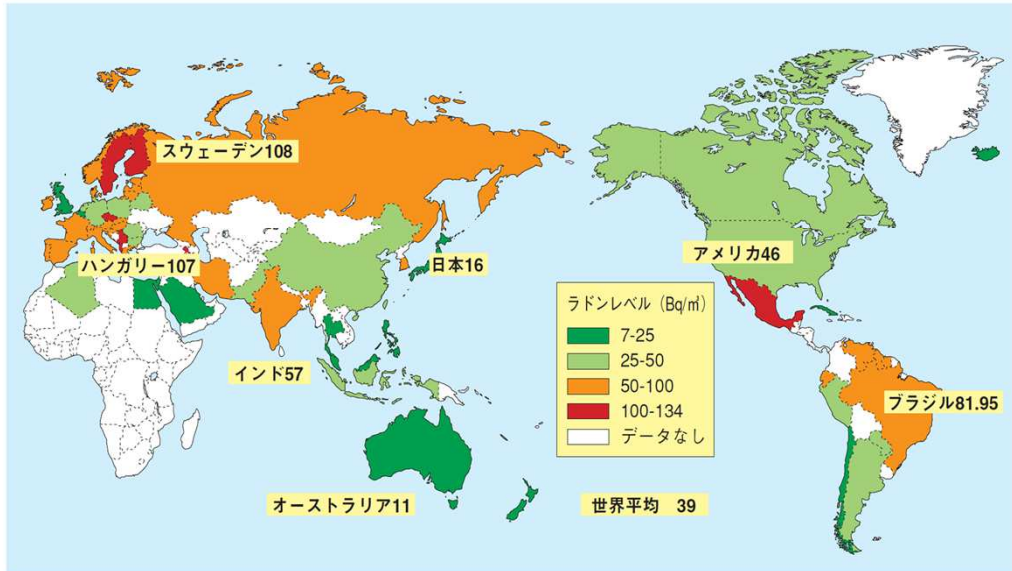
日本地質学会HPより

日本国内でも、大地からの放射線レベルが高いところと低いところがあります。県単位で比較すると、最も高い岐阜と最も低い神奈川では年間0.4 ミリシーベルトの差があるといわれています。

関東ローム層が大地からの放射線を遮へいする関東平野では、概して大地からの放射線量は少なくなっています。一方、花崗岩が直接地表に露出しているところが多い西日本では、東日本より1.5 倍ほど大地からの放射線の量が高い傾向があります。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 屋内ラドン

屋内ラドンからの被ばくの地域差（算術平均Bq/m<sup>3</sup>）Bq/m<sup>3</sup> : ベクレル/立方メートル

UNSCEAR2006年報告書より

屋内ラドンからの内部被ばく量にも、大きな地域差が存在しています。

屋内ラドン濃度の世界平均は、1立方メートル当たり39ベクレルですが、日本では16ベクレルです。ヨーロッパのような機密性のよい石作りの家で生活する地域では、屋内ラドン濃度が高くなり、結果、被ばく線量が高くなる傾向にあります。

本資料への収録日：2013年3月31日



## 身近な放射線源

0.18ミリシーベルト/年

放射性カリウムの濃度  
(Bq/kg)干しいたけ  
(700)ポテトチップス  
(400)ほうれん草  
(200)

牛乳 (50)



魚 (100)



米 (30)



胸のX線検診

0.06ミリシーベルト



航空機内

0.1～0.2ミリシーベルト  
(東京ニューヨーク間往復)

Bq/kg : ベクレル/キログラム

カリウムは生物に必要な元素なので、ほとんどの食品に含まれています。またカリウムの0.01%は放射性カリウムであるため、やはりほとんどの食品には放射性カリウムが含まれています。放射性カリウムは $\beta$  (ベータ)線と $\gamma$  (ガンマ)線を放出しますので、食品を摂取することで内部被ばくをすることになります。

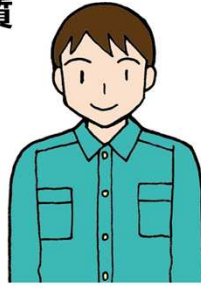
体の中のカリウム濃度は一定になるように保たれているので、食品のカリウムからの被ばく量は体格によって決まっており、食生活による影響は受けません。

食品中のカリウムからの年間被ばく量は、胸のX線検査3回分、あるいは航空機搭乗1回分(東京-ニューヨーク往復)に相当します。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 食品からの放射線

## 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
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)

Bq : ベクレル Bq/kg : ベクレル/キログラム

(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

カリウムは生物に必要な元素なので、ほとんどの食品に含まれています。またカリウムの0.01%は放射性カリウムであるため、やはりほとんどの食品には放射性カリウムが含まれています。放射性カリウムは $\beta$  (ベータ)線と $\gamma$  (ガンマ)線を放出しますので、食品を摂取することで内部被ばくをすることになります。体の中のカリウム濃度は一定になるように保たれているので、食品のカリウムからの被ばく量は体格によって決まっており、食生活による影響は受けません。

乾物は、製品の状態で分析された値であり、乾燥による濃度上昇の効果も含まれません。例えば、乾燥により重量が1/10になれば、濃度は10倍になります。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 各放射線診療の診断参考レベルと被ばく線量

		被ばく線量（およその値）		診断参考レベル		
		線量	線量の種類	IAEA ガイダンスレベル	日本放射線技師会 ガイドライン	線量の種類
検査の種類	胸部X線撮影	0.06mSv	実効線量	0.4mGy	0.3mGy	入射表面線量
	上部消化管検査 (バリウム検査)	3mSv	実効線量		直接 100mGy 間接 50mGy	入射表面線量
	CT撮影	5~30mSv	実効線量	頭部 50mGy 腹部 25mGy	頭部 65mGy 腹部 20mGy	CTDI (CT線量指標)
	核医学検査	0.5~15mSv	実効線量	放射性医薬品毎の 値	放射性医薬品毎の 値	投与放射能
	PET検査	2~10mSv	実効線量	〃	〃	〃
	乳房撮影 (マンモグラフィ)	2mGy	乳腺線量	3mGy	2mGy	乳腺線量
	歯科撮影	0.002~0.01mSv	実効線量	(なし)	(なし)	

mSv; ミリシーベルト, mGy; ミリグレイ

赤羽, Innervation, 25, 46-49, 2010

放射線検査による被ばく量は、検査の種類によって異なります。歯科撮影のように局所的にごくわずかな被ばくをするものもありますし、核医学検査やPET検査では、放射性薬剤が全身に分布するので、被ばく線量が比較的高いものがあります。

検査で用いている線量は医療機関によっても異なりますが、国際原子力機関(IAEA)や日本放射線技師会は、独自に各放射線検査における照射線量の目安を定めています。これを診断参考レベルといいます。

個々の患者ごとに、体格や病態が異なるため、用いる放射線量が大きかったり小さかったりするのですが、その医療機関の平均的な放射線量が診断参考レベルと大きくかけ離れている場合、検査方法を見直すことが推奨されています。

本資料への収録日: 2013年3月31日

## 診断で受ける放射線量

	診断部位	実効線量 (mSv)
一般X線	頭部 (直接撮影)	0.1 <sup>*1</sup>
	胸部 (直接撮影)	0.4 <sup>*1</sup>
	胃部 (バリウム)	3.3 <sup>*1</sup>
X線CT	頭部	2.4 <sup>*2</sup>
	胸部	9.1 <sup>*2</sup>
	上腹部	12.9 <sup>*2</sup>
	下腹部	10.5 <sup>*2</sup>
集団検診	胃部 (透視)	0.6 <sup>*3</sup>
	胃部 (撮影)	0.07 <sup>*3</sup>
	胸部 (撮影)	0.06 <sup>*4</sup>

\*1：丸山隆司、岩井一男、西沢かな枝、野田豊、隈元芳一；X線診断による臓器・組織線量、実効線量および集団実効線量 RADIOISOTOPES, Vol. 45, No. 12, 23-34, 1996

\*2：西沢かな枝、松本雅紀、岩井一男、丸山隆司；CT検査件数及びCT検査による集団実効線量の推定 日本医学放射線学会雑誌 64, 67-74, 2004

\*3：国民線量推定のための基礎調査(XXIII) 平成12年3月 放射線影響協会

\*4：丸山隆司；Radiat. Prot. Dosimetry, 43, 213-216, 1992

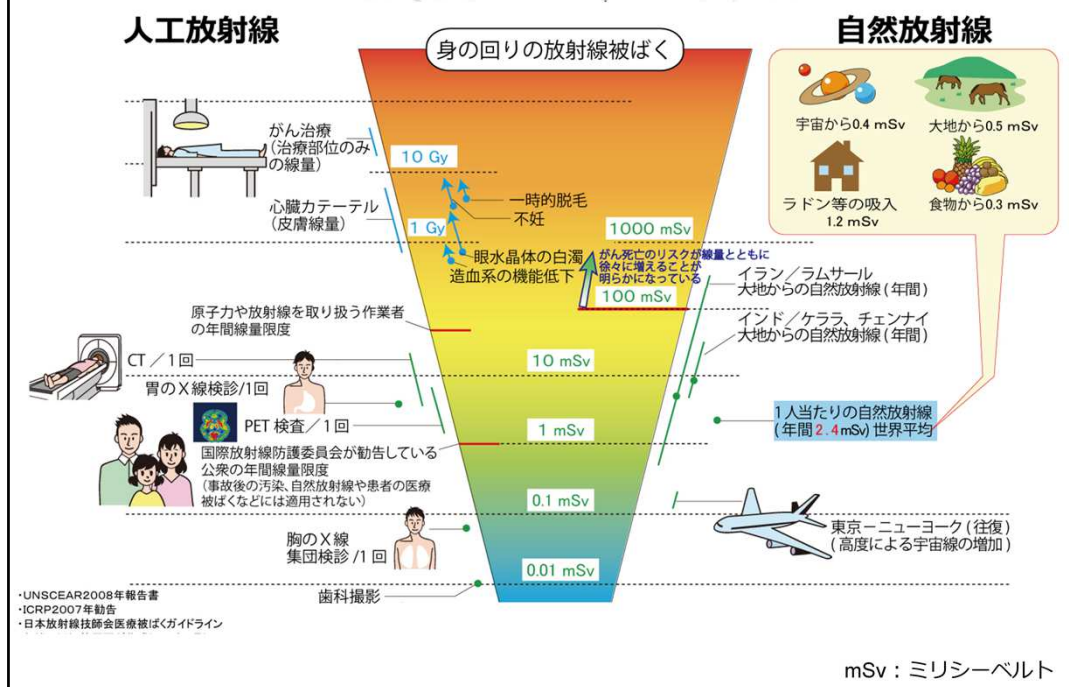
mSv：ミリシーベルト

検査1回分で受ける放射線量(代表的な値)を示します。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2014年3月31日

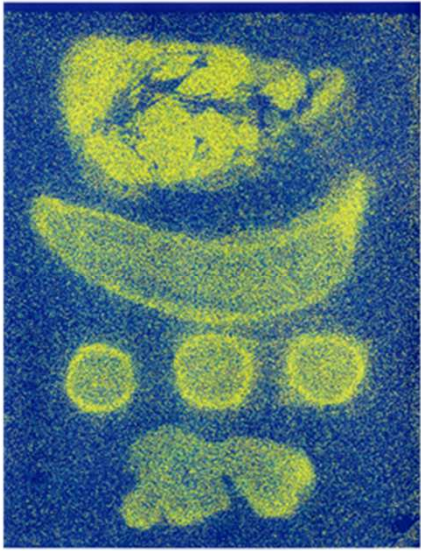
# 被ばく線量の比較 (早見図)



日常生活で受ける放射線の量を比較すると、放射線治療のような特殊のケースを除き、一回の行為当たりの線量や年間当たりの線量が、ミリシーベルト単位のものがほとんどです。

一方、人への健康影響が確認されているのは、100 ミリシーベルト以上の被ばくであると考えられています。

本資料への収録日: 2013年3月31日



### 事故前の食品中の放射能

- ・主に カリウム40のベータ線
- ・カリウム40の存在比は0.012%
- ・カリウム40の半減期は $1.26 \times 10^9$ 年

豚肉、バナナ（縦切りおよび横切り）、  
ショウガの放射能像

森, 応用物理, 97, No.6, 1998

食品中に含まれるK-40からは $\beta$ 線と $\gamma$ 線が放出されます。  
イメージングプレートを利用すると、カリウム40からの $\beta$ 線によるカリウムの分布を調べることができます。

スライドの図は、豚肉、バナナ、ショウガをイメージングプレートの上に置き、外部からの放射線を遮蔽した状態で24日間露出して得た画像です。豚肉の蛋白質の部分、バナナの皮の部分、ショウガの芽の部分などにK-40は比較的多く含まれています。豚肉の脂肪の部分にはほとんど含まれていないことがわかります。

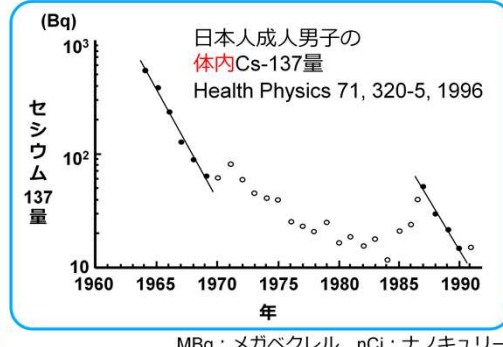
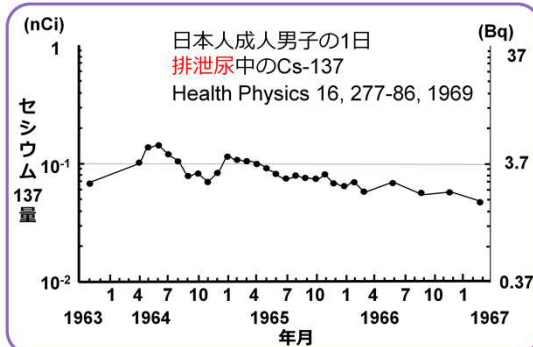
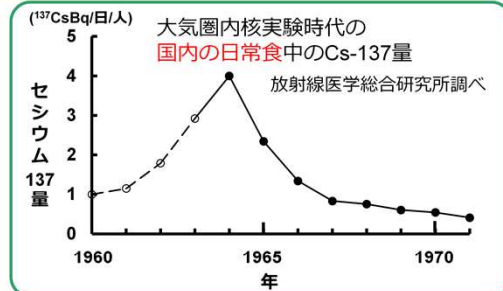
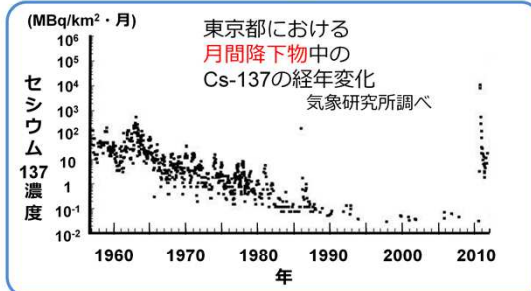
本資料への収録日: 2013年3月31日

体内放射能：体重60kg

K-40：4000 Bq (ベクレル)

C-14：2500 Bq

Rb-87：520 Bq



MBq：メガベクレル nCi：ナノキュリー

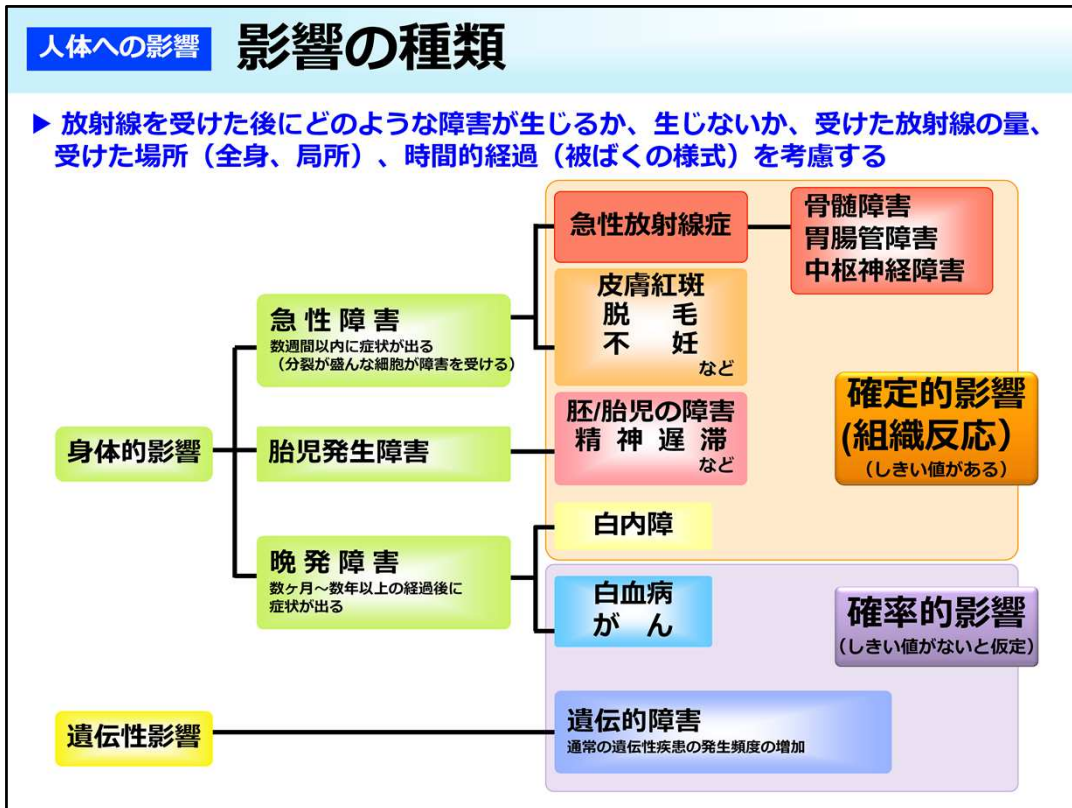
大気圏核実験が行われていた時代には大量の人工放射性核種が環境中に放出されました。これらの人工放射性核種は気流に運ばれて全世界を取り巻き、大気圏から地球表面に向けて徐々に降下してきました。このような放射性降下物をグローバルフォールアウトと呼びます。フォールアウト量は大気圏核実験が禁止される直前の1963年が最も高く、それ以降減少傾向を示しました。

食品へのセシウム移行や消費などの時間的ずれがあるため、日常食中の放射性セシウム量のピークは1964年で、その後、1967年までに急速に低下し、それ以降は比較的緩慢に減少しました。

日常食のセシウム量と連動して、尿中や体内のセシウム137の量も1964年がピークでした。またチェルノブイリ事故では、日本人の体内からもセシウムが検出されました。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2014年3月31日



確率的影響による障害と確定的影響による障害を整理してみます。  
 確定的影響は一定以上の線量を被ばくしない限り発生することはありません。そのうちの多くは、被ばく後数週間以内に現れる急性障害に分類されます。  
 確率的影響は、低い線量でも発生の可能性がゼロではないと考えられている影響で、がんや白血病、遺伝的障害が該当します。

本資料への収録日：2013年3月31日



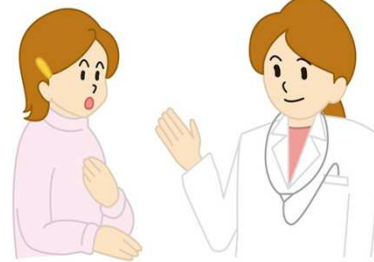
## 被ばくの形態と影響

- ◆ 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）

皮膚障害  
吐き気  
脱毛？

急性障害は  
急性被ばく  
でおこる

- ◆ 急性被ばく  
（大量の放射線を短時間に受けた）
- ◆ 慢性被ばく  
（少量ずつ長時間受けた）



人体が放射線を受けたことにより、身体に影響を及ぼすかどうかは、外部被ばくか内部被ばくか、全身被ばくか局所被ばくか、局所被ばくであるならどこに受けたのか、そしてどのくらいの量の放射線をどのくらいの期間で受けたかによって決まります。

放射線の身体的影響の種類や程度については、こうした情報が多ければ多いほど、正確に判断することができます。

本資料への収録日：2013年3月31日

## 放射線影響の分類

		潜伏期間	例	線量反応関係
影響の出現	身体的影響	数週間以内 = 急性影響 (早期影響)	急性放射線症* 急性皮膚障害	細胞死/細胞変性 で起こる 確定的影響
		数ヶ月以降 = 晩発影響	胎児の発生・ 発達異常(奇形)	
	水晶体の混濁			
	がん・白血病		突然変異で起こる 確率的影響	
遺伝性影響		遺伝性疾患		

\*主な症状としては、被ばく後数時間以内に認められる嘔吐、数日から数週間にかけて生じる下痢、血液細胞数の減少、出血、脱毛、男性の一過性不妊症などである。

放射線の人体影響は、大きく分けて、放射線を受けた本人に出る影響と子どもや孫など子孫に出る影響とがあります。

また、被ばくしてから症状が出るまでの時間による分類もあります。被ばく後比較的早く症状がでる「急性影響(早期影響)」と、数ヶ月以降に現れる「晩発影響」に分けることができます。

もう一つの分類方法は、放射線の影響が生じるメカニズムの違いによる分類です。「確定的影響」は、臓器や組織を構成する細胞が多数死亡したり、変性したりすることで起こる症状です。

たとえば、比較的多量の放射線を浴びると、数週間以内に皮膚障害を起こしたり、造血能低下により血球の数が減ったりすることがあります(急性放射線症)。また妊娠中に大量の放射線を浴びると胎児に影響が出たり、目に当たると後に白内障になることがあります。一方、がんや遺伝性影響といった障害は、細胞の遺伝子に変異することで起こる影響です。例え一つの細胞に変異が起こっただけでも将来、がんや遺伝性影響が現れる確率が増加するとの考えに基づき「確率的影響」と呼ばれています。

本資料への収録日：2013年3月31日