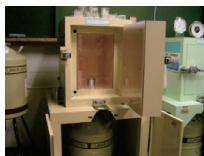


線量測定と計算

さまざまな測定機器

測定機器

ゲルマニウム
半導体検出器NaI (TI) シンチレーション式
サーベイメータGM計数管式
サーベイメータ

個人線量計

光刺激ルミネッセンス
線量計 (OSL)

蛍光ガラス線量計



電子式線量計

どのような目的で放射線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 NaI (TI) シンチレーション式検出器などを備えた γ (ガンマ) 線のエネルギーが識別できる装置を用います。ゲルマニウム半導体検出器は、主に水、食品などの汚染状況を調べる際にも用いられる装置で、放射性物質の種類ごとの量を正確に測定する際に用いられます。しかし γ 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型のサーベイメータが最も適しています。GM 計数管式サーベイメータを利用する場合は、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る必要があります。





個人線量計としては、光刺激ルミネッセンス線量計 (OSL)、蛍光ガラス線量計、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部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

：2015年3月31日

外部被ばく測定用の機器

型		目的	
GM計数管式 サーベイメータ		汚染の検出 線量率（参考 程度）	β 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
Nal (TI) 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 α 線 も測定可能）
個人線量計 （光刺激ルミネッセンス線量計 蛍光ガラス線量計 電子式線量計等）		個人線量 積算線量	大部分の線量計では線量 率を直接計れない

サーベイメータには、体表面汚染検査用と空間線量率測定用があります。GM計数管式サーベイメータは β （ベータ）線に対する感度が高く、体表面汚染検査に適しています。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ことが多いことに気をつける必要があります。

電離箱は高レベルの空間放射線量率の測定に最も適していますが、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。

NaI (TI) シンチレーション式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、事前に基準となる放射線源を備えた施設での校正が必要になるので、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

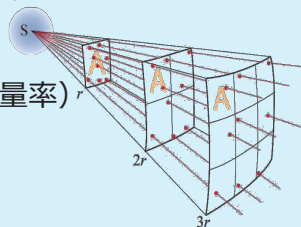
改訂日：2015年3月31日

外部被ばく線量の特徴

- 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1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。

外部被ばく線量を計算する時には、放射線の強さをあらゆるベクレルからではなく、人体が受けた放射線の量（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乗じることで被ばく量を計算することができます。

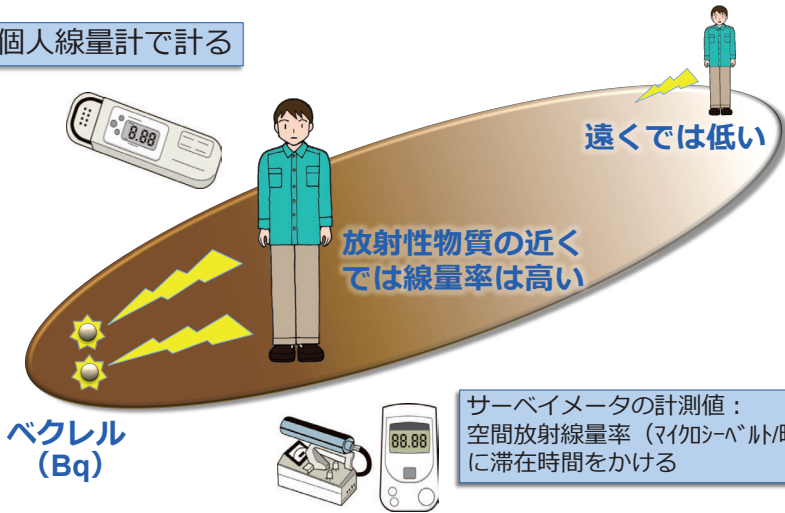
本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2015年3月31日

線量測定と計算

外部被ばく（測定）

個人線量計で計る



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 γ （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 α （アルファ）線や β （ベータ）線は体内にまでは届きませんので（21頁「透過力と人体での影響範囲」参照）、外部被ばくの線量測定としては γ 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NaI（TI）シンチレーション式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。

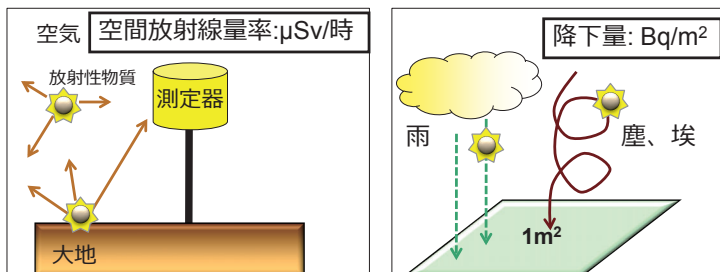
もう一つの方法は、個人線量計を装着して計測する方法です。個人線量計では、長時間に受ける放射線の積算量の計測が可能です。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2015年3月31日

環境放射能の計測

- **空間放射線量率**は空間の γ （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(Bq/m^2)



空間放射線量率というのは、空間中の γ （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 γ 線も検出していますし、大地に落ちた放射性物質からの γ 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 γ 線や宇宙からの γ 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、 γ 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必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か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。

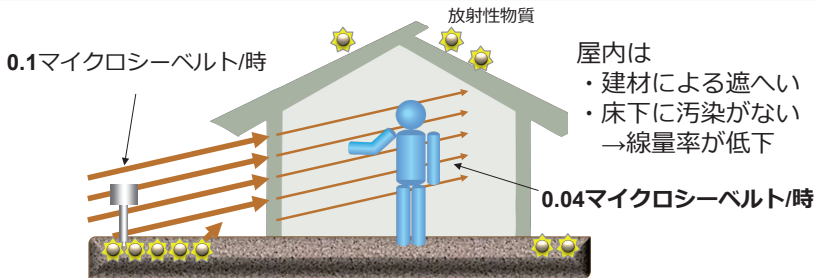
本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2014年3月31日

：2015年3月31日

線量測定と計算

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 ² の建物（3～4階建て）の1～2階	0.05
各階900m ² 以上の建物（多層）の上層	0.01

※建物から十分離れた屋外での線量を1としたときの、建物内の線量の比

出典：原子力安全委員会「原子力施設等の防災対策について」（昭和55年6月（平成22年8月一部改訂））

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、国や地方自治体などが発表している空間放射線量率を基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、建築物による遮へい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、より遮へい効果が高まり、木造家屋に比べ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

改訂日：2015年3月31日

線量測定と計算

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）：
マイクロシーベルト/時
 $0.24 - 0.04$ （仮） = 0.2

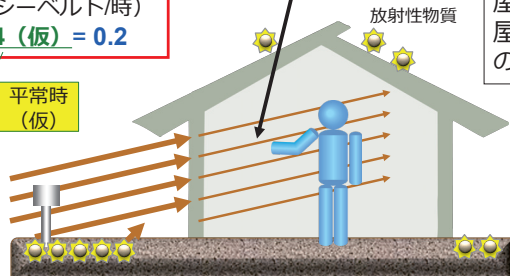
実測値
（例）

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**
の場合



0.2×8 時間（屋外の方）
+
 $0.2 \times 0.4 \times 16$ 時間（屋内の方）
（マイクロシーベルト/日）

$\times 365$ 日 $\doteq 1,100$ マイクロシーベルト/年
 $\doteq 1.1$ ミリシーベルト/年

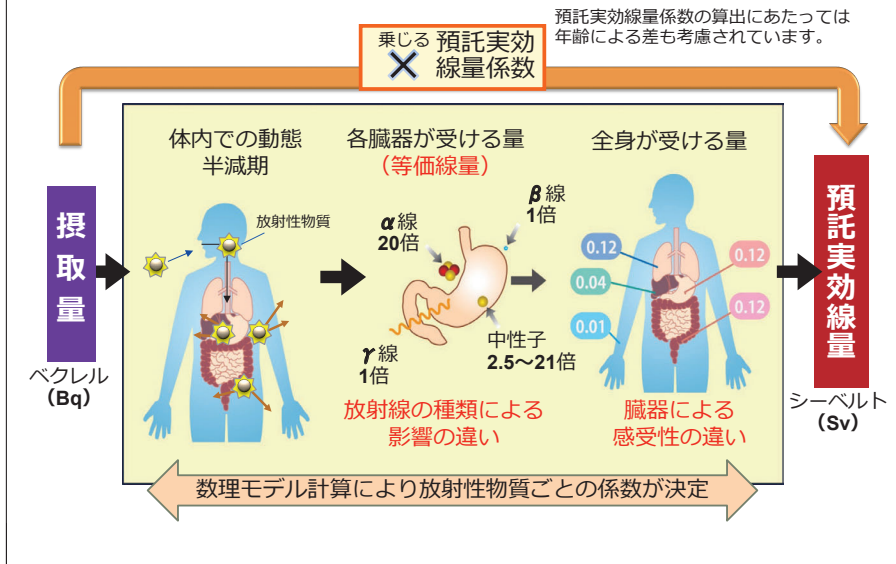
サーベイメータで計測される空間放射線量率には、自然界からの γ （ガンマ）線も含まれています。もし福島第一原発事故による放射線量のみを算出する場合は、今実測される空間放射線量率から、福島第一原発事故前の計測値（バックグラウンド値）を引き、事故による上昇分を求めます。事故前の値は、ホームページ「日本の環境放射能と放射線（<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>）」で調べることができます。

こうして屋外と屋内の空間放射線量率がわかれば、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、1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

改訂日：2015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。ただし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異なります。また呼吸により呼吸器経由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由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代謝や蓄積といった挙動が違います。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吸収線量を受けるかを求めます。次に、外部被ばくの被ばく線量計算と同様に、放射線の種類や臓器による感受性の違いを考慮します。こうして算出した内部被ばくの被ばく線量を、預託実効線量（単位はシーベルト）と呼びます。

実際には、摂取量（単位はベクレル）に預託実効線量係数を乗じることで、内部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

改訂日：2015年3月31日