

はじめに 放射線・放射能・放射性物質とは

- ランタン
(光を出す能力を持つ)

カンデラ (cd)
(光の強さの単位)



光



ルクス (lx)
(明るさの単位)

- 放射性物質 = 放射線を出す能力 (放射能) を持つ



放射線

ベクレル (Bq)
▶ 放射能の強さの単位

換算係数



シーベルト (Sv)
▶ 人が受ける放射線被ばく線量の単位

※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

放射線, 放射能, 放射性物質について整理してみます。

キャンプなどで使われるランタンは光(明かり)を出す能力があります。

その能力を「カンデラ」という単位で表します。その光を, 人は受け取り, 明るさとして感じます。その時の単位が「ルクス」です。

よく耳にするベクレルとシーベルトという放射線の単位もこの関係に似ています。

例えば, 岩石などが放射線を出すとき, この岩石を「放射性物質」と言います。

放射性物質は放射線を出しますが, その能力を「放射能」と言います。

「この岩石は放射能を持っている」とか, 「この岩石は放射線を出す」と言った表現になります。

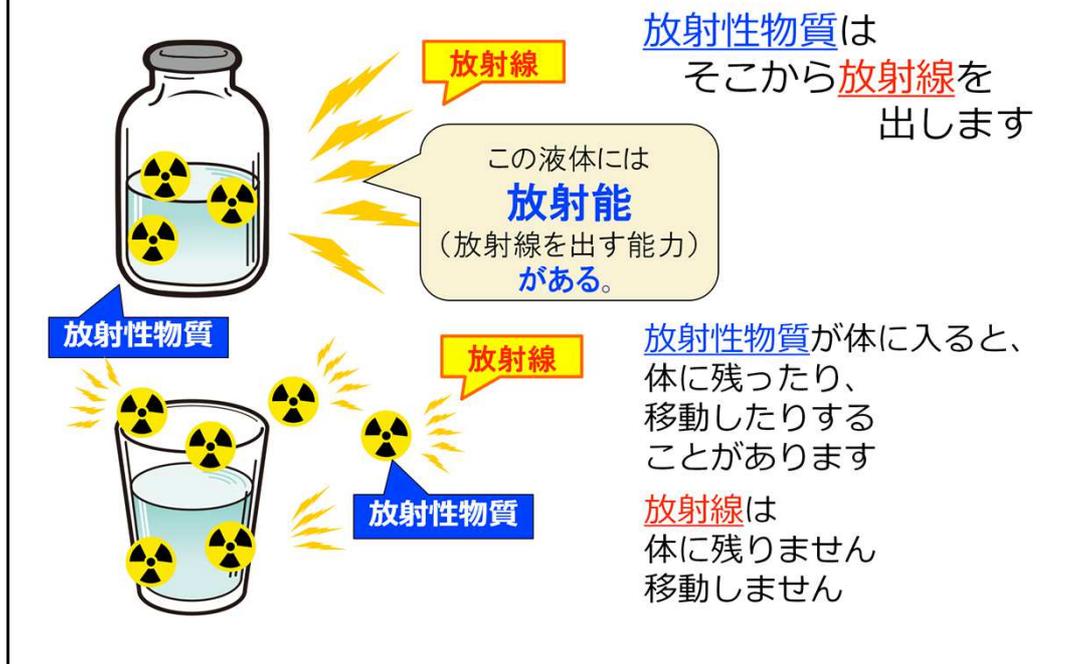
この石の持っている放射線を出す能力を「ベクレルBq」という単位で表します。その受けた放射線でどれ位の影響を受けるかを知る際に必要な放射線被ばく線量の単位として, 「シーベルト(Sv)」が使われます。

「Bq」から「Sv」を求める為には特有の換算係数があります。

放射能(ベクレルで表した数値)が大きいほど、放射性物質からたくさんの放射線が出ていることを意味しますが、被ばく量(シーベルトで表した数値)は放射性物質と被ばくする人の位置関係によって変わります。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。明るいランタンであっても、離れた所では暗いのと同じです。

本資料への収録日: 2013年3月31日

はじめに 放射線と放射性物質の違い



放射性物質とは放射線を出す物質のことです。例えば、「この水は放射性物質を含んでいる」といいます。放射能という言葉は、放射性物質と同じ意味に使われることもありますが、自然科学分野では放射線を出す能力の意味に使います。

密封された容器に放射性物質を含んだ水が入っていた場合、容器から放射線は出てきますが、放射性物質は出てきません。もしふたのない状態で放射性物質の入った水が置かれていたら、こぼれるなどして放射性物質が広がっていく可能性があります。

本資料への収録日：2013年3月31日

はじめに 放射線と放射能の単位



シーベルト (Sv)
人が受ける放射線被ばく線量の単位で、放射線影響に関係付けられる

ベクレル (Bq)
放射能の強さの単位：1秒間に1個の割合で原子核が変化する(壊変する) = 1ベクレル

放射線は見えないし、においもなく、人間が感じることはできません。しかし測ることが比較的容易という特徴があります。

最近よく見聞きする「ベクレル」や「シーベルト」は放射線に関する単位です。例えば、専用の測定器を使って土壌や食品の放射能を測れば、どんな放射性物質がどれだけ含まれているかを知ることができます。ベクレルというのはこうした放射能の強さを表す単位です。

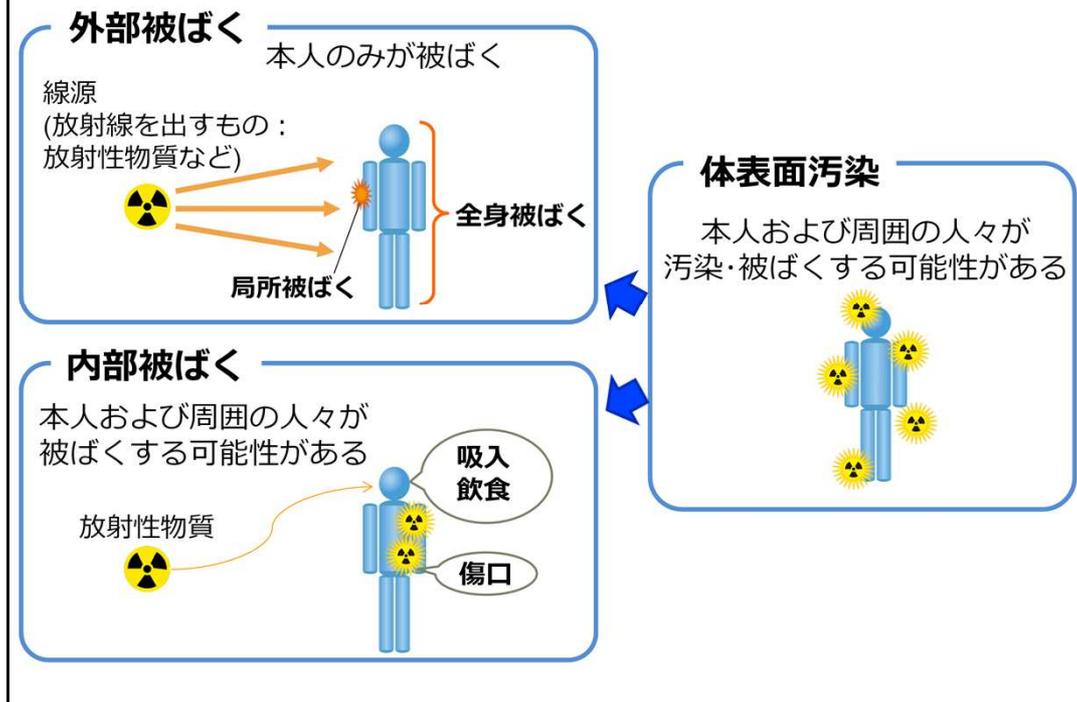
放射性物質が多くあるところはどこなのか、手で持ち運びができるサーベイメータという機械を使って特定することができます。また物質が出す放射線の強さや種類も、人間が受ける放射線の大きさも、サーベイメータで調べることができます。

さらに、さまざまな調査研究の結果から、事故の影響で受けている放射線と自然から受けている放射線のそれぞれの量や合計量も知ることができます。

このように放射線の測定が容易であることを利用し、放射線の管理や防護が考えられています。

本資料への収録日：2013年3月31日

はじめに 被ばくの種類



放射性物質から放射線を受ける事を放射線被ばくと言います。一方、放射能汚染とは、放射性物質の存在によって望まれない物(人も含めて)や場所が汚染されることです。つまり、放射能汚染は意図しない放射能の存在を示すものです。

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呼びます。

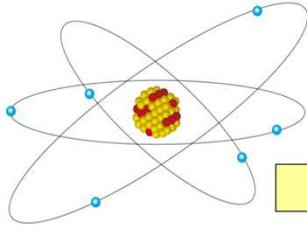
放射性物質が体の表面についた場合を体表面汚染と呼びます。

空気中に飛散した放射性物質を空気とともに吸い込んだり、汚染された飲食物を取り込んだりすると、体の中から放射線を受けることとなります。また傷口からも放射性物質が体の中に入ることがあります。この状況を内部被ばくと呼びます。

体表面汚染は外部被ばくの原因であり、鼻・口・傷口から侵入すれば体内汚染となり内部被ばくの原因にもなります。よって、汚染した本人も被ばくをしますが、周囲の人々が二次的に汚染し、被ばくする原因になります。放射線の種類によって、空気中や体の中での通りやすさが異なるため、外部被ばくと内部被ばくでは、問題になる放射線の種類(α 線:アルファ線、 β 線:ベータ線、 γ 線:ガンマ線)や放射性物質(核種)が異なります。

本資料への収録日:2013年3月31日

原子の構造と周期律



原子	原子核	陽子	●	+
		中性子	●	0
	電子	●	-	

陽子の数（原子番号）で化学的性質が決まる

元素の周期律表

		族																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
周期	1	1 H 1.008																	2 He 4.003		
	2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18		
	3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95		
	4	19 K 39.1	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.95	35 Br 79.9	36 Kr 83.8		
	5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)*	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3		
	6	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0			
	7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 アクチノイド	104 Rf (261)*	105 Db (262)*	106 Sg (263)*	107 Bh (264)*	108 Hs (265)*	109 Mt (268)*	110 Ds (269)*	111 Rg (272)*	112 Cn (277)*	113 Uut (278)*							
				72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)			
				89-103 アクチノイド	89 Ac (227)	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np (237)*	94 Pu (239)*	95 Am (243)*	96 Cm (247)*	97 Bk (247)*	98 Cf (252)*	99 Es (252)*	100 Fm (257)*	101 Md (256)*	102 No (259)*	103 Lr (260)*		

()をつけた値は、その元素の代表的な放射性同位体の質量数である (IUPAC)

文部科学省 「一家に一枚周期表第6版」

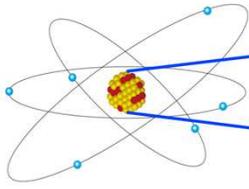
原子は原子核とその周りを回る電子から構成されています。原子核はプラスの電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子で構成されています。

原子の化学的性質は陽子の数で決まります。例えば炭素は陽子が6個の元素ですが、中性子が5個のもの、6個のもの、7個のもの、8個の炭素などが存在しています。これらの原子を区別して呼ぶ場合は、元素名のあとに質量数（陽子と中性子の合計数）を付けて、炭素11、炭素12、炭素13、炭素14と呼びます。炭素の中で、自然界で最も多いのは炭素12です。

炭素14は、窒素14に宇宙線の一つである中性子が当たり、陽子を追い出してできる、自然界に存在する放射性物質です。原子核には陽子が6個、中性子が8個ありますが、両者の数のバランスが悪く、エネルギー的に不安定な状態です。一つの中性子が陽子になると、陽子も中性子も7個ずつになって安定します。このとき、余分なエネルギーが電子として放出されます。これがβ（ベータ）線の正体です。つまり、炭素14はβ線を出すことで、陽子数が7個の窒素に戻り、エネルギー的に安定になるのです。

本資料への収録日：2013年3月31日

原子核の安定・不安定



原子核

陽子と中性子の数のバランスにより、不安定な原子核がある = 放射性の原子核

		炭素11	炭素12	炭素13	炭素14	セシウム133	セシウム134	セシウム137
原子核	陽子数	6	6	6	6	55	55	55
	中性子数	5	6	7	8	78	79	82
性質		放射性	安定	安定	放射性	安定	放射性	放射性
記載法		^{11}C	^{12}C	^{13}C	^{14}C	^{133}Cs	^{134}Cs	^{137}Cs
		$^{11}_{6}\text{C}$	$^{12}_{6}\text{C}$	$^{13}_{6}\text{C}$	$^{14}_{6}\text{C}$	$^{133}_{55}\text{Cs}$	$^{134}_{55}\text{Cs}$	$^{137}_{55}\text{Cs}$
		C-11	C-12	C-13	C-14	Cs-133	Cs-134	Cs-137

同じ原子番号(陽子数)の原子でも中性子数が異なる核種を「同位体」と言います。同位体には放射性壊変を起こして放射線を放出する「放射性同位体」と放射線を出さずに原子量も変わらない「安定同位体」があります。

放射性物質が、不安定な状態を解消するため放出する放射線には、 α (アルファ)線、 β (ベータ)線、 γ (ガンマ)線があります。 α 線と β 線の放出後には、原子の種類が変化しますが、 γ 線が放出される時には原子の種類は変わりません。どの放射線を出すかは、放射性物質の種類毎に決まっています。

セシウムは陽子の数が55個の元素ですが、中性子の数は57から96個のものまで見つかっています。そのうち安定なのは中性子の数が78個のセシウム133だけで、残りは全て放射線を出す放射性物質です。原子力発電所の事故が起こると、セシウム134やセシウム137が環境中に放出されることがあります。これらのセシウムは β 線と γ 線を放出します。

本資料への収録日: 2013年3月31日

改訂日: 2014年3月31日

さまざまな原子核

陽子数（原子番号）は同じで中性子数の異なる原子

元素	記号	陽子数	安定	放射性
水素	H	1	H-1, H-2*	H-3*
炭素	C	6	C-12, C-13	C-11, C-14, ..
カリウム	K	19	K-39, K-41	K-40, K-42, ..
ストロンチウム	Sr	38	Sr-88	Sr-89, Sr-90, ..
ヨウ素	I	53	I-127	I-125, I-131, ..
セシウム	Cs	55	Cs-133	Cs-134, Cs-137, ..
ウラン	U	92	なし	U-235, U-238, ..
プルトニウム	Pu	94	なし	Pu-238, Pu-239, ..

* : H-2は重水素、H-3は三重水素または、トリチウムと呼ばれます。

..は、その他にも放射性物質があることを意味する。青字は自然に存在する放射性物質

水素原子のほとんどは、原子核が陽子1個のH-1ですが、陽子1個と中性子1個のH-2、陽子1個と中性子2個のH-3もあります。このうち放射線を出すのはH-3だけです。

このように放射性の原子が1種類しかない元素もありますが、複数の種類の放射性の原子を持つ元素も多くあります。またウランやプルトニウムのように、原子番号の大きい原子では、放射線を出さない安定した原子核を持たないものもあります。

自然界にある放射性物質は、地球誕生の時から存在するものがほとんどですが、炭素14のように宇宙線と大気との相互作用で今でも生成されているものもあります。

本資料への収録日：2013年3月31日

放射性物質	放出される放射線	半減期
トリウム232 (Th-232) 系列	α, β, γ	141億年
ウラン238 (U-238) 系列	α, β, γ	45億年
カリウム40 (K-40)	β, γ	13億年
プルトニウム239 (Pu-239)	α, γ	24,000年
炭素14 (C-14)	β	5,730年
セシウム137 (Cs-137)	β, γ	30年
ストロンチウム90 (Sr-90)	β	29年
セシウム134 (Cs-134)	β, γ	2.1年
ヨウ素131 (I-131)	β, γ	8日
ラドン222 (Rn-222)	α, γ	3.8日

赤字は人工放射性物質

トリウム232、ウラン238、カリウム40 のように半減期が長い放射性物質は、遠い昔に宇宙で作られ、地球が誕生する時に地球に取り込まれたものです。

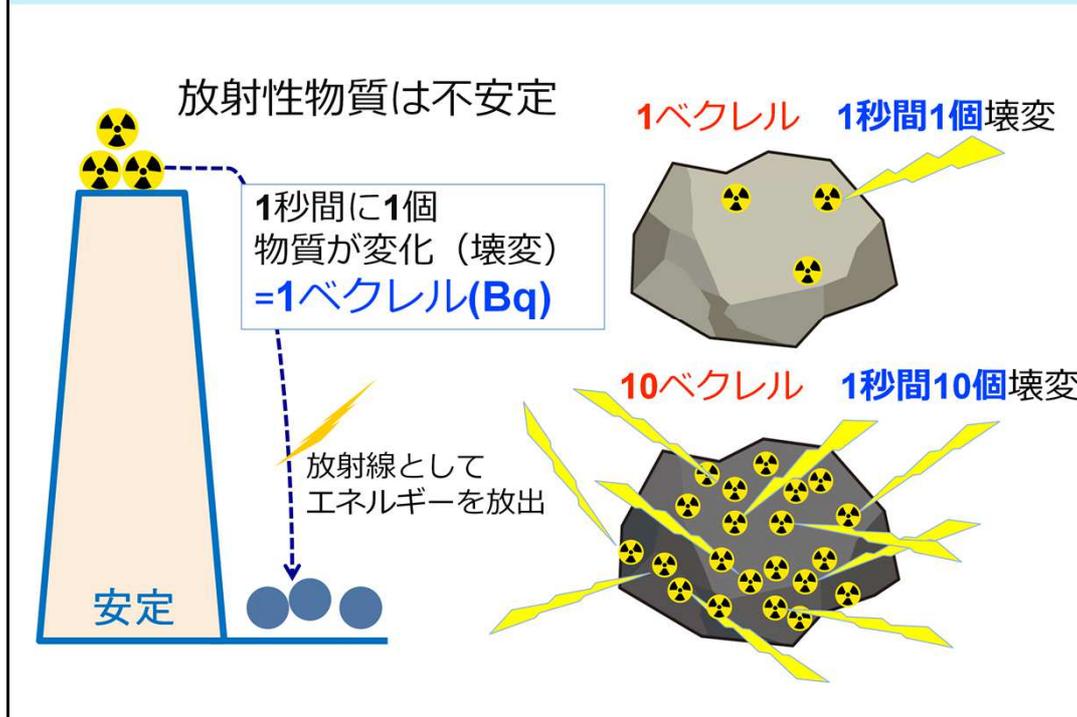
トリウム232 は鉛208 になるまでに、ウラン238 は鉛206 になるまでに、いろいろな放射性物質に形を変え、 α (アルファ) 線や β (ベータ) 線、 γ (ガンマ) 線を出します。

炭素14 も自然界にある放射性物質ですが、空気中の80%を占める窒素に宇宙線である中性子線が当たって生成されたものです。炭素14 は β 線を出し、再び窒素に戻ります。

セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、ヨウ素131、プルトニウム239 は、原子力発電所が事故を起こすと環境中に放出されることがあります。人工放射性物質の中にも、プルトニウム239 のように、半減期が極めて長いものもあります。

本資料への収録日：2013年3月31日

壊変と放射線



放射線を出す物質は、エネルギー的に不安定な状態にあります。そこで、余分なエネルギーを出して、安定な状態に変わろうとします。この時出されるエネルギーが放射線です。

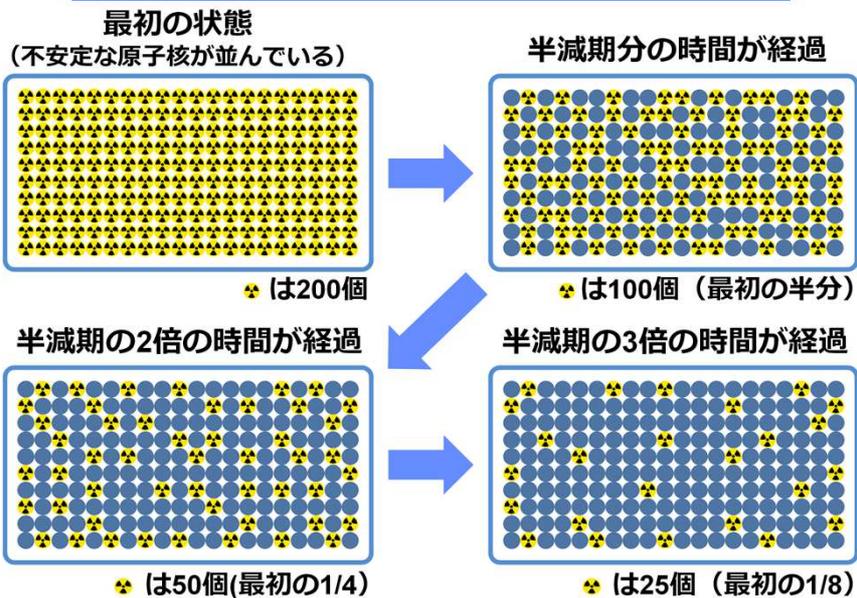
放射能の強さを定量的に表す時に、ベクレルという単位を使います。1ベクレルは「1秒間に1個原子核が変化する」量です。原子核が変化する際に放射線を出すことが多いので、ベクレルが、放射線を出す能力の単位となっています。例えば岩石の放射能が1ベクレルであった場合、岩石に含まれている放射性物質の原子核は、1秒間に1個変化することを意味します。10ベクレルであれば、1秒間に10個変化するようになります。

放射性物質の原子核が変換し、放射線を出してエネルギー的に安定になれば、もう放射線を出さなくなります。

本資料への収録日: 2013年3月31日

半減期

放射線を出す能力（放射能）の減り方



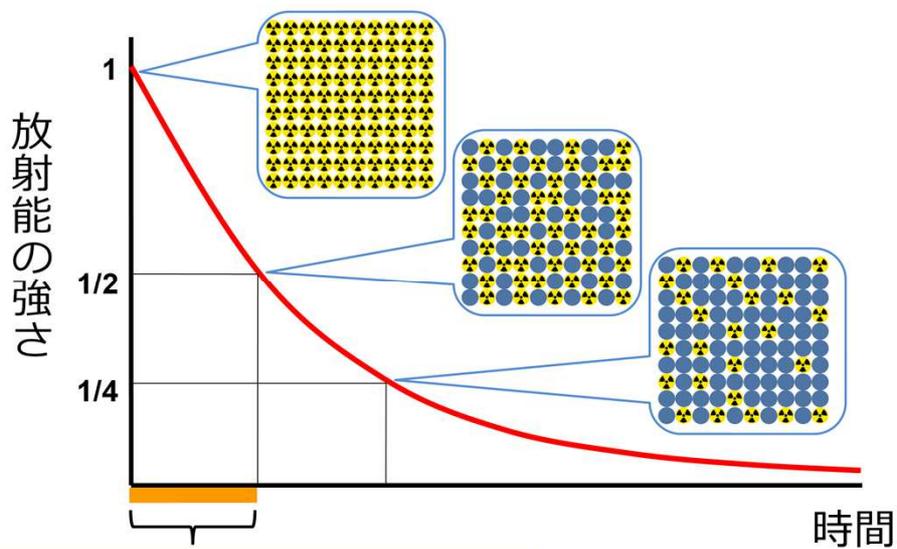
放射線を出すことでエネルギー的に安定になった物質はもう放射線は出しません。時間がたてば放射性物質の量が減り、放射能も弱まります。こうして放射能が弱まり、半分になるまでの時間のことを半減期と呼びます。放射性物質の減り方と半減期の関係を絵で見てください。

もともと200個の放射性物質があったとします。半減期分の時間が経過する間に、約100個の放射性物質は放射線を出し、別の物質に変化します。残り約100個は放射性物質のままです。

もう半減期分の時間が経過する間に約100個の放射性物質のうち約50個は放射線を出し、別の物質になります。結果的に放射性物質は約50個(元の約4分の1)までに減ります。さらにもう半減期分の時間(最初の状態から数えると半減期の3倍の時間)が経過した時点で、元の放射性物質の量は元々の約8分の1に減少します。

本資料への収録日: 2013年3月31日

半減期と放射能の減衰



放射性物質の量が半分になる時間
= (物理学的) 半減期

放射能の減り方と半減期の関係をグラフで見えます。

半減期分の時間が経過すると、放射性物質の量は元の半分になり、結果として放射能も半分になります。さらにもう半減期分の時間が経過すると、さらに放射性物質の量が半分になります。このように、半減期分の時間が経過するごとに、放射能は $1 \rightarrow 1/2 \rightarrow 1/4 \rightarrow 1/8 \rightarrow 1/16$ と減っていきます。横軸に時間経過、縦軸を放射能の強さにして、放射能の減り方をグラフに表すと、曲線(指数関数)的に減ることが分かります。例えば、ヨウ素131の半減期は8日、セシウム134の半減期は2年、セシウム137の半減期は30年です。

本資料への収録日: 2013年3月31日

長い半減期の原子核

例 宇宙の誕生と共に放射性物質が存在し、地球が生まれた時に取り込まれた放射性物質



系列 (別の放射性物質に次々に変化)

- ・ウラン238 半減期：45億年
- ・トリウム232
- ・ウラン235

非系列

- ・カリウム40 半減期：13億年
- ・ルビジウム87 等

放射線を出す原子核の中には、大変長い半減期を持つものがあります。ウラン238の半減期は大変長く45億年です。地球の年齢は約46億年といわれていますので、地球が生まれた時に存在したウラン238は今ようやく半分になったところです。

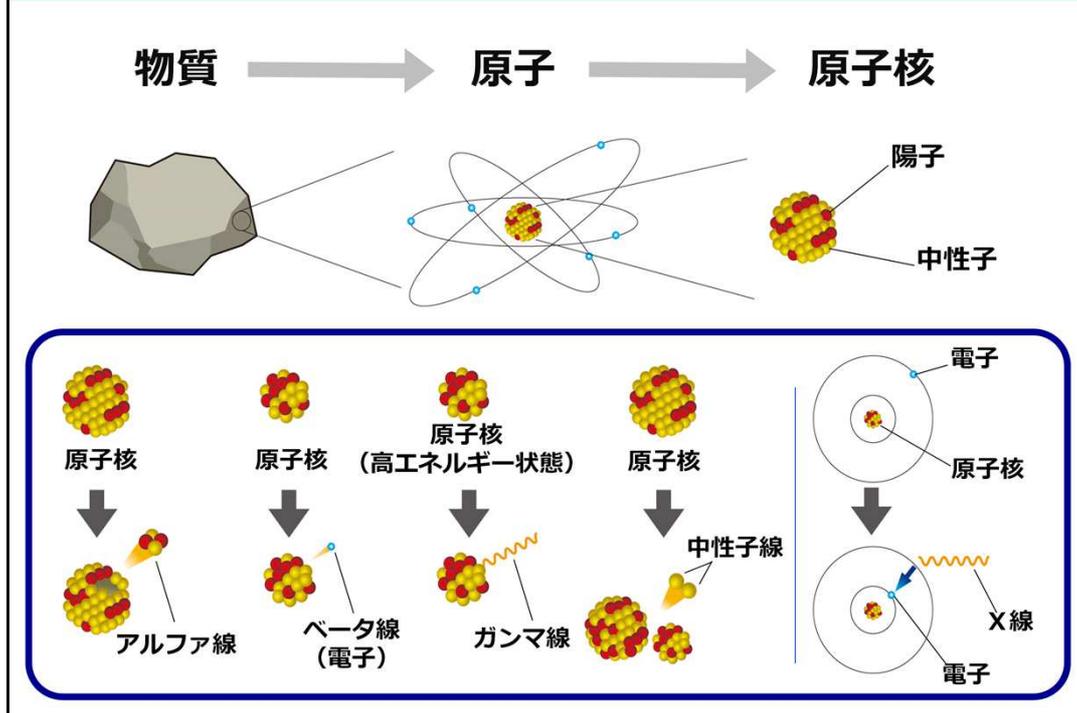
放射性物質の中には、1回放射線を出して、安定になるものもありますが、最終的に安定な物質になるまでに、いろいろな放射性物質に変化するタイプのものもあります。

ウラン238は α (アルファ)線を出してトリウム234に変わりますが、これも放射性物質です。トリウム234は β (ベータ)線を出し、やはり放射性物質のプロトアクチニウムに変化します。安定な鉛206になるまでに10数回も異なる原子に変化します。

カリウム40も、半減期が13億年と長く、地球が誕生した時に地球に取り込まれた自然起源の放射性物質です。

本資料への収録日：2013年3月31日

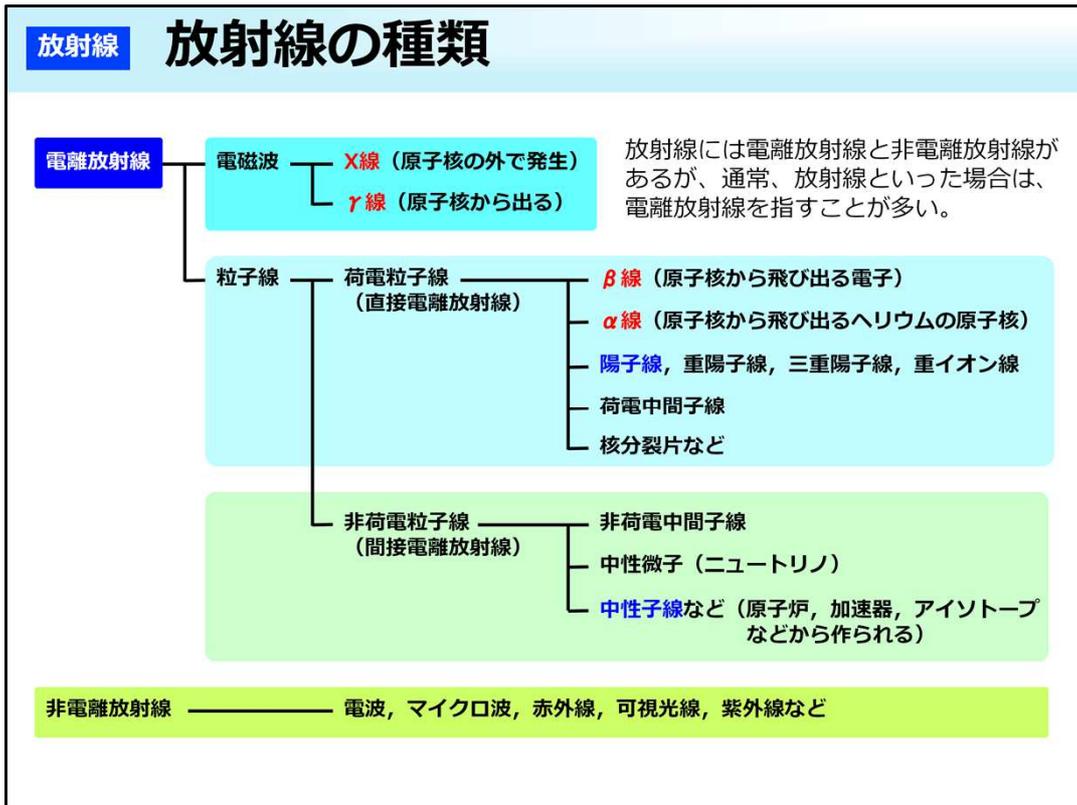
放射線はどこで生まれる？



α (アルファ)線、 β (ベータ)線、 γ (ガンマ)線という名前は、これらの放射線が発見された当時、その実体が分からないために付けられた名称です。今では、 α 線とは、陽子2個と中性子2個からなるヘリウム原子核が高速で飛び出したものであることが分かっています。また β 線は原子核から飛び出した電子です。ヘリウム原子核は、電子の7300倍の重さです。 α 線や β 線を出した直後の原子核は、通常、まだエネルギーが高く、不安定な状態なので、 γ 線を出して、より安定な状態になろうとします。しかし中には γ 線を出さないものもあります。

α 線、 β 線、 γ 線が原子核から放出されるのに対し、X線は電子が軌道を変えるときに生じる電磁波です。X線と γ 線は発生機構が異なりますが、どちらも実体は同じ電磁波です。

本資料への収録日：2013年3月31日



放射線と一般的にいった場合は、物質を構成する原子を電離(+電荷のイオンと-電荷の電子に分離)する能力を持つ粒子線と電磁波を指します。

粒子線の仲間には、α(アルファ)線、β(ベータ)線、中性子線等が含まれます。γ(ガンマ)線、X線は電磁波の一種です。電磁波でも、可視光線、赤外線、電波のように電離作用を持たないものがあり、それらを非電離放射線と呼びます。紫外線は一部に電離作用がありますが、一般的には非電離放射線に分類されます。またγ線やX線のことを「エネルギーの高い光子」と呼ぶこともあります。

本資料への収録日:2013年3月31日

改訂日:2014年3月31日

放射性物質から放出される放射線

放射線

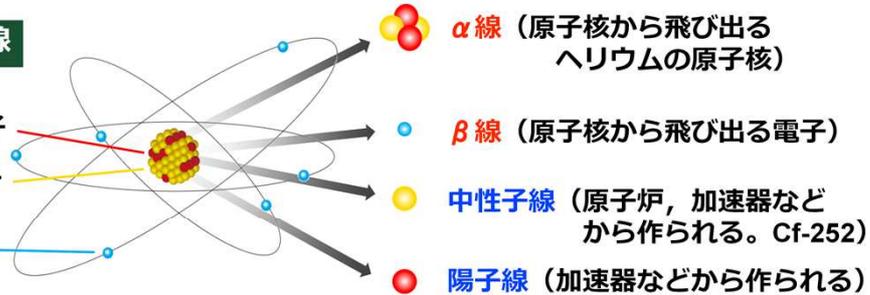
放射性物質から放出される粒子線あるいは電磁波

粒子線

陽子

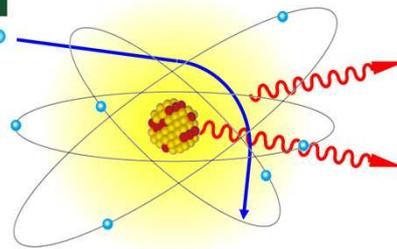
中性子

電子

 α 線 (原子核から飛び出る
ヘリウムの原子核) β 線 (原子核から飛び出る電子)中性子線 (原子炉, 加速器など
から作られる。Cf-252)

陽子線 (加速器などから作られる)

電磁波

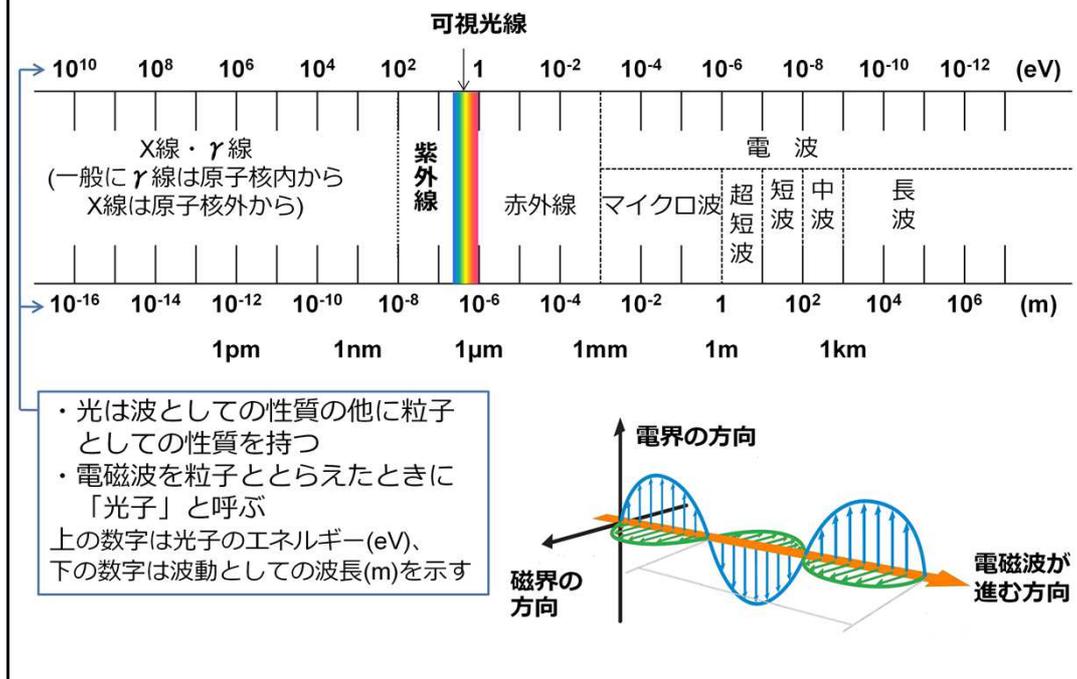
電子
(β 線)X線 (原子核の外で発生)
(電子の軌道間移動からも生成) γ 線 (原子核から出る)

粒子線の仲間には、 α (アルファ) 線、 β (ベータ) 線、中性子線等が含まれます。
 α 線とは、陽子2個と中性子2個からなるヘリウム原子核が高速で飛び出したもの、 β 線は原子核から飛び出した電子です。そのほかに中性子線や陽子線も粒子線の仲間です。

ガンマ線とX線は電磁波の仲間です。 γ 線が原子核から放出されるのに対し、X線は電子が軌道を変えるときに生じる電磁波です。

本資料への収録日: 2013年3月31日

電磁波の仲間



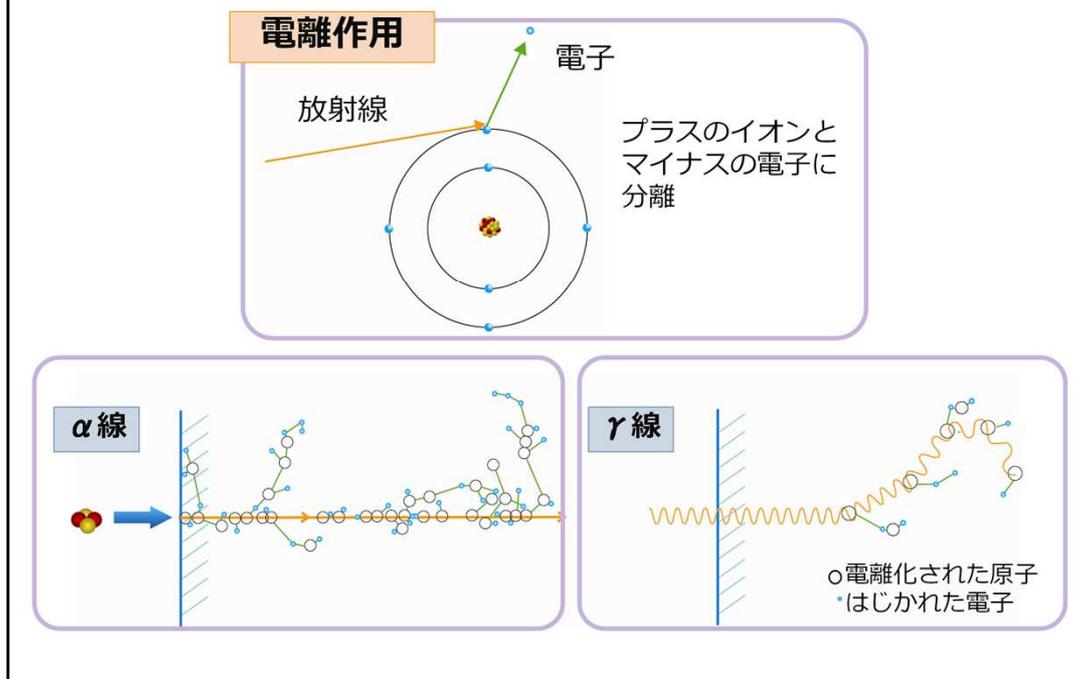
電磁波とは、電界(電場)と磁界(磁場)が相互に作用しながら空間を伝播する波のことです。波長が短くなる(周波数が高くなる)ほど、電磁波のエネルギーは高くなります。また放射線のエネルギーはエレクトロンボルト(eV)で表されます。1eV は 1.6×10^{-19} ジュール(J)です。

X線とγ(ガンマ)線は、発生機構の違いはありますが、どちらもエネルギーの高い電磁波です。

なお、よく電磁波を波型に表すことがありますが、電磁波もまっすぐ進みます。決してうねうねと飛ぶものではありません。

本資料への収録日:2013年3月31日

放射線の電離作用



放射線が物質中を通過する場合、持っているエネルギーにより、原子が持つ軌道電子をはじき出して、陽電荷を帯びた状態の原子（または陽イオンの分子）と自由な電子とに分離します。これを電離作用といいます。

電離放射線の中には、直接物質を電離するものと、間接的に電離するものがあります。

α （アルファ）線、 β （ベータ）線等の電気を持った粒子線は、物質を直接電離します。特に α 線は、 β 線等の数百倍の密度の電離を引き起こします。

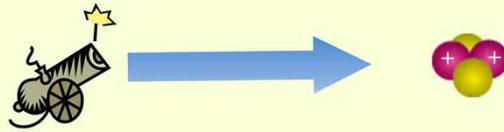
γ （ガンマ）線、X線は、物質との相互作用によって発生した二次電子によって、物質を間接的に電離します。

本資料への収録日：2013年3月31日

エネルギーの強さ

- α 線

- 陽子2個 + 中性子2個
- ヘリウム (He) の原子核
- 荷電粒子(2+)



- β 線

- 電子(あるいは陽電子)
- 荷電粒子(-あるいは+)



- γ 線・X線

- 電磁波 (光子)



- 中性子線

- 中性子
- 非荷電粒子



α (アルファ) 線は、皮膚の角質層(皮膚表面の死んだ細胞の層)を透過できないため、外部被ばくは問題になりません。しかし、内部被ばくの場合は、組織内で高密度な電離を起こし、狭い範囲に集中的にエネルギーを与えます。そのため、DNA に大きな損傷を与え、強い生物効果を引き起こします。

β (ベータ) 線は α 線同様、通ったところの物質に直接電離を引き起こしますが、電離の密度は低く、生物に及ぼす影響力は α 線ほど強くありません。体外からの被ばくでは、皮膚や皮下組織に影響を与える可能性があります。

γ (ガンマ) 線・X線は透過力が強く、深部の臓器・組織にまで到達しますが、やはり電離密度は高くありません。生物への影響力は β 線と同程度です。

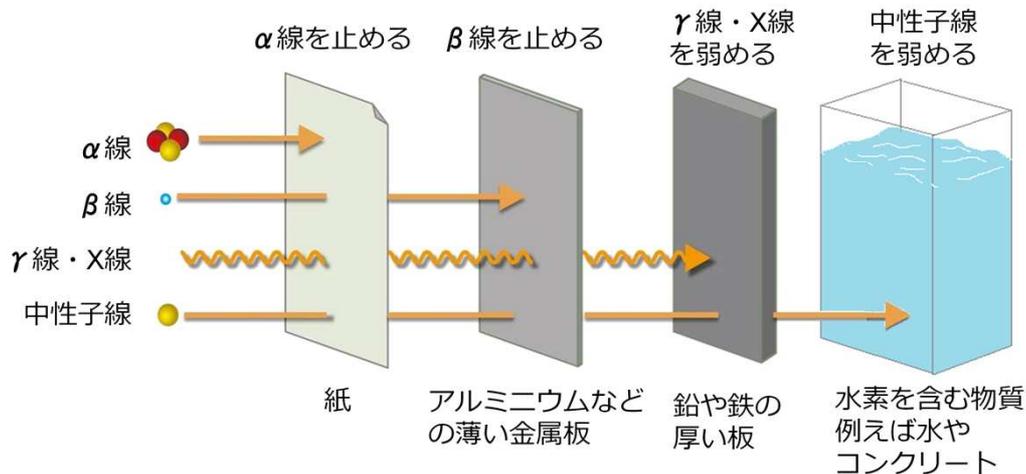
中性子と陽子は質量がほぼ同じであるため、中性子線は、陽子(水素の原子核)と衝突すると効率よく止まります。人体は水分を多く含んでいるため、中性子は水分子を構成する水素の原子核とぶつかりながら、エネルギーを失っていきます。

本資料への収録日: 2013年3月31日

改訂日: 2014年3月31日

放射線の透過力

放射線は、いろいろな物質でさえぎることができる



電荷を持つ粒子や電磁波は、電磁力で物質と相互作用し、エネルギーを失った結果、透過力が下がり、最終的には止まります。

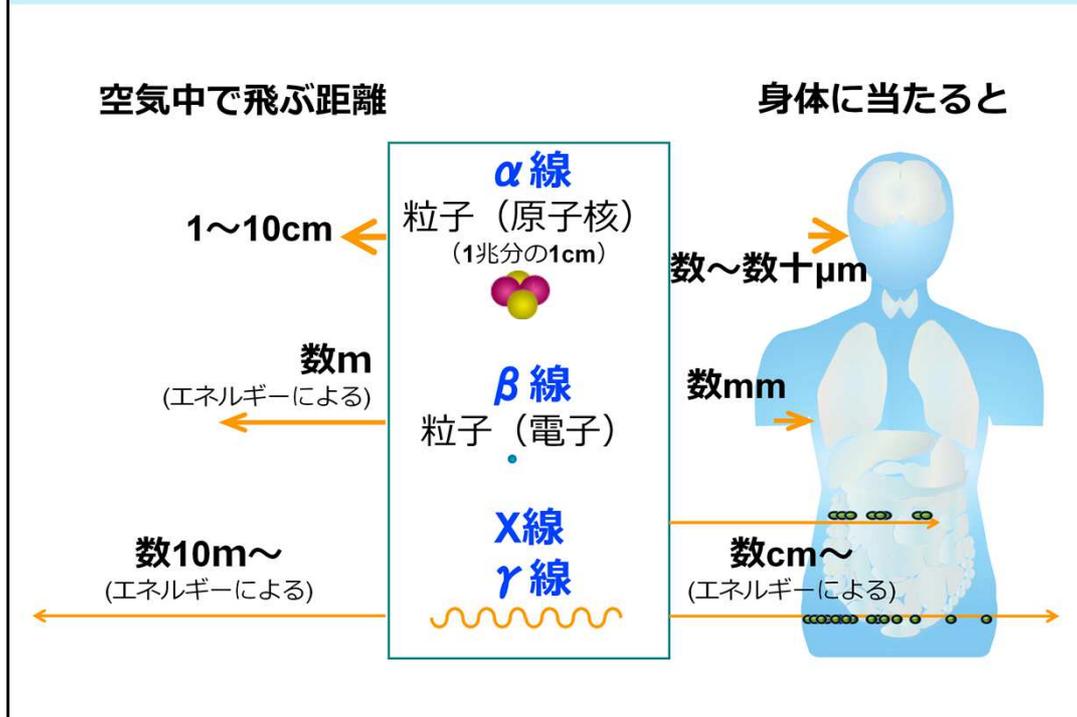
α (アルファ) 線は電離密度が高いので空気中で数cmしか飛ばず、紙1枚で止めることができます。β (ベータ) 線は、エネルギーによりますが、大体空気中で数m、プラスチック1cm、アルミ板2-3mm程度で止まります。γ (ガンマ) 線・X線はα線やβ線よりも透過力が高く、これもエネルギーにもよりますが、空気中を数10 mから数100 mまで透過することもあります。

X線やγ線と中性子の遮蔽は質的に異なります。電荷を持たない中性子は、物質を構成する粒子と直接衝突することで運動エネルギーを失い、止まります。中性子の運動エネルギーを奪うためには、陽子(水素の原子核)と衝突させることが最も効果的です。

本資料への収録日: 2013年3月31日

改訂日: 2014年3月31日

放射線の体内での透過力



放射線の種類によって、空気中や人体中の通りやすさが違います。そのため、外部被ばくと内部被ばくでは、問題となる放射線(α線;アルファ線、β線;ベータ線、γ線;ガンマ線)や放射性物質(核種)が異なります。

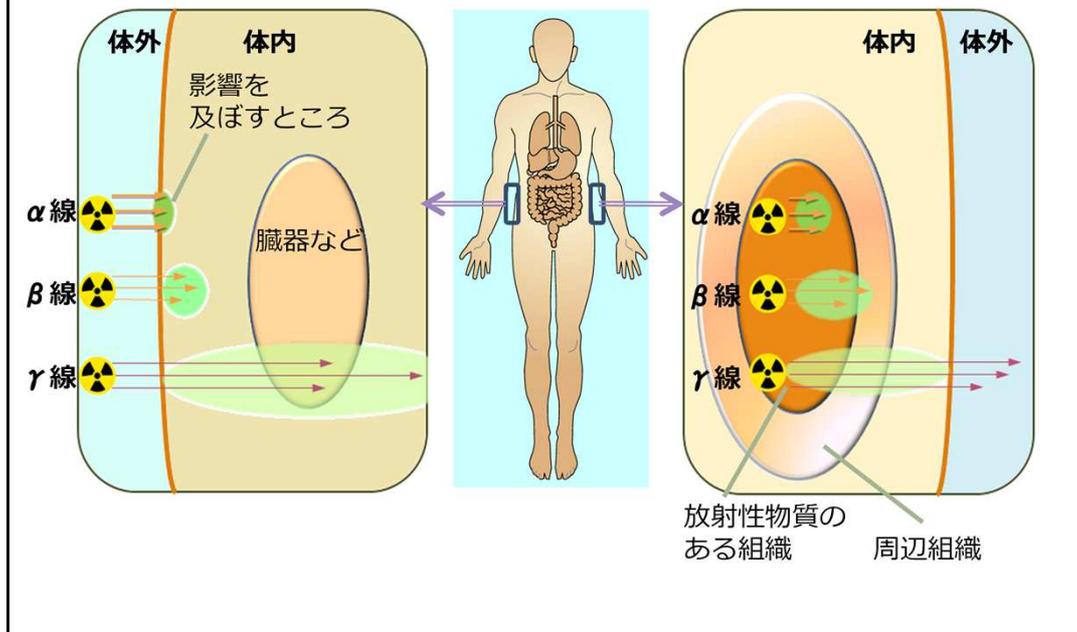
α線は空気中を数cm程度しか飛ぶことができず、紙一枚で止めることができます。外部被ばくに関しては、皮膚表面の死んだ細胞の層(角質層)より深く到達しないので、影響が現れることはありません。しかし、体内に入った場合には、近傍にある細胞に集中的にエネルギーを与えます。

β線が空気中で飛ぶ距離は数mなので、線源が体から離れたところにある分には、β線はほとんど被ばくに寄与しません。体表面についた場合は皮膚と皮下組織に、体内に入った場合は、周囲数mmの範囲にエネルギーを与えます。

γ線・X線は透過力が強く、空気中を数十メートル以上先まで飛びます。体に当たった場合は、体の奥深くまで到達し、通り抜けてしまうこともあります。この通り道にエネルギーを与えます。レントゲン検査では、X線が通り抜けやすい部分(肺など)は黒く映り、通り抜けにくい部分(骨など)は白く映ります。

本資料への収録日:2013年3月31日

透過力と人体での影響範囲



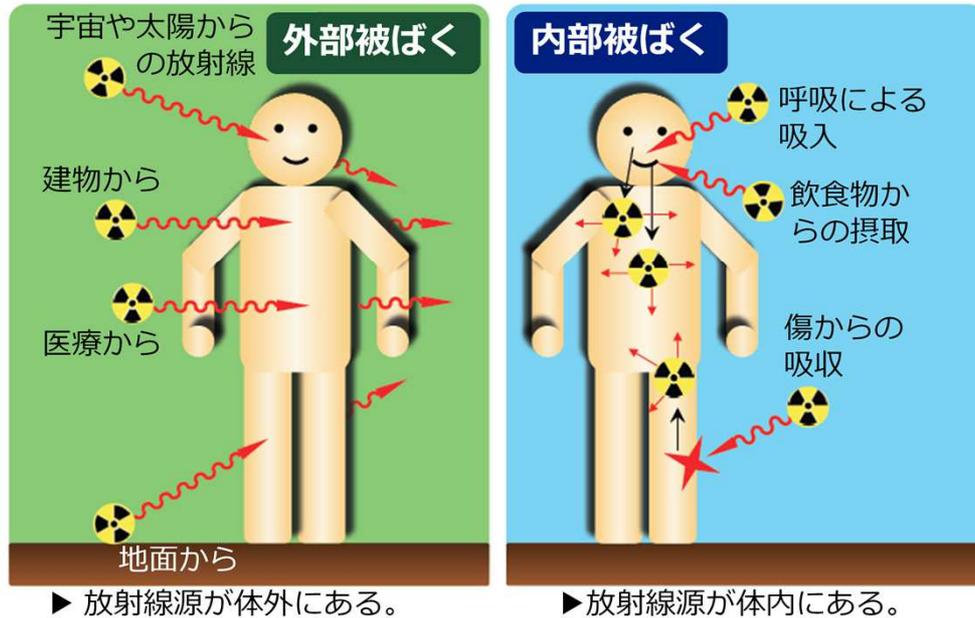
外部からの α （アルファ）線に被ばくした場合、体表の角質層で止まってしまいます（透過距離はおよそ数十 μm です）から、影響が現れることはありません。 β （ベータ）線は皮膚を通過します（透過距離はおよそ数 mm です）から、線量が相当高い場合は熱傷（やけど）のような症状を引き起こしますが、体の奥深くまで届くことはありません。 γ （ガンマ）線は体の奥の重要な臓器まで到達します。こうしたことから、外部被ばくで問題になるのは、主に γ 線であり、また γ 線を放出する放射性物質です。

一方、内部被ばくでは、 α 線、 β 線、 γ 線を出す全ての放射性物質が体内の細胞に影響を及ぼす可能性があります。 α 線の影響はその飛程距離から考えても、放射性物質が存在する組織内に限定されますが、生物への影響力が強く、内部被ばくに関しては特に気をつける必要があります。 γ 線の場合は、飛程距離が長いため、人体全体に影響が及ぶ可能性があります。

なお、内部被ばくの場合、放射性物質の放射線の影響に加えて、化学的な金属毒性などが問題になる場合があります。

本資料への収録日：2013年3月31日

外部被ばくと内部被ばく



放射線を体に浴びてしまうことを「放射線被ばく」と言います。

放射線被ばくには「外部被ばく」と「内部被ばく」の2種類があります。

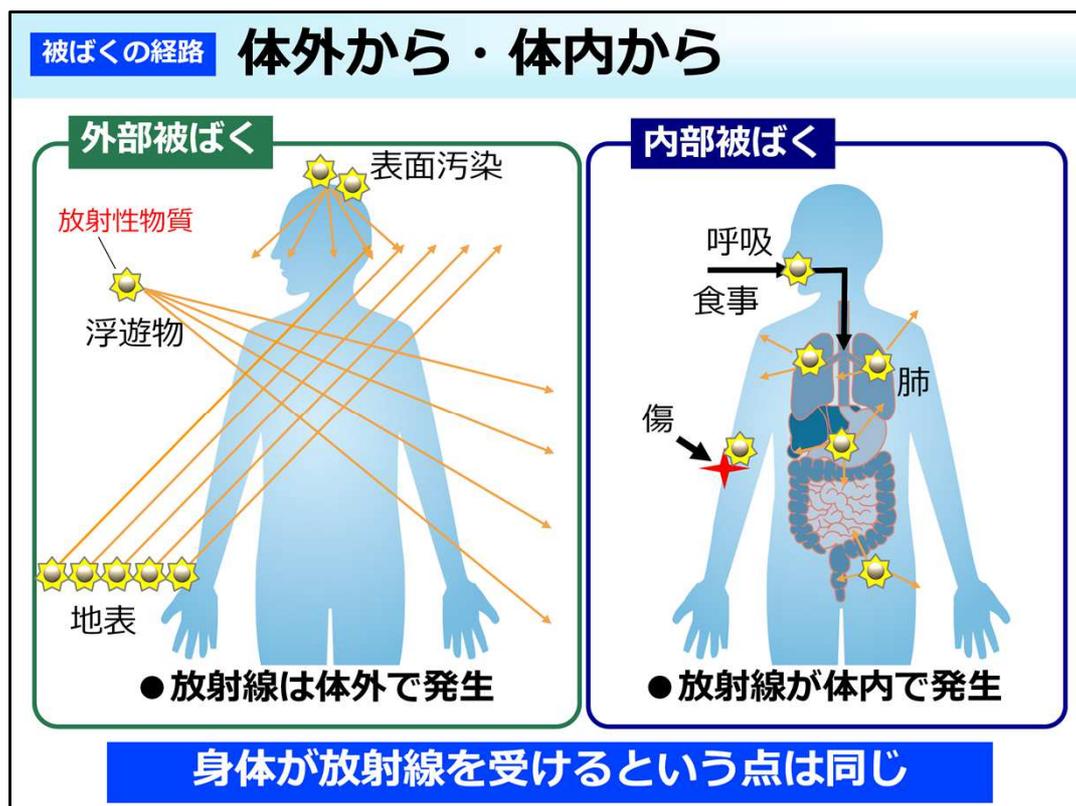
体の外に放射線源(放射線源あるいは単に線源と言います)があって、そこから被ばくすることを「外部被ばく」と言います。

一方、放射線の物質が体の内に入ってしまった場合、体の中に放射線の線源があるので、中から被ばくすることになります。

これを「内部被ばく」と言います。

本資料への収録日：2013年3月31日

改訂日：2014年3月31日



地表にある放射性物質や空気中に浮遊する放射性物質、あるいは衣服や体表面についた放射性物質などから放射線を受けるのが外部被ばくです。

一方、内部被ばくは、①呼吸により空気中の放射性物質を体内に吸い込んだ場合、②食事により飲食物中の放射性物質を体内に取り込んだ場合、③傷口から放射性物質を体内に取り込んだ場合に起こります。いったん放射性物質が体内に入ると、排泄物と一緒に体外に排泄されるか、時間の経過とともに放射能が弱まるまで、人体は放射線を受けることになります。

外部被ばくと内部被ばくの違いは、放射線を発するものが体外にあるか、体内にあるかの違いであり、体が放射線を受けるという点では同じです。

本資料への収録日：2013年3月31日

さまざまな被ばく形態

外部被ばく

- ・全身被ばく
- ・局所被ばく（例：レントゲン写真や部分的な体表汚染による被ばく）



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、どこに、どれだけ受けたかによって異なります。

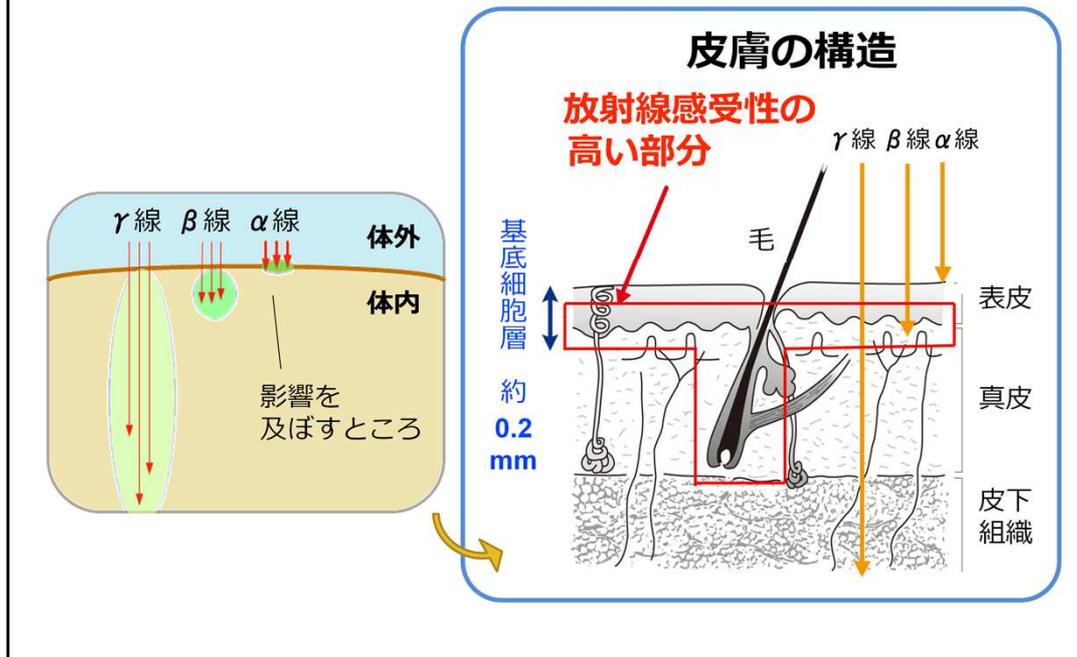
全身に放射線を受けることを全身被ばく、部分的に受ける場合を局所被ばくと呼びます。

全身被ばくでは全ての臓器・組織で放射線の影響が現れる可能性があります。局所被ばくでは、原則として被ばくした臓器・組織のみに影響が現れます。被ばくした部位に免疫系や内分泌系の器官が含まれる場合には、離れた臓器・組織に間接的に影響が現れることはあり得ますが、基本的には被ばくした臓器・組織の影響が問題となります。

また、臓器によって放射線の影響が異なります。そこで局所被ばくの場合、被ばくした箇所に放射線感受性の高い臓器が含まれているかどうかで、影響の生じ方が大きく異なります。

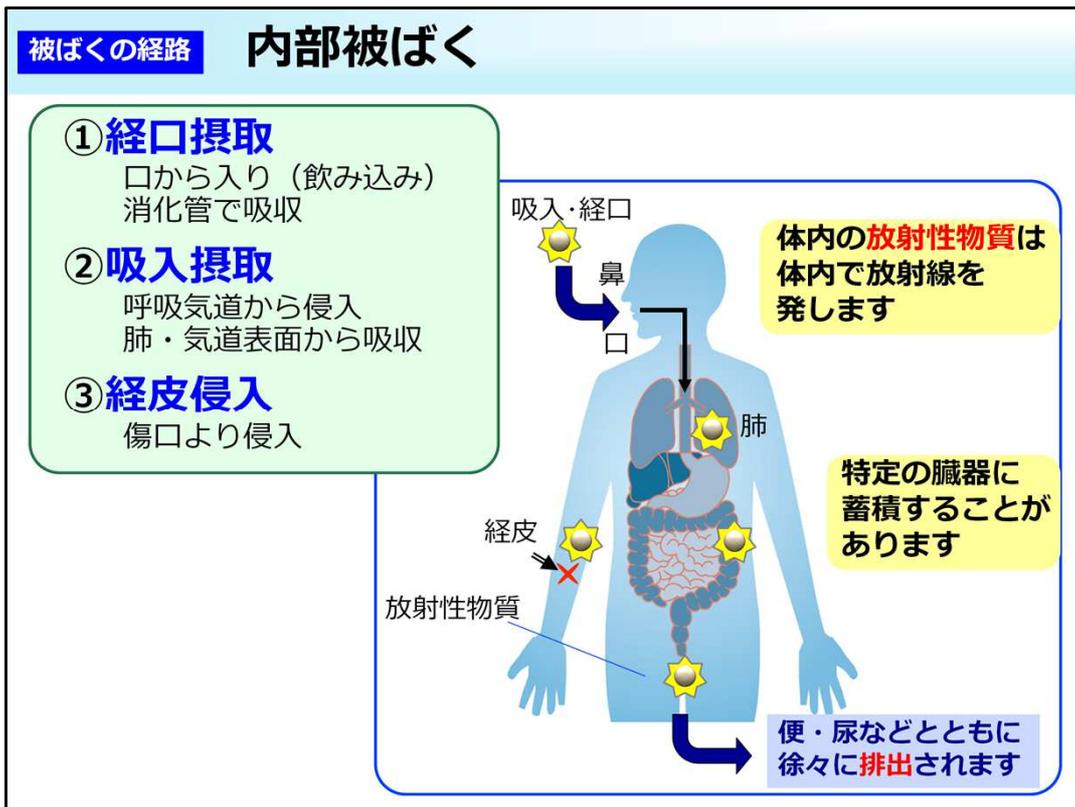
内部被ばくの場合、放射性物質の蓄積しやすい臓器や組織では被ばく線量が高くなります。この蓄積しやすい臓器・組織の放射線感受性が高い場合、放射線による影響が出る可能性が高くなります。チェルノブイリ事故の後、ベラルーシやロシアでは、子どもの甲状腺がんの発症が増加しましたが、この原因は、放射性ヨウ素が甲状腺に蓄積しやすいこと、子どもの甲状腺が大人より放射線感受性が高いことの両方によります。

本資料への収録日：2013年3月31日



外部被ばくでは、透過力の弱い α （アルファ）線は表皮で止まってしまうので影響を及ぼすことはありませんが、 β （ベータ）線を出す放射性物質が大量に体表面に付着し、長く放置された場合は、皮膚の放射線感受性の高い基底細胞層や毛根細胞に影響を及ぼすことがあります。こうした被ばくは大変まれで、外部被ばくで問題になるのは、主に γ （ガンマ）線を出す放射性物質です。

本資料への収録日：2013年3月31日



内部被ばくには、放射性物質が食べ物と一緒に取り込まれる、呼吸とともに取り込まれる、傷口から体内に入るといった、3つの経路があります。

体に取り込まれた放射性物質は体内で放射線を出します。放射性物質の種類によっては、特定の臓器に蓄積することがあります。

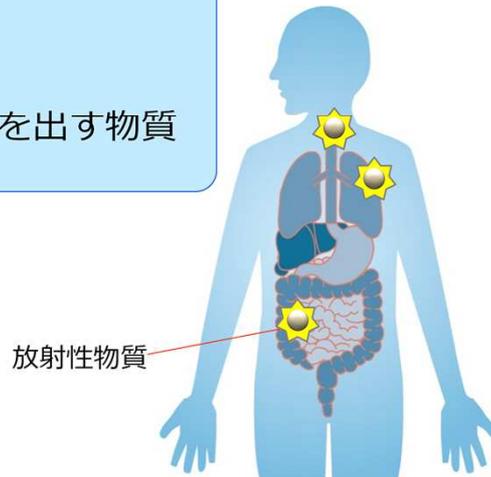
これは放射性物質の化学的性質によるところが大きく、ストロンチウムはカルシウムに似た性質を持っているので、体内に入ると、骨などカルシウムのあるところに蓄積する性質を持っています。セシウムはカリウムに似た性質を持っているので、カリウム同様にセシウムも全身に分布します。

また甲状腺ホルモンの材料にヨウ素が使われるため、放射性ヨウ素も安定ヨウ素も、甲状腺に蓄積する性質があります。

本資料への収録日：2013年3月31日

内部被ばくで特に問題となる放射性物質

- ①取り込まれやすく、排泄されにくい
- ②特定の組織に蓄積しやすい
- ③ α 線を出す物質 > β 線や γ 線を出す物質



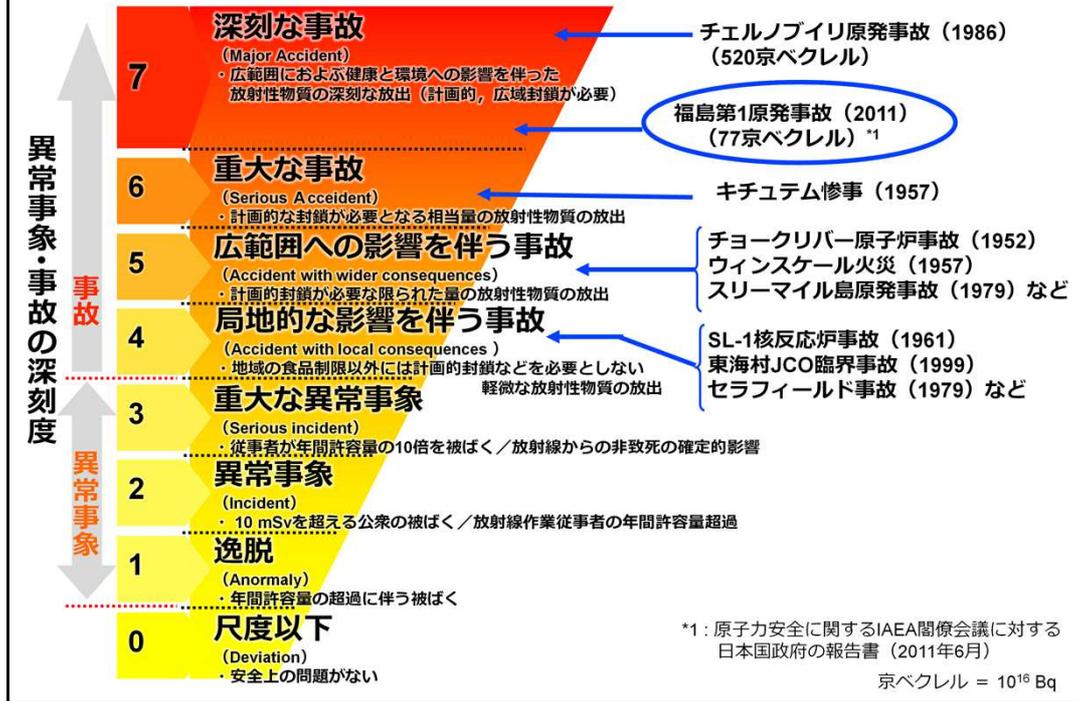
内部被ばくで特に問題になるのは、半減期が長く、 α （アルファ）線を出す放射性物質です。体内での挙動でいうと、取り込まれやすく排泄されにくい物質や、特定の組織に蓄積しやすい物質も、内部被ばくの線量が高くなります。

例えばプルトニウムは、消化管では吸収されにくいので食べ物を介しての体内取り込みはさほどではありませんが、呼吸とともに肺から取り込まれます。その後、骨や肝臓に沈着します。プルトニウムはこうした器官内で α 線を出すため、肺がん・白血病・骨腫瘍・肝がんを引き起こす可能性があります。

一方、放射性セシウムは、カリウムと似た性質のため、体内に取り込まれやすいのですが、同時に排泄されやすい性質も持っています。特定の組織には蓄積せず、脂肪細胞を除く全ての細胞に取り込まれます。大人の場合、取り込まれた放射性セシウムの量が半分になるのに約100日かかるといわれています。

本資料への収録日：2013年3月31日

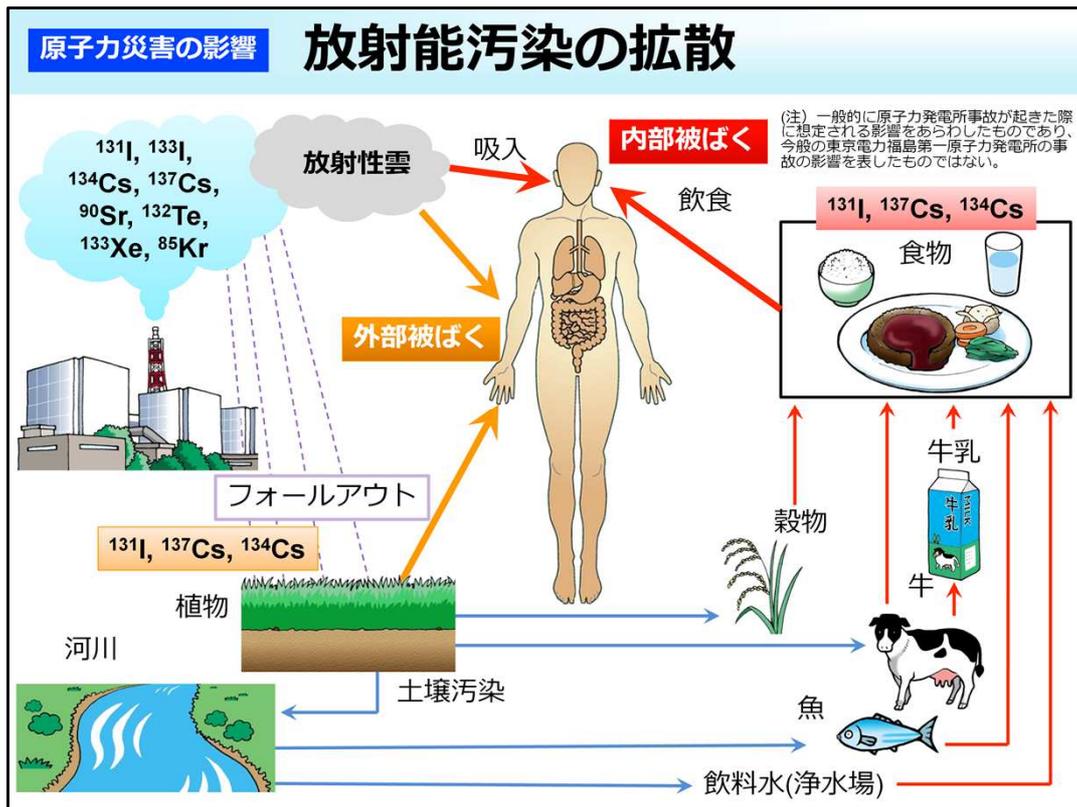
国際原子力事象評価



原子力の異常事象や事故は、その深刻度に応じて7つのカテゴリーに分類されます。福島原発事故はその放射性物質の放出量から最も深刻な事故であることを示すレベル7と判断されています。

本資料への収録日: 2013年3月31日

改訂日: 2014年3月31日



原子力施設で緊急事態が発生し、気体状の放射性物質が漏れると、放射性雲(プルーム)と呼ばれる状態で大気中を流れていきます。

放射性雲には放射性希ガスや、放射性ヨウ素およびセシウム137やプルトニウムのような粒子状物質が含まれることがあります。

放射性希ガスは、地面に沈着せず、呼吸により体内に取り込まれても体内に留まることはありません。

しかし、放射性雲が上空を通過中に、この中の放射性物質から出される放射線を人は受けます。

これを「外部被ばく」といいます。放射性ヨウ素や放射線セシウムは、放射性雲が通過する間に地表面などに沈着します。このため、通過後も沈着した放射性物質からの外部被ばくがあります。

また、放射性雲の通過中の放射性物質を直接吸入すること及び放射性物質の沈着により汚染した飲料水や食物を摂取することによっても放射性物質を体内に取り込むことになります。

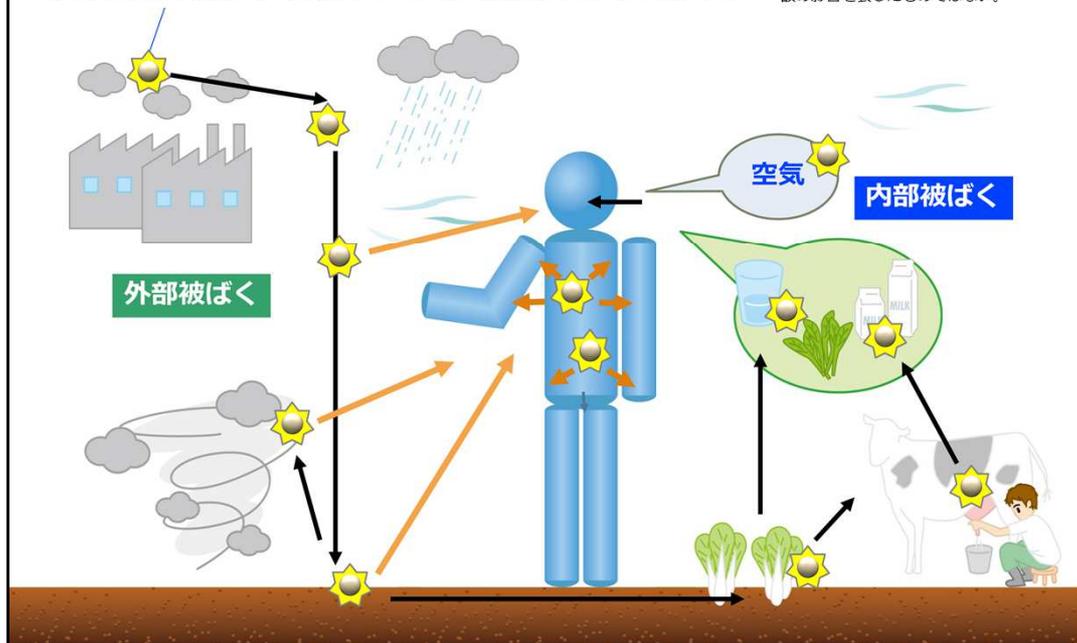
体内に取り込んだ放射性物質から放射線を受けることを「内部被ばく」といいます。

本資料への収録日: 2013年3月31日

原子炉事故による影響

放射性物質（放射性ヨウ素、放射性セシウムなど）

(注) 一般的に原子力発電所事故が起きた際に想定される影響をあらわしたものであり、今般の東京電力福島第一原子力発電所の事故の影響を表したものではありません。



原子力発電所が事故を起こすと大量の放射性物質が原子炉から漏れ出ます。放射性ヨウ素や放射性セシウムなどがその代表です。

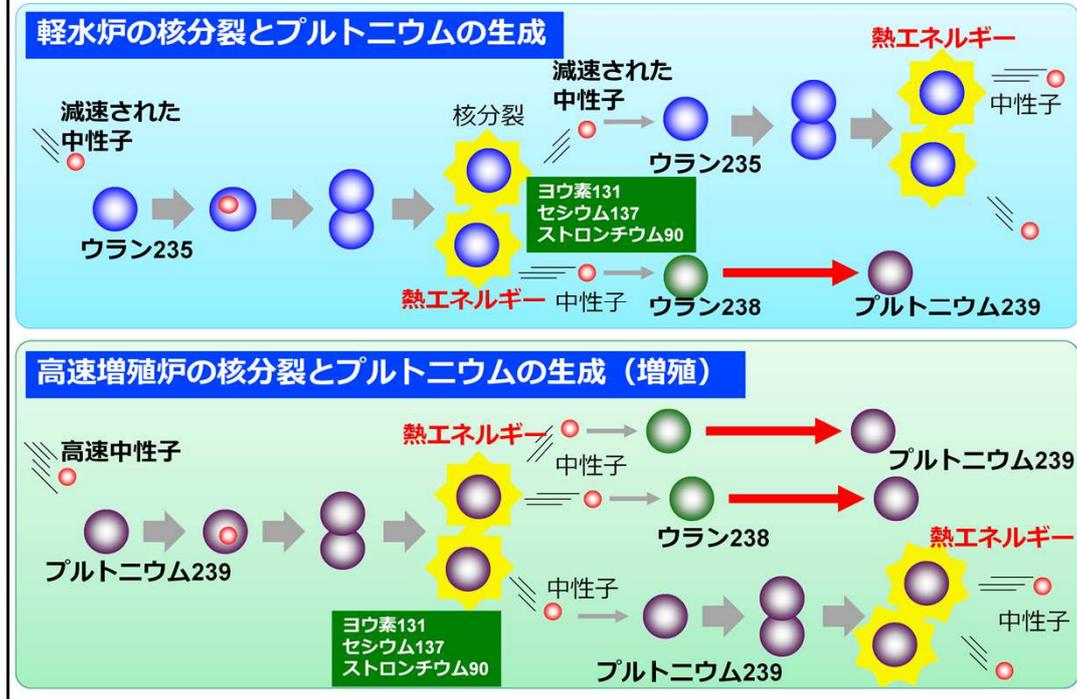
この放射性物質が、大気中をふわふわと拡散していきますが、その間に少しずつ地表に落ちてきます。特に雨が降ると、雨と一緒に放射性物質が地面に落ちます。放射性物質が体の表面にも付くこともあります。このように、空気、土壌、そして体表にある放射性物質から放射線を受けることがあります。これが外部被ばくです。

一方、空気中や土壌の放射性物質が、水や食べ物に入って、それを口にしたり、空気中の放射性物質を呼吸と一緒に体の中に取り込んだりし、体の中から放射線を受けることがあります。これが内部被ばくです。

外部被ばくや内部被ばくという言葉はどちらも「放射線を受けている」ことをさし、影響のあるなしを意味するものではありません。また自然界からの放射線、事故由来の放射線、医療放射線といった区別なく用いられる言葉です。

本資料への収録日：2013年3月31日

原子炉内の生成物



福島原発の軽水炉では、U-235に中性子を当てて、核分裂を起こさせていました。その時に、I-131, Cs-137, Sr-90などが出来てきます。

正常に原子炉が働けば、こうした生成物は原子炉から外へは飛び出しません。

しかし、原子炉に穴などが開いたりすれば、当然、漏れ出すことになります。

また、U-238に中性子が当たると、Pu-239が出来ます。これも当然、漏れ出る事になります。

下の図は、Pu239を使った高速増殖炉での核分裂反応の模式図です。

上の原子炉から出来たPu-239を使って、新たなエネルギー源にしようとするシステムです。

本資料への収録日：2013年3月31日

原発事故由来の放射性物質

	I-131 ヨウ素	Cs-134 セシウム	Cs-137 セシウム	Sr-90 ストロンチウム	Pu-239 プルトニウム
出す放射線の種類	β, γ	β, γ	β, γ	β	α, γ
物理学的半減期	8日	2.1年	30年	29年	24,000年
実効半減期	8日	64日	70日	15年	197年
蓄積する器官・組織	甲状腺	全身	全身	骨	骨、肝

実効半減期：体内に取り込まれた放射性物質の量が、生物学的排泄作用(生物学的半減期)および放射性物質の物理的壊変(物理学的半減期)の両者によって減少し半分になるまでの時間。緊急被ばく医療テキスト(医療科学社)の値を引用した。

東京電力福島第一原発事故により、環境中に放出された放射性物質で、健康や環境影響上主に問題となるものは、ヨウ素131、セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90の4種類です。その他にもさまざまな物質が放出されましたが、いずれもこの4種に比べると半減期が短いか、放射エネルギーが少ない事が分かっています。

ヨウ素131は、半減期が8日と短いのですが、体内に入ると10～30%は甲状腺に蓄積されます。そうすると甲状腺は、しばらくの間、 β (ベータ)線と γ (ガンマ)線の被ばくを受けることになります。

原子力発電所の事故による汚染の場合、問題になる放射性セシウムには2種類あります。セシウム137の半減期は30年と長く、環境汚染が長く続きます。セシウムは化学的性質がカリウムとよく似ているため、体に入った場合は、カリウム同様ほぼ全身に分布します。

ストロンチウムは半減期が長く、化学的性質がカルシウムに似ているため、体に入ると骨に蓄積します。 γ 線を出さないため、セシウムほど簡単にどこにどれだけあるかを調べることはできませんが、原子力発電所事故による汚染の場合、セシウムのあるところには、セシウムよりも量は少ないながら、ストロンチウムも存在すると考えられています。事故由来のプルトニウムも検出されていますが、量的には過去に海外で行われた大気圏内核実験による降下量と同程度です。

本資料への収録日：2013年3月31日

ベクレルとシーベルト

ベクレル (Bq)

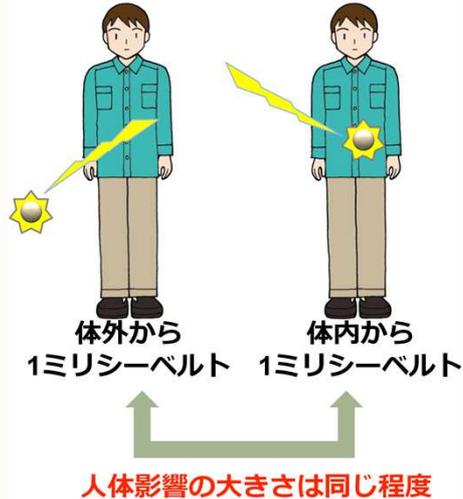
放射能の量を表す単位

1秒間に1個原子核が壊れる
= 1ベクレル (Bq)

放射性物質



シーベルト (Sv)

人が受ける被ばく線量の単位。
放射線影響に関係付けられる

放射線の単位のうち、最もよく見聞きするものに、ベクレルとシーベルトがあります。ベクレルは放射能の単位で、放射線を出す側に着目したものです。土や食品、水道水などに含まれる放射性物質の量を表す時に使われ、ベクレルで表した数値が大きいほど、そこからたくさんの放射線が出ていることを意味します。一方、シーベルトは人が受ける被ばく線量の単位で、放射線を受ける側、すなわち人体に対して用いられます。シーベルトで表した数値が大きいほど、発がんや遺伝性影響のリスクが高くなります。

放射線を受けた人体にどのような影響が表れるかは、外部被ばく、内部被ばく、全身被ばく、局所被ばくといった被ばくの様態の違いや、放射線の種類の違いなどによって異なります。そこで、いかなる被ばくも同じシーベルトという単位で表すことで、影響の大きさの比較ができるように考えられています。

外部被ばくで1 ミリシーベルト受けた、というのと、内部被ばくで1ミリシーベルトを受けた、というのは、影響の大きさはほぼ同じになります。また体外から1 ミリシーベルト、体内から1ミリシーベルトを受けたら、合わせて2 ミリシーベルトの放射線を受けた、ということができます。

本資料への収録日：2013年3月31日

2つの線量概念：防護量と実用量

		単 位	意 味
放射能		ベクレル Bq	1秒間に壊変する原子核の数
吸収線量		グレイ Gy	物質1kg当り1ジュール(J)のエネルギー吸収があった時の線量 (J/kg)
防護量	等価線量	シーベルト Sv	吸収線量×各放射線加重係数
	実効線量		(各組織の等価線量×各組織加重係数)の合計
実用量			1cm線量当量(周辺線量当量)等、線量測定のために定義された量

放射線に関する単位は、放射線を出す側の単位と受ける側の単位に大別することができます。放射能の強さの単位であるベクレルは放射線を出す側の単位です。一方、放射線を受ける側の単位には、グレイとシーベルトがあります。

放射線が通ったところでは、放射線のエネルギーを吸収します。この吸収線量の単位がグレイです。放射線の種類やエネルギーによって、吸収線量が同じでも人体への影響の大きさが変わります。そこで、放射線の種類ごとの影響の大きさに応じた重み付けをして、臓器や組織が受ける影響の単位に変換します。これを等価線量(単位はシーベルト)といい、用いる係数を放射線加重係数といいます。

放射線の人体影響を個人単位で考える場合、複数の箇所に受けた放射線の影響を足したり、過去に受けた放射線による影響を足したりして考える必要があります。このために考えられたのが実効線量(単位はシーベルト)です。実効線量は、組織が受けた影響を全身分に換算していますが、臓器ごとに受けた等価線量の単純平均ではなく、臓器ごとの放射線の感受性の違いで重みづけをしています。個々の臓器への影響の大きさを重み付けする係数を組織加重係数といいます。

サーベイメータの読み値にもシーベルトが使われていますが、これは防護量のシーベルトの近似値として使われる実用量です。上の説明で分かるように、防護量は人体の臓器や組織の線量から計算される量ですから、測定器を使って容易に直接測定できるものではありません。そこで、線量測定のために定義されたもう一つの量が実用量で、実際に遭遇する多くの外部被ばく形態において、防護量の保守的な(安全側の)評価を与えるように、防護量より少し大きな数値が出るようになっています。

本資料への収録日：2013年3月31日

実効線量と空間線量率

「**実効線量**」は、放射線被ばくによる全身影響を表わすもの。人体の各組織（臓器）の等価線量に加重係数を乗じたものを合計して算出するが、**直接測定することはできない。**

被ばく管理のためには、**実際に測定できる量（実用量）**として、空間における放射線量を人体に対する影響を考慮して定めている「**周辺線量当量（空間線量）**」が用いられる。個人線量計や放射線管理用のサーベイメータ等はこの量を表示するように調整されており、**文部科学省が公表している線量マップは、この「周辺線量当量（空間線量）」**を用いている。

「**周辺線量当量（空間線量）**」は、具体的には「**人体の代わりとなる直径30cmの球の表面から1cm深さ位置における線量（1cm線量当量）**」で表される。臓器の多くは人体表面から1cmより深く位置していることから、「**周辺線量当量（空間線量）**」は、**ガンマ線の場合には常に「実効線量」より少し高い値**となり、安全側に被ばく管理ができるようになっている。

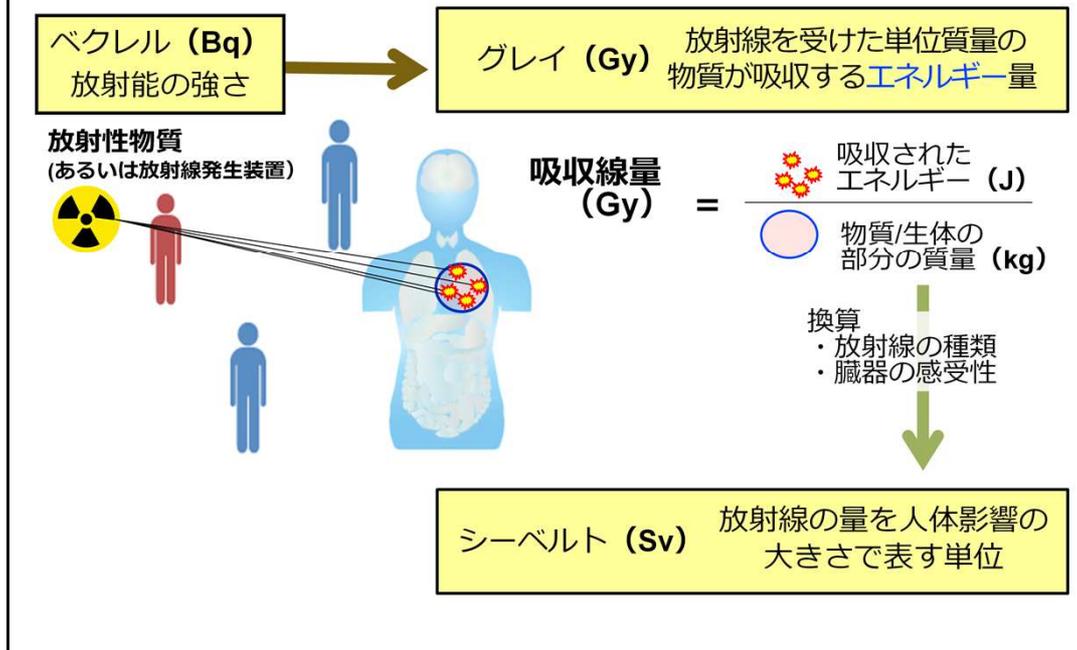
その比率は、核種の違い（放出されるガンマ線エネルギーの違い）や照射条件（一方向か全方位か等）により異なるが、**成人の場合概ね0.55~0.85程度**。また、体格の違い等により**0歳児では成人の1.3倍程度**になる。

実効線量は人体の臓器や組織の線量から計算される量ですから、測定器を使って直接測定することはできません。そこで、被ばく管理のためには、実際に測定できる量（実用量）として、周辺線量当量（空間線量）が用いられています。個人線量計や放射線管理用のサーベイメータ等はこの量を表示するように調整されています。また文部科学省が公表している線量マップは、この周辺線量当量（空間線量）を用いています。周辺線量当量（空間線量）は、具体的には人体の代わりとなる直径30cmの球（ICRU球と呼ばれる）の表面から1cm深さ位置における線量（1cm線量当量）で表されます。実効線量の評価対象となる臓器の多くは人体表面から1cmより深く位置していますので、ガンマ線の場合には結果的に周辺線量当量（空間線量）は常に実効線量より高い値となります。これにより、実用量としての周辺線量当量（空間線量）を用いれば、安全側に被ばく管理ができるようになっています。

実効線量と周辺線量当量（空間線量）の比率は、核種の違い（放出されるガンマ線エネルギーの違い）や照射条件（一方向か全方位か等）により異なるのですが、成人の場合概ね0.55~0.85程度になります。また、小児は成人より体が小さく多くの臓器の位置が浅くなるので、同じ被ばく条件でも成人より線量が高くなり、0歳児では成人の1.3倍程度になります。

本資料への収録日：2013年3月31日

単位間の関係



放射線に関する単位のうち、ベクレルとグレイは物理的な量で、測定することができる単位です。しかし、シーベルトは放射線防護の目的のための特殊な単位で、本来、測定することはできません。また放射線を受けた対象が人間である場合にしか用いられません。

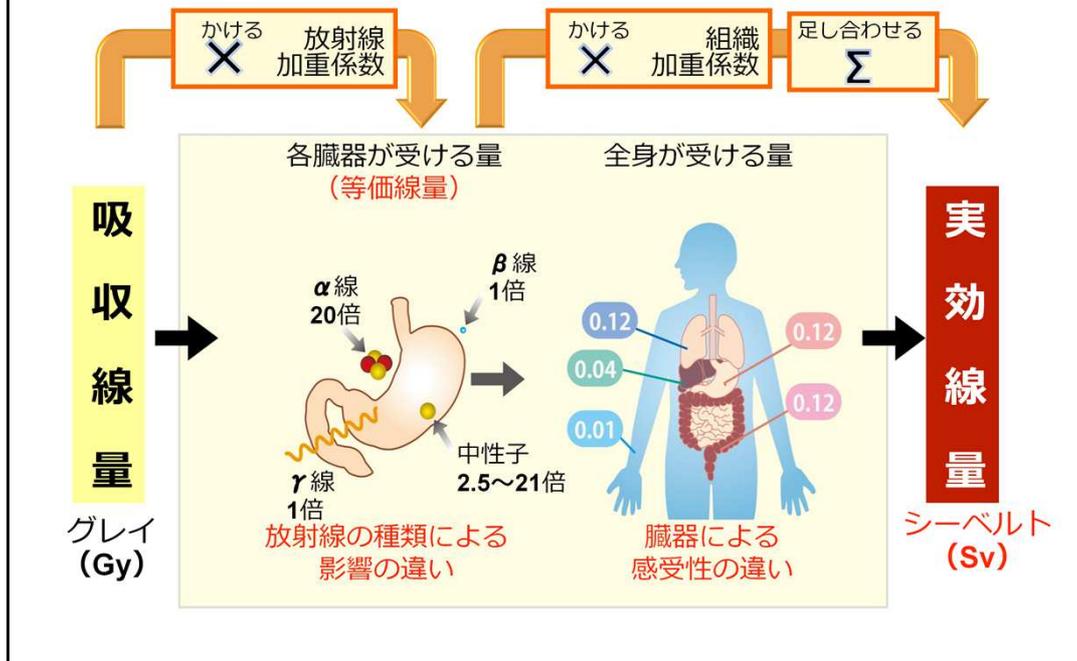
シーベルトは、ベクレルやグレイといった物理的な量に係数をかけて計算します。外部被ばくによる実効線量も、内部被ばくの実効線量も、各臓器・組織が吸収したグレイから2段階の計算をします。

まず一つ目は放射線の種類を考慮するための計算です。人体影響が大きい α (アルファ)線の場合は大きな係数をかけます。こうしてシーベルトに換算された値を等価線量といいます。

二つ目は臓器の感受性の違いを考慮するための計算です。放射線への感受性の高い臓器に放射線が当たった場合は大きな係数をかけ、重み付けをした上で、全身分の線量として実効線量を計算します。

本資料への収録日: 2013年3月31日

グレイからシーベルトへの換算



実効線量を求めるにあたっては、まず被ばくした箇所の組織・臓器ごとの吸収線量を知る必要があります。組織・臓器の吸収線量に「放射線加重係数」を掛け算して、導き出されるのが等価線量(単位はシーベルト)です。

放射線を受けた箇所の組織・臓器ごとの等価線量を求めたら、等価線量に組織加重係数をかけて足し合わせます。この組織加重係数は、組織や臓器ごとの放射線感受性により重みづけをするための係数です。放射線により、致死がんが誘発されやすい臓器・組織に高い値の係数が割り振られています。組織加重係数の合計は1になるように決められています。したがって、実効線量は全身の臓器・組織の等価線量について、重み付け平均をとったものと考えられます。

サーベイメータの読み値もシーベルトで表されていますが、これは、放射性物質の種類をある程度想定して、空気中で計測された吸収線量グレイから、シーベルトに換算された値です。全身均等被ばくの場合の実効線量シーベルトの近似値と考えてよいでしょう。

本資料への収録日: 2013年3月31日

- 等価線量 (Sv) = w_R × 吸収線量 (Gy)

放射線の種類	放射線加重係数 w_R
γ 線、X線、 β 線	1
陽子線	2
α 線、重イオン	20
中性子線	2.5~21

- 実効線量 (Sv) = $\Sigma (w_T \times \text{等価線量})$

組織	組織加重係数 w_T
骨髄 (赤色)、結腸、肺、胃、乳房	0.12
生殖腺	0.08
膀胱、食道、肝臓、甲状腺	0.04
骨表面、脳、唾液腺、皮膚	0.01
残りの組織の合計	0.12

Sv : シーベルト Gy : グレイ

国際放射線防護委員会2007年勧告

国際放射線防護委員会が2007年に発表した勧告では、新たな放射線加重係数と組織加重係数が提示されています。その中で、 α (アルファ)線は、同じ吸収線量の γ (ガンマ)線や β (ベータ)線に比べ、人体に及ぼす影響は20倍に及ぶとしています。また中性子線の放射線加重係数も高く、エネルギーによって γ 線や β 線の2.5~21倍もの人体影響を見込んでいます。

原爆被爆者の健康影響調査の結果、放射線により発がん影響が大きく出る臓器や組織が明らかになっています。こうした組織には、組織加重係数として大きな数値が割り当てられています。

また原爆被爆者の二世、三世についても健康影響が調査されていますが、遺伝性影響は観察されていません。そのため、1990年に発表された生殖腺の組織加重係数(0.2)に比べ、2007年勧告では値が引き下げられています(0.08)。このように実効線量を算出するのに使われる係数は、新たな知見が得られれば見直しが行われます。

本資料への収録日 : 2013年3月31日

$$\text{実効線量 (シーベルト)} = \Sigma (\text{組織加重係数} \times \text{等価線量})$$

全身に均等に γ 線が
1ミリシーベルト当たった場合

$$\begin{aligned} \text{実効線量} &= \\ &0.12 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 骨髄} \\ &+ 0.12 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 結腸} \\ &+ 0.12 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 肺} \\ &+ 0.12 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 胃} \\ &\quad \vdots \\ &+ 0.01 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 皮膚} \\ &= 1.00 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \\ &= \mathbf{1 \text{ミリシーベルト}} \end{aligned}$$

頭部だけに均等に γ 線が
1ミリシーベルト当たった場合

$$\begin{aligned} \text{実効線量} &= \\ &0.04 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 甲状腺} \\ &+ 0.01 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 脳} \\ &+ 0.01 \times 1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 唾液腺} \\ &+ 0.12 \times 0.1 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 骨髄 (10\%)} \\ &+ 0.01 \times 0.15 (\text{ミリシーベルト}) \text{ 皮膚 (15\%)} \\ &\quad \vdots \\ &= \mathbf{0.07 \text{ミリシーベルト}} \end{aligned}$$

実際に、全身に均等に γ (ガンマ) 線が1 ミリグレイ当たった場合の実効線量を計算してみます。

γ 線の放射線加重係数は1 なので、全身均等に1 ミリグレイを浴びたということは、均等に1 ミリシーベルトを受けていることを意味します。つまり、等価線量はどの組織・臓器でも1 ミリシーベルトです。ここから実効線量を求めるには、組織ごとの等価線量に組織加重係数をかけて足し合わせます。骨髄、結腸、肺、胃、乳房は、放射線により致死がんを誘発するリスクが高い組織ですので、0.12 という高い係数が割り振られていますし、皮膚には全身分の皮膚に0.01 という係数がわり当てられています。このように全臓器・組織の等価線量に組織加重係数を掛けて足し合わせると、実効線量は1 ミリシーベルトになります。

一方、たとえば放射線検査で頭だけ1 ミリグレイを受けたような場合では、甲状腺、脳、唾液腺といった放射線を受けた部分や骨髄や皮膚のように部分的に受けている分の等価線量と組織加重係数から、実効線量を求めます。

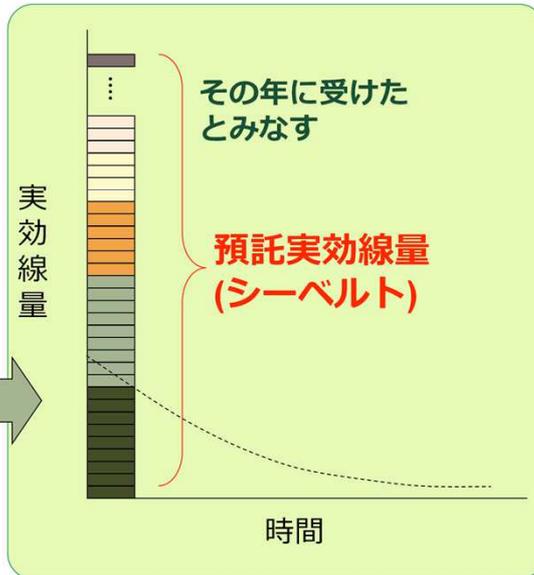
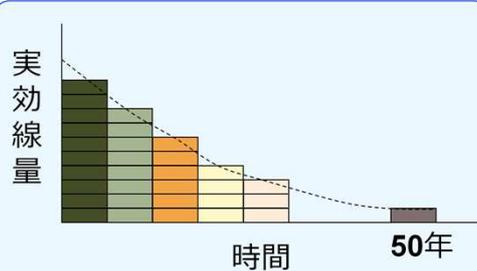
本資料への収録日：2013年3月31日

放射性物質を一回だけ摂取した場合に、それ以後の生涯にどれだけの放射線を被ばくすることになるかを推定した被ばく線量

内部被ばくの計算

将来にわたる線量を積算

- 公衆：摂取後50年間
- 子供：摂取後70歳まで



放射性物質は、体内に摂取された後、一定期間体内に留まります。その間、人体は放射線を受け続けることとなります。そのため内部被ばくによる線量は、1回に摂取した放射性物質の量から、将来にわたって受ける放射線の総量を考えます。これを預託線量(単位はシーベルト)と言います。

体内に取り込んだ放射性物質は、時間とともに体内から減少します。その原因の一つは放射性物質の半減期によるものです。もう一つは、尿や便などにより排泄されることによるものです。体からの排泄の速度は、元素の種類やその化学形態によって異なり、また年齢によっても異なってきます。預託線量はこのような違いを考慮して、ある放射性物質により人体が受ける放射線量の一生分を積算した量に当たります。

特に実効線量に着目して一生分を積算した線量を「預託実効線量」と呼びます。この時の一生分とは、大人は50年、子どもは70歳になるまでの年数です。放射性セシウムの場合、摂取後2～3年の間に、預託線量のほとんどの被ばくをします。

本資料への収録日：2013年3月31日