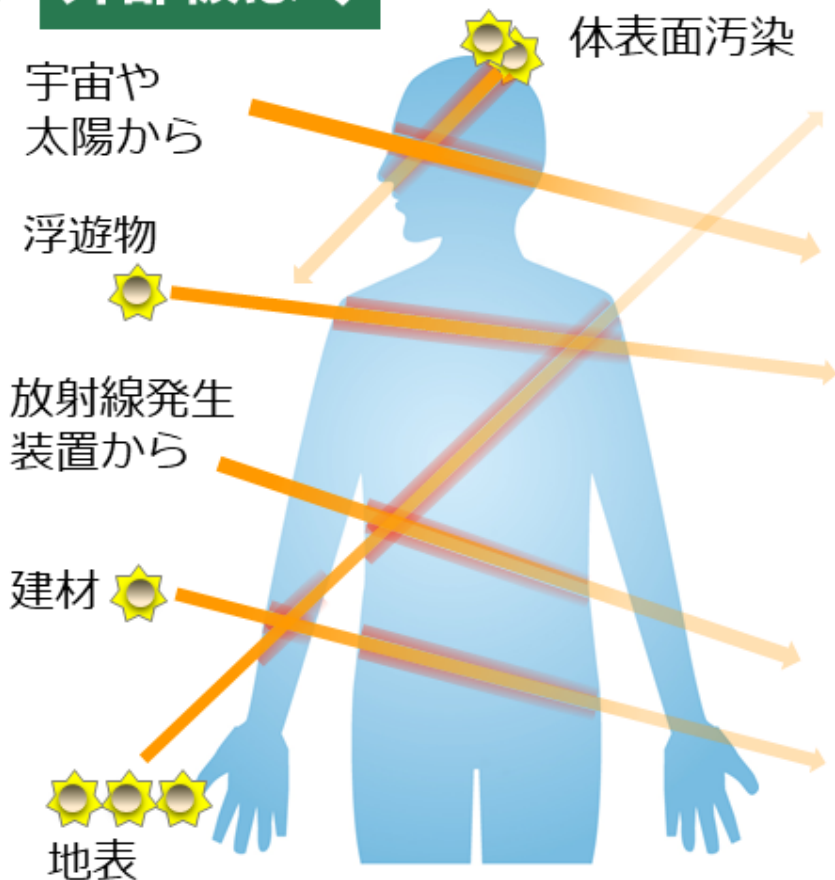


# 放射線被ばくによる健康影響について

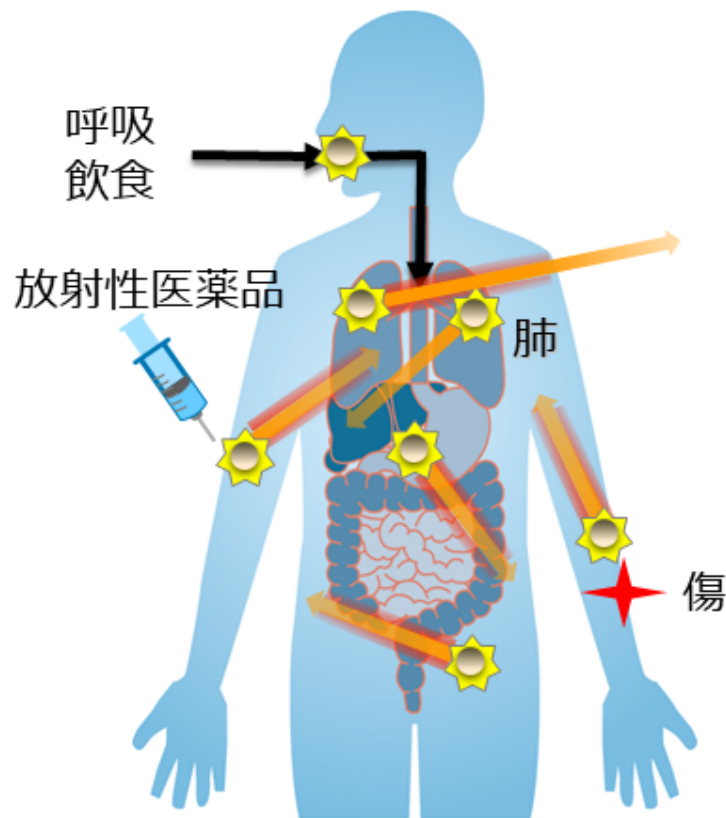
令和3年2月  
厚生労働省

# 1 外部被ばく・内部被ばくについて

## 外部被ばく



## 内部被ばく



体が放射線を受けるという点は同じ

☀️ : 放射性物質

## 空気中で飛ぶ距離

数cm



**α線**  
粒子 (ヘリウム原子核)  
(1兆分の1cm)



数m

(エネルギーによる)



**β線**  
粒子 (電子)



数十m~

(エネルギーによる)



**γ線**  
**X線**



## 体に当たると

数十μm (マイクロメートル)



数mm

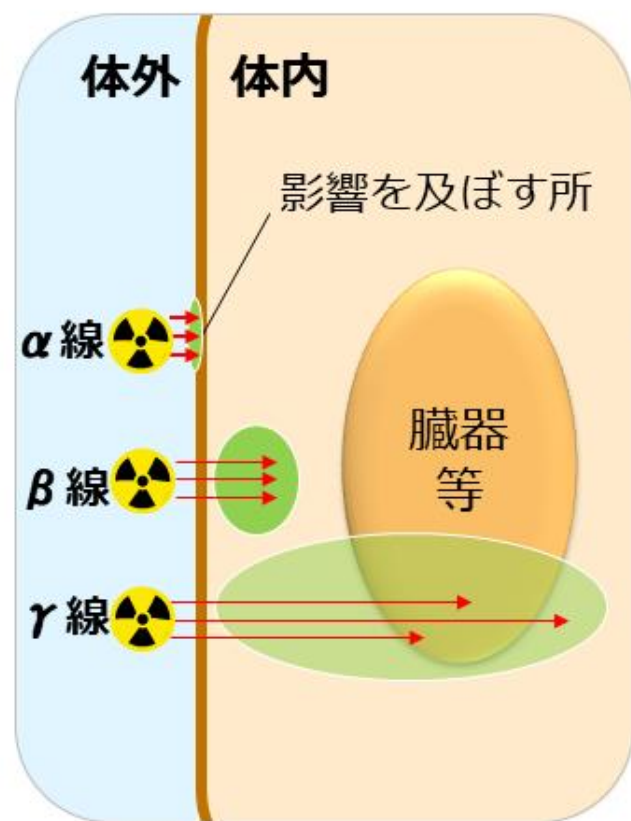


数cm~

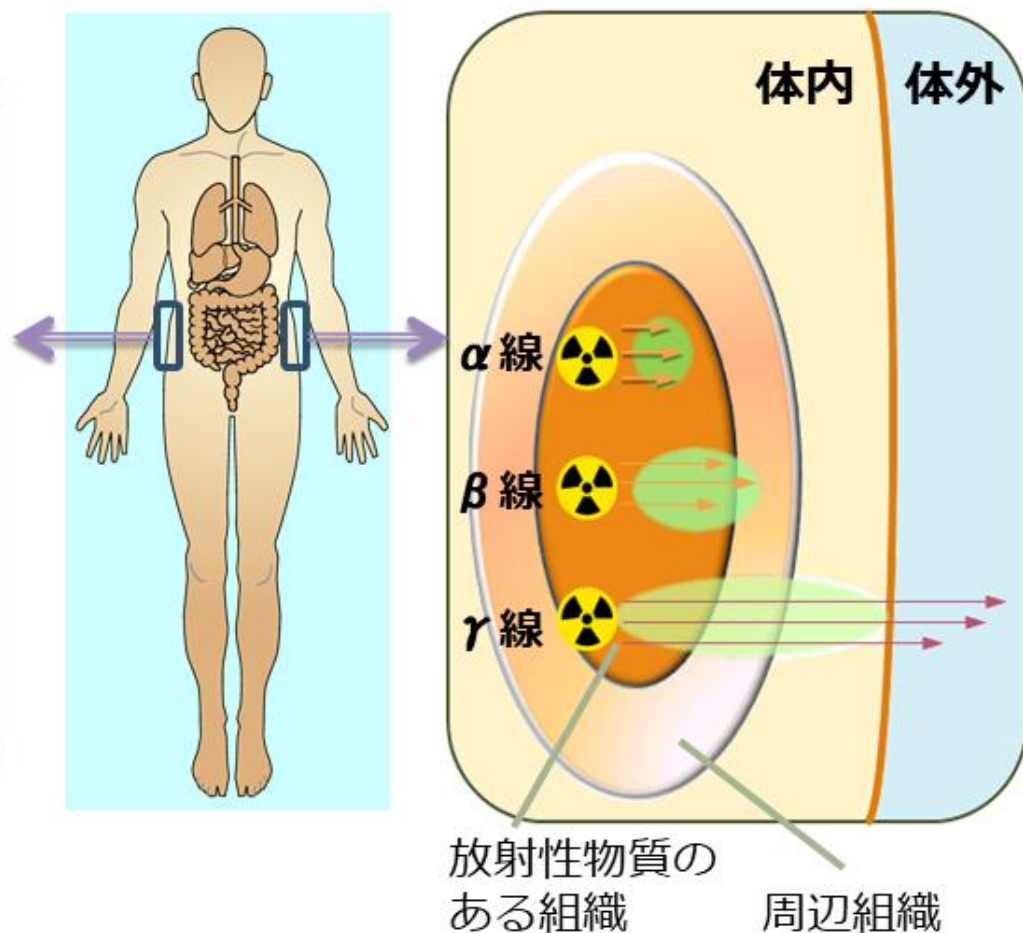
(エネルギーによる)



放射性物質が体外にある場合



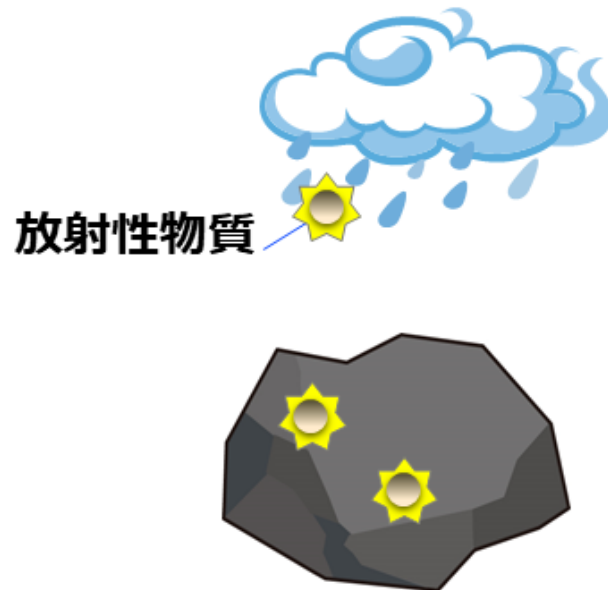
放射性物質が体内にある場合



## ベクレル (Bq)

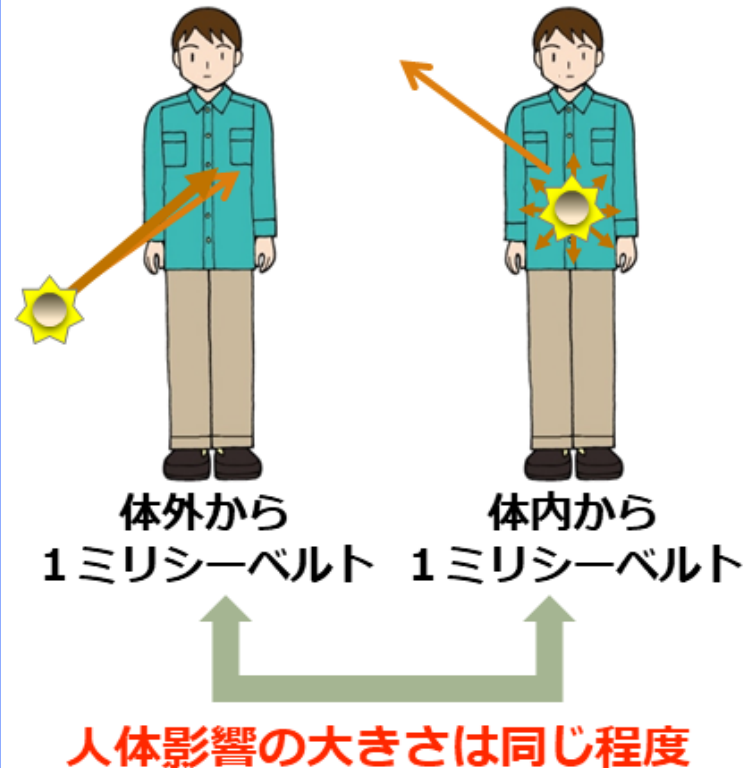
放射能の量を表す単位

1秒間に1個原子核が変化=  
1ベクレル (Bq)

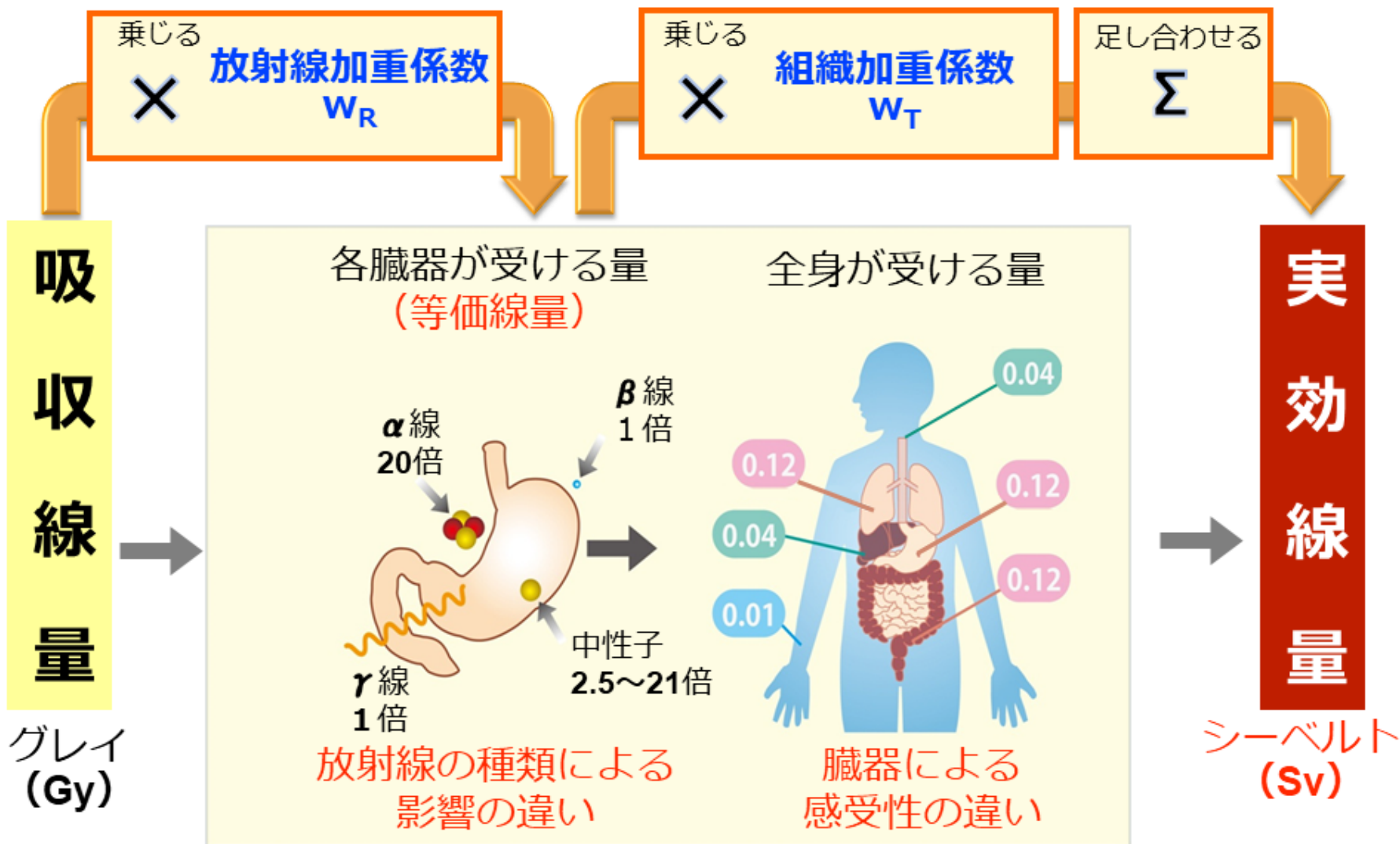


## シーベルト (Sv)

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



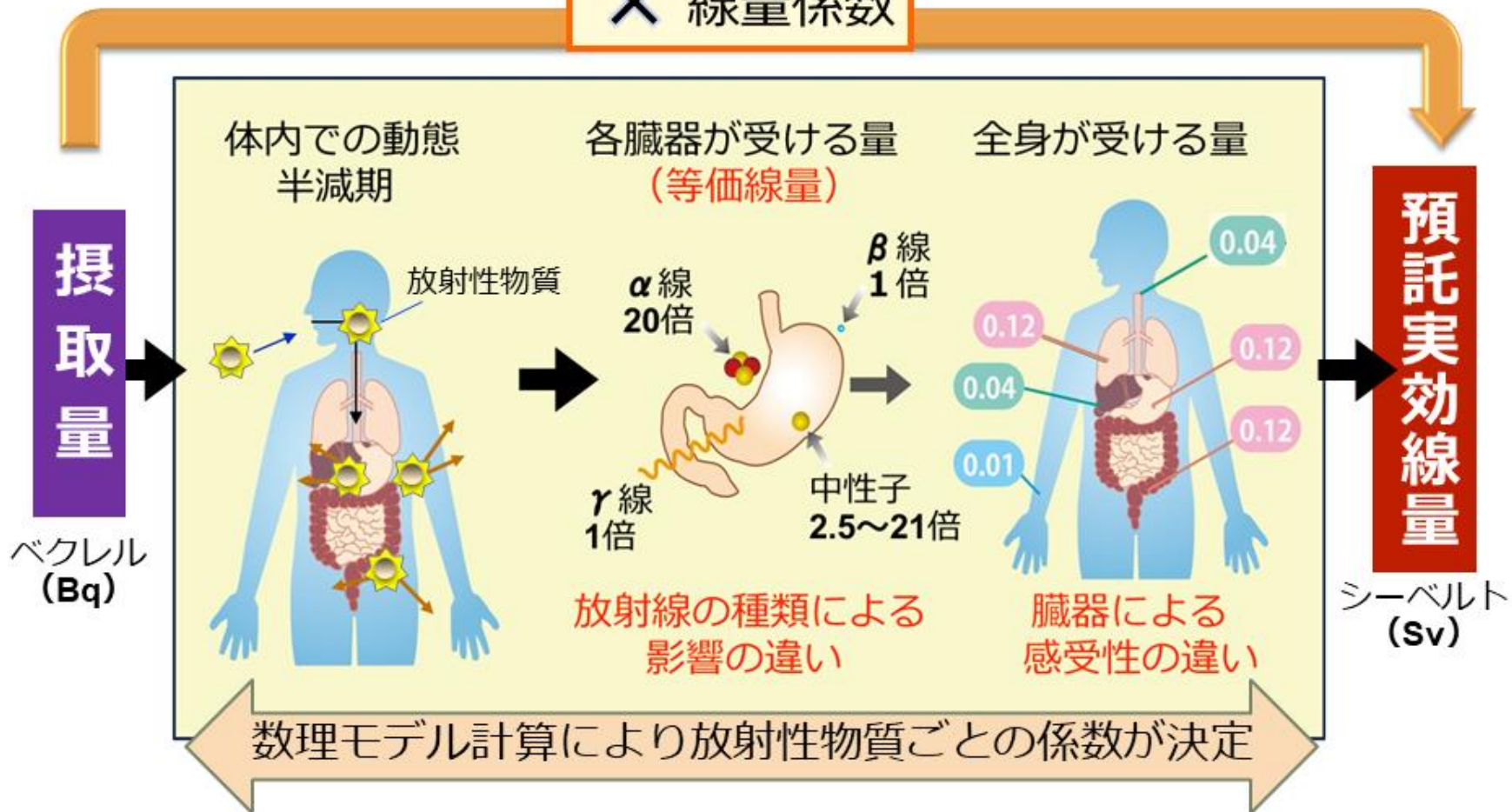
事務局補足:シーベルト(Sv)は確率的影響(発がん)のリスク指標として用いられ、  
確定的影響(組織反応)には臓器組織の吸収線量(Gy)を用いる(後述)。





乗じる 預託実効  
× 線量係数

預託実効線量係数の算出に当たっては年齢による差も考慮されています。



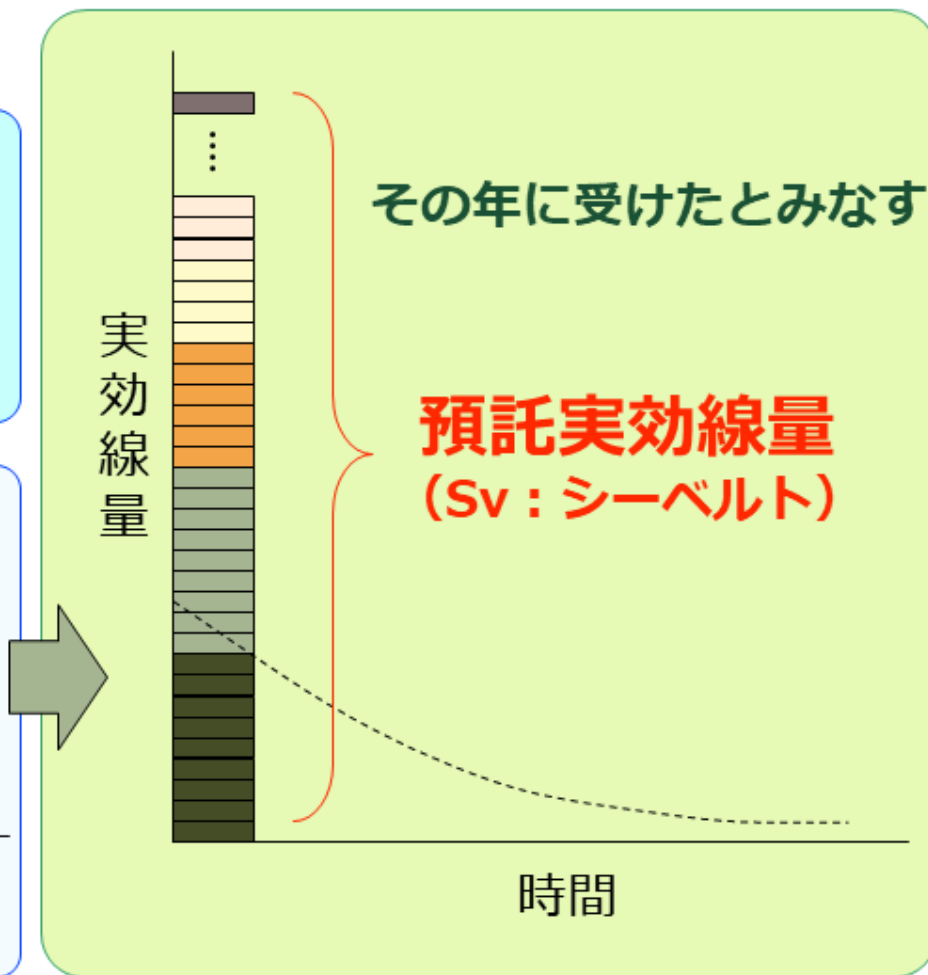
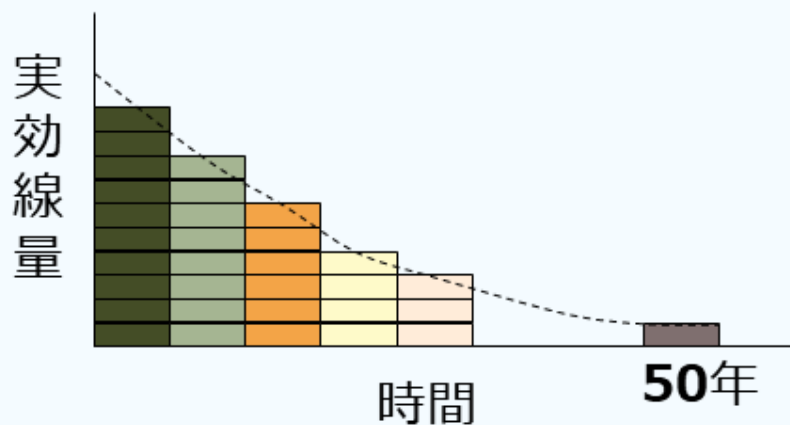


放射性物質を一回だけ摂取した場合に、それ以後の生涯にどれだけの放射線を被ばくすることになるかを推定した被ばく線量

## 内部被ばくの計算

### 将来にわたる線量を積算

- 公衆（大人）：摂取後**50**年間
- 子供：摂取後**70**歳まで



## 自然放射線 (日本)

宇宙から  
0.3mSv



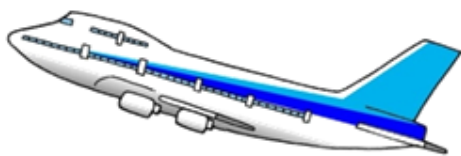
食物から  
0.99mSv



空気中の  
ラドン・トロン  
から  
0.48mSv

大地から  
0.33mSv

自然放射線による年間線量 (日本平均) 2.1mSv  
自然放射線による年間線量 (世界平均) 2.4mSv



東京～ニューヨーク  
航空機旅行 (往復) 0.11～  
0.16mSv

## 人工 放射線



CT検査 (1回) 2.4～12.9mSv



胸部X線検査 (1回) 0.06mSv

mSv : ミリシーベルト

出典 : 国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告、  
原子力安全研究協会「新生活環境放射線 (2011年)」、ICRP103 他 より作成

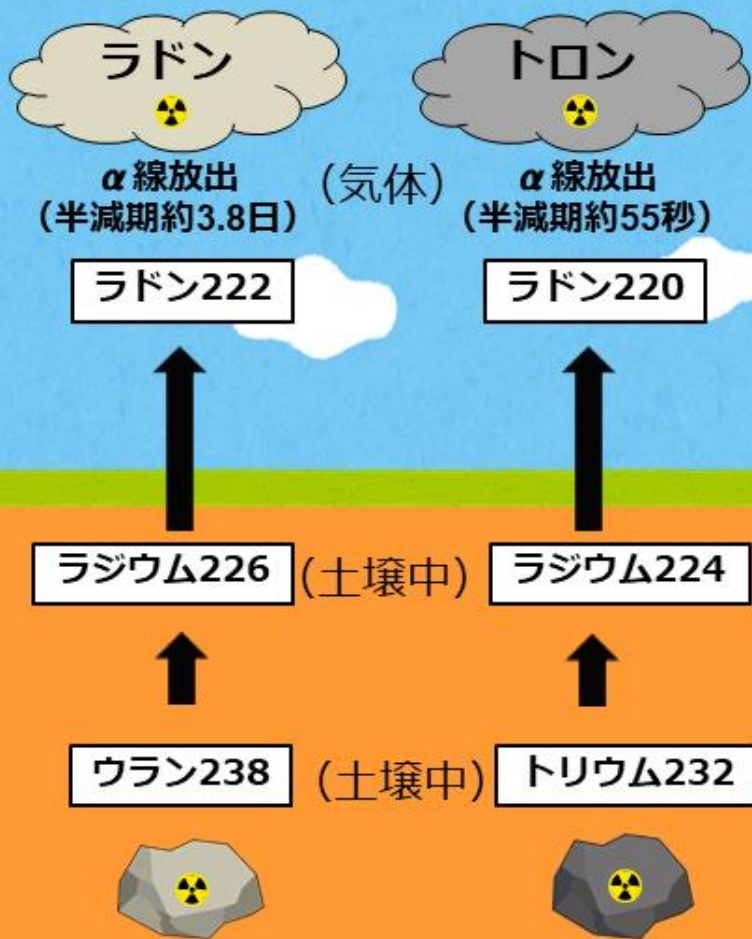
# 自然からの被ばく線量の内訳（日本人）

被ばくの種類	線源の内訳	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222（屋内、屋外）	0.37
	ラドン220（トロン）（屋内、屋外）	0.09
	喫煙（鉛210、ポロニウム210等）	0.01
	その他（ウラン等）	0.006
内部被ばく (経口摂取)	主に鉛210、ポロニウム210	0.80
	トリチウム	0.0000082
	炭素14	0.01
	カリウム40	0.18
合 計		2.1

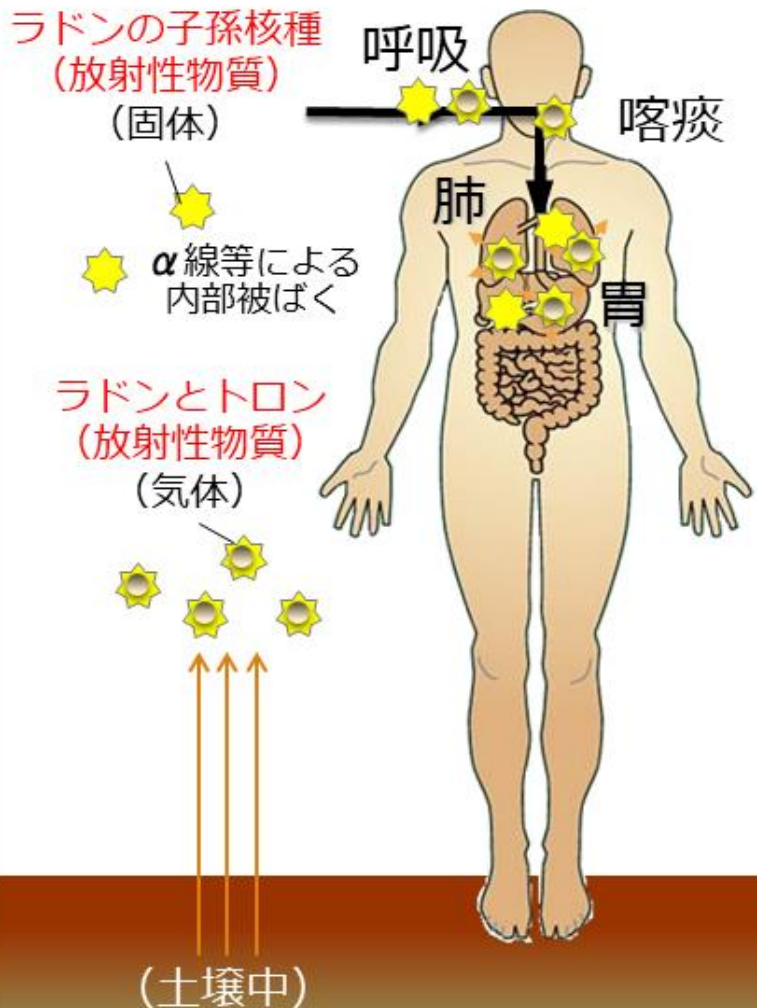
出典：（公財）原子力安全研究協会「生活環境放射線」（2011年）より作成

# ラドン及びトロンによる内部被ばく

## ラドン及びトロンの発生（大気中への移行）



## ラドン、トロン及び子孫核種による内部被ばく





## 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
トリチウム	※ 2	100Bq
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等由来の核種
- ※ 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

出典 : (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

## 2 放射線被ばくと健康影響について



- ▶ 放射線を受けた後にどのような健康影響が生じるか、受けた放射線の量、受けた場所（全身、局所）、時間的経過を考慮する

## 確定的影響

(しきい値がある)

### 急性障害

数週間以内に症状が出る  
(分裂が盛んな細胞が障害を受ける)

### 急性放射線症候群

骨髄障害  
胃腸管障害  
中枢神経障害

皮膚紅斑  
脱毛  
等

### 胎児発生障害

胚/胎児の障害  
精神遅滞  
等

### 晩発障害

数か月～数年以上の経過後に  
症状が出る

白内障  
緑内障

## 確率的影響

(しきい値がないと仮定)

### 遺伝的障害

通常の遺伝性疾患の発生頻度  
の増加

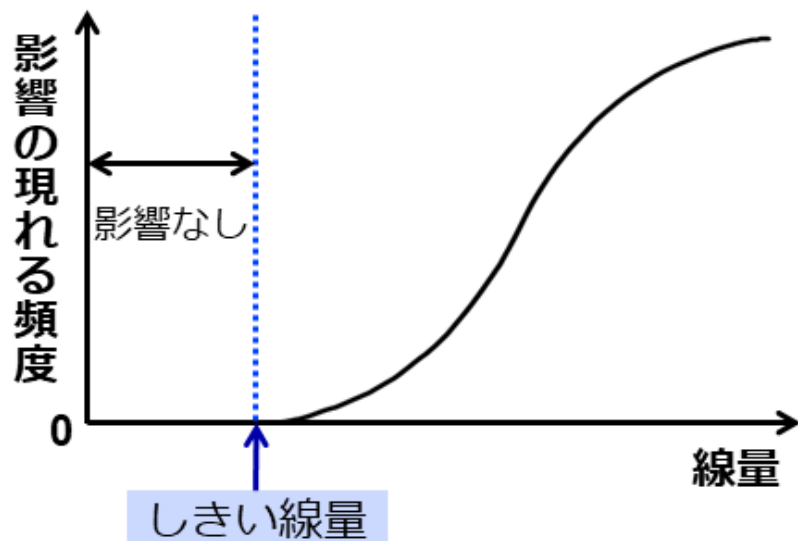
白血病  
がん

※事務局補足: 遺伝的障害については、動物実験で見られるのみでヒトでは確認されていません。

## 確定的影響

(脱毛・白内障・皮膚障害等)

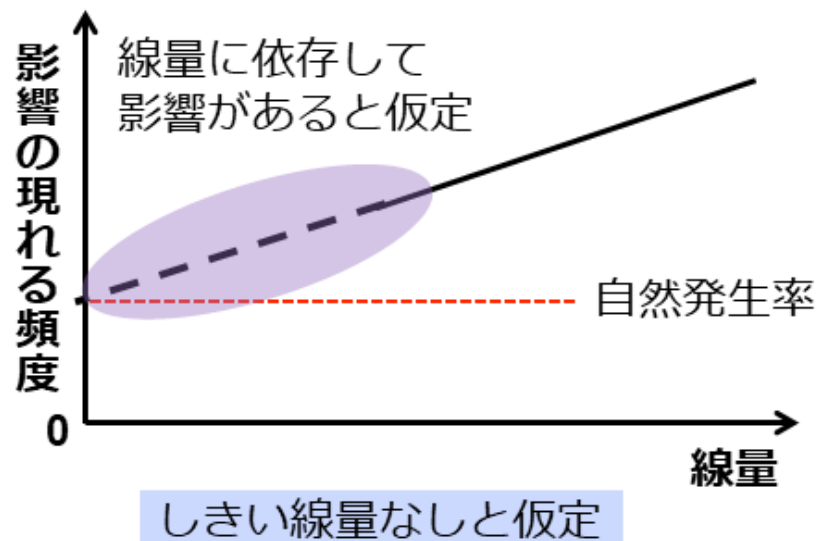
同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量を「しきい線量」としている。  
(国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告)



## 確率的影響

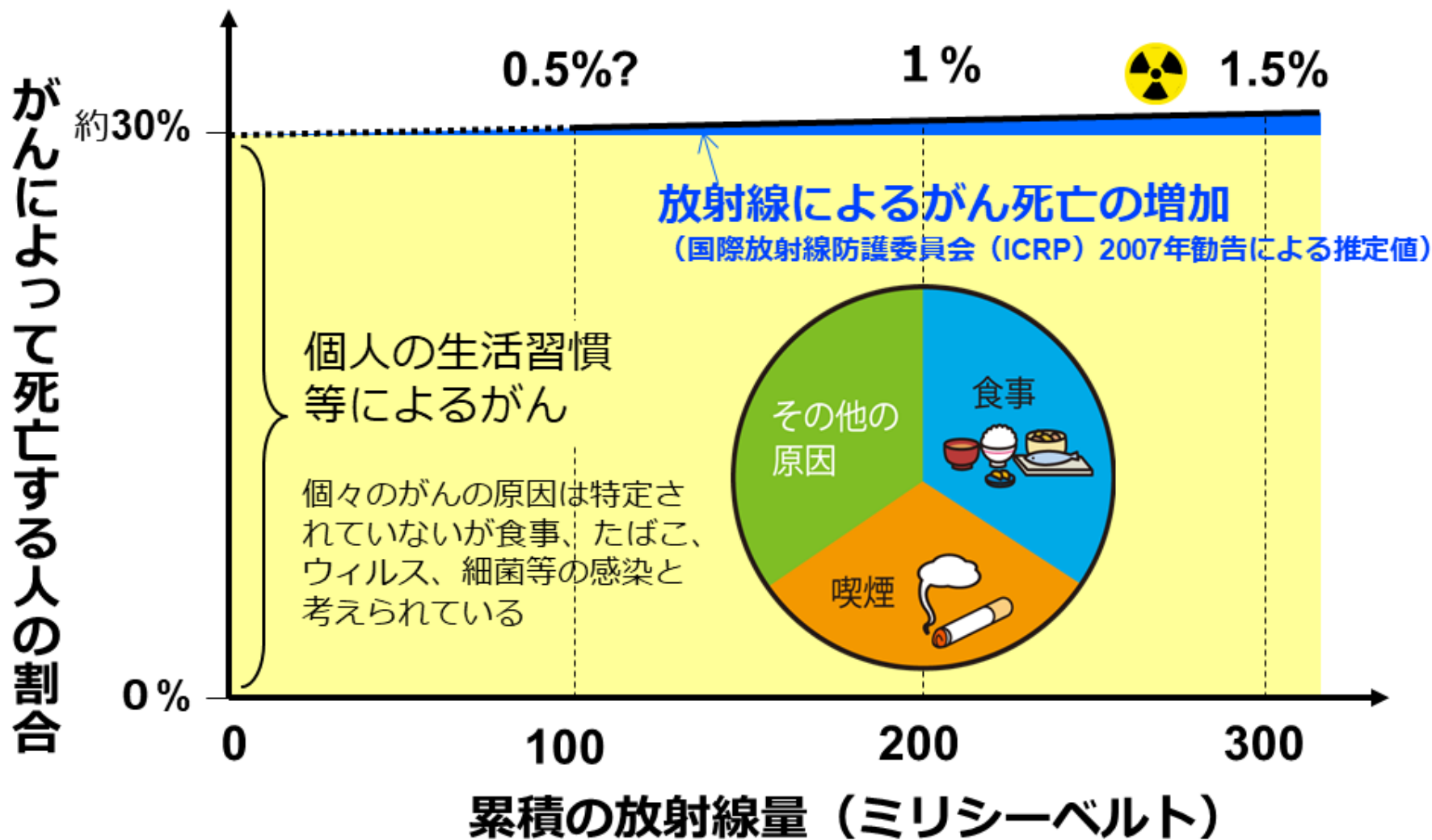
(がん・白血病・遺伝性影響等)

一定の線量以下では、喫煙や飲酒といった他の発がん影響が大きすぎて見えないが、ICRP等ではそれ以下の線量でも影響はあると仮定して、放射線防護の基準を定めることとしている。



※事務局補足: 遺伝的影響については、動物実験で見られるのみでヒトでは確認されていません。

# 低線量率被ばくによるがん死亡リスク



## 急性放射線症候群の病期

被ばく時



時間経過



前駆期 ～48時間	潜伏期 0～3週間	発症期	回復期 (あるいは死亡)
嘔気・嘔吐 (1 Gy以上) 頭痛 (4 Gy以上) 下痢 (6 Gy以上) 発熱 (6 Gy以上) 意識障害 (8 Gy以上)	無症状	造血器障害 (感染・出血) 消化管障害 皮膚障害 神経・血管障害	

被ばく線量大

※全身に1 グレイ (1000ミリグレイ) 以上の放射線を一度に受けた場合に見られる急性放射線症候群

Gy : グレイ

出典 : (公財) 原子力安全研究協会 緊急被ばく医療研修テキスト「放射線の基礎知識」より作成

事務局補足:シーベルト(Sv)は確率的影響(発がん)のリスク指標として用いられ、確定的影響(組織反応)には臓器組織の吸収線量(Gy)を用いる。

出典:「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和元年度版」

## γ (ガンマ) 線急性吸収線量のしきい値

障害	臓器／組織	潜伏期	しきい値 (グレイ)※
一時的不妊	精巣	3～9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3～7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚 (広い範囲)	1～4週	3～6以下
皮膚熱傷	皮膚 (広い範囲)	2～3週	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週	約4
白内障 (視力低下)	眼	20年以上	約0.5

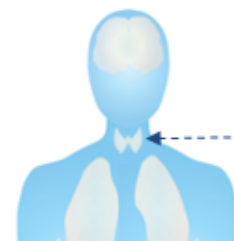
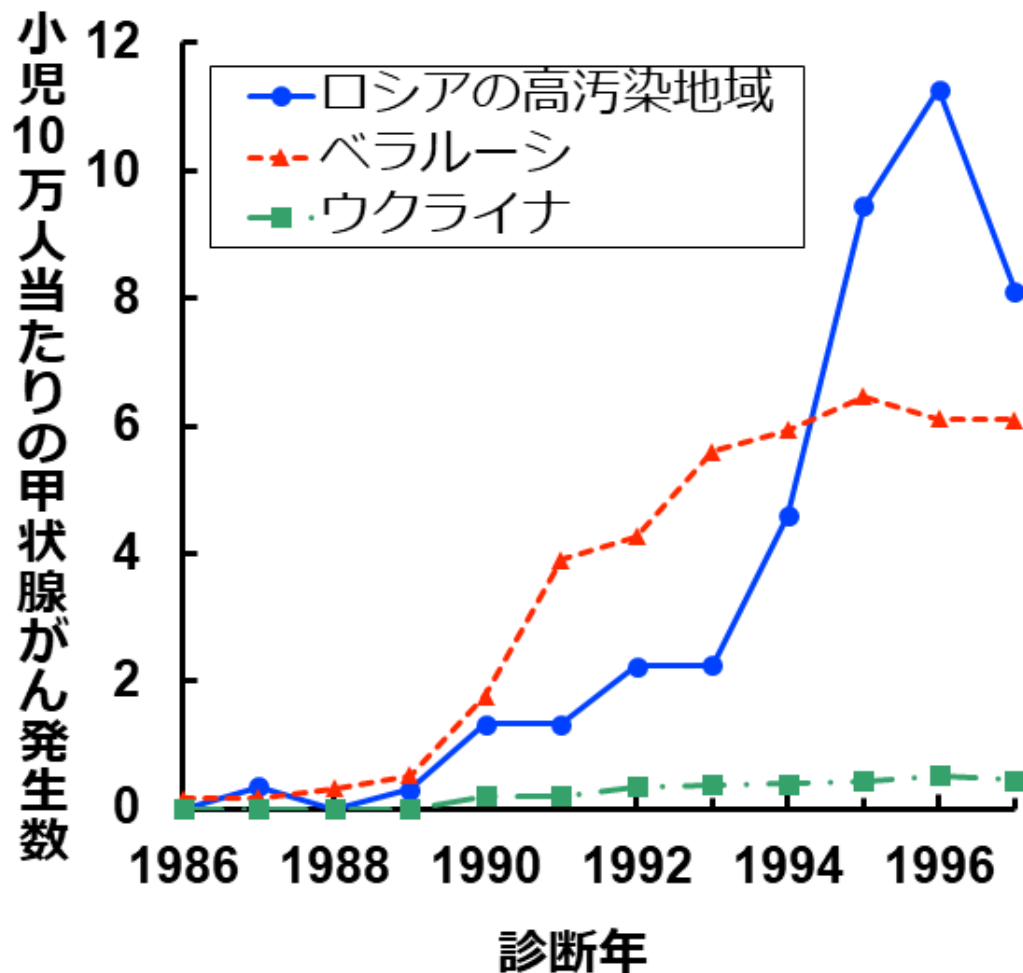
※臨床的な異常が明らかな症状のしきい線量 (1%の人々に影響を生じる線量)

出典：国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告、国際放射線防護委員会報告書118 (2012年) より作成

事務局補足：シーベルト (Sv) は確率的影響 (発がん) のリスク指標として用いられ、  
 確定的影響 (組織反応) には臓器組織の吸収線量 (Gy) を用いる。

出典：「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和元年度版」

### 小児甲状腺がん（チェルノブイリ原発事故）



甲状腺

ヨウ素は甲状腺ホルモンの材料

事故の4～5年後に  
小児甲状腺がんが発生し始め、  
10年後には10倍以上に増加

出典：国連科学委員会（UNSCEAR）  
2000年報告書より作成





国	人数 (千人)	平均実効線量 (mSv)		平均甲状腺 線量 (mGy)
		外部 被ばく	内部被ばく (甲状腺以外)	
ベラルーシ	25	30	6	1,100
ロシア	0.19	25	10	440
ウクライナ	90	20	10	330

mSv : ミリシーベルト mGy : ミリグレイ

出典 : 国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告より作成

## 2 前回報告した原爆関係の内部被曝 に関する評価について

- 原爆放射線量については、1945年8月から11月までに「残留放射線」量の実測が可能な時期の研究成果がDS86にまとめられている。その結果から集団平均としての「残留放射線」被曝量は「初期放射線」被曝量の推定誤差範囲内であることが示されている。
- 賀北部隊約250名のうち、原爆投下翌日の8月7日から13日までの間の行動記録が克明に残っていた99名について被ばく線量の推定計算を行った結果、最大100ミリシーベルト、平均値は13ミリシーベルトであった。また昭和20年8月から42年間にわたるこの99名の死亡率調査では、全死因とがんに関して全国平均と比べ差は認められなかった。
- 寿命調査の一部で、原爆投下後1ヶ月以内に、広島・長崎両市に入市した4,512名についての1950年から1978年までの死因調査があるが、死亡数(全死因及びがんによる)が増加している証拠はなかった。
- 放射性物質の降下量が最も多かった、長崎市西山地区で実施された研究結果では、「内部被ばく」が高かったと考えられる住民50名を対象にし、ホールボディカウンターで「内部被ばく」線量を測定した結果、1945年から40年間の積算線量は、男性0.1ミリシーベルト、女性0.08ミリシーベルトで、世界の自然放射線被ばく量40年分の1,000分の1程度という低い値であった。

※) 残留放射線の個人被曝線量を計算するためには、被爆直後から数日の行動調査、長期間の飲食の記録が必要であるが現実的には困難であるが、残留放射線の被曝線量は、初期放射線よりはるかに少なく、残留放射線の正確な情報がなくても、リスク推定値に影響がないことはわかる。

# 西山地区住民の内部被ばく調査

- 1969年にホールボディカウンターを用いて、西山地区住民と同数の対照者についてCs-137の内部負荷を測定。
- 1969年に高い値を示した15名中10名を1981年に再測定し、継続的なCs-137の摂取を含めた(※)有効な半減期を導出(7.4年)。  
※通常Cs-137は尿などの形で対外に排泄されるため、身体内のCs-137は約100日で半減する(生物学的半減期)
- 有効な半減期7.4年を用いて、1969年当時に見られた差(西山地区住民と対照者の差)を全て残留放射能由来と仮定し、40年間分の被曝線量を求めたところ、男性10mrem(=0.1mSv)、女性8mrem(=0.08mSv)であった。

<1969年>	西山地区住民	対照者
男性 (n=20)	38.5	25.5
女性 (n=30)	24.9	14.9

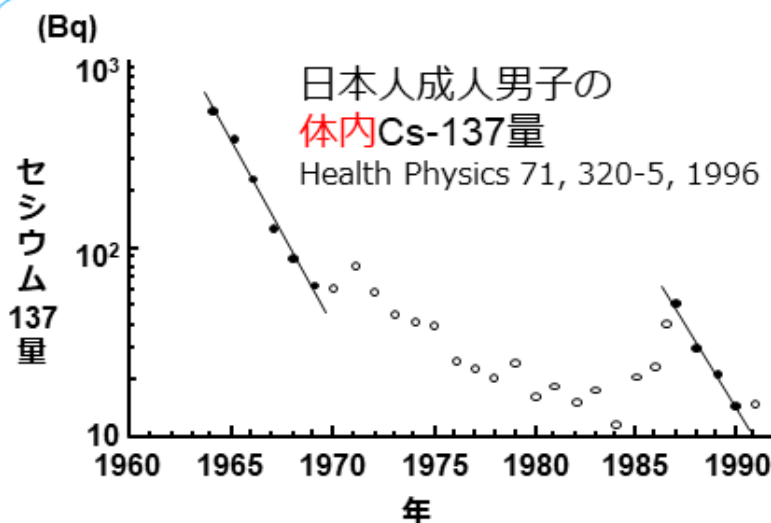
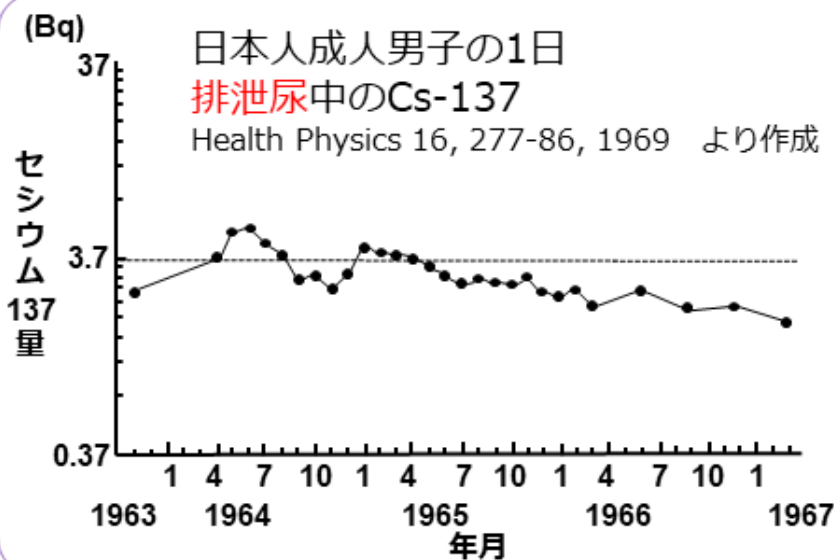
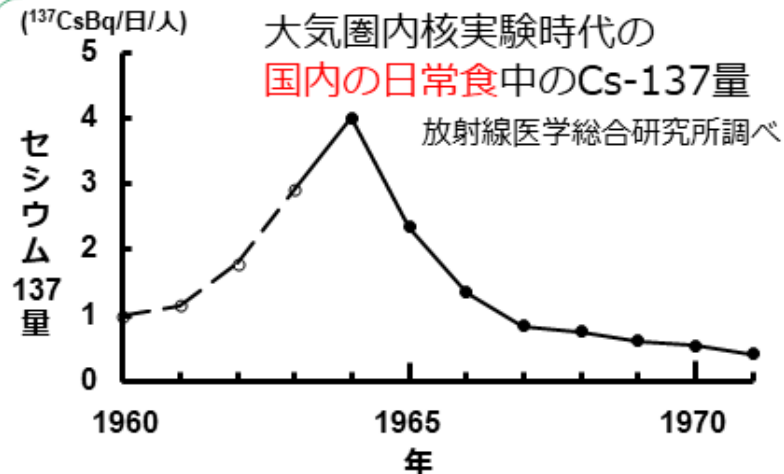
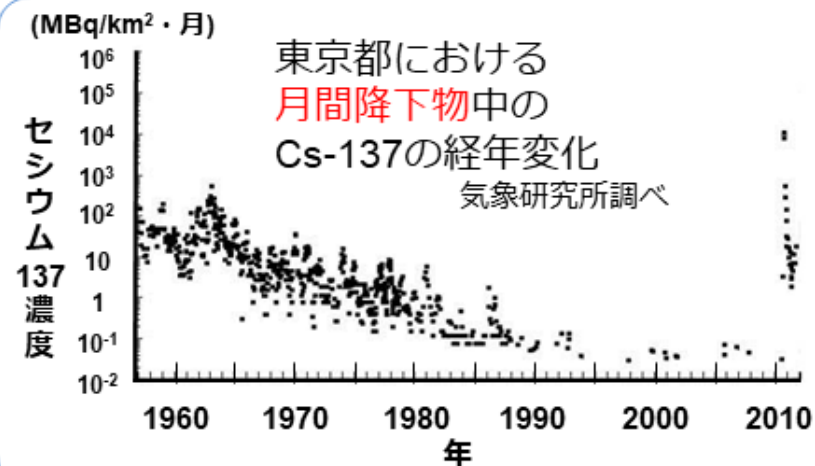
	1969年	1981年
1969年に高かった者 (n=10)	48.6	15.6

この差を残留放射能によるものと仮定

この差から有効半減期(7.4年)を導出

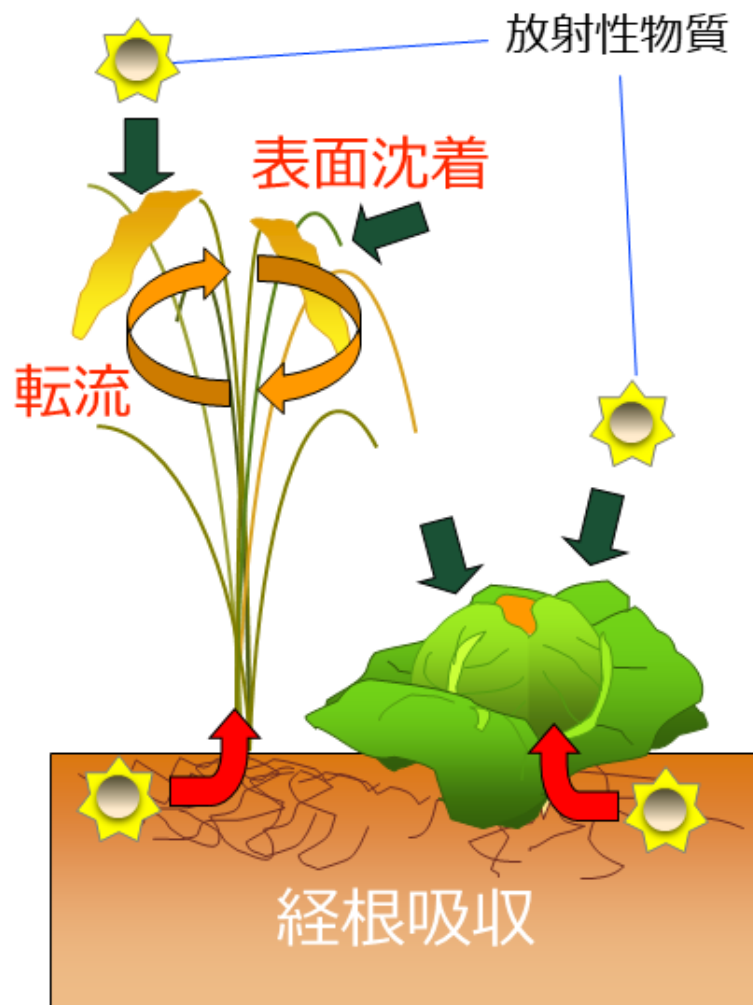
40年分の内部被曝線量(積算)を求めると、  
男性10mrem(=0.1mSv)、女性8mrem(=0.08mSv)

体内放射能：体重60kg カリウム40：4,000 Bq(ベクレル) 炭素14：2,500 Bq ルビジウム87：520 Bq トリチウム：100Bq



MBq：メガベクレル

初期の影響



## 直接経路

(大気中から直接葉面に)  
大気への放出直後に  
主要な経路

## 転流による経路

(植物内での移動)  
葉や樹皮が吸収して新芽や  
実等に移行

## 経根吸収経路

(土壌から根による吸収)  
事故後、中・長期にわたる  
移行経路

長期的影響



	H-3 トリチウム	Sr-90 ストロンチウム 90	I-131 ヨウ素131	Cs-134 セシウム134	Cs-137 セシウム137	Pu-239 プルトニウム 239
出す放射線の種類	$\beta$	$\beta$	$\beta, \gamma$	$\beta, \gamma$	$\beta, \gamma$	$\alpha, \gamma$
生物学的半減期	10日 *1 *2	50年*3	80日*2	70日～ 100日*4	70日～ 100日*3	肝臓:20年 *5
物理学的半減期	12.3年	29年	8日	2.1年	30年	24,000年
実効半減期 (生物学的半減期と 物理学的半減期から計算)	10日	18年	7日	64日 ～88日	70日 ～99日	20年
蓄積する 器官・組織	全身	骨	甲状腺	全身	全身	肝臓、骨

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）及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）の値を引用しました。

実効半減期は、生物学的半減期の表中に記載した蓄積する器官・組織の数値から計算。

\*1：トリチウム水、\*2：ICRP Publication 78、\*3：JAEA技術解説,2011年11月、\*4：セシウム137と同じと仮定、

\*5：ICRP Publication 48