

東京大学理学部

放射線取扱者講習会  
(一般講習会)

放射線の人体への影響

令和3年度後期



## 日本製鉄工場で社員2人被ばくか 年間限度量の数十倍の可能性も

2021年6月11日 18時24分

兵庫県にある日本製鉄の工場で先月、エックス線を使う測定装置の点検中に事故が起き、男性社員が年間の限度量の数倍から数十倍に及ぶ大量の被ばくをした可能性があることが関係者への取材でわかりました。事故を重く見た厚生労働省は通知を出して同様の測定装置を使っているほかの企業に被ばく防止の徹底を求めるとともに労働基準監督署などが事故の状況を調べています。

**点検中、年間限度量 50 mSv の数倍～数十倍被ばく？  
翌日に体調不良で受診**

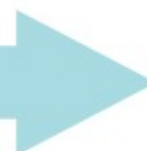
NHK ウェブサイト より引用

急性放射線症候群の病期

被ばく時



時間経過



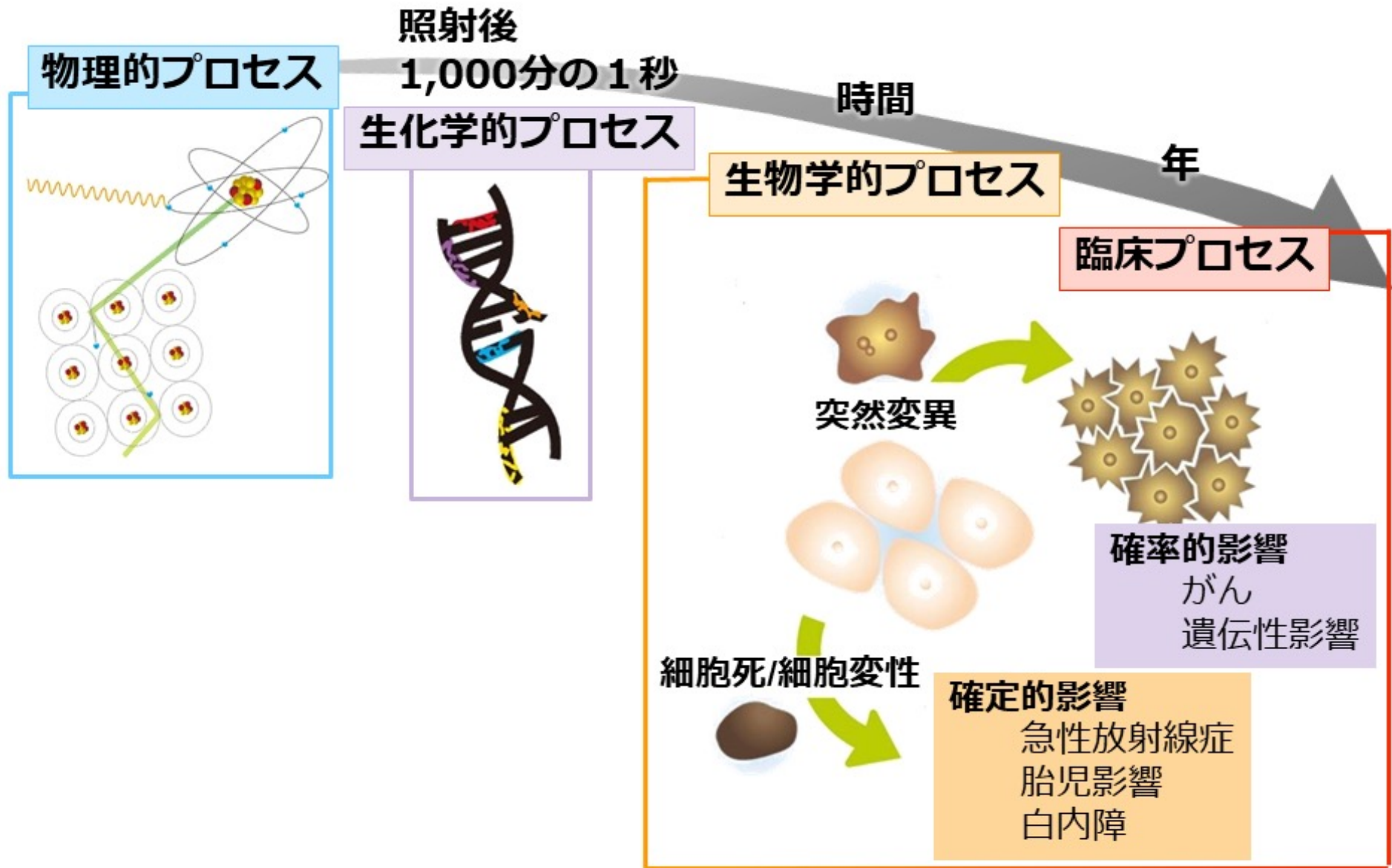
前駆期 ～48時間	潜伏期 0～3週間	発症期	回復期 (あるいは死亡)
嘔気・嘔吐 (1 Gy以上) 頭痛 (4 Gy以上) 下痢 (6 Gy以上) 発熱 (6 Gy以上) 意識障害 (8 Gy以上)	無症状	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-right: 10px;">                         被ばく線量大  </div> <div>                         造血器障害 (感染・出血)                          消化管障害                          皮膚障害                          神経・血管障害                     </div> </div>	

※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

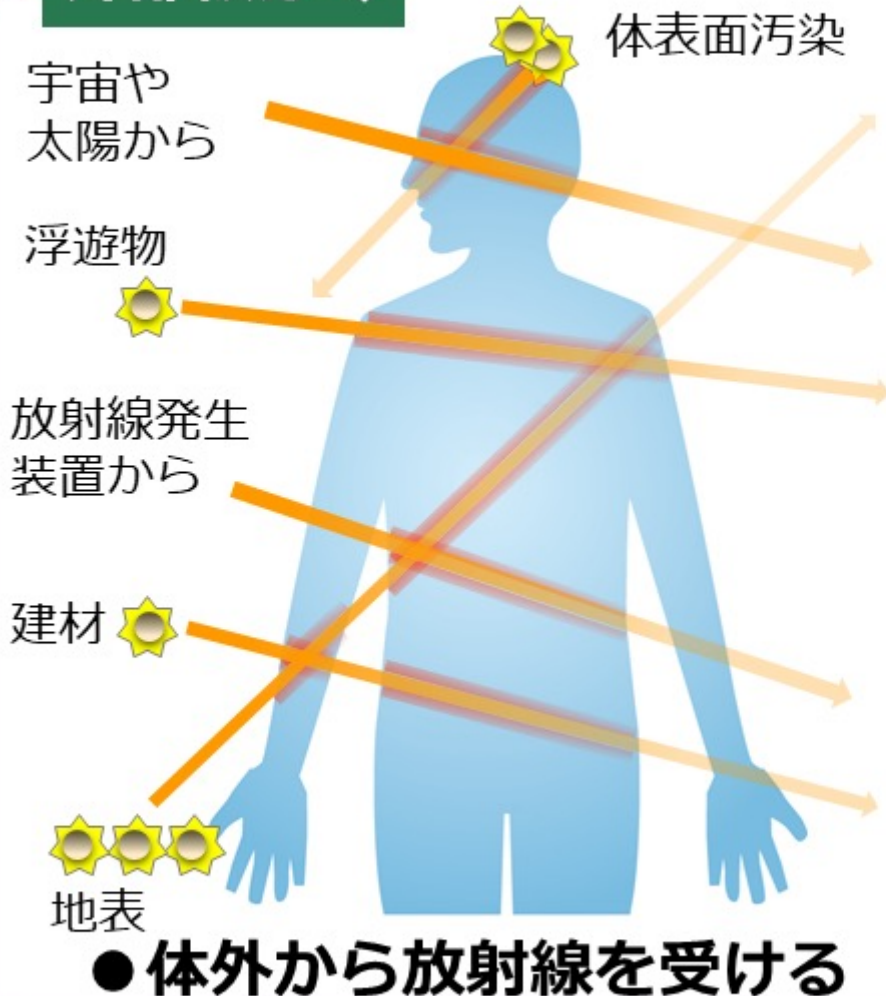
Gy : グレイ

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

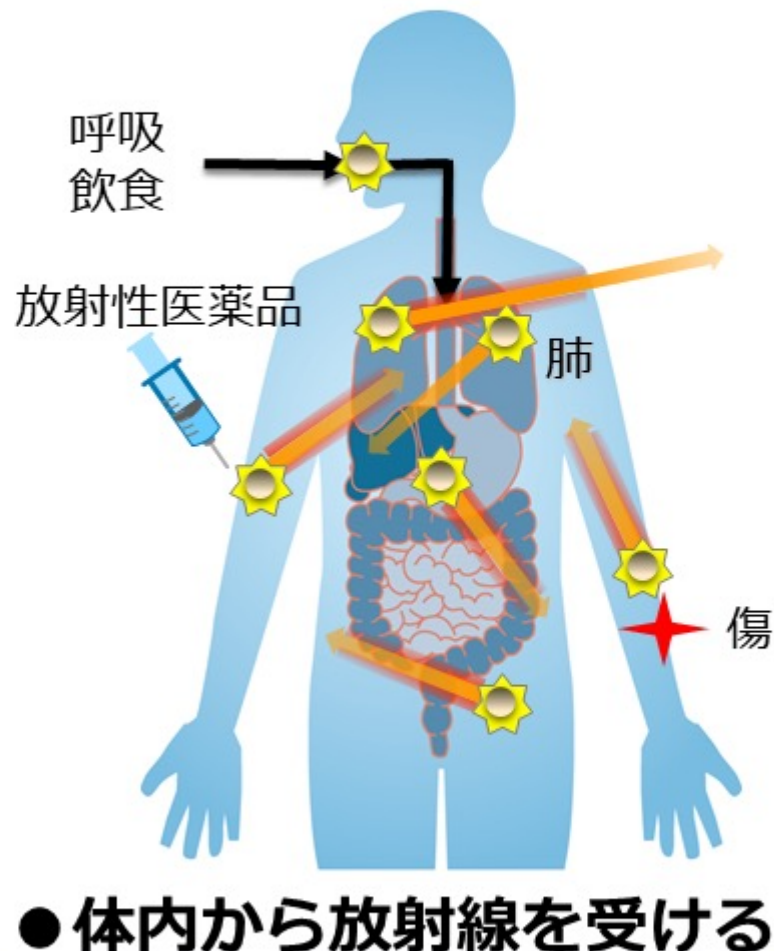
出典 : 環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和元年度版」



## 外部被ばく



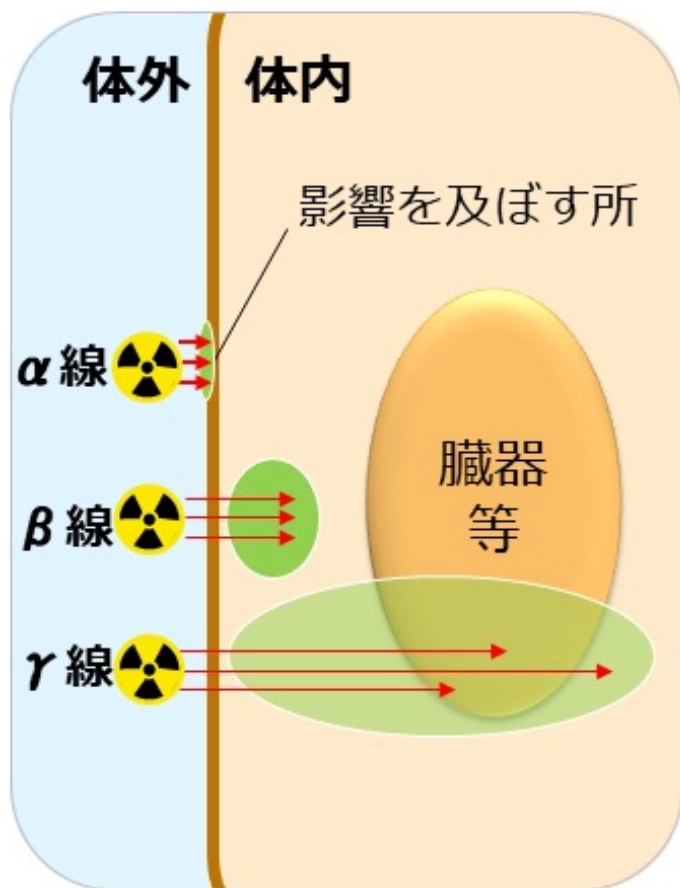
## 内部被ばく



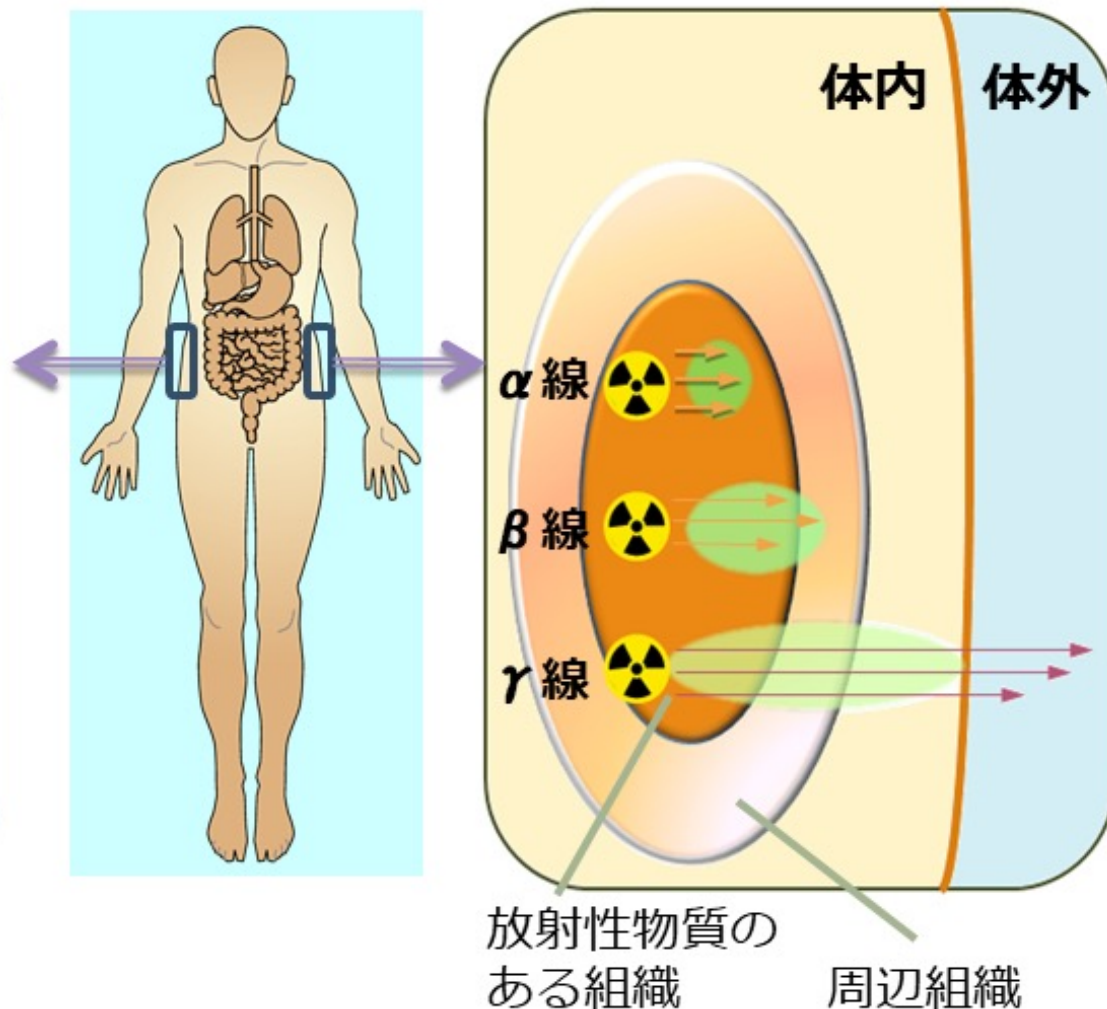
体が放射線を受けるという点は同じ

☀️ : 放射性物質

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



① 経口摂取

口から入り（飲み込み）  
消化管で吸収

② 吸入摂取

呼吸気道から侵入  
肺・気道表面から吸収

③ 経皮吸収

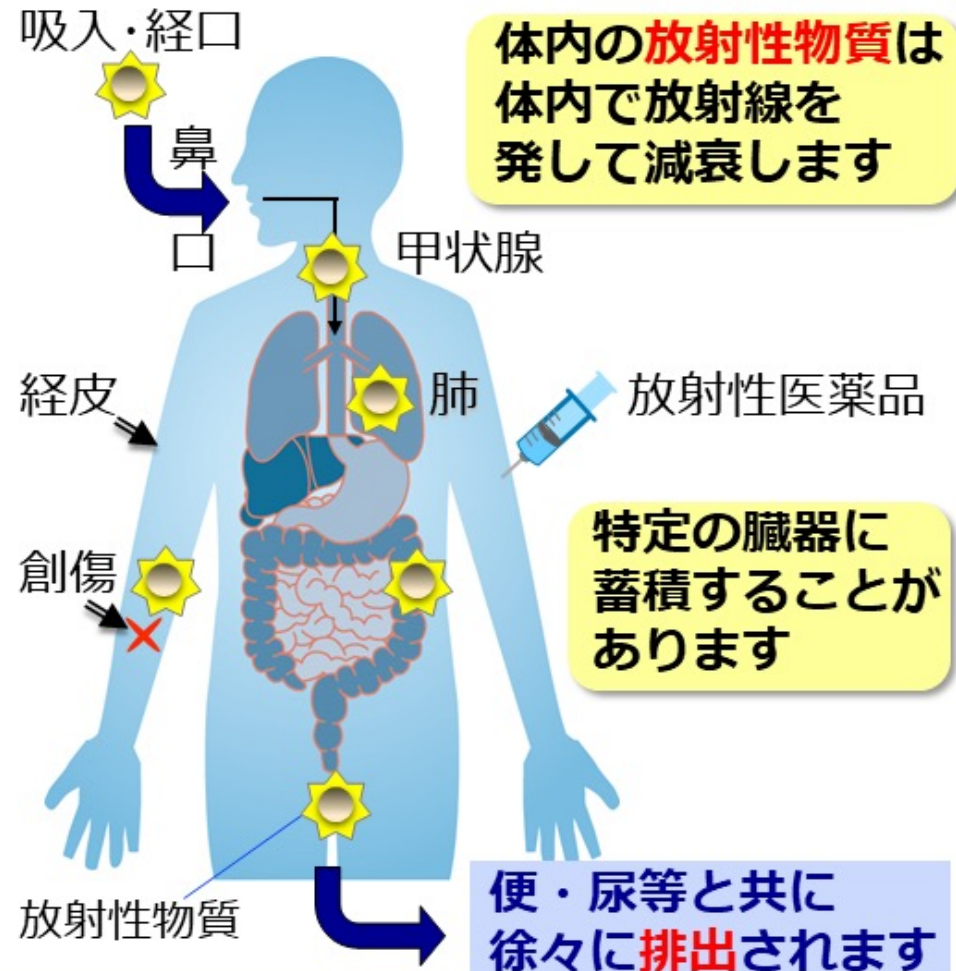
皮膚より吸収

④ 創傷侵入

傷口より侵入

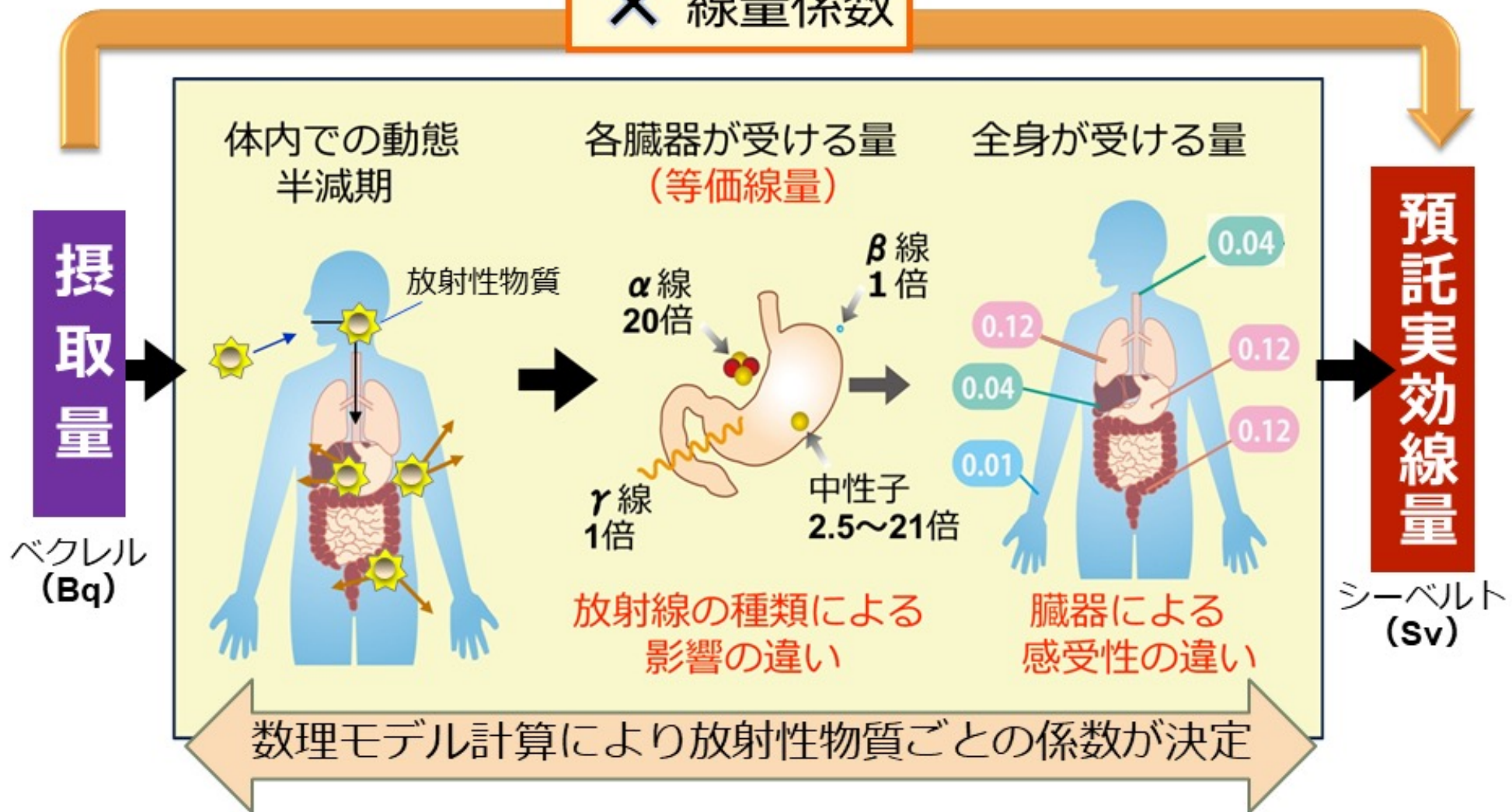
⑤ 放射性医薬品の摂取

注射、経口投与（→①）  
ガスの吸入（→②）



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。



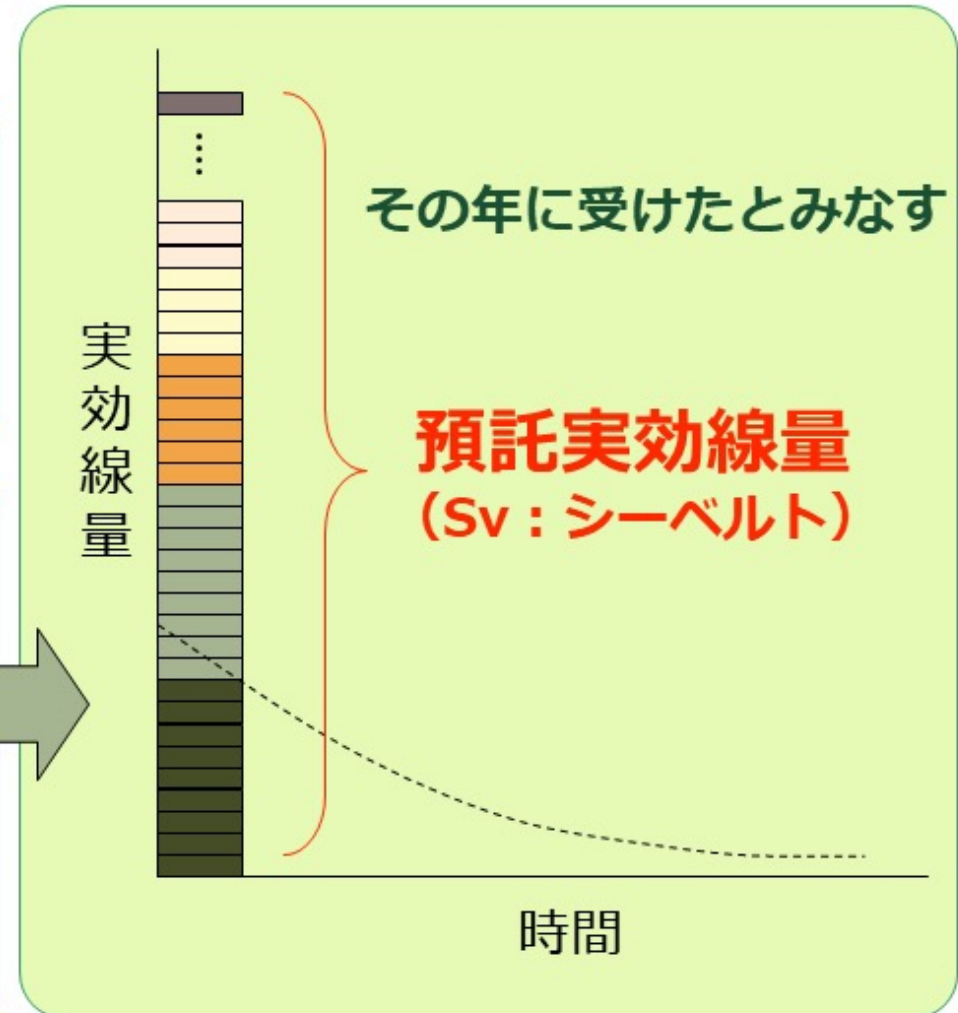
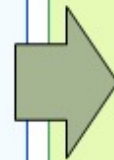
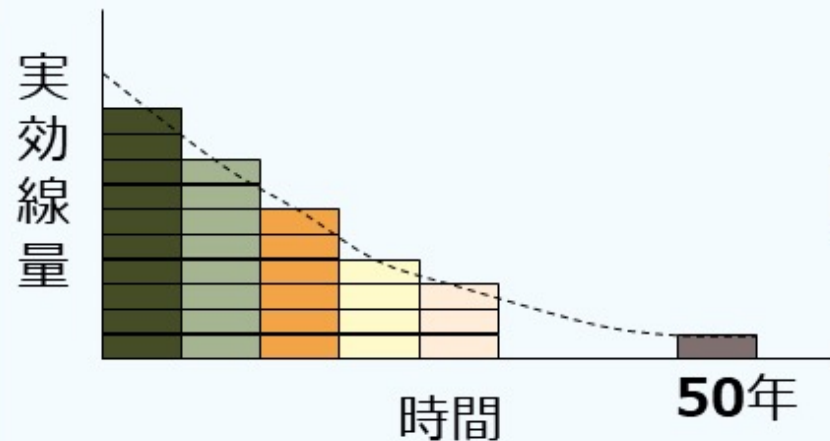


放射性物質を一回だけ摂取した場合に、それ以後の生涯にどれだけの放射線を被ばくすることになるかを推定した被ばく線量

### 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



預託実効線量係数 (μSv/Bq) (経口摂取の場合)

	ストロンチウム 90	ヨウ素 131	セシウム 134	セシウム 137	プルトニウム 239	トリチウム※
3か月児	0.23	0.18	0.026	0.021	4.2	0.000064
1歳児	0.073	0.18	0.016	0.012	0.42	0.000048
5歳児	0.047	0.10	0.013	0.0096	0.33	0.000031
10歳児	0.06	0.052	0.014	0.01	0.27	0.000023
15歳児	0.08	0.034	0.019	0.013	0.24	0.000018
成人	0.028	0.022	0.019	0.013	0.25	0.000018

μSv/Bq : マイクロシーベルト/ベクレル

※自由水型トリチウム

出典 : 国際放射線防護委員会 (ICRP) , ICRP Publication 119 , Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60 , 2012より作成

出典 : 環境省「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」

## 自然放射線 (日本)

宇宙から  
0.3mSv



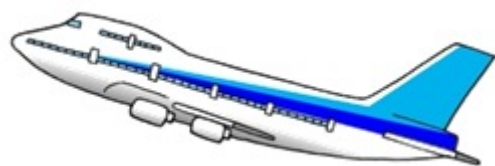
食物から  
0.99mSv



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

出典 : 環境省「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」

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

出典：環境省「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」

## 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

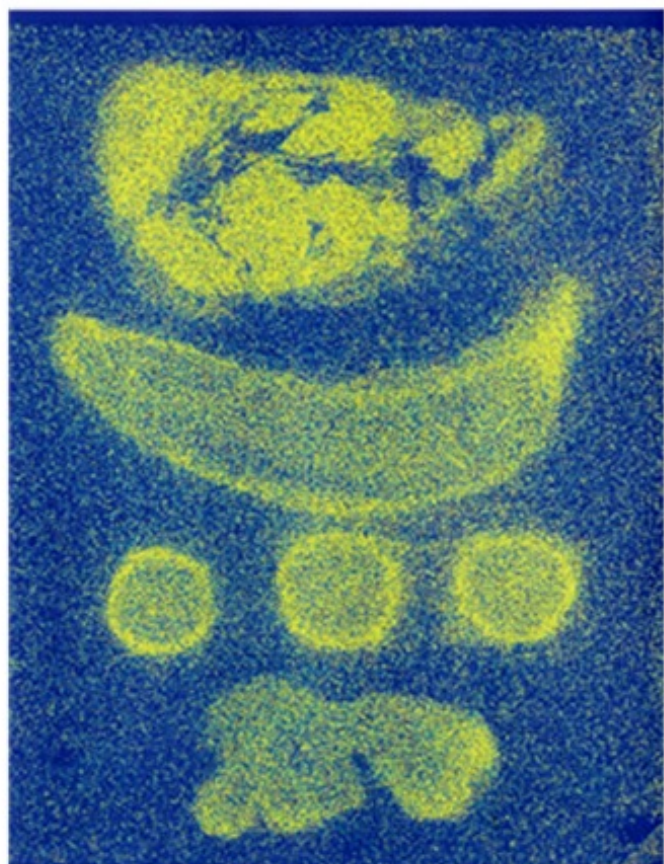


米	30	牛乳	50	牛肉	100	魚	100
ドライミルク	200	ほうれん草	200				
ポテトチップス	400	お茶	600				
干しいたけ	700	干し昆布	2,000				
							(Bq/kg)

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

出典 : 環境省「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」



豚肉、バナナ（縦切り及び横切り）、  
ショウガの放射能像

## 食品からの放射線

- ・主にカリウム40の $\beta$ （ベータ）線
- ・カリウム40の天然存在比※は**0.012%**
- ・カリウム40の半減期は **$1.26 \times 10^9$** 年

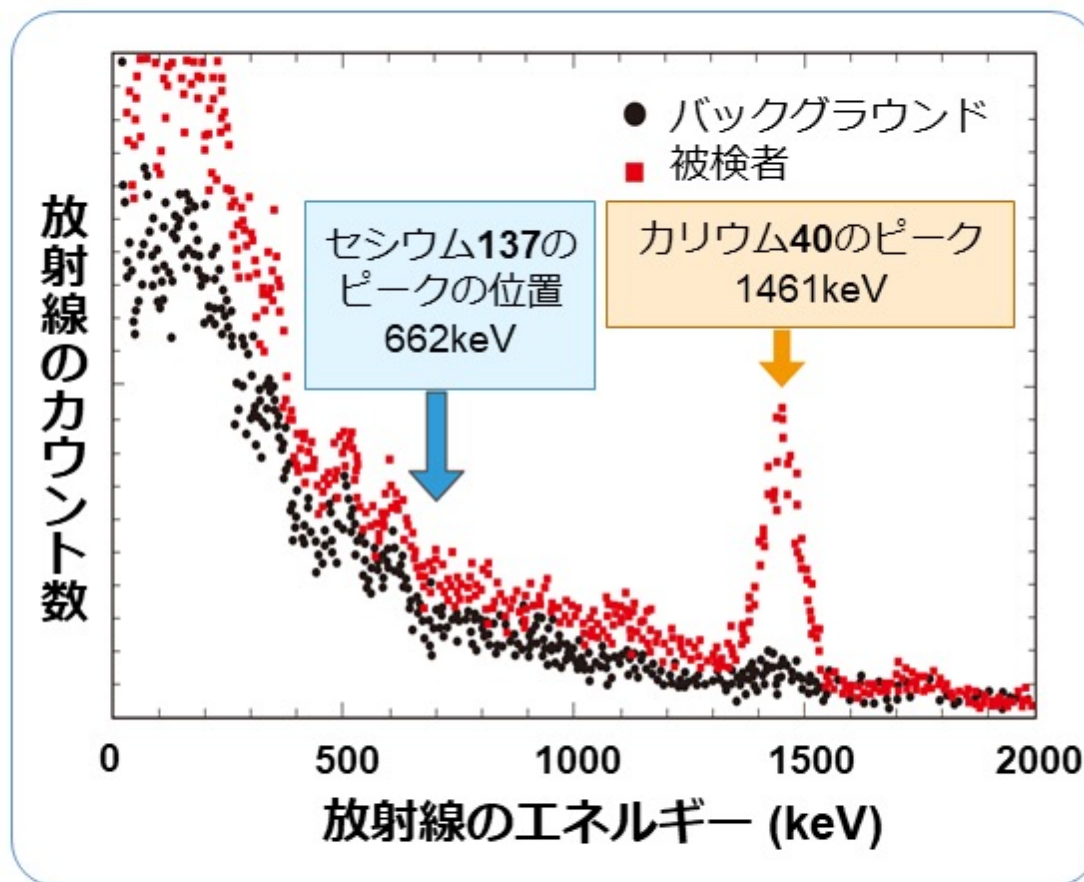
※天然に存在するカリウムのうちカリウム40の割合

出典：応用物理第67巻第6号（1998）

出典：環境省「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」



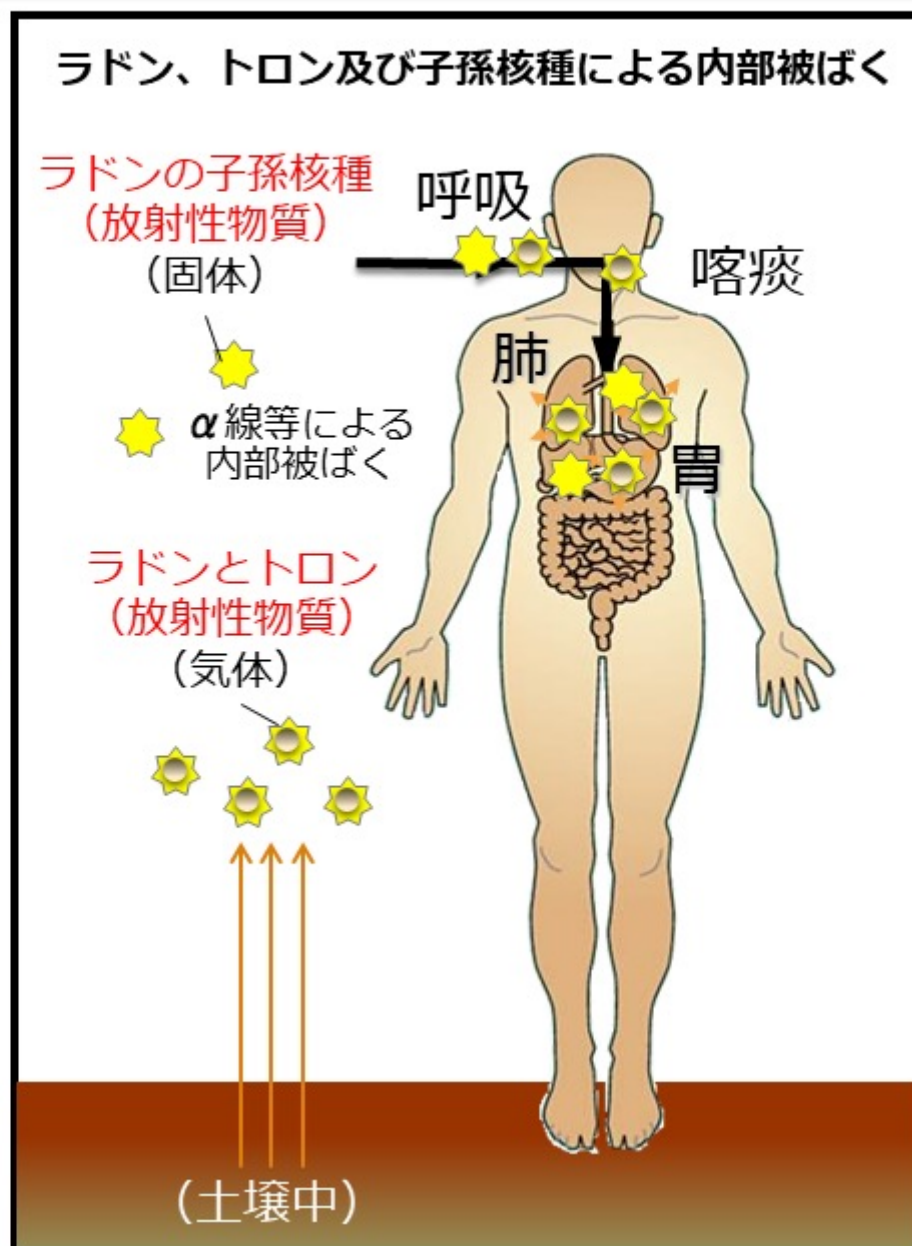
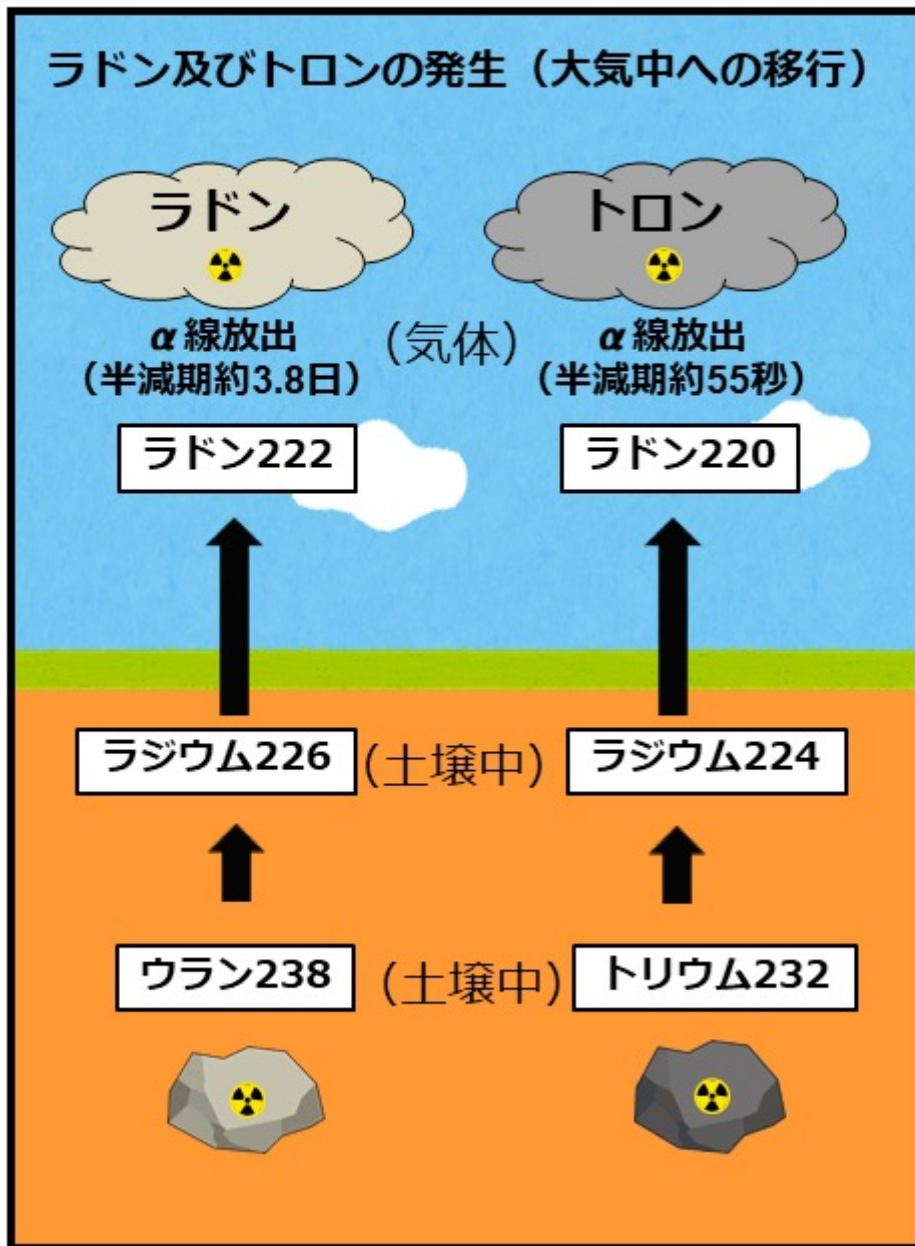
ホールボディ・カウンタ



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 **1 kg** 当たり **2 g** 程度、  
そのうち約 **0.01%** が放射性のカリウム40

keV：キロ電子ボルト





## 問題 2

放射線業務従事者（成人）が誤って  
1 MBq のストロンチウム 90 を経口  
摂取してしまった。

この場合、預託実効線量は

〇〇 mSv

となる。