

# 放射線の基礎知識

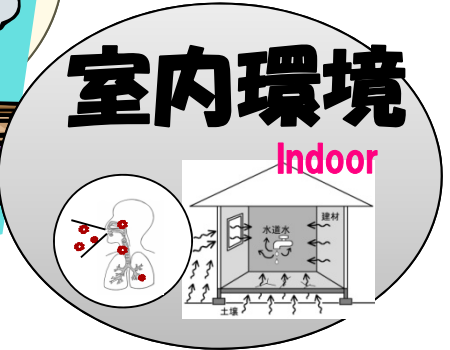
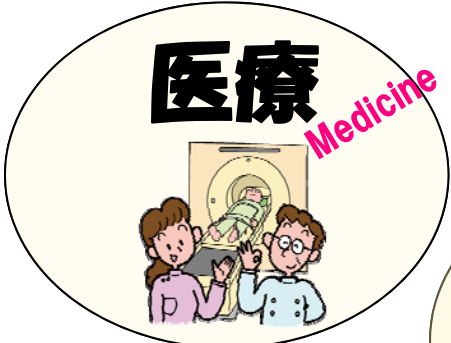
内閣府政策統括官(原子力防災担当)地域防災担当参事官補佐

野島久美恵

# 放射線は身近な環境に

**被ばく環境の多様化**  
**健康長寿社会（医療による放射線利用の拡大）**  
自然環境 宇宙環境  
原子力施設・周辺環境  
室内環境・医療現場

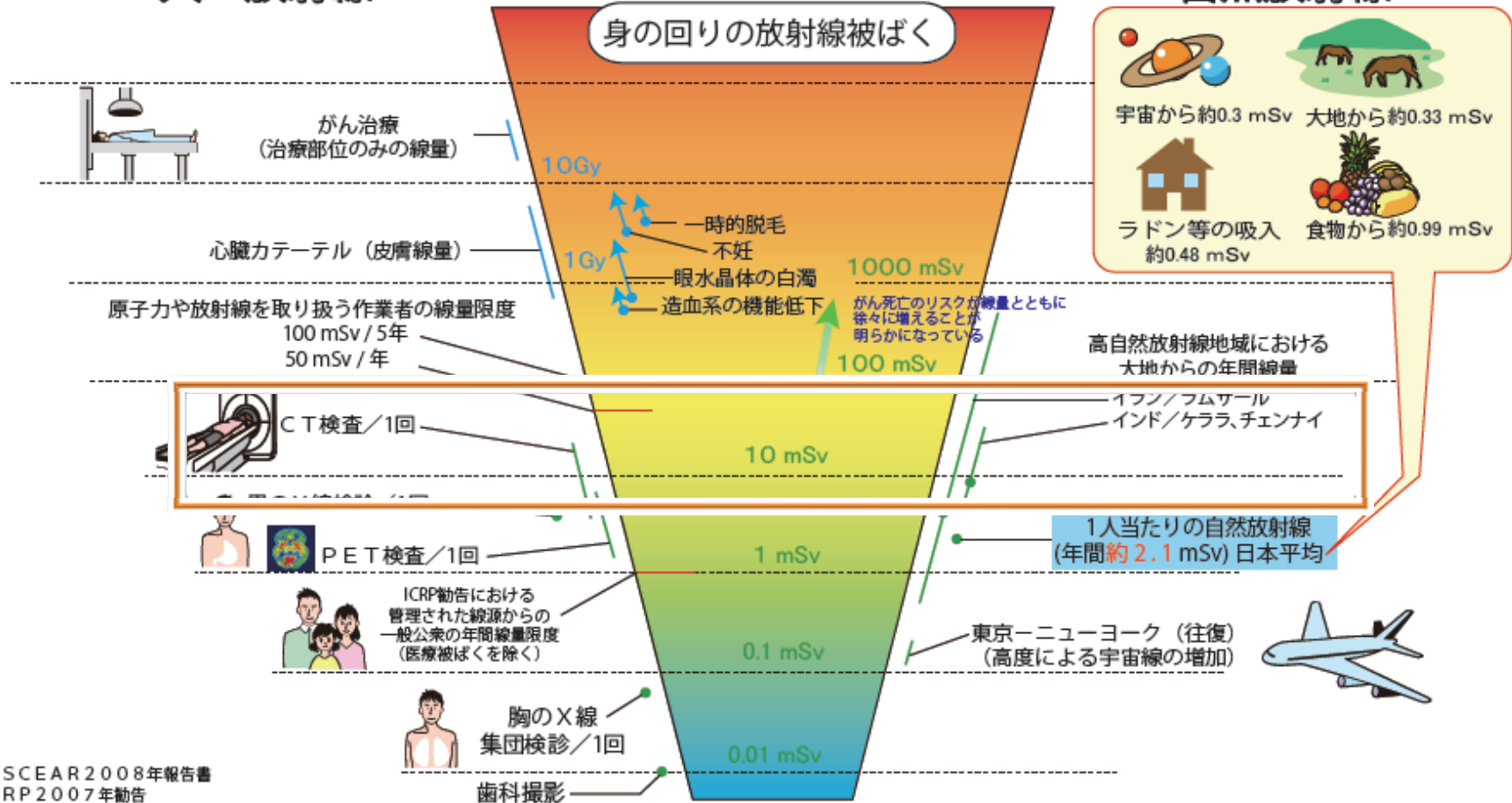
**医療放射線被ばく**  
(重粒子線・粒子線・中性子線・ $\gamma$ 線)  
**自然放射線源からの被ばく**  
( $\gamma$ 線)  
**宇宙放射線による被ばく**  
(重粒子線・粒子線・中性子線・ $\gamma$ 線)  
**室内ラドンによる被ばく**  
( $\alpha$ 線)  
**放射線作業者の被ばく**  
( $\gamma$ 線)  
**放射線事故による被ばく**  
( $\gamma$ 線・中性子線)



# 放射線被ばくの早見図

## 人工放射線

## 自然放射線



・ UNSCEAR 2008年報告書  
 ・ ICRP 2007年勧告  
 ・ 日本放射線技師会医療被ばくガイドライン  
 ・ 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)  
 などにより、放医研が作成(2013年5月)

- 【ご注意】
- 1) 数値は有効数字などを考慮した概数です。
  - 2) 目盛 (点線) は対数表示になっています。目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
  - 3) この図は、引用している情報が更新された場合変更される場合があります。

**【線量の単位】**

各臓器・組織における吸収線量: Gy (グレイ)  
 放射線から臓器・組織の各部位において単位重量あたりにどれくらいのエネルギーを受けたのかを表す物理的な量。

実効線量: mSv (ミリシーベルト)  
 臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝性影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護に用いる線量。  
 各部位に均等に、ガンマ線 1 Gy の吸収線量を全身に受けた場合、実効線量で1000 mSv に相当する。

# 病気の検査や診断で受ける放射線の量

	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

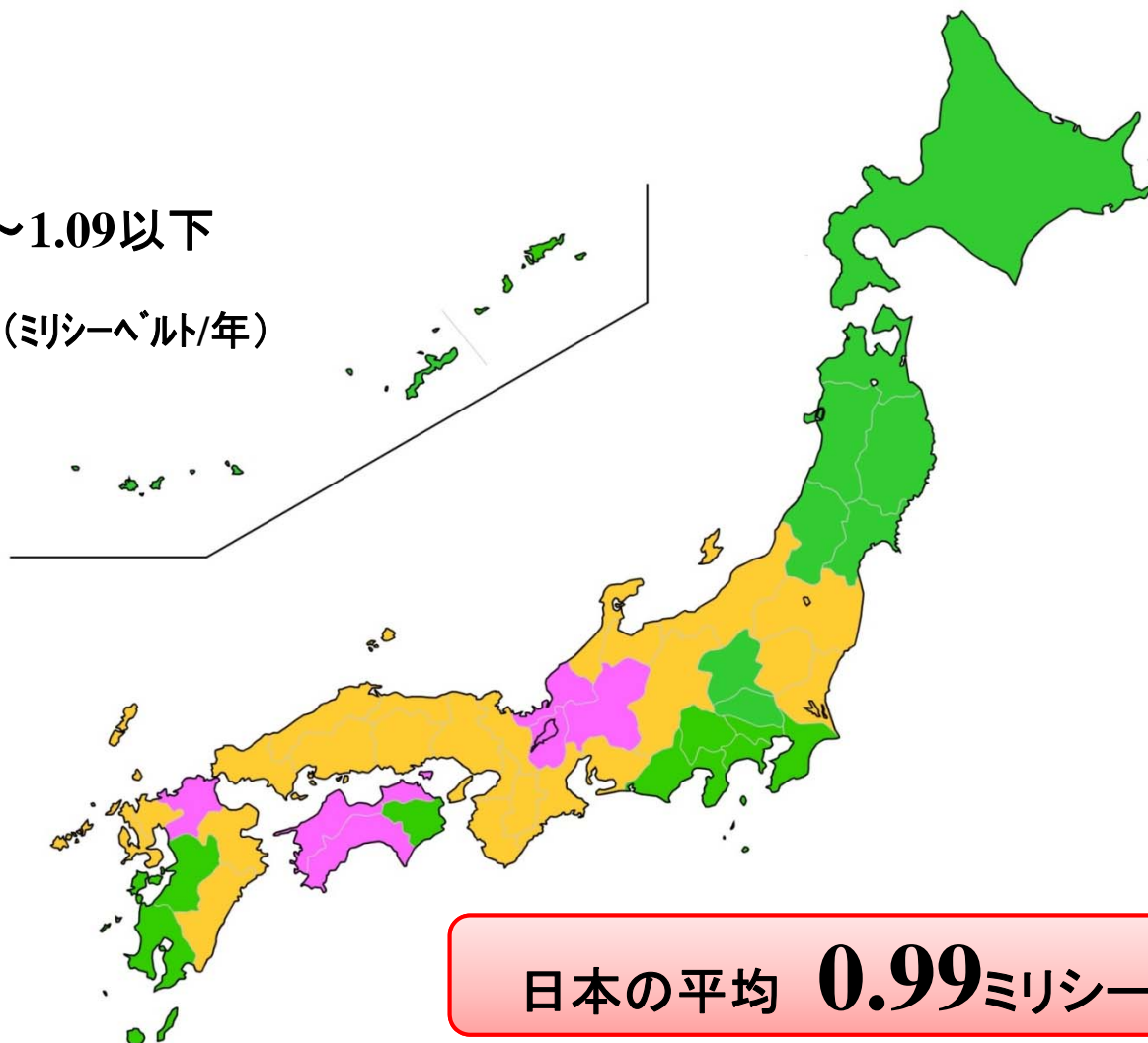
\*3国民線量推定のための基礎調査(XXIII) 平成12年3月 放射線影響協会

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

# 日本国内の年間自然放射線の量

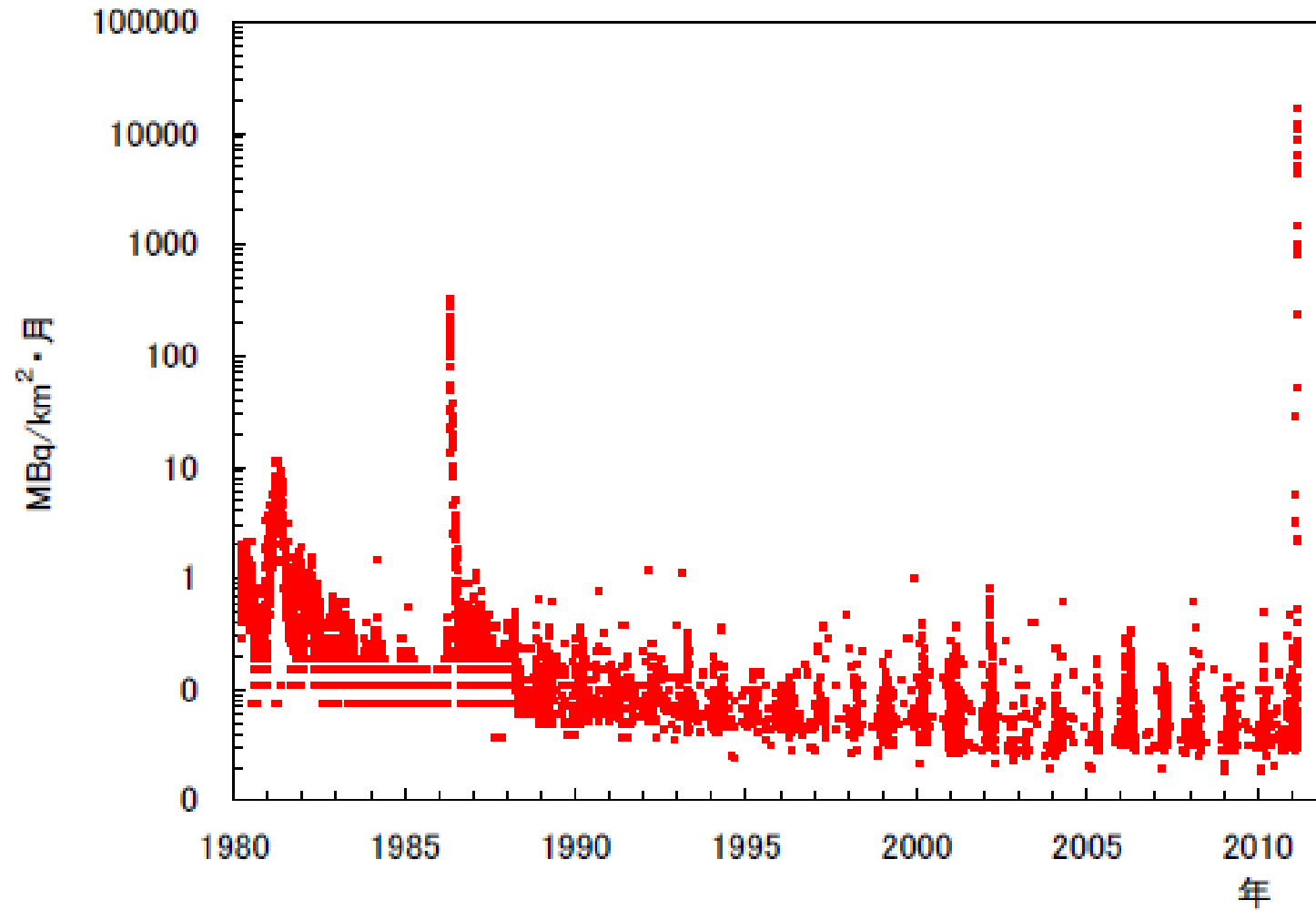
宇宙、大地からの放射線と食物摂取によって受ける放射線量  
(ラドンなどの吸入によるものを除く)

- 0.99以下
- 1.00以上～1.09以下
- 1.10以上 (ミリシーベルト/年)



日本の平均 **0.99**ミリシーベルト/年

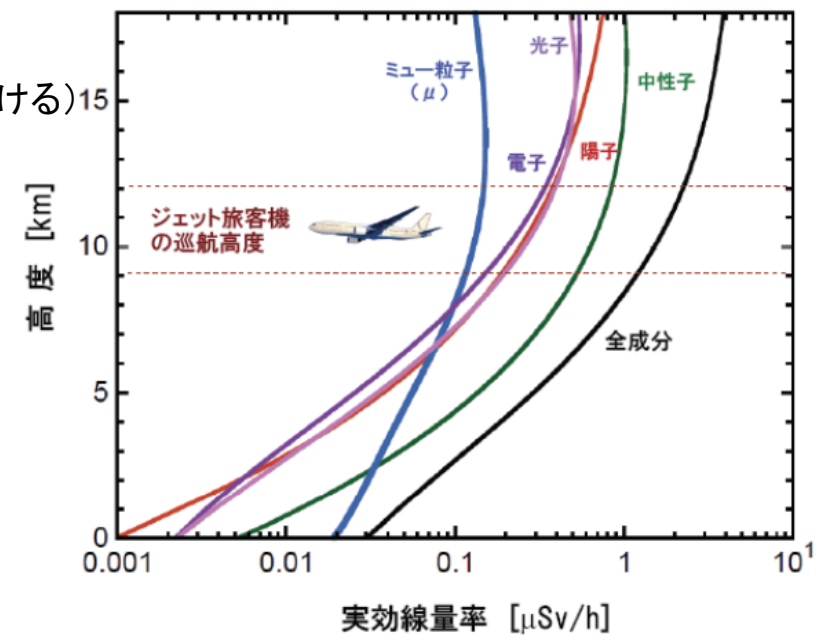
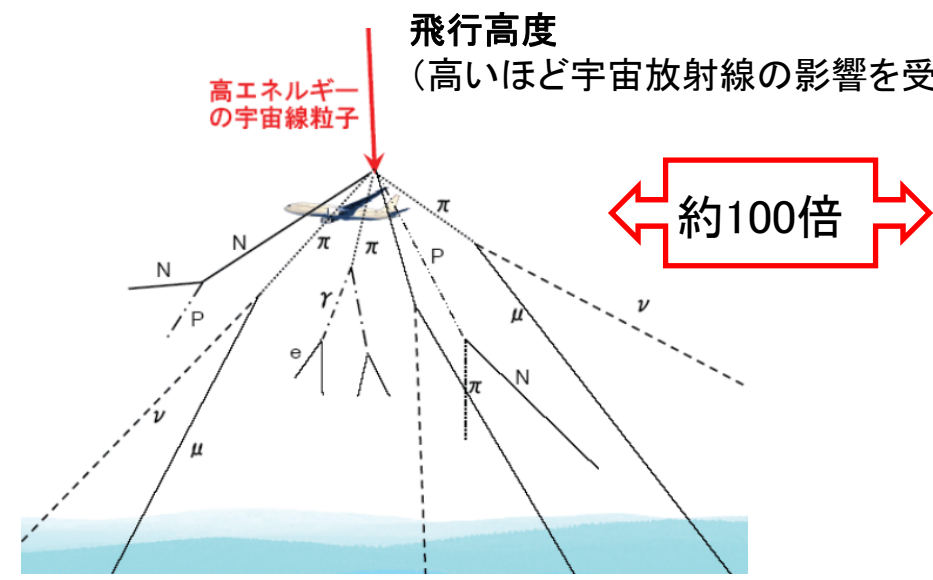
# 日本の環境放射線量の推移



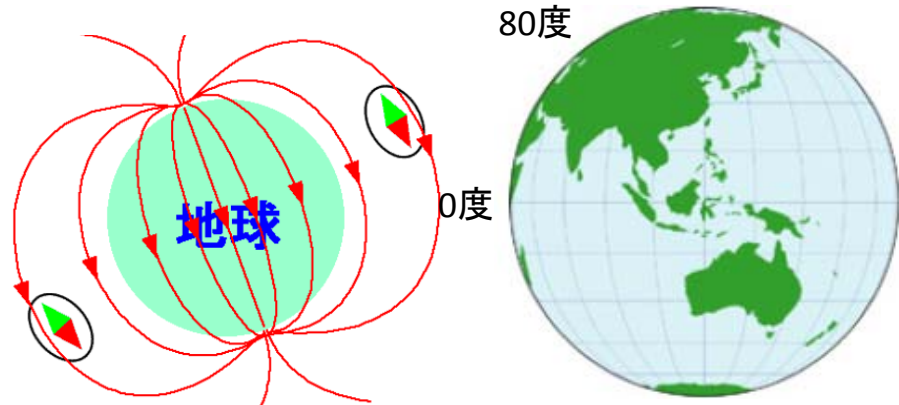
月間降下物中のCs-137の経年変化

# 航空機搭乗者被ばく線量

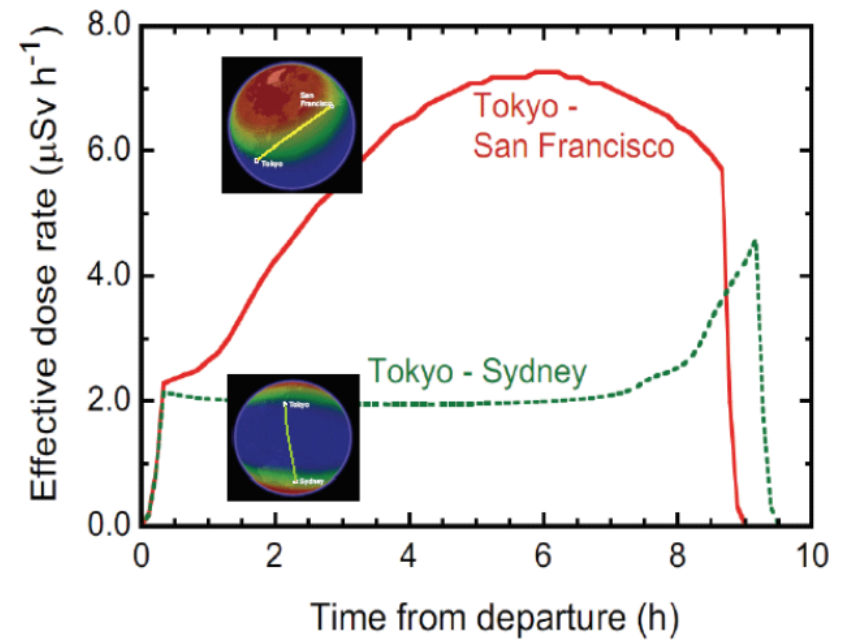
資料: 放医研保田浩志氏



地磁気緯度 (高いほど宇宙放射線の影響を受ける)



航空機被ばくに関する防護のガイドライン  
線量規準: 航空機乗務に伴う付加的な被ばく線量 5mSv/年



# 低地球軌道の宇宙放射線環境（地上から300～500km）

3種類の一次宇宙線源があり、これらが船壁や搭載物質を通過して船内へ入射する。

## 太陽粒子線

陽子・電子 90%  
He原子核 数%  
重荷電粒子 (>He)




## 銀河宇宙線

陽子・電子 90%  
He原子核 10%弱  
Li～Fe原子核  
γ, X線等の電磁波

## 捕捉粒子線

バンアレン帯

内帯 = 主に陽子  
外帯 = 主に電子

 : 国際宇宙ステーション・スペースシャトルの軌道  
高度300～500km(低地球軌道)



永松愛子氏提供

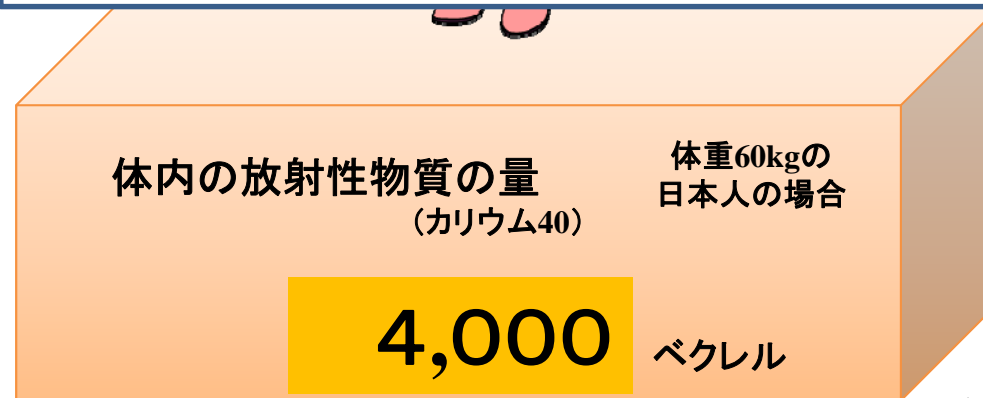


# 私たちの身体にも放射性物質



食べものに含まれるカリウム40の量  
ベクレル / kg

 食パン 30	 米 30	 ホウレンソウ 200	 干しいたけ 700	
 魚 100	 ポテチップ 400	 干しコンブ 2,000	 牛乳 50	 ビール 10



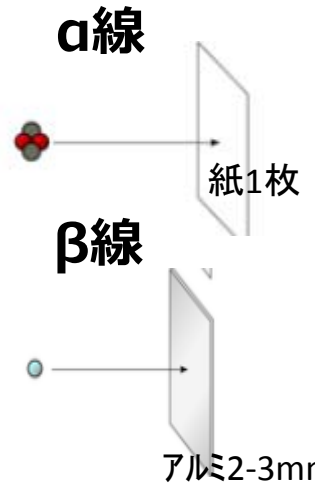
# 室内ラドンの健康リスク

## Radon Risk If You've Never Smoked

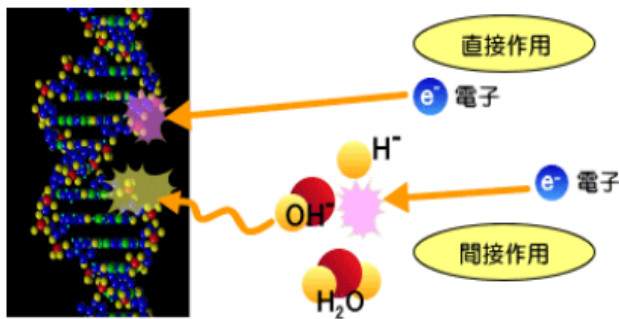
Radon Level	If 1,000 people who never smoked were exposed to this level over a lifetime*...	The risk of cancer from radon exposure compares to**...	WHAT TO DO:
20 pCi/L	About 36 people could get lung cancer	35 times the risk of drowning	Fix your home
10 pCi/L	About 18 people could get lung cancer	20 times the risk of dying in a home fire	Fix your home
8 pCi/L	About 15 people could get lung cancer	4 times the risk of dying in a fall	Fix your home
4 pCi/L	About 7 people could get lung cancer	The risk of dying in a car crash	Fix your home
2 pCi/L	About 4 person could get lung cancer	The risk of dying from poison	Consider fixing between 2 and 4 pCi/L
1.3 pCi/L	About 2 people could get lung cancer	(Average indoor radon level)	(Reducing radon levels below 2 pCi/L is difficult.)
0.4 pCi/L		(Average outdoor radon level)	

粒子

# 放射線の種類

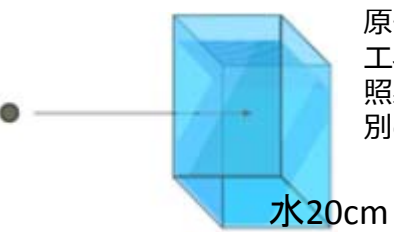


**電子線** エネルギーを持った電子（粒子）



**中性子線**

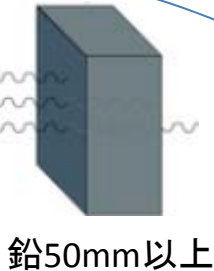
中性子の粒子線物質内の  
原子の原子核と衝突することにより  
エネルギーを失う  
照射された物質中の元素が  
別の放射性同位元素に変化する。



**γ線**

**X線**

電磁波  
(光子)

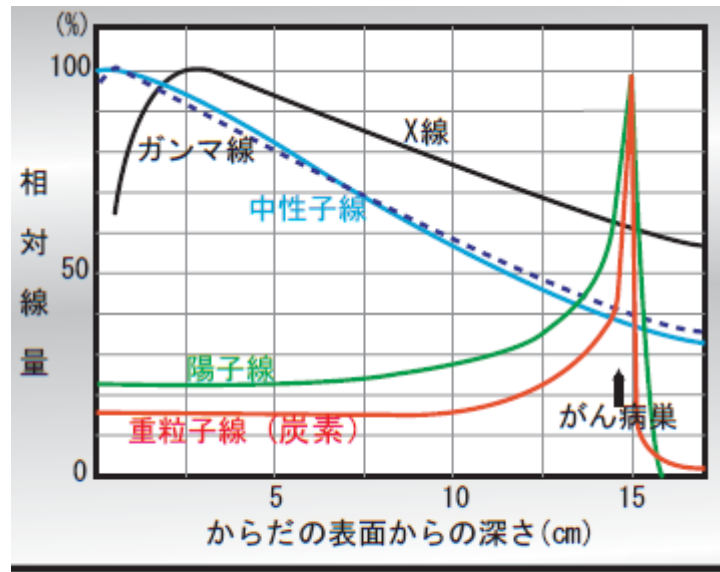
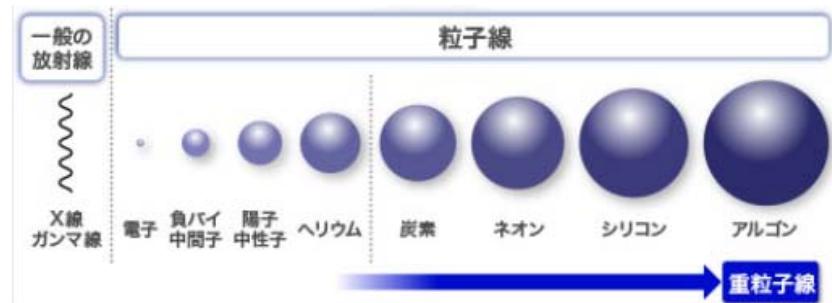


**紫外線**  
X線よりも波長の長い光子  
(1~280nm)

電離能力を持つ粒子や電磁波のことを放射線と呼ぶ

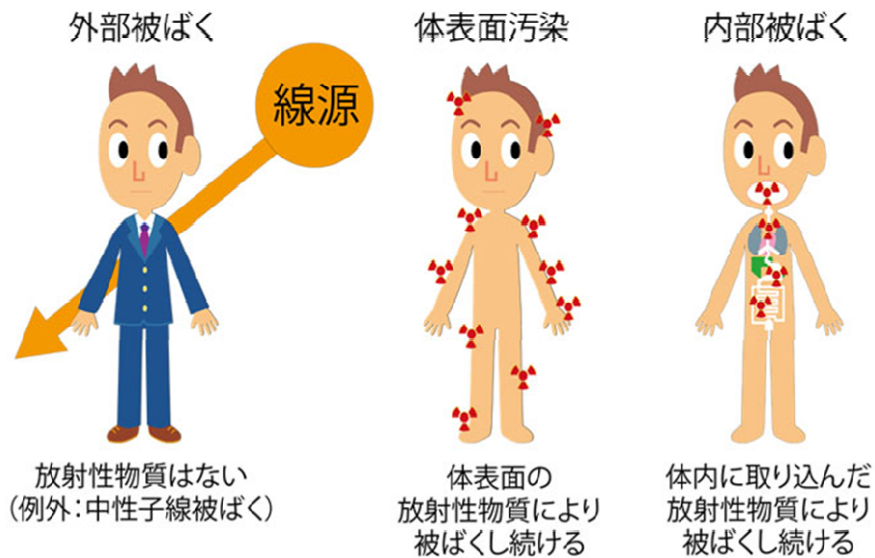
**陽子線** 荷電粒子線の一種水素の原子核であるプロトンが加速されて出てくる

**粒子線** 電子、陽子、中性子や原子核などの粒子による流れ



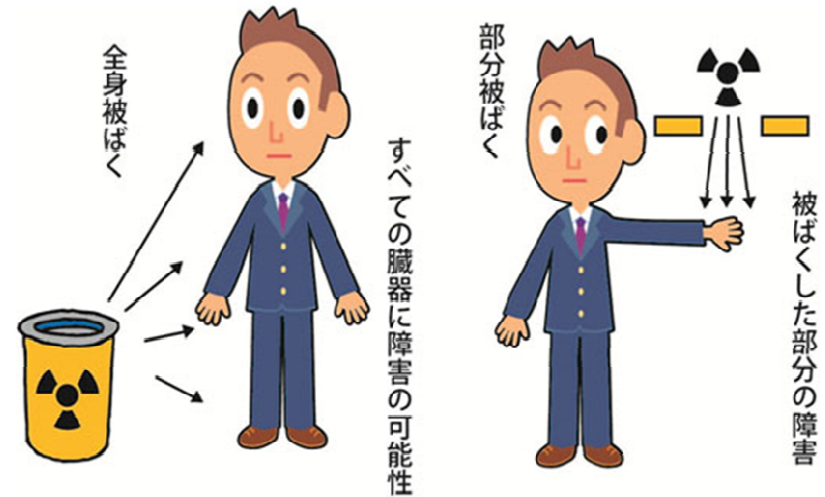
各種放射線の生体内における線量分布

# 被ばくの形態



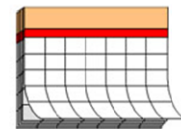
外部 ⇔ 内部

全身 ⇔ 部分



短時間 ⇔ 長時間

- 急性被ばく  
= 短時間に受ける被ばく
- 慢性被ばく  
= 長時間にわたって被ばく

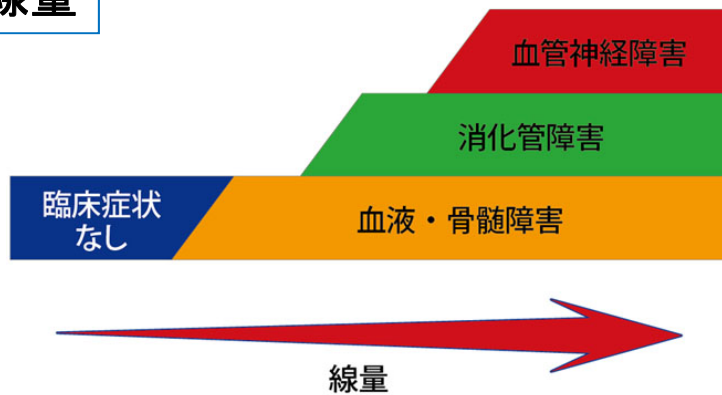


# 急性影響（全身被ばく）

## 時間経過



## 線量



# 急性影響（局所被ばく）

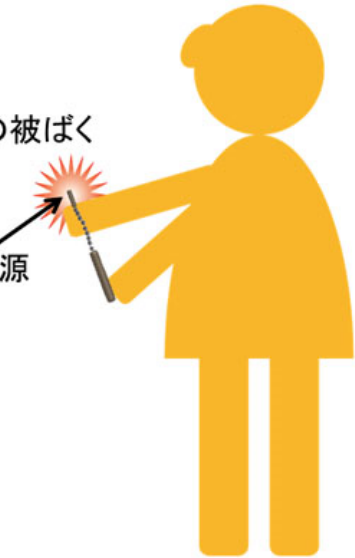
放射線皮膚障害の起きる線量と時期

症状	線量(Gy)	発症(day)
紅斑	3-10	12-21
脱毛	>3	14-18
乾性落屑	8-12	25-30
湿性落屑	15-20	20-28
水疱	15-25	15-25
潰瘍	>20	14-21
壊死	>25	>21

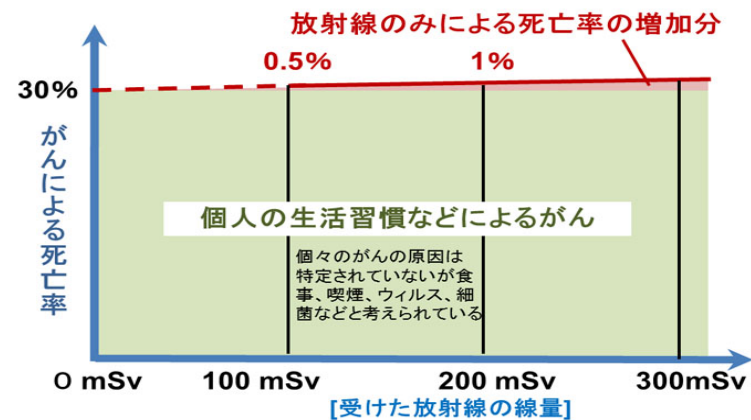
(IAEA/WHO Safety Report Series No.2 Diagnosis and Treatment of Radiation Injury 1998より改変)

局所の被ばく

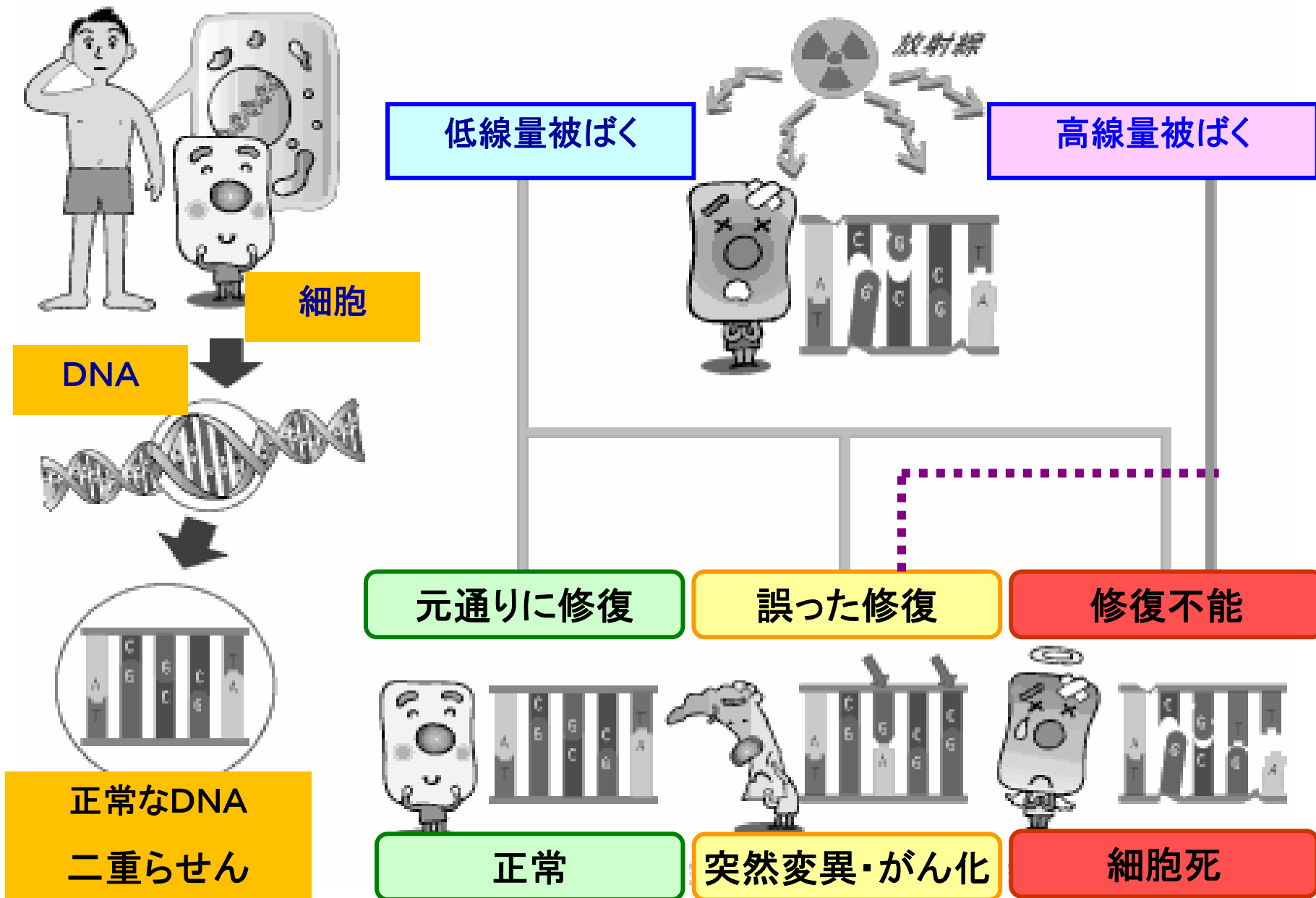
線源



# 晩発影響（がん）

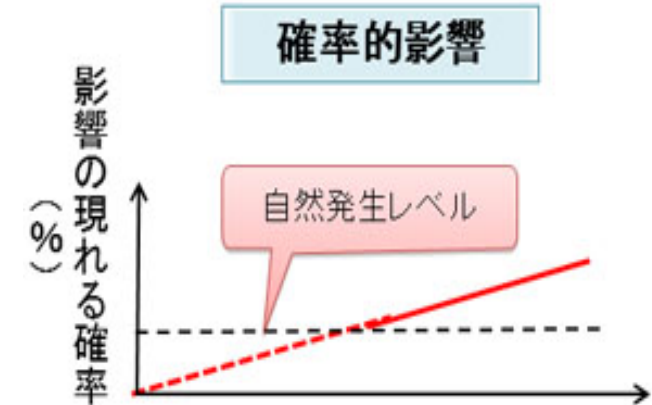
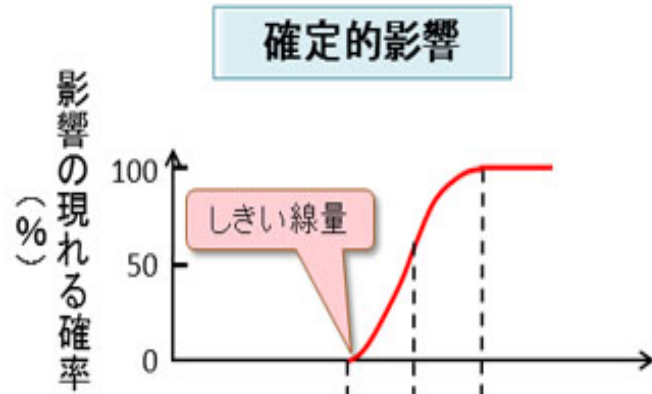


Q : 放射線の人体への影響



# 放射線の人体影響－確率的影響と確定的影響－

細胞 		組織・臓器		
障害	種類	臨床症状	分類	発症機構 (原因)
突然変異 	生殖細胞	遺伝性影響	確率的影響	単一細胞の突然変異
	体細胞	がん		
細胞死 	生殖細胞	不妊	確定的影響	多細胞の細胞死
	体細胞	機能損失 (脱毛、皮膚障害、急性放射線症)		



## 放射線の人体影響－確定的影響のしきい値－

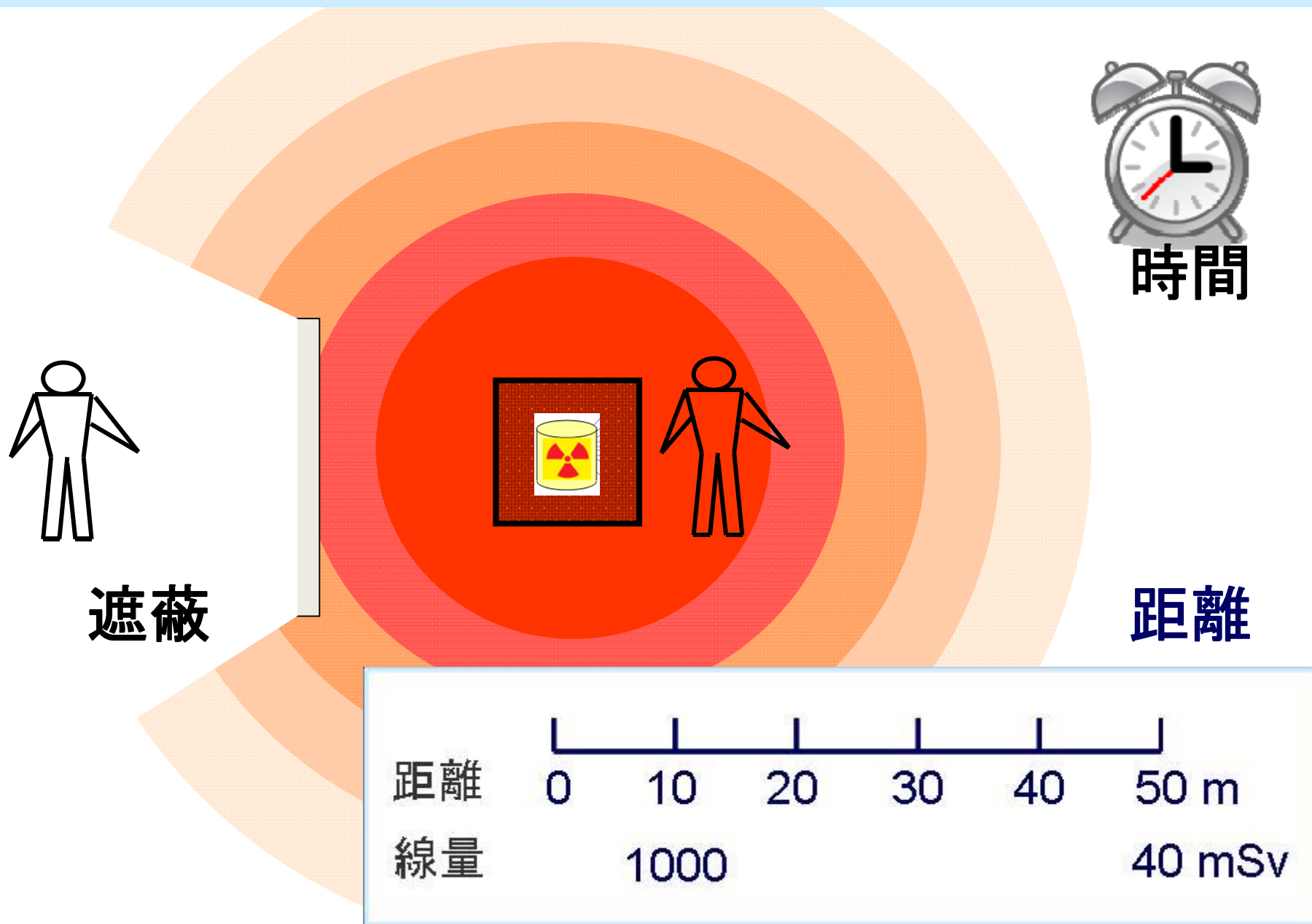
組織反応のしきい値: 全身ガンマ線被ばく後の成人の臓器及び組織に関わる罹病の1%発生率と死亡率に対する、急性吸収線量のしきい値の予測推定値

影響	臓器／組織	影響の発現時間	吸収線量 (Gy)
罹病:			1%発生率
一時的不妊	睾丸	3-9 週間	~0.1 (約)
永久不妊	睾丸	3週間	~6
永久不妊	卵巣	< 1週間	~3
造血系の能低下	骨髄	3-7 日	~0.5
皮膚発赤の主要期	皮膚(広い区域)	1-4 週間	<3-6
皮膚火傷	皮膚(広い区域)	2-3週間	5-10
一時的脱毛	皮膚	2-3週間	~4
白内障(視力障害)	眼	数年	~1.5* (*その後改定あり)

(出典: ICRP「国際放射線防護委員会の2007年勧告」日本アイントープ協会 2009 より改変)



# 外部被ばくの防護



## 浮遊放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数 (IAEAデータより)

場 所	低減係数
屋外	1.0
自動車内	1.0
木造家屋	0.9
石造り建物	0.6
木造家屋の地下室	0.6
石造り建物の地下室	0.4
大きなコンクリート建物 (扉及び窓から離れた場合)	0.2以下

## 沈着した放射性物資のガンマ線による被ばくの低減係数 (IAEAデータより)

場 所	低減係数
理想的な平滑な面上1m (無限の広さ)	1.00
通常土地の条件下で地面から1mの高さ	0.70
平屋あるいは2階だての木造家屋	0.40
平屋あるいは2階だてのブロックあるいは煉瓦造りの家屋	0.20
その地下室	0.10以下
各階が約450~900m <sup>2</sup> の面積の3~4階だて建物1階及び2階	0.05
その地下室	0.01
各階の面積が約900m <sup>2</sup> 以上の多層建築物上層	0.01
その地下室	0.005

## 口及び鼻の保護を行った場合の1~5 $\mu$ mの微粒子に対する除去効率 (IAEA データより)

物 質	折りたたみ数	除去効率
男性用木綿ハンカチーフ	16	94.2%
トイレトペーパー	3	91.4%
男性用木綿ハンカチーフ	8	88.9%
男性用木綿ハンカチーフ	しわくちゃにする	88.1%
けぼの長い浴用タオル	2	85.1%
けぼの長い浴用タオル	1	73.9%
モスリンのシーツ	1	72.9%
ぬれたけぼの長い浴用タオル	1	70.2%
ぬれた木綿のシャツ	1	65.9%
木綿のシャツ	2	65.5%
ぬれた女性用木綿ハンカチーフ	4	63.0%
ぬれた男性用木綿ハンカチーフ	1	62.6%
ぬれた木綿衣服	1	56.3%
女性用木綿ハンカチーフ	4	55.5%
レイヨンスリッパ	1	50.0%
木綿衣服	1	47.6%
木綿のシャツ	1	34.6%
男性用木綿ハンカチーフ	1	27.5%

# 呼吸保護具の種類と使用上の注意

種類	外観	使用上の注意
半面マスク (空気浄化型)		①フィルタはダスト用、ダスト・ヨウ素ガス兼用の2種類があるので作業環境に応じて適切に使い分ける。 ②フィルタ交換を随時行う。 ③面体をよく顔面に密着させる。 ④酸素欠乏雰囲気では適用不可。
全面マスク (空気浄化型)		
空気呼吸器 (陽圧肺力型)		①面体を顔面に良くフィットさせ着用すること。 ②ボンベ内空気圧低警報が吹鳴したら速やかに作業エリアから安全な場所に退出すること。 ③ボンベ内に酸素が十分に充填されているか確認すること。
エアラインマスク (空気供給型)		①面体を顔面に良くフィットさせ着用すること。 ②くもり止めを使用すること。 ③着用時に設定した空気供給圧力(1kg~2kg/cm <sup>3</sup> )の変動がない事を常時監視する。(ホースの長さ、量により変更有り) ④歩くとき連絡部保護のためエアラインホースを平らに持って歩くこと。
エアラインスーツ (空気供給型)		着用時に設定した空気供給圧力(2kg~3kg/cm <sup>3</sup> )の変動がない事を常時監視する。