

保健物理・遮蔽

# 被曝

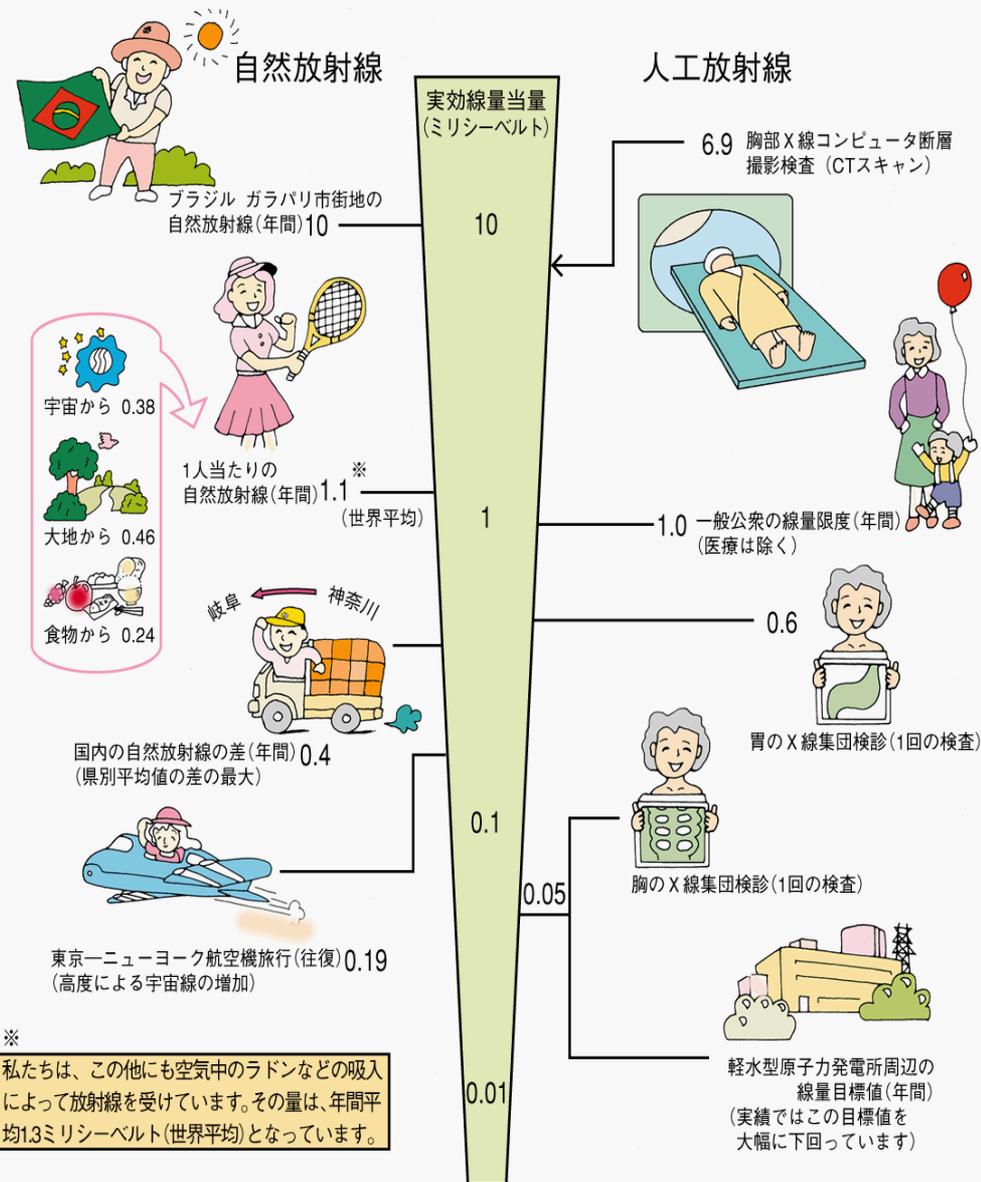
- 外部被曝

- 自然放射線 世界平均 2.4mSv/年
  - 1.1mSv バックグラウンド, 1.3mSv ラドン
- 人工放射線 核実験, 放射性廃棄物
  - 医療被曝は, 積算被曝量に入っていない.

- 内部被曝

- 自然放射線  $^{40}\text{K}$  0.18mSv/y,  $^{222}\text{Rn}$
- 職業被曝 ラジウム鋳夫, 夜光時計職人
- トロトラスト  $\text{ThO}_2$ 造影剤 肝臓ガン

# 日常生活と放射線



# 被曝による影響

- 確定的影響

- 被曝量が閾値を超えると影響が発生。
- 受胎能力の低下，造血機能障害，白内障

- 確率的影響

- 閾値はない：低被曝でも影響ある。
- 発ガン，遺伝障害。

# 吸収線量 その1

- 測定する量 吸収線量 Gy [J/kg]
  - 組織・臓器の平均線量
  - 一定量のヨウ素が甲状腺に吸収された場合、大人と子供では吸収線量が異なる。
- 等価線量 Sv [J/kg]
  - 確率的影響は吸収線量だけではなく、放射線の種類とエネルギーにも依存する。
  - $H_{T,R} = w_R D_{T,R}$
  - $w_R$ : 放射線荷重係数,  $D_{T,R}$  : 組織T,放射線Rによる吸収線量。

# 吸収線量 その2

- 組織荷重係数  $w_T$ 
  - 同じ等価線量を受けた時，組織・臓器にかかわらず同じ影響となるように決めた係数.
- 実効線量
  - 放射線荷重係数と組織荷重係数を二重に荷重した吸収線量.

# 吸収線量 その3

## 放射線荷重係数

放射線の種類とエネルギー	$w_R$
光子(すべてのエネルギー)	1
電子, $\mu$ 粒子(同上)	1
中性子 10keV未満	5
10keV以上100keVまで	10
100keVを超え2MeVまで	20
2MeVを超え20MeVまで	10
20MeVを超えるもの	5
$\alpha$ 粒子, 核分裂片, 重原子核	20

## 組織荷重係数

組織・臓器	$w_T$
生殖腺	0.20
脊髄(赤色), 結腸, 肺, 胃	0.12
膀胱, 乳房, 肝臓, 食道,	
甲状腺	0.05
皮膚, 骨表面	0.01
残りの組織	0.05

# Quiz

- 空気中に含まれる $^{222}\text{Rn}$ 娘核種の吸入による被曝が最も大きな組織は肺であるが、その年間吸収線量はおよそ0.45mGyである。この被曝による実効線量を算定せよ。

# 放射線の防護 その1

- 遮蔽, 時間, 距離
- 遮蔽
  - $\alpha$ 線 皮膚でとまる。内部被曝が問題。
  - $\beta$ 線 アクリル板。高E $\rightarrow$ 制動放射線 鉛
  - $\gamma$ 線 強度  $\exp(-\mu d)$  実際は  $B \exp(-\mu d)$
  - B: ビルドアップ係数
  - $\mu d < 1$   $B \doteq 1$ ,  $\mu d > 1$   $B \doteq \mu d$

# 放射線の防護 その2

- 半価層, 1/10価層
  - 半価層厚さ(cm) =  $\ln 2 / \mu = 0.693 / \mu$
  - 1/10価層厚さ(cm) =  $\ln 10 / \mu = 2.303 / \mu$

Quiz 鉛で $\gamma$ 線の遮蔽を行う。 $^{60}\text{Co}$ の $\gamma$ 線に対する鉛の半価層は1.06cmである。

(1) 1/10価層は何cmか。

(2) 5.6cmの厚さの鉛板ではおおよそ何分の1になるか。

# 放射線の防護 その3

- 距離
  - 点線源からの放射線は距離の2乗に反比例して減衰する。
- 時間
  - 被曝量は作業時間に比例する。

Quiz 密封 $\gamma$ 線の取扱のため、ピンセットを使用したところ、10分の作業時間を要した。その時、線源からの距離は25cmであった。その後、25cm長いピンセットに取り替えて作業を行ったところ、作業時間は2倍となった。外部被曝線量はどのように変化したか。

# 密封RI線源

- $\alpha$ 線源  $\alpha$ 線が透過できるように，薄い被覆，あるいは電着のみ。
- $\beta$ 線源  $^{147}\text{Pm}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ などの低エネルギー  
 $\beta$ 線源は，窓が薄い。
- $\gamma$ 線源 ステンレス容器など。
- 中性子源  $^{241}\text{Am-Be}$ ,  $^{252}\text{Cf}$

# 非密封RI

- それぞれの核種の特性に注意
- 内部被曝に気をつける
- 閉じ込め，集中化，稀釈，分散，除去
- コールドラン
  - 操作，方法，手順に慣れ，作業時間を評価。
  - 必要な実験器具の確認。
  - 被曝量の推定。
  - 事故の予測と予防。