

# 放射線の安全管理

## 被曝を防ぐ



今日少しだけ覚えてもらいたいこと

放射線と放射能の違い

放射線防護の方法  
(被曝を防ぐ)

放射線？ 放射能？



放射線漏れ？ 放射能漏れ？

# 放射線？ 放射能？

放射線 (グレイ:Gy、シーベルト:Sv)  
 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、中性子線など



放射性物質

放射能 (ベクレル)  
放射線を出す能力  
1秒間に1個の原子核が壊変  
=1Bq



炎 $\div$ 放射線  
(冷たい炎、暖かい炎、...)

薪 $\div$ 放射性物質  
(木、石油、...)  
燃える物の量 $\div$ 放射能

# ヨウ素-131?



放射性物質  
(放射性同位体)



安定した元素になろうとする。  
この時に放射線を出す!

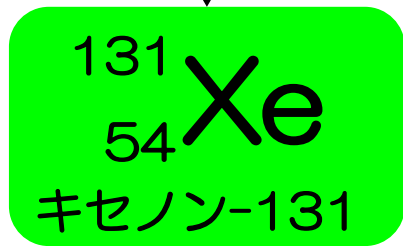
8.02日  $\beta$ 線 : 610keV (飛程2mm)  
 $\gamma$ 線 : 360keV

核異性体



11.84日  $\gamma$ 線 : 30keV

安定元素



ヨウ素の安定元素

質量数  
(陽子と中性子の数を合わせたもの)



原子番号  
(原子核の中にある陽子の数)

# 放射性物質の管理の基本



放射性物質を密閉容器に入れる

【管理できる状態にする】

(放射線は漏れているが、放射線の管理はできている)



# 放射性物質の管理の基本

放射線が不要な場合は？

遮へい容器に入れる

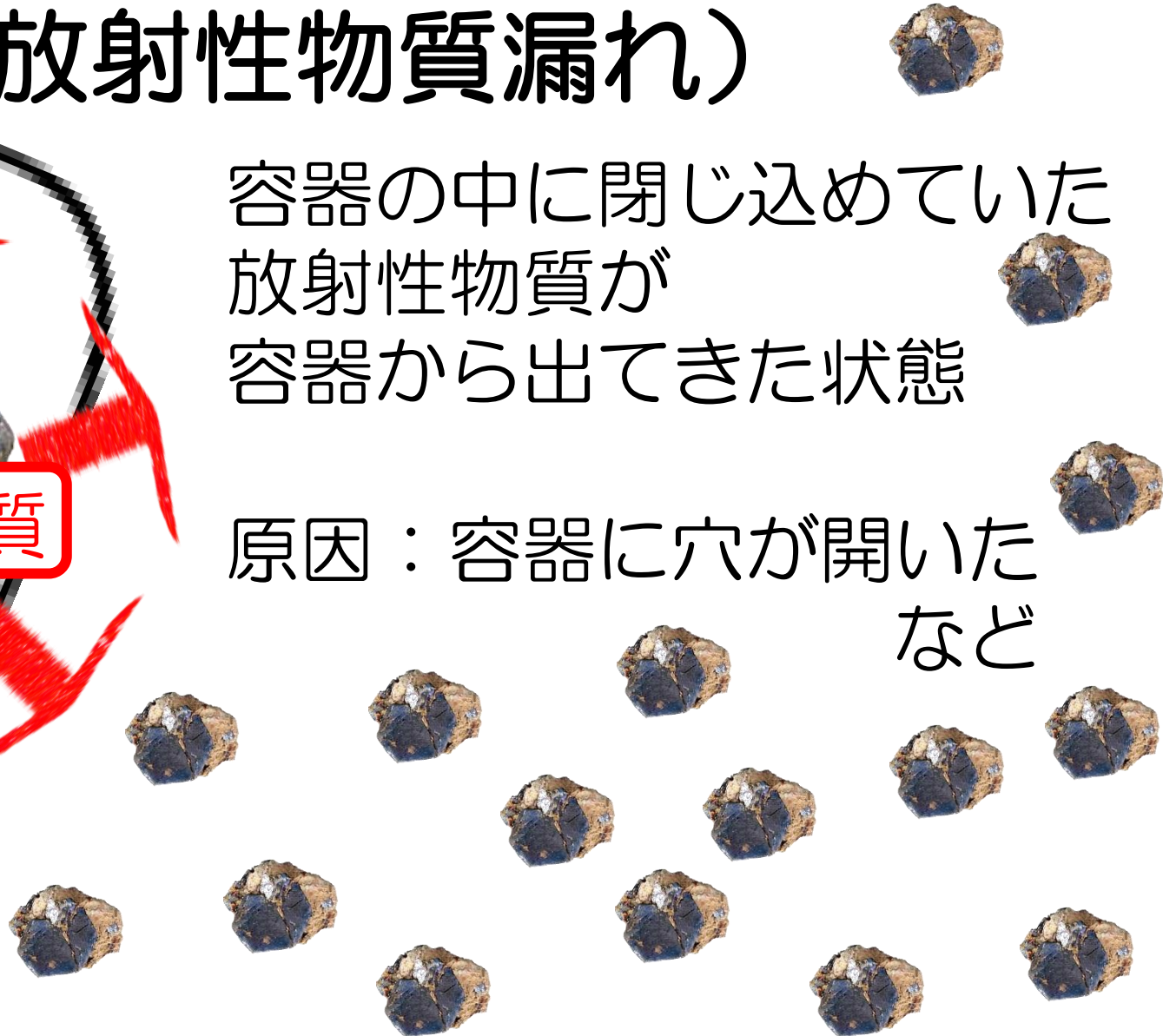


# 放射能漏れ (放射性物質漏れ)



容器の中に閉じ込めていた  
放射性物質が  
容器から出てきた状態

原因：容器に穴が開いた  
など





# 放射能漏れ (放射性物質漏れ)



密閉容器への回収が必要

# 放射線漏れ

遮へい容器の外に  
放射線が出てきた状態

原因：遮へい容器の破損  
など

A diagram illustrating a radiation leak. A yellow cylindrical container is shown with a black outline. Inside the container, there is a dark, irregularly shaped object representing radioactive material. A red rectangular box with white text '放射性物質' (Radioactive substance) is overlaid on this object. Several red, brush-like arrows radiate outwards from the container, indicating the escape of radiation. The background is a blurred yellow, suggesting the container's surface.

放射性物質

# 放射線漏れ

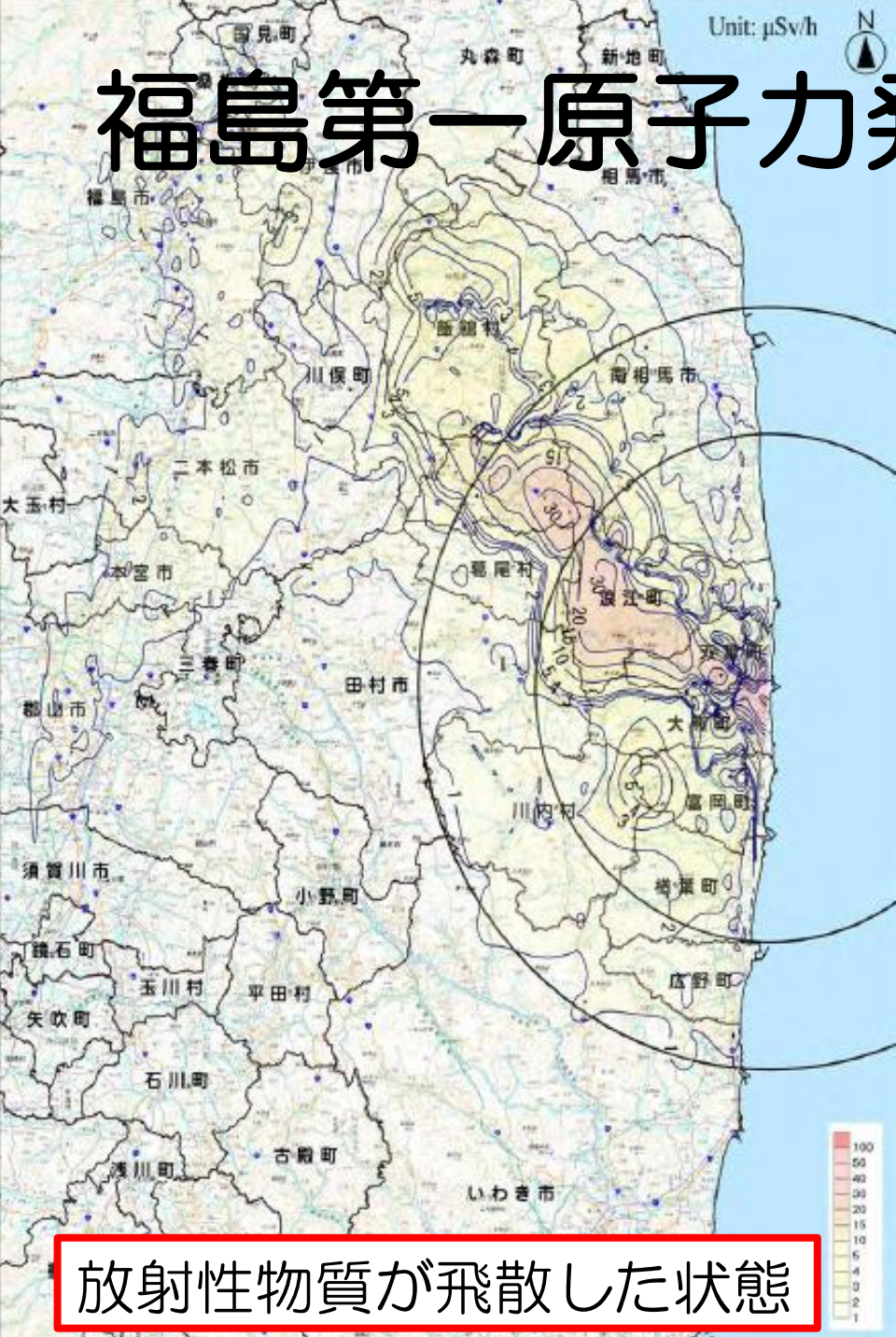
新しい遮へい容器に移す



放射性物質



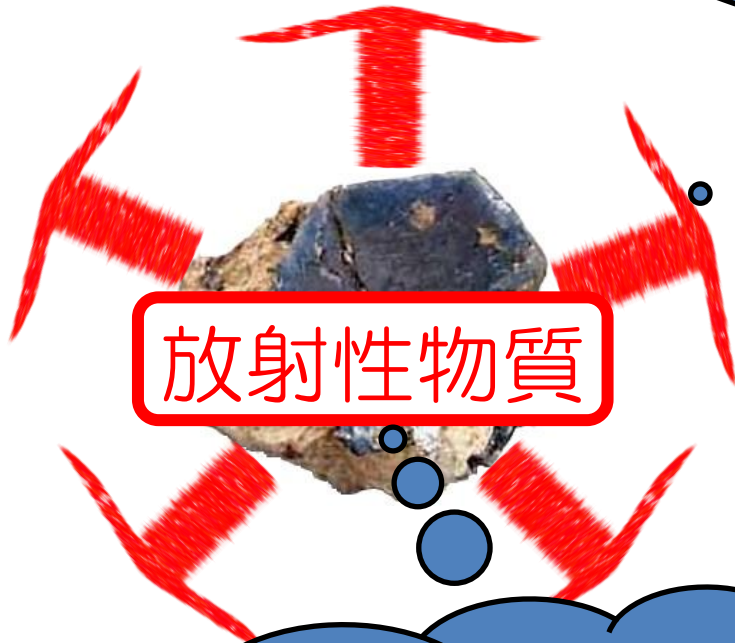
# 福島第一原子力発電所の場合には？



放射能漏れ

# 放射線？

放射線 (グレイ:Gy、シーベルト:Sv)  
 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、 $\gamma$ 線、中性子線など



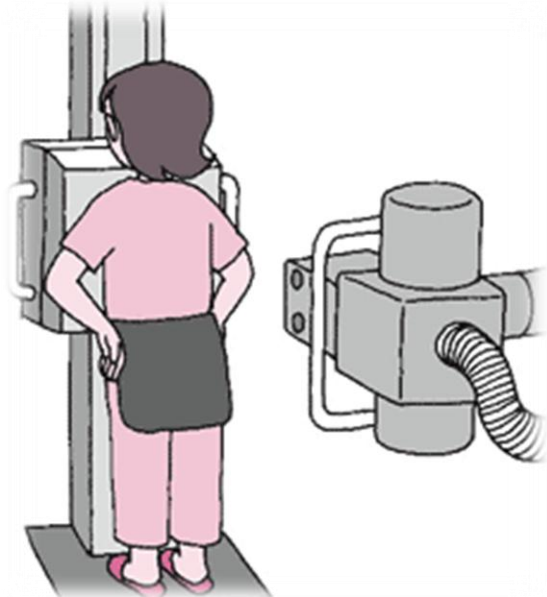
放射性物質

放射能 (ベクレル)

放射線を出す能力  
1秒間に1個の原子核が壊変  
=1Bq



X線は？





# 電気で放射線を作る装置



X線撮影装置



X線CT装置



乳房撮影装置

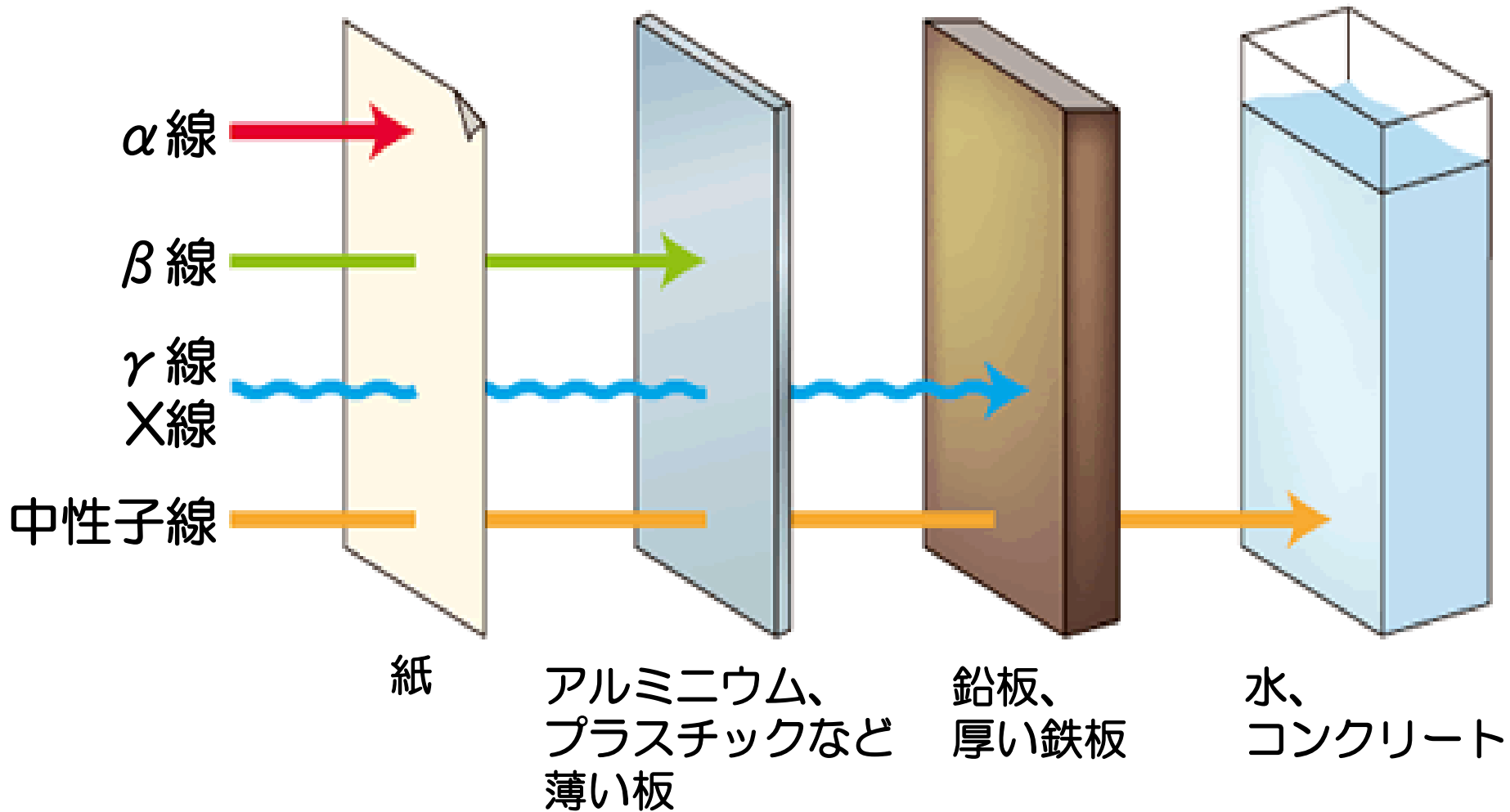


リニアック  
放射線治療装置

スイッチをONの  
ときだけ  
放射線が出る



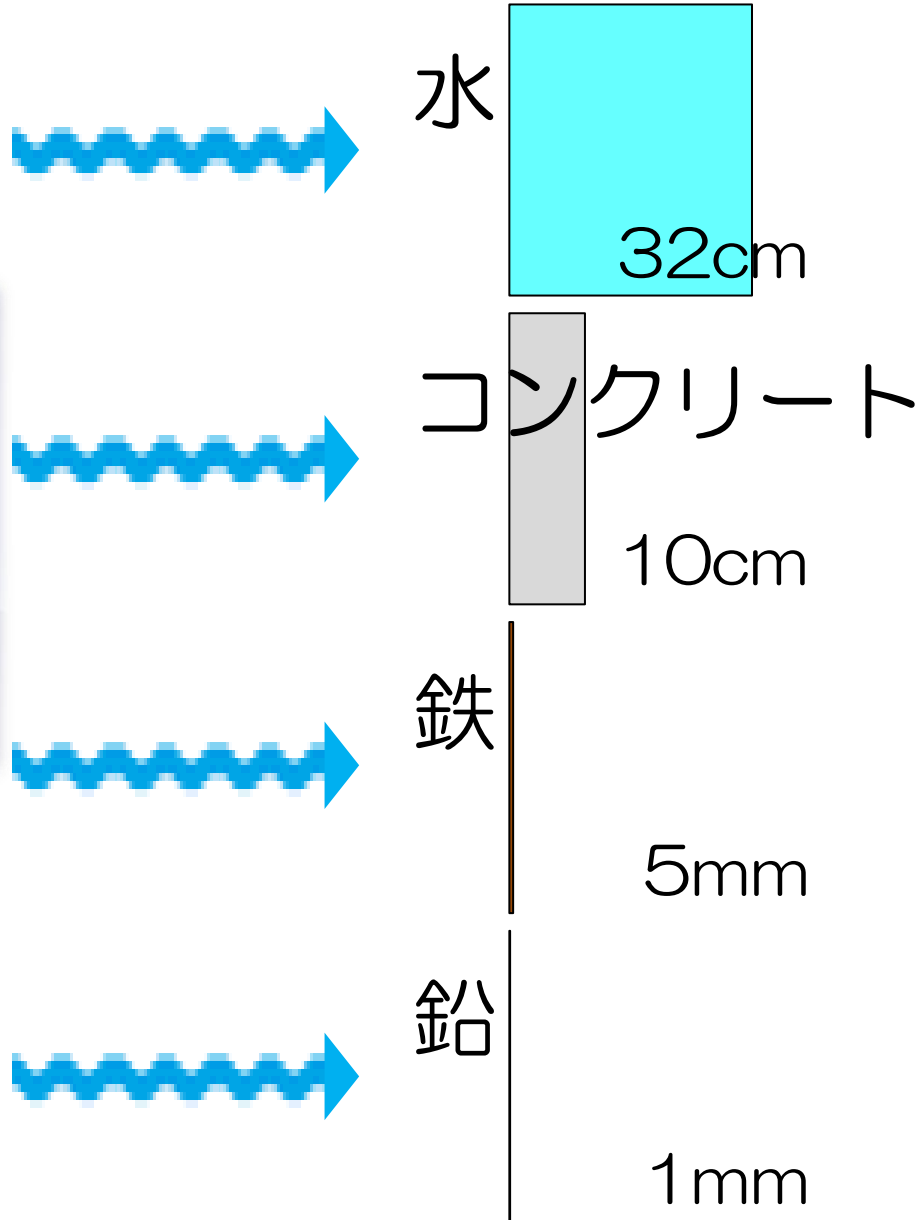
# 放射線の種類と遮へい方法



# X線の遮へい



X線撮影装置  
(50keV)



X線の線量を  
 $\frac{1}{1000}$   
にする厚さ

# 被曝防ぐためには？

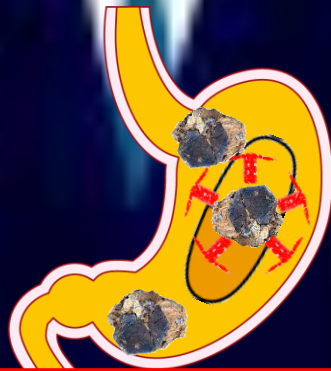
## 外部被曝



- 距離を離れる
- 接する時間を短くする
- 遮へいする

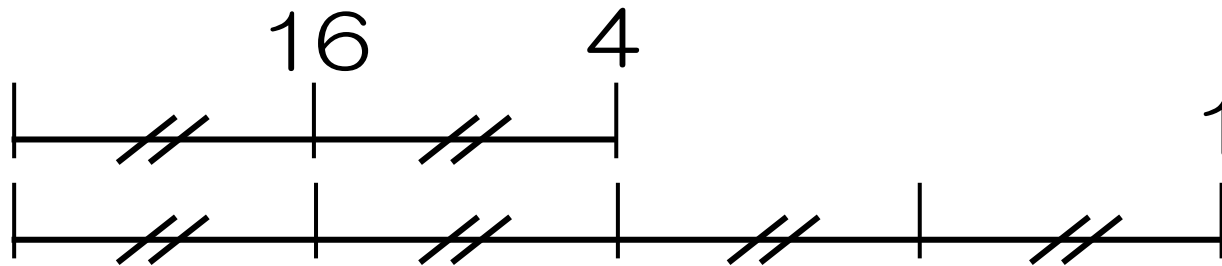
体内に入れない  
ようにする

## 内部被曝



# 放射線防護の三原則 (外部被曝)

- 距離 離れると距離の逆二乗で減る
- 時間 時間を半分にすると線量も半分
- 遮へい



距離が2倍離れると線量は $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$

距離の逆二乗の法則



# 被曝線量の影響

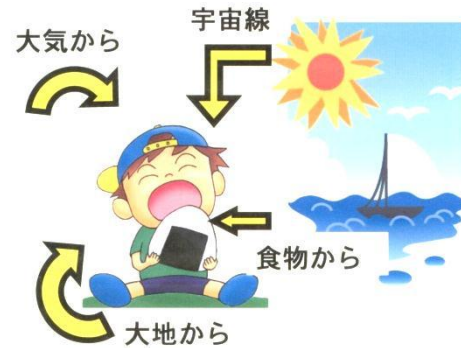
100,000	中枢神経死
7,000	骨髄死 (約100%が死亡)
5,000	永久不妊
4,000	約50%が死亡
2,000	約5%が死亡
1,000	吐き気、倦怠感
500	白血球の一時減少
250	臨床症状なし

100	業務従事者の緊急時の 年間線量限度
50	業務従事者の年間線量限度 (100mSv/5年)
10	ブラジル・ガラバリ 自然放射線
6.9	胸部X線CT
2.4	一人あたりの自然放射線 (年間世界平均)
1.0	一般市民の線量限度 (自然放射線、医療被曝を除く)
0.6	胃透視検診
0.5	宇宙ステーション滞在(1日)
0.2	東京~ニューヨーク往復
0.05	胸部X線検診、 原発周辺の年間線量限度

全身を一度に被曝した場合  
(mSv)  
= 全身、急性被曝

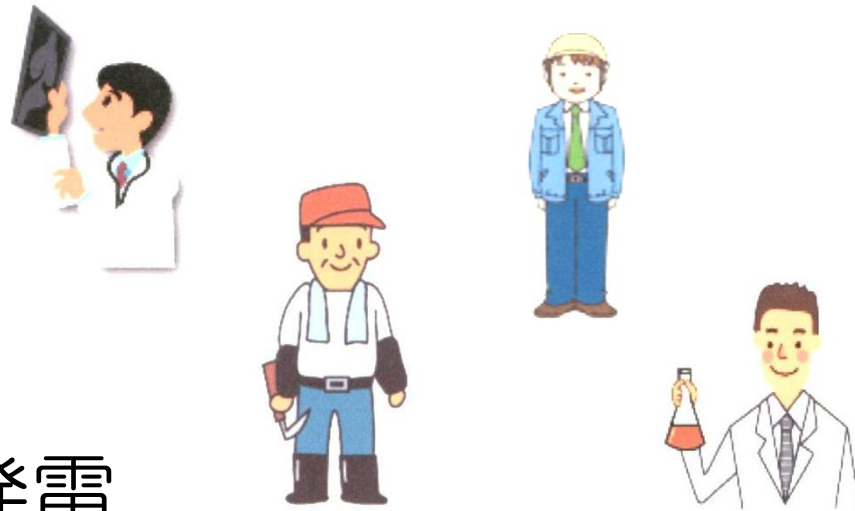
# 放射線？

## 自然放射線



## 人工放射線

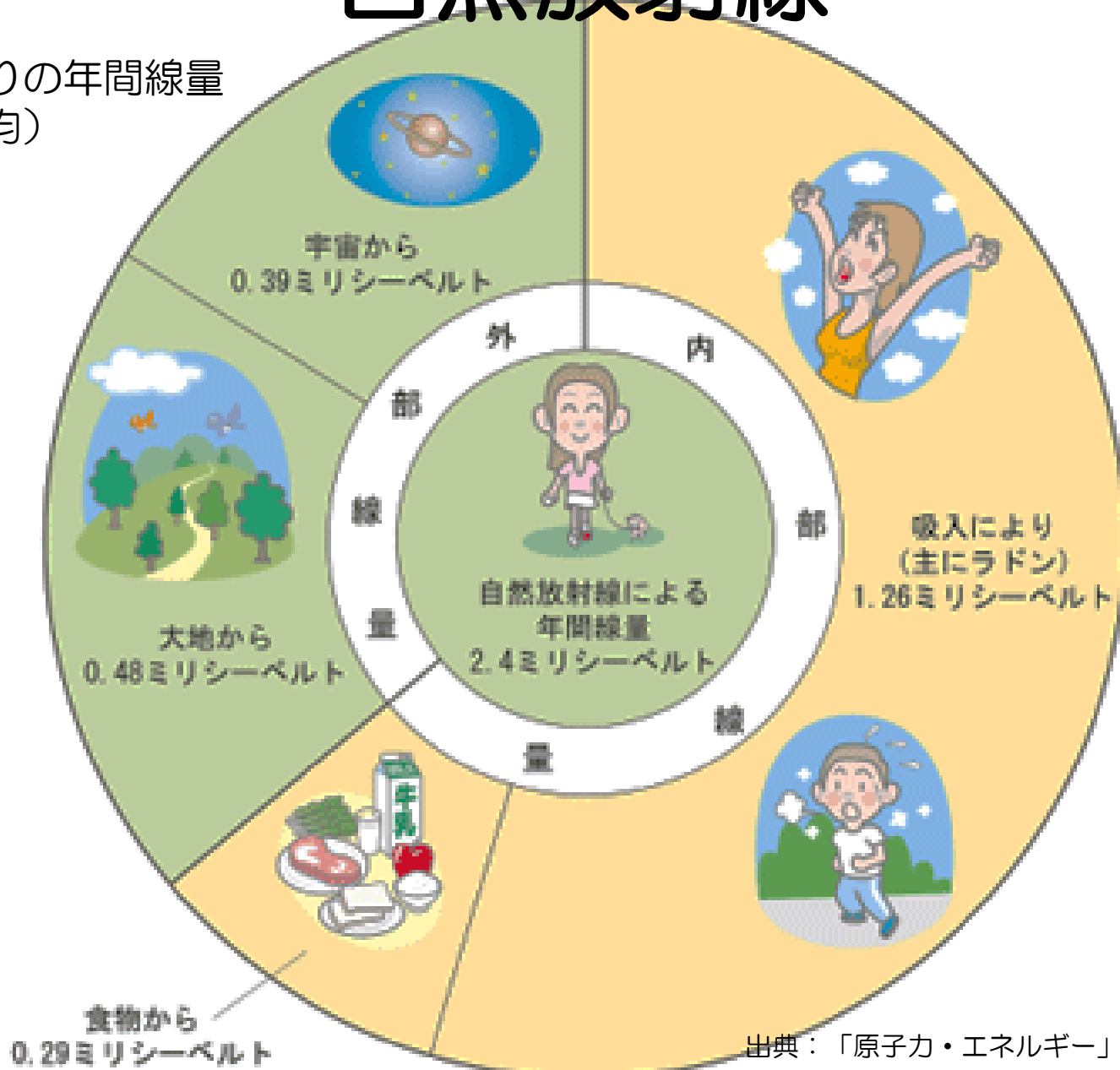
- 医療
- 工業
- 農業
- 研究
- 原子力発電
- 核爆発に伴う放射性下降物  
(フォールアウト)





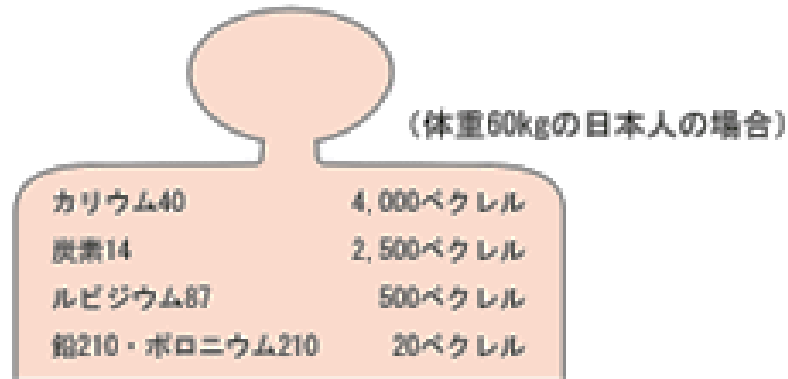
# 自然放射線

一人あたりの年間線量  
(世界平均)



# 体内、食物中の自然放射性物質

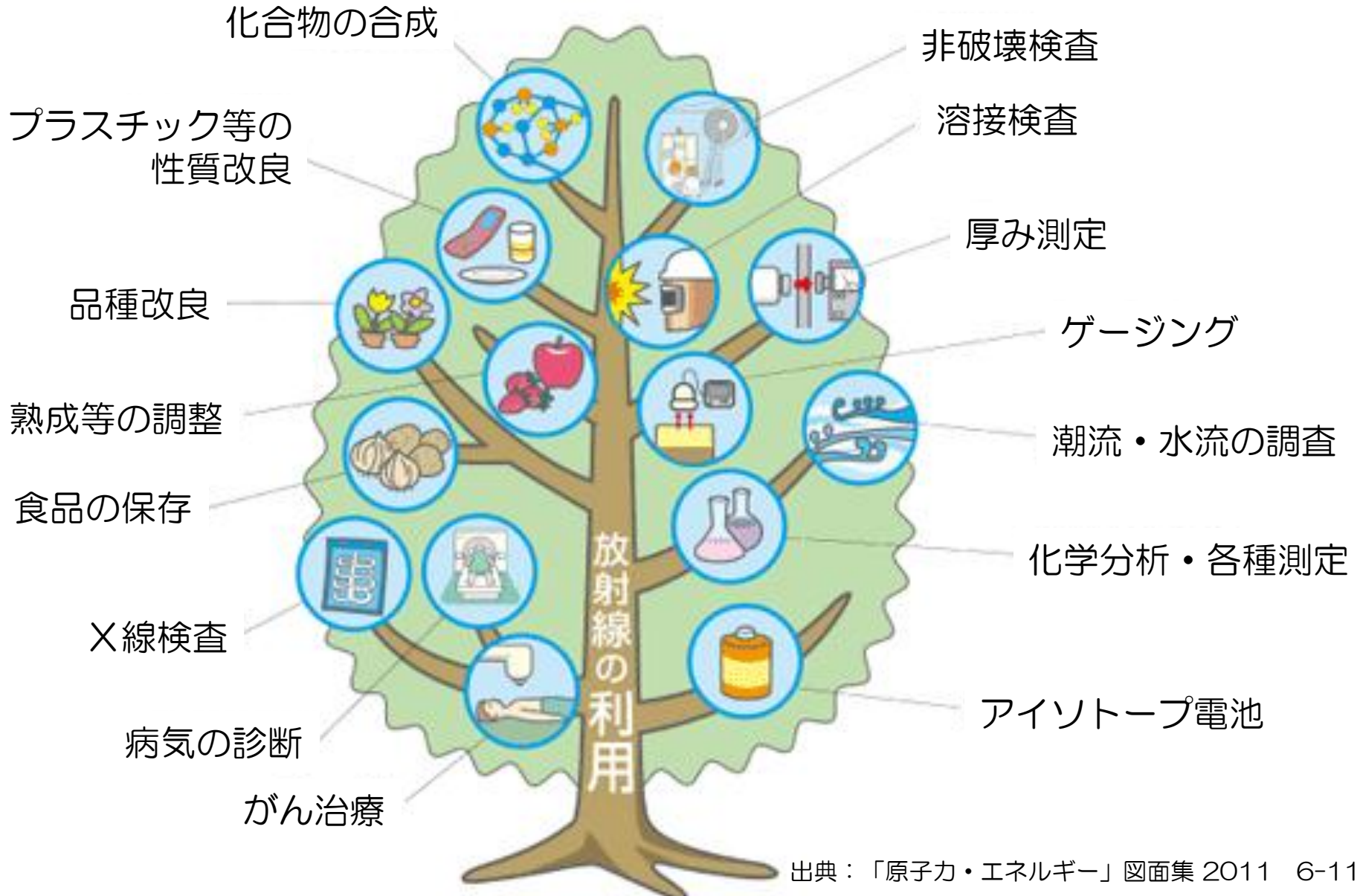
- 体内の放射性物質の量



- 食物中のカリウム40の放射能量（日本）



# 放射線の利用



# 被曝を防ぐためには

自然放射線



人工放射線

この放射線を管理する！

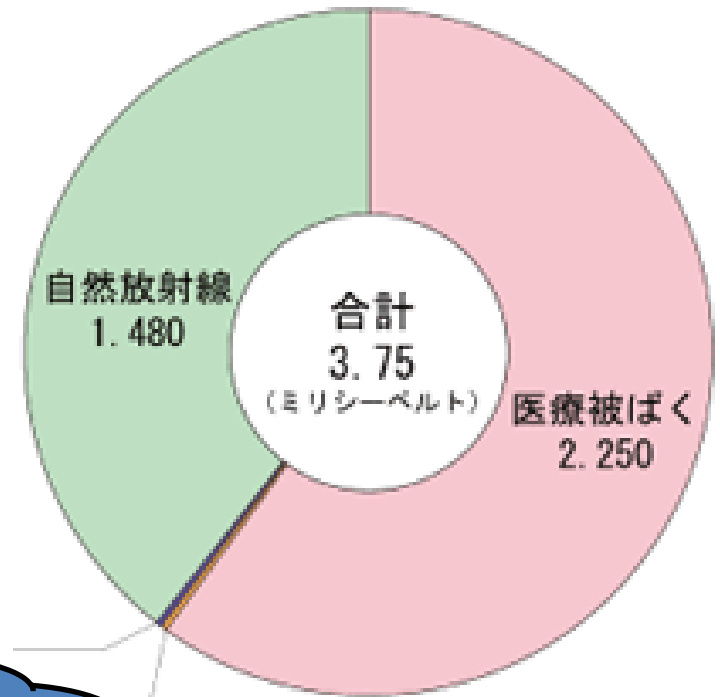
- 医療
- 工業
- 農業
- 研究
- 原子力発電
- 核爆発に伴う放射性下降物  
(フォールアウト)



# 一人あたりの年間放射線量

- 100 業務従事者の緊急時の年間線量限度
- 50 業務従事者の年間線量限度 (100mSv/5年)
- 10 ブラジル・ガラバリ 自然放射線
- 6.9 胸部X線CT
- 2.4 一人あたりの自然放射線 (年間世界平均)
- 1.0 一般市民の線量限度 (自然放射線、医療被曝を除く)
- 0.6 胃透視検診
- 0.5 宇宙ステーション
- 0.2 東京湾
- 0.05 胸部X線 原発周辺の年間線量限度

日本平均



自然放射線、医療被曝を除く

医療被曝には利益があるから

# 放射線防護の三原則

国際放射線防護委員会 (ICRP)

- 正当化
- 最適化
- 線量限度



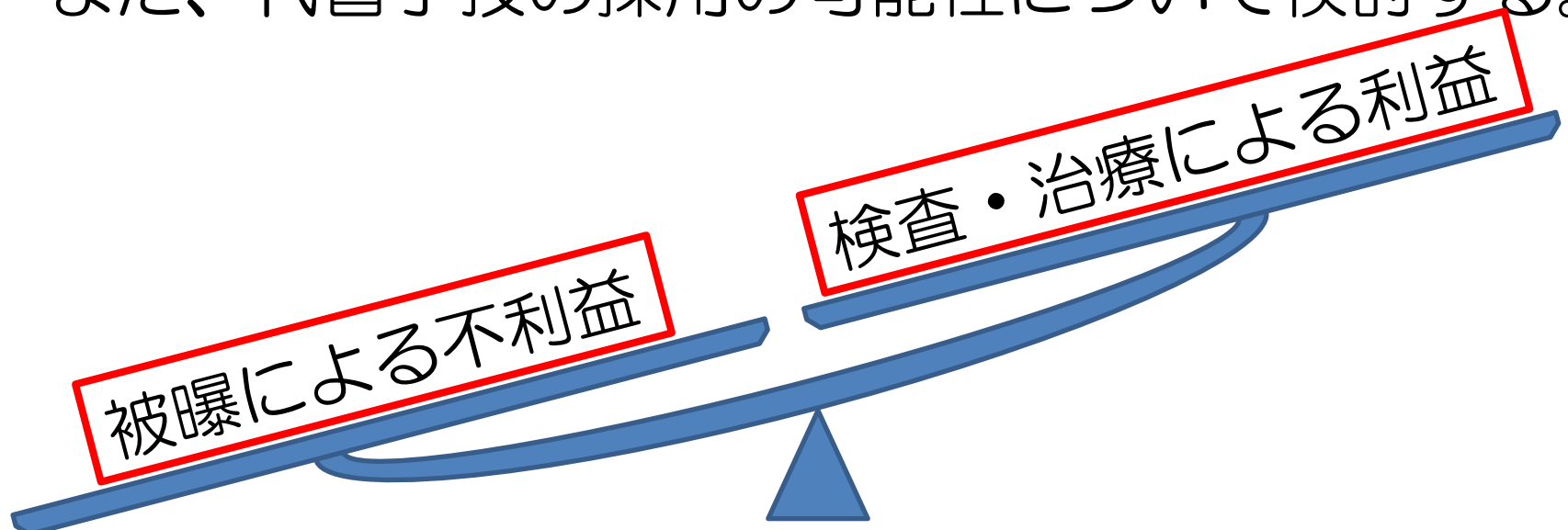
# 放射線防護の三原則

国際放射線防護委員会（ICRP）

## ・正当化

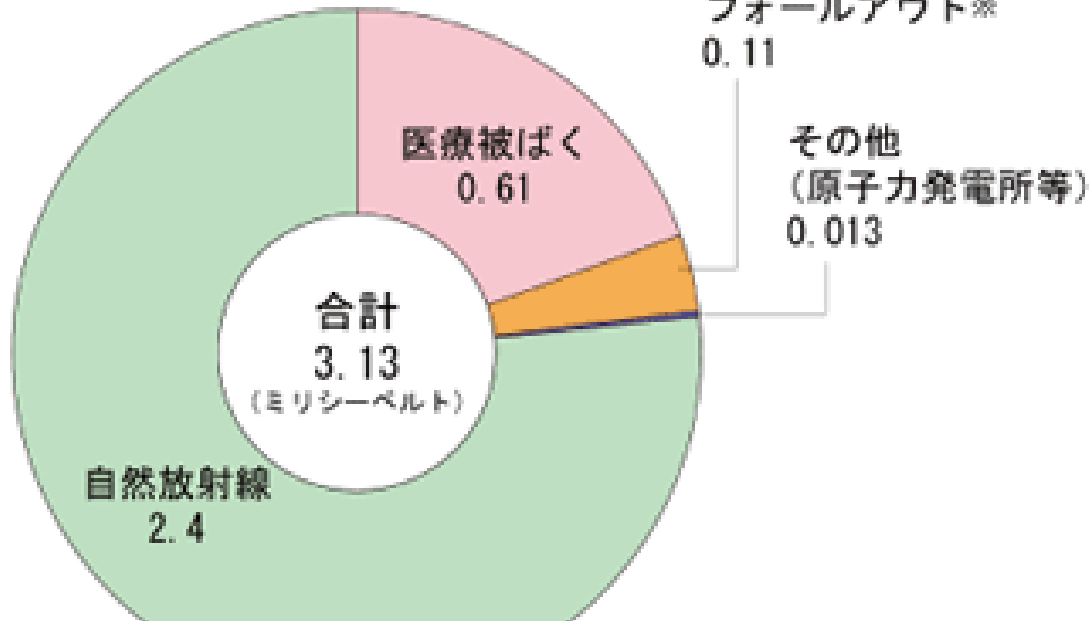
放射線被曝を伴う医療行為は、患者または社会にとって、明らかにプラスの利益を生むものでなければ、採用してはならない。

また、代替手技の採用の可能性について検討する。

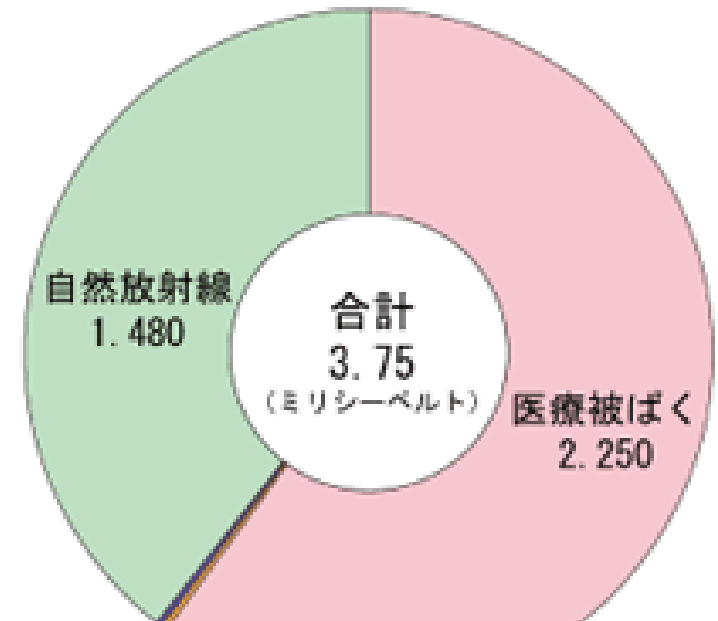


# 正当化

世界平均



日本平均



諸外国よりも医療被曝（検査）が多い

検査の必要性について考える

# 放射線防護の三原則

## 国際放射線防護委員会（ICRP）

- ・最適化

放射線を使う正当な理由がある場合でも、被曝線量は合理的に達成できる限り低く制限しなければならない。

# 最適化

## X線撮影における医療被ばくガイダンスレベル

撮影部位	放射線技師会	IAEA	
頭部（正面）	3	5	
頭部（側面）	2	3	
頸椎（正側面）	0.9	-	
胸椎（正面）	4	7	
胸椎（側面）	8	20	
胸部（正面）	0.3	0.4	
胸部（側面）	0.8	1.5	
腹部（正面）	3	10	
腰椎（正面）	5	10	
腰椎（側面）	15	30	
骨盤（正面）	3	10	
股関節（正面）	4	10	
頭部CT	40	50	
腹部CT	11	25	(mGy)

# 最適化

X線撮影における医療被ばくガイダンスレベル

撮影部位	放射線技師会	IAEA
頭部（正面）	3	5
頭部（側面）	2	3
頸椎（正側面）	0.9	-
胸椎（正面）	4	7
胸椎（側面）	8	20
胸部（正面）	0.3	0.4
胸部（側面）	0.8	1
腹部（正面）	3	-
腰椎（正面）	5	-
腰椎（側面）	15	30
骨盤（正面）	3	10
股関節（正面）	4	10

- 撮影方法の工夫
- 装置の使用方法
- X線の照射条件など

線量を可能な限り少なくする

# 放射線防護の三原則

国際放射線防護委員会 (ICRP)

- 線量限度

# 線量限度

## 職業人に対する線量限度

実効線量

100mSv/5年

50mSv/年（女性5mSv/3ヶ月）

水晶体の等価線量

150mSv/年

皮膚の等価線量

500mSv/年

手および足の等価線量

500mSv/年

妊婦の腹部表面の等価線量

2mSv/妊娠期間（妊娠を申告してから）

妊婦の放射性物質の摂取量

1/20ALI（年摂取限度20mSv）

## 一般公衆の線量限度

実効線量

1mSv/年

水晶体の等価線量

15mSv/年

皮膚の等価線量

50mSv/年

# 線量限度

## 職業人に対する線量限度

実効線量

100mSv/5年

50mSv/年（女性5mSv/3ヶ月）

水晶体の等価線量

150mSv/年

皮膚の等価線量

500mSv/年

手および足の等価線量

500mSv/年

妊婦の腹部表面の等価線量

2mSv/妊娠期間（妊娠を中止してからの）

妊婦

職業人は個人線量計による管理

(Sv)



## 一般公衆の線量限度

実効線量

1mSv/年

水晶体の等価線量

15mSv/年

皮膚

一般公衆は施設基準による管理



# 放射線の安全管理

医療人としての  
責任

利益のない被曝を防ぐ  
(無用な)

- 検査の必要性について考える
- 線量を可能な限り少なくする