

## 寿都町 対話の場（第7回）

### 次 第

1. 日時：2022年2月16日（水）  
18:30～20:50（予定）
2. 場所：寿都町総合文化センター ウイズコム
3. 次第：
  - ・前回のふりかえり
  - ・放射線の基礎知識

以 上

# 「放射線の基礎知識」



東京大学 環境安全管理室  
放射線取扱主任者  
博士（医学）飯塚 裕幸

# プロフィール

飯塚裕幸(いづか ひろゆき)

東京大学 工学系・情報理工学系等環境安全管理室 特任専門員

## 略歴

1995年 3月 埼玉医科大学短期大学臨床検査学科 卒業

1995年 4月 埼玉医科大学中央研究施設RI部門配属

2000年 9月 放送大学教養学部 卒業

2002年 5月 同大学 助手

2007年 4月 同大学 助教

2007年12月 埼玉医科大学にて博士(医学)取得

2017年 4月 東京大学 工学系・情報理工学系等 安全衛生管理室  
特任専門職員

2018年 4月 同大学 特任専門員 現在に至る

## 専門分野

放射線安全管理、放射線測定、放射線教育、糖尿病の遺伝子解析

【参考】YouTube「エネ百科」において放射線に関するコンテンツを多数寄稿

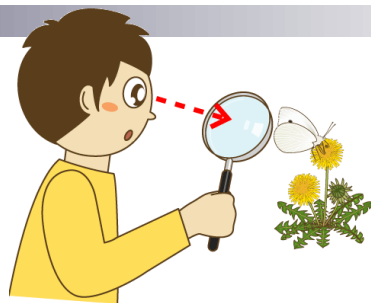


- **放射線被ばくをすると必ず  
毛が抜けるのか？**
- **放射線被ばくをすると必ず  
がんになるのか？**

**放射線ってなんだろう？**

**どんな特徴があるのでしょうか？**

見えない  
聞こえない  
においが無い  
味が無い  
さわれない



→五感で感じない

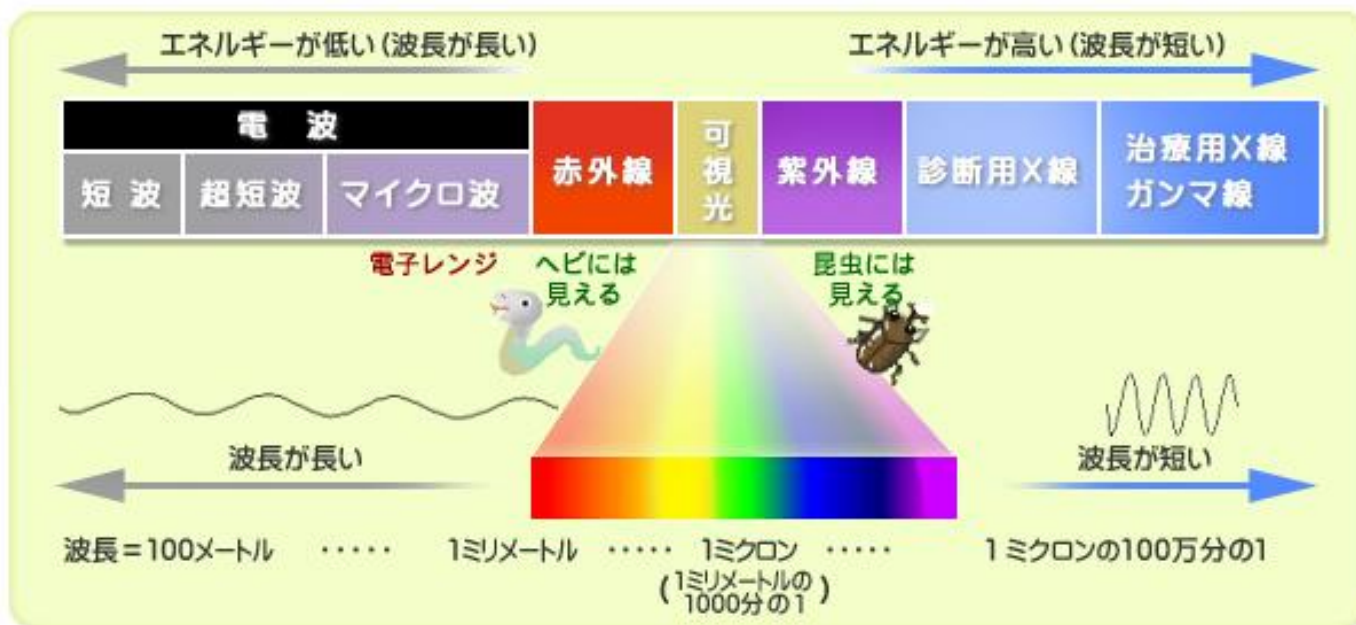
→はかることができる



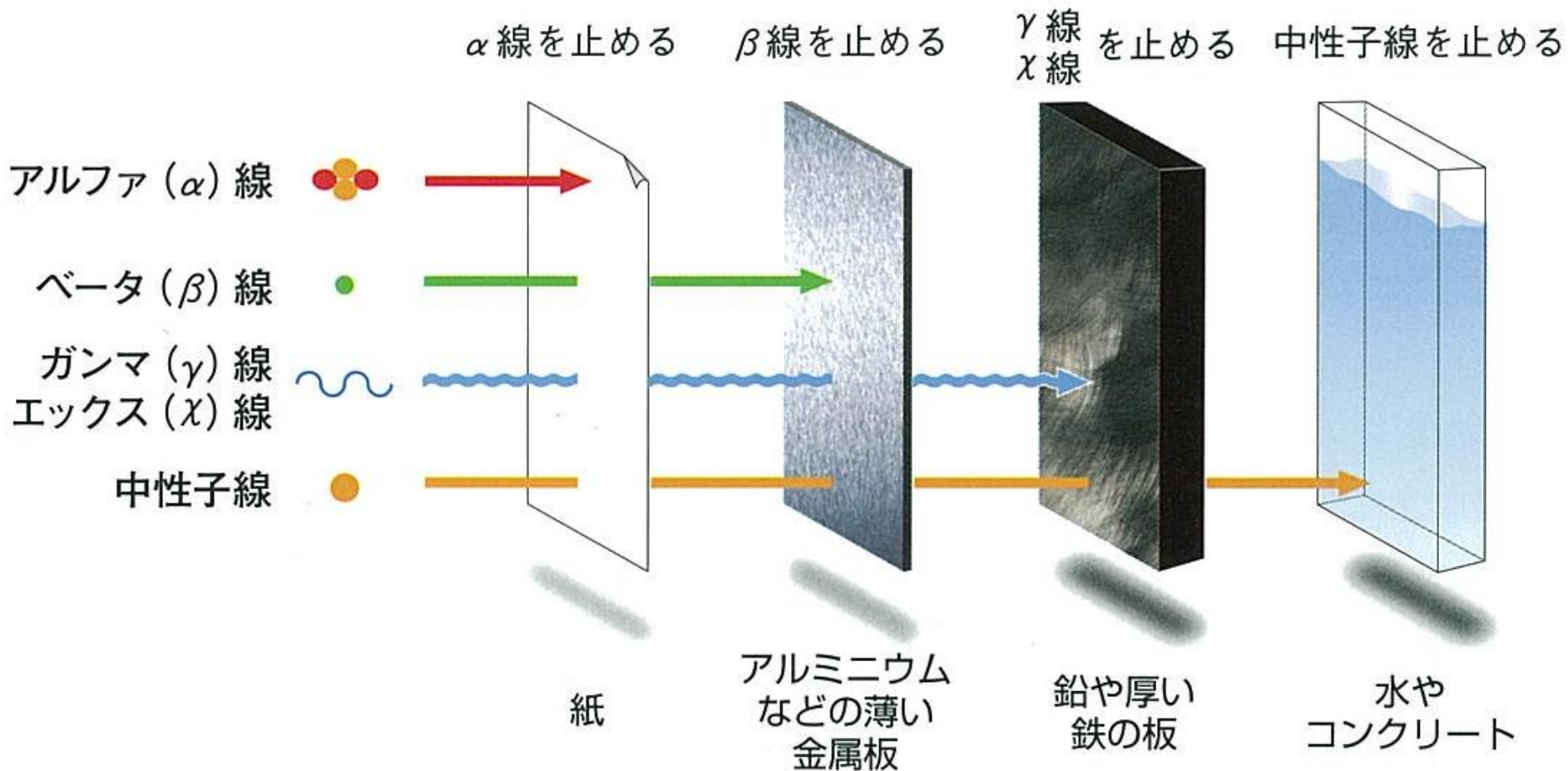
# 放射線って何ですか？

「空間を伝わるエネルギーの流れ、原子や分子を電離する能力を持つもの」

- ひとつは「光」の性質を持ったもの
  - ・ X線、ガンマ線
- 他方は「粒子」の性質を持ったもの
  - ・ アルファ線、ベータ線（放射性物質から）、重粒子線（がん治療）

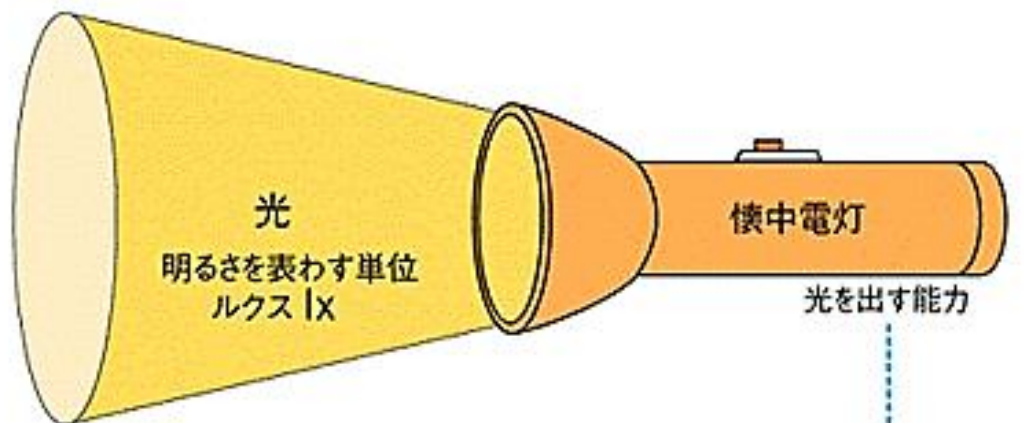


# 放射線の種類と遮蔽

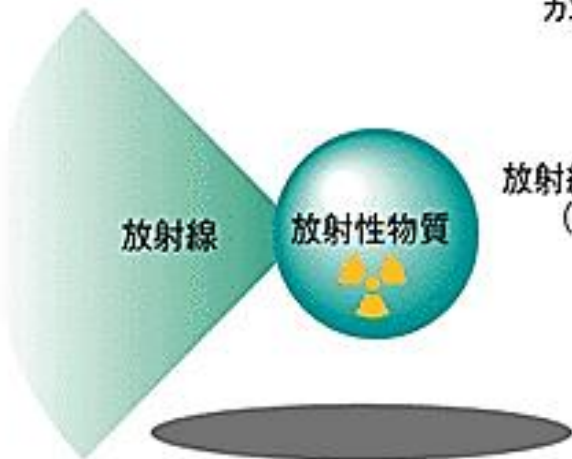




# 放射線・放射能・放射性物質



光の強さを表わす単位  
カンデラ cd



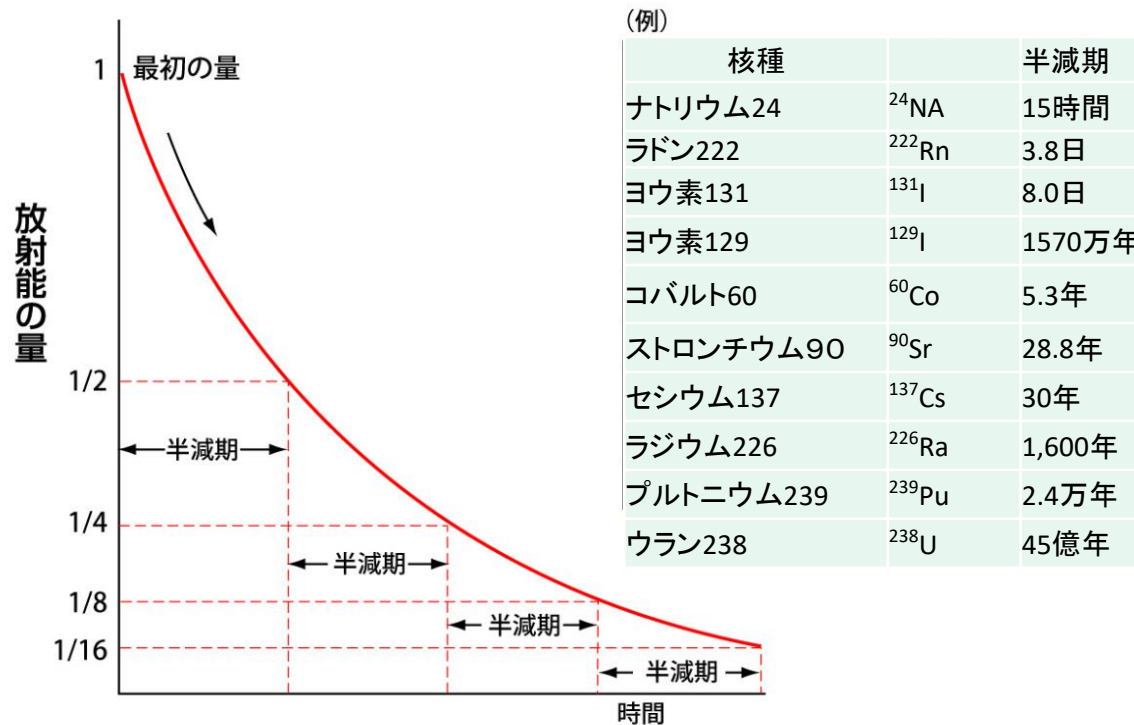
人体への影響を表す単位：  
シーベルト Sv

放射能の強さを表わす単位：  
ベクレル Bq

## 放射線はうつるのか？ 身体に残るのか？

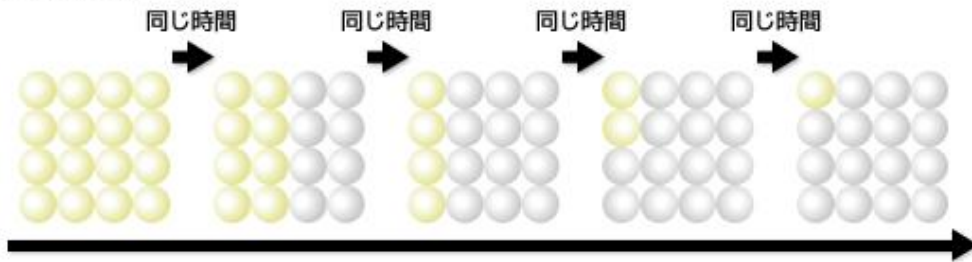


## 《 放射能の減り方 》



出所：(財)日本原子力文化振興財団「原子力・エネルギー」図面集2007より作成

半減期のイメージ

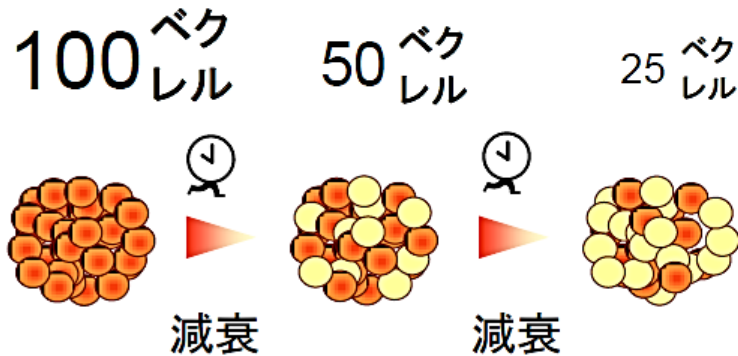


# 放射性物質が減る仕組み

体内に入った放射性物質は、放射性物質の性質と排泄などの体の仕組みによって減少する

## 物理学的半減期

(放射性物質の放射能が弱まる)

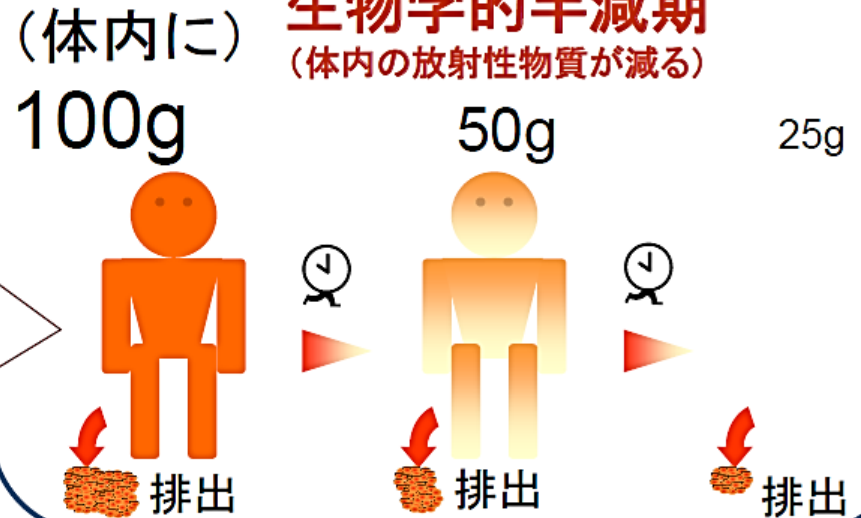


### 物理学的半減期の例

- ・セシウム134は2.1年
- ・セシウム137は30年
- ・ヨウ素131は8日

## 生物学的半減期

(体内の放射性物質が減る)



### 放射性セシウムの生物学的半減期

- ～1歳 9日
- ～9歳 38日
- ～30歳 70日
- ～50歳 90日

# 放射線に関する単位

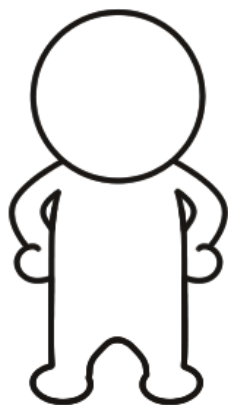
ベクレル (Bq)

放射能の強さをあらわす単位  
(放射性物質が放射線を出す能力を表す単位)



シーベルト (Sv)

人体に対する影響をあらわす  
単位



物質が放射線のエネルギーを  
どれだけ吸収したかを表す吸収線量  
の単位がグレイ (Gy)

# 放射線に関する単位



会場にあるお酒の量(Bq)

ある人が飲んだお酒の量(Gy)

会場に何時間いたか？  
お酒の近くにいたか？

その人の受ける影響(Sv)

飲んだお酒の種類は？  
お酒に強い人？  
弱い人？  
急に飲んだ？  
ゆっくり飲んだ？



放射線の人体影響の程度を数値で示すための「量」、線量の単位

放射線の種類によって人体に影響を与える効果は異なる



“**シーベルト**”を使えば、どのような放射線の被ばくでも、同じものさしで人体影響の程度を数値化できる

$$\begin{aligned} 1 \text{ Sv} & \text{ (1シーベルト)} \\ &= 1000 \text{ mSv} \text{ (ミリ)} \\ &= 10000000 \text{ } \mu\text{Sv} \text{ (マイクロ)} \end{aligned}$$

1  $\mu\text{Sv/h}$ ってなに？

# 日常生活と放射線

私たちは  
毎日の暮らしの中で  
いろいろな放射線を受けている



宇宙から 0.39



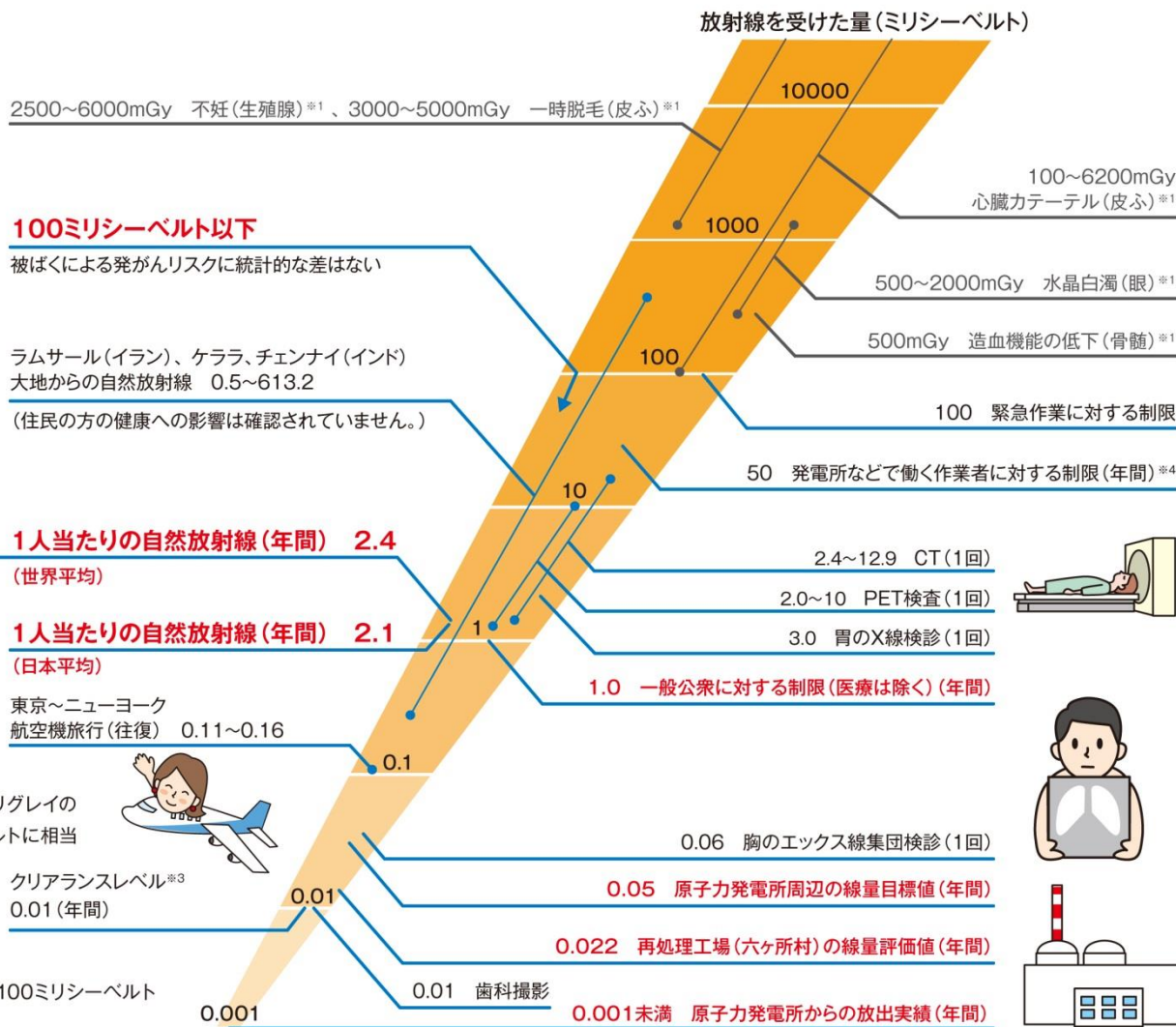
大地から 0.48



食物から 0.29



空気中のラドン<sup>※2</sup>から 1.26



## 100ミリシーベルト以下

被ばくによる発がんリスクに統計的な差はない

ラムサール(イラン)、ケララ、チェンナイ(インド)

大地からの自然放射線 0.5~613.2

(住民の方の健康への影響は確認されていません。)

## 1人当たりの自然放射線(年間) 2.4

(世界平均)

## 1人当たりの自然放射線(年間) 2.1

(日本平均)

東京~ニューヨーク

航空機旅行(往復) 0.11~0.16

クリアランスレベル<sup>※3</sup>

0.01(年間)

※1 放射線障害については、各部位が均等に吸収線量1ミリグレイのガンマ線を全身に受けた場合、実効線量1ミリシーベルトに相当するものとして表記

※2 空気中に存在する天然の放射性物質

※3 自然界の放射線レベルと比較して十分小さく、安全上放射性物質として扱う必要のない放射線の量

※4 発電所などで働く作業員に対する線量は5年間につき100ミリシーベルトかつ1年間につき50ミリシーベルトを超えない



# 宇宙からの放射線

## 飛行機



## 国際宇宙ステーション

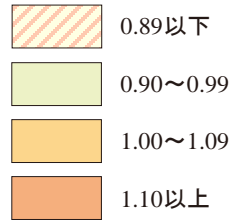


## 富士山

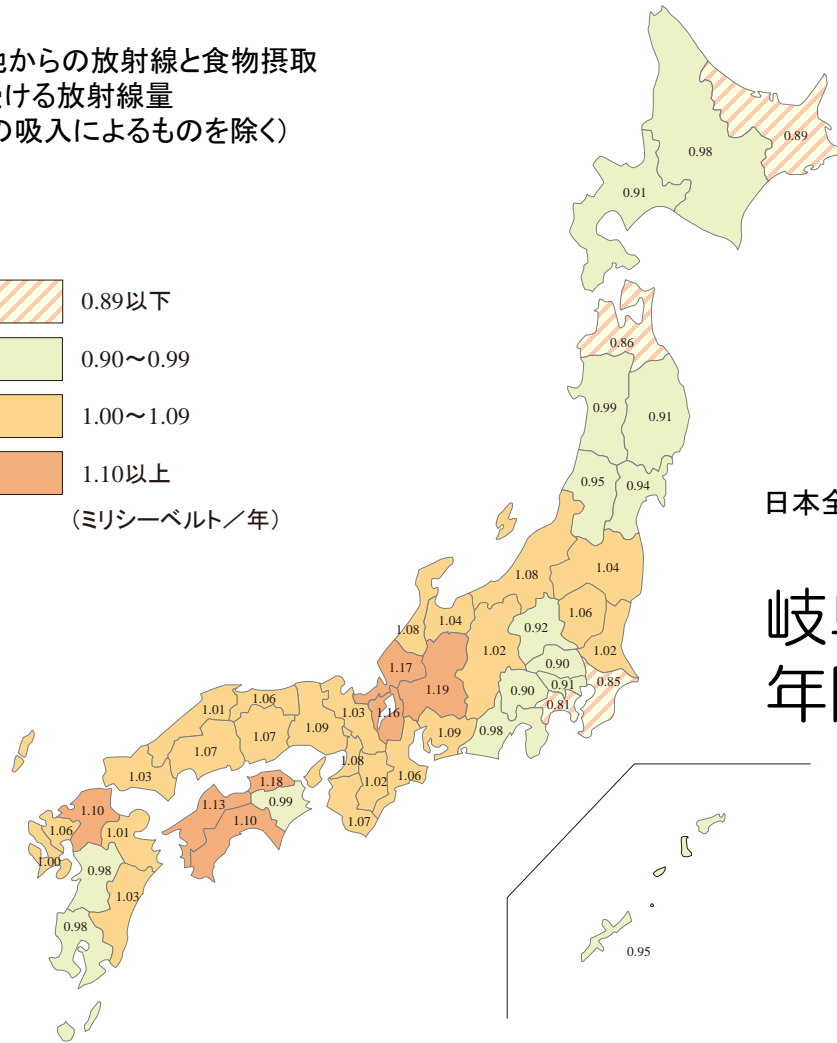
# 全国の自然界からの放射線量

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  
(ラドン等の吸入によるものを除く)

## 事故前



(ミリシーベルト/年)



日本全体 0.99

岐阜と神奈川の差：  
年間約400  $\mu$ Sv

1990年8月19日、ひかり216号／新大阪→東京

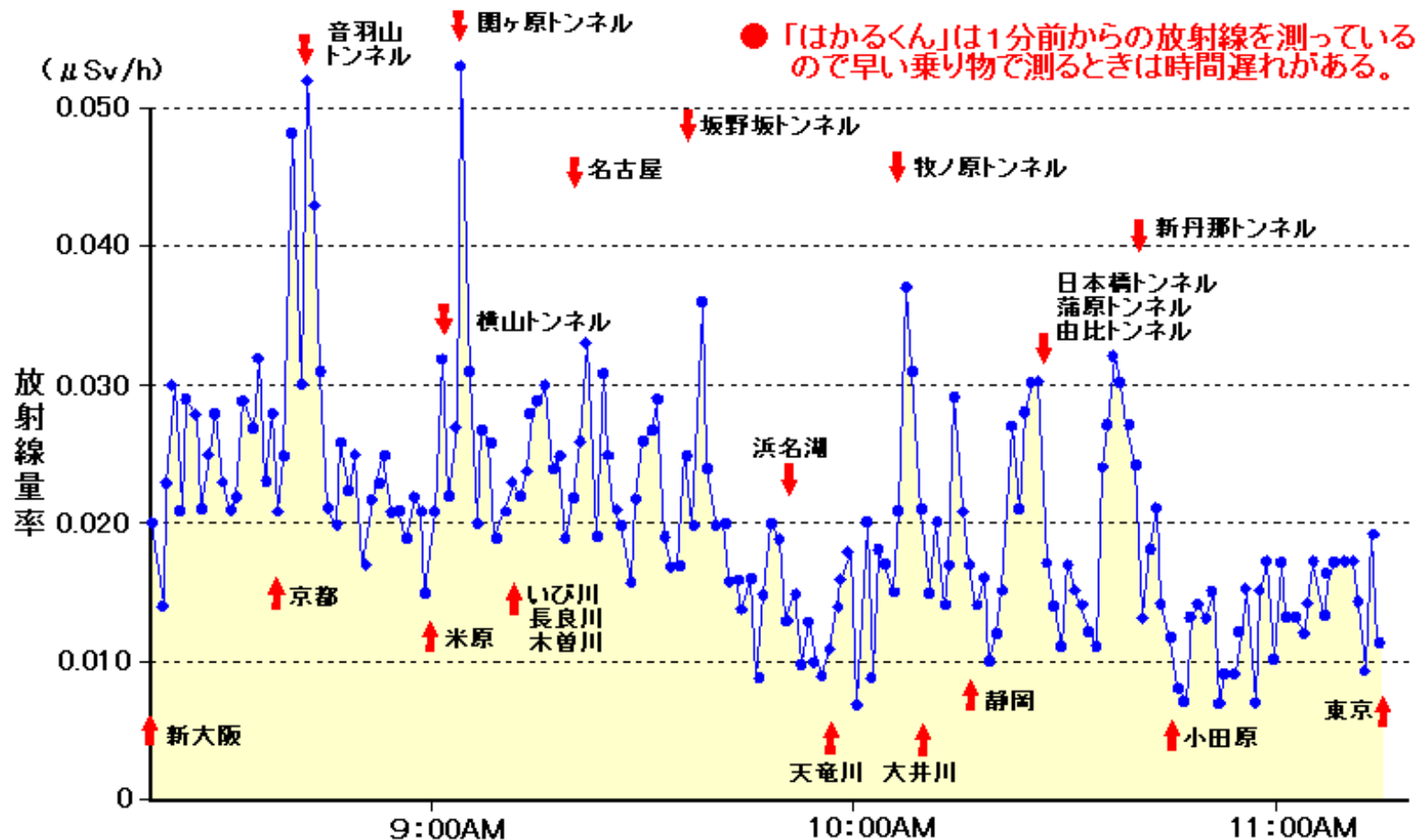


図2 「はかるくん」による新幹線内での自然放射線量率の測定例

[出典] 科学技術庁/(助)放射線計測協会:「はかるくん」による放射線測定実習テキスト、  
 (2000年5月) p.4

# 体内、食物中の自然放射性物質

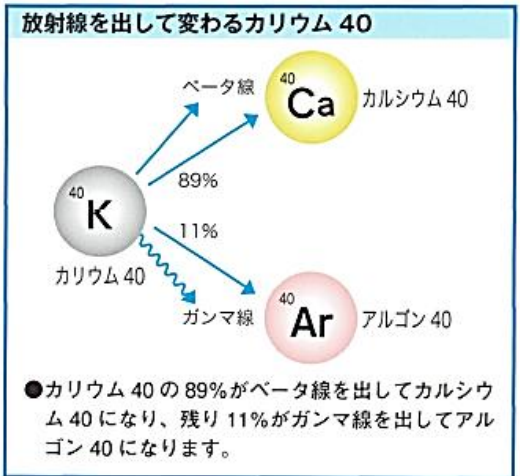
(体重60kgの日本人の場合)

## ●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)

(単位: ベクレル/kg)



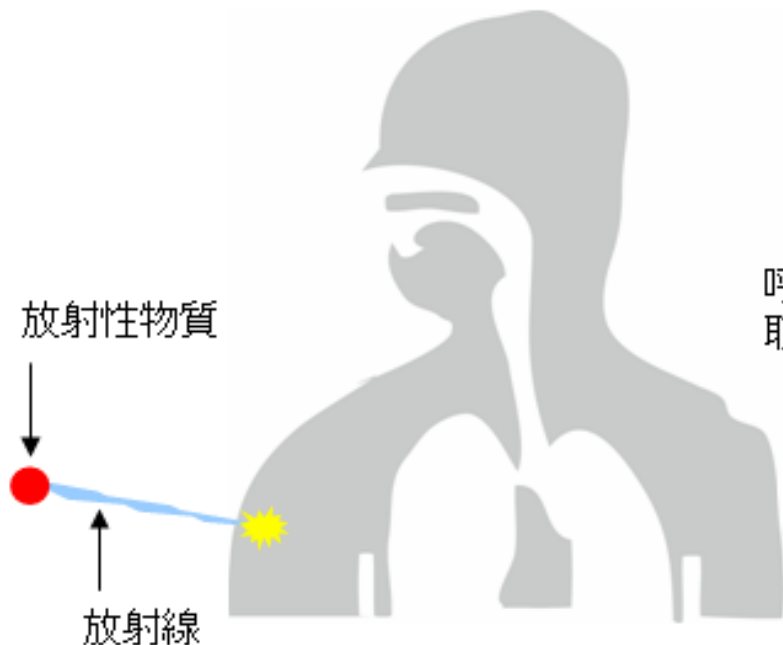
食べ物の中には、大昔から、放射性物質が含まれている  
私たちの体の中には、**約7,000ベクレル**の放射性物質がある

身の回りの放射線の量は  
（原子力事故とは無関係に）周辺の  
環境条件などにより変動の幅がある

0.01  $\mu\text{Sv/h}$  他より高いから危ない！？

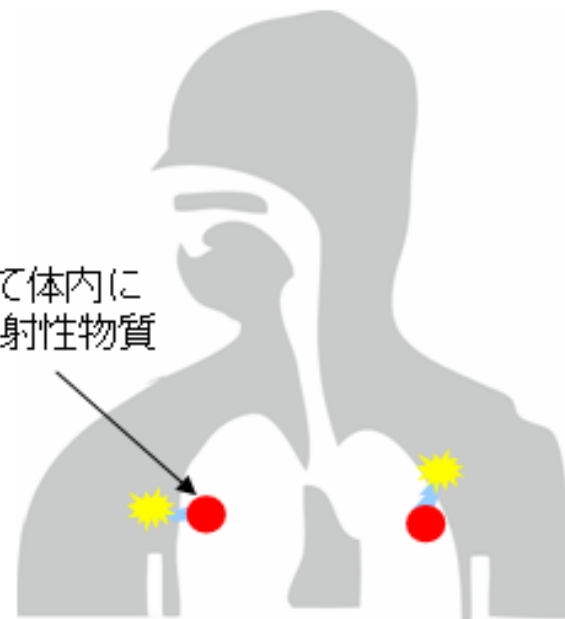
# 被ばくの形態（外部・内部被ばく）

外部被ばく



内部被ばく

呼吸などによって体内に取り込まれた放射性物質



## 外部被ばくとは・・・

体外の放射線源からの放射線による被ばくのこと  
→防ぐには、**距離、時間、遮蔽**

## 内部被ばくとは・・・

体内に取り込まれた放射性物質（R I）からの被ばくのこと  
→防ぐには、マスクやハンカチで**口をふさぐ、手洗い**

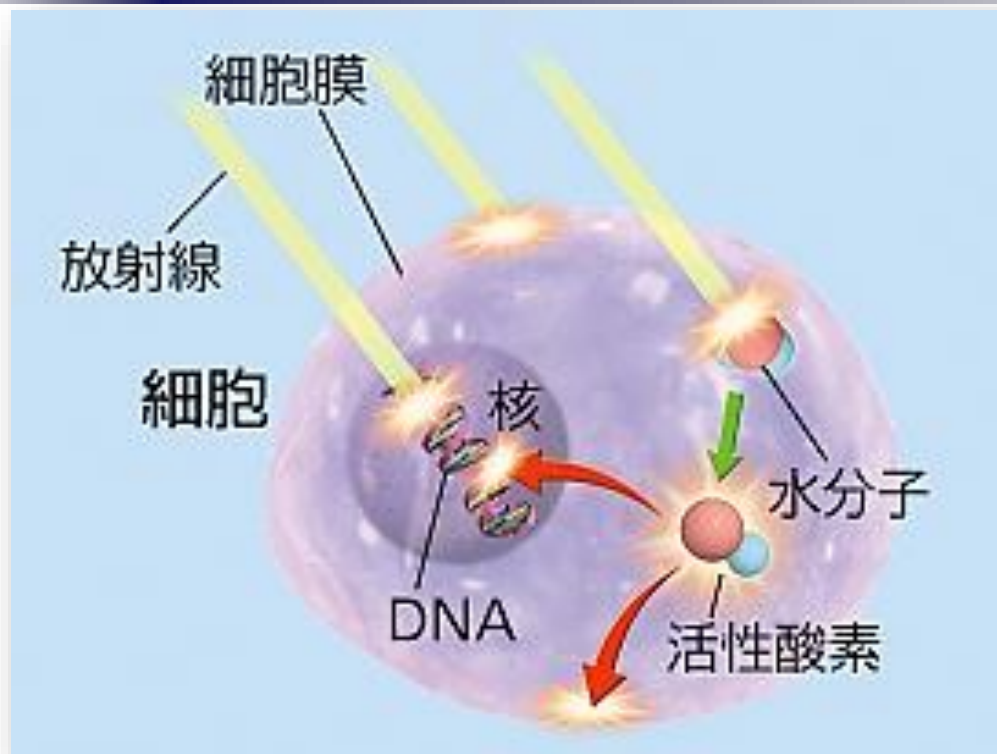
放射線のリスクが話題となる場合には、  
被ばくの有無が論点ではなく、  
“被ばくの量”（シーベルト単位）を  
着眼点にすること

- 自然だから安全、人工だから危ない！？
- 内部被ばくは、外部被ばくに比べて特別危ない！？

# 放射線の人体に与える影響



# 放射線がDNA分子を変化させる仕組み



**直接作用**：放射線がDNAや細胞膜などの生体分子を直接傷つける

**間接作用**：放射線が水分子を分解し、その結果生じた活性酸素が生体分子を傷つける

## ■ 身体的影響

→ 影響が**自分**に出る

(がん、脱毛、皮膚の紅斑など)

## ■ 遺伝性影響

→ 影響が**子孫**に出る

→ 人では確認されていない

### ■ 確定的影響（組織反応）

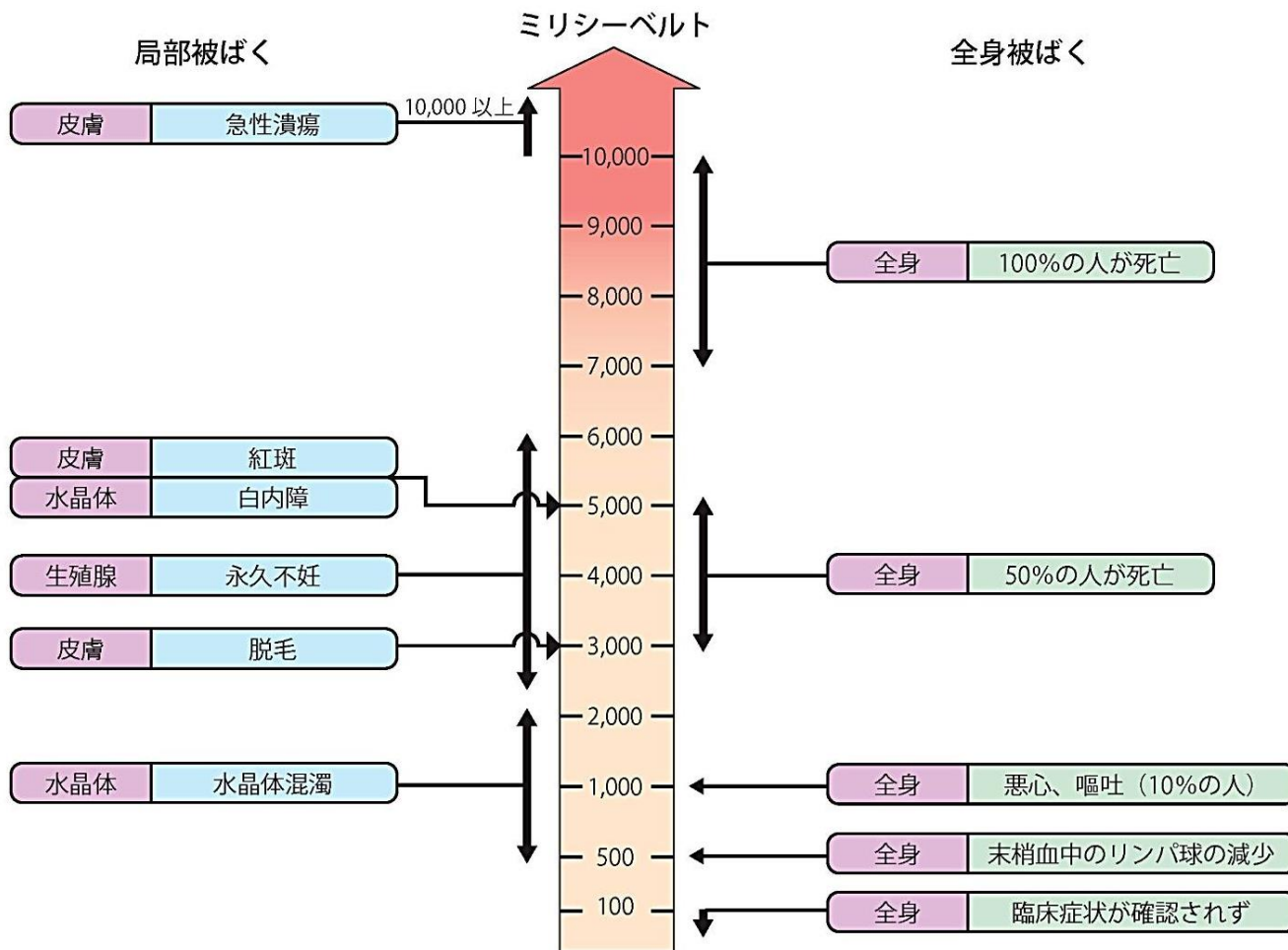
- しきい値が**ある**  
（脱毛、皮膚の紅斑など）

### ■ 確率的影響

- しきい値が**ない**とする
- 放射線を浴びるとリスクが高まる  
（がん、遺伝的な影響）

# 放射線を一度に受けたときの症状

凡例 部位 症状



(注) 一般の人の線量限度1.0 mSv/年、原子力発電所周辺の線量目標0.05 mSv/年

出典：(財)放射線影響協会「放射線の影響がわかる本」

## 線量限度

### ○職業人（実効線量）

1年間 50 ミリシーベルト かつ

5年間 100 ミリシーベルト

### ○一般公衆（実効線量）

1年間 1 ミリシーベルト

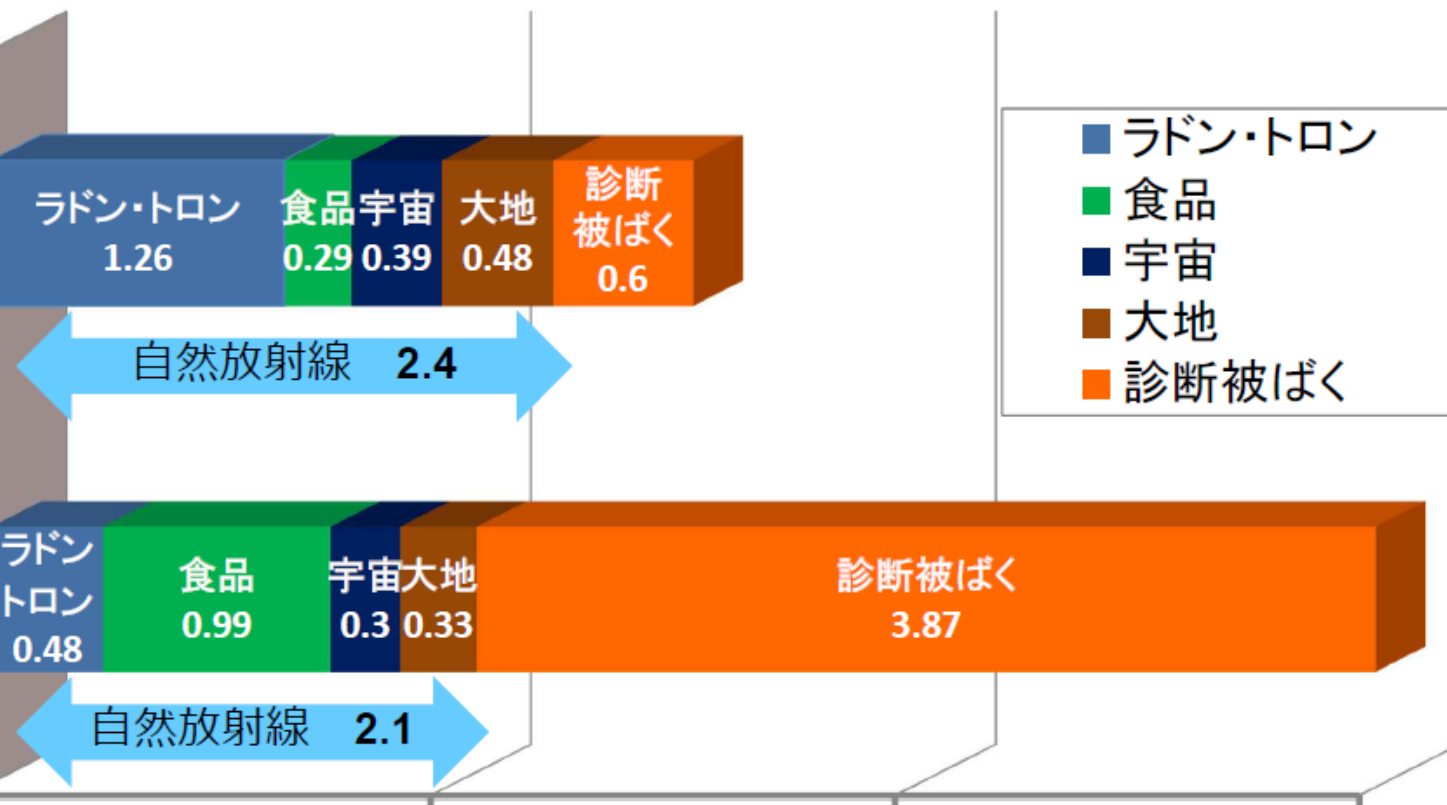
**（例外）医療被ばくには適用しない**

- ・ 個々のケースで正当化
- ・ 防護の最適化が重要



## 年間当たりの被ばく線量の比較

## 日常生活における被ばく（年間）



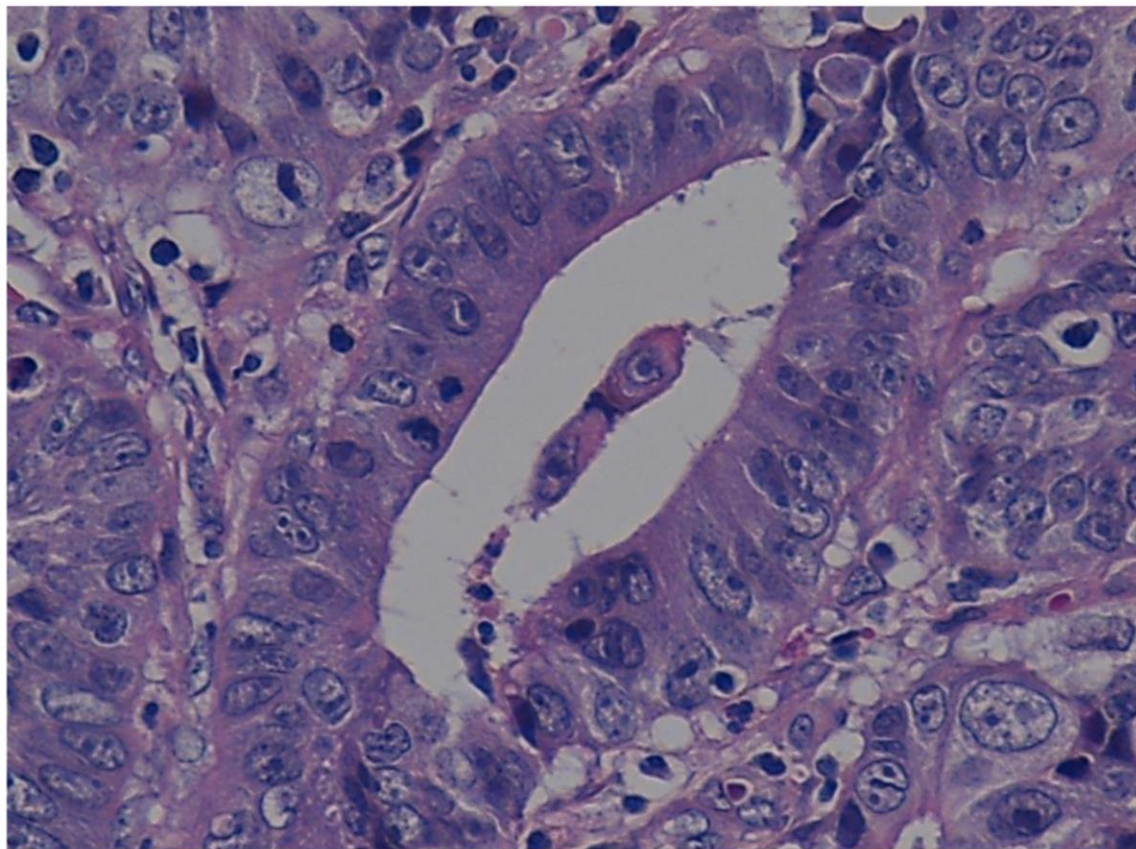
## がんってなに？がんはどうしてだめなの？

正常な働きをしていた細胞が遺伝子の変化によって異常に増殖を始めた結果起こる病気

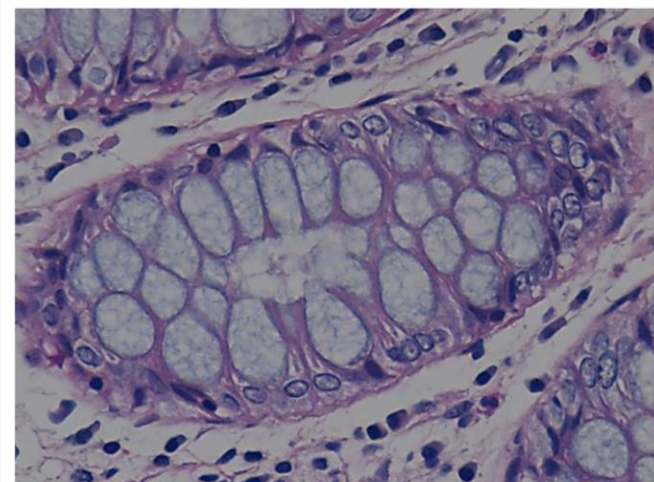
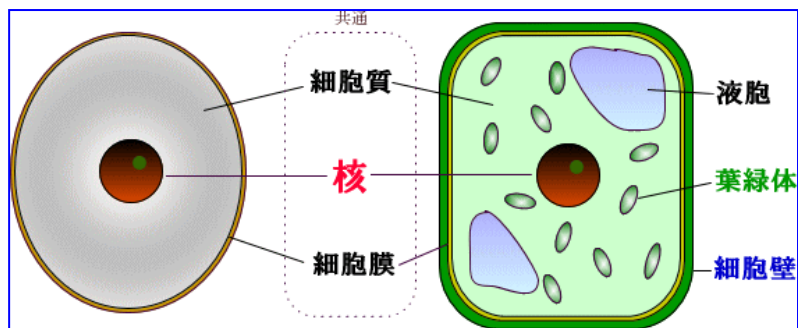
- がんのできた臓器は臓器としての機能を失う
- 周囲の正常な細胞や隣接する組織に侵入する
- 組織の壁に穴をあけて出血させる場合もある

放射線発がんのメカニズム：突然変異が体細胞に生じた場合、複数のがん遺伝子の活性化、がん抑制遺伝子の異常が誘発されることにより細胞の増殖制御機構が働かなくなりがん化する

# がん細胞の写真



HE染色  
大腸がん(腺癌)



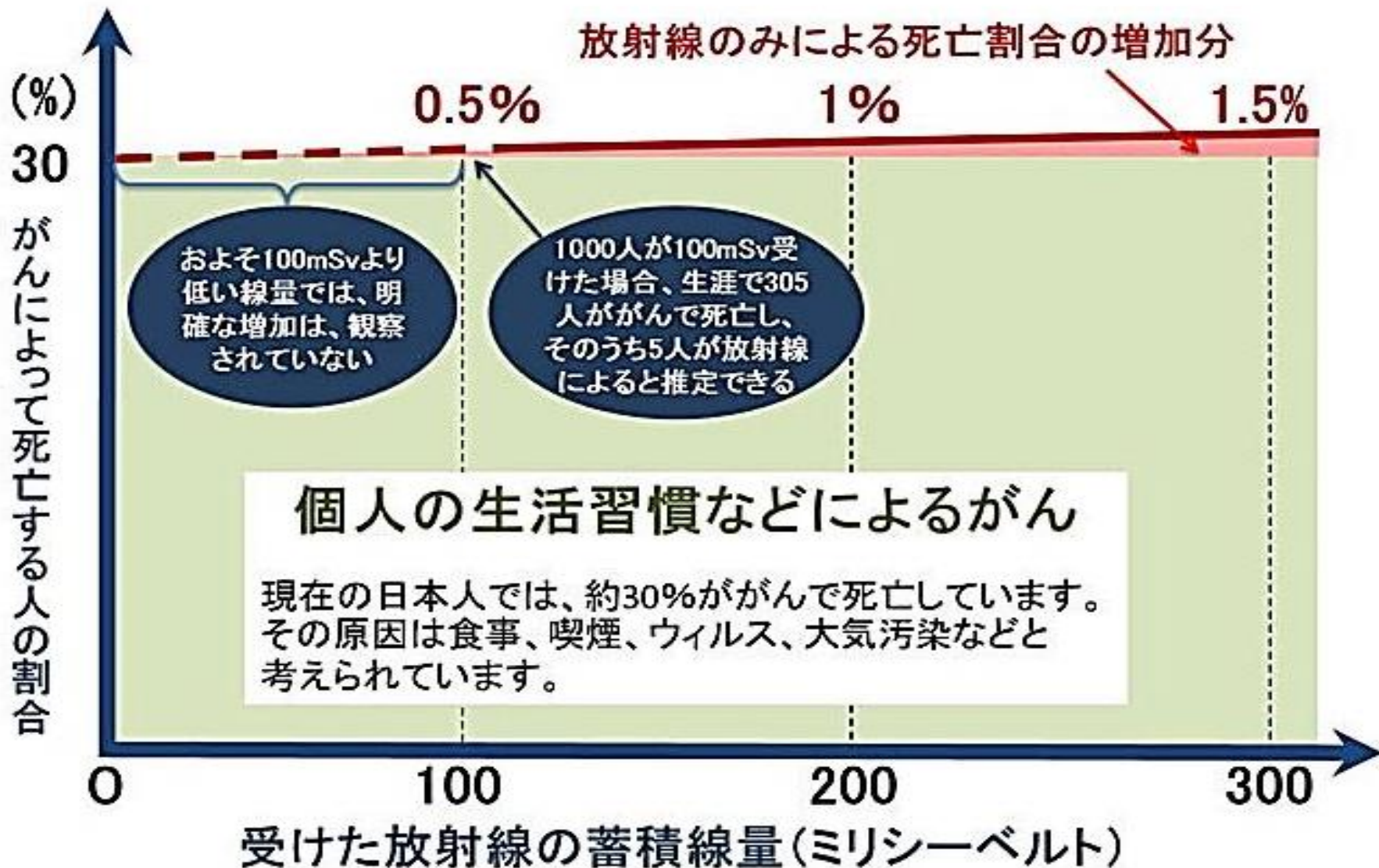
HE染色  
大腸 正常

写真提供 群馬大学医学部附属病院  
病理部より

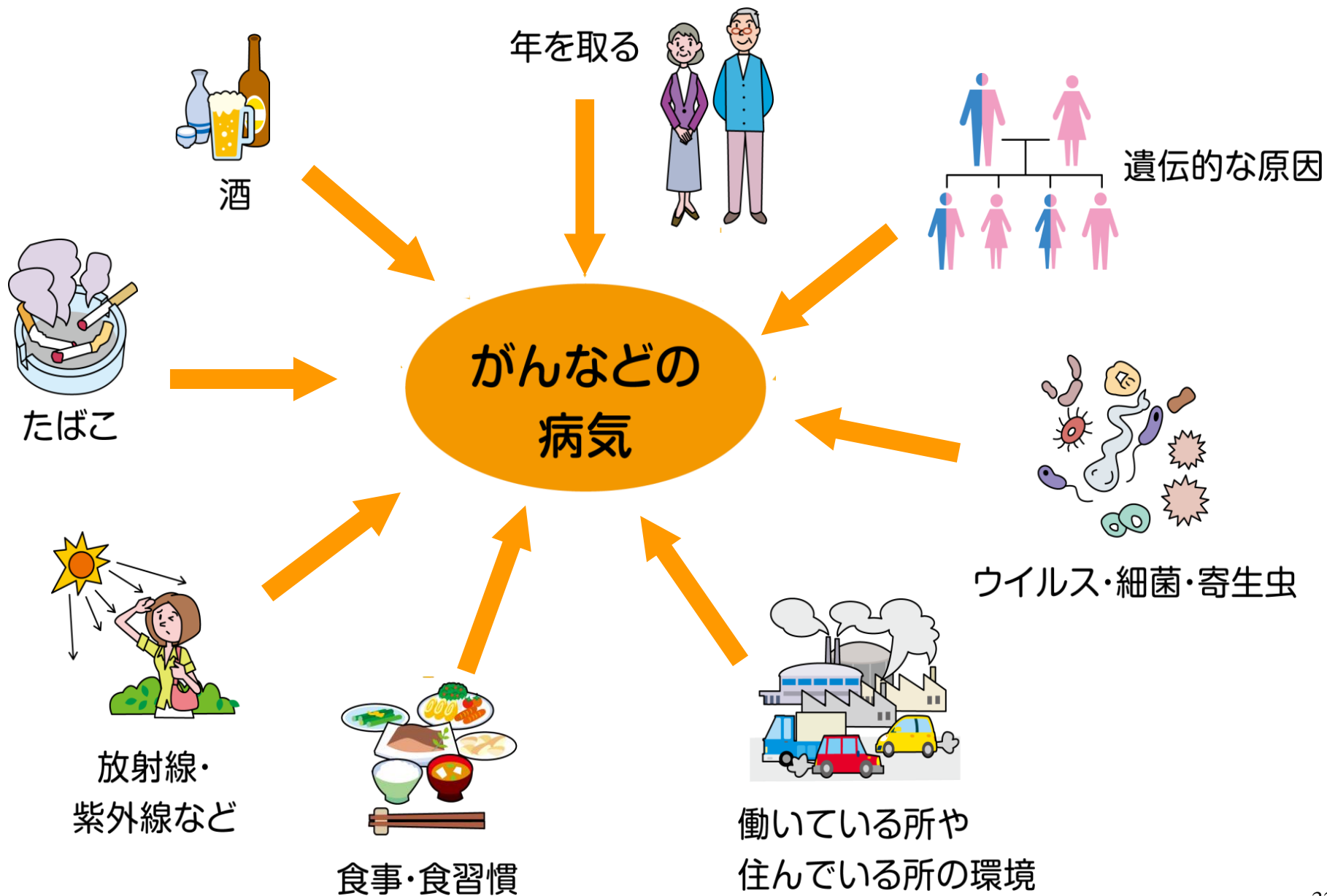


# 確率的影響 (がん・白血病)

## 年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡



# がんの原因



# 放射線と生活習慣によってがんになる相対リスク

(対象：40～69歳の日本人)

| 要 因                        | がんになるリスク   |
|----------------------------|------------|
| 1000～2000ミリシーベルトの放射線を受けた場合 | 1.8倍       |
| 喫煙<br>飲酒(毎日3合以上)           | 1.6倍       |
| 痩せ過ぎ                       | 1.29倍      |
| 肥満                         | 1.22倍      |
| 200～500ミリシーベルトの放射線を受けた場合   | 1.19倍      |
| 運動不足 <sup>※1</sup>         | 1.15～1.19倍 |
| 塩分の取り過ぎ                    | 1.11～1.15倍 |
| 100～200ミリシーベルトの放射線を受けた場合   | 1.08倍      |
| 野菜不足 <sup>※2</sup>         | 1.06倍      |

(注) 放射線は、広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ（固形がんのみ）であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではない

※1 運動不足：身体活動の量が非常に少ない

※2 野菜不足：野菜摂取量が非常に少ない



リスクの考え方は人それぞれですが

✦ 大事なものは「量」