

第15回神恵内村「対話の場」

次 第

1. 日 時：2023年7月27日（木）18：30～
2. 場 所：漁村センター
3. 議 題：
 - （1）運営委員会の結果報告
 - （2）「放射線の基礎知識」
 - ・ 帝京大学 鈴木崇彦先生による講演
 - ・ テーブルごとに質疑・応答

以 上

放射線の基礎知識



帝京大学医療技術学部
診療放射線学科
客員教授 鈴木崇彦

自己紹介 鈴木崇彦(薬学博士)

略歴

1980年 東北薬科大学薬学部卒業

1982年 同大学院修士課程修了
同大学助手(放射薬品学)

1986年 (株)バイオ科学研究所研究員

1991年 工業技術院科学技術特別研究員

1992年 東京大学医学部附属病院助手(放射線研究施設)

1994年 東京大学医学部講師

1997年 東京大学大学院医学系研究科講師(放射線分子医学)

2014年 帝京大学医療技術学部診療放射線学科教授

2022年 定年退職 客員教授就任
現在に至る

専門分野

放射線生物学 放射線管理学

内 容

- (1) 放射線・放射能・放射性物質とは
- (2) 身の回りの放射線
- (3) 放射線の人体影響
- (4) 放射線による発がんリスク

(1) 放射線・放射能・放射性物質とは

放射線 ・ 放射能 ・ 放射性物質

- 電球 = 光を出す能力を持つ

ワット (W)
▶ 光の強さの単位



ルクス (lx)
▶ 明るさの単位

- 放射性物質 = 放射線を出す能力 (放射能) を持つ

ベクレル (Bq)
▶ 放射能の単位



放射線

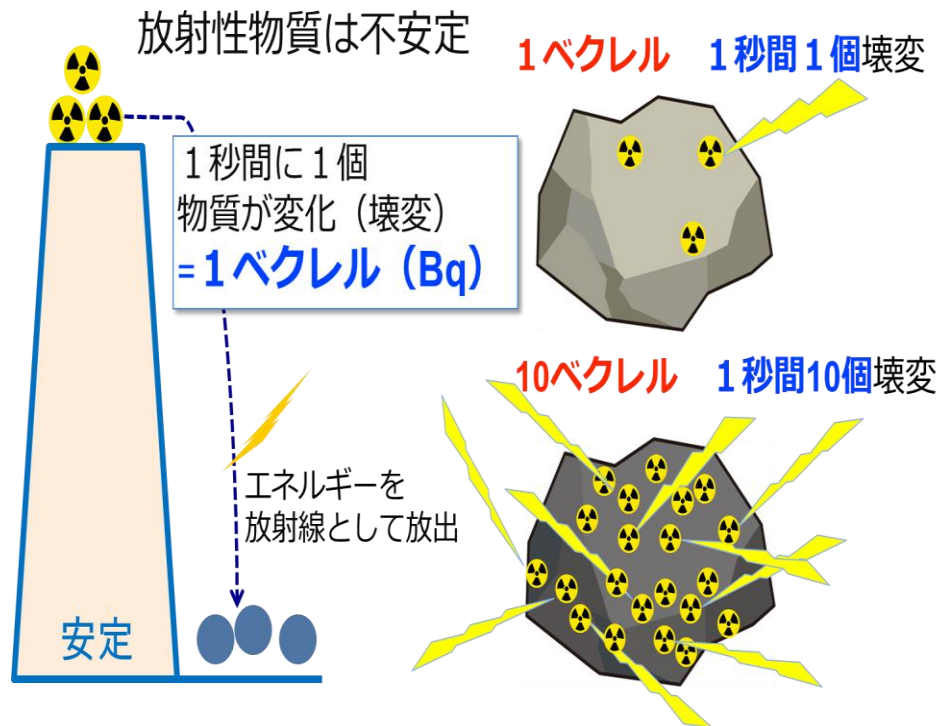
換算係数



シーベルト (Sv)
▶ 人が受ける放射線
被ばく線量の単位

※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

放射性物質の性質と放射能の強さ

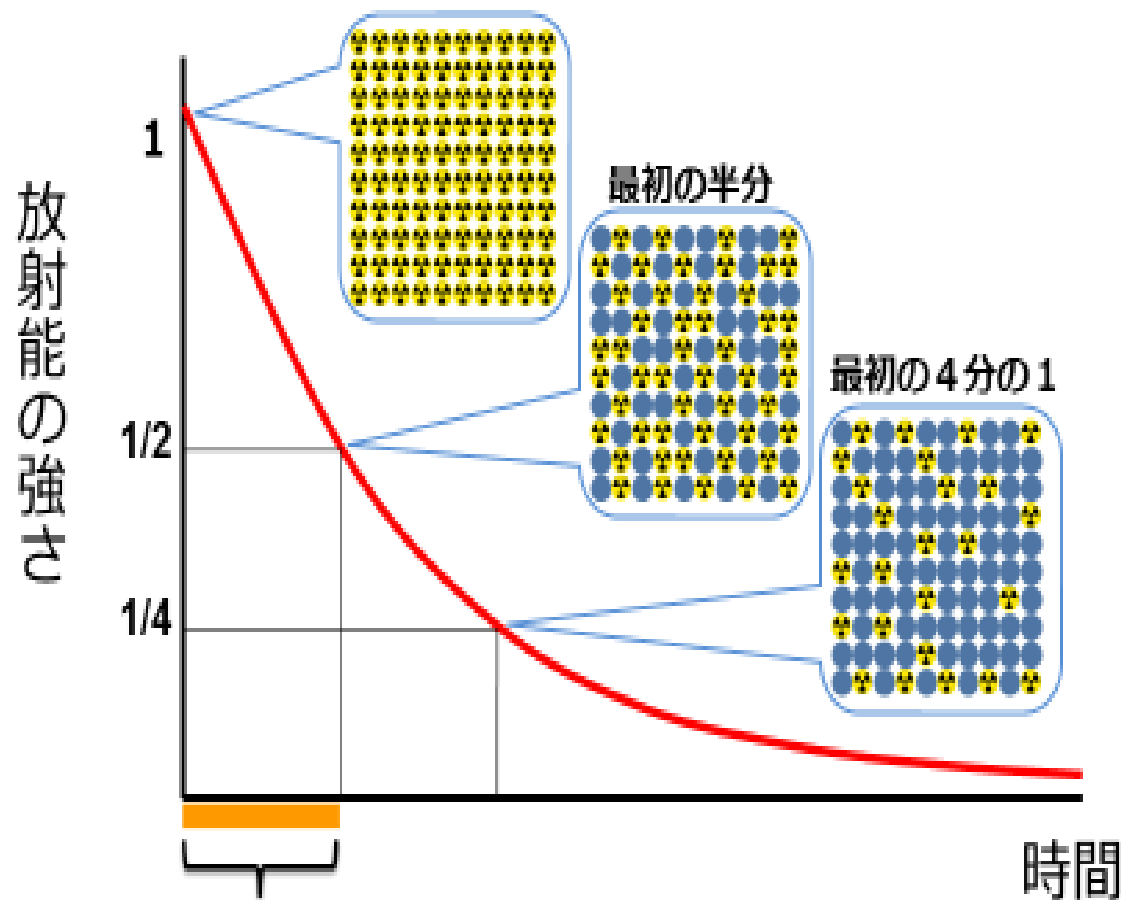


放射能が小さい、弱い

放射能が大きい、強い

- ✓ 放射性物質は余剰なエネルギーを持つため不安定で、その余剰エネルギーを放射線という形で放出し安定する。
- ✓ 1秒間に何個安定するかで放射能の大きさを表す。

放射能は時間が経つと減っていく



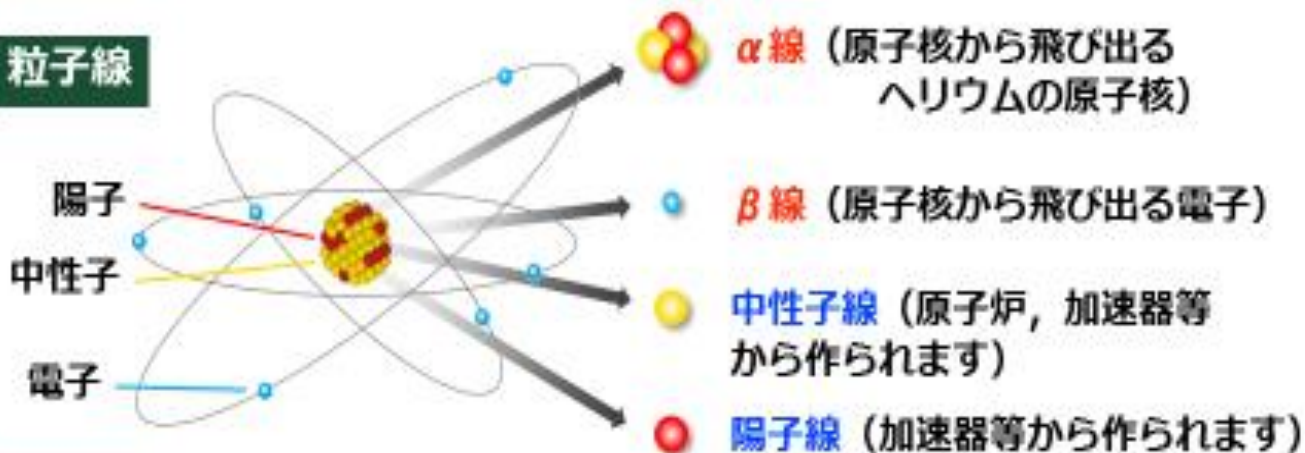
放射性物質の量が半分になる時間
= (物理学的) 半減期

核種		半減期
ナトリウム24	^{24}Na	15.0時間
ラドン222	^{222}Rn	3.8日
ヨウ素131	^{131}I	8.0日
コバルト60	^{60}Co	5.3年
ストロンチウム90	^{90}Sr	28.8年
セシウム137	^{137}Cs	30年
ラジウム226	^{226}Ra	1,600年
プルトニウム239	^{239}Pu	2.4万年
ウラン238	^{238}U	45億年

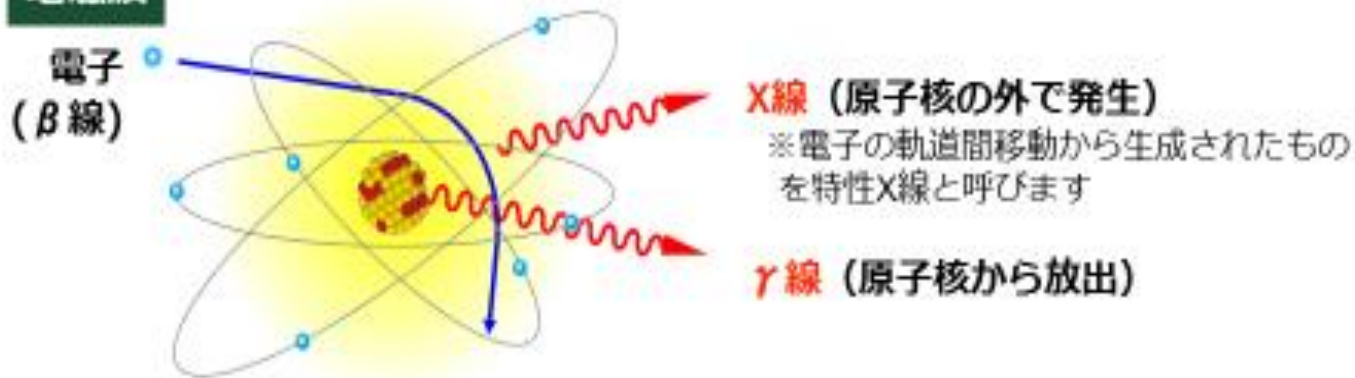
半減期の長さは
放射性物質ごとに異なる。

放出されるエネルギーには、
アルファ線、ベータ線、ガンマ線、エックス線などがある

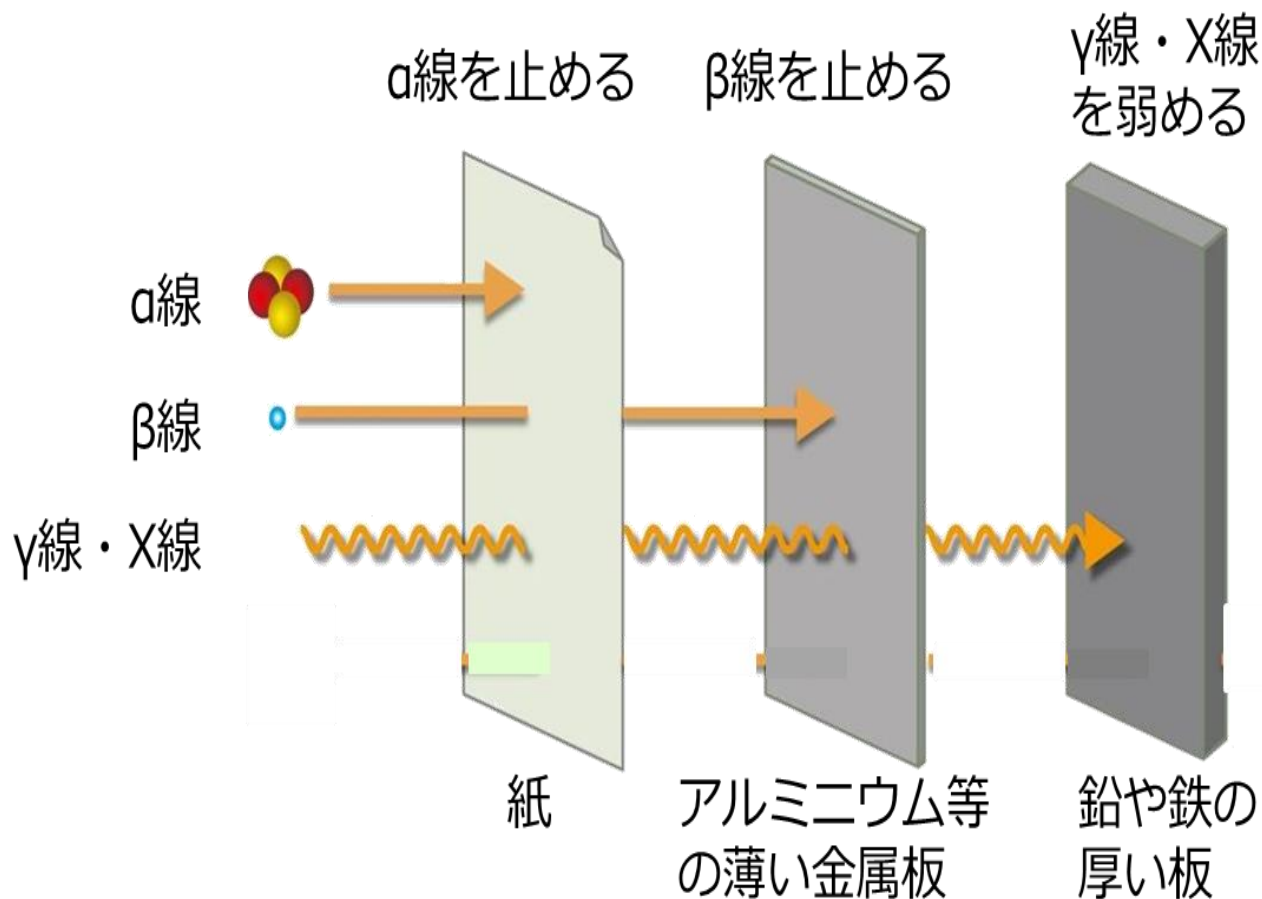
粒子線



電磁波

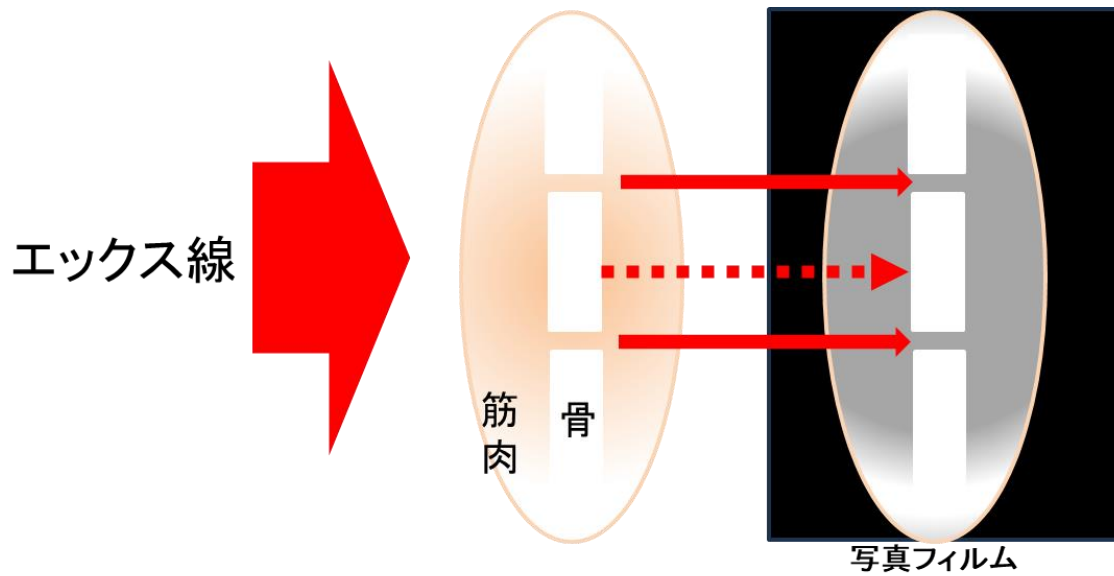


放射線の種類によって、ものを通り抜ける力が異なる



エックス線が、筋肉や骨などを通り抜けるする量の 違いを利用したレントゲン画像

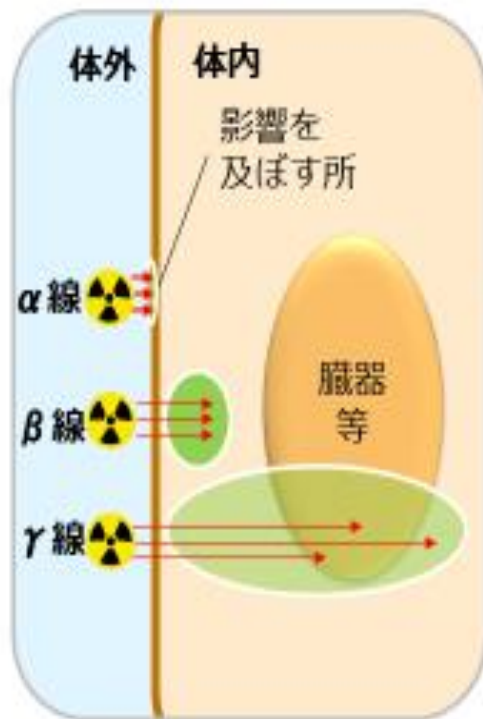
レントゲン写真の模式図



実際のX線画像

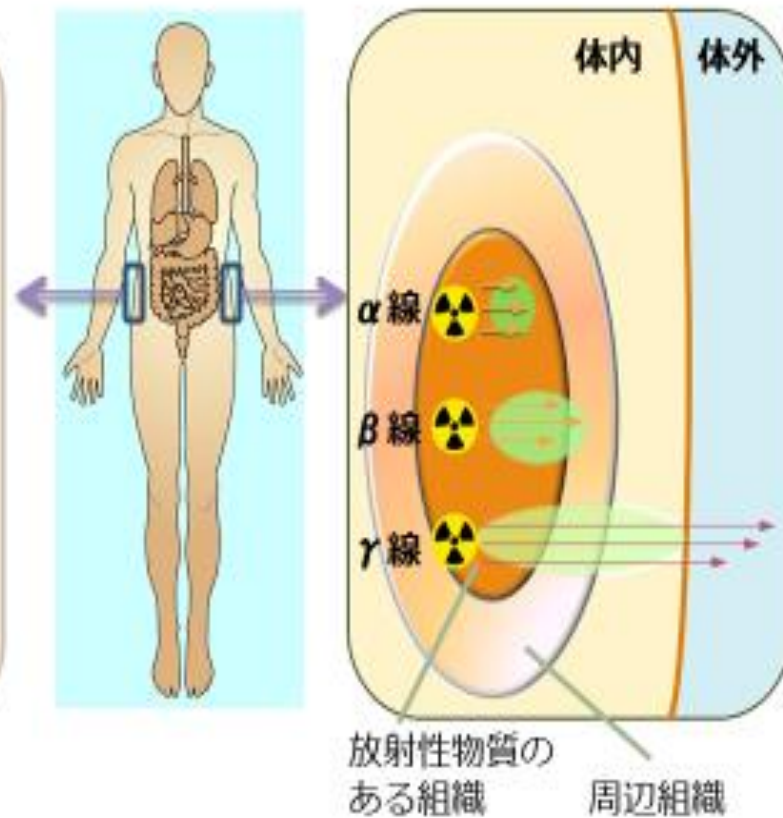
透過力によって異なる体への影響の範囲

放射性物質が体外にある場合



外部被ばく

放射性物質が体内にある場合



内部被ばく

放射線・放射能・放射性物質 まとめ

- ・放射性物質は不安定で、安定になるために放射線を出します。その性質を放射能を持っている、と言います。
- ・安定になるために出す放射線には、粒子線であるアルファ線、ベータ線と、電磁波のガンマ線、エックス線があります。
- ・放射線の種類の違いは透過力の違いになります。体外からの被ばくでは、透過力の強いガンマ線やエックス線に気を付ける必要があります。
- ・放射能は時間とともに、半減期にしたがって減っていきます。

(2) 身の回りの放射線

私たちの身の回りには放射線が飛び交っています。

また、放射性物質もあり、そこから放射線が出ています。

実際に、この会場で放射線を測って確かめてみましょう。

- お使いの測定器はガンマ線を測定します。
- 何も無くても放射線測定器が示す線量は0ではありません。
- 測定した数値は一定ではありません。
測定器ごとに、測定器の検出部に入ってきた放射線の数を数値に変えています。
- 御影石、湯ノ花、舟艇塗料、カリ肥料など、身近なものからも放射線が出ています。

身の回りの放射線

mSv: ミリシーベルト

自然放射線 (日本)

宇宙から
0.3mSv



食物から
0.99mSv

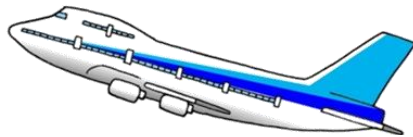


空気中の
ラドンから
0.48mSv

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)

0.08～
0.11mSv

人工 放射線



胸部CT検査
(1回)

2.4～
12.9mSv



胸部X線検査(1回)

0.06mSv

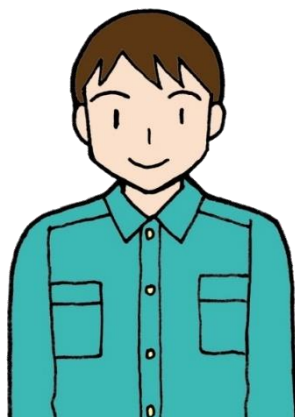
食品中と体内の自然放射性物質

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)

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
鉛・ポロニウム	※3	20Bq

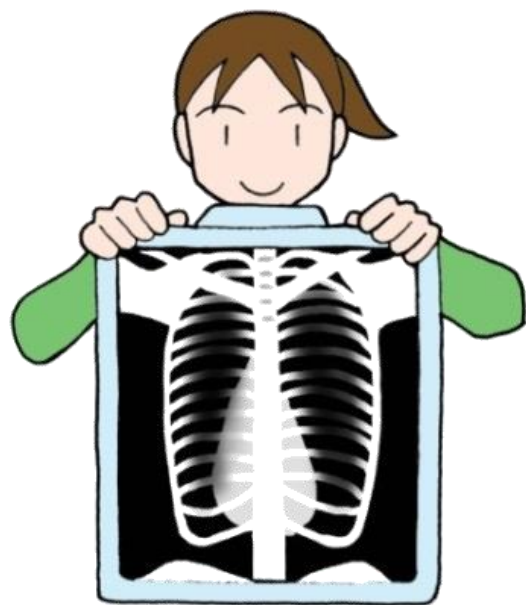
- ※1 地球起源の核種
- ※2 宇宙線起源のN-14由来の核種
- ※3 地球起源ウラン系列の核種

Bq: ベクレル Bq/kg: ベクレル/キログラム

放射線影響の単位 シーベルト

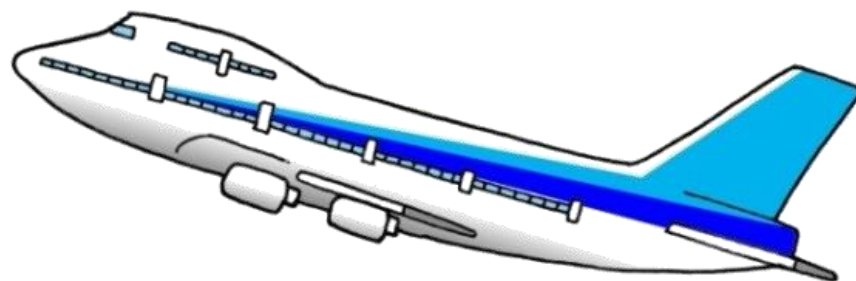
- ・放射線測定器で測定した数値は、シーベルト(Sv)という単位で表されています。
- ・シーベルトという単位は、放射線の人体への影響力をもとに考案されたものです。
- ・シーベルトで表された数値であれば、放射線の種類や放射線を受ける状況(体外から、体内から)に関係なく人体への影響力として互いにその大きさを比較することができます。

では、みなさんがよく知っている胸のレントゲン写真の撮影で受ける放射線量を基準にして、身の回りの放射線の量を比較してみましょう。



0.06mSv

胸部X線検査(レントゲン写真1回)



0.08~0.11mSv

東京~ニューヨーク航空機旅行(往復)

レントゲン写真 約2回

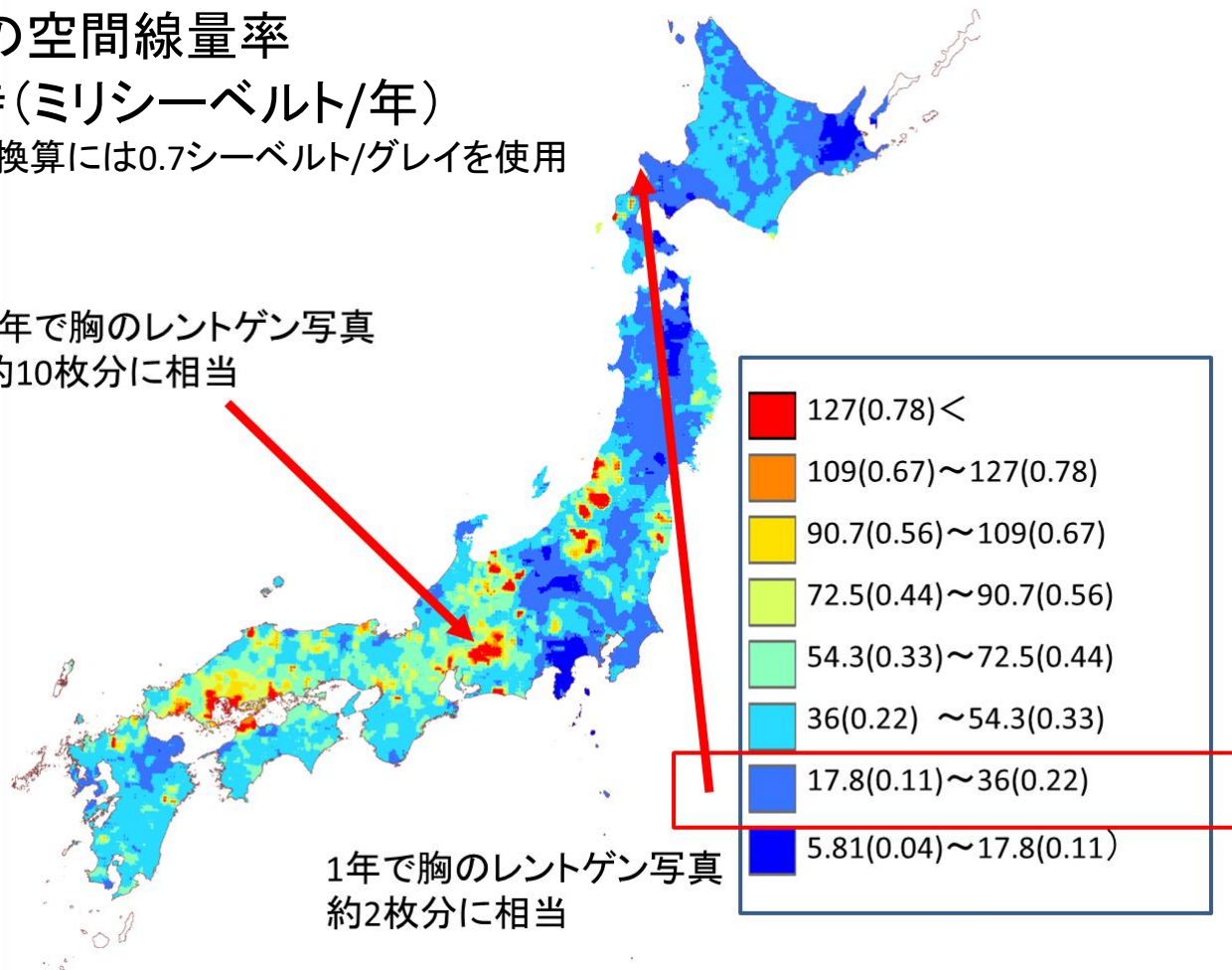
地域によって大地の放射線量が異なる

自然放射線の空間線量率

ナノグレイ/時(ミリシーベルト/年)

・実効線量への換算には0.7シーベルト/グレイを使用

1年で胸のレントゲン写真
約10枚分に相当

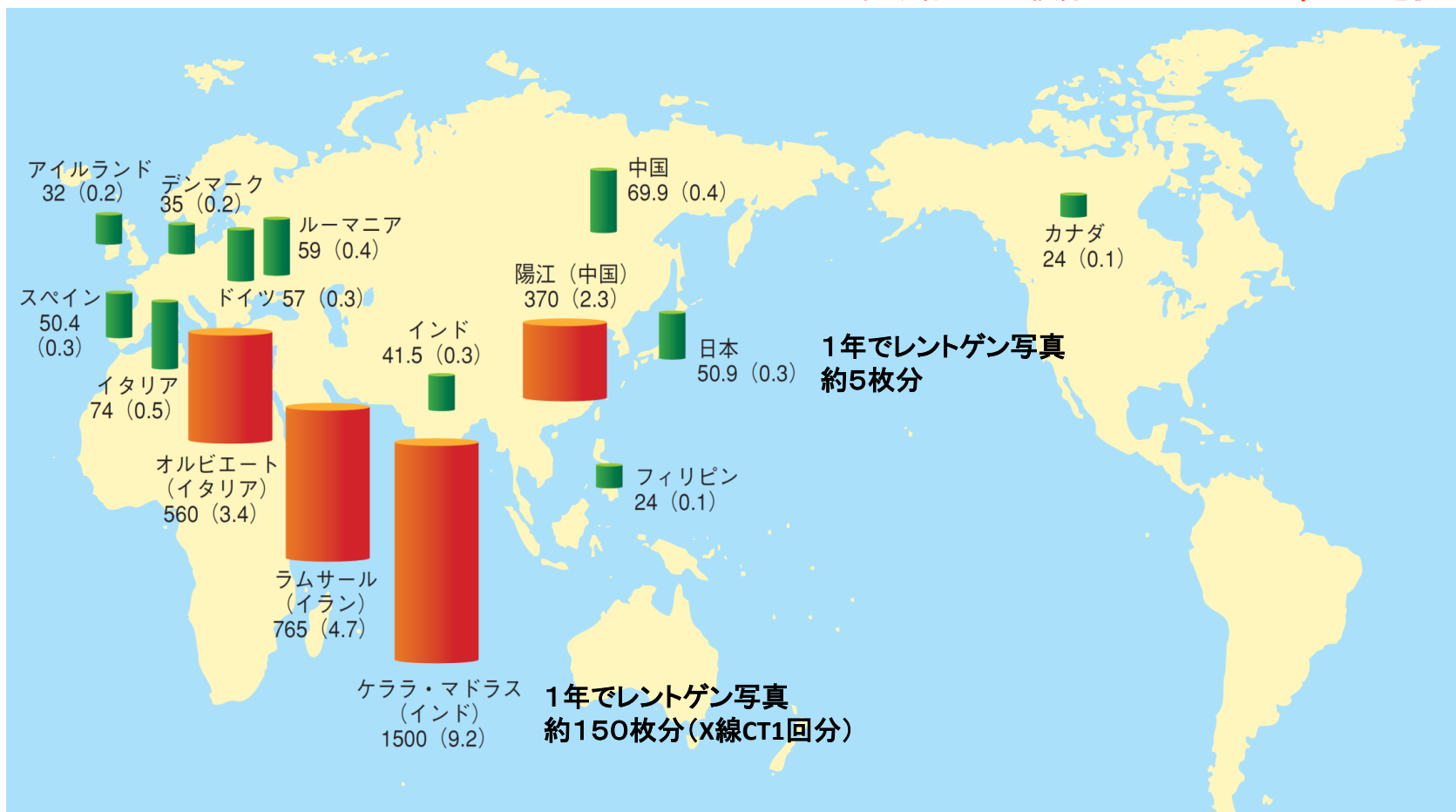


1年で胸のレントゲン写真
約2枚分に相当

世界をみても、地域によって大地の放射線量が異なる

ナノグレイ/時 (ミリシーベルト/年)

実効線量への換算には0.7シーベルト/グレイを使用



出典: 国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告書、
(公財)原子力安全研究協会「生活環境放射線」(平成23年)より作成

放射線の影響の大きさを比較できることは分かったけど、レントゲン写真だって1,000枚も撮れば危ないだろう！

そのとおりです。多ければ危ない。

では、危ない基準はどれくらい？

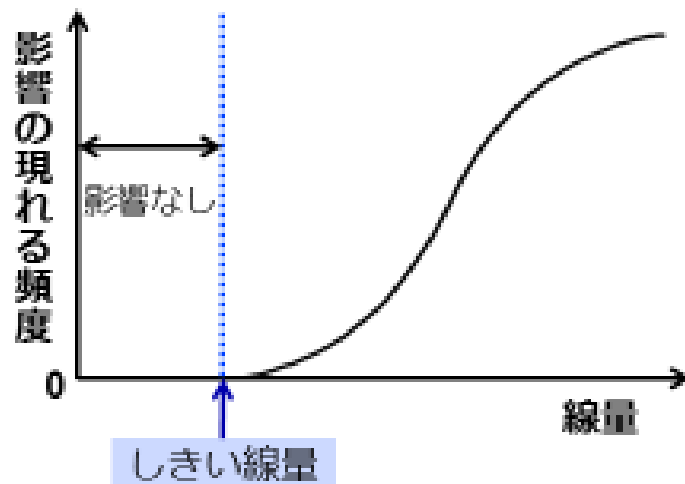
(3) 放射線の人体影響

放射線の人体への影響

確定的影響

(脱毛・白内障・皮膚障害等)

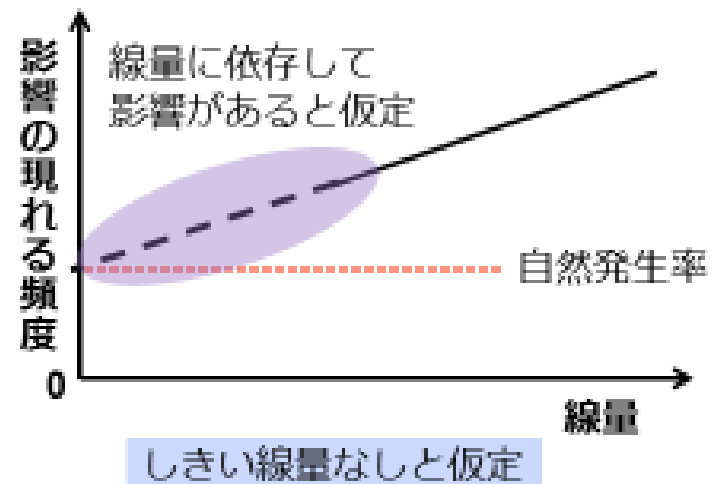
同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量を「しきい線量」としている。
(国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告)



確率的影響

(がん・白血病・遺伝性影響等)

一定の線量以下では、喫煙や飲酒といった他の発がん影響が大きすぎて見えないが、ICRP等ではそれ以下の線量でも影響はあると仮定して、放射線防護の基準を定めることとしている。



しきい線量なしと仮定

さまざまな影響のしきい値

障害	臓器／組織	潜伏期	しきい値 (グレイ)※
一時的不妊	精巣	3～9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3～7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚 (広い範囲)	1～4週	3～6以下
皮膚熱傷	皮膚 (広い範囲)	2～3週	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週	約4
白内障 (視力低下)	眼	数年	0.5

※臨床的な異常が明らかな症状のしきい線量 (1%の人々に影響を生じる線量)
この表では、グレイはシーベルトと置き換えることができます。

出典：国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告、国際放射線防護委員会報告書118 (2012年)

しきい値はどのくらいの量なのか？

- ・ヒトにみられるしきい値の最低値は0.1グレイです。
グレイは吸収線量と言われる単位で、
エックス線やガンマ線の全身被ばくの場合、
1グレイは1シーベルトに 相当します。

ですので、この場合、0.1グレイは、0.1シーベルト、
つまり100ミリシーベルトに相当します。
- ・100ミリシーベルトは、レントゲン写真1,600枚相当です。
- ・ちなみに、皮膚に障害が現われるしきい値は、
およそ3シーベルトと見積もられています。
→エックス線、ガンマ線、ベータ線の場合、レントゲン写真5万枚分相当です。

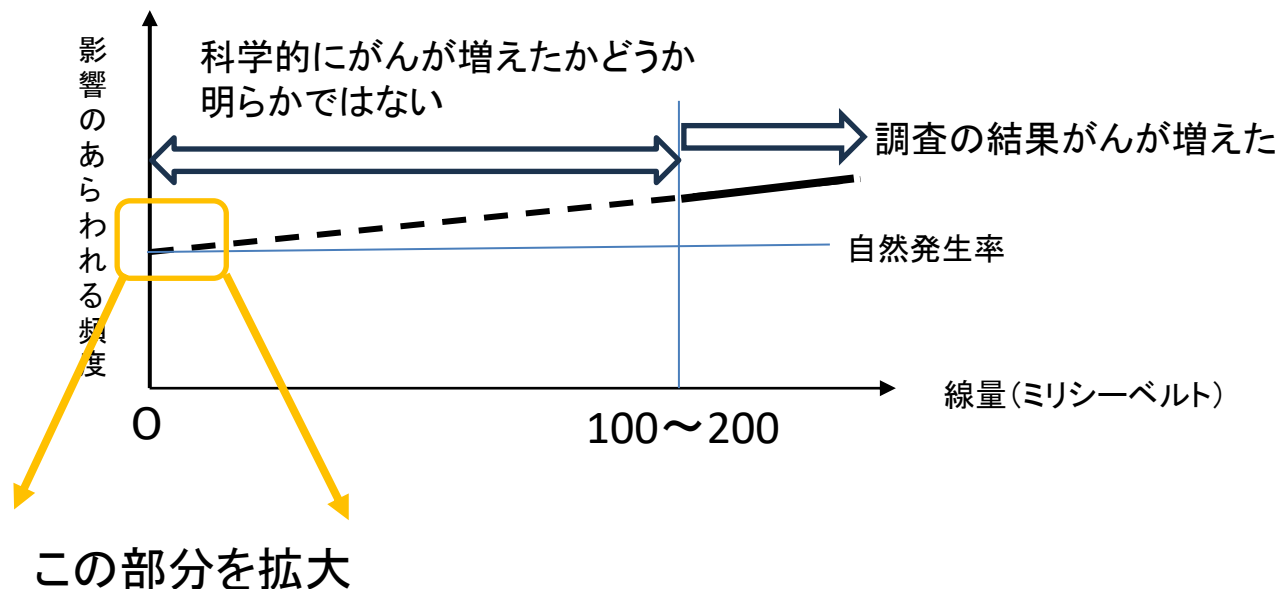
しきい値のある影響であれば、最低のしきい値より被ばく線量を少なくすることで、放射線の影響を防ぐことができます。

では、「しきい値がない」と考える確率的影響(がん)の発生の危険性はどのように考えたらよいのでしょうか？

(4) 放射線による発がんリスク

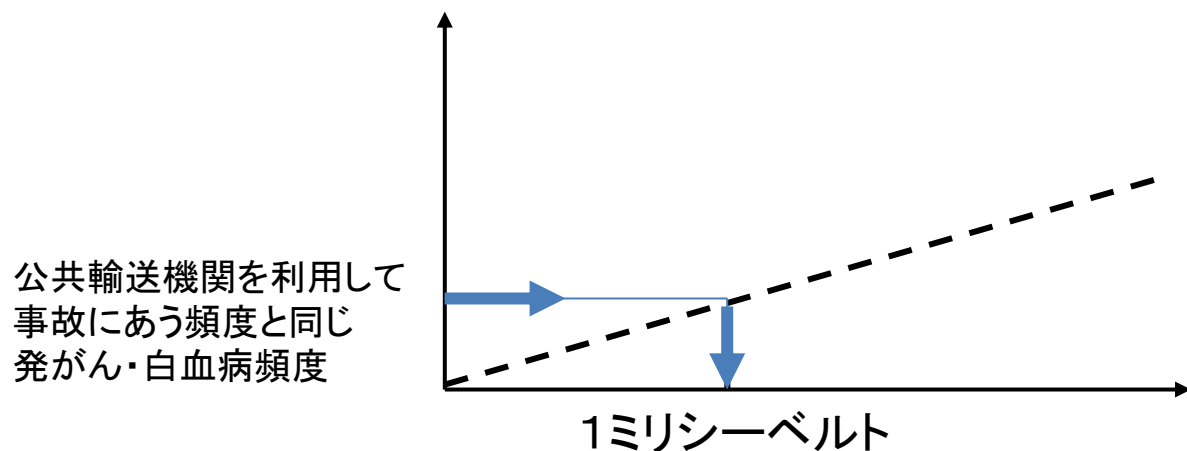
放射線による発がんリスクの考え方

1. 放射線によるがん・白血病の発生にはしきい線量(これ以下なら安全)線量は無い、と仮定する。
2. 被ばく線量0ミリシーベルト(自然発生率)から、原爆被爆者の調査から明らかにがん・白血病が増えたと言われる100~200ミリシーベルトの被ばくによる頻度までは、線量に比例してがん・白血病が増えると仮定する。



一般公衆の年間線量限度（1ミリシーベルト）はどのように決められたのか

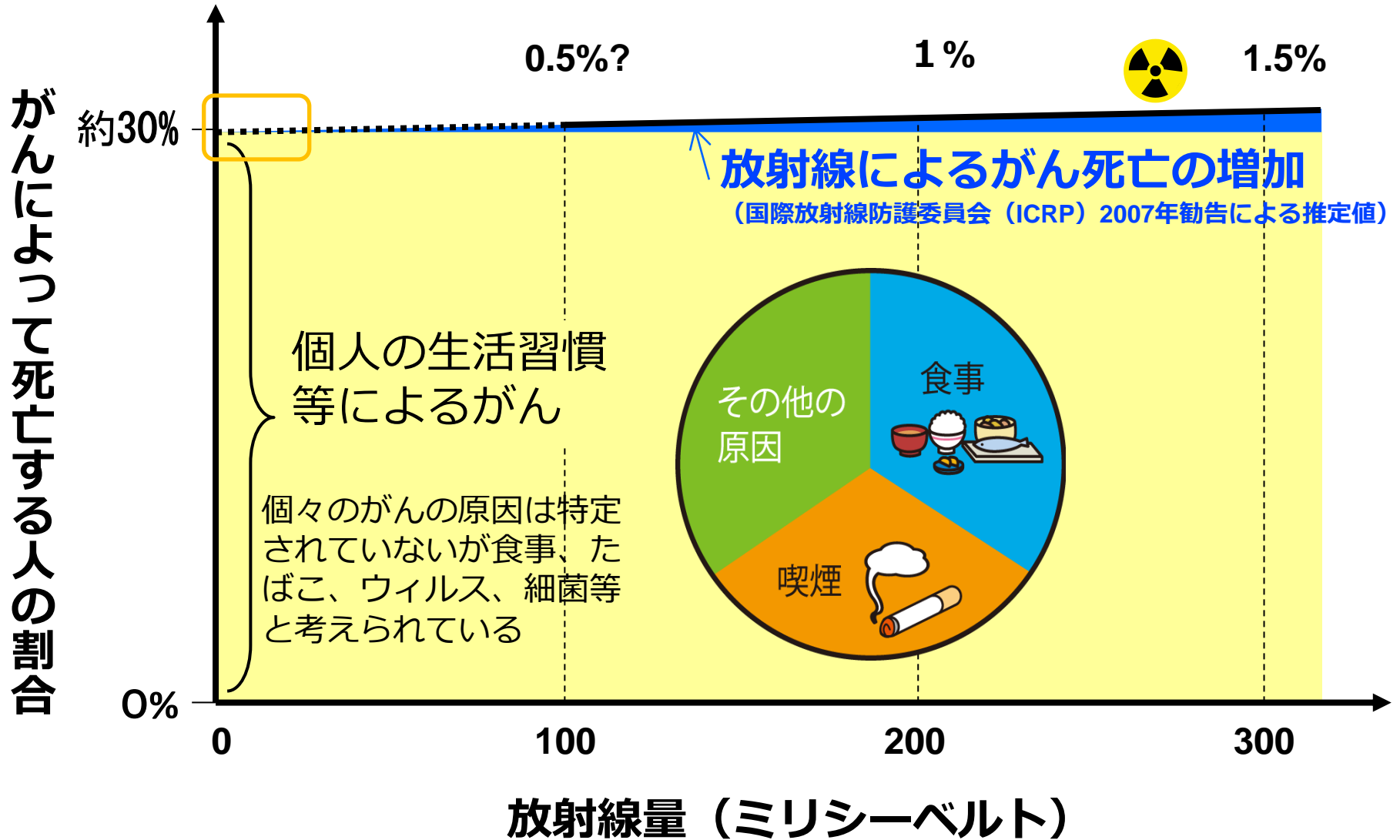
1. 放射線によってがん・白血病が発生する頻度を、放射線以外の原因で死亡する頻度と比較する。
2. 比較に「公共輸送機関」利用における事故頻度を使う。
その頻度は、年間10万人～100万人にひとり。
3. この頻度であれば、一般公衆にも受け入れられるであろう。
4. 国際放射線防護委員会(ICRP)によってこの頻度に相当する放射線量は、1ミリシーベルトと計算された。



一般公衆の年間線量限度（1ミリシーベルト）はどのように決められたのか

- ・年間1ミリシーベルトという線量限度は、安全と危険の境目ではありません。
- ・1ミリシーベルトには1ミリシーベルトの危険性があり、線量限度はどのような危険性と比較するか、で変わり得るものです。
- ・また、放射線による発がん頻度の大きさも、いまなお続いている原爆被爆者からのデータの調査結果が新しくなる都度、見直しが行われてきています。

被ばくによるがん死亡リスク



放射線の人体影響・発がんリスクのまとめ

1. がん・白血病以外の影響では、しきい線量を越えなければ安全です。
2. がん・白血病は自然発生します。
3. 放射線によるがん・白血病発生の危険性にはしきい線量が無い、と考えます。
4. 1ミリシーベルトは安全と危険の境目ではありません。
5. がんの原因は複数あり、その危険性(リスク)の大きさも異なります。
日ごろからがんリスク全体の低減に努めることが重要です。

ご清聴ありがとうございました。