



放射線の基礎知識

環境省 大臣官房 環境保健部 放射線健康管理担当参事官室
西館 広樹

10月23日 @東京エレクトロンホール宮城 仙台市
10月24日 @かわまち交流センター 石巻市

本日の内容

①ぐるぐるプロジェクト

②放射線の基礎知識

③放射線の健康影響

④情報源のご紹介

本日の内容

①ぐるぐるプロジェクト

②放射線の基礎知識

③放射線の健康影響

④情報源のご紹介

ぐるぐるプロジェクトとは

東京電力福島第一原子力発電所の事故による放射線の健康影響に関する課題を通じ

つむぐ : 「学び・知をつむ”ぐ”」

つなぐ : 「人・町・組織をつな”ぐ”」

つたわる : 「自分ごととしてつたわ”る”」



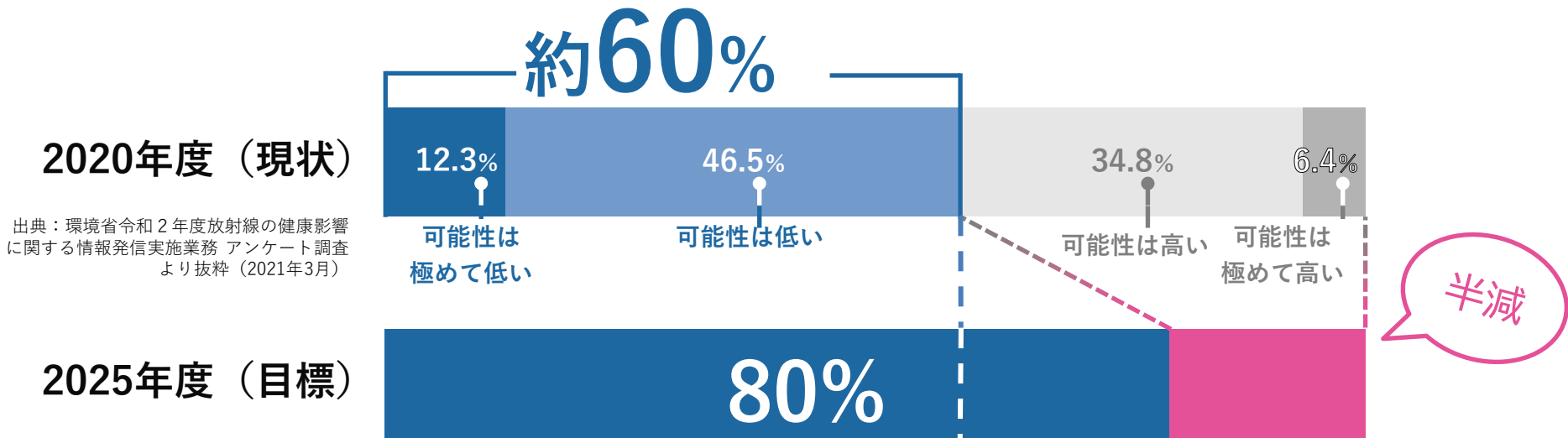
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



放射線の健康影響に関する情報をアップデートし誤解による風評加害を無くす事で誰一人取り残さない社会の実現を目指す取り組み

ぐるぐるプロジェクトの目標

現在の放射線被ばくで、次世代以降の人(将来生まれてくる子や孫など)への健康影響が福島県民の方々にどのくらい起こると思いますか？



目標は2025年度までに2020年度の現状から半減させること

ぐるぐるプロジェクト5つの事業

論文を科学的に読み解く

学术论文を題材に、論文の読み方や執筆のノウハウを学ぶ場です。

ラジエーションカレッジ

セミナーの開催や受講者によるプレゼンテーションの発表など、学びと発信の場を提供します。

情報提供と意思決定

放射線による健康影響など、生きていくうえで自ら判断するための情報を提供します。

不安や疑問によりそう

放射線の健康不安に対応するため、リスクコミュニケーション活動や情報提供を強化します。



ぐるぐるプロジェクト公式ホームページ

放射線の健康影響について気になったとき、いつでも情報が手に入る辞書のように活用できるサイトです。



ぐるぐるプロジェクト公式HP

本日の内容

①ぐるぐるプロジェクト

②放射線の基礎知識

③放射線の健康影響

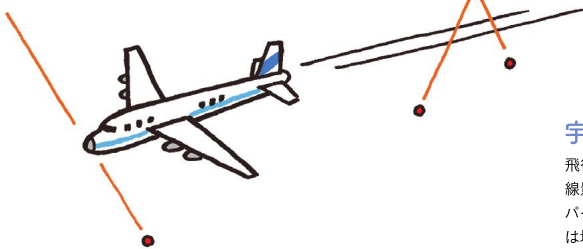
④情報源のご紹介

放射線と聞いて 何をイメージされますか？

レントゲン がんの放射線治療 原子力発電所 原子爆弾
医療機器の滅菌 空港の手荷物検査

どこにあると思いますか？

あらゆる場所にあります！！



原発事故によって
汚染が起きたことは事実です
しかし私たちは事故があって
初めて放射線を
浴びたわけではありません
もともと放射線は
周囲に存在しています

宇宙から

飛行機で上空に上がっていくと放射線量が増えます。
パイロットやキャビンアテンダントは地上にいる時よりたくさん放射線を浴びますが、それによって健康が損なわれた報告はありません。

動植物から

私たち人間や動植物、食べ物の中にも原発事故以前から放射性物質は含まれています。
人間の生命維持に必須のカリウムの一部は放射性カリウムであり放射線を発します。

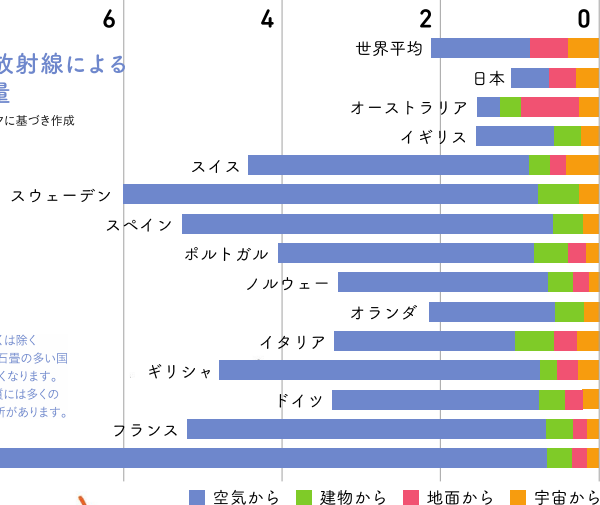
(ミリシーベルト) 8

世界の自然放射線による年間被ばく量

世界原子力協会のデータに基づき作成

※食品からの被ばくは除く
※石造りの建物や石量の多い国は放射線量が高くなります。
※ヨーロッパの地質には多くのラドンを含む場所があります。

フィンランド



地面や建物から

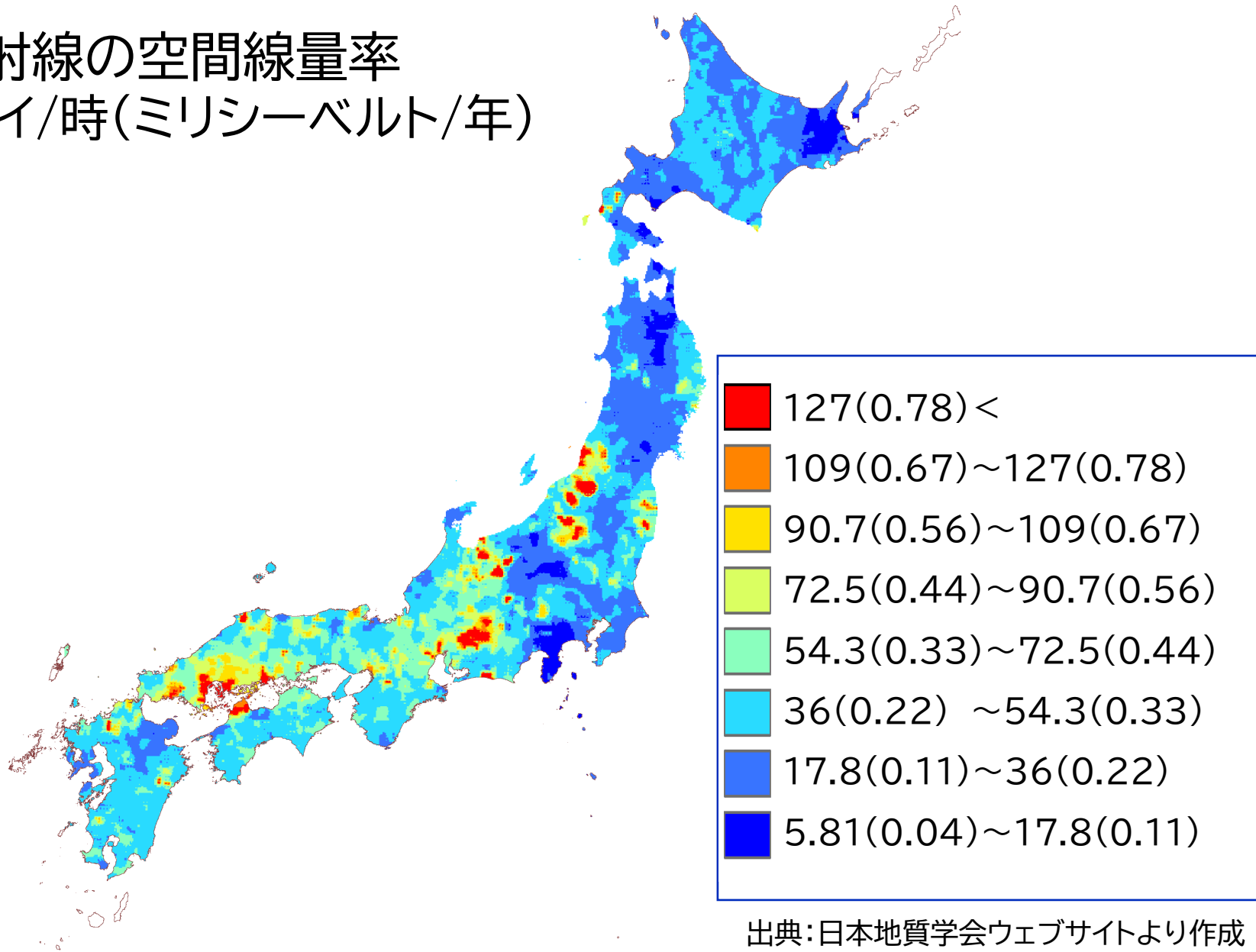
土の中には放射性物質が含まれています。
土の種類によって放射性物質の量が異なり、そのため場所によって放射線量は異なります。
花こう岩や大理石も放射性物質を含みます。
このため日本国内では、西日本の方が東日本よりもととの放射線が多い傾向があります。

空気から

空気の中にもラドンなどの放射性物質が含まれています。
このラドンを吸うことで私たちの肺は放射線を受けます。
温泉地などに多い傾向があります。

大地の放射線(日本)

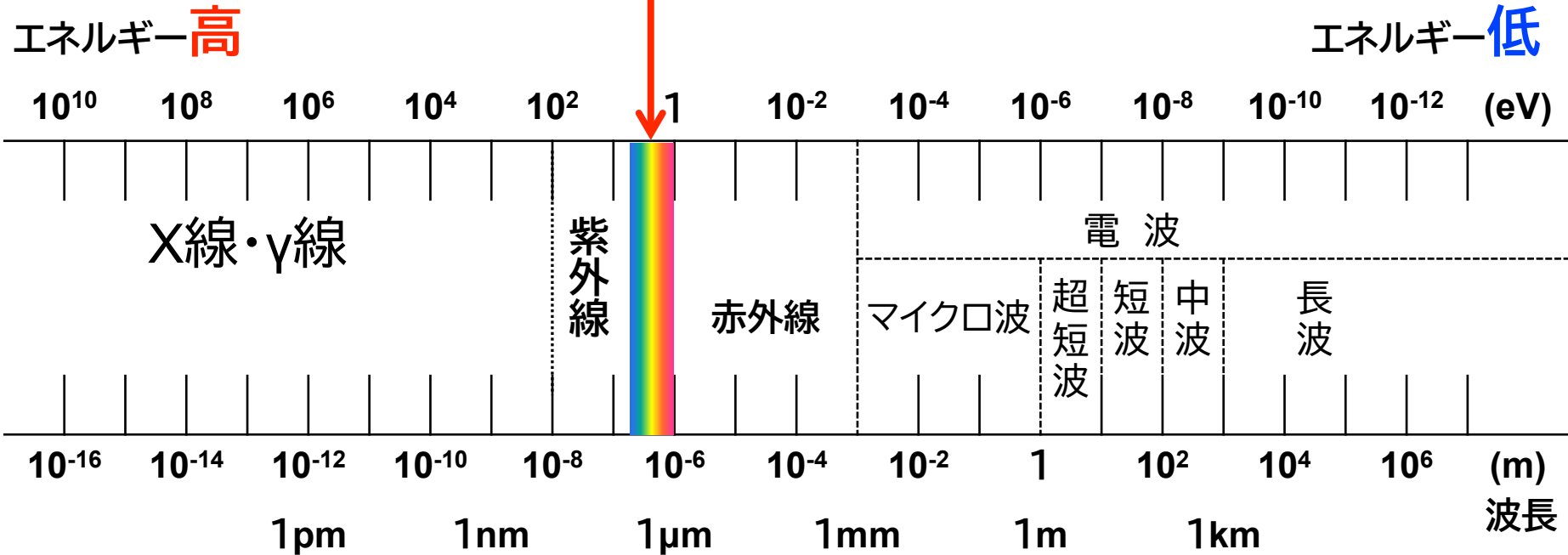
自然放射線の空間線量率
ナノグレイ/時(ミリシーベルト/年)



そもそも放射線ってなに？

放射線は光の一種である

可視光線(目に見える光)



放射線

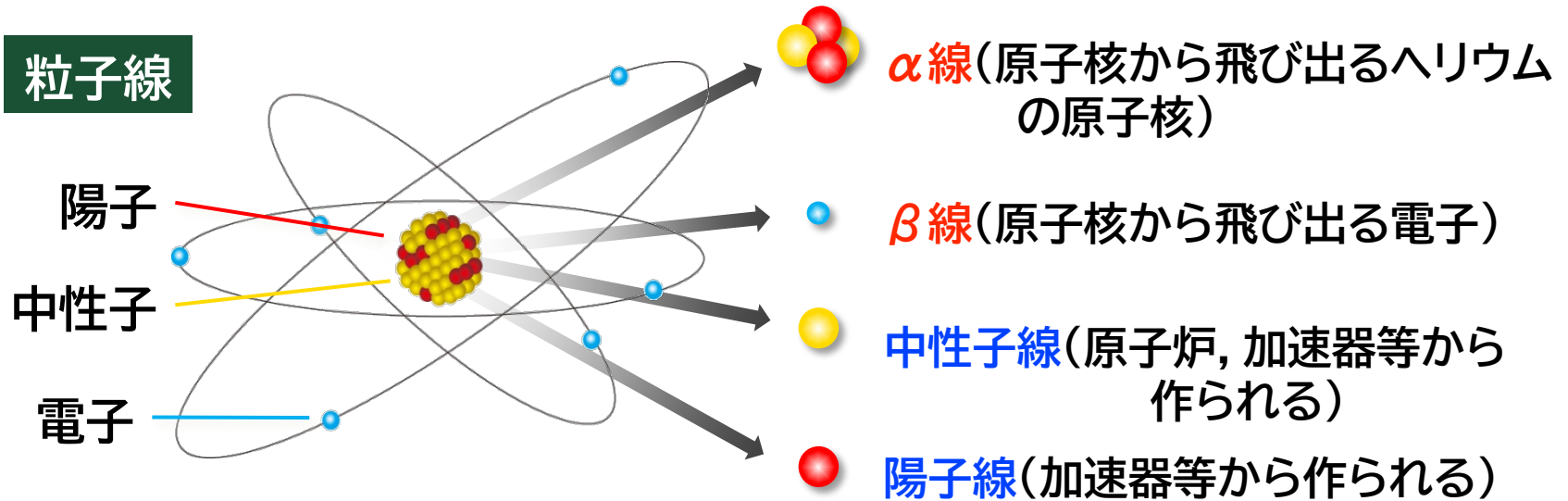
pm:ピコメートル μm:マイクロメートル nm:ナノメートル

電離放射線の種類

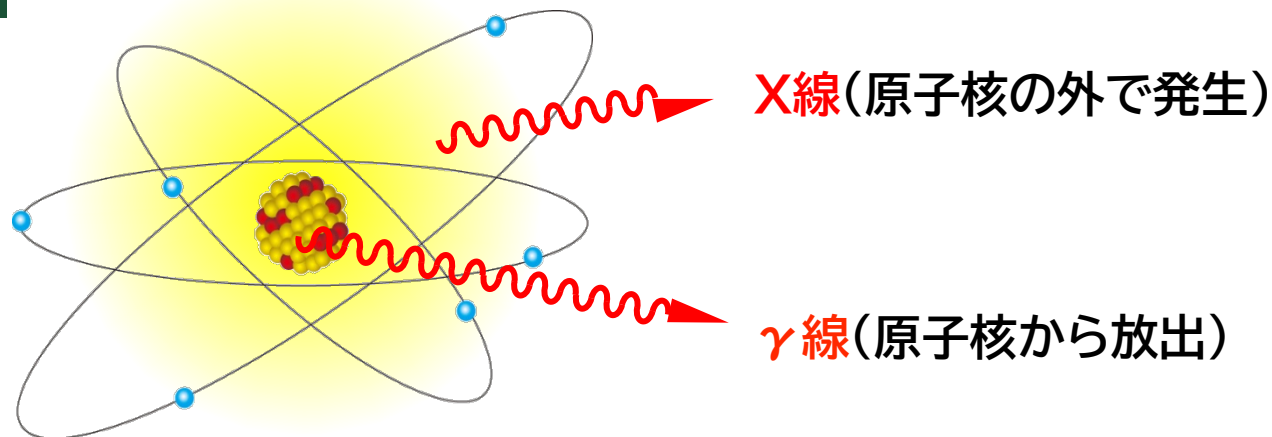
電離放射線

電離作用を有する放射線

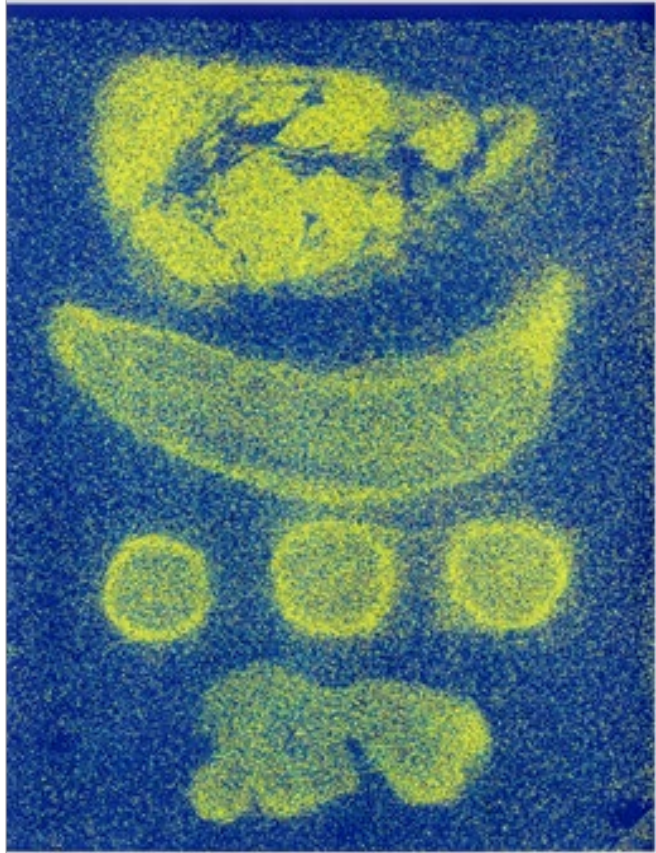
粒子線



電磁波



目で見える放射線



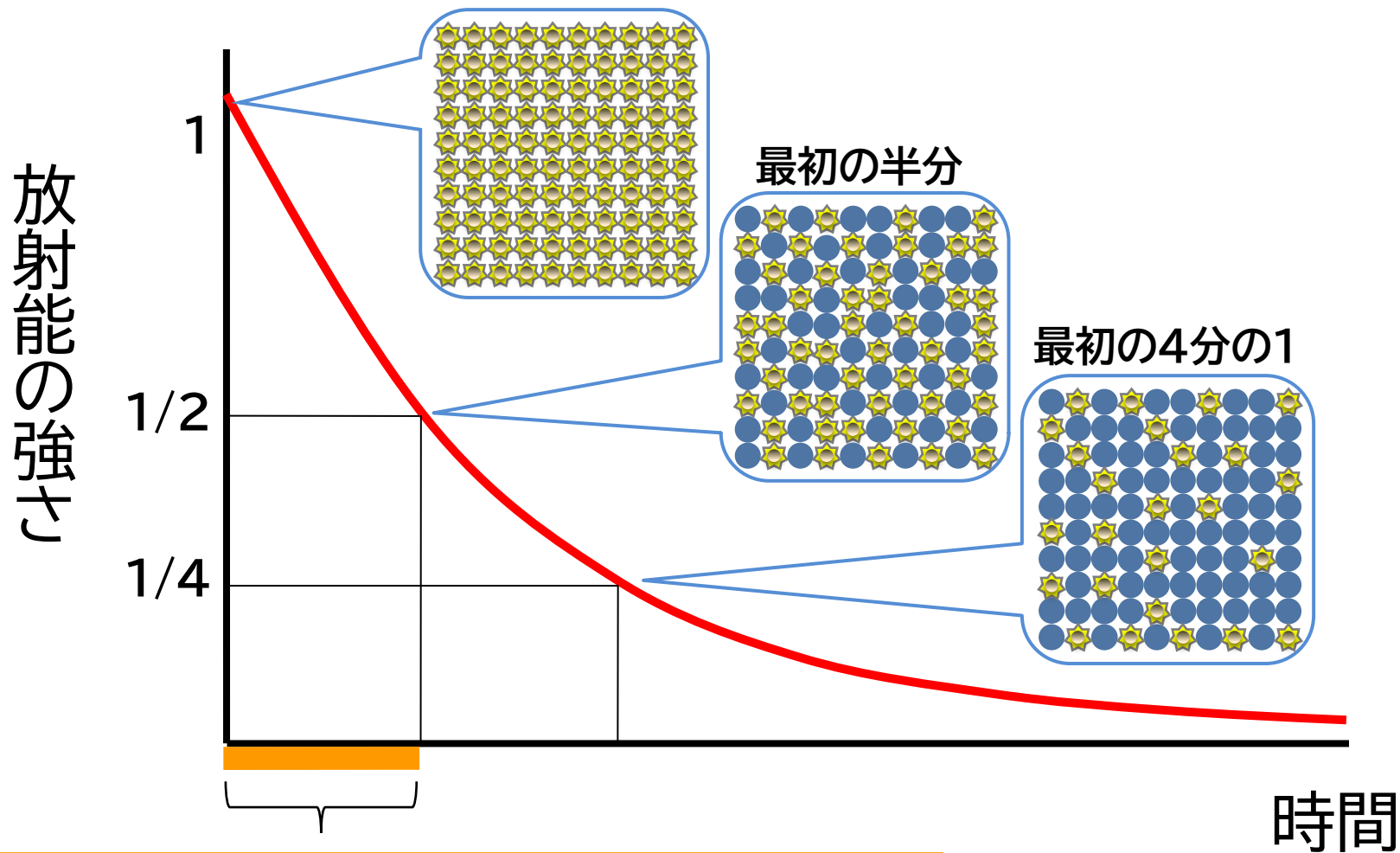
豚肉、バナナ(縦切り及び横切り)、
ショウガの放射能像

食品からの放射線

- ・主にカリウム40の β (ベータ)線
- ・カリウム40の天然存在比※は**0.012%**
- ・カリウム40の半減期は **1.26×10^9 年**

※天然に存在するカリウムのうちカリウム40の割合

半減期と放射能の減衰



放射性物質の量が半分になる時間
= (物理学的)半減期

放射線の基本的な用語 放射能と放射線

放射線・放射能・放射性物質とは

● 電球 = 光を出す能力を持つ

ルーメン(lm)
もしくは ワット(W)
▶電球の明るさの単位



光

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



放射線

ベクレル(Bq)
▶放射能の単位

換算係数

シーベルト(Sv)

▶人が受ける放射線影響を考慮した単位



単位間の関係

放射線を出す側

放射能の強さ※1

ベクレル
(Bq)



放射性物質

※1:1秒間に壊変する原子核の数

放射線を受ける側

放射線を受けた単位質量の物質が吸収するエネルギー量

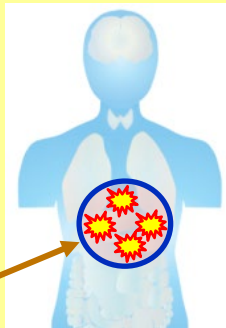
グレイ(Gy)

放射線の種類による影響の違い

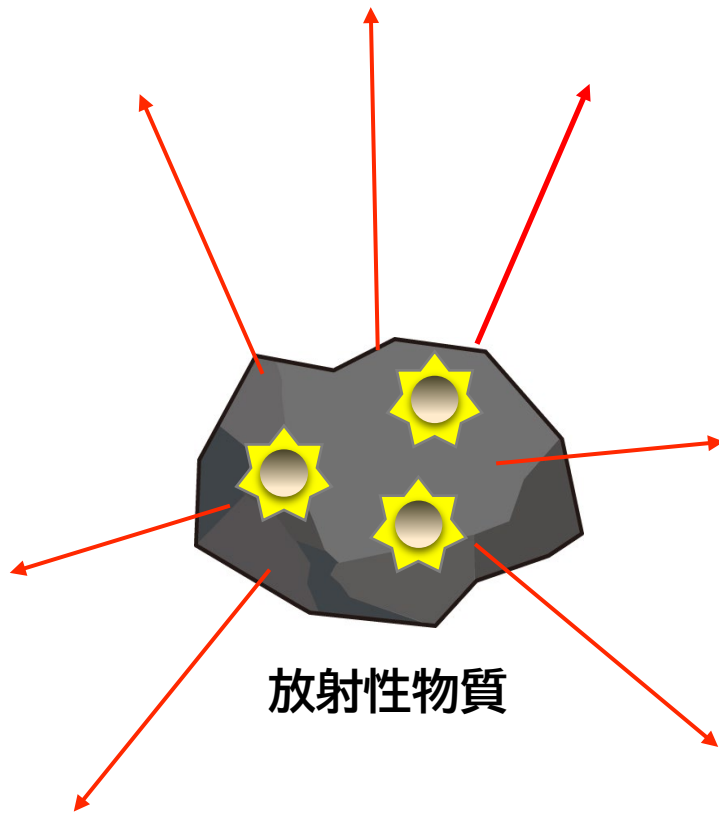
臓器による感受性の違い

シーベルト(Sv)

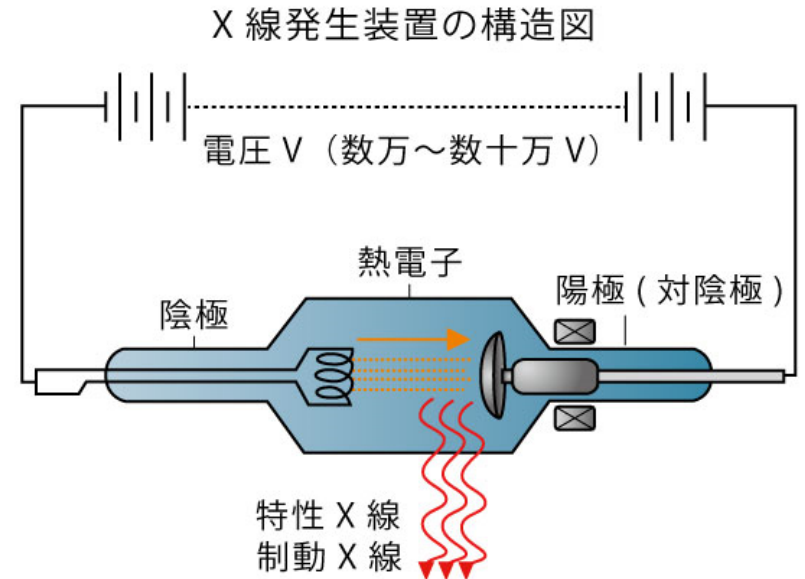
人が受ける被ばく線量の単位
放射線影響に
関係付けられる



医療で使われるエックス線と放射性物質の違い



常に出続けている



電流を流している時だけ

本日の内容

①ぐるぐるプロジェクト

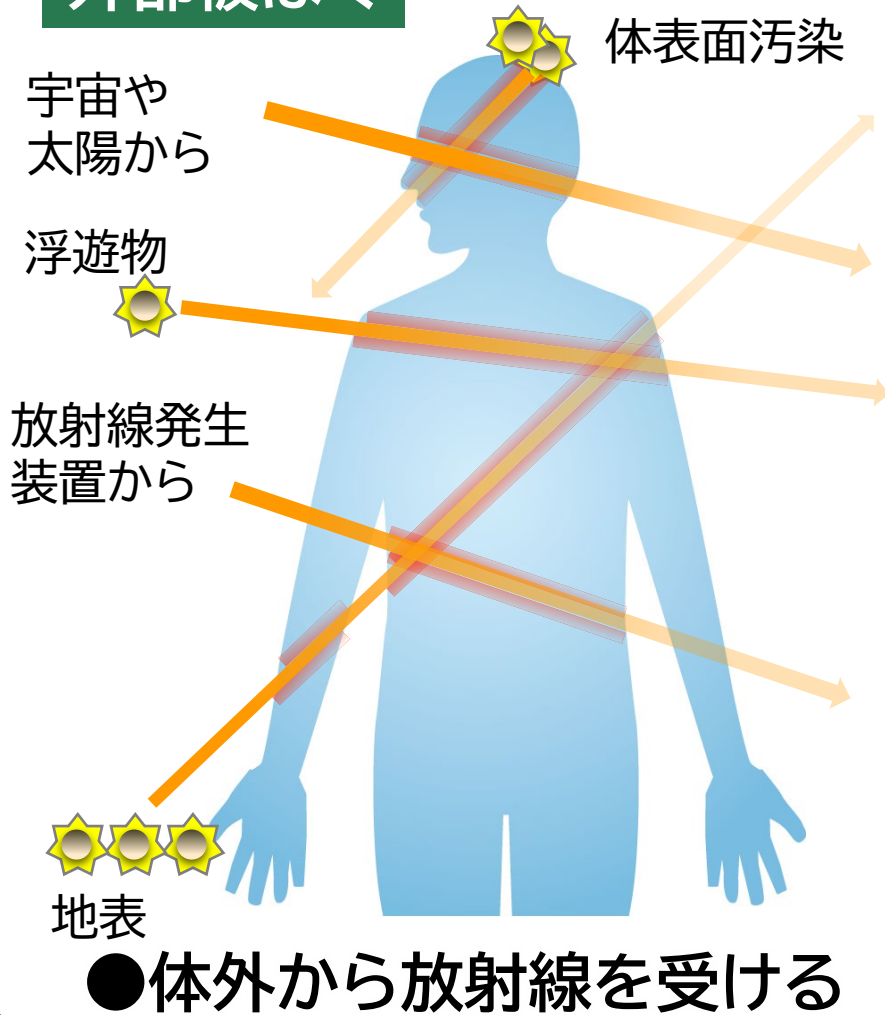
②放射線の基礎知識

③放射線の健康影響

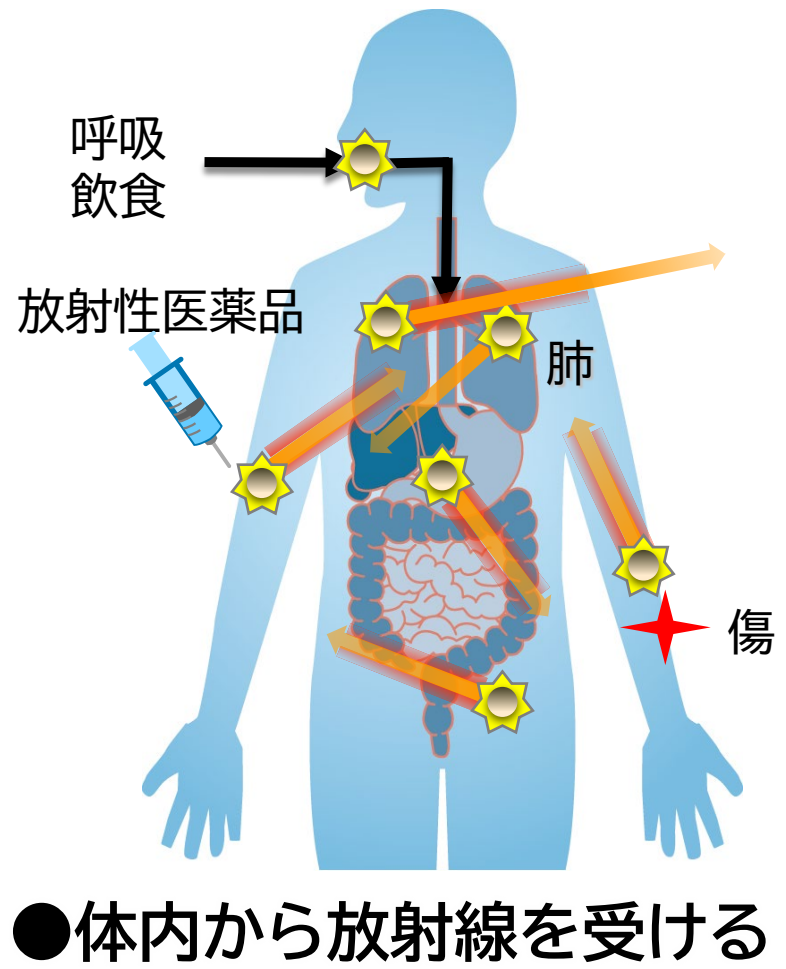
④情報源のご紹介

外部被ばくと内部被ばく

外部被ばく



内部被ばく



体が放射線を受けるという点は同じ

☀: 放射性物質

どれくらいの量で影響が出るの？

被ばく線「量」の比較

人工放射線

自然放射線

身の回りの放射線被ばく



がん治療
(治療部位のみの線量)

10Gy

心臓カテーテル (皮膚線量)

1Gy

一時的脱毛
不妊
眼水晶体の白濁
造血系の機能低下

原子力や放射線を取り扱う作業者の線量限度
100 mSv / 5年
50 mSv / 年

1000 mSv

がん死亡のリスクが線量とともに
徐々に増えることが
明らかになっている

100 mSv

高自然放射線地域における
大地からの年間線量
イラン/ラムサル
インド/ケララ、チェンナイ



CT検査 / 1回

10 mSv

大事なのは放射線の「量」。

線
平均



管理された線源からの
一般公衆の年間線量限度
(医療被ばくを除く)

0.1 mSv

東京-ニューヨーク (往復)
(高度による宇宙線の増加)



胸のX線
集団検診 / 1回

0.01 mSv

歯科撮影



宇宙から約0.3 mSv



大地から約0.33 mSv



ラドン等の吸入
約0.48 mSv



食物から約0.99 mSv

出典:

- ・国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告書
- ・国際放射線防護委員会(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)
- 等により、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所が作成(2021年5月)

mSv:ミリシーベルト

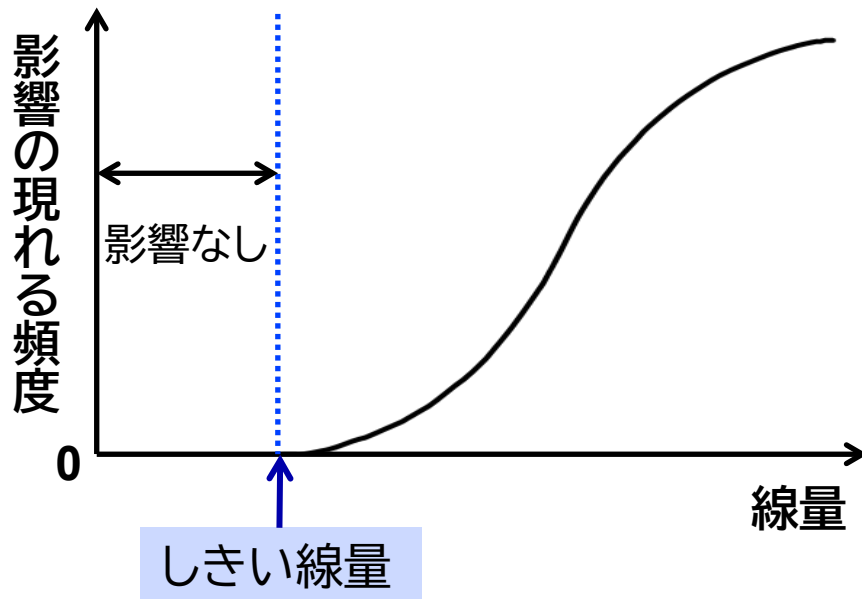


プロジェクト

確定的影響(組織反応)と確率的影響

確定的影響(組織反応) (脱毛・白内障・皮膚障害等)

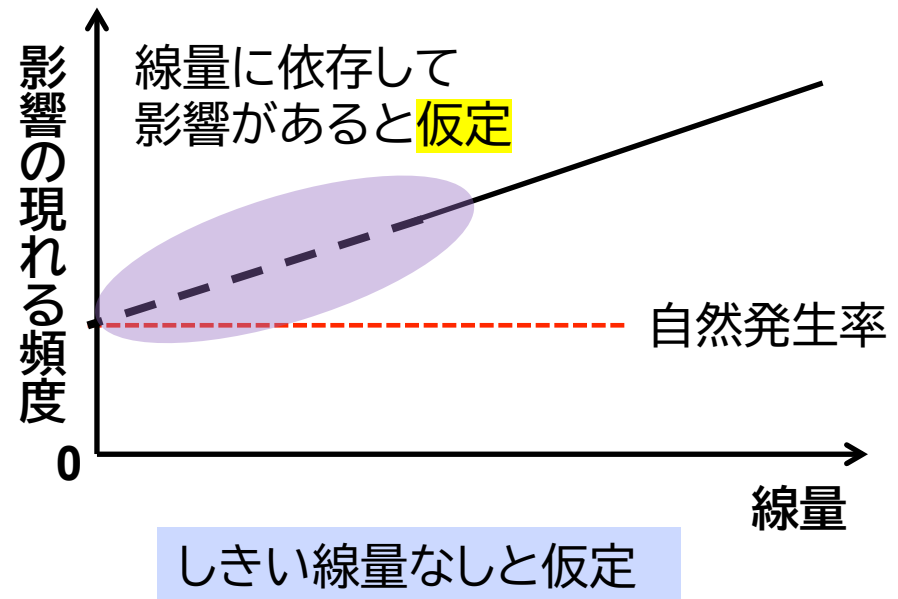
同じ線量を多数の人が被ばくしたとき、全体の1%の人に症状が現れる線量を「しきい線量」としている。
(国際放射線防護委員会(ICRP)2007年勧告)



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。

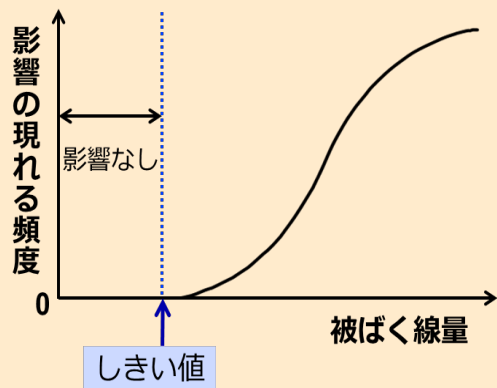


放射線による影響の種類

○ 放射線の障害は放射線があたった場所のみに発生する

確定的影響

(しきい値がある)



急性障害

数週間以内に症状が出る

胎児発生障害

晩発障害

数か月～数年以上の経過後に症状が出る

急性放射線症候群

皮膚紅斑
脱毛
脱不妊
等

骨髄障害
胃腸管障害
中枢神経障害

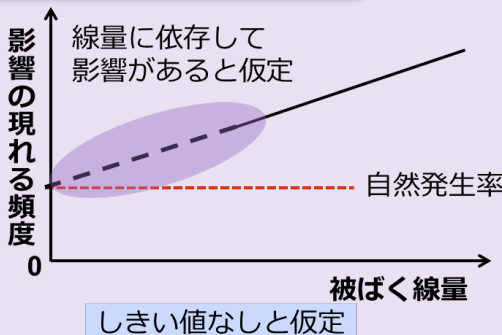
胚/胎児の障害
精神遅滞
等

白内障
緑内障

白血病
がん

確率的影響

(しきい値がないと仮定)



遺伝的障害

通常の遺伝性疾患の発生頻度の増加

人では確認されていない

がんのリスク(放射線)

放射線の線量 (ミリシーベルト)	がんの相対リスク*
1,000 ~ 2,000	1.8 【1,000mSv当たり1.5倍と推計】
500 ~ 1,000	1.4
200 ~ 500	1.19
100 ~ 200	1.08
100 未満	検出困難

出典:国立がん研究センターウェブサイトより作成

※放射線の発がんリスクは広島・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ありません。

※相対リスクとは、ある原因(ここでは被ばく)により、それを受けた個人のリスクが何倍になるかを表す値です。

がんのリスク(生活習慣)

生活習慣因子	がんの相対リスク※1
喫煙者	1.6
大量飲酒 (450g以上/週)※2	1.6
大量飲酒 (300~449g以上/週)※2	1.4
肥満 (BMI \geq 30)	1.22
やせ (BMI<19)	1.29
運動不足	1.15 ~ 1.19
高塩分食品	1.11 ~ 1.15
野菜不足	1.06
受動喫煙 (非喫煙女性)	1.02 ~ 1.03

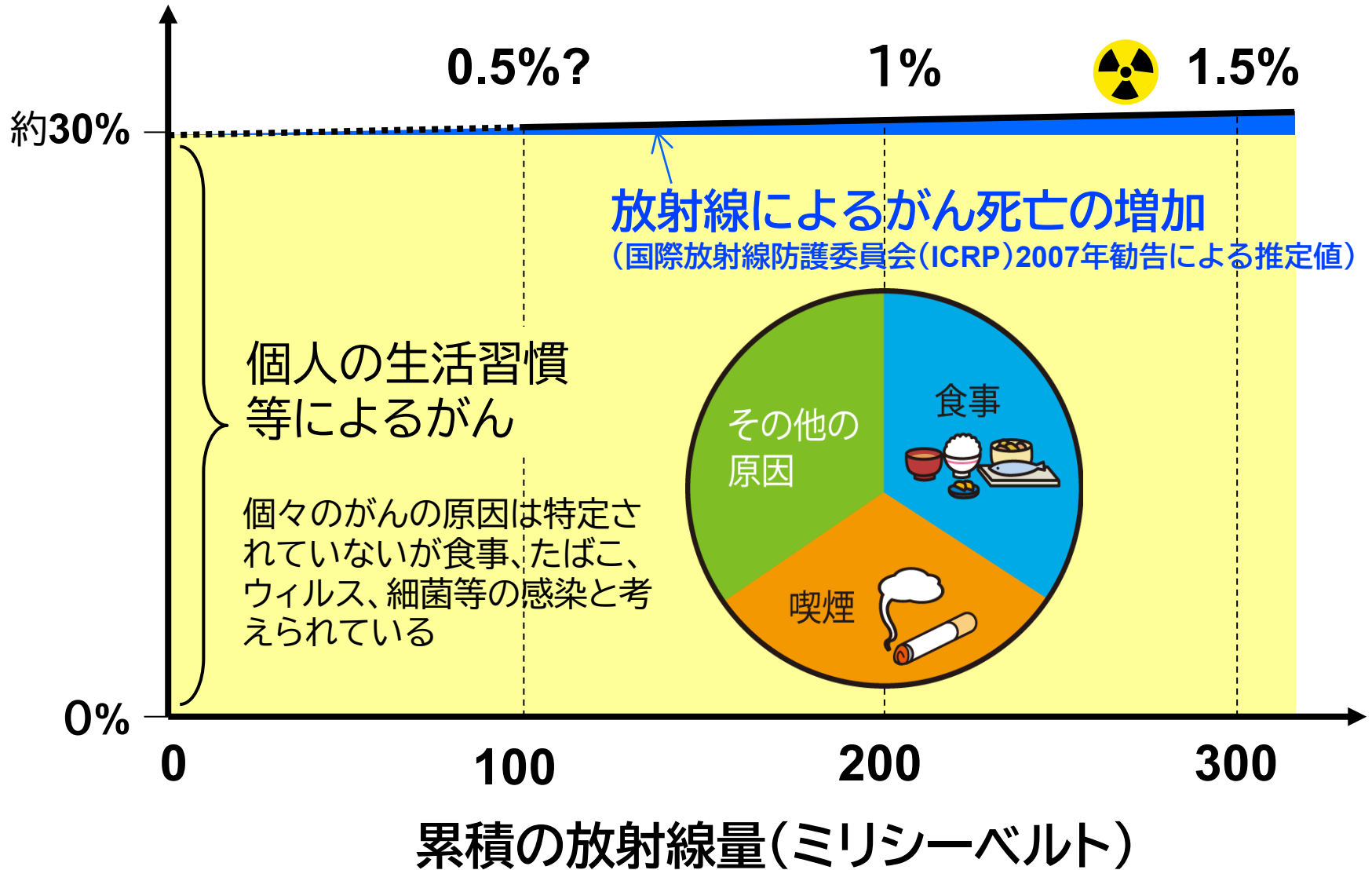
出典:国立がん研究センターウェブサイトより作成

※1 相対リスクとは、ある原因(ここでは生活習慣)により、それを受けた個人のリスクが何倍になるかを表す値です。

※2 飲酒については、エタノール換算量を示しています。

低線量率被ばくによるがん死亡リスク

がんによって死亡する人の割合



低線量率長期被ばくの影響

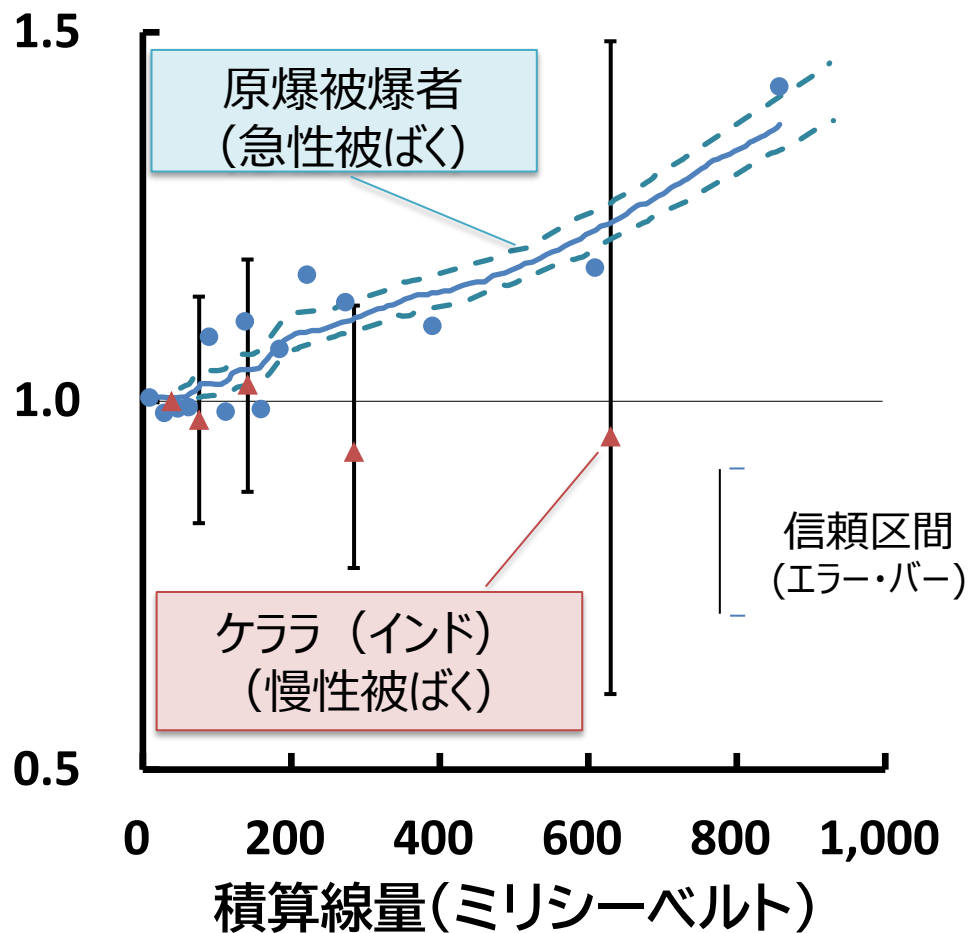


ケララ (インド)

戸外平均線量 4 mSv/年以上
高い地域では~70mSv/年

mSv : ミリシーベルト

がんの
相対
リスク



遺伝影響ってあるの？

人では放射線による遺伝影響は認められていない

被爆二世における染色体異常



原爆被爆者の子供における安定型染色体異常

異常の起源	染色体異常を持った子供の数 (割合)	
	対照群(7,976人)	被ばく群(8,322人) 平均線量は0.6グレイ
両親のどちらかに由来	15 (0.19%)	10 (0.12%)
新たに生じた例	1 (0.01%)	1 (0.01%)
不明(両親の検査ができなかった)	9 (0.11%)	7 (0.08%)
合計	25 (0.31%)	18 (0.22%)

小児がん治療を受けた生存者の遺伝的影響

平均線量 精巣 0.46Gy, 卵巣 1.26Gy

疾患	小児がん患者の子ども (6,129人)		患者の兄弟姉妹の子ども (3,101人)	
	症例数	頻度	症例数	頻度
染色体異常	7	0.1%	6	0.2%
メンデル遺伝病	14	0.2%	8	0.3%
奇形	136	2.2%	97	3.1%
合計	157	2.6%	111	3.6%

Green DM, et al. Ovarian failure and reproductive outcomes after childhood cancer treatment: results from the Childhood Cancer Survivor Study. J Clin Oncol 2009; 27:2374-81.

原爆2世への影響 遺伝子突然変異

《目的》 次世代影響(継世代的影響)の有無をDNAレベルで調査

《方法》 原子爆弾から平均1Gy以上の放射線を被ばくした親の子供61人、
被爆していない両親の子供58人のDNA中のミニサテライトの変異率を調査

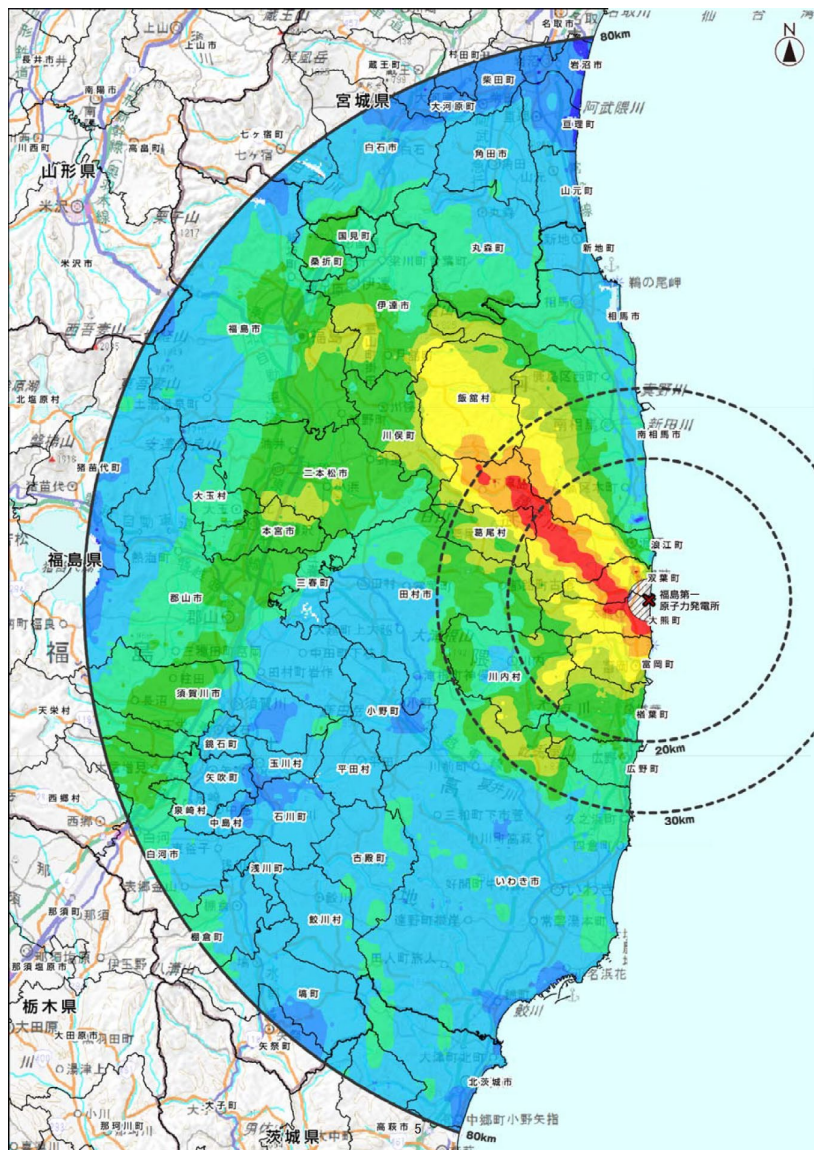
《結果》 親の被ばくによる次世代影響は見られなかった。

《課題》 本調査はDNAの非翻訳領域の変異なので、次世代に対して実際に意味のある影響評価にはならないが、チヨルノービリ事故で低線量被ばくした親から生まれた子どもに影響が検出されたという報告を否定した点で意義がある。

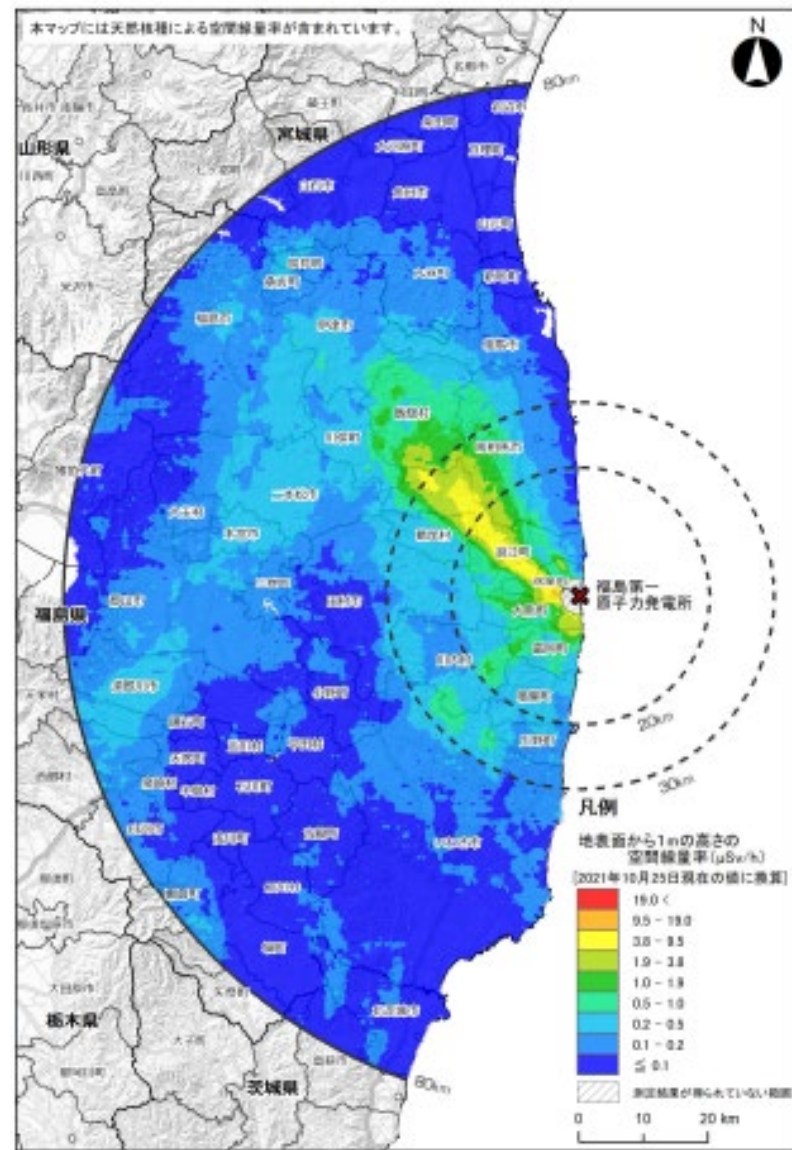
- Kodaira M, Izumi S, Takahashi N, Nakamura N. No evidence of radiation effect on mutation rates at hypervariable minisatellite loci in the germ cells of atomic bomb survivors. Radiat Res. 2004 Oct;162(4):350-6.
- Dubrova YE, Nesterov VN, Krouchinsky NG, Ostapenko VA, Neumann R, Neil DL, Jeffreys AJ. Human minisatellite mutation rate after the Chernobyl accident. Nature. 1996 Apr 25;380(6576):683-6.

福島原発事故と チヨルノービリ原発事故の違い

80km圏内における空間線量率の分布



文部科学省発表 2011年12月16日

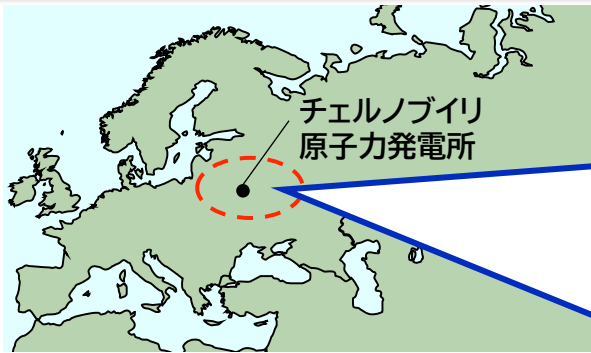


※2021年10月25日現在の値に換算

原子力規制委員会発表 2022年3月4日

出典:放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 令和4年度版

チェルノブイリ原子力発電所事故と 東京電力福島第一原子力発電所事故の規模の比較



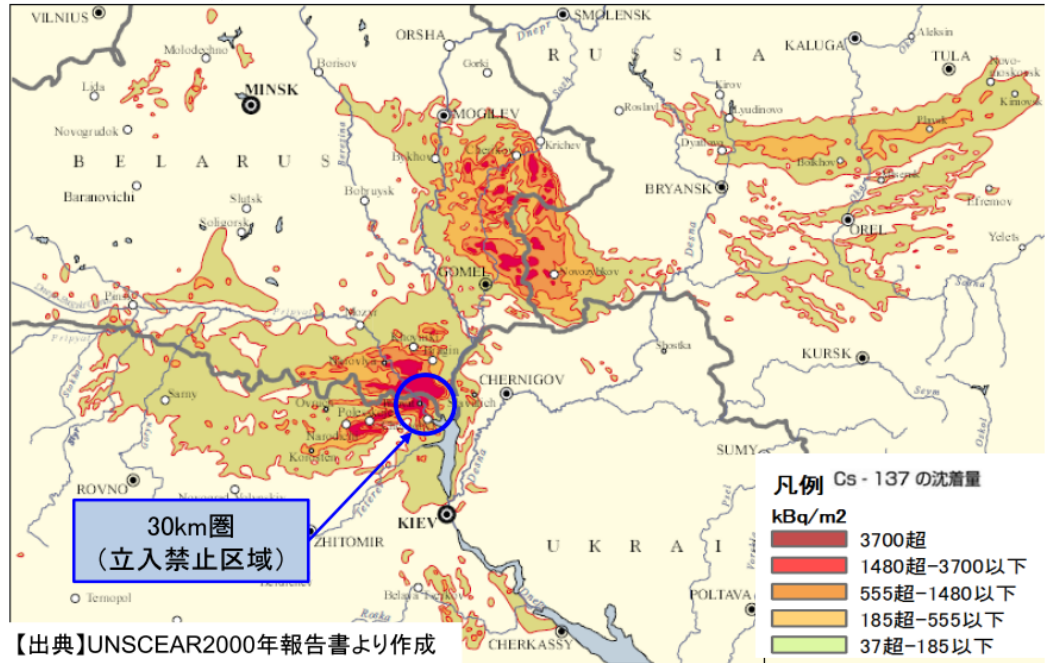
東京電力福島第一原子力発電所事故
による汚染(2011年11月時点)



【出典】文部科学省発表資料
(2011年11月)より作成



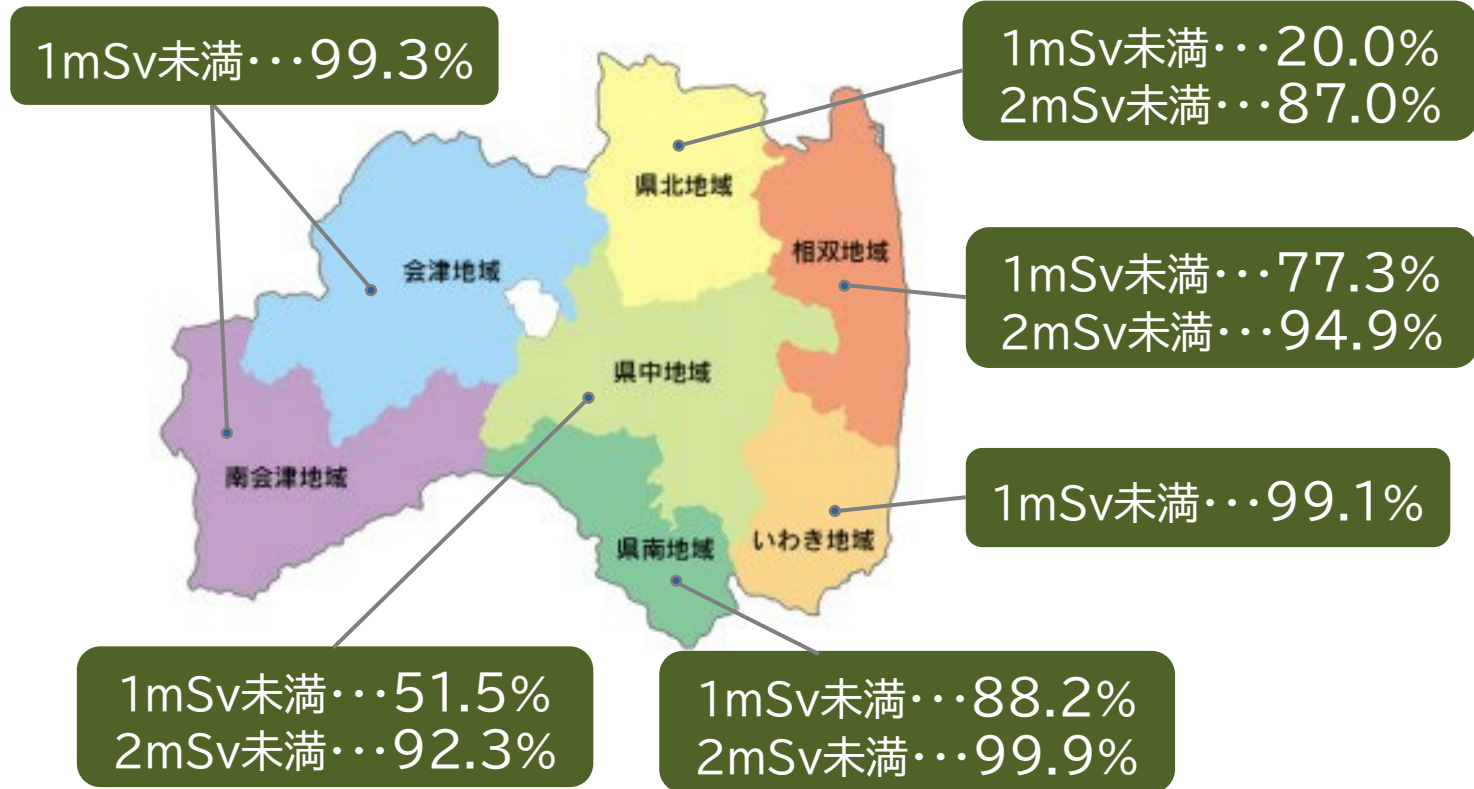
チェルノブイリ原子力発電所事故による汚染(1989年12月時点)



汚染濃度 (kBq/m ³)	汚染地域の面積(km ²)		チェルノブイリ原子力発電所事故 と比較した東京電力福島第一 原子力発電所事故の規模
	チェルノブイリ 原子力発電所事故	東京電力福島第一 原子力発電所事故	
> 1,480	3,100	200	6%
555 - 1,480	7,200	400	6%
185 - 555	18,900	1,400	7%
37 - 185	116,900	6,900	6%
合計面積	146,100	8,900	6%

福島県「県民健康調査」基本調査

地域別の外部被ばく実効線量の推計結果(放射線業務従事経験者を除いた46万6,639人)



最大値は相双地域の方の25ミリシーベルト。

福島県「県民健康調査」検討委員会

これまでの疫学調査により100mSv以下での明らかな健康への影響は確認されていないことから、4か月間の外部被ばく実効線量推計値ではあるが、「放射線による健康影響があるとは考えにくい」と評価される。

「ALPS（アルプス）処理水」と「汚染水」は違うものです

- 「ALPS処理水」とは、事故で発生した放射性物質を含む**汚染水を浄化処理し、除去できないトリチウム以外**について、**海洋放出の規制基準を下回る**状態にしたもの。
- 敷地内のタンクの数は一、千基を超え、土地がひっ迫。廃炉を進めるために必要な土地の確保に支障が生じかねない状況。**福島復興に向けてALPS処理水の処分は避けて通れない課題**。

雨水／地下水、デブリの冷却水

原子炉
建屋



放射性
物質

汚染水

規制基準の
数百万倍の濃度

多核種除去設備
(ALPS) 等



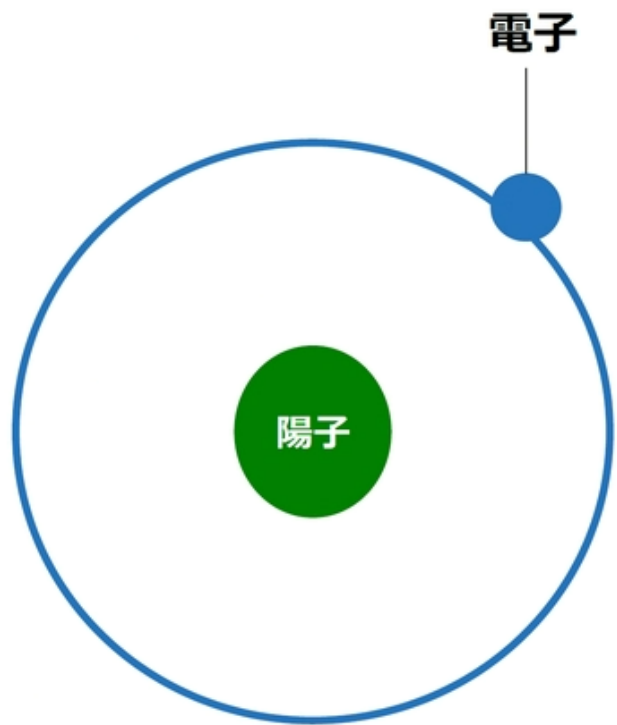
ALPS
処理水

トリチウム以外の核種が
規制基準を下回る

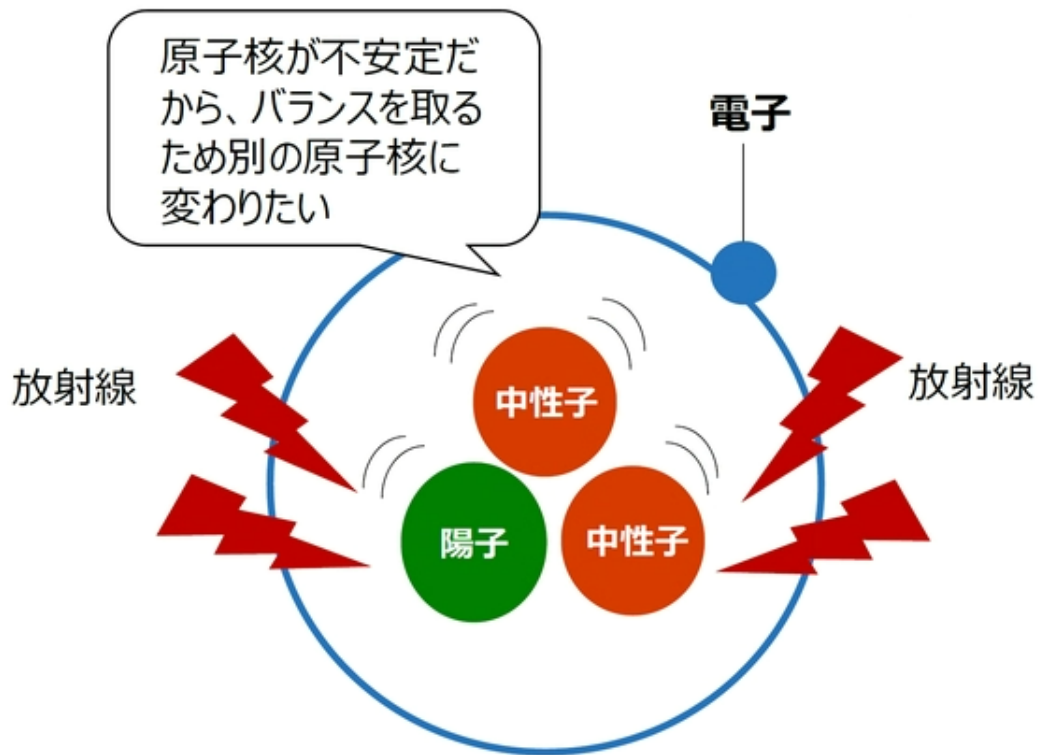
貯蔵タンク



トリチウムとは



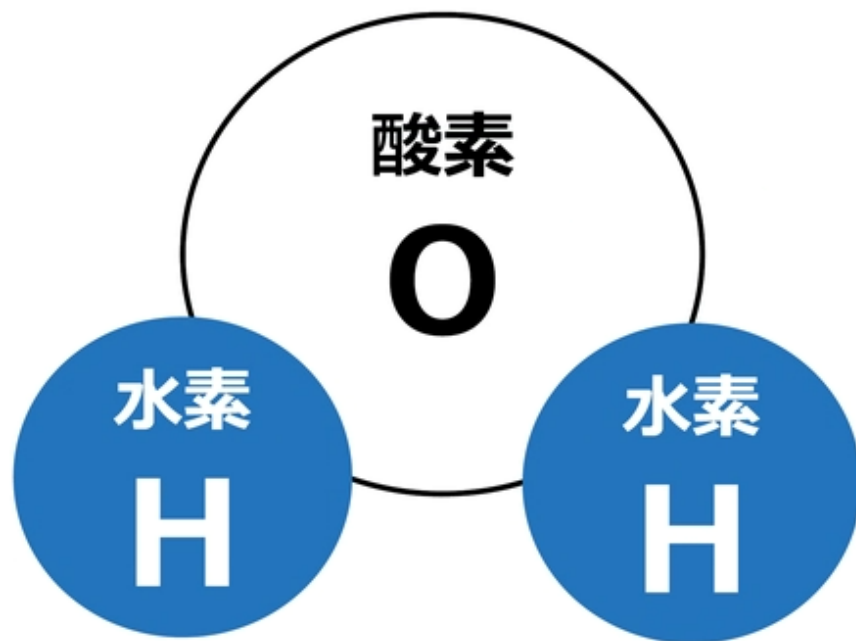
水素原子



水素原子の放射性同位体
「三重水素」=「トリチウム」

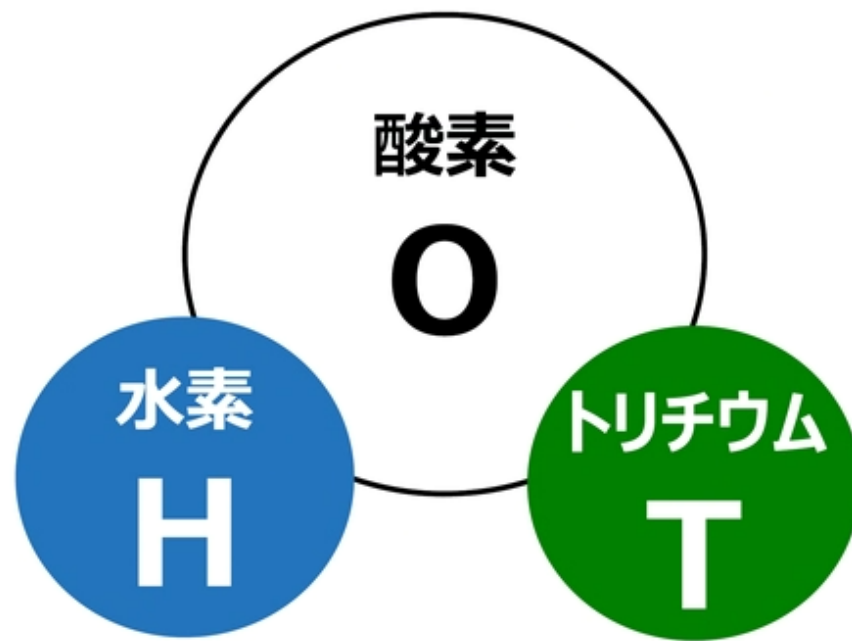
トリチウムとは

普通の水 (H₂O) の水分子



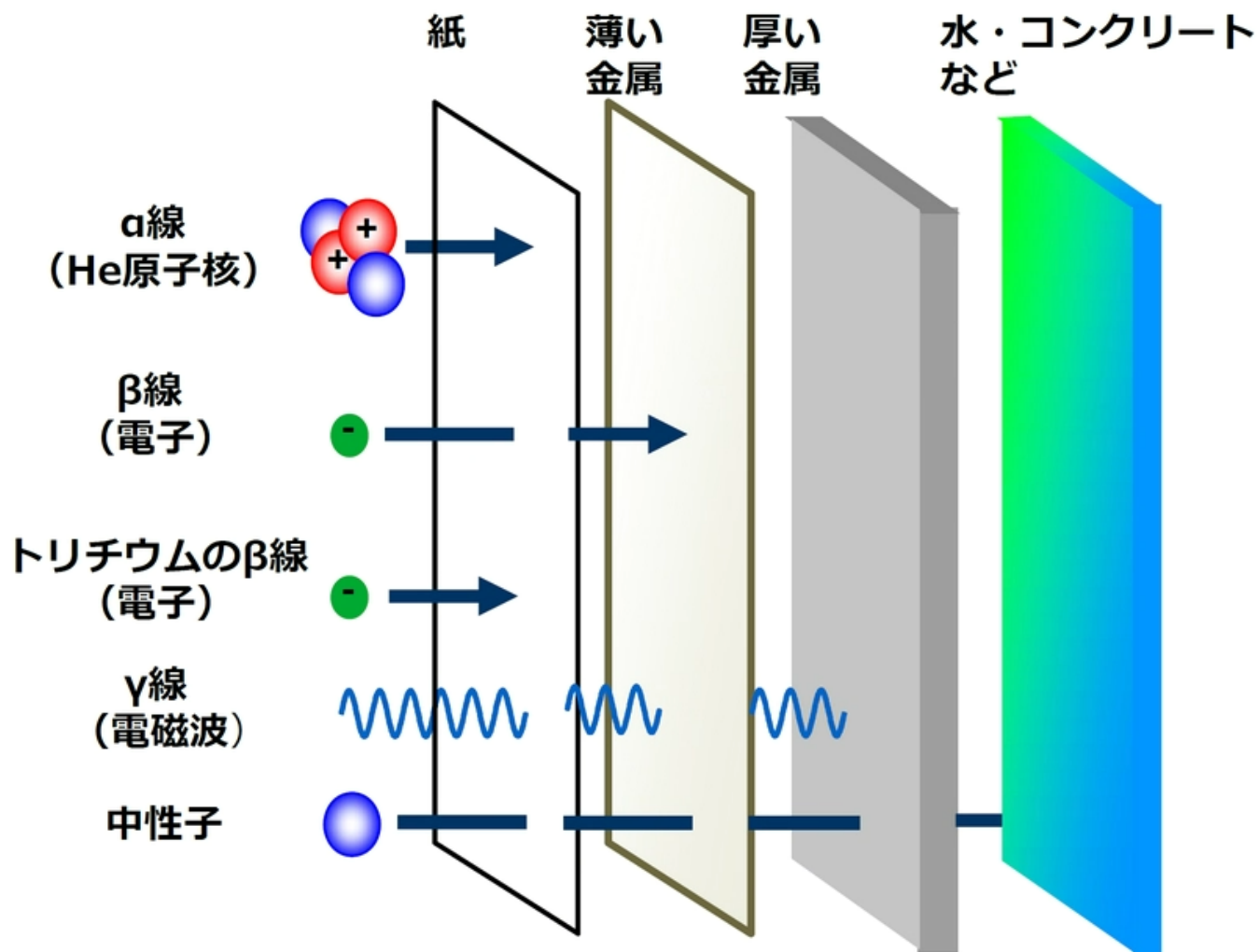
2個の水素原子 (H₂) + 1個の酸素原子 (O)

トリチウム水 (HTO) の水分子



1個の水素原子 (H) + 1個のトリチウム原子 (T)
+ 1個の酸素原子 (O)

トリチウムとは



本日の内容

①ぐるぐるプロジェクト

②放射線の基礎知識

③放射線の健康影響

④情報源のご紹介

宮城県や東北大学での取り組み

- 原子力安全対策課
- みやぎ原子力情報ステーション
- 東北大学オンライン公開講座

「放射線安全社会入門～リスクの知見を暮らしに～」



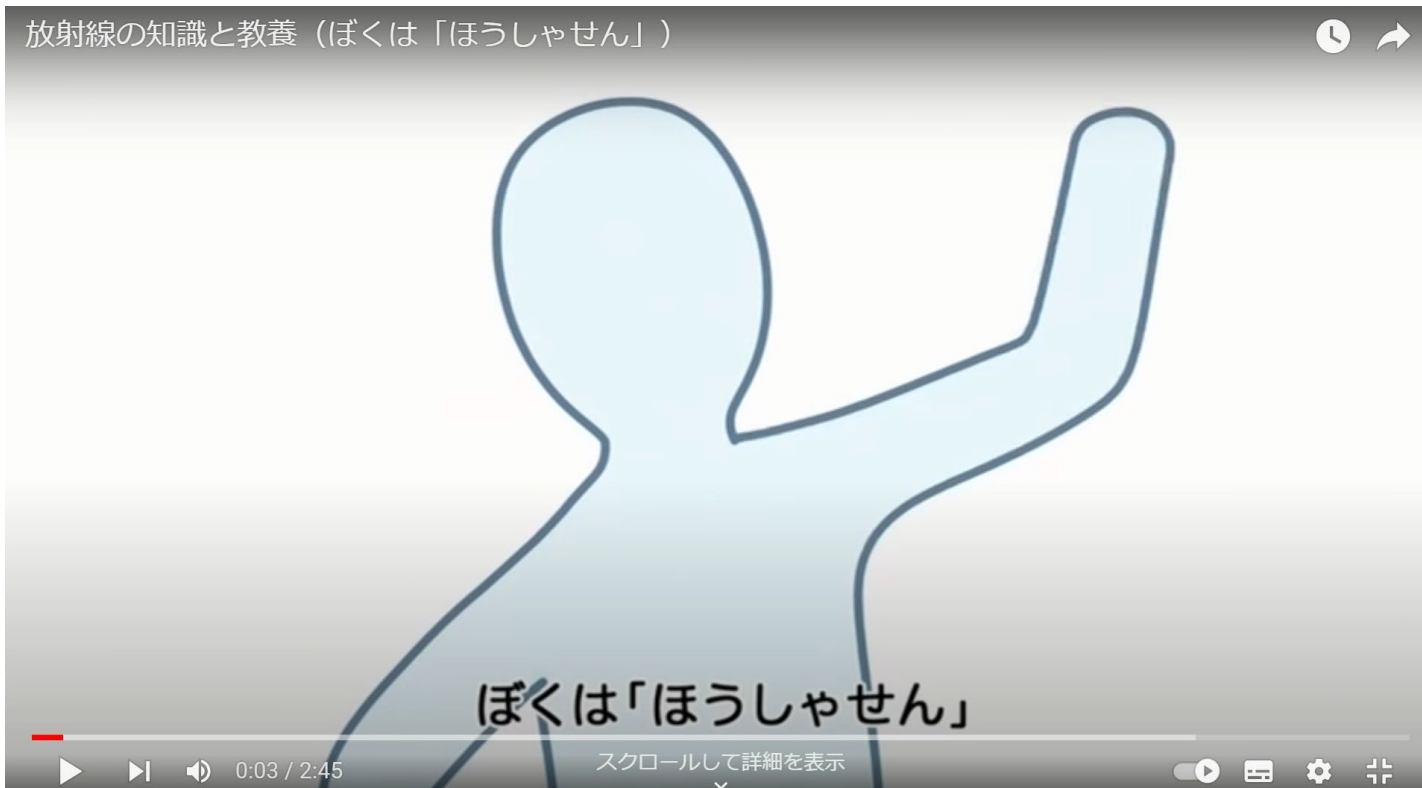
https://mooc.tohoku.ac.jp/mooc/s_vol5/



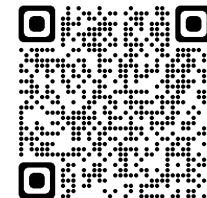
https://mooc.tohoku.ac.jp/mooc/s_vol5/

量子科学技術研究開発機構(QST)の動画

ぼくは「ほうしゃせん」

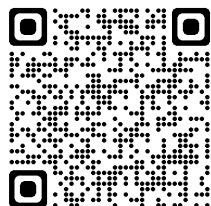


<https://www.youtube.com/watch?v=uS7zltdf4rw&t=1s>
QSTchannelより引用



参事官室で作成したコンテンツ

ぐるぐるプロジェクト公式YouTube



『知らんけど』が
差別
になるかも?!

**5分の落語で
表現します!**

創作の極意を伝授

福島原発事故後の健康課題をいかに捉え、
それをどのように伝えていくか

福島県立医科大学医学部
放射線健康管理学講座
坪倉正治

今日、皆さんと一緒に考えてお話ししていきたいと思うのは
題名にありますように、福島原発事故後の健康課題をいかに捉えて

0311

次世代と考える
放射線に関する
情報発信

“伝える”ではなく“伝わる”とは



放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料



<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r3kisoshiryo.html>



放射線による健康影響等に関するポータルサイト



<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/portal/>



まとめ

- 常に周りに存在している
- 放射線は光の一種
- 放射線の単位(ベクレル、シーベルト)
- 確定的影響(組織反応)と確率的影響
- 福島現在の線量
- トリチウム
- 情報源のご紹介

覚えて帰っていただきたいこと

- 放射線は私たちの周りに常に存在している
- 放射線は「ある」「なし」ではなく量が問題
100mSv以上が目安
- ヒトで遺伝影響は認められていない
(広島・長崎の研究でも)

ご清聴いただき
ありがとうございました！

