

放射線の人体影響とリスク

日本原子力学会SNW

川合 将義

(高エネルギー加速器研究機構 名誉教授
元東芝、元環境省)

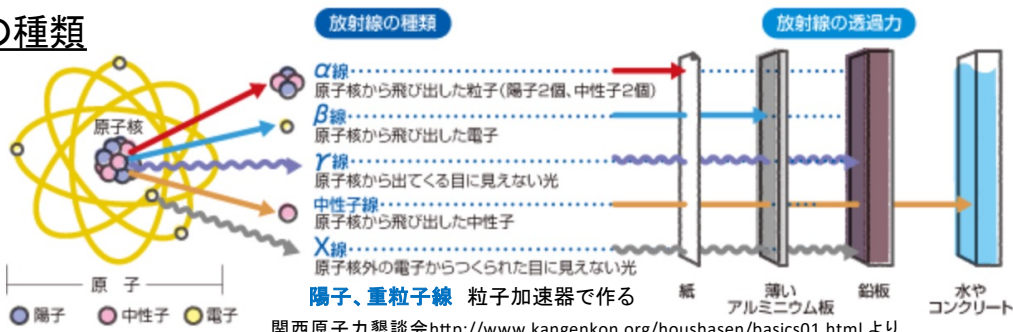
1. 放射線の被ばくによる人体影響
2. 放射線防護とリスク評価
3. 防護の最適化を損なった政策

1. 放射線被ばくによる人体影響

- 放射線の種類と影響
- 放射線による被ばく線量とその影響 概観図
- 確定的影響と確率的影響・それらの仕組み
- 低線量被ばくによる発がんの仕組み
- まとめ

放射線の種類と性質

放射線の種類

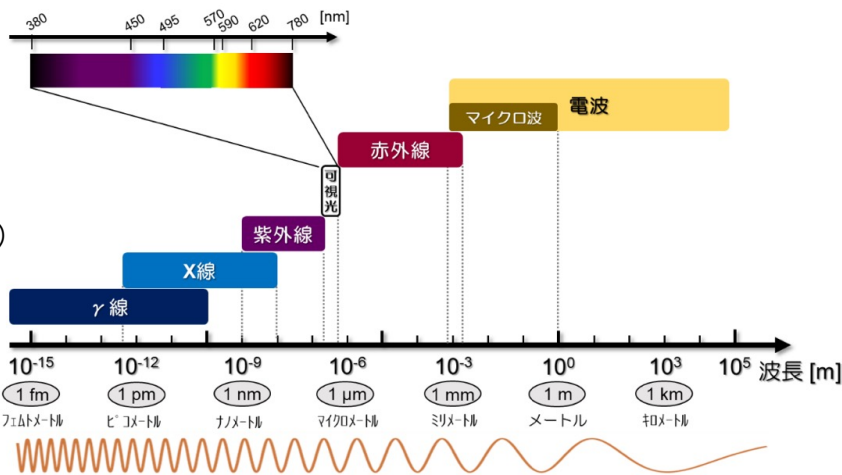


放射線は電磁波の仲間:

- エネルギーの高い方から
- ガンマ線
- X線
- 放射光(荷電粒子偏向放出)
- 光(紫外線、可視光、赤外線)
- 電波(マイクロ波)

電離作用がある

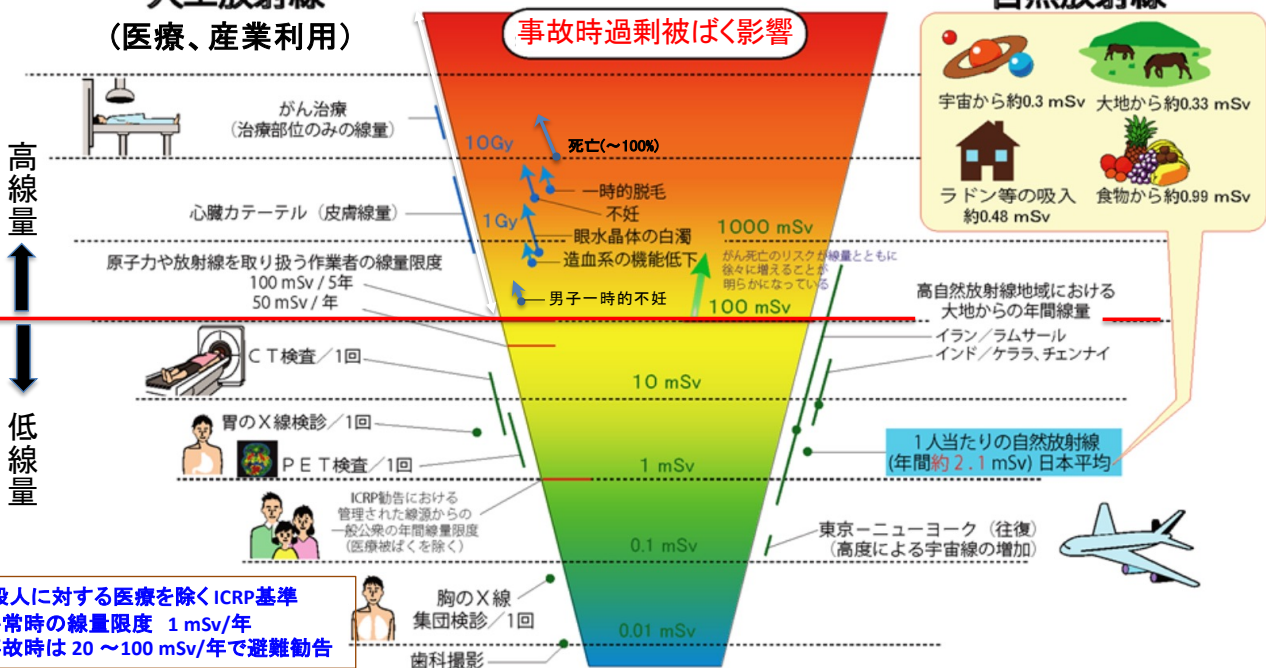
- 放射線を測ることができる
- 身体の水を分解し、活性酸素を作る。
- 材料を改質できる



放射線による被ばく線量とその影響 概観図

人工放射線 (医療、産業利用)

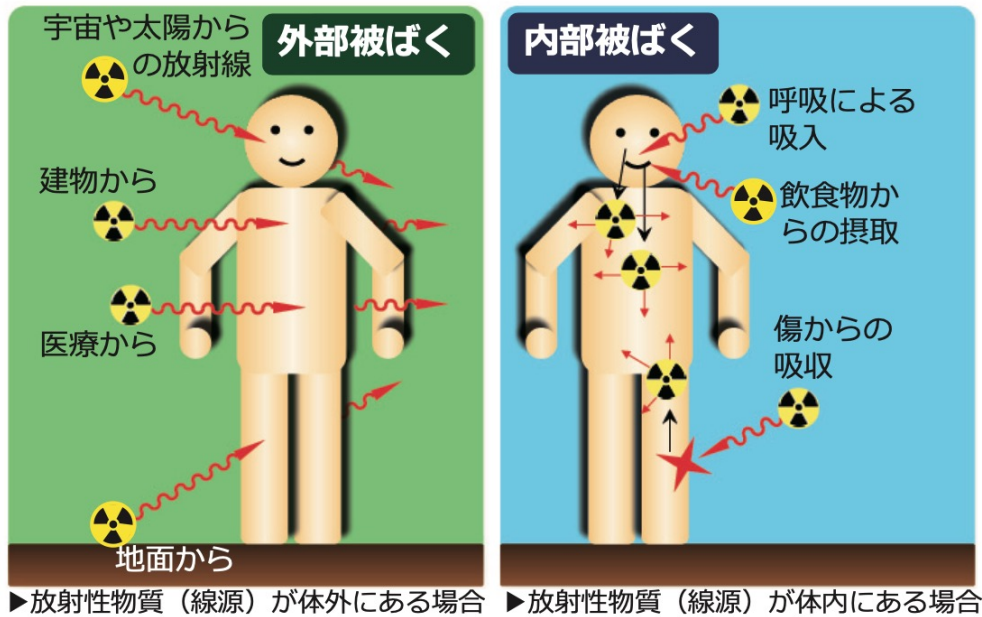
自然放射線



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
 ・日本放射線技術協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、放射線医学総合研究所が作成 (2013年5月)

高線量→確定的影響(急性作用:即発的放射線障害)
 低線量→確率的影響(晩発作用:がん)

mSv : ミリシーベルト



環境省編集放射線基礎2015年 第1章
放射線の基礎知識と健康影響 p.22

体内に入った放射性物質はどうなりますか？

体外に排出されます

体内に取り込まれた放射性物質は、生物学的な過程(新陳代謝)により体外に排出されます。新陳代謝の活発な子ども程早く排出されます。

核種	物理的半減期	実効半減期※	体内での集積
ヨウ素-131	8日	乳児(5日) 5歳児(6日) 成人(8日)	甲状腺 (80日~120日)
セシウム-137	約30年	1歳まで(9日) 9歳まで(38日) 30歳まで(7日) 50歳まで(9日)	筋肉

※実効半減期は、体外に放射性物質が排出される実質的な半減期のことです。参考:ICRP Publ.72

預託実効線量係数 (μSv/Bq) (経口摂取の場合)

	ヨウ素 131	セシウム 134	セシウム 137	ストロンチウム 90	プルトニウム 239
3か月児	0.48	0.026	0.011	0.13	5.2
1歳児	0.18	0.016	0.012	0.073	0.42
5歳児	0.10	0.013	0.0096	0.047	0.33
10歳児	0.052	0.014	0.01	0.06	0.27
15歳児	0.034	0.019	0.013	0.08	0.24
成人	0.022	0.019	0.013	0.028	0.25

μSv/Bq : マイクロシーベルト/ベクレル

出典 : 国際放射線防護委員会 (ICRP) , ICRP Publication 119 , Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60 , 2012

急性作用と晩発作用(後で出てくる)

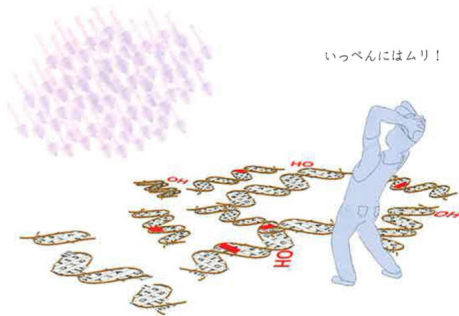
全員に同じように

- 500ミリシーベルト 以上 一時的白血球減少
- 1000ミリシーベルト以上 吐き気、嘔吐
- 4000ミリシーベルト以上 30日間で半数が死亡

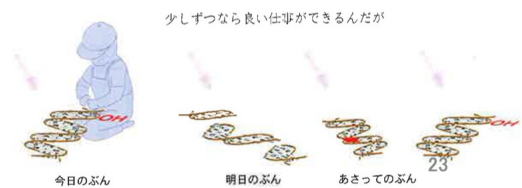
人によって影響が出る人と出ない人がある

- 0.2シーベルト以下
- 発がんリスクの増大?
- 老化促進?

ライフスタイルの差の影響も大



確定的影響

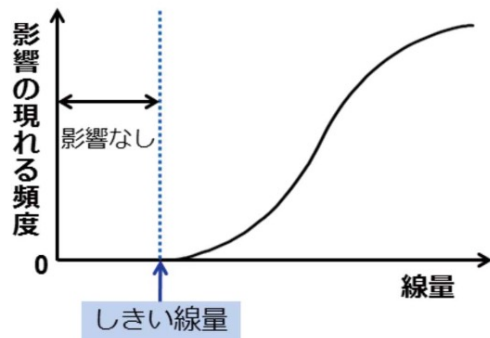
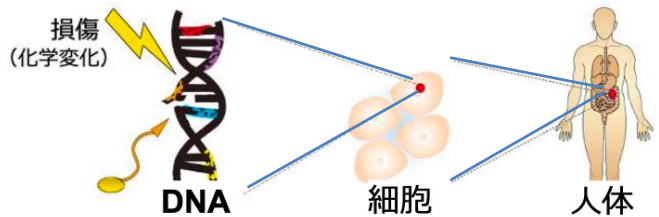


確率的影響

高線量による確定的影響の仕組み

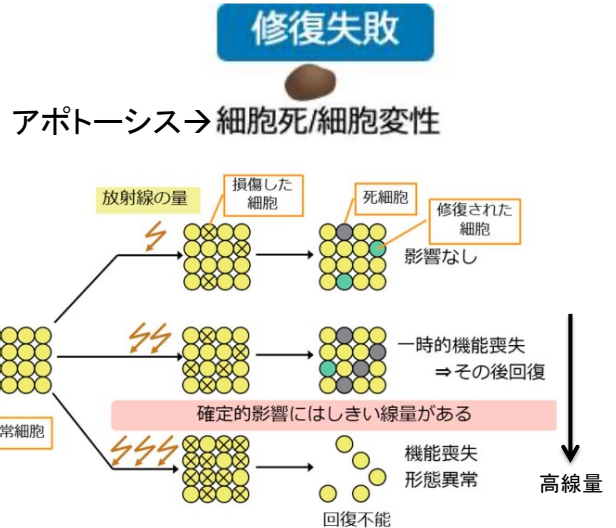
組織反応 組織の機能を喪失

脱毛、白内障、皮膚障害など



まとまった線量を被ばくしなければ現れない

しきい線量



「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」

確定的影響と吸収線量のしきい値

γ (ガンマ) 線急性吸収線量のしきい値

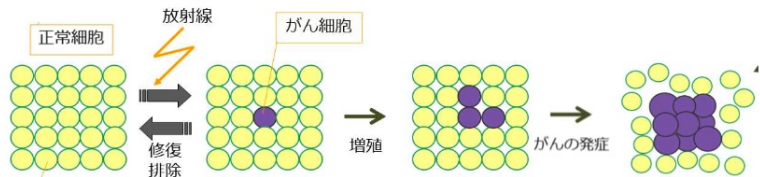
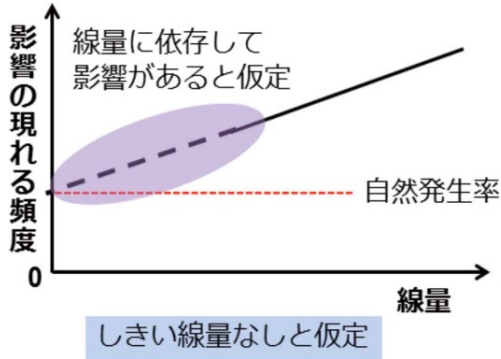
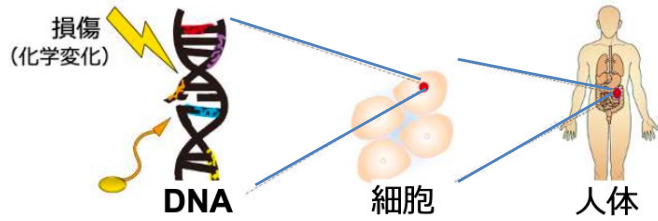
障害	臓器/組織	潜伏期	しきい値 (グレイ)※
一時的不妊	精巣	3～9週	約0.1
永久不妊	精巣	3週	約6
	卵巣	1週以内	約3
造血能低下	骨髄	3～7日	約0.5
皮膚発赤	皮膚 (広い範囲)	1～4週	3～6以下
皮膚熱傷	皮膚 (広い範囲)	2～3週	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週	約4
白内障 (視力低下)	眼	20年以上	約0.5

※臨床的な異常が明らかかな症状のしきい線量 (1%の人々に影響を生じる線量)

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) より作成

低線量被ばくによる確率的影響の仕組み

がん、白血病、
遺伝性影響など



理論的に放射線のできた突然変異が病気につながる可能性は全くないとは言えない。

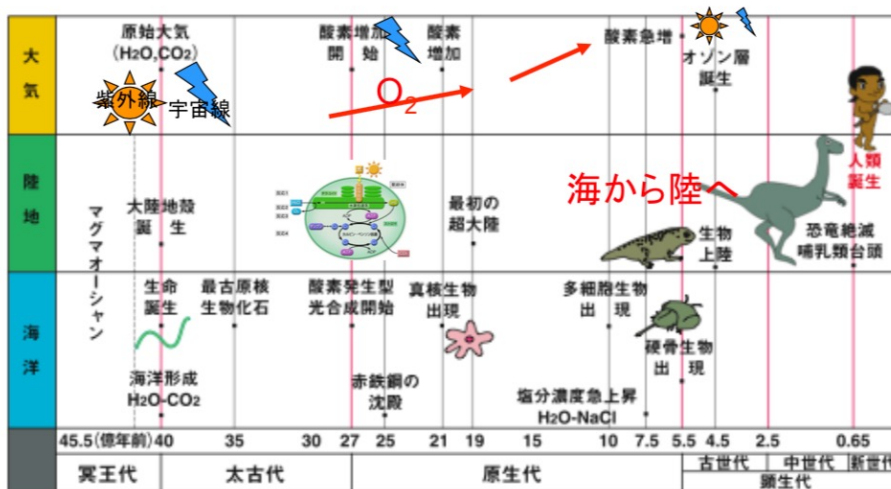
突然変異細胞の大半はがん抑制機能で排除されてがん細胞に至らない。

しきい線量ないと仮定 (LNT仮説)

「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」

高等生物は進化の過程でがんに対する抑制機能を獲得

紫外線、宇宙線、酸素による障害からの修復機構を
獲得した生物が、地球上で繁栄してきた！



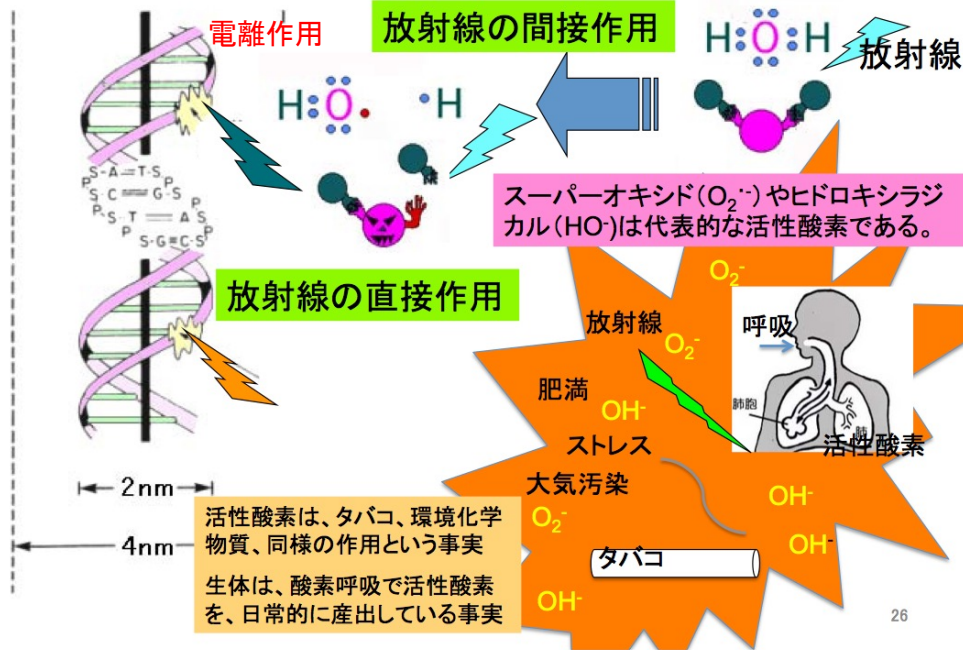
生命の誕生 38億年前 当初は嫌気性の細菌

35億年前: 炭酸同化作用で澱粉を作り、酸素呼吸で活用できるシアノバクテリア発生→嫌気性菌より19倍もの高エネルギー効率で進化
発生した活性酸素への対応力、殺菌への活用もしている

宇野賀津子「低線量放射線を越えて～福島で健康に生きていくために～」より

DNAが受ける放射線の作用

放射線によるDNA(遺伝子)障害の6-7割は、活性酸素による



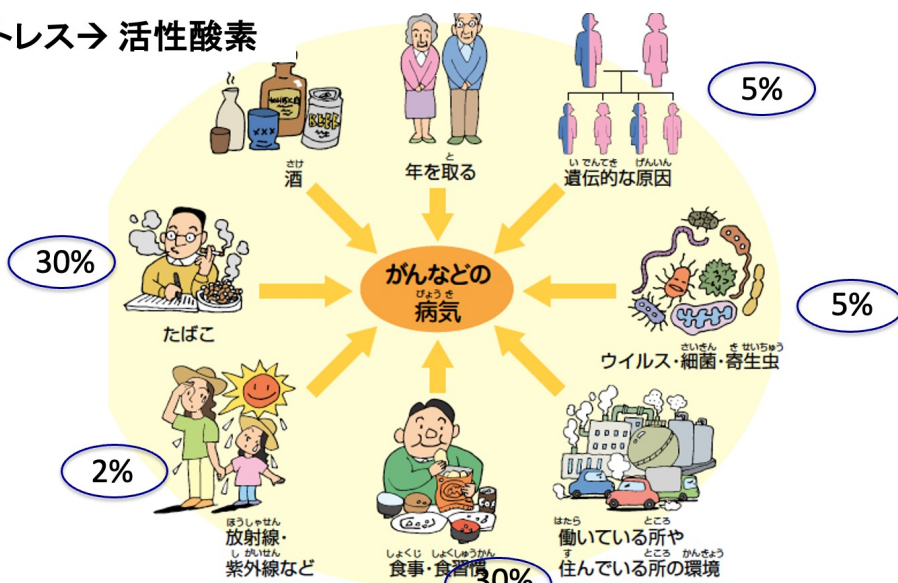
宇野賀津子「低線量放射線を越えて～福島で健康に生きていくために～」より

トリチウムのような低エネルギーベータ線では、間接作用が優勢。修復しやすい。

アルファ線や重粒子線は、直接作用の2本鎖切断のDNA損傷が多い → **がん治療、育種**

がんの要因

ストレス → 活性酸素



出典：(社)日本アイソトープ協会改訂版 放射線ABC(2014年)などより作成
http://ganjoho.jp/public/pre_scr/cause/factor.html#hyo01

ストレスの無い健康な生活を送りましょう。

参考データ

日本人のがんの要因		
	男性	女性
タバコ	23.9%	4.9%
感染*	18.1%	14.7%
飲酒	8.3%	3.5%
高塩分摂取	3.0%	1.6%
食物繊維不足	1.2%	0.8%
過体重肥満	1.0%	0.3%
運動不足	1.0%	1.6%
野菜果物不足	0.4%	0.1%
ホルモン剤	0.0%	0.4%
大気汚染	1.6%	0.7%
全体	43.4%	25.3%

*肝炎ウイルス、ピロリ菌、HPV
がん発症率 65.5% 51.2%
「がんの冊子 科学的根拠に基づくがん予防」より

以上は自分で抑止できそう。
放射線と紫外線は 2%
小児がんは遺伝の可能性

人におけるガン化のプロセスと多段階の抑制機構

高等生物は、進化の過程でがんの抑制機能を獲得

DNA損傷の共通因子: **活性酸素**

放射線、タバコ、変異原、汚染物質、ストレス

抗酸化作用 1995

危険なものがくれば消去!

活性酸素はキャッチして消去(SOD, カタラーゼ、グルタチオン)

DNA切断(障害)

DNAの修復 2015

遺伝子が壊れたら直せばよい

遺伝子が傷つけば治す

がん関連遺伝子の変異

アポトーシス (自然消滅) 2002

直せないとなくなったらその細胞を捨てればよい

治せない細胞は自爆させて消去

がん遺伝子活性化

促進(プロモーション)

免疫(異分子を白血球が捕殺する)

2011、それでもだめならおかしくなった細胞はやつける(免疫は自分のものとは違う細胞を見分ける事ができる)

免疫細胞による排除

免疫監視機構突破

がん化阻止

炎症

がん化の最終的防波堤

宇野賀津子「低線量放射線を越えて～福島で健康に生きていくために～」より

+ がん抑制法

抗酸化食品(野菜、ポリフェノール) → 活性酸素減らす

笑い

→ キラー細胞活性化 → 免疫力増

(唄や良い言葉 → 体細胞共感 → 免疫力増 サウンドセラピー)

自分で行える

免疫の働きものナチュラルキラー細胞



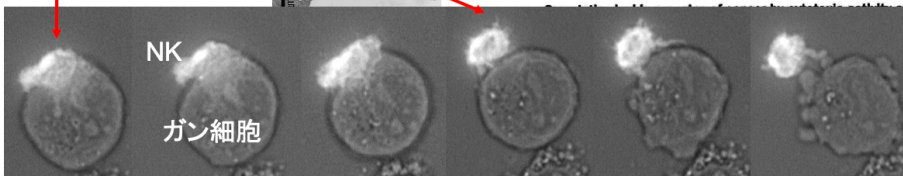
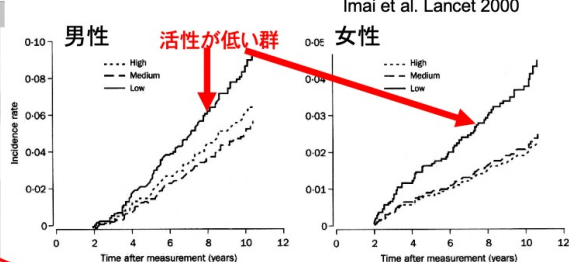
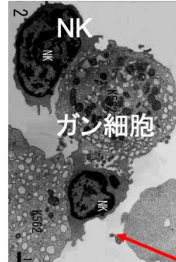
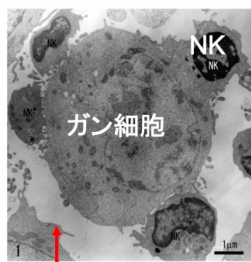
ナチュラルキラー(NK)細胞は、日夜出現する

がん細胞除去の最前線で働く免疫細胞の一つです!

NK細胞はストレスに弱い細胞です。

がん細胞を攻撃するNK細胞

NK活性の低い人は、11年の間に発癌した人の比率が高い!



15 min

レイ・パストゥール医学研究センター提供

宇野賀津子「低線量放射線を越えて～福島で健康に生きていくために～」より

2. 放射線防護とリスク評価

火は強く当てすぎれば、火傷もし、焦げ、燃えたりします。→危険
程よい火加減で、良い料理や加工ができます。→利用

放射線も、放射能の強さ、距離、時間、遮蔽で調節することで安全に
使えていろいろなことに利用できます。

- 放射線のできること
- 放射線防護の考え方
- ICRPの放射線防護の基準
- 被ばく限度のリスク評価
- LNT仮説への疑念(参考)
- 放射線防護の主要技術

18

放射線のできること

電線ケーブルの被覆
昭和40年代からの利用

高性能空気浄化フィルター
高い洗濯耐久性を実現

ラジアルタイヤ

ボタン型電池
小さくても高性能

発泡シート, OO材

橋梁・道路等インフラの非破壊検査

CT装置

画像下治療 (IVR)

加速器

がん治療

殺菌・滅菌

育種

新色パチュニア[®] (2003年より市販)
新色ダリア[®] (2001年より試験販売)

飲料容器

印刷

内装建材・外装建材

医療用具滅菌殺菌

飲料容器滅菌

みかんミバエ不妊化

薔薇、菊、桜の改良

水質改善施設

機械・構造物非破壊検査

インフラの非破壊検査

考古学(年代測定、材質・製作法同定)

放射線遮蔽

実用化技術の例

診断
コンピュータ断層撮影
ガン治療・画像下治療
高品質半導体製造
超高集積回路半導体
耐熱電線製造
電線ケーブル被覆
ラジアルタイヤ
炭素繊維材
ボタン電池
印刷
内装建材・外装建材
医療用具滅菌殺菌
飲料容器滅菌
みかんミバエ不妊化
薔薇、菊、桜の改良
水質改善施設
機械・構造物非破壊検査
インフラの非破壊検査
考古学(年代測定、材質・製作法同定)
放射線遮蔽

先端研究

↕

ノーベル賞研究

J-PARC, Spring8, Nanteras ...

内装建材:
住宅
医療・福祉施設

インモールド転写フィルム

リソグラフィ/露光
電子線、X線、レーザー

マスク
レジスト
絶縁膜
半導体

不純物導入/中性子転換ドーピング
熱中性子

水質改善ユニット

浮遊物除去
金属イオン除去
電磁処理

裏方放射線遮蔽

印刷、塗工、表面処理 硬化

クラフト重合

架橋

非破壊検査

計測技術

診断

がん治療

殺菌・滅菌

育種

生体照射

半導体加工

19

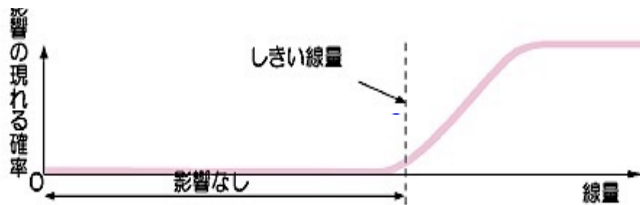
放射線防護の考え方

確定的影響は、しきい線量以下に抑えることで影響をなくす。

確率的影響は、管理上しきい値*がないと仮定し、浴びる放射線をできるだけ少なくして影響が現れる確率を容認できるレベルにする。

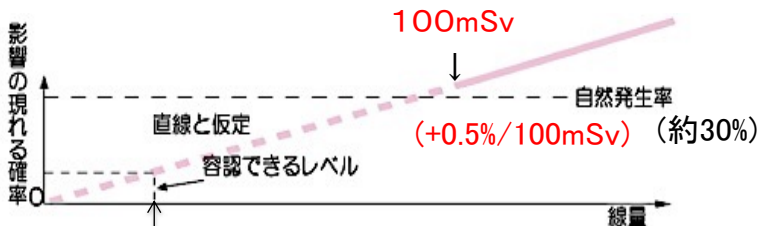
*しきい値:ある作用が反応を起こすか起こさないかの境界の値

確定的影響: 急性作用(脱毛・白内障など)



一度に
100mSv以上
浴びた場合

確率的影響: 晩発作用(がん・白血病など) ↑



生涯に積算して
100mSv以上
浴びた場合

日本原子力開発機構:「放射線に関するご質問に答える会」より

(管理上)一般人は1mSv/年

ICRPによる放射線防護基準設定の経緯

放射線活用 → 電子管開発技師や医療従事者の間で過剰被ばくによる皮膚障害出現
マリー キュリー: 再生不良性貧血、イレーヌ キュリー: 白血病

年(呼称)	放射線業務従事者	一般公衆	備考
1934 (耐用線量)	0.2レントゲン/日 (約500 mSv/年)	—	皮膚障害に注目
1950 (最大許容線量)	0.3レントゲン/週 (約150 mSv/年)	—	造血障害に注目 内部被ばく: Ra226最大身体許容負荷 0.1μg
1954(同)	〃	15 mSv/年	原子力利用 → 公衆被ばく概念
1958(同)	50 mSv/年	5 mSv/年	広島長崎原爆被ばく者の白血病最初の疫学的証拠等考慮 "As Low As Possible" ALAP
1977 (線量当量限度)	50 mSv/年 (他の産業領域の死亡リスクと同程度以下)	5 mSv/年 (日常生活の他のリスクと比べて十分に低い)	ICRP-Pub26(1977年勧告) 正当化、最適化、線量限度の概念 確率的影響を定量的に評価 "合理的に達成可能な限り低く" ALARA
1985(同)	〃	1mSv/年	パリ声明
1990 (線量限度)	100 mSv/5年 かつ 50 mSv/年	1mSv/年	広島長崎原爆生存者疫学再調査反映
2007(同)	〃	〃	ICRP-Pub103(被ばく状況に応じた対応)

防護の正当化 → 放射線活用の容認

放射線を活用することでの便益がリスクを上回る場合に容認される。

- 確定的影響：しきい線量以下、
- 確率的影響：線量限度以下

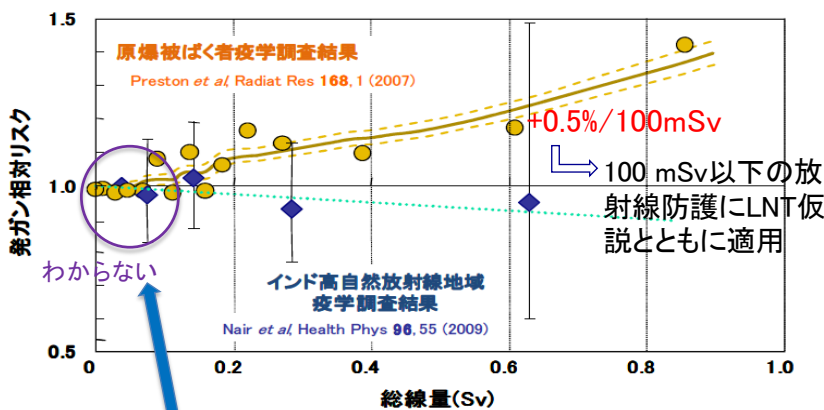
防護の最適化 → As Low As Reasonably Achievable (ALARA)

ゼロリスクを求めるものでなく、個人の被ばく線量や被ばく人数を経済的および社会的要因を考慮に入れた上、合理的に達成できる限り低く保つことである。

線量限度の適用 → 放射線利用基準

ICRP(国際放射線防護委員会)は、広島・長崎原爆被爆者の疫学データに基づいて、100ミリシーベルト当たりガンの死亡率が0.5%増えると評価した。
放射線防護の目的上 単純かつ合理的な仮定として、**直線閾値なし(LNT)モデル**を採用し、低線量域で1年間許容される放射線被ばくを定めて勧告した。

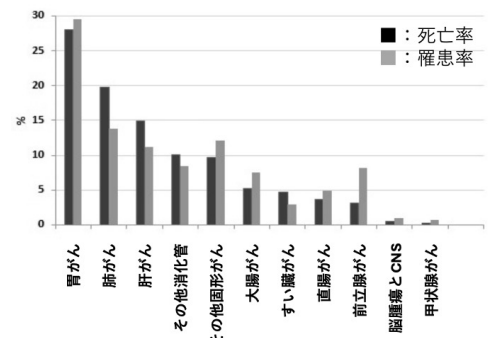
広島長崎原爆被爆者の疫学調査結果



疫学調査の中で、研究の信頼性が高いがん死亡と罹患データ

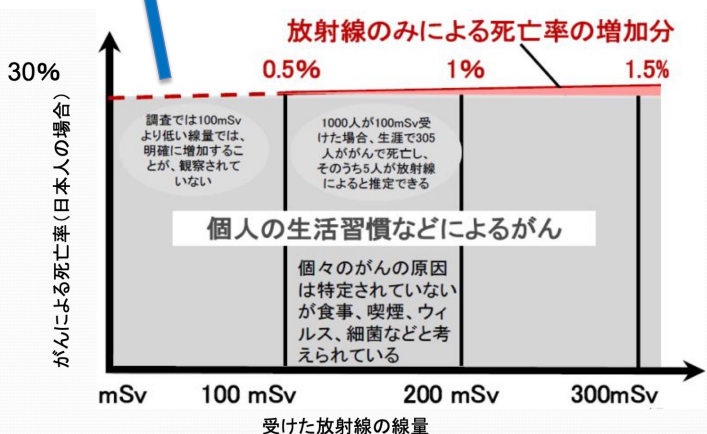
- 原爆被ばく生存者:約12万人
- 胎内被ばく者:3,600人
- 被ばく二世:77,000人
- 観察期間:1958年~2009年
- 最新の線量推定値を使用
- 喫煙の影響を補正など

男性



部位別がんの罹患率と死亡率

小世児太朗、広島・長崎における原爆被爆者の疫学調査、
京府医大誌 120, 903-911(2011)



ICRP勧告の線量限度

区分		実効線量限度(全身)	等価線量限度(組織・臓器)
放射線業務従事者	平常時	100mSv/5年 ^{※1} 50mSv/年 ^{※2} 女子 5mSv/3月間 ^{※3} 妊娠中の女子 1mSv (出産までの間の内部被ばく)	眼の水晶体 100mSv/5年 ^{※1} 及び50mSv/年 ^{※2} 皮膚 500mSv/年 ^{※2} 妊娠中の女子 2mSv (出産までの間の腹部表面)
	緊急時 ^{※4}	①100mSv ②250mSv	眼の水晶体 300mSv 皮膚 1Sv ^{※5}
一般公衆	平常時	1mSv/年 ^{※2}	眼の水晶体 15mSv/年 ^{※2} 皮膚 50mSv/年 ^{※2}

(注) 上記表の数値は、外部被ばくと内部被ばくの合計線量(自然放射線による被ばくと医療行為による被ばくは含まない)

※1 平成13年4月1日以後5年ごとに区分

※2 4月1日を始期とする1年間

※3 4月1日、7月1日、10月1日、1月1日を始期とする各3月間

※4 原子力災害対策特別措置法の対象施設等における緊急作業への従事は、被ばくに関する情報提供を予め受けた上で、参加の意思を表明し、必要な訓練を受けた放射線業務従事者に限る

被ばく線量限度は、①従来の実効線量100mSvに加え、②放射性物質の敷地外等への放出の蓋然性が高い場合の実効線量250mSv、の2段階

※5 1Sv(シーベルト) = 1,000 mSv(ミリシーベルト) = 1,000,000 μSv(マイクロシーベルト)

原子力エネルギー図面集 第6章放射線 6-4-4より

24

(1) 年間1 mSvの被ばくのリスク評価

計算条件 2024年 人口1億2380万人、死亡 160.5万人、
全ガン死者数38万人、交通事故死 2663人

	自然がん	100 mSv 瞬時被ばく	ICRP低線量 1 mSv被ばく	交通事故死
生涯死亡率	24%	0.5%*	0.0025%*	0.17%
死亡者数(人)	38万	8,025	40	2,663
DD因子**	-	1	2	-
10万人当たりリスク	3.3×10^{-3}	6.5×10^{-5}	3.2×10^{-7}	2.2×10^{-5}

(註) * 広島・長崎原爆被爆者の疫学調査結果

自然がん、交通事故死の生涯死亡率は、2024年死亡者数から算出

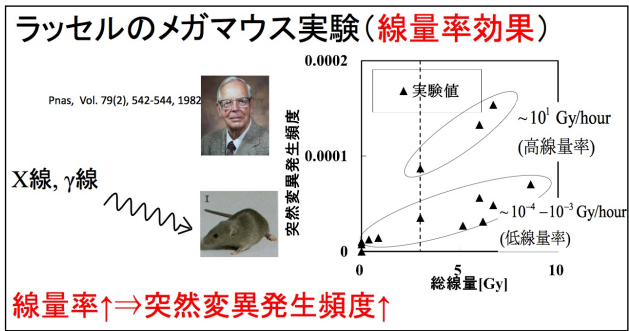
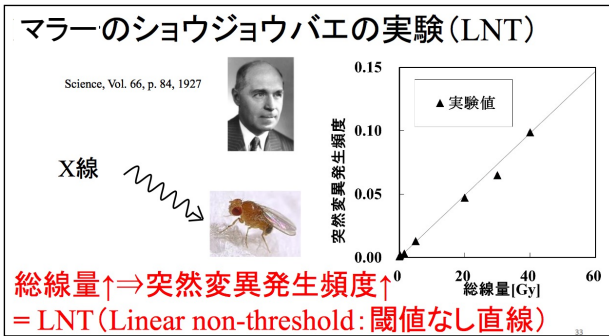
** DD因子: 原爆による瞬時被ばくに対する安全因子

まとめ 1 mSvの被ばくリスクは、交通事故死より70分の1低い。

25

(2) 線量率を考慮したジワジワ100 mSv/年被ばくへのリスク評価

前提実験



1927 マラーのオスのショウジョウバエの実験

LNT仮説 突然変異発生頻度は被ばく量に比例する

→ 1946年ノーベル賞受賞

1950年代 ラッセルのメガマウス実験

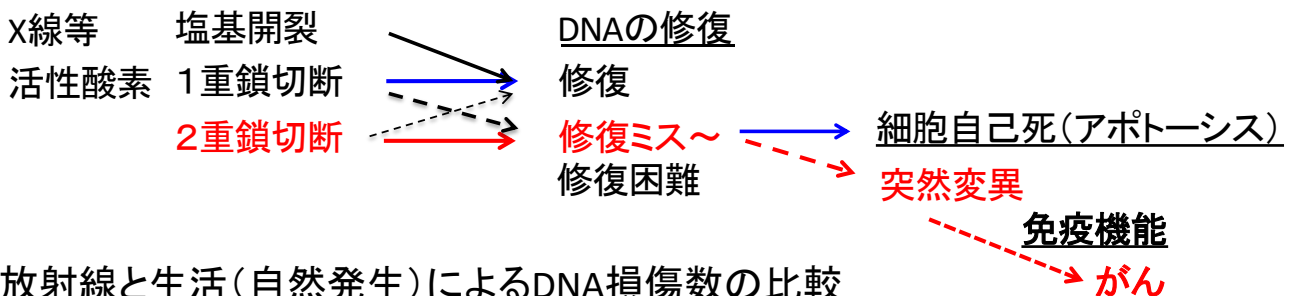
突然変異発生頻度は、同じ累積線量でも線量率が高い程高い (LNT仮説に疑念)

→ ジワジワ被ばくのリスクは、想像以上に低そう。

マウスによる同様な実験結果を放射線医学総合研究所や青森県量子科学センターでも報告

26

仮定 損傷したDNAからガン化の過程は、放射線発生も自然発生も同じ



放射線と生活(自然発生)によるDNA損傷数の比較

損傷	自然発生 (/細胞/日)	放射線誘発 (/細胞/Gy)
塩基損傷	20,000	300
1重鎖切断	50,000	1,000
2重鎖切断	10	30

1日の2重鎖切断数の比較

1mGy/日被ばくした場合 0.03個/日
生活による自然発生 10個/日

1mGy = 0.001 Gy ~ 1 mSv

産業医大・放射線衛生学講座「放射線学入門」より
近藤宗平:人は放射線になぜ弱いのか(第3班)(2011)

自然がん死
30%

放射線でのがん死
?

1mGy/日は、宇宙船での被ばく。
この被ばくによる2本鎖切断は
0.03で自然発生の約300分の1

27

放射線によるガン死亡率の計算 (2020年日本原子力学会秋の大会A03)

1日1mSv 浴びた場合の2重鎖切断は 0.03個
 生活による発生量は、10個 → がんによる生涯死亡率 30%

→ 1日1mSv被ばくの生涯死亡率 $30\% \times 0.03/10 = 0.09\%$

年間100 mSv浴びる場合の生涯死亡率 $0.09 \times 100/365 = 0.025\%$

100 mSv/年被ばくのリスク評価

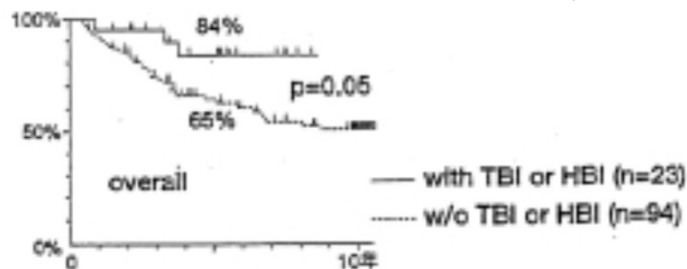
	瞬時 100 mSv1回	当評価 100 mSv/年	交通事故死
生涯死亡率	0.5%	0.025%	0.25%
死亡者数	6500	325	3532
リスク係数	5.4×10^{-5}	2.7×10^{-6}	2.8×10^{-5}

バックデータ: 2018年 人口1億2600万人、死亡 137万人

まとめ 100 mSv/年のジワジワ被ばくのリスクは、交通事故死より1桁低い。

LNT仮説への疑念(参考)

- LNT仮説 100 mSv以下でも健康に影響
- DNA修復効果を無視 低線量では線量率が低くなると影響は下がる
- しきい値仮説 100 mSv程度まで影響はない
- ホルミシス仮説 300mSv程度まで延命効果ある(阪大 近藤宗平)
- 悪性腫瘍の全身照射 腫瘍部局所照射前の0.1Gy程度の複数照射効果
(東北大 坂本澄彦)



- ラドン温泉の延命効果
- 食品添加物の許容量とのアナロジー(しきい値の問題)
 一般に、許容量以下ならば多数回摂取しても害は無い(しきい値がある)。
 食塩も 5 g/day ならよいが、一度に 100 g 摂取すると、致命的。
 慢性被曝に単回被曝のデータを使用するのは、リスクを過剰に見積もる。

3. 防護の最適化(ALARA)を損なった2011原発事故政策

背景: 原発には消極的な民主党政権が放射線を不安視するマスコミ論調・世論に迎合?

ICRP-111: 原子力事故または放射線緊急事態後の
長期汚染地域に居住する人々の防護

放射能汚染食品の
世界一厳しい基準

(日本の自給率38%を超える)50%の汚染率の仮定で評価した内部被ばく1mSv/年を満たすCs濃度100Bq/kgの基準

計画被ばく状況

被ばくが生じる前に防護対策を計画でき、被ばくの大きさと範囲を合理的に予測できる状況

線量限度

(一般公衆)1mSv/年
(職業人)100mSv/5年
かつ50mSv/年

対策 平常時対応

放射性廃棄物処分、長寿命放射性廃棄物処分の管理等

現存被ばく状況

管理についての決定がなされる時点ですでに被ばくが発生している状況

参考レベル

1~20mSv/年のうち低線量域、
長期目標は1mSv/年

対策 避難指示解除

自助努力による放射線防護や放射線防護の文化の形成等

自治体除染で1mSv/年容認除染で数mSv/年以下達成を確認し避難指示解除

危急時被ばく状況

急を要するかつ、長期的な防護対策も要求されるかもしれない不測の状況

参考レベル

20~100mSv/年の範囲

対策 避難、屋外退避

放射線状況の分析・把握、モニタリングの整備、健康調査、食品管理等

20 mSv/年以上避難を原則、それ以下も避難指示

福島原発事故での適用レベル→

影響

海外の輸入規制
福島産食品への風評被害
ゼロリスクへの期待
今も残る出荷制限食品: 筍、原木椎茸 ..

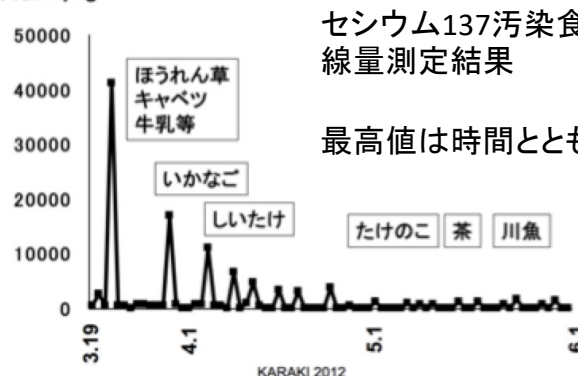
1mSv/年の世界基準

汚染率10%で
1,000Bq/kg

長期避難に伴う福島における東日本大震災の震災関連死 2,348人(2024年11月1日現在) 31

世界一厳しい食品の新基準の策定へ

最高値Bq/kg



セシウム137汚染食品の
線量測定結果

最高値は時間とともに下がった。

2011年3月17日厚労省は、以下の暫定基準で出荷制限した。

内部被ばく5mSv/年の条件で一般食品 500 Bq/kg 以下の基準 Bq: ベクレル

2011年9月福島産食品で0.019mSv/年の評価(国立医薬品食品衛生研究所)

東京都0.002 mSv/年、宮城県0.017 mSv/年と最も低い結果。(1 mSv/年達成したが無視された)

2011/11/28 小宮山厚生労働相を食品安全委員会に安心感のため、

年間内部被ばく条件1mSvでの新基準作りを諮問

2012年1月食品安全委員会は規制値を厳しくするため国内流通食品の汚染率を50%と
仮定して基準を作って答申: 一般食品 100 Bq/kg、乳児用食品・牛乳 50 Bq/kg、水10 Bq/kg

(国内流通食品の汚染率50%の仮定は、自給率38%の国産食品がすべて汚染と意味する)

世界一厳しい食品の新基準

2012年4月1日から放射性物質汚染食品の新基準施行

	日本	米国	EU	コーデックス委員会 (国際基準)
乳児用食品	50	1200	400	1000
牛乳	50	1200	1000	1000
飲料水	10	1200	1000	1000
一般食品	100	1200	1250	1000
内部被ばく条件	< 1 mSv/年	< 5 mSv/年	< 1mSv/年	< 1mSv/年
食品条件	50%汚染	30%汚染	10%汚染	10%汚染

EUは、チェルノブイリ事故由来の牛乳と乳児用食品を370、一般食品を600 Bq/kgとした。

反響: 国内ではゼロリスクを求めてもっと厳しい基準をの声
海外では50%食品汚染に驚き輸入規制(近隣県産の食品も一部規制)

問題: 汚染率50%は福島産食品でもありえない数字で、ALARA精神から逸脱
国立医薬品食品衛生試験所の評価を考慮すれば、暫定基準でも十分だった

その後: 福島の除染結果が知れ渡り、科学リテラシーの高いEUから輸入規制解除
中国、香港、マカオ、韓国は、出荷制限リストを根拠にきのこ・山菜・筍・猪肉等の輸入停止
アルプス処理水の海洋放出→中国、ロシア、香港、マカオが一部都県の水産物等を輸入停止

33

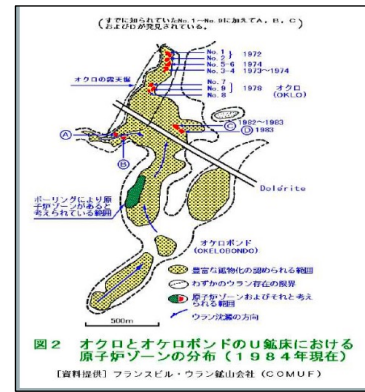
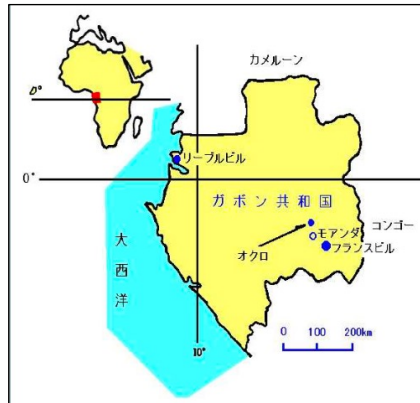
まとめ

- ・高線量被ばく影響の火傷から死亡の確定影響は、しきい値以下で防止。
 - ・100mSv未満の低線量被ばくで気になる遺伝子の多くは修復されます。
 - ・ICRP勧告の被ばく限度を守っていれば、
外部被ばく・内部被ばく共に、将来への健康影響は極めて低い。
1 mSv/年被ばくリスク: 交通事故死のリスクの凡そ2桁低い。
100 mSv/年のジワジワ被ばくも1桁低い。
 - ・子ども達は大人の会話を聞いています。大人がうろたえ不安になれば、子ども達に伝わります
 - ・起こる可能性の低いリスクを過度に強調するよりも、放射線以外の健康に与えるリスクを少なくする生活を心がけることが、大切と考えます
 - ・日本の2011年放射線防護ALAP政策: 住民避難、除染事業、食品基準
(望むはALARAを重視する国際基準での行動)
- 米国ヘリテージ財団(共和党系のシンクタンク:米国の政策に大きい影響力を持つ)
日本政府の最大の失敗は放射線の影響を国民に正しく伝えるのに失敗したこと
- ・改めて考えよう、リスクとは何ぞや リスクコミュニケーションの理想像

34

地球初のオクロの天然原子炉

1972年5月フランスがアフリカ
ガボン共和国オクロでU235同
位体比が低い鉱床発見。これ
は1956年に黒田和夫に予想
された天然原子炉跡と認定。
1984年までに12個の原子炉
20億年前
原子炉機動60万年間
小型研究炉並みの出力



ウラン、プルトニウム等の重い元素: 超新星爆発の際に重力の効果で生成する。プルトニウムより重い超ウラン元素は短寿命: プルトニウム-239半減期は2.4万年-ウランのみ残存
ウラン鉱床: 地球表面上でのウラン高濃度地層-水流により生成される。

約20億年前: 天然ウラン中のウラン235の濃度は約4% (ウラン235の半減期は7億年、ウラン238の半減期は45億年、地球年齢は35億歳) 現在、原子力発電に利用されている軽水炉の燃料とほぼ同じ濃度で、偶然、天然の原子炉ができた。

地熱の原因: 放射性物質崩壊によるもの: 95% (ウラン235, 238、トリウム232、カリウム 40)

宇宙線と大気との反応でできた中性子の反応生成物



35

ご静聴ありがとうございました。



福島大学生が制作した伊達市仮置き場仮囲いアートの前にて

38