

平成26年度第3回 東京都健康安全研究センター環境保健衛生講習会
放射線の測定値の見方、考え方

テーマ:放射線の問題を一緒に測定して考えよう

今日の内容: 疑問点を考えながら見ていきましょう

- 放射線・放射能の基礎、身の回りの放射線
- 線量計・サーベイメータ
- 食品の放射線安全の基準とモニタリングの実際
- 放射線による健康影響と防護体系

- 放射線の性質に関する実習
- 質疑応答、グループディスカッション

日 時:平成27年2月23日(月曜日)
場 所:東京都健康安全研究センター



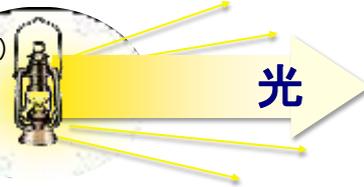
国立保健医療科学院
生活環境研究部・樺田尚樹
山口一郎

放射線・放射能の基礎知識
身の回りの放射線

放射線・放射能・放射性物質とは

- ランタン
(光を出す能力を持つ)

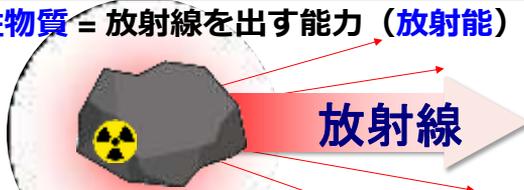
カンデラ (cd)
(光の強さの単位)



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)
▶ 放射能の強さの単位



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。

放射線と放射能の単位

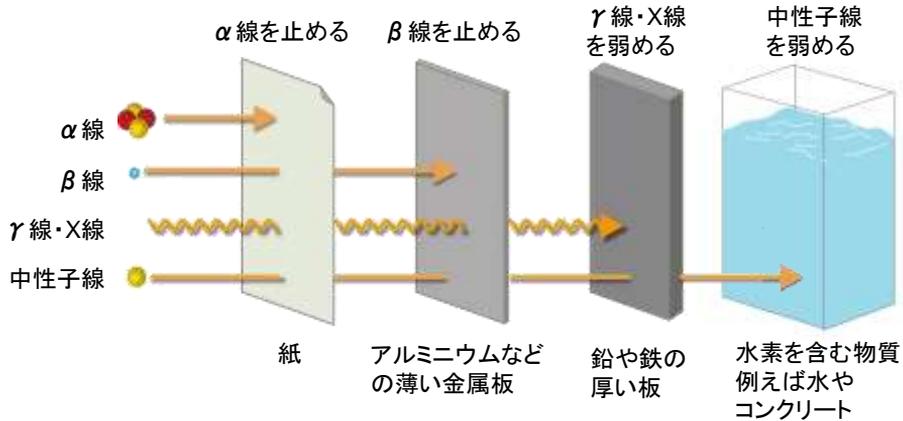


ベクレル (Bq)
放射能の強さの単位 : 1秒間に1個の割合で原子核が変化する(壊変する)
= 1ベクレル

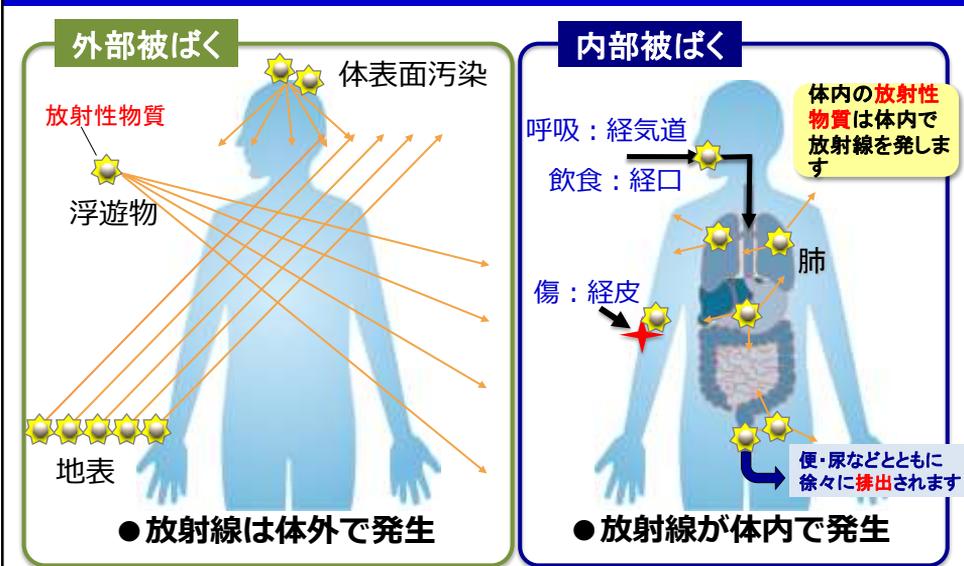
シーベルト (Sv)
・ 人が受ける放射線被ばく線量の単位で、放射線影響に関係
・ 放射線の種類、組織による影響の違いを考慮
・ 外部被ばくと内部被ばくを同じ尺度で評価するための単位

放射線の種類と透過力

放射線は、いろいろな物質でさえぎることができる



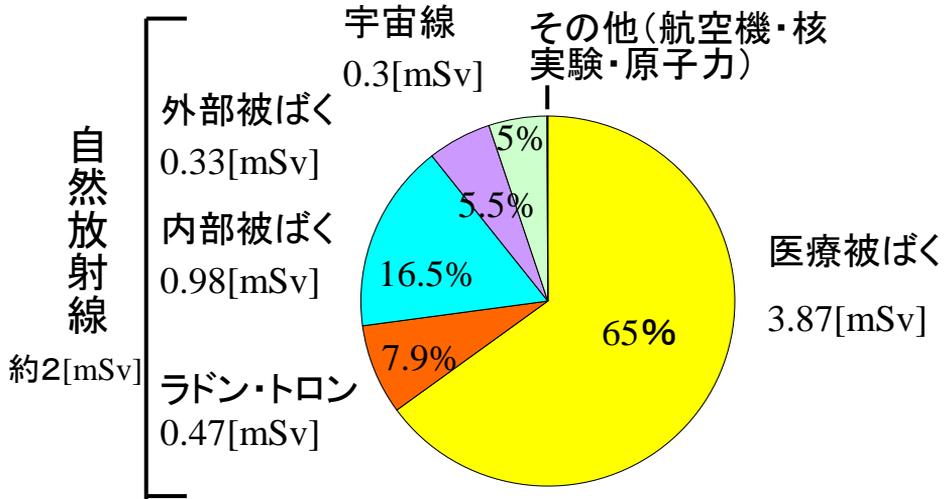
外部被ばくと内部被ばく



体が放射線を受けるといふ点と同じ

事故前の日本の環境放射線

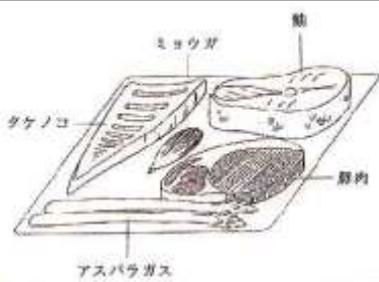
日本平均 5.97[mSv/年]



(原子力安全研究協会:新版生活環境放射線;平成23年12月)

7

事故前の食品中の放射能

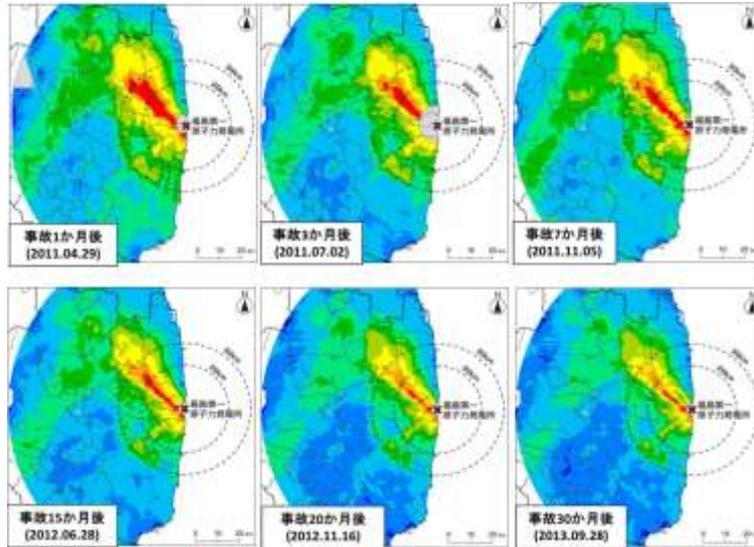


主に ^{40}K のガンマ線。
 ^{40}K の存在比は0.012%、
 半減期は 1.26×10^9 年

8

空間線量率マップ（文部科学省）

（福島第一原子力発電所から80km圏内の地表面から1m高さの空間線量率）



原子力規制庁「東京電力福島第一原子力発電所事故から30か月後の航空機モニタリングによる空間線量率について」

さまざまな計測機器



ゲルマニウム
半導体検出器



NaIシンチレーション
サーベイメータ



GM型サーベイメータ

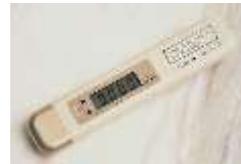
さまざまな個人線量計



OSL線量計



ガラス線量計



ポケット線量計

内部被ばく測定用の機器：ホールボディカウンタ等

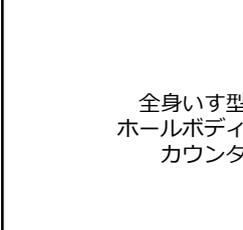


全身立位型
ホールボディ
カウンタ



全身臥位型
ホールボディ
カウンタ

○ 検出器



全身いす型
ホールボディ
カウンタ



甲状腺モニタ



規制値の考え方と 飲食品モニタリングの実際

飲食物摂取制限に関する指標 (H24年、3月末まで)

原子力防災に関する原子力安全委員会の指針「原子力施設等の防災対策について」で策定 (チェルノブイリ原発事故、JCO臨界事故の経験を踏まえ改定)

飲食物中の放射性物質が健康に悪影響を及ぼすか否かを示す濃度基準ではなく、防護対策の一つとしての飲食物制限措置を導入する際の目安とする値

防護対策を導入すべきかどうかの判断基準：

実効線量 **5 mSv/年**(国際機関の考え方に基づく)

■平成24年4月1日以降の**食品の新たな基準値の設定**について

1. 見直しの考え方

- 現在の暫定規制値に適合している食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全は確保されているが、より一層、食品の安全と安心を確保する観点から、現在の暫定規制値で許容している年間線量5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに基づく基準値に引き下げる。
- 年間1ミリシーベルトとするのは、
 - ① 食品の国際規格を作成しているコーデックス委員会の現在の指標で、年間1ミリシーベルトを超えないように設定されていること
 - ② モニタリング検査の結果で、多くの食品からの検出濃度は、時間の経過とともに相当程度低下傾向にあること
- 特別な配慮が必要と考えられる「飲料水」、「乳児用食品」、「牛乳」は区分を設け、それ以外の食品を「一般食品」とし、全体で4区分とする。

2. 基準値の見直しの内容 (新基準値は平成24年4月施行予定。一部品目については経過措置を適用。)

○放射性セシウムの暫定規制値※1

食品群	規制値
飲料水	200
牛乳・乳製品	200
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	

※1 放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

○放射性セシウムの新基準値※2

食品群	基準値
飲料水	10
牛乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

(単位:ベクレル/kg)

※2 放射性ストロンチウム、プルトニウム等を含めて基準値を設定



Ministry of Health, Labour and Welfare

「一般食品」の基準値の考え方

年齢区分別の摂取量と換算係数を考慮し限度値を算出



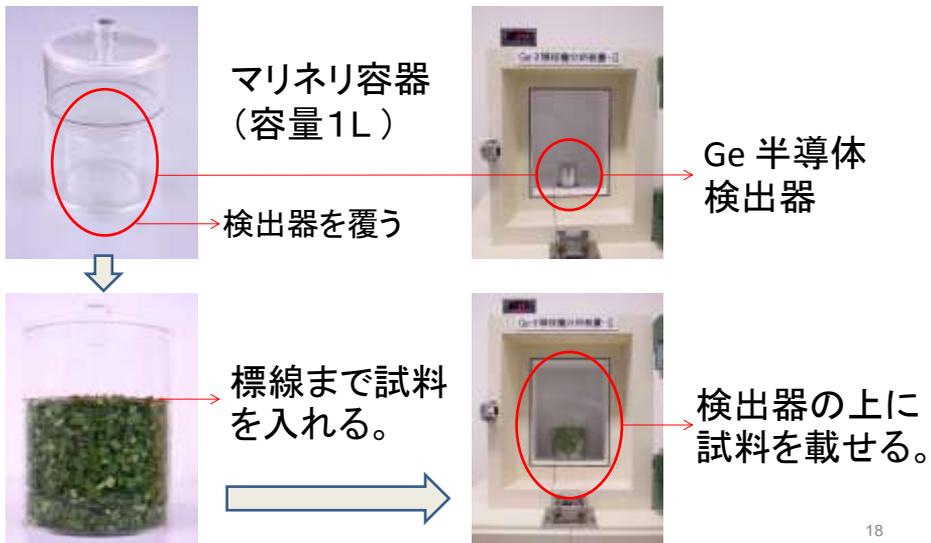
＜「飲料水」の線量＝飲料水の基準値(Bq/kg)×年齢区分別の飲料水の摂取量×年齢区分別の線量係数＞

- 飲料水については、WHOが示している基準に沿って、基準値を10 Bq/kgとする。
- 一般食品に割り当てる線量は、介入線量レベル（1 mSv/年）から、「飲料水」の線量（約0.1 mSv/年）を差し引いた約0.9 mSv/年となる。
- この線量を年齢区分別の年間摂取量と換算係数で割ることにより、限度値を算出する（この際、流通する食品の50%が汚染されているとする）。
- すべての年齢区分における限度値のうち、最も厳しい（小さい）値から全年齢の基準値を決定することでどの年齢の方にとっても考慮された基準値とする。



Ministry of Health, Labour and Welfare

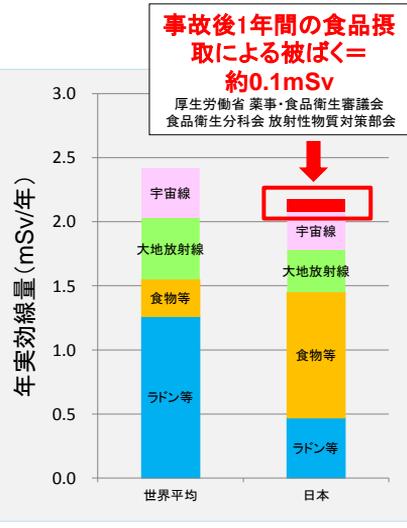
ゲルマニウム半導体検出器による ガンマ線スペクトロメトリ



18

飲食品の新規制値における検査結果の概要

食品群	検査件数	基準値 超過件数	超過割合 (%)
農産物	111,945	987	0.9
畜産物	539,562	4	0.0007
野生鳥獣肉	3,151	975	30.9
水産物	54,365	1,443	2.7
牛乳・乳児 用食品	12,096	0	0.0
飲料水	3,247	13	0.4(茶葉)
その他	25,521	180	0.7
計	749,887	3,602	0.5



*H24.4.1以降採取分、H26年8月31日厚労省公表分までを集計

コメの福島県全袋検査の結果(H26年度)

玄米 H26年産 福島県の米の安全対策協議会
放射性物質検査情報

平成25年度の検査はこちら
平成24年度の検査はこちら

福島県内で生産した玄米は、全量・全袋検査を実施し、食品衛生法に定める一般食品の基準値(100ベクレル/Kg)以下であることを確認し出荷しています。

検査結果 平成26年度
地域: 福島県全域(市町村別)
検査期間: 2014年08月21日～2015年01月07日
検査点数: 10,765,816点

毎年1千万袋をスクリーニング

検査条件 平成26年度
地域の選択: 福島県全域(地域別)
福島県全域(市町村別)
検査日の選択: 全期間

識別番号:
検索 リセット

集計結果 平成26年度
福島県全域(市町村別) 検査点数10,765,816点

スクリーニング検査

測定下部値 未満(<25)	25～50	51～75	76～100	計
検査点数	10,763,921	1,894	11	10,765,816
割合	99.98%	0.02%	0.0001%	100%

<詳細検査>

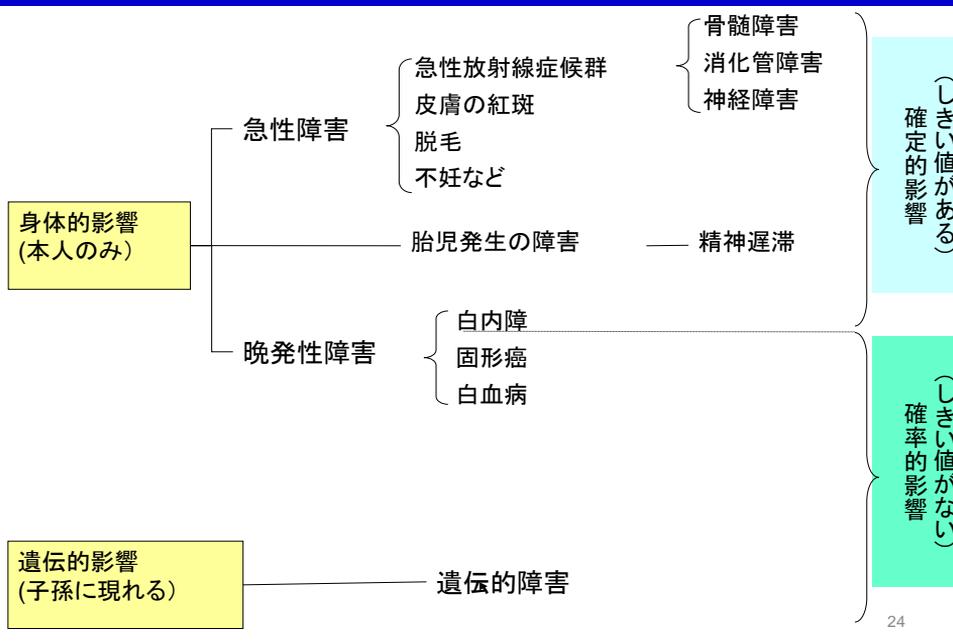
	25～50	51～75	76～100	100% %A %B	計
検査点数	27	0	1	0	28
割合	0.0003%	0%	0.00001%	0.00001%	0% 0.0003%

平成26年は基準超なし
(平成25年は28袋が基準超)

放射線による健康影響と防護体系

23

放射線の影響の分類

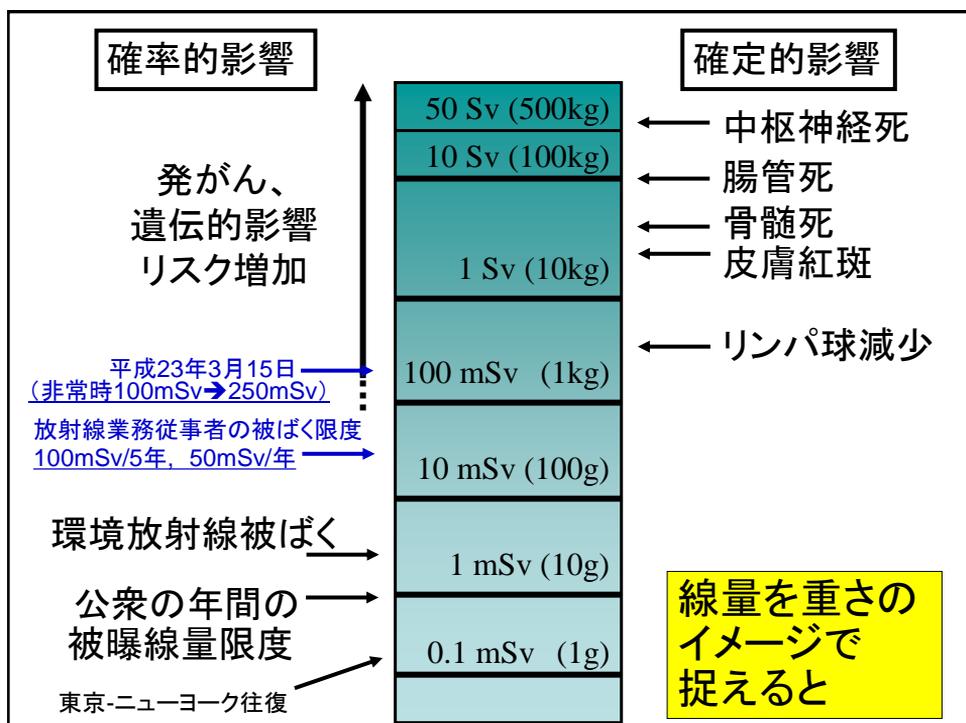


24

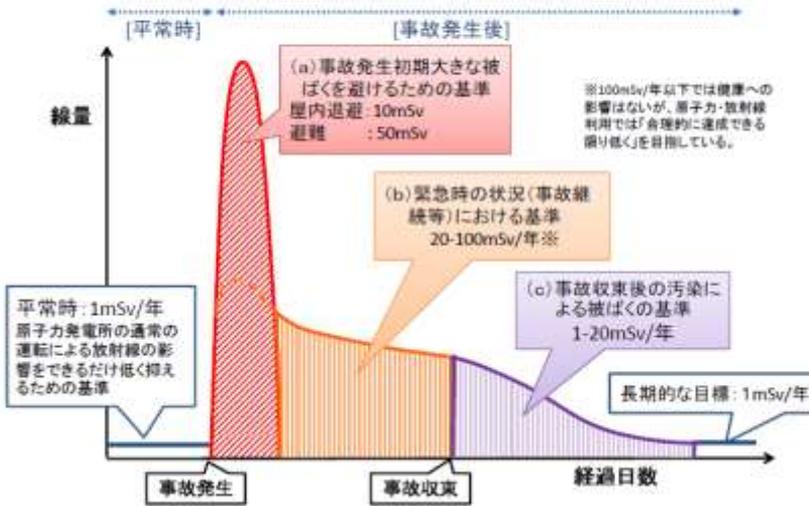
被ばく線量と身体各部の状態

線量	臨床状態	解説
0～1 Sv	一般的に無症状	事故後3～5週間の白血球数は正常又は事故前レベルからわずかに抑制
1～8 Sv	造血器症候群 (骨髄症候群)	主な前駆徴候・症状は、食欲不振、悪心、嘔吐であり、時に皮膚紅斑、発熱、粘膜炎、下痢が認められる。2Svを上回る全身被ばく例の臨床検査を行うと、初期には顆粒球増多症、事故後20～30日では明確な汎血球減少症が認められる。造血器系の急性放射線症候群により生じる全身的な影響には、免疫機能不全、感染性合併症の増加、出血傾向、敗血症、貧血、創傷治癒障害などがある。
8～30 Sv	消化管症候群	早期から重度の悪心、嘔吐、水性下痢などの症状が生じ、事故後数時間以内に認められる場合も多い。重症例ではショック、腎不全、心血管虚脱を生じる可能性もある。消化管症候群による死亡は、通常事故後8～14日で生じる。造血器症候群を併発する。
> 20 Sv	心血管・中枢神経症候群	被ばく後数分以内の灼熱感、事故後1時間以内の悪心・嘔吐、疲憊、失調・錯乱の神経学的徴候などが認められる。死亡は不可避であり、通常24～48時間で死亡する。

緊急被ばく医療ポケットブック; p57(一部改変)



放射線防護の線量の基準の考え方

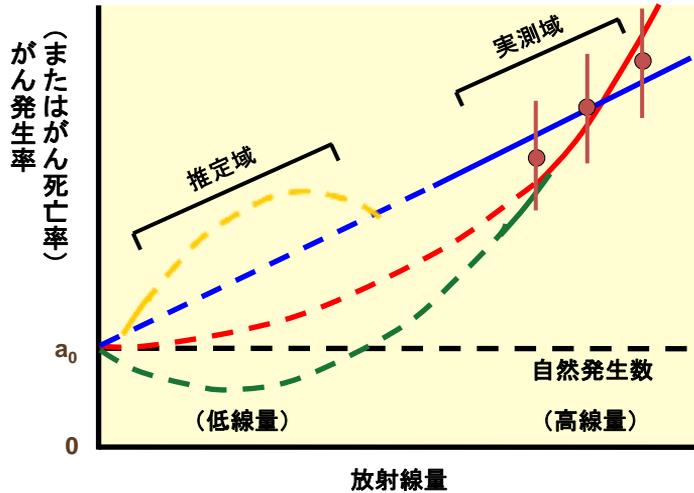


http://www.nsc.go.jp/info/20110411_2.pdf

放射線によって誘発される健康影響の要約 (ICRP Pub96)

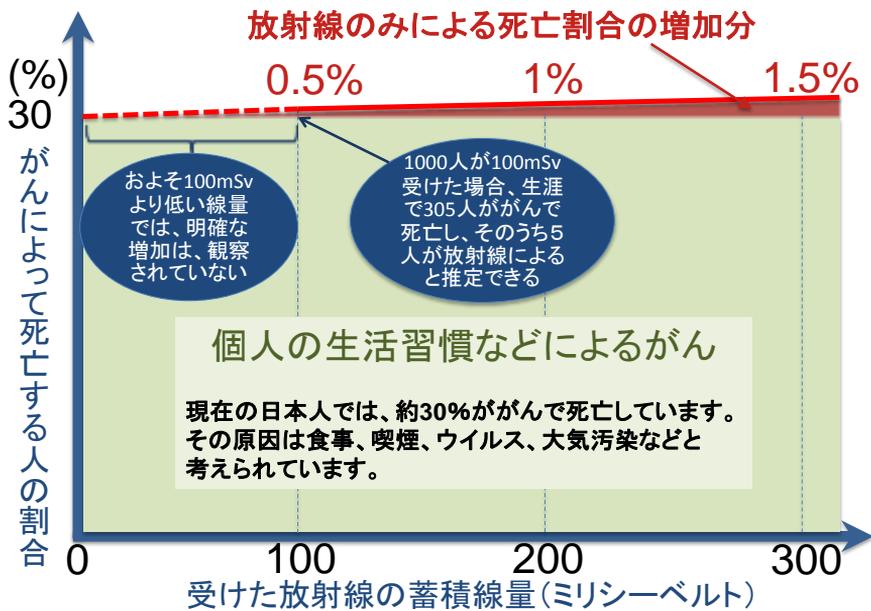
線量	個人への影響	被ばくした集団に対する結果
極低線量: およそ10mSv 以下(実効線量)	急性影響なし。非常にわずかながんリスクの増加	大きな被ばく集団でさえ、がん罹患率の増加は見られない
低線量: 100mSv まで(実効線量)	急性影響なし。その後、1%未満のがんリスク増加	被ばく集団が大きい場合(恐らくおよそ10万人以上)、がん罹患率の増加が見られる可能性がある
中等度の線量: 1000mSv まで(急性全身線量)	吐き気、嘔吐の可能性、軽度の骨髄機能低下。その後、およそ10%のがんリスクの増加	被ばくグループが数百人以上の場合、がん罹患率の増加が恐らく見られる
高線量: 1000mSv 以上(急性全身線量)	吐き気が確実、骨髄症候群が現れることがある; およそ4000mSvの急性全身線量を超えると治療しなければ死亡リスクが高い。かなりのがんリスクの増加	がん罹患率の増加が見られる

低線量でのがん発生の線量-効果モデル



29

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



放射線医学総合研究所: <http://www.nirs.go.jp/information/info.php?i20#01>

30

がんのリスク(放射線と生活習慣)

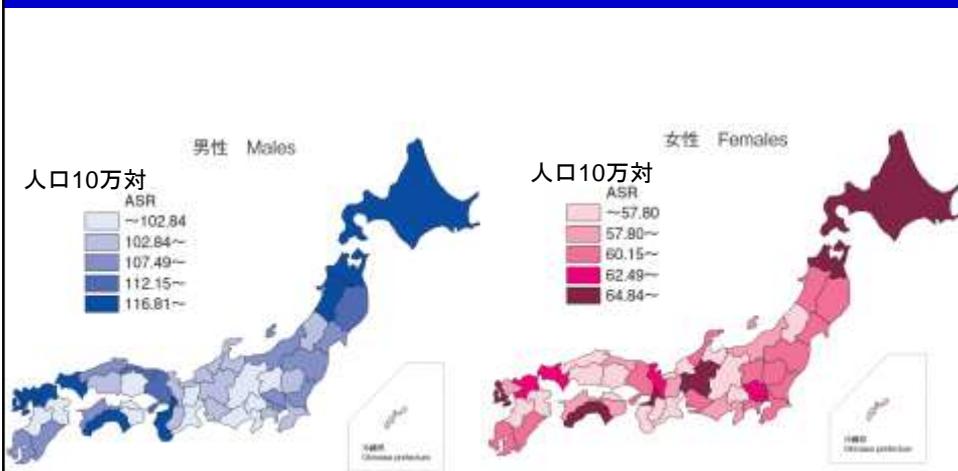
放射線の線量 (ミリシーベルト)	がんの 相対リスク*	生活習慣因子
1000 - 2000	1.8 1.6 1.6	喫煙者 大量飲酒(毎日3合以上)
500 - 1000	1.4 1.4	大量飲酒(毎日2合以上)
200 - 500	1.22 1.29 1.19 1.15 - 1.19 1.11 - 1.15	肥満(BMI \geq 30) やせ(BMI<19) 運動不足 高塩分食品
100 - 200	1.08 1.06 1.02 - 1.03	野菜不足 受動喫煙(非喫煙女性)
100 以下	検出不可能	

出典: 国立がん研究センターHP

※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、被ばくしていない人を1とした時、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

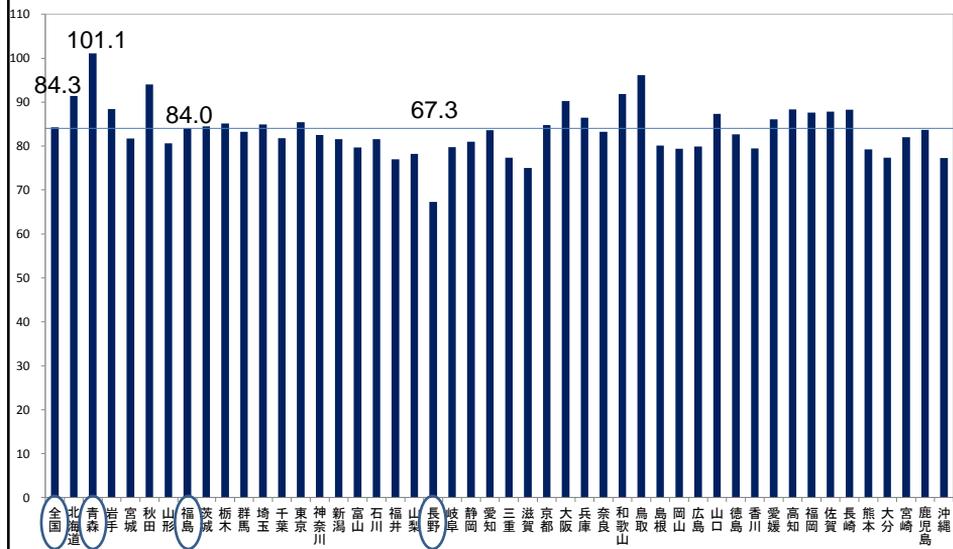
全がん 75歳未満年齢調整死亡率 日本 地図(2009年)



財団法人がん研究振興財団 <http://www.fpcr.or.jp/publication/statistics.html>

32

都道府県別 悪性新生物 75歳未満年齢調整死亡率推移
(2010年男女計)



http://ganjoho.jp/public/statistics/pub/statistics03_01.html

危険と安全の考え方の例
(リスク論)



- ・ゼロリスクはあり得ない
- ・リスクとベネフィットはトレードオフの関係
- ・リスクの管理にはコストがかかる。リスクとコストの間にもトレードオフの関係
- ・一つのリスクと他のリスクの間にもトレードオフの関係

・大気環境分野:「しきい値のない発がん物質について、現段階においては生涯リスクレベル 10^{-5} を当面の目標」
 ・WHOの飲料水水質ガイドライン値:「発がん性に関連して遺伝子への悪影響があり、しきい値がないと考えられる物質の場合、生涯にわたる発がん性のリスクの増加分を 10^{-5} 以下に抑える」

リスク認知：客観的リスクvs主観的リスクのずれ

リスクが実際より大きく見積もられる傾向があるできごと

- ・リスクの負担が不公平
- ・非自発的(自分からやろうとしたことではない)
- ・悪い影響の及ぶ範囲が広い
- ・一度に多くの被害者がでる(規模が大きい)
- ・次世代に影響を及ぼす
- ・人為的
- ・新しいタイプ
- ・リスクがどうやって発現するかが見えにくい

そのずれは、**未知なもの、子孫への影響が及ぶもの、負担が不公平なもの**などに、より顕著にあらわれます。

また**受動的なもの**に比べ、**自ら選んだもの**の場合には**1000倍も大きいリスクを受け入れる**とも言われます。

内閣府原子力安全委員会・安全目標専門部会「原子力は、どのくらい安全なら、十分なのか」平成14年7月

原子力災害からの回復期における 住民の健康を考える

皆さんで意見を
出し合ってみませんか？

- ・ 基礎情報の確認
- ・ 現場での疑問に沿ったデータを提示

- ・ リスク認知は主観的
- ・ 捉え方は各個人で異なる



<http://www.niph.go.jp/soshiki/09seikatsu/EMA/radiation/2014comm/>