平成29年度第1回 東京都健康安全研究センター環境保健衛生講習会
知って安心、測ってナットク！　基礎から学ぼう　放射線

テーマ:リスクの問題を一緒に考えてみましょう

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・サーベイメータ等
- 飲食品モニタリングの実際
- 県民健康調査
- 放射線による健康影響
  ~リスクについて考えてみましょう~

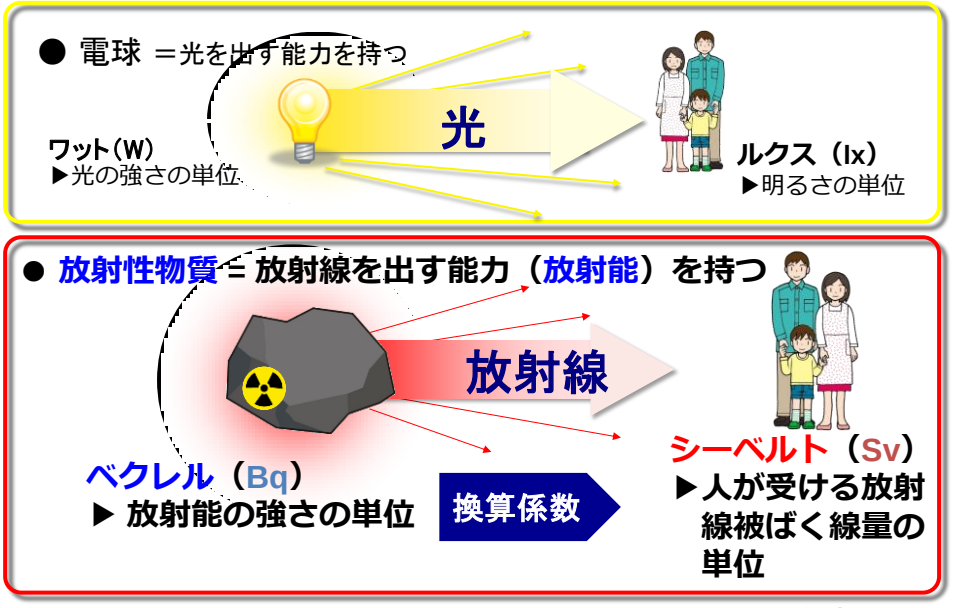
- 放射線の性質に関する実習
- 質疑応答、グループディスカッション

日　時:平成29年8月30日(水曜日)
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・欅田尚樹
山口一郎

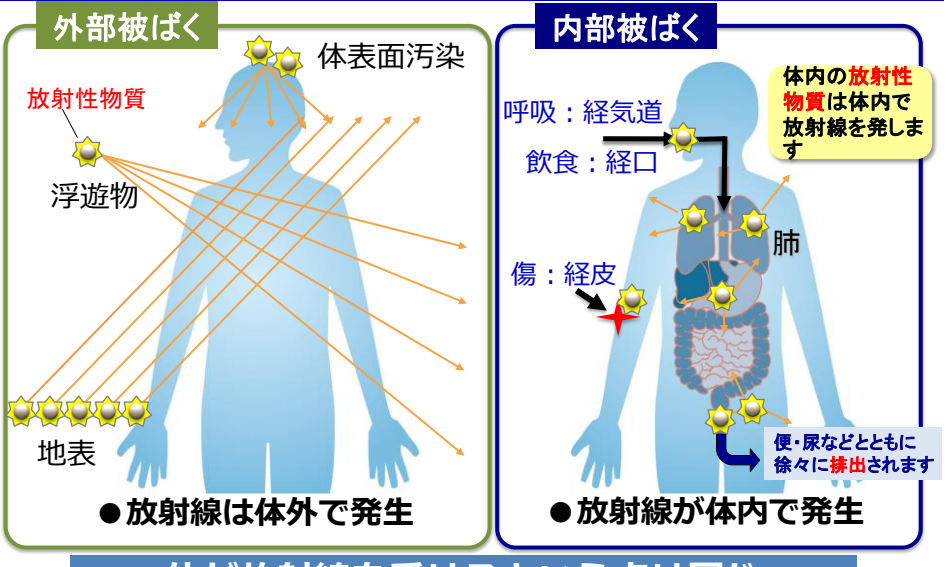
放射線・放射能の基礎知識
身の回りの放射線

放射線・放射能・放射性物質とは



環境省：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料　※ シーベルトは放射線影響に関係付けられる。

外部被ばくと内部被ばく

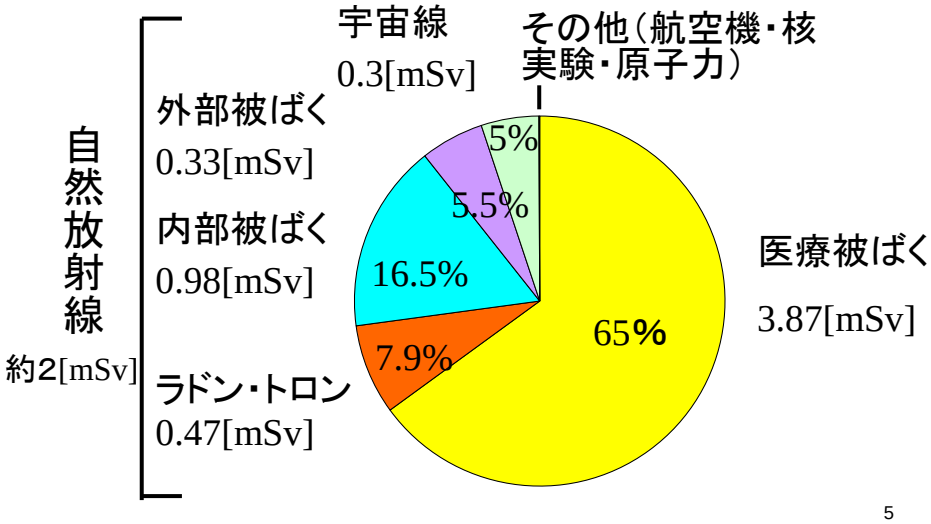


体が放射線を受けるという点は同じ

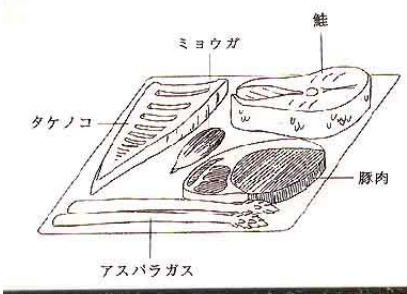
環境省：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料

事故前の日本の環境放射線

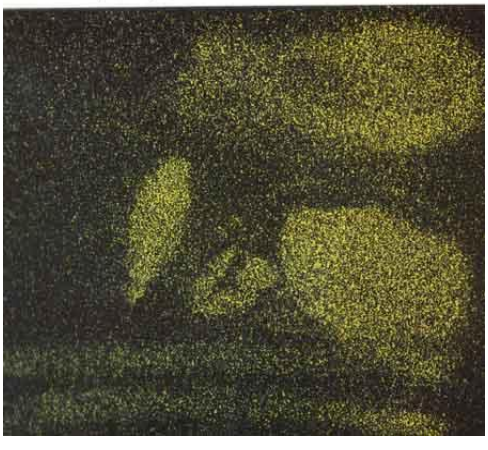
日本平均　5.97[mSv/年]



（原子力安全研究協会：新版生活環境放射線；平成23年12月）

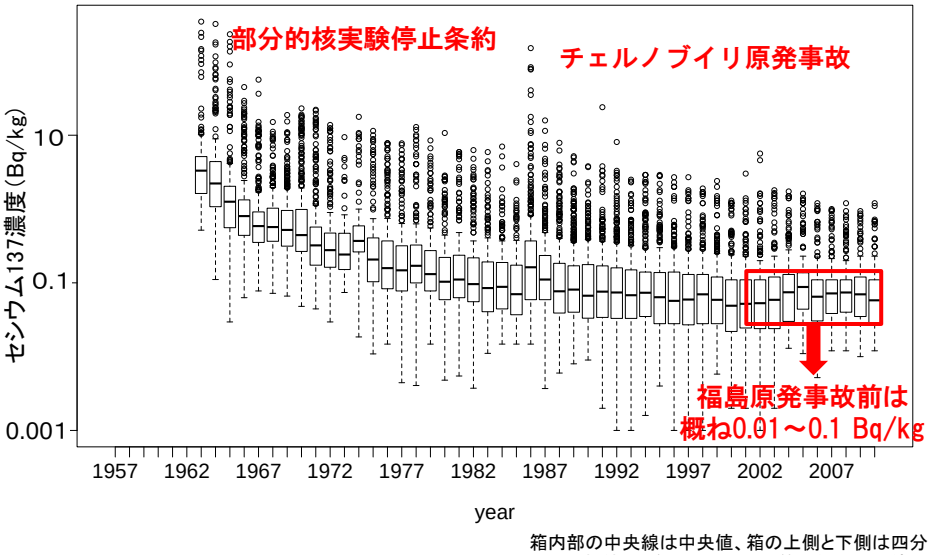


食品中の放射性物質の例



- 画像として見えているのは主に^{40}Kのベータ線
- ^{40}Kの存在比は0.012%
- 半減期は1.26×10^{9}年

東京電力福島第一事故前の国内の農林産物中のセシウム137濃度

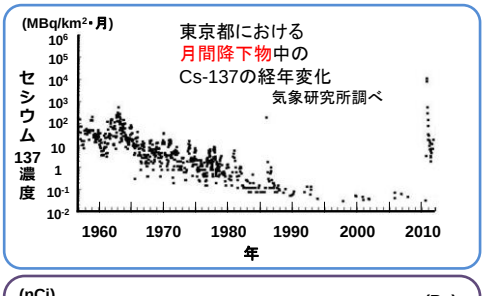


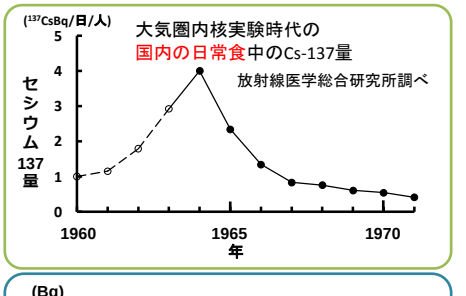
箱内部の中央線は中央値、箱の上側と下側は四分位点。極値は、各四分位点から箱の幅の 1.5 倍

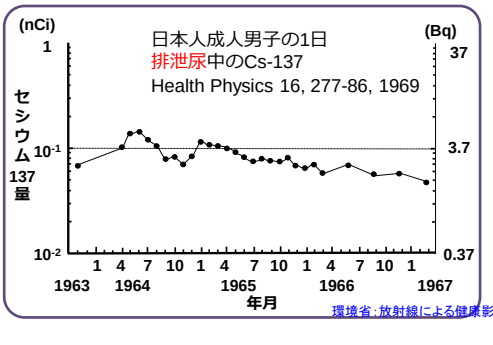
環境放射線データベース http://search.kankyo-hoshano.go.jp

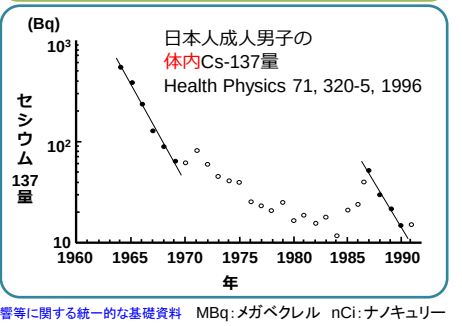
過去の核実験のフォールアウトの影響

体内放射能：体重60kg	K-40：4000 Bq (ベクレル)　C-14：2500 Bq　Rb-87：520 Bq



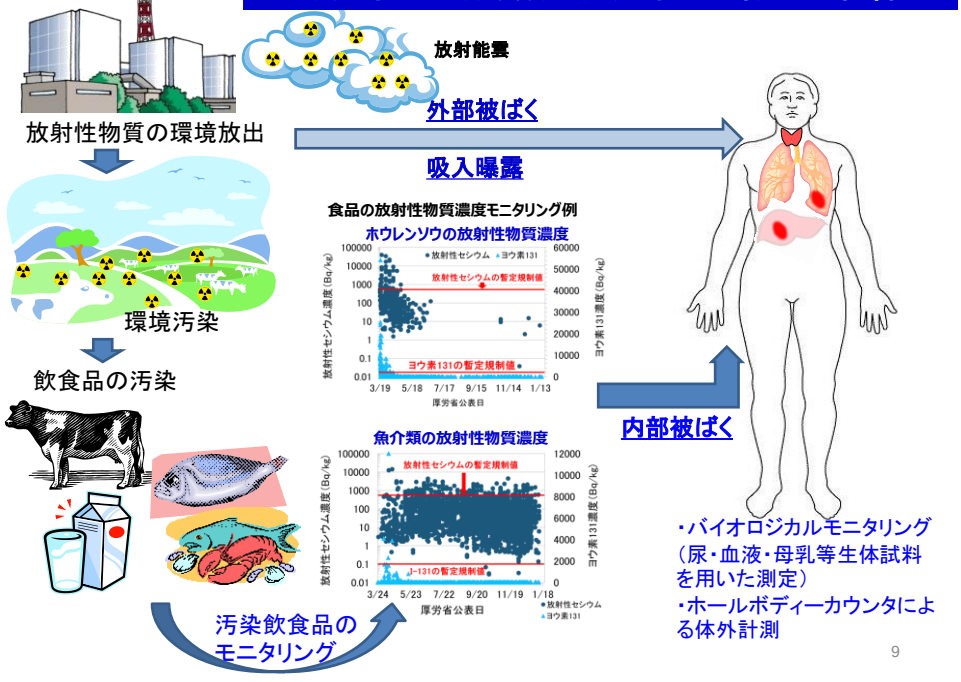






環境省：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料　MBq：メガベクレル　nCi：ナノキュリー

原発事故に伴う放射能汚染の人体への影響



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

環境省：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料

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

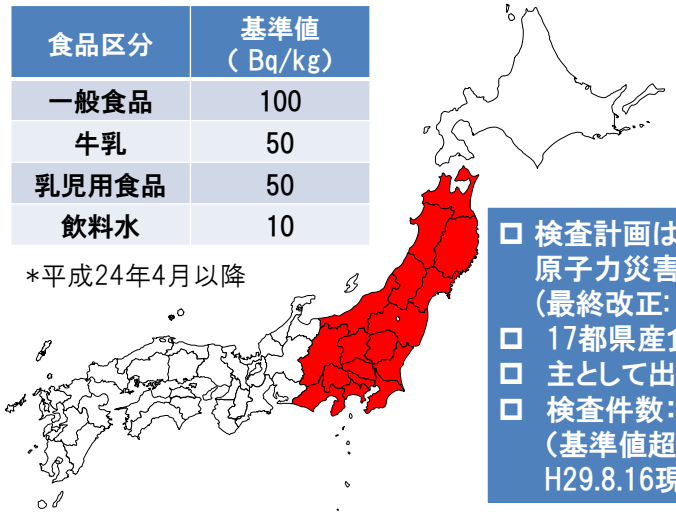
甲状腺モニタ

飲食品モニタリングの実際

東京電力福島第一原発事故後の食品中放射性物質の検査体制

食品区分	基準値（Bq/kg）
一般食品	100
牛乳	50
乳児用食品	50
飲料水	10

*平成24年4月以降



- 検査計画は検査結果を踏まえ、原子力災害対策本部が策定（最終改正: H29.3.24）
- 17都県産食品が中心
- 主として出荷前に実施
- 検査件数：1,728,262件（基準値超過件数：59,188件）H29.8.16現在

東京電力福島第一原発事故前後の食品中の放射性物質の検査結果について

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

マリネリ容器（容量1L）

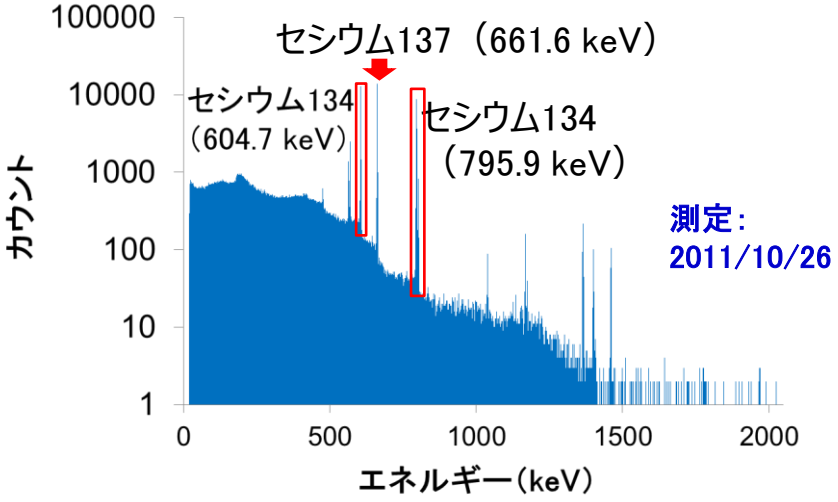
検出器を覆う

Ge 半導体検出器

標線まで試料を入れる。

検出器の上に試料を載せる。

ゲルマニウム半導体検出器による牛肉のガンマ線スペクトロメトリ



基準値超過件数の推移

年度	牛肉以外の食品		牛肉	
	検査件数	基準値超過件数*	検査件数	基準値超過件数*
H23**	44,327	1,052 (2.3%)	89,505	152
H24	91,635	2,370 (2.5%)	189,845	2
H25	90,294	1,025 (1.1%)	245,566	0
H26	78,633	565 (0.71%)	235,583	0
H27	65,708	424 (0.64%)	277,051	0
H28	46,740	225(0.48%)	190,347	0

*平成23年度は暫定規制値に基づく検査
**平成23年3月の検査結果を含む　H28.12. 31現在

牛肉が全体の検査数の74.6%を占める。

Shimura T, Yamaguchi I, Terada H, Yunokawa T, Svendsen E.R., Kunugita N. Efficiency of excess monitoring for beef after the Fukushima accident. Food Safety 2015. 3:p.84-91.

東京電力福島第一原発事故前後の食品中の放射性物質の検査結果について

流通品の検査結果

H28.1.25厚労省公表分までを集計

年度	検査件数	基準値超過件数	超過割合
平成24年度	26,240	19	0.072%
平成25年度	28,965	7	0.024%
平成26年度	26,193	10	0.038%
平成27年度	17,986	12	0.067%

- H24～H27の非流通品の超過割合は1.9%（牛肉を除く）

東京電力福島第一原発事故前後の食品中の放射性物質の検査結果について

2016年1～12月の結果
（一年間の摂取を仮定した預託実効線量 (mSv)）

基準値	median	90%	95%	99%	99.9%	99.99%
適用せず	0.025	0.033	0.037	0.058	0.106	0.114
適用	0.025	0.032	0.035	0.043	0.057	0.064
回避線量	0.000	0.001	0.003	0.015	0.046	0.050

線量は低く、規制による低減効果が乏しい

規制により線量が半減

線量の大きさとしては限定的

2011年の原発事故発生以降の累積

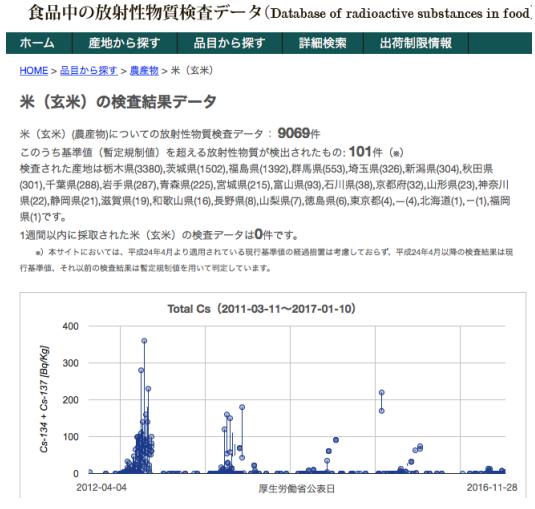
基準値	median	90%	95%	99%	99.9%	99.99%
適用せず	0.456	0.790	0.980	1.793	3.014	3.604
適用	0.194	0.275	0.315	0.387	0.486	0.631
回避線量	0.262	0.515	0.665	1.406	2.528	2.973

食品の検査データベースを運用

食品中の放射性物質の検査データ

http://www.radioactivity-db.info

- 厚生労働省の委託により国立保健医療科学院が運営・管理
- 産地別・品目別の検索が可能
- 検査結果をグラフで表示



食品中の放射性物質検査データ（Database of radioactive substances in food）

ホーム | 産地から探す | 品目から探す | 詳細検索 | 出荷制限情報

HOME > 品目から探す > 農産物 > 米（玄米）

米（玄米）の検査結果データ

米（玄米）(農産物)についての放射性物質検査データ： 9069件

このうち基準値（暫定規制値）を超える放射性物質が検出されたもの: 101件（※）

検査された産地は栃木県(3380),茨城県(1502),福島県(1392),群馬県(553),埼玉県(326),新潟県(304),秋田県(301),千葉県(288),岩手県(287),青森県(225),宮城県(215),富山県(93),石川県(38),京都府(32),山形県(23),神奈川県(22),静岡県(21),滋賀県(19),和歌山県(16),長野県(8),山梨県(7),徳島県(6),東京都(4),ー(4),北海道(1),ー(1),福岡県(1)です。

1週間以内に採取された米（玄米）の検査データは0件です。

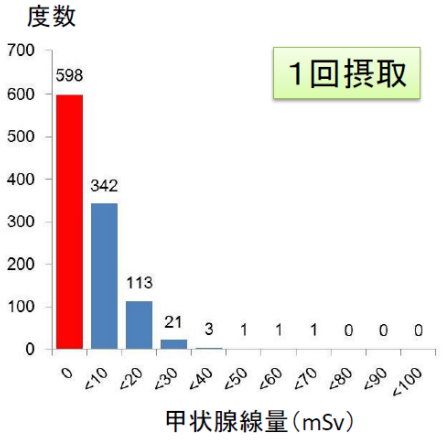
※）本サイトにおいては、平成24年4月より適用されている現行基準値の経過措置は考慮しておらず、平成24年4月以降の検査結果は現行基準値、それ以前の検査結果は暫定規制値を用いて判定しています。

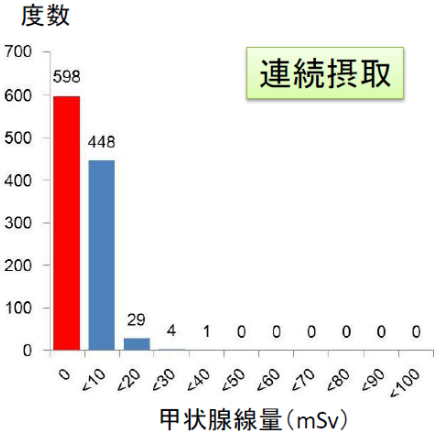
東京電力福島第一原発事故前後の食品中の放射性物質の検査結果について

被ばく線量評価と健康影響

福島県「県民健康調査」検討委員会

甲状腺スクリーニング検査からの甲状腺線量*推計





99%以上は甲状腺線量*30mSv未満

預託:内部被ばくで線量を受け続けることを考慮

*甲状腺線量：放射性ヨウ素による甲状腺預託等価線量

平成25年2月13日　第10回福島県「県民健康管理調査」検討委員会

チェルノブイリ事故の甲状腺被ばく線量 (mSv)

住民	人数	推定平均甲状腺等価線量		
		0-6 歳	成人	平均
避難者	116,000	**1800**	**290**	**480**
ベラルーシ, 町村部	24,700	**3100**	**680**	**1000**
ウクライナ, プリピャチ市	49,400	**970**	**70**	**170**
ウクライナ, 町村部	41,900	**2700**	**400**	**650**
ベラルーシ				
国全体	10,000,000	**150**	**40**	**50**
ゴメリ州	1,680,000	**610**	**150**	**220**
ウクライナ				
国全体	55,000,000	**-**	**-**	**10**
チェルノブイリ原発周辺地域	500,000	**-**	**-**	**380**
ロシア, ブリヤンスク州	1,500,000	**160**	**26**	**40**

UNSCEAR2008 report, ICRP Data reported by Dr. A. Bouville

甲状腺検査の内容

【一次検査】

超音波検査を行います。のう胞や結節の有無を調べます。通常３～５分程度で終了し痛みは伴いません。

一次検査の超音波画像は、専門の医師等で構成する判定委員会で確認し、判定をします。結果は郵送でお送りいたしますが、希望者には検査会場や電話で説明を行っています。

【二次検査】

一次検査の結果、念のため精密検査を必要とする場合、二次検査を行っています。

二次検査では、超音波検査・採血・採尿を行います。

その結果、医師が必要と判断した場合は、甲状腺の細胞を採取して検査を行う（穿刺吸引細胞診）こともあります。

県民健康調査甲状腺検査とは？（福島県立医大放射線医学県民健康管理センターウェブサイト）より作成

環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成27年度版）」 第10章　健康管理

一巡目の確定値及び二、三巡目の暫定値

第27回福島県「県民健康調査」検討委員会資料（平成29年6月5日開催）等より作成

一次検査及び二次検査実施状況				先行検査（一巡目）（平成23~27年4月）（平成29年3月末分まで）	割合（%）		本格検査（二巡目）（平成26~27年度）（平成29年3月末分まで）	割合（%）		本格検査（三巡目）（平成28~29年度）（平成29年3月末分まで）	割合（%）	
検査対象者数				367,649人	100.0		381,256人	100.0		336,616人	100.0	
一次検査受診者数				300,473人	81.7		270,511人	71.0		120,596人	35.8	
一次検査結果判定数				300,473人	100.0		270,497人	100.0		105,966人	87.9	
判定結果			判定内容	人数（人）	割合（%）		人数（人）	割合（%）		人数（人）	割合（%）	
異常なし	A判定	(A1)	結節やのう胞を認めなかったもの	154,605	51.5	※4 99.2	108,697	40.2	99.2	36,928	34.8	99.3
		(A2)	5.0mm以下の結節や20.0mm以下ののう胞を認めたもの	143,574	47.8		159,574	59.0		68,347	64.5	
要二次検査	B判定		5.1mm以上の結節や20.1mm以上ののう胞を認めたもの	2,293	0.8		2,226	0.8		691	0.7	
	C判定		甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの	1	0.0		0	0.0		0	0.0	
二次検査対象者数（B判定+C判定）			ア	2,293	100.0		2,226	100.0		691	100.0	
二次検査受診者数			イ（イ/ア）	2,130	92.9		1,832	82.3		332	48.0	
二次検査判定数			ウ（ウ/イ）	2,090 ※1	98.1		1,748 ※1	95.4		225 ※1	67.8	
がんないしがん疑い（がん / がん疑い /良性）※3				116（101 / 14 / 1）			71※2（49 / 22 / 0）			4（2 / 2 / 0）		

※1　これらのうち、一巡目（先行検査）では1,379人、二巡目（本格検査）では1,330人、三巡目（本格検査）では201人の方が、概ね6か月後または1年後に診療（予定）となる方およびA2の基準値を超えるが次回検査となる方であった。

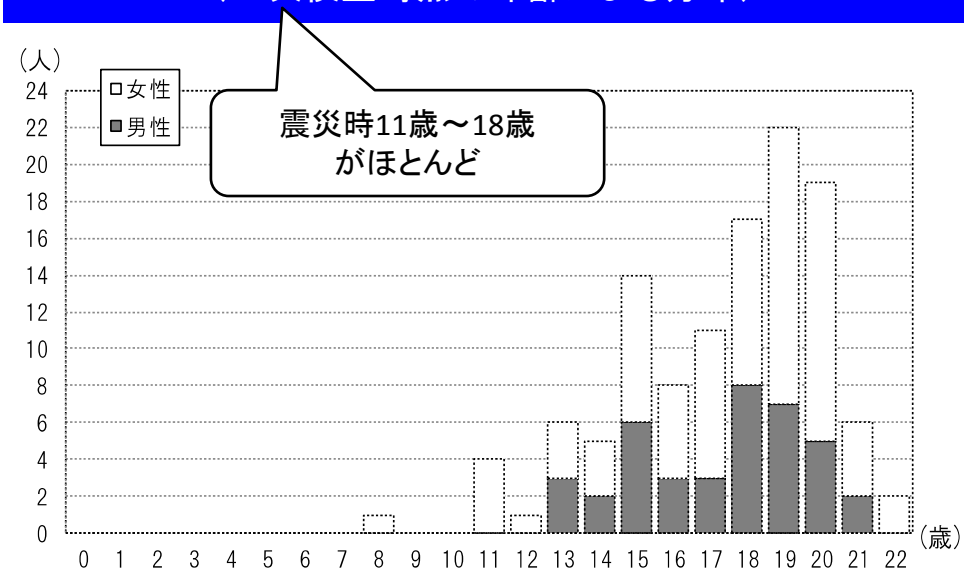
※2　71人については、一巡目（先行検査）で65人がA判定（A1　33人、A2　32人）、5人がB判定。先行検査未受診の方が1人。うち49人は手術を実施し、がん確定。

※3　手術におけるがんの判定については、県民健康調査「甲状腺検査」の範囲外。

※4　小数点第一位で表示されている割合のものは、四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。

先行検査での116 人のうち、基本調査問診票を提出した方は 65 人(56.0%)、1mSv 未満の方が46 人(70.8%) で最大実効線量は 2.2mSv 。

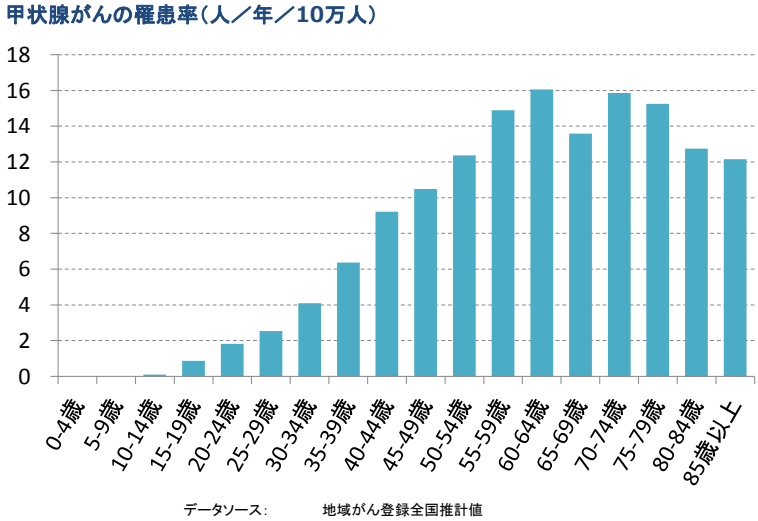
細胞診で悪性ないし疑いであった116人の性・年齢分布（二次検査時点の年齢による分布）



第23 回福島県「県民健康調査」検討委員会（平成28年6月6日開催）

甲状腺がんの罹患率（りかんりつ）について

●日本における年齢別甲状腺がん罹患率（検診なし）



データソース：　地域がん登録全国推計値

出典：　和文　国立がん研究センターがん対策情報センター

全国年齢階級別推定罹患率（対人口10万人），部位，性，診断年別

県民健康調査における中間取りまとめ

平成 28 年 3 月 福島県県民健康調査検討委員会

http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/158522.pdf

甲状腺検査

【調査結果の概要】

平成 23 年 10 月に開始した先行検査(一巡目の検査)においては、震災時福島県に居住の概ね 18 歳以下の県民を対象とし、約 30 万人が受診(受診率 81.7%)、これまでに 113 人が甲状腺がんの「悪性ないし悪性疑い」と判定され、このうち、99 人が手術を受け、乳頭がん 95 人、低分化がん 3 人、良性結節 1 人という確定診断が得られている。[平成 27 年 6 月 30 日集計]

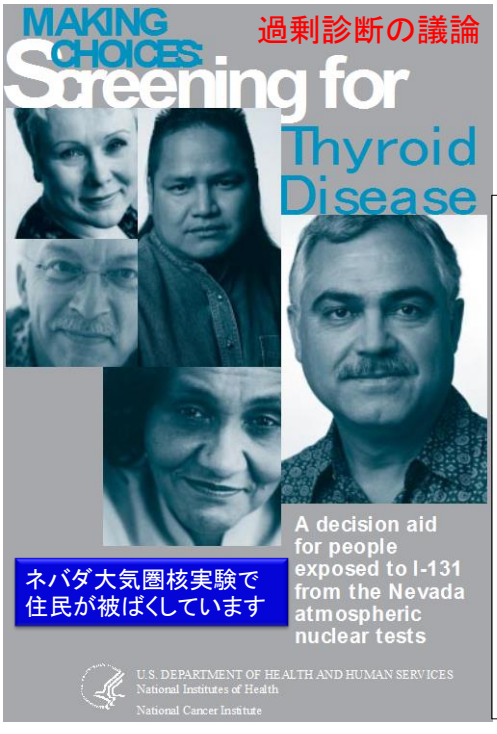
【評価・今後の方向性】

（甲状腺検査評価部会の中間取りまとめを踏まえ、本委員会として要約・整理・追加した。）

◇ 先行検査(一巡目の検査)を終えて、わが国の地域がん登録で把握されている甲状腺がんの罹患統計などから推定される有病数に比べて数十倍のオーダーで多い甲状腺がんが発見されている。このことについては、将来的に臨床診断されたり、死に結びついたりすることがないがんを多数診断している可能性が指摘されている。

これまでに発見された甲状腺がんについては、被ばく線量がチェルノブイリ事故と比べて総じて小さいこと、被ばくからがん発見までの期間が概ね 1 年から 4 年と短いこと、事故当時 5 歳以下からの発見はないこと（その後、発症例が確認されています）、地域別の発見率に大きな差がないことから、総合的に判断して、放射線の影響とは考えにくいと評価する。

但し、放射線の影響の可能性は小さいとはいえ現段階ではまだ完全には否定できず、影響評価のためには長期にわたる情報の集積が不可欠であるため、検査を受けることによる不利益についても丁寧に説明しながら、今後も甲状腺検査を継続していくべきである。 （以下略）



PROS/CONS

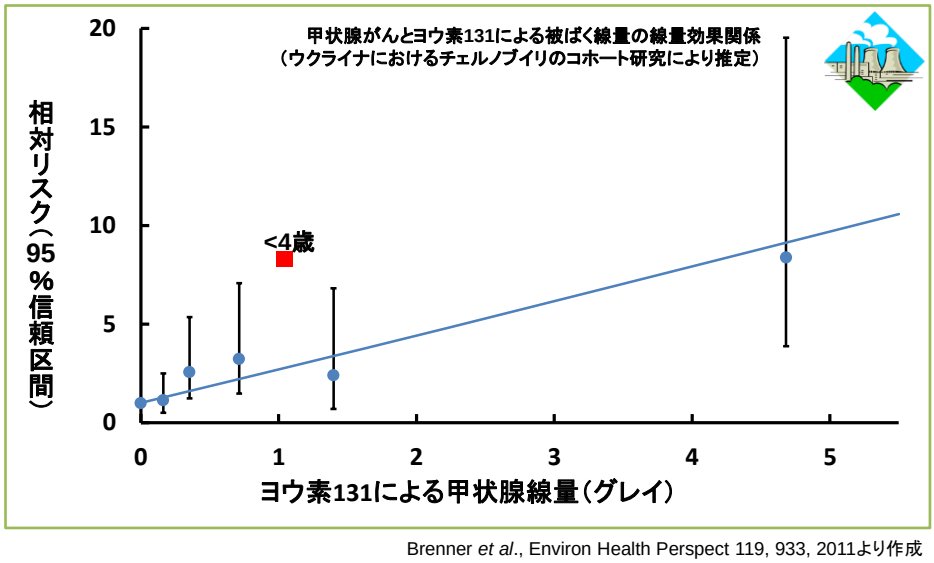
How many people have cancer correctly detected and how many people get false alarms?

Screening 1,000 people by ultrasound

PROS	CONS
800-850 people will be correctly assured they do not have cancer.	150-200 people will have false alarms and will be offered follow-up tests: • 70-120 people will be offered repeat ultrasounds and 70-80 people will be offered fine needle aspiration • 10-15 people will be offered both surgery and fine needle aspiration
4-6 people will have cancer found early. They may need less complex treatment and may have better chances of cure.	The 4-6 people who will have cancer found early may not have better chances of cure. They might just know for a longer time that they have cancer.

原発事故由来の
内部被ばくによる発がん

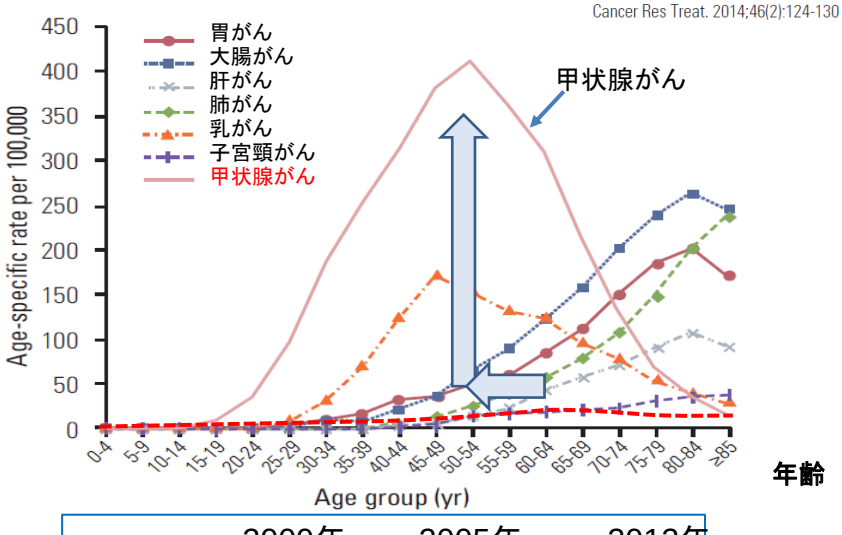
甲状腺がんと線量との関係



Brenner *et al*., Environ Health Perspect 119, 933, 2011より作成

韓国における年齢別がん発症頻度（2014年,女性）

Cancer Res Treat. 2014;46(2):124-130



福島県立
医科大学
大津留先生
より提供

	2000年		2005年		2012年
発症率	10.1	➡	35.0	➡	153.4
死亡率	(0.6)		0.7		0.5

対人口10万
( )は2002年

放射線による健康影響
～リスクについて考えてみましょう～

放射線の影響の分類

- 身体的影響（本人のみ）
  - 急性障害
    - 急性放射線症候群
      - 骨髄障害
      - 消化管障害
      - 神経障害
    - 皮膚の紅斑
    - 脱毛
    - 不妊など
  - 胎児発生の障害
    - 精神遅滞
  - 晩発性障害
    - 白内障
    - 固形癌
    - 白血病
- 遺伝的影響（子孫に現れる）
  - 遺伝的障害

（しきい値がある）確定的影響

（しきい値がない）確率的影響

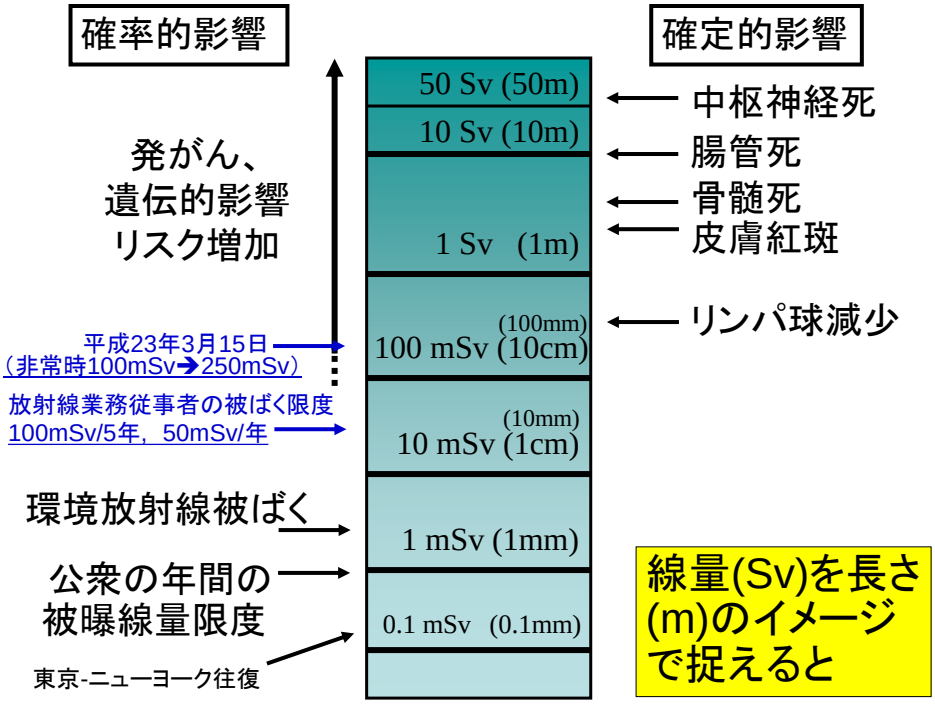
被ばく線量と身体各部の状態

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。

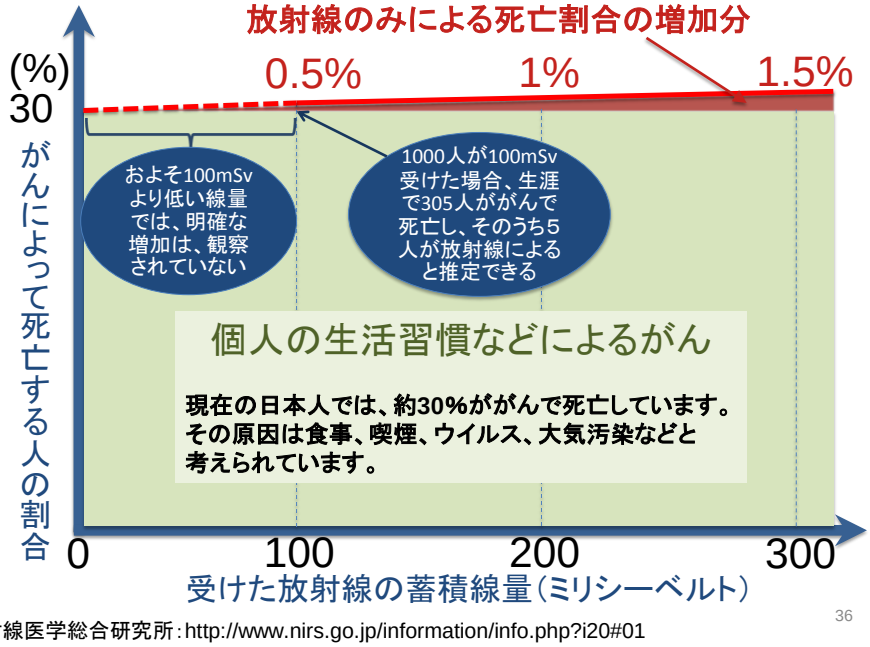
緊急被ばく医療ポケットブック；p57(一部改変)

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



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

トキシコロジーの概念

- 現代毒性学の祖である、Paracelsus（パラケルスス 1493-1541, スシス人医師）は、「すべての生体異物は毒であり、毒でないものは存在しない。毒か薬物かの違いはその用量による」と記している。

水中毒：例　2007年1月12日カリフォルニア　水飲み競技で7.6Lの水を飲んだ28歳女性が翌日死亡

食塩：致死量数10g～300g/60kgBW

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	喫煙者
	1.6	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	肥満（BMI≧30）
	1.29	やせ（BMI<19）
	1.19	
	1.15 - 1.19	運動不足
	1.11 – 1.15	高塩分食品
100 – 200	1.08	
	1.06	野菜不足
	1.02 – 1.03	受動喫煙（非喫煙女性）
100 以下	検出不可能	

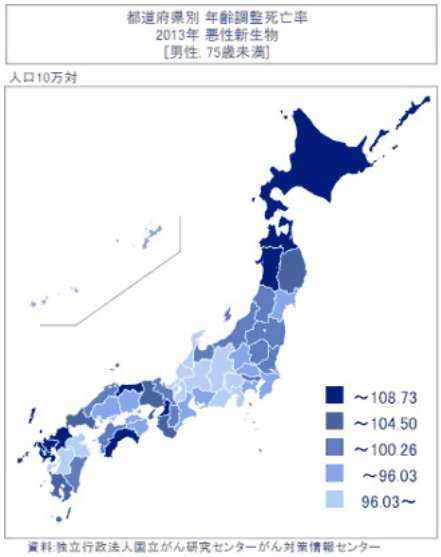
出典：国立がん研究センターHP

※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。

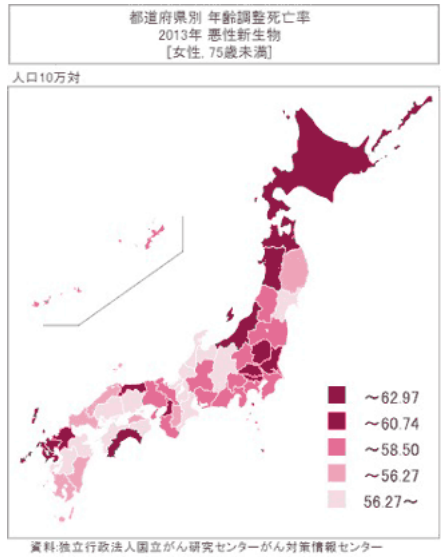
※相対リスクとは、被ばくしていない人を1 とした時、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

全がん75歳未満年齢調整死亡率日本地図（2013年）

http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/age-adjusted.html

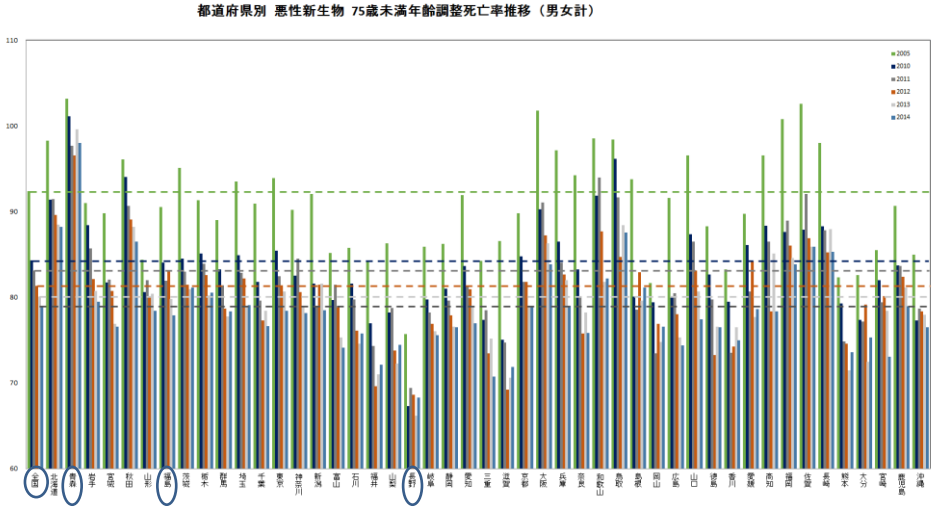


資料:独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター
Source: Center for Cancer Control and Information Services,
National Cancer Center, Japan



資料:独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター
Source: Center for Cancer Control and Information Services,
National Cancer Center, Japan

都道府県別　悪性新生物　75歳未満年齢調整死亡率推移（男女計）



http://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/age-adjusted_p01.html

「リスクコミュニケーションの推進方策」概要

リスクコミュニケーションの定義
「リスクのより適切なマネジメントのために、社会の各層が対話・共考・協働を通じて、多様な情報及び見方の共有を図る活動」

一つの結論を導くものではない

各ステークホルダーが広く互いの立場や見解を理解した上で、
それぞれの行動変容に結びつけることのできる
「共感を生むコミュニケーション」の場を目指すべき

課題

- リスクに関する問題解決を目指す取組のほとんどが個人のレベルで行われている
- 発信側の話題設定の範囲と受け手側の知りたい問題の範囲にズレがあることが少なくない

など、リスクコミュニケーションの基本的な視座を理解した取組が行われておらず、十分に機能していない

基本的視座

リスク認知の違い
・個人と社会の違い（感情を重視）
・発信側と受け手側の非対称性
（リスク情報や知識に基づく）
・統治者視点と当事者視点の違い
（当事者であるか否かに基づく）

リスク情報の効果的発信

媒介機能を担う人材の中立性と専門家の独立性

基本的な視座を踏まえた取組を行うことで、
ステークホルダー間の信頼を醸成

『対話・共考・協働』の実践の積み重ね

文部科学省科学技術・学術審議会「リスクコミュニケーションの推進方策」（2014）

リスクコミュニケーション対応事例
- 公園でのラジウム線源発見 -

- 豊島区の対応
  - 区内部署で役割分担し、関係機関とも連携
    - 積極的に情報発信
  - 健康問題は保健所が対応
    - 直後から保健所への問合せが殺到
- 科学院は保健所を支援
  - 説明資料作成、説明会開催、個別相談、職員研修

これまでのコミュニケーション研究の研究成果を活用

住民説明会
- 4月30日
- 5月2日
- 5月29日
- 5月30日

職員研修会
- 5月21日

住民の疑問に沿った資料を作成

山口一郎、尾本由美子、原田美江子、栗原せい子、欅田尚樹．東京都豊島区の公園で線源が発見された事例への公衆衛生的な対応．日本放射線安全管理学会誌．2016;15 (2):186-192.

http://www.city.toshima.lg.jp/219/kenko/kenko/1504281200.html

リスクとは【一般的な定義】

- １．危険，危険度。また結果を予測できる度合い。予想通りに行かない可能性。２．保険で，損害を受ける可能性。（デジタル大辞泉）
- The possibility of loss, injury, disadvantage, or destruction (Merriam-Webster Unabridged)
- リスクは損害，損失，あるいは危険そのものではない。これらを生じる可能性やおそれ。

リスクとは【もう少し具体的な定義】

- 生命の安全や健康，資産や環境に，危険や障害など望ましくない事象を発生させる可能性（日本リスク研究学会）
- 環境リスク：不果実な状況の下で，環境を介して，人間の生命の安全や健康，資産ならびに環境・社会システムや生態系にもたらされる可能性がある悪影響（森澤，2011）

リスクの考え方を踏まえた安全の定義

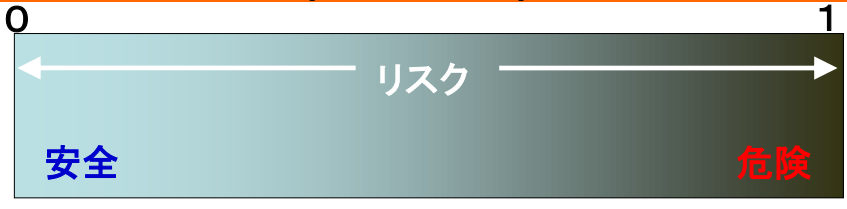
「あるもののリスクが受け入れ可能と判断される場合，それは安全である」

“A thing is safe if its risks are judged to be acceptable.”

William W. Lawrence (“Of acceptable risk” (1976)

= 受け入れられないリスクがないこと

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」

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

リスクコミュニケーションは，双方向で共有を図るものであり，この資料だけでは，当日の内容が表現しにくいところもありますので，ご留意ください。

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

国立保健医療科学院