

平成 30 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

講習会資料

知って安心、測ってナットク！
基礎から学ぼう 放射線

平成30年8月31日(金曜日)
東京都健康安全研究センター 7 階会議室

目次

プログラム.....	1
会場レイアウト.....	2
講演資料.....	3
実習資料.....	35

知って安心、測ってナットク！

基礎から学ぼう 放射線

プログラム

開会 14:00

講演 14:05～14:45

国立保健医療科学院

樫田 尚樹 先生

山口 一郎 先生

休憩 14:45～15:00

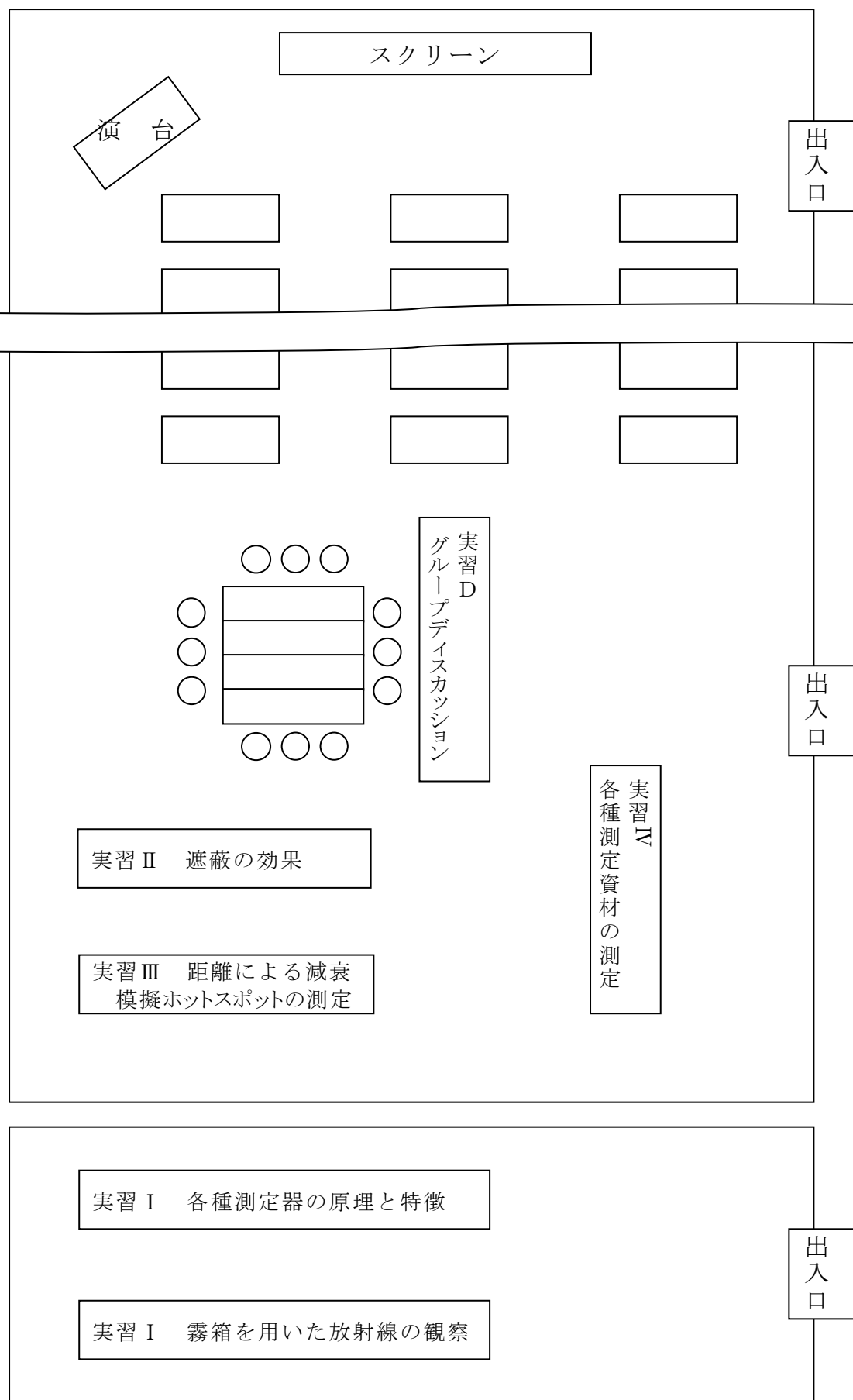
実習 15:00～16:40

	1班	2班	3班	4班	5班	
15:00～15:20	I	II	III	IV	D	I 霧箱の観察
15:20～15:40	II	III	IV	D	I	各種測定器の原理と特徴
15:40～16:00	III	IV	D	I	II	II 遮蔽の効果
16:00～16:20	IV	D	I	II	III	III 距離による減衰
16:20～16:40	D	I	II	III	IV	模擬ホットスポットの測定
						IV 各種測定資材の測定
						D ディスカッション

質疑応答 16:40～17:00

閉会 17:00

平成 30 年度 第 1 回 環境保健衛生講習会 レイアウト



講演資料

国立保健医療科学院

樺田 尚樹

山口 一郎

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30年8月31日(木曜日)
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・櫛田尚樹
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

- 電球 = 光を出す能力を持つ

ワット(W)
▶ 光の強さの単位



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

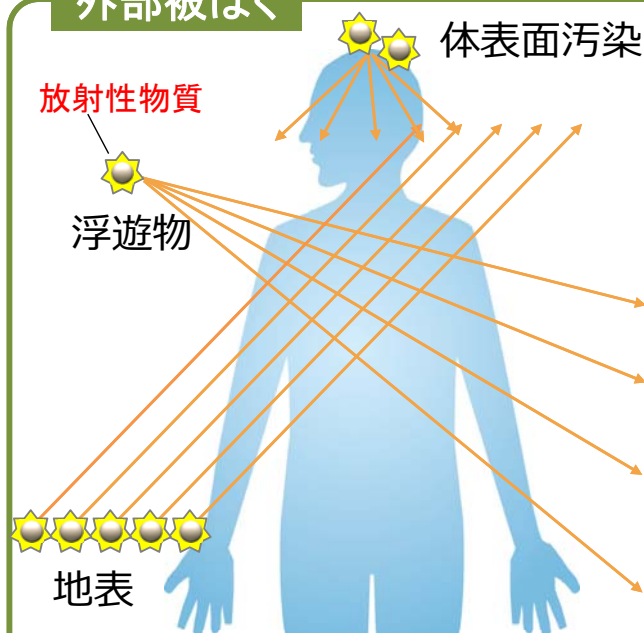


シーベルト (Sv)
▶ 人が受ける放射線被ばく線量の単位

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。

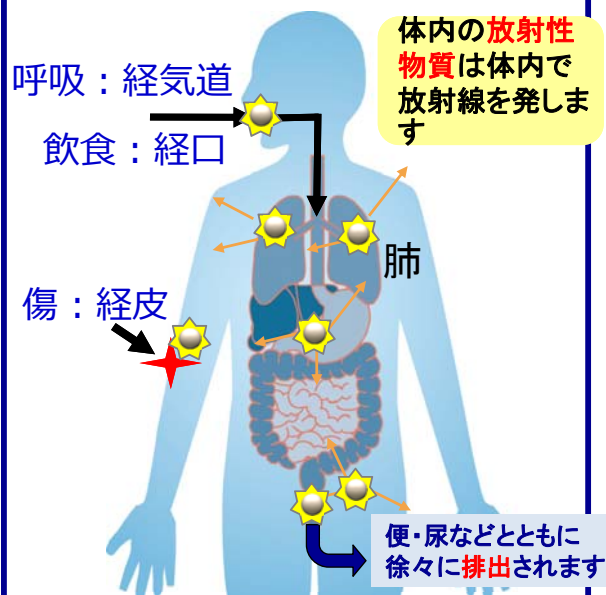
外部被ばくと内部被ばく

外部被ばく



- 放射線は体外で発生

内部被ばく



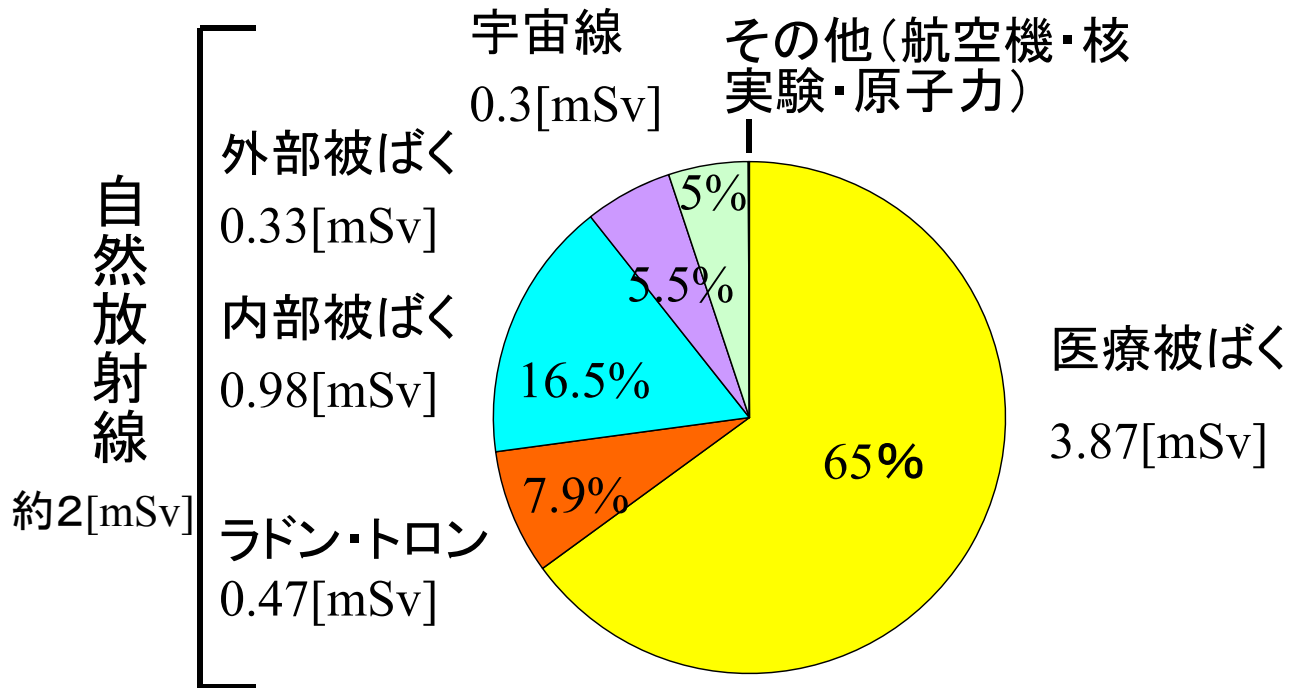
- 放射線が体内で発生

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

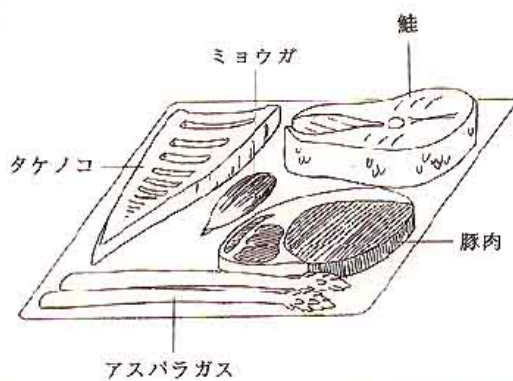
事故前の日本の環境放射線

日本平均 5.97[mSv/年]



5

(原子力安全研究協会: 新版生活環境放射線; 平成23年12月)



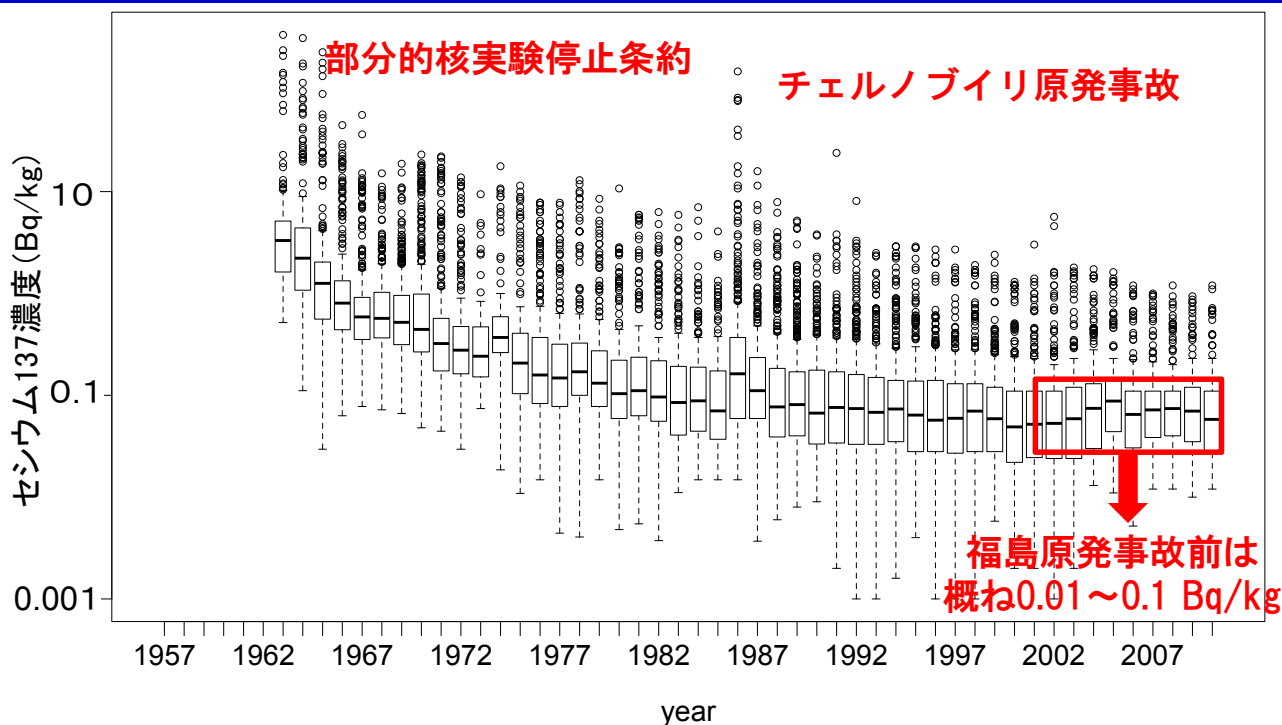
食品中の放射性物質の例



- 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

6

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



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

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

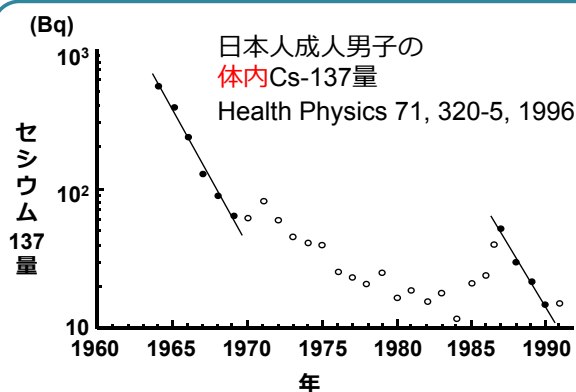
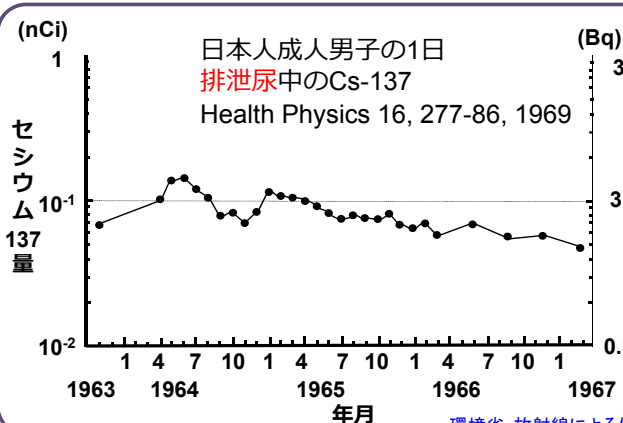
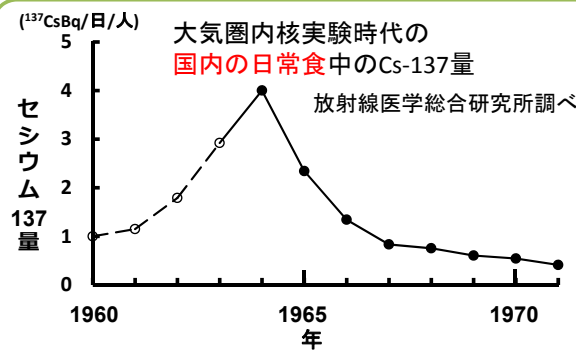
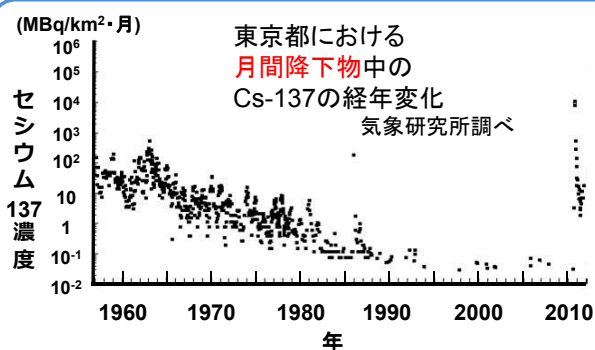
過去の核実験のフォールアウトの影響

体内放射能: 体重60kg

K-40: 4000 Bq (ベクレル)

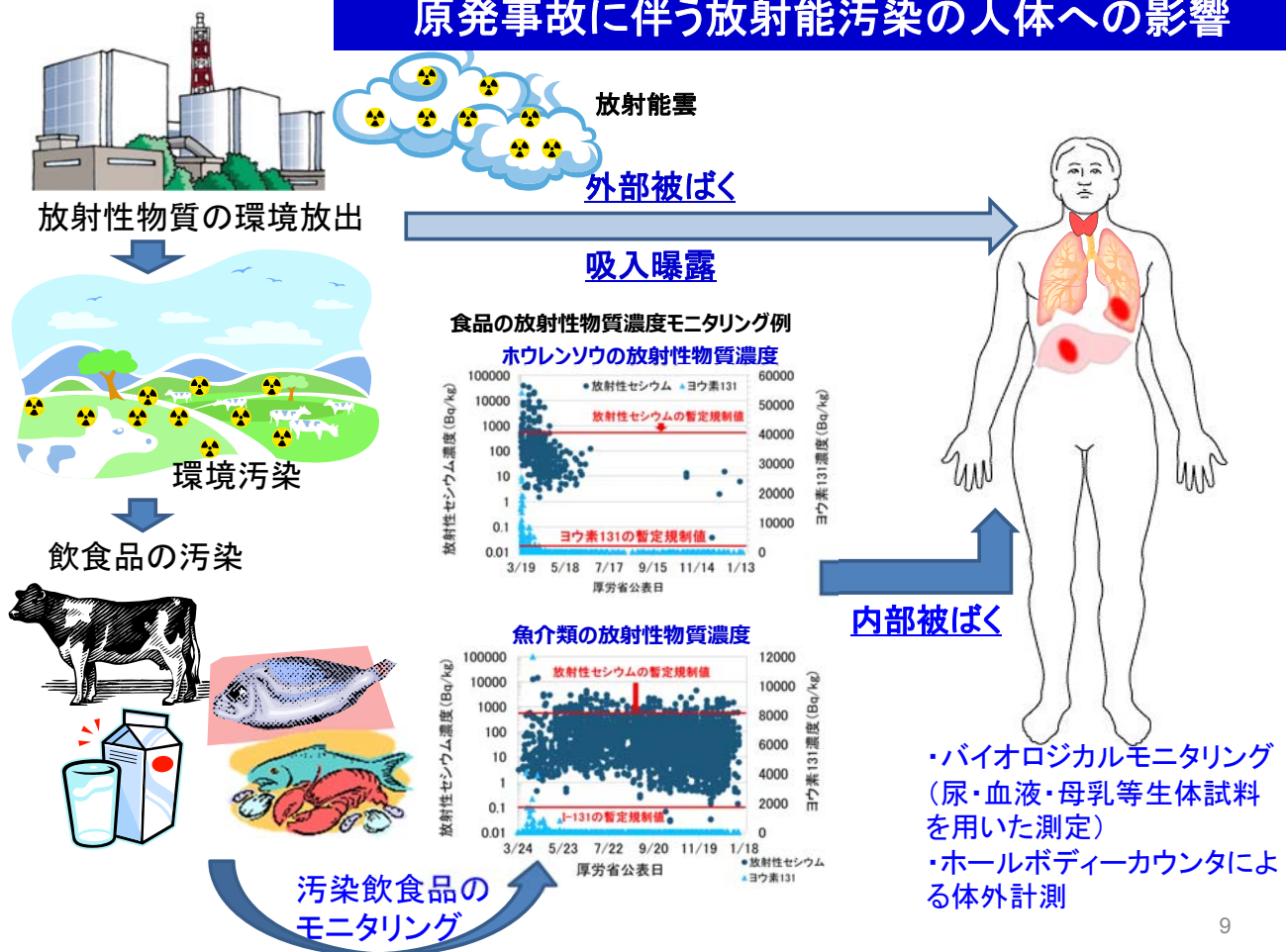
C-14: 2500 Bq

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



9

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



全身いす型
ホールボディ
カウンタ



甲状腺モニタ

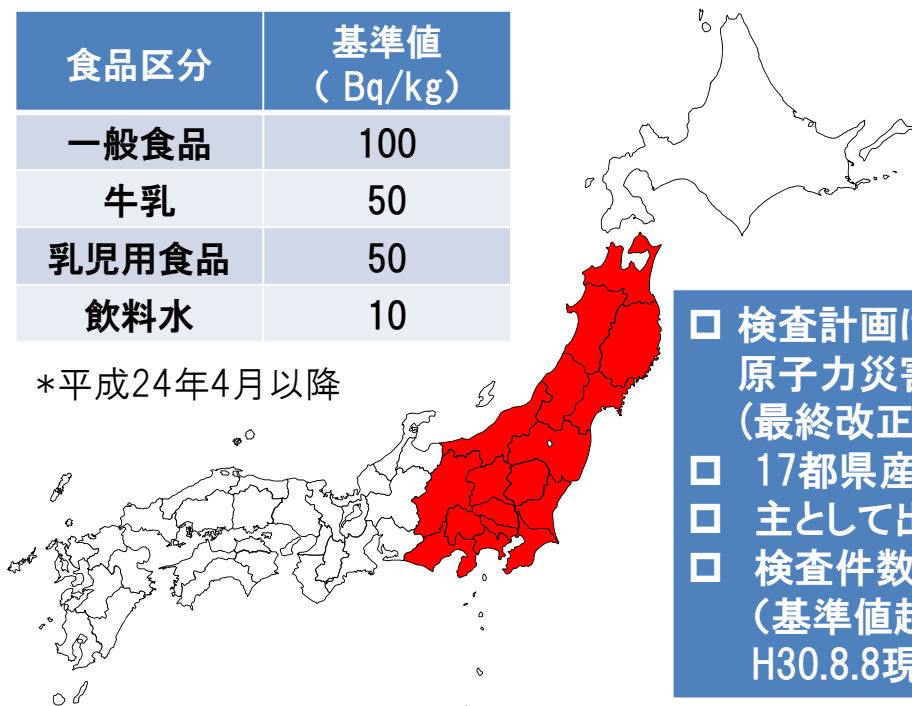


飲食品モニタリングの実際

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:平成30年3月23日）
- 17都県産食品が中心
- 主として出荷前に実施
- 検査件数: **2,128,547件**
(基準値超過件数:6,266件)
H30.8.8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

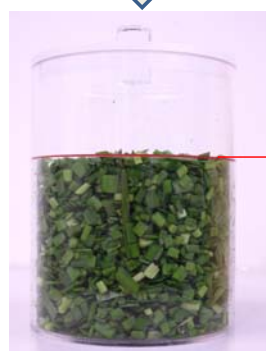


マリネリ容器
(容量1L)

→ 検出器を覆う



Ge 半導体
検出器

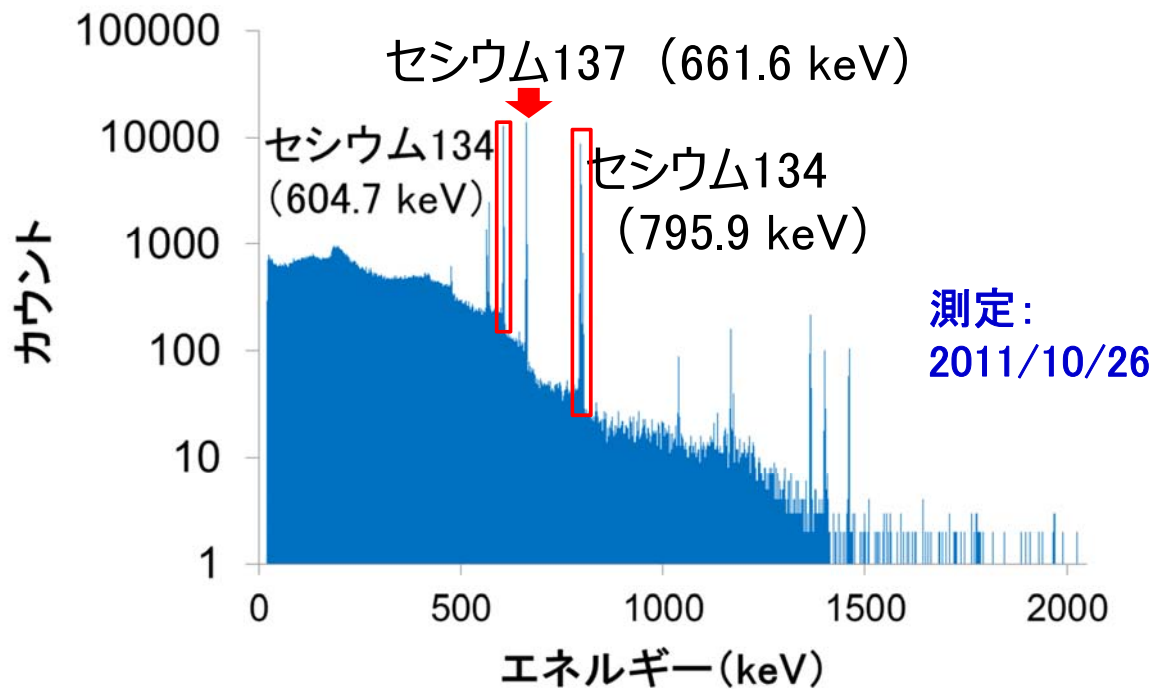


→ 標線まで試料
を入れる。



→ 検出器の上に
試料を載せる。

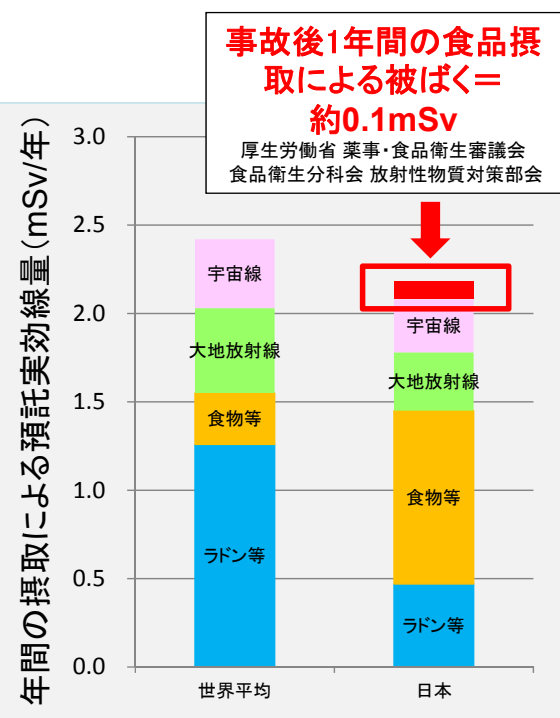
ゲルマニウム半導体検出器による 牛肉のガンマ線スペクトロメトリ



飲食品の新規制値における検査結果の概要

牛肉（検査件数1,467,817件、うち基準値超過2件）を除外

食品群	検査件数	基準値 超過件数	H29年度 超過件数
農産物	208,861	1,242	55
畜産物	10,441	2	0
野生鳥獣肉	8,337	1,947	130
水産物	126,532	1,509	11
牛乳・乳児用 食品	24,066	0	0
飲料水	5,145	13	0
その他	57,227	212	4
計	440,609	4,925	200



*H24.4.1以降採取分、H30年4月12日厚労省公表分までを集計

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

コメの福島県全袋検査の結果(H29年度)

玄米 H29年産

ふくしまの恵み安全対策協議会
放射性物質検査情報

玄米 H30年産

玄米 H28年産

玄米 H27年産

玄米 H26年産

玄米 H25年産

玄米 H24年産

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。

検索結果 平成29年産

地域： 福島県全域（市町村別）
検査期間： 2017年08月22日～2018年08月06日
検査点数： 9,971,376 点

毎年1千万袋をスクリーニング

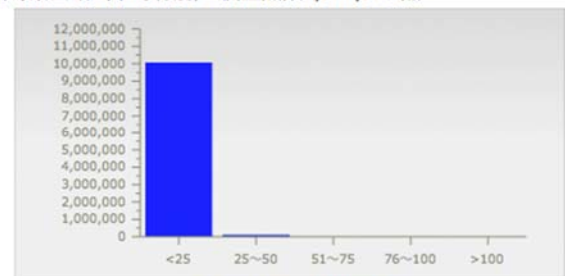
検索条件 平成29年産

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

平成26年以降は基準超なし
(平成25年は28袋が基準超)

集計結果 平成29年産

福島県全域（市町村別） 検査点数9,971,376 点



<詳細検査>

25ベクレル/kg ベクレル/kg	25～50 ベクレル/kg	51～75 ベクレル/kg	76～100 ベクレル/kg	100ベクレル/kg超	計
検査点数	285	35	0	0	320
割合	0.0029 %	0.0003 %	0 %	0 %	0.0032 %

対策が講じられていなかった自家消費米で
基準値を超えた例が過去あり、自治体に対応

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

東京都の公開情報

・健康安全研究センタートップページ

→ 食品衛生の窓 → 調査・統計データ

→ 都内流通食品の放射性物質検査結果

<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/ryuutuu/index.html>

食品衛生の窓

東京都の食品安全情報サイト

東京都福祉保健局

たべもの安全情報

食品事業者向け情報

調査・統計データ

東京都の取組・制度

都内流通食品の放射性物質検査結果について

食品衛生の窓

都内流通食品の放射性物質
検査結果について

都内流通食品の放射性物質
検査のQ&A

過去の都内流通食品の放射
性物質検査結果について

都内流通食品の放射性物質検査結果について

(Levels of radioactive contaminants in marketed food in Tokyo)

平成30年8月21日15時現在
健康安全部食品監視課

平成30年度（8月21日結果確定分まで）
FY2018 (reported until 21 August, 2018)

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

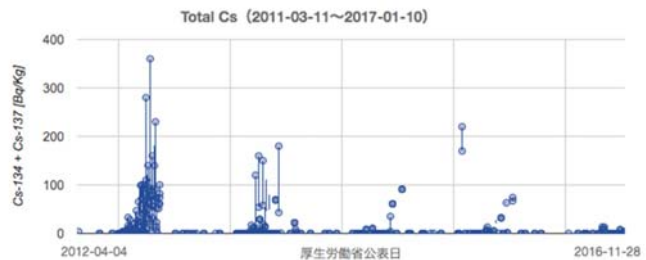
米（玄米）（農産物）についての放射性物質検査データ：9069件

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)、—(4)、北海道(1)、—(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。

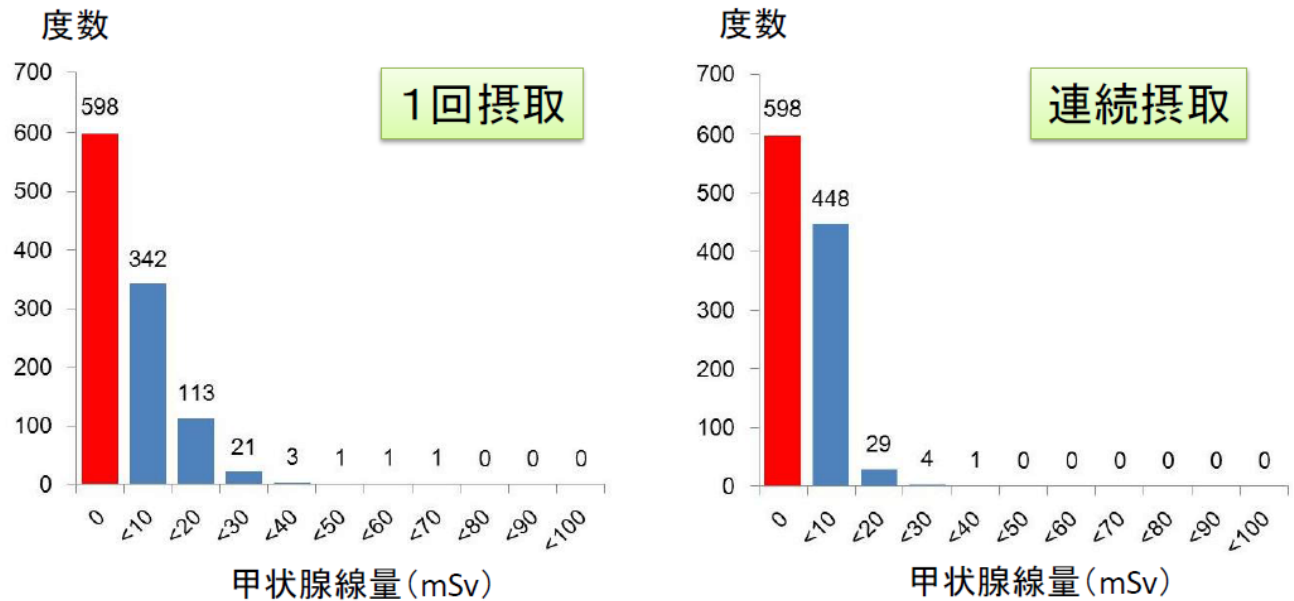


東京電力福島第一原発事故前後の食品中の放射性物質の検査結果について

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

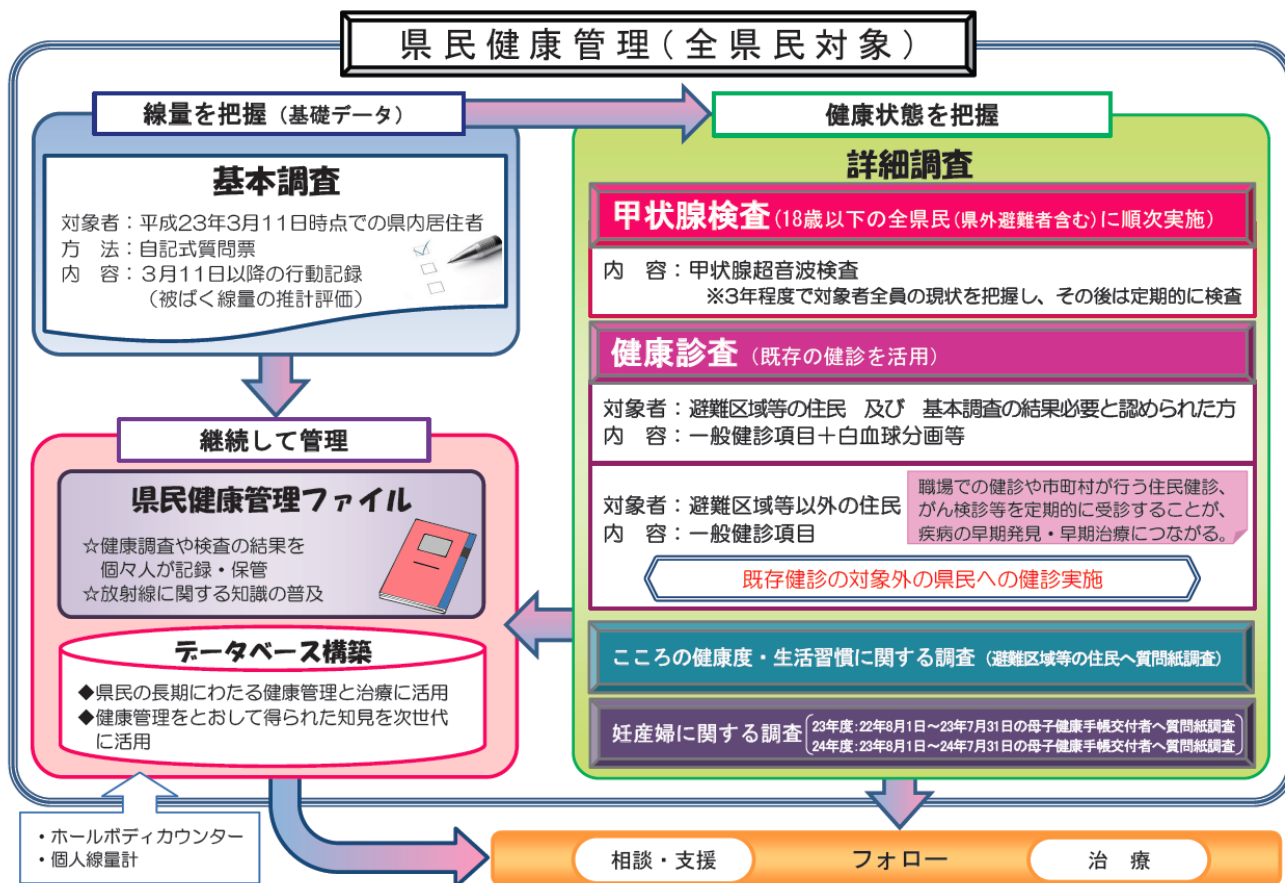
預託:内部被ばくで線量を
受け続けることを考慮

*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



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

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した基礎資料（平成27年度版）」第10章 健康管理

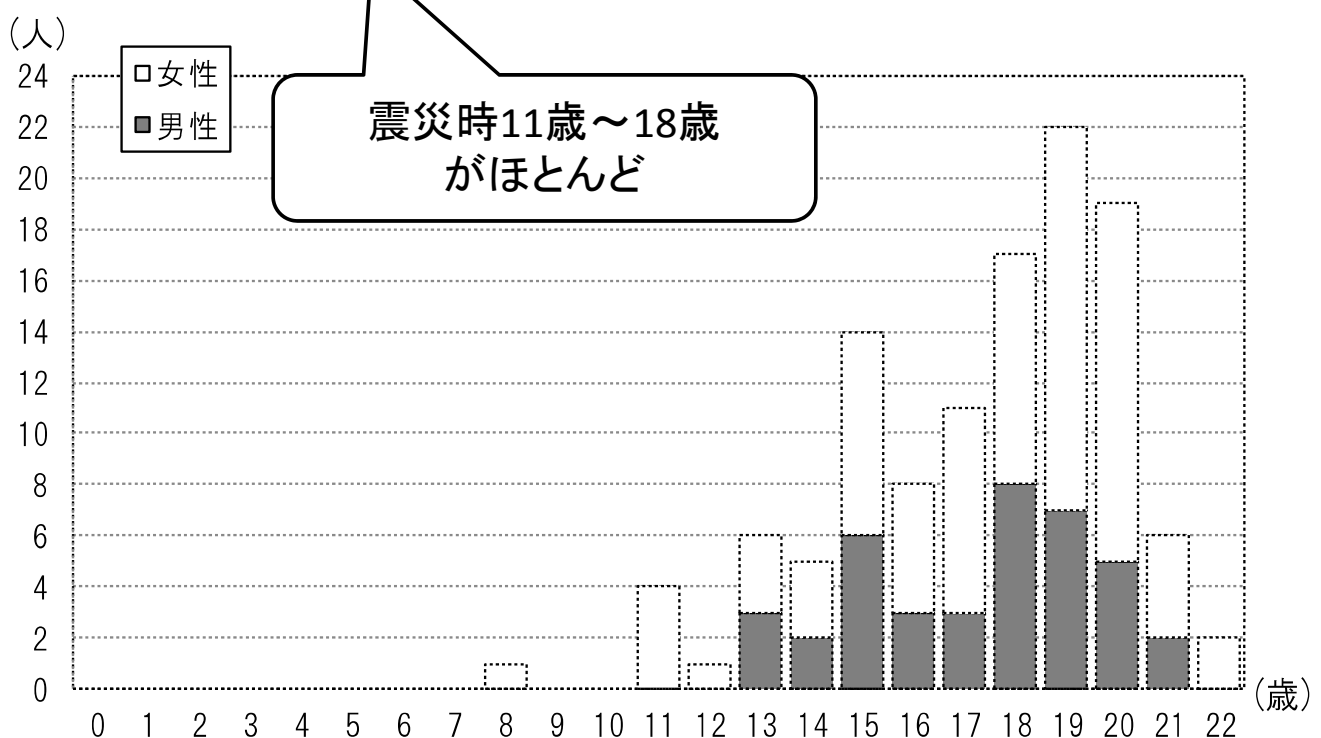
一次検査及び二次検査実施状況			先行検査 (一巡目) (平成23～27年4月) (平成30年3月末分まで)	割合(%)		本格検査 (二巡目) (平成26～27年度) (平成30年3月末分まで)	割合(%)		
検査対象者数			367,637人	100.0		381,244人	100.0		
一次検査受診者数			300,472人	81.7		270,540人	71.0		
一次検査結果判定数			300,472人	100.0		270,529人	100.0		
判定結果			判定内容	人数(人)	割合(%)		人数(人)	割合(%)	
異常なし	A判定	(A1)	結節やのう胞を認めなかったもの	154,605	51.5	※1 99.2	108,718	40.2	※1 99.2
		(A2)	5.0mm以下の結節や20.0mm以下ののう胞を認めたもの	143,573	47.8		159,584	59.0	
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		2,227	0.8	
	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	
二次検査対象者数 (B判定+C判定)			ア	2,293	100.0		2,227	100.0	
二次検査受診者数			イ(イ/ア)	2,130	92.9		1,874	84.1	
二次検査判定数			ウ(ウ/イ)	2,091	98.2		1,826	97.4	
			悪性ないし悪性疑い (がん/悪性疑い/良性)	116 (101 / 14 / 1)			71 (52 / 19 / 0)		

※1 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。

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。

49

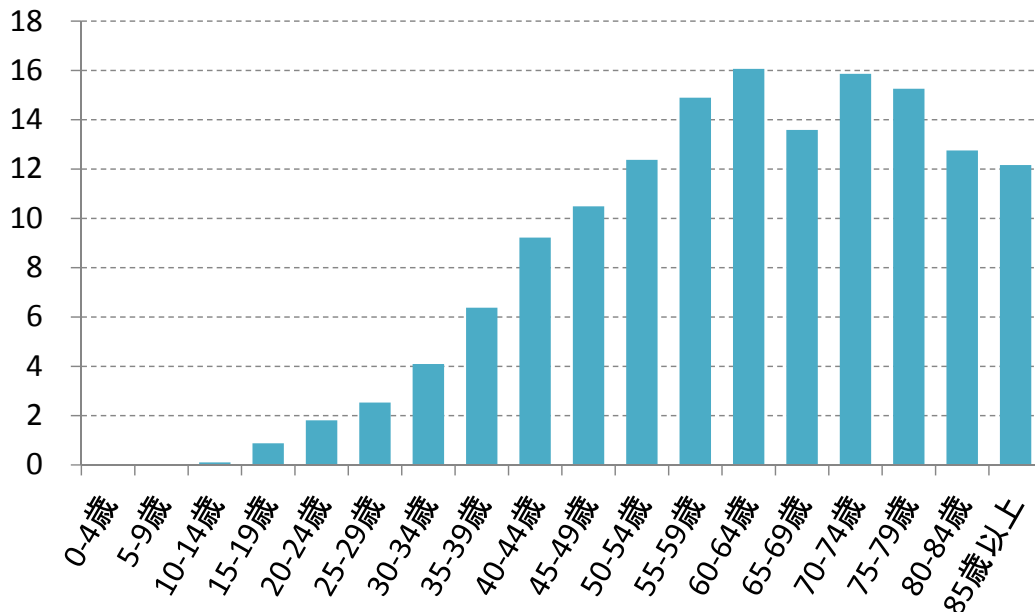
細胞診で悪性ないし疑いであった116人の性・年齢分布 (二次検査時点の年齢による分布)



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)

甲状腺がんの罹患率(人/年/10万人)



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。)

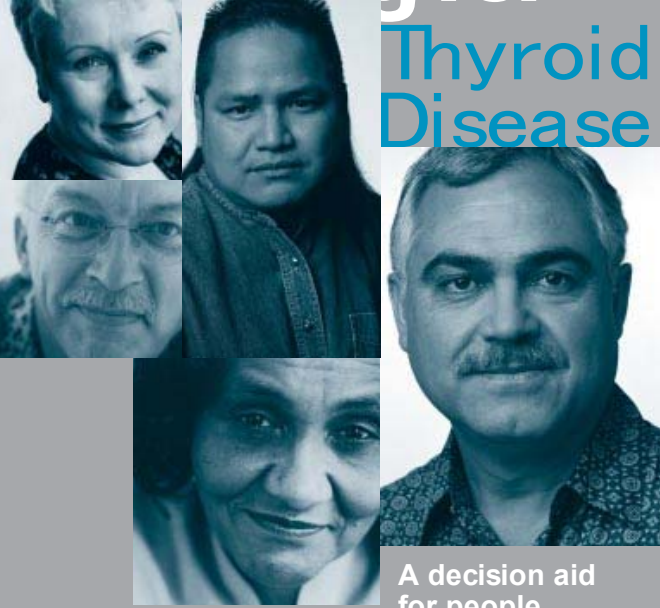
◇ 先行検査(一巡目の検査)を終えて、わが国の地域がん登録で把握されている甲状腺がんの罹患統計などから推定される有病数に比べて数十倍のオーダーで多い甲状腺がんが発見されている。このことについては、将来的に臨床診断されたり、死に結びついたりすることがないがんを多数診断している可能性が指摘されている。

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)

MAKING CHOICES 過剰診断の議論

Screening for Thyroid Disease



A decision aid for people exposed to I-131 from the Nevada atmospheric nuclear tests

ネバダ大気圏核実験で住民が被ばくしています

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES
National Institutes of Health
National Cancer Institute

PROS/CONS

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

Screening 1,000 people by ultrasound

PROS

800-850 people will be correctly assured they do not have cancer.

4-6 people will have cancer found early. They may need less complex treatment and may have better chances of cure.

CONS

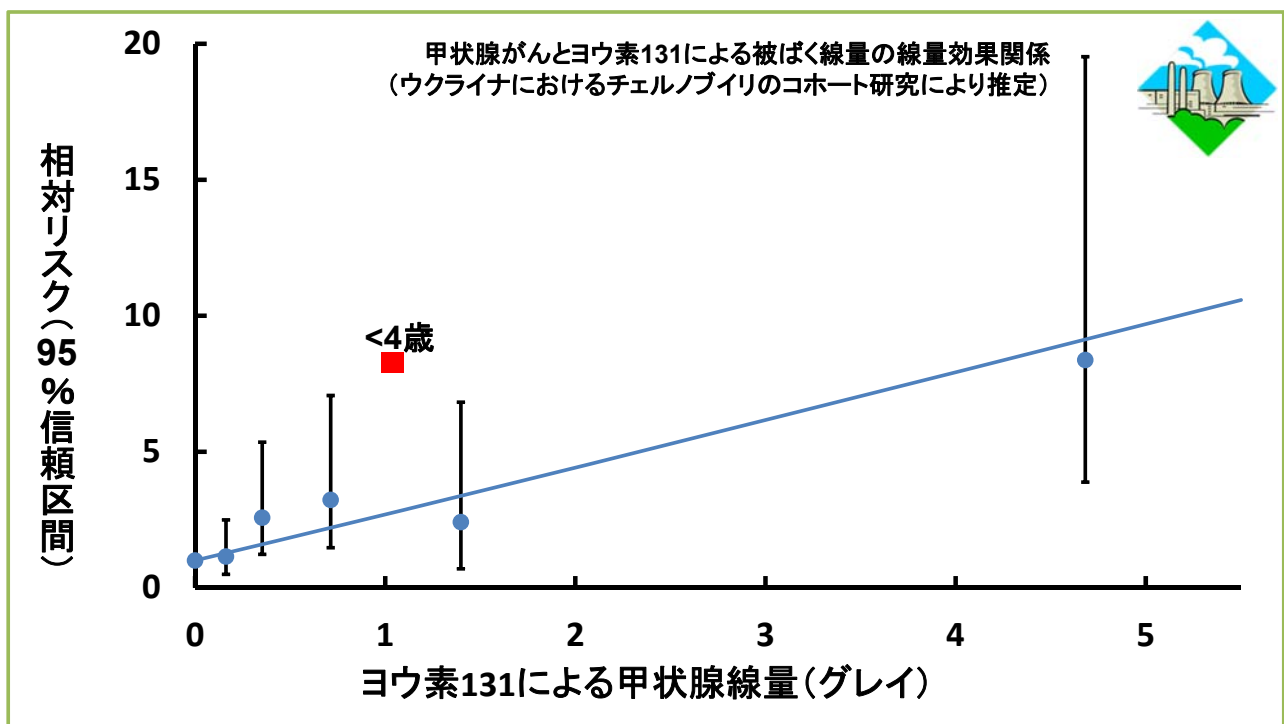
150-200 people will have false alarms and will be offered follow-up tests:

- 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

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

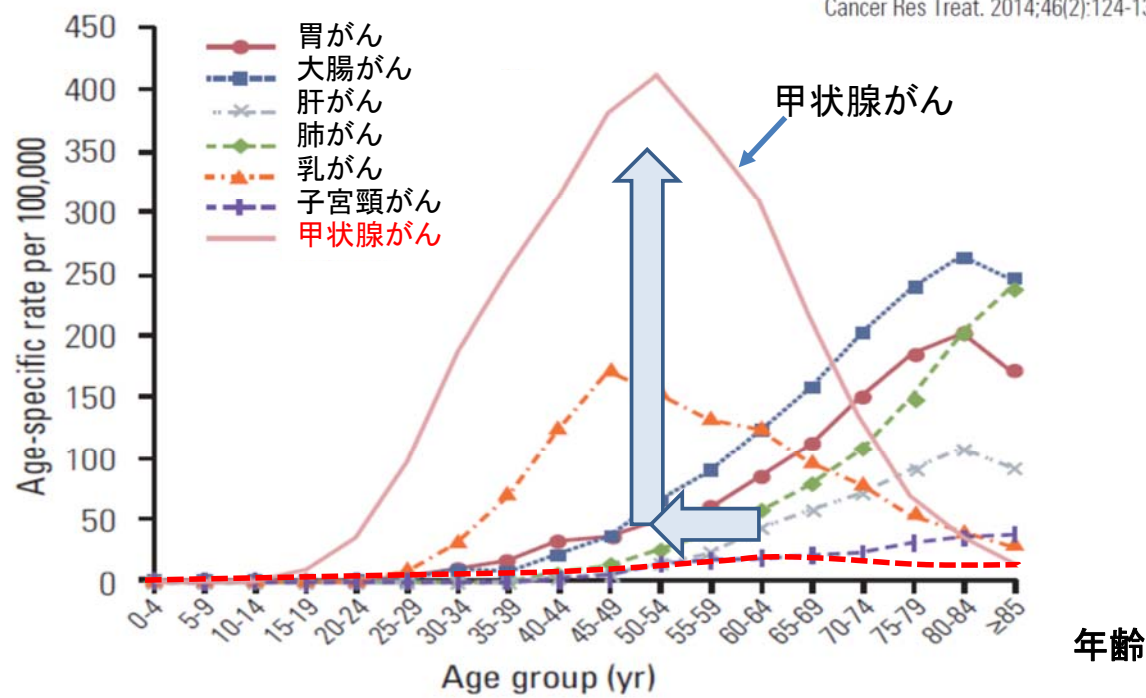
甲状腺がんと線量との関係



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

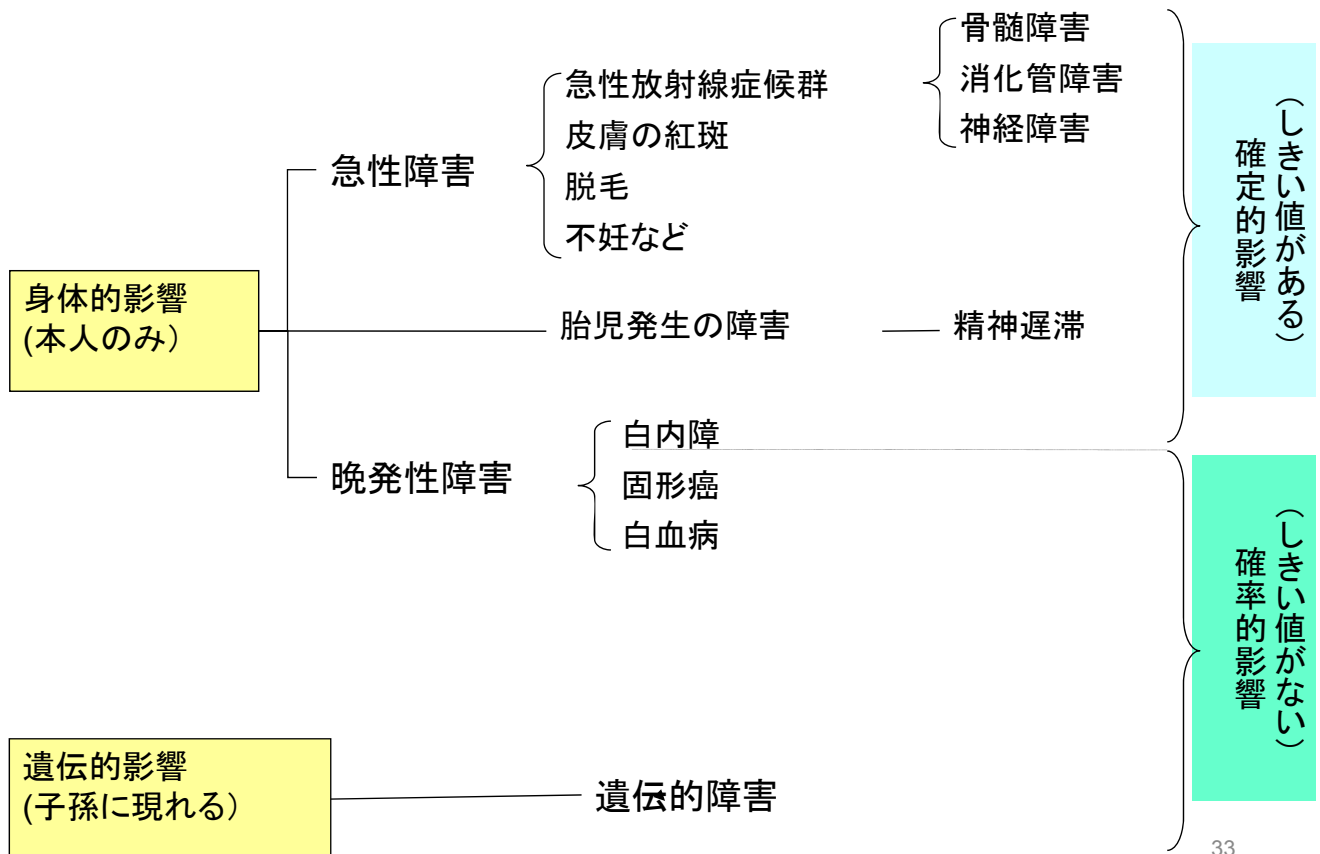


福島県立
医科大学
大津留先生
より提供

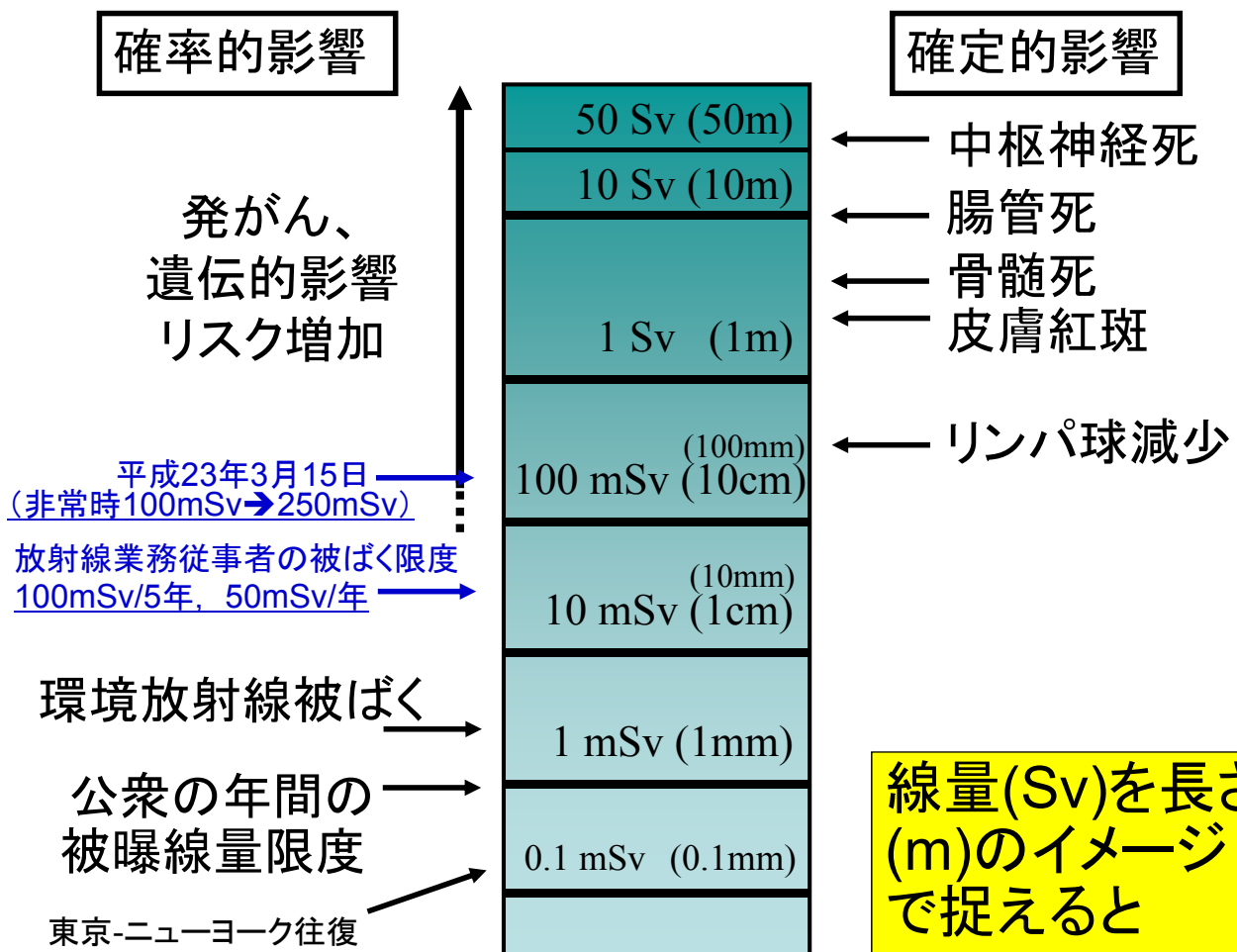
	2000年	2005年	2012年	
発症率	10.1	35.0	153.4	対人口10万 ()は2002年
死亡率	(0.6)	0.7	0.5	

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～

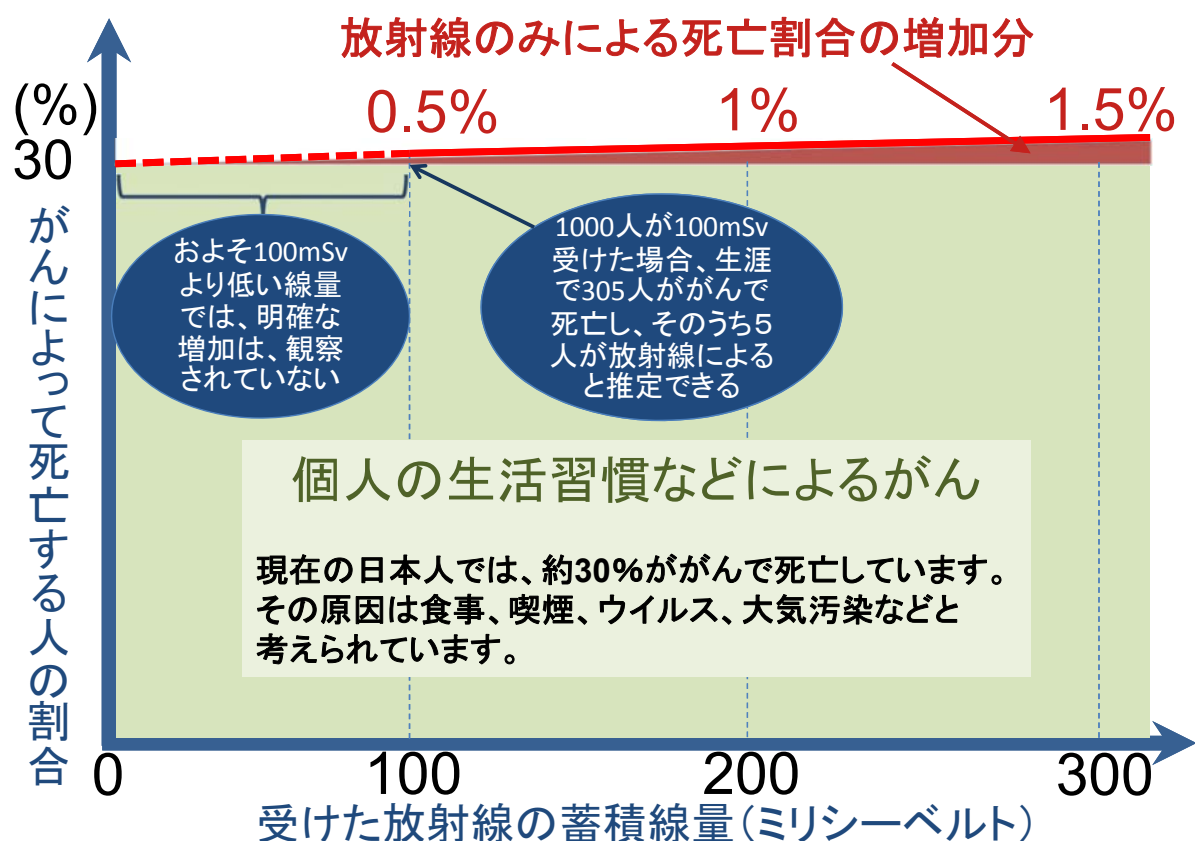
放射線の影響の分類



33



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>

35

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, スイス人医師)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 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	

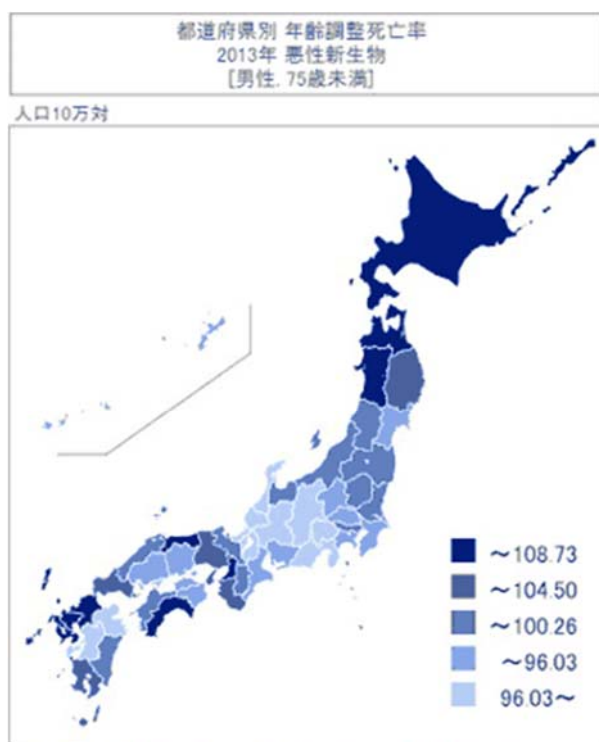
出典: 国立がん研究センターHP

※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。

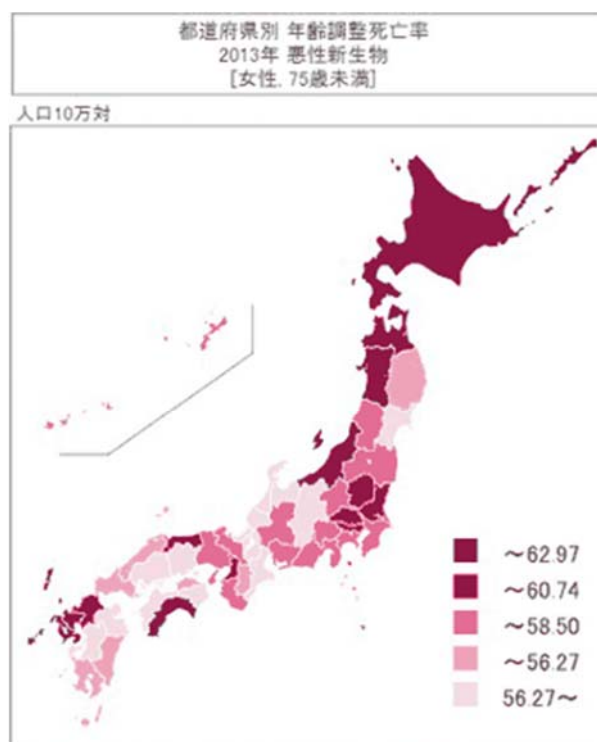
※相対リスクとは、被ばくしていない人を1とした時、被ばくした人のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

全がん75歳未満年齢調整死亡率日本地図(2013年)

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



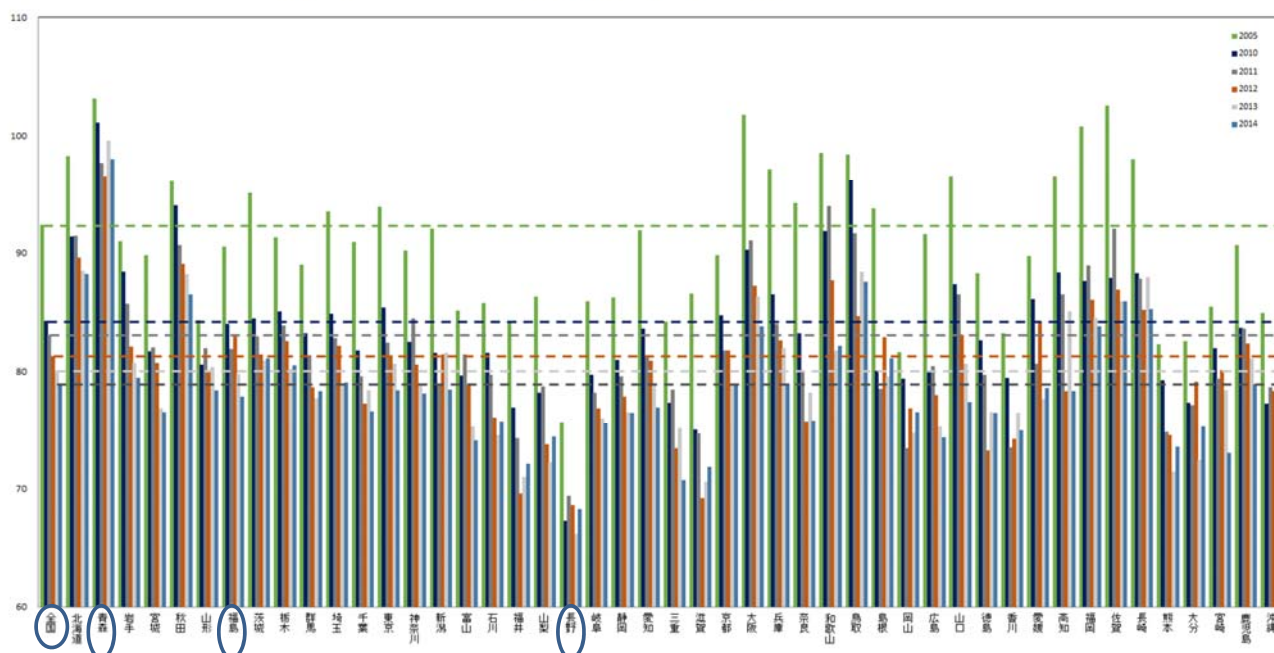
資料: 独立行政法人国立がん研究センターがん対策情報センター
Source: Center for Cancer Control and Information Services,
National Cancer Center, Japan



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)

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

課題

「共感を生むコミュニケーション」の場を目指すべき

- ・ 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)

・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

これまでのコミュニケーション
研究の研究成果を活用

・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

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

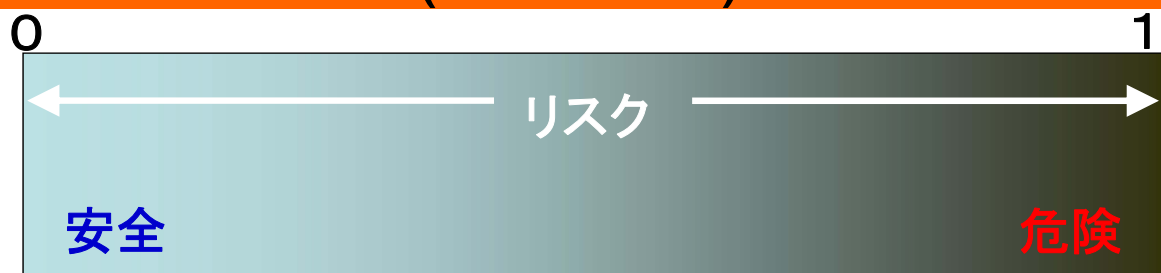
住民の疑問に沿った資料を作成

山口一郎、尾本由美子、原田美江子、栗原せい子、樺田尚樹。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>



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



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、ご注意ください。

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

国立保健医療科学院

参考資料 (実習時・後の質疑の参考に)

皆様から事前に頂いたご質問等に関連して

- ご質問ありがとうございました
- この資料はグループディスカッションで必要に応じて使います
- 難しい内容も含まれていると思いますのでお気軽にご質問下さい

頂いたご質問の一覧

- 放射線の基礎
 - 放射線の基本的なこと、測定の方法などを知りたく思っております
 - 日本各地の自然放射線の状況
 - 放射線の種類や被曝量と人体への影響が知りたい
- 食品の放射線安全
 - 3.11後の放射線の状況を知りたい-特に食品について-
- コミュニケーション
 - 干しシイタケ、キノコ類、関東東北地方の食材について放射能を過度に気にする保護者への対応は？
- 放射線防護
 - 子ども達に、気を付けなければならない事を教えてください。
 - 運輸関係の被曝について知りたい

頂いたご質問一覧

- 医療での放射線利用
 - エックス線検査などの放射線をあびる検査は、どの程度なら人体に安全なのか？期間・頻度や許容量。例えば毎週撮影しても大丈夫か？
 - レントゲンやMRI,CTの撮影が人体に及ぼす影響について（子どもには放射線への影響が大きいと聞いたので、その事について知りたい。）
- 原子力防災
 - もし東京が原子力災害の被災地となった場合、どのような対応がなされるのでしょうか？
 - 発災直後の緊急避難、居住の制限、等々。それらを判断するための被曝の評価、放射能のモニタリング、等々。およびその基準、等々

頂いたご質問一覧

- 核災害・テロ
 - 日常生活（歩行時とか）の放射線確認法
 - 北朝鮮の核ミサイルが近県に落ちたとき普通のホコリと死の灰の見分け方
- その他
 - 放射線遮蔽物による危険性（無い方が安全？）
 - 放射性物質の放射性消滅法
- 非電離放射線（電磁波）
 - 携帯電話やスマートフォンは、PHSより子供の脳への影響力があると聞いたが、2020年には個人持ちのPHSは使用できなくなるらしいのは、なぜか？

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 (骨髓症候群)	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)

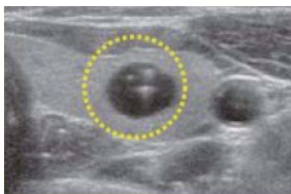
放射線によって誘発される健康影響の要約 (ICRP Pub96)

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、軽度の骨髓機能低下。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、骨髓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

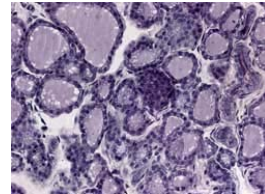
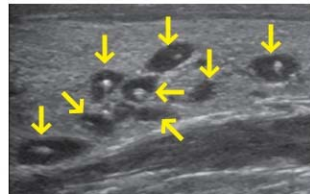
のう胞(のうほう)とは？

のう胞は中に液体がたまった袋状のもの

【甲状腺の超音波画像】



【甲状腺の組織像】



- のう胞は数やサイズが頻繁に変わる
- 複数の「のう胞」を持っている方が多い(最大径のみお知らせ)
- のう胞の内部は液体であり、細胞が無いためがんにならない
- 特に学童期～中高生に多く見られる

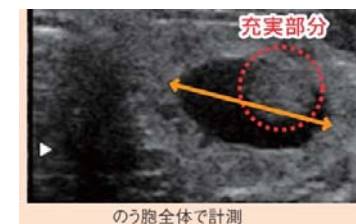
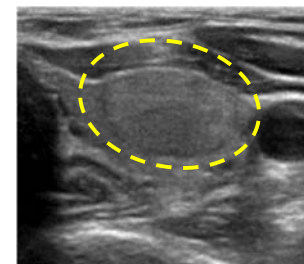
20mm以下の「のう胞」がある方は**A2判定**

ほとんどの「のう胞」は5mm以下の小さなもの



結節(けっせつ)とは？

結節は「しこり」とも呼ばれ、甲状腺の細胞が変化したもの



のう胞全体で計測

のう胞の中にしこりがあるものは結節として扱う

- 結節には良性と悪性(がん)があり、多くは良性
- 5.1mm以上の結節がある場合は**B判定**
- のう胞の中に一部だけ結節がある場合も5.1mm以上であれば**B判定**
- 結節も誰でも高頻度にみられ、多くは良性です。



医療被ばく問題

2004年2月10日付の読売新聞において、「**がん3.2% 診断被ばく原因**」と一面トップの見出しで、1月31日付の英国の医学誌「ランセット」に掲載されたオックスフォード大学グループの調査結果「診断用X線によるがんリスク」の概要が報道されました。
医療機関でのX線診断による被ばくが原因の発がんは日本が最高で、年間 の全がん発症者の3.2 %を占めるというものでした。

最新の国内実態調査結果に基づく 診断参考レベルの設定

平成27年6月7日

医療放射線防護連絡協議会
日本医学物理学会
日本医学放射線学会
日本核医学会
日本核医学技術学会
日本歯科放射線学会

日本小児放射線学会
日本診療放射線技師会
日本放射線影響学会
日本放射線技術学会
医療被ばく研究情報
ネットワーク(J-RIME)

協力

日本画像医療システム工業会

放射線医学総合研究所

医療被ばくには線量限度は設けられていません。

←背景:利用者にメリットがある。医療従事者が、適正化、最適化を図っている。

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
- 緊急時の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**(国際的な考え方に基づく)

■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

※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

(単位:ベクレル/kg)

■「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

介入線量レベル
1 mSv/年

飲料水の線量を引く

一般食品に割り当てる
線量を決定

年齢区分	摂取量	限度値(Bq/kg)
1歳未満	男女平均	460
1歳～6歳	男	310
	女	320
7歳～12歳	男	190
	女	210
13歳～18歳	男	120
	女	150
19歳以上	男	130
	女	160
妊婦	女	160
最小値		120

基準値
100 Bq/kg

全ての年齢区分の限度値のうち最も厳しい値から基準値を決定

<「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



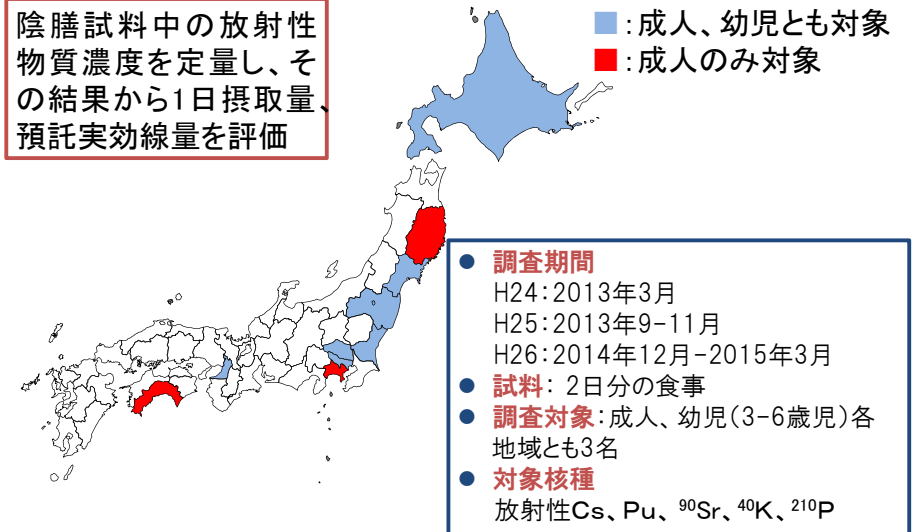
Ministry of Health, Labour and Welfare

ポロニウム210とは？

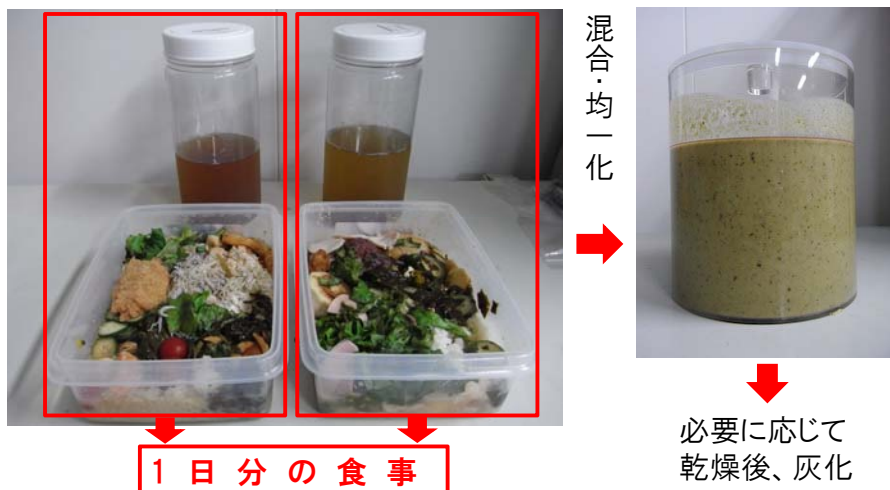
- 自然放射性物質
 - 線量係数が極めて大きい(1.2×10^{-6} Sv/Bq)
 - 2006年にロンドンで起きた元ロシア情報部員の不審死事件への関与？
 - 魚介類中の濃度が高い
- ⇒ 魚介類の摂取量の多い日本においては被ばくへの寄与が大きい

科学院の調査

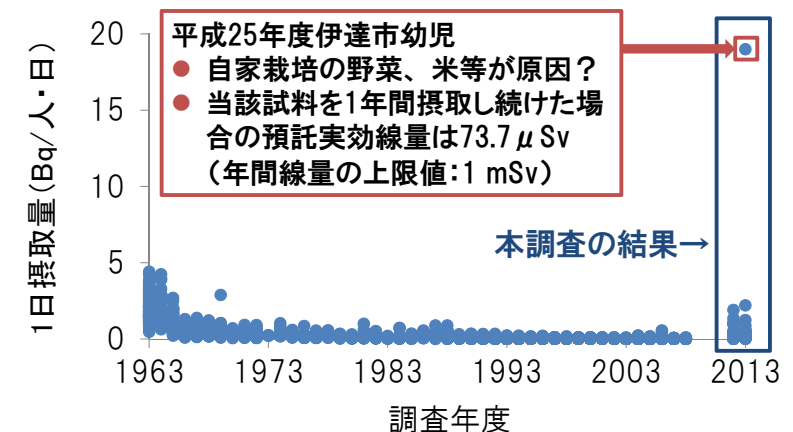
陰膳試料中の放射性物質濃度を定量し、その結果から1日摂取量、預託実効線量を評価



陰膳試料

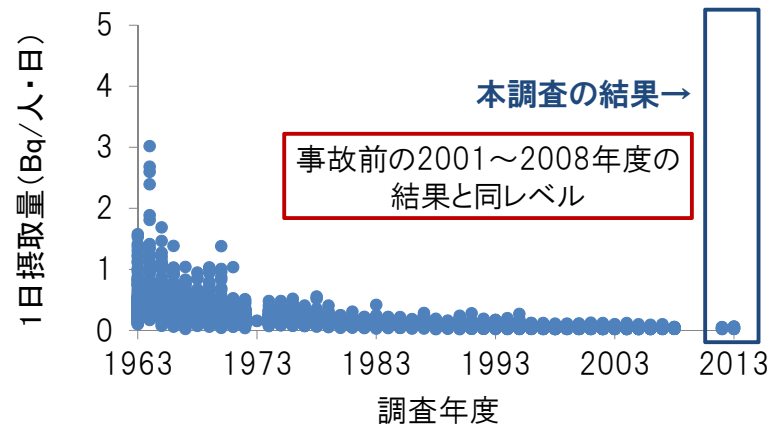


本調査と福島原発事故前の結果との比較 (放射性セシウムの日摂取量)



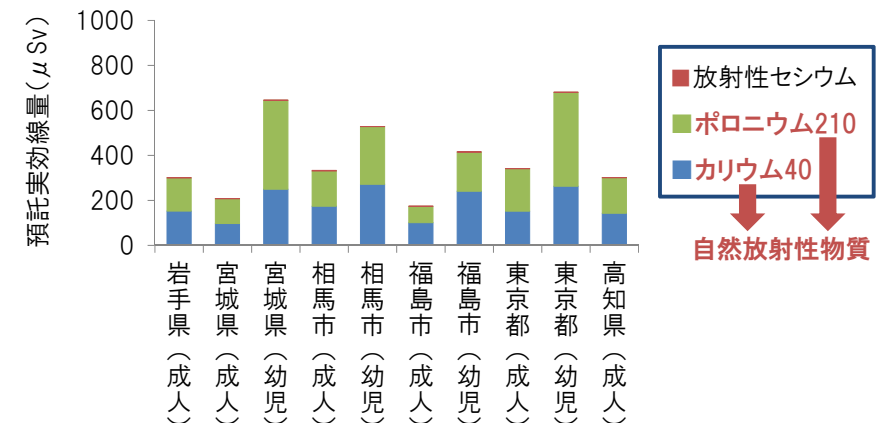
原子力規制庁「環境放射線データベース」
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>

本調査と福島原発事故前の結果との比較 (ストロンチウム90の1日摂取量)



原子力規制庁「環境放射線データベース」
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>

放射性物質別の預託実効線量 (平成25年度)



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

放射線コミュニケーション例



22

放射線のリスクとの付き合い

- 保護者等が抱える課題の解決で貢献できることは？
 - 関係作りで配慮すべきことは？
 - 努力していることの動機(子供の健康)を否定しない
 - そのような保護者への認知行動療法的なアプローチとは？
 - 信頼関係を作って事実を確認
 - この食育ワークショップも安全確保を目指し福島県産を避けていた方々が気付きを経て企画につながった
 - 人とのつながりが重要(群馬県の有機栽培や福島県川内村の菌床栽培の生産者とのコミュニケーションがきっかけに)

強い不信感を解くのは容易ではない
保健所など地域の社会資源とも連携を

安心は気持ちの問題であり、人のつながり方をサポートする視点も必要です
メンタルヘルス分野に豊富なリソースがあります

23

24

方向性？

WHO: What is evidence-informed policy-making?
<http://www.who.int/evidence/about/en/>

Evidence basedではない...
 (科学的根拠の相対的な位置づけに着目)

- ・ 倫理の問題に帰着するのでは
- ・ 社会科学の作法に従った検討や取り組みも有益ではないか



福島県で安全に
生産されたキノコを
用いた食育イベント
(ざっくばらんな話も
展開)

環境省・原子力災害影響調査等事業(放射線の健康影響に係る研究調査事業)「地域保健活動における放射線リスクへの対応のあり方に関する研究」(2017.4-2018.3代表:山口一郎)

Q.子ども達に、気を付けなければ ならない事を教えてください。

- ・ 何が懸念されますか？
 - それぞれの行動での放射線量は推計できます
 - 線量からリスクが推計されます
- ・ 放射線リスク以外の課題
 - リテラシー・人権

福島県では、『ふくしま 放射線教育・防災教育指導資料』を作成しています



<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/edu/gimukyoiku29.html>

26

Q.運輸関係の被曝について知りたい

- ・ 千葉県トラック協会(柏支部)の協力を得て、参加者の気になることを中心に放射線のことを負担なく考える会を昨年度に開催しました
- ・ きっかけは常磐道と国道六号の通行ルール
 - 当時の対応も振り返ることに
 - ・ 社会のインフラを支える役割
 - それぞれの捉え方の違いも共有
 - ・ 荷主との関係も議論に

楽しい学びの機会となりました

27

常磐自動車道 常磐富岡IC～浪江IC開通



二輪通行が
不可なのは
何故？
放射線防護
上だけでは
ない要因で
決定されて
いる

平成27年2月15日通行不可
http://www.msi.go.jp/earthquake/nuclear/20150219_01.html

常磐道での空気中の放射性物質の濃度

表1 空気中のダストに含まれる放射性物質濃度と内部被ばく預託実効線量

測定地点		(a)	(b)	(c)	ならば PA 上り車線側	ならば PA 下り車線側
核種濃度 (Bq/m ³)	¹³⁴ Cs	ND** (0.00147)*	ND** (0.00136)*	ND** (0.00123)*	ND** (0.00165)*	ND** (0.00164)*
	¹³⁷ Cs	ND** (0.00128)*	ND** (0.00124)*	ND** (0.000983)*	ND** (0.0011)*	ND** (0.00126)*
内部被ばく預託実効線量 (吸入1時間あたり) (μSv)		9.5 × 10 ⁻⁵ ***	9.1 × 10 ⁻⁵ ***	7.6 × 10 ⁻⁵ ***	9.1 × 10 ⁻⁵ ***	9.8 × 10 ⁻⁵ ***

*:()内の値は、検出限界値を示す。

** : ND は、検出限界値未満であることを示す。

***: 内部被ばく預託実効線量の評価には、検出限界値を用いた。

検出できていない
1立方メートルで
1mBqないレベル

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/0227_001a.pdf

29

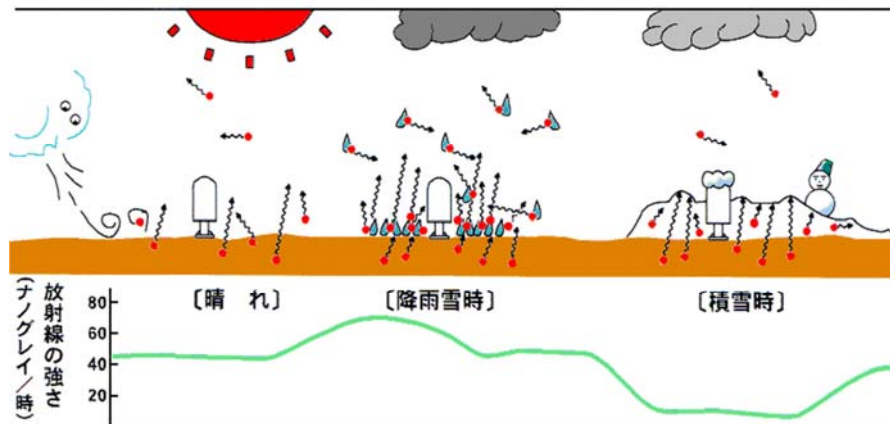
Q: 線量計の指示値は変動する？

変動要因

- ・実際に変動している？
 - ・もともと確率的変動
 - ・天候
 - ・局所的な線量分布の相違
 - ・低線量率なら、なおのこと変動率は大きくなる？
- ・測定器の問題？

Q: 線量計の指示値の変動

降雨による空間線量率の上昇と降雪による低下



- ・花崗岩など自然放射性物質を含む物質の関与も
- ・低線量率での確率的変動→時定数・長時間測定

福島県原子力センター http://www.atom-moc.pref.fukushima.jp/rain_ref.html

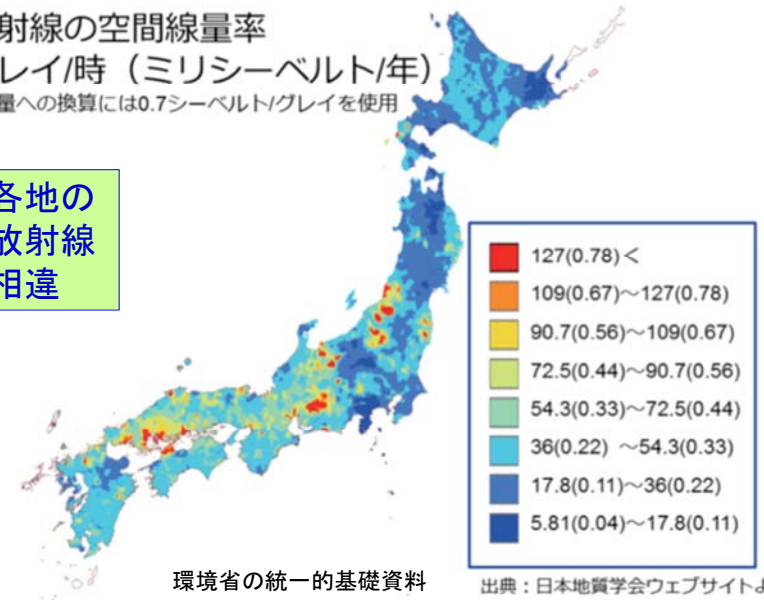
身の回りの放射線 大地の放射線（日本）

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）

・実効線量への換算には0.7シーベルト/グレイを使用

日本各地の
自然放射線の
相違



環境省の統一的基礎資料

出典：日本地質学会ウェブサイトより

実習資料

○ 実習内容

- I 霧箱を用いた放射線の観察
各種測定器の原理と特徴
- II 遮蔽の効果
- III 距離による減衰
模擬ホットスポットの測定
- IV 各種測定資材の測定
- D 講師とのグループディスカッション

○ 時間割

	1班	2班	3班	4班	5班
15:00～15:20	I	II	III	IV	D
15:20～15:40	II	III	IV	D	I
15:40～16:00	III	IV	D	I	II
16:00～16:20	IV	D	I	II	III
16:20～16:40	D	I	II	III	IV

I-1 霧箱を用いた放射線の観察

(1) 実習の内容

- ① 霧箱を用いて、放射線を観察します。
- ② 霧箱容器の中に敷いてある黒い紙及び、上部のスポンジをアルコールで湿らせ、口をサランラップで止めます。
- ③ 霧箱容器より一回り大きい容器の内側に保温材（エアーキャップ）を敷き、その上に粉末状のドライアイス置き、霧箱容器を入れて冷やします。
- ④ 霧箱の中の空気は、水分を過剰に含む過飽和状態（相対湿度が 100%以上の状態）になっています。
- ⑤ 過飽和状態の空気の中を放射線が通ると、空気を構成する元素やそこに含まれている水分はその放射線の道筋に沿って電離を起こし、陽イオンが発生します。この陽イオンが中心になって周囲にある水分が集まり濃い霧となります。この霧が飛行機雲のような形で見えます。
- ⑥ 放射線により発生する飛行機雲のような霧は薄いため、暗い場所でライトを当て、白い線が浮かび上がるのを確認します。

(2) 実習結果



I-2 各種測定器の原理と特徴

- どんな原理のセンサーがあるでしょうか。
- 測定機により、表示されている値に違いはあるでしょうか。

II 遮蔽の効果

(1) 実習の内容

- ① 3台のサーベイメータを使用します。
- ② 時定数は30秒に設定します。
- ③ バックグラウンド〔BG〕の測定…線源を置かない状態で、60秒後の値を読みBGとします※。
- ④ 測定の実施…法令規制対象外のセシウム 137 線源（以下「線源」という。）の中心を測定中心から6cmの位置に置き、60秒後の値を読み「遮蔽なし」の測定値とします※。
- ⑤ 遮蔽材（内側）で線源の周囲を覆い、60秒後の値を読み「遮蔽材の厚み0.5cm」の測定値とする※。同様に遮蔽材（外側）を追加して、「遮蔽材の厚み1.0cm」を測定します。
- ⑥ ④及び⑤の値から、③で測定したBGを引いた値を正味値として、線源からの放射線量を比較します。

※ 通常の測定では、測定する条件に時定数の3倍の時間保持して、1回目の値を読み、その後時定数の時間が経過するごとに測定値を読みます。5回以上測定を行い、その平均値に校正定数を乗じて測定値としています。

(2) 実習結果

測定日	平成30年8月31日	測定場所	東京都健康安全研究センター 7階会議室
測定者		測定器 (型 式)	NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ (TCS-172B)
線 源	セシウム 137 (^{137}Cs)	測定器番号	①
数 量	約10キロベクレル(kBq)		② ③

	① アルミ			② 鉛			③ ステンレス		
バックグラウンド ($\mu\text{Sv/h}$)〔BG〕									
遮蔽材の厚み(cm)	なし	0.5	1.0	なし	0.5	1.0	なし	0.5	1.0
測定値($\mu\text{Sv/h}$) 〔D〕									
正味値($\mu\text{Sv/h}$) 〔D-BG〕									

Ⅲ-1 距離による減衰

(1) 実習の内容

- ① サーベイメータを 1 台使用します。
- ② 時定数（正しい応答が得られるまでの時間の目安）は 30 秒に設定します。
- ③ バックグラウンド〔BG〕の測定…線源を置かない状態で、60 秒後の値を読み BG とします※。
- ④ 測定の実施…法令規制対象外のセシウム 137 線源（以下「線源」という。）の中心を測定中心から 5cm の位置に置き、60 秒後の値を読み 5cm の測定値とします※。以後、10cm、15cm と同様に測定を行います。
- ⑤ 測定値から BG を引いた値を正味値として、線源からの放射線量を比較します。

※ 通常の測定では、測定する条件に時定数の 3 倍の時間保持して、1 回目の値を読み、その後時定数の時間が経過するごとに測定値を読みます。5 回以上測定を行い、その平均値に校正定数を乗じて測定値としています。

(2) 実習結果

測定日	平成 30 年 8 月 31 日	測定場所	東京都健康安全研究センター 7階会議室
測定者		測定器 (型 式)	NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ (TCS-172B)
線 源	セシウム 137 (^{137}Cs)	測定器番号	
数 量	約 10 キロベクレル(kBq)	バックグラウンド〔BG〕	マイクロシーベルト毎時 ($\mu\text{Sv/h}$)

測定距離(cm)	5	10	15	20
測定値($\mu\text{Sv/h}$) 〔D〕				
正味値($\mu\text{Sv/h}$) 〔D-BG〕				

Ⅲ-2 模擬ホットスポットの測定

(1) 実習の内容

- ① 写真の裏にガスランプ用マントル^{※1}を数枚貼った模擬ホットスポットを床に置きます。
- ② シンチレーション式サーベイメータの時定数を30秒に設定し測定します。
- ③ 模擬ホットスポットの中心にセンサーをつけて、60秒後の値を読み「距離0」の測定値とします^{※2}。
- ④ センサーの中心を土壌表面から50cmとして、60秒後の値を読み測定値とします。同様に100cmの値も測定します。
- ⑤ 模擬ホットスポットと高さとの関係を確認します。
- ⑥ 当センター（新宿区百人町）の土壌の測定結果などを用いて、その土の上で1年間生活した場合の外部被ばく量を計算し、内部被ばく量と比較します。

※1 ガスランプ用マントルには、明るくするため、硝酸トリウムを浸透させた繊維で製造されたものがあります。

※2 通常の測定では、測定する条件に時定数の3倍の時間保持して、1回目の値を読み、その後時定数の時間が経過するごとに測定値を読みます。5回以上測定を行い、その平均値に校正定数を乗じて測定値としています。

(2) 実習結果

① 模擬ホットスポットの測定

測定日	平成30年8月31日	測定場所	東京都健康安全研究センター 7階会議室
測定者		測定器 (型 式)	NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ (TCS-171B)
		測定器番号	

測定距離(cm)	0	50	100
測定値(μ Sv/h)			

② 当センター測定値からの被ばく量計算

○ 地上 1m の値を測定している箇所で1年間生活した場合の外部被ばく量

$$\begin{aligned} & \text{ } (\mu\text{Sv/h}) \times 24(\text{時間(h)}) \times 365(\text{日}) = \text{ } \mu\text{Sv} \\ & = \text{ } \text{mSv} \end{aligned}$$

○ 土壌測定場所(地上 1m の測定と同じ箇所)で1年間生活した場合の摂食による内部被ばく量 (土壌の摂食、幼児の場合)

$$\begin{aligned} \text{Cs134: } & \underline{20} (\text{Bq/kg})^{※1} \times 0.2 \times 0.001 (\text{kg/日})^{※2} \times 365 (\text{日}) \times 1.3 \times 10^{-5} (\text{mSv/Bq}) \left(\frac{\text{実効線}}{\text{量係数}} \right) \\ & = \underline{0.000019} \text{ mSv} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cs137: } & \underline{260} (\text{Bq/kg})^{※1} \times 0.2 \times 0.001 (\text{kg/日})^{※2} \times 365 (\text{日}) \times 9.7 \times 10^{-6} (\text{mSv/Bq}) \left(\frac{\text{実効線}}{\text{量係数}} \right) \\ & = \underline{0.00011} \text{ mSv} \end{aligned}$$

$$\text{Cs134+Cs137} = \underline{0.00013} \text{ mSv}$$

※1 2017 年 10 月 05 日の土壌の測定値を使用しています。

※2 土壌摂食量は、環境省で有害物質のリスク評価を行う際に用いられた、子供 200mg/day と
して計算します。

○ 土壌測定場所(地上 1m の測定と同じ箇所)で1年間生活した場合の吸入による内部被ばく量 (土壌の吸入、幼児の場合)

$$\begin{aligned} \text{Cs134: } & \underline{20} (\text{Bq/kg})^{※1} \times 0.000001 (\text{kg/日}) \times 0.019 (\text{mg/m}^3)^{※2} \times 8.72 (\text{m}^3/\text{日})^{※3} \\ & \times 365 (\text{日}) \times 0.063 (\mu\text{Sv/Bq}) \left(\frac{\text{実効線}}{\text{量係数}} \right) = \underline{0.000076} \mu\text{Sv} = \underline{0.000000076} \text{ mSv} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cs137: } & \underline{160} (\text{Bq/kg})^{※1} \times 0.000001 (\text{kg/日}) \times 0.019 (\text{mg/m}^3)^{※2} \times 8.72 (\text{m}^3/\text{日})^{※3} \\ & \times 365 (\text{日}) \times 0.10 (\mu\text{Sv/Bq}) \left(\frac{\text{実効線}}{\text{量係数}} \right) = \underline{0.000097} \mu\text{Sv} = \underline{0.000000097} \text{ mSv} \end{aligned}$$

$$\text{Cs134+Cs137} = \underline{0.00000010} \text{ mSv}$$

※1 2017 年 10 月 05 日の土壌の測定値を使用しています。

※2 空気中に含まれる土壌の量は、都内の道路沿道の浮遊粒子状物質の濃度と仮定します。
都内の道路沿道に設置した大気汚染常時監視測定局 35 局の浮遊粒子状物質濃度の年
平均値(H28 年度)は、0.019 mg/m³。

※3 1日の呼吸量は、幼児の標準的な呼吸量である 8.72m³と仮定します。

浮遊粒子状物質には様々な粒径のものが、人体に吸収されるのは、粒径 4.9 μm 未
満といわれていますが、土壌の粒径が全てこの値であったと仮定します。

IV 各種測定資材等の測定

(1) 実習の内容

- ① 2つの風船を膨らませ、それぞれの口をダブルクリップで止めます。
- ② 1つの風船は布などでこすって静電気を発生させ、もう1つは膨らませただけにします。
- ③ 2つの風船を一定時間置いた後、ダブルクリップを外して風船の空気を抜きます。
- ④ 静電気を発生させた風船Aと膨らませただけの風船Bと膨らませなかった風船Cそれぞれから発生するベータ線の数（個毎分=cpm）を、ベータ線用のサーベイメータを用いて測定します。
- ⑤ 静電気を発生してほこりが多く付いた風船とそうでない風船の値の違いを確認します。
- ⑥ ベータ線用のサーベイメータを用いて、市販されている様々なものから出る放射線の数測定します。
- ⑦ 測定に際しては、時定数は30秒に設定し、何もない机の上で、60秒後の値を読みバックグラウンド〔BG〕とします。
- ⑧ センサーの位置は各種資材から一定の距離にし、60秒後の値を読み測定値とします。
- ⑨ 測定値からBGを引いた値を正味値として、各資材からの放射線量を比較します。

(2) 実習結果

測定日	平成30年8月31日	測定場所	東京都健康安全研究センター 7階会議室
測定者		測定器 (型 式)	ベータ線用サーベイメータ (TCS-302)
測定器番号		バックグラウンド〔BG〕	個毎分 (cpm)

① 風船を使った実験

資材名称	A 静電気を起こした風船	B ふくらませただけの風船	C 何もしていない風船
測定値(cpm) 〔D〕			
正味値(cpm) 〔D-BG〕			

② 各種資材の測定

資材名称	1 花崗岩 (御影石)	2 ラジウム温泉 湯の花	3 ラジウム ボール	4 ウランガラス	5 低ナトリウム 塩
測定値(cpm) [D]					
正味値(cpm) [D-BG]					

資材名称	6 溶接棒	7 マントルA	8 マントルB	9 マントルC	10 昆布
測定値(cpm) [D]					
正味値(cpm) [D-BG]					

- 1 大地を形作る土、砂、砂利、岩石には、ウランやトリウムなどが含まれています。
- 2 ラジウム温泉はラドンやラジウムを含んでいます。
- 3 ラジウムを含んでいるラジウムボールは温浴剤などとして市販されています。
- 4 ウランガラスには着色剤として、ごく微量のウランが加えられています。
- 5 塩はNaCl（塩化ナトリウム）ですが、低ナトリウム塩はこれを減らす代わりに、苦汁（にがり）などから作られた KCl（塩化カリウム）を使って塩辛さを出しています。天然カリウム中には0.0117 %の割合でカリウム 40 という放射性同位体が存在しています。
- 6 溶接棒のうちの一部には、着火性をよくするため、トリウムが使用されています。
- 7～9 ガスランプ用マントルには、明るくするため、硝酸トリウムを浸透させた繊維で製造されたものがあります。
- 10 昆布はカリウムを非常に多く含む食品です。天然カリウム中には0.0117 %の割合でカリウム 40 という放射性同位体が存在しています。

D グループディスカッション

[illegible]

【参考資料】

① 経口摂取による実効線量

(厚生労働省:「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」(平成 14 年 3 月)より)

別表 4 経口摂取による実効線量及び甲状腺等価線量への換算係数
(線量係数) (mSv/Bq).

線 量 係 数					
核 種	乳 児	幼 児	少 年	青 年	成 人
Sr-89	3.6×10^{-5}	8.9×10^{-6}	5.8×10^{-6}	4.0×10^{-6}	2.6×10^{-6}
Sr-90	2.3×10^{-4}	4.7×10^{-5}	6.0×10^{-5}	8.0×10^{-5}	2.8×10^{-5}
I-131	1.4×10^{-4}	7.5×10^{-5}	(3.8×10^{-5})	(2.5×10^{-5})	1.6×10^{-5}
I-133	3.8×10^{-5}	1.7×10^{-5}	(7.2×10^{-6})	(4.9×10^{-6})	3.1×10^{-6}
Cs-134	2.6×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.4×10^{-5}	1.9×10^{-5}	1.9×10^{-5}
Cs-137	2.1×10^{-5}	9.7×10^{-6}	1.0×10^{-5}	1.3×10^{-5}	1.3×10^{-4}
U-234	3.7×10^{-4}	8.8×10^{-5}	7.4×10^{-5}	7.4×10^{-5}	4.9×10^{-5}
U-235	3.5×10^{-4}	8.5×10^{-5}	7.1×10^{-5}	7.0×10^{-5}	4.7×10^{-5}
U-238	3.4×10^{-4}	8.0×10^{-5}	6.8×10^{-5}	6.7×10^{-5}	4.5×10^{-5}
Pu-238	4.0×10^{-3}	3.1×10^{-4}	2.4×10^{-4}	2.2×10^{-4}	2.3×10^{-4}
Pu-239	4.2×10^{-3}	3.3×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.4×10^{-4}	2.5×10^{-4}
Pu-240	4.2×10^{-3}	3.3×10^{-4}	2.7×10^{-4}	2.4×10^{-4}	2.5×10^{-4}
Pu-241	5.6×10^{-5}	5.5×10^{-6}	5.1×10^{-6}	4.8×10^{-6}	4.8×10^{-6}
Pu-242	4.0×10^{-3}	3.2×10^{-4}	2.6×10^{-4}	2.3×10^{-4}	2.4×10^{-4}
等 価 線 量 (甲 状 腺)					
核 種	乳 児	幼 児	少 年	青 年	成 人
I-131	2.8×10^{-3}	1.5×10^{-3}	(7.6×10^{-4})	(5.0×10^{-4})	3.2×10^{-4}
I-133	7.3×10^{-4}	3.3×10^{-4}	(1.4×10^{-4})	(9.3×10^{-5})	5.9×10^{-5}

ICRP-56(1989),- 67(1993),-69(1995),- 72(1996)より引用。() 内の数値は ICRP-72(1996)及び「環境放射線モニタリングに関する指針」(平成 12 年 8 月一部改訂 2000)を基に年齢補正を行った試算値。

(出典:平成 12 年度厚生科学特別研究「原子力施設の事故等緊急時における食品中の放射能の測定と安全性評価に関する研究」)

② 土壌摂食量

(環境省:「土壌の直接摂取によるリスク評価等について」(平成 13 年 8 月)より)

1 日当たりの土壌摂食量

ダイオキシン類に係るデフォルト値として、子供200mg/day、大人100mg/dayが採用されていること、平成12 年度に実施した「土壌摂食量調査」の結果でも概ね同デフォルト値の範囲内にあり、同調査結果をもって直ちにはデフォルト値の見直しを行う必要はないと考えられることから、同デフォルト値に基づいて要措置レベルを検討する。

有害物質の摂食による摂取量の算出は、

$$(\text{摂取量}) = (\text{土壌中の含有濃度}) \times (\text{土壌摂食量})$$

摂取量: 1 日当たりの土壌からの有害物質の摂食による摂取量

土壌中の含有濃度: 土壌中の有害物質の含有濃度

1 日当たりの土壌摂食量: 1 日当たりの土壌の摂食量

とする。

③ 吸入による実効線量

(独立行政法人放射線医学総合研究所ホームページより)

実効線量係数※(マイクロシーベルト/ベクレル)				
	ヨウ素-131	ヨウ素-132	セシウム-137	セシウム-134
乳児(3ヶ月)	0.072	0.0011	0.11	0.070
幼児(1-2歳)	0.072	0.00096	0.10	0.063
子供(3-7歳)	0.037	0.00045	0.070	0.041
成人	0.0074	0.000094	0.039	0.021
※(粒子状(TypeF)吸入摂取、ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public, CD-ROM, 1998 を基に放射線医学総合研究所で編集)				

