

放射線の基礎知識と食品中の放射性物質の現状について

～事故の概要と放射線影響について～

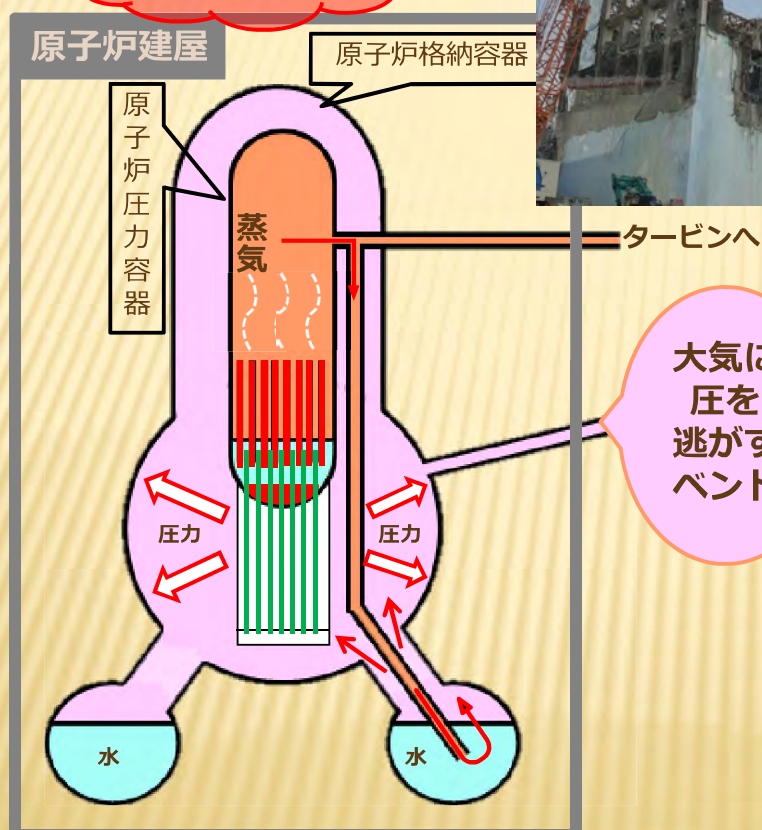
福島県立医科大学 放射線腫瘍学講座 佐藤 久志

2015/2/12 いわき産業創造館にて

1

原子炉では

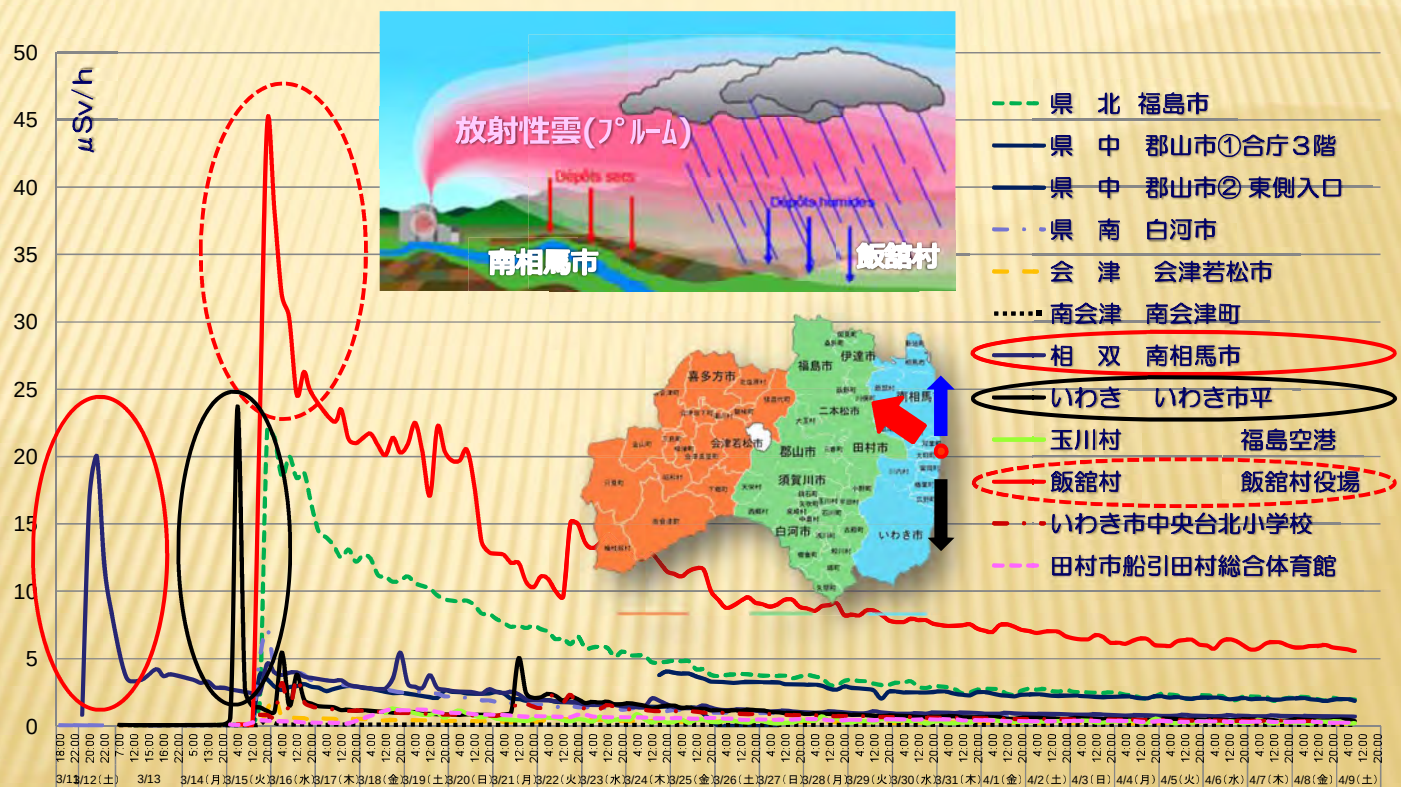
水素爆発



- ①地震・津波で電源喪失
- ②緊急炉心停止
制御棒の挿入による
臨界停止
- ③冷却機能の喪失
- ④崩壊熱による炉心融解
- ⑤蒸気の圧力上昇
水素の発生
- ⑥水蒸気爆発を避けるため
大気中にベント
ベントに伴う水素爆発
- ⑦30km圏外へも飛散

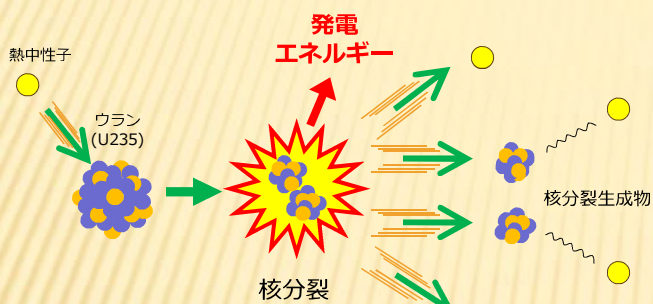
2

県内各地の空間線量推移



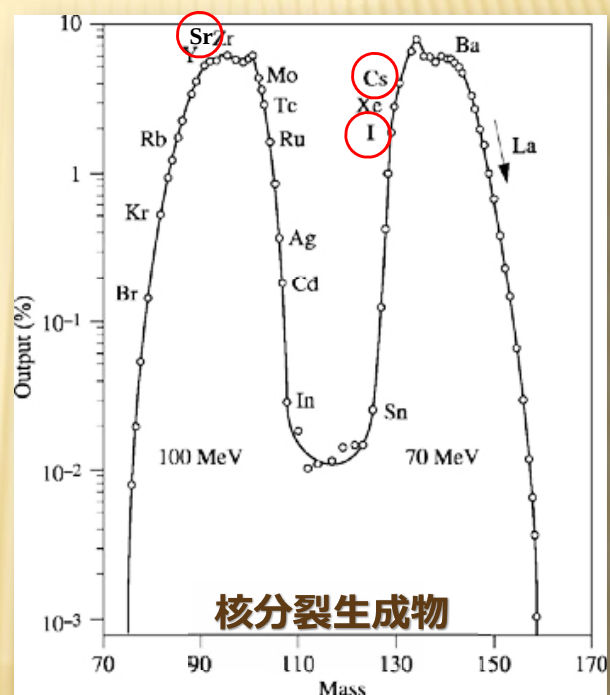
3

原発内でできた放射性物質



主に質量数が90と130前後の核種

この物質は不安定
↓
放射線を出して安定化
これが問題



Ceramics Materials: Processes, Properties and Applications より抜粋

4

問題となるのは？

生成物(壊変形式)	収率	半減期(E)	関与について
セシウム133	6.79%	安定	×
ヨウ素135(β)	6.33%	6.5時間	×半減期短い
ジルコニウム93 (β)	6.30%	153万年	×半減期長い
セシウム137(β/γ)	6.09%	30年	○
テクネチウム99	6.05%	21万年	×半減期長い
ストロンチウム90(β)	5.75%	29年	○
ヨウ素131(β/γ)	2.83%	8日	○
プロメチウム147	2.27%	2.6年	×低いエネルギー
サマリウム149	1.09%	安定	×
ヨウ素129	0.66%	1570万年	×半減期長い

半減期が数日から数年・気化するもの・軽いもの

5

自然放射線(年間)

宇宙: 0.3mSv
 空気中: 0.4mSv
 大地: 0.4mSv
 体内: 1.0mSv
 年間: 2.1mSv
 世界平均は2.5mSv



宇宙線
 1500m上昇で2倍
 富士山の山頂で4倍
 飛行機で10倍



人間は、放射線に囲まれて生きています。
 それに、自分の体からも出しています。

6

注：成人男性において

医療被ばく



胸部写真	0.04mSv
腹部写真	1.2mSv
消化管透視	8.7mSv
胸部CT	7.8mSv
腹部CT	7.6mSv
核医学検査	5.0mSv

単位はすべてミリです・・・

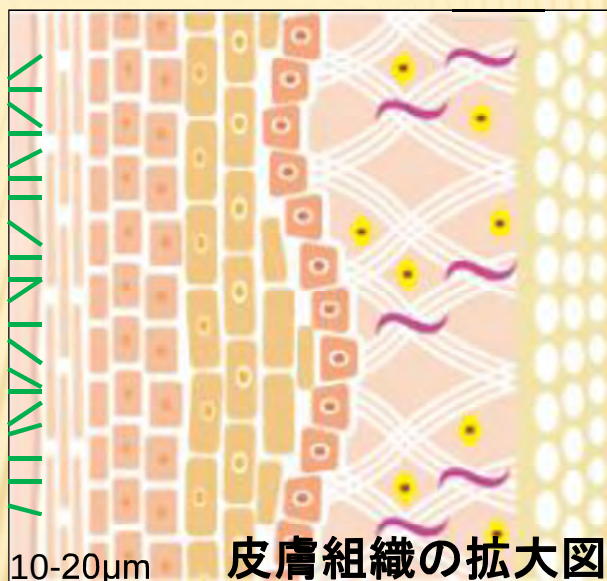
年間平均 3.9mSv

ちなみに・・・
放射線治療では、60Gy(Sv)

7

放射線は体のどこまで進む？

アルファ線(影響を及ぼす範囲は緑色)



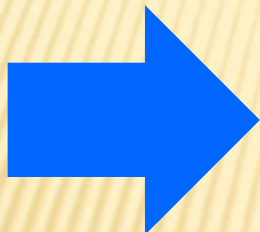
10-20μm

皮膚組織の拡大図

8

放射線は体のどこまで進む？

電子線（影響を及ぼす範囲は緑色）



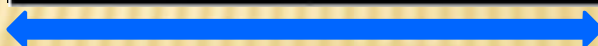
参考

Cs134: 0.66MeV

Cs137: 1.18MeV

I131 : 0.61MeV

K40 : 1.3MeV



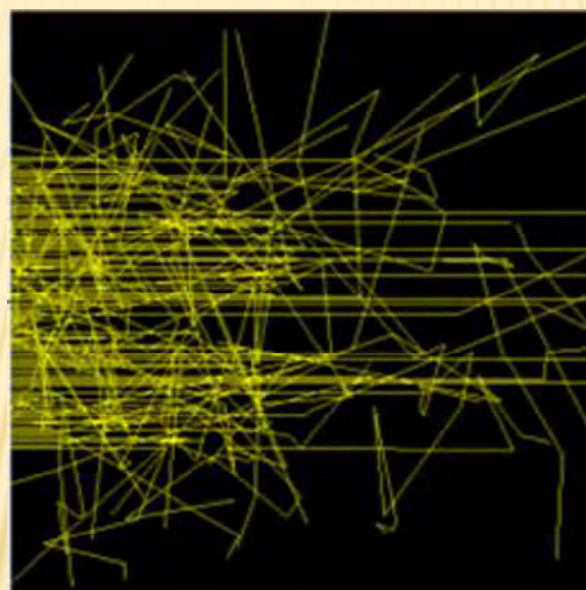
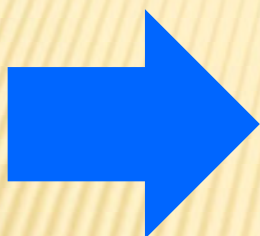
水20 c m

9

画像提供：H22・23年度JASTRO研究課題班

放射線は体のどこまで進む？

ガンマ線

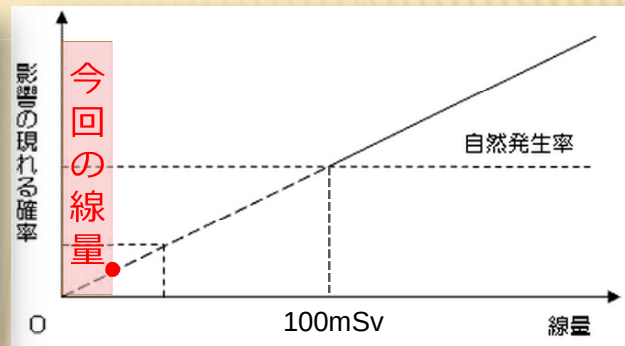
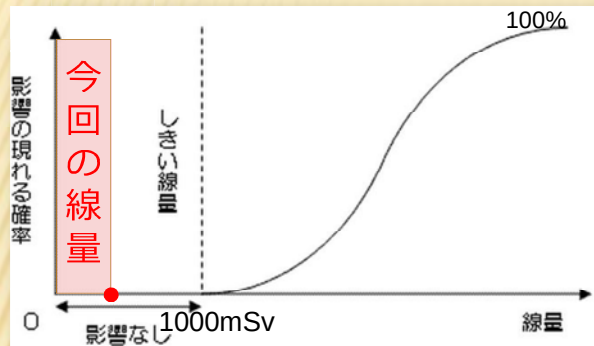


水20 c m

10

画像提供：H22・23年度JASTRO研究課題班

SVと健康影響の関係



確定的影響(白内障・皮膚炎・脱毛・骨髄抑制等)

ある一定以上の線量(しきい値)を受けないと影響が出ないもの

原発内・周囲作業員の方に可能性：一般の方が浴びる線量ではない

確率的影響(主に発がん)

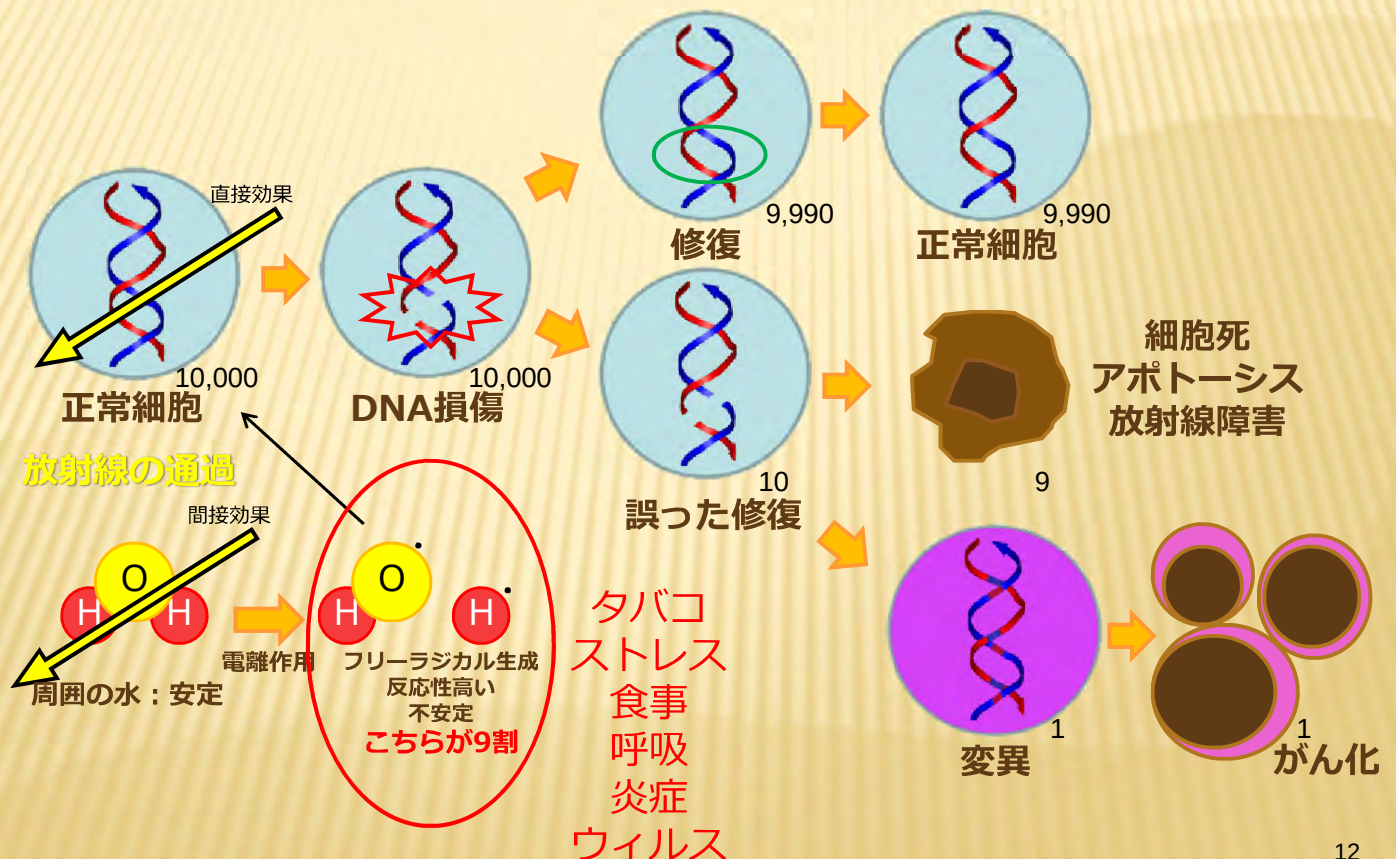
少ない線量から影響が発生し、増加に伴い確率が増えるもの

100mSv以下での増加は確認できていない

放射線防護の観点では「しきい値なし線形（LNT）仮説」を採用

11

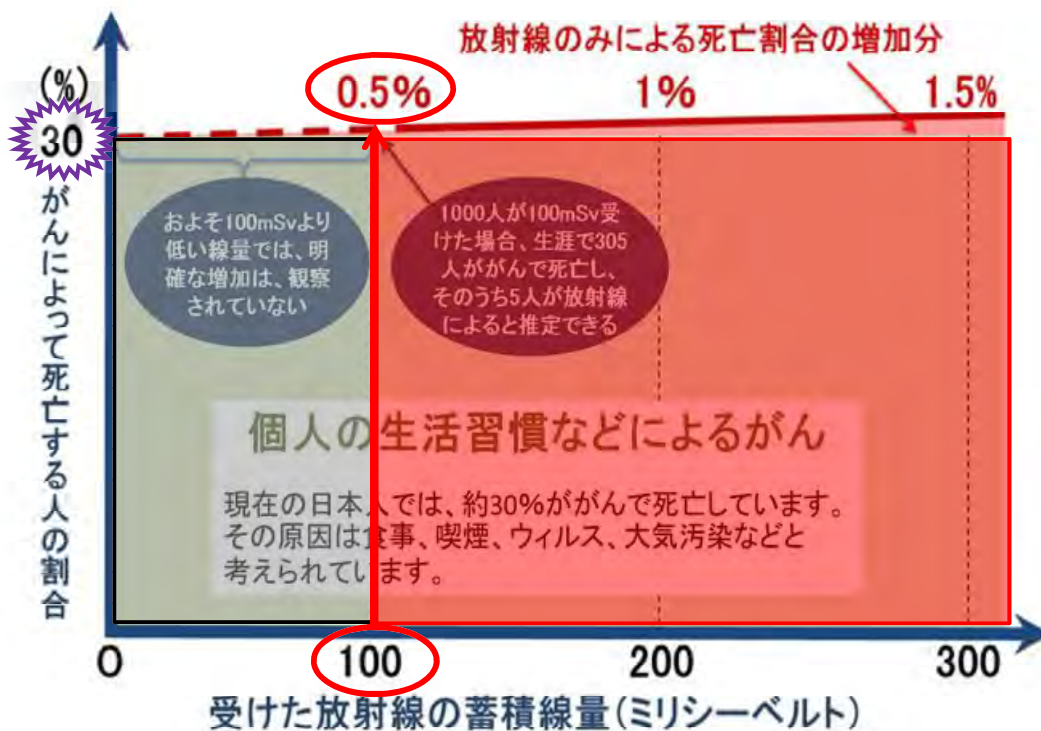
放射線による細胞への影響



12

確率的影響におけるリスクとは

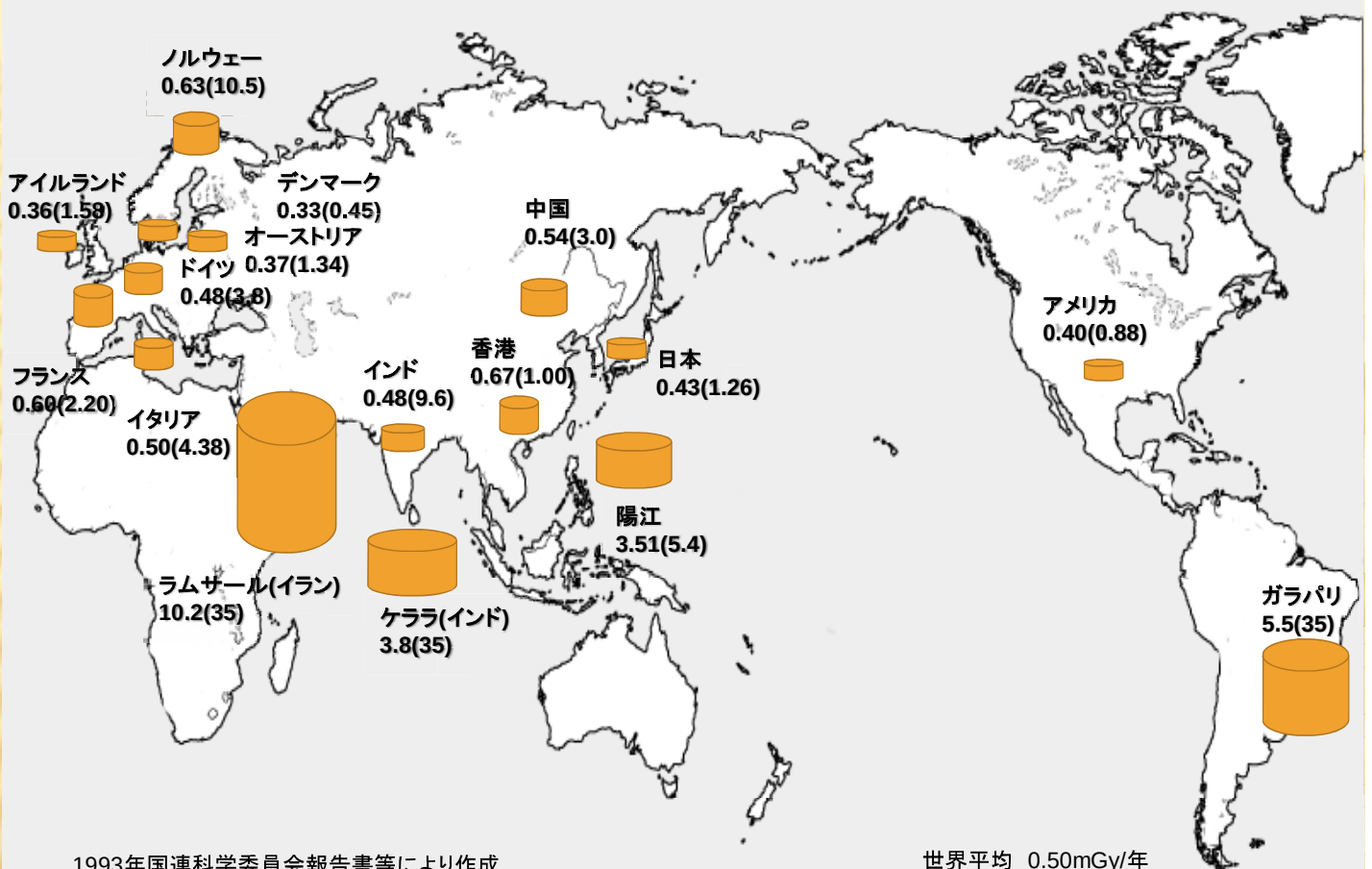
年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡



※放射線防護における考え方

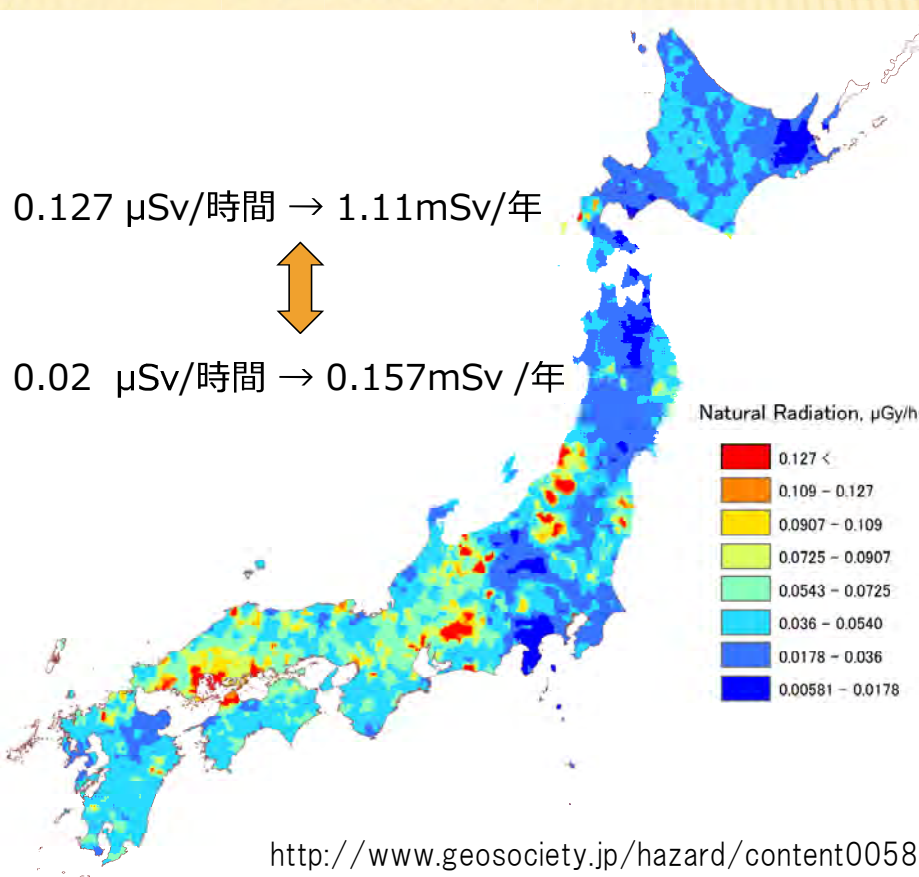
13

放射線医学総合研究所ホームページより転載



1993年国連科学委員会報告書等により作成
ガラパリ・ケララ(1982年報告),ラムサール(M.Sorabi,1997)

大地からの自然放射線量



15

様々なWBC



放医研

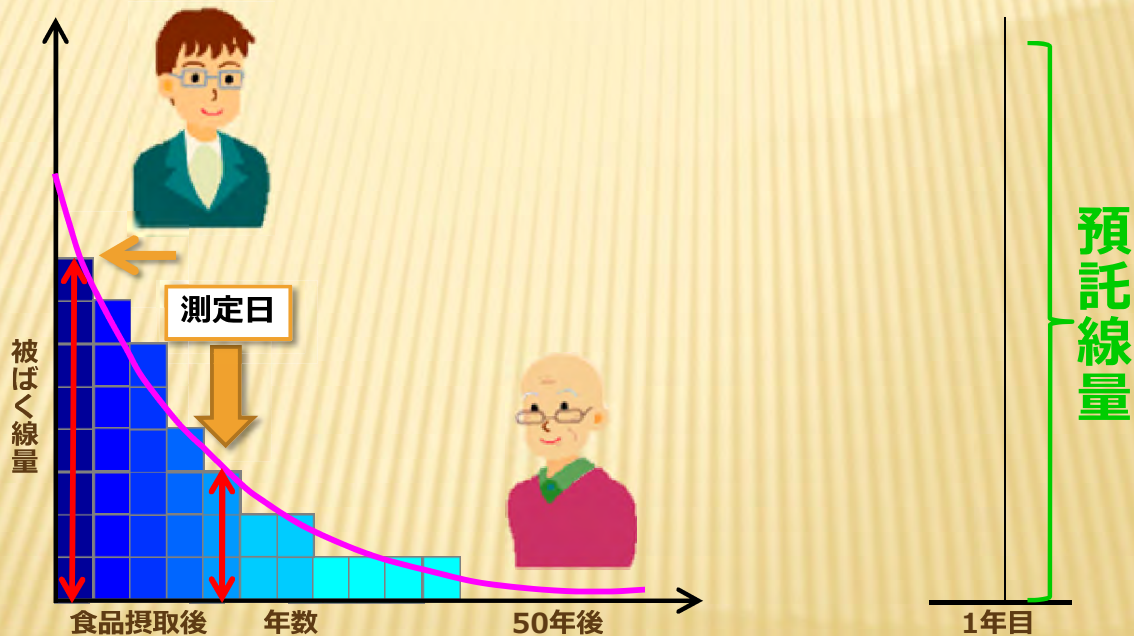
長崎大学

福島県立医科大学

Jヴィレッジ

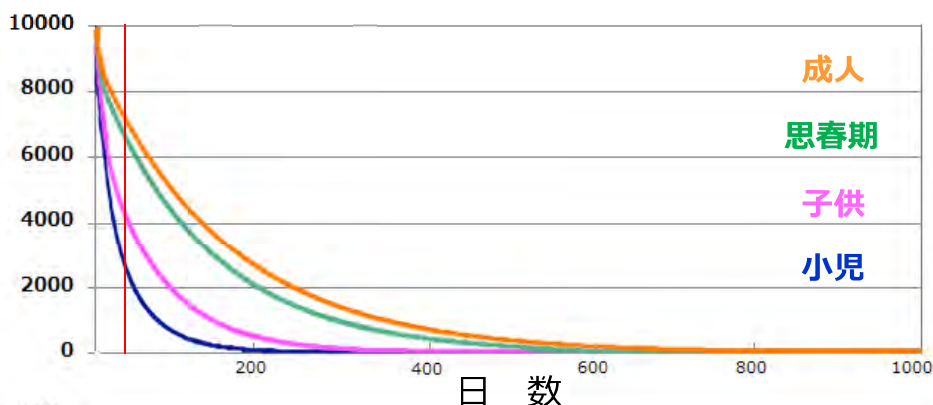
16

放射性物質摂取後50年間(小児では70歳まで)に
受ける量を摂取時に受けたと想定した放射線量のこと



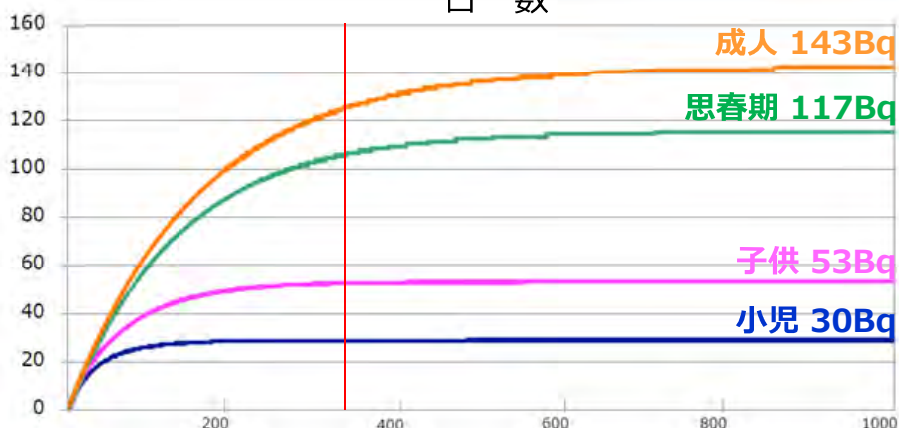
図：文部科学省“環境放射線データベース”より
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/servlet/search.top> (参照 2011-07-07)

17



10,000Bq を1回で
取りこんだ場合

若年のほうが
排泄がはやい



毎日 1Bq を
取り込んだ場合

若年のほうが
滞留量が少ない

18

ベクレルとシーベルト

ベクレル(Bq)

放射性物質の量を表す単位

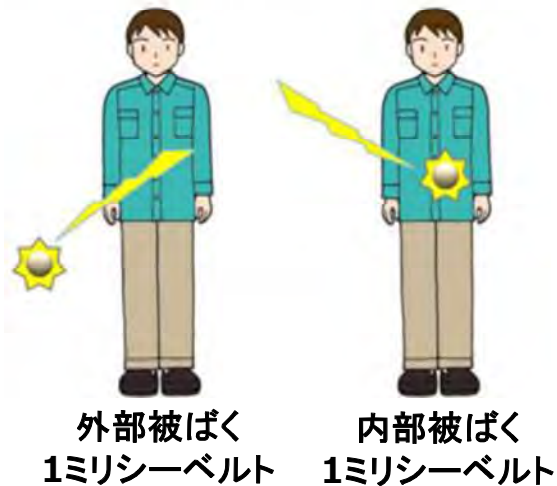
1秒間に1回の壊変がおきる
= 1ベクレル(Bq)

放射性物質



シーベルト(Sv)

放射線を受けた人の影響を表す被ばく線量単位



人体への影響は同じと判断

19

農林水産物の放射性セシウム検査結果（17都県）

（平成26年12月22 日現在）

品 目	～23年度末 超過割合 ^{注2}	24年度 超過割合	25年度 超過割合	26年度			基準値超過品目
				超過割合	検査点数	基準値超過 点数	
米	2.2 %	0.0008 %	0.0003 %	0 %	1,072万	0	—
麦	4.8 %	0 %	0 %	0 %	382	0	—
豆 類	2.3 %	1.1 %	0.4 %	0.12 %	1673	2	大豆
野 菜 類	3.0 %	0.03 %	0 %	0 %	14,081	0	—
果 実 類	7.7 %	0.3 %	0 %	0 %	3,144	0	—
茶	8.6 %	1.5 %	0 %	0 %	192	0	—
その他 地域特産物	3.2 %	0.5 %	0 %	0 %	983	0	—
原 乳	0.4 %	0 %	0 %	0 %	1,544	0	—
肉・卵 (野生鳥獣肉除く)	1.3 %	0.003 %	0 %	0 %	210,254	0	—
きのこ・山菜類	20 %	9.2 %	2.6%	1.3%	7,411	102	野生きのこ、タラの芽等14品目
水 産 物	17 %	5.6 %	1.5 %	1.1 %	9,561	302	マコガレイ、シロメバル、スズキ、ヤマメ等

- 農業生産現場における取組等により、農畜産物に含まれる放射性セシウムの濃度水準は低くなっており、23年度末までの結果と比べ、基準超過の比率も大幅に低下。
- きのこと山菜類、水産物では、基準値を超過したものがみられるが、超過割合は減少。

農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/index.html> より

20

見えてきた傾向

- 今なお、基準値以上のセシウムが検出されるのは
山菜、野生のきのこ、野生動物
海水魚（一部の底魚）：徐々にCs濃度は低下
川 魚（天 然）：徐々にCs濃度は低下
- 自家栽培であっても、野菜から検出される事が少なくなっている。



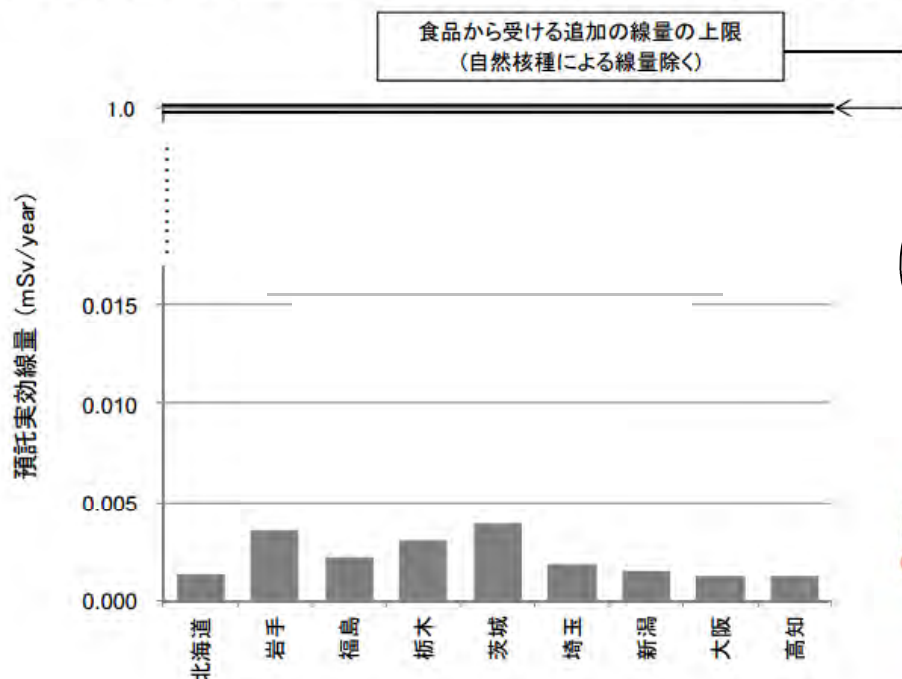
21

厚労省による調査

- ✕ 9地域
北海道、岩手県、福島県、栃木県、茨城県、埼玉県、新潟県、大阪府、高知県
- ✕ 平成24年3-5月に一般家庭から陰膳試料収集
- ✕ 6区分の男女3名ずつ及び妊婦3名、合計39名の一日分食事
乳児（1歳未満）・幼児（1～6歳）・小児（7～12歳）
青少年（13～18歳）・一般成人（19～60歳）・高齢者（60歳超の退職者）
- ✕ 福島県は、各区分の3試料を、浜通り、中通り、会津の3地域からの1名分ずつ
- ✕ 試料中の放射性セシウム(Cs-134、Cs-137)及び K-40を分析
放射性物質の一日摂取量 (Bq/man/day)
食事を1年間摂取し続けた時の預託実効線量(mSv/y)を評価

厚労省による調査結果

＜図2 陰膳試料から推定した地域別放射性セシウムの年当たり預託実効線量の平均値＞



じゃあ、
周りの県のものも
食べちゃダメって
こと？



平成25年3月11日
厚生労働省医薬食品局食品安全部発表資料
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002wyf2.html>

23

参考資料

厚労省による調査結果

＜表2 陰膳試料から推定した放射性セシウム及び放射性カリウムの年当たり預託実効線量＞

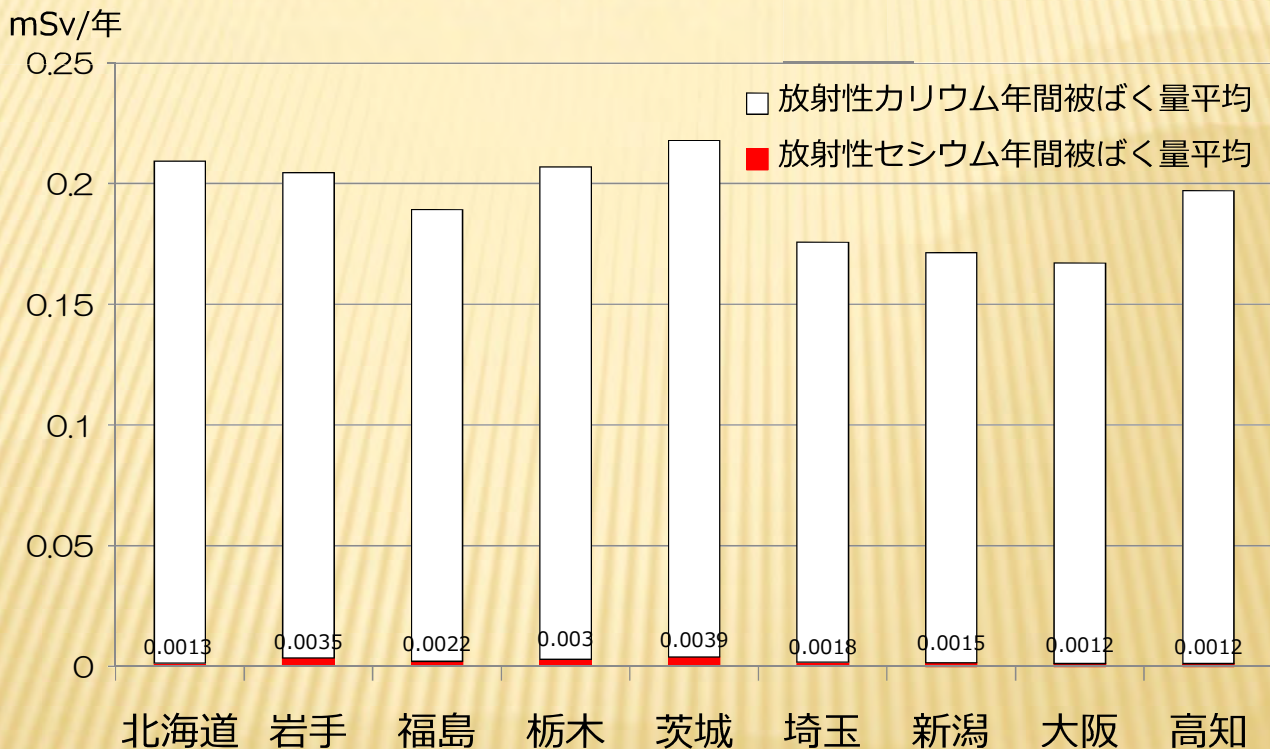
地域	放射性セシウム (mSv/year)		放射性カリウム (mSv/year)
	平均値	90 パーセンタイル値	平均値
北海道	0.0013	0.0018	0.208
岩手	0.0035	0.0075	0.201
福島	0.0022	0.0035	0.187
栃木	0.0030	0.0078	0.204
茨城	0.0039	0.0091	0.214
埼玉	0.0018	0.0043	0.174
新潟	0.0015	0.0022	0.170
大阪	0.0012	0.0016	0.166
高知	0.0012	0.0016	0.196

※Bq から Sv への換算には、年代別に ICRP Publication72 の預託実効線量係数 (Sv/Bq) を用いた。

平成25年3月11日
厚生労働省医薬食品局食品安全部発表資料
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002wyf2.html>

24

厚労省による調査結果



平成25年3月11日
厚生労働省医薬食品局食品安全部発表資料
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002wyf2.html>から作成

25

参考資料

食品中の放射性ストロンチウム及びプルトニウムの測定結果

表1 調査A(平成24年9・10月採取試料)における放射性ストロンチウム、プルトニウムの濃度
(210試料中17試料の濃度を測定)

地域	食品群	濃度 (Bq/kg)			参考 (Cs-134+Cs-137)
		Sr-90	Pu		
			238	239+240	
福島県(浜通り)	11	ND(0.02)			0.57
福島県(中通り)	2	ND(0.02)			0.90
福島県(中通り)	6	ND(0.03)			1.3
福島県(中通り)	10	ND(0.02)			0.83
福島県(会津)	10	ND(0.02)			0.60
岩手県	12	ND(0.02)			1.2
宮城県	1	0.024			0.53
宮城県	3	0.018	ND	ND	0.86
宮城県	6	0.045	(0.0003 ~ 0.0008)	(0.0003 ~ 0.0007)	0.51
茨城県	7	ND(0.02)			1.4
茨城県	10	ND(0.02)			0.87
栃木県	12	ND(0.02)			0.59
埼玉県	7	0.051			0.55
埼玉県	12	0.053			0.57
神奈川県	10	0.12			1.7
新潟県	10	0.046			0.67
大阪府	10	0.042			0.55

ND: 検出限界値未満

()内は検出限界値を示しており、試料量、測定時間、バックグラウンド値等により変動する。

食品中の放射性ストロンチウム 及びプルトニウムの測定結果

表2 調査B(平成25年2・3月採取試料)における放射性ストロンチウム、プルトニウムの濃度
(210試料中12試料の濃度を測定)

地域	食品群	濃度 (Bq/kg)			
		Sr-90	Pu		参考
			238	239+240	(Cs-134+Cs-137)
福島県(浜通り)	6	<u>0.033</u>			9.3
福島県(中通り)	2	<u>0.040</u>			0.51
福島県(中通り)	6	<u>0.033</u>			5.2
福島県(会津)	6	<u>0.036</u>			4.5
岩手県	5	<u>0.067</u>	ND	ND	1.4
岩手県	12	ND(0.02)	(0.0003	(0.0003	0.91
宮城県	13	<u>0.087</u>	~	~	0.69
茨城県	8	<u>0.027</u>	0.003)	0.003)	0.58
茨城県	11	ND(0.02)			0.59
栃木県	10	ND(0.02)			0.75
東京都	7	<u>0.039</u>			0.50
新潟県	10	ND(0.02)			1.9

ND: 検出限界値未満

()内は検出限界値を示しており、試料量、測定時間、バックグラウンド値等により変動する。

厚生労働省発表資料 (平成26年5月23日)

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000046549.html>

27

食品中の放射性ストロンチウム 及びプルトニウムの測定結果

- ✕ 一部の試料から、Sr-90 が検出されたが、いずれも 事故以前の範囲内。
- ✕ プルトニウムは検出されず。
- ✕ この結果は、平成24年2月から5月に実施した調査の結果と同様

厚生労働省発表資料 (平成26年5月23日)

<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000046549.html>

28

食品の汚染状況

- × セシウムによる被ばく量は極めて少ない
- × セシウムが入っていた家庭の食事でも、カリウム40の被ばく量を合計すると、**全体的には被ばく量が増えるわけではない**
- × 汚染しやすい食品は限定：**山菜、野生のきのこ、野生動物、海水魚（底魚）、天然の川魚**
- × ストロンチウム90は全国的に検出されるが、事故前と変わらない
- × プルトニウムは検出されていない
- × 外部被ばくより内部被ばくが大きくなることは、まず考えられない