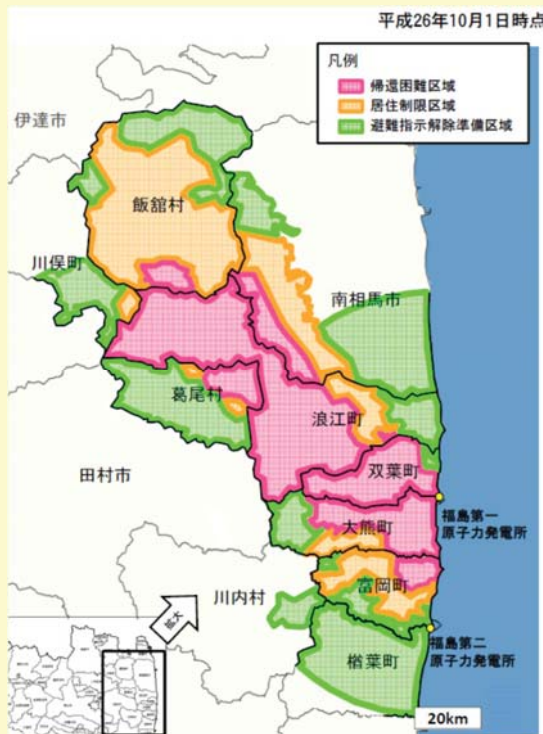


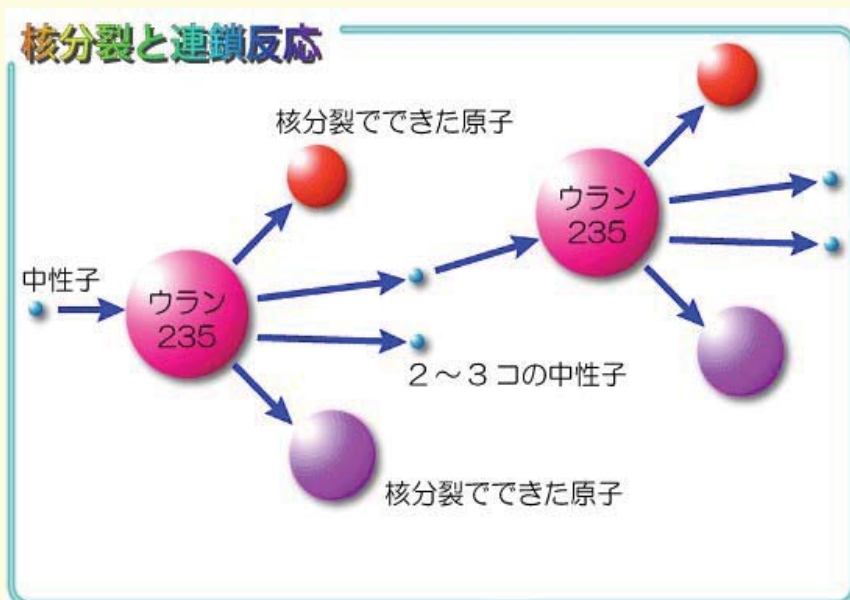
低線量放射線被曝の影響 ～ 放射能汚染にどう向き合うか～



今中哲二
京都大学原子炉実験所

5月22日(金) 米沢市
5月23日(土) 相馬市
5月24日(日) 南相馬市

原爆と原発



<原爆>

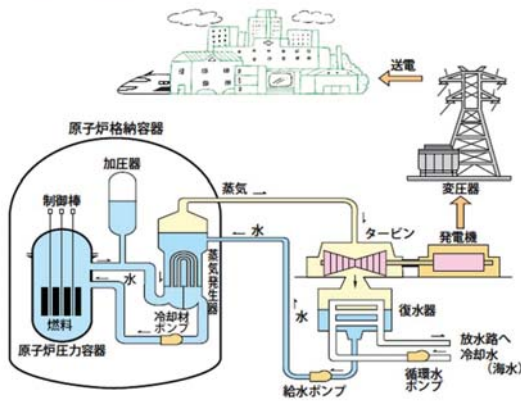
連鎖反応を瞬間的
(100万分の1秒) に行う。

<原発>

制御棒を用いて
連鎖反応を制御する。

原発の危険性

加圧水型炉(PWR)原子力発電のしくみ



● 広島・長崎原爆では約1kgのウランやプルトニウムが核分裂を起こした。

● 100万kWの原発では1日に約3kgのウランが核分裂を起こす(1年で約1000kg)。

原発大事故 その1：原子炉の冷却に失敗する。

原発大事故 その2：核分裂の制御に失敗する。

3

どんなことが起きても安全だった日本の原発

「原子炉立地審査指針」

(1964年原子力委員会決定)

万一の事故時にも、公衆の安全を確保し、かつ原子力開発の健全な発展をはかることを方針として、この指針によって達成しようとする基本的目標は次の三つである。

a. . . .

b. 更に、重大事故を越えるような技術的見地から起るとは考えられない事故

(以下「仮想事故」) (例えば、重大事故を想定する際には効果を期待し

た安全防護施設のうちのいくつかが動作しないと仮想し、それに相当す

る放射性物質の放散を仮想するもの)の発生を仮想しても、周辺の公衆に

著しい放射能災害を与えないこと。

4

はじめからウサンくさかった日本の原子力開発 原発事故がとんでもない規模になることは はじめから分かっていた

原発事故の災害規模(日米での災害評価とチェルノブイリ事故)

	日本原産会議報告 (1960)	米国ラスムッセン報告 (1975)	チェルノブイリ事故 (1986)
電気出力	16万kW	100万kW	100万kW
放射能放出量	1000万キュリー	5億キュリー	4.5億キュリー
急性死者	540人	3300人	公称 31人
急性障害	2900人	4万5000人	公称 100人余り
永久立退き人数 または面積	3万人	750平方km	約40万人 約1万平方km
農業制限・除染面積	3万6000平方km	8300平方km	約3万平方km
損害評価額	約1兆円	4.2兆円	約50兆円?
当時の日本の国家予算	1.7兆円	21兆円	54兆円

2011年3月11日 また起きた最悪の事態!



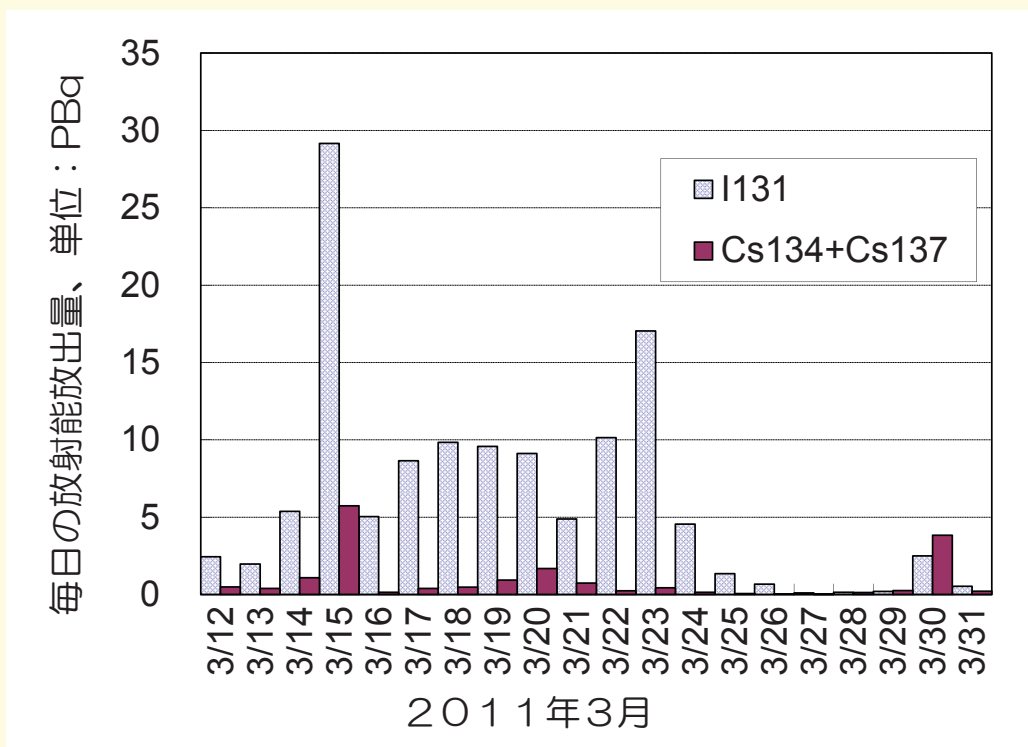
『2008年に、東電内部チームから、福島原発で
10mを越える津波の可能性の報告があった』
政府事故調・吉田調書

3月12日、 1号機水素爆発

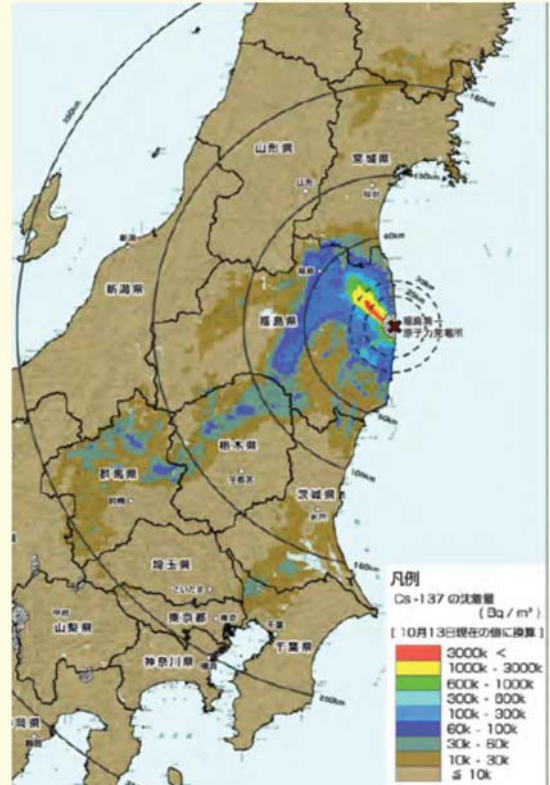
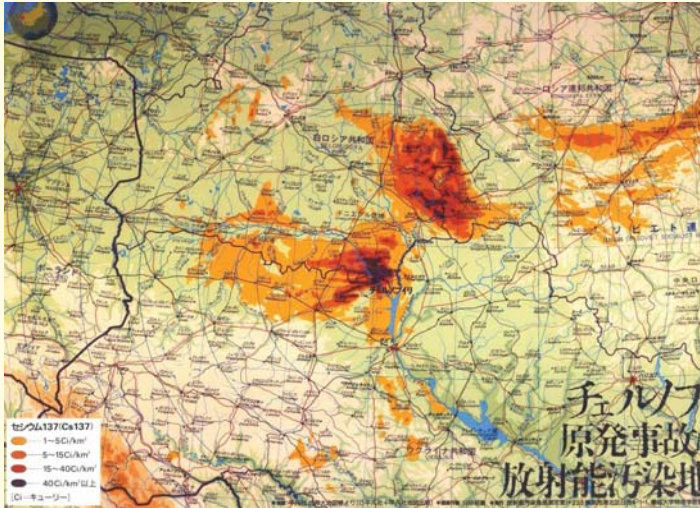
3月14日、 3号機水素爆発



事故期間中の毎日の放射能放出量



日本も“放射能汚染と向きあう時代”になった



関東から岩手県までの本州太平洋側には“無視できないレベル”のセシウム137汚染が生じてしまった。

9

放射能汚染と向き合うには 放射能、放射線について学んで

“ベクレル”と“シーベルト” 慣れて、値になじんで下さい。

ベクレル (Bq) とは：放射線を出す強さを表す単位

シーベルト (Sv) とは：どれだけ放射線を浴びたかを表す単位

10

ベクレル (Bq) とシーベルト (Sv)



東京電力HPより

周期律表

1																	18
1 H	2															2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*1	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	*2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo

水素の同位体

^1_1H : 普通の水素 (軽水素)

^2_1H : 重水素

^3_1H : 三重水素 (トリチウム)

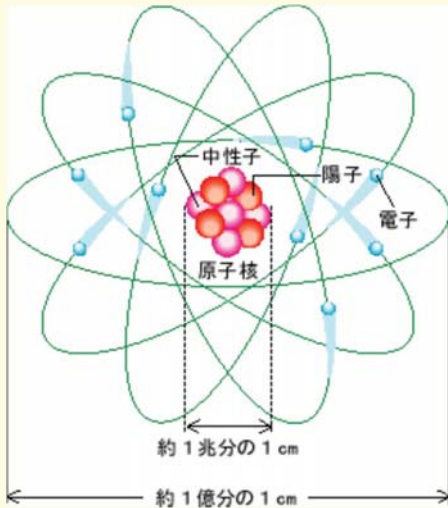
*1 ランタノイド:

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

*2 アクチノイド:

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------

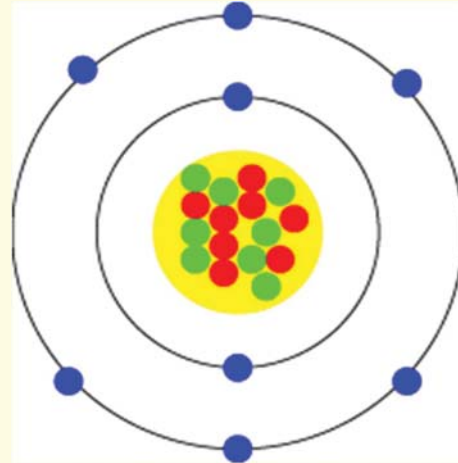
原子、原子核の仕組み



原子核の中の陽子の数で元素がきまる

酸素の原子: 陽子が8つ

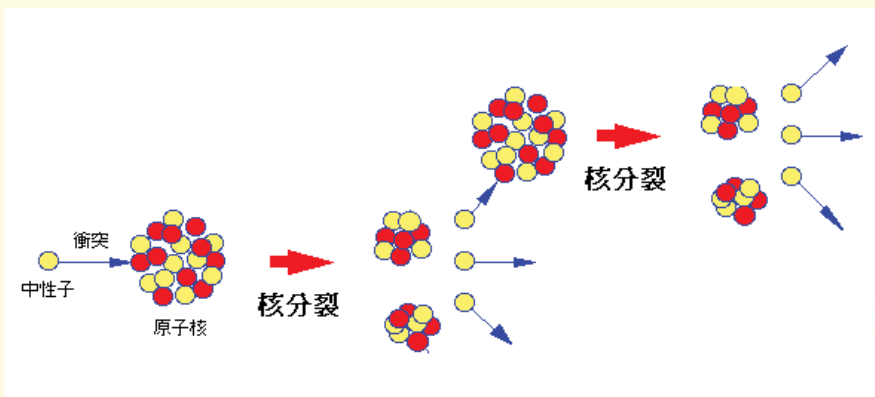
${}^{16}_8\text{O}$



- 原子は、真ん中の原子核とまわりの電子でできている
- 原子核は、陽子と中性子が集まっている

原子核の中の“陽子と中性子の数のバランス”が悪いと、原子核が変身して、より安定な別の原子核になろうとする。

核分裂と核分裂生成物



原子核の割れ方は決まっていなない!

92個の陽子と144個の中性子が2つの破片に分布する

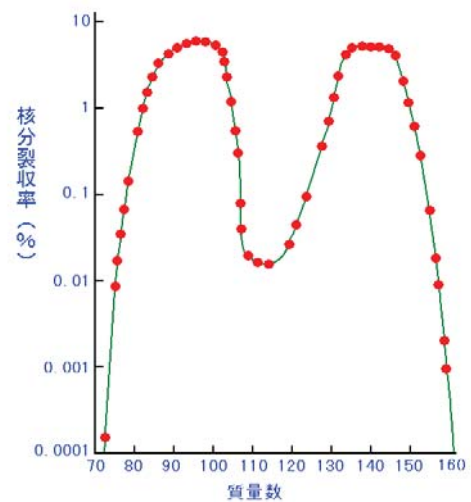


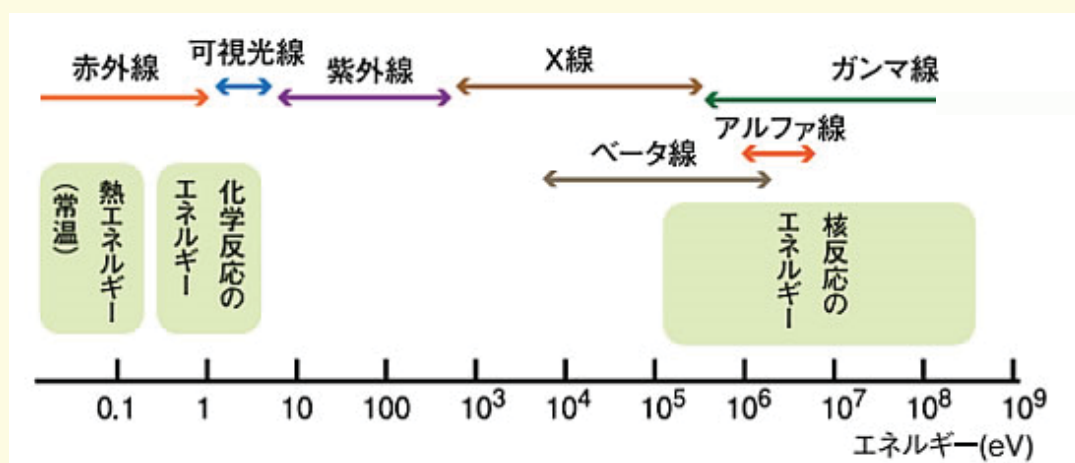
図1 ${}^{235}\text{U}$ の核分裂生成物収率曲線

福島原発事故が起きたとき、2号機の炉心に溜まっていた放射能量（一部のみ）

記号	核種名	性質	半減期	放射能量
Sr-89	ストロンチウム89	不揮発性	50日	280京Bq
Sr-90	ストロンチウム90	不揮発性	29年	19京Bq
Zr-95	ジルコニウム95	不揮発性	64日	410京Bq
Ru-103	ルテニウム103	不揮発性	39日	360京Bq
I-131	ヨウ素131	揮発性	8日	270京Bq
Te-132	テルル132	揮発性	3日	390京Bq
Xe-133	キセノン133	気体	5日	580京Bq
Cs-134	セシウム134	揮発性	2年	28京Bq
Cs-137	セシウム137	揮発性	30年	24京Bq
Ba-140	バリウム140	不揮発性	13日	510京Bq
Np-239	ネプツニウム239	不揮発性	2.35日	4800京Bq
Pu-239	プルトニウム239	不揮発性	2万4000年	0.08京Bq

15

放射線が持っているエネルギー



eV(電子ボルト): 粒子や電磁波のエネルギーの単位

生物体内で原子・分子が結合しているエネルギーは数eVからせいぜい10eV. 一方、放射線のエネルギーは数十万eVから数百万eV.

16

放射線障害

■ 急性放射線障害

- 大量の被曝により多くの細胞が死亡し臓器機能がやられる

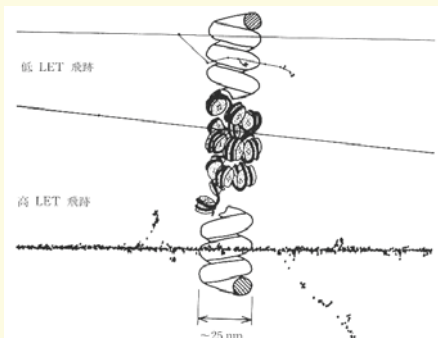
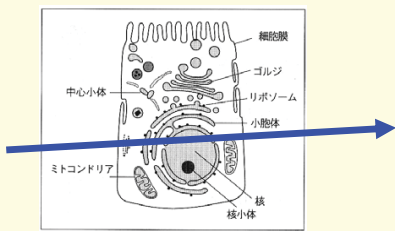


■ 晩発性放射線障害

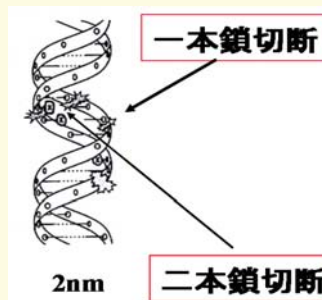
- 細胞の突然変異により、後になってガン・白血病や遺伝的障害として現われる

17

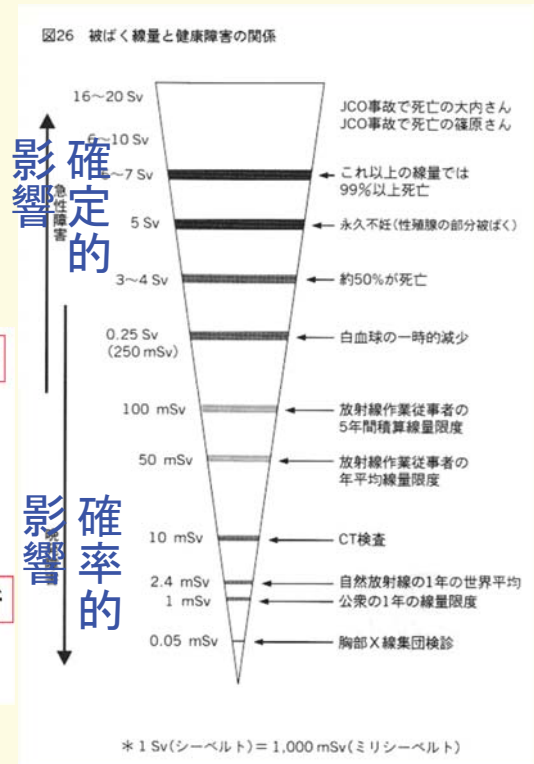
放射線に被曝すると！



図B-1 クロマチン (DNAと蛋白質の混合物) の断面を通過する高LET飛跡と低LET飛跡のダイアグラム



Int. J. Rad. Biol.
Dooghead DT, 1994



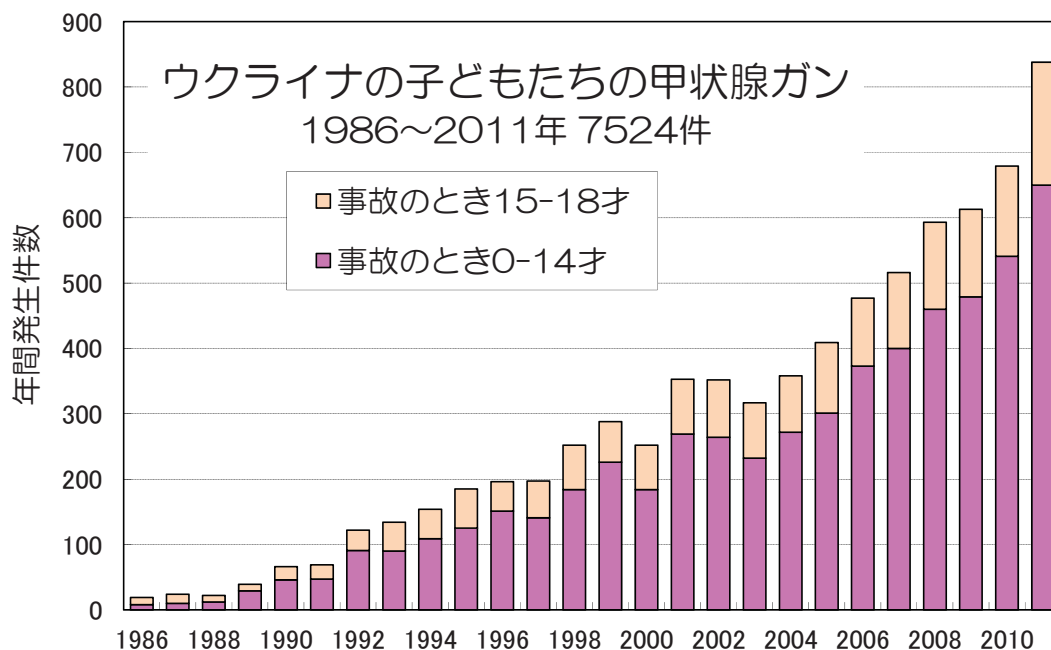
一度にたくさん浴びると“急性障害”（確定的影響）が起き、被曝が少なくてもガン・白血病といった“晩発障害”（確率的影響）の恐れがある。

18

枝野さんが言っていたように、
事故による福島原発周辺住民の被曝は
「すぐには健康に影響ないでしょう」

**問題は、後々になって現
われる晩発的影響です**

チェルノブイリ事故による 子どもの甲状腺ガン

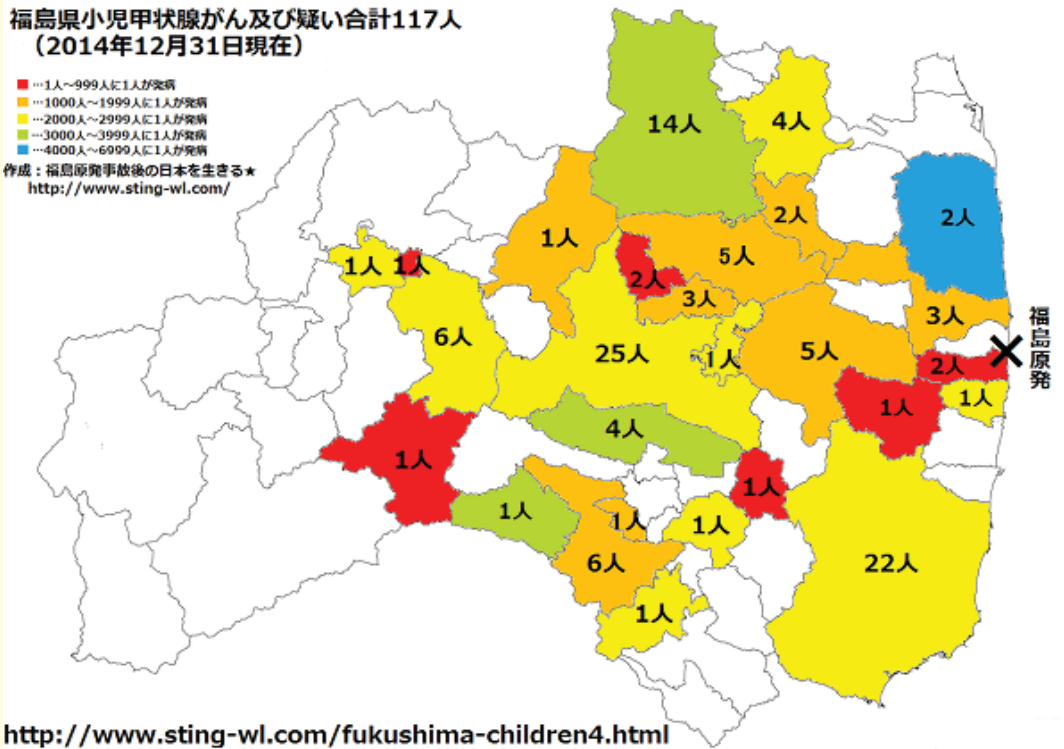


福島の子どもの甲状腺ガン

福島県小児甲状腺がん及び疑い合計117人
(2014年12月31日現在)

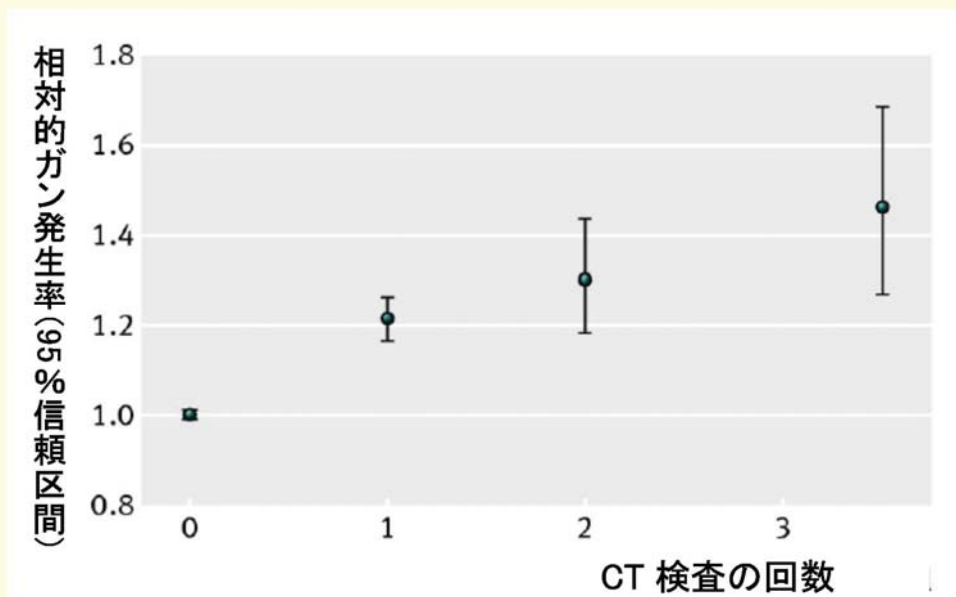
- 1人～999人に1人が発病
- 1000人～1999人に1人が発病
- 2000人～2999人に1人が発病
- 3000人～3999人に1人が発病
- 4000人～6999人に1人が発病

作成：福島原発事故後の日本を生きる★
<http://www.sting-wl.com/>



今年2月12日の発表では、甲状腺ガン・ガンの疑いの子供たちは117人に増加

オーストラリアでCT検査を受けた子供68万人の追跡調査 CT検査によるガン増加データ Mathewsら BMJ誌 2013年



CT1回当たりの被曝量は4.5ミリシーベルト。
CTの回数とともに有意なガン増加が認められた。

米国BEIR-VII報告 (2005)

☆発ガンに関する線量・効果関係は、「しきい値なし直線」である

☆1ミリシーベルトの被曝により後に発ガンする確率は(人間集団の平均で)1万分の1である

放射線被ばく

低線量でも発がん

米調査 CT1回、1000人に1人

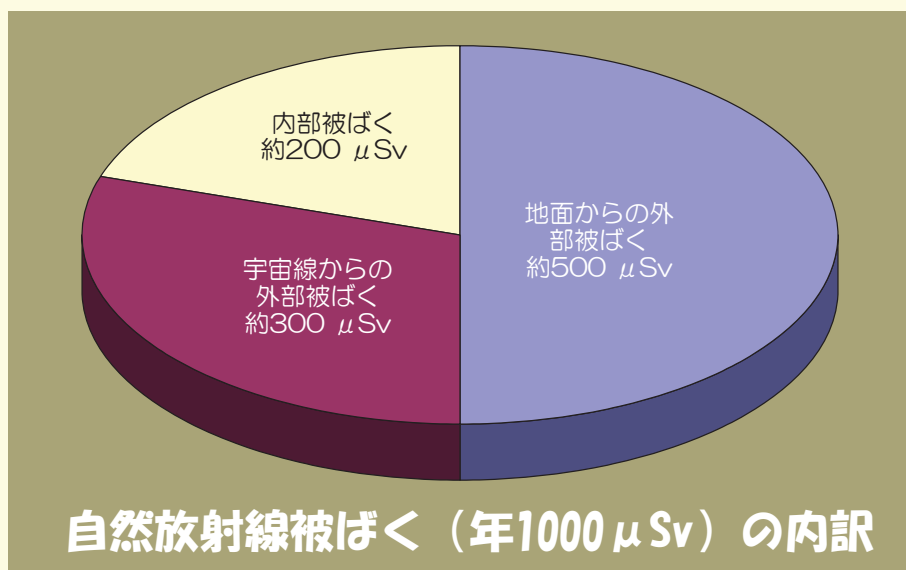
【ワシントン共同】放射線被ばくは低線量でも発がんリスクがあり、職業上の被ばく線量限度である5年間で100ミリシーベルトの被ばくでも約100人の人が放射線に起因するがんになるとの報告書を、米科学アカデミーが世界の最新データを基に30日まとめた。報告書は「被ばくには、これ以下「被ばくには、これ以下「被ばくには、これ以下「被ばくには、これ以下」なら安全」と言える量はないと指摘。国際がん研究機関などが日本を含む15カ国の原発作業員を対象にした調査でも、線量限度以内の低線量被ばくで、がん死の危険が高まることが判明した。

放射能汚染に向き合うときの基礎知識

私たちは結構強い
自然放射線
に囲まれて生活している

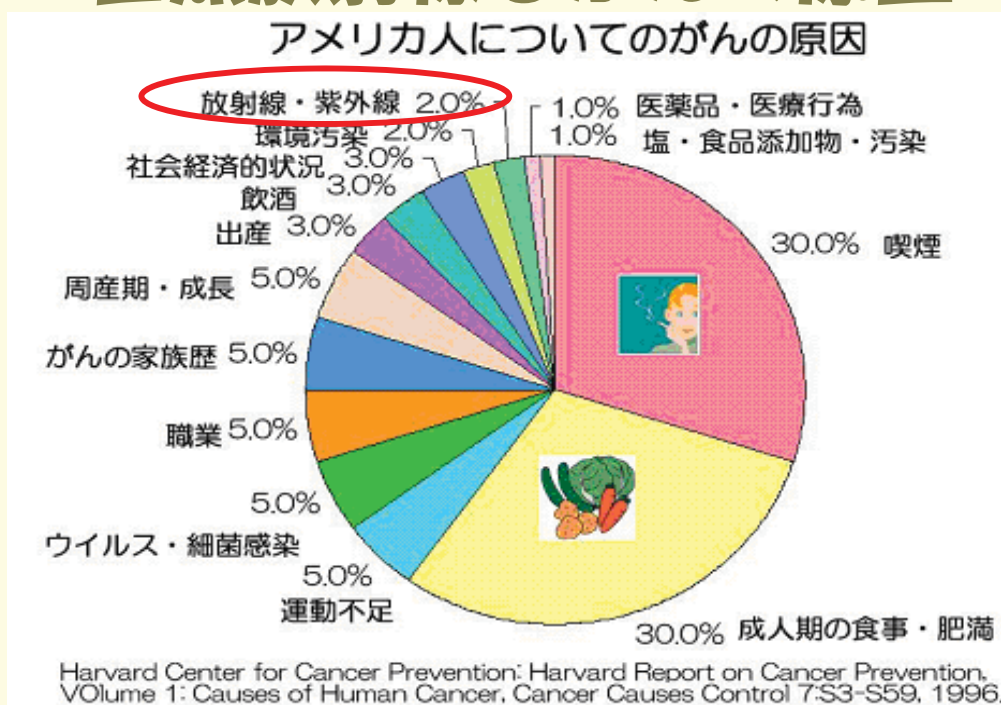
1 ミリシーベルト（1000マイクロシーベルト）

■ 自然放射線による1年間の被ばく量



- 原子炉等規制法に基づく一般公衆の線量限度：年間1 mSv
- 日本人の医療被曝の平均：年間2 mSv

自然放射線もがんの原因



放射線影響協会HPより

2013年の日本のガン死36万件のうち、その2%の原因が放射線すると、 $36万 \times 2\% = 7200$ 件となる。

最近の食品の放射能汚染レベル

	産地	購入時期	セシウム137+セシウム134濃度 ベクレル/kgまたは μCi
精米	二本松	2013年12月	0.5
精米	二本松	2014年12月	0.4
ジャガイモ	福島市	2013年12月	2.2
リンゴ	福島市	2014年12月	1.6
リンゴ	二本松	2014年12月	1.7
ニンジン	福島市	2015年2月	1.0
タマネギ	福島市	2015年2月	0.6
牛乳	福島市	2013年7月	0.3
牛乳	栃木	2014年7月	0.2
牛乳	北海道	2015年2月	0.02
生シイタケ(菌床)	二本松	2014年3月	5.6
生シイタケ(菌床)	北海道	2014年4月	0.8
乾しシイタケ	大分	2014年4月	6.1
参考: 生シイタケ	飯舘村	2014年4月	1万5000

27

覚えておきたい数字

- 地面からの自然放射線量率は、1時間に0.05マイクロシーベルトで、1日では約1マイクロシーベルト。
- 宇宙線被曝、内部被曝を入れて1年で約1000マイクロシーベルト = 1ミリシーベルト。
- セシウム137を1ベクレル体内に取り込むと、排泄されるまでに約0.02マイクロシーベルト。
- オシッコ中セシウム137の濃度が1ベクレル/ μCi で続いていると、年間5~10マイクロシーベルト

28

福島後の時代

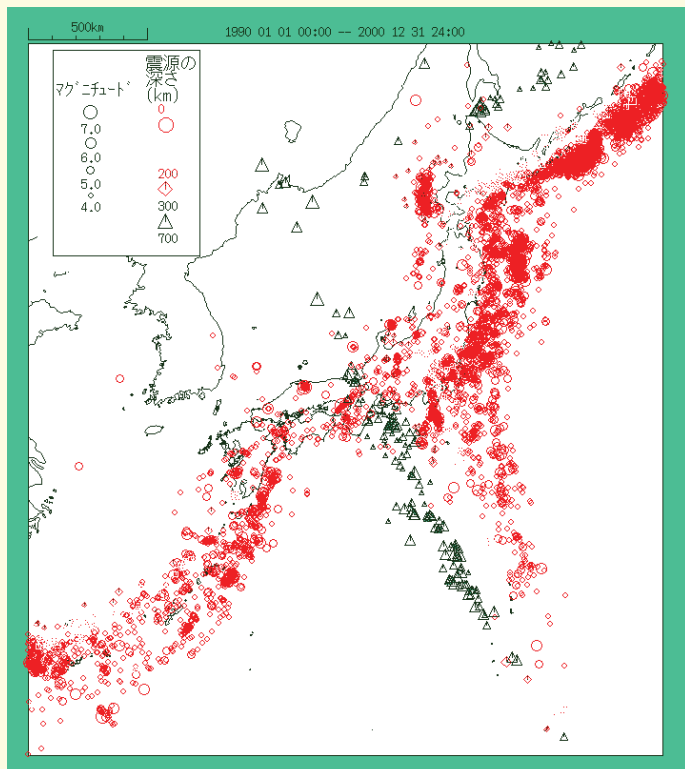
私たちは、
どこまでの被曝をがまんするのか
どこまでの被曝を受け入れるのか
一般的な答はない

<参考>

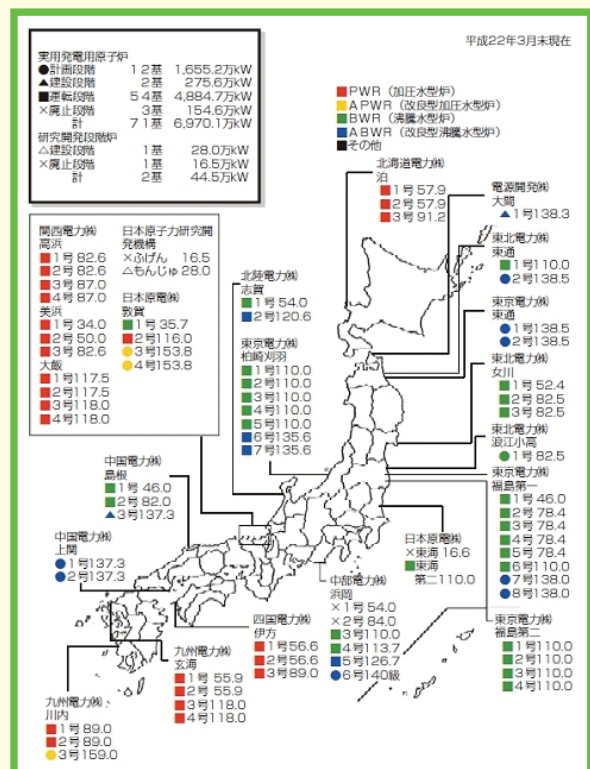
- 通常時の一般公衆の基準値:年間1ミリシーベルト
- 放射線作業従事者の線量限度:年間20ミリシーベルト
- 自然放射線による年間1ミリシーベルトの被曝を受けている
- 『年1ミリシーベルト』が、ガマンの目安のひとつであろう

子供は感受性が大きく、将来がある！！
子供の被曝はできるだけ少なくすべきである！！

そもそもこんなに作ったのが
間違っていた！



M4以上の地震 1900年～2000年 気象庁HP



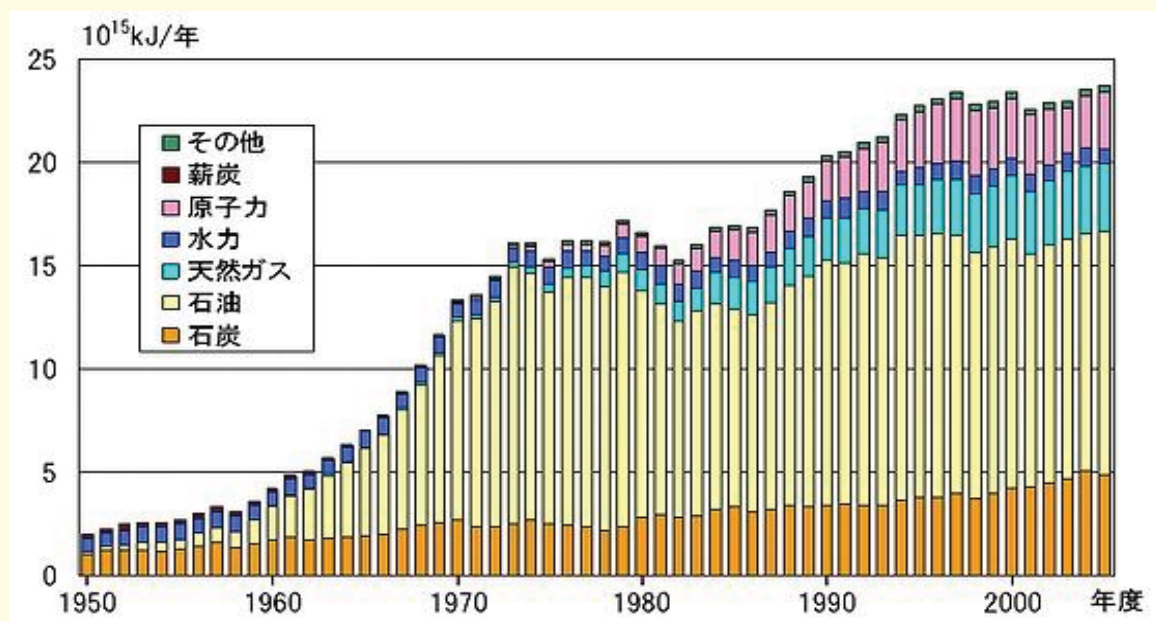
日本が民主主義の国であるなら、

- 福島第1原発の安全性に責任あった人々すべてを審問し、
- かれらの判断に、事故につながる誤り、不作為があったなら、
- 裁判にかけて、しかるべき罰をうけてもらう。

というシステムが必要である。

31

日本のエネルギー需要の変遷



何がホントに大事なのかももう一度考えてみよう

ご静聴ありがとうございました！

32