

放射線学入門

—福島第一原発事故を受けて—

一般向け緊急被曝ガイド

平成25年7月26日版

追加

P31, 32の値、放医研が修正、がんのリスク(含甲状腺)のデータ追加

産業医科大学医学部
放射線衛生学講座

お問い合わせ先: j-hsyseg@mbox.med.uoeh-u.ac.jp

図説 放射線学入門

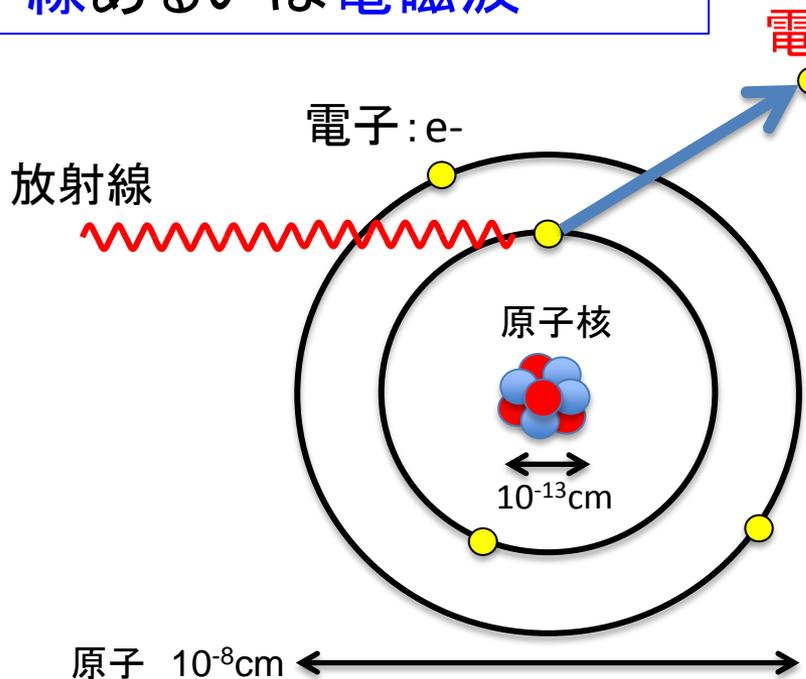
基礎から学ぶ緊急被曝ガイド

産業医科大学医学部放射線衛生学講座 岡崎 龍史

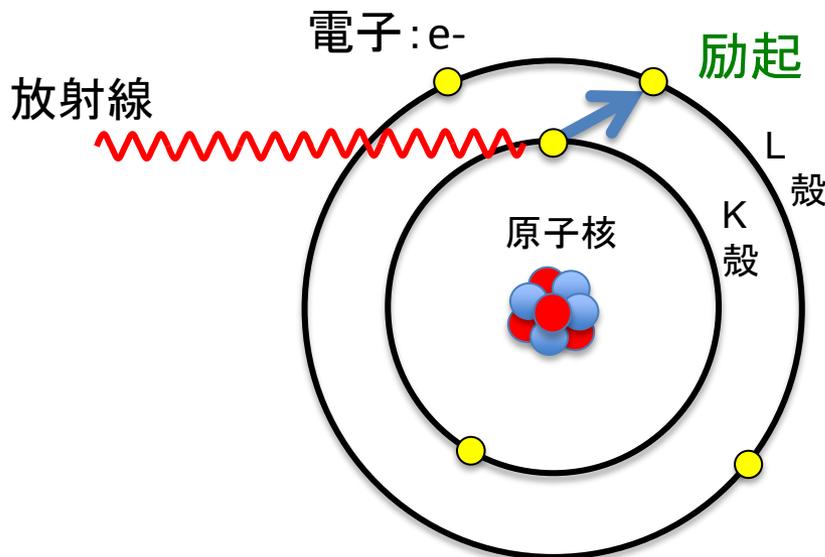


医療科学社

放射線とは、**電離**や**励起**を引き起こす**粒子線**あるいは**電磁波**



電離 軌道にあった電子が原子の外へ弾き飛ばされ、離れていくこと



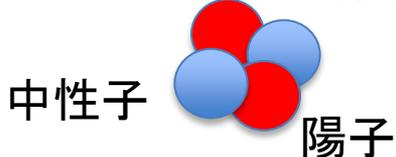
電子が一つ以上上の軌道へ移動すること
図では、K殻からL殻へ移動

放射線の正体

放射線は、電離や励起を引き起こす **粒子線** あるいは **電磁波**

小さな粒 (粒子線)

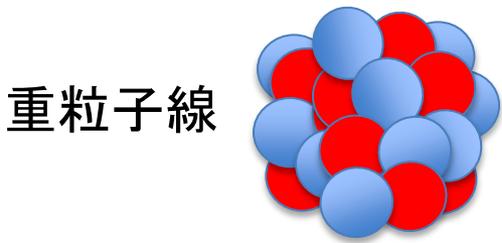
アルファ(α)線: 陽子2個、中性子2個からなるヘリウム原子核



ベータ(β)線: 電子 9.1×10^{-31} kg

中性子線: 1.6×10^{-27} kg

陽子線: 1.6×10^{-27} kg



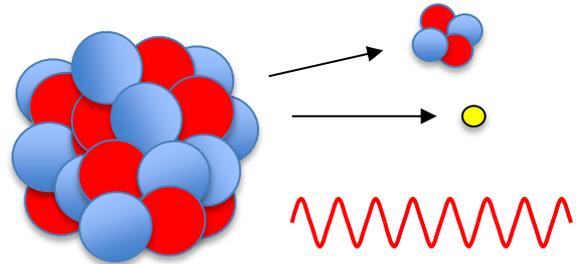
見えない光 (光子、電磁波)

ガンマ(γ)線、X線: 超高周波数 (波長は短い) 電磁波



放射性物質

放射線をだす物質



核種と壊変形式

^3H	弱い β 線	^{54}Mn	β 線, γ 線	^{137}Cs	β 線, γ 線
^{14}C	β 線	^{57}Co	β 線, γ 線	^{152}Eu	β 線, γ 線
^{22}Na	β 線, γ 線	^{60}Co	β 線, γ 線	^{192}Ir	β 線, γ 線
^{24}Na	β 線, γ 線	^{63}Ni	β 線	^{204}Tl	β 線, γ 線
^{32}P	強い β 線	^{85}Kr	β 線, γ 線	^{210}Pb	β 線, γ 線
^{35}S	β 線	^{86}Rb	β 線, γ 線	^{210}Po	α 線, γ 線
^{41}Ar	β 線, γ 線	^{90}Sr	β 線	^{235}U	α 線, γ 線
^{40}K	β 線, γ 線	^{99}Mo	β 線, γ 線	^{238}U	α 線, γ 線
^{45}Ca	β 線	^{125}I	β 線, γ 線	^{239}Pu	α 線, γ 線
^{51}Cr	β 線, γ 線	^{131}I	β 線, γ 線	^{241}Am	α 線, γ 線

「放射能」とは、
放射性物質が放射線を出す能力のこと。

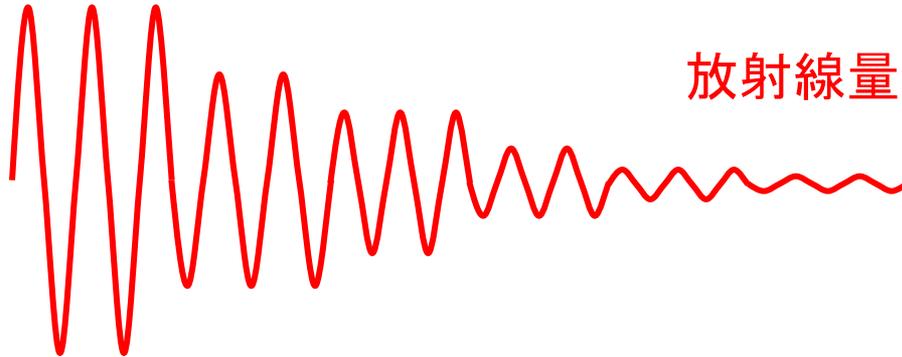
「放射能漏れ」という言葉はありません！
この点に関して、マスコミはいつもデタラメ。

「放射性物質漏れ」が正しい。

放射線と放射性物質の遠距離到達の違い

放射線は離れる程、線量は弱くなりますが、この時の放射線はガンマ線やX線のこと。
せいぜい数十mしか飛びません。

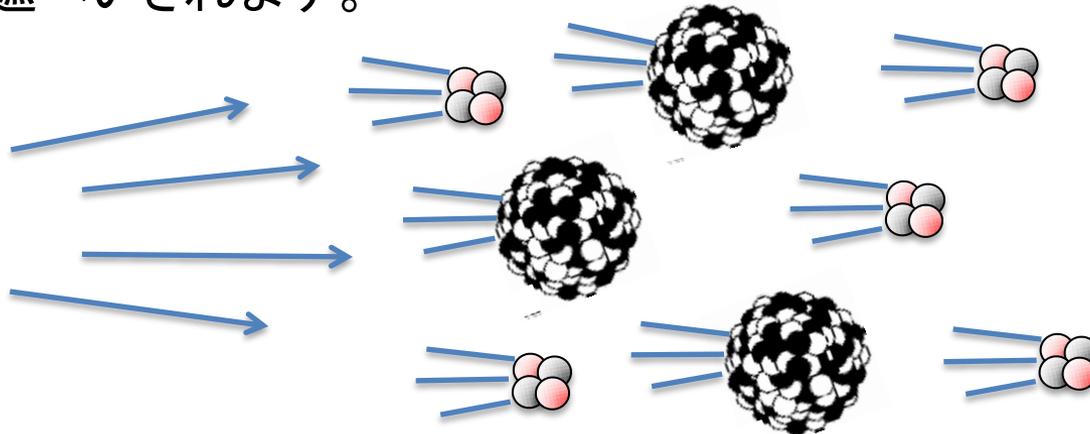
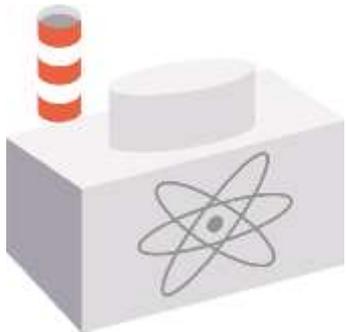
エネルギーの強い γ 線では数百m飛びますが、一般市民の方がそのような強いエネルギーの γ 線に遭遇することはないでしょう。



放射線量は距離の二乗に反比例します

何もない

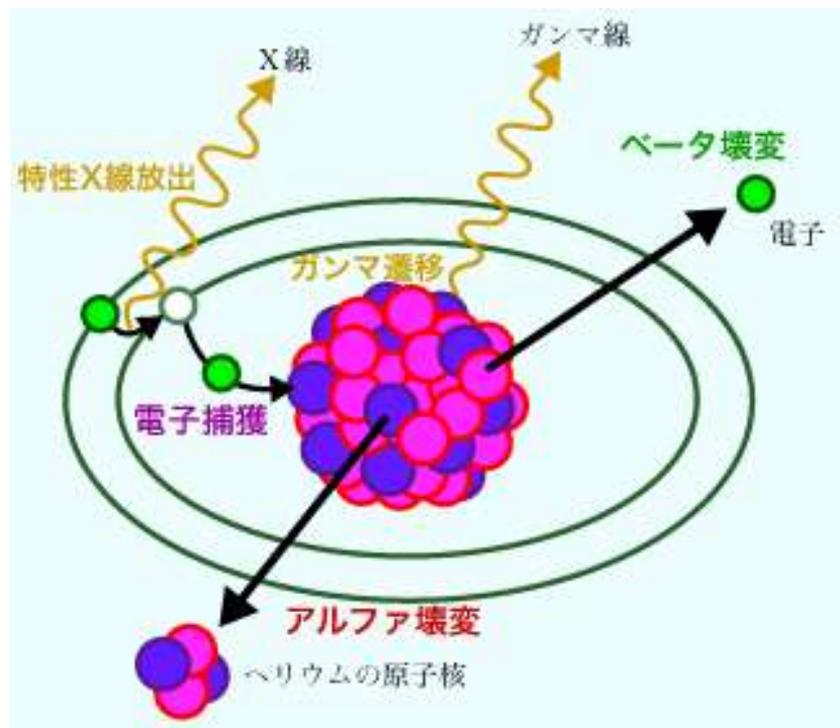
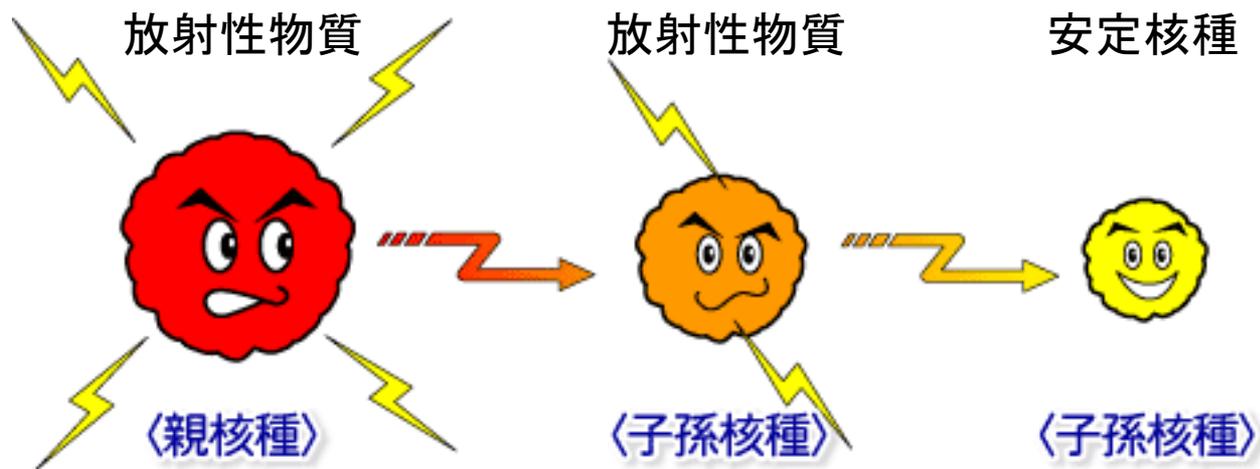
放射性物質とは放射性同位元素を含んでいるので、そのものから放射線が出ます。この時に問題になるのはアルファ線やベータ線。数mmから数cmしか飛ばないので、花粉を払う如く除去すれば良いのです。アルファ線は紙1枚で、ベータ線はアクリルやプラスチックで遮へいされます。



放射線の単位

	単位	意味	簡単に説明すると
放射能	Bq ベクレル	放射性物質が1秒間に崩壊 (壊変)した数	放射性物質から1秒間に 1つ放射線が出ると1ベクレル (1崩壊でα線とγ線またはβ線と γ線が同時に出ることもあるので、 厳密には違います。)
吸収 線量	Gy グレイ	ある任意の物質中の単位質 量あたりに放射線により付与 されたエネルギーの平均値 J(ジュール)/kgで表される。	放射線が物質に与える エネルギーの単位
等価 線量	Sv シーベルト	組織・臓器における放射線の 影響を、放射線の種類やエネ ルギーによる違いを補正し、 共通の尺度で表現する量	放射線の人に対する 影響に用いる単位
実効 線量	Sv シーベルト	等価線量を組織荷重係数に よって補正し、全身の放射線 影響の指標となる量	

壊変あるいは崩壊

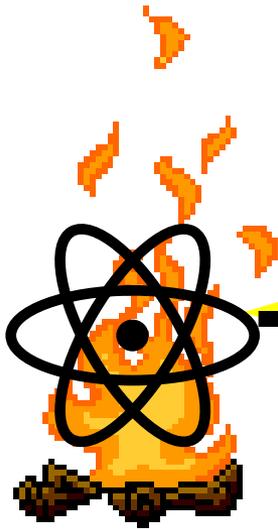


放射線を火に例えると、影響は「モノ」によって違う

物質への影響: グレイ(Gy = J/kg)

J(ジュール)は仕事、熱量、電力量
に用いられる単位

放射性物質



放射能

1秒間に出る
放射線の数
(Bq)

人体への影響: シーベルト(Sv)

X線やγ線、β線(電子線)は、

1Gy = 1Sv

α線は、1Gy = 20Sv



溶ける



少し溶ける



溶けない



放射性物質



吸った臭いの量：グレイ(Gy)

放射線



プーン

ううっ!

臭いが人体に及ぼす影響
シーベルト(Sv)

どれくらい臭いを出すか
ベクレル(Bq)

外部被曝：臭いを嗅ぐ

内部被曝：うんちを摂取する

表面汚染：うんちが付着する

創傷汚染：傷口に付着する

嗅がないように、離れる、覆う、短時間で

口、皮膚、気道から入らないように

付いたうんちは洗えば良い

付いたうんちを体内に入れないように

放射性物質
から身体を
守るため

放射線をお酒に例えると

Sv

mSv

μ Sv

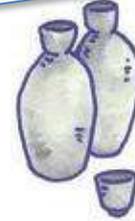
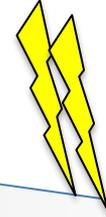
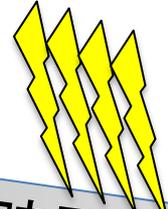
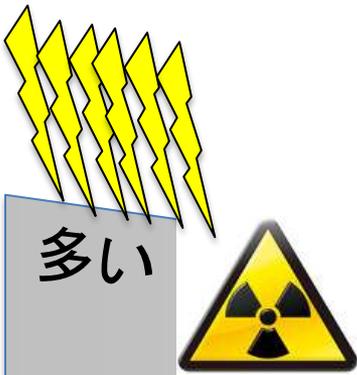
単時間あたりの放射線

単時間当たりの酒量

多い

少ない

多い



時間当たりの放射線量(線量率)が小さい程、放射線の影響は小さい
DDREF(線量線量率効果係数)=2(ICRP、UNSCEARは2~10としている)

cpm (count per minute)

とは、放射線測定器で1分間に測った放射線数
ガイガーカウンター

全ての放射線測定器で得られた測定値は、全放射能の値(Bq)ではない。計数効率(測定機器の放射線数を測ることの出来る割合)によって、測定値を補正し、放射能(Bq)を求める。

例

標準線源(酸化ウラン U_3O_8): 500 Bq(1秒間の値)

標準線源の測定値: 6000 cpm

計数効率: $6000 \text{ cpm} \div 60 \text{ 秒} \div 500 \times 100\% = 20\%$

仮に ^{137}Cs を測ったとして、1200cpmという値を得たとすると

$1200 \text{ cpm} \div 60 \text{ 秒} \div 20\% = 100 \text{ Bq}$

成人で経口摂取したとすると

$100 \text{ Bq} \times 0.013 \mu \text{ Sv/Bq} = 1.3 \mu \text{ Sv}$

の被曝をしたこととなります

窓枠の面積 20 cm^2 とすると

$100 \text{ Bq} \div 20 \text{ cm}^2 = 5 \text{ Bq/cm}^2$

患者受け入れ

緊急時

10万cpm

収束時

1万3千cpm $\dot{=} 40 \text{ Bq/cm}^2$



法令に基づく表面汚染密度限度

管理区域内:

40 Bq/cm^2

管理区域持ち出し基準:

4 Bq/cm^2

日常でみられる放射線被曝線量

Gy(グレイ):

放射線が物質に与えるエネルギーの単位

100Gy

20-30Gy: がん治療(がんに対して)

10Gy

1000mSv: 致死がん発生率5%

1Gy

1000mSv

500mSv: 重篤な症状なし

0.1Gy

100mSv

250mSv: 臨床症状無し

100mSv: 人体に影響ない線量



6.7-10mSv CT/1回

10mSv

10mSv 年間高自然放射線: イラン ラムサール

5.5mSv ブラジル ガラパリ

3.8mSv インド ケララ

2.4mSv: 年間自然放射線(世界平均)

2.1mSv: 日本

1mSv

0.1mSv

約0.2mSv:

東京ニューヨーク間往復



0.3-0.65mSv 胸部X線/1回

0.01mSv

Sv(シーベルト):

放射線の人に対する影響に用いる単位

放射線業務従事者の線量限度

法令で定められている線量限度

I. 実効線量限度（全身被曝として） 100mSv／5年
（ただし、年あたり50mSvを超えないこと）

II. 等価線量限度（組織や部位に対して）

- ・目の水晶体 150mSv／年
- ・皮膚 500mSv／年
- ・妊娠可能な女子の腹部 5mSv／3月
- ・妊娠中の女子の腹部表面 2mSv
- 内部被ばく（妊娠を申告してから出産まで） 1mSv

緊急時被曝線量限度

ICRP (国際放射線防護委員会) の勧告による緊急時の線量限度

実効線量 (全身被曝として) :
100mSv

福島では最高**250mSv**
電離則の特例に関する省令 (厚生労働省令23号) による
平成23年11月1日より100mSvに変更

目の水晶体: 300mSv

皮膚: 1000mSv

放射線の人体影響

500mSv

身体的影響

急性障害

火傷・脱毛
胎児影響

晩発障害

白内障

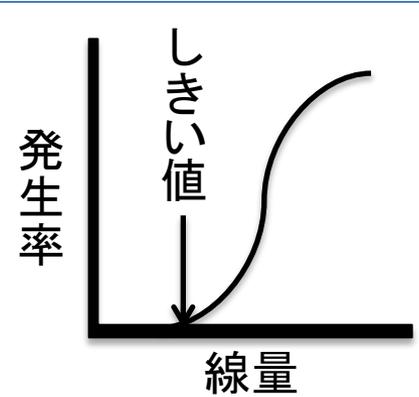
がん
白血病

遺伝的影響

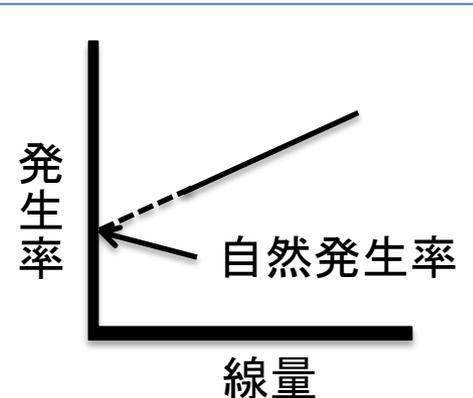
遺伝性変異
染色体異常

100mSv

確定的影響
組織反応



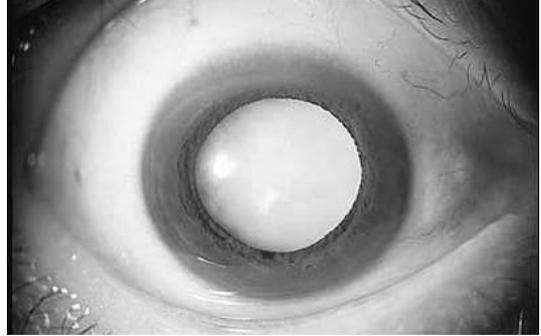
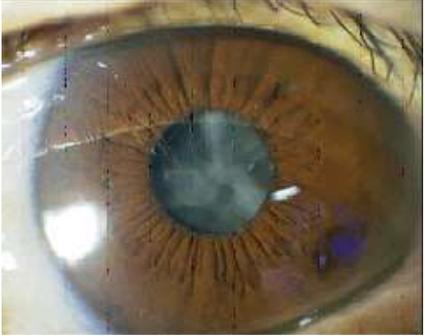
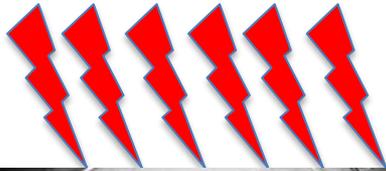
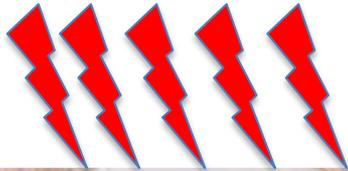
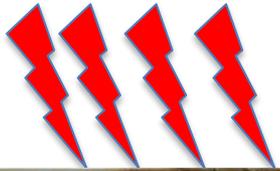
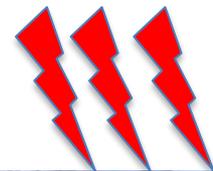
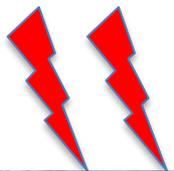
確率的影響



しきい値(しきい線量について)

例えば白内障の場合、上半分の線量では被曝しても白内障にはなりません。下半分の線量では、白内障になります。下半分の一番最小の線量がしきい線量といことです。視力障害を伴う白内障は5Gyがしきい線量です。

放射線の強さ



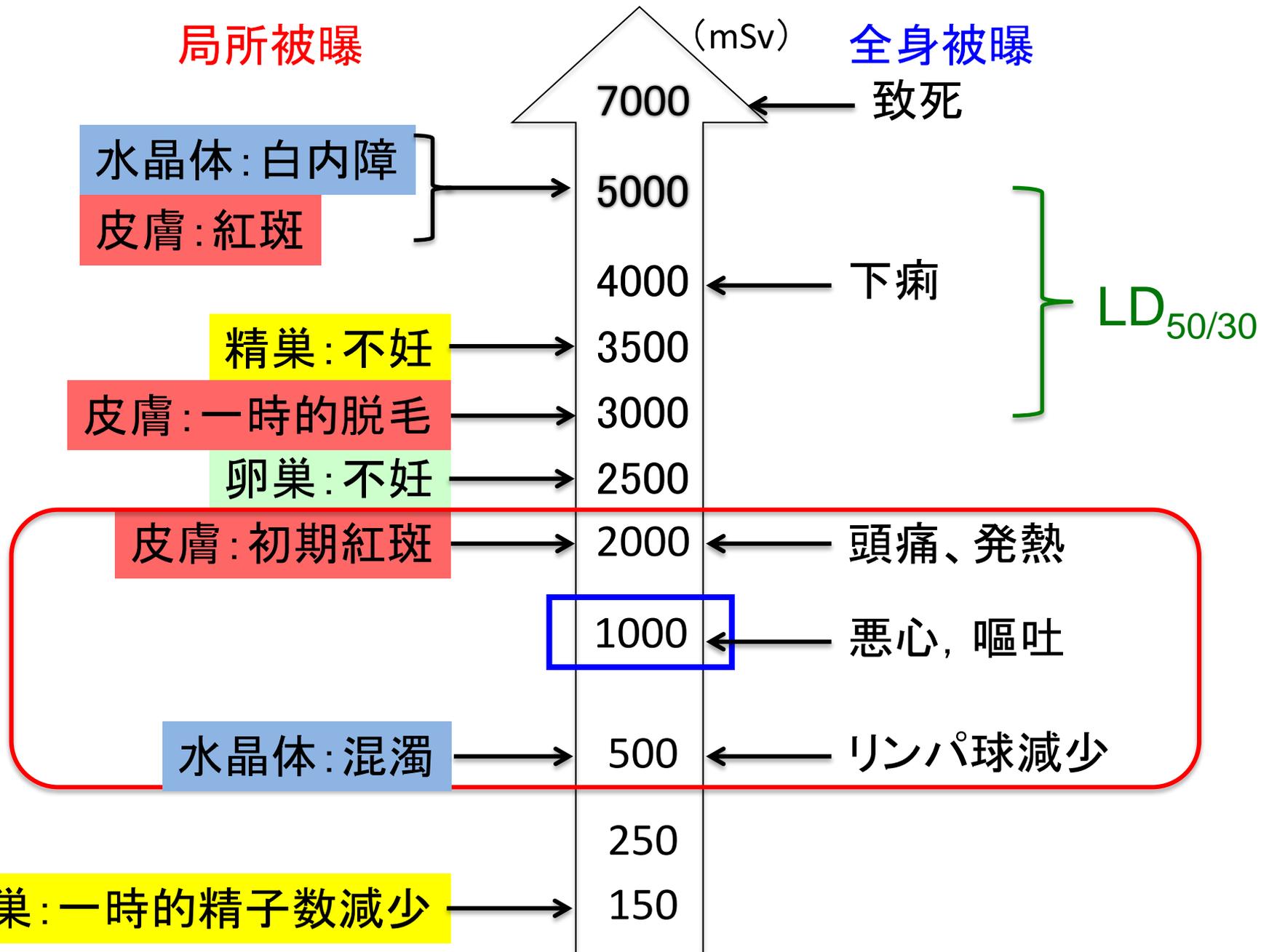
線量が高いと重篤度が増す

急性放射線被曝の局所及び全身症状

局所被曝

(mSv)

全身被曝



確率的影響

がん
白血病
遺伝的影響

発生率

直線しきい値なし仮説

自然発生率

あくまでも
計算上です

仮定

0.5%
200人に1人

0.1%
1000人に1人

0.005%
20000人に1人

容認できるレベル

1mSv

20mSv

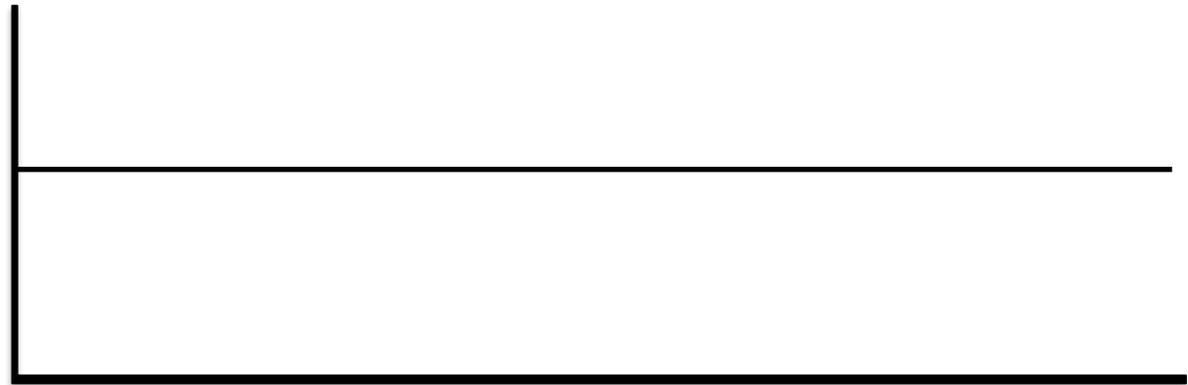
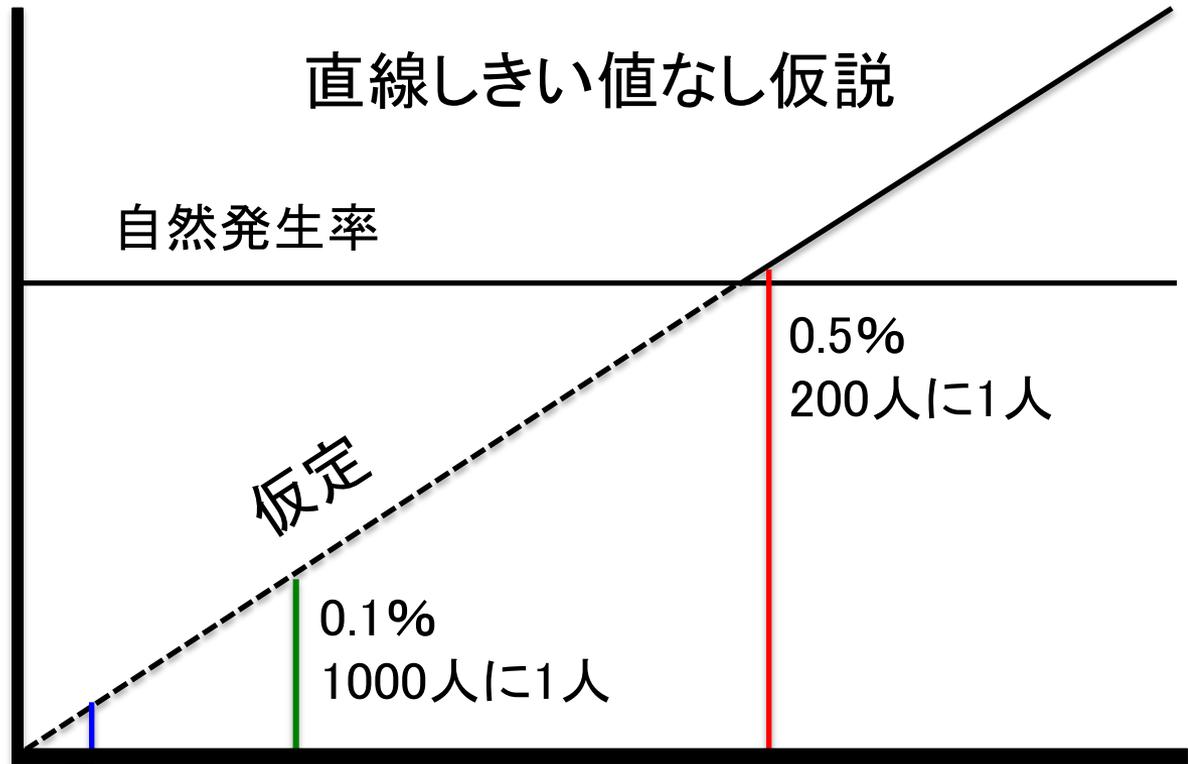
100mSv

線量

日常死亡リスク
交通事故
1-2万に1人
ワクチン
50-300万人に1人

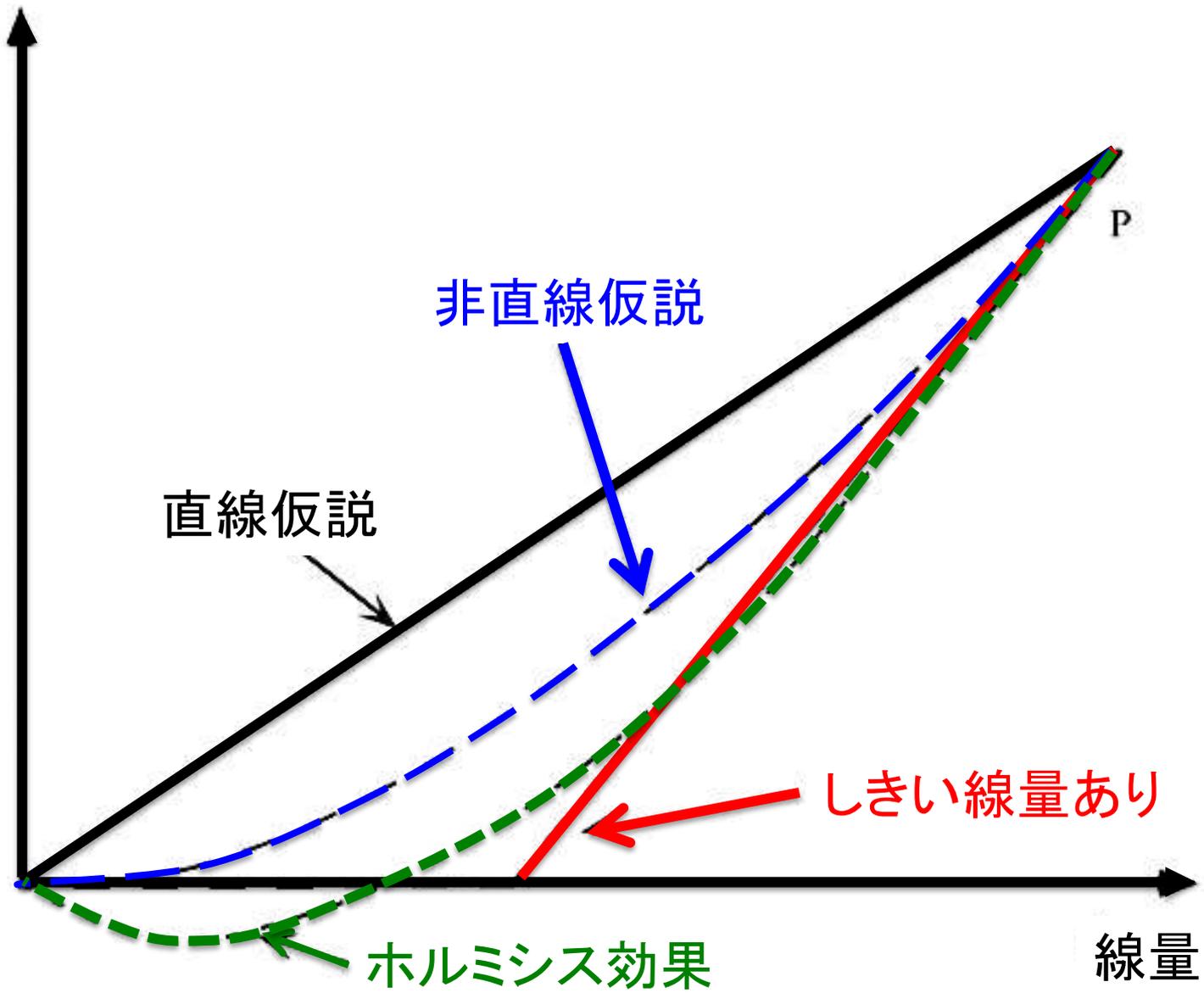
重篤度

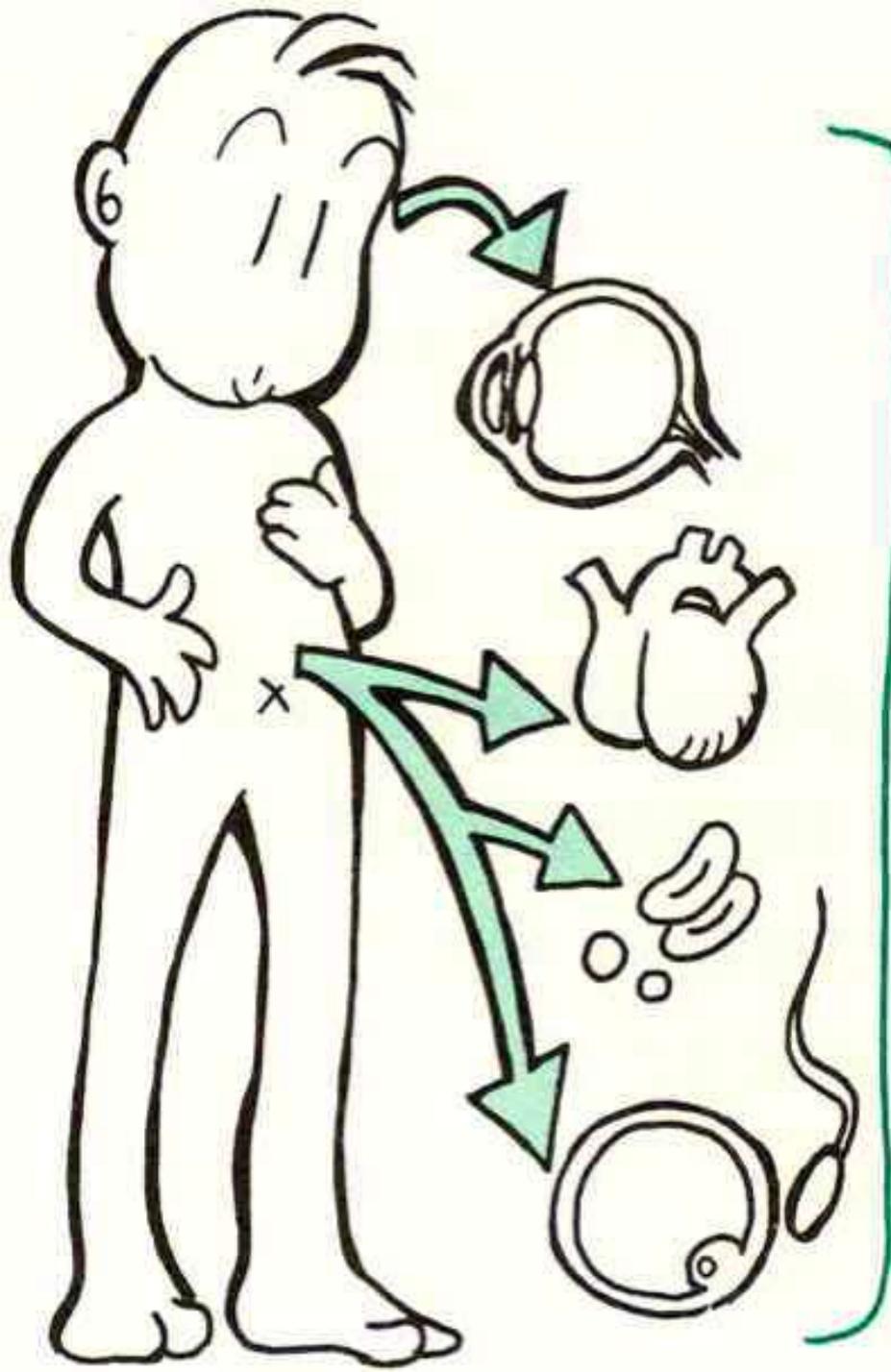
線量



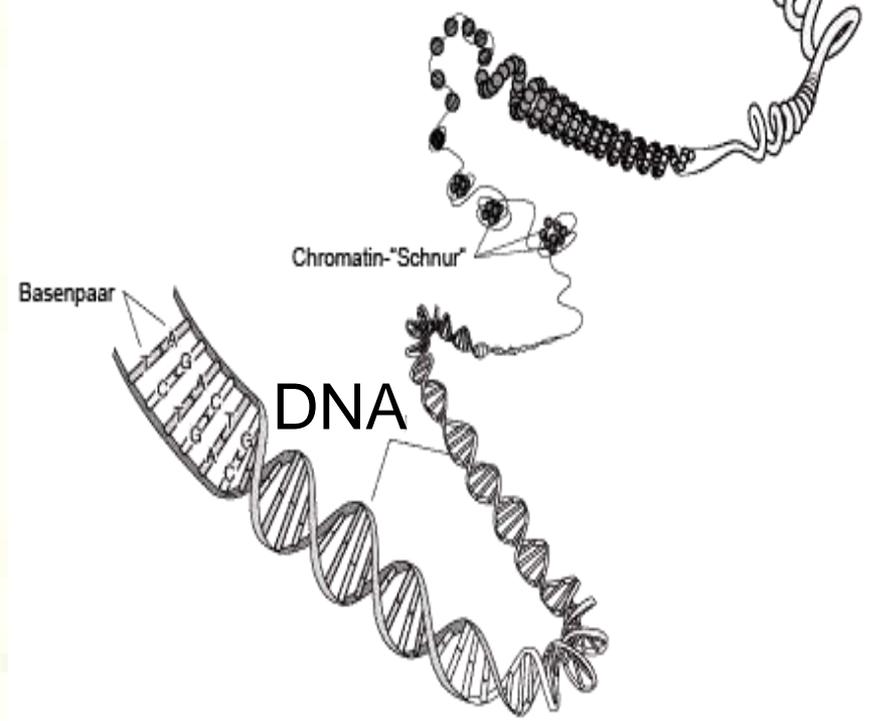
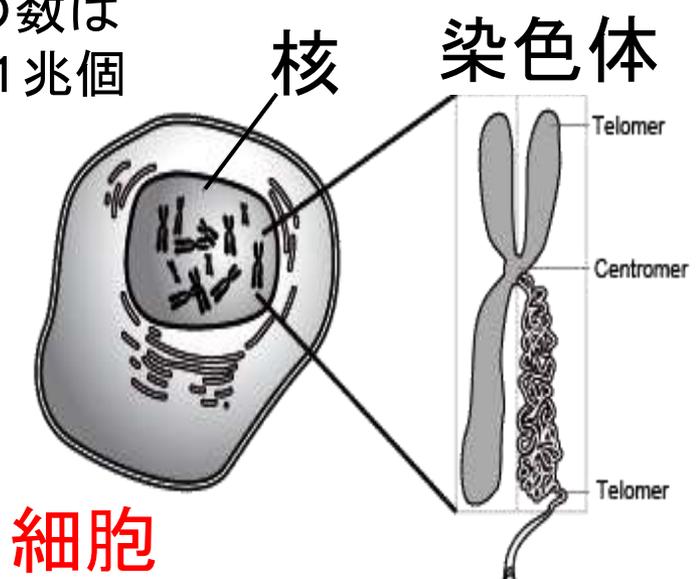
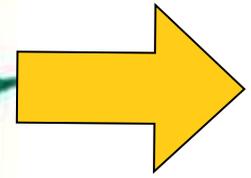
低線量域における様々な組織反応考え方

反応





人の細胞の数は
重さ1kgに1兆個



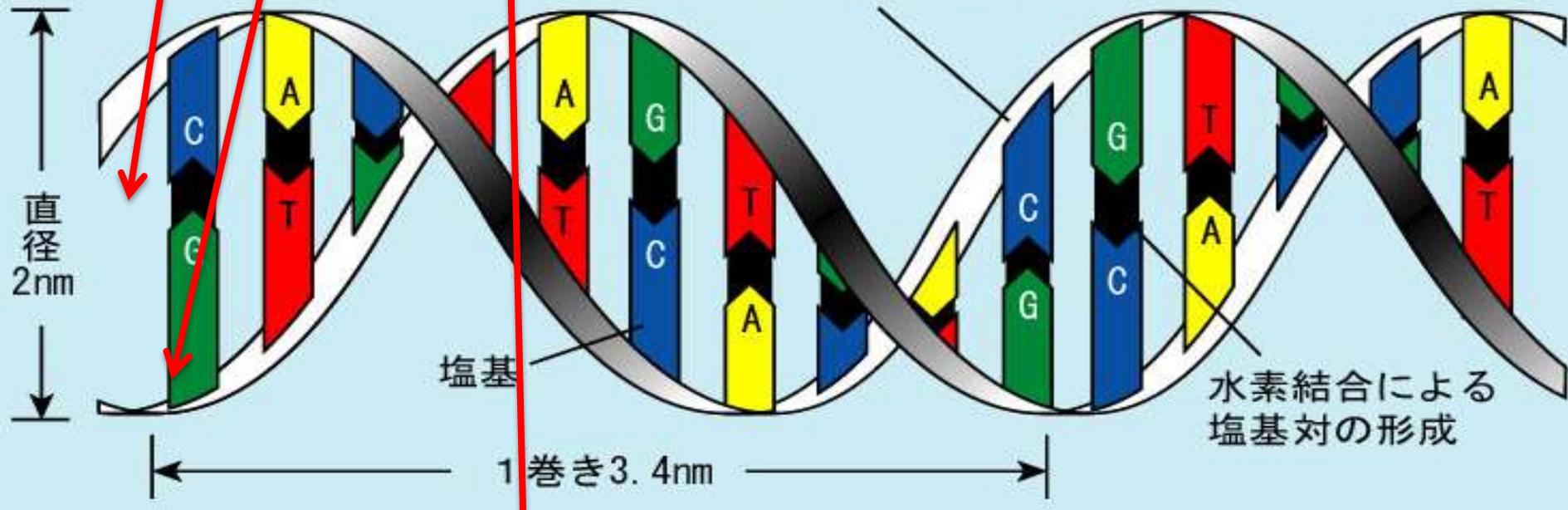
DNA

塩基損傷

1本鎖切断

二重らせん構造 (2本鎖構造)

糖・リン酸からなる主鎖



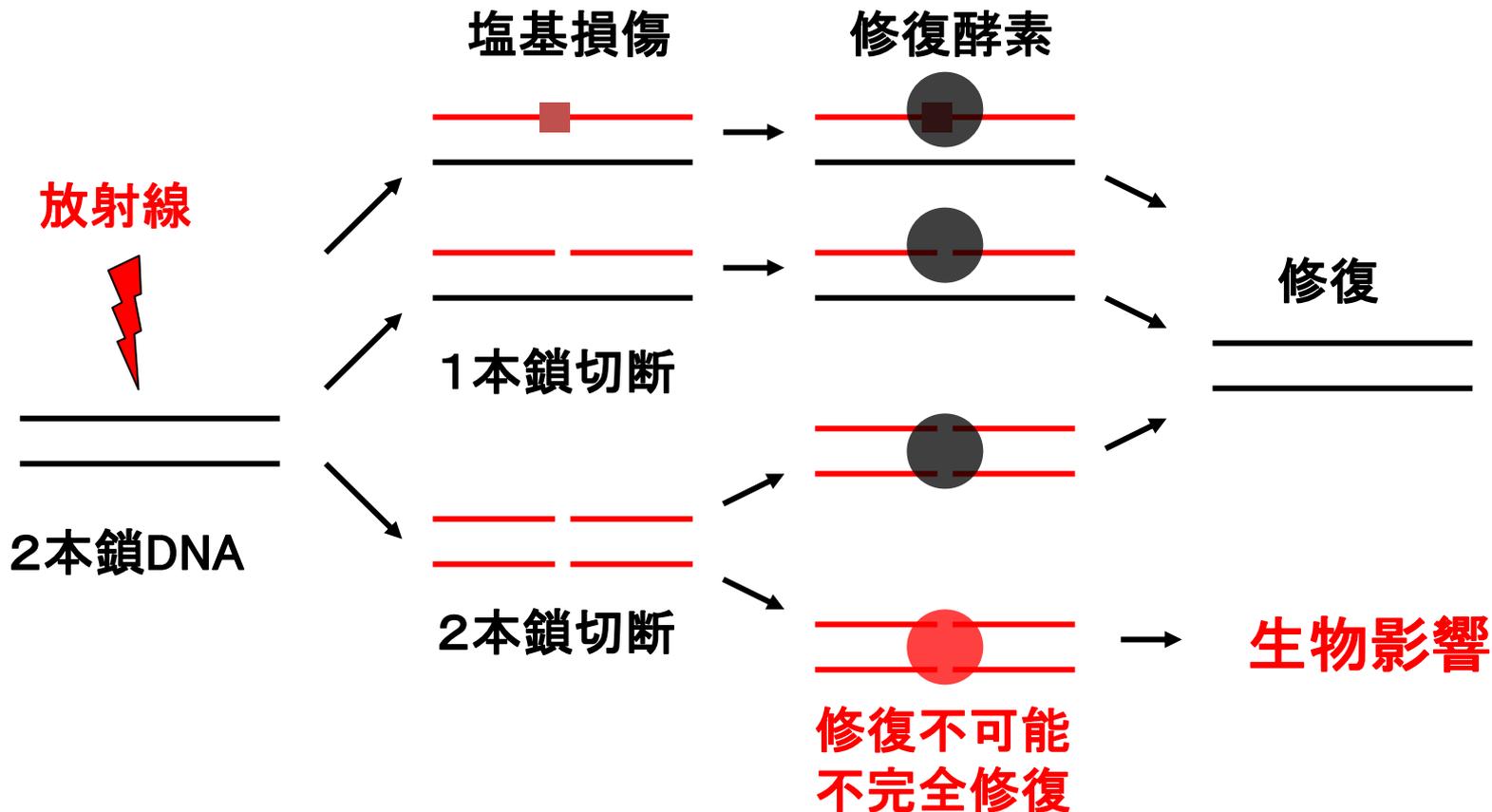
塩基

水素結合による
塩基対の形成

1巻き3.4nm

2本鎖切断

塩基:A, T
C, G



損傷	自然発生 (/細胞/日)	放射線誘発 (/細胞/Gy)
塩基損傷	20,000	300
1本鎖切断	50,000	1,000
2本鎖切	10	20

細胞が1Gy被曝すると、
2本鎖切断が自然発生
よりも20個増える

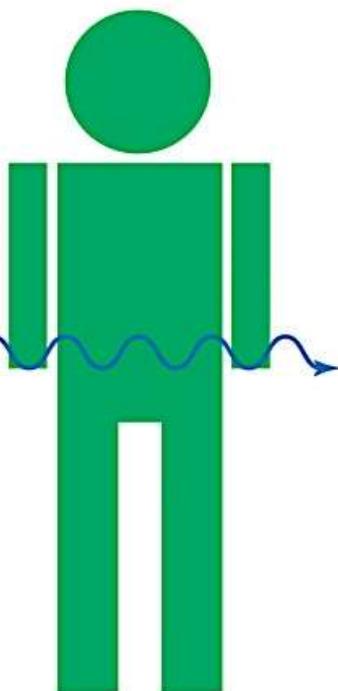
外部被曝

(空气中の到達距離)

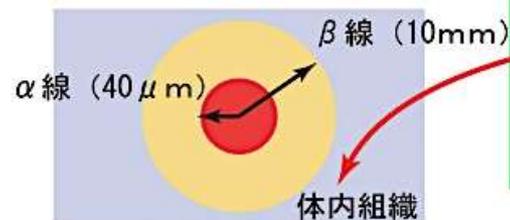
・ α 線 ● → 45mm

・ β 線 ● ↘ 1m (MAX10m 位)

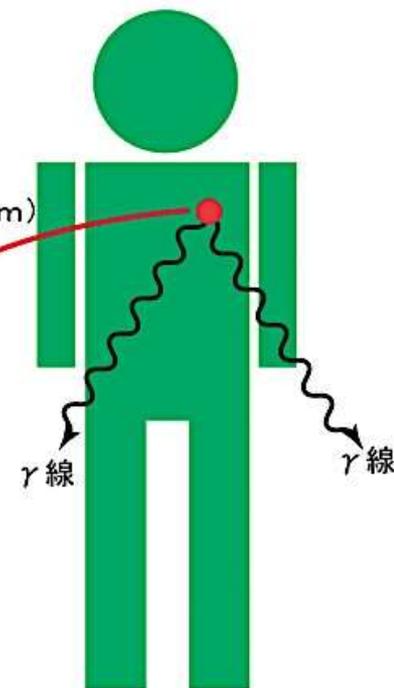
・ γ 線 ● ~~~~~→



内部被曝



α ・ β 線の場合
体内の狭い範囲の細胞
を全てのエネルギーを
使い傷つける！



遮へい材

鉛

半価層

1/10価層

^{131}I | 0.7

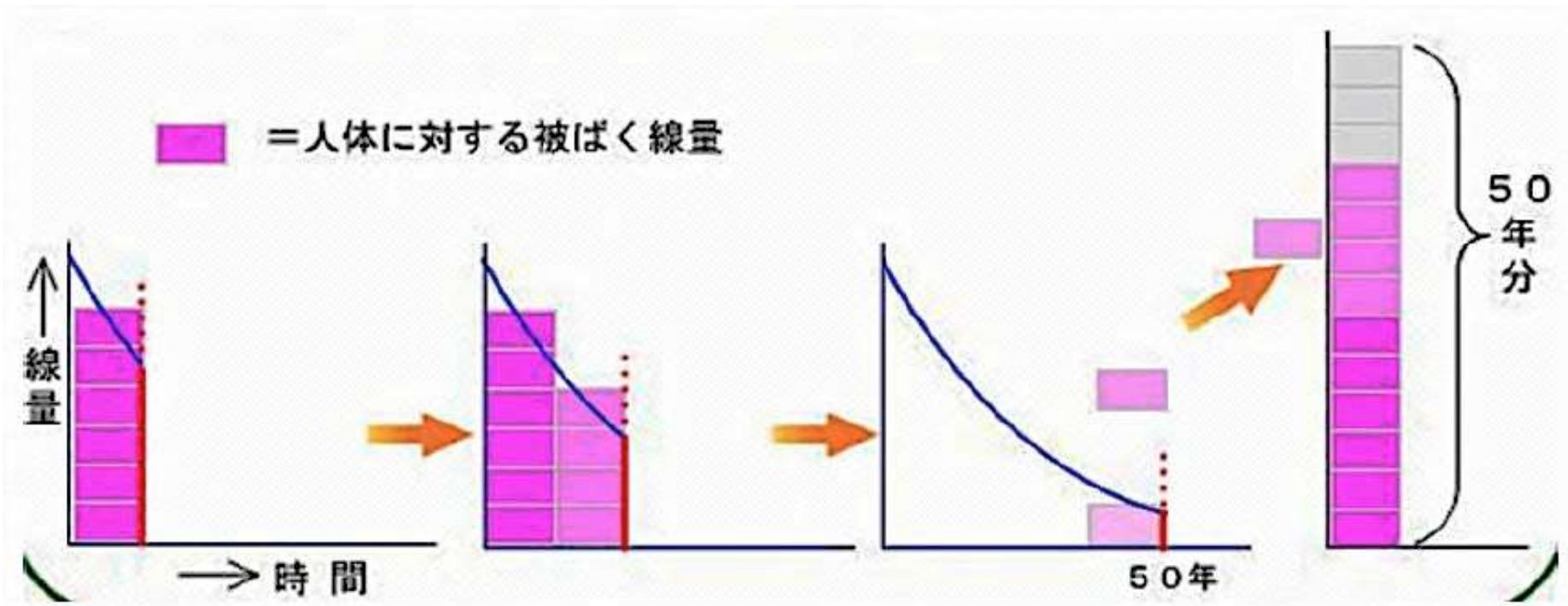
^{137}Cs 0.7 2.2cm]

「内部被ばく」も「外部被ばく」も
人への影響はすべて
シーベルト(Sv)の大きさを判断する

「シーベルト(Sv)」単位に正しく変換する
ことで

人への影響を一つの物差し
にあてはめることができる

預託実効線量



人体に取り込まれた放射性物質は、体外に排泄されることと物理的に放射能が少なくなることで、時間とともに減っていきます

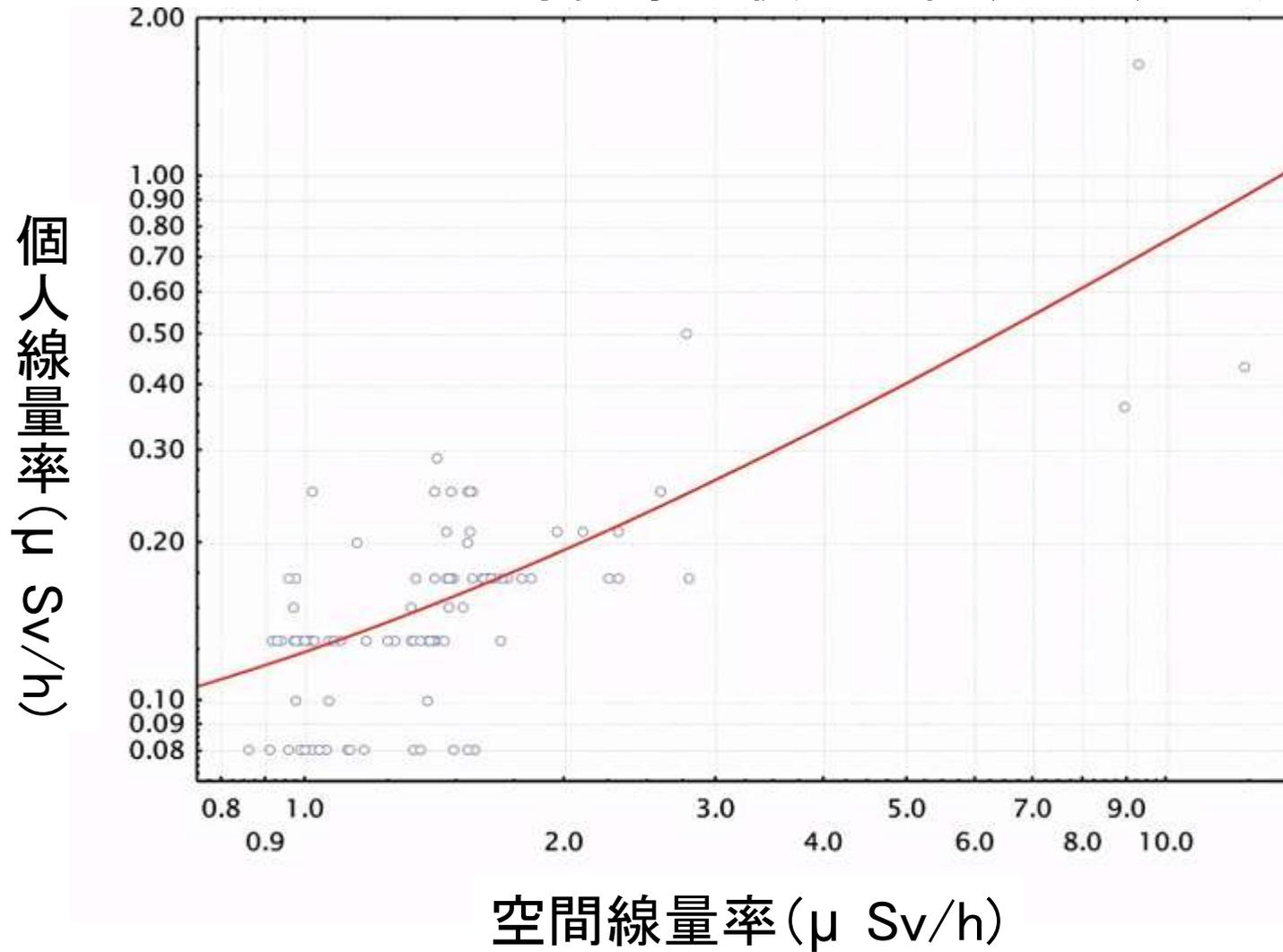
放射性セシウムの生物学的半減期

物理学的半減期は30年

年齢	生物学的半減期
3ヶ月	16日
1歳	13日
5歳	30日
10歳	50日
15歳	93日
成人	110日

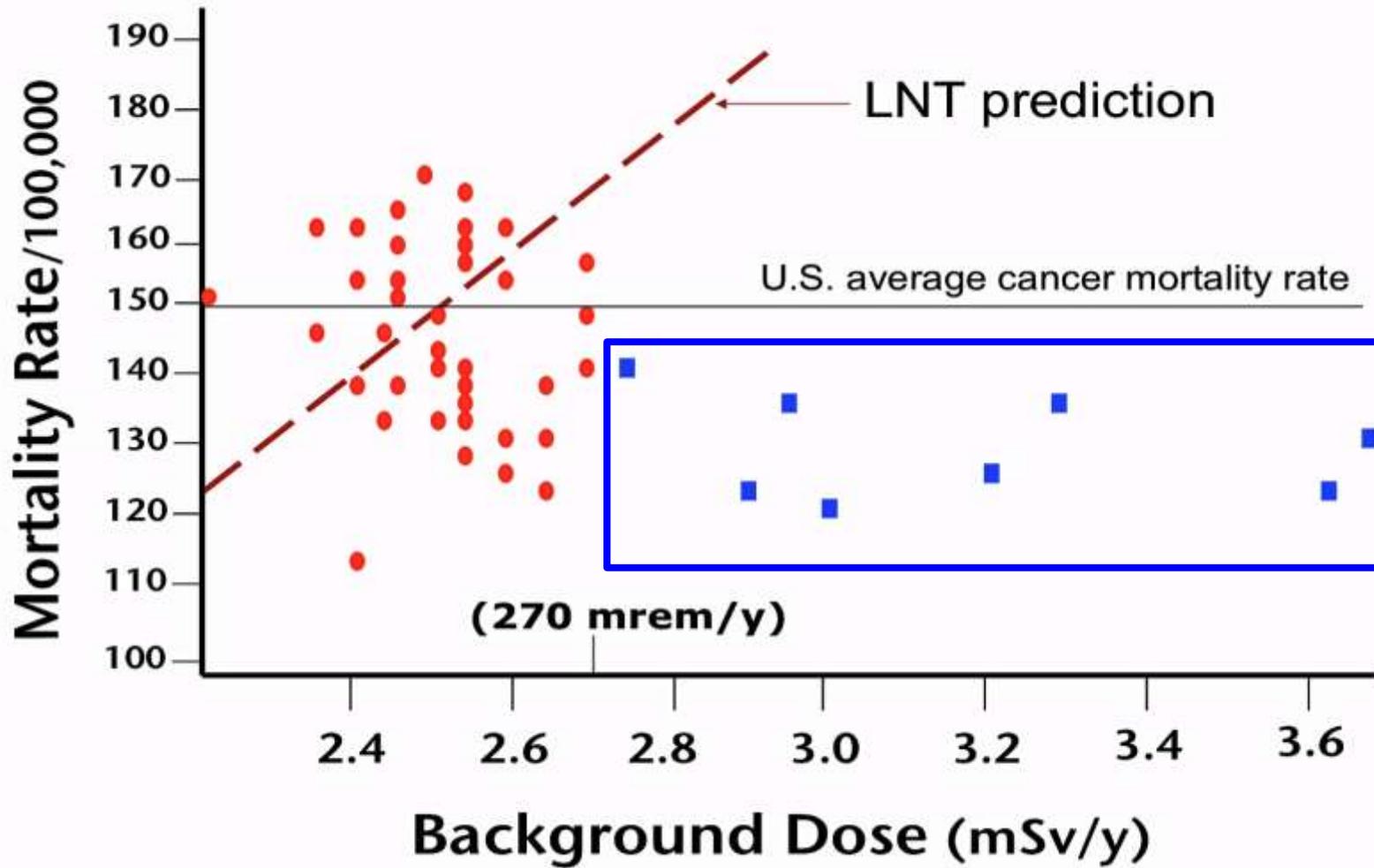
福島市における空間線量率と個人線量率の相関

原発事故後H23年3月～7月の測定データ



空間線量率0.86～12.3μ Sv/hに対し、個人線量率0.08～1.63μ Sv/h

アメリカ州ごとの自然放射線とがん死亡率の対比



アメリカ50州のうち年間2.7mSvから3.7mSvとなる州が8州
がん死亡率はアメリカ平均より低い

東電社員^の外部と内部被曝線量の合算値 (平成23年3月から平成25年4月30日まで)

区分(mSv)	人数
250超え	6
200超え～250以下	3
150超え～200以下	26
100超え～150以下	138
75超え～100以下	318
50超え～75以下	866
20超え～50以下	4,233
10超え～20以下	3,996
5超え～10以下	3,649
1超え～5以下	6,678
1以下	7,438
計	27,351

急性障害は500mSv

生物学的
に影響の
出る線量

100mSvで0.5%の致死がん

1年間で50mSv
5年間で100mSv
(年平均20mSv)

法令による
被曝線量限度

外表奇形を中心にした先天異常発症の割合
は何人に一人でしょう？

5万人 5千人 500人 50人 5人

自閉症、注意欠陥多動障害等の発達障害の割合
は何人に一人でしょう？

16000人 1600人 160人 16人 6人

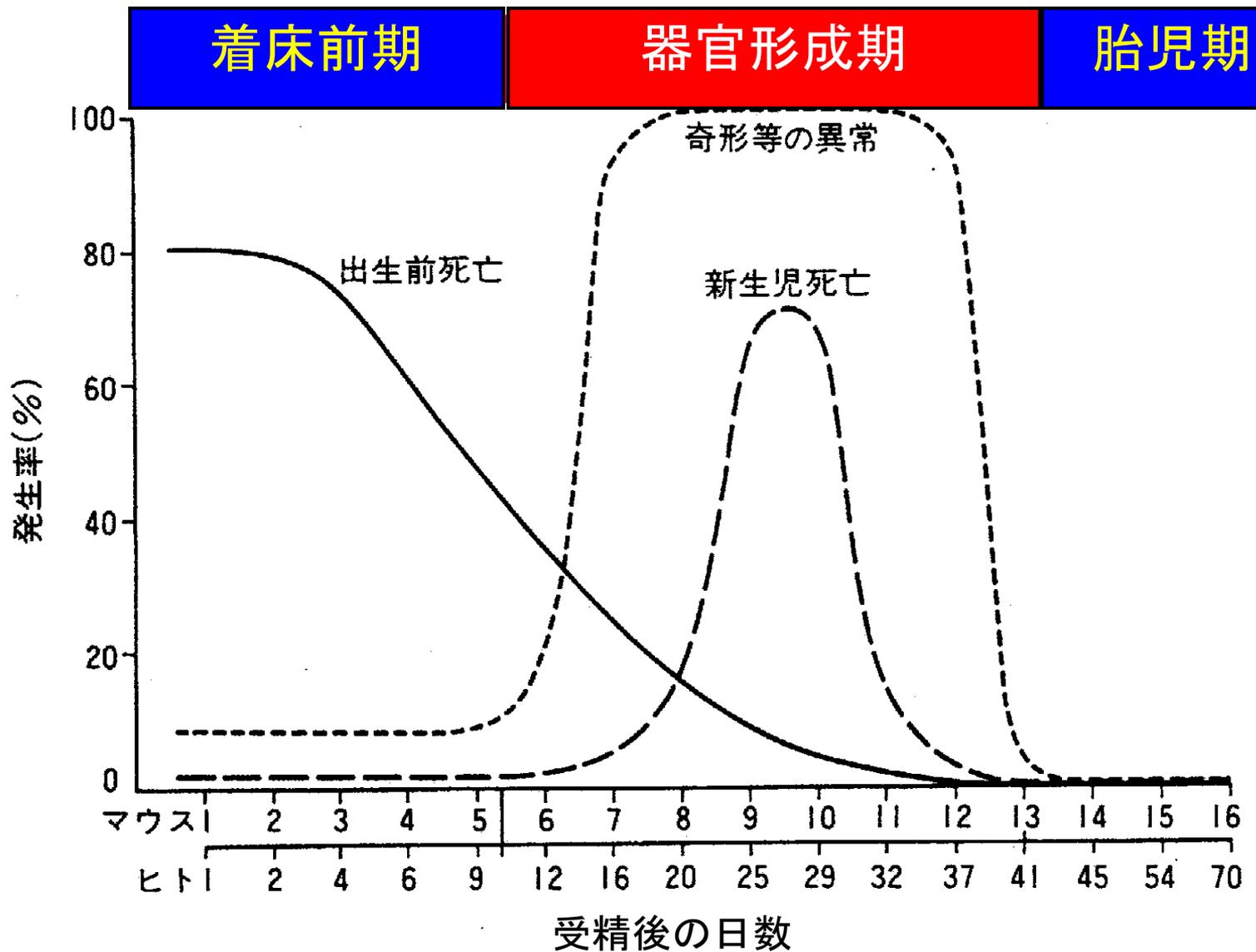
自然流產率

平均15%

35歲：20%

40歲：40%

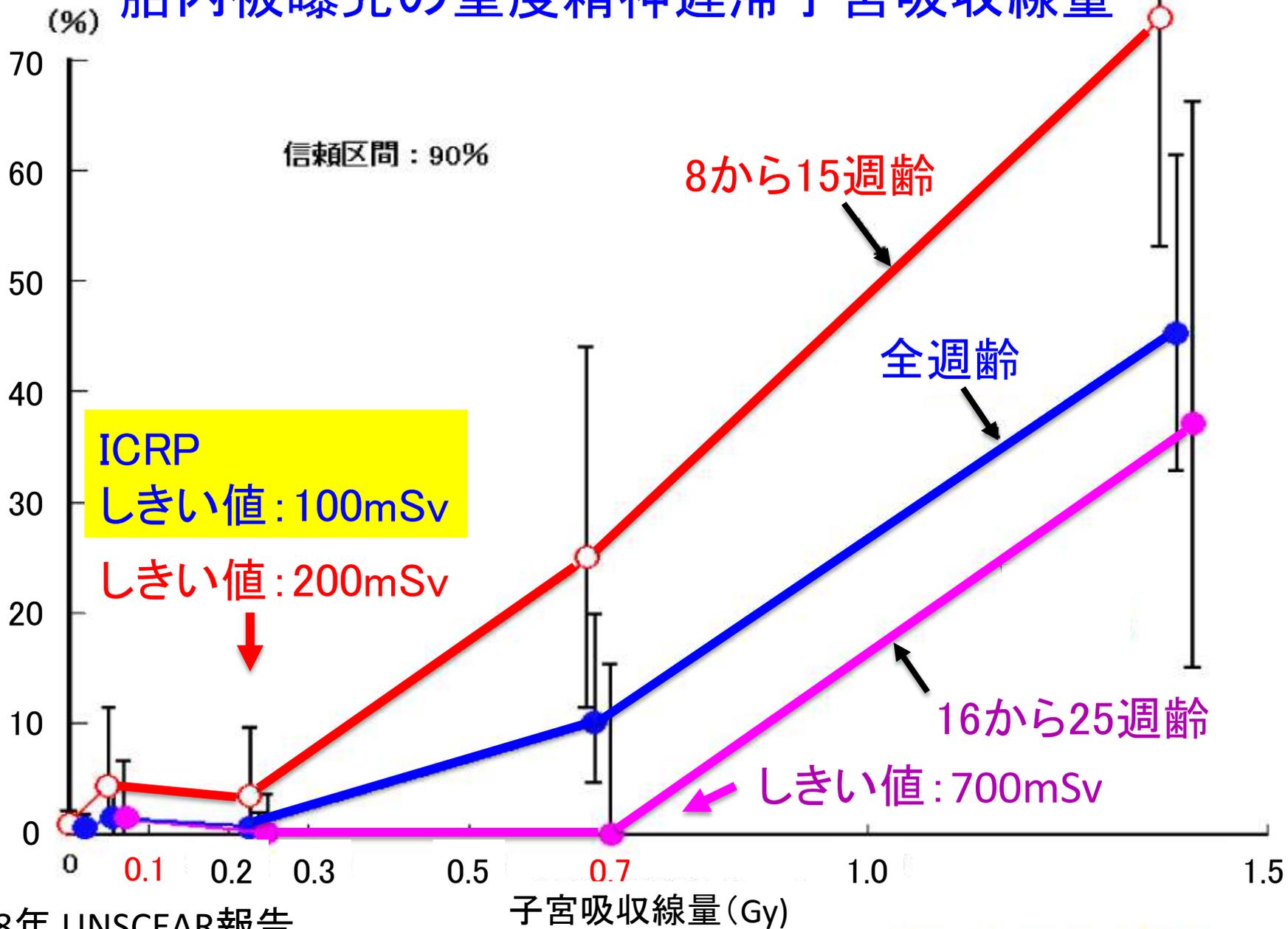
42歲：50%



妊娠マウスの各時期に2GyのX線を照射した時にみられる胎児への影響

胎内被曝児の重度精神遅滞子宮吸収線量

重度精神遅滞の割合



1988年 UNSCEAR報告

原爆被爆時に母親の胎内で被曝した胎内被爆者の研究

ヒトの疫学的研究およびマウスの実験的研究に基づいて得られたヒトの放射線障害推定線量

胎児週齢 (日)	最低致死線量 (mGy)	LD50 近似値 (mGy)	最低線量 (mGy)		
			永久発育遅滞	精神遅滞	重度奇形
1-5	100	<1000	生存者は影響なし		
18-36	250-500	1400	200-500	-	200
36-50	500	2000	250-500	-	500
50-150	>500	>1000	250-500	500	-
出産まで	>1000	母体と同じ	500	1000	-

2011/4/15 福島出身を理由に結婚破談？のニュース

「放射能の影響で元気な子供が生まれなかったらどうするの？」と、婚約者男性の母親からこう言われ、福島出身の女性が結婚破談？

もしこれが事実なら、明らかに放射線影響の知識不足

放射線被曝による遺伝的影響はありません！

原爆被爆者における胎児の死産率及び奇形率

父母の原爆被爆状況	死産	奇形率
被爆無し	1.3%	0.92%
高線量被爆者	1.4%	0.7%

差無し

がん化のプロセスと 多段階の抑制機構

低線量放射線を超えて、
宇賀賀津子著、小学館新書より改編

放射線、タバコ、
変異原、汚染物質

DNA切断(障害)

活性酸素除去
(SOD、カタラーゼ、グルタチオン)

がん関連遺伝子の変異

炎症

がん遺伝子活性化

DNA修復

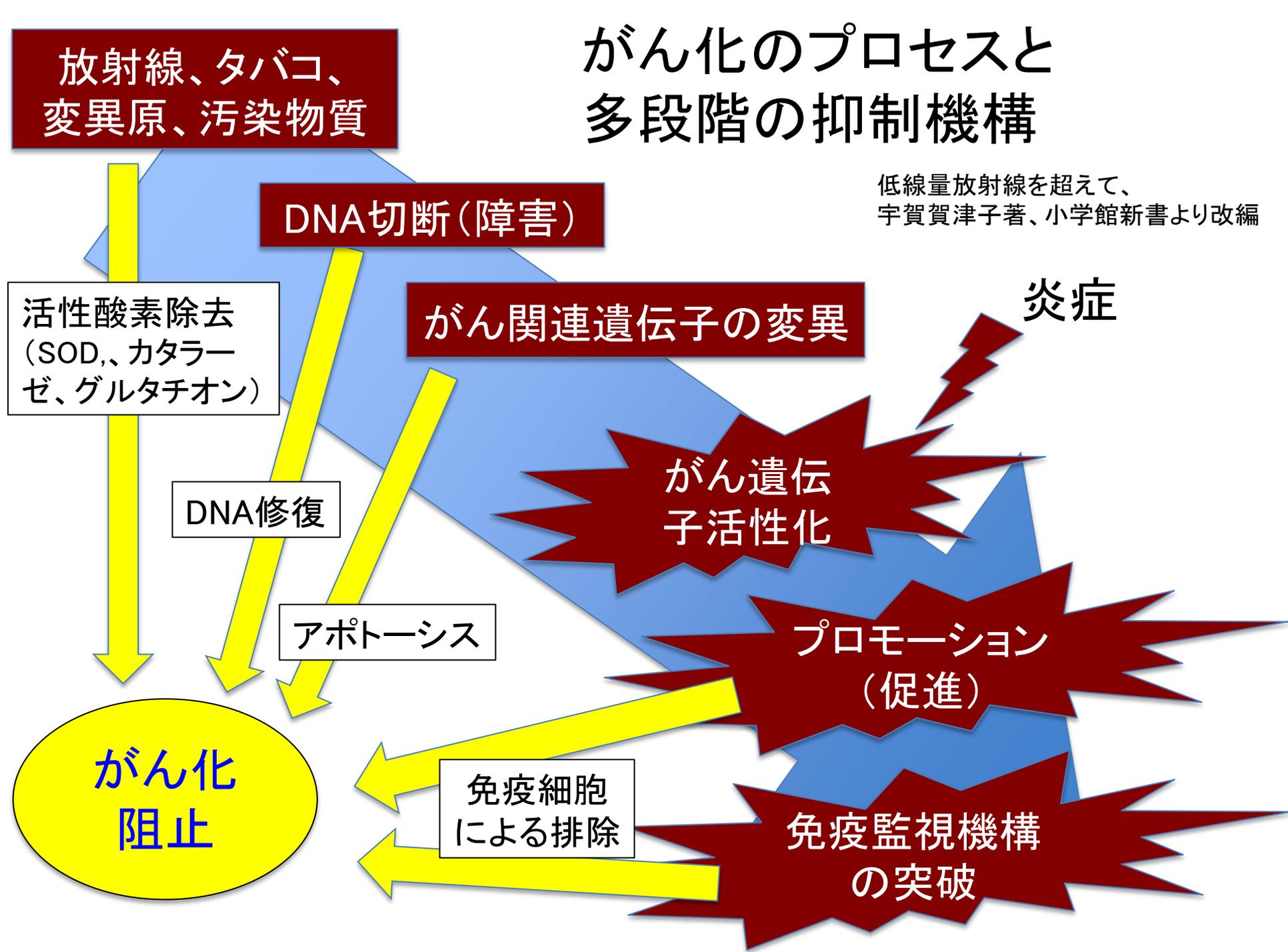
プロモーション
(促進)

アポトーシス

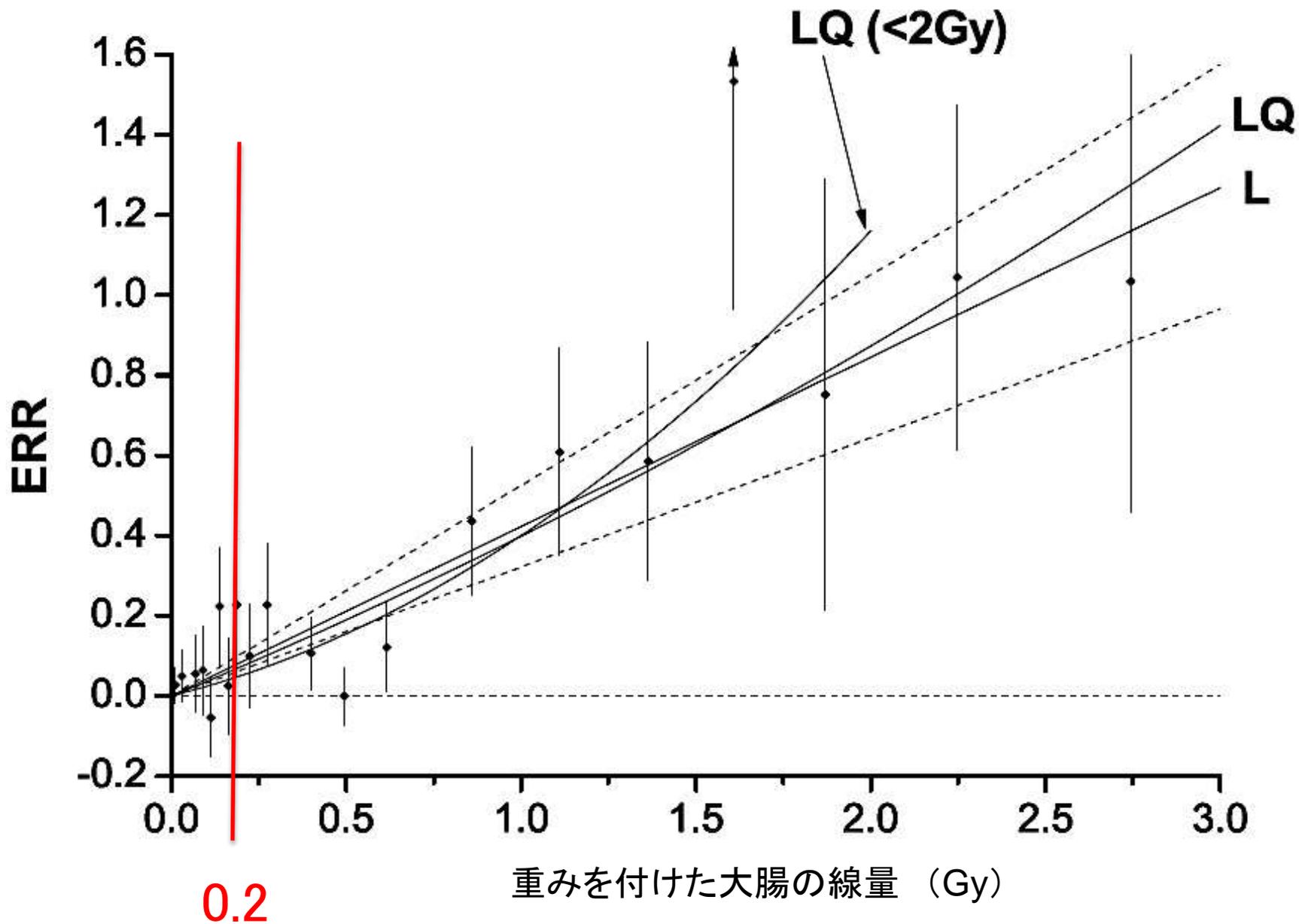
免疫監視機構
の突破

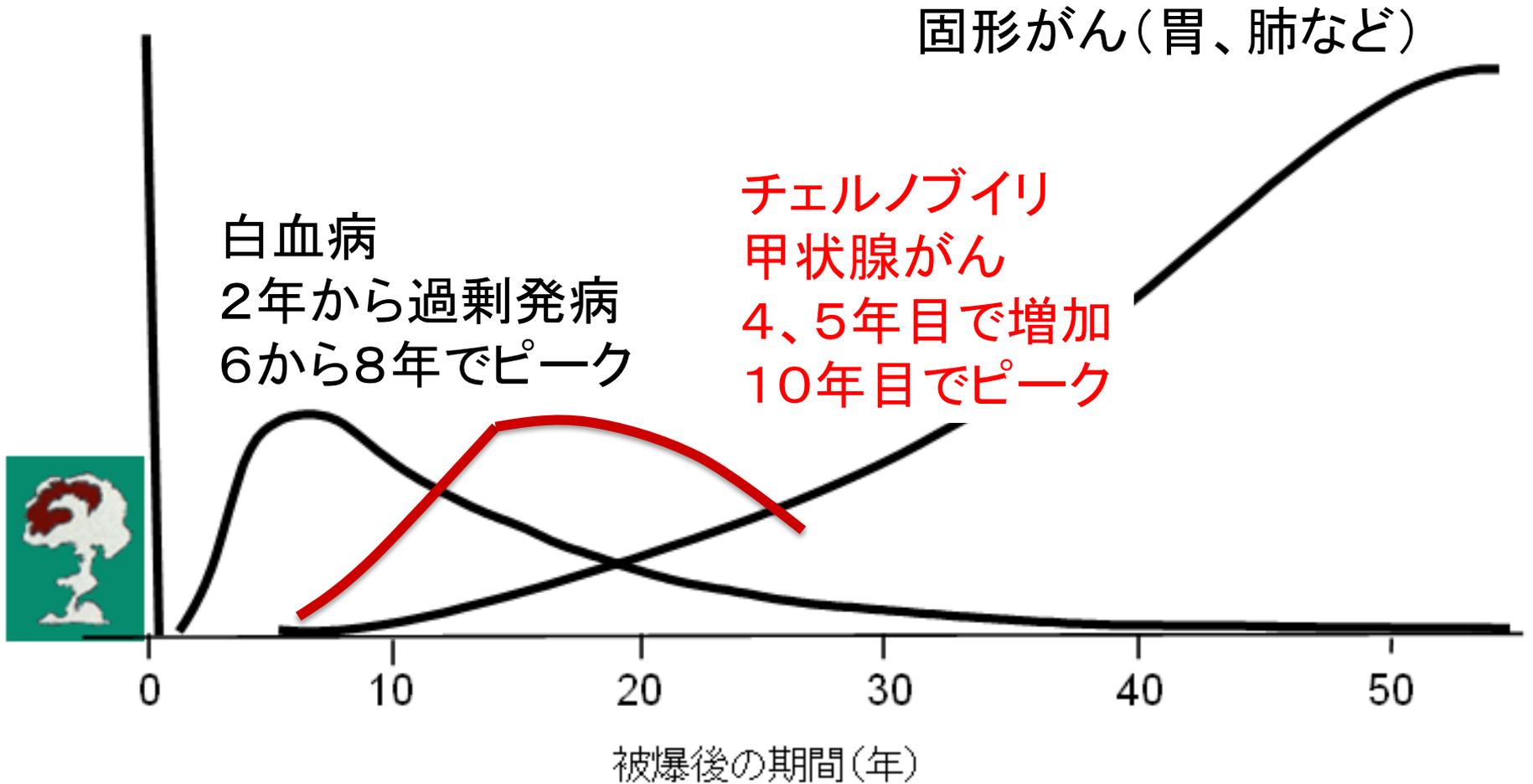
免疫細胞
による排除

がん化
阻止



原爆被爆者の放射線被曝と固形がんの過剰リスク





原爆放射線誘発がん発生の時間的経過(模式図)

原爆被爆者における甲状腺癌

甲状腺線量 (mSv)	平均線量 (mSv)	対象	患者	Odds Ratio
<5 mSv		755	33	1
5-100 mSv	32	936	36	0.85
100-500 mSv	241	445	22	1.12
500< mSv	1237	236	15	1.44

0歳から95歳の408名の検死解剖における甲状腺微小乳頭癌(OPC)と線維性硬化性結節(FSN)の割合

Cancer 65 : 1173-1179, 1990

Age group (yr)	All cases			Cases with OPC			Cases with FSN		
	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total
<10	2	1	3	0	0	0	0	0	0
11-20	4	3	7	1	0	1 (14.3%)	0	0	0
21-30	5	7	12	1*	0	1 (8.3%)	0	0	0
31-40	11	12	23	0	2*	2 (8.7%)	1	0	1 (4.3%)
41-50	31	13	44	1	2	3 (6.8%)	1	1	2 (4.5%)
51-60	57	25	82	7*	4*	11 (13.4%)	0	4	4 (4.9%)
61-70	68	44	112	10*	5*	15 (13.4%)	2	5*	7 (6.3%)
71-80	55	44	99	4*	6*	10 (10.1%)	5	5	10 (10.1%)
81-90	14	11	25	2*	1	3 (12.0%)	0	2	2 (8.0%)
91<	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Total	247	161	408	26	20	46 (11.3%)	9	17	26 (6.4%)

徳島大学、1981年から1987年

*Fifteen cases had multiple foci of OPC or FSN.

福島周辺の100km圏内において予測させる増加数

福島の破局的事故の健康影響: ECRRのリスクモデルに基づいた解析第1報(バスビー)

モデル	がん発生件数	備考と予測
ICRP	2,838	2 μ Sv/hの被曝が1年間続くと仮定して集団線量を算定 50年間の生涯超過発がん数
ECRR トンデル氏法	103,329	地表汚染だけを考慮した推計 原発事故10年後の超過がん発症数
ECRR 無条件モデル	191,986	50年間の生涯超過発がん数 2 μ Sv/hの被曝が1年続くと仮定 このうち半数は最初の10年で発病

原爆被曝の年代とガン死亡の相対リスク表

被曝時	男性			女性		
	5-500mSv	0.5-1Sv	1-4Sv	5-500mSv	0.5-1Sv	1-4Sv
0～9歳	0.96	1.10	3.80	1.12	2.87	4.46
10～19歳	1.14	1.48	2.07	1.01	1.61	2.91
20～29歳	0.91	1.57	1.37	1.15	1.32	2.30
30～39歳	1.00	1.14	1.31	1.14	1.21	1.84
40～49歳	0.99	1.21	1.20	1.05	1.35	1.56
50歳以上	1.08	1.17	1.33	1.18	1.68	2.03

リスクイメージを影響する要素 受け手側

受け入れにくいリスク	受け入れやすいリスク
押しつけられたもの	自発的なもの
他人が制御管理	自分で制御管理可能
利益がない	利益がある
人為的・人工的	自然由来
不公平に及ぶ	公平に及ぶ
破壊的	統計に基づいている
リスク源が信用できない	リスク源が信用できる
経験がない、外来	熟知している
子供への影響	大人への影響

日本財団・緊急シンポジウム「福島原発事故—“誰にでも分かる”現状と今後—
平成23年4月5日 放射線医学総合研究所 神田玲子先生スライドより

放射線のリスクの程度

健康阻害のリスク	余命損失日数の評価値 アメリカの平均(日)
喫煙20本/日	2,370 (6.5年)
体重過多(20%超過)	985 (2.7年)
全事故の合計	435 (1.2年)
自動車事故	200
飲酒	130
家庭内事故	95
溺死	41
自然放射線(計算値)	8
医療診断X線(計算値)	6
全天災(地震等)	3.5

日常の放射線よりも、タバコや肥満の方がもっとリスクが高い！

喫煙による年間死亡者数(2008年)

	男性		女性	
受動喫煙	2,221人 (うち職場1,814人)		4,582人 (うち職場1,811人)	
能動喫煙	肺がん	48,610人	肺がん	18,239人
	虚血性心疾患	42,156人	虚血性心疾患	34,426人

年間死亡数(2008年)

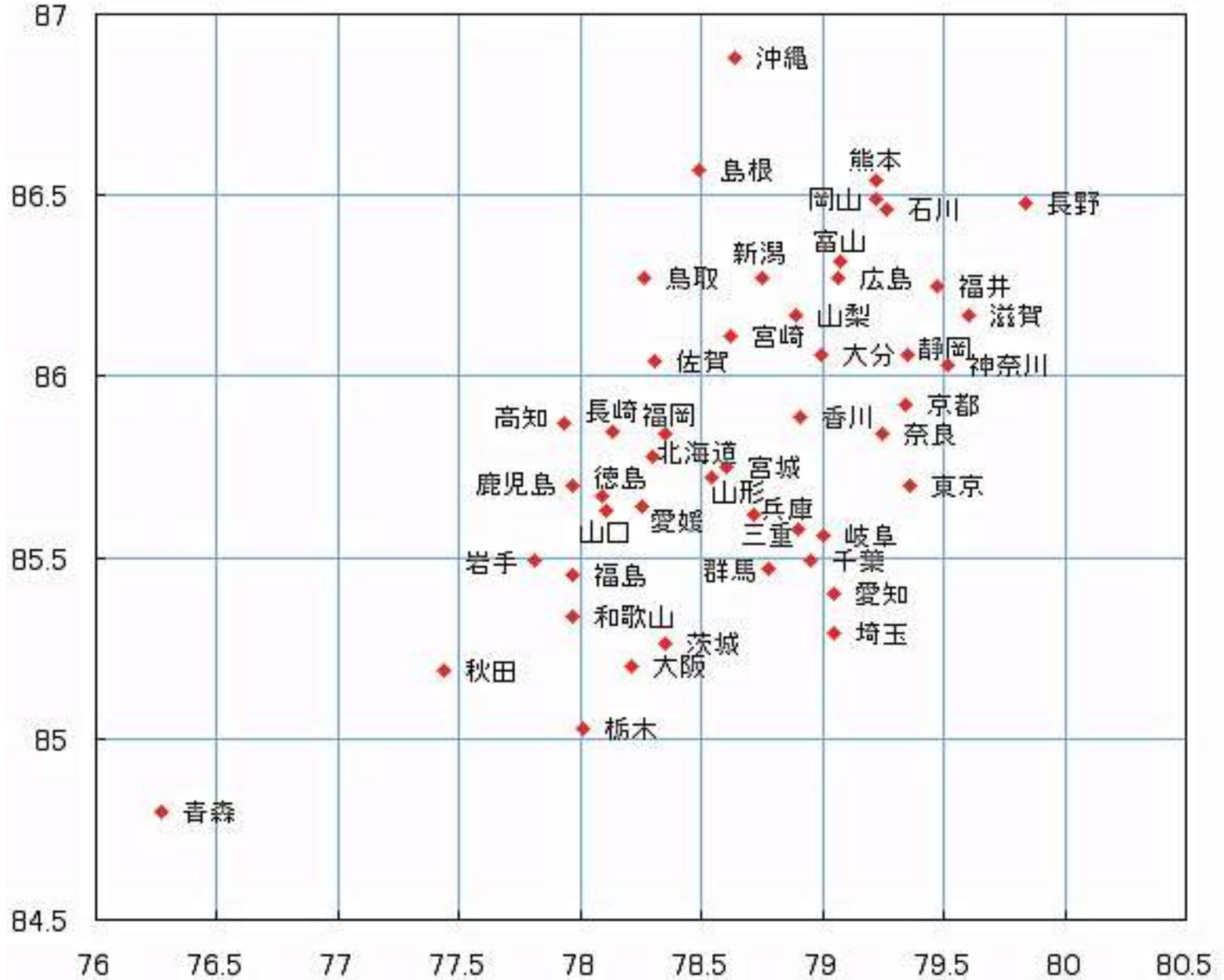
受動喫煙で合計6,803人、能動喫煙者は143,431人

放射線とがんのリスクについて

がんの 相対リスク	生涯被曝線量 (mSv)	項目(全部位)
1.50～2.49	1000～2000	喫煙者(1.6) 大量飲酒(450g以上/週)(1.6)
1.30～1.49	500～1000	大量飲酒(300～449g/週)(1.4) (参考:ビール500mlで20g 焼酎1.8Lで360g、日本酒1.8Lで216g)
1.10～1.29	200～500	肥満(BMI \geq 30)(1.22) やせ(BMI<19)(1.29) 運動不足(1.15～1.19) 高塩分食品(1.11～1.15)
1.01～1.09	100～200	野菜不足(1.06) 受動喫煙<非喫煙女性>(1.02～1.03)
検出不可	100未満	

都道府県別平均寿命(2005年) 厚生労働省「都道府県別生命表」

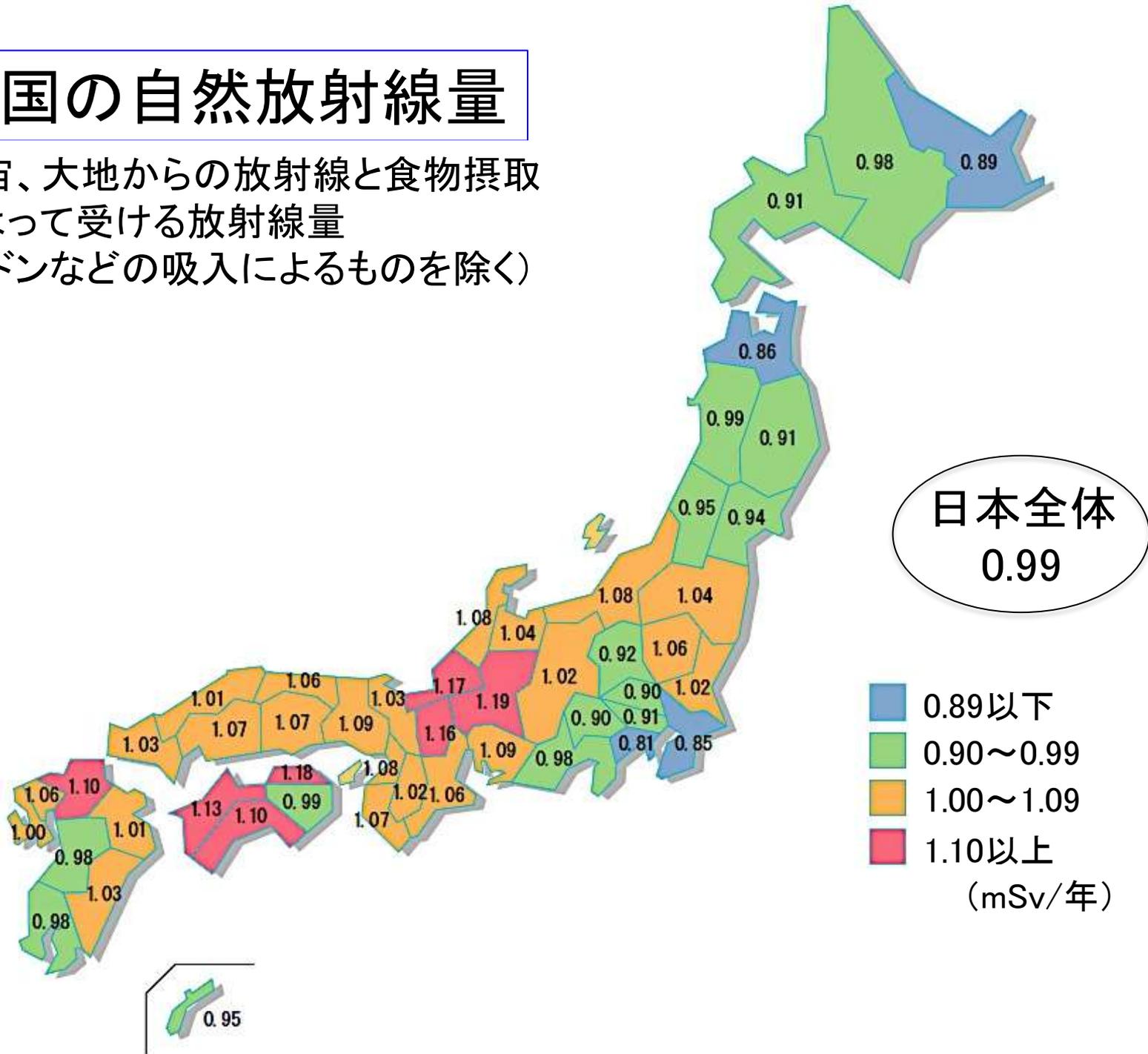
女性の平均寿命(歳)



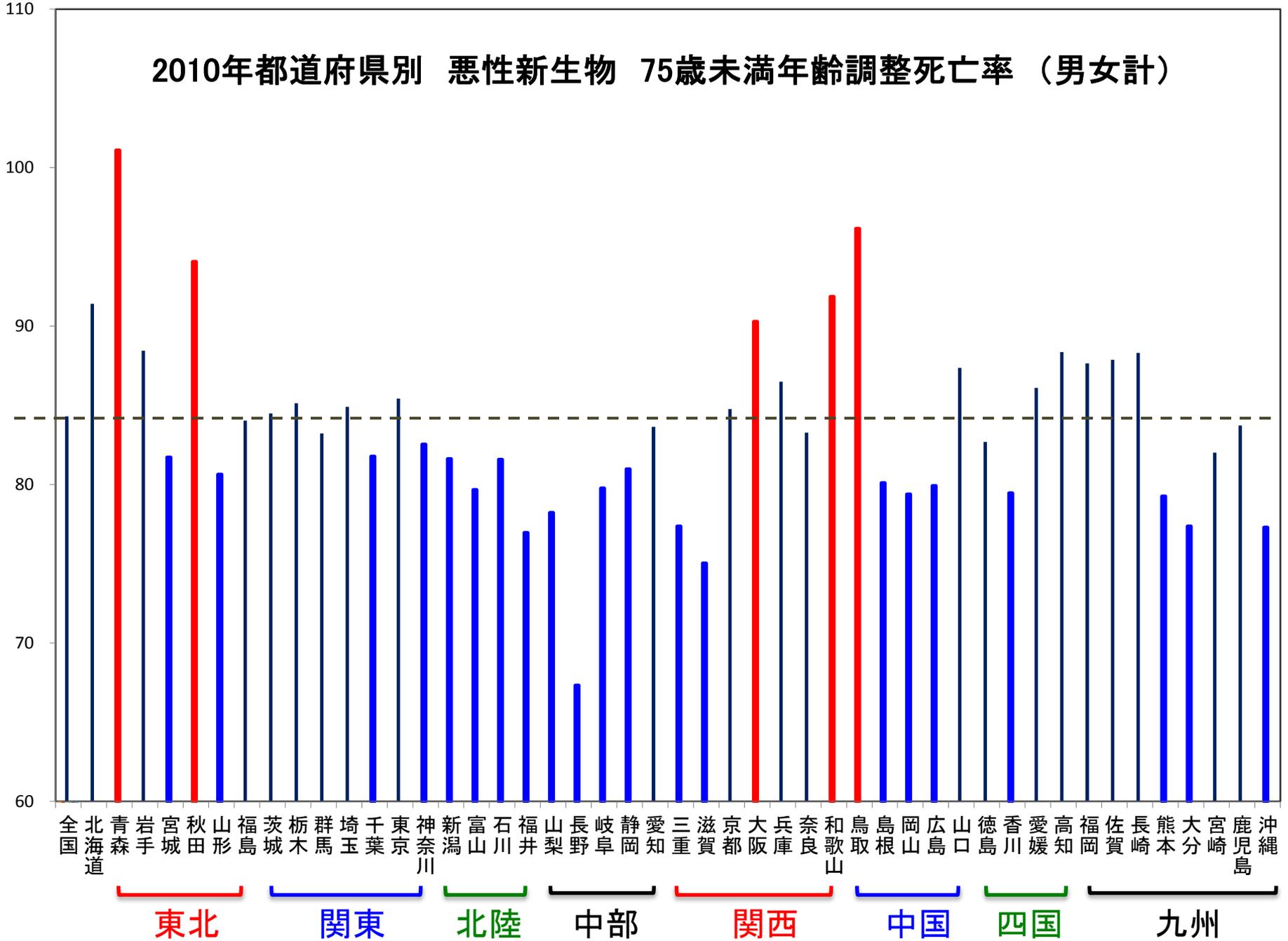
男性の平均寿命(歳)

全国の自然放射線量

宇宙、大地からの放射線と食物摂取
によって受ける放射線量
(ラドンなどの吸入によるものを除く)



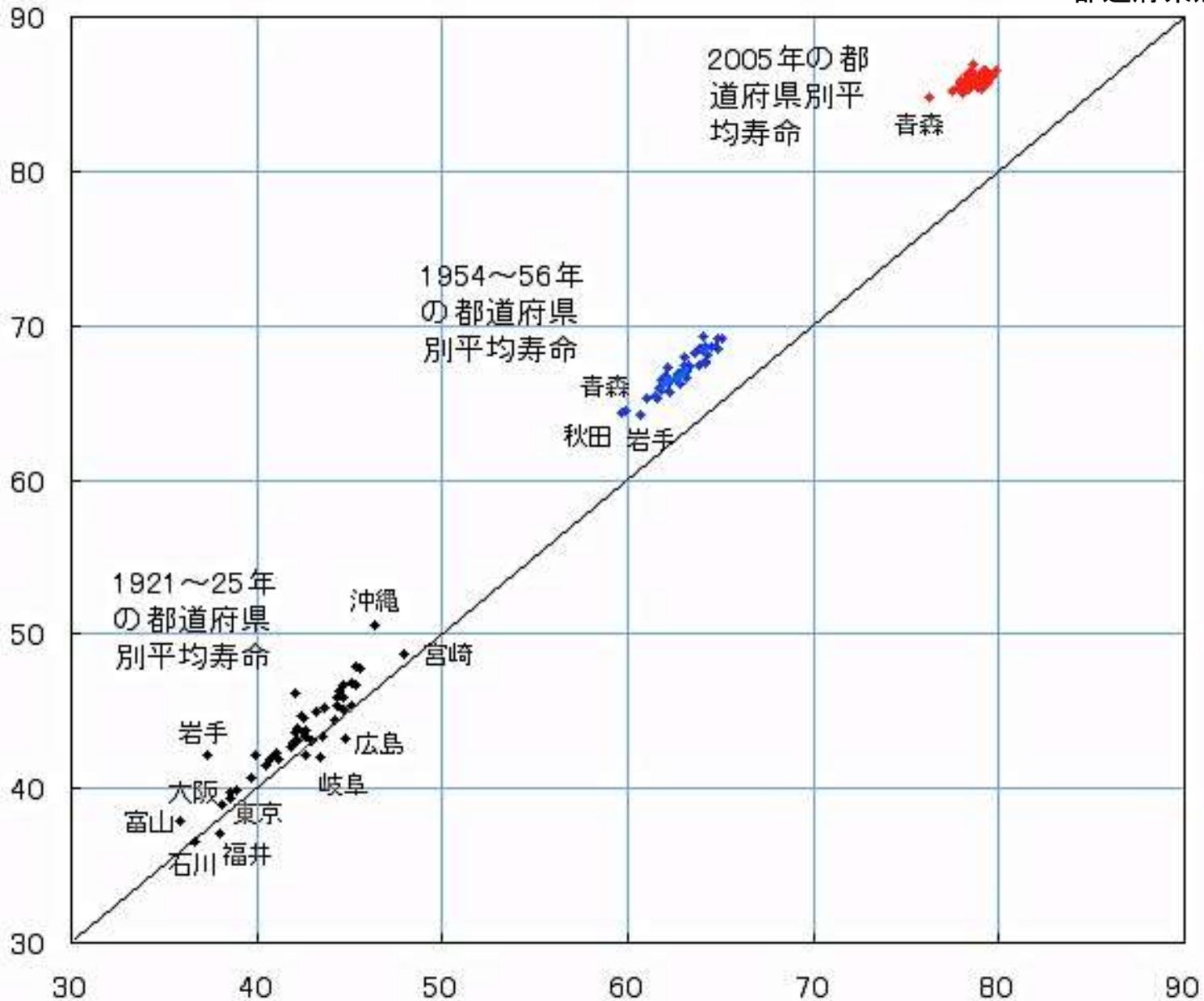
2010年都道府県別 悪性新生物 75歳未満年齢調整死亡率（男女計）



都道府県の平均寿命分布の推移

厚生労働省
「都道府県別生命表」

女性の平均寿命(歳)



1921～25年と1954～56年は
水島治夫「府県別生命表」による

男性の平均寿命(歳)

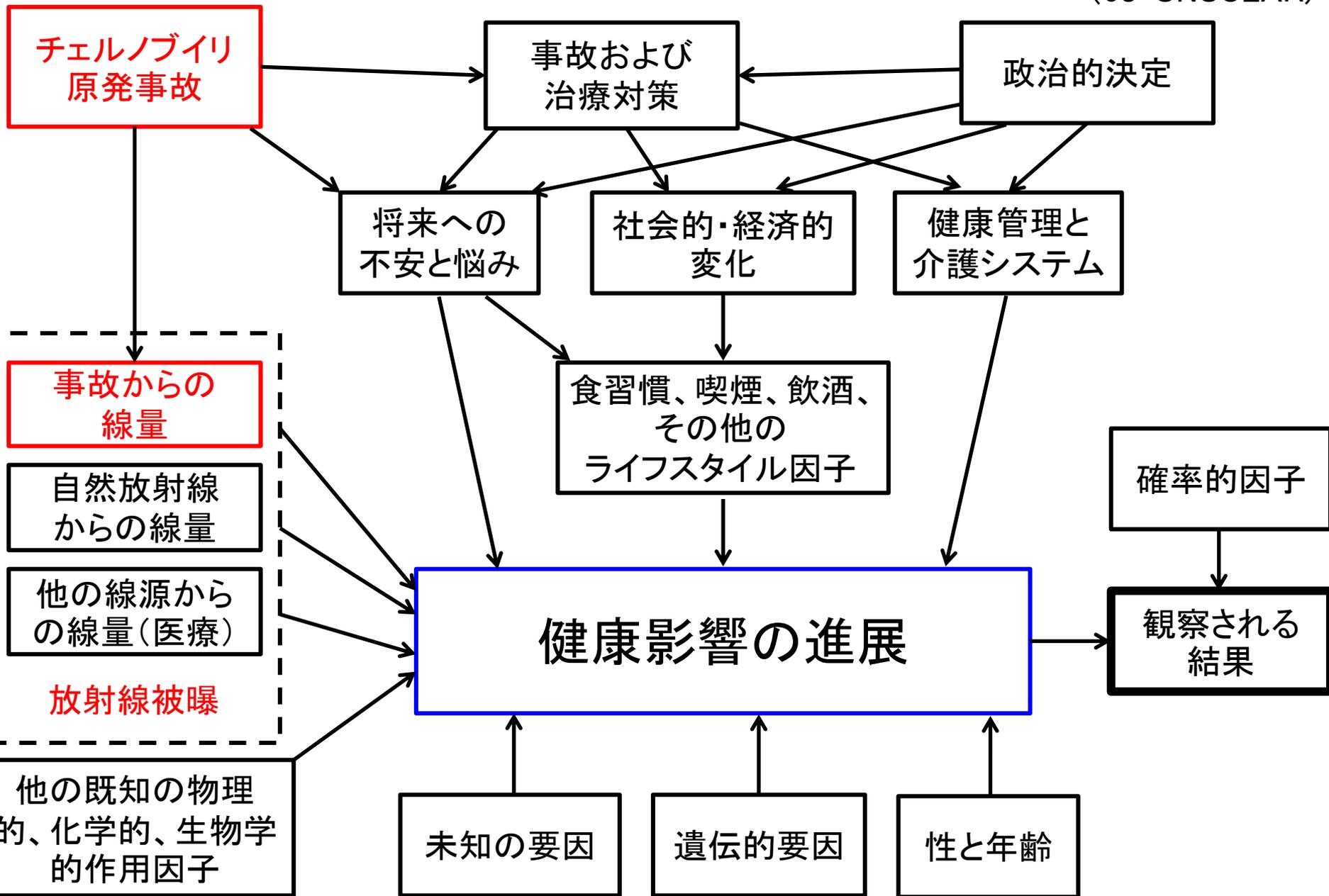
放射線は生活の中の対峙している 多くのリスクのひとつでしかない

- 放射線影響だけを低減しても発がん率は低下しない
- 放射線影響を低減するために、他の発がん要因を棚上げしては、発がん率は低下しない
- 発がんは、多くの死因やリスクの中の一つ
- バランスよくリスクを減らすことで、全体として発がんリスクを低下させる、幸福な生活を送ることが目的

「目的」と「手段」を混同しない

観察された健康影響におそらく影響を与えたと思われる要因の模式図

(08' UNSCEAR)

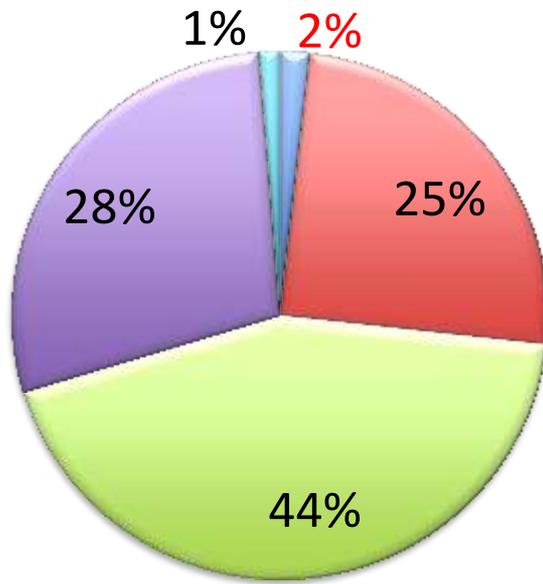


原発事故後の放射線影響に対する不安度についてのアンケート調査

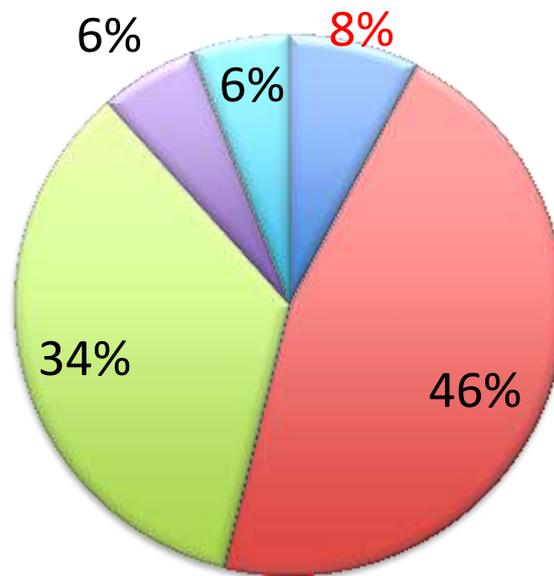
対象

1. 福島県一般市民
2. 福島県外一般市民
3. 福島県医師
4. 福島県外医師
5. 産業医科大学医学部学生

福島県一般市民



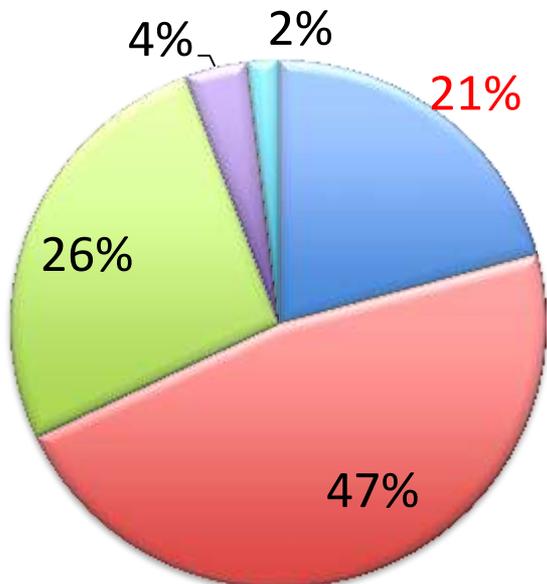
福島県外一般市民



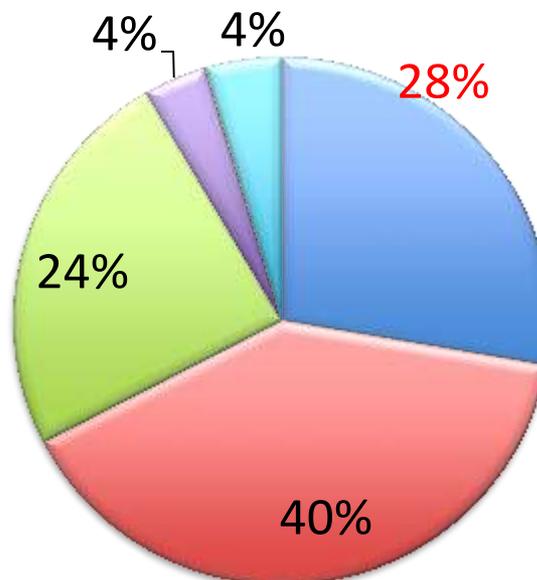
原発事故後の放射線影響
について

- 不安なし
- やや不安
- 不安
- とても不安
- わからない

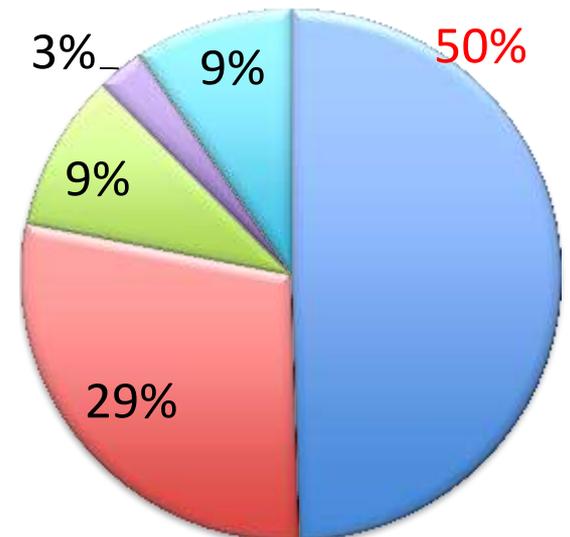
福島県医師



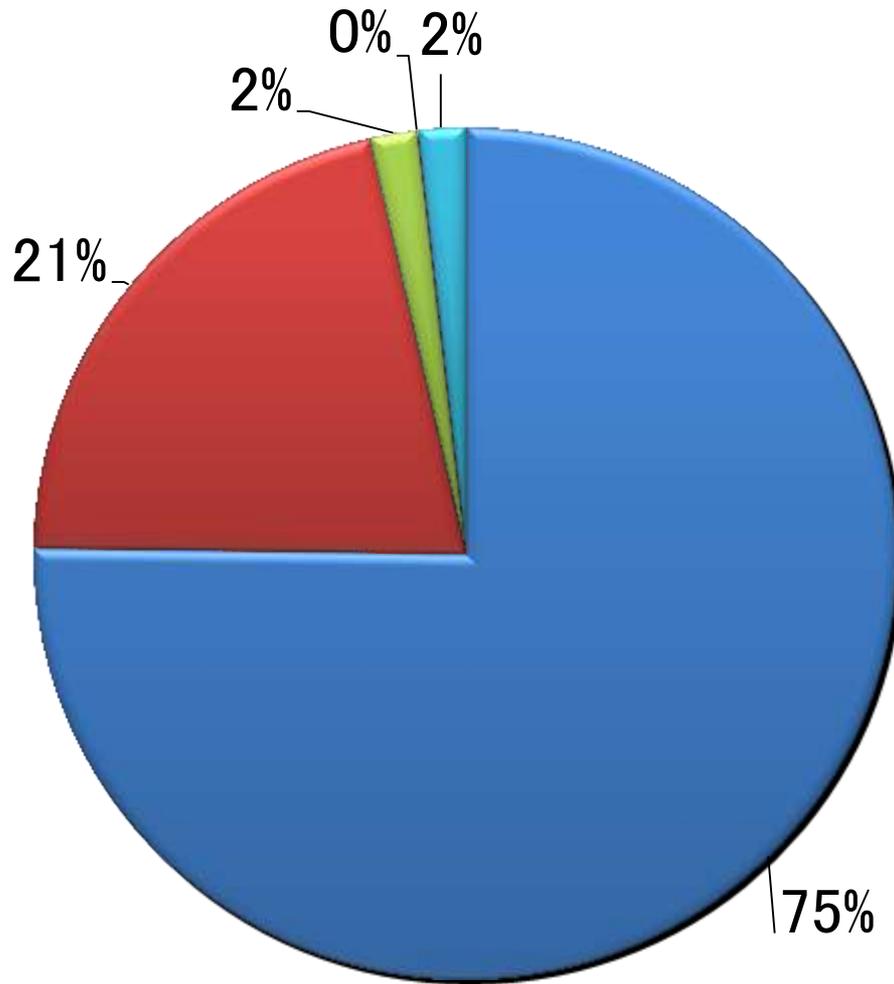
福島県外医師



産業医大学生



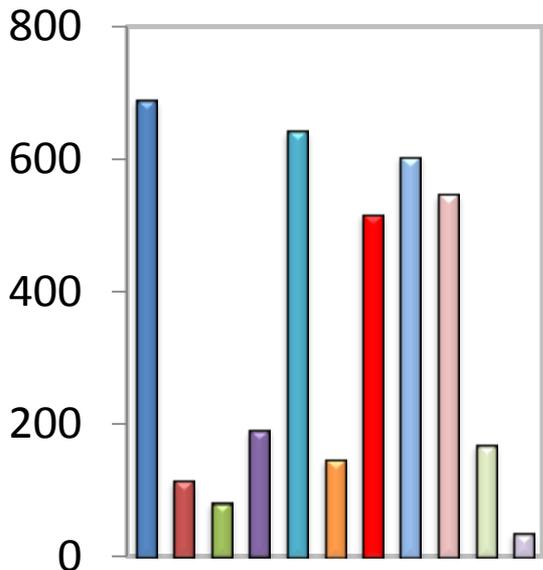
平成24年学生



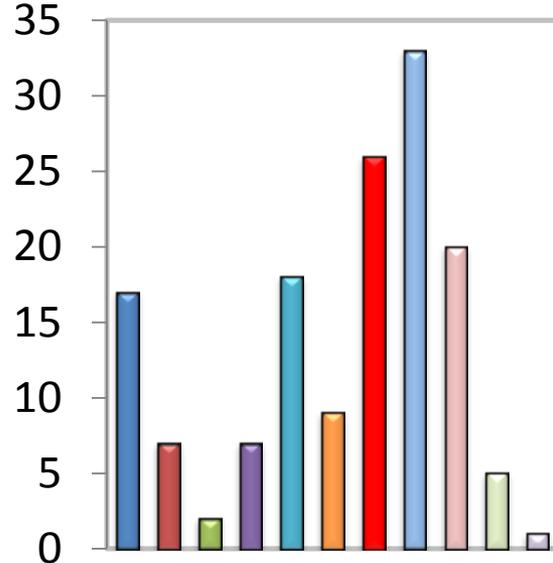
原発事故後の放射線影響
について

- 不安なし
- やや不安
- 不安
- とても不安
- わからない

福島県一般市民

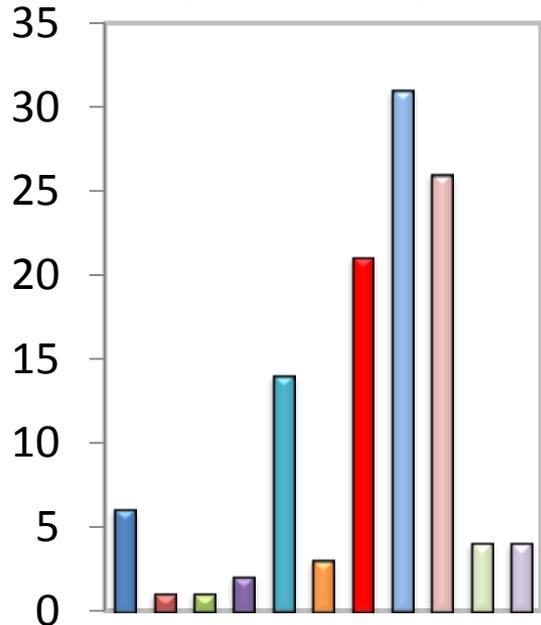


福島県外一般市民

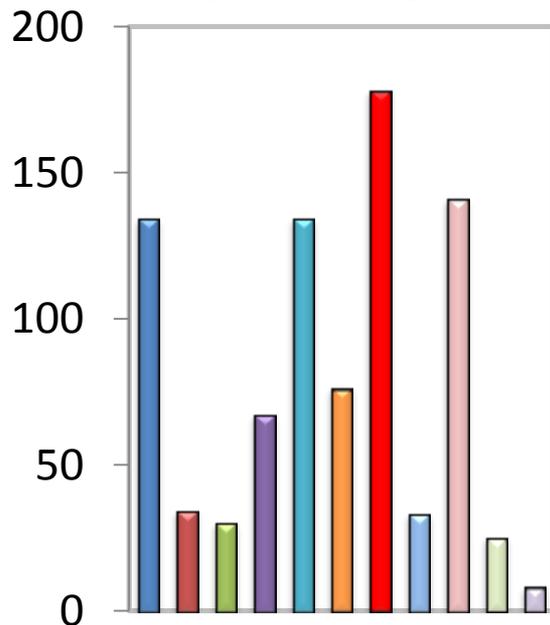


- 甲状腺がん
- 皮膚の影響
- 眼の影響
- 血液の影響
- がん
- 胎児への影響
- 次世代への影響
- 食物汚染
- 土壌汚染
- 漠然として不安
- その他

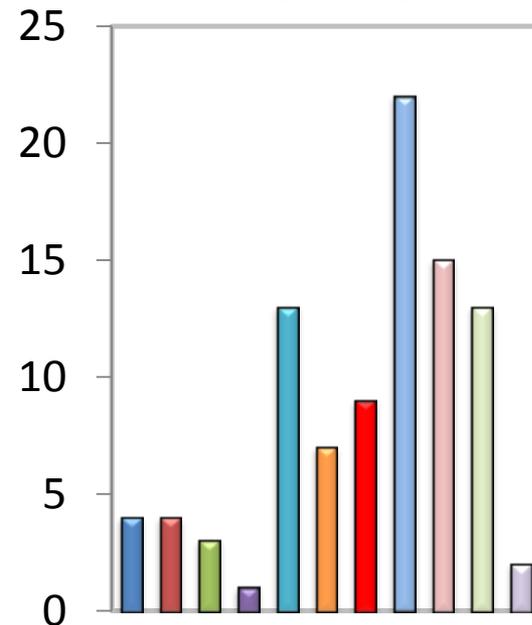
福島県医師



福島県外医師



産業医大学生



放射能恐怖症

無知だけでなく、未知の体験が生んだ恐怖



精神的ストレス



免疫システム、自律神経系に障害

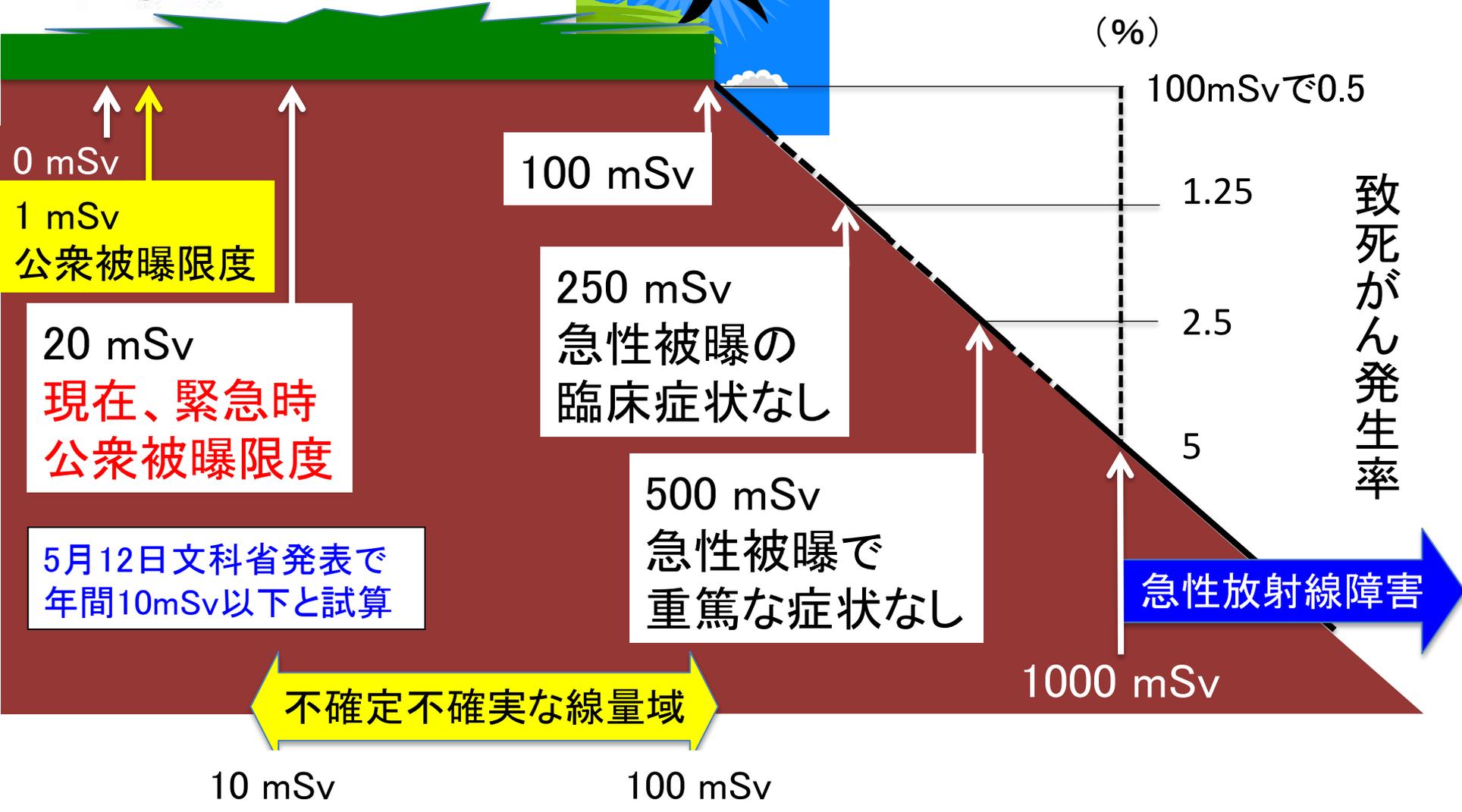


心理療法で障害が回復

放射線による人体影響、汚染状態を実際以上にふれまわる議員や新聞、テレビのせいです。

放射線影響の無い線量域

原爆被爆者約12万人のデータより
100mSv以下の一回の被曝では、
人に対する放射線影響は
認められていない



低線量放射線を 超えて

福島・日本再生への提案

Uno Kazuko

宇野賀津子



小学館新書

原発 安全宣言

放射線医学の権威

中村仁信

RENJIN NAKAMURA

知の巨人

渡部昇一

SHUICHI WATABE

遊タイム出版

放射線から人を守る国際基準 国際放射線防護委員会(ICRP)の防護体系

一般人の被ばくは
年間1ミリシーベルト以下になるようにしています(公衆の線量限度)

緊急時被ばく状況 《重大な身体的障害を防ぐ》ことに主眼
年間20～100ミリシーベルトの間に目安線量(参考レベル)

今回最も厳しい(安全寄りの)数値＝年間20mSv

東日本大震災への対応～首相官邸災害対策ページ～

http://www.kantei.go.jp/saigai/senmonka_g5.html

福島原発20-30km圏内移動してきた方々から、
放射性物質がうつることはありません！



くしゃみをするこ
とで、**放射性物質**が
人に空気感染や飛
沫感染を起こすこ
とはありません！

放射性物質は花粉やホコリと同じ。服を変えたり、お風呂に入れば、
放射性物質はなくなり、他の人に健康被害を及ぼすことはありません。
ん。