

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

シンポジウム「放射線防護基準と放射線生物学---その歴史と現状～放射能汚染地域で暮らすリスクと避難の権利を考える～」

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2020-01-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柿原, 泰, 藤岡, 毅, 本行, 忠志, 高橋, 博子, 森松, 明希子, 井戸, 謙一, 山内, 知也, 除本, 理史, 徳永, 恵美香 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1825

低線量被ばくの健康影響について ～福島の甲状腺がんを中心に～

2019年2月3日

個人差について
リンパ球について
複合影響について
福島の甲状腺がんについて
避難計画について
ストレスと疾患について



大阪大学大学院医学系研究科
保健学専攻医用物理工学講座
放射線生物学教室
本行 忠志

個人差について

- ・放射線感受性には個人差がある
- ・甲状腺のヨウ素取込み
- ・遺伝子
- ・胎児・小児は放射線の影響を受けやすい
- ・生物学的半減期

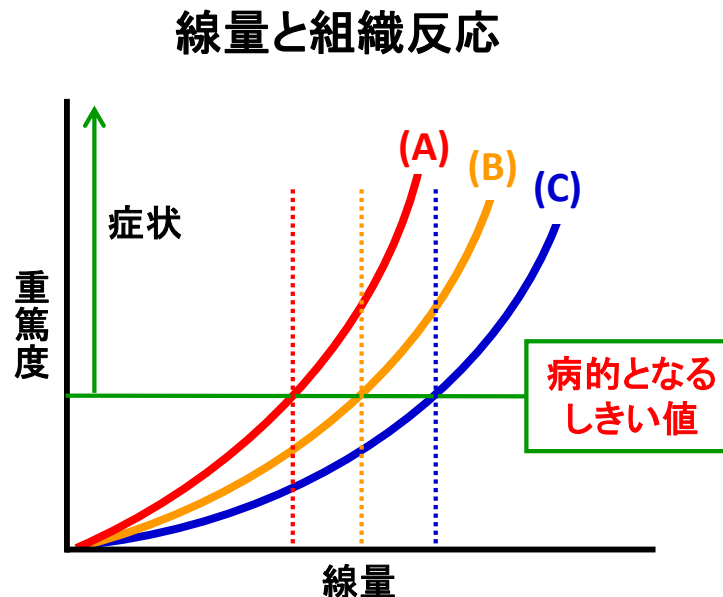
アルコールに弱い人がいるように、
放射線に非常に弱い人がいる

例・B, Cは平気でもAには影響が出る

放射線感受性は

- ・年齢
- ・遺伝子
- ・性別
- ・人種
- ・集団

等により大きく
違う



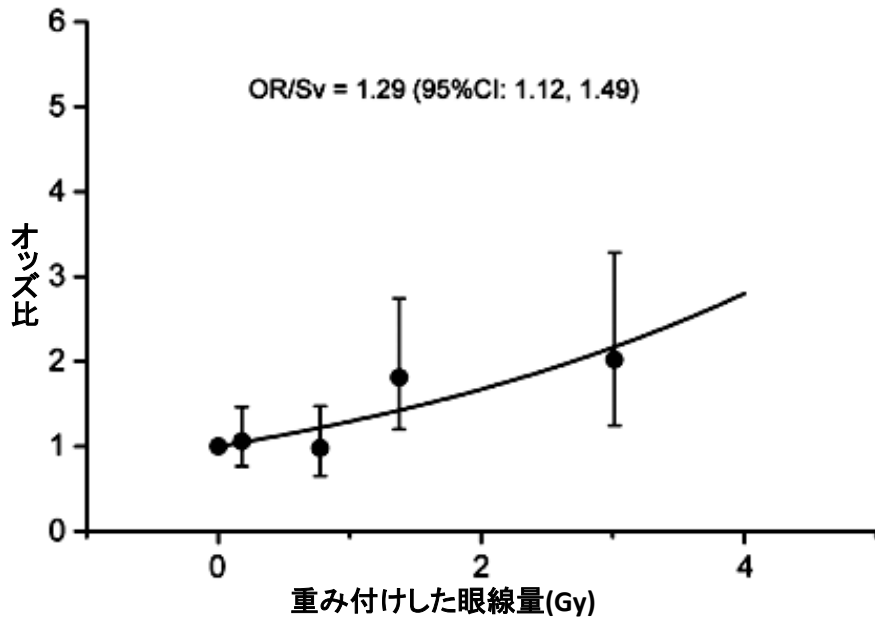
しきい値(しきい線量)は個人個人で異なる

しきい線量は約1%の出現頻度をもたらす線量 (ICRP Pub 103)

放射線感受性には個人差がある

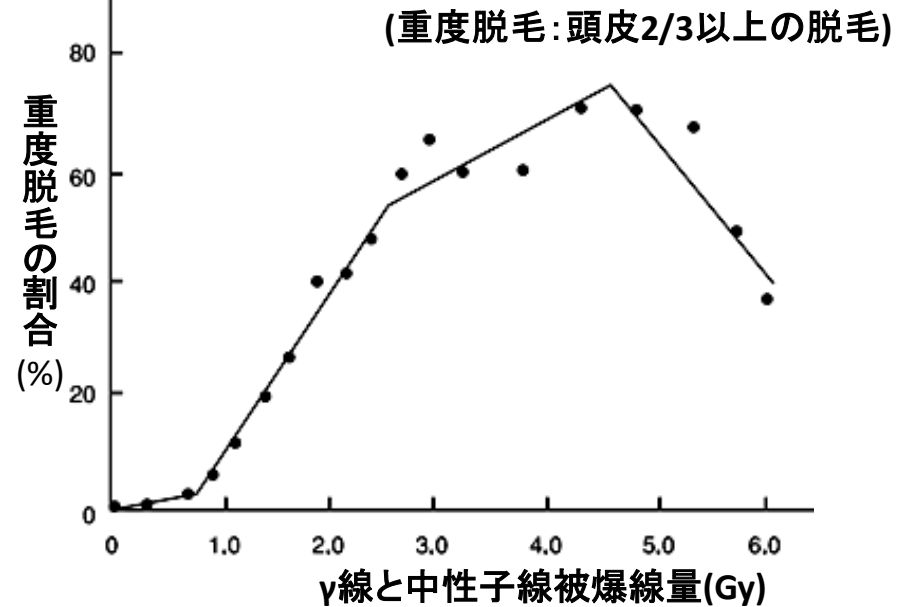
原爆被爆者

水晶体皮質混濁と被爆線量



(Nakanishi et al, Health Physics 2006; 90: 154-60)

重度脱毛と被爆線量



(Stram et al, Radiat Res 1989; 1:1793-113)

しきい値はないか、あったとしても0-0.8 Gy程度

しきい値は個人個人で異なるためこのようなグラフとなる

甲状腺感受性には個人差がある

ヨウ素に対する甲状腺の感受性には個人差がある

子宮卵管造影(HSG)

不妊症の検査として一般的に行われている油性ヨウ素含有造影剤を用いた子宮卵管造影では、検査後に妊娠成立した場合には、母体のみならず、胎児もヨウ素過剰による甲状腺機能異常症を来すことが報告されている。

症例報告

「子宮卵管造影検査後、一児にのみ胎児甲状腺腫を認めた双胎例」

(兼重照未ほか 日本甲状腺学会雑誌 5; 41-44, 2014)



子宮卵管造影

油性ヨウ素含有造影剤は腹腔内に長期残存

子宮内におけるヨウ素曝露環境がほぼ同一であるにもかかわらず、一児にのみ胎児甲状腺腫を認めた。

ヨウ素に対する甲状腺の感受性が両児間で異なる。

マウスの兄弟間でも放射性ヨウ素の甲状腺取込みに大きな差がみられる。

(本行 未発表)

放射線によるDNA損傷と修復遺伝子

DNAは毎日傷ついている

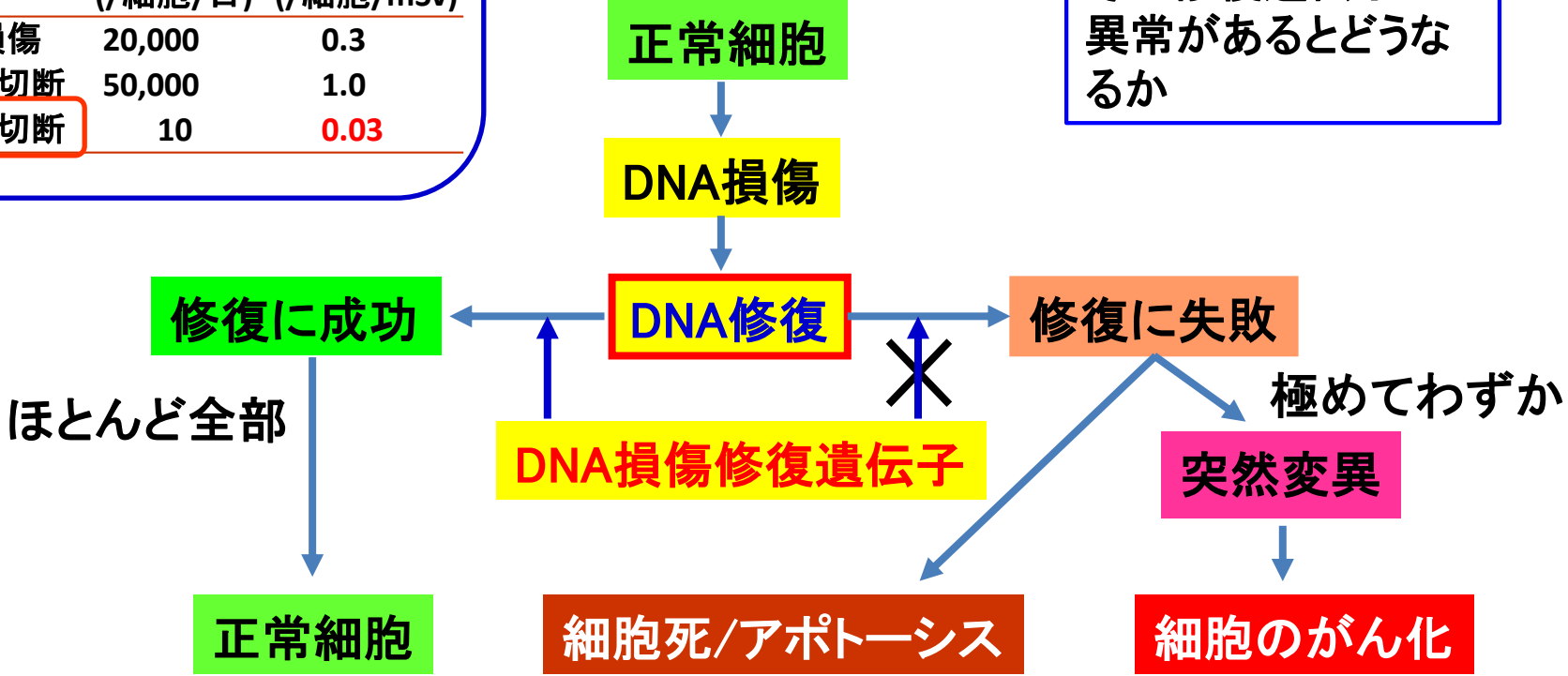
DNA損傷

傷の種類	自然の傷 (/細胞/日)	放射線の傷 (/細胞/mSv)
塩基損傷	20,000	0.3
1本鎖切断	50,000	1.0
2本鎖切断	10	0.03

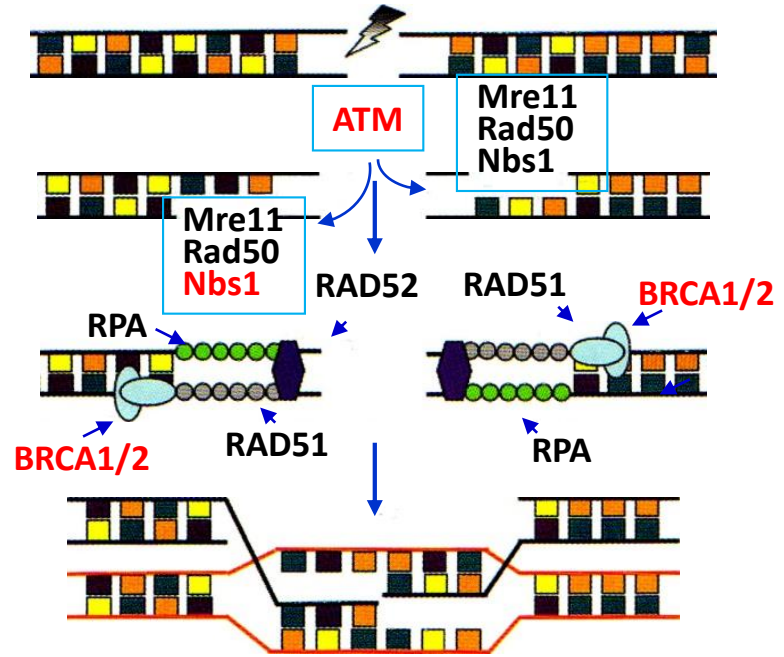


DNAの傷はDNA損傷修復遺伝子によって修復されている

その修復遺伝子に異常があるとどうなるか



DNA2本鎖切断修復の図



放射線に非常に弱い 遺伝子異常がある

- ・ATM, NBS1, BRCA1/2遺伝子はいずれもDNA2本鎖切断の修復に関与
- ・DNA損傷修復に関与する遺伝子に異常があると放射線感受性が高くなる

ATM

- ・毛細血管拡張性運動失調症の原因遺伝子
- ・白血病、リンパ腫を発生しやすい
- ・ナイミーヘン症候群の原因遺伝子
- ・リンパ腫を発生しやすい

NBS1

- ・遺伝子の一方の変異した生殖系列のアレルの保持は、乳癌や卵巣癌、前立腺癌の発症リスクが高い（女優アンジェリーナ・ジョリーは乳癌予防的切除術を受けたことで有名）
- ・全乳癌の5-10%を占める 家族性卵巣がんの70-80%を占める
- ・BRCA1/2変異を有する女性では30歳前のレントゲン、マンモグラフィーやCTにおいても乳癌リスクが増加

BRCA1/2

遺伝子アレル

正常

変異(+)

生まれつきこれらの遺伝子の異常をヘテロ接合の形で持っている人が世界に約5%存在

(Pijpe A et al. BMJ 2012; 345: e5660)

胎児・小児の放射線感受性が高い理由

1) 胎児・小児は細胞分裂が盛んなため、放射線感受性が高い

ベルゴニー・トリボンドーの法則 (1906年仏)

放射線感受性は、

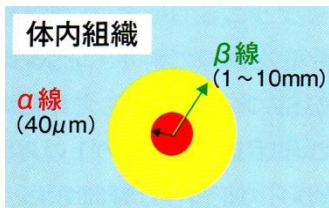
- (1) **細胞分裂頻度の高いものほど**
- (2) **組織の再生能力が大きいほど**
- (3) **形態的、機能的に未分化なものほど高い。**

2) 内部被曝の場合、胎児・小児はその放射線(α 線あるいは β 線)の相対的な被曝範囲が広い

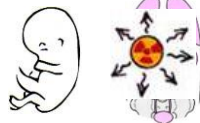
体内に入った放射性物質は、それぞれ
同じ範囲に放射線を出し続ける。



はすべて同じ大きさ



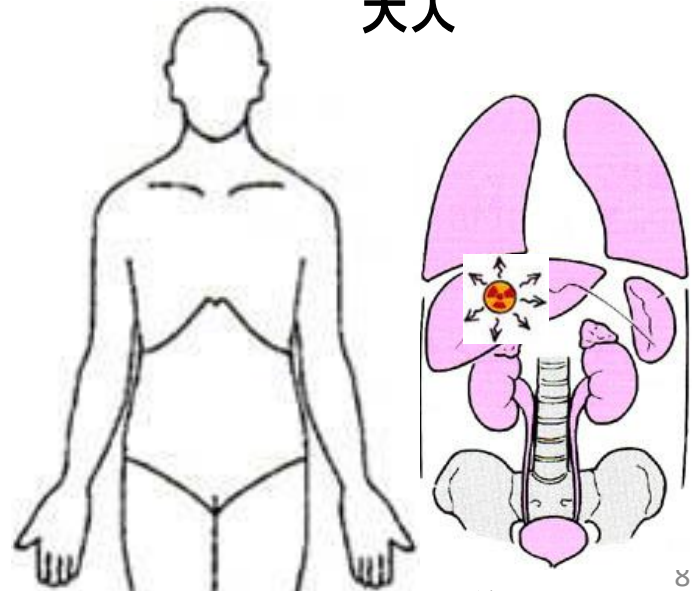
胎児



小児



大人



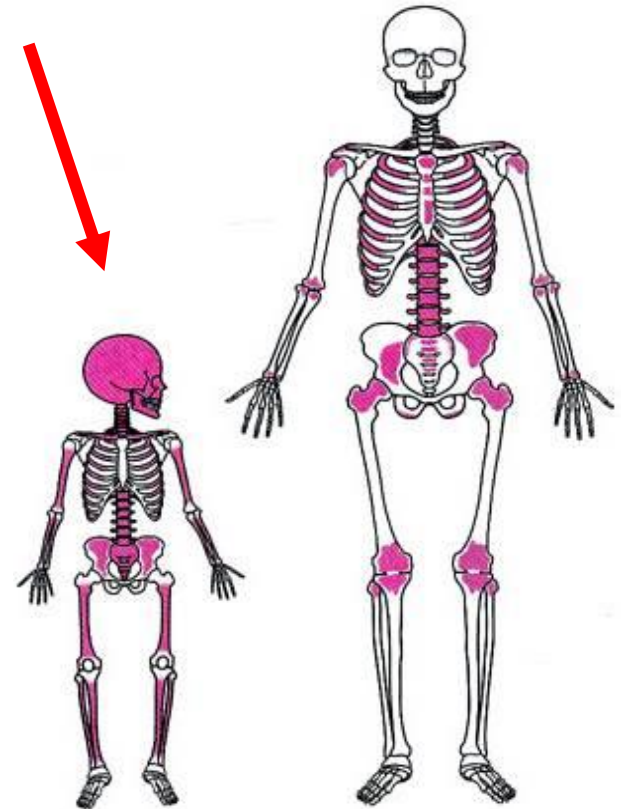
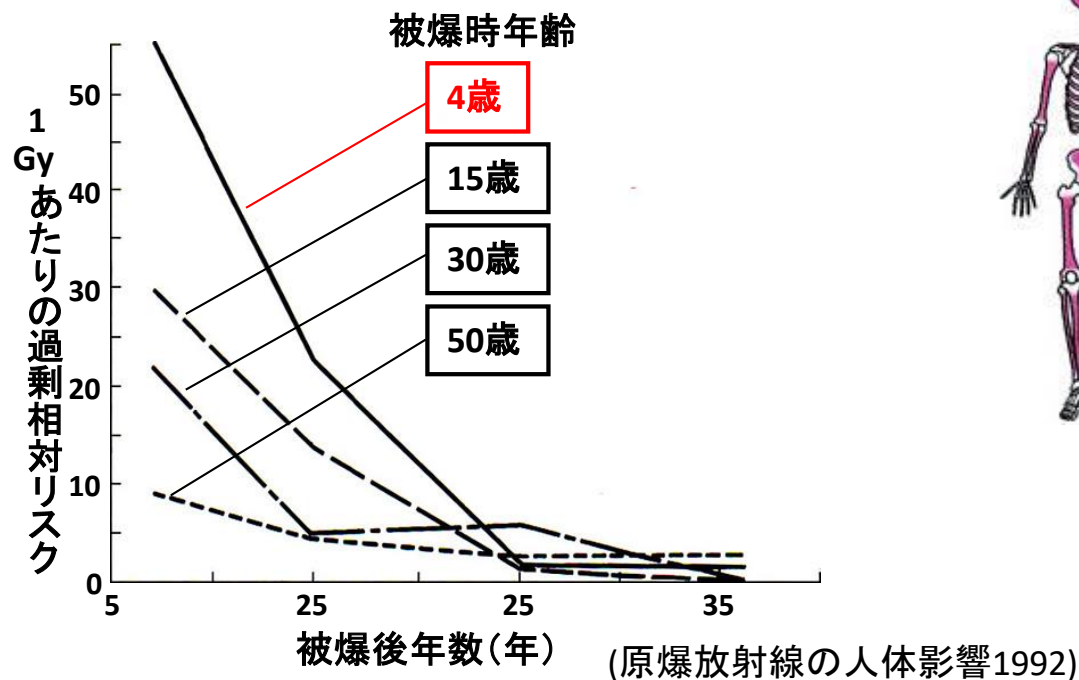
(絵 本行)

胎児・小児の放射線感受性が高い理由

3) 胎児・小児は増殖能の高い骨髄(赤色骨髄)の占める割合が高い
(新生児=100%,5歳児=約70%,成人:約30%)

- ・若いほど骨髄の細胞分裂は盛んで放射線により白血病を発症しやすくなる
- ・胎児では肝臓、胸腺、脾臓も造血臓器

白血病過剰相対リスク(1950~1987)



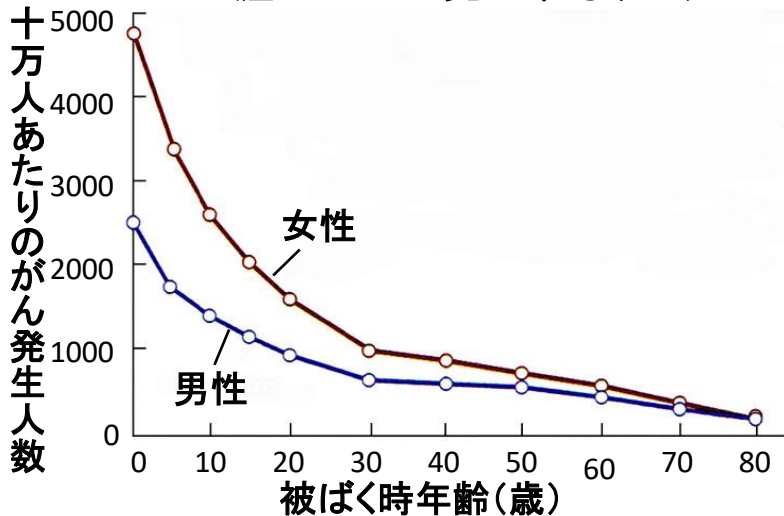
活性(赤色)骨髄の分布
Active (red) bone marrow
(ICRP Publ.70)

胎児・小児の放射線感受性が高い理由

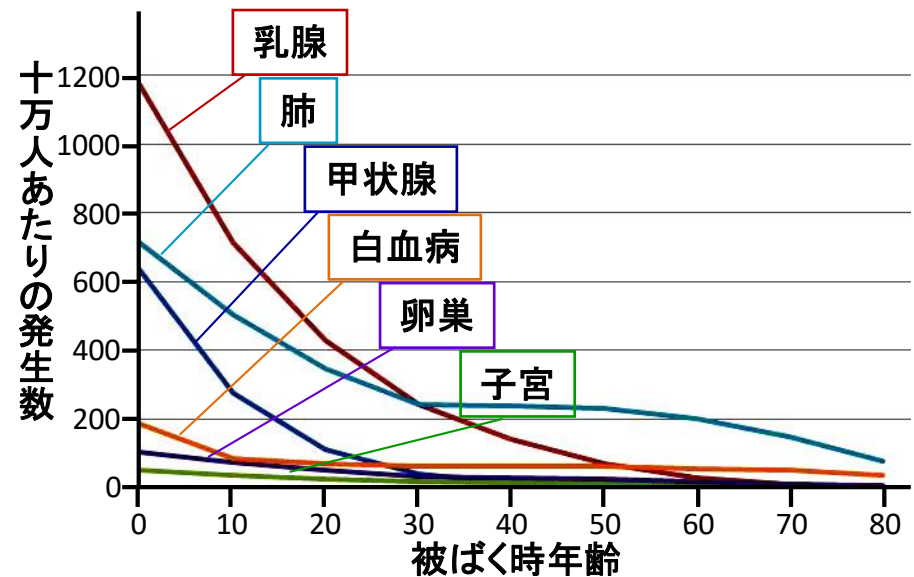
4) 被曝時年齢が若いほど発がんリスクは上昇する

被曝後の**生存期間**が成人よりも長いため、潜伏期間の長いがんが出現する可能性が大きくなる。遺伝的影響に関しても、遺伝的に有意な期間が成人に比べて長くなる

100mSvの放射線を1回浴びた時の生涯でがんが発生するリスク



100mSvを被曝した時の生涯がん発病率(女性)



(BEIR VII-Phase 2, 2006)

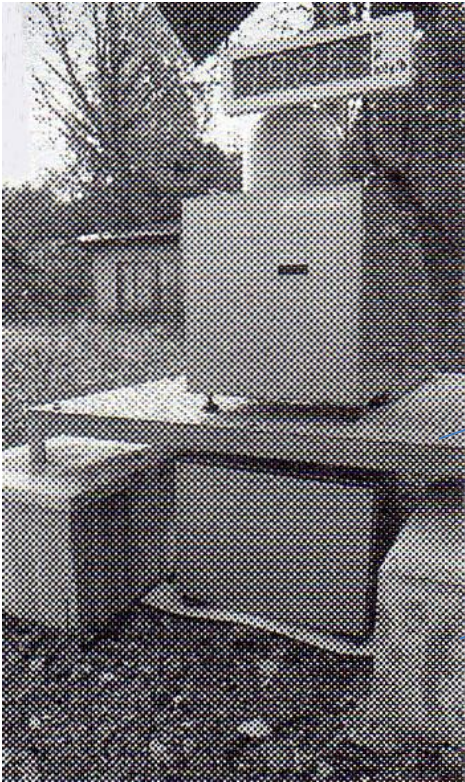
5) 外部被曝の場合、子供の方が皮膚も薄く、放射線が内臓に達するまでの減衰が少ないため、より多くの影響を受ける

子どもの被ばく線量は過小評価されやすい

- ・モニタリングポストは地面より1mの高さを計測している。
- ・子供が放射線の影響を受ける数10cmの高さの空間線量率はその数倍高い可能性

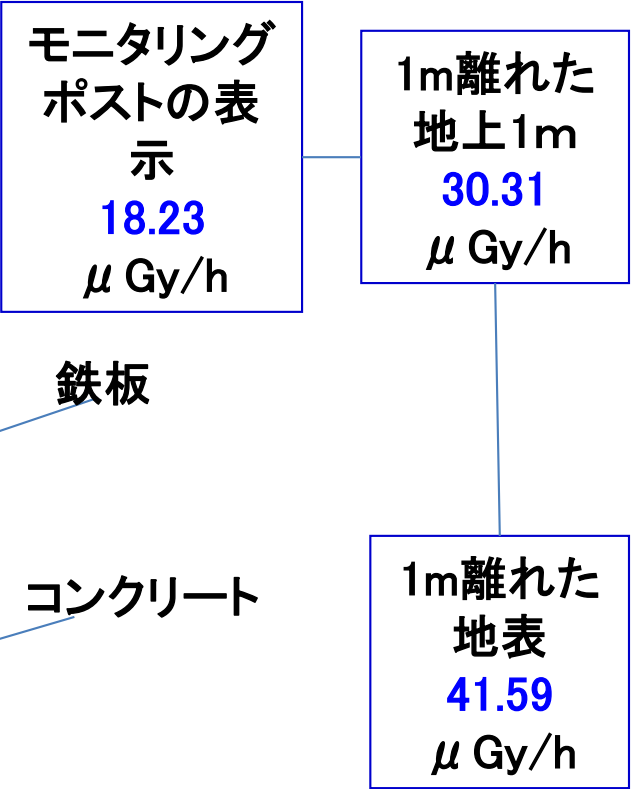


福島現状



浪江町
多目的集会所

国のモニタリングポストと実測値

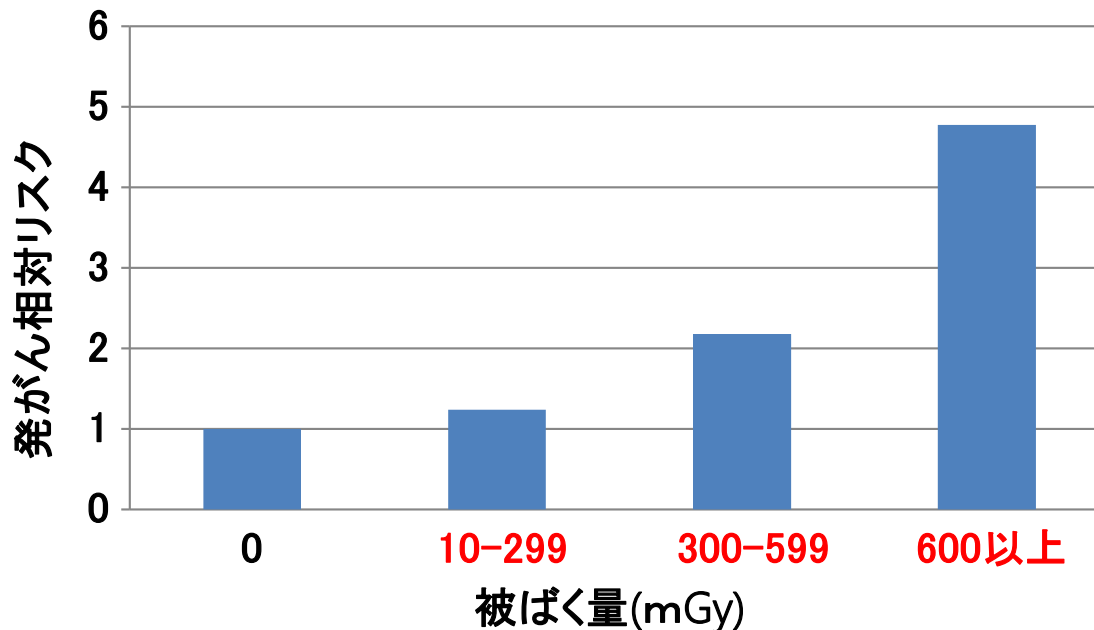


(週刊朝日2014.2.14)

原爆による胎児被ばく (胎内被爆)

1945年8月原爆投下後翌年5月31日までに生まれた
1,791人(広島1,534人長崎257人)の1984年までの追跡調査

被ばく量と相対リスク



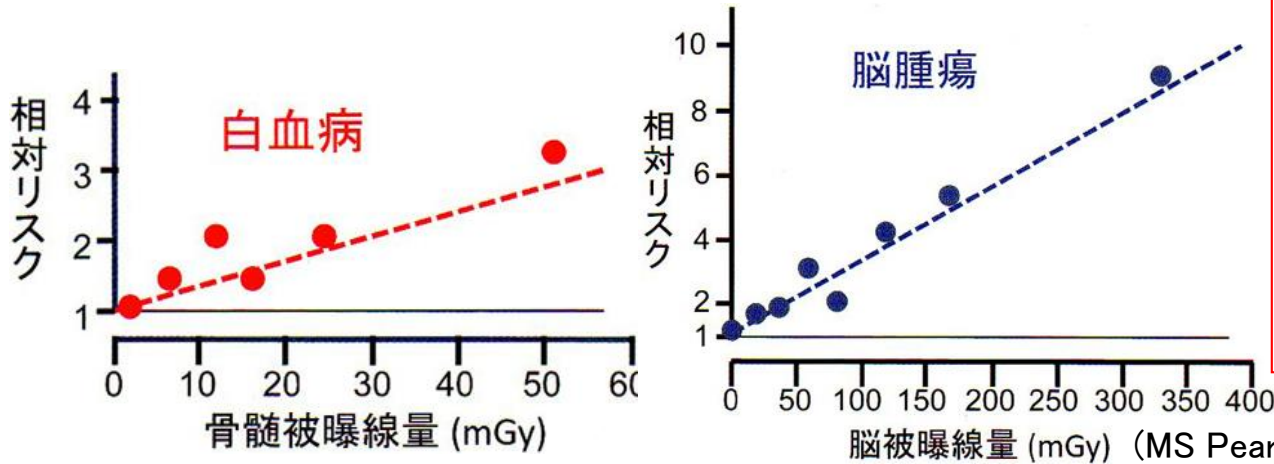
(Yoshimoto et al, J Radiat Res, 1991)

10mSv以上でがん発症相対リスクが増加

小児のCT検査で発がんリスク上昇

小児期のCT検査で白血病, 脳腫瘍リスク上昇

英国

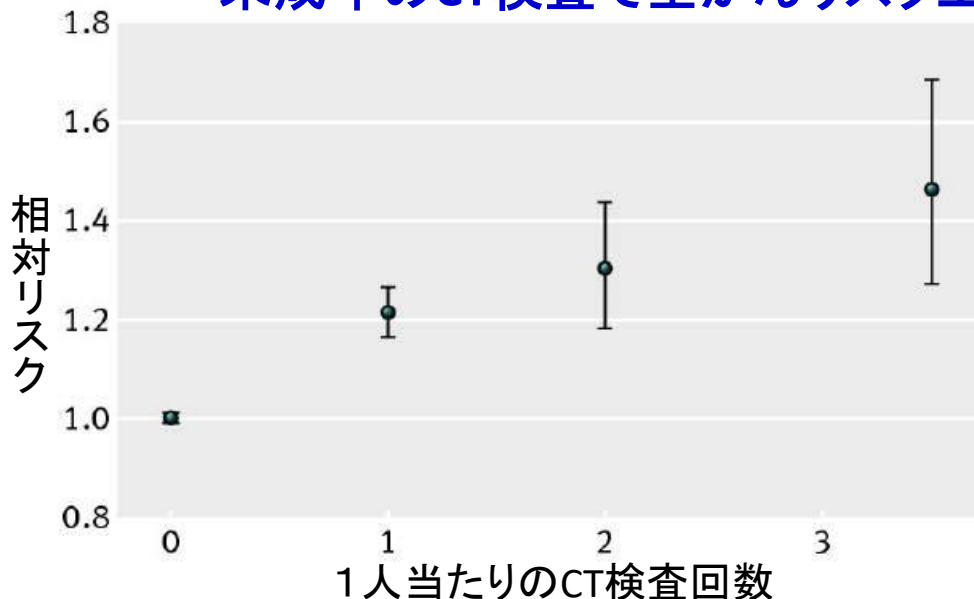


- ・1985～2002年の間CT検査を受けた22歳未満の約18万人を対象
- ・小児期CT検査2-3回で、脳腫瘍のリスクが3倍に
- ・5-10回のCTで白血病リスクが3倍に

(MS Pearce, et al, Lancet online June 7, 2012)

未成年のCT検査で全がんリスク上昇

オーストラリア



- ・小児期CT検査を受けた68万人と受けなかった人を対象
- ・CTを受けた人では全癌発症率が24%高かった ($p < 0.001$)
- ・発症率比は線量反応関係にあり、CT検査1回追加ごと0.16上昇した

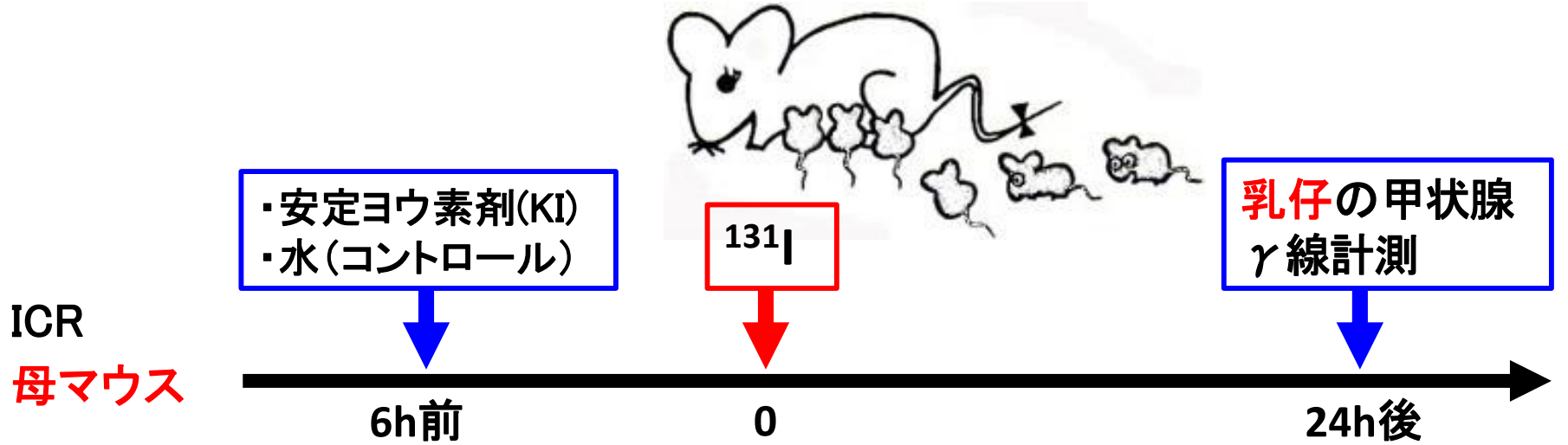
(Mathews JD et al. BMJ, 346:f2360, 2013)

オランダ

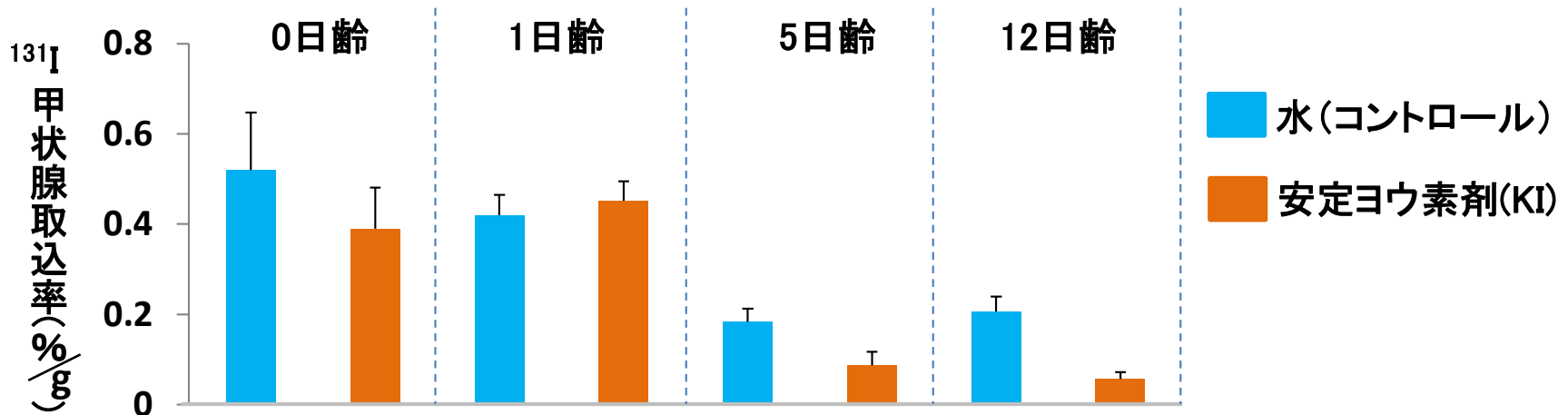
- ・小児期CT検査を受けた16万人→脳腫瘍と関連

(Meulepas JM et al, J Natl Cancer Inst. 2018 Jul 18. doi: 10.1093)

甲状腺感受性には年齢(日齢差)がある

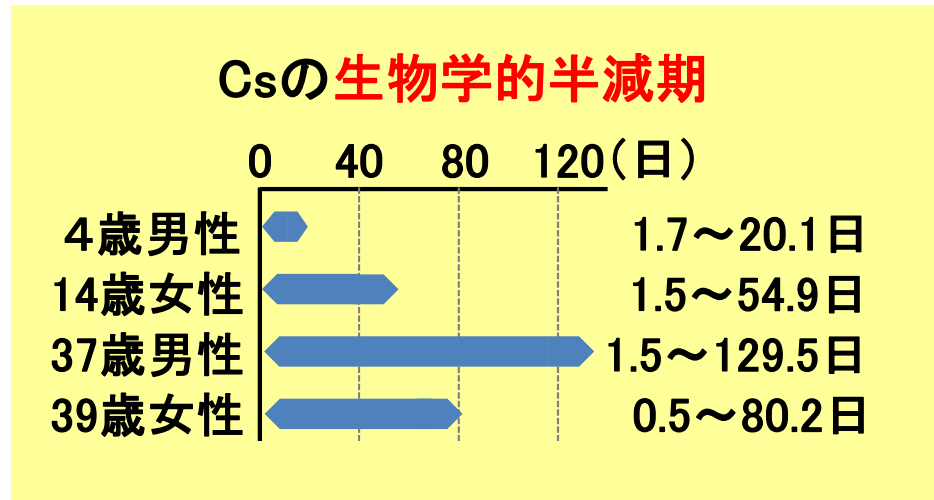


0~12日齢乳仔におけるKIによる¹³¹I甲状腺取込み抑制効果



(Hongyo et al, EANM欧州核医学会議2017)

生物学的半減期は個人差が大きい



(Llooyd RD et al, Radiat Res, 54; 463-478, 1973)

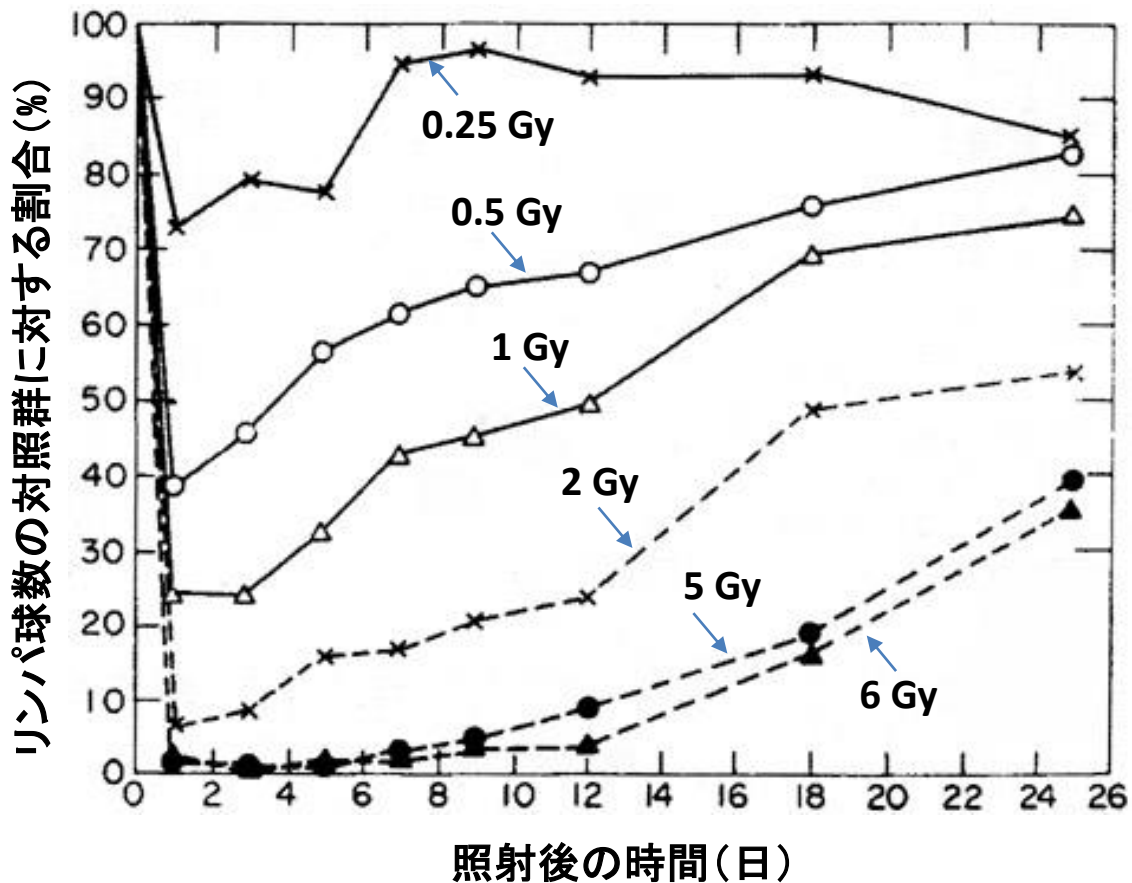
実効線量係数(Sv/Bq換算係数)の問題点に直結

- ・実効線量係数:「問題とする核種の**生物学的半減期**と**放出するエネルギー**および浴びる人の**組織重量**の関数」
- ・放射性物質の**生体内での化学的作用**や**毒性**は全く無視されている

リンパ球について

リンパ球は放射線に非常に弱い

ラットのX線照射後におけるリンパ球数の変化



(GM Suter, 1947)

リンパ球は放射線に非常に弱い

リンパ球は50mGyの被曝でもアポトーシスを起こす

リンパ球は放射線に最も影響を受けやすい組織(アポトーシスを起こす)

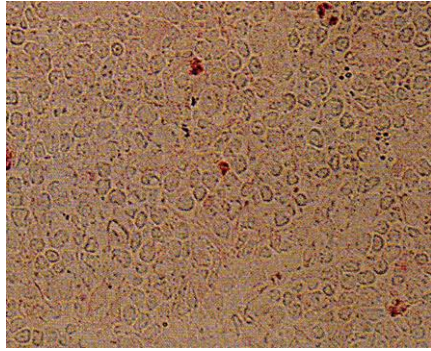
マウスにX線照射



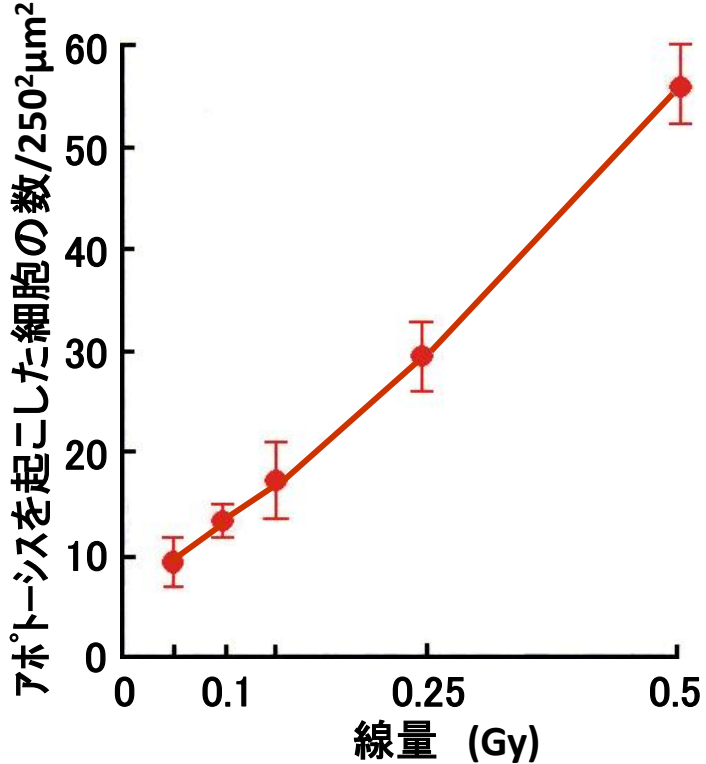
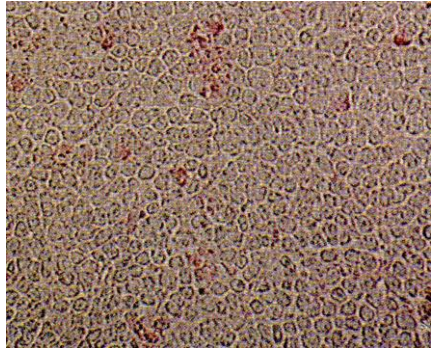
胸腺、脾臓、小腸の凍結切片を作成してエリスロシンB染色を行う(アポトーシスを起こすと赤く染まる)

マウス胸腺の顕微鏡像 x 360

非照射



0.05Gy 照射 4時間後



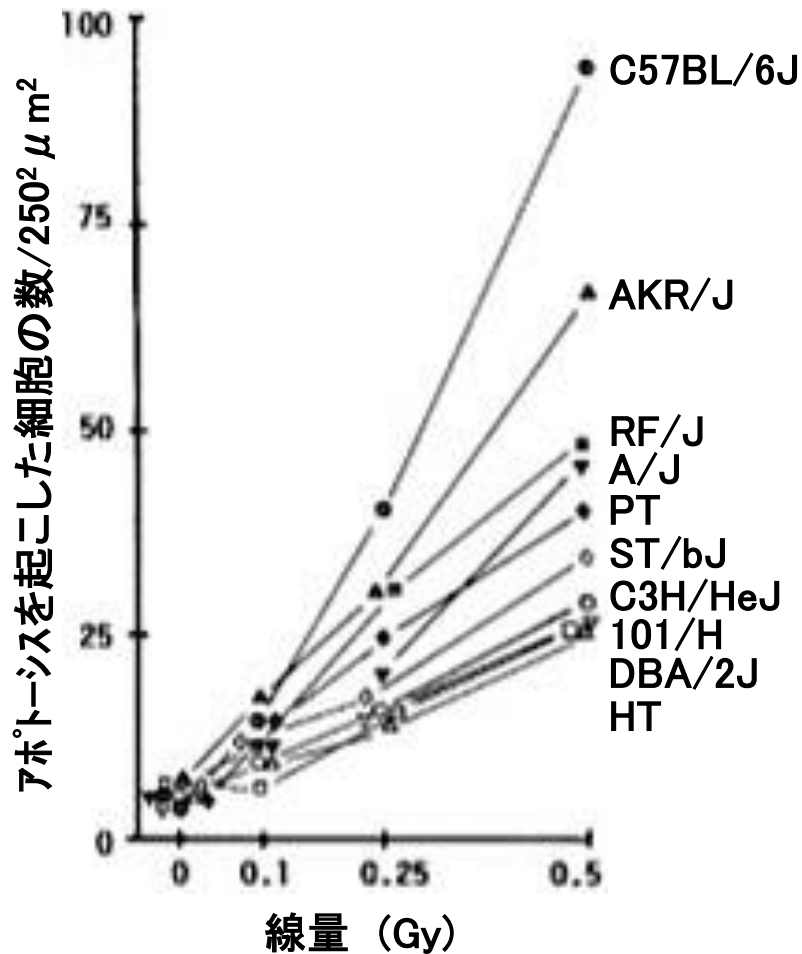
50mGyの被曝でもリンパ球はアポトーシスを起こす

低線量被曝でも免疫系に影響を与える可能性がある

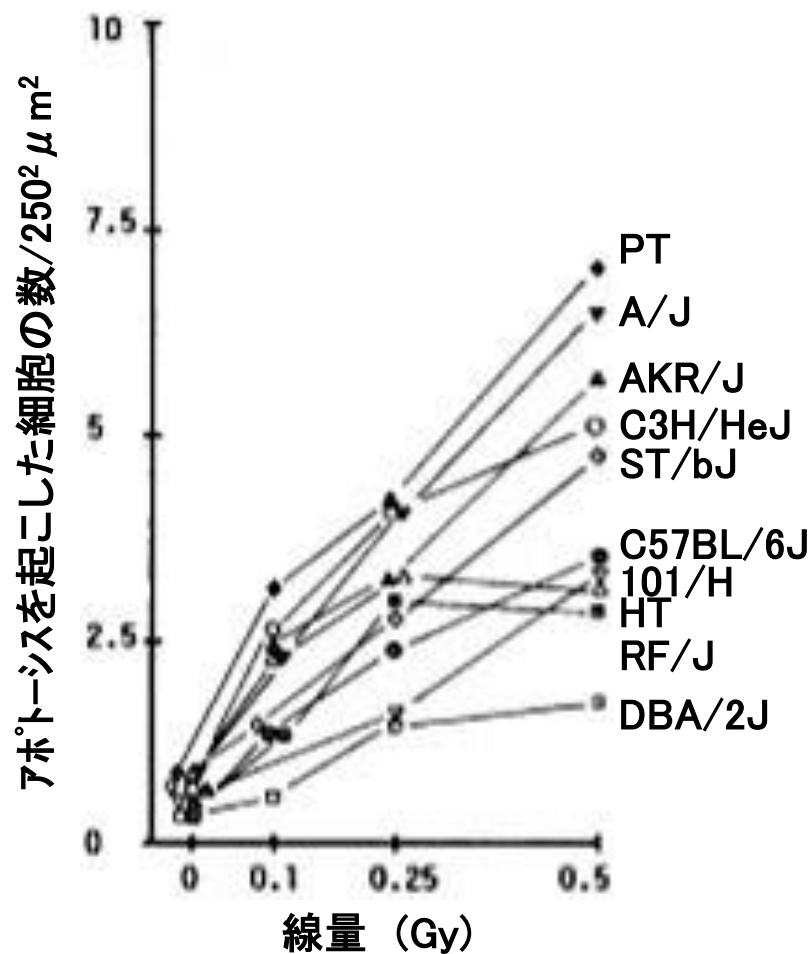
(Nomura T, Hongyo T, et al, J Radiat Res, 33:109-123,1992)

放射線のリンパ球への影響には系統差(マウス)がある

胸腺のリンパ球



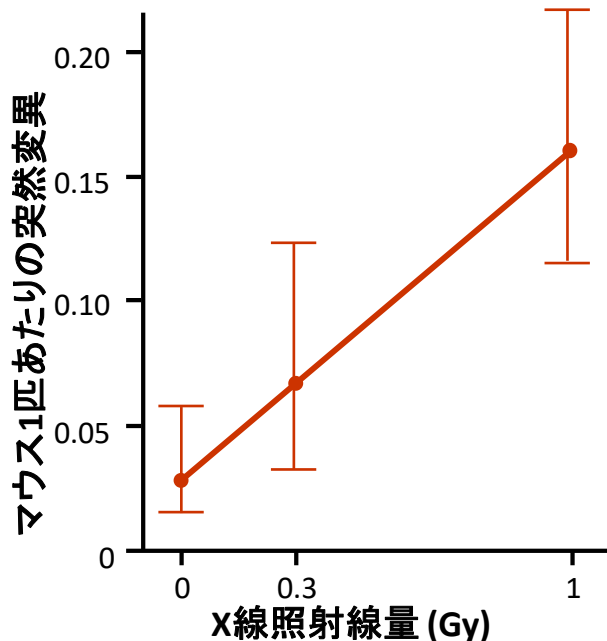
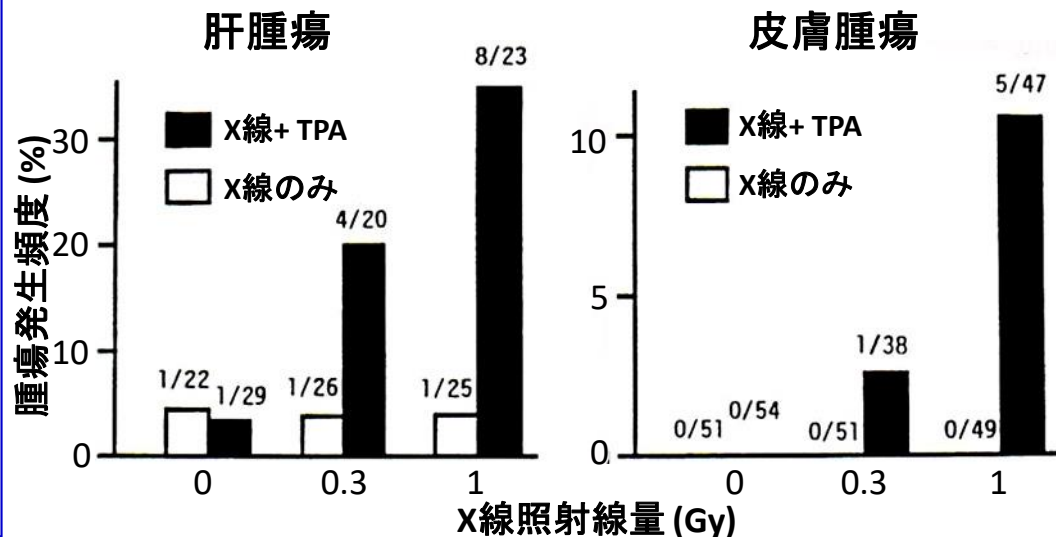
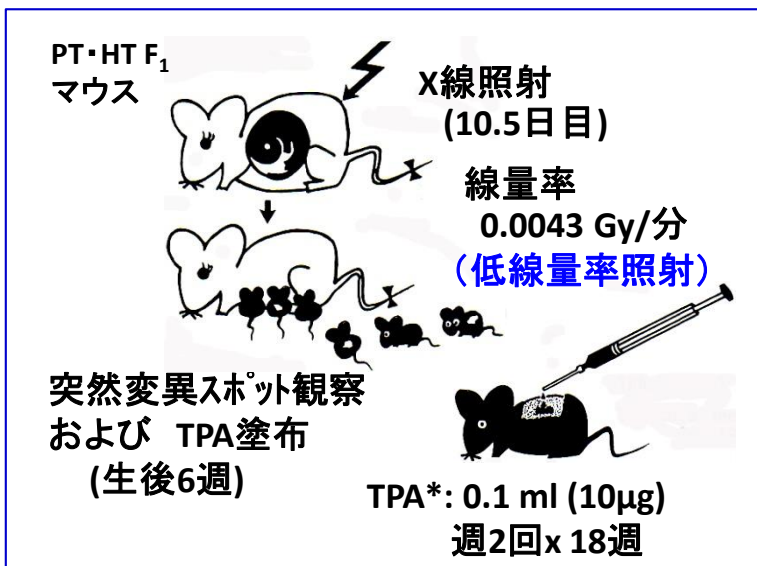
小腸のリンパ球



複合影響について

- ・動物実験
- ・原爆被爆生存者の甲状腺がん
- ・甲状腺の内部/外部両被ばく
- ・日本の医療被ばく事情

胎児期X線を浴びると生後有害物質によりがんが発生



放射線により誘発された胎児細胞の前腫瘍性病変は**突然変異と同じく受け継がれ**、生後に与えられたTPAにより腫瘍化したものと考えられる。

一度、少量の放射線を浴びた後、さらに様々な有害物質(たばこ、アルコール、放射性物質etc)に曝されることにより、がんにかかりやすくなる可能性がある**(複合影響)**

(Nomura T, Hongyo T, et al. Cancer Res, 50: 2135-2138, 1990)

TPA*:発がんプロモーター。ギャップジャンクションでの細胞間の正常な情報交換を阻害

広島・長崎原爆甲状腺がん

未成年時の原爆被爆で50年以上たっても
甲状腺がんリスクは高い状態が続く (放射線影響研究所)

- ・寿命調査 被爆者のうち10万5401人 1958～2005年の間
- ・甲状腺がん発症371人
- ・未成年で5mSv以上被爆した人は113人
被爆による放射線が原因の発症は約36%
- ・成人の被爆では、影響がみられず

(Furukawa K, et al. Internat J Cancer, 2013;132:1222-1226)

チェルノブイリ事故後の甲状腺がん

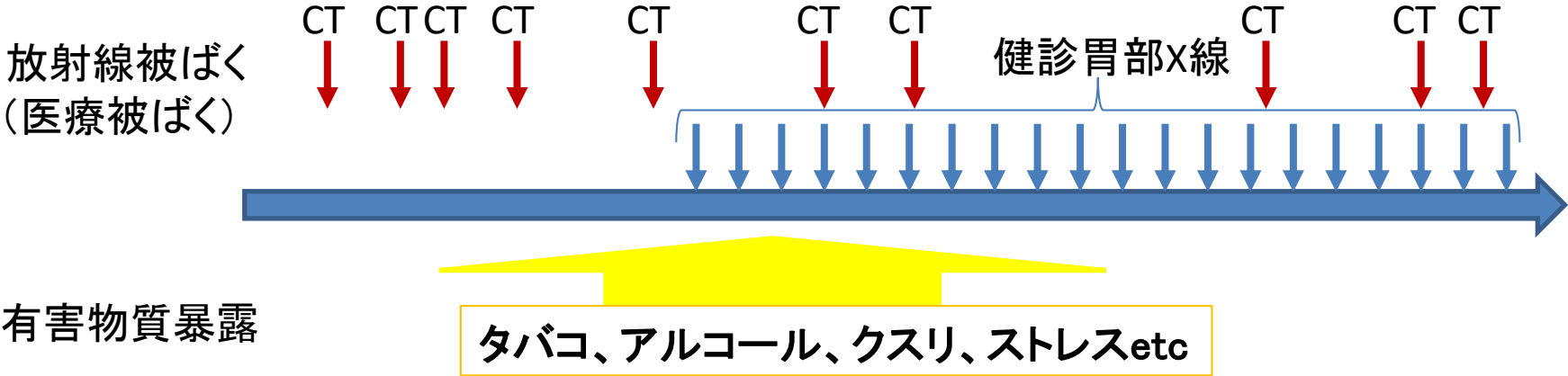
幼少時にいかに低線量であっても、いったん被曝すると、甲状腺細胞が損傷を受け、長期にわたりその影響が持続する可能性があり、(チェルノブイリ原発事故から20年たった今も)現在20～30歳の人に対しては特別の注意が向けられるべきである。

(Shunichi Yamashita, 2006, “Chernobyl Beyond 20 Years and Thyroid Cancer” Hot Thyroidology; no. 2)

放射線の複合影響(要因)

ヒトの一生において有害因子への暴露は一度とは限らない

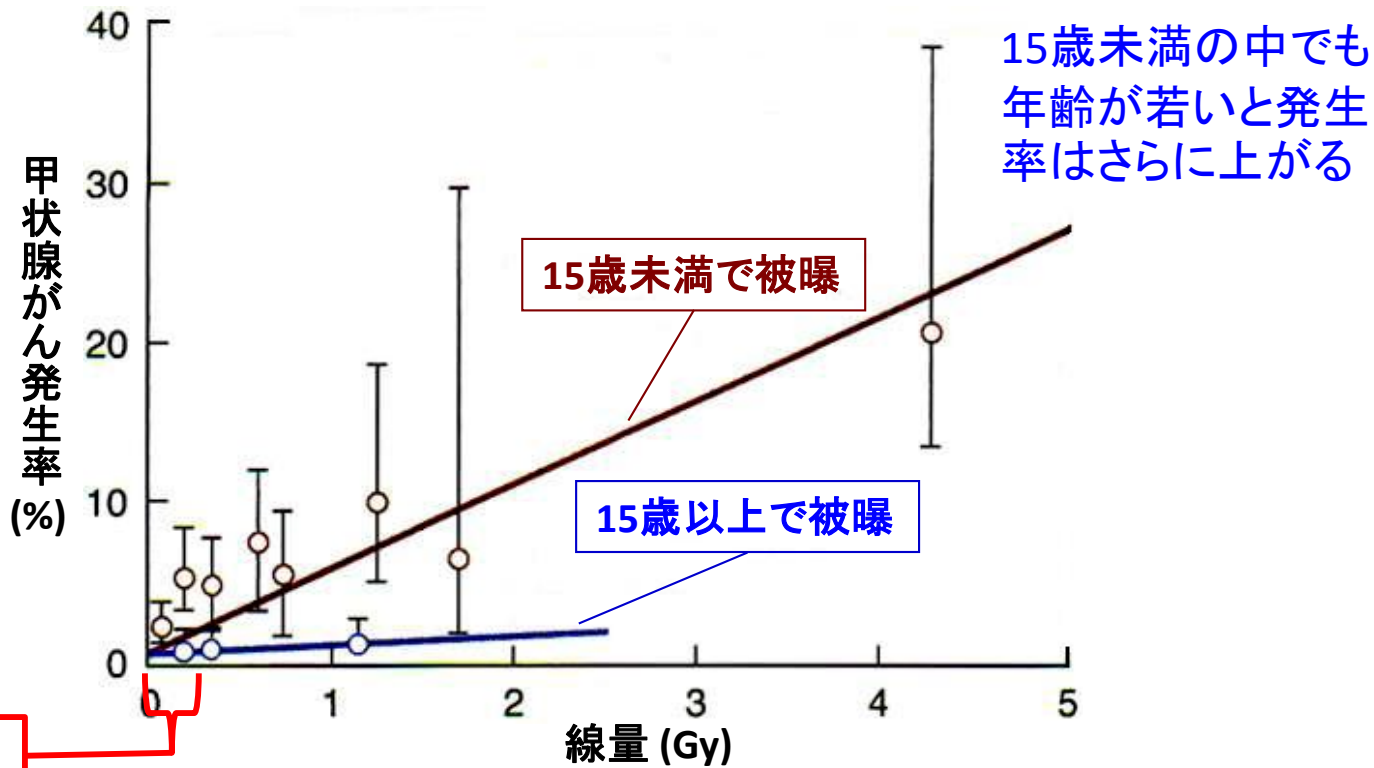
福島ではさらに環境被ばくが上乗せされる



外部被曝の場合も小児の方がはるかに甲状腺がんを発生しやすい

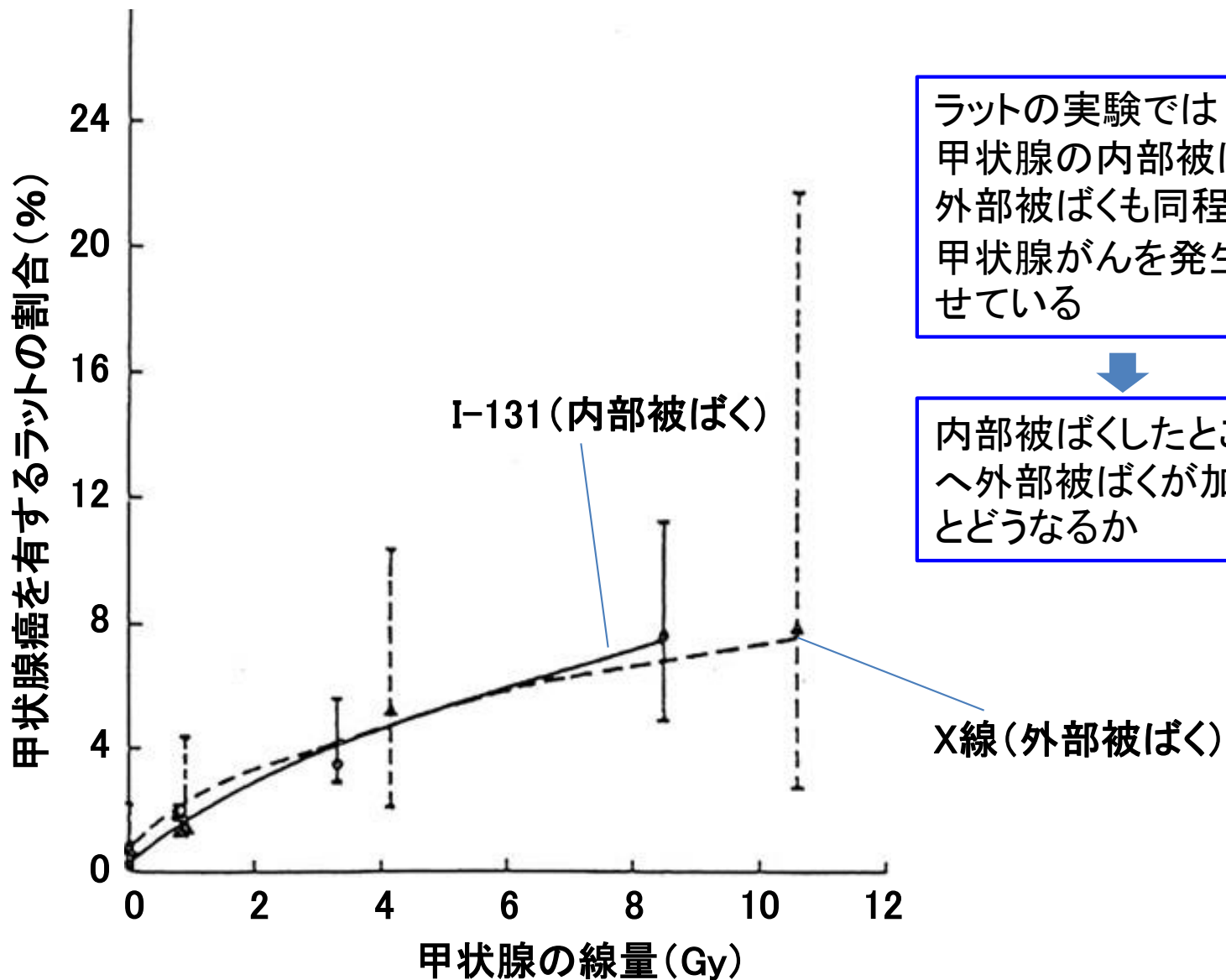
放射線治療による甲状腺がんの発生率

甲状腺腫、扁桃炎
頭皮白癬などに
X線治療が行われ
後に甲状腺がん
が発生した7つの
報告例をまとめた
もの



- ・15歳未満は放射線感受性が15歳以上に比べ約10倍以上高い
- ・甲状腺がん発生原因は放射性ヨウ素だけではない

外部被ばくも内部被ばくも甲状腺がんを発生する



ラットの実験では
甲状腺の内部被ばくも
外部被ばくも同程度に
甲状腺がんを発生さ
せている

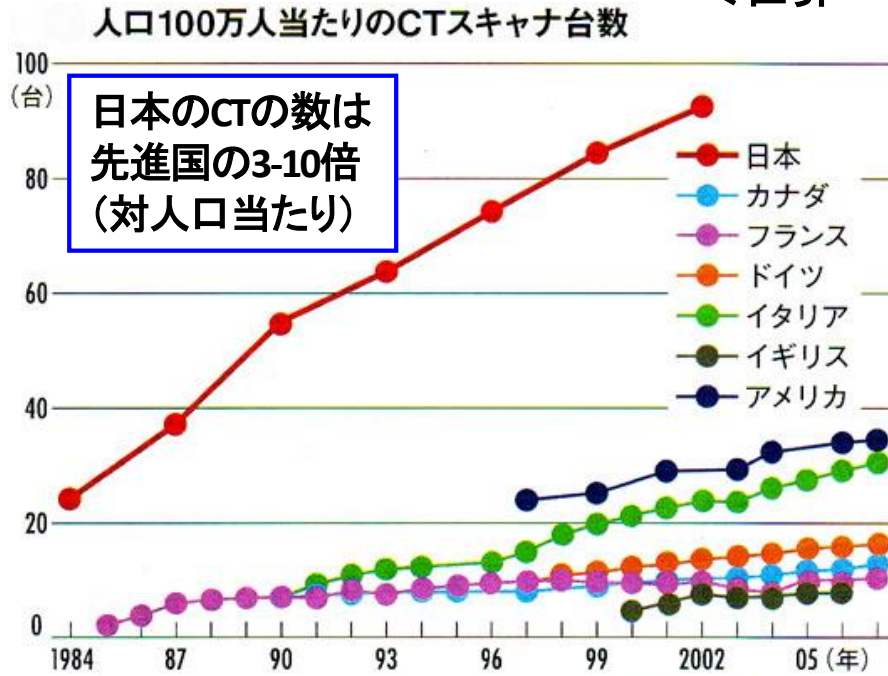


内部被ばくしたところ
へ外部被ばくが加わると
どうなるか

X線 (外部被ばく)

日本の医療被ばく

<世界一の医療被ばく大国日本>



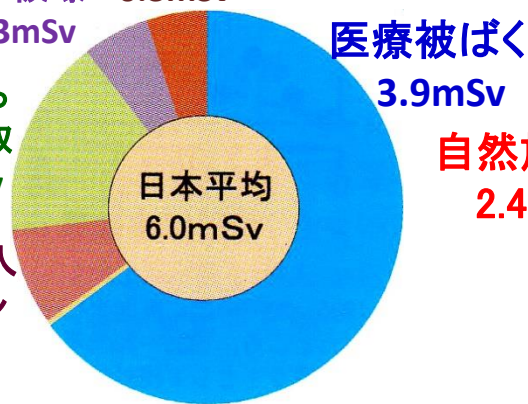
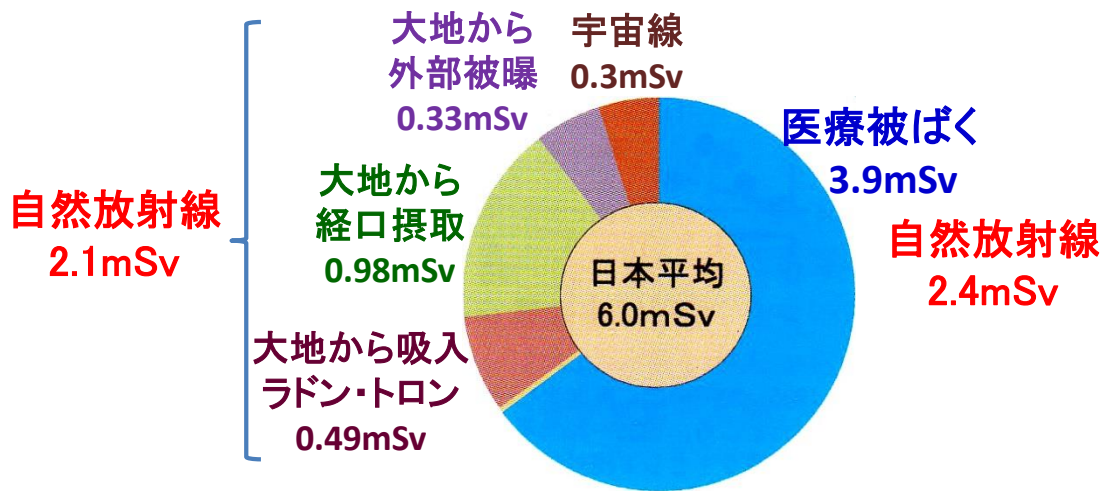
出典:日医総研リサーチエッセイ No.55

- 「低線量被ばくは問題ない」という [安全神話] に基いて「念のためCT、ついでにCT」など、**安易なCT検査**

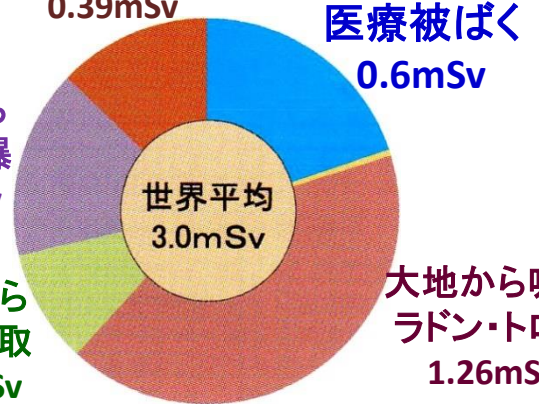
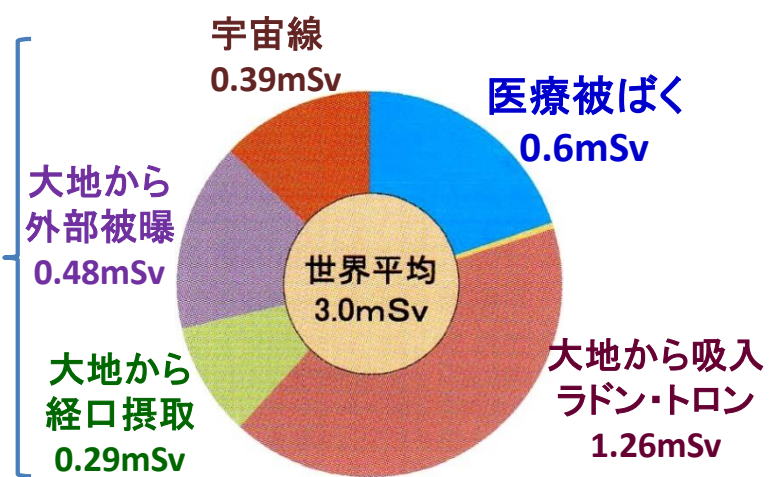
- 胃X線検査 (3~10 mSv) が、他国よりも異常に多い

- 国家レベルで、胃がん検診に 公費を投じて大々的に取り組んでいるのは、日本だけ (多くの既得権益が絡んでいる?)

- 胃がんの発見率が低い (内視鏡検診の1/5~1/10)



日本平均 6.0mSv



世界平均 3.0mSv

放射線検査での被ばく量は機種や撮影条件によって大きく違う

各種放射線検査での医療被曝(実効線量)

	被曝線量/1回 (mSv)	胸部X-P換算 (枚)
胸部単純	0.05	-
腹部単純	0.8	16
胃X線検査	8	160
注腸検査	16	320
ガリウムシンチ	11	220
PET/CT	5~8	100~160
CT検査	5~72	100~1,440

日本核医学会ホームページからの引用ほか
(松崎道幸先生講演スライド2016より)

2015. 4. 19 1892年3月17日第3種郵便物

X線・CT検査 病院で線量に差

CT検査やX線検査などの放射線検査の関連学会などで行く団体は18日、検査方法の統一基準を初めてまとめた。日本は「医療被曝大国」と言われており、過剰な被曝を抑えていくことが狙いだ。

日本は年間約3000万件のCT検査が行われる。被曝は先進国平均の約2倍に達している。国民1人当たりの医療被曝は先導国平均の約2倍に達している。このデータもある。結論は、出していないが、医療被曝でがんが増えるとする研究者もいる。

基準を決めたのは、日本放射線技術学会と日本診療放射線学会など12団体でつくる「医療被曝に関する共同ネットワーク」。

対象はCT検査、X線検査、マンモグラフィ(乳房X線撮影)、歯科でのX線撮影、血管造影撮影、陽電子放射断層撮影(PET)など。設けられた基準は、例えばCT検査では、体重50kg以上の成人ならば頭部の被曝線量を目安にする(1350マイクログレイ/局所線量)を自覚することとした。1~5歳の小児では頭部が660マイクログレイ、胸部が550マイクログレイ、腹部が500マイクログレイ、乳幼児全般が850マイクログレイ(乳腺の線量)2.4マイクログレイ。

がんが増えるとする研究者もいる。基準を決めたのは、日本放射線技術学会と日本診療放射線学会など12団体でつくる「医療被曝に関する共同ネットワーク」。

対象はCT検査、X線検査、マンモグラフィ(乳房X線撮影)、歯科でのX線撮影、血管造影撮影、陽電子放射断層撮影(PET)など。設けられた基準は、例えばCT検査では、体重50kg以上の成人ならば頭部の被曝線量を目安にする(1350マイクログレイ/局所線量)を自覚することとした。1~5歳の小児では頭部が660マイクログレイ、胸部が550マイクログレイ、腹部が500マイクログレイ、乳幼児全般が850マイクログレイ(乳腺の線量)2.4マイクログレイ。

CT検査やX線検査などの放射線検査の関連学会などで行く団体は18日、検査方法の統一基準を初めてまとめた。日本は「医療被曝大国」と言われており、過剰な被曝を抑えていくことが狙いだ。

日本は年間約3000万件のCT検査が行われる。被曝は先進国平均の約2倍に達している。国民1人当たりの医療被曝は先導国平均の約2倍に達している。このデータもある。結論は、出していないが、医療被曝でがんが増えるとする研究者もいる。

基準を決めたのは、日本放射線技術学会と日本診療放射線学会など12団体でつくる「医療被曝に関する共同ネットワーク」。

対象はCT検査、X線検査、マンモグラフィ(乳房X線撮影)、歯科でのX線撮影、血管造影撮影、陽電子放射断層撮影(PET)など。設けられた基準は、例えばCT検査では、体重50kg以上の成人ならば頭部の被曝線量を目安にする(1350マイクログレイ/局所線量)を自覚することとした。1~5歳の小児では頭部が660マイクログレイ、胸部が550マイクログレイ、腹部が500マイクログレイ、乳幼児全般が850マイクログレイ(乳腺の線量)2.4マイクログレイ。

- ・同じCT検査でも病院によって**線量は大きな違い**がある。
- ・低いほうから**3/4の線量**を基準に

福島のア状腺がんについて

- ・福島のア状腺がん
- ・被ばく線量が違ひすぎるか
- ・5歳以下の子供のア状腺がん
- ・スクリーニング効果にすぎないか
- ・ヨウ素摂取が十分だと大丈夫か

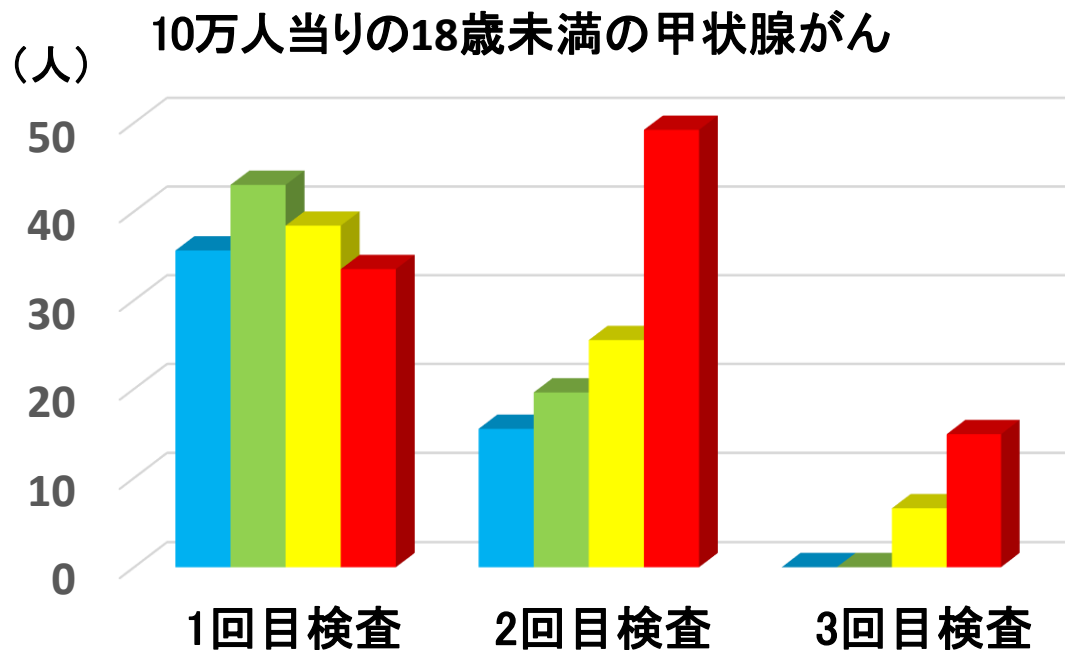
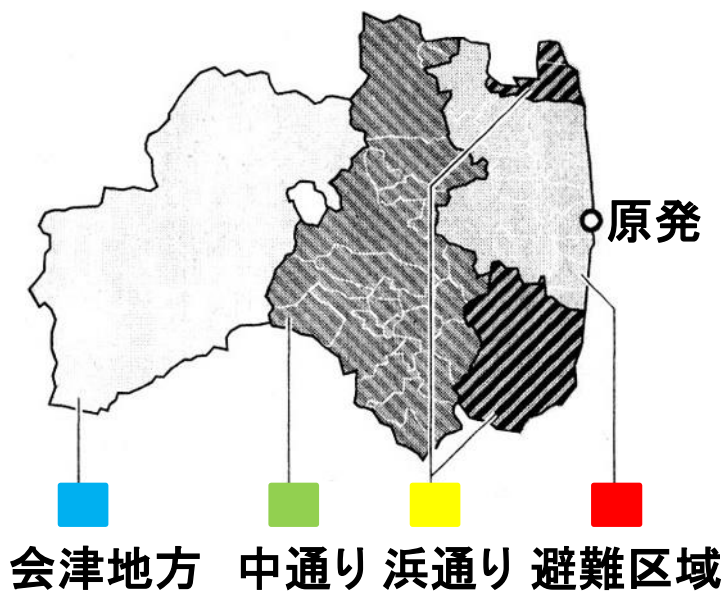
福島原発事故当時18歳未満の甲状腺がん集計

平成 30 年 9 月 30 日現在

	対象者数(人)		受診率(%)	判定率(%)	甲状腺がん(人)
検査 1 回目 H23～H25年度	367,637	一次検査	81.7	100	
		2次検査	92.9	98.2	116
検査 2 回目 H26～H27年度	381,244	一次検査	71.0	100	
		2次検査	84.1	97.4	71
検査 3回目 H28～H29年度	336,669	一次検査	64.6	100	
		2次検査	69.0	91.1	18
検査 4回目 H30～H31年度	293,865	一次検査	14.1	62.6	
		2次検査	25.8	17.9	0
25 歳時の節目 H30～年度	22,653	一次検査	8.9	99.2	
		2次検査	76.1	86.6	2
県の検査の集計外(事故当時4歳児を1人含む)					11
					計 218

(第33回県民健康管理調査甲状腺検査結果まとめ他)

18歳未満の甲状腺がんの地域分布



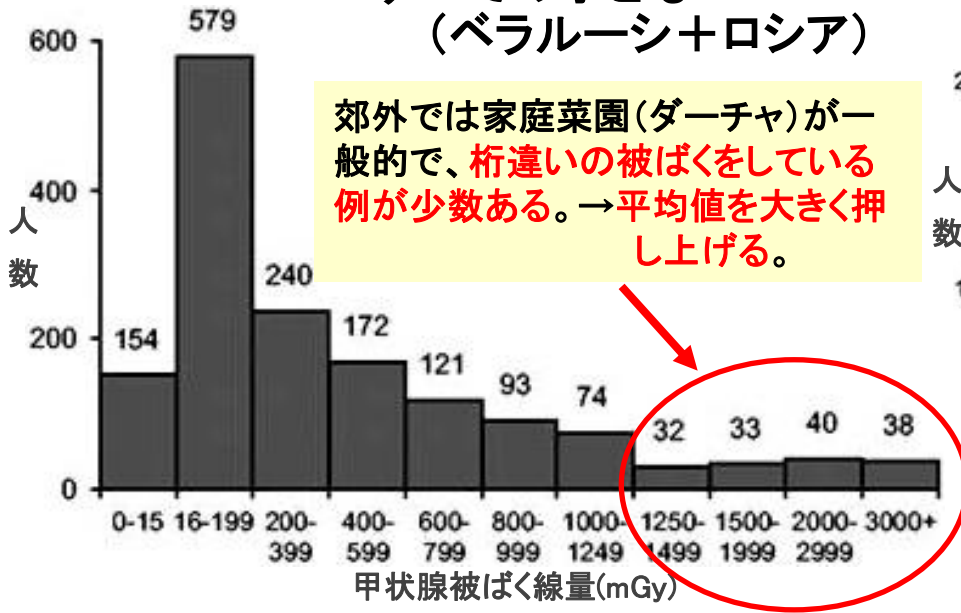
(福島県民健康管理調査 2018.3.31現在2018.6.18発表)

2回目、3回目検査では明らかに地域差が認められる

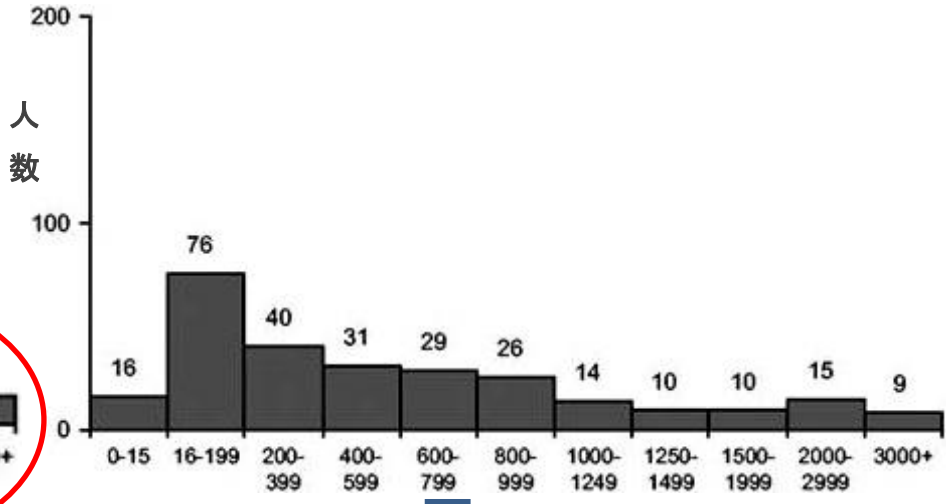
(福島とチェルノブイリでは)被ばく量は違いすぎるか

チェルノブイリ原発事故後の15歳未満の子どもの甲状腺等価線量の分布

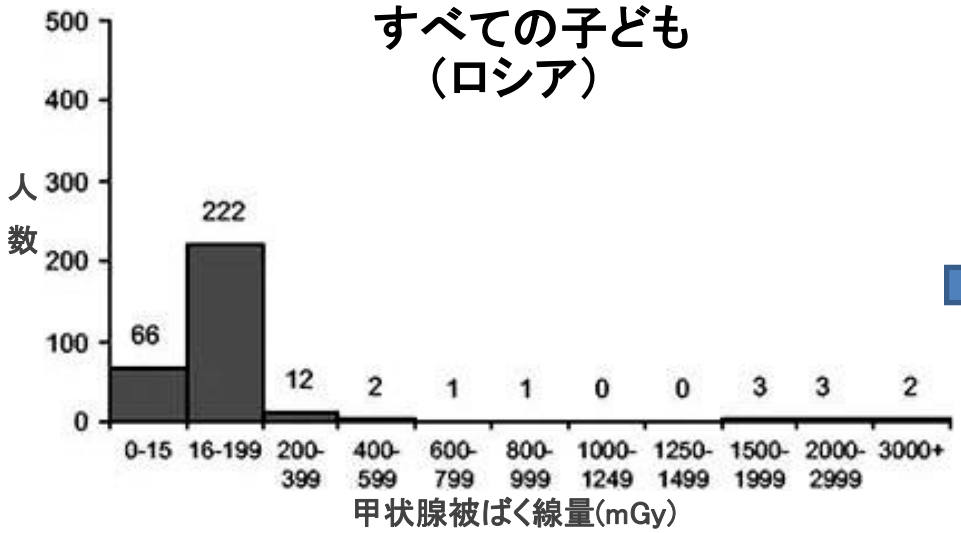
すべての子ども
(ベラルーシ+ロシア)



甲状腺がんの子ども
(ベラルーシ+ロシア)



すべての子ども
(ロシア)



甲状腺がんの子ども
(ロシア)

グラフなし

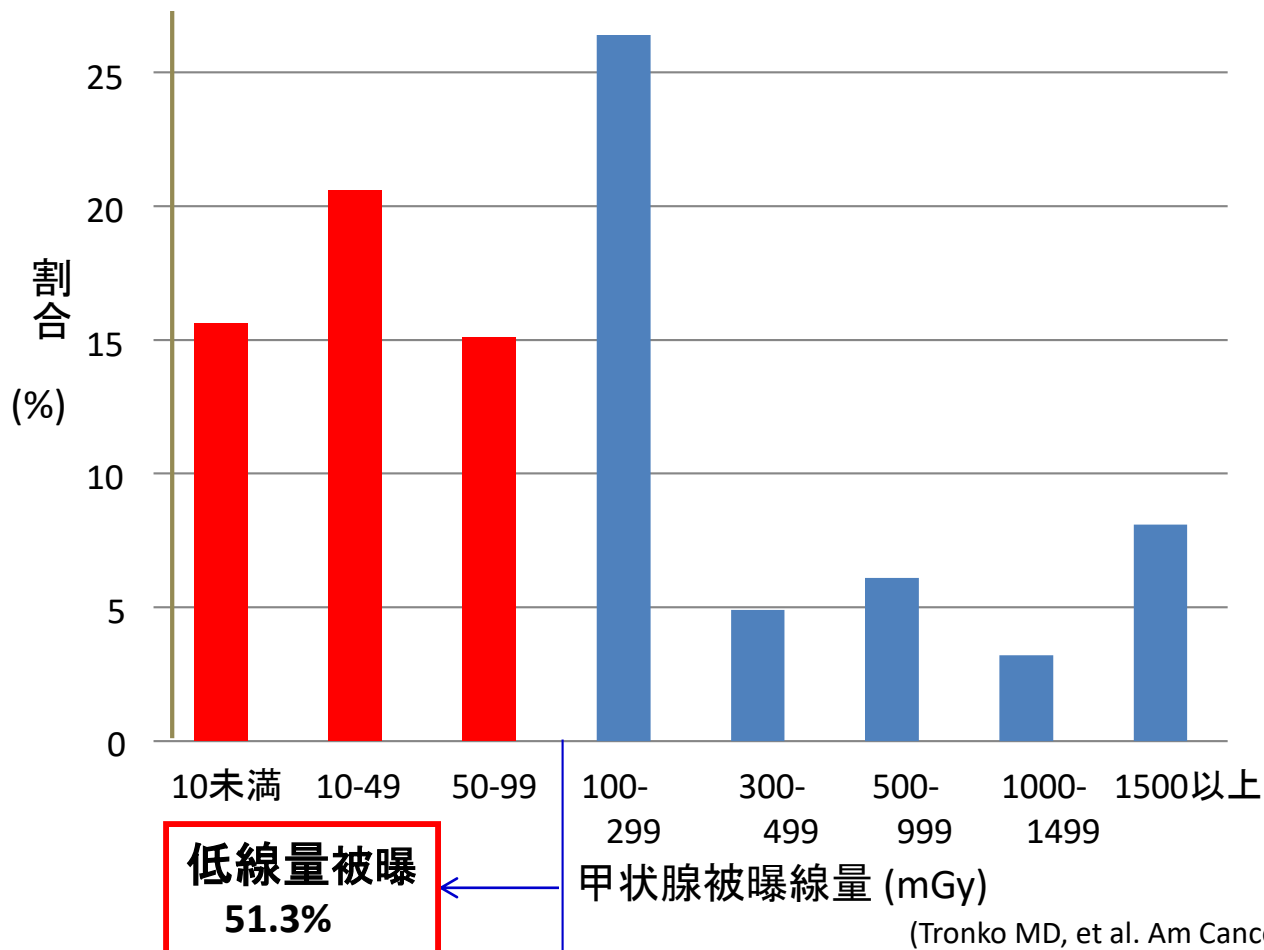
どう見積もってもほとんどが200mGy未満

(Cardis et al, J Natl Cancer Inst 97 ; 724-3, 2005)

被ばく量は違いすぎるか

低線量被曝でも甲状腺がんのリスクが増加

ウクライナの小児甲状腺がん患者(手術時14歳以下)の甲状腺被曝線量の分布 1986-1997年、345人



放射性ヨウ素が大量に降下した

(過小評価の可能性)

放射性ヨウ素摂取例

<母乳>

母乳のI-131濃度に関する調査結果

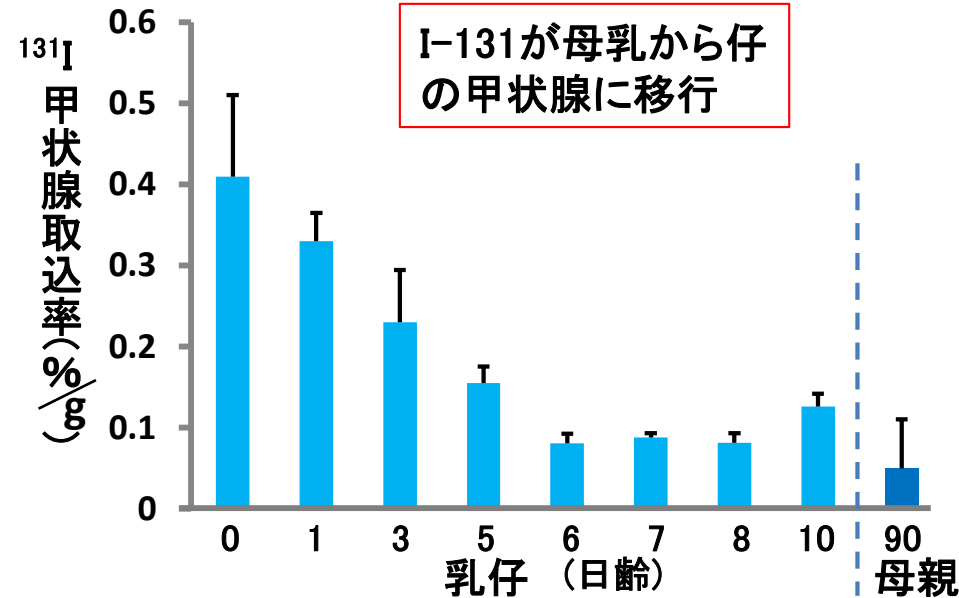
地域	採乳日	I-131(Bq/L)
福島県いわき市	2011/4/25	3.5
茨城県大宮市	2011/4/25	3.0
水戸市	2011/4/25	8.0
下妻市	2011/4/25	2.2
笠間市	2011/4/24	2.3
笠間市	2011/4/25	2.3
千葉県千葉市	2011/4/25	2.3

マウスにおけるI-131の甲状腺

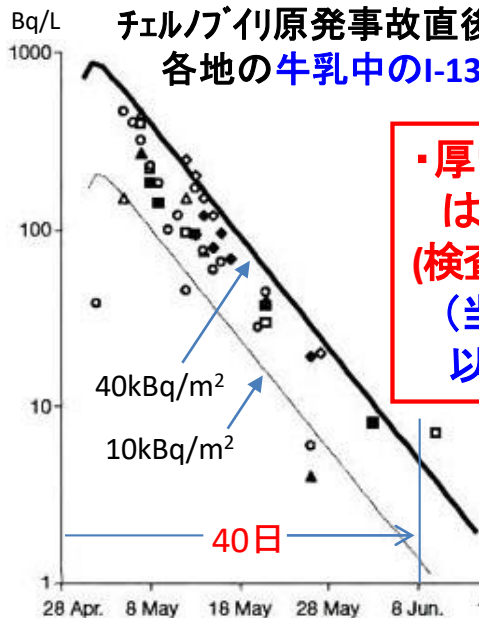
取込みの実験

(本行ほか、未発表)

I-131 (74kBqを)母マウスに経口投与
24時間後に甲状腺の摂取量を測定



チェルノブイリ原発事故直後のフランス各地の牛乳中のI-131濃度



・厚労省の母乳調査は遅すぎる！
(検査までに40日経過)
(当初I-131は100倍以上存在した可能性)

福島の母乳にはさらに大量のI-131の可能性

- ・授乳期のマウスでもI-131は乳仔の甲状腺に多く取り込まれている
- ・体重当たりのI-131の甲状腺取込率は母マウスより乳仔の方が多
- ・若い乳仔ほど体重当たり多くの¹³¹Iの甲状腺取込がみられた(約3倍の差)

初期に放射性ヨウ素が大量に降下した

(過小評価の可能性)

^{131}I の半減期

	生物学的 半減期	物理学的 半減期	環境 半減期
乳児	11日		
5歳	23日	8日	8日
成人	80日		

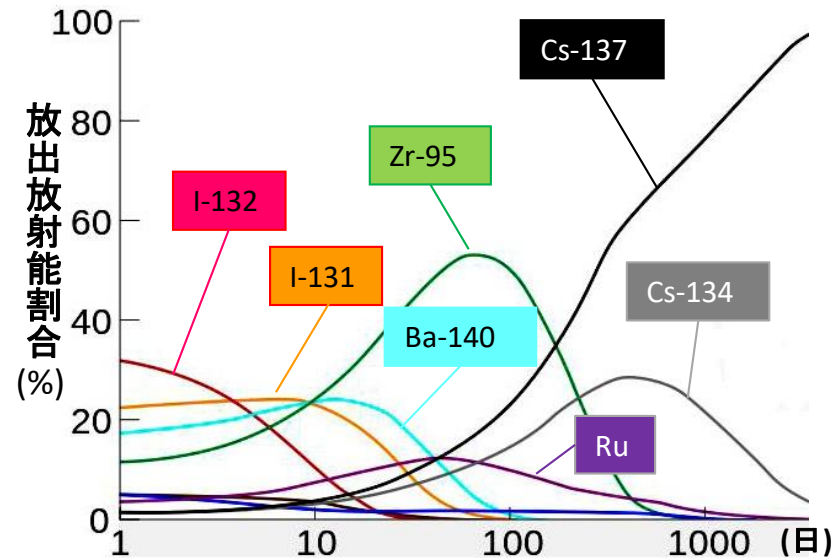
- ・放射性ヨウ素の計測や防御は初期が勝負
- ・最初の1ヵ月で約80%が甲状腺に取り込まれる

- ・福島では直接線量測定が殆どされていないので、被ばく線量と甲状腺がんの関係が不明

- ・(18歳未満の計測は1088名のみ vs チェルノブイリでは約13万人計測)
- ・甲状腺被曝の直接計測は8名のみに行われた(弘前大学)
- ・1080人はヨウ素を直接測ることができない簡易式検出器を使用した。

➡ 「福島の被ばく量は少ない」
(公式見解)

事故後放出される放射性核種の経時的な割合

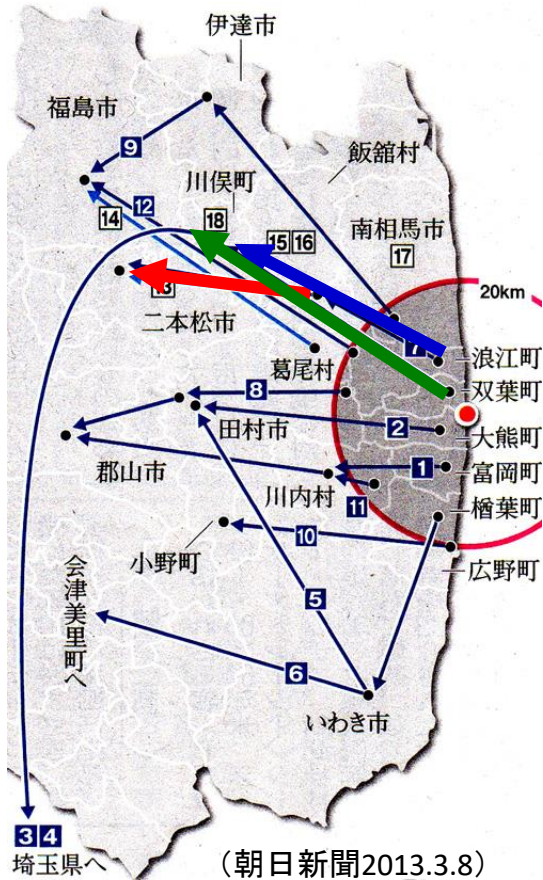


- ・量は少なくとも**寿命の長い ^{129}I** (半減期1,570万年、核実験で倍増)も存在するため、環境半減期も考慮する必要がある。

ほとんど計測されていないのに「被ばく量は少ない」というのはおかしい ➡ 過小評価の可能性

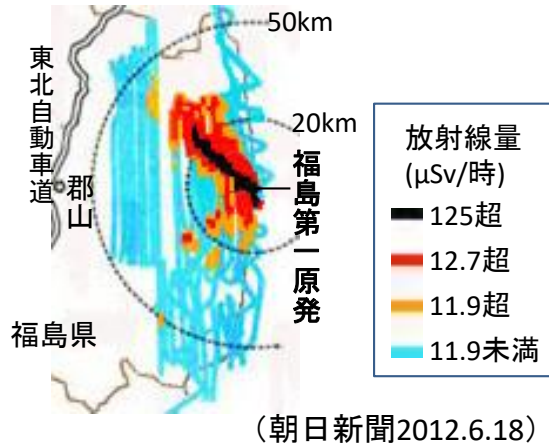
避難先は高線量域

福島原発事故直後、米が放射線実測図を提供
→政府は放置して避難に生かさず

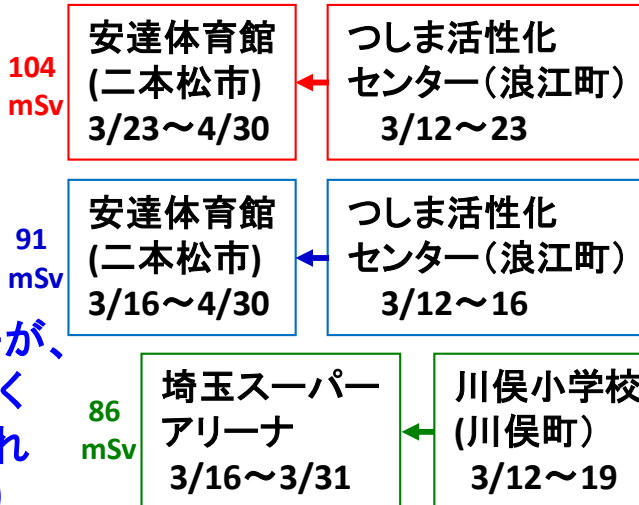


「双葉町にいた11歳の女の子が、甲状腺に100 mSv程度の被ばくをした可能性がある」と報告されていた。(NHKニュース2019.1.21)

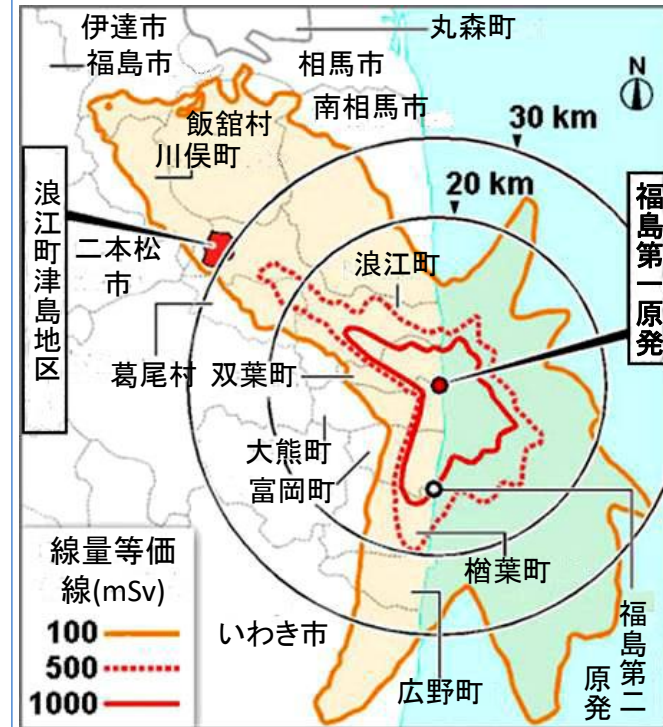
米エネルギー省が2011年3月17-19日に航空機モニタリングした結果



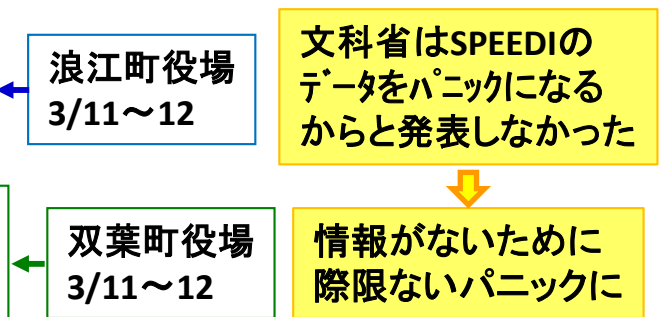
情報がないため多くの人が高線量域に避難した。



SPEEDI試算
公表されたのは5月



2011年3月12日から3月24日の期間1歳児が1日中屋外で過ごした場合の甲状腺等価線量試算



放射性ヨウ素が大量に降下した

(過小評価の可能性)

放射性ヨウ素摂取例

- ・上水道、母乳や野菜からもI-131が検出された

<水道水>

東京都浄水場のI-131の検出

採水場所	3月22日	3月24日
金町浄水場	210	79
小作浄水場	32	不検出※
朝霞浄水場	不検出	不検出

※不検出<20 (単位: Bq/kg)

- ・**都は20Bq/kg以下の場合には、放射性物質が検出されても『不検出』として報告するよう指示**

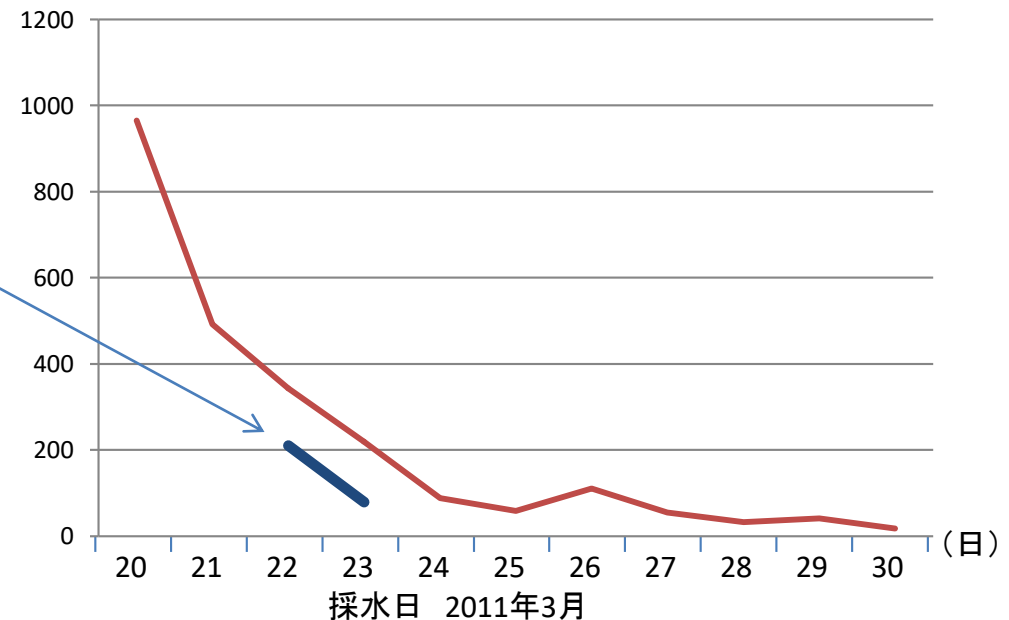
日本の水道水の基準値

原発事故前	3月17日より「暫定基準値」	
まで	乳児	乳児以外
10	100	300

(単位: Bq/kg)

(WHOの水道水の基準値10 Bq/kg)

福島県飯舘村滝下浄水場のI-131検出



(厚労省発表のデータをグラフ化)

3月20頃は東京都の水道水にもっと大量の放射性ヨウ素が含まれていた可能性がある。

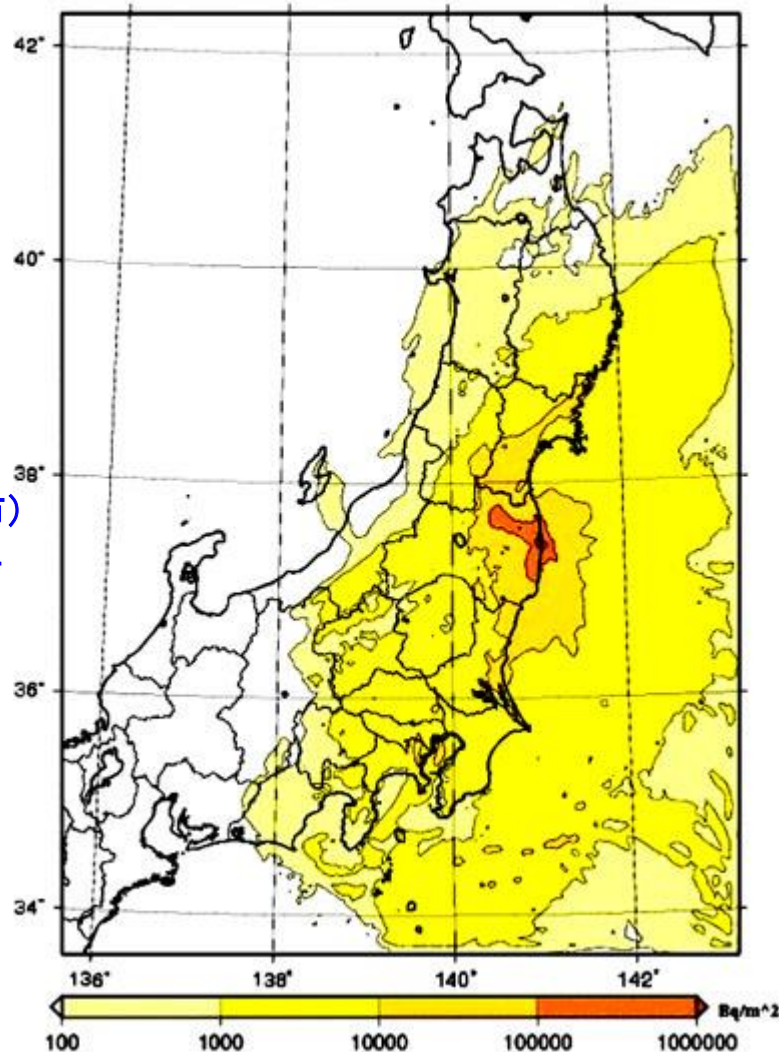
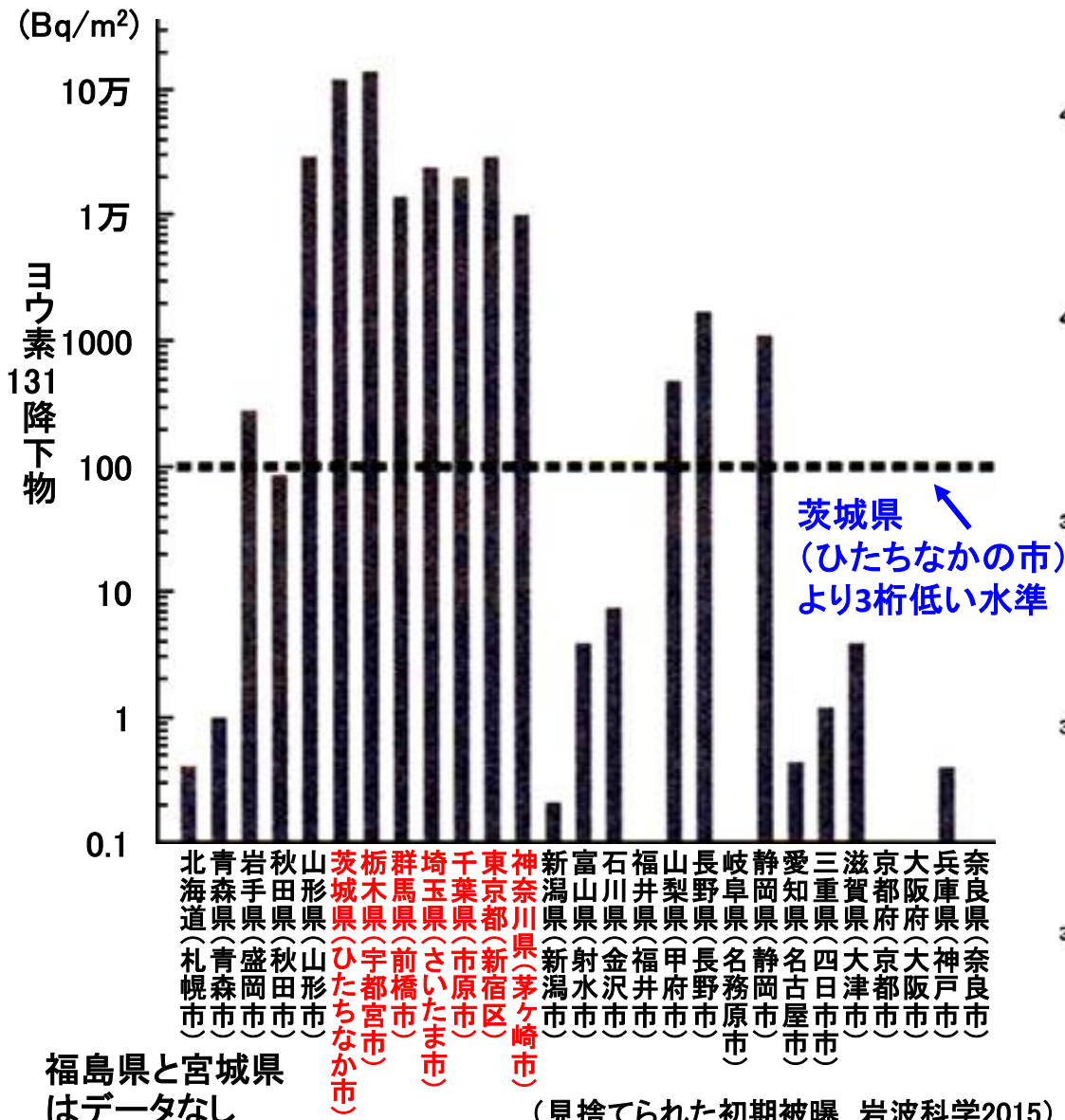
放射性ヨウ素が大量に降下した

(過小評価の可能性)

都道府県別ヨウ素131月間(2011年3月)降下量

I-131の大気降下量の計算シュミレーション

Surface deposition of I-131 at UTC= 2011-04-30_12h



(日本原子力研究機構)

チェルノブイリでは5歳以下の子供の甲状腺がんが多発した

ベラルーシ/ゴメリ州の小児甲状腺がん登録数

■ 原発事故からの年数→

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

事故当時の年齢↓

	-1年	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	合計
0歳						2人	2人		1人	2人	4人	3人	1人	1人	16人
1歳					1人	2人	3人	5人	4人	9人	8人	6人	9人	8人	55人
2歳							10人	3人	2人	5人	10人	9人	10人	6人	55人
3歳						1人	6人	2人	11人	1人	8人	10人	13人	4人	56人
4歳						4人	1人	3人	3人	4人	4人	9人	6人	5人	39人
5歳					1人	1人	3人	4人	7人	7人	6人	5人	7人	3人	44人
6歳						2人	3人	3人	2人	9人	7人	3人	3人	4人	36人
7歳				1人			4人	4人	2人	3人	2人	1人		2人	19人
8歳				1人		2人	1人	4人	4人	2人	3人	3人	1人	2人	23人
9歳							3人	3人	2人	5人	1人	1人	3人		18人
10歳							3人	1人	3人		1人			4人	12人
11歳			1人				2人		1人	2人		1人	3人	2人	12人
12歳			1人											1人	2人
13歳		1人				1人	1人		1人		1人	1人	3人	3人	12人
14歳			1人		1人		2人		2人	2人		1人	2人	1人	12人
15歳					1人		3人	1人		2人	1人	1人		4人	13人
16歳	1人		1人		1人					2人	2人	2人	2人	2人	13人
17歳				1人				2人		1人	3人	1人	3人		11人
総数	1人	1人	4人	3人	5人	15人	47人	35人	45人	56人	61人	57人	66人	52人	448人

<http://www.sting-wl.com/shunichi-yamashita.html>

年齢による甲状腺がん発生割合がチェルノブイリと福島で違いすぎるから福島の甲状腺がんは「放射線の影響が考えにくい」か

チェルノブイリ事故汚染における子供の甲状腺がん

チェルノブイリ原発事故直後

- ・当初、旧ソビエトが事故の存在を認めず、早い段階での避難や食品の摂取制限等が適切に行われなかった。
- ・汚染された牛乳を飲み続けた。
→放射性ヨウ素が甲状腺に取り込まれた。



チェルノブイリでは5歳以下の子供に甲状腺がんが**多発したのは当然**と考えられる。

福島では5歳以下の甲状腺がん発生が少ない(1名のみ)から放射線の影響が考えにくいのではなく、食事制限の差が大きいので5歳以下の発生が**少ないのは当然**と考えられる。

原発事故後の甲状腺がん症例数(1986～2005年)

	ベラルーシ	ロシア	ウクライナ	計
甲状腺がん(0～18歳)	2,545	751	3,807	7,103
うち死亡数	8	1	6	15

(国連科学委員会の報告書(2008年)などを基に作成)

汚染された食品の摂取規制の比較

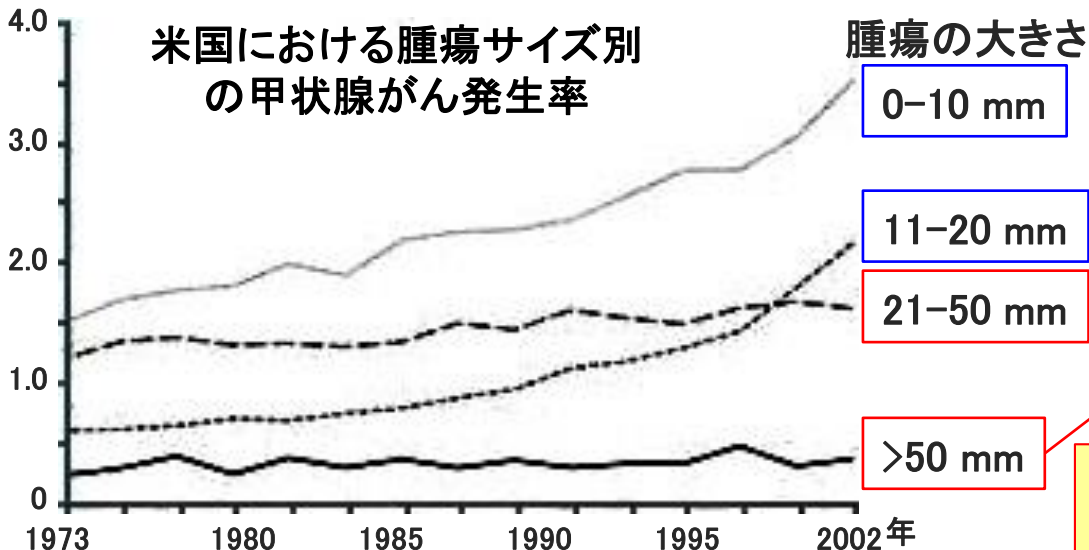
	チェルノブイリ	福島
牛乳	<3,700Bq/L	<300Bq/L
粉ミルク	<3,700Bq/L	<100Bq/L
規制開始	1～2週間後	1～5日

年齢による甲状腺がん発生割合の違いで放射線の影響を論ずるのはおかしい!

(福島の甲状腺がんの発生パターンがチェルノブイリと違うから放射線の影響は考えにくいとは言えない)

甲状腺の潜在癌を早く見つけた(スクリーニング効果)に過ぎないか

甲状腺乳頭がん発生率(10万人当り)



米国では超音波を用いたがん検診が普及し、無症状の予後の良い微小ながんまで検出されるようになった。(スクリーニング効果)

(Davies L et al, JAMA, 295; 2164-2167, 2006)

20 mm超の腫瘍は増えていない

- ベラルーシの甲状腺がんは77%が腫瘍径が10mm超
- 手術した131例中、42%が浸潤癌、5%が肺転移

・韓国では1999年よりがん検診(乳がん、子宮頸がん、大腸がん、胃がん、肝がん)を開始し、甲状腺もオプション(\$30-50)で加えることになった(19歳以上)。
→甲状腺がんは2011年には1993年の15倍発見されるようになった。

- 福島の腫瘍または腫瘍疑いの人の平均腫瘍径 14.7±7.8mm(5.1-45.0mm)
- 手術した96例中74%リンパ節転移、39%甲状腺外浸潤、2%遠隔転移、いずれも認められないものは8%のみ

・手術で切除された甲状腺がんの腫瘍径が10mm以下のもの
1995年:14% → 1996~2015年:56%(1/4は5mm以下)

スクリーニングではおとなしい小さいがんが増加

スクリーニング効果にすぎないか

チェルノブイリの非暴露集団等における集団検診データ

調査時期	調査時年齢	調査地域	調査人数	発見数	報告者
2002	14歳以下	Gomel	25,446	0	Demidchik YE
1998-2000	8-13歳	Gomel	9,472	0	Shibata Y et al
1993-1994	7-18歳	Mogilev	12,285	0	Ito M et al
1993-1994	7-18歳	Bryanks	12,147	0	Ito M et al
1993-1994	7-18歳	Zhitomir	11,095	1	Ito M et al
		合計	70,445	1	

甲状腺がんの発生頻度は被ばく集団に比べて有意に低い

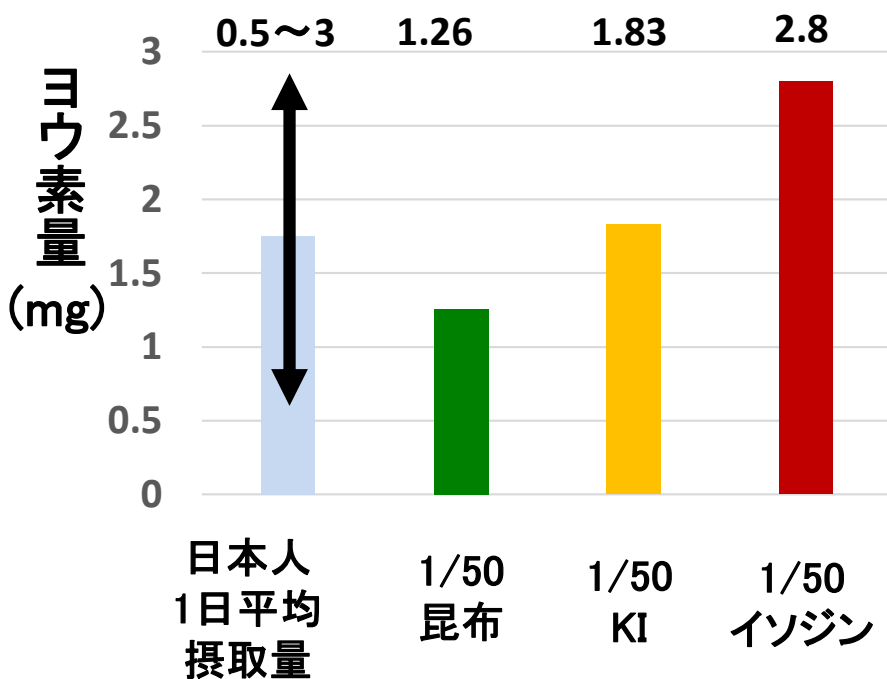
日本では非暴露集団の集団検診は約4,400例のみ

この数で統計処理はできない

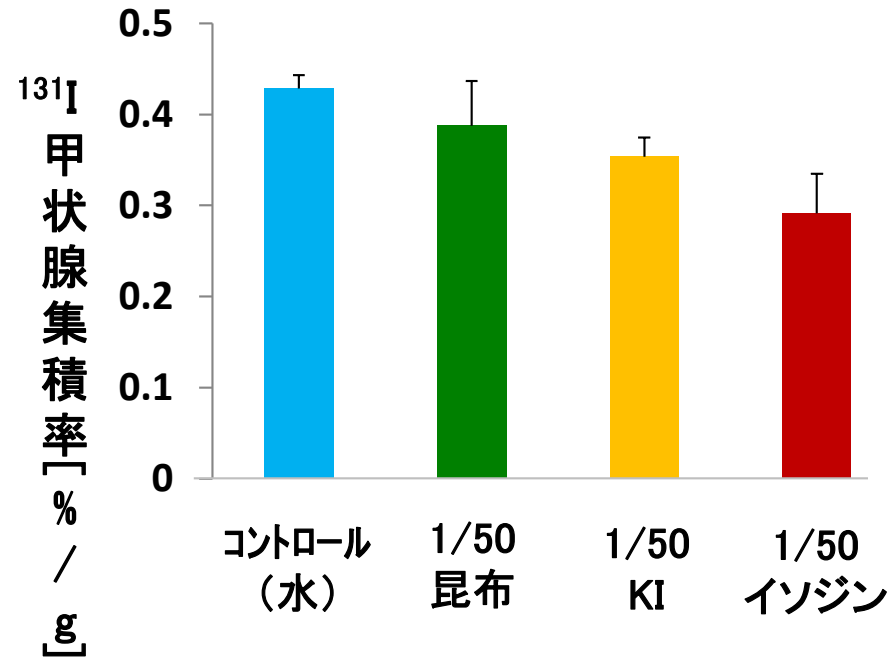
日本人は日ごろヨウ素を多くとっているから大丈夫か

マウスに投与したヨウ素含有物質のヨウ素量を人(60kg)に換算した場合のヨウ素量

ヨウ素1日摂取量



10日間10回各物質を投与した際の¹³¹I甲状腺集積率



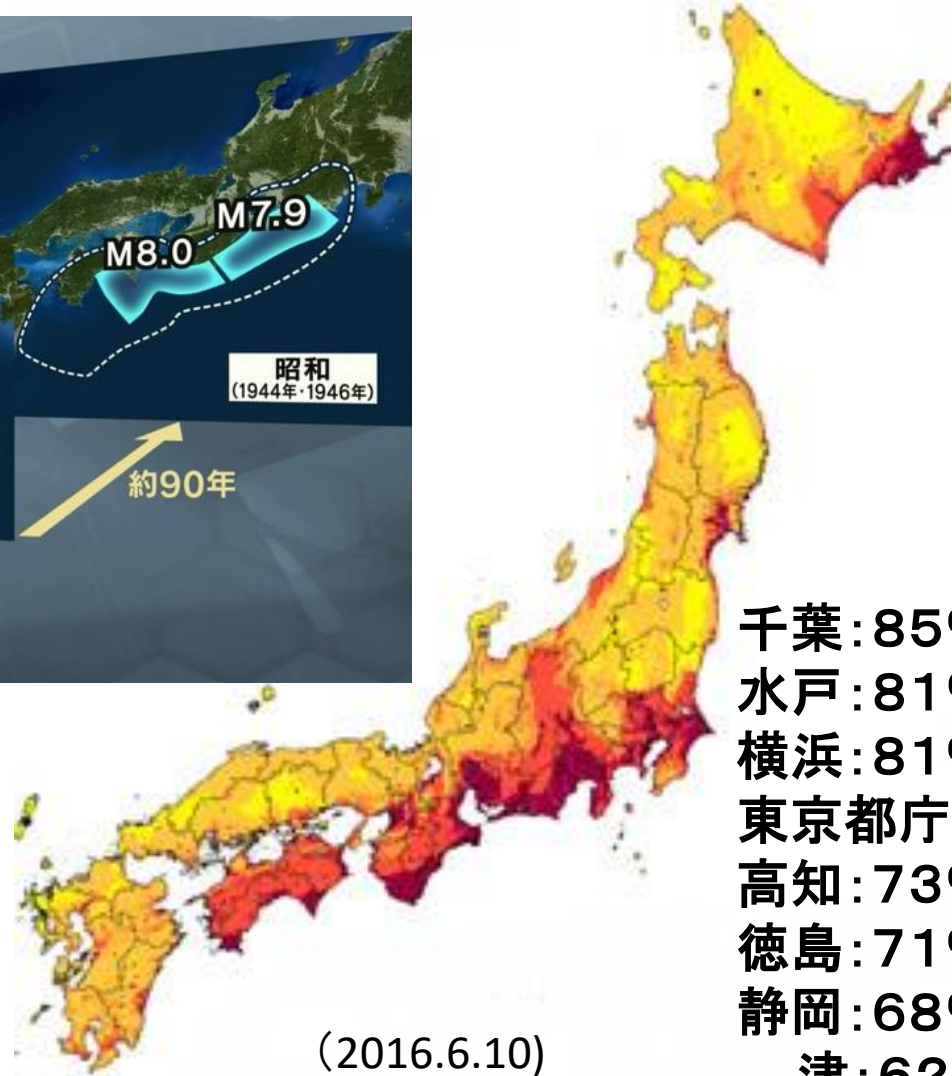
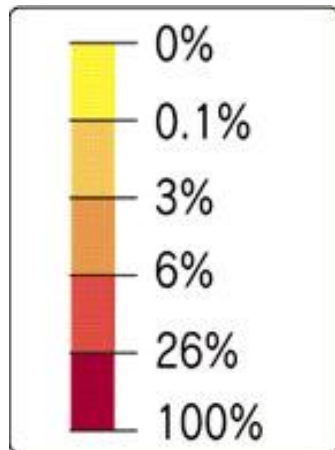
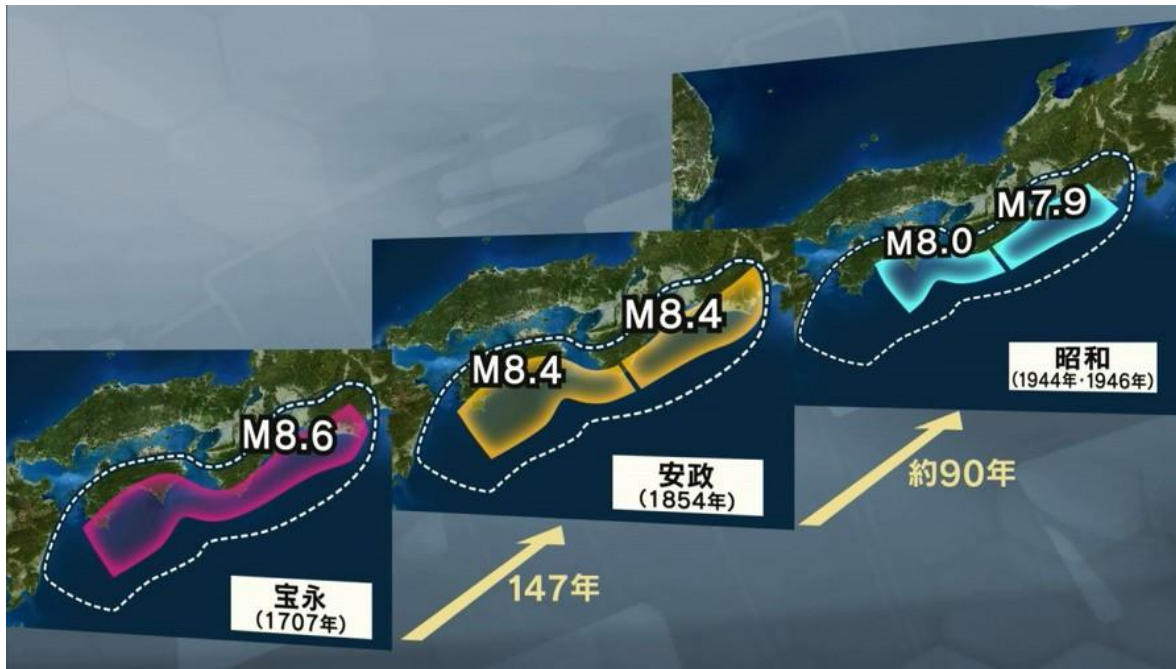
日本人のヨウ素摂取量の相当量をマウスに投与してもI-131の甲状腺取込の抑制効果は認められなかった。

避難計画は大丈夫か

日本は世界有数の地震国

世界の約20%は
日本で起きている

今後30年以内に大地震(震度6弱以上)が起きる確率



(2016.6.10)

安定ヨウ素剤は必要な人に行き渡るか

「福島原発周辺住民は少なくとも4割が安定ヨウ素剤を飲む基準を超えていた恐れがあり、最低1回は飲むべきだった。」（2011.8.27放射線事故医療研究会）

安定ヨウ素剤の配布・服用指針（内閣府ホームページ原子力災害対策指針より抜粋）

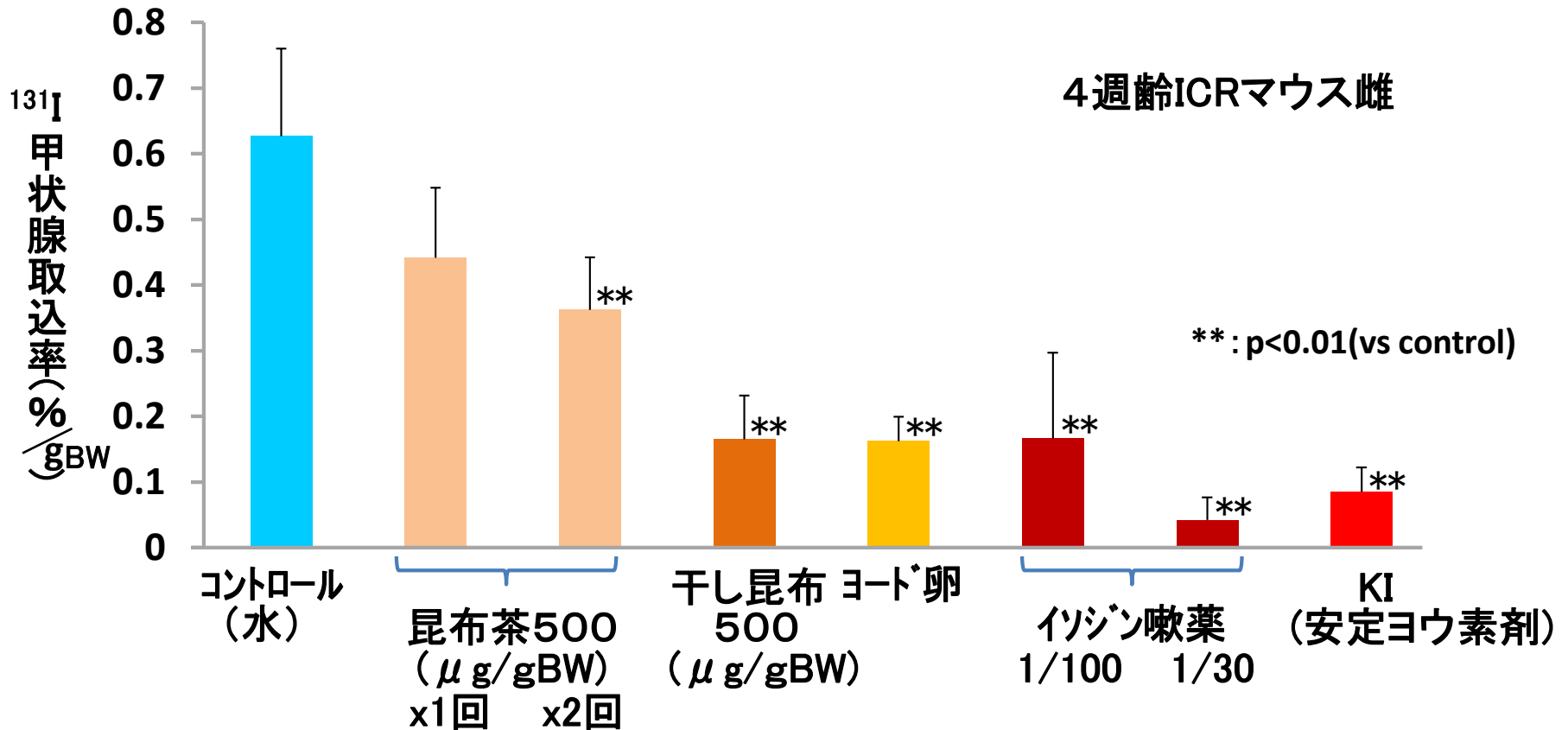
- ・服用の指示は原子力規制委員会や自治体が出す。
- ・安定ヨウ素剤服用対象者
 - 原発5km圏内の住民：自治体が事前に配る。
 - 5-30km圏内の住民：公民館や学校などに備蓄しておき、自治体が配る。
- ・安定ヨウ素剤の配布・服用は、原則として医師（あるいは薬剤師）が関与して行う。
- ・服用が禁忌の人：ヨウ素アレルギー、甲状腺機能異常、高K血症等
- ・その他：海藻は、安定ヨウ素剤の代替にはならない。

この指針に従うと安定ヨウ素剤が必要な人に行き渡らない可能性大！

- ・安定ヨウ素剤が入手できない場合どうする？
- ・イソジン嗽薬は飲んだらダメ？
- ・ヨウ素が絶対禁忌の人はどうする？
- ・子供（特に乳児）は大丈夫？

安定ヨウ素剤の代替物質についての研究

ヨウ素含有物による¹³¹I甲状腺取込みの抑制効果

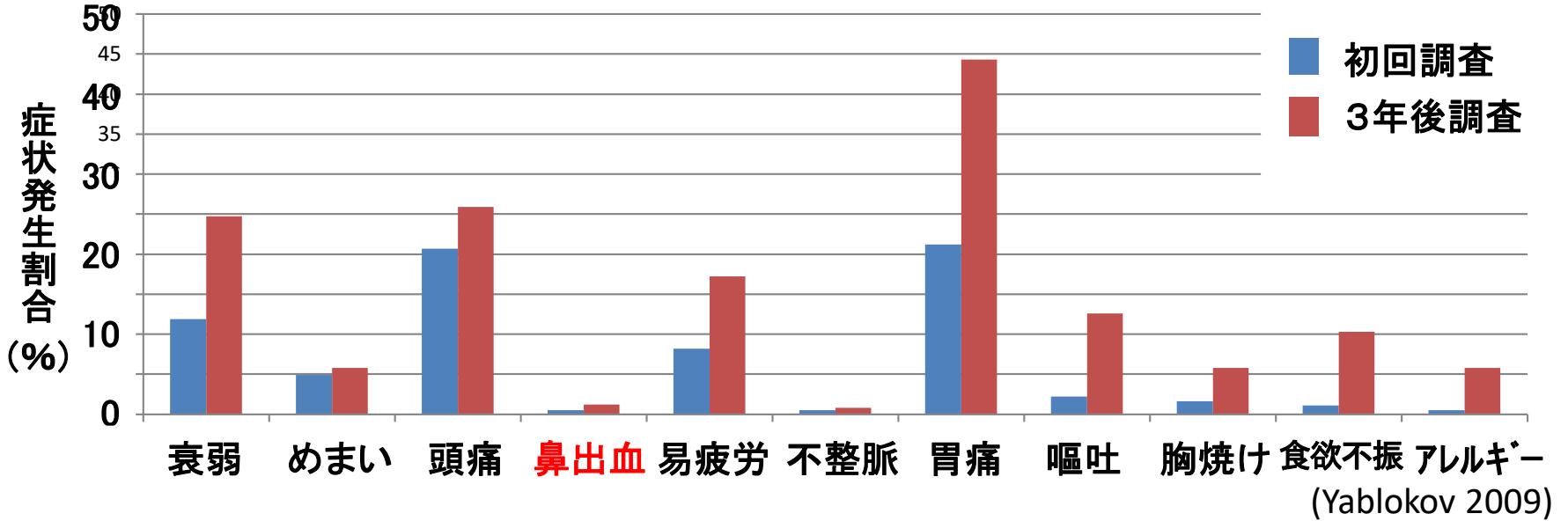


- ・昆布茶(x2回)、干し昆布、ヨード卵、イソジン嗽薬はKIの代替物質に成り得る。
- ・ヨウ素禁の人にはパークロレイト(過塩素酸カリウム)が代替物質に成り得る。

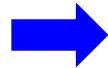
ストレスと疾患について

低線量被曝でも様々な症状が発生

チェルノブイリ原発事故後の低濃度汚染地区で発生した症状



原発事故による
様々なストレス



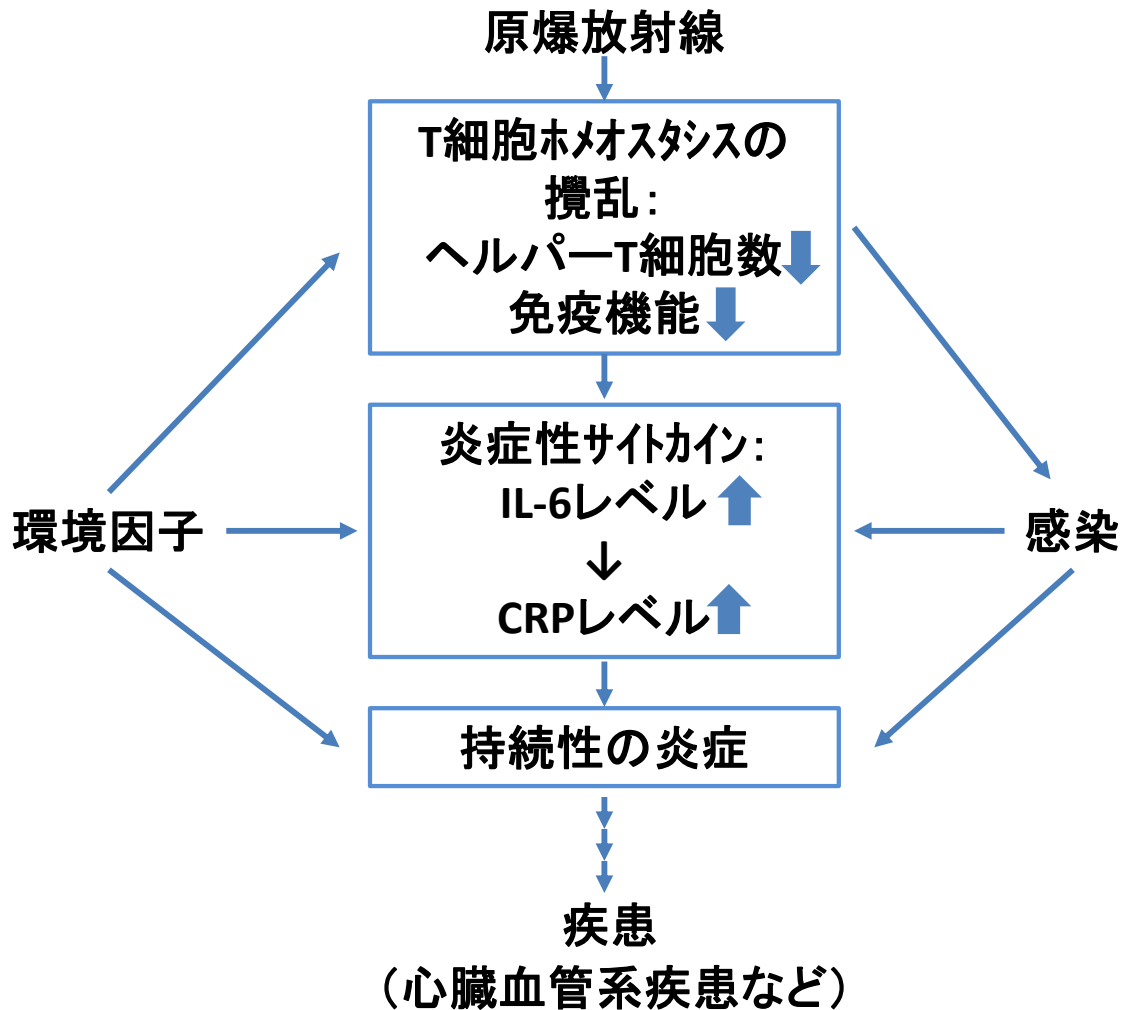
・自律神経系
・内分泌系
・免疫系
の異常



・様々な症状
・各組織(臓器)
の異常・疾患

原爆ストレスと疾患

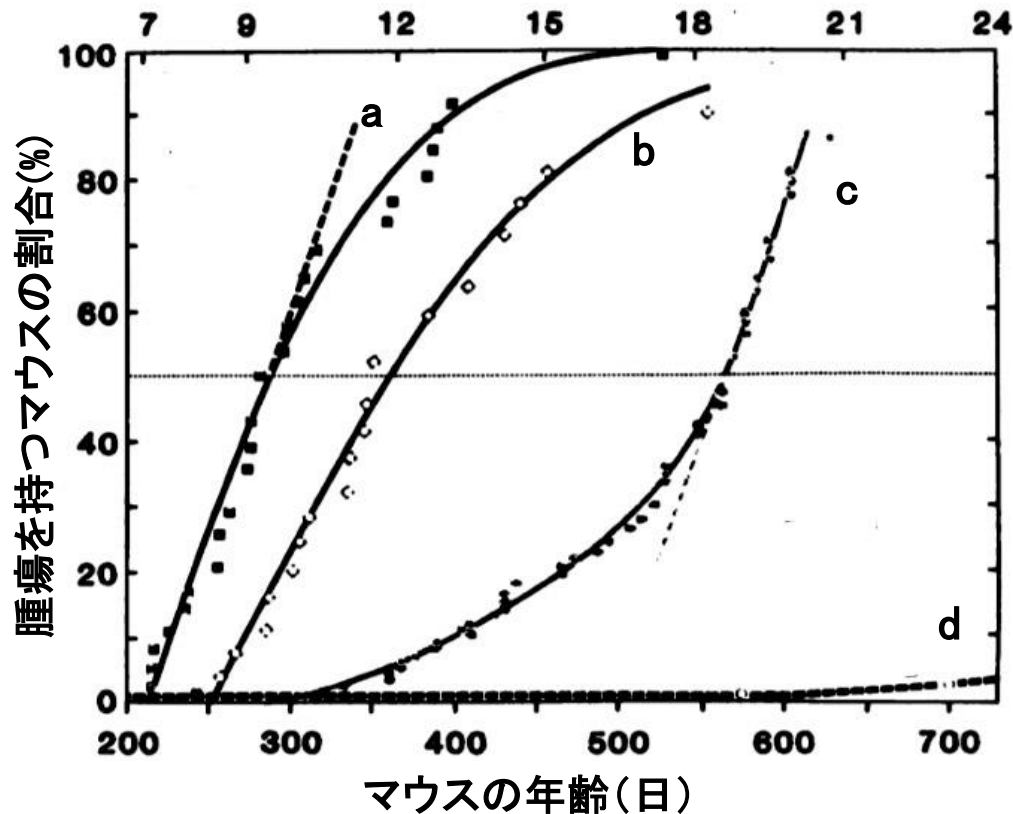
原爆被爆者にみられる晩発生疾患の発生モデル



(Kusunoki et al, Int J Radiat Biol, 2008)

慢性ストレスによる発がん促進、免疫抑制の実験

乳がんの自然発生率に及ぼす慢性的ストレスの影響



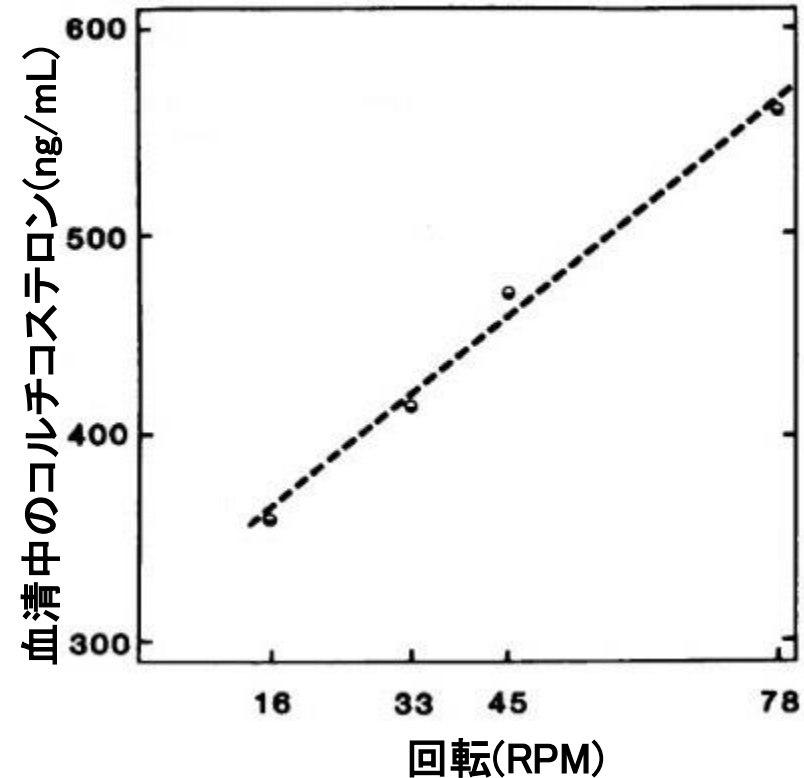
a: 慢性ストレス環境、経産マウス (Riley V et al, Science, 1975)

b: 慢性ストレス環境、非経産マウス

c: 低ストレス環境、非経産マウス

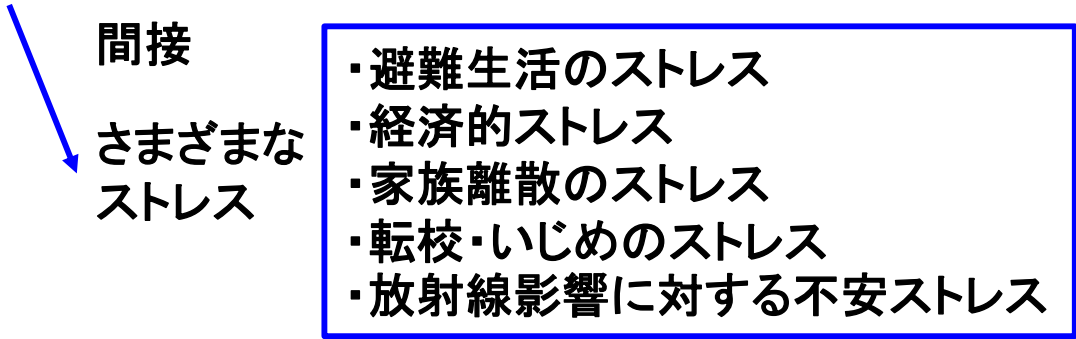
d: 低ストレス環境、C3H/HeJ系以外の母乳で飼育されたマウス

回転ストレスによる副腎皮質ホルモン濃度の影響



(Riley V et al, Science, 1981)

原因と結果



確かなこと

福島原発事故がなかったら甲状腺がんは発生していなかった

子供たちが危ない

危険かもしれないものがあった時

あなたならどうする？

一般的には
かなり調べても危険かどうかわからない

➡ 危険なものとして扱う

福島の放射線被曝の場合
低線量被曝は危険かどうか不明
「甲状腺がんの放射線の影響は考えにくい」

➡ 危険なものとして扱っていない

【注意しても、しすぎることはない】

・放射線障害で最も恐れるのは、それが一瞬の被曝であっても、細胞、遺伝子などに起きた傷が残り、将来のがんや遺伝的影響に結び付くこと。

危険なものからは遠ざけるべき！

ご清聴ありがとうございました