

放射線の生物影響

高木学校<http://takasas.main.jp/>

原子力教育を考える会<http://www.nuketext.org/>

崎山比早子

高木学校の紹介

故高木仁三郎校長により1998年に設立。
校長は生涯を市民科学者として生きた。

専門：核化学。

原子力発電、プルトニウムの危険性を
世に知らせた功績により

もう一つのノーベル賞といわれる

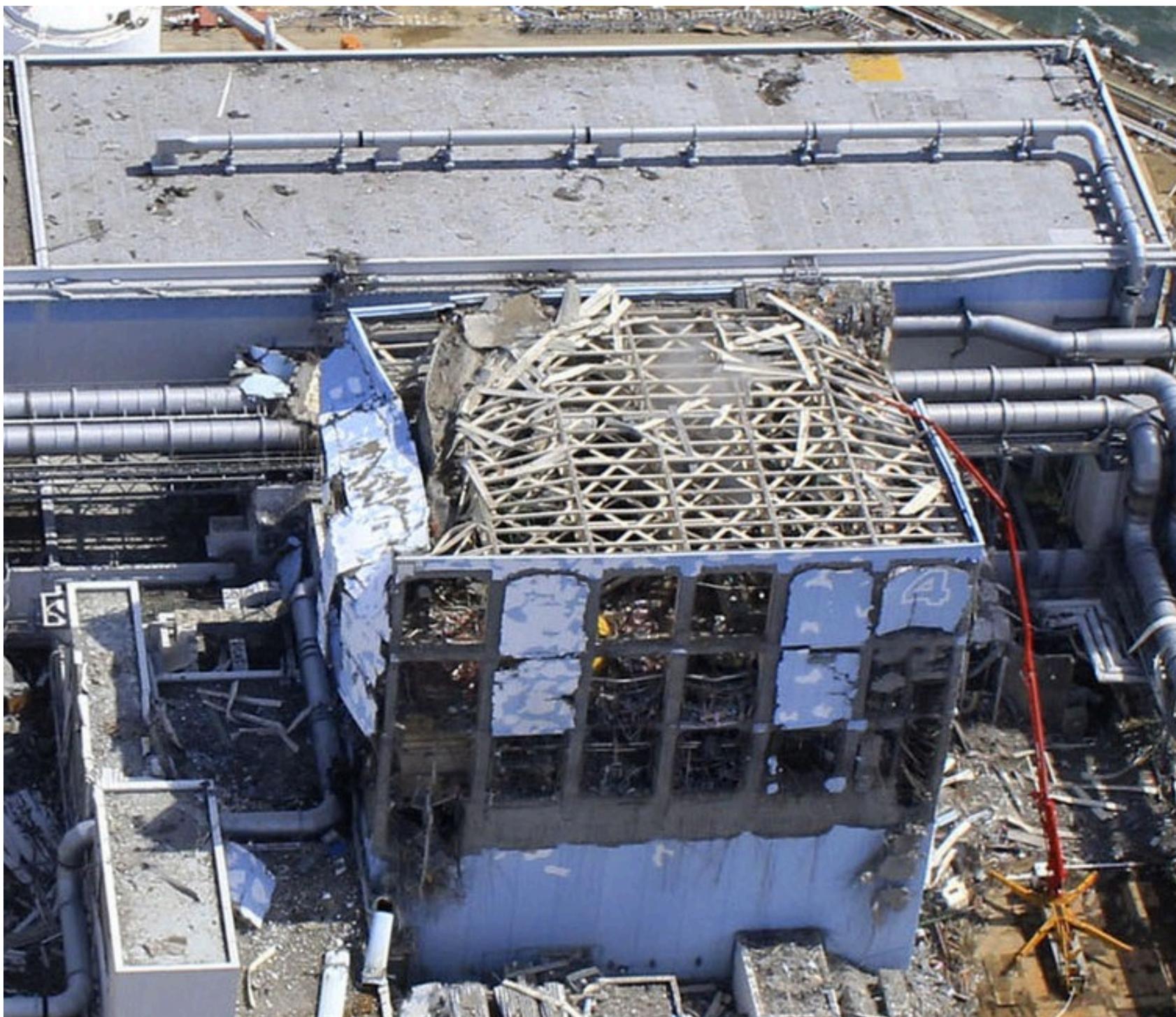
ライト・ライブリフト賞を受賞

- 市民科学者を目指す
- 市民の目線で科学をみる
- 市民の手に科学を取り戻す

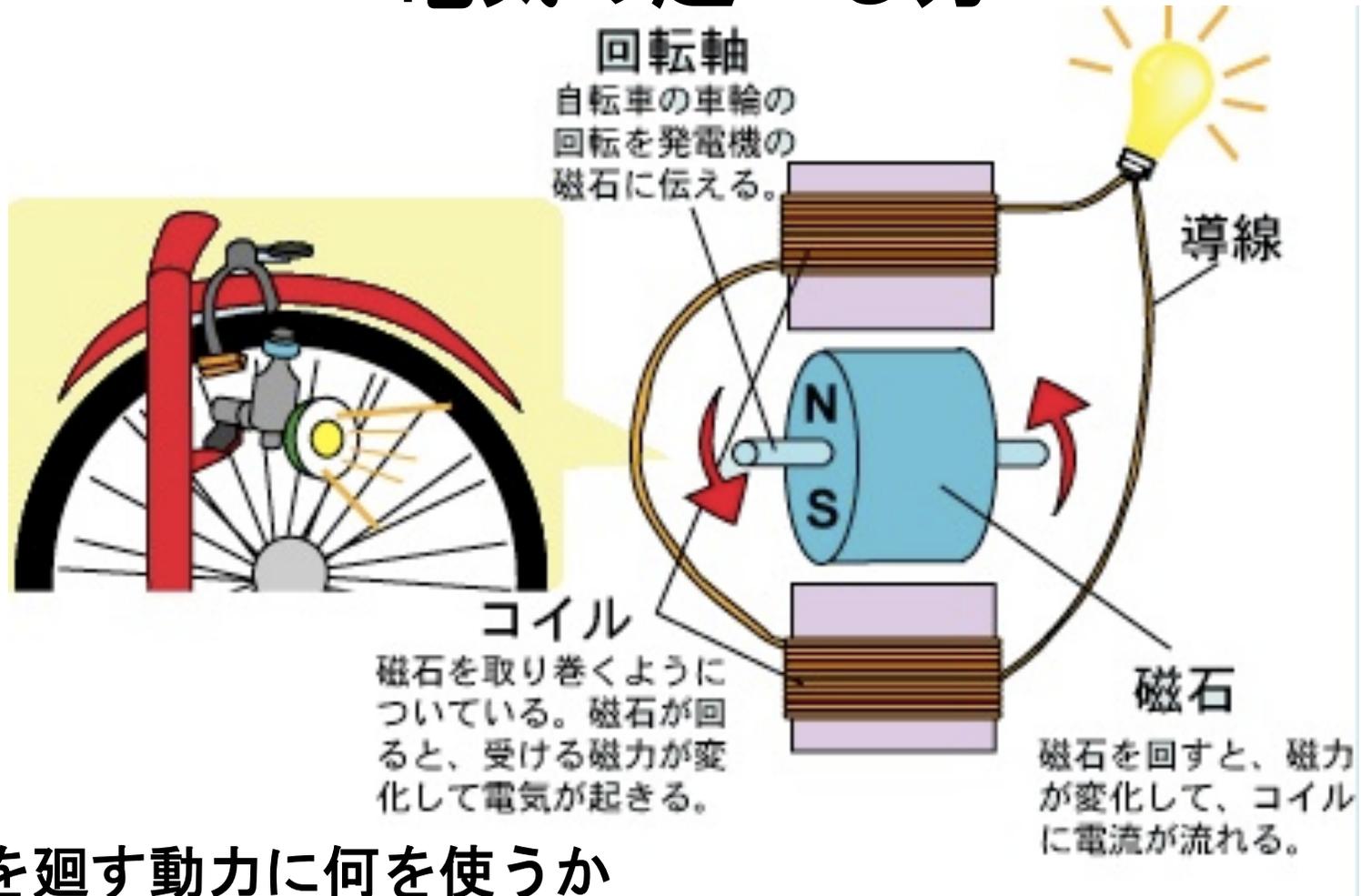


故高木仁三郎校長

3月24日
4号基



電気の起こし方

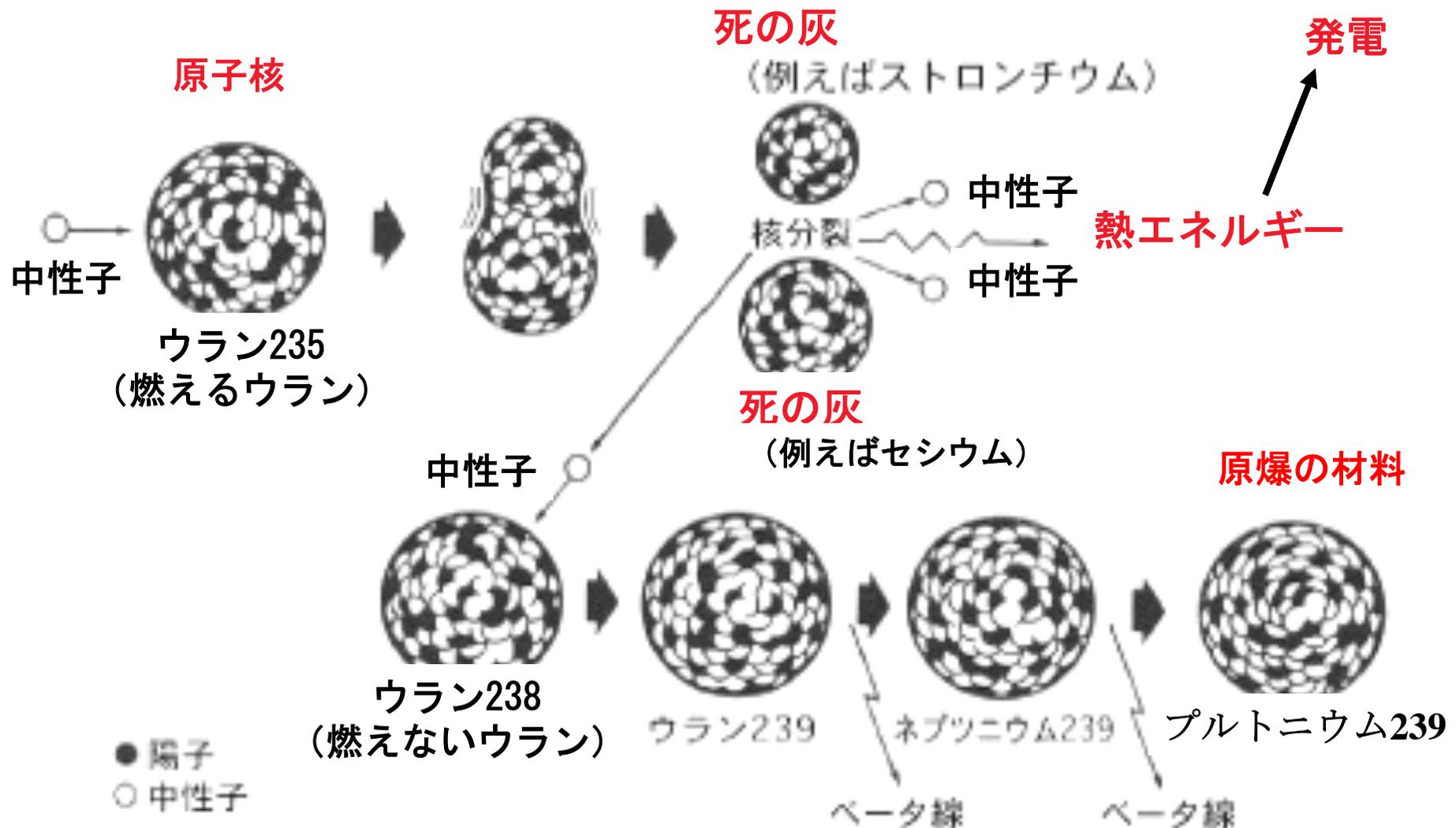


磁石を廻す動力に何を使うか

人力、風力、水力、潮力、
地熱、火力（化石燃料、バイオマス）

原子力エネルギー

原子力発電には核分裂エネルギーを使う

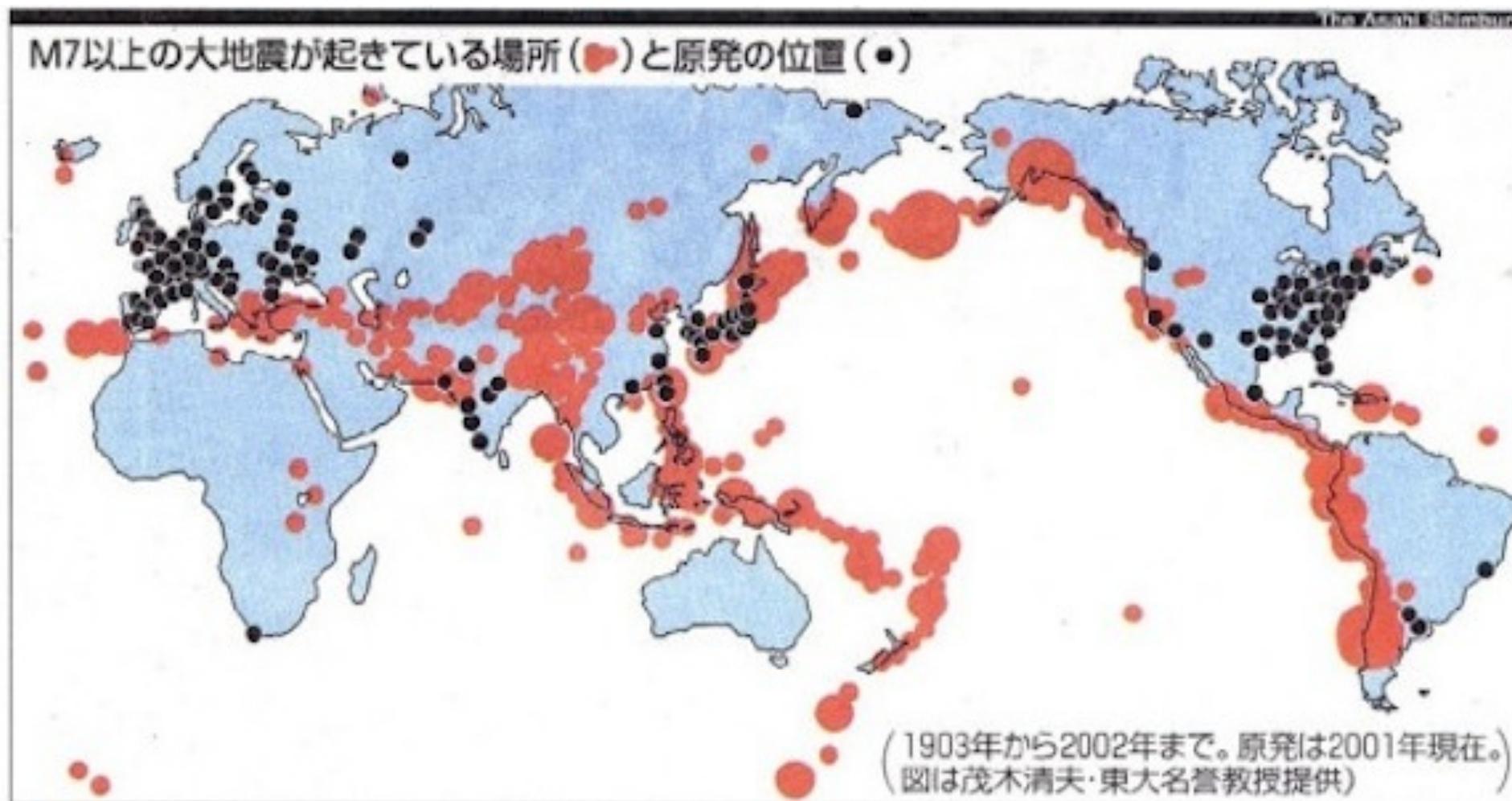


他のエネルギーにはない問題点：死の灰と放射線

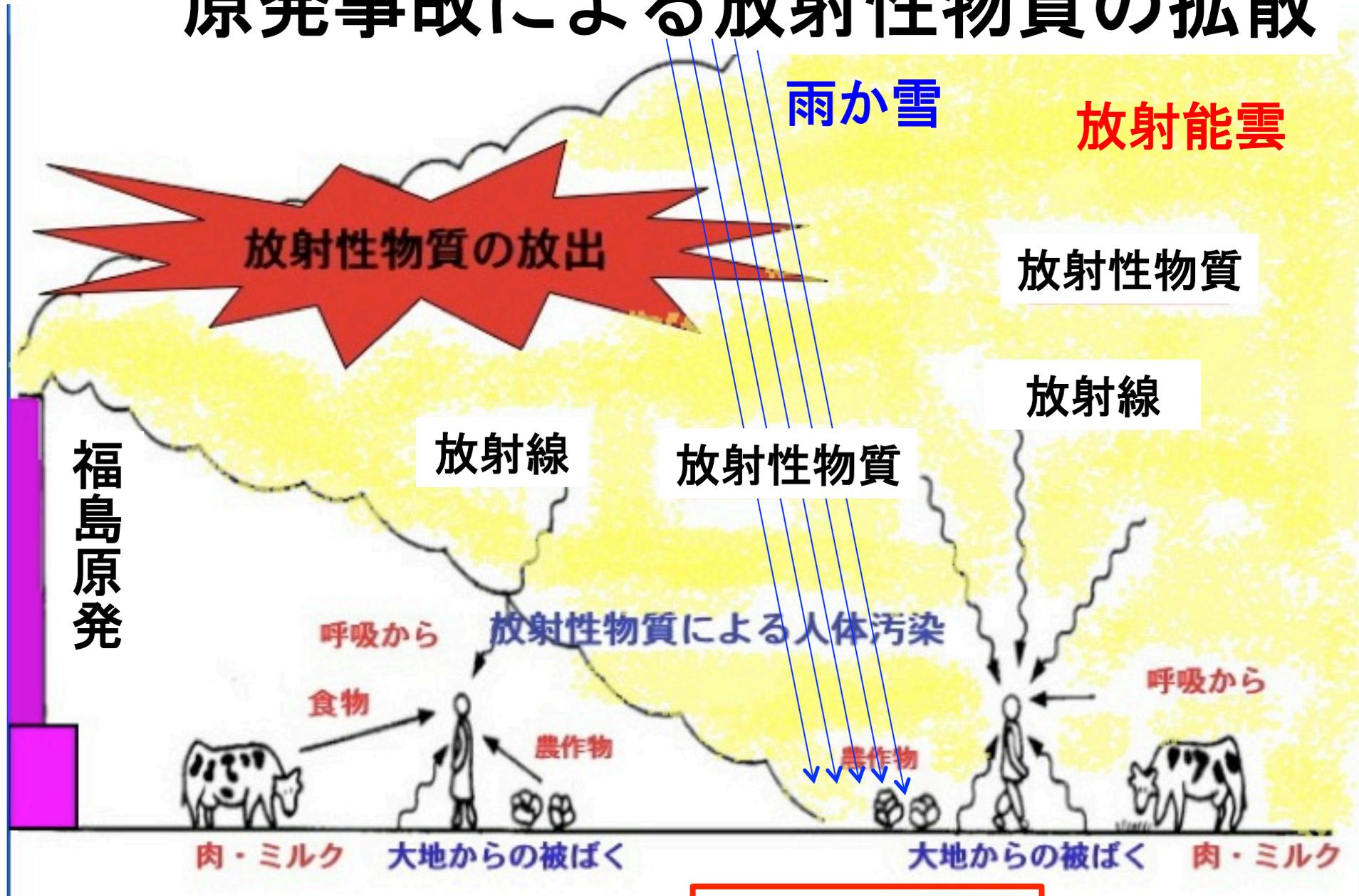
福島第一原子力発電所にある核燃料

原子炉	炉心	冷却プール	
1号基	69トン	86トン	計：851トン
2号基	94トン	119トン	広島 の原爆 63kg 原爆の約13,000倍
3号基	94トン	116トン	
4号基	0	273トン	
5号基	0	273トン	
6号基	0	304トン	
共用プール		1,176トン	

世界の地震帯と原発の立地点



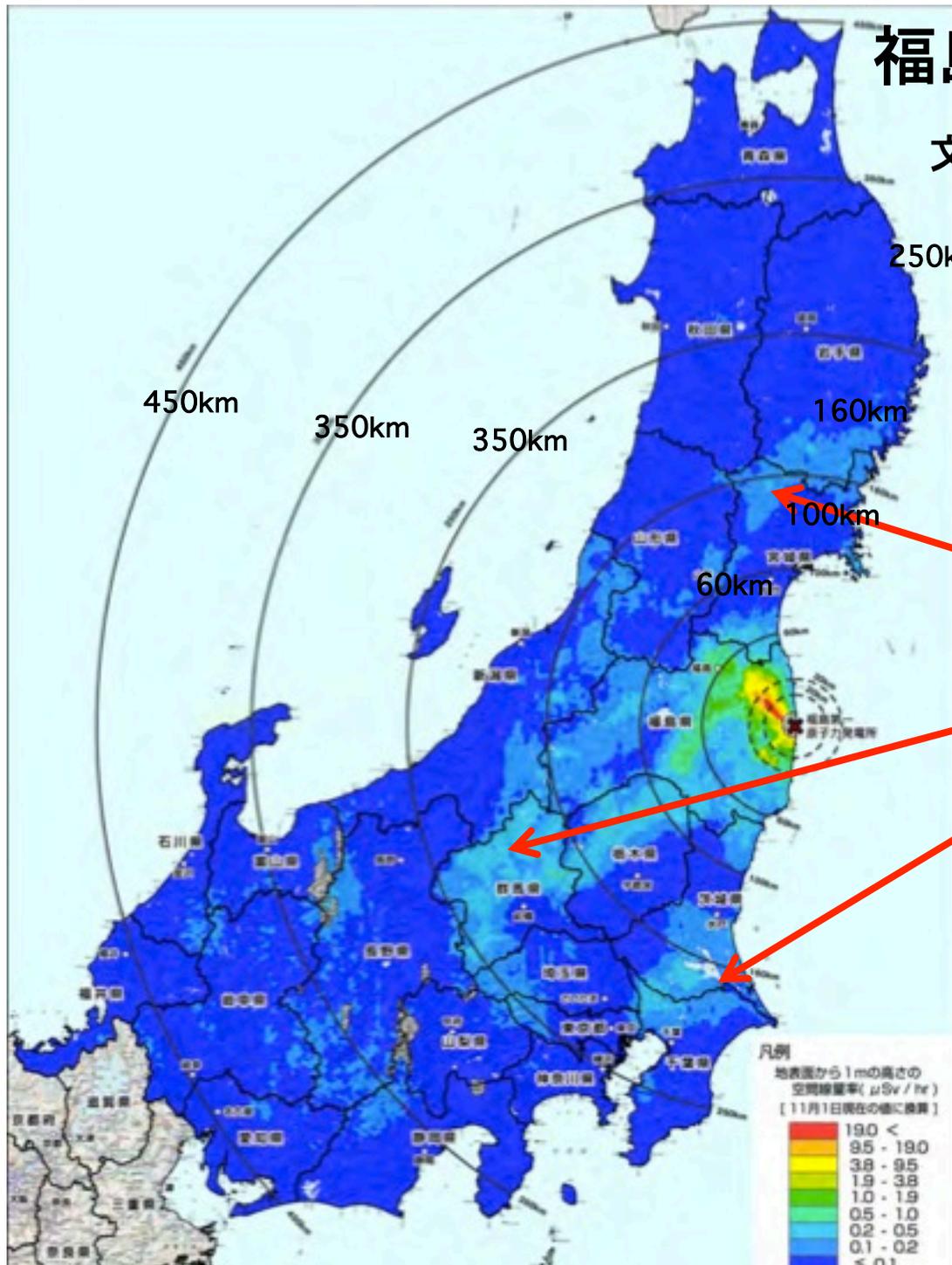
原発事故による放射性物質の拡散



ホットスポット

福島第一原発周辺汚染地図

文科省、米エネルギー省発表 線量率



外部被ばくだけで
年1mSv以上

166.4mSv／年以上

83.2mSv／年～

33.8mSv／年～

16.6mSv／年～

8.8mSv／年～

4.4mSv～

1.8mSv～

0.88mSv～

0.88mSv／年以下

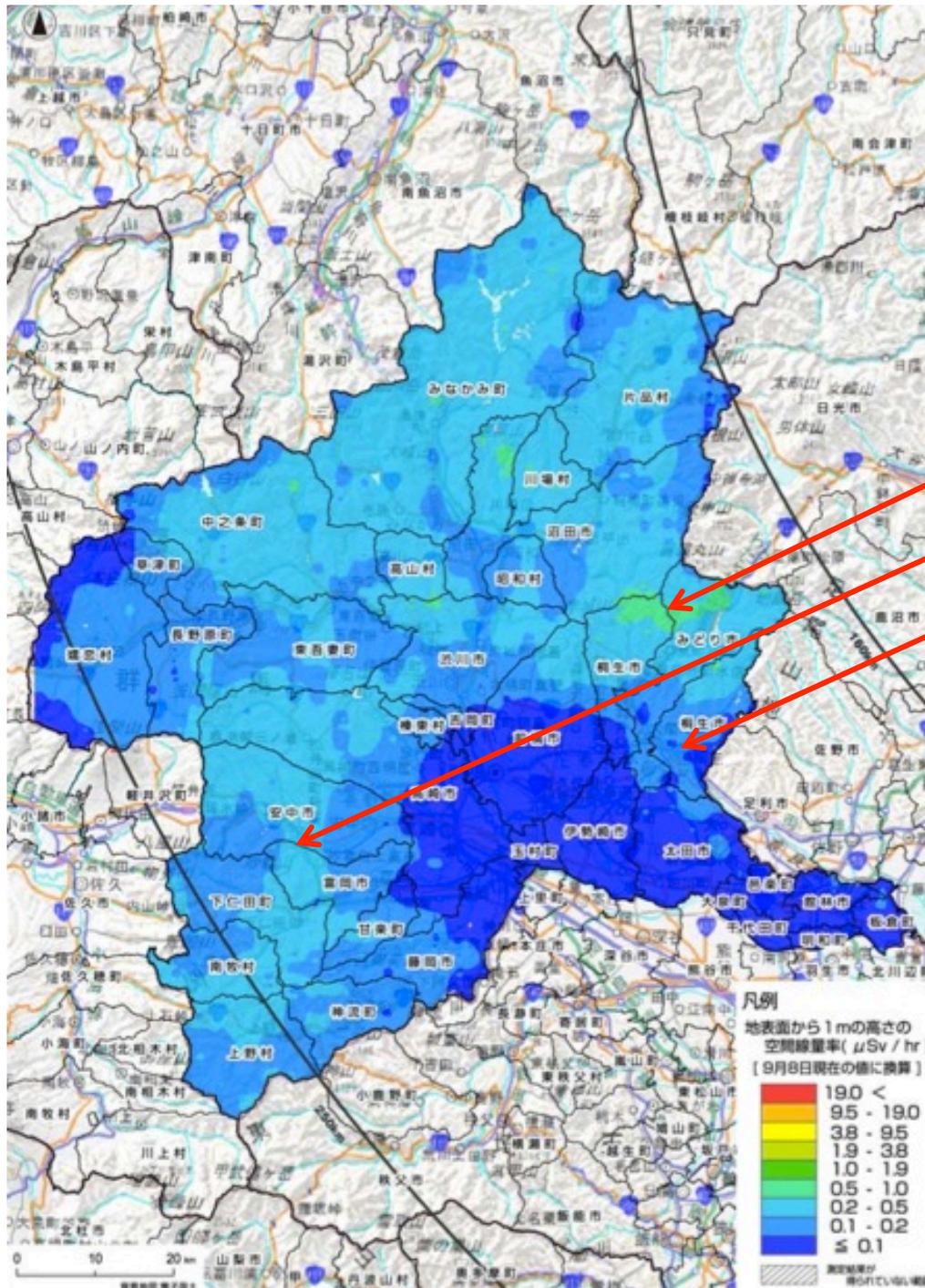
群馬の汚染地図

年間被ばく線量

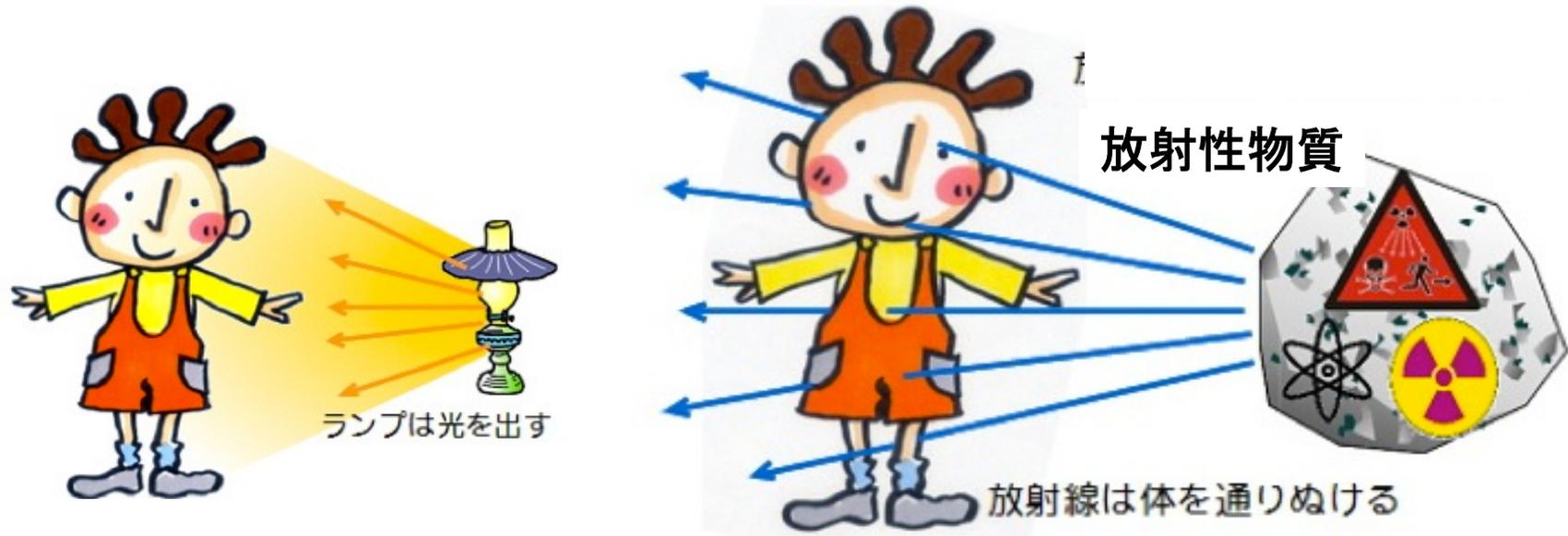
4.4~8.8 μ Sv

1.8~3.6 μ Sv

0.9~1.8 μ Sv



放射線と放射性物質（放射能）の関係



放射能
放射性物質 は放射線を出す

光との違い：放射線は身体を透過する
DNAに傷をつける
大量にあびれば死亡する
少量なら将来発がんの可能性

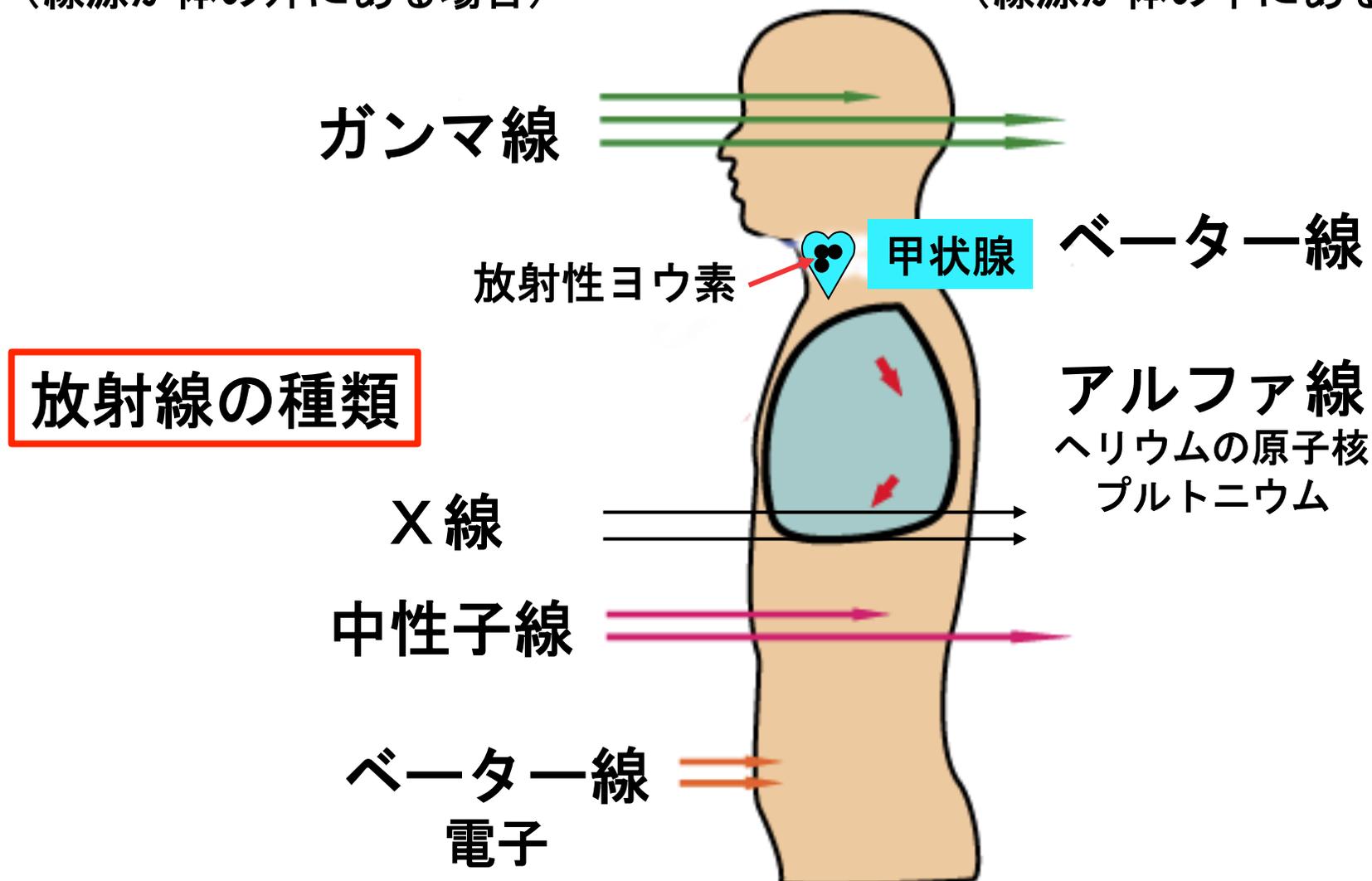
外部被ばくと内部被ばく

外部被ばく

(線源が体の外にある場合)

内部被ばく

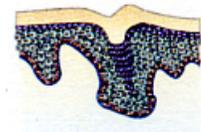
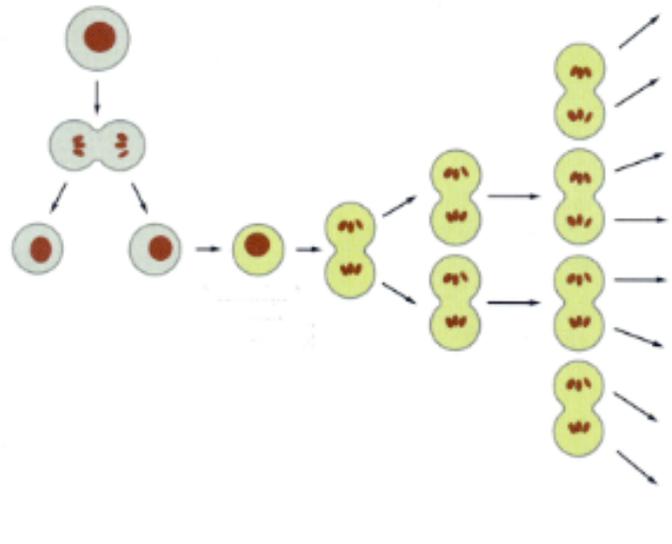
(線源が体の中にある場合)



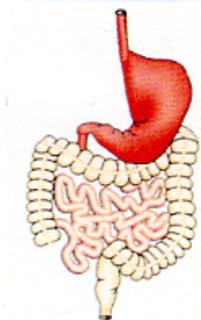
人の身体

1個の受精卵から
分裂、増殖、分化する

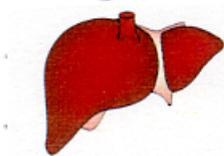
受精卵
(多能、万能)



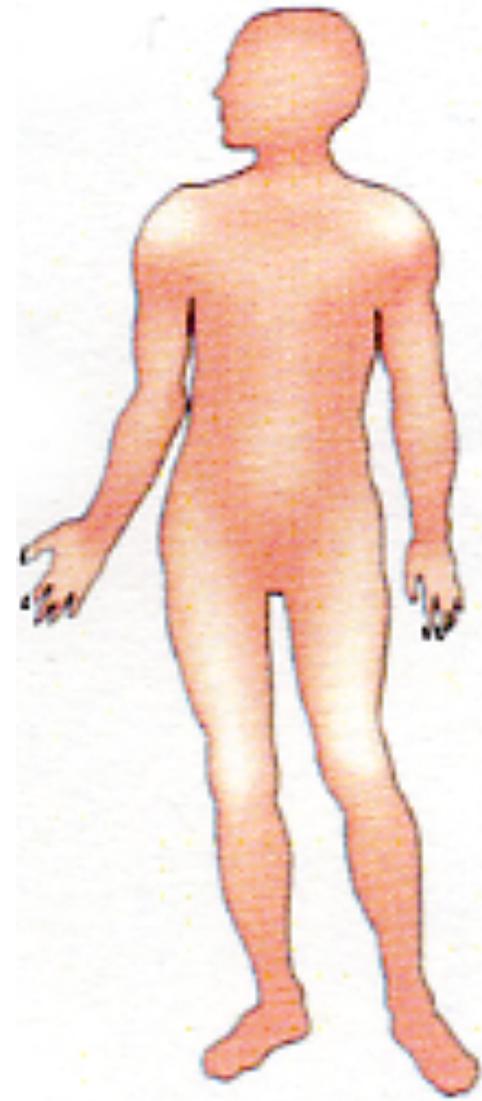
皮膚



胃腸



肝臓



成人

60兆個の細胞

細胞

直径10~20 μm

DNA

核小体

細胞骨格

核膜

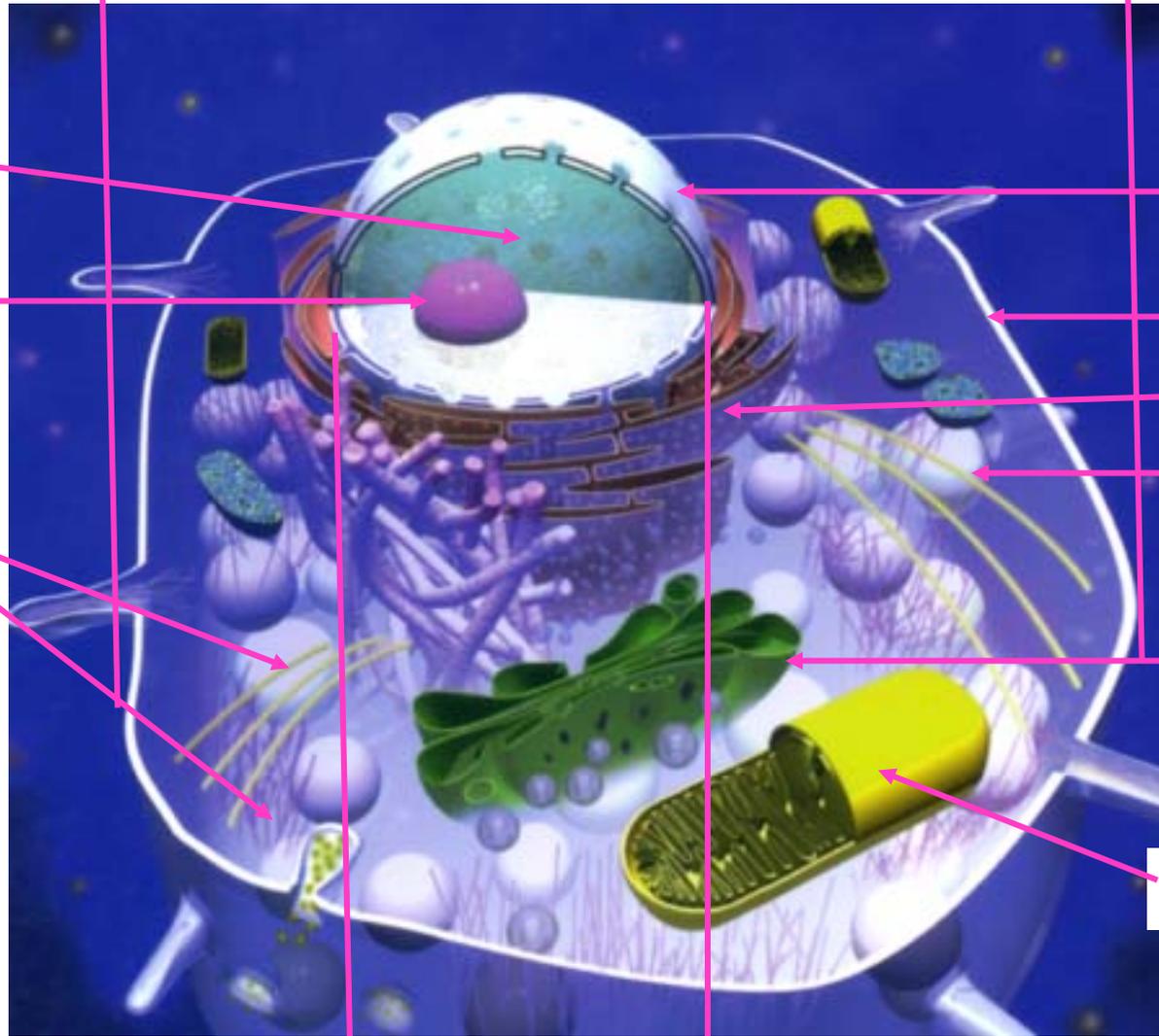
細胞膜

小胞体

リソゾーム

ゴルジ装置

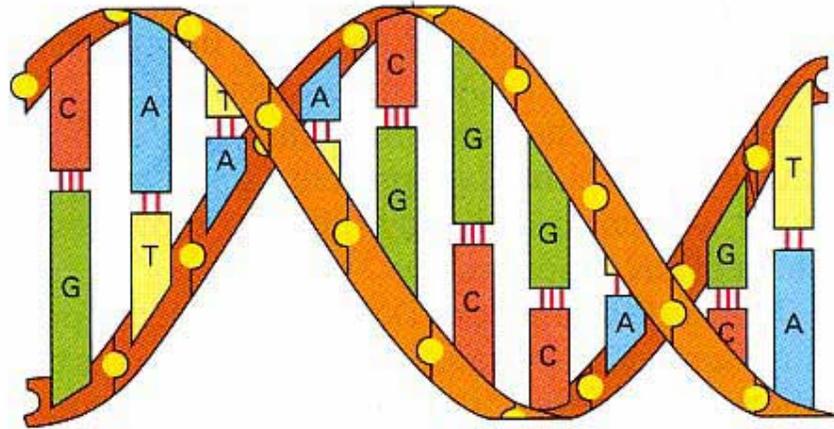
ミトコンドリア



核: 直径8 μm

DNAは細胞及び身体的设计図

DNAの二重らせん構造

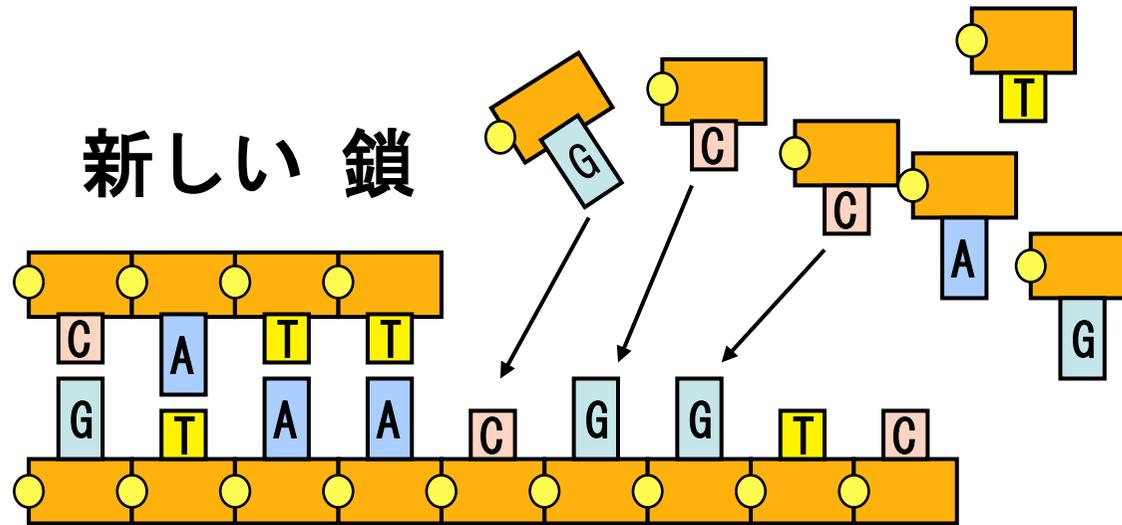


A: アデニン、T: チミン
G: グアニン、C: シトシン

DNA: 32億塩基対
(全長: 2m)

遺伝子: 約22,000個
(全DNAの1.5%)

DNAの複製

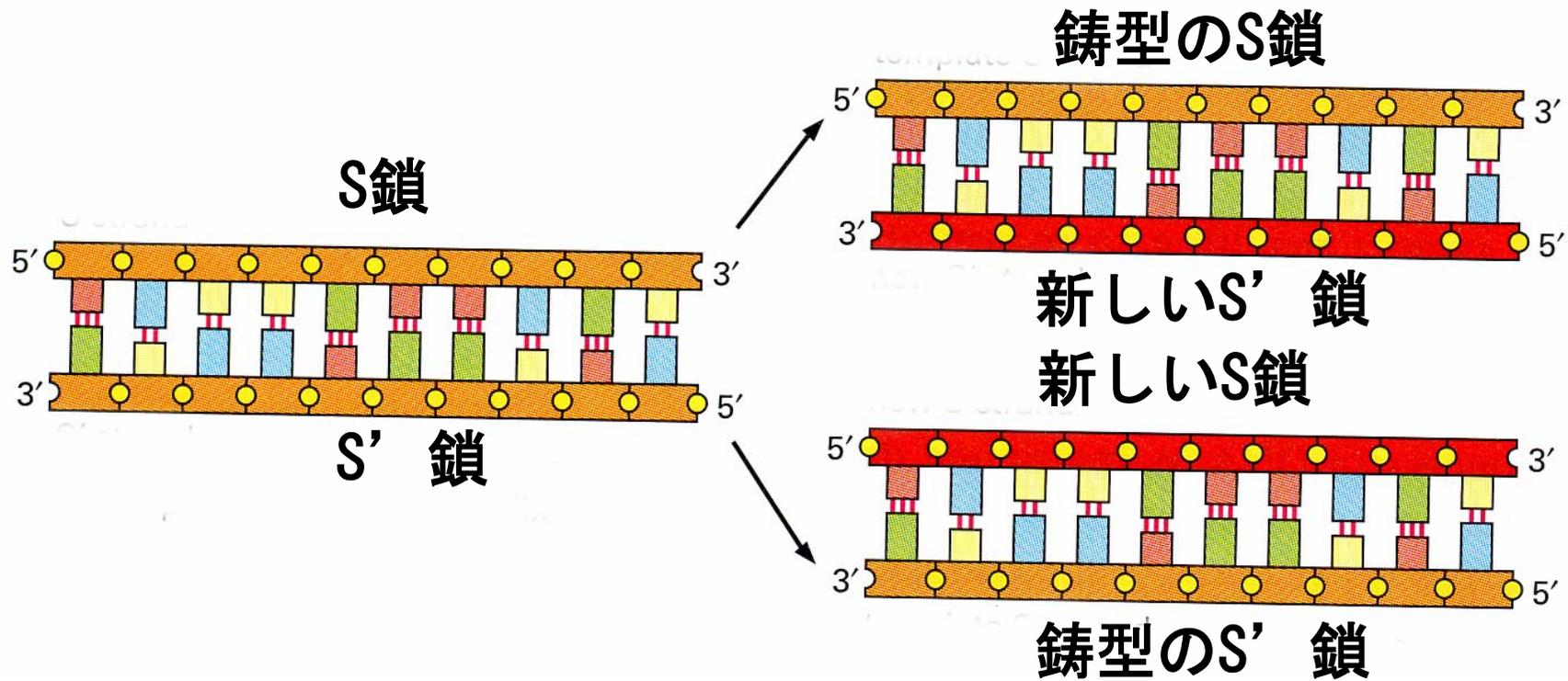


鋳型になる鎖

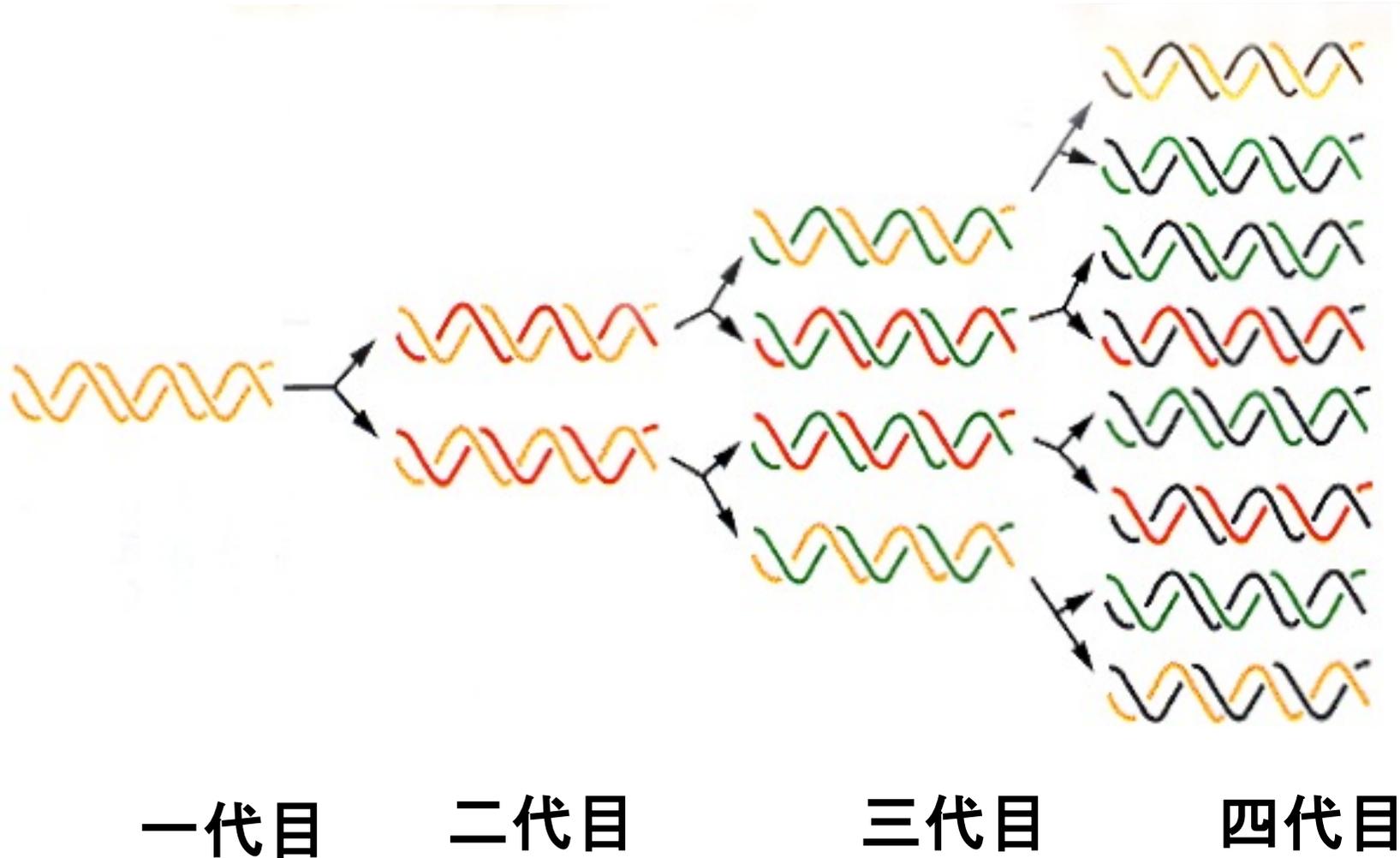
DNAの塩基

A: アデニン、T: チミン
G: グアニン、C: シトシン

複製されたDNAは親と全く同じ



DNAは何回複製されても元のDNAと同じ



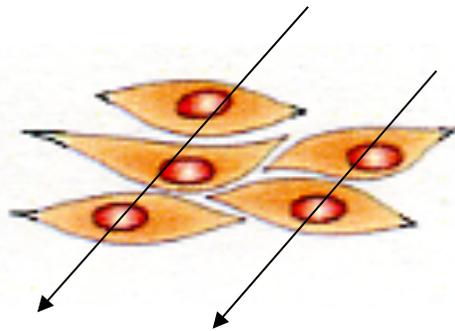
放射線によるDNA損傷

その修復とがんの発生

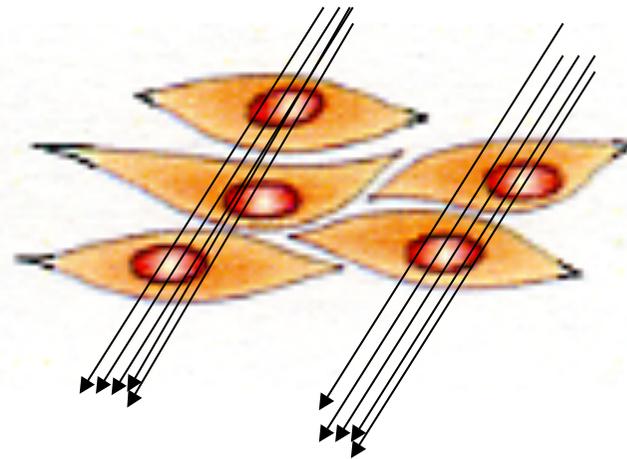
放射線の量を知るための単位

エックス線を1ミリシーベルト被ばくするということは？

各細胞の核に平均して1本の飛跡が通る



1ミリシーベルト



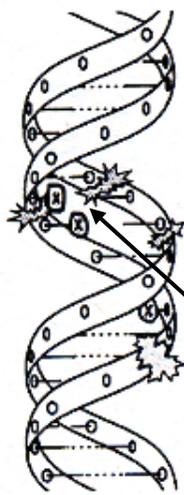
5ミリシーベルト

エックス線やガンマ線は
1ミリグレイ=1ミリシーベルト

放射線がDNAに当たると？

高線量被ばく

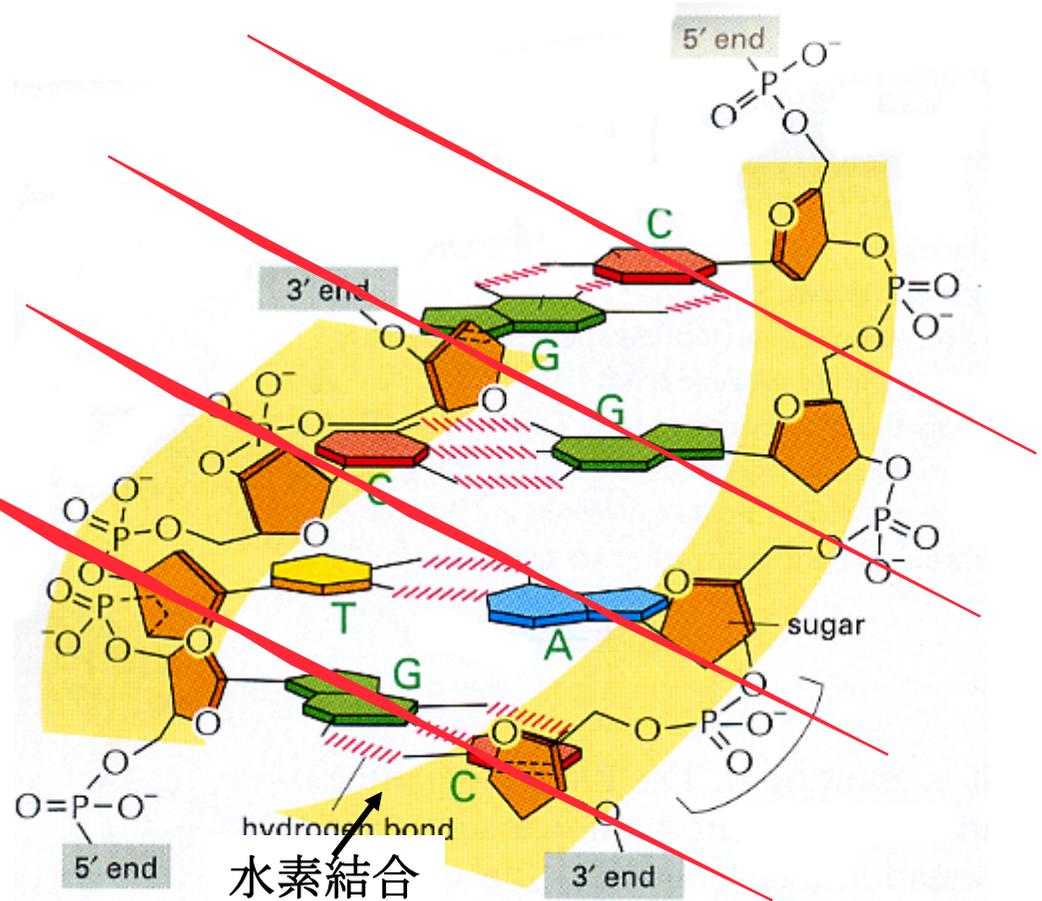
診断用X線の
エネルギー：100,000eV



一本鎖切断

2nm

二本鎖切断

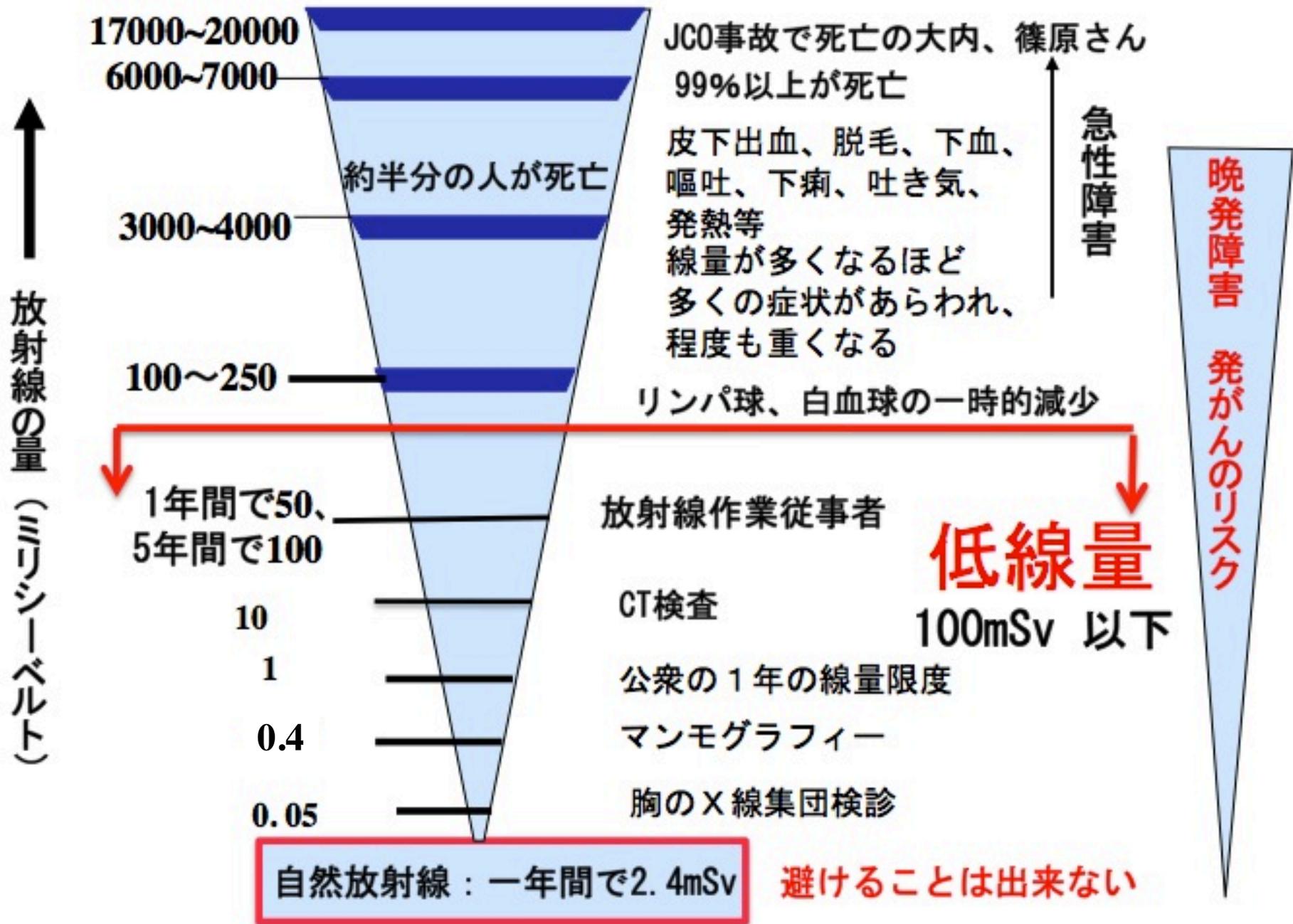


化学結合のエネルギー (5~7eV)

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

『Molecular Biology of THE CELL』より一部改変

被ばくのリスク：確定的影響と確率的影響





JCO事故

ウラン235 : 1mg

被ばく線量

17000~20000mSv

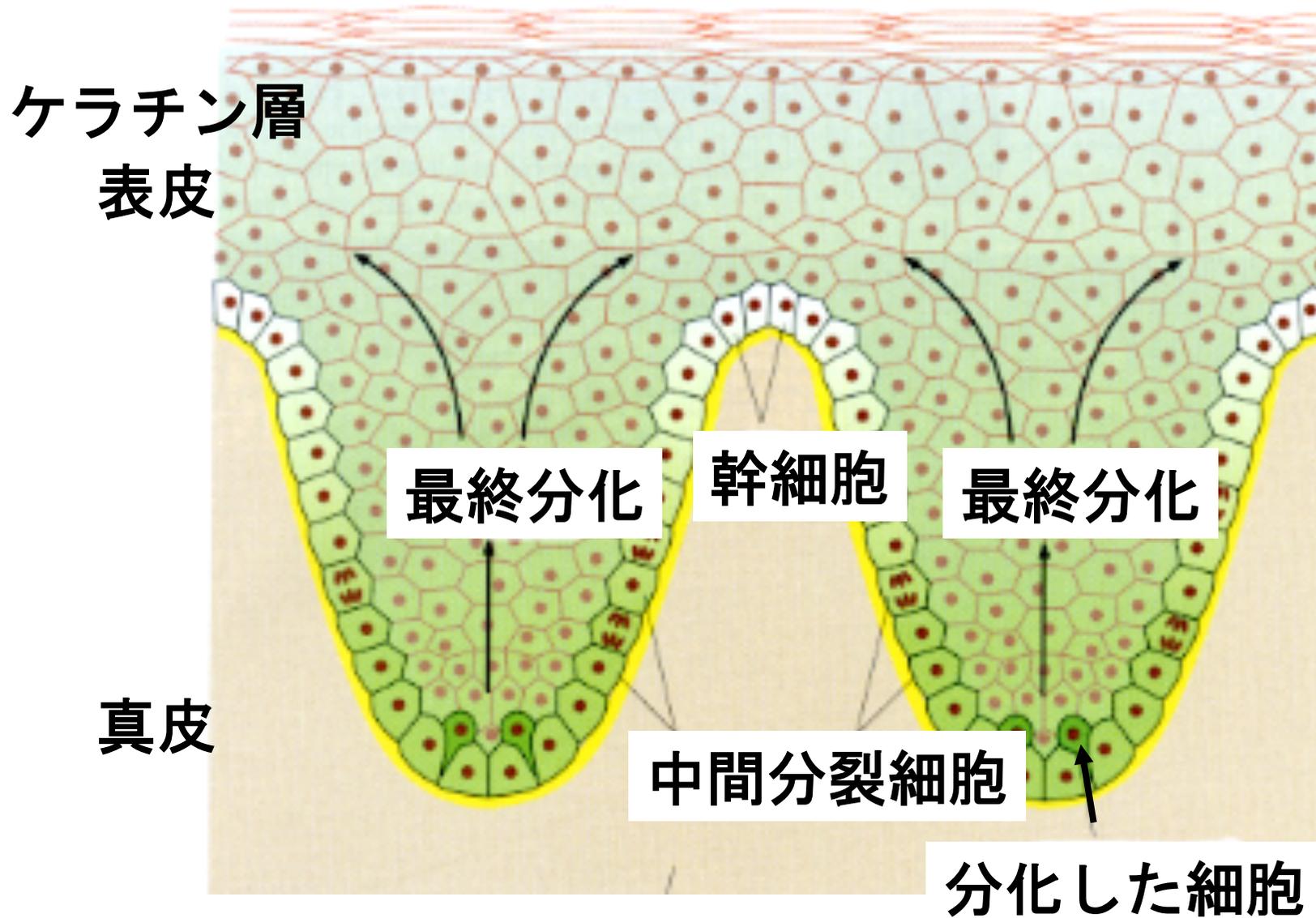
被ばく後8日



被ばく後26日

『被曝治療83日間の記録より』

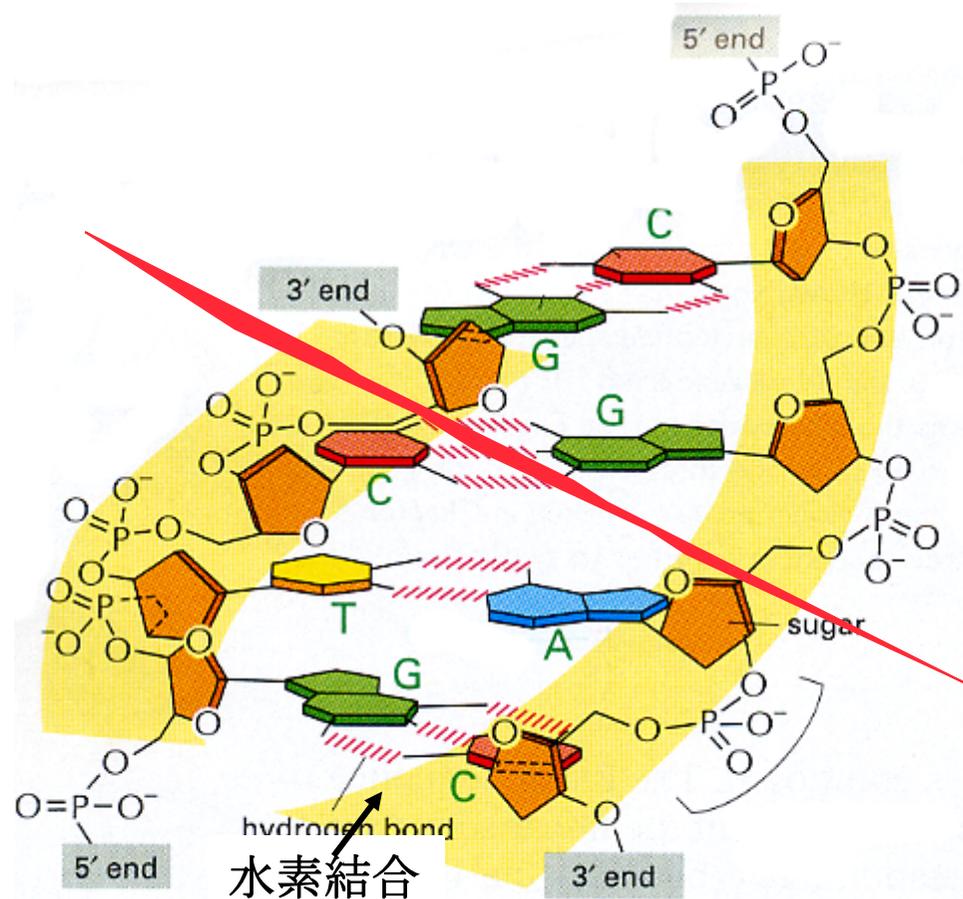
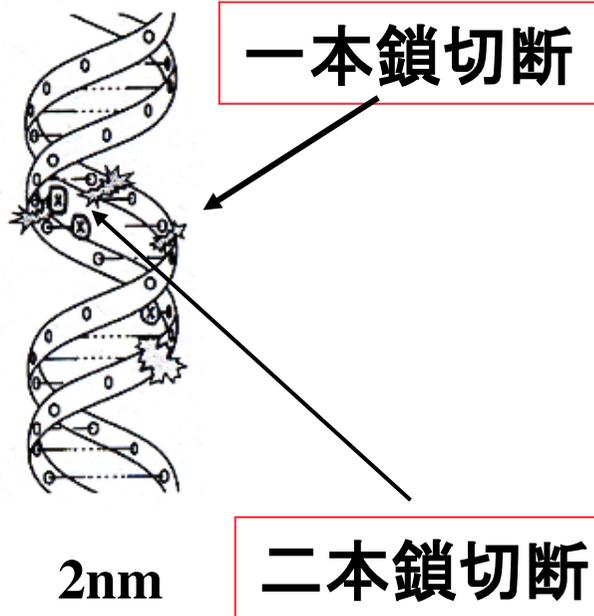
人皮膚の細胞の入れ替わり



放射線がDNAに当たると？

低線量被ばく

診断用X線線の
エネルギー：100,000eV

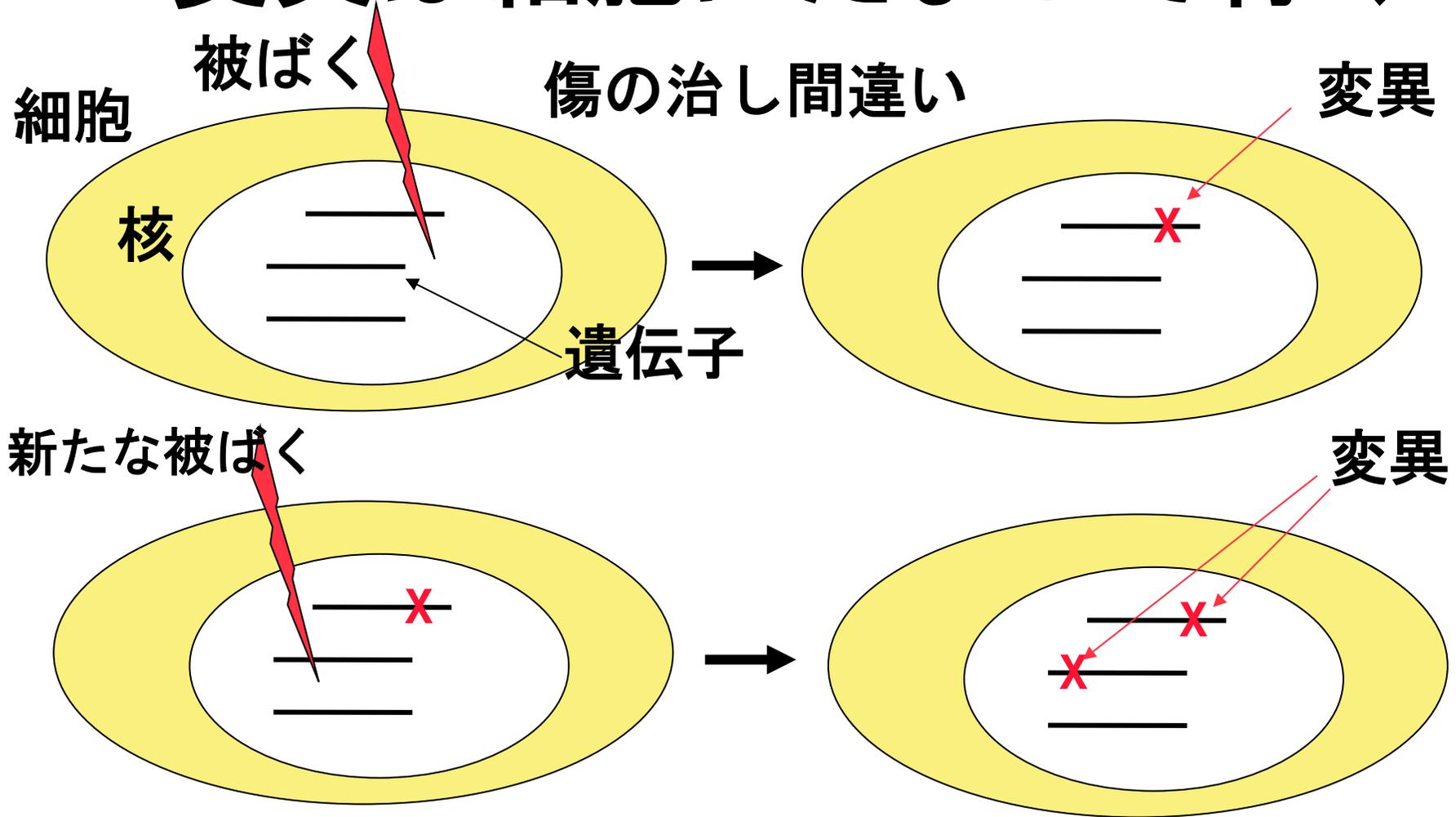


化学結合のエネルギー (5~7eV)

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

『Molecular Biology of THE CELL』より一部改変

変異は細胞にたまって行く



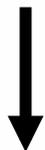
放射線の危険性は蓄積する → 発がん

がんは多数の遺伝子の変化で起きる

—がんの多段階説— 悪性化

放射線又は環境因子による
他の遺伝子変異

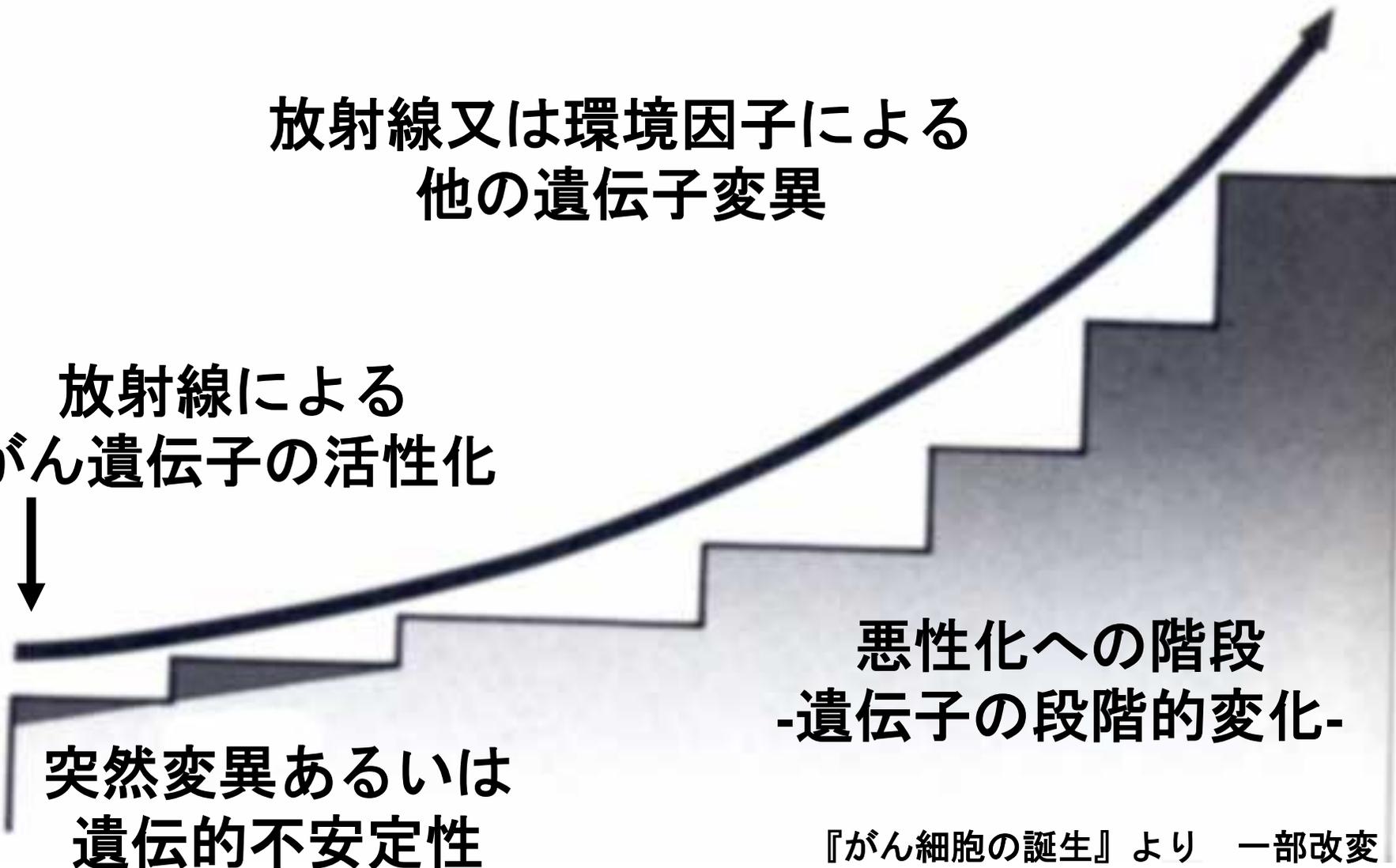
放射線による
がん遺伝子の活性化



突然変異あるいは
遺伝的不安定性

悪性化への階段
-遺伝子の段階的変化-

『がん細胞の誕生』より 一部改変



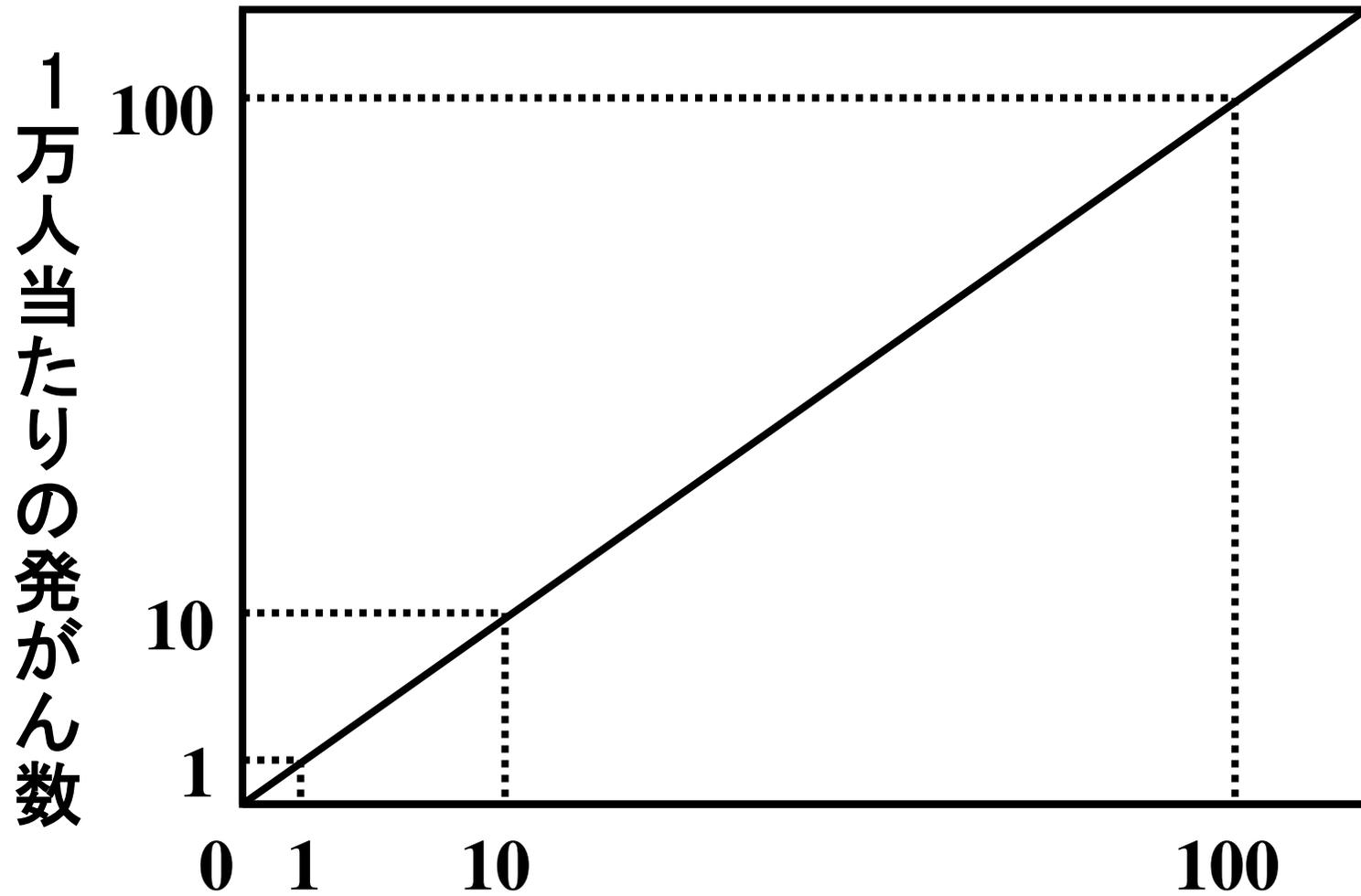
被ばく線量

と

発がんの関係

線量当たりの発がんリスク

「しきい値なし直線説」



被ばく線量 (mSv)

(国際放射線防護委員会)

発がんの「しきい値なし直線説」を 採用している機関

米国科学アカデミー (BEIR VII)

国連科学委員会 (UNSCEAR)

国際放射線防護委員会 (ICRP)

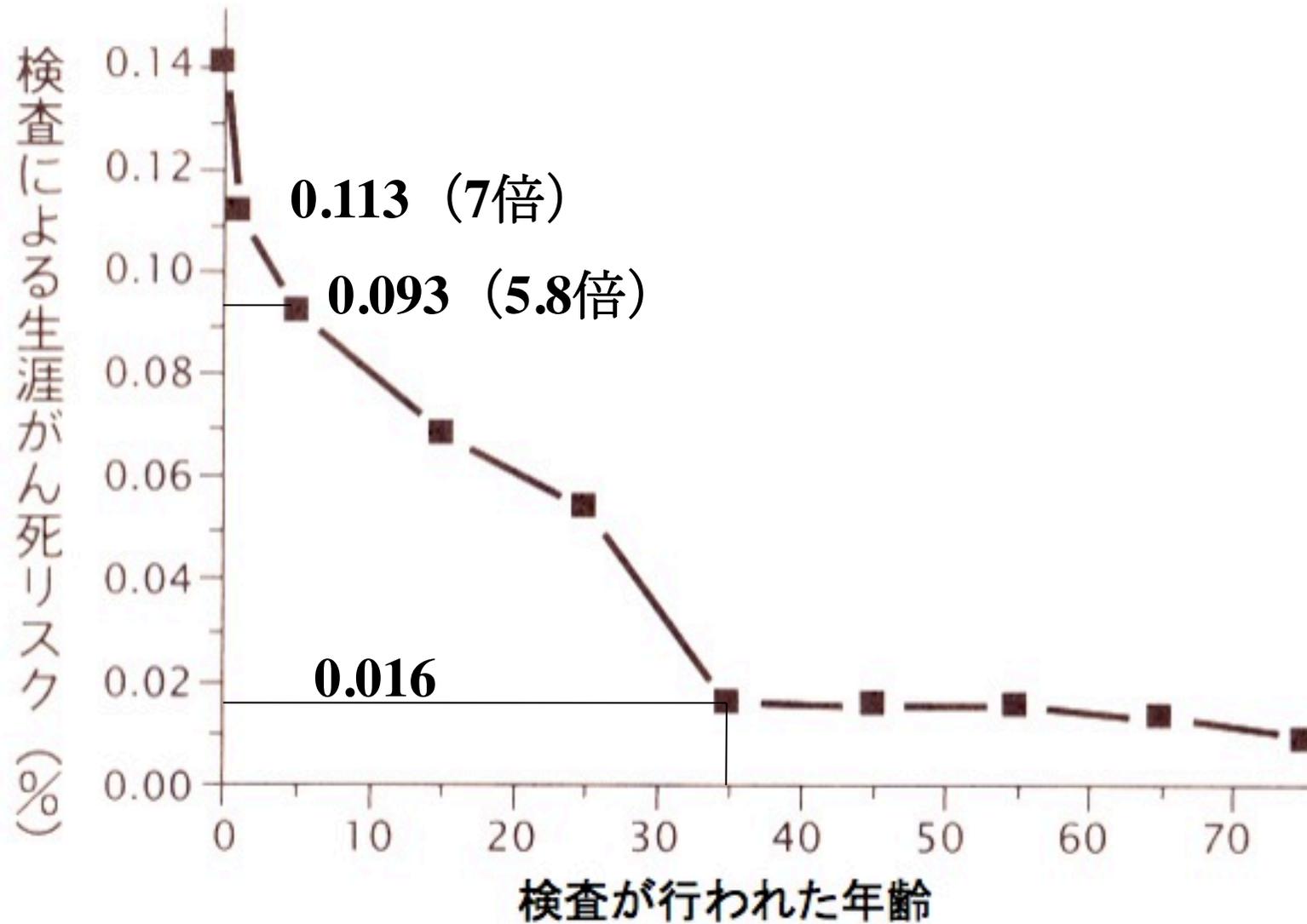
欧州放射線リスク委員会 (ECRR)

放射線に安全量はないは

国際的な合意事項

その前提に立って防護を行う

胸部CT検査による年齢別がんリスク



Brenner, D.他 N.Engl.J.Med. 2007より

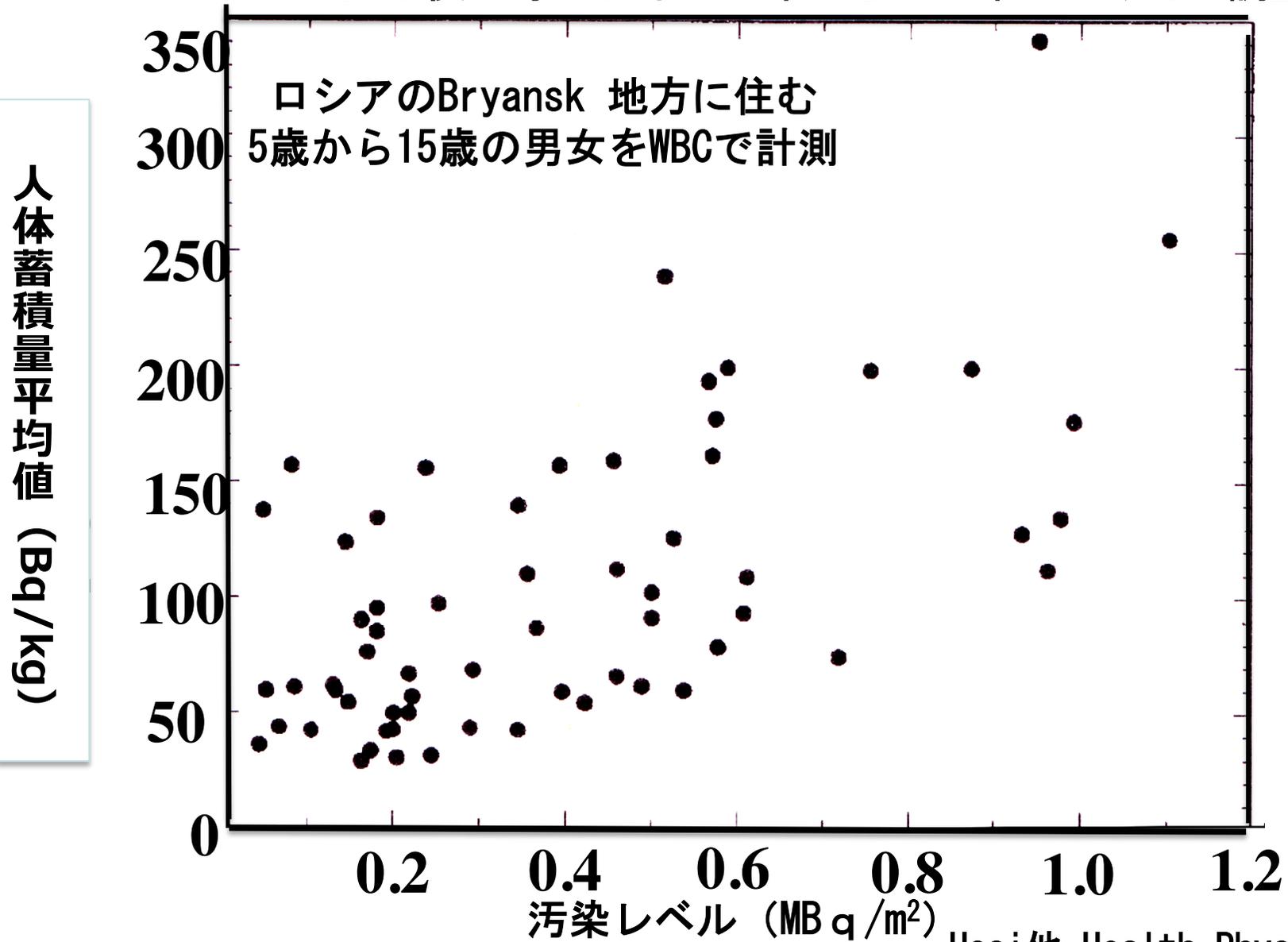
原発事故

と

放射性セシウム

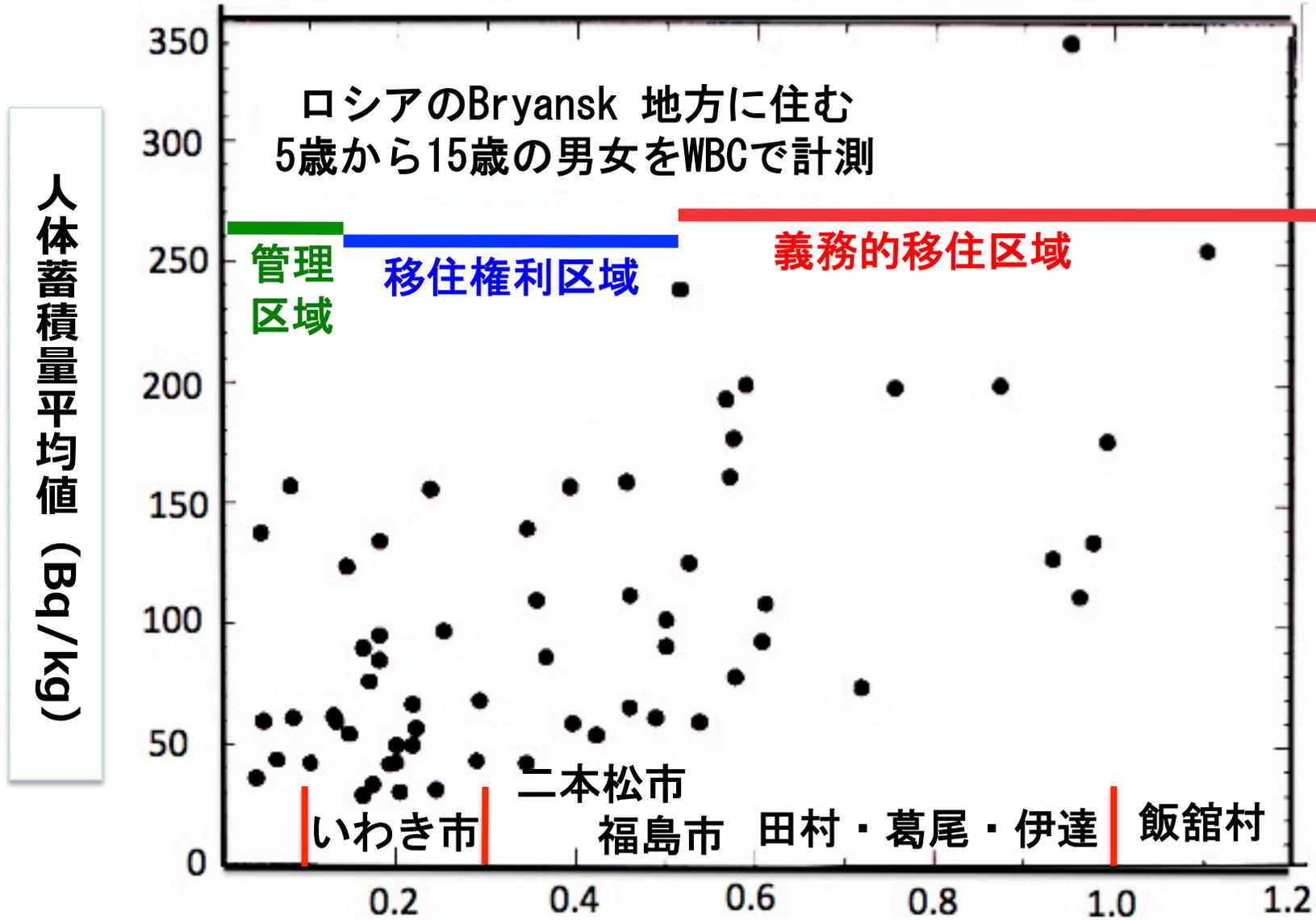
セシウム137による環境汚染と人体汚染の関係

山下俊一等による1991年から1996年にかけての調査



セシウム137による環境汚染と人体汚染の関係

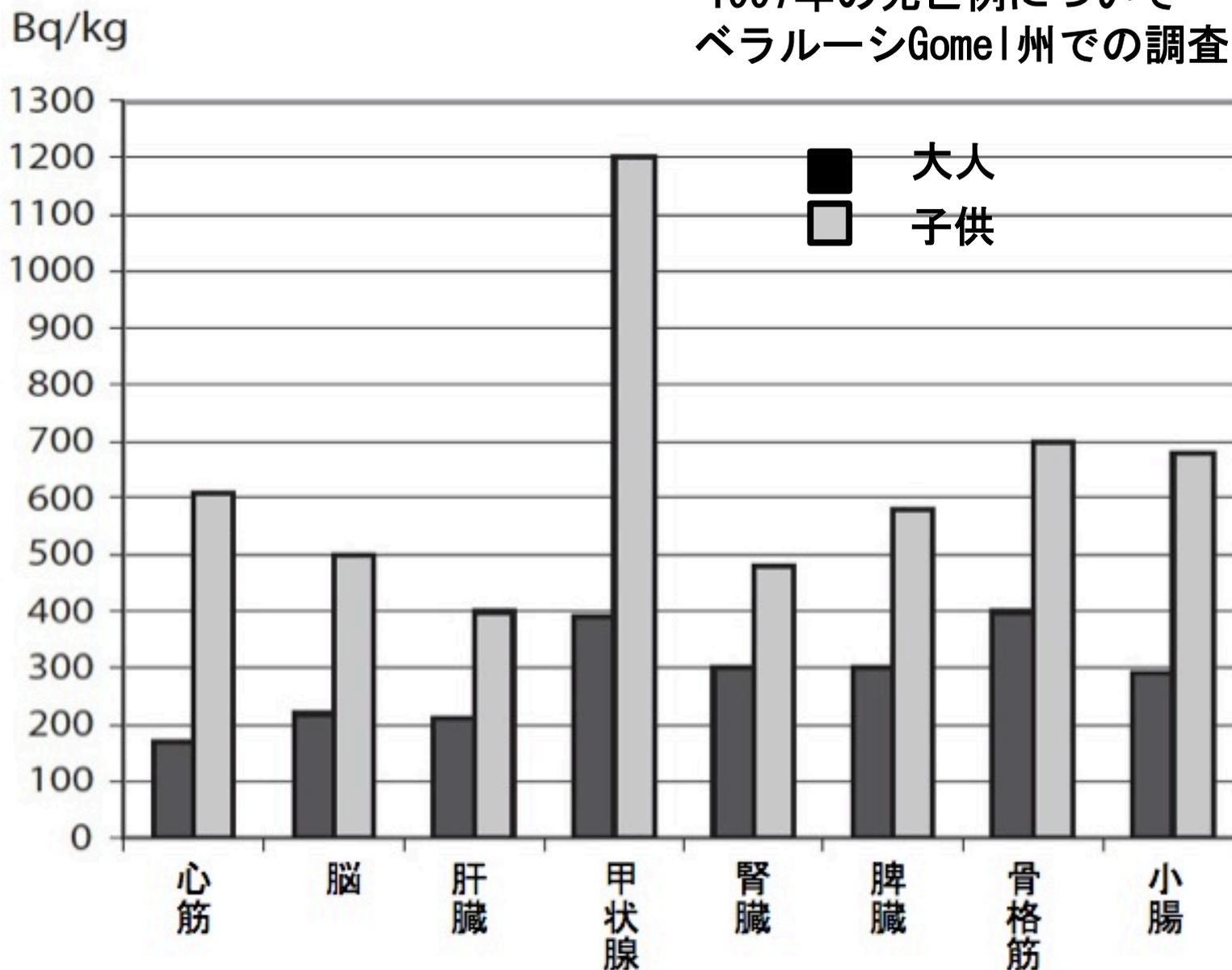
1991年から1996年にかけて調査



汚染レベル (MBq/m²) Hosi他 Health Phys. 2000

大人と子供の臓器別セシウム137蓄積量比較

1997年の死亡例について
ベラルーシGomel州での調査



(Bandazberovsky Y.I. Swiss Med Wkly 133, 2003)

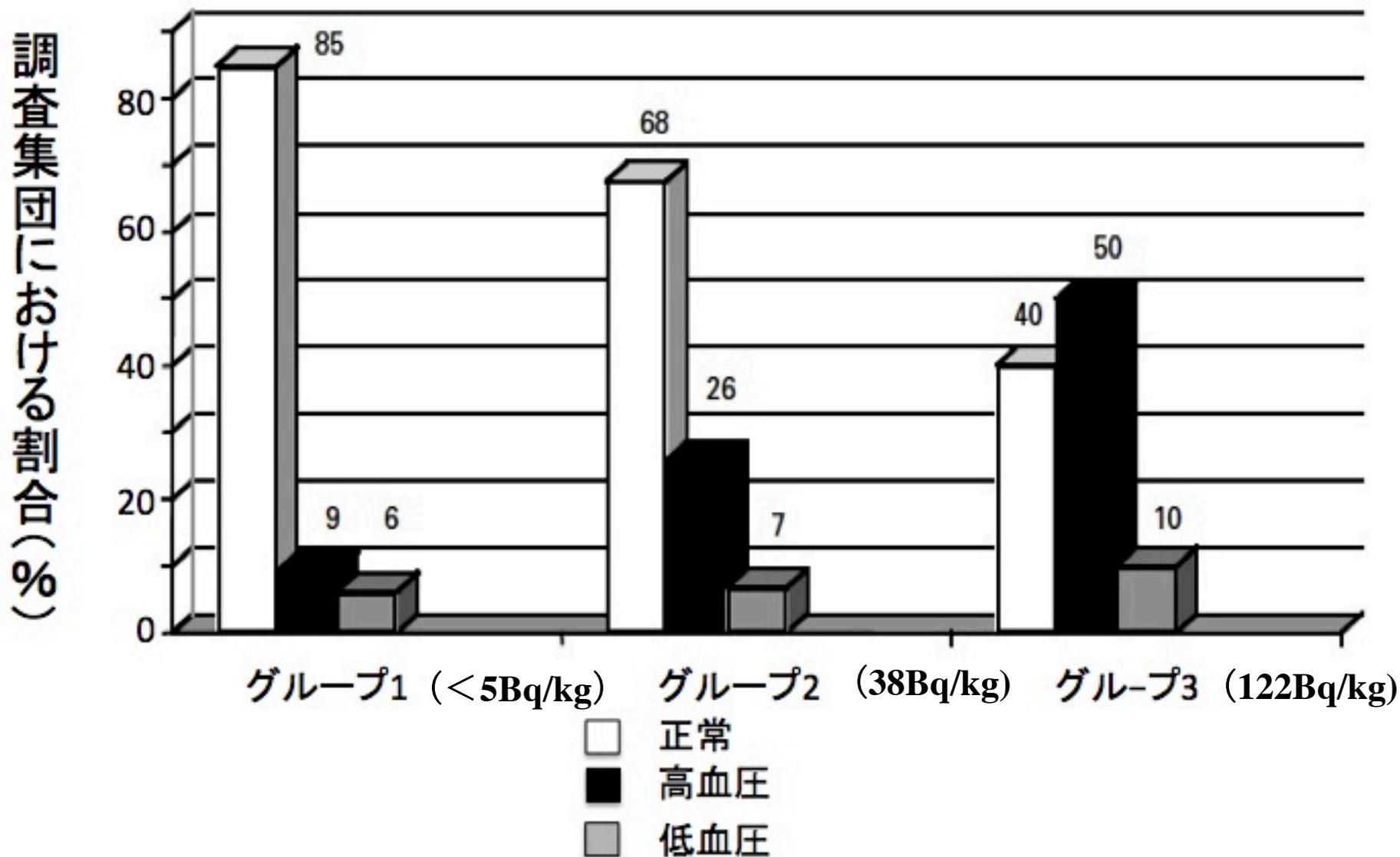
表 1：各種臓器におけるセシウム 137 の蓄積

臓器	Cesium137 Bq/kg
甲状腺	2054+-288
副腎	1576+-290
膵臓	1359+-350
胸腺	930+-278
骨格筋	902+-234
小腸	880+-140
大腸	758+-182
腎臓	645+-135
脾臓	608+-109
心臓	478+-106
肺臓	429+-83
脳	385+-72
肝臓	347+-61

ゴメリ州で1997年に死亡した10歳までの子供52例の臓器別蓄積線

(Bandazberovsky Y.I. Swiss Med Wkly 133, 2003)

セシウム137蓄積量別血圧



セシウム高汚染地区の子どもの健康状態

反復性の呼吸器・消化器疾患、内分泌疾患

免疫力の低下、白内障、がん、先天異常

心臓血管系の疾患による胸痛

（高血圧、低血圧、心電図の異常など）

脳神経系の疾患、糖尿病

疲れやすい、周囲に対する無関心

加齢の促進

一人で二つ以上の病気を持つ子どもが多い

健康な子どもの割合が20%程度になる

セシウム高汚染地区における汚染食品

- 1, 肉（牛肉または豚肉）
- 2, キノコ、ベリー類
- 3, ミルク
- 4, 野菜（特にアブラナ科）

アップルペクチンによるセシウムの排泄

ベラルーシでは37 kBq/m²以上の汚染地域に200万人が住んでおり、そのうち50万人が子どもセシウム体内汚染平均は約30Bq/kg体重。

汚染のない環境に3週間おき

汚染のない食事を与え、セシウムの減少率を調べた。

アップルペクチン：

リンゴの乾燥粉末（15-16%ペクチンを含む）

1回5gを1日2回

プラセボ：ペクチンを含まない粉を同様に投与

3週間後 アップルペクチンを与えた子ども

セシウムが62.6%減少

プラセボの子ども13.9%減少

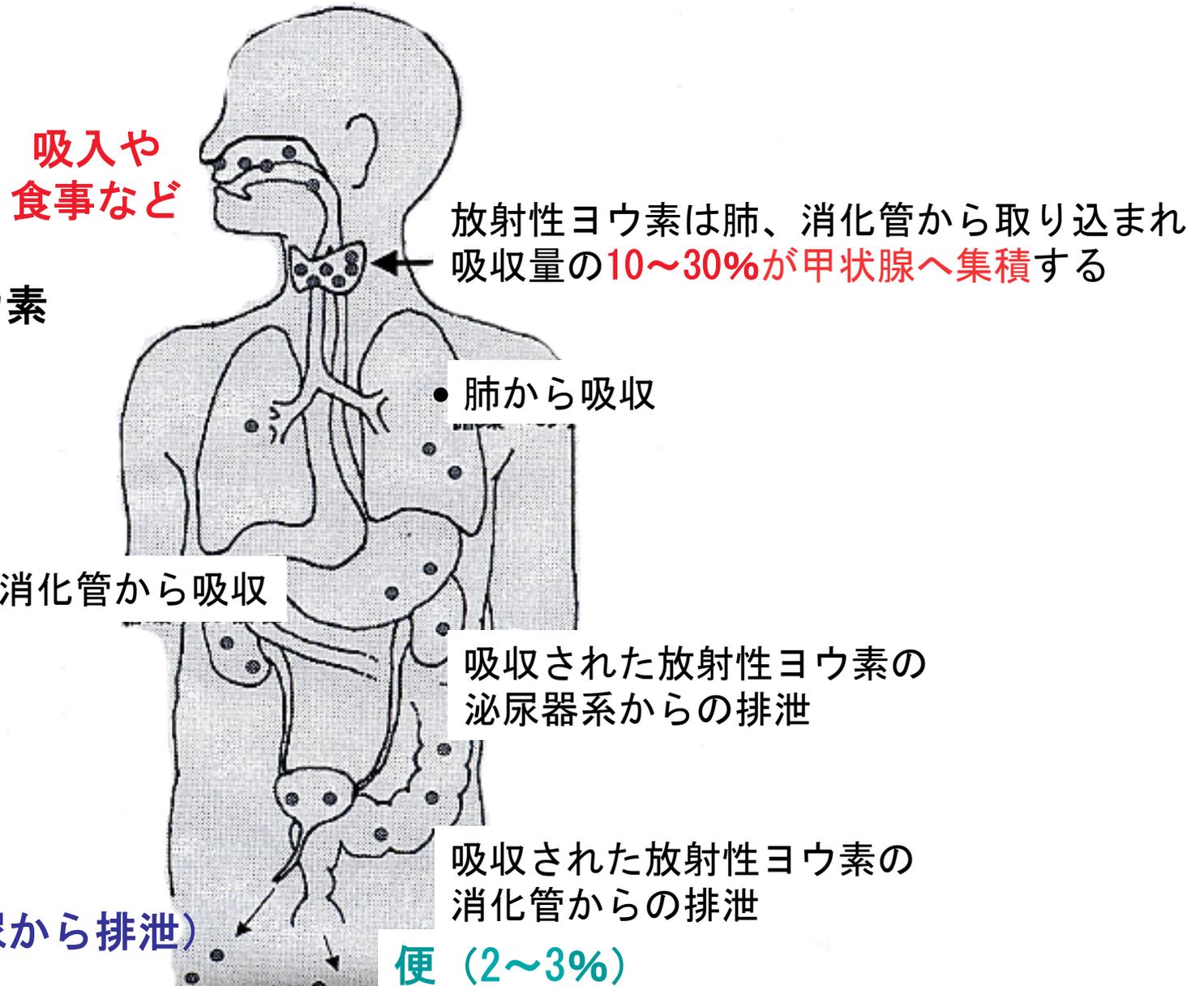
原発事故

と

ヨウ素剤

放射性ヨウ素の吸収と甲状腺への蓄積

- 放射性ヨウ素



ヨウ素剤の効果と配布基準・場所

●ヨウ素剤はいつ飲むのが効果的？

放射性ヨウ素が取り込まれる

24時間前から同時	93% 阻止
2時間後では	80% 阻止
8時間以降	40% 阻止
24時間後	7% 阻止

●配布基準

等価線量が100mSvになると予測されたとき

(大気中に放射性ヨウ素が4,200ベクレル/m³

の時24時間その空気を吸い続ければ100mSvになる)

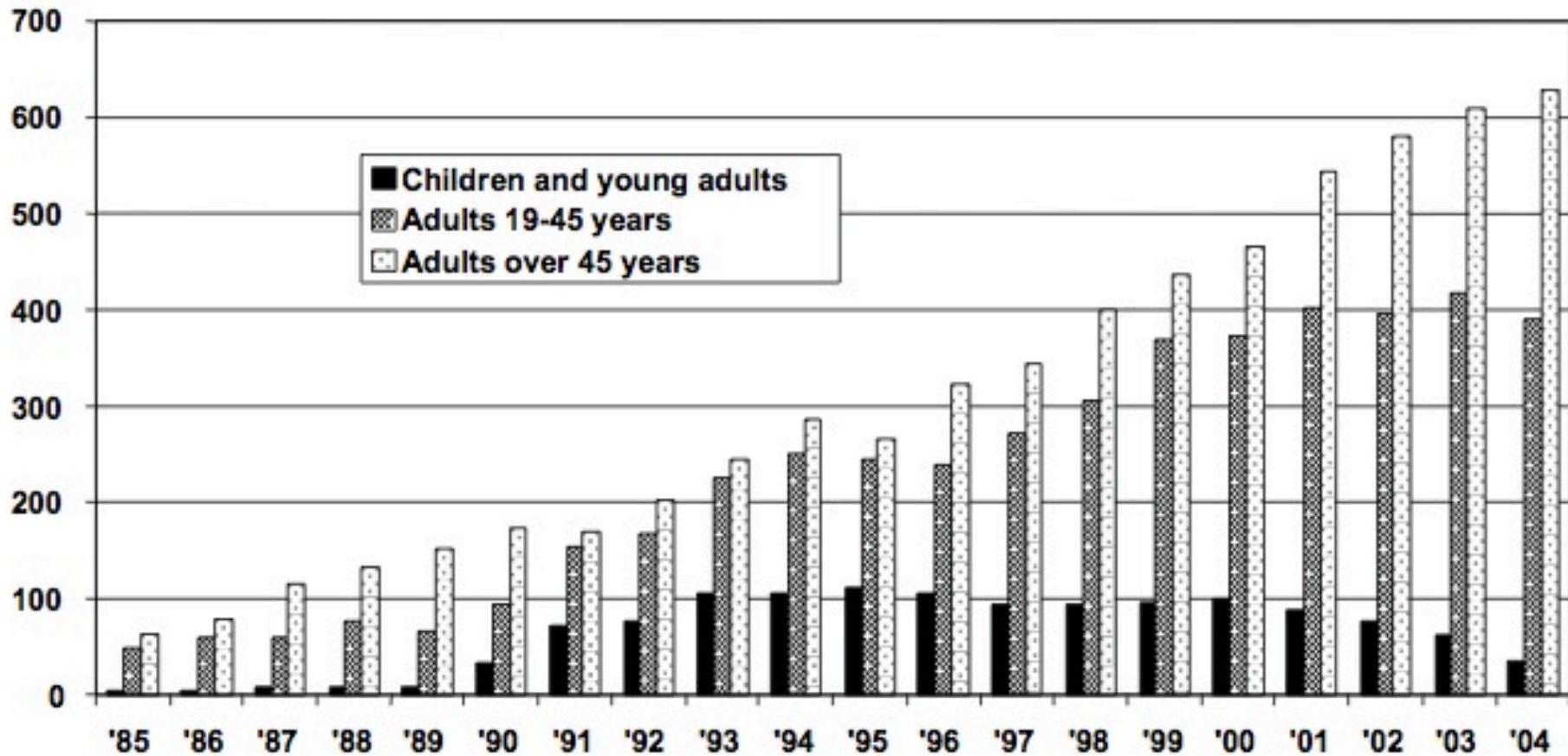
●現在決められている配布場所

避難所

各国のヨウ素剤配布方法と備蓄

国	服用対象・指標	配布方法	備蓄
ドイツ	0-45才 50mSv	事前及び事後	5km以内 家庭に配布 5-12km 学校、病院、職場
イギリス	全年齢 100mGy	事後	
オーストラリア	0-16才 50mGy	事前又は事後	家庭、学校、幼稚園
フランス	全年齢 100mSv	事前	5km以内 家庭配布 学校 5-10km 学校、保育所等
ベルギー	0-19才 妊婦・授乳婦 50mSv 20-40才 100mSv	事前	5km以内 家庭配布 10-20km 希望で家庭配布 20-30km 学校等に備蓄
アメリカ	0-18才 50mGy 18-40才 100mGy	州レベルで決定	州レベルで決定

ベラルーシにおける甲状腺がん発症推移



『チェルノブイリの健康影響』
IPPNW 2011年より

SPEED I (緊急時迅速放射能影響予測) 結果 (12日間の蓄積)



内部被ばく臓器等価線量
 日時 = 2011/03/12 06:00 - 2011/03/24 00:00 の積算値

領域 : 92km X 92km
 核種名 = ヨウ素合計
 対象年齢 = 1歳児
 臓器名 = 甲状腺

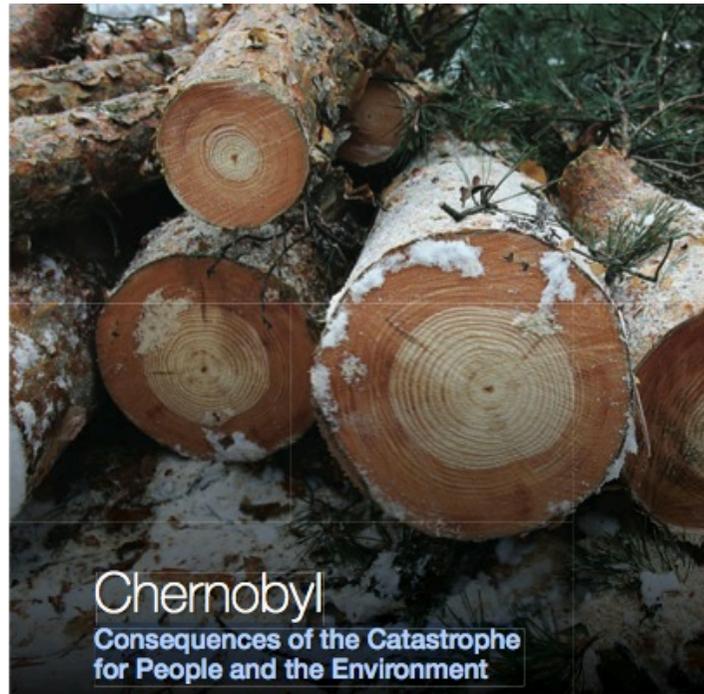
【凡例】
 線量等値線 (mSv)

1 = 10000	
2 = 5000	
3 = 1000	
4 = 500	
5 = 100	

(評価)

本試算は、福島第一原子力発電所の事故発生後、連続して一日中屋外で過ごすという保守的な条件を仮定して、甲状腺の被ばく線量を試算した

ニューヨーク科学アカデミー 2009年
『チェルノブイリ大惨事、人と環境に与える影響』
100万人が死亡した。



Alexey V. **YABLOKOV**

Vassily B. **NESTERENKO**

Alexey V. **NESTERENKO**

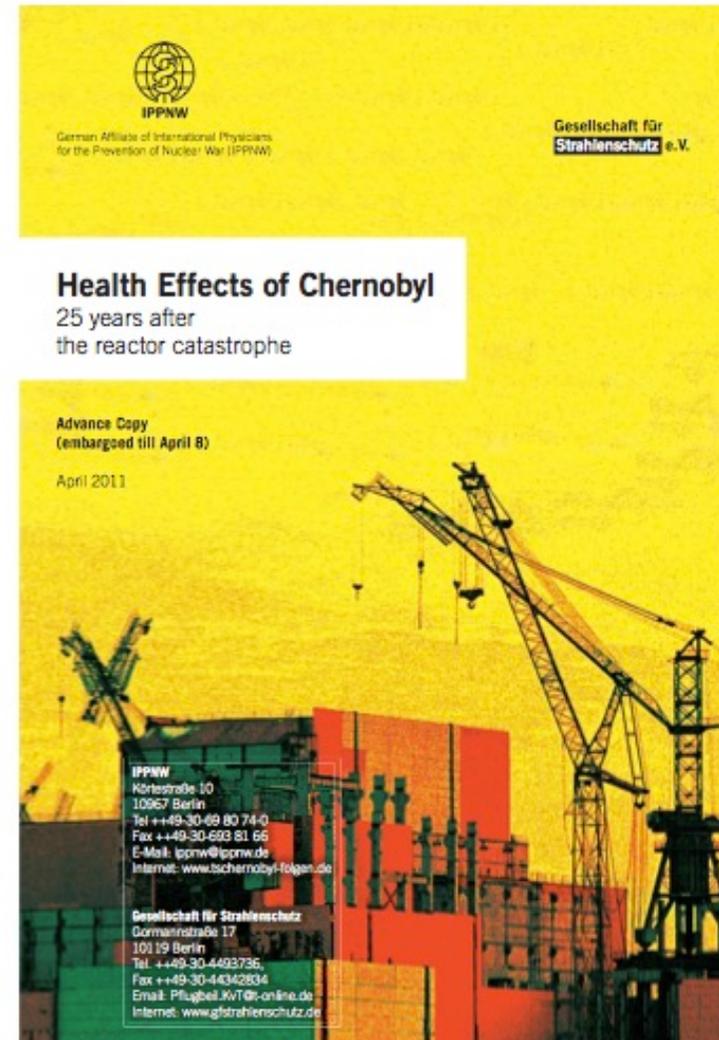
CONSULTING EDITOR Janette D. Sherman-Nevinger

ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES

VOLUME 1181

チェルノブイリ被害実態レポート翻訳プロジェクト
<http://chernobyl25.blogspot.com/>

『チェルノブイリの健康影響
大惨事から25年』2011年
核戦争防止国際医師会議



ヨウ素剤の服用量

年齢	ヨウ素量	ヨウ化カリウム量	錠剤
新生児	12.5mg	16.3mg	KI 水溶液
生後1ヶ月 から3歳未満	25mg	32.5mg	KI 水溶液
3歳から 13歳未満	38mg	50mg	1
13歳から 40歳未満	100mg (76mg)	130mg	2
40歳以上		投与しない	

通常は1回の服用

錠剤1錠：ヨウ素量38mg，ヨウ化カリウム量50mg

ベクレルからシーベルトへの換算方法

食品汚染濃度 (ベクレル/kg) x 食品摂取量
(kg) → 体内取り込み量

体内取り込み量 x 0.01 x 線量係数 =
被ばく線量 (マイクロシーベルト)

線量係数

ヨウ素131 (経口) : 1.4
(吸入) : 0.89

セシウム137:1.4

セシウム134 : 2.0

原子力事故で放出される主な放射性物質の半減期

	物理的 半減期	体内の 半減期
ヨウ素131	8日	7.5日
セシウム137	30.2年	109日
プルトニウム239	24100年	一生
ストロンチウム90	28.9年	18年