

A watercolor illustration of a landscape. The foreground is filled with green and blue foliage, possibly seaweed or plants. In the middle ground, a person in a red outfit is walking on a path that leads up a hill. The background is a mix of pink, purple, and blue washes, suggesting a hazy or polluted sky. The overall style is soft and painterly.

# トリチウムの**特別**の危険性

## 汚染水海洋投棄、原発再稼働で深刻な健康被害が予想される

京都市民・放射能測定所学習会

2018年2月18日

渡辺悦司

# なぜいまトリチウムなのか？

- 政府は「風評払拭」論で全てを強行するという選択をしようとしている
- 福島事故原発の汚染水を海洋に投棄する計画(トリチウム回収は事実上不可能)、東電川村会長、更田原子力規制委員長が発言
- トリチウムを大量に放出する加圧水型PWR原発の大規模再稼働が進んでいる
- 桁違いにトリチウムを放出する六ヶ所再処理工場の稼働(試験運転で1ヵ月間に日本の全原発10年分を放出)、ウラン濃縮工場も稼働

## この間の経緯おさらい:

### 安倍首相の記者会見での 外国人記者に対する回答



- 「**健康に対する問題は、今までも、現在も、これからも全くない**ということをはっきりと申し上げておきたいと思います。」

2013年9月7日 オリンピック東京招致決定時の内外記者会見。首相官邸のホームページにあります。文脈では「**汚染水の健康に対する問題**」とも解することができるが、英語版にはこの限定がなく「**福島原発事故一般の**」となっている  
[http://www.kantei.go.jp/jp/96\\_abe/statement/2013/0907argentine\\_naigai.html](http://www.kantei.go.jp/jp/96_abe/statement/2013/0907argentine_naigai.html)

# 環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議」の「中間取りまとめ」(2014年12月22日)

- 「今般の事故による住民の被曝の線量に鑑みると」(つまり被曝線量が100mSvに満たないので)「福島県及び福島近隣県において」
- 「がん罹患率に統計的有意差をもって変化が検出できる可能性は低い」→論理欺瞞(まず罹患率の上昇を特定すべき)
- 「放射線被曝により遺伝性影響の増加が識別されるとは予想されない」→これも同じ
- 「不妊、胎児への影響のほか、心血管疾患、白内障を含む確定的影響が今後増加することは予想されない」
- その他に影響は特定されていない→健康被害は全くない・ゼロだという見解

# 問題は単純、これらは全て虚偽・デマ

- 福島事故の大気中**放出放射能**は、政府発表でも、かなりの規模→チェルノブイリの**約1割**（INES [Cs137+I131] で/実際はほぼ同規模）、広島原爆の**168発分**（Cs137で/実際は約400～600発分）
- 経済産業省原子力安全・保安院（当時）の2011年8月26日の発表
- この規模の放射能によって健康被害が「**全くな**  
**い**」という主張は、原爆被爆者寿命調査をはじめ放射線影響に関する**あらゆる科学的知見に反する**
- 直接的被害を除くと、広島・長崎原爆の放射性降下物によって何の健康被害も出ていないというに等しい→「嘘は大きい方がよい」ナチスの論理



# 国民被曝強要政策の新段階(1)

## 学術会議「子ども被ばく」報告書

- 2017年9月1日、日本学術会議が「日本学術会議「子どもの放射線被ばくの影響と今後の課題」報告書を公表
- 主眼は、(1)国際権威主義でUNSCEARを「科学的権威」とする、(2)子どもの放射線感受性の高さを考慮する必要なし、(3)子どもの甲状腺がんは放射線関連ではない、(4)遺伝性影響はない、(5)検査は「心を傷つける」「知らない権利」を尊重して検査を縮小・廃止する、ということ

## (2) 復興庁「風評払拭強化戦略」

- 2017年12月12日、復興庁が「風評払拭・リスクコミュニケーション強化戦略」を発表、健康被害が「ある」は全て「**払拭**」すべき「**風評**」
- 現在福島県では「**放射線の安全性**」「**県産食品の安全**」が確保されている
- 「**空間線量**は全国・海外主要都市とほぼ同水準」「被曝による**人体影響**はない」「被曝しても子どもへの**遺伝性影響**が出ることはない」
- 「曖昧な表現は避ける」→「ない」とだけ断言するようにと指示

# (3)原子力規制委員会での更田発言

- 2018年1月17日、原子力規制委で更田委員長は、**係数操作**による被曝基準の**大幅な引き上げ**の方針
- 現行は屋内遮蔽係数0.6(実際はほぼ同じ)を掛けて1mSv/y (実際は1.67mSv) の被曝量=0.23 $\mu$ Sv/hとしている  
 $1670/y \div 24 \div 365 [=0.19\mu/h] + 0.04\mu = 0.23\mu$
- しかし0.23 $\mu$ /h=2.01mSv/y つまりおよそ×2
- (更田委員長) 4倍 (伴委員) 7倍の過大評価として  
→**1mSv/y**を**1 $\mu$ Sv/h** に計算する→×24×365
- 現行線量では**8.8mSv/y**に(実際は÷0.6で**15mSv/y**)
- 現行の避難解除基準**20mSv/y**は8.8×20で180mSv/y→  
実際は**300mSv/y** (180÷0.6)



## 原子力規制委員会記者会見録

- 日時：平成30年1月17日（水）14：30～
- 場所：原子力規制委員会庁舎 記者会見室
- 対応：更田委員長

伴さんは、大体15%というのは、だから、7倍弱ぐらい開きがあって、年間1ミリシーベルトに達するのはもっとずっと高い空間線量率だと。私が大体4倍ぐらいと言ったのは、どんなに保守的に見積もってもという意味で申し上げたので、これを改めるにしても、一定の保守性というのは当然議論されるだろうから、それでも1マイクロシーベルト・パー・アワーぐらいのところで居住して、1ミリにずっと達しないぐらいという、そういうぐらいの感触で申し上げました。

# 狙いは係数操作によって基準値を実質上大幅に上昇させるということ

- 空間線量と被曝量を切り離す、見えなくする
- 現行では被曝基準  $1\text{mSv}$  は実際には空間線量で  $0.23\mu\text{/h}$  すなわち  $2.01\text{mSv/y}$
- 計画されている新係数では、 $1\text{mSv/y}$  は実際には空間線量  $1\mu\text{Sv/h}$  すなわち  $8.8\text{mSv/y}$
- ICRPはこの数値に0.6を掛けてもよいとしている  
→ 伴委員の「7倍」の論拠
- 結局  $1\text{mSv/y}$  の基準値は  $1\mu\text{Sv/h}$  ( $8.8\text{mSv/h}$ ) の解釈を経て  $15\text{mSv/y}$  まで上昇させることになる

# 生涯線量(成人50年、子ども70年)が大き く致死量を超えることになる→**全員致死量**

**300mSv/yに50年間住めば**被曝量は成人で15Sv、子ども21Sv→**全員致死量**  
 子どもの感受性を3倍とすると、子どもである時期(20年間)に6Sv→半数致死量超  
**放射線ジェノサイド**が想定されている

表 政府・放射線医学総合研究所の文書による放射線による致死量

被曝線量	人体影響	死亡時間	典拠
>50Gy	中枢神経系症候群 (致死率100%)	1~48時間後	UNSCEAR1988年報告
>15Gy	神経系の損傷	5日以内	ICRP2007年勧告
10~15Gy	胃腸症候群 (致死率90~100%)	2週間後	UNSCEAR1988年報告
5~15Gy	胃腸管・肺・腎臓の損傷	60~150日	ICRP2007年勧告
3~5Gy	骨髄損傷 (半数致死量)	30~60日	ICRP2007年勧告
2~10Gy	骨髄症候群 (致死率0~90%)	数週間後	UNSCEAR1988年報告
1~2Gy	骨髄 (致死率0~10%)	数ヵ月後	UNSCEAR1988年報告

出典：放医研『低線量放射線と健康影響』179ページ、ICRP2007勧告126ページ

# リスクモデルからも同じ結論が出てくる

- ICRPのリスク係数→10万人が100mSv被曝した場合約500人のがん死
- 帰還基準20mSv/y (=実際には300mSv/y) 被曝の場合 (DDREF=2の適用外) リスクは、 $500 \times 3 \times 2 = 3000$ 人/y → 33年で10万人に到達=全員致死
- 日本の現人口の1億2500万人が名目1mSv/yで実質的には15mSv/y被曝する場合、
- $1億2500万 \times 0.015 \times 500 \div 1万 = 9.4$ 万人/yの過剰がん死 → 50年間で470万人が早死
- ICRPリスク係数は、40分の1 (ECRR) あるいは10分の1 (ゴフマン) の過小評価 → いずれも全員致死

# 健康被害全否定論(ゼロ論)の別の意味

- 原発重大事故が再び「起こっても健康問題はない」という**原発事故容認論**→福島事故級の事故再発を前提とした**原発再稼働論**(モラルハザード)
- 広島原爆168発分程度の核実験を(例:日本海)行っても何の健康影響がないという**核実験容認論**
- 広島原爆168発分程度の核戦争が、日本の近隣地域(例:朝鮮半島)で起こっても、直接の被害がなければ、何の被害も健康影響もないという**核戦争容認論**
- 結局のところ日本の**独自核武装容認論**
- 付言すると、このような虚偽の暴論を、自民・公明政権だけでなく、日本共産党系の原水爆禁止運動のトップの一部(原水禁世界大会共同代表・野口邦和ほか)が公然と主張しているのが現状

# 政府・専門家・マスコミの系統的な陰謀？

- 事故の初期被曝の測定を行わなかった(甲状腺1315人のみ)
- 早い時期から福島事故の放射能放出量を小さく見せる工作
- 放射線測定器を低く表示するように操作している疑惑
- 福島の子供の甲状腺がんの放射線関連を認めない
- 事故放射能による健康被害が「全くない」、被曝しても「安心・安全」だというデマによる支配・宣伝を組織
- 健康被害が「ある」とする主張を「風評を煽る」として非難し、マスコミに圧力をかけ、鼻血により影響全てを否定
- 避難者の年間20mSv地域への帰還に向けた圧力＝避難者差別と切り捨て、帰還推進キャンペーンを組織
- 汚染された除染残土やガレキを全国に拡散、汚染ガレキ焼却により微粒子を拡散など国民への再被曝強要政策を組織
- 「事故が起こっても健康被害はない」として大規模再稼働



# 事故原発、汚染水の状況

- 処理済みの汚染水**100万トン超**(2017年9月)
- セシウム・ストロンチウムなどは回収(?)
- トリチウムは全量残っている(トリチウム水)
- 汚染水中トリチウムの放射能総量は、東電の2014年3月発表で0.83PBq(10の15乗)
- **更田原子力規制委員長「薄めて海洋放出するしか選択肢はない」**(2017年12月14日)
- 政府の放出基準値は6万Bq/リットル
- 総量規制はない→「薄める」と上限なく放出可

表1 福島第1原子力発電所の事故原子炉におけるトリチウムの量

2014.3.25 時点

	トリチウムの量 (Bq)	トリチウムの量 (g) 注1	備考
総量	約 $3.4 \times 10^{15}$	T : 約 9.5	注2
タンク貯留水	約 $8.3 \times 10^{14}$	T : 約 2.3 (THO 約 15.5)	注3
建屋滞留水	約 $5.0 \times 10^{13}$	T : 約 0.14 (THO 約 0.9)	注4
海水配管トレンチ内水	約 $4.6 \times 10^{13}$	T : 約 0.14 (THO 約 0.9)	注5
その他	約 $2.5 \times 10^{15}$	T : 約 6.9	注6

注1：トリチウム原子の重量、カッコ内は THO 形態に対応する量

注2：事故時の炉内トリチウムインベントリを ORIGEN2 を使用し評価

注3：淡水化装置出口濃度データとタンク貯水量より評価

注4：淡水化装置出口濃度データと建屋貯留水量（約 9 万 2000m<sup>3</sup>）より推測

注5：淡水化装置出口濃度データとトレンチ内滞留水量（約 11000m<sup>3</sup>）より推測

注6：総量からタンク貯留水・建屋貯留水・トレンチ内水のトリチウム量を差し引いて算出  
（タンク・建屋・トレンチ以外のトリチウムは主に燃料デブリなどに存在するものと想定される。）

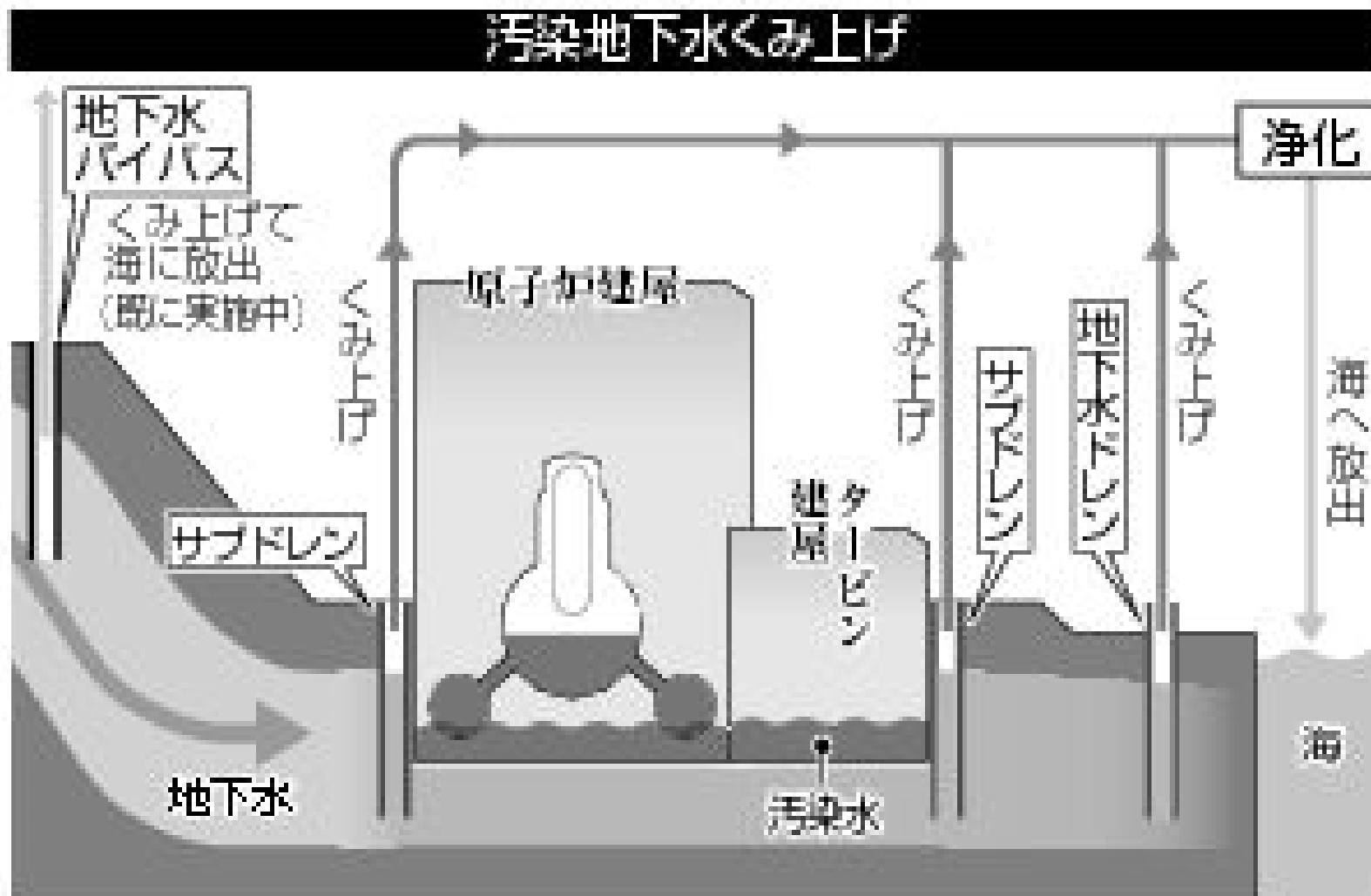
出典：経済産業省「東日本大震災関連情報」ホームページ





これらのタンク内の汚染水を全て薄めて放出するという更田規制委員長の企図

# サブドレンでの放出はすでに始まっている



2015年9月3日から運用が始まっている→トリチウム水も出している 放出総量？

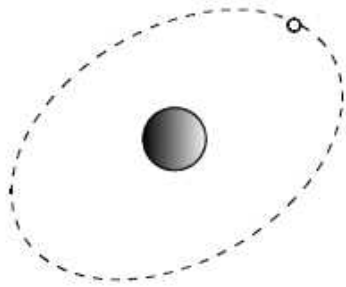
# 政府・専門家のトリチウム安全安心神話

一例、読売新聞2015年2月1日

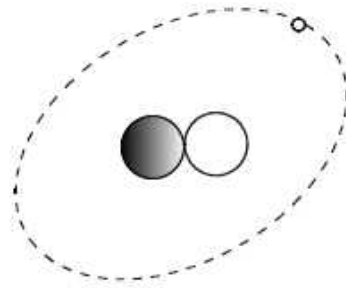
- トリチウムの出すベータ線はエネルギーレベルが低い(5.7keV、Cs137は512keV)
- 半減期12年だが体内では10日前後で半減
- 国の放出基準(6万Bq/l)を毎日2l飲んでも年間で0.79mSv、国の食品からの被曝基準(1mSv)に達しない
- 自然界にも存在、他の放射性物質に比べて危険性は低い、「冷静に受け止めるべき」  
→全量を環境中に放出するのを正当化

# トリチウム(三重水素)とは？

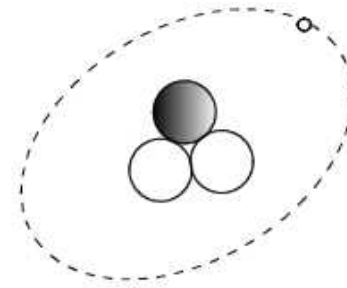
水素



デュートリウム (重水素)



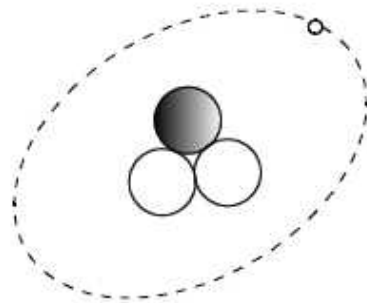
トリチウム (三重水素)



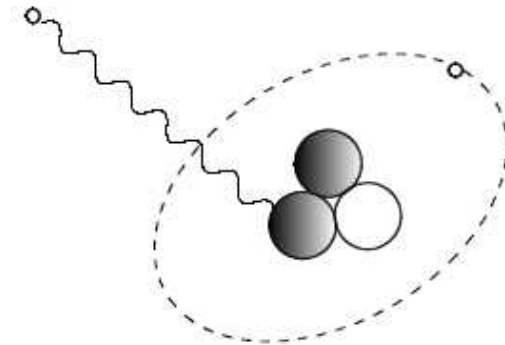
- 陽子
- 中性子
- 電子

**化学的には水素と同じ**

トリチウムのベータ崩壊



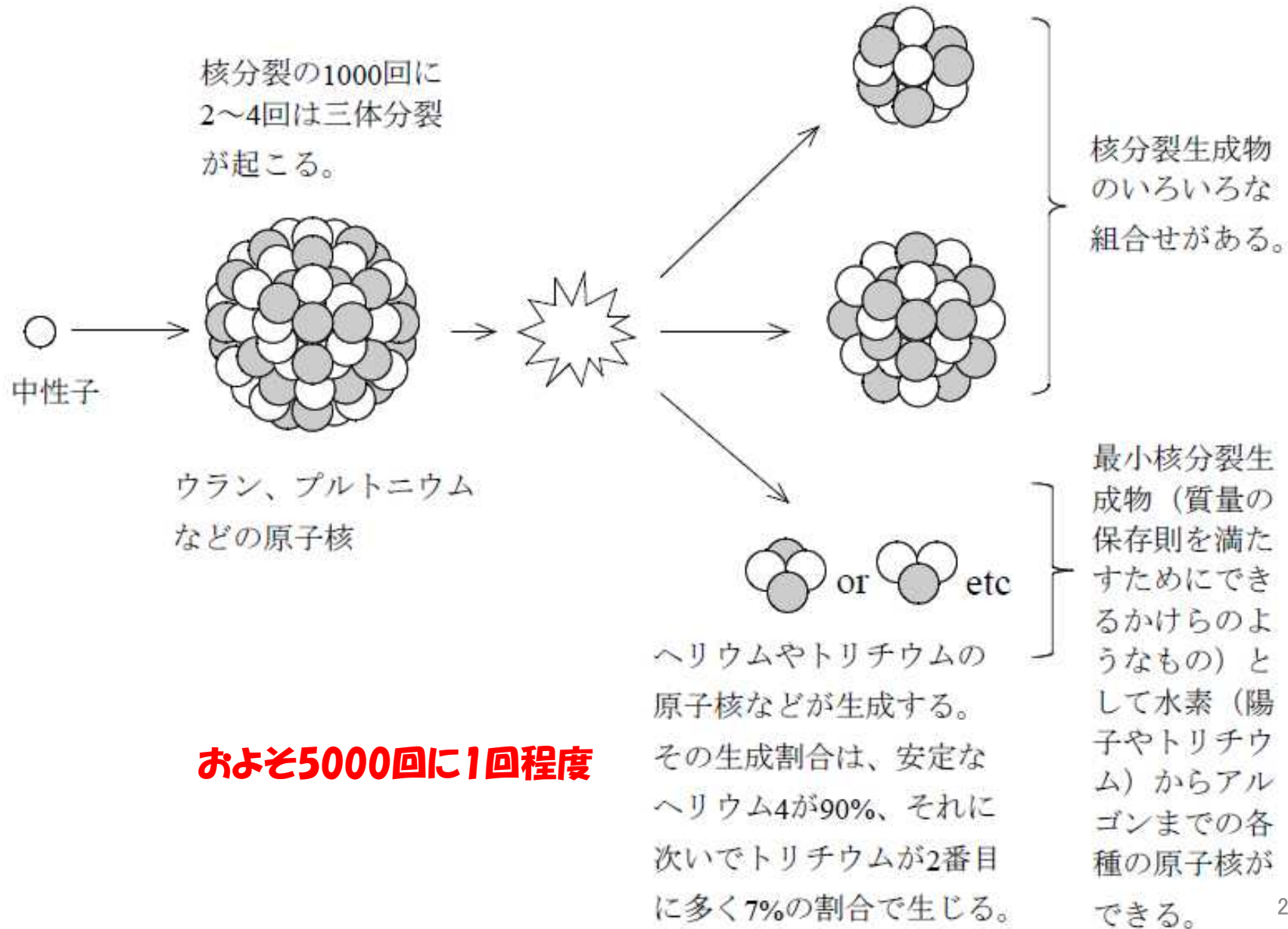
ヘリウム3に変わる



中性子の1つが電子 (ベータ線) を放出して陽子に変わる



# どのようにトリチウムが生じるか1



# どのようにトリチウムが生じるか2

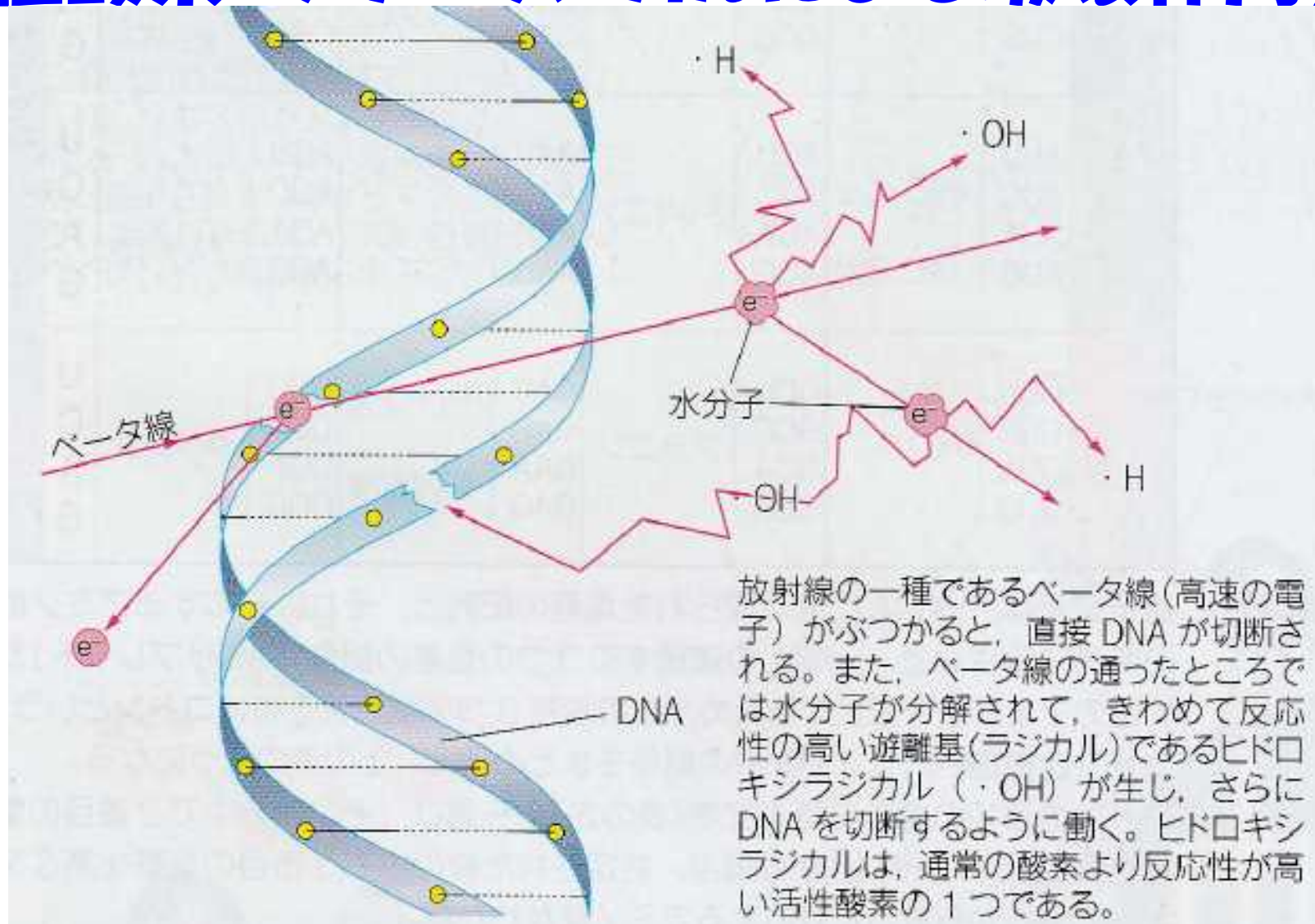
PWRは、ボロンやリチウムを反応制御に使用→  
放出量がBWRに比べて2桁程度大きい

- ボロン(ホウ素) (5p5n) + 中性子 → ヘリウム2個 + トリチウム
- リチウム (3p3n) + 中性子 → ヘリウム + トリチウム
- リチウム + 中性子 → リチウム7 (3p4n)  
リチウム7 + 中性子 → ヘリウム + トリチウム + 中性子

# トリチウムの特別の危険性

- 放射性物質一般の危険性に加えて
- 低エネルギーβ線はかえって反応性が高い
- トリチウム水、有機結合トリチウムとして生体内・細胞内に入りやすい
- DNAを複製・修復する際の原材料となるたんぱく質に取り込まれ、DNAの内部に取り込まれやすい(DNA複製の前駆物質に入る)
- DNAを内部から破壊、遺伝情報を壊す

# 放射線の**直接的**作用と**間接的**作用(活性酸素・フリーラジカルによる破壊作用)



出典:『サイエンスビュー生物総合資料』(高校生用の参考書に記載されている)

# トリチウムの壊変によるDNA・遺伝情報の破壊

水素結合が  
DNA2本鎖を  
支える根幹に  
なっている



出典:『サイエンスビュー生物総合資料』

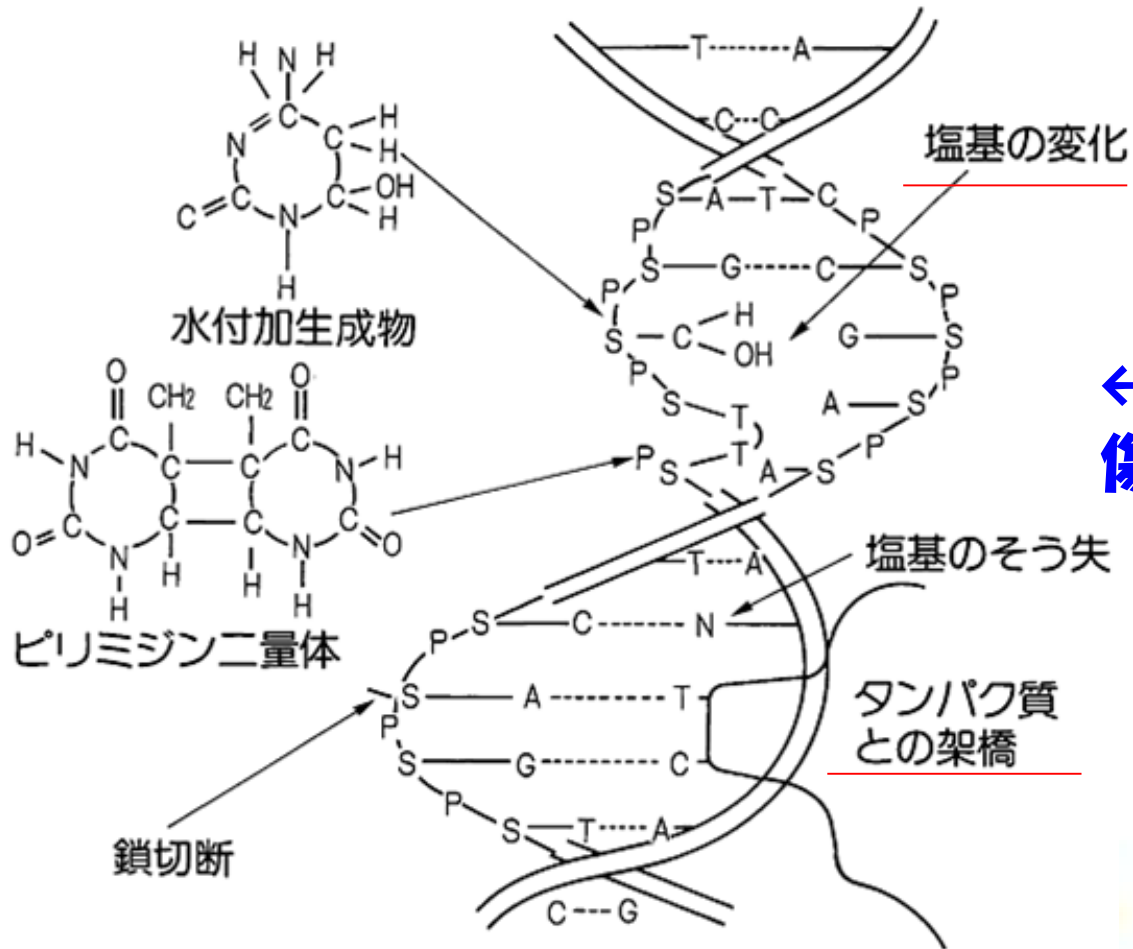
# トリチウムの壊変によるDNA・遺伝情報の破壊

複数の破損が生じる



出典:『サイエンスビュー生物総合資料』の図に筆者が書き加え

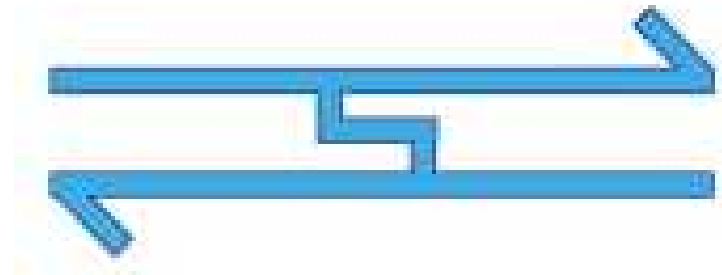




← ↓ 修復が困難な複雑な損傷が生じる

Interstrand crosslink (ICL)

2本鎖間架橋 ↓



<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/09/09020206/02.gif>

<http://blog.goo.ne.jp/news-t/e/0fe63a49c5d893f0cb6c99ed6dbc0b98>

# ICRPはトリチウムの**特別の危険性**を 認めていないとECRRが批判



- 欧州放射線リスク委員会 (ECRR) による批判
- 「本報告書の基礎は、電離放射線に**低線量**そして**低線量率**で被曝した数多くの集団に見られる健康状態悪化の現実の増加を、**現行の放射線リスクモデル (ICRPモデルと呼ぶ)**が、**説明し予測できていない**という認識である」

# ECRRはトリチウムの危険度を10倍としている(基準はK40)

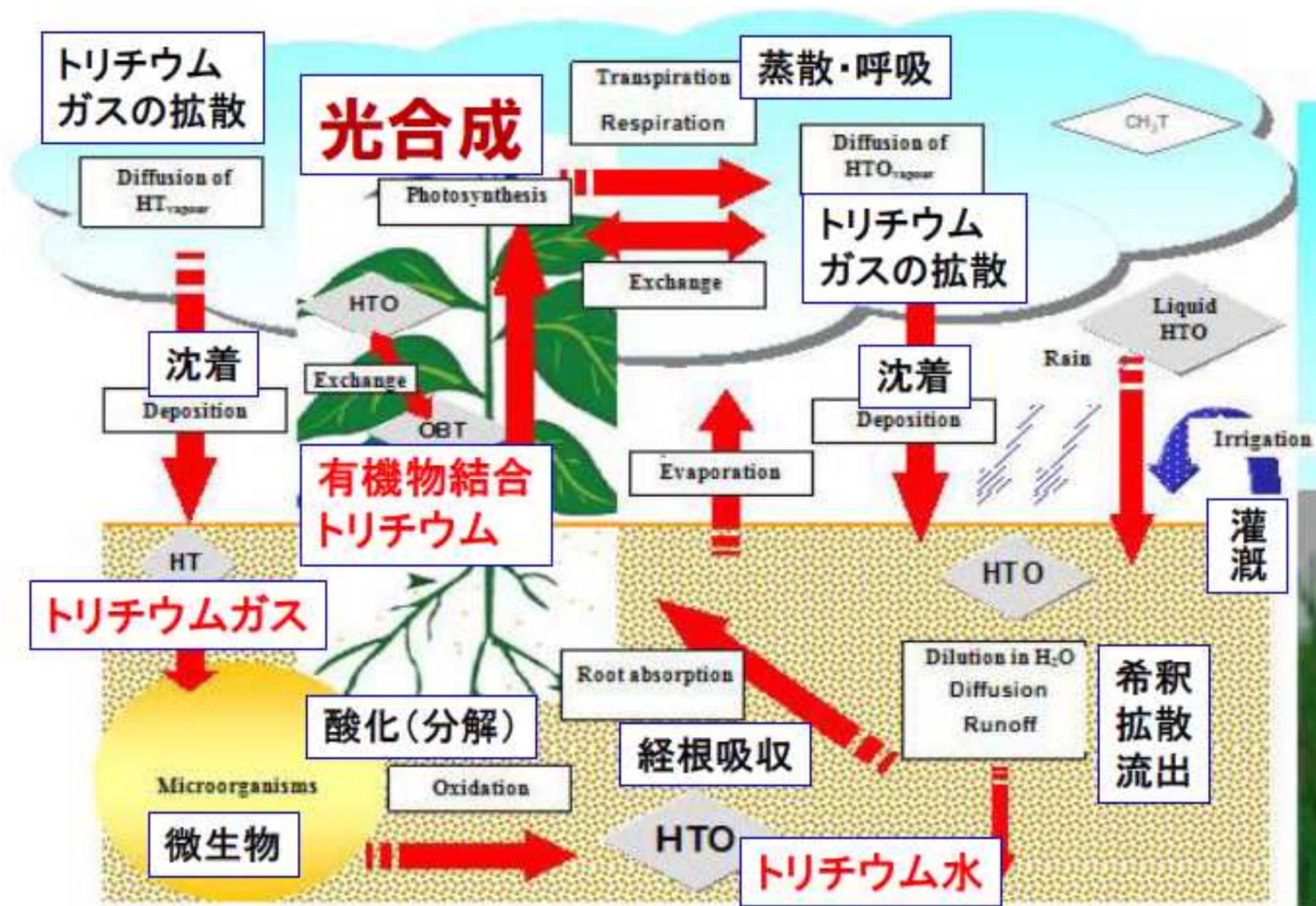
表 1 4 . 1 核実験降下物の内部被ばく同位体に対する ECRR の荷重

同位体	荷重	備考
H-3 (トリチウム)	10 ←	元素転換/水素結合による増幅 (Transmutation/hydrogen bonding amplification)
C-14 (炭素-14)	5	元素転換と酵素による増幅 (Transmutation and enzyme amplification)
Sr-90 (ストロンチウム-90)	300	DNA 結合性 (10) と 2 段階原子壊変事象 (30) (DNA binding (10) and Atomic Second Event (30))
Pu, Am (プルトニウム、アメリシウム)	300	不溶性粒子
Ce-144 (セリウム-144)	50	不溶性粒子
Ru-106 (ルテニウム-106)	50	不溶性粒子
U-238 (ウラン-238)	1000	2 次光電子効果 / DNA

# 森永徹氏によるトリチウムの生物循環

- 気体トリチウム (HT) →大気中で反応→再降下
- トリチウム水蒸気・トリチウム水 (HTO)
- 微生物分解および植物の光合成→有機物結合トリチウム→動物による摂取→生物濃縮
- 以下は私見→有機結合Tを具体的に考える必要
- T結合タンパク質、T結合糖類、T結合脂質、T結合代謝物質、T結合エネルギー伝達物質 (ATP/ADPなど→ミトコンドリアへの影響)
- T結合DNA・RNA前駆体 (Tチミジン、Tシチジンなど) →DNA・RNA (細胞およびミトコンドリアの内へのトリチウムの組み込み)





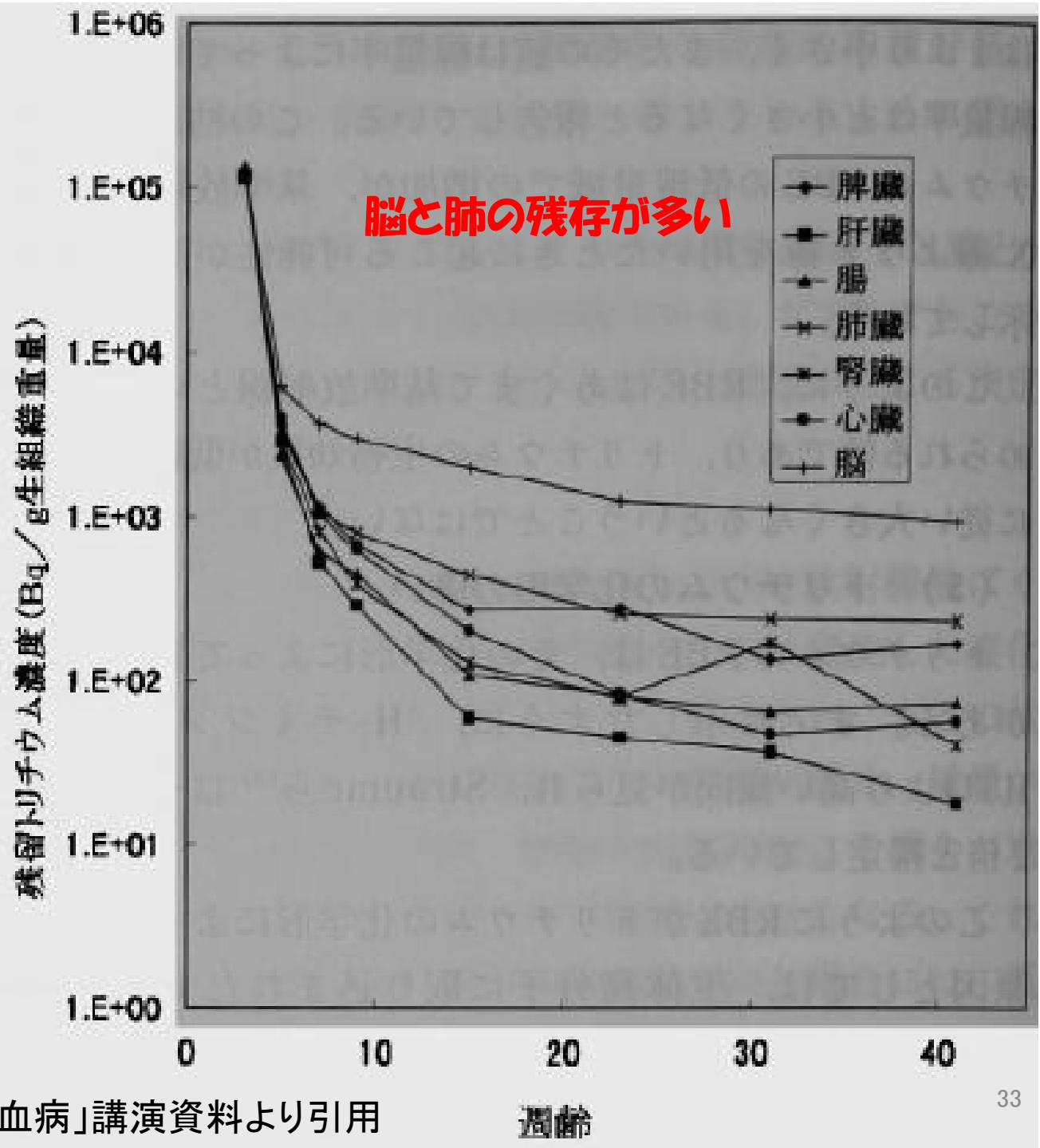
森永徹・元純真短期大学講師「玄海原発と白血病」講演資料より引用



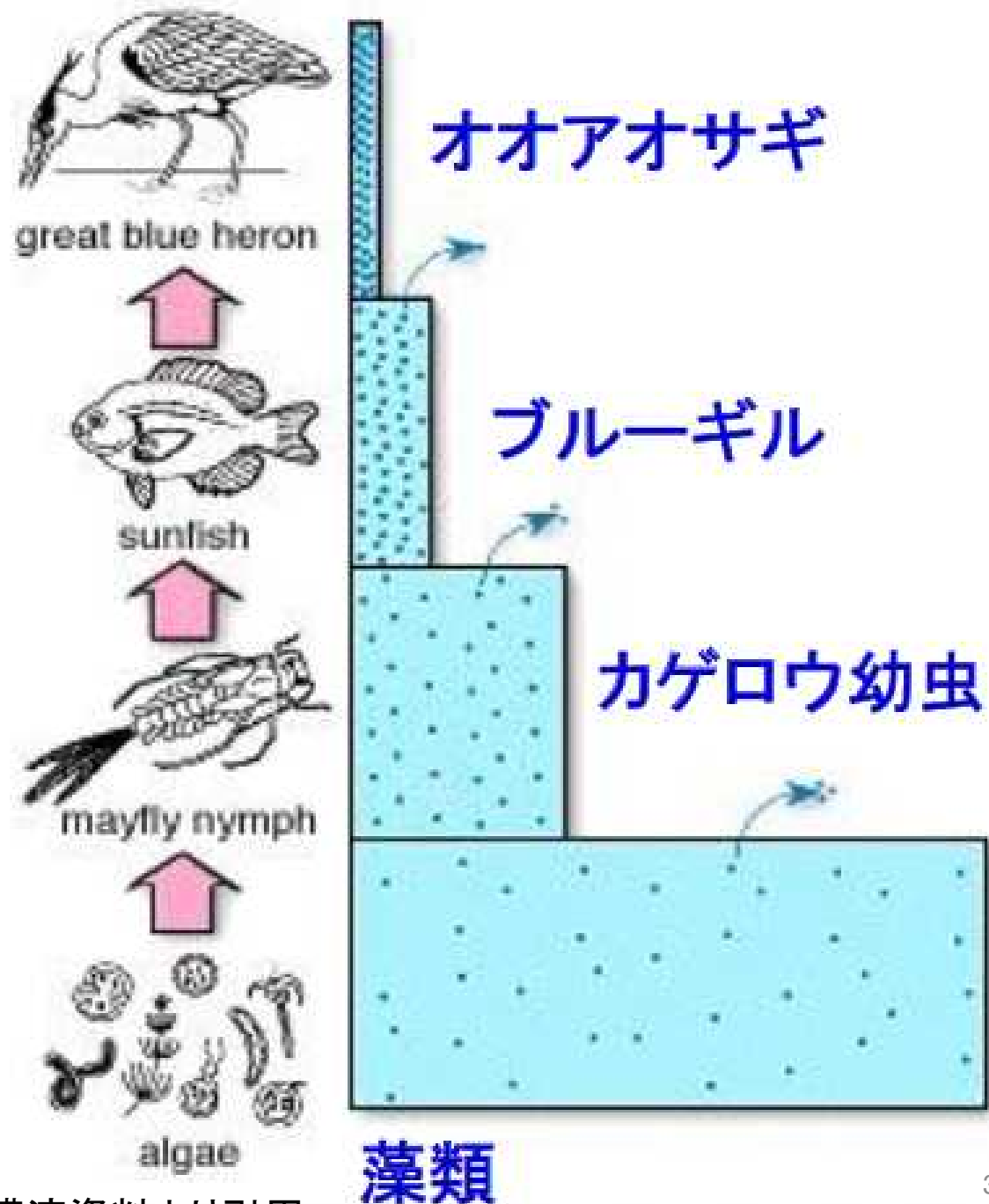
森永徹・元純真短期大学講師「玄海原発と白血病」講演資料より引用



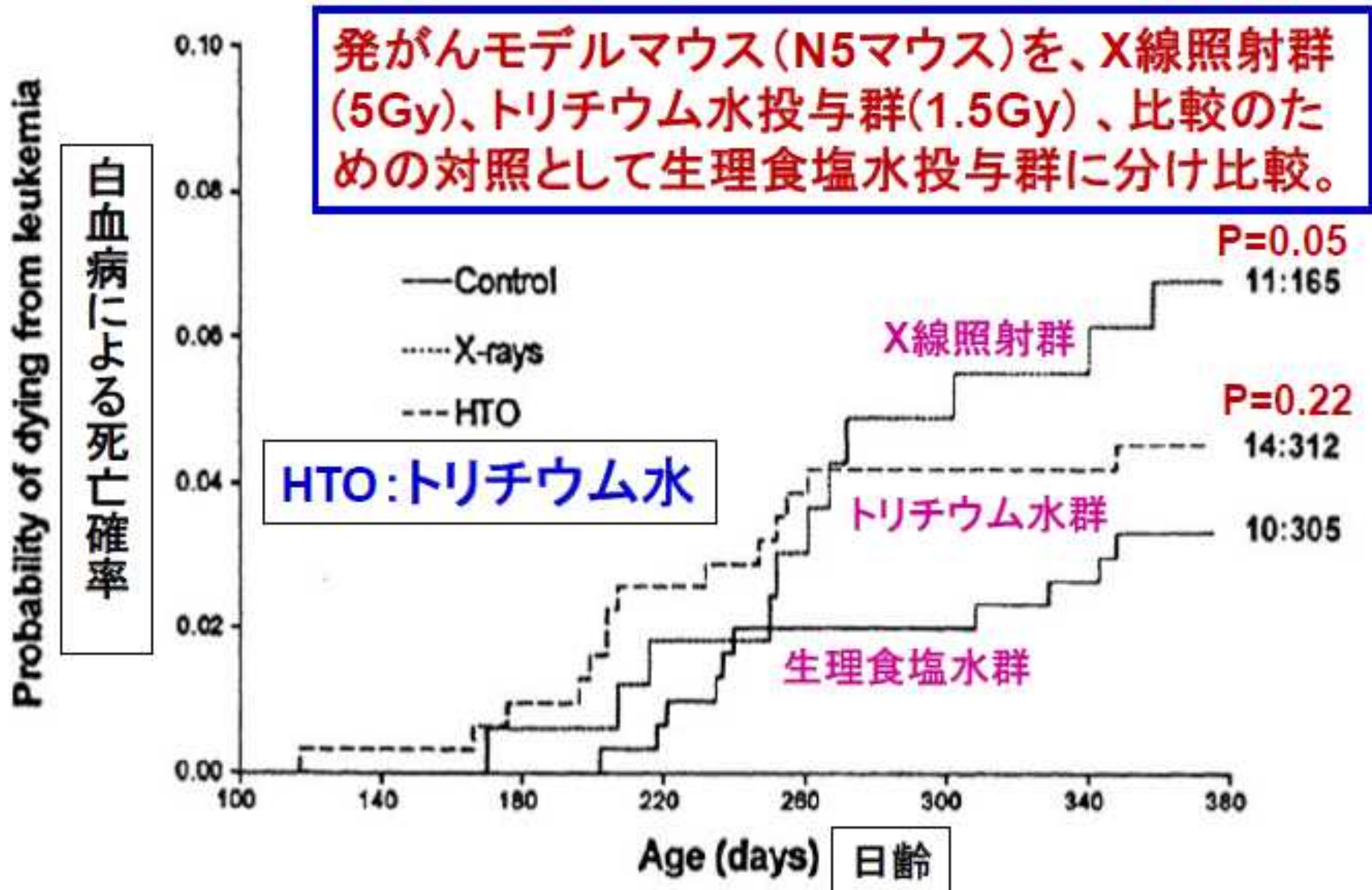
飲料水としてHTOを与えられた母マウスの母乳により離乳まで育てられた仔マウス体内の残存トリチウム濃度  
 →半減期にしたがっては減衰しない



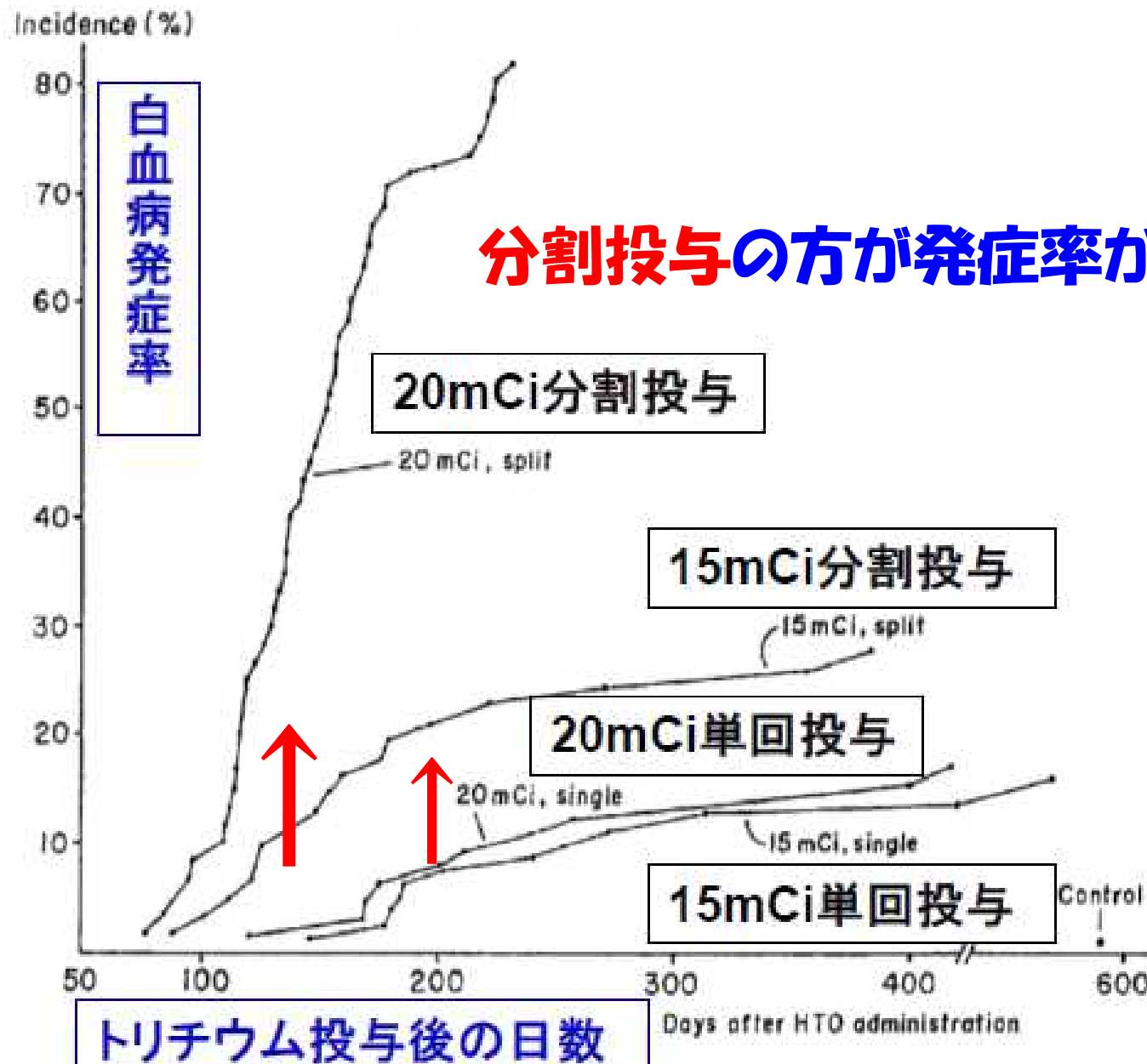
トリチウムの生物濃縮  
→海洋の場合でも同  
じと考えられる



# トリチウム水によるマウスの白血病発症率の上昇

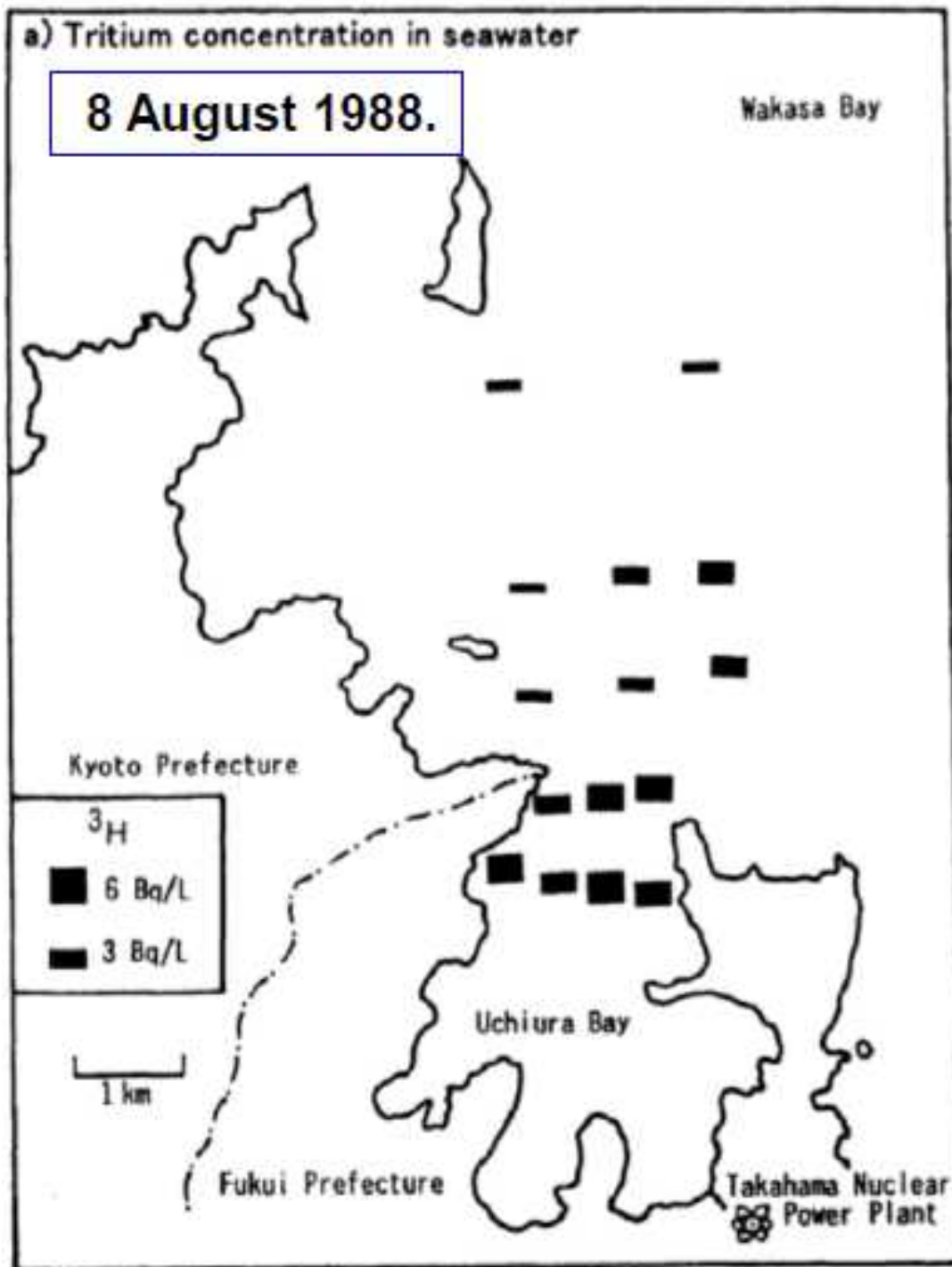


森永徹「玄海原発と白血病」講演資料より引用



Cumulative Incidence of Leukemia among Mice receiving either Single or Fractionated i.p. Administration of HTO

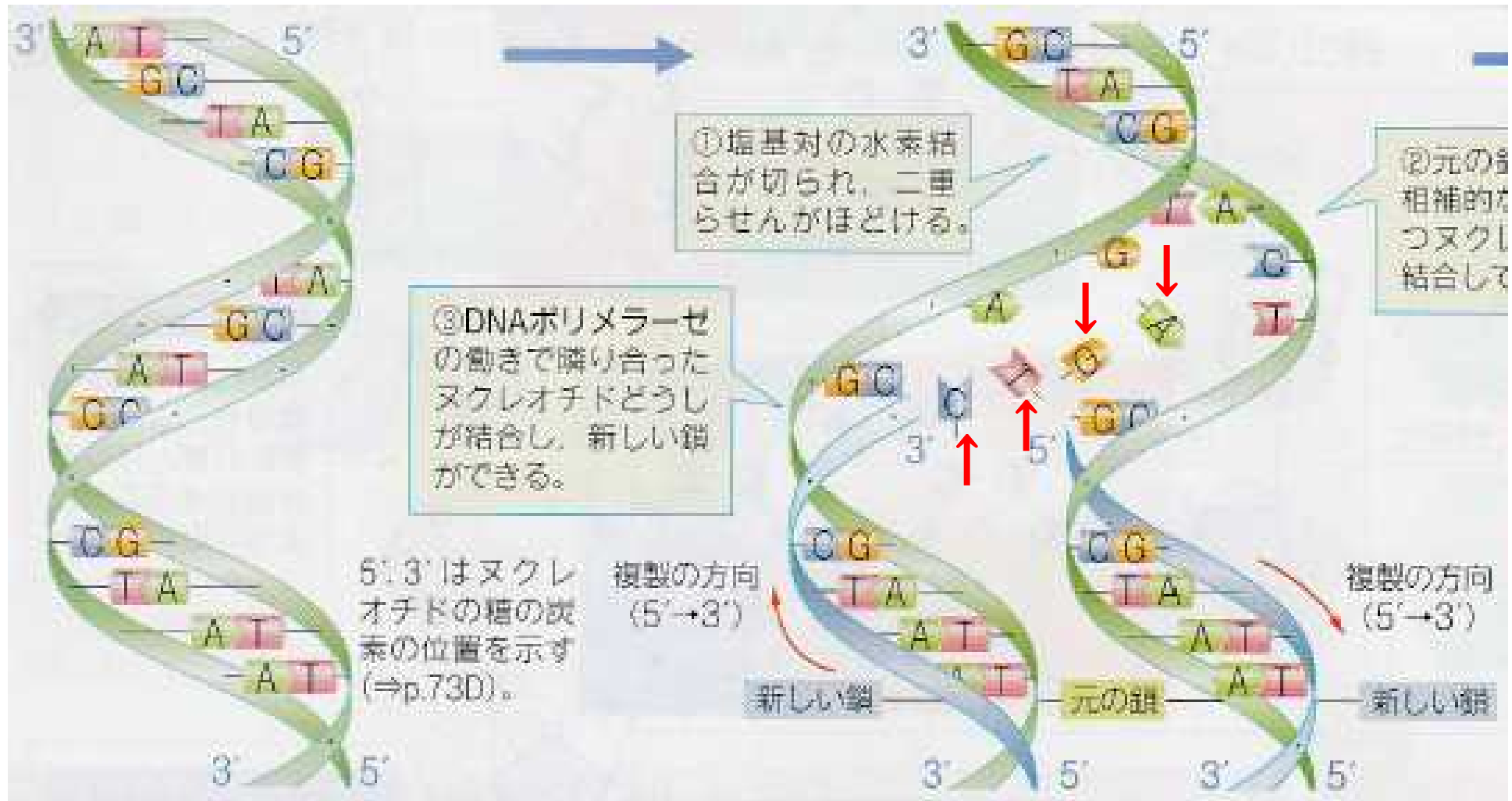
森永徹「玄海原発と白血病」講演資料より引用



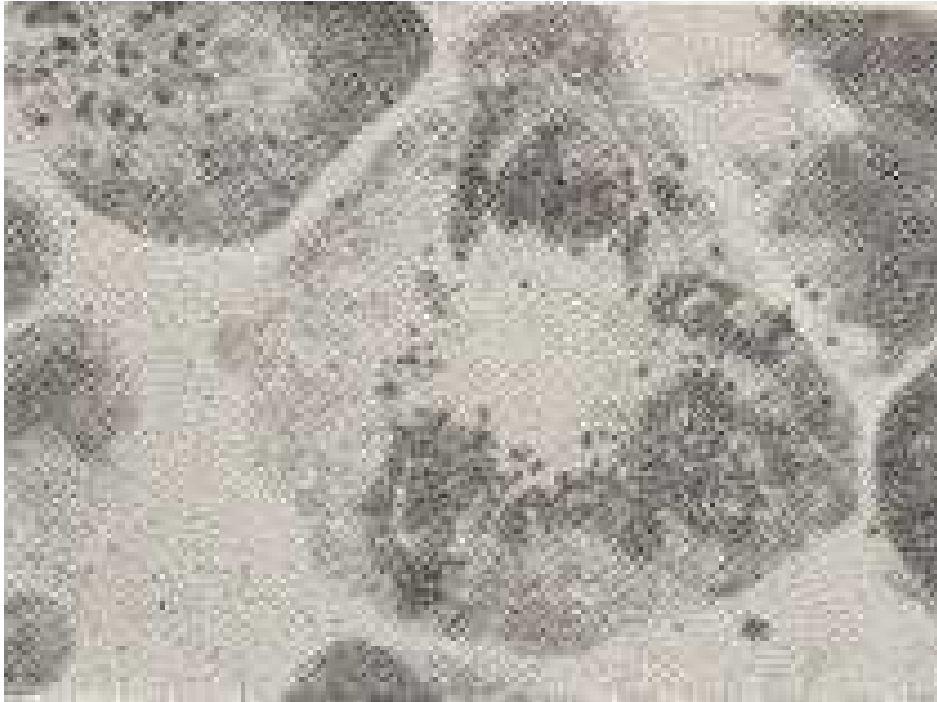
**高浜原発沖でのトリチウム濃度(3~6Bq/リットル):**  
**日本近海の平均は1983年当時0.71Bq/リットルだった**

森永徹「玄海原発と白血病」講演資料より引用

# DNAを複製する際の原料物質にトリチウムが取り込まれる

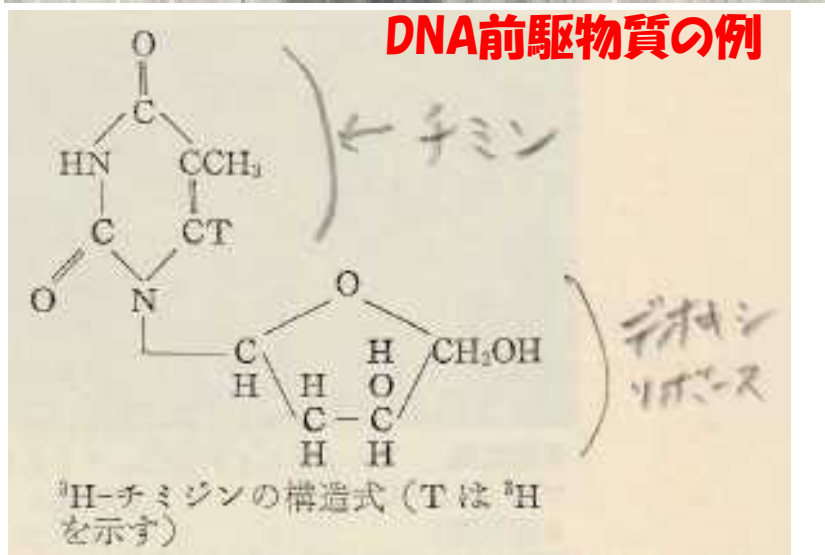






**トリチウムがDNA・RNAに取り込まれることはすでに1960年代から広く知られていた(日本放射性同位元素協会『ラジオアイソトープ。1966年版』)**

←トリチウムがDNA内に取り込まれる実験(トリチウムチミン) 黒い斑点部分



トリチウムがRNAに取り込まれる実験(トリチウムシチジン) 黒い斑点部分→

# トリチウムによる健康影響は極めて広い

- 遺伝障害（先天欠損症、ダウン症）
- 脳腫瘍（脂肪が6割なので有機トリチウムが蓄積しやすい）
- 小児白血病、乳がん
- 糖尿病
- 死産や新生児死亡
- カナダではCANDU炉（重水炉）が多数使用され原発労働者のがん発症率全体がその他諸国より顕著に高い

# 原発通常運転の危険性

- 通常運転つまり事故のない平常運転時も放射性物質を常に大量に放出している(トリチウム、微粒子、C14、ヨウ素など)
- PWR→トリチウム放出量が多い
- BWR→微粒子放出量が多い
- 運転を停止してもトリチウムの放出は続く
- 原発は運転停止後も大量の気体・液体トリチウムを放出し続けている

# 運転停止中のトリチウム放出 / 中部電力の サイトにある浜岡原発の事例

トリチウム（気体状）

目標値・年度	全排気筒
目標値	-
2009年度	$9.2 \times 10^{11}$
2010年度	$1.2 \times 10^{12}$
2011年度	$8.7 \times 10^{11}$
2012年度	$7.3 \times 10^{11}$
2013年度	$5.5 \times 10^{11}$
2014年度	$4.2 \times 10^{11}$
2015年度	$2.5 \times 10^{11}$
2016年度	$1.1 \times 10^{11}$

トリチウム（液体状）

目標値・基準値・年度	1号	2号	3号	4号	5号
目標値	-	-	-	-	-
基準値	$3.0 \times 10^{10}$ (注9) ( $9.2 \times 10^{11}$ )	$3.0 \times 10^{10}$ (注9) ( $9.2 \times 10^{11}$ )	$3.7 \times 10^{12}$	$3.7 \times 10^{12}$	$3.7 \times 10^{12}$
2009年度	$5.6 \times 10^8$	$5.3 \times 10^9$	$4.3 \times 10^{11}$	$1.4 \times 10^{11}$	$7.1 \times 10^{10}$
2010年度	$5.6 \times 10^8$	$3.8 \times 10^9$	$3.1 \times 10^{11}$	$2.7 \times 10^{11}$	$5.5 \times 10^{10}$
2011年度	$2.4 \times 10^8$	$1.5 \times 10^9$	$1.0 \times 10^{11}$	$6.2 \times 10^{10}$	$3.0 \times 10^{11}$
2012年度	$4.4 \times 10^7$	$2.1 \times 10^9$	$4.8 \times 10^{10}$	$1.9 \times 10^9$	$1.5 \times 10^{11}$
2013年度	$1.7 \times 10^7$	$1.4 \times 10^9$	$1.6 \times 10^{10}$	$3.8 \times 10^9$	$2.9 \times 10^{11}$
2014年度	$1.1 \times 10^7$	$1.7 \times 10^8$	$4.9 \times 10^9$	検出されず	$1.2 \times 10^{10}$
2015年度	放出なし	$1.8 \times 10^9$	$3.8 \times 10^{10}$	$6.5 \times 10^9$	$2.4 \times 10^9$
2016年度	$7.8 \times 10^5$	$1.6 \times 10^9$	$4.2 \times 10^{10}$	$1.2 \times 10^{10}$	$2.8 \times 10^9$

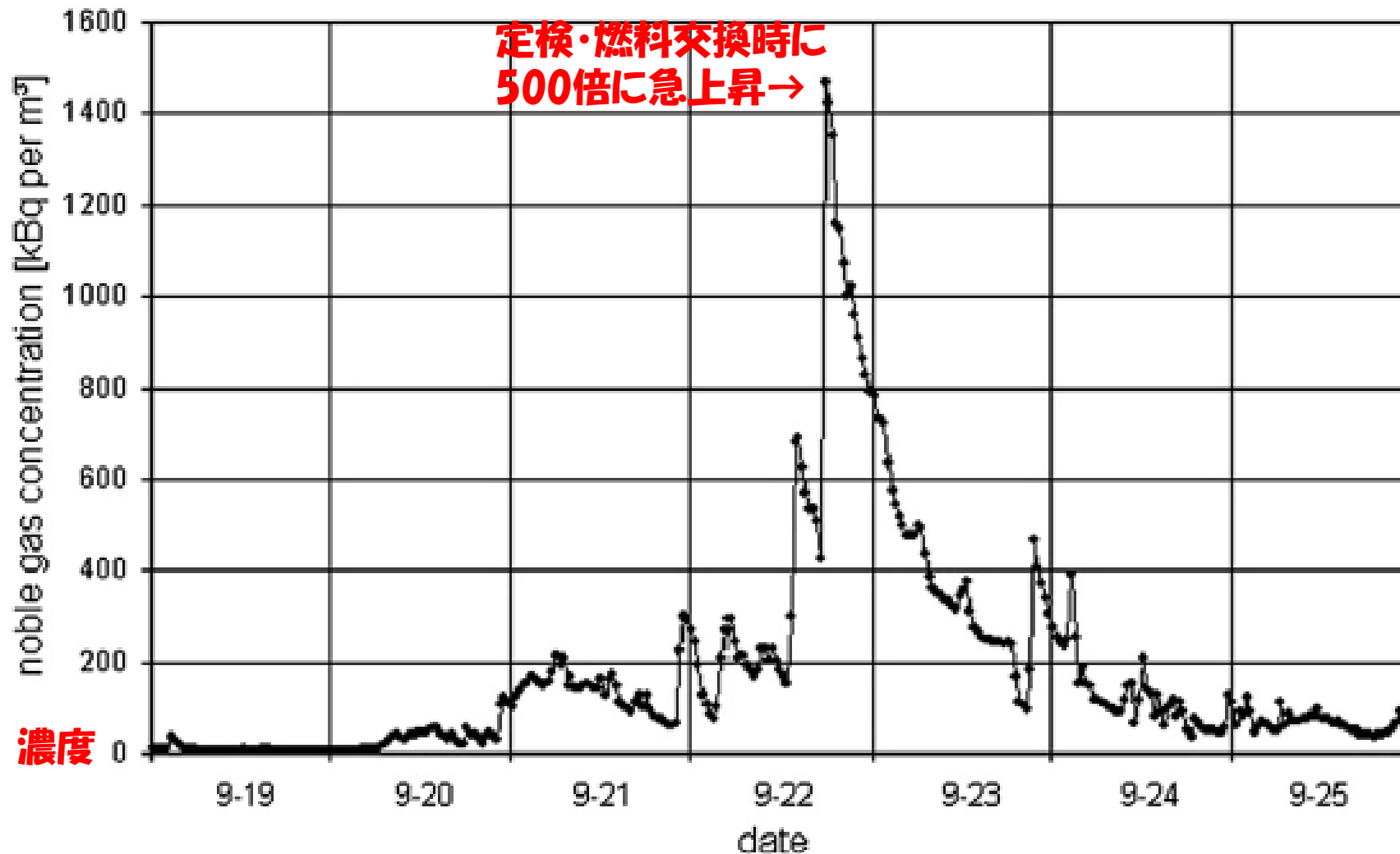
[https://www.chuden.co.jp/energy/hamaoka/hama\\_jisseki/hama\\_haikibutsu/index.html](https://www.chuden.co.jp/energy/hamaoka/hama_jisseki/hama_haikibutsu/index.html)

# 原発稼働・点検により放出されるトリチウム の集団線量と健康影響の推計

- 原発の通常運転時に発生する放射性的のトリチウム(三重水素)は、液体・水蒸気・気体ともに現在、**総量規制なしに無際限に排出**されている
- ICRP/UNSCEARの集団線量推計モデルから、原発の稼働時の**トリチウムの被曝リスク**を計算することは可能である
- 定期検査・燃料棒交換の時に原子炉容器の減圧・上蓋を開ける→**気体・水蒸気**のトリチウムを大量放出→統計が公表されておらず大雑把な推計しかできない(おおよその倍数を採用)
- ECRRによる過小評価補正を行う



# 原発からのスパイク状の希ガスの放出例:ドイツ・グントレミンゲン原発2011年9月19~25日(キロベクレル/立方メートル)→トリチウムも



# 放出された放射性核種と人為的環境放射線源からの集団実効線量の推定

線源	放出量(PBq)						集団実効線量 (人Sv) <sub>e</sub>	
	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C	希ガス	<sup>90</sup> Sr	<sup>131</sup> I	<sup>137</sup> Cs	局地および地域	世界
原子力発電								
製錬と採鉱							2700	
→ 原子炉運転	140	1.1	3200		0.04		3700 ←	
燃料再処理	57	0.3	1200	6.9	0.004	40	4600	
燃料サイクル							300000e	100000

[出典] 放射線医学総合研究所(監訳):国連科学委員会報告「放射線の線源と影響」、1993年版、(株)実業公報社(1995) p.210

- 国連科学委員会UNSCEAR1993報告による歴史的総括表より
- 各核種の放出比率は概ね同じと考えられるので、トリチウム1ペタベクレル(1000兆Bq)あたりの集団線量は、この推計によれば、**26.4人・Svすなわち0.00264万人・Sv**となる

# 通常運転によるトリチウム発生量の推計

- 原子力安全委員会（当時）「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について(1989)」  
→110万kw原発について年間の液体トリチウムの放出量を規定している：
- **加圧水型PWR**： $7.4 \times 10^{13}$  Bq=74テラ(兆)Bq/年
- **沸騰水型BWR**： $3.7 \times 10^{12}$  Bq=3.7テラBq/年
- 1～3号機(総出力203kw→7.4テラBq/年)では、福島事故原発BWRの東電発表の「トリチウム総量」3400テラBqが溜まるのに460年かかる?? / 「汚染水タンク」中のトリチウム830テラBqが溜まるまでに110年かかる??→生成したトリチウムは燃料棒の中に溜まる→事故では破損により放出
- 原発のトリチウム生成量は桁違いに大きい→再処理工場

同文書は以下の文科省のサイトにある：

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/nc/t19890327001/t19890327001.html](http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/t19890327001/t19890327001.html)

# 気体・水蒸気放出量を加えてリスクを計算

- 気体・水蒸気でのトリチウム放出量については、データが極めて限られている
- イアン・フェアリー氏：カナダ・ダーリントン原発についてのみ気体・水蒸気・液体でのトリチウム排出量を掲げている
- 気体1770テラ(兆)Bq・水蒸気1010テラTBq・液体643テラBq(2001～2005年合計)
- **総放出量**(3424テラBq)/**液体**(643テラBq)=5.33倍→大雑把な数字として液体放出量の**約5倍**を採用しよう
- 110万kw級PWR1基が稼働すれば、1年間で、 $74 \times 5 = 370$ テラBqつまり**0.37ペタ(10の15乗)Bq**のトリチウムが放出されることになり、その放射線被ばくリスクは以下の通り計算できる

# 浜岡原発における気体トリチウムの放出量

- 中部電力は浜岡原発からの気体トリチウム放出量を公表している→気体/液体比
- 1997～2008年度で気体は合計9.48テラBq
- 液体は合計9.31テラBq→**ほぼ1対1**
- したがってトリチウム総放出量は、液体トリチウム放出量の約**2倍**(ただしBWRの場合)
- 浜岡の放出量統計にスパイク放出が含まれているかどうかは不明
- フェアリー氏の**5倍**は**法外な数字ではない**



## 放射性気体廃棄物年間放出量（単位：Bq）（2008年度まで）

浜岡原発  
のデータ



目標値・年度	放射性希ガス	放射性ヨウ素	粒子状物質	トリチウム（気体状）
目標値（注7）	$6.3 \times 10^{15}$	$3.1 \times 10^{11}$	-	-
1997年度	検出されず	検出されず	検出されず	$8.6 \times 10^{11}$
1998年度	検出されず	検出されず	検出されず	$9.0 \times 10^{11}$
1999年度	検出されず	検出されず	検出されず	$7.7 \times 10^{11}$
2000年度	検出されず	検出されず	検出されず	$7.1 \times 10^{11}$
2001年度	検出されず	検出されず	検出されず	$9.4 \times 10^{11}$
2002年度	検出されず	検出されず	検出されず	$8.0 \times 10^{11}$
2003年度	検出されず	検出されず	検出されず	$5.3 \times 10^{11}$
2004年度	検出されず	検出されず	検出されず	$8.0 \times 10^{11}$
2005年度	検出されず	$2.0 \times 10^3$ （注8）	検出されず	$7.5 \times 10^{11}$
2006年度	検出されず	検出されず	検出されず	$7.4 \times 10^{11}$
2007年度	検出されず	検出されず	検出されず	$7.4 \times 10^{11}$
2008年度	検出されず	検出されず	検出されず	$9.4 \times 10^{11}$


表中の「検出されず」は測定結果が、検出限界以下であったことを示します。

（注7）2009年11月保安規定の変更により、放射性気体廃棄物の放出管理目標値を変更しています。

（注8）2005年7月27日浜岡原子力発電所可燃性固体廃棄物焼却炉排ガスから、ごく微量な放射性ヨウ素が検出されました。

## 放射性液体廃棄物年間放出量（単位：Bq）（2008年度まで）

浜岡原発  
のデータ



目標値・基準値・年度	トリチウムを除く放射性液体	トリチウム（液体状）
目標値（注10）	$1.8 \times 10^{11}$	-
基準値（注10）	-	$1.8 \times 10^{13}$
1996年度	検出されず	$6.8 \times 10^{11}$
1997年度	検出されず	$6.0 \times 10^{11}$
1998年度	検出されず	$1.3 \times 10^{12}$
1999年度	検出されず	$9.4 \times 10^{11}$
2000年度	検出されず	$6.1 \times 10^{11}$
2001年度	検出されず	$6.2 \times 10^{11}$
2002年度	検出されず	$7.5 \times 10^{11}$
2003年度	検出されず	$5.9 \times 10^{11}$
2004年度	検出されず	$4.6 \times 10^{11}$
2005年度	検出されず	$7.5 \times 10^{11}$
2006年度	$2.7 \times 10^4$ （注11）	$6.8 \times 10^{11}$
2007年度	検出されず	$6.0 \times 10^{11}$
2008年度	検出されず	$7.3 \times 10^{11}$

表中の「検出されず」は測定結果が、検出限界以下であったことを示します。

（注10）2009年11月保安規定の変更により、トリチウムを除く放射性液体の放出管理目標値およびトリチウム（液体状）の放出管理基準値を変更しています。

（注11）2006年9月23日浜岡原子力発電所3号機タービン建屋海水ドレンサンブから、補給水が放出されました。

# UNSCEAR/ICRPリスクモデルによる計算

- PWR110万kw級を1年間運転した場合の集団線量： $0.37 \times 0.00264 = 0.000977$ 万人・Sv
- 1万人・Svあたりの**ICRP**のリスク係数を発がん1800・がん死450とする
- PWR110万kw級の1年間の通常運転リスクは：
  - **過剰発がん1.76人/年**
  - **過剰がん死0.44人/年**
- 地理的条件、風向など気候条件、周辺の人口密度などにより変化するが
  - **決してゼロではない**

# ECRR係数によるリスク過小評価の補正

- **ECRR**は、Kikk研究(原発5km以内の子供のがん1.6倍、白血病2.2倍)などに基づいて、ICRP/UNSCEARの原発運転リスクの**過小評価率を200分の1～1000分の1**と評価→これを採用する
- UNSCEAR/ICRPリスク発がん1.76人・がん死0.44人を**200倍～1000倍**して→
- **352～1760人の過剰発がん**と**88～440人の過剰がん死**と計算できる(地域的・全国的な規模で)→原発が集中立地している福井、新潟、福島、青森などの周辺地域→若狭湾/琵琶湖/近畿圏など
- **原発の通常運転による被曝リスクは極めて大きい**→**隠されている可能性がある**



表 1 1. 1 核施設近隣に居住する子供らにおける過剰な白血病とガンリスクを立証している研究。

核施設	年	ICRP リスクの何倍か	備考
<sup>a</sup> セラフィールド/ウィンズケール、英国	1983	100～300	COMARE によってよく調べられた：大気と海への高いレベルの放出
<sup>a</sup> ドーンレイ、英国	1986	100～1000	COMARE によってよく調べられた：大気と海への粒子状の放出
<sup>a</sup> ラ・アーク、フランス	1993	100～1000	大気と海への粒子状の放出：生態学的、症例参照研究
<sup>c</sup> アルダーマストン/パープフィールド、英国	1987	200～1000	COMARE によってよく調べられた：大気と河川への粒子状の放出
<sup>b</sup> <u>ヒンクリーポイント、英国</u>	1988	200～1000	沖合の泥土堆への放出
<sup>d</sup> ハーウェル	1997	200～1000	大気と河川への放出
<sup>b</sup> <u>クリュンメル、ドイツ</u>	1992	200～1000	大気と河川への放出
<sup>d</sup> ユーリッヒ、ドイツ	1996	200～1000	大気と河川への放出
<sup>b</sup> <u>パーセベック、スウェーデン</u>	1998	200～1000	大気と海への放出
<sup>b</sup> <u>チェプストウ、英国</u>	2001	200～1000	沖合の泥土堆への放出
<u>全ドイツ: KiKK</u>	2007	1000	様々なタイプをあわせたもの

<sup>a</sup>海に放出している再処理工場；<sup>b</sup>海あるいは河川に放出している原子力発電所；<sup>c</sup>核兵器あるいは核物質製造工場；<sup>d</sup>地域の河川に放出している原子力研究所



# 関西電力の3原子力発電所が 10年間で放出した液体の形でのトリチウム

単位：テラ（兆）ベクレル

←**気体・水蒸気での  
放出分は除く統計で  
あることに注意**

年 度	美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所	総合計
2001	17	53	13	
2002	18	63	64	
2003	23	59	90	
2004	16	63	98	
2005	15	69	66	
2006	14	68	77	
2007	20	60	89	
2008	18	40	74	
2009	23	43	81	
2010	13	65	56	
合 計	177	583	708	1468

## 比較の対象

- (1) 広島原爆のトリチウム放出量：**1万1000テラBq**
- (2) 福島事故原発のトリチウム総量(東電の発表した2014年3月時点の推計)：**3400テラBq**、うち汚染水タンク中のトリチウム量(同)：**830テラBq**

気体・水蒸気を含めて放出総量をこの**5倍と仮定する**→**総計7340テラBq**

(原子力施設運転管理年報 平成23年度版による)

[http://www.inaco.co.jp/isaac/shiryo/hiroshima\\_nagasaki/fukushima/10.html](http://www.inaco.co.jp/isaac/shiryo/hiroshima_nagasaki/fukushima/10.html)

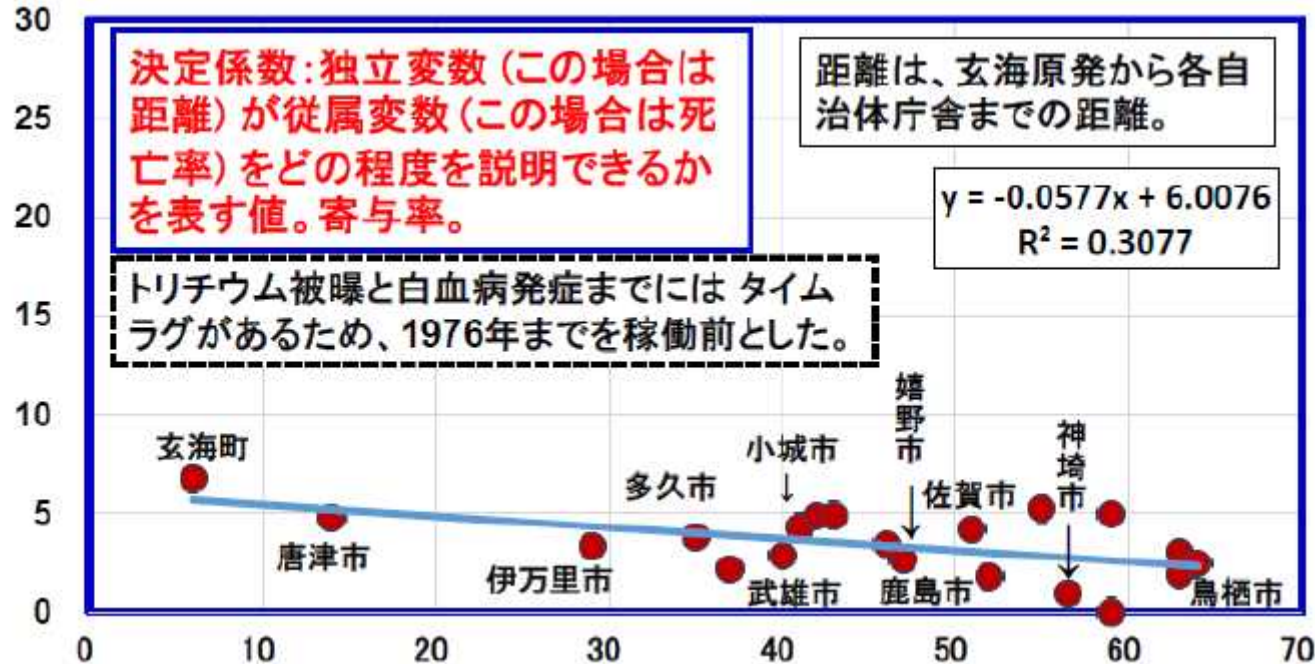
**7.34PBqに対する集団線量は0.0194万人・Sv→ECRR補正**

# 関電の原発稼働による健康被害の推計

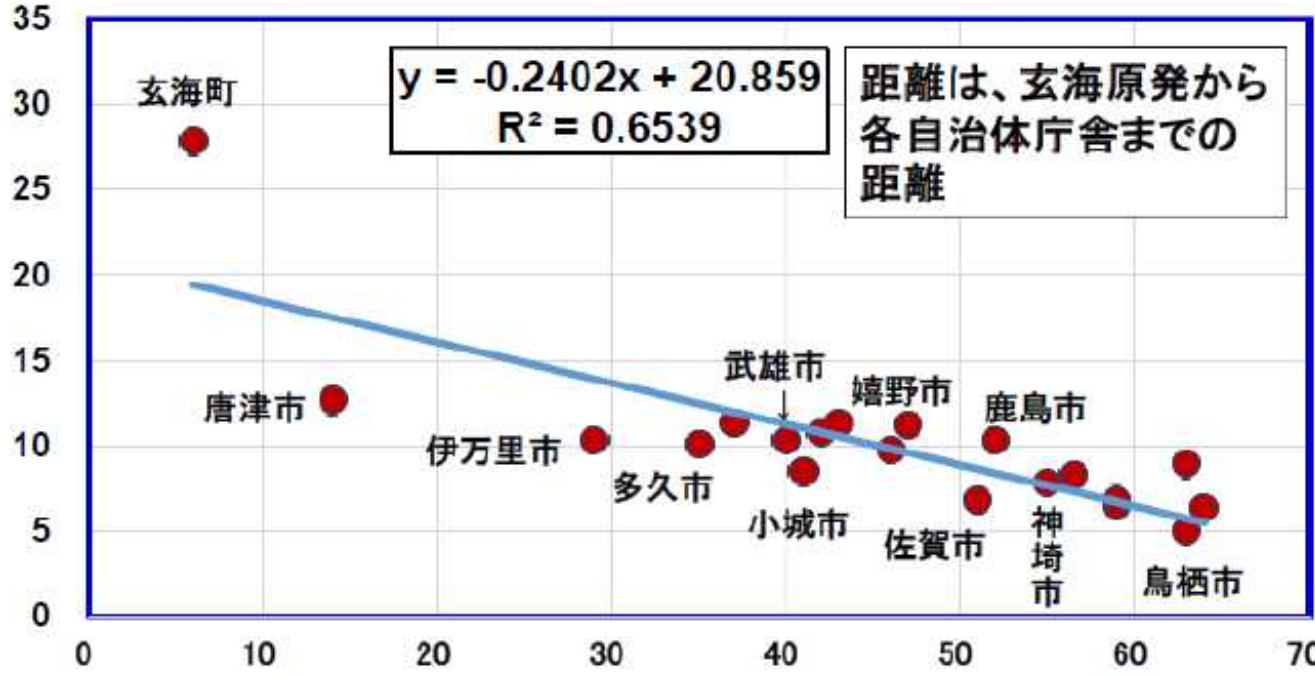
- 1万人・SvあたりのICRPのリスク係数を発がん1800・がん死450とすると→0.0194万人・Svに対しては34.9人/8.7人
- ECRR補正をすると：×200～×1000
- **10年間**の関電の原発運転により、地域的・全国的に
- **約6980～3万4900人の発がん/約1740～8700人のがん死**がもたらされた可能性があることになる
- 事故がない場合の通常運転であっても、その健康被害は**極めて大きい**可能性を考えるべきである
- 今まで、トリチウム、さらには炭素14や希ガスの危険性が著しく過小評価されてきたため。過小評価率は、われわれが採用したECRRでは約**200分の1～1000分の1**だが
- **フェアリー氏**はさらに大きく**1万～10万分の1**と見積っている→リスクは**35万～350万人発がん、8.7万～87万人のがん死**の可能性がある

玄海原発の稼働前(1969~76年:上)・稼働後(2001~11年:下)における周都市町村における白血病死亡率の変化

白血病による死亡率(10万対)



白血病による死亡率(10万対)



玄海原発からの距離 (km)

## 主なPWRとBWRのトリチウム放出量(2002~2012年) と原発立地自治体住民の死因別死亡率(対10万人)

原発立地自治体	炉型	原発名	トリチウム放出量 (テラBq)	白血病	循環器系の疾患	急性心筋梗塞
玄海町	加圧水型	玄海原発	826.0	23.5	338.8	44.3
薩摩川内市		川内原発	413.0	17.6	401.9	49.6
伊方町		伊方原発	586.0	29.1	580.5	67.4
高浜町		高浜原発	574.8	7.6	404.2	77.8
おおい町		大飯原発	768.0	9.6	407.6	92.3
松江市	沸騰水型	島根原発	4.3	7.4	148.8	21.2
柏崎市・刈羽村		柏崎刈羽原発	6.9	6.6	197.8	50.7
女川町		女川原発	0.2	7.0	291.9	73.4
東通村		東通原発	0.7	0.0	113.1	27.1

森永徹氏提供

# 未解明の問題

- **水系**へのトリチウム降下物の影響
- 近畿圏については、福井県若狭湾に集中した原発からのトリチウムによる**琵琶湖**の汚染→琵琶湖水系を飲料水・生活用水に利用する広範囲の近畿圏住民への健康影響の可能性
- 伊方原発からのトリチウムによる**吉野川源流域**への降下→徳島県・香川県住民への健康影響の可能性



# トリチウム以外にも実は危険な通常放出

- 通常運転による放射性**希ガス**の放出は、110万kw原発1基あたりBWR/PWRで年間1.9/1.3ペタ(1000兆)Bqと想定されている
- 放射性**ヨウ素**(131+134)の放出、BWR/PWRで気体年間210/65ギガ(10億)Bq、液体0.78/0.56ギガBq
- 放射性**セシウム**(134+137)の放出、BWR/PWRで微粒子状年間7.2/0.45ギガBq、液体4.9/18.4ギガBq
- セシウムに加えて**ストロンチウム**、**コバルト**など大気中放出放射性**微粒子**、BWR/PWRで合計年間17/0.57ギガBq
- これらの放射性物質の放出の危険性は**無視**されている

前掲 原子力安全委員会(当時)「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量当量評価について」

# 研究用原子炉からのトリチウム放出(1)

- 科学研究機関で生成されるトリチウムは、ほとんど無処理で放出されている
- **大阪府熊取町**にある京都大学の実験用原子炉からのトリチウムの放出量は、無視できないレベルにある
- 出力の小さいBWR1基程度の放出量がある
- **大阪府の南部では、白血病の罹患率が急上昇**している自治体が目立つが、福島原発事故だけでなく、熊取原子炉からの放出との関連が疑われる



大阪府南部にある熊取実験所の外観



2011年10月10日京都大学学生による実験所への抗議デモ

表 京都大学原子炉実験所（大阪府熊取町）からのトリチウム放出量公表分（単位：Bq）

年度	期間	液体放出量	大気放出量	放出量合計	備考
2008 (H20)	4-9	$2.4 \times 10^7$ 乗	——		大気放出：検出下限以下
	10-3	$3.3 \times 10^8$ 乗	——		大気放出：検出下限以下
2009 (H21)	4-9	$4.4 \times 10^7$ 乗	——		大気放出：検出下限以下
	10-3	$1.4 \times 10^8$ 乗	——		大気放出：検出下限以下
2010 (H22)	4-9	$7.3 \times 10^6$ 乗	$8.0 \times 10^8$ 乗		
	10-3	——	$1.6 \times 10^9$ 乗		液体放出：検出下限以下
2011 (H23)	4-9	$4.4 \times 10^7$ 乗	$1.4 \times 10^9$ 乗		
	10-3	$1.1 \times 10^8$ 乗	$2.0 \times 10^9$ 乗		
2012 (H24)	4-9	$1.9 \times 10^7$ 乗	$1.1 \times 10^9$ 乗		
	10-3	$5.4 \times 10^7$ 乗	$4.0 \times 10^8$ 乗		
2013 (H25)	4-9	$1.7 \times 10^7$ 乗	$1.0 \times 10^9$ 乗		
	10-3	$2.8 \times 10^7$ 乗	$4.0 \times 10^8$ 乗		
2014 (H26)	4-9	$4.8 \times 10^8$ 乗	$1.7 \times 10^9$ 乗		
	10-3	$2.1 \times 10^7$ 乗	$6.7 \times 10^9$ 乗		
2015 (H27)	4-9	$7.0 \times 10^8$ 乗	$2.4 \times 10^9$ 乗		
	10-3	$9.5 \times 10^8$ 乗	——		大気放出：検出下限以下
合計	8年間	$3.0 \times 10^9$ 乗	$2.0 \times 10^{10}$ 乗	$2.3 \times 10^{10}$ 乗	大気中/液体比=6.7倍
平均	1年間	$3.7 \times 10^8$ 乗	$2.5 \times 10^9$ 乗	$2.9 \times 10^9$ 乗	合計を8で割る
総放出	53年間	$2.0 \times 10^{10}$ 乗	$1.3 \times 10^{11}$ 乗	$1.5 \times 10^{11}$ 乗	年間平均を53倍する

注記：四捨五入により合計値は一致しない。原資料に「検出限界以下」と記載されているデータは、ゼロとして計算した。したがって実際の放出量は、ここに記載された数値より大きい。

出典：大阪府原子炉問題審議会会議資料 <http://www.pref.osaka.lg.jp/kikaku/genshiroshin/>



表 トリチウム大気中放出量の記載がある四半期の大気中/液体放出量とその比率

四半期	液体放出量 Bq	大気中放出量 Bq	大気中/液体比率	備考
2015年4-6月	$2.8 \times 10^8$ 乗	$2.4 \times 10^9$ 乗	8.6 倍	平均の 6.7 倍に近い
2015年1-3月	$4.1 \times 10^6$ 乗	$6.7 \times 10^9$ 乗	1634 倍	2014年度の第4四半期

注記：わずか 8 四半期の間に 1 回現れた、この大気中/液体放出量比の大きな違いは、2015年1-3月期の統計が表しているような、元素気体あるいは蒸気トリチウムの大気中へのスパイク状の大量放出現象が現に存在しており、統計上はそれらが不十分にしか反映していない可能性を示唆する。

出典：上同、大阪府原子炉問題審議会会議資料 <http://www.pref.osaka.lg.jp/kikaku/genshiroshin/>

表 2年に1回のスパイク放出（液体放出量の1600倍すなわち年間で800倍）を仮定したトリチウム放出量の推計（単位 Bq）

期間	液体放出量 Bq	大気中/液体倍率	大気中放出量 Bq	総放出量 Bq
2008～2015年間	$3.0 \times 10^9$ 乗	800	$2.4 \times 10^{13}$ 乗	$2.4 \times 10^{13}$ 乗
年間平均	$3.7 \times 10^8$ 乗	800	$3.0 \times 10^{12}$ 乗	$3.0 \times 10^{12}$ 乗
53年間合計	$2.0 \times 10^{10}$ 乗	800	$1.6 \times 10^{14}$ 乗	$1.6 \times 10^{14}$ 乗
比較：PWR年間	$2.0 \times 10^{13}$ 乗	2	$2.1 \times 10^{13}$ 乗	$4.2 \times 10^{13}$ 乗

注：原発の大気中/液体倍率は中部電力の推計と同じと仮定

## 大阪府南部では白血病による死亡率の上昇が見られている

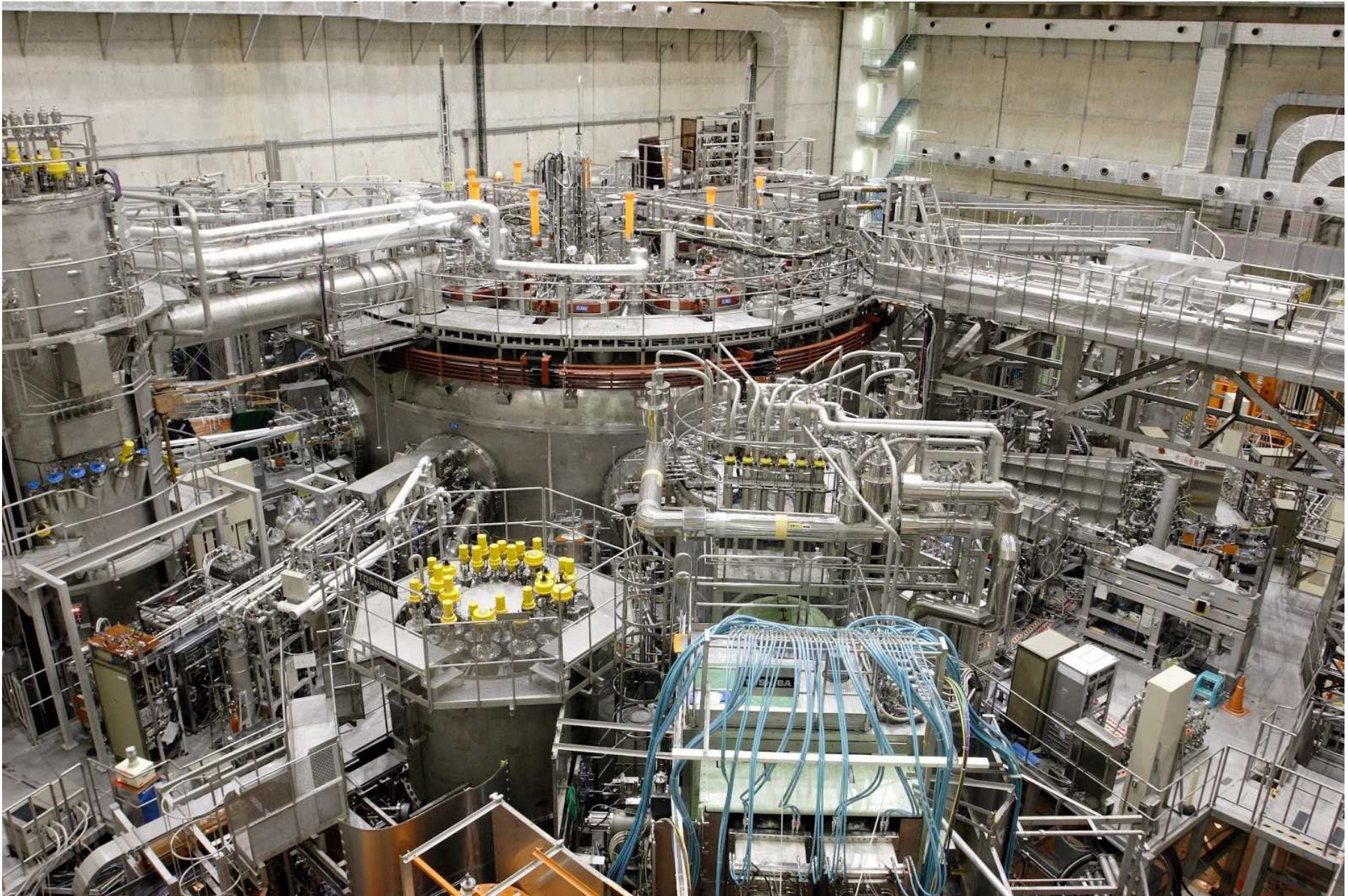
	人口	1999	2013	倍率
全国		5.4	6.5	1.2
大阪府	8,865,245	5.3	6.6	1.2
河南町	17,040	5.9	17.6	3.0
忠岡町	18,149	0.0	16.5	
田尻町	8,085	0.0	12.4	
泉南市	64,403	7.8	10.9	1.4
交野市	77,686	2.6	10.3	4.0
高石市	59,572	6.7	10.1	1.5
門真市	130,282	5.4	10.0	1.9
八尾市	271,460	5.9	9.6	1.6
泉佐野市	100,801	5.0	8.9	1.8
熊取町	45,069	6.7	8.9	1.3

出典：人口動態統計調査各年版 遠坂俊一氏提供



## 研究用原子炉からのトリチウム放出(2)

- **岐阜県土岐市**にある核融合科学研究所の大型ヘリカル装置における重水素実験が始まった
- 計画ではトリチウムを年間370億～555億ベクレルを発生させ、うち37億ベクレルを環境中に放出する計画
- 小型のBWR1基程度の放出量(女川原発など)



核融合炉の写真:核融合科学研究所ホームページ



重水素実験は、法令、協定書・覚書、安全管理計画を遵守して実施します。

重水素実験は9年間で予定しています

	前半6年間		後半3年間	
実験年度	初年度 (第19サイクル)	第2～6年度	第7～9年度	第10年度 以降
事項	予備的実験 (施設検査)	プラズマ 高性能化実験	総合性能実験	ポストLHD 計画へ転換
年間トリチウム 最大発生量	370億ベクレル(1キュリー) (各年度積算量)		555億ベクレル (1.5キュリー) (各年度積算量)	---
年間トリチウム 最大放出量	37 億ベクレル(0.1キュリー) (各年度)			---
年間中性子 最大発生量	2.1×10 <sup>19</sup> 個 (各年度積算量)		3.2×10 <sup>19</sup> 個 (各年度積算量)	---

10億ベクレル(=1GBq)

核融合科学研究所「大型ヘリカル装置における重水素実験の開始にあたって」

2013年4月5日 反対集会



2017年3月7日 抗議行動



# トリチウムの**特別**の危険性について詳しく は私どもの本(第2章)をご覧ください



# 結論

- 事故原発からの**海洋放出**を止めさせるために運動すること
- トリチウムによる被曝の**特別の**危険性を訴えていくこと
- 原発の**通常運転**による**トリチウム**など放出放射能の危険性を訴え、**再稼働を止め**させること
- 身近な危険として**研究用の原子炉**からの放出放射能データの公開と**の**その危険性を訴え、**運転停止**を要求すること



**ご清聴ありがとうございました**

森永徹氏、山田耕作氏、遠藤順子氏、落合栄一郎氏、遠坂俊一氏ほかご協力いただいた皆さまに感謝いたします