

# トリチウム 汚染水 の

原発から海への投棄で何かと話題のトリチウム水。その実態は？ 意外と知られていないかもしれません。ほんの、20年くらい前には、盛んに議論されていたのですが。

## 話

西尾 正道

北海道がんセンター名誉院長  
新著『被曝インフォデミック』  
(寿郎社刊 税込 1210 円) を基に

資料と解説  
(2~12P) (13~16P)

この小冊子は、左記の西尾著作を基に、同氏のスライドや論文、東電や経産省の資料を加え、編集部で再編集したものです。

# 資料編

## 汚染水の浄化装置 ALPS で処理対象とされている核種

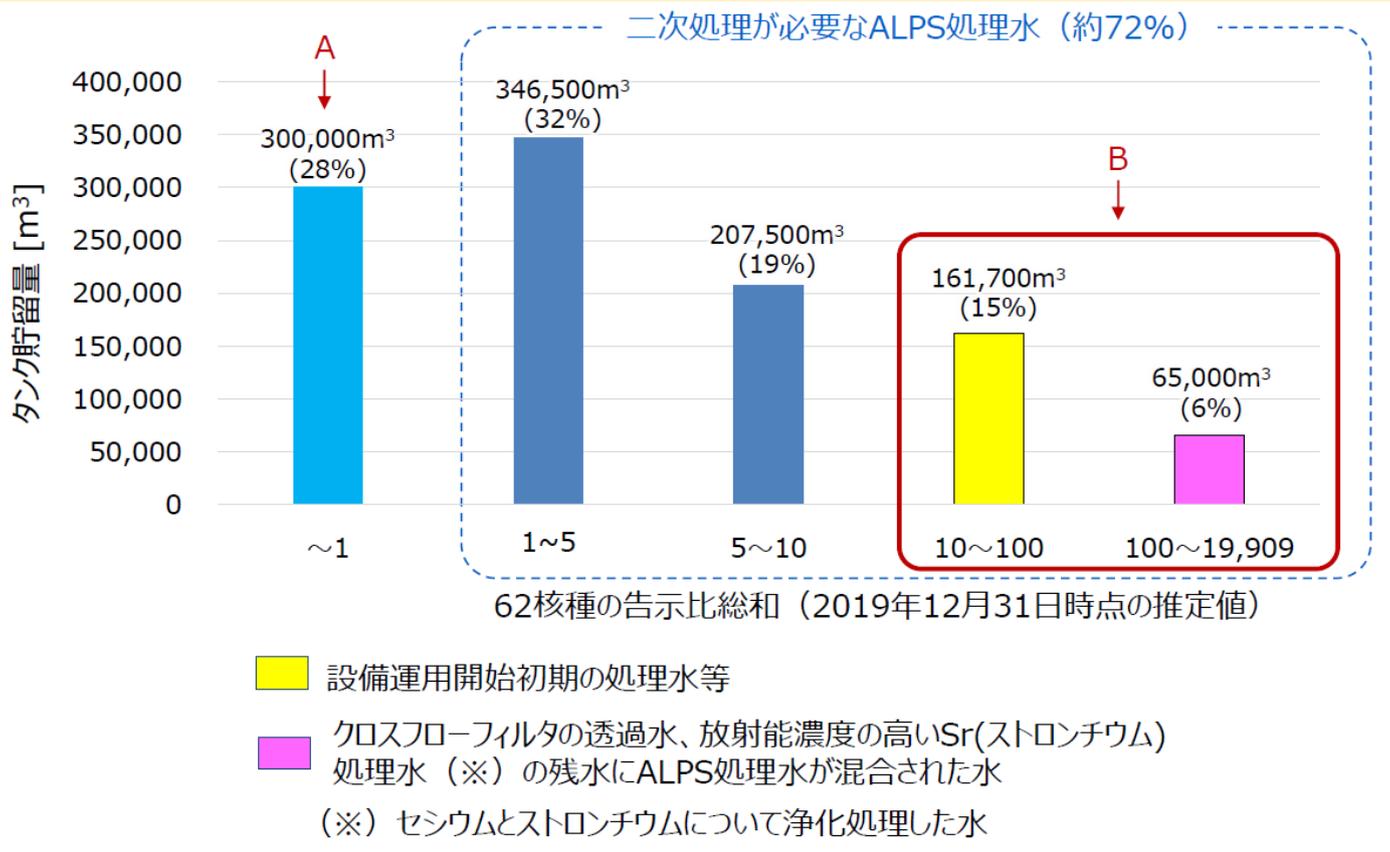
半減期の順位	核種名	半減期
1	I-129	1.57×10 <sup>7</sup> 年 (1570 万年)
2	Cs-135	2.3×10 <sup>6</sup> 年 (230 万年)
3	Sn-126	2.30×10 <sup>5</sup> 年 (23 万年)
4	Tc-99	2.111×10 <sup>5</sup> 年 (21 万年)
5	Pu-239	2.411×10 <sup>4</sup> 年 (2 万 4 千年)
6	Am-243	7.37×10 <sup>3</sup> 年 (7,370 年)
7	Pu-240	6,564 年
8	C-14	5,700 年
9	Am-241	432.2 年
10	Am-242m	141 年
11	Ni-63	100.1 年
12	Sm-151	90 年
13	Pu-238	87.7 年
14	Cs-137	30.1671 年
15	Cm-243	29.1 年
16	Sr-90	28.79 年
17	Cm-244	18.10 年
18	Pu-241	14.35 年
19	Cd-113m	14.1 年
20	Eu-152	13.537 年
21	Eu-154	8.593 年
22	Pm-146	5.53 年
23	Co-60	1,925.280 日
24	Eu-155	4.7611 年
25	Sb-125	2.75856 年
26	Pm-147	2.6234 年
27	Cs-134	2.0648 年
28	Ru-106	373.59 日
29	Mn-54	312.03 日
30	Sn-119m	293.1 日
31	Ce-144	284.91 日
32	Ag-110m	249.950 日

半減期の順位	核種名	半減期
33	Zn-65	244.06日
34	Gd-153	240.4日
35	Cm-242	162.8日
36	Sn-123	129.2日
37	Te-123m	19.25日
38	Te-127m	109日
39	Tb-160	72.3日
40	Co-58	70.86日
41	Sb-124	60.20日
42	Y-91	58.51日
43	Te-125m	57.40日
44	Sr-89	50.53日
45	Cd-115m	44.56日
46	Fe-59	44.495日
47	Pm-148m	41.29日
48	Ru-103	39.26日
49	Nb-95	34.991日
50	Te-129m	33.6日
51	Ce-141	32.508日
52	Rb-86	18.642日
53	Cs-136	13.16日
54	Ba-140	12.752日
55	Pm-148	5.368日
56	Y-90	64.00時
57	Te-127	9.35時
58	Te-129	69.6分
59	Rh-103m	56.114日
60	Pr-144	17.28分
61	Pr-144m	7.2分
62	Ba-137m	2.552分
63	Rh-106	30.07秒

東京電力の資料等から作成。トリチウムは処理できないとして除いてある。

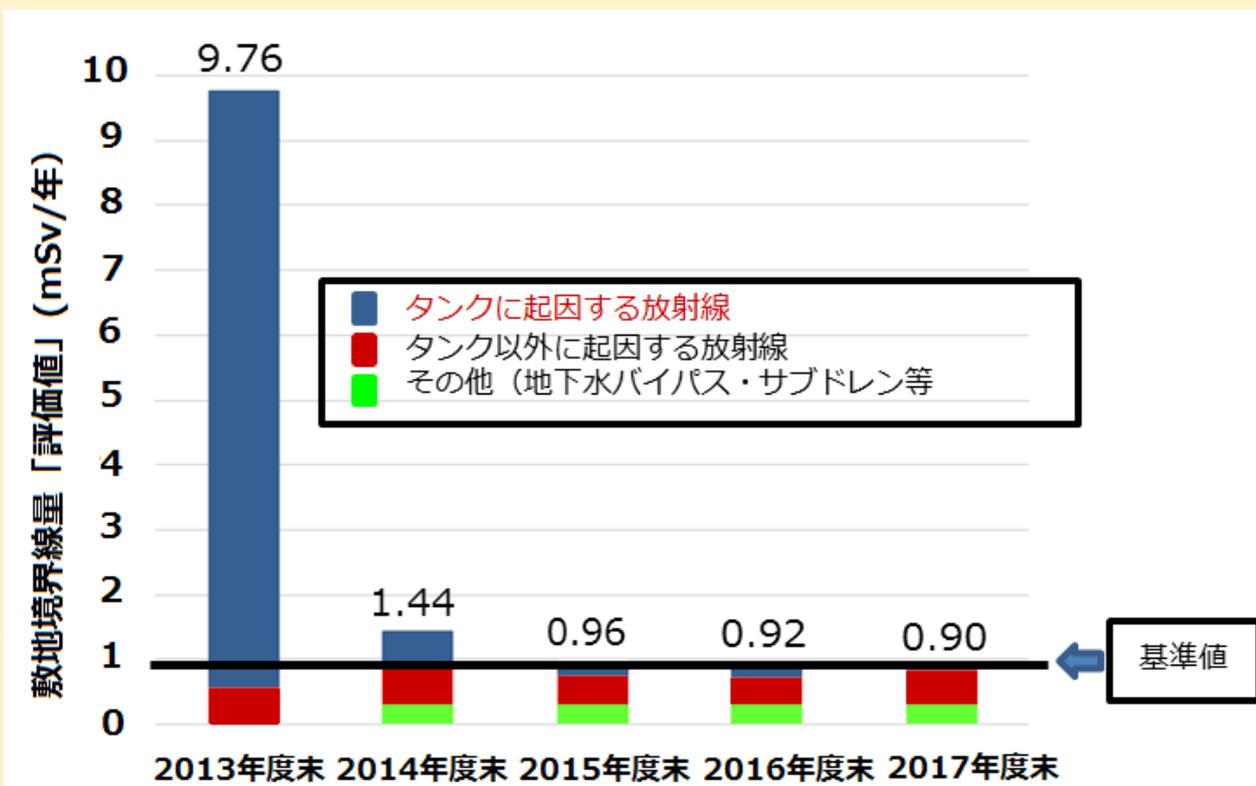
網掛けの6核種は、通常の原因の排水に含まれる核種。それ以外は、事故由来の核種

◆ALPS 処理でも核種は 72%残る。東電は「二次処理」はサンプルテスト中。核種はゼロにならない。



▲2018年10月25日、経産省資源エネルギー庁資料 『ALPS 処理水』とは何? 『基準を超えている』のは本当? から▼

## なぜ「基準を満たしていない処理水が 8 割超」なのか



# 福島第一原発から海洋放出される予定の核種一覧

番号、核種名、半減期、天然 or 人工、通常原発排水に含まれるかの順

①H-3 (トリチウム) 12.3年	人工/天然	通常原発排水に含まれる
②C-14 (炭素 14) 5700年	人工/天然	通常原発排水に含まれない
③Sr-90 (ストロンチウム 90) 28.79年	人工	通常原発排水に含まれない
④Y-90 (イットリウム 90) 64.00時間	人工	通常原発排水に含まれない
⑤Ru-106 (ルテニウム 106) 373.59日	人工	通常原発排水に含まれない
⑥Rh-106 (ロジウム 106) 30.07秒	人工	通常原発排水に含まれない
⑦Sb-125 (アンチモン 125) 2.75856年	人工	通常原発排水に含まれない
⑧Te-125m (テルル 125m) 57.40日	人工	通常原発排水に含まれない
⑨I-129 (ヨウ素 129) 1.57×10 <sup>7</sup> 年	人工	通常原発排水に含まれない
⑩Cs-135 (セシウム 135) 2.3×10 <sup>6</sup> 年	人工	通常原発排水に含まれない
⑪Cs-137 (セシウム 137) 30.1671年	人工	通常原発排水に含まれない
⑫Ba-137m (バリウム 137m) 2.552分	人工	通常原発排水に含まれない
⑬Co-60 (コバルト 60) 1925.28日	人工	通常原発排水に含まれる

\* 自民党総合エネルギー戦略調査会会長代理 山本拓衆院議員調べ (HP=東京電力の2020年12月24日発表資料を基に作成)。なお、氏はトリチウム水の海洋放出には反対している。

## ノーベル賞学者の小柴氏らは、トリチウムは危険、と核融合炉反対を首相に嘆願



内閣総理大臣  
小泉純一郎殿

### 嘆願書

「国際核融合実験装置(ITER)の誘致を見直して下さい。」

理由:核融合は遠い将来のエネルギー源としては重要な候補の一つではありますが、しかし、ITERで行われるトリチウムを燃料とする核融合炉は安全性と環境汚染性から見て極めて危険なものであります。この結果、たとえ実験が成功しても多量の放射性廃棄物を生み、却つてその公共受容性を否定する結果となる恐れが大きいからです。

・燃料として装置の中に貯えられる約2キログラムのトリチウムはわずか1ミリグラムで致死量とされる猛毒で200万人の殺傷能力があります。これが酸素と結合して重水となって流れ出すと、周囲に極めて危険な状態を生み出します。ちなみにこのトリチウムのもつ放射線量はチェルノブイリ原子炉の事故の時のそれに匹敵するものです。

・反応で発生する中性子は核融合炉の10倍以上のエネルギーをもち、炉壁や建造物を大きく放射化し、4万トンあまりの放射性廃棄物を生み出します。実験終了後は、放射化された装置と建物はすぐ廃棄することができないため、数百年に亘り雨ざらしのまま放置されます。この結果、周囲に放射化された地下水が浸透しその面積は放置された年限に比例して大きくなり、極めて大きな環境汚染を引き起こします。

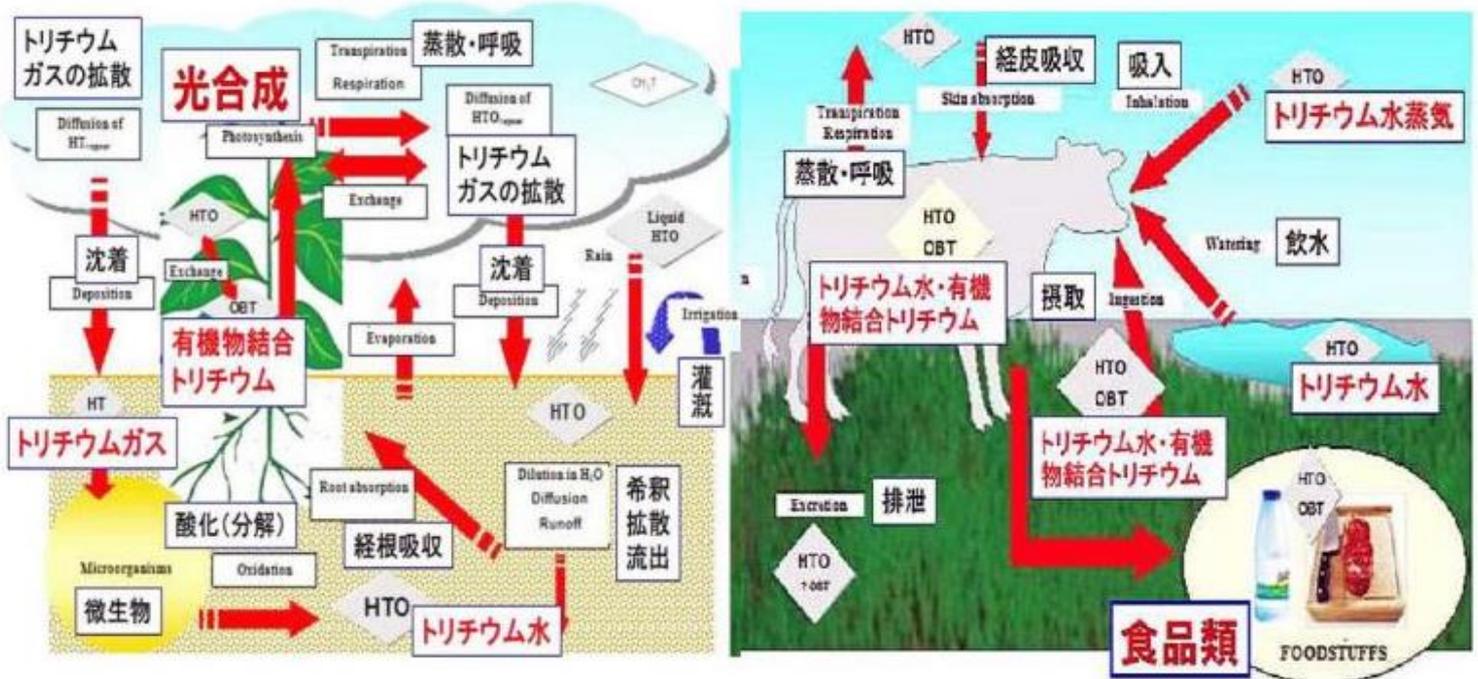
以上の理由から我々は良識ある専門知識を持つ物理学者としてITERの誘致には絶対に反対します。

平成15年3月10日

小柴昌俊 (ノーベル物理学者)

長谷川晃 (マックスウェル賞受賞者、元米国物理学会プラズマ部会長)

## トリチウムは生態系内部で循環して蓄積する



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

## トリチウムに関する基礎知識

- ★ 自然界には宇宙線から生成される年間**7京**( $10 \times 16$ 乗)Bqほど  
⇒ 降雨時のトリチウム濃度が**0.2Bq/L**程度だった
- ★ 核実験実施で**24,000京**Bqが環境に放出された(約3,500倍)  
⇒ 降雨量に含まれるトリチウムも一時は最大で15倍の**3Bq/L**程  
⇒ **トリチウムは軍事機密として隠蔽・過少評価**
- ★ その後、減少し2010年の推定環境中存在量は約**2,000京**Bq  
⇒ 降雨量中濃度は**0.5Bq/L**と推計されている
- 世界の原子力施設からの環境放出量(1989年は年間約2.4京Bq)
- ★ 自然環境中に存在するトリチウムの大半が核兵器の実験に由来  
現在では原発からの垂れ流しが関係している  
そのため生物等への影響については、必要以上に矮小化された
- ★ 動物実験の結果、トリチウムの被ばくにあった動物の子孫の卵巣に腫瘍が発生する確率が5倍増加。さらに精巣萎縮や卵巣の縮みなどの生殖器の異常、脳の縮小、精神遅滞、脳腫瘍、周産期死亡率の上昇、そして发育阻害や奇形の胎児が観察された

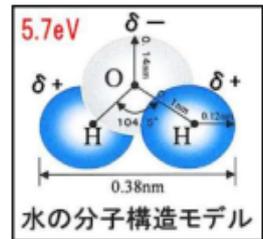
# 政府・専門家のトリチウム安全安心神話は大嘘

・トリチウムの出す  $\beta$  線はエネルギーが低いと言うが？

☒ 人体内： 5.7 eV

☒ トリチウム： 最大18.6 keV (約3千倍)  
平均 5.7 KeV (約千倍)

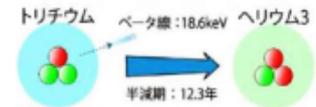
☒ Cs-137： 662 keV (約10万倍)



・最大の問題は水素としてDNAに取り込まれることである

・半減期12.3年だが水では10日前後で半減

★有機結合型トリチウムでは長い!!!



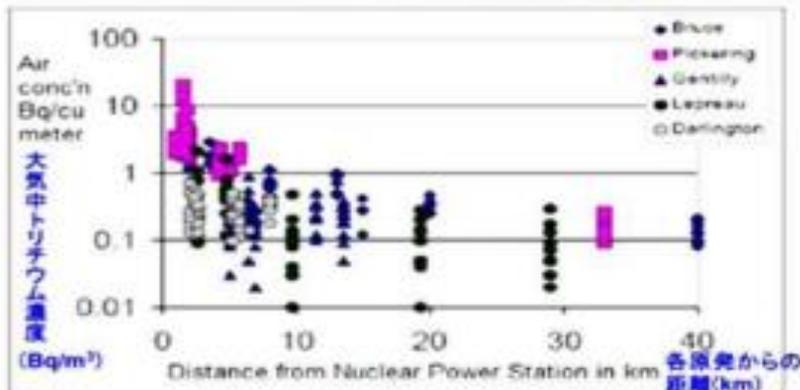
・国の放出基準(6万Bq/ℓ)を毎日2ℓ飲んでも年間で0.79mSv

⇒内部被曝のインチキ計算では評価できない

・自然界にも存在、他の放射性物質に比べて危険性は低い。

⇒自然界の $^3\text{H}$ の多くは核実験と原発稼働により放出したもの

原発からの距離が近いほど大気中トリチウム濃度も高い



1985～1999年のカナダの5原発からの距離と年平均の大気中トリチウム濃度。

出典: Fairlie I "Commentary: childhood cancer near nuclear power stations" Environ Health, 2009

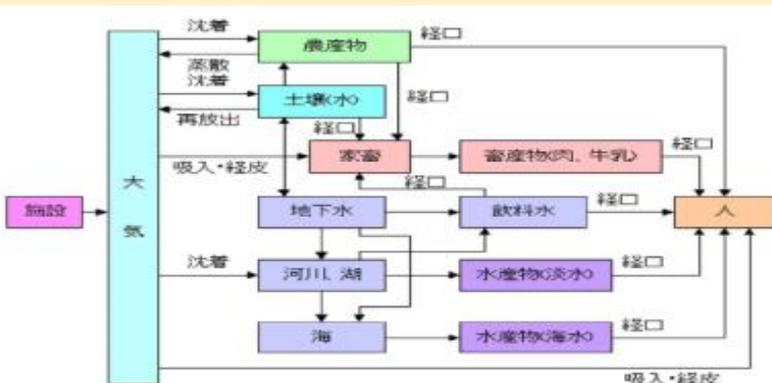


図3 トリチウムの人体への移行経路

【出典】野口 宏, 横山 須美:トリチウムの影響と安全管理, 日本原子力学会誌, 39(11), p.931 (1997年)

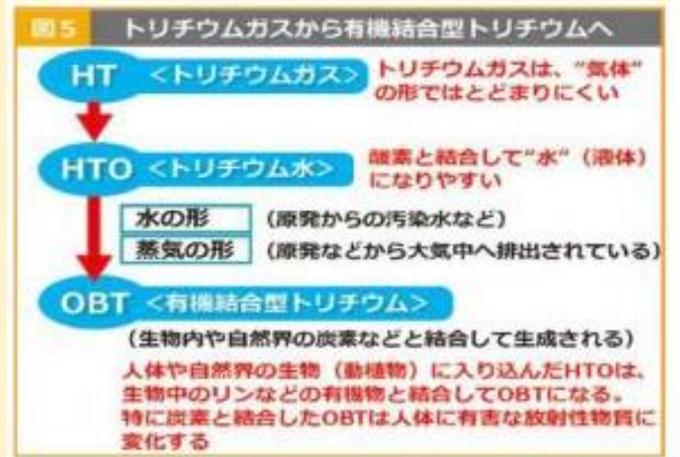
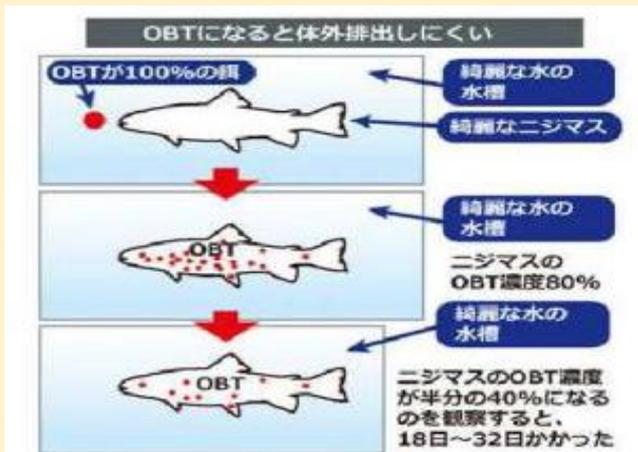
★ 移行過程で生物濃縮も加わる  
★ 大気中トリチウム濃度は1950年の千倍  
(99%以上は核実験と原発稼働によるもの)

カナダの発電用原子炉は「重水炉」で、トリチウムを大量に放出する原子炉  
(重水を用いるCANDU原子炉)



## カナダの原子炉周辺の健康被害

原発の運転が始まって後、小児白血病の増加、新生児死亡の増加などが、まず住民の実感として問題となり、それを実証しようとする研究が行われた。『トリチウム・ハザード・レポート』に付録として加えられた(ダウン症、新生児死亡率、小児白血病の増加)



トリチウムは、生物内や自然界の炭素などと結合⇒「OTB」⇒人体に有害な放射性物質へ

## 飲料水中のトリチウムに関する基準値

### ★日本のトリチウムの排出規制基準値

水:  $60\text{Bq}/1\text{cm}^3 = 6\text{万Bq}/\text{L} = 6\text{千万Bq}/\text{m}^3$

有機物の形態:  $30\text{Bq}/1\text{cm}^3$ , 水以外の化合物:  $40\text{Bq}/1\text{cm}^3$

【トリチウムの排出基準の6万Bq/Lの1%が有機結合型トリチウムとして取り入れられたら600Bq/kgとなり、同じβ線を出すCs-137被ばくで多臓器不全で死亡した人達の臓器のCs-137濃度(200~500Bq)を超える】

●沸騰水型原子炉では年間約20兆Bqのトリチウムを排出

⇒日本の規制値は海洋放出できるように年間約22兆Bqとした

加圧水型原子炉は沸騰水型原子炉の10~20倍排出

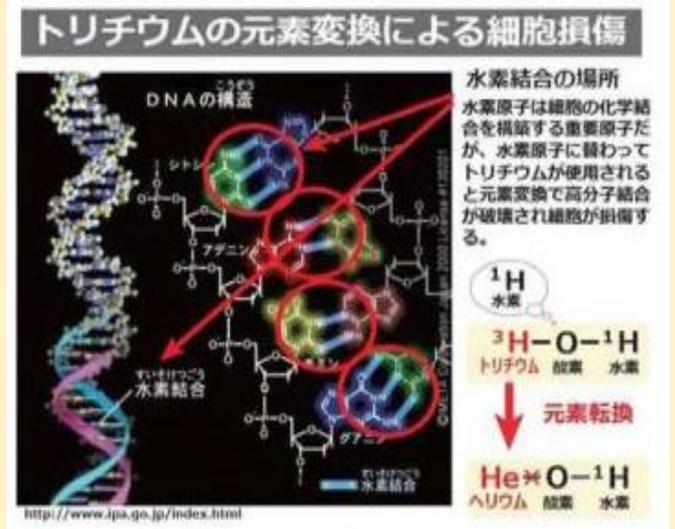
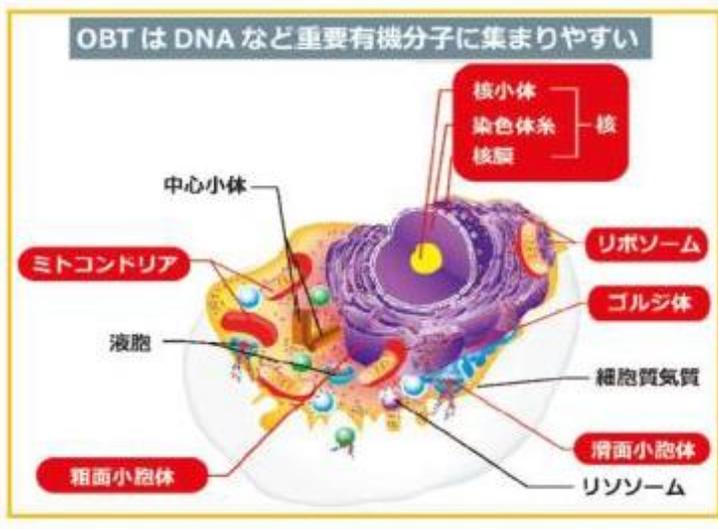
★日本には飲料水中のトリチウムに関する基準値はないため、

排出基準の6万Bq/Lが飲料水の基準と考えるしかない

★世界的には規制機関によって大きな幅があり、WHOは10,000 Bq/L

カナダは7,000 Bq/L (Ontario Drinking Water Advisory Councilの勧告: 20Bq/L)

アメリカ合衆国は740 Bq/L、EUは100 Bq/L



**「ドイツの原子力発電所周辺の癌と白血病 - KiKK 調査」**

原子力施設の周辺健康障害を調査  
(1992年と1998年に2度調査)

結果：原子力施設周辺5km以内の5歳以下の  
子供には明らかに影響がある。

- ✳ 白血病の相対危険度が5 km超に比べて**2.19**
- ✳ がん発病の相対危険度は**1.61**
- ✳ **10 km** 以内の範囲では白血病の相対危険度が10 km 超に比べ**1.33**。
- ✳ がん発病の相対危険度は**1.18**
- ✳ 原発からの距離が遠くなると発病率は下がった

★ 調査地域50 km の範囲の全てのがん発病(p=0,0034)と白血病(p=0,0044)に対してこの結果は有意で偶然とは考えにくい

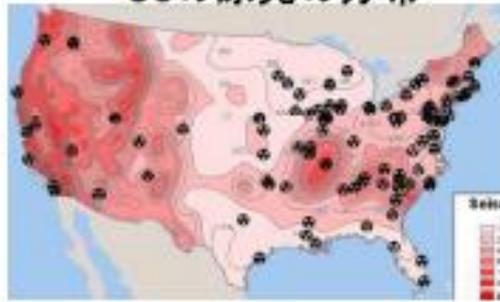
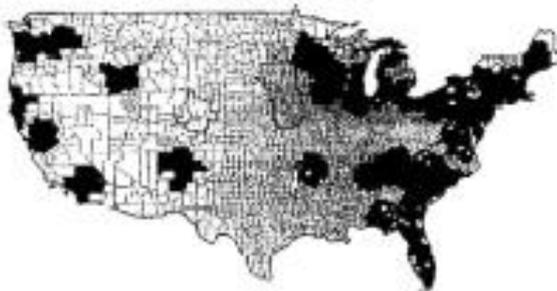


セバスチアン・  
プフルークバイル博士

アルフレート・ケルブライン：略称『KiKK・調査』

『Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der umgebung von Kernkraftwerken(原発)』

**原発稼働地域と乳癌罹患率の関係**  
乳癌の分布 USの原発の分布



★1950年～1989年までの40年間に、  
米国白人女性の乳癌死亡者数が2倍になった  
★米国政府は原因を、石油産業、化学産業などの発展による大気と水の汚染など、文明の進展に伴う止むを得ない現象と発表

★しかし統計学者 J. M.クルド氏は統計処理方法に不審を抱き、全米3053郡が保有する40年間の乳癌死亡者数を分析と、**乳癌の増加率には地域差が有り**、増加している1319郡に共通する要因として、郡の所在地と**原子炉の存在との間の相関関係が存在する**事を見つけ出しました。  
★乳癌が増加した地域は、その範囲が原子炉 から**半径100マイル(約160k m)に及ぶ**事を突き止めた

北海道における悪性新生物原因の標準化死亡比  
(standardized mortality ratio:SMR)



★「主要死因の概要Ⅱ」

1983年～1992年の10年間  
 泊原発1号機 1989年 6月営業運転  
 泊原発2号機 1991年 4月営業運転  
 泊原発3号機 2009年12月営業運転

★「主要死因の概要8」

2003年～2012年の10年間  
 (財)北海道健康づくり財団発行  
 「北海道における主要死因の概要」

泊原発3基からこれまで放出されたトリチウムの累積量は571兆ベクレル

	概要Ⅱ		概要8	
	SMR	順位	SMR	順位
泊村	117.8	22	152.7	1
岩内町	107.8	72	134.6	2
北海道	106		106.3	

北海道の180市町村別の3年間の「がん死亡率」の比較

最大は泊村(2,450人/10万人)、最少は千歳市(600人/10万人)、中間:1,120人/10万人



最大は泊村(2,450人/10万人)  
 最少は千歳市(600人/10万人)  
 中間: 1,120人/10万人

近年のがん罹患者数の増加は高齢化だけでは説明できない

再計算結果

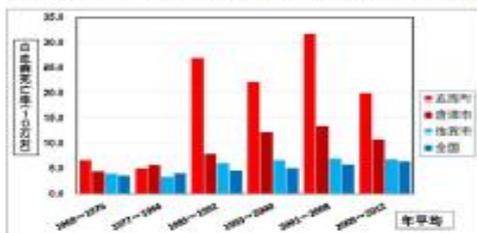
道内の市町村別「がん死亡率」(SMR)	
2000年～2009年(推定値) 資料:北海道健康づくり財団	
泊村	144.9
岩内町	125.5
福島町	124.0
松前町	122.5
積丹町	119.6
全国	100
全道	104.8

1960年からこの50年間でがん罹患者数は4倍となっている。高齢化だけで説明は可能か?

『玄海原発と白血病の関連の検討』

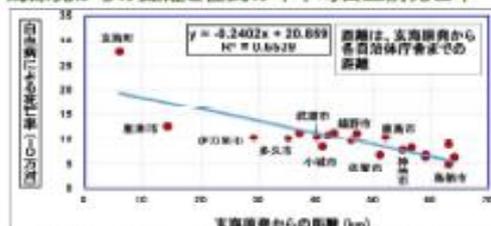
森永徹(元・純真短期大学) 報告をもとに作成

玄海町、唐津市、佐賀市と全国の白血病死亡率の推移



早年度で見ると、玄海町と唐津市では1985年から増加傾向がみられ、1985年からは高止まりしている。(データ出典:佐賀県人口動態統計)

原発稼働後(2001年～2012年)の佐賀県内自治体の玄海原発からの距離と住民の年平均白血病死亡率



玄海町と唐津市で1985年からは高止まり

玄海原発1号機の稼働は1975年10月であり、トリチウム被曝と白血病発症までには3年のタイムラグがあるという指摘がある(Richardson & Wing. :Am J Epidemiol. 2007)が、これは原子力関連施設労働者の調査であり、原発周辺住民の被曝はこれらよりは少ないために、10年のタイムラグが生じた



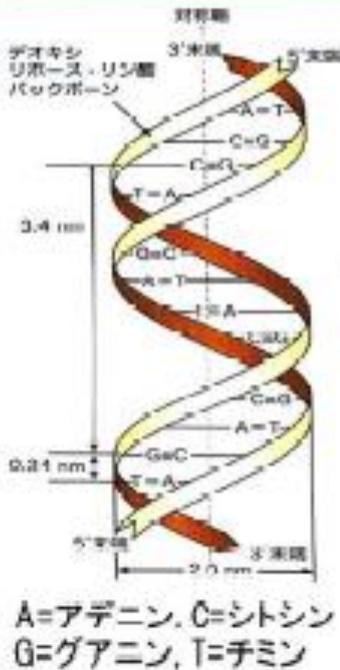
第56回日本社会医学学会総会 2015年7月25・26日(久留米大学)

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)

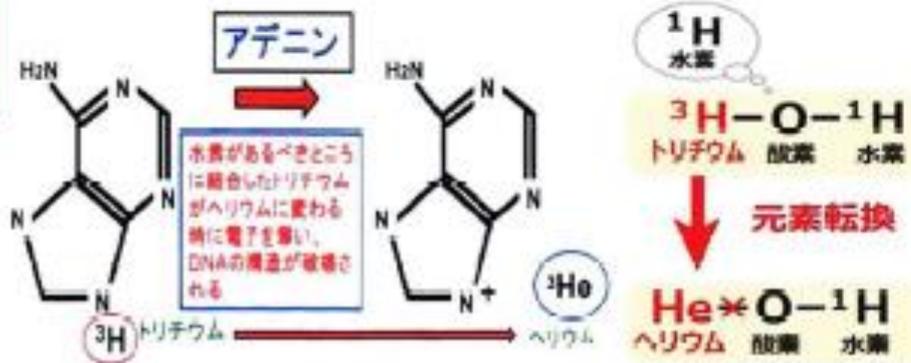
原発立地自治体	炉型	原発名	トリチウム放出量(テラBq)	白血病	循環器系の疾患	急性心筋梗塞
玄海町	加圧水型	玄海原発	826.0	23.5	338.8	44.3
薩摩川内市		川内原発	413.0	17.6	401.9	49.6
伊方町		伊方原発	586.0	29.1	580.5	67.4
高浜町		高浜原発	574.8	7.6	404.2	77.8
おおい町		大飯原発	768.0	9.6	407.6	92.3
松江市	沸騰水型	島根原発	4.3	7.4	148.8	21.2
柏崎市・刈羽村		柏崎刈羽原発	6.9	6.6	197.8	50.7
女川町		女川原発	0.2	7.0	291.9	73.4
東通村		東通原発	0.7	0.0	113.1	27.1
<b>全国</b>				<b>6</b>	<b>153</b>	<b>34</b>

資料:森永徹

- ★ 1細胞内のDNAに 77億5千万個もの水素原子が関与
- ★ 1塩基対当り平均2.5個の水素原子が必要



## トリチウムの元素変換によるDNA損傷



水素結合は細胞の化学結合を構築する原子だが  $^1\text{H}$ 原子に替って  $^3\text{H}$ がある場合は  $^3\text{H}$ がβ崩壊

- ① DNAを構成している塩基に放射線が当たる
- ② 水素結合力で構築している塩基対が脆弱となり、遺伝情報が変化・破壊される
- ③ 塩基・DNAの分子構造が変化し細胞が損傷

## 原発のトリチウム(三重水素)汚染水

- ★ 政府はトリチウムのβ線エネルギー(平均5.7keV)が、小さいことを理由に、心配いらないと軽視  
⇒しかし  $\text{H}_2\text{O}$ の結合energyは 5.7eV
- ★ カナダの重水を用いるCANDU原子炉のトリチウム排出と、その結果の周辺地域に住む子ども達の健康被害増大が報告済み  
(ダウン症, 新生児死亡率, 小児白血病の増加)
- ★ トリチウムの排出規制基準値は  
水:  $60\text{Bq}/1\text{cm}^3 \Rightarrow 60,000,000\text{Bq}/\text{m}^3$   
有機物の形態:  $30\text{Bq}/1\text{cm}^3$   
水以外の化合物:  $40\text{Bq}/1\text{cm}^3$

(1985.3.16.毎日新聞)

母乳通し子に残留  
核融合の原料トリチウム

染色体異常起こす  
トリチウム汚染水

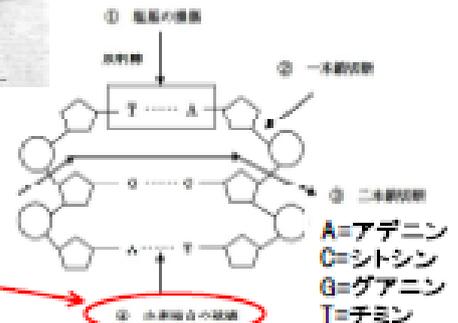
トリチウムはごく低濃度でも人間のリンパ球に染色体異常を起こす(朝日新聞記事)  
放射線遺伝研究部長 中井さやか  
日本放射線影響学会第17回大会  
1974年10月7日発表(徳島市)  
<http://libumexblog.jp/21437678>



$^3\text{H}$ チミジンは細胞のDNAに取り込まれる



DNAの二重螺旋構造を構築する塩基を結合するのは水素結合力



## 通常運転時の健康被害

原発は通常運転でも、地域住民に健康被害を及ぼす

1	アメリカ ビーチボトム原発	運転開始(1974)後のワシントンDCの乳幼児死亡率 1974年には全米平均同等であったが、1985年には全米平均の1.5倍になった。 「死にいたる虚構」J.ゲールド著 pko 法を定める会発行
2	イギリス トロースネイズ原発	周辺の乳がん発生率は通常の5倍、白血病は8倍 すい臓がんは5倍など 週刊金曜日 2007.8.24
3	ドイツ	各原発から5km圏内の小児がんは通常の1.6倍 小児白血病は2.2倍。 ドイツ環境省発表による ( <a href="http://saiban.hiroshima-net.org/trial12.html">http://saiban.hiroshima-net.org/trial12.html</a> )
4	カナダ ピッカリング 原発	トリチウムの放出により、周辺住民新生児のダウン症発症率が85%増加した。 トフェアリー博士「トリチウム災害報告」2007
5	フランス ファアグ再処理施設	周辺の小児白血病の発症率が通常の約3倍。 核燃料サイクル阻止1万人訴訟原告団 HP
6	フランス	各原発から5km圏内の子供の白血病発症率は通常2倍。 フランス国立保健医学研究所発表 2012.1
7	北海道泊村 泊原発	年間がん死亡率(人口10万人当たり)は約800人、全国平均は約300人 北海道健康づくり財団 HP ( <a href="http://ankei.jp/yuji/?n=1553">http://ankei.jp/yuji/?n=1553</a> )
8	青森県 六ヶ所再処理施設	ここ数年の年間の新患数は、白血病 25~40名、悪性リンパ腫 70~90名、 多発性骨髄腫 15~20名、骨髄異形成症候群 30~40名で、東北地方で 最多数となっています。(青森県立中央病院 HP)
9	福井県敦賀市 敦賀原発	風下3集落の悪性リンパ腫発生率は全国平均の10倍 敦賀原発銀座悪性リンパ腫多発地帯の恐怖 明石昇二郎著 宝島社
10	佐賀県玄海町 玄海原発	白血病年間死亡率 30人/人口10万人 全国平均は6人:2006年 <a href="http://www.windfarm.co.jp/blog/blog_kaze/post-4139">http://www.windfarm.co.jp/blog/blog_kaze/post-4139</a>

原発通信1070 通常運転時の健康被害2 (<http://genpatu-no.jugem.jp/?eid=63>)

### 2019.10.30. 黒田洋一郎氏(脳科学者)よりのE-Mail

西尾正道先生 25日の講演、圧巻でした。脳への影響が大問題です。

アルツハイマー病、パーキンソン病ばかりでなく、一般の精神疾患も、福島以後日本で急に増えていることは、私も気になっていました。しかし、「放射線によるDNAの突然変異だけでは説明し難い」のでしたが、「脳への影響がトリチウムの脳への長期蓄積による」とすれば説明できます。しかも脳では一般の脂肪組織ではなく、特に軸索に残留／蓄積することが、他の組織と違い脳神経機能に与える影響が甚大です。

軸索は、コードの絶縁体にあたる、ミエリン鞘という膜に覆われ、ミエリンの成分はコレステロール、リン脂質、ガングリオシドなどです。それら高分子に普通に沢山あるHの一部が、トリチウムに置き換わり長期残留するのは、「軸索は機能上安定で、長期に維持されなければならない」ので当然です。

軸索には中に軸索流が流れ、記憶など高次機能に肝心の「シナプス」の代謝は、主に細胞体から巡行、逆行する軸索流の各種成分で保たれているので、脳の機能に障害が起こるのは当然です。シナプスの伝達物質が出る接合部は軸索(絶縁体)に覆われていませんが、軸索のミエリン被覆がどのくらいシナプス部に近いのかは、今まで余り重要とされず、詳しくは、まだ分かっていないと思います。

いずれにしろ、シナプスの直ぐ近くまでトリチウムがあるのは確実で、トリチウムからの放射線はシナプスに至近距離で当たりますので、大変危険です。

## 今後の対応は？

### <トリチウム>アルミで除去 近畿大など新技術

2018.8.27. 毎日新聞



- ★井原辰彦・近大教授（無機材料化学）と大阪市のアルミ箔製造会社「東洋アルミニウム」のチーム
- ★直径5ナノメートル以下の小さな穴が無数に開いたアルミ製フィルターを開発
- ★トリチウム水を含んだ水蒸気をフィルターに通すと、トリチウム水だけが穴に残り、「条件によるが、ほぼ100%分離できた」という（近大チーム）

処理水タンク 22年夏限界

2019.8.9. 北海道新聞

廃炉に決まった福島第二原発の敷地には広大な東電の土地が空いている !!!

### 福島第1処理水、ロシア技術に脚光 トリチウム除去

科学記者の目 編集委員 滝澤一

20200713日経記事

2020年7月13日 200 (NHK) 編集委員



2020.6.22 朝日新聞

## トリチウム海洋放出問題のまとめ

### 政府・専門家のトリチウム安全安心神話 (嘘)

- ・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、1/90) 人体への影響も同じく少ない
- ・半減期12.3年だが、体内では (水なので) 10日前後で半減 (生物学的半減期が短い)
- ・国の放出基準 (6万Bq/ℓ) を毎日2リットル飲んでも年間で0.79mSv、国の食品からの被曝基準 (1mSv) に達しない (→実際は致死線量に近い)
- ・環境中で濃縮されない、生物濃縮もない
- ・自然界にもあり他の放射性物質に比べて危険性は「低い」⇒「無視できる」⇒「ない」

### 真実は !!!

- ・トリチウムは環境中で濃縮される
- ・気体トリチウム (HT) ⇒大気中で反応 (大部分は酸化されてHTO) ⇒再降下
- ・トリチウム水・蒸気 (HTO) ⇒微粒子・霧や降雨
- ・植物・植物性プランクトンの光合成 (HTOとCO2とから) ⇒有機物結合トリチウム (OBT) ⇒動物性プランクトン⇒動物による摂取⇒生物濃縮
- ・環境中で無機のおよび有機的に濃縮される (英政府調査、実験による証明: ターナー論文2009)
- ・海岸などの堆積物の微粒子や多孔質砂礫に含まれるミネラル分 (多くは酸化物) と結合
- ・有機物 (特にタンパク質様物質) との親和性 (同位体効果よりも大きな結合性)
- ・水素として体内に取り込まれ、有機結合型トリチウムの場合は化学構造式まで変える

# 解説編

福島第一原発では2021年2月現在、毎日平均140トンのトリチウムなどを含む汚染水が発生している。浄化装置で放射性物質を減らした処理水の総量は約124万トンに上り、敷地内の保管用タンクは1,000基を超えている。処理水のトリチウム平均濃度は約73万Bq/Lで、トリチウム総量は約1,000兆Bq以上とされている。東電は137万トン分のタンクを確保する計画だが、2022年年秋には満杯になるため、原発の通常運転で放出していた年間22兆ベクレル以内に薄めて海へ放出するとしている。この方法で処分した場合、30年以上にわたって海への放出が続くことになる。

その処分方法別の費用は 34～3,976 億円と大きな幅があるが、結論としては最も安い費用で済む海洋放出（費用約 34 億円）を行うとしている。この方針は東電会長ばかりではなく、原子力規制委員会の更田豊志委員長も「希釈して海洋放出が現実的な唯一の選択肢」と記者会見で述べた。これでは原子力“寄生”委員会である。東電は多核種除去設備(ALPS)で汚染水を浄化しているが、トリチウムは除去できていない。「トリチウムは自然界にも存在し、全国の原発で 40 年以上排出されているが健康への影響は確認されていない」と安全性を強調し、また「トリチウムはエネルギーが低く人体影響はない」と安全神話を振りまいている。

しかしトリチウムは新陳代謝や細胞の再生過程で有機結合型トリチウム(OBT=Organically Bound Tritium) を形成する傾向を持っており、晩発性の健康被害となるのは明らかである。

## トリチウム【 tritium 】（記号：T = $^3\text{H}$ ）とは何か 資料 6, 7, 8 P など SS

普通の水素は原子核が陽子 1 個である軽水素( $^1\text{H}$ )だ。それに対して原子核が陽子 1 個と中性子 1 個で質量数が 2 となっているものが重水素( $^2\text{H}$ )であり、原子核が陽子 1 個と中性子 2 個で質量数が 3 の水素が三重水素 ( $^3\text{H}$ )、すなわちトリチウム(T) である。トリチウムは水素の同位体で、化学的性質は普通の水素と同一であるが、 $\beta$ 線を放出する放射性物質である。トリチウムは $\beta$ 崩壊して弱いエネルギーの $\beta$ 線を出してヘリウム3 ( $^3\text{He}$ ) に変わる。 $\beta$ 線の最大エネルギーは、18.6KeV、平均エネルギーは 5.7KeV で物理学的半減期は12.3年である。体内での飛程は0.01mm (10  $\mu\text{m}$ )ほどであり、ほぼ細胞1個分程度である。このため原子力政策を推進する人たちはエネルギーが低いので心配ないとその深刻さを隠蔽し、海に垂れ流している。しかし、人間の体内では、水素と酸素は5.7eVで結合し水になっている。トリチウムの平均エネルギーは5.7KeVであるから、人体の水の1,000倍以上のエネルギーである。セシウムの $\beta$ 線のエネルギーは512KeVである。体内の電気信号の約10万倍である。

トリチウムの化学的性質は水素原子と変わりなく、体内動態は水素でありどこでも通常の水素と置き換わる。成人の体重の約60%を占めている通常の水( $\text{H}_2\text{O}$ )は「HHO」であるが、トリチウムを体内に取り込んだ場合はトリチウム水 (HTO) の形で体内に存在する。経口摂取したトリチウム水は尿や汗として体外に排出されるので、生物学的半減期が約10日前後だとされている。また、気体としてトリチウム水蒸気を含む空気を呼吸によって肺に取込んだ場合は、そのほとんどが血液中に入り細胞に移行し、体液中にもほぼ均等に分布する。問題なのは、トリチウムは水素と同じ化学的性質を持つため体内では主要な化合物である蛋白質、糖、脂肪などの有機物に結合し、化学構造式の中に水素として組み込まれ、有機結合型トリチウム(OBT) となり、トリチウム水とは異なった挙動をとることである。この場合は一般に排泄が遅く結合したのによってトリチウム水よりも20～50倍も長くなり、結合しているものによっては年単位で結合した部位で $\beta$ 線を出し続ける。エネルギーの高い $\beta$ 線よりも電離密度が高く、より深刻な分子切断が生じることになる。

また体内では、自由水（組織内を自由に行動できる水）が結合水（組織の結合に組み込まれている水）と入れ替わる現象が常時生じているが、同じ温度で同じ周囲の環境ならば結合水に落ち込む水分子の数と自由水に出ていく水分子の数が同数である。これは「詳細平衡」（つり合い平衡）の原理といわれている。ところがトリチウム水が含まれる場合は、トリチウム水が自由水でいて結合水に落ち込むのは、化学的活性度で普通の水と同じ確率だが、結合水から自由水に出ていく時には、トリチウム水が普通の水より3倍重いので、それだけ脱出する確率が減少し、結果としてトリチウムがその有機結合に濃縮されるのである。このため有機結合を通じて濃縮し、この濃縮を通じて危険度が上がるのである。

また、放射線の生物学的効果を表すRBE (Relative Biological Effectiveness 生物学的効果比) は、 $\gamma$ 線は1であるが、トリチウムの $\beta$ 線は1ではなく、1.5~2の間という報告が多く、より影響が強いと報告されている。さらにエネルギーの低い $\beta$ 線ではエネルギーの高い $\beta$ 線より相互作用が強く、電離密度が10倍程度にもなるといわれており、より細胞障害性が強くなる可能性も否定できないのである。

人間は若いほど体内の水分成分が多いため、若いほどよりトリチウムの影響は強くなると考えられる。人間の年齢による水分含有率の目安は、胎児:90%、新生児:75%、子ども:70%、成人:60%、老人:50%である。

### 自然界でのトリチウムの移行過程と濃縮 資料 5, 6, 10Pなど

トリチウムは原子力発電所に近いほど濃度が高いことが知られているが、イアン・フェアリー（英国）は「原子力発電所近辺での小児がんを説明する仮説」という論文で、がんや白血病に関して、原発近辺に居住する妊婦への放射線被曝によって発生すると予測している (<http://fukushimavoices2.blogspot.jp/2014/12/blog-ost.html>)。また、燃料棒交換時の放射性核種の大気中への放出スパイク（急上昇）が被曝の増加に繋がっている可能性も指摘している。さらに、カナダにおけるトリチウム放出についての研究論文「トリチウム・ハザード・レポート（2007年）において、トリチウムの体内への取り込みについて、「トリチウムは、新陳代謝や細胞の再生の過程で、炭素と強く結びつき、有機結合型トリチウム(OBT)を形成する傾向を持っている。人間は、2通りのやり方で、有機結合型トリチウム(OBT)を体内に蓄積する。1つは、原子力施設から出るトリチウム水(HTO)の水蒸気によって汚染された土地で育った野菜や、穀物や、蜂蜜や、ミルク、そして日本では魚介類などの食物を摂取することによる。もう1つは、トリチウム水(HTO)を飲んだり、食べたり、呼吸したり、皮膚から吸収したりすることによって、人体が必要とする有機分子の中にトリチウムを新陳代謝して取り込み、新しい細胞に組み入れることによってである」と述べている。こうしたトリチウムの生態系内部で循環し濃縮して人間の体内へ取り込まれる。この生体内濃縮は少なくとも食物連鎖の過程で濃縮したトリチウムを摂取することによって起こっているのである。

また原発からの距離が近いほど大気中トリチウム濃度は高いこともカナダの5カ所の原発の測定データで判明している。そしてさらに移行過程で生物濃縮も加わるのである。

実際に原発周辺水域の魚介類から高濃度のトリチウムが検出されたとする報告がある。ハンガリーのPaks 原発の周辺では巻貝や肉食・雑食魚類から (Janovics, et al: Environ Radioact. 2014.)、英国南部からはヒバマタ属海藻、ムール貝、カレイから (McCubbin : Mar PollutBull. 2001.)高濃度の有機物結合トリチウム検出されている。

### トリチウムの人体影響 資料 5, 6, 7, 10Pなど

未来のエネルギーとしての核融合が注目され、盛んに研究が行われていた1970~1980年代には、トリチウムが染色体異常を起こすことや、母乳を通して子どもに残留することが動物実験で報告されている。

動物実験の結果ではトリチウムの被曝にあった動物の子孫の卵巣に腫瘍が発生する確率が5倍増加し、さらに精巣萎縮や卵巣の縮みなどの生殖器の異常が観察されている。1974年10月に徳島市で開催さ

れた日本放射線影響学会では、中井斌氏（放射線医学総合研究所遺伝研究部長）らが人間の血液から分離した白血球を種々の濃度のトリチウム水で 48 時間培養し、リンパ球に取り込まれたトリチウムの影響を調べた結果、リンパ球に染色体異常を起こすことがわかった—ということを報告している。

現在の規制値以下の低濃度でも染色体異常が観察されている。このような報告から、トリチウムがなぜ危険なのかについては次のように考えられる。

トリチウムは、自由水型のみならずガス状トリチウムもその一部が環境中で組織結合型トリチウムに変換される。トリチウムの体内動態は水素と同じであり、トリチウムは水素として細胞の核に取り込まれる。私の旧友の名取春彦氏は若い時に行った睾丸腫瘍の細胞を用いた実験で、チミジンでラベルしたトリチウムが細胞の核に取り込まれている写真を著書『放射線はなぜわかりにくいのか』（アップル出版、2013年）に掲載している。

1個の細胞内の DNA には 77 億 5,000 万個もの水素が関与している。そして核の中にある DNA（デオキシリボ核酸）は4つの塩基（アデニン、シトシン、グアニン、チミン）が二重らせん構造を形成し遺伝情報を含んでいる。この4つの塩基は水素結合力でつながっている。1塩基対当たり平均2.5個の水素原子が必要とされている。核酸塩基はプリンやピリミジンと呼ばれる窒素を含む複素環であり、塩基性となり水素を受け取る性質を持っている。水素として振る舞うトリチウムが化学構造式に取り込まれ、そこでβ線を出すため、遺伝情報を持つ最も基本的な DNA に放射線が当たり、またトリチウムがヘリウム3に元素変換することにより4つの塩基をつないでいる水素結合力も破綻し、そして塩基の本来の化学構造式も変化するのである。ヒトの細胞は6~25μmで通常は約10μmの大きさで、その内部にある重要な小器官はすべて1μm以下の有機化合物で構成されている。

## 原発稼働による周辺住民の健康被害の報告 資料 7, 8, 9P など

1945年の原爆投下から始まった環境へ放出され続けている人工放射性物質との出会いは、人類にとって初めて経験する負の世界の始まりであった。特に戦後の大気中核実験による核分裂で生じた放射性物質は土壌と海洋汚染をもたらし、われわれは無意識のうちに体内に多かれ少なかれ放射性物質を取り入れている。ただ測定していないだけなのである。

人間の疫学調査ではドイツのKiKK調査が有名である。ドイツで1992年と1998年の2度行われた調査である。この調査はドイツの原子力発電所周辺のがんと白血病の増加に関する調査で、その結果は、原子力施設周辺5km以内の5歳以下の子どもには明らかに影響があり、白血病の相対危険度が5km以遠に比べて2.19、ほかの固形がん発病の相対危険度は1.61と報告され、原発からの距離が遠くなると発病率は下がったという結果であった。

また、カナダの重水炉というトリチウムを多く出すタイプのCANDU原子炉の周辺では稼働後しばらくして住民が実感として健康被害が随分増えていると騒ぎ出した。調査した結果、やはり健康被害が増加していた。カナダ・ピッカリング重水原子炉周辺都市では小児白血病や新生児死亡率が増加し、またダウン症候群が80%も増加していた。（<http://note.chiebukuro.yahoo.co.jp/detail/n153962>）。

さらに英国のセラフィールド再処理工場の周辺地域の子どもの小児白血病の増加に関して、サザンプトン大学のガードナー教授は原因核種としてトリチウムとプルトニウムが関与していると報告している。

なおマウスの実験では、トリチウムの単回投与より同じ量の分割投与の方が白血病の発症が大幅に高かったとする報告もある。原発周辺住民のトリチウム被曝は持続的であり、まさに分割投与の形である。

さらに原発からの距離が近いほど大気中のトリチウム濃度が高いことも報告されており、多くの報告で小児白血病が多いことが共通している。小児の白血病の多くは急性リンパ球性白血病だが、放射線が白血球の中で最も放射線感受性の高いリンパ球に影響を与え、リンパ球性白血病を発症させてもおかしくないのである。

日本国内でも同様な報告があり、全国一トリチウムの放出量が多い玄海原発での調査・研究により、森永徹氏は佐賀県の玄海原発の稼働後に玄海町と唐津市での白血病の有意な増加を報告している。同じ原発立地自治体でもトリチウム高放出の加圧水型原子炉と低放出の沸騰水型原子炉の原発立地自治体の住民の間には白血病死亡率に統計学的有意差があることなどから、玄海町における白血病死亡の上昇は玄海原発から放出されるトリチウムの関与が強く疑われるのである。

また、北海道の泊原発周辺でも稼働後のがん死亡率の増加が観察されている。泊原発稼働後の2003~2012年の10年間のがん死亡が増加したのである。泊村と隣町の岩内町のがん死亡率は泊原発が稼働する前は道内179市町村の中で22番目と72番目であったが、原発稼働後は道内で泊村が1位、岩内町が2位になった。ちなみに3位は2020年秋に使用済み核燃料から出る高レベル放射性廃棄物(核のごみ)の最終処分場に応募した寿都町である。

泊原発は過去25年間でトリチウムを570兆Bqを海に捨てており、原発が面している岩内湾を囲む泊・岩内・寿都の3町村のがん死亡が増加しているのである。

こうしたトリチウムの危険性を知っている小柴昌俊氏(ノーベル賞受賞物理学者)と長谷川晃氏(マックスウエル賞受賞者)は連名で2003年3月10日付で「良識ある専門知識を持つ物理学者として、トリチウムを燃料とする核融合は極めて危険で、中止してほしい」と当時の小泉純一郎総理大臣宛てに「嘆願書」を出していた。その嘆願書の内容は、トリチウムを燃料とする核融合炉は、安全性と環境汚染性から見て極めて危険なものであり、トリチウムはわずか1mgで致死量になり、約2kgで200万人の殺傷能力があると訴えている。**(資料4P)**

電気出力100万kWの原子炉を1年間運転すると、原子炉ごとに異なるが、加圧水型軽水炉内では約200兆Bq、沸騰水型軽水炉では約20兆Bqのトリチウムが放出されることになる。日本の年間のトリチウム放出管理基準値は22兆Bqだが、これは国内で初めに稼働した福島原発の沸騰水型原子炉が年間約20兆Bqのトリチウムを排出したので、そのまま海洋放出できるように年間22兆BqまでOKと、国が勝手に規制値を決めたものである。何の科学的、医学的根拠もない数値なのである。この年間の総量規制に従って日本では6万Bq/Lに薄めて海洋放出していたのである。

世界的に見て飲料水中のトリチウムに関する基準値が決められている国は多いが、日本は排出基準だけで、特に飲料水としての基準はない。そのため、飲料水におけるトリチウムの基準値も6万Bq/Lと考えるしかないが、世界的な基準値を比較すると、その差はあまりにも大きい。

日本は6万Bq/L、フィンランドは3万Bq/L、WHOは1万Bq/L、スイスも1万Bq/Lであり、ロシアは7,700Bq/L、カナダ(オンタリオ州)は7,000Bq/L、米国は740Bq/L、EUは100Bq/Lである。なおカナダは7,000Bq/Lであるが、トリチウムを大量に出す重水炉(CANDU炉)の原発周辺で小児白血病やダウン症候群、新生児死亡の増加など実証されたので、飲料水は20Bq/L以下となっている(Ontario Drinking Water Advisory Councilの勧告)。日本は「放射線、皆で当たれば怖くない」の世界であり、いかにデタラメかを理解していただけたらと思う。

トリチウムに関する流布された見解の違いについて論点を表**(資料12P)**にまとめた。

専門家、有識者と言われる方々もフェイクサイエンスで書かれた教科書を盲信し御用学者となるのではなく、科学的思考でICRPの催眠術の呪縛から解き放たれてほしいものである。また一人でも多くの医師が「Science for the Money」でなく「Science for the People」であってほしいと私(西尾)は願っている。

(了)

---

◆「LETTER」についてのご意見は次へお寄せください。代表 田代真人 mail:[masa03to@gmail.com](mailto:masa03to@gmail.com)  
一社)被曝と健康研究プロジェクト〒325-0302 栃木県那須町高久丙 407-997 <http://hibakutokenkou.net/>