



危険な放射性物質トリチウム（三重水素）

【広島2人デモ】
調査・文責：哲野イサク
チラシ作成：網野沙羅
連絡先：sarah@inaco.co.jp

表4は日本の原発から液体の形で放出されるトリチウム（三重水素）の量の一覧表です。原子力安全基盤機構が発行する『原子力施設運転管理年報』から作表したものです。一読するとおわかりのように、**液体の形のトリチウム（トリチウム水=HTO）は、沸騰水型原子炉（BWR）よりも加圧水型原子炉（PWR）の方が圧倒的に大量に放出しています。**ワースト1は九州電力の玄海原発です。10年間で放出したトリチウムは824兆（テラ）Bqにのぼります。次が関西電力の大飯原発、そして高浜原発、四国電力の伊方原発と続きます。**伊方原発の場合放出先は一種の半閉鎖海域である瀬戸内海です。放出量もさることながら放出状況から考えると伊方原発が最も悪質ということになります。**2011年度1年間で**伊方原発は53テラBqを瀬戸内海に放出**しています。

東京電力の公表した資料によれば**2011年3月の福島原発事故以来27ヶ月間で放出したトリチウムは最大で40兆Bq**ですので、**伊方原発は苛酷事故原発の放出するトリチウムの倍以上を瀬戸内海に放出し続けていること**になります。しかも**トリチウムの危険は実はガス状で排出されるトリチウム**にあります。表1から3はカナダの原発から放出されたトリチウム量の一覧表です。カナダの原発は重水炉でトリチウムが非常に発生しやすいのが特徴です。一瞥しておわかりのように、**トリチウムは液体の形で放出される以上にガス状の形で放出されます。**日本ではこのガス状トリチウムが公表されていないというだけで、**液体トリチウム以上にガス状トリチウムが放出されていると見なければなりません。**ガス状のトリチウム（HTO）は大気中に拡散され雨に混じって地表に降り注ぎ、食品や飲料水を汚染します。カナダやイギリスで研究され、指摘されているトリチウムの危険は実はこのガス状トリチウムなのです。

表1 カナダの原発からのトリチウム排出量（気体）

単位：兆（テラ）Bq

原発名	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	計
ブルース原発A+B	650	580	560	864	731	3,385
ピッカリング原発A+B	580	510	480	620	500	2,690
ダーリントン原発	240	190	170	280	130	1,010
ジェンティリー2原発	190	180	150	260	180	960
ポイント・ルブロー原発	140	130	100	100	180	650
合計	1,800	1,590	1,460	2,124	1,721	8,695

注：ジェンティリー2原発及びポイント・ルブロー原発の2004年と2005年は読取り
【資料出典】“Tritium Hazard Report: Pollution and Radiation Risk from Canadian Nuclear Facilities”のp9のTable 2.1

表2 カナダの原発トリチウム放出量（液体）

単位：兆（テラ）Bq

原発名	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	計
ブルース原発A+B	163	414	860	585	426	2,448
ピッカリング原発A+B	280	427	258	290	260	1,515
ダーリントン原発	94	69	100	160	220	643
ジェンティリー2原発	450	500	350	120	360	1,780
ポイント・ルブロー原発	150	140	81	100	220	691
合計	1,137	1,550	1,649	1,255	1,486	7,077

注：ジェンティリー2原発及びポイント・ルブロー原発の2004年と2005年は読取り
【資料出典】“Tritium Hazard Report: Pollution and Radiation Risk from Canadian Nuclear Facilities”のp9のTable 2.2

表3 カナダの原発からの総トリチウム放・排出量

単位：兆（テラ）Bq

形態	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	計
HT（気体）	110	55	66	750	790	1,771
HTO（液体）	1,190	1,410	1,650	1,250	1,490	6,990
HTO（気体）	1,800	1,590	1,460	2,120	1,720	8,690
合計	3,100	3,055	3,176	4,120	4,000	17,451

注：HTは酸素と結合する前の純粋の気体での形で排出
【資料出典】“Tritium Hazard Report: Pollution and Radiation Risk from Canadian Nuclear Facilities”のp9のTable 2.4

表4 日本の発電用原子炉トリチウム放出量（2002年～2011年度）

PWR=加圧水型軽水炉
BWR=沸騰水型軽水炉
液体放出量単位：兆（テラ）Bq

*汚染水（トリチウム水-HTO）として放出として放出しているトリチウムのみ。水蒸気ガス排出は含まない。

核施設名	運営組織	所在地	炉型	炉数	02年	03年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	合計	
泊原発	北海道電力	北海道古宇郡泊村	PWR	3	29	22	19	31	29	29	20	30	33	28	270	
女川原発	東北電力	宮城県牡鹿郡女川町及び石巻市	BWR	3	0.079	0.006	0.001	0.002	0.005	0.005	0.007	0.066	0.022	0.008	0.201	
東通原発	東北電力	青森県下北郡東通村	BWR	1	-	-	0.001	0.039	0.034	0.053	0.090	0.230	0.003	0.160	0.610	
福島第一原発	東京電力	福島県双葉郡大熊町	BWR	6	0.780	1.4	1.0	1.2	2.6	1.4	1.6	2.0	別評価	別評価	-	
福島第二原発	東京電力	福島県双葉郡楢葉町	BWR	4	0.91	0.38	0.35	0.96	0.66	0.73	0.50	0.98	1.60	2.30	9.37	
柏崎刈羽原発	東京電力	新潟県柏崎市・刈羽郡刈羽村	BWR	7	0.12	0.85	0.49	0.81	0.88	0.88	0.92	0.54	0.66	0.46	6.61	
浜岡原発	中部電力	静岡県御前崎市	BWR	5	0.75	0.59	0.46	0.75	0.68	0.60	0.73	0.64	0.64	0.46	6.30	
志賀原発	北陸電力	石川県羽咋郡志賀町	BWR	2	0.065	0.22	0.12	0.18	0.18	0.025	0.076	0.39	0.28	0.21	1.75	
美浜原発	関西電力	福井県三方郡美浜町	PWR	3	18	23	16	15	14	20	18	23	13	22	182	
高浜原発	関西電力	福井県大飯郡高浜町	PWR	4	63	59	63	69	68	60	40	43	65	38	568	
大飯原発	関西電力	福井県大飯郡おおい町	PWR	4	64	90	98	66	77	89	74	81	56	56	751	
島根原発	中国電力	島根県松江市	BWR	2	0.36	0.52	0.63	0.63	0.30	0.66	0.28	0.22	0.23	0.34	4.17	
伊方原発	四国電力	愛媛県西宇和郡伊方町	PWR	3	52	54	68	53	46	66	58	57	51	53	558	
玄海原発	九州電力	佐賀県東松浦郡玄海町	PWR	4	91	95	73	74	99	86	69	81	100	56	824	
川内原発	九州電力	鹿児島県薩摩川内市	PWR	2	32	38	51	48	35	38	53	50	30	37	412	
東海原発	日本原子力発電	茨城県那珂郡東海村	黒鉛減速炭酸ガス冷却炉	1	0.065	370万 Bq	N.D.	4.1億 Bq	2億 Bq	10億 Bq	13億 Bq	7500万 Bq	N.D.	N.D.	-	
東海第二原発	日本原子力発電	茨城県那珂郡東海村	BWR	1	0.86	0.85	0.61	0.74	0.62	0.58	0.55	0.70	0.42	0.87	6.80	
敦賀原発	日本原子力発電	福井県敦賀市	注3	2	14	22	26	9.2	15	13	4.9	15	12	6	137.1	
原子炉廃止措置研究開発センター	日本原子力研究開発機構	福井県敦賀市	注4	1	1.5	0.37	0.84	1.0	1.4	0.89	2.6	2.1	0.86	0.86	12.42	
もんじゅ	日本原子力研究開発機構	福井県敦賀市	注5	1	930万 Bq	8億9000万 Bq	1億3000万 Bq	4億7000万 Bq	2億 Bq	2100万 Bq	2億 Bq	2億 Bq	7000万 Bq	5000万 Bq	7700万 Bq	-

注1:東北電力東通原発は2005年12月商業運転開始。
 注2:日本原子力発電の東海原発は日本最初の商業用原発で電気出力16.6万Kw。1998年に運転終了、現在解体廃炉中。英国のマグノックス炉だった。
 注3:日本原子力発電敦賀原発は1号機が沸騰水型、2号機が加圧水型原子炉。
 注4:(独)日本原子力研究開発機構の原子炉廃止措置研究開発センターの手掛ける「原子炉」とは要するに、新型転換炉「ふげん」である。原型炉段階にある。「世界初のプルトニウムを本格的に利用する炉であり、MOX燃料の燃料数も772本と世界最大である。」というふれこみだったが、2003年に運転を停止、現在解体廃炉中である。「ふげん」は出力16.6万kWだった。現在もトリチウムを出し続けている。
 注5:「もんじゅ」は高速増殖炉の原型炉で出力は28万kw。「MOX燃料（プルトニウム・ウラン混合酸化物）を使用し、消費した量以上の燃料を生み出すことのできる」というふれこみだが、2010年に事故を起こし現在休止中。
 注6:なお水蒸気ガスでの排出は、2011年度1年間で「ふげん」が720億Bq、「もんじゅ」が3億2000万Bqだった。その他の施設は公表されていない。
 【参照資料】『原子力施設運転管理年報』（平成24年度版 2011年4月～2012年3月までの実績）のPDF版p608掲載「参考資料4.放射性液体廃棄物中のトリチウム年度別放出量」

トリチウムが人体に与える影響とは？

トリチウムとはいったい何でしょうか？水素には3種類の同位体があります。中性子をもたない軽水素、中性子1個をもつ重水素（**デュートリウム**）、そして中性子2個をもつ三重水素（**トリチウム**）です。軽水素と重水素は安定した同位体ですが、トリチウムは不安定な同位体で半減期12年でヘリウムに元素転換します。

従来ICRPやWHO、そして電力業界は「**トリチウムは放出エネルギーが極めて小さく、体内に入ってもほとんど人体に影響しない。原発から放出される程度ならば人体に無害**」と宣伝してきました。細胞を傷つける電離エネルギーが極めて小さいことは事実です。物理学だけの観点から見れば、この見方には説得力がありそうです。にも係らず、**トリチウムは人体、特に胎児・乳児・幼児に悪影響がある、との見解は随分以前からありました**。表6はそうした研究や報告のうち主なものを集めたものです。しかしこれら研究や報告も決して十分なものではありません。包括的・総合的な調査研究はまだ行われていないのが実情です。従来から根強い『トリチウム安全神話』が大きく災いしているといっても過言ではありません。

細胞に関する科学の発展

これまで被害が集中して報告されているのは、重水炉をもつカナダや加圧水型原子炉をもつ地域です。特に健康問題に敏感な南カリフォルニアでは、加圧水型のディアブロ・キャニオン原発やサン・オノフレ原発（**2013年廃炉決定**）などがあり、トリチウムによる被害が幾度か報告されています。

21世紀に入ると生化学、とくに生化学に基礎を置く細胞に関する研究が飛躍的に発展しました。従来物理学だけに基づくトリチウム研究とは全く独立して生化学の見地からトリチウムに新たな光が当てられるようになったのです。そうすると今まで説明のつかなかった**トリチウムの人体に対する悪影響が説明されるようになりました**。ことは単純に『電離エネルギー』の大きさばかりではなかったのです。ここでは詳細に立ち入ることができませんが、**トリチウムが体内に入り、炭素（C）と結合して有機結合型トリチウムとなった場合に人体に対する影響が大きいことがわかってきた**のです。それは物理学からは説明できない有機結合型トリチウムの細胞破壊の挙動です。

飲料水制限20Bq/ℓを提言

2007年カナダで最も原子炉が集中するオンタリオ州で飲料水諮問委員会が開催

され、諮問委員会は州政府にトリチウムの飲料水濃度規制を1ℓあたり20Bqを上限とするように勧告しました。（表5参照のこと）それまでオンタリオ州政府はICRPやWHOの勧告を受け入れて1ℓあたり7000Bqが上限だったのです。現在も引き続きこの勧告を取り入れた制限を立法化するかどうか審議中です。カナダでも最大のネックは原子力業界です。このレベルで制限されるとオンタリオ州に集中するカナダの原発は、莫大な安全コストに対する投資を迫られ事実上稼働を継続できなくなる恐れがあるからです。因みに世界でもっとも厳しい「安全基準」と安倍首相が豪語する日本の「規制基準」は全面的にICRP勧告を取り入れていますので、「トリチウム安全神話」の立場に立っています。

妊婦は10km以内に居住すべきでない

しかし前述**オンタリオ州飲料水諮問委員会に『トリチウム危険報告』を提出したイギリスの学者イアン・フェアリー**は、次のような措置をとることを提言しています。

「政府が責任をもって大規模で科学的な疫学調査を実施すること」「妊婦・4歳以下の年少者は核施設から10km以内に居住すべきでない」「核施設から5km以内に居住する人はそこで取れた農作物を



表5 トリチウム：飲料水濃度規制 国際比較 (Bq/ℓ)

スイス	10,000 Bq/ℓ
ロシア	7,700 Bq/ℓ
アメリカ	740 Bq/ℓ
オンタリオ州飲料水諮問委員会	20 Bq/ℓ
カリフォルニア州公衆健康ゴール	14.8 Bq/ℓ

* オンタリオ州飲料水諮問委員会 = ODWAC Ontario Drinking Water Advisory Council
 * ODWACの値は勧告値 カリフォルニア州公衆衛生ゴール = PHG = Public Health Goals of California はカリフォルニア州政府の一機関。この値に法的強制力はない

【参照資料】カナダ原子力安全委員会の「飲料水中トリチウム」のページ。検索語は「Tritium in drinking water」と「Canadian Nuclear Safety Commission」

摂取すべきでない」「液体トリチウムを放出する事業者は十分な貯蔵タンクを設備し、核崩壊を十分に確認してから（半減期は12年）放出すべき」

伊方原発を抱え、瀬戸内海の恵みを受けて暮らす私たちはこれに「トリチウムで汚染された水産物を摂取すべきでない」とつけ加えておきたいと思います。

表6 トリチウムに関するこれまでの主な健康被害研究・報告

・いずれも疫学研究。疫学研究は様々な限界をもつ。従って研究上の欠点も持っている。そうした学術上の欠点は「調査・報告の問題点」の欄に記載した。参考にして欲しい。

報告時期	研究者	報告された健康被害の内容	調査・報告の問題点
1989年及び1991年	Clarke et al.	オンタリオ州の核施設25km以内での子どもの白血病と死亡に関する研究。1971年から1987年の間、ブルース原発とピカリング原発近傍で0歳から14歳までの子どもで36名の白血病が発生した。（標準化死亡比=1.40）。原発稼働開始前後と比較すると明らかに有意。	小規模調査のため信頼区間（CI）が広いデータを含んでいる。トリチウム被曝量が推定されていない。
1991年	Johnson と Rouleau	生態学研究。オンタリオ州ピカリング原発25km以内地域での先天的欠損症（birth defect）、死産（stillbirth）、周産期死亡（perinatal mortality）、新生児死亡（neonatal mortality）、乳児死亡（infant mortality）に関する研究。全体としてみれば有意な結果。放出液体トリチウム、排出水蒸気トリチウムの量と関連つけた。ピカリング原発の水蒸気トリチウムの排出量と中枢神経系欠損とは明らかな関連があった。また頻発するダウン症候群との関連も疑ったが、有意な関連付けには至らなかった。	すべての結果を合理的に説明できる結果とはならず、個々の事実がそれぞれ矛盾する結果が一部であった。トリチウム被曝線量が推計されていない。
1997年	Green et al	症例対照研究（ケース・コントロール研究）。カナダの核施設労働者の子どもの先天性異常（Congenital Abnormality）に関する研究。父親が労働者だったケース763組、母親が労働者だったケース165組について調べた。トリチウム被曝線量の同定も行っている。明らかな染色体異常増加が認められた。	信頼区間が広い。（対象数が少ないためやむを得ない）また染色体異常増加ばかりがあつてその他の異常が認められないのは何故かについて答えていない。
2004年	Zablotska et al	カナダの核施設労働者4万5468人（1957年から1994年）について白血病と固形がん死について調べた。トリチウム被曝線量は尿検査データ（urinalysis data）から計算した。白血病死についても固形がん死についても有意な結果。この調査ではフィルムバックによる外部被曝線量（ガンマ線）のデータも参照できたため、内部外部被曝リスクを比べることもできた。その結果、トリチウム被曝が過小評価されてきたかあるいはトリチウム線量係数が過小評価されてきたかあるいはその両方があると結論。	—
1991年及び1994年	イギリス・チャンネル4テレビ番組、Gadekar et al	1991年4月イギリスのチャンネル4は、「電力のお値段」（The Price of Power）と題するTV番組を放映し、インド・ラジャスタン州コタ（Kota）にある2基のCANDU型原子炉の風下で生まれる新生児に明らかに先天性奇形率が高い発生率で生じていることを明らかにした。大量の液体トリチウムを放出している地域である。1994年ガデカル（Gadekar）らは、同原発付近の子ども（18歳以下）と離れた地域の子どもとを比較し先天性奇形の発生が原発付近の子どもで発生しているとした。その相対リスク（RR）は3.45だった。11歳以下の子どもに限定すればRRは5.08にもなった。ガデカルらは、同原発から放出されるトリチウムはカナダのそれより大きいと指摘し、更なる調査・研究をすべきと勧告したが、現在（2007年）時点でまだ実施されていない。	—