伊方原発広島裁判　　2017年4月22日

第3陣提訴・第5回口頭弁論期日　定例学習会

なぜ広島から伊方原発運転差止めを提訴するのか
～第２版リーフレット解説～

報告２
大量のトリチウム放出とその危険

話題提供・報告者　原田　二三子（原告）

1

１．伊方原発から放出される液体トリチウム

- 稼働時は3炉合計で年間約50兆ベクレルを放出（蒸気の形と気体トリチウムは含まれていない。事故を起こした福島第一原発から27カ月間で放出された液体トリチウムは東電推計約40兆ベクレル。）
- 稼働停止するだけで、放出量は年間1.８兆ベクレルに激減

日本の加圧水型発電用原子炉トリチウム放出量

＊発電用原子炉は汚染水（トリチウム水 -HTO）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	炉数	液体放出量　単位は兆（テラ）Bq											
			02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	合 計
泊原発	北海道電力	3	29	22	19	31	29	27	20	30	33	38	8.7	286.7
大飯原発	関西電力	4	64	90	93	66	77	89	74	81	56	56	22	768
伊方原発	四国電力	3	52	54	68	63	46	66	58	57	51	53	1.8	569.8
玄海原発	九州電力	4	91	95	73	74	99	86	69	81	100	56	2	826
川内原発	九州電力	2	32	38	51	48	35	38	53	50	30	37	1	413

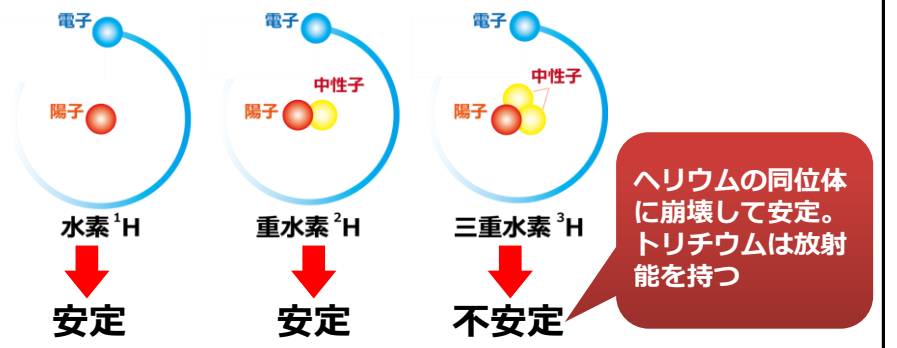
【参照資料】『原子力施設運転管理年報』（平成 25 年度版　2011 年 4 月～ 2013 年 3 月までの実績）の PDF 版 P608 掲載「参考資料４．放射性液体廃棄物中のトリチウム年度別放出量」及び平成 25 年度版 p404 掲載「参考資料４．放射性液体廃棄物中のトリチウム年度別放出量」

2

2．トリチウムは水素の放射性同位体

■ トリチウムは、崩壊してヘリウム（^{3}He）に変わるとき、平均5.7keVのベータ線（電離放射線）を出す放射性物質

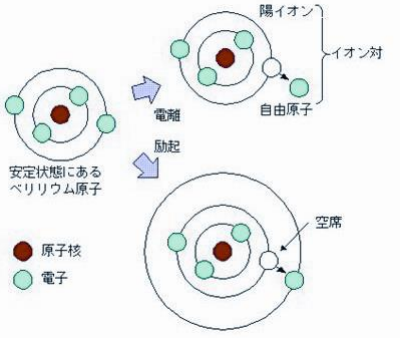
軽水素・重水素・三重水素のモデル図



3

2．トリチウムは水素の放射性同位体

■ 電離放射線＝電離作用を持つ放射線



画像引用：http://www.weblio.jp/content/電離作用

「電離作用：原子を構成している電子をはじき出して、もとの原子を、プラスの電荷を帯びた原子（陽イオン）と、自由な電子に分離する作用→原子の不安定化」

4

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

福島第一原子力発電所でのトリチウムについて

平成25年2月 28日

東京電力株式会社

東京電力

引用：http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2013/images/handouts_130228_08-j.pdf

5

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

2．トリチウムの性質

トリチウムの特性は一般的に以下のとおり

○化学上の形態は、主に水として存在し、私たちの飲む水道水にも含まれています

○ろ過や脱塩、蒸留を行なっても普通の水素と分離することが難しい

○半減期は12.3年、食品用ラップでも防げる極めて弱いエネルギー（0.0186MeV）のベータ線しか出さない

○水として存在するので人体にも魚介類にも殆ど留まらず排出される

○セシウム-134、137に比べ、単位Bqあたりの被ばく線量（mSv）は約1,000分の1

放射性核種	放射性物質を１Bq飲み込んだ場合（経口摂取）	
	線量係数（mSv/Bq）	カリウム-40（自然界核種）との比較
トリチウム	0.000000018	0.003
セシウム－134	0.000019	3
セシウム－137	0.000013	2
カリウム－40（自然界核種）	0.0000062	1

※ 線量係数は「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（経済産業省告示）」の別表第2（第3欄）に定められた値

※ 残留期間は「ICRP Publication 30」より引用

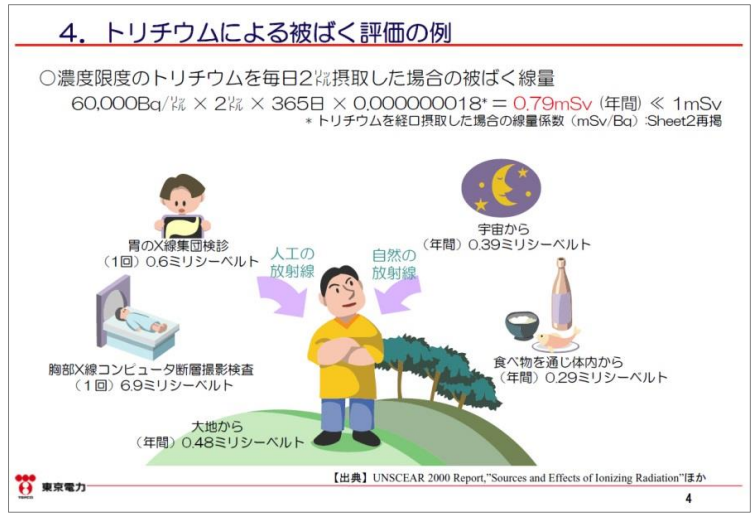
東京電力

2

引用：http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2013/images/handouts_130228_08-j.pdf

6

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ



引用：http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2013/images/handouts_130228_08-j.pdf

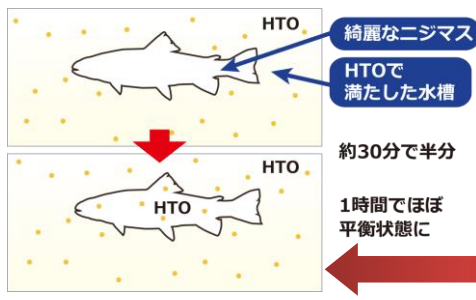
7

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

① トリチウムは「水として存在するので人体にも魚介類にも殆ど留まらず排出される」か？

トリチウム水（HTO）：水・水蒸気の形で存在するトリチウム

HTOは環境濃度と平衡化する



トリチウム水（HTO）は高い透過性を持つ。環境の水蒸気中のトリチウム濃度と、その環境中にある物（人体を含め）の水分のトリチウム濃度は、速やかに同じになる。（平衡化現象）

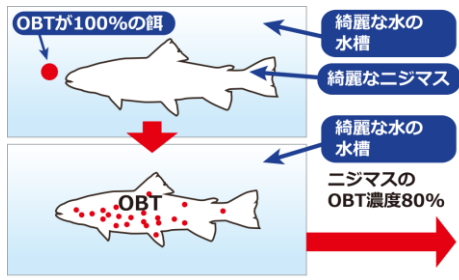
8

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

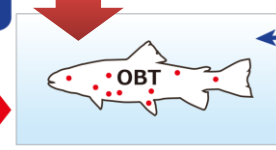
① トリチウムは「水として存在するので人体にも魚介類にも殆ど留まらず排出される」か？

有機結合型トリチウム（OBT）：トリチウム水（HTO）として生体に摂り込まれた後、代謝を通して、体を構成する有機分子の炭素やリン酸塩のリンなどと結合したトリチウム

OBTは生物の中に残留する



有機結合型トリチウム（OBT）は、トリチウム濃度の低い環境に移っても、容易に体外に排出されない。



9

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

① トリチウムは「水として存在するので人体にも魚介類にも殆ど留まらず排出される」か？

有機結合型トリチウム（OBT）は、長く体内に留まる

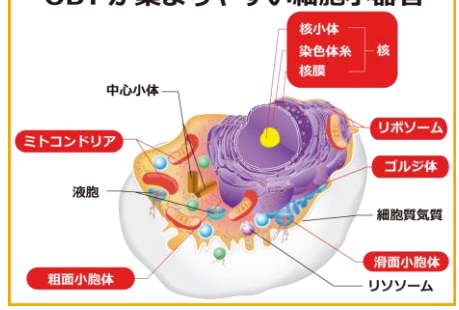
HTO（トリチウム水）摂取後、トリチウムは人体にどのくらい長く留まるか

参照研究（数字は研究発表年）	研究対象例数	生物学的半減期（単位は日）		
		HTO	OBT1	OBT2
Pinson and Langham 1957	9	11.3	-	-
Butler and Leroy 1965	310	9.5	-	-
Osborne 1966	30	10.5	-	-
Snyders et al 1968	1	8.7	34	-
Sanders and Reinig 1968	1	6.1	23	344
Minder 1969	1	-	1-30	139-230
Lambert et al 1971	1	9.1	36	-
Moghissi et al 1971	-	-	21-26	280-550
Moghissi et al 1972	1	9.0	30	450
Balonov et al 1974	-	12.0	39-76	-
Rudran et al 1988	8	6.0	30	226

注１：OBT１は、硫黄、リン、窒素などと結合した有機結合型トリチウム
注２：OBT2 は、炭素と結合した有機結合型トリチウム

【参照資料】「Tritium Hazard Report: Pollution and Radiation Risk from Canadian Nuclear Facilities」52 頁 Table2
http://www.inaco.co.jp/isaac/shiryo/genpatsu/tritium-hazard-report-pollu.pdf

OBT が集まりやすい細胞小器官



10

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

① トリチウムは「水として存在するので人体にも魚介類にも殆ど留まらず排出される」か？

- トリチウム水（HTO）は、トリチウム濃度の低い環境に移れば容易に体外に排出されるが、有機結合型トリチウム（OBT）は、DNAなど細胞内の重要な有機分子に集まり、トリチウム濃度の低い環境に移っても、長く体内に留まる。
- 東電の文書は肝心のOBTについて全く触れていない

11

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

② トリチウムの特性は「食品用ラップでも防げる極めて弱いエネルギー」か

トリチウムの崩壊エネルギー：
最大18.6keV、平均5.7keV

トリチウムのベータ線の飛程：
空気中　数センチメートル程度
水中　0.9マイクロメートル程度
体の組織内　0.6マイクロメートル程度

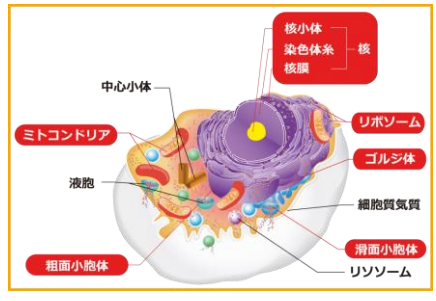
12

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

② トリチウムの特性は「食品用ラップでも防げる極めて弱いエネルギー」か

■ 有機結合型トリチウム（OBT）はDNAなど細胞内の重要な小器官を構成する高分子化合物に集まる。

OBTはDNAなど重要有機分子に集まりやすい



染色体の直径は、0.3～1.0マイクロメートル程度

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

② トリチウムの特性は「食品用ラップでも防げる極めて弱いエネルギー」か

- DNAなど細胞内の重要な小器官の高分子化合物に集まるトリチウム（OBT）から発せられるベータ線は、0.6マイクロメートル程度の飛程しか持たないが、0.3～1.0マイクロメートル程度の直径の染色体を十分に傷つけることができる。
- 細胞の中から細胞を破壊する危険な存在が有機結合型トリチウム（OBT）である。

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

③ トリチウムは

- 「セシウム-134、137に比べ、単位Bqあたりの被ばく線量（mSv）は約1,000の1」だから、トリチウムの人体への影響は小さいか
- 「濃度限度のトリチウムを毎日2リットル摂取した場合の被ばく線量」は「0.79mSv（年間）<<1mSv」だから、トリチウムの人体への影響は小さいか

放射性核種の単位Bqあたりの人体に対する影響度
＝線量係数（ICRPが恣意的に決定している）

トリチウムの線量係数は、
人体への影響を適切に表しているのか？→いいえ

15

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

③ トリチウムは

線量係数の過小評価

1. ICRPの評価では、有機結合型トリチウム（OBT）は生物学的半減期がトリチウム水（HTO）に比べて極端に長いことが無視されている。
2. ICRPの評価では有機結合型トリチウム（OBT）がDNAなど細胞内の重要な小器官を構成する高分子化合物に集まることが無視されている。

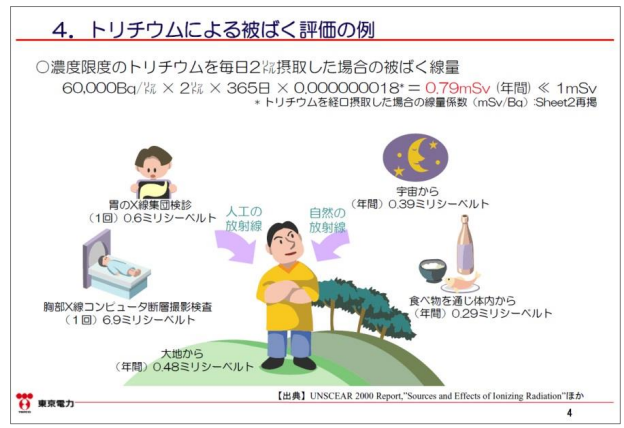
おまけに、トリチウムのベータ線の線エネルギー付与（LET）が大きいことが無視されている。

16

3．東京電力配布文書「福島第一原子力発電所でのトリチウムについて」のゴマカシ

③ トリチウムは

「0.79mSv」は、安全量を意味しない。
「0.65μSv」が致命的線量である場合もある。



17

＜参考＞
ベラルーシ・バンダジェフスキー教授の研究

バンダジェフスキー教授は死亡した乳児を病理解剖し、それぞれの臓器・器官に蓄積したCs137 を計測しました。10Bq／kgでは心筋に代謝異常が起こり始め、50Bq／kgを摂り込むと病的変化が起こり始める、と結論します。

生後６ヶ月未満で死亡した乳児の死因と各臓器セシウム 137 集積レベル

※数値は全てベクレル

死亡乳児死因		1 敗血症	2 未熟・奇形	3 敗血症・出血	4 大脳奇形	5 心臓病	6 敗血症
集積臓器	心臓	5,333	4,250	625	4,166	1,071	1,491
	肝臓	250	277	525	851	882	1,000
	肺臓	1,125	2,666	400	1,195	1,500	2,610
	腎臓	1,500	1,687	259	2,250	812	583
	脳	3,000	1,363	305	90	1,693	714
	甲状腺	4,333	6,250	250	1,900	検出せず	1,583
	胸腺	3,000	3,833	1,142	3,833	714	833
	小腸	2,500	1,375	571	3,529	2,200	590
	大腸	3,250	3,125	261	3,040	4,000	2,125
	胃	3,750	1,250	1,500	検出せず	検出せず	検出せず
	脾臓	3,500	1,500	428	1,036	2,000	2,125
	副腎	1,750	2,500	検出せず	2,500	4,750	2,619
	膵臓	11,000	12,500	1,312	検出せず	検出せず	2,941

ところでCs137：50Bqの実効線量はICRPの換算係数では0.65μSvに過ぎません。

18

結　語

透過性が高く、生体の中で有機結合型トリチウムとなってDNAなどの重要な有機分子を構成し、体内に長く留まって至近距離から細胞内の小器官を攻撃するという性質を持つという観点から見れば、伊方原発から通常運転で大量に環境中に放出されるトリチウムは、私たちにとってきわめて危険な放射性物質である。

19