中区定期ミニ学習会　　２０１８年1月１８日

トリチウムの危険①

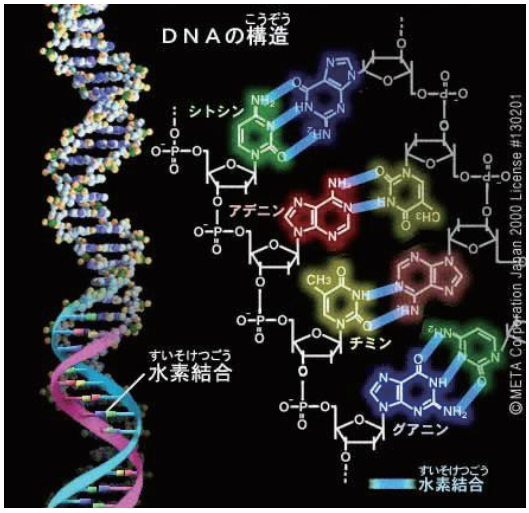
報告者：哲野イサク

四国電力伊方原発、関西電力大飯原発・高浜原発・美浜原発、九州電力玄海原発から大量に環境中に放出されるトリチウム。事故時ではなく通常運転中に放出される放射性物質です。電気事業連合会や原発推進に熱心な学者、研究者は声を揃えて「この程度のトリチウムなら人体に無害」といいます。この言説は正しいのでしょうか？この言説が科学的に批判でき、トリチウムの危険に関する知識と知見をみなさんと共有できるようにすることが今回の目的です。

１．トリチウムとは何か？

まず根源的な疑問は、「トリチウムとはなにか？」という疑問です。さまざまな答え方ができますが、外してはならない大切な答えは「トリチウムは水素です。」という点です。水素は、原子番号１番、ビッグバンで宇宙に最初に登場した原子、生命体を形作るのに際して必須の原子＝水素がトリチウムなのです。

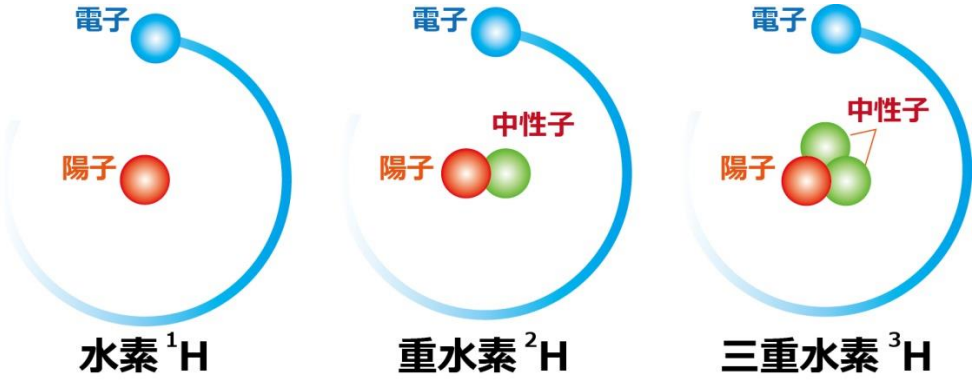
（図１　分子結合を担う水素）



水素は細胞を形成する分子結合を担います。図１はヒトの DNA の模式図です。DNA を構成するさまざまなタンパク質が結合し合って（高分子結合）細胞を形成します。水素の主な役割は、こうした高分子結合をつなぎ止める役割をもちます。必須元素といわれるゆえんです。まず水素にはこうした重要な役割があることを念頭に置いておいてください。

「トリチウムは水素だ」としましたが、もっと正確にいえばトリチウムは水素の同位体の一つです。原子番号１の水素は、陽子１個と電子１個で構成される非常に特別な原子であり中性子をもちません。この状態の水素の同位体が軽水素です。軽水素が１個の中性子をあらたに吸収するとこれが重水素（デュートリウム）という同位体になります。重水素がさらに１個の中性子を吸収すると三重水素（トリチウム）という同位体になります。（図２参照のこと）

（図２　水素の３つの同位体）



水素の３つの同位体のうち軽水素と重水素は安定した同位体ですが、三重水素（トリチウム）は不安定な同位体で時間の経過と共にベータ線を放出しながら核崩壊し、ヘリウム３（^{3}He）というヘリウムの同位体に壊変し安定します。

従ってトリチウムは放射性物質です。物理的半減期は約１２．３年。つまり約１２年でその電離エネルギーは半減します。

トリチウムは水素そのものですから、当然のこと、その物理的性質も化学的性質も水素の挙動と一致します。このことがトリチウムという放射性物質を非常に特殊なものとし、またやっかいなものとしています。水素は酸素と非常に化合しやすく、自然界では“水”の形で存在しますから、トリチウムもやはり“水”の形で存在します。またこのこともトリチウムを他の放射性物質と際だって異なる特殊な放射性物質としています。

またトリチウムは水素ですから本来ガス（気体）です。これを軽水素と区別するために“HT”と表記します。（H は水素の記号。T はトリチウムのために特別に与えられた略号）

前述のごとくトリチウムは水素の同位体ですから環境には気体（HT）の形では止まりにくく酸素とすぐ結合してトリチウム水となります。これを“HTO”と表記します。（O は酸素の記号）

さらに HTO はヒトや動物、植物の中に入り込み（水素ですから当然です。たとえばヒトの体は約７０％が水です）、生物内にある有機物と化合して有機結合型トリチウムを生成します。これを“OBT”と表記します。（OBT＝Organically Bound Tritium）

すなわち一口にトリチウムといいますが、環境には HT、HTO、OBT と３

つの異なる形態で存在することを念頭においてください。トリチウムの危険を考える場合、「トリチウム」という大括りの言葉ではなかなか理解し難いということでもあります。

２．平衡化現象

前述のように HT は水素ですから、環境中には HTO（トリチウム水）の形で存在します。HTO は海、河、湖沼にも存在しますが、大気中にも目には見えませんが水蒸気という形で大量に存在します。HTO（トリチウム水）とはいいますが、物理的性質も化学的性質も“水”そのものです。

ヒトを含むすべての生物の組成は“水”が大半の組成を占めています。生物の暮らす環境（大気中）にも大量に水蒸気という形で“水”が存在します。

従って環境中の HTO 濃度と生物内の HTO 濃度は常に釣り合おうとします。これを“**平衡化現象**”といいます。　（図３）

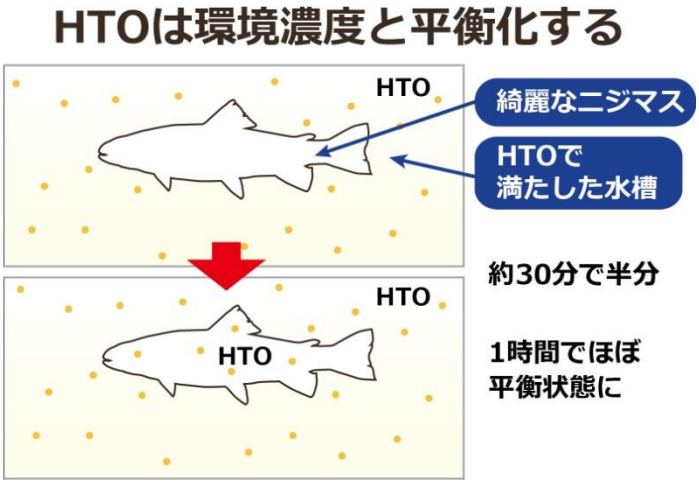


図３はルーマニアの A.Melintescu という人の研究グループがニジマスを使って実験した結果をイラストにしたものです。

このグループは全く HTO をもたないニジマスを HTO 水で満たした水槽に入れ、どうなるか実験しました。そうするとニジマスの体内トリチウム濃度は約３０分で水槽内（環境内）の HTO 濃度の約半分濃度となり、約１時間で水槽内の HTO 濃度とほぼ等しくなりました。平衡化現象が起こったのです。逆に HTO を含まない水槽に HTO に汚染されたニジマスを入れてやれば、平衡化現象によってニジマスの体内 HTO 濃度は下がったことでしょう。（この研究論文は後で紹介するイアン・フェアリーの報告書“Tritium Hazard Report”の参考文献一覧に掲載されています）

考えてみれば当たり前のことです。HTO といっても水そのものですから、環境の水分濃度と等しくなろうとするわけです。温度が同じであれが、雨の日に

は洗濯物が乾きにくく、晴れの日には乾きやすい（水分濃度は環境の水分濃度と等しくなろうとする）のと同じ理屈です。

しかし、このような性質をもった放射性物質はトリチウム（HTO）を除いて他にはありません。その他の放射性物質は、触れるか（皮膚摂取）あるいは口から入れるか（経口摂取）または吸い込むか（呼吸摂取）のいずれかでなければ体内に取り込むことはできません。しかしHTOは水であるがゆえに、また生物の組成が大半水であるがゆえに、触れなくても、口から入れなくても、吸い込まなくても勝手に体内に入り込んでしまうのです。

このことがトリチウムを非常に危険な放射性物質としている大きな要因です。

３．地球上にある自然のトリチウム

水素は自然界には“水”という形で豊富に存在します。なにしろ地球表面上は約７割が海や河、湖沼で掩われている水の惑星です。また大気中には水蒸気という形で大量の水素が存在します。一方宇宙からは、磁気圏や大気圏といった地球を放射線から護る「シールド」をかいくぐって、宇宙から降り注ぐ放射線全体から見ればわずかですが、中性子線が地表面に届いています。軽水素は中性子を１個獲得して重水素、重水素がさらに１個獲得してトリチウムができるわけですから、こうして地球上では自然のトリチウムが生成されることになります。

イギリスの科学者で「Tritium Hazard Report」という報告書を書いたイアン・フェアリーは、こうして生成される自然トリチウムは地球全体で年間最大約７．４京ベクレル（７万４０００兆ベクレル）だと述べています。また日本語ウィキペディア「三重水素」は「年間約７．２京ベクレル」としています。どちらにしても地球上では毎年７京ベクレル以上の自然トリチウムが生成されているとみて間違いないでしょう。

トリチウムは自然界にも存在し、これまで（核時代が始まるまで）、私たちヒトを含むすべての生物は、トリチウムが一定程度環境に存在することを前提に進化し、それぞれ発展してきたのです。

４．人工トリチウム

一方で核実験や核施設から人工的に生成されるトリチウムも存在し、その量も膨大です。

これまでで大量の人工トリチウムを環境に放出したのは“大気圏核実験”でしょう。特に１９５４年から６２年の８年間にアメリカ、ソ連を中心とする大気圏核実験で放出されたトリチウムはほぼ１６０京ベクレルだ、と前掲報告書の中でイアン・フェアリーは推定しています。毎年生成される自然トリチウムの３倍近い人工トリチウムを、この期間毎年環境に放出したことになります。これら大気圏核実験時代のトリチウムは今も環境に残っていると考えられ、特にフォールアウト・トリチウムと呼ばれています。（「トリチウムの環境動態」百島則幸・富山大学水素同位体科学研究センター研究報告）

一方で６０年代に入るとアメリカを中心とした諸国では原発ラッシュがはじまり、また核再処理事業も開始されていきます。これら核施設から放出される人工トリチウムもまた膨大です。こうして８０年代にさしかかる頃になると、これら商業用核施設から毎年環境に放出されるトリチウムはほぼ自然トリチウムの量と拮抗するようになった、とフェアリーは前掲書で推定しています。

これらの数字には核兵器工場など軍事核施設からのトリチウム放出は含まれていません。全体を推定する資料に乏しいからです。ただしフェアリーは、核兵器製造が下り坂にさしかかる７０年代から８０年代は毎年２．８京ベクレルのトリチウムが核兵器製造諸工場から環境に放出されたと推計しています。

原発施設ではカナダの重水炉群からのトリチウム放出が群を抜いています。（右表参照のこと）

発表されている公式のデータではカナダの５箇所の原発から放出されたトリチウムは２００１年から２００５年の５年間で毎年３０００兆ベクレルから４０００兆ベクレル、５年間合計

図３

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・ルプロー原発	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・ルプロー原発の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・ルプロー原発	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・ルプロー原発の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の排出
【資料出典】“Tritium Hazard Report: Pollution and Radiation Risk from Canadian Nuclear Facilities”のp9のtable 2.4

では約１．７５京ベクレル（１万７５００兆ベクレル）のトリチウムを放出しました。

（現在ではトリチウムの被害が知られるようになってトリチウム放出は厳重に規制されている。なお東京電力福島第一原発敷地内に汚染水として貯蔵されているトリチウムは約１０００兆ベクレル。これを薄めて放出すれば良い、という議論があるが、薄めようが１０００兆ベクレルという総量は変わらない。愚かな議論というほかはない。環境省の告示に年間総量規制がないことにつけ込んだ一種のトリック論法である）

また核再処理施設の放出するトリチウムも膨大です。フランスのラ・アーグにある核コングロマリット、アレヴァ社傘下の核再処理工場が年間約１京ベクレル程度のトリチウムを英仏海峡に放出しているのはよく知られた話ですし、青森県六カ所村にある日本原燃核再処理工場から太平洋に放出されるトリチウムの量も又膨大です。

日本原燃は２００６年３月から２００８年８月まで断続的に「再処理施設アクティブ試験」を実施しました。その時放出したトリチウムを１２カ月ベースにしてみると約１２００兆ベクレルに昇ります。（日本原燃２００８年2月２７日「アクティブ試験経過報告＜第４ステップ＞による」）仮に六ヶ所村再処理工場がフル稼働に入った場合を想定してみると、放出するトリチウムは約２京ベクレル」という計算になります。

日本の加圧水型原発のトリチウム放出量も負けてはいません。「平成２５年度版原子力施設運転管理年報」によれば、２００２年度から２０１１年度（年度末は２０１２年３月）の１０年間、九州電力玄海原発は約８２０兆ベクレル、関西電力大飯原発は約７５０兆ベクレル、高浜原発は約５７０兆ベクレル、四国電力伊方原発も約５７０兆ベクレルのトリチウムを近隣の海に放出しています。（「日本の加圧水型原発のトリチウム放出量」参照のこと）
これがどれほど膨大な量かは、１９７９年の米スリーマイル島原発事故の時に放出したトリチウム量約３７兆ベクレル、また福島第一原発事故の時最初の２７カ月間で放出したトリチウム約４０兆ベクレルと比較してみれば一目瞭然でしょう。

こうして自然生成のトリチウム量の何層倍もの人工トリチウムが毎年地球環境に放出され、後でも見るように環境のトリチウム濃度を上げていることが大

きな問題です。その生命・健康に与える影響の大きさを考えると、「CO2 地球温暖化説」などとは比較にならない大問題だと考えます。

（特に四国電力伊方原発の場合は、放出先が半閉鎖水域である瀬戸内海であり、周辺のトリチウム環境濃度を上げているという点で悪質です。前述のように人の体内のトリチウム濃度は環境のトリチウム濃度と平衡化します。環境のトリチウム濃度が上がれば体内のトリチウム濃度も上がります。）

表 4　日本の加圧水型発電用原子炉　及び　六ヶ所村核燃料再処理施設のトリチウム放・排出量

＊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	所在地	炉型	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	北海道古宇郡泊村	PWR	3	29	22	19	31	29	27	20	30	33	38	8.7	286.7
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	43	225
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	6.8	574.8
大飯原発	関西電力	福井県大飯郡おおい町	PWR	4	64	90	93	66	77	89	74	81	56	56	22	768
伊方原発	四国電力	愛媛県西宇和郡伊方町	PWR	3	52	54	68	63	46	66	58	57	51	53	1.8	569.8
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	2	826
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	1	413
六ヶ所村	日本原燃	青森県六ヶ所村	核燃料再処理施設		2006年3月～2008年2月 放排出測定値				気体：　16兆Bq 液体：1800兆Bq			年間放出測定値（推計）		気体：10.6兆Bq 液体：1200兆Bq		

【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」及び日本原燃株式会社 2008 年 2 月 27 日作成「再処理施設アクティブ試験（使用済燃料による総合試験）経過報告（第４ステップ）」45p より http://www.jnfl.co.jp/press/pressj2007/080227sanko1.pdf

5.「トリチウム無害論」の根拠

一方で国際放射線防護委員会（ICRP）の影響下にある学者、研究者の中には「大量に摂取しなければトリチウムは無害」という言説が根強く存在します。

このため、日本の国内ではトリチウム環境放出の規制はあってないも同然です。環境省の告示では、環境に放出するトリチウム濃度の上限は１リットルあたり６万ベクレル、飲料水については１リットルあたり８０００ベクレルです。。原子力規制委員会に至っては原発からのトリチウム放出規制値すら整備していません。

たとえば、飲料水の摂取制限を他の諸国と比べてみましょう。スイスやロシアはほぼ日本並みですが、アメリカは日本の約１０分の１。世界で真っ先にトリチウム被害が報告されたカナダでは、たとえば原発が集中しているカナダのオンタリオ州では１リットル当たり２０ベクレルが勧告されています。（前掲イアン･フェアリーの報告に

表 10　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 s 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"

よるとこれは勧告値でまだ法整備はされていないそうです。しかし、この飲料水制限は実質的には実現されているとのことです。やはりトリチウム健康被害が問題になったアメリカ・カリフォルニア州では、法整備はされていないものの、「公衆健康ゴール」という州の機関が、１４．８ベクレルという厳しい値を提案しています）

トリチウムの害が早くから研究報告されている地域ほどトリチウム放出規制、飲料水規制が厳しいといういい方もできます。

ここで「トリチウム無害論者」がどんなことをいっているのか、ちょうどここにわかりやすいテキストがありますのでそれを閲覧しながら話を進めましょう。

テキストに使うのは２０１３年１１月７日付け朝日新聞（大阪本社版）に掲載された「トリチウム　放出が現実的」と題する記事です。ちょうどこの頃、福島第一原発敷地内にトリチウム汚染水のタンクが溜まり続け、薄めて太平洋に放出すべきかどうかという議論が高まっていた時でした。（今も事情は悪くなりこそすれ当時の状況が改善されたわけではありません。）薄めて環境省の告示する基準（６万ベクレル／リットル）以下にすれば放出しても何ら問題はない、トリチウムは人体にほとんど害はない、これに反対する漁民の気持ちはわかるが、感情的であり非科学的だ、などとする批判がやんわりと拡散されていた頃でした。（右図参照のこと）

朝日新聞2013年11月7日5面

5　10版　　2013年(平成25年)11月

トリチウム　放出が現実的

どうする 汚染水

―日本原子力学会の事故調査委員会は、高濃度汚染水を浄化する装置を通した後に残るトリチウム（三重水素）だけが含まれた汚染水ならば、海に流してもやむを得ないという見解を示しました。

福島第一原発にある設備ALPSは、62種類の放射性物質を取り除けるが、トリチウムだけできない。東京電力は『汚染水は一切出しません』と言うが、トリチウムを含む水をため続けるのか。現実的な解決案として提示した。

うちだ・しゅんすけ　日立製作所を経て、1999～2005年に東北大工学部教授。07～09年に日本原子力学会水化学部会長。72歳。

内田俊介・エネルギー総合工学研究所特任研究員

―技術的に難しいのですか。

方法はいくつかあるものの、10分の1にするのに1千億円程度かかるという指摘もある。しかし、それだけ費用をかけても残ってしまう。結局、トリチウムの濃度が低くなった水と、取り除いた分のトリチウムを管理し続けることになる。

―海に流して大丈夫ですか。

全く問題ないとまでは言えない。だがトリチウムは自然界に1リットルあたり10ベクレル程度ある。大気中で宇宙線の中性子と窒素が反応することで生成されているからだ。法で定める放出限度は1リットルあたり6万ベクレル。自然界の濃度近くまで薄めれば、放出してもいいと考える。

―魚介類の体内で濃縮されませんか。

トリチウムは水素の同位体で、水の一部として存在する。体内に取り込んでも濃縮されることはない。トリチウムの半減期は12・3年だが、取り込まれた半数が約12日で体外に排出される。水と同じように動くので、蓄積の影響は小さいと考えられる。

―過去の事故ではどう対処したのでしょうか。

米スリーマイル島原発事故では37兆ベクレルのトリチウムを大気に放出した。福島第一原発には現在、ためている汚染水の中に、1千兆ベクレルほど含まれると言われている。フランスの再処理施設では、福島第一原発にある量の10倍くらいを1年間に海に出している。福島第一原発でも事故前は年間2兆ベクレル程度放出していた。

―放射性物質が放出されることには拒否感を示す人たちもたくさんいます。

もちろんいるし、風評被害を心配される人もいる。しかし、トリチウムは自然界に存在する。ゼロでなければ怖いというのは科学的な議論ではない。放出する場合は、継続的にモニタリングすることと、地元関係者らへの十分な説明が必要だ。（聞き手・木村俊介）

この記事に登場するのは内田俊介氏（エネルギー総合工学研究所特任研究員＝当時）。内田氏は日立製作所出身で、元東北大学教授、元日本原子力学会水化学部会長の肩書きが示すとおり専門家中の専門家であり、また典型的に原子カムラの住人です。

この記事の中で内田氏は次のように述べます。

（１）トリチウムは自然界に１リットル当たり１０ベクレル程度ある。水素の同位体で水の一部として存在する。体内で濃縮されることはない。

（内田氏は自然界に１リットル当たり１０ベクレル存在するとするが、これは今まで見たとおり環境に存在する自然トリチウムとこれまでの核実験や核施設放出の人工トリチウムを合算数値。全く自然な状態では、たとえば海水中濃度は１リットルあたり数ベクレルにしか過ぎない）

（２）トリチウムの物理的半減期は１２．３年だが、取り込まれた半数は約１２日で体外に排出される。（生物学的半減期は約１２日）水と同じように動くので影響は小さいと考えられる。

（これは、「生物学的半減期」というよりも、前出の「平衡化現象」の結果。環境のトリチウム濃度と体内のトリチウム濃度は平衡化するという方が正確。約１２日間で半減するという内田氏はいうが、その時の環境のトリチウム濃度は明示されていない。環境のトリチウム濃度によっては生物学的半減期は“８日”だった、という実験結果もある。また環境のトリチウム濃度が体内のトリチウム濃度より高ければ、平衡化現象によって逆に体内濃度は上がる。トリチウム濃度が低い環境で生活することが重要、ということでもある。

またここで内田氏が指摘するのは、HTO に関する事柄であって、OBT には全くあてはまらない）

（３）トリチウムは自然界に存在する。ゼロでなければ怖い、というのは科学的な議論ではない。

内田氏はこのインタビューの中でウソをいっているわけではありません。しかし真実の全体を語っているわけでもありません。たとえば OBT には全く触れていませんし、平衡化現象についても特に言及があるわけではありません。トリチウム全体についていえることのほんの一部を語っているわけですが、全体の一部をあたかも全体であるかのように語っている点は問題です。あるいは一番うまいウソのつきかたかもしれません。

６．トリチウムは崩壊エネルギーが小さいことも重要な根拠

内田氏のインタビューの中では語られていませんが、以上の論点のほかに、「トリチウム無害論者」がその根拠とするのが、トリチウムの核崩壊エネルギーの小ささ（弱さ）です。

放射性物質には放射能があります。「放射能」とは要するに、物質に電離現象を起こす「電離エネルギーを放出する能力」のことです。その電離エネルギーの大きさは「電子ボルト」（エレクトロン・ボルト＝eV）という単位で表現することができます。もちろんトリチウムが核崩壊する時に発する電離エネルギーも電子ボルト（eV）の単位で表すことができます。

トリチウムが核崩壊し、ヘリウムの同位体に変化（壊変）する時に発する電離エネルギーは核崩壊１回あたり最大でも１８．６keV（１万８６００電子ボルト）。平均すると５．７eV の電離エネルギーを放出するに過ぎません。これを例えばセシウム１３４の１００万電子ボルト以上、あるいはセシウム１３７の数十万電子ボルトなどと比較すると確かにトリチウムは崩壊時の電離エネルギーは小さいのです。（１個の電子を原子から奪う電離エネルギーの大きさは約１０eV といわれています）

それだけトリチウムによる放射線被曝影響は小さい、というのが無害論者の根拠の一つになっています。

たとえば、国際放射線防護委員会（ICRP）は、放射性物質ごとに１ベクレルあたりの実効線量換算係数をこと細かく決めていますが、トリチウムの換算係数は１ベクレルあたり『１．８×１０$^{-8}$mSv』（HTO 経口摂取の場合）に過ぎません。トリチウム１ベクレルは「１億分の１．８mSv」だというのです。そうすると１００万ベクレルのトリチウムを摂取してもわずか「１８μSv」の被曝線量ということになってしまい、なるほどトリチウムはほとんど無害な放射性物質だということになります。

（ICRP の実効線量概念は、「電離放射線による全身被曝の影響度」というものです。その影響度を数値化しその単位を“シーベルト＝Sv”として表現したのが実効線量概念です。よく考えてみるとこれは科学的な概念とはいえません。放射能の濃度＝単位はベクレル、放射線の吸収線量＝単位は Gy、などは客観的な物理量ですから数値化できますが、全身が放射線から受ける影響度となると、

人によって、またその人の状況・状態によってバラバラですし、そのばらつきには数百倍から数千倍の差があります。影響度となると個人・固体の違いが大きくとても客観的・科学的に数値化できるものではありません。これを客観的な科学的概念というためには、個人差・個体差をまったく無視し、放射線感受性や放射線抵抗力は人みな同じ、まるで均一大量生産のロボットと前提するほかはありません。

ICRP も実効線量概念成立のためには均一大量生産のロボットを前提する必要があることはよく承知しており、その勧告の中でロボットという替わりに、“代表的人＝ a representative person”を想定していると述べています。）

（また科学的な物理量概念である放射能濃度=ベクレル、を本来非科学的な概念である実効線量に換算する“換算係数”も厳密には科学的概念とはいえません。ここに換算係数に恣意的な操作が行われる余地があります。トリチウムの実効線量換算係数“１．８×１０$^{-8}$mSv”は、「トリチウムの影響を過小評価している、トリチウムの影響を小さく見せかける操作が行われている」という批判が絶えないのも、根源的には実効線量換算係数そのものが科学的概念ではない、ところにその理由があります。）

要するに、「トリチウム無害論者」の主張をまとめて見ると、①トリチウムは自然界にも大量に存在する、②生物学的半減期が短い、③核崩壊の際の放出電離エネルギーが小さい、という点に集約されるようです。

逆に「トリチウム無害論者」は一般向けには、同じトリチウムといっても HTO と OBT があり、人体に影響が大きいのは例外なく OBT だ、ということには一切ふれようとしませんし、また、トリチウムが人体に影響を及ぼすのはその電離エネルギーの大きさではなく、細胞を構成する重要因子として使われるからだ、その悪影響の源泉は他の放射性物質とは異なって、もっと分子生物学的な要因だ、ということについても一切触れようとしません。

真実は「トリチウム無害論者」の語ることにはなくて、語らないことにありそうです。トリチウムが人の体の内部でどんな挙動をするのか、特に細胞に対してはどんなふるまいをし、どんな影響があるのかなどについては次回でみることにします。（以下次回）