伊方原発3号機運転差止仮処分申立事件　第5回審尋
仮処分勝って止めよう学習会　2016年9月18日

報告３
伊方原発通常運転時の危険とトリチウム

話題提供・報告者　森本　道人（原告・化学会社技術職）

1

１．四国電力の答弁書より①

- 「原子力発電所の運転に伴い、発生する放射性物質は、ペレット、燃料被覆管、原子炉容器、原子炉格納容器およびコンクリート遮へい壁の五重の障壁により発電所内に閉じ込める。」

（仮処分事件四国電力「答弁書」53頁 平成28年4月25日）

通常運転時発生する放射性物質は“五重の壁”で完全に閉じ込める、と思いきや…

2

1．四国電力の答弁書より②

- 「原子力発電所においては何らかの異常がなくとも、その平常運転に伴い、気体状、液体状及び固体状の放射性物質が発生する。そして、このうち、気体状及び液体状の放射性物質については、極めて微量ではあるが、外部環境に放出せざるを得ない。」

（同「答弁書」227頁）

3

2．通常運転時、放射能を環境に出しているのかいないのか？

出しているのです

- 通常運転時、何をどれだけ出しており、それが私たちの健康にどの程度の影響を与えているのか、それが私の報告です。

四国電力伊方原子力発電所　左から1号機、2号機、3号機

＜参考＞伊方原発が通常運転で放出する放射性物質

＜参照資料＞原子力安全基盤機構「原子力施設運転管理年報」平成24年度版・平成25年版

	希ガス（アルゴン41、キセノン133、クリプトン85など）	ヨウ素131	トリチウム（液体）
2002年度	―――	―――	52 兆Bq
2003年度	75億Bq	N.D.	54 兆Bq
2004年度	39億Bq	N.D.	68 兆Bq
2005年度	74億Bq	N.D.	63 兆Bq
2006年度	6900億Bq	73万Bq	46 兆Bq
2007年度	8700億Bq	11万Bq	66 兆Bq
2008年度	150億Bq	N.D.	58 兆Bq
2009年度	2600億Bq	9.9万Bq	57 兆Bq
2010年度	1700億Bq	*1.7万Bq	51 兆Bq
2011年度	150億Bq	*95万Bq	53 兆Bq
2012年度	N.D.	N.D.	1.8 兆Bq
			合計 569.8 兆Bq

単位は全てベクレル（Bq）

*年度は表示年の4月から翌年の3月まで。日本の会計年度表示。従って2010年度は最終月が2011年3月となり福島原発事故の影響が見られる。

※希ガスの検出限界値（N.D.)は0.02Bq/cm³
※ヨウ素の検出限界値（N.D.)は10億分の7Bq/cm³
※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。蒸気の形でのトリチウム水も排出されているはずだが、それは計測されていないか、あるいは計測されていても公表されていない。
※2012年度は伊方原発は全く稼働していなかった。

5

3．大量に放出されているトリチウム水

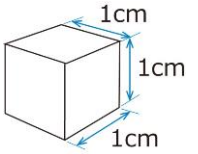
- 四国電力の答弁書では“微量の”と表現されていたが、トリチウム水は稼働中平均毎年50兆ベクレル以上。
- 福島第一原発事故では事故発生から27ヶ月間で太平洋に流出したトリチウム水は最大約40兆ベクレル。（東電の推計）

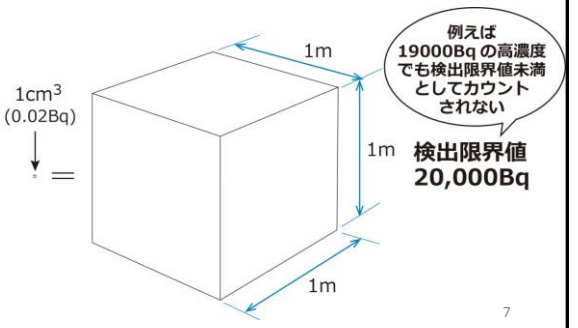
事故原発よりはるかに多い放出トリチウム水。決して“微量”とは言えない。

6

4．“検出限界値未満”のトリック①

- 表中、「N.D.」は検出限界値未満であり放出していないという意味ではない。
- 検出限界値は1㎤あたり0.02ベクレル。（ヨウ素131は別）
- 一見、厳しい限界値のように見えるが、1㎥にすると2万ベクレルが限界ということになる。





7

4．“検出限界値未満”のトリック②

- １㎥あたり2万ベクレル未満は「N.D.」として放出放射能にカウントしていない。
- これら計測値は全て四国電力の自己管理・自己申告によるもの。
- 管理目標値・放出量の正当性、検出限界値の決め方などに客観的根拠があるわけではない。
- このことは原子力規制委員会でも問題化している。

8

＜参考＞原子力規制委員会更田委員の発言で明らかになった「管理目標値」は規制基準のない事業者自己申告

【参考資料】第31回特定原子力施設監視・評価検討会（2015年2月9日）
議事録15-16pより抜粋　http://www.nsr.go.jp/data/000100673.pdf

○**角山教育研究特別顧問**　3点あるんですが。今のトリチウムの議論の一つで、管理目標値というお話があったんですが、ワンプラントごとの管理目標値というものの合理性、これはきっと規制委員会のマターだと思うんですが、総量、要するにどうしたって薄めたら出していいという論理は通じないので、管理目標値の合理性を出していただきたいなと思うんです。…どの程度が管理目標値が合理性があるのか、そういう点をぜひ御議論いただければありがたいと思います。…

○**更田委員**　一つは管理目標値ですけども、これはある時点…各原子力施設で管理目標値が一体どういうふうになっているのかというのを、ちょっと御覧いただくことにも意味があると思います。　**＜次頁に続く＞**

9

＜前頁から続き＞

管理目標値は、これは基本的には事業者がこれこれで管理すると保安規定に書き込みましたというものを、保安規定の認可という形で規制当局が認めているという形であって、管理目標値がこれこれでなくてはいけないというふうな決め方をしてきた経緯がありませんので、…実際問題実は施設の中で随分開きがあります。…さらに管理目標値がそれでいいかという議論に関していいますと、それは改めて、実施計画に申請があった時点で、規制委員会として確認をすることになると思いますが、では今おっしゃったような、どのような視点を持ってこれでいいとしているかということに関しては、あまり私の知る限り突っ込んだ議論なり、指標を持っているとは思っていませんので、これは改めて少し議論の議題としていきたいと思います。

【参考資料】第31回特定原子力施設監視・評価検討会（2015年2月9日）
議事録15-16pより抜粋　http://www.nsr.go.jp/data/000100673.pdf

10

5．四電はどう主張しているのか？

- 「債務者（四電のこと）、平常運転に伴って発生する放射性廃棄物について、…貯留、放射能の減衰等の処理を行っている。また、処理した気体及び液体放射性廃棄物については環境に与える影響が十分小さいことを確認した上で放出している。（この放出量を適切に管理していることは後述の通り）」

（同「答弁書」229頁）

実際には客観的根拠がないことは、すでに見たとおり

11

6．トリチウムの問題

- ヨウ素131が危険な放射性物質であることはみなさんご存じの通り。
- キセノン133、クリプトン85、アルゴン41など希ガス類も決して安全な放射性物質ではありません。
- ここではトリチウムを取り上げてご報告いたします。

12

7．トリチウムとは何か？

- トリチウムは実は水素のこと。
- 水素は3つの同位体があります。
- 通常、原子1個・電子1個で安定します。
- 水素原子が中性子1個を吸収すると重水素。
- 重水素がさらに中性子1個を吸収すると三重水素となります。これがトリチウムです。

13

8．トリチウムの性質

- トリチウムは水素ですから、通常は気体（ガス）の形態を取ります。➡ HT
- しかし、トリチウムはHTの形では自然界にとどまりにくく、酸素と結合して“水”の形になりやすい。➡ HTO
- さらにHTOは生体内部では有機物と結合して有機結合型トリチウムを生成することが知られています。➡ OBT

14

＜参考＞トリチウムガスから有機結合型トリチウムへ

HT ＜トリチウムガス＞
トリチウムガスは、“気体”の形ではとどまりにくい

↓

HTO ＜トリチウム水＞
酸素と結合して“水”（液体）になりやすい

- 水の形（原発からの汚染水など）
- 蒸気の形（原発などから大気中へ排出されている）

↓

OBT ＜有機結合型トリチウム＞
（生物内や自然界の炭素などと結合して生成される）

人体や自然界の生物（動植物）に入り込んだHTOは、生物中のリンなどの有機物と結合してOBTになる。特に炭素と結合したOBTは人体に有害な放射性物質に変化する

15

9．生物学的半減期が非常に長いOBT①

- 体内に摂り込んだ放射性物質が半分体外に排出される期間のことを生物学的半減期と呼びます。
- 原発推進の学者たちは、トリチウムの生物学的半減期は7日～8日で非常に短く人体に影響はほとんどないと説明します。
- しかしこれはHTOに当てはまる事実で、OBTには全く当てはまりません。

16

9．生物学的半減期が非常に長いOBT②

- 体内に摂り込んだHTOは一定割合で有機物（炭素・イオウ・リン・窒素など）と結合してOBTになります。
- OBT化したトリチウムはこれまでの研究では生物学的半減期が最大１～２年です。
- 実は**人体に危険なのは、このOBT**です。

17

＜参考＞OBTの生物学的半減期に関するこれまでの研究例

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

【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

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
注３：トリチウムの生物学的半減期については、研究の初期、1950年代から60年代まではほぼHTOのみに着目した研究だったが、70年代以降有機結合型トリチウムの影響が注目されるにつれ、有機結合型トリチウムの生物学的半減期も研究されるようになった。研究例数はまだ少ないとはいうものの有機結合型トリチウムに生物内で変換した場合、なかなか身体の外に出にくいことが判明している。特に、OBT2炭素と結合した有機結合型トリチウムの生物学的半減期が長いことは注目される。

18

１０．トリチウム（OBT）による細胞損傷メカニズム①

①元素転換による損傷

- 水素は細胞を構成する重要原子で高分子結合を担います。
- この高分子結合にOBT（性質は水素そのもの）が使われた場合、物理的半減期約12年でOBTは元素転換（核崩壊による）してヘリウムに変わります。
- ヘリウムには分子結合を担う力はないので、高分子結合は壊れ、細胞は内部から損傷していきます。

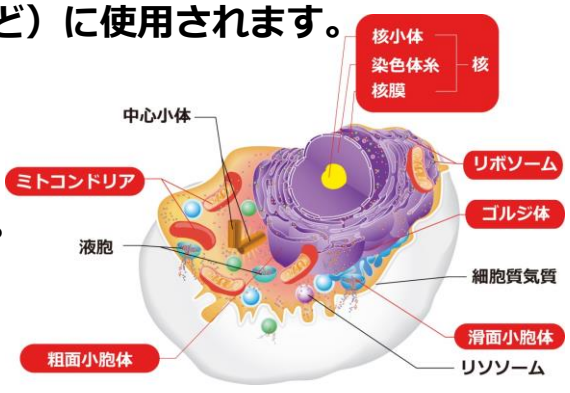
これをトリチウムの元素転換による細胞損傷と呼びます

19

１０．トリチウム（OBT）による細胞損傷メカニズム②

②細胞の重要小器官を構成するOBT

- 水素（OBT）は細胞を構成する重要小器官（DNA、ミトコンドリアなど）に使用されます。
- 電離エネルギーが小さくても細胞の心臓部を直撃する確率が高いのです。
- いわば細胞を内部から破壊するのがOBTの特徴です。



20

11. 世界的に知られるトリチウムの危険

- 日本ではトリチウム安全神話がまだまかり通っていますが、トリチウムの被害について研究の進んでいるアメリカ、カナダ、イギリスなどではトリチウム濃度の環境放出制限への規制が強まっています。
- ここでは飲料水の濃度制限の例だけを挙げておきます。

21

＜参考＞トリチウム：飲料水濃度国際比較（Bq/ℓ）

スイス	10,000	Bq/ℓ
日本	8,000	Bq/ℓ
ロシア	7,700	Bq/ℓ
アメリカ	740	Bq/ℓ
カナダ・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＝PHGｓ 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”

22

１２．トリチウムによる被害の国際的研究例

- 実はトリチウムによる人体被害の研究は国際的には1970年代から始まっていました。
- 主にアメリカ、カナダ、イギリスなど大量に人工トリチウムを発生させている国々で研究が進んでいます。
- ここでは代表的な研究例をご紹介します。

23

＜参考＞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もっている。
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名の白血病死が発生した。（標準化死亡比＝1.40）原発操業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。トリチウム被曝線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（perinatalmortality）、新生児死亡（neonatal mortality）、乳児死亡（infant mortality。生後12ヶ月以内の死亡）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づけた。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たちの間の先天性異常（Congenital Abnormality）についての研究。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っ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4万5,468人（1957年から1994人）について白血病死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（urinalisis 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ジ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 Poewer）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児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年ガデカール（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にものぼった。ガデカールらは、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。	

１３．やっと日本でも始まった　トリチウム研究

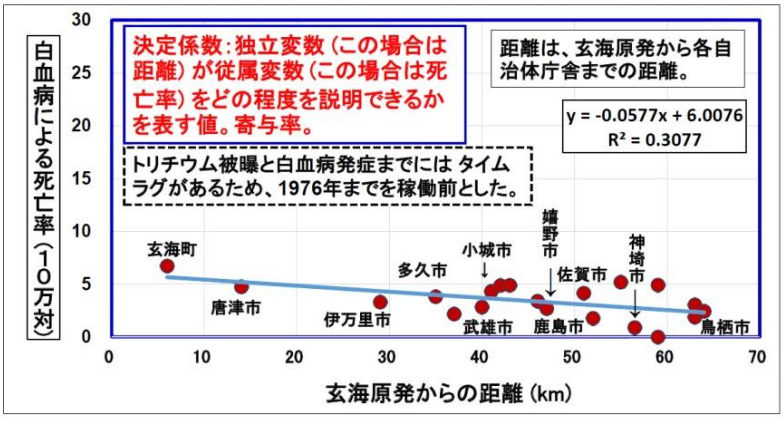
- 日本では長い間、トリチウムは人体に無害として研究はほとんど進んでいませんでした。
- 福島第一原発事故をきっかけにトリチウムに対する関心が高まり、研究成果が出始めました。
- 政府や御用学者、電力会社が流し続けるトリチウム無害論に対する有効な反論といえそうです。ここでは森永徹氏の「玄海原発と白血病」をご紹介します。

25

＜参考＞森永徹氏「玄海原発と白血病」より

森永氏は白血病とトリチウム放出量を関連付けてこの研究を行っている。
※白血病発症の主な原因が放射線被曝にあることは学術界ではよく知られた事実である

原発稼働前(1969～1976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



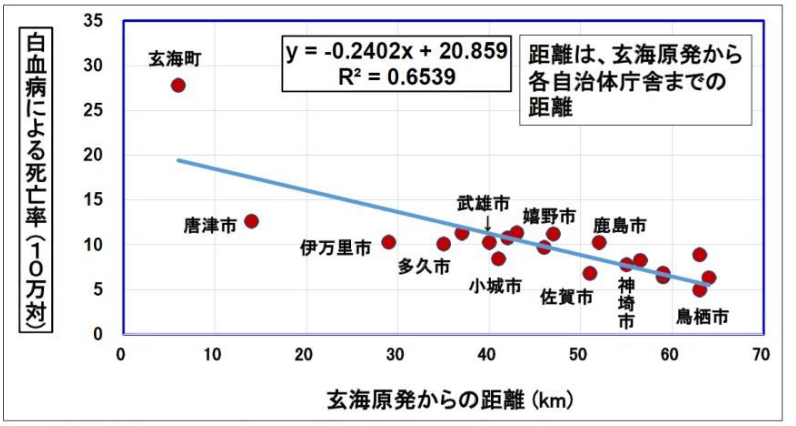
相関係数 R= -0.5547　相関係数の有意性の検定 p= 0.011
決定係数 R^2=0.307　（死亡率の出典：佐賀県人口動態統計）

26

＜参考＞森永徹氏「玄海原発と白血病」より

森永氏は白血病とトリチウム放出量を関連付けてこの研究を行っている。
※白血病発症の主な原因が放射線被曝にあることは学術界ではよく知られた事実である

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



相関係数 R=−0.8086　　相関係数の有意性の検定　p＜0.001
決定係数 R^2=0.6539　　(死亡率の出典：佐賀県人口動態統計)

6

27

１４．通常運転でも危険な伊方原発

- 伊方原発はこれまで見てきたように通常運転で“微量”どころか大量のトリチウムを瀬戸内海に流し続けています。
- また、見てきたようにトリチウムは決して無害な放射性物質ではありません。
- それどころか、小児性白血病を含む様々な人体損傷をもたらします。

28

１５．伊方原発を稼働させるべきではない

- トリチウムの放出は廃炉にしないまでも稼働しないだけで激減します。
- 8月22日、伊方原発3号機は100%出力に達し、大量のトリチウムや希ガスなど放射性物質を環境中に放出しはじめていることでしょう。
- この仮処分に勝って、稼働を止めなければなりません。

29