

トリチウムによる被曝被害と 汚染水海洋投棄反対運動

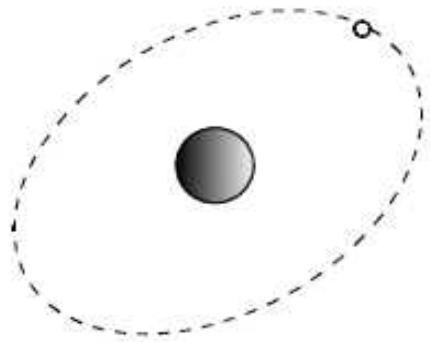
主催：京都・市民放射能測定所

2020年2月11日 京都市呉竹文化センター

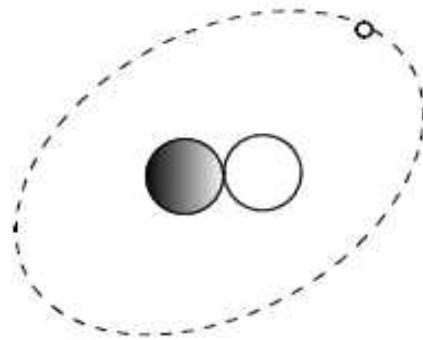
山田耕作

図1 トリチウム概念図

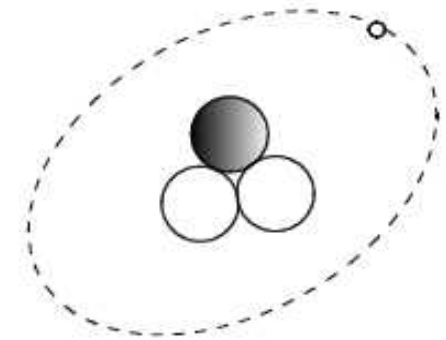
水素



デュートリウム (重水素)



トリチウム (三重水素)



- 陽子
- 中性子
- 電子

政府の言う「自然中に存在するトリチウム」: 実は核実験と原発・核施設の稼働や事故の結果である

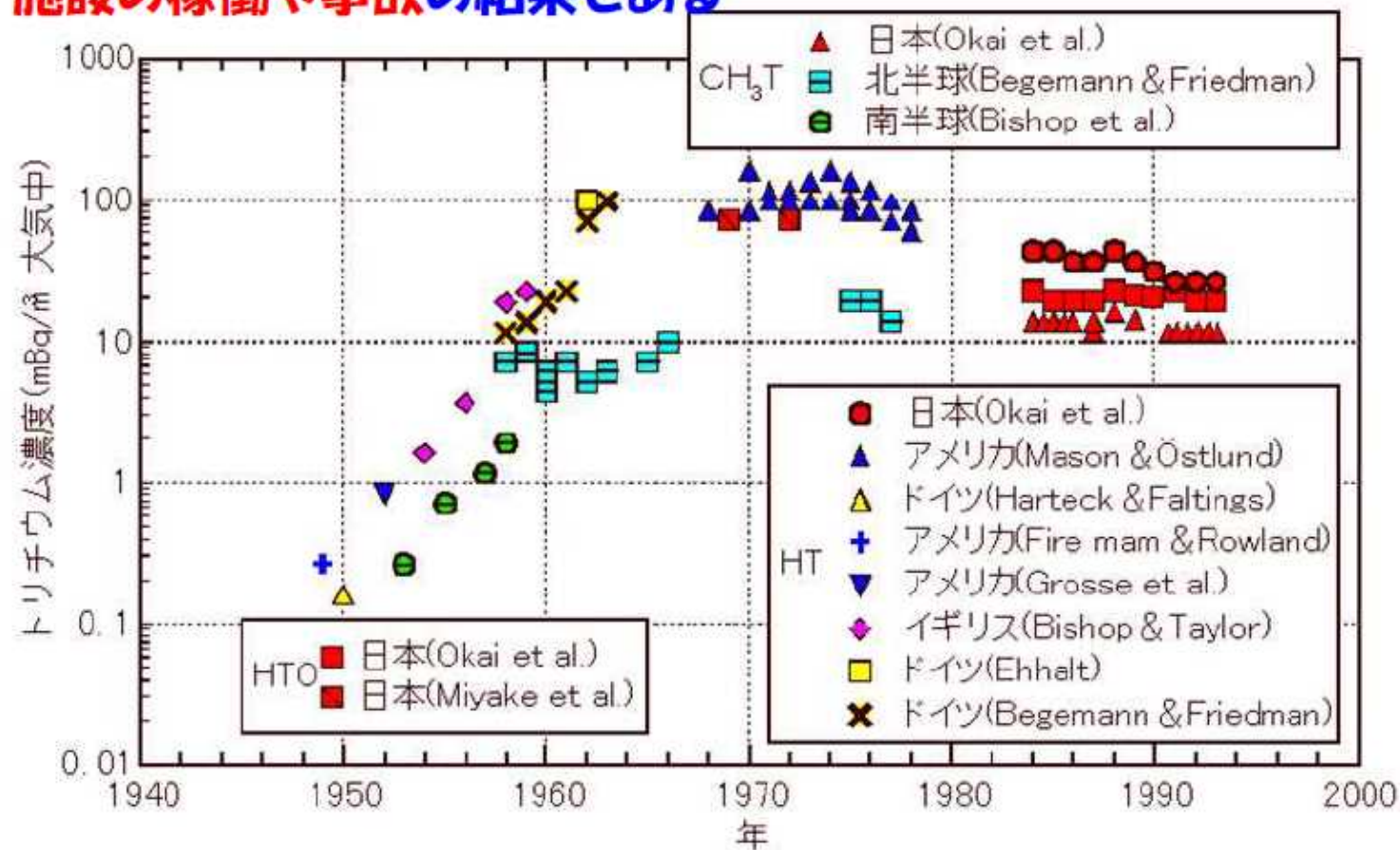


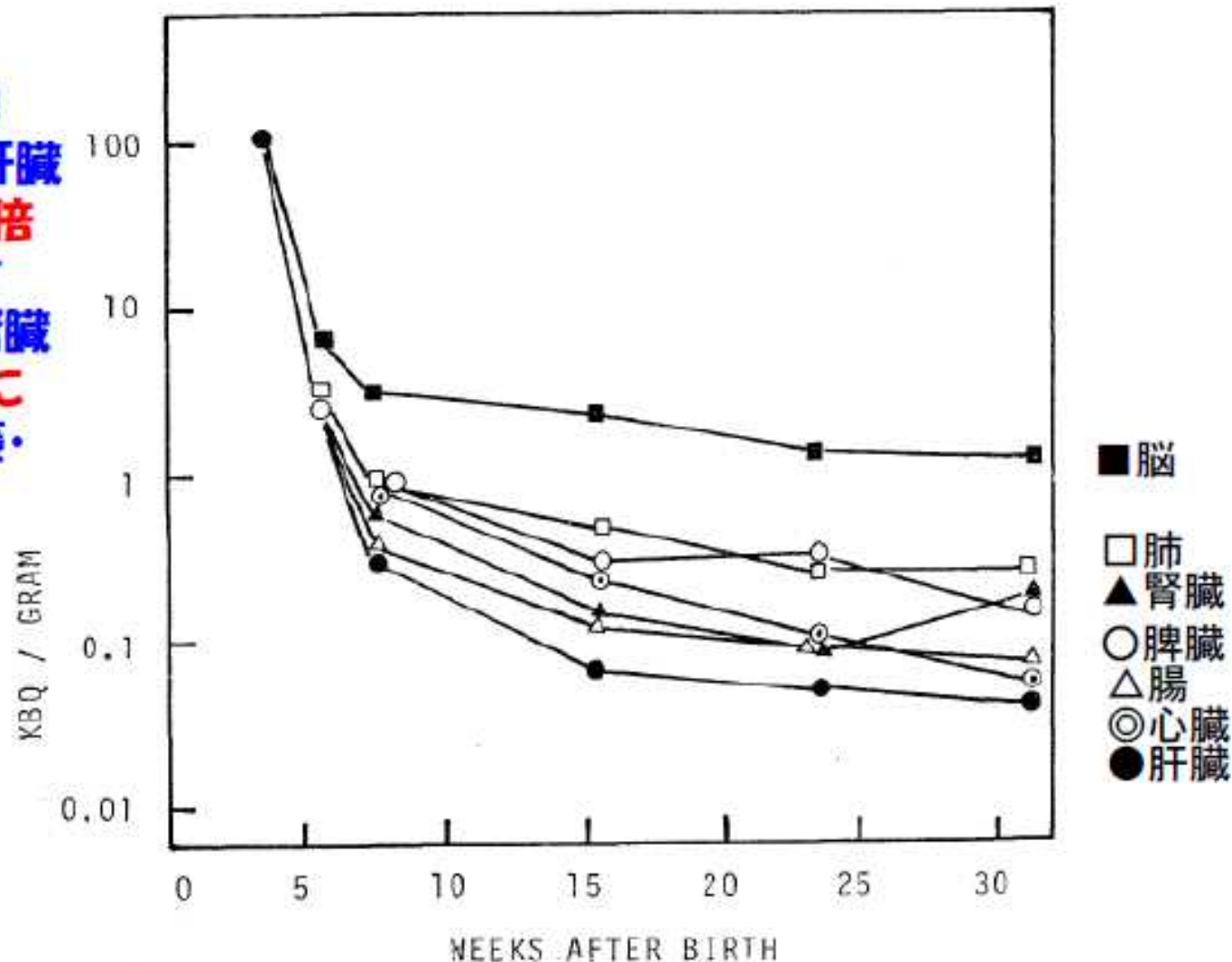
図1 大気中のトリチウム濃度の経年変化

[出典] 百島 則幸ほか:トリチウムの影響と安全管理 日本原子力学会誌 39(11), p.924 (1997)

<https://atomica.jaea.go.jp/data/pict/09/09010308/02.gif>

母マウスに370KBq/mLのトリチウム水を投与後の出生マウスの各臓器のトリチウム濃度の推移—脳に残留する

「トリチウムは脾臓、腸、心臓、肝臓よりも、脳に10倍以上多く残留する。肺の3倍、腎臓の5倍も多く脳に残留する」(斉藤・石田氏)



トリチウムを含む福島原発放射性廃液の海洋投棄に反対する決議

市民と科学者の内部被曝問題研究会有志及び内部被曝を憂慮する市民と科学者 2018年7月20日

•福島原発事故によるトリチウム総量は約3400兆ベクレル、2014年3月でタンク貯留水中に830兆ベクレルのトリチウムがあると発表されている。この膨大な放射性廃液はその後増加する一方である。そのため、漁連などの反対運動の隙があれば、政府・東電はトリチウムを含む福島原発事故廃液の処理・処分として、それを希釈して海洋に投棄しようとしてきた。

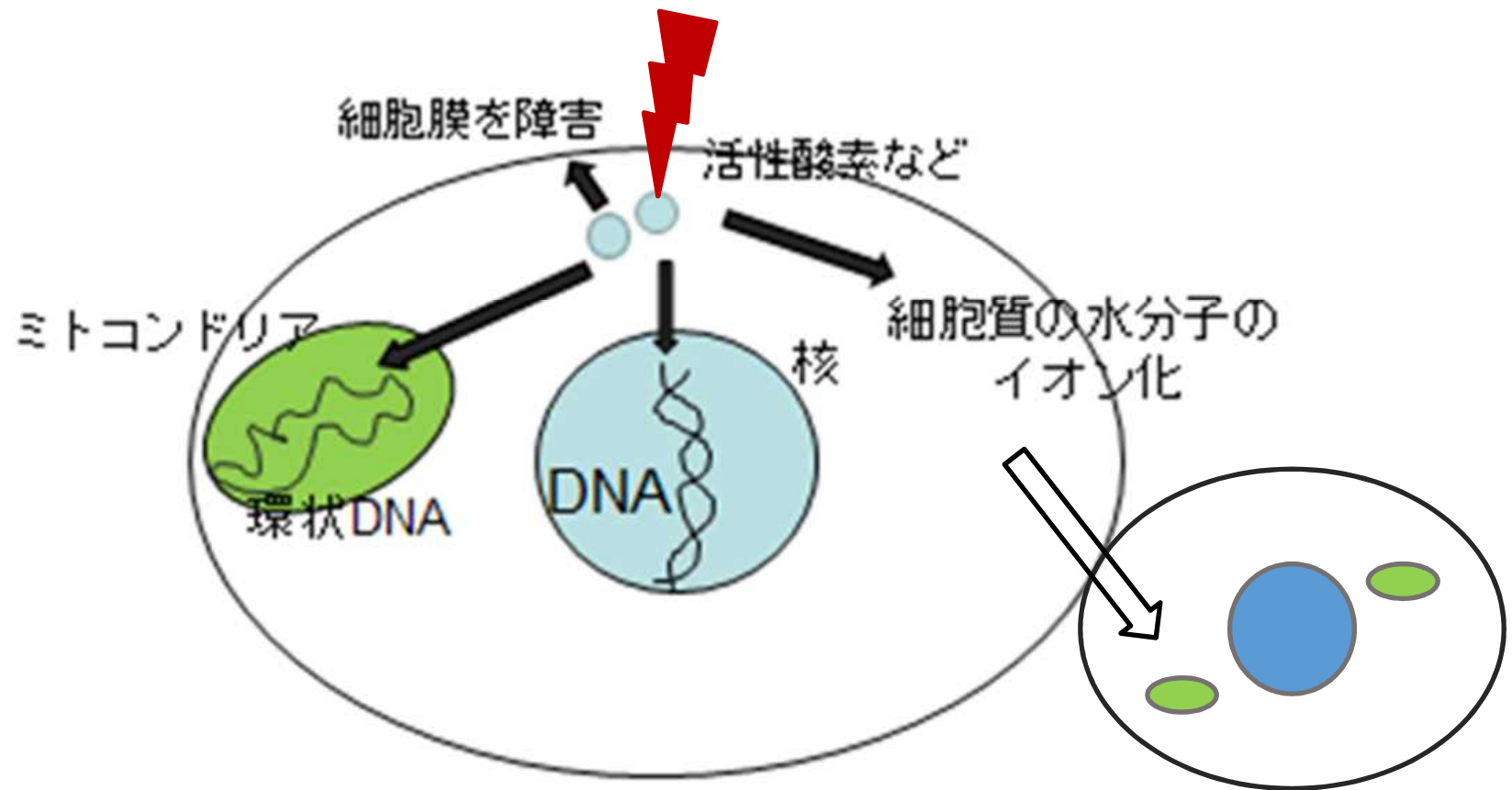
原子力規制委員会更田豊志委員長は海洋投棄を先導している。

- 我々は以下の理由で放射性廃液を海洋に投棄することは決してすべきでないと考える。
- 1. トリチウムは生命・健康への危険性が少ないと誤解されているが非常に危険な放射性物質である。なぜなら、人体の大部分を占める通常の水と化学的に区別がつかず、生体のあらゆる場所に取り込まれ、**内部から被曝させ、活性酸素等を介して間接的に細胞膜やミトコンドリアを破壊する。**また、直接的に遺伝子、DNAの化学結合を切断する。

低線量放射線は活性酸素($\cdot\text{OH}$, O_2^-)などを発生させ、細胞内の器官を傷つける

ミトコンドリアについては遠藤順子氏の論考参照

<http://nukecheck.namaste.jp/ronbun/1711endo.html#11>



ほぼあらゆる疾患が起こり得る

決議文続き 「トリチウムの危険性」

植物は炭酸同化作用によって水と炭酸ガスからでんぷんを作る。こ
でんぷんの水素原子がトリチウムに変わることによって有機トリチ
ウムが形成され、動植物や人間が体の一部としてその有機トリチウム
長期間取り込み、内部被曝する。

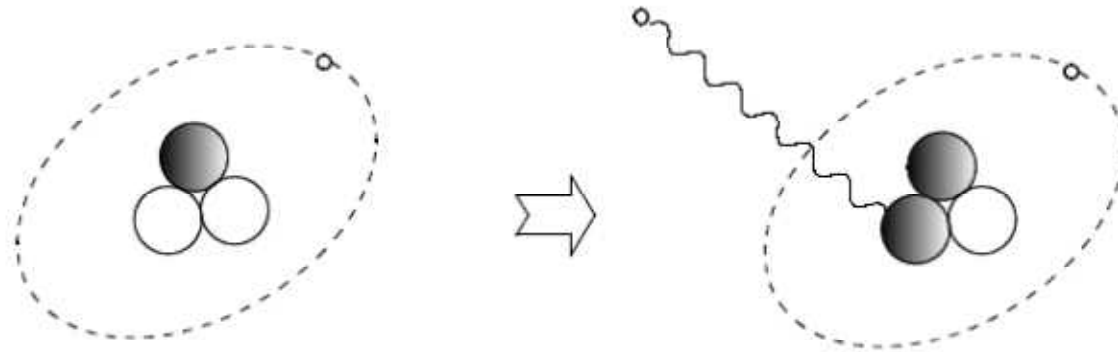
トリチウム特有の危険性として遺伝子の水素原子とトリチウムが入
替わるとベータ(β)崩壊でトリチウムがヘリウムに変わることによっ
て遺伝子の化学結合が切断される。

トリチウムのベータ崩壊

図3 トリチウムのベータ崩壊の概念図

トリチウムのベータ崩壊

ヘリウム3に変わる

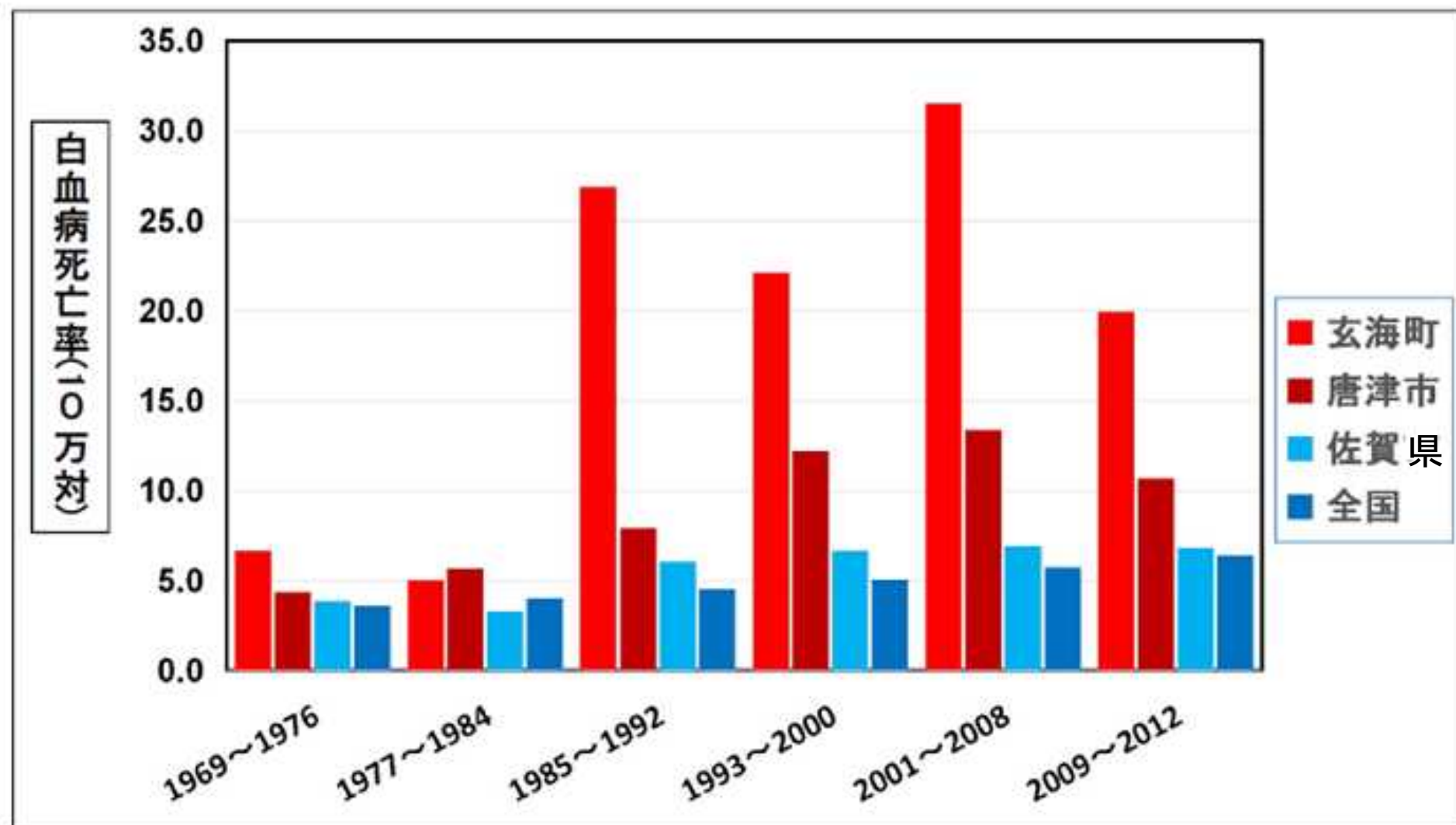


中性子の1つが電子（ベータ線）を放出して陽子に変わる

決議文続き 「トリチウムの危険性」

- 2. このようにして、原発から放出されたトリチウムによって玄海原発周辺の住民の白血病の増加、世界各国の再処理工場周辺の小児白血病の増加、原発周辺の小児がんの増加等が報告されている。現実には被害が発生しているのである。
- 3. たとえ、希釈して海洋投棄されたとしても食物連鎖などの生態系を通じて濃縮される。さらに気化してトリチウムを含む水蒸気や水素ガスなどとなって陸地に戻り、環境中を循環する可能性がある。希釈すれば安全というのは過去に多くの公害問題でくりかえされた誤りであり、環境に放出される総量こそ問題である。それ故、放射性物質や有害物質は徹底的に閉じ込め生態系から隔離することが公害問題では唯一正しい原則的な対応である。

玄海町、唐津市、佐賀市と全国の白血病死亡率の推移



単年度で見ると、玄海町と唐津市では1983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) 31

トリチウムを含む汚染水の海洋投棄に反対する決議とその運動の経緯

- 市民と科学者の内部被曝研究会 (ACSIR)有志及び内部被曝を憂慮する市民と科学者の提案
- 2018年7月20日名古屋でのACSIR再建会議で決議
- 賛同者個人 366人 賛同団体 41団体

原子力規制委員会、東京電力、経済産業省、福島県4者に6回要請書

2018年8月30, 31日公聴会

富岡町、郡山、東京

東京16名、海洋投棄賛成なし。

「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」 の公聴会 山本一良委員長（名古屋学芸大学副学長）

- 東京会場（16名）
- 西尾正道、阪上武、満田夏花、温品、伴英幸、官波、細川弘明、三原翠、山田清彦、山田耕作
- 郡山会場（14名）
- 鈴木則雄、水戸喜世子、武藤類子、
- 富岡会場（14名）佐藤一良、
- トリチウム以外の放射性物質の基準値以上の残留で公聴会開催の前提条件が満たされていないとして紛糾・混乱

海洋放出賛成は44名中2名のみ

汚染水処理後も基準値越え 9月29日朝日

浄化したはずの約89万トンの中、8割超に当たる約75万トンが放射性物質の放出基準値を上回っていた。(東電発表) 基準値の最大2万倍もあった。ストロンチウム90が基準値の約2万倍の約60万Bq/L。他にCs137、Sr90、ヨウ素129,Ru106,Co60,Sb125.

岩波科学10月号 牧野淳一郎 p0987

タンクのトリチウム1000兆Bq年間22兆Bqの基準値を守ると約50年かかる。

Days Japan 11月号 ティム・ディアジョーンズ論文 渡辺訳

「海流に乗るトリチウム汚染水」

残留放射性物質の量

- スロンチウム90

新聞発表通り141Bq/Lの濃度だと仮定すると、溜まっている汚染水およそ100万トン(10億リットル)に対しては、1410億Bq(1.41×10^{11} 乗すなわち0.141TBq[テラ 10^{12} 乗])となります。

- ヨウ素129—チェルノブイリ事故の全放出量程度

ヨウ素129は、62Bq/Lと公表されていますから、100万トンに対しては、およそ620億Bqとなります。

驚くべきことに、これは、チェルノブイリ事故でのヨウ素129放出量(0.000081PBqすなわち810億Bq)に、ほぼ匹敵します。

3号炉原子炉建屋内地下水による上昇とみられる 建屋滞留水の濃度の急上昇

- 2016年末まで低減し続けた汚染水濃度が2017年度以降急上昇し、ほとんどの核種濃度が事故1年後の汚染レベルまで上昇している。
- セシウム137 1,000万Bq/Lから 1億Bq/Lへ 10倍
- Sr-90 500万Bq/Lから 2,000万Bq/L 4倍
- トリチウム 10万Bq/Lから 300万Bq/L 30倍
- ALPSは2塔目以降で性能が低下する。

ALPSは2塔目以降で性能が低下する

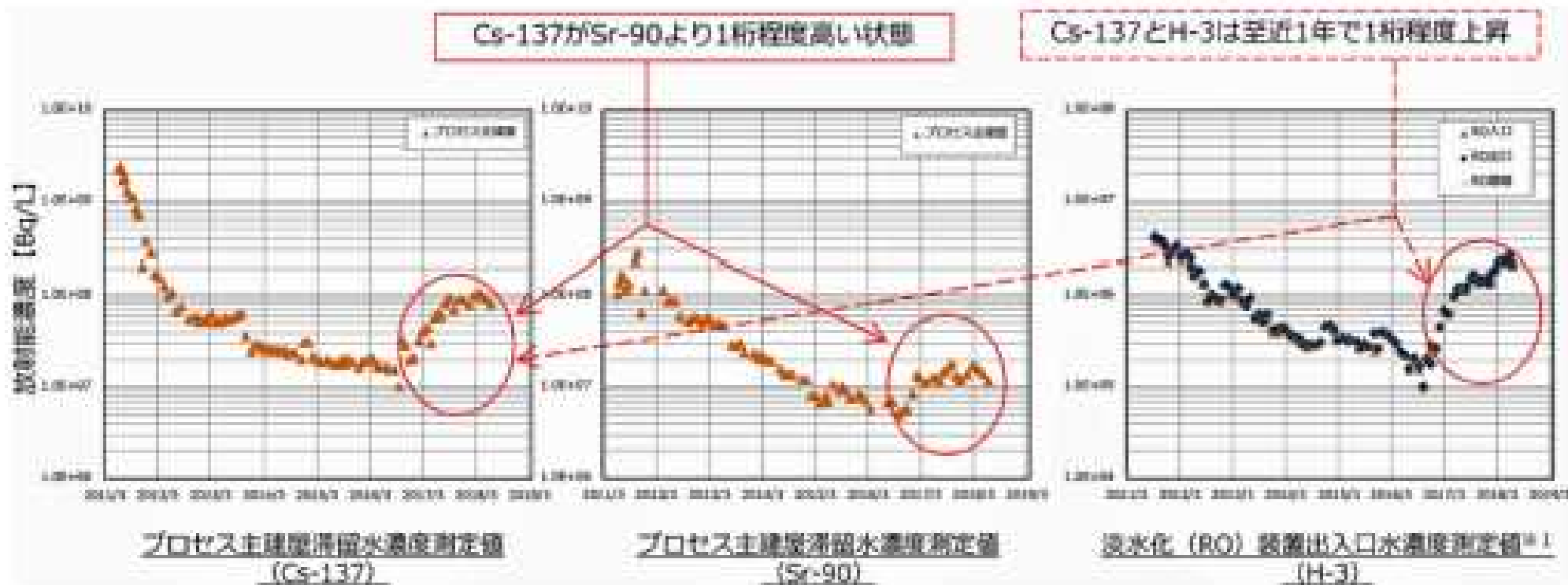


図2. プロセス主建屋滞留水の放射能濃度が急上昇(左からセシウムCs137、ストロンチウムSr90、トリチウムH3)

● プロセス主建屋 ● 1号機入口 ▲ 1号機1号 ■ 2号機入口 ▲ 2号機1号 ■ 3号機入口 ▲ 3号機1号 ■ 3号機1号 (ポンプ) ▲ 3号機2号 ■ 4号機1号

トリチウムの濃縮について

- 1. 決議文のトリチウム原子の濃縮について疑問が提出されました。最終的にはティム・ディアジョーンズ論文
- <http://www.cnrc.jp/wp/wp-content/uploads/2018/08/FUKUSHIMA-tritiated-water-releases-final.pdf>

と関連文献が参考になります。私の理解では水素としてトリチウムと通常の水素は1価の水素で化学的に区別できないと考えていましたが、一面化、単純化がありました。原子核の質量の違いは有機物における水素結合など多様な結合の結合力の違いを生じるようです。

- 有機物や無機物における結合力の違いがトリチウムと通常の水素の濃度差を生じます。吸着における結合力にも違いが生じるようです。その結果、自然界において食物連鎖による濃縮が見られています。

原発周辺水域の魚介類からはトリチウムが 検出される

森永徹氏紹介

ハンガリー、Paks原発のドナウ川への温水排水口の上流と下流で、巻貝、ドブ貝、肉食・雑食魚類の自由水トリチウムと組織(有機物)結合トリチウムを測定した。下流の方は自由水ではわずかな上昇だったが、有機物結合トリチウムは明確な上昇を示した。(Janovics R, et al. "Monitoring of tritium, ^{60}Co and ^{137}Cs in the vicinity of the warm water outlet of the Paks Nuclear Power Plant, Hungary" *J Environ Radioact.* 2014)

複数の原発の排水が流入する英国南部、セバーン川河口とブリストル海峡(湾)で、ヒバマタ属海藻、ムール貝、カレイのトリチウムを測定した。それぞれ600、2,000、100,000 Bq/kg(乾燥重量)であった。海水のトリチウム濃度は約10Bq/kgであり、これらは生物濃縮の結果である。(McCubbin D, et al. "Incorporation of organic tritium (^3H) by marine organisms and sediment in the severn estuary/Bristol channel (UK)." *Mar Pollut Bull.* 2001)

トリチウム水海洋放出について

Tim Deere-Jones ティム・ディアジョーンズ
(Marine Radioactivity Research & Consultancy: Wales: UK)

- ① トリチウム水HTOのみを考え危険性を軽視してきたが、生物学的半減期の長い有機結合型トリチウムOBTとしてトリチウムが生体の有機化合物に取り込まれ、長期の内部被曝をあたえる。光合成でHTOとCO₂から生成したでんぷんにトリチウムが取り込まれ、食物連鎖で濃縮される。
- 2000年以降の研究は、海洋食物連鎖のなかで、極めて高いレベルでの有機結合型トリチウムの生物濃縮が起きていることを示している(ムラサキイガイで26000Bq/kg、タラで33000Bq/kg、海ガモで61000Bq/kg以上)。潮間帯堆積物や潮を浴びる牧草でも、周辺海水の濃度が極めて低いにもかかわらず、高レベルの有機結合型トリチウムが見られる。

河口水域におけるトリチウムの分配—有機物質の役割

アンドリュー・ターナー、ジェフリー・E・ミルウォード、マーティン・ステンブ

- トリチウムの分配が、有機物に対するトリチウムの親和性によって影響されていることを発見した。トリチウムは、逆相 C18 カラムに保持された溶存有機物リガンドとの間で急速に平衡に達する。河口の堆積物中の微粒子を水に懸濁させた場合でも、微粒子との間で同じように急速に平衡に達する。重要なことは、吸着トリチウムのかなりの部分がタンパク質様物質と結合しており、堆積物を食用としている生物にとって食用とされる可能性があることであった。トリチウムのこれらの特質は、これまで報告されておらず、水素とトリチウムとの同位体交換によってだけでは説明することができない。

トリチウムの濃縮—有機物に対する親和性

- このような濃縮は、底生魚や貝については、濃縮係数が 10 万倍を超える場合も含まれ、現地の核廃棄物中にすでにある、炭水化物・ビタミン・アミノ酸など、特定の生化学化合物の形態での有機結合トリチウム（以下有機トリチウム）の存在が原因であると考えられてきた（マツカビンほか 2001, **McCubbinD, et al.**）。
- しかしながら、さらに一般的に、トリチウムが[有機トリチウムとしてではなく(訳者)]トリチウム水 HTO として環境中に放出された場合でも、微粒子や生物体とトリチウムとの重要な相互作用が報告されてきた

ターナー論文—生体高分子の弱い水素架橋部

- トリチウムと水素の分別が生じるのは、重い同位体(トリチウム)が、水の分子間にある強力な水素架橋部よりも、生体高分子の特徴である弱い水素架橋部に、選択的に入り込むからである。自然環境中の錯体構造の有機分子の中に弱い水素架橋結合が存在する可能性が高いことを考慮すれば、トリチウムが水に溶けたおよび堆積物中にある有機物に蓄積し、トリチウムが有機物の吸収と摂取を介して生物濃縮されることは十分予想される。
- われわれのサンプルにおける同位体濃縮は、およそ 100～1 万超倍の範囲にあると認められる。

濃縮

- トリチウムが主としてトリチウム水として放出されている河口水域および海岸水域におけるトリチウムについては、すでに利用可能な観測データが複数あるが、上記の特質はそれらの測定結果と本質的に合致する。
- 河口部におけるトリチウムの生物地球化学的挙動についてのいっそうの研究が必要であり、この放射線核種(トリチウム)に対して現在想定されている放射線学的な分配係数および濃縮係数は、見直しが必要であろう

海流に乗るトリチウム汚染水

—東京近海の太平洋沿岸まで汚染の可能性—Days Japan2018年11月号

- 食物連鎖により濃縮される。
- 親潮は南方向に流れる強力な海流で冷たく栄養豊富な極地の海水を運ぶ。・・・親潮には有機物が豊富に含まれるので、汚染水が親潮に放出された場合OBTの生成が促進されるだろう。
- 太平洋に面した沿岸には有機物の流入源が多数にある。
- 黒潮と合体し、北太平洋海流として太平洋を流れる。北米大陸近くも汚染する可能性がある。
- 本州太平洋沿岸住民に被曝の可能性はある。



関電のホームページにさえも大阪湾の渦流が指摘されている

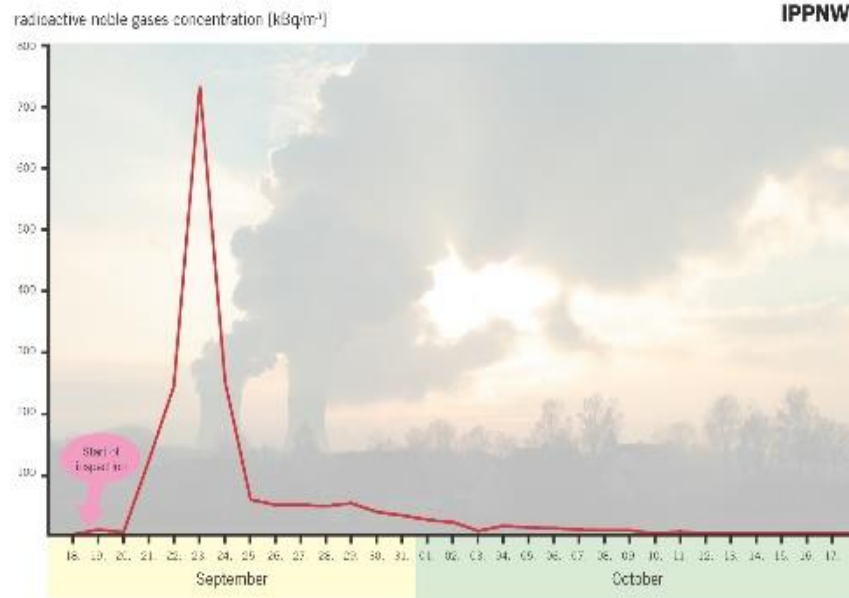


原子力発電所の燃料 交換時、 原子炉は開けられる

核戦争防止国際医師の会は、原子炉が開くと放射性ガスが放出されることを突き止めた。

イアン・ファーリー博士は原子力発電所近隣で小児白血病を引き起こすbad actor（悪者）は、放射性トリチウムであることを指摘した。

Radioactive emissions of the NPP Gundremmingen during inspection and refuelling period



Analysis by Dr. Alfred Körblin, Nuremberg

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
- 環境中で無機的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
- トリチウムと有機物 (とく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)

海洋での有機トリチウムの生成と濃縮： アンドリュー・ターナーらの論文が実験的 に発見した事実

- 海水中の植物性プランクトン→光合成(HTOとCO₂から)→有機結合トリチウムの生成→生物濃縮回路に入る
- 海岸の土壌および海水中の土壌微粒子とHTOとの親和的反応→トリチウムの無機的濃縮→貝類などによるトリチウムの濃縮
- 海水中の有機成分とトリチウムの親和性による有機トリチウムの生成