

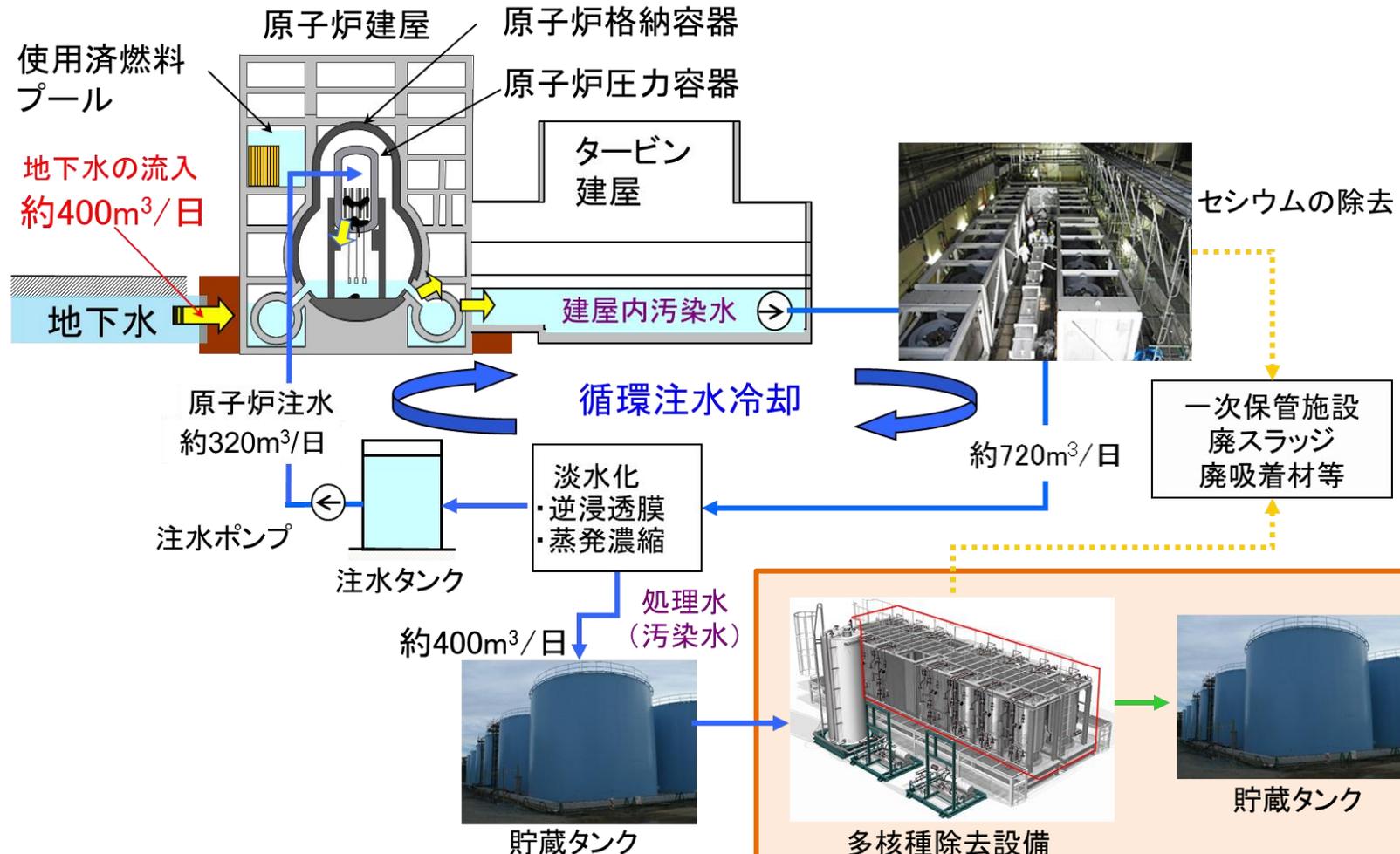
トリチウムについて

平成26年6月

※本資料は、平成26年4月25日に開催された、トリチウム水タスクフォース（第8回）の資料等を基に事務局が作成したものです。

なぜ、トリチウムの検討が必要なのか？

- 福島第一原発では、一日約400m³の汚染水が増加し、タンクに貯めています。
- タンクに貯めた水は、多核種除去設備(ALPS、アルプス)を通し、多くの放射性物質を取り除きますが、**トリチウム(放射性水素)**は取り除けないため、その取扱いを検討する必要があります。

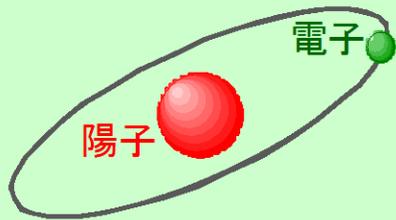


- 多核種除去設備での処理後もトリチウムは残存。
- トリチウム水の取扱いが課題。

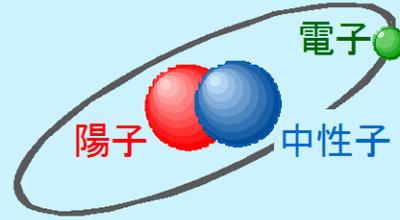
トリチウムとは何か

- トリチウム(三重水素)は、宇宙からの放射線でも作られ、自然界にも存在する放射性物質です。
- トリチウムは、徐々にヘリウムに変化し、12.3年が経過するごとに、半分に減少します(半減期)。

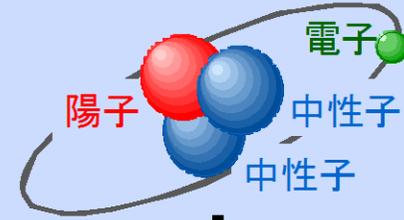
プロチウム(軽水素)
いわゆる「水素」



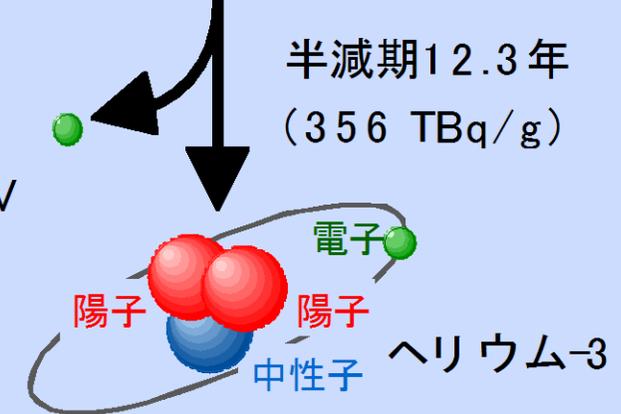
ドューテリウム(重水素)
自然界に水素の
約0.015% 存在



トリチウム(三重水素)
自然界に水素の
(0.1~10) × 10⁻¹⁸ 程度存在



半減期12.3年
(356 TBq/g)

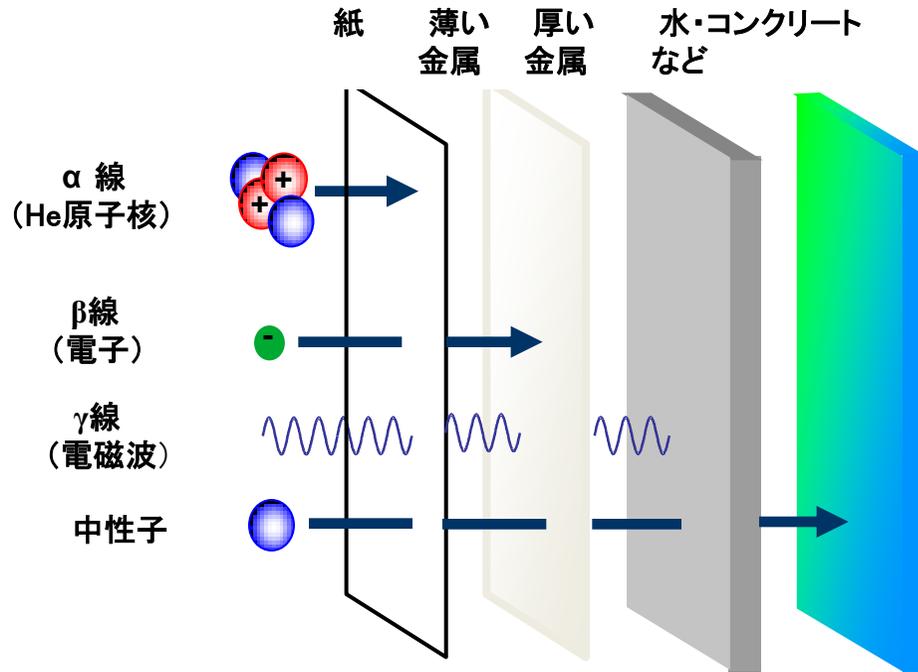


天然水中のトリチウム
… 1 Bq/l 程度
人体中のトリチウム
… 数十Bq/人

トリチウムの出すβ線:
最大エネルギー18.6keV
最大飛程 5mm 空气中
6μm 水中

トリチウムの放射線のエネルギー

- 放射線は、その種類により、エネルギーが異なります。
- トリチウムの β 線はエネルギーが小さいため、紙1枚で止まります。



放射線の特徴

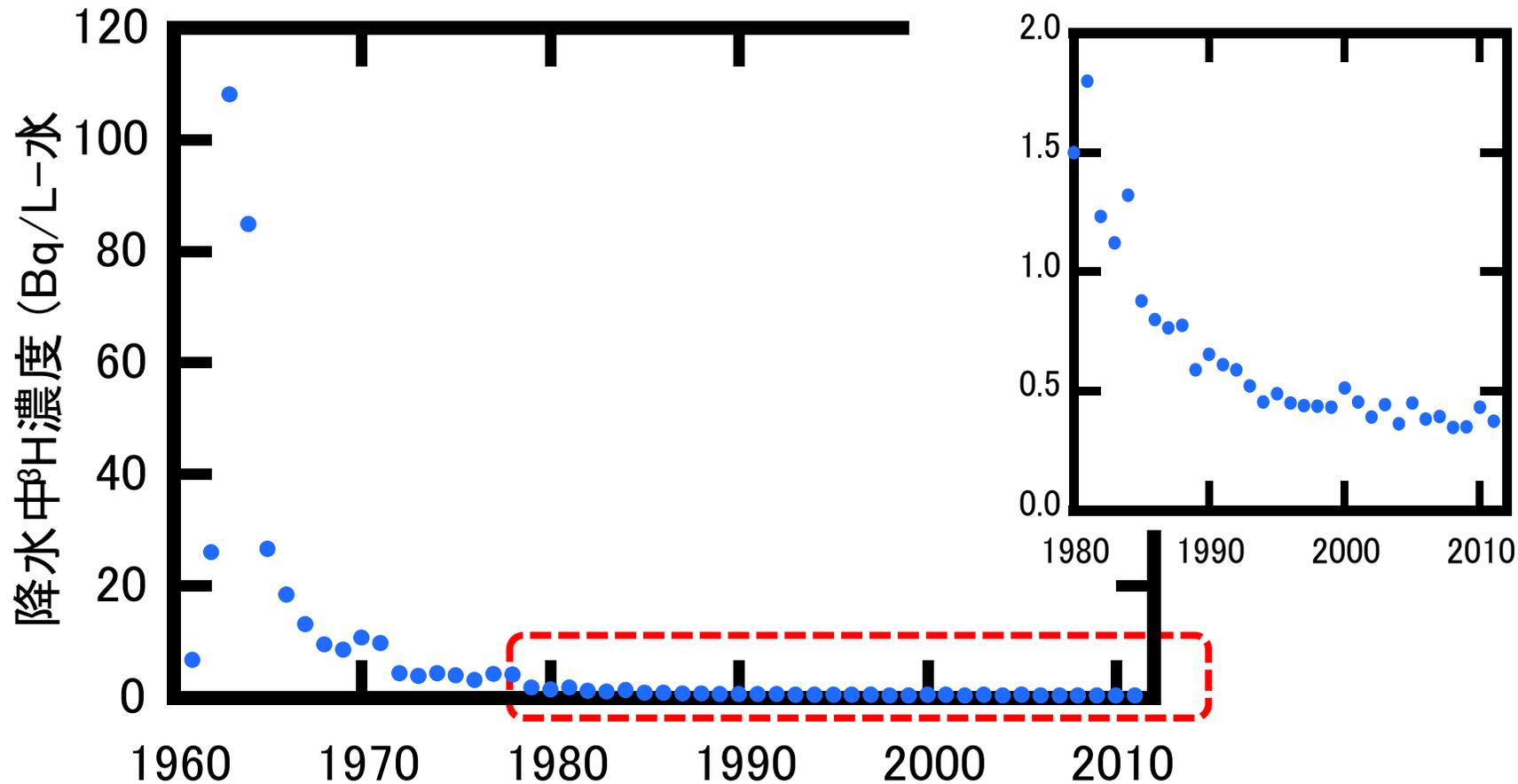
- α線: 電気を帯びて重いので紙一枚ですぐに止まる。
- β線: 電気を帯びているので薄い金属ですぐに止まる。
- γ線: 電磁波の一種なので、金属は透過しにくい。
- 中性子: 電気を帯びていない。重い物質では止まりにくく、軽い物質に衝突して止まる。

ちなみに、**トリチウムのβ線**はエネルギーが小さいため、紙1枚で遮蔽可能。
(最大18keV、テレビの電子銃の電子線エネルギーより小さい)

トリチウムの濃度の変遷

- 1960年代は核実験等の影響で、降水中のトリチウム濃度は高く(近年の約200倍)、その後は濃度は低下しています。

降水中のトリチウム (^3H) の濃度の推移(東京、千葉)



▶ トリチウムはセシウムと違い、水産物中で濃縮されず、また水の形で水産物中に取り込まれても短い期間で排出される傾向があります。

濃縮係数(生物中濃度/水中濃度)

	 海産魚類	 淡水魚類	 軟体類	 海藻類
セシウム (Cs-137)	5 ~ 100	400~2000*1	10 ~ 60	10 ~ 50
トリチウム (H-3 *2)	1	—	1	1

*1 見かけの濃縮係数、*2 自由水、—は、データ無し。

○ 直接、有機結合型トリチウムを取り込んだ場合は、見かけの濃縮係数が非常に高くなる場合がある。

生物学的半減期

	 海産魚類	 淡水魚類	 軟体類	 海藻類
セシウム (Cs-137)	19 ~ 84 日	50 ~ 340 日	75 日	54 日
トリチウム (H-3)	—	12 ~ 54 分	11~190日	0.2 ~ 75 分
有機結合型 トリチウム	—	5 ~ 8 日	11~190日	2.3 ~ 50日 (増殖期) 150日 (飽和期)

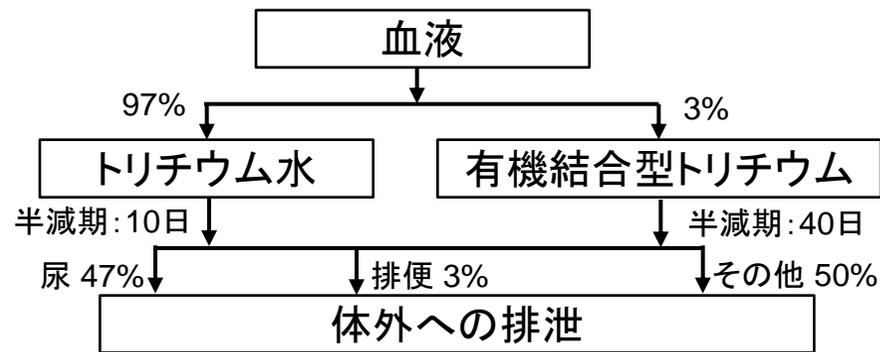
—は、データ無し。

○ 飲水をほとんど行わない淡水魚に対して、海産魚は1日最大体重の20%の飲水をするので、トリチウムの交換は早いと思われる。

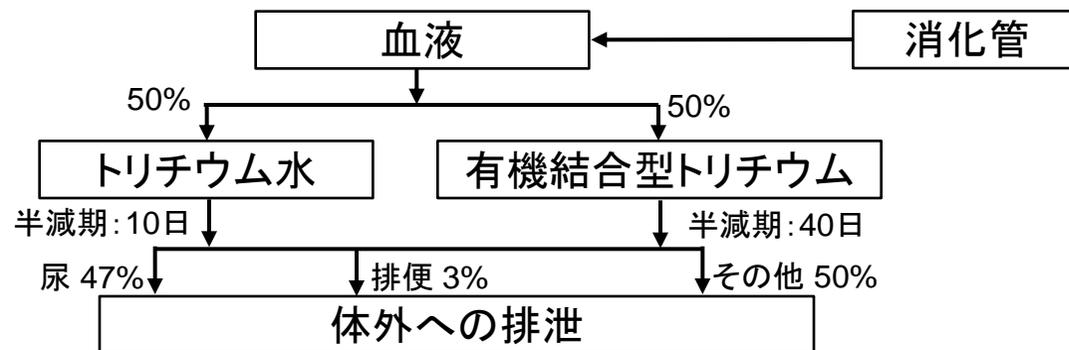
人間の体内に取り込まれたトリチウム水の挙動

- トリチウムは、生体内では水又は有機物結合同型の形で存在します。
- 生体内での半減期は、水の場合7～18日、有機物結合同型の場合は40日程度です。

摂取したトリチウム水に関する代謝モデル (ICRP(国際放射線防護委員会) Publ.71, 1995ほか)

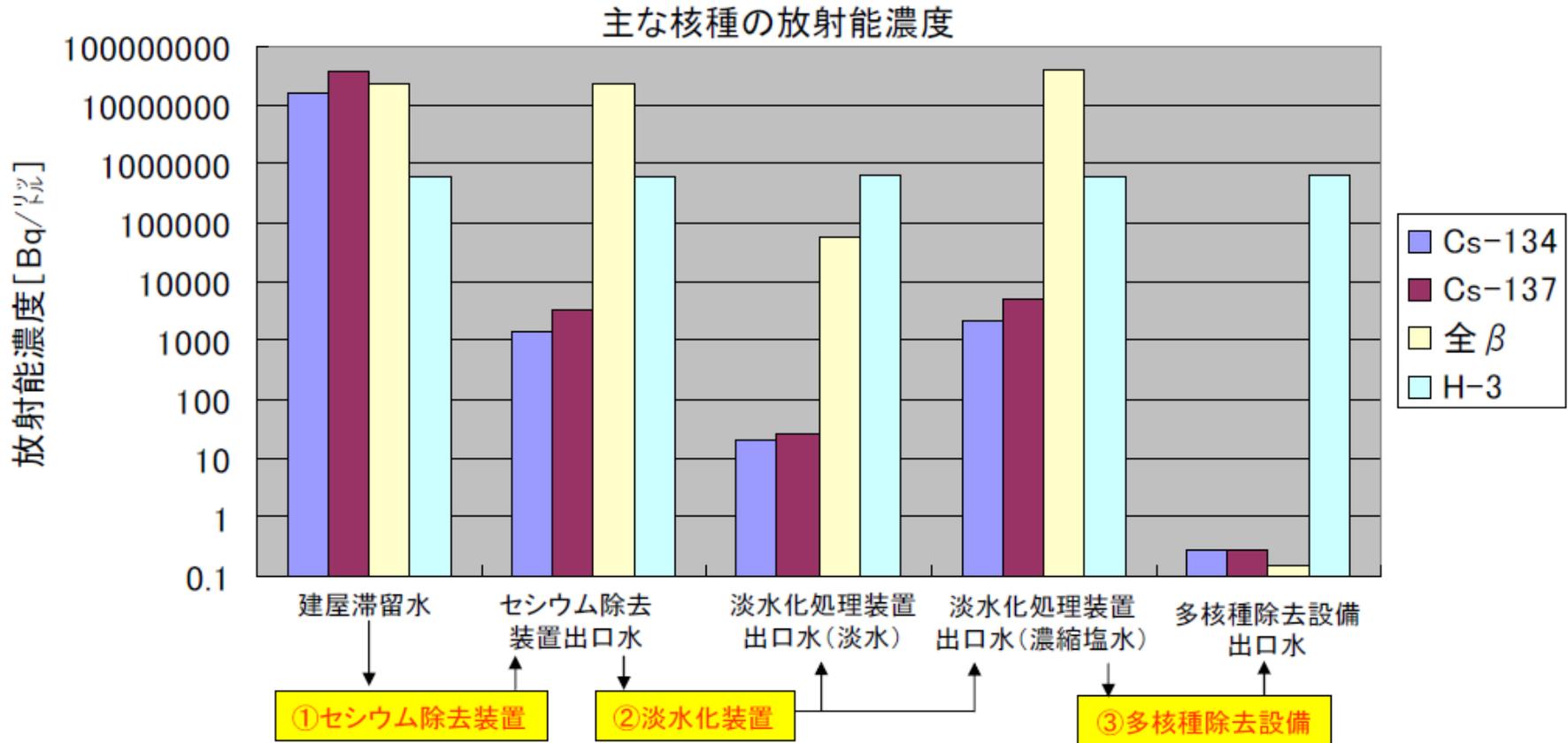


【参考】有機結合同型トリチウム摂取に関するICRP代謝モデル



福島第一原発の汚染水の放射性物質濃度

- 福島第一原発で発生する汚染水は、くみ上げ後、セシウム除去装置、淡水化装置、多核種除去設備により処理していますが、トリチウム(H-3)は除去できず、処理後の濃度も変わりません。



※採取日H25.11.5 (多核種除去設備出口水はH25.4.9~12)

※建屋滞留水における全β、H-3の濃度はセシウム除去装置出口水のデータを用いた

※多核種除去設備出口水の全βはSr-90の値を用いた

※検出限界値以下の場合、検出限界値を用いた

福島第一原発にどれだけのトリチウムが存在するか

- 福島第一原発のトリチウムの総量は約 3.4×10^{15} Bq(ベクレル)と推計しています。その内タンク貯留水中に含まれる量は約 8.3×10^{14} Bqです。(2014年3月25日時点)

	トリチウム量(Bq)
福島第一原発内のタンク貯留水 (2014年3月25日時点) ※1	8.3×10^{14}
【参考】	
核実験由来(1945~63年)	$(1.8 \sim 2.4) \times 10^{20}$
環境中存在量(2010年時点)	2×10^{19}
宇宙線等による生成(1年当たり)	7×10^{16}
ラ・アーグ(仏)再処理施設 (海洋排出:2010年、1年間) ※2	1×10^{16}
セラフィールド(英)再処理施設 (海洋排出:2010年、1年間) ※2	1.4×10^{15}

※1 東京電力

※2 OSPAR Commission, Liquid discharges from nuclear installation in 2010. No.569, 2012

- 海外においては、様々な選択肢を評価した上でトリチウムの取扱い方法を決めた事例、選択肢を決めた後も他の選択肢の可能性がないことを確認をしている事例があります。

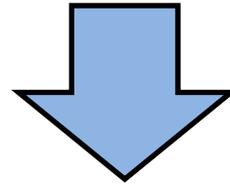
○米国スリーマイル原発事故の事例

- ・24の選択肢から、規制当局(NRC)が9つの選択肢は影響が非常に小さいと評価。
- ・大気の質、水資源、生物資源、人の健康と安全などについて各選択肢を評価。
- ・9つの選択肢について、事業主体がステークホルダーへの説明等を行い、「大気への蒸発」を選定。
- ・大気への蒸発を選定した後、実際の処分開始までに約10年を要し、その後約3年間で約8,700トンが大気放出した。

○フランスにおける事例

- ・再処理工場のラ・アーグにおいて液体と気体の形態でトリチウムを放出(放出量はフランス最大)。
- ・トリチウムは健康影響が小さいとの国際的な認識があったが、フランス国内で懸念する意見があったため、規制当局のASNが2010年にトリチウム白書を作成。
- ・トリチウム白書の作成過程を通じトリチウムの除去について世界の技術を探索したが、許容できるコストで解決できる技術はなく導入不可能であるとの結論に至り、ステークホルダーとも認識を共有。
- ・白書作成後も、事業者はトリチウムの処理方法について最先端の可能性を説明するレポートを定期的に作成・報告し、これを規制当局が審査。

- 福島第一原発の廃炉に向けた取組について、昨年、来日したIAEA（国際原子力機構）の調査団からは、トリチウム水の扱いについて、「あらゆる選択肢を検証すべき」との提言がなされました。



- 政府では、昨年12月、汚染水処理対策委員会のもとに、専門家からなる「トリチウム水タスクフォース」を設置し、平成26年4月24日までに、公開で計8回の会議を開催し検討を進めてきました。
- このトリチウム水タスクフォースは、トリチウムの取り扱いを決定するものではなく、トリチウム水の取り扱いを決める際に必要となる情報（リスク、環境影響、費用対効果等）を整理し、総合的な評価を行う会議です。
- これまで8回の会議で、複数の選択肢と評価項目を整理しています。今後、それぞれの選択肢ごとに、評価項目について更に詳細に検討を進めることとしています。

主な選択肢等

[前処理]

[主な選択肢]

[今後の検討事項]

