

トリチウムの性質等について(案) (参考資料)

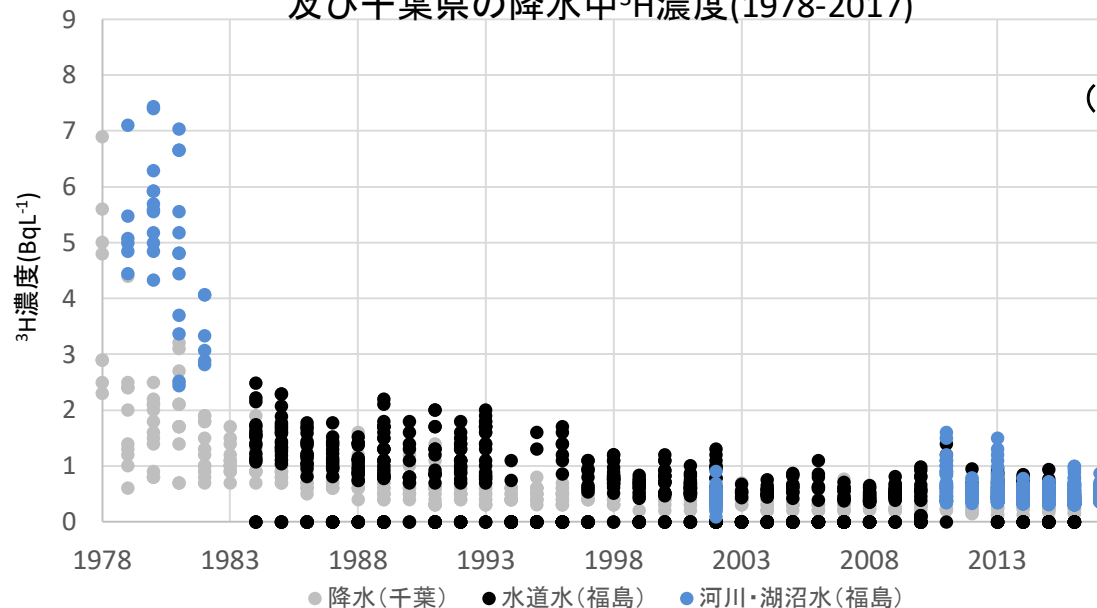
多核種除去設備等処理水の取扱いに
関する小委員会 事務局

トリチウムの基本情報

資料5-2

- トリチウムは水素の放射性同位体。(宇宙線等により生成するため、河川・海など自然界にも存在)
- トリチウム水は水と同じ性質を持つため、水から特定の生物への濃縮は確認されていない。
- トリチウムはβ線を放出するが、トリチウムのβ線はエネルギーが小さいため、紙1枚で遮へいが可能。また、そのため、外部被ばくはほとんどない。

福島県河川水及び水道水中³H濃度(1978-2016)
及び千葉県の降水中³H濃度(1978-2017)



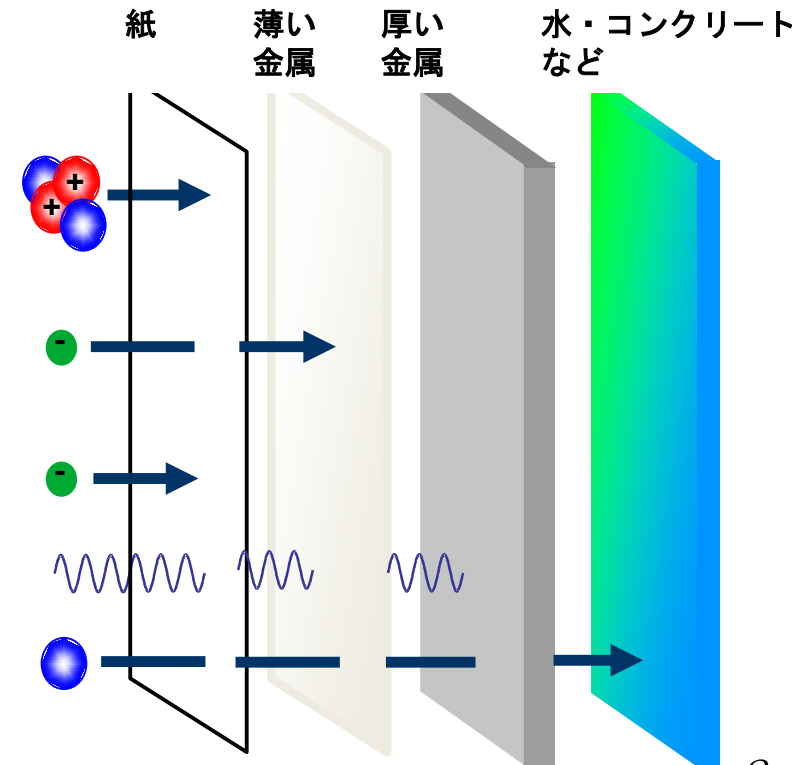
α線
(He原子核)

β線
(電子)

トリチウムのβ線
(電子)

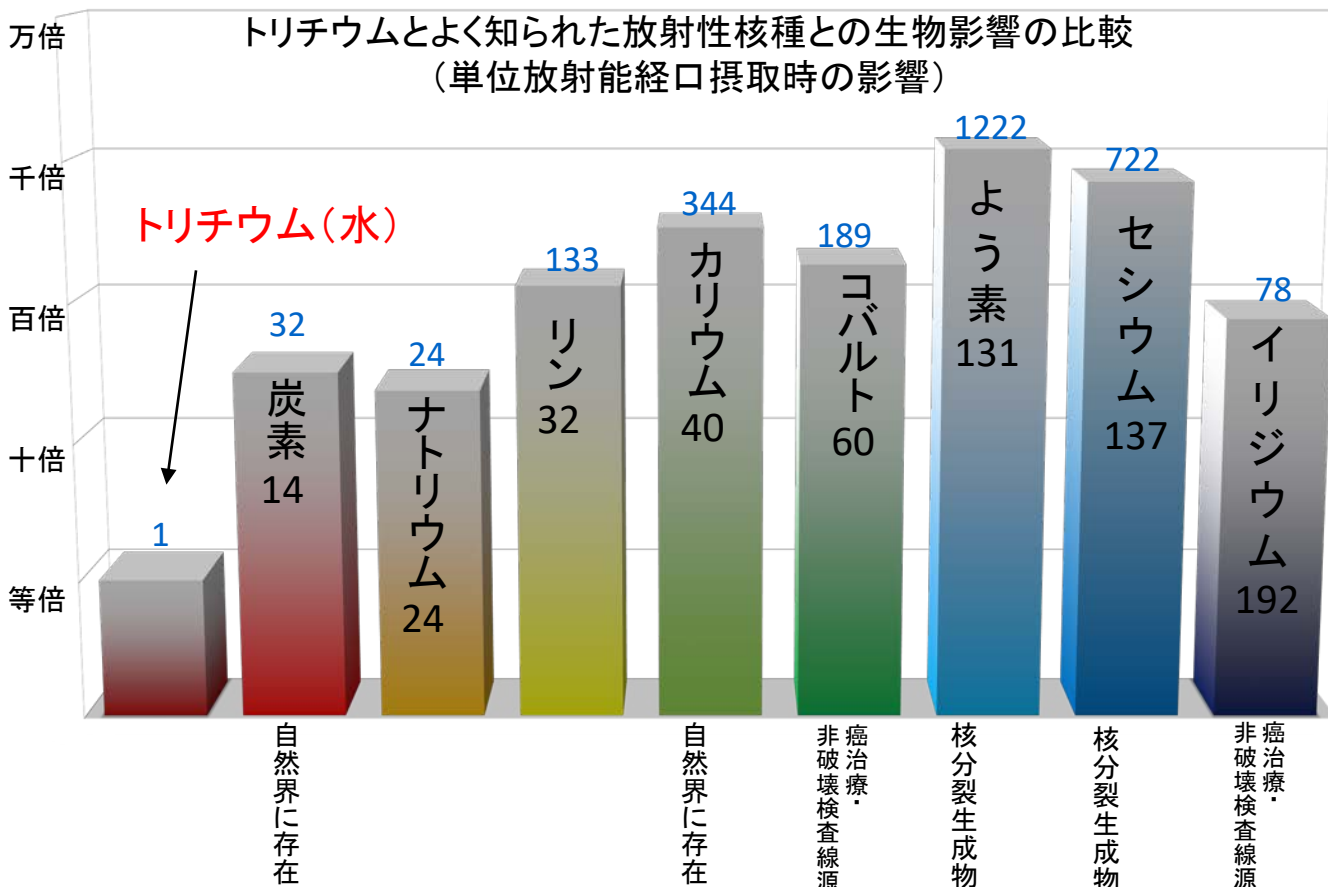
γ線
(電磁波)

中性子



トリチウムの生物への影響

- 1ベクレルの放射性物質を摂取した場合、トリチウムの影響はセシウム137の約700分の1。
- 人の体内には、元々、100ベクレル程度のトリチウムが含まれている。
- 人の体内に含まれるカリウムの生物影響をトリチウムのそれに換算した場合、約140万ベクレル相当の影響がある。



体重65kgの人は体内に以下の放射性物質を保有

- トリチウム : 100 ベクレル
- カリウム40 : 4000 ベクレル
≒約140万ベクレル相当(トリチウム換算)
- 炭素14 : 3700 ベクレル

出典：ICRP Publication 119を基に事務局にて作成

トリチウムに関する環境中でのこれまでの生成状況①（自然由来）

- 自然界でのトリチウムの生成
 - 宇宙放射線等により、自然界で生成：約7京(約 7×10^{16})ベクレル/年
 - 自然界での存在量は約100～130京(約 $1 \sim 1.3 \times 10^{18}$)ベクレル
- 日本周辺における自然由来のトリチウムの存在量は約1600兆～約12000兆ベクレルであり、自然由来のトリチウム生成量は年間約110～670兆ベクレル。
- 自然由来のトリチウム生成量は既に自然界に存在している自然由来のトリチウムの量と比較すると約20分の1程度。

自然界でのトリチウムの生成

	自然由来の生成量(兆ベクレル/年)	自然由来の自然界での存在量(兆ベクレル)
全世界	約70,000	約1,000,000～1,300,000
日本※ (領土+排他的経済水域)	約670	約9,500～12,000
日本※ (領土+領海)	約110	約1,600～2,100

※全世界での自然由来のトリチウム生成量(約7京ベクレル)に、地球の表面積(約5億1千万 km^2)に対する日本の領土(約38万 km^2)と領海(約43万 km^2)あるいは排他的経済水域(約447万 km^2)の面積の比を乗じて事務局にて算出

出典：トリチウム水タスクフォース報告書 参考資料を基に事務局にて算出

トリチウムに関する環境中へのこれまでの排出状況②（人工由来）

- 人工的なトリチウムの生成
 - 核実験により生成：約1.8～2.4垓(約 $1.8\sim 2.4\times 10^{20}$)ベクレル（1945～1963年）
 - このうち、日本周辺においても、今なお、最大約1.4～10.9京($1.4\sim 10.9\times 10^{16}$)ベクレル程度が残留
 - 日本全国原発による海洋へのトリチウム排出量は年間約380兆ベクレル（事故前5年平均）
- 日本周辺における環境中へのトリチウム排出量について、自然由来の環境中でのトリチウム生成量約110～680兆ベクレルと原子力発電所由来の排出量は同程度。
- 事故前の原子力発電所の近隣海域のトリチウム濃度はND～21ベクレル/リットル。

核実験によるトリチウムの生成及び日本の原子力発電所等におけるトリチウム排出量（平成22年度）

	全世界	日本(領土+排他的経済水域)	日本(領土+領海)
核実験由来の存在量(兆ベクレル) ^{※1, 2}	約180,000,000～約240,000,000(1963年時点)	約82,000～109,000	約14,000～18,000

※1 核実験(1945～1963年)により生成されたトリチウムが全て1963年に生成されたと仮定し、半減期を考慮して算出

※2 地球の表面積(約5億1千万km²)に対する日本の領土(約38万km²)と領海(約43万km²)あるいは排他的経済水域(約447万km²)の面積の比を乗じて算出

出典：トリチウム水タスクフォース報告書 参考資料を基に事務局にて算出

全国の原子力発電所等（事故前5年平均）

日本全国の原子力発電所合計

約380兆ベクレル/年

PWR（加圧水型原子炉）※

18～87兆ベクレル/年

BWR（沸騰水型原子炉）

0.02～2.0兆ベクレル/年

（参考）再処理施設

（液体）9.8～430兆ベクレル/年、（気体）0.9～4.0兆ベクレル/年

※炉心の冷却水にホウ素を入れるため、BWRとトリチウムの発生量が異なる。

出典：JNES「原子力施設運転管理年報」

近隣海域のトリチウム濃度

H22年度：ND～21ベクレル/リットル

H27年度：ND～2.6ベクレル/リットル

※NDとは検出下限以下を指す

出典：平成28年度海洋環境における放射能調査及び総合評価(海洋生物環境研究所)

原子力発電所の排出基準値

規制濃度基準：6万ベクレル/リットル

1発電所あたりの放出管理目標値：7.4兆～290兆ベクレル/年

出典：JNES「原子力施設運転管理年報」

日本の原子力発電所等の近海の海産生物トリチウム濃度

- H28年度の東日本海域における海産生物のトリチウム濃度は0.1ベクレル/リットル程度。
- また、近隣海域の海水濃度はND~2.6ベクレル/リットル程度。
- 水から特定の生物への濃縮は確認されていない。
- なお、WHOの飲料水水質ガイドラインの濃度は1万ベクレル/リットル。

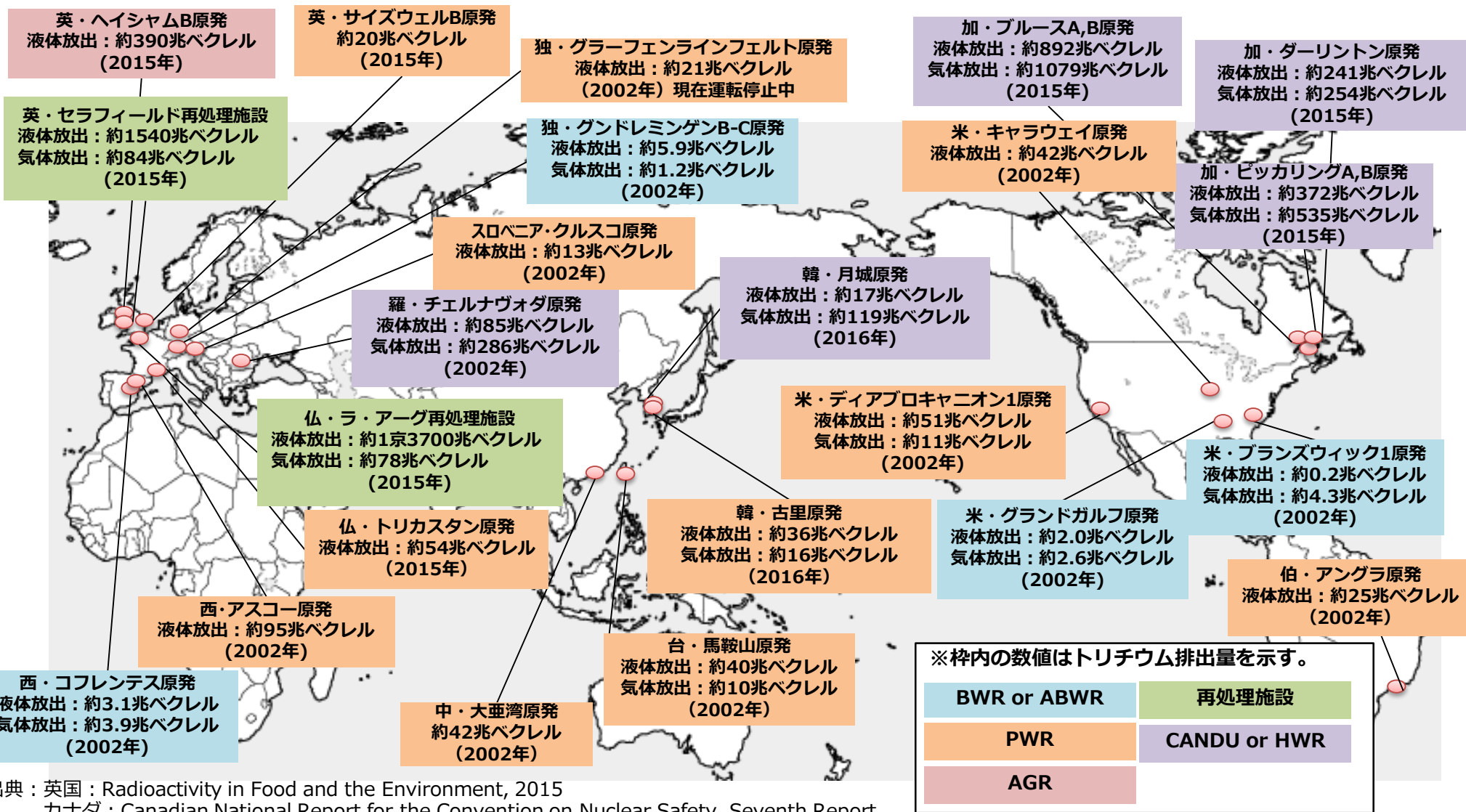
東日本海域における海産生物のトリチウム濃度(平成28年度)

魚種	細断 個体数	海産生物の トリチウム濃度	<参考>H27年度の原子力 施設周辺海域海水濃度
カナガシラ、アイナメ、ヒラメ、マダ ラ、マアナゴ、ババガレイ、マガレ イ、ヤナギダコ、マルアオメエソ、ミ ズダコ	約1,400	0.07~0.13ベクレル/リットル	N.D.~2.6ベクレル/リットル

出典：平成28年度海洋環境における放射能調査及び総合評価(海洋生物環境研究所)

世界の原子力発電所等からのトリチウム年間排出量

海外の原発・再処理施設においても、トリチウムは海洋・気中等に排出される。



出典：英国：Radioactivity in Food and the Environment, 2015
 カナダ：Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety, Seventh Report
 フランス：トリチウム白書2016
 韓国：2016年度 原発周辺の環境放射能調査と評価報告書, 韓国水力・原子力発電会社 (KHNP)
 その他の国々：UNSCEAR「2008年報告書」

<参考> トリチウムに関する福島第一原子力発電所のこれまでの状況

- 事故前の放出管理目標値は年間22兆ベクレル。規制濃度基準は6万ベクレル/リットル以下。
- 実際の平均放出量は年間約2兆ベクレル。濃度はND～1ベクレル/リットル程度（2007年度）。
- 事故後は炉心溶融により、被覆管内に存在していたトリチウムが外部に流出。
- 現在、タンクに貯蔵されているALPS処理水は、貯蔵量約100万m³、濃度約100万ベクレル/リットル。約1000兆ベクレル。※多核種除去設備等により、トリチウムを除く核種について告示濃度限度以下までの浄化が可能。他方、原子力発電所や再処理施設等から排出される水についても同様にトリチウム以外の核種を除去したうえで排出している。
- サブドレン等で海洋に排水している地下水には、一定程度トリチウムが含まれている。
（運用目標：1500ベクレル/リットル以下、実際の排出濃度(平均値)：約660ベクレル/リットル、実際の排出濃度(最大値)：1100ベクレル/リットル）
- なお、WHOの飲料水水質ガイドラインの濃度は1万ベクレル/リットル。

福島第一原子力発電所におけるトリチウム放出量(ベクレル/年)

2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
約2.6兆	約1.4兆	約1.6兆	約2.0兆	約2.2兆

出典：JNES「原子力施設運転管理年報」より作成

サブドレンからのトリチウム放出量(ベクレル/年)

	2015年※1	2016年	2017年	計
サブドレン	約360億	約1300億	約1100億	約2760億

※1 サブドレンは、2015年9月14日から排水開始

出典：東京電力の資料より作成

(参考) 事故時の生成量及び放出量等について

事故時の1-3号機のH3量：3,400兆ベクレル

事故時の海域放出量の推定：100-500兆ベクレル※

※トリチウム水タスクフォース第3回柿内委員資料より