

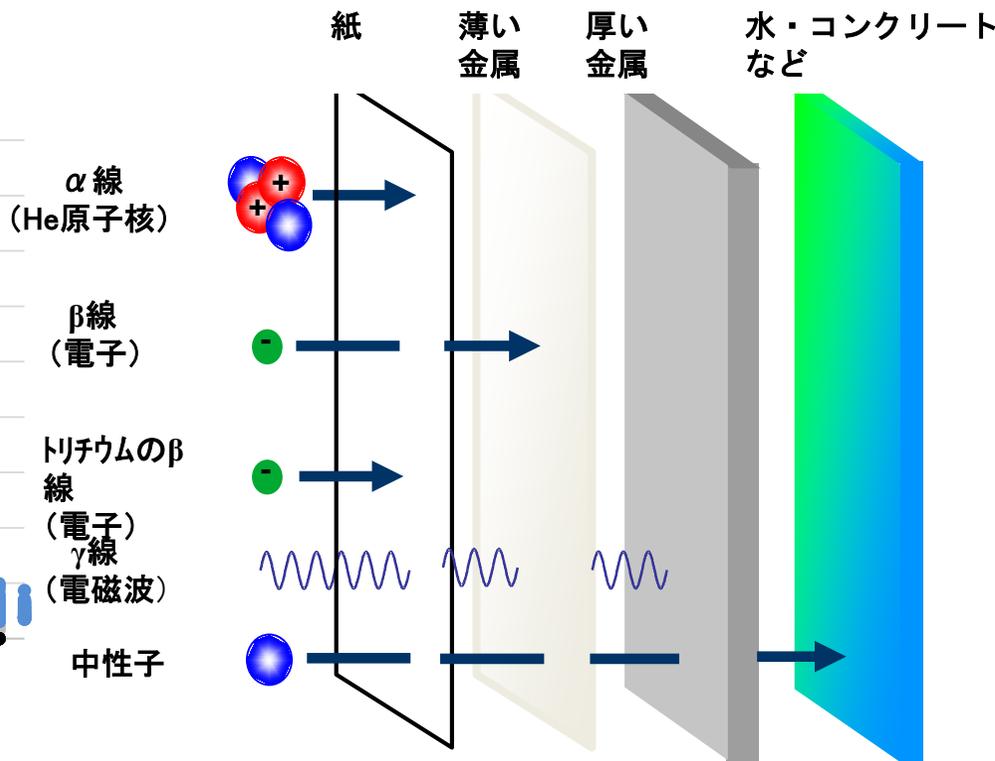
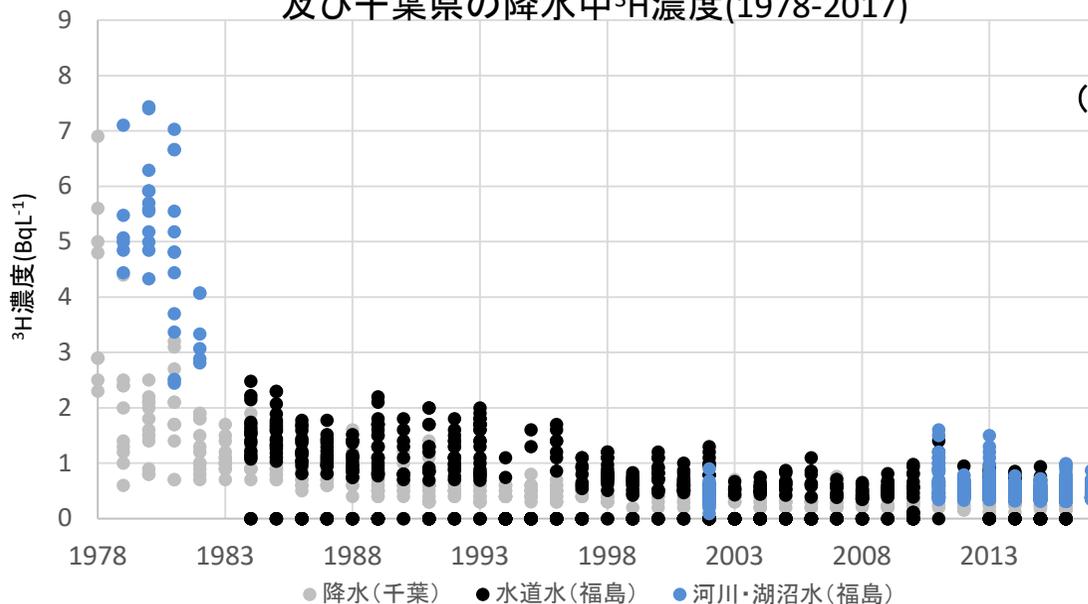
トリチウムの性質等について(案) (参考資料)

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

- 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)



出典：第15回トリチウム水タスクフォース参考資料3を基に事務局にて時点修正

トリチウムに関する環境中へのこれまでの排出状況

- 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）
 - 日本全国の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）
- 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

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」

トリチウムに関する環境中でのこれまでの生成量等

- 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
- 日本における降水中のトリチウムは年間約223兆ベクレル。
- 日本全国原発による海洋へのトリチウム排出量(約380兆ベクレル/年)は、降水に含まれるトリチウム量(約223兆ベクレル/年)の約1.7倍。
- 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。

日本における、1年間の降水に含まれるトリチウム量について

日本における年間の総降水量(①)	6310億立方メートル
日本における降水中のトリチウム濃度(②)	0.353ベクレル/リットル
日本における年間の降水中のトリチウム量(①×②)	約223兆ベクレル/年

出典

①：国土交通省 水管理・国土保全局水資源部『平成29年版 日本の水資源の現況』（1981年～2015年の平均値）

②：環境放射能データベース(2007年～2015年の千葉健、青森県、福島県におけるトリチウム濃度)

福島第一原子力発電所のトリチウムに関する状況

- 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：原子力規制庁「原子力施設に係る平成27年度放射線管理等報告について」

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

トリチウムの生成・排出・存在量

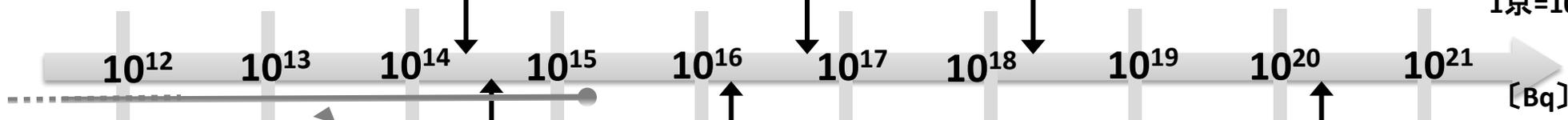
環境中のトリチウム

日本全国の降水中の存在量
約223兆Bq/年

宇宙線等による生成
約7京 Bq/年

宇宙線等に由来する存在量
(1-1.3) x 10¹⁸Bq

(参考)
1兆=10¹²
1京=10¹⁶



日本全国の原発からの排出量合計
(海洋排出、事故前5年平均)
約 380兆Bq /年

ラ・アーグ(仏)再処理施設(2015)
約1.4京Bq /年

核実験由来(1945-63)
(1.8-2.4) x 10²⁰Bq

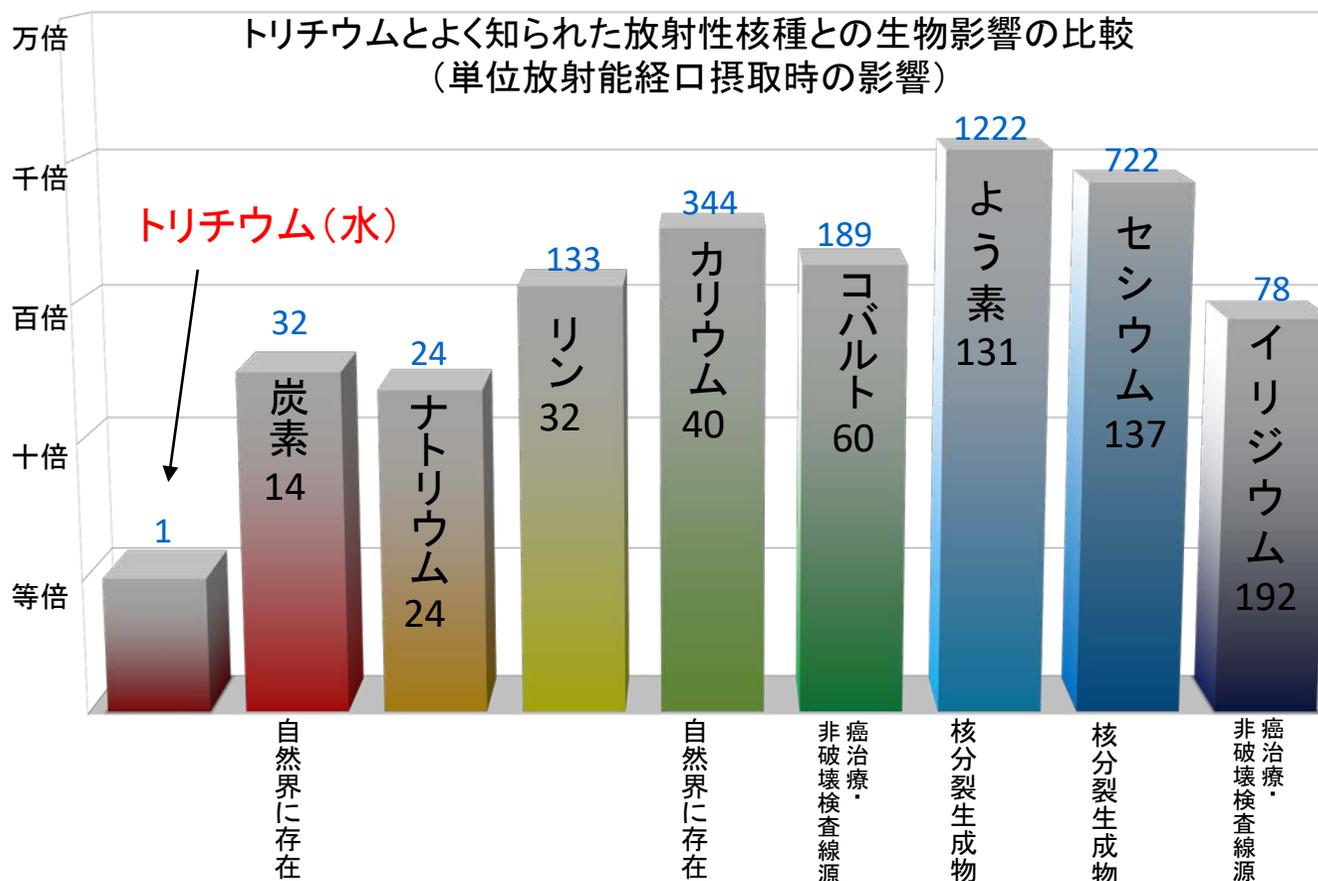
タンクに貯蔵されている量
約1000兆Bq

<参考>
日本・世界の原子力発電所
1サイトあたりの1年間の排出量

原子力発電所等 人口由来排出量

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、数十ベクレル程度のトリチウムが含まれている。



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。
- 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。
- 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。

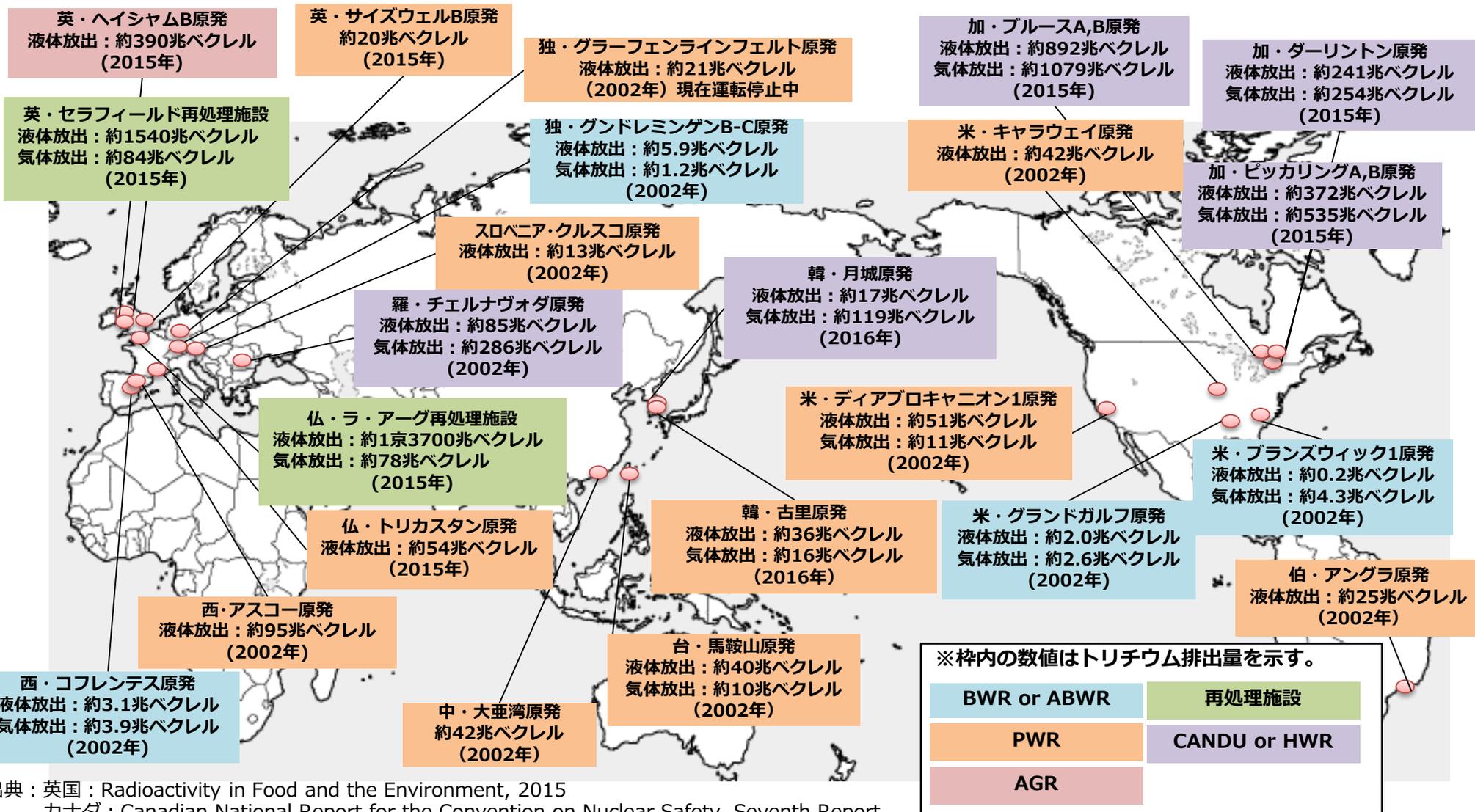
東日本海域における海産生物のトリチウム濃度(平成28年度)

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)

(参考) 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」