

SNW対話イン宮城教育大 in 2022

1

2022年 7月 19日

～ ALPS 処理水 [トリチウムを含む処理水] の海洋放出について ～

西郷正雄

〔 日本原子力学会 シニアネットワーク連絡会
元原子力安全委員会技術参与
元原産協会 元富士電機 〕

西郷 正雄 プロフィール

- ➡ 1968年3月 大阪大学 基礎工学部 電気工学科卒
 - ➡ 1968年4月 富士電機入社 以降原子力に従事
 - ➡ 1997年6月 原子力産業協会出向
 - ➡ 2005年3月 富士電機定年退職 ⇒ 原子力産業協会 勤務
 - ➡ 2009年3月 原子力産業協会退任 引き続き、
 - ➡ 2009年4月 原子力安全委員会 技術参与 勤務
 - ➡ 2011年3月 原子力安全委員会 技術参与 退任
-
- ➡ 日本原子力学会 SNW設立(2005年)後、会員として、学生との対話会などを通じて、エネルギー・原子力の理解活動に従事

はじめに

- 今、東電福島第一原子力発電所には、放射性物質を含んだALPS処理水の貯蔵タンクが所狭しと立ち並んでいます。
- その多くのタンクは、もうすぐ満杯となりますので、その前に何らかの対策が必要となりました。
- このままだと、今後控えている原子力発電所の廃炉作業に支障をきたします。

- 政府は、昨年4月この溜まった処理水を処分する方法として、きれいに浄化した状態にして、海洋に放出することを決定しました。(23年4月以降放出予定)
- しかし、一般の方々、特に福島周辺の漁民にとっては、たとえ、放出する処理水が基準値を大幅に満足された無害の水であっても、風評被害が避けられないと、不安に思っています。

- そこで、このような風評被害をできるだけ緩和するためにも、今回の対話会で皆さんにもその背景を理解してもらって、「**安心して大丈夫である**」と分かってもらいたいと思います。
- そして、周りの方々にもそのことを伝えて頂ければ幸いです。

1. 放射性物質を含んだ汚染水とALPS処理水との違い -----	5
1-1 汚染水とは ----	5
1-2 ALPS処理水とは ----	10
2. トリチウムについて -----	12
2-1 トリチウムとは ----	12
2-2 トリチウムの除去の難しさ ----	14
2-3 トリチウムの人体や環境への影響 ----	16
3. アルプス処理水の処分方法 -----	18
4. アルプス処理水の海洋放出についての方針 -----	21
5. 海洋放出の工程について -----	23
5-1 再浄化処理(二次処理) ----	24
5-2 処理水の分析 ----	26
5-3 海水での希釈 ----	27
5-4 海域モニタリング ----	28
5-5 貯蔵タンクの安全性 ----	33
5-6 今後のスケジュール ---	37
6. 風評被害抑制 -----	38
6-1 放出前の対策 ----	38
6-2 放出後の対策 ----	39

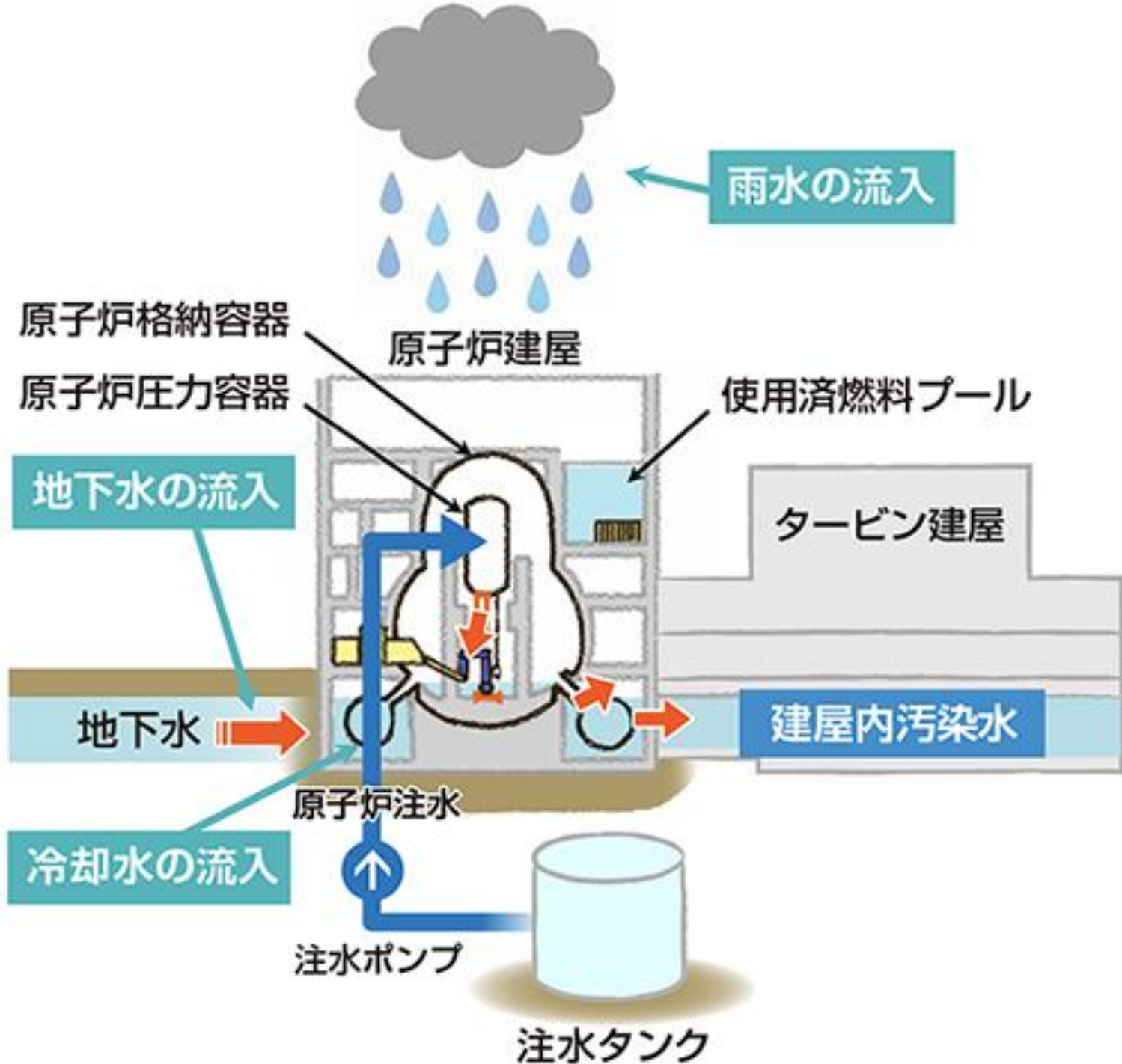
1. 放射性物質を含んだ汚染水とALPS処理水との違い

1-1 汚染水とは

- 原子力発電所内の燃料が溶融して、下部にたまった**燃料デブリ** (**燃料の残骸**) は、高濃度の放射能 (放射性物質) を含んでおり、**極めて高い放射線を放出**します。

その燃料デブリを**冷やすために用いられた水**は、デブリ中の放射性物質を含んだ、**高濃度の放射性物質の水**になります。

この**高濃度の放射性物質を含んだ水**を**汚染水**と呼んでいます。



- この**汚染水**については、燃料デブリを冷却するための水が燃料デブリに触れること及び建屋内に流入した**地下水や雨水**が**汚染水と混ざると**いったことにより、**新たな汚染水が発生**しています。
- 福島第一原子力発電所では、発生した汚染水に含まれる放射性物質を多核種除去設備等で浄化し、ALPS処理水およびストロンチウム処理水として敷地内のタンクに貯蔵しています。なお、**敷地内には1061基のタンク**があります。

2

漏らさない



タンクの変更



フランジ型から溶接型のタンクへ変更

3

汚染源を
取り除く

トリチウム(三重水素)以外を大半を浄化



多核種除去設備 (ALPS)

● 汚染水発生抑制と環境への防護対策として、

① 汚染水を水に近づけない、

② 汚染水を海などの外部に漏らさない、

③ 汚染水を取り除く、

という3つの基本方針をもとに実施しています。これまでの取組により、汚染水対策は大きく前進し、発生量は大幅に減少しています

1

汚染源に水を
近づけない

地中の凍土壁のイメージ



2

汚染水を
漏らさない

鋼鉄製の遮水壁(海側)



貯蔵タンクエリア

原子炉建屋
タービン建屋

地下水

地下水

地下水

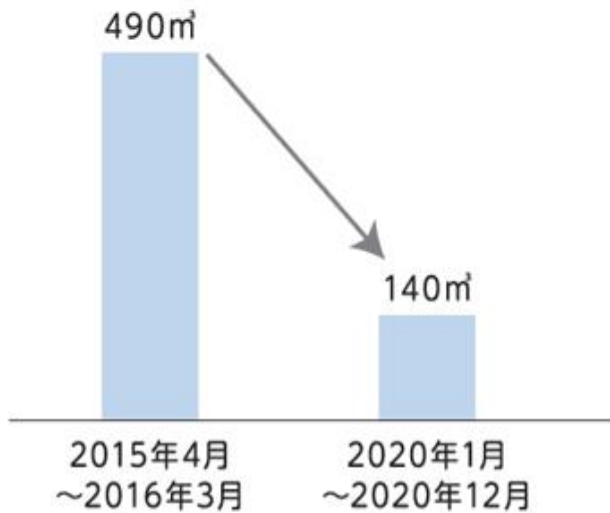
- ① 汚染水となる前の地下水を井戸で汲み上げたり、壁で遮るなど「汚染源に水を近づけない」ための対策を講じ、汚染水の発生量自体を減らしています。
- ② また、発生した汚染水については、複数の浄化設備（多核種除去設備（通称「ALPS」））によって浄化し「汚染源を取り除き」、タンク内に漏れないよう管理された状態で貯蔵しています。
- ③ さらに、海側遮水壁の設置などにより「汚染水を港湾に漏らさない」対策も進めています。様々な対策を進めてきた結果、港湾内の環境は大幅に改善しています。

1日当たりの汚染水発生量を2020年以内に150m³（150トン）以下に抑制する目標を達成しました。引き続き、2025年以内に100m³（100トン）以下に抑制することを目指し、取組みを続けていきます



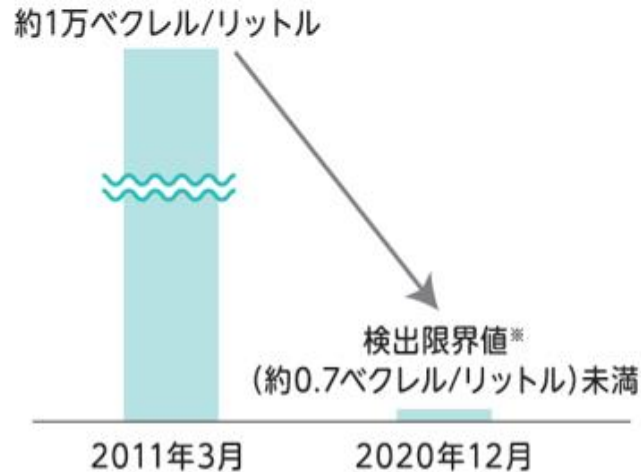
汚染水の発生量が
大幅に減少

汚染水の発生量(日平均)



飲料水の基準を
満たしている

周辺海域の放射性物質濃度

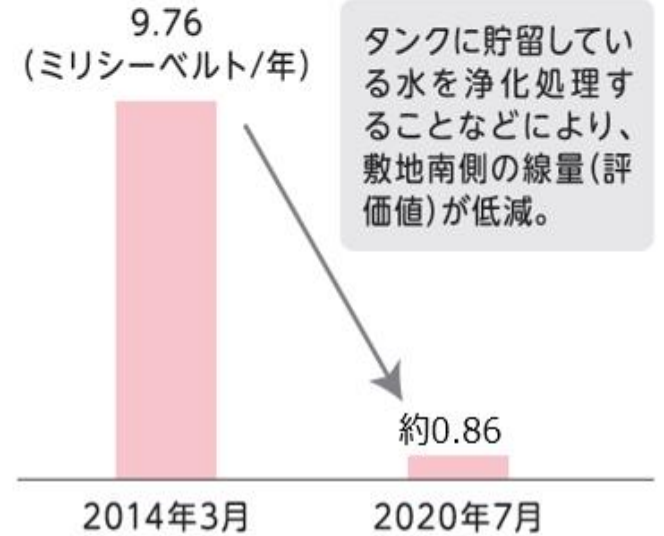


※周辺海域の放射性物質濃度は、南放水口付近のセシウム137値
※世界的な飲料水の水質基準は10ベクレル/リットル



敷地境界の
1ミリシーベルト/年の
達成

敷地南側での施設からの線量(評価値)



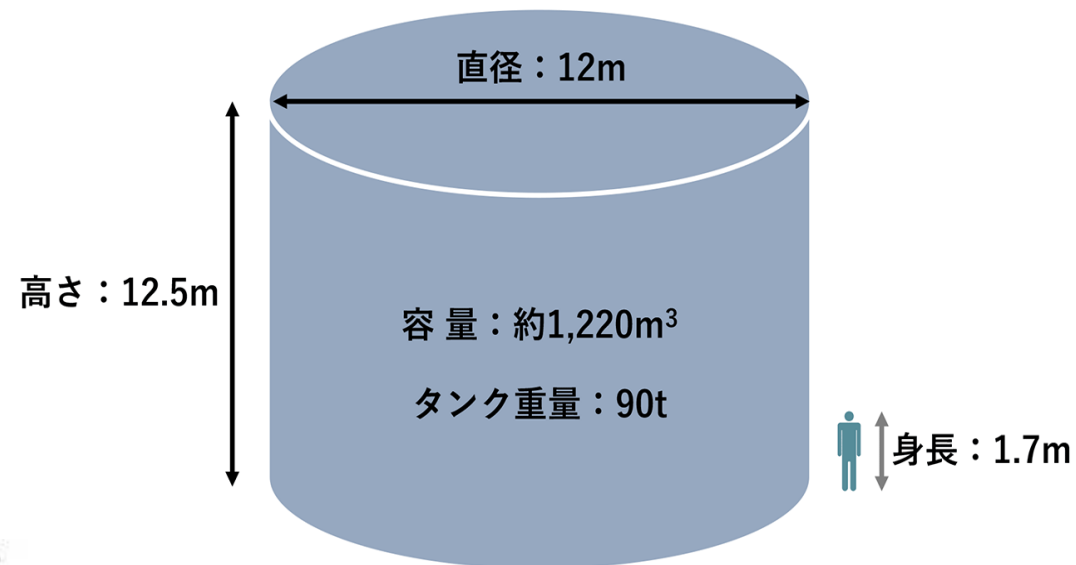
タンクに貯留している水を浄化処理することなどにより、敷地南側の線量(評価値)が低減。

1-2 ALPS処理水とは

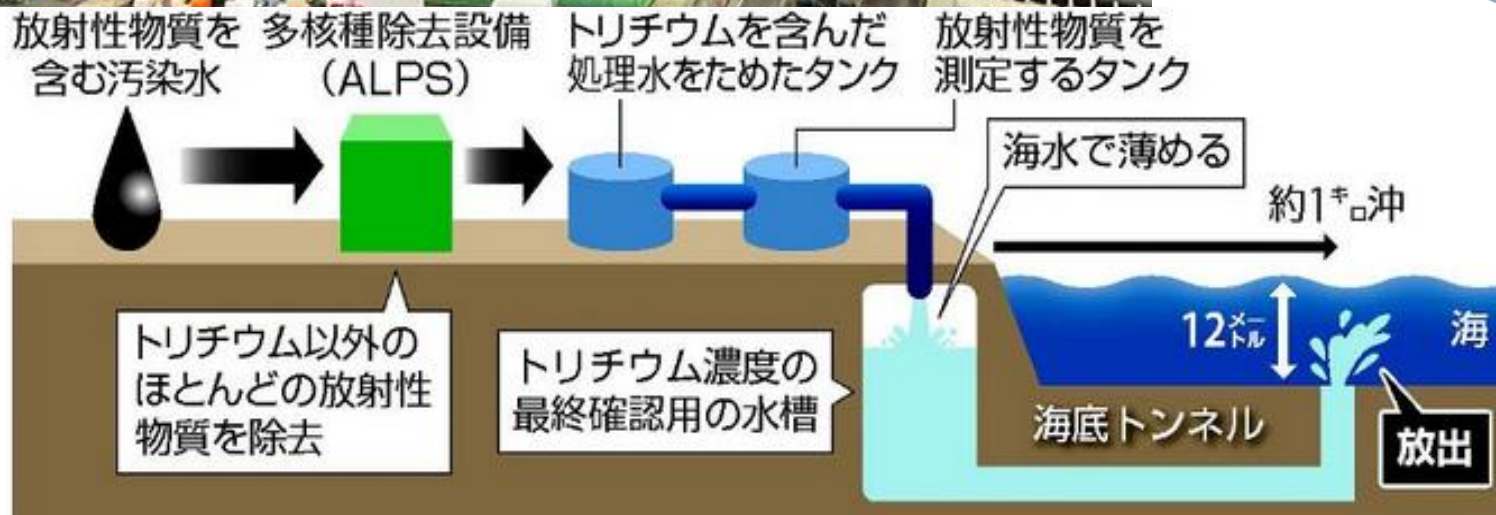
- ① 福島第一原子力発電所の建屋内に存在する**高濃度の放射性物質の汚染水**を、多核種除去設備（通称「ALPS」）などを使い、**トリチウム以外の放射性物質を規制基準以下まで浄化処理した水が「ALPS処理水」**です。
- ② ALPS処理水には**トリチウム**という放射性物質が残っていますが、トリチウムは**水素の仲間**であり、水道水や食べ物、**私たちの体の中に普段から存在**しています。
- ③ このALPS処理水の中のトリチウムについては、環境や人体への影響を及ぼさない**海洋放出の規制基準を十分に満たすよう放出前に海水で希釈**します。

「ALPS処理水」を保管しているタンク

敷地内に1061基

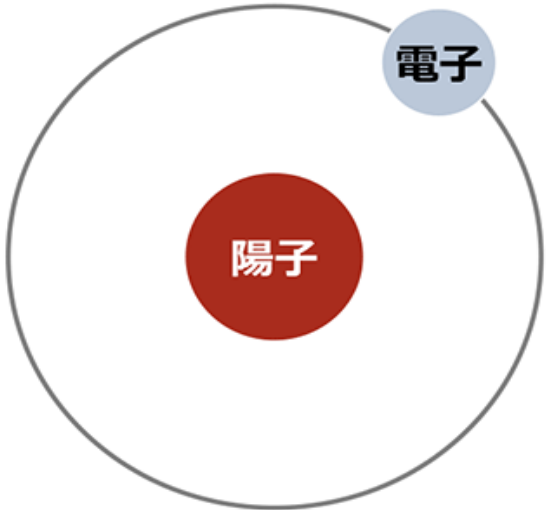
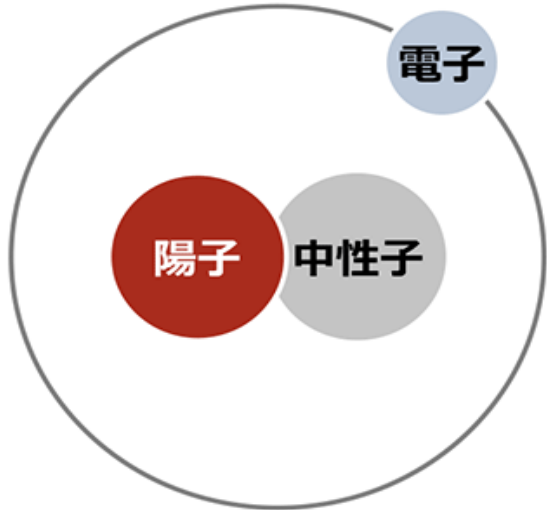
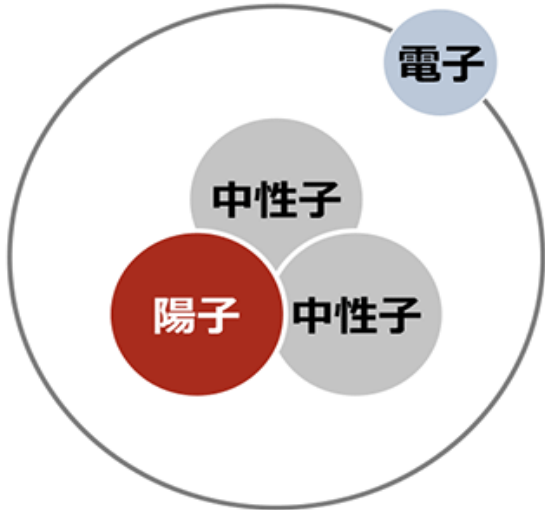


福島第一原発の
処理水放出計画の概要



2. トリチウムについて

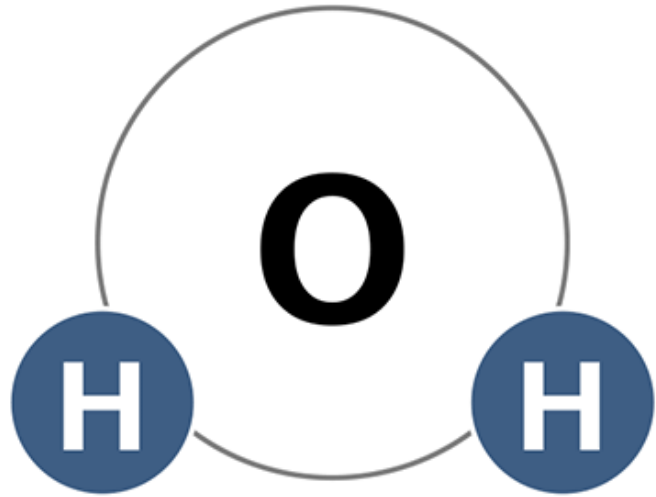
2-1 トリチウムとは

模式図			
原子核	陽子1つ	陽子1つ、中性子1つ	陽子1つ、中性子2つ
日本語名	軽水素 ※一般的な水素	重水素	三重水素
英語名	hydrogen ハイドロジェン	deuterium デュートリウム	tritium トリチウム
表記	${}^1\text{H}$ または H	${}^2\text{H}$ または D	${}^3\text{H}$ または T

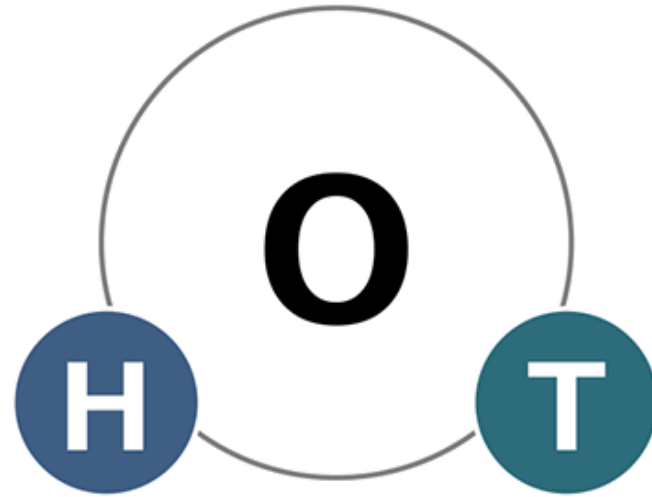
- ① **トリチウム**は、日本語で「**三重水素**」と呼ばれる水素の仲間で、**放射性同位体**です。
- ② 水素の仲間には、通常の原子核が陽子一つの「**軽水素**」、原子核が陽子一つと中性子一つで構成される「**重水素**」、そして**原子核が陽子一つと中性子二つで構成される「三重水素」の「トリチウム」**があります。
- ③ トリチウムは、**原子力発電所を運転することで発生しますが**、自然界でも**大気中の窒素や酸素と宇宙線が反応することで生成**されています。
- ④ トリチウムは大気中の水蒸気、雨水、海水だけでなく、**水道水にも含まれています**。
- ⑤ 軽水素や重水素は安定な同位体で放射線を出しませんが、**トリチウムは12.33年の半減期**（元の原子核の数が半分になる時間）で**β線**を出して、ヘリウム-3に変わります。

2-2 トリチウムの除去の難しさ

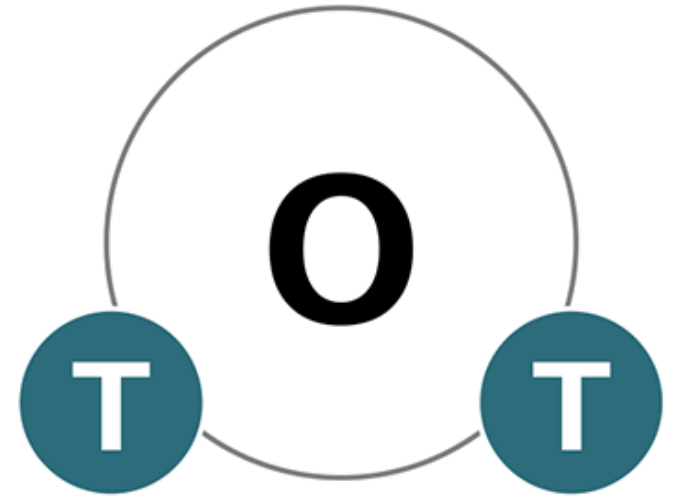
- ① トリチウムは、処理水中で**水分子の一部**となって存在します。
- ② セシウムやストロンチウムといった他の放射性物質は、水の中に**イオンの形**で溶けているので、水分子と異なり**除去が可能です**。
- ③ **福島第一原子力発電所で発生した処理水に含まれるトリチウム**を含む水分子の濃度は最大で1ℓ（約1kg）あたり数100万ベクレル（Bq）です。
- ④ Bqの数値ですと、多く含まれるように誤解を与えますが、**1ℓ（約1kg）の処理水に含まれるトリチウムは、わずか100ng [10⁻⁷g]**（n（ナノ）は10⁻⁹）程度です。（**重量の割合にして10⁻¹⁰ kg ⇒1億分の一より少ない**）
- ⑤ トリチウムを含む水分子だけを処理水から分離して取り出す方法も開発されていますが、このような**わずかな量のトリチウムを大量の処理水から取り出すには、膨大なエネルギーとコストが必要**になります。現実的に利用可能な効率的な分離を行うには、さらなる技術開発が必要となります。



軽水素のみから
構成される水分子
(H_2O)



トリチウム
軽水素とトリチウムから
構成される水分子
(HTO)



トリチウムのみから
構成される水分子
(T_2O)

これらの水分子が混在する水から、トリチウムが含まれる
水分子を分離することは困難

2-3 トリチウムの人体や環境への影響 (1/2)

- ① トリチウムは放射線の一種である**β線**を出しますが、β線は非常にエネルギーの低い電子であるため、紙一枚で遮ることができるほど弱く、**外部から被ばくしても人体への影響はほとんどありません。**
- ② 水として飲んだ場合でも、特定の臓器に蓄積することはなく、他の放射性物質と比べて、生物学的半減期は、約10日ですので**速やかに体外に排出されます。**
- ③ **内部からの被ばくの影響も**、取り込んだ放射能あたりで見れば他の放射性物質よりも小さくなっています。
- ④ 水道水などを通じて**トリチウムは日常的に私たちの体内に取り込まれています**が、通常的生活を送ることで取り込んだトリチウムによる**健康影響は確認されていません。**

2-3 トリチウムの人体や環境への影響 (2/2)

- ⑤ 現在、原子力発電所など**国内外の原子力関連施設**において発生した**トリチウム**は、**近海に排出されています。**
- ⑥ 排出するのにあたっては、**濃度上限 (6万Bq/ℓ)** が定められており、原子力関連施設の**近海ではトリチウム濃度のモニタリングも継続**して行われています。
- ⑦ **近海のトリチウム濃度**は、WHO (世界保健機関) が定める**飲料水のトリチウム濃度 (1万Bq/ℓ)** を下回っていることが確認されています。
- ⑧ 日本で最も放出量が多い例としての**再処理施設からの放出** [東海再処理施設 管理目標 年間40兆Bq未満] でも**公衆の年間被ばくは1mSvの千分の一以下**です。

3.アルプス処理水の処分方法

- ① 「地層注入」「海洋放出」「水蒸気放出」「水素放出」「地下埋設」といった選択肢があります。
- ② これらの選択肢より、処分方法の決定にあたっては、**技術的**な観点（**技術的成立性、規制成立性、期間、コスト、作業員の被ばく**）に加えて、**社会的**な観点（**風評被害の発生**）から、経済産業省が委員会を設置して、**専門家を交えた総合的な検討**を行いました。
- ③ また、原子力国際機関の**IAEA**にも調査を依頼し、次の「**IAEAレビュー**」**報告書**を入手しました

東京電力福島第一原子力発電所における
ALPS処理水の処分の安全性に関する
IAEA レビュー

報告書1：東京電力と経済産業省に対するレビューミッション
(2022年2月)

「IAEAレビュー」報告書では、東電の

- ① 昨年12月に原子力規制委員会に提出した**実施計画変更認可申請書**、ならびに
- ② 昨年11月に公表した**ALPS処理水の海洋放出**に係る人及び環境への**放射線影響評価報告書**

の内容を踏まえて、

- 関連設備の安全性について、「**設備の設計と運用手順の中での的確に予防措置が講じられていることが確認された**」、また、
- 放射線影響評価について、「包括的で詳細な分析が講じられており、**人の放射線影響は日本の規制当局が定める水準より大幅に小さいことが確認された**」と評価しています。

最終的に、政府は「**海洋放出**」に決定しました。

4. アルプス処理水の海洋放出についての方針

21

放出することを担当する**東電**においては、

「ALPS処理水の海洋放出にあたっては、国内法令による安全基準や国際法・国際慣行等に基づいて、**人や環境への影響を評価・測定し、その安全性を確認するとともに、公衆や周辺環境、農林水産品の安全を確保する**」

という方針を立てて、作業を進めることになりました。

そして、次の対応を諮ることになっています。

① 海域モニタリングをより拡充・強化

農林水産業者や専門家のみなさまのご協力を仰ぎ、**客観性・透明性**を確保

② 敷地内タンクの漏えい有無を継続的に監視

将来の**自然災害等に備えて適切に保守管理**

③ 情報発信と風評抑制

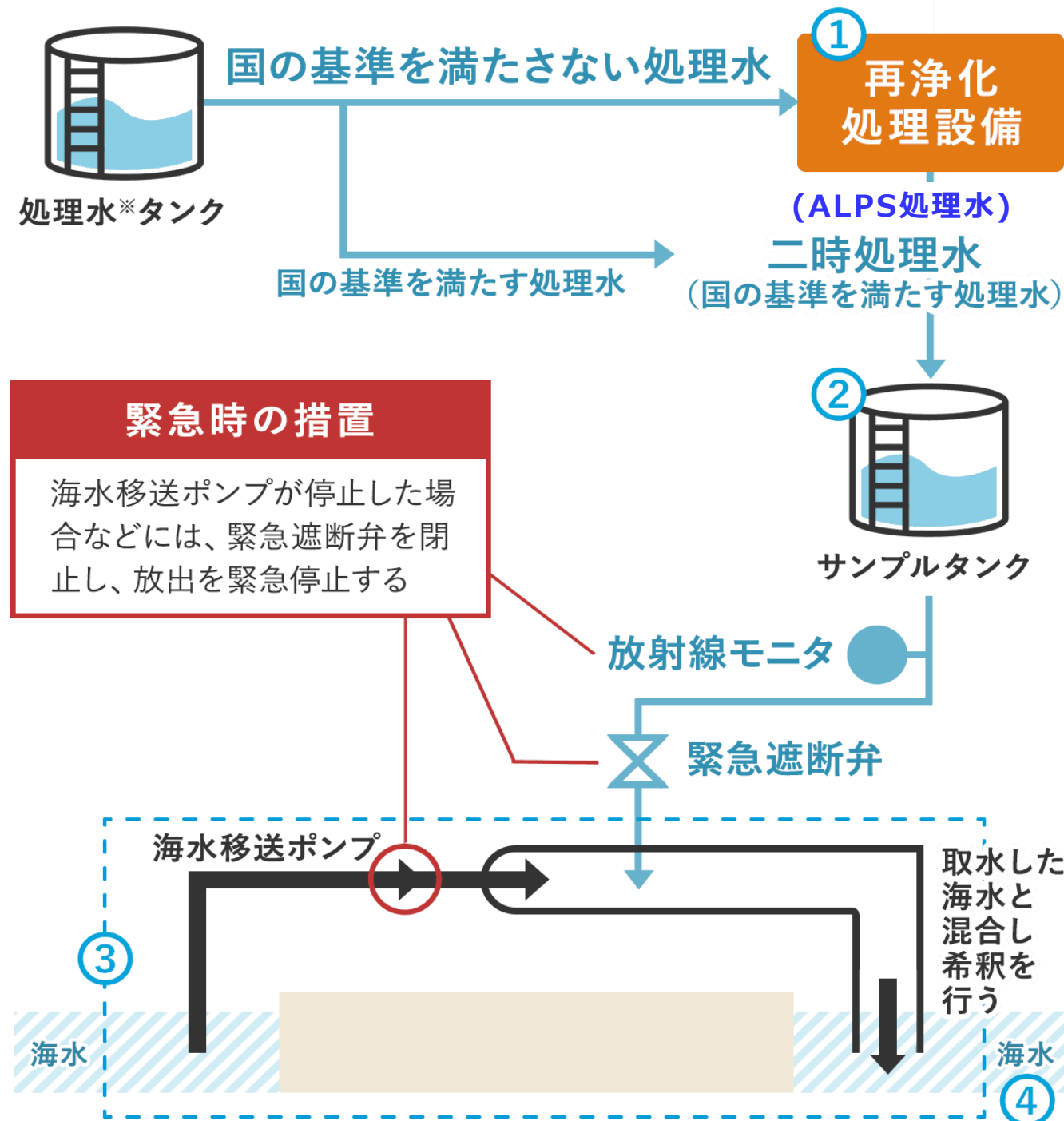
人や環境への影響に関する**情報等を正確かつ継続的に発信し、風評を受け得るさまざまな産業の生産・加工・流通・消費対策(販路開拓等)への全力での理解活動**

④ 適切な賠償

ALPS処理水の放出に伴う**風評被害が生じた場合には、迅速かつ適切な賠償**

5. 海洋放出の工程について

ALPS処理水を海洋放出する際には、トリチウム以外の放射性物質の濃度が国の基準を満たすまで再浄化処理(二次処理)を行い、その後、トリチウムの規制基準を十分に満たすよう海水で希釈します。



5-1 再浄化処理(二次処理)

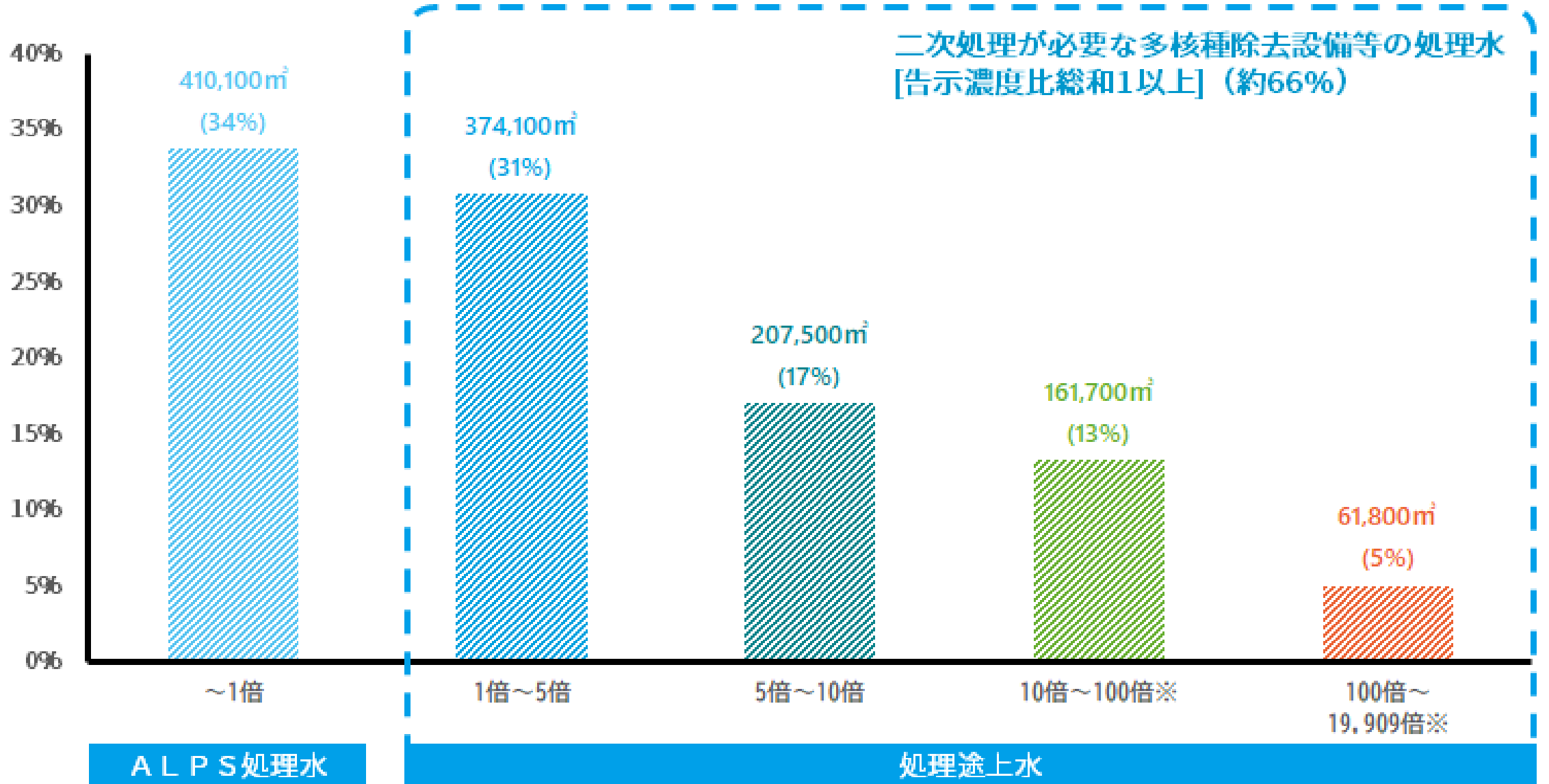
- ① 貯蔵タンク内の処理水については、トリチウム以外の放射性物質は、そのまま放出しても規制基準を満たすレベルまで ALPSを用いて再浄化処理します。

多核種除去設備ALPSは、汚染水に含まれる62種類の放射性物質(核種)を、環境へ放出する場合の国の基準以下の濃度に低減する浄化能力を持っています。

- ② 現在、貯蔵タンクの不具合等により、環境へ放出する場合の基準を満たしていない処理水(告示濃度比総和1 [= 1ミリシーベルト]以上)が存在するため、**トリチウム以外の核種の告示濃度比総和が1未満になるまで、再浄化処理(二次処理)します。**

処理水※の告示濃度比総和別（推定）の貯蔵量

（2021年9月30日現在）



5-2 処理水の分析

26

トリチウム以外の**放射性物質が告示濃度比総和1未満**であること、および**トリチウム濃度が水の環境放出の規制基準以下を確認**するために、処理水の分析を第三者機関が実施します。

※ 国の安全規制の基準(告示濃度限度)

トリチウムを含む**水の環境放出の規制基準**（1リットル（ℓ）あたり**6万Bq**）は、原子力施設の放水口から出る水を、毎日、その濃度で**約2ℓ**飲み続けた場合[12万Bq/日]、**一年間で1ミリシーベルトの被ばく**となる濃度から定められている

【参考】

自然放射線から受ける被ばく線量（年間平均・日本）は約2.1ミリシーベルト

5-3 海水での希釈

トリチウムについて規制基準を十分に満たすよう海水で希釈します。

- ① 放出水のトリチウムの濃度は、**1,500Bq/ℓ 未満**となるように海水で希釈します。
- ② この濃度は、国の安全規制の基準(告示濃度限度) **6万Bq/ℓ** および世界保健機関(WHO)の飲料水水質ガイドラインである**1万Bq/ℓ** を十分下回ります。
- ③ 年間の放出量は、当面、事故前の福島第一原子力発電所の**放出管理目標値**である**年間22兆Bq**を上限とし、これを下回る水準とします。
- ④ 海外の各原発の年間放出量の実績例として、
カナダは、140～770 韓国は、31～91 米国は、0.8～82 [兆Bq]

5-4 海域モニタリング

28

海水および水産物の海域モニタリングを強化し、**測定結果は随時公開**します。**海域モニタリング専門家会議**[総合モニタリング計画における海域モニタリングの強化にあたりその妥当性等について助言するために設置された会議]が、環省省および原子力規制委員会（以下、国）の**強化計画を検討**しました。そして、

- ① **測定点，測定対象を増やす**
- ② **頻度を増やす**
- ③ **検出下限値を国の目標値と整合するよう設定する**

といった**測定点，測定対象を増やす**などを行って**海域モニタリングを強化**することになりました。

① 測定点，測定対象を増やす

- 放水口周辺を中心に重点的にモニタリングを実施することとし，発電所近傍，福島県沿岸および海水浴場として念のため宮城県沖南部，茨城県沖北部において、海水，魚類のトリチウム測定点を増やし，発電所近傍においては、海水はトリチウム以外の核種，魚類はトリチウム及び炭素14，海藻類はヨウ素129を測定する計画とします。
- 魚類については，国際放射線防護委員会（ICRP）勧告に示される放射線影響評価の対象である海底に生息する魚類として，発電所周辺海域に広く生息するヒラメ，カレイ類を選定し，モニタリングの対象としています。

② 頻度を増やす

- 海水のトリチウム測定について頻度を増やします。
- **放水口周辺を中心に重点的にモニタリング**するために測定点を増やし、検出下限値は国と整合を図る中で、これまでのモニタリング結果から、状況を**確認するのに十分と考えている頻度に設定**しています。

③ 検出下限値を国の目標値と整合するよう設定する

- **トリチウム、ヨウ素129の検出下限値**について、海水の拡散状況、海洋生物の状況を確認するため、**国の検出下限目標値と整合するよう設定**しています。

なお、強化するトリチウム、ヨウ素129以外の

他の核種については、従来からの測定を継続します。

海域モニタリングで強化する試料採取点

海水, 魚類, 海藻類について, 採取点数, 測定対象, 頻度を増やして, 検出下限値を国の目標値と整合するよう設定します。

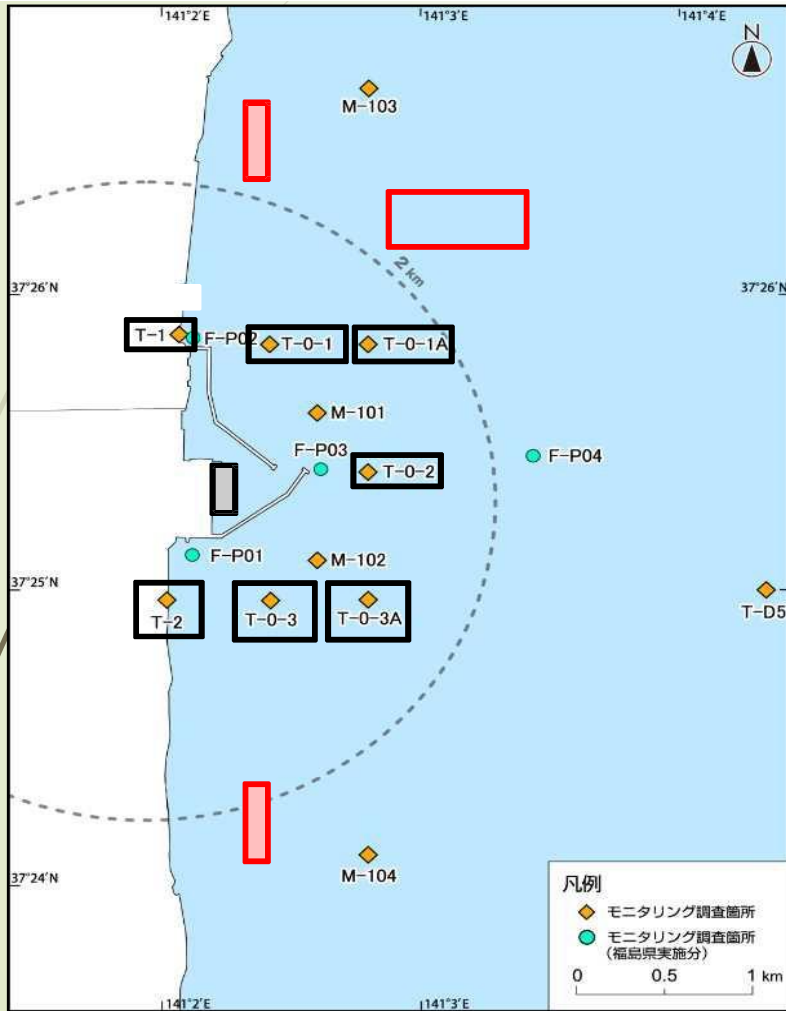


図1. 発電所近傍

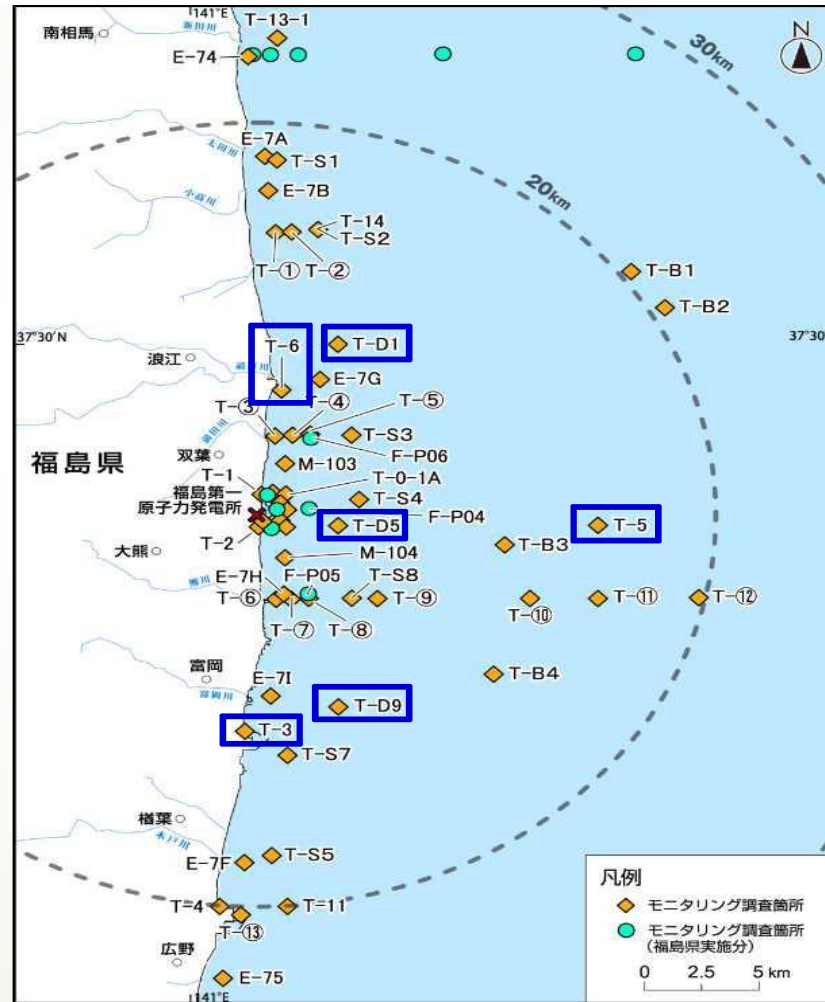
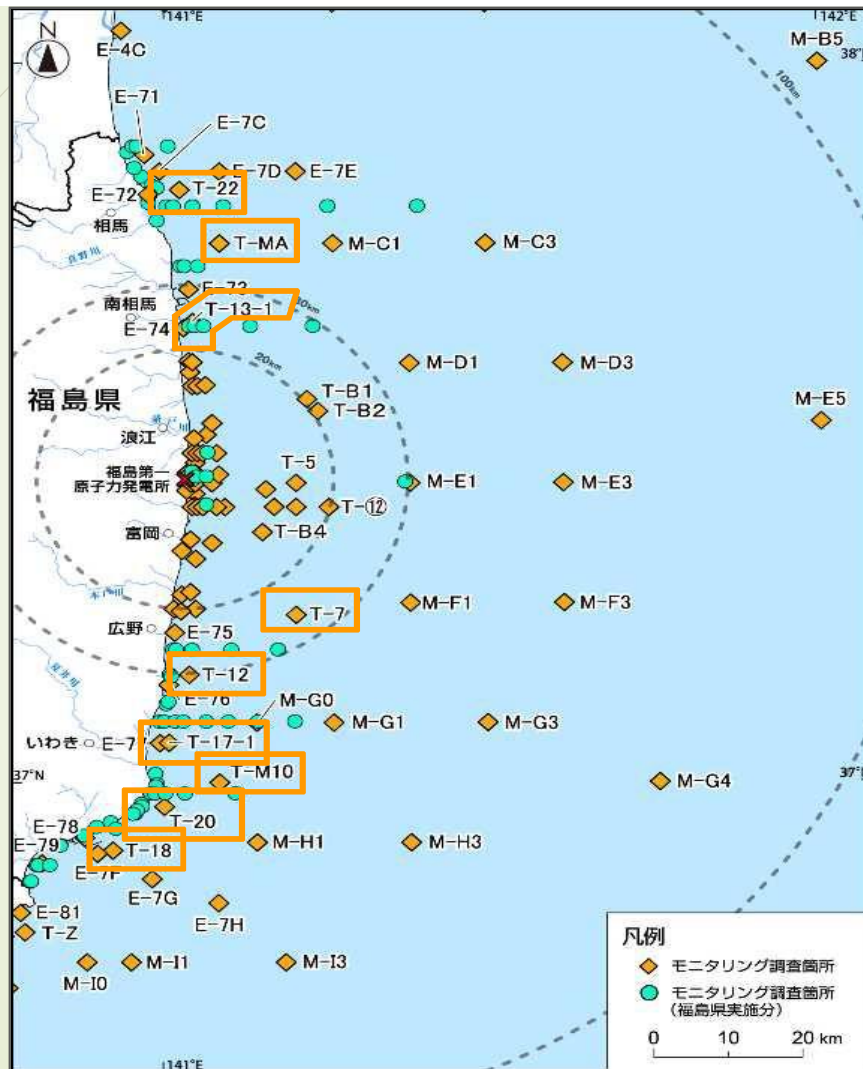


図2. 沿岸20km圏内

- <凡例>
- 【現行の総合モニタリング計画】
- 原子力規制委員会 M-○
 - 環境省 E-○
 - 水産庁(水産物) F-○
 - 福島県 F-○
 - 東京電力 T-○
- 【東京電力の強化計画】
- 黒枠: 検出下限値を見直す点(海水)
 - 赤枠: 新たに採取する点(海水)
 - 青枠: 頻度を増加する点(海水)
 - オレンジ枠: セシウムにトリチウムを追加する点(海水, 魚類)
 - 黒枠: 従来と同じ点(海藻類)
 - 赤枠: 新たに採取する点(海藻類)
 - 緑点線枠: 日常的に漁業が行われていないエリア*
東西1.5km 南北3.5km
※: 共同漁業権非設定区域

海域モニタリングで強化する試料採取点

海水についてトリチウム採取点数を増やします。



<凡例>

- 【現行の総合モニタリング計画】 原子力規制委員会 M-○ 環境省 E-○
- 水産庁(水産物)福島県 F-○
- 東京電力 T-○

【東京電力の強化計画】

□ : セシウムにトリチウムを追加する点(海水)

沿岸20km圏外

5-5 貯蔵タンクの安全性

タンクから水が漏えいしないよう、下記の取組を行っています。

33

① 組立型から溶接型へのタンク更新



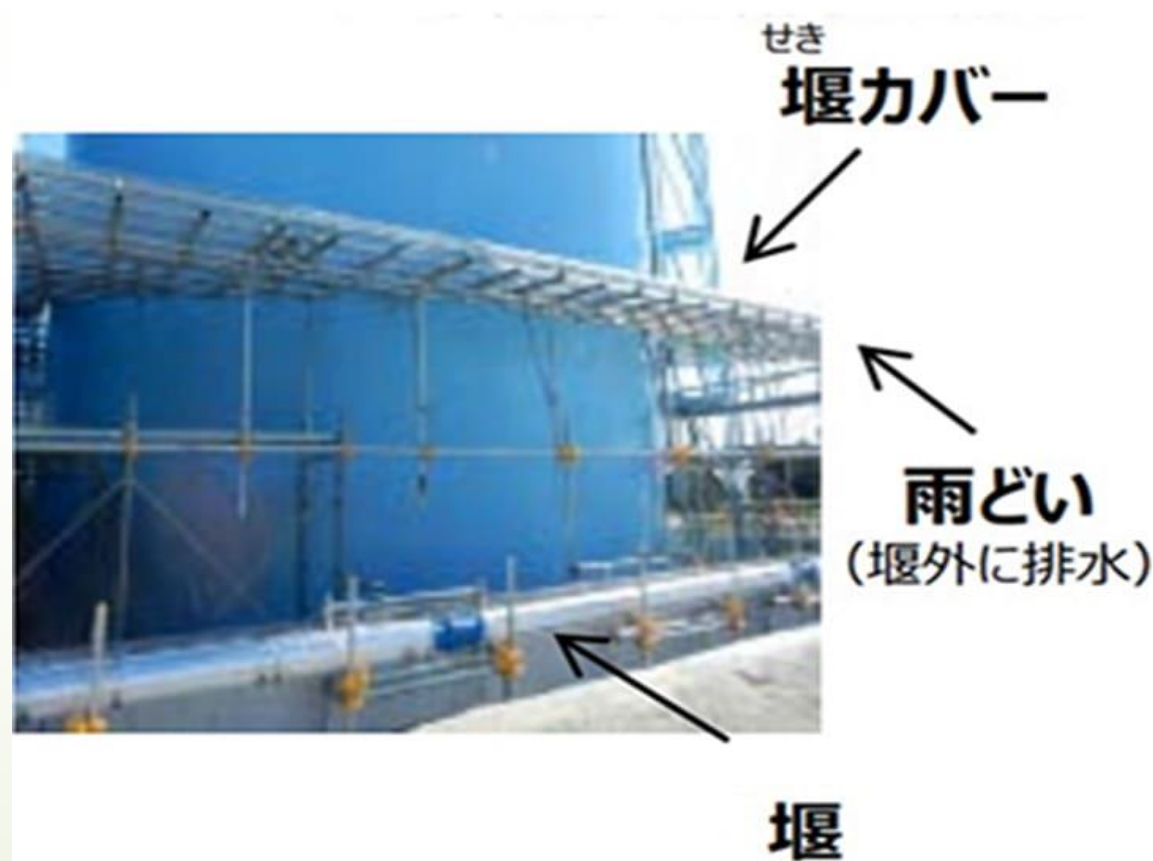
事故後間もない時期に、発生する汚染水を保管するためスピード優先で設置した組立型（フランジ型）タンクを順次解体し、漏えいリスクが低い溶接型タンクへの更新を実施しました。一部、残っている組立型タンクについては、接続部（フランジ部）に止水加工を施し、漏えい防止対策を実施しています。

② 堰の二重化・堰カバーの設置

34

万一の漏えい時に系外への流出を防ぐ目的で、タンクエリアの周囲に二重の堰を設けています。

また、雨どいや堰カバーを整備することで、雨水の堰内への流入を抑え、堰としての機能を確保しています。



③ 耐震性

強い地震動によりタンクに大きな力（垂直、水平）が作用した場合には、力を逃がす構造（あえて基礎に固定しない）としています。そのため、タンク間を連結する配管は、ある程度のタンクの移動に追従する構造としています。

また、貯留用のタンクが満水になった際には、連結管の両側に設置した連結弁を全て閉とする運用をしています。

④ 津波対策

タンクは海拔30m以上の高台に設置しています。

また、防潮堤の設置を順次進めています。

⑤ 移送配管での漏えい対策

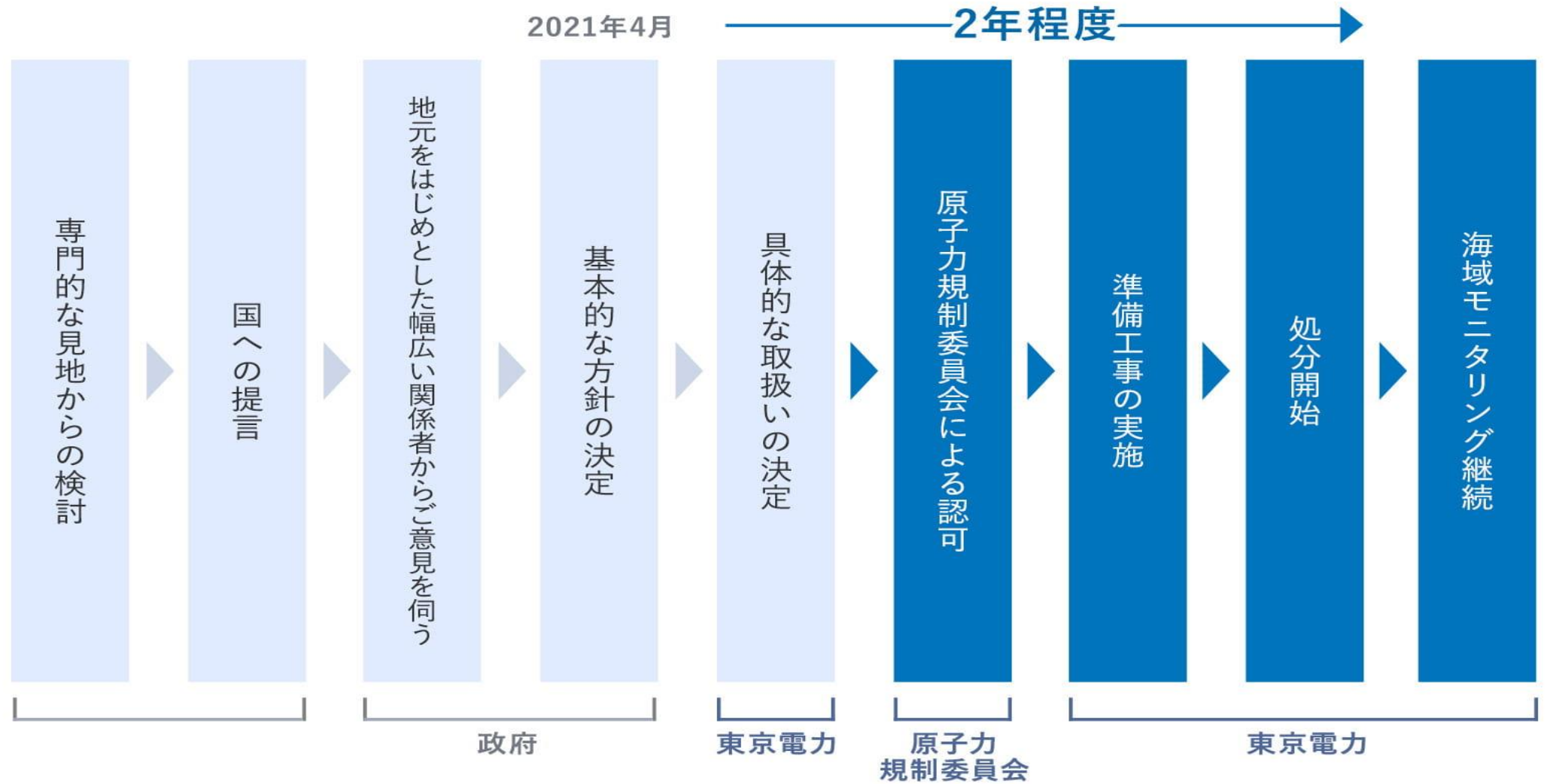
耐衝撃・耐候性に優れ、上水道・ガス供給配管として実績の多い高密度ポリエチレン管を設置し、処理水等の移送を行っています。また、配管の接続部については止水処理を施工しています。

⑥ 定期的なパトロール



現場に異常が無いかを定期的に確認するパトロールを実施しています。

5-6 今後のスケジュール



「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する検討状況について」（資源エネルギー庁）をもとに作成

6. 風評被害抑制

6-1 放出前の対策

- ① 政府及び東電は、魚介類の消費者である国民に放出する水が、極めて安全なものであることを**メディアを通じて知らせる**
 - 世界保健機関（WHO）の定める**飲料水基準の7分の1未満**にまで希釈
 - 敷地からでなく、沖合1 kmから地下トンネルを使って放出する**沖合方式**を採用
 - 海洋放出は国内外の原子力施設での**実績では安全**であることの説明
原発の例 **カナダ140～770兆Bq** 韓国31～91兆Bq / 今回 **22兆Bq 以下**
- ② 政府及び東電は、**漁民、魚介類の加工・流通業者などを対象に**、処理水の安全性に関する**説明会を開き**、安全なものであることの理解を求める
 - **政府は行動計画**をまとめ、説明会で理解を得る
- ③ 海洋放出が安全と理解した者たちは、**周囲の知人、友人に安全なものであることを伝え**、風評被害を抑制するように努める

- ④ 政府は、放出後に懸念される課題の対応のために**制度などを創設**する
- **基金を創設**し、冷凍水産物を買収する計画(300億円規模の基金)
 - 業種別の**賠償基準**について東電を指導
(用いる統計データや基準とする年を明確化)
 - **水産物の安全証明**や**販路拡大の支援**に努める

6-2 放出後の対策

- ① 風評被害を招くような**情報の内容**や**発信源の分析**をし、抑制に反映
- ② 22年1月から開始している**海外の風評被害**を**実態調査**し、抑制に反映
- ③ 政府は**行動計画**通りに運んでいるかチェックし、実行(**PDCA**を回す)
- ④ 冷凍水産物については、政府が安全であることを示す**試食**を**実行**
- ⑤ 政府は、**メディアへの協力**を求める

おわりに

アルプス処理水の海洋放出については、地域の方々だけでなく、国民の皆さんには、大変不安を煽っていたように思います。

しかし、政府と東電は、その不安を払しょくするために、十分な安全を確保する懸命な努力をなされています。

本日お話ししましたように、決して、海を汚すようなものではございません。

お分かり頂けたでしょうか。

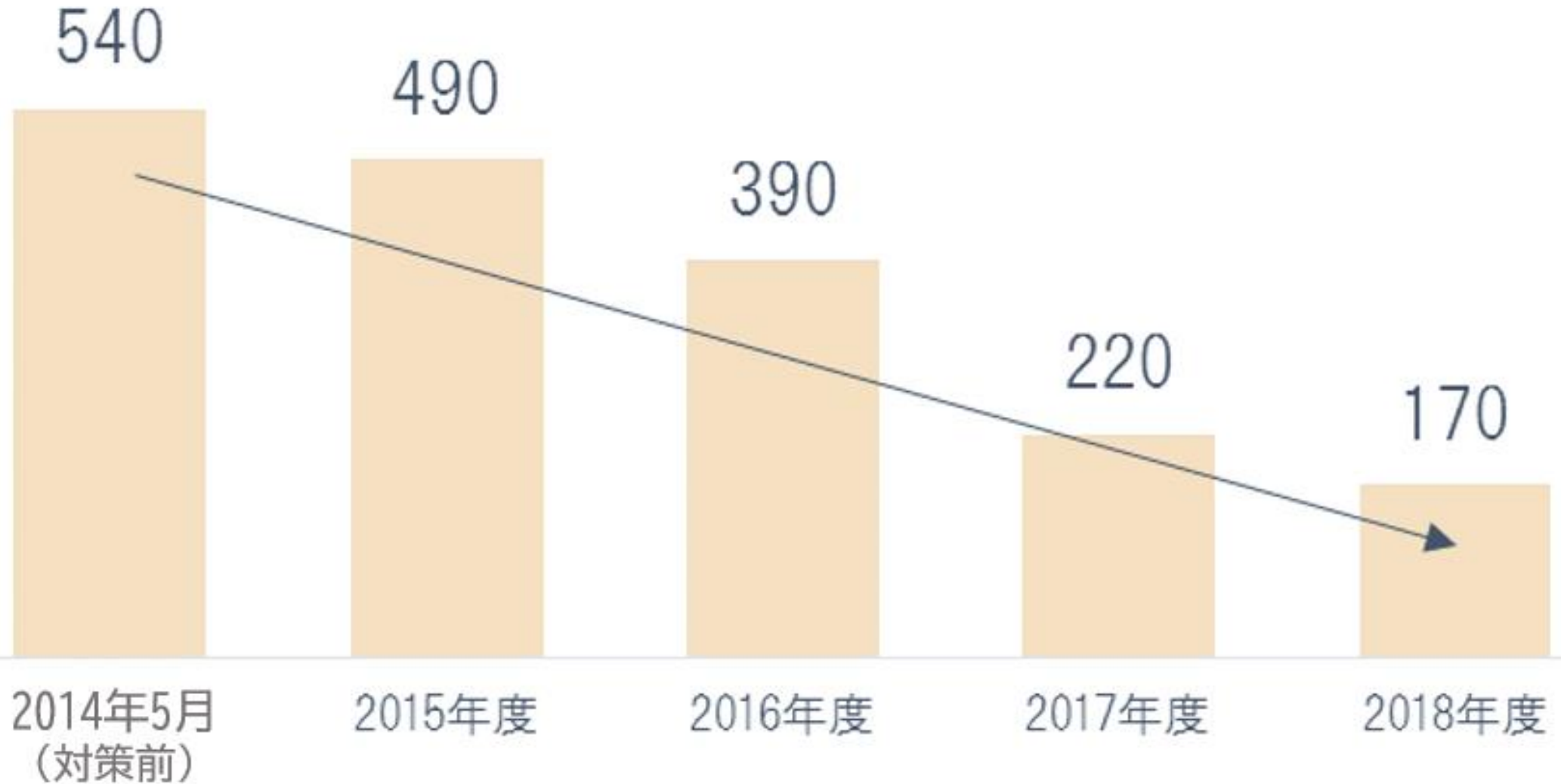
お分かりいただけましたら、周りの知人、友人、親戚のみなさんに決して心配するものではないことをお伝え頂ければ幸甚です。

ご清聴ありがとうございました

来週の対話会でお会いするのを
楽しみにしています

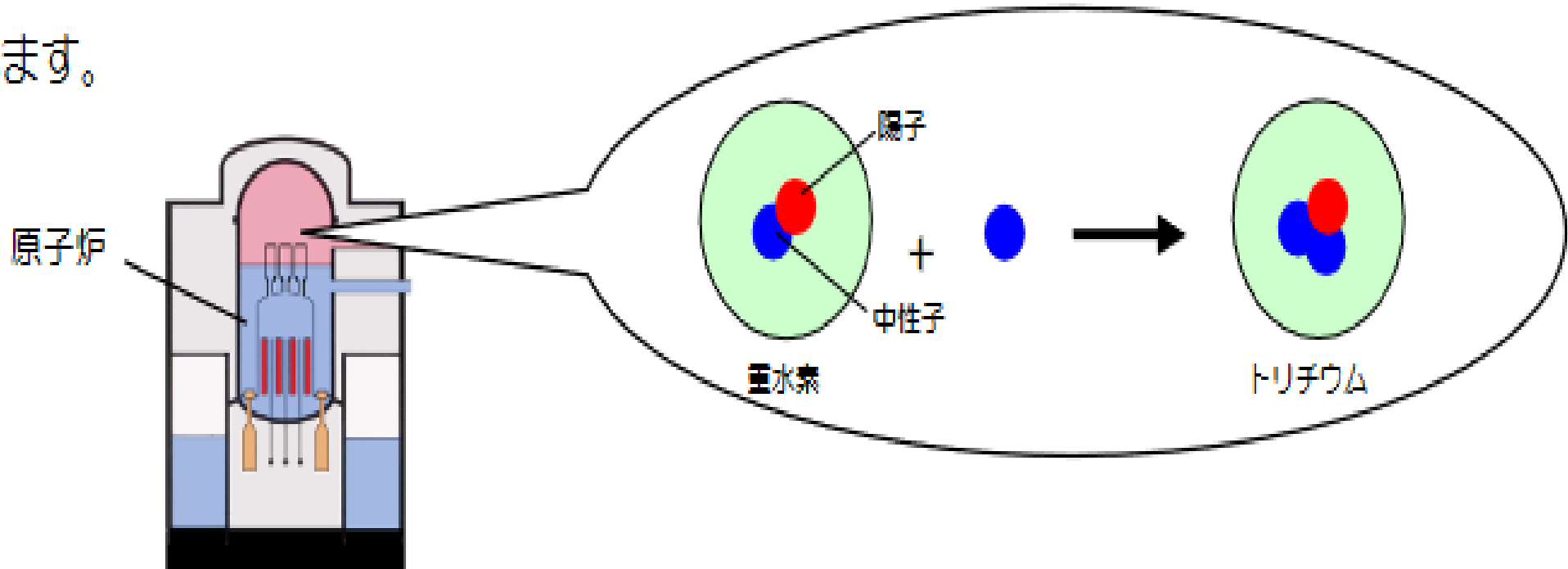
参考

汚染水の発生量（トン/日）

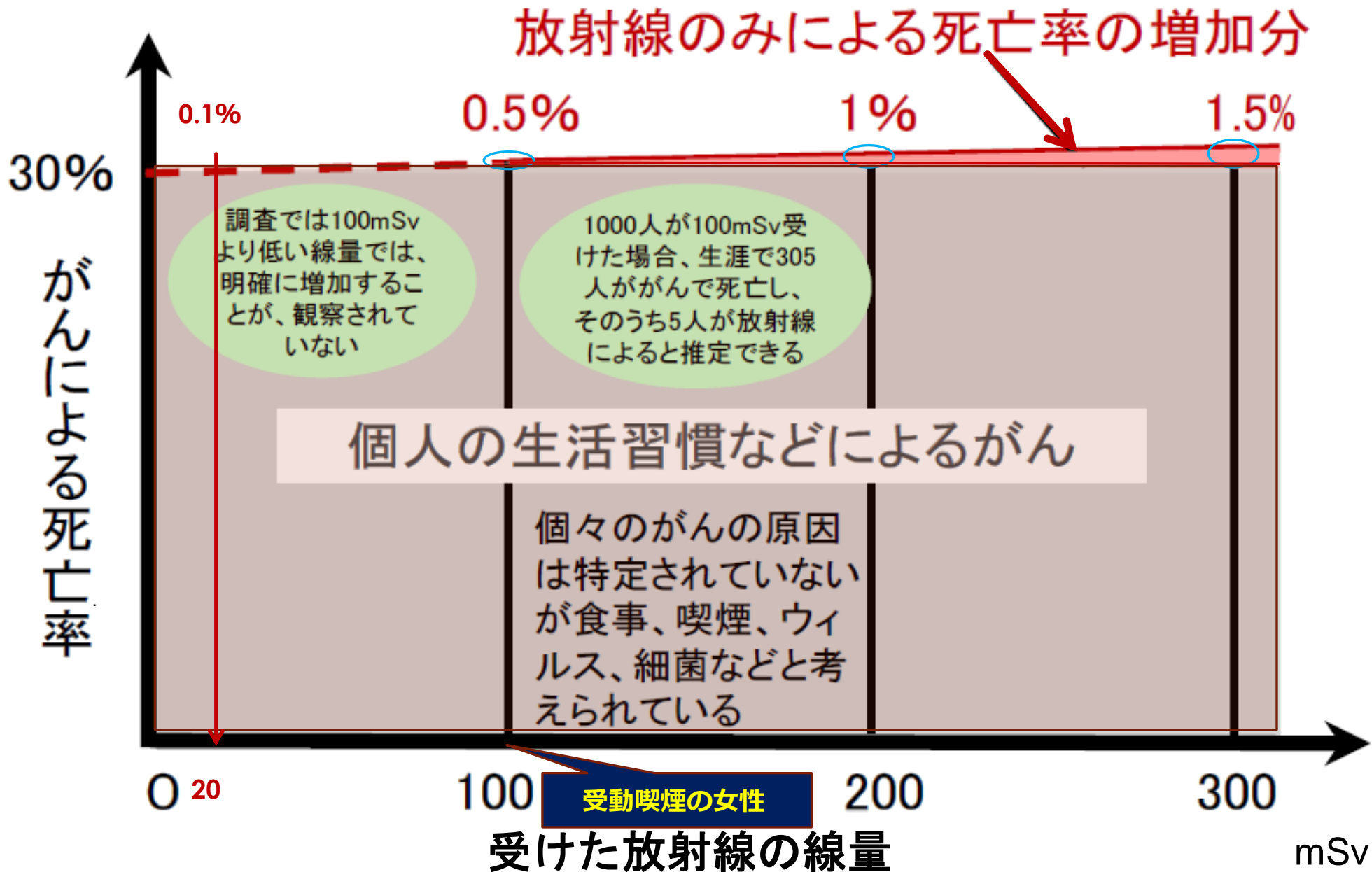


トリチウムは、自然界にも存在するが、原子力発電所では、中性子が発生するために、沢山作られる

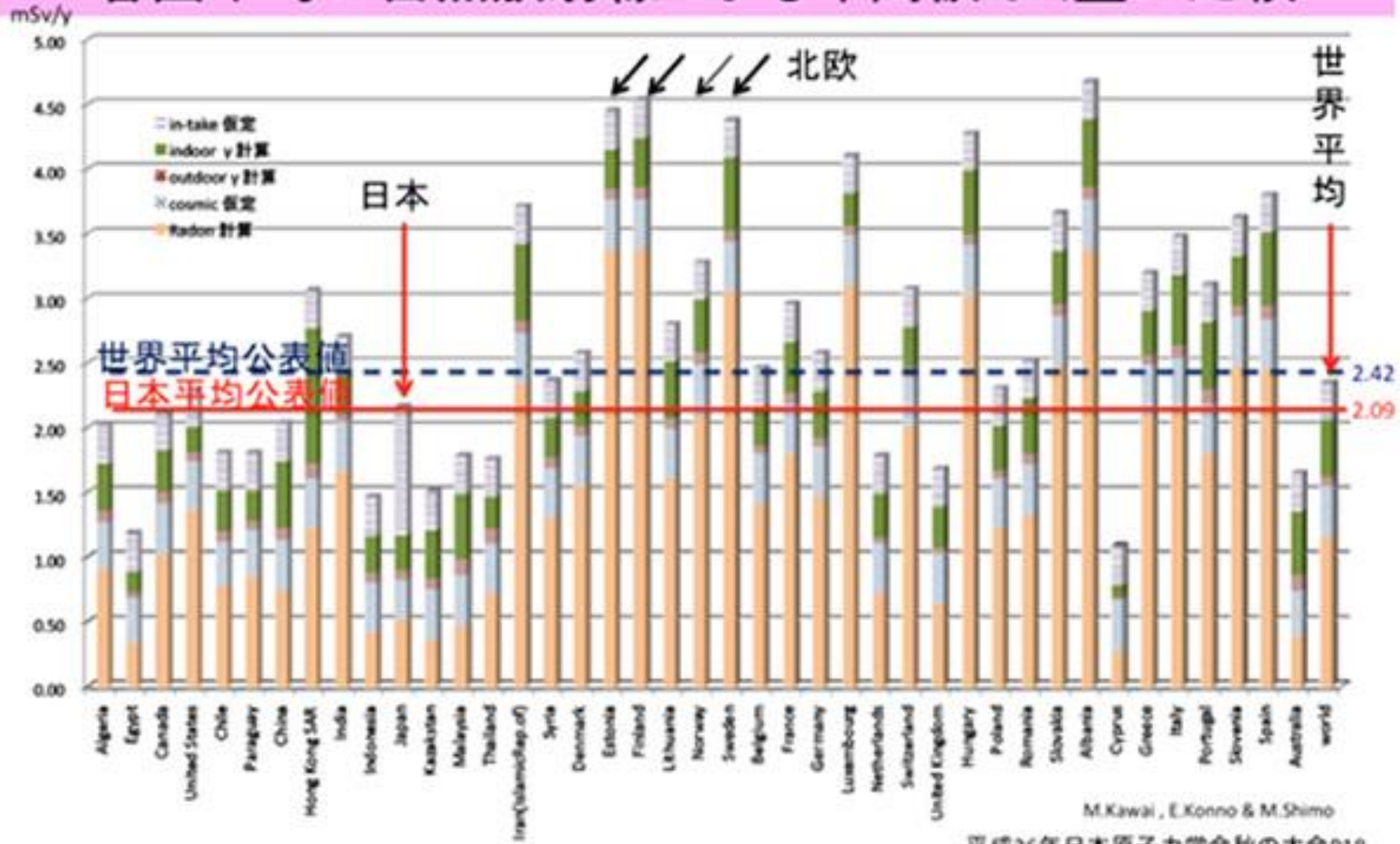
○トリチウムは、原子力発電所の原子炉の中でもつくられます。この場合は、主として、下図のように、原子炉の冷却に用いている水にわずかに含まれる重水素（存在比：0.015%）が中性子を吸収してつくられます。



我が国のがんによる死亡率と放射線被ばくによる死亡率の増加分



各国平均の自然放射線による年間被ばく量の比較



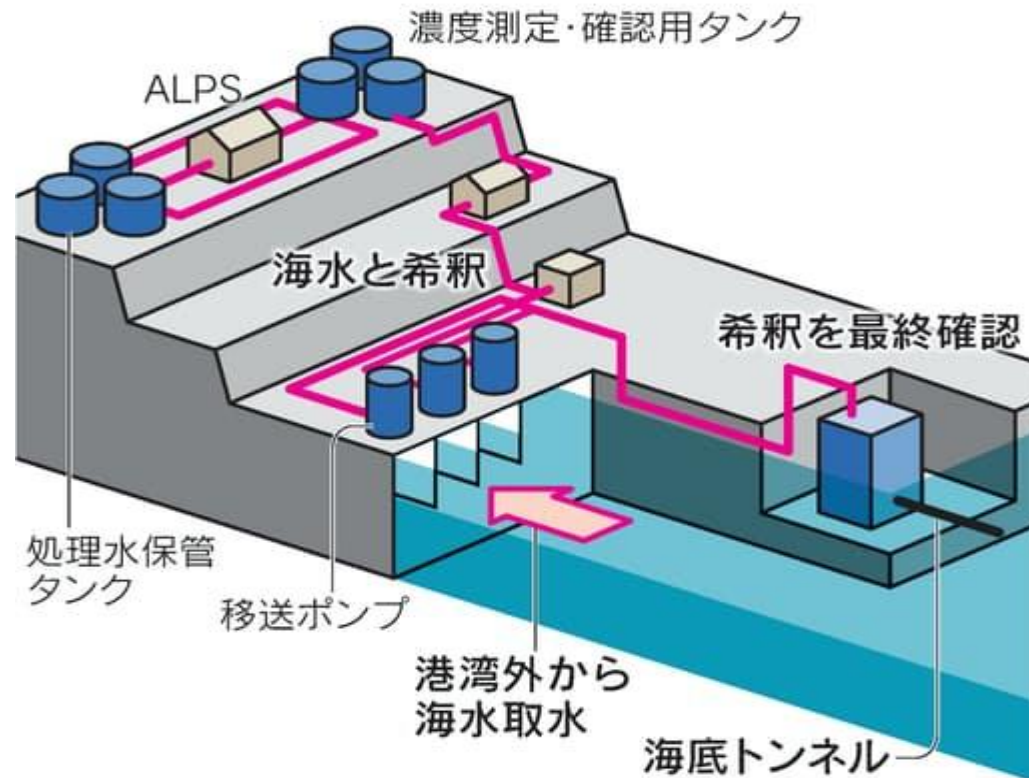
国連科学委員会 UNSCEAR 2000レポートデータに基づく評価
 日本で一般人の基準とされる1 mSvを加えた場合3.09mSvです。

ALPS処理水の海洋放出への流れ

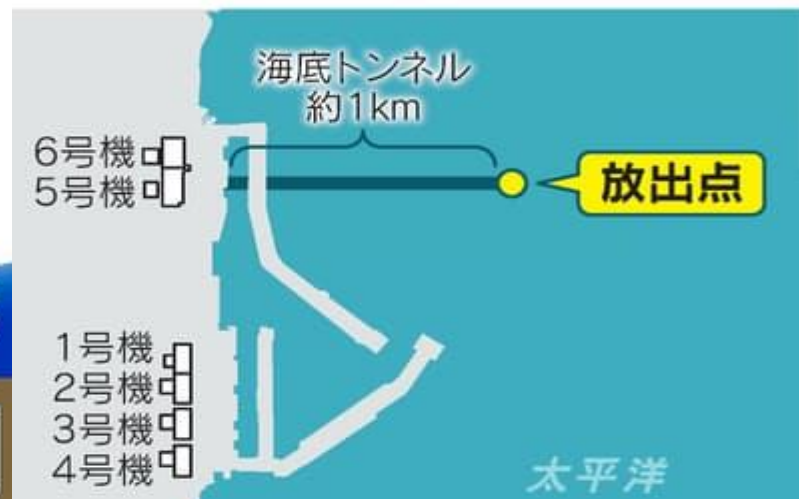
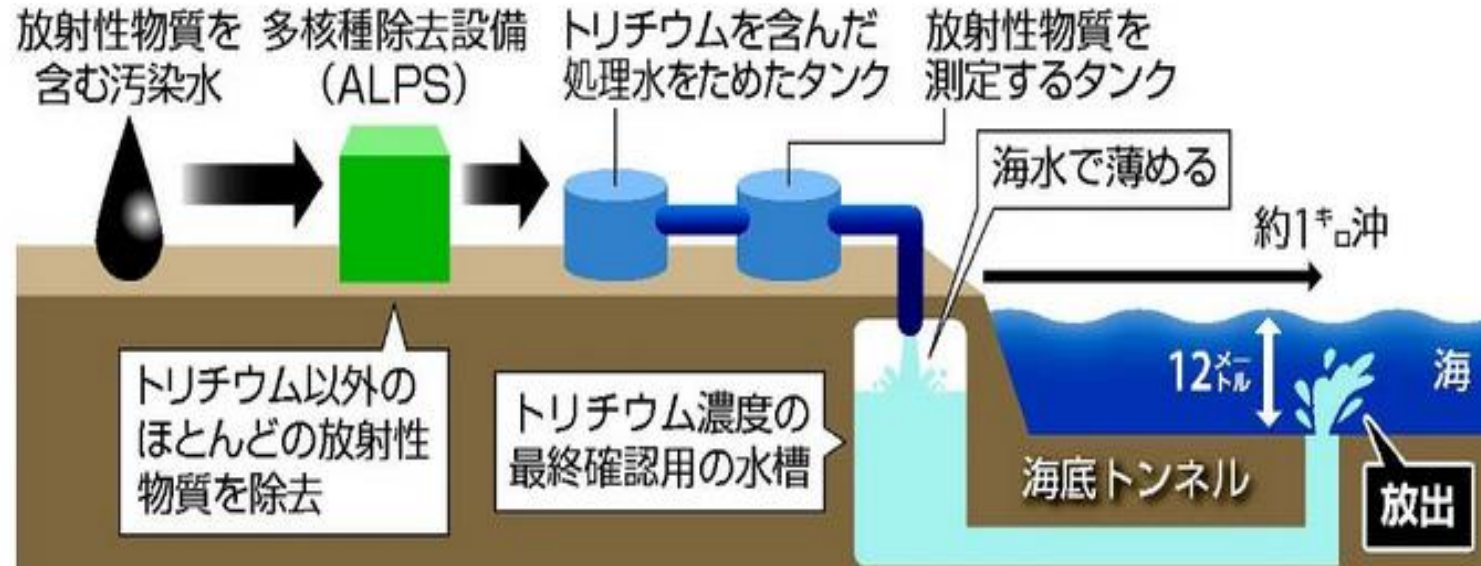
47

- ALPSの処理設備⇒
- 処理水保管(貯蔵)タンク⇒
- 濃度測定・確認用タンク⇒
- 海水と希釈する設備⇒
- 希釈の最終確認設備⇒
- 希釈後の水を海底トンネル
約1km沖合へ⇒
- 放出

福島第1原発処理水の海洋放出のイメージ



福島第一原発の
処理水放出計画の概要

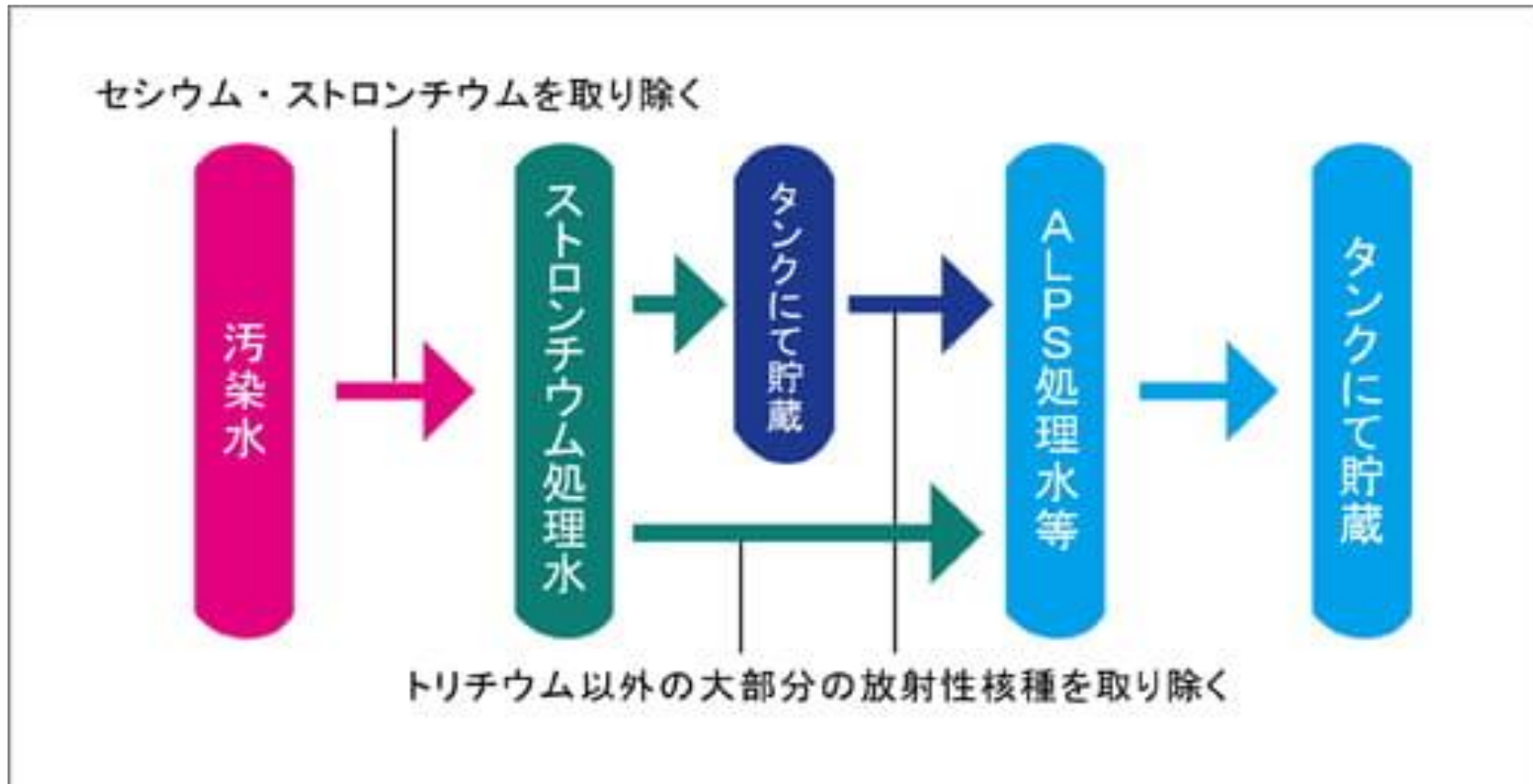


汚染水からタンクでの貯蔵まで (1/2)

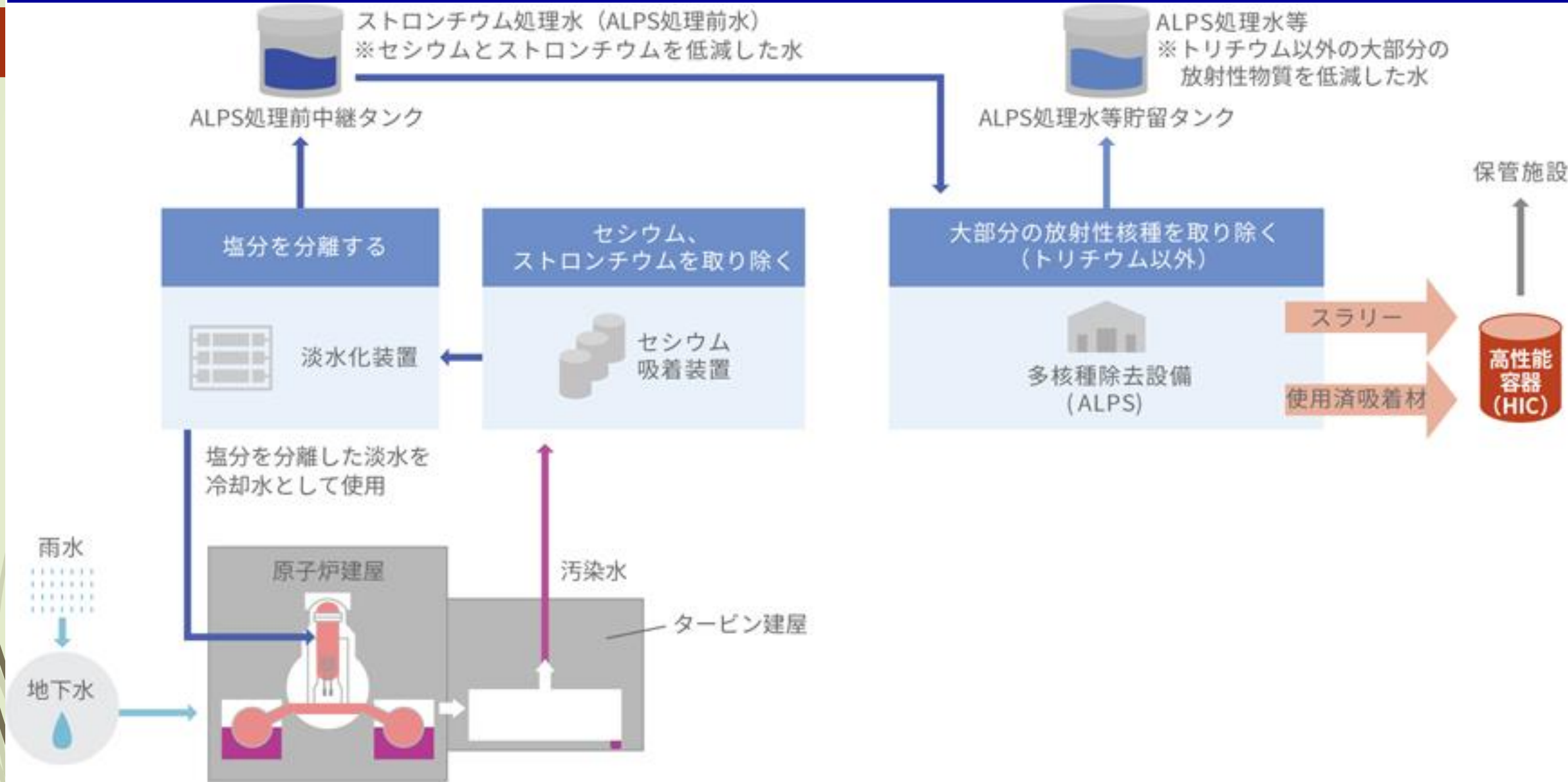
48

福島第一原子力発電所で発生する汚染水を浄化処理し、発電所内のタンクで貯蔵している水。

セシウムとストロンチウムを除去した「**ストロンチウム処理水**」と、多核種除去設備等によって、ストロンチウム処理水からトリチウム以外の大部分の放射性核種を取り除いた「**ALPS処理水等**」があります。



汚染水からタンクでの貯蔵まで (2/2)



汚染水に含まれる放射性物質によるリスクを低減させるため、まずは、セシウム吸着装置を使い、汚染水に含まれる放射性物質の大部分を占めるセシウムとストロンチウムを重点的に取り除きます。

その後、多核種除去設備（ALPS）で処理することによって、トリチウム以外の大部分の放射性核種を着ます取り除きます。

「ALPS処理水」の表記について（2021.4.27見直し）

トリチウム以外の放射性物質が、安全に関する規制基準値を確実に下回るまで、多核種除去設備等で浄化処理した水（トリチウムを除く告示濃度比総和 1 未満）

は「**ALPS処理水**」

多核種除去設備等で浄化処理した水のうち、安全に関する規制基準を満たしていない水（トリチウムを除く告示濃度比総和 1 以上）は「**処理途上水**」

2つを併せて示す場合は「**ALPS処理水等**」と表記します。

汚染水の浄化処理で発生する廃棄物

福島第一原子力発電所では、汚染水に含まれる放射性物質を低減するため、各種装置による浄化処理を行い、「多核種除去設備等処理水（以下、『処理水』）」としてタンクに貯蔵しています。

汚染水を浄化処理する設備のひとつ、「多核種除去設備」は、汚染水に含まれるトリチウム以外の大部分の放射性物質（62種類）を低減できます。この**処理の過程で、2種類の廃棄物が発生**します。

ひとつが、どろっとした、液体と固体の混合物である「**スラリー**」（「鉄共沈スラリー」・「炭酸塩スラリー」、もう一つが、固体状の「**使用済吸着材**」です。これらの廃棄物は、「**HIC※1**」と呼ばれる**ポリエチレン製の保管容器に収納**しています。

※1 HIC（High Integrity Container：高性能容器）

多核種除去設備の運用にあわせてポリエチレン製容器をステンレス鋼で補強した保管容器

廃棄物を収納した HIC は、発電所構内に設置した「一時保管施設」で、放射線を遮へいする、また「スラリーの漏えい」に備え、水密化した大きな**コンクリート製のボックス**に格納し、漏えい検知器による検知等の安全対策を施して保管しています。

さらに、放射線が HIC に与える影響評価を行い、**容器の健全性が担保できるように耐用年数 (約10年以上) を設定**して適正に管理しています。

保管上のリスクをさらに低減するため「**液体状**」のスラリーについては、「**固体状**」に変え、屋内の廃棄物貯蔵庫で安定的に保管できるようにする計画を進めています。

HIC 内に収納されている**液体状のスラリー**を抜き出して**脱水処理し、固体状に変えることを「安定化処理」と呼んでいます。**

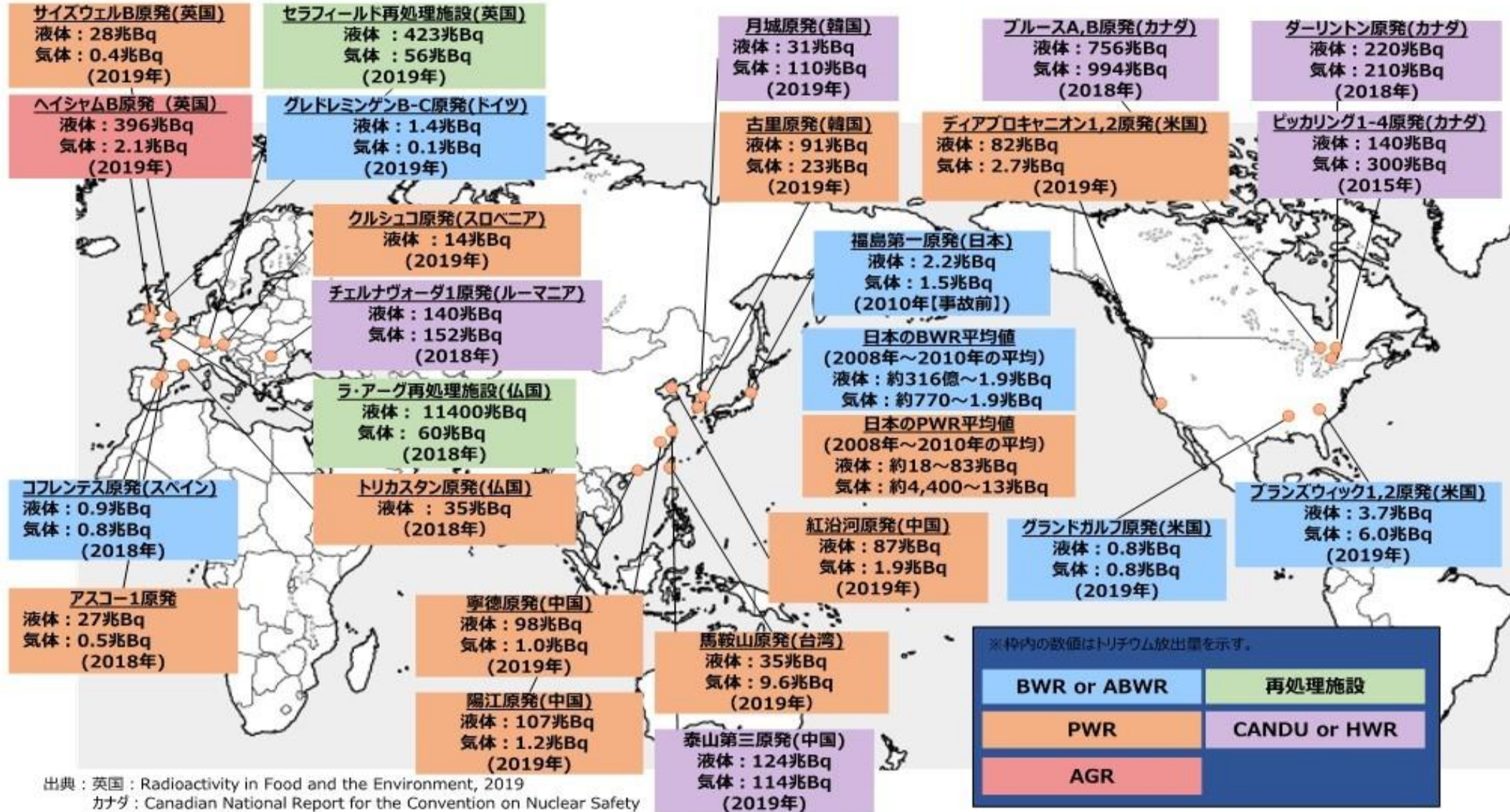
分離水と廃液については、フィルターで固形分を除いてリサイクルしつつ、余剰分は多核種除去設備に戻して浄化処理を行います。

東京電力福島第1原発の敷地内に並ぶ、処理水などを入れるタンク (2021年3月)



(参考) 世界の主要な原発におけるトリチウムの年間処分量

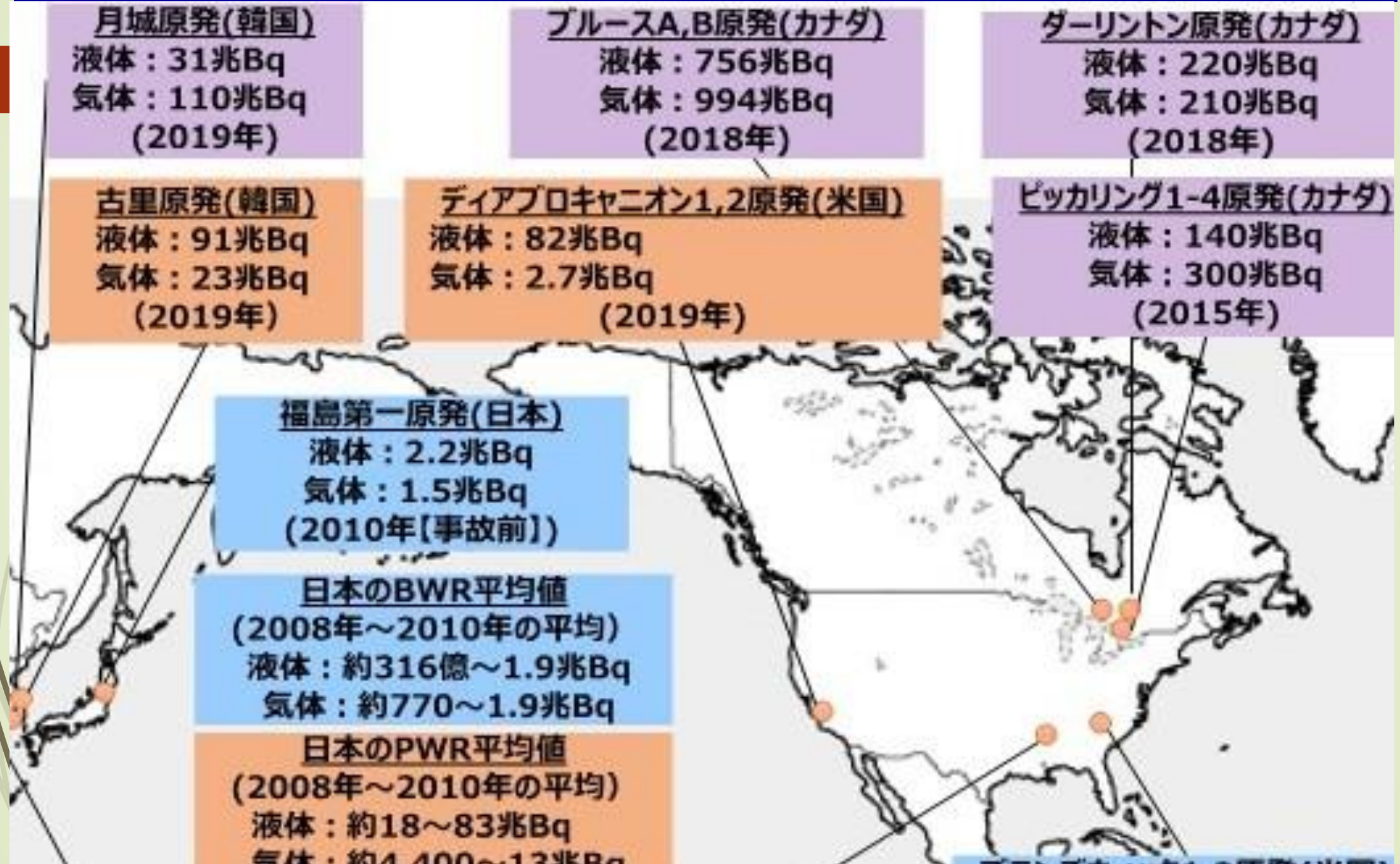
◇ トリチウムは、国内外の原発・再処理施設においても、各国の法令を遵守した上で、液体廃棄物として海洋や河川等へ、また、換気等にもない大気中へ排出されている。



出典：英国：Radioactivity in Food and the Environment, 2019
 カナダ：Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety
 フランス：トリチウム白書
 その他の国・地域：電力事業者の報告書より作成

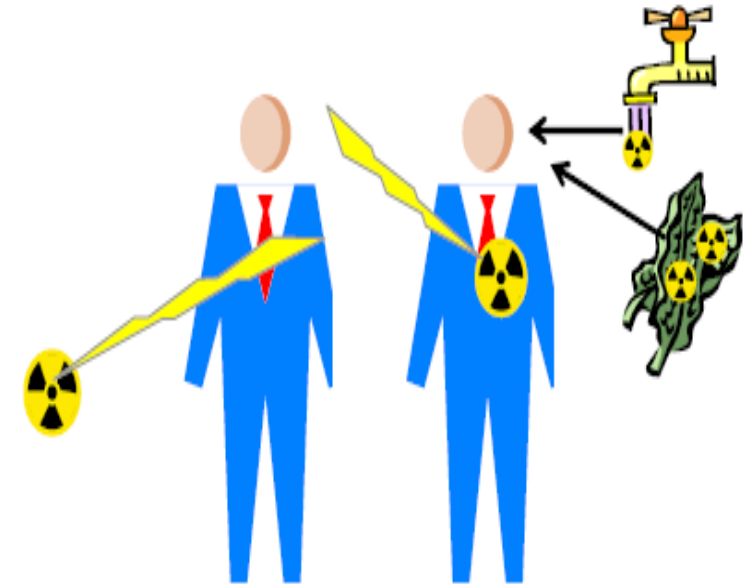
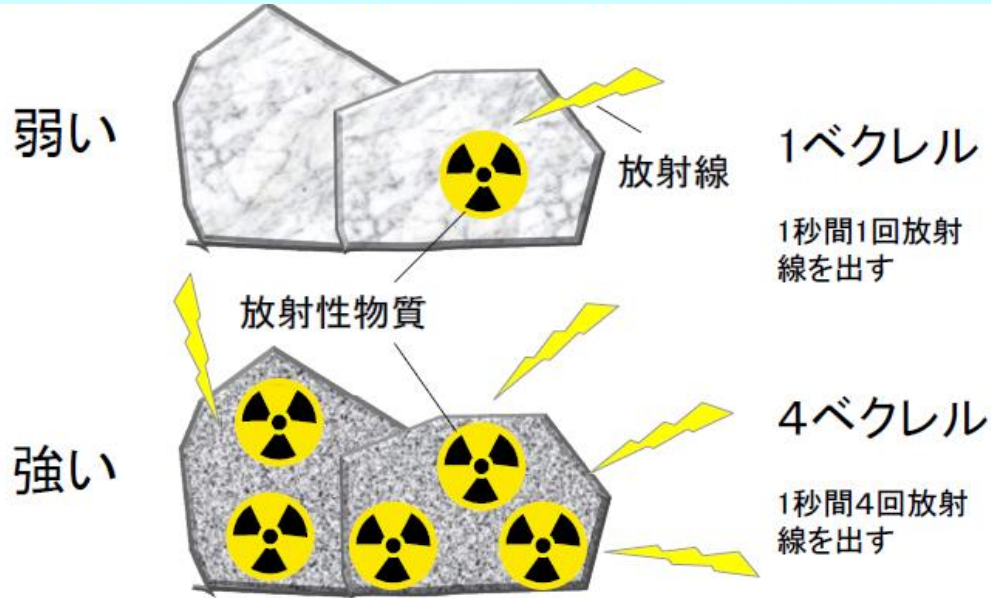
<参考> 1兆Bq≒約0.019g (トリチウム水)

トリチウムの年間処分量 [拡大部分図]



放射性物質の放射能 及び 人体への影響の大きさを表す単位 (1/2)

○ **ベクレル (Bq)** は、放射性物質が**放射線を出す能力 (放射能)** シーベルト 人体が受けた放射線の量を**影響の大きさ**で表す単位
(物理的な線量にある仮定に基づく係数をかけて導出する)



○ **グレイ (Gy)** は、吸収線量の単位で、単位質量あたりに人の組織に吸収された放射線のエネルギー

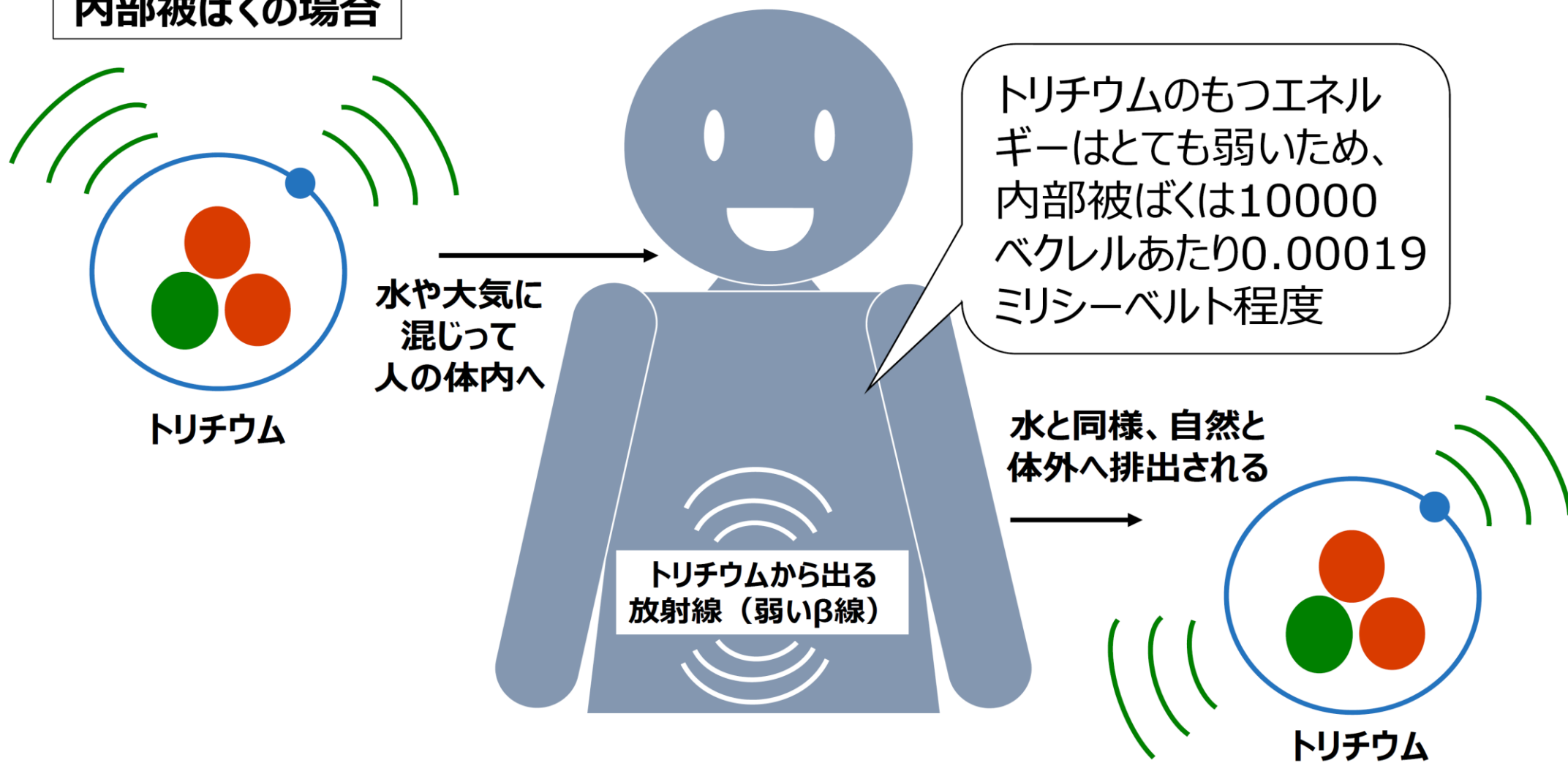
○ **人体への影響の大きさシーベルト (Sv)** は、吸収線量に放射線の種類毎に決まった**放射線荷重係数**を乗じたもの

人体への影響には、この度のトリチウムのような影響が、小さいものについては、低線量被ばくとして評価し、1/1000の **mSv** の単位を利用

外から 1^{ミリ}シーベルト 体内から 1^{ミリ}シーベルト

↑ ↑
人体影響の大きさは同じで足し算する

内部被ばくの場合



1日に6万Bq/ℓの水を2ℓ (12万Bq/日) 飲み続けた場合、

$$12万Bq/日 \times 365日/年 \times 0.00019mSv/1万Bq = 0.83mSv/年$$