

*本資料は、日本国政府、東京電力等が
公開している情報を基に作成したものです。

福島第一原子力発電所 ALPS処理水の海洋放出について (集約版 rev.1)

2023年10月

北陸原子力懇談会



ほくげんこん

目次

1. ALPS処理水とは
2. そもそもトリチウムとは
3. ALPS処理水の海洋放出に伴う人体への影響

参考1： ALPS処理水の海洋放出に伴う風評影響への対応

参考2： ALPS処理水の処分に係るこれまでの主な経緯

1. ALPS処理水とは(1/3)

➤ 福島第一原子力発電所(以下、「福島第一」)では、**損傷した燃料(燃料デブリ)**を冷却するため、事故以降、**原子炉内への水の注入(循環冷却)**を継続する一方、**雨水や地下水が原子炉建屋内に浸入して燃料デブリと接触**。

⇒ これらの水は「**汚染水**」となって、**今でも発生し続ける**とともに、原子炉建屋の最下階に**滞留・蓄積**

・ 汚染水の発生量：2015年度:約490m³/日→2022年度:約100m³/日にまで減少

⇒ **このまま汚染水が蓄積し続けると、地下水側に逆流するなど、環境に放出されるリスクが生じるため、建屋の外へ移送・処理**

➤ **ALPS(advanced liquid processing system : 多核種除去設備)**は、**汚染水を浄化処理**することによって、**トリチウム以外の放射性物質の水中濃度**が環境放出の際の「**規制基準値**」を下回るよう、**所定の放射性物質を除去**する設備。

・ 薬液による沈殿処理や活性炭による吸着など、対象物質の化学的性質等を利用し除去

⇒ 汚染水を浄化し終えた後の水は「**ALPS処理水**」と呼ばれ、敷地内の**貯蔵タンク(処理途上水用も含め、1,046基)**にて保管中

・ 貯蔵量は、8月24日時点で、約135万m³であり、全容量(約137万m³)の98%。なお、うち約7割が、ALPS等で浄化処理するも、未だ規制基準を満たしていない「**処理途上水**」

➤ **福島復興**のためには、福島第一の**廃炉を円滑に進めていくことが不可欠**。また、このためには、取り出した燃料デブリや廃棄物の一時保管施設、試料の分析用施設など**廃炉作業に必要となる施設のスペース確保**のため、**これ以上タンクを増やすことができない**。

⇒ **タンクが満杯になる前に、処理水の何らかの処分が必要**

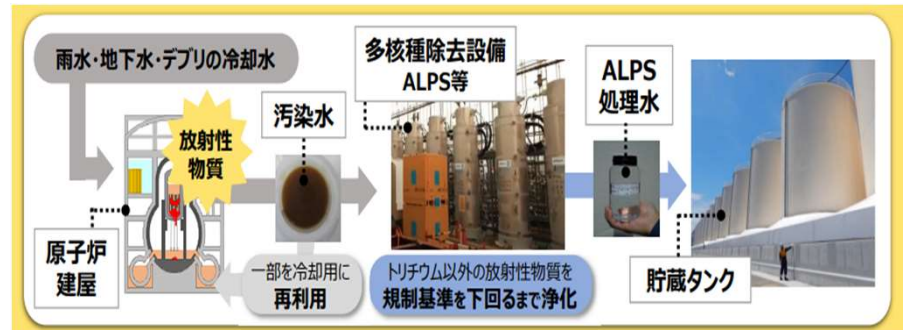
⇒ **処分方法**については、専門家よる6年以上に亘る議論の末、**2020年2月に報告書**を取り纏め

- 技術的に可能な**5つの処分方法**を検討し、「**海洋放出がより現実的かつ確実に実施できる**」と評価【※1】

- **長期保管**については、「**タンク増設の余地は限定的**」

- **分離技術**については、「**直ちに実用化できる段階にある技術は確認されていない**」

⇒ 以降、**自治体や農林水産業者等**との数百回に及ぶ**意見交換**や各省副大臣による**意見聴取**を実施



【※1】「**地層注入**」、「**水素放出**」、「**地下埋設**」については、**規制的、技術的、時間的な観点から課題が多く、「海洋放出」および「水蒸気放出」が現実的な選択肢**。

また、「**海洋放出**」と「**水蒸気放出**」では、**海洋放出の方が放出処分量との関係でも実績があり、放出設備の取扱いの容易さ、モニタリングのあり方を含めて、確実に実施できる**との結論。

1. ALPS処理水とは(2/3)

➤ 2021年4月、政府は、前頁の経緯を経て、以下の通り「ALPS処理水の処分に関する基本方針」を決定。

(1) 処分方法、対応の方向性

- ✓ 規制基準の厳格な遵守を前提に、国内での放出実績やモニタリング等を確実・安定的に実施可能な点を評価し、「海洋放出」を選択。
- ✓ 海洋放出にあたっては、安全に係る法令等の遵守に加え、風評影響を最大限抑制するための放出方法を徹底するとともに、国民・国際社会の理解醸成に向けた取り組みに万全を期す。

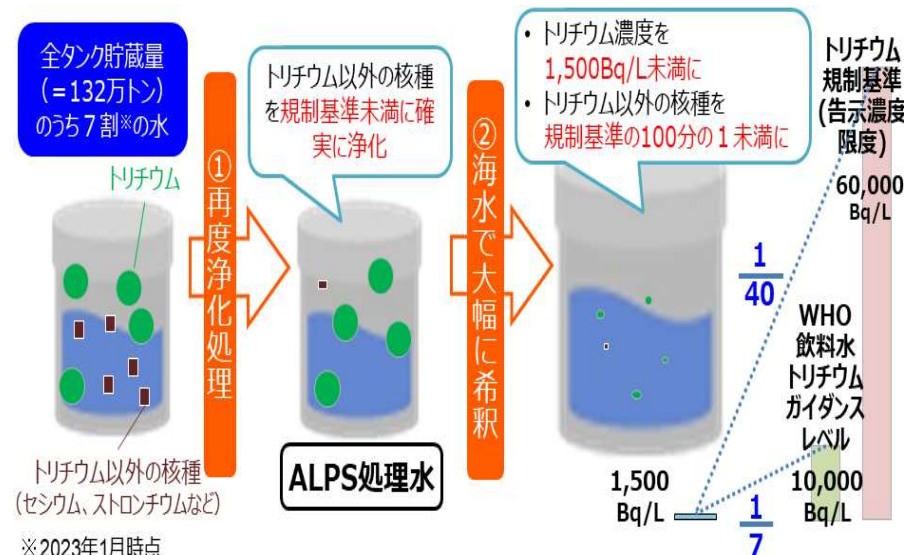
(2) 具体的な方法

- ✓ 東京電力には、今後2年程度後の海洋放出開始を目途に、具体的な放出設備の設置等の準備を進めることを求める。
- ✓ 放出方法は、風評影響を最大限抑制すべく、次のとおりとする。

- ① ALPS処理に際しての「トリチウム以外の核種」の濃度
処理水中の濃度が「水中濃度に係る規制基準値(告示濃度)」を確実に下回るまで、ALPS等による浄化を継続【※2】
・告示濃度以上の核種が残留する「処理途上水」に対しては再浄化を実施
- ② 海洋放出に際しての「トリチウム」の濃度
規制基準を遵守するだけでなく、消費者等の懸念を少しでも払拭するよう、水中濃度を、告示濃度(60,000Bq/L)の1/40である「1,500Bq/L」未満となるまで、更に海水で大幅に希釈し放出【※3】
- ③ 「トリチウム」の年間の放出量(総量)
福島第一が事故前に設定していた「放出管理値(22兆Bq)」を下回る水準【※4】

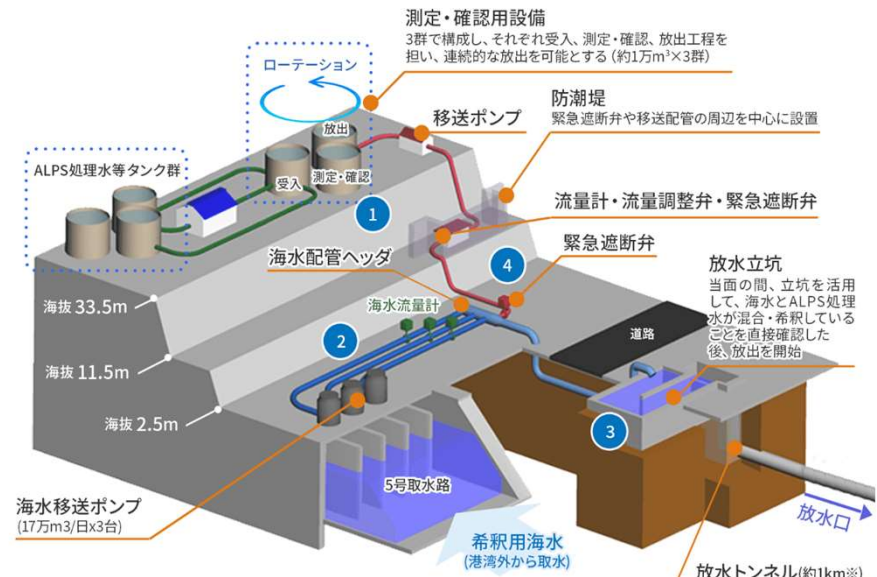
➤ 2023年度の放出計画(8月22日、東京電力公表)は、以下の通り。

- ✓ 原則として、トリチウム濃度の低いものから順次放出
- ✓ 合計31,200m³(約5兆Bq)の処理水を4回に分けて放出
- ✓ 第1回目(8月24日～)は、14万Bq/Lの処理水を海水で740倍に希釈し放出(→希釈後の想定濃度は、190Bq/L < 1,500)
- ⇒ 第1回目は9月11日、計画通り(7,788m³、1.1兆Bq)完了。
環境省による海水調査によれば、近海における放出開始後の放射性物質濃度は、これまでトリチウム、γ線核種とも検出下限値未満



※2023年1月時点

(出典) 経済産業省HP「ALPS処理水の処分」(https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps.html)に基づき作成



※ 共同漁業権非設定区域内

1. ALPS処理水とは(3/3)

【※2】 放射性物質は、起源が事故炉か通常炉か、あるいは種類を問わず、「その量が人体や環境に影響を与えない水準にある」ことが重要。この考えのもと、放射性物質の「水中濃度に係る規制基準値(告示濃度)」とは、「この濃度の核種を含む水を毎日飲み続けたとしても、これに伴い人体が受ける被ばく線量が一般公衆の線量限度(1mSv/年)に達しない濃度」として、核種毎に定められているもの。

【水中濃度に係る「告示濃度」の例】

・セシウム137	:	90Bq/L
・ストロンチウム90	:	30Bq/L
・コバルト60	:	200Bq/L
・トリチウム	:	60,000Bq/L

一方、基準適合の考え方は、処理水中に含まれる「トリチウム以外の核種」の濃度が、それぞれ個別に告示濃度を下回っていれば良い、ということではなく、「含まれる全ての核種の放射線影響の合計」で判断される。具体的には、別途選定された29核種を評価対象とし、「これら核種毎に求めた告示濃度に対する実濃度の比の合計(告示濃度比総和)」(※)が、「1.0」を下回ることが求められる。

(※) 例えば、セシウム137について、ALPS処理後の濃度が、仮に9Bq/Lであったとした場合、告示濃度に対する比は「0.1」となるが、この比をトリチウム以外の29核種それぞれに対して求め、これらを合計した値

なお、東京電力が2020年9月より実施したALPS等による再浄化の性能試験では、トリチウム以外の核種の「告示濃度比総和」は、「0.35」、また、今年度第1回目(8月24日～9月11日)に実際に放出したALPS処理水は、「0.28」(6月22日分析)であった。

【※3】 処理水のトリチウム濃度は、タンク毎に異なっていて、「約15万～約250万Bq/L」(加重平均73万Bq/L)となっており、海洋放出にあたっては、これらを一律「1,500Bq/L」未満になるまで低減させるため、約100倍以上(約100倍～約1,700倍：加重平均約500倍)の希釈が必要となる。なお、実際には、安全サイドに立って、より多くの海水で希釈されており、第1回目の実績は、希釈倍率は約800倍、また、この結果、希釈後のトリチウム濃度は、「142～220Bq/L」(分析データの精度を考慮した値)であった。

⇒ 第1回目の海洋放出に際しての評価対象全30核種の「告示濃度比総和」は、「0.004」(0.00367 + 0.00035)となり、規制基準値「1.0」の1/250

- ・トリチウム : 告示濃度に対する比は、厳しめには「0.00367」(220/60,000)となる
- ・トリチウム以外の29核種 : 濃度は自ずと希釈前の1/800にまで低減され、結果、これらの「告示濃度比総和」も、【※2】で示した「0.28」の1/800、即ち「0.00035」となる

【※4】 国内の原子力施設では、放射性物質の環境への放出に伴い周辺一般公衆が受ける線量をより低く保つため、0.05mSv/年(法令上の線量限度である1mSv/年の更に20分の1)を努力目標値とするとともに、この目標値を達成する範囲内の年間放出量を管理値として定めており、福島第一では、事故前は、液体廃棄物中のトリチウムに係る管理値は「年間22兆Bq」であった。

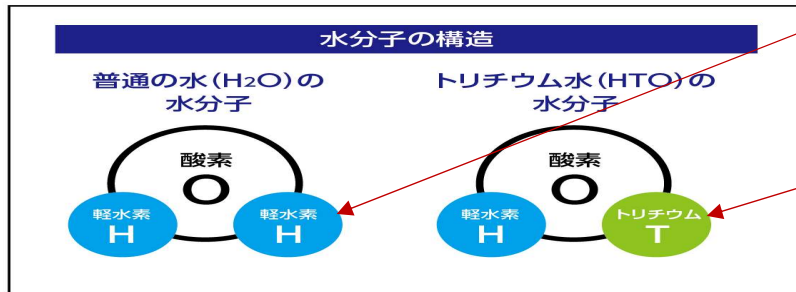
Bq(ベクレル) : 放射性物質としての能力(放射能)の単位。放射線は原子核が壊変する際に放出されるが、この壊変の頻度、具体的には「1秒間に壊変する原子核の数」をいう。このため、当該放射性物質における「放射線の放出頻度」に相当すると考えることもできる。なお、一般的には「当該放射性物質の量」に関連付けて用いられ、例えば、「トリチウムの濃度が60,000Bq/L」とは、1L中に60,000Bqに相当する量のトリチウムが含まれる場合をいう。

Sv(シーベルト) : 人が受ける被ばく線量の単位。この数値が大きいくほど、人体における放射線の影響が大きいことを意味する。なお、日本における自然放射線による年間線量は、平均で2.1mSv。

2. そもそもトリチウムとは

➤ **トリチウム(三重水素)**は水素の一種であり、放射性物質(半減期:12.3年)ではあるが、**化学的性質は、一般的な水素である「軽水素」とほぼ同じ**。また、「**トリチウム水**」の形態で**水道水、海水、雨水に含まれるほか、人体にも存在**するなど、自然界に広く存在。

- ✓ 水道水 : ~1Bq/L
- ✓ 降雨(日本) : 220兆Bq/年
- ✓ 人体 : 数十Bq



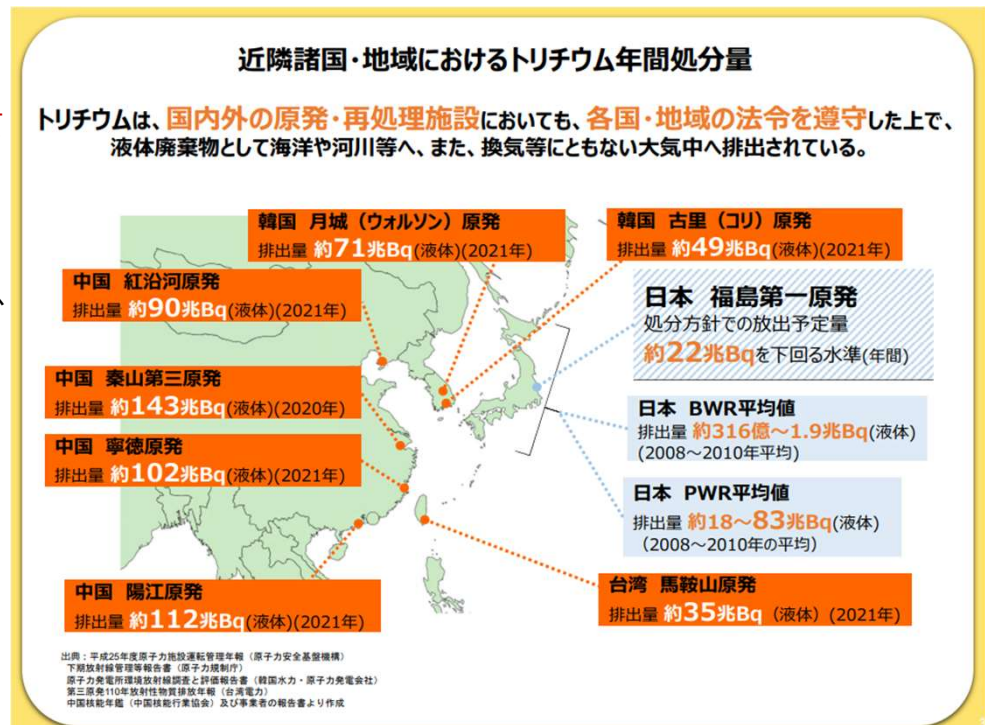
⇒ 普通の水(軽水: H₂O)とトリチウム水(HTO)の化学的性質はほぼ同じであるため、対象物質の化学的性質等を利用して**いるALPSでは、他の多くの種類の放射性物質は汚染水から除去できるものの、トリチウム水の分離・除去はできない**

➤ トリチウムは**自然界で常に生成(①)**されているほか、**人工的にも生成(②、③)**され環境中に排出・放出。自然由来のもの(①)だけでも、現状、地球全体で100京(1,000,000兆)Bq程度存在。

- ① **宇宙放射線等による生成: 約7京(70,000兆)Bq/年**
 ・宇宙放射線(中性子)と大気中の窒素との相互作用($^{14}\text{N} + n \rightarrow ^3\text{H} + ^{12}\text{C}$)
- ② **原子力施設等からの排出: 約2京(20,000兆)Bq/年**
 ・冷却材中に僅かに含まれる重水素が中性子を吸収($^2\text{H} + n \rightarrow ^3\text{H}$)
 ・核分裂を制御する制御材(ホウ素)が中性子を吸収($^{10}\text{B} + n \rightarrow ^3\text{H} + ^4\text{He}$)
- ③ **核実験による放出: 約20,000京Bq(1945~63年の総量)**

➤ 福島第一におけるトリチウムの年間の放出量(22兆Bqを下回る水準)は、「**②世界の原子力施設等からの排出量**」の**0.1%程度**にしか過ぎず、近隣の**中国・韓国の原子力発電所と比較しても少ない**。なお、この「**22兆Bq**」に相当する**トリチウム原子そのものの全質量は約0.06g**、また、**トリチウム水の形態では約0.4g**である。

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 デュテリウム	tritium トリチウム
表記	^1H または H	^2H または D	^3H または T

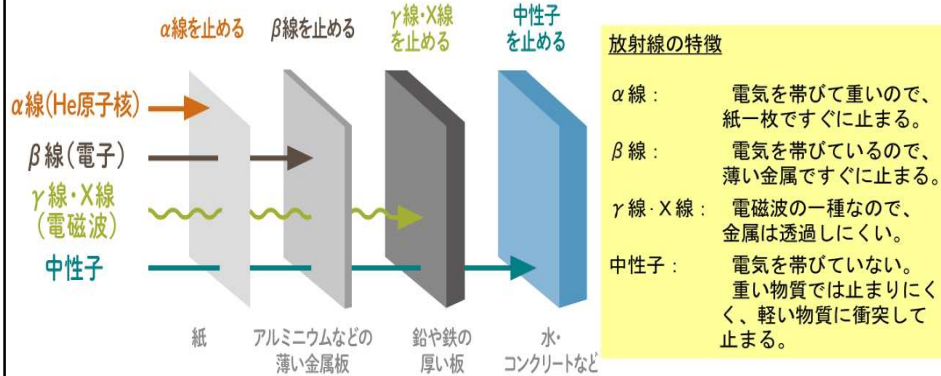


(※) トリチウム原子の全質量(g) = トリチウム原子1個の質量 × トリチウム原子の個数
 = $\left[\frac{3(\text{原子量})}{\text{アボガドロ数}} \right] (\text{g}) \times \left[\frac{22(\text{兆}(\text{Bq}) \times \text{半減期}(\text{秒}))}{0.693} \right]$

3. ALPS処理水の海洋放出に伴う人体への影響

➤ トリチウムから出る放射線はβ線(電子)であるが、同じβ線の中でも、よりエネルギーの小さい「弱いβ線」であり、空気中は約5mm、水中は約5μmしか進むことができず、また、紙1枚で遮へいが可能。

⇒ このβ線を身体の外から受けた場合、皮膚の表面で止まってしまふため、人体への影響は非常に小さい



➤ また、空気中のトリチウムの呼吸による取り込み、あるいは水や食品等に含まれるトリチウムを口から摂取した場合でも、普通の水と同様に、新陳代謝により体外に排出され、人体に蓄積することはない(「トリチウム水」という形態での生物学的半減期は約10日であり、100日後には1千分の1以下になる)。

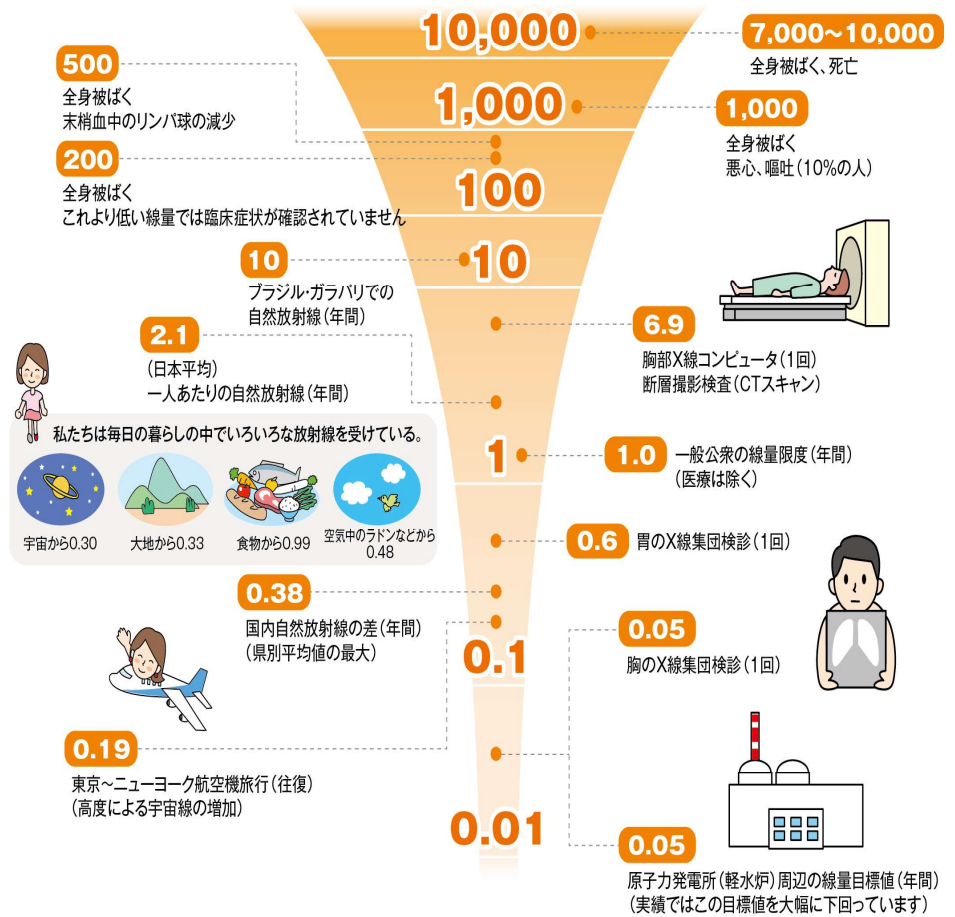
➤ ALPS処理水は、海洋放出によって海水中を拡散し更に希釈される。海洋拡散シミュレーションによれば、放出されたALPS処理水は海流等によって速やかに移流・拡散するため、トリチウムの濃度は、放水地点から3km程度離れば、周囲の海水(~1Bq/L)と同じレベルになるという結果が得られている。

⇒ 基本方針に沿って海洋放出した場合、トリチウム以外の放射性物質も含めて、近隣住民への追加的な放射線による影響は、日本人が1年間に自然界から受ける放射線影響(平均2.1mSv)の10万分の1未満に留まる

IAEA(国際原子力機関)においても、海洋放出に伴う放射線影響は、「人及び環境に対し、無視できるほどである」と結論

⇒ 日本における自然放射線の影響の地域差(都道府県別の年間平均値のバラツキの幅:最大Δ0.38mSv)の方がはるかに大きい

放射線の量 mSv (ミリシーベルト)



(本図は、放射線医学総合研究所調べ、「原子力・エネルギー」図面集等をもとに作成)

参考1：ALPS処理水の海洋放出に伴う風評影響への対応

ALPS処理水の処分に関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議(第5回:2023年1月13日) 資料より

- 令和3年4月に基本方針を策定以降、**安全確保・風評対策に係る各取組を実施**。令和4年8月には、**風評影響に対しては対策の一層の強化が必要との認識**の下、これまでに頂いた御意見を踏まえ、重点的に取り組むべき対策を整理し、取組を強化・拡充してきた。
- 令和4年8月以降、漁業者を始め地元住民等との車座対話や全国地上波のテレビCM・WEB広告・全国紙の新聞広告等を活用した情報発信等の取組も強化し、**理解醸成の取組が進展**してきている。また、「基金」等の漁業者の事業継続のための対策については、**漁業者の方々から信頼関係構築に向けての姿勢との評価**を得ているところ。
- **安全確保と風評対策のために必要な具体策のメニューは概ね出揃って**きている。今後、これらのメニューを確実に実施し、**安全確保や風評対策の実効性を上げていく**とともに、各対策内容について繰り返し説明・対話を重ね、頂いた御意見を踏まえて**随時改善・改良・充実を図り、海洋放出に向けて、理解醸成活動に一層注力**する。
- **基本方針においては、2年程度後にALPS処理水の海洋放出を開始**することを目的としており、**海洋放出設備工事の完了、工事後の規制委員会による使用前検査やIAEAの包括的報告書等を経て、具体的な海洋放出の時期は、本年春から夏頃と見込む**。

1. 風評を生じさせないための仕組みづくり

①徹底した安全性の確認と周知

- IAEAが11月に来日、2回目となるALPS処理水の安全性に関するレビューを実施。
- モニタリング・海洋生物の飼育試験の結果等を分かりやすく情報発信。
 - 9月に、東京電力がモニタリング結果の分かりやすいHPを立ち上げ。
 - 10月に流通事業者等を対象にシンポジウムを開催。
 - 10月に、東京電力が、海水で希釈したALPS処理水を使ったヒラメ・アワビの飼育を開始。

→IAEAが継続してレビューを行った上で、**放出前には包括的な報告書を公表し、その内容を国内・全世界に分かりやすく発信**することで、国際機関である第三者が**安全性を徹底的に確認**したことを国内外に周知。

放出開始直後のモニタリングの強化・拡充を具体化するとともに、サプライチェーンに関わる方々が一目でモニタリング結果を確認できるよう、**分かりやすく、きめ細かく、情報発信**することで、安全基準を満たした上での放出が、**安全上問題がないことを確認・周知**。

②全国大での安全・安心への理解醸成

- 農林漁業者等の生産者から消費者に至るサプライチェーンや自治体職員等に対して、基本方針決定以降、約1000回の説明を実施。
- ALPS処理水の安全性を、様々な媒体を通じて発信。12月には、**全国地上波のテレビCM、WEB広告、全国紙の新聞広告等も活用し、全国での大規模な情報発信**を実施。
- 9月以降、**漁業者を始めとする地元住民等との車座対話**を本格的に実施。10月には、経産大臣も含め、車座で対話、双方向のコミュニケーションを強化。
- 国際会議や二国間対話の場での説明、東電福島第一原発等の視察受け入れ等を通じた理解醸成。
- 事業者ヒアリング等を通じて、**国内外の風評影響を把握**。

→漁業者、流通事業者、消費者等の**サプライチェーンに関わる全ての方々や海外の関係者**に、ALPS処理水の**処分の必要性、安全性確保、徹底した風評対策を周知・認識の浸透**。

2. 風評に打ち勝ち、安心して事業を継続・拡大できる仕組みづくり

③将来に亘り安心して事業継続・拡大できると、事業者が確信を深められる対応

- 11月に令和4年度第2次補正予算が成立、12月に令和5年度当初予算の政府案が決定。生産性向上や担い手確保のための支援等、被災地の水産業を始めとする事業者支援予算等を具体化。
- 11月に成立した令和4年度第2次補正予算において、ALPS処理水の海洋放出に伴う影響を乗り越えるための全国の漁業者支援の基金を措置。
- 10月に、より多くの方が三陸・常磐ものを知り、味わうためのキャンペーンを開始。三陸・常磐の水産物を扱ったメニュー等の提供、水産品の販売ブースを出展。12月には、三陸・常磐ものの魅力を発信し、消費拡大を図る「魅力発見！三陸・常磐ものネットワーク」を立ち上げ。
- 12月に、放出開始後も取引を継続できるための対策を流通関係の業界団体等と議論する連絡会を設立。
- 中小企業施策や観光支援策を通じて、農業や観光事業者への支援を実施。

→「基金」や担い手確保支援等により、漁業者等がALPS処理水の海洋放出に伴う影響を乗り越え、**事業を継続・拡大することを力強く後押し**。

「ネットワーク」を通じ、産業界・全国の自治体・政府関係機関を挙げた、三陸・常磐ものの消費拡大と買い支えを実現するとともに、流通事業者等の要望に応え、**放出前後を通じ、変わらずに地元産品の取引が継続される状況の実現**に取り組む。

④風評に伴う需要変動に対応するセーフティネット

- 万が一の風評に伴う需要減少に対応するための一時的買取り・保管等のための需要対策基金を造成。
- 12月に、立証の負担を被害者に一方的に寄せることなく、地域や業種の実情に応じた賠償を実施するための基準を公表。

→万が一風評が生じた場合の**需要減少**に対応する買取り・保管支援のための**基金の運用を開始**するとともに、**今後、関係団体等と具体化する風評被害の推認等による賠償により、セーフティネットを構築**。

3. 将来技術（汚染水発生抑制、トリチウム分離等）の継続的な追求

- 汚染水発生量は、重層的な対策により、2021年度130ml/日を達成（対策実施前の1/4程度）。
- **トリチウム分離技術の公募調査**を継続し、将来的に実用化に向けた要件を満たす可能性のある技術について、**フイージリスタディ**の開始準備。

→汚染水発生量を減少させる取組を継続し、**2028年度に約50-70ml/日まで低減を目指す**とともに、**トリチウム分離技術についてフイージリスタディを着実に実施**。

参考2：ALPS処理水の処分に係るこれまでの主な経緯

時 期	主 な 経 緯
2013年 3月	多核種除去設備(ALPS)が稼働を開始
2013年12月 ～2016年 6月	政府は、汚染水処理対策委員会の下に「トリチウム水タスクフォース」を設置し、ALPS処理水(トリチウム水)の処分方法について技術的な観点で検討。あらゆる選択肢を検討するため、5つの処分方法について技術的な評価を行い、報告書を取り纏め
2016年11月 ～2020年 2月	政府は、「ALPS処理水の取扱いに関する小委員会」(ALPS小委員会)を設置し、技術・社会の両面で総合的に検討。2020年 2月、報告書を公表(海洋放出が、放出処分量との関係でも実績があり、放出設備の取扱いの容易さ、モニタリングのあり方を含めて、確実に実施できるとの結論)
2020年 4月	地元自治体や農林水産団体をはじめとした様々な関係者からご意見を伺う場を設けるとともに、広く国民に対してALPS処理水に関する意見募集を実施
6月22日	全国漁業協同組合連合会(全漁連)が「ALPS処理水の海洋放出に反対」とする特別決議を採択
2021年 4月13日	政府は、ALPS処理水の処分に係る「基本方針」を決定(海洋放出処分を正式決定。開始は2年後程度を目標)
7月 8日	政府とIAEA(国際原子力機関)との間で「ALPS等処理水の取扱いに係る包括的な協力の枠組みに関する付託事項」を取り決め。IAEAより以下の3つの支援を受けることで合意。IAEAは、その後、タスクフォースを設置 ① IAEA職員等による日本側の取り組みの確認(IAEA専門家レビュー) ② 海洋放出後の監視に関する支援 ③ 国際社会に対する透明性確保に関する協力
8月	東京電力は、海底トンネルを新設し、沖合約1kmから放出する計画を発表
11月	東京電力は、ALPS処理水の海洋放出に係る放射線影響評価の結果を発表
2022年 2月	IAEAによる安全性レビュー(同年11月に2回目のレビューを実施)
2023年 6月	放出関連設備が完成
7月 4日	IAEA包括報告書をグロッシェ事務局長から岸田首相に手交・公表 ・ ALPS処理水の海洋放出に対する取り組み、及び、東京電力・原子力規制委員会、そして日本政府による関連する活動は、関連する国際安全基準に合致 ・ 東京電力により計画されている放出に伴う放射線影響は、人と環境に対し、無視できるほどのもの ・ IAEAは、ALPS処理水の放出前のみならず、放出中及び放出後もALPS処理水の放出に関し、日本に参与することをコミット。また、国際社会に対し、更なる透明性及び安心を提供
8月20日	岸田首相が福島第一原子力発電所を視察
8月21日	岸田首相が全漁連の坂本会長と面会し、放出への理解を求める
8月22日	政府は、関係閣僚会議を開催。8月24日の放出開始を決定