これからのエネルギーについて考えたい

Enelog

VOL. 47

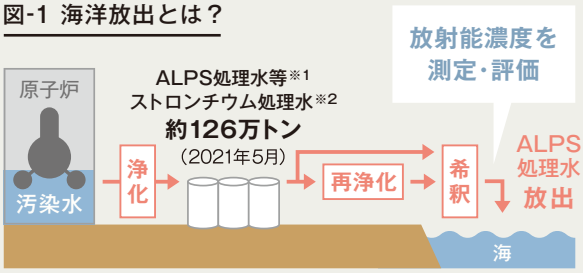
電気事業連合会

2021

ALPS処理水の海洋放出って、本当に大丈夫？

東京電力ホールディングス（以下、東京電力）福島第一原子力発電所で発生したALPS（アルプス）処理水について、政府は2021年4月に海洋放出（図-1）による処分方針を決定しました。方針決定から2年程度後の放出開始に向け、東京電力が準備を進めています。政府は風評影響を最大限抑制するとともに、産業復興などに取り組むとしています。今回は、ALPS処理水とそれに含まれる「トリチウム」について、皆さまの疑問にお答えします。

図-1 海洋放出とは？



汚染水：福島第一原子力発電所事故によって発生している、高濃度の放射性物質を含む水

※1 ALPS処理水等（約124万トン）…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下回るまでALPSで浄化処理した水（ALPS処理水：約3割）と、規制基準を満たしていない水（処理途上水：約7割）

※2 ストロンチウム処理水（約2万トン）…セシウムとストロンチウムを除去した水

トリチウムは、私たちの体に影響があるの？ ないの？

Q1 トリチウムって何？

A1 水素の仲間で放射線を出します 自然界でも発生し、私たちの身近にも存在します

トリチウムは水素の一種です。普通の水素に比べて原子核を構成する中性子の数が多く、「三重水素」とも呼ばれています。原子核が不安定なため、安定した物質（ヘリウム）に変化しようとする際に放射線（ベータ線）を出します。

地球に降り注ぐ宇宙線（宇宙空間を飛び交う高エネルギーの放射線）が大気と衝突すると、天然のトリチウムが生成されます。その数は手のひら程度の面積（10×10cm）で1秒間に20個ほど。自然発生するトリチウムと、放射線を出してヘリウムに変化するトリチウムの量が釣り合って、環境中のトリチウムはほぼ一定（100京～130京ベクレル）に保たれています。トリチウムの多くは、他の水素と同じように酸素と結びつき、「水」の形で存在しており、雨水、水道水にも含まれています（日本の場合、雨水には年220兆ベクレル、水道水には1リットルに1ベクレル以下）。人間の体にも微量のトリチウム（数十ベクレル）が存在しています。

Q2 自然界のトリチウムと、福島第一原子力発電所事故でできたトリチウムは違うものでしょう？

A2 自然界のトリチウムも原子力事故でできたトリチウムも同じものです

国内外の原子力施設（原子力発電所や再処理施設など）でもトリチウムが発生しています。これらは天然のトリチウムと全く同じものです。

原子力施設のトリチウムの多くは原子炉内に閉じ込められていますが、一部（燃料交換などの際に炉外に出たものなど）は濃度を下げ、各国の規制基準を満たした上で、海や大気などに排出されています。福島第一原子力発電所事故で発生したトリチウムも、これら原子力施設のトリチウムと違いはありません。現在、汚染水の処理過程で発生したトリチウムや他の放射性

物質は適切に管理されています。

Q3 トリチウムはDNAを損傷させたり人体に影響があると聞いたので怖い

A3 外部被ばくの影響はほとんどなく、体内に取り込んだ場合も水と同じように排出されます

トリチウムが放出する放射線(ベータ線)はエネルギーが小さく、服や皮膚を通過できないため、体外から放射線を受ける外部被ばくの影響はほとんどありません。一方で水や大気に混じって体内に入った場合の内部被ばくによる影響を考えてみると、放射線はDNAに損傷を与えますが、細胞にはそれを修復する仕組みが備わっています。紫外線などもDNAに損傷を与えますが、大半はすぐに修復されます。放射線による損傷がわずかであれば、これらと変わりません。

トリチウムは大部分が水の状態で存在し、水と同じように排出され、体内で蓄積・濃縮されないことが確認されています。体内に入ったトリチウムは10日程度で半分が体外に排出されます。タンパク質などの有機物に結合して体内に取り込まれたトリチウム(有機結合型トリチウム)でも、多くは40日程度で体外に排出されます(一部は排出されるまで1年程度かかります)。

福島第一原子力発電所のタンクの中にはトリチウム以外の放射性物質もあるって本当？

Q4 トリチウム以外の放射性物質もあるのなら、海洋放出は危険では？

A4 ALPS処理水を海洋放出した場合の放射線影響は、自然界から受ける影響の10万分の1未満です

ALPSには、トリチウム以外の62種類の放射性物質を規制基準値未満まで浄化する能力があります。しかし、タンクに保管されている水の約7割には、トリチウム以外にも、規制基準値以上の放射性物質が残っています。事故発生からしばらくの間、敷地外への影響を急いで下げるため、量を優先して処理を進めたことが原因です。

このため、放出前には必要に応じ再浄化を行い、トリチウム以外の放射性物質を規制基準値未満まで除去する方針です。さらに、ALPSでは取り除けないトリチウムとともに、大量の海水(100倍以上)で薄めることで、トリチウム以外の放射性物質の濃度はさらに下がり、規制基準値をはるかに下回ることになります。日本人が1年間に自然界から受ける放射線の影響は2.1ミリシーベルトですが、海洋放出した場合の1年間の放射線の影響は0.0000018～0.0000207ミリシーベルトとその10万分の1未満になります(図-2)。

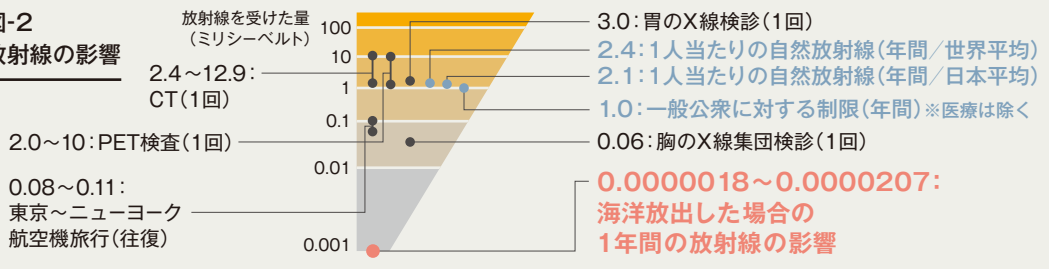
Q5 放出時に海水で薄めてもトリチウムの量自体は変わらないのでは？

A5 規制基準を十分に下回るレベルまで処理・管理したうえで、計画的に放出します

大量の海水で薄めることにより、ALPS処理水のトリチウム濃度は1リットルあたり1500ベクレル未満になります。これは、規制基準(1リットルあたり6万ベクレル)の40分の1、世界保健機関(WHO)の飲料水基準(1リットルあたり1万ベクレル)の7分の1に当たります(図-3)。

福島第一原子力発電所のタンクに貯められたALPS処理水等に含まれるトリチウムは2021年

図-2 放射線の影響



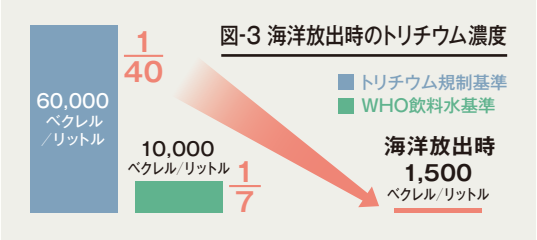
国連科学委員会(UNSCEAR)2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会「新版生活環境放射線(平成23年)」、ICRP「Publication103」他より作成

4月時点で約780兆ベクレル。それを一度に大量に放出するのではなく、事故前の福島第一原子力発電所の放出管理値である年間22兆ベクレルを上限とし、これを下回る水準で放出します。放出は長期間にわたりますが、国や東京電力が責任を持って対応していきます。

Q6 そもそも、トリチウムは除去できないの？

A6 「水」として存在しているため、非常に困難です

ALPSは、活性炭や吸着材による吸着など、物理的・化学的性質を利用した方法で放射性物質を除去しています。しかし、トリチウムは水として存在しており、物理的・化学的性質は普通の（トリチウムを含まない）水と変わりません。



経済産業省資料より作成

普通の水とトリチウム水を分けることは、水から水を取り除くのと同じで非常に困難です。

近畿大学などは、たくさんの微細な穴を持つ「多孔質体」を用い、トリチウム水を分離・回収する技術を開発していますが、福島第一原子力発電所のALPS処理水を対象とする場合、実用化までにはまだまだ時間を要します。政府と東京電力はこうした新たな技術開発動向を今後も注視していく考えです。

風評被害が心配 海洋放出は世界の周辺各国にも迷惑をかけるのでは？

Q7 風評被害を抑制するにはどのような情報発信が必要なの？

A7 国内外に向けて正確かつタイムリーに情報を発信する必要があります

政府と東京電力は、ALPS処理水を放出する際には、規制基準を大幅に下回ることで安全性を確保するとともに、風評被害を抑制していく考えです。また、地元自治体や農林水産業者なども参画の上、放出前後のモニタリングを強化する方針です。さらに、国際原子力機関（IAEA）の協力を得て、処理水の安全性について国内外にモニタリングの客観性・透明性を広く発信していきます。その上で、風評被害対策に取り組んでいきます（表-1）。

表-1 風評影響への対応

1	国民・国際社会の理解の醸成	IAEAなどとも協力し、科学的根拠に基づく情報を分かりやすく発信
2	生産・加工・流通・消費対策	漁業関係者への支援、地元産品の販路開拓・販売促進、観光客誘致促進などの支援
3	損害賠償	対策を講じても生じる風評被害には、丁寧な賠償を行うよう東京電力を指導

「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」より作成

Q8 海洋放出には周辺各国からも反対の声が多い

A8 反対ばかりでなく、科学的見地から認める声も上がっています また、海外の原子力施設も同様に放出を行っています

海洋放出方針の決定に対し、中国政府や韓国政府から懸念が表明されました。これに対しては、韓国国内からも科学的見地からの反論がありました。韓国の原子力学会は、ALPS処理水を仮に1年間で全て放出したとしても、「韓国の国民の被ばく線量は無視できる程度」との見解を発表しています。

また、IAEAは、ALPS処理水の海洋放出について「技術的に実行可能で、国際慣行に沿う」との声明を出しました。その後、韓国政府も「IAEAの基準に適合する手続きに従うなら、あえて反対するものではない」と理解を示しています。

また、海外の原子力施設も同様に、福島第一原子力発電所のALPS処理水に含まれるトリチウムと同等か、それ以上の量を毎年環境中に放出しています（表-2）。それらは特に問題になっていませんし、健康への影響も確認されていません。

表-2 海外の原子力施設から排出されているトリチウム量

国・施設	施設タイプ	トリチウム放出量(液体)	トリチウム放出量(気体)	参照年
フランス／ラ・アーグ再処理施設	再処理施設	約1京1400兆ベクレル	約60兆ベクレル	2018
イギリス／セラフィールド再処理施設	再処理施設	約423兆ベクレル	約56兆ベクレル	2019
カナダ／ダーリントン原子力発電所	カナダ型重水炉(CANDU)	約220兆ベクレル	約210兆ベクレル	2018
韓国／古里原子力発電所	加圧水型軽水炉(PWR)	約91兆ベクレル	約23兆ベクレル	2019
韓国／月城原子力発電所	カナダ型重水炉(CANDU)	約31兆ベクレル	約110兆ベクレル	2019
アメリカ／グランドガルフ原子力発電所	沸騰水型軽水炉(BWR)	約0.8兆ベクレル	約0.8兆ベクレル	2019

経済産業省資料より作成

海洋放出以外にも方法はあるはず きちんと検討してから 方針決定すべきだったのでは？

Q9 トリチウムを取り除く技術があるのに、安全よりもコストを優先しているのでは？

A9 他の処分方法と比べ 現実的で確実な方法を選択しました

ALPS処理水の処分に関し、立地自治体からは、根本的な解決を先送りせず、国が責任を持って対応策を早急に決定すべきという声が寄せられてきました。国の有識者による小委員会では、技術的に実施可能とされた5つの処分方法(①地層注入、②海洋放出、③水蒸気放出、④水素放出、⑤地下埋設)を検討しました。

このうち、①、④、⑤については、表-3で示したような課題が指摘されています。また、同小委では、さらなる長期保管についても検討しましたが、「敷地内外における現行計画以上のタンク増設は限定的」との結論に達しました。

これらの議論を踏まえ、②と③が現実的な選択肢とされ、その中でも②海洋放出がより確実に実行可能であるとされました。これに対してはIAEAも「科学的・技術的根拠に基づくもの」と評価しています。

Q10 海洋放出の方針決定にあたって、地元や漁業関係者とはしっかり議論したの？

A10 これからも地元や関係者との 対話を続けていきます

ALPS処理水の取り扱いを巡っては、国の「タスクフォース」や小委員会において、6年以上も専門家が議論を重ね、2020年2月に報告書をまとめました。

政府は、これらの検討状況について、地元自治体や農林水産業者を中心に、報告書公表以降だけでも数百回の報告や意見交換を実施。さらに、「関係者のご意見を伺う場」を開催し、地元自治体や漁業関係者などから意見を伺いました。並行して国民からの意見も公募し、意見を集めました。これらの意見では、風評被害への懸念が多く示されたため、政府は海洋放出の基本方針決定に当たり、前述したような風評被害対策を打ち出しました。また、基本方針を着実に実行していくため、新たに関係閣僚会議を設け、必要な追加対策を検討・実施します。海洋放出の準備・放出開始・放出後の各段階において、継続的な情報発信に努めつつ、関係者との対話を続けていきます。

表-3 5つの処分方法に対する技術的評価 ※n＝地層調査の実施回数

処分方法	期 間	コスト	課 題
① 地層注入	104+20n カ月 912カ月(監視)	180+6.5n 億円 ＋監視	●適した用地を探す必要があり、モニタリング手法も確立されていない
② 海洋放出	91カ月	34億円	—
③ 水蒸気放出	120カ月	349億円	—
④ 水素放出	106カ月	1000億円	●前処理やスケール拡大などについて、さらなる技術開発が必要
⑤ 地下埋設	98カ月 912カ月(監視)	2431億円	●固化の際に水分の蒸発(トリチウムの水蒸気放出)を伴う ●新たな規制の設定や処分場の確保といった課題に対応するため、必要な期間を見通すことは難しい

「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」報告書より作成

VOICE

客観的事実に基づいた議論のために「知りたい人」に届く情報発信が必要

東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 准教授
勝川 俊雄 氏　Toshio Katsukawa

水産学者の立場から、科学的な資源管理による持続可能な漁業の実現を目指す勝川俊雄先生。ALPS（アルプス）処理水についても積極的に情報発信し、科学的・構造的に問題を捉え、議論する大切さを訴えています。

今年4月、Yahoo!ニュースに「基礎からわかる『トリチウム排出問題』」※と題する記事を寄稿しました。残念ながら、ALPS処理水放出による水産物の風評影響をゼロにはできません。生理的に嫌だという方はどうしても一定数いらっしゃいます。しかし、なんとなく不安を感じている人は減らせると考えて、トリチウムについて情報発信しました。

一般の方々の多くは、トリチウムについて聞いたことがなく、何か未知の物質が大量に海に放出されるというイメージを持っています。こういう状況で、「安全だから認めてほしい」と訴えても、合意を得るのは簡単ではありません。トリチウムに関する基礎的な情報を理解した上で、自分の頭で判断ができる人を増やすことが必要です。

当事者である福島地域以外の一般消費者は、ALPS処理水やトリチウムについてほとんど知りません。トリチウムは自然界に大量に存在し、我々人間の体内にもあるということなど、基本的なことも知らない人がほとんどです。そこで、前提知識がなくても理解ができるように、初歩的なところから、丁寧に説明することを心がけました。その結果、「今までこういう網羅的な情報は見たことがなかった」という反響が多くありました。科学的な知見に基づいて、丁寧に情報発信をして、人々の知識を底上げして、議論のレベルを上げていかなくてはなりません。

情報発信のターゲットを絞り込むことも重要です。「とにかく反対だ」という結論が決まっていて、聞く耳を持っていない人には、どのような情報も届きません。判断するのに十分な情報を持っておらず、「よくわからないけれど、なんとなく不安だ」という人をターゲットにしました。

福島の水産関係者とお話をすると、この問題に対する知識や理解度は他地域に比べて圧倒的に高いと感じます。頭ごなしに反対している方は少なくて、自分たちに相談なく決められることに納得できない、というわだかまりが大きいようです。方針決定までの社会的な合意形成のプロセスを改善することで、摩擦を減らせるのではないかと思っています。

上から正しいやり方を押しつける、という今までのやり方では、国民の納得が得られなくなってきました。政府や専門家は、自分たちだけであらかじめ決めた結論を受け入れるように説得するのではなく、“考える材料”となる情報を提供した上で、当事者と一緒に出口を探すことが求められています。一方、国民の側にも、政府や専門家に判断を丸投げせず、責任を持って議論に参加して、その結果に責任を負うことが求められます。

（2021年5月14日インタビュー）

※基礎からわかる『トリチウム排出問題』
https://news.yahoo.co.jp/byline/katsukawatoshio/20210420-00233484/

PROFILE

1972年東京都生まれ。東京大学農学生命科学研究科で博士号取得。専門は水産資源学。主な研究テーマは、個体群生態学、不確実な情報に基づくリスク管理など。日本水産学会の論文賞、奨励賞を受賞。資源管理を理論的に研究する立場から、日本の漁業を持続可能な産業として再生するために発言を続ける。

Focus

今夏と来年冬の電力需給、厳しい見通し

一般送配電事業者10社は、今夏と来年冬の電力需給見通しを電力広域的運営推進機関（広域機関）に報告しました。厳しい需給状況が予想されており、安定供給の確保に向けて最大限の方策を検討・実施してまいります。

今夏は最低限の予備率確保

電力の安定供給のためには、供給予備率（最大需要に対する発電設備の余力の割合）が3%以上必要とされています。この夏は猛暑を想定した場合でも、各エリアとも3%以上を確保できる見通しです。しかし複数のエリアで7月に3.7%と、2017年夏以降で最も厳しい予備率が予測されています。

来年冬はさらに厳しく

2022年1～2月は、予備率が3%となるエリアが多く発生する見込みです。特に東京エリアは、設備の補修期間の調整などによって捻出した追加供給力を織り込んでも、3%に対し供給力が約50万kW不足しています。対策として東京電力パワーグリッドは、休止中の電源、カウントされていない自家発電設備、デマンドレスポンスなどを対象とした調整力公募を行う予定です。皆さまにおかれましても、無理のない範囲で電気の効率的な使用にご協力をよろしくお願いいたします。

供給力維持・確保に全力

安定供給の維持には、トラブルによる電源の計画外停止などを防ぐことや、連系線を活用したエリア間の電力融通などが重要です。また、今冬に発生した需給逼迫を踏まえ、発電設備容量（kW）が足りていても発電電力量（kWh）が不足する場合の対策も必要です。

政府では引き続き、必要な供給力・調整力を確実に確保する仕組みなどを検討していく方針です。私どもも発電・小売を担う立場として積極的に検討に参画するとともに、電力ネットワークを担う送配電事業者と連携して、安定供給における責務を全うしてまいります。

COVER PHOTO

提供：中部電力パワーグリッド

東西つなぐ第4の玄関口
～飛騨変換所～

周波数が異なる東日本と西日本の電力網をつないでいるのが周波数変換設備（FC）です。国内4カ所目のFCとして3月31日に運転を開始した飛騨信濃FCは、中部電力パワーグリッドの飛騨変換所と東京電力パワーグリッドの新信濃変電所、その間を結ぶ飛騨信濃直流幹線で構成。容量は90万kWで、東西間でより多くの電力融通が可能になり安定供給の強化に貢献します。

雪深い岐阜県高山市の山中にある飛騨変換所では、積雪対策が必須。高調波を吸収し周波数を安定化する「交流フィルタ」は土台をかさ上げするとともに、上部には特徴的な三角屋根が設置されています。

Twitterで停電・災害関連情報を発信しています

電気事業連合会（停電・災害情報）
@denjiren_saigai

停電・災害情報を発信する専用のアカウントを開設しています。

台風や地震などによる停電情報、設備状況などについて発信しておりますので、ぜひご覧いただくとともに、フォローをお願いいたします。

停電・災害関連情報専用Twitterアカウント **https://twitter.com/denjiren_saigai**

SDGsの達成に向けた「地域共生の取り組み」のご紹介

私たち電気事業者は、電力の安定供給に取り組むだけでなく、SDGs（持続可能な開発目標）の達成に向けた地域共生活動に全国各地で取り組んでいます。

各取り組みについて、電事連ホームページでご紹介していますので、ぜひご覧ください。

サイトはこちら **https://www.fepc.or.jp/sp/social/**

電気事業連合会

〒100-8118　東京都千代田区大手町1-3-2 経団連会館
TEL：03-5221-1440（広報部）　FAX：03-6361-9024

https://www.fepc.or.jp/

ホームページにはこちらのQRコードからアクセスできます

本冊子名称「Enelog（エネログ）」は、Energy（エネルギー）とDialogue（対話）を組み合わせた造語です。社会を支えるエネルギーの今をお伝えするとともに、これからのエネルギーについて皆さまと一緒に考えたいという想いを込めています。

2021.6

VEGETABLE OIL INK

FSC www.fsc.org
ミックス
責任ある木質資源を使用した紙
FSC® C022784