

2018-07-31

## 現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～

福島

原子力

廃炉

安全・防災

汚染水対策

Tweet

6

メルマガ登録

記事のリクエスト



東京電力福島第一原子力発電所の海側遮水壁（しゃすいへき）

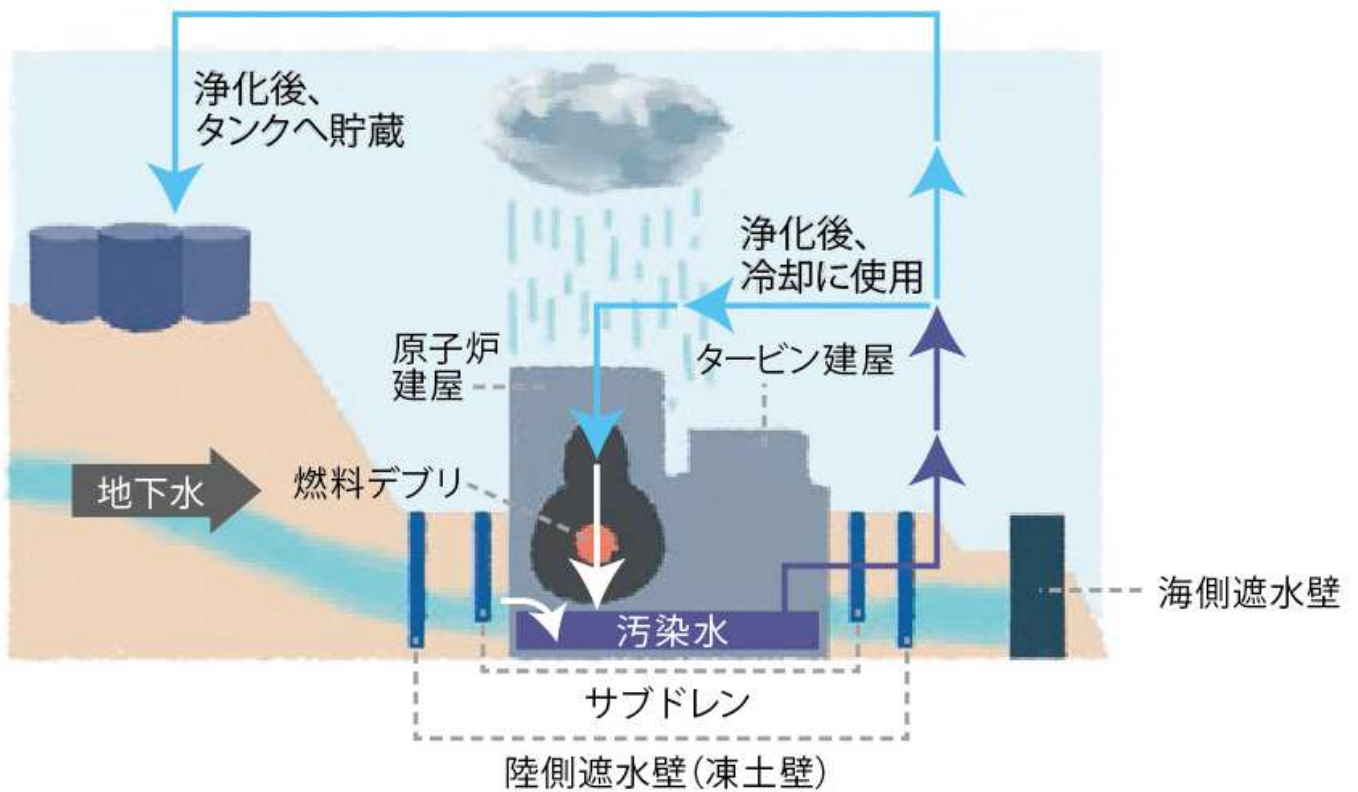
皆さんは、新聞やテレビの報道で「汚染水対策」という言葉を聞いたことがあるでしょうか？東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）の事故により生じた汚染水は、福島県の皆さんや国民の皆さんに不安をあたえる原因となっていました。しかし、その後、汚染水を海へと漏らさないことはもちろん、発生させないという根本的な対策も進み、効果が見られています。どのような汚染水対策がおこなわれているのか、またその対策の現状について見てみましょう。

## そもそも「汚染水」とは何か？

ここで、「汚染水」とは何か、その発生のメカニズムと対策がおこなわれることとなった経緯について、ちょっとおさらいしてみましょう。

2011年に起こった東日本大震災発生にともなって発生した、福島第一原発の事故。水素爆発が発生し、燃料が融け落ちてしまったことは、皆さんもご存じの通りです。

原子炉の内部に残る、溶けて固まった燃料（「燃料デブリ」と呼ばれます）には、水をかけて冷却状態を維持していますが、水が核燃料に触れることで、高い濃度のセシウムやストロンチウムなどの放射性物質を含んだ「汚染水」となり、原子炉建屋内に滞留しています。これが基本的な汚染水発生のメカニズムですが、さらにこの汚染水が増える要因がもうひとつあります。福島第一原発には、敷地内に大量の地下水が流れています。この地下水が、水素爆発や地震などの影響で損傷を受けた原子炉建屋に流れ込むことや、破損した建屋の屋根から雨水が流れ込むことにより、建屋内で高濃度の汚染水と混ざって、新たな汚染水が発生するのです。



[大きい画像で見る](#)

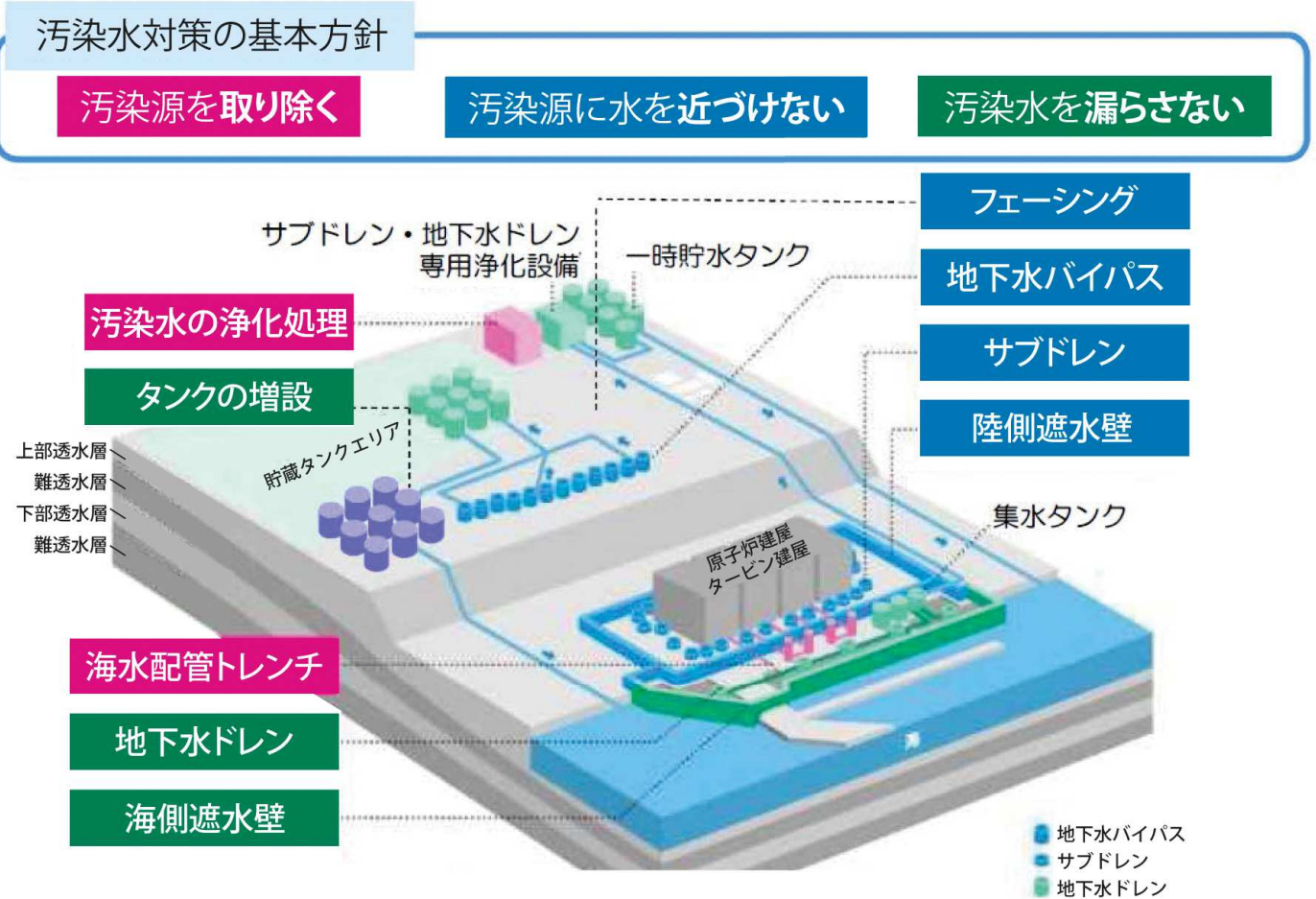
こうして日々増え続ける汚染水に対し、国が前面に立って必要な対策を実行するべく、2013年9月、「汚染水問題に関する基本方針」が原子力災害対策本部で決定されました。これにより、政府が一体となって、汚染水問題の早期解決に向けた予防的かつ重層的な対策に取り組んでいくこととなりました。

## 3つの基本方針「漏らさない・近づけない・取り除く」

汚染水対策は、

- ▶ ①漏らさない
- ▶ ②近づけない
- ▶ ③取り除く

という3つの基本方針の下でおこなわれています。それぞれの対策を詳しく見てみましょう。



## ①漏らさない

まず大事なことは、汚染水を外洋へと漏らさないということです。このため、2015年10月に鋼管製の杭でできた全長約780mの壁「海側遮水壁（しゃすいへき）」を設置し、汚染水対策は大きく前進しました。

この海側遮水壁によって水のせき止めをおこなうとともに、護岸エリアに設置した井戸（地下水ドレン）から地下水をくみ上げることで、放射性物質を含む地下水が海洋へ流れ出るリスクを低減しています。これらの取り組みの結果、福島第一原発が面している港湾外の放射性物質濃度は低い状態を維持しており、法令で定める「告示濃度限度」（放射性物質の濃度の上限）とくらべても低い状況にあります。また、WHO（世界保健機関）が定めている世界的な飲料水の水質基準「WHO飲料水水質ガイドライン」とくらべてもじゅうぶんに低く、公衆の安全は確保され、海洋の環境は安定しているとIAEA（国際原子力機関）から評価を受けています。港湾内についても、放射性物質の濃度が改善傾向にあることが確認されており、引き続き適切な管理をおこなっていきます。

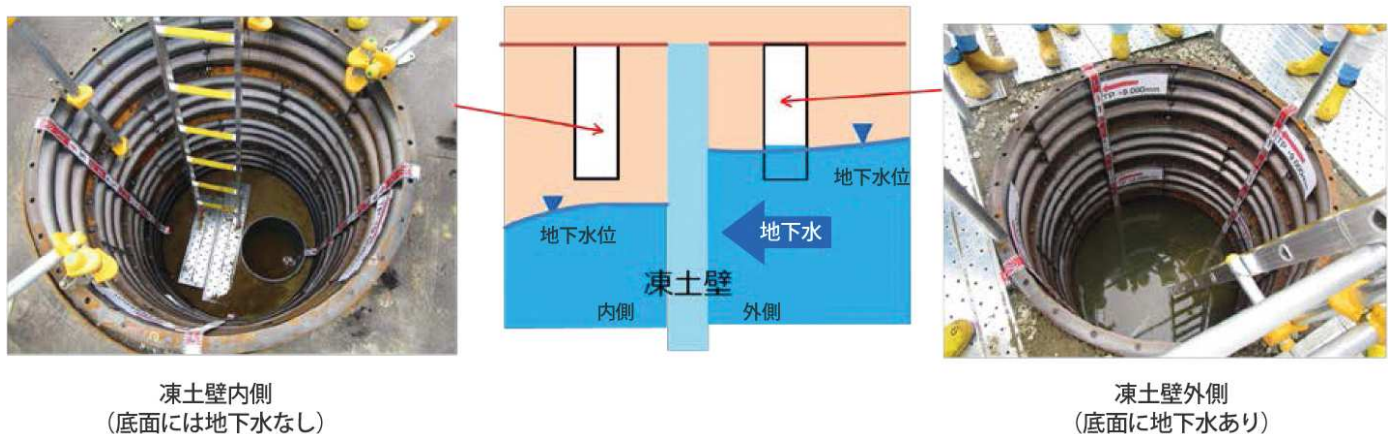
## ②近づけない

汚染水の発生メカニズムについて先ほど触れましたが、建屋に流入する地下水などの量を抑えることができれば、汚染水の発生量を減らすことにつながります。建屋に地下水を近づけないということ・建屋に流入する地下水の量を抑えるということはすなわち、地下の水位を低く管理することであるといえます。

「近づけない」の取り組みの例としては、たとえば建屋近くに設置した井戸（「サブドレン」）による地下水のくみ上げがあげられます。サブドレンから地下水をくみ上げることで、建屋周辺の地下水位を下げ、建屋に地下水が流入したり、建屋海側エリアに地下水が流れ出たりすることを抑えています。

また、建屋周辺を取り囲むように設置され、建屋への地下水流入量を抑制する効果を実現しているのが「凍土壁」です。凍土壁は、地中に配置した「凍結管」という管に冷却材を送り込むことで周辺の地盤を凍結させて壁をつくるもので、海側は2016年10月に凍結が完了。山側も凍結を進め、2018年3月に深部の一部を除いて凍結が完了しました。凍土壁の効果は、凍土壁がない場合と比較して「汚染水発生量を半減させる効果がある」とも試算されています。

### 凍土壁内外の地下水位差



凍土壁内外に同じ深さの穴を掘り、地下水の有無を確認（2018年3月22日）

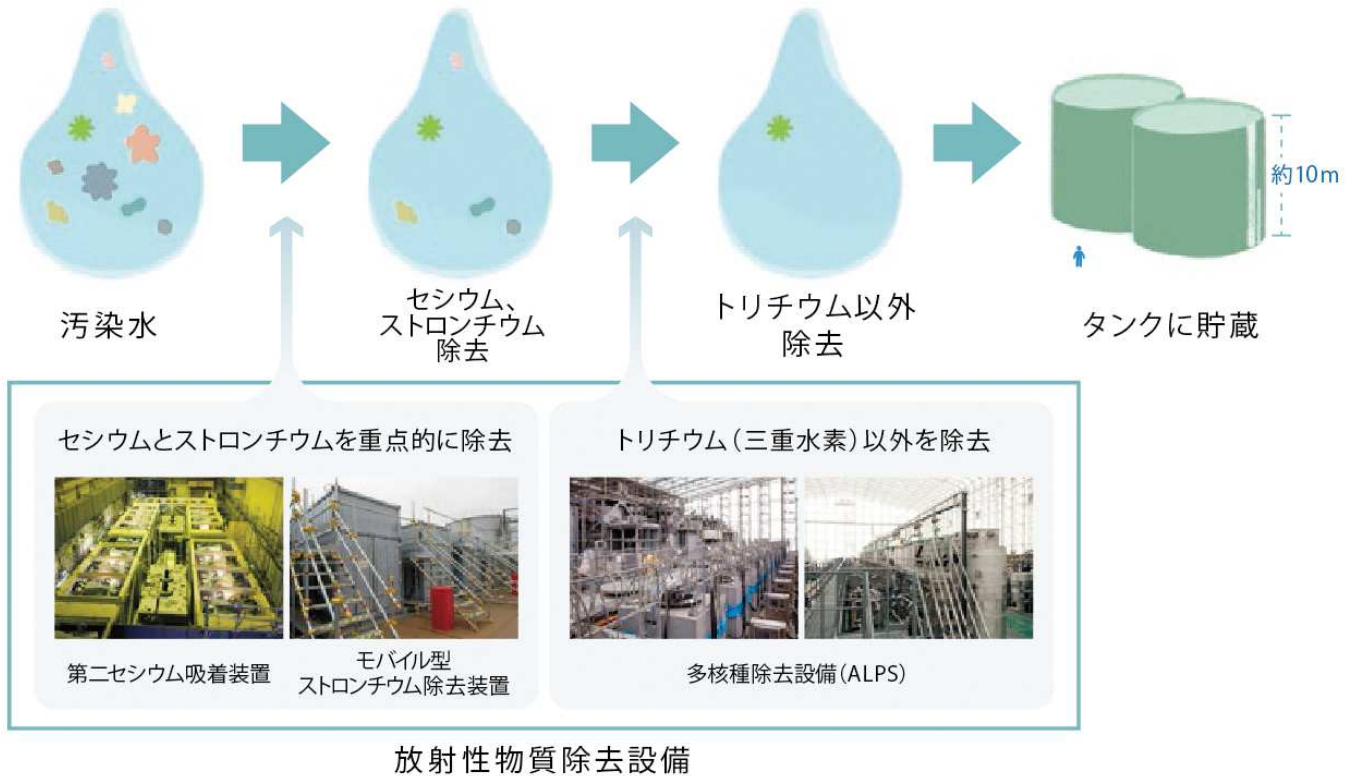
[大きい画像で見る](#)

ほかにも、建屋に近づく前に山側で地下水をくみ上げたり、雨水が土に浸透して新たな地下水になることを抑えるため、広く敷地を舗装したりといった対策をとっています。

## ③取り除く

発生した汚染水については、そのリスクを下げるため、多核種除去設備「ALPS（アルプス）」と呼ばれる除去設備など、いくつかの設備を使用して浄化処理をおこなっています。事故直後から発生したタンクに貯めてしまっていた高濃度汚染水に関しては、2015年5月に浄化処理がいったん完了しました。これによって、汚染水が漏れることによる潜在的なリスクは大幅に低減しています。

現在は、浄化処理をおこなった水（ALPS処理水）を敷地内のタンクに安全に保管していますが、その中には「トリチウム」という放射性物質が残っています。このALPS処理水の長期的な取り扱いの決定に向けては、国の小委員会、技術的観点はもちろん、風評被害など社会的な観点も含めた総合的な議論をおこなっているところです。



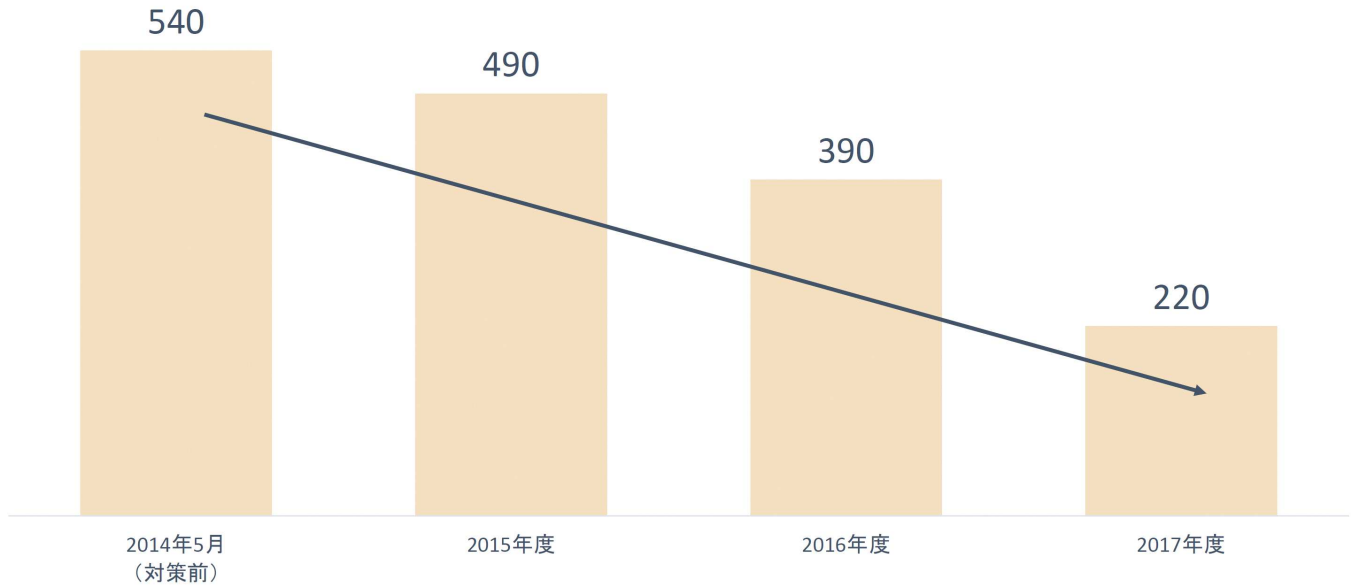
[大きい画像で見る](#)

## これまでの対策の効果とこれからの取り組み

この3つの基本方針にもとづいたさまざまな対策によって、汚染水によるリスクは着実に低減しています。地下水の水位を安定的にコントロールし、建屋に地下水を近づけない水位管理システムを構築。汚染水の発生量も、対策前（2014年5月）の540トン/日から220トン/日（2017年度）まで減少してきています。

なお、現在の水位管理システムでは、原子炉建屋内の汚染水が建屋外に流れ出ることを防ぐために、建屋内の水位を建屋周辺の地下水位よりも低く管理しています。そのため、どうしても建屋内に地下水が流れ込み、新たな汚染水が発生してしましますが、今後もさらなるリスク低減に向け、地下水が増える原因となる雨水への対策などについても継続して取り組み、2020年内には1日あたりの汚染水発生量を150トンまで低減することを目標としています。

## 汚染水の発生量（立方メートル／日）



[大きい画像で見る](#)

また2020年には、原子炉建屋以外の建屋についても、建屋内に滞留している水を除去する計画です。さらに、廃炉作業が進み、デブリの取り出しが完了すれば、新たな汚染水の発生がなくなり、汚染水によるリスクは大幅に低減します。

引き続き、港湾内や地下水のモニタリングなどを通じて状況を細やかに把握しながら、福島県や国民の皆さんの不安を払しょくできるよう、汚染水の管理とコントロールを着実に進めていきます。

### お問合せ先

---

#### 記事内容について

---

電力・ガス事業部 原子力発電所事故収束対応室

#### スペシャルコンテンツについて

---

長官官房 総務課 調査広報室

2018-10-25

# 安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策 ①「ALPS処理水」とは何？「基準を超えている」のは本当？

福島

汚染水対策

廃炉

安全・防災

原子力

基礎用語・Q&amp;A

Tweet

8

メルマガ登録

記事のリクエスト



(出典) 東京電力ホールディングス株式会社

➔ 「現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～」でご紹介したとおり、現在、東京電力福島第一原子力発電（福島第一原発）では、2011年の原発事故にともなって発生した、高濃度の放射性物質を含む「汚染水」への対策が進められています。さまざまな専門用語が飛び交うこの問題、今ひとつわからないと感じている方も多いかもしれません。また、これまで、東京電力も国も浄化処理をした汚染水の状況について、わかりやすく丁寧な情報発信が十分にできていなかったという反省があります。そこで今後、シリーズで、汚染水問題への理解を深めるための基礎情報や、対策の検討状況などの最新ニュースをご紹介します。

## 「ALPS処理水」とは？汚染水とは何が違う？

汚染水は、原子炉の内部に残る、溶けて固まった燃料（「燃料デブリ」と呼ばれます）を冷却し続けるために水を使うことなどから発生しています。汚染水対策は ①漏らさない ②近づけない ③取り除くという3つの基本方針のもとで進められていますが（➡「現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～」参照）、そのうち「取り除く」対策としては、汚染水に含まれる放射性物質のリスクを下げるための浄化処理がおこなわれています。

汚染水は複数の設備で浄化処理がおこなわれていますが、中でもカギとなっているのは、「多核種除去設備（advanced liquid processing system、ALPS）」と呼ばれる除去設備です。ALPSは、「多核種除去設備」という名称があらわす通り、62種類の放射性物質を取り除くことができます。



「多核種除去設備（ALPS）」

実は、東日本大震災が発生してから2年後の2013年頃までは、このALPSが開発中であったため、「セシウム」以外の放射性物質を取り除くことができていませんでした。その結果、「セシウム」以外の放射性物質を含んだ高濃度の汚染水を、敷地内のタンクで貯蔵することとなっていました。

しかし、ALPSが稼動した2013年以降は、高濃度汚染水からさまざまな放射性物質を取り除くことができるようになりました。この、ALPSを使って浄化処理をおこなった水は、「ALPS処理水」と呼ばれ、敷地内のタンクに継続的に貯蔵されています。敷地内にあるALPS処理水は、貯蔵にあたって二重の堰（せき）を設け、定期的にパトロールをおこなうなどして、漏洩を防ぐように努めています。



ALPS処理水は、ALPSでも取り除くことのできない「トリチウム」を含んではいるものの、前述したように大部分の放射性物質を取り除いており、「セシウム」のみを取り除いた事故発生直後の汚染水とは、安全性の面で大きく異なるものです。なお、「トリチウム」については、今後シリーズの中で詳しく解説していきます。

## 基準となるのは「境界」の放射線量

原発では、「敷地境界」、つまり原発の敷地の境界における放射線量がどのくらいあるかという「敷地境界線量」が、安全管理の基準のひとつにされています。原子力規制委員会は、原発の敷地から敷地境界に追加的に放出される線量（自然界にもともとあった線量を除いて、原発施設から新たに放出されて増えたぶんの線量）を「年間1ミリシーベルト（1mSv/年）未満」という低さに抑えることを求めています。

### 詳しく知りたい



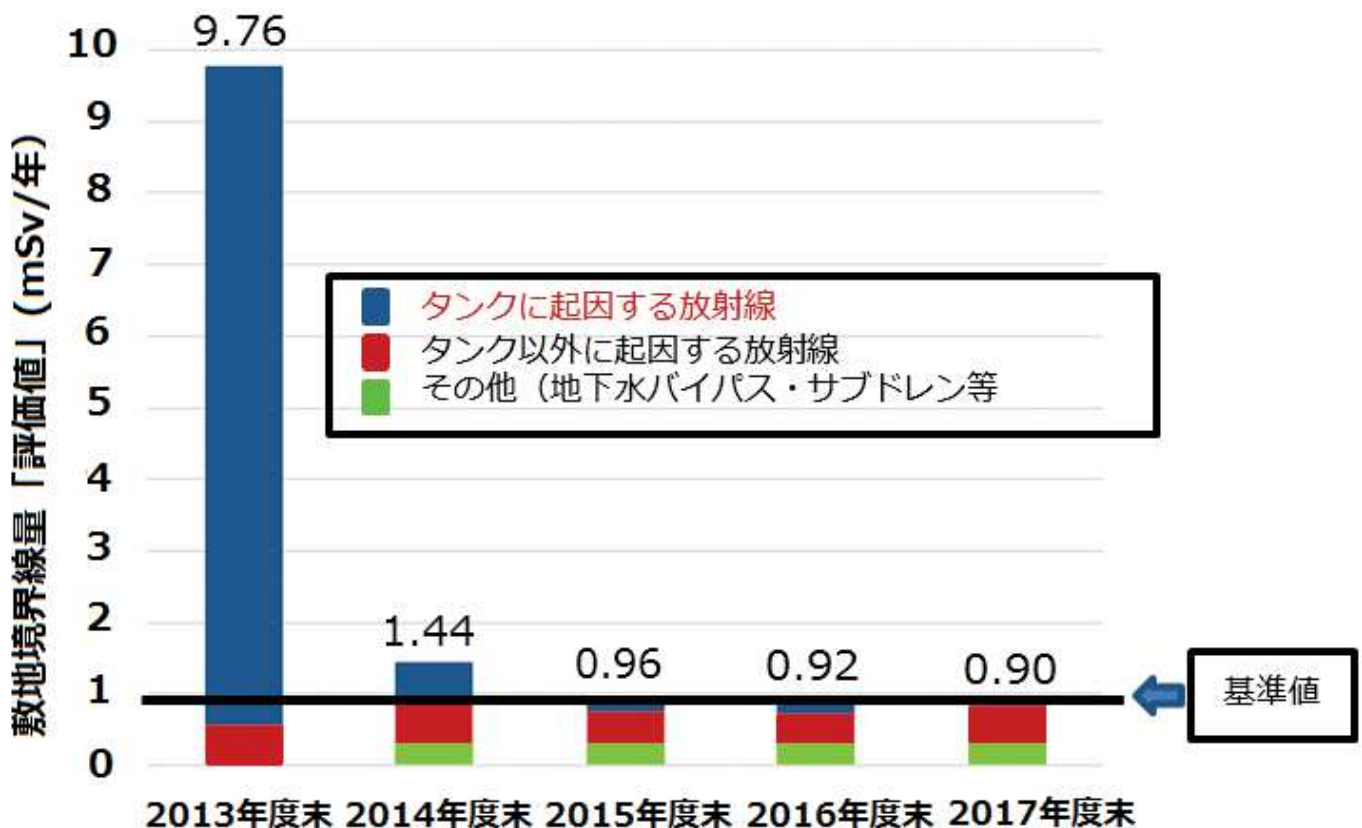
[経済産業省「東京電力福島第一原子力発電所敷地境界における実効線量の制限の達成に向けた規制要求について」](#)

(PDF形式：2.45MB) (国立国会図書館WARPウェブサイト)

高濃度汚染水は、たとえタンク内にあっても放射線を発し、周辺に影響を与えてしまいます。2013年にALPSが稼動する前、つまりセシウムのみを取り除いた状態の高濃度汚染水を原発敷地内で貯蔵していた頃には、敷地境界の放射線量は前述の基準を大幅に超過し、10mSv/年にも達していました。

一方、ALPSの稼動後は、ALPSによる放射性物質の浄化処理が功を奏し、2016年3月に、敷地境界線量の基準を達成することができました。これにより、敷地内で処理水をタンクに「貯蔵」する際の規制基準を満たしている状態になったのです。

### 敷地境界線量「評価値」



[大きい画像で見る](#)

## なぜ「基準を満たしていない処理水が8割超」なのか

ところが、この福島第一原発の敷地内で貯蔵されているALPS処理水について、「基準を満たしていない処理水が8割を超えているのではないか」という声があります。これは一体どういうことなのでしょう。

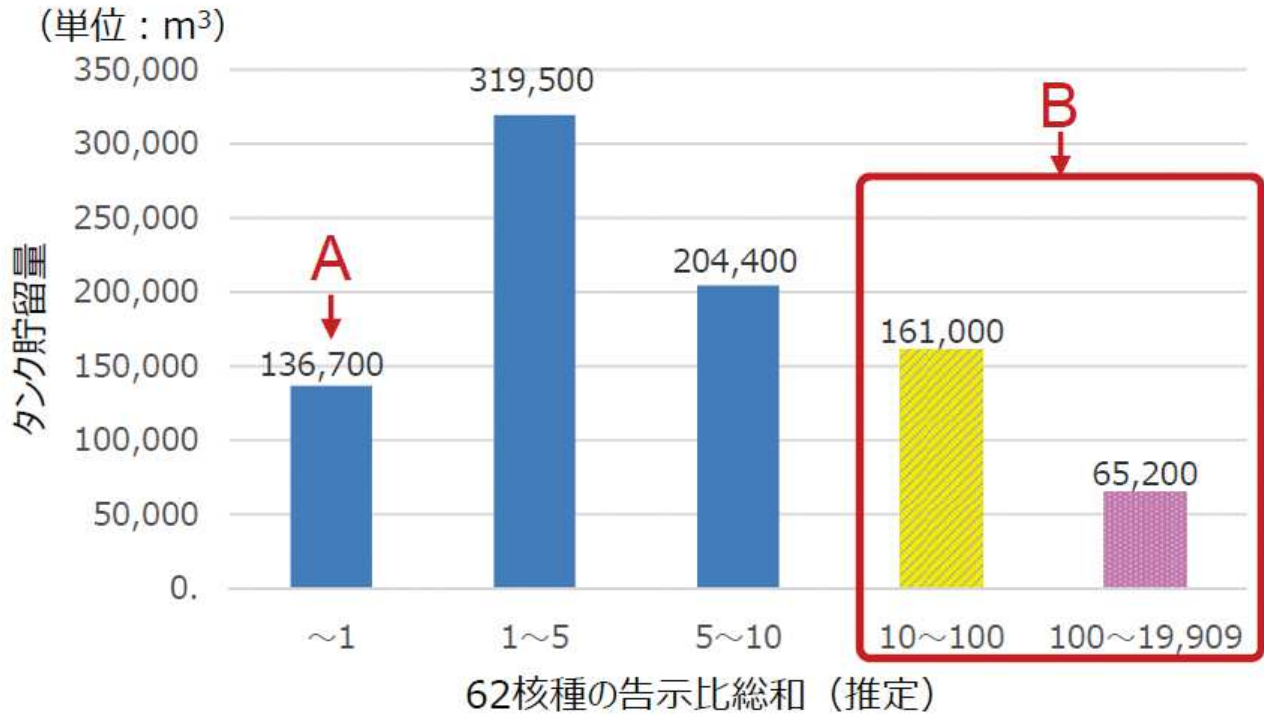
実は、汚染水に関する「規制基準」には、



- ▶ ①タンクにおいて貯蔵する際の基準
- ▶ ②環境へ処分する際の基準

の2つがあります。前述したように、現在、福島第一原発の敷地内タンクに貯蔵されているALPS処理水は、そのすべてで①の基準を満たしています。一方、②については、当然、①よりもさらに厳しい基準となっています。「基準を満たしていない処理水が8割」という場合の「基準」は、この②の基準のことを指しているのです（環境へ処分する際の基準については、「告示比総和」という基準が「1を超えているか、いないか」という点がカギとなってきますが、それについては今後シリーズの中で詳しく解説していきます）。

①と②の基準を同時に満たせればベストなのですが、②の基準を達成するまで浄化するには時間がかかります。そこで、それよりもまずは①の基準を早く達成して原発敷地内のタンクに安全に貯蔵することを優先し、ALPSを運用したのです。このため、貯蔵している現段階において、ALPS処理水の8割は②の基準を満たしてはいないものになっています。

そのことは、下記の東京電力の資料でも示されています。難しい専門用語が並んでいるグラフですが、簡単に言うと、「A」は取り除くことのできないトリチウム以外で②の基準値を満たしている処理水、A以外は①の基準を満たしているものの②の基準値を満たしていない処理水のタンク貯留量を示しています。中でもBは高い濃度で放射性物質が混じっている処理水で、これはALPSが不具合を起こした際に浄化しきれなかった処理水が混じっているためです。



-  設備運用開始初期の処理水等
-  クロスフローフィルタの透過水、放射能濃度の高いSr (ストロンチウム) 処理水 (※) の残水にALPS処理水が混合された水

(※) セシウムとストロンチウムについて浄化処理した水

[大きい画像で見る](#)

#### 詳しく知りたい

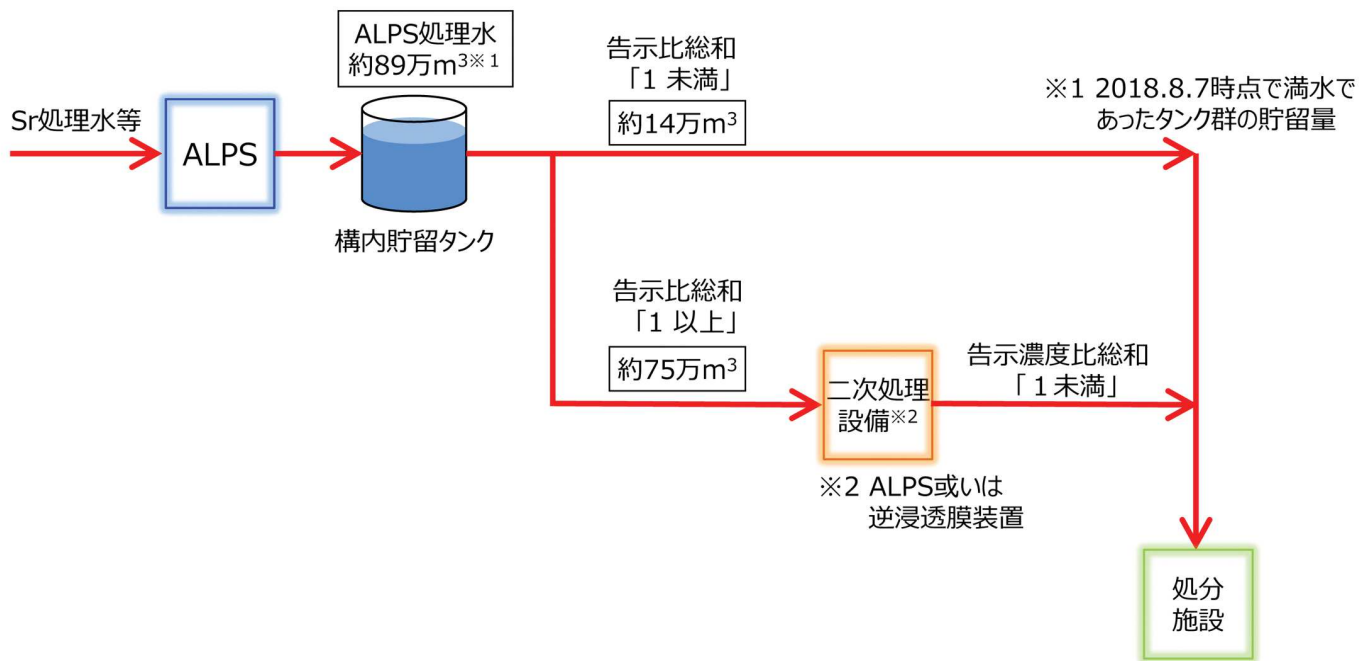


東京電力発表資料「多核種除去設備等処理水の性状について」(PDF形式: 1.65MB)

ただ、これらのALPS処理水は、そのまま環境中へ放出されるわけではありません。今後、環境中へとALPS処理水を放出する場合は、②の規制基準を満たすことが当然おこなわれます。

さらに東京電力は、ALPS処理水を環境中へと処分する場合には、その前の段階でもう一度浄化処理(二次処理)をおこなうことによって、取り除くことのできないトリチウム以外で②の基準値を満たすようにする、という方針を示しています。この二次処理は、安全を守ることはもちろん、皆さんに安心していただくためにという観点から取り組むものです。二次処理には、ALPSなどの装置を使用する方法が検討されています。

## ALPS処理水の二次処理のイメージ



[大きい画像で見る](#)

いずれにしろ、タンクに貯蔵されているALPS処理水を今後どのように取り扱うかということについては、まだ何かしらの決定がなされたわけではなく、議論の途上にあります。地元の人々や専門家の意見を丁寧に聞き、さまざまな議論を重ね、安全・安心を第一に、対策に取り組んでいきます。

## お問合せ先

### 記事内容について

電力・ガス事業部 原子力発電所事故収束対応室

### スペシャルコンテンツについて

長官官房 総務課 調査広報室

2018-11-22

## 安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策②「トリチウム」とはいったい何？

福島

原子力

廃炉

安全・防災

基礎用語・Q&amp;A

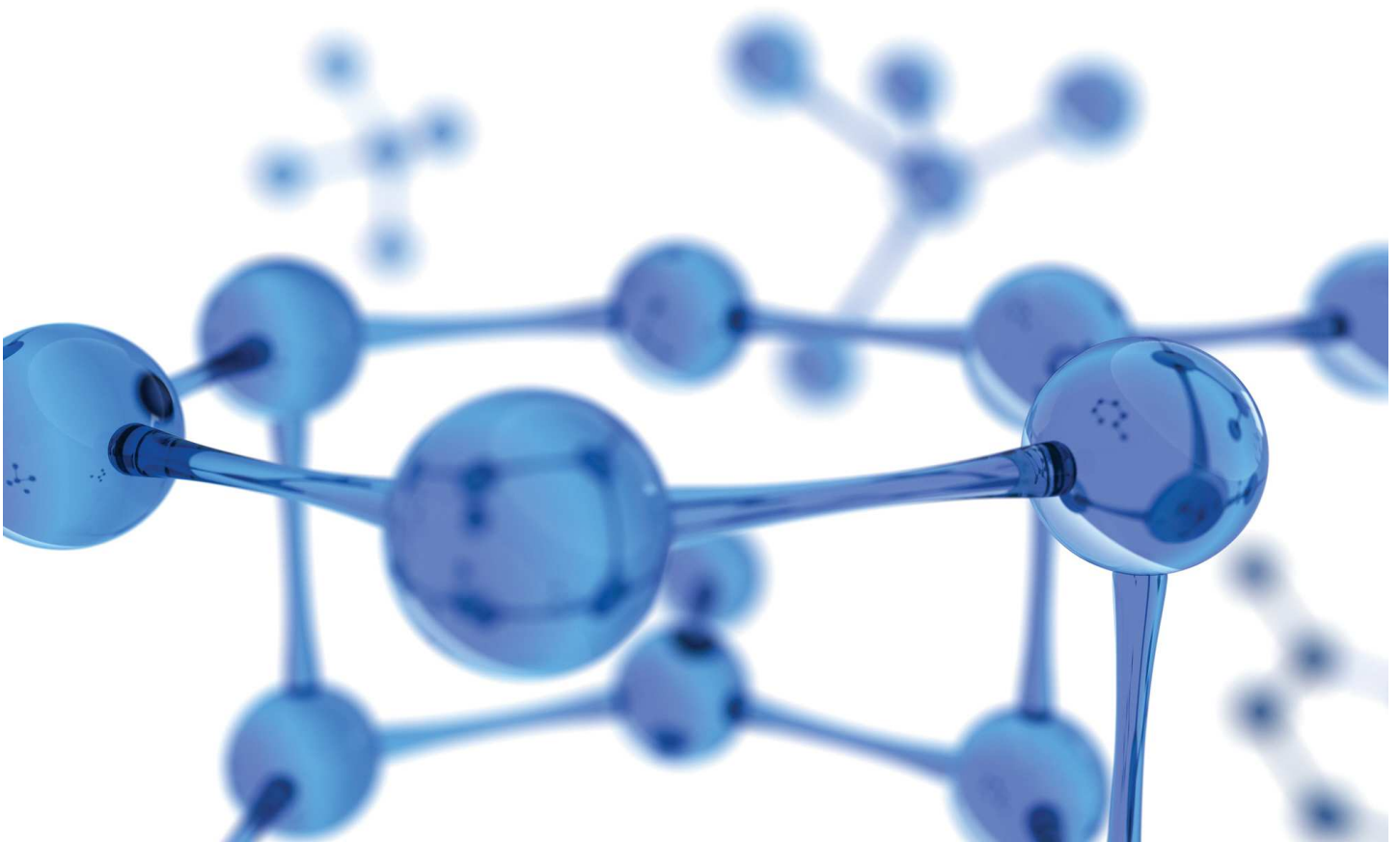
汚染水対策

Tweet

1

メルマガ登録

記事のリクエスト



### 【ポイント】

- ▶ トリチウムは「水素」のなかまです。
- ▶ 自然界でも生成され、雨水や水道水、大気中にも存在しています。
- ▶ 国内外の原子力施設などで人工的に生成され、管理されたかたちで海洋や大気などに排出されています。

シリーズでお伝えしている、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）における汚染水問題の現状と対策。第1回の [→ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策①『ALPS処理水』とは何？『基準を超えている』のは本当？」](#)では、現在おこなわれている浄化処理の方法と、浄化処理をおこなった水「ALPS処理水」につ

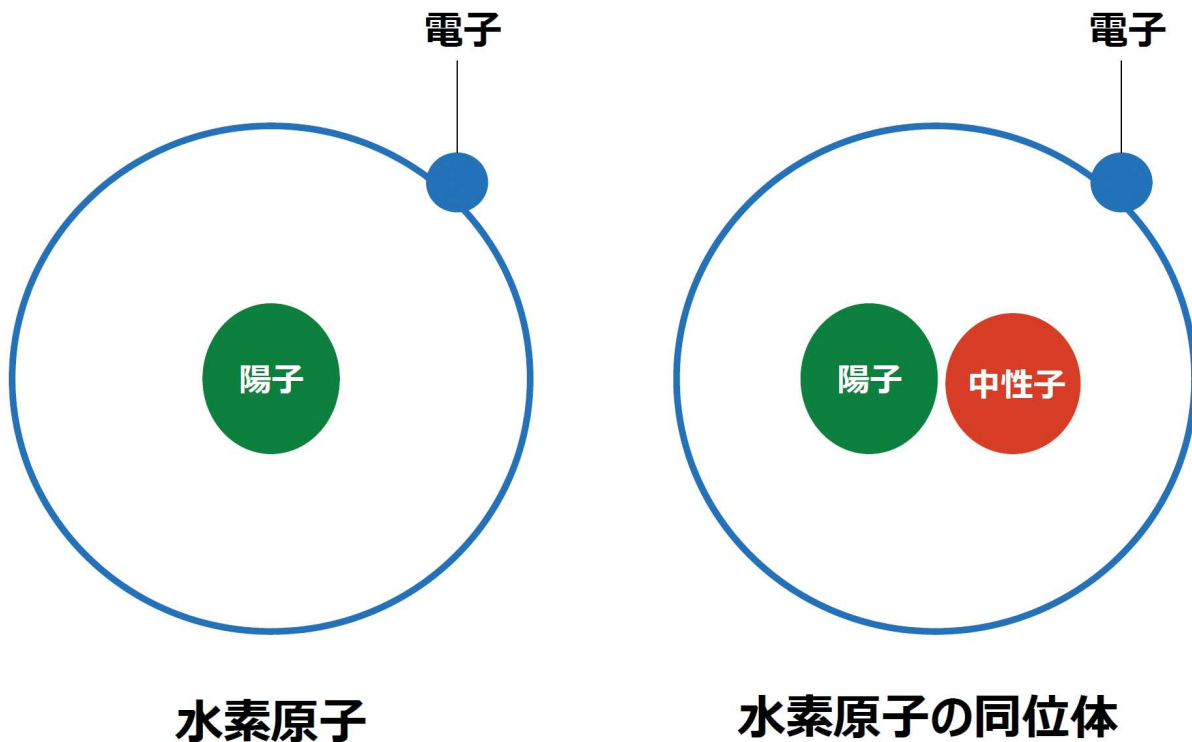
いてお伝えしました。

このALPS処理水には、処理設備でも取り除くことのできない「トリチウム」が含まれています。トリチウムとはどんなものなのでしょうか？今回は、汚染水問題を正確に、深く理解していくためには必須な、トリチウムの基礎知識についてご紹介しましょう。

## 「トリチウム」って何？～自然界にも存在する“水素”のなかま

トリチウムとは、水素の「放射性同位体」です。放射性同位体とは何でしょう？ここで、理科の授業をちょっと思い出してみましょう。

水素や炭素などのさまざまな原子は、陽子や中性子でできた「原子核」と「電子」で構成されています。普通の水素原子を構成しているのは、陽子1個でできた原子核と、電子1個です。しかし、ごくたまに、原子核が陽子1個＋中性子1個でできていたり、陽子1個＋中性子2個でできていたりする水素原子があります。

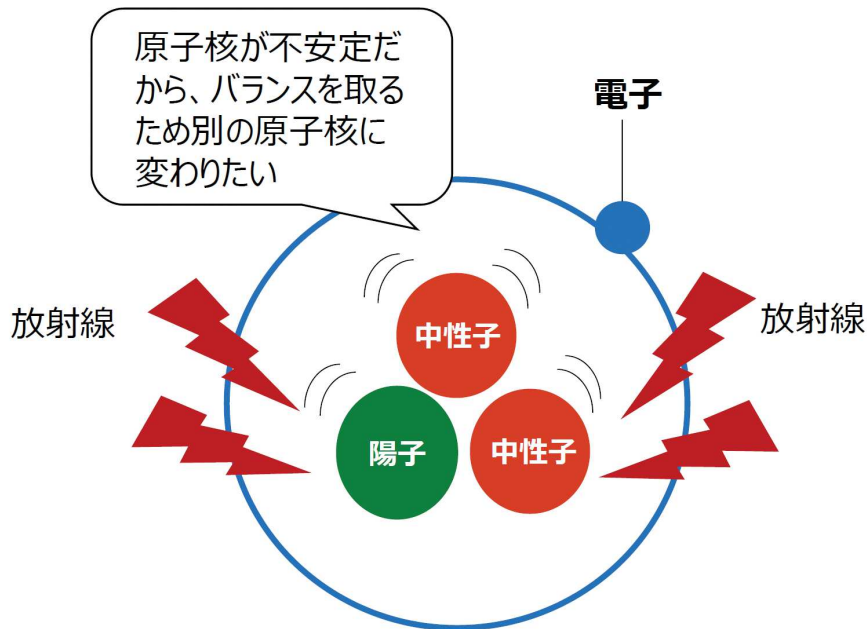


水素原子

水素原子の同位体

これが、水素原子の「同位体」です。水素だけでなく多くの原子に「同位体」が存在しています。水素原子の同位体は、陽子1個でできた原子核を持つ普通の水素原子と、ほとんど同じ化学的性質を持っています。

水素原子の同位体のうち、陽子1個＋中性子2個でできた原子核を持つ同位体は、「三重水素」と呼ばれます。三重水素の原子核は不安定な状態にあり、原子核は、その不安定さを解消するため、陽子と中性子の個数を変えてバランスを取り、異なる原子核へと変化しようとしています。



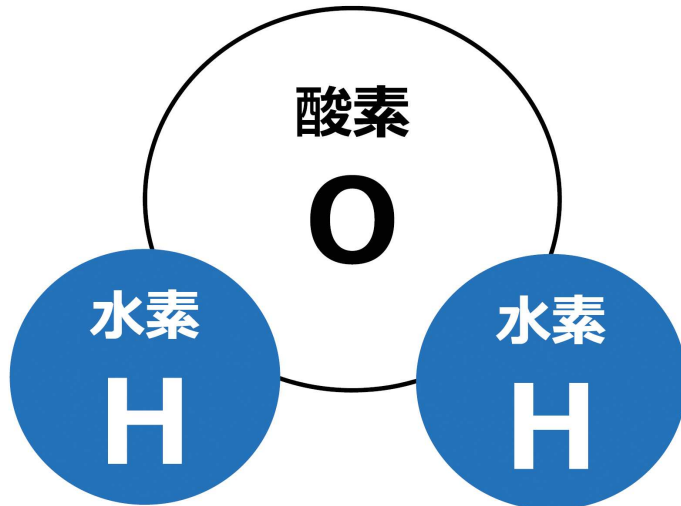
## 水素原子の放射性同位体 「三重水素」=「トリチウム」

この時、三重水素は放射線を出します。こうした同位体を「放射性同位体」と呼びます。この三重水素こそが、トリチウムなのです。

### トリチウムってどうやってできるの？～自然界にもたくさん存在

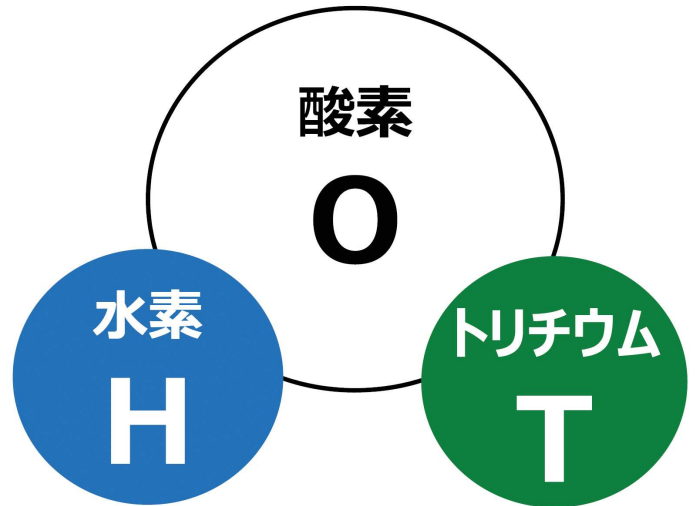
トリチウムは、宇宙空間から地球へ常に降りそそいでいる「宇宙線」と呼ばれる放射線と、地球上の大気がまじわることで、自然に発生します。そのため、酸素と結びついた「トリチウム水」のかたちで川や海などに存在しています。雨水や水道水、大気中の水蒸気にも含まれており、富士山周辺における地下水の年代測定にも活用されています。また、人の体内の水分量と、日本の水道水や大気中に存在するトリチウムの量から試算すると、水道水などを通じてトリチウムを摂取することで、人体内にも数10ベクレルほどのトリチウムが存在していると言えます。

## 普通の水（H<sub>2</sub>O）の水分子



2個の水素原子（H<sub>2</sub>）+1個の酸素原子（O）

## トリチウム水（HTO）の水分子



1個の水素原子（H）+1個のトリチウム原子（T）  
+1個の酸素原子（O）

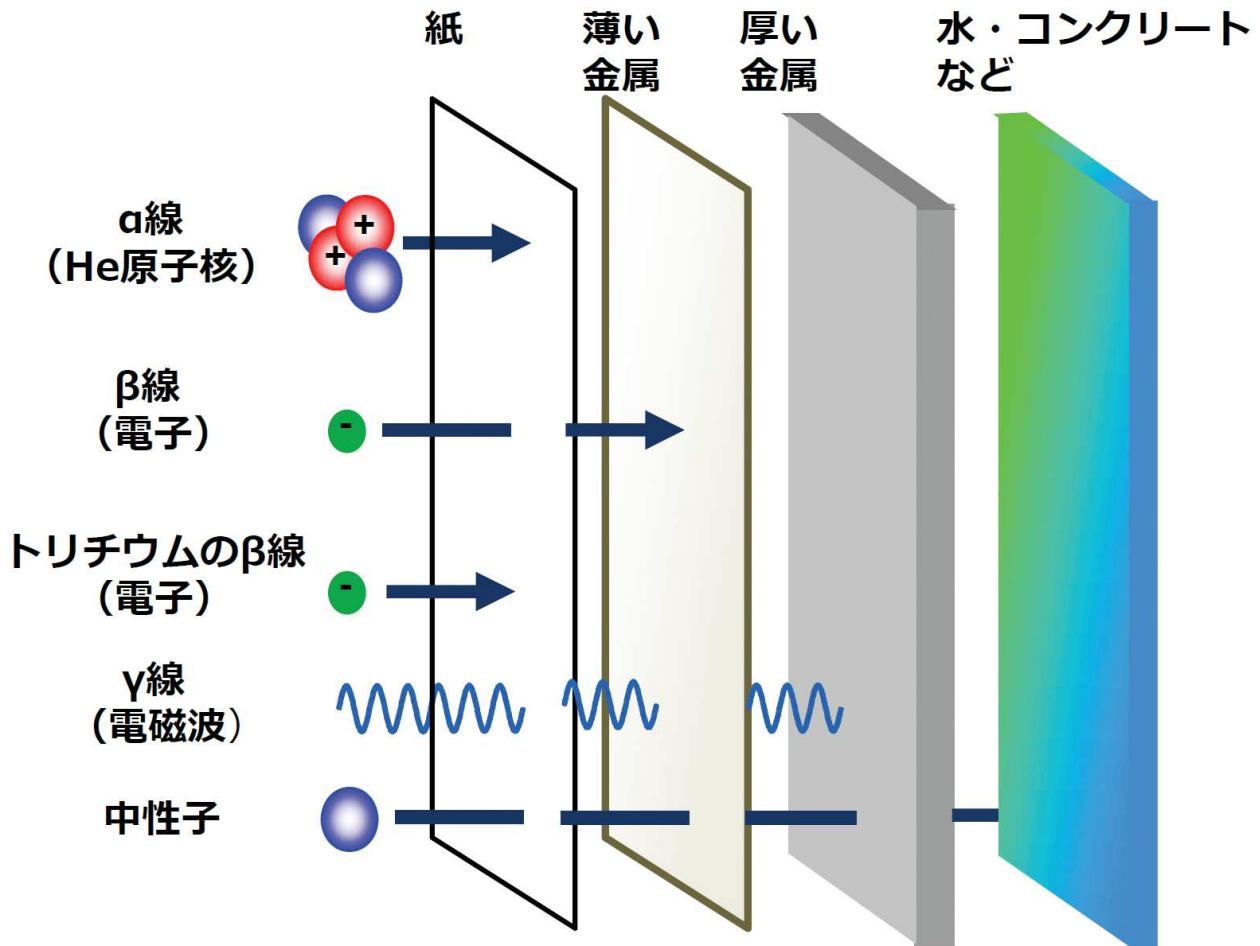
自然界では、1年あたり約7京ベクレル（Bq、放射性物質の量をあらわす単位）のトリチウムが生成されており、自然界に存在するトリチウムの量は、約100～130京ベクレルと見られています。

一方、トリチウムは、人工的に生成されることもあります。まず、1945年～1963年におこなわれていた核実験で放出されたトリチウムがあります。また、国内外にある原子力施設（原子力発電所や再処理施設）でも、核分裂などを通じてトリチウムが生成されています。なお、原子力施設由来のトリチウムは、各国が、それぞれの国の規制に基づいて管理されたかたちで、海洋や大気などに排出しています。

### トリチウムが放出する放射線とは？～紙で遮ることも可能

トリチウムは、「放射性物質」の一種です。ただ、トリチウムが放出する放射線の種類は、「アルファ（α）線」「ベータ（β）線」「ガンマ（γ）線」といった放射線のうち、β線のみです。このβ線は、薄い金属板などでさえぎることができます。さらに、トリチウムが放出するβ線はエネルギーが弱いため、空気中を約5mmしか進むことができず、紙1枚あればさえぎることが可能です。





[大きい画像で見る](#)

こうした性質を持つトリチウムははたして、人体にどのような影響を与えるのでしょうか？ 次回の記事で詳しく見ていきましょう。

## お問合せ先

### 記事内容について

電力・ガス事業部 原子力発電所事故収束対応室

### スペシャルコンテンツについて

長官官房 総務課 調査広報室

2018-11-30

## 安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策③トリチウムと「被ばく」を考える

福島

原子力

廃炉

安全・防災

基礎用語・Q&amp;A

汚染水対策

[Tweet](#)

7

[メルマガ登録](#)[記事のリクエスト](#)**【ポイント】**

- ▶放射線の影響を考える時は「あり・なし」（ベクレル）ではなく「受ける影響の量」（シーベルト）が大事です。
- ▶同じシーベルトの場合、トリチウムがほかの放射性物質にくらべて特別に健康への影響が大きいという事実はありません。

➡ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策②『トリチウム』とはいったい何？」では、「トリチウム」がどのようなもので、どのような性質を持っているかについてご紹介しました。では、“放射性物質”の一種であるトリチウムは、人にどのような影響を与えるのでしょうか。今回は、汚染水対策をよく知るシリーズの第3回として、トリチウムが人体に与える影響について、現在の研究で分かっていることをご紹介します。

## あらためて知りたい、「被ばく」って何？

それを見ていく前に、まずは“放射性物質”と「被ばく」の関係について、あらためて整理しておきましょう。

「被ばく」とは、人体が放射性物質の出す「放射線」にさらされることです。「放射線」を示す単位としては、よく2つの言葉が使われます。ベクレル (Bq) と、シーベルト (Sv) です。

ベクレルは、放射性物質が放射線を出す“能力”を示す単位であり、ベクレルであらわした数値が大きいということは、「放射性物質からたくさんの放射線が出ている」ことを意味します。

しかし、放射線のあり・なしだけで言えば、宇宙から常に地球にふりそそいでいる「宇宙線」にも放射線はふくまれていますし、X線検査などでも放射線を使っています。また、食品や空気中にも微量の放射性物質がふくまれています。私たちは、ふつうに日常生活をおくる上でも、さまざまなものから被ばくしているのです。このような放射線の影響を、どのように捉えればいいのでしょうか？

そこで、大切な単位がシーベルトです。シーベルトとは、放射性物質が出す放射線によって、人体がどのような影響を受けるかという点に注目して考え出された単位です。シーベルトであらわされた数値が大きいほど、人体が受ける影響が大きいことを意味します。



[大きい画像で見る](#)

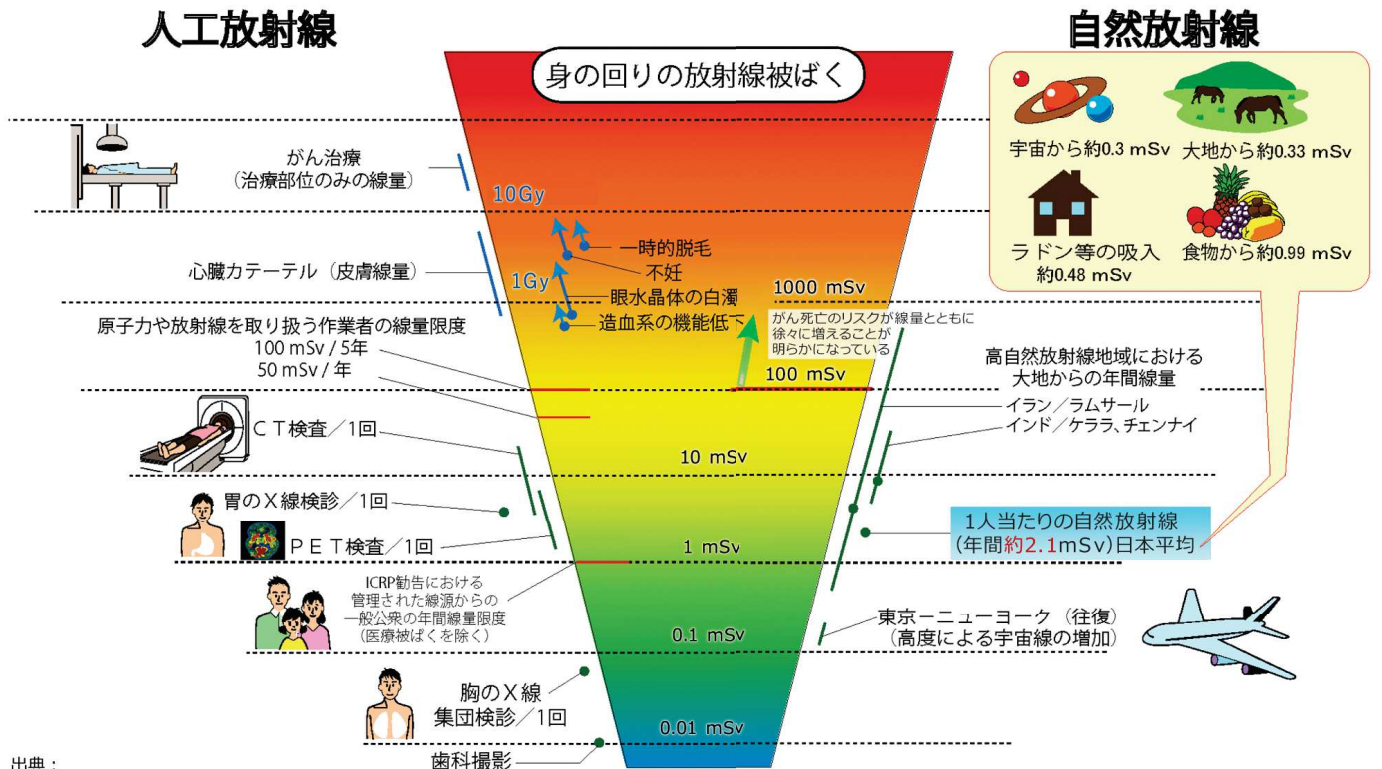
シーベルトは、さまざまな放射線による被ばくの影響を、それが同じ影響であれば同じ数値になるように換算し、「人体が受ける被ばく線量」をあらわす数値にしています。ですから、放射性物質の種類によって、たとえば同じ「1ベクレル」の物質でも、人体が受ける被ばく線量、つまりシーベルトの数値は大きく異なります（なお、放射線が人工由来か自然由来かによって、体に与える影響に違いが出ることはありません）。

ですから、被ばくや放射性物質について考える時は、単なる放射線の「あり・なし」やベクレルの数値だけではなく、シーベルト、つまり人体が受ける被ばく線量について注目し、議論していくことが重要なのです。

下の図は、私たちの身近にある放射線をしめしたものです。シーベルトに換算すると、それぞれどのくらいの被ばく線量があるのか、確認してみましょう（mSvとはミリシーベルトのことで、1,000ミリシーベルトは1シーベルトにあたります）。記載されている数字は、回数や年数が明記されているもの以外は、1年間あたりの被ばく線量をしめしています。

身の回りの放射線

# 被ばく線量の比較 (早見図)



出典：  
 ・国連科学委員会 (UNSCERA) 2008年報告書  
 ・国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年勧告  
 ・日本放射線技師会医療被ばくガイドライン  
 ・新版 生活環境放射線 (国民線量の算定) などにより、放射線医学総合研究所が作成 (2013年5月)

mSv : ミリシーベルト

(出典) 環境省HP「被ばく線量の比較」

[大きい画像で見る](#)

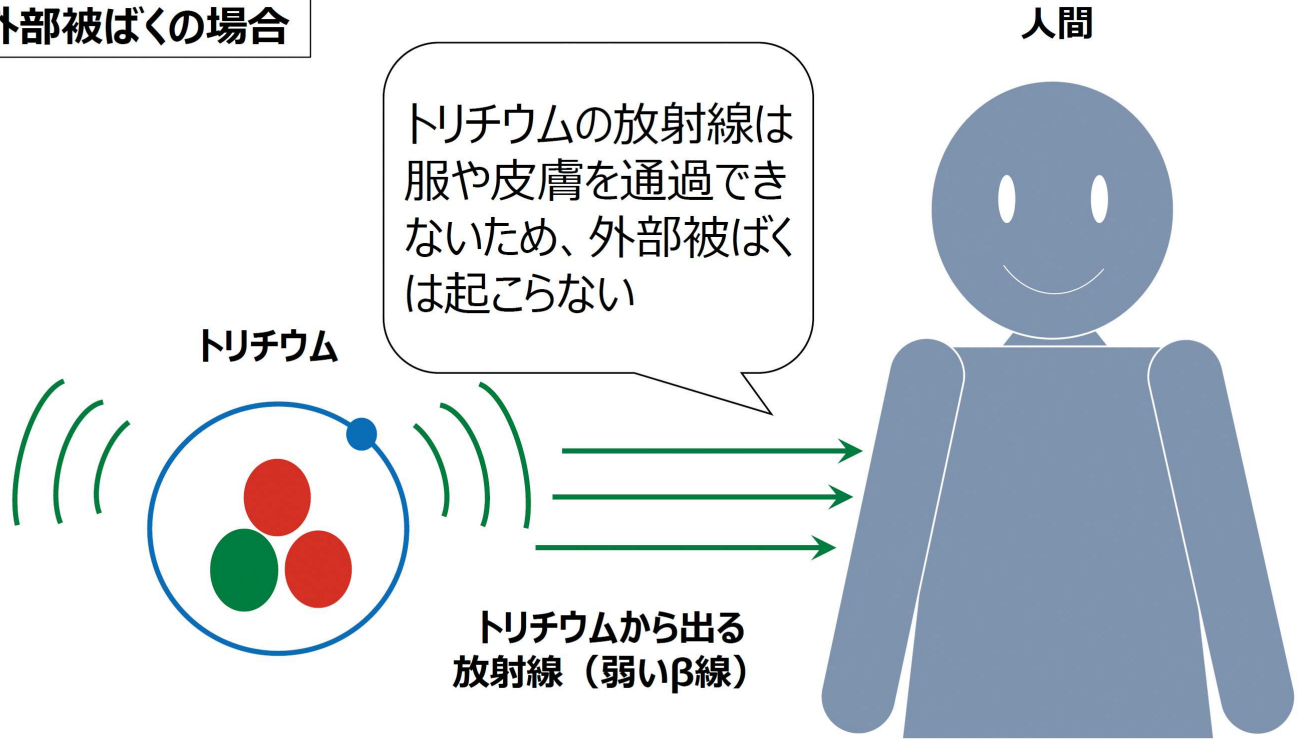
現在の研究では、一定のしきい値以下の被ばくであれば、毛が抜けたり白内障になったり胎児が奇形になるなどの「確定的影響」(一定量の被ばくを受けると必ず影響があらわれる現象のこと)は見られないとされています。また、がんや遺伝的な影響が発生するなどの「確率的影響」(放射線を受ける量が多くなるほど影響があらわれる確率が高まる現象のこと)については、受ける放射線量が100ミリシーベルト以下であれば、そのような現象が自然発生する率と、ほとんど差は見られなくなるとされています。

## トリチウムが人体にもたらす影響の程度は？

これらのことを念頭に置きながら、トリチウムが人体にもたらす影響を見ていきましょう。


トリチウムの出す放射線は、ベータ (β) 線という放射線ですが、トリチウムの場合、そのエネルギーはひじょうに弱く、紙一枚でさえぎることができます。ということは、人が体の外にあるトリチウムからβ線を受けたとしても、皮膚で止まってしまうということです (➡「安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策②『トリチウム』とはいったい何?」参照)。このため、体の外にある放射性物質から人が影響を受ける「外部被ばく」は、トリチウムではほとんど発生しません。

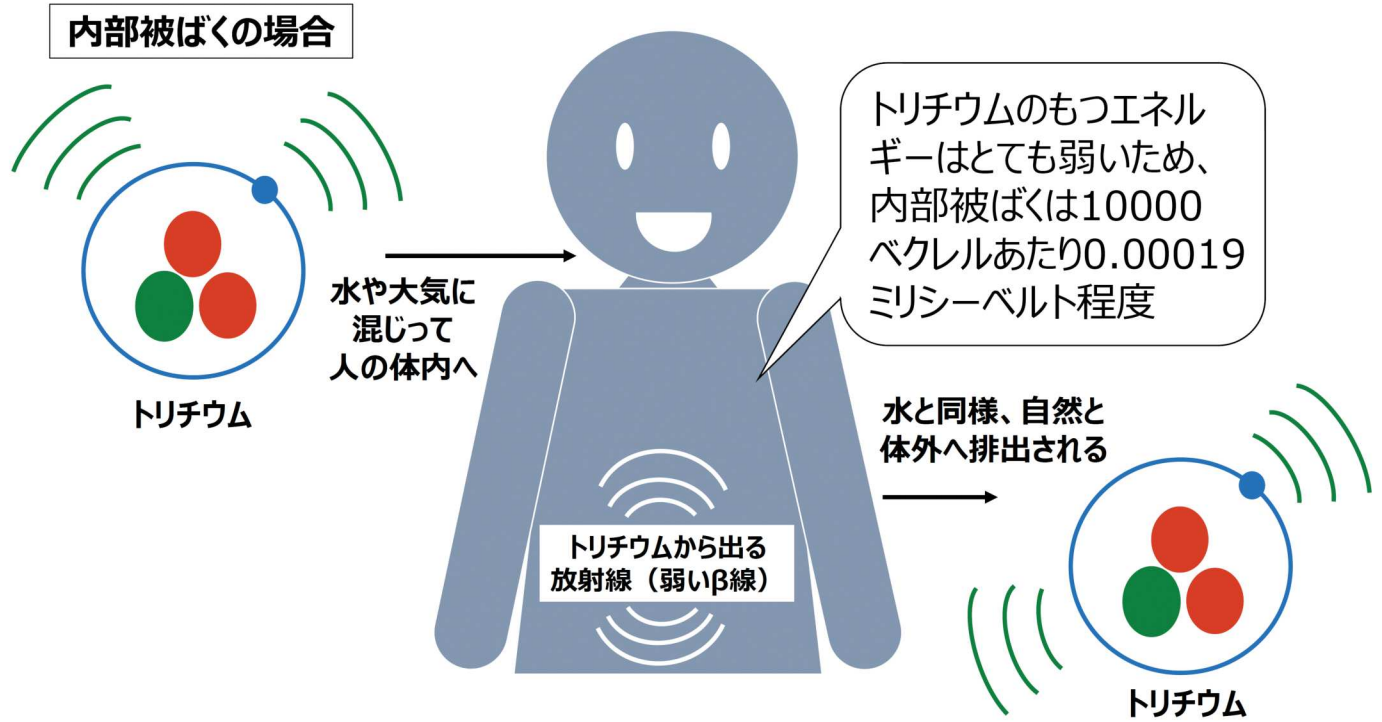
## 外部被ばくの場合



では、放射性物質が人の体内に入って影響を与える「内部被ばく」についてはどうでしょうか？トリチウムは、前回の記事でご説明したように“水素のなかま”で、酸素と結びつくことで水とほとんど同じ性質の「トリチウム水」として自然界に存在しています。このため、水蒸気などに混じって空気中に存在している気体状のトリチウムを吸い込んだり、水道水などにふくまれている液体状のトリチウム（トリチウム水）を飲み込んだりしています。

しかし、前述したように、トリチウムから出る放射線は弱いため、シーベルトで捉えると、その影響は10000ベクレル（※）あたり0.00019ミリシーベルトです（先ほどの、身の回りの放射線の図と比較してみましょう）。また、現在の研究では、たとえトリチウム水を飲み込んでしまった場合でも、通常の水と同じように外へ排出され、特定の臓器などの体内に蓄積されていくことはないと見られています。

※WHO飲料水水質ガイドライン第4版におけるガイダンスレベル（10000ベクレル/リットル）の水1リットル分の放射線量 （参考）  [国立保健医療科学院 訳「飲料水水質ガイドライン第4版」付録6](#)



## トリチウムは結局のところどのくらい危険なの？

最後に、最近SNSなどでも話題となっているトリチウムに関する話題について、現在の科学研究ではどのように考えられているか、ご紹介しておきましょう。

### Q.トリチウムは、生物濃縮しないのですか？

「生物濃縮」とは、ある物質が生物の体内に取り込まれたのち排出されずに蓄積され、それが食物連鎖でさらに上位の生物に取り込まれることを繰り返すことで、どんどん濃縮されていくという現象です。水俣病の原因となったメチル水銀では、この現象が起こってしまいました。

しかし現在の研究では、水の状態のトリチウムが生物濃縮を起こすことは確認されていません。前述したように、水と同じようにほとんどが生き物の体の外へ排出され、体内に蓄積されることはないためです。

### Q.トリチウム自体には健康上の影響はなくても、トリチウムが有機結合してもっと危険な物質になることはないのですか？

炭素や水素などでつくられた化合物「有機物」において、水素原子がトリチウムと置き換えられる（有機結合）場合があります。このような物質を「有機結合型トリチウム（OBT）」といいます。体内に取り込まれたOBTの多くは40日程度で体外に排出され、一部は排出されるまで1年程度かかります。

確かに、OBTの健康影響をトリチウム水と比較すると2～5倍程度となりますが、前述したように、もともとトリチウム水の健康影響は1ベクレルあたり0.000000019で、2～5倍になったとしても、ほかの放射性物質とくらべて特別に健康影響が大きいとはいえません。セシウムから受ける健康影響と比較してみると、約300分の1になります。

## Q.水素原子は私たちの遺伝子も構成しています。その水素原子がトリチウム原子に置換されて、さらにそのトリチウム原子がヘリウム原子になることで遺伝子が傷つくから危険だと聞いたのですが？

体内に入ったトリチウム原子は、前述したように水素のなかまですから、私たちの遺伝子を構成する水素原子と置き換わることがあります。トリチウム原子は「β崩壊」と呼ばれる現象でヘリウム原子に変わりますが、もしこのように遺伝子を構成するトリチウム原子がヘリウム原子に変化すると、それによって原子の結合が切れ、遺伝子が傷つく、だからトリチウムは危険だという議論があります。

しかし、実は、遺伝子というものはさまざまな要因でいつも損傷を受けており、「修復酵素」のはたらきによって、日々修復されています。たとえば、太陽からの紫外線などでも損傷しています。年間約2ミリシーベルトの放射線で遺伝子が受ける損傷の頻度は、紫外線などによる損傷の頻度の100万分の1以下です。このため、トリチウム原子がヘリウム原子に変化することで遺伝子にもたらされる影響については、自然界と同程度の放射線による被ばくの場合、測定可能なレベルのものにはならないと考えられます。

\*\*\*\*\*

次回は、世界の原子力発電所ではトリチウムがどのように取り扱われているか、また東京電力福島第一原子力発電所ではどの程度のトリチウムが発生しているかなどについてご紹介しましょう。

## お問合せ先

### 記事内容について

電力・ガス事業部 原子力発電所事故収束対応室

### スペシャルコンテンツについて

長官官房 総務課 調査広報室



2019-01-18

## 安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策④放射性物質の規制基準はどうなっているの？

福島

原子力

廃炉

安全・防災

基礎用語・Q&amp;A

汚染水対策

[Tweet](#)

1

[メルマガ登録](#)[記事のリクエスト](#)

## 【ポイント】

- ▶ 日本における放射性物質の規制基準は、ICRP（国際放射線防護委員会）の勧告をもとにしています。
- ▶ 日本の規制基準は、公衆の追加的な被ばくを「年間1ミリシーベルト未満」に保つようさだめられています。
- ▶ 原発などから放射性物質が水中や大気中に放出される場合は、この基準をもとに厳しく管理されます。

東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）で進められている“汚染水”対策をよく知るため、最新の情報や、理解に役立つ基礎知識をご紹介しますシリーズ。第4回では、放射性物質を適切に管理するための「規制基準」について、日本ではどのようにさだめられているのか、おさらいしてみましょう。

## 放射性物質を適切に管理するルールはどうやって決められているの？

放射性物質から出る放射線にさらされて、自然界で受ける被ばく量を超える大きな「被ばく」をすると、その受け量（線量）によっては、健康に影響が出る「放射線障害」が起こる恐れがあります（健康影響については [➡ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策③トリチウムと『被ばく』を考える」参照](#)）。そこで、世界各国では、放射性物質を適切に管理し、人が受ける被ばく線量をおさえるためのルール、規制基準を設けています。

日本における放射性物質の規制は、「国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection、ICRP）」の勧告にもとづいてさだめられています。ICRPとは、放射線障害から人を守る「放射線防護」について、1928年以来、専門家の立場から勧告をおこなっている国際組織です。その勧告は、世界各国の法令や規制の基礎とされています。

ICRPが1990年に出した勧告では、通常時における「公衆被ばく」の被ばく線量は、「1年あたり1ミリシーベルト（mSv）未満」という基準を満たすべき」とされています（ミリシーベルトについては、 [➡ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策③トリチウムと『被ばく』を考える」参照](#)）。

※公衆被ばく…放射線を取り扱う仕事を通じて被ばくする「職業被ばく」、医療検査などを通じて被ばくする「医療被ばく」をのぞいた被ばくのこと

この勧告の資料は公開されており、誰でも読むことができます。

**“自然放射線源からの年実効線量は約1ミリシーベルトであり、海拔の高い場所およびある地域では少なくともこの2倍である。これらすべてを考慮して、委員会は、年実効線量限度1ミリシーベルトを勧告する。”**

（出典）  [社団法人日本アイソトープ協会による日本語訳「国際放射線防護委員会の1990年勧告」P55](#)

なお、ここで述べる「被ばく」とは、大地や宇宙線など自然環境に含まれる放射性物質からの被ばくを除いた、「追加的な被ばく」のことを指しています。

## 日本の規制基準はどうなっているの？

ICRPの勧告をもとにさだめられた日本の原子力発電所の規制基準では、環境中に放出する場合における液体・気体廃棄物に含まれる放射性物質の「濃度限度」が、放射性物質の種類に応じて決められています。「濃度限度」とは、水中・空气中に特定の物質が含まれる場合、どのくらいの濃さ（濃度）まで許容することができるか（限度）という数値です。

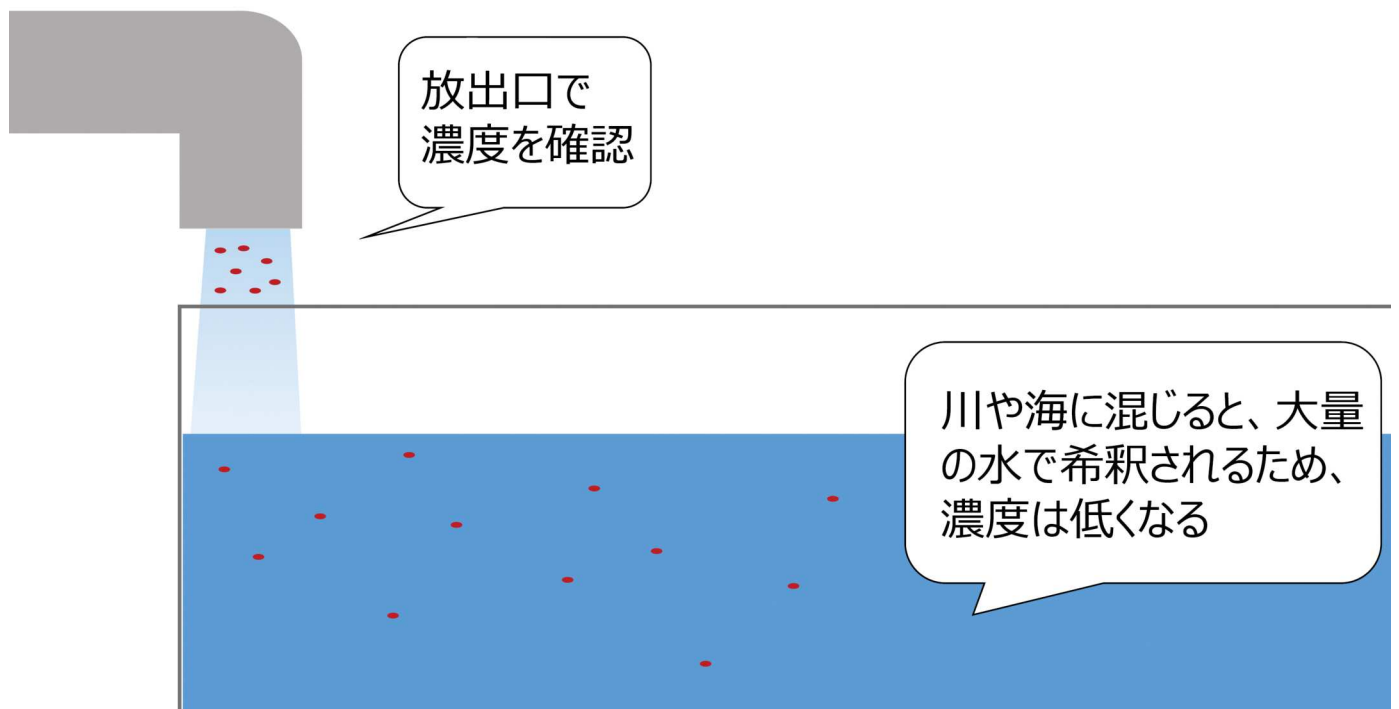
濃度限度は、関係法令（告示）で具体的な数値がさだめられているため、「告示濃度限度」とも呼ばれます。告示濃度限度を知ることは、放射線防護を理解するために重要です。詳しくご説明しましょう。

日本の規制基準における、水中に放射性物質が含まれる場合の告示濃度限度は、以下のようにさだめられています。

### 水中における告示濃度限度

放出口における濃度の水を、生まれてから70歳になるまで毎日約2リットル飲み続けた場合に、平均の線量率が1年あたり1ミリシーベルトに達する濃度

「放出口における濃度の水」とはどういう意味でしょうか？理科の授業で習ったように、水の中に何かの物質を混ぜた場合、水の量を増やせば増やすほど、希釈され、その濃度は低くなります。ということは、たとえば、水の「放出口」から物質Aを含む水が放出され、そのあと川や海などの大量の水と混ざれば、水の中に含まれる物質Aの濃度は低くなります。ここで言う「放出口における濃度の水」とは、そのような大量の水と混じる前の、「希釈前の水」を意味しているわけです。



つまり、このような希釈前の水を、「約2リットル」、さらには「生まれてから70歳になるまで毎日」飲み続けるというような、ひじょうに極端なケースを仮定したとしても、平均線量率を「1年間で1ミリシーベルト」に抑えられるようにしましょう、というのが、日本における水中の規制基準となっているのです。


気体についての告示濃度限度も、同じように、ひじょうに厳しい基準がさだめられています。

## 大気中における告示濃度限度

敷地境界における濃度の大气を、生まれてから70歳になるまで毎日吸い続けた場合に、平均の線量率が1年あたり1ミリシーベルトに達する濃度

ここで言う「敷地境界」とは、原子力発電所などの原子力関連施設の敷地と、その敷地外の境界という意味です。敷地境界の大气に含まれている放射性物質の濃度は、原子力関連施設から遠く離れた地域の大气よりも高くなる傾向があります。そのため、敷地境界を基準として評価をおこないます。なお、敷地外でほかに濃度が高いところがあれば、その地点を評価対象とします。

そのような濃度の大气を「生まれてから70歳になるまで毎日」吸い続けた場合であっても、平均の線量率を「1年間で1ミリシーベルト」に抑えられるようにしましょう、という規制基準になっています。

たとえば、これらの基準にもとづいて、トリチウム（「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策②『トリチウム』とはいったい何？」参照）の濃度限度がどの程度になるかを計算してみると、水中では1リットルあたり60,000ベクレル、大気中では1リットルあたり5ベクレルが上限となります。

### 詳しく知りたい



[多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（第11回）](#)



[配布資料 資料3-2「放射性廃棄物に対する規制について」（PDF形式：653KB）](#)

## 複数の放射性物質が含まれる場合はどうするの？

ご説明したように、「告示濃度限度」とは、水中や大気中などに1種類の放射性物質が含まれる場合について、放射性物質ごとに、その濃度の限度をさだめたものです。では、もし水中や大気中などに複数の放射性物質が含まれる場合、規制基準はどのようになるのでしょうか。

そういったケースでは、「告示濃度比総和」という考え方が用いられます。これは、次のような手順で求められるものです。

### 告示濃度比総和

- ▶ ①水中や大気中などに含まれる複数の放射性物質について、それぞれの濃度を調べる
- ▶ ②それぞれの放射性物質の告示濃度限度を調べる
- ▶ ③それぞれの放射性物質の濃度①が、それぞれの告示濃度限度②に占める割合を調べる
- ▶ ④③で求めた割合をすべて足し算する（「和」を求める）

たとえば、放出口からAとBという2つの異なる放射性物質を含む水を放出するとします。まず、放射性物質Aの濃度が300ベクレル／リットル（①）で、その告示濃度限度が1,000ベクレル／リットル（②）の時、その割合は0.3（③）になります。

一方、別の放射性物質Bの濃度が1,200ベクレル／リットル（①）で、その告示濃度限度が2,000ベクレル／リットル（②）の時、その割合は0.6（③）となります。AとBの割合を足し算すると、0.9（④）となり、告示濃度比

総和が1を下回っていると考えることができます。

このようにすれば、複数の異なる放射性物質の影響を考慮しながら、管理をすることが可能となります。2011年の東日本大震災にともなって原発事故が起こった福島第一原発では、固体の放射性廃棄物が発する放射線によって起こる「外部被ばく」も含めたうえで告示濃度比総和が「1」未満、1年間の被ばく線量が1ミリシーベルト未満になるよう、規制がおこなわれています。

このように、日本では、放射性物質に関するひじょうに厳しい規制基準がもうけられています。原発などの放射性物質を取り扱う施設は、このような規制基準に従い、被ばく線量を低く保つために努めています。こうした基準はもちろん福島第一原発にも適用されており、放射性廃棄物や汚染水の対策や放出も、「被ばく線量を年間1ミリシーベルトより低く保つ」という濃度限度を守って進められているのです。

## 放射性物質の規制基準について、もっと詳しく知りたい

最後に、より詳しく知りたいという方のために、「放出量」に対する規制の考え方や、食品・飲料水の基準についてご紹介しておきましょう。

### Q.放射性物質の総放出量についてはどのような規制があるの？

内閣府の原子力安全委員会がさだめた指針（[発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針について](#)）において、1年あたりの放射性物質の放出量の努力目標として「放出管理目標値」という数値がさだめられています。

たとえば、震災前の福島第一原発では、トリチウムの水中への放出管理目標値は1～6号機合計で22兆ベクレル/年でしたが、1～4号機については、震災後は状況が大きく異なるためこの指針の適用外となっており、現在は放出管理目標値がさだめられていません。

### Q.食品・飲料水の基準はどうなっているの？

➔ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策②『トリチウム』とはいったい何？」でご紹介したように、そもそも、トリチウム以外の放射性物質を基準値以上に含む水は厳しく管理され、飲料水や食品に混じることはありません。

ではトリチウムについてはどうかというと、海外における飲料水に対する基準は下表のとおりとなっています。各国で基準値が大きく異なりますが、これは、基準値を決める際の考え方が異なるためです。たとえば、EUの基準値は、追加調査の必要性を判断するスクリーニング値として定められていますが、WHOの基準値は、放射線防護のための措置が必要かどうか判断する値として定められています。日本では食品・飲料水のトリチウムに関する規制基準はありませんが、トリチウムの放出時における濃度に規制基準を設けて管理しています。

	飲料水のトリチウム濃度限度 (Bq/L)
EU	100
アメリカ	740

カナダ	7,000
ロシア	7,700
スイス	10,000
WHO	10,000
フィンランド	30,000
オーストラリア	76,103

(出典) 柿内秀樹「トリチウムの環境動態及び測定技術」日本原子力学会誌 Vol.60 No.9 (2018) P31-35

## お問合せ先

---

### 記事内容について

---

電力・ガス事業部 原子力発電所事故収束対応室

### スペシャルコンテンツについて

---

長官官房 総務課 調査広報室

2019-08-08

## 汚染水との戦い、発生量は着実に減少、約3分の1に

福島

原子力

廃炉

安全・防災

汚染水対策

Tweet

1

メルマガ登録

記事のリクエスト



(出典) 東京電力ホールディングス株式会社

2011年、東日本大震災にともなって発生した、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）の事故。その事故により、放射性物質を含んだ「汚染水」が生じています。これまでスペシャルコンテンツでは、この汚染水を海へ漏らさないことはもちろん、発生させないという根本的な対策が進められていることをご紹介してきました。今回は、さまざまな対策がどのような効果をもたらしているのか、“汚染水との戦い”の今をご紹介しましょう。

### 【ポイント】

- ▶ 汚染水の発生は、燃料デブリを水で冷やし続けるかぎり続く。
- ▶ ただし、汚染水の発生を抑制するさまざまな対策の効果により、発生量は対策前の3分の1ほどに減少。
- ▶ 2020年内に150トン/日程度まで低減することを目標に、引き続き対策を進める。

## あらためて、「汚染水」はなぜ発生するの？

東日本大震災にともなって発生した福島第一原発の事故では、水素爆発が起こり、原子炉内の燃料が溶け落ちてしまいました。今もなおこの原子炉内部に残る、溶けて固まった燃料は、「燃料デブリ」と呼ばれます。

この燃料デブリは常に水をかけて冷却状態を継続していますが、これにより、核燃料に触れることで高い濃度の放射性物質を含んだ一定量の水が生じています。これが、いわゆる「汚染水」です。

まず重要なことは、この汚染水が建屋の外に流れ出すことを防ぐことです。そこで、建屋の中に滞留する汚染水の水位を、建屋周辺の地下水の水位よりも低くし（内外水位差）、その状態を保つことで、汚染水が建屋外に流出することを防いでいます。ただしその結果、建屋周辺の地下水は水位の低いほう、つまり建屋内に流れ込むことになり、屋根の破損した部分などから流入する雨水とともに、汚染水と混ざりあって、新たな汚染水が生じてしまいます。そのため、燃料デブリを水で冷やし続けるかぎりは、汚染水の発生量をただちにゼロにすることはできないのです。

## 汚染水の発生量を減らすためのさまざまな対策

そこで、国が前面に立って、以下の3つの方針のもと、さまざまな汚染水対策を実施しています。

- ▶ ①漏らさない
- ▶ ②近づけない
- ▶ ③取り除く

①は、汚染水を外へ漏らさないこと。②は、水を建屋内の汚染源に近づけないことで新たな汚染水の発生量をできるだけ抑えること。③は、発生した汚染水の放射性物質を取り除いてリスクを下げることです。

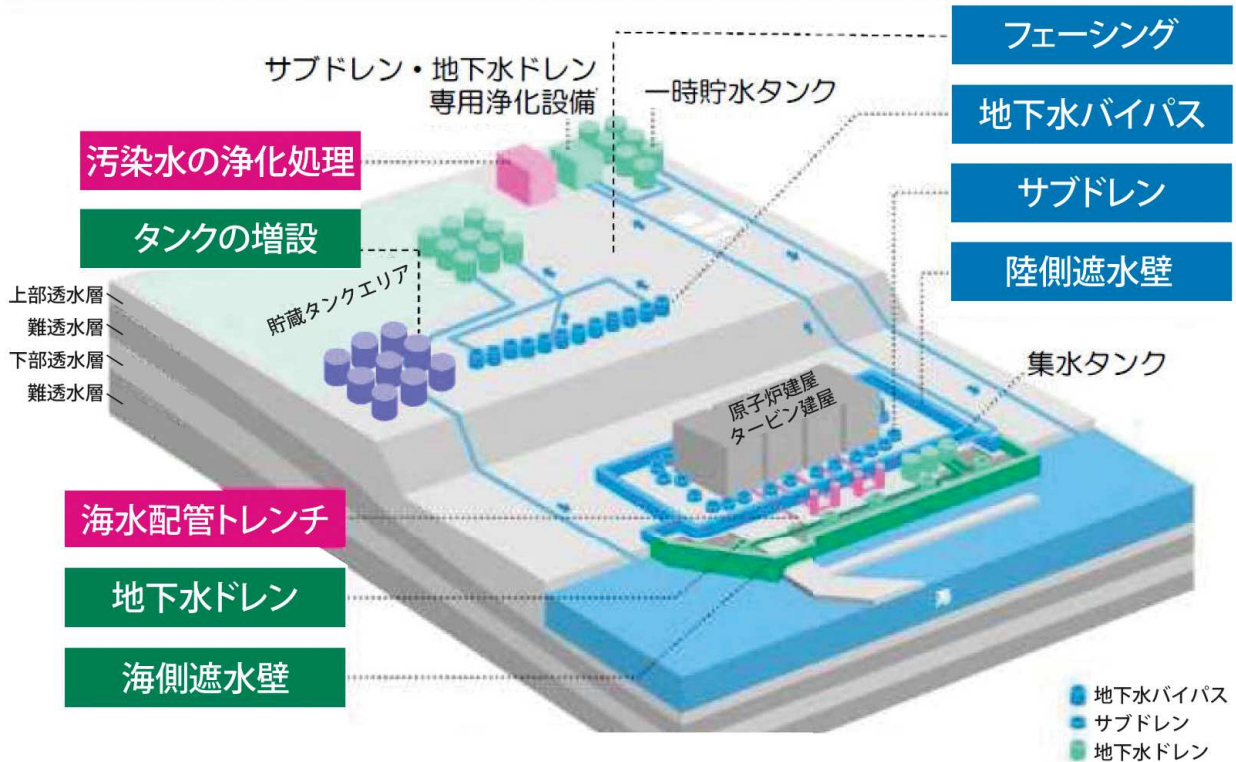


## 汚染水対策の基本方針

汚染源を取り除く

汚染源に水を近づけない

汚染水を漏らさない

[大きい画像で見る](#)

## 詳しく知りたい

→ [現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～](#)

このうち「②近づけない」取り組みについては、目標として、汚染水の発生量を2020年内に1日あたり150トン程度まで低減することが掲げられています。その実現に向けて、建屋に流入する水の量を抑えて汚染水発生量を減らすための、重層的な取り組みがおこなわれています。

## 汚染水の発生量を減らすための主な取り組み

## 【地下水バイパス】

山側の高台に井戸（地下水バイパス）を設置。建屋に近づく前に地下水をくみ上げる。くみ上げた地下水は東京電力と第三者機関で分析をおこない、放射性物質の濃度の基準（運用目標）を下回ることを確認して排出している

## 【サブドレン】

建屋近くに井戸（サブドレン）を設置。地下水をくみ上げることで、建屋周辺の地下水の量を減らして水位を低く抑え、建屋に流入する地下水の量を抑える。くみ上げた地下水は浄化処理し、地下水バイパスと同様に運用目標を下回ることを確認して排出している

## 【フェーシング】

モルタルなどで敷地を舗装することで、雨水が土に浸透して地下水になることを防ぐ


## 【陸側遮水壁（凍土壁）】

建屋周辺を取り囲むように地中に配置した「凍結管」という管に冷却材を送り込むことで、周辺の地盤を凍結させて壁をつくる。これにより建屋内への地下水の流入量を抑える

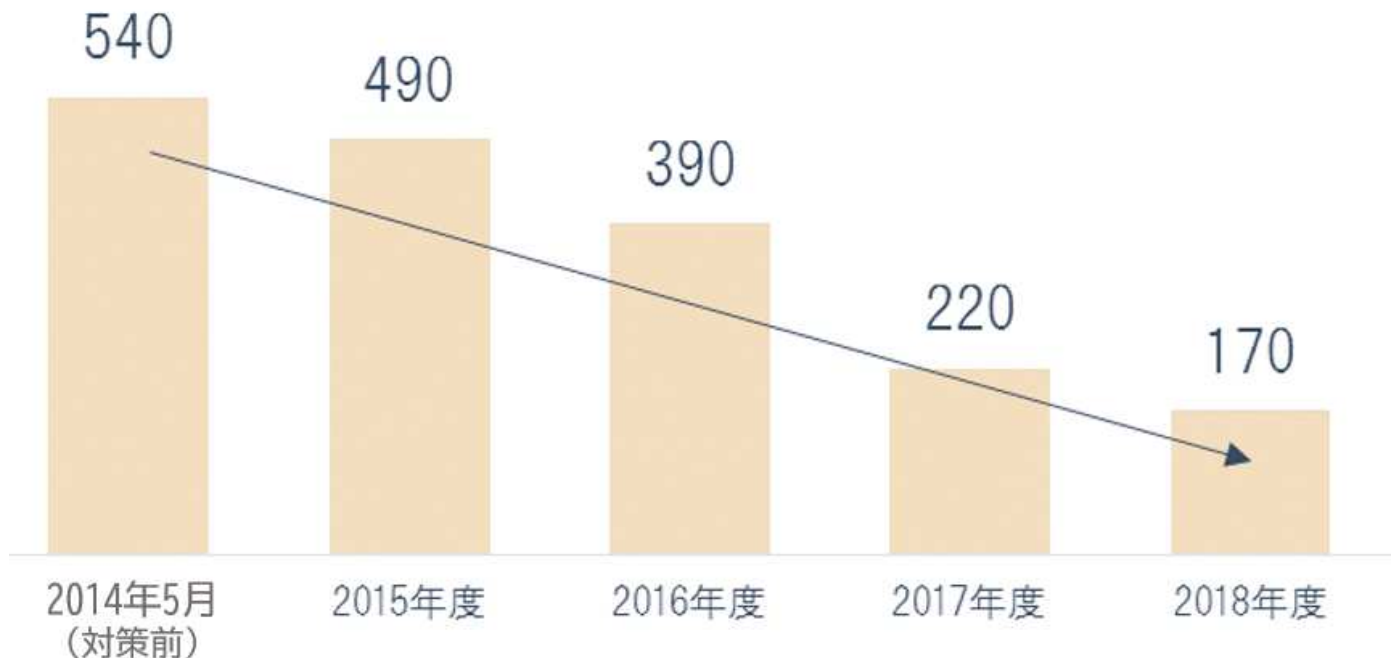
#### 【建屋屋根の補修】

建屋屋根の破損部から雨水が流入することをふせぐため、補修工事を実施

## 2019年春の状況

「②近づけない」対策を開始する前の2014年5月には、汚染水は1日あたり約540トン発生していました。2018年7月31日に公開した  「現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～」では、さまざまな対策により、1日あたりの汚染水の発生量は、2017年度で約220トンに減っていることをご紹介しました。その後も対策は着実に進められ、2018年度では約170トンまで減りました。

汚染水の発生量（トン/日）



なお、建屋周辺の井戸（サブドレン）でくみ上げた水は、浄化処理をおこない、規制基準よりもきびしくさだめた「運用目標」を下回る濃度であることを分析により確認したうえで、排水されています。

2015年9月の稼働開始以降、1日～数日に一度のペースで排水を続け、2019年6月20日には、1000回目の排出が実施されました。このように、廃炉を進めるためにととのえた設備を安定的に使い続けることも、今後も続く汚染水との戦いでは重要なカギになります。



(出典) 東京電力ホールディングス株式会社

地下水バイパス・サブドレンなどでくみ上げた地下水は、東京電力と第三者機関で分析をおこなっています

### 【参考】地下水バイパス・サブドレンなどでくみ上げた水の「運用目標」と規制基準の比較

	セシウム134	セシウム137	ストロンチウム90	トリチウム
運用目標	1	1	3※1,2	1,500
日本の規制基準 (告示濃度限度※3)	60	90	30	60,000
WHO飲料水 水質ガイドライン	10	10	10	10,000

(単位はベクレル/リットル)

[大きい画像で見る](#)

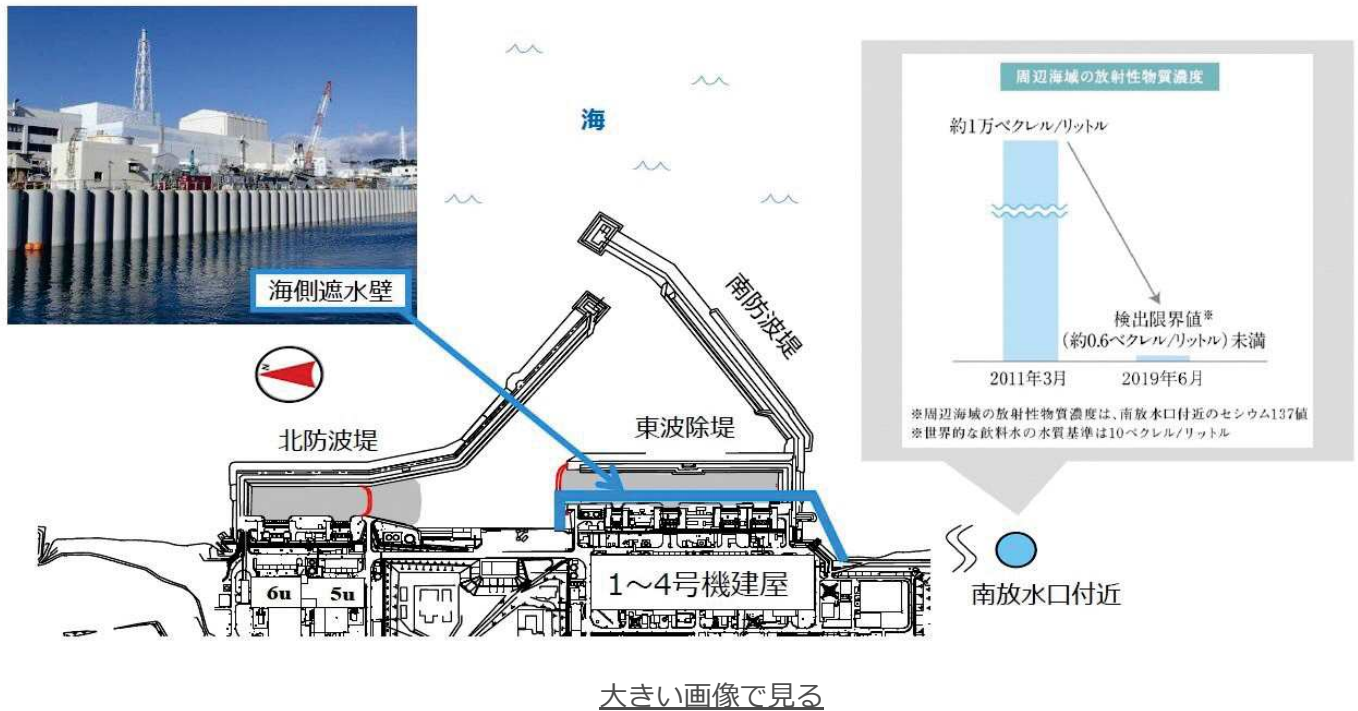
- ※1 10日に1回程度の頻度で1ベクレル/リットル未満を確認
- ※2 「ストロンチウム90」を含む、すべてのベータ線を放出する核種の濃度を分析することで確認
- ※3 「告示濃度限度」については、以下「詳しく知りたい」を参照

#### 詳しく知りたい

[➔ 安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策④放射性物質の規制基準はどうなっているの？](#)

また、[➔ 「現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～」の「①漏らさない」](#)でもご紹介したように、「海側遮水壁」などの対策により、福島第一原発の近海の水質はおおきく改善しており、WHO（世界保健機関）のさだめる「飲料水ガイドライン」よりもじゅうぶん低いことが確認されています。

## 南放水口付近の海水モニタリング状況



## 汚染水対策のこれから

今後はさらに、雨水が建屋内に入り込んで新たな汚染水となることを防ぐため、壊れている建屋の屋根を補修するなどの取り組みを進め、1日あたりの汚染水発生量を2020年内に150トン程度まで抑えるという目標を目指していきます。また、建屋内に滞留している汚染水についても計画的に処理が進められており、2020年内には、燃料デブリの冷却がおこなわれている原子炉建屋以外で、建屋滞留水の処理が完了する予定です。

なお、発生した汚染水については、多核種除去設備「ALPS（アルプス）」と呼ばれる設備などを使って浄化してリスクを下げた後、「ALPS処理水」として敷地内タンクに保管し、安全に管理しています。

## 詳しく知りたい



安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策①「ALPS処理水」とは何？「基準を超えている」のは本当？

このように、汚染水の問題は、事故が起こった直後に比べれば状況は安定化してきています。しかし、汚染水との戦いは、廃炉が完了するまで続きます。引き続き、3つの方針にそって対策を進めるとともに、津波にそなえた防潮堤の設置などの自然災害対策も進め、長期にわたる廃炉作業を着実に進めていきます。

## お問合せ先

## 記事内容について

経済産業省 大臣官房 福島復興推進グループ 原子力発電所事故収束対応室

## スペシャルコンテンツについて

長官官房 総務課 調査広報室

2019-10-04

## 安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策⑤ALPS処理水の貯蔵の今とこれから

福島

原子力

廃炉

安全・防災

汚染水対策

Tweet

1

メルマガ登録

記事のリクエスト



(出典) 東京電力ホールディングス ホームページ

### 【ポイント】

- ▶ ALPS処理水は敷地内のタンクに貯蔵されていますが、現在の計画では2022年夏頃に満杯になる見通しです。
- ▶ タンクの増設だけでなく、今後必要になる施設の設置も含めて、敷地全体の使い方を考える必要があります。

▶ 福島の復興と福島第一原発の廃炉を両立して進めていくという観点から、処理水の取りあつかいについて今後議論を深めていきます。

スペシャルコンテンツではこれまで、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）で発生している高濃度の放射性物質を含む「汚染水」とその対策に関して、理解に役立つ基本的な情報や最新情報などをご紹介します（[➡ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策①『ALPS処理水』とは何？『基準を超えている』のは本当？」](#)など参照）。今回は、浄化処理をおこなった「ALPS処理水」の保管状況についてご紹介します。

## 敷地内に貯められているALPS処理水

「汚染水」は、2011年に福島第一原発で起こった原発事故の影響で発生しているものです。今も原子炉の内部に残っている、溶けて固まった燃料（燃料デブリ）を冷却し続けるために水を使うことなどから、高い濃度の放射性物質を含んだ一定量の水が生じているのです。

この汚染水は ①漏らさない ②近づけない ③取り除くという3つの基本方針のもと、さまざまな対策が進められており、発生量は対策前の3分の1ほどに減少しています。一方、発生した汚染水については、放射性物質のリスクを下げるための浄化処理がおこなわれています。浄化処理には、62種類の放射性物質を取り除く「多核種除去設備（Advanced Liquid Processing System、ALPS）」など複数の除去設備が使用されており、ALPSを使って浄化処理をおこなった水は「ALPS処理水」と呼ばれており、放射性物質の量は、「汚染水」と比較すると100万分の1程度となっています。

### 詳しく知りたい

- [➡ 「現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～」](#)
- [➡ 「汚染水との戦い、発生量は着実に減少、約3分の1に」](#)

このALPS処理水は、ALPSでも取りのぞくことのできない「トリチウム」を含んでいるものの、大部分の放射性物質を取り除いたことで、原発の敷地の境界における放射線量（敷地境界線量）の規制基準を満たすものとなり、敷地内のタンクに継続的に貯蔵されています。

### 詳しく知りたい

- [➡ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策④「ALPS処理水」とは何？「基準を超えている」のは本当？「基準となるのは『境界』の放射線量」](#)

## 2022年夏には敷地がいつぱいに？

このALPS処理水を貯蔵しているタンクは現在も増え続けています。燃料デブリを水で冷やし続けるかぎり、汚染水の発生は量が減ったとはいえ続くためです（[➡ 「汚染水との戦い、発生量は着実に減少、約3分の1に」](#)参照）。

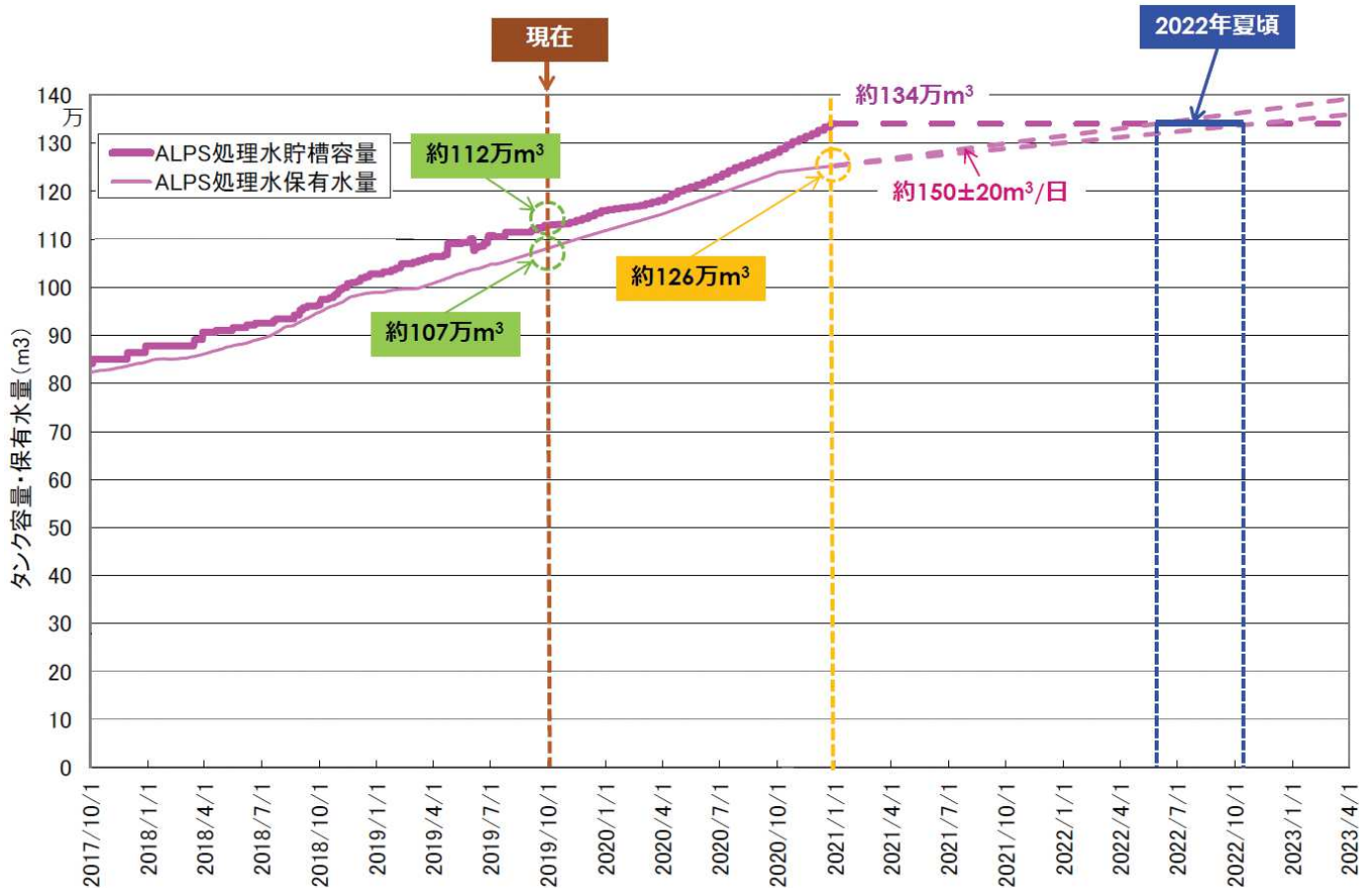
これまで、敷地の南側では、森林を伐採するなどしてタンク設置エリアを広げてきた結果、現在では敷地の南側の多くをタンクが占めています。



(出典) 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会 (第13回) 資料より資源エネルギー庁作成

[大きい画像で見る](#)

また、敷地の北側は、廃棄物貯蔵施設などの建設や、建設時に掘り出した土の置き場として活用する計画で、タンクを建設するために適した用地は限界を迎えつつあります。2019年9月18日時点のALPS処理水のタンク容量は112万立方メートル、ALPS処理水保有水量は107万立方メートルとなっています。2020年末までに137万立方メートル（ALPS処理水用：約134万立方メートル+ストロンチウム（Sr）処理水用：約2.5万立方メートル）の容量を確保する計画ですが、それも2022年夏頃には満杯になる見通しです。



※別途、Sr処理水が約2.5万m<sup>3</sup>必要 (出典) 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会 (第13回) 資料より資源エネルギー庁作成

[大きい画像で見る](#)

## もっとタンクを増やすことはできないの？

今後、タンクの置き場所を増やす余地はまったくないというわけではありません。しかし、これから廃炉作業が進展していくにつれ、福島第一原発の敷地内には、“置いておくべきもの”がほかにも出てきます。

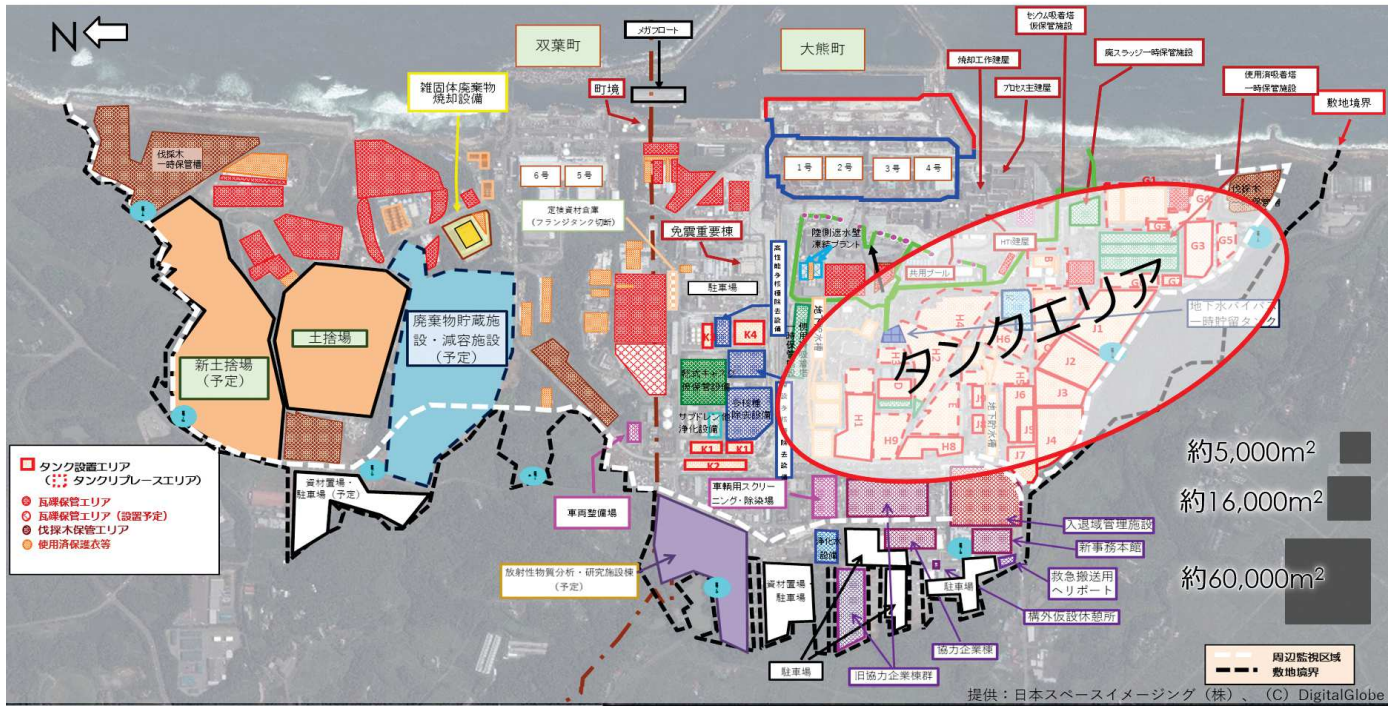
たとえば、使用済燃料を納めた「乾式キャスク（保管容器）」や、原子炉内から取り出した燃料デブリを一時保管するための施設が必要になります。これらの施設の建設に必要な敷地面積を試算すると、合わせて約81,000平方メートルの敷地が必要となり、これはタンクでたとえると約38万立方メートルぶんの容量となります。こうしたことから、タンクの増設も含めて敷地全体をどうやって利用していくのか、長い目で検討していくことが求められます。

### 使用済燃料や燃料デブリの一時保管施設

- 乾式キャスク一時保管施設：約21,000m<sup>2</sup>
    - ・ 1～6号機使用済燃料プール用：約5,000m<sup>2</sup>
    - ・ 共用プール用：約16,000m<sup>2</sup>
  - 燃料デブリ一時保管施設：最大約60,000m<sup>2</sup>
- } 計約81,000m<sup>2</sup>



### 福島第一原発の構内図



【補足事項】  
 本配置図は、現状(2017年9月)の敷地の利用状況と現段階の利用計画に基づき作成。  
 また、将来の廃炉作業の進捗に応じて、施設の設定・廃止が必要となることから、適宜計画の見直しを実施。

(出典) 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会 説明・公聴会資料より資源エネルギー庁作成

[大きい画像で見る](#)

なお、原発から敷地外へALPS処理水を持ち出すということは、別途で守るべき規制基準がある、運搬方法や運搬ルートの検討が必要となるなど、容易なことではありません。

**詳しく知りたい**

- [「多核種除去設備等処理水の貯留の見通し」](#) (第13回多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会 資料4-2) (PDF形式:1.26MB)
- [「貯蔵継続に係る事実関係の整理について」](#) (第14回多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会 資料2) (PDF形式:0.98MB)

## ALPS処理水はこれからどうなるの？

ここまでの状況をまとめてみましょう。

- ▶ ALPS処理水を貯蔵するタンクは今後も増えるが、タンクは2022年夏ごろには満杯になる見通し
- ▶ 貯蔵を継続するにはタンクの増設が必要だが、他にも廃炉作業のため福島第一原発の敷地には置くべきものや建設すべき建物がある
- ▶ ALPS処理水を福島第一原発の敷地外に持ち出すことは容易ではない

さらに、もうひとつ考慮にいれておくべきポイントとして、「原発の廃炉とは、福島を復興することの前提条件である」ということがあげられます。一方で、廃炉を急ぐあまり、復興がないがしろになるようなことはあってはなりません。この“廃炉”には、燃料デブリを取り出したり原子炉を解体したりすることだけでなく、ALPS処理水の

タンクをどうするか?ということも含まれます。

つまり、ALPS処理水の処分とは、廃炉作業の一環なのです。そのため、廃炉作業が完了する頃にはタンクもなくなっているという状態にすることが求められます。

- ▶ 廃炉は福島の復興の前提条件
- ▶ 廃炉作業が完了する頃にはALPS処理水の処分も終わっていることが必要

貯蔵を継続することや今後の処分方法など、これからどのようにALPS処理水を取りあつかっていくかについては、これらのすべてのポイントをふまえながら考えることが必要となります。

現在、政府の「汚染水処理対策委員会」の下に設けられている「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」で、有識者により議論が続けられています。「復興」と「廃炉」を両立して進めていくために、風評への影響について、議論を深めていきます。

## お問合せ先

---

### 記事内容について

---

経済産業省 大臣官房 福島復興推進グループ 原子力発電所事故収束対応室

### スペシャルコンテンツについて

---

長官官房 総務課 調査広報室

2019-12-18

## 安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策⑥ALPS処理水の処分による放射線の影響は？

福島

原子力

廃炉

安全・防災

汚染水対策

Tweet

0

メルマガ登録

記事のリクエスト



### 【ポイント】

- ▶実績のある海洋放出・水蒸気放出について、すべてのALPS処理水を仮に1年で処分した場合の放射線影響を評価。
- ▶どちらの方法も、自然放射線による被ばく線量と比べると、1000分の1以下という結果になりました。

スペシャルコンテンツでは、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）で発生している高濃度の放射性物質を含む「汚染水」とその対策に関して、理解に役立つ基本的な情報や最新情報などをご紹介します。今回

は、汚染水を浄化した「ALPS処理水」の問題に関し、さまざまな処分方法を検討する際に基本となる、「処分による放射線の影響をどのように評価するか」という問題についてご紹介します。

## あらためて、福島第一原発の「汚染水」と「ALPS処理水」をおさらい

2011年に福島第一原発で起こった原発事故の影響で、今も一定量が発生している、高い濃度の放射性物質を含んだ「汚染水」。この汚染水は、①漏らさない ②近づけない ③取り除くという3つの基本方針のもと、さまざまな対策が進められています。

### 詳しく知りたい

- ➔ [現場で進む、汚染水との戦い～漏らさない・近づけない・取り除く～](#)
- ➔ [汚染水との戦い、発生量は着実に減少、約3分の1に](#)


発生した汚染水は、62種類の放射性物質を取り除く「多核種除去設備（Advanced Liquid Processing System、ALPS）」など複数の除去設備を使った浄化処理がなされて、「ALPS処理水」となり、福島第一原発敷地内にあるタンクに継続的に貯蔵されています。その放射性物質の濃度は、汚染水と比較して100万分の1程度です。

### 詳しく知りたい


- ➔ [安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策①「ALPS処理水」とは何？「基準を超えている」のは本当？](#)
- ➔ [安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策⑤ALPS処理水の貯蔵の今とこれから](#)

ALPS処理水の中には、ALPSでも取り除くことのできない放射性物質「トリチウム」が含まれています。ALPS処理水の今後の取り扱いについては、国の「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（ALPS小委員会）」で検討が進められています。

### 詳しく知りたい

- ➔ [安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策②「トリチウム」とはいったい何？](#)
- ➔ [安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策③トリチウムと「被ばく」を考える](#)
-  [多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会](#)

## ALPS処理水を処分した場合の「放射線による影響」を評価してみる

2016年に報告書を取りまとめた「 トリチウム水タスクフォース」では、さまざまな処分方法の選択肢について技術的に評価がおこなわれました。整理・分類された処分方法の選択肢は、次の5種類です。

### 「トリチウム水タスクフォース」が整理した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

ALPS小委員会では、これらの方法をとった場合にどのような放射線による影響が起これとえられるかについて、評価が示されました。

「[安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策③トリチウムと『被ばく』を考える](#)」では、被ばくや放射性物質について考える時は、単なる放射線の「あり・なし」やベクレルの数値だけではなく、シーベルト、つまり人体が受ける「被ばく線量」について注目し、議論することが重要であるとお伝えしました。このように、ある放射性物質がもたらす影響の度合いについて評価をおこなうことを、「被ばく評価」あるいは「放射線の影響評価」と言います。

トリチウム水タスクフォースでは、放射性物質について定められた規制基準を守り、私たちの生活圏への科学的な影響が出ないということを前提にして、処分方法の選択肢が検討されてきました。そのため、いずれの方法であっても、放射線の影響は、1ミリシーベルト/年よりもじゅうぶんに小さくなると予測されます。

一方で、さまざまな選択肢もたらす放射線の影響を、横に並べて比較することのできる方法は存在しません。5つの処分方法のうち、これまで放出実績があるのは海洋放出と水蒸気放出だけで、それ以外の処分方法については、ひじょうに大胆な仮定をおいて考えることになってしまうためです。

ただ、実績のある海洋放出と水蒸気放出については、「原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)」が、比較可能なモデルを公開しています (“SOURCES,EFFECTS AND RISKS OF IONIZING RADIATION”の付属書類A :  “[METHODOLOGY FOR ESTIMATING PUBLIC EXPOSURES DUE TO RADIOACTIVE DISCHARGES](#)” (PDF形式:1.96 MB) )。そこでALPS小委員会では、このモデルを使った、海洋放出と水蒸気放出に関する放射線の影響評価が示されました。

## UNSCEARの計算モデルを使って、水蒸気放出と海洋放出の影響を検討してみる

UNSCEARは、放射性物質があたえる環境や健康への影響を調査するために設立された機関です。科学的・中立的な立場から影響の調査や評価をおこなっており、27カ国が加盟しています。

UNSCEARの評価モデルは、「放射性物質が環境に放出された場合、一般公衆がどれくらい放射線の影響を受けるか」を評価するためにつくられたモデルです。その特徴は、①水蒸気放出と海洋放出について、放出した地点の近くの地域に暮らす人々が受ける放射線の影響 (1人あたり) を評価することができる、②「放射性物質を100年間放出し続けた状態」、つまり、現実的にはありえないほどの厳しい状態を仮定して、その状態における1年間の放射線の影響を評価することができる、③評価にあたっては、水蒸気放出と海洋放出それぞれで、下記のような被ばく経路を考慮することができるという点です。

- ▶ 水蒸気放出の場合：大気からの外部被ばく、堆積後の土壌からの外部被ばく/吸入摂取による内部被ばく、陸生生物を摂取することによる内部被ばく
- ▶ 海洋放出の場合：砂浜からの外部被ばく/海洋生物を摂取することによる内部被ばく

さらに、今回の影響評価をおこなうにあたっては、以下の条件などが前提としておかれましては、

- ▶ 日本国内の人々の食習慣 (水蒸気放出の場合は肉や穀物などの年間摂取量、海洋放出の場合は魚や甲殻類などの年間摂取量) を参照する

- ▶ 処分する廃棄物に含まれるトリチウムの濃度は「1リットルあたり100万ベクレル」と仮定。なお、規制基準を満たすため、必要な希釈をおこなってから処分することは前提である
- ▶ そのほかの核種（放射性物質）については、「告示濃度比1」未済まで処理ができています、つまり、国のさだめた規制基準を満たしているタンクの実測値を適用する（[➡ 「安全・安心を第一に取り組む、福島“汚染水”対策④放射性物質の規制基準はどうなっているの？」参照](#)）

年間放出量[兆Bq]	約860兆Bq		約86兆Bq		約8.6兆Bq	
被ばく線量[mSv/y]	海洋放出	水蒸気放出	海洋放出	水蒸気放出	海洋放出	水蒸気放出
全核種*	0.000071 ～0.00081	0.00121	0.0000071 ～0.000081	0.000121	0.00000071 ～0.0000081	0.0000121
-トリチウムのみ	0.0000068	0.00115	0.00000068	0.000115	0.000000068	0.0000115

※海洋放出では、検出下限未満の濃度の放射性物質が検出下限値かゼロの場合かで幅をもって示した。水蒸気放出の場合には、植物におけるトリチウム水（HTO）から有機結合型トリチウム（OBT）への変換によるOBTの影響も考慮されている。

[大きい画像で見る](#)

上の表は、UNSCEARの評価モデルを使って、水蒸気放出もしくは海洋放出による放射線の影響をそれぞれ評価したものです。1年間でどれだけの量のトリチウムを放出するかという「処分速度」については、放出量が年間約860兆ベクレルの場合、年間約86兆ベクレルの場合、年間約8.6兆ベクレルの場合を仮に置いて評価をおこなっています。

約860兆ベクレルという数値は、2019年10月31日時点で、福島第一原発の敷地内にあるタンクに貯蔵されているトリチウムの総量です。

タンク水位	実測or推定	貯蔵量	トリチウム量
ALPS処理水タンク（実測値）	実測	約83万m <sup>3</sup>	約506兆Bq
ALPS処理水タンク等*1（推定値）	推定	約34万m <sup>3</sup>	約350兆Bq*2
合計		約117万m <sup>3</sup>	約856兆Bq

\*1：測定未実施・移送中のALPS処理水タンク及びストロンチウム処理水タンクを含む。

\*2：推定値であるため、今後、実測の結果によって値を見直す可能性がある。

[大きい画像で見る](#)

#### 詳しく知りたい

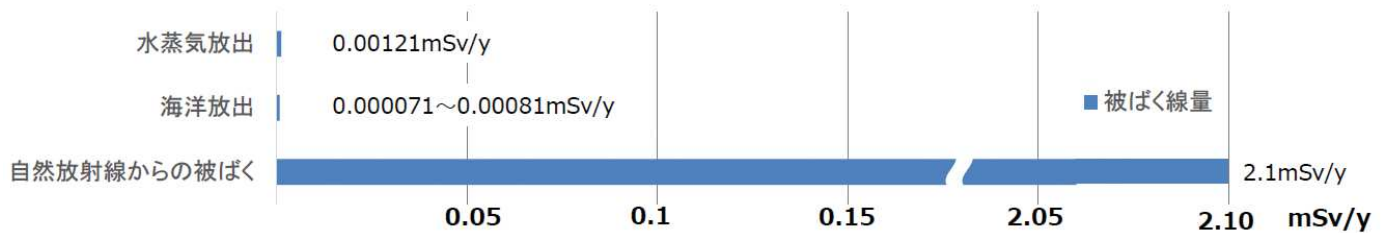


東京電力資料（第15回ALPS小委員会 資料5）「多核種除去設備等処理水の貯蔵・処分の時間軸」（PDF形式:298 KB）

つまりこのモデルによれば、現時点で貯蔵されている、トリチウムを含んだALPS処理水すべてを1年間で処理した場合、放射線による影響は、海洋放出であれば年間約0.000071～0.00081ミリシーベルト、水蒸気放出であれば年間約0.0012ミリシーベルトという計算結果になるわけです。

日常生活の中で空気中にある放射性物質などから受ける「自然被ばく」は、日本の平均値で年間2.1ミリシーベルトですから、たとえ約860兆ベクレルを1年間で処分したとしても、その放射線による影響は、自然被ばくにくらべてじゅうぶんに小さい値になる（自然被ばくの約1000分の1）という計算結果が得られました。

### 年間約860兆Bq放出した場合の放射線影響と自然放射線による放射線影響の比較



[大きい画像で見る](#)

ALPS小委員会では、こうした科学的な事実に加えて、風評被害対策など、社会的な観点も含めて、有識者による議論が進められています。今後取りまとめられる有識者の提言をふまえて、「復興」と「廃炉」を両立して進めていくため、最適な処分方法について政府として検討していきます。

## お問合せ先

### 記事内容について

経済産業省 大臣官房 福島復興推進グループ 原子力発電所事故収束対応室

### スペシャルコンテンツについて

長官官房 総務課 調査広報室

小委員会での議論を踏まえて、2019/12/18に公開した記事における被ばく影響評価について、評価の前提条件を、アジア太平洋地域の人々の食習慣から日本人の食習慣に合わせて再計算いたしました。これに伴い、計算結果の表等を修正しております。また、グラフの単位を $\mu\text{Sv/y}$ （マイクロシーベルト）から $\text{mSv/y}$ （ミリシーベルト）へ変更するとともに、水蒸気放出の場合は、植物におけるトリチウム水（HTO）から有機結合型トリチウム（OBT）への変換も考慮されていることを追記しました。

(2020/2/21 17:00)