

多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 実施計画変更認可申請【概要】

TEPCO

2022年11月14日
東京電力ホールディングス株式会社

- 当社は、多核種除去設備等処理水（以下、ALPS処理水）の取扱いについて、2021年4月に公表された政府の基本方針を踏まえ、ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の設計および運用等の具体的な検討を進め、同年12月、原子力規制委員会に「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書」を提出し、2022年7月22日に認可をいただきました。
- 今回、ALPS処理水希釈放出設備の運転・保守管理等の組織体制、また、海洋放出前に放出基準を満足していることを確認するための測定・評価対象核種、さらに、測定・評価対象核種の見直しを踏まえた放射線環境影響評価結果について追記・改定を行い、本日（11月14日）、原子力規制委員会に「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書」を提出いたしましたので、お知らせいたします。
- 引き続き、福島の皆様や広く国内・国際社会の皆様に、科学的な根拠に基づく情報を国内外に分かりやすく発信する取組みや、様々な機会をとらえて皆様のご懸念やご意見をお伺いし当社の考えや対応について説明を尽くす取組みを徹底することで、廃炉作業の一環であるALPS処理水の取扱いについてご理解を深めていただけるよう、全力で取り組んでまいります。
- また、ALPS処理水希釈放出設備等の工事の状況を適時お伝えし、加えて、自治体の安全確認、国際原子力機関（IAEA）のレビュー等に真摯に対応し、客観性・透明性を確保することで、国内外から信頼いただけるよう取り組んでまいります。

1-1. 実施計画の概要

実施計画の一部補正箇所/補正内容	スライド
第Ⅲ章 特定原子力施設の保安	
第1編／第2編 保安に関する職務	
ALPS処理水希釈放出設備運用開始後の運用体制の変更	5
第3編 保安に係る補足説明	
ALPS処理水海洋放出前に、放出基準（告示濃度比総和1未満）を確認する測定・評価の対象とする放射性核種の選定	6～14
参考資料	
「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」を踏まえた対応	
ALPS処理水の海洋放出に係る放射線環境影響評価報告書（建設段階）	別紙3

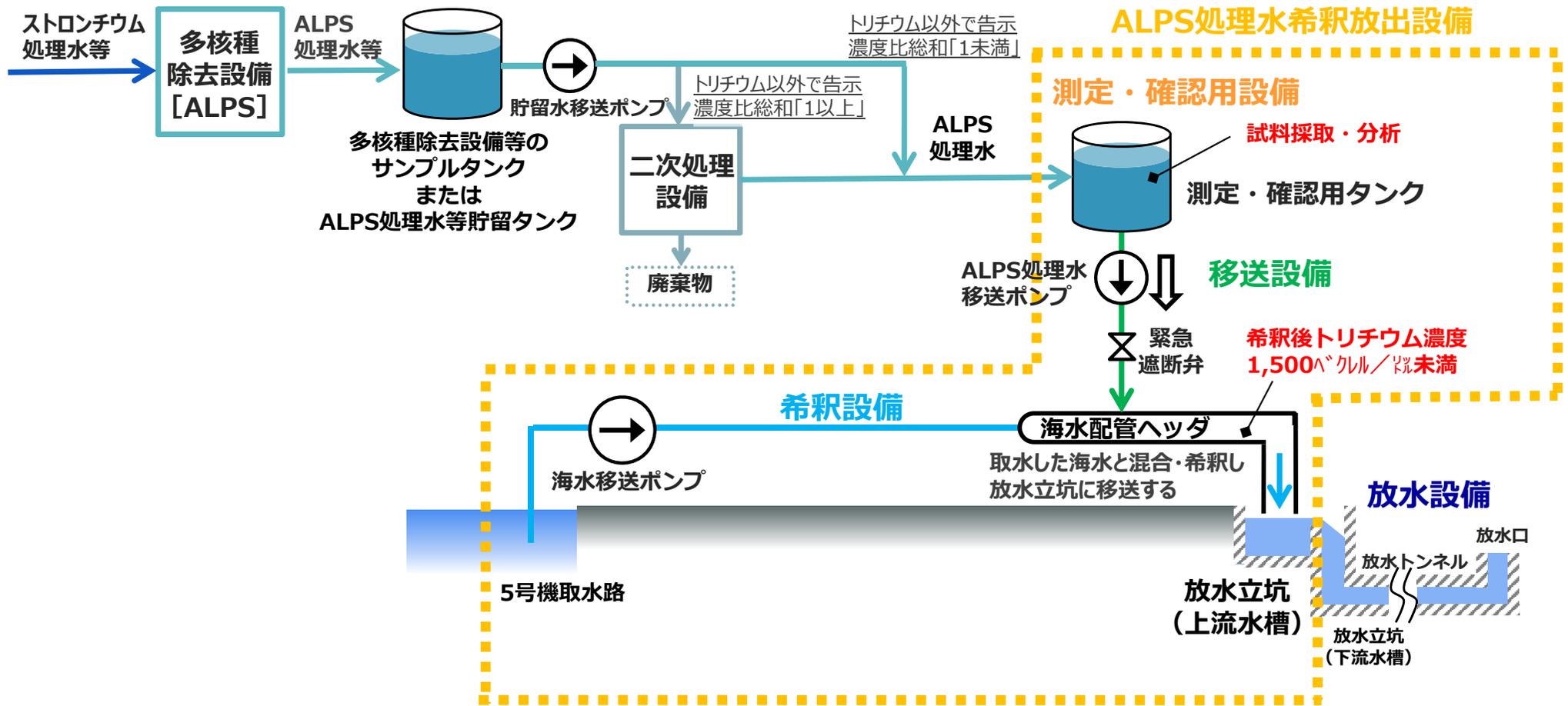
2-1. ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の全体概要 **TEPCO**

■ 目的

多核種除去設備で放射性核種を十分低い濃度になるまで除去した水が、ALPS処理水（トリチウムを除く放射性核種の告示濃度比総和 1 未満を満足した水）であることを確認し、海水にて希釈して、海洋に放出します。

■ 設備概要

測定・確認用設備は、測定・確認用タンク内およびタンク群の放射性核種の濃度を均質にした後、試料採取・分析を行い、ALPS処理水であることを確認する。その後、移送設備でALPS処理水を海水配管ヘッダに移送し、希釈設備により、5号機取水路より海水移送ポンプで取水した海水と混合し、トリチウム濃度を1,500ベクレル/l未満に希釈したうえで、放水設備に排水します。放水設備では、沿岸から1km離れた放水口から海洋へ放出します。



2-2. ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の全体像

出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>



※：共同漁業権非設定区域

測定・確認用設備

3群で構成し、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担い、測定・確認工程では、循環・攪拌により均質化した水を採用して分析を行う（約1万m³×3群）

移送設備

防潮堤

緊急遮断弁や移送配管の周辺を中心に設置

緊急遮断弁

二次処理設備（新設逆浸透膜装置）

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1～10」の処理途上水を二次処理する

二次処理設備（ALPS）

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1以上」の処理途上水を二次処理する

ALPS処理水等タンク

流量計・流量調整弁・緊急遮断弁（津波対策）

海水配管ヘッド
（直径約2m×長さ約7m）

海水流量計

海水移送ポンプ（3台）

5号機取水路

希釈用海水
（港湾外から取水）

希釈設備

放水立坑（上流水槽）

放水設備

放水立坑（下流水槽）

放水トンネル（約1km）

放水トンネルの損失に見合う水頭差（下流水槽の水面高さと海面の高さの差）を利用して自然流下させる

海へ

3-1. 主な変更内容：組織体制

- ALPS処理水希釈放出設備の運用開始後は、引き続きALPS処理水プログラム部が海洋放出に関する設備のプロジェクトの計画及び管理をするものの、設備の保守管理や運転管理等を実施する運用箇所を、実施計画上で明確にしました。

組織	保安に関する職務（変更箇所）	赤字：記載変更箇所
ALPS処理水プログラム部	海洋放出に関連する設備のプロジェクトの計画及び管理、運用方法の検討並びに <u>ALPS処理水希釈放出設備の運転計画に関する業務</u> 他	
建設・運用・保守センター 運用部 水処理当直	汚染水処理設備等、滞留水を貯留する建屋、多核種除去設備等、サブドレン他水処理施設及び <u>ALPS処理水希釈放出設備</u> の運転管理	
建設・運用・保守センター 機械部 貯留設備G	汚染水処理設備等（貯留設備）の土木設備及び <u>ALPS処理水希釈放出設備の機械設備</u> の保守管理 汚染水処理設備等（貯留設備の付帯設備）及び雨水処理設備等の建設・設置及び保守管理	
建設・運用・保守センター 電気・計装部 水処理計装G	汚染水処理設備等、滞留水を貯留する建屋、多核種除去設備等、サブドレン他水処理施設、油処理装置、3号機原子炉格納容器内取水設備、 <u>ALPS処理水希釈放出設備</u> 等に係る計装設備の建設・設置及び保守管理	

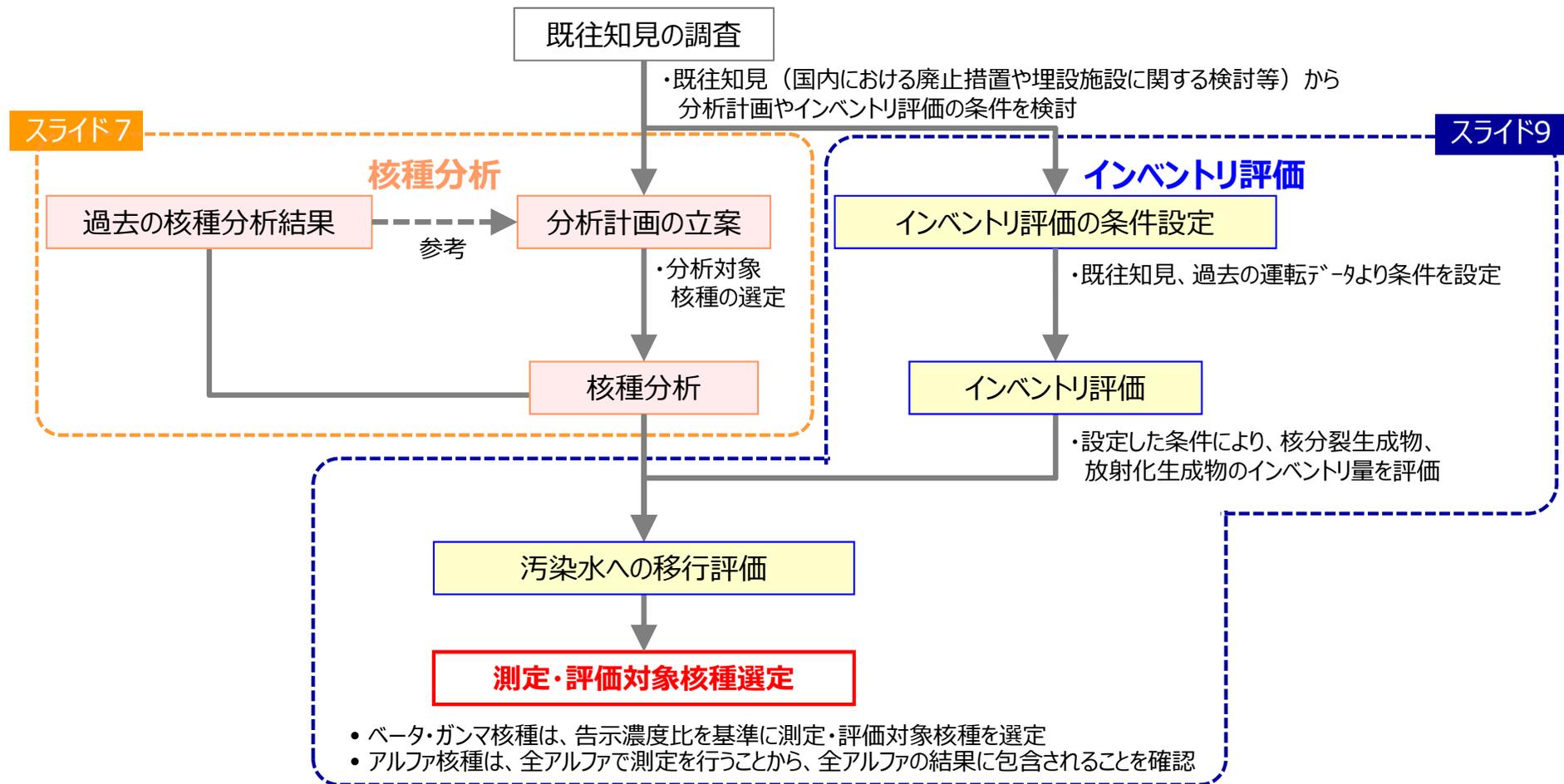
なお、上記以外の運用箇所については、現在の実施計画の記載で職務の解釈可能なため、実施計画の記載変更は行いません。各々の職務は、下記グループにて対応します。

- 例) ・電気設備の保守管理：建設・運用・保守センター 電気・計装部 電気設備保守G
- ・土木設備の保守管理：建設・運用・保守センター 土木部 土木基盤設備G
- ・建築設備の保守管理：建設・運用・保守センター 建築部 建築設備保守G
- ・ALPS処理水の分析：防災・放射線センター 放射線・環境部 分析評価G

3-2. 主な変更内容：測定・評価対象核種の選定

ALPS処理水中の線量評価に影響を与える核種の選定の考え方

- 既認可の実施計画には、『**ALPS処理水の希釈放出前に放出基準**（ALPS処理水に含まれるトリチウム以外の放射性物質の告示濃度比総和が1未満）**を満足することを確実なものとするため、国内における廃止措置や埋設施設に関する知見を踏まえ、改めて徹底的に検証した上で、測定・評価対象核種を選定する**』方針を記載しており、今回、検証した結果を踏まえた核種の選定の考え方を記載しました。



測定・評価対象核種選定検討の全体像

3-3. 核種追加分析の結果

- 検証の中では、廃止措置や埋設施設に関する研究において着目されている核種が、実際の建屋滞留水、ストロンチウム処理水、およびALPS処理水等に有意に存在するか否か、過去の分析結果、および追加分析を実施して確認を行いました。
- その結果、**廃止措置や埋設施設に関する研究で着目されている核種（アルファ核種含む）は、ALPS処理水において不検出である**※ことを確認しました。

※：告示濃度の1/100以下であり、かつ検出限界値未満、ウランは環境中に含まれる非常に微量の天然ウランを検出

過去に測定を実施した核種							第9回ALPS処理水審査会合資料より						
核分裂生成物：56核種							腐食生成物：6核種			左記以外の核種：2核種			
Rb-86 ルビウム	Sr-89 ストロンチウム	Sr-90 ストロンチウム	Y-90 イットリウム	Y-91 イットリウム	Nb-95 ニオブ	Tc-99 テクネチウム	Mn-54 マンガン	H-3 トリウム			C-14 炭素		
Ru-103 ルテチウム	Ru-106 ルテチウム	Rh-103m ロジウム	Rh-106 ロジウム	Ag-110m 銀	Cd-113m カドミウム	Cd-115m カドミウム	Fe-59 鉄	64核種以外の核種：20核種					
Sn-119m スズ	Sn-123 スズ	Sn-126 スズ	Sb-124 アンチモン	Sb-125 アンチモン	Te-123m テルル	Te-125m テルル	Co-58 コバルト	Cl-36 塩素	Ca-41 カルシウム	Ni-59 ニッケル			
Te-127 テルル	Te-127m テルル	Te-129 テルル	Te-129m テルル	I-129 ヨウ素	Cs-134 セシウム	Cs-135 セシウム	Co-60 コバルト	Se-79 セレン	Nb-94 ニオブ	Mo-99 モリブデン			
Cs-136 セシウム	Cs-137 セシウム	Ba-137m バリウム	Ba-140 バリウム	Ce-141 セリウム	Ce-144 セリウム	Pr-144 プロセチウム	Ni-63 ニッケル	Tc-99m テクネチウム	Te-132 テルル	I-131 ヨウ素			
Pr-144m プロセチウム	Pm-146 プロメチウム	Pm-147 プロメチウム	Pm-148 プロメチウム	Pm-148m プロメチウム	Sm-151 サマリウム	Eu-152 ユウロピウム	Zn-65 亜鉛	I-132 ヨウ素	La-140 ランタン	U-233 ウラン			
Eu-154 ユウロピウム	Eu-155 ユウロピウム	Gd-153 ガドリニウム	Tb-160 テルビウム	Pu-238 プルトニウム	Pu-239 プルトニウム	Pu-240 プルトニウム	U-234 ウラン						
Pu-241 プルトニウム	Am-241 アメリシウム	Am-242m アメリシウム	Am-243 アメリシウム	Cm-242 キュリウム	Cm-243 キュリウム	Cm-244 キュリウム	U-235 ウラン						
							U-236 ウラン						
							U-238 ウラン						
							Np-237 ネプツウム						
							Pu-242 プルトニウム						
							Cm-245 キュリウム						
							Cm-246 キュリウム						

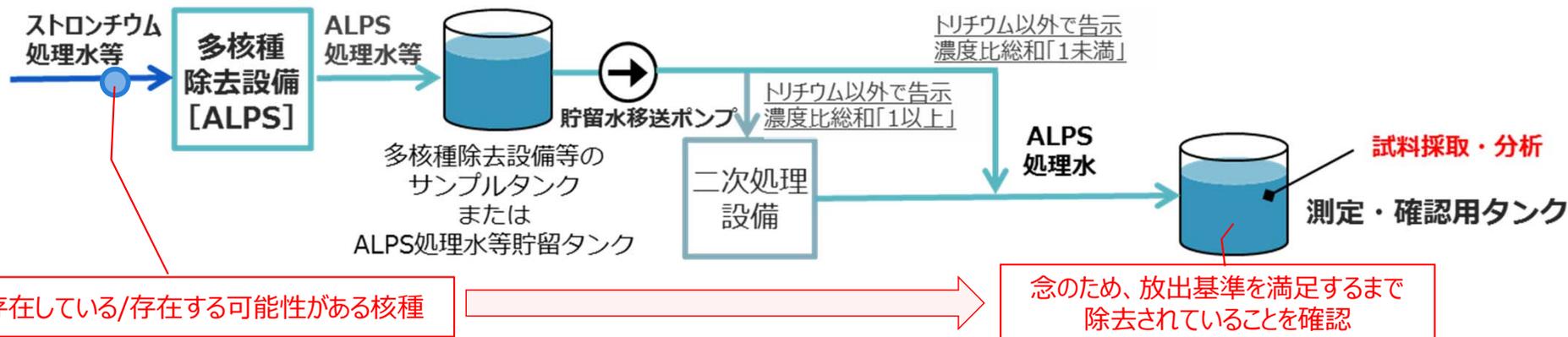
今回、既存知見から抽出し、追加分析した核種（下記の核種以外に建屋滞留水やストロンチウム処理水等に有意に含まれる可能性のあるα核種も確認）

Fe-55 鉄	Ni-59 ニッケル	Nb-93m ニオブ	Mo-93 モリブデン	Sn-121m スズ	Cl-36 塩素	Ca-41 カルシウム	Zr-93 ジルコニウム	Ba-133 バリウム	Se-79 セレン	Pd-107 パロジウム
-------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	--------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------	---------------------	------------------------

【参考】測定・評価対象核種の選定に対する考え方

- ALPS処理水等において、主要7核種※に炭素14及びテクネチウム99を加えた放射能濃度の分析結果の合計値と全ベータ測定値において、現行の64核種以外に放射性核種の存在を疑わせるようなかい離は認められていません。また全アルファについても、不検出の状態が続いています。
 - ※ 過去の処理水の62核種分析において告示濃度限度に対して有意に検出された、セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、ヨウ素129、コバルト60、アンチモン125、ルテニウム106のこと。
- 上記に加えて、前頁の通り、現行の64核種以外に、廃止措置や埋設施設に関する研究で着目されている核種を個別に分析した結果も、ALPS処理水において不検出であることを確認しました。
- 以上のことから、ALPSにおける除去性能は問題なく発揮しており、ALPS処理水において有意に存在する可能性がある核種は主要7核種、炭素14および、テクネチウム99であることを再確認しました。

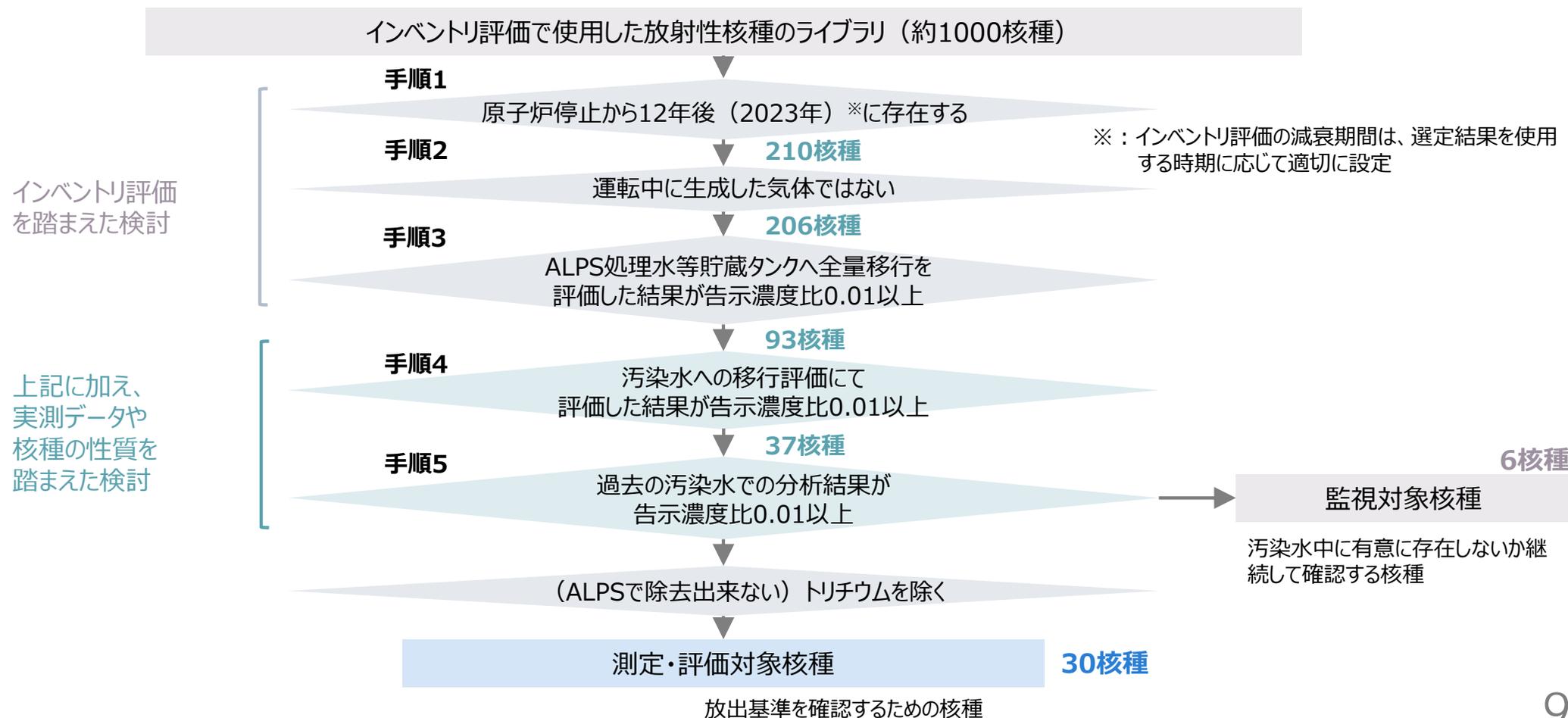
- 一方、測定・評価対象核種は、これまでのALPS処理水に関する審査会合や原子力規制庁及びIAEAからの指摘を踏まえ、**建屋滞留水やストロンチウム処理水等において、有意に存在している/存在する可能性がある核種が、海洋放出を行うALPS処理水では放出基準を満足するまで除去されていることを、念のために確認するという観点で選定**します。



3-4. インベントリ評価による測定・評価対象核種の選定

- 測定・評価対象核種は、下記に示す選定フローに基づき選定。
- 選定フローでは、IAEAや原子力規制庁の指摘を踏まえ、最初に、核種の半減期を考慮して現実的に存在しうる核種を選定します。その上で、ALPS処理水等貯蔵タンク内へ全量の放射性物質が移行をしているという仮定※をおき、机上での検討を改めて行っています。さらに、12年間蓄積してきた汚染水の実測データや核種の性質も踏まえて評価を行っています。

※震災後の12年間で、汚染水処理を継続して実施し、同タンクへ貯留してきたことを踏まえた仮定



3-5. 選定した測定・評価対象核種

- 前頁の選定フローに基づき評価した結果、**ALPS処理水の海洋放出に当たって測定・評価を行う対象核種は下表の30核種とトリチウム**です。
- なお、今回の変更内容（従前と比較して4核種追加し37核種を選定外すること）については、今後、IAEAのレビューを受けるとともに原子力規制委員会の審査を受ける予定です。

【測定・評価対象核種（30核種）】 ※下表の核種その他、トリチウムも測定

ALPS処理水を海洋放出する際に、下表の核種にて放出基準（告示濃度比総和1未満）を満足していることを確認します。

C-14 炭素	Y-90 イットリウム	I-129 ヨウ素	Eu-154 イウロピウム	Pu-239 プルトニウム
Mn-54 マンガン	Tc-99 テクネチウム	Cs-134 セシウム	Eu-155 イウロピウム	Pu-240 プルトニウム
Co-60 コバルト	Ru-106 ルテチウム	Cs-137 セシウム	U-234 ウラン	Pu-241 プルトニウム
Ni-63 ニッケル	Cd-113m カドミウム	Ce-144 セリウム	U-238 ウラン	Am-241 アメリシウム
Se-79 セレン	Sb-125 アンチモン	Pm-147 プロメチウム	Np-237 ネプツニウム	Cm-243 キュリウム
Sr-90 ストロンチウム	Te-125m テルル	Sm-151 サマリウム	Pu-238 プルトニウム	Cm-244 キュリウム

選定フローに基づき、念のため追加した核種

3-6. 測定・評価対象核種の定期的な確認

- 前頁の測定・評価対象核種は、今後の廃炉作業の進捗によって、その状況に変化が生じる可能性が考えられることから、下記の確認を継続して行います。
- 測定・評価対象核種以外の核種（以下「その他核種」という）が有意に存在することが確認された場合は、測定・評価対象核種の再評価を行います。なお、放射性核種の減衰についても、選定フローの中で反映します。
- これらの内容についても、今後の原子力規制委員会の審査の中で議論していく予定です。

【放出の都度の確認】

ALPS 処理水の放出基準を確認する際、全アルファ、全ベータ、Ge半導体検出器によるガンマ線測定で、その他核種が有意に存在しないことを確認します。

【汚染水の放射能濃度のトレンド確認】

集中トド建屋以降の汚染水の放射能濃度が、過去に確認された濃度以下であることを確認します。

【調査分析】

調査分析では、上記確認で懸念が有る事象が発生した場合に、その他核種の存在を調査します。懸念が無い場合であっても、ストロンチウム処理水等において、監視対象核種が有意な濃度で存在しないことの確認を1年に1回の頻度で行い、その他核種の存在を調査します。

○監視対象核種（6核種）

過去の汚染水、処理水の分析では有意な濃度で検出されていないものの、汚染水中に有意に存在しないか継続して確認する核種。

Cl-36 塩素	Fe-55 鉄	Nb-93m ニオブ	Nb-94 ニオブ	Mo-93 モリブデン	Ba-133 バリウム
-------------	------------	---------------	--------------	----------------	----------------

【参考】ALPS除去対象核種（62核種）, 炭素14との比較

- 今回の検証で変更となった核種は以下の通りです。
- なお、これまでの測定において、セレン79はALPS処理水等の全ベータ分析にて存在を疑わせるようなかい離が認められていないこと、ウラン234, ウラン238, ネプツニウム237はこれまでALPS処理水等で全アルファ分析が不検出であること、今回の追加分析でこれらの核種が不検出であったことから、ALPS処理水には有意な濃度で存在しないと考えられますが、念のため測定・評価対象とします。
- なお、ALPS除去対象核種のうち、**選定外とした37核種は、汚染水中にも有意に存在する可能性はありませんが、放出前に自主的に測定し、検出限界未満であることを確認**します。

測定・評価対象核種：30核種（=26+4）

※ 下表の核種の他、トリチウムも測定

C-14 炭素	Tc-99 テクネチウム	Cs-137 セシウム	U-238 ウラン	Cm-243 キュリウム
Mn-54 マンガン	Ru-106 ルテチウム	Ce-144 セリウム	Np-237 ネプツニウム	Cm-244 キュリウム
Co-60 コバルト	Cd-113m カドミウム	Pm-147 プロメチウム	Pu-238 プルトニウム	
Ni-63 ニッケル	Sb-125 アンチモン	Sm-151 サマリウム	Pu-239 プルトニウム	
Se-79 セレン	Te-125m テルル	Eu-154 イウロピウム	Pu-240 プルトニウム	
Sr-90 ストロンチウム	I-129 ヨウ素	Eu-155 イウロピウム	Pu-241 プルトニウム	
Y-90 イットリウム	Cs-134 セシウム	U-234 ウラン	Am-241 アメリシウム	

■ : 選定フローに基づき、念のため追加した核種（4核種）

ALPS除去対象核種のうち、測定・評価対象核種から選定外とした核種：37核種（=13+10+14）

Fe-59 鉄	Te-129m テルル	Co-58 コバルト	Te-123m テルル	Zn-65 亜鉛	Rh-106 ロジウム
Rb-86 ルビジウム	Cs-136 セシウム	Y-91 イットリウム	Te-127 テルル	Ag-110m 銀	Cs-135 セシウム
Sr-89 ストロンチウム	Ba-140 バリウム	Nb-95 ニオブ	Te-127m テルル	Sn-119m スズ	Ba-137m バリウム
Ru-103 ルテチウム	Ce-141 セリウム	Sn-123 スズ	Gd-153 ガドリニウム	Sn-126 スズ	Pm-146 プロメチウム
Rh-103m ロジウム	Pm-148 プロメチウム	Sb-124 アンチモン	Tb-160 テルビウム	Pr-144 プロセチウム	Eu-152 イウロピウム
Cd-115m カドミウム	Pm-148m プロメチウム			Pr-144m プロセチウム	Am-242m アメリシウム
Te-129 テルル				Cm-242 キュリウム	Am-243 アメリシウム

- : インベントリ量が減少し、手順1で選定外とした核種（13核種）
- : インベントリ量が減少し、手順3で選定外とした核種（10核種）
- : 原子炉等から汚染水への移行状態を実態に合わせて見直した結果、手順4で選定外とした核種（14核種）

1 半核い
年減種
未期ず
満も
の

【参考】測定・評価対象核種の選定における主な論点

- 核種選定における主な論点は以下の通りです。
 - 選定フローで選定外とする基準を各核種の告示濃度の1/100としている理由
ALPS処理水の海洋放出によって与える線量影響が十分小さいとして当該基準を設定しました。

手順3（ALPS処理水等貯蔵タンクへ全量移行を評価）の例

$$\text{核種 } i \text{ の濃度} = \text{核種 } i \text{ のインベントリ量(Bq)} \div \frac{\text{ALPS処理水等の貯蔵量(m}^3\text{)}}{133\text{万m}^3 \text{ (予測値) @2023年3月時点}} < \text{核種 } i \text{ の告示濃度} \times 0.01 \text{ (Bq/m}^3\text{)}$$

手順3では、炉心で生成したインベントリが全て、2023年3月時点に貯留しているALPS処理水等の貯蔵量へ移行したという仮定の評価を行っている。これは、これまでのPCV内部調査等の状況を踏まえると、生成したインベントリの全量がタンクへ移行したというのは、非常に保守的な設定※と考えています。

※生成したインベントリ全量がタンクに移行したという設定は、これまでの汚染水のサンプリング結果と比較すると、濃度評価で100倍以上の保守性を有しています。

手順4, 5（汚染水での濃度評価、実際の汚染水の濃度）の例

手順4, 5では汚染水の濃度を評価しており、仮に当該箇所で告示の濃度1/100であっても、その後のALPS除去を踏まえると、放出基準である告示濃度比総和1に与える影響は十分に小さいと考えています。

※ ALPSの除去対象核種は、本項と同様に汚染水で告示濃度1/100を超える核種を対象として設定



トリチウムを除く放射性的の62核種を告示濃度未満まで除去できる能力を有しています
 ※ 粒子状の放射性核種および、除去対象核種の同位体等の類似の性質を持つ核種も除去する能力を有しています

3-7. トリチウム以外の測定・評価対象核種の選定 まとめ

- 当社は、ALPS処理水を環境へ希釈・放出する前に最終的に確認する核種について、過去のALPS処理水に関する審査会合での議論や第一回IAEAレビュー報告書、福島県技術検討会報告書の要求事項をふまえ、改めて徹底的に検証しました。
- ALPS処理水中の放射性物質は、これまでも継続的に測定を実施しており、主要7核種※、炭素14、およびテクネチウム99以外の核種が有意に存在しないことを全ベータ測定・全アルファ測定などを通じて確認しています。さらに、既存の知見を踏まえて抽出した核種を追加分析した結果、ALPS処理水中に新たな核種（アルファ核種含む）は検出されませんでした。
- このことから、ALPS処理水の希釈・放出前に最終的に測定・評価する核種については、ALPS処理水の中にあるかないかによらず、ALPSで浄化処理する前の汚染水中に有意に存在する可能性がある核種を考慮し、30核種としました。
- なお、ALPSの除去対象とした62核種のうち、今回測定・評価対象外とした37核種は、汚染水中にも有意に存在する可能性はありませんが、当社としましては、風評抑制の観点から放出前に自主的に測定し、検出限界未満であることを確認します。

※ 過去の処理水の62核種分析において告示濃度限度に対して有意に検出された、セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、ヨウ素129、コバルト60、アンチモン125、ルテニウム106のこと。