

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

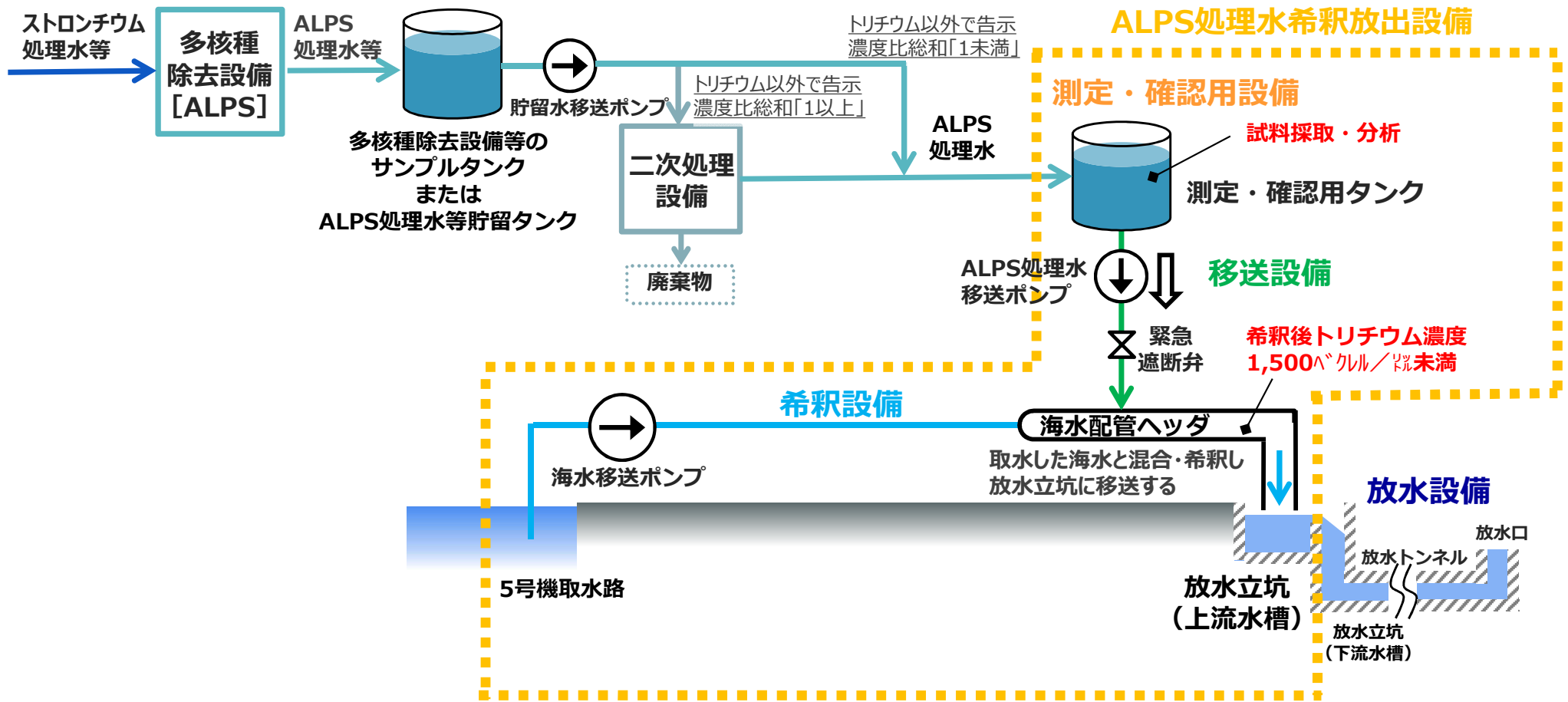
2-1. ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の全体概要 **TEPCO**

■ 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ドに移送し、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

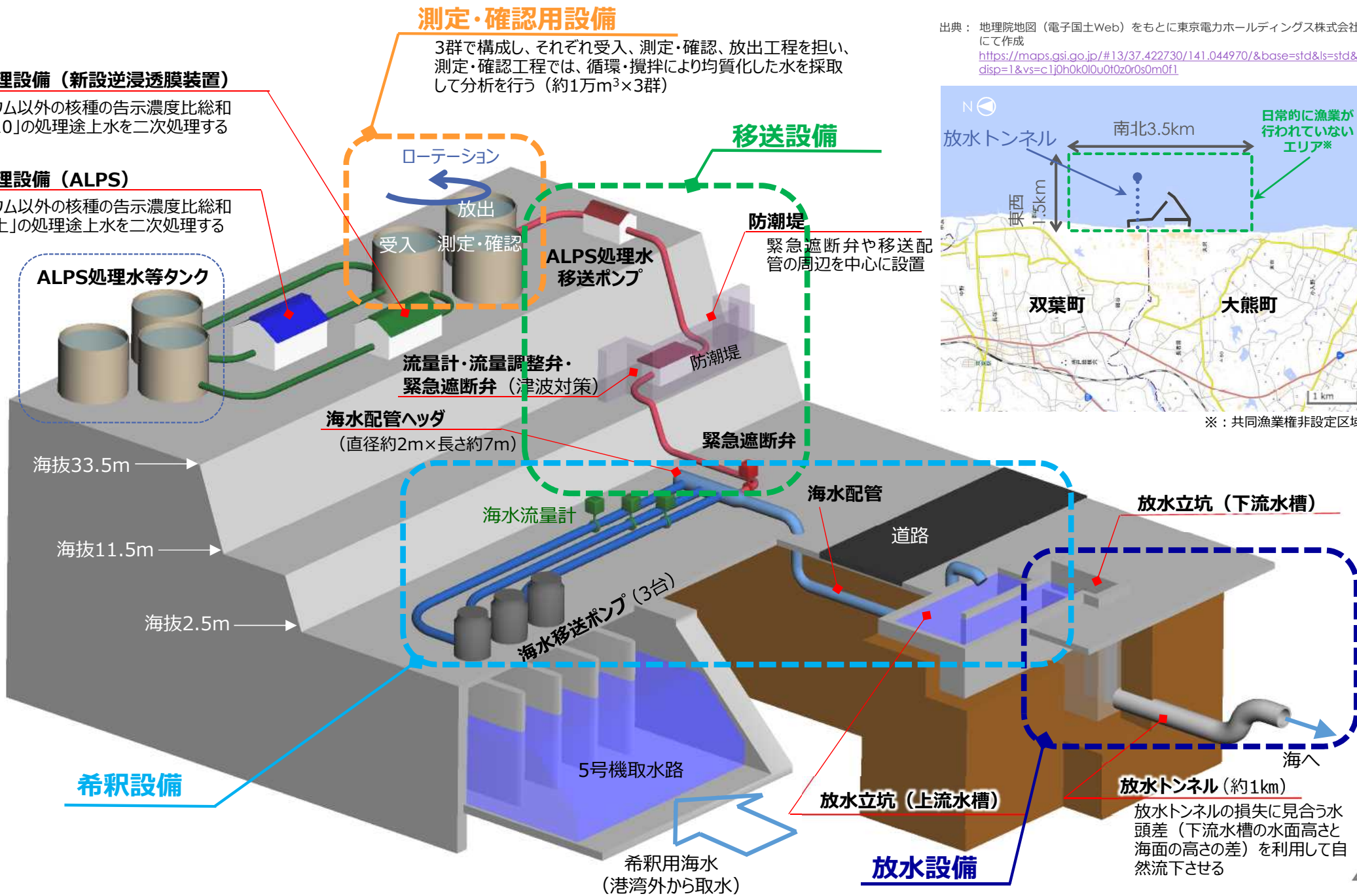
3群で構成し、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担い、測定・確認工程では、循環・攪拌により均質化した水を採用して分析を行う（約1万m³×3群）

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



希釈設備

希釈用海水
(港湾外から取水)

放水設備

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

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）
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

赤字：記載変更箇所

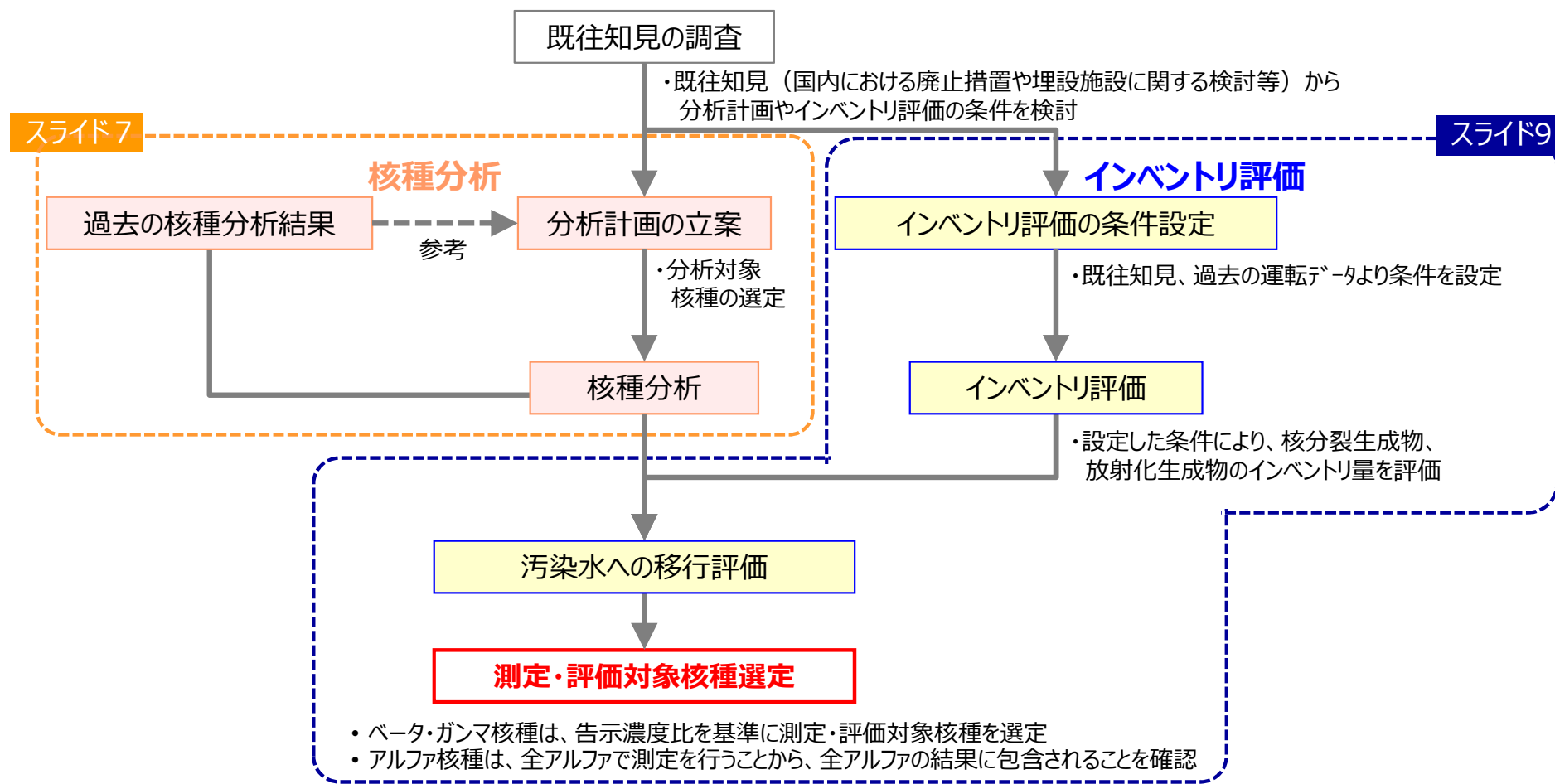
なお、上記以外の運用箇所については、現在の実施計画の記載で職務の解釈可能なため、実施計画の記載変更は行いません。各々の職務は、下記グループにて対応します。

- 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						

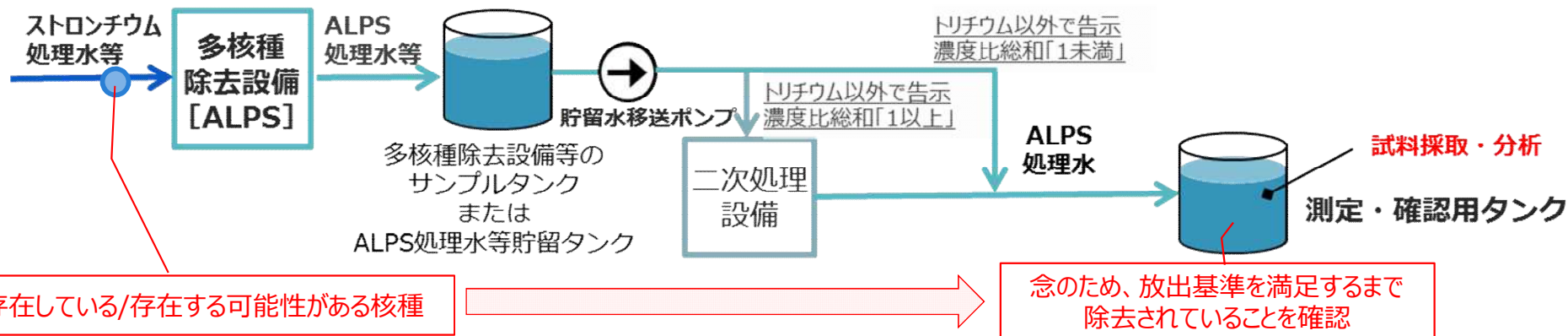
今回、既存知見から抽出し、追加分析した核種（下記の核種以外に建屋滞留水やストロンチウム処理水等に有意に含まれる可能性のあるα核種も確認）

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 パラジウム
-------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	--------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------	---------------------	------------------------

【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。

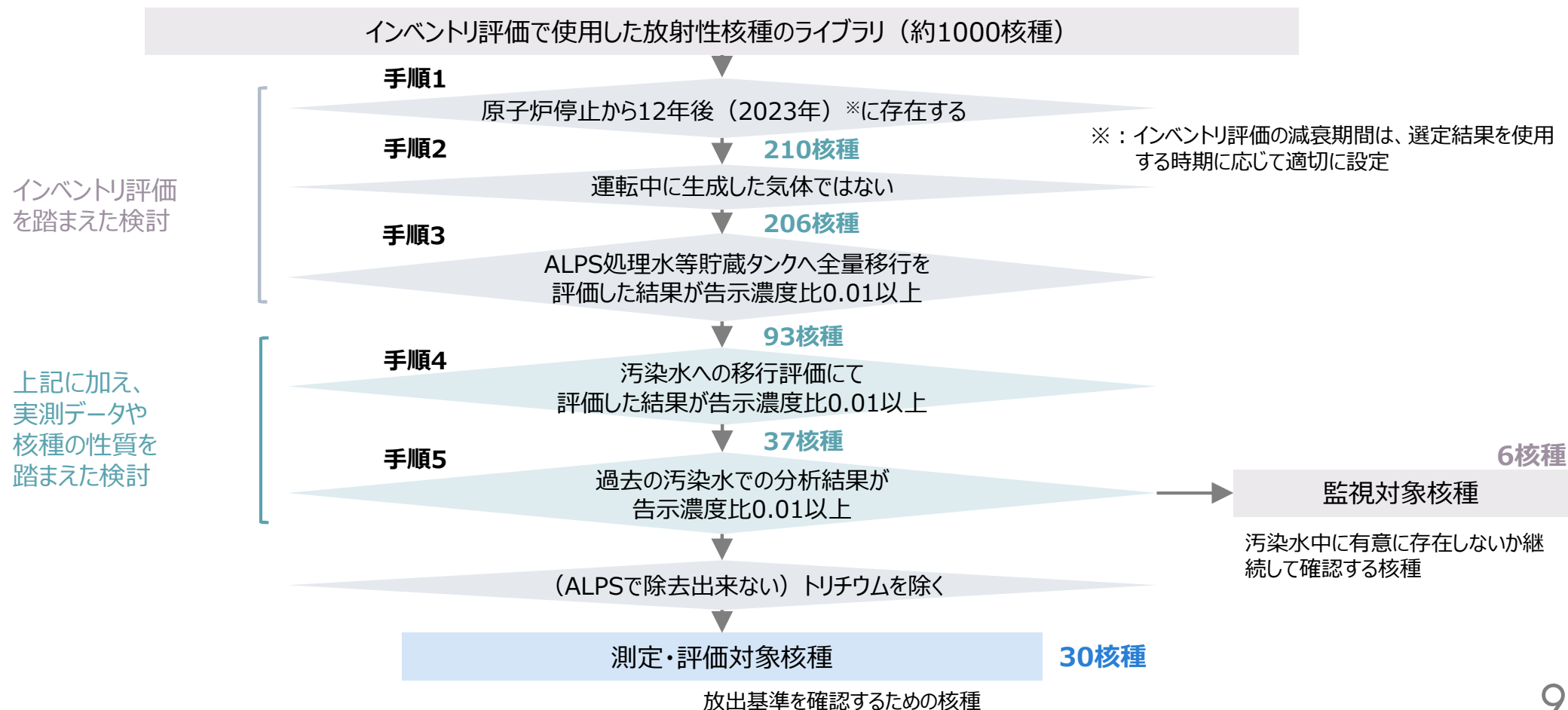
- 一方、測定・評価対象核種は、これまでのALPS処理水に関する審査会合や原子力規制庁及びIAEAからの指摘を踏まえ、建屋滞留水やストロンチウム処理水等において、有意に存在している/存在する可能性がある核種が、海洋放出を行うALPS処理水では放出基準を満足するまで除去されていることを、念のために確認するという観点で選定します。



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 ルテニウム	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 ルテニウム	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月時点で貯留している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、仮に当該箇所では告示の濃度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

- 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。

多核種除去設備等処理水（ALPS処理水）の海洋放出に係る放射線環境影響評価結果（建設段階*）について

TEPCO

2022年11月14日

* 本報告書の評価は、海洋放出に係る計画の設計・運用に関する検討の進捗、各方面からの意見、IAEAの専門家によるレビュー、第三者評価によるクロスチェックなどを通じて得られる知見の拡充により、適宜見直していくものである。

報告書の概要

- 2022年4月に「ALPS処理水の海洋放出に係る放射線影響評価結果（設計段階・改訂版）」公表後、当社における検討・工事の進捗や、IAEAのレビューならびに原子力規制委員会との議論等を踏まえて、評価を一部見直し
- 今回の評価では、ALPS処理水海洋放出時の測定・評価対象核種が選定されたことを踏まえ、ソースタームの見直しを実施
- 放射線環境影響評価に関し、線量評価値が一般公衆の線量限度や線量拘束値、国際機関が提唱する生物種ごとに定められた値を大幅に下回る、との結論は変わらない
 - 人に対する線量評価値は、設計段階時評価と比較し1/5～1/40程度に減少
 - 環境に対する線量評価値は、設計段階時評価と比較し1/20～1/60程度に減少

本評価について

- 政府の「基本方針」を踏まえ、当社が検討した設備設計および運用に則り放出を行った場合の人および環境への放射線の影響について、国際的に認知された手法（国際原子力機関（IAEA）安全基準文書、国際放射線防護委員会（ICRP）勧告）に従って評価する手法を定めました。
- それに従って評価すると、線量限度や線量目標値、また国際機関が提唱する生物種ごとに定められた値を大幅に下回る結果となり、人および環境への影響は極めて軽微であることが示されました。
- 今後も、原子力規制委員会による実施計画の認可取得に向けて必要な手続きを行うとともに、IAEAの専門家等のレビュー、各方面からの意見やレビュー等を通じて、評価を見直していきます。
- また、国内外の方々の懸念払拭ならびに理解醸成に向けて、人および環境への放射線の影響に関する科学的情報を、透明性高く継続的に発信していきます。

東京電力は、一般の方々や環境の安全を確保するため、放出水中のトリチウムおよびその他の放射性物質の濃度について、国際標準（IAEA安全基準文書やICRP勧告）に準拠した国の規制基準や各種法令等を確実に遵守します。

- 1. 評価の前提となる放出方法**
2. 評価の方法
3. 評価の結果
4. その他の変更点
5. 参考

評価の前提となる放出方法

- 放出前にALPS処理水海洋放出時の測定・評価対象30核種およびトリチウムを測定・評価（第三者機関による測定・評価を含む）し、トリチウム以外の核種の告示濃度比総和*が1未満まで浄化されていることを確認する
- トリチウムの年間放出量は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22兆ベクレル未満とする
- 放出にあたっては、海水により100倍以上に希釈し、排出口でのトリチウム濃度を1,500ベクレル/ℓ(Bq/L)未満とする。これにより、トリチウム以外の核種の告示濃度比総和も100分の1未満に希釈される
- 希釈後のALPS処理水は、放出水が希釈用の海水として再取水されにくくするため、発電所沖合約1kmの海底より放出する
- ALPS処理水の放出で異常が発生した場合は、緊急遮断弁を速やかに閉じるとともに、ALPS処理水の移送ポンプを停止して放出を停止する

* 告示濃度比総和：排水中に複数種の放射性物質が含まれる場合に、各核種の濃度の法令上の限度に対する比を求め、それを合計したもの。福島第一原子力発電所では、排水口にて告示濃度比総和が1を超えてはならないと法令で定められている。今回計画している海洋放出にあたっては、トリチウム以外の放射性物質は、希釈放出前の段階で告示濃度比総和が1未満となるようALPS等により処理を行い、トリチウム濃度は告示濃度(60,000ベクレル/ℓ未満)の40分の1のレベル(1500ベクレル/ℓ)になるまで、100倍以上の海水で希釈する。これにより、トリチウム以外の放射性物質の濃度は、告示濃度をはるかに下回ることになる。

1. 評価の前提となる放出方法
- 2. 評価の方法**
3. 評価の結果
4. その他の変更点
5. 参考

放射線環境影響評価の手順

国際原子力機関（IAEA）の安全基準文書*¹にしたがい、以下の手順で評価しました

人に対する評価

環境防護（人以外の生物）に関する評価

ソースタームの選択

- 処理水の海洋放出により放出される放射性物質の種類と量を定義

ソースタームの選択

- 処理水の海洋放出により放出される放射性物質の種類と量を定義

環境中での直接照射、
拡散・移動のモデリング

- 海洋に放出された各放射性物質がどのような経路で拡散・移動・蓄積するのかを検討

環境中での拡散・移動
のモデリング

- 海洋に放出された各放射性物質がどのような経路で拡散・移動・蓄積するのかを検討

被ばく経路の特定

- 環境中で拡散・移行した放射性物質から人がどのような経路で被ばくするのかを検討

被ばく経路の特定

- 環境中で拡散・移行した放射性物質から海生動植物がどのような経路で被ばくするのかを検討

代表的個人の選定

- 評価対象とする集団で上記被ばく経路から最も被ばくする人を定義

標準動物・植物の選定

- 評価対象とする種を選定（ICRP文書を基に扁平魚・カニ・褐藻類を選定）

代表的個人に対する
線量の評価

- 代表的個人が受ける線量を評価

標準動物および標準植
物への線量率の評価

- 標準動物および植物が受ける線量率を評価

推定線量と線量拘束値*²
および線量限度との比較

- 線量拘束値（0.05ミリシーベルト/年）および一般公衆の線量限度（1ミリシーベルト/年）と比較し判定

推定線量率と誘導考慮
参考レベルとの比較

- 生物種ごとに定められた誘導考慮参考レベルと比較し判定

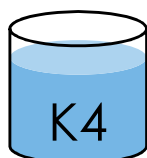
*1 IAEA GSG-9 “Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment”

IAEA GSG-10 “Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities”

*2 線量拘束値：線量限度に到達する前に、ある放射線作業または施設に責任を持つ者が、防護の安全の最適化のために定める数値。福島第一原子力発電所では、2022年2月16日に原子力規制委員会より、原子力発電所の線量目標値（年間0.05ミリシーベルト）はIAEA安全基準における線量拘束値に相当するとの見解が示された。

ソースターム（放出される放射性物質の種類と量）の選択

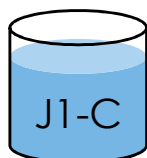
- より現実的な想定とする観点から、実際のALPS処理水のうち、分析・評価対象核種の実測値がほぼ揃っているタンク群3群それぞれの水が、海水で希釈後、放出期間中継続して放出されると仮定
- 原子力規制庁およびIAEAの指摘に基づきALPS処理水海洋放出時の測定・評価対象核種を見直した結果に基づき、ソースタームとして31核種を選定した。
- タンク群ごとの測定実績のない核種は、他タンクのデータを流用して評価
- これまでに検出されることがない放射性物質についても、検出下限値で含まれるものと仮定



i. K4タンク群

トリチウム濃度：約19万ベクレル/ℓ

トリチウム以外の30核種の告示濃度比総和*：0.28



ii. J1-Cタンク群

トリチウム濃度：約82万ベクレル/ℓ

トリチウム以外の30核種の告示濃度比総和：0.23



iii. J1-Gタンク群

トリチウム濃度：約27万ベクレル/ℓ

トリチウム以外の30核種の告示濃度比総和：0.12

いずれのケースでも、

- 年間のトリチウムの放出量は22兆ベクレルの範囲で放出を行う
- 希釈後のトリチウム濃度が1,500ベクレル/ℓ未満となるように希釈する

ことを前提としています

*告示濃度比総和：排水中に複数種の放射性物質が含まれる場合に、各核種の濃度の法令上の限度に対する比を求め、それを合計したもの。福島第一原子力発電所では、排水口にて告示濃度比総和が1を超えてはならないと法令で定められている。今回計画している海洋放出にあたっては、トリチウム以外の放射性物質は、希釈放出前の段階で告示濃度比総和が1未満となるようALPS等により処理を行い、トリチウム濃度は告示濃度(60,000ベクレル/ℓ未満)の40分の1のレベル(1500ベクレル/ℓ)になるまで、100倍以上の海水で希釈する。これにより、トリチウム以外の放射性物質の濃度は、告示濃度をはるかに下回ることになる。

【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）

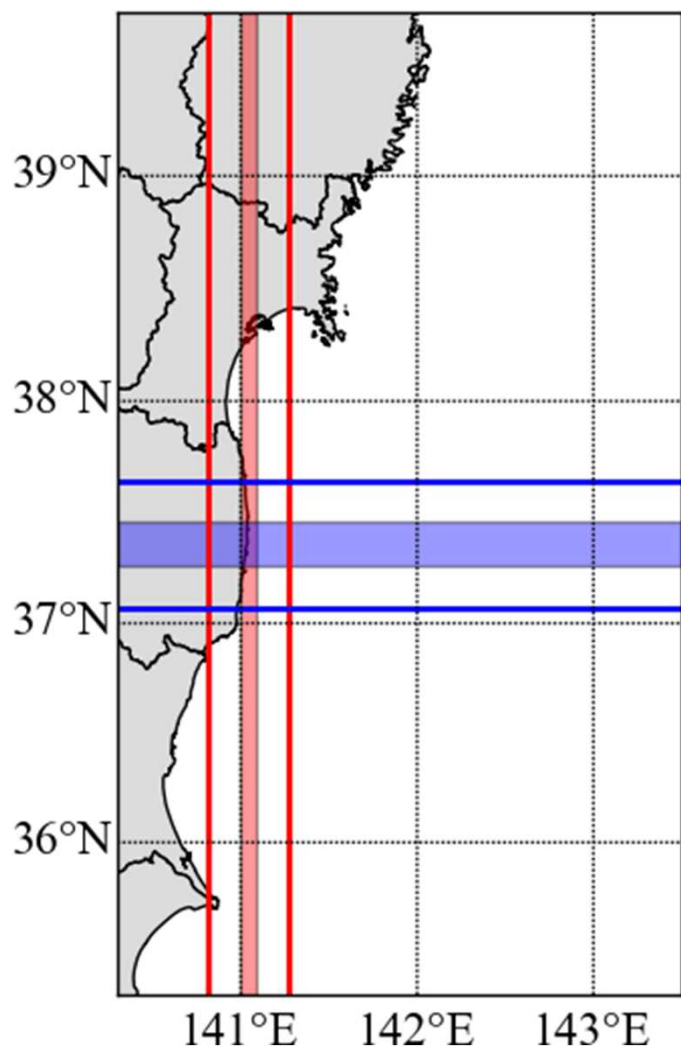
■ : インベントリ量が減少し、手順3で選定外とした核種（10核種）

■ : 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

環境中での拡散・移行（海域における拡散計算）

福島第一原子力発電所事故後の海水中セシウム濃度の再現計算で再現性が確認されたモデルを使用
さらに、発電所近傍海域を詳細にシミュレーションできるように高解像度化して計算



- 領域海洋モデル（Regional Ocean Modeling System: ROMS）を福島沖に適用
- 海域の流動データ
 - 海表面の駆動力に気象庁短期気象予測データを内挿したデータ^[1]を使用
 - 外洋の境界条件およびデータ同化*の元データとして、海洋の再解析データ（JCOPE2^[2]）を使用
- モデル範囲：北緯35.30～39.71度、東経140.30～143.50度（490km×270km）、発電所周辺南北約22.5km×東西約8.4kmの海域を段階的に高解像度化
 - 解像度（全体）：南北約925m x 東西約735m（約1km）、鉛直方向30層
 - 解像度（近傍）：南北約185m x 東西約147m（約200m）、鉛直方向30層（左図の赤と青のハッチが交差した海域）
- 気象・海象データ
 - 2014年および2019年の2年分実施

*データ同化：数値シミュレーションに実測データを取り入れる手法のこと。ナッジングともいう。

[1] 橋本 篤, 平口 博丸, 豊田 康嗣, 中屋 耕, “温暖化に伴う日本の気候変化予測（その1） -気象予測・解析システムNuWFASの長期気候予測への適用-,” 電力中央研究所報告, 2010.

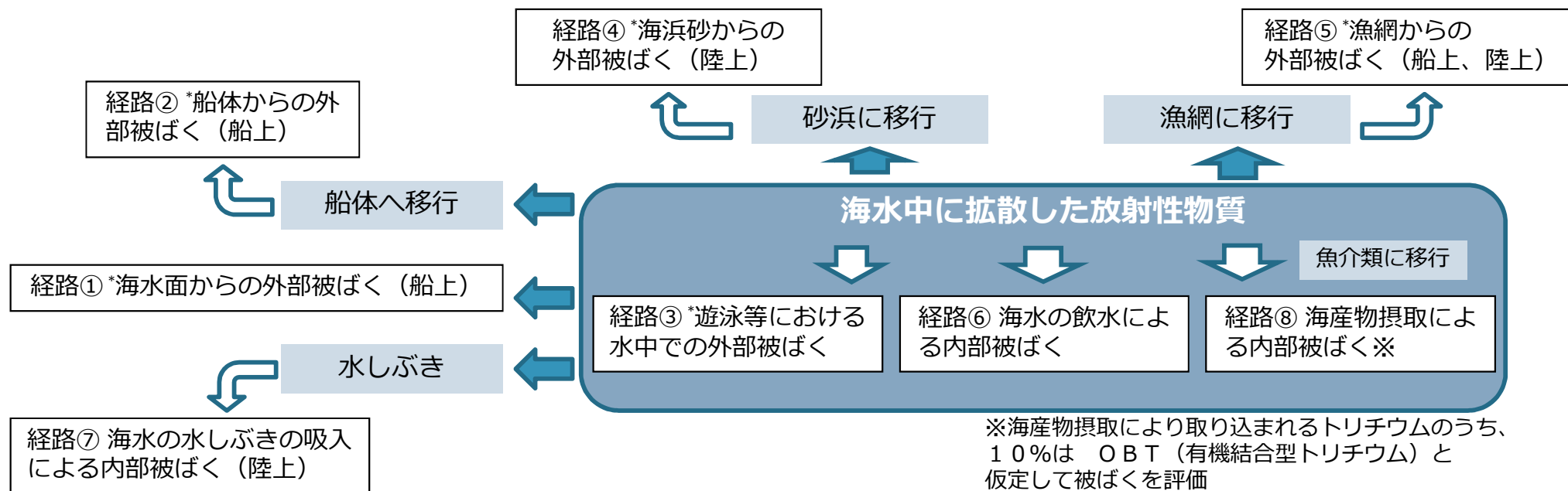
[2] Y.Miyazawa, R.Zhang, X.Guo, H.Tamura, D.Ambe, J.-S.Lee, A.Okuno, H.Yoshinari, T.Setou, and K.Komatsu,, “Water mass variability in the western North Pacific detected in a 15-year eddy resolving ocean reanalysis,” 2009.

被ばく経路の特定（評価モデル）

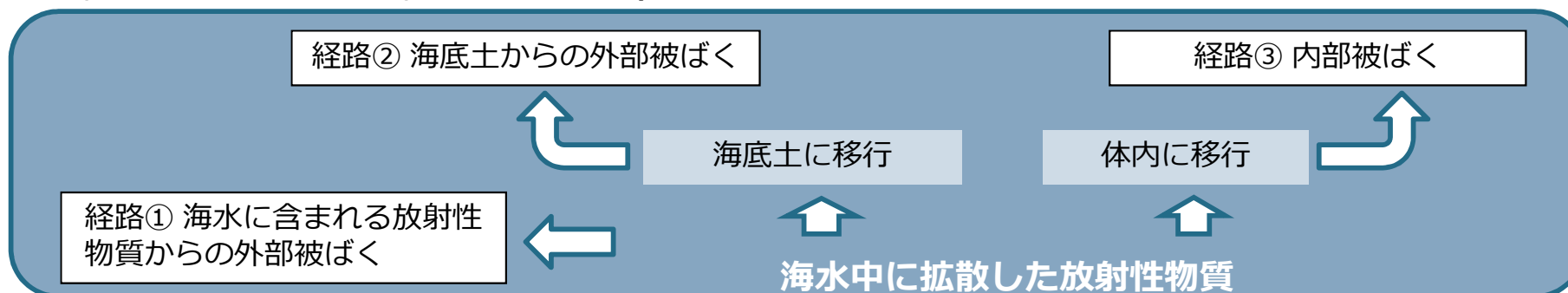
（1）移行経路および被ばく経路（人の被ばく）

- IAEA安全基準文書や国内の事例等を参考に設定（選定の経緯等は、添付VI「評価対象以外の移行経路、被ばく経路について」に掲載）

※外部被ばくについては、放射性物質を希釈して放出することで影響は小さいと予想されることから、ガンマ線のみを対象として評価（*の経路）



（2）移行経路および被ばく経路（動植物）



環境中での拡散・移行（評価用放射性物質濃度の算出）

- トリチウムを年間を通じて均等に放出し、年間の実気象・海象データを使用して海域のトリチウム濃度を計算
- 発電所の周辺 10km×10kmの領域で、トリチウムの年間平均濃度を算出
- 遊泳等における水中からの外部被ばく、海浜砂からの外部被ばく、海水の飲水による内部被ばく、および海水の水しぶきの吸入による内部被ばくについては、砂浜滞在時の被ばくとして評価地点を見直し
- その他の被ばく経路については、発電所の周辺 10km×10kmの領域で評価を実施
 - 上層（海水面、船体からの外部被ばく）、全層（漁網からの外部被ばく、海産物摂取による内部被ばく）、下層（動植物の被ばく）のそれぞれを計算
 - 算出したトリチウム濃度から、放出量の比例計算によりその他63核種の濃度を算出
- なお、評価対象とする海域の範囲による結果の不確かさについても評価するため、5km×5kmの範囲および20km×10kmの範囲についても被ばく評価を実施（添付XII「被ばく評価に使用する海水濃度の評価範囲による影響について」に掲載）



*共同漁業権非設定区域

線量評価に使用する 海水濃度の評価地点

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>

※なおトリチウム以外の核種についても、海水に溶けた状態で拡散・移行するものと評価。

代表的個人および標準動植物の設定

(1) 代表的個人（人の被ばく）

- 生活習慣（外部被ばく）は、「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」により設定
 - 年間120日（2,880時間）漁業に従事し、そのうち80日（1,920時間）は漁網の近くで作業を行う
 - 海岸に年間500時間滞在し、96時間遊泳を行う
- 海産物年間摂取量（内部被ばく）は、最新の食品摂取データから平均的な摂取量と魚介類を多く摂取する人の摂取量（平均+2σ*）の2種類評価

表 6-1-13 海産物を平均的に摂取する個人の摂取量 (g/日)

(厚労省・令和元年国民健康・栄養調査 [6]を基に設定)

	魚類	無脊椎動物	海藻類
成人	58	10	11
幼児	29	5.1	5.3
乳児	12	2.0	2.1

表 6-1-14 海産物を多く摂取する個人の摂取量 (g/日)

(厚労省・令和元年国民健康・栄養調査 [6]を基準に設定)

	魚類	無脊椎動物	海藻類
成人	190	62	52
幼児	97	31	26
乳児	39	12	10

(2) 標準動植物（環境防護）

ICRP Pub.136**で示された海洋環境における標準動植物から、標準扁平魚、標準カニ、標準褐藻を選定

- 扁平魚：周辺海域にヒラメ・カレイ類が広く生息しており、重要な操業対象魚
- カニ：周辺海域にヒラツメガニやガザミなどが広く生息
- 褐藻類：周辺海域にホンダワラ類やアラメが広く分布

*σ：標準偏差

** ICRP Pub.136 “Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation”

代表的個人に対する線量の評価

外部被ばく（経路①②③④⑤）

- 船舶による移動や水中作業時の海水からの放射線による被ばく（経路①③）

被ばく量 = 実効線量換算係数 × 海水中の放射性物質濃度

- 海水から船体や砂浜などに移行した放射性物質からの放射線による被ばく（経路②④⑤）

被ばく量 = 実効線量換算係数 × 移行係数 × 海水中の放射性物質濃度

- 各放射性物質1ベクレル/ℓから人が受ける放射線量を示す実効線量換算係数は、廃止措置工事環境影響ハンドブック*1に定める係数を使用
- 海水中に含まれる各放射性物質1ベクレル/ℓから船体や砂浜などにどれだけ放射性物質が移行するのかわを示す移行係数は、主に六ヶ所再処理工場の許認可書類*2に定める係数を使用。砂浜移行係数のみ旧原子力安全委員会指針類*3に定める係数を使用

*1 「発電用原子炉廃止措置工事環境影響評価技術調査 — 環境影響評価パラメータ調査研究（平成18年度経済産業省委託調査）
添付資料廃止措置工事環境影響評価ハンドブック」, (財)電力中央研究所

*2 「六ヶ所事業所再処理事業指定申請書」, 日本原燃サービス株式会社

*3 「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」, 原子力安全委員会

代表的個人に対する線量の評価

内部被ばく（経路⑥⑦⑧）

被ばく量 = 実効線量係数 × 摂取率

- 遊泳中などに、誤って海水を飲む場合の摂取率は0.2ℓ/時と設定（経路⑥）
- 海浜で波による水しぶきを吸入した場合の摂取率（経路⑦）

摂取率 = 海水中の放射性物質濃度 × 呼吸率 × 水しぶきの空気中濃度 ÷ 海水密度

- 呼吸率は、旧原子力安全委員会指針類*1に定める係数を使用
- 水しぶきの空気中濃度は、TECDOC-1759*2に定める係数を使用

- 海産物摂取に関する摂取率（経路⑧）

摂取率 = 海水中の放射性物質濃度 × 濃縮係数 × 海産物年間摂取量

- 実効線量係数は、IAEA GSR Part 3*3に定めるものを使用
- 濃縮係数は、IAEA TRS No.422*4に定める魚類、無脊椎動物（イカ、タコ除く）、海藻の値を使用
- 海産物の市場での希釈や採取から摂取までの各放射性物質の減衰は考慮せず
- なお、海産物の摂取率は、魚類、無脊椎動物（エビ、カニ、イカ、タコ含む）、海藻に分類して算出

*1 「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」, 原子力安全委員会

*2 IAEA-TECDOC-1759, "Determining the Suitability of Materials for Disposal at Sea under the London Convention 1972 and London Protocol 1996: A Radiological Assessment Procedure"

*3 IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards"

*4 IAEA Technical Report Series No.422, "Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment"

代表的個人に対する線量の評価

評価基準（外部被ばくと内部被ばくの合算で評価）

- 一般公衆の線量限度 1 ミリシーベルト/年と比較
- 2022年2月、原子力規制委員会が、放射線影響評価の確認における考え方と評価の目安として、0.05ミリシーベルト/年（50マイクロシーベルト/年）をIAEA安全基準における線量拘束値に相当するとの見解を示したことを受けて、この値（0.05ミリシーベルト/年）を本評価の線量拘束値として取り扱う

記載の充実：トリチウム以外の核種の移行、蓄積の評価について（4章）

- トリチウムの年間放出量は、上限値22兆Bqにて評価
- 7年間の拡散シミュレーション計算で、海洋における移流、拡散の年毎の変動が小さいことを確認
- 本来時間をかけて進む放射性物質の移行、濃縮は、すぐに平衡状態まで達したものと評価
 - 本評価は1年間の被ばく評価であるが、長期間にわたる放出により、環境中で放射性物質が蓄積した状態での評価となっており、放出期間を通じてこれ以上高い被ばくとなることはないと考えられる

標準動植物に対する線量率の評価

動植物

- 動植物については、生息環境における線量率を評価
- ICRPが示している標準動植物および線量換算係数を使用し、下記の計算式で計算
- 外部被ばくは、海水からの被ばくと海底土からの被ばくを考慮

内部被ばく量 = 内部線量換算係数 × 海水中の放射性物質濃度 × 濃度比 (経路③)

外部被ばく量 = 0.5 × 外部線量換算係数 × 海水中の放射性物質濃度 (経路①)

+ 0.5 × 外部線量換算係数 × 海水中の放射性物質濃度 × 分配係数 (経路②)

- 内部、外部の線量換算係数は、ICRP Pub. 136^{*1} およびBiotaDC^{*2}に定めるものを使用
- 濃度比は、ICRP Pub. 114^{*3}、IAEA TRS-479^{*4}及びTRS-422^{*5}の濃縮係数に定めるものを使用
- 分配係数は、IAEA TRS-422に定めるものを使用 (2.3.OCEAN MARGIN *K*ds)

評価基準

- ICRPがPub.124^{*6}にて提示している誘導考慮参考レベル (DCRL) ^{*7}と比較

*1 ICRP Pub.136, "Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation"

*2 ICRP BiotaDCプログラム v.1.5.1 (<http://biotadc.icrp.org/>)

*3 ICRP Pub.114, "Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants"

*4 IAEA Technical Report Series No.479, "Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer to Wildlife"

*5 IAEA Technical Report Series No.422, "Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment"

*6 ICRP Pub.124 "Protection of the Environment under Different Exposure Situations"

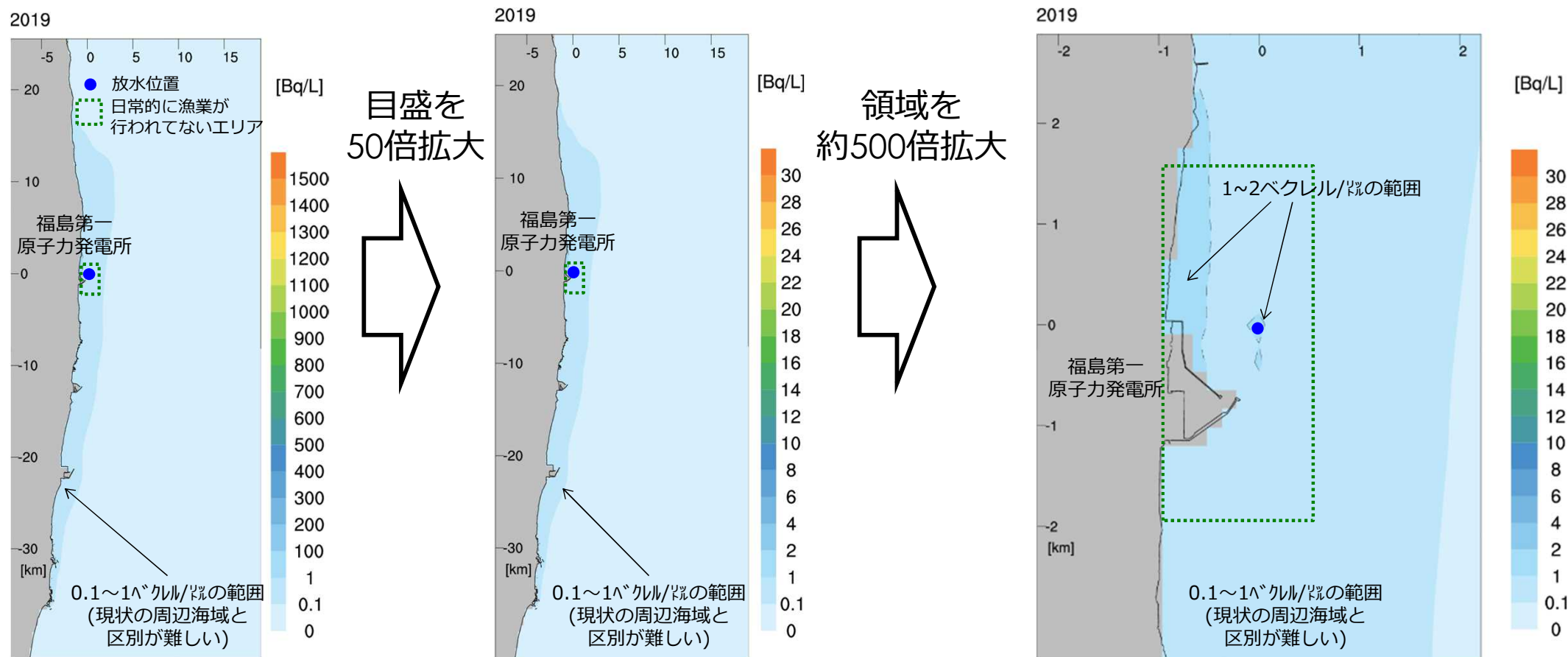
*7 誘導考慮参考レベル (Derived Consideration Reference Level, DCRL) : ICRPが提唱する生物種ごとに定められた1ケタの幅を持った線量率の範囲。これを超える場合には影響を考慮する必要がある線量率レベル。

1. 評価の前提となる放出方法
2. 評価の方法
- 3. 評価の結果**
4. その他の変更点
5. 参考

海洋における拡散シミュレーション結果

2019年の気象・海象データを使って評価した結果、現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度（0.1～1ベクレル/ℓ※）よりも濃度が高くなると評価された範囲（点線の内側の範囲）は、発電所周辺の2～3kmの範囲に留まる

※WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1～1万分の1



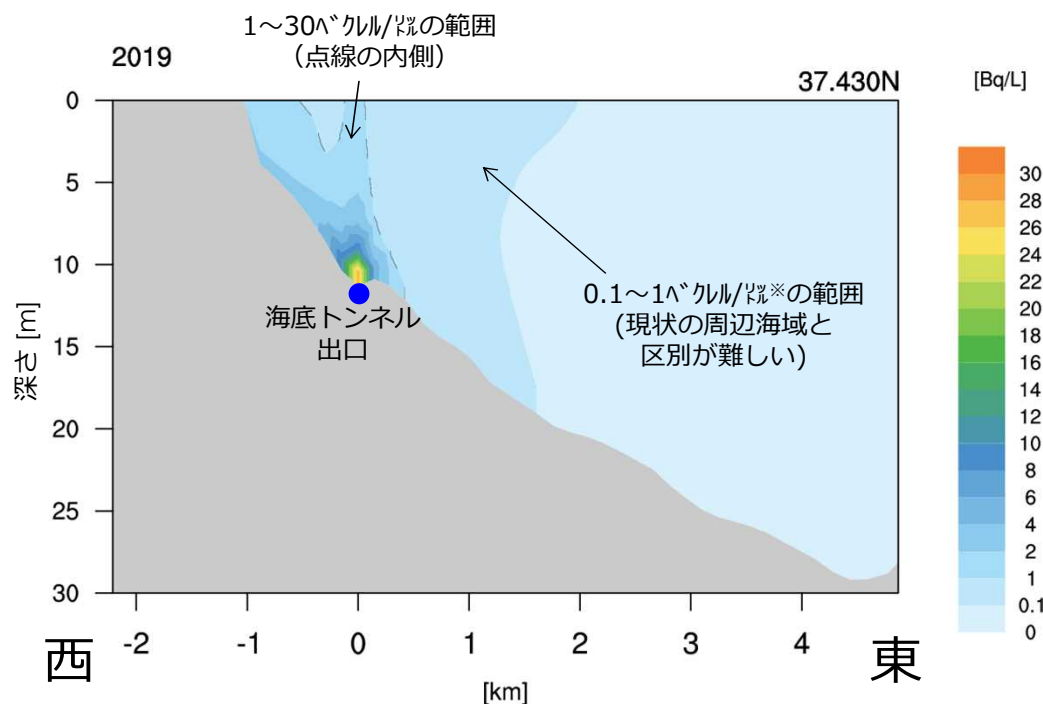
福島県沖拡大図
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)

発電所周辺拡大図
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)

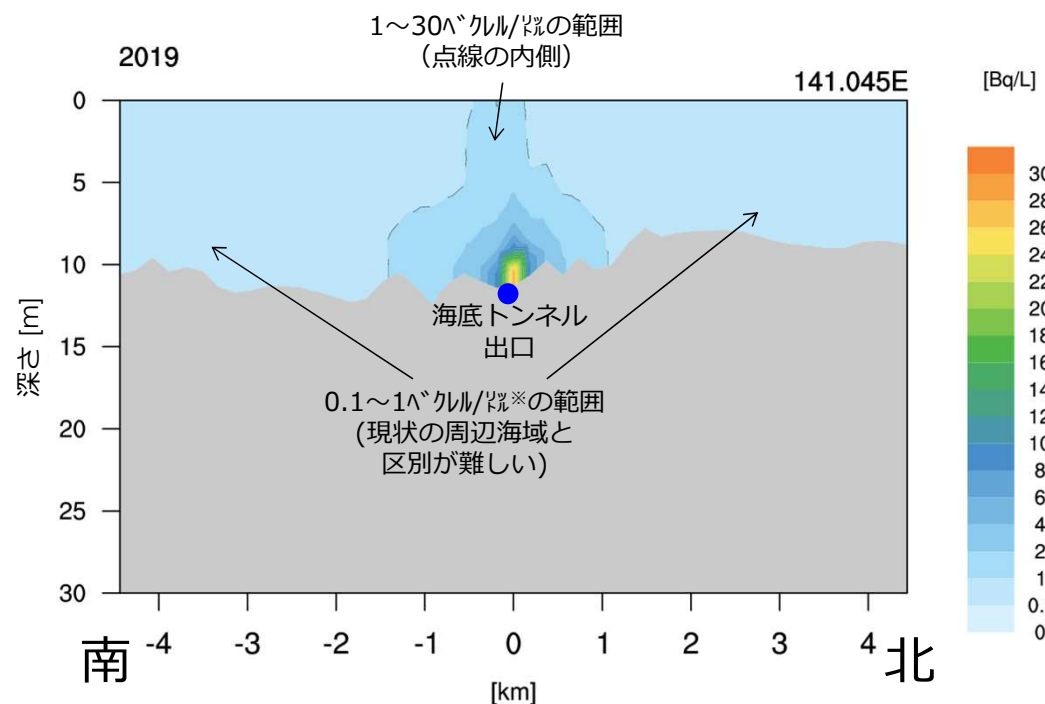
海洋における拡散シミュレーション結果（トンネル出口周辺）

拡散する前のトンネル出口の周辺で速やかに濃度が低下

なお、ICRPの勧告に沿って定められている国内の規制基準（6万ベクレル/ℓ）やWHO飲料水ガイドライン（1万ベクレル/ℓ）を大幅に下回る



トンネル出口東西断面図
（最大目盛30ベクレル/ℓにて作図）

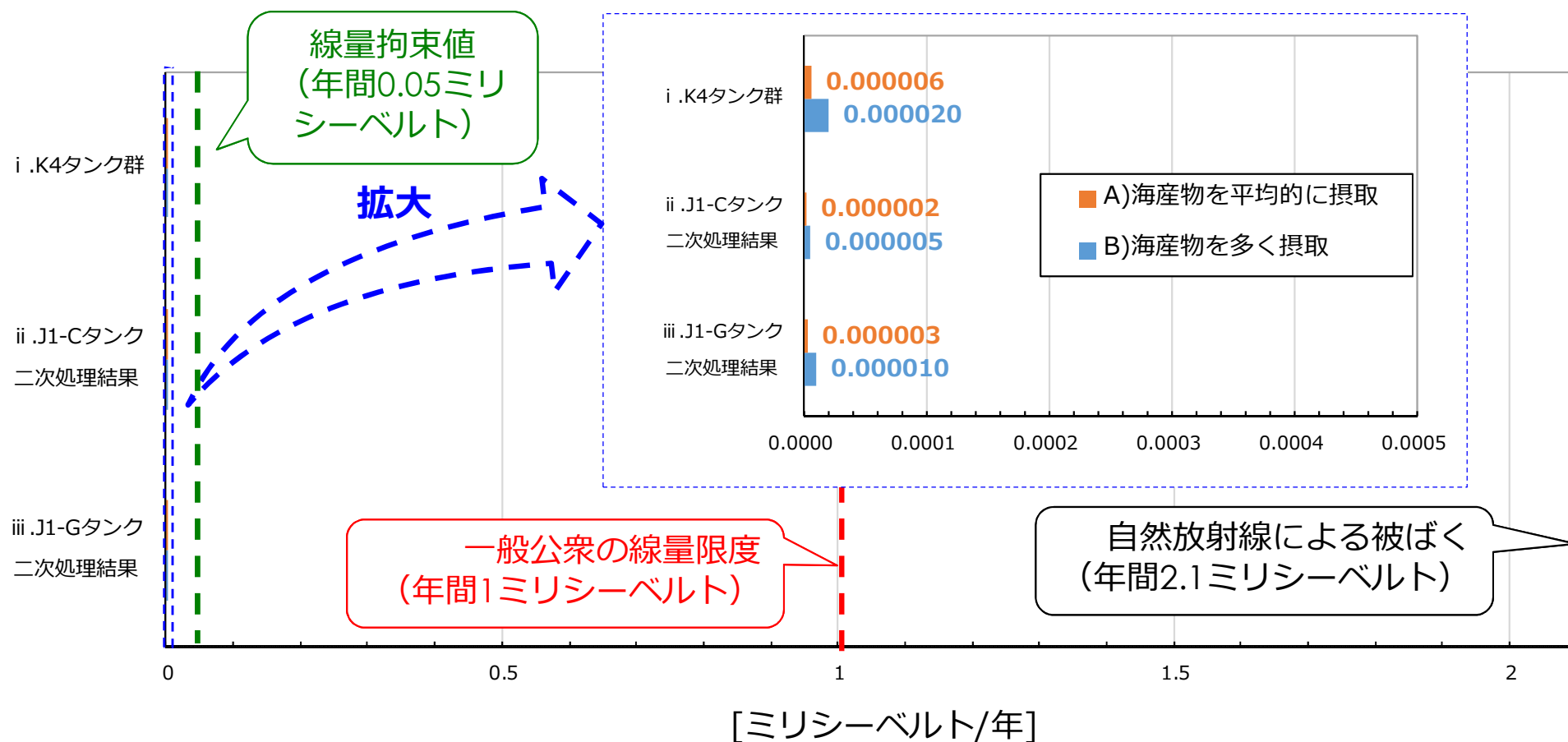


トンネル出口南北断面図
（最大目盛30ベクレル/ℓにて作図）

※WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1~1万分の1

人への被ばく評価結果 (建設段階)

- 一般公衆の線量限度 (年間1ミリシーベルト) の50万分の1~5万分の1、線量拘束値に相当する国内の原子力発電所に対する線量目標値 (年間0.05ミリシーベルト) との比較では2万5千分の1~2500分の1



(注) 代表で成人の結果のみ示す。この評価は、一度も検出されたことのない不検出核種についても検出下限値で存在すると仮定して試算したもの。なお、この評価は現時点での結果であり、今後の検討の進捗や社内外のレビューの結果等に応じ、評価を更新することがある。

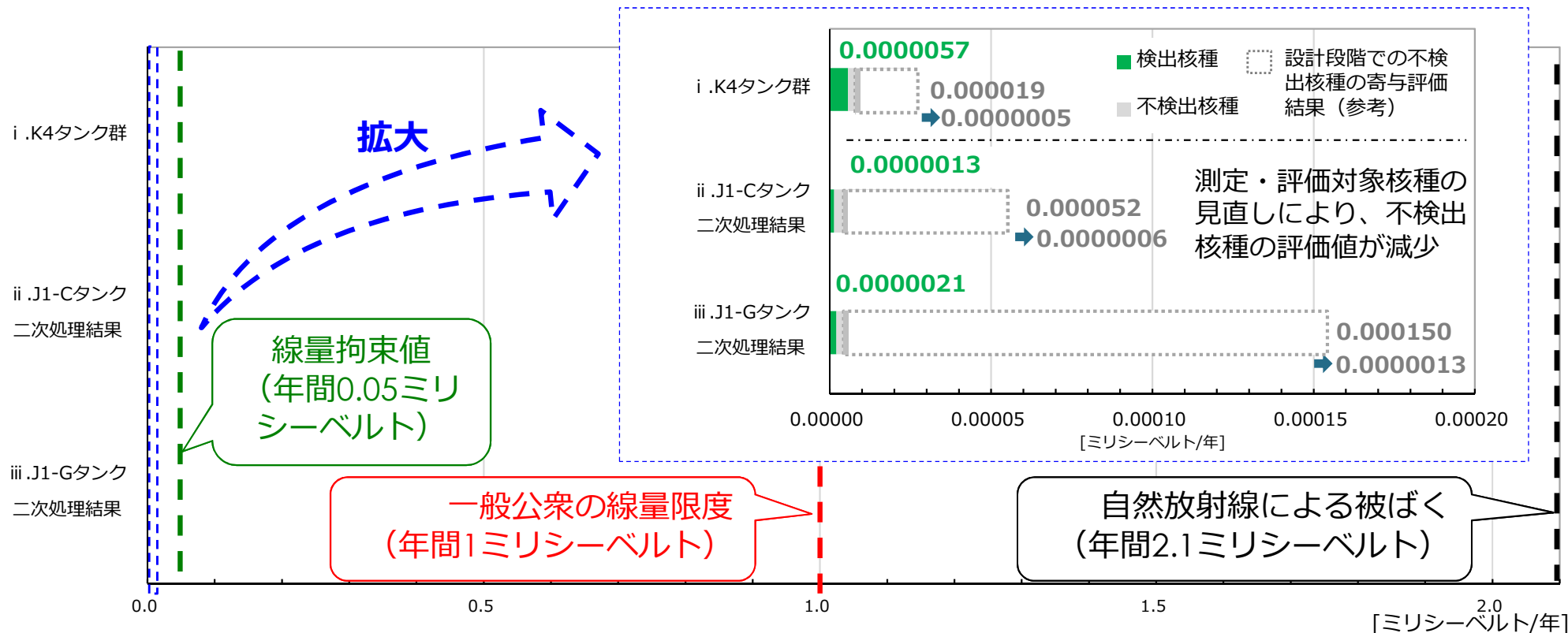
ソースターム見直しによる評価値への影響

- 設計段階における評価では、「不検出核種」による寄与が大部分を占めていたが、測定・評価対象核種の見直しに伴い31核種のソースタームに変更した結果、「不検出核種」による寄与が減少し、評価結果はさらに低下

- ✓ 今後、通常よりも低い検出下限値による測定を年1回程度行うことで、不検出核種による影響の水準を把握するべく努める

i .K4:検出下限値を低くした詳細分析
ii .J1-C, iii .J1-G:継続的に運用可能な検出下限値

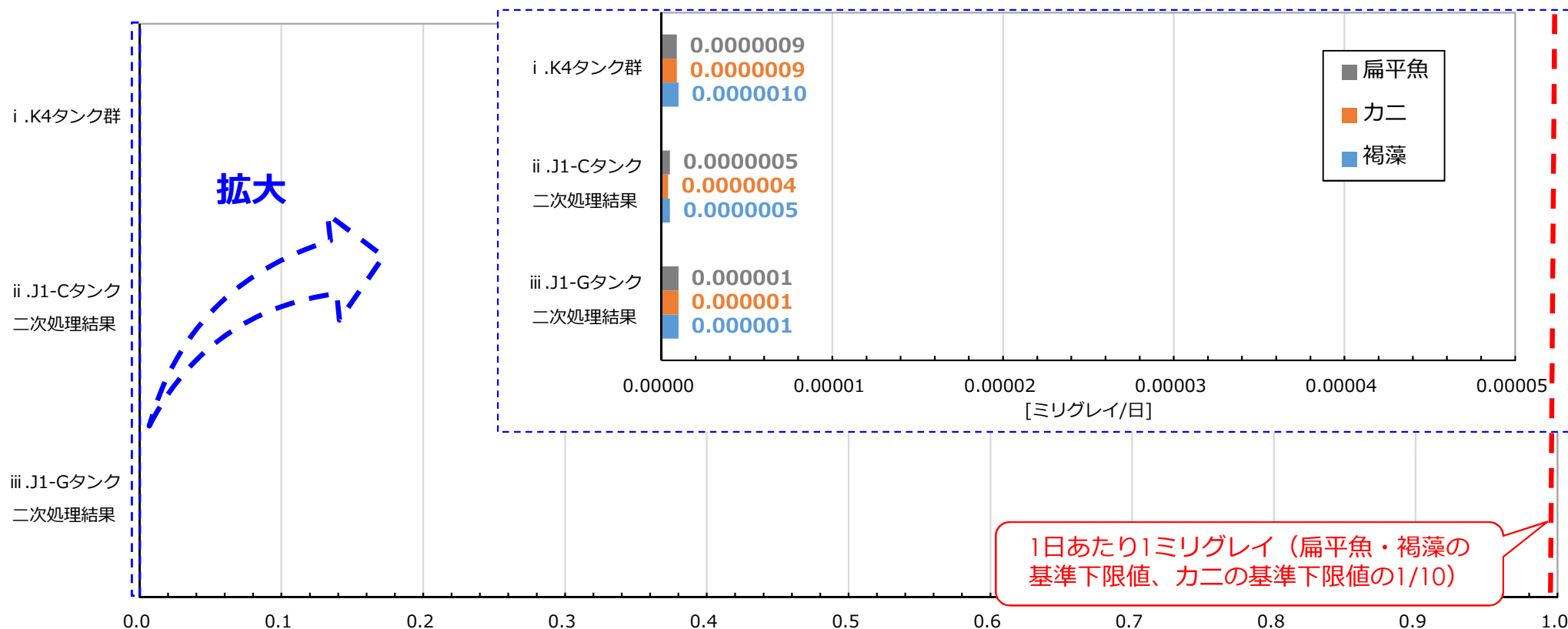
被ばくにおける不検出核種の寄与（海産物を平均的に摂取する場合）



(注) 代表で成人の結果のみ示す。なお、この評価は現時点での結果であり、今後の検討の進捗や社内外のレビューの結果等に応じ、評価を更新することがある。

動植物の被ばく評価結果 (建設段階)

- 評価上の基準である誘導考慮参考レベル* (扁平魚1~10 ミリグレイ**/日、カニ10~100 ミリグレイ/日、褐藻1~10 ミリグレイ/日) の下限値に対して約1000万分の1~100万分の1 (カニでは約2500万分の1~約1000万分の1)



(注) この評価は、一度も検出されたことのない不検出核種についても検出下限値で存在すると仮定して試算したもの。なお、この評価は現時点での結果であり、今後の検討の進捗や社内外のレビューの結果等に応じ、評価を更新することがある。

* 誘導考慮参考レベル (Derived Consideration Reference Level, DCRL) : ICRPが提唱する生物種ごとに定められた1ケタの幅を持った線量率の範囲。これを超える場合には影響を考慮する必要がある線量率レベル。

** グレイ : 物質の吸収線量 (吸収したエネルギーの量) を示す単位、シーベルトは、人体が受けた放射線による影響の大きさを示す単位。正確には $\text{シーベルト} = \text{修正係数} \times \text{グレイ}$ だが、ガンマ線、ベータ線ではほぼ同等

1. 評価の前提となる放出方法
2. 評価の方法
3. 評価の結果
- 4. その他の変更点**
5. 参考

潜在被ばくに関する評価の見直し

- 潜在被ばくに関する評価についても、ソースターム見直しにより、評価値はさらに小さくなった
- なお、事故時の基準である 5 mSv と比較して小さい、との結果は変わらない。

評価手順	設計段階報告書	本報告書
シナリオの選定	ケース1：配管破断により1日 500m ³ で20日間流出 ケース2：タンク破損で1日で 30000m ³ が流出	ケース1：配管破断により1日 500m ³ で20日間流出 ケース2：タンク破損で1日で 30000m ³ が流出
ソースターム	実測値によるソースターム	実測値によるソースターム
移行、被ばく経路	通常時の被ばくと同じ	通常時の被ばくと同じ
代表的個人	通常の生活中に砂浜評価地点で被ばく、内部被ばくも考慮	通常の生活中に砂浜評価地点で被ばく、内部被ばくも考慮
評価結果	ケース1 7E-04～6E-03mSv ケース2 4E-02～3E-01mSv	ケース1 2E-04 mSv ケース2 7E-03～1E-02mSv

1. 評価の前提となる放出方法
2. 評価の方法
3. 評価の結果
4. その他の変更点
5. **参考**

【参考】安全確保のための設備の全体像

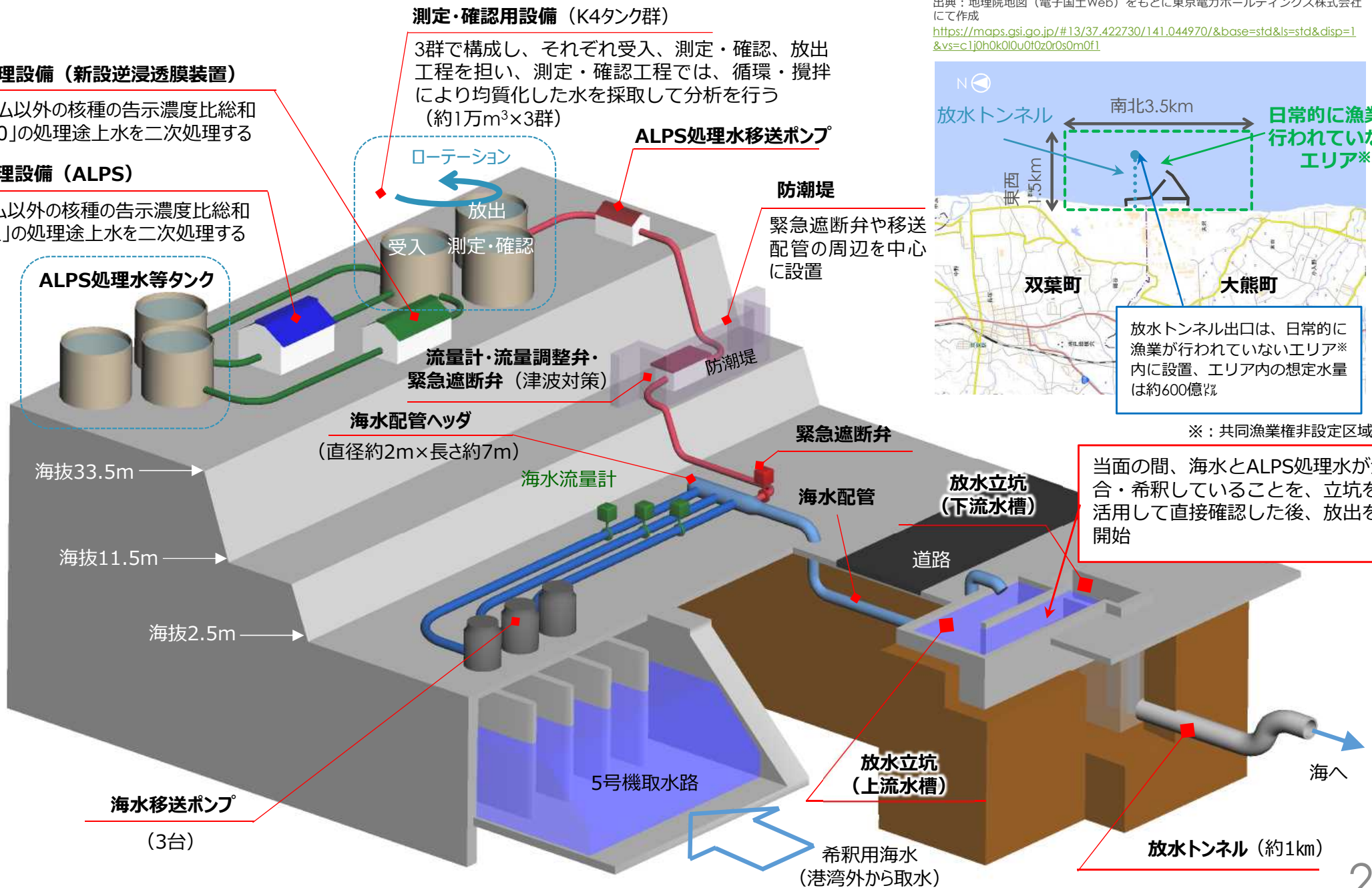
出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>



放水トンネル出口は、日常的に漁業が行われていないエリア※内に設置、エリア内の想定水量は約600億ℓ

※：共同漁業権非設定区域

当面の間、海水とALPS処理水が混合・希釈していることを、立坑を活用して直接確認した後、放出を開始



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

測定・確認用設備（K4タンク群）

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取して分析を行う（約1万m³×3群）

ローテーション

ALPS処理水移送ポンプ

防潮堤

緊急遮断弁や移送配管の周辺を中心に設置

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）

海水配管ヘッダ（直径約2m×長さ約7m）

海水流量計

緊急遮断弁

放水立坑（下流水槽）

道路

放水立坑（上流水槽）

海水移送ポンプ（3台）

5号機取水路

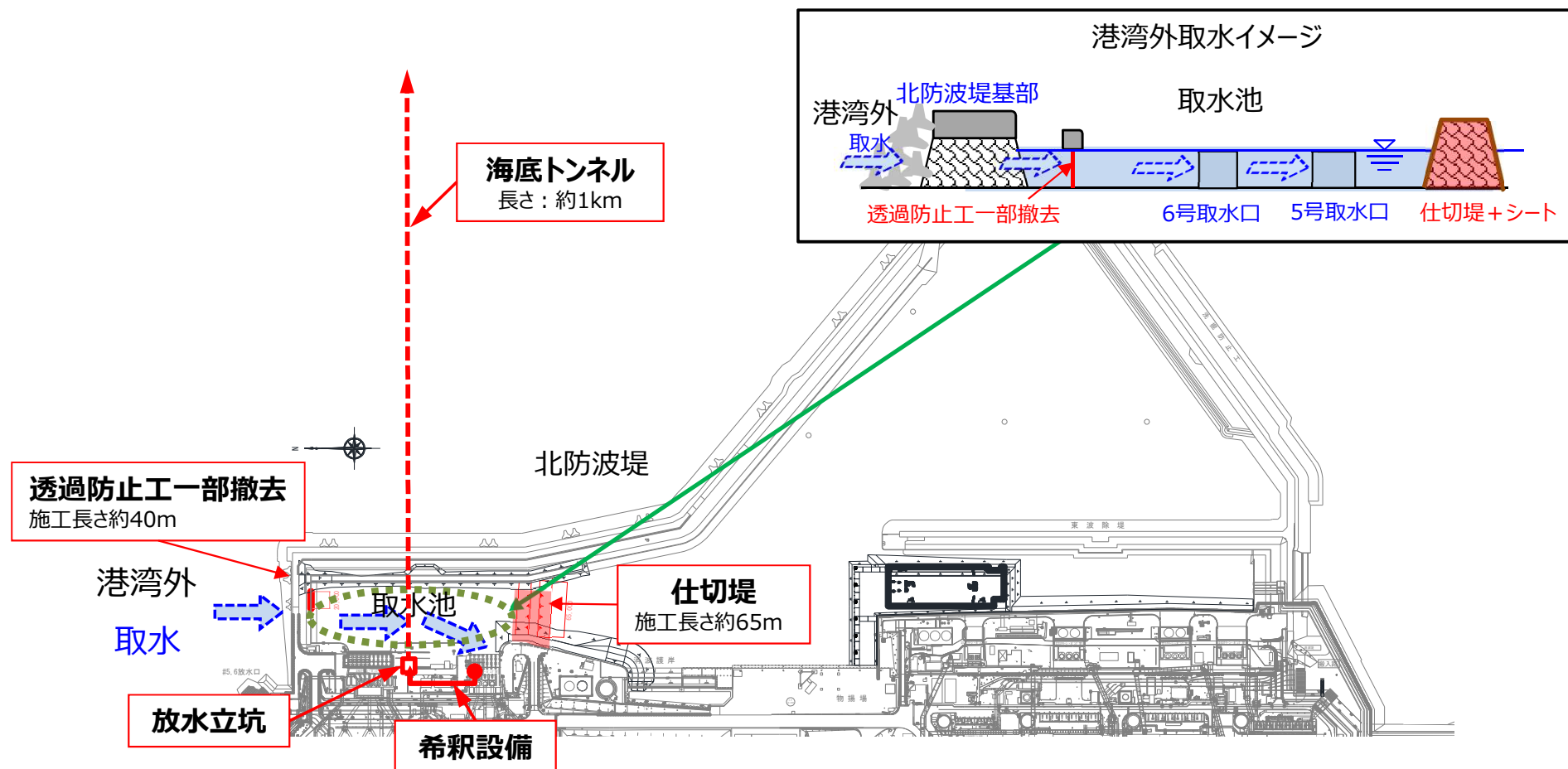
希釈用海水（港湾外から取水）

放水トンネル（約1km）

海へ

【参考】 港湾の設計

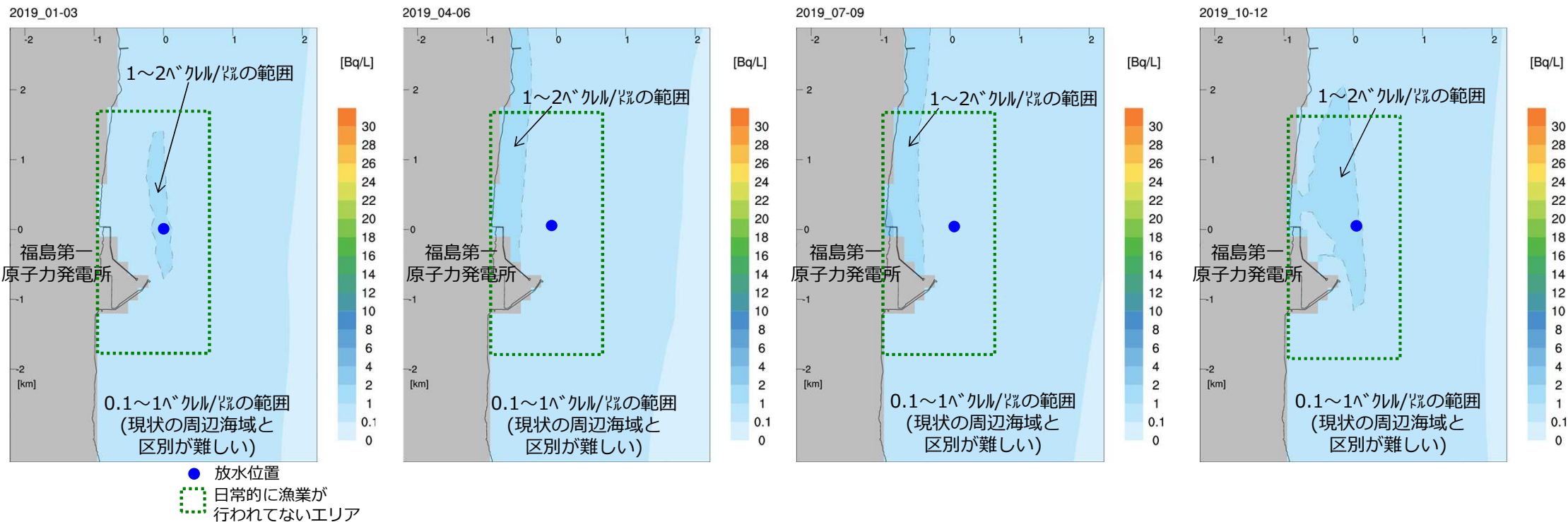
- 北防波堤の一部を改造して、港湾外の海水を希釈用として取水し、仕切堤で港湾内と分離することで、港湾内の海水が希釈用の海水と直接混合しないようにする。
- 沿岸から約1km離れた場所からの放水とすることにより、海水が再循環しにくい（希釈用海水として再取水されにくい）設計とする。
- 海底トンネルについては、海上ボーリング調査等を実施後に詳細を検討する。



【参考】 海洋における拡散シミュレーション結果 (季節平均) TEPCO

現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度 (0.1~1ベクレル/ℓ※) よりも濃度が高くなると評価された範囲 (点線の内側範囲) は、季節平均をとっても、**発電所周辺に留まる。**

※WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1~1万分の1



1-3月平均

4-6月平均

7-9月平均

10-12月平均

【参考】 海洋における拡散シミュレーション結果 (拡散傾向) **TEPCO**

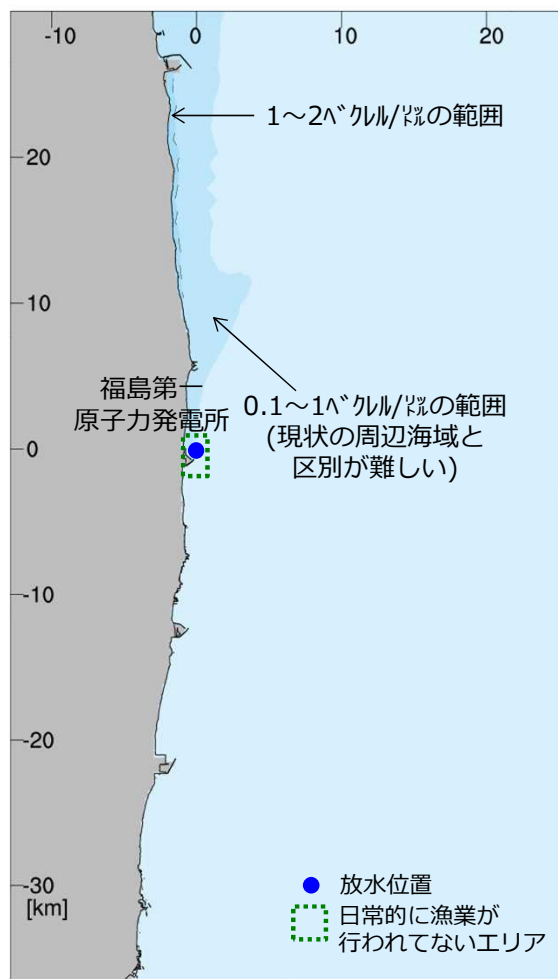
シミュレーション結果の中で、現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度 (0.1~1ベクレル/ℓ※) よりも濃度が高くなると評価された範囲 (1ベクレル/ℓを超える範囲) が最も広がる日の場合でも、放出口の南北30km程度の範囲に留まる。

※WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1~1万分の1

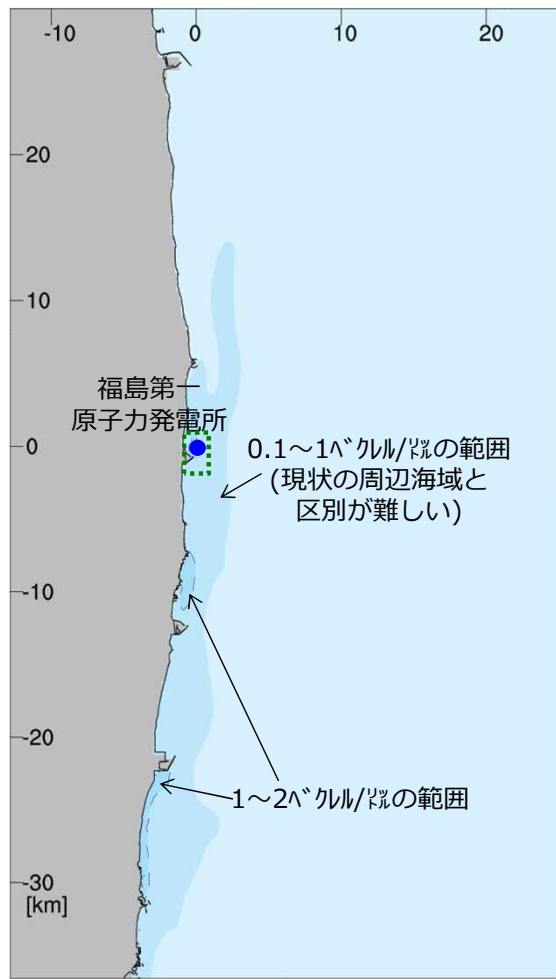
20190521

20190211

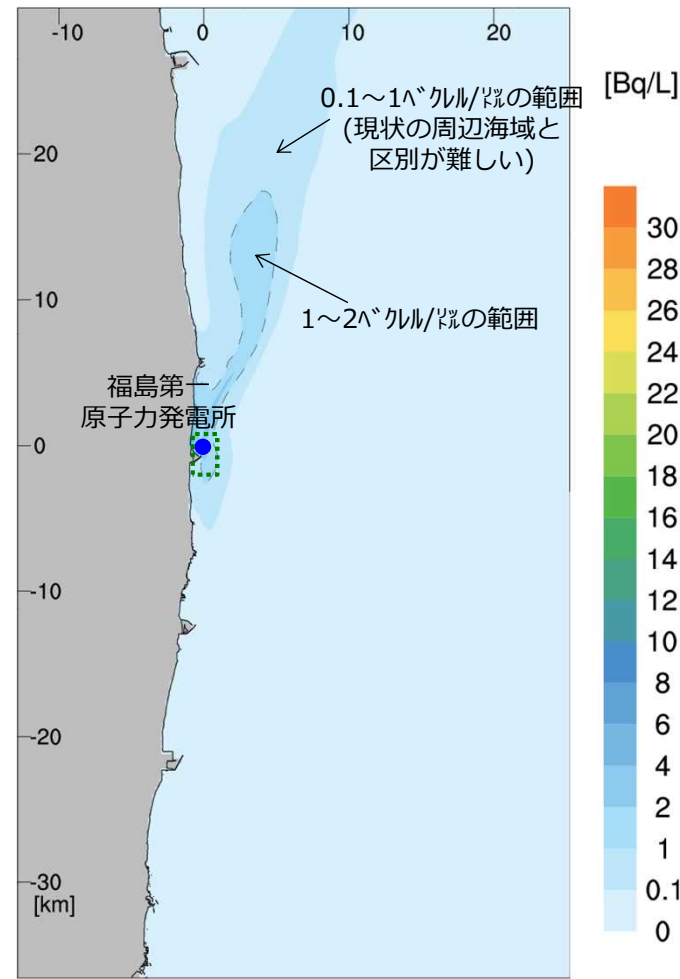
20190829



最も北に広がる場合
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)



最も南に広がる場合
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)



最も東に広がる場合
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)

【参考】 海洋における拡散シミュレーション結果 (拡散傾向) **TEPCO**

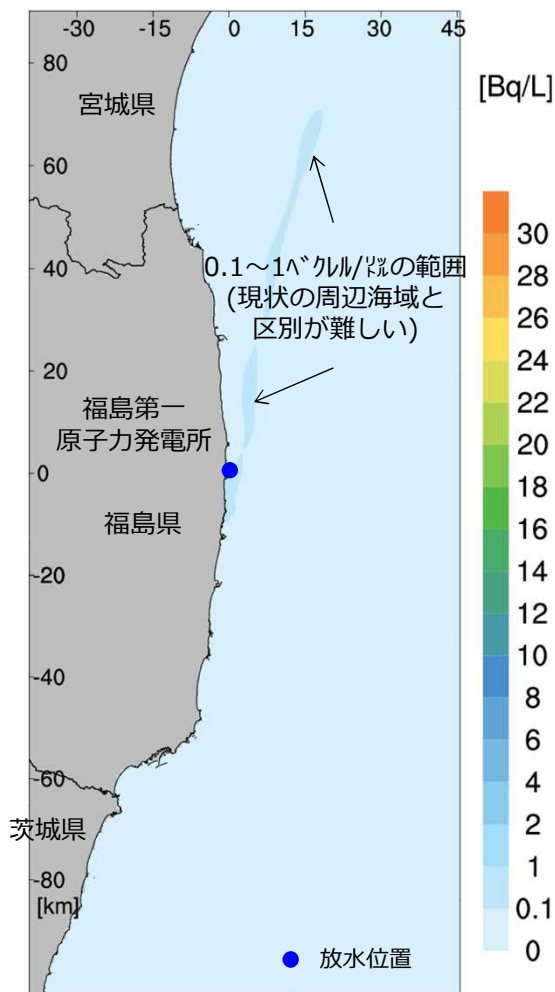
更に実測では現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度 (0.1~1ベクレル/ℓ※) と区別できない低い濃度 (0.1ベクレル/ℓを超える範囲) についても、シミュレーション結果から最も拡がる日における拡散範囲を確認してみると、以下の傾向が見られる。

※WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1~1万分の1

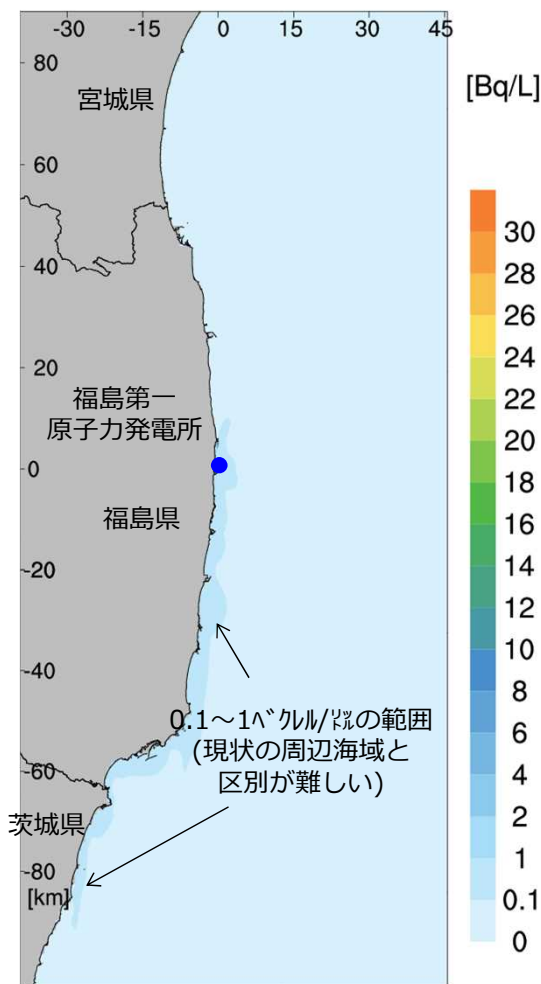
20190827

20191027

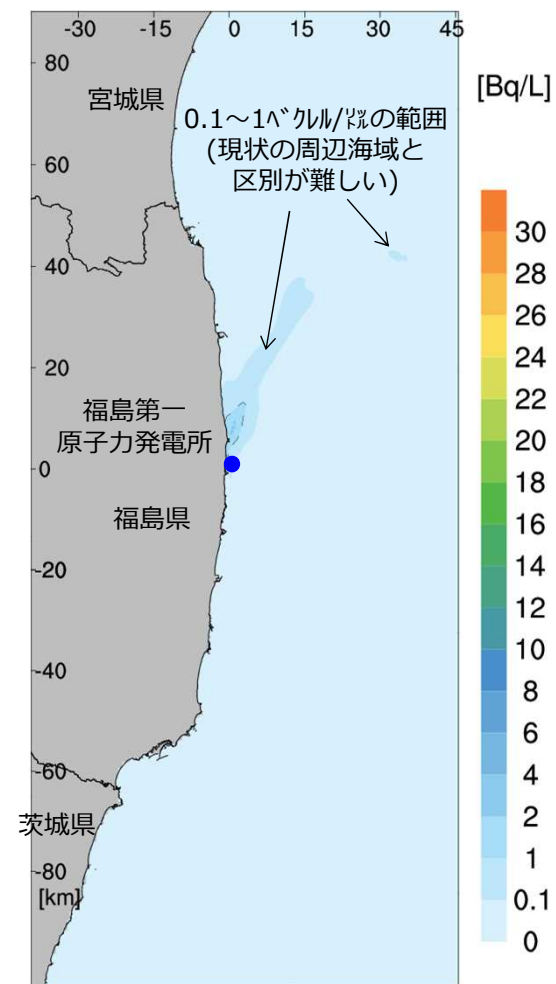
20190806



最も北に拡がる場合
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)



最も南に拡がる場合
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)



最も東に拡がる場合
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)

【参考】 放出位置の違いによる拡散への影響の考察

今回の計画に沿った拡散シミュレーションとともに、放出位置を現在の5・6号機放水口位置とした沿岸放出を想定した場合のシミュレーションも実施（ただし、取水位置による再循環は無視）

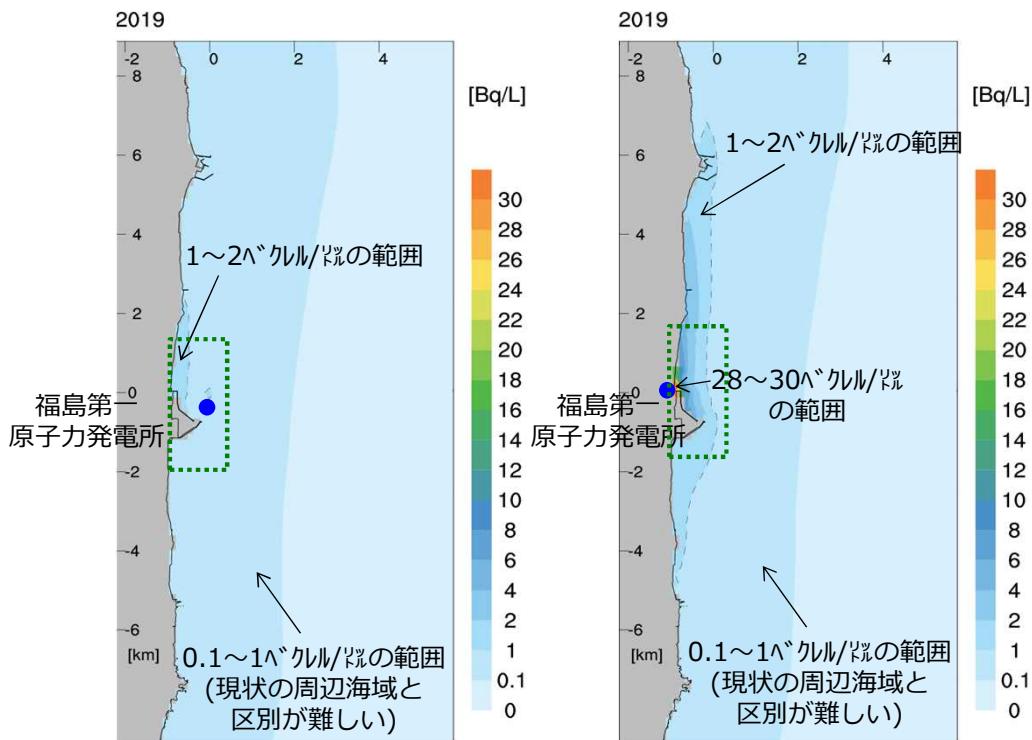
現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度（0.1～1ベクレル/ℓ※）よりも濃度が高くなると評価される範囲（点線の内側の範囲）は、沿岸放出の場合発電所周辺の6～7kmの範囲となるのに対し、**現状案（海底トンネル）は2～3kmの範囲に留まる。**

※WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1～1万分の1

福島県沖拡大図

現状案

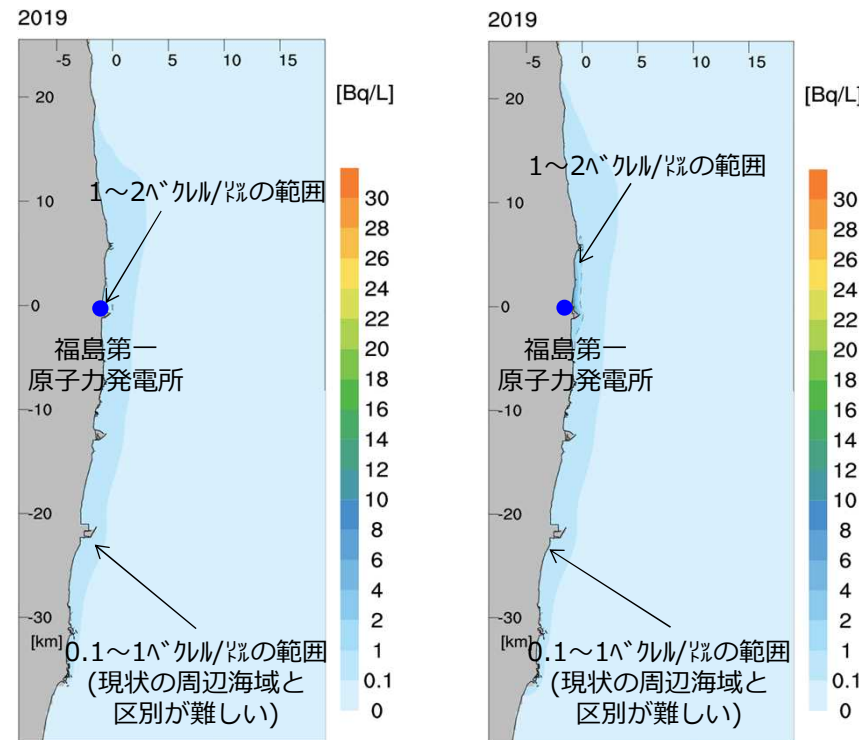
沿岸放出案



広域図

現状案

沿岸放出案



【参考】人および環境への放射線影響評価の前提条件

- トリチウム放出量：年間22兆ベクレル

評価ケース	i. K4タンク群	ii. J1-Cタンク 二次処理結果	iii. J1-Gタンク 二次処理結果
トリチウム濃度 [Bq/L]	19万	82万	27万
年間ALPS処理水 放出量[m ³ /年]	12万	2.7万	8.1万

- 海洋での移流・拡散を考慮し、福島第一原子力発電所周辺10km×10km圏内の平均海水濃度を用いて評価
 - ✓ 領域海洋モデル「ROMS:Regional Ocean Modeling System」を一般財団法人電力中央研究所にて福島沖に適用したモデルを使用
- 被ばく経路として、以下の経路を設定

人への放射線影響評価	環境への放射線影響評価
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 海水面からの外部被ばく ✓ 船体からの外部被ばく ✓ 遊泳中における外部被ばく ✓ 海浜砂からの外部被ばく ✓ 漁網からの外部被ばく ✓ 海水の飲水による内部被ばく ✓ 海水の水しぶきの吸入による内部被ばく ✓ 海産物摂取による内部被ばく 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 海水からの外部被ばく ✓ 海底の堆積物からの外部被ばく ✓ 体内に取り込んだ放射性物質からの内部被ばく

【参考】人への放射線影響評価結果詳細

評価条件	ソースタームの核種組成	実測値によるソースターム () 内は設計段階の値					
		i .K4タンク群		ii .J1-Cタンク二次処理結果		iii .J1-Gタンク二次処理結果	
		A:平均	B:多い	A:平均	B:多い	A:平均	B:多い
外部被ばく (mSv*/年)	海水面	7.6E-10(6.5E-09)		2.3E-10(1.7E-08)		4.8E-10(4.7E-08)	
	船体	7.2E-10(4.8E-09)		2.2E-10(1.2E-08)		4.6E-10(3.3E-08)	
	遊泳中	5.2E-10(4.5E-09)		1.6E-10(1.2E-08)		3.2E-10(3.2E-08)	
	海浜砂	9.1E-07(7.8E-06)		2.7E-07(2.1E-05)		5.6E-07(5.6E-05)	
	漁網	1.8E-07(1.6E-06)		5.3E-08(4.3E-06)		1.1E-07(1.2E-05)	
内部被ばく (mSv/年)	飲水	3.3E-07(3.3E-07)		3.1E-07(3.1E-07)		3.1E-07(3.2E-07)	
	しぶき吸入	9.1E-08(9.3E-08)		1.9E-07(2.0E-07)		3.8E-07(4.0E-07)	
	海産物摂取	4.7E-06 (1.5E-05)	2.0E-05 (6.1E-05)	1.0E-06 (2.8E-05)	4.5E-06 (1.1E-04)	2.1E-06 (7.9E-05)	9.0E-06 (3.0E-04)
合計 (mSv/年)		6E-06 (3E-05)	2E-05 (7E-05)	2E-06 (5E-05)	5E-06 (1E-04)	3E-06 (1E-04)	1E-05 (4E-04)
一般公衆の線量限度：1mSv/年 線量拘束値に相当する国内の原子力発電所に対する線量目標値：0.05mSv/年							

*mSv：ミリシーベルト

【参考】動植物の放射線影響評価結果詳細

評価 ケース		実測値によるソースターム ()内は設計段階の値		
		i. K4タンク群	ii. J1-Cタンク群	iii. J1-Gタンク群
被ばく (mGy*/日)	扁平魚	9E-07 (2E-05)	5E-07 (2E-05)	1E-06 (6E-05)
	カニ	9E-07 (2E-05)	4E-07 (2E-05)	1E-06 (6E-05)
	褐藻	1E-06 (2E-05)	5E-07 (2E-05)	1E-06 (6E-05)
誘導考慮参考レベル(DCRL) 扁平魚：1-10 mGy/日 カニ：10-100mGy/日 褐藻：1-10mGy/日				

*mGy：ミリグレイ

ALPS処理水希釈放出設備のうち 放水立坑（下流水槽）の非管理区域設定について

TEPCO

2022年11月14日

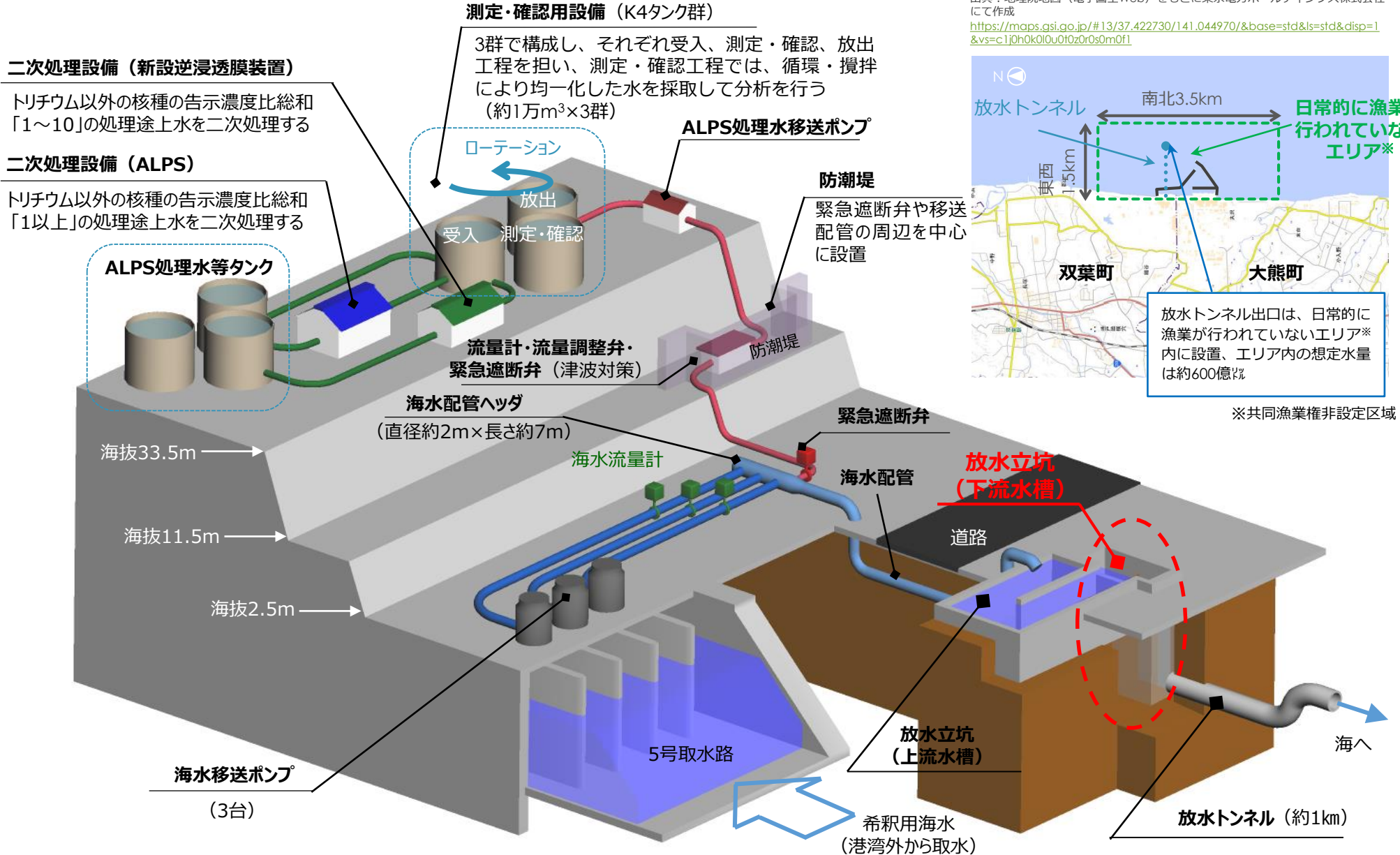
東京電力ホールディングス株式会社

安全確保設備の全体像

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=c1j0h0k0i0u0f0z0r0s0m0f1>

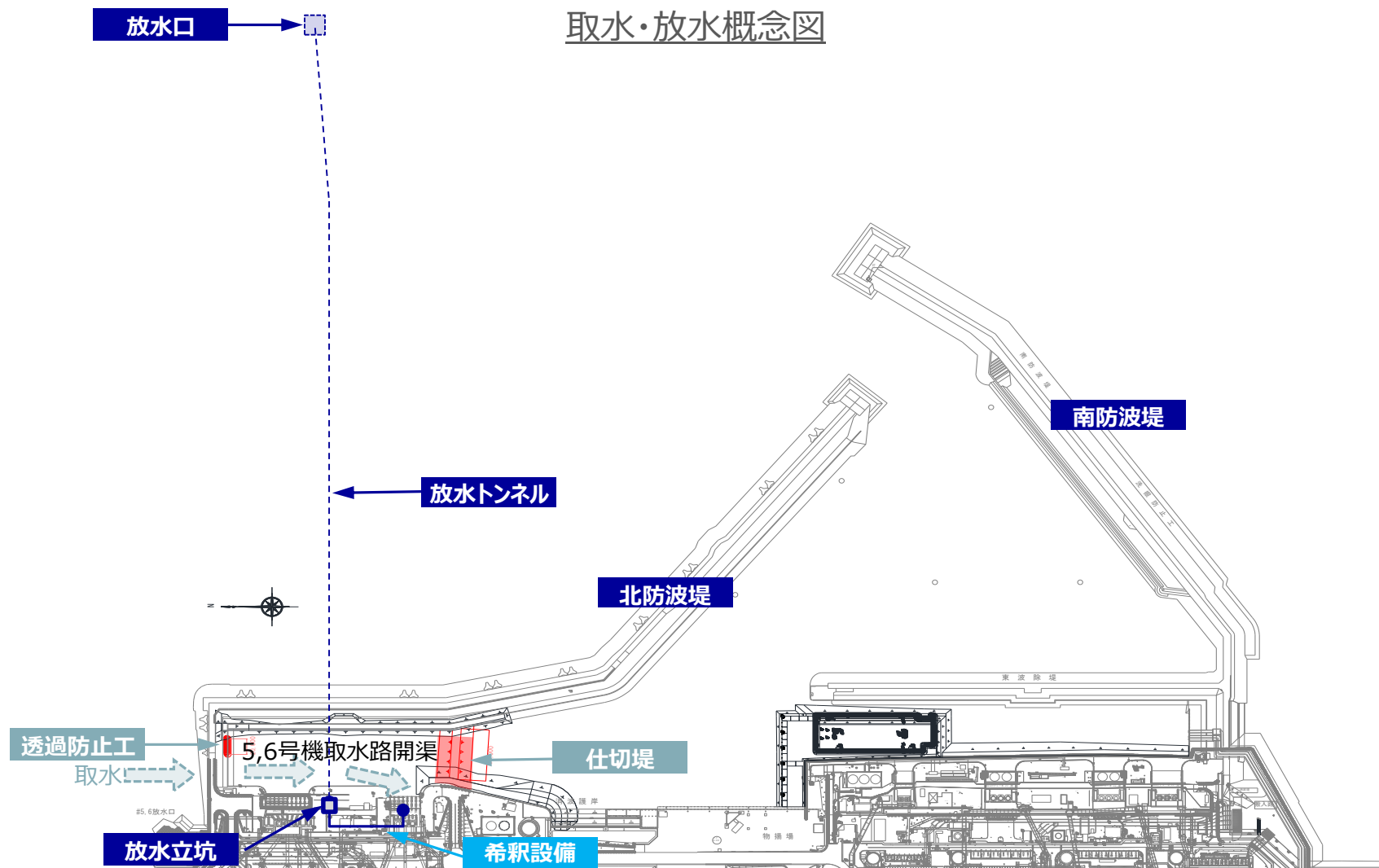


※共同漁業権非設定区域



放水設備の概要

- 放水設備は、放水立坑（上流水槽）内の隔壁（堰）を越流した水を、放水立坑（下流水槽）と海面との水頭差により、約1km離れた放水口まで移送する設計とします。なお、放水設備における摩擦損失や海面水位の上昇等を考慮した設計としています。



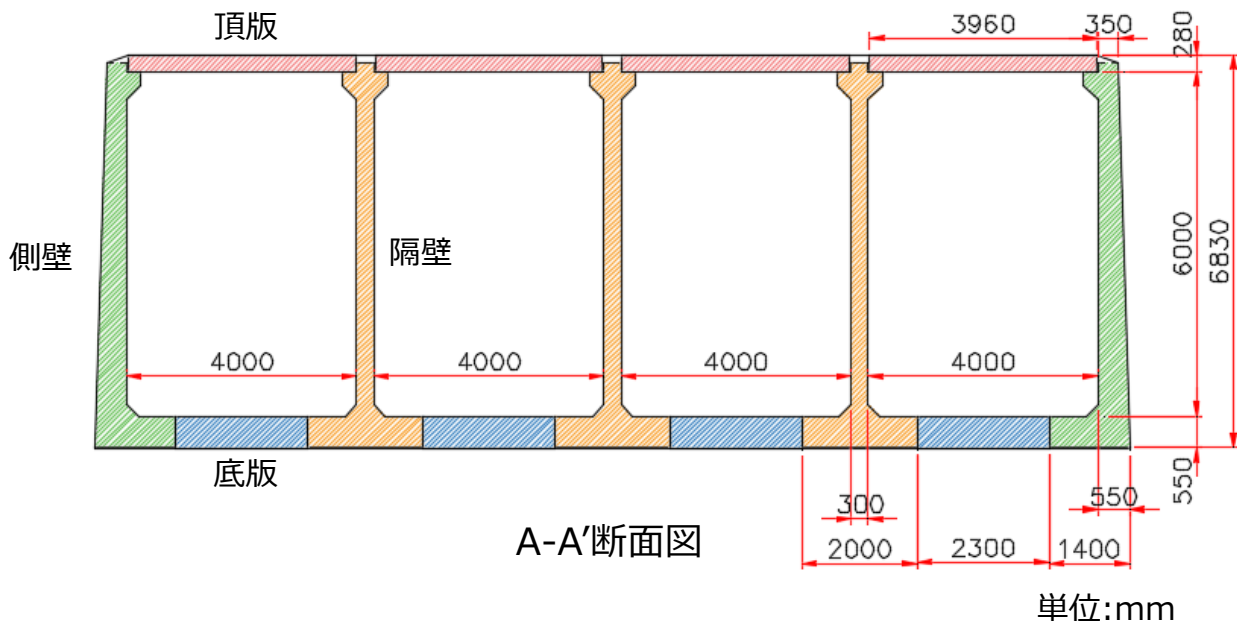
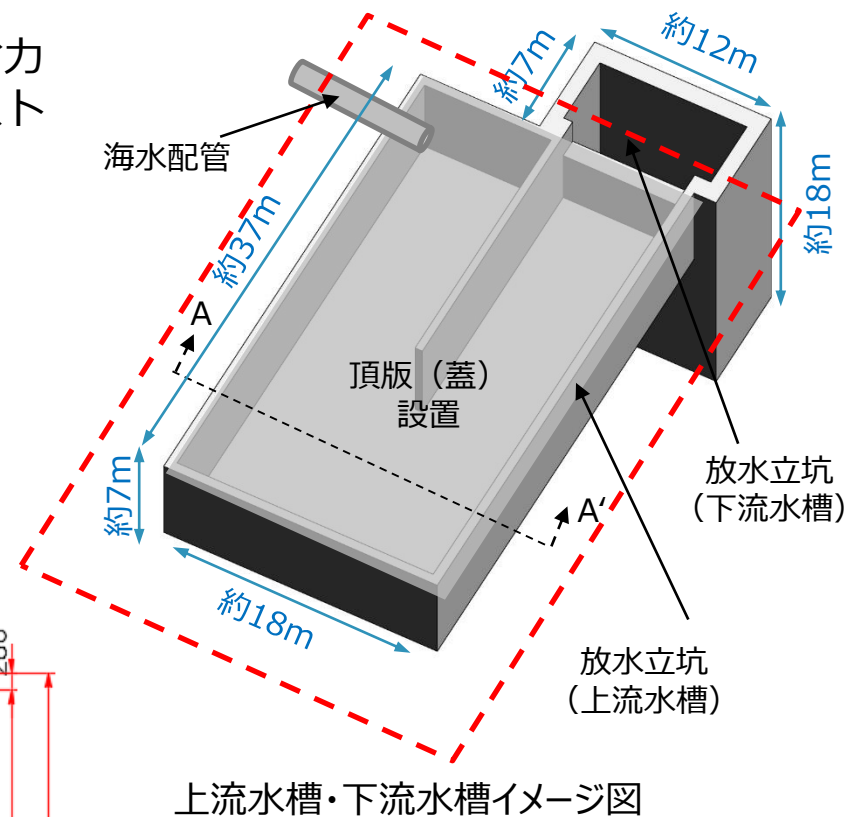
放水立坑（上流水槽）の概要

- ▶ 放水立坑（上流水槽）については、設備品質向上・作業省力化をおよび施工作业時の安全性の向上のため、プレキャスト製品を活用する。

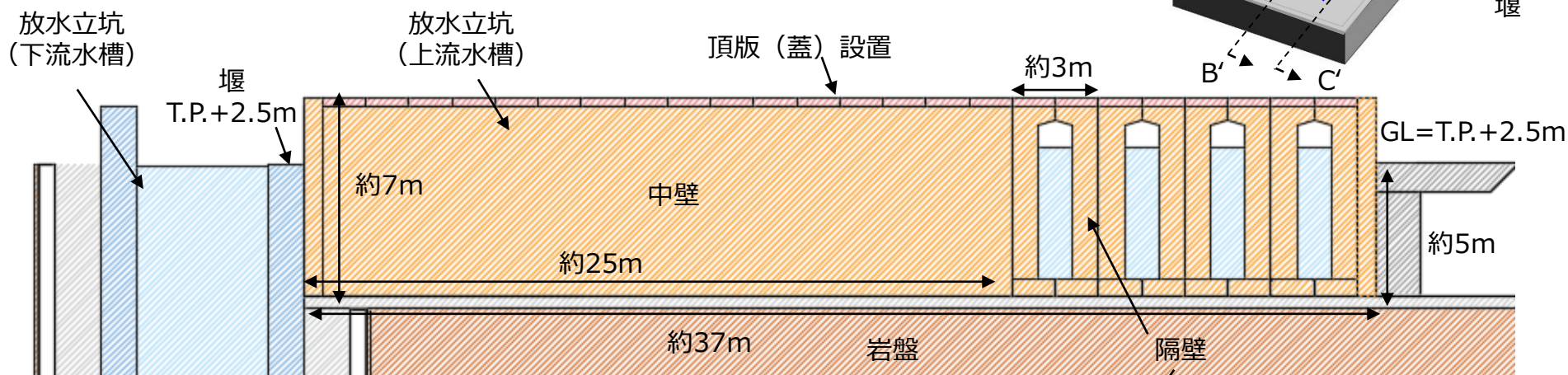
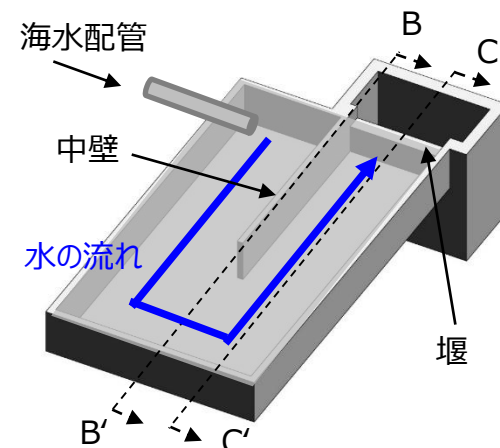
放水立坑（上流水槽）の諸元※

躯体寸法	幅 約18m × 長さ 約37m × 高さ 約7m
------	---------------------------

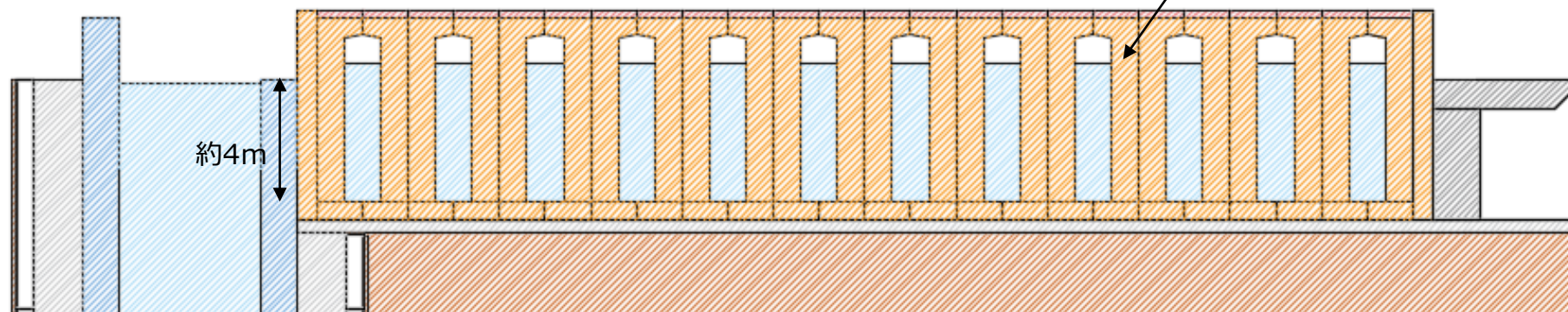
※：構造強度に影響のない範囲内で寸法変更の可能性あり。



- 海水配管から流入した希釈水を下流水槽に導くため、上流水槽内北側の一部に中壁を設ける。
- 上流水槽から下流水槽の間に設けられた堰を越流することで、下流水槽に流入する。



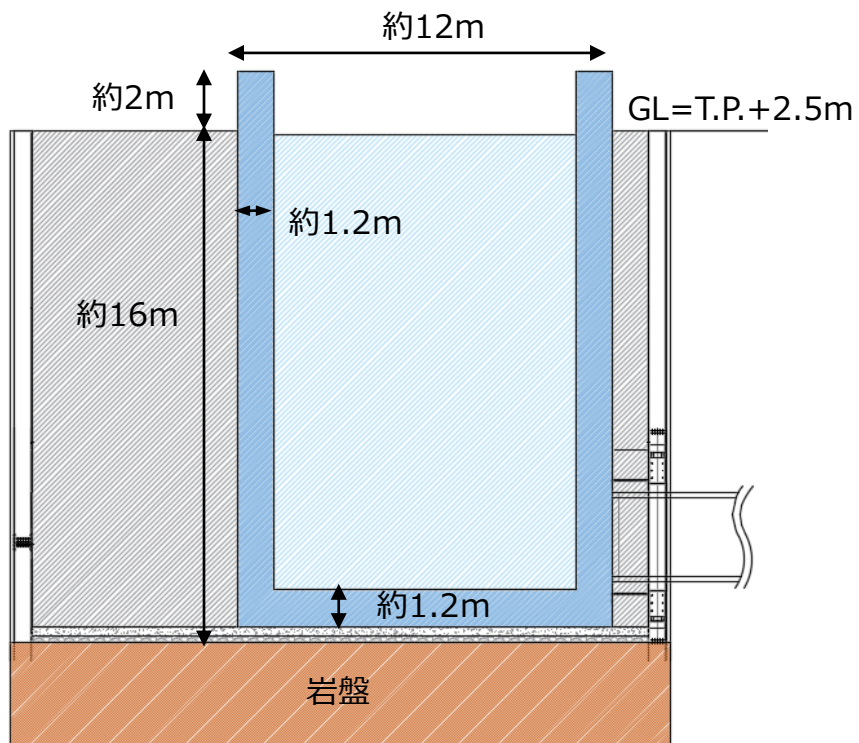
B-B'断面図



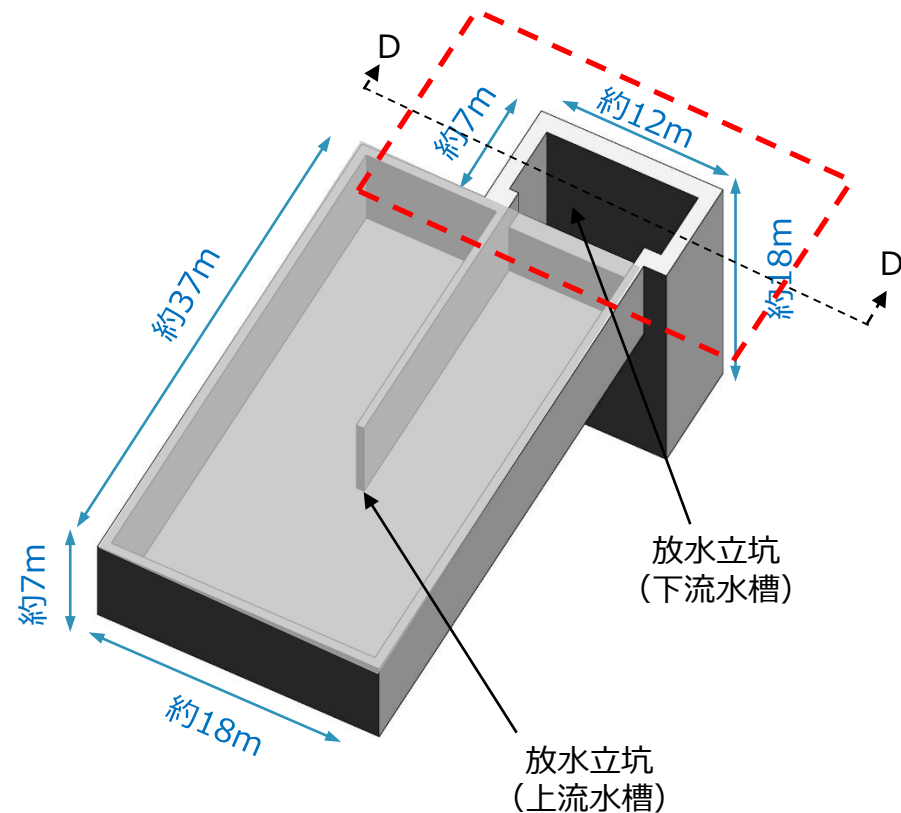
C-C'断面図

放水立坑（下流水槽）の概要

躯体寸法 幅 約7m × 長さ 約12m × 高さ 約18m



放水立坑（下流水槽）断面図（D - D'）

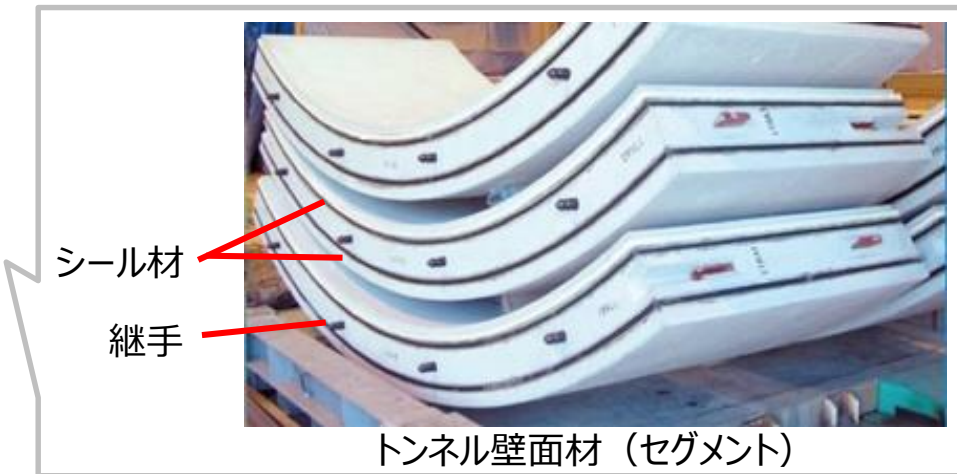
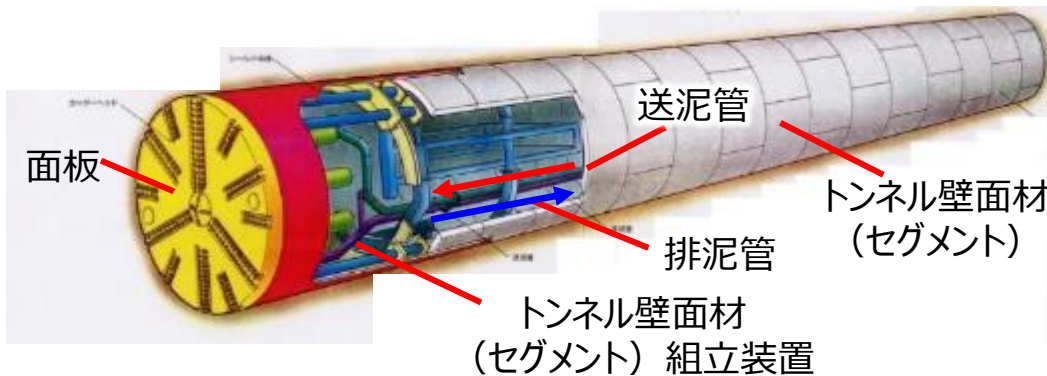


上流水槽・下流水槽イメージ図

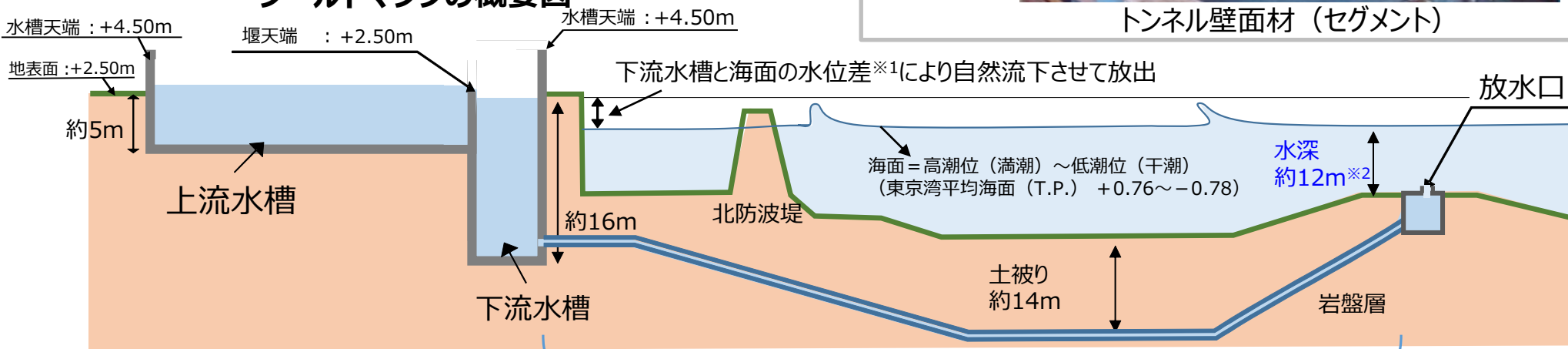
放水トンネルの概要

- 放水トンネルは、岩盤層を通過させるため漏洩リスクが小さく耐震性※に優れ、台風（高波浪）や高潮（海面上昇）の影響を考慮した設計としています。また、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海面の高さの差）を利用して自然流下させる設計（貝類の付着も考慮）としています。
- シールド工法（泥水式）を採用し、鉄筋コンクリート製のトンネル壁面材（セグメント）に2重のシール材を取り付けることで止水性を保持しています。

※ 原子力規制委員会で示された耐震設計の考え方を踏まえて設計



シールドマシンの概要図



※ 高さは、東京湾平均海面(T.P.)で記載

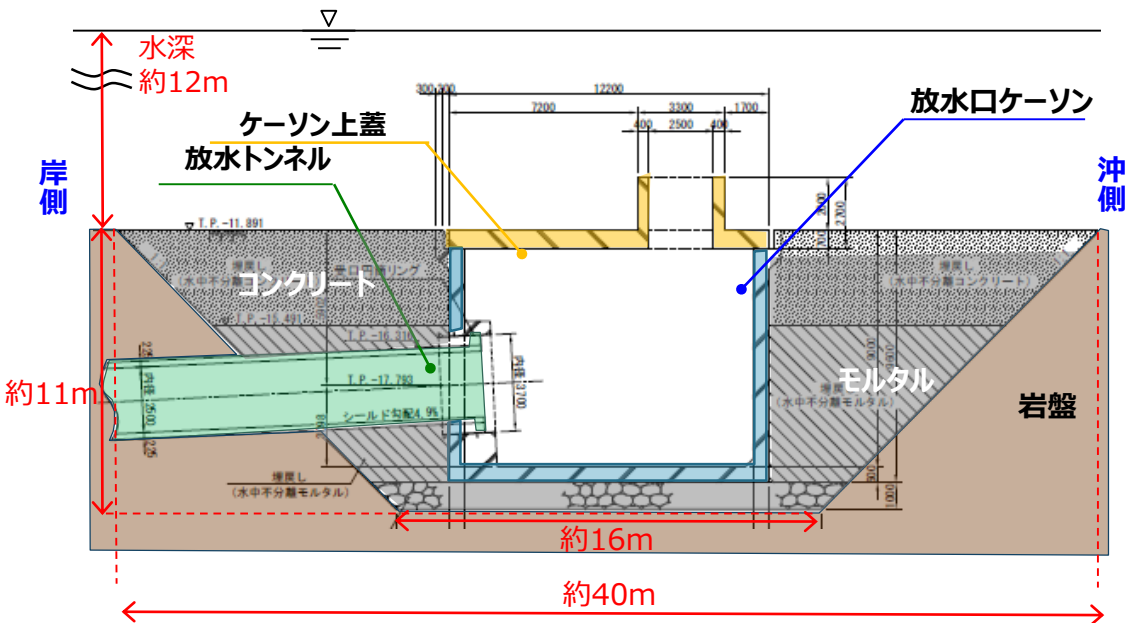
※1 海水移送ポンプ3台の場合：1.6m、海水移送ポンプ2台の場合：0.7m

※2 東京湾平均海面（T.P.）における標準時の潮位を基準とした場合

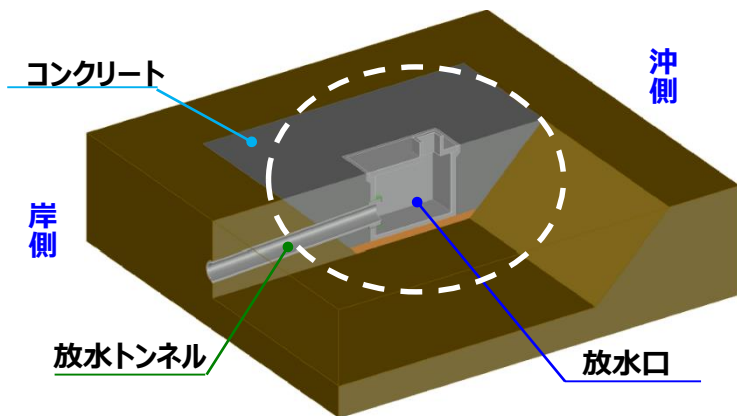
放水トンネル（約1km）
放水設備概念図

放水口ケーソンの概要

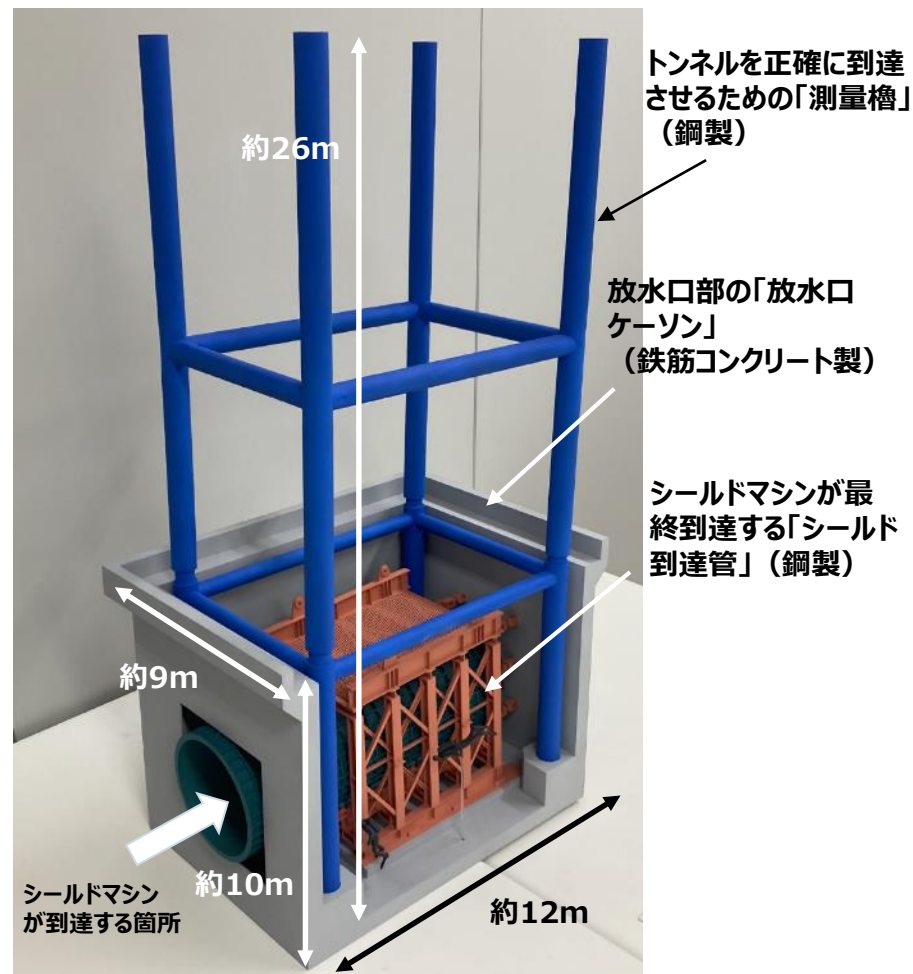
- トンネル掘進中の位置情報を管理するための「測量櫓」と、シールドマシンが到達する「シールド到達管」をケーソン内部に事前に設置しています。



放水口断面イメージ図



放水口イメージ図

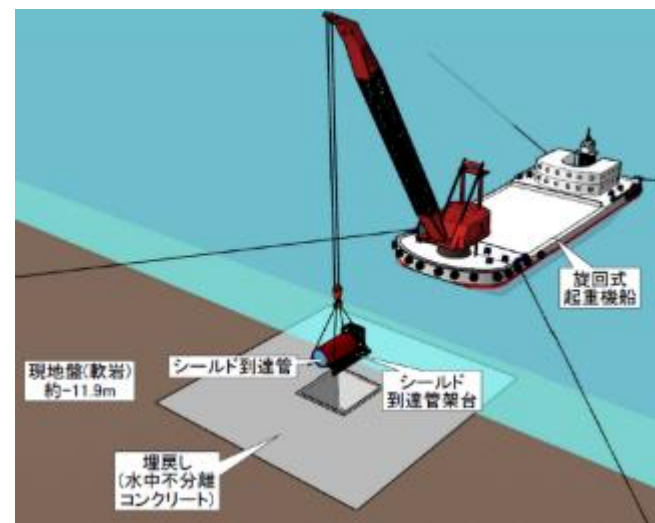
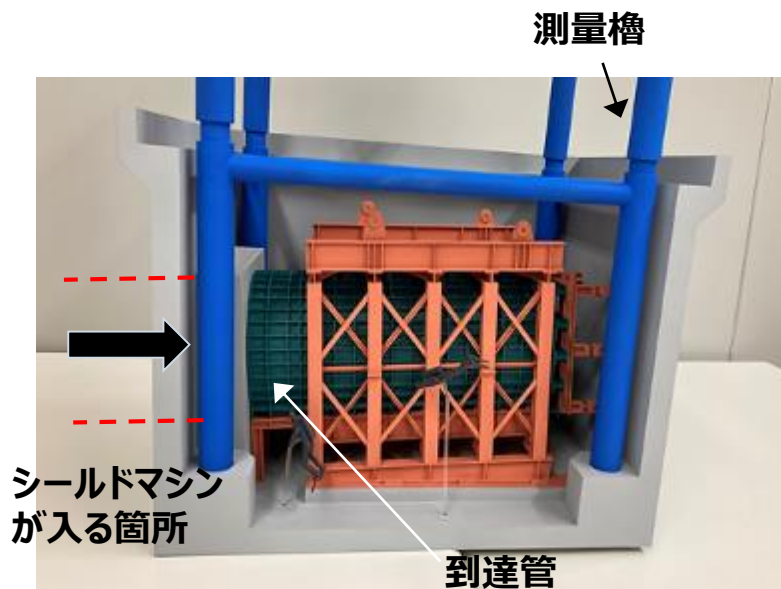
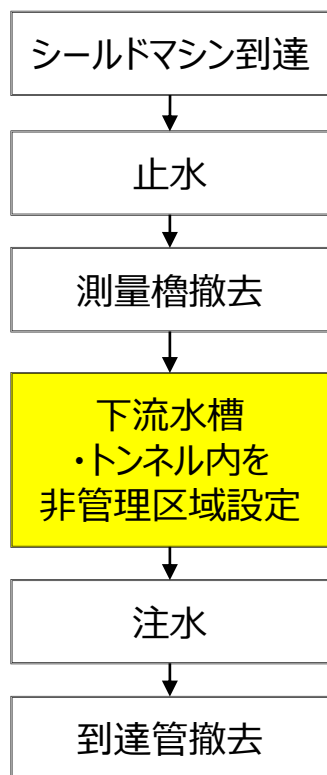


放水口ケーソン製作イメージ図

放水方法（接続部） 施工概要

- シールドマシンは、放水口ケーソン内に事前設置した到達管まで掘進し、放水口ケーソンに接続する。その後、トンネル周囲からの漏水を防ぐために止水を行い、トンネル内部の資機材を陸上側の発進立坑から撤去する。
- トンネル内部からの資機材撤去完了後、トンネル内部の非管理区域への変更をする計画。（サーベイ・立会）
- 放水口ケーソンと一体型の測量櫓を撤去後、トンネル内部に注水を行い放水トンネル内を海水で満たす。
- シールドマシンが格納された到達管と放水口ケーソンを切り離し、起重機船にて撤去する。

施工フロー



- ▶ 下流水槽～放水トンネル～放水口は外洋と連動し、常に海水で充水されるため、下流水槽内（トンネルの発進口）や放水口の出口を管理対象区域のバウンダリとする場合、海中になってしまうことから、事業者として放射線管理区域を明確に管理することができない。
- ▶ そのため事業者としては、海中に管理対象区域とのバウンダリは設けられないため、下流水槽と上流水槽の陸上部分で、明確に区域区分を設定したいと考えている。
- ▶ 現在は、下流水槽は管理対象区域（Gゾーンのうち汚染を持ち込みさせないエリアとして工事を実施中）、トンネルは非管理区域として工事を進めているが、最終的には、下流水槽を非管理区域にすることが下記理由で必要である。

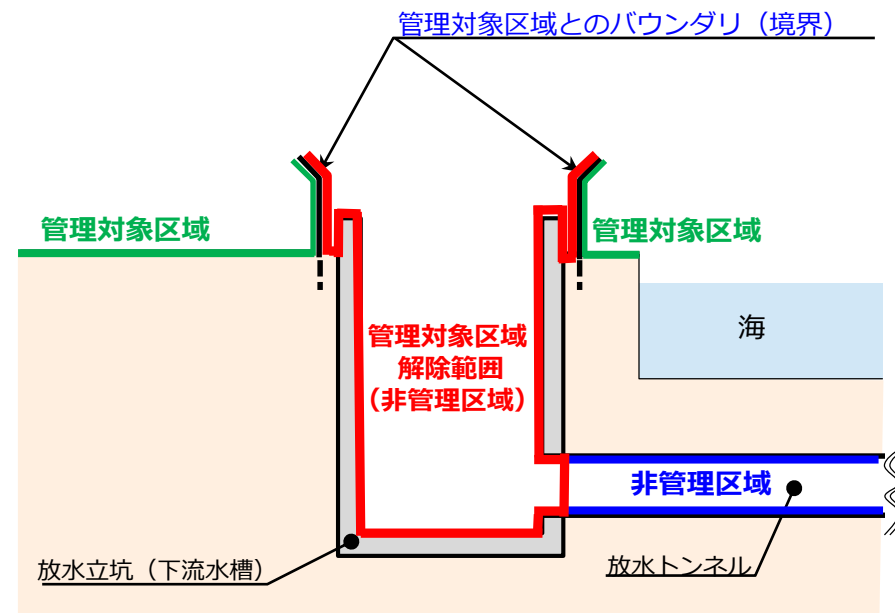
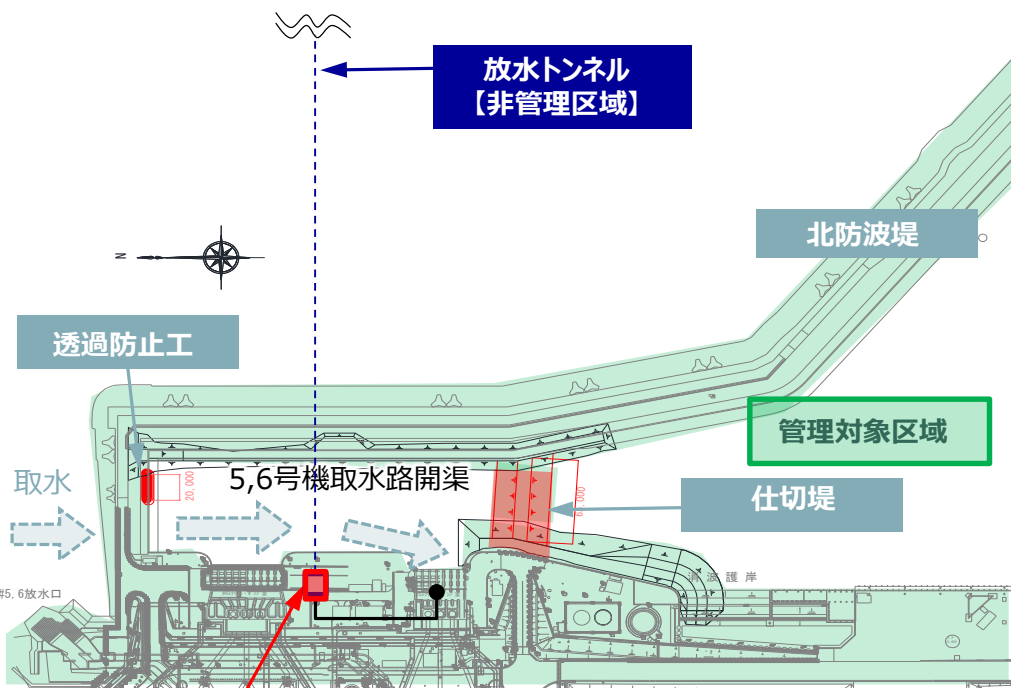
- 1) シールドマシンが放水口ケーソン到達後、下流水槽～放水トンネルを海水で充水させるが、下流水槽が管理対象区域のままであると海水を充水することができない。
- 2) 今後、事業者以外から、下流水槽の海水（希釈水）を持ち出して分析したい、という要望があった際、下流水槽が非管理区域である方が、海水（希釈水）を構外に持ち出す上で望ましい。

（参考）

下流水槽からはヒラメ飼育用の海水を循環させる予定であることから、下流水槽の非管理区域に設定し、ヒラメの水槽内の海水（希釈水）を環境中の海水と整理することで、将来、ヒラメを食するとなった場合にも対応可能と想定。

管理対象区域一部解除（非管理区域）の計画（2）

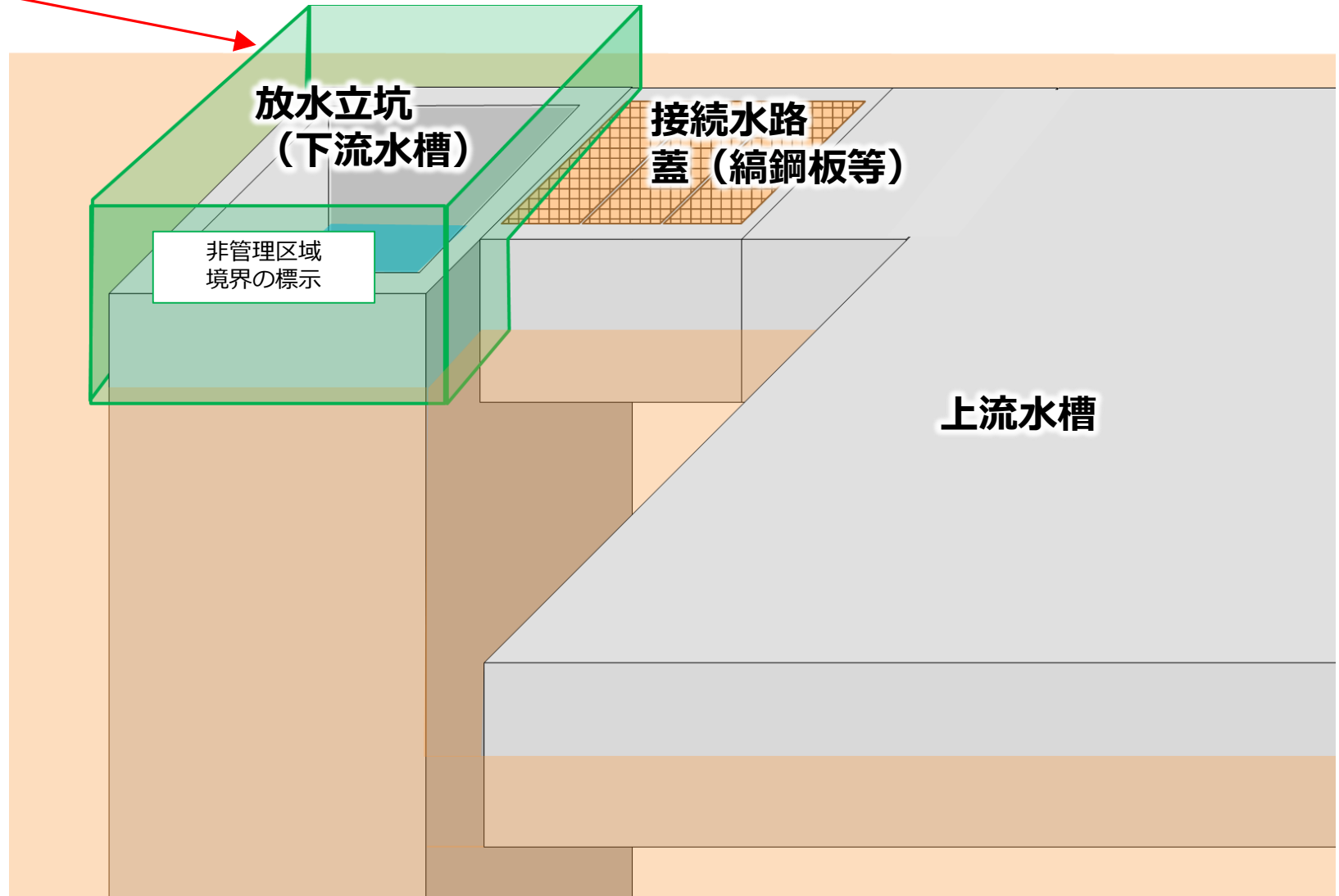
- 放水立坑内及び放水トンネル内に海水を通水する前に，放水立坑内の管理対象区域一部解除（非管理区域）を実施する。
- 放水立坑の地上部には管理対象区域と非管理区域の境界として「境界柵」を設ける。
※管理対象区域内に囲まれた非管理区域となるため，明確に区分けする。
- 管理対象区域との境界の外部放射線に係る実効線量の追加分が1.3mSv/3か月を下回ることの確認については，設備運用開始後は海水が通水されるため，人が立ち入ることができないことから省略する。（海側の境界管理方針と基本的に同様）

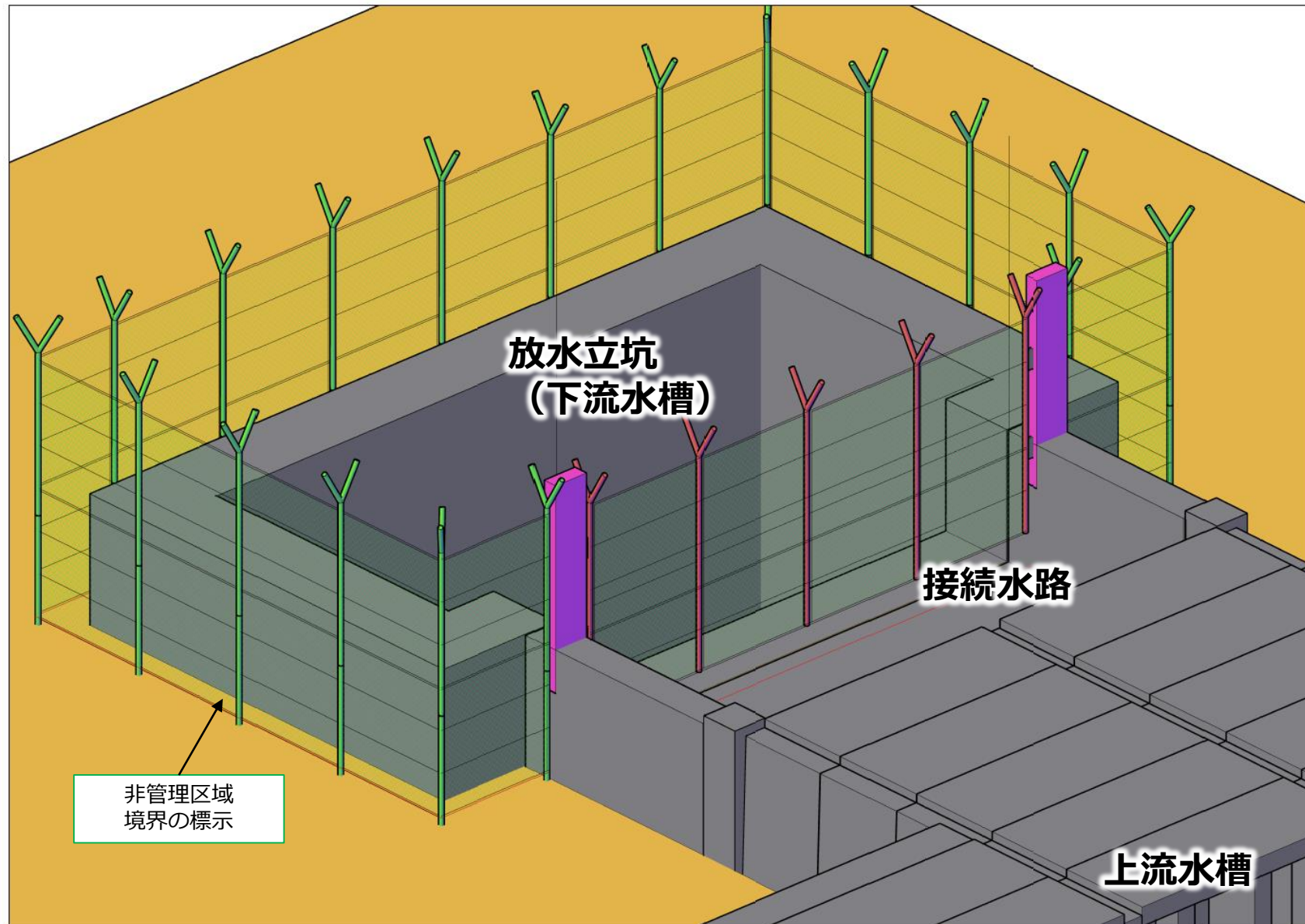


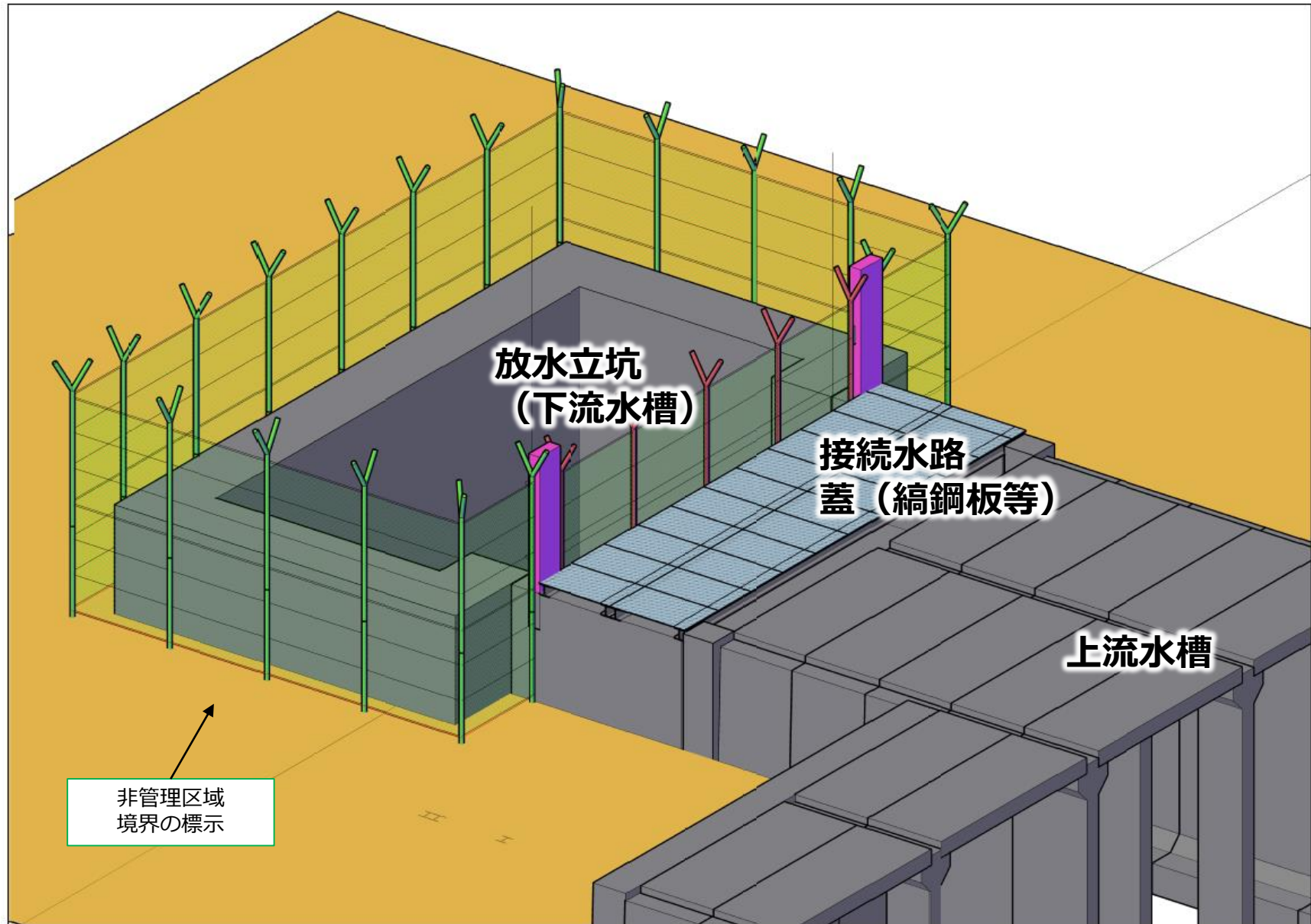
放水立坑（下流水槽）に関する区域区分イメージ

放水立坑（下流水槽）
【非管理区域】

管理対象区域と非管理区域の境界柵（高さ2m程度）







東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則	実施計画 ・ QJ-53 放射線管理基本マニュアル	実施内容
<p>第9条 管理区域への立入制限等（抜粋）</p> <p>イ 壁、柵等の区画物によって区画するほか、標識を設けることによって明らかに他の場所と区別し、かつ、放射線等の危険性の程度に応じて人の立入制限、鍵の管理等の措置を講じること。</p>	<p>第45条（抜粋）</p> <p>放射線防護GMは、管理対象区域を柵等の区画物によって区画する他、標識を設けることによって明らかに他の場所と区別する。</p> <p>※放射線管理基本マニュアルについても同様の記載。</p>	<p>放水立坑（下流水槽）の地上部に関しては、管理対象区域と非管理区域の境界として「境界柵」を設ける。</p> <p>※管理対象区域内に囲まれた非管理区域となるため、明確に区分けする。</p>

①発進立坑内を汚染を持ち込みさせないように管理するエリア※として管理する。

【実施事項】

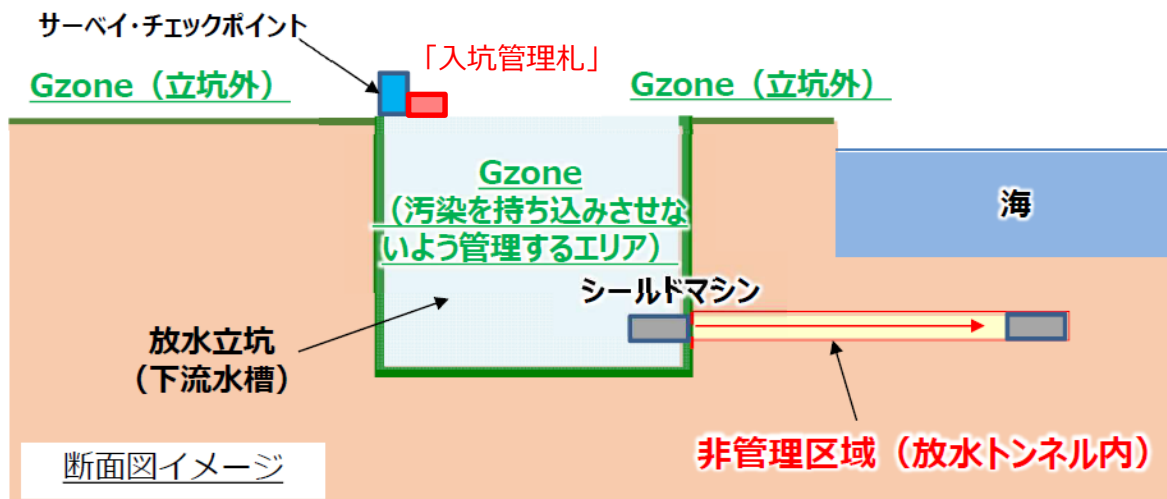
- ・発進立坑内および既に坑内に搬入されているすべて物に対し、汚染がないことを確認する。
- ・区域境界を明確にし、その旨の掲示等をする。
- ・連続ダストモニタを設置する。

②シールド掘進作業中の汚染を持ち込みさせないように管理するエリア出入り管理

【実施事項】

- ・①の状態が保たれていることを確認する。（1回/日）
確認項目：表面汚染密度および空気中の放射性物質濃度の測定
- ・立坑内に入るすべての人および物に対し、表面汚染がないことを確認する。

※：Gゾーンのうち汚染を持ち込みさせないエリア。
（実施計画や放射線管理マニュアル上の定義なし。）



【参考】 設備交換所使用ルール（現在運用中）

- 発進立坑内を汚染を持ち込みさせないよう管理するエリアとして運用するため、立坑入口に設備交換所を設け、汚染を立坑内に持ち込みさせないようにする。
- ダストモニターハウスを設置し、24時間監視する。

【設備交換所ルール】

- ① G靴を脱ぐ
 - ② 全身サーベイを行う（作業員：15人/班）
 - ③ 設備交換（靴）を行う
- ※退坑時には、放射線管理員により設備の確認を行う。

