

ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について

2022年1月20日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点（※） に対する回答

※ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

（2－1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点）

（1）海洋放出設備

- ①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視
- ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

（2）保安上の措置

- ②ALPS処理水の海洋放出による敷地境界における実効線量評価

（2－2 政府方針への取り組みに関する主な確認事項）

（1）トリチウムの年間放出量

ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点（※）

に対する回答

※ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

（2－1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点）

（1）海洋放出設備

①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

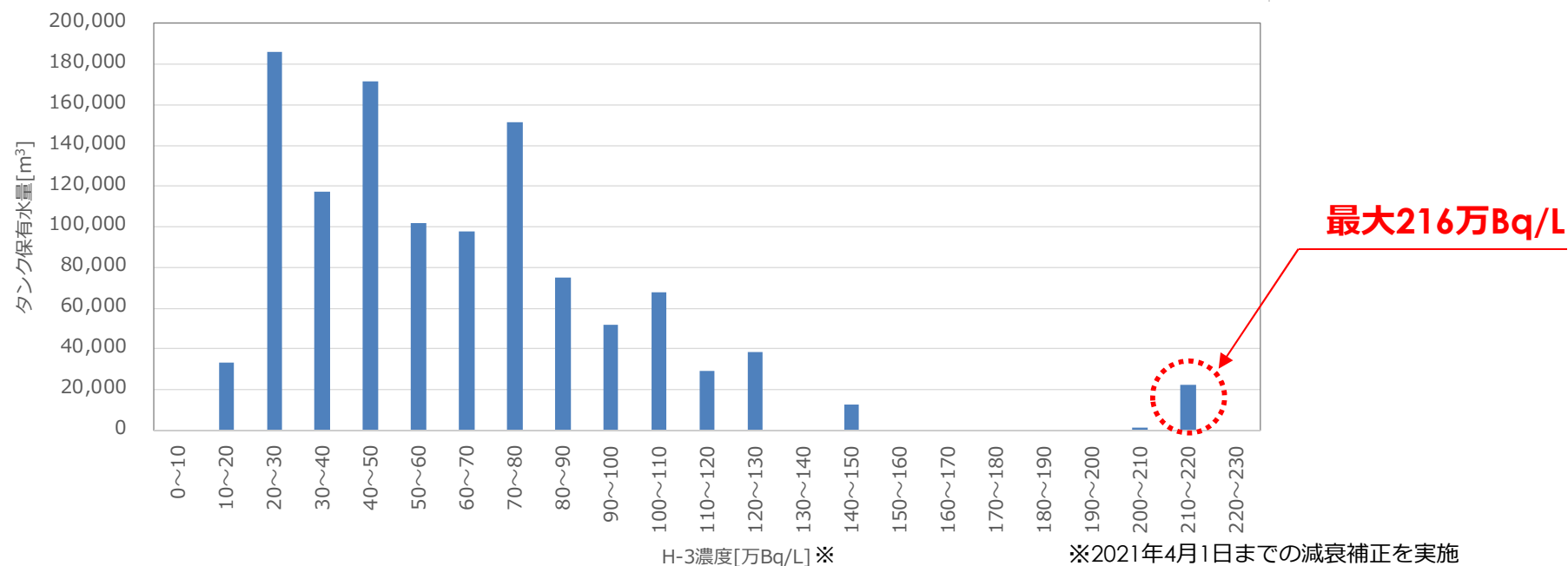
ALPS処理水の放出が措置を講ずべき事項に規定された敷地境界における実効線量1mSv/年未満を満たす範囲で実施されるために、トリチウム濃度に対して必要な海水との混合希釈率、混合希釈の方法及び監視並びにそれらの妥当性を説明すること。

2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

(1) ALPS処理水の海水への混合希釈について

- 現在、福島第一原子力発電所の構内に保管しているALPS処理水は、タンクへの保管時期に応じてトリチウム濃度にばらつきが生じている（下図参照）。いずれのALPS処理水においても、トリチウムの告示濃度限度6万Bq/Lを上回っていることから、ALPS処理水の海洋放出には、海水による希釈が必要となる。
- このため、ALPS処理水を海洋放出するに当たって、それぞれのポンプの設計の考え方を取り纏めて、各ポンプ容量を下表の通り設定した。

	設定値	根拠
ALPS処理水流量	最大500m ³ /日	低濃度（15万Bq/L）のH-3濃度のALPS処理水を、設備稼働率8割で、年間22兆Bq/L放出する際の最大流量より設定。
海水移送流量	17万m ³ /日/台	リスクケース（高濃度（216万Bq/L）のALPS処理水を汚染水発生量150m ³ /日相当分にて一時的に放出する場合）を想定した際、希釈後にH-3濃度1,500Bq/Lとするために、海水流量は約22万m ³ /日必要であり、そこに5割余裕を見ると33万m ³ /日の海水が必要。本流量に対して、海水移送ポンプを3台確保する観点から、1台当たりの流量を設定。



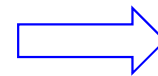
2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

【補足】ALPS処理水移送ポンプの設計の考え方について

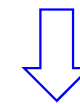
- 現在、福島第一原子力発電所構内に保管されているALPS処理水等のトリチウム濃度は約15万～約216万ベクレル/ℓ、平均約62万ベクレル/ℓ（2021年4月1日時点の評価値）
- ALPS処理水の移送量は、年間トリチウム放出量を基準に、設備保守・系統切替を踏まえた放出日数、放出するALPS処理水のトリチウム濃度から設定
- 放出するALPS処理水のトリチウム濃度の低い約15万ベクレル/ℓの 때가ALPS処理水流量最大となり、約500m³/日

年間トリチウム放出量
22兆ベクレル/年

放出日数 292日
(稼働率8割)



1日当たりのトリチウム放出量
753億ベクレル/日



ALPS処理水等のトリチウム濃度
約15万～約216万ベクレル/ℓ



753億ベクレル/日 ÷ 15万ベクレル/ℓ
= 約500m³/日

【補足】海水移送ポンプの設計の考え方について(1/4)

- 海水希釈後のトリチウム濃度を1,500ベクレル/ℓ未満とすること、年間トリチウム放出量を22兆ベクレルを下回る水準とすることを遵守しつつ、ポンプ運用の柔軟性を確保するため、以下の点を考慮する
 - ① 約15万～約216万ベクレル/ℓのさまざまなトリチウム濃度のALPS処理水の放出に柔軟に対応できること
 - ② ALPS処理水の放出量については、約500m³/日を上限としつつ、大雨等によるALPS処理水の増加量や、廃炉に必要な施設の建設に向けたタンクの解体スピード等に応じて、柔軟に対応できること
 - ③ 海水移送ポンプの運用や保守点検にあたり、柔軟に対応できること

【補足】海水移送ポンプの設計の考え方について(2/4)

- ①、②の観点から、

- リスクケース(その1:高濃度のALPS処理水の放出)

約216万 Bq/L のALPS処理水を、汚染水発生量 $150\text{m}^3/\text{日}$ 相当分(保管量全体を増加させないため)にて、一時的に放出せざるをえない場合を想定

海水希釈後のトリチウム濃度を $1,500\text{Bq/L}$ 未満とするための海水流量は、
 $216\text{万Bq/L} \div 1,500\text{Bq/L} \times 150\text{m}^3/\text{日} = \text{約}22\text{万m}^3/\text{日}$

- リスクケース(その2:多量のALPS処理水の放出)

降水量が多い時期には約 $400\text{m}^3/\text{日}$ の汚染水が発生すること(2020年実績の最大)から、平均約62万 Bq/L のALPS処理水を、約 $400\text{m}^3/\text{日}$ にて一時的に放出せざるをえない場合を想定

海水希釈後のトリチウム濃度を $1,500\text{Bq/L}$ 未満とするための海水流量は、
 $62\text{万Bq/L} \div 1,500\text{Bq/L} \times 400\text{m}^3/\text{日} = \text{約}17\text{万m}^3/\text{日}$

【補足】海水移送ポンプの設計の考え方について (3/4)

- ①、②の観点から、
 - リスクケース (その3 : 稼働率の低下)
設備の保守期間の長期化等により稼働率が低下し、年間放出日数100日で22兆ベクレル (2,200億ベクレル/日) にて、ALPS処理水を放出せざるを得ない場合を想定

2,200億ベクレル/日にて放出する際に、海水希釈後のトリチウム濃度を1,500ベクレル/ℓ未満とするための海水流量は、
$$2,200\text{億ベクレル/日} \div 1,500\text{ベクレル/ℓ} = \text{約}15\text{万m}^3/\text{日}$$
 - 以上の通り、様々なリスクケースを考慮しても、最低22万m³/日以上海水流量が必要となるが、更に設計余裕として5割の裕度を考慮し、約33万m³/日の海水流量を準備する

【補足】海水移送ポンプの設計の考え方について(4/4)

- ③の観点から、
 - 万が一ポンプ1台が停止した際の対応や、点検等の保守面を考慮し、ポンプを3台用意し、2台運転1台待機の運用とすることで、安定的な放出が可能となる
 - すなわち、**海水移送ポンプを3台確保することで安定的な放出を行う**
- 以上のことから、必要な流量を確保できるよう、
約33万m³/日÷2台から**1台あたり17万m³/日程度のポンプを選定**
 - 前述のリスクケース(その2、3)の場合では、1台運転でも1,500^ベクレル/リ未満を確保可能
 - ALPS処理水を海水で1,500^ベクレル/リ未満まで希釈されていることを確認するためには、希釈前のALPS処理水トリチウム濃度と、ALPS処理水流量及び海水流量を正確に測定することが重要であるが、1台あたり17万m³/日のポンプを選定したとしても、測定できる流量計(オリフィス式)が存在することを確認済み
 - なお、設計検討上は2台運転を通常状態としているが、場合によっては3台運転も可能
- 年間稼働率8割、年間トリチウム放出量22兆^ベクレル、ポンプ1台運転の場合でも、海水希釈後のトリチウム濃度は約440^ベクレル/リと想定しており、1,500^ベクレル/リを十分下回る

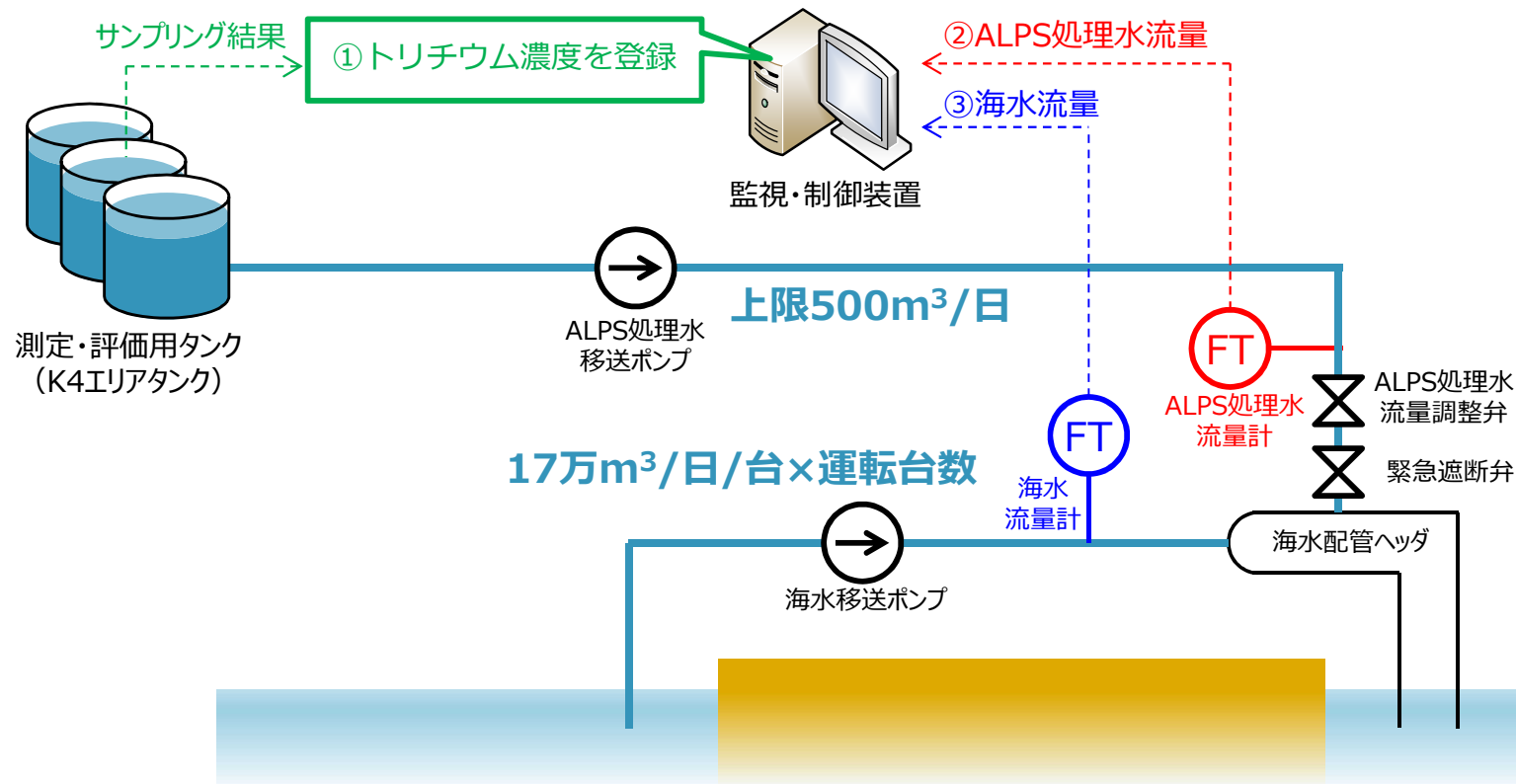
2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

(2) ALPS処理水の海水への混合希釈率の監視

- ALPS処理水の海洋放出に当たり、多量の海水で希釈するため、海水希釈後のALPS処理水を一時貯留してトリチウム濃度を測定することが出来ない。このため、予め測定・確認用設備にて測定・確認を実施したトリチウム濃度から、ALPS処理水流量を定めて、海水希釈後のトリチウム濃度を評価する。
- 海水希釈後のトリチウム濃度は、ALPS処理水流量と海水流量を監視することで実施する。

トリチウム濃度評価式

$$\text{海水希釈後のトリチウム濃度} = \frac{\text{①ALPS処理水トリチウム濃度} \times \text{②ALPS処理水流量}}{\text{②ALPS処理水流量} + \text{③海水流量}}$$



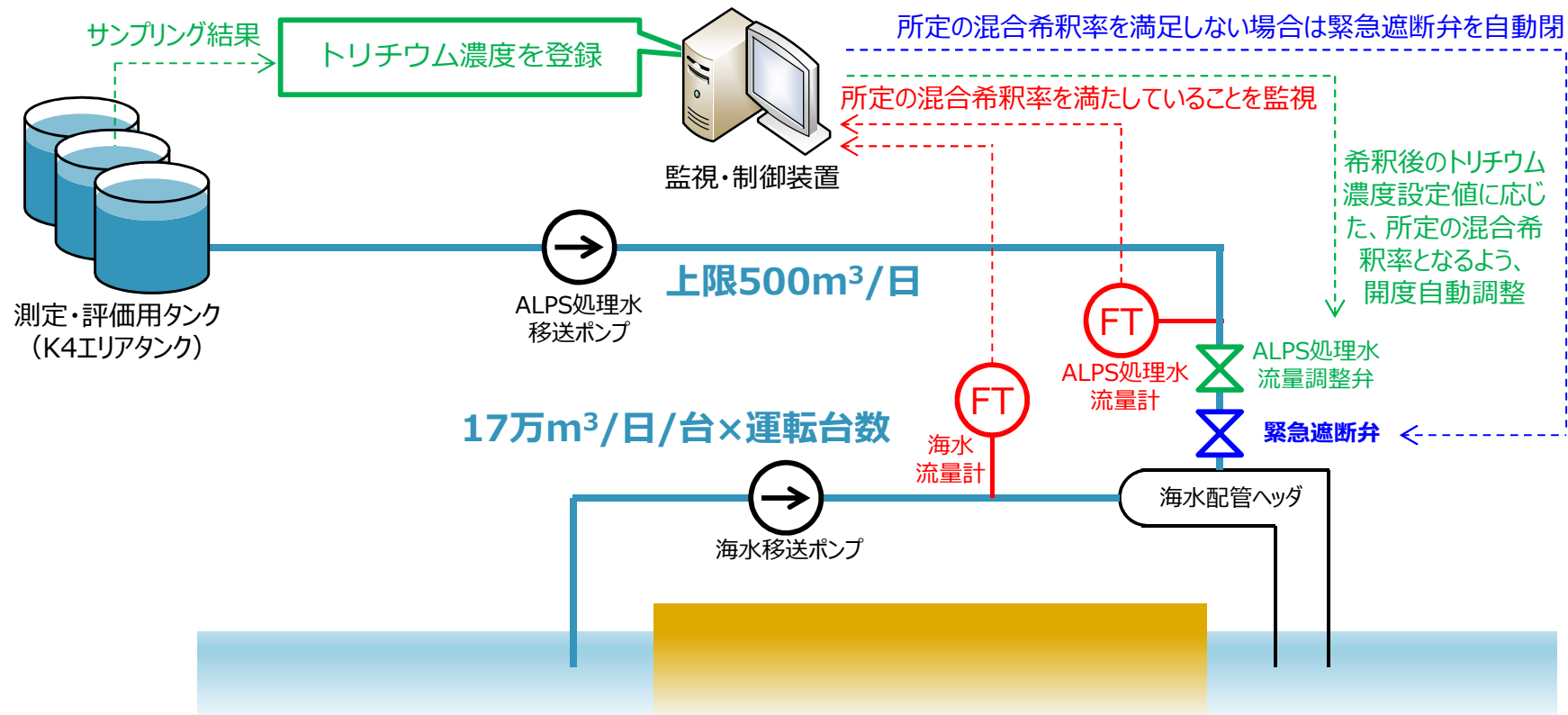
2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

(3) ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整

- ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整は、海水移送ポンプを定格運転するため、ALPS処理水流量を制御する設計としている。
- 具体的には、放出操作の際に、予め確認したALPS処理水のトリチウム濃度を監視・制御装置へ登録し、当該トリチウム濃度と希釈後のトリチウム濃度の設定値（1,500Bq/L未満※1）を踏まえて、所定の混合希釈率（100倍以上※2）になるよう、ALPS処理水流量調整弁の開度を自動調整する設計としている。なお、希釈後のトリチウム濃度を設定する際には、計器の精度等を考慮する。
- 放出操作中は、監視・制御装置にてALPS処理水流量並びに海水流量を常時監視しており、所定の混合希釈率を満足しない場合は、ALPS処理水移送ラインに設けた緊急遮断弁をインターロックにより自動閉させる設計としている。

※1：トリチウムの告示濃度比は0.025未満

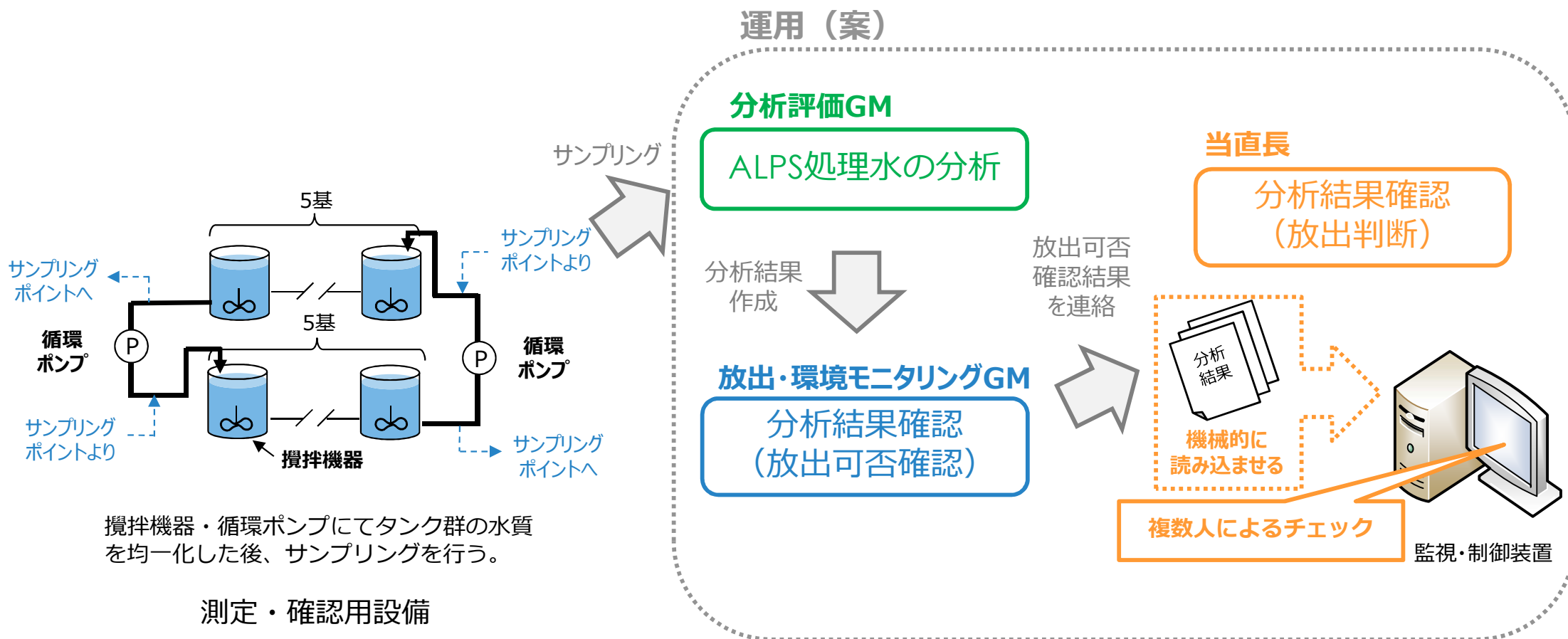
※2：トリチウムを除く核種の告示濃度比総和は0.01未満（海水移送ポンプは1台でも100倍以上の希釈が可能だが、2台以上の運転を計画）



2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

【補足】監視・制御装置へのトリチウム濃度の登録

- 放出操作の際、測定・確認用設備にてサンプリングしたALPS処理水を分析した結果（トリチウム濃度）を監視・制御装置に登録するが、当該作業において、ヒューマンエラーが生じないように、監視・制御装置に機械的にトリチウム濃度を読み込ませる手法を計画している（下図参照）。具体的な手法については、今後検討していく。
- なお、上記のトリチウム濃度の登録方法は入力補助であることから、監視・制御装置に登録された値が正しいかは、サブドレンおよび地下水バイパスと同様に複数人でのチェックを実施した上で、放出操作を行う運用とする。



2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

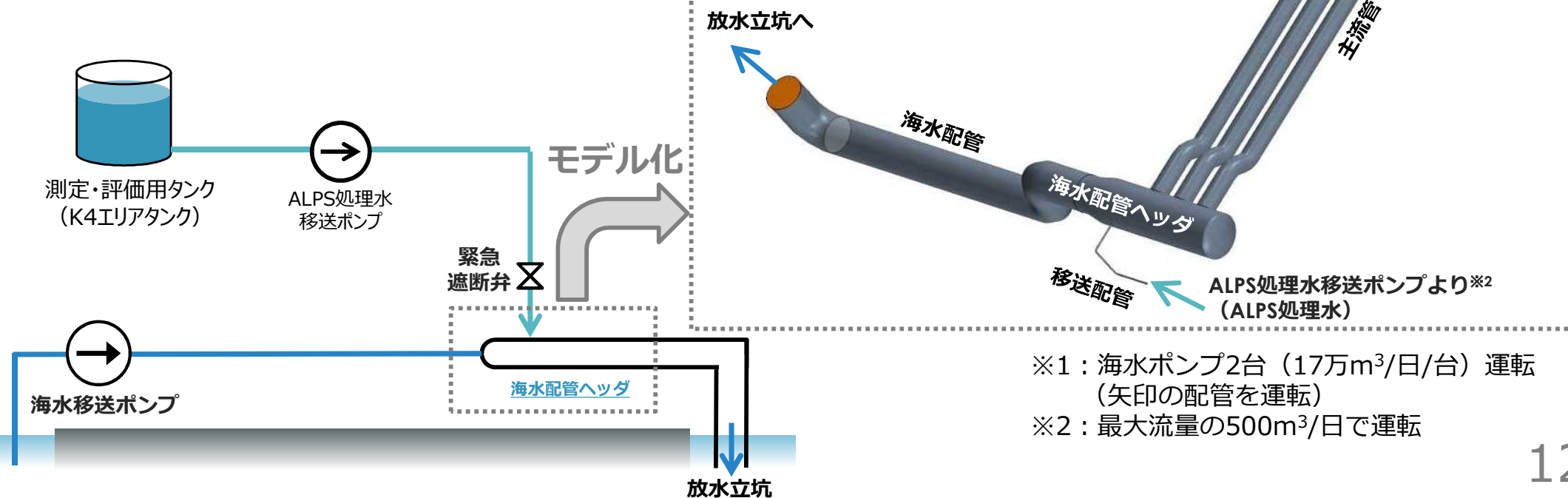
(4) ALPS処理水の海水への混合希釈の方法 (1/4)

- ALPS処理水の混合希釈は、希釈海水が流れる海水配管ヘッド内にALPS処理水を注入することで行う。海水配管ヘッドに注入したALPS処理水は、海水配管内で流下しつつ、周囲の海水と混合して放射性物質濃度を減少させる。
- 海水配管内におけるALPS処理水の混合希釈状態を確認するため、下記に示す数値シミュレーションにて、希釈効果について評価を実施した。
- なお、設備設置完了後には、ろ過水にトレーサを用いた確認試験も実施予定。

解析コード : STAR-CCM+ (ver.11)

→エネルギー分野や自動車業界等の産業分野で広く用いられており、当社においても、柏崎刈羽原子力発電所7号機における格納容器圧力逃がし装置における温度解析やスロッシング評価にて使用実績有。

モデル条件	呼び径
主流管	900A
海水配管ヘッド	2200A, 1800A
海水配管	1800A
移送配管	100A

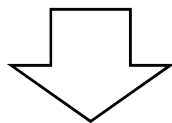


※1：海水ポンプ2台（17万m³/日/台）運転（矢印の配管を運転）

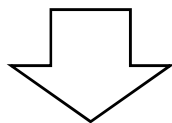
※2：最大流量の500m³/日で運転

(4) ALPS処理水の海水への混合希釈の方法 (2/4)

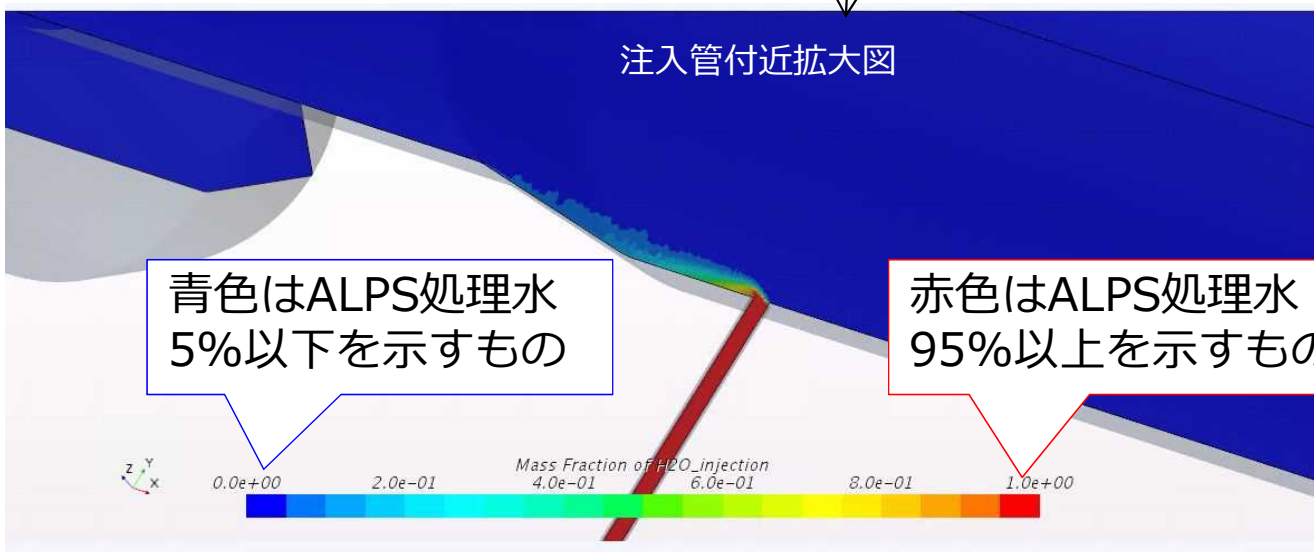
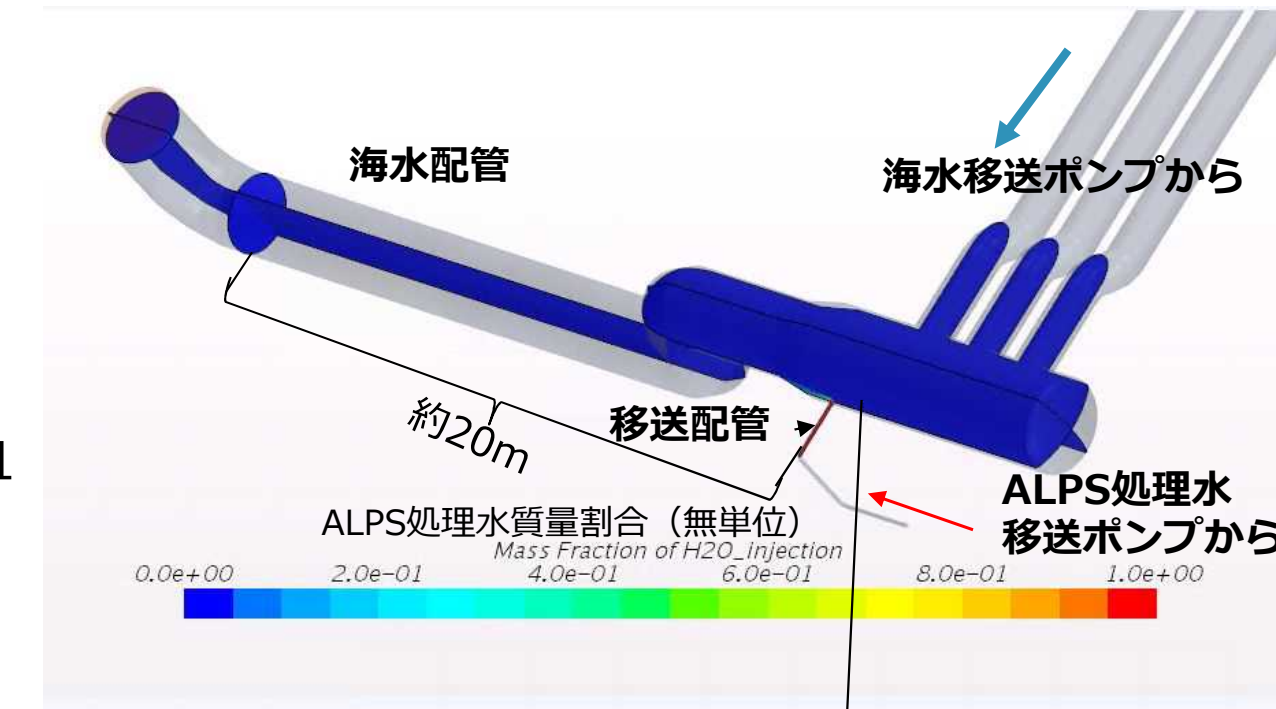
ALPS処理水流量500m³/日、海水流量34万m³/日で希釈した場合の海水配管内の拡散混合解析結果



移送配管近傍で5%以下（20分の1以下）まで希釈されることが確認

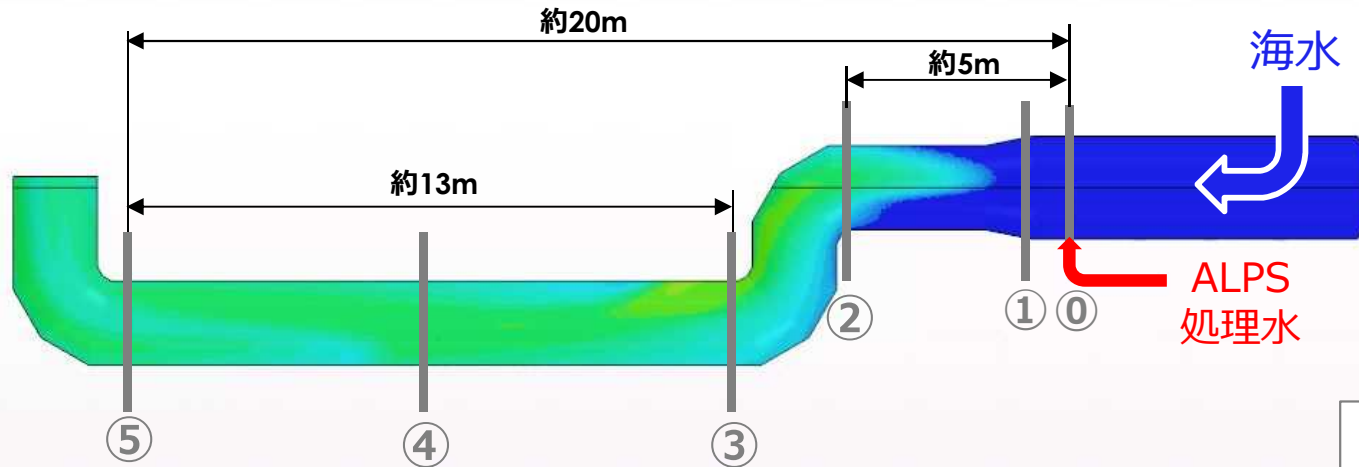


右図では、5%以下の希釈状況をお示し出来ないことから、次スライドで対数軸で表示したものを再掲



2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

(4) ALPS処理水の海水への混合希釈の方法 (3/4)



参考：
質量割合から体積割合への換算

$$F = \frac{M}{(1 - M) \frac{\rho_i}{\rho_R} + M}$$

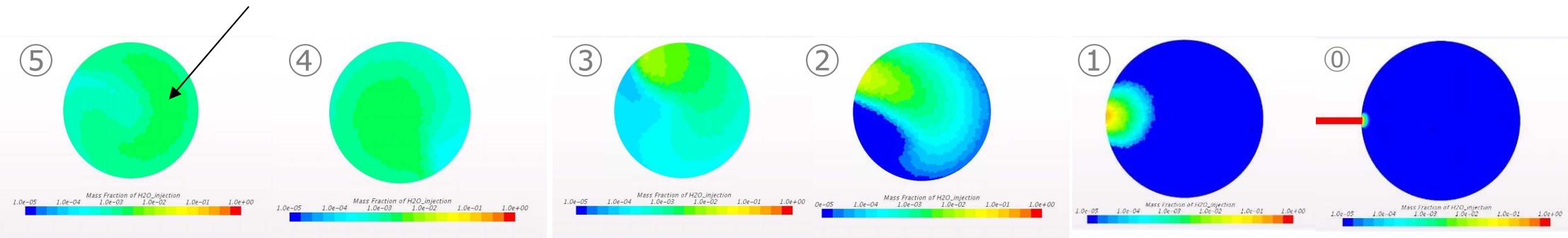
F: 体積割合(-) ρ_i : ALPS処理水密度(998.3 kg/m³)
M: 質量割合(-) ρ_R : 海水密度(1025 kg/m³)

ALPS処理水質量割合 (無単位)



- ①注水位置
- ②混合ヘッド出口
- ③立下がりエルボ手前
- ④立下がりエルボ直後 (直管入口)
- ⑤直管中央
- ⑥直管出口 (立ち上がりエルボ入口)

ALPS処理水の質量割合は**最大0.23%(約430分の1)**、平均0.14%(約710分の1)まで希釈
15万ベクレル/ℓのALPS処理水を放出した場合、最大約350ベクレル/ℓ、平均約220ベクレル/ℓとなる
(平均濃度は計算上の海水希釈後トリチウム濃度と同等)

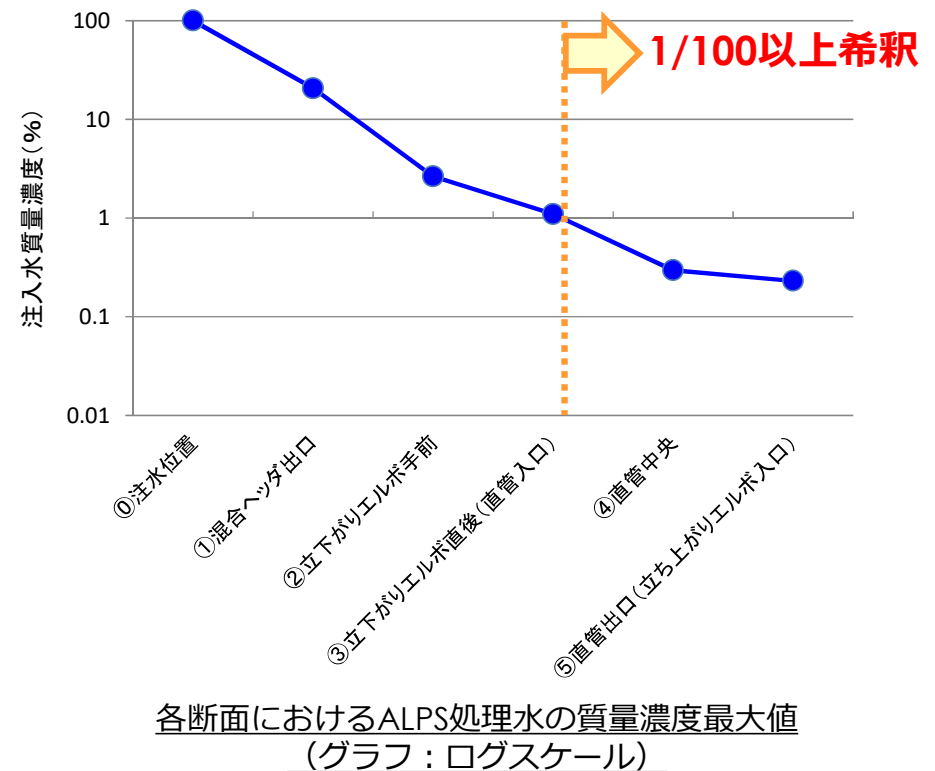
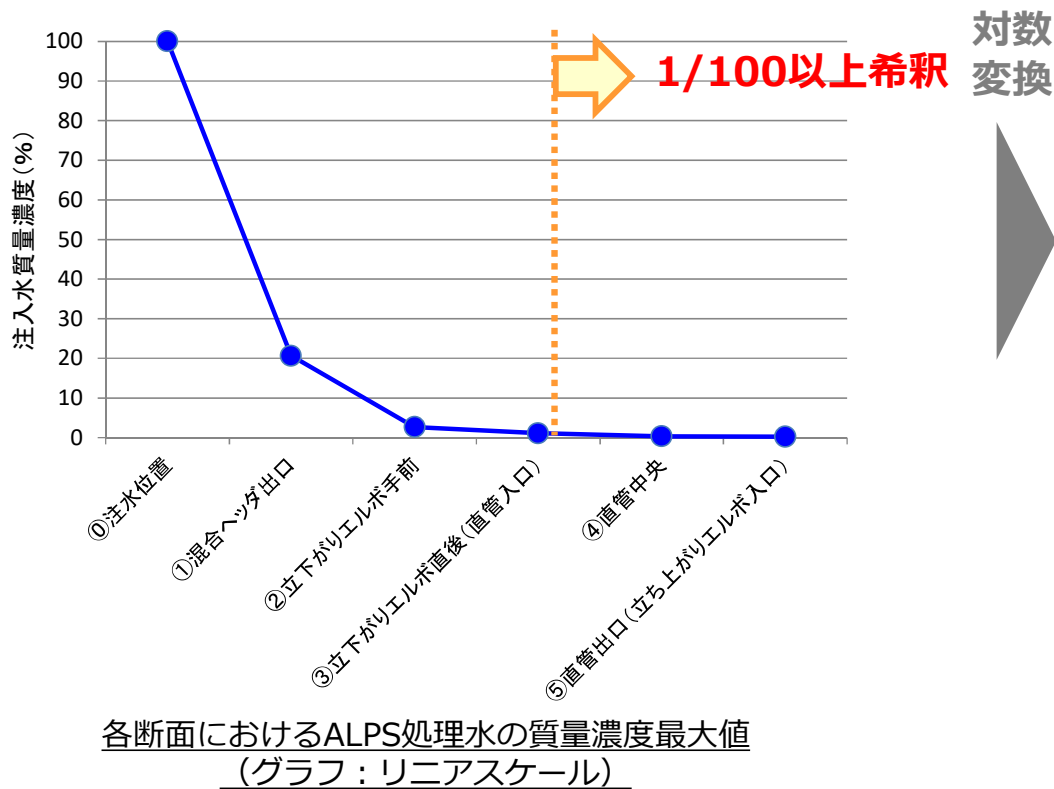
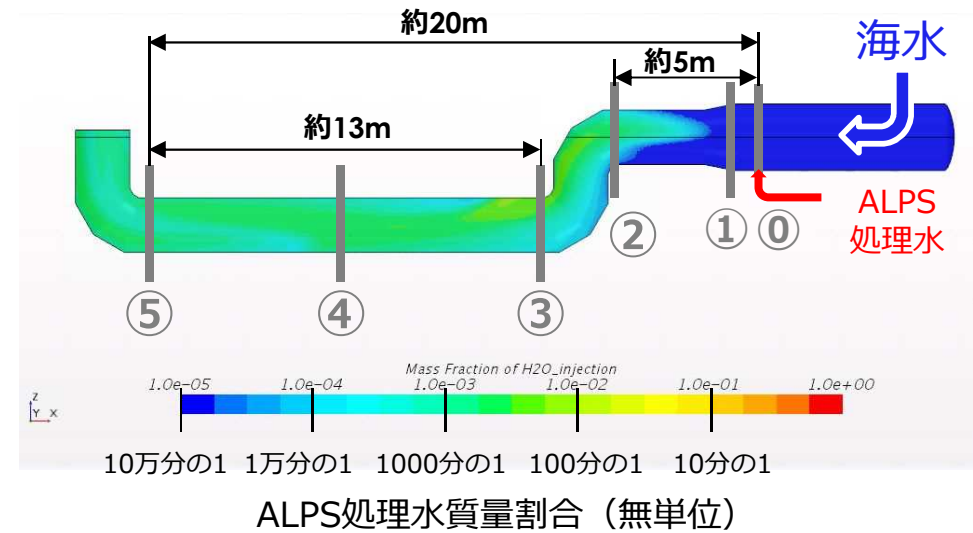


下流 ← → 上流

2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視

(4) ALPS処理水の海水への混合希釈の方法 (4/4)

- 海水配管内のALPS処理水の海水への混合希釈状態の詳細を確認した結果を下図に示す。
- 当該結果より、③立下がりエルボ部直後（直管入口）で、100倍以上の希釈効果が得られることを確認した。



ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点（※）

に対する回答

※ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

（2－1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点）

（1）海洋放出設備

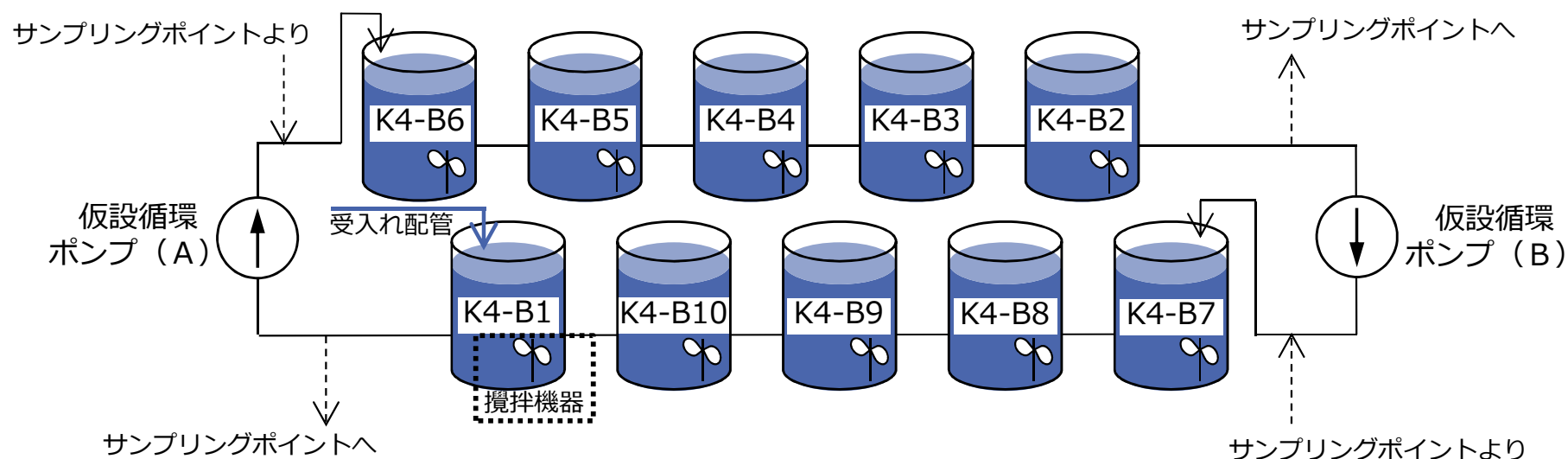
②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

海洋放出前のK4エリアタンク内ALPS処理水の放射能濃度を均質化するための方法及びその妥当性を説明すること。

2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

(1) タンク内のALPS処理水の放射能濃度の均質化

- ALPS処理水希釈放出設備では、タンク10基を1群として放出操作を行うことから、放出前にタンク内のALPS処理水が放出基準を満足していることを確認するため、サンプリングを実施する。
- 測定・確認用設備では、「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」に基づきタンク群の放射性物質濃度を均一にするため、攪拌機器でタンク単体を攪拌すると共に、循環ポンプによりタンク群全体の水を循環し、代表的な試料が得られるようにする。
- なお、2022年2月に循環攪拌実証試験（下図参照）を行い、当該設備により均一化されることを今後の審査会合にて説明する。



攪拌実証試験 : 2021年11月実施済
循環攪拌実証試験 : 2022年2月予定

2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

(2) 循環攪拌実証試験の計画

- 2021年11月に実施したタンク1基での攪拌実証試験により、タンクの攪拌効果を確認できたことから、次にタンク10基を連結した循環攪拌実証試験を実施する。
- なお、現在の計画では放出前のALPS処理水の分析に2か月を要することから、循環攪拌停止後の試薬の濃度分布についても確認を行い、実際の運用に生かしていく。

実施日	2022年2月7日～2022年2月13日		
試験時間	約144時間		
対象タンク	K4-B群（10基）		
試薬※1	第三リン酸ナトリウム※2（K4-B6タンク天板マンホールから投入）		
サンプリング	試験前	試験中※3	試験後
採取ポイント	K4-B1～B10タンク 中(5m)	循環ライン 2箇所	K4-B1～B10タンク 上(10m)・中(5m)・下(1.5m)
採取量	各1ℓ, 計10サンプル	各1ℓ, 計28サンプル	各6ℓ, 計30サンプル
分析対象	リン酸	リン酸	リン酸+トリチウム※4

※1：測定・確認用タンク内のトリチウム濃度は、タンク内で濃淡が無い為、タンク内に存在しない試薬をタンクに投入し、濃度分布を確認。

※2：第三リン酸ナトリウム投入量は福島県条例に定める排水基準（リン含有量「日間平均8ppm」）の1/100を目安とするため、環境への影響はない。

※3：試験開始～24時間は6時間毎にサンプリング、24時間～144時間は12時間毎にサンプリングを実施する。

※4：念のため主要7核種（Cs-134,Cs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Co-60,Sb-125）についても測定を実施予定。

<各分析項目の確認目的>

リン酸：循環攪拌実証試験の評価パラメータとして、均一な状態となる時間の評価および均一な状態となることを確認

トリチウム：循環攪拌実証試験の評価パラメータではないが、タンク毎に濃度のばらつきがあるため、均一な状態となることを念のため確認

2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

【補足】攪拌実証試験の計画 (1/2)

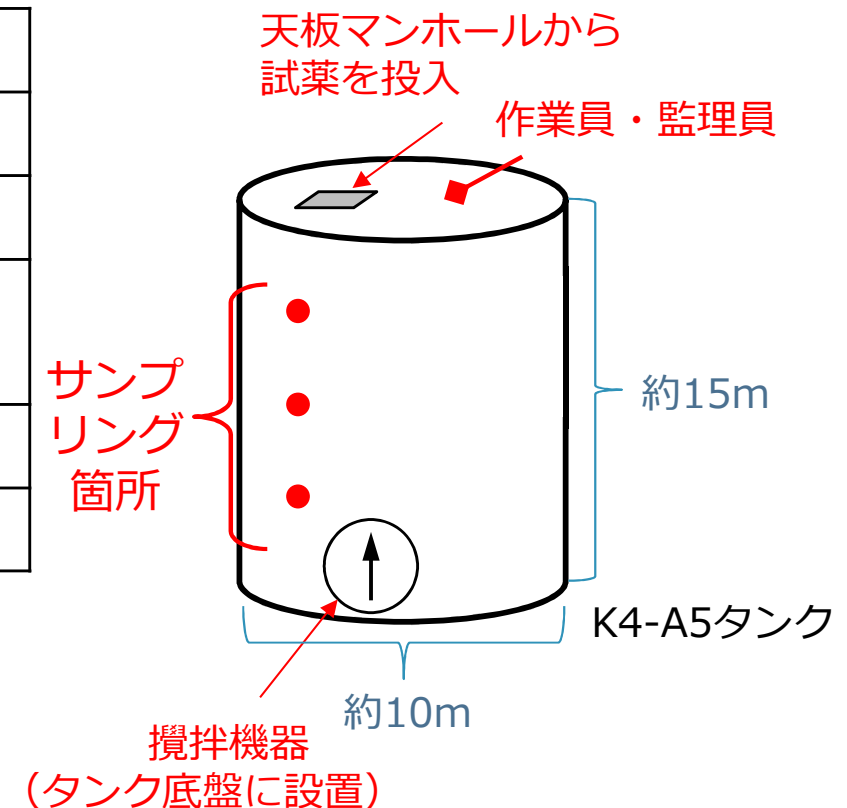
- 今回実施する攪拌実証試験では、タンク底部に攪拌機器を新しく取り付け、攪拌機器の動作確認、およびタンク内に投入する試薬での攪拌効果を確認します
- 来年2月には、8核種※¹および同試薬を分析対象とした循環実証試験を、K4-B群で実施する予定です

※1：主要7核種（Cs-134,Cs-137,Sr-90,I-129,Ru-106,Co-60,Sb-125）とトリチウム

実施日	2021年11月23日
試験時間	約8時間
サンプリング	約30分毎・試験前を含め9回
採取量	各1ℓ（タンク上(11.6m)・中(7.6m)・下(2.6m)の3箇所採取）
分析対象	試薬※ ²
対象タンク	K4-A5

※2：測定・確認要タンク内のトリチウムは、タンク内で濃淡が無い為、タンク内に存在しない試薬（第三リン酸ナトリウム※³）をタンクに投入し、濃度分布を確認。

※3：第三リン酸ナトリウム投入量は福島県条例に定める排水基準（リン含有量「日間平均8ppm」）の1/100を目安とするため、環境への影響はない。



2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

【補足】攪拌実証試験の計画 (2/2)

【攪拌実証試験】

実証試験時期：2021年11月23日

試験時間：5時間25分（攪拌時間4時間）

サンプリング：約30分毎

採取量：各1L（タンク上(11.6m)・中(7.6m)・下(2.6m)の3箇所採取）

分析対象：リン酸※（理論平均値80ppbとの差を確認）

対象タンク：K4-A5

【試験方法】

8:00 攪拌試験前にサンプリング(1回目)を実施

8:30 第三リン酸ナトリウム溶液(約2.6L)を投入

9:00 攪拌機器を起動

9:30 攪拌機器を停止（攪拌時間30分）

9:30~ タンク水面の安定を確認後、サンプリング(2回目)

以降、攪拌機器起動・停止を繰り返し、

計9回のサンプリングを予定（終了時刻16:30頃）

終了後、サンプルボトル(合計27本)を5/6号ホットラボへ提出

※・トレーサ（第三リン酸ナトリウム※²）をタンクに投入し、濃度分布を確認。

・第三リン酸ナトリウム投入量は[福島県条例に定める基準の1/100を目安とするため、環境への影響はない。](#)

・濃度は吸光光度法により測定する。



攪拌機器写真



攪拌機器運転時のタンク水面（T/R時に撮影）



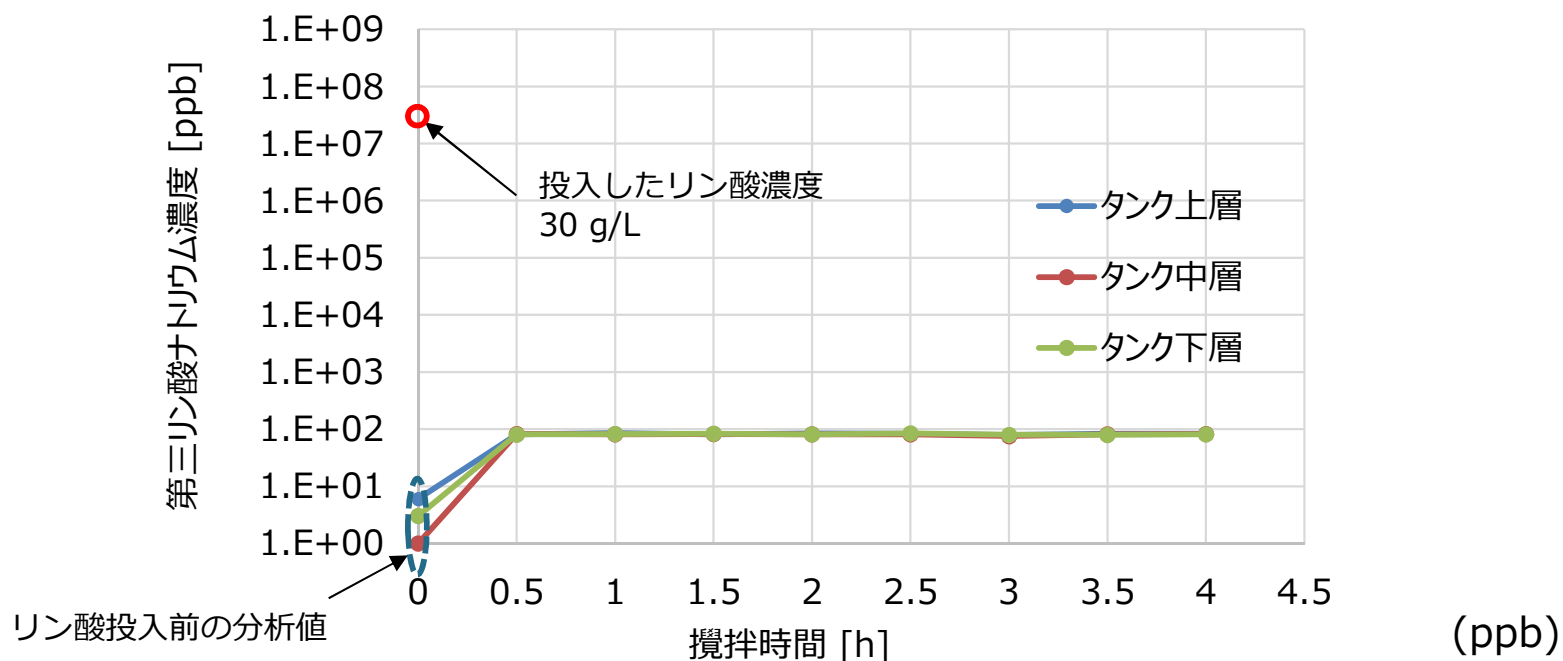
攪拌実証試験当日の採水の様子

2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

【補足】 攪拌実証試験の結果

- タンクに投入した第三リン酸ナトリウム約2.6Lの濃度は約30g/Lであり、タンク内包水約970m³で希釈されたときの濃度の理論値は約80ppbである。
- 攪拌機器による攪拌を30分実施した段階で、サンプルに含まれる第三リン酸ナトリウム濃度は80ppb付近の値で安定しており、**攪拌機器による攪拌効果が認められた**（80ppbの標準試料に対して、標準偏差σは3.0ppb）。

攪拌実証試験分析結果（11/23）



	1回目 (0 h)	2回目 (0.5 h)	3回目 (1.0 h)	4回目 (1.5 h)	5回目 (2.0 h)	6回目 (2.5 h)	7回目 (3.0 h)	8回目 (3.5 h)	9回目 (4.0 h)
上層	6	80	85	81	84	83	78	83	83
中層	1	82	81	82	81	81	75	81	82
下層	3	80	82	83	81	84	79	79	81

ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点（※）

に対する回答

※ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

（2－1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点）

（2）海洋放出時の保安上の措置

②ALPS処理水の海洋放出による敷地境界における実効線量評価

2-1(2) ②ALPS処理水の海洋放出による敷地境界における実効線量評価

「1.1. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」

- 特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。
- 特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量）を、平成25年3月までに1mSv/年未満とすること。

■ 放射性液体廃棄物等による線量評価（実施計画：Ⅲ-3-2-2-3）

➤ 各系統における線量評価

- ALPS処理水については、排水前に、H-3以外の放射性核種の告示濃度限度比の和が1未満であることを測定等により確認する。また、排水にあたっては海水による希釈（100倍以上）を行い、排水中のH-3濃度を1,500Bq/L未満となるよう管理しながら排水するため、実効線量は0.035mSv/年となる。

<算出方法>

ALPS処理水におけるH-3濃度を1,500Bq/L未満となるように希釈し、H-3以外の放射性核種濃度を告示濃度限度比の和が1未満となったALPS処理水を海水にて100倍以上※希釈することから実効線量は保守的に以下の通り評価される。

※：本設備では430倍以上に希釈可能
（2-1(1)①ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視より）

$$\frac{\text{H-3の濃度}}{\text{H-3の告示濃度}} + \text{H-3以外の告示濃度比総和} \times \frac{1}{\text{海水による希釈倍率}}$$

$$= \frac{1500}{60000} + 1 \times \frac{1}{100} = 0.035$$

2 - 1 (2) ②ALPS処理水の海洋放出による敷地境界における実効線量評価

- 前述の通り、ALPS処理水の排水による敷地境界の実効線量の評価結果は0.035mSv/年となることから、放射性液体廃棄物等の排水による実効線量の評価値（0.22mSv/年※1）に変更はない。

※1：ALPS処理水、地下水バイパス水、堰内雨水、サブドレン他水処理施設の処理済水の排水による線量評価結果の最大値
 →放射性液体廃棄物等の排水による線量評価においては、排水基準と同じ濃度で排水する場合に、告示濃度比総和が最も大きい排水を1年間摂取し続けると仮定した評価値を用いることで、その他の排水の評価は包含されるという考え方で評価を行っている。

- 現状の設備の運用により、福島第一原子力発電所における敷地境界における実効線量は、約0.91mSv/年であり、1mSv/年を下回っている。

項目	敷地境界における実効線量
気体廃棄物放出	約0.03mSv/年
敷地内各施設からの直接線及びスカイシャイン線の線量	約0.58mSv/年
放射性液体廃棄物等の排水	約0.22mSv/年
構内散水した堰内雨水の処理済水のH-3を吸入摂取した場合の敷地境界の実効線量	約 3.3×10^{-2} mSv/年
構内散水した5・6号機滞留水の処理済水の地表に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実効線量	約 4.2×10^{-2} mSv/年
合計	約0.91mSv/年※2

※2：四捨五入した数値を記載しているため、合算値が合計と合わない場合がある

(実施計画：Ⅲ-3-2-2-4-1)

ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点（※）

に対する回答

※ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

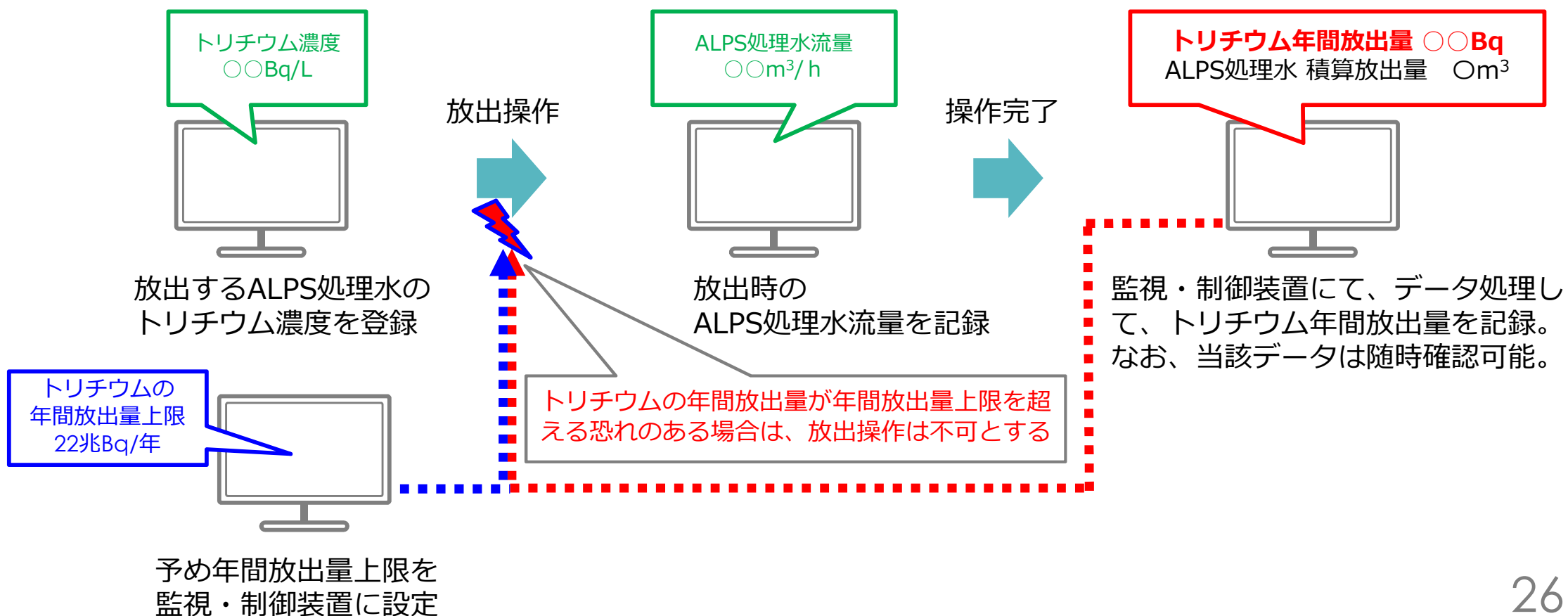
（2－2 政府方針への取り組みに関する主な確認事項）

（1）トリチウムの年間放出量

ALPS処理水中のトリチウムの放出量が、1年間当たりの放出管理値の22兆ベクレルを超えないことを運用・確認する方法を説明すること。

2-2(1)トリチウムの年間放出量

- ALPS処理水希釈放出設備では、放出の都度、放出するALPS処理水のトリチウム濃度を監視・制御装置に登録すると共に、放出時のALPS処理水流量を監視・制御装置にて監視し、その積算流量をカウント・記録している。
- トリチウムの年間放出量は、放出の都度登録されるトリチウム濃度と積算流量を乗じた結果を、監視・制御装置内で足し合わせて記録すると共に、当該データは随時確認可能となっている。
- また、装置内では、トリチウムの年間放出量上限を設定することが可能であり、当該設定値を超える恐れがある場合は、放出操作へ移行出来ないインターロックを組むことで、1年あたりの放出管理値（22兆Bq）を超えない運用を実施する。



以降、参考資料

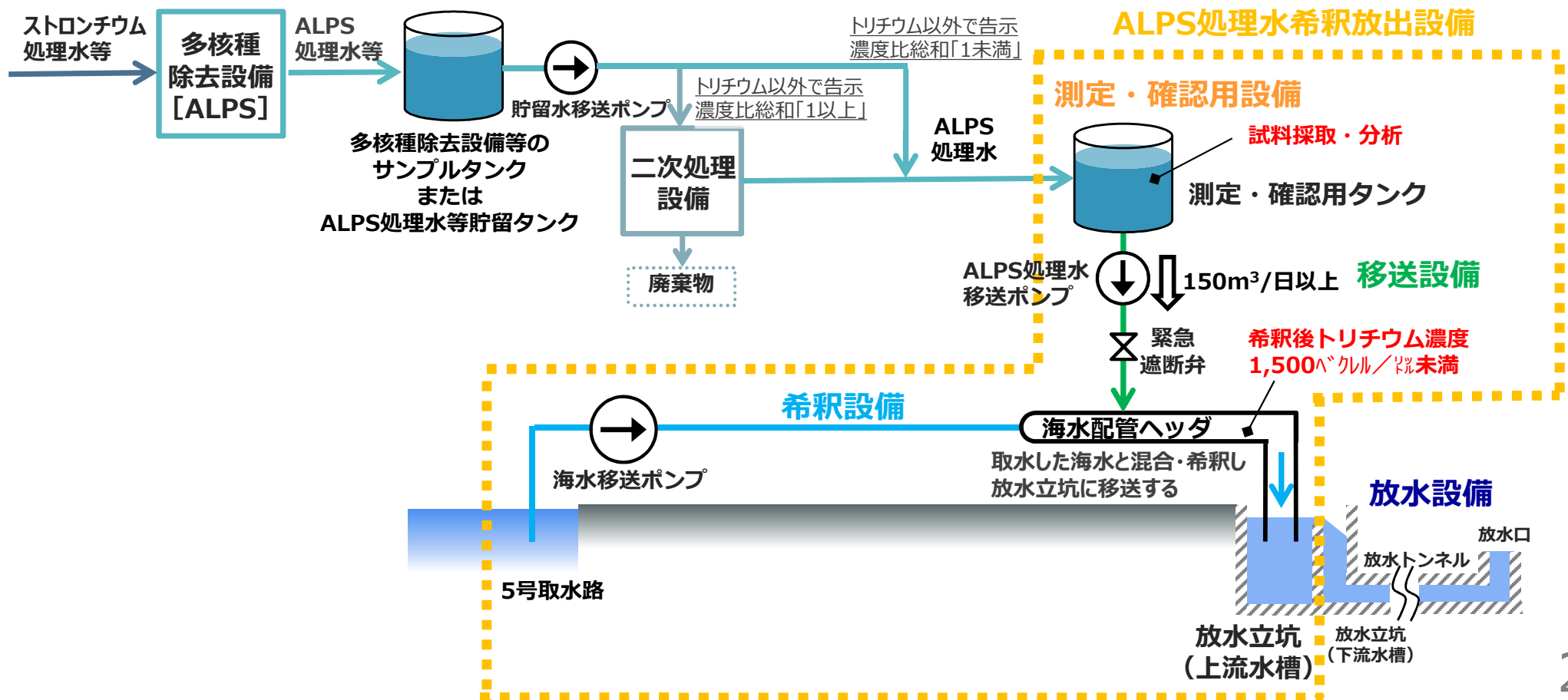
【参考】ALPS処理水希釈放出設備の全体概要

■ 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、海洋に放出する。

■ 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一にした後、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、放水設備に排水する。



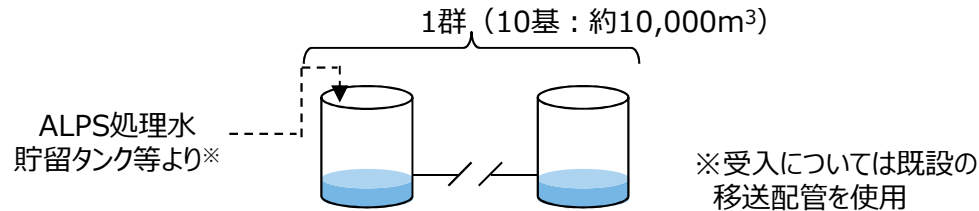
【参考】ALPS処理水希釈放出設備（測定・確認用設備）の概要

■ 測定・確認用設備

- 測定・確認用タンクはK4エリアタンク（計約30,000m³）を転用し、A～C群各10基（1基約1,000m³）とする。
- タンク群毎に、下記①～③の工程をローテーションしながら運用すると共に、②測定・確認工程では循環・攪拌により均一化した水を採取して分析を行う。

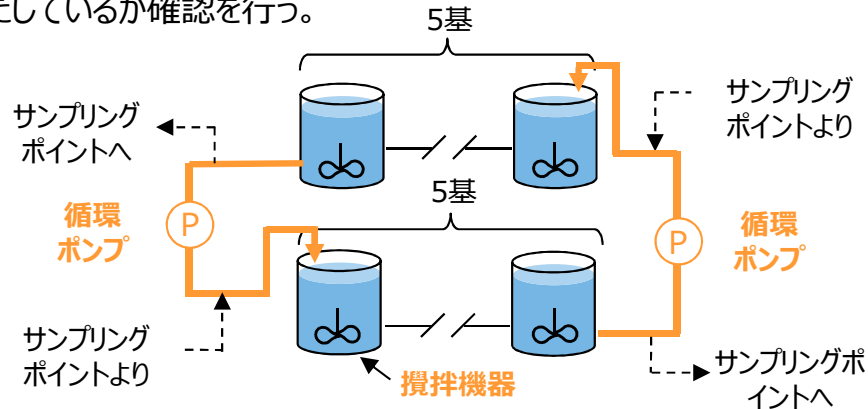
①受入工程

ALPS処理水貯留タンク等よりALPS処理水を空のタンク群で受入れる。



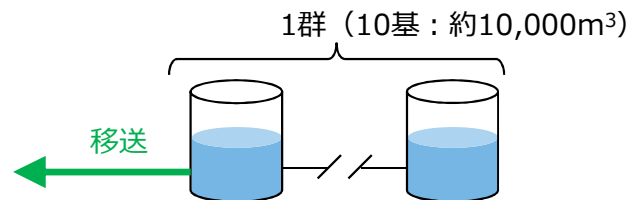
②測定・確認工程

攪拌機器・循環ポンプにてタンク群の水質を均一化した後、サンプリングを行い、放出基準を満たしているか確認を行う。

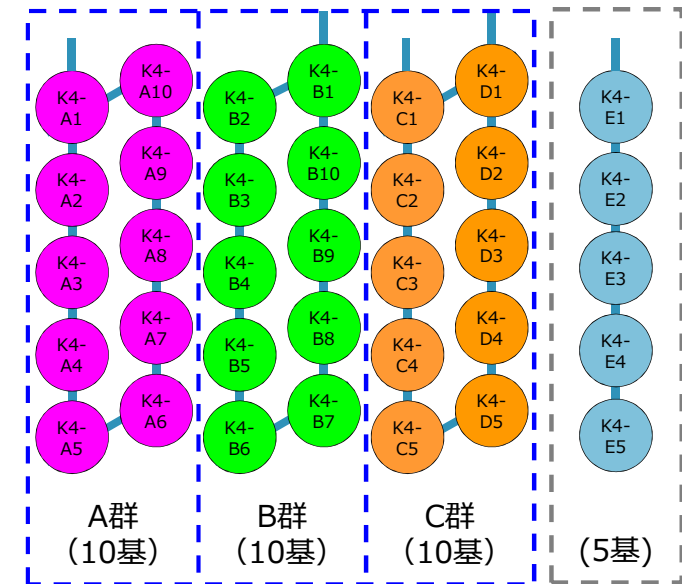


③放出工程

放出基準を満たしていることを確認した後、ALPS処理水を移送設備により希釈設備へ移送する。



K4エリアタンク群：35基



2.50章 ALPS処理水希釈放出設備

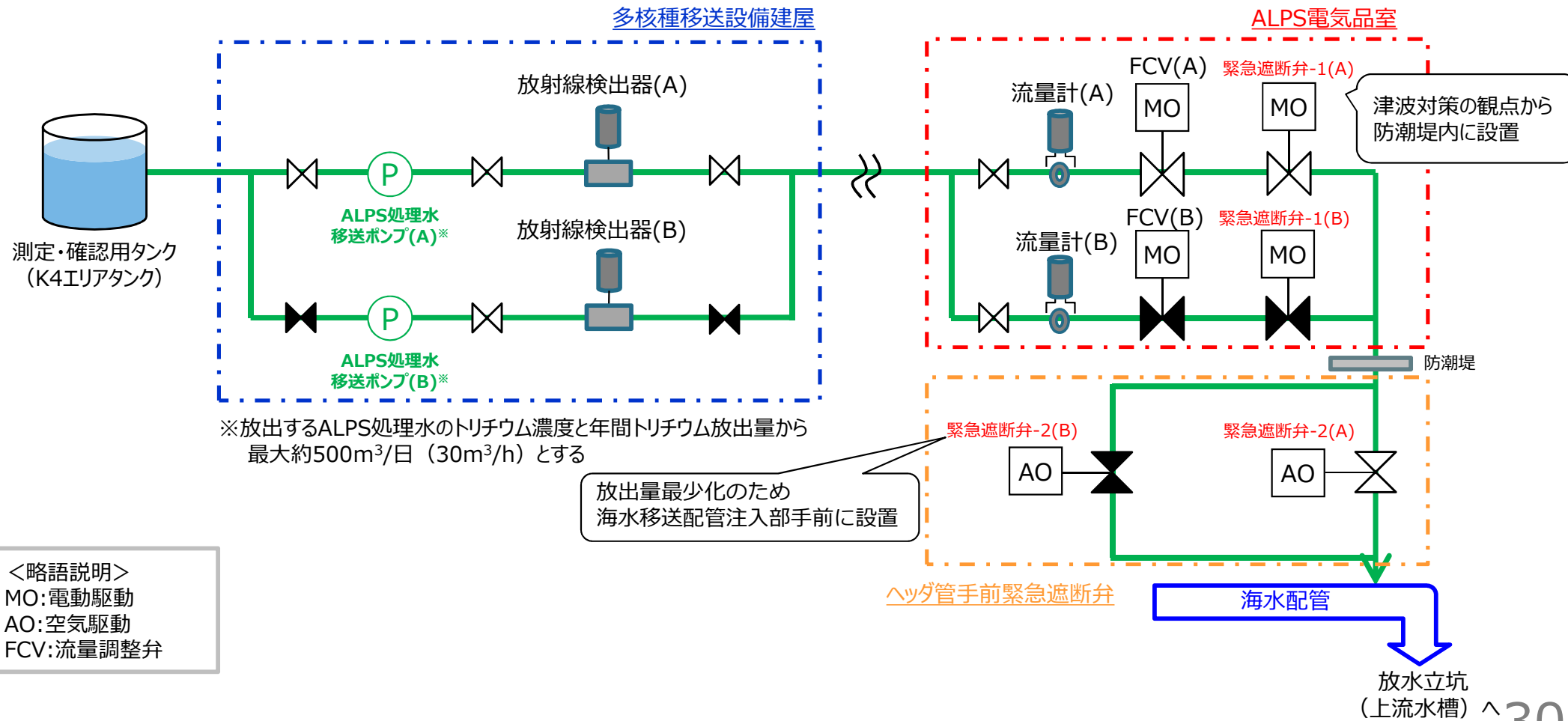
2.5章 多核種処理水貯槽

	A群	B群	C群
1周目	受入	—	—
2周目	測定・確認	受入	—
3周目	放出	測定・確認	受入
4周目	受入	放出	測定・確認
...	測定・確認	受入	放出

【参考】ALPS処理水希釈放出設備（移送設備）の概要

■ 移送設備

- 移送設備は、ALPS処理水移送ポンプ及び移送配管により構成する。
- ALPS処理水移送ポンプは、運転号機と予備機の2台構成とし、測定・確認用タンクから希釈設備までALPS処理水の移送を行う。
- また、異常発生時に速やかに移送停止できるように緊急遮断弁を海水配管ヘッダ手前及び、津波対策として防潮堤内のそれぞれ1箇所には設置する。

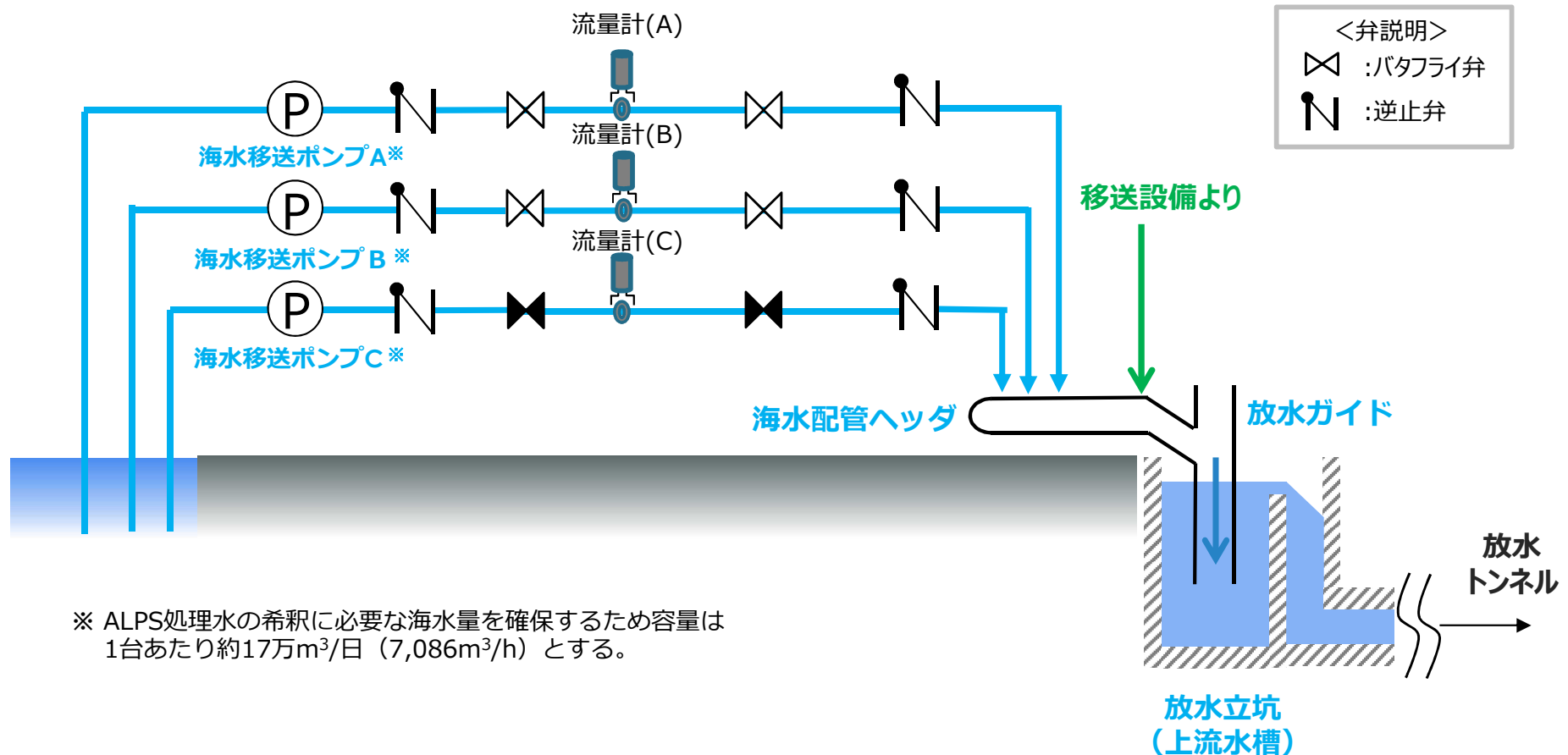


<略語説明>
 MO: 電動駆動
 AO: 空気駆動
 FCV: 流量調整弁

【参考】ALPS処理水希釈放出設備（希釈設備）の概要

■ 希釈設備

- ALPS処理水を海水で希釈し、放水立坑（上流水槽）まで移送し、放水設備へ排水することを目的に、海水移送ポンプ、海水配管（ヘッダ管含む）、放水ガイド、放水立坑（上流水槽）により構成する。
- 海水移送ポンプは、移送設備により移送されるALPS 処理水を100倍以上に希釈する流量を確保する。



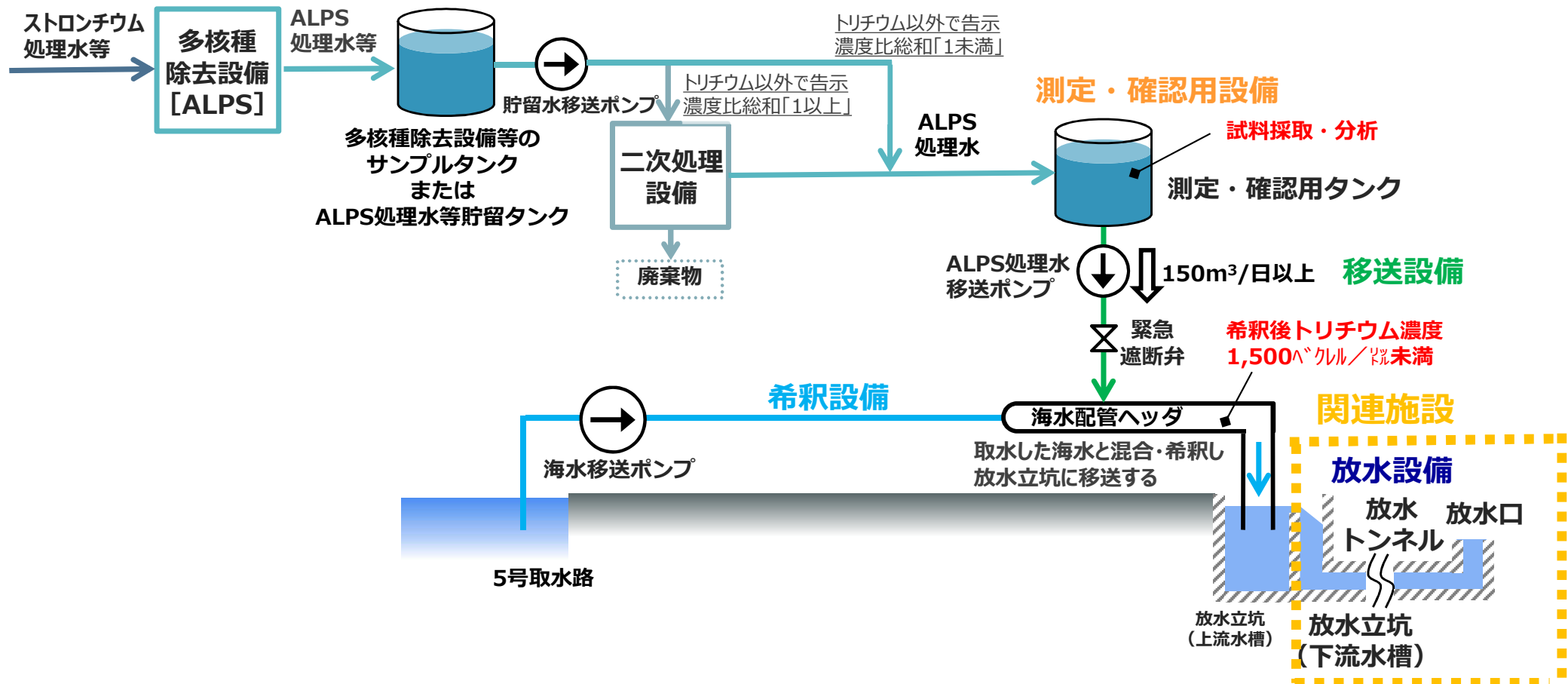
【参考】 関連施設（放水設備）の全体概要

■ 目的

ALPS処理水希釈放出設備の排水（海水で希釈して、トリチウムを含む全ての放射性核種の告示濃度比総和が1を下回った水）を、沿岸から約1km離れた場所から海洋へ放出する。

■ 設備概要

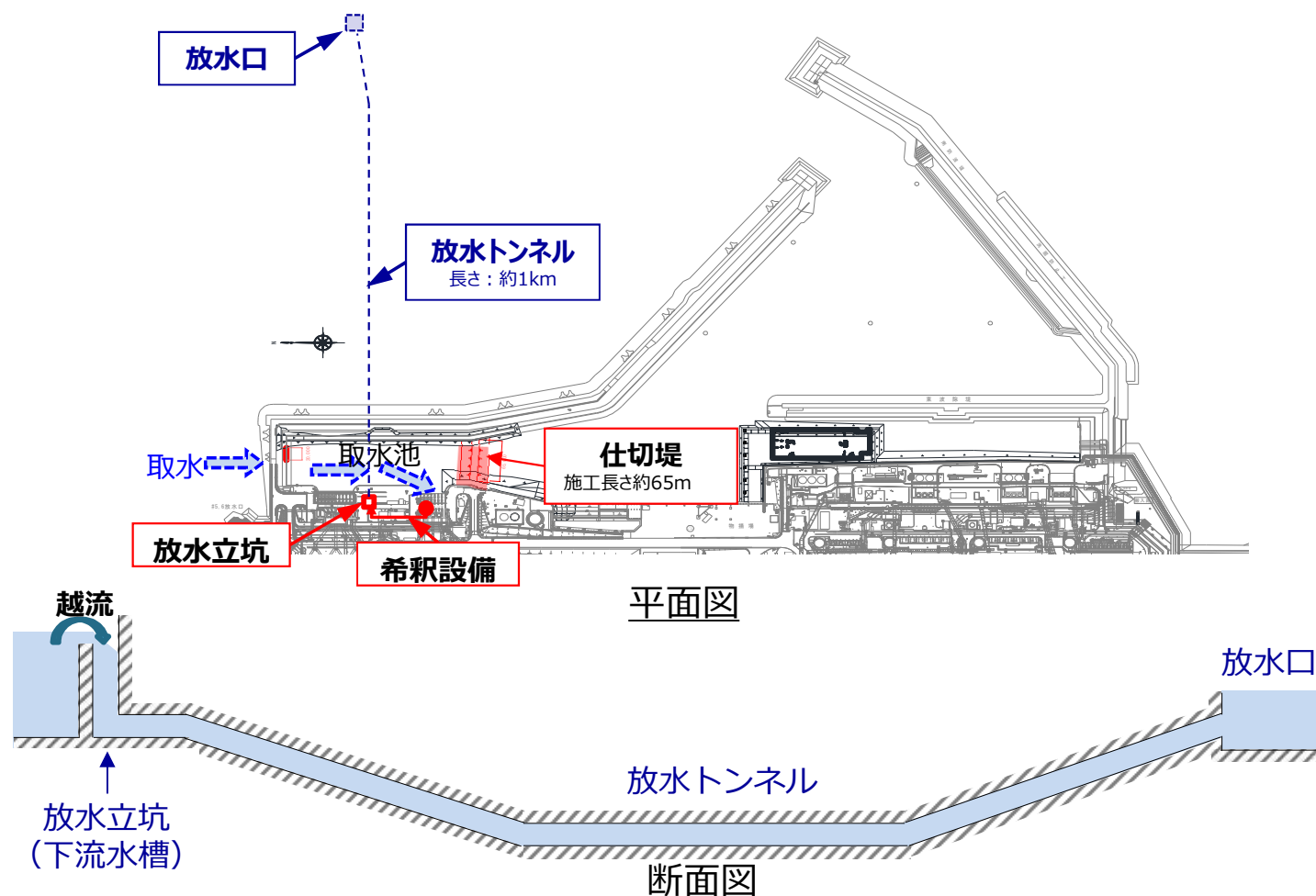
放水設備は、上記目的を達成するため、放水立坑（下流水槽）、放水トンネル、放水口により構成する。



【参考】 関連施設（放水設備）の概要（1/2）

■ 放水設備

- 放水立坑内の隔壁を越流した水を、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する。また、放水設備における摩擦損失や水位上昇等を考慮した設計とする。



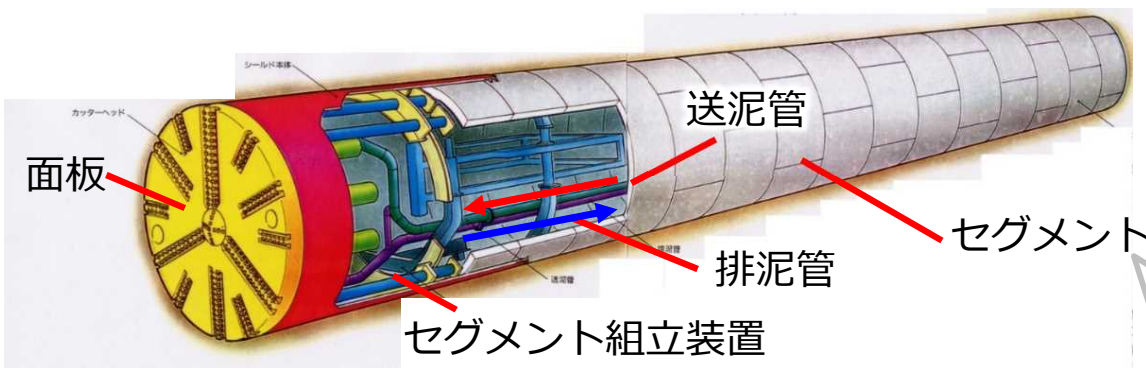
【参考】 関連施設（放水設備）の概要（2/2）

■ 構造設計の概要

- 岩盤層を通過させるため、漏洩リスクが小さく、且つ耐震性に優れた構造を確保。
- シールド工法を採用し、鉄筋コンクリート製のセグメントに2重のシール材を設置することで止水性を確保。
- 台風（高波浪）や高潮（海面上昇）の影響を考慮したトンネル躯体（セグメント）の設計を実施。

■ トンネルの施工（シールド工法）

- シールド工法による放水トンネルの施工実績は多数あり、確実な施工によりトラブルの発生の可能性が小さい。



※今回は泥水式シールド工法を採用

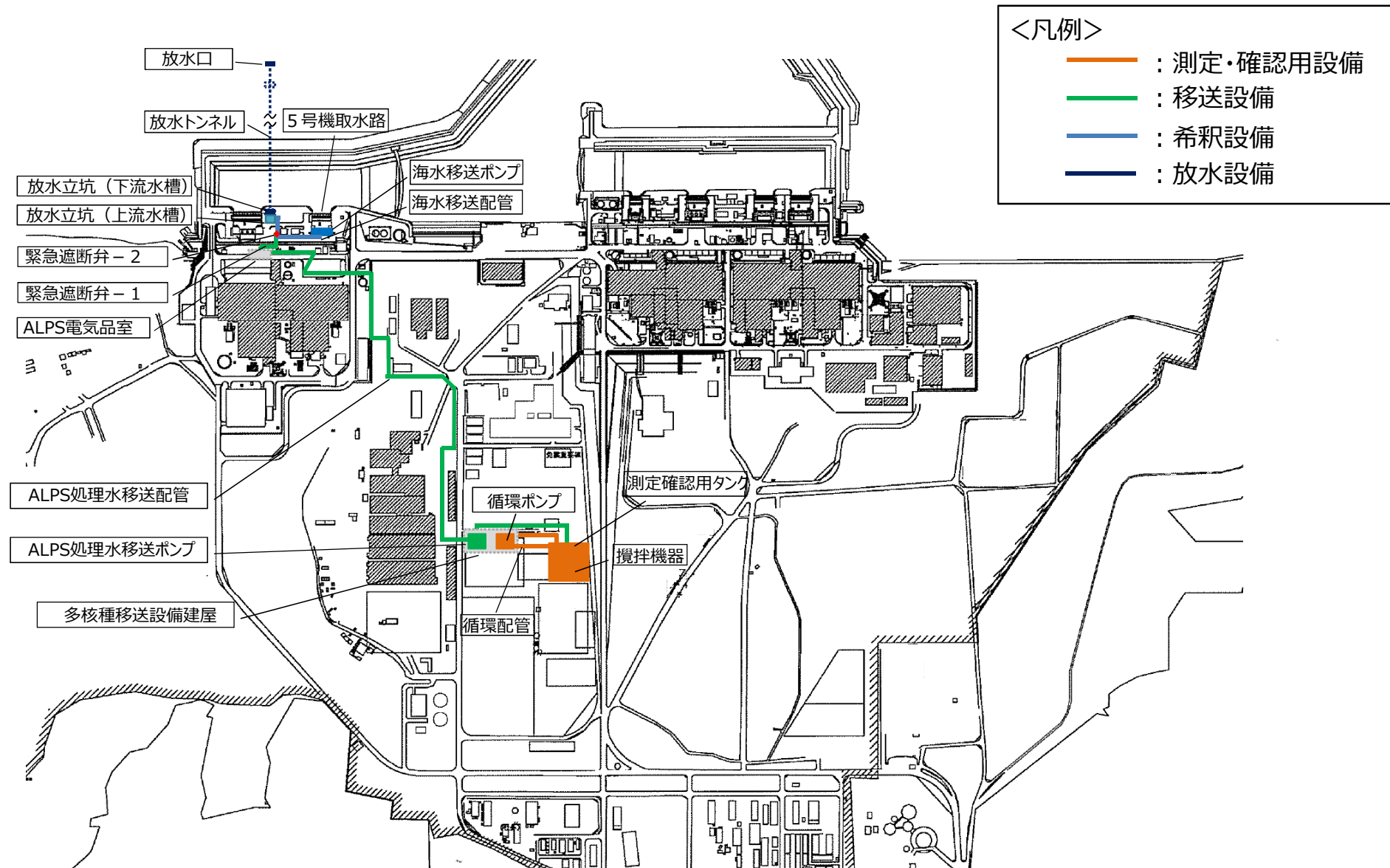
シールドマシンの概要図



セグメント

【参考】 ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の配置計画

- ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設を構成する設備の配置は以下の通り。
(実施計画：Ⅱ-2-50-添1-2)





【参考】安全確保のための設備の全体像

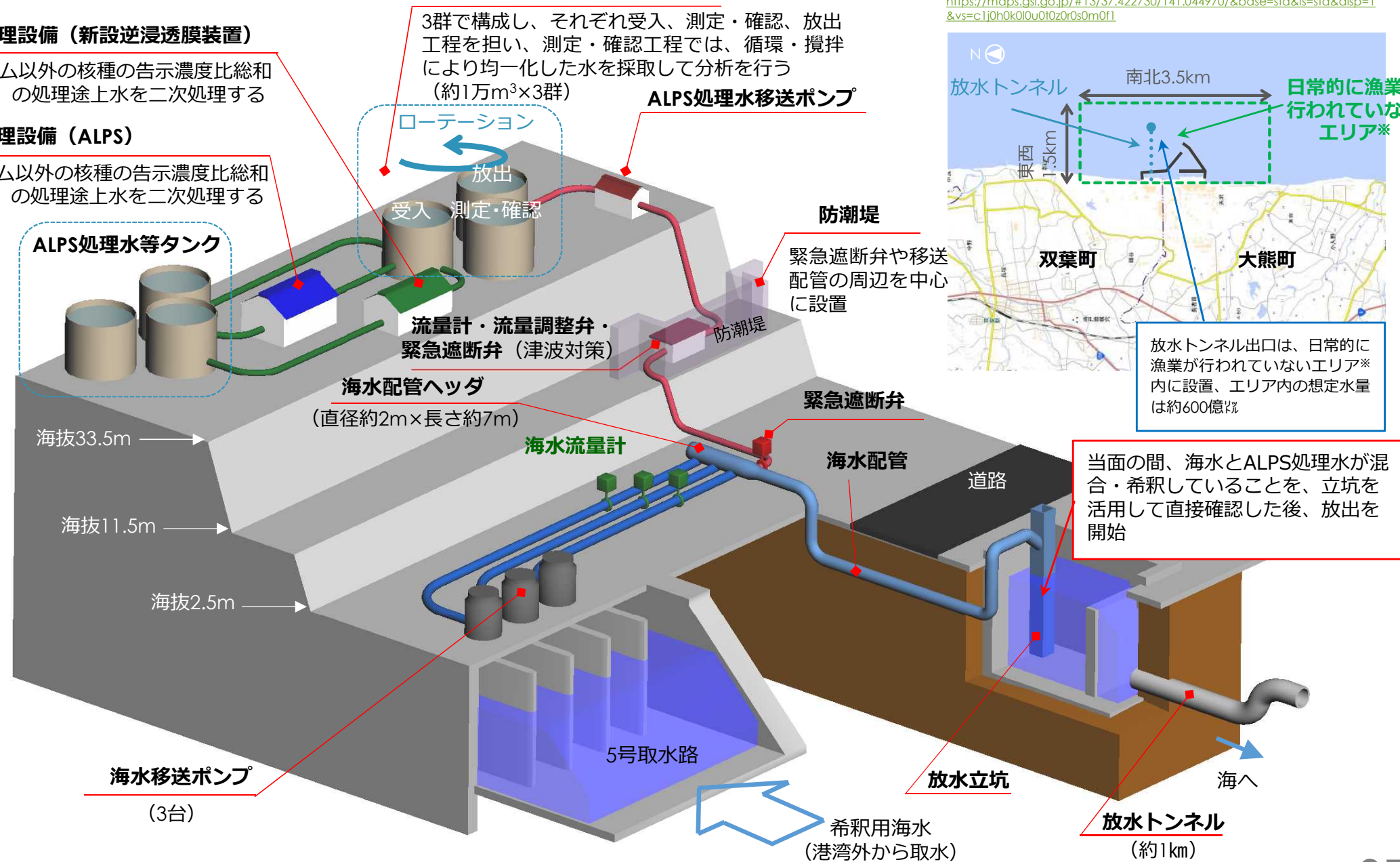
出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0f0z0r0s0m0f1>

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・攪拌により均一化した水を採用して分析を行う（約1万m³×3群）



南北3.5km
東西1.5km
日常的に漁業が行われていないエリア*

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

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

希釈用海水（港湾外から取水）

※共同漁業権非設定区域