

ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の 新設について（案）

2022年1月28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（※1）

に対する回答

※1：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

⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価※

※2：当項目で以下④、⑤についてもご説明させていただく

④異常の検出とALPS処理水の海洋放出の停止方法

⑤機器の構造・強度、地震・津波など自然現象に対する防護、誤操作防止、信頼性等

（2－2 政府方針への取り組みに関する主な確認事項）

（2）海域モニタリング結果を踏まえた対応

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（※1） に対する回答

※1：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

⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

- 異常事象発生した場合に対処するための必要な設備、体制、手順
- 異常事象発生時の放出量評価

④異常の検出とALPS処理水の海洋放出の停止方法

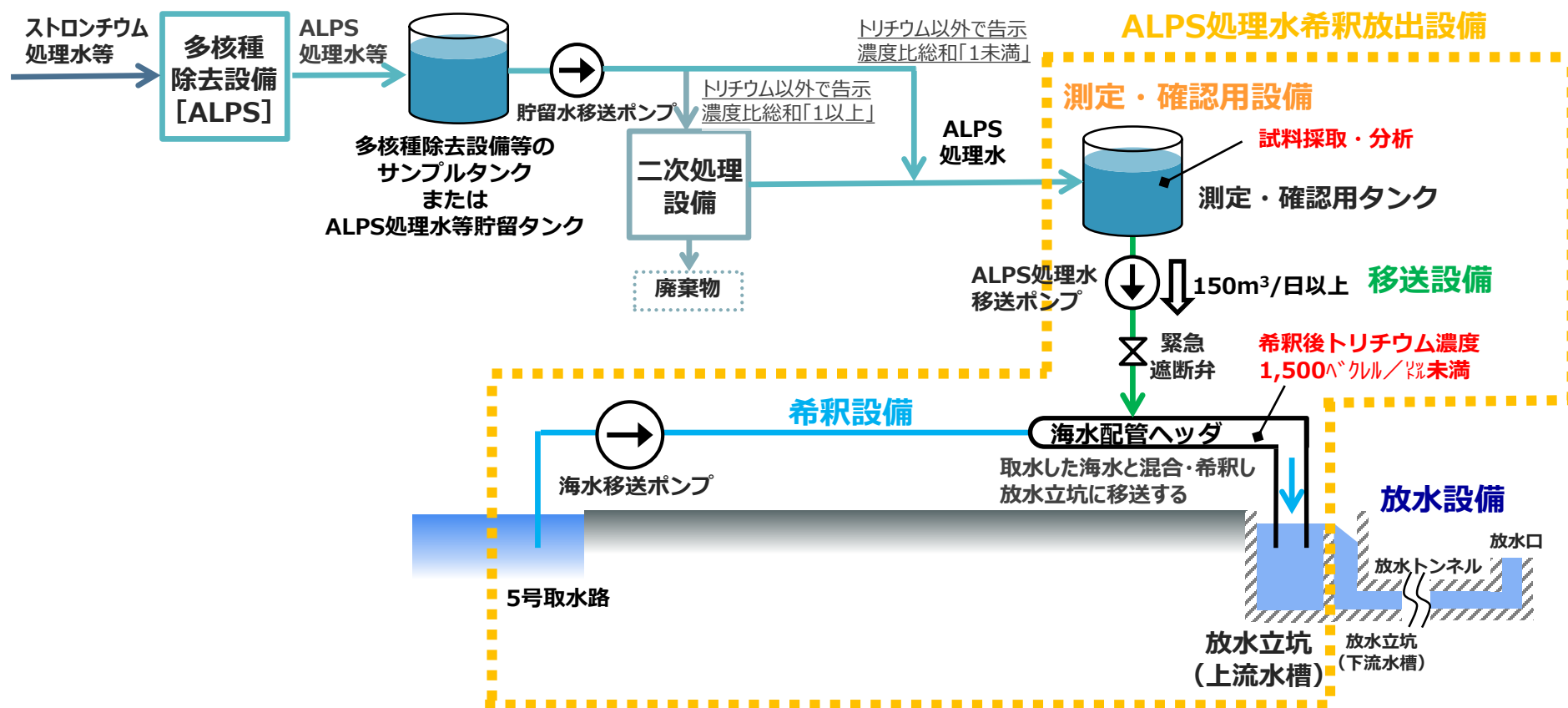
- インターロック機構については、それに期待する役割、ロジック回路及び各種設定値の考え方などを整理して説明すること。

⑤機器の構造・強度、地震・津波など自然現象に対する防護、誤操作防止、信頼性等

2-1(1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

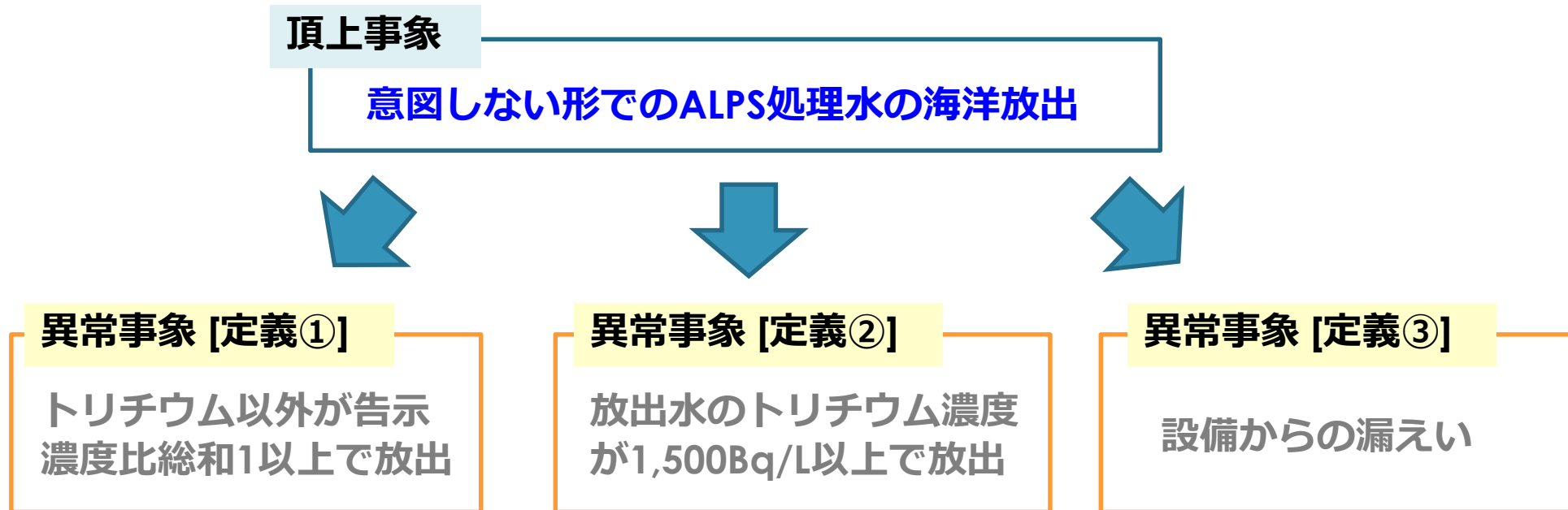
1. 異常事象の検討概要

- ALPS処理水希釈放出設備は、下図の通り「測定・確認用設備」、「移送設備」、「希釈設備」により構成される。
- これらの設備を運用していく中で、どのような機器の故障等により、意図しない形でALPS処理水が海洋へ放出される事象（以下、「異常事象」という。）が発生する恐れがあるかについて検討した。



2. 頂上事象の設定

- ALPS処理水希釈放出設備における異常事象を抽出するにあたり、「意図しない形のALPS処理水の海洋放出」を頂上事象として設定した上で、具体的な異常事象について以下の通り定義を行った。



- 次頁以降では、ALPS処理水希釈放出設備の設計および運用を考慮した上で、それぞれの異常事象に達しうる具体的な事象を想定し、設計面・運用面の対策を踏まえた上で、その異常事象が発生するか否か/発生する場合はどの程度の放出量か検討を行った。

- ALPS処理水希釈放出設備の設計においては、各設計プロセスにおいて、以下の観点を考慮。

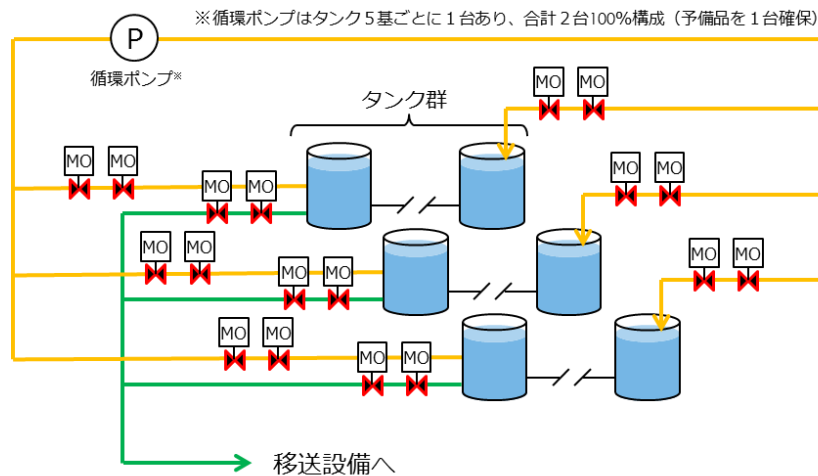
設計内容	考慮した観点
システム設計	・ 要求される機能に対して、十分な余裕を持たせた設計
	・ 設備信頼性の観点から、動的機器（ポンプ、弁）の多重化
	・ ALPS処理水の放出・停止に係わる弁については直列二重化を実施
	・ 監視・制御装置の演算器を多重化する
	・ 電源は異なる2系統の所内高圧母線から受電可能とする
	・ 機器の一部に故障があった場合でも安全側に動作する機器選定
	・ システム全体の状態監視を行い、異常が検知された場合は安全な状態に移行（ALPS処理水の放出を停止）させる
	・ 誤操作による機器の動作を防止するインターロックを設ける
	・ 異常発生時も可能な限り海水移送ポンプを動作させ、希釈を行う
機器設計	・ 機器の強度・耐久性に十分な余裕を持たせた設計
	・ 自然条件に対応した設計（津波を考慮した機器配置）
	・ 漏えいポテンシャルの比較的高いフランジ部が存在するポンプ・配管の周辺には堰を設置し、漏えい検知器を設ける

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

3. ALPS処理水希釈放出設備の設計の考え方 (2/2)

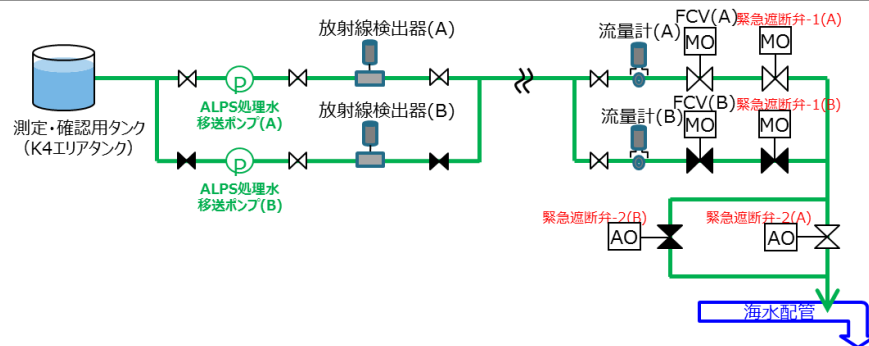
- ALPS処理水希釈放出設備の各設備の多重化の考え方は以下の通り。

測定・確認用設備



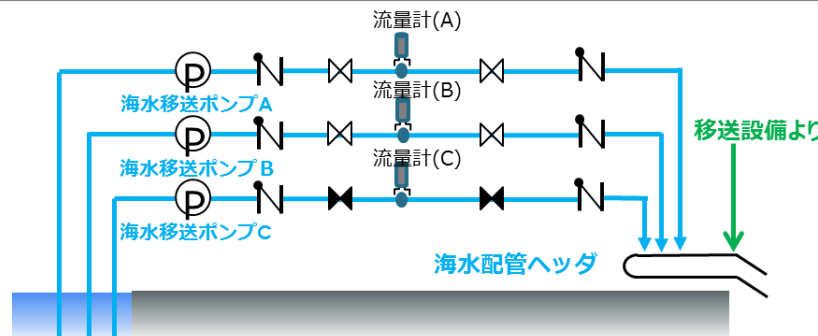
- タンクについては3群構成で多重性を確保（攪拌装置も同様）
- タンク群からの漏えい、タンク群間のALPS処理水同士の混水防止のため、バウンダリとなる弁は直列二重化を実施
- 循環ポンプは予備品を確保する

移送設備



- ALPS処理水の海洋放出停止に係わる緊急遮断弁を直列二重化（緊急遮断弁はAO、MO弁ともフェイルセーフ）
- ポンプ・弁・計装機器のうち、重要な機器については、点検・保守性の観点から並列二重化

希釈設備

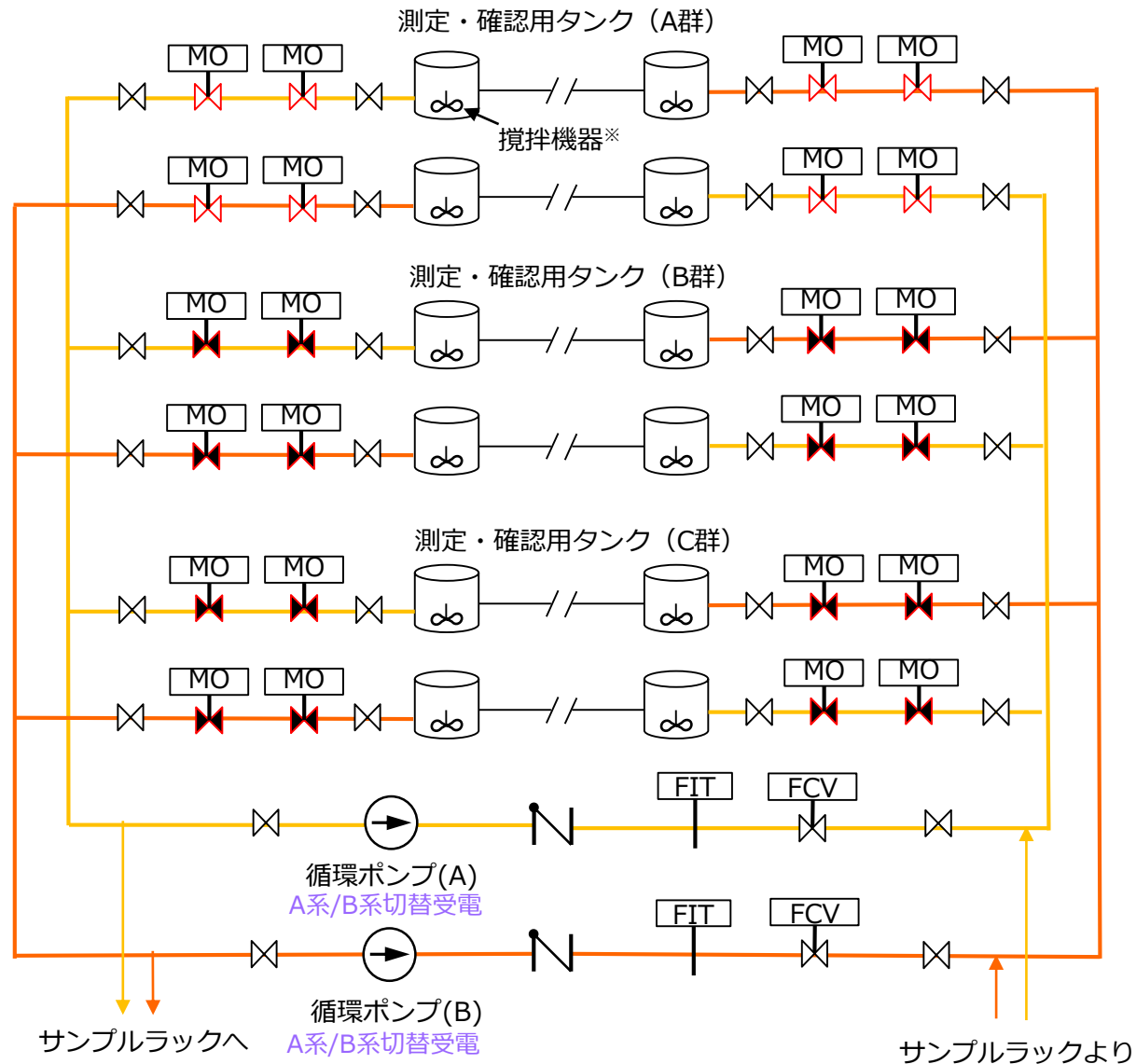


- ポンプ・弁・計装機器については、点検・保守性の観点から運転2系統に対し、予備1系統とする
- 海水移送ポンプ及びオリフィスは予備品を確保する。

2-1(1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

4.1 測定・確認用設備の設計について

- 測定・確認用設備の系統構成は以下の通り



<略語説明>
MO:電動駆動
FCV:流量調整弁
FIT:流量指示計

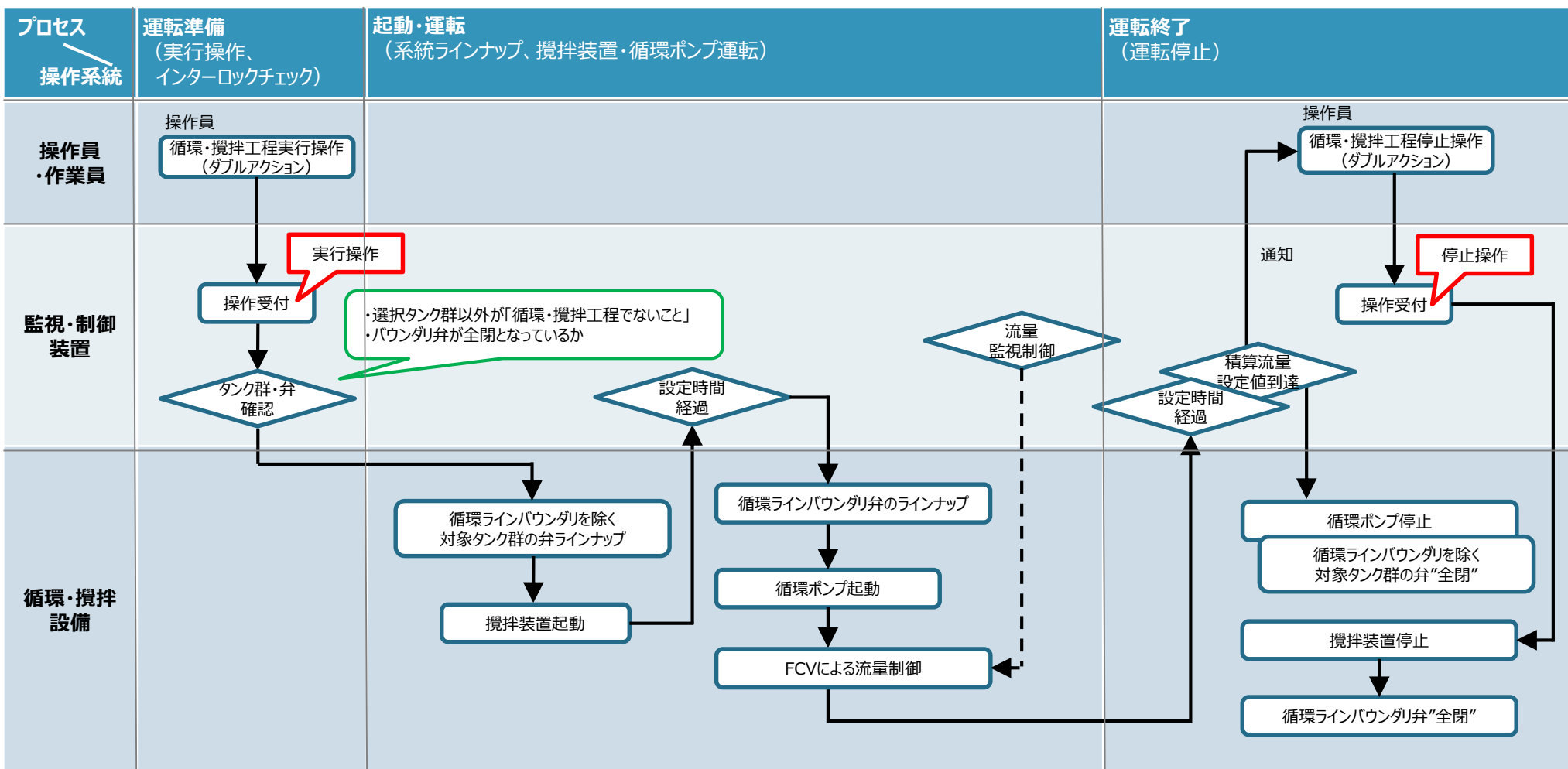
※: A系/B系切替受電

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

4.2 測定・確認用設備の運用手順について

■ 測定・確認用設備での手順は以下の通り。

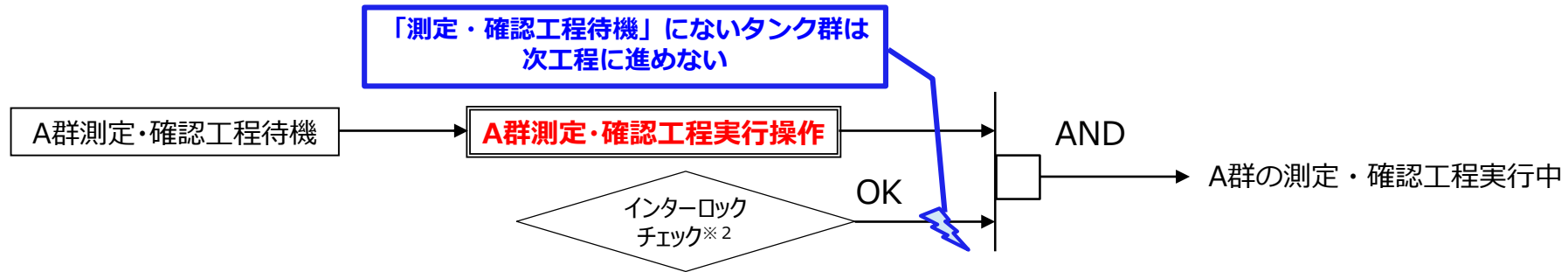
- 測定・確認工程はタンク群を選択し、実行操作することで自動動作する
- タンク群同士の混水・誤放出が無いよう、監視・制御装置は選択タンク群以外が循環・攪拌工程でないこと、バウンダリ弁が全閉であることをチェックするインターロック



4.3 測定・確認工程における誤操作防止

測定・確認操作

(例) A群の測定・確認操作を行う場合



※ 2 インターロックチェック

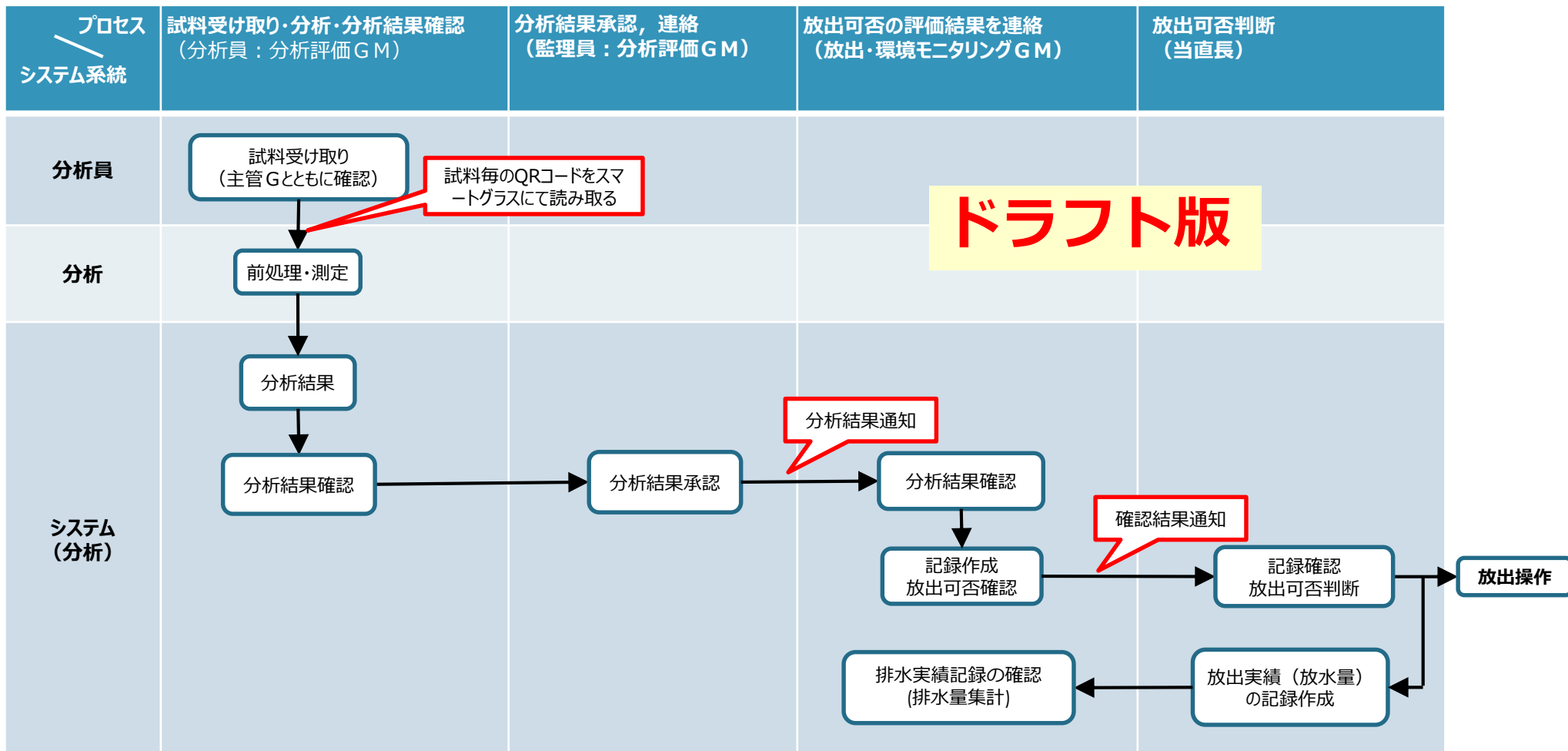
- ✓ A群が「測定・確認工程待機」であること (“循環用水位高”未満であること) ⇒対象タンク群の状態確認
- ✓ B、C群が測定・確認工程でないこと ⇒他タンク群の状態確認
- ✓ B、C群の循環ライン切替弁が“全閉であること” ⇒弁の状態確認 (他タンク群への物理的な流入防止)

(例) 仮に人的ミスにより、測定・確認を行うタンク群を間違えて【B群測定・確認工程実行操作】を実施しても、当該タンク群の状態が「測定・確認工程待機」にない（「受入工程」、「放出工程」にある）場合は、「測定・確認工程」に進むことができない。

2-1(1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

4.4 分析の運用手順について

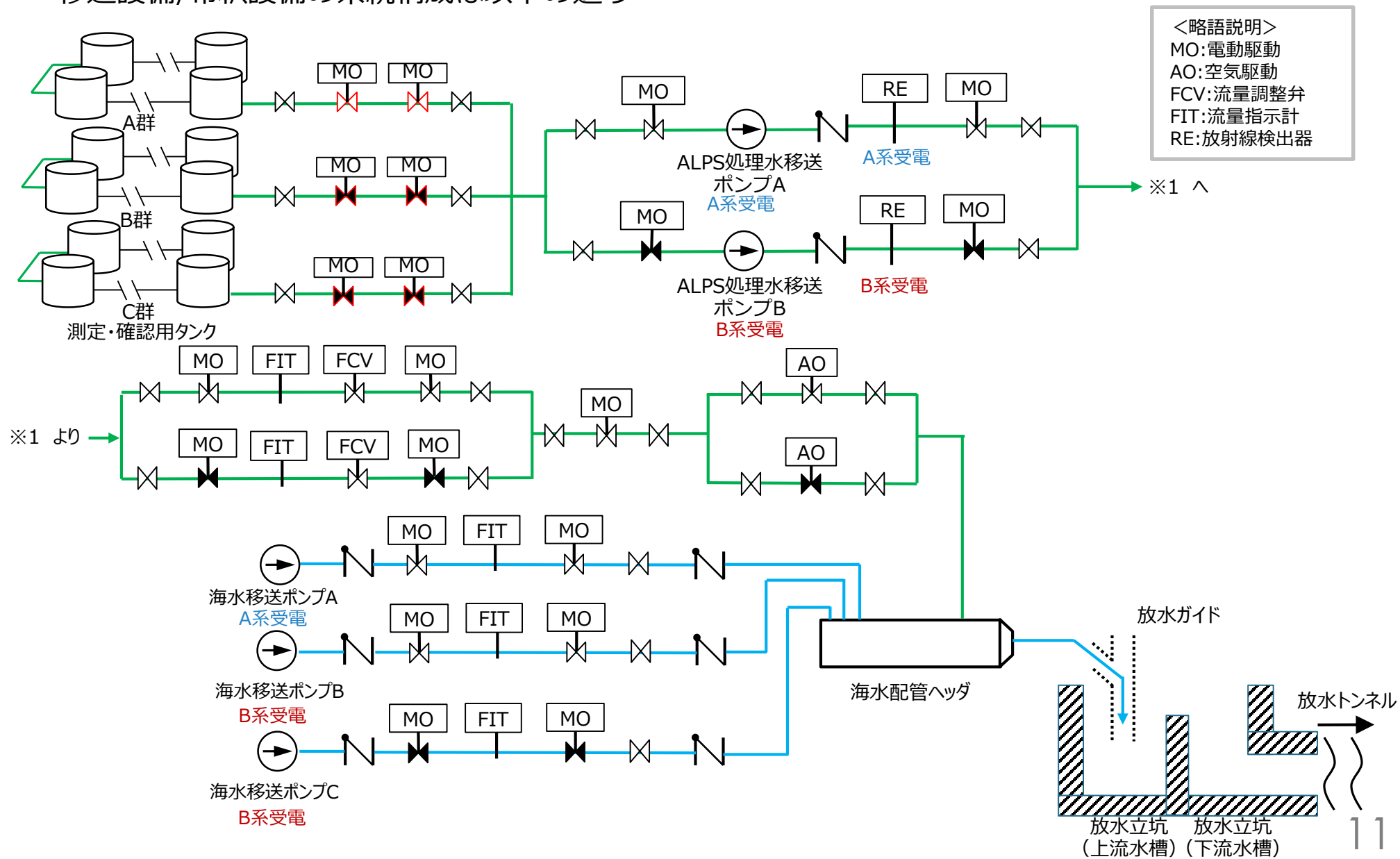
- 測定・確認用設備でサンプリング後の分析手順は以下の通り。
 - 装置による測定以降からシステム（分析）内で実施する（人手による計算や転記なし）
 - 化学管理システムにて実施した行為はすべて記録が残る設計



2-1(1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

5.1 移送設備/希釈設備の設計について

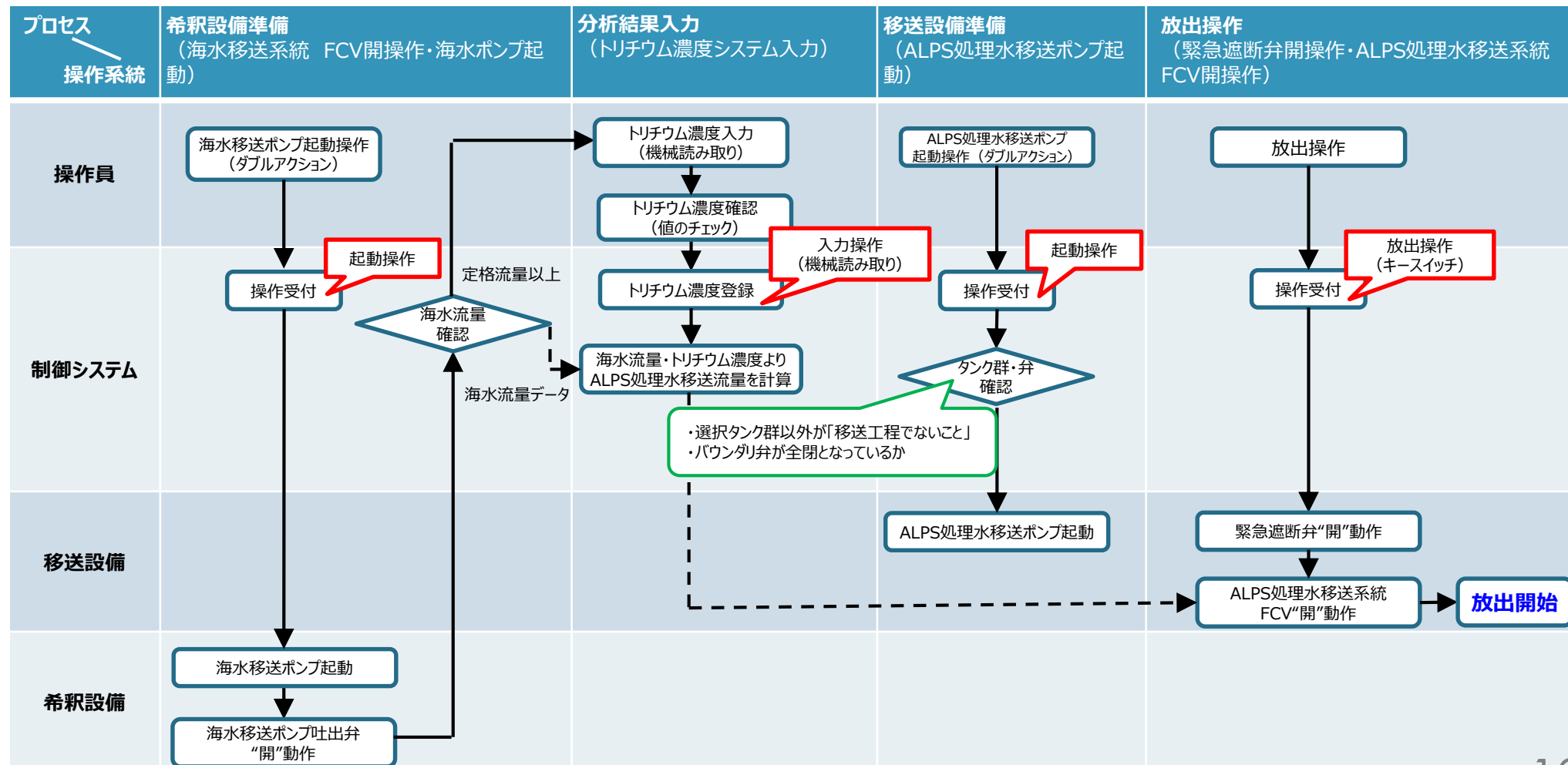
■ 移送設備/希釈設備の系統構成は以下の通り



2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

5.2 移送設備/希釈設備の運用手順について

- ALPS処理水放出時の手順は以下の通り。
 - ALPS処理水の移送量はトリチウム濃度の応じて自動設定される。
 - トリチウム濃度のシステム登録はHE防止のため、機械読み取りとし手入力操作を排したものと

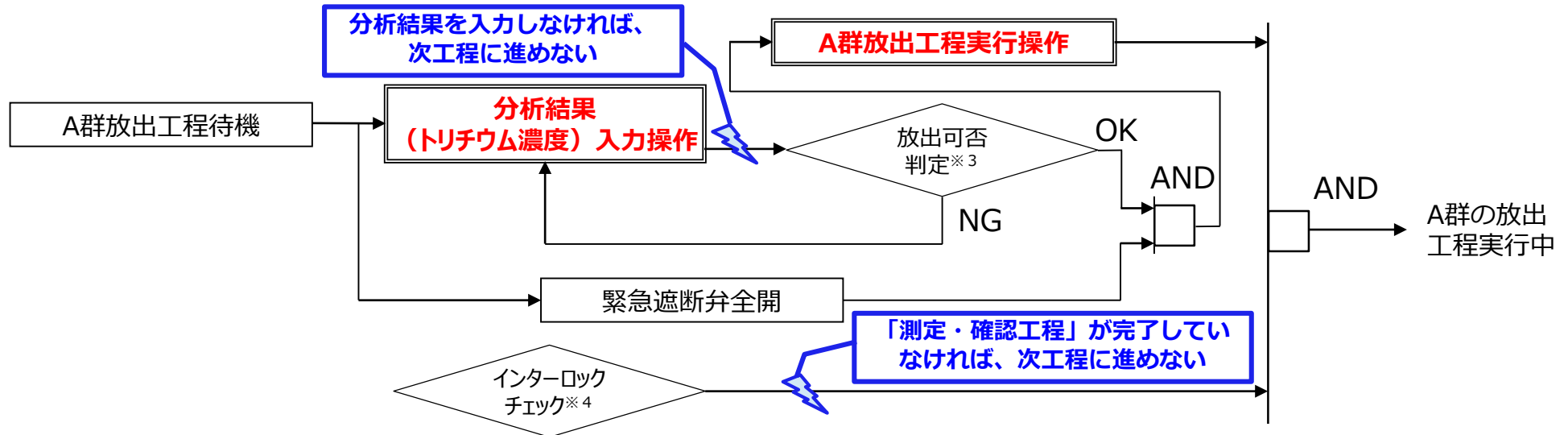


2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

5.3 放出工程における誤操作防止

放出操作

(例) A群の放出操作を行う場合



※3 放出可否判定

✓ 希釈海水量（海水移送ポンプ運転台数）に対し、設定濃度に希釈可能であることを確認

※4 インターロックチェック

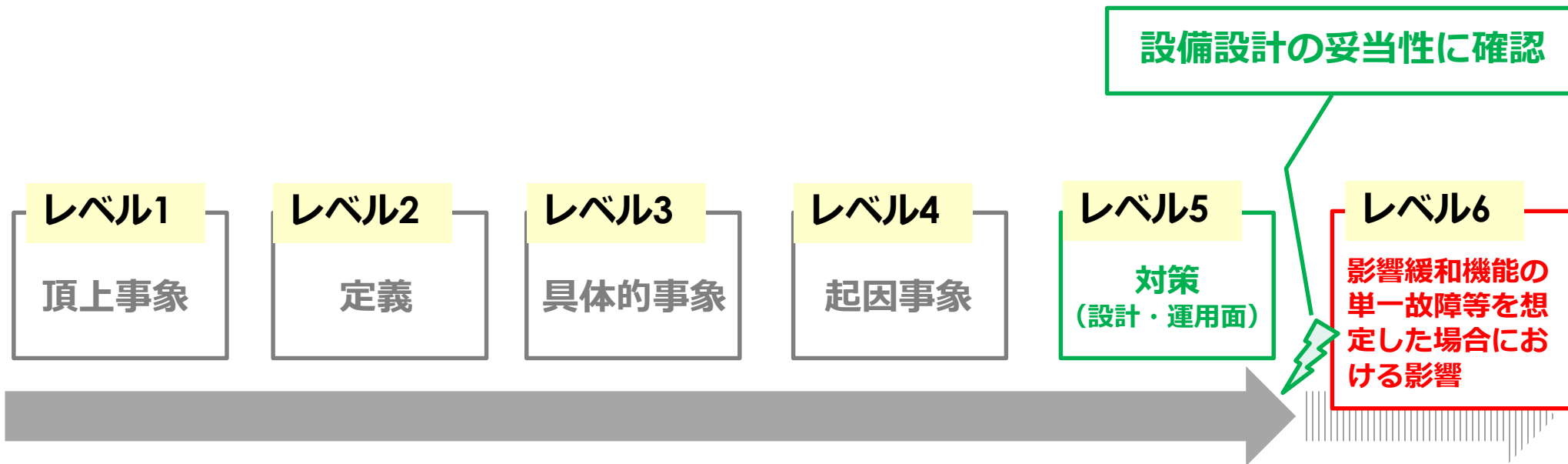
- ✓ A群が放出工程待機であること
（前工程の「測定・確認工程」が完了していること） ⇒ 工程飛ばしが無いことを確認
- ✓ A群受入切替弁が全閉であること ⇒ A群に他からの水が流入することを防止
- ✓ B、C群の放出切替弁が「全閉」であること ⇒ 放出工程でないタンク群の水の放出を防止
- ✓ 海水移送ポンプが運転中であること ⇒ ALPS処理水が希釈されずに放出されることを防止
- ✓ キースイッチが「放出許可」であること ⇒ 操作方法を変えることによる誤操作防止

(例1) 仮に人的ミスにより、ALPS処理水の分析が完了していない状態で【A群放出工程実行操作】を実施しても、分析結果を入力しなければ、次工程に進むことはできない。

(例2) 仮に人的ミスにより、【B群放出工程実行操作】を実施しても、前工程の「測定・確認工程」が完了していないければ、「放出工程」に進むことはできない。

6. 異常事象に繋がる起回事象や原因の抽出

- ALPS処理水希釈放出設備の運用において、「意図しない形でのALPS処理水の海洋放出」として定義した具体的な異常事象が発生するか、略式のフォルトツリー解析となる、マスターロジックダイアグラム（MLD）を用いて整理を行った。
 - MLDは、頂上事象から起回事象を抽出するトップダウン型分析法。
 - MLDにより、異常事象へと至る起回事象や原因を明らかにする。
 - レベル1に頂上事象である「意図しない形でのALPS処理水の海洋放出」を配置し、レベル2にその定義である3項目（異常事象）を配置、以下下記のような構成要素で検討結果をまとめ、起回事象やその影響を明らかにする。



マスターロジックダイアグラムによる評価方法

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

7. MLDを用いた整理結果

■ MLDを用いて評価した結果は下記の通り。

→異常事象①「トリチウム以外が告示濃度比総和1以上で放出」の事象は発生しないことを確認。

異常事象②および異常事象③より、影響評価を実施する。

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			レベル5	レベル6
頂上事象	異常事象 (OR条件)	具体的事象 (OR条件)	想定する異常事象			対策 (AND条件)	影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	内容		
ALPS 処理水の意図 しない形での 放出	①トリチウム以外が告示濃度比総和1以上で放出	サンプリング不備	測定・確認工程	HE	採水対象のタンク群選択時、選択誤り (ダブルアクション入力に失敗)	<ul style="list-style-type: none"> ・インターロックチェックを設ける (P9参照) ・採水時、弁の開閉状態を確認 	(防止)
				設備(静的)	対象タンク群以外のタンク群の水が、採水箇所に混入する	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク出入口弁をそれぞれで二重化 ・採水時、弁の開閉状態を確認 ・循環ライン切換弁について、適切な時期での時間基準保全を実施 	(防止)
			HE	分析に依頼するサンプルを間違える	<ul style="list-style-type: none"> ・P10に示した手順により、分析指示書及び試料ボトルを採取担当者へ引き渡す。 ・試料受取り時、分析員は試料ラベルに必要な事項が記載されていることを確認 	(防止)	
		分析不備	測定・確認工程	HE	分析の手順を誤る	<ul style="list-style-type: none"> ・社内の分析結果と第三者機関の分析結果の突合せを実施 	(防止)
				HE	異なるサンプルの分析結果を、放出・環境モニタリングGMに渡す	<ul style="list-style-type: none"> ・測定した結果は後段まで人の手を介さずにシステム(分析)にて確認・承認を実施 	(防止)

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

7. MLDを用いた整理結果

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			レベル5	レベル6
頂上事象	異常事象 (OR条件)	具体的事象 (OR条件)	想定する異常事象			対策 (AND条件)	影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	内容		
ALPS 処理水の意図 しない形での 放出	①トリチウム以外 が告示濃度比総和 1以上で 放出	分析不備	測定・ 確認 工程	HE	分析結果から異常値 を見落とす	・システム（分析）にて、トレンドを可視化 ・トレンドを確認の上、判断	（防止）
				HE	異なるサンプルの分析 結果を、当直長に 渡す	・測定した結果は後段まで人の手を介さずに システム（分析）内で確認・承認を実施	（防止）
		試料の均 一化不足	測定・ 確認 工程	設備 (動的)	攪拌機、循環ポンプ 停止（故障）による 攪拌、循環不足	・攪拌機停止により循環系統停止 ・監視・制御装置にて、定期的な運転状態の 確認を実施	（防止）
				設備 (動的)	循環ポンプ流量低下 による循環不足	・循環ポンプ流量低で循環ポンプ停止のイン ターロックが動作 ・監視・制御装置にて、定期的な流量確認を 実施。	（防止）
	②放出水のトリチウム濃度 が 1,500Bq/ L以上で 放出	サンプリ ング不備	測定・ 確認 工程	HE	採水対象のタンク群 選択時、選択誤り （ダブルアクション入力に 失敗）	（異常事象①の対策と同様）	（防止）
				設備 (静的)	対象タンク群以外の タンク群の水が、採 水箇所へ混入する	（異常事象①の対策と同様）	（防止）
				HE	分析に依頼するサン プルを間違える	（異常事象①の対策と同様）	（防止）

2-1(1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

7. MLDを用いた整理結果

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			レベル5	レベル6	
頂上事象	異常事象 (OR条件)	具体的事象 (OR条件)	想定する異常事象			対策 (AND条件)	影響	
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	内容			
ALPS 処理水 の意図 しない 形での 放出	②放出水 のトリチ ウム濃度 が 1,500Bq/ L以上で 放出	分析不備	測定・ 確認 工程	HE	分析の手順を誤る	(異常事象①の対策と同様)	(防止)	
				HE	異なるサンプルの分析結果を、放出・環境モニタリングGMに渡す	(異常事象①の対策と同様)	(防止)	
				HE	分析結果から異常値を見落とす	(異常事象①の対策と同様)	(防止)	
				HE	異なるサンプルの分析結果を、当直長に渡す	(異常事象①の対策と同様)	(防止)	
			希釈不備	測定・ 確認 工程	HE	監視・制御装置にトリチウム濃度を登録する際、実際の値より低めの値を誤入力する(⇒FCVの開度が大きくなる)	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 (具体的な手法について、検討中) 機械的に監視・制御装置に読み込ませた値について、複数人でチェック	(防止)
				放出 工程	設備 (静的)	外部電源喪失	MO緊急遮断弁の設置により電源喪失時に自動閉とする AO緊急遮断弁の設置により電源喪失時に自動閉とする タンク出入口手動弁の設置により閉可能	(1)緊急遮断弁の単一故障を仮定した放出

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

7. MLDを用いた整理結果

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			レベル5	レベル6
頂上事象	異常事象 (OR条件)	具体的事象 (OR条件)	想定する異常事象			対策 (AND条件)	影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	内容		
ALPS 処理水 の意図 しない 形での 放出	②放出水 のトリチ ウム濃度 が 1,500Bq/ L以上で 放出	希釈不備	放出 工程	設備 (動的)	海水ポンプ 2 台運 転中に 1 台故障	MO緊急遮断弁の設置により電源喪失時に自 動閉とする AO緊急遮断弁の設置により電源喪失時に自 動閉とする タンク出入口手動弁の設置により閉可能 演算器の多重化	(1)緊急遮 断弁の単 一故障を 仮定した 放出
			放出 工程	設備 (動的)	海水ポンプ 3 台運 転中に 1 台故障	(同上)	(1)緊急遮 断弁の単 一故障を 仮定した 放出
			放出 工程	設備 (静的)	海水流量計の指示値 に異常が発生するが、 インターロックが動 作しない	定期的に、海水ポンプ 2 台もしくは 3 台の流 量指示値をそれぞれ比較 海水流量計について、適切な時期での時間基 準保全を実施	(防止)
			放出 工程	設備 (静的)	ALPS処理水流量計 の指示値に異常が発 生する(⇒FCVの開 度が適切にならな くなる)が、インター ロックが動作しない	ALPS処理水流量計について、適切な時期で の時間基準保全を実施 [検討中] 流量計の多重化等を検討	(保留)

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

7. MLDを用いた整理結果

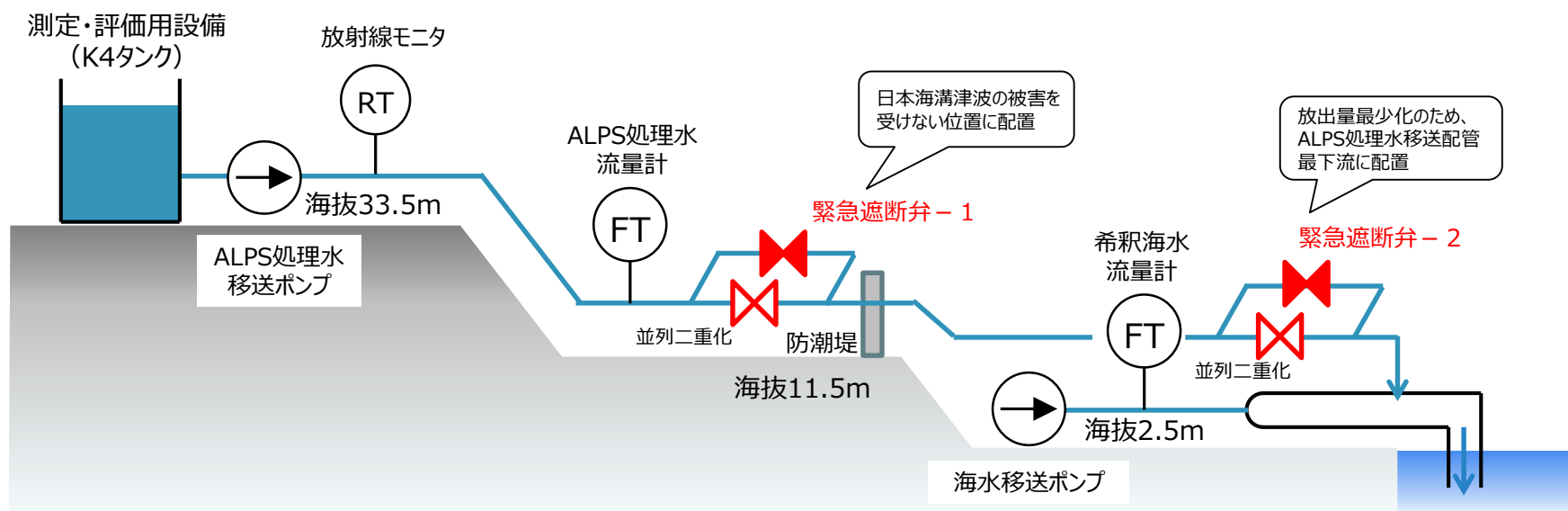
レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			レベル5	レベル6
頂上 事象	異常 事象 (OR条件)	具体的 事象 (OR条件)	想定する異常事象			対策 (AND条件)	影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	内容		
ALPS 処理水 の意図 しない 形での 放出	②放出水 のトリチ ウム濃度 が 1,500Bq/ L以上で 放出	希釈不備	放出 工程	設備 (静的)	FCVの故障（弁体の 故障などの機械的故 障）	ALPS処理水流量の指示値が、監視・制御装 置の計算値に近づかない場合、緊急遮断弁を 動作させるインターロックを設置 [検討中] 流量計の多重化等を検討 MO緊急遮断弁の設置により電源喪失時に自 動閉とする AO緊急遮断弁の設置により電源喪失時に自 動閉とする タンク出入口手動弁の設置により閉可能 演算器の多重化	(1)緊急遮 断弁の単 一故障を 仮定した 放出
			放出 工程	設備 (動的)	【参考】 地震が発生し、海水 移送配管流量計の下 流で破断が発生（海 水配管ヘッダの破損 を含む）	・地震（震度5弱以上）発生時、系統を停止 ・津波注意報発生時、2.5m盤は立入禁止と なるため系統を停止	

2 - 1 (1)⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

7. MLDを用いた整理結果

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			レベル5	レベル6
頂上事象	異常事象 (OR条件)	具体的事象 (OR条件)	想定する異常事象			対策 (AND条件)	影響
			発生 タイミング	異常 カテゴリ	内容		
ALPS 処理水の意図 しない 形での 放出	③設備からの漏えい	漏えい	常時 (点検中 含む)	設備 (静的)	【参考】 タンク3群全壊	(本設備の耐震クラス (Cクラス) を上回る 地震の発生を想定)	耐震評価 にて影響 評価を実施
			常時 (点検中 含む)	設備 (静的)	タンク出口手動弁～ MO遮断弁の間位で 破断 (移送配管フランジ部からの漏えい)	<ul style="list-style-type: none"> 地震 (震度5弱以上) 発生時, 系統を停止 定期的な巡視点検の実施 タンク出入口手動弁の設置 	(防止)
			常時 (点検中 含む)	設備 (静的)	MO遮断弁～AO遮断弁の間で破断 (移送配管フランジ部からの漏えい)	<ul style="list-style-type: none"> 地震 (震度5弱以上) 発生時, 系統を停止 定期的な巡視点検の実施 MO緊急遮断弁の設置 漏えいポテンシャルのあるフランジ部のある箇所に漏えい検知器の設置 タンク出入口手動弁の設置 	(防止)
			常時 (点検中 含む)	設備 (静的)	AO遮断弁の下流で 破断 (移送配管フランジ部からの漏えい)	<ul style="list-style-type: none"> 地震 (震度5弱以上) 発生時, 系統を停止 定期的な巡視点検の実施 MO緊急遮断弁の設置 AO緊急遮断弁の設置 漏えいポテンシャルのあるフランジ部のある箇所に漏えい検知器の設置 タンク出入口手動弁の設置 	(防止)

- 先のMLDにおいて、「緊急遮断弁の単一故障を仮定した放出」が抽出されたものの、当該弁の位置づけと設計は以下の通り。
 - 緊急遮断弁の設置位置
 - 緊急遮断弁 - 1 : 津波被害を受けない位置
 - 緊急遮断弁 - 2 : 弁作動時の放出量最少化のため、ALPS処理水移送配管最下流端部
 - 緊急遮断弁の作動方式
 - 緊急遮断弁 - 1 : 電動方式 (開→閉時間2秒)
 - 緊急遮断弁 - 2 : AO方式 (開→閉時間10秒)
 - 緊急遮断弁 - 1、2ともに並列二重化した構成とし、不具合・保守時には前後弁の開閉で系統切替可能とし、設備稼働率を維持



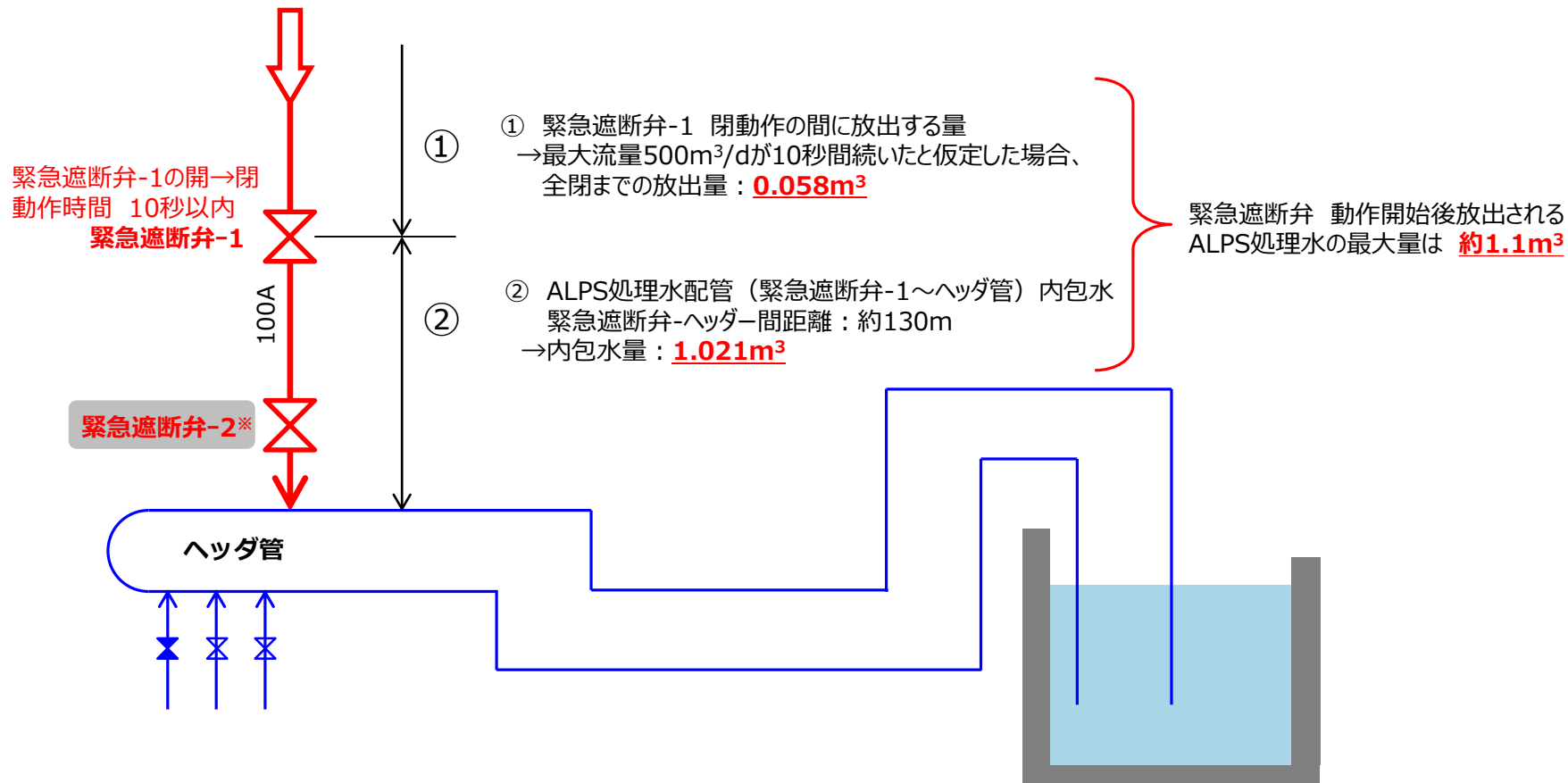
- MLDより、異常事象として放出水のトリチウム濃度が1,500Bq/L以上で放出される事象として以下を抽出
 - 海水ポンプ2台或いは3第運転中の1台故障→緊急遮断弁の単一故障を想定し、緊急遮断弁-2が動作せず
 - 流量調整弁の故障によりALPS処理水流量が増加→緊急遮断弁の単一故障を想定し緊急遮断弁-2が動作せず

- 異常事象時におけるALPS処理水放出量
 - 緊急遮断弁-2が閉するまでのALPS処理水放出量は約1.1m³（次ページ参照）

- 告示濃度限度比総和に与える影響
 - 海水ポンプの故障の場合
 - ✓ 希釈後のトリチウム濃度が1,500Bq/Lとなるように海水ポンプ2台を運転していた場合において、海水ポンプ1台故障した場合、トリチウムの告示濃度限度比は0.05
 - 流量調整弁の故障の場合
 - ✓ ALPS処理水等タンクに貯留しているトリチウム濃度の最大は約210万Bq/Lであり、この水を海水流量34万m³/日（ポンプ2台運転）で1,500Bq/L未滿まで希釈するためには、ALPS処理水の移送量を240m³/日に制限
 - ✓ 流量調整弁の故障によりALPS処理水移送量最大の500m³/日で移送された場合、海水希釈後のトリチウム濃度は約3,100Bq/Lであり、トリチウムの告示濃度限度比は0.052

- 海水ポンプ1台で100倍以上の希釈倍率を確保していることから、トリチウム以外の核種を含めた告示濃度限度比総和は0.062となり、周辺監視区域外の水中の濃度限度の基準を満足

ALPS処理水移送量：最大500m³/d

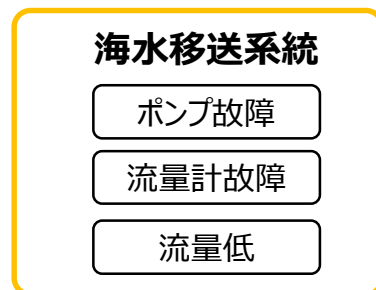


- ALPS処理水の移送ラインに設ける緊急遮断弁は、通常運転から逸脱するような異常を検知した場合、“閉”とすることでALPS処理水の海洋放出を停止させる機能を持つ
- 通常運転から逸脱する異常とは、機器の故障や停電などにより設備が機能不全に陥った場合や、モニタリングにより異常値が検出された場合など、ALPS処理水が管理されない状態で海洋放出される可能性のある状態である
- 緊急遮断弁は、本設備を構成する機器とインターロックを組むことで、人の手を介すことなく設備の異常検出と同時に放出を停止させることを可能としている

➤ 検知信号

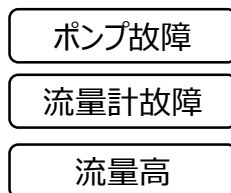
ALPS処理水の希釈率が異常、
もしくは確認できない場合

ALPS処理水の放射能が異常、
もしくは確認できない場合



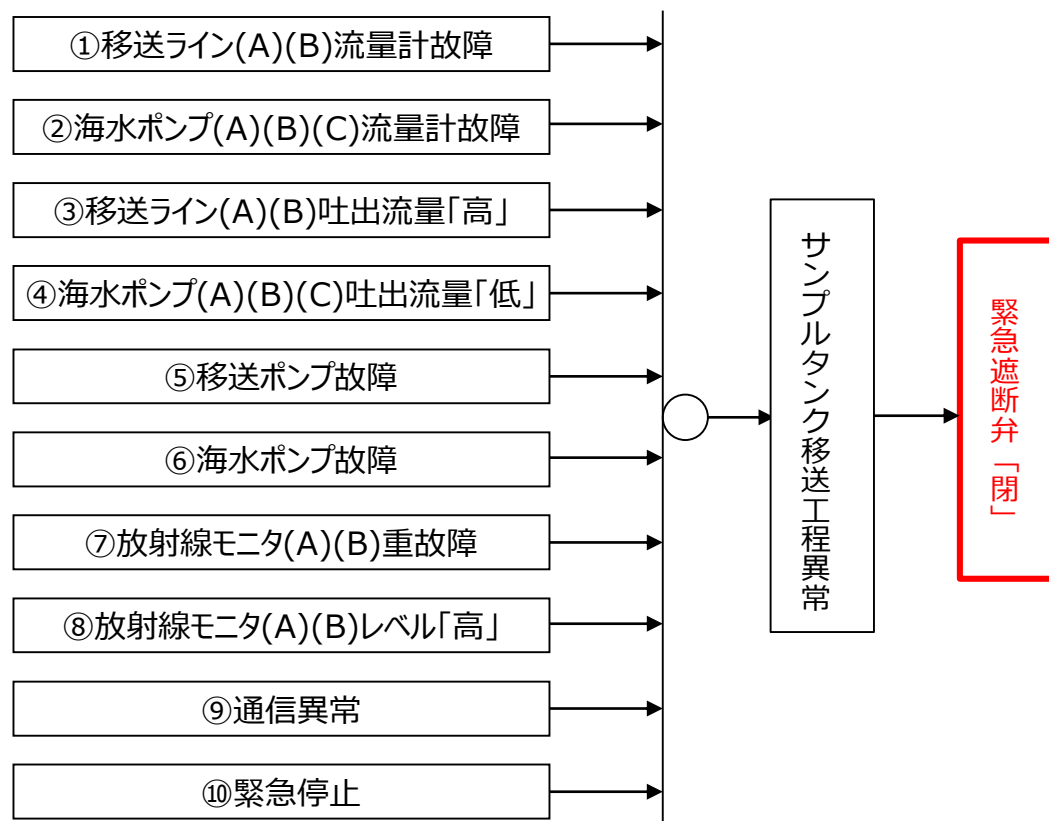
インターロックにより検知と同時に
緊急遮断弁は自動閉

ALPS処理水移送系統



【補足】緊急遮断弁のロジック回路

- 通常運転から逸脱するような下記の異常信号検知した場合、緊急遮断弁を閉とする。
 - 海水移送ポンプは定格流量以下を設定値とし、ALPS処理水流量は予め設定した希釈後のトリチウム濃度（1,500Bq/L以下で任意設定）と海水流量から算出する所定量を設定値とする。
- 但し、各種異常検知時においても健全な海水移送系統は運転を継続し、可能な限り希釈を行うロジックとなっている



※移送工程実行中が前提条件

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）

（2）海域モニタリング結果を踏まえた対応

- 海域モニタリングにおいて異常値が確認され、放出を停止することとなる際の判断基準及び対応手順を説明すること。

2-2 (2) 海域モニタリング結果を踏まえた対応

1. モニタリング計画

- 海域へのトリチウムの拡散状況や魚類、海藻類への放射性物質の移行状況を確認するため、モニタリングを強化

対象	採取場所	測定対象	現在	変更(案)	備考
海水	港湾内	10ヶ所	セシウム：毎日 トリチウム：1回/週	セシウム：毎日 トリチウム：1回/週	放水立坑(放出端)は毎日実施
	2km圏内 (及び近傍)	7ヶ所	セシウム：1回/週 トリチウム：1回/週	セシウム：1回/週 トリチウム：1回/週	採取箇所3ヶ所を追加(計10カ所)
	20km圏内	6ヶ所	セシウム：1回/週 トリチウム：1回/2週	セシウム：1回/週 トリチウム：1回/週	トリチウムの分析頻度を倍増
	20km圏外 (福島県沖)	9ヶ所	セシウム：1回/月 トリチウム：0回	セシウム：1回/月 トリチウム：1回/月	トリチウムを追加
魚類	20km圏内	セシウム 134,137 ストロンチウム トリチウム	セシウム：1回/月(11ヶ所) ストロンチウム：四半期毎 (セシウム濃度上位5検体) トリチウム：1回/月(1ヶ所)	セシウム：1回/月(11ヶ所) ストロンチウム：四半期毎 (セシウム濃度上位5検体) トリチウム：1回/月(11ヶ所)	現在は、11ヶ所で魚を採取しセシウムを分析、うち1ヶ所でトリチウムを分析、変更後は他の10ヶ所においてもトリチウム分析を追加
海藻類	港湾内	セシウム 134,137	セシウム：3回/年(1ヶ所)	セシウム：3回/年(1ヶ所)	3月、5月、7月の年3回実施
	港湾外	セシウム 134,137 ヨウ素129 トリチウム	セシウム：0回 ヨウ素：0回 トリチウム：0回	セシウム：3回/年(2ヶ所) ヨウ素：3回/年(2ヶ所) トリチウム：3回/年(2ヶ所)	港湾外2ヶ所を追加 3月、5月、7月の年3回実施 (生息域調査により検討)

2-2 (2) 海域モニタリング結果を踏まえた対応

2. モニタリング方針

■ モニタリング方針

➤ 考え方

ALPS処理水は、多核種除去設備または二次処理設備にて浄化処理を実施していることから、異常の判断には、浄化処理ができないトリチウムをモニタリング対象にする

➤ モニタリング対象

①希釈後のトリチウム濃度が設定値を超えていないことを確認するために、ALPS処理水と希釈海水を混合する海水配管の下流、②意図しないトリチウム濃度で放出されていないことを確認するために海域にてモニタリングを実施する

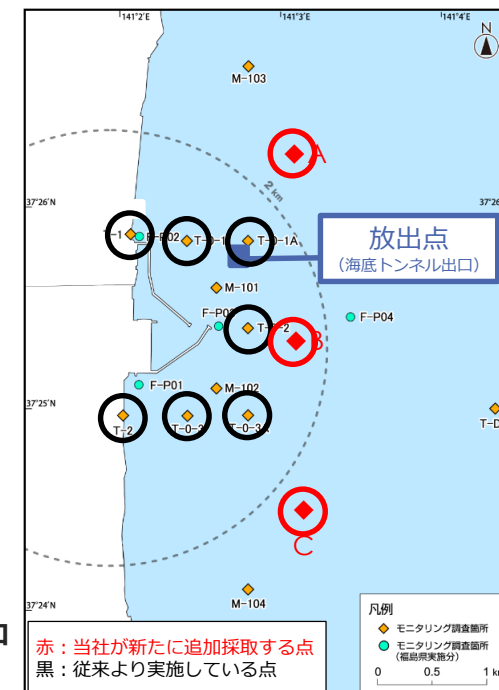
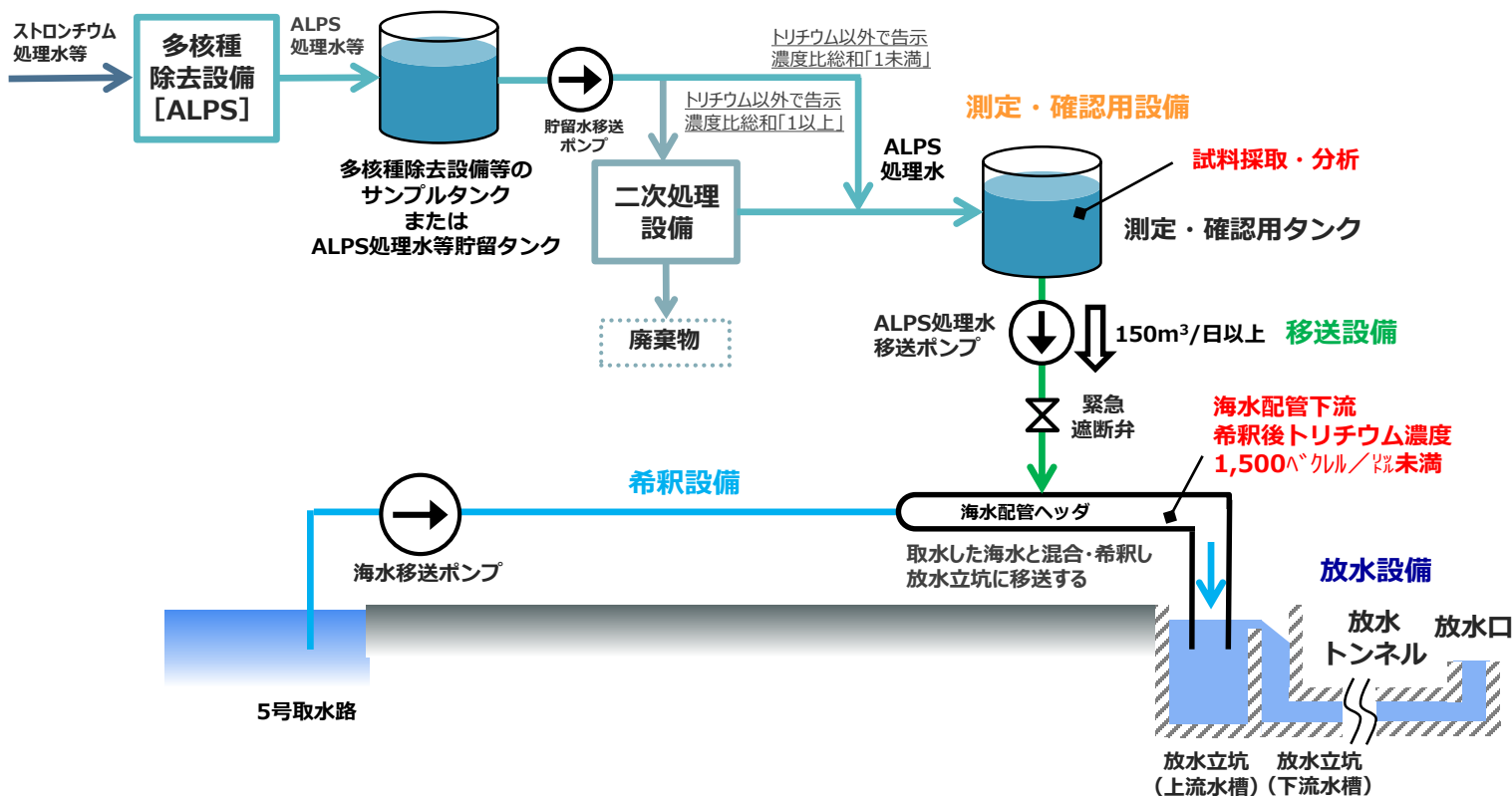
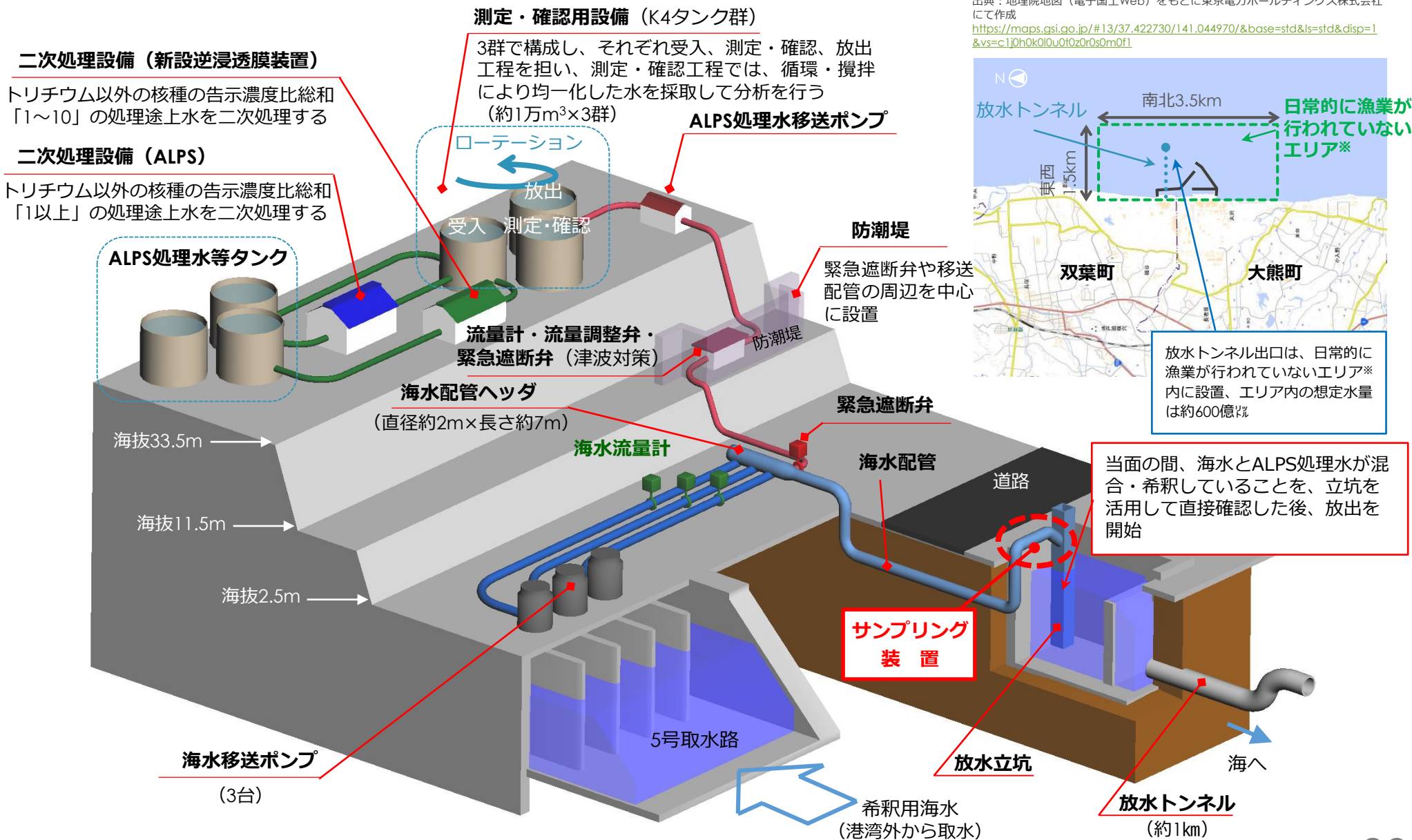


図 海域モニタリング地点

2-2 (2) 海域モニタリング結果を踏まえた対応

3.1 海水配管下流での確認

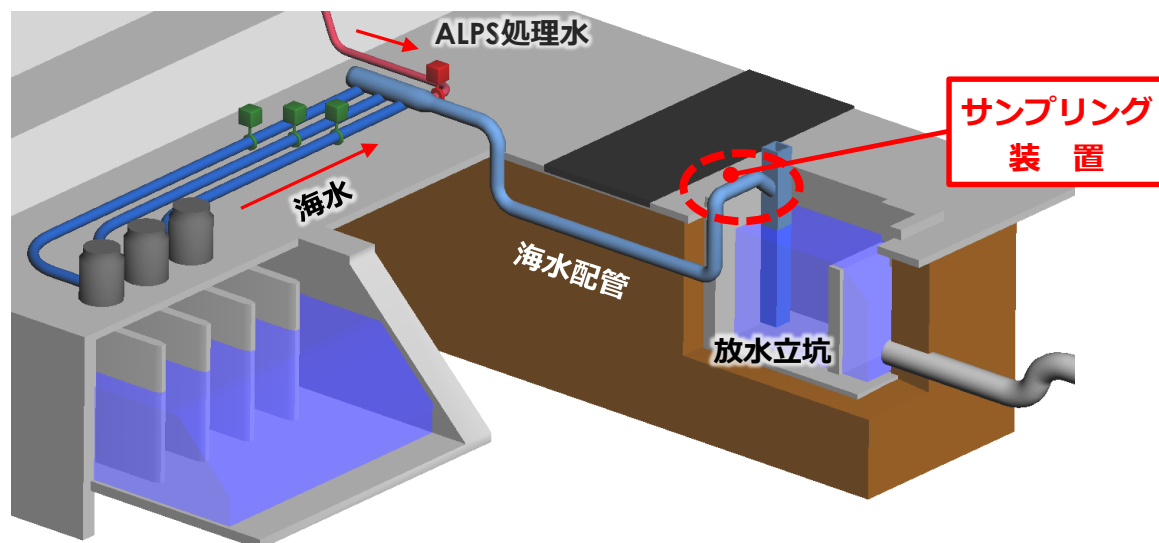
出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0i0u0t0z0r0s0m0f1>



2-2 (2) 海域モニタリング結果を踏まえた対応

3.1 海水配管下流での確認

- 放出停止（異常値）の判断基準
- 考え方
 - ALPS処理水と希釈海水の混合水において、希釈後のトリチウム濃度設定値を超えるトリチウム濃度の検出が確認された場合
- 判断基準値（希釈後のトリチウム濃度設定値）
 - 放出するALPS処理水のトリチウム濃度と希釈海水流量から設定される濃度
- ✓ ALPS処理水の混合希釈は、希釈海水が流れる海水配管ヘッダ内にALPS処理水を注入することで行われる。海水配管ヘッダに注入した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水立坑に排出する。
- ✓ 放出開始前の確認は、放水立坑からサンプリングする。
- ✓ 放出中1日1回行う分析は、海水配管の下流からサンプリングしてトリチウム濃度を確認のうえ、速やかに公表する。



■ 放出停止（異常値）の判断基準

➤ 考え方

海水配管での希釈が十分でなく、海域に放出されるような場合を異常時として設定する
2km圏内の海域モニタリング（10地点）において、希釈後のトリウム濃度設定値を超えるトリチウム濃度の検出が確認された場合

➤ 判断基準値（希釈後のトリチウム濃度設定値）

放出するALPS処理水のトリチウム濃度と希釈海水流量から設定される濃度（放水口濃度）

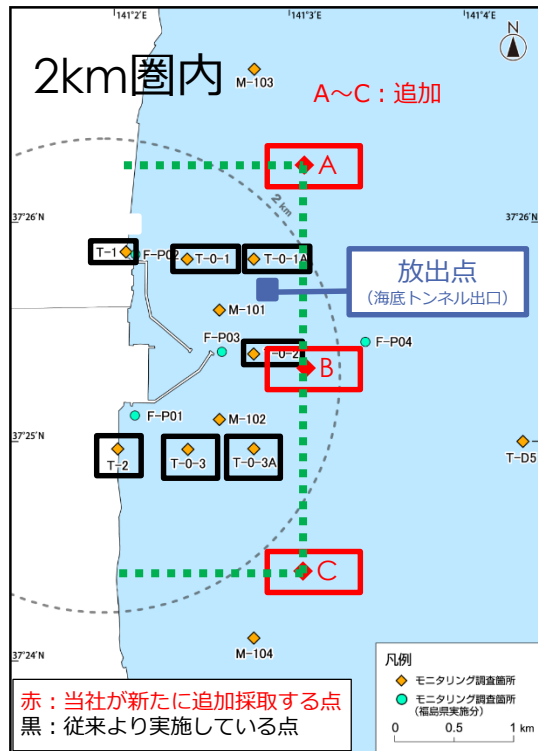


表 2km圏内のモニタリング地点とトリチウム分析頻度

場所	試料名称	分析頻度	
2km圏内 及び 近傍	南放水口付近(T-2)	週1回	従来より 実施している点
	5、6号機放水口北側(T-1)	週1回	
	港湾口東側海水 (T-0-2)	週1回	
	北防波堤北側海水 (T-0-1)	週1回	
	南防波堤南側海水 (T-0-3)	週1回	
	港湾口北東側海水 (T-0-1A)	週1回	
	港湾口南東側海水 (T-0-3A)	週1回	
	日常的に漁業が行われていないエリア※ 東端北側 (新規採取点：A)	週1回	当社が新たに 追加採取する点
	日常的に漁業が行われていないエリア※ 東端中間地点 (新規採取点：B)	週1回	
	日常的に漁業が行われていないエリア※ 東端南側 (新規採取点：C)	週1回	

図 2km圏内のモニタリング地点

4. 対応手順

■ 異常値を確認した際の対応手順

➤ 考え方

異常値を確認した場合は速やかに放出を停止し、異常の原因調査と対策の検討を行い、必要な対策を行ったうえで放出を再開する

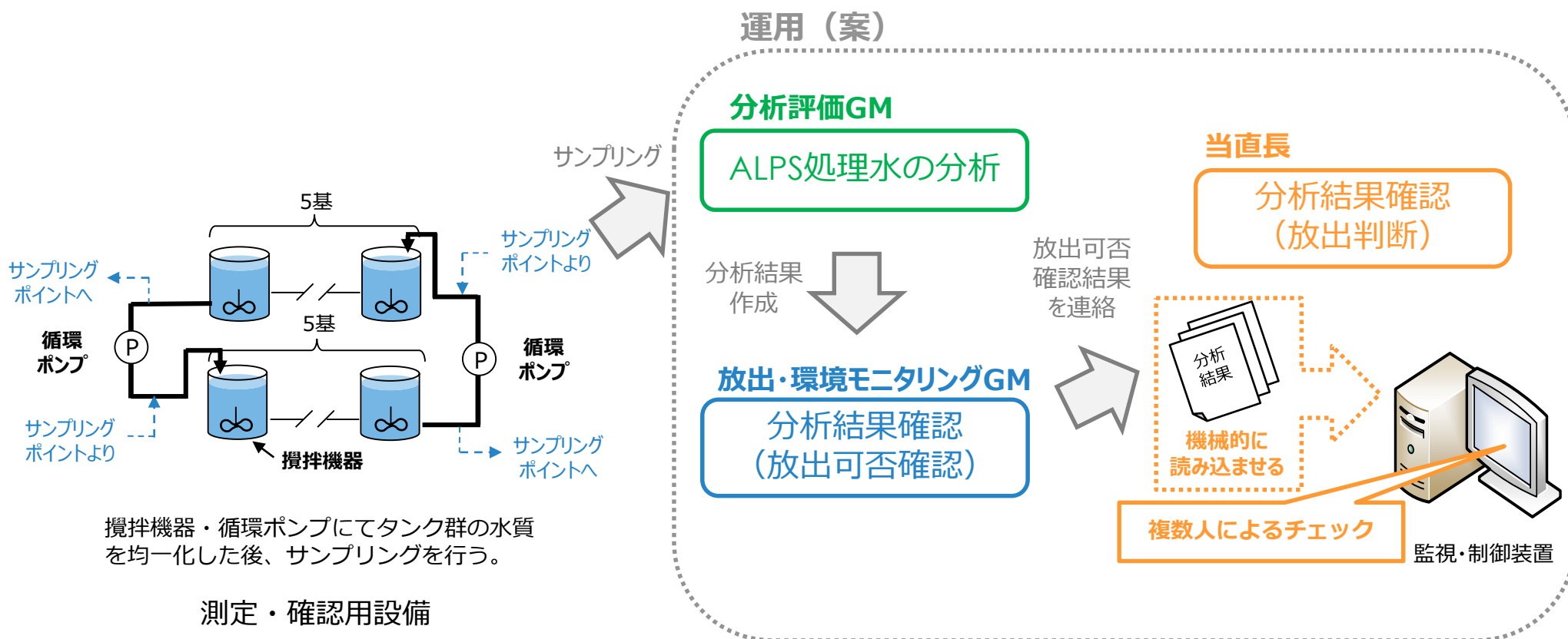
➤ 対応手順

- ① 異常値を確認した場合は、速やかに放出を停止する
- ② 立坑の毎日の分析結果、流量計の記録の確認、設備の点検等を行い、放出の異常の有無を確認する
- ③ 放出に異常が確認された場合は、立坑や海水配管等の設備異常、ならびに希釈操作のログ確認等の運用管理面などを調査し、必要な対応を講じたうえで放出を再開する
- ④ 放出以外による上昇要因の調査を行い、原因を特定し、放出が可能な状況になったことを確認のうえ再開判断を行い放出を再開するが、再開後3日間10地点の海水サンプリングを実施して海域モニタリングに異常が無いことを確認する

以降、参考資料

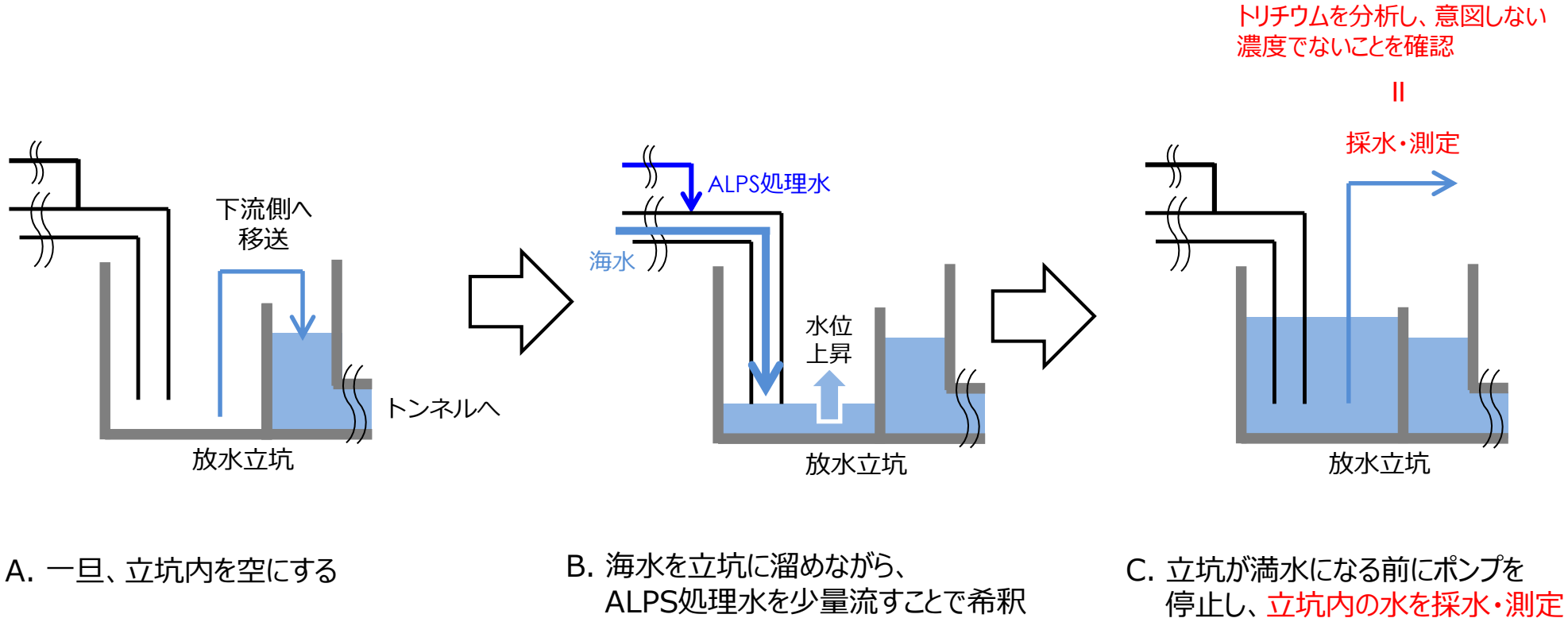
【参考】監視・制御装置へのトリチウム濃度の登録

- 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、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。



■ 海水希釈後の濃度確認

- 当面、ALPS処理水と希釈海水の混合水において、希釈後のトリチウム濃度が設定値を超えていないことを確認のうえ、連続または間欠で放出



■ モニタリング値の評価

モニタリング値が以下に該当する場合は、有意に上昇したと判断

- ・通常の変動範囲を逸脱している場合（年間設定値※の10倍以上）

なお、過去のモニタリング値における最高値を上回った場合でも、通常の変動範囲を逸脱していない場合は有意な上昇として扱わない

■ 上昇要因の調査

モニタリング値が有意に上昇したと判断した場合は以下を行い、上昇要因を特定する

(1) モニタリング値の傾向確認

濃度推移や過去の上昇の有無および原因を確認（当該採水場所およびその周辺）

(2) 汚染源の確認

新たな汚染水漏えいの有無を確認

- ・汚染水設備からの漏えい
- ・一時保管エリアのコンテナ等からの漏えい
- ・その他施設からの漏えい

(3) モニタリング周辺環境の確認

当該採水場所周辺の状況他を確認

- ・採水場所に影響を与える可能性がある現場作業の有無
- ・気象状況（降水量、風向・風速、潮位等）

(4) 試料の再サンプリング、追加サンプリングの実施

次回サンプリングの日時も考慮のうえ、サンプリング要否、範囲、日程等を検討

- ・上昇が継続しているかどうかを確認するために、再サンプリングを実施
- ・上昇要因の有無や妥当性を調査するために、当該採水場所以外の追加サンプリングを実施

※ 年間設定値：2011年3月の事故以降、除染や汚染拡大防止対策の実施、核種の減衰等により、放射能濃度は明らかに減少しているため、至近1年間（1/1～12/31）のデータ推移の最高値として設定

2021年9月25日 5/6号機放水口北側における海水中Cs-137濃度上昇時の対応

<9月25日朝 定例モニタリング>

- ・試料の性状を確認したところ、砂が混入していたため通常より濁り（着色）があった
- ・試料採取、分析手順に不備がなかったため、分析結果 Cs-137〔7.9 Bq/L〕を採用（過去の最高値 2014年3月17日 4.5 Bq/L）

<9月25日夕 再サンプリング>

- ・有意な上昇にはあたらないものの、念のために当日中に再サンプリングを実施
- ・試料の性状を確認したところ、濁り（着色）は確認されず
- ・試料採取、分析手順に不備がなかったため、分析結果 Cs-137〔<0.65 Bq/L〕を採用
- ・Cs-137濃度は、前日9月24日〔<0.59 Bq/L〕と同等であることを確認

<濃度推移、周辺状況の確認>

- ・9月19日～25日において、その他の海水の採取場所では、降雨により上昇する排水路の影響を受ける場所を除いて、海水濃度に上昇は見られていない

港湾内： 港湾口 <0.45 ～ 0.77 Bq/L （9月25日 <0.46 Bq/L）

港湾外： 5/6号機放水口北側 検出値 9月22日 0.48 Bq/L、9月25日 7.9 Bq/L

南放水口付近 <0.47 ～ <0.77 Bq/L （9月25日 <0.73 Bq/L）

降水量観測値： 9月18日 19.0 mm/日、9月23日 2.5 mm/日、9月25日 4.5 mm/日

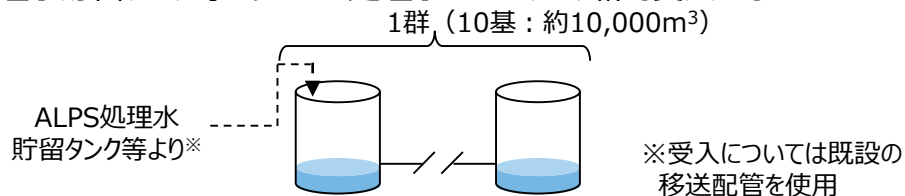
【参考】ALPS処理水希釈放出設備（測定・確認用設備）の概要

■ 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。

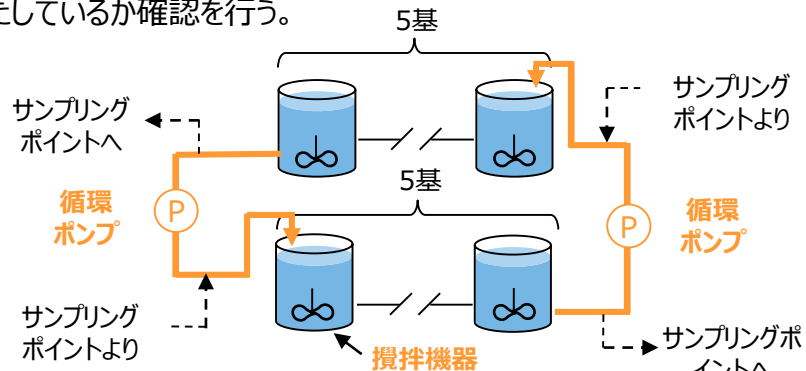
①受入工程

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。



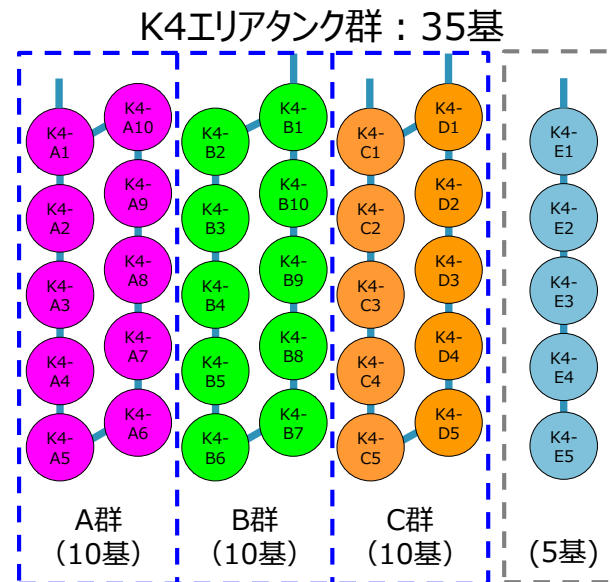
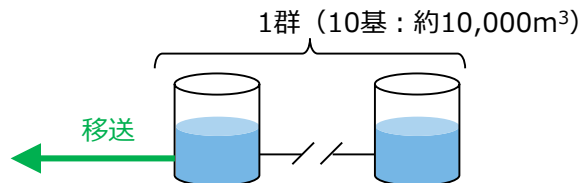
②測定・確認工程

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。



2.50章 ALPS処理水希釈放出設備

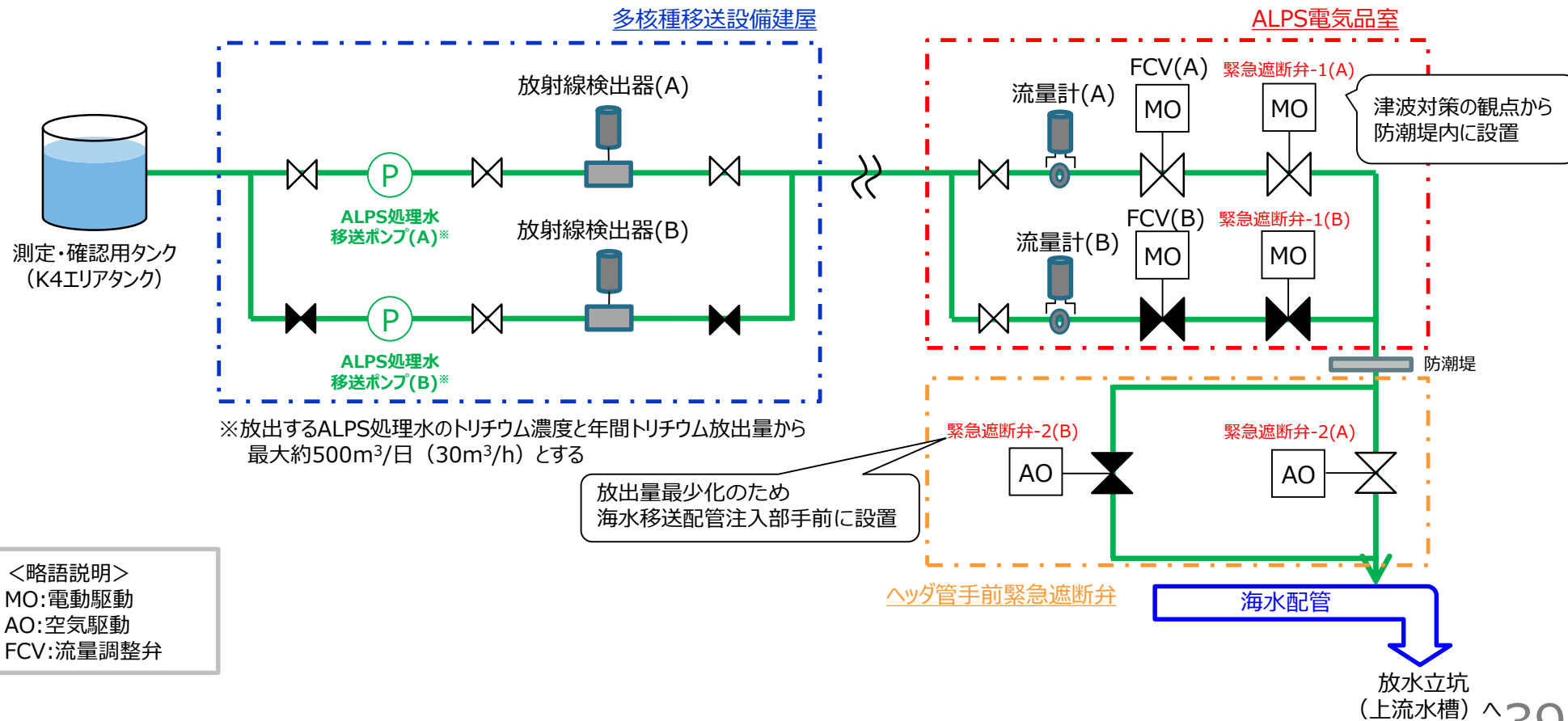
2.5章 多核種処理水貯槽

	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

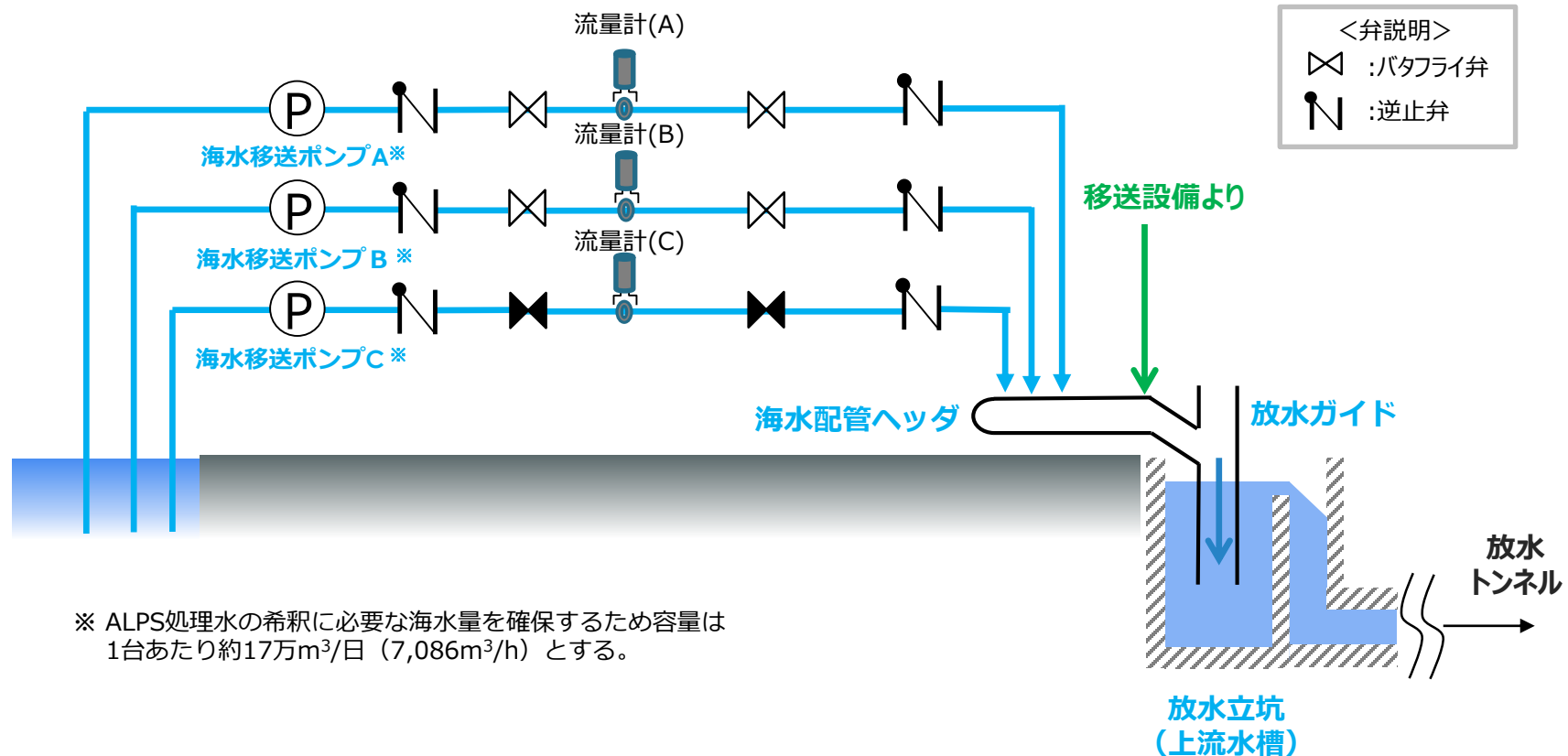
- 移送設備は、ALPS処理水移送ポンプ及び移送配管により構成する。
- ALPS処理水移送ポンプは、運転号機と予備機の2台構成とし、測定・確認用タンクから希釈設備までALPS処理水の移送を行う。
- また、異常発生時に速やかに移送停止できるように緊急遮断弁を海水配管ヘッダ手前及び、津波対策として防潮堤内のそれぞれ1箇所には設置する。



【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。



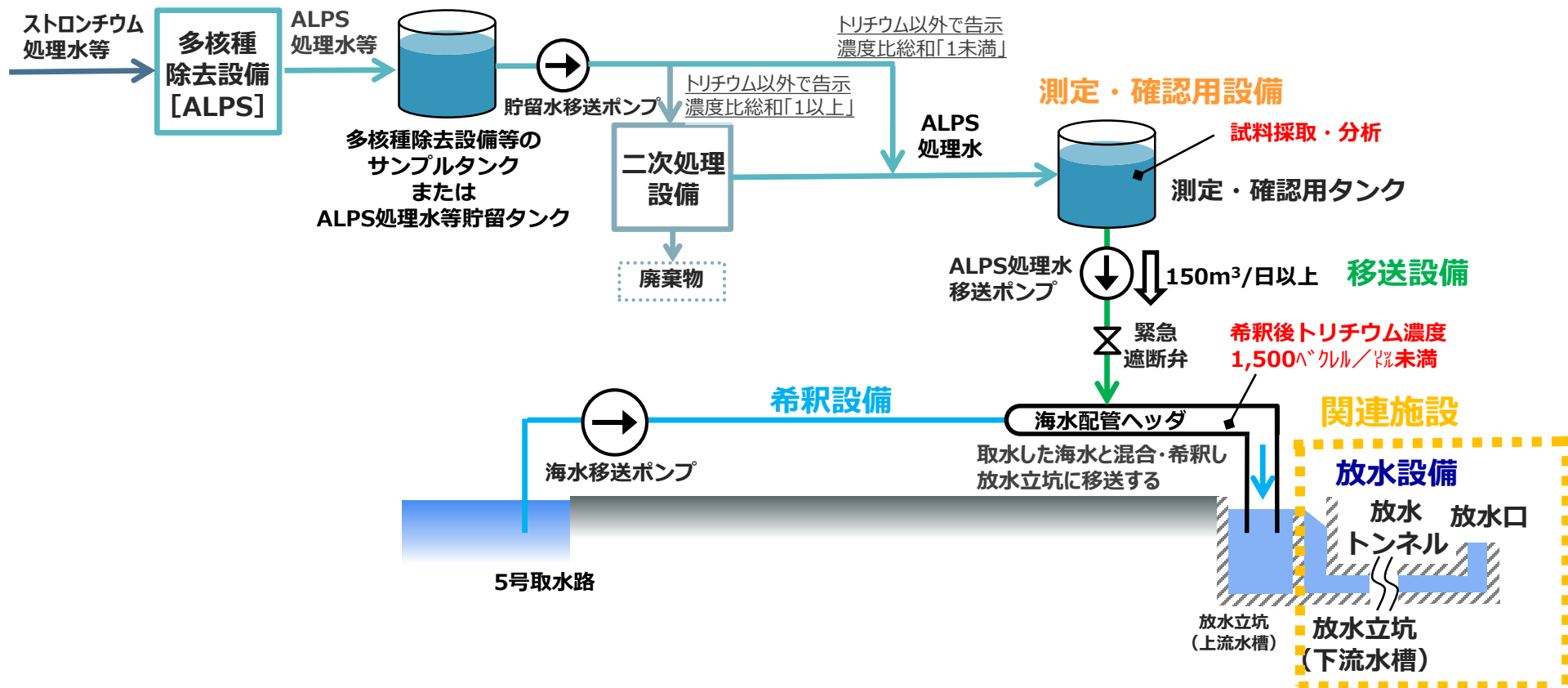
【参考】 関連施設（放水設備）の全体概要

■ 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

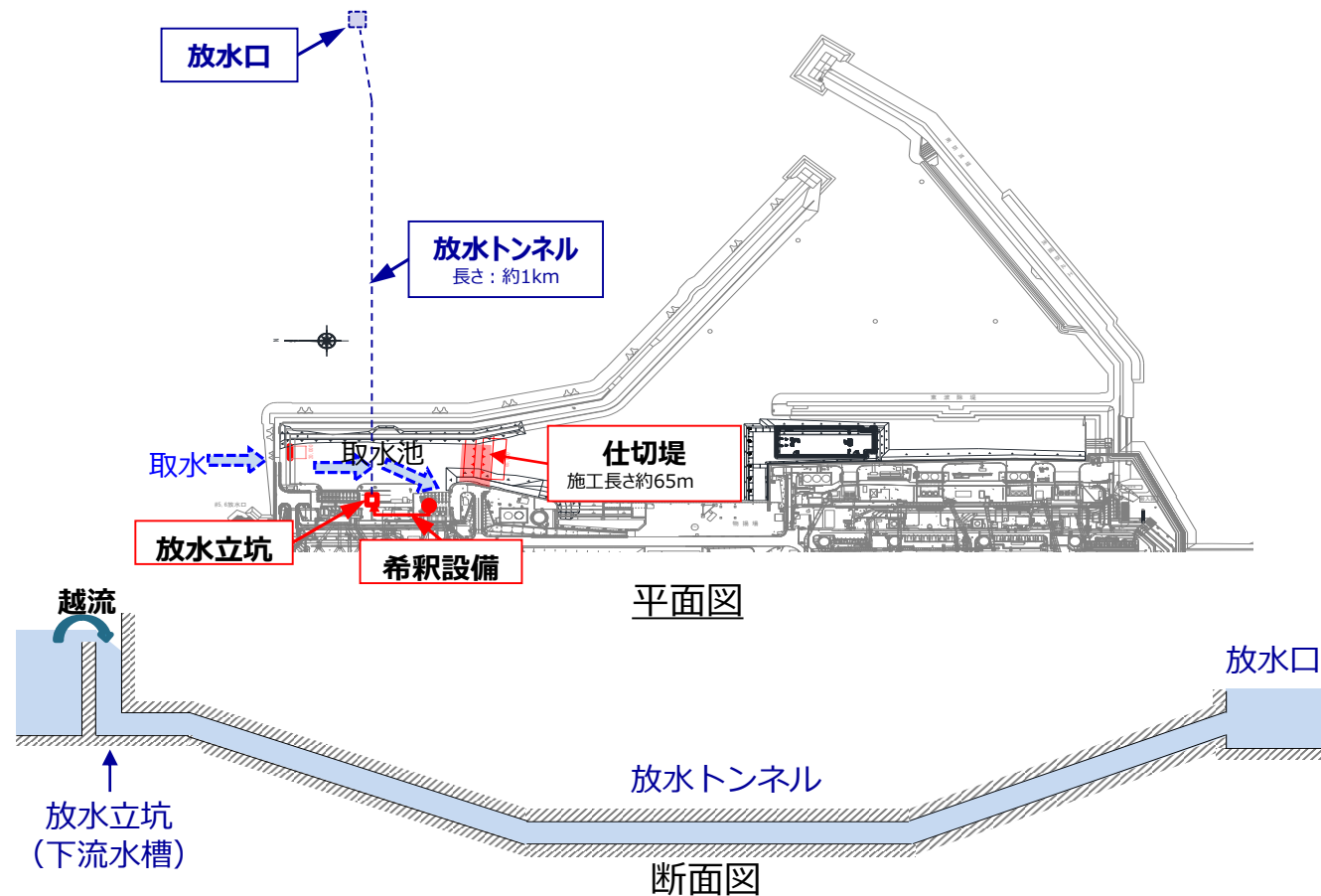
放水設備は、上記目的を達成するため、放水立坑（下流水槽）、放水トンネル、放水口により構成する。



【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。



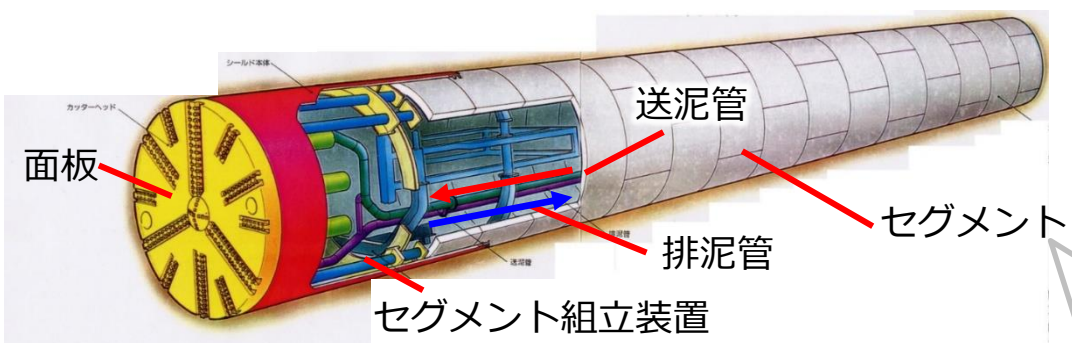
【参考】 関連施設（放水設備）の概要（2/2）

■ 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。

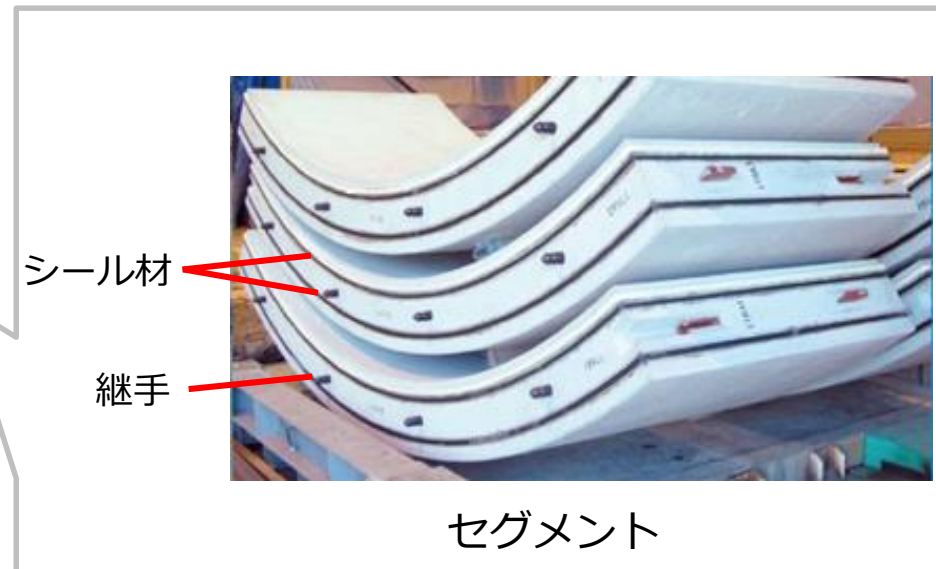
■ トンネルの施工（シールド工法）

- 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。



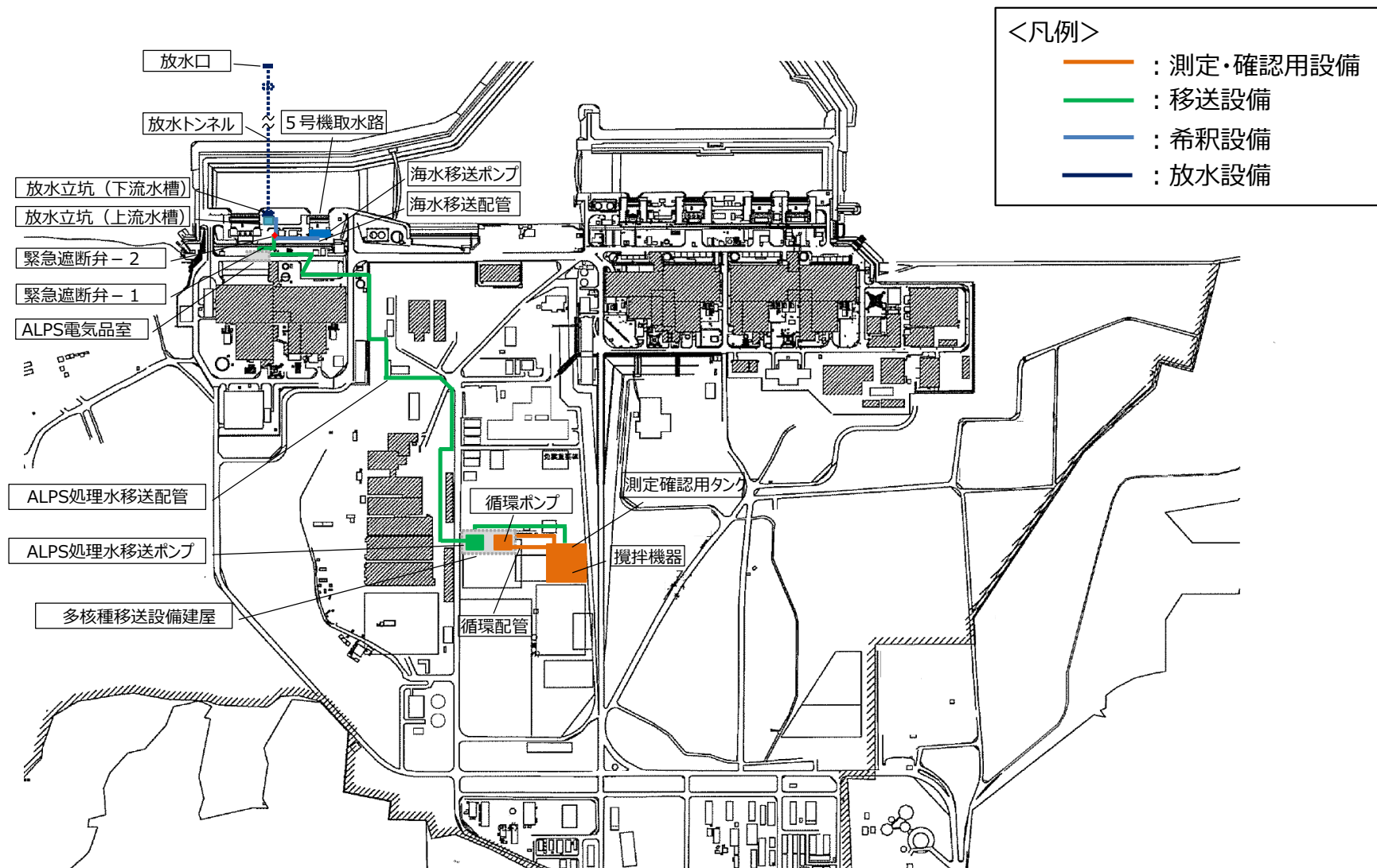
※今回は泥水式シールド工法を採用

シールドマシンの概要図



【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】 ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の設置工程

- 原子力規制委員会の審査を経て認可等が得られれば、現地据付組立に着手し、2023年4月中旬頃の設備設置完了を目指す。
(実施計画：Ⅱ-2-50-添6-1)

	2022年												2023年																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
ALPS処理水 希釈放出設 備及び関連 施設設置																															

△
使用前検査

 : 現地据付組立

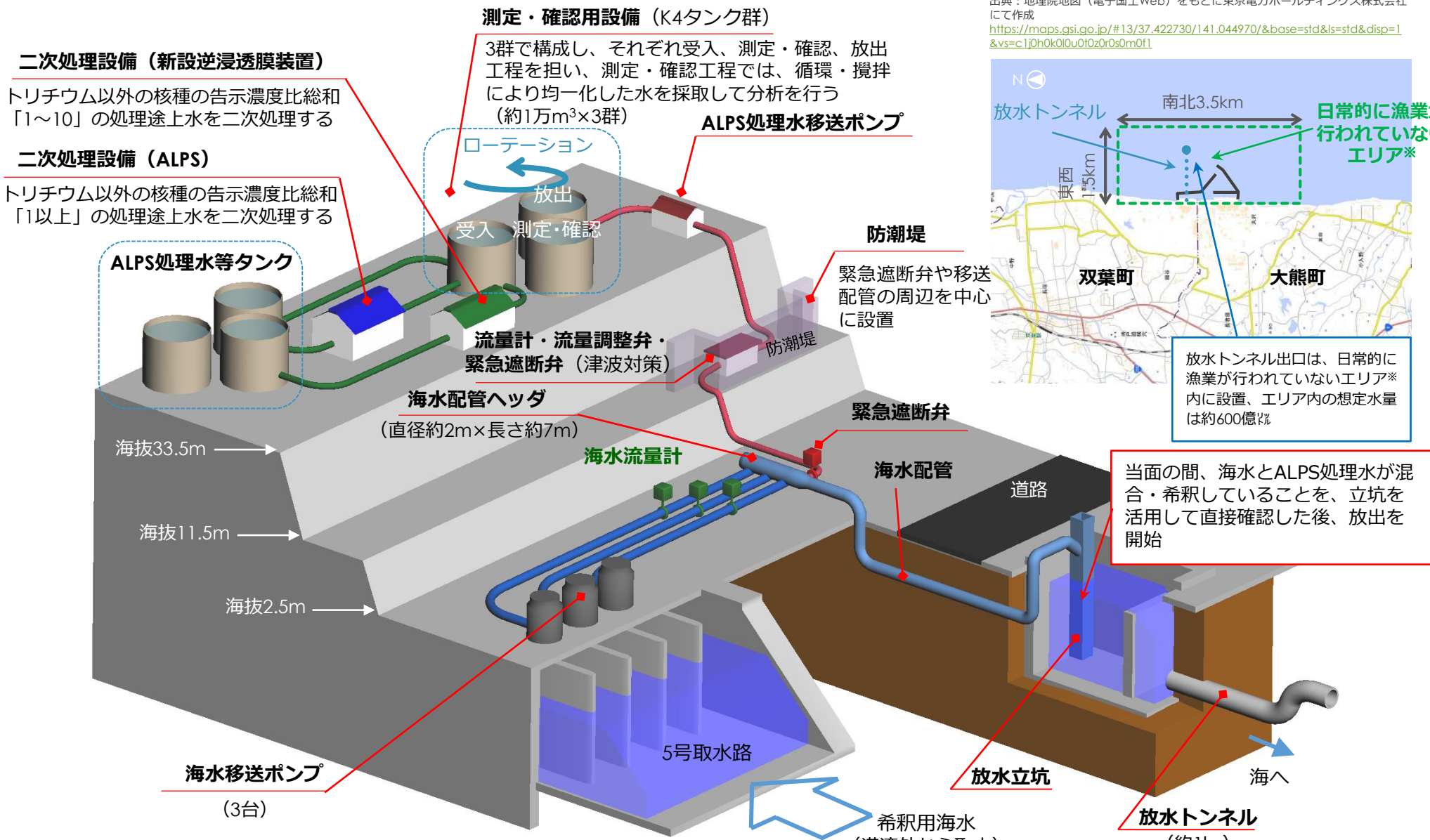
【参考】安全確保のための設備の全体像

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=c1j0h0k0i0u0t0z0r0s0m0f1>



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



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取して分析を行う（約1万m³×3群）

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

緊急遮断弁

海水配管

道路

放水立坑

放水トンネル

（約1km）

希釈用海水（港湾外から取水）

海水移送ポンプ

（3台）

海水配管ヘッダ
（直径約2m×長さ約7m）

流量計・流量調整弁・緊急遮断弁（津波対策）

ALPS処理水等タンク

海拔33.5m

海拔11.5m

海拔2.5m

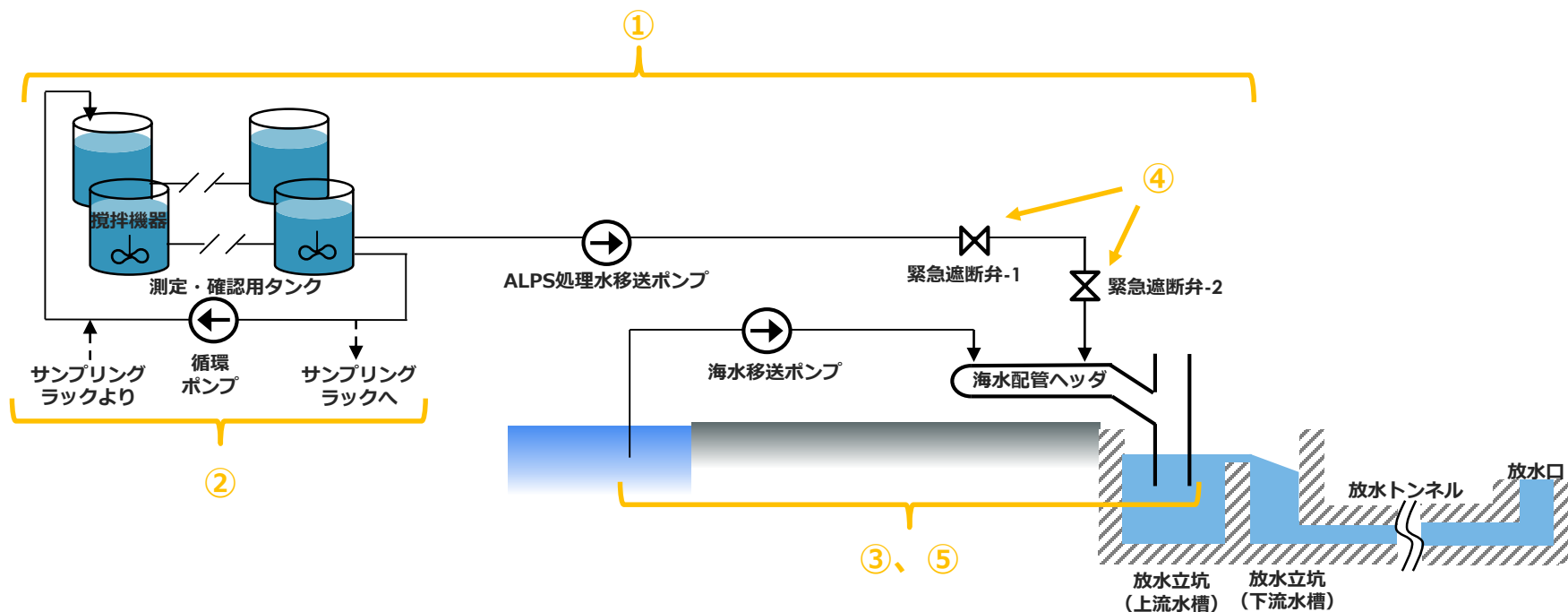
5号取水路

※共同漁業権非設定区域

【参考】ALPS処理水希釈放出設備 要求される機能

- ① 海洋への放出量は、発生する汚染水の量（地下水、雨水の流入による増量分）を上回る能力を有すること。
- ② 希釈放出前の水がALPS処理水であることを確認するため、タンク内およびタンク群の放射性物質濃度の均一化および試料採取ができること。
- ③ ALPS 処理水を海水で希釈し、海洋へ放出できること。
- ④ 異常が発生した場合、速やかにALPS 処理水の海洋への放出を停止できる機能を有すること。
- ⑤ 海水希釈後のトリチウム濃度が告示濃度限度（60,000Bq/L）を十分下回る水準となるよう、ALPS 処理水を100 倍以上に希釈する能力を有すること。

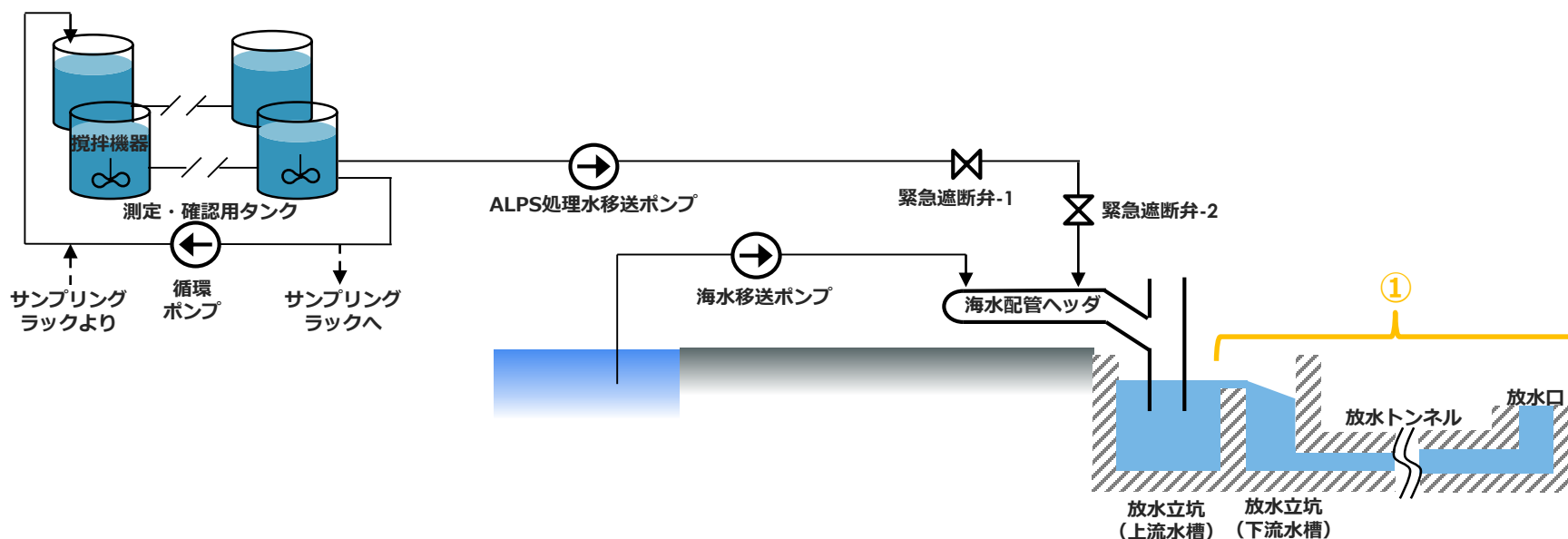
（実施計画：Ⅱ-2-50-1）



【参考】放水設備 要求される機能（1/2）

- ① 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離れた海洋から放出できること。

（実施計画：Ⅱ-2-50-7）



【参考】機器・設備の基本仕様（ALPS処理水希釈放出設備）

■ 循環ポンプ

台数	2台
容量	160m ³ /h（1台あたり）

■ ALPS処理水移送ポンプ

台数	2台
容量	30m ³ /h（1台あたり）

■ 海水移送ポンプ

台数	3台
容量	7,086m ³ /h（1台あたり）

■ 放水ガイド

基数	1基
主要寸法	たて2,100mm×よこ2,100mm×高さ7,096mm（上流側） たて2,140mm×よこ2,140mm×高さ11,144mm（下流側）
材質	SUS316L

■ 放水立坑（上流水槽）

基数	1基
構造	鉄筋コンクリート造

【参考】配管基本仕様（ALPS処理水希釈放出設備）

名称	仕様	
測定・確認用タンク 出口から 循環ポンプ入口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch.20S SUS316LTP 0.49MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A相当 ポリエチレン 0.49MPa 40℃
(耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A相当 合成ゴム 0.49MPa 40℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A相当 合成ゴム 0.49MPa 40℃
循環ポンプ出口から 測定・確認用タンク 入口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A/Sch.20S 150A/Sch.20S 200A/Sch.20S SUS316LTP 0.98MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A相当 合成ゴム 0.98MPa 40℃

名称	仕様	
測定・確認用タンク間 (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A/Sch.20S SUS316LTP 0.49MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A相当 ポリエチレン 0.49MPa 40℃
(耐圧ホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	200A相当 合成ゴム 0.49MPa 40℃
測定・確認用タンク出 口から ALPS処理水移送ポンプ 入口まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.20S 150A/Sch.20S SUS316LTP 0.49MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A相当 150A相当 ポリエチレン 0.49MPa 40℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A相当 合成ゴム 0.49MPa 40℃

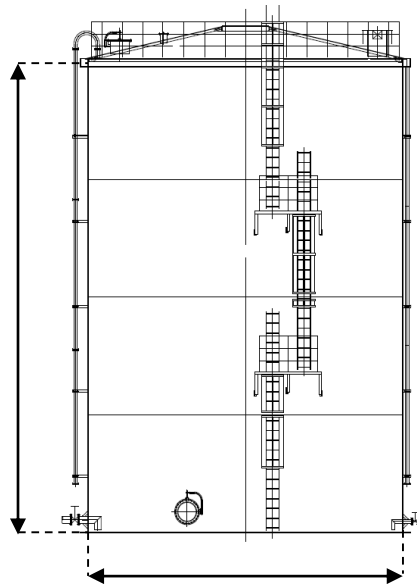
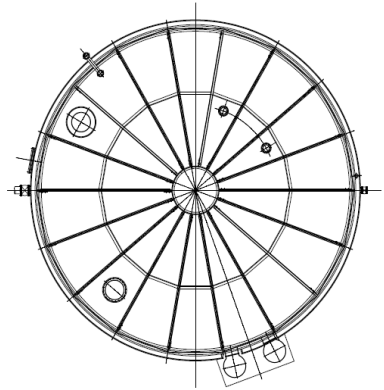
【参考】配管基本仕様（ALPS処理水希釈放出設備）

名称	仕様	
ALPS処理水移送ポンプ出口から 海水配管ヘッダ入口 取合まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A/Sch.40 STPG370 0.98MPa 40℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A/Sch.20S 100A/Sch.20S 150A/Sch.20S SUS316LTP 0.98MPa 40℃
(ポリエチレン管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	100A相当 ポリエチレン 0.98MPa 40℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	65A相当 100A相当 合成ゴム 0.98MPa 40℃

名称	仕様	
海水移送ポンプ出口から 海水配管ヘッダ入口 取合まで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	800A／12.7mm 900A／12.7mm STPY400 0.60MPa 40℃
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	900A/Sch.20S SUS329J4LTP 0.60MPa 40℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	800A相当 900A相当 合成ゴム 0.60MPa 40℃
海水配管ヘッダ (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	1800A／13mm 2200A／16mm SM400B 0.60MPa 40℃
海水配管ヘッダ出口から 放水ガイドまで (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	1800A／13mm SM400B 0.60MPa 40℃
(伸縮継手)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	1800A相当 合成ゴム 0.60MPa 40℃

【参考】測定・確認用タンクの基本仕様

■ 測定・確認用タンク（K4タンクを流用）



高さ：14,565mm

内径：10,000mm

タンク容量		m ³	1,000
主要寸法	内 径	mm	10,000
	胴板厚さ	mm	15
	底板厚さ	mm	25
	高 さ	mm	14,565
管台厚さ	100A	mm	8.6
	200A	mm	12.7
	600A	mm	16.0
材料	胴板・底板	—	SS400
	管台	—	STPT410,SS400

➤ 設計温度 50℃

【参考】測定・確認用タンク関連設備の仕様

- タンク堰*（漏えい拡大防止として基礎外周堰を設置）（実施計画：Ⅱ-2-5-添12-25）

基礎外周堰の堰内容量は、タンク20基当り1基分の貯留容量（20基以上の場合は20基あたり1基分の割合の容量、20基に満たない場合でも1基分）を確保できる容量に、大雨時の作業等を考慮した余裕高さ（堰高さで20cm程度）分の容量との合計とする。

※タンク堰については、K4エリアのものを併用する。

設置場所	タンク設置 基数	想定漏えい		基礎外周堰の 堰内容量 (m ³)	(計画値)			
		基数	容量(m ³)		基礎外周 堰内面積 (m ²)	タンク専有面 積(m ²)	貯留可能面積 (m ²)	基礎外周堰の 高さ(m)
K4	35	1.75	1,750	2,190以上	5,145	2,944	2,201	0.995以上

- 測定・確認用タンク付属配管

	呼び径	材質	最高使用圧力	最高使用温度
連結管（耐圧ホース）	200A相当	EPDM合成ゴム	1.0MPa	50℃
入口配管（鋼管）	100A	STPT410	1.0MPa	50℃

- 測定・確認用タンク付属弁

	呼び径	材質	最高使用圧力	最高使用温度
連結弁	200A相当	FCD450-10	1.0MPa	50℃

- 測定・確認用タンク水位計

検出方式	当社管理精度
マイクロ波タイプ	±1%

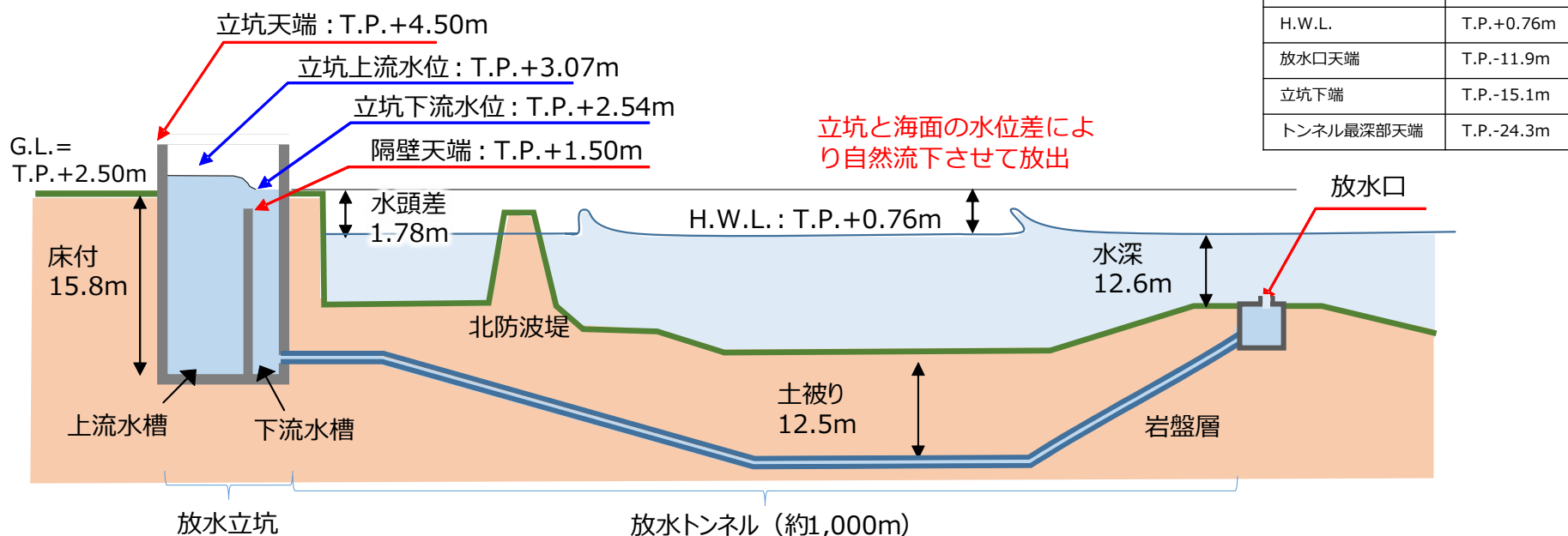
- 攪拌機器

台数
30台

【参考】放水設備 要求される機能（2/2）

■ 水理設計の考え方

- 放水立坑において大気開放することで、管内圧力を低減させる。
- 放水立坑は、放水トンネル、放水口を通して外洋の潮位と連動する構造となるが、海水移送ポンプ3台（ $51\text{万m}^3/\text{日}=6\text{m}^3/\text{s}$ ）の条件下においても、放水立坑（下流水槽）と海面の水頭差（約 1.8m ：立坑～放水口の損失合計）により、自然流下可能であることを確認。
- 緊急停止時のサージングによる水位上昇を考慮。



放水設備概念図

【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。

