

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11日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

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

1.1 (1 全体方針)

**特定原子力施設の全体工程におけるALPS処理水の海洋放出の位置付け及び
特定原子力施設全体のリスク低減において期待される海洋放出設備の役割**

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

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

1.1（1 全体方針）

**特定原子力施設の全体工程におけるALPS処理水の海洋放出の位置付け及び
特定原子力施設全体のリスク低減において期待される海洋放出設備の役割**

特定原子力施設の全体工程におけるALPS処理水の海洋放出の位置付け及び特定原子力施設全体のリスク低減において期待される海洋放出設備の役割を説明すること。

特定原子力施設の全体工程及び全体のリスク低減

- 当社は、最新の中長期ロードマップに沿って、特定原子力施設全体のリスクの低減や最適化を図ることとしている。（実施計画 I -1全体工程）
- 特定原子力施設における主なリスクである、燃料デブリや使用済燃料の取り出しといった廃炉作業を安全かつ着実に進めていくためには、廃炉作業に係る人員や福島第一原子力発電所内の敷地などのリソースを有効に活用していく必要がある。
- ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設を設置し、タンクに貯留されているALPS処理水を放出することにより、これらの廃炉作業を計画的に実施するための敷地を確保することが可能となり、中長期ロードマップの達成に寄与する。（スライド4～6 参照）
- また、ALPS処理水等を保管する発電所敷地内のタンクについては、漏えいの有無を継続的に監視し、将来の自然災害等に備えて適切に保守管理しているが、ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設を設置し、タンクに貯留されている水量を減らすことにより、タンクの保守管理に係るリソースを、燃料デブリや使用済燃料の取り出しといった、相対的に高いリスクの低減に有効活用することが可能となる。

【補足】敷地利用について

- ◇福島第一原子力発電所構内において、現行計画以上のタンク増設の余地は限定的。
- ◇ALPS処理水よりもリスクの高い使用済燃料の取り出しやデブリの取り出しといった廃炉作業を進めていくためには、以下のような施設の建設が必要。
 - ・取り出した使用済燃料の保管施設
 - ・燃料デブリの取り出しに必要なメンテナンス施設
 - ・今後発生する廃棄物を保管するために必要な施設
 - ・廃棄物リサイクル施設
 - ・取り出した燃料デブリの保管施設
 - ・燃料デブリ取り出しのための訓練施設
 - ・様々な試料の分析施設
 - ・燃料デブリ・放射性廃棄物関連の研究施設
 - ・作業員が安全に作業に取り組むために必要な施設 など
- ◇安全かつ着実な廃炉作業に向けて敷地内の土地を確保するためには、ALPS処理水を処分し、タンクの解体を進めていくことが必要。

2021年度頃

- 事故対応設備の保管
- 水処理二次廃棄物関連資機材置場
- サブドレン集水設備

2022年度頃

- 取り出し装置メンテナンス設備
- 試験的取り出し装置等保管
- 乾式キャスク仮保管施設 (1~6号SFP用)

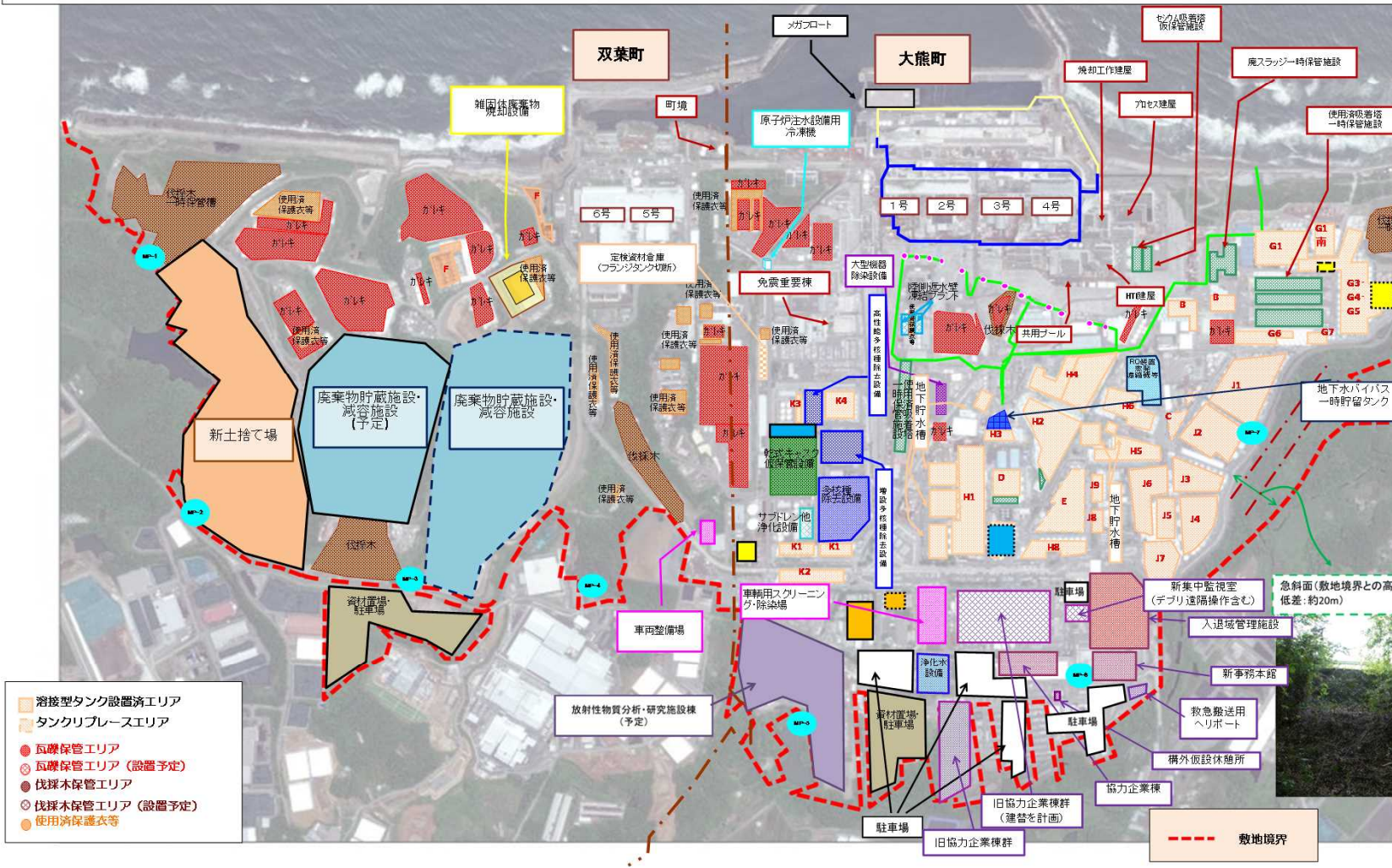
2023年度頃

- バイオアッセイ施設

2024年度以降

- 総合分析施設
- 廃棄物リサイクル施設
- 燃料デブリ第一保管施設
- SFP内高線量機器等の保管設備
- 燃料デブリ第二保管施設
- 取り出し装置メンテナンス設備
- 燃料デブリ取り出し訓練施設等
- 燃料デブリ・廃棄物移送システム
- 保管施設用収納年等
- 燃料デブリ第三保管施設
- 乾式キャスク仮保管施設 (共用プール用)
- 高線量用減容設備
- 高線量用固体庫
- 燃料デブリ保管施設 (第四以降)

※この他、廃炉に伴い2030年代以降に必要な施設
 注1: 着工が必要と想定される時期を示したもの。
 タンクの解体に1~2年の期間が必要となる。
 注2: 工事時の作業用ヤードを考慮すると、最大で2倍程度の敷地が一時的に必要となる。
 注3: 施設の面積は現時点での想定であり、今後の検討の進捗、新発見等により変わらうものである。



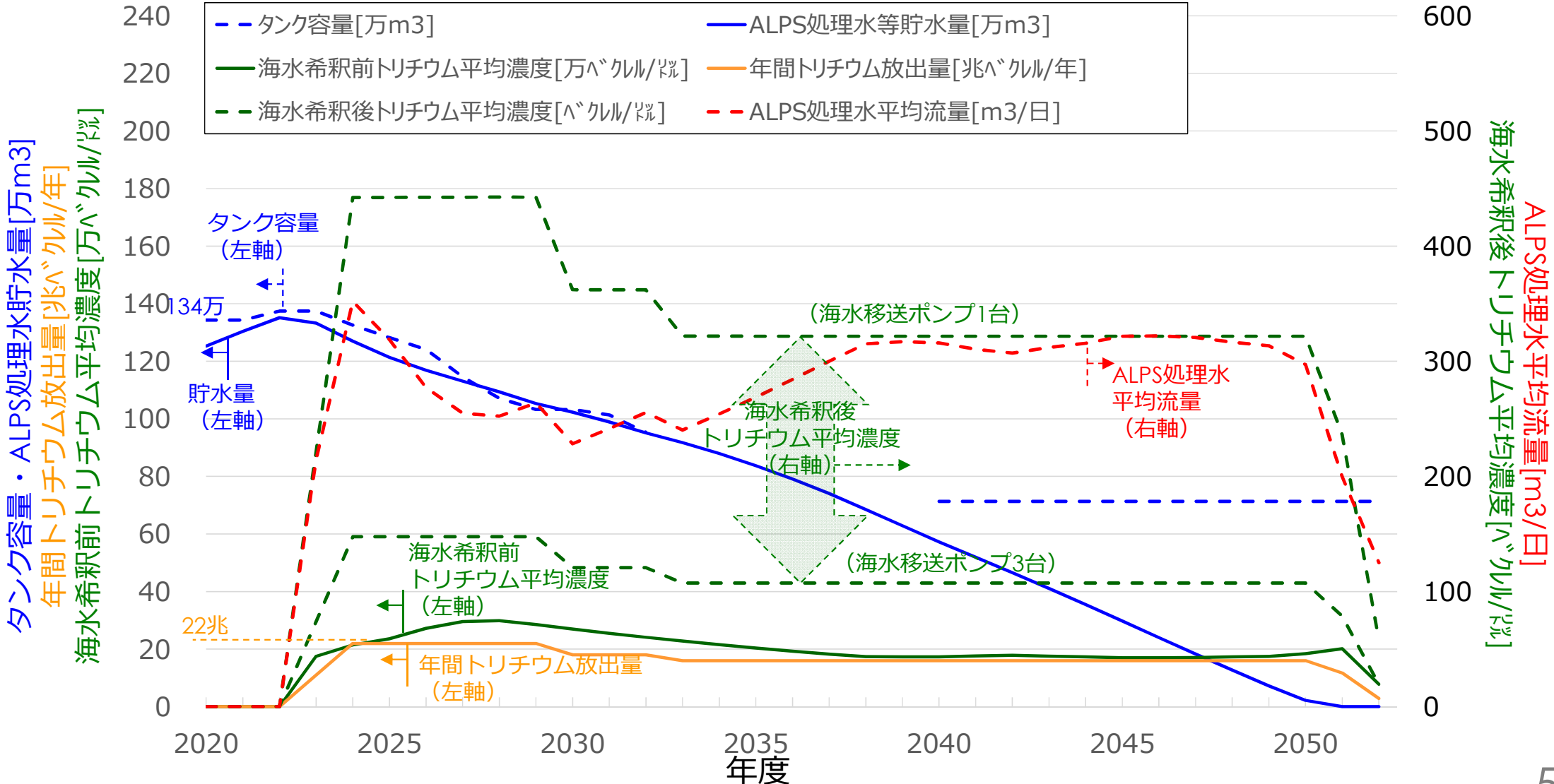
【補足事項】
 ○本配置図は、現在の敷地の利用状況と現段階の利用計画に基づき作成。
 ○また、将来の廃炉作業の進捗に応じて、施設の設置・廃止が必要となることから、適宜計画の見直しを実施。

1.1 (1 全体方針) (1)

【補足】放出シミュレーション (建屋内トリチウム総量最大)



- 2023年度:11兆^ハクル/年 (少量から慎重に放出=2024年度以降の半分と設定)
- 2024~2029年度:22兆^ハクル/年
- 2030~2032年度:18兆^ハクル/年
- 2033年度以降:16兆^ハクル/年

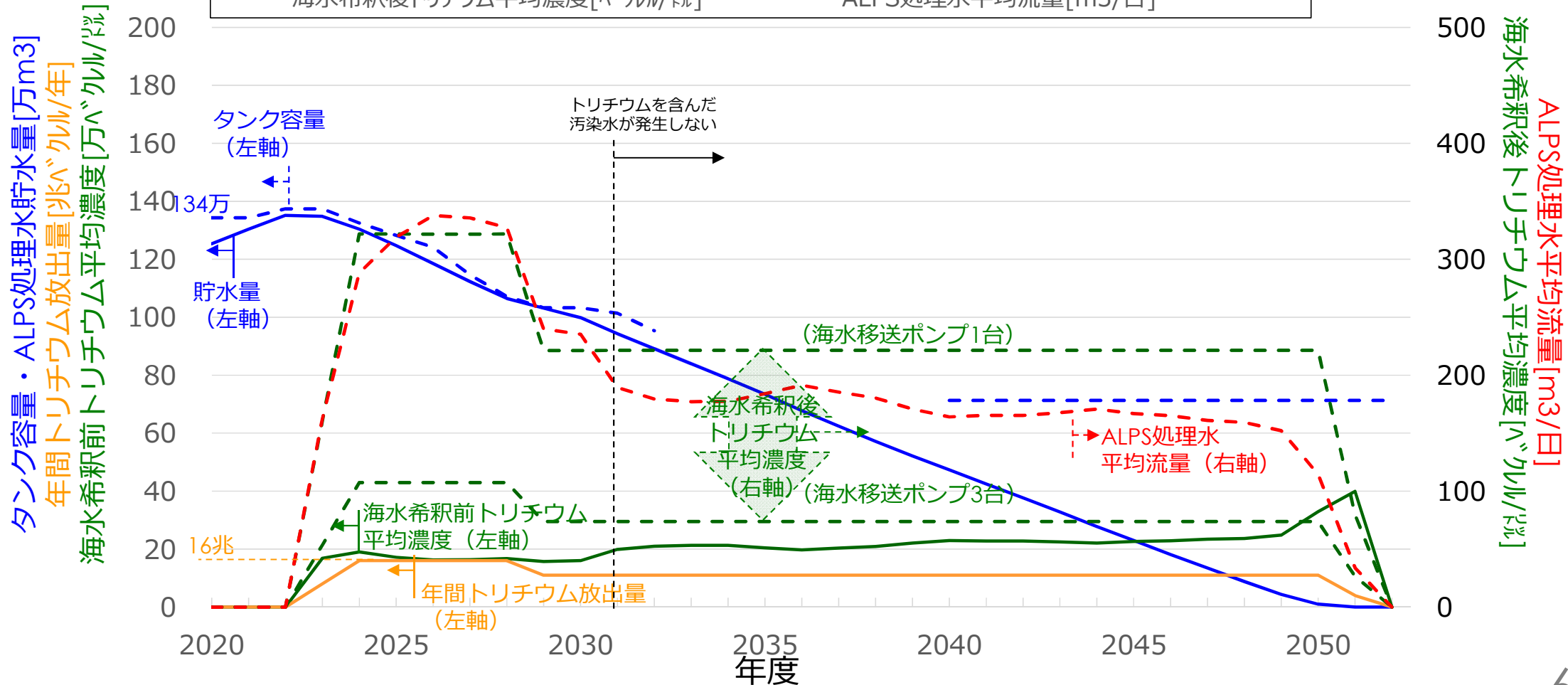


1.1 (1 全体方針) (1)

【補足】放出シミュレーション (建屋内トリチウム総量最小)



- 2023年度:8兆^ハクル/年 (少量から慎重に放出=2024年度以降の半分と設定)
- 2024~2028年度:16兆^ハクル/年
- 2029年度以降:11兆^ハクル/年



基本的な設計及び運用の考え方

- ALPS処理水の海洋放出設備の設計及び運用にあたっては、2021年4月の政府の基本方針を踏まえ、
（1）放出するALPS処理水に含まれるトリチウム以外の放射性物質が確実に告示濃度比総和1未満であること、（2）放出水のトリチウム濃度が告示濃度限度60,000Bq/Lを十分に下回る1,500Bq/L未満となるまで海水により希釈すること、（3）トリチウムの年間放出量を事故前の福島第一原子力発電所の放出管理値である年間22兆Bqを下回る水準であること、が確実に実施できるものとする。なお、トリチウムの年間放出量は廃炉の進捗等に応じて適宜見直す。
- ヒューマンエラーや機器の故障による『意図しない形でのALPS処理水の海洋放出』が発生しないよう、誤放出防止のインターロックや緊急遮断弁を設ける。また、万が一、『意図しない形でのALPS処理水の海洋放出』が発生したとしても、その量が極めて小さくなる設計・運用とする。
- 地震や津波などの自然災害に対しても、その影響及び福島第一敷地内の他の設備・機器の対策を踏まえながら適切な対策を講じる。
- 設備や機器が故障することを想定して、早急に復旧できるように、設計面（二重化など）や運用面（予備品の確保など）での考慮を事前に実施しておくほか、本設備や機器に関する長期保守管理計画（今後立案する）に基づき、定期的な点検保守を実施していく。

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

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

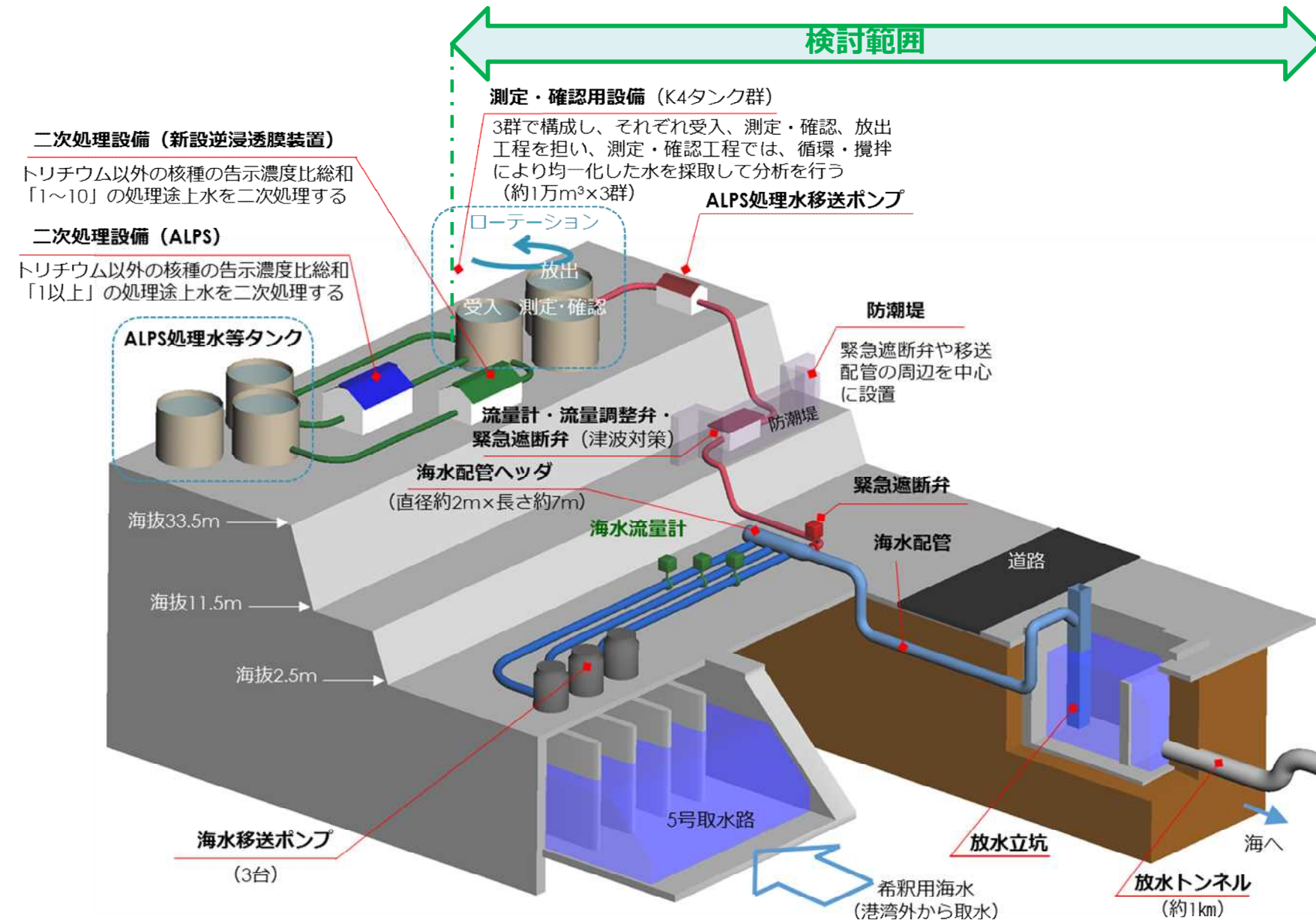
⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

- ALPS処理水の海洋放出時に機器の故障等により異常が生じ、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。）が発生した場合において、当該事象に対処するために必要な設備、体制及び手順を説明するとともに、これらによる対策を講じた場合の放出量を評価すること。
- 上記の評価に当たっては、ALPS処理水の放出量の観点で最も厳しい異常事象を選定し、その解析においては、結果が最も厳しくなるような機器の単一故障等を仮定すること。

1.2 (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) 検討範囲

- ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設における不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価の検討範囲は、今回実施計画の変更申請を行った測定・確認用タンクから下流とする。



1.2 (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)

(2) 異常事象の抽出方法 (1/2)

【ALPS処理水希釈放出設備の異常事象の抽出について】

- ALPS処理水希釈放出設備は、測定・確認用設備、移送設備、希釈設備により構成。
- これらの設備について、『意図しない形でのALPS処理水の海洋放出』を頂上事象としたフォルトツリー解析により、動的機器（電源・駆動系、計測制御系を含む）の単一故障、単一誤動作を想定しても放出量が発生しないこと或いは極めて小さいことを確認することで、設計・運用の妥当性を確認する。
- なお、外部事象については、主要な論点「2-1(1)⑤機器の構造・強度、地震・津波など自然現象に対する防護等」において、設計の妥当性を示すことから、異常事象の抽出では考慮しない。

設備		代表的な構成機器	機器の種別	内包水	
ALPS処理水 希釈放出設備	測定・確認 用設備	循環ポンプ	動的機器	ALPS処理水	
		攪拌機器			
		測定・確認用タンク	静的機器		
		循環配管			
	移送設備	移送ポンプ	動的機器		
		緊急遮断弁※1			
		移送配管	静的機器		
	希釈設備	海水移送ポンプ	動的機器		海水
		海水配管（合流前）	静的機器		
		海水配管（合流後）			
放水ガイド					
放水立坑（上流水槽）					
			海水希釈した ALPS処理水		

主に
当該設備の
異常事象※2
を抽出予定

※2：下記に示す異常事象の抽出を想定
 ・海水ポンプ誤停止
 ・移送ポンプ誤起動
 ・緊急遮断弁不作動等

※1：移送終了後は閉状態となることに加え、作動用の電源/圧縮空気喪失時には自動で閉状態となる（フェイルクローズ）機能有

1.2 (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)

(2) 異常事象の抽出方法 (2/2)

【放水設備の異常事象の抽出について】

- 放水設備の主要設備は、放水立坑（下流水槽）、放水トンネル、放水口により構成。
- 放水設備においては、内包水が海水希釈したALPS処理水であること、岩盤層を通過させるため、漏えいリスクが小さく、且つ耐震性に優れた構造を確保していることから、異常事象の抽出は行わない。
- なお、放水設備は構造強度、耐震等を含めて、長期間の使用に耐えうる設計であることを、今後の審査会合の中で説明していく。

設備	主要設備	機器の種別	内包水
放水設備	放水立坑（下流水槽）	静的機器	海水希釈したALPS処理水
	放水トンネル		
	放水口		

以降、参考資料

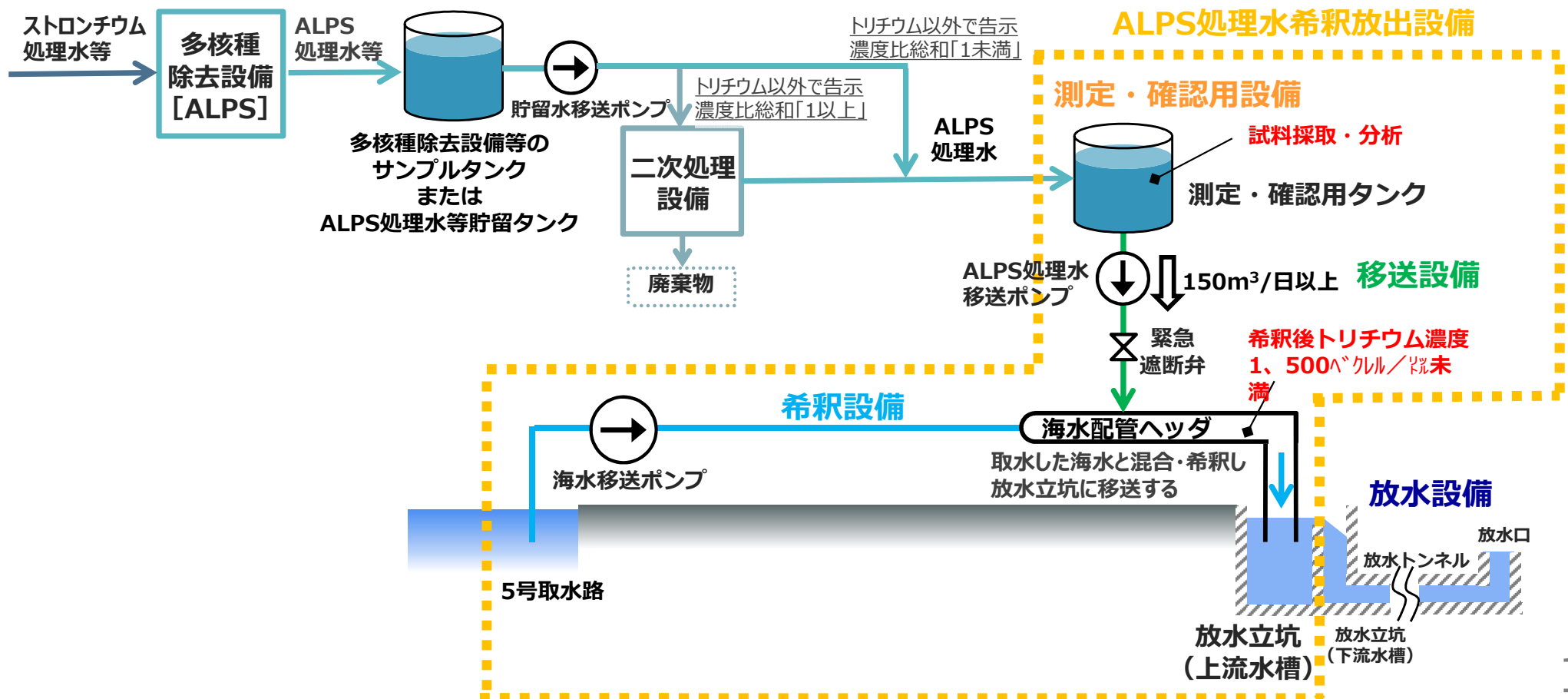
【参考】ALPS処理水希釈放出設備の全体概要

■ 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ダに移送し、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。



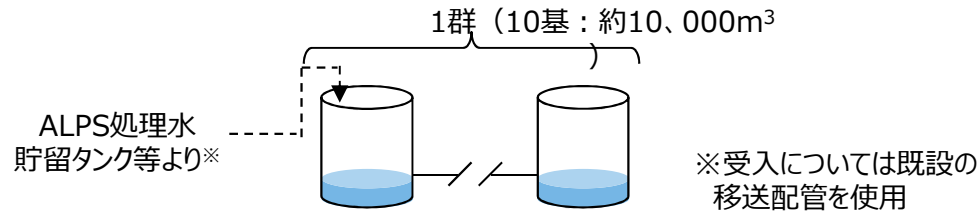
【参考】ALPS処理水希釈放出設備（測定・確認用設備）の概要

■ 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。

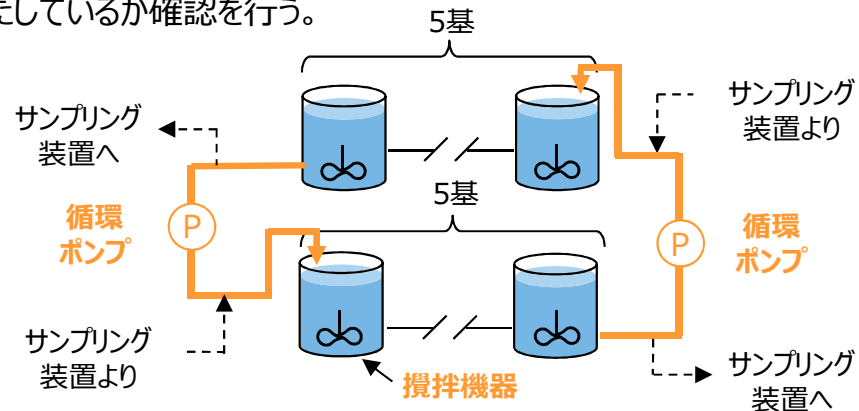
①受入工程

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。



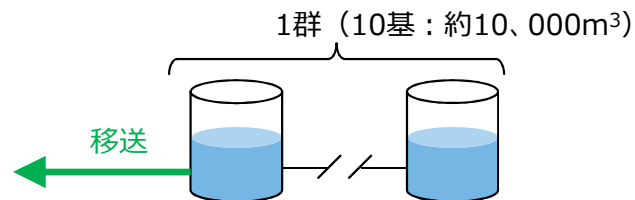
②測定・確認工程

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。

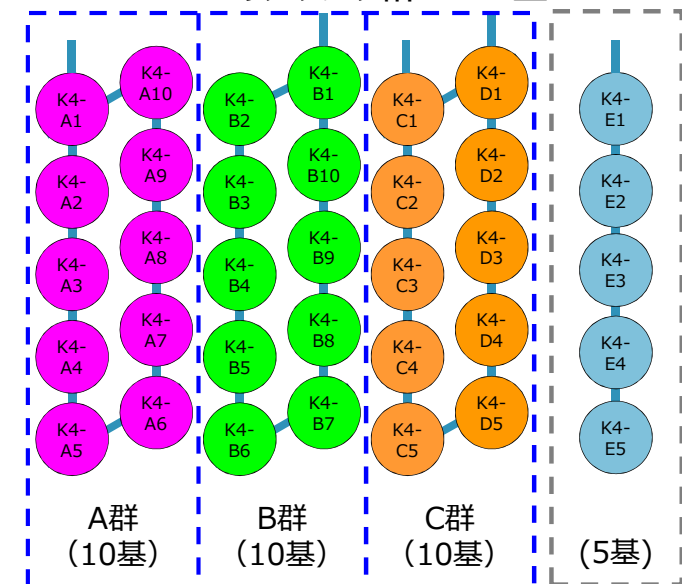


③放出工程

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

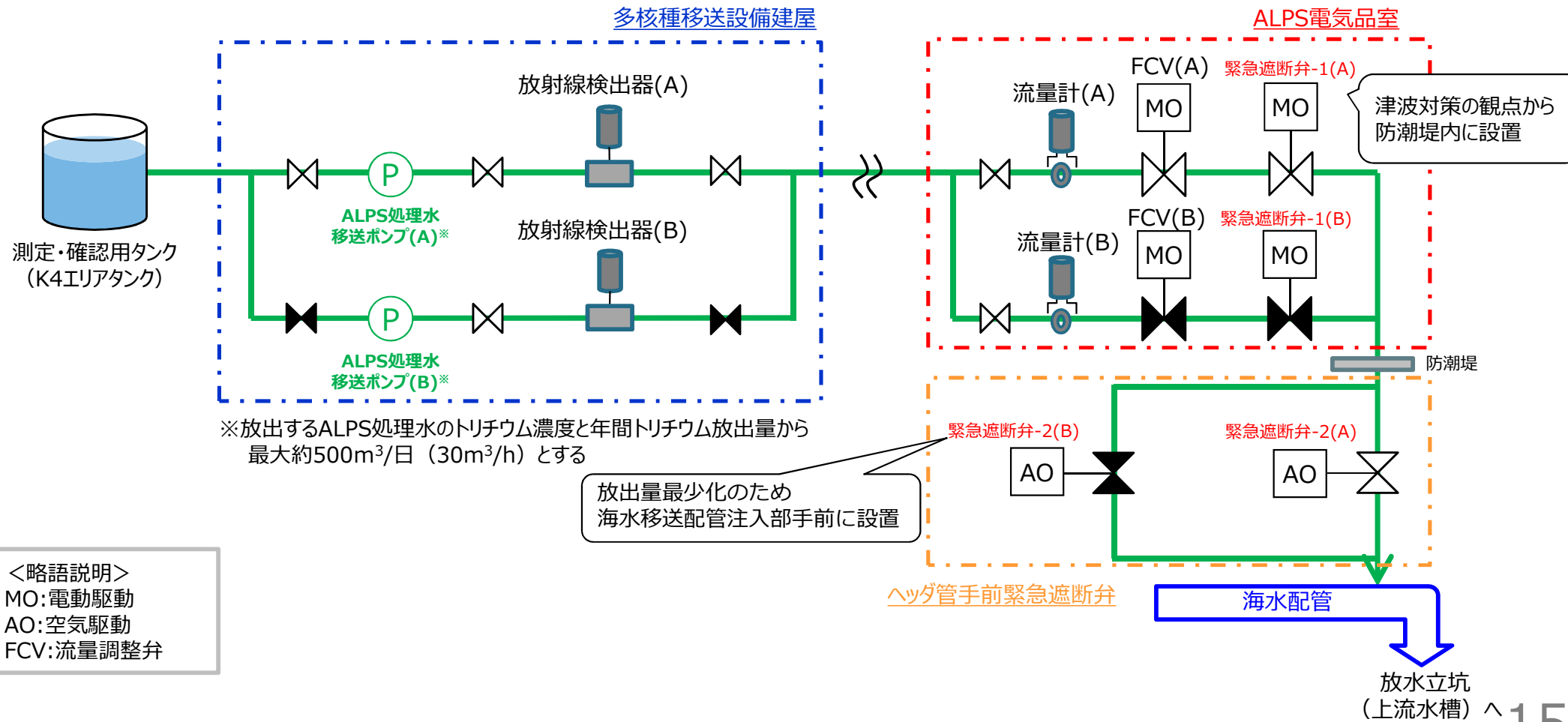
2.5章 多核種処理水貯槽

	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

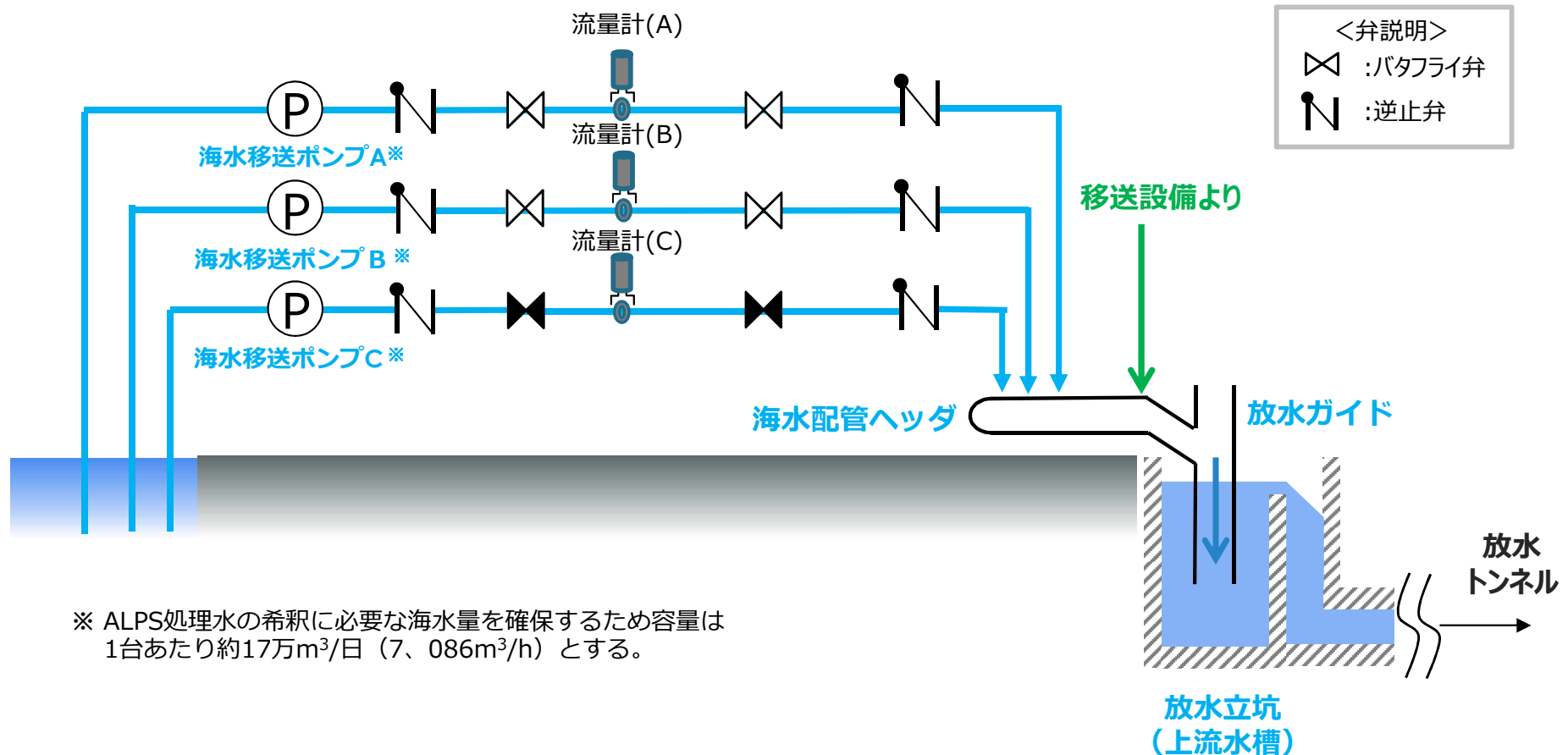
- 移送設備は、ALPS処理水移送ポンプ及び移送配管により構成する。
- ALPS処理水移送ポンプは、運転号機と予備機の2台構成とし、測定・確認用タンクから希釈設備までALPS処理水の移送を行う。
- また、異常発生時に速やかに移送停止できるよう緊急遮断弁を海水配管ヘッダ手前及び、津波対策として防潮堤内のそれぞれ1箇所には設置する。



【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。



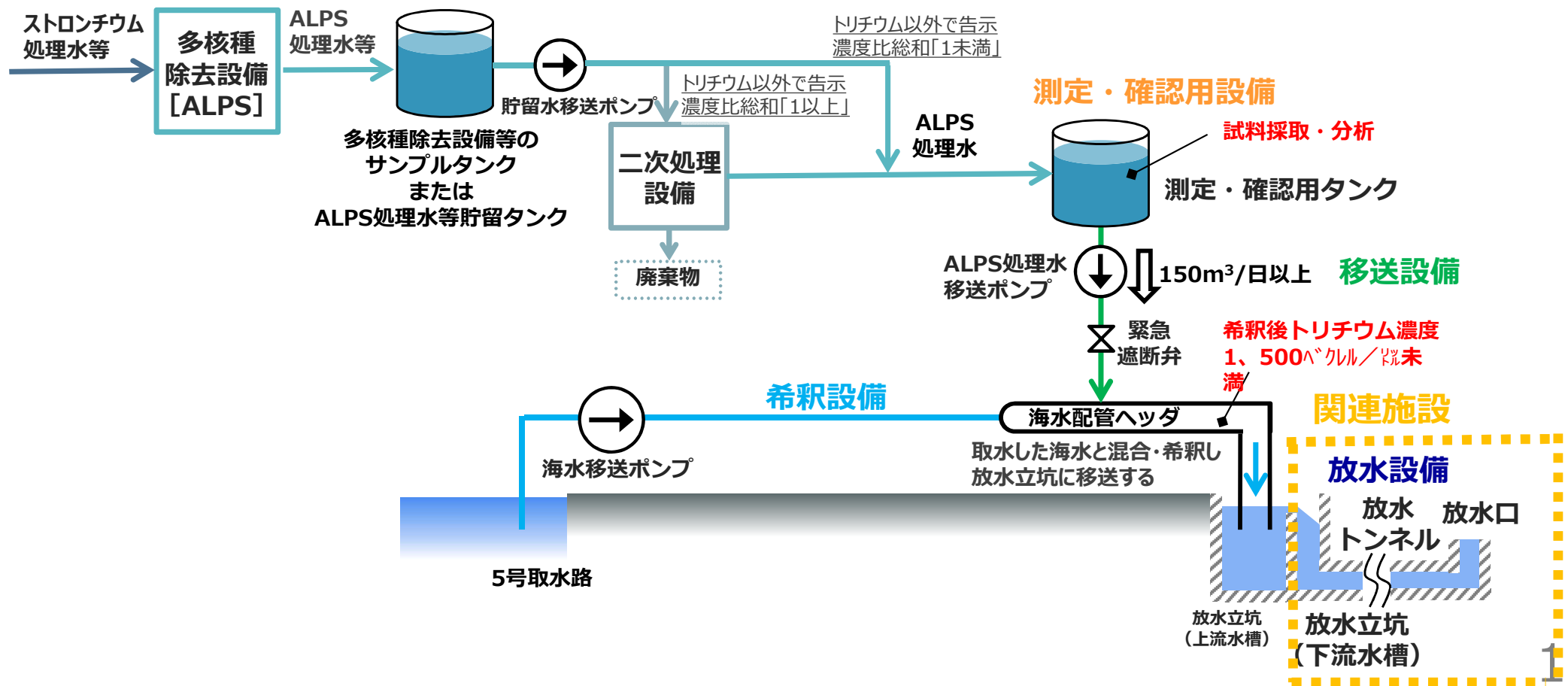
【参考】 関連施設（放水設備）の全体概要

■ 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

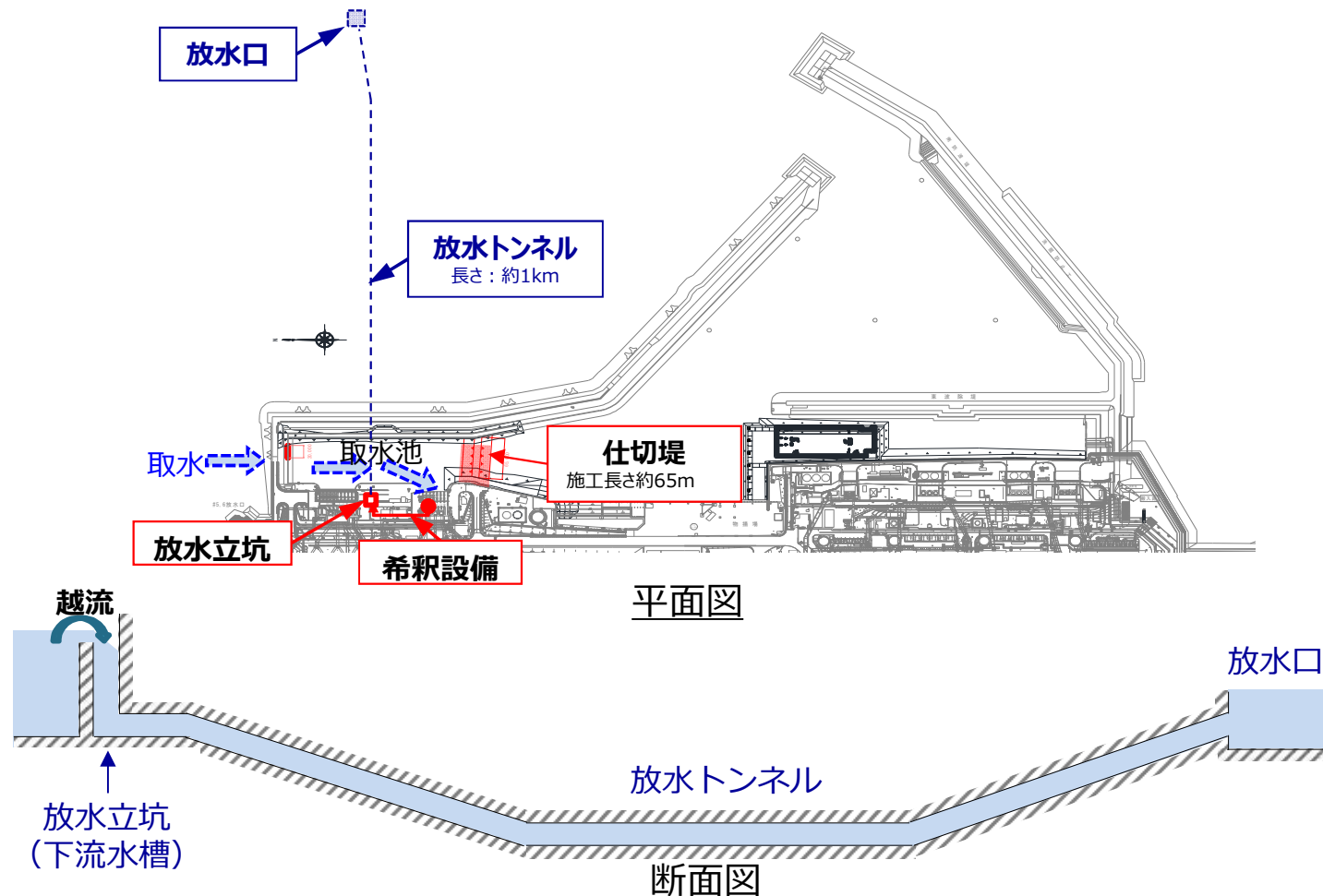
放水設備は、上記目的を達成するため、放水立坑（下流水槽）、放水トンネル、放水口により構成する。



【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。



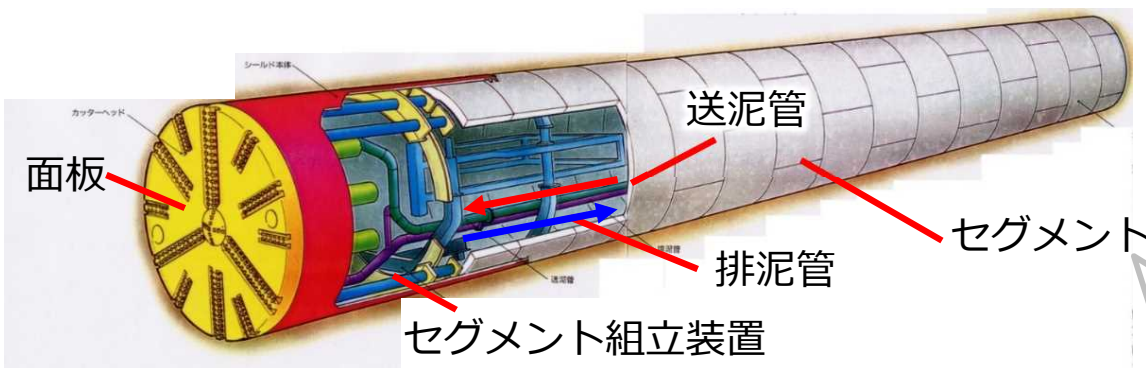
【参考】 関連施設（放水設備）の概要（2/2）

■ 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。

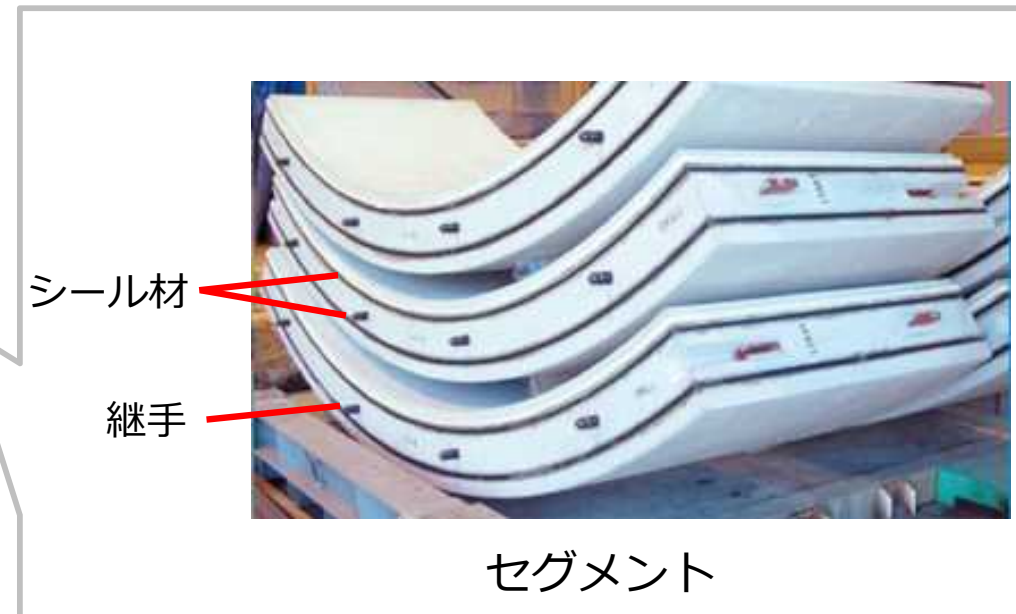
■ トンネルの施工（シールド工法）

- 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

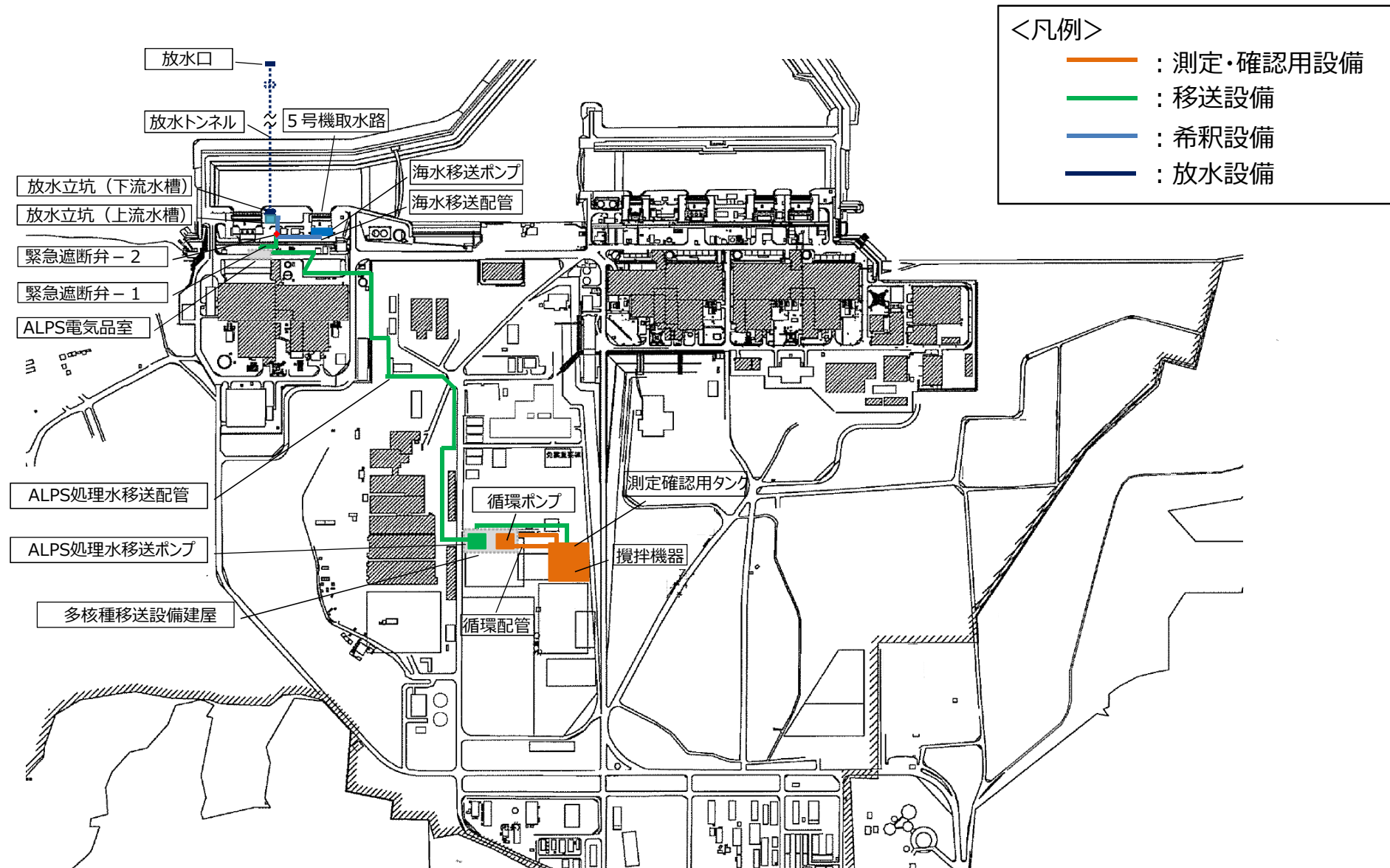
シールドマシンの概要図



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

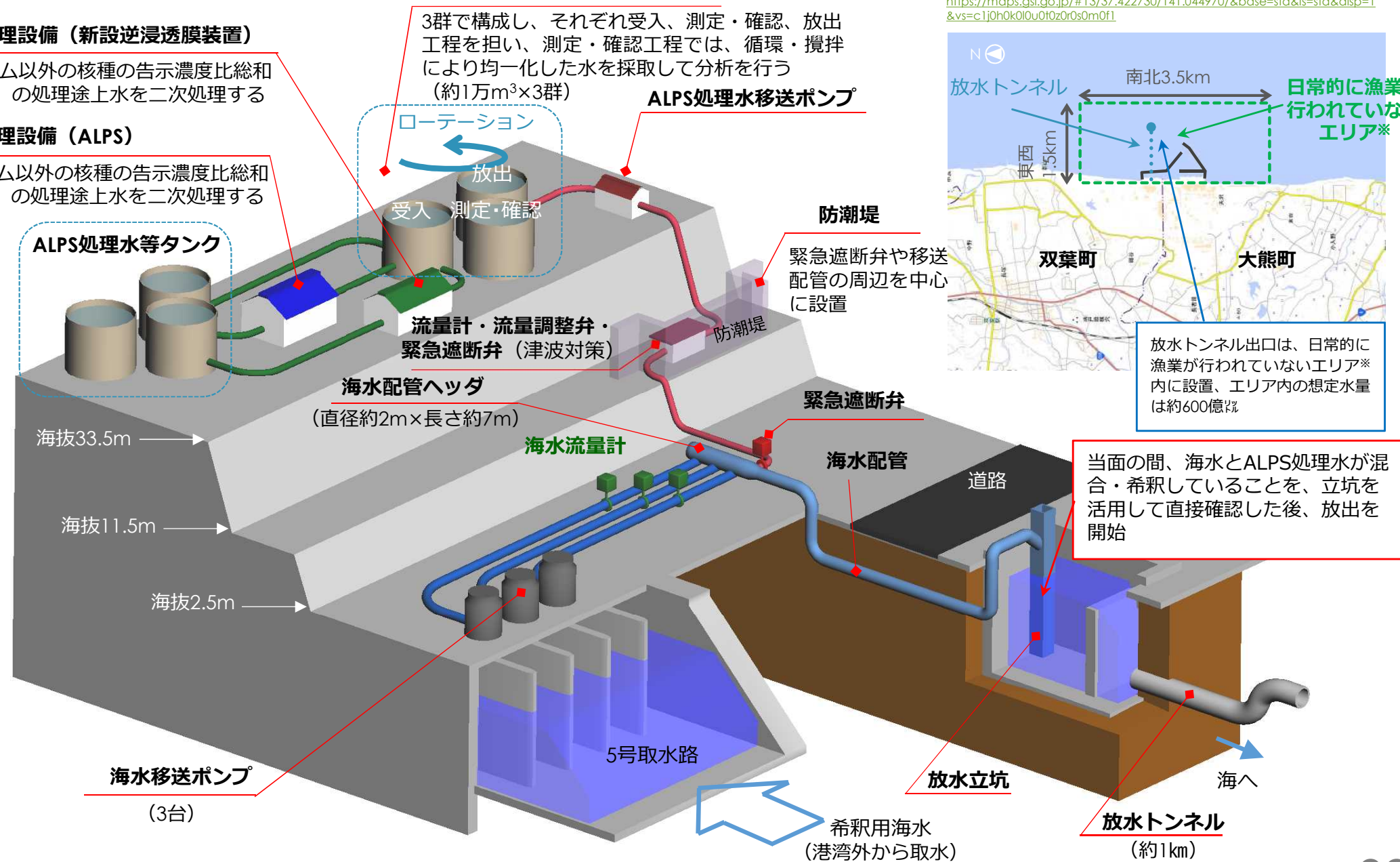
出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0f0z0r0s0m0f1>

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取して分析を行う（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