

東京電力福島第一原子力発電所 ALPS 処理水希釈放出設備及び関連施設の新設に関する検討の状況

令和3年12月20日に東京電力から事前了解願いが提出されたことを受け、令和3年12月27日に令和3年度第7回廃炉安全監視協議会を開催し、ALPS 処理水希釈放出設備等の新設に係る計画内容について確認を開始した。その後、廃炉安全監視協議会及び技術検討会において確認及び検討を重ねている。

以下に検討の経過と主な確認事項を示す。

令和3年度第7回廃炉安全監視協議会	
開催年月日	令和3年12月27日(月)
議題	福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請に係る事前了解願いについて（多核種除去設備処理水希釈放出設備等新設について）
確認概要	ALPS 処理水放出設備等新設に係る実施計画の変更認可申請の概要及び事前了解願いの内容について確認を行った。

令和3年度第8回廃炉安全監視協議会（現地調査）	
開催年月日	令和4年1月24日(月)
議題	ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る現地確認 ・ 環境整備工事の状況 ・ K4 タンク群の状況
確認概要	放水立坑設置に係る環境整備工事の状況、測定・確認用設備に用いられる K4 タンク群の状況について確認を行った。

令和3年度第4回技術検討会	
開催年月日	令和4年2月4日(金)
議題	ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画の詳細について ・ 処理途上水の確実な二次処理 ・ 希釈・放出管理 ・ 自然災害への対応 ・ 設備機器の設計詳細
確認概要	専門委員等から寄せられた質問への回答とともに、ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画の詳細について確認を行った。

令和3年度第5回技術検討会	
開催年月日	令和4年2月24日(木)
議題	ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画の詳細について <ul style="list-style-type: none"> ・設備の保守・管理 ・工事の安全な実施 ・設備機器の設計詳細（前回の続き）
確認概要	専門委員等から寄せられた質問への回答とともに、ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画の詳細について確認を行った。

令和3年度第6回技術検討会	
開催年月日	令和4年3月15日(火)
議題	ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画の詳細について <ul style="list-style-type: none"> ・処理水及び放出水測定信頼性 ・公衆被ばくの評価等 ・測定結果等の公表 ・不具合発生時の対応 ・設備機器の設計詳細（前回の続き）
確認概要	専門委員等から寄せられた質問への回答とともに、ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画の詳細について確認を行った。

令和3年度第9回廃炉安全監視協議会	
開催年月日	令和4年3月25日(金)
議題	ALPS 処理水希釈放出設備等新設に係る計画について <ul style="list-style-type: none"> ・海底トンネルに関する外部有識者による質疑（外部有識者） ・原子力規制庁における審査状況（原子力規制庁） ・福島県における事前了解願いへの対応経過（県事務局）
確認概要	海底トンネルの設計に関する外部有識者からの質問に対する回答を確認するとともに、原子力規制庁における審査状況の説明を受けた。また、現時点での事前了解願いに対する県（廃炉安全監視協議会、環境モニタリング評価部会、技術検討会）における対応経過を報告した。

技術検討会で確認した主な事項

(1) 処理途上水の確実な二次処理

【確認のポイント】

- ・ 希釈放出設備運用の前提となる処理途上水の二次処理が確実に、計画的に実施されるのか。

【技術検討会からの主な質問】

事前了解の対象としている希釈放水設備については、その運用にあたり、処理途上水を二次処理してトリチウムを除く放射性核種が告示濃度比総和 1 未満を満足するまで放射性物質（トリチウムを除く）を低減することを前提としている。ついては、この前提条件をどのように実現するのか、処理途上水のタンク毎の濃度・保管量、タンク毎（濃度毎）の二次処理の方法・スケジュール等について具体的に説明すること。

【東京電力からの回答】

ALPS 処理水希釈放出設備で放出する水は、ALPS の除去対象である 62 核種に C-14 を加えた計 63 核種について、告示濃度限度比総和が 1 未満となっている ALPS 処理水を対象としています。また、告示濃度限度比総和が 1 を超えるものは二次処理を行い 1 未満としたのち ALPS 処理水希釈放出設備で放出します。

ALPS の運用開始初期に故障が続いたことや告示濃度限度比総和 1 未満にすることより処理量を優先した時期があったため、二次処理が必要な処理途上水が 7 割程度あります。

ALPS 処理水希釈放出設備運用開始当初は、すでに告示濃度限度比総和が 1 未満となっている ALPS 処理水を対象として放出し、タンク容量等に空きができれば、二次処理を進めて行く方針としています。

告示濃度限度比総和が 1 未満となっている ALPS 処理水を先行して放出する理由は、

- ・ 年間の ALPS 処理水の希釈放出量を多くすることができ、将来必要な施設の設置エリアを早期に確保できるということ
- ・ 二次処理が不要な ALPS 処理水を貯留していたタンクを空けることで、二次処理後の ALPS 処理水の貯留タンクを確保できること

の 2 点です。

処理する順番については今後具体的に計画を策定します。具体的な二次処理の計画は、将来施設の必要時期、必要面積を精査の上決定します。

【技術検討会からの主な質問】

二次処理性能確認試験の状況から J1-C 群の 1000m³ 処理に 6 日間、J1-G 群の 1000m³ 処理に 8 日間を要しておりタンク貯蔵水の約 70% (約 93 万 m³) の告示濃度比総和が 1 を超える処理途上水の二次処理が ALPS 処理水希釈放出のスケジュールの律速になる懸念がある。二次処理が ALPS 処理水希釈放出のスケジュールと整合していることを説明すること。

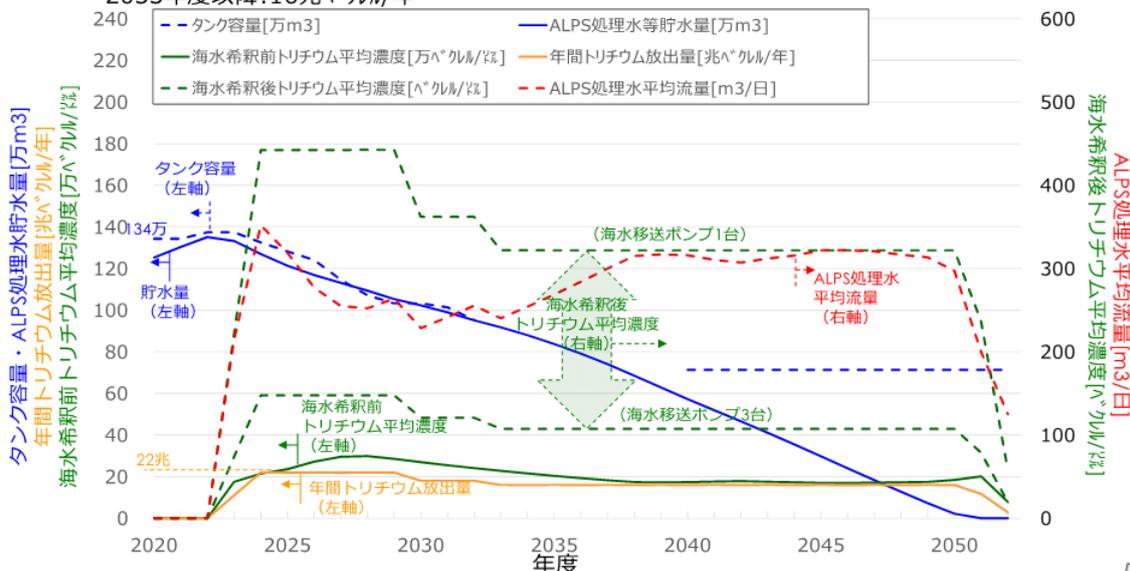
【東京電力からの回答】

二次処理性能試験は、増設 ALPS として 3 系統あるうちの 1 系統を使用したため、試験に 6 日間～8 日間要しているが、3 系統使用すれば 2、3 日で 1000m³ 処理が可能です。また、ALPS 処理水の放出シミュレーションにおける ALPS 処理水の放出量は年間の平均で最大 350m³/日です。日々の汚染水の発生量 100m³/日～150m³/日の ALPS 処理を踏まえると二次処理量は最大で 200m³/日であり、二次処理が律速になることはありません。

【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:11兆⁶ケル/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:22兆⁶ケル/年
- 2030～2032年度:18兆⁶ケル/年
- 2033年度以降:16兆⁶ケル/年



(2) 希釈・放出管理

【確認のポイント】

- ・ 設備の運転、監視を適切に行い、基準値を満足した水だけを放出する仕組みができているか。
- ・ 異常発生を確実に検知し、計画外の放出に発展させない仕組みとなっているか。

【技術検討会からの主な質問】

放出水のトリチウム濃度を、放出前のトリチウム濃度と希釈水量から評価して、トリチウム濃度が 1,500Bq/L を下回ることを確認するとしているが、その評価方法について説明すること。

併せて、処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視が適切に行われることが重要であり、混合希釈率の調整及び監視の仕方について説明すること。

【東京電力からの回答】

海水希釈後のトリチウム濃度は、①ALPS 処理水トリチウム濃度②ALPS 処理水量③海水流量の関係式より導出します。流量計から得た ALPS 処理水流量と海水流量によりリアルタイムで海水希釈後のトリチウム濃度を確認します。

海水希釈後のトリチウム濃度（運用値）は、全体のシステムの不確かさ（分析不確かさ、計器誤差を除く）を考慮し、1500Bq/L に余裕を見て 800Bq/L に設定します。

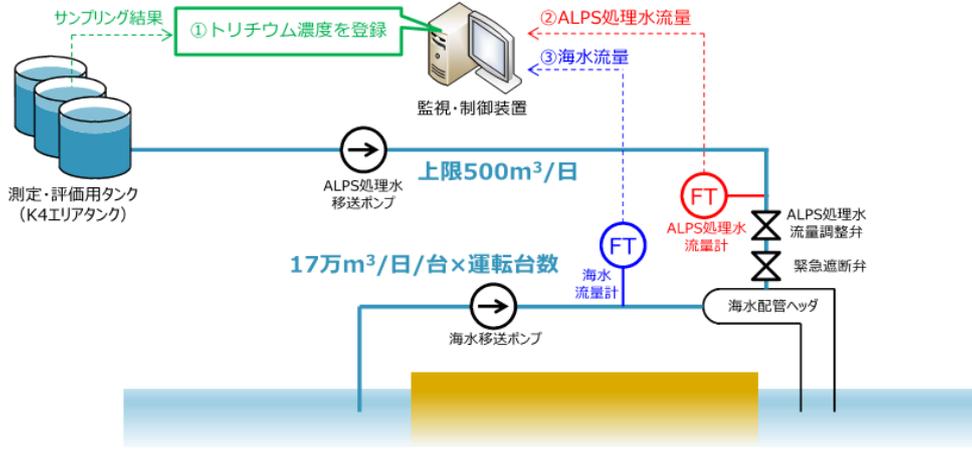
ALPS 処理水の海水への混合希釈率の調整は、海水移送ポンプを定格運転するため、ALPS 処理水流量を制御する設計としています。具体的には、放出操作の際に、予め確認した ALPS 処理水のトリチウム濃度を監視・制御装置へ登録し、当該トリチウム濃度と希釈後のトリチウム濃度の設定値（1,500Bq/L 未満）を踏まえて、所定の混合希釈率（100 倍以上）になるよう、ALPS 処理水流量調整弁の開度を自動調整する設計としています。なお、ALPS 処理水流量調節弁は、設定値が希釈放出する前のトリチウムの濃度と希釈する海水の量で一義的に決められますので頻繁に流量調整は行われず、弁の開度は、ほぼ一定の開度で制御します。

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的に閉止させる設計としています。

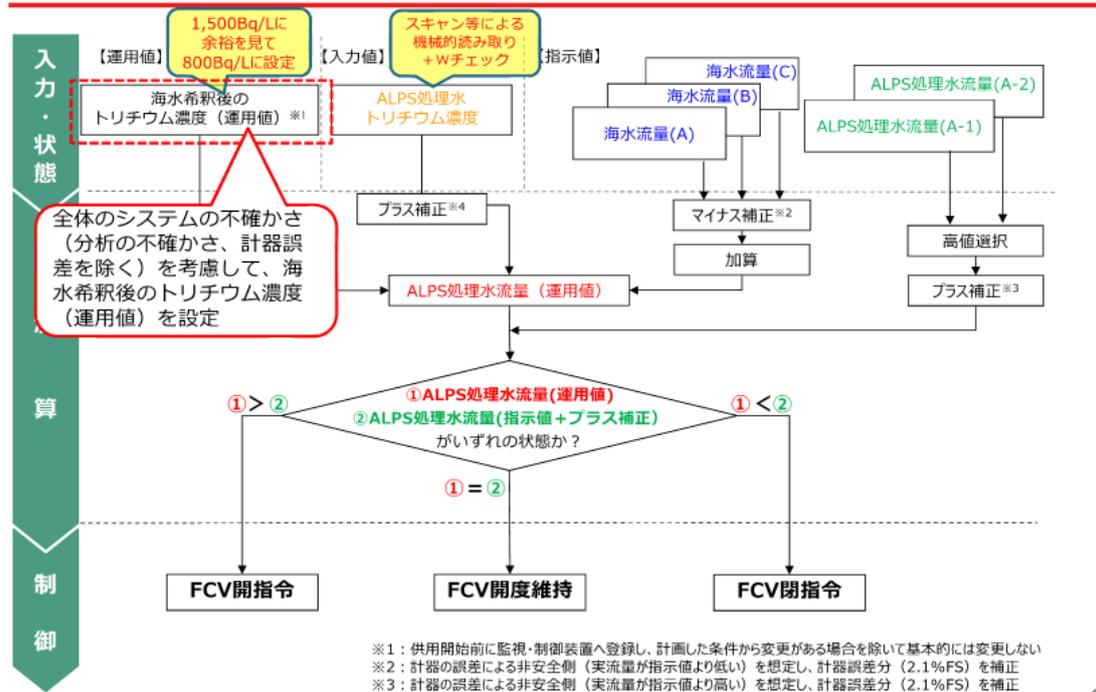
なお、放出の初期は立坑を利用してトリチウム濃度が 1,500Bq/L 未満であることを確認評価する予定です。

トリチウム濃度評価式

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



【ALPS 処理水流量の調整】



【技術検討会からの主な質問】

タンク群が受入、測定・確認、放出の工程をローテーションしながら運用されるが、ローテーション運用時の誤操作等にて測定・確認前の処理水が誤って放出される等の不適合が生じないように、誤操作防止対策（ヒューマンエラー防止対策）が採られていることを説明すること。

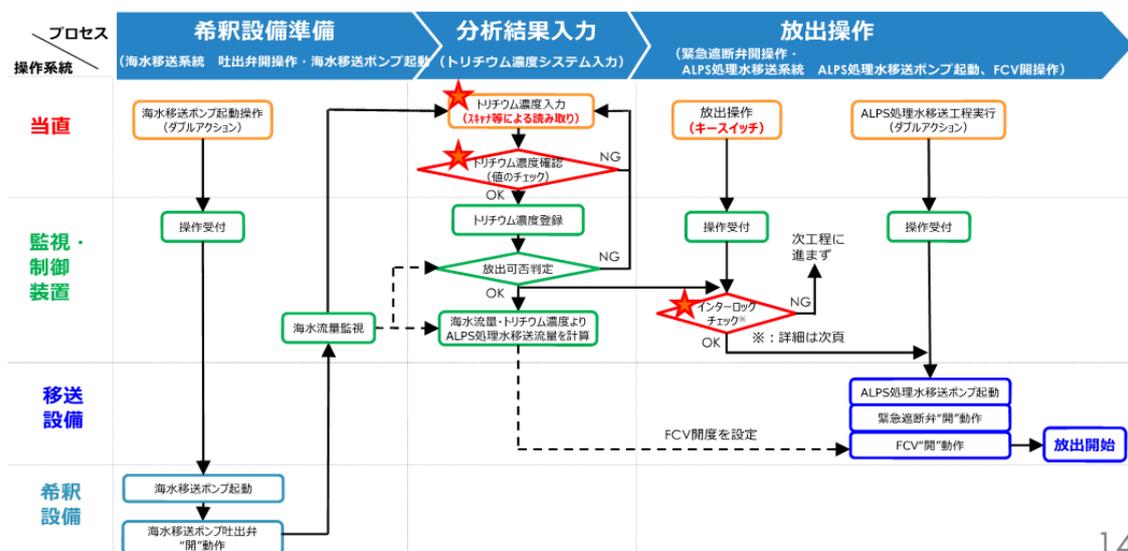
【東京電力からの回答】

インターロックチェックにより運転員が誤ってタンク群を操作できないようにします。また、制御装置により各タンク群がどの工程にあるかを管理します。インターロックには、設備の状態（水位、循環ラインの弁）、制御装置の工程管理、操作員の操作の組み合わせで想定外の操作・動作をしない設計にしており、放出操作はさらにキースイッチの操作が必要な設備とします。

ALPS 処理水放出時の運用手順は次のとおりです。

トリチウム濃度の監視・制御装置への登録はヒューマンエラー防止のため、スキャナ等による機械的な読み取りとします。登録された値が正しいかは、複数人でチェックします。

誤放出が無いよう、監視・制御装置は選択タンク群が測定・確認工程を完了していること、他タンク群のバウンダリ弁が全閉であること等をチェックするインターロックを設置します。同様の仕組みが測定・確認用設備にもあり、いずれも運転員がボタンを押しただけで進行するというのではなく、監視・制御装置で弁の状態、あるいは、その前の工程、手続を踏んだかを確認する仕組みとします。



(3) 不具合発生時の対応

【確認のポイント】

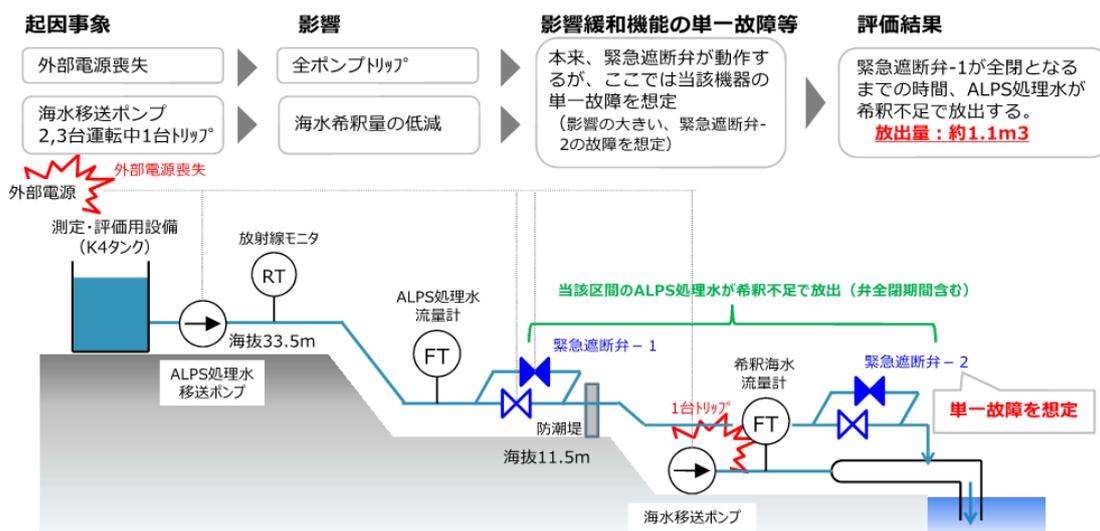
- ・ 機器の故障等により計画どおりに希釈されていない ALPS 処理水が海洋へ放出される異常や配管等からの漏えいが発生した場合の対応（対処に必要な設備、手順）及び環境影響評価は適切か。

【技術検討会からの主な質問】

異常時の措置について設計上では種々の考慮がなされているが、これが予定通り機能せずに濃度の高い処理水が放出された場合、環境影響がどの程度になるか説明すること。また、もっとも過酷な想定として、海水移送ポンプ全停止、緊急遮断弁のうち A0 弁、M0 弁ともに開維持となった場合の評価がされているのか説明すること。

【東京電力からの回答】

希釈が適切に行われない異常事象として、①トリチウム以外の放射性物質濃度の確認不備の状態で放出、②トリチウム濃度の確認不備もしくは 1500Bq/L 以上で放出、③設備からの漏えい、を想定しマスターロジックダイアグラム^(※)により分析を行ったところ、もっとも影響が大きい事象として、外部電源喪失及び海水移送ポンプ運転中の1台トリップが抽出されました。約 1.1m³ が計画どおりに希釈されないまま放出立坑に合流するが、最大放出流量 500m³/日と比較し十分小さいと評価しており、環境への影響は十分低いと考えています。



異常事象の評価は、供用期間中に発生しうる事象として、機器の単一故障、単一誤操作を考慮して評価しており、海水移送ポンプが全停止し、さらに緊急遮断弁の A0 弁、M0 弁

ともに閉動作しないといったような機器の多重故障までは考慮していません。

なお、希釈用の海水ポンプが停止し、緊急遮断弁が動作しない場合を想定し、潜在被ばくの評価を行っています。その結果、海面からの外部被ばくの実効線量は $7.3 \times 10^{-5} \text{mSv}$ となり事故時の判断基準 5mSv と比べて非常に小さい値となります。

※マスターロジックダイアグラム

(東電に説明依頼中)

【技術検討会からの主な質問】

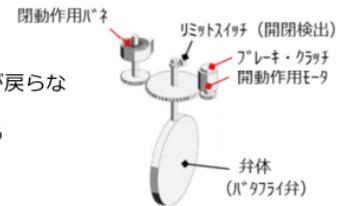
緊急遮断弁のバネ付き M0 弁(動作時間 10 秒)及び三方 A0 弁の構造図を示したうえで弁動作挙動を説明すること。緊急遮断弁 (M0 弁、A0 弁共) の弁特性、健全性及び遮断性能の信頼性について説明すること。

【東京電力からの回答】

緊急遮断弁-1 (M0弁)

➤ **電源喪失時全閉 スプリングリターン式電動緊急遮断弁**

- 全開時はモータが駆動し、バネを巻き上げながら弁開にする
- 弁が全開になると内蔵されるブレーキが作動し、巻き上げたバネが戻らないよう保持する (平常時)
- 電源の遮断によりブレーキが開放され、バネの力により弁閉となる
- 開→閉: 10秒以内

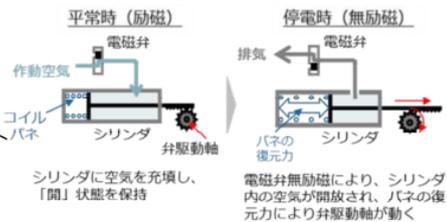


緊急遮断弁-1の構造概略

緊急遮断弁-2 (A0弁)

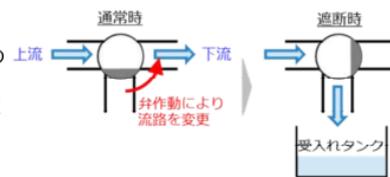
➤ **電源喪失時全閉 空気作動緊急遮断弁**

- シリンダ内のピストンを加圧し、ピストンの移動により発生する直線運動を回転運動（弁駆動）に変換
- コイルバネを内蔵し、停電時に作動空気の電磁弁が無励磁になることにより、シリンダ内のエアを開放してピストンを動かす
- 開→閉: 約 2 秒



➤ **ウォーターハンマー対策**

- 緊急遮断弁-2は、可能な限り素早く放出を遮断する設計としたため、ウォーターハンマー対策が必要となり、この対策として三方弁を採用。
- 受入れタンクは、緊急遮断弁-1が閉となる移送量と緊急遮断弁-1～緊急遮断弁-2までの配管の内包量の約1.1m³以上の容量を準備することを計画。



なお、弁特性、健全性及び遮断性能の信頼性については、弁納入時の受け入れ検査や、系統試験で確認を行っていきます。また、定期的な保全を行うことで信頼性を確保します。

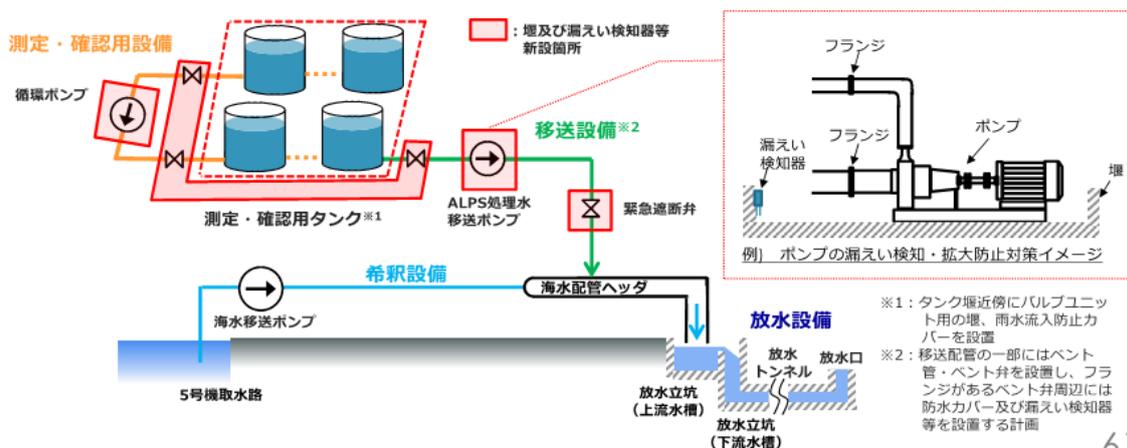
【技術検討会からの主な質問】

測定・確認用設備、希釈設備、移送設備、放水設備の各配管への漏えい検知器の有無について説明すること。設置する場合は、配置、仕様、漏えいが検知された場合の対応（設備の停止等）について説明すること。

【東京電力からの回答】

ALPS 処理水希釈放出設備の漏えい拡大防止対策として、ポリエチレン管の金属フランジ部との取り合いがある箇所については漏えいリスクがあるため堰・漏えい検出器を設置します。

循環ポンプ、ALPS 処理水移送ポンプ及び緊急遮断弁の周囲に堰を設けるとともに、堰内に漏えい検知器を設置する計画です。漏えい検知の警報は、免震重要棟集中監視室等に表示し、運転操作員により流量等の運転監視パラメータ等の状況を確認し、ポンプ運転・停止等の適切な対応がとれるようにします。具体的には、漏えい検知の警報が発報した場合、運転操作員が速やかに ALPS 処理水の海洋放出を停止することで、漏えい拡大防止を図る運用とします。



61

各堰における、漏えい検知器感知時の漏えい量及び堰内保有可能量は以下の通りであり、堰内保有可能量は漏えいを検知してから運転員が対応するまで、十分な容量を確保していることから、堰からの溢水は防止可能です。

	漏えい検知器感知時の漏えい量(①+②)	堰内保有可能量	漏えいを感知してから堰が満水になるまでの時間
多核種移送設備建屋	0.14m ³	6.77m ³	約1548時間
ALPS電気品室	0.10m ³	5.04m ³	約1152時間
K4バルブユニット	0.12m ³	11.21m ³	約2588時間

(4) 自然災害への対応

【確認のポイント】

- ・ 想定される災害に対する備えは十分か。
- ・ 自然災害に起因したトラブル及びその対応シナリオが十分に検討されているか。

【技術検討会からの主な質問】

受入、測定・確認、放出の工程で用いるタンク群はタンク間連絡弁を開けて運用されることから、令和3年2月13日福島沖地震及び令和4年3月16日福島沖地震において確認された地震時のタンクの位置ずれ及び連結管の変位への対策（連絡弁は閉止して運用する等）ができない。地震により、タンク又は連結管が損傷した場合の放射線影響評価結果について説明すること。

【東京電力からの回答】

測定・確認用タンク（現在のK4エリアタンクを流用）は、原子力規制委員会の「耐震設計の考え方」（2021年7月7日）に基づき、耐震クラス分類は『Cクラス』が適切と考えています。

2021年2月13日に発生した福島県沖地震では、耐震クラス分類『Bクラス』に適用する地震加速度以上の地震加速度が作用した可能性があり、滑動が生じたタンクエリア（Dエリア他）がある一方、K4エリアはタンクの滑動が確認されておらず、タンク設置エリア直下の地盤の影響も考えられます。

そのため、K4エリアの地震対応としては、次の機動的対応を基本とします。

- ・ 震度5弱以上の地震発生時、連結弁が開状態となっているタンクについて、優先的に現場確認を行い、漏えいが確認された場合は速やかに連結弁を閉とする。
- ・ 地震により耐震Cクラスのタンク等が損傷し、貯留水が敷地外へ著しく漏えいすることを防止するために基礎外周堰を設置する。当該堰については耐震Bクラスとし、Bクラスの構築物に要求される水平方向設計震度に対して、必要な強度を確保する。
- ・ 貯留水が漏えいし、基礎外周堰内に溜った場合には、仮設ポンプ・高圧吸引車等にて漏えい水の回収を行う。回収した漏えい水は、健全なタンク・建屋に排水を行う。

なお、「震度5弱以上の地震発生時、連結弁が開状態となっているタンクについて、優先的に現場確認を行い、漏えいが確認された場合は速やかに連結弁を閉とする。」ことについては、マニュアルに反映済みであり、連結弁の閉時間は、漏えい箇所数にもよりますが、弁1個の閉時間は5分～10分程度と想定しています。ただし、連結管が完全に破断した場合等、弁近傍の接近が困難なことも想定され、時間を要す可能性もあります。

測定・確認用タンクが地震等により機能喪失した場合の公衆への放射線影響評価を行った結果、直接線・スカイシャインによる被ばく線量が $1\ \mu\text{Sv}/\text{年}$ 未満、トリチウムを含む水から蒸発した水蒸気が拡散、敷地境界に居住する人が呼吸により摂取するトリチウムによる内部被ばくが 0.4 未満となっています。

また、（内包水全量が海に流出した場合の潜在被ばく線量を記載）

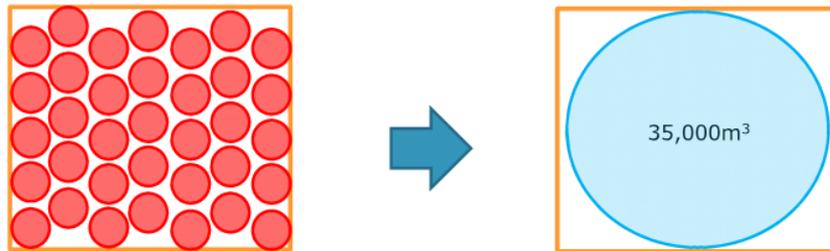
【公衆への放射線影響の程度】

- 測定・確認用タンク※の機能喪失による公衆への放射線影響を評価した結果は、下記の通り。

➢ 条件

※：ここでの評価は2.5章 多核種処理水貯槽5基を含む

地震によるタンクの滑動等により連結管等が損傷。当該損傷部からALPS処理水が漏えい。タンク内包水全てがタンク外に漏えい（タンク群と体積・高さが同じとなる1つの大型円柱形状で存在し続けると仮定）した場合の公衆への放射線影響。



$1,000\text{m}^3 \times 35\text{基} = 35,000\text{m}^3$

直接線・スカイシャイン線による被ばく評価： $<1\ \mu\text{Sv}/\text{年}$ （最寄り評価点：No.70）

【公衆への放射線影響の程度】

- 測定・確認用タンク※¹の機能喪失による公衆への放射線影響を評価した結果は、下記の通り。

➢ 条件

※¹：ここでの評価は2.5章 多核種処理水貯槽5基を含む

地震によるタンクの滑動等により連結管等が損傷。当該損傷部からALPS処理水が漏えい。タンク堰内の貯留可能面積全域に水が広がり、トリチウムを含む水から蒸発した水蒸気が拡散。敷地境界（最寄り評価点）に居住する人が呼吸により摂取したトリチウムによる内部被ばくを評価。

（2週間以内※²に回収したと仮定した場合の放射線影響。）



タンク貯留可能面積（ $2,201\text{m}^2$ ）

気中移行による被ばく評価： $0.4\ \mu\text{Sv}$ （最寄り評価点：No.70）

※²： $30\text{m}^3/\text{h}$ の仮設ポンプを使用して24時間体制で回収を行った場合、約3日間で回収可能である。準備作業を考慮しても約1週間と想定しているが、保守的に2週間と設定した。

【技術検討会からの主な質問】

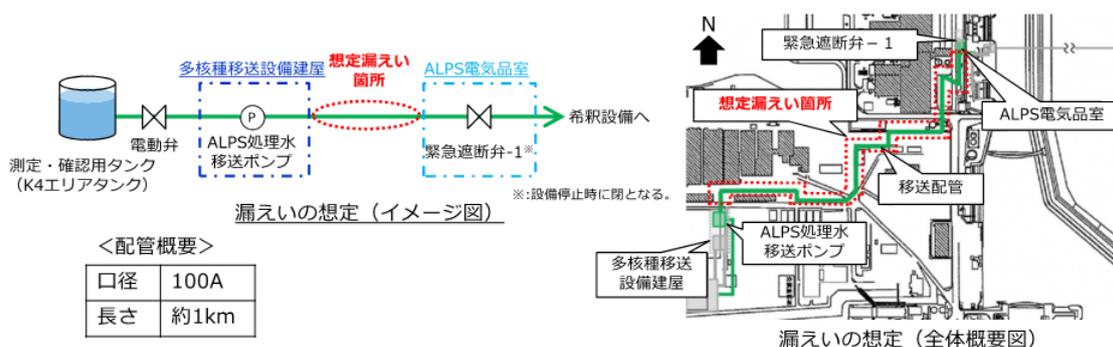
ALPS 処理水の測定・確認用設備として用いる K 4 エリアに設置するタンクから海水配管ヘッダまでの配管の耐震性など自然災害への対応について説明すること。また、地震等により配管が破断した場合等を想定し、どのような漏水対策を講じるのか。移送設備各箇所配管が破断した時の対応シナリオと敷地内外への影響の程度を説明すること。

【東京電力からの回答】

測定確認用タンクから海水配管ヘッダまではポリエチレン管を使い、耐震Cクラスで設置する予定です。ポリエチレン管自体は漏えいリスクの少ない融着構造として接続します。また、ポリエチレン管と弁・ポンプ等の金属フランジとの取り合いは、漏えいリスクが想定されることから堰と漏えい検知器を設けます。なお、ポリエチレン管は可撓性があり地震に対する耐性を有しております。昨年の2月13日の福島県沖地震の際にも大きく揺れましたが、ポリエチレン管が損傷して漏えいが発生したというような事象はありませんでした。

測定確認用タンクから放水設備までの配管が破断した場合、最大で配管の内包水の全量約8m³が漏えいすると仮定して評価しています。道路跨ぎ部等は漏えい水が側溝等に入らないように二重管等の対策を行います。また、万一漏えいしたとしても公衆への直接線・スカイライン線による被ばく影響は測定用タンク損傷時の想定漏えい(約35,000m³)時の影響と比較し十分小さくなります。

なお、震度5弱以上の地震発生時は海洋放出を停止するとともに、測定・確認用タンク出口の電動弁を閉とする運用であることから、その前提の下評価しています。



地震以外の自然災害に対する設計上の考慮は以下のとおりです。

□ 積雪

積雪による設備の損傷を防止するため、建屋は建築基準法施行及び福島県建築基準法施工細則に基づく積雪荷重に対して設計する。

□ 落雷

動的機器及び電気設備は、機器接地により落雷による損傷を防止する。

□ 竜巻

竜巻の発生の可能性が予見される場合は、竜巻による設備損傷リスクを考慮して設備を停止する運用とする。

□ 台風（強風）

ALPS 処理水希釈放出設備の内、循環ポンプ、ALPS 処理水移送ポンプは、台風（強風）による損傷の可能性が低い鉄骨造の多核種移送設備建屋内に設置する。その他、屋外に設置する移送配管等の機械品においては基礎ボルト等により固定することで転倒しない設計とする。

ALPS 処理水希釈放出設備の内、制御盤等の電気品は、台風（強風）による設備損傷の可能性が低い軽量鉄骨造の ALPS 電気品室内に設置する。

【技術検討会からの主な質問】

内閣府が切迫性を指摘している日本海溝巨大地震にともない海抜 11.8m の津波が福島第一原子力発電所に襲来すると想定されている。そのような津波が襲来した場合、立坑、海水移送ライン、海水ポンプ、緊急遮断弁、ALPS 処理水移送ライン等ほどの程度損傷することを想定しているのか。また、その損傷にともなう環境影響評価について説明すること。

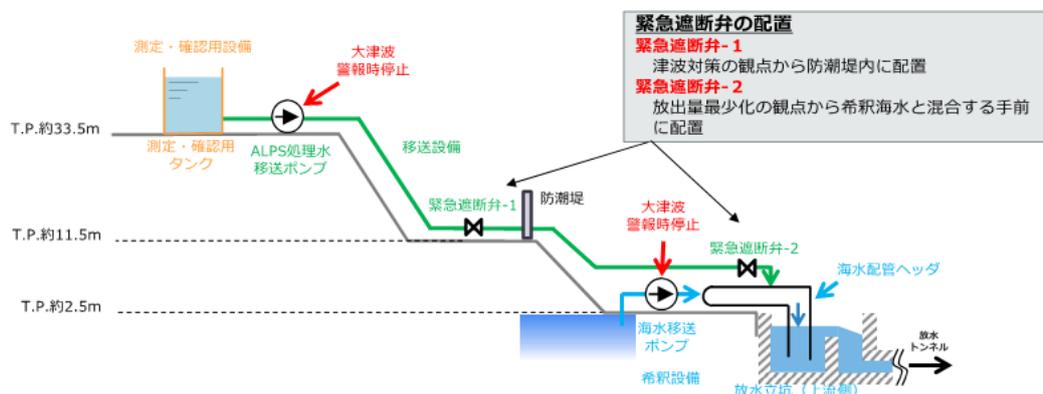
【東京電力からの回答】

ALPS 処理水希釈放出設備の内、希釈設備を除く、測定・確認用設備及び移送設備の一部については津波が到達しないと考えられる T.P. 約 33.5m 以上の場所に設置します。

日本海溝津波による解析結果を踏まえると、T.P. +2.5m 盤は浸水深 9 m 以上となり、海水ポンプ等の設備は浸水する可能性が高いと想定されます。T.P. +11.5m 盤にある緊急遮断弁 (1) は防潮堤で囲われているため浸水せず、ALPS 処理水移送ラインは、地上高 0.3 ~ 0.4m 程度に敷設予定であり、最大浸水深はいずれの位置においても 0.2m 未満のため浸水は想定していません。

また、日本海溝津波が襲来した場合でも、T.P. 2.5m 盤にある放水立坑、放水トンネル、海水移送ライン基礎等は津波の波力に耐える設計としております。また放水立坑（上流水槽）の配置も工夫し、海水移送ラインに直接的に津波が襲来しない工夫しており、復旧性に考慮するとともに、T.P. 2.5m 盤に設置する海水ポンプ等の機器は予備品を持つことを計画としております。また T.P. 8.5m 盤にある緊急遮断弁、ALPS 処理水移送ラインは、防潮堤の内側であるため津波による損傷はないように設計しております。**（配置の工夫について図で説明するように依頼中）**

なお、大津波警報が出た際は、津波による設備損傷リスクを考慮して移送設備、希釈設備を停止する運用とします。



(5) 処理水及び放出水測定の信頼性

【確認のポイント】

- ・ ALPS 処理水及び放出水を測定するための試料の採取を適切な場所、タイミング、方法で行う計画となっているか。
- ・ 試料は、信頼性のある方法で測定されるのか。

【技術検討会からの主な質問】

測定・確認用設備において測定試料を採取するためのサンプリング設備、放水立坑や海域において測定試料を採取するための海水モニタリング設備については、ALPS 希釈放出に際してその安全確認のために重要であり、設計、運用管理について説明すること。

【東京電力からの回答】

測定・確認用設備において、循環・攪拌により均質化された水を採取するためのサンプリング設備を循環ラインに設けます。水のサンプリングは循環・攪拌後とし、タンク群ごとに実施します。

また、希釈設備において、ALPS 処理水と海水の希釈混合した後の位置にサンプリング設備を設けます。水のサンプリングは1日1回とします。

放水立坑（上流水槽）及び海域における試料採取は、モニタリング設備を設けず、採取器等によりサンプリングします。

（サンプリング設備の位置構造について再度回答作成依頼中）

【技術検討会からの主な質問】

令和4年2月に実施した循環攪拌試験の結果を示し、タンク内処理水の放射能濃度の均質化が十分図られていることを説明すること。また、循環攪拌試験では主要7核種+トリチウム及び試薬を分析対象として実施するとしているが、その妥当性、技術的な根拠について説明すること。特に、試薬と放射性物質の粒径、質量の違いを考慮したうえで、十分に検証可能であることを説明すること。

また、粒子状の放射性物質がタンク底部、連絡管弁や継手部等へ沈降・残留しないか、沈降・残留が発生した場合の対策について説明すること。

【東京電力からの回答】

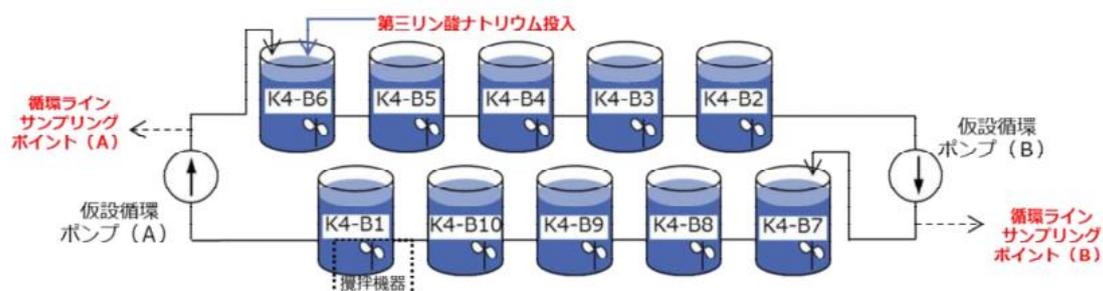
循環攪拌実証試験の結果を踏まえ、循環攪拌運転により代表試料を採取できると判断しました。

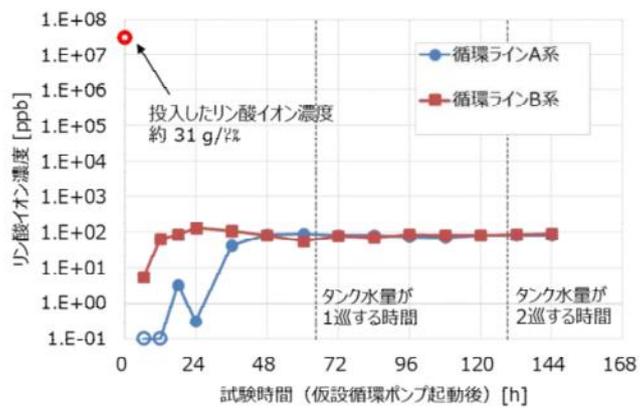
- ・試験開始前にタンク1基(K4-B6)に第三リン酸ナトリウム全量を投入した、非常に保守的な初期状態で開始したものの、タンク水量が二巡した以降に循環ラインサンプリングポイント(A),(B)から採取した水に含まれるリン酸の平均濃度が、理論値80ppbとほぼ等しい84.5ppbであった。
- ・保守的な初期条件により、タンク内から採取した水に含まれるリン酸濃度の平均は86ppb、標準偏差9ppbとなり、若干のばらつきが確認されたものの、タンク内のトリチウム濃度の平均は $1.51 \times 10^5 \text{Bq/L}$ 、標準偏差 $0.029 \times 10^5 \text{Bq/L}$ となっており、循環攪拌運転により均一の効果が確認されました。

ALPS処理水に含まれる放射性核種は基本的に水に溶解しているものです。一方、リン酸も水に溶解しているものです。そのため、リン酸による検証で十分と考えています。

(溶存態→混濁態への変化について質問中。)

なお、沈降性の物質に対する懸念については、ALPS処理水等貯留タンクから測定・確認用タンクへALPS処理水を受け入れる際は、念のためフィルタに通水した後に受け入れる計画とすること、今回測定・確認用タンクに転用するK4タンクはタンク内の清掃を実施することで対策を行います。





試験時間[h]	リン酸イオン濃度 (A系)	リン酸イオン濃度 (B系)
6.4	0.1	5.4
12	0.1	65
18	3.3	85
24	0.3	131
36	43	109
48	84	82
60	91	56
72	81	77
84	80	72
96	73	84
108	71	82
120	83	82
132	82	84
144	82	90



(主要7核種+トリチウムの攪拌半試験結果について回答待ち。5月中旬以降。)

【技術検討会からの主な質問】

実施計画に放射性物質濃度の確認方法は社内マニュアルによるとあるが、各核種の分析方法、検出限界値について説明すること。

また、それらの信頼性担保に必要な第三者機関による測定・評価について説明すること。

【東京電力からの回答】

ALPS 処理水の分析方法、目標検出限界値については、2021 年に実施した二次処理性能試験における 62 核種+C-14 及び H-3 の分析方法と同じ方法となります。

また、ALPS 処理水を環境へ放出するにあたり、廃止措置や埋設施設の知見を踏まえ、改めて徹底的に検証を行います。新たに放出前に確認する必要がある核種が選定された場合には、分析方法等を追加します。

ALPS 処理水分析の第三者機関は「株式会社 化研」を予定しています。同社は、以下の核種の分析において ISO/IEC17025 (JIS Q 17025) の認定を取得しています。

- ・放射性セシウム (Cs-134, Cs-137)
- ・放射性ヨウ素 (I-131)
- ・トリチウム (H-3)
- ・ストロンチウム 90 (Sr-90)

核種	分析方法	目標検出下限値 ^{※1}	準拠手法
γ線放出核種	マリネリ容器に試料を分取し、Ge半導体検出器にて測定	0.07 Bq/L Cs-137にて設定 ^{※2}	放射能測定法シリーズNo.7 (ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー)
Sr-90, Sr-89	SrレジンによりSrを精製した後、炭酸塩として沈殿・回収したものをβ核種分析装置にて測定	0.04 Bq/L Sr-90にて設定 ^{※3}	JAEA-Technology2009-051 (研究施設等廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速分析法(分析指針))
I-129	試料に次亜塩素酸を添加してヨウ素酸イオンに調整した後、誘導結合プラズマ質量分析装置にて測定	0.2 Bq/L	放射能測定法シリーズNo.32 (環境試料中ヨウ素129 迅速分析法)
H-3	蒸留によって不純物を取り除いた試料とシンチレータを混合した後、低バック液体シンチレーション計数装置にて測定	30 Bq/L	放射能測定法シリーズNo.9 (トリチウム分析法)
C-14	試料に濃硝酸、過硫酸カリウムを添加して加熱し、発生したCO ₂ を吸収剤に捕集してシンチレータと混合した後、低バック液体シンチレーション計数装置にて測定	10 Bq/L	放射能測定法シリーズNo.25 (放射性炭素分析法) 日揮：放射性廃棄物の放射化学分析方法について
Tc-99	試料を硝酸で希釈し、誘導結合プラズマ質量分析装置にて測定	2 Bq/L	原子力環境整備センター：放射化学分析手法の高度化・合理化研究
全α放射能	α核種を水酸化鉄に共沈させ、抽出操作により除鉄した後ステンレス皿に蒸発乾固後焼き付けしたものをα自動測定装置にて測定	0.04 Bq/L	動力炉・核燃料開発事業団東海事業所：標準分析作業法
Cd-113m	イオン交換によりCdを精製・回収し、シンチレータと混合した後、低バック液体シンチレーション計数装置にて測定	0.2 Bq/L	分析化学, vol.63, No.4 (低バック液体シンチレーション計数装置を用いるβ線計測法による福島第一原子力発電所の滞留水中の ^{113m} Cd分析法の検討)
Ni-63	NiレジンによりNiを精製・回収し、シンチレータと混合した後、低バック液体シンチレーション計数装置にて測定	20 Bq/L	JAEA-Technology2009-051 (研究施設等廃棄物に含まれる放射性核種の簡易・迅速分析法(分析指針))

※1：告示濃度比飽和1未満を満足していることを確認するために設定した核種毎の値
 ※2：他の核種はベースライン、防害核種、バックグラウンドおよびγ線放出率によって変動
 ※3：Sr-89はSr-90濃度によって変動

(6) 敷地境界の実効線量評価等

【確認のポイント】

- ・ 敷地境界の実効線量を評価するための評価条件（核種、被ばく経路）、算出プロセスが適切か。
- ・ 放出基準の算出根拠と安全評価上の意味。

【技術検討会からの主な質問】

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トリチウムの線量寄与分の告示濃度比（0.025）及びトリチウムを除く放射性核種の線量寄与分を告示濃度比（0.01）から 0.035mSv/年となるとしているが、放射性液体廃棄物等排水による実効線量の評価値（0.22mSv/年）、公衆被ばく線量限度との関連を含めて説明すること。

【東京電力からの回答】

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します。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 未満となるように管理しながら排水するため、実効線量は 0.035mSv/年となります。

$$\frac{\text{H-3の濃度}}{\text{H-3の告示濃度}} + \text{H-3以外の告示濃度比総和} \times \frac{1}{\text{海水による希釈倍率}}$$
$$= \frac{1500}{60000} + 1 \times \frac{1}{100} = 0.035$$

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おり、その評価値は、0.22mSv/年より変更はありません。

公衆被ばく限度については、実施計画において、「震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を平成 25 年 3 月までに 1 mSv/年にすること。」と定めています。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、1 mSv/年を下回っています。

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

【技術検討会からの主な質問】

ALPS 処理水のトリチウム濃度を 1500Bq/L 未満にして放出するとしているが、告示濃度限度 60,000Bq/L 及び 1,500Bq/L の根拠と意味を単に法令や方針で定められているということにとどまらず、この数値の算出根拠と安全評価上の意味について説明すること。

【東京電力からの回答】

水中の濃度制限値（告示濃度限度）は、この濃度の水を公衆が生まれてから 70 歳になるまで毎日飲み続けたとき、平均線量率が法令に基づく実効線量限度（1mSv/年）に達するとして計算されて導出されたものです。

放出濃度 1500Bq/L については、サブドレン浄化水、地下水バイパスの排水における運用目標値を参考に設定したものです。

(1500 の意味（液体廃棄物の寄与）について再度回答の作成を依頼中)

(参考)

トリチウムの水中の濃度限度の根拠



(水中の濃度限度とは)
 …この濃度の水を公衆が生まれてから70歳になるまで毎日飲み続けたとき、平均線量率が法令に基づく実効線量限度（1mSv/年）に達するとして計算されて導出されたもの。

トリチウムの水中の濃度限度 (Bq/cm³)

$$= \frac{1 \text{ (mSv/年)} \times 70 \text{ (年)}}{\sum^{70} \{ \text{各年齢層の線量係数 (mSv/Bq)} \times \text{各年齢層の年間摂水量 (cm}^3 \text{)} \}} = 60 \text{ (Bq/cm}^3 \text{)}$$

※線量係数 … 単位放射能の摂取による実効線量
 ※年間摂水量 … 下表の適用期間に応じた値
 (「ICRPの新勧告 (pub. 60) の取り入れ等に関する技術的基準の改正について」 (平成11年) より引用)

【※線量係数】

(適用期間) [mSv/Bq]	(線量係数)
12ヶ月未満	6.40×10^{-8}
12ヶ月以上2歳未満	4.80×10^{-8}
2歳以上7歳未満	3.10×10^{-8}
7歳以上12歳未満	2.30×10^{-8}
12歳以上70歳未満	1.80×10^{-8}

(ICRP Pub. 72より引用)

【※年間摂水量】

(適用期間)	(年間摂水量 [cm ³])
12ヶ月未満	$1,400 \text{ cm}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日}$
12ヶ月以上3歳未満	$1,400 \text{ cm}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日}$
3歳以上8歳未満	$1,600 \text{ cm}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日}$
8歳以上13歳未満	$1,800 \text{ cm}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日}$
13歳以上18歳未満	$2,400 \text{ cm}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日}$
18歳以上70歳未満	$2,650 \text{ cm}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日}$

(ICRPの新勧告 (pub. 60) の取り入れ等に関する技術的基準の改正についてより引用)

(7) 設備・機器の保守管理

【確認のポイント】

- ・ 設備・機器の重要性を考慮した保全計画（予防保全、事後保全の適切な使い分け等）が立てられているか。
- ・ 長期間の運用を見据えた保守管理が計画されているか。
- ・ トラブルを未然に防ぐ有効な点検が計画されているか。

【技術検討会からの主な質問】

ALPS を含めた希釈放出設備全体の設備の保守・管理の計画を説明すること。

【東京電力からの回答】

(保全計画の全体的な考え方)

機器（ポンプ、弁、計装機器、電源機器等）の具体的な保全計画は、『実施計画Ⅲ 特定原子力施設の保安 第1編 1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉に係る保安措置 第8章 施設管理』に基づき、点検の方法並びにそれらの実施頻度及び実施時期を定めた点検計画を定めます。また、保全活動から得られた情報等から、保全の有効性を評価し、保全が有効に機能していることを確認するとともに、継続的な改善につなげます。

(ALPS)

ALPS 本体の保全方式は、劣化状況や故障実績、重要度に応じて事後保全（BDM）から時間基準保全（TBM）への見直しを実施しており、現時点において全機器の約9割がTBM管理となっています。

(ALPS 処理水希釈放出設備（測定・確認用設備/移送設備/希釈設備）)

点検計画を供用開始までに策定することになりますが、基本的な考え方は以下の通りです。

- ・ ALPS 処理水希釈放出設備の保全方式は、設備の重要度を踏まえ基本的には時間基準保全とする予定である。
- ・ また、時間基準保全の実施頻度については、これまでの原子力発電所における各機器の実施頻度をもとに適切に定める。

【技術検討会からの主な質問】

放水路への海生生物付着量の増加は、放水路の狭矮化を招くので、最悪を想定すると、放水立坑水槽からの溢水の可能性もある。海底トンネル及び放水口の維持管理方法（点検方法、堆砂・付着生物対策等）を説明すること。
また、放水トンネルの摩擦損失を考慮する場合、生物付着を考慮に入れるか、または十分な貝代（例えば 20cm）を設けるのか。

【東京電力からの回答】

放水立坑（上流水槽/下流水槽）、放水トンネル、放水口に関しては、水中ROV等を活用して、点検していく計画ですが、具体的な保守・管理の計画に関しては、今後検討していくことになります。また付着生物対策、堆砂関係についても数値シミュレーションや水理模型実験等で検討しておりますが、引き続き検討を進めていくところです。

貝代は 10cm で水理計算しております。20cm でも検討していますが、立坑水槽からの溢水リスクは限りなく低いと判断しています。

（貝代について説明を補足する予定。）

(8) 工事の安全な実施

【確認のポイント】

- ・ 短い工期が想定される中、安全最優先の工事計画となっているか。
- ・ 特に、海底トンネルや放出口の施工等、海域での作業に伴う災害への備えは十分か。

【技術検討会からの主な質問】

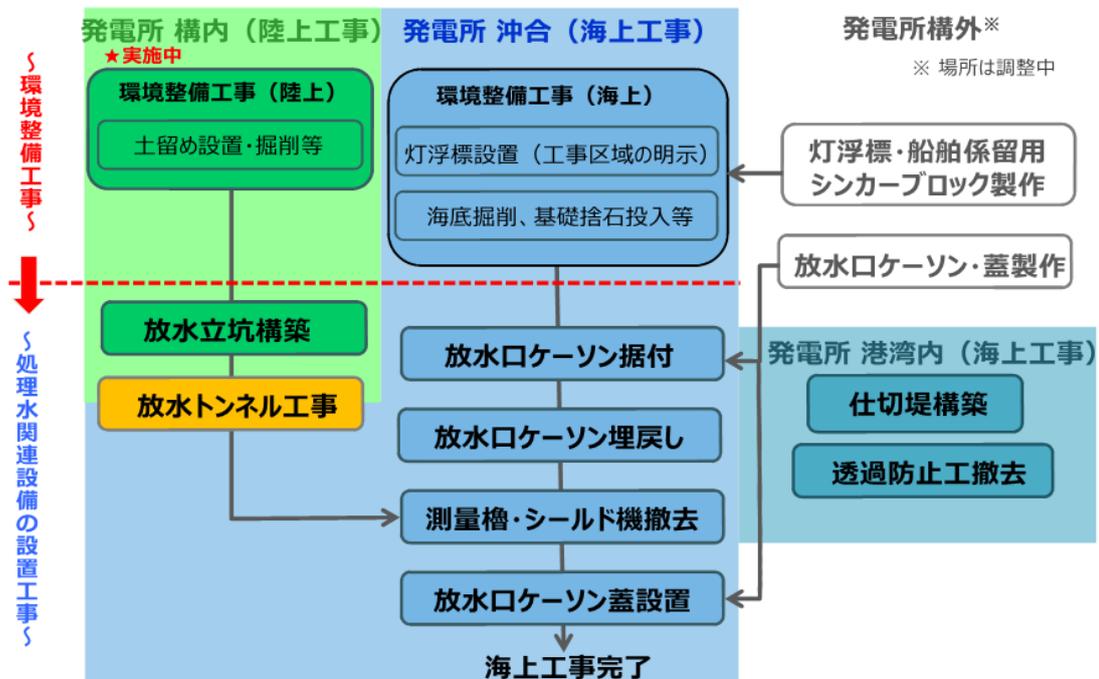
準備工事、測定・管理用設備、希釈設備、移送設備、放水設備設置のための主要な作業を示し、それらの労働安全対策について説明のこと。特に海上での事故が発生しないよう、工事实施の基準（海洋の気象条件等）について説明すること。

【東京電力からの回答】

準備工事、測定・管理用設備、希釈設備、移送設備、放水設備設置のうち、放水設備設置工事以外は、現状の廃炉工事と特段変わらないものですが、放水設備工事は、海上工事が伴います。

作業中止基準として、陸上海上共通で1回の降雨量50mm以上、風速10分間平均10m/sec以上、雷警報の発令と定めています。

海上作業時は、工種によって有義波高と周期を定めており、海上掘削工では0.75m、10sec、ケーソン据付では、0.60m、7secとしております。



【技術検討会からの主な質問】

シールド工法を採用した外環道トンネル工事では、住宅街での道路の陥没や地下の空洞などが問題となっている。放水トンネルも砂岩層を通過する計画となっているが、シールド工法による掘削の振動等で、海底が陥没したり未固結堆積物が流動化したりするなどの可能性はないのか。砂質泥岩と細粒砂岩の互層を通すにあたり、施工において配慮すべき点を説明すること。

また、2012年にあった倉敷海底トンネル事故のようなシールド工法による海底掘削時の事故が発生している。そこで、これらの事故を踏まえ福島第一原発との土質や工法の違い、同様の施工ミスを防ぐ対策、施工における安全対策全般、リスク想定と異常の検知方法について説明すること。

【東京電力からの回答】

外環道トンネル工事での事象は、住宅地であることから夜間掘進を休止後、再開時に切羽の土砂が沈降、再掘削に不均衡が生じて地山^(※)を取り込みすぎることが大きな理由の一つです。今回の施工では、ポンプ輸送で排出される掘削土砂の量を密度計と流量計で連続的に計測して、排泥量の管理を確実にを行うことで周辺地盤の安定を確保する計画です。また、裏込め注入の施工管理は、注入圧と注入量の両法で管理することにより、セグメントと地山の確実な安定を図ります。また今回は掘削断面が小規模であり、土砂を取り込みすぎたとしても陥没事象には至りにくく（外環 196.0m²、本工事 8.6m²）、特に掘進停止後（方交代、長期休み後、礫出現時）には、地山の透水性に応じて泥水品質を調整し、切羽に作用する土水圧に見合うように圧力管理と泥水管理を実施していきます。

※ 地山

倉敷海底トンネル事故や外環トンネル事故等を踏まえ、放水トンネルの設計および施工においては、「シールドトンネル施工技術安全向上協議会報告書（国土交通省）」等の指針に関しても確認し、以下の4項目について安全対策等に反映しています。

< 曲線施工に対する対策 >

シールドトンネルの急曲線区間では、セグメントリングに偏圧が作用する可能性があることから、急曲線区間を設けず直線を主体とするトンネル線形としている。一部の曲線区間では曲線半径 500m以上の緩やかな線形とし、中折れ機構を装備したうえで掘進ジャッキを独立に制御することで線形管理の精度を高め、セグメントの損傷を低減している。

< シールド機的设计 >

シールド機のテールシールは、施工中に地下水や裏込め注入材等のトンネル内への流入を防止するための性能を確保する必要があり、3段構造のテールシールとすることで、十分な止水性と耐久性を確保している。

また、カッタービットは今回の対象地盤である岩盤層に対して十分に安全な掘削性能を確保しており、カッタ駆動部は掘進距離に必要な耐久性を担保している。

<安定した継手構造の採用>

セグメントに締結力のない継手を採用すると、組立時に目開きや目違いが生じて、漏水が発生することになることから、セグメントの継手には、数多くのシールドトンネルで施工実績のある締結力の高い継手構造を採用し、継手曲げ試験によりその性能を確認する。

<シールド工場の施工>

今回の施工では、泥水式シールドを採用しており、ポンプ輸送で排出される掘削土砂の量を密度計と流量計で連続的に計測して、排泥量の管理を確実行うことで周辺地盤の安定を確保する。また、裏込め注入の施工管理は、注入圧と注入量の両方で管理することにより、セグメントと地山の確実な安定を図る。

<掘削に用いるビット>

摩耗に強い E5 種のビットを採用している。また、先行ビットとティースビットを段差配置し、最外周には最外周先行ビット（他先行ビットに対し体積を 1.8 倍）をティースビットと共に 4 パス配置している。さらに、ビットの溶接母材には SKC 材を用いている。また、予想摩耗量（特殊先行ビット）については、予想摩耗量：23.11 mm、許容摩耗量：50 mm であり、許容摩耗量は、予想摩耗量の 2 倍以上あるので、ビット交換無しで掘進が可能と判断している。（チップ材質：E5、摩耗係数：泥岩・砂岩 $k = 16 \times 10^{-3} \text{ mm/km}$ 、FFU・水中不分離モルタル $k = 20.8 \times 10^{-3} \text{ mm/km}$ 、摺動距離：最外周ビット軌跡を掘削外径 3.13m、平均速度 25 mm/min、カッタ回転 2.2rpm として算出。）

(9) 測定結果等の公表

【確認のポイント】

- ・ 関係者の安心に繋がる適切な公表方法が計画されているか。
- ・ 異常時の公表についての基本的な考えが整理されているか。

【技術検討会からの主な質問】

東京電力及び第三者機関による測定・確認用設備での試料採取や分析結果の公表、2次処理結果の公表はどのように行うのか説明すること。

また、立坑での毎日の確認と公表、希釈率から算出された濃度の公表方法、公表時期について説明すること。例えば、希釈率から計算した放出水中のトリチウム濃度を貴社HPにリアルタイムで公表することは可能か。

【東京電力からの回答】

放出前の確認となる、測定・確認用設備及び放水立坑の確認結果は、地下水バイパスやサブドレン浄化水と同様に、第三者機関の分析結果とともに公表させていただきたいと考えています。

放水立坑の試料分析結果を公表後、海洋に放出します。放出中の毎日1回の確認は当社が行い、結果が纏まりしだい公表します。(原則、翌日中)

希釈率から算出された濃度についても公表します。こちらも公表方法については、運用方法とともに検討します。

運転監視に用いる計算機は、サイバーテロ対策として一般の回線とは切り離すため、リアルタイムでHPにアップすることは簡単には実現できず、可否を含めて実施方法の検討に時間を要します。

【技術検討会からの主な質問】

緊急遮断弁の閉止、配管からの漏えい、意図しない形でのALPS処理水の海洋放出、タンクからの漏えい等、異常が発生した場合の公表の基本的な考え方について説明すること。

【東京電力からの回答】

異常時の通報連絡やメディアへの公表は行っていますが、具体的な運用は自治体殿とも相談させていただきたい。

また、異常時の対応として放水立坑の水を採取して分析することは検討しています。

(基本的な考え方について問い合わせ中。「迅速にわかりやすく・・・」)

(10) 設備・機器の詳細設計

【確認のポイント】

- ・ 設備機器の位置、構造、材質、インターロックの設定等が適切か。

【技術検討会からの主な質問】

移送設備に設置する緊急遮断弁の動作条件について説明すること。

【東京電力からの回答】

(動作条件の詳細について確認中。)

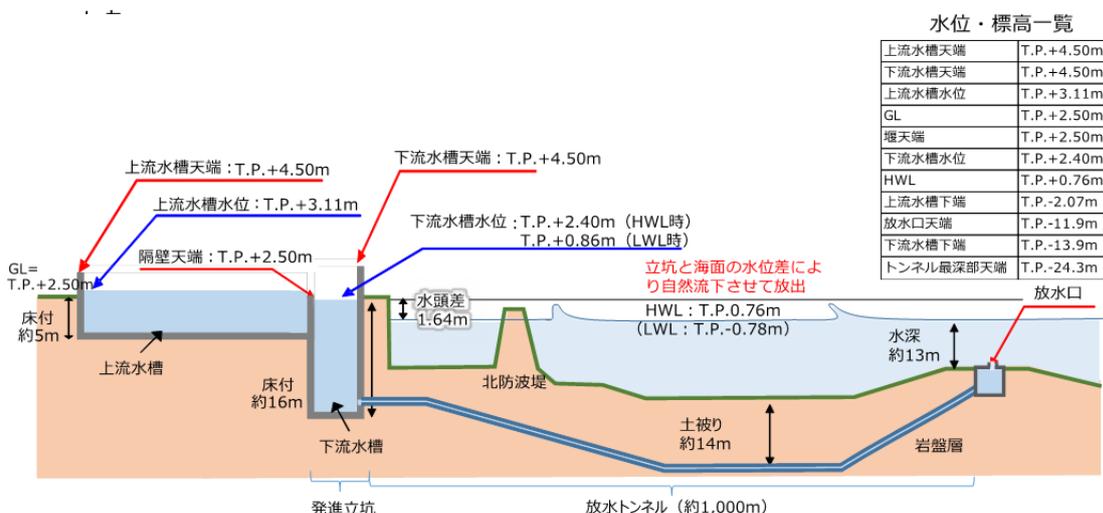
【技術検討会からの主な質問】

放水立坑、海水トンネル及び放水口の構造強度、耐震性（安定した地盤・岩盤に設置され耐震性に優れた構造であること、また、構造欠陥や割れ発生が無く、漏えいのリスクが少ないこと）及び水理設計（海水位の変動、トンネル圧力損失、圧力上昇等を考慮して、放水立坑と外洋海面の水頭差により、放出水が定格流量で流れること）について、定量的に説明すること。

【東京電力からの回答】

各種準拠規格及び基準に則り「安全性：荷重の作用によって生じる材料の応力度が許容応力度以内であること」、「耐久性：設計供用期間中に、ひび割れや塩化物イオンの進入に伴う鋼材腐食により、構造物の性能が低下しないこと」「耐震性：耐震Cクラスとし、設計水平震度 $kh=0.2$ を用いて照査を行う。」の各々評価を実施し、応力度照査の結果、耐久性の評価（ひび割れ幅）の結果、耐久性の評価（塩害）の結果、浮き上がりの照査の結果で問題ないことを確認しております。なお、供用期間中は、鉄筋コンクリート製の躯体に対して、保全を不要とするまでの保守的な設計としています。（定期点検は長期点検計画に基づき実施する。）

水理計算では、ポンプ2台（流量： $4 \text{ m}^3/\text{s}$ ）、3台（流量： $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ）運転の条件において、変動要素となる潮位および貝付を考慮して水理計算を実施しており、ポンプ2台のケース、ポンプ3台のケースでも、放水立坑（下流水槽）の水位と立坑天端に対して約1.5～2.1m程度余裕があり、溢水するリスクが少ないことを確認しております。放水立坑（上流水槽）の水位は、潮位の影響を受けずポンプからの放水流量により変動し、放水立坑（下流水槽）の水位は、放水トンネル通して自然流下とするため、潮位により変動します。なお、台風等設計波高相当（7mの高波浪）の条件も計算に反映し、外洋波浪の変動による影響が小さいことも確認しています。



【技術検討会からの主な質問】

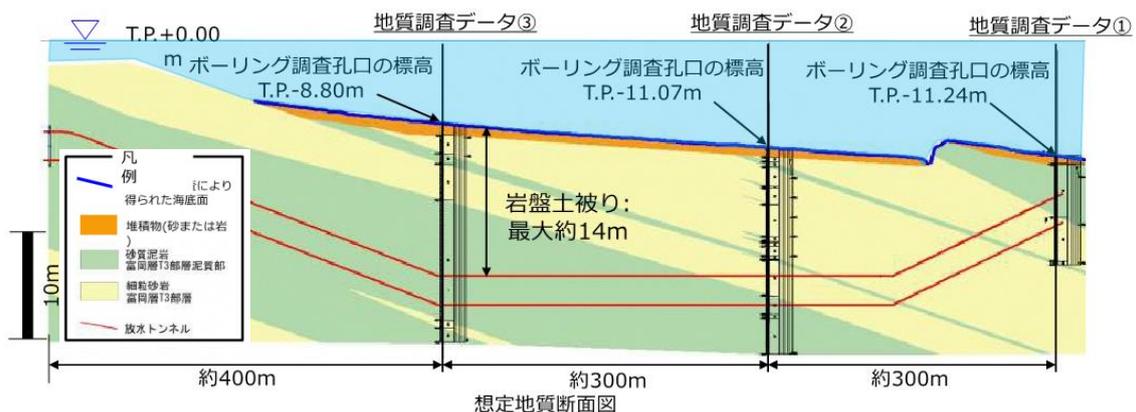
海域での地質調査等の結果、とくに、ボーリング調査の柱状図やコア写真、各種試験結果と、陸側から海底放出口までの海底トンネル沿いの詳細な地質断面図を示し、設計に利用した地質データ（過去に行った調査結果、文献）とあわせて説明すること。

【東京電力からの回答】

今回ボーリング調査の目的は放水トンネル工事を安全に施工する目的で調査を実施するものであり、国土交通省シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン（案）等に則り、調査進めております。調査地点：トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説/〔シールド工法編〕・同解説に則り、3地点を設定し、調査深度：設計のトンネル下端レベルから1Dを目安に設定（設計上は一定以上の土被りを確保できればよい）しています。

調査結果から放水トンネルの縦断線形を、地質調査データから想定した地質断面図に重ね合わせた結果、放水トンネルはすべての区間において岩盤内を通ると判断しています。

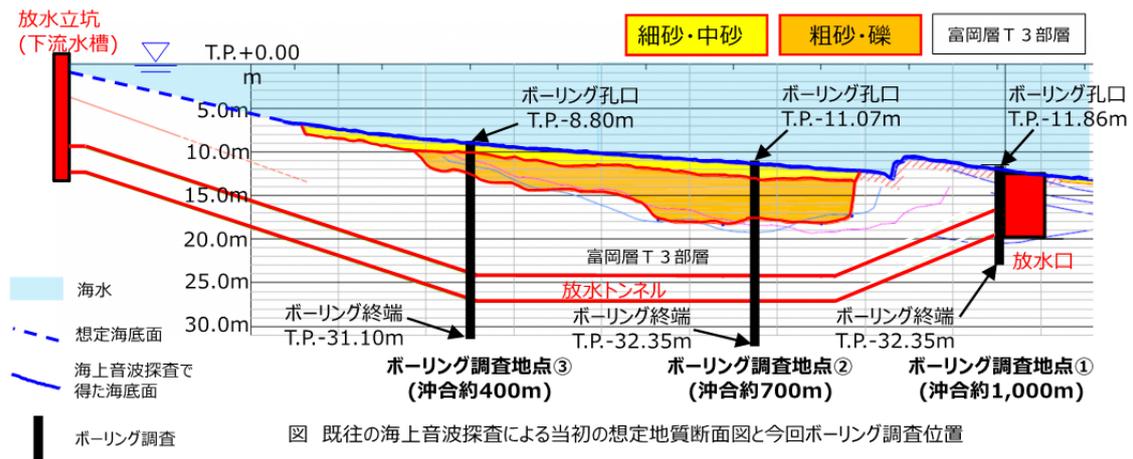
地質調査データ①の地点は、放水口設置位置および放水トンネル到達地点であり、岩盤内(富岡の砂岩、泥岩)に設置できることを確認、地質調査データ②の地点において、放水トンネルが岩盤内(富岡層の砂岩、泥岩)に設置できることを確認、地質調査データ③の地点において、放水トンネルを岩盤内(富岡層の泥岩)に設置できることを確認しました。



既往実施の海上音波調査による想定断面図と海上ボーリングによる地質調査の結果、以下の考察をしました。

- ・ 既往の海上音波探査による地層構成では、表層に細砂・中砂、粗砂・礫が堆積し、その下に富岡層 T3 部層がある地層構成であると想定した。
- ・ 今回、①(沖合 1,000m)地点、②(沖合 700m)地点および③(沖合 400m)地点におけ

るボーリング調査を行った結果、②および③の地点において表層の砂を中心とする堆積層は、音波探査の結果に基づいた想定よりも薄いことが確認されました。また、すべての地点において、砂岩と泥岩の互層から成る地層(富岡層 T3 部層)構成であることが確認され、既往の海上音波探査と整合し、放水トンネルを構築する際には安全に施工できると判断しました。



【技術検討会からの主な質問】

海水移送ポンプの取水に港湾内の海水中の放射性物質が流入することはないのか。既設5・6号機の取水路開渠を使用することにより取水池や貯水槽に残存している汚染物質が浮遊し希釈水に混入することはないのか。既設5・6号機の取水槽開渠を使用した、貯水池および取水路の造成・整備工事の仕方、設計の考え方について説明すること。併せて、港湾内の底にある堆積物の放射性物質測定結果についてこれまでの測定結果を示すこと。

【東京電力からの回答】

基本的な考え方として、5/6号機取水路開渠を仕切堤（捨石傾斜堤＋シート）にて、1-4号機側の港湾から締め切り、北防波堤透過防止工の一部を改造し、港湾外から希釈用の海水を取水します。その結果、1-4号機側の港湾から締め切り、港湾外から海水を取水することで、港湾内の比較的放射性物質濃度の高い海水の引き込みを抑制できると考えております。

5/6号取水路開渠に堆積しているものは細砂が主体ですが、移動限界シールズ数（それ以下では砂は移動しない）は0.11と一般的に定められております。今回の取水量からは、シールズ数0.01であり、移動限界シールズ数よりも十分小さいため、港湾内の海底土（細砂）の移動するリスクは低いと考えております。

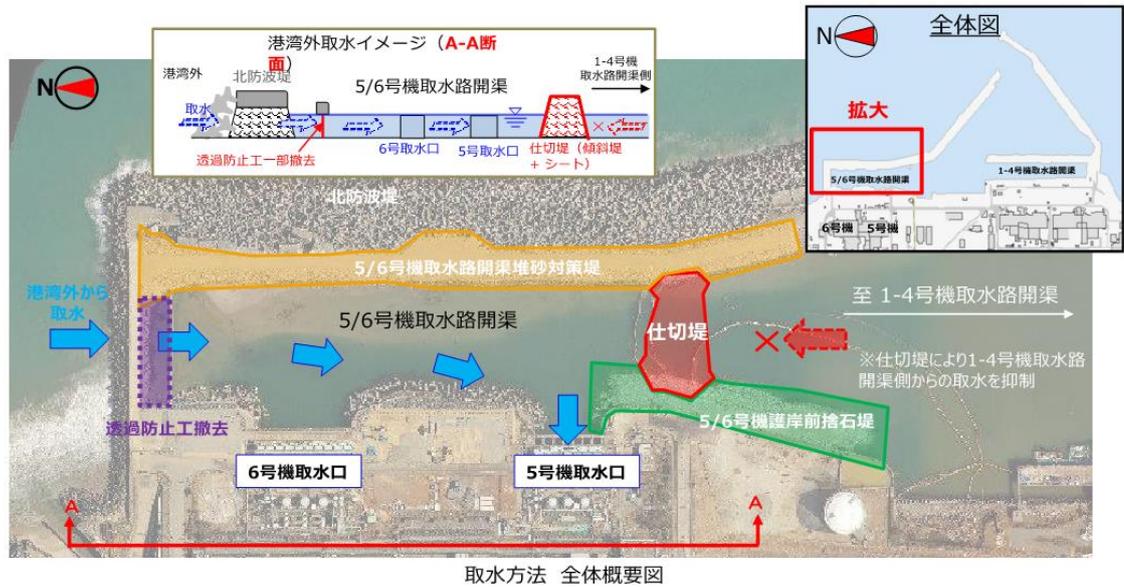
シールズ数は、砂の動き易さを示す指標。次式で表されます。

$\phi = u^2 / \rho s g d$ ϕ : シールズ数 τ : 底面せん断応力

u^* : 底面摩擦速度 ρ : 海水密度 s : 砂の水中比重

g : 重力加速度 d : 粒径

「移動流境界層と海浜過程、1979 土木学会論文集」で初期移動に対しては、滑面（つまり、細砂）の時、移動限界シールズ数0.075、全面移動に対しては、滑面（つまり、細砂）の時、移動限界シールズ数0.11以上から、0.075で海底面の砂は一部移動し始め、0.11でほとんどの砂が移動し始めると整理されております。今回の試算ではシールズ数0.001なので、砂移動は発生しないと考えております。



取水方法 全体概要図

海底土の放射性物質濃度について、5/6号機取水路開渠内の被覆土上の堆砂は(A)、北防波堤を透過したものであり、港湾外(T-1)と同等レベルです。一方で、シルトフェンスより南側(B, C)は、濃度が高く、1-4号機側の港湾内からの海底土(K排水路等からの持込土砂含む)の影響があるものと考えられます。

シルトフェンスを仕切堤に切り替えることで、1-4号機側の港湾内からの海水および海底土の移動が抑制されるため、港湾内の放射性物質の取水箇所への移行を防止できると考えています。なお、5号機取水路に関しては海底堆積物の除去は予定しております。



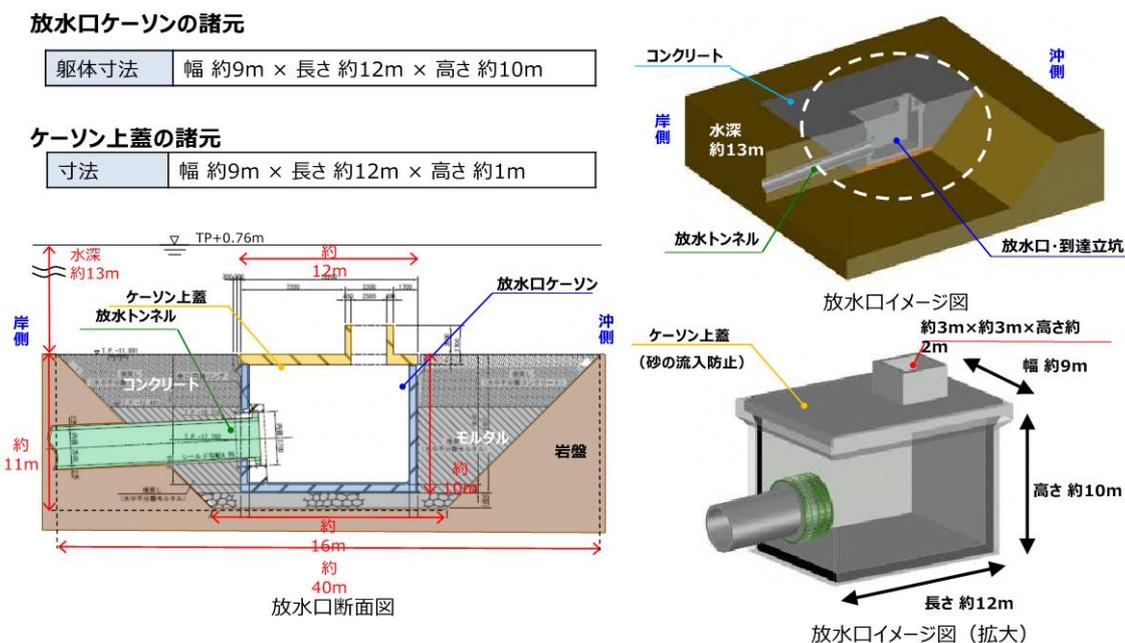
調査地点	放射性物質濃度 (Bq/kg 乾土)		調査年度
T-1 (港湾外)	Cs-134	6~69	2017~2021
	Cs-137	110~410	
港湾内 A(GL±0) シルトフェンス北側	Cs-134	4~26	2018~2021
	Cs-137	187~281	
港湾内 A(GL-500) シルトフェンス北側	Cs-134	17~20	2021
	Cs-137	467~554	
港湾内 B (GL±0) シルトフェンス南側	Cs-134	723	2018
	Cs-137	6,475	
港湾内 C(GL±0) シルトフェンス南側	Cs-134	183	2018
	Cs-137	1,893	

【技術検討会からの主な質問】

放出口の形状、大きさについて説明すること。
 放出口からトンネルに海底土が流入することはないのか。また、ALPS 処理水の放出により海底土を巻き上げ、海底に堆積している放射性物質を拡散、現在行っている海洋モニタリングに影響を与えることはないのか。

【東京電力からの回答】

放出口ケーソンは幅約 9m×長さ約 12m×高さ約 10m の大きさです。
 設置場所が岩礁帯であり、放出口のまわりはコンクリートで周辺を埋め戻してあります。また放出口の出口は、3 m×3 mの狭い形状であり、海底土が流入するリスクは少ないと考えております。
 放出口のまわりはコンクリートで周辺を埋め戻しており、海底土を巻き上げる可能性は低いと考えております。また、モニタリング値に変化を与えることはないと考えておりますが、引き続き海域モニタリングは継続的に実施していきます。



その他、測定、確認用タンク、循環ポンプ、循環配管、ALPS 処理水移送ポンプ、ALPS 処理水流量計、移送配管、海水移送ポンプ、海水流量計、海水配管ヘッダ、海水配管等の主要な機器の基本仕様については、原子力規制庁の審査会合資料を確認した。

(1 1) 体制・保安品質マネジメント

【確認のポイント】

- ・ 経営トップの関与を含め、計画を実行するための体制、保安品質マネジメントは適切か。
- ・ 特に不適合発生防止について、東京電力と協力企業が一体となり取り組んでいるか。

【技術検討会からの主な質問】

協力企業を含めた処理水放出設備運営に係る体制（分析・設備の運転を含む）並びに処理水放出設備運営に携わる作業員の技術研修・教育、ヒューマンエラー対策、PDCA、緊急事態対策など保安上の品質マネジメントについて概要を説明すること。
また、計画に対するトップの関与についてもあわせて説明すること。

【東京電力からの回答】

①実施体制

処理設備の設計、設置は、廃炉推進カンパニー福島第一原子力発電所 ALPS 処理水プログラム部で実施（電気・計装、建築関係は同所の計画・設計センター、建設・運用・保守センターで実施）します。

設備設置後の運用は、福島第一原子力発電所建設・運用・保守センターの運用部で行います。

処理水等の測定、評価に係る実施は防災・放射線センターの放射線・環境部で行います。

②保安品質マネジメントシステム

（運転部門）

ALPS 処理水希釈放出設備の運転は、当社の運転部門で実施します。当該設備設置完了までに運転マニュアル等の整備を行うとともに、設備図書の受領、設置部門からの引継ぎを受けます。

また、当社は、体系的な教育訓練アプローチを導入しており、運転部門についても各設備に対する技術教育や、ヒューマンエラー対策、緊急事態対策等の教育を受けます。また、教育の結果についても年度ごとに評価を行い、技術力向上に向けた新たな教育計画を毎年策定します。

（分析部門）

分析に携わる分析員は OJT 等を通じて分析技能を取得し、H-3 や Cs の分析にかかる技能試験を通じて力量把握を行っています。また、化学管理システムの強化によりスマートグラスなどを採用した品質管理体制を構築し、HE 対策を講じています。分析作業において発生した不適合やカイゼンを行うべき点は適宜作業管理に取り組むとともに、次年度の作業計画へ反映します。緊急事態対応にあたっては昼夜を問わず分析作業が実施できるよう分析員を 24 時間配置するなど、必要なりソースを確保することとしています。

③ トップの関与

【実施計画 III 特定原子力施設の保安 第1編/第2編 保安措置 第1章 総則】において、保安活動における基本姿勢を定めています。また、【第2章 品質保証】において、品質マネジメントシステムを確立し、実施し、評価確認し、継続的に改善する事等を定めており、その中における社長、廃炉・汚染水対策最高責任者の責任及び権限を定めています。

今回の ALPS 処理水希釈放出設備の計画、運用にあたっては、上記の品質マネジメントシステムに則り実施します。

【技術検討会からの主な質問】

分析前雨水の誤散水など、ヒューマンエラーに関する不適合が度々発生しているが、職員のマネジメント、協力企業に対するガバナンス、不適合を発生させないための意識の共有をどのようにしているのか説明すること。

【東京電力からの回答】

不適合の発生件数の低減、ヒューマンエラー発生防止については、廃炉推進カンパニーの業務計画として定め（L1：カンパニー大、L2：部大、L3：グループまで落とし込み）、トップから職員まで業務として取り組むこととしています。

また、協力企業と協働して現場の実態把握につとめるとともに、リスクに注視しリスク増の予兆が見られた場合には情報共有を図り、対策を取ることにしています。

- ・ 当社工事管理員は協力企業とコミュニケーションを取り、作業進捗、問題発生の有無、作業予定の確認を実施
- ・ 原子力リーダー、発電所管理職は現場 MO を行い、協力企業とコミュニケーションを取り、現場実態を把握