

『福島県原子力発電所安全確保技術検討会が取りまとめた 8項目の要求事項』に関する対応について



TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

2023年6月6日

- 当社は、ALPS処理水希釈放出設備等の設置にあたり、政府の基本方針を踏まえた取組みを徹底するとともに、福島県原子力発電所安全確保技術検討会の「東京電力福島第一原子力発電所ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の新設に関する確認結果報告書」でお示しいただいた、さらなる安全性向上のための措置や分かりやすい情報発信の取組みなどに関する8項目の要求事項を重く受け止め、一つひとつ真摯に対応してまいります。
- これらの対応についてはエンジニアリングスケジュールを策定し、管理してまいります。
- 設備設置完了以降についても、安全性向上のための措置を継続してまいるとともに、汚染水発生量のさらなる低減（2028年度末頃に50～70m³/日）や、汚染水処理に伴い発生する放射性廃棄物の適切な管理等についても着実に取り組んでまいります。
- 上記の取組みに加え、原子力規制庁における審査内容や国際原子力機関（IAEA）におけるレビュー内容等については、適宜、福島県原子力発電所安全確保技術検討会等へ報告、説明いたします。

要求事項①に対する検討状況

東京電力への要求事項①



希釈前の段階で国の規制基準値（トリチウムを除く）を下回ることを確認するための測定対象核種の選定にあたっては、可能な限り実測定により核種の存在の有無を明確にすること。

【技術検討会等における主な意見】

- 現在測定対象核種としている62核種+C-14核種及びトリチウムの選定はALPS設置時の滞留水中に含まれる核種等の旧知見から想定されたものであり、その後、原子炉建屋の滞留水から高濃度のα核種等が確認されている等、廃炉作業の進捗に伴いALPS除去対象核種の見直しと検討が必要である。（令和3年度第5回技術検討会）
- 鉄鋼、ステンレスに含まれる元素の放射化によりNi-63が生成されるのであれば、鉄55にも注意する必要がある。鉄55はエレクトロン・キャプチャー壊変のため、口から取り込まなければ問題とはならないが、海産物等に取り込まれることにも注意する必要がある。（令和3年度第4回技術検討会）
- ALPS処理水を貯蔵するタンク毎のC-14濃度に幅（最小値2.53Bq/L、最大値215Bq/L）がある。この原因が処理水の発生時期によるものか、作業の影響によるものか、検討をする必要がある。（令和3年度第5回技術検討会）
- C-14の各タンクでの濃度のばらつきの原因がわかっていないことを考えると、ALPSの除去対象核種の手順7（告示濃度1/100を超えるか）で除外した核種について、処理水に含まれていないことを測定により検証すべきである。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）
- 放出開始前に、64核種（62核種+C-14+H-3）以外に、ALPS処理水中に理論的にどのような核種が存在するかを評価して、分析対象核種及び評価対象核種を絞り込んで選定すること。核種が追加された場合には、核種分析体制や放射線影響評価への反映を行うこと。（令和3年度第6回技術検討会）

追加質問へのご回答



<No. 2 > (要求事項 1)

- Fe-55、Ni-59、Nb-93m、Mo-93、Sn-121m、Cl-36、Ca-41、Zr-93、Ba-133、Se-79、Pd-107、U、Np、Pu、Am、Cmの分析方法と準拠しているマニュアルを示してください。

<No. 2 回答>

- これらの分析は現在の当社での測定が困難な核種であるため、社外分析機関で分析を実施しており（2022年3月15日第7回廃炉安全監視協議会資料1 P7～8）、準拠している分析関連のマニュアルはない。
- なお、それぞれの分析方法は以下の通り。
 - 低エネルギー光子測定装置（LEPS）：Fe-55、Ni-59、Nb-93m、Mo-93、Sn-121m
 - 低バックグラウンドβ線スペクトロメータ：Cl-36
 - シリコン半導体検出器：Ca-41
 - Ge半導体検出器：Ba-133
 - 液体シンプレクション計数装置：Se-79
 - 誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）：Zr-93、Pd-107、U同位体、Np-237
 - 荷電粒子検出器（SSB検出器）：Pu同位体、Am同位体、Cm同位体

追加質問へのご回答

<No. 3> (要求事項 1)

- 今回示していただいた分析結果の妥当性評価の方法を教えてください。

<No. 3 回答>

- 社外分析機関で、過去に分析実績のある手法、もしくは研究発表している分析方法であり、事前に説明を受けて、妥当と判断している。

追加質問へのご回答

<No. 4> (要求事項 1)

- 今回分析対象とした核種の選定根拠とその妥当性について教えてください。

<No. 4 回答>

- 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のうち、これまで評価が出来ていない核種を中心に選定している。なお、半減期が短い核種は除いている。(2022年3月15日第7回廃炉安全監視協議会資料1 P6)
- なお、今回の検討の中で、別にインベントリ評価をしているが、そこでインベントリ量が比較的多い核種が選定されていることから、今回の選定が妥当と考えている。

追加質問へのご回答

<No. 5> (要求事項 1)

- 今回対象としていない核種については、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ないのでしょうか。今後、分析する核種はないのでしょうか。

<No. 5 回答>

- 既に分析している核種と、今回の追加分析の核種を合わせて、ほとんどの核種が網羅されていると考えている。
- 炉心に存在しうる核種を全て検討の俎上に載せた上で、今回の選定核種を選んでいるので、今後分析する核種はないと考えている。

追加質問へのご回答



<No. 6> (要求事項 1)

- Nb-93mは測定対象としているが、Nb-94は測定対象としていない理由を教えてください。

<No. 6 回答>

- Nb-94は、過去にJAEAで約140回分析が実施され、全て検出下限値となっている。
- JAEAの関係者とも相談したが、Co-60と比較してインベントリ量が10万分の1のため、存在したとしても、検出されない濃度ではないかと推定している。
- 一方、Nb-93mは過去に1度も測定していないことから、対象としたもの。

質問へのご回答

<No.10> (要求事項 1)

測定・評価対象核種の選定の見直し（30核種とトリチウムとし、従前と比較して4核種追加し、37核種を選定外としたこと）及びその結果を踏まえて海洋放出に係る放射線環境影響評価した結果（人に対する線量評価値は従前御評価結果の1/5～1/40程度に減少、環境に対する線量評価値は従前の評価結果の1/20～1/60に減少したこと）の説明が技術的、専門的過ぎて分かりにくい。県民に分かり易い、概要説明資料を作成して説明のこと。

<No.10回答>

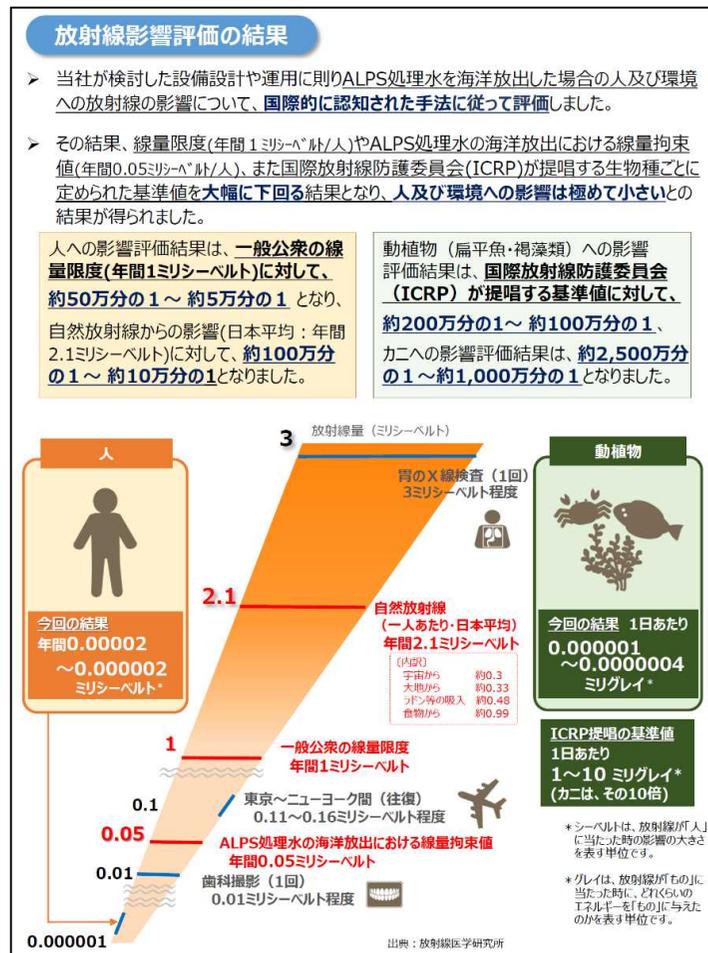
次頁以降参照

放出時の核種対象核種の選定について

- 今回の見直し前までに、放出時の測定対象として説明していた64核種は、ALPSの除去対象として設計上考慮した62核種及びカーボン14、トリチウム。62核種の選定根拠等は以下の通り。
 - 62核種は、**震災後1年**において滞留水中に告示濃度限度の1/100以上で存在する可能性がある核種を選定し、ALPSの設計で考慮したもの。
 - 滞留水中に**溶解している核種**を対象として選定（**不溶解・粒子状で存在する核種はフィルタ類で除去できるため選定から除外**。溶解している核種を対象に、除去に必要となる吸着材の選定等を実施）。
 - 放射性核種の由来として、**燃料由来**（核分裂生成物、U235、U238の中性子吸収により生成する超ウラン元素等）の他に、**腐食生成物由来**（給水系から炉心に持ち込まれる異物が中性子を吸収して放射化した核種）を考慮
 - 燃料から滞留水への移行評価として、**分析値があるものは分析値を採用し、分析値がないものは安全解析コード（MAAP）の移行率を採用**
- 一方、今回、放出時の測定対象核種の再評価として以下を実施
 - **震災後12年**において滞留水中に告示濃度限度の1/100以上で存在する可能性がある核種を選定
 - 滞留水中に**溶解している核種**の他に、**不溶解・粒子状で存在する核種も考慮**（フィルタ類で除去されていることの確認）
 - 放射性核種の由来として、**燃料由来**、**腐食生成物由来**の他に、**炉心や燃料を構成する構造物が中性子を吸収して放射化した核種**について考慮
 - 燃料や炉心構造物等から滞留水への移行評価として、**核種の化学的特性を踏まえてグルーピングを行い、分析値より移行率を設定**
- **ALPS除去対象核種の選定時よりも考慮した事項が多いにも関わらず、今回、測定対象核種として選定した核種が減少したのは、震災後1年における評価と震災後12年における評価の相違、つまり放射性核種の半減期によるインベントリ減少が一番の理由**
 - 例えば、半減期1年の放射性核種がALPSの除去対象核種として選定されたとしても、11年の経過によりインベントリは1/2048に減少し、今回の見直しにより除外されるものが発生

放射線環境影響評価について

- 2022年11月の測定・評価対象核種の選定を踏まえて改訂した放射線環境影響評価報告書について、放射線環境影響評価の結果だけでなく、評価の方法なども含む概要説明のパンフレットを作成し、2022年12月16日に公表。
 (電子ブック) https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/ria_202112j.html
 (PDF) https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/ria_202112j.pdf
- また、資料1にてご説明の通り、測定・評価対象核種を29核種に見直したことを踏まえ、放射線環境影響評価についても再評価を実施。今後、本内容についても概要説明のパンフレットを作成する。



質問へのご回答

<No. 1 1> (要求事項 1)

- 測定・評価対象核種の選定フローに関し、手順3.4.5で選定した際の、各核種の値、及びその選定時の評価式を示して、説明のこと。

<No. 1 1 回答>

- 詳細については、2022年12月27日に行われた原子力規制庁技術会合における『福島第一原子力発電所 特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について 等への適合性について (ALPS処理水の海洋放出に係る運用体制の変更及び測定・評価対象核種の選定について) 補足説明資料』のP37以降を参照のこと。
- なお、手順3、4の評価式は以下の通り。

➤ 手順3の評価式

$$\text{核種}i\text{の濃度} = \text{核種}i\text{のインベントリ量(Bq)} \div \frac{\text{ALPS処理水等の貯蔵量 (m}^3\text{)}}{133\text{万m}^3\text{ (予測値) @2023年3月時点}} < \text{核種}i\text{の告示濃度限度} \times 0.01\text{(Bq/cm}^3\text{)}$$

➤ 手順4の評価式

$$\text{汚染水中の放射性核種の評価濃度 (Bq/L)} = \text{インベントリ量}^{\ast 1}\text{ (Bq)} \times \text{移行係数}^{\ast 2}\text{ (1/L)}$$

※1：ALPS処理水の海洋放出時期を踏まえ、震災後12年の評価結果を使用

※2：汚染水の分析結果 (Bq/L) ÷ インベントリ量 (Bq) にて算出。

検出値の場合はそれぞれの日付を2011年3月11日に、検出下限値の場合はそれぞれの日付を分析の基準日に統一して評価

質問へのご回答

<No. 1 2> (要求事項 1)

- 測定・評価対象核種に係る検討の結果については、今後原子力規制庁の技術会合で議論されるとしている。今後、規制庁の技術会合の審議状況及び指摘コメントにより見直される場合にはその対応について説明のこと。又、今後の廃炉作業に伴い新たな核種や濃度上昇が確認された場合には対象核種の見直しや必要な対応について適時説明のこと。

<No. 1 2回答>

- 原子力規制委員会による審査の結果については、適宜技術検討会や廃炉協の場で報告する。
- また、監視対象核種として選定した核種の分析結果、プロセス主建屋等における分析結果において濃度上昇等が確認された場合にも適時報告する。

質問へのご回答

<No. 1 3> (要求事項 1)

- 追加で測定した核種の分析方法を示していただきたい。

<No. 1 3回答>

- 放出時の測定・評価対象核種の検討のあたり、追加で測定した核種及び分析方法は下表に示す通り。

核種	壊変形式	エネルギー [MeV]	告示濃度限度 [Bq/cm ³]	測定方法
Cl-36	β-	0.709550	9.0E-01	前処理(分離, 沈殿)後, 低バックグラウンドβ線スペクトロメータ
Se-79	β-	0.150630	2.0E-01	前処理(分離, 沈殿, 再溶解)後, 液体シンチレーションカウンタ
Zr-93	β-	0.090800	1.0E+00	前処理(分離)後, 誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)
Pd-107	β-	0.034000	2.0E+01	前処理(分離, 沈殿, 再溶解)後, Si(Li)検出器
Ca-41	EC	0.003310	4.0E+00	前処理(分離)後, 低エネルギー光子測定装置(LEPS)
Fe-55	EC	0.005900	2.0E+00	前処理(分離)後, 低エネルギー光子測定装置(LEPS)
Ni-59	EC	0.006930	1.0E+01	
Nb-93m	IT	0.016615	7.0E+00	
Mo-93	EC	0.016615	3.0E-01	
Sn-121m	β-IT	0.359800 0.026359	2.0E+00	
Ba-133	EC	0.356013	5.0E-01	ゲルマニウム半導体検出器(Ge)

核種	壊変形式	エネルギー [MeV]	告示濃度限度 [Bq/cm ³]	半減期 [y]	測定方法
U-233	α	4.824200	2.0E-02	1.6E+05	前処理(分離)後, 誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)
U-234	α	4.774600	2.0E-02	2.5E+05	
U-235	α	4.395400	2.0E-02	7.0E+08	
U-236	α	4.494000	2.0E-02	2.3E+07	
U-238	α	4.198000	2.0E-02	4.5E+09	
Np-237	α	4.788000	9.0E-03	2.1E+06	前処理(分離)後, αスペクトロメータ
Pu-238	α	5.499030	4.0E-03	8.8E+01	
Pu-239	α	5.156590	4.0E-03	2.4E+04	
Pu-240	α	5.168170	4.0E-03	6.6E+03	—
Pu-241	β-	0.020780	2.0E-01	1.4E+01	
Pu-242	α	4.902300	4.0E-03	3.7E+05	前処理(分離)後, αスペクトロメータ
Am-241	α	5.485560	5.0E-03	4.3E+02	
Am-242m	IT	0.018856	5.0E-03	1.4E+02	前処理(分離)後, αスペクトロメータ
Am-243	α	5.275300	5.0E-03	7.4E+03	
Cm-242	α	6.112720	6.0E-02	4.5E-01	
Cm-243	α	5.785200	6.0E-03	2.9E+01	
Cm-244	α	5.804770	7.0E-03	1.8E+01	
Cm-245	α	5.361100	5.0E-03	8.4E+03	
Cm-246	α	5.386500	5.0E-03	4.7E+03	

質問へのご回答

<No. 1 4 > (要求事項 1)

- 東京電力が自主的に測定する39核種について、測定の結果、検出した場合の対応について示していただきたい。
- 同様に、第三者機関での測定で検出された場合の対応についても示していただきたい。

<No. 1 4 回答>

- 東京電力が自主的に測定するとした39核種は、ALPSで除去対象とした核種のうち、測定・評価対象核種の選定から除外されたもの。
 - 除外された主な理由は、核種の減衰により滞留水中に有意な濃度（告示濃度の1/100以上）で存在しないと評価したため
- 39核種について、告示濃度比の1/100未満で検出された場合は、想定内の事象であり、測定・評価対象核種から除外し、告示濃度比総和の算出には加えない。
- 一方、39核種が告示濃度比の1/100以上で検出された場合、再分析を実施するなどして分析値の妥当性を検証、確定の上、以下の対応を取る方針。
 - 測定・評価対象核種の29核種の告示濃度比総和に当該核種の告示濃度比を加え、1未満であることを確認する。
 - 万一、上記で告示濃度比総和が1を超える場合は二次処理を行う。
- 第三者機関で分析した結果のみ検出することがあった場合は、当社分析値との比較のうえ妥当性検証を行う。

質問へのご回答

<No.15> (要求事項 1)

- K-4,J1-C、J1-GのALPS処理水の放出基準に対する割合が示されている（スライド19）がこの図が示していることがわかりません。①～⑥の合計が0.3、0.2、0.1となっているが、①～⑥以外の核種が残り、0.7、0.8、0.9含まれているということですか。

<No.16> (要求事項 1)

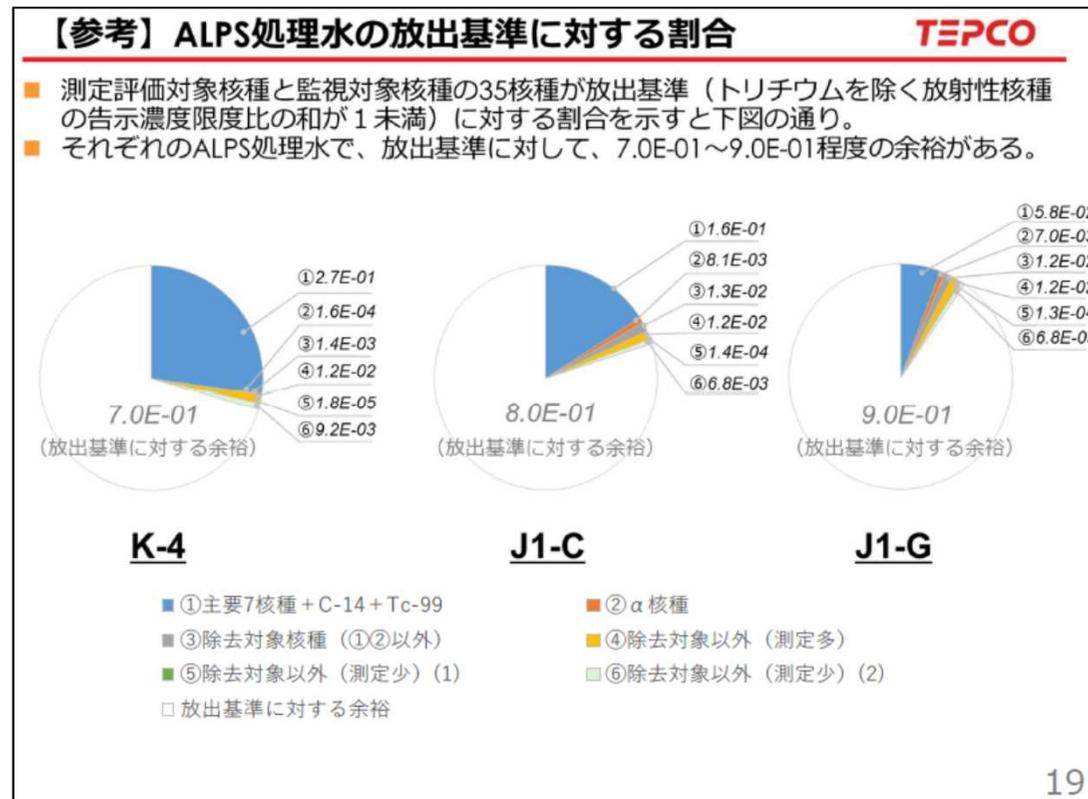
- K-4,J1-C、J1-GのALPS処理水の放出基準に対する割合が示されている（スライド19）①～⑥のうち、④～⑥の核種が何かを教えてください。

<No.15, 16回答>

- 次頁以降参照

No.15,16のご指摘内容について

- 2023年2月9日に行われた第7回技術検討会の【議題1】(資料1 ALPS処理水の取り扱いに関する実施計画変更認可申請の状況について)で示した資料は、測定評価対象核種(29核種)と監視評価対象核種(6核種)の告示濃度比総和が、放出基準に対してどれほどの余裕があるかを示したもの。
- 当該資料は、原子力規制庁技術会合の資料を抜粋したものだが、技術会合資料の前後関係を省略したため意図が伝わらないものであった。
- そのため、次ページ以降に再度本内容を説明する。



【参考】ALPS処理前後の告示濃度限度比総和の比較

1F技術会合(第3回) 資料1-1-2より

- 下表の分類で、ALPS入口（2021年度）及びALPS出口（K4, J1-C, J1-G）の分析結果について、告示濃度限度比を評価した結果は以下の通り。なお、 α 核種の告示濃度限度比の算出には、全 α 値を最も告示濃度限度比の低い4Bq/Lで除することで算出する。

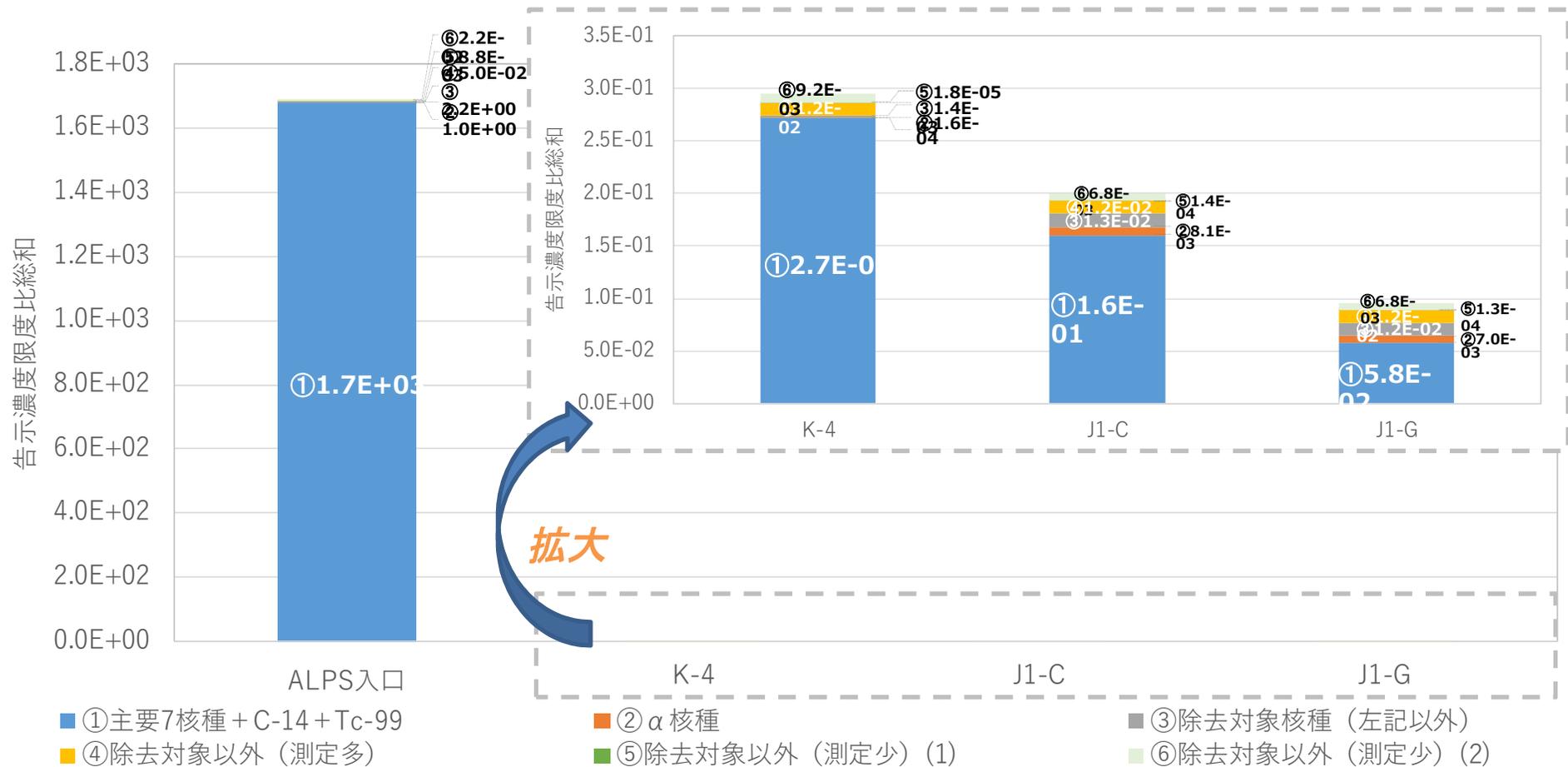
No.	分類	具体的核種 (測定・評価の候補となっている核種)	ALPS 入口	ALPS出口				
				K-4	J1-C	J1-G		
①	ALPS処理水等で 主に検出される核種	主要7核種 (放射平衡Y-90, Te-125m 含む), C-14, Tc-99	1.7E+03	2.7E-01	1.6E-01	5.8E-02		
②		α U-234, U-238, Np-237, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-244	1.0E+00	1.6E-04	8.1E-03	7.0E-03		
③	ALPS 処理水等 には ほとんど 検出され ない核種	ALPS除去対象 (上記以外)	Mn-54, Ni-63, Cd-113m, Ce-144, Pm-147, Sm-151, Eu-154, Eu-155, Pu-241	2.2E+00	1.4E-03	1.3E-02	1.2E-02	
④		α 以外 除 去 対 象 以 外	測定数多	Cl-36, Se-79, Nb-94	5.0E-02	1.2E-02	1.2E-02	1.2E-02
⑤			測定数少	(1)全 β , Ge で計数可 Ba-133	8.8E-03	1.8E-05	1.4E-04	1.3E-04
⑥			(2)全 β , Ge で計数不可 Fe-55, Nb-93m, Mo-93	2.2E-02	9.2E-03	6.8E-03	6.8E-03	

※:J1-C, J1-Gでは、Cl-36, Se-79, Fe-55, Nb-93m, Mo-93の分析評価結果がないため、増設ALPS出口の結果を使用

【参考】ALPS処理前後の告示濃度限度比の比較

1F技術会合(第3回) 資料1-1-2より

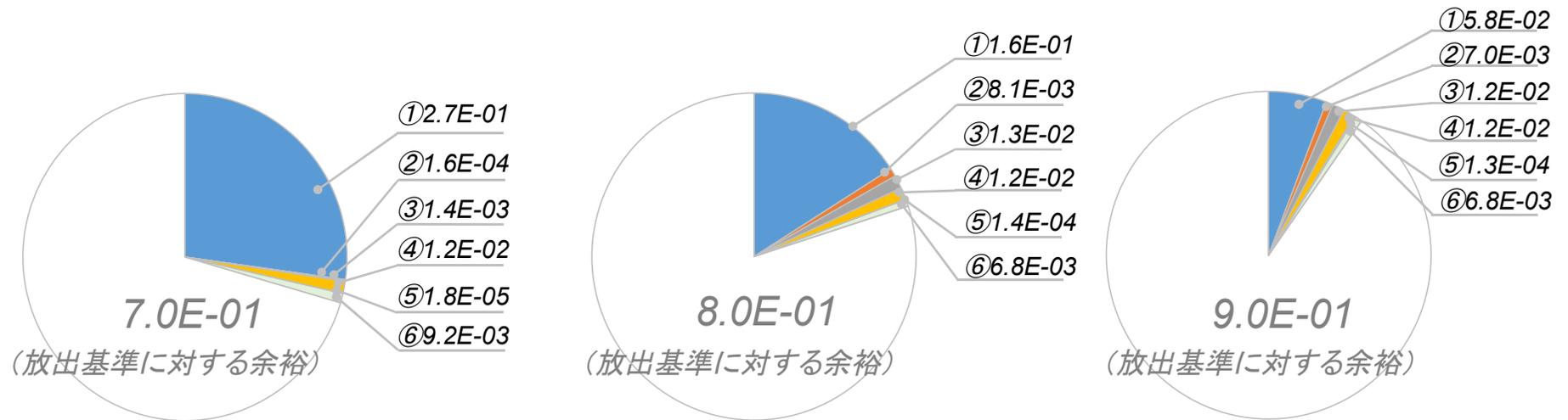
前頁に示した分類の告示濃度限度比をグラフで示すと下図の通り。



【参考】ALPS処理水の放出基準に対する割合

1F技術会合(第3回) 資料1-1-2より

- 測定評価対象核種と監視対象核種の35核種が放出基準（トリチウムを除く放射性核種の告示濃度限度比の和が1未満）に対する割合を示すと下図の通り。
- それぞれのALPS処理水で、放出基準に対して、 $7.0E-01 \sim 9.0E-01$ 程度の余裕がある。



K-4

J1-C

J1-G

- ① 主要7核種 + C-14 + Tc-99
- ② α核種
- ③ 除去対象核種 (①②以外)
- ④ 除去対象以外 (測定多)
- ⑤ 除去対象以外 (測定少) (1)
- ⑥ 除去対象以外 (測定少) (2)
- 放出基準に対する余裕

質問へのご回答

<No. 17> (要求事項 1)

- K-4タンクで循環・攪拌運転した後の水質確認分析用サンプル水の試料採取方法について、準拠している公定法（例：JIS K0102工場排水試験方法など）を御教示ください。

<No. 17回答>

- 試料採取にあたっては、ALPS処理水移送ポンプ建屋に設置した専用のサンプリングラックを用いて、十分にラインフラッシングを実施したうえで所定容器に採取する。採取にあたっては次の公定法に準じて実施する。
- 試料の採取にあたっては、以下のJISに定める分析に則り、所定容器に採取する。
 - ✓ JIS K 0102 工場排水試験方法
 - ✓ JIS K 0350-20-10：2001 用水・排水中の大腸菌試験方法
 - ✓ JIS K 0125:2016用水・排水中の揮発性有機化合物試験方法
 - ✓ JIS K 0093:2006 工業用水・工場排水中のポリクロロビフェニル(PCB)試験方法
 - ✓ JIS K 0128:2000 用水・排水中の農薬試験方法

質問へのご回答

<No.18> (要求事項 1)

- トリチウム濃度が高いALPS処理水の水質確認分析に当たり、注意していることを御教示ください。

(例) COD測定では、試料を硫酸酸性とし、酸化剤として過マンガン酸カリウムを加え、沸騰水浴中で反応させる。

この際、ALPS処理水が水蒸気となり、分析室内に充満する可能性があるので、ドラフト内で分析している。など

<No.18回答>

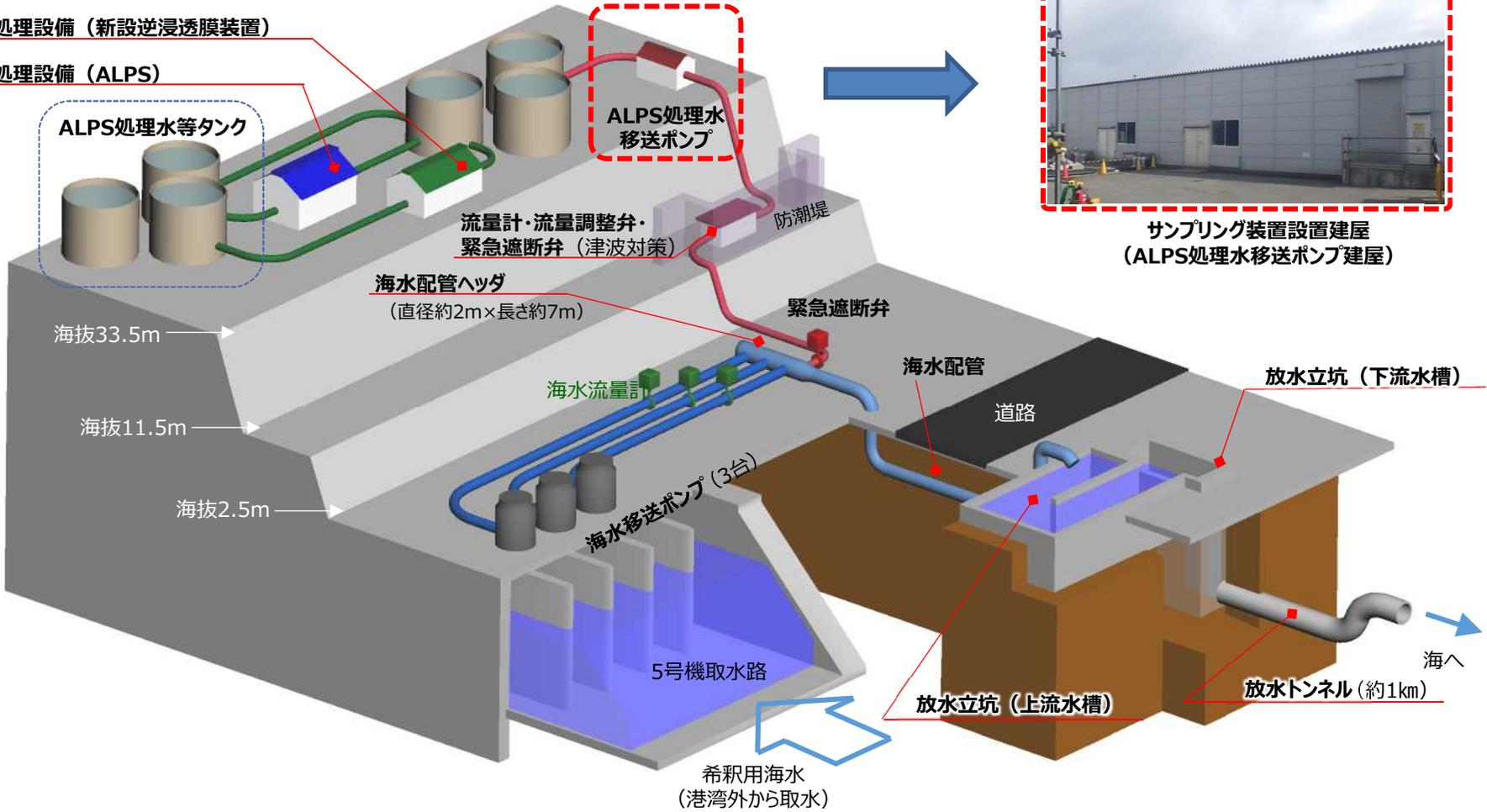
- 水質確認分析に従事する分析員は、放射能分析を専門としていないため、内部取り込みと放射能汚染拡大に注意いただいている。従い、通常の水質確認分析では利便性を踏まえ実験台で試料調整を行うところ、当所ではドラフト内で試料を扱うようにしている。

【参考】ALPS処理水サンプリング装置収納建屋



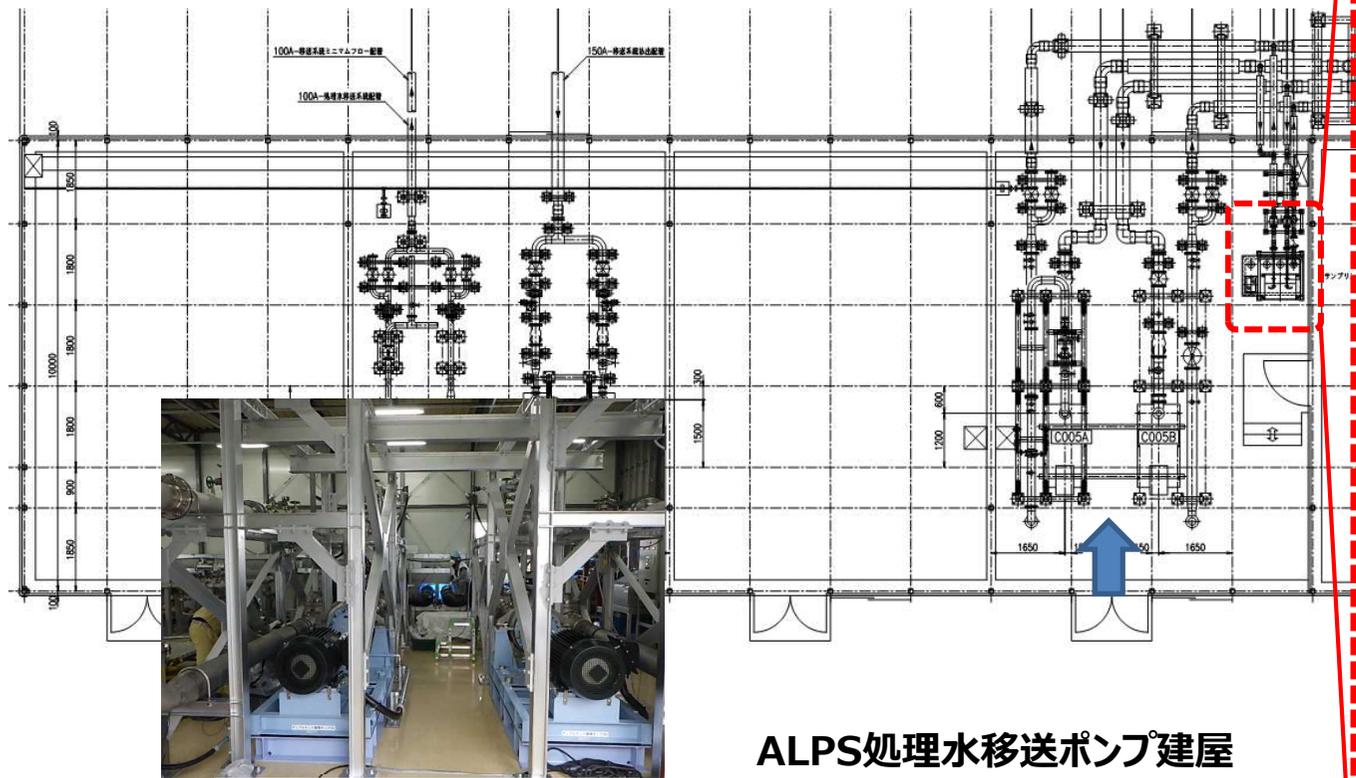
二次処理設備（新設逆浸透膜装置）

二次処理設備（ALPS）



【参考】ALPS処理水サンプリング装置

処理水中の放射能分析用試料の採取にあわせて、水質確認用試料の採取を実施する。



【参考】ALPS処理水サンプリング、水質確認分析状況



サンプリング作業の様子



分析試料の取り扱い状況



サンプリング試料



【参考】ALPS処理水分析用途

放射能分析※

No.	分析項目	No.	分析項目
1	H-3	36	Y-91
2	C-14	37	Nb-95
3	Mn-54	38	Ru-103
4	Fe-55	39	Rh-103m
5	Co-60	40	Rh-106
6	Ni-63	41	Ag-110m
7	Se-79	42	Cd-113m
8	Sr-90	43	Cd-115m
9	Y-90	44	Sn-119m
10	Tc-99	45	Sn-123
11	Ru-106	46	Sn-126
12	Sb-125	47	Sb-124
13	Te-125m	48	Te-123m
14	I-129	49	Te-127m
15	Cs-134	50	Te-127
16	Cs-137	51	Te-129m
17	Ce-144	52	Te-129
18	Pm-147	53	Cs-135
19	Sm-151	54	Cs-136
20	Eu-154	55	Ba-137m
21	Eu-155	56	Ba-140
22	U-234	57	Ce-141
23	U-238	58	Pr-144m
24	Np-237	59	Pr-144
25	Pu-238	60	Pm-146
26	Pu-239	61	Pm-148m
27	Pu-240	62	Pm-148
28	Pu-241	63	Eu-152
29	Am-241	64	Gd-153
30	Cm-244	65	Tb-160
31	Fe-59	66	Am-242m
32	Co-58	67	Am-243
33	Zn-65	68	Cm-242
34	Rb-86	69	Cm-243
35	Sr-89		

水質確認分析（水質汚濁防止法に準拠）

No.	分析項目
1	水素イオン(pH)
2	浮遊物質(SS)
3	化学的酸素要求量(COD)
4	ホウ素
5	溶解性鉄
6	銅
7	ニッケル
8	全クロム
9	亜鉛
10	カドミウム
11	鉛
12	溶解性マンガン
13	生物化学的酸素要求量(BOD)
14	大腸菌群数
15	シアン
16	有機リン
17	六価クロム
18	ヒ素
19	全水銀
20	アルキル水銀
21	ポリ塩化ビフェニル
22	トリクロロエチレン

試料採取量

放射能分析	・当社用	： 約14L
	・社外分析機関用	： 約14L
	・JAEA用	： 約20L
水質確認分析	・当社用	： 約24L
合計		約72L

No.	分析項目
23	テトラクロロエチレン
24	ジクロロメタン
25	四塩化炭素
26	1,2-ジクロロエタン
27	1,1-ジクロロエチレン
28	シス-1,2-ジクロロエチレン
29	1,1,1-トリクロロエタン
30	1,1,2-トリクロロエタン
31	1,3-ジクロロプロペン
32	チウラム
33	シマジン
34	チオベンカルブ
35	ベンゼン
36	セレン
37	フェニトロチオン
38	フェノール類
39	フッ素（イオンクロ）
40	アンモニア、アンモニウム化合物（イオンクロ）
41	亜硝酸化合物および硝酸化合物（イオンクロ）
42	1,4-ジオキサン
43	n-ヘキサン抽出物質(鉱物油)
44	n-ヘキサン抽出物質(動植物油脂類)

水質確認分析用採取容器

分析項目	採取容器
n-ヘキサン抽出物質	広口ガラス瓶
揮発性有機化合物	ねじ口ガラス瓶
農薬類	
ポリ塩化ビフェニル	
フェノール類	滅菌採水瓶
大腸菌群数	
上記以外	ポリビン

※ 黄色着色部が『測定・評価対象核種』 当社、社外分析機関は69核種を対象に分析を実施

【参考】ALPS処理水 水質確認方法

2023年4月28日 1回福島県原子力発電所安全確保技術検討会説明



- 水質確認は下表の公定法に準拠して分析を実施する。
- 水質確認分析に従事する分析員は、放射能分析を専門としていないため、内部取り込みと放射能汚染拡大に注意いただいている。従い、通常の水質確認分析では利便性を踏まえ実験台で試料調整を行うところ、当所ではドラフト内で試料を扱うようにしている。

分析項目		採取手順	分析項目		採取手順
1	水素イオン(pH)	1	23	テトラクロロエチレン	3
2	浮遊物質(SS)	1	24	ジクロロメタン	3
3	化学的酸素要求量(COD)	1	25	四塩化炭素	3
4	ホウ素	1	26	1,2-ジクロロエタン	3
5	溶解性鉄	1	27	1,1-ジクロロエチレン	3
6	銅	1	28	シス-1,2-ジクロロエチレン	3
7	ニッケル	1	29	1,1,1-トリクロロエタン	3
8	全クロム	1	30	1,1,2-トリクロロエタン	3
9	亜鉛	1	31	1,3-ジクロロプロペン	3
10	カドミウム	1	32	チウラム	5
11	鉛	1	33	シマジン	5
12	溶解性マンガン	1	34	チオベンカルブ	5
13	生物化学的酸素要求量(BOD)	1	35	ベンゼン	3
14	大腸菌群数	2	36	セレン	1
15	シアン	1	37	フェニトロチオン	5
16	有機リン	1	38	フェノール類	1
17	六価クロム	1	39	フッ素	1
18	ヒ素	1	40	アンモニア、アンモニウム化合物	1
19	全水銀	1	41	亜硝酸化合物および硝酸化合物	1
20	アルキル水銀	1	42	1,4-ジオキサン	3
21	ポリ塩化ビフェニル	4	43	n-ヘキサン抽出物質(鉱物油)	1
22	トリクロロエチレン	3	44	n-ヘキサン抽出物質(動植物油脂類)	1

採取容器

分析項目	採取容器
n-ヘキサン抽出物質	
揮発性有機化合物	
農薬類	
ポリ塩化ビフェニル	
フェノール類	
大腸菌群数	
上記以外	

試験方法

番号	試験方法
1	JIS K 0102 工場排水試験方法
2	JIS K 0350-20-10:2001 用水・排水中の大腸菌試験方法
3	JIS K 0125:2016 用水・排水中の揮発性有機化合物試験方法
4	JIS K 0093:2006 工業用水・工場排水中のポリクロロビフェニル(PCB)試験方法
5	JIS K 0128:2000 用水・排水中の農薬試験方法

質問へのご回答

<No.19> (要求事項 1)

- 分析方法の策定にあたって参考とした公的マニュアルを示していただきたい。

<No.19回答>

- 追加になったFe-55とSe-79は、公的マニュアルは存在しないので、それぞれ次の技術的に認められている論文やJISに基づいて前処理を実施したうえで計測。
- 全α放射能分析は、審査会合にてご紹介した方法にて実施。

	操作	準拠文献等
Fe-55,	前処理	<ul style="list-style-type: none"> • R. CALETKA, V. KRIVAN., A Group Separation Based on Anion and Cation Exchange from Hydrofluoric Acid Medium, Talanta, 1983, Vol.30, No.7, p.465-470. • JISG1218, 鉄及び鋼－モリブデン定量方法 • JISG1216, 鉄及び鋼－ニッケル定量方法
	計測	LEPS (低エネルギー光子スペクトロメータ)
Se-79	前処理・計測	JAEA-Technology 2009-051 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)
全α放射能分析	前処理	動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所標準分析作業法計測
	計測	放射能測定法シリーズNo.13 環境試料中全アルファ放射能迅速分析法

質問へのご回答

➤ その他の追加分析を実施した核種の準拠文献等は以下の通り。

	操作	準拠文献等
Ni-59, Mo-93, Nb-93m, Sn-121m	前処理	<ul style="list-style-type: none"> ・ R. CALETKA, V. KRIVAN., A Group Separation Based on Anion and Cation Exchange from Hydrofluoric Acid Medium, Talanta, 1983, Vol.30, No.7, p.465-470. ・ 藤本 京子, 志村 眞, 「陽・陰イオン交換樹脂送別充填カラム分離/誘導結合プラズマ質量分析法による高純度鉄中微量元素の定量」, BUNSEKI KAGAKU, 2001
	計測	LEPS (低エネルギー光子スペクトロメータ)
Cl-36	前処理・計測	<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩素36分析マニュアルの妥当性評価 (原子力環境整備促進・資金管理センター、2013.8)
Ca-41	前処理・計測	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート廃棄物中のCa-41の放射能分析法の検討 (RADIOISOTOPES, 2010.2)
Zr-93, Pd-107	前処理・計測	JAEA-Technology 2017-025 福島事故廃棄物を対象としたZr-93, Mo-93, Pd-107, Sn-126分析法の開発
Ba-133	計測	放射能測定シリーズ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 (原子力規制庁, 2020.9)
U, Np, Pu, Am, Cm	前処理・計測	余裕深度処分対象廃棄物の核種分析手法の評価について (原子力環境整備促進・資金管理センター, 2015.3)

要求事項②に対する検討状況

東京電力への要求事項②



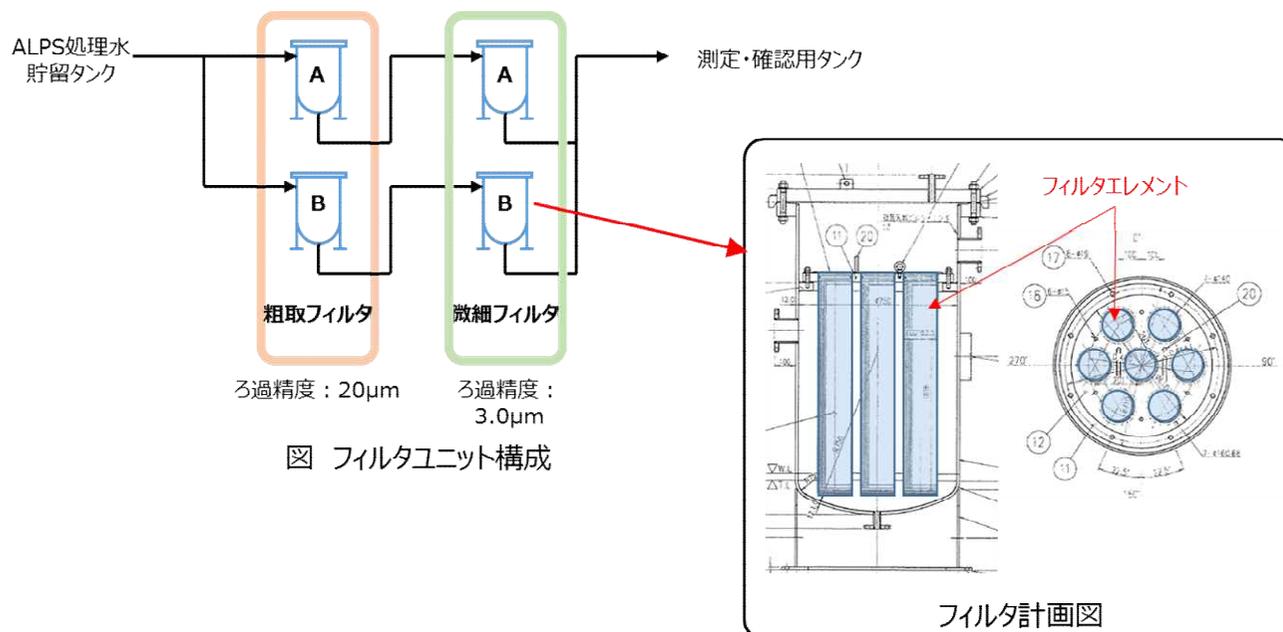
測定・確認用設備（K4タンク群）における測定試料の均質化については、水に溶けない粒子状の放射性物質を考慮して循環・攪拌の運用管理を行うとともに、排出後のタンク底部の残水や沈殿物の残存の影響を適切に監視すること。

【技術検討会等における主な意見】

- 測定・確認用設備での循環攪拌の効果は、粒子状放射性物質の粒径によって変わる可能性がある。ALPSでの処理直後において小さい粒子であっても、長期間の貯留中に凝集して大きな粒子に変化している可能性もある。測定・確認用設備での試料採取においては処理水の性状変化に注意すること。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）
- タンク連絡管より低位のタンク底部の残水や沈殿性の放射性物質の残存の影響への処置・対策については充分検討すること。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）
- タンク内のALPS処理水の放射能濃度の均質化は、希釈後のトリチウム濃度を評価する前提となる必須のものである。循環攪拌運転時間は実証試験結果を踏まえて十分に検討し運転手順に定めること。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）

要求事項②に対する検討状況（1 / 2）

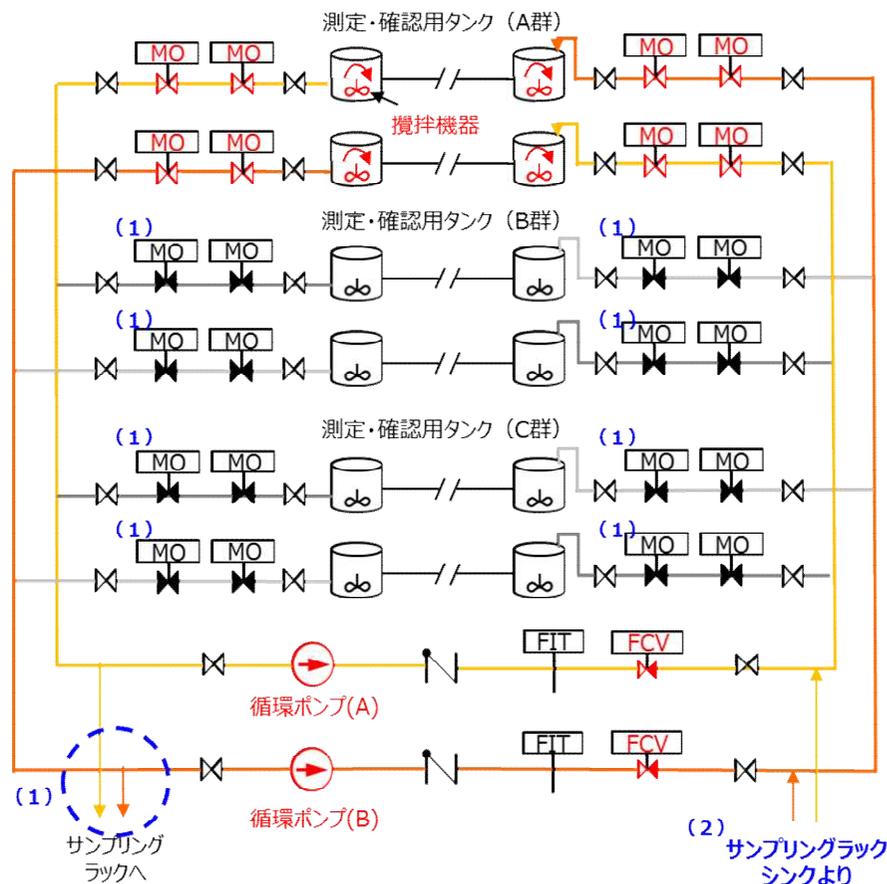
- 多核種除去設備における処理の過程においてフィルタ処理を行っており、処理水に固体状の物質はそもそも含まれない設計。
- また、測定・確認用タンクの底部については、定期的な清掃を実施。
- さらに、貯留タンク等から測定・確認用設備（K4タンク群）に受け入れるまでの移送ラインにフィルタユニットを設置することで、測定・確認用タンクへの固体状物質の流入を防止する設計。
 - 貯留タンク等から測定・確認用設備（K4タンク群）までの移送ライン・フィルタユニットは現在検討中。
 - フィルタユニットの主な仕様は以下の通り。
 - ・ フィルタユニットは「粗取フィルタ」と「微細フィルタ」を直列配置した構成。
 - ・ フィルタエレメントの交換により、捕集するSSの状況に応じてろ過精度を変更できる設計。



※計画中のため詳細な仕様等は変更になる可能性があります

要求事項②に対する検討状況（2 / 2）

- 循環攪拌運転時間は実証試験結果を踏まえて運転手順書に反映。
- 測定・確認用設備におけるサンプリングは、循環ラインに設けたサンプリングポイントで実施。
- 循環ラインにおける各タンクは、タンク底部に設けた連結配管で接続され、放出時にも連結配管を利用。
 - 固体状の物質が流出するような液体性状の場合、サンプリングポイントにおけるサンプリングで検知可能
- サンプリング水は、『水に溶解』、『水に不溶解』に関わらず放射性物質の測定が行われるため、固体状の放射性物質も検知。
- また、サンプリング水に対して浮遊物質濃度（SS濃度）の確認も実施。



追加質問へのご回答

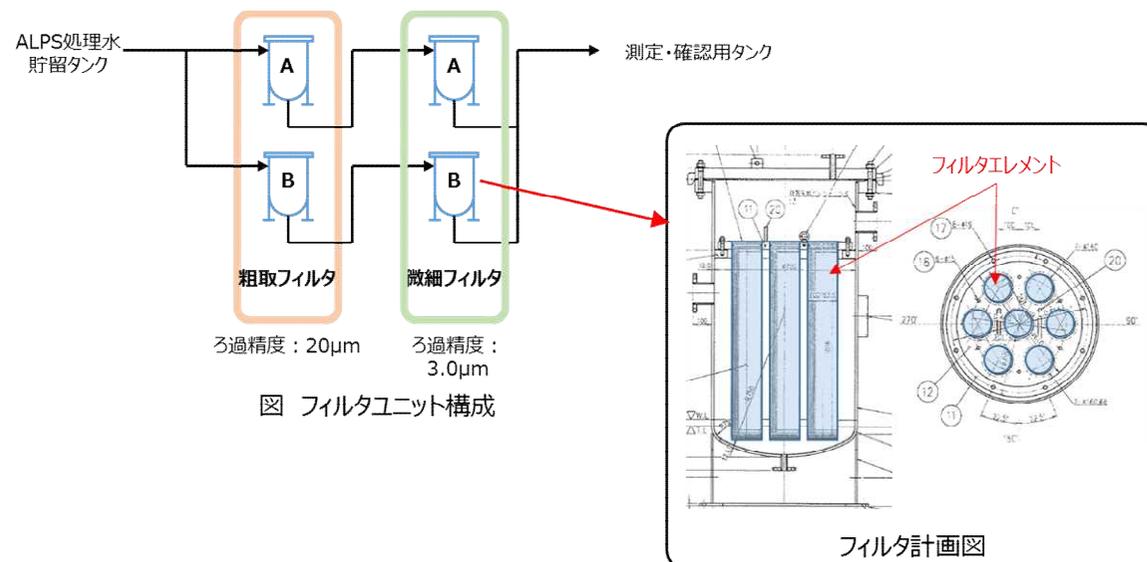
<No.20> (要求事項 2)

- フィルタの選定 (ろ過精度 $20\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m}$) 理由について教えてください。

<No.20回答>

- フィルタは水質汚濁防止法におけるSS※の捕集を想定して選定している。現在、フィルタは粗取りフィルタと微細フィルタの2段構成を計画しているが、検討進捗によってフィルタの種類 (ろ過精度) を変更する可能性がある。

※SS(浮遊物質)：水中に浮遊または懸濁している直径 2mm 以下の粒子状物質の量。水質汚濁防止法に基づく排水基準の許容限度は 200mg/L (日間平均 150mg/L)、福島県条例では 100mg/L (日間平均 80mg/L)。



※計画中のため詳細な仕様等は変更になる可能性があります

質問へのご回答

<No. 2 1> (要求事項 2)

- 「フィルタは水質汚濁防止法におけるSSの捕集を想定して選定している。」とあり、それを基に、粗取フィルタを20 μm 、微細フィルタを3.0 μm としているが、「公共用水域の水質汚濁に係る環境基準（昭和46年12月28日環境庁告示第59号）」によると、SSの捕集のろ過材の孔径は1 μm と定められている。フィルタ選定根拠として「フィルタは水質汚濁防止法におけるSSの捕集を想定して選定している。」とするのであれば、微細フィルタは3.0 μm ではなく1 μm 以下にすることが適切ではないか。

<No. 2 1 回答>

- SS（浮遊物質）の基準は、水中に浮遊または懸濁している直径2mm以下の粒子状物質の量として、200mg/L未満（水質汚濁防止法）、100mg/L未満（福島県条例）となっている。
- 一方、貯留タンク群から測定・確認用設備の移送ラインに設けるフィルタは、汚染水処理系統における過去の粒径分布測定の結果から、ろ過精度20 μm 、3 μm のものを暫定として採用することにしており、これによりSSの基準を満足していれば問題ない。
- また、SSの測定方法としては、1 μm のフィルタで濾過し、濾紙に残留した物質の量を測定している。
- これまでのALPS処理水の分析においてSS基準は満足できていることから、ろ過精度20 μm 、3 μm のフィルタで問題ないと考えている。
- なお、放出するタンク水のSSが基準を満足できない場合はさらにフィルタ径の小さいものを採用する、また、SSの基準は満足するもののフィルタ詰まり頻度が多く運転に支障を来すようであればフィルタ径を大きくするなど、SSの基準を満足しながら合理的な運用を図っていく。

追加質問へのご回答

<No. 2 3> (要求事項 2)

- K4タンク内の水の移送は完了していますか。底部に残渣はありましたか。もし完了しているタンクがあるのであれば清掃前の底部の状況の写真を提供してください。

<No. 2 3回答>

- K4タンク群を測定・確認用設備に変更（改造）するにあたり、2022年2月に実施した循環・攪拌試験および実施計画変更認可における審査内容等を踏まえた結果、K4タンク群の全量の水抜きは必要なく、一部の水の移送が必要と判断した。（「循環・攪拌」運転時のタンク水位を考慮して約1,650m³の水をK4タンク群よりG4北タンク群に移送（2022年6月30日 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議））。
- そのため、タンク底部までの水の移送は行っていない。

G4北・G5タンクのインサースビスについて

2022年 6月 30日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. G4北及びG5タンクの建設について

【経緯】

- 『ALPS処理水等の長期保管』として設置しているタンク（134万 m^3 ）の内、K4タンク群（約3万 m^3 ）の用途を『厳格に放射能濃度を測定・評価するために必要な放出設備』へ変更する事にしている。
- K4タンク群を『厳格に放射能濃度を測定・評価するために必要な放出設備』に変更するため、改造を実施していく必要がある。
- 上記のK4タンク群の代替として、同等容量のタンク群（G4北・G5）を新規設置する。

【2021/5/27 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議にて説明】

【今回の報告事項】

- 新規設置中のタンク群（G4北・G5）のうち、G4北タンク群の使用前検査を完了（2022年6月3日）し、終了証受領（2022年6月21日）したことからインサービス可能となった。（G5タンク群：2022年9月に受検予定）
- 一方で、K4タンク群を『厳格に放射能濃度を測定・評価するために必要な放出設備』に変更する改造にあたり、「循環・攪拌試験（2022年2月実施）」および「ALPS処理水に係る実施計画に関する審査会合」における審査内容等を踏まえた検討の結果、K4タンク群の全量水抜きする必要は無い見通しが得られた。
- ついては、測定に際して実施する『循環・攪拌』実施時のタンク水位を考慮し、約1,650 m^3 の水をK4タンク群よりG4北タンク群に移送する。

2. G4北及びG5タンクインサービス時期について

- G4北タンク群については、2022年6月3日に使用前検査の受検を終えており、2022年6月21日に終了証を受領。今後、K4タンク群からG4北タンク群への水移送を実施する予定。
- K4タンク群の水移送後は、日々発生する処理水の受入れとして使用する予定。

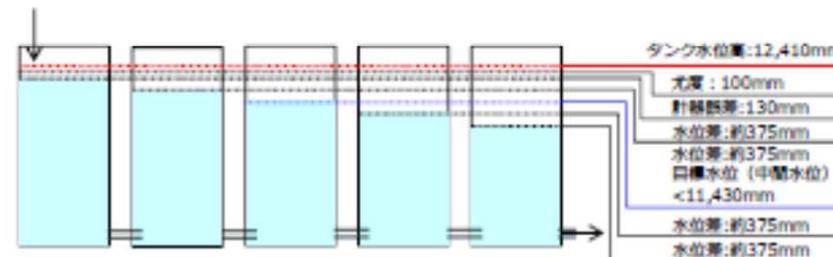
	2022年度				
	6月	7月	8月	9月	10月
G4北タンク群	▼ 6/3 使用前検査受検 ▼ 6/21 終了証受領	K4⇒G4北_水移送 約1,650m ³			
			日々処理水の受入れ		
G5タンク群				▼ 9中旬 使用前検査受検予定	▼ 10月上旬 終了証受領予定 日々処理水の受入れ

3. K4タンク群⇒G4北タンク群への移送量について

【目標水位】

- 2022年2月に実施した循環攪拌実証試験から、最も循環量が多い条件での運転時における隣接タンク間の水位差を算出。下記の通り目標水位を設定した。

タンク水位高	12,410mm
隣接タンク間水位差	約375mm
計器誤差	130mm
尤度	100mm
目標水位	<11,430mm



【移送量】

- 現状のタンク水位から目標水位まで水位低下させた場合、約1,650m³の移送が必要となる。

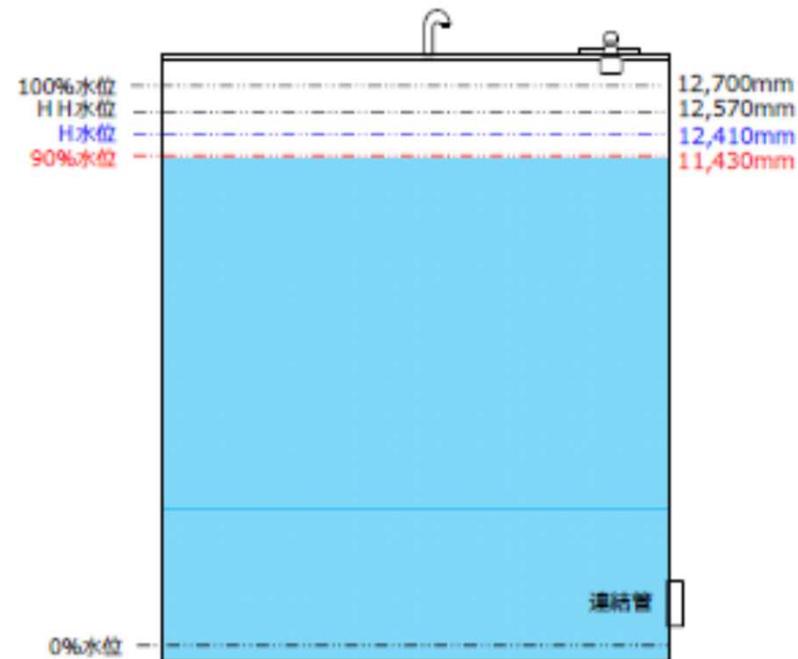
	2022年5月水位	目標水位	移送量	合計移送量
測定・確認用タンクA	約97.2%(12,345mm)	約90.0%(11,430mm)	約720m ³	約1,650m ³
測定・確認用タンクB	約92.1% ^{※1} (11,698mm)		約210m ³	
測定・確認用タンクC	約97.2%(12,345mm)		約720m ³	

※1：測定・確認用タンクBについては、循環攪拌実証試験実施のため、2021年12月に水抜き済。
 試験の際、『タンク水位高』警報付近まで水位が上昇したことから更に水抜きを実施。

【参考】タンク水位の考え方について

■ K4タンク群の水位設定について

- 100%水位：タンク側板高さからスロッシング波高を考慮した水位
- HH水位：100%水位に到達しない様に警報発生させる水位
- H水位：HH水位に到達しない様にポンプの受入れを停止させる水位
- 90%水位：測定に際して実施する『循環・攪拌』を考慮した水位



質問へのご回答

<No. 25> (要求事項 2)

- K4タンク内の全量水抜きの必要が無く、底部の残渣の確認も行わないとしているが、その妥当性の根拠及び測定・確認要タンク内の水質の均質化を図る上で問題ないことを、説明のこと。
- 粒子状の放射性物質を懸念する要求事項は、循環攪拌試験が溶存態を前提にした試験をしていることである。底部に何らかの残渣がある場合は、それに放射性物質が吸着されている可能性がある。その場合は、均質化の前提が崩れてしまう。底部の残渣の確認は必須だと考える。

<No. 25回答>

- 実施計画補足説明資料（次頁以降）では、タンク底部の残渣（粒子状の放射性物質）は以下の理由により考慮する必要はないと記載。
 - ALPS処理水はALPSで処理する過程で、クロスフローフィルタでろ過することにより、粒子状の放射性物質を含む20nmの粒子まで除去されることから、設計上、粒子状の放射性物質を含むことはない。
 - 過去に一部のALPS処理水等を貯留しているタンクで確認された底部のスラッジについて、分析を行ったところ、 γ 線放出核種は検出限界値未満であった。
- 仮に、溶解している放射性物質が粒子状物質に吸着されたとしても、実際のALPS処理水放出前のサンプリング、分析において、以下の理由から粒子状の放射性物質を考慮していることになる。
 - 測定・確認用設備におけるサンプリングは、循環ラインに設けたサンプリングポイントで実施。
 - 循環ラインにおける各タンクは、タンク底部に設けた連結配管で接続され、放出時にも連結配管を利用。
 - 固体状の物質が流出するような液体性状の場合、サンプリングポイントにおいて固体状の物質を含めて採取し、『水に溶解』、『水に不溶解』に関わらず放射性物質の測定が行われるため、固体状の放射性物質も検知。
 - 循環・攪拌試験において循環ラインからサンプリングした水の放射能濃度は、タンク上中下下層からサンプリングした水と同等であることを確認済み。
- また、K4タンクに貯留しているALPS処理水は、ALPS処理の過程において、ALPS出口の分析結果から告示濃度比総和1未満であることを確認している。

タンク底部の残渣等の影響 (1/2)

【実施計画 補足説明資料抜粋】

参考資料-2

ALPS 処理水の性状に関する補足説明

循環検体実証試験の結果の考察の前提として、タンクの内包水は粒子状、沈降性の放射性物質を含まない性状であり、他の核種はトリチウムと同じ挙動をすると想定しているため、本事項について補足説明する。

1. 粒子状、沈降性の物質に対する設計上の考慮

既設 ALPS 及び増設 ALPS では、前処理設備の後段にクロスフローフィルタを設置しているが、クロスフローフィルタは 20 μm の粒子まで除去可能な能力を持つ。このため、ALPS 処理後の ALPS 処理水に粒子状の放射性物質は含まない設計となっている。

(図 2.9.7-6～7 参照)

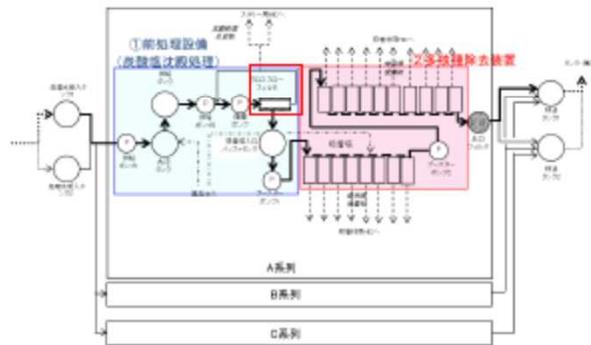
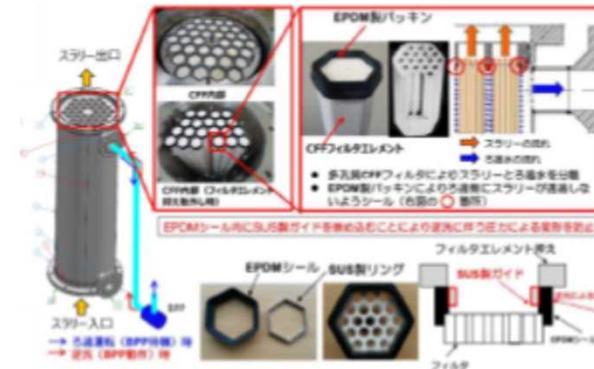
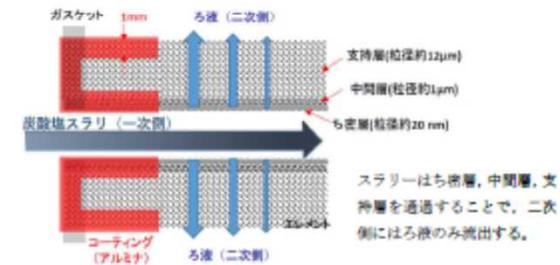


図 2.9.7-6 増設 ALPS の系統図とクロスフローフィルタの設置位置

2.9.7-17



(a) クロスフローフィルタの構造



(b) クロスフローフィルタの除去原理

図 2.9.7-7 クロスフローフィルタの構造と除去原理

2.9.7-18

タンク底部の残渣等への影響 (2/2)

2. ALPS 処理水等における過去の実績

2018年10月にストロンチウム処理水（以下「Sr 処理水」という。）を貯留していた溶接型タンク（G3-E1）にて硫化水素を検出したことに伴い、Sr 処理水を貯留している溶接型タンク及び多核種除去設備で処理した水（以下「ALPS 処理水等」という。）を貯留している溶接型タンクについて、タンクの内面点検を進めていたところ、2020年2月にALPS 処理水等を貯留している溶接型タンクのG3 東エリア A5 タンク（処理途上水ではあるが、RO 濃縮塩水及び Sr 処理水を貯蔵した経歴はない。）底部においてスラッジの堆積を確認した。この後の調査により、G3 東エリア受払いタンクである A1・B1・C1 タンク 3 基にも底部にスラッジが堆積していることを確認した。（いずれも処理途上水を貯蔵している。）

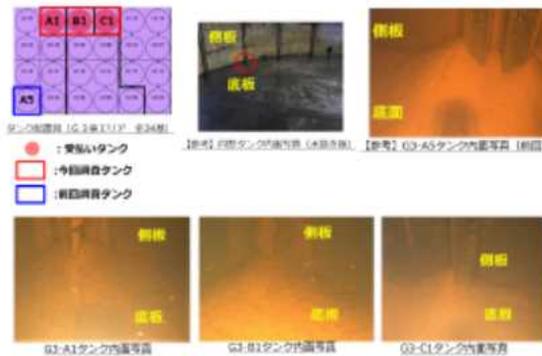


図 2.9.7-8 G3 東エリアタンクの内部調査結果

このため、確認されたスラッジの成分分析及び硫化水素測定を実施したところ、γ線放出核種は検出限界値未満、硫化水素は未検出であった。また、硫化水素が発生した Sr 処理水のスラッジとは組成が異なることを確認している。

なお、Sr 処理水を貯留している溶接型タンクで硫化水素が発生した原因は、以下の通りである。

- ① 既設の逆洗選装置にて注入し、マルチメディアフィルター（以下「MMF」という。）で除去している塩化第二鉄による凝集沈殿物が、MMF 詰まり時の逆洗により RO 濃縮水側に移送され、Sr 処理水の一時貯留タンクへ移送。

2.9.7-19

- ② Sr 処理水の一時貯留タンクは、運用上、Sr 処理水の受入/払出を繰り返し行うことから、徐々にタンク底部に塩化第二鉄による凝集沈殿物が堆積し、嫌気性環境が形成。
- ③ 硫酸塩還元細菌による有機物分解が促進し、硫酸塩が硫化物イオンへ還元され、硫化水素を生成。

一方、Sr 処理水を多核種除去設備で処理する場合には、クロスフローフィルタを通過させるため、塩化第二鉄による凝集沈殿物及び硫酸塩還元細菌は除去されるため、硫化水素の発生の可能性は十分低く、これまで、ALPS 処理水等を貯留しているタンクで硫化水素の発生は確認されていない。

表 2.9.7-11 G3-A5 タンクのスラッジの分析結果

項目	G3-A5タンクスラッジ (ALPS処理水)		18年11月G3-A1タンクスラッジ (Sr処理水)		18年03月G3-E1タンクスラッジ (Sr処理水)	
	単位	kg/m ³	単位	kg/m ³	単位	kg/m ³
γ線放出核種	<1.0E+01	<1.20E+01	<1.20E+01	<0.10E+01	<0.10E+01	<0.10E+01
Gs-237	<1.4E+02	<3.2E+01	1.20E+03	4.50E+02	2.0	2
Gs-90	<1.0E+01	<1.0E+01	2.0E+01	1.0E+01	40	40
水分率					3	3

注1 スラッジ成分は検出された核種は示しません。

3. まとめ

ALPS 処理水は ALPS で処理する過程で、クロスフローフィルタでろ過することにより、粒子状の放射性物質を含む 20mm の粒子まで除去されることから、設計上、粒子状の放射性物質を含むことはない。

また、過去に一部の ALPS 処理水等を貯留しているタンクで確認された底部のスラッジについて、分析を行ったところ、γ線放出核種は検出限界値未満であり、この結果からも粒子状の放射性物質を考慮する必要はないと考える。

なお、長期間保管した ALPS 処理水貯留タンクから、測定・確認用タンクへ移送する場合は、粒子状の物質が入り込まないように、念のためフィルタを経由させる措置を計画する。また、移送設備には、念のため、放射線モニタを設置する。

以上

2.9.7-20

福島第一原子力発電所 測定・確認用タンク（K4タンク群） 循環攪拌実証試験結果について

＜ 参 考 資 料 ＞
2022年7月11日
東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

- ALPS処理水の取扱いに関する安全確保ための設備のうち、測定・確認用設備（K4タンク群）では、ALPS処理水に含まれるトリチウム・62核種・炭素14を測定し、62核種及び炭素14が、希釈放出前の段階で環境への放出に関する規制基準値を確実に下回るまで浄化されていることを確認することとしています。
 - 具体的には、K4タンク群（30基・約3万m³）を3群（10基・約1万m³）に分け、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担いますが、測定に際しては循環・攪拌により均一化した上で分析する水を採取します。
 - その事前準備として、2021年11月、K4タンク群のタンク1基で攪拌実証試験を実施し、タンク1基ごとに設置する攪拌装置に十分な攪拌効果があることを確認しました。
 - これを踏まえ、本年2月、タンク10基を連結した循環実証試験を実施しました。具体的には、循環ポンプによりK4タンクB群全体の水を循環しながら、各タンクに設置した攪拌装置で攪拌したところ、第三リン酸ナトリウムとトリチウムの分析結果から、タンク水量が2巡した以降に循環ラインサンプリングポイントから採取した試料はタンク水の代表試料とできることを確認しました。
 - 上記試験結果を踏まえて、測定・確認用タンクは下記の運用とすることとしています。
 - 設備構成は循環攪拌実証試験と同様とし、循環攪拌の運転時間は、放出開始の当面はタンク水量の2倍以上確保する運用とする。（必要に応じトレーサを用いた検証を実施し、最適な運転時間を確認）
- ＜2022年2月24日までにお知らせ済み＞

- 今回、本年2月の循環実証試験のうち、主要7核種※の分析結果が取りまとめられ、前回と同様、タンク間で均一となっている状況が確認できました。具体的な確認事項は以下の通りです。なお、本試験では、精度良く分析可能と考えられるトリチウムとリン酸を試験の主要な指標としており、主要7核種の分析を実施し、念のためその挙動についても確認しました。
 - 各タンクの主要7核種濃度のばらつきが試験前後で減少もしくは同程度であり、タンク間水質が均一となっていること。
 - タンク水量が2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主要7核種濃度が、タンク全体の濃度の平均値とほぼ等しいこと。
 - 主要7核種のうち、Cs-134・Ru-106・Sb-125・Sr-90の濃度は検出限界値未満であったこと。

※主要7核種：Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125

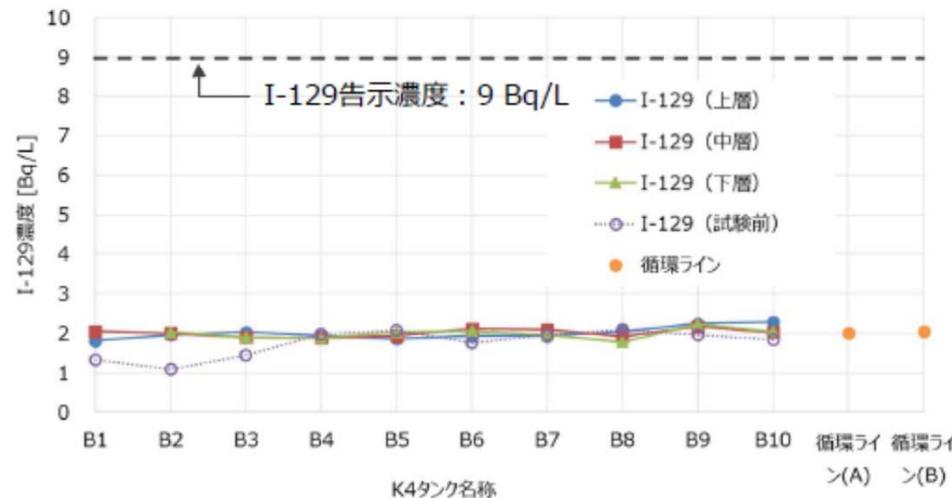
参考：循環攪拌試験時の主要核種の分析結果（2/4）



分析結果（1）試験終了後タンク水サンプリング結果（I-129）



- 主要7核種のうち、告示濃度比総和への寄与が最も大きいI-129のサンプリング結果を示します。
 - 試験終了後(循環攪拌運転144時間経過後)のタンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1.5m)から採取した試料に含まれるI-129濃度の平均値は、2.00 Bq/L、標準偏差は0.12 Bq/Lとなりました。
 - 試験開始前サンプリング結果のI-129の相対標準偏差が18.8%。一方で、試験終了後の相対標準偏差は5.8%と減少していることから、循環攪拌運転によりタンク内水質が均一化されていることを確認しました。



(単位はBq/L)

K4タンク名称	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	循環ライン(A)	循環ライン(B)	平均	標準偏差 ^{※1}	相対標準偏差 ^{※2}	
試験前 I-129濃度 ^{※3} [Bq/L]	1.32	1.09	1.45	1.98	2.07	1.75	1.97	2.10	1.96	1.83	-	-	1.75	0.33 (3.67% ^{※4})	18.8 %	
試験後 I-129濃度 [Bq/L]	タンク上層(10m)	1.82	1.96	2.03	1.94	1.87	1.94	1.94	2.04	2.25	2.29			2.00	0.12 (1.33% ^{※4})	5.8 %
	タンク中層(5m)	2.05	2.00	1.91	1.89	1.93	2.11	2.09	1.92	2.17	2.02	2.01	2.05			
	タンク下層(1.5m)	<2.12	2.03	1.90	1.88	2.03	2.06	1.95	1.78	2.23	2.04					

※1：標準偏差が小さいほど測定値のばらつきが小さい。平均値±標準偏差の間に68.3%の値が含まれる。

※2：標準偏差÷平均で算出されるもの。平均値が異なる集団を比較するために用いる。

※3：K4-B1タンクは2020/5/22、K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施。

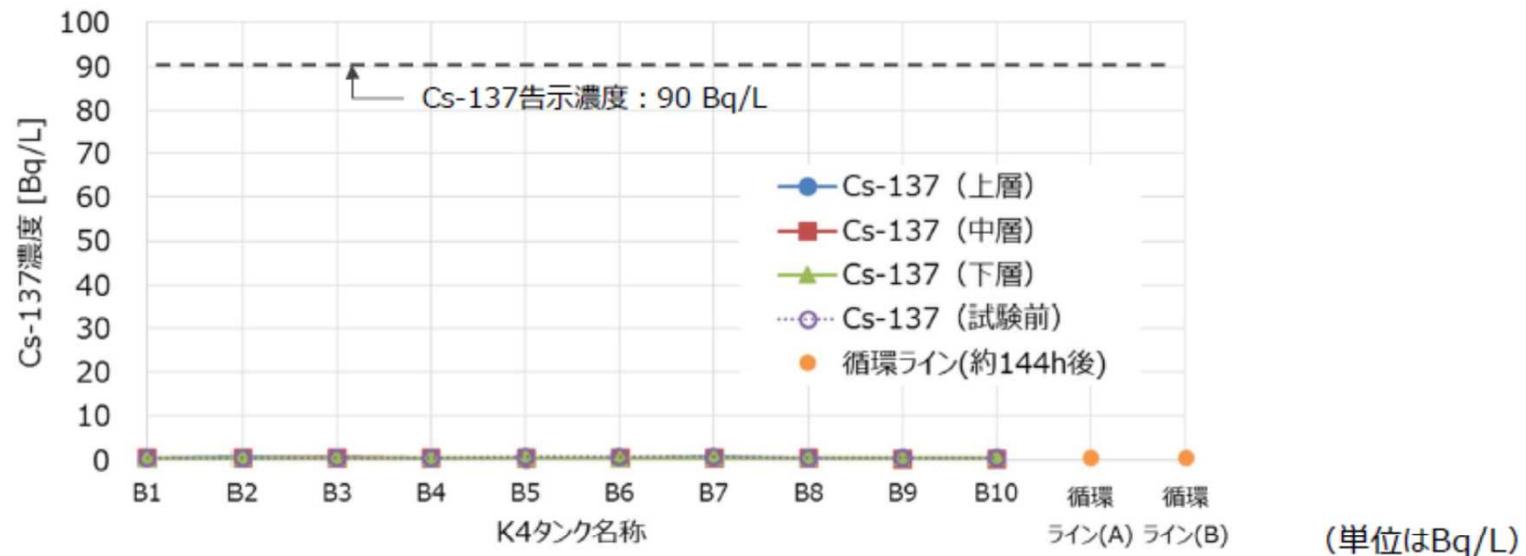
※4：告示濃度に対する割合

参考：循環攪拌試験時の主要核種の分析結果（3/4）

TEPCO

【参考】分析結果（2）試験終了後タンク水サンプリング結果（Cs-137）

- 循環攪拌実証試験(144時間)後のタンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1.5m)から採取した試料に含まれるCs-137濃度の平均値は0.50 Bq/L、標準偏差は0.05 Bq/Lとなりました。また、試験開始前のサンプリング結果と比較し、試験前後ともにタンク間にばらつきがなく、循環攪拌実証試験後もタンク間で均一となっていることを確認しました。



K4タンク名称	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	循環 ライン(A)	循環 ライン(B)	平均	標準偏差	相対標準偏差	
試験前 Cs-137濃度 ^{※1} [Bq/L]	0.47	0.45	0.57	0.44	0.63	0.69	0.59	0.49	0.54	0.43	-	-	0.53	0.08 (0.09% ^{※2})	15.8 %	
試験後 Cs-137 濃度 [Bq/L]	タンク上層(10m)	0.48	0.57	0.57	0.53	0.43	0.53	0.64	0.52	0.51	0.66	0.47	0.50	0.05 (0.06% ^{※2})	10.4 %	
	タンク中層(5m)	0.50	0.50	0.63	0.51	0.55	0.56	0.45	0.46	0.42						0.44
	タンク下層(1.5m)	0.42	0.46	0.51	0.50	0.51	0.42	0.50	0.53	0.46						0.50

※1：K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施

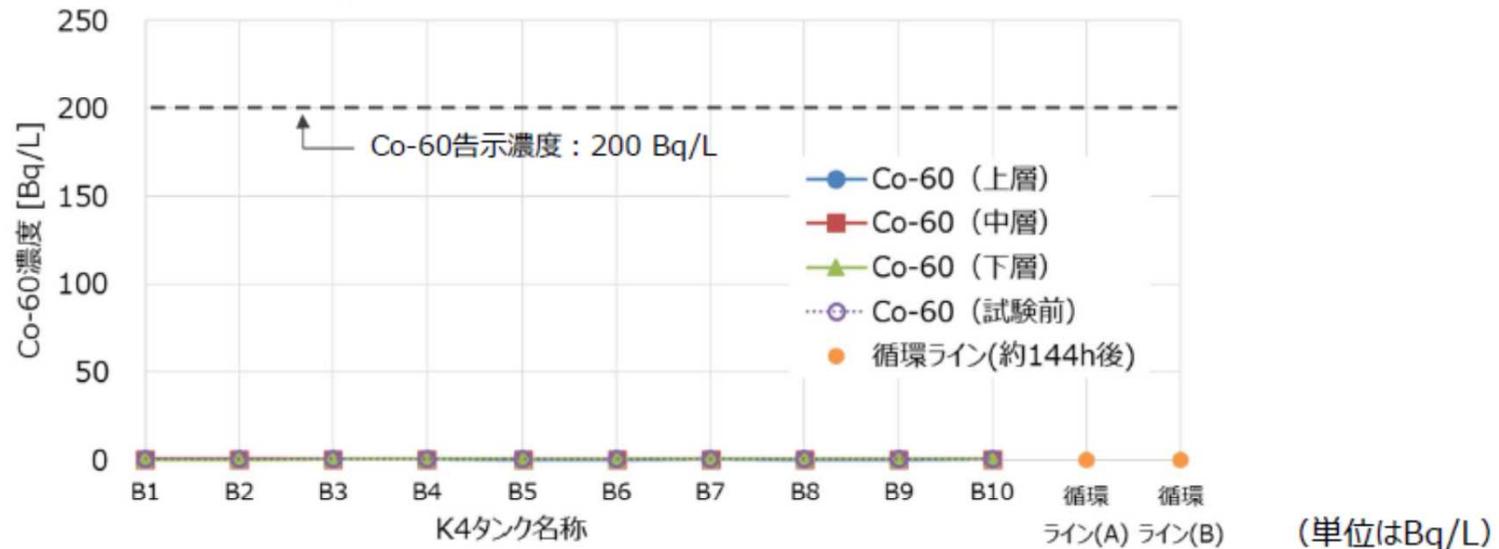
※2：告示濃度に対する割合

参考：循環攪拌試験時の主要核種の分析結果（4/4）

TEPCO

【参考】分析結果（3）試験終了後タンク水サンプリング結果（Co-60）

- 循環攪拌実証試験(144時間)後のタンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1.5m)から採取した試料に含まれるCo-60濃度の平均値は0.40 Bq/L、標準偏差σは0.08 Bq/Lとなりました。また、試験開始前のサンプリング結果と比較し、試験前後ともにタンク間にばらつきがなく、循環攪拌実証試験後もタンク間で均一となっていることを確認しました。なお、試験前後で標準偏差に上昇がみられるが、告示濃度に比べて小さな変動であり、有意な変動ではないと考えています。



K4タンク名称	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	循環 ライン(A)	循環 ライン(B)	平均	標準偏差	相対標準偏差
試験前 Co-60濃度 [Bq/L]	0.56	0.49	0.52	0.46	0.51	0.44	0.42	0.66	0.46	0.53	-	-	0.51	0.06 (0.03% ^{※2})	12.8 %
試験後 Co-60 濃度 [Bq/L]	0.32	0.53	0.43	0.36	0.27	0.29	0.31	0.25	0.31	0.52	0.42	0.43	0.40	0.08 (0.04% ^{※2})	20.4 %
タンク上層(10m)	0.32	0.53	0.43	0.36	0.27	0.29	0.31	0.25	0.31	0.52					
タンク中層(5m)	0.34	0.47	0.53	0.41	0.40	0.47	0.33	0.47	0.47	0.37					
タンク下層(1.5m)	0.30	0.29	0.34	0.50	0.43	0.52	0.41	0.50	0.43	0.45					

※1：K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施

※2：告示濃度に対する割合

質問へのご回答

<No. 26> (要求事項 2)

- 令和4年度第5回技術検討会において、K4タンク底部を確認し、粒子状物質が存在した場合は、それについて、セシウム以外にストロンチウム等の核種も分析することを検討するとしていたが、その結果について説明していただきたい。

<No. 26回答>

- No.25において回答している通り、セシウム、ストロンチウムに関わらず、実際のALPS処理水放出前のサンプリング、分析において、固体状の放射性物質は考慮している（分析結果に含まれている）。
 - 測定・確認用設備におけるサンプリングは、循環ラインに設けたサンプリングポイントで実施。
 - 循環ラインにおける各タンクは、タンク底部に設けた連結配管で接続され、放出時にも連結配管を利用。
 - 固体状の物質が流出するような液体性状の場合、サンプリングポイントにおいて固体状の物質を含めて採取し、『水に溶解』、『水に不溶解』に関わらず放射性物質の測定が行われるため、固体状の放射性物質も存在すれば検知可能。
 - 循環・攪拌試験において循環ラインからサンプリングした水の放射能濃度は、タンク上中下層からサンプリングした水と同等であることを確認済み。
- さらに、固体状の物質の影響のご指摘を踏まえ、タンク底部水を採取し、分析した結果を次ページ以降に示す。

懸濁物を含むタンク底部水の核種分析について

- 分析目的 : K4タンク底部に沈降している懸濁物の水質への影響を確認
- 採取日 : 2023年2月27日, 28日
- 対象タンク : K4-E1タンク
- 採水手順 : 下図参照

手順1

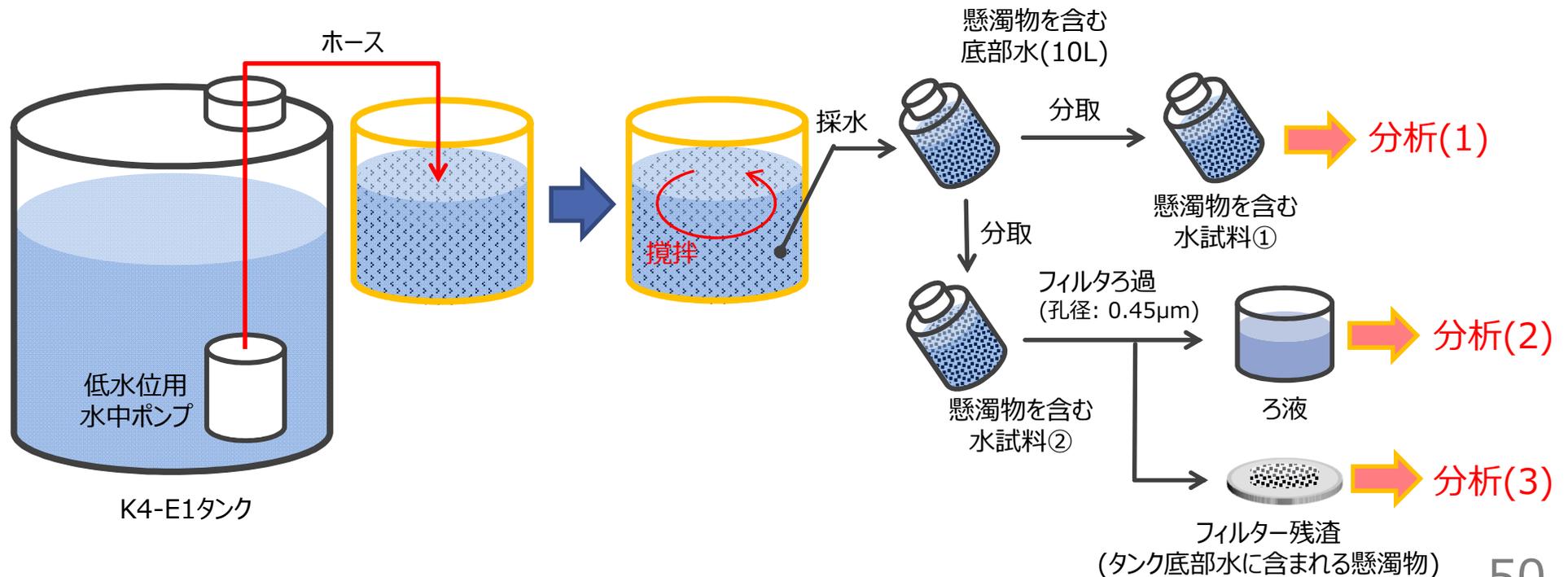
水中ポンプをタンク底部に設置し
タンク水をローリータンクへ移送

手順2

ローリータンク内包水を
を攪拌して採水

手順5

分析ラボに試料を搬入し,
分析(1)(2)(3)の分析を実施



タンク底部水の状況

- ◆ 懸濁物があることを目視で確認



懸濁物に含まれる放射性核種の分析結果

- 懸濁物に含まれる放射性核種については、 γ 核種はフィルタ残渣(分析③)の結果から評価
 β 及び α 核種は懸濁物を含む底部水(分析①)とフィルタろ過したろ液(分析②)の結果の差分から評価
- 上記評価結果から、懸濁物には放射性核種が含まれないことが分かった。
⇒ タンク底部に沈降している懸濁物によるタンク水質(放射能濃度)への影響は無いと判断

分析対象核種		分析実施項目 ^{※1,2} (Bq/L)			評価結果
		懸濁物を含む底部水 (分析①)	フィルタろ過したろ液 (分析②)	フィルタ残渣 (分析③)	
γ 核種	Cs-134	N.D. ($<2.416E-01$)	N.D. ($<1.993E-01$)	N.D. ($<3.158E-01$)	● フィルタ残渣の主要 γ 放射能は全て 検出限界値未満 ⇒ <u>懸濁物には主要γ核種は含まれない</u>
	Cs-137	2.996E-01	3.062E-01	N.D. ($<2.845E-01$)	
	Co-60	5.907E-01	5.558E-01	N.D. (2.244E-01)	
	Ru-106	N.D. (<2.013)	N.D. (<1.852)	N.D. (<1.884)	
	Sb-125	N.D. ($<6.134E-01$)	N.D. ($<5.876E-01$)	N.D. ($<8.140E-01$)	
β 核種	全 β	8.433	8.204	—	● 懸濁物を含む試料水とろ液試料の 全 β 放射能の値が同程度 ⇒ <u>懸濁物にはβ核種は含まれない</u>
	Sr-90	N.D. ($<6.744E-01$)	N.D. ($<6.360E-01$)	—	
	I-129	分析中	分析中	—	
	C-14	分析中	分析中	—	
	H-3 (参考)	—	1.985E+05	—	
α 核種	全 α	N.D. ($<8.253E-01$)	N.D. ($<7.245E-01$)	—	● 懸濁物を含む試料水とろ液試料の 全 α 放射能はともに検出限界値未満 ⇒ <u>懸濁物にはα核種は含まれない</u>

※ 1：フィルタ残渣の結果は、フィルタ通水量で規格化した値

※ 2：括弧書きで検出下限値を記載

質問へのご回答

<No. 27> (要求事項 2)

- タンク底部水の懸濁物の核種分析について、前回、「分析中」であった核種について、結果を示していただきたい。

<No. 27回答>

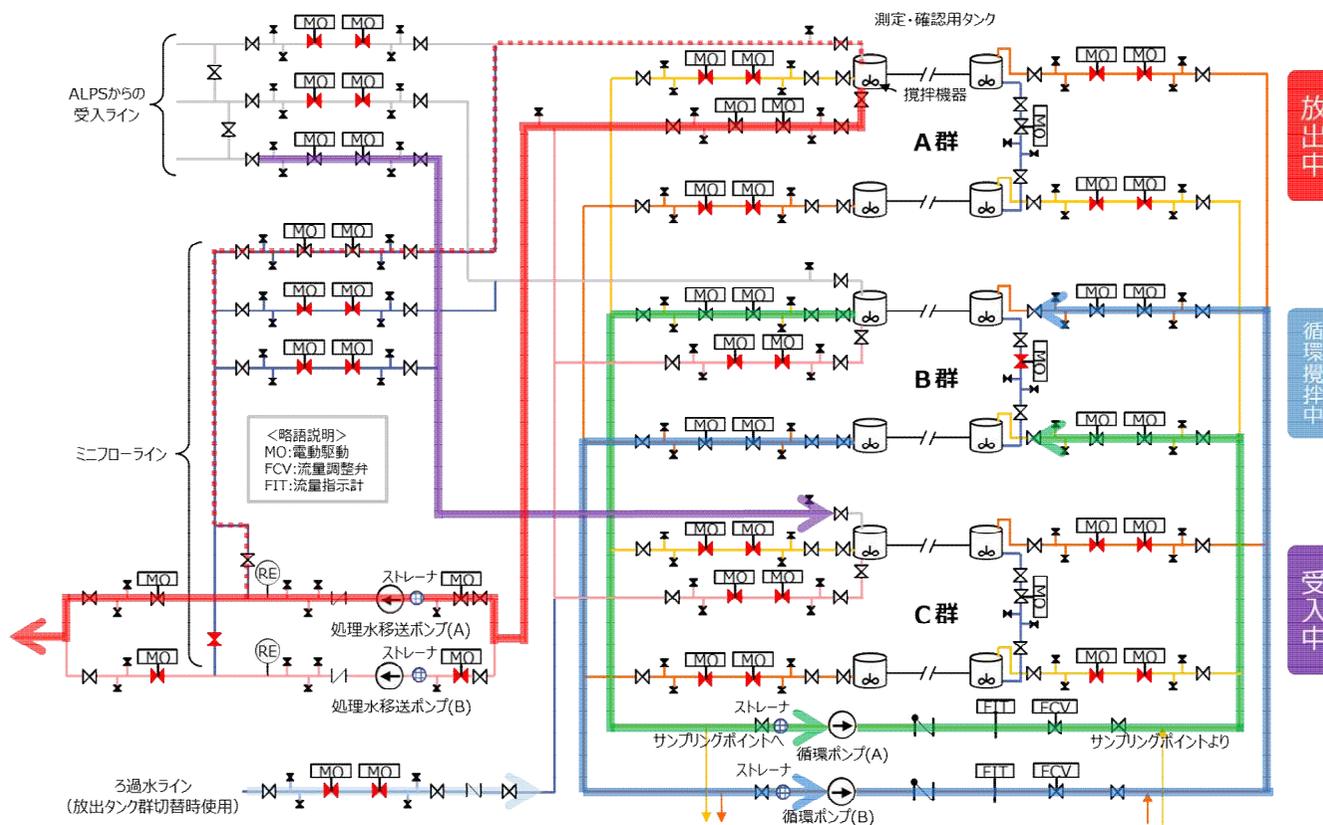
分析対象核種		分析実施項目※1,2 (Bq/L)			評価結果
		懸濁物を含む底部水 (分析①)	フィルタろ過したろ液 (分析②)	フィルタ残渣 (分析③)	
γ核種	Cs-134	N.D. (<2.416E-01)	N.D. (<1.993E-01)	N.D. (<3.158E-01)	● フィルタ残渣の主要γ放射能は全て 検出限界値未満 ⇒ 懸濁物には主要γ核種は含まれない
	Cs-137	2.996E-01	3.062E-01	N.D. (<2.845E-01)	
	Co-60	5.907E-01	5.558E-01	N.D. (2.244E-01)	
	Ru-106	N.D. (<2.013)	N.D. (<1.852)	N.D. (<1.884)	
	Sb-125	N.D. (<6.134E-01)	N.D. (<5.876E-01)	N.D. (<8.140E-01)	
β核種	全β	8.433	8.204	—	● K4-E群で採取したI-129を含む懸濁物は 流体とともに分散されることが確認さ れたため、攪拌機により均一化 ● 循環攪拌運転により浮遊する懸濁物は 循環ポンプ入口に設けたストレーナに より捕集 ● 供用開始以降、タンク底部の清掃を定 期的に実施するとともに、貯留タンク 群からの移送ラインにフィルタを設け て、懸濁物の持ち込みを防止
	Sr-90	N.D. (<6.744E-01)	N.D. (<6.360E-01)	—	
	I-129	4.344	2.031	—	
	C-14	15.19	15.95	—	
	H-3 (参考)	—	1.985E+05	—	
α核種	全α	N.D. (<8.253E-01)	N.D. (<7.245E-01)	—	● 懸濁物を含む試料水とろ液試料の 全α放射能はともに検出限界値未満 ⇒ 懸濁物にはα核種は含まれない

※1：フィルタ残渣の結果は、フィルタ通水量で規格化した値

※2：括弧書きで検出下限値を記載

<No. 27回答>

- K4-E群で採取した懸濁物は1日以上分散されていることが確認されたため、攪拌機により均一化されると考える。
- 循環ポンプ入口にはストレーナ（0.4mmメッシュ）を設けており、循環攪拌運転により浮遊する懸濁物を捕集していることを確認（今回採水したK4-E1タンク底部水のSS濃度は11mg/Lであったことに対し、B群の循環攪拌運転後のSS濃度は1mg/L未満）。ALPS処理水移送ポンプ入口にも同じストレーナを設けており、同様に異物の捕集が可能。
- 循環攪拌運転、ALPS処理水移送運転は、タンク内に設置した攪拌機を起動し、タンク間の連結間を通じて行われることから、循環攪拌運転によりサンプリングした水は、移送運転により放出する水を代表



- また、P32～35に示している通り、供用開始以降、タンク底部の清掃を定期的の実施するとともに、貯留タンク群からの移送ラインにフィルタを設けて、懸濁物の持ち込みを防止

要求事項③に対する検討状況

東京電力への要求事項③



希釈用海水の取水については、5/6号機取水路開渠の放射性物質が混入しないよう、運用開始までに除去等の対策を講じるとともに、取水した海水に含まれる放射性物質の濃度を定期的に監視すること。

【技術検討会等における主な意見】

- 港湾内の海水モニタリングの結果海水中のセシウム濃度は1 Bq/Lを超えていることを考えると、生物濃縮が心配される。港湾内の汚染された海水をわざわざ沖合に放出しているという風評に繋がりがねないので、取水に当たっては十分配慮すること。（令和3年度第5回技術検討会）
- 希釈に使う海水の濃度は、環境(外洋海水濃度)と同じレベルでないといけない。希釈海水の取水においては港湾内の放射性物質を流入、混入させないように最大限の処置や配慮をすること。（令和3年度第6回技術検討会）

要求事項③に対する検討状況 希釈用海水の港湾内工事（1）

- 取水のための港湾内工事として、比較的放射性物質濃度の高い1-4号機側の港湾から仕切るため、5,6号機取水路開渠に仕切堤（捨石傾斜堤+シート※）を構築する。
- また、港湾外から希釈用の海水を取水するため、北防波堤の透過防止工の一部の撤去する。
- さらに、5,6号機取水路開渠内の環境改善を目的に堆砂を撤去（浚渫）する。放出以降も必要に応じて港湾内の浚渫を実施予定。

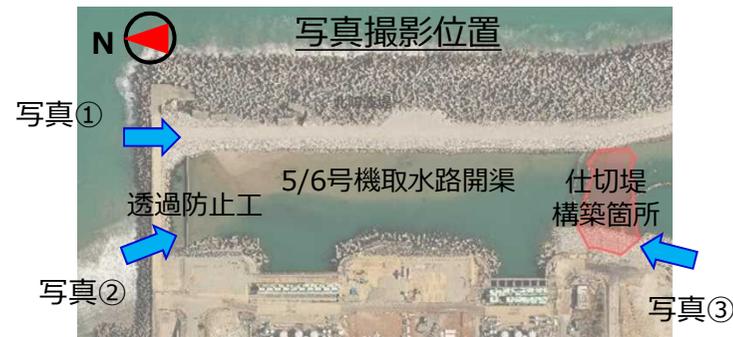
※ 軟質塩化性ビニル製マット 厚さ=5mm



提供：日本スペースイメージング（株）2021.4.8撮影Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.

要求事項③に対する検討状況 希釈用海水の港湾内工事（2）

- 8月4日より、仕切堤設置工事に向けて、重機走行路整備等の準備工事を実施。
- 今後、5・6号海側工事エリアでは、重機足場（捨石堤）の設置、取水路開渠内の堆砂撤去を並行して行うとともに、仕切堤設置後には透過防止工の撤去を予定している。



重機走行路整備・堆砂撤去準備の状況



※今後、港湾外から希釈用の海水を取水するため、北防波堤の透過防止工の一部を撤去する予定です。

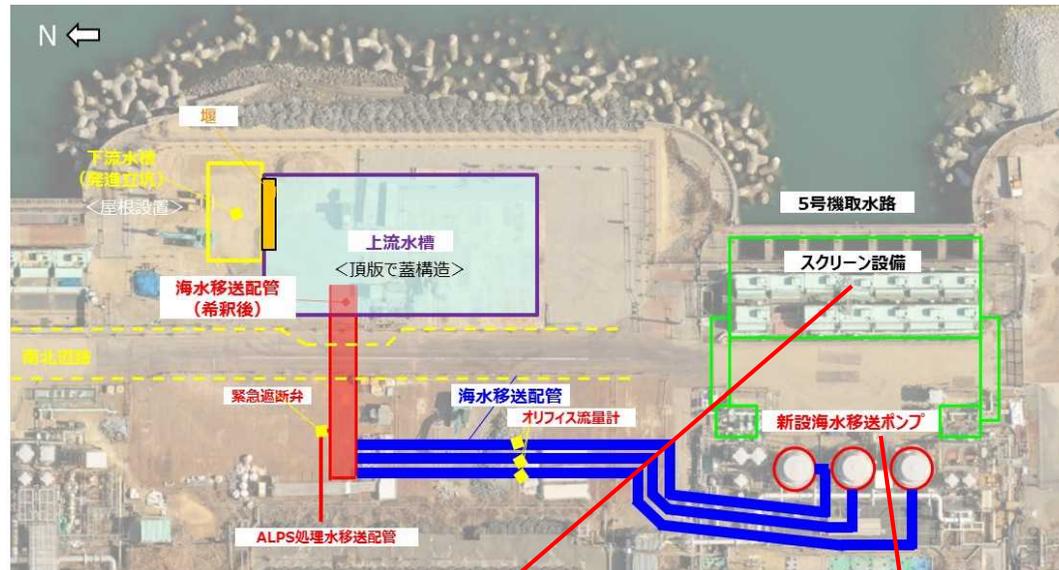


5・6号機海側工事エリアの状況

要求事項③に対する検討状況 希釈用海水のスクリーン室・ポンプ室

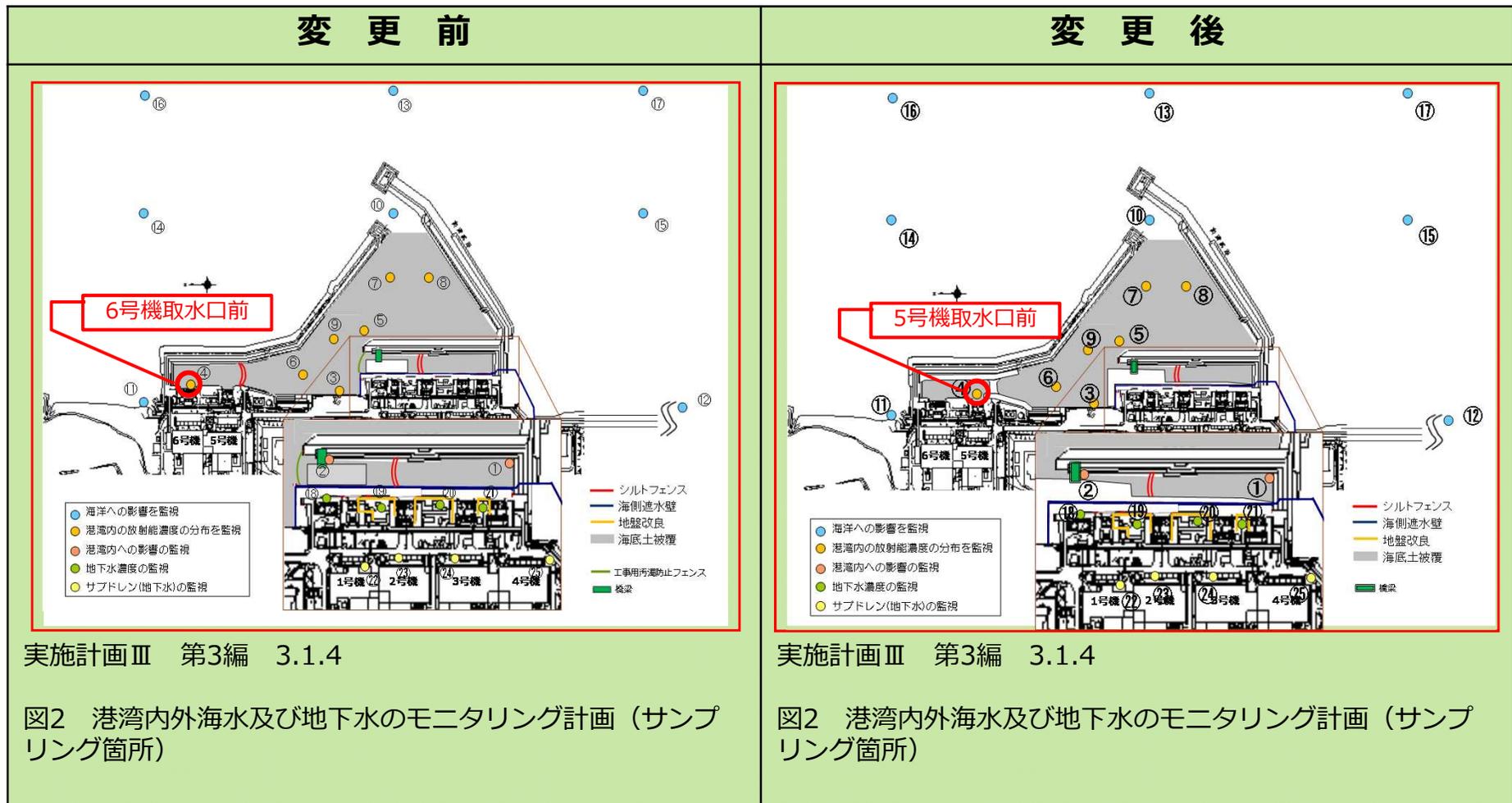


- 希釈用の海水を取水するための工事として、スクリーン室およびポンプ室の清掃を実施。



要求事項③に対する検討状況 港湾内の海水モニタリング

- 5,6号機取水路開渠内の環境改善後のうえ、港湾内の海水モニタリング位置を希釈用海水の取水口付近の採取地点に変更する（6号機取水口前から5号機取水口前）。
- 当該地点の放射能濃度を日々測定し、変動がないことを確認していく。

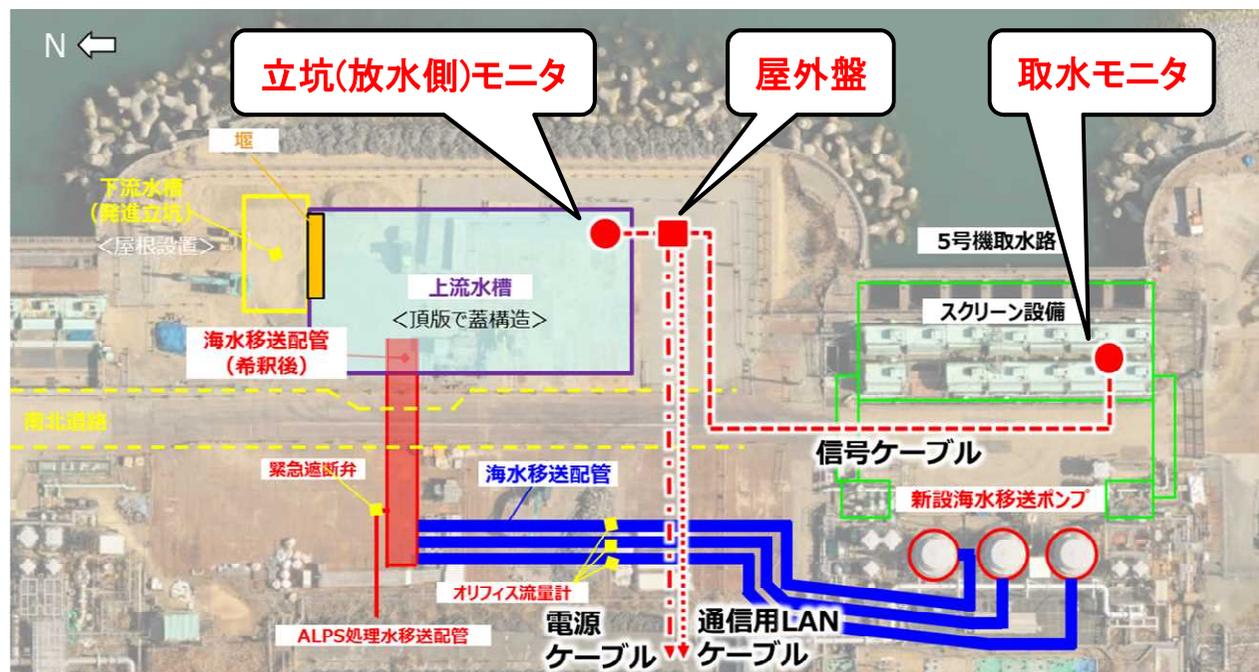


要求事項③に対する検討状況 取水・立坑モニタ

- 希釈用海水に異常が無いことを港湾内海水分析によって日々確認していくことにより、ALPS処理水の海洋放出にあたっての監視は問題なく実施できると考えている。
- しかしながら、東京電力としては、今後ALPS処理水の海洋放出が20～30年継続することから、福島県民の皆さまにご安心頂けるよう、希釈用海水に変動がないことを確認いただくことが重要と考え、希釈放出設備とは別に連続的に確認できるモニタの設置を検討する。
- 連続モニタは、早期設置を目指し準備するとともに、信頼性向上を目的に多重化にも取り組む。

【概要】

- ▶ 今後ALPS処理水の海洋放出が20～30年継続することから、社会の皆さまにご安心頂けるよう、取水と立坑上流水槽に連続で放射線レベルを確認できるモニタを設置することを検討。
- ▶ 実績のあるモニタの運用に倣い、特定の核種に着目せず、全ガンマ放射線の計数率を確認。
- ▶ 万一、モニタに有意な変動が確認された場合は、サンプリングによる核種分析を行い、取水と放出水の状況を確認。



- 取水・立坑モニタを設置するエリアは、放出設備を設置するための作業が輻輳するため、安全確保を第一にモニタ設置工事の並行作業を模索・検討。
- 制御盤設置場所、ケーブルルートは今後具体化していく。
- 取水・立坑モニタは設備信頼性の観点で準備ができ次第、多重化を予定。
- 取水・立坑モニタ値(計数率)は、当社WEBページに掲載する。

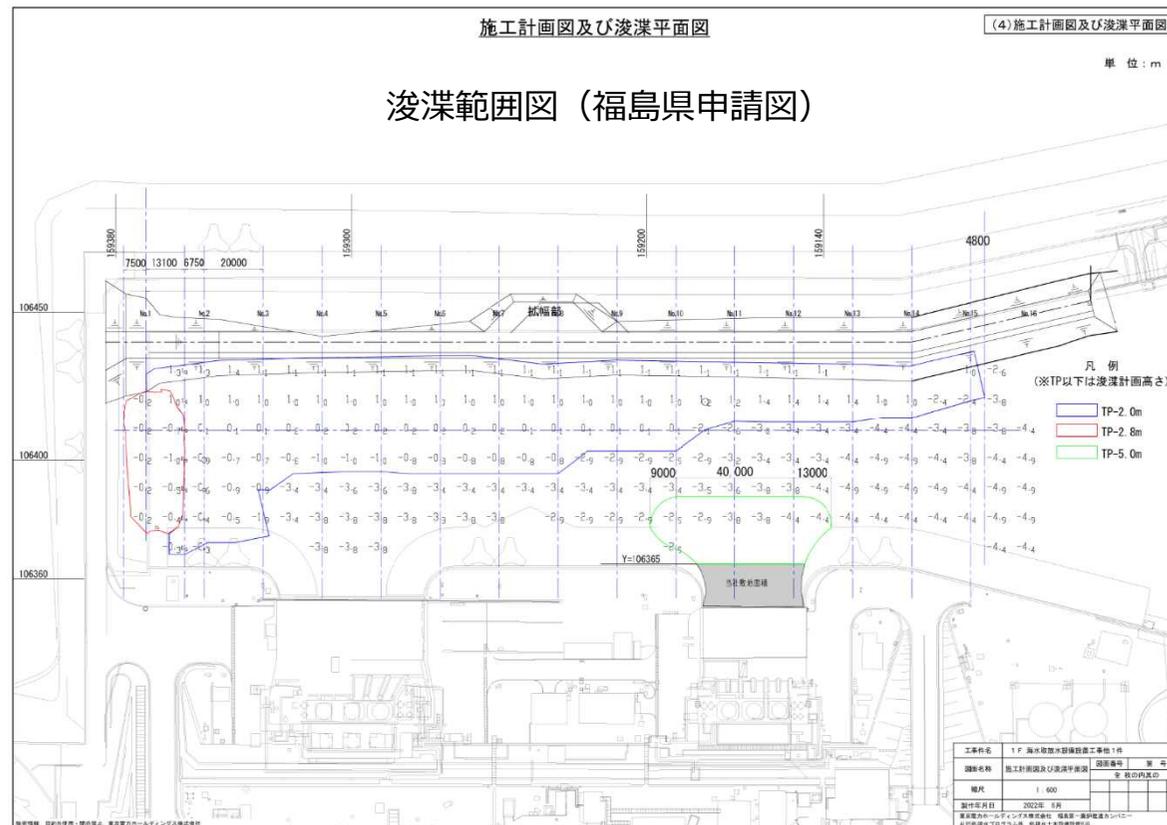
追加質問へのご回答

<No.28> (要求事項 3)

- 5、6号開渠を浚渫するおおよその深さを教えてください。

<No.28回答>

- T.P.-2.0mまで浚渫する計画であり、その内容は福島県様に申請し、許可を頂いている。
(取水口前はT.P.-5.0mまで浚渫)
- 場所にもよるが1~3m程度浚渫する。



追加質問へのご回答

<No. 3 1> (要求事項 3)

- 取水モニタは、どれぐらいの濃度 (Bq/L) の水を検知することが可能ですか。ALPS処理水のモニタのために多核種移送設備建屋内に設置する放射線検出器と仕様は異なりますか。また、取水モニタは多重化しますか。

<No. 3 1 回答>

- 当該モニタは社会の皆さまに希釈水の性状に異常がないことの確認をいただくことを目的にしている。
- 一方、多核種移送設備建屋内に設置する検出器は、環境線量率が変化しても計測できる仕様になっており、排水に異常がないことを確認することを目的としている。
- なお、取水モニタは γ 核種の計測カウントを指示する仕様としており、10Bq/L程度の感度を有する予定。
- モニタの多重化にあたっては、準備が整い次第、多重化していく。

追加質問へのご回答

<No. 3 2> (要求事項 3)

- 堆砂撤去（浚渫）は重機足場（捨石堤）部分を実施しないのですか。（黄色のハッチング範囲になっていないため念のため確認）

<No. 3 2 回答>

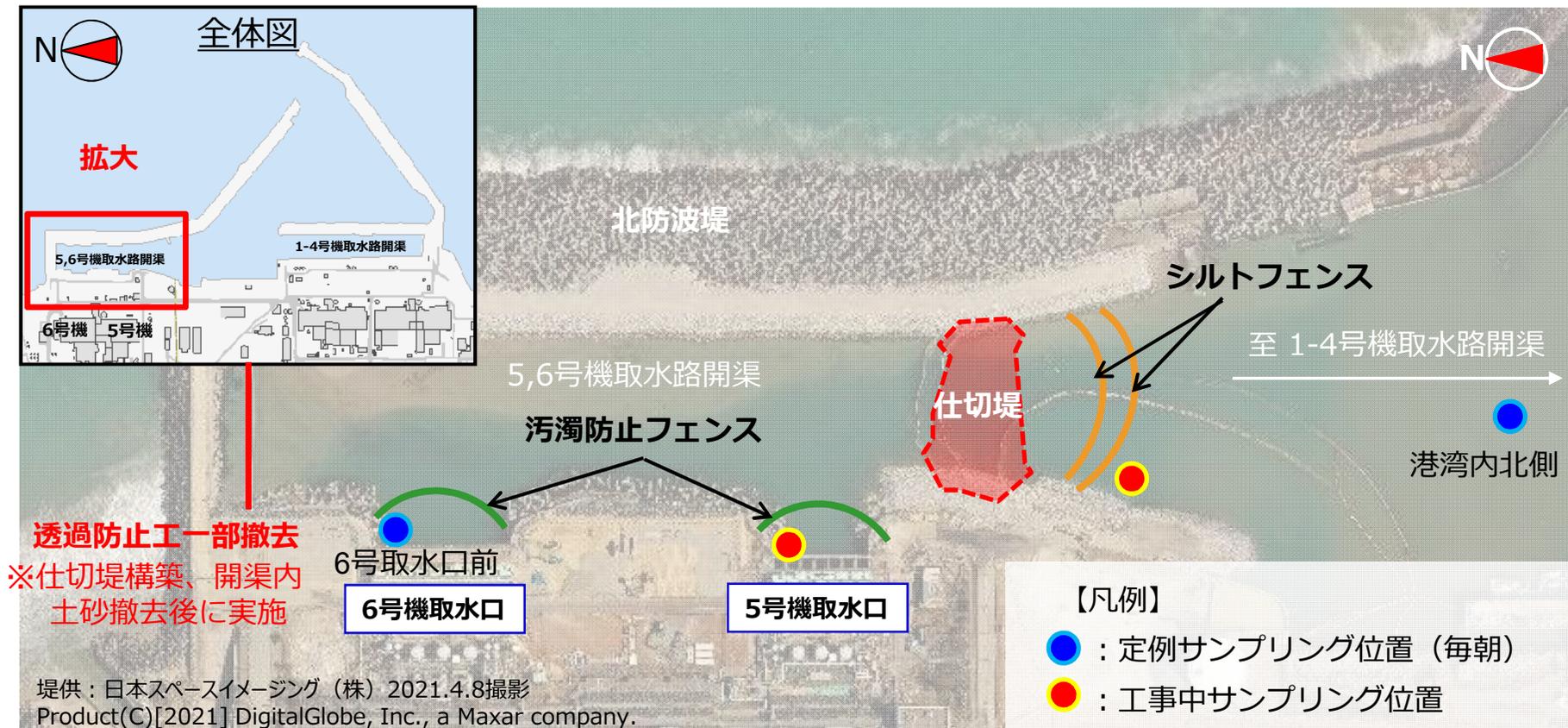
- 黄色のハッチング範囲が、福島県様から許可を頂いている堆砂撤去（浚渫）の範囲となります。重機足場（捨石堤）部分も堆砂撤去（浚渫）に一部干渉するが、6号機側の一部の範囲になる。



提供：日本スペースイメーシング（株）2021.4.8撮影Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.

【参考】5/6号取水路開渠内の工事中のモニタリングについて（1）

- 5,6号機取水路開渠内での工事中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、港湾内の放射性物質濃度上昇および濁りの拡散がないことを確認する。
- 港湾内における定例のサンプリング（毎朝、セシウム濃度）を継続する

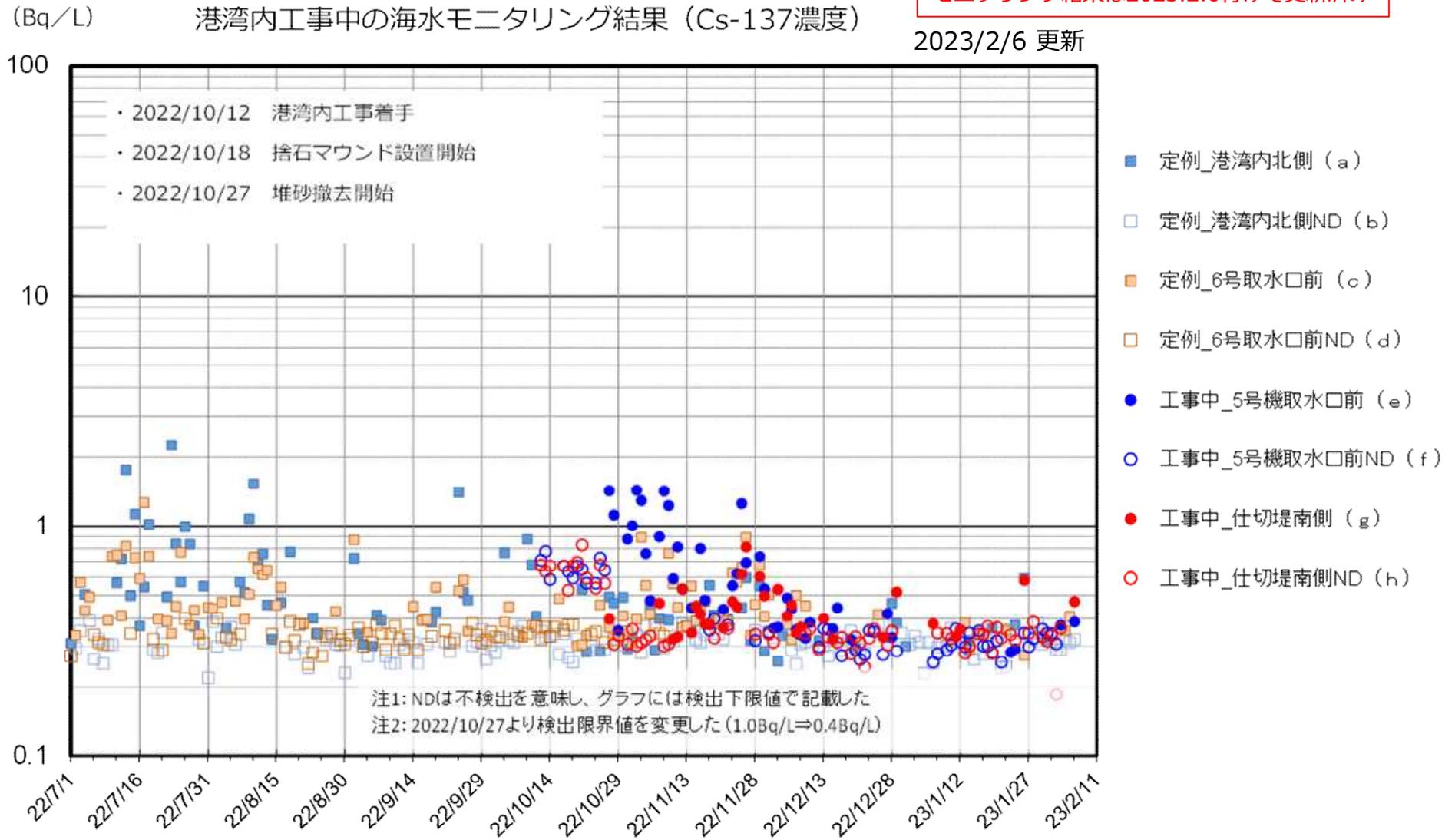


5,6号取水路開渠 全体概要図

【参考】 5/6号取水路開渠内の工事中のモニタリングについて (2)



モニタリング結果は2023.2.6付で更新済み



(参考) 5,6号機取水路開渠内作業期間中の海水モニタリング結果 **TEPCO**

➤ 実施概要

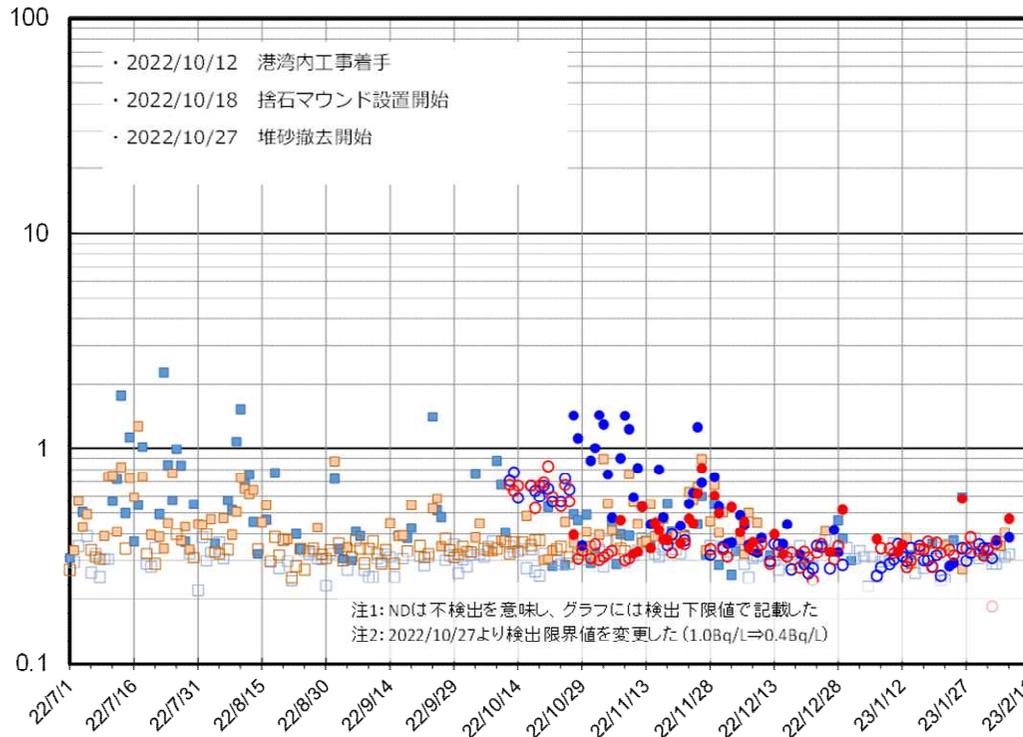
5,6号機取水路開渠内での工事中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、作業中に海水サンプリングを行い、作業による海水中セシウム濃度の上昇がないことを確認しました。

➤ 結果

2022年12月10日までのモニタリング結果、海水のセシウム濃度に有意な変動は確認されていません。引き続き、5,6号機取水路開渠内作業中の海水モニタリングを適切に行ってまいります。

モニタリング結果は2023.2.6付けで更新済み

(Bq/L) 港湾内工事中の海水モニタリング結果 (Cs-137濃度)



2023/2/6 更新



質問へのご回答

<No. 3 3> (要求事項 3)

- 取水モニタは希釈水（外洋⇒開渠内の海水）の性状に異常のないことを全γ核種のモニタリングを目的としてその検出感度を10Bq/L程度としているが、その妥当性について、外洋⇒開渠内の海水の測定データと照合して説明のこと。

<No. 3 3回答>

- 取水・立坑モニタは、今後処理水の海洋放出が20～30年継続することから、皆さまにご安心いただくため、取水と放水の放射線レベルが同等であることを連続的に確認するものです。
- 取水のための港湾内工事として、比較的放射性物質濃度の高い1～4号機側の港湾と、5,6号機取水路開渠の間に仕切堤を構築することから、海水の取水時に1～4号機開渠内の海水が流入する可能性は低いものと考えています。
- 万一、1～4号機開渠内の海水が取水に混入した場合についても、1～4号機取水路開渠内海水における過去のCs-137濃度は最大約100Bq/L程度が観測されていることから、10Bq/L程度の検出感度で十分異常を検知できるものと考えています。
- なお、6号機取水口前における海水中のCs-137濃度は平常値が約1Bq/Lであり、外洋海水の異常な濃度上昇を検知するモニタとしても機能するものと考えています。

質問へのご回答

<No. 3 4> (要求事項 3)

- 立坑モニタと取水モニタについて、設置場所、仕様、警報設定値、警報が発報した場合の対応を説明していただきたい。

<No. 3 4回答>

- 取水・立坑モニタは、5号機取水路近傍に設置し、そのモニタ仕様は、5,6号機や福島第二で実績のあるNaIシンチレーション検出器を計測対象の希釈海水または放出水に浸漬したものである。
- 計測対象は、全 γ 放射線とし、希釈海水、放出水の放射線レベルに変動が無いことを確認する。
- 既設放水口モニタの実績値をバックグラウンドとして、その5倍にあたる計測値を『警報設定値』として設定し、警報発報時にはモニタ近傍水を採取し、 γ 線放出核種の濃度を確認する。
- γ 線放出核種の濃度確認の結果、異状が認められた場合は、必要な措置を講じる。

【取水・立坑モニタの設置】

- 今後ALPS処理水の海洋放出が20～30年継続することから、社会の皆さまにご安心頂けるよう、取水路と立坑上流水槽に連続で放射線レベルを確認できるモニタを設置します。
- 実績のあるモニタ※の運用に倣い、特定の核種に着目せず、全ガンマ放射線の計数率を確認します。
- 万一、モニタに有意な変動（警報発報）が確認された場合は、サンプリングによる核種分析を行い、取水と放出水の状況を確認します。
- 取水・立坑モニタは早期設置を目指し準備するとともに、信頼性向上を目的に多重化にも取組む計画です。

※5,6号機, 福島第二で採用しているNaIシンチレーション検出器

【屋外盤の設置】

- 取水・立坑モニタの運用に必要な電源・通信設備を格納する屋外盤を設置します。測定データを構内通信設備へ伝送し、新事務本館、集中監視室の居室に設置した端末でデータを確認します。

【参考】取水・立坑モニタ，屋外盤配置図案

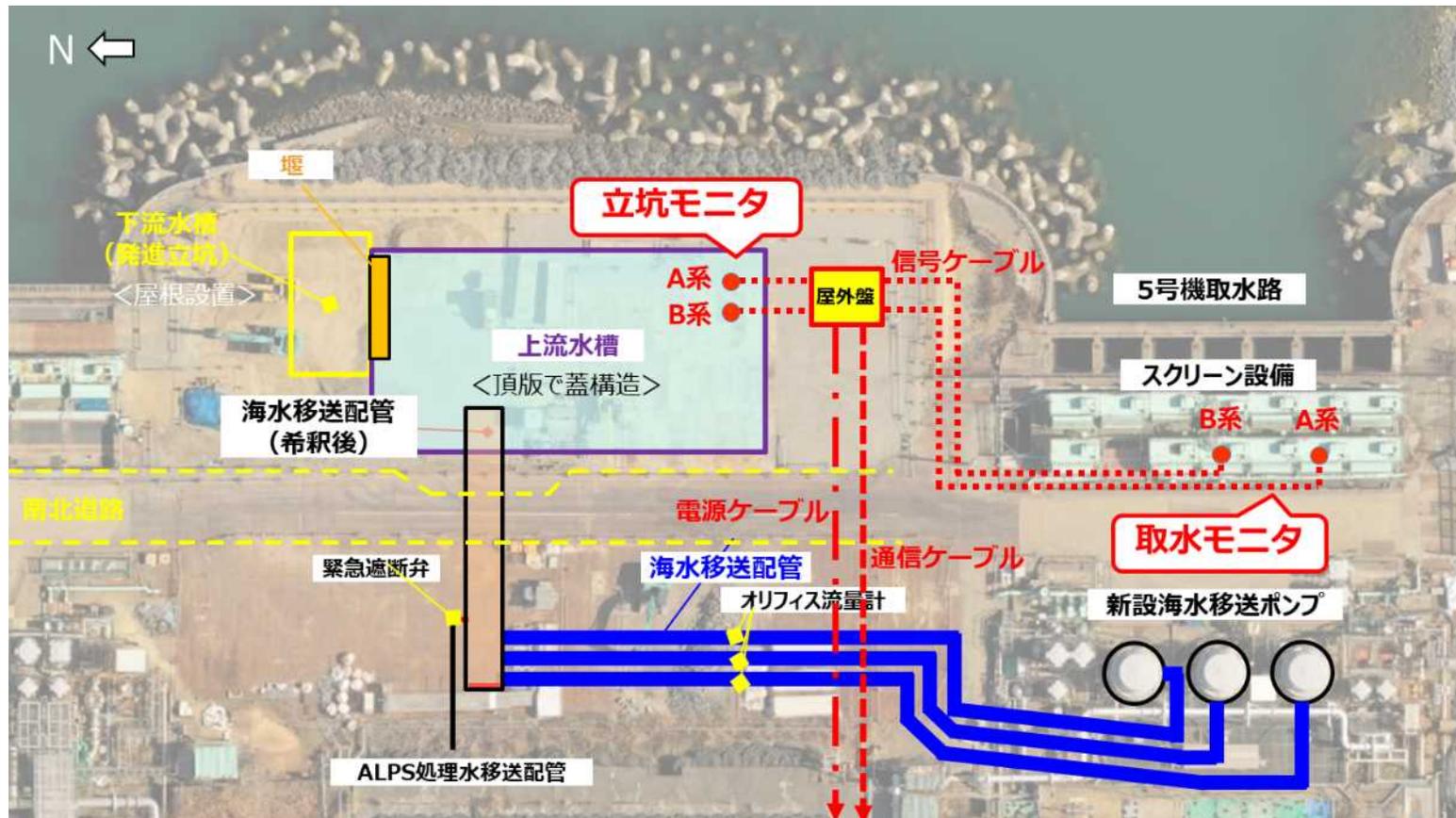
【取水側モニタ】

全ガンマ放射線を計測し，希釈水として取水した海水が【通常の変動範囲】であることを確認します。

【放出側モニタ】

全ガンマ放射線を計測し，放出側のみ上昇が生じるといった変動がないことを確認します。

(※) 取水側モニタと放出側モニタは，設置位置等の違いにより，必ずしも同じ測定値とはなりません



【参考】放射能アクションレベルの考え方について

- 取水・立坑モニタは、取水した海水および放出水の放射線レベルに変動がないことを確認するためのモニタです。港湾外海水の通常変動幅を鑑みれば、指示値に有意な変動が生じる可能性は低いものの、測定器としての健全性確認も兼ねて「放射能アクションレベル」警報を設定します。
- 1系統運用時において、故障等により測定値が監視不可となった場合は、取水（または放出水）を1日1回サンプリングし、 γ 線放出核種の分析によって放射線レベルに変動がないことを確認します。

＜警報に対する確認事項＞

	確認事項
機器異常	①速やかな採水および分析が可能であると対応箇所が判断した場合には、5号機取水口前海水（取水モニタ発報時）または上流立坑水（立坑モニタ発報時）を採水し、 γ 線核種分析によって取水または放出水中の γ 線放出核種濃度を確認する。 ②警報発報の翌日採取分の「5号機取水路」の γ 分析結果に異常がないことを確認する。
放射能アクションレベル	①速やかな採水および分析が可能であると対応箇所が判断した場合には、5号機取水口前海水（取水モニタ発報時）または上流立坑水（立坑モニタ発報時）を採水し、 γ 線核種分析によって取水または放出水中の γ 線放出核種濃度を確認する。 ②警報発報の翌日採取分の「5号機取水路」の γ 分析結果に異常がないことを確認する。

【参考】測定データのホームページ公開について



【ホームページ公開】

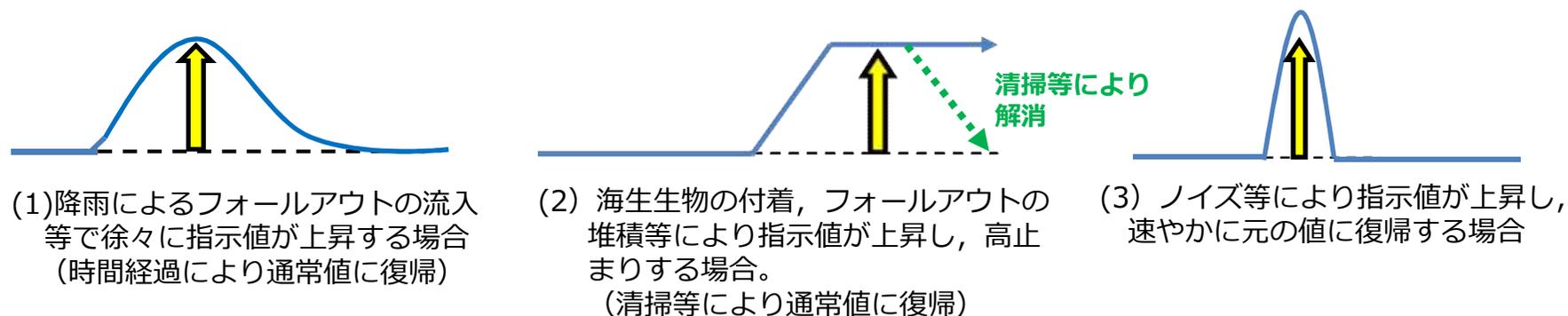
- 取水・立坑モニタの測定データは、弊社ホームページにてリアルタイムで公開します。
- ホームページに公開するデータは以下の3項目です。
 - 取水モニタ測定値(単位：cps)
 - 立坑モニタ測定値(単位：cps)
 - 感雨
- 降雨により、取水・立坑モニタの測定値の変動が見込まれるため、既設の気象観測設備による感雨データを参考として併記します。

- 【通常の変動範囲】とは、平常時の平均的なバックグラウンドの5倍※を指し、これを超える場合「放射能アクションレベル」として警報を設定します。本警報は、ALPS処理水の状態を詳細に確認するきっかけとするものであり、警報発報時は取水および立坑水の採取・分析を行います。（※既設の放水口モニタを参考に5倍と設定）
- なお、警報発報レベルに達しない場合についても、以下のような自然要因によって、指示値の変動が見込まれます。

＜指示値の変動要因例＞

- (1) 降雨等によるモニタ検出部周辺へのフォールアウトの流入
- (2) モニタ検出部への海生生物、漂着物等の付着、堆積、脱離
- (3) 電気的なノイズ、宇宙線等の影響

下図は変動の例示であり、要因と変動パターンが対応しない場合があります。



質問へのご回答

<No. 3 5> (要求事項 3)

- 重機足場（捨石堤）部分が5、6号機取水路開渠にせり出しているがこの部分の堆砂撤去をしないで希釈放出設備の希釈海水取水に影響しないのか、浚渫範囲の設定根拠、妥当性について説明のこと。

<No. 3 6> (要求事項 3)

- P21（今回資料ではP46）の図を見ると重機足場部分の海底土の除去が行われないうに見える。5、6号機の開渠は、放射性物質が堆積されていると推察されるため、全面にわたって、海底土を取り除く必要があると考える。要求事項が意図しているのは一部分の除去ではない。重機足場部分の海底土の除去について説明のこと。

<No. 3 5. 3 6回答>

- 次頁に回答いたします。

質問へのご回答

【浚渫範囲の考え方】

浚渫工事においては、以下の考え方で、浚渫する深さ・範囲を決定しています。

- ① 5/6号機取水路開渠の前提条件として、5号機取水口前面での取水流速は、0.06m/sec程度（ポンプ3台運転時、通常は2台運転）であり、今回の取水で5/6号取水路開渠内の堆砂が直接的に移動させることはないと考えております。
- ② また、現在、5/6号取水路開渠内に堆積している砂は、港湾外から流入したものであり、開渠内の堆砂が取水に与える影響は低いと考えております。

そのため、海底土被覆（※）を損傷させない（比較的放射性物質濃度の高い堆砂を拡散させない）範囲で浚渫を実施することが、5/6号機取水路開渠内の環境改善を図る上で重要と考えております。

※5/6号機取水路開渠内は、震災後、T.P. -4～-5m程度の海底面において、放射性物質拡散防止目的で海底土被覆を実施しております。

質問へのご回答

上記①～②を踏まえた上で、下記考え方で浚渫する深さ・範囲を決定しています。

- 浚渫で使用する作業船舶は、スパッド（船を安全に係留させるための杭）を海底に打ち込む必要があります。その打ち込み深さは2～3m必要であるため、T.P.-4～-5m程度の海底面にある海底土被覆を保護する観点でT.P.-2mを浚渫する深さとして設定しております（右図）。

※海底土被覆を維持管理（保護）していることは、福島県様に年1回報告することとなっております。

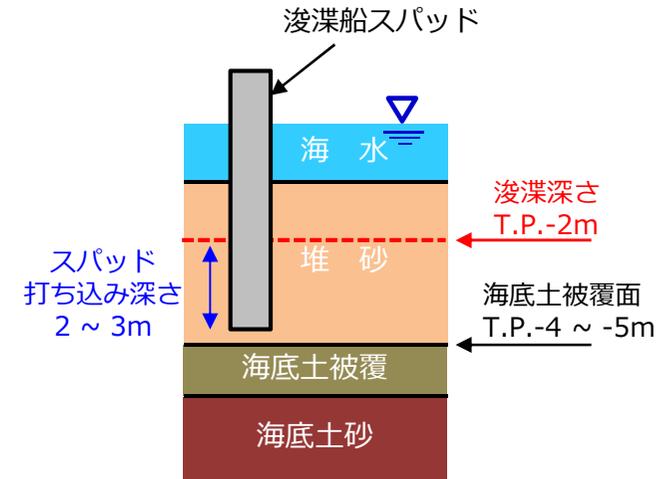


図 浚渫深さ設置根拠

【重機足場（捨石堤）部分の堆砂を撤去しない理由】

- 重機足場部分の海底面はT.P.-2mより深く、上記理由から浚渫する範囲には含めておりません。

質問へのご回答

<No. 37> (要求事項 3)

- 仕切堤が機能を失い1,4号港湾内の水が5,6号に流れて来た場合に取水モニタで検知が可能か。

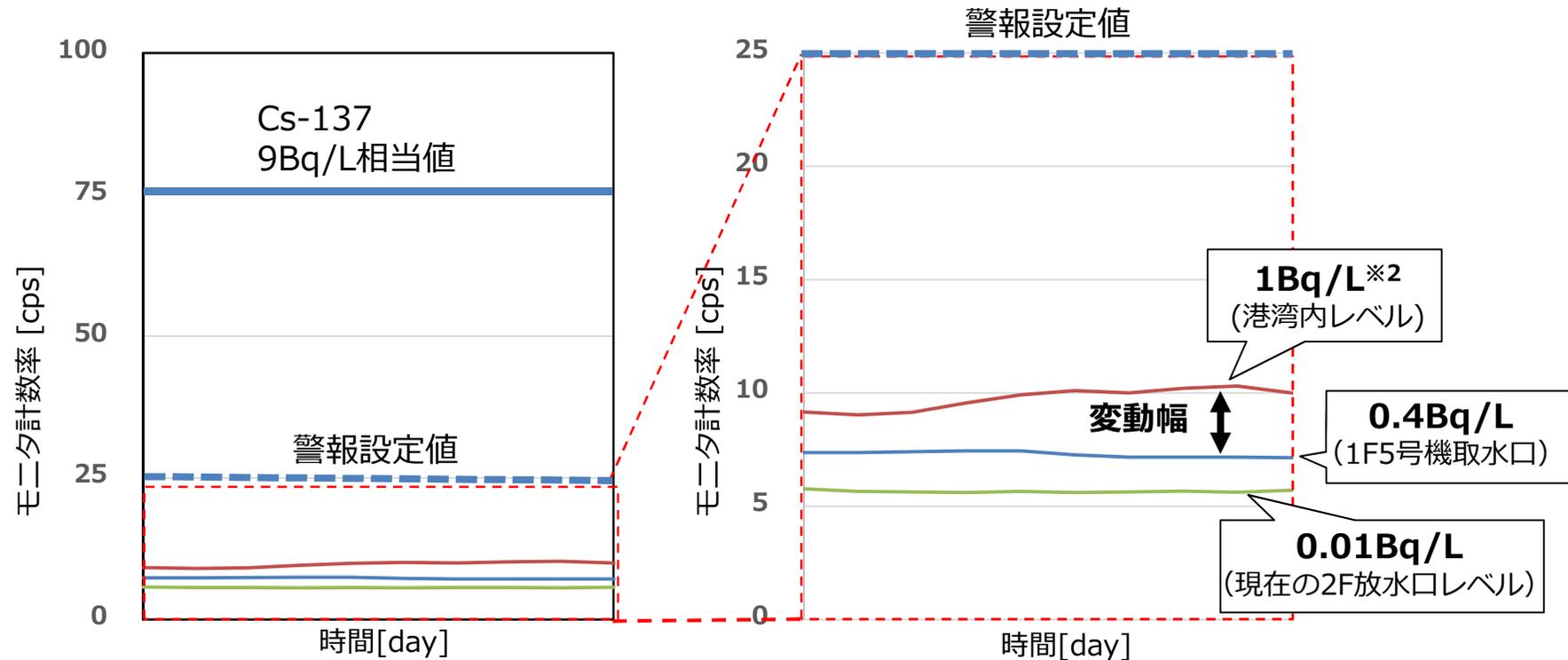
<No. 37回答>

- 次頁に回答いたします。

モニタ平常値と警報設定値の関係

- 福島第二原子力発電所での運転状況を踏まえると、取水・立坑モニタの警報設定値^{※1}とCs-137の検出限界値、および想定される平常値の関係は下図のようになると推察。
- モニタ設置の目的である、希釈用取水海水の変動状況を把握することは可能。
- 警報設定を超過した場合は、速やかにサンプリングを実施し異常有無の確認を行う。

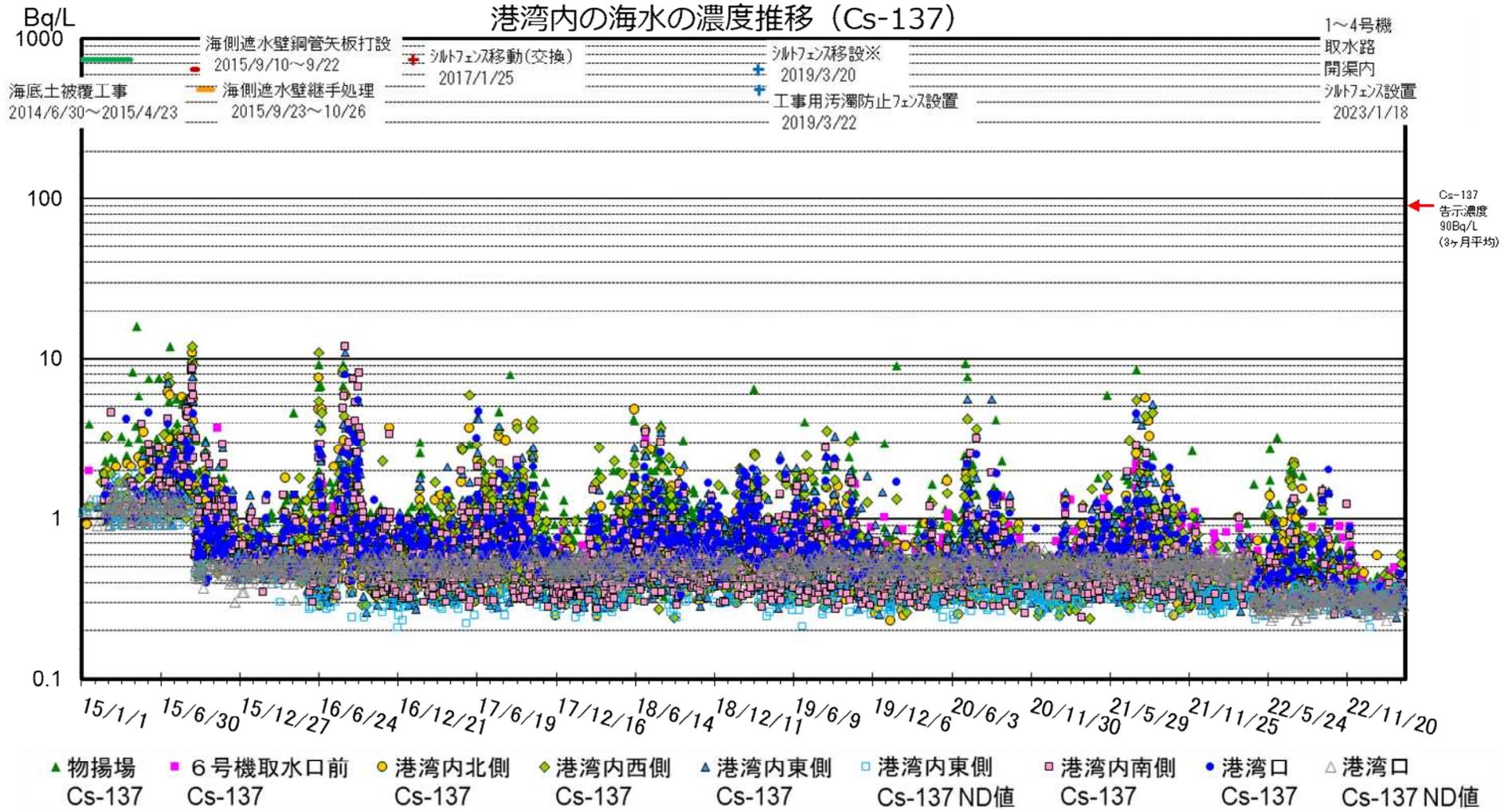
※1 平常時の平均的なバックグラウンドの5倍を「放射能アクションレベル（調査レベル）」として警報を設定。
（設置位置の実測値を踏まえ、見直します）



公開イメージ
（警報設定値等の注釈は公開予定なし）

※2 2012年10月の福島第二の測定値を参考とした

港湾内の海水の濃度推移



注: 2015/9/16以降、検出限界値を見直し(15→0.7Bq/L)。
 港湾口が検出限界値未満の場合は△で示す。(検出限界値は物揚場、6号機取水口前も同等)
 港湾内北側・西側・東側・南側について2016/6/1以降、検出限界値を見直し(0.7→0.4Bq/L)。検出限界値未満の場合は、□で示す。※:2019/3/20、シルトフェンスを開渠北端より開渠中央へ移設。
 2022/4/18以降、港湾口の検出限界値を見直し(1→0.4Bq/L)。

質問へのご回答

<No. 3 8 > (要求事項 3)

- 仕切堤の健全性確認（日常点検、年次点検）について、その内容を示していただきたい。

<No. 3 8 回答>

- 仕切堤の点検は、年1回、陸上または海上から行う。また、異常事象が発生した際は、適宜点検を実施する。

<No. 3 9 > (要求事項 3)

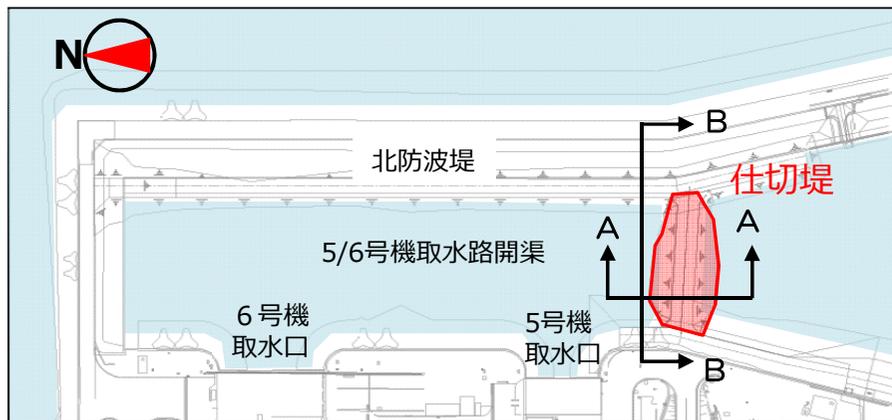
- 仕切堤に設置しているシートの健全性確認を今後どのように実施していくのか。

<No. 3 9 回答>

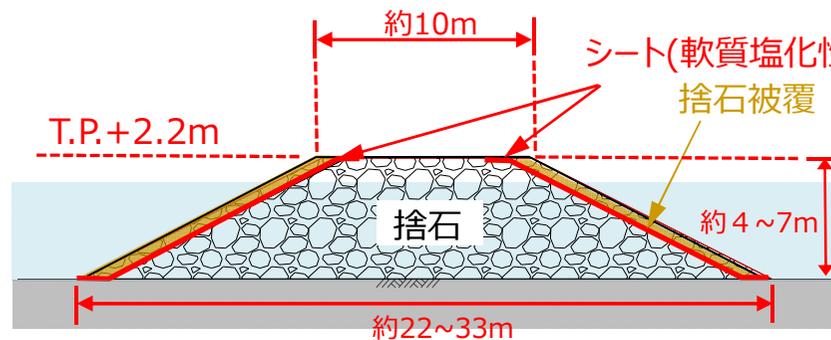
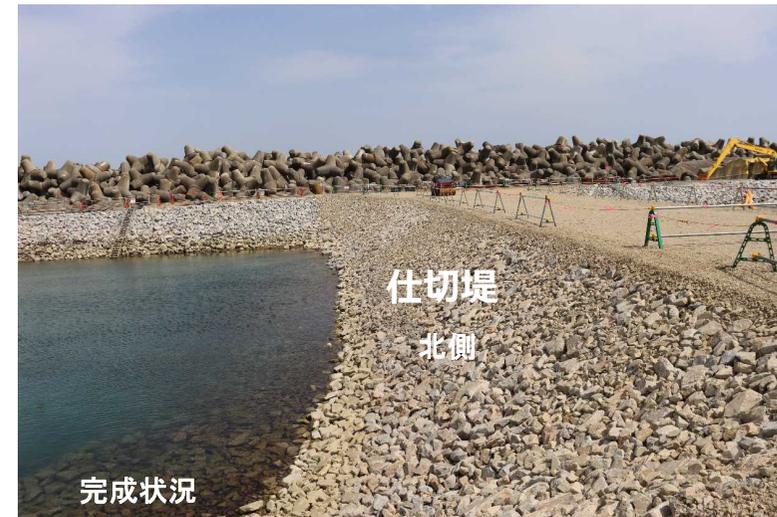
- No.36で記載の通り、1-4号港湾内の海水が流入することによって取水モニタが通常の変動幅を超えるようなことがあれば、シート上に設置した捨石の沈下やシートの露出や破損がないこと等を確認する。

【参考】仕切堤の構造

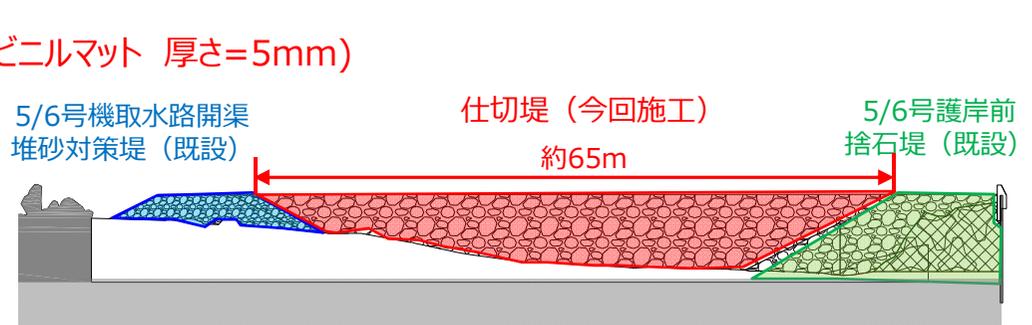
- 仕切堤の構造断面は下図の通りとなります。
- 仕切堤の天端高さはT.P.+2.2mであり、HHWL(既往最高潮位：T.P.+1.15m)の条件よりも高く、1～4号機側からの海水の流入は抑制できるものとなります。



仕切堤平面図



A-A断面図

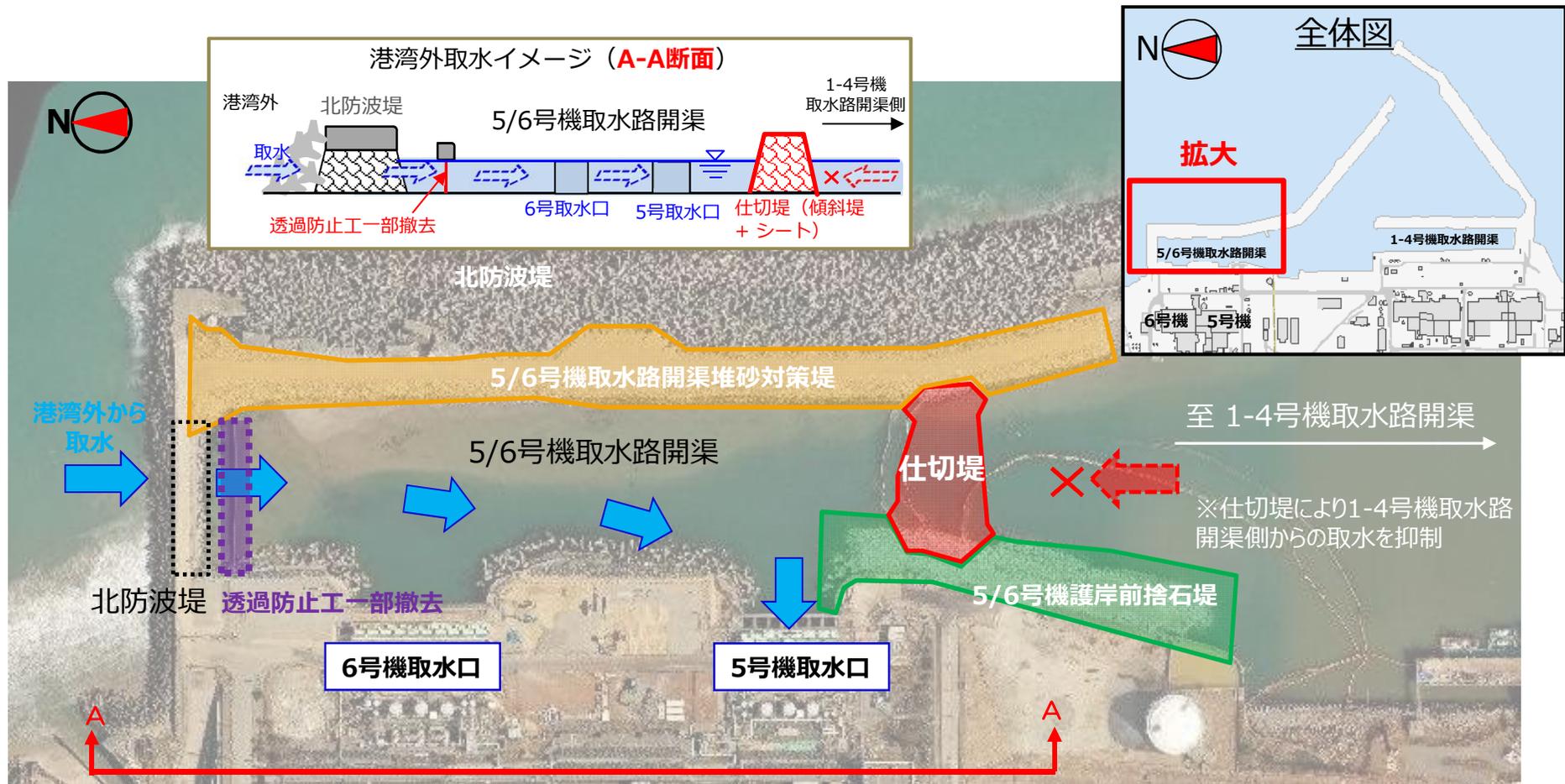


B-B断面図

【参考】取水方法 全体概要図

- 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する。
- 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。

※ 軟質塩化ビニル製マット 厚さ=5mm



取水方法 全体概要図

質問へのご回答

<No. 4 0> (要求事項 3)

- 開渠に放射性物質が残存していなことを確認するため、堆砂のサンプリングを検討していたが、検討結果及び測定が終了しているのであればその結果を示してください。

<No. 4 0回答>

- 次頁に回答します。

質問へのご回答

- ▶ 浚渫工事の実施前の2022年8月以降、5,6号機取水路開渠内における工事中のモニタリングは、海水（作業がある日は毎日）に加えて、海底土（砂、月1回）の放射性物質濃度分析を実施してきたが、今回、海底土（堆砂）モニタリング結果において、2023年1月以降、5号取水口前で12,290Bq～144,000Bq（Cs-137、それまでの2～3倍）の分析結果を確認した。なお、同期間における海水モニタリング結果に有意な変動は見られていない。
- ▶ 5号機取水口前の堆砂撤去工事は2022年11～12月に予定範囲を実施済みであり、希釈水取水による海底土（堆砂）の移動はないとして評価しているが、さらなる5,6号機取水路開渠内の取水環境改善のため、5号機取水口前の当社敷地内における堆砂撤去工事を追加し、丁寧に実施していく。

詳細は次頁以降に記載する。

5,6号機取水路開渠内の工事状況

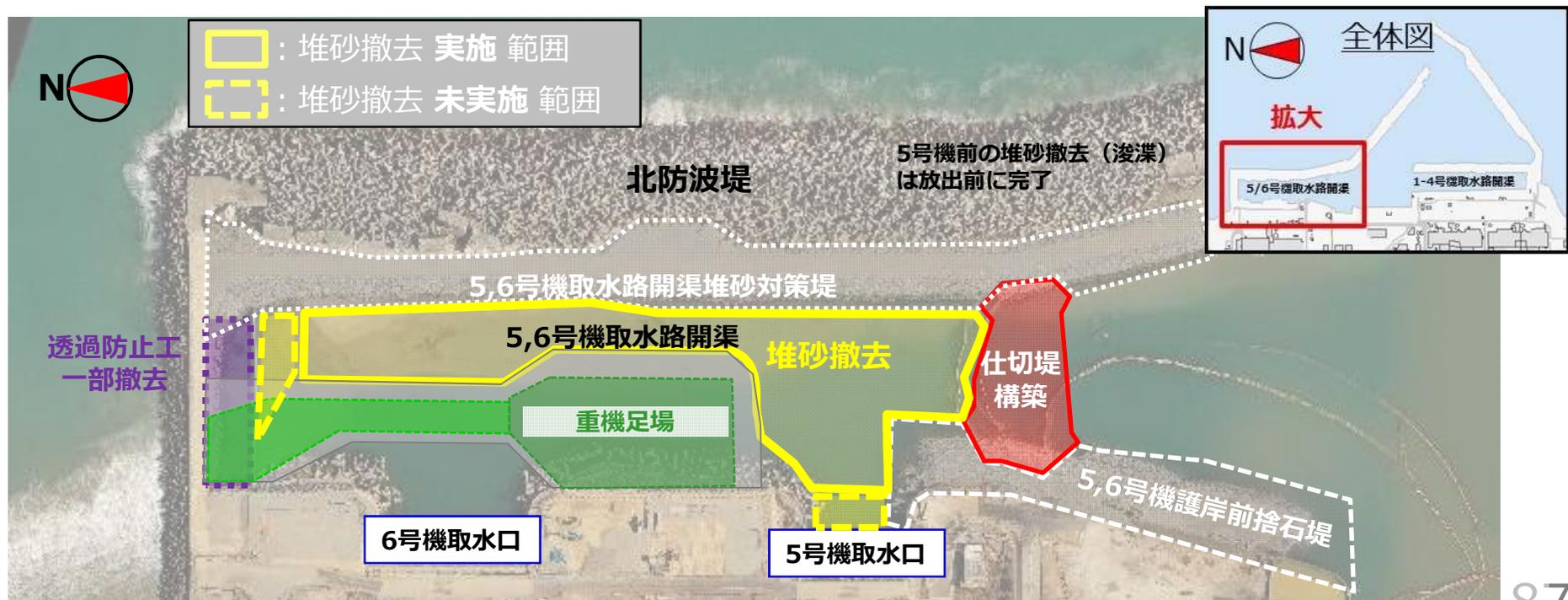
- 5,6号機海側工事エリアでは、重機足場の造成が12月29日に完了し、1月5日より主に上流水槽構築用の重機足場として活用しています。
- 取水路開渠内の堆砂の撤去（浚渫）および仕切堤の構築を並行して行うとともに、4月18日より透過防止工の一部改造を開始しています。



5・6号機海側工事エリアの状況

5,6号取水路開渠内の堆砂撤去進捗状況および今後の予定

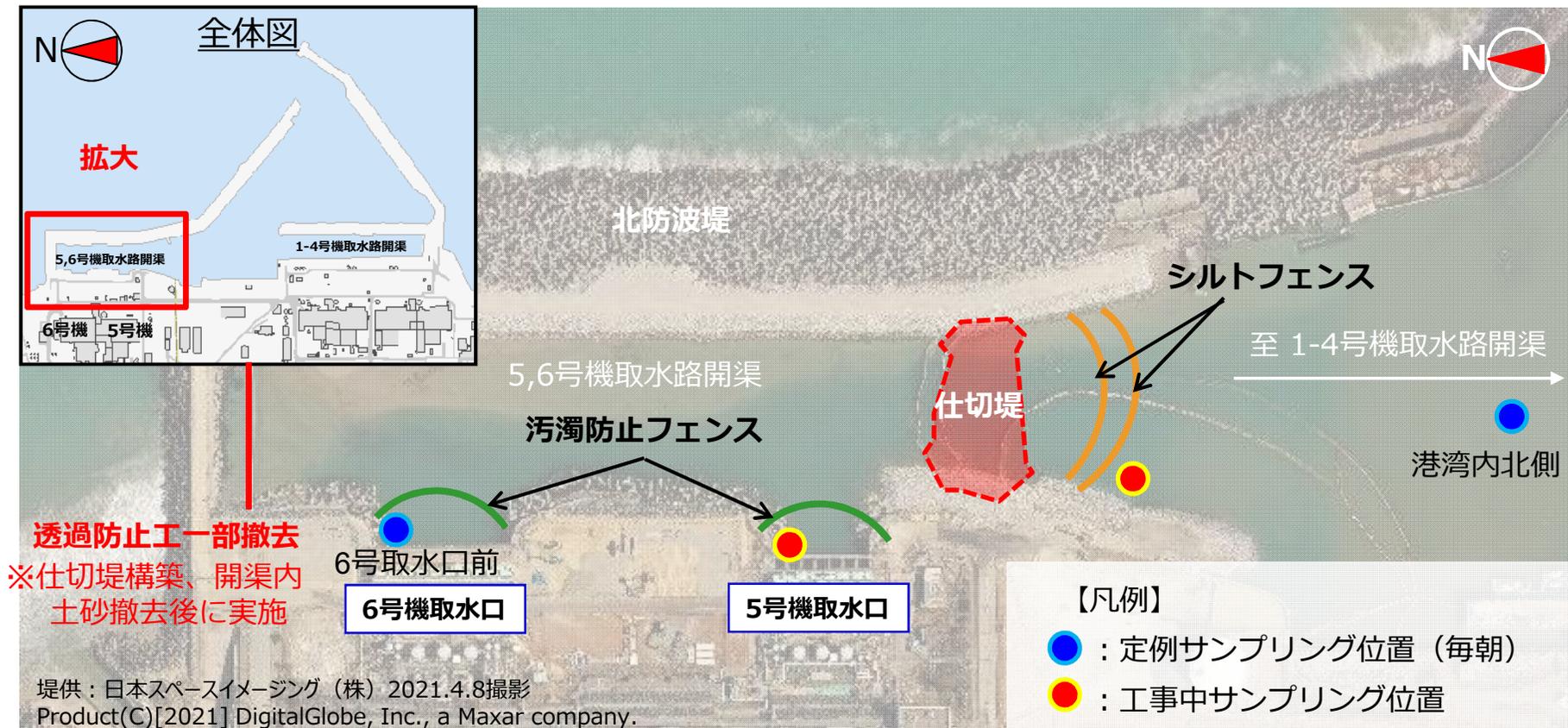
- 5,6号機取水路開渠内の堆砂撤去については、透過防止工一部撤去箇所付近および重機足場構築部分を除いて、堆砂撤去を実施している。
- 今後、透過防止工一部撤去箇所の堆砂撤去を進めるとともに、深淺測量を実施し、撤去状況を確認する。深淺測量の結果によっては、再度、堆砂撤去を実施する。
- 重機足場構築部分については、重機足場としての使用が完了し、重機足場撤去後に堆砂撤去を実施する。
- 仕切堤構築については、2023年4月13日に完成し、透過防止工一部撤去を4月18日に開始している。



提供：日本スペースイメージング（株）2021.4.8撮影Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.

5,6号取水路開渠内の工事中のモニタリングについて

- 5,6号機取水路開渠内での工事中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、港湾内の放射性物質濃度上昇および濁りの拡散がないことを確認する。
- 港湾内における定例のサンプリング（毎朝、セシウム濃度）を継続する。



5,6号取水路開渠 全体概要図

5,6号取水路開渠内の工事中の海水モニタリング結果

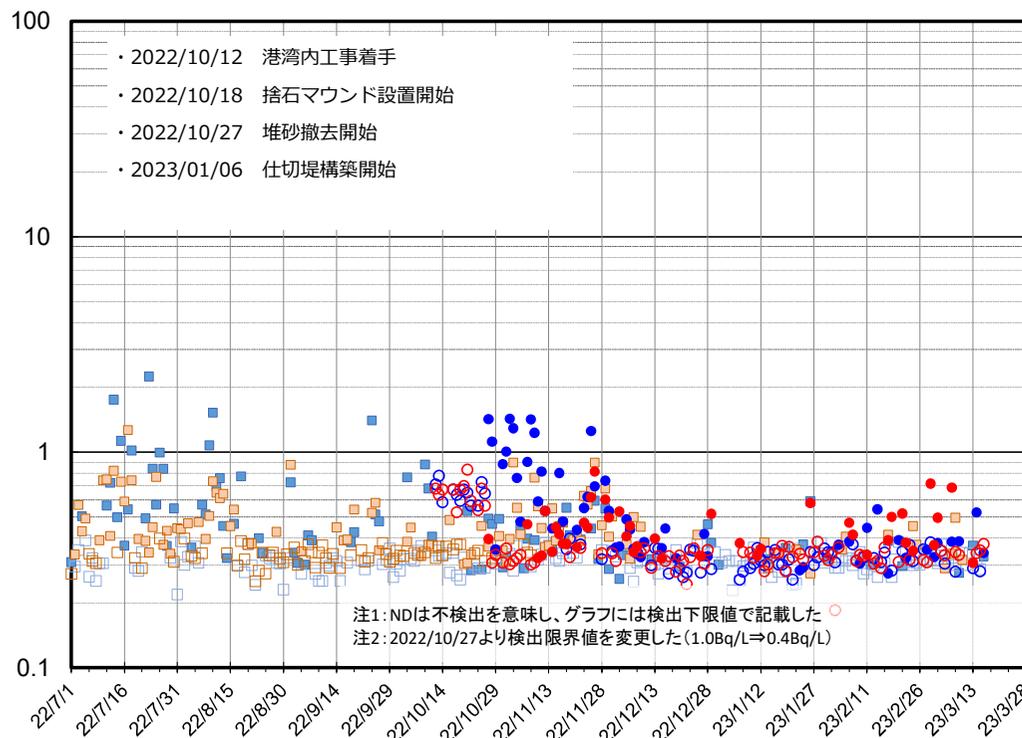
■ 実施概要

5,6号機取水路開渠内での工事中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、作業中に海水サンプリングを行い、作業による海水中セシウム濃度の上昇がないことを確認した。

■ 結果

2023年3月16日までのモニタリング結果、海水のセシウム濃度に有意な変動は確認されていない。引き続き、5,6号機取水路開渠内作業中の海水モニタリングを適切に行っていく。

(Bq/L) 港湾内工事中の海水モニタリング結果 (Cs-137濃度)



2023/3/16 更新

- 定例_港湾内北側 (a)
- 定例_港湾内北側ND (b)
- 定例_6号取水口前 (c)
- 定例_6号取水口前ND (d)
- 工事中_5号機取水口前 (e)
- 工事中_5号機取水口前ND (f)
- 工事中_仕切堤南側 (g)
- 工事中_仕切堤南側ND (h)

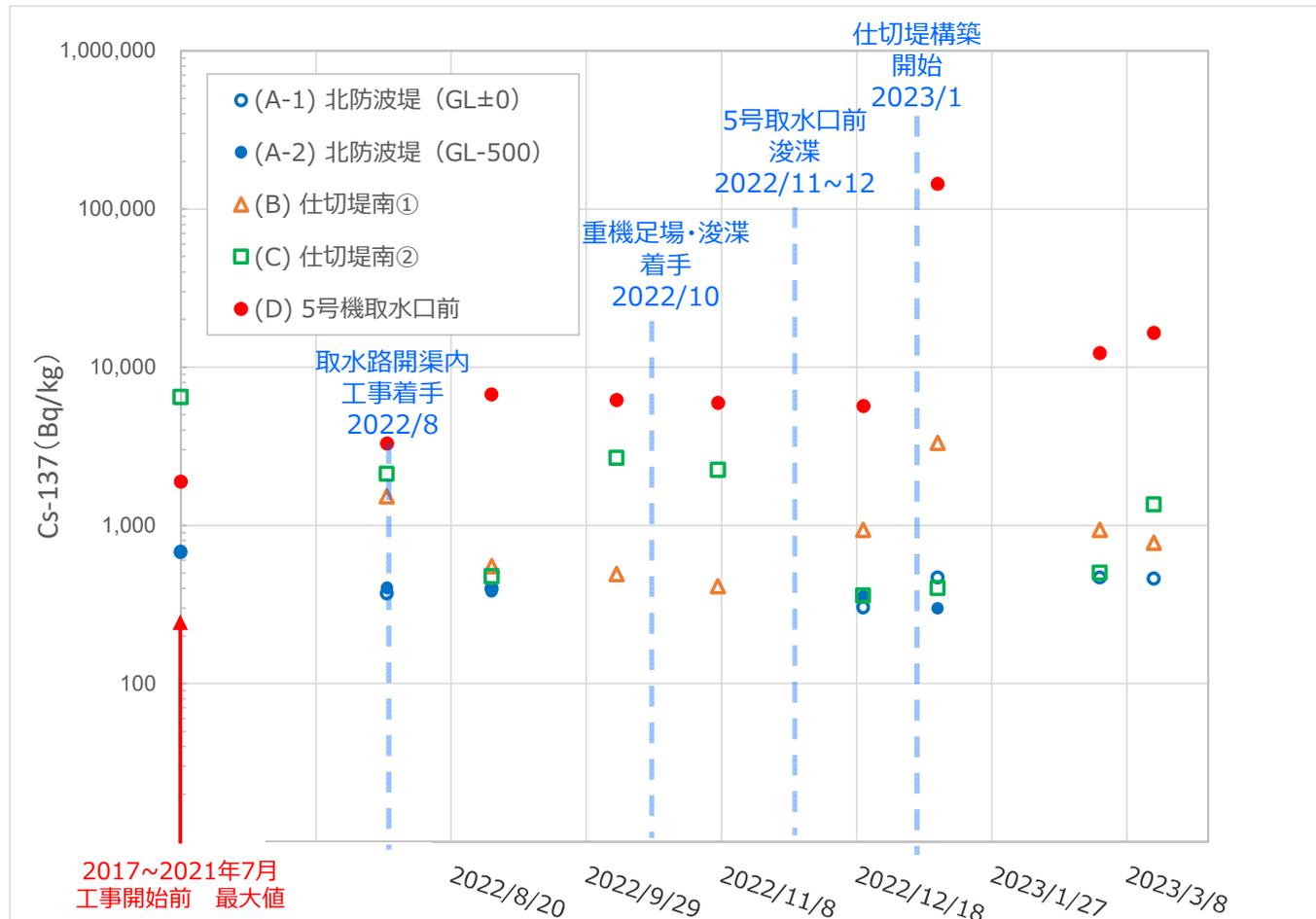


【凡例】

- : 定例サンプリング位置 (毎朝)
- : 工事中サンプリング位置
- : シルトフェンス
- : 汚濁防止フェンス

5,6号取水路開渠内の工事中の海底土モニタリング結果

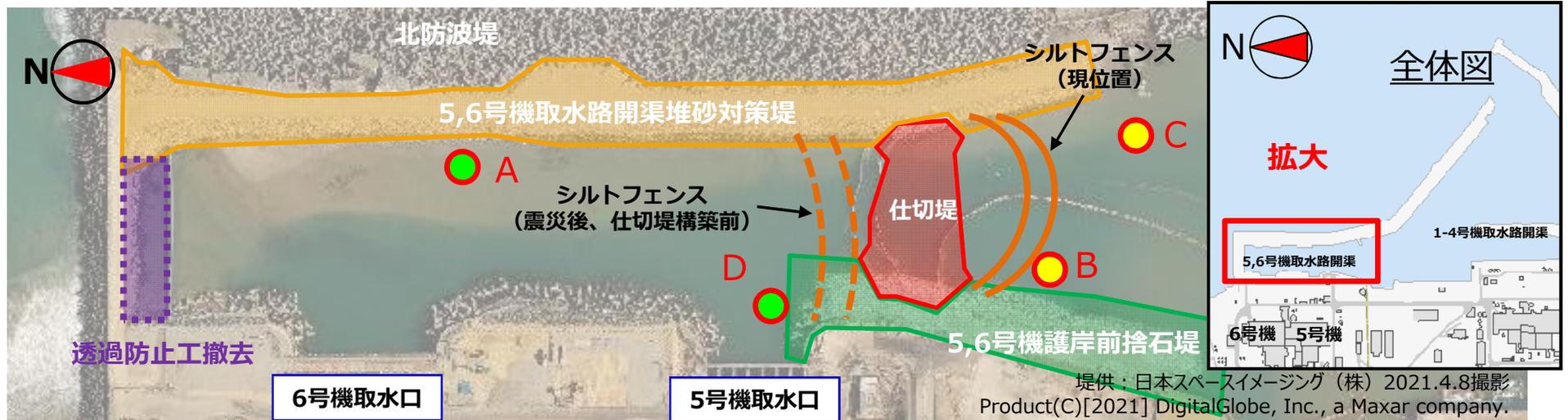
- 工事開始前から工事中の海底土モニタリング結果を以下に示す。
- 5号機取水口前モニタリングにおいて、工事開始後、2022年12月までは有意な変動は見られなかったが、2023年1月以降、高い値を示している。
- 2021年以前のモニタリング結果において、シルトフェンス付近（現在の仕切堤付近）は高い値を示している。



- 【凡例】
- : 海底土サンプリング位置
 - : シルトフェンス (現在)
 - - - : シルトフェンス (仕切堤構築前)
 - : 汚濁防止フェンス

(参考) 5,6号取水路開渠内の工事中の海底土モニタリング結果

- A点は、震災後に北防波堤側から流入した比較的放射性物質濃度の低い砂が堆積
- B, C点は、1-4号機取水路開渠側からの比較的放射性物質濃度の高い砂が堆積
- D点は、震災後にシルトフェンスを設置していた近傍であり、1-4号機取水路開渠側からの比較的放射性物質濃度の高い砂がシルトフェンスによって捕獲された砂が局所的に堆積



採取地点		工事開始前 2017～2021年7月	2022年					2023年		
			8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
A-1 5,6号開渠北側 (シルトフェンス北側 GL±0m)	Cs-134	4.4～52.3	33.2	36.0	-	-	31.5	37.2	39.8	39.8
	Cs-137	163.6～678.6	371.6	398.8	-	-	303.2	468.1	460.2	460.2
A-2 5,6号開渠北側 (シルトフェンス北側 GL-0.5m)	Cs-134	14.4～58.5	33.6	32.5	-	-	38.3	33.4	-	-
	Cs-137	310.0～689.8	404.0	383.2	-	-	356.4	299.1	-	-
B 仕切堤南側① (シルトフェンス南側)	Cs-134	723.0	34.5	42.1	65.6	55.4	46.7	73.9	49.1	43.1
	Cs-137	6,475.0	1,528.0	553.9	492.4	412.8	936.0	3,331.0	936.1	777.0
C 仕切堤南側② (シルトフェンス南側)	Cs-134	183.0	51.3	47.2	68.7	59.7	51.8	40.3	30.9	40.3
	Cs-137	1,893.0	2,114.0	476.0	2,671.0	2,242.0	360.8	400.5	503.5	1,356.0
D 5号機取水口	Cs-134	-	101.6	184.0	213.7	160.4	108.7	3,546.0	167.4	472.0
	Cs-137	-	3,301.0	6,714.0	6,198.0	5,941.0	5,678.0	144,000.0	12,290.0	16,972.0

※ハッチングは検出限界値未満

仕切堤（シルトフェンス）付近は、5,6号機取水路開渠内でも比較的高い値を示している

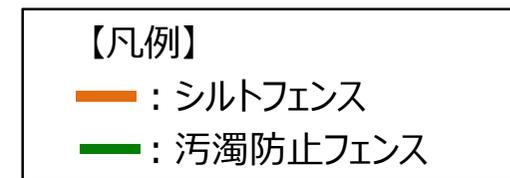
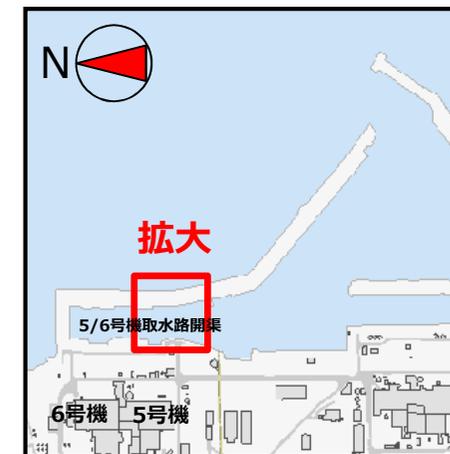
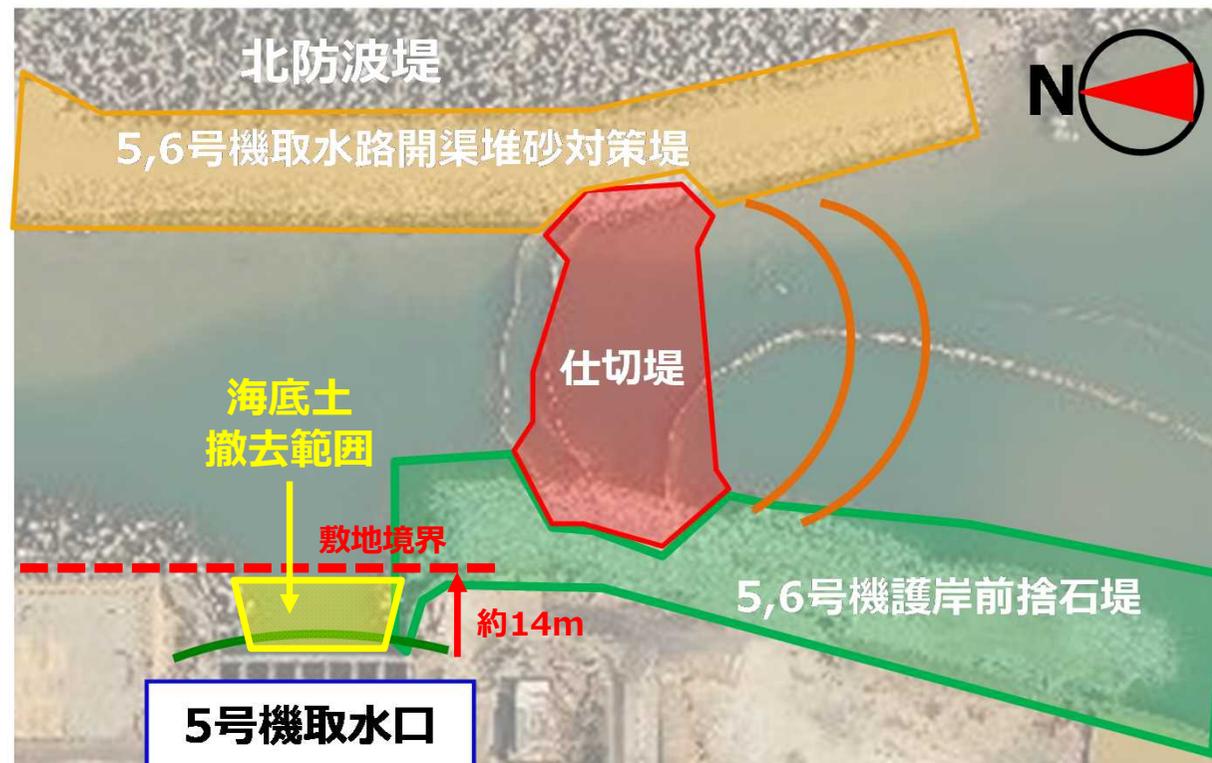
工事の進め方（1）

【方針】

- 5号機取水口全面から発電所敷地境界までの約14mの範囲に堆積する海底土を取水口全面のコンクリート底面（T.P.-5.0m）まで撤去することで、取水環境を改善する。

【施工方法】

- バックホウ台船および水中ポンプを使用して、堆積する海底土を撤去する。



提供：日本スペースイメージング（株）2021.4.8撮影
Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.

工事の進め方（2）

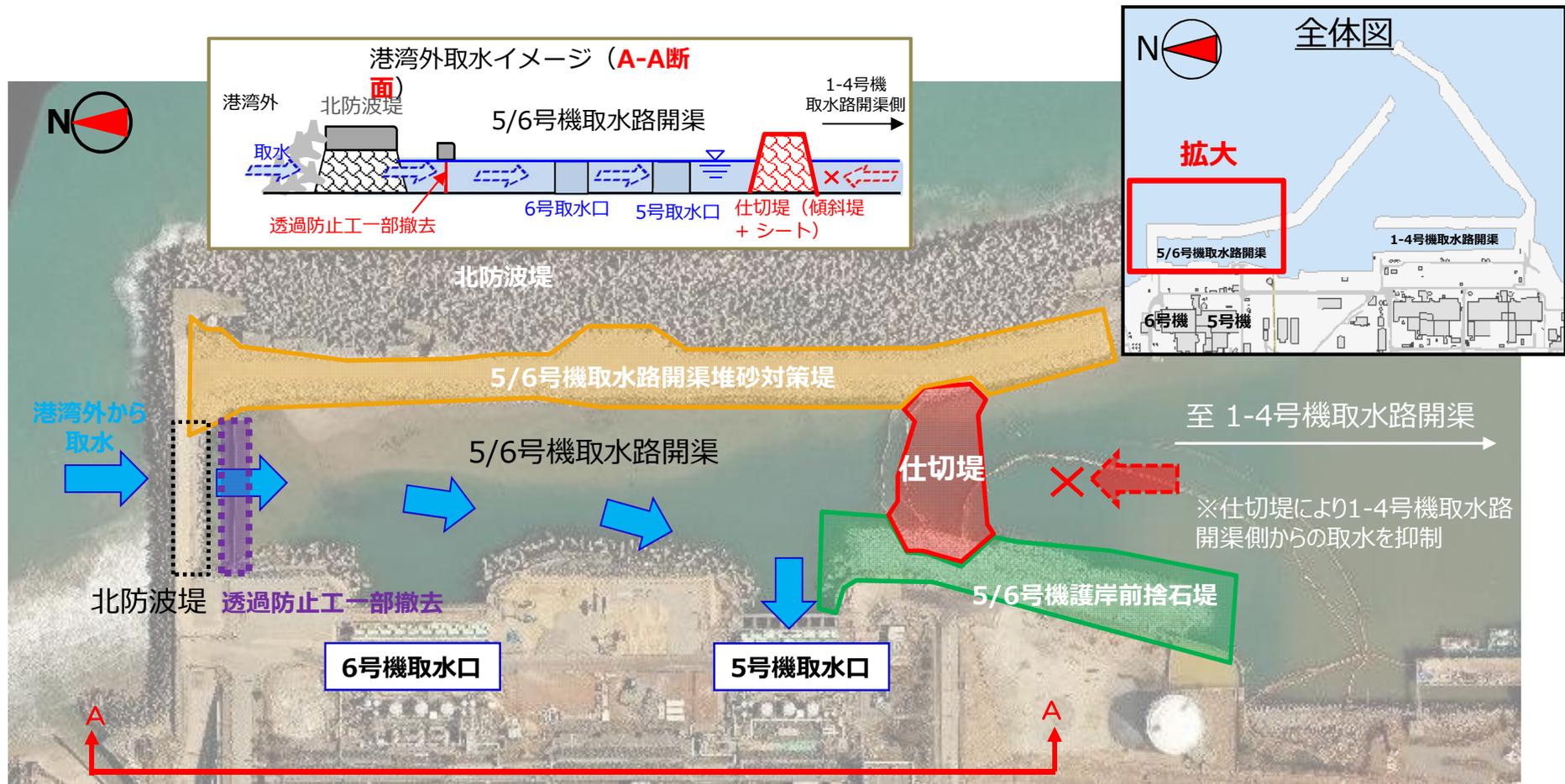
【施工中の放射性物質拡散防止対策等】

- 海水モニタリングの結果、海水のセシウム濃度に有意な変動は確認されていない。一方で、海底土モニタリング結果、5号機取水口前において海底土のセシウム濃度に高い値が確認されたため、放出開始前までに堆砂を丁寧に撤去していく。
- 施工中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、浚渫の工事量を10～20m³/日程度（※）にスピードに落として丁寧に実施する。また、5号機取水口で土砂の吸い込みを防ぐために、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、港湾内の放射性物質濃度上昇および濁りの拡散がないことを引き続き確認する。また北防波堤本体は現存のまま残り、仕切堤も完成していることから、魚類等の出入りもない。
（※）昨年から実施してきた5/6号機取水路開渠内の堆砂撤去工事200m³/日
- 施工中は、オイルフェンス、吸着マット等の油防除資材を配備し、万が一、海底土から油が発生した場合（震災時に重油流出の影響の可能性はある）は、適切に対処する。
- 撤去した土砂は、水切りし、表面線量率が土捨て場の受け入れ基準値以内であることを確認したうえで、構内の仮置場に運搬する。
- 放出開始以降も海底土のモニタリングを継続し、海底土の堆砂において、セシウム濃度に高い値が確認され、かつ海水のセシウム濃度に有意な変動は確認された場合には、堆砂の撤去を行い、5,6号機取水路開渠内の環境維持に努める。

【参考】取水方法 全体概要図

- 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する。
- 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。

※ 軟質塩化ビニル製マット 厚さ=5mm



取水方法 全体概要図

質問へのご回答

<No. 4 2> (要求事項 3)

- 2023年1月以降、5号機取水口前で12,290Bq～144,000Bq (Cs-137,これまでの2～22倍) の分析結果が確認されている。港湾内の放射性物質を汲み上げて外洋に放出しないようにすべき。さらなる5, 6号機取水路開渠内の取水環境改善のため、5号機取水口前の堆砂撤去工事に加え、以前のシルトフェンス設置場所(仕切堤北側)周辺の5, 6号開渠内海底の堆砂撤去工事等を追加して丁寧に実施すること。

<No. 4 6> (要求事項 3)

- 堆砂を丁寧に撤去するとしているが、その方法と範囲を明確に説明すること。

<No. 4 2、4 6回答>

- 堆砂撤去の範囲は、下図に示す通りとしており、シルトフェンス設置場所(仕切堤北側)周辺も含む。
- 工事の進め方は、水中ポンプを主に使用して、堆積する海底土を丁寧に撤去している。



提供：日本スペースイメーシング(株) 2021.4.8撮影Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.

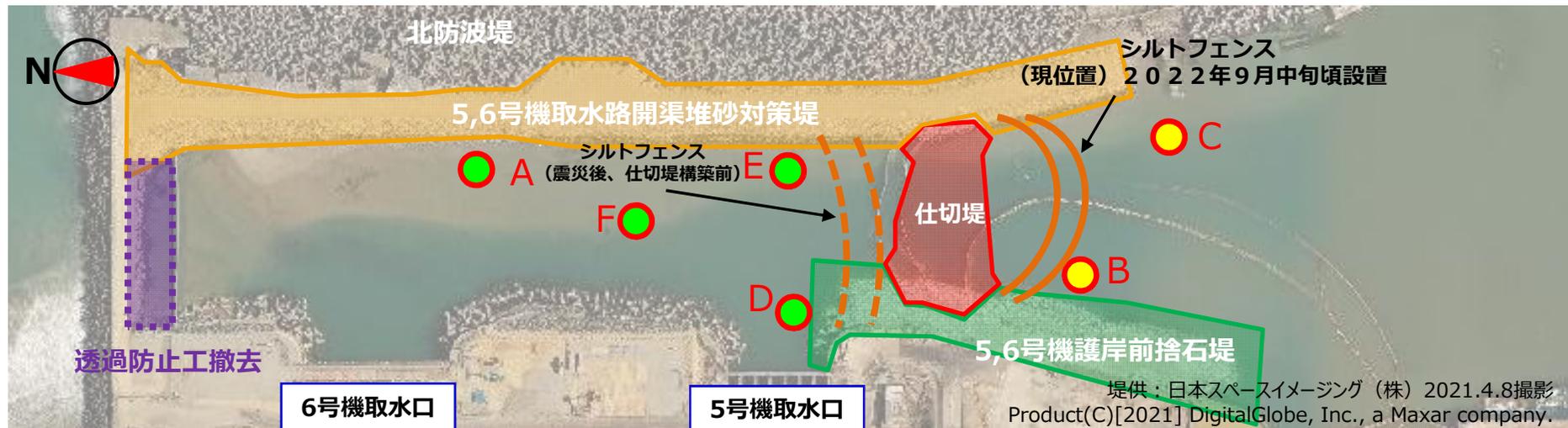
質問へのご回答

<No. 4 3> (要求事項 3)

- 丁寧に浚渫した後、放射性物質濃度の高い堆砂が残存していないことを判断するために実施する開渠内の海底土の測定ポイントについて説明すること。AとD点だけでは不十分ではないか。

<No. 4 3回答>

- 既存のA点、D点に加え、E点、F地点を追加する。(選定理由は次頁に記載)

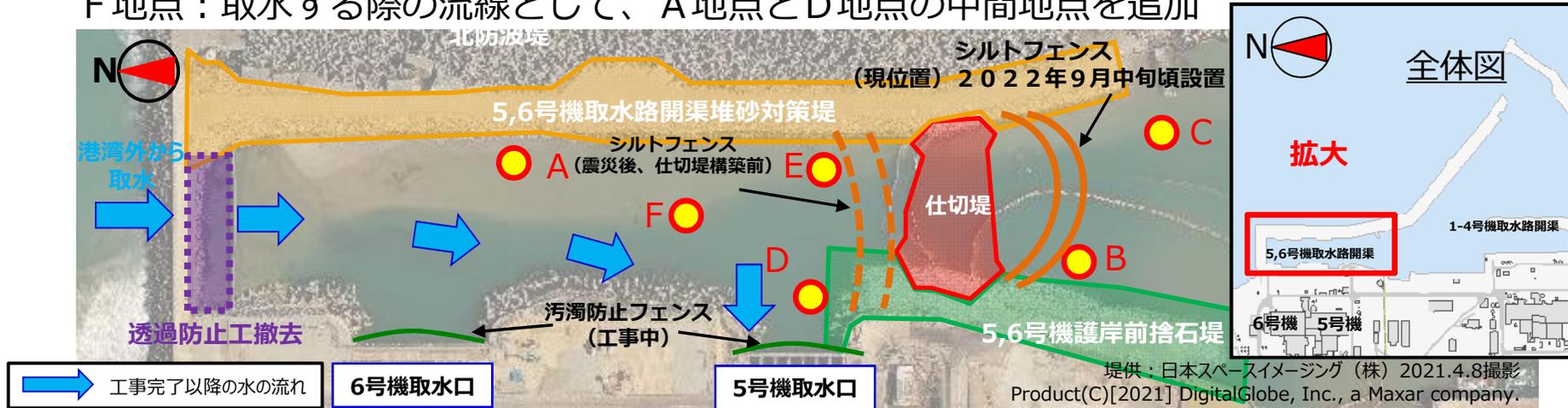


質問へのご回答

<No. 4 3 回答> <選定理由>

E 地点：仕切堤構築前のシルトシルトフェンス近傍で追加（D地点の東側）

F 地点：取水する際の流線として、A地点とD地点の中間地点を追加



採取地点		工事開始前 2017~2021年7月	2022年					2023年				
			8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
A-1 5,6号開渠北側 (シルトフェンス北側 GL±0m)	Cs-134	4.4~52.3	33.2	36.0	-	-	31.5	37.2	39.8	39.8	40.1	33.9
	Cs-137	163.6~678.6	371.6	398.8	-	-	303.2	468.1	460.2	460.2	1,414.0	1,360.0
A-2 5,6号開渠北側 (シルトフェンス北側 GL-0.5m)	Cs-134	14.4~58.5	33.6	32.5	-	-	38.3	33.4	※浸漬により砂を撤去したため、 表面(GL±0m)のみ実施			
	Cs-137	310.0~689.8	404.0	383.2	-	-	356.4	299.1				
B 仕切堤南側① (シルトフェンス南側)	Cs-134	723.0	34.5	42.1	65.6	55.4	46.7	73.9	49.1	43.1	62.6	47.8
	Cs-137	6,475.0	1,528.0	553.9	492.4	412.8	936.0	3,331.0	936.1	777.0	1,061.0	323.8
C 仕切堤南側② (シルトフェンス南側)	Cs-134	183.0	51.3	47.2	68.7	59.7	51.8	40.3	30.9	40.3	44.6	61.6
	Cs-137	1,893.0	2,114.0	476.0	2,671.0	2,242.0	360.8	400.5	503.5	1,356.0	485.9	886.9
D 5号機取水口	Cs-134	-	101.6	184.0	213.7	160.4	108.7	3,546.0	167.4	472.0	690.7	586.2
	Cs-137	-	3,301.0	6,714.0	6,198.0	5,941.0	5,678.0	144,000.0	12,290.0	16,972.0	24,760.7	26,986.2
E 仕切堤北側	Cs-134	-									42.8	59.8
	Cs-137	-									437.1	2,022.0

※ハッチングは検出限界値未満

仕切堤（シルトフェンス）付近は、5,6号機取水路開渠内でも比較的高い値を示している
F 地点は 6 月からモニタリング実施する予定

(参考) 5,6号機取水路開渠内の工事中の海水モニタリング結果

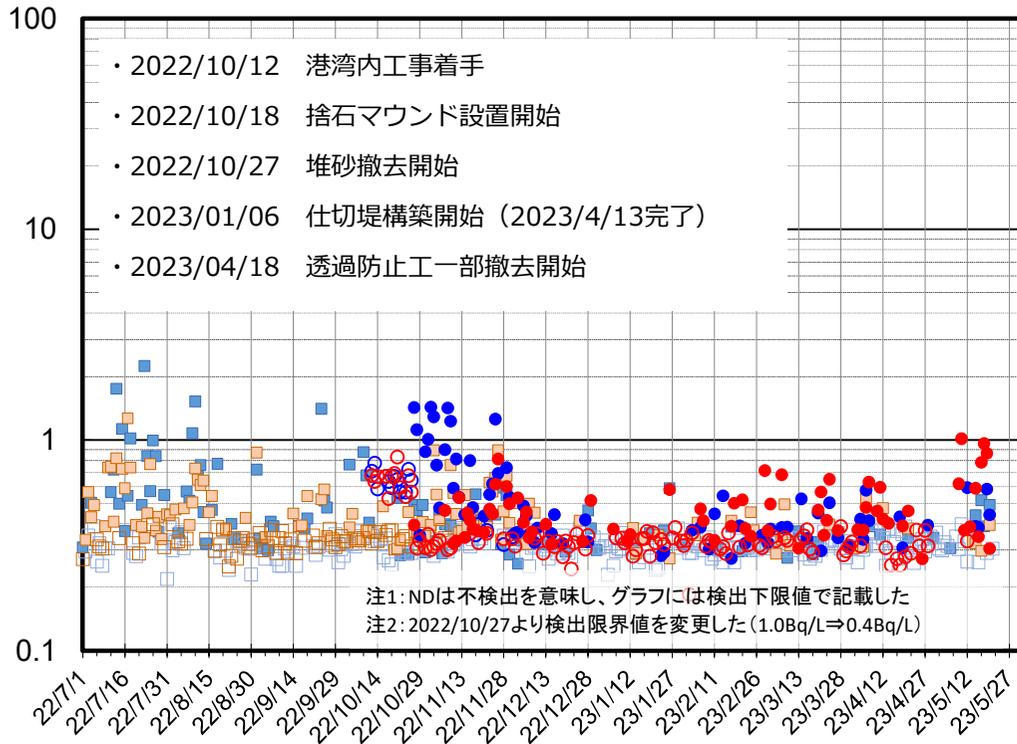
➤ 実施概要

5,6号機取水路開渠内での工事中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、作業中に海水サンプリングを行い、作業による海水中セシウム濃度の上昇がないことを確認しました。

➤ 結果

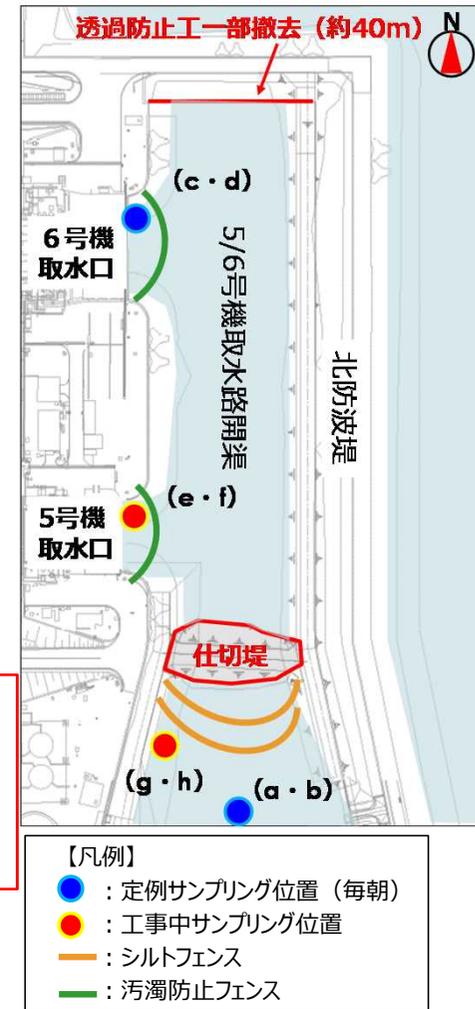
2023年5月20日までのモニタリング結果、海水のセシウム濃度に有意な変動は確認されていません。引き続き、5,6号機取水路開渠内作業中の海水モニタリングを適切に行ってまいります。

(Bq/L) 港湾内工事中の海水モニタリング結果 (Cs-137濃度)



2023/5/20更新

- 定例_港湾内北側 (a)
- 定例_港湾内北側ND (b)
- 定例_6号取水口前 (c)
- 定例_6号取水口前ND (d)
- 工事中_5号機取水口前 (e)
- 工事中_5号機取水口前ND (f)
- 工事中_仕切堤南側 (g)
- 工事中_仕切堤南側ND (h)



質問へのご回答

<No. 4 4 > (要求事項 3)

- 放出開始以降も今回比較的高かった箇所において海底土のモニタリングを継続することを検討していただきたい。

<No. 4 4 回答>

- 放出開始以降も海底土のモニタリングを継続する。
- 放出以降も5 / 6号機取水路開渠内には砂の流入は予想されることから、海水のセシウム濃度に有意な変動は確認された場合や砂の堆積状況に応じて、5 / 6号機取水路開渠内の浚渫工事を実施し、開渠内の環境維持に努める。

質問へのご回答

<No. 4 7> (要求事項 3)

- 10万Bq/kgを超える堆砂の保管状況について説明すること。シート養生や容器内保管を必要はないのか。

<No. 4 7回答>

- 表面線量率が受入基準値※1を満足していることを確認し、福島第一原子力発電所構内の北側護岸の浚渫置き場※2に搬入する。
 - ※1：表面線量率 γ ：0.01mSv/h 未満 β ：検出無し。
 - ※2：北側護岸の浚渫置き場は、震災前に港湾内を浚渫した浚渫土砂を仮置きしていた場所
- 受入基準値を満足しない場合はコンテナに詰めて保管するが、現状では発生していない。

要求事項④に対する検討状況

東京電力への要求事項④



設備・機器の保全にあたっては、ALPS処理水希釈放出設備等が放射性液体廃棄物を管理して適正に環境へ放出するための重要設備であるという認識を関係者が共有して取り組むとともに、設備等のトラブルを未然に防ぐため、有効な保全計画を策定すること。

【技術検討会等における主な意見】

- 処理水のリスクについて、例えば滞留水やデブリと比べて放射能の観点からは高くはないが、その放出に対する社会的な影響が大きいいため、しっかりと設備の設計及び保守を行うこと。（令和3年度第4回技術検討会）
- ALPS排気フィルタの損傷とその管理不備を見ていると、異常に対する感度が東電、協力企業、双方とも落ちているように感じられる。処理後の水の線量が低いとあっては益々気が緩むのではと心配している。運転が始まってからの設備の維持管理にあたっては、設備の重要性を関係する者でしっかりと共有して取り組むこと。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）
- 保全計画について、今後「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る。」としているが、ALPS処理水放出の社会的影響を考慮し、トラブルを未然に防ぐために有効なものにしていただきたい。点検頻度についても、十分に安全側に設定すること。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）

要求事項④に対する検討状況

【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る。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る。

【点検計画について】

- 点検計画を供用開始までに策定することになるが、基本的な考え方は以下の通り。
 - 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。
 - 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。
 - 放水立坑（上流水槽/下流水槽）、放水トンネル、放水口ケーソンに関しては、今後、点検方法、保守管理方法の具体的な方法を検討していくが、現時点では水中ROV等を活用して点検していく計画。（次頁に現在検討状況を記載）

【運転時の管理について】

- 運転管理時においても1日1回の巡視点検を行い、設備の状態を監視していく。

【協力企業との協働について】

- ALPS処理水希釈放出設備の保全を行う協力企業に対しては、当社管理職が協力企業の朝礼や作業前の危険予知活動等に参加し、当該設備が重要設備であることを周知することで、当社工事監理員や関係する作業員が当該設備の維持管理に強い意識を持つよう働きかけていく。

要求事項④に対する検討状況



- 放水トンネル、放水口設備に関する点検方法等の検討状況
 - 堆砂状況や海生生物の付着状況を確認する方法として、放水トンネルは距離が1キロ以上あるため、従来の水中ROVではバッテリーの問題やケーブルの問題があるため、今後の技術開発もが必要。当面は陸上側、海上側の両方からの水中ROVの投入も含めて検討中
 - 一方で、水中ROV（水中ドローン）では、濁り等の影響で直接的に視認することが困難になる可能性もあることから、水力発電所の水路トンネルで実用化されている水中ソナーで放水トンネル内の凹凸（堆砂/海生生物の付着状況）を定量的に把握できないかを検討中。
 - 放水口ケーソン周辺の海藻除去や放水トンネル内の堆砂等の除去方法も検討中。

追加質問へのご回答



<No. 5 0 > (要求事項 4)

- 故障に備え予備品をもっておく機器のリストを示してください。

<No. 5 0 回答>

- 津波被災や二重化されていない機器等を中心とし、長納期（納期半年以上）の観点から抽出を行っている（海水移送ポンプ・モータ等を予備品として取得を計画している）。
- 予備品リストは今後の調達に関わる事から、提示は控えさせて頂きたい。

追加質問へのご回答

<No. 5 1> (要求事項 4)

- ALPS処理希釈放出設備のうち、どの機器が時間基準保全、状態監視保全、事後保全になるのか示してください。

<No. 5 1 回答>

- 基本的に時間基準保全となるが、監視用ディスプレイのようにドリフトする機器でなく、調達も容易なものに関しては事後保全となる。
- 個々の機器の保全計画は現在策定中。

質問へのご回答

<No. 5 2> (要求事項 4)

- 個々の保全計画について示していただきたい。また、時間基準保全の保全スパンの妥当性、事後保全とした機器については、その理由を示していただきたい。

<No. 5 2 回答>

- 個々の機器の保全計画は現在策定中（一部作成済み）だが、時間基準保全を前提とする。点検項目、点検頻度はこれまでの原子力施設の実績を踏まえて決定する。
- 次頁に保全計画概要を示す。
- ただし、監視用ディスプレイのようにドリフト※する機器でなく、調達も容易なものに関しては事後保全となる。

※ドリフト：測定器の特性の変化による、指示値の連続的又は漸進的な経時的変化。

【これまでに実績のない放水設備（トンネル）に関する点検方法等の検討状況】

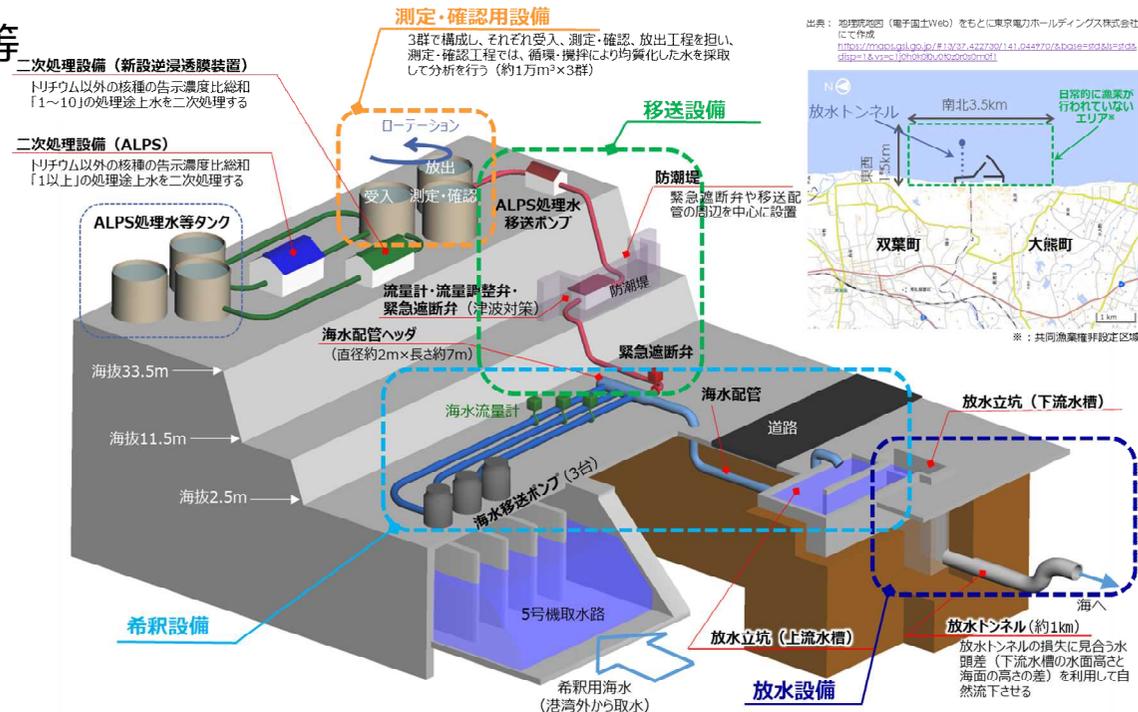
- 堆砂状況や海生生物の付着状況を確認する方法として、放水トンネルは距離が1キロ以上あり、従来の水中ROVではバッテリーの問題やケーブルの問題があるため、今後の技術開発が必要。
- 当面は陸上側、海上側の両方からの水中ROVの投入も含めて検討中。

ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の保全計画

ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の保全計画 (1/2)

■ 保全計画の対象範囲

- 実施計画の定める機能を有する以下の設備
 - 測定・確認用設備、移送設備、希釈設備、放水設備
- 具体的な機器、構築物等
 - 機械品
 - タンク、配管、ポンプ、弁等
 - 計装品
 - 流量計、水位計、漏えい検出器、放射線モニタ、遠隔監視・操作装置、現場盤
 - 電気品
 - 電源盤、変圧器、高圧ケーブル、電動機等
 - 土木・建築構築物
 - 水槽、トンネル、建屋等



ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の保全計画（2/2）



- 保全計画に対する基本的考え方
 - 設備の重要度を踏まえ時間基準保全とする。
 - 時間基準保全の実施頻度・点検内容については、これまでの原子力発電所の実績をもとに適切に定める。

- 保全計画の策定方針
 - 点検項目、頻度については、社内の「原子力発電所機械、電気、計装及び廃棄物処理設備点検手入れ基準ガイド」、「電気保守－電気設備点検手入れガイド」、「計装設備点検手入れガイド」（社内ガイド。以下「点検手入れガイド」という。）を参考に定める。

- 保全の有効性評価
 - 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ていく。

測定・確認用設備（機械品）の保全計画概要（1/3）



- ALPS処理水希釈放出設備および関連施設のうち、供用を開始している測定・確認用設備を構成している機器（機械品）の保全方式、点検頻度は下表の通り。次頁、次々頁に測定・確認用タンク及び循環ポンプの保全計画概要を示す。

機器名称	保全方式	本格点検	簡易点検
測定・確認用タンク	時間基準保全	10	1
測定・確認用タンク連結弁	時間基準保全	6	1
測定・確認用タンク連結管	時間基準保全	5	-
循環ポンプ	時間基準保全	3	1
攪拌機	時間基準保全	5	1
循環流量調整弁	時間基準保全	2	1
MO弁	時間基準保全	4	1
HO弁（150, 200A）	時間基準保全	6	-
HO弁（50, 20, 15A）	時間基準保全	6	-
逆止弁（150A）	時間基準保全	1	-
配管（鋼管）	時間基準保全	10	2
配管（PE管）	時間基準保全	-	3
配管（フレキシブルジョイント）	時間基準保全	5	-
配管（循環ポンプ入口ストレーナ）	時間基準保全	-	1
配管（整流装置, オリフィス）	時間基準保全	1	-
配管（支持構造物）	時間基準保全	-	10
サンプリング水排水ポンプ	時間基準保全	5	1
サンプリングラック・シンク・排水タンク	時間基準保全	-	10
サンプリング装置現場操作盤	時間基準保全	4	-
循環ポンプ吐出圧力	時間基準保全	-	2
排水タンクレベル計	時間基準保全	2	-

測定・確認用設備（機械品）の保全計画概要（2/3）



■ 測定・確認用タンクの保全計画概要

- 測定・確認用タンクは、実施計画「Ⅱ 2.5 汚染水処理設備等」の多核種処理水貯槽として使用しているK4タンク35基のうち30基と兼用
- 点検は使用開始以降、状態基準保全としてきたが、今後は開放点検が可能なこと及びALPS処理水放出の社会的影響を考慮し時間基準保全に変更
- 本格点検の点検頻度、点検項目は基準ガイドのろ過水タンク及び取扱説明書をもとに「底板、アニュラ板の内外面の腐食、劣化状況」、「底板、アニュラ板の溶接部の健全性」に着目した点検とする。
- 簡易点検は、取扱説明書より外面塗装の耐用年数が5～15年程度であり、一部使用開始から6年以上経過したことから、外観点検（昇降設備、手摺、コーキング補修、雨水ドレン管補修、ボルト増し締め、劣化状況により外面塗装等）を実施する。

保全方式	点検頻度		点検項目	
	本格点検	簡易点検	本格点検	簡易点検
時間基準保全	10FY	1FY	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・外観点検 (雨水ドレン管補修, ボルト増し締め, 劣化状況により外面塗装等) ・内面点検手入 (補修塗装等) ・ガスケット交換 ・板厚測定 屋根板・側板については外面塗装, 内面ライニングに有意な劣化がない場合は不要。 底板については裏側の腐食が考えられることから要。 <ul style="list-style-type: none"> ・溶接部試験 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・漏えい確認 	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・外観点検 (昇降設備, 手摺, コーキング補修, 雨水ドレン管補修, ボルト増し締め, 劣化状況により外面塗装等) 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・漏えい確認

測定・確認用設備（機械品）の保全計画概要（3/3）



■ 循環ポンプの保全計画概要

- 基準ガイド「固定子冷却水ポンプ」（循環ポンプと同型品）の点検頻度，点検項目を適用
 （使用環境は固定子冷却水ポンプの流体は純水、当該ポンプはA L P S処理水と相違するが主要材質を腐食に強い二相系ステンレスを使用していることから適用）
- 本格点検は，設備予備貯蔵品を使い多核種移送設備建屋のメンテナンスエリアで実施

保全方式	点検頻度		点検項目	
	本格点検	簡易点検	本格点検	簡易点検
時間基準保全	3 F Y	1 F Y	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・ケーシング内面の点検手入 ・インペラ，シャフト，軸受の点検（P T，各部寸法計測） ・軸封部の点検手入 ・メカニカルシールの取替 ・センタリング確認 ・外観点検 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・試運転 ・漏えい確認 	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・センタリング確認 ・潤滑油交換 ・外観点検 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・試運転 ・漏えい確認

質問へのご回答

<No. 5 3> (要求事項 4)

- MO弁のドレン弁を使ったシートパスの確認は、閉操作をした全てのタイミングで行うのか。
- どのタイミングで確認をするのか説明すること。
- また、シートパスの確認はドレン弁を使った方法しかないのか。

<No. 5 3回答>

- 測定・確認用設備でのMO弁の漏えい事象を踏まえ、移送設備では、同じ型式で混水防止機能を有するMO弁については、シートパス確認を実施済み
- 今後は、循環攪拌運転時、放出時のタンク群隔離用のMO弁について、1年に1回の簡易点検として確認を行う。また、駆動部の切り離し・手動操作を行った後についてもシートパス確認を行う。なお、異物の咬み込み等の偶発事象を原因とするシートパスについては、隔離弁を二重化することで対応できている。
- 隔離弁のため、当該タンク群が対象となる循環攪拌運転時、放出時以外は閉状態となっている。シートパス確認を行う際はすべてのMO弁が閉の状態で行う。
- シートパスの有無については直接確認する方法しかなく、今回の系統構成では、ドレン弁からの水の流れの有無を直接確認する。

質問へのご回答

<No. 5 4> (要求事項 4)

- MO弁のドレン弁を使ったシートパスの確認は、K 4 タンク群にある全てのMO弁を対象に実施するのか。
- 対象のMO弁を教えてください。
- タンク群間の隔離用の弁、受け入れラインのMO弁、払い出しラインのMO弁も確認の対象か。

<No. 5 4 回答>

- 今後の保全計画でシートパス確認を行う対象は、システムの隔離が必要となる弁としている。
(次頁参照)

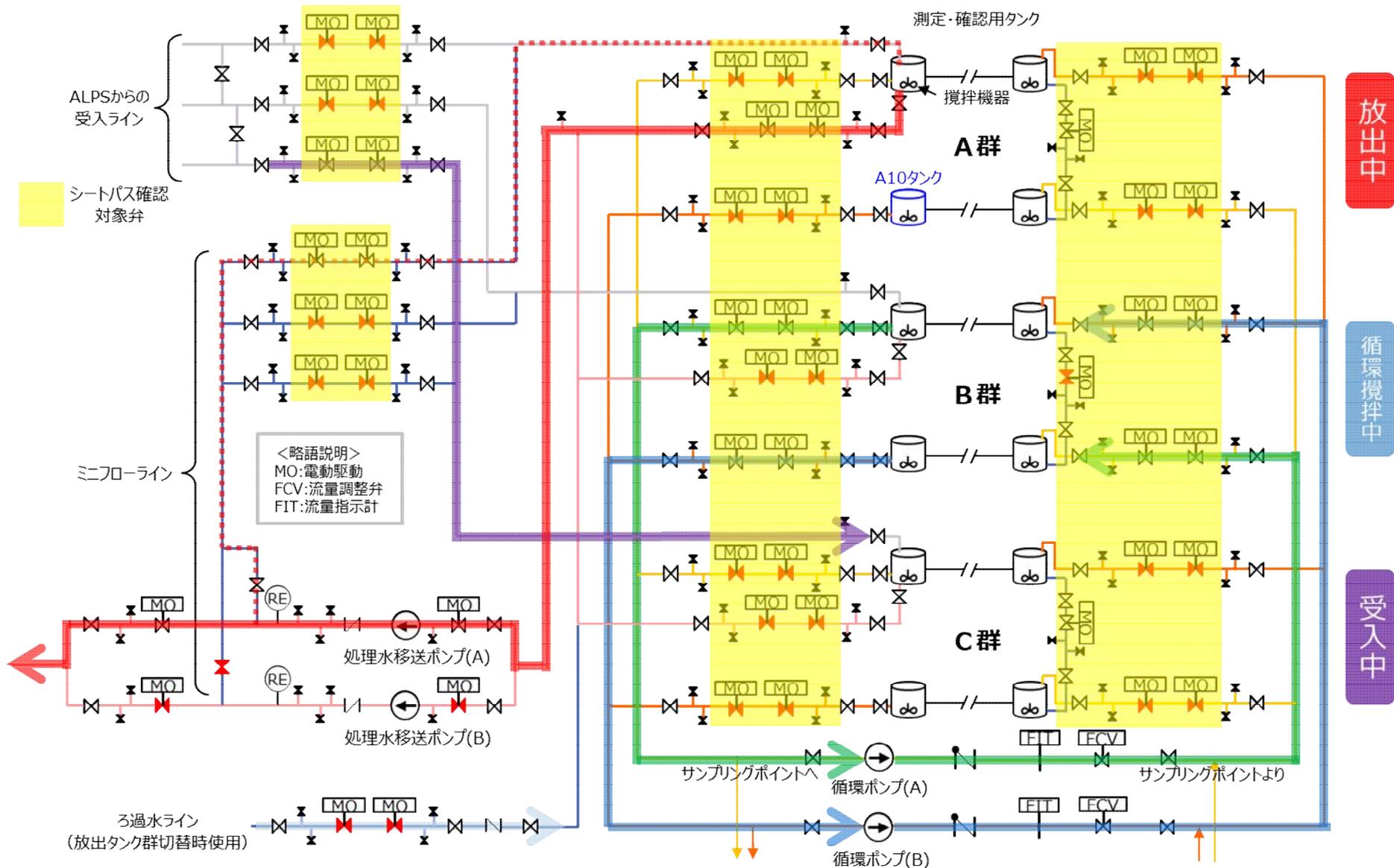
【測定確認用設備】

サンプルタンク 受入 入口一次弁 MO-Z97-F162 A~C
 サンプルタンク 受入 入口二次弁 MO-Z97-F163 A~C
 サンプルタンク 連絡弁 MO-Z97-F167A~C
 サンプルタンクA群 循環払出一次弁 MO-Z97-F201A,B
 サンプルタンクA群 循環払出二次弁 MO-Z97-F202A,B
 サンプルタンクB群 循環払出一次弁 MO-Z97-F205A,B
 サンプルタンクB群 循環払出二次弁 MO-Z97-F206A,B
 サンプルタンクC群 循環払出一次弁 MO-Z97-F209A,B
 サンプルタンクC群 循環払出二次弁 MO-Z97-F210A,B
 サンプルタンクA群 循環受入一次弁 MO-Z97-F218A,B
 サンプルタンクA群 循環受入二次弁 MO-Z97-F219A,B
 サンプルタンクB群 循環受入一次弁 MO-Z97-F222A,B
 サンプルタンクB群 循環受入二次弁 MO-Z97-F223A,B
 サンプルタンクC群 循環受入一次弁 MO-Z97-F226A,B
 サンプルタンクC群 循環受入二次弁 MO-Z97-F227A,B

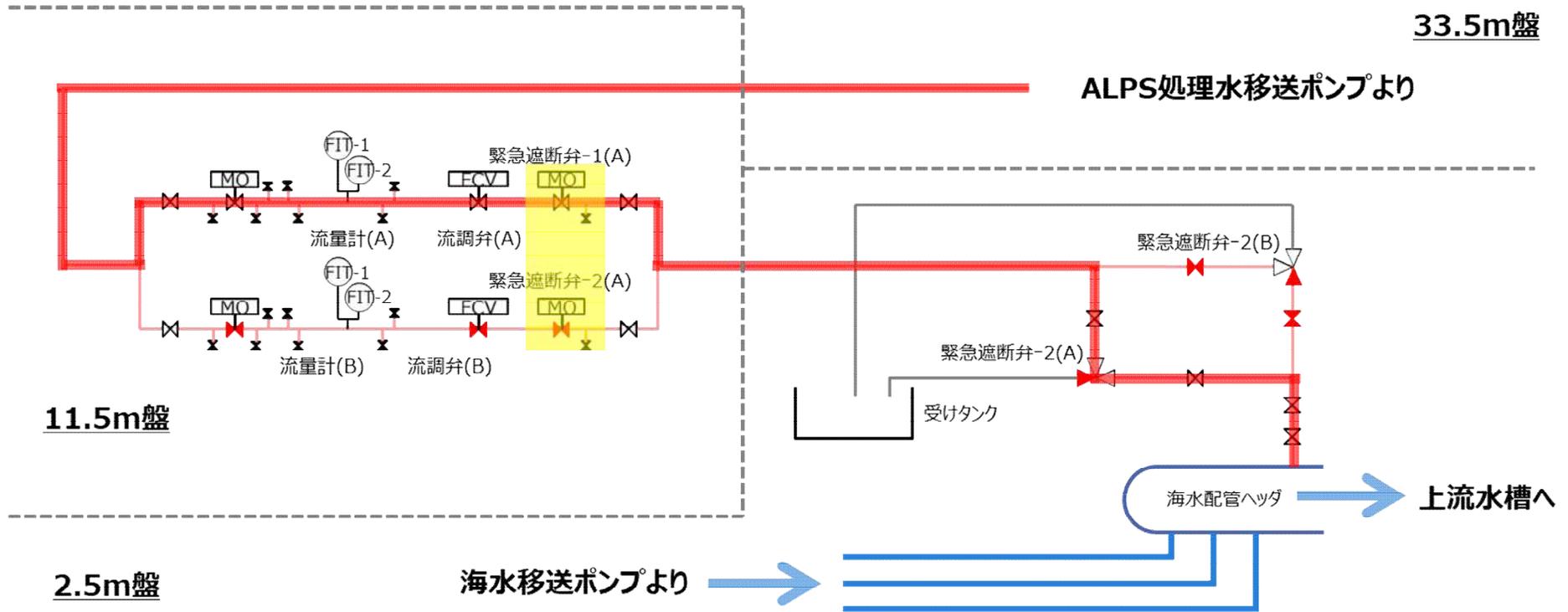
【移送設備】

処理水 サンプルタンク 払出一次弁 MO-Z97-F251A~C
 処理水 サンプルタンク 払出二次弁 MO-Z97-F252A~C
 処理水移送ポンプ ミニマムフロー 入口一次弁
 MO-Z97-F273 A~C
 処理水移送ポンプ ミニマムフロー 入口二次弁
 MO-Z97-F274 A~C
 緊急遮断弁-1 MO-Z97-F263A,B

シートパス確認の対象弁 (1/2)



シートパス確認の対象弁 (2/2)



質問へのご回答

<No. 5 7> (要求事項 4)

- 測定・確認用設備の循環ポンプの保全計画の概要が示されたが、MO弁、緊急遮断弁についても本格点検・簡易点検の頻度の根拠と適切性について説明のこと。

<No. 5 7回答>

- 保全計画は、これまでの原子力発電所の保全計画を基に定めている。
- 補機冷却海水系のMO弁の実績として、本格点検が4定検に1回であることから、今回採用するMO弁（緊急遮断弁を含む）の点検頻度を4年に1回とした。
- また、補機冷却海水系のMO弁は1年に1回の簡易点検（機能確認）を実施していないが、今回のシートパス事象を踏まえ、システムの隔離弁については1年に1回の簡易点検（機能確認）を追加した。

質問へのご回答

<No. 5 9 > (要求事項 4)

- 今回説明していただいた測定・確認用設備以外の設備（移送設備、希釈設備）の保全計画の概要について説明のこと。

<No. 5 9 回答>

- 保全計画に対する考え方はNo.52に示す通りである。
- 各機器については次頁以降参照。

移送設備、希釈設備、放水設備の保全計画概要（1/7）

機器名称	保全方式	本格点検	簡易点検
処理水移送ポンプ	時間基準保全	3	1
移送流量調整弁	時間基準保全	2	1
緊急遮断弁 - 1 (MO)	時間基準保全	4	1
緊急遮断弁 - 2 (AO)	時間基準保全	4	1
緊急遮断弁 - 2 N 2 (HO弁, 圧力調整器, 配管, 制御ラック)	時間基準保全	10 7 (圧力調整器)	-
MO弁	時間基準保全	4	1 (系統隔離弁)
HO弁 (50, 100A)	時間基準保全	6	-
HO弁 (50, 20, 15A)	時間基準保全	6	-
逆止弁 (100, 150A)	時間基準保全	1	-
配管 (鋼管)	時間基準保全	10	2
配管 (PE管)	時間基準保全	-	3
配管 (フレキシブルジョイント)	時間基準保全	5	-
配管 (処理水移送ポンプ入口ストレーナ)	時間基準保全		1
配管 (整流装置, オリフィス)	時間基準保全	1	-
配管 (支持構造物)	時間基準保全	-	10
処理水移送受けタンク	時間基準保全	10	5
処理水移送ポンプ吐出圧力計	時間基準保全	-	2
置換ろ過水受けタンク	時間基準保全	10	5
置換ろ過水受けタンク (フロート弁)	時間基準保全	2	1
漏えい検知器 (フランジ部)	時間基準保全	-	1

移送設備、希釈設備、放水設備の保全計画概要 (2/7)

機器名称	保全方式	本格点検	簡易点検
海水移送ポンプ	時間基準保全	3	1
MO弁	時間基準保全	4	—
HO弁 (900, 150, 100, 80, 50A)	時間基準保全	6	—
HO弁 (50, 15A)	時間基準保全	6	—
逆止弁 (900, 50A)	時間基準保全	1	—
急速排気弁, 自動排気弁, バキュームブレーカー	時間基準保全	1	—
配管 (二層ステンレス)	時間基準保全	10	1
配管 (PE管)	時間基準保全	—	3
配管 (フレキシブルジョイント)	時間基準保全	5	—
配管 (整流装置, オリフィス)	時間基準保全	1	—
配管 (支持構造物)	時間基準保全	—	10
配管 (ライニング)	時間基準保全	10	1
海水配管ヘッダ (ライニング)	時間基準保全	10	1
放水管 (ライニング)	時間基準保全	10	1
上流水槽サンプリングポンプ, 放水管サンプリング水排水ポンプ	時間基準保全	5	1
上流水槽, 放水管サンプリングラック・シンク・排水タンク	時間基準保全	—	10
海水移送ポンプ吐出圧力計	時間基準保全	—	2
上流水槽, 放水管サンプリング水排水タンクレベル計	時間基準保全	2	—

移送設備、希釈設備、放水設備の保全計画概要 (3/7)

機器名称	保全方式	本格点検	簡易点検
上流水槽 (土木構築物)	時間基準保全	1	—
配管基礎 (土木構築物)	時間基準保全	1	—
下流水槽 (土木構築物)	時間基準保全	1	—
放水トンネル (土木構築物)	時間基準保全	1	—
放水口 (土木構築物)	時間基準保全	1	—

移送設備、希釈設備、放水設備の保全計画概要（4/7）

- 移送流量調整弁の保全計画概要
 - 本格点検の点検頻度は、F D W・C（給復水系）を参考に使用頻度及び十分に安全側の設定とし、本体、駆動部の本格点検を2年とする。
- 簡易点検は、重要機器であることから1 F Yで作動確認等を実施する。

保全方式	点検頻度		点検項目	
	本格点検	簡易点検	本格点検	簡易点検
時間基準保全	2 F Y	1 F Y	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・弁箱内面の点検手入 ・弁体、弁座、弁棒の点検手入 ・グランドパッキン取替 ・駆動部の分解点検手入（B級点検相当（現地での分解点検）） 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・漏えい確認 ・作動確認 	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・外観点検 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・漏えい確認 ・作動確認

移送設備、希釈設備、放水設備の保全計画概要（5/7）

- 海水移送ポンプの保全計画概要
 - 基準ガイド「循環水ポンプ」の点検頻度，点検項目を適用
 - 本格点検は，設備予備貯蔵品を使い5-6号機重油タンク跡地のメンテナンスエリアで実施

保全方式	点検頻度		点検項目	
	本格点検	簡易点検	本格点検	簡易点検
時間基準保全	3 F Y	1 F Y	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・ケーシング内面の点検手入 ・インペラ，シャフトの点検 (浸透探傷検査及び各部寸法計測) ・軸封部の点検手入 ・センタリング確認 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・試運転 ・漏えい確認 	【本体】 <ul style="list-style-type: none"> ・外観点検 ・軸封部の点検手入 ・潤滑油交換 【機能確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・試運転 ・漏えい確認

■ 上流水槽等の土木構築物の保全計画概要

- 外観目視点検により、下記内容について、観察ならびに測定し記録する。

項目	点検範囲	点検項目	備考
(移送設備) 海水移送配管 基礎	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 海水移送配管基礎 ➢ 緊急遮断弁基礎 ➢ ヘッド管基礎 	コンクリート表面の異常（クラック等）の有無・範囲（位置・形状・寸法）	G.L.±0m以上の範囲
(希釈設備) 上流水槽	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 側壁（内外面） ➢ 頂版（内外面） ➢ 底版（内面のみ） ➢ 排水ピット 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ コンクリート表面の異常（クラック等）の有無・範囲（位置・形状・寸法） ➢ 防水塗装表面の異常（切れ・破れ等）の有無・範囲（位置・形状・寸法） ➢ 上流水槽内部の堆砂の状況 ➢ その他の異常 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 側壁外面G.L.±0m以上の範囲 ➢ 水槽の内面については水を抜いた状態で点検 ➢ 内面は防水塗装の状況確認のみ

- 放水設備（下流水槽、放水トンネル、放水口の土木構築物）の保全計画概要
 - 外観目視点検により、下記内容について、観察ならびに測定し記録する。

項目	点検範囲	点検項目	備考
（放水設備） 下流水槽	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 側壁（内面） ➢ 底版（内面） 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 海生生物の付着状況 ➢ 堆砂の状況 ➢ 断面の閉塞など放水に影響を及ぼすもの（異物等） 坑内確認状況 （ケーソン側）	水中ドローンにより確認可能な範囲
（放水設備） 放水トンネル	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全域 		
（放水設備） 放水口	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 側壁（内面） ➢ 底版（内面） ➢ 蓋（内外面） 		



水中ドローンによる点検のため、トンネル内の天端部分に距離のナンバリング（特殊塗料）を実施

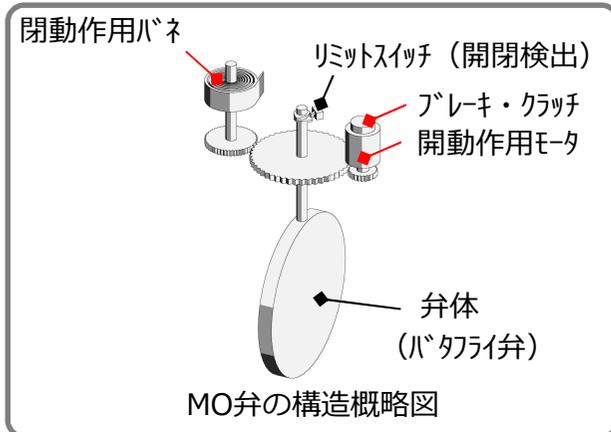
質問へのご回答

<No.60> (要求事項 4)

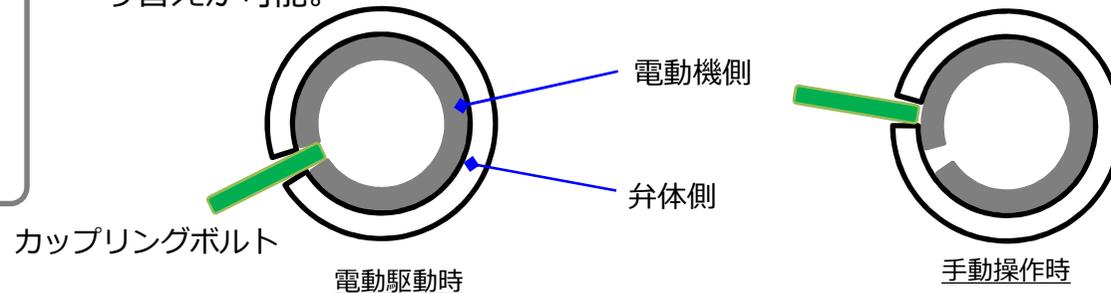
- 「機動的対応考え方－堰拡張・自動閉弁化が完了するまで－」として説明されている、「各タンク群にタンク5基単位で隔離可能」に関し、当該MO弁の設置状況、当該MOを設置する系統の系統図、当該弁の弁構造、フェイルセーフ動作について説明のこと。

<No.60回答>

- ご指摘のMO弁は、現在設置中のMO弁であり、動作原理等もシートパスが発生したMO弁と同じである。



- 当該MO弁はスプリングリターン方式のバタフライ弁であり、“開”は電動、“閉”はバネにより動作。
- また、電動機側と弁体側の駆動軸を結合するカップリングボルトの締め込みを緩め電動機側のキー溝から分離することで、手動操作への切り替えが可能。



質問へのご回答

<No. 6 6> (要求事項 4)

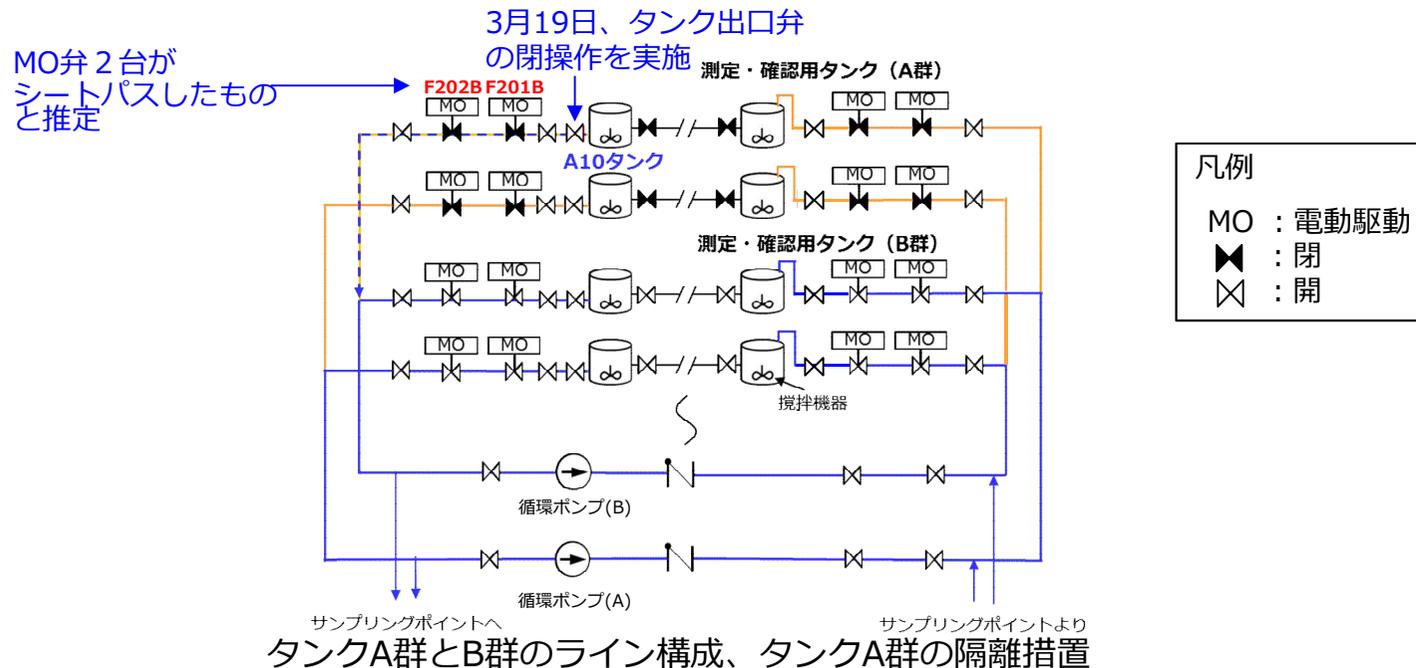
- 3月に発生したALPS処理水希釈放出設備 測定確認用タンクの水位低下 (MO弁のシートパス) について原因と対策について概要を説明してください。
- また、施工に問題があったとされておりますが、東電として施工の監督をどのようにされているのでしょうか。また、今回は東電の監督に問題はなかったのでしょうか。

<No. 6 6 回答>

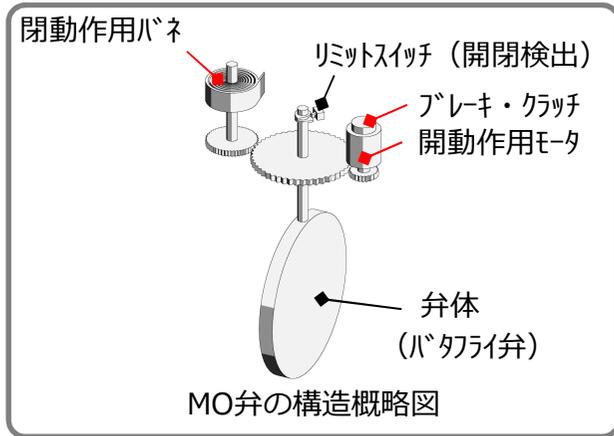
- 詳細は次頁以降参照。
- 今回の事象の根本原因を踏まえて、東京電力の管理として以下の対策を実施していく。
 - 各機器に対して工場検査、現地検査の比較を行い、各検査項目の最後から機能の変更が無いよう、管理していく。
 - 工場出荷時から状態の変更 (機器の分解等) を行わない (工場検査時の機能を維持する)。
 - 現地で状態の変更が必要な場合は、機能回復できていることを確認する検査 (代替手段を含む) を実施する。
 - 今回の電動弁のような特殊な構造、あるいは新規導入品に対して、設備設置段階から操作手順、分解手順等について製作メーカーに直接確認する、あるいは予備を購入して直接操作・分解する等して、知識の拡充を図る。

事象概要

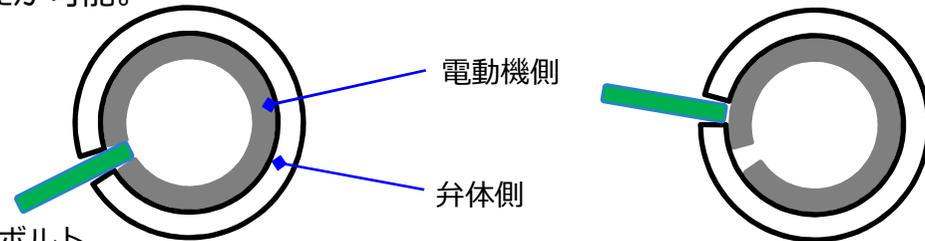
- 3月17日 午前11時頃より測定・確認用タンクB群についてサンプリングのための循環攪拌運転を開始。
- 3月19日 午前0時頃、待機中のタンクA群「A10タンク」の水位が約10cm低下（容量として約8m³）していることを、当社運転員が免震重要棟の集中監視室にて確認。
- 3月19日 午前1時58分、当社運転員が「A10タンク」出口弁を閉操作し、それ以降、「A10タンク」の水位低下が停止したことを確認。
- 「A10タンク」出口弁を閉操作したことでタンクの水位低下が停止したこと、外部漏えいがないこと、その他のタンクA群・C群の水位が変動していないことから、タンクA群の隔離弁である電動弁（F201B、F202B）がシートパスして、循環ラインを通じてタンクB群に流入したと推定。
- 循環攪拌運転の基点を3月19日午前1時58分に変更し、3月27日にタンクB群の試料採取を実施。その後、原因調査のため、シートパスの可能性がある電動弁（MO弁）2台について分解点検を実施した結果、電動機側と弁体側の駆動軸の結合（カップリング）が不十分のため、弁体にガタつきが生じ、シートパスが発生。



当該電動弁（MO弁）の構造



- 当該MO弁はスプリングリターン方式のバタフライ弁であり、“開”は電動、“閉”はバネにより動作。
- また、電動機側と弁体側の駆動軸を結合するカップリングボルトの締め込みを緩め電動機側のキー溝から分離することで、手動操作への切り替えが可能。



A-A断面図（電動駆動時）

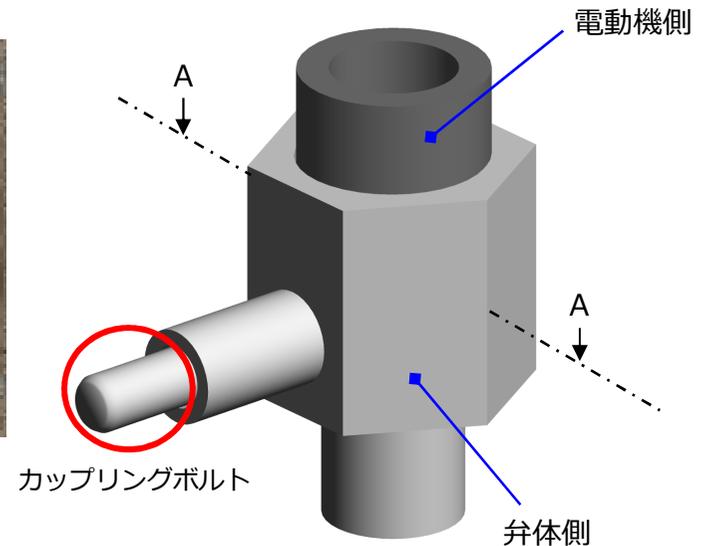
A-A断面図（手動操作時）



写真1 弁全



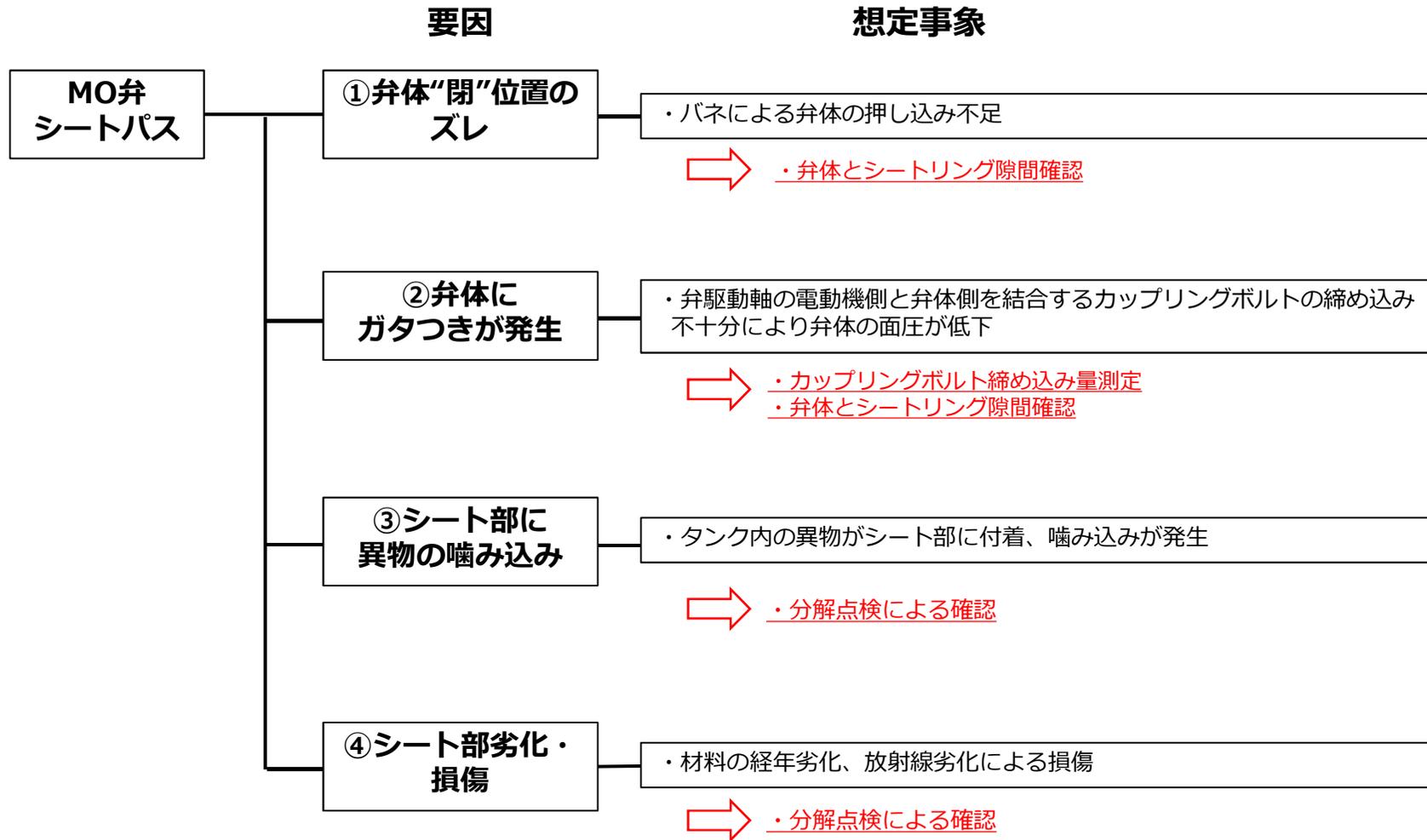
写真2 カップリング部拡大



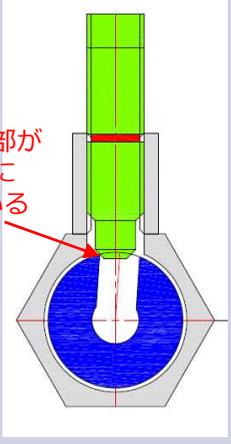
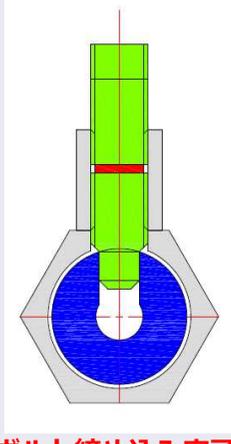
カップリング部概略図

※写真は100A 対象弁は200A（駆動部は200Aも同一機構）

MO弁シートパスの要因分析 (FTA)

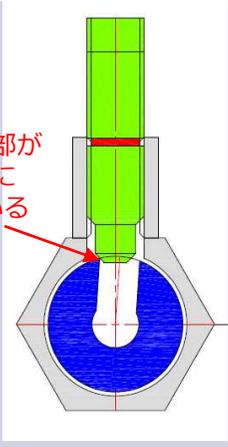
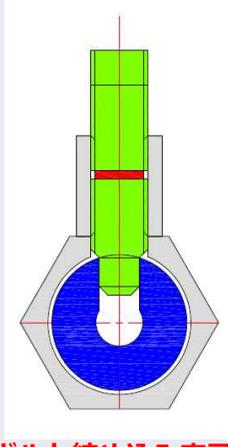


分解点検結果：カップリングボルト締め込み状況、弁体・シートリングの当たり状況（F201B）

	カップリングボルト締め込み状況	弁体・シートリング当たり状況	カップリング部断面図
分解時	 <p>約40mm</p> <p>Z97 - F201B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出一次弁</p>	 <p>隙間 (光の通り道) 有り</p> <p>200</p>	 <p>先端テーパ部分が 電動機側に 当たっている</p>
ボルト調整後	 <p>約30mm</p> <p>Z97 - F201B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出一次弁</p>	 <p>隙間 (光の通り道) 無し</p> <p>200</p>	 <p>ボルト締め込み完了</p>

- ボルト調整により全閉位置になったことから要因①「弁体“閉”位置のズレ」の可能性はなく、要因②「弁体にガタつきが発生」の可能性あり。

分解点検結果：カップリングボルト締め込み状況、弁体・シートリングの当たり状況（F202B）

	カップリングボルト締め込み状況	弁体・シートリング当たり状況	カップリング部断面図
分解時	 <p>約 40mm</p> <p>Z97 - F202B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出二次弁</p>	 <p>隙間 (光の通り道) 有り</p> <p>200</p>	 <p>先端テーパ部分が 電動機側に 当たっている</p>
ボルト調整後	 <p>約 30mm</p> <p>Z97 - F202B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出二次弁</p>	 <p>隙間 (光の通り道) 無し</p> <p>200</p>	 <p>ボルト締め込み完了</p>

- ボルト調整により全閉位置になったことから要因①「弁体“閉”位置のズレ」の可能性はなく、要因②「弁体にガタつきが発生」の可能性あり。

分解点検結果：異物の噛み込み、シート部劣化・損傷状況

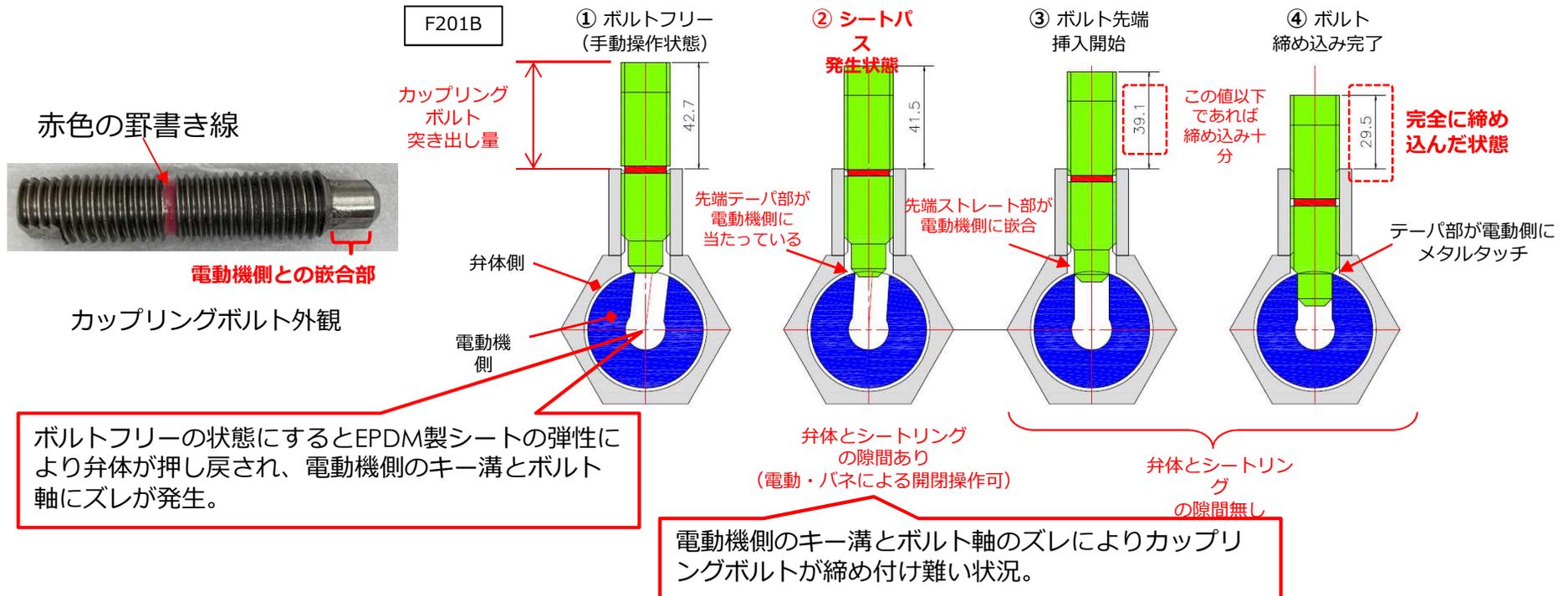
	F201B	F202B
弁体・シート部		
		

- 異物の噛み込み、弁体・シート部に有意な劣化・損傷がなかったことから、要因③「シート部に異物の噛み込み」、要因④「シート部劣化・損傷」の可能性はない。

要因②弁体にガタつきが発生

- カップリングボルト締め込み量と、弁体の状態（遠隔操作による動作可否含む）を確認。
 - 下図②の状態では電動・バネによる開閉操作が可能であることを確認（但し、弁体とシートリングの隙間あり）。
 - 下図③（ボルト先端ストレート部がわずかでも電動機側に嵌合した状態）では、弁体とシートリングに隙間はなし。

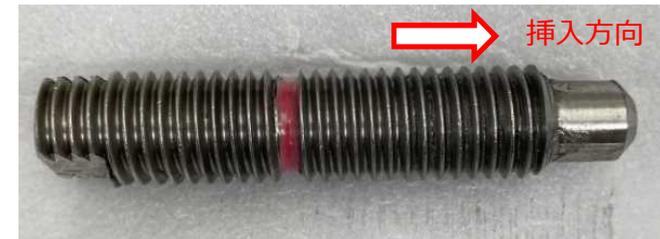
【シートパスの原因】 カップリングボルトの締め込みが十分でないと電動機側と弁体側の駆動軸に遊びが生じ、弁体に十分な面圧が確保できずシートパスが発生。



- 分解点検結果から、200A弁についてはボルト突起出し量が39mm（余裕を見て35mm）以下であれば、弁体とシートリングに隙間が発生せずシート機能は健全と判断。
 - 他200A弁のボルト突起出し量は全て35mm以下であることを確認済み。

【参考】カップリングボルト突き出し量調査（循環系統）

No.	機器番号	機器名称	呼び径	電動解除ボルト ボルト長さ (mm)
1	Z97-MO-162A	サンプルタンク受入 (A群) 入口一次弁	100A	17.3
2	Z97-MO-162B	サンプルタンク受入 (B群) 入口一次弁	100A	17.5
3	Z97-MO-162C	サンプルタンク受入 (C群) 入口一次弁	100A	17.4
4	Z97-MO-163A	サンプルタンク受入 (A群) 入口二次弁	100A	16.5
5	Z97-MO-163B	サンプルタンク受入 (B群) 入口二次弁	100A	17.7
6	Z97-MO-163C	サンプルタンク受入 (C群) 入口二次弁	100A	17.7
7	Z97-MO-201A	サンプルタンク循環 (A群 A-1) 払出一次弁	200A	31.3
8	Z97-MO-201B	サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出一次弁	200A	41.5
9	Z97-MO-202A	サンプルタンク循環 (A群 A-1) 払出二次弁	200A	31.0
10	Z97-MO-202B	サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出二次弁	200A	42.2
11	Z97-MO-205A	サンプルタンク循環 (B群 B-1) 払出一次弁	200A	30.0
12	Z97-MO-205B	サンプルタンク循環 (B群 B-2) 払出一次弁	200A	30.5
13	Z97-MO-206A	サンプルタンク循環 (B群 B-1) 払出二次弁	200A	30.3
14	Z97-MO-206B	サンプルタンク循環 (B群 B-2) 払出二次弁	200A	30.0
15	Z97-MO-209A	サンプルタンク循環 (C群 C-1) 払出一次弁	200A	30.0
16	Z97-MO-209B	サンプルタンク循環 (C群 C-6) 払出一次弁	200A	30.1
17	Z97-MO-210A	サンプルタンク循環 (C群 C-1) 払出二次弁	200A	31.1
18	Z97-MO-210B	サンプルタンク循環 (C群 C-6) 払出二次弁	200A	31.1
19	Z97-MO-218A	サンプルタンク循環 (A群 A-6) 受入一次弁	150A	30.5
20	Z97-MO-218B	サンプルタンク循環 (A群 A-5) 受入一次弁	150A	29.9
21	Z97-MO-219A	サンプルタンク循環 (A群 A-6) 受入二次弁	150A	31.1
22	Z97-MO-219B	サンプルタンク循環 (A群 A-5) 受入二次弁	150A	30.6
23	Z97-MO-222A	サンプルタンク循環 (B群 B-6) 受入一次弁	150A	30.0
24	Z97-MO-222B	サンプルタンク循環 (B群 B-7) 受入一次弁	150A	29.8
25	Z97-MO-223A	サンプルタンク循環 (B群 B-6) 受入二次弁	150A	30.1
26	Z97-MO-223B	サンプルタンク循環 (B群 B-7) 受入二次弁	150A	30.3
27	Z97-MO-226A	サンプルタンク循環 (C群 C-10) 受入一次弁	150A	31.3
28	Z97-MO-226B	サンプルタンク循環 (C群 C-5) 受入一次弁	150A	30.0
29	Z97-MO-227A	サンプルタンク循環 (C群 C-10) 受入二次弁	150A	30.0
30	Z97-MO-227B	サンプルタンク循環 (C群 C-5) 受入二次弁	150A	31.6



カップリングボルト外観

← シートパス発生
← シートパス発生



カップリング部

背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – MO弁の履歴 –

- 2022.6.15～17 工場にてMO弁のシート機能を確認
 - 工場では「寸法検査」、「耐圧漏えい検査」、「弁座漏えい検査」、「作動検査」を実施。
 - 弁座漏えい検査：弁体片側より水圧（1.1MPa）を掛けて、シート部より漏えいがないことを確認。

- 2022.10.7 当該弁取付前の動作確認
 - 2名1班 各々で手動操作。（作業員A、作業員B）

- 2023.1.11～12 配管耐圧・漏えい検査バウンダリ構成※1
 - 2名1班 各々で手動操作。（作業員B、作業員C）

- 2023.1.17～18 配管耐圧・漏えい検査バウンダリ構成※1
 - 2名1班 各々で手動操作。（作業員B、作業員C）

※1：当該弁を"閉"から"開"にして、バウンダリを構成。

- 2023.2.2 シーケンス試験※2に先立ち配管内部流体の凍結確認のため、カップリングボルトを緩め、**手動にてMO弁を操作**（凍結状態で電動駆動させると過負荷により故障する恐れがあるため）。
 - 4名1班 各々で手動操作。（作業員D、作業員E、作業員F、作業員G）
 - カップリングボルト復旧後、シーケンス試験における開閉指令で動作可能なことを確認。
 - ※2：シーケンス試験とは、警報や表示装置が正常に動作することを確認する試験のことを指す。

背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – 2023.2.2 手動操作時の状況 –

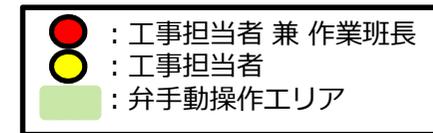
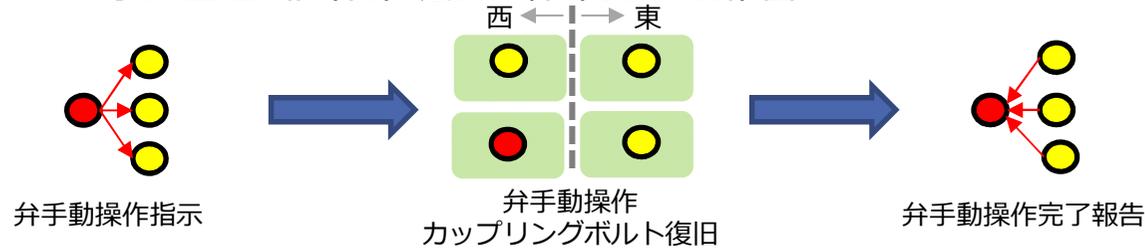
【施工業者の対応】

■ 当社への連絡について

- シーケンス試験の前に凍結確認のためMO弁の手動操作を行うことを試験前日に当社に連絡し、当社は了承。

■ 手動操作時の体制

- 工事担当者 兼 作業班長が弁手動操作を指示。
- 4名がK 4タンク東西エリアに分かれて各々が弁手動操作を実施。
- 弁手動操作実施後、カップリングボルトを復旧。
- 工事担当者 兼 作業班長へ作業完了を報告。



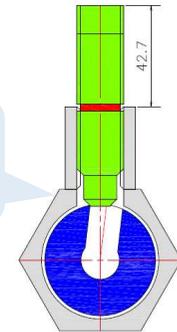
■ カップリングボルトの復旧

- MO弁を全閉の状態※1で、カップリングボルトを締め込む。
- カップリングボルトを手締めにて締め付け後、スパナを用いて締め付けを実施。
- カップリングボルトの緩め～手動操作～復旧までは5分程度の作業。

■ カップリングボルト復旧後確認

- シーケンス試験における開閉指令で、当該弁が開閉動作できることを確認。

全閉位置が合わせられないと、カップリングボルトの締め込みが不十分になるおそれがある。



カップリング部断面図

※1：シートパスが発生した当該2弁の周辺は狭隘であり、全閉位置に合わせにくい環境であった。

【施工要領書※2、施工記録について】

- MO弁手動操作に係る作業内容、及び手動操作時のカップリングボルトの締め付けの記録用紙は、設置工事あるいはシーケンス試験に係る施工要領書に記載はない。弁保護カバーに表示されている<要領>に従い、手動切り替えを実施。

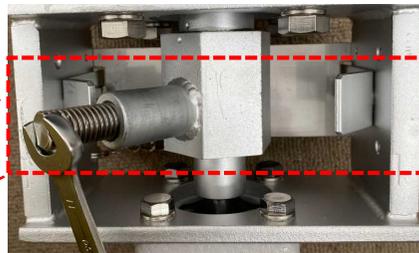
※2：施工要領書とは施工業者が、施工方法を記載した書類。

背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – 施工業者への聞き取り –

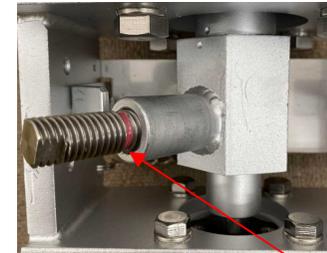
- 2023.2.2にMO弁の手动切替操作を行った設置施工業者の作業員4名に聞き取り調査を実施。
 - 4名で30台のMO弁操作を行っており、当該弁を操作した作業員は特定できず。
 - 聞き取り調査から判明した内容は以下の通り（作業員4名はみな同じ認識）。
 - カップリングボルトの締め付完了は、①ボルトに設けられている赤い罫書き線が見えなくなり、且つ②手ごたえがたかなくなったこと、の2点で判断。
 - 電動駆動への切り替え後も動作したので問題ないと判断。
 - **ボルトは単に駆動操作を切り替えるだけのもので、弁開度に影響を与えたとの認識はなし。**



ボルト締め込み状態

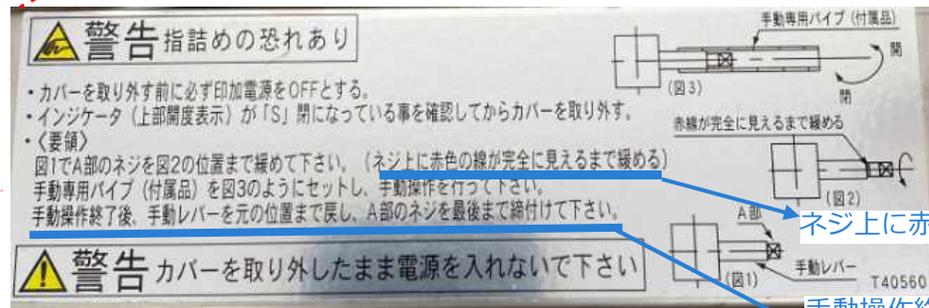
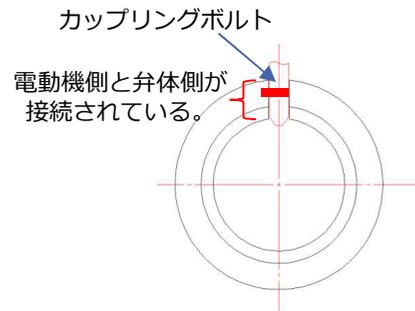


ボルト緩め状態



ボルトフリー状態

弁保護カバー
取付位置



弁保護カバーに表示されている〈要領〉

ボルト赤線が見えるところまで緩めると
電動機側と弁体側が機械的に切り離される。



ネジ上に赤色の線が完全に見えるまで緩める

手动操作終了後、手动レバーを元の位置まで戻し、
A部のネジを最後まで締め付けて下さい

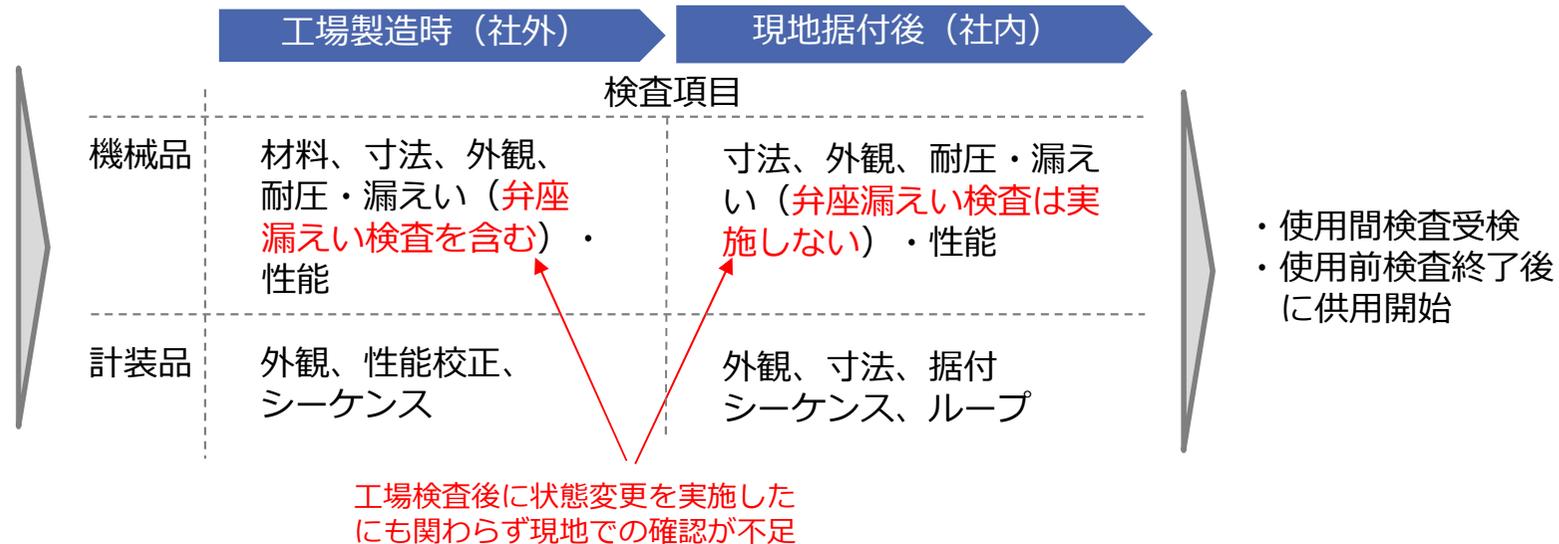
- 弁保護カバーに表示されている〈要領〉では手动操作切替時は“**ネジ上に赤線が完全に見えるまで緩める**”と記載 ⇒電動機側と弁体側の**接続が切り離されることを意味した内容。**
- これに対し、カップリングボルトの締め付けを行った作業員は、〈要領〉とは逆の**当該の赤線が見えなくなり、且つ締め付けがたかくなれば電動機側と弁体側の結合は十分であると勘違い。**

背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – 当社の管理 –

- 当該MO弁の手動操作は、原子力発電所で採用している電動弁の手動切替操作（デクラッチレバー操作）と同じ感覚でいたため、当該操作が弁の分解にあたる認識、弁のシート機能に影響を与えるとの認識がなく、施工要領書への反映等が行えていない。
- 工場完成品として据え付けるため現地での検査を省略する機器について、リスクの想定が不十分であり、以下の対応が行えていない。
 - 工場出荷状態からの状態の維持（現地で機器の分解等を行わない）。
 - シートパスを確認するための適切な社内試験時間の設定（社内試験は各タンク群で2時間程度で、タンク水位計では有意な変動が確認できない）。

■ 検査対象

- ・ 配管（PE管、鋼管）
- ・ ポンプ
- ・ 攪拌機器
- ・ 手動弁
- ・ MO弁
- ・ 電源盤
- ・ 電動機
- ・ ケーブル
- ・ 制御盤
- ・ 計器



問題点

- 当該MO弁の構造・構成する部品等が機能に与える影響の理解が不十分
- 現地で試験・検査を行わない項目に対するリスクの想定が不十分

原因・背後要因を踏まえた対策

■ 原因、背後要因を踏まえた直接的対策

- 当該弁の手動開閉操作を行う際の注意事項を施工要領書に反映するとともに、カップリングボルト締め込み状態（突き出し長さ）の数値管理・記録管理を行う。
- カップリングボルトに電動機側と弁体側の十分な結合が得られる箇所に野書き線を入れるとともに、弁保護カバーに表示されている〈要領〉の記載を見直す。
- 循環攪拌運転時、放出時のタンク群隔離用のMO弁について、シートパスが無いこと（シート機能が健全であること）を1年に1回直接確認する。

■ 原因、背後要因を踏まえた管理的対策

【現地で試験・検査を行わない項目に対するリスクの想定が不十分であった事への対応】

- 各機器に対して工場検査、現地検査の比較を行い、各検査項目の最後から機能の変更が無いよう、以下の通り管理していく。
 - 工場出荷時から状態の変更（機器の分解等）を行わない（工場検査時の機能を維持する）。
 - 現地で状態の変更が必要な場合は、機能回復できていることを確認する検査（代替手段を含む）を実施する。

【MO弁の構造・構成部品が機能に与える影響の理解が不十分であった事への対応】

- 今回のMO弁のような特殊な構造のもの、あるいは新規導入品に対しては、設備設置段階から操作手順、分解手順等について製作メーカーから直接確認する、あるいは予備品を購入して直接操作・分解する等して、知識の拡充を図る。

【参考】 施工要領書への反映 (1/2)

■ 施工要領書への反映 (赤字を追記)

- カップリングボルト締め込み時の注意事項について、施工要領書へ反映。
- カップリングボルトの突き出し長さ許容値を記載。

項 目	要 領	留 意 点	検 査	記 録	備 考																
1.弁点検	<p>(5)電動解除ボルト締付</p> <p>a.電動解除ボルトの締付を行う。</p> <p>※締付においては、社内「現物による電動解除ボルト取扱い講習」修了者が行う。</p> <p>b.電動解除ボルトの突き出し長さの計測を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・締付が固くなりはじめのボルト長さを計測する。 ・最終締付後のボルト突き出し長さを計測する。 <p>※計測においては、社内技術技能認定者「機械計測」が行う。</p> <p>※最終確認者は、機械計測者と品質管理Gのピアチェックとし、同一メンバーで全数確認を行う。</p> <table border="1" style="margin: 10px 0;"> <caption>電動解除ボルト 突き出し長さ許容値</caption> <thead> <tr> <th>弁口径</th> <th>許容値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200A</td> <td>29.5 ± 2.0</td> </tr> <tr> <td>150A</td> <td>29.6 ± 2.0</td> </tr> <tr> <td>100A</td> <td>17.4 ± 2.0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 10px 0;"> <caption>使用スパナ サイズ</caption> <thead> <tr> <th>弁口径</th> <th>スパナ二面幅(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200A</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>150A</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>100A</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	弁口径	許容値(mm)	200A	29.5 ± 2.0	150A	29.6 ± 2.0	100A	17.4 ± 2.0	弁口径	スパナ二面幅(mm)	200A	11	150A	11	100A	10	<p>⚠ 工具の掛かりを確認してからボルトを締める。</p> <p>✓ 適正工具にて締付を行う事。</p> <p>✓ 測定器は使用前点検を行う事。</p> <p>✓ 測定器は校正期限を確認し、期限が有効の物を使用する事。</p> <p>⚠ 周辺の電源ケーブル、弁、配管に損傷を与えないように作業姿勢を確保する。</p> 		○△	チェックシート P21-0645A-MO-2
弁口径	許容値(mm)																				
200A	29.5 ± 2.0																				
150A	29.6 ± 2.0																				
100A	17.4 ± 2.0																				
弁口径	スパナ二面幅(mm)																				
200A	11																				
150A	11																				
100A	10																				
1.弁点検	<p>c.電動解除ボルトに合いマークをつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漏えい確認の終了したMO弁の電動解除ボルトに合いマークをつける。 ・合いマークをつけ終えたMO弁の保護カバーを復旧する。 																				

※：施工要領書に記載されている「電動解除ボルト」は前述の「カップリングボルト」と同義。

【参考】 施工要領書への反映 (2/2)

■ 施工要領書への反映

- カップリングボルト締め込み状態 (突き出し長さ) の数値管理・記録管理用紙を施工要領書に追加。

P21-0645A-MO-2 ④ No. _____

MO 弁 確 認 チェックシート		No. _____			
発電所名	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 号機	東京電力HD株 記録確認者	QC	主技	担当
工 事 件 名	1F-ALPS処理水希釈放出設備設置工事				
機 器 名 又は系統名					
対象弁番号					
対象弁名称					
口径					
No.	確認内容	確認結果	確認日	確認者	備考
1	合いマークのずれ	有無 (mm)			
	電動解除ボルトの突き出し長さ	(mm)			
3	C P 孔の位置ずれ	有無			
5	合いマークのずれ	有無 (mm)			
	6 電動解除ボルト寸法測定	A 寸法			
B 寸法					
C 寸法					
D 寸法					
7 電動解除ボルト締付	固くなり始め (mm)				
	最終寸法 (mm)				
8	シートリーク	有無			

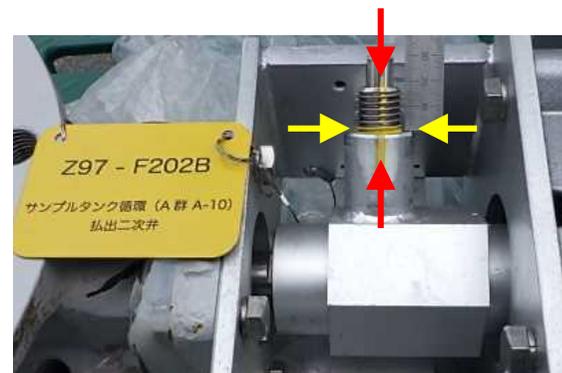
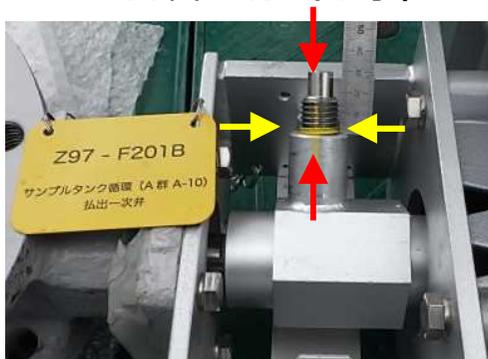
測定器	管理番号

電動解除ボルト寸法測定位置

【参考】 対策の反映状況

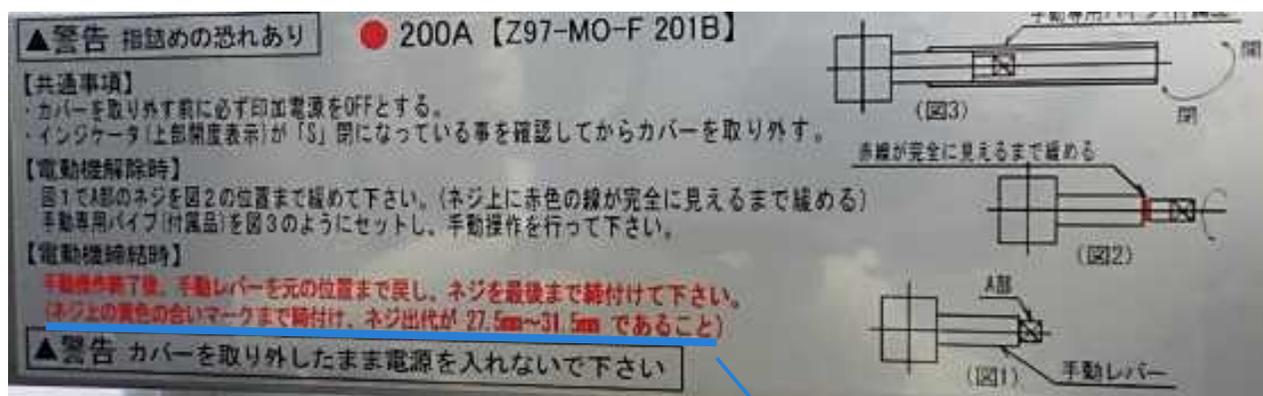
■ 罫書き線の追加

- カップリングボルトに電動機側と弁体側の十分な結合が得られる箇所（締め込み完了位置）に罫書き線（十字）を入れる。



■ 弁保護カバーに表示されている〈要領〉の記載見直し

- 電動機と弁体の解除時/締結時の注意事項を明確化。

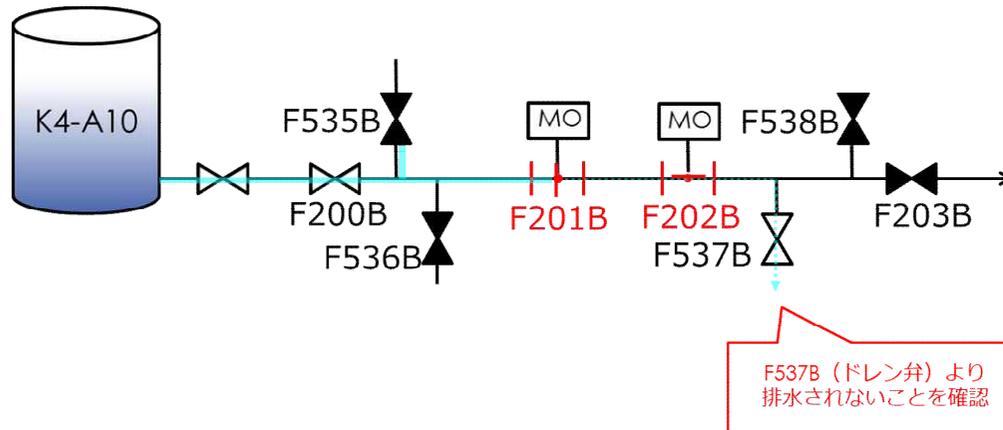


ネジ上の黄色の合いマークまで締付け、ネジ出代が27.5mm~31.5mmであること

【参考】MO弁シートパスの確認方法（例）

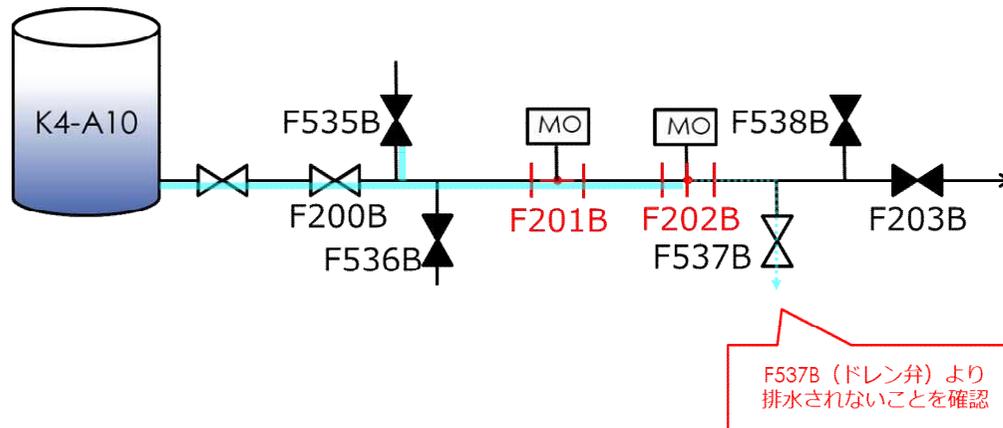
【F201Bの場合】

- 手動弁F203Bを「全閉」、MO-F201Bを「全閉」（シートパス確認対象）、MO-F202Bを「全開」とする。
- ドレン弁であるF537Bから排水されないことを以て、シートパス無を判断。



【F202Bの場合】

- 手動弁F203Bを「全閉」、MO-F201Bを「全開」、MO-F202Bを「全閉」（シートパス確認対象）とする。
- ドレン弁であるF537Bから排水されないことを以て、シートパス無を判断。



【参考】工場・現地検査の比較（測定・確認用設備）

- 測定・確認用設備の機器について、工場・現地の検査項目を比較し、各検査実施後の変更の有無について調査。
- シートパスを発生させた当該弁（同型弁含む）以外は、各検査実施後に状態の変更が無いことを確認。

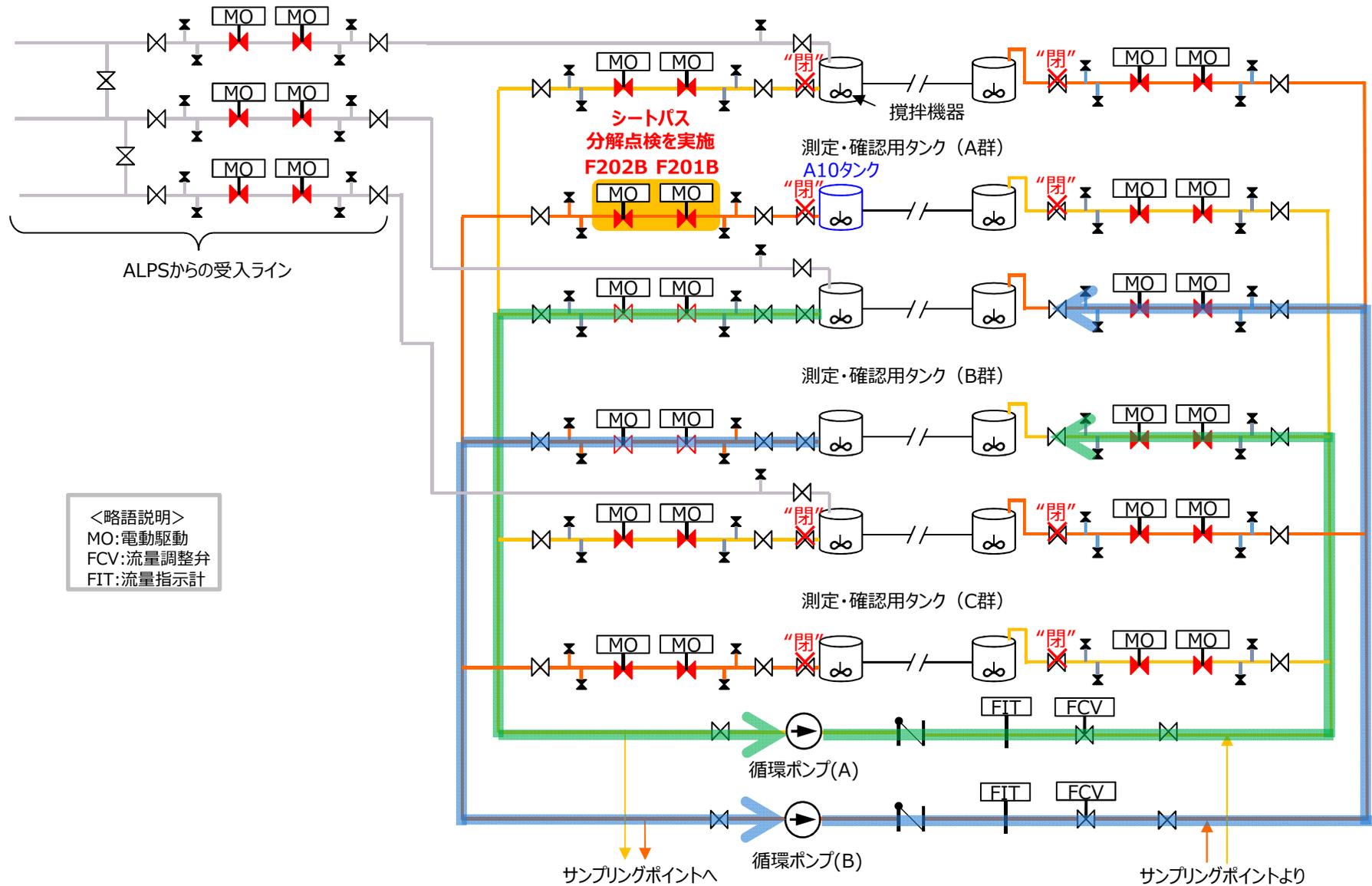
設備	機器	工場検査項目	現地検査項目	検査実施後の変更の有無
機械	配管 (PE管)	材料・寸法・外観・耐圧漏えい等	寸法・外観・耐圧漏えい	無
	配管 (鋼管)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい等	フランジ締付・外観・通水漏えい	無
	ポンプ (完成型)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい・性能等	組立確認（センタリング調整等）・試運転における性能・通水漏えい	無
	攪拌機器 (完成型)	材料・寸法・外観・気密・絶縁抵抗・耐電圧・性能	外観・ローテーション・性能	無 (工場出荷状態を維持)
	手動弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい	外観・通水漏えい	無 (工場出荷状態を維持)
	MO弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい・作動	外観・通水漏えい・作動	有 ・カップリングが切り離されシート機能に影響 ・カップリングボルトの締め込み状態（突き出し長さ）を確認（シートパスした弁についてはシートパスの有無を直接確認する）
電気	電源盤	寸法・外観・耐電圧・シーケンス・性能・絶縁抵抗	外観・耐電圧・シーケンス・性能・絶縁抵抗	無
	電動機	外観・寸法・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	外観・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	無
	ケーブル	外観・絶縁抵抗・耐電圧	外観・絶縁抵抗・耐電圧・導通確認	無
計測制御	制御盤	外観・導通確認・絶縁抵抗・ソフト検証	シーケンス・インターロック	無
	計器	入出力特性	単体ループ	無

【参考】工場・現地検査の比較（移送・希釈・放出設備）

- 今後使用前検査を受検する移送設備、希釈設備、放出設備についても同様な管理を実施。
 - 同型のMO弁、AO弁（緊急遮断弁）は、工場出荷時の状態を維持して現地据付する計画。
 - 下表を管理し、今後計画の変更（状態の変更）がある場合は、追加の検査を実施。

設備	機器	工場検査項目	現地検査項目	現地検査の追加の必要性
機械	配管 (PE管)	材料・寸法・外観・耐圧漏えい等	寸法・外観・耐圧漏えい	無
	配管 (鋼管)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい等	フランジ締付・外観・通水漏えい	無
	ポンプ (完成型)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい・性能等	試運転における性能・通水漏えい	無
	ポンプ (現地組立型)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい・性能等	試運転における性能・通水漏えい	無
	手動弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい	外観・通水漏えい	無 (工場出荷状態を維持)
	MO弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい・作動	外観・通水漏えい・作動試験	無 (工場出荷状態を維持)
	AO弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい・作動	外観・通水漏えい・作動試験	無 (工場出荷状態を維持)
電気	電源盤	寸法・外観・耐電圧・シーケンス・性能・絶縁抵抗	外観・耐電圧・シーケンス試験・性能・絶縁抵抗	無
	電動機	外観・寸法・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	外観・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	無
	ケーブル	外観・絶縁抵抗・耐電圧	外観・絶縁抵抗・耐電圧・導通確認	無
計測制御	制御盤	外観・導通確認・絶縁抵抗・ソフト検証	シーケンス・インターロック	無
	計器	入出力特性	単体ループ	無

【参考】P&ID (循環系統)



要求事項⑤に対する検討状況

東京電力への要求事項⑤



処理水の漏えいや意図しない放出などの異常発生に備え、影響低減のための機動的対応を迅速かつ確実に実施できる手順書の整備、訓練による対応力の向上に努めること。また、機動的対応における時間的余裕を確保するため、設備面における重層的対策を講じること。

【技術検討会等における主な意見】

- 設備機器が耐震重要度分類「Cクラス」で設計される等、非常時に設備が損傷する前提とした備えが必要と理解している。測定・確認用設備の連結弁からの漏えいに関連して、「連結弁の閉時間は、漏えい箇所数にもよるが、弁1個の閉時間は5分～10分程度と想定」としている一方、「連結管が完全に破断した場合等、弁近傍への接近が困難なことも想定され、時間を要する可能性もある」と認めているように、対応に困難がともなうことが予想される。様々な場面を想定した対応マニュアルが必要である。また、その対応が実行可能かどうか、対応者の力量向上を含めて検証すべき。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）
- 地震による測定・確認用タンクの滑動により連結管等が損傷し、タンク内包水が漏えいした場合、タンク堰内（貯留面積2,210m²）には全てのタンク内包水量（35,000m³）は貯留できない。タンク堰の高さはタンク1基分1,000m³貯留すると50cm位であり、タンクからの漏えい水が堰を溢水しないようにするために緊急対応（タンク連絡弁を閉止することや堰内漏えい水の排水処理等）が必要である。（令和3年度第6回技術検討会）
- タンクから処理水が漏えいした場合の気中被ばくの評価を0.4μSvとしている。処理水を2週間で回収することを前提としているが、堰外に漏えいすることも考えられるため、それは不可能である。気中被ばくの評価は過小評価である。（令和3年度第6回技術検討会）

要求事項⑤に対する検討状況（1）

- 地震への対応に関しては、「技術検討会」の場でご説明した通り、下記の機動的対応を実施することを考えている。
 - 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。
 - 機動的対応で使用する機器類等は既に配置しており、これらも適切に維持管理していく。



(a) 仮設ポンプ



(c) 高圧吸引車

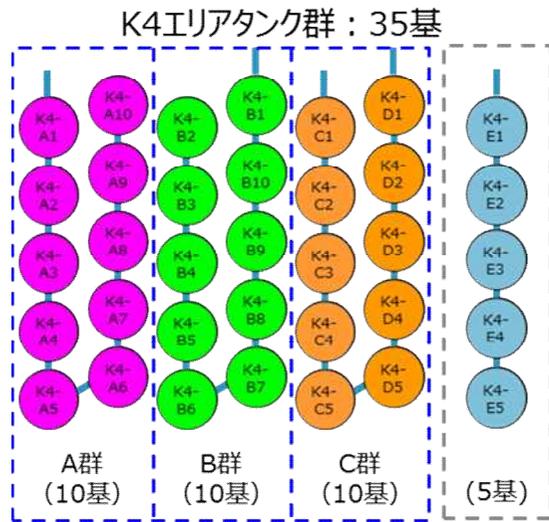


(b) 耐圧ホース（養生済）

機動的対応で使用する機器類

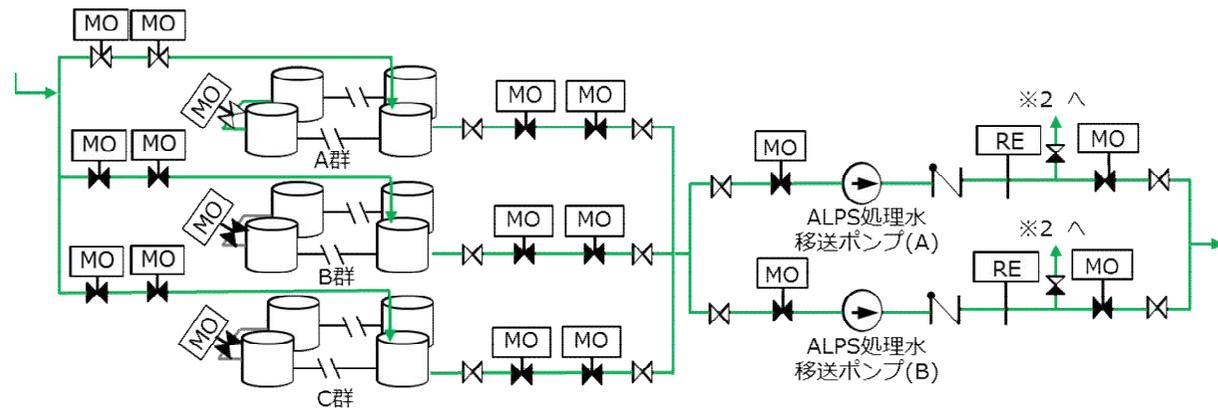
機動的対応の考え方 – 堰拡張・自動閉止弁化が完了するまでの設備構成 – **TEPCO**

- 測定・確認用タンクはA～C群で構成、さらに1群タンク10基の構成
- 各タンク群には隔離用のMO弁を設けており、タンク5基単位で隔離が可能
- 測定・確認用タンク（K4タンク）は、ALPS処理水の受入時、放出時、循環・攪拌運転時は連結弁を開運用
- 震度5弱以上の地震により、受入、放出、循環・攪拌の運転を停止するとともに、タンク群の前後に設けられているMO弁を閉操作



2.50章 ALPS処理水希釈放出設備

2.5章 多核種
処理水貯槽



機動的対応の考え方 – 想定シナリオ –

- 2021年、2022年に発生した震度6弱の地震において、K4タンクに大きな滑動は確認されていない（連結管の伸縮機能は健全であり、所定の機能が発揮可能）
- また、K4タンクは、震度6強の地震において健全性を有している
- そのため、今後、震度6強の地震が発生したとしても、K4タンク群全数が破損・漏えいすることは考え難い

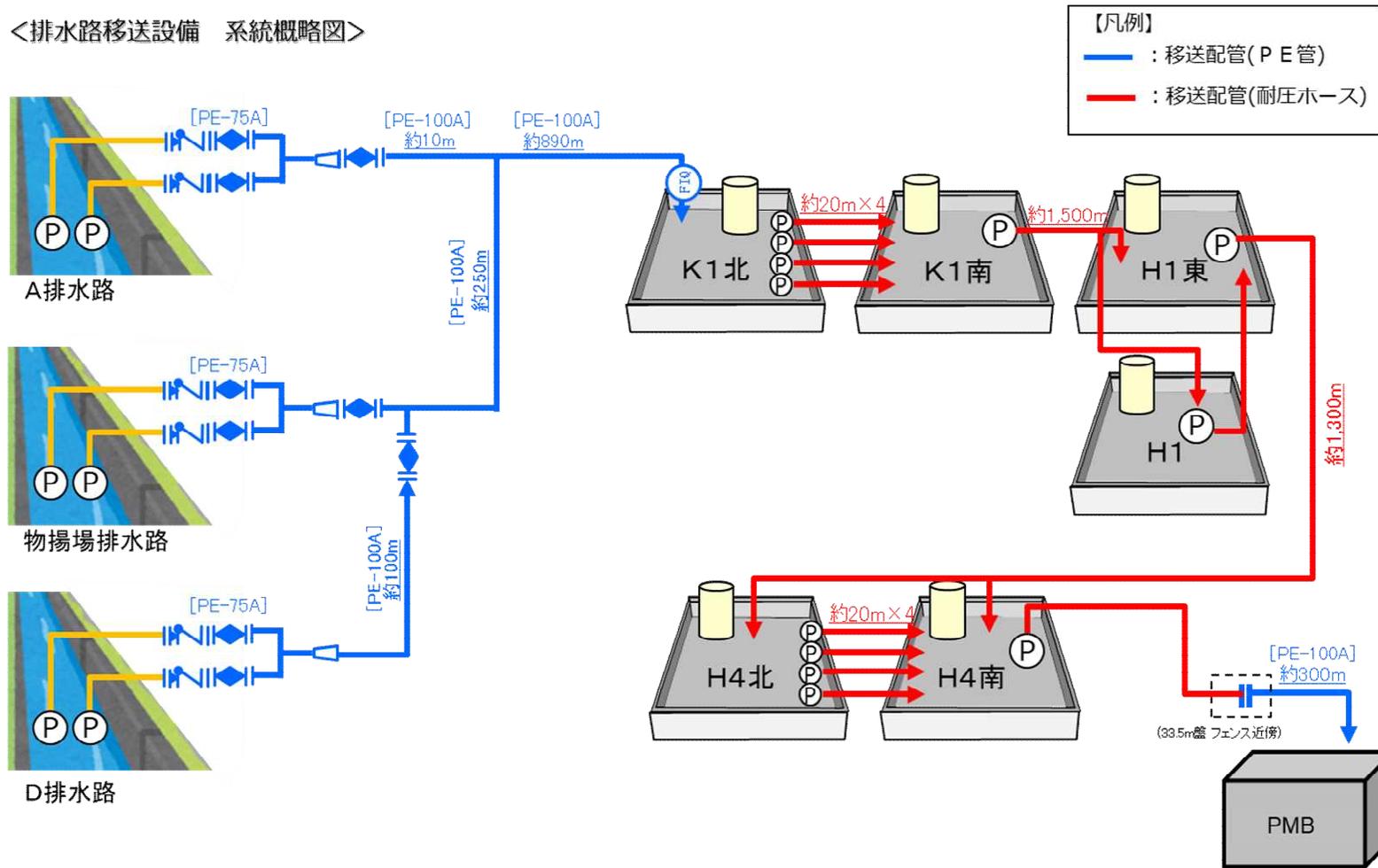
- そこで、タンク損傷の想定として、5基毎に隔離された7グループ（6グループは測定・確認用タンク、1グループは貯留タンク）のうち、2グループの連結管がギロチン破断することを想定する
 - タンクからの最大漏えい量はタンク10基分（10,000m³）
 - K4タンク外堰からの流出量は約7,500m³
 - K4タンク外堰から流出した水は、土嚢により35.5m盤で拡大防止対策をはかるが、さらに越流した場合はA排水路に流出

機動的対応の考え方 - 対応手順① -

【排水路移送設備について】

- 汚染水等が外部に流出した場合、排水路を通じて汚染水等が海洋へ流出することが想定されるため、福島第一原子力発電所では、排水路に電動ゲートを設け遠隔閉止が可能とともに、排水路に流入した水をタンク堰内に移送するための配管・ポンプを設置

<排水路移送設備 系統概略図>



機動的対応の考え方 – 対応手順② –

【測定・確認用タンク漏えい時の機動的対応のポイント】

- タンクグループ2箇所からの漏えいにより、短時間でK4タンク外堰容量を超えて流出することから、ALPS処理水の系外（海洋）流出を防止するため、可能な限り33.5m盤で漏えいの拡大を防止するとともに、排水路に流出した水は、既存の排水路移送設備により漏えい水の回収を実施

【地震発生時の対応手順（概要）】

- ① 地震発生に伴い事故時運転操作手順書に基づき、ALPS処理水希釈放出設備を通常停止。（水処理当直）
- ② 排水路放射線モニタ警報発生時の対応要領「A排水路－放射能濃度上昇時における対応」にて、以下の操作を実施。
 - ・ K4タンクエリア止水弁の閉止（水処理当直）
 - ・ A排水路遠隔電動ゲート（水処理当直）
 - ・ A排水路 → K1北エリア内堰への移送（復旧班）
- ③ 地震後のK4エリア現場へ出向し、重点パトロール実施（水処理当直）
- ④ **33.5m盤の漏えい拡大防止のため、以下の対応を実施**
 - ・ **土嚢の設置（復旧班）**
 - ・ **K4タンク堰内の漏えい水を強力吸引車（パワープロベスター）にてプロセス主建屋へ移送（復旧班）**
 - ・ **K4タンク堰内→K3タンクおよび一時貯留タンク堰内への移送（6月中旬設置）（復旧班）**

機動的対応訓練実施中

→ **復旧班※において、機動的対応訓練として土嚢の設置、強力吸引車の操作、堰間移送操作を実施する。**

※復旧班：発電所の防災組織の一つ。緊急時の復旧作業に従事する復旧班において、ALPS処理水の回収対応の訓練を実施する。

機動的対応の考え方 – 資機材他 –

【土嚢設置場所】

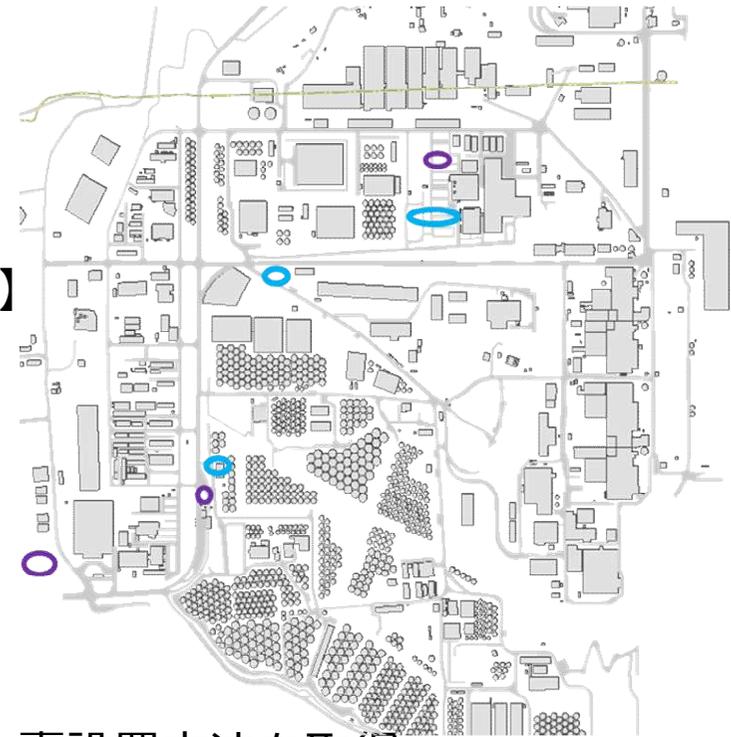
- 主要な側溝からの物揚場排水路およびA排水路流入箇所

【土嚢保管場所○、保管数（従来と同じ）】

- 免震棟駐車場 400体
- H8南エリア 150体
- 1000tノッチタンク 300体

【土嚢運搬手段車両場所○、台数（従来と同じ）】

- H8エリア前駐車場 ADバン 3台



【機動的対応訓練】

- 復旧班要員にて土嚢設置箇所、運搬手段、土嚢設置方法を取得

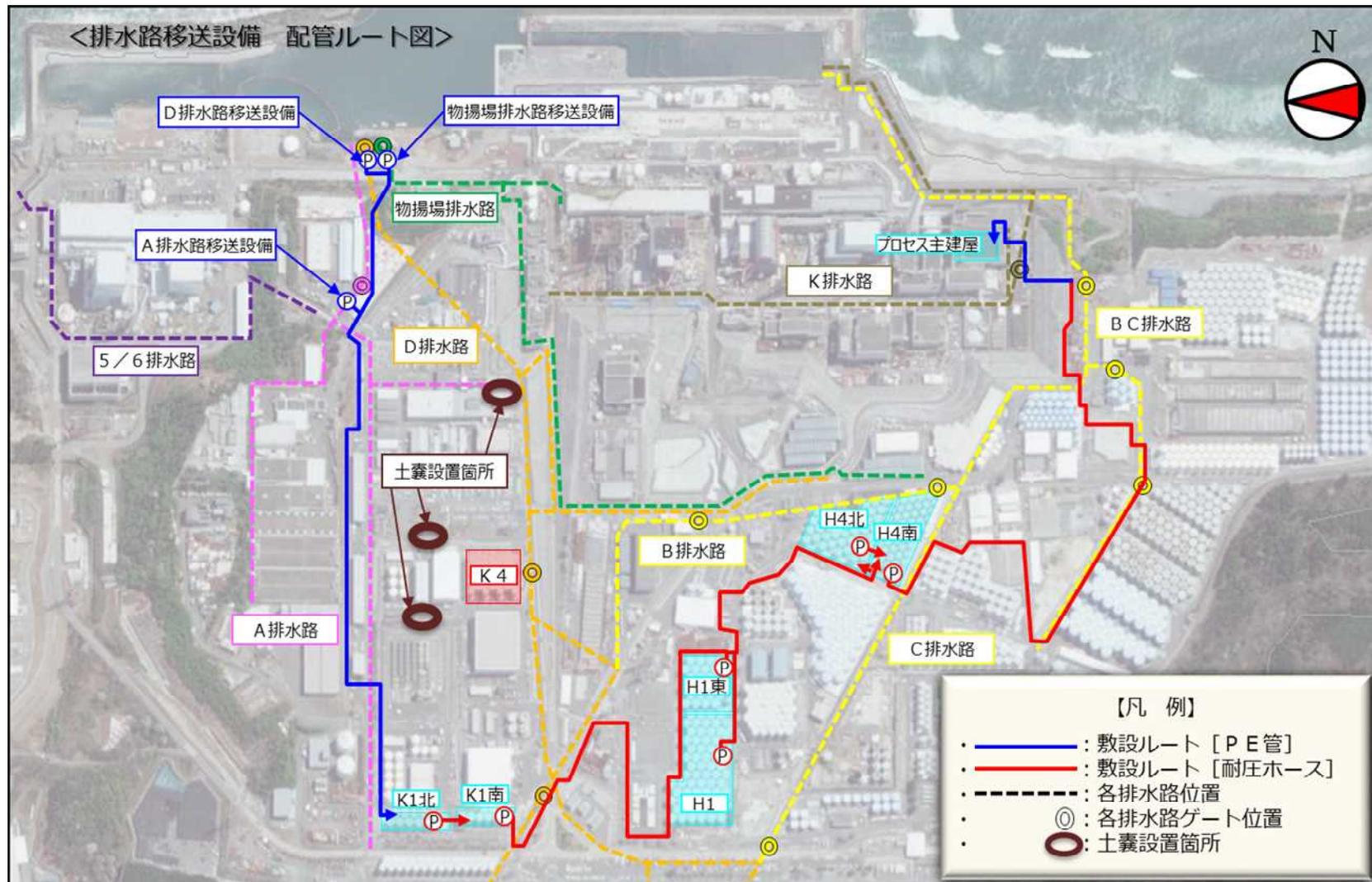
機動的対応の考え方 - 土嚢設置箇所 -

【土嚢設置場所】

- ▶ 主要な側溝からのA排水路への流入箇所として、3箇所へ土嚢を設置する。

【参考】 3箇所への土嚢設置総数：**250袋**

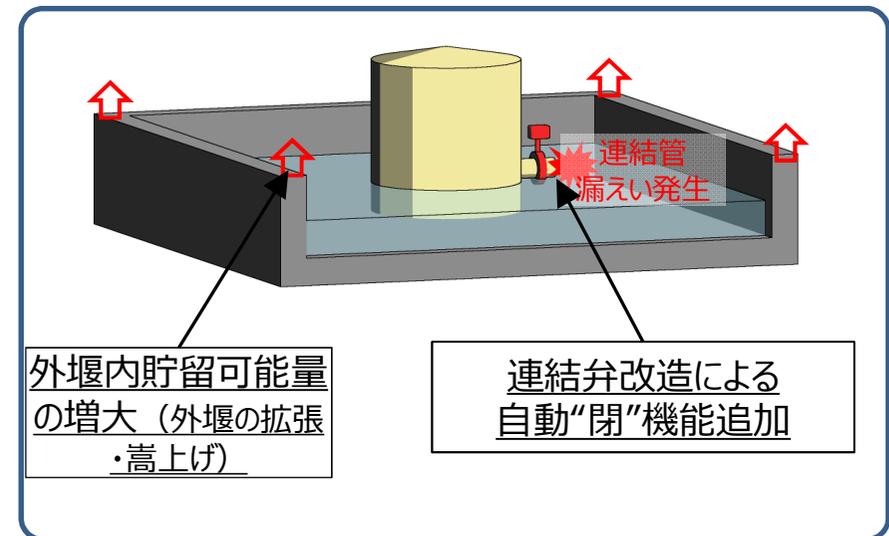
土嚢1袋あたり50cm（横）×50cm（縦）×15cm（高さ）



要求事項⑤に対する検討状況（2）

- 今後ALPS処理水の海洋放出が20～30年継続することから、福島県民の皆さまにご安心頂けるよう、「要求事項⑤」を踏まえ、前頁に加えて設備面における重層的対策として下記の対策を検討しており、検討状況については適宜報告させていただきます。

- 「測定・確認用タンク」は、ALPS処理水受入れ時・攪拌時等において、1群10基の連結弁を『開』として運用する。
- その運用を考慮した条件において、「地震により測定・確認用タンクの連結管の一部が破断、タンク内包水が漏えい」すること想定し、機動的対応における時間的余裕を確保するための対策を実施
 - 外堰内貯留可能量の増大（外堰の拡張・嵩上げ）
 - 上記対策の貯留可能量を超える漏えい量に対して、自動閉止弁の採用による漏えい防止



要求事項⑤への対応案（仕様検討中）
 （外堰内貯留可能量増＋連結弁改造）

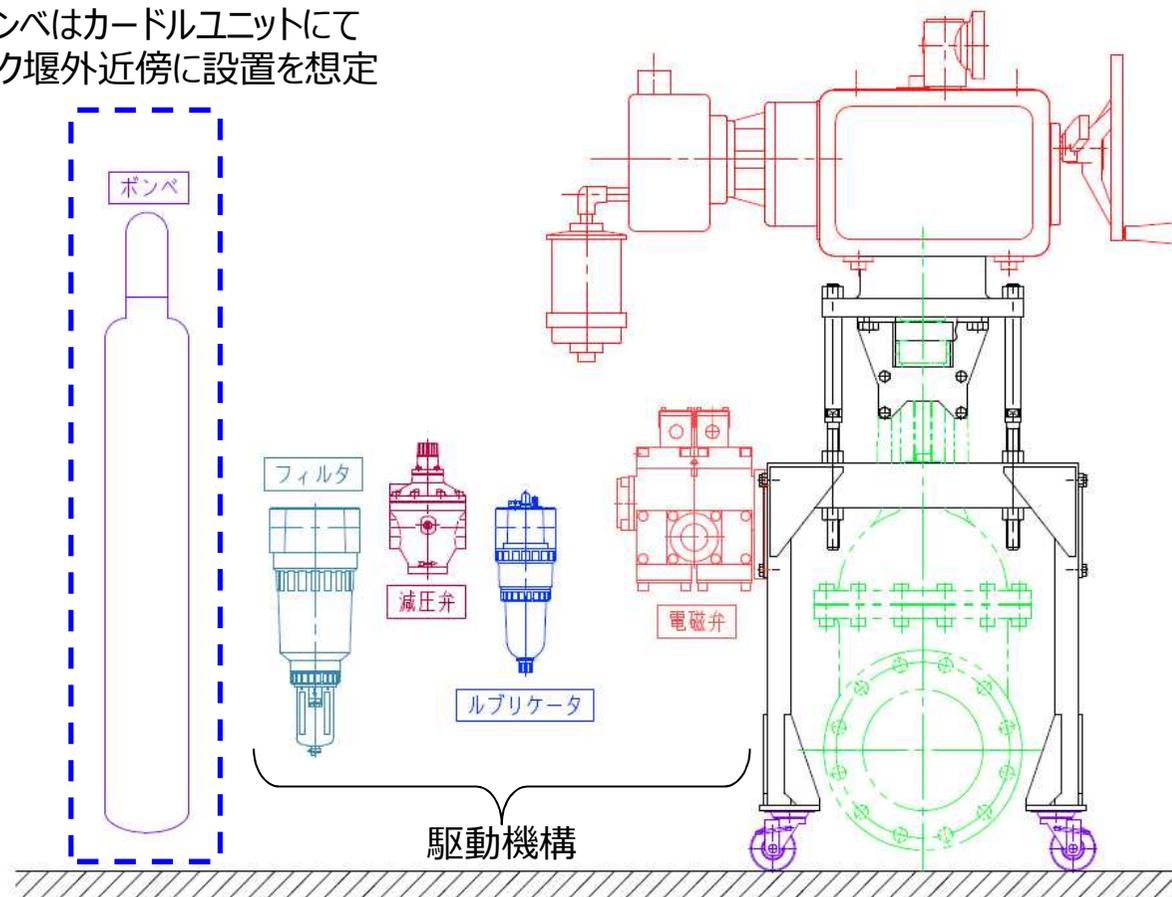
- なお、重層的対策が完了するまでの間は機動的対応を図ることとし、対応に必要な訓練について検討・計画していく。

要求事項⑤に対する検討状況 (3)

自動閉止弁への改造 (検討中) による漏えい発生量抑制

- 弁体は既存の弁を流用し、エアモーターにより作動させる弁へ改造。エアモーターの駆動源にはポンベの空気圧を使用。
- 駆動機構一式をキャスター付きの架台に乗せ、地震の揺動に合わせて動く構造として耐震性の確保を考えている。
- 今後、モックアップ等を行いながら、設計を進めていく。
- タンクの水抜きをせずに改造出来るものの、狭隘な場所で改造工事を行う必要があり、完了までには相当の期間を必要とする見通し。

ポンベはカードルユニットにて
タンク堰外近傍に設置を想定



追加質問へのご回答

<No.69> (要求事項 5)

- 貯留水が漏えいした場合の高圧吸引車を使った水の移送先はどこを想定しているのか教えてください。

<No.69回答>

- 漏えい発生時の状況にもよるが、漏えいが発生したタンク群以外の堰内あるいは1～4号機滞留水を想定している。

追加質問へのご回答



<No.73> (要求事項 5)

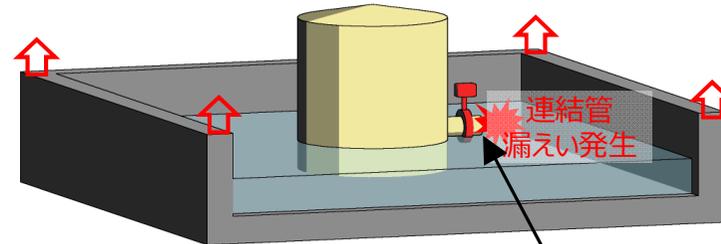
- 外堰の拡張、嵩上げはどの程度行うのか、それによって得られる機動的対応に係る時間的余裕はどの程度になりますか。

<No.73回答>

- 本年7月に認可を頂いた実施計画では、タンク2基分の漏えいに対して必要な内堰高さを確保することで認可を得たことを踏まえ、今回も同様に、自動閉止弁の設置により分割されたタンクのグループ（タンク2基あるいは3基で構成）のうち2グループからの漏えいに対し必要な外堰高さ・外堰面積を確保することとしている。
- 上記より、外堰高さを2mとして（これ以上高くするとタンクが浮く可能性）、タンク6基分（6000m³）の漏えいを受けることが可能な拡張範囲とするが、詳細については現在検討中である。
- また、連結管1カ所からの漏えいを想定した場合、タンク外堰が満水となるまでの時間としては約3時間となる。

【参考】 要求事項⑤への対応

要求事項⑤への対応策
外堰容量増+連結弁改造

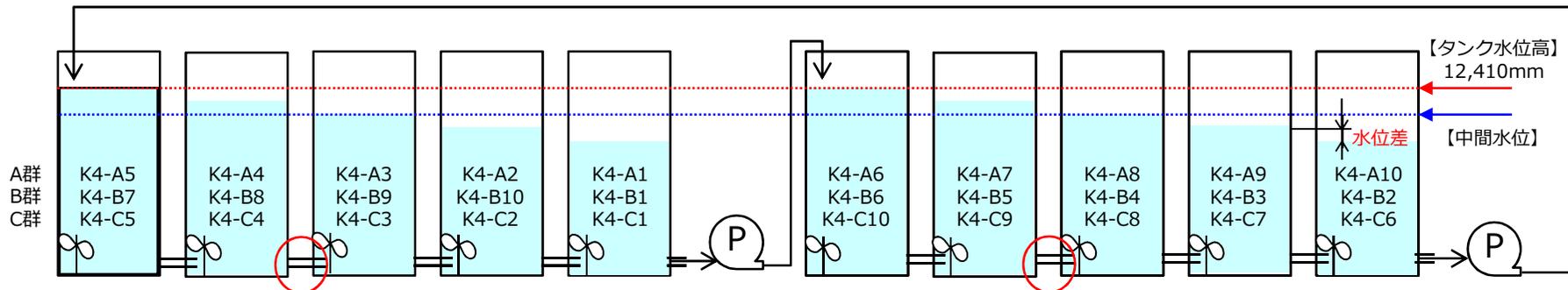


外堰拡張+嵩上げ
による容量増
タンク漏えい量
2基分→6基分

連結弁改造による
自動“閉”機能追加
→ 1箇所当りの最大漏えい
量タンク3基分

2箇所で漏えいが発生した場合も外堰内に留まる

測定・確認用タンク (K4) の対応策



2台
1群 (10基) 当りの測定・確認用タンク (K4) の自動閉止弁設置

追加質問へのご回答



<No. 7 4 > (要求事項 5)

- 機動的対応はどの程度の漏えい量に対応できるか教えてください。

<No. 7 4 回答>

- 機動的対応は、堰外漏えいが発生した場合に環境への放出を防止するための対応であり、漏えい量を定めていない。
- なお、震度5弱以上の地震が発生したときには、連結弁を開しているタンクを優先的に漏えいの有無を確認していく。

質問へのご回答

<No.75> (要求事項 5)

- 機動的対応として配備されている機器のリストを示してください。また、それらは、K4タンクから漏えいした水に対応するために、専用に配備しているものか。それとも、他の場所での漏えいへの対応と共用しているものか。

<No.75回答>

- 機動的対応に必要な資機材は、基本的にすでに福島第一原子力発電所に配備されているもので対応することを考えているが、今後、訓練等で検証を行い、必要な資機材等は適宜購入していく。
- 機動的対応の基本的な考え方は、「スライド152～159参照」

追加質問へのご回答

<No.76> (要求事項 5)

- 自動閉止の弁は、30基のタンク全てに設置する予定ですか。

<No.76回答>

- 本年7月に認可を頂いた実施計画では、タンク2基分の漏えいに対して必要な内堰高さを確保することで認可を得たことを踏まえ、今回も同様に、自動閉止弁の設置により分割されたタンクのグループ（タンク2基あるいは3基で構成）のうち2グループからの漏えいに対し必要な外堰高さ・外堰面積を確保することとしている。
- 上記より、測定・確認用設備において6箇所（弁としては12台）に自動閉止弁を設けることを計画している。なお、K4タンク群は35基で構成されており、残り5基に対しても1箇所（弁としては2台）に自動閉止弁を設ける計画。
- 自動閉止弁の設置により分割されたタンクのグループ（タンク2基あるいは3基で構成）のうち2グループからの漏えいに対し必要な外堰高さ・外堰面積を確保し、外堰高さを2mとして（これ以上高くするとタンクが浮く可能性）、タンク6基分（6,000m³）の漏えいを受けられることを可能とする。

追加質問へのご回答

<No. 7 7 > (要求事項 5)

- 自動閉となる震度を教えてください。

<No. 7 7 回答>

- 設備仕様と併せ検討中。
- (地震後の対応マニュアルでは、震度5弱(60~100gal程度)を基準に施設の保安確認を実施することとしていることから、震度5弱が候補の一つ。)

質問へのご回答

<No. 7 8> (要求事項 5)

- 自動閉止弁への改造完了時期（2023年7～8月以降？）までの対応は、タンク漏えい時には機動的対応することになるが、機動的対応の組織(人員)、資機材等の整備、手順、訓練実施など緊急時の対応の備えについて説明のこと。

<No. 7 8回答>

機動的対応訓練については、放出開始前までに以下の内容で実施する準備を進めている。

- 組織(人員)：発電所緊対本部当番者
- 資機材（準備済）
 - ✓ 強力吸引車
 - ✓ 土嚢
 - ✓ 耐圧ホース等



<強力吸引車>



<土嚢>

- 機動的対応の内容
 - ✓ K4タンク連結管損傷時の
 - 強力吸引車による堰内の漏洩水移送
 - 土嚢による環境への流出拡大防
- 手順（作成中）
- 訓練：手順書作成後、訓練を開始し、手順書の改訂、必要な資機材の見直し等を行う

質問へのご回答

<No.79> (要求事項 5)

- 機動的対応のための手順書が完成したか教えていただきたい。
- 地震発生後に具体的に何人がどこに行って、どのような対応を、地震発生からどれぐらいまでにするのか示していただきたい。

<No.79回答>

- 機動的対応（土嚢設置、強力吸引車の操作）に係る手順書について、他で実施している土嚢設置訓練等の手順書等を参考に現在作成中。
- 機動的対応に要する人員、時間は、手順書を作成後、検証していく。
- 機動的対応における更なる時間的余裕を確保する方法（K4エリア内の漏えい水を直接移送するなど）を引き続き検討する。

質問へのご回答

<No. 80> (要求事項 5)

- 機動的対応のための必要人員を教えてください。

<No. 80回答>

- No.79に同じ

質問へのご回答

<No. 8 1> (要求事項 5)

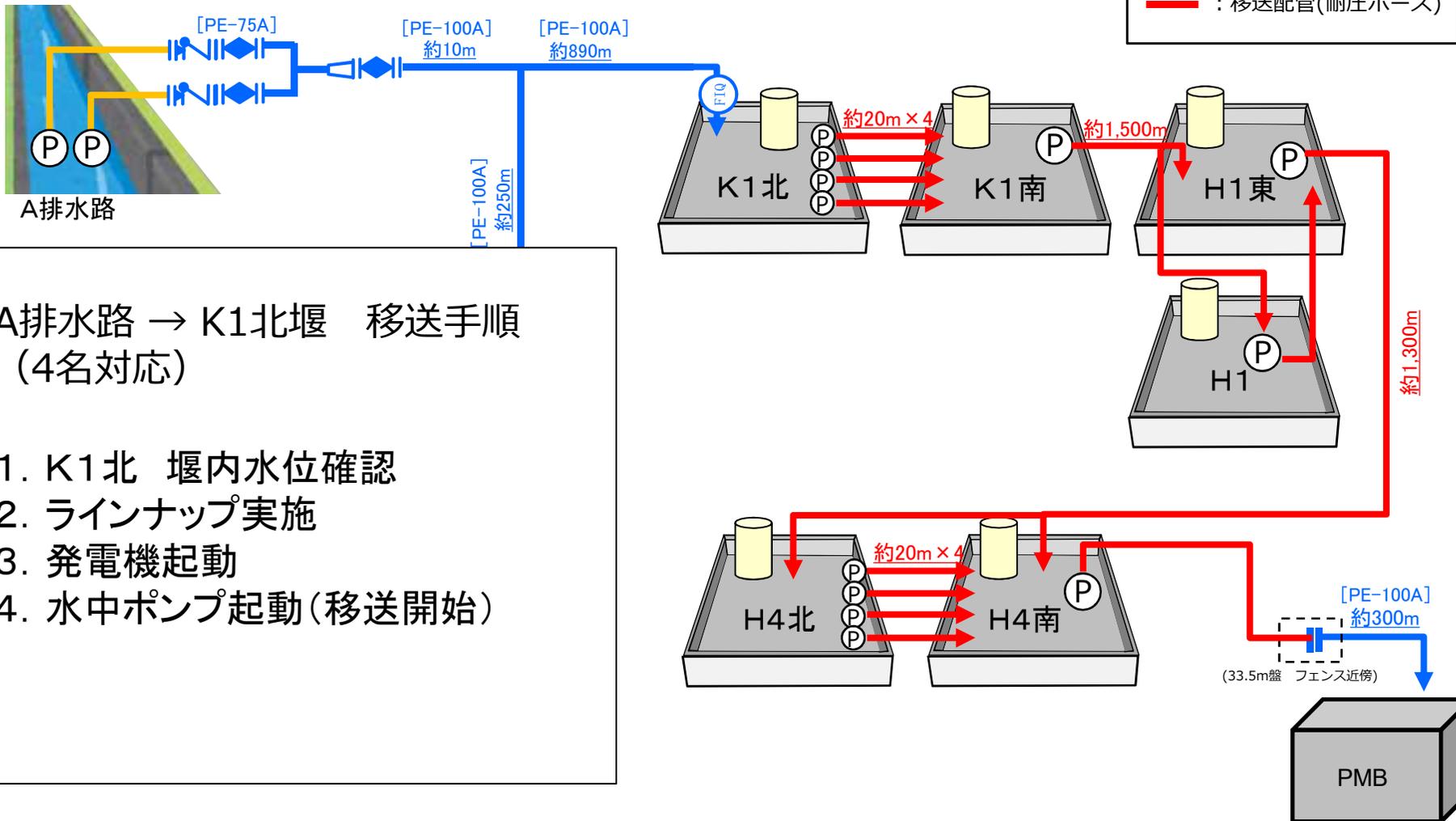
- 機動的対応のための手順書が完成したか教えていただきたい。
- 地震発生後に具体的に何人がどこに行って、どのような対応を、地震発生からどれくらいまでにするのか示していただきたい

<No. 8 1 回答>

- 機動的対応の手順書は完成済。
(強力吸引車による堰内水回収、土嚢設置、A排水路移送)
※K4タンク堰内 → K3タンクおよび一時貯留タンク堰内移送については、設備設置完了に合わせて手順書作成する。
- 震度5弱以上の地震発生後から30分以内に水処理当直にてALPS希釈放出設備を停止およびK4エリアパトロールを2名にて実施。(重点パトロール)
- K4エリアからの漏えい発生した場合、速やかに以下の機動的対応を実施する。
 - A排水路移送操作対応：4名
 - 強力吸引車操作対応：4名
 - 土嚢設置対応：4名
 - K4堰内移送対応：2名
- ただし、K4エリアから堰を越流するような漏えいが発生するような事態は、大規模な地震が発生した場合と想定され、そのような場合には発電所全体で異常事態の収束の優先順位を付け、対応を図っていく。

<No. 8 1> (要求事項 5) 機動的対応の手順書 (A排水路移送)

<排水路移送設備 系統概略図>



パワブロ操作手順書 (4名対応)

1. パワブロをK4エリアへ設置する。
2. ホースにて吸引作業を実施する。
3. パワブロをプロセス主建屋へ移動する。
4. パワブロからプロセス主建屋へ移送を実施する。
5. 上記1～4の手順を繰り返す。



土嚢設置手順書 (4名対応)

1. K4エリア外堰からの漏えい状況を確認する。
2. 土嚢保管場所へ土嚢を取りに行く。
3. 土嚢の積み上げ作業を実施する。



質問へのご回答

<No. 8 2 > (要求事項 5)

- 機動的対応のための必要人員を教えてください。

<No. 8 2 回答>

No.81に同じ

質問へのご回答

<No. 8 3> (要求事項 5)

- 機動的対応のための訓練の状況について教えていただきたい。

<No. 8 3回答>

【訓練内容】

パワブロの操作・土嚢の積み方の机上及び実技訓練を実施。

※K4タンク堰内 → K3タンクおよび一時貯留タンク堰内移送については、設備設置完了（6月中旬頃）に合わせ手順書作成及び実技訓練を計画。

【訓練計画・実績】

机上研修：復旧班を対象に実施済。（5/24,25,26）

実技訓練：第一回目を6/22に実施予定。

質問へのご回答

<No. 8 5> (要求事項 5)

- 外堰の拡張、嵩上げ完了までの機動的対応について、7月に認可された実施計画でタンク2基分の漏洩に対して内堰高さを確保するとしており、内堰の貯留水量は約2000m³であり、連絡管1箇所からの漏洩を想定した場合、タンク内堰が満水となるまでの時間は約1時間とすると、機動的対応は約1時間以内に対応することになるので、それを考慮し組織、資機材、手順等の準備をしておくこと。

<No. 8 5 回答>

- 機動的対応については前頁に示す通り。
- なお、今回の要求事項⑤は、福島県報告書の通り『機動的対応における時間的余裕を確保するため、設備面における重層的対策を講じること』が求められたものと理解している。

質問へのご回答

<No. 8 6> (要求事項 5)

- 外堰の拡張、嵩上げについて、事前了解から半年以上経過したが、これまで何を検討して設計がどこまで進んでいるのか御教示いただきたい。また今後のスケジュールの詳細についても併せて御教示いただきたい。

<No. 8 6 回答>

- 容量確保のため外堰の嵩上げだけでなく、一部拡張が必要
- K4タンクエリア近傍で、放出関連設備として構築中および今後構築予定の設備配置を考慮し、外堰の拡張範囲を検討（右平面図）
- 上記に基づき、細部の成立性検討および詳細構造設計を実施中
- 2023年10月頃着工予定
- 近傍の他廃炉作業（増設ALPSのHIC移送等）との工程・ヤード干渉も課題であり、並行して調整を実施中



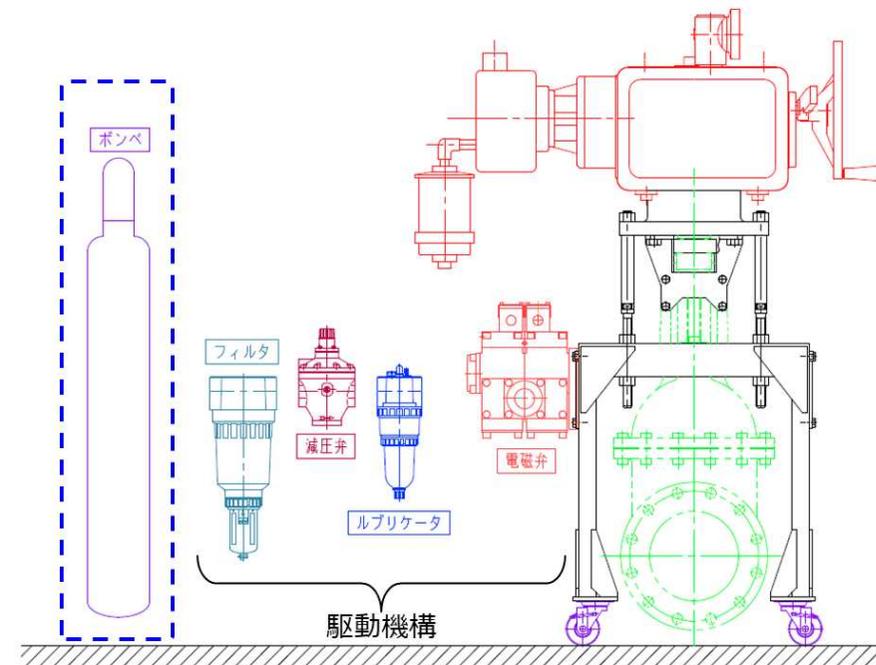
質問へのご回答

<No. 8 7> (要求事項 5)

- 自動閉止弁への改造について、事前了解から半年以上経過したが、これまで何を検討して設計がどこまで進んでいるのか御教示いただきたい。また今後のスケジュールの詳細についても併せて御教示いただきたい。

<No. 8 7 回答>

- 現在モックアップ試験に向けて、実機の現場調査、機器の詳細設計を実施中
 - 現場が狭隘で、測定・確認用設備の設置により場所に応じて状況が異なることから、詳細な寸法調査等を実施
- 今後、詳細設計、機器製作の約5,6ヶ月を経て、モックアップ試験（作動試験、耐震試験）を実施予定



質問へのご回答

<No. 8 8> (要求事項 5)

- 堰の嵩上げ・拡張、自動閉止弁への改造は、2023年10月頃着工していつごろ完成予定か。線表を使って説明していただきたい。

<No. 8 8 回答>

- 外堰の嵩上げ・拡張工事は、詳細設計を進めている。2023年度10月までに工事着工し、2024年10月頃に竣工予定。
- 自動閉止弁は2023年度はモックアップ試験にて弁の動作性を検証するとともに工事に着手。2024年度下期に竣工予定。
- また、両工事とも可能な限り前倒しするよう努めていく。

外堰の嵩上げ・拡張

項目	年度		2023				2024
	1Q	2Q	3Q	4Q			
詳細設計			設備詳細構造の検討・設計				
工事			▽着工			▽2024年10月頃竣工	

自動閉止弁

項目	年度		2023				2024
	1Q	2Q	3Q	4Q			
試験準備		試験方案検討	治具等資機材設計				
			治具等資機材製作				
モックアップ検証			モックアップ試験		評価・設備詳細仕様検討		
資機材調達				弁駆動部等機械品調達			
				制御盤等電計品調達			
設置工事			▽着工	据付工事		2024年度下期▽竣工	

要求事項⑥に対する検討状況

東京電力への要求事項⑥



設備・施設の設置にあたっては、スケジュールありきではなく安全最優先で進めること。特に、海底トンネル等の海洋での工事は厳しい環境が想定されるため、リスク評価に基づく作業中断基準を明確に定める等、不測の事態に備えた安全対策を徹底すること。

【技術検討会等における主な意見】

- 放水トンネルについて、地質断面図を見ると沖合では砂岩層を通ることになる。N値（地層の堅さ）は、データ上では50以上と示されているが、実際に路頭を確認すると軟質で、透水性が高い箇所があるため、注意が必要である。（令和3年度第5回技術検討会）
- 倉敷海底トンネル事故や外環道トンネル掘削工事による地表面崩落事故のようなシールド工法による海底掘削時の事故を防ぐための安全対策、リスク管理、異常の検知に万全を期すこと。（令和3年度第6回技術検討会）
- 海底下の工事であることから、安全第一を心がけていただくこと。工事の入札方法にも配慮して、十分な経験と実績をもつ施工業者を選定すること。（令和3年度第9回廃炉安全監視協議会）

要求事項⑥に対する検討状況



- 輻輳する工事をより安全性を向上させて施工する観点で、5/6号機取水路開渠内に工事用一時仮設物として、重機足場（捨石堤）を設置し、北防波堤の透過防止工一部撤去や陸上側の希釈放出設備設置工事を進める。
- 工事を進めるにあたり、スケジュールありきではなく、安全再優先に工事を進めるために、当社では設備毎、工種毎にリスクアセスメント評価に基づき、安全事前評価を実施した上で、工事を実施。
- 安全事前評価では、作業中止基準等を定める以外に、施工手順に沿って作業内容を確認し、不測の事態に備えた安全対策を実施している。
- 環境整備に着手以降の2021年11月以降から2022年9月末時点で、機械/土木工事で安全事前評価は約60回実施している。以下に実施内容のリストの一部を参考に示す。

実施日	SCAT内容
2021年10月28日	TOW系配管リルート（塗装・保温材取付・取り外し作業）
2021年10月20日	作業準備他・TOW系配管リルート（塗装・保温材取付・取り外し作業を除く）
2022年3月1日	スクリーンハウジングベース設置
2022年3月11日	作業準備他
2022年4月12日	作業準備他の内、測量・墨出し、安全設備設置作業の追加
2022年4月25日	配管他敷設・基礎設置・安全設備設置
2022年5月23日	海水移送ポンプ基礎部設置
2022年6月16日	スクリーン装置設置他その1
2022年7月12日	スクリーン装置組立・据付
2022年8月17日	水中ミキサー設置
2022年8月24日	固定バースクリーン修理
2022年8月22日	換気扇設置
2022年8月25日	水中ミキサー試験
2022年9月14日	増設・高性能移送設備建屋内床塗装

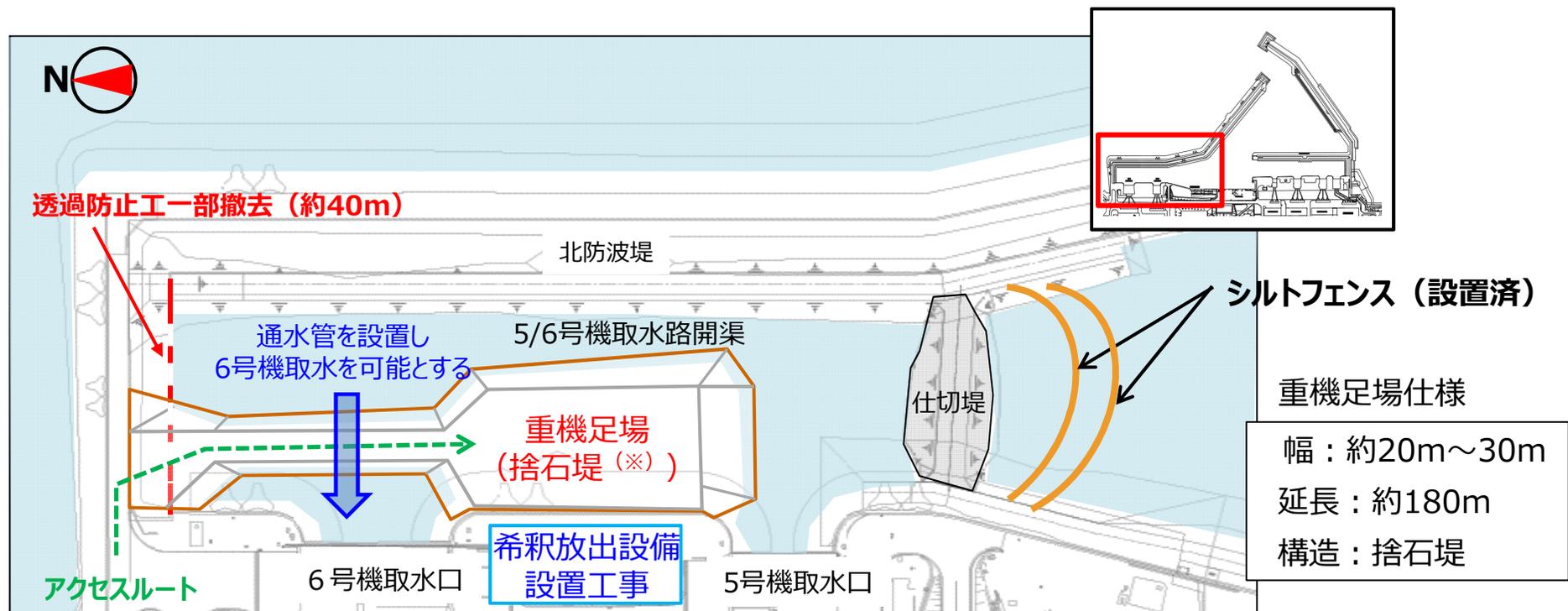
機械工事（抜粋）

実施日	SCAT内容
2022年11月4日	全体施工計画
2022年1月13日	灯浮標・シンカーブロック設置、海底掘削、基礎捨石投入・均し
2022年1月16日	配管道路横断部埋設試験工
2022年1月26日	灯浮標・シンカーブロック設置、海底掘削、基礎捨石投入・均し
2022年2月1日	6号北ポンプ室休憩所設置
2022年2月8日	泥水処理設備基礎工
2022年2月17日	ケーソン製作用
2022年2月24日	設備設置・シールド機組立工
2022年3月7日	立坑床付け工
2022年3月14日	汚濁防止フェンス組立
2022年3月15日	土質調査（ラムサウンディング試験）
2022年3月30日	シールド掘進に伴う排水処理計画書
2022年4月6日	立坑西側横断部覆工板設置（配管理設用）
2022年4月6日	土捨て場造成（海底掘削土受け入れ準備）
2022年4月7日	シールド掘進工
2022年4月12日	立坑西側配管基礎試験工
2022年4月15日	上流水槽土留め準備工（溝掘り）
2022年4月19日	橋梁積替ヤード内裏込・作泥プラント設置
2022年8月4日	放水トンネル立坑・坑内放射線管理計画書
2022年8月2日	4.8 t 橋形クレーン巻上機設置
2022年8月25日	5号スクリーンポンプ室内部点検
2022年9月13日	鋼矢板打設（配管基礎）

土木工事（抜粋）

要求事項⑥に対する検討状況

- 輻輳する工事をより安全性を向上させて施工する観点で、5/6号機取水路開渠内に工事用一時仮設物として、重機足場（捨石堤）を設置し、北防波堤の透過防止工一部撤去や陸上側の希釈放出設備設置工事を進める。
- 設置方法は、仕切堤と同様に陸上からバックホウにて捨石を巻き出し設置する。なお、工事完了後には、重機足場（捨石堤）は撤去します。
- 5,6号機取水路開渠内で浚渫工事も並行して実施するため、エリアを区分して輻輳する工事の安全性を向上させる。



工事用一時仮設物（重機足場）イメージ図（平面図）

※捨石堤は、海水は透過する構造

要求事項⑥に対する検討状況

安全事前評価実施内容 (シールドトンネル工事) ①



【安全事前評価における検討内容】

➤ 当社での過去のシールドトンネル工事での災害事例や社外での災害事例を分析した上で、リスクアセスメントを実施し、以下3点が工事中の被災のリスクが高いと想定している。

- ①セグメント台車等の機関車との挟まれ災害
- ②シールドマシン内でのセグメント組立作業時に、セグメントに接触及び挟まれ災害
- ③シールドトンネルの発進立坑からの荷下ろし時に運搬物との接触および吊り荷の落下災害

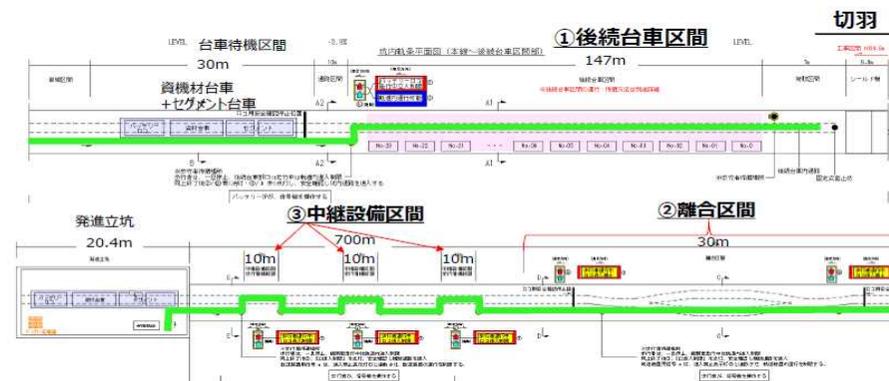
➤ その被災リスクに対しては、特に、以下5つの対策を重点的に実施していく。

- ①セグメント台車等の機関車との挟まれ災害
 - 1) 運転時は前方を目視し、カメラで確認を徹底



図 前方の視野を確保

2) 中継ポンプ設備区間や離合部区間においては安全設備の設置



安全事前評価実施内容 (シールドトンネル工事) ②



- ②シールドマシン内でのセグメント組立作業時に、セグメントに接触及び挟まれ災害
- 3) 端太角の上にセグメントの仮置き実施の徹底およびシールドマシン内での操作者の旋回、組立方向の確認を実施した上で、セグメント搬送装置の2次ホイストクレーンにより、セグメントをエレクター直下に搬送を実施の徹底

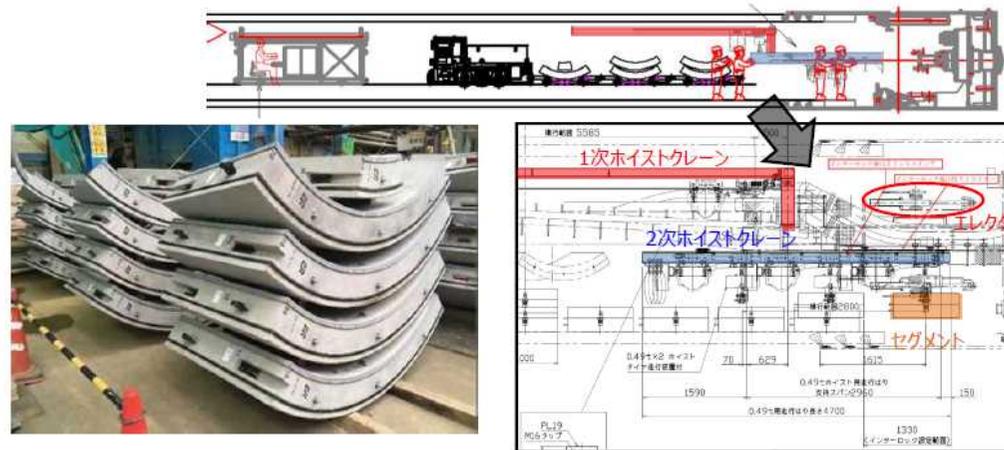


図 セグメント仮置き イメージ
(本振進時は最大2リング分の仮置き)

図 搬送システム

- ③シールドトンネルの発進立坑からの荷下ろし時、運搬物との接触、吊り荷の落下
- 4) ブザー付き回転灯、三者無線による状況把握の徹底および退避場所の明確化の徹底

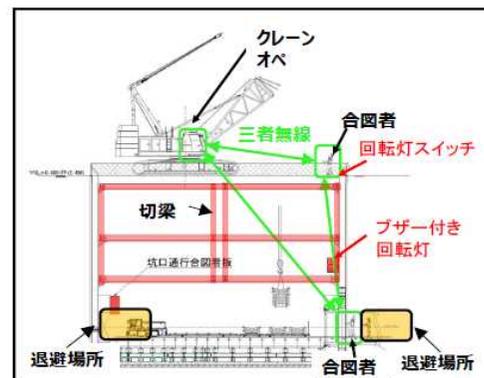


図 吊り下ろし時

要求事項⑥に対する検討状況

安全事前評価実施内容 (シールドトンネル工事) ③



5) セグメントを2ピースでラッシングベルトによる固縛の徹底し、運搬時の荷崩れを防止の徹底



図 セグメントの固縛



写真 ラッシングベルト

要求事項⑥に対する検討状況

安全事前評価実施内容 (放水口ケーソン工事) ①

- 当社での過去の海上工事での災害事例や社外での災害事例を分析した上で、リスクアセスメントを実施し、以下3点が工事中に被災のリスクが高いと想定している。
 - ①船舶同士が衝突や船舶が港湾構造物等に激突等の船舶災害
 - ②船舶係留時のワイヤー・ロープへの挟まれ・跳ねられ・巻込まれ災害
 - ③潜水士が潜水病にかかる。送気が停止し潜水士がおぼれる潜水災害
- その被災リスクに対しては、特に、以下3つの対策を重点的に実施していく。
 - ①船舶同士が衝突や船舶が港湾構造物等に激突等の船舶災害
 - 1) 1F沖合工事区域の設定と警戒船の配置の徹底

- 1F沖合の放水口ケーソン設置位置を中心として、800m×800mの範囲を工事区域に設定する。
- 灯浮標を設置することで工事区域を明示し、一般航行船舶の誤侵入を防止する。
- 警戒船1隻を配備し、工事区域内に接近する船舶に注意喚起を行う。

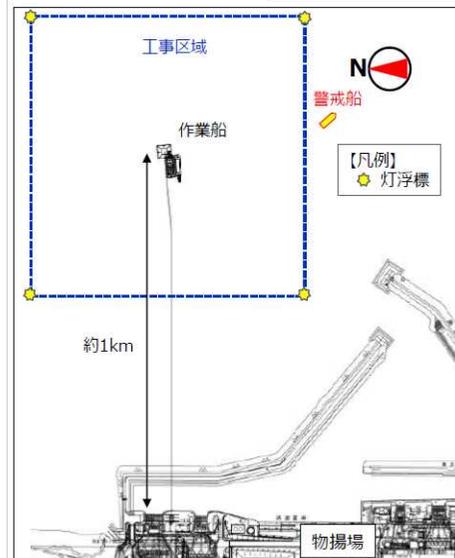


図1 工事区域および警戒船配置

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

※現在実施中、今後も継続



図2 警戒船配備イメージ



図3 灯浮標イメージ

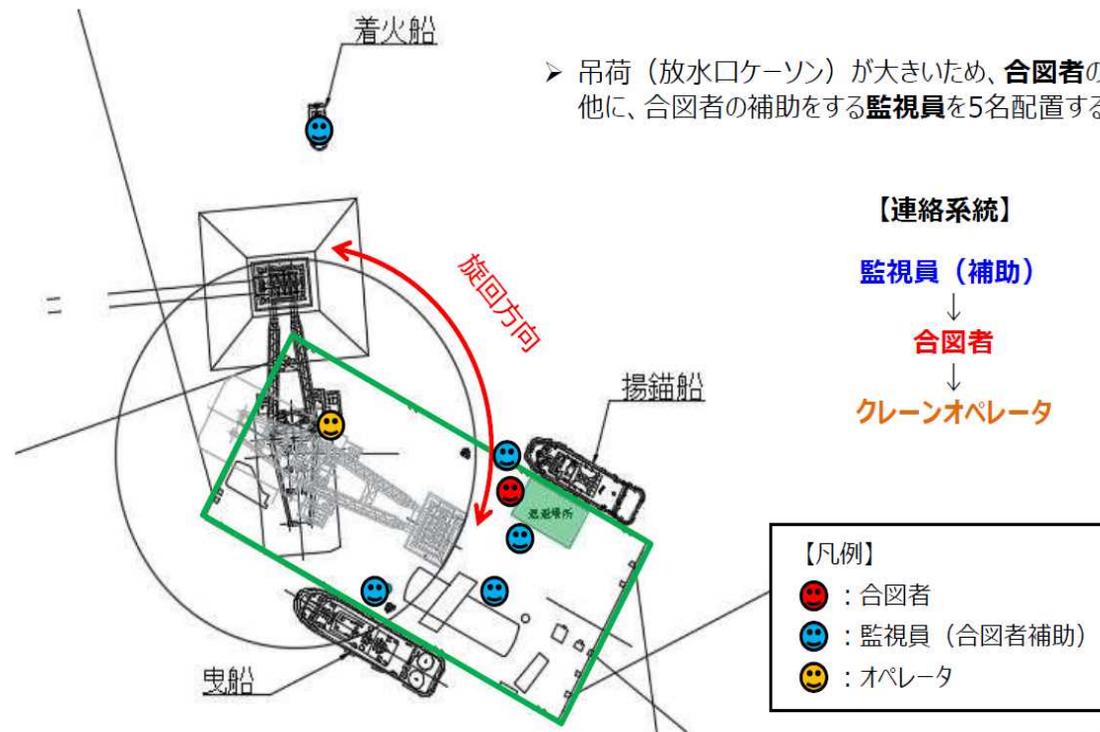
秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止 東京電力ホールディングス株式会社

要求事項⑥に対する検討状況

安全事前評価実施内容 (放水口ケーソン工事) ②

②船舶係留時のワイヤー・ロープへの挟まれ・跳ねられ・巻込まれ災害

2) 船舶の係留ワイヤー・ロープ付近、クレーン旋回範囲への立入禁止措置の徹底



要求事項⑥に対する検討状況

安全事前評価実施内容 (放水口ケーソン工事) ③

③潜水士が潜水病にかかる。送気が停止し潜水士がおぼれる潜水災害

3) 潜水時間 (2回/日以内) ・潜水深度・浮上速度 (10m/分以内) 等を踏まえた潜水作業計画書の策定および遵守の徹底

- 据付には、クレーン操作により玉掛け解除が可能な**オートリリースフック**を使用する。
- 潜水士による玉掛け解除は不要になるが、**オートリリースフックのストッパーピン** (安全装置) 解除作業のみを潜水士により行う。
- 放水口ケーソンが据付位置に着底後、潜水士1名によりフック位置の**水深約14m**まで潜水し、**ストッパーピン (計24本)**を解除する。
- ストッパーピン解除後、潜水士が浮上したことを確認し、起重機船クレーンの雑巻きにてオートリリースフックを解除し、玉掛けを解除する。

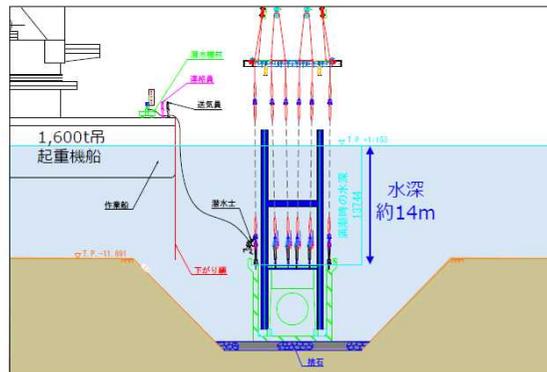


図1 オートリリースフックストッパーピン解除 (潜水作業) 状況図



図2 玉掛けイメージ図

※潜水作業の安全については後述

図3 潜水作業計画書 (ケーソン据付時)

要求事項⑥に対する検討状況 作業中止基準（その1）

2022年10月19日 第3回廃炉安全監視協議会説明



■ 悪天候時

緊急事態ケース	主な原因	作業中止基準
悪天候	豪雨、強風、積雪 雷	雨：1回の降雨量50mm 以上 風：10分間平均10m/sec 以上 雷：警報発表 雪：1回の降雪量が25cm 以上
地震	同左	震度4以上
津波	津波	津波注意報・警報発表時
火災	電気系統からの出火、 その他からの出火	初期消火により消火できない場合
雷鳴、稲光	落雷	雷鳴・稲光確認時 携帯型雷検知器約10km圏内探知時
連続ダストモニタリング結果の異常	空気中の放射線濃度の上昇	状況を確認し当社、元請けの指示を仰ぐ
爆発	プラント設備等において何等かの理由による	大音響、煙、臭気など感じた場合即避難
災害発生	労働災害等	人命救助に関する作業以外は作業を中止し元請の指示を仰ぐ
その他	上記以外の異常事態発生	異常を感じた場合まず作業中止すること

津波注意報・警報発表時には5/6号機建屋に一次避難し、点呼確認後厚生棟へ二次避難する

要求事項⑥に対する検討状況 作業中止基準（その2）



■ クレーン作業時

確認日時		観測・確認方法
作業前日	昼の打合せ時	日本気象協会の天気予報にて、作業日の風の状況の確認。
	朝礼時	当日の詳細予報の確認と周知。
作業当日	作業中	現場内の吹き流しの状況確認と、詳細予報の確認。
	天候急変時	現地吹き流し等により強風を確認した際、携帯型風速計を用いて現地の風速のモニタリングの実施。

■ トンネル掘進時

緊急事態	主な原因	避難基準
火災（坑内外、函内外）	電気系統からの出火 その他からの出火	初期消火により消火できない場合
停電	電気系統の故障、落雷	即避難
酸素欠乏	土中の酸素欠乏空気の流れ	濃度：18.0vol%未満 (一次管理値：20.0vol%)
有害ガス	一酸化炭素 (CO)	送気空気汚染 50ppm以上 (一次管理値：25ppm)
	メタン (CH ₄)	土中の嫌気性細菌代謝 土中蓄積ガスの噴出 1.5vol%以上 (一次管理値：0.5vol%)
	硫化水素 (H ₂ S)	泥土中の細菌代謝 10ppm以上 (一次管理値：5ppm)

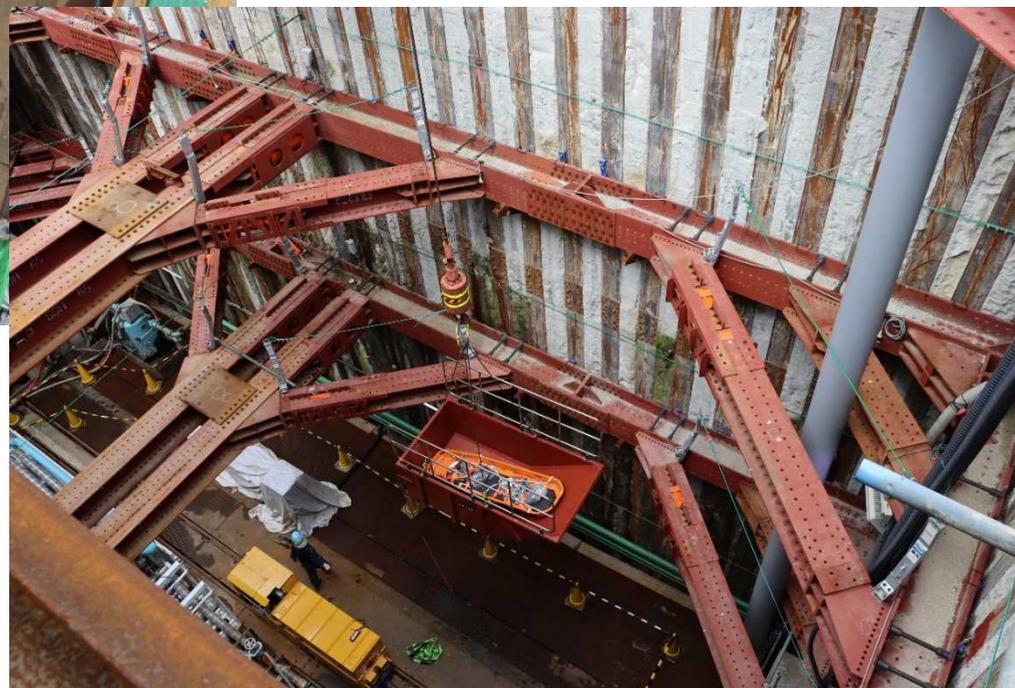
■ 海上作業時

工種	有義波高(m)	周期(s)	船舶
海上掘削工	0.75	10	浚渫船
基礎捨石投入・均し工	1.00	10	起重機船(500t吊)
ケーソン据付	0.60	7	起重機船(1,600t吊)
ケーソン埋戻し	0.75	10	CP船
到達管撤去等	0.75	7	起重機船(500t吊)
潜水作業	0.80	10	
測量作業	0.75	10	

シールドトンネル工事における避難訓練の実施



- ▶ 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を定期的実施（シールド工事）。



要求事項⑥に対する検討状況 海上工事における避難訓練の実施



- 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を定期的を実施（海上工事）。

避難訓練実施 2022.7.20



トンネル関係の設計面での安全配慮事項（1）



- 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、以下の通り考慮

事項	考慮内容
海底調査	海底のシールドトンネルの線形計画にあたり、海底深さ、堆砂厚さ、岩盤位置を海上調査の結果に基づき確定させて、トンネル線形が安定する岩盤層内に確実に収まる線形計画とする。
セグメント形状・寸法・分割に対する対策	セグメントの幅（1000mm）、厚さ（180mm）は、過去の実績と比較して十分に安全な形状・寸法としている。また、セグメントの分割は6分割として、1ピースの弧長と重量を大きくすることなく、組立時のセグメントの損傷に配慮した分割数としている。 （倉敷海底トンネル事故の原因であるセグメント厚さ不足対策）
K型セグメントの抜け出しに対する設計	セグメントの軸圧縮力によって生じるK型セグメントの抜け出し力に対して、セグメント間の摩擦およびリング継手（4本/Kセグメント）の強度による抵抗力は十分大きく、抜け出しは生じないことを確認した。
RCセグメントの鉄筋量、シール材の対策	RCセグメントの鉄筋量は、施工時の影響も考慮した安全な鉄筋量を使用している。また、セグメントのシール材(止水材)は海底トンネルで実績のある水膨張シール材を採用した。止水性能の確保は、セグメント外面側シール材1段にて可能とすることを基本とするが、止水性を十分に確保するために同性能のシール材を内面側にも配置する。

トンネル関係の設計面での安全配慮事項（2）

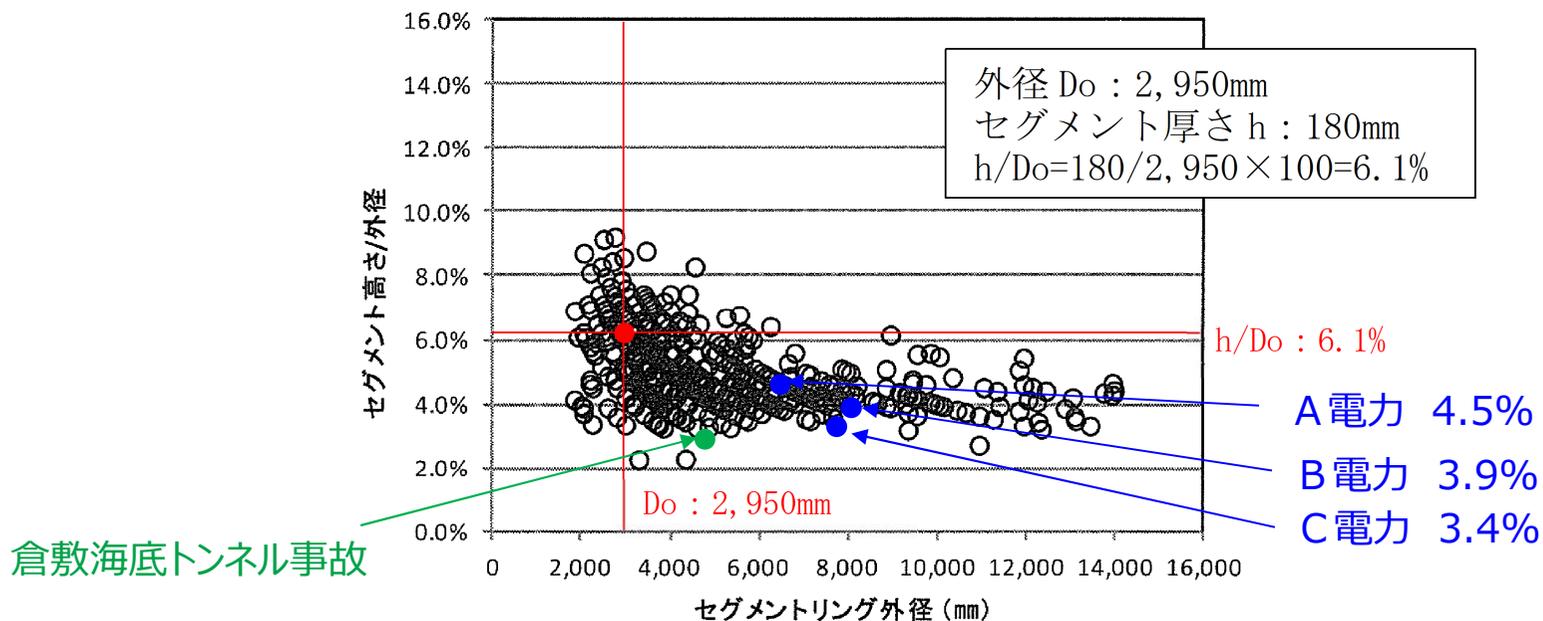


考慮事項	具体的対策
<p>曲線施工に対する対策</p>	<p>シールドトンネルの急曲線区間では、セグメントリングに偏圧が作用する可能性があることから、急曲線区間を設けず直線を主体とするトンネル線形としている。一部の曲線区間では曲線半径500m以上の緩やかな線形とし、中折れ機構を装備したうえで掘進ジャッキを独立に制御することで線形管理の精度を高め、セグメントの損傷を低減している。</p>
<p>シールド機的设计</p>	<p>シールド機のテールシールは、施工中に地下水や裏込め注入材等のトンネル内への流入を防止するための性能を確保する必要があり、3段構造のテールシールとすることで、十分な止水性と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、カッター駆動部は掘進距離に必要な耐久性を担保している。</p>
<p>安定した継手構造の採用</p>	<p>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。</p>
<p>シールド工事の施工</p>	<p>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る。 (沖合部での砂岩層や外環道トンネル掘削工事の原因である土砂の取込み防止対策) ※なお、当社は東京湾で約18kmの海底トンネル等、海底下でのトンネル工事の実績があり、その実績も踏まえて施工業者を選定している。</p>



トンネル関係の設計面での安全配慮事項（3）

- 今回のシールドトンネルのセグメントの高さ（厚さ）は180mmであり、セグメント外径2950mmに対するセグメントの高さ180mmの比率は6.1%となる。
- 一般的なシールドトンネルの外径に対する高さの比率は4%前後であり、今回のセグメント高さは一般的なものよりも比較的大きいと判断している。
- 倉敷海底トンネル事故では、セグメント厚さが3.2%と実績4%を下回るセグメント厚のためにトラブルは発生している。
- 他電力で取水/放水路で海底トンネルを採用した実施よりも、今回の方がシールドトンネルの外径に対する高さの比率は高い。



※)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 (2016年制定) ,P.84, 解説 図 2.5.1 鉄筋コンクリート製セグメント高さ(厚さ)の実績

追加質問へのご回答

<No. 8 9> (要求事項 6)

- 地質について、事前の調査の結果と実際に掘削した結果に乖離はありましたでしょうか。想定どおりであったことをデータで示してください。

<No. 8 9回答>

- トンネルを掘進している地層について事前調査ボーリングの結果通り泥岩層を現在掘削している。
- 事前の調査では標準貫入試験によるN値50以上を確認しているが、シールドトンネルは、泥水等を利用しながら先端のカッタービットで地山を掘削しながらトンネルを構築していくため、コアを採取したり、標準貫入試験は実施することはできない。
- そのため以下の方法で確認している。
 - 1)泥水処理設備で、主に粘性土（泥岩層であるので）を処理するフィルタープレスが常時稼働していること。
 - 2)また、シールドマシンの先端のカッタービットの抵抗値（カッタートルク）についても想定していた350～450kNmのトルク値を確認しており、泥岩層を想定通り掘削していることをトンネル掘進作業で確認している。

追加質問へのご回答

<No.90> (要求事項 6)

- これまでの工事期間中にあったヒヤリハット事象を教えてください。もし何らかの対策をしているのであれば併せて教えてください。

<No.90回答>

ヒヤリハット事象は以下の通り。

- 夜勤作業で、資材を手運搬する際に、養生シートに隠れていた資材に躓き、転倒しそうになったので、作業場の照度を確保して作業した。
- セグメント玉掛後に、坑内に退避する際、上空を気にするあまり、足元への注意がおろそかになり、セグメントの台木に躓き転倒しそうになったので、作業導線の整理整頓を実施した。
- シールド坑内を通行中、シールドウォークを結束している番線の玉に足が掛かり、転倒しそうになったため、玉が上に出ている箇所を飛び出さないようにした。
- 鋼管矢板を車両の真横に荷下ろし途中、玉掛者が鋼管矢板と車両の間に入り介錯をしようとしたので、作業を中断し手順の再周知会を行った。

追加質問へのご回答

<No.9 1> (要求事項 6)

- トンネル内の火災を想定した訓練は実施しているでしょうか。

<No.9 1 回答>

- シールドトンネルの駆動させるために、変圧器や高圧ケーブル等も設置されており、万が一の場合に備えて火災を想定した訓練も実施している。
- それに加えて傷病が発生した場合、津波警報が発令された場合、なんらかの事由で出水した場合も想定して訓練を実施している。

追加質問へのご回答



<No. 9 2> (要求事項 6)

- 訓練の頻度を教えてください。

<No. 9 2 回答>

- 労働安全衛生法には、100mに到達する前に実施すること、その後は半年に1回実施することで記載されている。
- 弊社もその頻度に準拠して、100mに到達する前に訓練を実施しているが、自主的に訓練の頻度を増やしており、12月に再度訓練を実施する予定。

追加質問へのご回答

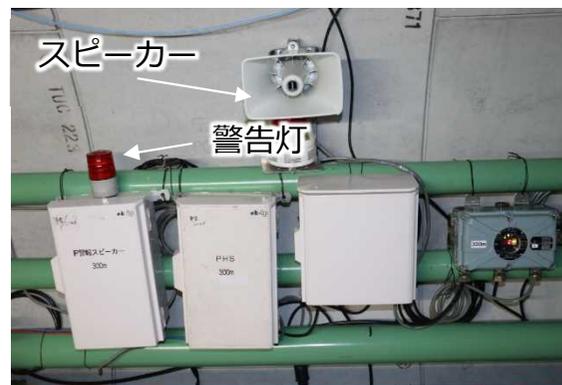
<No.9 3> (要求事項 6)

- 異常が発生した場合にトンネル内にいる人にそれを知らせるのはどのようにするのでしょうか。

<No.9 3回答>

- PHSでトンネル内の人に連絡しますが、PHSから場内放送（立坑やトン内）にもつながるようにしている。
- また、緊急時の合図設備（スピーカー、警告灯）も整備している。

緊急時の合図設備



追加質問へのご回答

<No.9 4> (要求事項 6)

- 「中継ポンプ設備区間や離合部区間においては安全設備の設置」とあるが、「安全設備」とは何ですか。

<No.9 4回答>

- トンネル工事における安全設備の基本は、南側に安全通路、北側にバッテリーロコ車（セグメントを運ぶ台車）が通る線路に区分して安全対策を実施している。
- 中継ポンプ設備区間や離合部区間においても、バッテリーロコ車（セグメントを運ぶ台車）が通過する際には、南側の安全通路で待機できるように配慮している。
- 今後、トンネル内が延長されることで、より輻輳する可能性もあることから信号機等を設置して更なる安全対策を実施する予定



バッテリーロコ車通過時の待機場所

【参考】シールドトンネル工事の安全対策（1）

- セグメント台車等の機関車との挟まれ災害対策
 - ・ 運転時の前方目視、カメラでの確認状況
 - ・ 中継ポンプ設備区間や離合部区間における安全設備の設置状況

前方視認、カメラの状況



中継ポンプ設備区間における安全設備



【参考】シールドトンネル工事の安全対策（2）

- シールドマシン内でのセグメント組み立て作業時に、セグメントに接触及び挟まれ災害対策
・セグメント仮置き状況

インバート部への仮置き状況



セグメント組立状況



【参考】シールドトンネル工事の安全対策（3）

- シールドトンネルの発進立坑からの荷下ろし時に運搬物との接触及び吊り荷の落下災害対策
 - ・ブザー付き回転灯、三者無線による状況把握
 - ・退避場所の明確化
 - ・セグメント運搬時の固定

無線機を使用している揚重合図



坑内退避場所の明示



ブザー付き回転灯



セグメント搬送時の固定



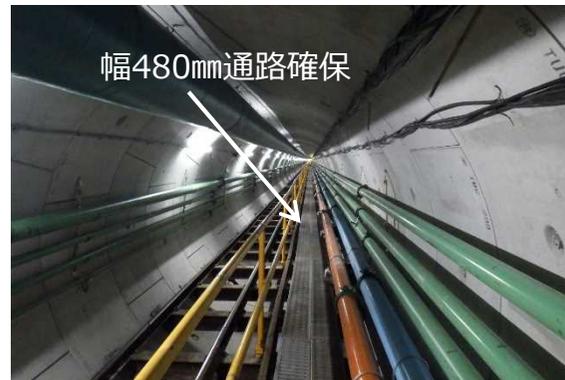
【参考】シールドトンネル工事の安全対策（4）

- 作業現場の安全対策
 - ・酸素欠乏症等災害防止対策
 - ・可燃性ガス対策・通路確保
 - ・立坑上部の転落防止措置
 - ・緊急時の合図設備（ブザー等）や連絡設備

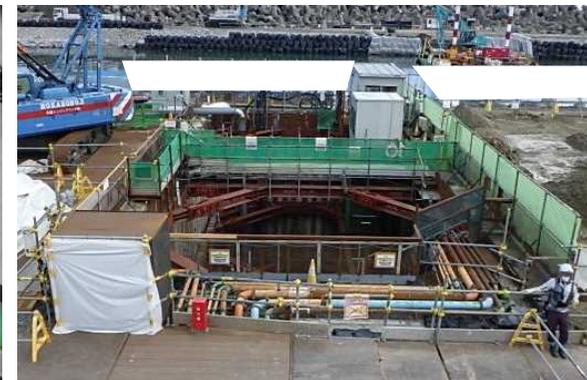
酸素欠乏症対策の坑内換気



坑内通路



立坑上部の転落防止手摺



メタンガス、酸欠対策のガス濃度検知器と測定値表示板



緊急時の合図設備



【参考】シールドトンネル工事の安全対策（5）

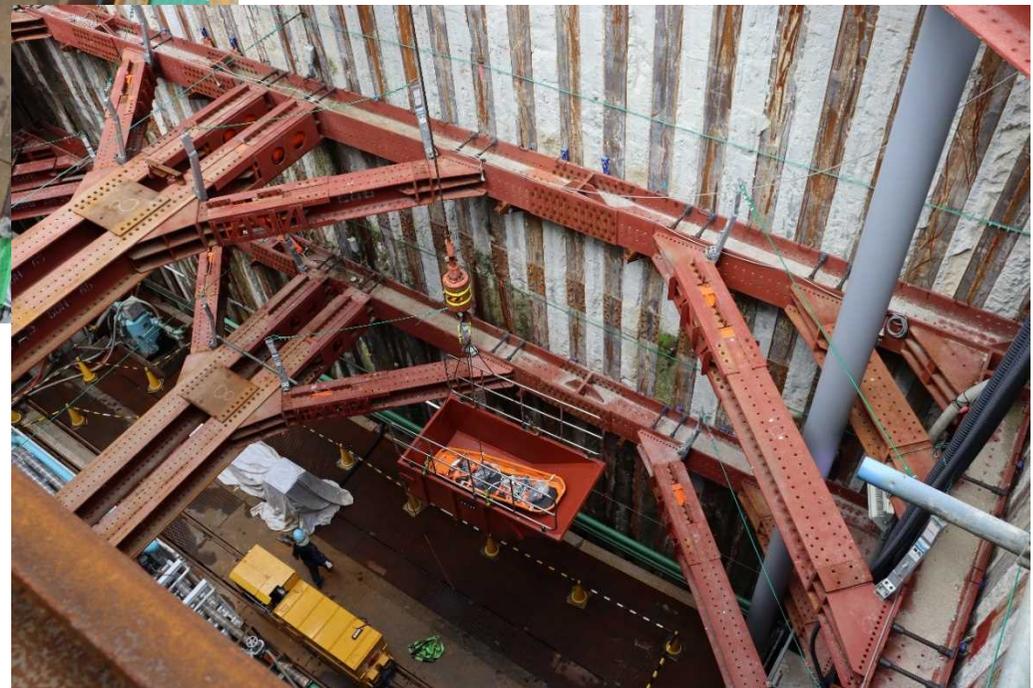
- ▶ 作業現場の安全対策
 - ・作業員の防護設備

作業員の防護装備（G装備）



【参考】シールドトンネル工事の安全対策（6）

- 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を定期的を実施（シールド工事）。



質問へのご回答

<No. 9 6> (要求事項 ⑥)

- 平成24年の岡山県水島市で海底シールドトンネル工事にて重篤な崩壊水没災害が発生し、それを機にシールドトンネルの施工に係る安全対策報告書が取りまとめられた、また安全ガイドラインが定められているが、それらを踏まえた安全対策が採られていることを、一覧表にして、対応状況を説明すること。特に、以下について確認したい。
- ①施工中の推進線の偏差、漏水、地盤からの有毒・可燃性ガスの流入、酸素濃度、施工したセグメントの状態等の継続的モニタリングすること。
- ②落盤、出水、ガス爆発、火災、有毒ガスの流入、酸欠等の発生を想定し、定期的に避難及び消火の訓練を実施すること。
- ③落盤、出水等による労働災害発生の危険がある場合には、作業を中止し、人命確保を最優先として、速やかに労働者を安全な場所まで退避させること。
- ④労働者の救護に必要な機械等を備え付け、救護に関する技術的事項を管理するものを選任し、救護についての訓練を行うこと。等が同安全対策検討会報告書に取りまとめられているが、その遵守状況について説明のこと。

<No. 9 6 回答>

次頁に回答

質問へのご回答

<No. 9 6 回答>

- 平成28年6月厚生労働省が出されている「シールドトンネルの施工に係る安全対策検討会」に記載されている以下事項については、下表の通り対応済みである。

	安全対策検討会記載事項	本工事での対応事項
①	施工中の推進線の偏差、漏水、地盤からの有毒・可燃性ガスの流入、酸素濃度、施工したセグメントの状態等の継続的モニタリングすること。	掘進線の偏差は、掘進作業終了後に職員が測量により確認している。酸素、一酸化炭素、メタン、硫化水素を切羽、坑口、坑内@300m毎に検知器を設置し常時測定するとともに携帯型測定器を併用している。漏水やセグメントの状態は、毎日、元請職員が作業時に坑内で確認を行っている。
②	落盤、出水、ガス爆発、火災、有毒ガスの流入、酸欠等の発生を想定し、定期的に避難及び消火の訓練を実施すること。	左記を想定し坑口から切羽までの距離100mに達する以前のなるべく早期かつ適切な時期に1回、その後6月以内の適切な時期に1回している。 実績：9月22日（木） 掘進距離98mで実施 実績：12月19日（月） 掘進距離827mで実施 （福島県様立会）
③	落盤、出水等による労働災害発生の危険がある場合には、作業を中止し、人命確保を最優先として、速やかに労働者を安全な場所まで退避させること。	切羽から立坑部、立坑部から地上迄の避難訓練を実施している。緊急時にはトンネル内に一斉放送をながし、速やかに避難できる設備を整備している。
④	労働者の救護に必要な機械等を備え付け、救護に関する技術的事項を管理するものを選任し、救護についての訓練を行うこと。等が同安全対策検討会報告書に取りまとめられているが、その遵守状況について説明のこと。	元請会社のシールド施工管理を専属で担務している職員に救護技術管理者の資格保持者が4名所属している。有資格者のうち選任された元請職員が③でお応えした避難訓練を企画・実施しトンネル作業に関わる作業員全員に指導している。

質問へのご回答

<No.100> (要求事項 6)

- ALPS処理水希釈放出設備の設置工事に関連する労働災害の発生件数とその内容について簡単に教えて頂きたい。
- 労働災害がゼロ件だった場合は、その旨、回答ください。

<No.100回答>

- 労働災害の発生件数1件である。
- 内容について以下の通り

発生日時：2023年4月3日(月)16時10分頃

発生場所：5・6号機側 上流水槽南側

事象の概要：協力企業棟にて朝礼後、作業現場へ向かう途中、安全通路歩行時に鉄板段差部に躓いた。その後、現場近くの休憩所にて休養していたが、痛みが引かず、足の腫れを確認したため、ERへ連絡し、病院で診断受け、右足捻挫と診断された。(診断結果：右足に負担を掛けない軽作業であれば従事して良い。)

対策：【東電側】

- 1) 協力会社とともに、作業現場および作業現場への移動経路における安全総点検を実施し、転倒・躓きにつながる危険箇所の確認および対策を行う。
- 2) 工事着手前に実施する現場総点検の対象に、作業現場への移動経路を追加する。

【協力企業側】

- 1) 災害発生した通路について、安全通路・階段の再配置により、安全な通路状態に是正を行う。
- 2) 当社とともに、作業現場および作業現場への移動経路における安全総点検を実施し、転倒・躓きにつながる危険箇所の確認および対策を行う。
- 3) 緊急安全大会を開催し、本災害の事例と対策を職員および作業員全員へ周知する。

質問へのご回答

<No. 100回答>



写真① 発生状況イメージ



写真② 是正後の状況

要求事項⑦に対する検討状況

東京電力への要求事項⑦



処理水の測定結果や設備の運転状況等については、ホームページ等において常に最新の情報が確認できるよう公表するとともに、安全性に関する数値と比較するなど、分かりやすい情報発信に努めること。また、トラブルが発生した場合は、安全確保協定に基づき速やかに通報連絡するとともに、事象に伴う放射線影響等についても、正確で分かりやすい情報発信を行うこと。

【技術検討会等における主な意見】

- 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考え方は整理されているのか。特に意図しない処理水の放出時においては、立坑下流槽または海上の放流点付近で採水・分析し、安全な濃度であったことを公表する仕組みを検討すること。（令和3年度第7回廃炉安全監視協議会）
- 放出水中のトリチウムの放射能濃度について、ALPS処理水トリチウム濃度、ALPS処理水流量及び海水流量から導いた結果を立坑での日々の測定結果とともに東電HPにリアルタイムで公表すること。（令和3年度第6回技術検討会）
- 放出水濃度1,500Bq/L及び濃度制限値60,000Bq/Lの根拠と意味について単に法令とか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を説明すること。（令和3年度第7回廃炉安全監視協議会）
- 62核種+C-14及びH-3の測定結果がでるまでの期間の短縮化を図ること。（令和3年度第6回技術検討会）
- 水質汚濁法の関係で細菌、腐敗など水質の心配をされている住民の方が実際にいる。放射性物質以外の分析結果についても正確で分かりやすい情報に努めること。（令和3年度第7回廃炉安全監視協議会）
- ALPS処理水の放出量に関する年度毎の計画（シミュレーションなど）と放出実績の公表に加えて、トリチウムの貯蔵量が減衰や放出により、どの程度減って行っているのかを公表することが県民の安心に繋がると思うので、検討すること。（令和4年度第2回技術検討会）

要求事項⑦に対する検討状況



【ALPS処理水希釈放出設備運転監視データの公表等】

- 放出前の確認となる、測定・確認用設備における放射性物質の分析結果等は、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する。
- ALPS処理水のトリチウム濃度、ALPS処理水流量、希釈海水流量から算出される希釈後のトリチウム濃度を確認できるよう、その連続データを当社ホームページにてリアルタイムで公表。トリチウムの放出量や貯蔵量についても整理して公表する。
- また、ALPS処理水放出中の希釈後のトリチウム濃度が意図する混合状態であることを立坑上流水槽から直接サンプリングを実施し、その分析は放出中につき日々当社が行い、結果が纏まりしだい公表する（原則、翌日中）。
- 安全に関する規制に基準値の設定根拠やALPS処理水の水質確認結果など解説が必要な事項については、当社ホームページにQ&Aとして掲載するなど、情報発信を行っていく。
- 核種分析にあたっては、確実に実施できる体制を構築し、分析作業の習熟度の向上につれ作業効率化などにとりくみ、分析工程の短縮にあたってまいる。

【トラブル発生時の公表等】

- ALPS処理水希釈放出設備に係る「通報基準・公表方法」については、各自治体のご意見を踏まえながら通報すべき案件の検討を重ね合意をいただいております。
- 今後、「通報基準・公表方法」の改訂を進めてまいる。

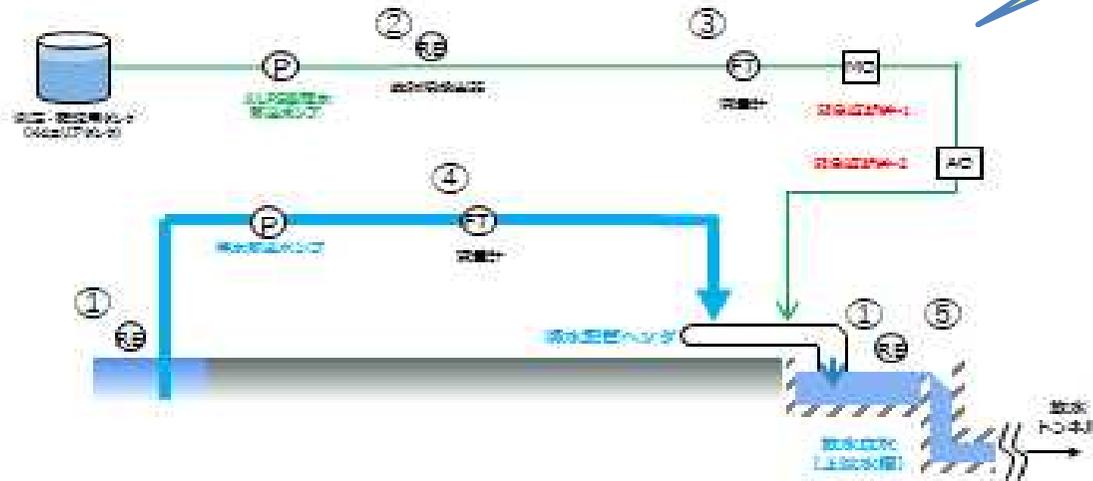
要求事項⑦に対する検討状況 ホームページ公表イメージ



TOPページ (案)

福島第一原子力発電所 ALPS処理水希釈放出設備からの海洋放出状況

ALPS処理水希釈放出設備からのALPS処理水の海洋放出状況をお知らせいたします。



リアルタイムデータはこちら

①取水口・放水口モニタ

②放射線モニタγ線計数率

③ALPS処理水移送ライン流量

④海水ポンプ吐出流量

⑤希釈後トリチウム濃度

リアルタイムデータ採取箇所を示す系統図を表示



リンク先をクリックすることでグラフや測定値を表示

要求事項⑦に対する検討状況 想定される異常等への準備（案）



- ALPS処理水放出時に想定される不具合等について、影響、対応、通報・公表方針をとりまとめる。
- 事前に自治体、漁業関係者など関係者に説明し、リスクコミュニケーションを行う。また、マスコミにも公表し、ホームページ等で公開する。
- 不具合等発生時に、迅速に不具合等へ対応や通報・公表が行えるよう、手順等に反映し、準備する。

2022年9月～11月 想定異常事例一覧の作成



- 想定される機器の故障等の異常の抽出
- 設備・運用や環境への影響、影響緩和や不適合処置を整理
- 通報基準・公表方法への適用検討

2022年12月～1月 自治体等社外関係者への説明



その後

通報基準・公表方法への反映・手続き
社内マニュアル・手順類の整備、教育訓練
マスコミ公表、ホームページ掲載

質問へのご回答

<No.102> (要求事項 7)

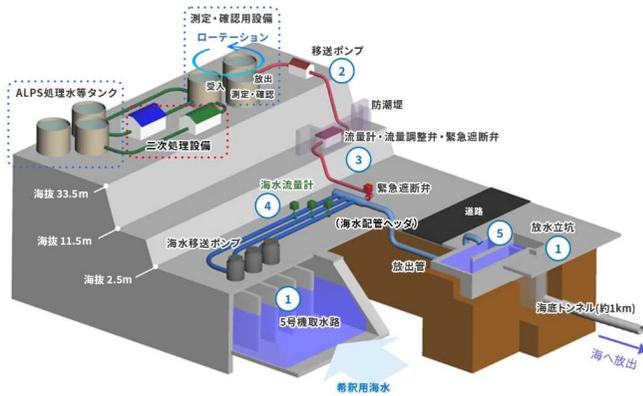
- ALPS処理水のトリチウム濃度、ALPS処理水流量、希釈海水流量から算出される希釈後のトリチウム濃度のリアルタイム公表、トリチウムの放出量や貯蔵量の公表について、対応の進捗状況を教えていただきたい。

<No.102回答>

- リアルタイムデータ公開については、ALPS処理水の流量などをグラフなどでデータを公表するページの作成を進めており、海洋放出に間に合うよう準備を進めております。

リアルタイムデータ公開の画面イメージ

福島第一原子力発電所 ALPS処理水希釈放出設備からの海洋放出状況

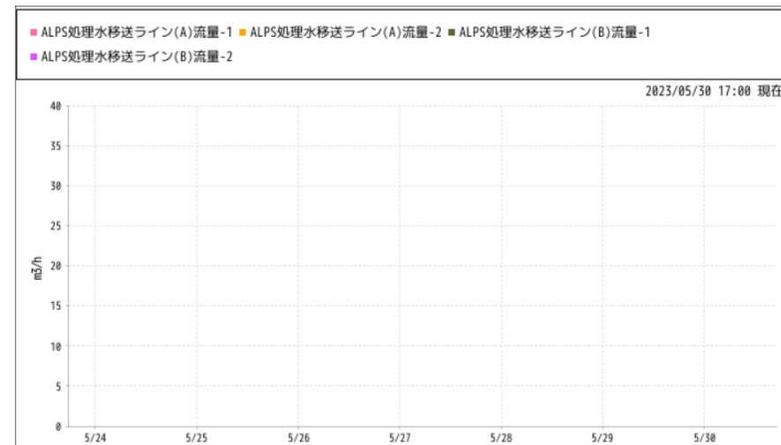


①取水口・放水口モニタ >

②放射線モニタγ線計数率 >

③ALPS処理水移送ライン流量

計測グラフ



ALPS処理水移送ライン(A)流量-1	ALPS処理水移送ライン(A)流量-2	ALPS処理水移送ライン(B)流量-1	ALPS処理水移送ライン(B)流量-2	ALPS処理水移送ライン積算移送量(A)	ALPS処理水移送ライン積算移送量(B)	ALPS処理水移送ポンプ(A)	ALPS処理水移送ポンプ(B)
-	-	-	-	-	-	-	-

質問へのご回答

<No.102> (要求事項 7)

- ALPS処理水のトリチウム濃度、ALPS処理水流量、希釈海水流量から算出される希釈後のトリチウム濃度のリアルタイム公表、トリチウムの放出量や貯蔵量の公表について、対応の進捗状況を教えていただきたい。

<No.102回答続き>

- また、リアルタイムデータ公開のページに加えて、より分かりやすく放出状況をお伝えする特設ページを「処理水ポータルサイト」に追加することとしております。

処理水ポータル特設ページの画面イメージ



要求事項⑧に対する検討状況

東京電力への要求事項⑧



「放射線影響評価結果(設計段階)」については、人及び環境への影響は極めて軽微であることを県民に分かりやすく説明すること。また、海域モニタリング結果と併せて、県民はもとより国内外に広く理解されるよう情報発信すること。

【技術検討会等における主な意見】

- 放射線影響評価の前提として、ALPS処理水に含まれる放射性核種が環境中に放出された場合、濃縮や飽和等の変化が起こるのか、長期間継続して放出された場合、どのように変化するのかを分かりやすく説明する必要がある。放射線影響評価で使用されている算定式については、県民にも理解できるように分かりやすい解説が必要である。放射線影響評価の結果をどのような基準で評価するのか分かりやすく説明すること。(令和3年度第5回モニタリング評価部会)
- ALPS処理水の海洋放出に係る放射線影響評価結果は、人及び環境への影響は極めて軽微であるとされているが、県民の中には不安を抱く人が多くいる。風評を抑制するためには、放射線影響評価結果を県民にわかりやすく説明すること。(令和3年度第5回モニタリング評価部会)
- 本部会で協議されたモニタリングについては非常に重要な事項であるため、その結果は県民のみならず国内外へ広く理解される必要がある。しかし、この11年の経験を踏まえても、単にモニタリング結果をホームページに掲載しただけでは不十分であることは明白であるため、モニタリング結果の効果的な広報計画を今のうちから検討し、準備を進めること。(令和3年第5回モニタリング評価部会)

要求事項⑧に対する検討状況



- ▶ 放射線影響評価については、国際的に認知された手法に従って実施したことを含めて、評価の方法や結果について説明するため、平易な言葉でビジュアル化したパンフレットを日本語版、英語版で作成し、配布・HP掲載（2022年6月）。また、中国語版、韓国語版についても作成済（2022年8月）。（スライド110参照）
- ▶ 海域モニタリングについては、2022年4月から発電所近傍を含む福島県沖の海域で、トリチウムを中心に採取点・頻度を拡充・強化した放射性物質モニタリングを開始。結果の公表については、以下の対応を実施中。また、媒体広告を活用し、廃炉に関する情報とともにポータルサイトの情報提供も実施している。
 - ・ 処理水ポータルサイト内に海域モニタリングコンテンツを開設。（入口ページを新設し、地図上の測定点から測定結果を見られるなど、利便性を向上させるとともに、安全基準や過去の変動範囲等を明示するなどかつ分かりやすい形で公開。（スライド111,112参照）
 - ・ 海域の状況を客観的、包括的にお示しするため、東京電力の他、関係省庁や自治体などが公表した様々な地点での海域モニタリングの結果を、地図上で閲覧することができるWebサイトの開設を検討中。公開当初は、福島県および東京電力が採取した海水中のセシウムおよびトリチウムのモニタリング結果を公開し、その後、魚類・海藻類の公開を行う予定。（スライド113,114参照）
- ▶ 処理水放出に向けた海域モニタリングの強化は、処理水に含まれるトリチウムによる影響評価を重点的に把握することを目的にしている。海底土に対しては、従前からの取組みにあるPu濃度のモニタリングを継続していくが、国内外の環境調査にてPu比データの取得評価は公開されていることに鑑み、科学的知見の拡充を目的として、海域モニタリングとは切り分けてデータ取得を行う。

要求事項⑧に対する検討状況 放射線影響評価結果の解説冊子



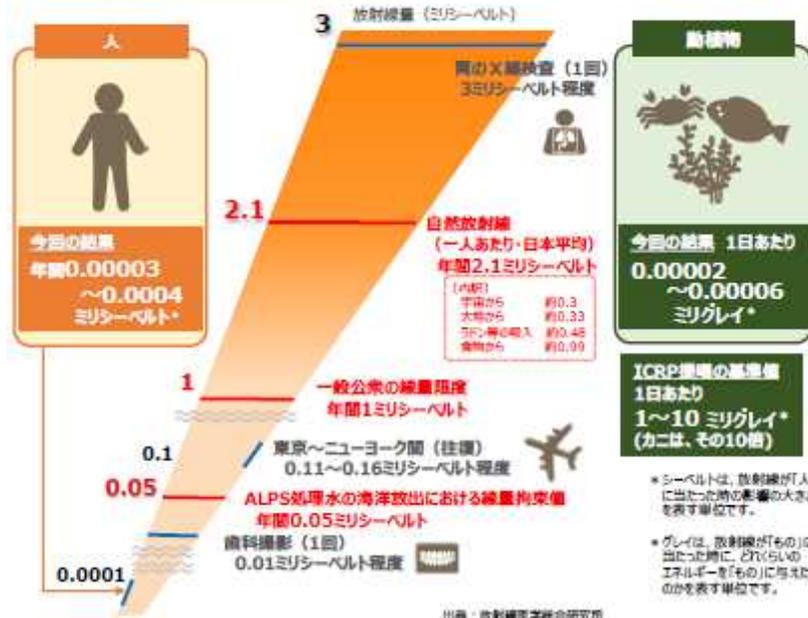
日本語版

放射線影響評価の結果

- ▶ 当社が検討した設備設計や運用に則りALPS処理水を海洋放出した場合の人及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に従って評価しました。**
- ▶ その結果、**線量限度(年間1ミリシーベルト)**やALPS処理水の海洋放出における**線量拘束値(年間0.05ミリシーベルト/人)**、また国際放射線防護委員会(ICRP)が提唱する**生物種ごとに定められた基準値を大幅に下回る結果となり、人及び環境への影響は極めて小さい**との結果が得られました。

人への影響評価結果は、**一般公衆の線量限度(年間1ミリシーベルト)**に対して、**約3万分の1～約3千分の1**となり、
自然放射線からの影響(日本平均：年間2.1ミリシーベルト)に対して、**約7万分の1～約5千分の1**となりました。

動植物(扁平魚・褐藻類)への影響評価結果は、**国際放射線防護委員会(ICRP)が提唱する基準値**に対して、**約5万分の1～約2万分の1**となり、
カニへの影響評価結果は、**約50万分の1～約20万分の1**となりました。



英語版

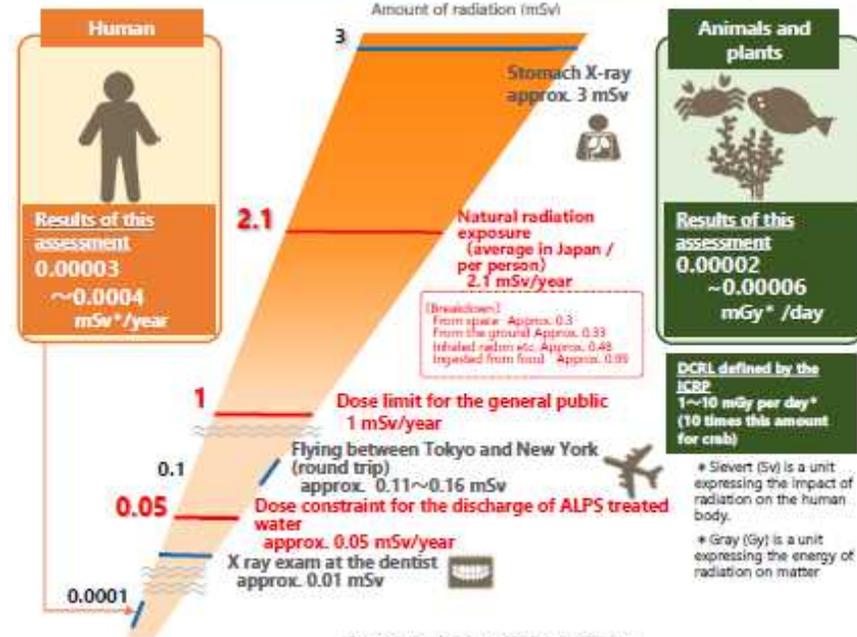
Results of the assessment

- ▶ The radiological impact on the public and the environment when discharging ALPS treated water into the sea was assessed in accordance with internationally recognized methods, assuming designs and operations being considered by TEPCO.
- ▶ Assessment indicated that effects of the discharge of ALPS treated water into the sea on the public and the environment is minimal as calculated doses were significantly less than the dose limits (1 mSv/year/person), dose constraint for the discharge of ALPS treated water (0.05 mSv/year/person), and the values specified by International Commission on Radiological Protection (ICRP) for each species.

Results of the assessment on the public found that the exposure dose was **approx. 1/30,000 to approx. 1/3,000 of dose limit for the general public (1 mSv/year)** and **approx. 1/70,000 to approx. 1/5,000 of natural radiation exposure (average in Japan: 2.1 mSv/year).**

Results of the assessment on animals and plants (flatfish, brown seaweed) found that the exposure dose was **approx. 1/50,000 to approx. 1/20,000 of the derived consideration reference level (DCRL) defined by the ICRP*** and results of the assessment on crab found that **approx. 1/500,000 to approx. 1/200,000**.

*International Commission on Radiological Protection



Source: National Institute of Radiological Sciences

要求事項⑧に対する検討状況 処理水ポータルサイト改訂①



- 処理水ポータルトップページに、新たに「海域モニタリング」のバナーを追加。
- 海域モニタリングのページを新設し、サンプル採取地点を地図上に表示。

処理水ポータルサイト
INFORMATION PORTAL SITE

当社は、「復興と廃炉の両立」に向けて、福島第一原子力発電所の廃炉作業を、安全を最優先に、一つひとつ着実に進め、リスク低減に取り組んでまいります。廃炉作業の一環であるALPS処理水等に関する取組みについて、正確な情報をいち早くお伝えし、広く社会のみなさまにご理解いただけるよう努めてまいります。

お知らせ
2022.9.29 「海域モニタリング」「動画でわかる、ALPS処理水」ページを追加しました
2022.9.28 秋葉復興大臣による福島第一原子力発電所ご復原について、詳しくはこちら
2022.9.26

ALPS 処理水とは
トリチウム分離技術公募に関する注意喚起

動画でわかるALPS処理水等

ALPS処理水の処分
トリチウムについて
海域モニタリング
ALPS処理水等の現状

海域モニタリング

モニタリング結果の公表
ALPS処理水に関する政府の基本方針に従い、トリチウムを中心とした拡散状況や海洋生物の状況を今後継続して確認するため、海水（港湾外）、魚類、海藻類のモニタリングを強化し（2022年4月20日から試料採取を開始）、その結果を公表しています。

マップ内のポイントをクリックするとそれぞれのモニタリング結果がグラフで表示されます

海水のモニタリングポイント

港湾内	2km 圏内	20km 圏内	20km 圏外

詳細な分析結果はこちら

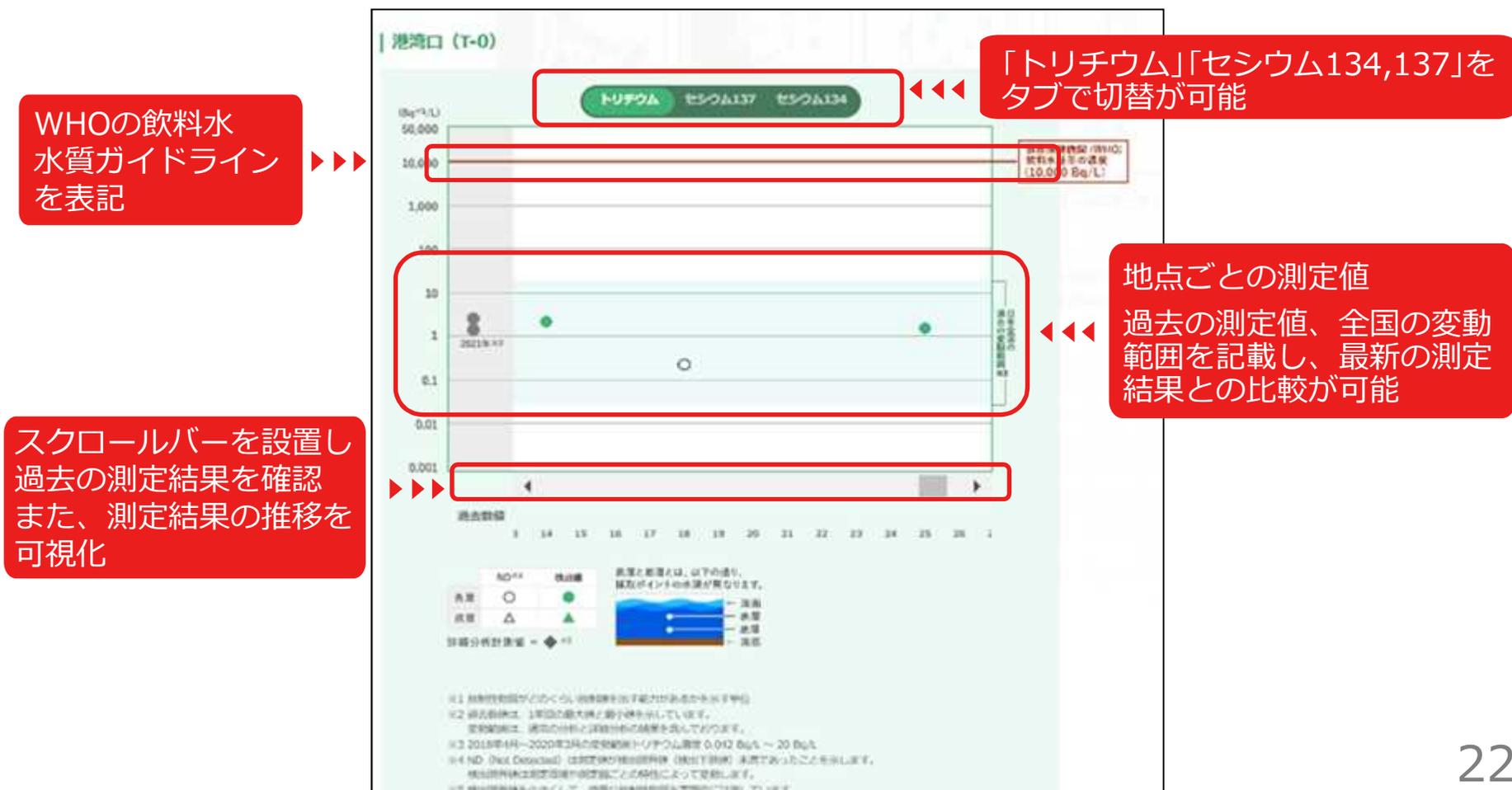
福島第一原子力発電所

サンプル採取地点を地図上に表示
クリックによりグラフがポップアップ

要求事項⑧に対する検討状況 処理水ポータルサイト改訂②



- 過去の測定結果の確認やこれまでの推移を一目で確認できるよう、グラフで表示。
- 世界保健機関(WHO)の飲料水水質ガイドラインや全国の変動範囲との比較が可能。
- グラフの表示形式等は、今後、様々な方のご意見を踏まえて、よりわかりやすくなるよう、デザインの改修を行っていく予定。

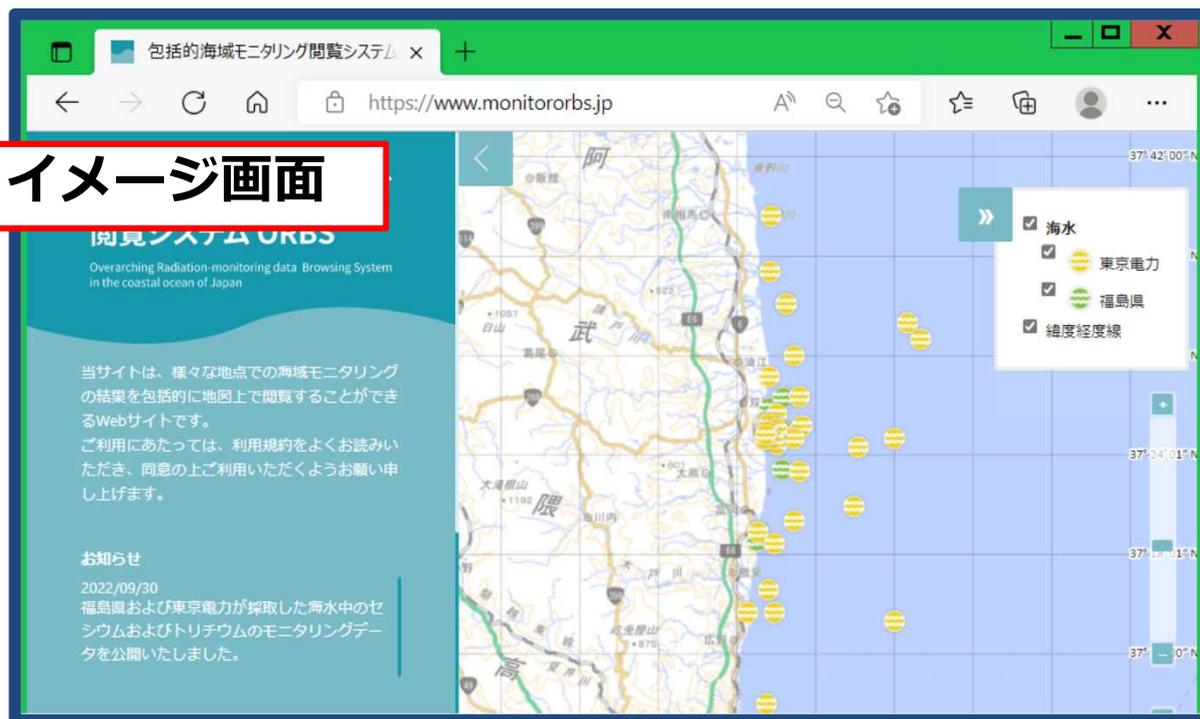


要求事項⑧に対する検討状況 海域モニタリング閲覧システム開設① **TEPCO**

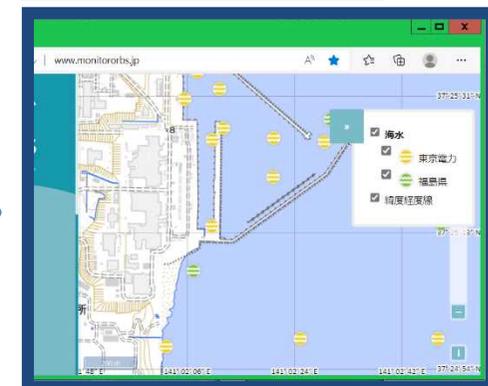
- 東京電力の他、関係省庁や自治体などが公表した海域モニタリングの結果を、地図上で閲覧することができるWebサイトの開設を検討中。
- Webサイトへのアクセスを容易にするため、その入口は【処理水ポータルサイト】に準備。
- マウス操作だけで地図の拡大/縮小や、閲覧位置の移動、データ閲覧が可能。
- 携帯端末でも閲覧可能であり、年内には英語版を開設。

【TOPページ】

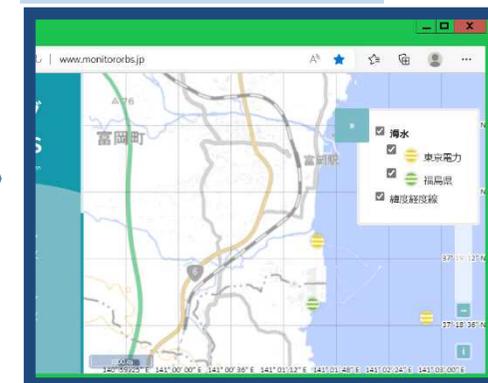
イメージ画面



測定点の拡大例



位置移動例



要求事項⑧に対する検討状況 海域モニタリング閲覧システム開設② **TEPCO**

【情報ウィンドウ】

- 地図上の●(測定点)にマウスカーソルを合わせると、情報ウィンドウを表示。
掲載情報：採取地点、放射性物質濃度、採取機関名 など



●をクリック

【時系列グラフ】

- ●(測定点)をクリックすると時系列グラフを表示。
掲載情報：過去1年間※の放射線濃度の変化をグラフにしたもの ※公開当初は、過去1年間分より開始
- 時系列グラフのcsvデータがダウンロード可能。



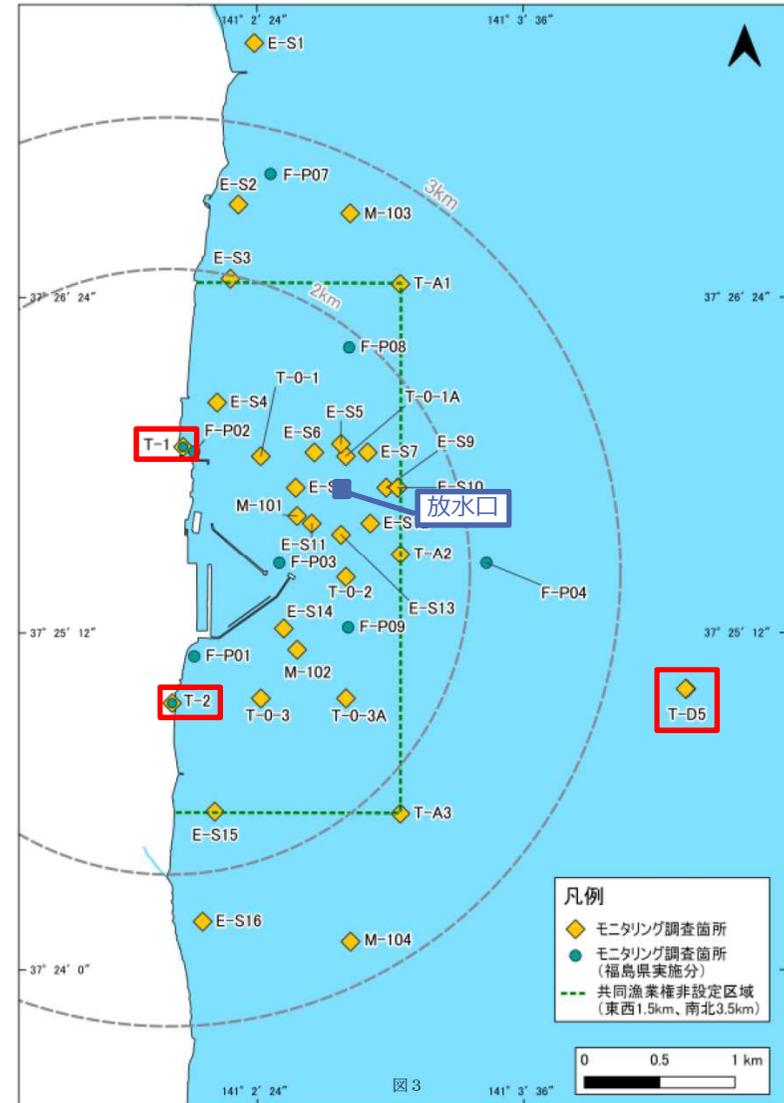
要求事項⑧に対する検討状況 海底土Pu分析①

【概要】

- ▶ 処理水は安全であることを確認し海洋放出することから、海底土への影響は無いと考えているが、従前から実施している海底土のモニタリング（Pu-238, Pu-239+240濃度）は継続実施する。
- ▶ 一方、国内外の環境調査では、海底土のPu-240/239原子数比（Pu比）によって核実験等に起因するPu分布を把握する研究が実施されており、国内海底土のPu比の調査が海洋生物環境研究所（海生研）らによって行われている。
- ▶ 福島第一沖20km以遠でもデータ取得にあたっており、核実験に起因するPuが存在するとの情報が公表されている。
- ▶ このような取組みが行われているなか、福島第一原子力発電所周辺海域でも具体的なPu比を把握しておくことは、今後の調査研究に資することができ、科学的知見の拡充としてデータ取得を行い、必要に応じて海生研らの支援をいただきながらデータ蓄積に努めていく。
- ▶ 先般公表し取り組んでいるモニタリング強化は、処理水に含まれるトリチウムによる環境影響を重点的に把握するためのものであることから、科学的知見の拡充を目的とした本取組みはモニタリングとは切り離して実施する。
- ▶ 取得データは環境モニタリング評価部会にて紹介していく。

【データ取得方法】

- ▶ 試料採取点：既存の採取点の中から、発電所に近い南北（T-1, T-2）、東側の点を選定（T-D5） ※右図赤枠
- ▶ 採取頻度：放出開始前から放出開始後3年間は四半期1回（4,7,10,1月）、放出開始後4年目以降は年1回
- ▶ 測定開始：2022年4月採取分より開始



※総合モニタリング計画（2022年3月30日改定）を加工して作成

要求事項⑧に対する検討状況 海底土Pu分析②

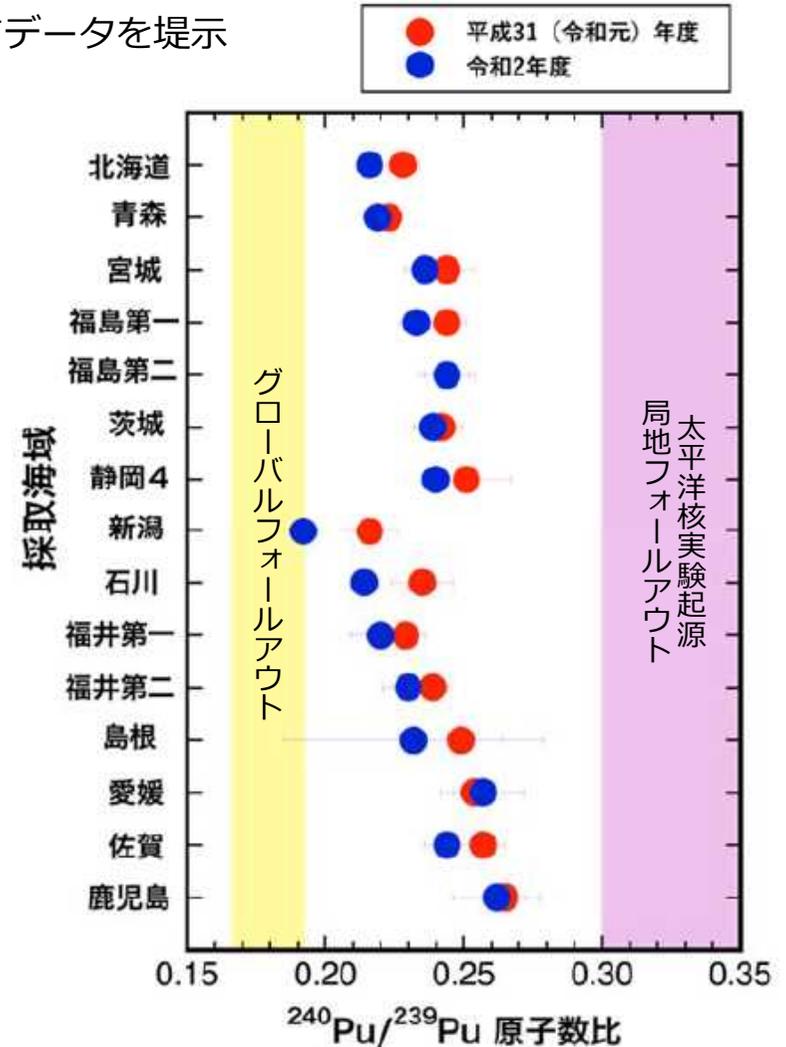
【公表】

- 全数公開の対象として測定結果を公表
- 環境モニタリング評価部会にて、海域モニタリングとあわせてデータを提示

【参考】

- Pu-240/Pu-239 原子数比は起源によって異なる
- グローバルフォールアウト (黄色網掛け)
 - ・ 1950年代から1960年代はじめに行われた大気圏核実験による大量の地球規模の放射性降下物
 - ・ Pu-240/Pu-239 原子数比 0.166 ~ 0.194
- 太平洋核実験場起源の局地フォールアウト (赤色網掛け)
 - ・ 1946年から1958年にかけてマーシャル諸島（ビキニ及びエニウェトク環礁）にあった米国太平洋核実験場で行われた大気圏核実験による放射性降下物
 - ・ Pu-240/Pu-239原子数比 0.30 ~ 0.36
- 発電所海域の海底土のプルトニウムは、グローバルフォールアウト起源と局地フォールアウト起源が存在と推察
- プルトニウム同位体の半減期

Pu-238 :	87.7 年
Pu-239 :	24,110 年
Pu-240 :	6,564 年
Pu-241 :	14.35 年
- 右図の解釈など、分析結果は海洋生物環境研究所らの支援をいただきながら知見拡充にあたる



出典：令和2年度 海洋環境における放射能調査
及び総合評価 調査報告書 海洋生物環境研究所

その他の検討状況等

追加質問へのご回答

<No. 1 > (要求事項 全体)

- 要求事項のうち検討中となっている項目について、いつまでに何を完了するのかスケジュールを示して下さい。

<No. 1 回答>

2022年12月1日 福島県原子力発電所安全確保技術検討会の別紙参照

追加質問へのご回答

<No.105> (要求事項 その他)

- 事故時に存在していたトリチウム量、タンクに貯蔵中のトリチウム量（過去の測定結果より）、サブドレン水として排水したトリチウム量（過去の測定結果より）、構内に散水したトリチウム量（過去の測定結果より）、原子炉建屋、HTI、PMBの建屋滞留水中のトリチウム量を教えてください。

<No.105回答>

- 事故時存在量：3,400E+12Bq（1～3号機のトリチウム存在量）
 - なお、2022年9月30日までの減衰を考慮すると約1,770E+12Bq
- タンク貯蔵量：約719E+12Bq（2022年9月30日時点で満水となったALPS処理水タンクの値。試料採取日から2022年9月30日までの減衰を考慮）
- サブドレン他浄化処理済水の排水量：運用を開始した2015年度から2022年度第1四半期までの集計値で1.0E+12Bq
- 5.6号滞留水散水量：運用を開始した2016年度から2022年度第1四半期までの集計値で2.5E+10Bq
- 原子炉建屋、HTI、PM/Bの建屋滞留水中の量：2022年10月26日におけるRO入口のトリチウム濃度：3.73E+5Bq/L、2022年11月3日における各建屋の滞留水の合計：11,010m³より各建屋滞留水に含まれるトリチウム量を算出すると4.1E+12Bq。

【参考】

- 地下水バイパス排水量：運用を開始した2014年度から22年度第1四半期までの集計値で9.3E+10Bq
- 堰内雨水排水量：運用を開始した2016年度から2022年度第1四半期までの集計値で9.7E+8Bq

追加質問へのご回答

<No.106> (要求事項 その他)

- 海水と処理水の混合実験について以下質問を8月にしています。その後の検討状況を教えてください。
- 混合後10分経過後の動画を見ると白い微粒子があるように見えます。析出の有無を水中のパーティクルカウンター等により定量的に評価できないでしょうか
- スターラー攪拌しているが、実際は配管の合流による混合です。スターラーによる攪拌で設備における混合希釈を再現できているのでしょうか。
- 処理水と比較のためのブランク水についても、あわせて同様に実験するべきではないでしょうか。
- 混合後の経過観察は10分で十分ですか。数時間は必要ないですか。
- 実験するにあたり処理水、海水、混合後の処理水について、基本的なデータ（温度、ph、塩分濃度等）が必要ではないでしょうか。

<No.106回答>

次頁参照

追加質問へのご回答

<No. 106 回答>

- 7月22日に海水での希釈を模した実験を行ったところ、ALPS処理水を添加した海水内上部、側面、下部から目視したが懸濁物質は見受けられなかった。
- 10月3日からトリチウム濃度が約1,500Bq/Lに調整した海水で海洋生物を飼育しているが、通常海水で飼育している海洋生物と飼育状態など有意な変化はみられていない。

- ご指摘と上記を踏まえ、下記の追加実験を行う。
 - ① 海水5L (500mL×10回分)、ALPS処理水25mLを用意
 - ② 海水を十分に攪拌後ブランク用2.5L、ALPS処理水添加用2.5Lに等分 (ブランク用5回分、ALPS処理水添加用5回分)
 - ③ ブランク用海水を十分に攪拌した後500mLずつ分取し、0.6 μ m孔のガラスろ紙にてろ過後の懸濁物質量を精密天秤で測定 (5回)
 - ④ ALPS処理水添加用海水2.5Lを乱流状態になるようにスターラーで攪拌しながら、ALPS処理水を25mL添加し、20分間放置※処理水が外界に放出されるまでの時間 (6~20分) より設定
 - ⑤ 攪拌停止後に500mLずつ分取し、0.6 μ m孔のガラスろ紙にてろ過後の懸濁物質量を測定
 - ⑥ ろ紙は乾燥機にて所定時間乾燥し完全乾燥させる
 - ⑦ 処理水とブランクの結果と比較
 - ⑧ ブランク海水のpH、塩濃度、水温、およびALPS処理水添加後の海水のpH、塩濃度、水温、トリチウム濃度を測定
 - ⑨ トリチウム濃度の検出限界値は100Bq/Lに設定

質問へのご回答

<No.107> (要求事項 その他)

- 海水と処理水の混合実験の結果を示してください。

<No.107回答>

- 2023年2月16日～2月20日にALPS処理水(トリチウム濃度約15万Bq/L)を100Lの海水に添加・攪拌し、1日静置後海水中の懸濁物の重量を測定し、比較実験(海水のみの攪拌・静置)と比較する実験を行った。
- その結果、ALPS処理水添加海水の懸濁物濃度は 1.10 ± 0.03 mg/Lであり、ブランク実験の結果 1.09 ± 0.03 mg/Lと有意な差はなかったことから、**ALPS処理水を大量の海水に混ぜても懸濁物質は析出しない**
- 詳細は次ページを参照

【参考】ALPS処理水混合実験(2023/02/16～2023/02/20)



<<実験の概要>>

- ◆ 100 L 海水に A L P S 処理水(約15万 B q / L) を 1 L 添加攪拌し、1日静置後、上澄み約50 L を除去し、海水中の濁物質の重量を測定した。
- ◆ これに並行して、比較実験として何も添加しない100 L の海水を同じ方法で攪拌・静置・上澄み除去後、懸濁物質の重量を測定し上記と比較した。
- ◆ 海水採取日：2023年2月14日（火）
- ◆ 海水採取場所：福島第二原子力発電所港湾内(物揚げ場)
- ◆ 実験日及び場所
 - ✓ A L P S 処理水添加及び海水攪拌：2023年2月16日（木）午前@廃棄物倉庫
 - ✓ 上澄みの除去及び試料採取：2023年2月17日（金）午前@廃棄物倉庫
 - ✓ 懸濁物測定（ろ過）2023年2月17日（金）午後@化学分析棟
 - ✓ 懸濁物測定（重量測定）：2023年2月20日（月）@化学分析棟

【参考】ALPS処理水混合実験(1/2)

2月17日14時30分～2月17日16時30分

②1L及び2Lメスシリンダーにて海水合計56.5L、海水+ALPS処理水※合計59.5Lを2Lずつ分取し、真空ポンプにより吸引ろ過した。それぞれろ紙1枚あたり5Lろ過を行い、合計12枚のろ紙を用いた。

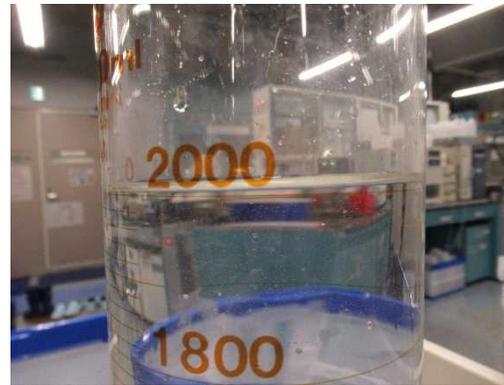
③試料ろ過、フィルター交換前に試料容器及びろ過器の器壁に付着した物質を適量の純水で可能な限り洗い落とした。

④適量の純水でろ紙上の残留物質を3回洗浄した。

※トリチウム濃度1500Bq/LとなるようALPS処理水を混合した海水



試料分取



試料分取



試料ろ過



ろ過器洗浄



ろ過終了後

【参考】ALPS処理水混合実験(2/2)

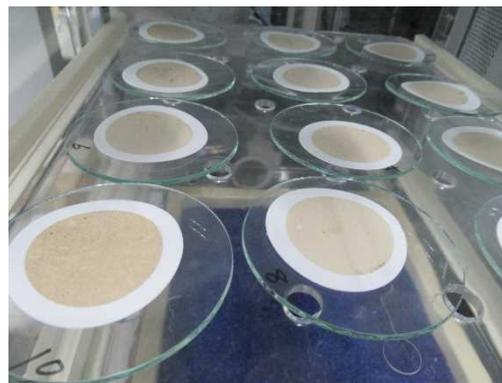
2月20日11時30分～2月20日14時30分

- ⑤ピンセットを用いてろ過器からろ紙を取り外し、時計皿上に置きデシケータに保管した
- ⑥ろ紙を時計皿とともに乾燥器に入れ、110℃で2時間乾燥させた。
- ⑦乾燥器からろ紙を取り出し、デシケータ内で1時間放冷した。



ろ過後試料乾燥

海水:12枚 海水+ALPS処理水:12枚



ろ過後試料放冷

2月20日14時30分～2月20日15時00分

- ⑧ろ紙+残渣物の質量を測定した。



ろ紙+残渣物質量測定(試料ろ過後)

【参考】試験結果

海水、海水+ALPS処理水の懸濁物質確認試験結果

ろ紙No.	海水				海水+ALPS処理水			
	ろ過量 (mL)	ろ過前重量※1 (mg)	ろ過後重量※2 (mg)	残渣量 (mg)	ろ過量 (mL)	ろ過前重量※1 (mg)	ろ過後重量※2 (mg)	残渣量 (mg)
①	5000	17247.9	17252.1	4.2	5000	17485.1	17490	4.9
②	5000	17272.8	17279.4	6.6	5000	17498.3	17504.2	5.9
③	5000	17228.6	17234.3	5.7	5000	17537.6	17541.2	3.6
④	5000	17214.7	17219.7	5.0	5000	17276.1	17280.3	4.2
⑤	5000	17193.8	17200.4	6.6	5000	17472.6	17477.2	4.6
⑥	5000	17191.7	17196.4	4.7	5000	17472.9	17476.6	3.7
⑦	5000	17544.8	17549.6	4.8	5000	17442.5	17447.0	4.5
⑧	5000	17212.2	17217.0	4.8	5000	17319.3	17322.9	3.6
⑨	5000	17212.8	17218.9	6.1	5000	17529.4	17533.6	4.2
⑩	5000	17228.6	17233.4	4.8	5000	17247.2	17263.3	16.1
⑪	5000	17560.6	17566.7	6.1	5000	17066.7	17071.3	4.6
⑫	1500	17040.6	17042.7	2.1	4500	17014.4	17020.2	5.8
合計	56500	207149.1	207210.6	61.5	59500	208362.1	208427.8	65.7

※1 ろ過前重量を測定した時計皿+ろ紙の総重量

※2 試料ろ過後、2時間110℃で乾燥した重量を測定した時計皿+ろ紙の総重量

海水の懸濁物質濃度(mg/L) = (残渣量)61.5(mg) × 1000/(ろ過量)56500(mL) = 1.09

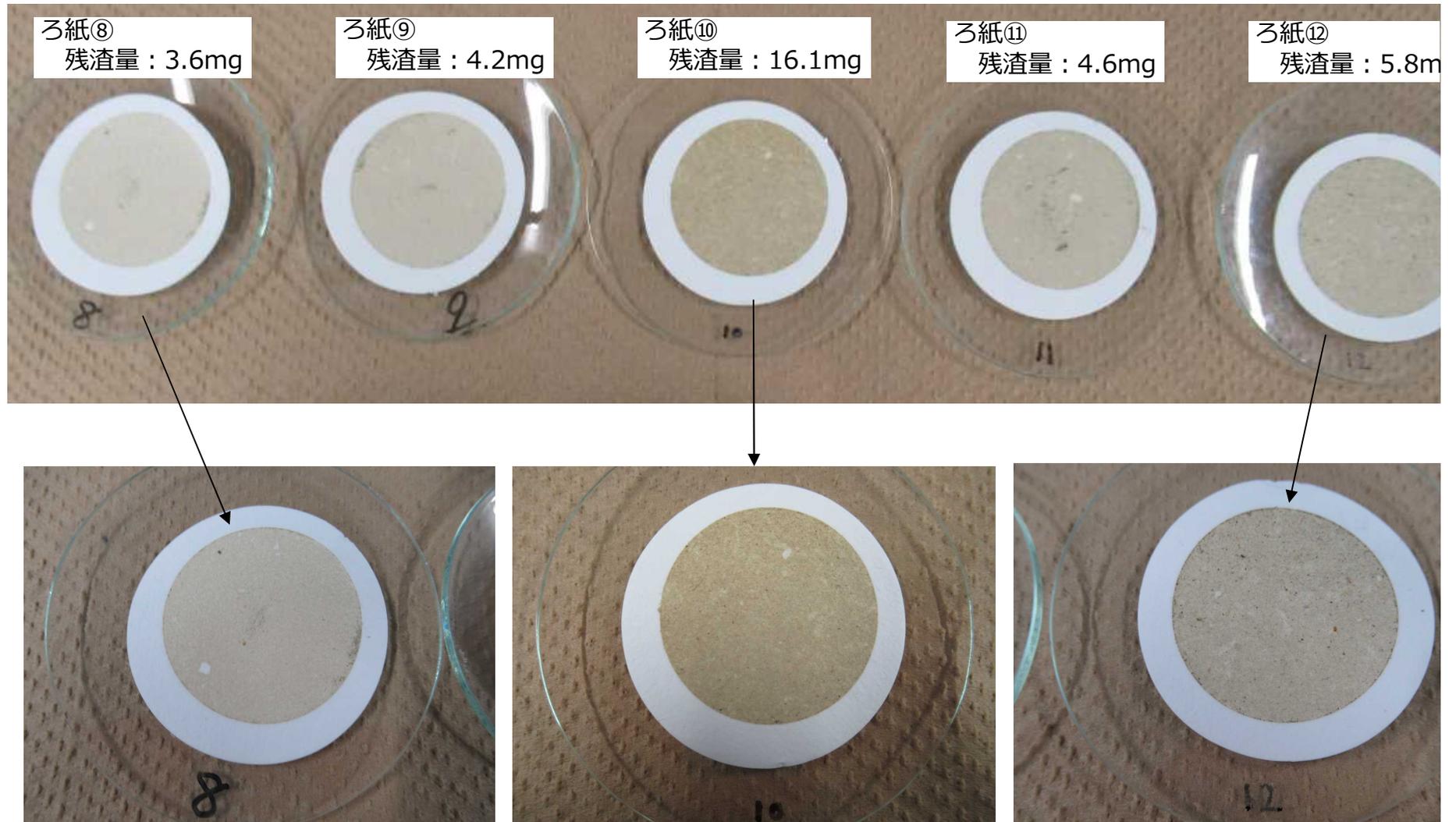
海水+ALPS処理水の懸濁物質濃度(mg/L) = (残渣量)65.7(mg) × 1000/(ろ過量)59500(mL) = 1.10

懸濁物質濃度及びトリチウム濃度

	懸濁物質濃度 (mg/L)	トリチウム濃度 (Bq/L)
海水	1.09±0.03	ND(<0.91)
海水+ALPS処理水	1.10±0.03	1225

【評価】懸濁物質濃度は海水のみが1.09mg/L、海水+ALPS処理水が1.10mg/Lと明確な差はなく、海水へのALPS処理水の影響は確認されなかった。

【参考】海水+ALPS処理水ろ過後ろ紙の状況



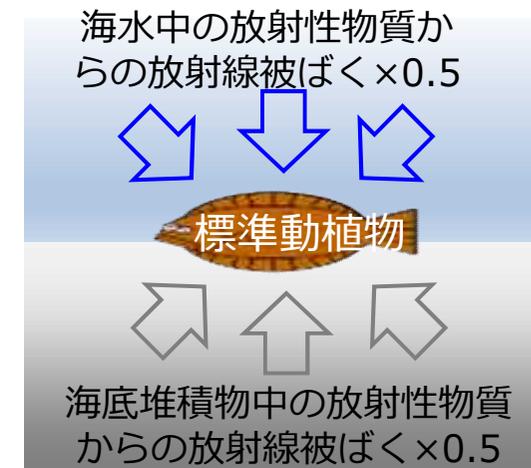
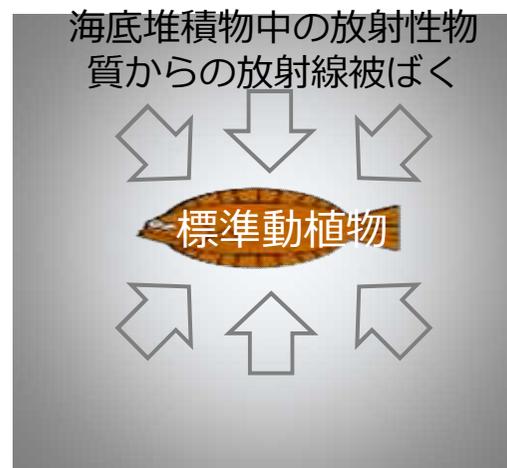
質問へのご回答

<No.108> (要求事項 その他)

- 標準動植物に対する外部被ばくに関して、係数0.5の意味、根拠を説明していただきたい。

<No.108回答>

- ICRP Pub.108「環境防護 標準動物および標準植物の概念と使用」に基づき、以下のよう
に設定している。
 - 標準動植物として選定された扁平魚、カニ、褐藻はいずれも底生であり、海水と海底堆積物の両方に含まれる放射性物質から被ばくする。
 - 各線量換算係数は、水生生物は無限の水媒体に水没しているとして設定されているため、海水と海底堆積物の境界に生息するこれら標準動植物の線量評価では、生息環境のジオメトリーを考慮する必要がある。
 - すなわち、体の上半分は海水から、下半分は海底堆積物からの被ばくを受けることから、それぞれの寄与を半々として評価を行っている。



質問へのご回答

<No.109> (要求事項 その他)

- 処理水の海洋放出に関する組織とそれぞれの役割について、分かりやすく説明していただきたい。

<No.109回答>

- 次頁参照

組織体制（概要）

- 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で明記。

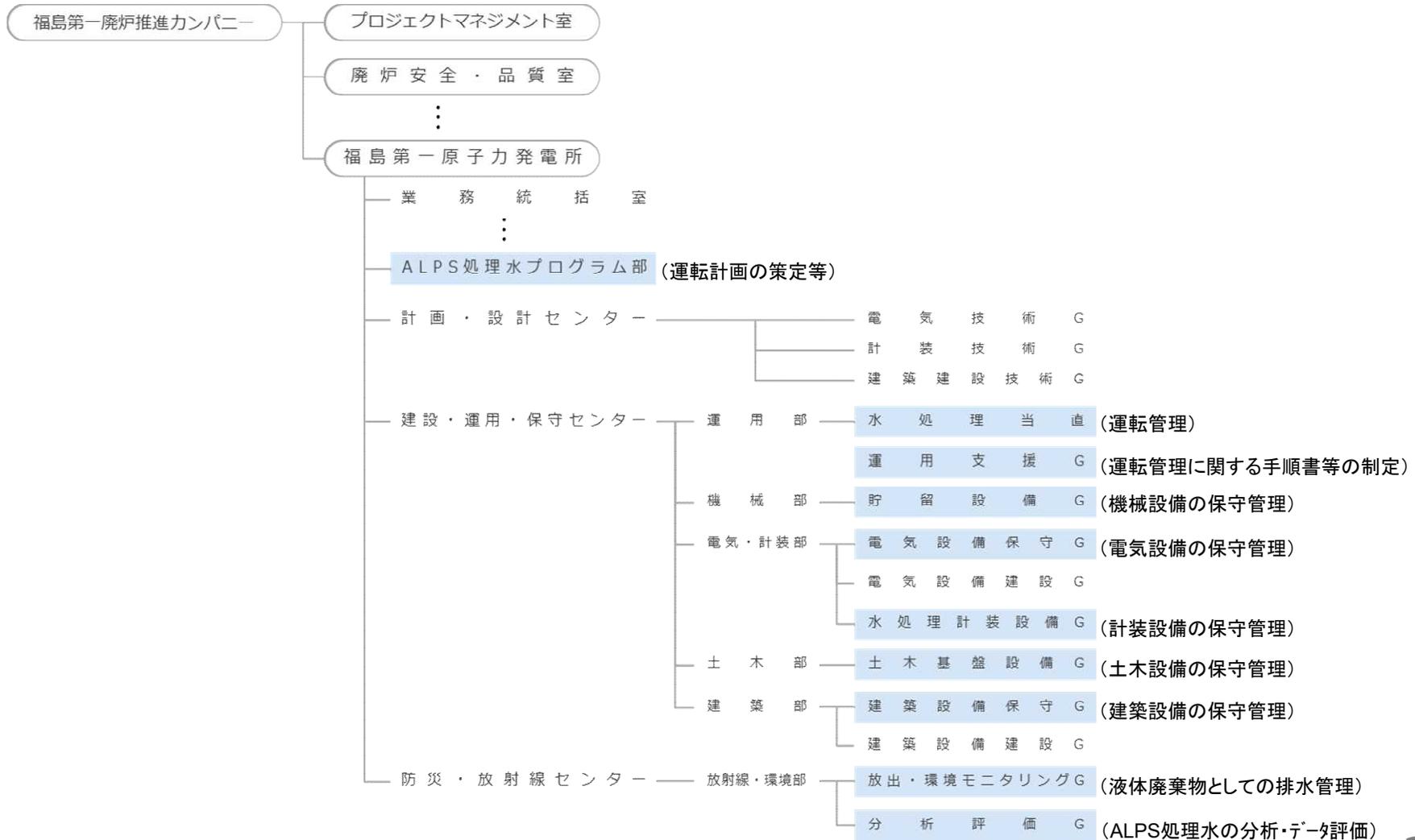
組織	保安に関する職務
ALPS処理水プログラム部A	海洋放出に関連する設備のプロジェクトの計画及び管理、運用方法の検討並びにALPS処理水希釈放出設備の運転計画に関する業務 他
建設・運用・保守センター 運用部 水処理当直	汚染水処理設備等、滞留水を貯留する建屋、多核種除去設備等、サブドレン他水処理施設及びALPS処理水希釈放出設備 の運転管理
建設・運用・保守センター 機械部 貯留設備G	汚染水処理設備等（貯留設備）の土木設備及びALPS処理水希釈放出設備の機械設備の保守管理 汚染水処理設備等（貯留設備の付帯設備）及び雨水処理設備等の建設・設置及び保守管理
建設・運用・保守センター 電気・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、ALPS処理水希釈放出設備 等に係る計装設備の建設・設置及び保守管理

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。

・運転管理のうち手順書等に関する業務	: 建設・運用・保守センター 運用部	運用支援G
・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
・液体廃棄物等の排水管理	: 防災・放射線センター 放射線・環境部	放出・環境モニタリング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

ALPS処理水の海洋放出に係る組織体制

- ALPS処理水海洋放出の運用体制を、福島第一廃炉推進カンパニーの体制図で示すと以下の通り。



質問へのご回答

<No.110> (要求事項 その他)

- 排水中に含まれるSS評価の根拠法令または協定を示していただきたい。また、水質汚濁防止法に関する規制への対応について説明していただきたい。

<No.110回答>

- 当所は『水質汚濁防止法』に定める特定施設（屎尿処理施設：処理対象人数501人以上のもの）のため、『福島県生活環境の保全などに関する条例施行規則』第24条別表第5、『大気汚染防止法に基づく排出基準及び水質汚濁防止法に基づく排出基準を定める条例』第2条別表第2に定める排水基準内であることを確認している。

質問へのご回答

<No.116> (要求事項 その他)

- ALPS希釈放出設備の「安全確保のための設備の全体像」(※)に“二次処理設備(新設逆浸透膜装置)”とあるが、設置状況について、おしえていただきたい。
- ※例えば、ALPS処理水審査会合(第3回)資料

<No.116回答>

- 処理途上水(告示濃度比総和が1を超過する水)を再度処理する(二次処理する)場合の設備として、現状、既存の既設ALPS、増設ALPS、高性能ALPSがあり、二次処理により告示濃度比総和1未満となることを確認済み。
- また、逆浸透膜装置(RO装置)による二次処理についても検討しており、現在、設計を進めている。今後設置可否について判断していく。

質問へのご回答

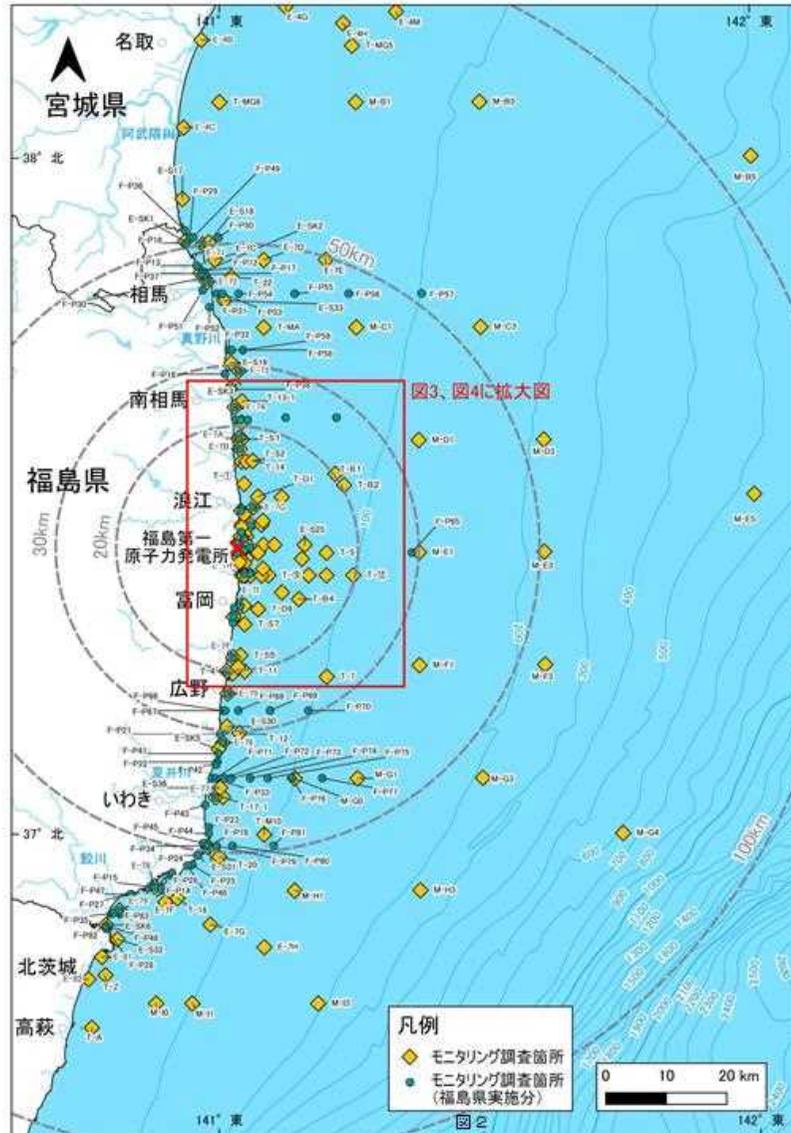
<No. 1 1 7> (要求事項 その他)

- 多核種除去設備等処理水放出に係る海域モニタリングにおける指標（異常値）について、具体的な数値と設定根拠について説明してください。

<No. 1 1 7回答>

- 次頁参照

総合モニタリング計画に基づく調査箇所



左図は、発電所近傍について示しているが、より広範囲のモニタリングを実施中(下記、原子力規制委員会HP参照)

総合モニタリング計画(令和5年3月16日改定)

https://radioactivity.nra.go.jp/ja/contents/18000/17175/25/204_01_20230317.pdf

[原子力規制委員会HP]

東京電力によるモニタリング測定対象と頻度



対象	採取場所	採取点数	測定対象	頻度	検出下限値
海水	港湾内	10	セシウム-134/137	毎日	0.4 Bq/L
			トリチウム	1回/週	3 Bq/L
	港湾外2km圏内	2	セシウム-134/137	1回/週	0.001 Bq/L
			セシウム-134/137	毎日	0.4 Bq/L
			セシウム-134/137	1回/週	0.4 Bq/L
			トリチウム	1回/週	0.4 Bq/L
	沿岸20km圏内	6	セシウム-134/137	1回/週	0.001 Bq/L
			トリチウム	1回/週	0.1 Bq/L
	沿岸20km圏内 (魚採取箇所)	1	トリチウム	1回/月	0.1 Bq/L
		10	トリチウム	1回/月	0.1 Bq/L
	沿岸20km圏外 (福島県沖)	9	セシウム-134/137	1回/月	0.001 Bq/L
		9	トリチウム	1回/月	0.1 Bq/L
魚類	沿岸20km圏内	11	セシウム-134/137	1回/月	10 Bq/kg : 生
			ストロンチウム-90 (セシウム濃度上位5検体)	四半期毎	0.02 Bq/kg : 生
		1	トリチウム (組織自由水型)	1回/月	0.1 Bq/L
			トリチウム (有機結合型)		0.5 Bq/L
		10	トリチウム (組織自由水型)	1回/月	0.1 Bq/L
			トリチウム (有機結合型)		0.5 Bq/L
海藻類	港湾内	1	セシウム-134/137	3回/年	0.2 Bq/kg : 生
			セシウム-134/137	3回/年	0.2 Bq/kg : 生
	港湾外2km圏内	2	ヨウ素-129	3回/年	0.1 Bq/kg : 生
			トリチウム (組織自由水型)	3回/年	0.1 Bq/L
			トリチウム (有機結合型)		0.5 Bq/L

海域モニタリングにおける指標の設定

- ALPS処理水の海洋放出にあたっては、放出の時点で安全な状態にあると考えている。

トリチウム以外の放射性物質	希釈放出前に規制基準を満足していることを確認
トリチウム	1,500 Bq/L※未満になるまで大量の海水で希釈

※ 法令基準（60,000 Bq/L）の40分の1、WHOガイドライン飲料水水質ガイドライン（10,000 Bq/L）の約7分の1

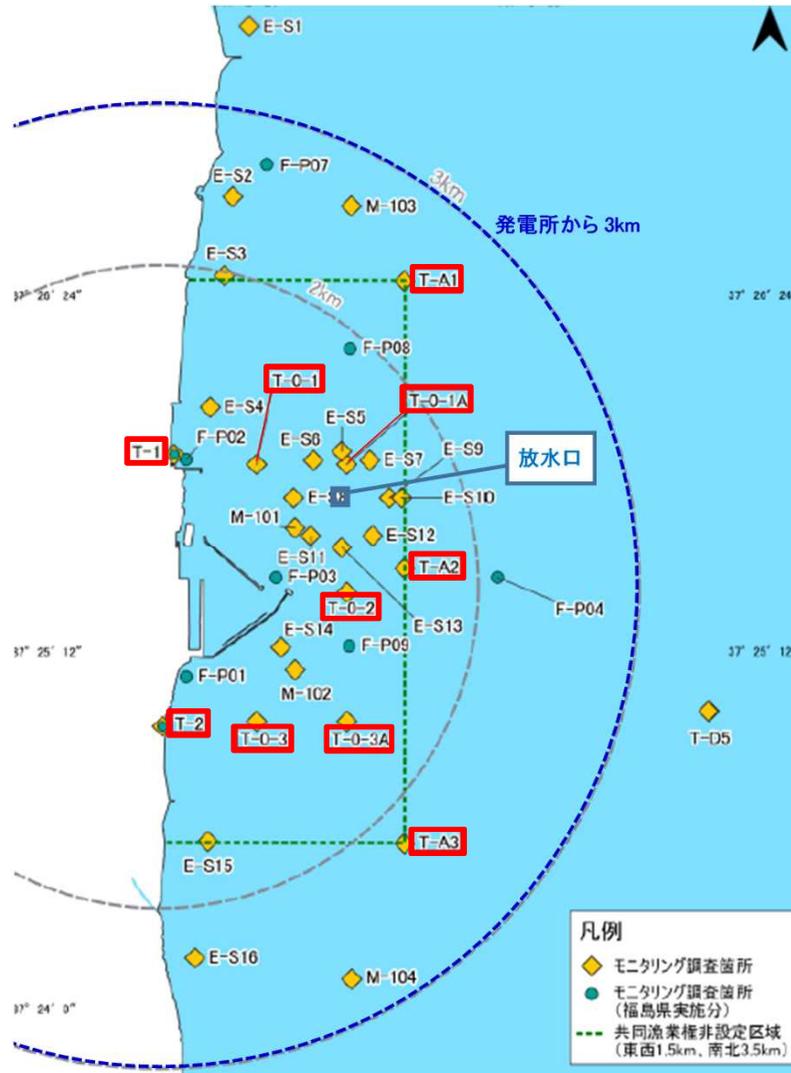
- 周辺海域のモニタリングで、放出水がじゅうぶんに拡散していないような状況（トリチウム濃度の異常）等が確認された場合、設備の運用として「放出の一時停止」を判断する際の指標を、以下の通り設定。

放水口付近（10地点） 発電所から3km以内	放出時のトリチウム濃度の上限値（1,500 Bq/L）を、設備や測定の不確かさを考慮しても上回らないように設定された放出時の運用値の上限をもとに、 700 Bq/L に設定
放水口付近の外側（4地点） 発電所正面の10km四方内	国内の原子力発電所前面海域におけるトリチウム濃度（2019年4月～2022年3月／最大値：20 Bq/L）をもとに、迅速な状況把握として行う分析方法の誤差も考慮した数値として、 30 Bq/L に設定

- 指標を超過した際は、速やかに放出を一旦停止し、頻度を増やしたモニタリングで傾向を把握するとともに、気象・海象を確認し、拡散状況を評価する。
なお、各地点で指標を超えた場合においても、法令基準や、WHOの飲料水水質ガイドラインをじゅうぶん下回り、周辺海域は安全な状態であると考えている。

放水口付近の分析地点

- 総合モニタリング計画における、発電所から3km以内の分析地点



【実施機関】

- T-○：東京電力
(赤枠：海水トリチウム分析地点 10か所)
- E-○：環境省
- M-○：原子力規制委員会
- F-○：福島県

東京電力以外の分析地点については、迅速に状況を把握するために行う分析方法が適用されている地点を対象とする。

東京電力の分析地点は、迅速に状況を把握するために行う分析方法と、検出限界値が0.1ないし0.4Bq/Lを目標とする分析方法を併用する。

放水口付近の外側の分析地点

- 総合モニタリング計画における、発電所正面の10km四方の範囲内の分析地点

(前ページの地点を除く)



【実施機関】

T-○：東京電力

(赤枠：海水トリチウム分析地点 4か所)

E-○：環境省

F-○：福島県

東京電力以外の分析地点については、迅速に状況を把握するために行う分析方法が適用されている地点を対象とする。

東京電力の分析地点は、迅速に状況を把握するために行う分析方法と、検出限界値が0.1ないし0.4Bq/Lを目標とする分析方法を併用する。