

# 『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』に対する検討状況について



TEPCO

---

東京電力ホールディングス株式会社

2023年2月9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50～70m<sup>3</sup>/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

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



## &lt;No. 2 &gt; (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。

## &lt;No. 2 回答&gt;

- 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

## &lt;No. 4&gt; (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。

## &lt;No. 4 回答&gt;

- 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>

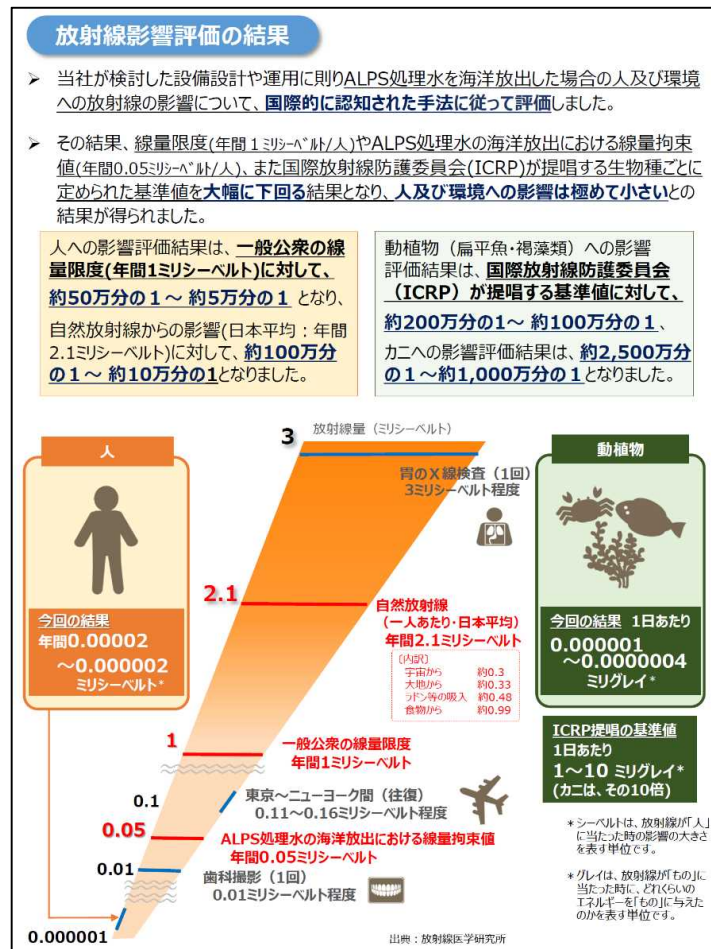
次頁以降参照

## 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](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](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

## &lt;No. 1 1&gt; (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。

## &lt;No. 1 1 回答&gt;

- 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

## &lt;No. 1 3&gt; (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。

## &lt;No. 1 3回答&gt;

- 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 <sup>3</sup> ]	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)後, 誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)
Ca-41	EC	0.003310	4.0E+00	前処理(分離, 沈殿, 再溶解)後, Si(Li)検出器
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 <sup>3</sup> ]	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	—
Am-243	α	5.275300	5.0E-03	7.4E+03	前処理(分離)後, αスペクトロメータ
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

## &lt;No. 1 4&gt; (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。

## &lt;No. 1 4回答&gt;

- 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"> <li>• 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.</li> <li>• JISG1218, 鉄及び鋼－モリブデン定量方法</li> <li>• JISG1216, 鉄及び鋼－ニッケル定量方法</li> </ul>
	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"> <li>・ 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.</li> <li>・ 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</li> </ul>
	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"> <li>・ 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)</li> </ul>
Ca-41	前処理・計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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)</li> </ul>
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

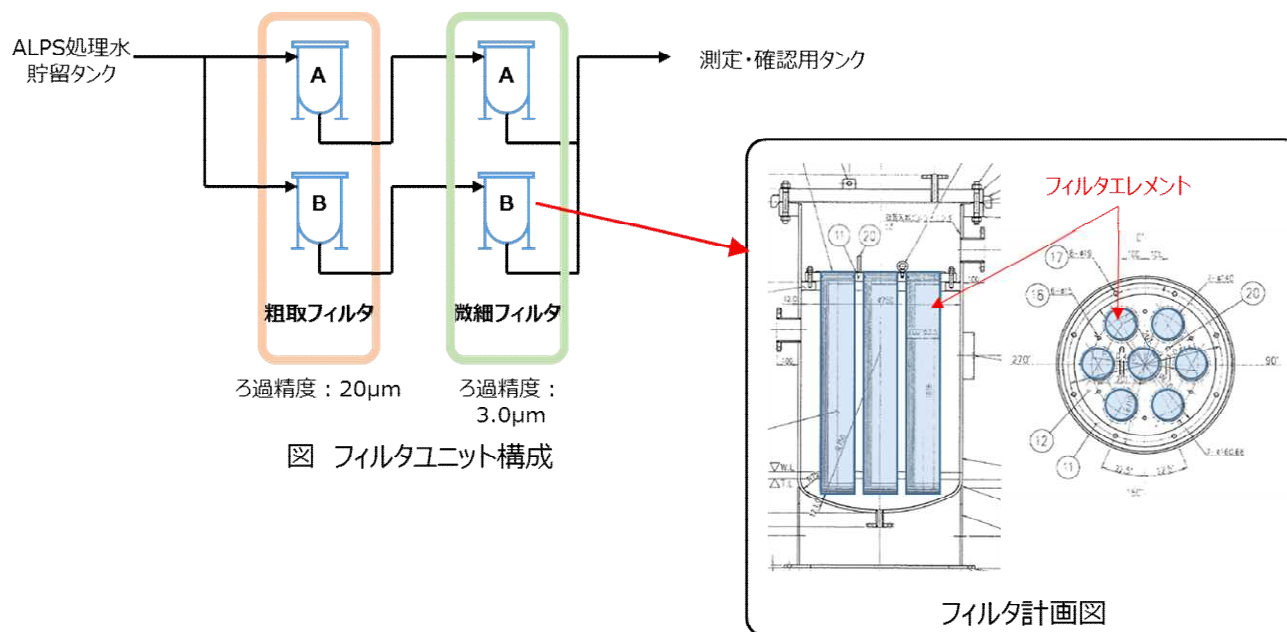
測定・確認用設備（K4タンク群）における測定試料の均質化については、水に溶けない粒子状の放射性物質を考慮して循環・攪拌の運用管理を行うとともに、排出後のタンク底部の残水や沈殿物の残存の影響を適切に監視すること。

### 【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。



※計画のため詳細な仕様等は変更になる可能性があります



## 追加質問へのご回答

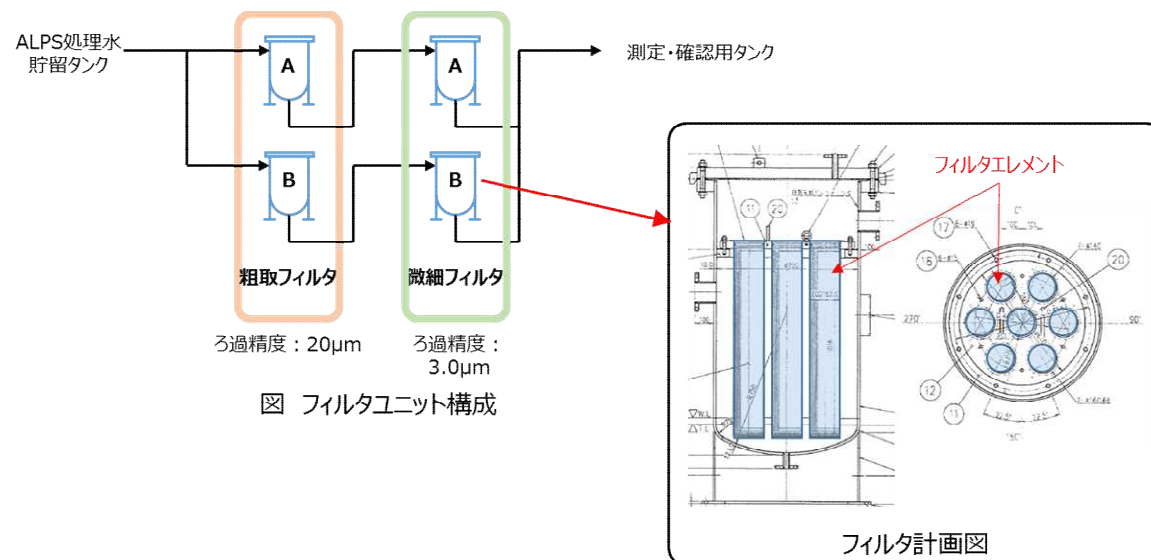
<No.15> (要求事項 2)

- 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.15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 $2\text{mm}$ 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 $200\text{mg/L}$  (日間平均 $150\text{mg/L}$ )、福島県条例では $100\text{mg/L}$  (日間平均 $80\text{mg/L}$ )。



※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

## 追加質問へのご回答

## &lt;No. 17&gt; (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。

## &lt;No. 17回答&gt;

- 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1,650m<sup>3</sup>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。

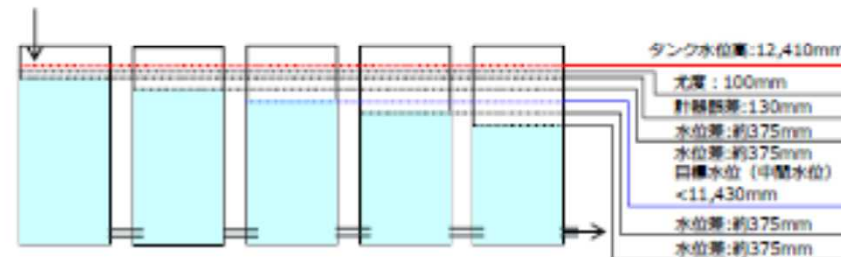
	2022年度				
	6月	7月	8月	9月	10月
G4北タンク群	▼ 6/3 使用前検査受検 ▼ 6/21 終了証受領	K4⇒G4北 水移送 約1,650m <sup>3</sup>			
			日々処理水の受入れ		
G5タンク群				▼ 9中旬 使用前検査受検予定	▼ 10月上旬 終了証受領予定 日々処理水の受入れ

### 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1,650m<sup>3</sup>の移送が必要となる。

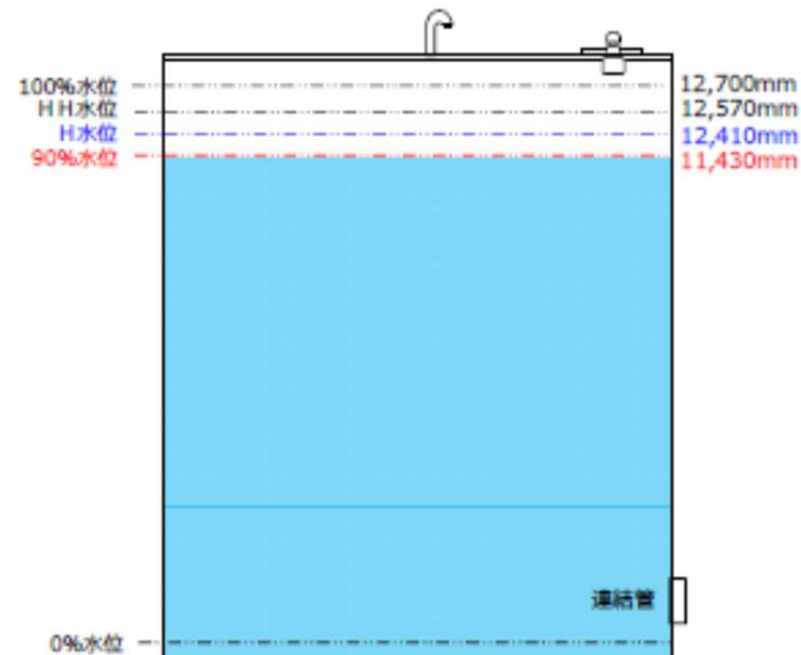
	2022年5月水位	目標水位	移送量	合計移送量
測定・確認用タンクA	約97.2%(12,345mm)	約90.0%(11,430mm)	約720m <sup>3</sup>	約1,650m <sup>3</sup>
測定・確認用タンクB	約92.1% <sup>※1</sup> (11,698mm)		約210m <sup>3</sup>	
測定・確認用タンクC	約97.2%(12,345mm)		約720m <sup>3</sup>	

※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

## &lt;No. 1 8&gt; (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。

## &lt;No. 1 8回答&gt;

- 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、 $\gamma$ 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 $\mu\text{m}$  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)

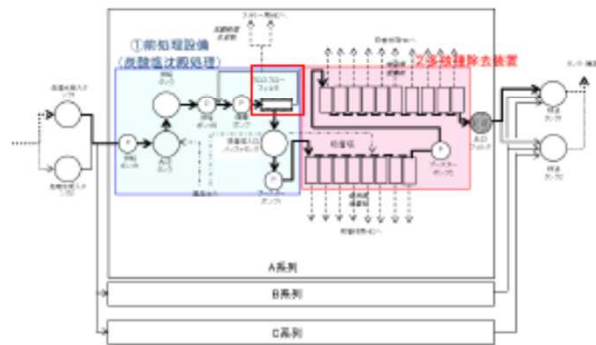
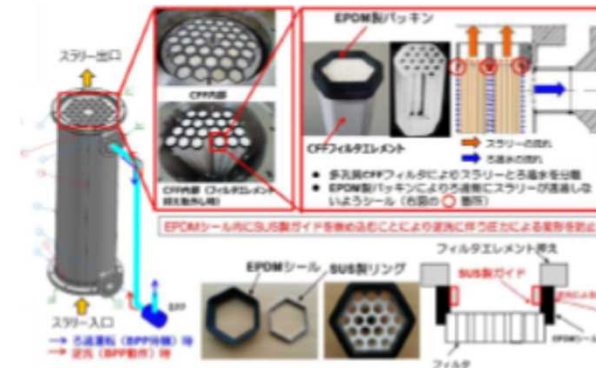
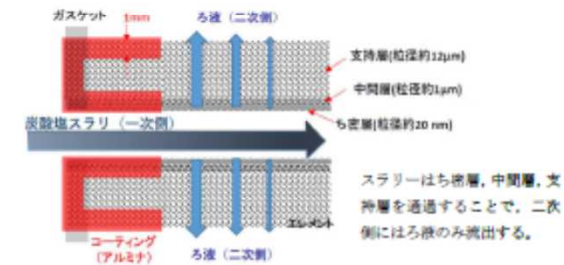


図 2.9.7-6 増設 ALPS の系統図とクロスフローフィルタの設置位置

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。）

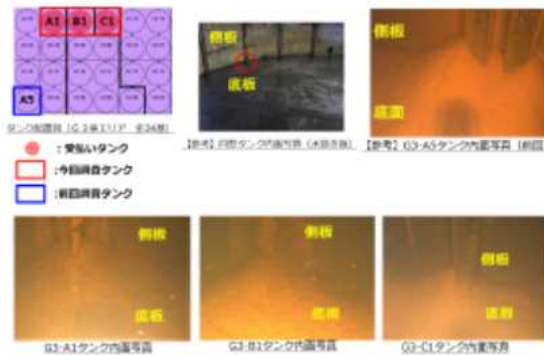


図 2.9.7-8 G3 東エリアタンクの内部調査結果

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/払出を繰り返す行いから、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-B1タンクスラッジ (Sr処理水)	
	単位	kg/m <sup>3</sup>	単位	kg/m <sup>3</sup>	単位	kg/m <sup>3</sup>
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	1.06E+02	mg/L	1.20E+02	mg/L	1.04E+02
Co <sup>2+</sup>	mg/L	1.44E+02	mg/L	1.20E+02	mg/L	4.50E+02
Co <sup>3+</sup>	mg/L	1.02E+02	mg/L	2.32E+02	mg/L	1.30E+02
不明質	%	3	%	3	%	3

注1 スラッジ中の水分は約50%と推定。

## 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

## 参考：循環攪拌試験時の主要核種の分析結果（1/4）



## 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m<sup>3</sup>）を3群（10基・約1万m<sup>3</sup>）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



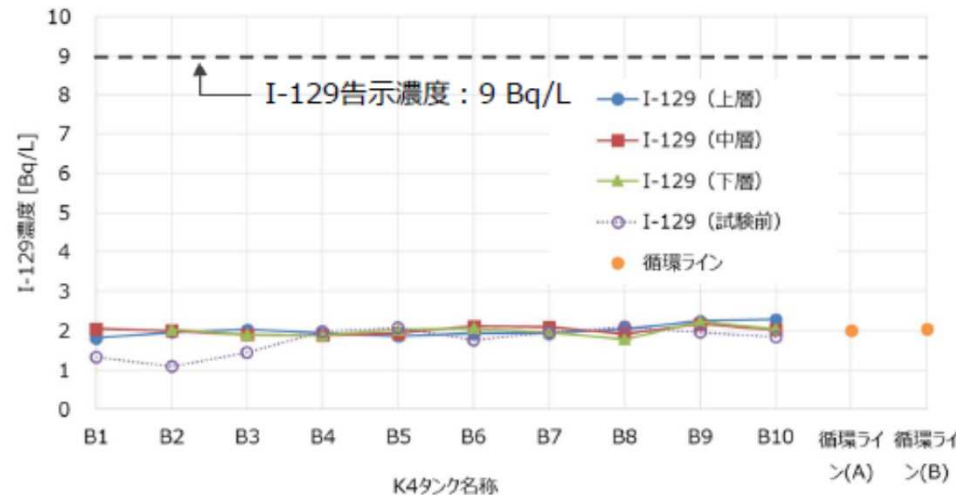
参考：循環攪拌試験時の主要核種の分析結果（2/4）



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 <sup>※1</sup>	相対標準偏差 <sup>※2</sup>	
試験前 I-129濃度 <sup>※3</sup> [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% <sup>※4</sup> )	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% <sup>※4</sup> )	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					

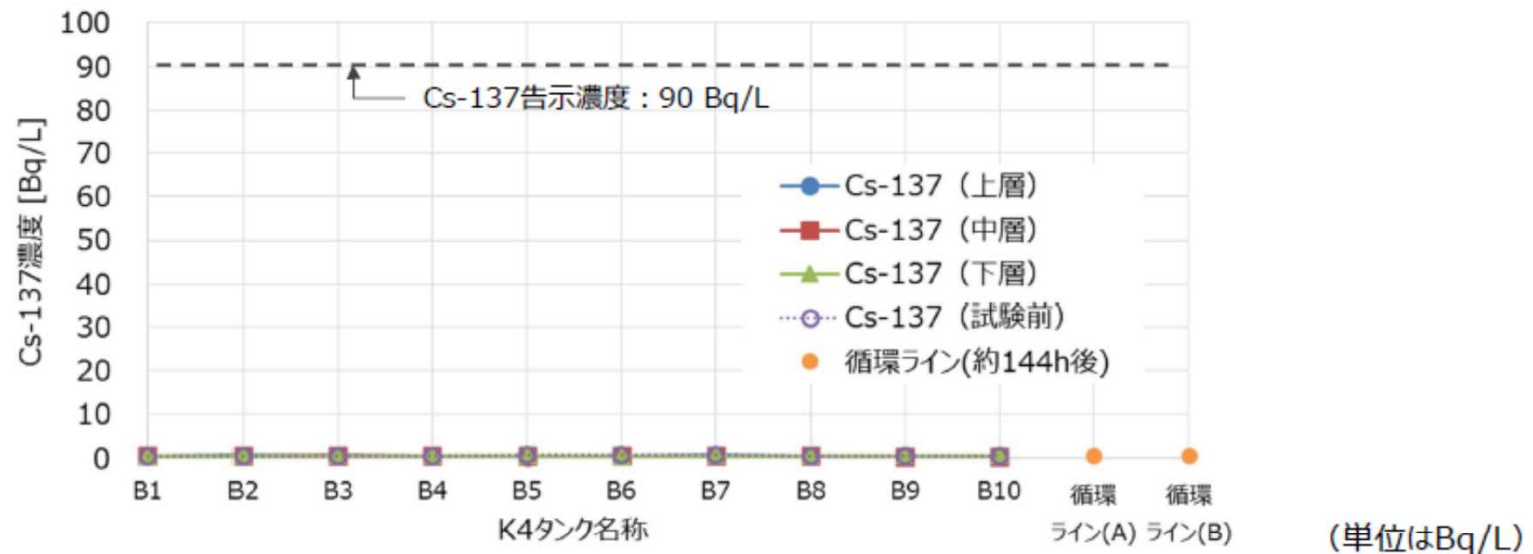
※1：標準偏差が小さいほど測定値のばらつきが小さい。平均値±標準偏差の間に68.3%の値が含まれる。  
 ※2：標準偏差÷平均で算出されるもの。平均値が異なる集団を比較するために用いる。  
 ※3：K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施。  
 ※4：告示濃度に対する割合

参考：循環攪拌試験時の主要核種の分析結果（3/4）



**【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）** **TEPCO**

- 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 <sup>※1</sup> [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% <sup>※2</sup> )	15.8 %
試験後	タンク上層(10m)	0.48	0.57	0.57	0.53	0.43	0.53	0.64	0.52	0.51	0.52	0.66	0.47	0.50	0.05 (0.06% <sup>※2</sup> )	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					

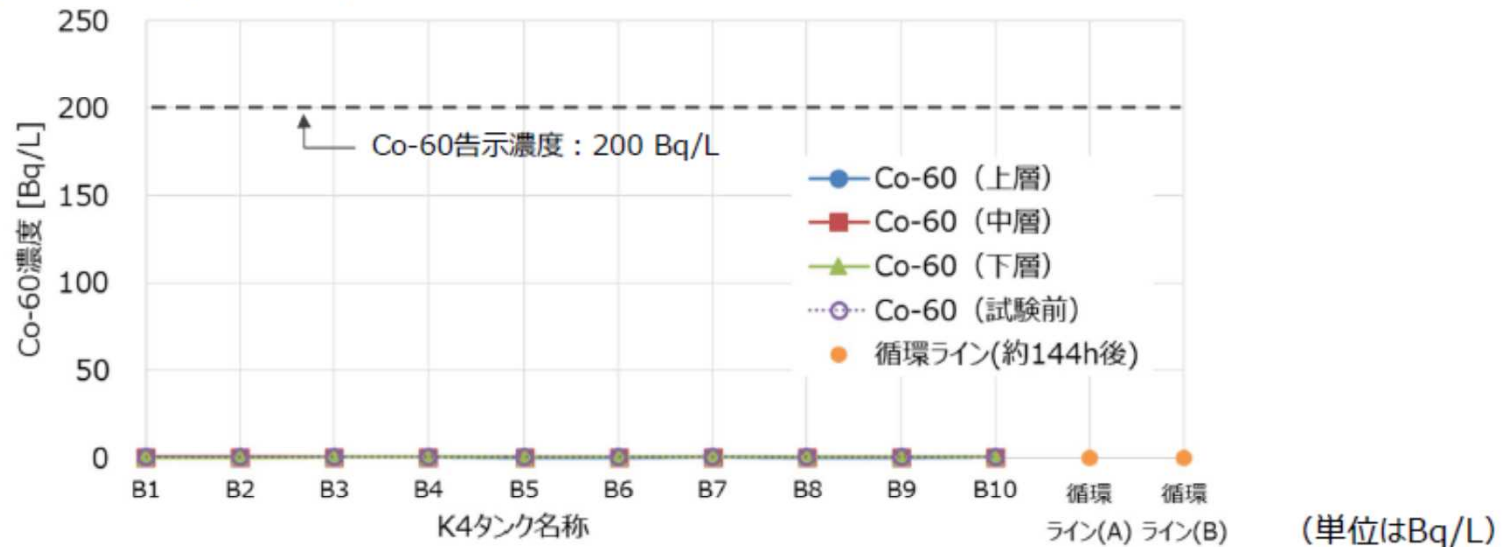
※1：K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でサンプリングを実施  
 ※2：告示濃度に対する割合

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% <sup>※2</sup> )	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% <sup>※2</sup> )	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

## 要求事項③に対する検討状況

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。

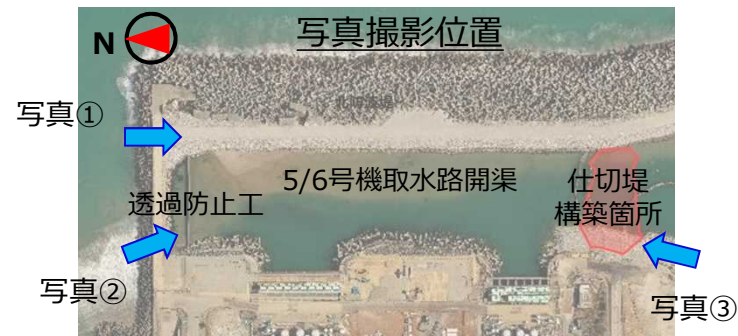
※ 軟質塩化性ビニル製マット 厚さ=5mm



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



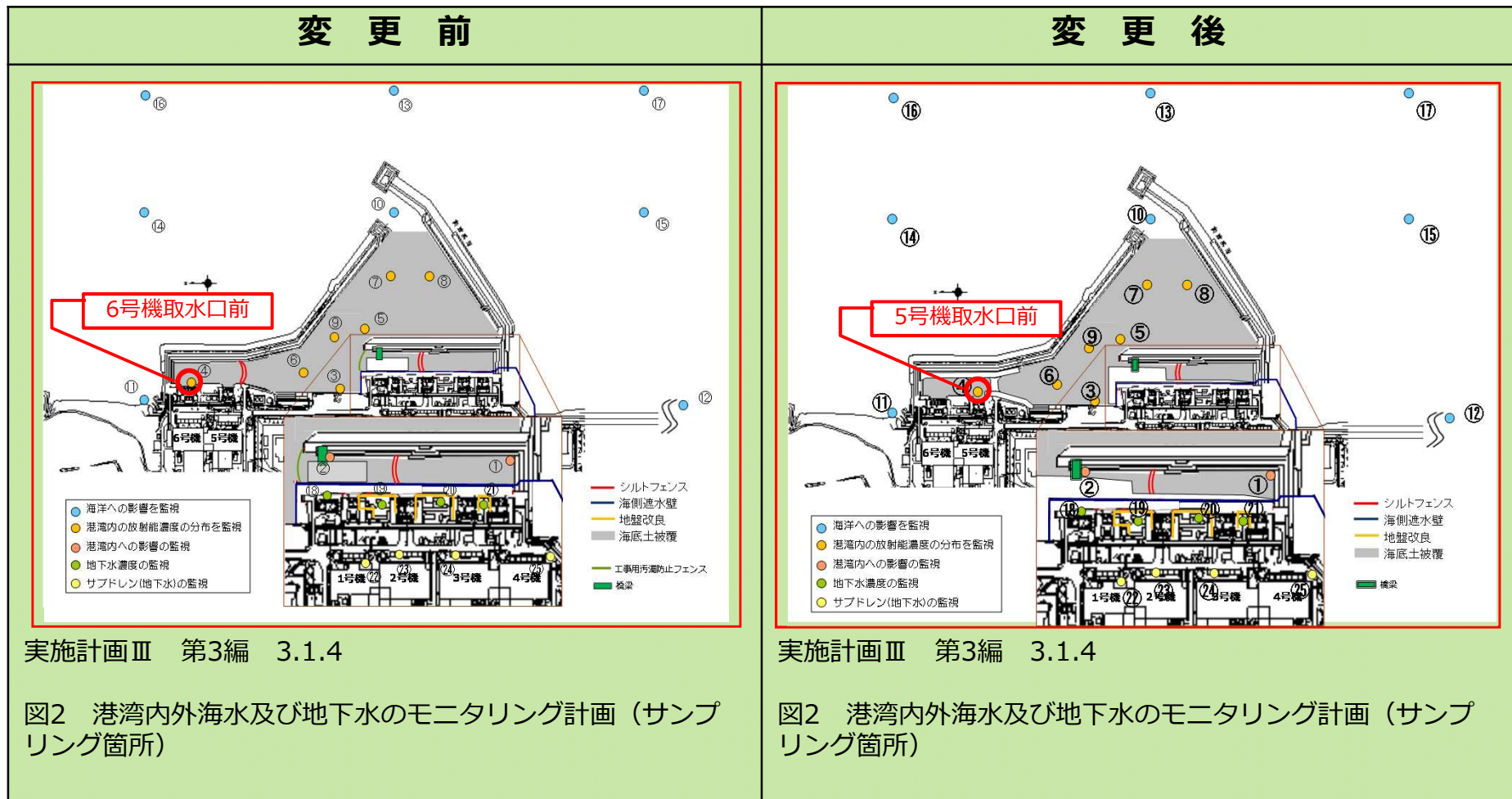
- 希釈用の海水を取水するための工事として、スクリーン室およびポンプ室の清掃を実施。





# 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。

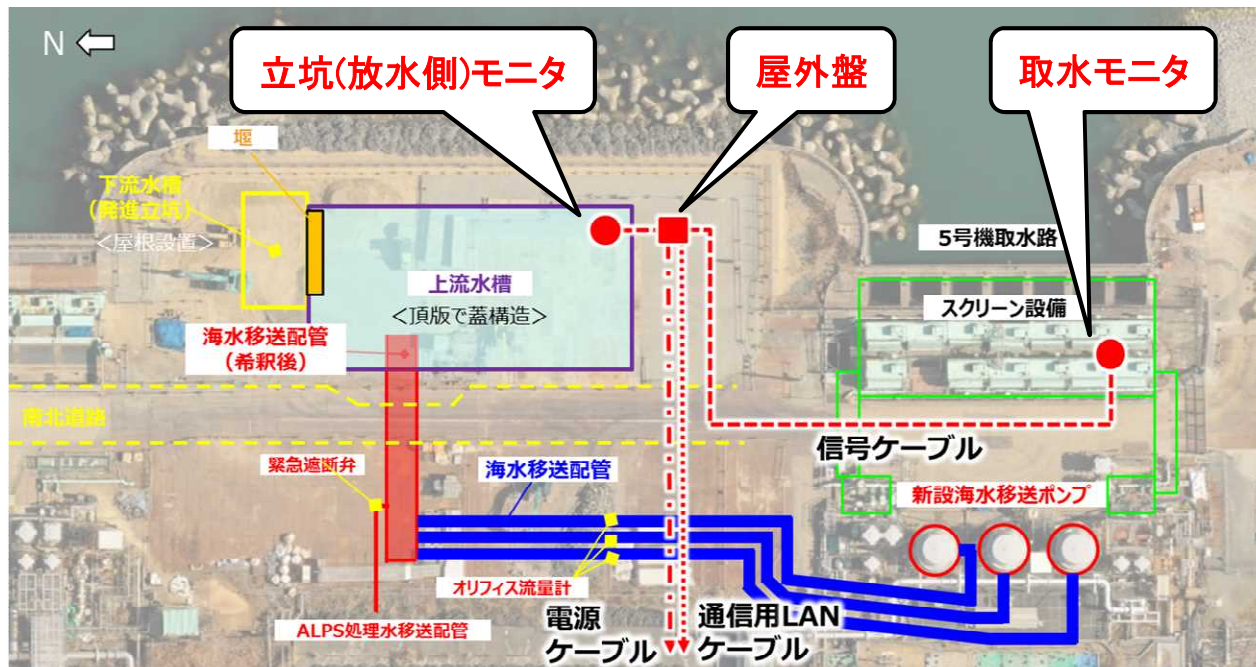


## 要求事項③に対する検討状況 取水・立坑モニタ

- 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

## &lt;No. 2 2&gt; (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。

## &lt;No. 2 2回答&gt;

- 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 $\gamma$ 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

## &lt;No. 2 3&gt; (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）

## &lt;No. 2 3 回答&gt;

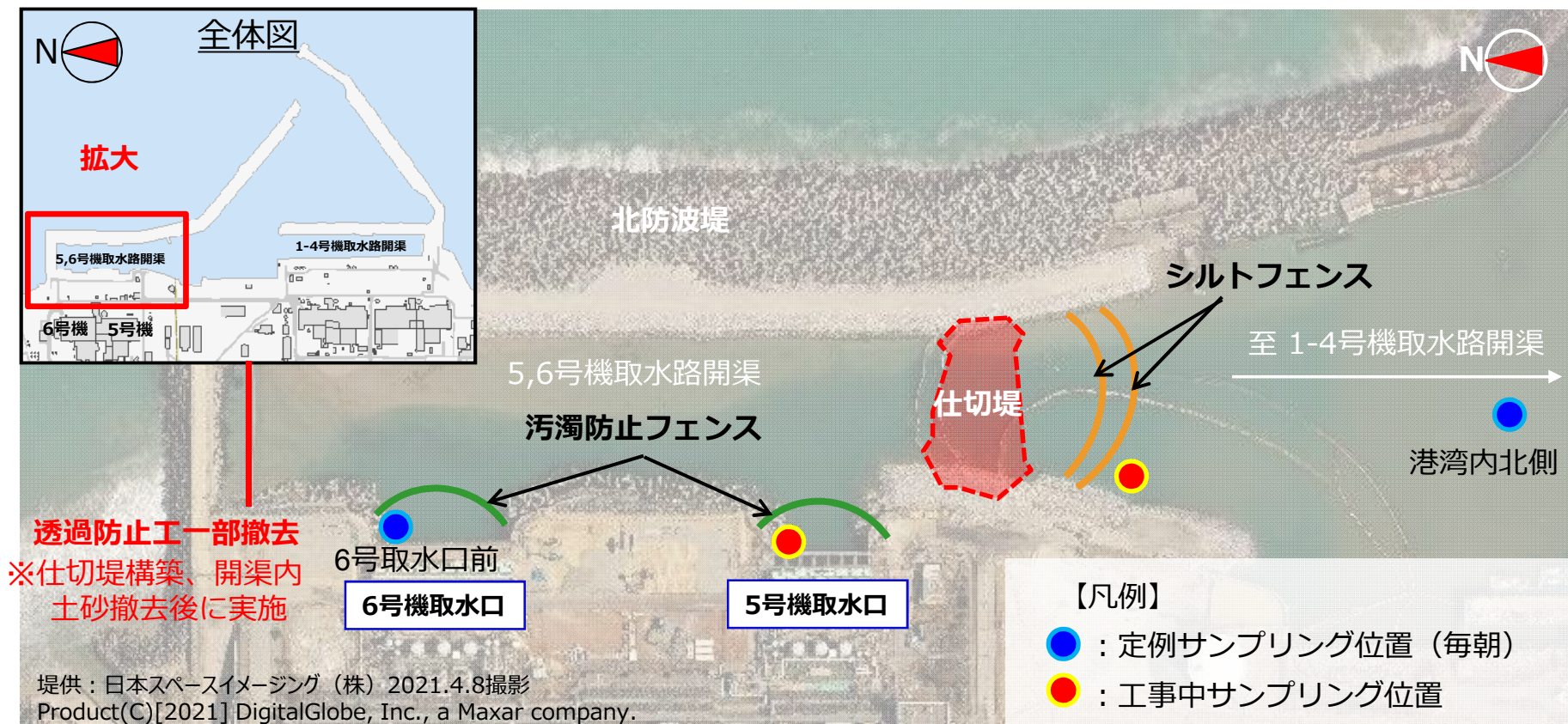
- 黄色のハッチング範囲が、福島県様から許可を頂いている堆砂撤去（浚渫）の範囲となります。重機足場（捨石堤）部分も堆砂撤去（浚渫）に一部干渉するが、6号機側の一部の範囲になる。



提供：日本スペースイメージング（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

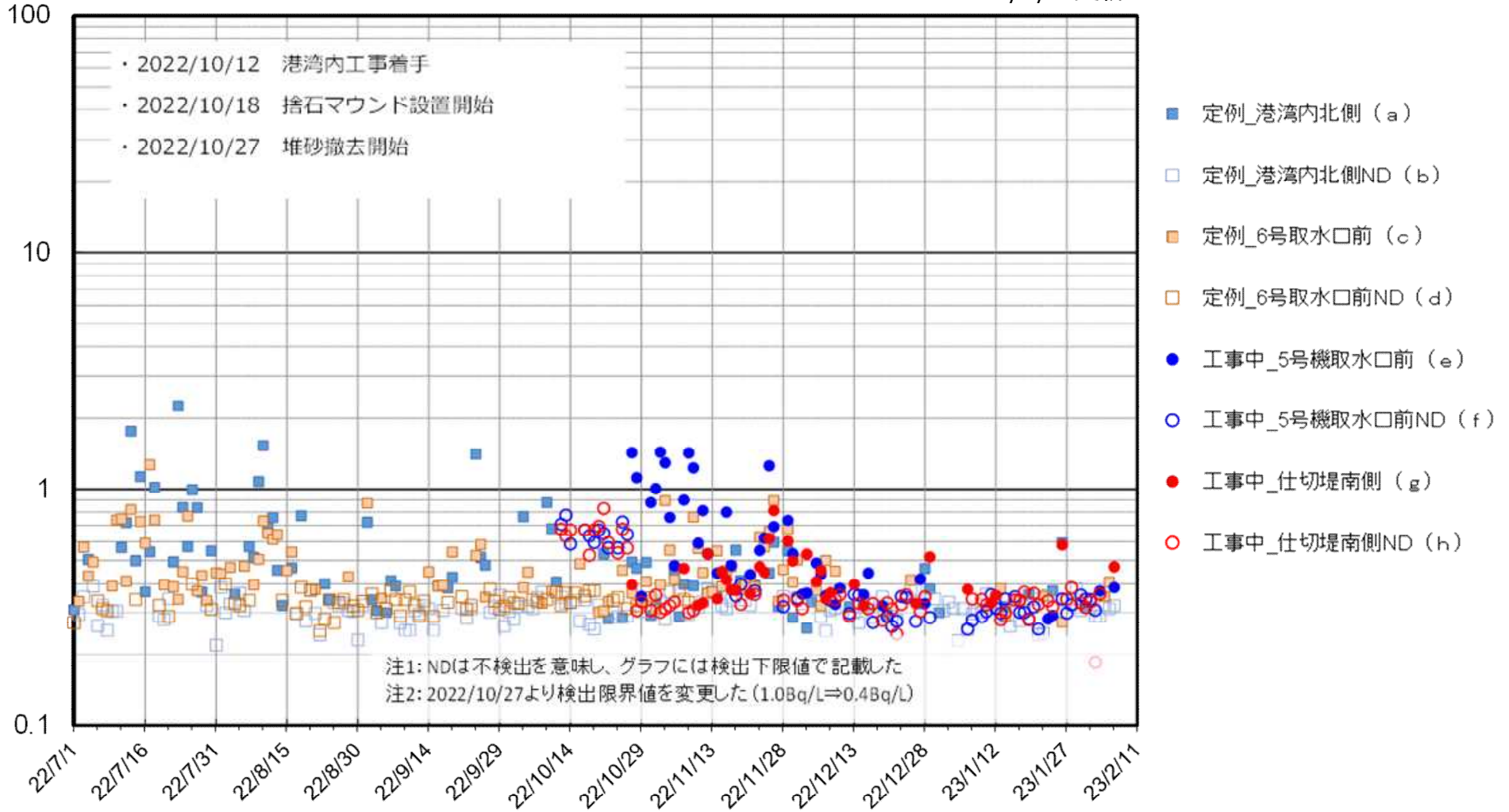
【参考】5/6号取水路開渠内の工事中のモニタリングについて（2）



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



# (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

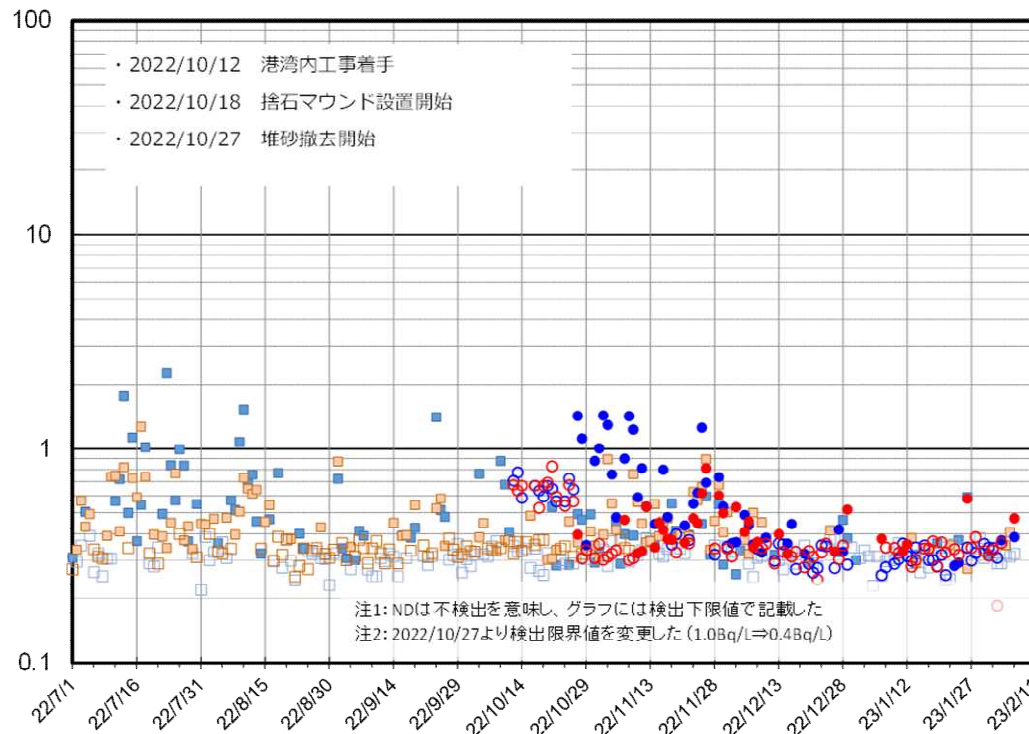
5,6号機取水路開渠内での工事中は、5,6号機取水への放射性物質拡散抑制のため、取水口前に汚濁防止フェンスを設置するとともに、作業中に海水サンプリングを行い、作業による海水中セシウム濃度の上昇がないことを確認しました。

## ➤ 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

- 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

## &lt;No. 24&gt; (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。

## &lt;No. 24回答&gt;

- 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

## &lt;No. 2 5 &gt; (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くて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。

## &lt;No. 2 6 &gt; (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。

## &lt;No. 2 5. 2 6 回答&gt;

- 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。

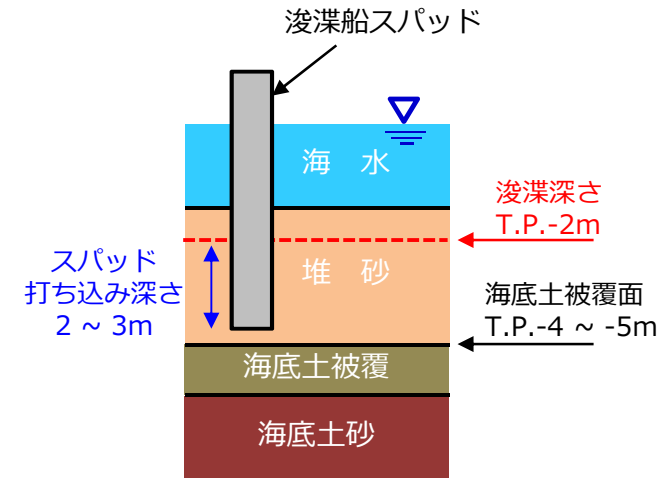


図 浚渫深さ設置根拠

【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。

## 要求事項④に対する検討状況

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つ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
  - 水中ROV（水中ドローン）で放水口ケーソン、放水トンネルを直接的に視認し、堆砂状況や海生生物の付着状況を確認する方法を検討中。特に放水トンネルは距離が1 kmあるため、バッテリーの問題、ケーブルの問題もあり、具体的方法を水中ドローンメーカーへのヒアリング、他電力へのヒアリングを実施中。
  - 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. 27> (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. 27回答>

- 現在、対象機器を選定中だが、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）。

## 追加質問へのご回答

### <No. 28> (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. 28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。

## 要求事項⑤に対する検討状況

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るべき。（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2,210m<sup>2</sup>）には全てのタンク内包水量（35,000m<sup>3</sup>）は貯留できない。タンク堰の高さはタンク1基分1,000m<sup>3</sup>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



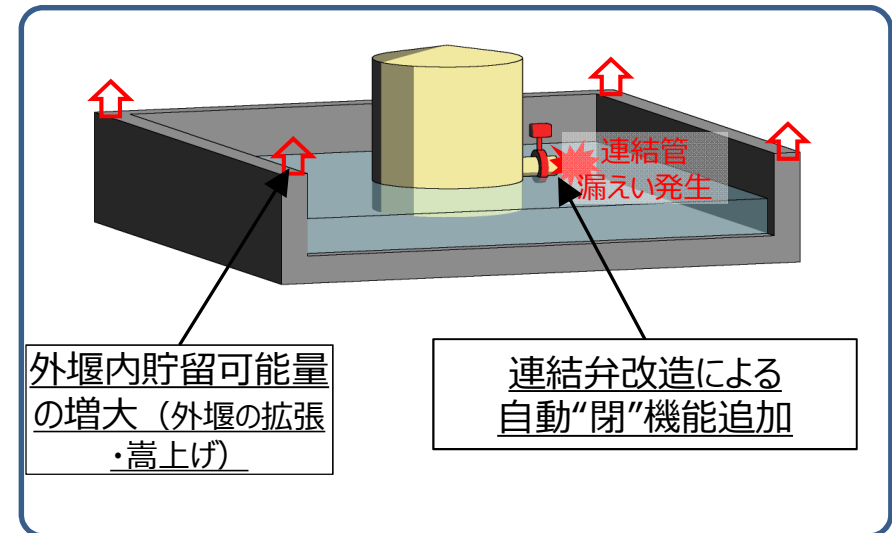
(b) 耐圧ホース (養生済)

機動的対応で使用する機器類

## 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）

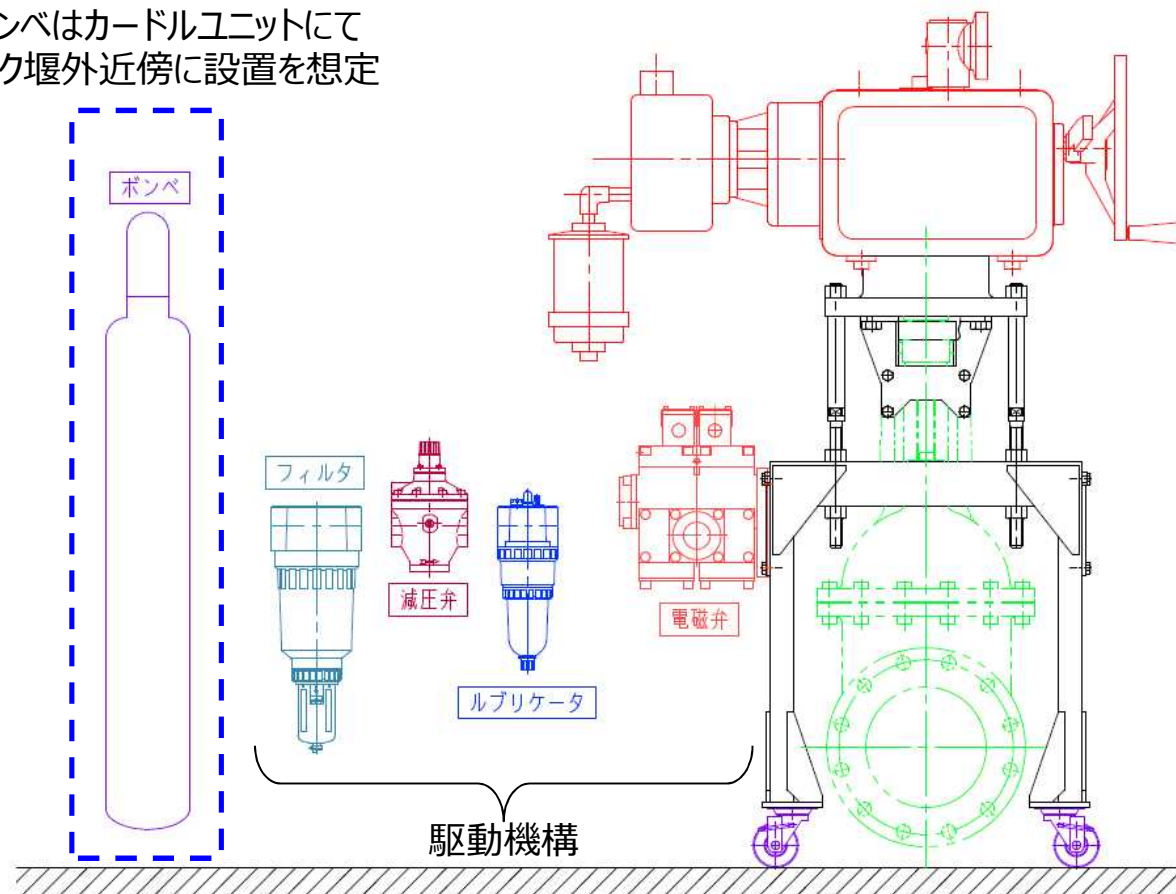
- なお、重層的対策が完了するまでの間は機動的対応を図ることとし、対応に必要な訓練について検討・計画していく。

## 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. 29> (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. 29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

## &lt;No. 3 2&gt; (要求事項 5)

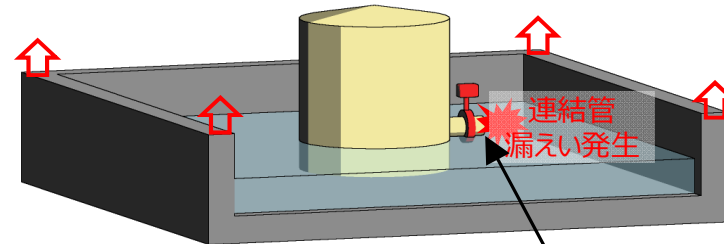
- 外堰の拡張、嵩上げはどの程度行うのか、それによって得られる機動的対応に係る時間的余裕はどの程度になりますか。

## &lt;No. 3 2 回答&gt;

- 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（6000m<sup>3</sup>）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

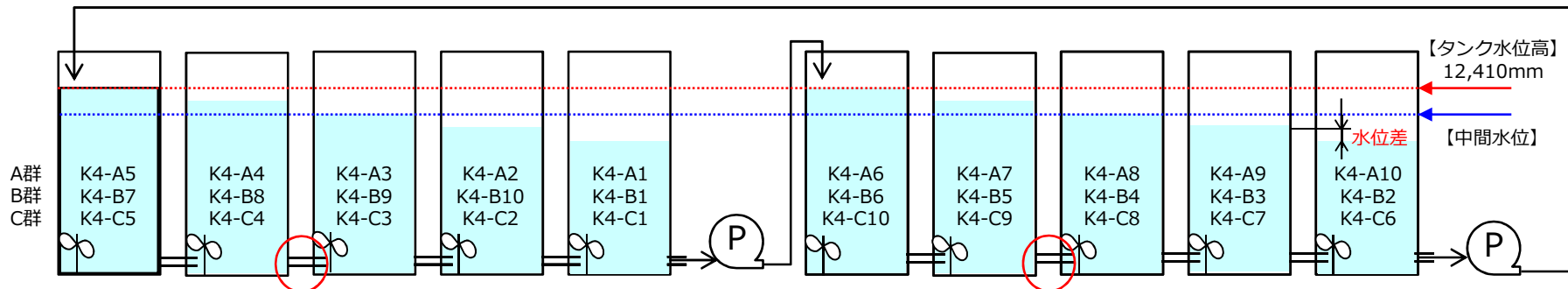


外堰拡張 + 嵩上げ  
による容量増  
タンク漏えい量  
2基分 → 6基分

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箇所でも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. 3 3> (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. 3 3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。

## 追加質問へのご回答

### <No. 3 4> (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. 3 4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（6,000m<sup>3</sup>）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. 3 5> (要求事項 ⑤)

- 自動閉となる震度を教えてください。

<No. 3 5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

## &lt;No. 3 6 &gt; (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。

## &lt;No. 3 6 回答&gt;

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



&lt;強力吸引車&gt;



&lt;土嚢&gt;

- 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

## &lt;No. 3 7&gt; (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2000m<sup>3</sup>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。

## &lt;No. 3 7回答&gt;

- 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。

## 要求事項⑥に対する検討状況



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

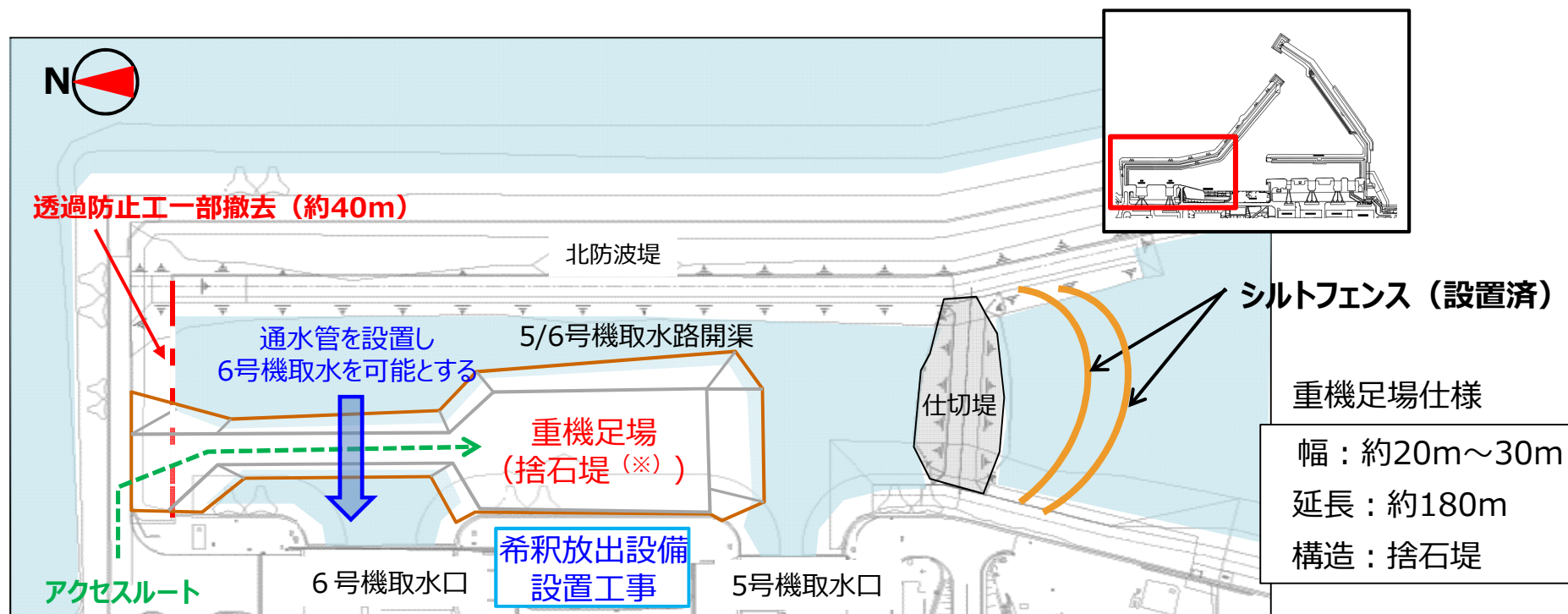
### 機械工事（抜粋）

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掘工
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	ケーソン製作用工
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掘工
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

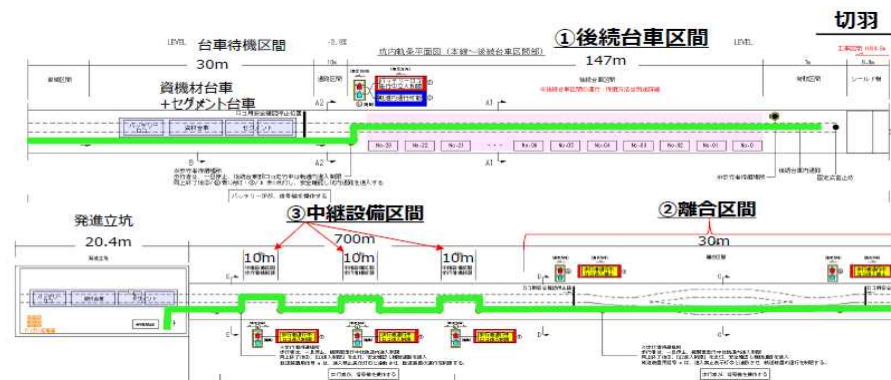
➤ その被災リスクに対しては、特に、以下5つの対策を重点的に実施していく。

- 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



# 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) 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

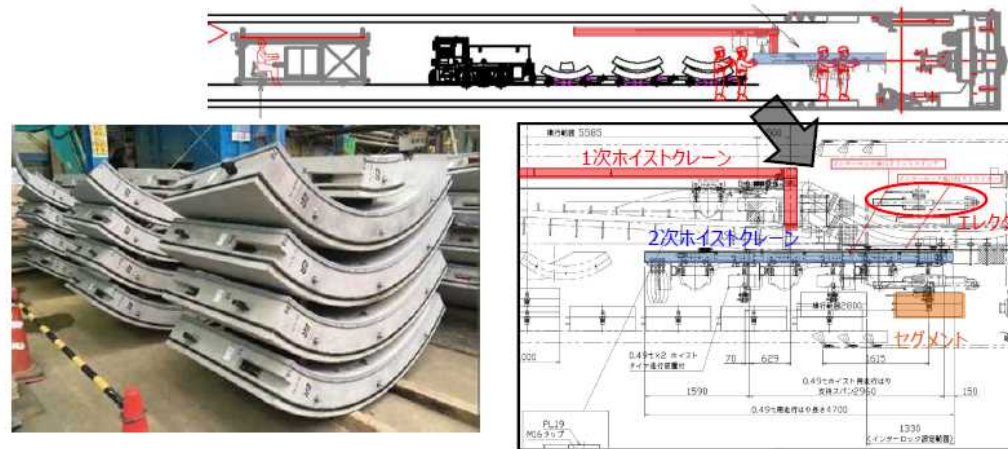


図 セグメント仮置き イメージ  
(本振進時は最大2リング分の仮置き)

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

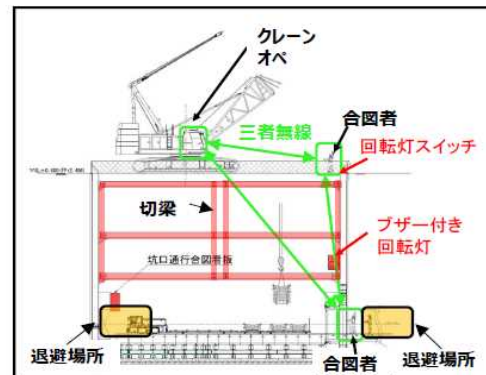


図 吊り下ろし時

## 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

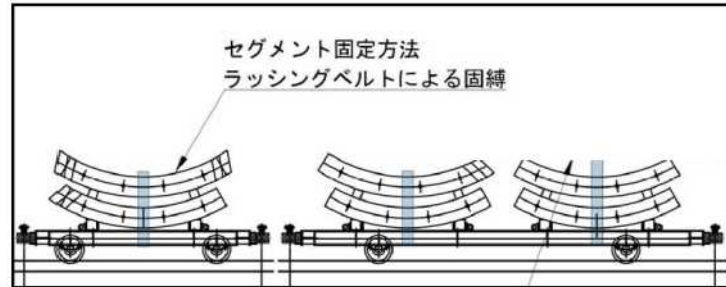


図 セグメントの固縛

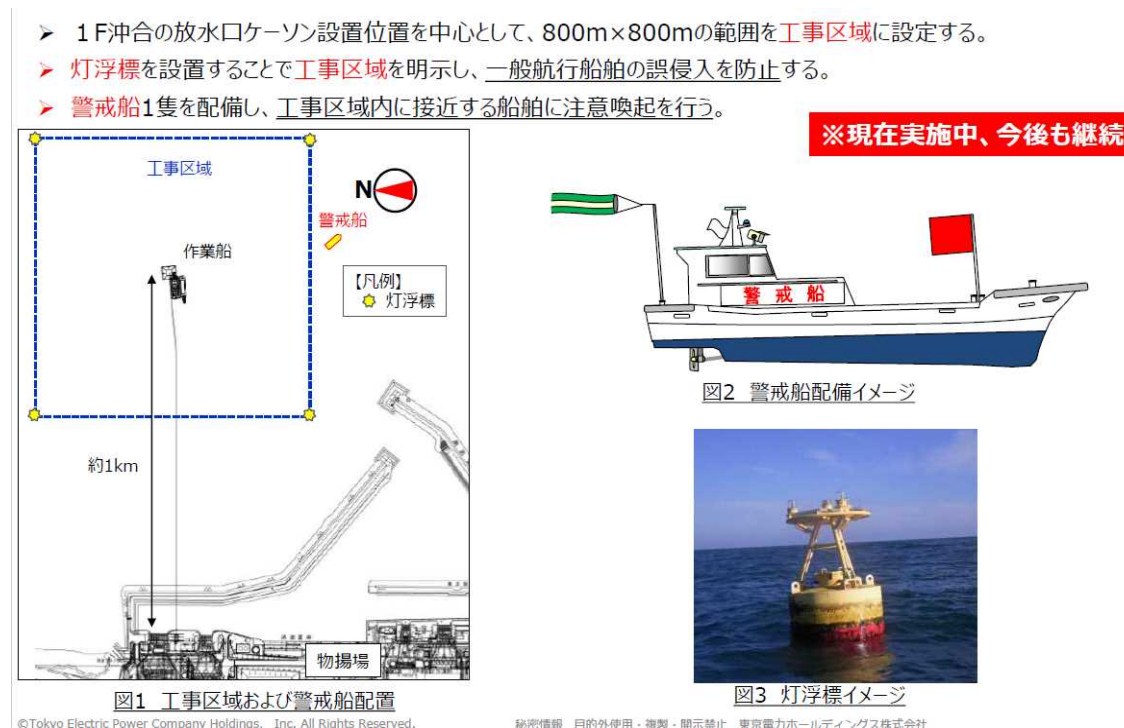


写真 ラッシングベルト

## 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

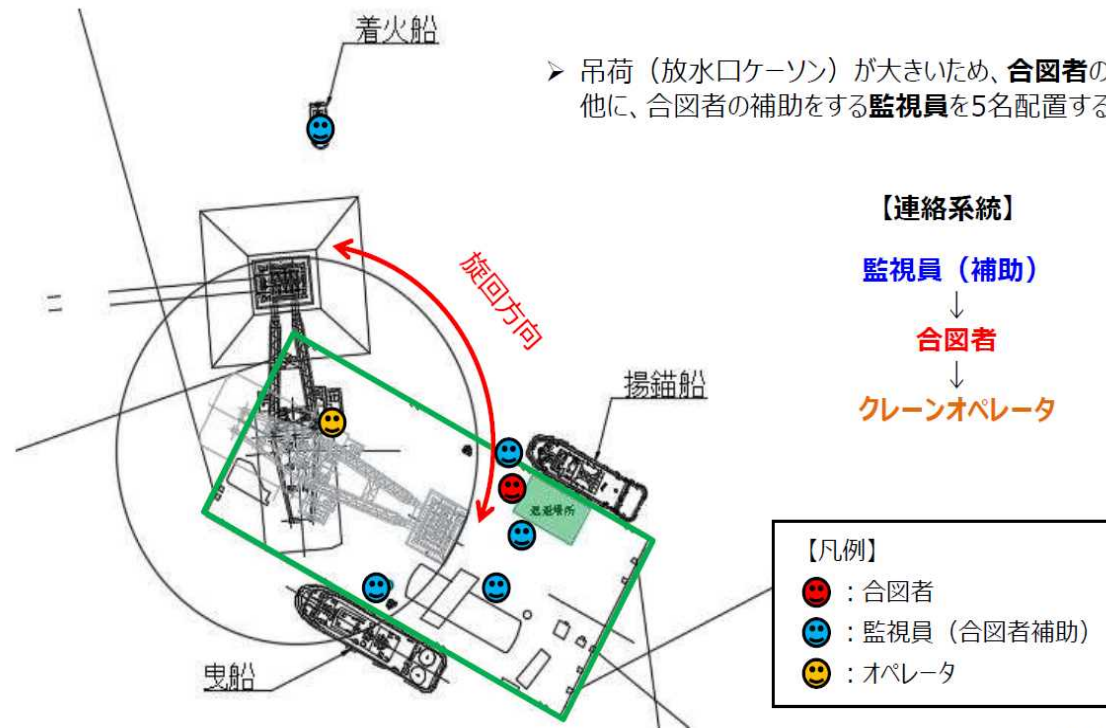


# 要求事項⑥に対する検討状況

## 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。

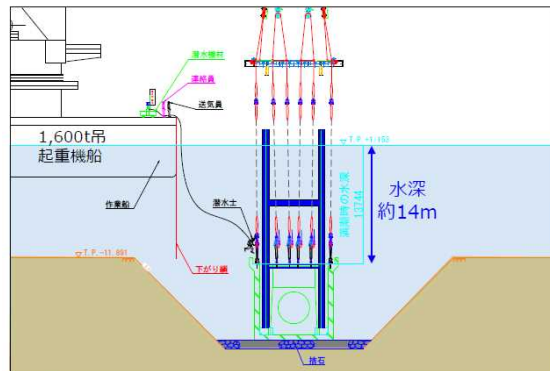


図1 オートリリースフックストッパーピン解除 (潜水作業) 状況図



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2 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

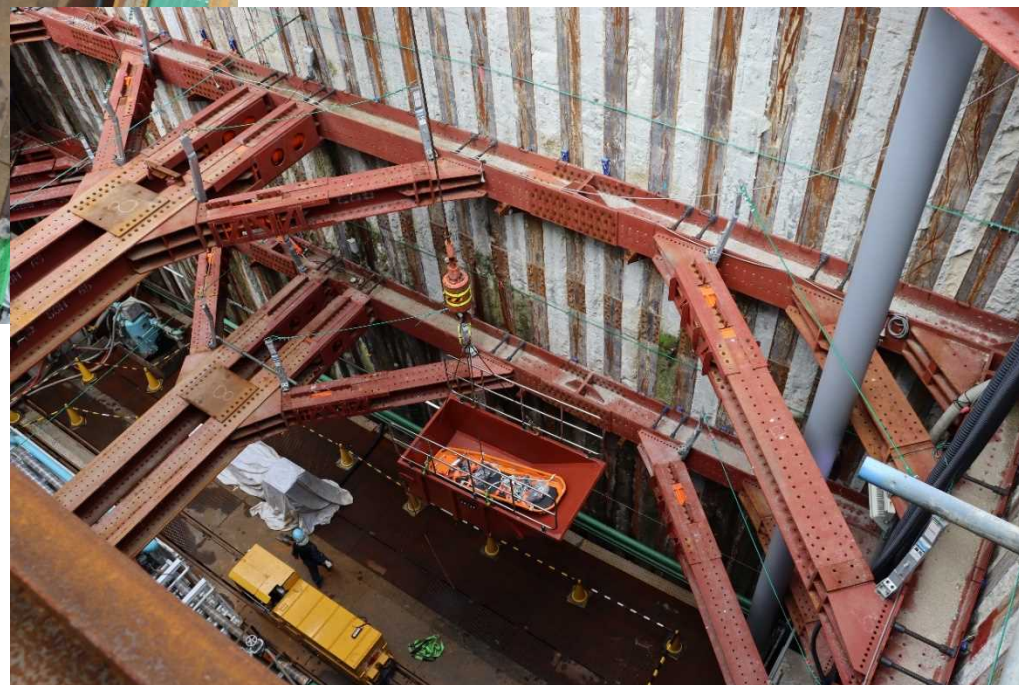
緊急事態	主な原因	避難基準
火災（坑内外、函内外）	電気系統からの出火 その他からの出火	初期消火により消火できない場合
停電	電気系統の故障、落雷	即避難
酸素欠乏	土中の酸素欠乏空気の流入	濃度：18.0vol%未満 (一次管理値：20.0vol%)
有害ガス	一酸化炭素 (CO)	送気空気汚染 50ppm以上 (一次管理値：25ppm)
	メタン (CH <sub>4</sub> )	土中の嫌気性細菌代謝 土中蓄積ガスの噴出 1.5vol%以上 (一次管理値：0.5vol%)
	硫化水素 (H <sub>2</sub> S)	泥土中の細菌代謝 10ppm以上 (一次管理値：5ppm)

## ■ 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	

# 要求事項⑥に対する検討状況 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。

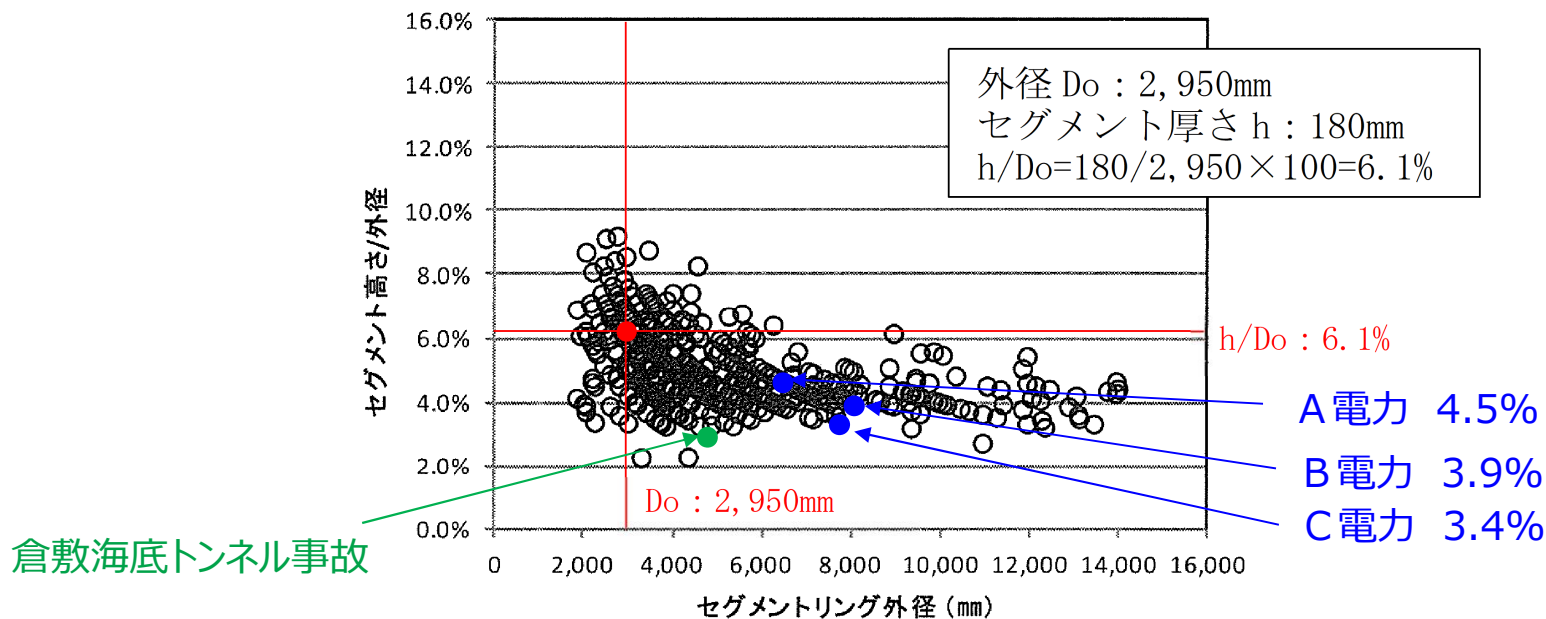
トンネル関係の設計面での安全配慮事項（2）



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

## &lt;No. 3 8 &gt; (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。

## &lt;No. 3 8 回答&gt;

- 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

## &lt;No.39&gt; (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。

## &lt;No.39回答&gt;

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. 40> (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. 40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. 4 1> (要求事項 6)

- 訓練の頻度を教えてください。

### <No. 4 1 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

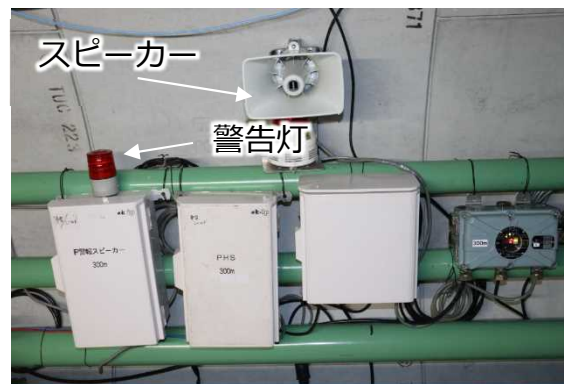
## &lt;No. 4 2&gt; (要求事項 6)

- 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。

## &lt;No. 4 2 回答&gt;

- 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

## &lt;No.4 3&gt; (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。

## &lt;No.4 3回答&gt;

- 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



## 【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





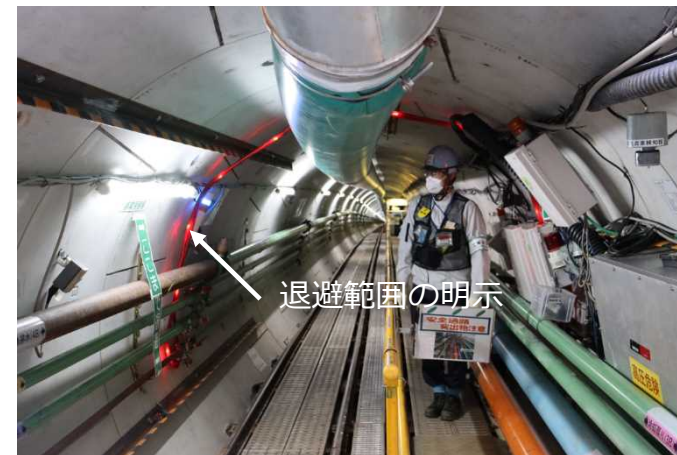
## 【参考】シールドトンネル工事の安全対策（3）

- 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



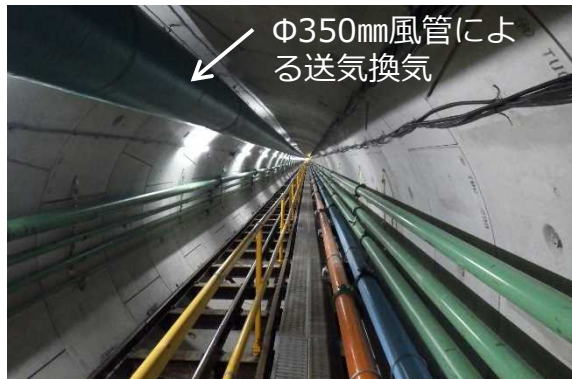
セグメント搬送時の固定



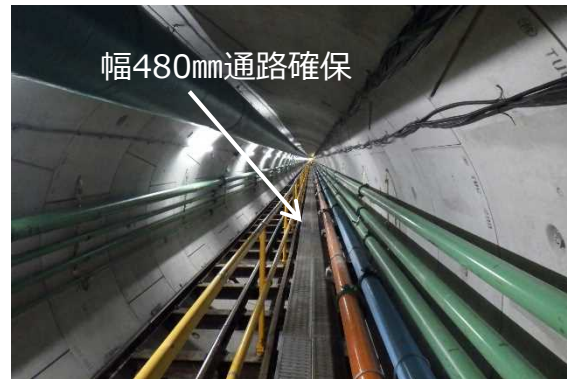
## 【参考】シールドトンネル工事の安全対策（4）

- 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



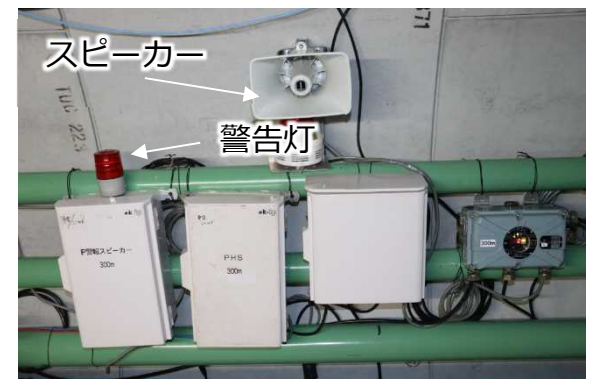
立坑上部の転落防止手摺



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）

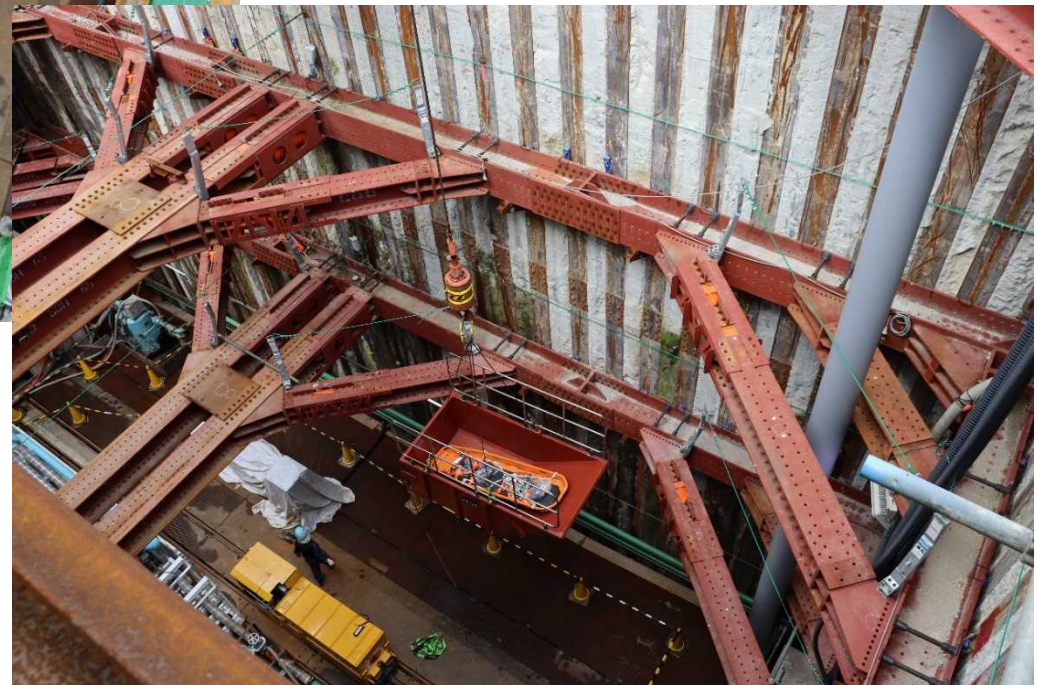
- ▶ 作業現場の安全対策
  - ・作業員の防護設備

### 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. 4 5> (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. 4 5回答>

次頁に回答

## 質問へのご回答

## &lt;No. 4 5 回答&gt;

- 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。

## 要求事項⑦に対する検討状況

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、今後、廃炉作業の安全性への影響や地域住民への安全・安心に配慮し、各自治体のご意見を踏まえながら決定していく。現時点では、「放出開始」、「放出終了」、「機器等からの漏えい」、「緊急停止」、「意図しない形でのALPS処理水の海洋放出」等を考えている。
- また、「機器等からの漏えい」、「意図しない形でのALPS処理水の海洋放出」等が発生した場合は、周辺の放射線影響等を含めて公表する。

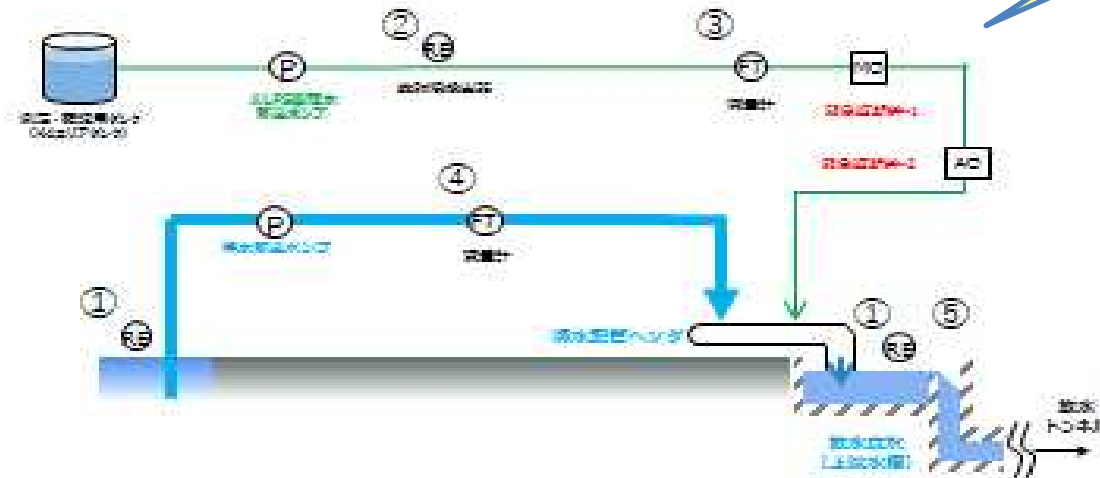
要求事項⑦に対する検討状況 ホームページ公表イメージ



# 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

## 要求事項⑧に対する検討状況

「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



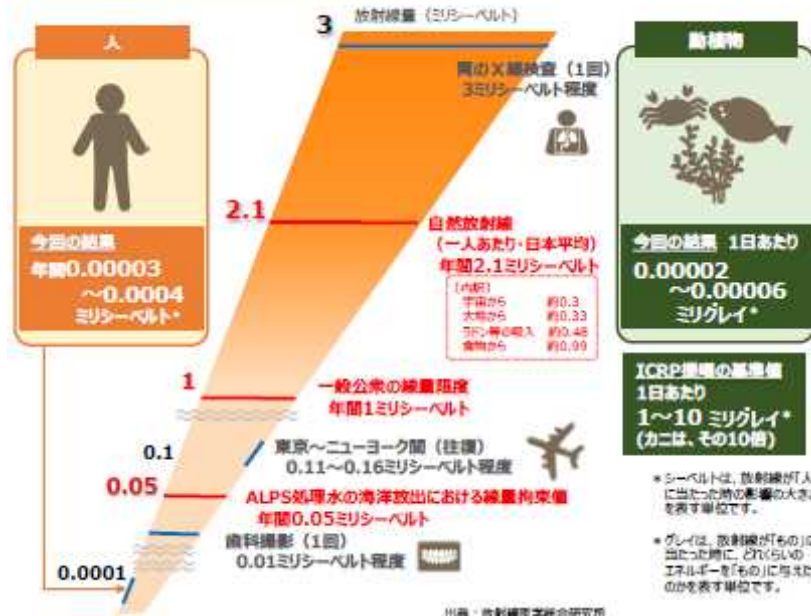
## 日本語版

### 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/人)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

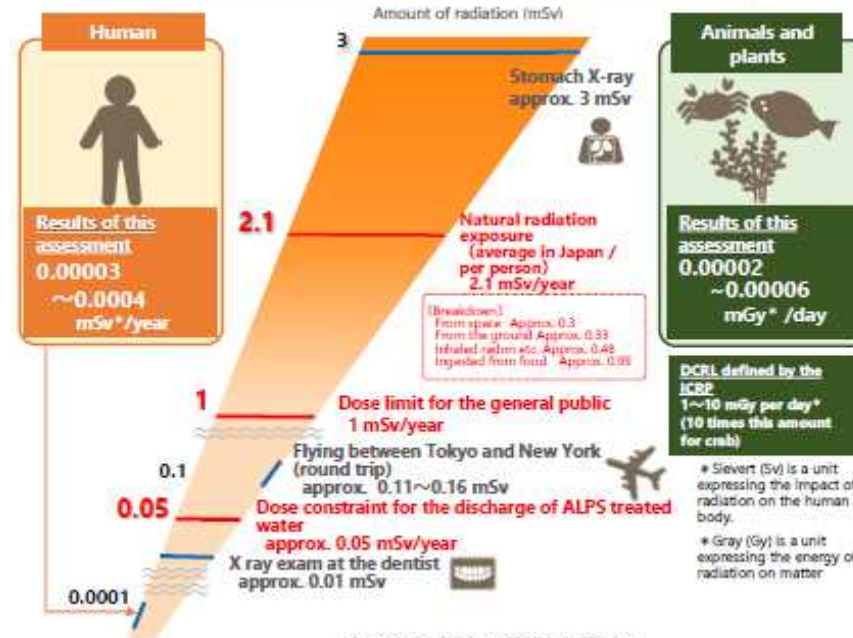
### Results of the assessment

- ▶ 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**

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。

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

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

**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

動画でわかるALPS処理水

ALPS処理水等の現状

トリチウムについて

ALPS処理水の処分

TEPCO

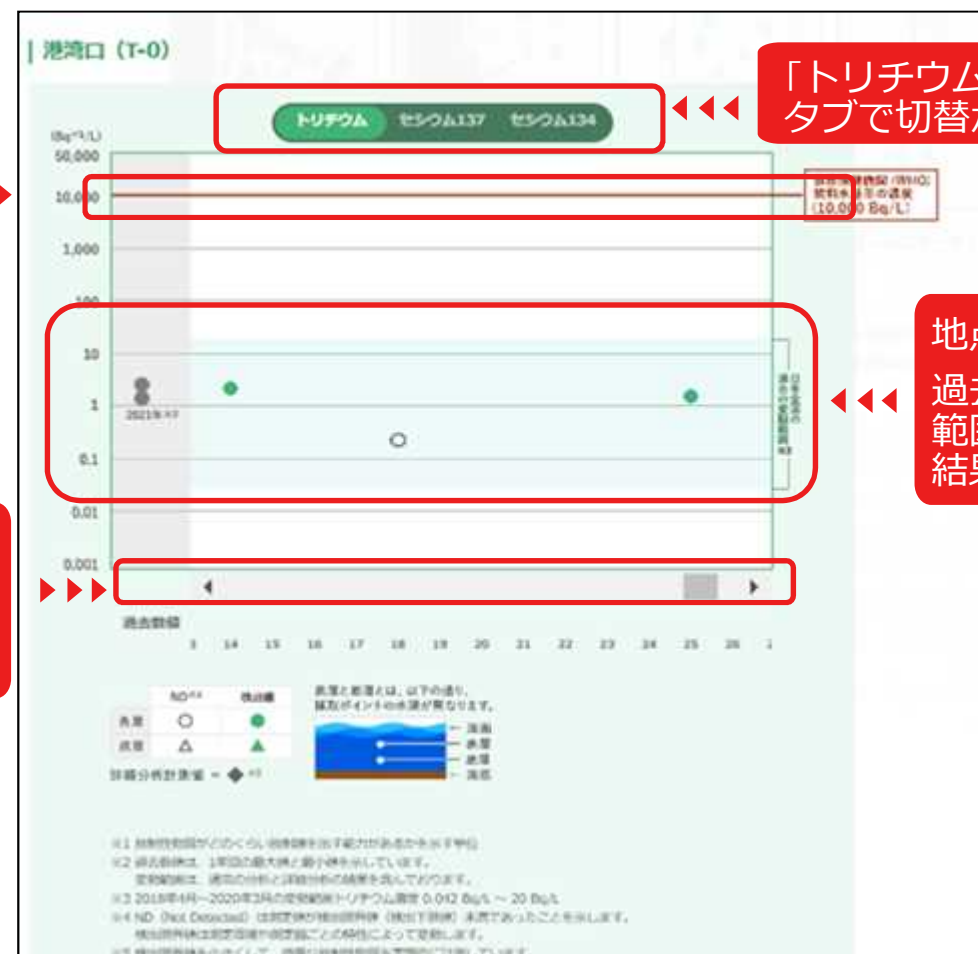
サンプル採取地点を地図上に表示  
 クリックによりグラフがポップアップ



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。



WHOの飲料水  
水質ガイドライン  
を表記

「トリチウム」「セシウム134,137」を  
タブで切替が可能

地点ごとの測定値  
過去の測定値、全国の変動  
範囲を記載し、最新の測定  
結果との比較が可能

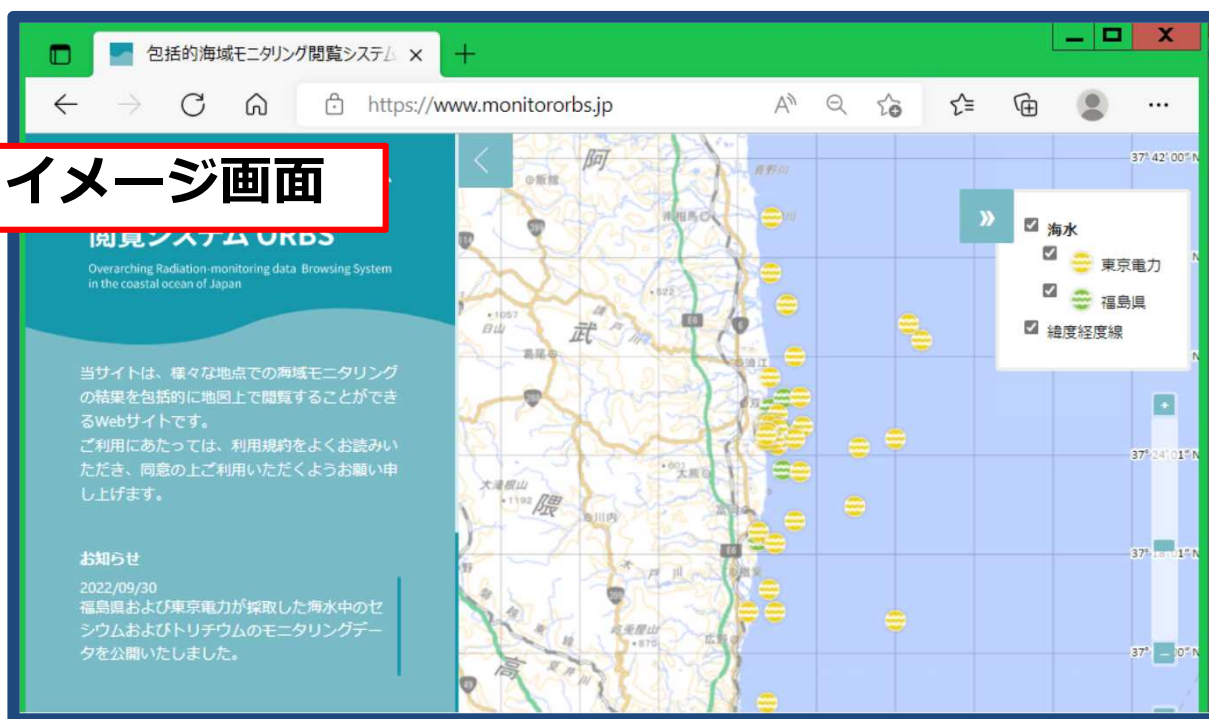
スクロールバーを設置し  
過去の測定結果を確認  
また、測定結果の推移を  
可視化

# 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**

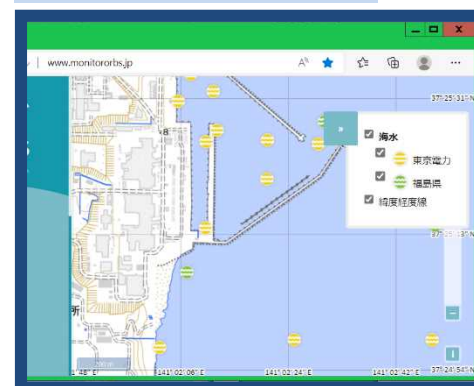
- 東京電力の他、関係省庁や自治体などが公表した海域モニタリングの結果を、地図上で閲覧することができるWebサイトの開設を検討中。
- Webサイトへのアクセスを容易にするため、その入口は【処理水ポータルサイト】に準備。
- マウス操作だけで地図の拡大/縮小や、閲覧位置の移動、データ閲覧が可能。
- 携帯端末でも閲覧可能であり、年内には英語版を開設。

## 【TOPページ】

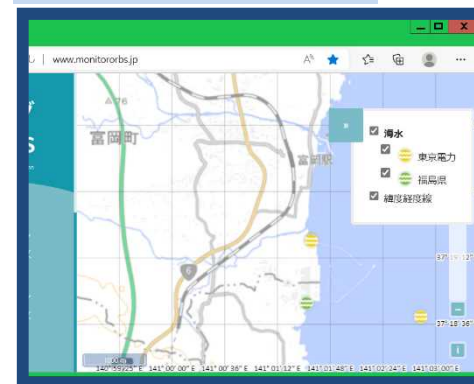
### イメージ画面



## 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。



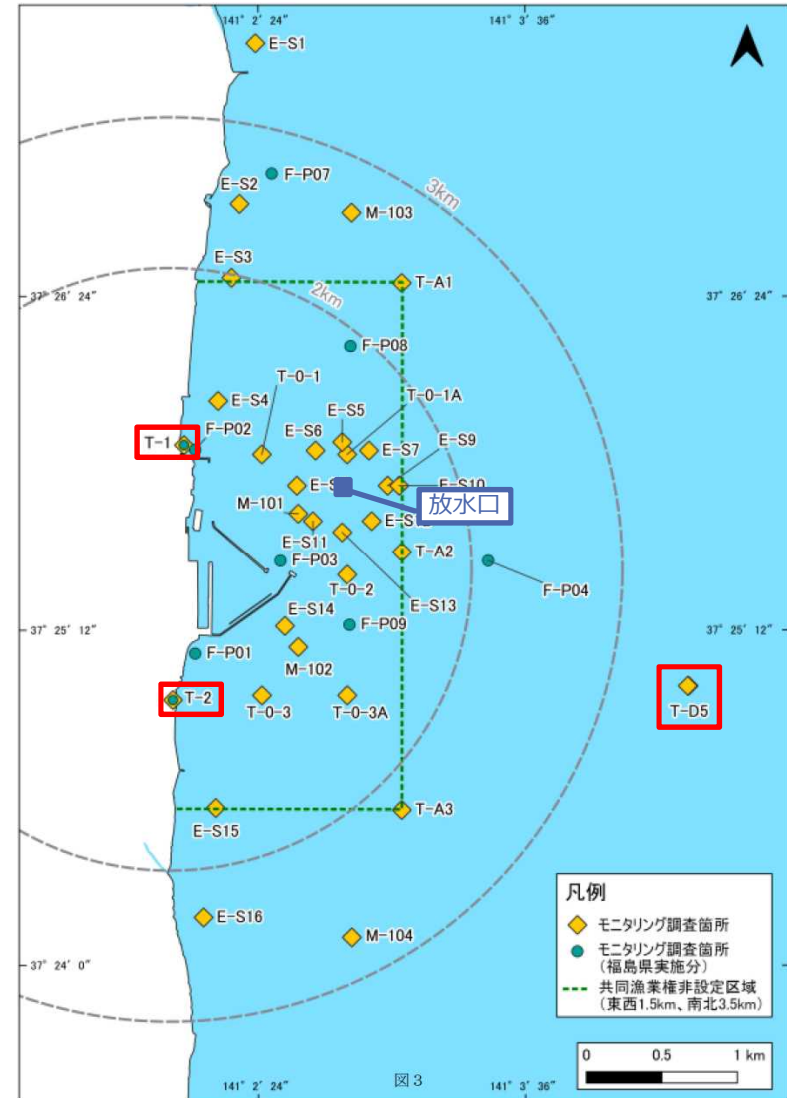
## 要求事項⑧に対する検討状況 海底土Pu分析①

### 【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

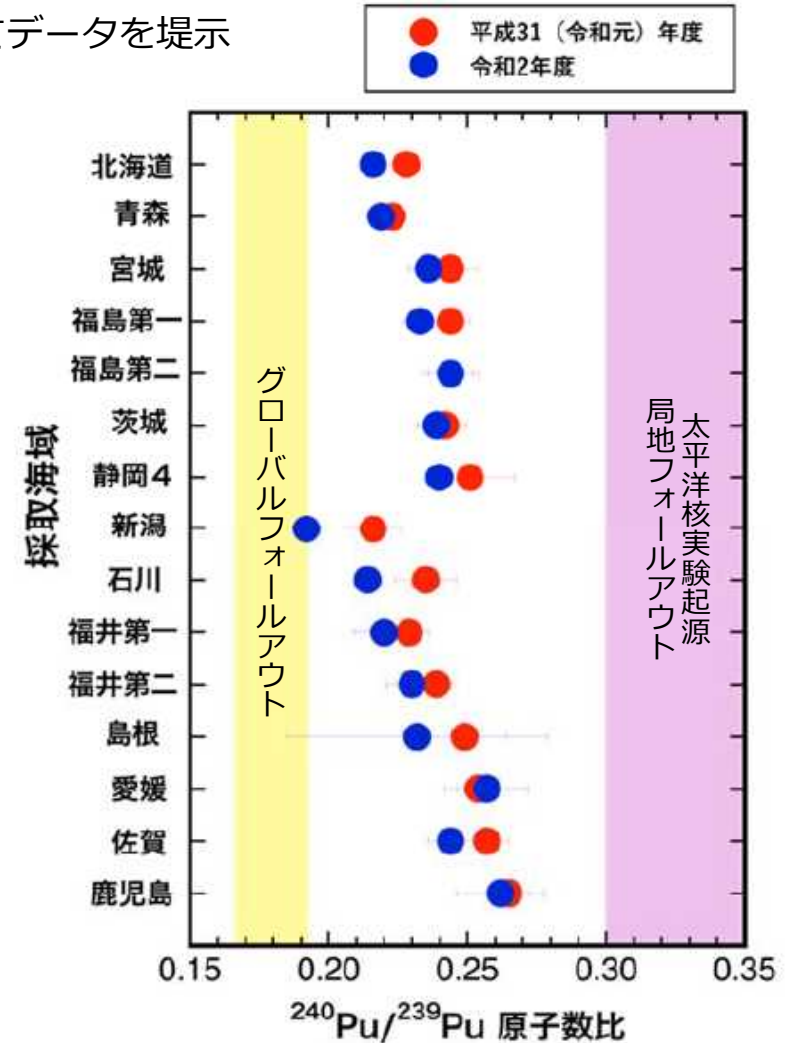
## 【公表】

- 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>

別紙参照

## 追加質問へのご回答

## &lt;No. 4 6 &gt; (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。

## &lt;No. 4 6 回答&gt;

- 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1770E+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;11,010m<sup>3</sup>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

## &lt;No. 4 7&gt; (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。

## &lt;No. 4 7回答&gt;

次頁参照

## 追加質問へのご回答

## &lt;No. 4 7 回答&gt;

- 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、0.6μm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、0.6μm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

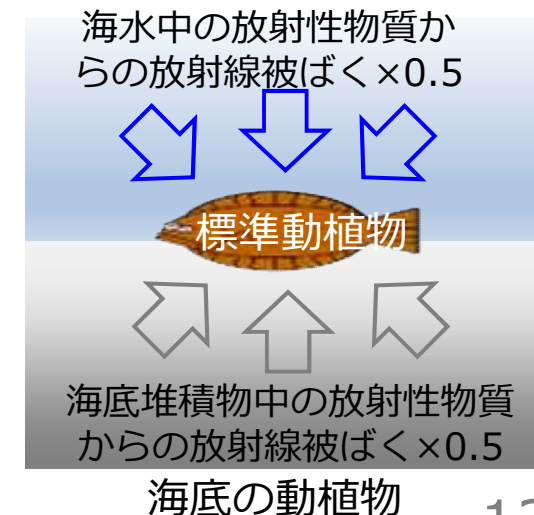
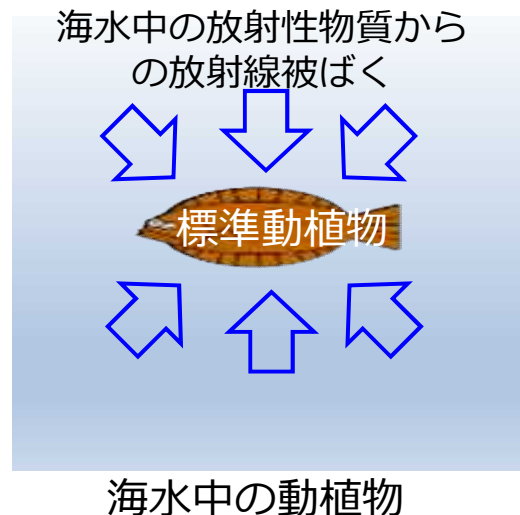
## 質問へのご回答

## &lt;No. 4 8&gt; (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。

## &lt;No. 4 8回答&gt;

- 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. 49> (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. 49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。

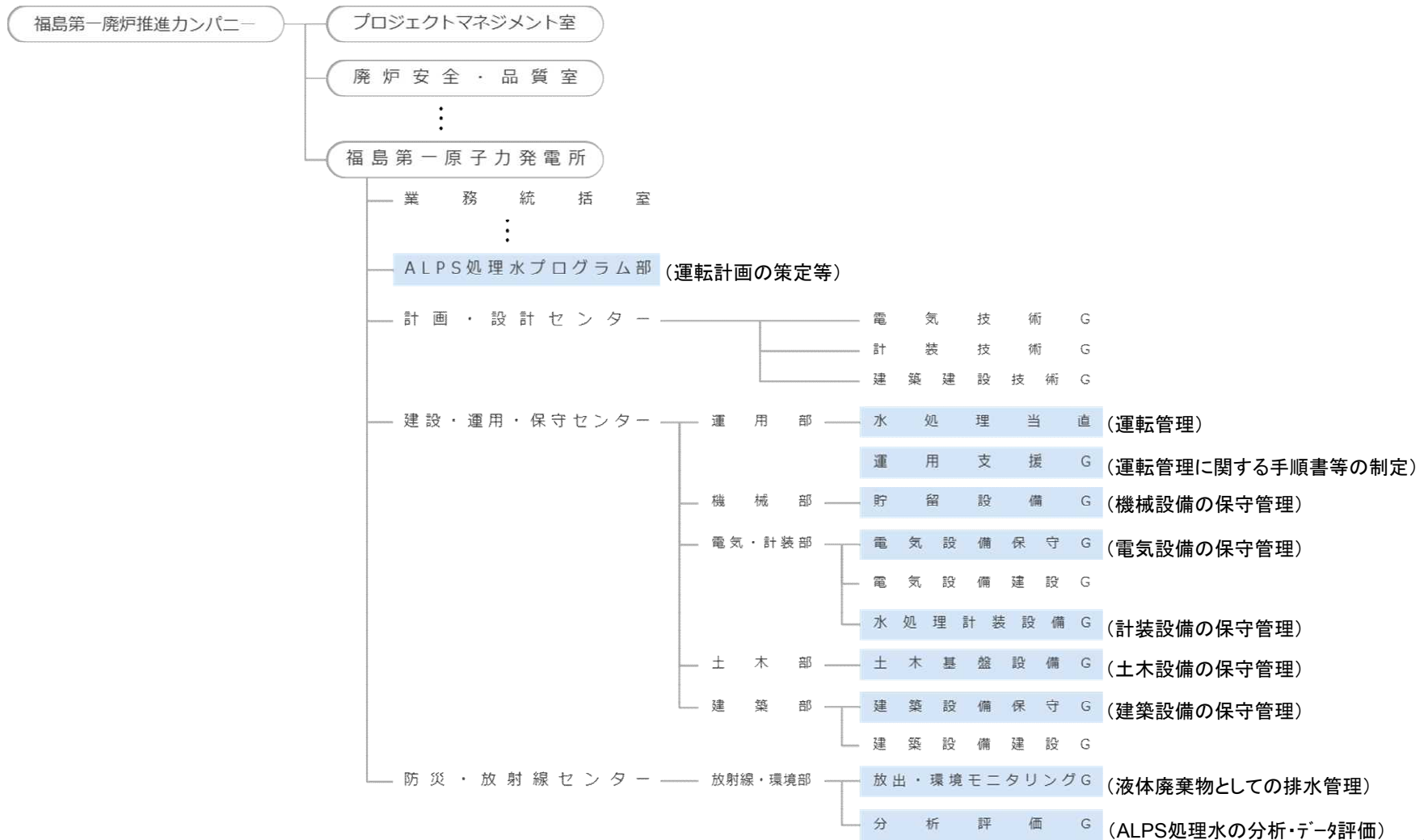
組織	保安に関する職務
ALPS処理水プログラム部A	海洋放出に関連する設備のプロジェクトの計画及び管理、運用方法の検討並びにALPS処理水希釈放出設備の運転計画に関する業務 他
建設・運用・保守センター 運用部 水処理当直	汚染水処理設備等、滞留水を貯留する建屋、多核種除去設備等、サブドレン他水処理施設及びALPS処理水希釈放出設備 の運転管理
建設・運用・保守センター 機械部 貯留設備G	汚染水処理設備等（貯留設備）の土木設備及びALPS処理水希釈放出設備の機械設備の保守管理 汚染水処理設備等（貯留設備の付帯設備）及び雨水処理設備等の建設・設置及び保守管理
建設・運用・保守センター 電気・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. 50> (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. 50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。