

『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

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つ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）

## ALPS処理水海洋放出時の 測定・評価対象核種に係る検討状況について

1. 概要

2. ALPS処理水等の核種分析結果について

3. インベントリ評価の状況について

4. 汚染水への移行評価について

## 1. 概要

## 1.1 概要

- ALPS処理水中のトリチウム以外の放射性核種の特定及びその後の測定・評価の対象とする放射性核種の選定の考え方は、ALPS処理水審査会合での議論を踏まえて、7/22に認可された実施計画に、以下の通り記載。

### (5) 排水管理の方法

#### ① 排水前の分析

- ・多核種除去設備等処理水の主要7核種に炭素14及びテクネチウム99を加えた放射能濃度の分析結果の合計値と全β測定値において、現行の64核種以外の放射性核種の存在を疑わせるようなかい離は認められていないことや、ALPS処理水を海洋放出する時点においては、十分に減衰して存在量が十分少なくなっているALPS除去対象核種も考えられること等から、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和1未満を満足すると考えている。
- ・この上で、告示濃度限度比総和1未満を満足することを確実なものとするため、国内における廃止措置や埋設施設に関する知見を踏まえ、汚染水中に有意に存在するか徹底的に検証を実施した上で、測定・評価の対象とする放射性核種を選定する。

(実施計画: III-3-2-1-2-6~7より)

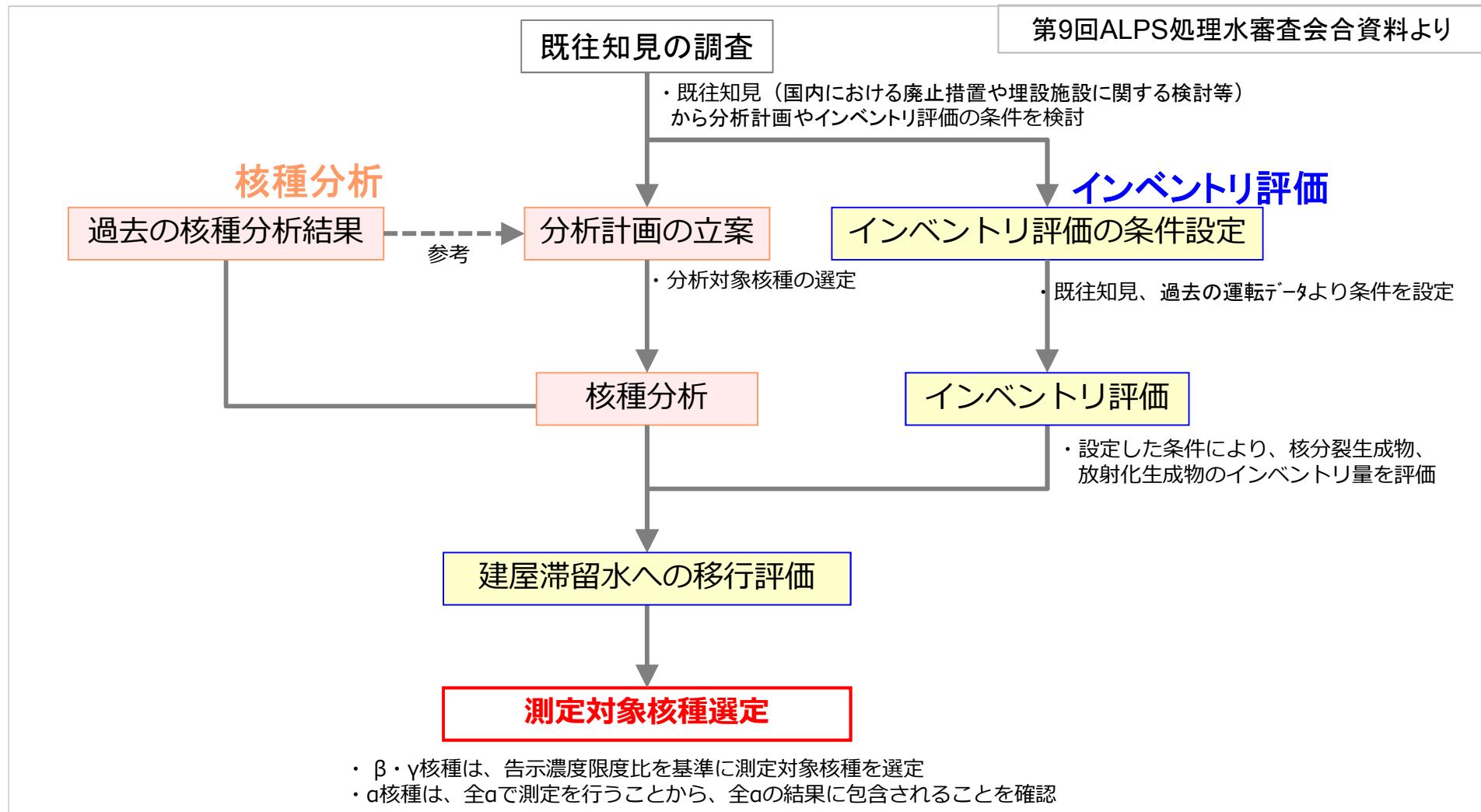
- なお、廃炉作業の進捗に伴い汚染水の性状が変化する可能性があることから、適切に監視・評価を行い、必要な見直しが行えるものとする。
- 本資料では、ALPS処理水審査会合後の分析やインベントリ評価の進捗についてご報告する。

## 要求事項①に対する検討状況

### 【参考】測定・評価対象核種の検討の全体像

TEPCO

- 第9回ALPS処理水審査会合において、測定・評価対象核種の検討の全体像として、既往知見の調査を元に、核種分析とインベントリ評価の2本立てで検討していくことを説明。

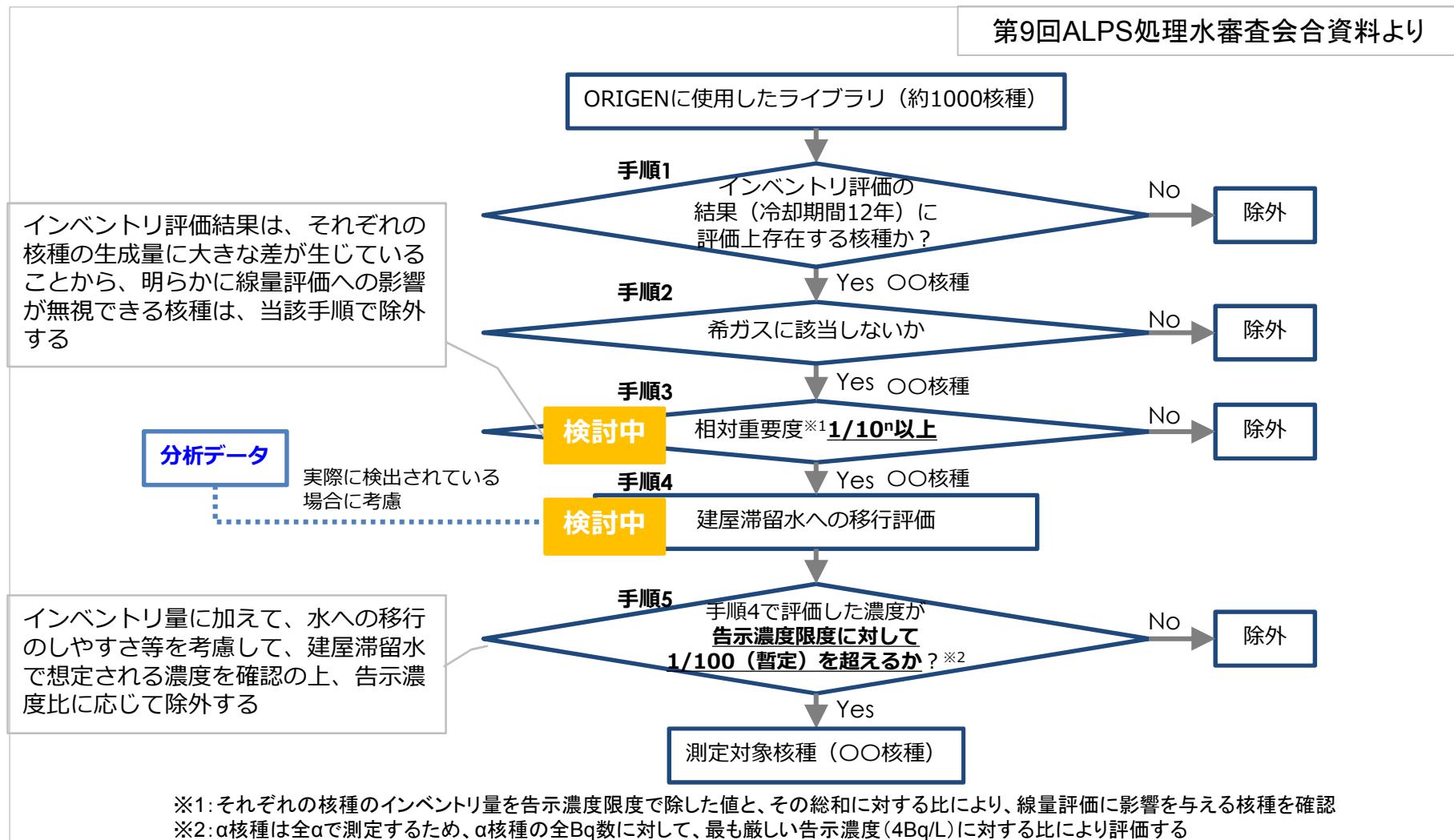


## 要求事項①に対する検討状況

### 【参考】ALPS処理水の測定対象核種選定の考え方（案）

TEPCO

- また、第9回ALPS処理水審査会合では、核種分析とインベントリ評価を行った結果、下図のフローに従い核種を選定していく考え方についても説明。



## 2. ALPS処理水等の核種分析結果について

## 要求事項①に対する検討状況



- ALPS処理水等について、これまで当社で測定を実施しているALPS除去対象核種（62核種）, H-3, C-14と、過去にJAEA殿及び当社で分析した20核種があるが、今回改めて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（下表参照）が、ALPS処理水等に有意に存在するか否か確認した（一部核種については追加分析の位置づけ）。
- 分析の結果、廃止措置や埋設施設に関する研究で着目されている核種（α核種を含む）は、ALPS処理水において検出されなかった※（現時点でSe-79, Pd-107は分析中）。

※：告示濃度限度の1/100以下で検出限界値未満、ウランは環境中に含まれる天然ウランを検出

今回の分析核種（下記の核種以外にALPS処理水等に有意に含まれる可能性のあるα核種も確認）

Fe-55	Ni-59	Nb-93m	Mo-93	Sn-121m	Cl-36	Ca-41	Zr-93	Ba-133	Se-79	Pd-107
-------	-------	--------	-------	---------	-------	-------	-------	--------	-------	--------

過去に測定を実施した核種							第9回ALPS処理水審査会合資料より			
核分裂生成物：56核種							腐食生成物：6核種			左記以外の核種：2核種
Rb-86	Sr-89	Sr-90	Y-90	Y-91	Nb-95	Tc-99	Mn-54	H-3	C-14	
Ru-103	Ru-106	Rh-103m	Rh-106	Ag-110m	Cd-113m	Cd-115m	Fe-59			
Sn-119m	Sn-123	Sn-126	Sb-124	Sb-125	Te-123m	Te-125m	Co-58			
Te-127	Te-127m	Te-129	Te-129m	I-129	Cs-134	Cs-135	Co-60			
Cs-136	Cs-137	Ba-137m	Ba-140	Ce-141	Ce-144	Pr-144	Ni-63			
Pr-144m	Pm-146	Pm-147	Pm-148	Pm-148m	Sm-151	Eu-152	Zn-65			
Eu-154	Eu-155	Gd-153	Tb-160	Pu-238	Pu-239	Pu-240				
Pu-241	Am-241	Am-242m	Am-243	Cm-242	Cm-243	Cm-244				
64核種以外の核種：20核種										
				Cl-36	Ca-41	Ni-59				
				Se-79	Nb-94	Mo-99				
				Tc-99m	Te-132	I-131				
				I-132	La-140	U-233				
				U-234	U-235	U-236				
				U-238	Np-237	Pu-242				
				Cm-245	Cm-246					

## 要求事項①に対する検討状況

※:分析結果は速報値であるため変更の可能性がある

### 2.2 ALPS処理水等の核種分析結果 ( $\gamma$ ・ $\beta$ 核種等) (1/2)



- ALPS処理水等に含まれる核種を確認するため、告示濃度限度の1/100以下まで測定を試み、ALPS処理後においては、いずれの分析結果も告示濃度限度の1/100以下で検出限界値未満であった。
- 建屋滞留水とALPS処理前水では、目視により懸濁物、浮遊物の存在が確認されたため、ろ過を実施した後、ろ液及び残渣（沈殿している可能性が高い元素について実施）を分けて分析を実施。この結果、ほとんどの核種で検出限界値未満であることを確認したものの、ろ液ではNi-59、残渣ではFe-55とNi-59、告示濃度限度の1/100以下で検出されている（Se-79とPd-107は分析中）。

→ Feは主に粒子状として存在することを確認。

核種	告示 濃度限度 [Bq/L]	試料の 種類※1	ALPS処理後			ALPS処理前 増設ALPS 処理前水濃度 [Bq/L]	建屋滞留水 プロセス主建屋 水濃度 [Bq/L]
			K4-A10 タンク水濃度 [Bq/L]	H4-B7 タンク水濃度 [Bq/L]	増設ALPS 処理後水濃度 [Bq/L]		
			2021/11/1	2021/11/1	2021/10/28		
Fe-55	2.0E+03	ろ液	< 2.7E+00	< 2.3E+00	< 3.0E+00	< 1.5E+01	< 4.1E+00
		残渣				< 4.3E+00	1.7E+01
Ni-59	1.0E+04	ろ液	< 2.3E+00	< 6.6E+00	< 2.3E+00	2.2E+00	9.4E+00
		残渣				< 1.0E+00	3.5E+00
Nb-93m	7.0E+03	ろ液	< 8.6E+00	< 1.5E+01	< 7.8E+00	< 5.6E+01	< 5.2E+01
		残渣				< 5.2E+00	< 4.4E+00
Mo-93	3.0E+02	ろ液	< 1.1E+00	< 2.0E+00	< 1.0E+00	< 1.7E+00	< 1.2E+00
		残渣				< 6.4E-01	< 1.4E+00
Sn-121m	2.0E+03	ろ液	< 1.7E+00	< 5.3E+00	< 2.0E+00	< 1.2E+01	< 9.2E+00
		残渣				< 2.8E+00	< 1.2E+00

※1：目視で懸濁物、浮遊物が確認されたALPS処理前水、PMB水について、0.45μmのフィルタでろ過した後、分析を実施

## 要求事項①に対する検討状況

※:分析結果は速報値であるため変更の可能性がある

### 2.2 ALPS処理水等の核種分析結果 ( $\gamma$ ・ $\beta$ 核種等) (2/2)



核種	告示濃度限度 [Bq/L]	試料の種類 <sup>※1</sup>	ALPS処理後			ALPS処理前	建屋滞留水
			K4-A10 タンク水濃度 [Bq/L]	H4-B7 タンク水濃度 [Bq/L]	増設ALPS 処理後水濃度 [Bq/L]		
			2022/1/26	2022/1/26	2022/2/10, 2022/4/22		
Cl-36	9.0E+02	—	< 4.2E+00	< 5.5E+00	< 3.9E+00	< 3.7E+00	< 4.3E+00
Ca-41	4.0E+03	—	< 7.9E+00	< 7.9E+00	< 7.4E+00	< 1.9E+01	< 1.4E+01
Zr-93	1.0E+03	ろ液 残渣	< 8.5E-01	< 8.5E-01	< 8.5E-01	< 8.5E-01 < 1.3E+00	< 8.5E-01 < 1.3E+00
Ba-133	5.0E+02	—	< 7.3E-01	< 7.0E-01	< 7.0E-01	< 4.3E+00	< 2.6E+00
Se-79	2.0E+02	—	— <sup>※2</sup>	— <sup>※2</sup>	測定中 <sup>※3</sup>	測定中 <sup>※3</sup>	測定中 <sup>※3</sup>
Pd-107	2.0E+04	—	— <sup>※2</sup>	— <sup>※2</sup>	測定中 <sup>※3</sup>	測定中 <sup>※3</sup>	測定中 <sup>※3</sup>

※1：目視で懸濁物、浮遊物が確認されたALPS処理前水、PMB水について、0.45μmのフィルタでろ過した後、分析を実施

※2：分析期間が短いためALPS処理前後とPMB滞留水の分析を計画

※3：10月末に結果取得予定

## 要求事項①に対する検討状況

※:分析結果は速報値であるため変更の可能性がある

### 2.3 ALPS処理水等の核種分析結果（ $\alpha$ 核種）（1/2）

**TEPCO**

- ALPS処理水等に含まれる $\alpha$ 核種を確認するため、告示濃度限度の1/100以下まで測定を試み、ALPS処理水ではほとんどの核種が告示濃度比の1/100以下でN.D.であったが、U-235とU-238については極微量に検出されている。ただ、これは処理の過程で質量比<sup>※1</sup>が1.8%（使用済み燃料相当の比率）→ 1.2% → 0.7%（天然組成比）と変化していること等<sup>※2</sup>から、ALPS処理水もしくは、分析のために添加した試料等に含まれる天然ウランと判断。

核種	告示 濃度限度 [Bq/L]	試料の 種類 <sup>※3</sup>	ALPS処理後			ALPS処理前 増設ALPS 処理前水濃度 [Bq/L]	建屋滞留水 プロセス主建屋水 濃度 [Bq/L]
			K4-A10 タンク水濃度 [Bq/L]	H4-B7 タンク水濃度 [Bq/L]	増設ALPS 処理後水濃度 [Bq/L]		
			2021/11/1	2021/11/1	2021/10/28		
U-233	2.0E+01	ろ液	< 1.4E-02	< 1.3E-02	< 1.3E-02	< 1.3E-02	< 1.3E-02
		残渣				< 2.4E-03	< 1.4E-03
U-234	2.0E+01	ろ液	< 8.7E-03	< 8.7E-03	< 8.7E-03	< 8.7E-03	1.3E-01
		残渣				< 1.6E-03	2.8E-02
U-235	2.0E+01	ろ液	5.0E-05	約0.7%	9.9E-06	約0.7%	2.0E-05
		残渣			8.8E-06	約0.7%	3.9E-06
U-236	2.0E+01	ろ液	< 9.1E-05		< 9.0E-05		1.2E-04
		残渣					< 1.6E-05
U-238	2.0E+01	ろ液	1.2E-03	約99.3%	2.3E-04	約99.3%	2.3E-04
		残渣			2.1E-04	約99.3%	7.5E-05
Np-237	9.0E+00	ろ液	< 1.5E-03	< 1.5E-03	< 1.5E-03		1.2E-02
		残渣					8.0E-04

※1 :  $X = \lambda w / A \times N_A$ より算出（X:放射能量、 $\lambda$ :崩壊定数、w:質量、A:原子数、 $N_A$ :アボガドロ定数）

※2 : 日本（沖縄除く）の河川のU濃度0.47~488ng/L[本邦河川水中の自然レベルウラン濃度（月見ら）]（約6E-06~6E-03Bq/L : U-238換算）の範囲内であることや、燃料由来のU-236が検出されていないこと

※3 : 目視で懸濁物、浮遊物が確認されたALPS処理前水、PMB水について、0.45μmのフィルタでろ過した後、分析を実施

## 要求事項①に対する検討状況

※:分析結果は速報値であるため変更の可能性がある

### 2.3 ALPS処理水等の核種分析結果 (α核種) (2/2)

**TEPCO**

核種	告示 濃度限度 [Bq/L]	試料の 種類※1	ALPS処理後			ALPS処理前	建屋滞留水
			K4-A10 タンク水濃度 [Bq/L]	H4-B7 タンク水濃度 [Bq/L]	増設ALPS 処理後水濃度 [Bq/L]	増設ALPS 処理前水濃度 [Bq/L]	プロセス主建屋水 濃度 [Bq/L]
			2022/1/26	2022/1/26	2022/2/10	2022/2/10	2022/2/4
Pu-238	4.0E+00	ろ液 残渣	< 1.9E-03	< 1.9E-03	< 2.5E-03	2.8E-01	1.2E+00
						4.1E-01	2.8E+00
Pu-239 +Pu-240	8.0E+00	ろ液 残渣	< 1.9E-03	< 1.9E-03	< 1.9E-03	9.1E-02	3.9E-01
						1.4E-01	9.2E-01
Pu-242	4.0E+00	ろ液 残渣	< 1.9E-03	< 2.2E-03	< 1.9E-03	< 4.4E-03	< 7.9E-03
						< 6.1E-03	< 1.3E-02
Am-241	5.0E+00	ろ液 残渣	< 1.8E-03	< 1.8E-03	< 1.8E-03	6.8E-02	4.0E-02
						1.2E-01	5.7E-01
Am-243	5.0E+00	ろ液 残渣	< 1.5E-03	< 1.5E-03	< 1.5E-03	< 7.7E-03	< 5.1E-03
						< 5.5E-03	< 1.7E-02
Cm-242	6.0E+01	ろ液 残渣	< 1.5E-03	< 1.5E-03	< 1.6E-03	< 1.6E-03	< 1.5E-03
						5.5E-03	9.9E-03
Cm-243 +Cm244	1.3E+01	ろ液 残渣	< 1.5E-03	< 1.5E-03	< 1.8E-03	6.4E-02	2.7E-02
						9.1E-02	4.4E-01
Cm244 +Cm245	1.0E+01	ろ液 残渣	< 1.5E-03	< 4.7E-03	< 1.5E-03	< 2.1E-02	< 1.4E-02
						< 2.6E-02	< 6.0E-02

※1：目視で懸濁物、浮遊物が確認されたALPS処理前水、PMB水について、0.45μmのフィルタでろ過した後、分析を実施

### 3. インベントリ評価の状況について

## 要求事項①に対する検討状況

### 3. インベントリ評価の結果について[手順1]

**TEPCO**

- インベントリ評価を実施し、[手順1：インベントリ評価の結果（冷却期間12年）に評価上存在する核種か？]で残った核種は下表の**210核種**。生成量については現在精査中。

H-3	Se-75	Rh-106	Te-121m	Pm-145	Tm-171	Pb-209	Rn-219	Pa-233	Pu-241
Be-10	Se-79	Pd-107	Te-123	Pm-146	Lu-176	Pb-210	Rn-220	Pa-234	Pu-242
C-14	Kr-81	Ag-108	Te-123m	Pm-147	Lu-177	Pb-211	Rn-222	Pa-234m	Pu-243
Na-22	Kr-85	Ag-108m	Te-125m	Sm-145	Lu-177m	Pb-212	Fr-221	U-232	Pu-244
Si-32	Rb-87	Ag-109m	Te-127	Sm-146	Hf-182	Pb-214	Fr-223	U-233	Am-241
P-32	Sr-90	Ag-110	Te-127m	Sm-147	Ta-182	Bi-208	Ra-223	U-234	Am-242
Cl-36	Y-88	Ag-110m	I-129	Sm-148	W-181	Bi-210	Ra-224	U-235	Am-242m
Ar-39	Y-90	Cd-109	Cs-134	Sm-149	Re-187	Bi-210m	Ra-225	U-236	Am-243
Ar-42	Zr-93	Cd-113m	Cs-135	Sm-151	Os-194	Bi-211	Ra-226	U-237	Am-245
K-40	Nb-91	In-113m	Cs-137	Eu-150	Ir-192	Bi-212	Ra-228	U-238	Cm-242
K-42	Nb-92	In-115	Ba-133	Eu-152	Ir-192m	Bi-213	Ac-225	U-240	Cm-243
Ca-41	Nb-93m	Sn-113	Ba-137m	Eu-154	Ir-194	Bi-214	Ac-227	Np-235	Cm-244
Ca-45	Nb-94	Sn-119m	La-137	Eu-155	Ir-194m	Po-210	Ac-228	Np-236	Cm-245
Sc-46	Mo-93	Sn-121	La-138	Gd-152	Pt-190	Po-211	Th-227	Np-237	Cm-246
V-49	Tc-97	Sn-121m	Ce-139	Gd-153	Pt-193	Po-212	Th-228	Np-238	Cm-247
Mn-54	Tc-98	Sn-123	Ce-142	Tb-157	Tl-204	Po-213	Th-229	Np-239	Cm-248
Fe-55	Tc-99	Sn-126	Ce-144	Tb-158	Tl-206	Po-214	Th-230	Np-240m	Bk-249
Co-60	Ru-106	Sb-125	Pr-144	Dy-159	Tl-207	Po-215	Th-231	Pu-236	Cf-249
Ni-59	Rh-101	Sb-126	Pr-144m	Ho-163	Tl-208	Po-216	Th-232	Pu-238	Cf-250
Ni-63	Rh-102	Sb-126m	Nd-144	Ho-166m	Tl-209	Po-218	Th-234	Pu-239	Cf-251
Zn-65	Rh-102m	Te-121	Pm-144	Tm-170	Pb-205	At-217	Pa-231	Pu-240	Cf-252

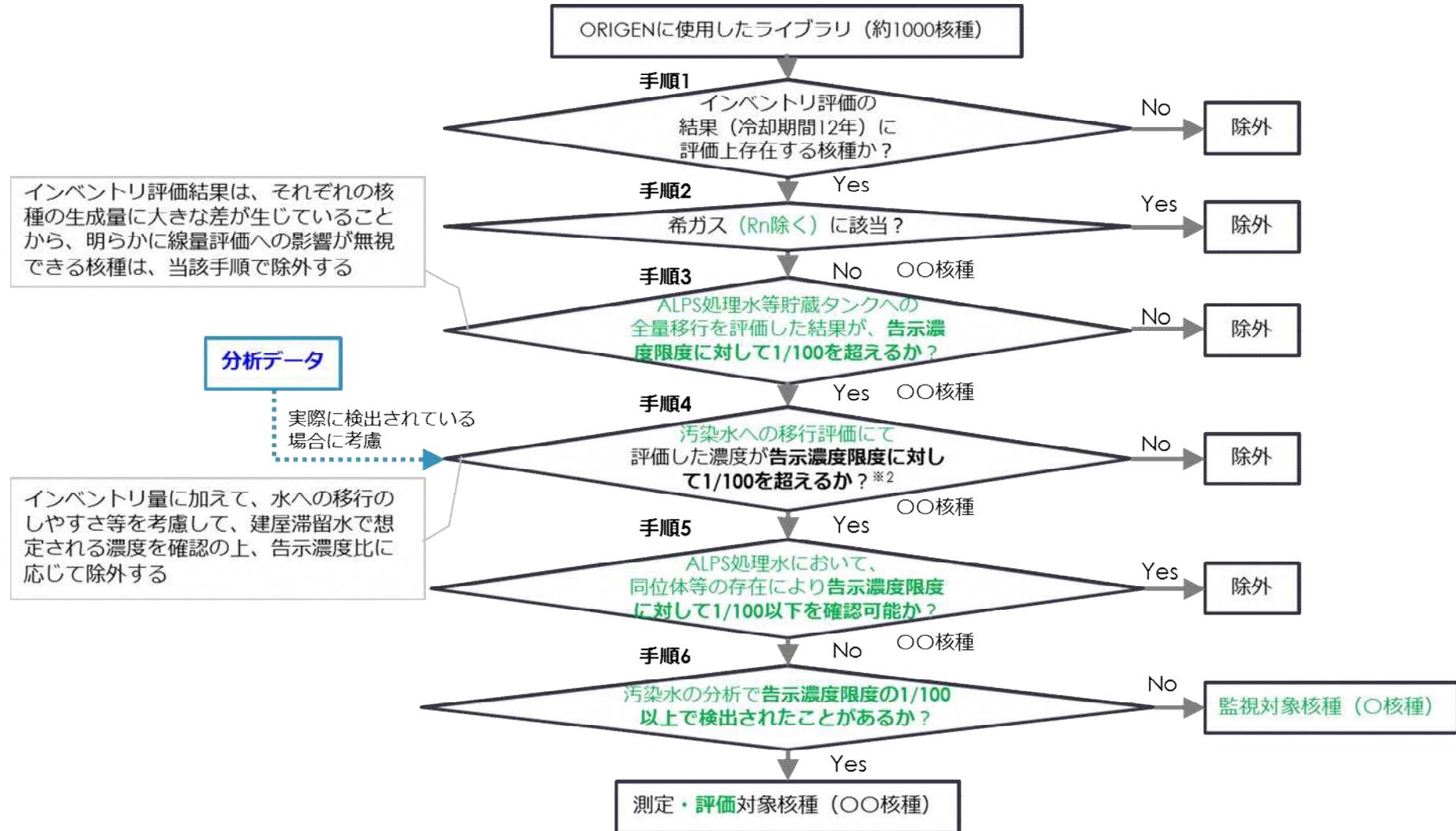
4. 汚染水への移行評価について（検討中）

## 要求事項①に対する検討状況

TEPCO

### 4.1 ALPS処理水の測定対象核種選定の考え方（変更案）

- 選定フローについては、審査会合時より緑字の部分の変更を検討中。



## 要求事項①に対する検討状況

### 3.2 [手順3]の指標について

TEPCO

- 従前は[手順3]の指標として、“相対重要度”を使用することを検討していた。

“相対重要度”：被ばく影響の総和に対する比により、線量評価に影響を与えない核種を除外

$$\text{相対重要度} = \frac{\frac{\text{核種 } i \text{ のインベントリ量(Bq)}}{\text{核種 } i \text{ の告示濃度限度(Bq/cm}^3)} < \boxed{10^{-9} \sim 10^{-10} (\%)}$$

(被ばくへの寄与率を%表示)

指標として  
分かりづらい

- ただし、“相対重要度”には除外の基準がなく（見えづらい）、設定する除外基準で良いことの説明性に乏しいことから、濃度基準で告示濃度限度と比較する方法への変更を検討中。
- 新しい指標は、“ALPS処理水等貯留タンクへの全量移行”を想定して、告示濃度限度の1/100未満であるかを確認の上、除外する。なお、当該指標は、PCV内に存在するインベントリが全量、ALPS処理水等貯留タンクの貯蔵量に溶けたと想定するため、現実の状況を踏まえると十分に保守性を持った条件と考えている。

“ALPS処理水等貯留タンクへの全量移行”：2023年3月時点に予想されるALPS処理水等貯留タンク内の水に全てのインベントリが溶けたと仮定して、放射能濃度を評価

$$\text{核種 } i \text{ の濃度} = \text{核種 } i \text{ のインベントリ量(Bq)} \div \boxed{\text{ALPS処理水等の貯蔵量 (m}^3\text{)}} < \boxed{\text{核種 } i \text{ の告示濃度限度} \times 1/100(\text{Bq/cm}^3)}$$

133万m<sup>3</sup>(予測値)@2022年3月時点

告示の濃度との比較が可能

- なお、[手順3]で除外基準を告示濃度限度の1/100としているのは、線量評価に与える影響が十分小さいことに加えて、除外される核種の濃度評価の保守性 (Srと同等) を考慮して設けた値である。

### 3.3 汚染水への移行評価について（検討中）

- 今後、核種分析、インベントリ評価の結果から、汚染水への移行を評価していく
  - 移行を評価するにあたり、建屋滞留水やALPS入口等におけるこれまでの分析結果を参考する
  - 上記核種の分析結果及びインベントリ量から建屋への移行率を算出し、建屋滞留水における核種濃度を評価する
  - 告示濃度限度に対して1/100（暫定）を超えるものを測定対象核種として選定する

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、希釀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）

TEPCO

- 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。

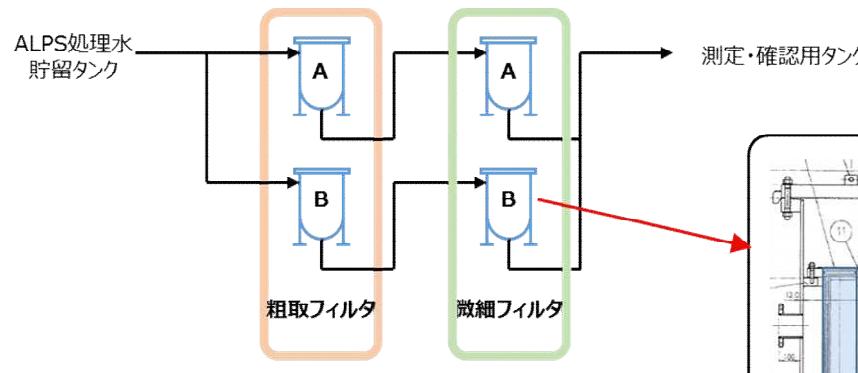
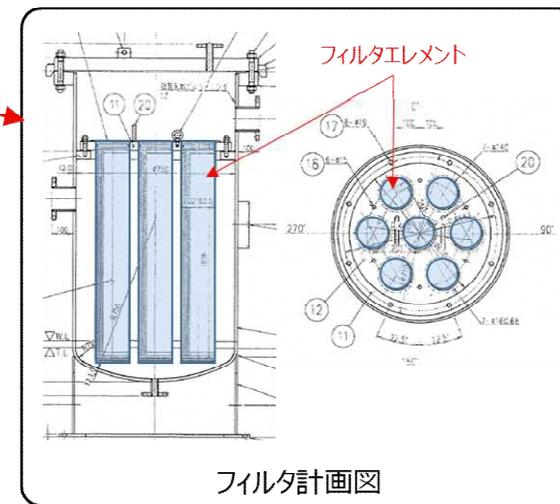


図 フィルタユニット構成

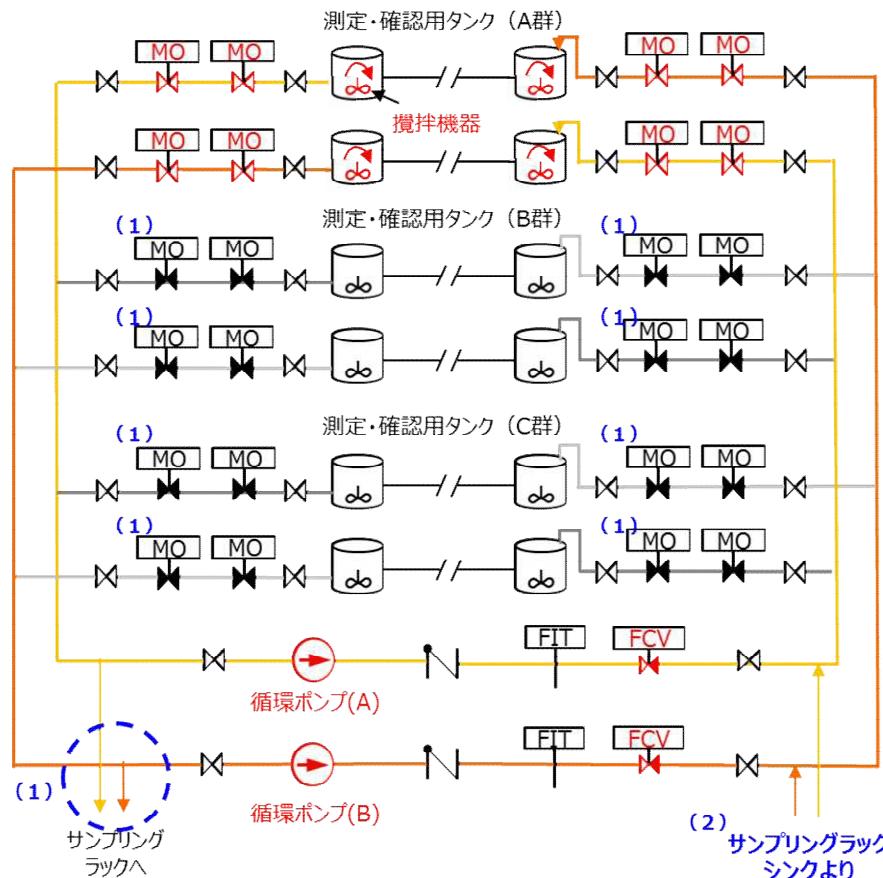


フィルタ計画図

※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。



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1Bq/Lを超えてい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かねないので、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）

TEPCO

- 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）

TEPCO

- 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

TEPCO

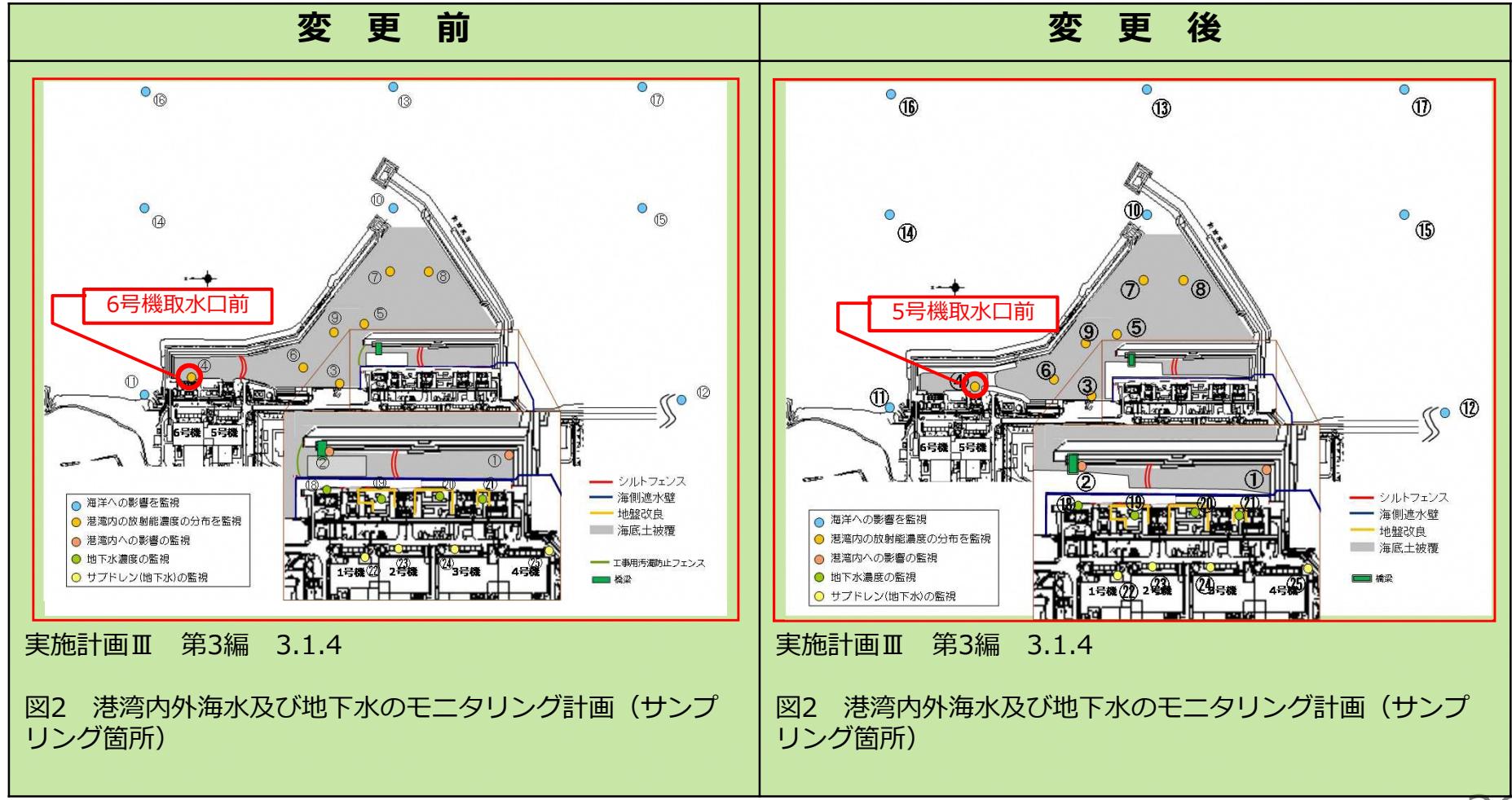
- 希釈用の海水を取水するための工事として、スクリーン室およびポンプ室の清掃を実施。



# 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

TEPCO

- 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釀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。



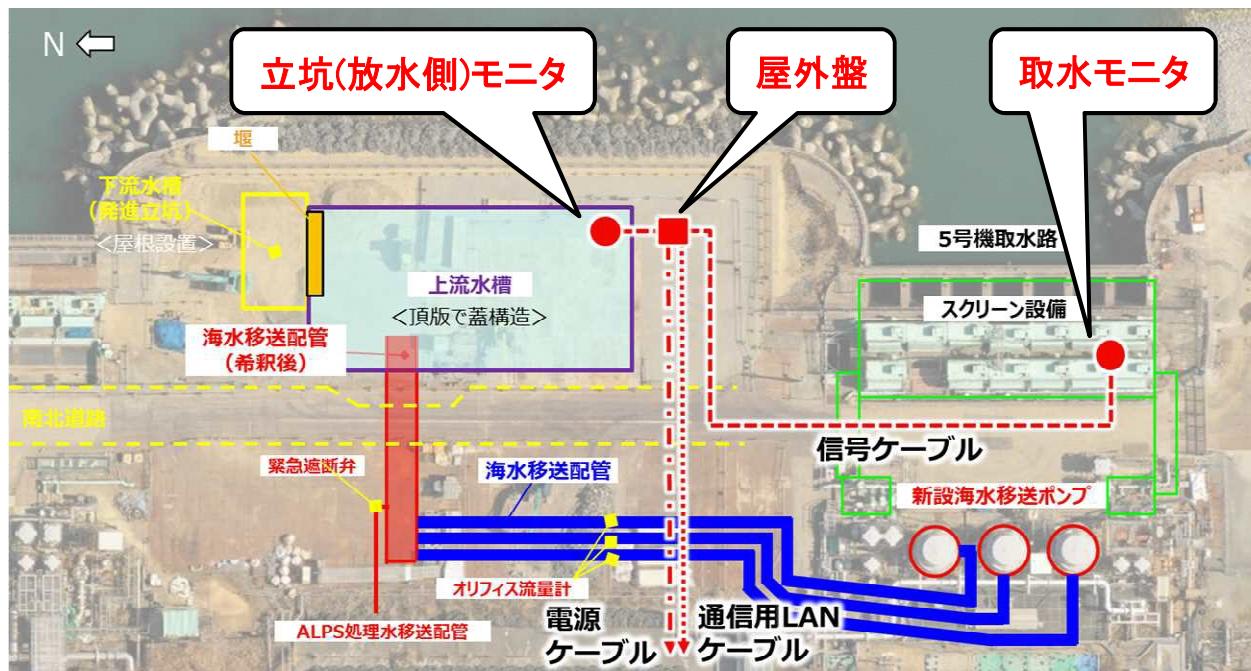
# 要求事項③に対する検討状況 取水・立坑モニタ

TEPCO

- 希釀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つ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、福島県民の皆さんにご安心頂けるよう、希釀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、希釀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、社会の皆さん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。

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）

### 【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。

### ■ 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R O V（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R O V（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。

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緊急対応（タンク連結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）

TEPCO

- 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



(b) 耐圧ホース（養生済）

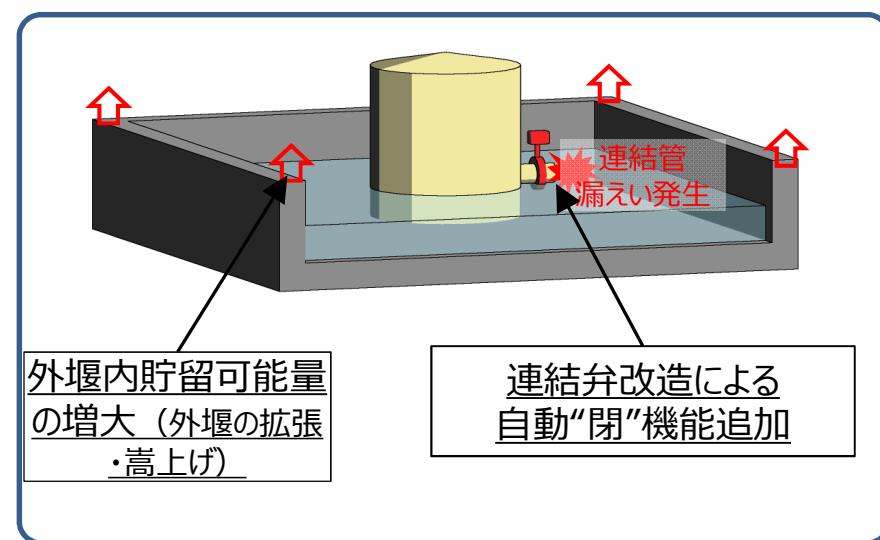


(c) 高圧吸引車

起動的対応で使用する機器類

- 今後ALPS処理水の海洋放出が20～30年継続することから、福島県民の皆さん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く。

- 「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。

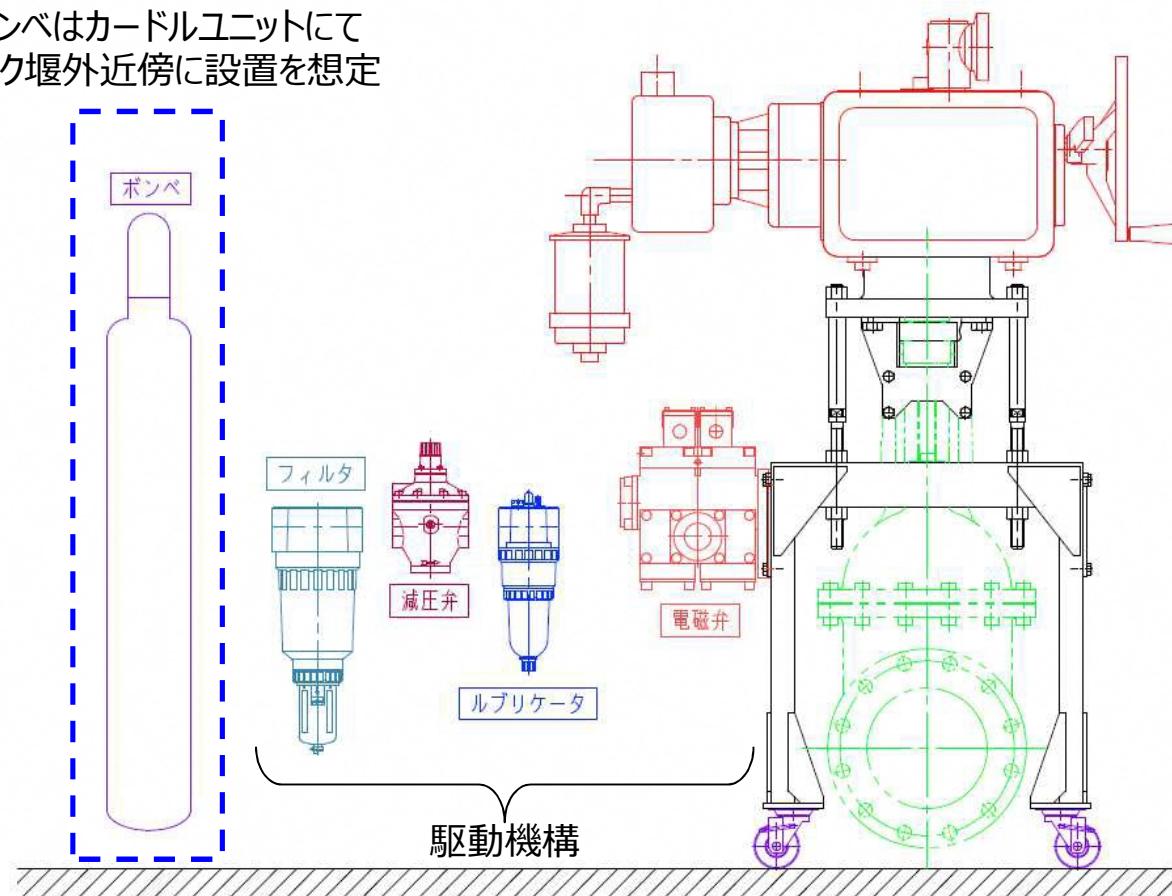
## 要求事項⑤に対する検討状況（3）

### 自動閉止弁への改造（検討中）による漏えい発生量抑制

TEPCO

- 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ボ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。

ボ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



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。

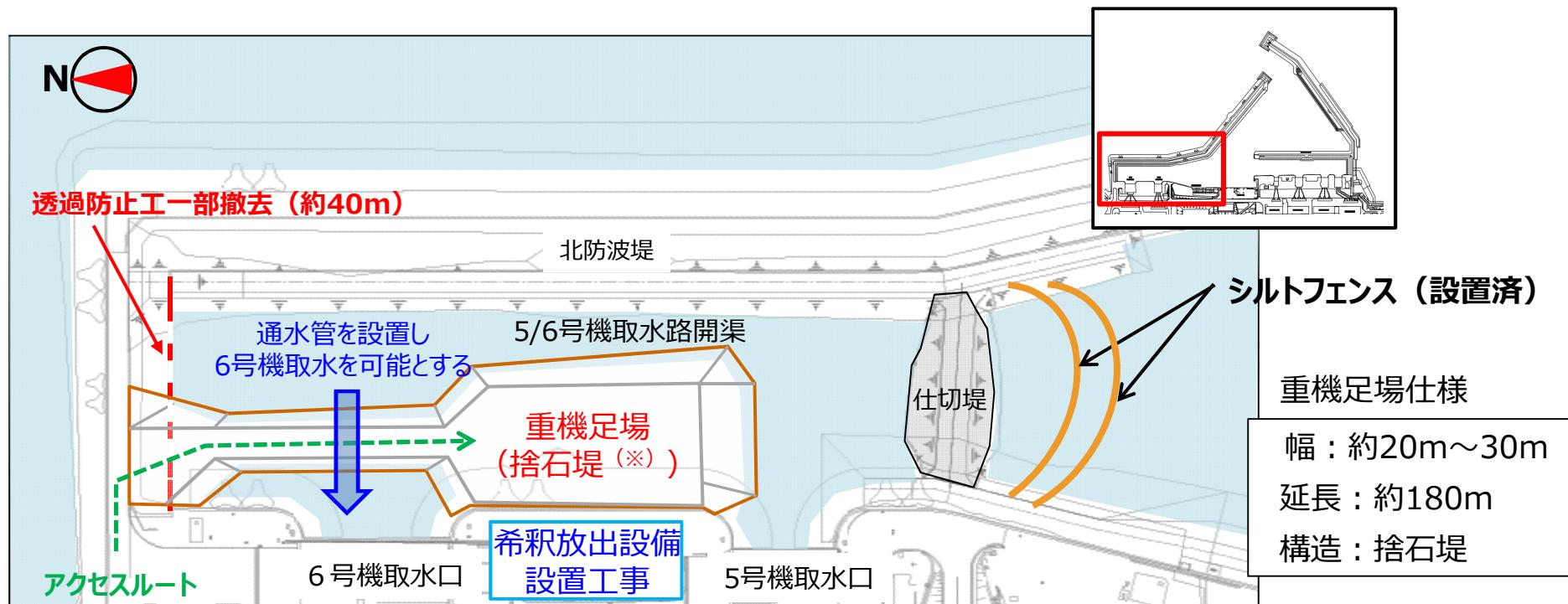
実施日	SCAT内容
2021年10月28日	TCW系配管リルート（塗装・保温材取付・取り外し作業）
2021年10月20日	作業準備他・TCW系配管リルート（塗装・保温材取付・取り外し作業を除く）
2022年3月1日	スクリーンハウジングベース設置
2022年3月11日	作業準備他
2022年4月12日	作業準備他の内、測量・墨出し、安全設備設置作業の追加
2022年4月25日	配管他敷設・基礎設置・安全設備設置
2022年5月23日	海水移送ポンプ基礎部設置
	<b>機械工事（抜粋）</b>
2022年6月16日	スクリーン装置設置他その1
2022年7月12日	スクリーン装置組立・据付
2022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

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	橋葉横替ヤード内裏込・作泥プラント設置
	<b>土木工事（抜粋）</b>
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	4.8t 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）

## 要求事項⑥に対する検討状況

TEPCO

- 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

TEPCO

#### 【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

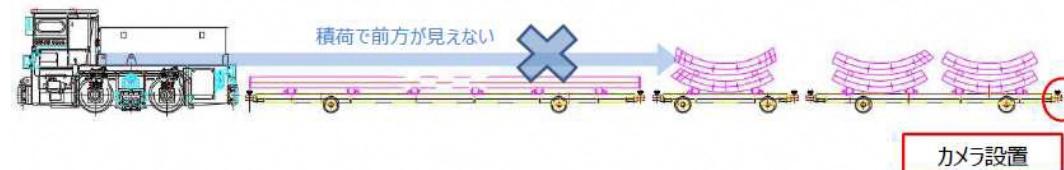
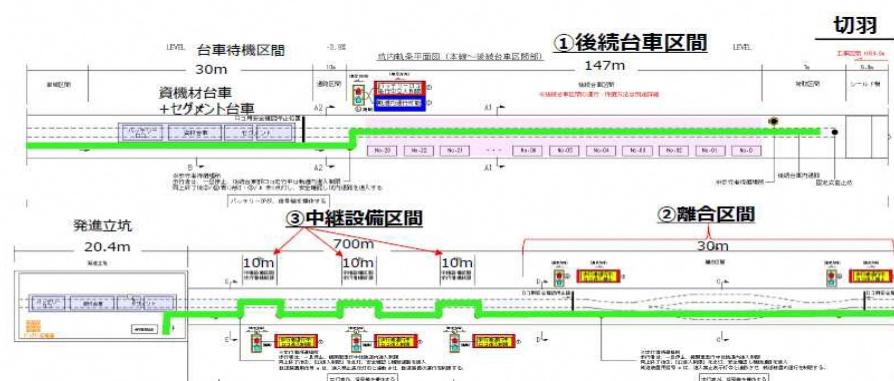


図 前方の視野を確保

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

TEPCO

②シールドマシン内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

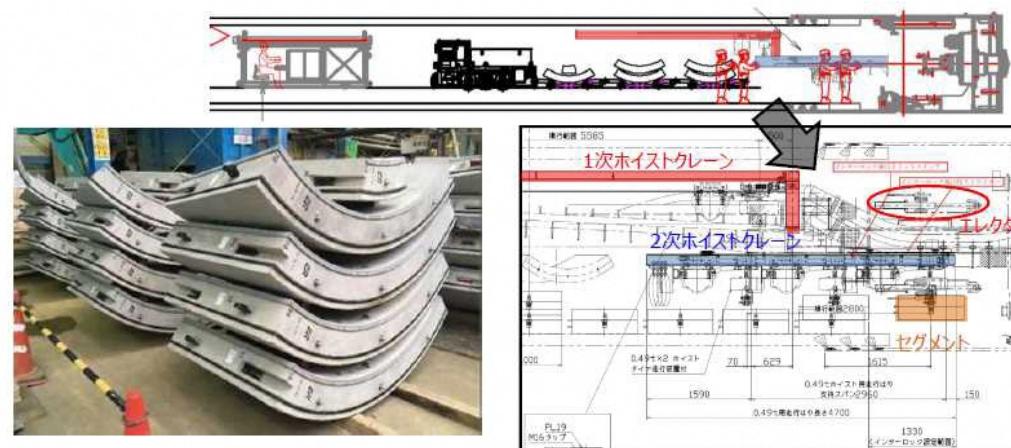


図 セグメント仮置き イメージ  
(本掘進時は最大2リング分の仮置き)

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

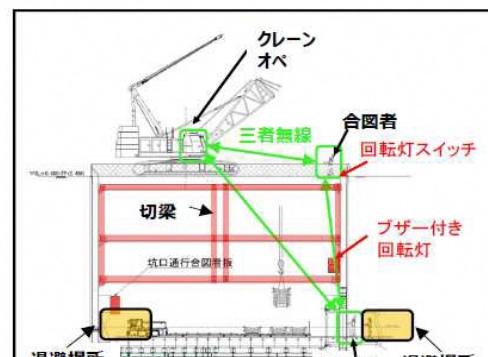


図 吊り下ろし時

## 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

TEPCO

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

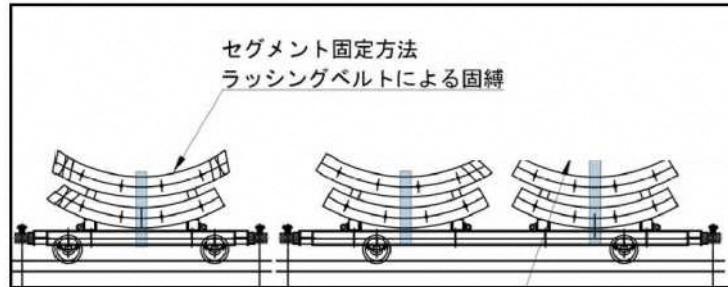


図 セグメントの固縛



写真 ラッシングベルト

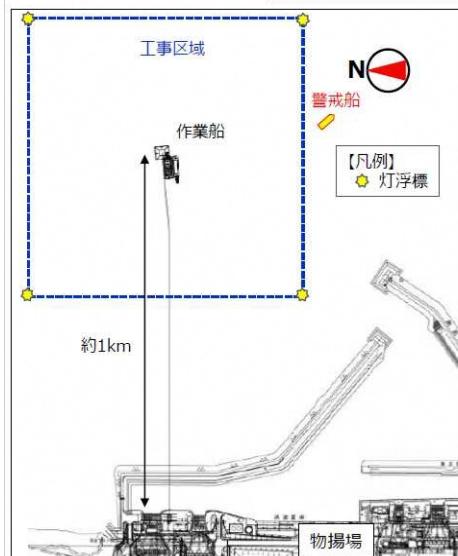
## 要求事項⑥に対する検討状況

### 安全事前評価実施内容（放水口ケーソン工事）①

TEPCO

- 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・巻込まれ灾害
  - 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。



©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

翻訳情報 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

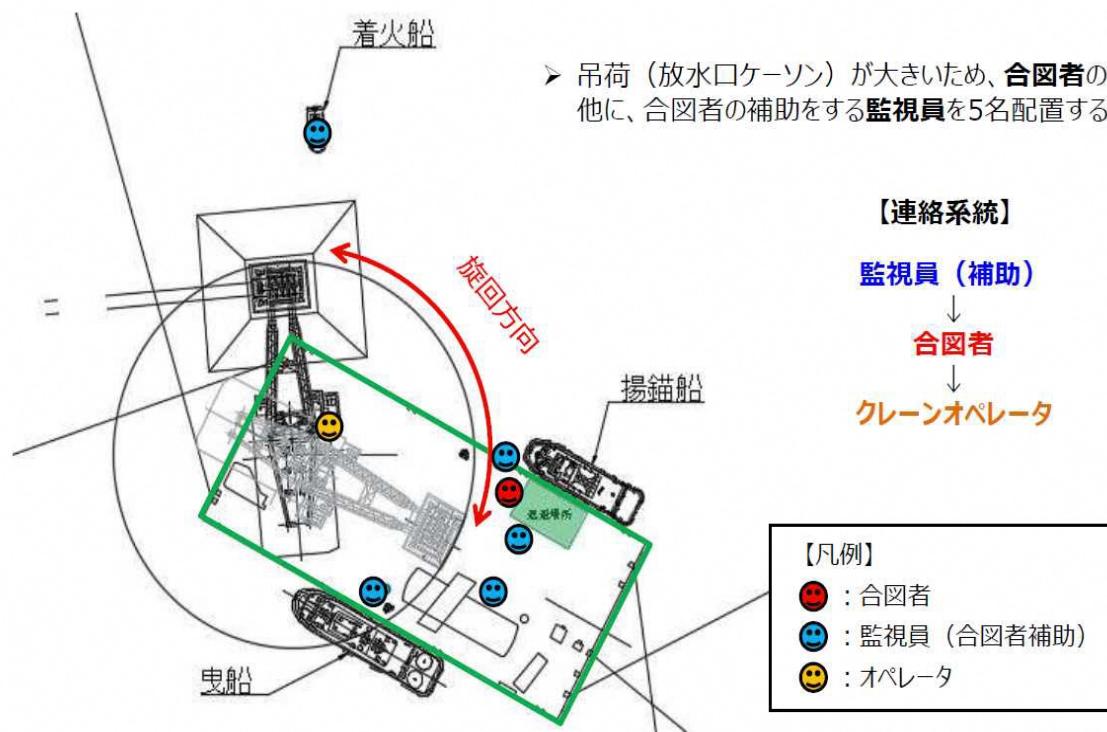
## 要求事項⑥に対する検討状況

### 安全事前評価実施内容（放水口ケーソン工事）②

TEPCO

#### 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 (放水口ケーション工事) ③

TEPCO

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、オートリースフックのストッパーイン（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、**ストッパーイン（計24本）**を解除する。
  - ストッパーイン解除後、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ースフックを解除し、玉掛けを解除する。

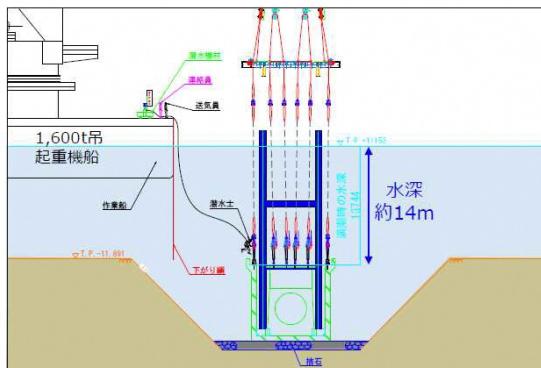


図1 オートリースフックストップ-ピン解除（潜水作業）状況図



※潜水作業の安全については後述

図2 潜水作業計画書（ケーラン据付時）

## 要求事項⑥に対する検討状況

### 作業中止基準（その1）

**TEPCO**

#### ■ 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10 km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）

**TEPCO**

### ■ 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。
作業当日	朝礼時	当日の詳細予報の確認と周知。
	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

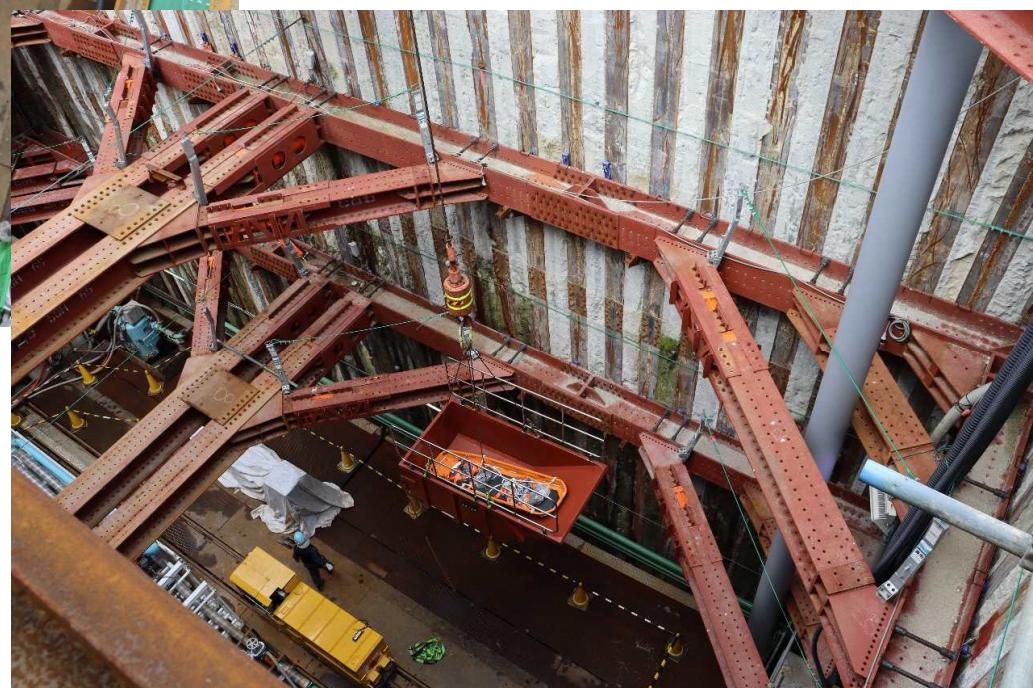
工種	有義波高(m)	周期(s)	船舶
海上掘削工	0.75	10	浚渫船
基礎捨石投入・均し工	1.00	10	起重機船(500t吊)
ケーソン据付	0.60	7	起重機船(1,600t吊)
ケーソン埋戻し	0.75	10	CP船
到達管撤去等	0.75	7	起重機船(500t吊)
潜水作業	0.80	10	
測量作業	0.75	10	

# 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

TEPCO

- 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を定期的に実施（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

TEPCO

- 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を定期的に実施（海上工事）。

避難訓練実施 2022.7.20



## 要求事項⑥に対する検討状況

### トンネル関係の設計面での安全配慮事項（1）

TEPCO

- 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、抜け出しあ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。

## 要求事項⑥に対する検討状況

### トンネル関係の設計面での安全配慮事項（2）



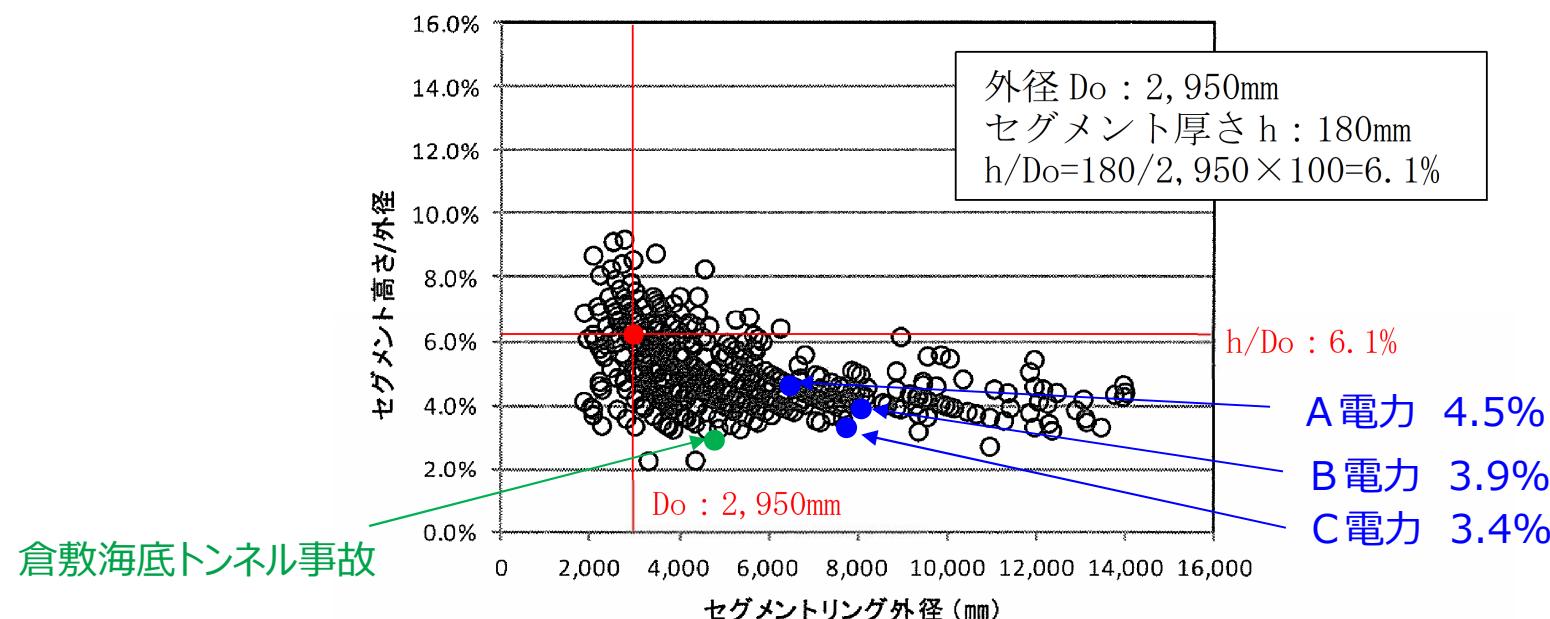
考慮事項	具体的対策
曲線施工に対する対策	シールドトンネルの急曲線区間では、セグメントリングに偏圧が作用する可能性があることから、急曲線区間を設けず直線を主体とするトンネル線形としている。一部の曲線区間では曲線半径500m以上の緩やかな線形とし、中折れ機構を装備したうえで掘進ジャッキを独立に制御することで線形管理の精度を高め、セグメントの損傷を低減している。
シールド機の設計	<p>シールド機のテールシールは、施工中に地下水や裏込め注入材等のトンネル内への流入を防止するための性能を確保する必要があり、3段構造のテールシールとすることで、十分な止水性と耐久性を確保している。</p> <p>また、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>
安定した継手構造の採用	セグメントに締結力のない継手を採用すると、組立時に目開きや目違いが生じて、漏水が発生することになることから、セグメントの継手には、数多くのシールドトンネルで施工実績のある締結力の高い継手構造を採用し、継手曲げ試験によりその性能を確認する。
シールド工事の施工	<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。</p> <p>(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>

## 要求事項⑥に対する検討状況

### トンネル関係の設計面での安全配慮事項（3）

TEPCO

- 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

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を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の測定結果ができ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）

### 【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。

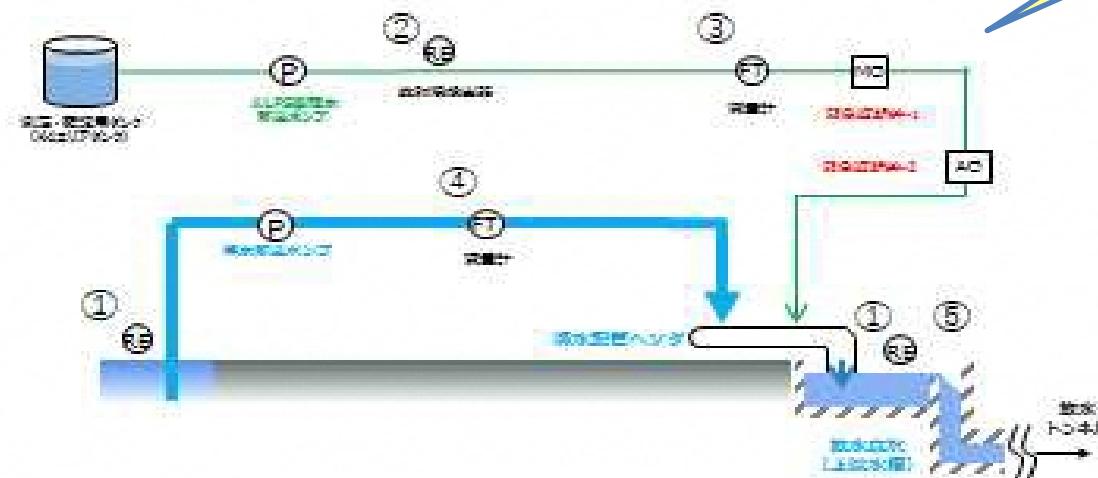
### 【トラブル発生時の公表等】

- 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。

## TOPページ（案）

### 福島第一原子力発電所 ALPS処理水希釀放出設備からの海洋放出状況

ALPS処理水希釀放出設備からの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希釀後トリチウム濃度](#)

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

- 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

「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）

- 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58参照）
- 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59, 60参照）
  - ・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61, 62参照）
- 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。

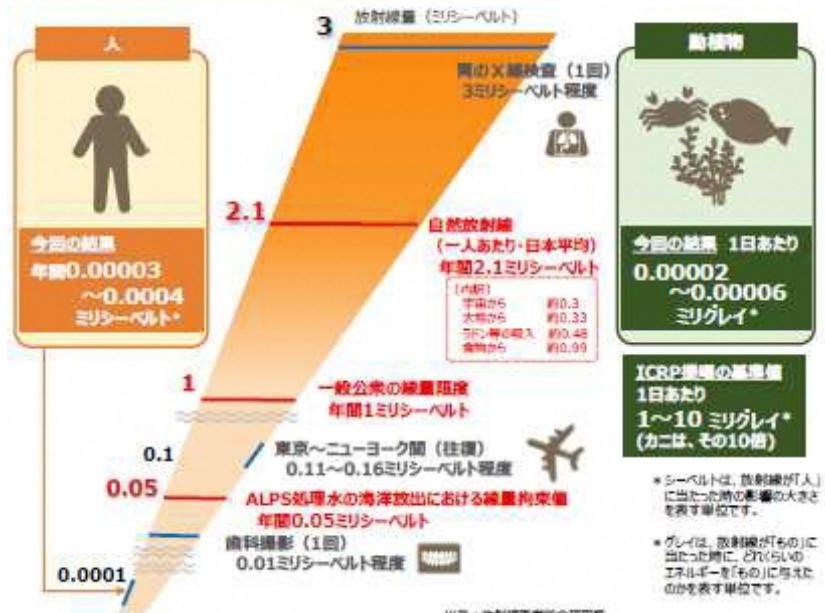
## 日本語版

### 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

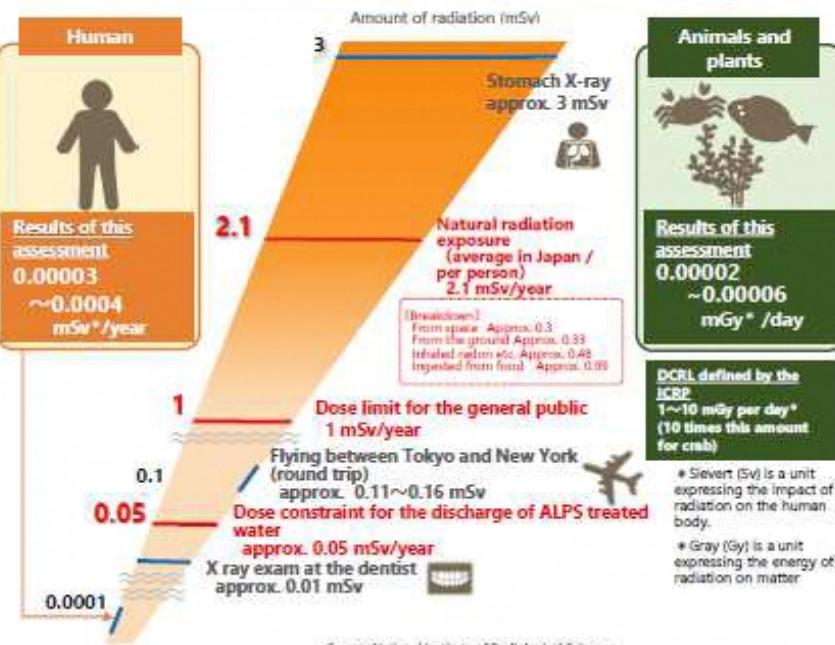
### Results of the assessment

- 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. 1/20,000 of the derived consideration reference level (DCRL) defined by the ICRP<sup>ff</sup>, and results of the assessment on crab found that approx. 1/50,000 to approx. 1/20,000.

ffInternational Commission on Radiological Protection



Source: National Institute of Radiological Sciences

- 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

ALPS 处理水とは

トリチウム分離技術公募に関する注意喚起

ALPS処理水の処分

トリチウムについて

海域モニタリング

動画でわかるALPS処理

ALPS処理水等の現状

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

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 秋葉選舉大臣による福島第一原子力発電所ご視察について 詳しくはごちら

2022.9.26

**ポータル  
サイト**

INFORMATION PORTAL SITE

TOP

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

ALPS処理水等の発電

**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

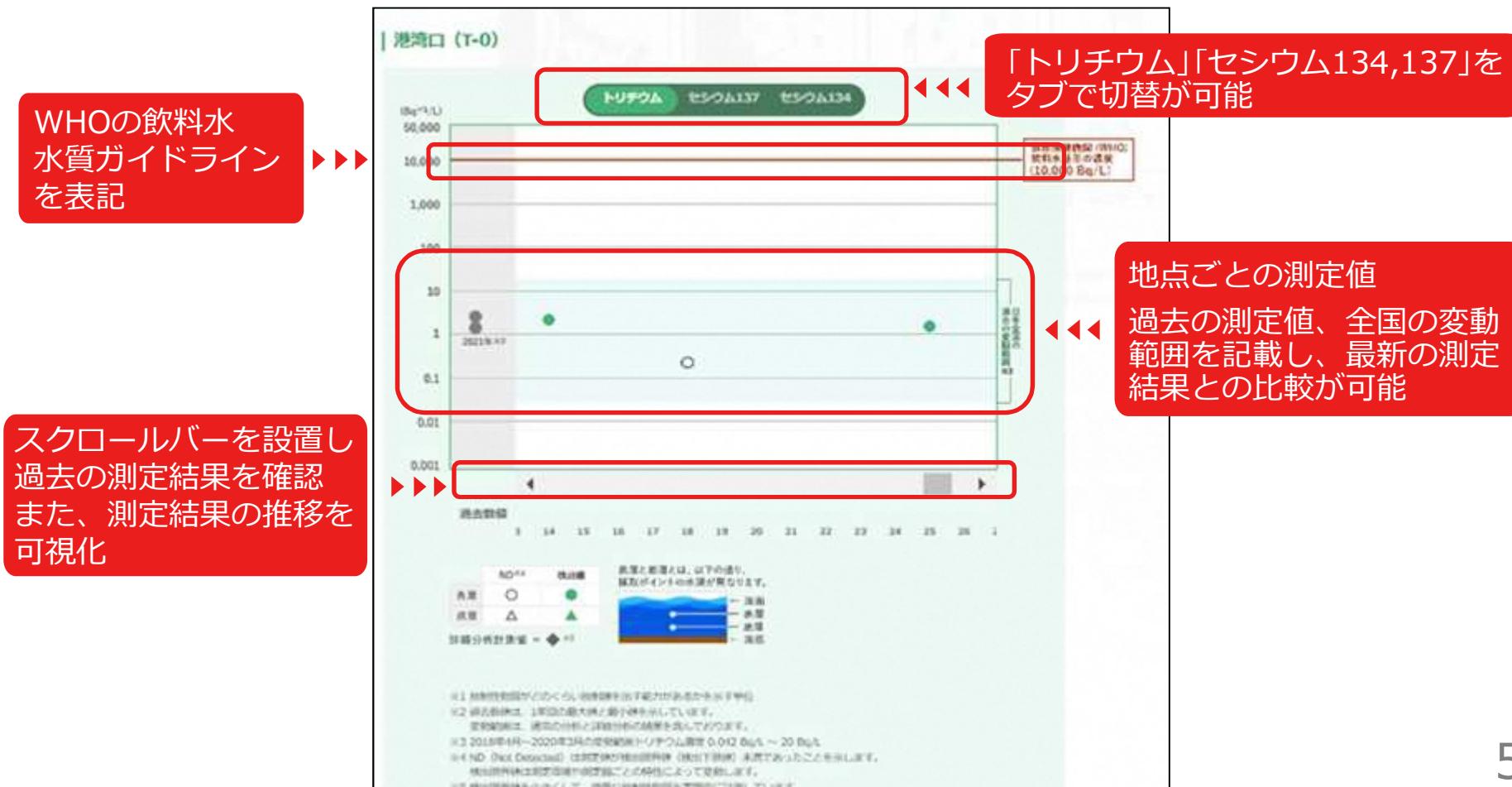
20km圏内

20km圏外

詳細な分析結果はごちら

福島第一原子力発電所

- 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。

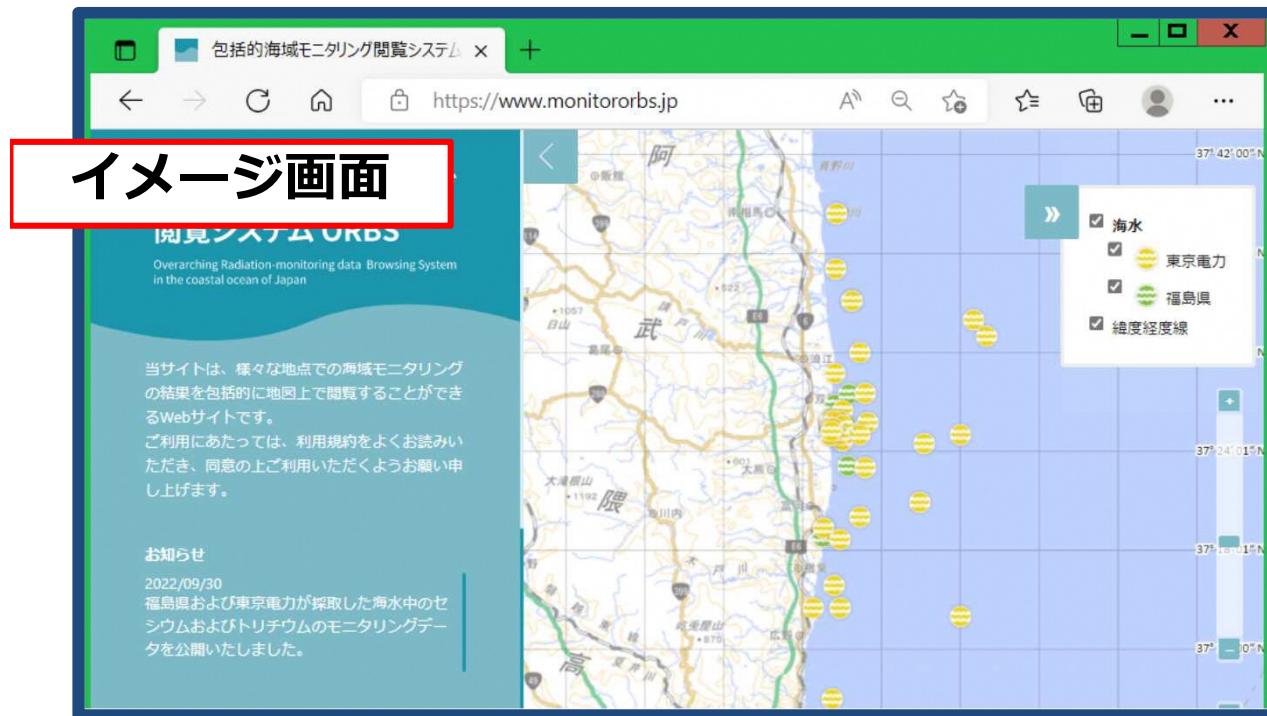


## 要求事項⑧に対する検討状況 海域モニタリング閲覧システム開設①

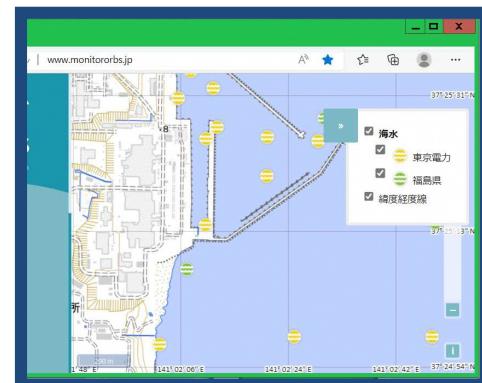
TEPCO

- 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。

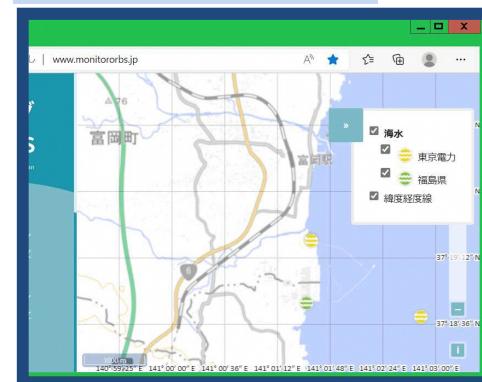
### 【TOPページ】



### 測定点の拡大例



### 位置移動例



## 【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

**試料採取地点：1F敷地沖合 3 km付近 (T-S4)**

試料採取位置：37°25'43"N/141°04'57"E  
試料：海水

	Cs-134	Cs-137	H-3
計測日	2022/7/11 10:02	2022/7/11 10:02	2022/6/22 10:34
海面～海面下0.5m	ND(0.0014)	0.0049	0.14
海底から2～3m上	ND(0.0014)	0.0045	-

単位:Bq/L

試料採取機関：東京電力  
出典：福島第一原子力発電所周辺の放射性物質の分析結果



●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。

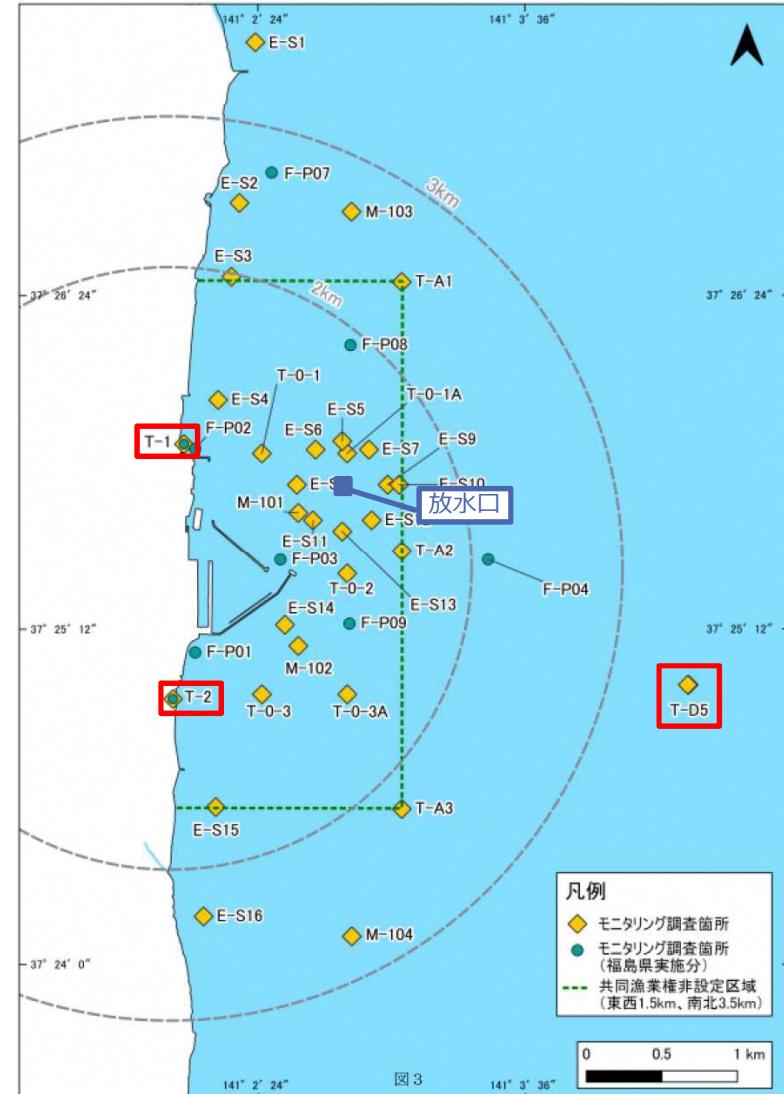


## 【概要】

- 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）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、核実験に起因による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

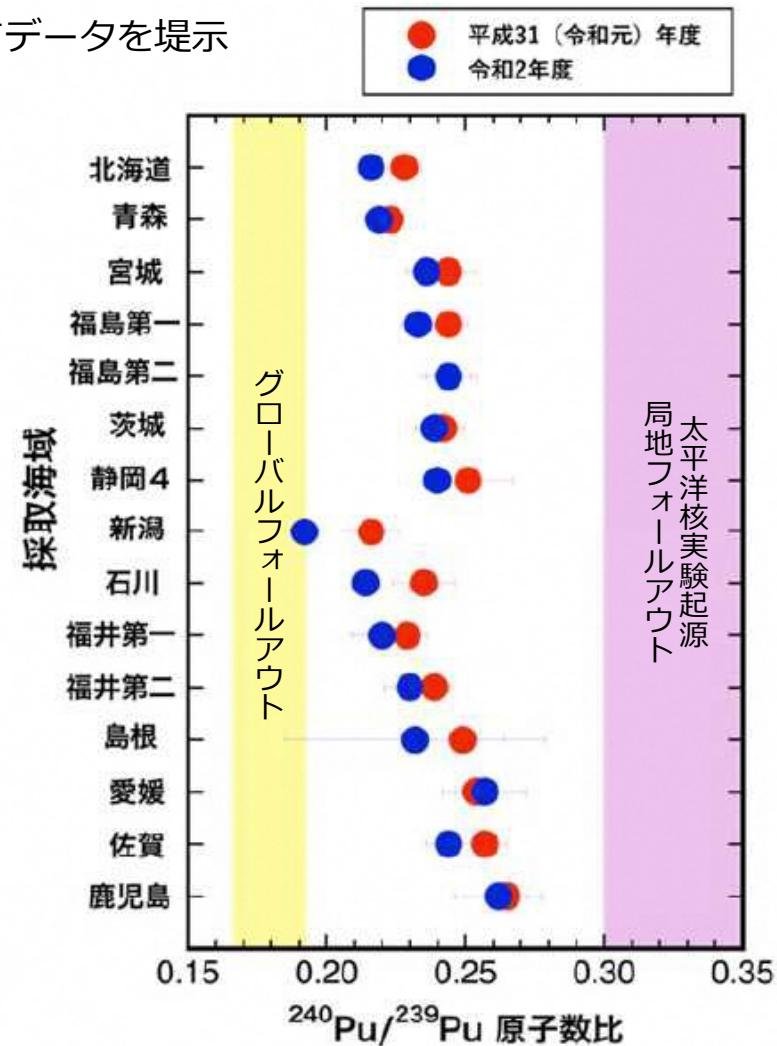
## 【公表】

- 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