

高性能多核種除去設備の使用前検査受検に伴う 実施計画の変更に関する補足説明資料

2022年8月17日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

<目的>

- 高性能多核種除去設備（高性能ALPS）について、確認試験（ホット試験）を実施し使用前検査のうち性能確認を受検するための準備が出来たことから、実施計画の記載変更を行う。

<経緯>

- 日々発生する汚染水に対して処理量や調整のし易さの観点等から、これまでは増設ALPS・既設ALPSを稼働させ、高性能ALPSは待機としてきた。
- 2015年度に実施した性能確認運転から長期間経過しており、今後の処理途上水の二次処理等に向けて増設ALPS・既設ALPSに加え、高性能ALPSを含めた最適な設備運用を行うため、2021年11月より高性能ALPSの稼働準備を進めている。
- 高性能ALPSの系統運用改善ならびに吸着塔配置に関するデータ拡充を試みるため、一部の吸着塔配置を変更した上で2022年2月に除去処理性能の確認を行ったが、処理水が告示濃度比総和1（主要7核種評価）を上回ったことを受け、吸着塔を交換するとともに、元の吸着塔構成に見直しを実施した。
- 2022年5月17日・18日の高性能ALPS処理運転において、運転状態が良好であることの確認ならびに分析試料の採水・分析※を行っており、処理済水が告示濃度比総和1を下回ることを確認した。

※：62核種に加え、炭素14とトリチウムについても分析を実施。

3. 実施計画の変更内容の概要

第Ⅱ章 特定原子力施設の設計，設備

2.16.1 多核種除去設備

	実施計画Ⅱ記載箇所	変更内容
基本設計	2.16.3.1 基本設計	2.16.3.1.1 設置の目的 高性能ALPSの確認試験結果について記載変更
基本仕様	2.16.3.2 基本仕様	2.16.3.2.1 系統仕様 処理容量の記載変更
		添付資料－9の追記
添付	添付資料－6 工事工程表	工事工程表を更新
	添付資料－8 高性能多核種除去設備に係る確認事項	表13に除去性能確認に関する記載を追加
	添付資料－9 高性能多核種除去設備の確認試験結果について	新規作成

4. 実施計画の変更内容について

■ 変更理由：高性能ALPSの確認試験結果について記載変更 (既設／増設ALPSと同様の記載)

変更前	変更後
<p>2.16.3 高性能多核種除去設備</p> <p>2.16.3.1 基本設計</p> <p>2.16.3.1.1 設置の目的</p> <p>高性能多核種除去設備は、『2.5 汚染水処理設備等』で処理した液体状の放射性物質の処理を早期に完了させる目的から設置するものとし、汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性物質（トリチウムを除く）を十分低い濃度になるまで除去することを計画している。（以下、「本格運転」という。）</p> <p>本格運転では、処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下、「告示濃度限度」という。）<u>を下回る濃度まで低減することを目的としている。</u><u>このことから、高性能多核種除去設備の性能について、確認試験を確認する試験（以下、「確認試験」という。）を行うとともに、目的としている性能が十分に確認できない場合は、必要に応じて対策を講じる。また、確認試験に使用する設備の仕様は本格運転と同じとする。</u></p>	<p>2.16.3 高性能多核種除去設備</p> <p>2.16.3.1 基本設計</p> <p>2.16.3.1.1 設置の目的</p> <p>高性能多核種除去設備は、『2.5 汚染水処理設備等』で処理した液体状の放射性物質の処理を早期に完了させる目的から設置するものとし、汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性物質（トリチウムを除く）を十分低い濃度になるまで除去することを計画している。（以下、「本格運転」という。）</p> <p>本格運転では、処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下、「告示濃度限度」という。）<u>を下回る濃度まで低減する。</u><u>なお、高性能多核種除去設備の性能を確認する試験（以下、「確認試験」という。）において、高性能多核種除去設備が上記性能を有する設備であることについて確認した。</u></p>

■ 変更理由：本文記載の処理容量を実際の運用流量に合わせて変更

変更前	変更後
<p>2.16.3.2 基本仕様</p> <p>2.16.3.2.1 系統仕様</p> <p>(1) 高性能多核種除去設備</p> <p>処理方式 フィルタ方式+吸着材方式</p> <p>処理容量 <u>500m³/日</u>※</p> <p>※ 構内に貯留しているRO濃縮塩水を早期に処理するため、運用上可能な範囲（最大で1.6倍程度）において処理量を増加して運転する。</p>	<p>2.16.3.2 基本仕様</p> <p>2.16.3.2.1 系統仕様</p> <p>(1) 高性能多核種除去設備</p> <p>処理方式 フィルタ方式+吸着材方式</p> <p>処理容量 <u>400m³/日</u></p>

4. 実施計画の変更内容について

■ 変更理由：添付資料－9の追記

変更前	変更後
<p>2. 16. 3. 3 添付資料</p> <p>添付資料－1：全体概要図及び系統構成図</p> <p>添付資料－2：高性能多核種除去設備基礎の構造強度に関する検討結果</p> <p>添付資料－3：高性能多核種除去設備の耐震性に関する説明書</p> <p>添付資料－4：高性能多核種除去設備の強度に関する説明書</p> <p>添付資料－5：流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止に関する計算書</p> <p>添付資料－6：工事工程表</p> <p>添付資料－7：高性能多核種除去設備の具体的な安全確保策</p> <p>添付資料－8：高性能多核種除去設備に係る確認事項</p>	<p>2. 16. 3. 3 添付資料</p> <p>添付資料－1：全体概要図及び系統構成図</p> <p>添付資料－2：高性能多核種除去設備基礎の構造強度に関する検討結果</p> <p>添付資料－3：高性能多核種除去設備の耐震性に関する説明書</p> <p>添付資料－4：高性能多核種除去設備の強度に関する説明書</p> <p>添付資料－5：流体状の放射性廃棄物の施設外への漏えい防止に関する計算書</p> <p>添付資料－6：工事工程表</p> <p>添付資料－7：高性能多核種除去設備の具体的な安全確保策</p> <p>添付資料－8：高性能多核種除去設備に係る確認事項</p> <p>添付資料－9：高性能多核種除去設備の確認試験結果について</p>

■ 変更理由：添付資料－6の工事工程表を更新

変更前

添付資料－6

工事工程表

項目	年月	平成 26 年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
高性能多核種除去設備	高性能多核種除去設備												
	高性能多核種除去設備												
	高性能多核種除去設備												
	高性能多核種除去設備												

- : 現地据付
- ① : 構造、強度又は漏えいに係る試験をすることができる状態になった時
- ③ : 原子炉施設の工事の計画に係る工事が完了した時

変更後

添付資料－6

工事工程表

項目	年月	2014 年												...	2022 年		2023 年	
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	...	11月	12月	1月	2月			
高性能多核種除去設備	高性能多核種除去設備																	
	高性能多核種除去設備																	
	高性能多核種除去設備																	
	高性能多核種除去設備																	

- : 現地据付
- ① : 構造、強度又は漏えいに係る試験をすることができる状態になった時
- ③ : 原子炉施設の工事の計画に係る工事が完了した時

4. 実施計画の変更内容について

- 変更理由：添付資料－8，表－13に除去性能確認に関する記載を追加（既設／増設ALPSと同様の記載）

変更前

添付資料－8

表－13 確認事項（高性能多核種除去設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能確認	実施計画に記載の容量が通水可能であることを確認する。	実施計画に記載した容量を通水することが可能であり、設備からの異音，異臭，振動等の異常がないこと。

変更後

添付資料－8

表－13 確認事項（高性能多核種除去設備）

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
性能	運転性能確認	実施計画に記載の容量が通水可能であることを確認する。	実施計画に記載した容量を通水することが可能であり、設備からの異音，異臭，振動等の異常がないこと。
	除去性能	<u>処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）について，除去対象とする62核種の放射能濃度を<u>確認する。</u></u>	<u>『東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度未満であること。</u>

- 変更理由：添付資料－9にALPSの確認試験結果を追記
(既設／増設ALPSと同様の記載)

新規追加

添付資料－9

高性能多核種除去設備の確認試験結果について

高性能多核種除去設備は、汚染水処理設備の処理済水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下、「告示濃度限度」という。）を下回る濃度まで低減することを目的として設置した。

系統流量などの運転状態に関する使用前検査を実施後、平成26年10月より、高性能多核種除去設備の性能を確認する確認試験（ホット試験）を実施し、その後のホット試験において上記性能について確認してきた。

これまでのホット試験において、高性能多核種除去設備で使用する各吸着材が、一定の使用期間を経ても、上記性能を有する設備であることを確認した。

以上

- 高性能ALPSの本格運転に向けて、対策後の5月17,18日に処理運転を実施。
- 処理前後の告示濃度比の総和は以下の通り※

	処理対象水の 告示濃度比総和	高性能多核種除去設備 処理済水の告示濃度比総和
高性能多核種除去設備	752	0.56

※炭素14を除く62核種の告示濃度比総和

5. 2022年5月の処理運転における分析結果

	核種 (半減期)	告示濃度限度 (周辺監視区域外の 水中の濃度限度) [Bq/cm ³]	処理対象水 の放射能濃度 [Bq/cm ³]	高性能多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
1	Rb-86 (約19日)	3E-01	ND < 1.63E-02	ND < 1.27E-03	
2	Sr-89 (約51日)	3E-01	ND < 3.72E+00	ND < 2.98E-04	
3	Sr-90 (約29年)	3E-02	1.85E+01	ND < 2.53E-04	
4	Y-90 (約64時間)	3E-01	1.85E+01	ND < 2.53E-04	Sr-90と放射平衡
5	Y-91 (約59日)	3E-01	ND < 3.28E-01	ND < 4.17E-02	
6	Nb-95 (約35日)	1E+00	ND < 1.17E-03	ND < 1.71E-04	
7	Tc-99 (約210000年)	1E+00	3.91E-02	ND < 4.23E-04	
8	Ru-103 (約40日)	1E+00	ND < 4.45E-03	ND < 1.50E-04	
9	Ru-106 (約370日)	1E-01	ND < 2.78E-02	ND < 1.24E-03	
10	Rh-103m (約56分)	2E+02	ND < 4.45E-03	ND < 1.50E-04	Ru-103と放射平衡
11	Rh-106 (約30秒)	3E+02	ND < 2.78E-02	ND < 1.24E-03	Ru-106と放射平衡
12	Ag-110m (約250日)	3E-01	ND < 2.68E-03	ND < 1.13E-04	
13	Cd-113m (約15年)	4E-02	ND < 1.55E-02	ND < 7.96E-05	
14	Cd-115m (約45日)	3E-01	ND < 7.10E-02	ND < 6.74E-03	
15	Sn-119m (約290日)	2E+00	ND < 1.43E+00	ND < 1.59E-01	Sn-123の測定値より評価

5. 2022年5月の処理運転における分析結果

	核種 (半減期)	告示濃度限度 (周辺監視区域外の 水中の濃度限度) [Bq/cm ³]	処理対象水 の放射能濃度 [Bq/cm ³]	高性能多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
16	Sn-123 (約130日)	4E-01	ND < 2.22E-01	ND < 2.47E-02	
17	Sn-126 (約100000年)	2E-01	ND < 1.23E-02	ND < 3.88E-04	
18	Sb-124 (約60日)	3E-01	ND < 1.51E-03	ND < 3.06E-04	
19	Sb-125 (約3年)	8E-01	3.05E+00	1.11E-03	
20	Te-123m (約120日)	6E-01	ND < 4.60E-03	ND < 1.79E-04	
21	Te-125m (約58日)	9E-01	3.05E+00	1.11E-03	Sb-125と放射平衡
22	Te-127 (約9時間)	5E+00	ND < 4.94E-01	ND < 1.25E-02	
23	Te-127m (約110日)	3E-01	ND < 5.13E-01	ND < 1.30E-02	Te-127の測定値より評価
24	Te-129 (約70分)	1E+01	ND < 5.97E-02	ND < 1.53E-03	
25	Te-129m (約34日)	3E-01	ND < 3.78E-02	ND < 3.92E-03	
26	I-129 (約16000000年)	9E-03	3.30E-02	3.20E-04	
27	Cs-134 (約2年)	6E-02	1.11E-01	ND < 3.19E-04	
28	Cs-135 (約3000000年)	6E-01	2.37E-05	2.82E-09	Cs-137の測定値より評価
29	Cs-136 (約13日)	3E-01	ND < 1.19E-03	ND < 1.44E-04	
30	Cs-137 (約30年)	9E-02	3.72E+00	4.44E-04	

5. 2022年5月の処理運転における分析結果

	核種 (半減期)	告示濃度限度 (周辺監視区域外の 水中の濃度限度) [Bq/cm ³]	処理対象水 の放射能濃度 [Bq/cm ³]	高性能多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
31	Ba-137m (約3分)	8E+02	3.72E+00	4.44E-04	Cs-137と放射平衡
32	Ba-140 (約13日)	3E-01	ND < 1.40E-02	ND < 5.18E-04	
33	Ce-141 (約32日)	1E+00	ND < 9.59E-03	ND < 3.32E-04	
34	Ce-144 (約280日)	2E-01	ND < 3.15E-02	ND < 1.47E-03	
35	Pr-144 (約17分)	2E+01	ND < 3.15E-02	ND < 1.47E-03	Ce-144と放射平衡
36	Pr-144m (約7分)	4E+01	ND < 3.15E-02	ND < 1.47E-03	Ce-144と放射平衡
37	Pm-146 (約6年)	9E-01	ND < 8.11E-03	ND < 1.85E-04	
38	Pm-147 (約3年)	3E+00	ND < 1.87E-02	ND < 2.65E-03	Eu-154の測定値より評価
39	Pm-148 (約5日)	3E-01	ND < 2.99E-03	ND < 7.15E-04	
40	Pm-148m (約41日)	5E-01	ND < 3.23E-03	ND < 1.52E-04	
41	Sm-151 (約87年)	8E+00	ND < 2.65E-04	ND < 3.75E-05	Eu-154の測定値より評価
42	Eu-152 (約13年)	6E-01	ND < 1.82E-02	ND < 5.59E-04	
43	Eu-154 (約9年)	4E-01	ND < 2.65E-03	ND < 3.75E-04	
44	Eu-155 (約5年)	3E+00	ND < 1.51E-02	ND < 4.74E-04	
45	Gd-153 (約240日)	3E+00	ND < 1.38E-02	ND < 5.15E-04	

5. 2022年5月の処理運転における分析結果

	核種 (半減期)	告示濃度限度 (周辺監視区域外の 水中の濃度限度) [Bq/cm ³]	処理対象水 の放射能濃度 [Bq/cm ³]	高性能多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
46	Tb-160 (約72日)	5E-01	ND < 4.09E-03	ND < 4.12E-04	
47	Pu-238 (約88年)	4E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
48	Pu-239 (約24000年)	4E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
49	Pu-240 (約6600年)	4E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
50	Pu-241 (約14年)	2E-01	1.70E-02	ND < 2.07E-03	Pu-238の測定値より評価
51	Am-241 (約430年)	5E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
52	Am-242m (約150年)	5E-03	8.46E-06	ND < 1.03E-06	Am-241の測定値より評価
53	Am-243 (約7400年)	5E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
54	Cm-242 (約160日)	6E-02	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
55	Cm-243 (約29年)	6E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
56	Cm-244 (約18年)	7E-03	4.68E-04	ND < 5.69E-05	全αの測定値より評価
57	Mn-54 (約310日)	1E+00	ND < 1.22E-03	ND < 1.30E-04	
58	Fe-59 (約45日)	4E-01	ND < 2.33E-03	ND < 2.67E-04	
59	Co-58 (約71日)	1E+00	ND < 1.42E-03	ND < 1.21E-04	
60	Co-60 (約5年)	2E-01	6.37E-02	5.02E-04	
61	Ni-63 (約100年)	6E+00	6.99E-01	ND < 1.51E-02	
62	Zn-65 (約240日)	2E-01	ND < 2.63E-03	ND < 2.96E-04	

5. 2022年5月の処理運転における分析結果

■ 処理運転における分析結果に関する補足説明は以下の通り

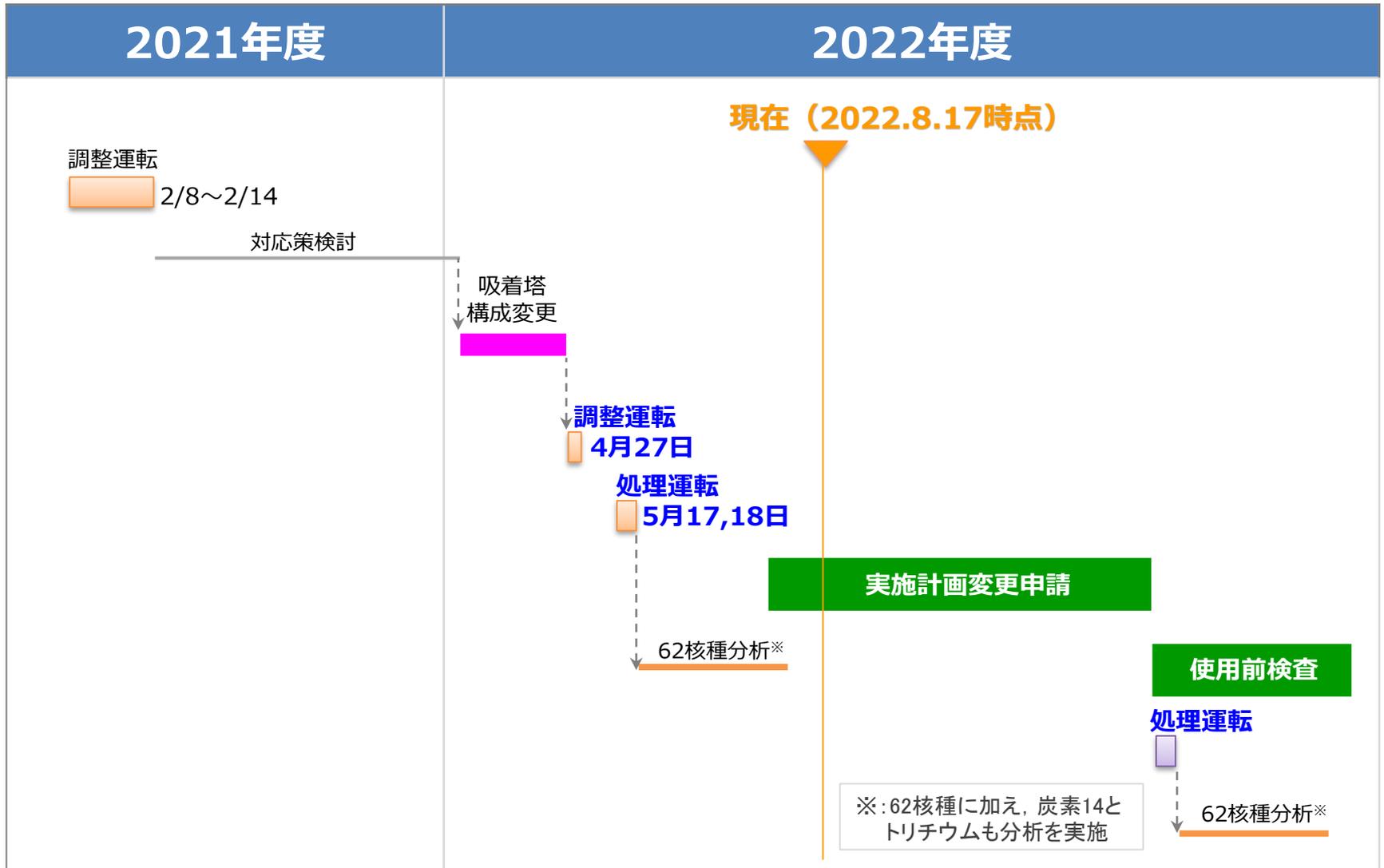
- ✓ Cs-135の備考欄にて「Cs-137の測定値より評価」と記載している。これは、Origenコードを用いた事故発災から5年経過時点でのCs-135とCs-137の存在比率に、Cs-137の測定値を乗じてCs-135濃度を求めたもの。他の「○○の測定値より評価」についても同様である。
- ✓ Pu-238の備考欄にて「全αの測定値より評価」と記載している。これは全αの測定値をPu-238濃度としたもの。α核種の存在比率による按分は行っていない。他の「全αの測定値より評価」についても同様である。

■ なお、炭素14を含めた63核種における処理前後の告示濃度比の総和は以下の通り

	処理対象水の 告示濃度比総和	高性能多核種除去設備 処理済水の告示濃度比総和
高性能多核種除去設備	752	0.63

6. 処理容量の変更

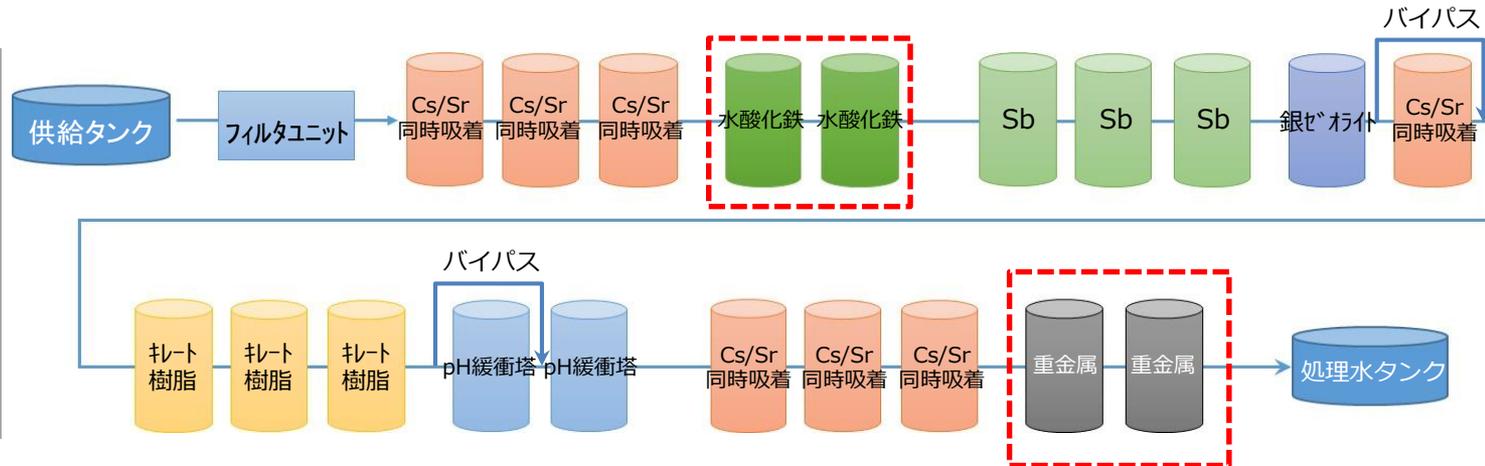
- 高性能ALPSの処理容量は、以下の理由から500m³/日⇒400m³/日に変更する。
 - ✓ 至近の汚染水発生量（約130m³/日）と比較し500m³/日の処理容量は過大であること。
 - ✓ 処理容量を減らすことで除去性能の持続時間の向上が期待できること。
 - ✓ これまでの試運用にて、処理容量400m³/日での運転実績を多く有していること。
 - ✓ なお、高性能ALPSは流量調整弁により容量を制御しているが、調整可能な流量には下限値があることから400m³/日としている。



<参考> 2022年2月の運転後の対応について

- 2022年2月の運転では処理水が告示濃度比総和 1（主要7核種評価）を上回ったことを受け、吸着塔（重金属，キレート樹脂）を交換するとともに、元の吸着塔構成に見直しを実施した。

2022年2月の吸着塔配置



2022年5月の吸着塔配置

告示濃度比総和1未満の除去処理性能確認

