

多核種除去設備について

平成24年2月 27日

東京電力株式会社

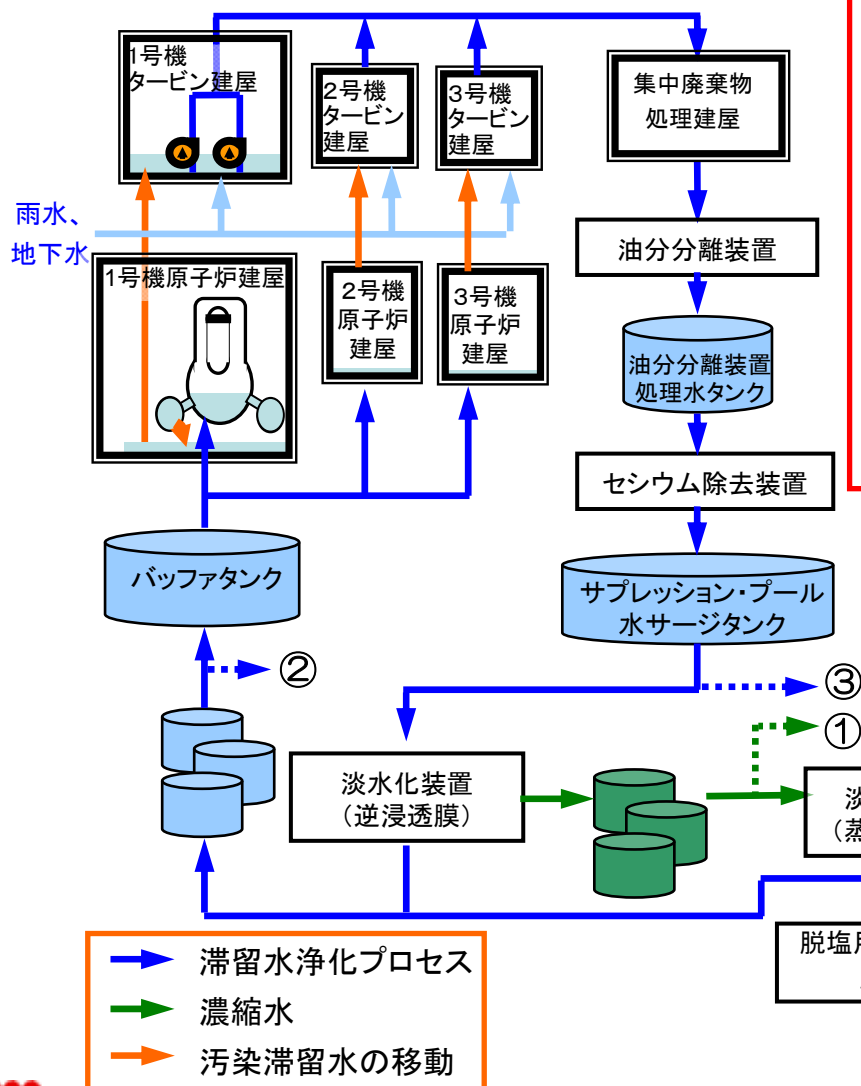


東京電力

1. 多核種除去設備の設置について

H24.1.23中長期対策会議
運営会議（第2回会合）
配付資料より抜粋

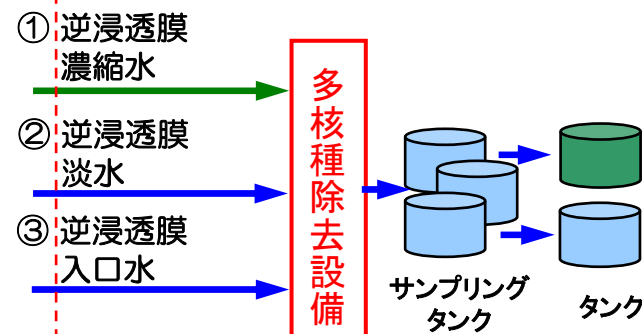
■ 「多核種除去設備」設置の背景



目的 既設水処理設備は主にセシウムを除去するが、処理水の放射性物質の濃度をより一層低く管理するため、
その他の核種についても告示濃度限度以下を目標として除去する必要がある。

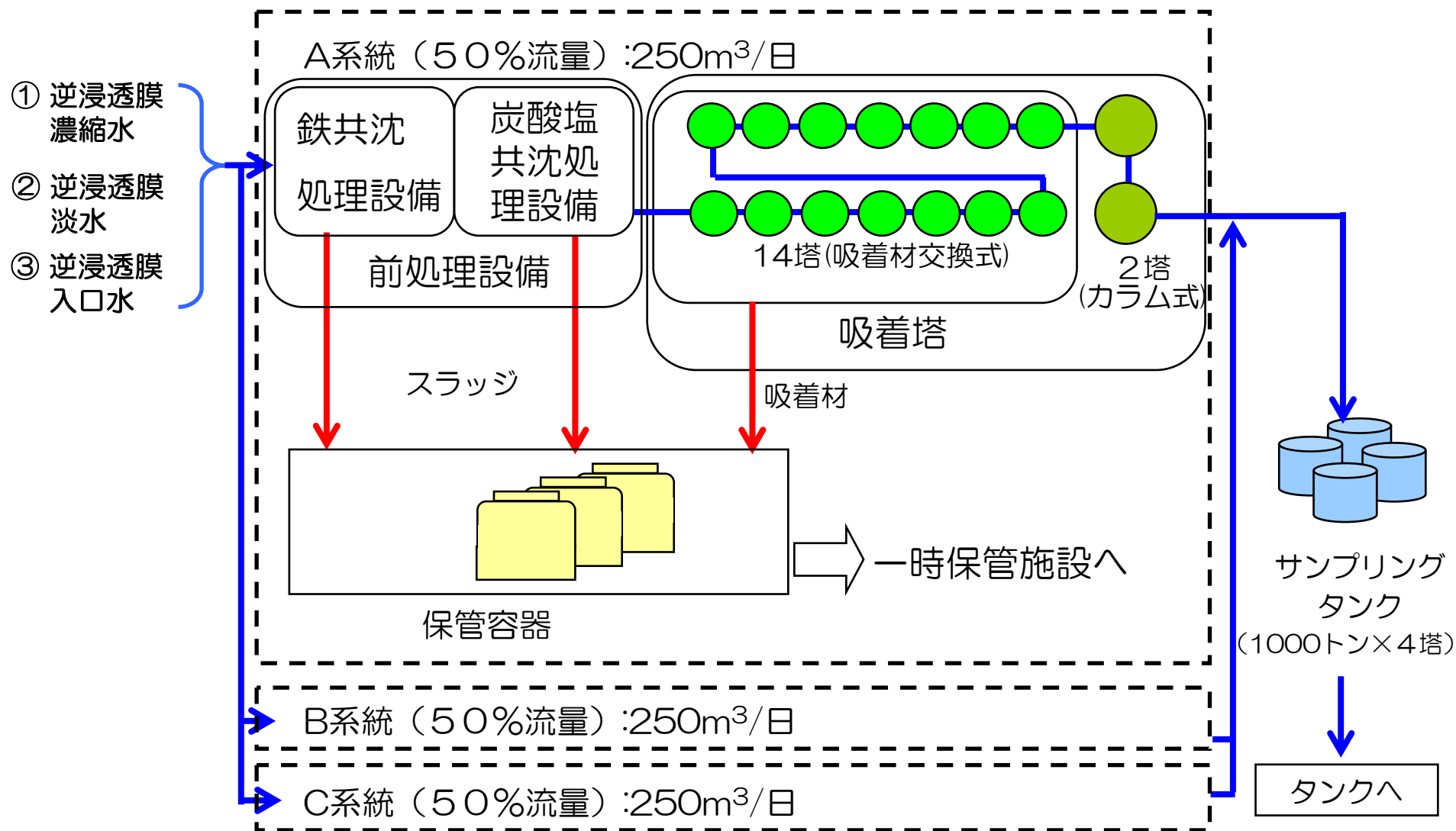
「多核種除去設備」を導入

新規設置範囲



2. 多核種除去設備（ALPS）の概略機器構成

✓ ALPS（Advanced Liquid Processing System）



2.多核種除去設備（ALPS）の概略機器構成

■ 系統構成

- 50% 2系列運転（500m³/日）
- 1 系統は吸着材交換時停止、または、後備設備として待機

■ 主な設備構成

● 前処理設備

- ◆ 鉄共沈処理設備
 - ✓ α 核種の除去、Co-60、Mn-54等の除去
- ◆ 炭酸塩共沈処理設備
 - ✓ 吸着阻害イオン（Mg、Ca等）の除去

● 吸着塔

- ✓ 吸着塔（吸着材交換式、カラム式）：除去する放射性物質に応じた吸着材（活性炭、人工鉱物、キレート樹脂等）により、放射性物質を除去する。

● 廃棄物保管容器取扱設備

- ✓ クレーン
- ✓ 廃棄物移送ポンプ、配管

3. 基礎試験結果の状況

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（1/2）

- ①逆浸透膜濃縮水、②逆浸透膜淡水、③逆浸透膜入口水のうち、放射性物質の濃度が高い①③を対象に試験を実施した。（参考4参照）
- γ 核種については、除去対象として着目した核種に対して検出限界値（ND）未満まで除去出来ることを確認（45核種）
- β 核種については、全 β 放射能測定で100万～1000万分の1程度まで浄化可能であることが確認された。現在、更なる浄化のため、有意な濃度で存在する核種の特定を実施中（3月上旬に測定完了）
→核種の特定後に設計へ反映して除去を行う。
- α 核種については、全 α 放射能測定の結果、検出限界値（ND）未満となっており、各核種の濃度については評価中。

単位：Bq/L

		告示濃度限度	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水	
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後
γ 核種	I-131 (約8日)	40	-	-	-	-
	Cs-134 (約2年)	60	4300	ND < 0.26	3400	ND < 0.27
	Cs-137 (約30年)	90	6100	ND < 0.30	ND < 460	ND < 0.32
	Mn-54 (約310日)	1000	14000	ND < 0.11	45000	ND < 0.12
	Co-58 (約71日)	1000	ND < 540	ND < 0.11	1200	ND < 0.12

3. 基礎試験結果の状況

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（2 / 2）

単位：Bq/L

		告示濃度限度	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水	
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後
γ 核種	Co-60 (約5年)	200	3900	ND < 0.16	14000	ND < 0.12
	Ru-103 (約40日)	1000	ND < 970	ND < 0.13	510	ND < 0.14
	Ru-106 (約370日)	100	ND < 7600	ND < 1.1	ND < 4700	ND < 1.1
	Sb-124 (約60日)	300	ND < 1800	ND < 0.27	ND < 1800	ND < 0.28
	Sb-125 (約3年)	800	63000	ND < 0.38	140000	ND < 0.37
	Ba-140 (約13日)	300	ND < 3400	ND < 0.48	ND < 1700	ND < 0.51
	La-140 (約40時間)	400	-	-	-	-
全β放射能			230000000	31	43000000	68
全α放射能			16	ND < 0.066	0.46	ND < 0.066

※ 本分析における放射能濃度が検出限界値未満となる場合は、NDと記載し、検出限界値を「<〇〇」と表記。

※ ()内は、半減期を示す。

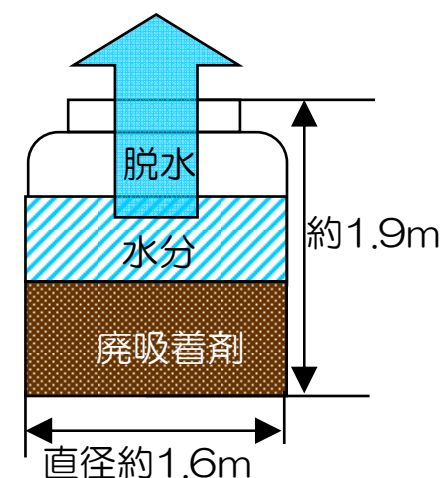
※ I-131、La-140については、至近の滞留水の測定結果で検出されていないことから測定対象としていない。

4. 廃棄物の保管方法、発生量について

■ 廃棄物の保管方法、発生量について

廃棄物は、保管容器に移送し構内一時保管施設で保管する。

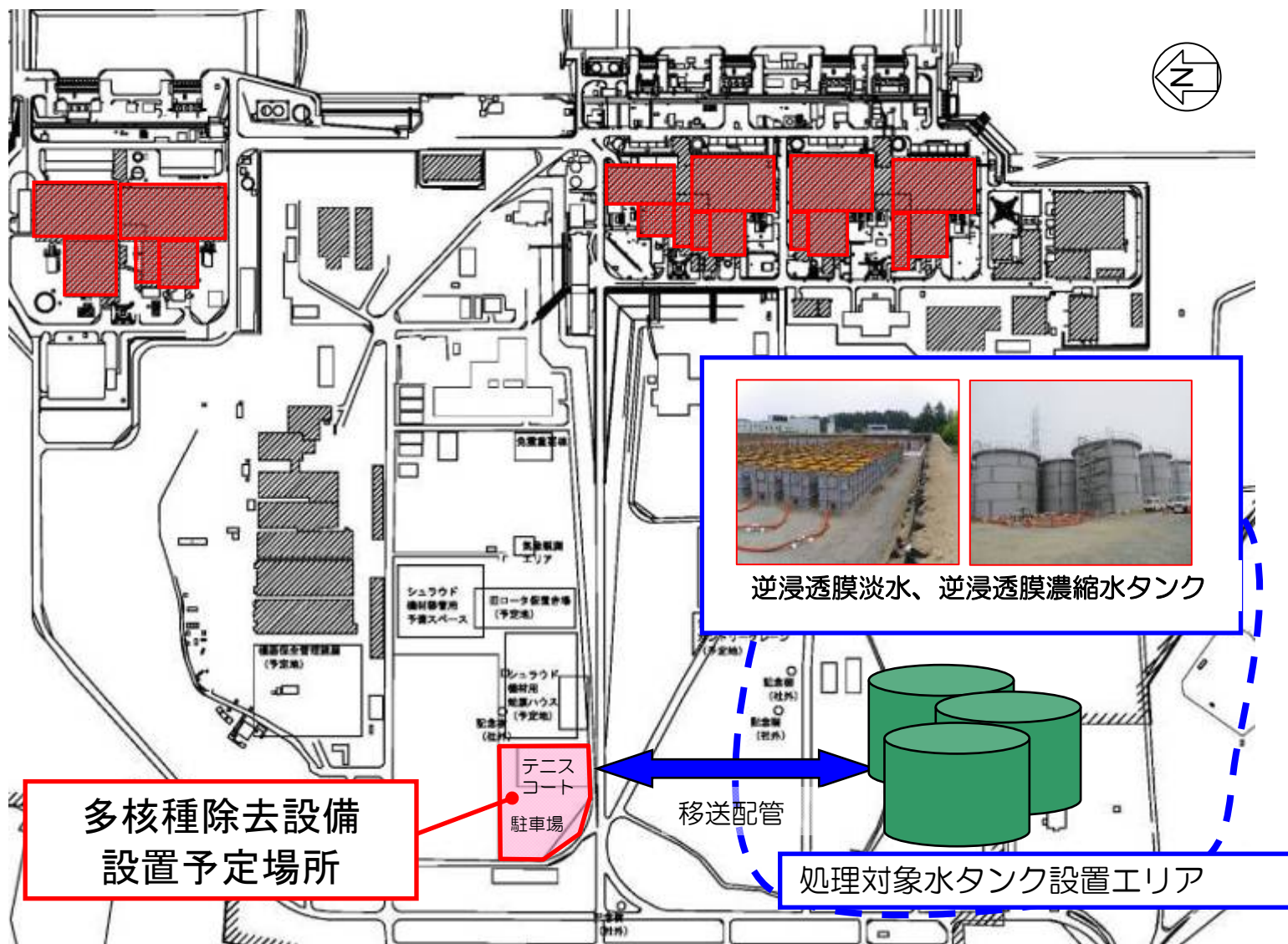
発生する 廃棄物	○放射性物質を吸着した後の吸着材 ○前処理設備から発生するスラッジ
保管方法	○保管容器に入れ脱水し保管する ○交換頻度の少ない吸着材はカラムごと交換する
保管容器の 発生量	○逆浸透膜入口水処理 ・保管容器:約0.5基/日(約180基/年) ・カラム:約0.04基/日(約15基/年) ○逆浸透膜濃縮水処理 ・保管容器:約1.3基/日(約470基/年) ・カラム:約0.04基/日(約15基/年)
保管容器の 大きさ	直径約1.6×高さ約1.9m(円筒形状)
保管期間	約20年(この期間中に処分方法の研究開発を進める予定。保管容器の耐用年数は、20年以上と評価している。)



保管容器イメージ

5. 多核種除去設備の設置予定場所

■ 多核種除去設備の設置予定場所



■ 参考

参考1 今後の予定

■設備導入スケジュール

	H24 1月			2月	3月	H24年度 上期		
	上旬	中旬	下旬					
検討・設計	基礎試験実施・試験結果評価			●				
	●			基本設計・詳細設計				
現場作業	☁️ : 工程調整中			●				
				●				
			●			基礎・サンプリングタンク・設備設置工事		

参考2 除去対象として着目した核種の選定

■ 除去対象として着目した核種の選定

地震発生から約1年後の滞留水中の核分裂生成物（FP核種）、超ウラン元素及び腐食生成物核種（CP核種）の推定濃度を算出し、推定濃度が告示濃度限度に対して1/100を超える核種に対して着目し、基礎試験により除去性能の評価を行った。

✓ 核分裂生成物（FP核種）、超ウラン元素

→核分裂によって生じた核種、及びそれらから放射性崩壊によって生じたもの（Cs、Sr等）。原子炉の運転により、生成した超ウラン元素（Pu等）

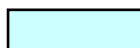
✓ 腐食生成核種（CP核種）


→原子炉プラントを構成している機器、装置、配管などの構成材料の腐食によって生成された物質が放射化したもの（Fe、Co、Mn等）


参考3 基礎試験結果のまとめ

■ 基礎試験結果のまとめ

分類	核種	分類	核種	分類	核種	分類	核種
FP核種	1 Rb-86	FP核種	17 Sn-126	FP核種	33 Ce-141	超ウラン 元素	49 Pu-240
	2 Sr-89		18 Sb-124		34 Ce-144		50 Pu-241
	3 Sr-90		19 Sb-125		35 Pr-144		51 Am-241
	4 Y-90		20 Te-123m		36 Pr-144m		52 Am-242m
	5 Y-91		21 Te-125m		37 Pm-146		53 Am-243
	6 Nb-95		22 Te-127		38 Pm-147		54 Cm-242
	7 Tc-99		23 Te-127m		39 Pm-148		55 Cm-243
	8 Ru-103		24 Te-129		40 Pm-148m		56 Cm-244
	9 Ru-106		25 Te-129m		41 Sm-151		57 Mn-54
	10 Rh-103m		26 I-129		42 Eu-152	58 Fe-59	
	11 Rh-106		27 Cs-134		43 Eu-154	59 Co-58	
	12 Ag-110m		28 Cs-135		44 Eu-155	60 Co-60	
	13 Cd-113m		29 Cs-136		45 Gd-153	61 Ni-63	
	14 Cd-115m		30 Cs-137		46 Tb-160	62 Zn-65	
	15 Sn-119m		31 Ba-137m		超ウラン 元素	47 Pu-238	
	16 Sn-123		32 Ba-140			48 Pu-239	

 告示濃度限度未満、検出限界値(ND)未満と評価したもの（ γ 核種：45核種、 β 核種：3核種）

 全 α 放射能測定の結果、検出限界値（ND）未満となっており、各核種の濃度について評価中。（ α 核種：9核種）

 測定、評価が完了していない核種（ β 核種：5核種）

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（1/7）

- ①逆浸透膜濃縮水、②逆浸透膜淡水、③逆浸透膜入口水のうち、放射性物質の濃度が高い①③を対象に試験を実施した。
- γ 核種については、除去対象として着目した核種に対して検出限界値（ND）未満まで除去出来ることを確認（45核種）
- β 核種については、全 β 放射能測定で100万～1000万分の1程度まで浄化可能であることが確認された。現在、更なる浄化のため、有意な濃度で存在する核種の特定を実施中（3月上旬に測定完了）
→核種の特定後に設計へ反映して除去を行う。
- α 核種については、全 α 放射能測定の結果、検出限界値（ND）未満となっており、各核種の濃度について評価中。

※下記の評価結果は速報値であり、今後の検討結果により見直すことがある。

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
1	Rb-86 (約19日)	300	ND < 4800	ND < 1.4	ND < 3500	ND < 1.5	
2	Sr-89 (約51日)	300	51000000	測定、評価 未完了	11000000	測定、評価 未完了	
3	Sr-90 (約29年)	30	120000000	測定、評価 未完了	16000000	測定、評価 未完了	
4	Y-90 (約3日)	300	120000000	測定、評価 未完了	16000000	測定、評価 未完了	

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（2/7）

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
5	Y-91 (約59日)	300	ND < 130000	ND < 47	ND < 73000	ND < 52	
6	Nb-95 (約35日)	1000	ND < 540	ND < 0.14	ND < 330	ND < 0.13	
7	Tc-99 (約210000年)	1000	6.9	ND < 0.40	17	ND < 0.40	
8	Ru-103 (約39日)	1000	ND < 970	ND < 0.13	510	ND < 0.14	
9	Ru-106 (約1年)	100	ND < 7600	ND < 1.1	ND < 4700	ND < 1.1	
10	Rh-103m (約2分)	200000	ND < 970	ND < 0.13	510	ND < 0.14	
11	Rh-106 (約30秒)	300000	ND < 7600	ND < 1.1	ND < 4700	ND < 1.1	
12	Ag-110m (約25秒)	300	ND < 760	ND < 0.13	ND < 430	ND < 0.13	
13	Cd-113m (約14年)	40	ND < 760	ND < 0.13	ND < 430	ND < 0.13	
14	Cd-115m (約45日)	300	ND < 760	ND < 0.13	ND < 430	ND < 0.13	

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（3/7）

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
15	Sn-119m (約290日)	2000	63000	ND < 0.38	140000	ND < 0.37	
16	Sn-123 (約130日)	400	ND < 68000	ND < 22	ND < 57000	ND < 25	
17	Sn-126 (約100000年)	200	63000	ND < 0.38	140000	ND < 0.37	
18	Sb-124 (約60日)	300	ND < 1800	ND < 0.27	ND < 1800	ND < 0.28	
19	Sb-125 (約3年)	800	63000	ND < 0.38	140000	ND < 0.37	
20	Te-123m (約120日)	600	ND < 1700	ND < 0.15	ND < 710	ND < 0.12	
21	Te-125m (約57日)	900	63000	ND < 0.38	140000	ND < 0.37	
22	Te-127 (約9時間)	5000	ND < 94000	ND < 24	ND < 47000	ND < 18	
23	Te-127m (約110日)	300	ND < 94000	ND < 24	ND < 47000	ND < 18	
24	Te-129 (約70分)	10000	ND < 14000	ND < 10	ND < 7500	ND < 12	

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（4/7）

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
25	Te-129m (約34日)	300	ND < 22000	ND < 3.5	ND < 13000	ND < 4.2	
26	I-129 (約15700000年)	9	ND < 1900	ND < 0.90	ND < 1500	ND < 0.90	
27	Cs-134 (約2年)	60	4300	ND < 0.26	3400	ND < 0.27	
28	Cs-135 (約2300000年)	600	ND < 6100	ND < 0.30	ND < 460	ND < 0.32	
29	Cs-136 (約13日)	300	ND < 580	ND < 0.11	ND < 310	ND < 0.11	
30	Cs-137 (約30年)	90	6100	ND < 0.30	ND < 460	ND < 0.32	
31	Ba-137m (約3分)	800000	ND < 6100	ND < 0.30	ND < 460	ND < 0.32	
32	Ba-140 (約13日)	300	ND < 3400	ND < 0.48	ND < 1700	ND < 0.51	
33	Ce-141 (約33日)	1000	ND < 3100	ND < 0.29	ND < 1300	ND < 0.30	
34	Ce-144 (約285日)	200	ND < 14000	ND < 0.89	ND < 5000	ND < 0.98	

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（5/7）

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
35	Pr-144 (約17分)	20000	ND < 81000	ND < 180	ND < 47000	ND < 220	
36	Pr-144m (約7分)	40000	ND < 81000	ND < 180	ND < 47000	ND < 220	
37	Pm-146 (約6年)	900	ND < 1300	ND < 0.18	ND < 680	ND < 0.18	
38	Pm-147 (約3年)	3000	ND < 980	ND < 0.37	ND < 530	ND < 0.40	
39	Pm-148 (約5日)	300	ND < 820	ND < 0.11	ND < 430	ND < 0.13	
40	Pm-148m (約41日)	500	ND < 820	ND < 0.11	ND < 430	ND < 0.13	
41	Sm-151 (約90年)	8000	ND < 980	ND < 0.37	ND < 530	ND < 0.40	
42	Eu-152 (約14年)	600	ND < 3800	ND < 0.48	ND < 2000	ND < 0.53	
43	Eu-154 (約9年)	400	ND < 980	ND < 0.37	ND < 530	ND < 0.40	
44	Eu-155 (約5年)	3000	ND < 980	ND < 0.37	ND < 530	ND < 0.40	

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（6/7）

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
45	Gd-153 (約240日)	3000	ND < 2200	ND < 0.37	ND < 1100	ND < 0.40	
46	Tb-160 (約72日)	500	ND < 2200	ND < 0.37	ND < 1100	ND < 0.40	
47	Pu-238 (約88年)	4	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
48	Pu-239 (約24110年)	4	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
49	Pu-240 (約6563年)	4	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
50	Pu-241 (約14年)	200	-	測定、評価 未完了	-	測定、評価 未完了	
51	Am-241 (約432年)	5	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
52	Am-242m (約141年)	5	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
53	Am-243 (約7370年)	5	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
54	Cm-242 (約163日)	60	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価

参考4 基礎試験結果の状況（まとめ）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果（7/7）

単位：Bq/L

No.	核種	告示濃度限度)	逆浸透膜入口水		逆浸透膜濃縮水		備考
			多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	多核種除去設備 処理前	多核種除去設備 処理後	
55	Cm-243 (約29年)	6	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
56	Cm-244 (約18年)	7	評価中	評価中	評価中	評価中	全α放射能測定 結果より評価
57	Mn-54 (約312年)	1000	14000	ND < 0.11	45000	ND < 0.12	
58	Fe-59 (約45日)	400	ND < 780	ND < 0.22	ND < 600	ND < 0.24	
59	Co-58 (約71日)	1000	ND < 540	ND < 0.11	1200	ND < 0.12	
60	Co-60 (約5年)	200	3900	ND < 0.16	14000	ND < 0.12	
61	Ni-63 (約100年)	6000	測定、評価 未完了	測定、評価 未完了	測定、評価 未完了	測定、評価 未完了	
62	Zn-65 (約240日)	200	ND < 820	0.26	ND < 630	ND < 0.25	
全β放射能			230000000	31	43000000	68	
全α放射能			16	ND < 0.066	0.46	ND < 0.066	

※ 本分析における放射能濃度が検出限界値未満となる場合は、NDと記載し、検出限界値を「<〇〇」と表記。

※ ()内は、半減期を示す。