

多核種除去設備について

平成24年3月 28日

東京電力株式会社



東京電力

TEPCO

1. 多核種除去設備の設置について

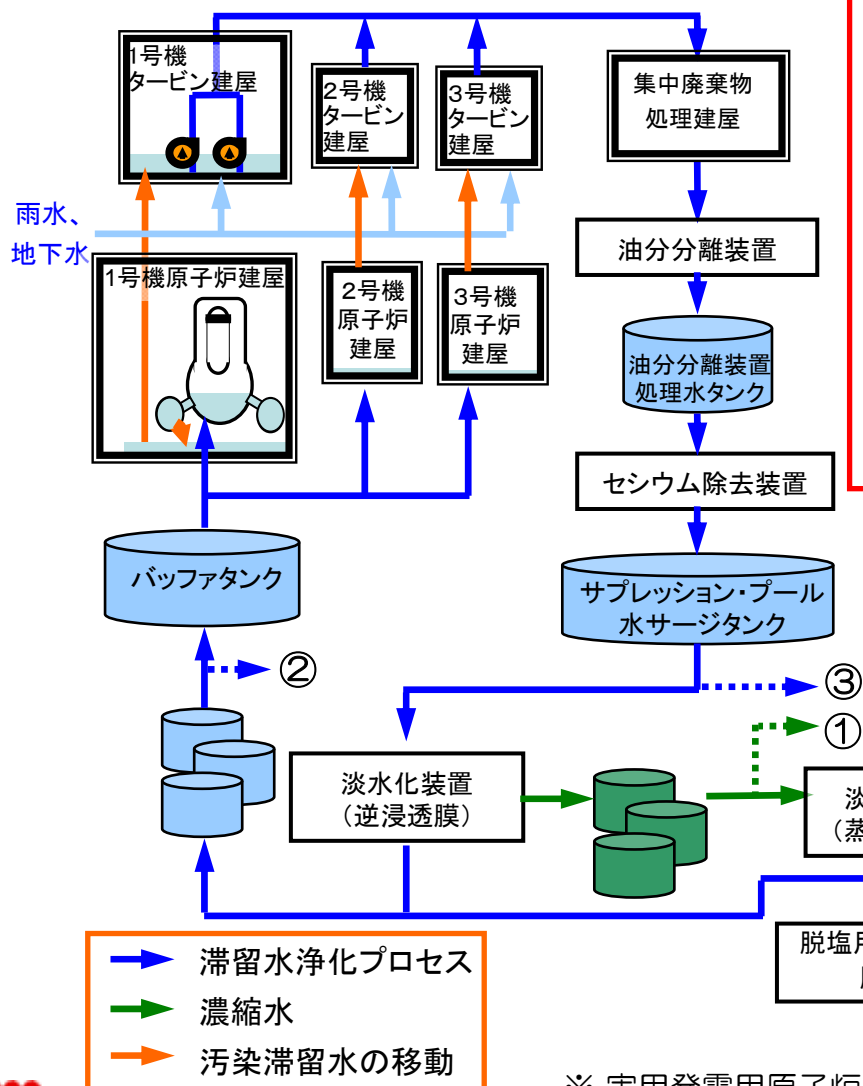
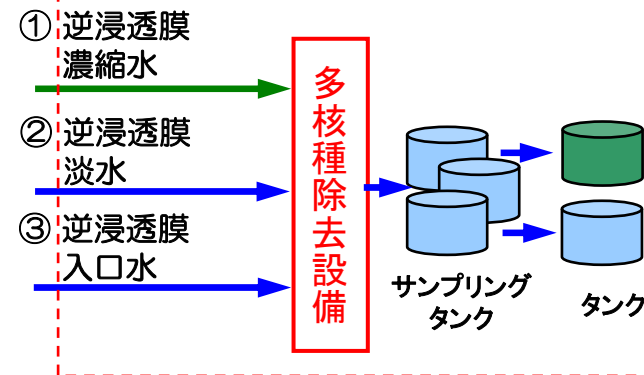
H24.2.27中長期対策会議
運営会議（第3回会合）
配付資料に一部加筆

■ 「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

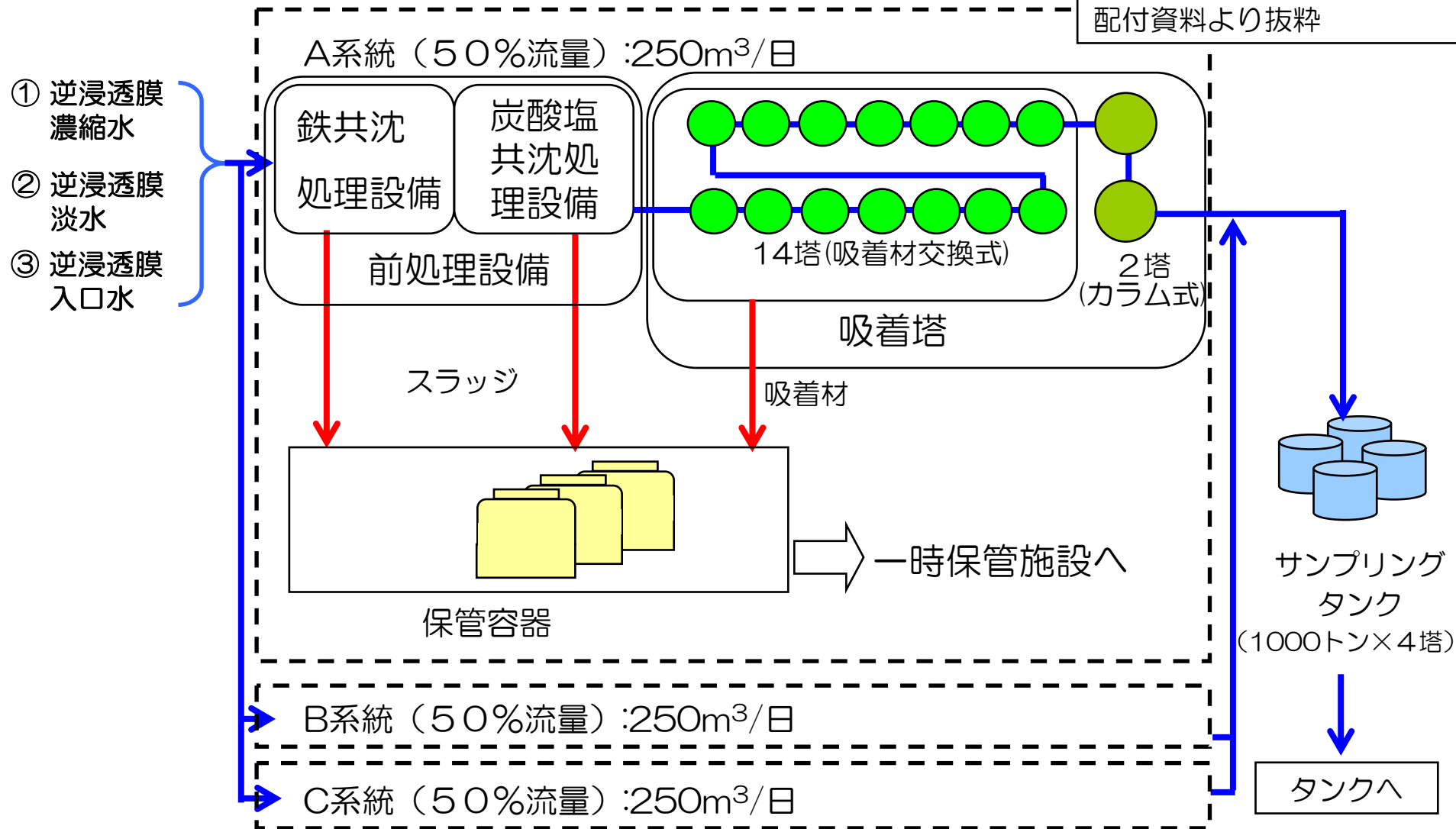


※ 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規制の規定に基づく線量限度を定める告示

2. 多核種除去設備（ALPS）の概略機器構成

✓ ALPS (Advanced Liquid Processing System)

H24.2.27中長期対策会議
運営会議（第3回会合）
配付資料より抜粋



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

H24.2.27中長期対策会議
運営会議（第3回会合）
配付資料より抜粋

■ 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

■ 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、除去対象として着目した核種(62核種)全てに対して告示濃度限度以下まで除去できることを確認。

さらに、

- γ 核種は、検出限界値(ND)未満まで除去出来ることを確認(45核種)。
- β 核種は、8核種のうち5核種が検出限界値(ND)未満まで除去できることを確認し、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ものの、一部の β 核種（Sr-89,Sr-90,Y-90）が僅かに検出されているため、更なる浄化のための設備設計を進めていく。
- 全 β 放射能測定結果には、Sr-89,Sr-90,Y-90の他、天然由来のK-40が相当量含まれていることを確認。
- 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、個々の告示濃度限度と比較しても十分に低い値であることを確認(9核種)。

3. 基礎試験結果

■ 多核種除去設備の基礎試験結果 (2/2)

単位：Bq/L

	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		
		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	Cs-134 (約2年)	60	2500	ND < 0.27	4300	ND < 0.26
	Cs-137 (約30年)	90	3900	ND < 0.32	6100	ND < 0.30
	Mn-54 (約310日)	1000	45000	ND < 0.12	14000	ND < 0.11
	Co-58 (約71日)	1000	1200	ND < 0.12	ND < 540	ND < 0.11
	Co-60 (約5年)	200	14000	ND < 0.12	3900	ND < 0.16
	Ru-103 (約40日)	1000	510	ND < 0.14	ND < 970	ND < 0.13
	Ru-106 (約370日)	100	7800	ND < 1.1	35000	ND < 1.1
	Sb-124 (約60日)	300	270	ND < 0.28	ND < 490	ND < 0.27
	Sb-125 (約3年)	800	140000	ND < 0.37	63000	ND < 0.38
	Ba-140 (約13日)	300	ND < 1700	ND < 0.51	ND < 3400	ND < 0.48
全β放射能		43000000	68	230000000	31	
全α放射能		0.46	ND < 0.066	16	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。

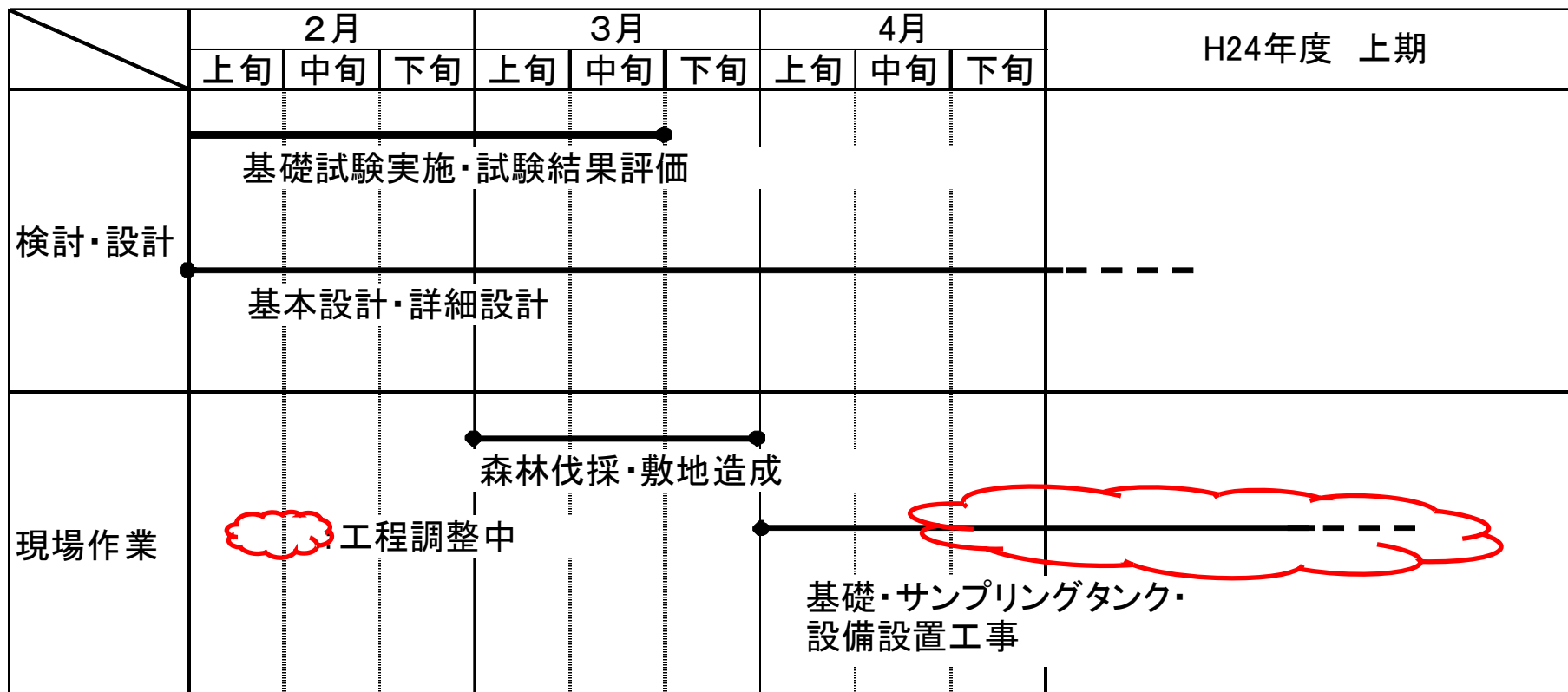
3. 基礎試験結果

■基礎試験結果のまとめ

- ✓逆浸透膜濃縮水、逆浸透膜入口水を対象とした基礎試験の結果、除去対象として着目した核種(62核種)の処理済水中の濃度が告示濃度限度以下となるまで除去できることを確認した。
- ✓上記以外の告示に記載の核種(トリチウムを除く)については、除去対象として着目した核種の選定過程で告示濃度限度以下であると評価した。
- ✓基礎試験の結果より、発生する二次廃棄物の性状を踏まえ、廃棄物処分の方法について検討を進めていく。

参考1 今後の予定

■設備導入スケジュール



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）

→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）。

✓超ウラン元素

→原子炉の運転により、生成したもの（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	CP核種	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：5核種）。
 α 核種：9核種（Pu-238、239、240、Am-241、242m、243、Cm-242、243、244）
 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、個々の告示濃度限度
 と比較しても十分に低い値であることを確認

告示濃度限度未満であるが、検出されたもの（ β 核種：3核種）

参考4 基礎試験結果（測定データの詳細）（1/6）

■ 多核種除去設備の基礎試験結果

単位：Bq/L

No.	核種 (半減期)	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		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 < 3500	ND < 1.5	ND < 4800	ND < 1.4	
2	Sr-89 (約51日)	300	11000000	0.79 ※1	51000000	0.65 ※2	検出限界値(ND) ※1：0.18 ※2：0.18
3	Sr-90 (約29年)	30	16000000	4.7 ※3	120000000	2.6 ※4	検出限界値(ND) ※3：0.066 ※4：0.061
4	Y-90 (約64時間)	300	16000000	4.7 ※5	120000000	2.6 ※6	検出限界値(ND) ※5：0.066 ※6：0.061
5	Y-91 (約59日)	300	ND < 73000	ND < 52	ND < 130000	ND < 47	
6	Nb-95 (約35日)	1000	ND < 330	ND < 0.13	ND < 540	ND < 0.14	
7	Tc-99 (約210000年)	1000	17	ND < 0.40	6.9	ND < 0.40	
8	Ru-103 (約40日)	1000	510	ND < 0.14	ND < 970	ND < 0.13	
9	Ru-106 (約370日)	100	7800	ND < 1.1	35000	ND < 1.1	
10	Rh-103m (約56分)	200000	510	ND < 0.14	ND < 970	ND < 0.13	
11	Rh-106 (約30秒)	300000	7800	ND < 1.1	35000	ND < 1.1	

参考4 基礎試験結果（測定データの詳細）（2/6）

単位：Bq/L

No.	核種 (半減期)	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		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	
12	Ag-110m (約250日)	300	ND < 430	ND < 0.13	ND < 760	ND < 0.13	
13	Cd-113m (約15年)	40	ND < 430	ND < 0.13	ND < 760	ND < 0.13	
14	Cd-115m (約45日)	300	ND < 430	ND < 0.13	ND < 760	ND < 0.13	
15	Sn-119m (約290日)	2000	140000	ND < 0.37	63000	ND < 0.38	
16	Sn-123 (約130日)	400	ND < 57000	ND < 25	ND < 68000	ND < 22	
17	Sn-126 (約1000000年)	200	140000	ND < 0.37	63000	ND < 0.38	
18	Sb-124 (約60日)	300	270	ND < 0.28	ND < 490	ND < 0.27	
19	Sb-125 (約3年)	800	140000	ND < 0.37	63000	ND < 0.38	
20	Te-123m (約120日)	600	ND < 710	ND < 0.12	ND < 1700	ND < 0.15	
21	Te-125m (約58日)	900	140000	ND < 0.37	63000	ND < 0.38	
22	Te-127 (約9時間)	5000	ND < 47000	ND < 18	ND < 94000	ND < 24	

参考4 基礎試験結果（測定データの詳細）（3/6）

単位：Bq/L

No.	核種 (半減期)	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		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	
23	Te-127m (約110日)	300	ND < 47000	ND < 18	ND < 94000	ND < 24	
24	Te-129 (約70分)	10000	ND < 7500	ND < 12	ND < 14000	ND < 10	
25	Te-129m (約34日)	300	ND < 13000	ND < 4.2	ND < 22000	ND < 3.5	
26	I-129 (約16000000年)	9	ND < 1500	ND < 0.90	ND < 1900	ND < 0.90	
27	Cs-134 (約2年)	60	2500	ND < 0.27	4300	ND < 0.26	
28	Cs-135 (約30000000年)	600	3900	ND < 0.32	6100	ND < 0.30	
29	Cs-136 (約13日)	300	ND < 310	ND < 0.11	ND < 580	ND < 0.11	
30	Cs-137 (約30年)	90	3900	ND < 0.32	6100	ND < 0.30	
31	Ba-137m (約3分)	800000	3900	ND < 0.32	6100	ND < 0.30	
32	Ba-140 (約13日)	300	ND < 1700	ND < 0.51	ND < 3400	ND < 0.48	
33	Ce-141 (約32日)	1000	ND < 1300	ND < 0.30	ND < 3100	ND < 0.29	

参考4 基礎試験結果（測定データの詳細）（4/6）

単位：Bq/L

No.	核種 (半減期)	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		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	
34	Ce-144 (約280日)	200	ND < 5000	ND < 0.98	ND < 14000	ND < 0.89	
35	Pr-144 (約17分)	20000	ND < 47000	ND < 220	ND < 81000	ND < 180	
36	Pr-144m (約7分)	40000	ND < 47000	ND < 220	ND < 81000	ND < 180	
37	Pm-146 (約6年)	900	ND < 680	ND < 0.18	ND < 1300	ND < 0.18	
38	Pm-147 (約3年)	3000	ND < 530	ND < 0.40	ND < 980	ND < 0.37	
39	Pm-148 (約5日)	300	ND < 430	ND < 0.13	ND < 820	ND < 0.11	
40	Pm-148m (約41日)	500	ND < 430	ND < 0.13	ND < 820	ND < 0.11	
41	Sm-151 (約87年)	8000	ND < 530	ND < 0.40	ND < 980	ND < 0.37	
42	Eu-152 (約13年)	600	ND < 2000	ND < 0.53	ND < 3800	ND < 0.48	
43	Eu-154 (約9年)	400	ND < 530	ND < 0.40	ND < 980	ND < 0.37	
44	Eu-155 (約5年)	3000	ND < 530	ND < 0.40	ND < 980	ND < 0.37	

参考4 基礎試験結果（測定データの詳細）（5/6）

単位：Bq/L

No.	核種 (半減期)	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		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 < 1100	ND < 0.40	ND < 2200	ND < 0.37	
46	Tb-160 (約72日)	500	ND < 1100	ND < 0.40	ND < 2200	ND < 0.37	
47	Pu-238 (約88年)	4	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
48	Pu-239 (約24000年)	4	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
49	Pu-240 (約6600年)	4	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
50	Pu-241 (約14年)	200	-	ND < 1	-	ND < 1	
51	Am-241 (約430年)	5	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
52	Am-242m (約150年)	5	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
53	Am-243 (約7400年)	5	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
54	Cm-242 (約160日)	60	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
55	Cm-243 (約29年)	6	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照

参考4 基礎試験結果（測定データの詳細）（6/6）

単位：Bq/L

No.	核種 (半減期)	炉規則告示濃度限度 (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)	①逆浸透膜濃縮水		③逆浸透膜入口水		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	
56	Cm-244 (約18年)	7	※7	※8	※9	※10	全α放射能の 測定結果参照
57	Mn-54 (約310日)	1000	45000	ND < 0.12	14000	ND < 0.11	
58	Fe-59 (約45日)	400	ND < 600	ND < 0.24	ND < 780	ND < 0.22	
59	Co-58 (約71日)	1000	1200	ND < 0.12	ND < 540	ND < 0.11	
60	Co-60 (約5年)	200	14000	ND < 0.12	3900	ND < 0.16	
61	Ni-63 (約100年)	6000	1400	ND < 9.9	570	ND < 10	
62	Zn-65 (約240日)	200	ND < 630	ND < 0.25	ND < 820	ND < 0.26	
全β放射能			43000000	68	230000000	31	
全α放射能			0.46 ※1	ND < 0.066 ※2	16 ※3	ND < 0.066 ※4	

※7～10 全α放射能濃度は、α核種（Pu-238、239、240、Am-241、242m、243、Cm-242、243、244）9核種の濃度を含めた濃度を示している。

・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。