

多核種除去設備 ホット試験における除去性能評価及び除去性能向上策について

平成25年1月30日

東京電力株式会社



東京電力

ホット試験における除去性能評価及び除去性能向上策の概要

■ホット試験における除去性能評価

多核種除去設備で汚染水（RO濃縮塩水）を用いたホット試験を行い、除去対象とする62核種について、除去性能を評価。A、B、C系のホット試験における処理済水の分析の結果、これまで以下の事項を確認。

- 主要な核種であるSr-90の放射能濃度は、1/1億～1/10億程度に低減
- Co-60、Ru-106(Rh-106)、Sb-125(Te-125m)、I-129が検出

()内は放射平衡となる核種

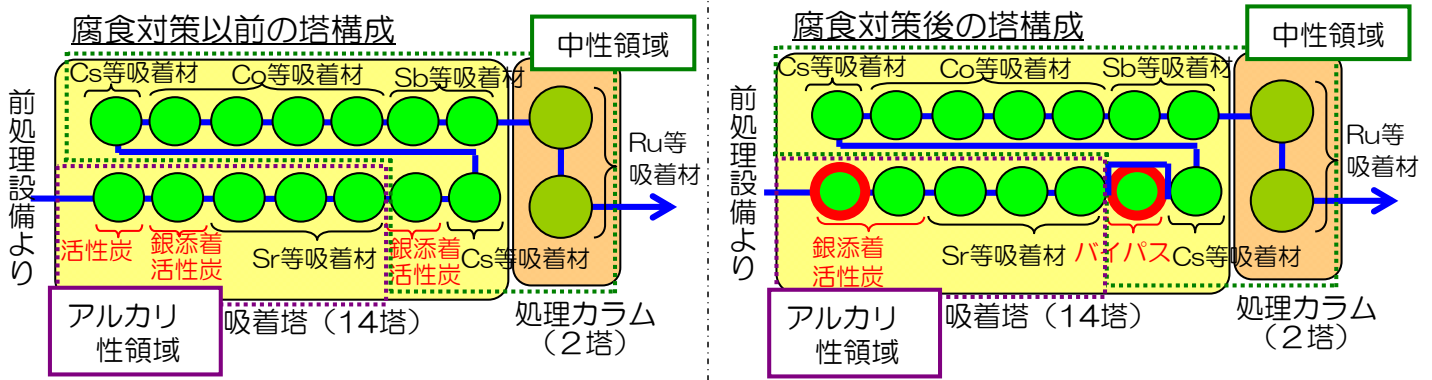
■除去性能向上策

- ラボ試験において、核種が検出されている多核種除去設備の処理済水を**活性炭系吸着材へ通水することにより、除去性能の向上が見込める**ことを確認
- ラボ試験では、長期間の除去性能維持を確認できないため、試験用カラムに活性炭系吸着材等を充填した試験装置を実機に接続しての**通水試験（インプラント通水試験）を1/24より実施中**
- また、実機への反映として、活性炭系吸着材用の**吸着塔追設を計画**

ホット試験の概要

■ホット試験概要

- ▶ 多核種除去設備の放射性物質の”除去性能”及び運転の間”除去性能が維持されること”を確認する目的で、汚染水（RO濃縮塩水）を用いての通水試験（ホット試験）をA系：H25.3.30、B系：H25.6.13、C系：H25.9.27より実施
- ▶ C系ホット試験は、腐食対策の一環として従来から塔構成を変更※（A系、B系についても腐食対策後のホット試験は塔構成を変更して実施）



※中性領域での活性炭系吸着材の使用は、腐食の加速要因となる可能性が確認されたことから、吸着塔6塔目をバイパス。活性炭系吸着材（活性炭及び銀添着活性炭）の塔数を3塔から2塔へ変更。

ホット試験における除去性能の概要

■除去性能概要（詳細は参考1を参照）

単位：Bq/cm³

核種	Cs-137	Sr-90	Co-60	Ru-106	Sb-125	I-129
告示濃度限度	9E-02	3E-02	2E-01	1E-01	8E-01	9E-03
A系ホット試験 (塔構成変更前) 処理済水 放射能濃度	ND (検出限界値: 2.8E-04)	ND (検出限界値: 1.5E-04)	検出 7.0E-04 (検出限界値: 1.1E-04)	検出 6.9E-03 (検出限界値: 1.2E-03)	検出 9.8E-04 (検出限界値: 4.0E-04)	検出 6.9E-03 (検出限界値: 9.9E-04)
DF※	2.3E+04	1.9E+08	9.4E+02	1.7E+03	2.6E+04	1.3E+01
B系ホット試験 (塔構成変更前) 処理済水 放射能濃度	ND (検出限界値: 2.9E-04)	ND (検出限界値: 1.2E-04)	検出 1.4E-04 (検出限界値: 1.2E-04)	検出 5.1E-03 (検出限界値: 1.2E-03)	ND (検出限界値: 4.0E-04)	検出 3.3E-03 (検出限界値: 9.3E-04)
DF※	5.9E+04	2.9E+08	4.3E+03	2.2E+03	>6.8E+04	2.8E+01
C系ホット試験 (塔構成変更後) 処理済水 放射能濃度	ND (検出限界値: 2.9E-04)	ND (検出限界値: 1.0E-04)	検出 3.7E-04 (検出限界値: 1.2E-04)	検出 3.0E-02 (検出限界値: 1.2E-03)	検出 8.9E-04 (検出限界値: 4.4E-04)	検出 4.6E-02 (検出限界値: 8.9E-04)
DF※	5.9E+04	1.5E+09	3.5E+04	3.0E+03	8.3E+04	2.8E+00

※DF：処理対象水の放射能濃度／処理済み水の放射能濃度

C系ホット試験では、I-129が告示濃度限度を超える濃度で検出されている。これは、コロイド状核種の除去機能が見込まれる吸着塔（活性炭及び銀添着活性炭）を3塔から2塔に変更したことで、コロイド状で存在すると想定されるI-129の除去性能が低下したためと推定。

除去性能向上策の検討（ラボ試験による確認）

■除去性能向上策の検討

- ▶多核種除去設備の処理済水をさらに活性炭吸着材に通水することにより Co-60、Ru-106、Sb-125、I-129 に対する**除去性能の向上が見込めることを確認**（下表及び参考3参照）

単位：Bq/cm³

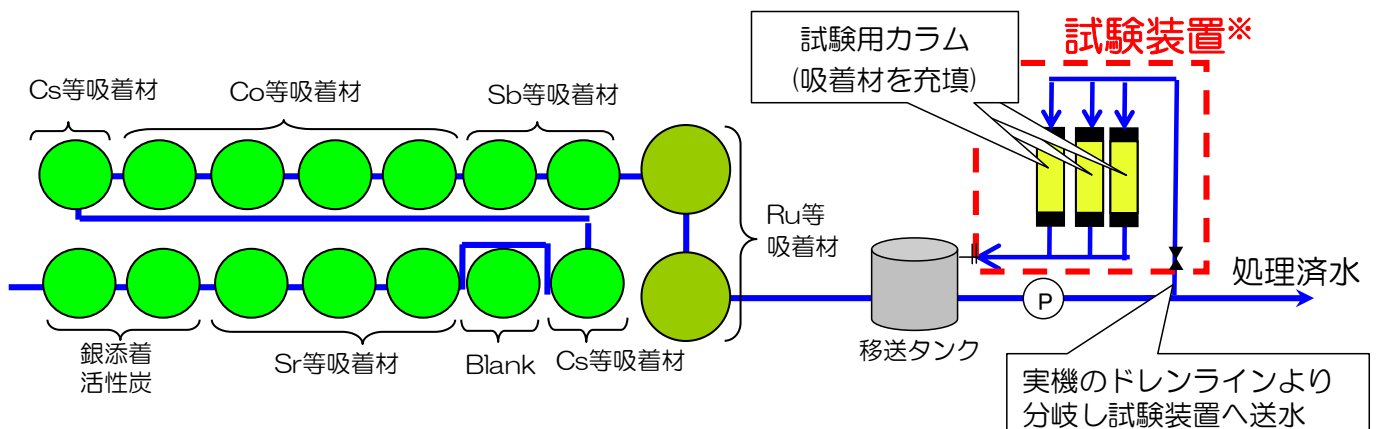
核種	Co-60	Ru-106	Sb-125	I-129
試験装置通水前	ND (検出限界値: 3.1E-02)	検出 2.3E+00	検出 1.1E+01	検出 5.2E-02
試験装置処理済み水 放射能濃度	ND (検出限界値: 1.1E-04)	ND (検出限界値: 1.2E-03)	ND (検出限界値: 3.8E-04)	ND (検出限界値: 2.7E-03)
告示濃度限度	2E-01	1E-01	8E-01	9E-03

測定条件(Co,Ru,Sb)：Ge半導体検出器、2L、40,000秒測定

除去性能向上策の検討（インプラント通水試験計画）

■除去性能向上策の検討

- ▶ラボ試験では、大量の通水を行うことが出来ないため、長期間の除去性能維持を確認出来ない
- ▶そのため、**活性炭系吸着材等を充填した試験装置を実機に接続し、通水試験（インプラント通水試験）を実施し、除去性能の維持を確認していく**
- ▶インプラント通水試験では、活性炭系吸着材の他に代替手段として、他に除去性能向上が見込める吸着材の検証も併せて実施



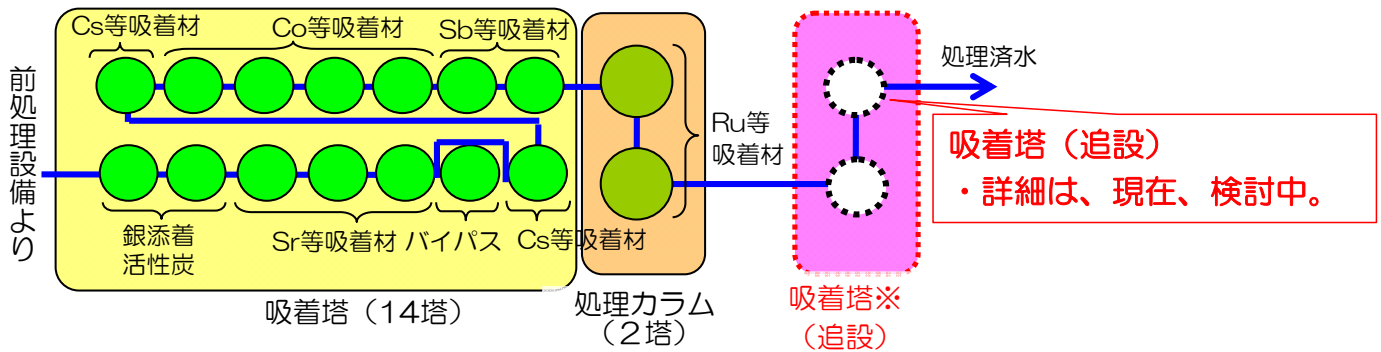
※試験装置は、A系統に設置

除去性能向上策の実機への反映について

■除去性能向上策の実機への反映について

処理カラム後段に**吸着塔を追設し、インプラント通水試験結果を踏まえた吸着材を充填**。なお、吸着塔の設計・製作は、インプラント通水試験と並行して実施

○除去性能向上策を踏まえた実機塔構成（案）



※吸着塔の追設は、3系統全てに実施

今後の予定（除去性能向上策）

■今後の予定（除去性能向上策）

	H26 1月	2月	3月
除去性能向上策	インプラント通水試験装置 (設計・製作・据付・試運転)		▽試験結果評価
	インプラント通水試験 (1/24~)		
	吸着塔 (追設分) 設計・製作・据付		

☁️ 工程調整中

(参考1) A系ホット試験における除去性能評価まとめ

H25.5.30廃炉対策推進会議 事務局会議(第3回)資料より再掲

A系ホット試験における除去性能評価 (1/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水(E Aタンク内RO濃縮水)の放射能濃度 [Bq/cm ³]	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 < 7.0E+00	ND < 1.4E-03	
2	Sr-89 (約51日)	3E-01	ND < 3.4E+03	ND < 9.3E-05	
3	Sr-90 (約29年)	3E-02	2.9E+04	ND < 1.5E-04	
4	Y-90 (約64時間)	3E-01	2.9E+04	ND < 1.5E-04	Sr-90と放射平衡
5	Y-91 (約59日)	3E-01	ND < 2.1E+02	ND < 4.3E-02	
6	Nb-95 (約35日)	1E+00	ND < 8.8E-01	ND < 1.5E-04	
7	Tc-99 (約210000年)	1E+00	3.6E-02	ND < 3.5E-03	
8	Ru-103 (約40日)	1E+00	ND < 1.3E+00	ND < 1.5E-04	
9	Ru-106 (約370日)	1E-01	1.2E+01	6.9E-03	
10	Rh-103m (約56分)	2E+02	ND < 1.3E+00	ND < 1.5E-04	Ru-103と放射平衡
11	Rh-106 (約30秒)	3E+02	1.2E+01	6.9E-03	Ru-106と放射平衡
12	Ag-110m (約250日)	3E-01	ND < 9.5E-01	ND < 1.2E-04	
13	Cd-113m (約15年)	4E-02	ND < 6.1E+03	ND < 2.4E-03	

(参考1) A系ホット試験における除去性能評価まとめ

H25.5.30廃炉対策推進会議 事務局会議(第3回)資料より再掲

A系ホット試験における除去性能評価 (2/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水(E Aタンク内RO濃縮水)の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
14	Cd-115m (約45日)	3E-01	ND < 4.6E+01	ND < 8.2E-03	
15	Sn-119m (約290日)	2E+00	ND < 2.0E+01	ND < 2.8E-03	Sn-123の放射能濃度より評価
16	Sn-123 (約130日)	4E-01	ND < 1.5E+02	ND < 2.1E-02	
17	Sn-126 (約100000年)	2E-01	ND < 7.1E+00	ND < 5.4E-04	
18	Sb-124 (約60日)	3E-01	ND < 1.3E+00	ND < 2.3E-04	
19	Sb-125 (約3年)	8E-01	2.5E+01	9.8E-04	
20	Te-123m (約120日)	6E-01	ND < 1.9E+00	ND < 1.3E-04	
21	Te-125m (約58日)	9E-01	2.5E+01	9.8E-04	Sb-125と放射平衡
22	Te-127 (約9時間)	5E+00	ND < 1.5E+02	ND < 1.8E-02	
23	Te-127m (約110日)	3E-01	ND < 1.5E+02	ND < 1.9E-02	Te-127の放射能濃度より評価
24	Te-129 (約70分)	1E+01	ND < 9.4E+01	ND < 1.1E-02	
25	Te-129m (約34日)	3E-01	ND < 2.9E+01	ND < 3.9E-03	
26	I-129 (約16000000年)	9E-03	9.1E-02	6.9E-03	

(参考1) A系ホット試験における除去性能評価まとめ

H25.5.30廃炉対策推進会議 事務局会議(第3回)資料より再掲

A系ホット試験における除去性能評価 (3/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水(EAタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
27	Cs-134 (約2年)	6E-02	3.1E+00	ND < 2.8E-04	
28	Cs-135 (約3000000年)	6E-01	3.7E-05	ND < 1.7E-09	Cs-137の放射能濃度より評価
29	Cs-136 (約13日)	3E-01	ND < 7.4E-01	ND < 1.2E-04	
30	Cs-137 (約30年)	9E-02	6.3E+00	ND < 2.8E-04	
31	Ba-137m (約3分)	8E+02	6.3E+00	ND < 2.8E-04	Cs-137と放射平衡
32	Ba-140 (約13日)	3E-01	ND < 4.3E+00	ND < 5.0E-04	
33	Ce-141 (約32日)	1E+00	ND < 3.5E+00	ND < 2.7E-04	
34	Ce-144 (約280日)	2E-01	ND < 1.6E+01	ND < 9.8E-04	
35	Pr-144 (約17分)	2E+01	ND < 1.6E+01	ND < 9.8E-04	Ce-144と放射平衡
36	Pr-144m (約7分)	4E+01	ND < 1.6E+01	ND < 9.8E-04	Ce-144と放射平衡
37	Pm-146 (約6年)	9E-01	ND < 1.7E+00	ND < 1.9E-04	
38	Pm-147 (約3年)	3E+00	ND < 2.7E+01	ND < 5.6E-03	Eu-154の放射能濃度より評価
39	Pm-148 (約5日)	3E-01	ND < 2.2E+00	ND < 1.5E-03	

(参考1) A系ホット試験における除去性能評価まとめ

H25.5.30廃炉対策推進会議 事務局会議(第3回)資料より再掲

A系ホット試験における除去性能評価 (4/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水(EAタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
40	Pm-148m (約41日)	5E-01	ND < 9.4E-01	ND < 1.2E-04	
41	Sm-151 (約87年)	8E+00	ND < 1.3E-01	ND < 2.7E-05	Eu-154の放射能濃度より評価
42	Eu-152 (約13年)	6E-01	ND < 6.6E+00	ND < 6.2E-04	
43	Eu-154 (約9年)	4E-01	ND < 1.7E+00	ND < 3.6E-04	
44	Eu-155 (約5年)	3E+00	ND < 8.8E+00	ND < 7.2E-04	
45	Gd-153 (約240日)	3E+00	ND < 8.2E+00	ND < 4.3E-04	
46	Tb-160 (約72日)	5E-01	ND < 2.3E+00	ND < 4.2E-04	
47	Pu-238 (約88年)	4E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
48	Pu-239 (約24000年)	4E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
49	Pu-240 (約6600年)	4E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
50	Pu-241 (約14年)	2E-01	ND < 7.9E-02	ND < 4.6E-03	Pu-238の放射能濃度から評価
51	Am-241 (約430年)	5E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
52	Am-242m (約150年)	5E-03	ND < 1.1E-04	ND < 6.4E-06	Am-241の放射能濃度より評価

(参考1) A系ホット試験における除去性能評価まとめ

H25.5.30廃炉対策推進会議 事務局会議(第3回) 資料より再掲

■ A系ホット試験における除去性能評価 (5/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (E Aタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
53	Am-243 (約7400年)	5E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に包絡されるものとし評価
54	Cm-242 (約160日)	6E-02	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に包絡されるものとし評価
55	Cm-243 (約29年)	6E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に包絡されるものとし評価
56	Cm-244 (約18年)	7E-03	ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	全α放射能の測定値に包絡されるものとし評価
57	Mn-54 (約310日)	1E+00	ND < 7.9E-01	ND < 1.1E-04	
58	Fe-59 (約45日)	4E-01	ND < 1.1E+00	ND < 2.1E-04	
59	Co-58 (約71日)	1E+00	ND < 8.2E-01	ND < 1.2E-04	
60	Co-60 (約5年)	2E-01	ND < 6.6E-01	7.0E-04	
61	Ni-63 (約100年)	6E+00	1.8E+00	ND < 1.3E-02	
62	Zn-65 (約240日)	2E-01	ND < 1.5E+00	ND < 2.4E-04	
全α			ND < 1.8E-03	ND < 1.0E-04	

(参考1) B系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ B系ホット試験における除去性能評価 (1/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (E Eタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	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 < 9.8E+00	ND < 1.3E-03	
2	Sr-89 (約51日)	3E-01	ND < 4.1E+03	ND < 7.5E-05	
3	Sr-90 (約29年)	3E-02	3.5E+04	ND < 1.2E-04	
4	Y-90 (約64時間)	3E-01	3.5E+04	ND < 1.2E-04	Sr-90と放射平衡
5	Y-91 (約59日)	3E-01	ND < 2.1E+02	ND < 4.3E-02	
6	Nb-95 (約35日)	1E+00	ND < 8.9E-01	ND < 1.5E-04	
7	Tc-99 (約210000年)	1E+00	3.4E-02	ND < 2.5E-03	
8	Ru-103 (約40日)	1E+00	ND < 1.4E+00	ND < 1.4E-04	
9	Ru-106 (約370日)	1E-01	1.1E+01	5.1E-03	
10	Rh-103m (約56分)	2E+02	ND < 1.4E+00	ND < 1.4E-04	Ru-103と放射平衡
11	Rh-106 (約30秒)	3E+02	1.1E+01	5.1E-03	Ru-106と放射平衡
12	Ag-110m (約250日)	3E-01	ND < 1.0E+00	ND < 1.0E-04	
13	Cd-113m (約15年)	4E-02	ND < 6.3E+03	ND < 5.4E-04	

(参考1) B系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ B系ホット試験における除去性能評価 (2/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (E Eタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
14	Cd-115m (約45日)	3E-01	ND < 4.7E+01	ND < 6.7E-03	
15	Sn-119m (約290日)	2E+00	ND < 1.7E+01	ND < 2.7E-03	Sn-123の放射能濃度より評価
16	Sn-123 (約130日)	4E-01	ND < 1.3E+02	ND < 2.0E-02	
17	Sn-126 (約100000年)	2E-01	ND < 6.6E+00	ND < 5.3E-04	
18	Sb-124 (約60日)	3E-01	ND < 9.1E-01	ND < 2.1E-04	
19	Sb-125 (約3年)	8E-01	2.7E+01	ND < 4.0E-04	
20	Te-123m (約120日)	6E-01	ND < 2.1E+00	ND < 1.3E-04	
21	Te-125m (約58日)	9E-01	2.7E+01	ND < 4.0E-04	Sb-125と放射平衡
22	Te-127 (約9時間)	5E+00	ND < 1.5E+02	ND < 1.6E-02	
23	Te-127m (約110日)	3E-01	ND < 1.5E+02	ND < 1.7E-02	Te-127の放射能濃度より評価
24	Te-129 (約70分)	1E+01	ND < 6.6E+01	ND < 1.2E-02	
25	Te-129m (約34日)	3E-01	ND < 2.8E+01	ND < 4.0E-03	
26	I-129 (約16000000年)	9E-03	9.4E-02	3.3E-03	

(参考1) B系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ B系ホット試験における除去性能評価 (3/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (E Eタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
27	Cs-134 (約2年)	6E-02	1.0E+01	ND < 2.6E-04	
28	Cs-135 (約3000000年)	6E-01	1.0E-04	ND < 1.7E-09	Cs-137の放射能濃度より評価
29	Cs-136 (約13日)	3E-01	ND < 8.4E-01	ND < 1.2E-04	
30	Cs-137 (約30年)	9E-02	1.7E+01	ND < 2.9E-04	
31	Ba-137m (約3分)	8E+02	1.7E+01	ND < 2.9E-04	Cs-137と放射平衡
32	Ba-140 (約13日)	3E-01	ND < 4.2E+00	ND < 4.5E-04	
33	Ce-141 (約32日)	1E+00	ND < 3.6E+00	ND < 3.0E-04	
34	Ce-144 (約280日)	2E-01	ND < 1.7E+01	ND < 1.0E-03	
35	Pr-144 (約17分)	2E+01	ND < 1.7E+01	ND < 1.0E-03	Ce-144と放射平衡
36	Pr-144m (約7分)	4E+01	ND < 1.7E+01	ND < 1.0E-03	Ce-144と放射平衡
37	Pm-146 (約6年)	9E-01	ND < 1.8E+00	ND < 1.7E-04	
38	Pm-147 (約3年)	3E+00	ND < 2.8E+01	ND < 5.2E-03	Eu-154の放射能濃度より評価
39	Pm-148 (約5日)	3E-01	ND < 3.4E+00	ND < 5.8E-04	

(参考1) B系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ B系ホット試験における除去性能評価 (4/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (E Eタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
40	Pm-148m (約41日)	5E-01	ND < 1.1E+00	ND < 1.2E-04	
41	Sm-151 (約87年)	8E+00	ND < 1.4E-01	ND < 2.5E-05	Eu-154の放射能濃度より評価
42	Eu-152 (約13年)	6E-01	ND < 5.4E+00	ND < 4.7E-04	
43	Eu-154 (約9年)	4E-01	ND < 1.8E+00	ND < 3.4E-04	
44	Eu-155 (約5年)	3E+00	ND < 9.1E+00	ND < 7.1E-04	
45	Gd-153 (約240日)	3E+00	ND < 8.6E+00	ND < 4.4E-04	
46	Tb-160 (約72日)	5E-01	ND < 2.4E+00	ND < 3.9E-04	
47	Pu-238 (約88年)	4E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
48	Pu-239 (約24000年)	4E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
49	Pu-240 (約6600年)	4E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
50	Pu-241 (約14年)	2E-01	ND < 1.4E-01	ND < 3.6E-03	Pu-238の放射能濃度から評価
51	Am-241 (約430年)	5E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
52	Am-242m (約150年)	5E-03	ND < 1.9E-04	ND < 5.1E-06	Am-241の放射能濃度より評価

(参考1) B系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ B系ホット試験における除去性能評価 (5/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (E Eタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
53	Am-243 (約7400年)	5E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
54	Cm-242 (約160日)	6E-02	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
55	Cm-243 (約29年)	6E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
56	Cm-244 (約18年)	7E-03	ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
57	Mn-54 (約310日)	1E+00	ND < 8.6E-01	ND < 1.1E-04	
58	Fe-59 (約45日)	4E-01	ND < 1.3E+00	ND < 2.2E-04	
59	Co-58 (約71日)	1E+00	ND < 8.3E-01	ND < 1.3E-04	
60	Co-60 (約5年)	2E-01	6.0E-01	1.4E-04	
61	Ni-63 (約100年)	6E+00	1.5E+00	ND < 2.7E-02	
62	Zn-65 (約240日)	2E-01	ND < 1.4E+00	ND < 2.3E-04	
全α			ND < 3.1E-03	ND < 8.2E-05	

(参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ C系ホット試験における除去性能評価 (1/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (H2Cタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	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 < 1.1E+02	ND < 1.4E-03	
2	Sr-89 (約51日)	3E-01	ND < 2.8E+04	ND < 6.3E-05	
3	Sr-90 (約29年)	3E-02	1.5E+05	ND < 1.0E-04	
4	Y-90 (約64時間)	3E-01	1.5E+05	ND < 1.0E-04	Sr-90と放射平衡
5	Y-91 (約59日)	3E-01	ND < 2.7E+03	ND < 4.8E-02	
6	Nb-95 (約35日)	1E+00	ND < 1.1E+01	ND < 1.4E-04	
7	Tc-99 (約210000年)	1E+00	4.4E-02	ND < 1.8E-03	
8	Ru-103 (約40日)	1E+00	ND < 1.3E+01	ND < 1.4E-04	
9	Ru-106 (約370日)	1E-01	9.1E+01	3.0E-02	
10	Rh-103m (約56分)	2E+02	ND < 1.3E+01	ND < 1.4E-04	Ru-103と放射平衡
11	Rh-106 (約30秒)	3E+02	9.1E+01	3.0E-02	Ru-106と放射平衡
12	Ag-110m (約250日)	3E-01	ND < 1.0E+01	ND < 1.2E-04	
13	Cd-113m (約15年)	4E-02	ND < 5.3E+04	ND < 3.5E-03	

(参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ C系ホット試験における除去性能評価 (2/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (H2Cタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
14	Cd-115m (約45日)	3E-01	ND < 5.2E+02	ND < 8.1E-03	
15	Sn-119m (約290日)	2E+00	ND < 2.1E+02	ND < 2.4E-03	Sn-123の放射能濃度より評価
16	Sn-123 (約130日)	4E-01	ND < 1.6E+03	ND < 1.8E-02	
17	Sn-126 (約1000000年)	2E-01	ND < 8.5E+01	ND < 4.1E-04	
18	Sb-124 (約60日)	3E-01	ND < 2.0E+01	ND < 1.9E-04	
19	Sb-125 (約3年)	8E-01	7.4E+01	8.9E-04	
20	Te-123m (約120日)	6E-01	ND < 1.8E+01	ND < 1.5E-04	
21	Te-125m (約58日)	9E-01	7.4E+01	8.9E-04	Sb-125と放射平衡
22	Te-127 (約9時間)	5E+00	ND < 1.0E+07	ND < 2.0E-02	
23	Te-127m (約110日)	3E-01	ND < 1.0E+07	ND < 2.0E-02	Te-127の放射能濃度より評価
24	Te-129 (約70分)	1E+01	ND < 1.8E+02	ND < 1.3E-02	
25	Te-129m (約34日)	3E-01	ND < 3.4E+02	ND < 3.7E-03	
26	I-129 (約16000000年)	9E-03	1.3E-01	4.6E-02	

(参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ C系ホット試験における除去性能評価 (3/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (H2Cタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
27	Cs-134 (約2年)	6E-02	ND < 1.7E+01	ND < 2.6E-04	
28	Cs-135 (約3000000年)	6E-01	1.0E-04	ND < 1.7E-09	Cs-137の放射能濃度より評価
29	Cs-136 (約13日)	3E-01	ND < 1.1E+01	ND < 1.2E-04	
30	Cs-137 (約30年)	9E-02	1.7E+01	ND < 2.9E-04	
31	Ba-137m (約3分)	8E+02	1.7E+01	ND < 2.9E-04	Cs-137と放射平衡
32	Ba-140 (約13日)	3E-01	ND < 5.8E+01	ND < 5.5E-04	
33	Ce-141 (約32日)	1E+00	ND < 3.4E+01	ND < 3.5E-04	
34	Ce-144 (約280日)	2E-01	ND < 1.4E+02	ND < 1.1E-03	
35	Pr-144 (約17分)	2E+01	ND < 1.4E+02	ND < 1.1E-03	Ce-144と放射平衡
36	Pr-144m (約7分)	4E+01	ND < 1.4E+02	ND < 1.1E-03	Ce-144と放射平衡
37	Pm-146 (約6年)	9E-01	ND < 1.8E+01	ND < 2.0E-04	
38	Pm-147 (約3年)	3E+00	ND < 2.8E+02	ND < 4.6E-03	Eu-154の放射能濃度より評価
39	Pm-148 (約5日)	3E-01	ND < 8.4E+01	ND < 4.7E-04	

(参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ C系ホット試験における除去性能評価 (4/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (H2Cタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
40	Pm-148m (約41日)	5E-01	ND < 1.2E+01	ND < 1.3E-04	
41	Sm-151 (約87年)	8E+00	ND < 1.3E+00	ND < 2.2E-05	Eu-154の放射能濃度より評価
42	Eu-152 (約13年)	6E-01	ND < 5.0E+01	ND < 5.5E-04	
43	Eu-154 (約9年)	4E-01	ND < 1.8E+01	ND < 3.0E-04	
44	Eu-155 (約5年)	3E+00	ND < 2.1E+02	ND < 4.8E-04	
45	Gd-153 (約240日)	3E+00	ND < 7.5E+01	ND < 4.0E-04	
46	Tb-160 (約72日)	5E-01	ND < 3.1E+01	ND < 3.6E-04	
47	Pu-238 (約88年)	4E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
48	Pu-239 (約24000年)	4E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
49	Pu-240 (約6600年)	4E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
50	Pu-241 (約14年)	2E-01	ND < 1.3E-01	ND < 3.0E-03	Pu-238の放射能濃度から評価
51	Am-241 (約430年)	5E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
52	Am-242m (約150年)	5E-03	ND < 1.8E-04	ND < 4.2E-06	Am-241の放射能濃度より評価

(参考1) C系ホット試験における除去性能評価まとめ

■ C系ホット試験における除去性能評価 (5/5)

	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) [Bq/cm ³]	処理対象水 (H2Oタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm ³]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm ³]	備考
53	Am-243 (約7400年)	5E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
54	Cm-242 (約160日)	6E-02	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
55	Cm-243 (約29年)	6E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
56	Cm-244 (約18年)	7E-03	ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	全α放射能の測定値に 包絡されるものとし評価
57	Mn-54 (約310日)	1E+00	ND < 8.5E+00	ND < 1.2E-04	
58	Fe-59 (約45日)	4E-01	ND < 1.5E+01	ND < 2.3E-04	
59	Co-58 (約71日)	1E+00	ND < 9.9E+00	ND < 1.1E-04	
60	Co-60 (約5年)	2E-01	ND < 1.3E+01	3.7E-04	
61	Ni-63 (約100年)	6E+00	2.7E+00	ND < 2.1E-02	
62	Zn-65 (約240日)	2E-01	ND < 1.3E+01	ND < 2.7E-04	
全α			ND < 3.0E-03	ND < 6.7E-05	

(参考3) 除去性能向上の検討状況

■ 除去性能向上の検討状況

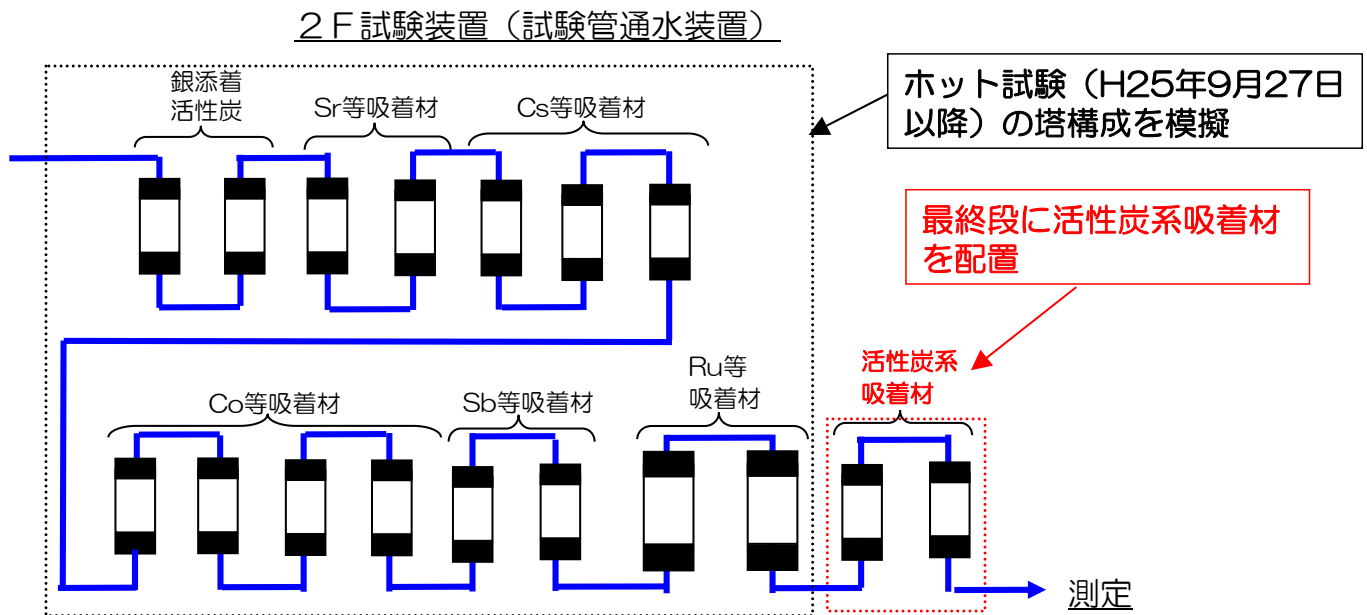
多核種除去設備のA系ホット試験処理済み水において検出された、Co-60、Ru-106、Sb-125、I-129について、福島第二原子力発電所のホットラボにて実機を模擬した試験装置を用いて除去性能向上のための試験（ラボ試験）を実施。

- 多核種除去設備の処理済み水で検出された、Co-60、Ru-106、Sb-125、I-129については、当初イオンの状態で存在すると想定されていたが、**コロイド状の形態でも存在すると想定**。
- 以上を踏まえ、コロイド状の核種を吸着する活性炭系吸着材に着目しカラム試験を実施。（ラボ試験の概要については、次頁参照）
- 最終段の吸着材を活性炭系の吸着材に変更することによりCo-60、Ru-106、Sb-125、I-129**除去性能向上の見込みが得られた**。

(参考3) ラボ試験概要

■ ラボ試験概要

実機の塔構成を模擬したラボ試験装置に通水。通水後の水の放射能濃度を測定し、除去性能を確認。



(参考3) ラボ試験の状況

■ ラボ試験の状況

最終段を活性炭系吸着材に変更したラボ試験において、これまでに以下を確認。

- ▶ 試験装置処理済み水のCo-60、Ru-106、Sb-125、I-129の濃度は、**検出限界値未満（ND）**となった

単位：Bq/cm³

核種	Co-60	Ru-106	Sb-125	I-129
試験装置通水前	ND (検出限界値: 3.1E-02)	検出 2.3E+00	検出 1.1E+01	検出 5.2E-02
試験装置処理済み水 放射能濃度	ND (検出限界値: 1.1E-04)	ND (検出限界値: 1.2E-03)	ND (検出限界値: 3.8E-04)	ND (検出限界値: 2.7E-03)
告示濃度限度	2E-01	1E-01	8E-01	9E-03

測定条件(Co,Ru,Sb) : Ge半導体検出器、2L、40,000秒測定

(参考4) 除去性能向上策の検討

■ 除去性能向上策の検討

フィルタ処理による除去性能向上策

2Fホットラボにおいて、中空糸フィルタを用いた処理（膜ろ過）による核種除去性能の向上策を検討。

- ・使用するフィルタの孔サイズ：50nm、10nm、5nm

<試験方法>

C系から処理水を採取し、2Fホットラボへ輸送後、フィルタ（50nm、10nm、5nm）への通水を行い、通水後の水の放射能濃度を測定し、除去性能を評価。

<試験結果>

Co-60、Ru-106、Sb-125、I-129に対して、いずれのフィルタ（孔サイズ50nm、10nm、5nm）においても除去性能は確認出来なかった。