

# 福島第一原子力発電所における 汚染水処理とトリチウム水の保管状況

2014年1月15日

東京電力株式会社



東京電力

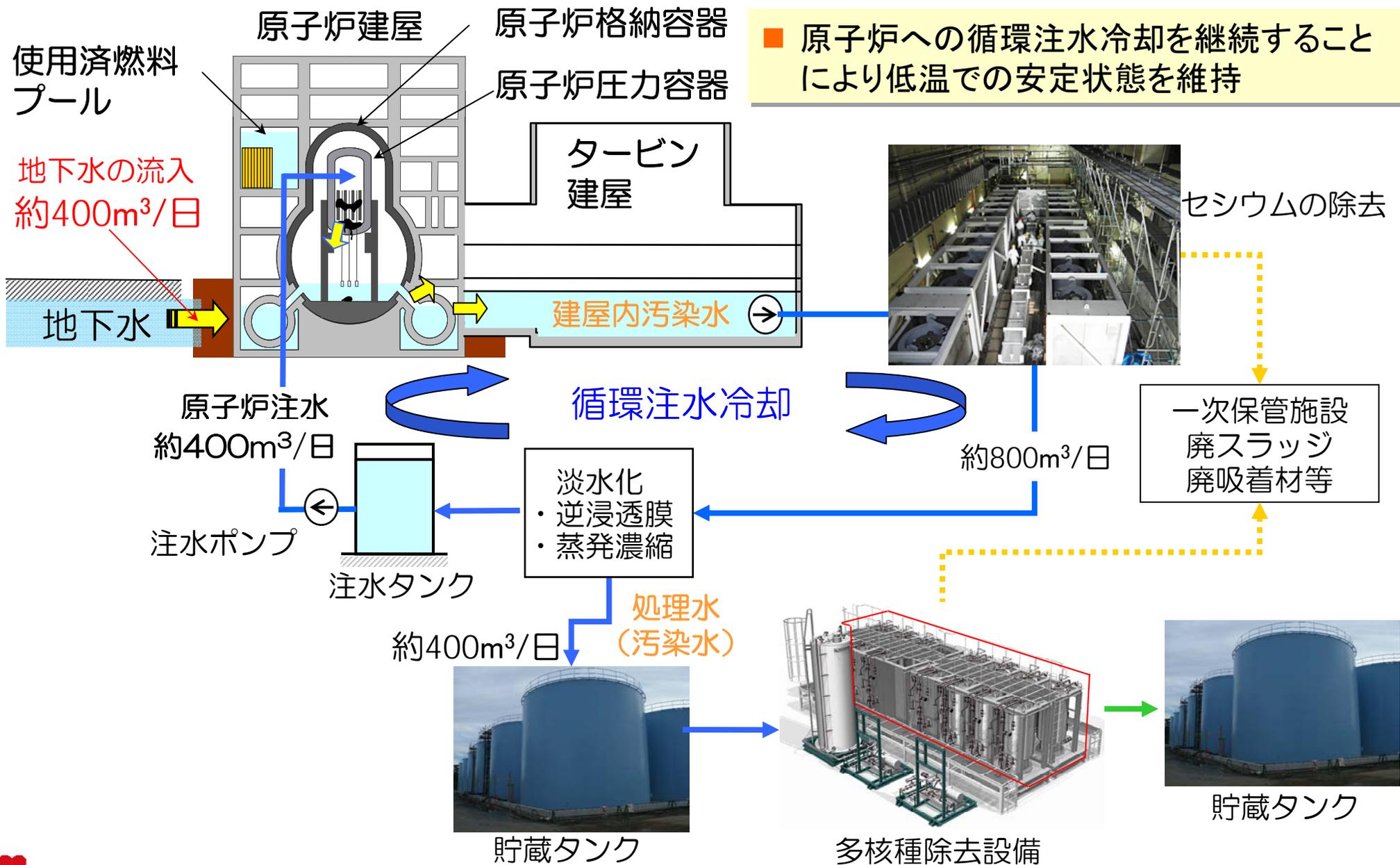
---

1. 汚染水処理の概要
2. 汚染水の処理状況
3. トリチウム水の保管状況

# 福島第一原子力発電所 構内配置図

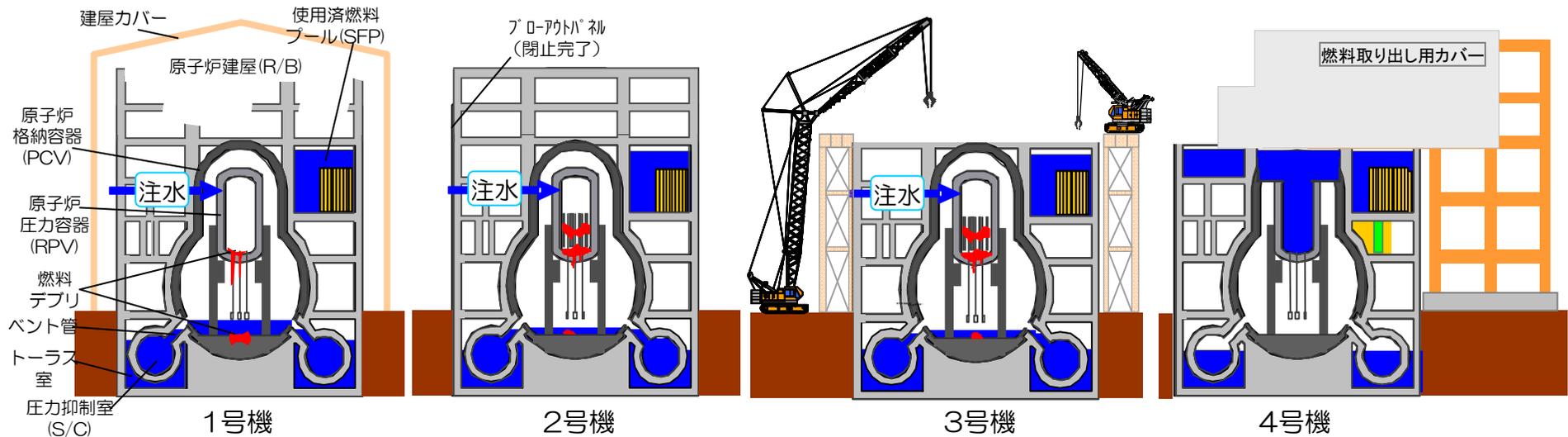


# 1. 原子炉の冷却状況 循環注水冷却



# 1. 原子炉の冷却状況 各号機の状況

## ■ 各号機ともに冷温停止状態を継続



圧力容器底部温度	
1号機	約18℃
2号機	約25℃
3号機	約24℃
4号機	—

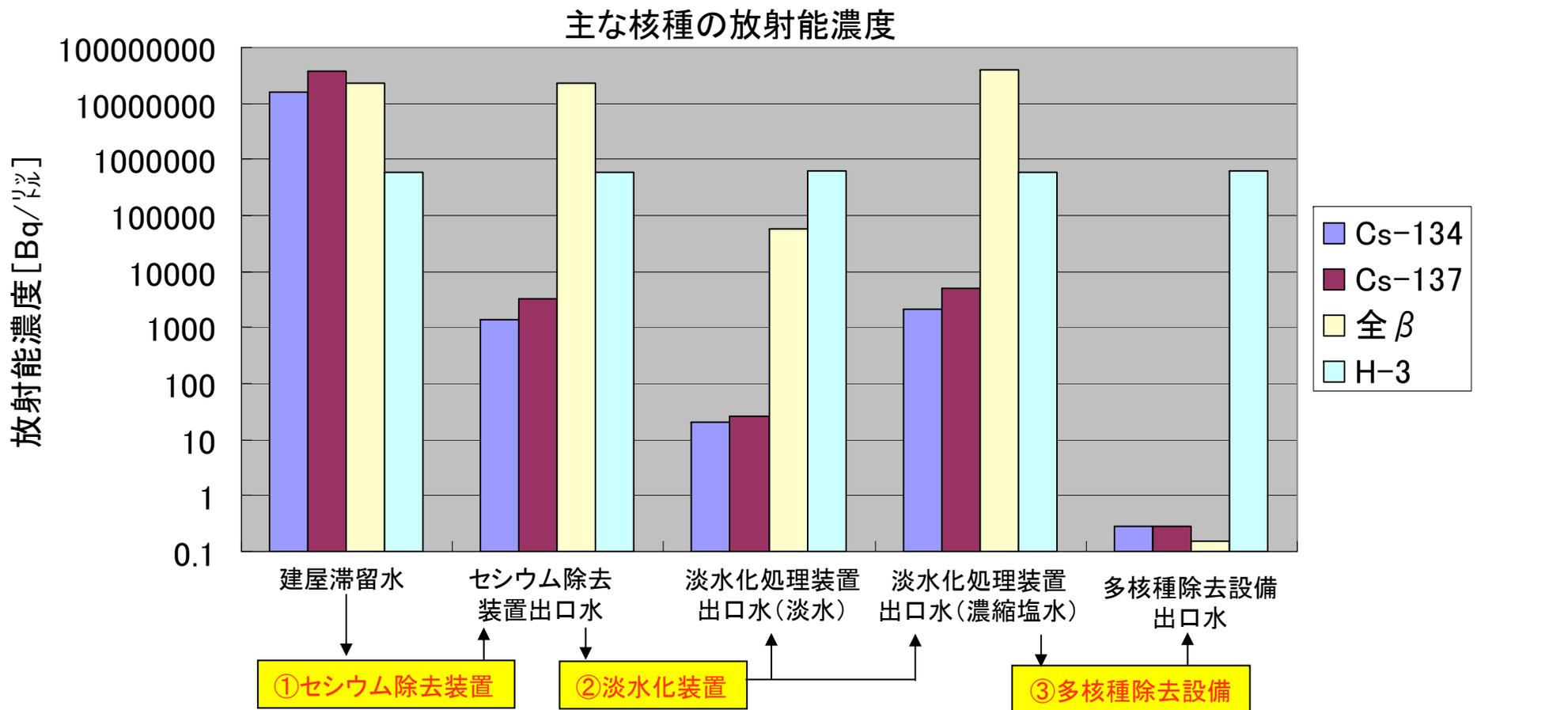
格納容器内温度	
1号機	約18℃
2号機	約26℃
3号機	約23℃
4号機	—

燃料プール温度	
1号機	約13℃
2号機	約11℃
3号機	約10℃
4号機	約17℃

原子炉注水量	
1号機	給水系: 2.5 <sup>m³</sup> /h コアスプレイ系: 2.1 <sup>m³</sup> /h
2号機	給水系: 2.0 <sup>m³</sup> /h コアスプレイ系: 3.0 <sup>m³</sup> /h
3号機	給水系: 1.89 <sup>m³</sup> /h コアスプレイ系: 3.5 <sup>m³</sup> /h
4号機	—

## 2. 汚染水の状況 汚染水処理の概要

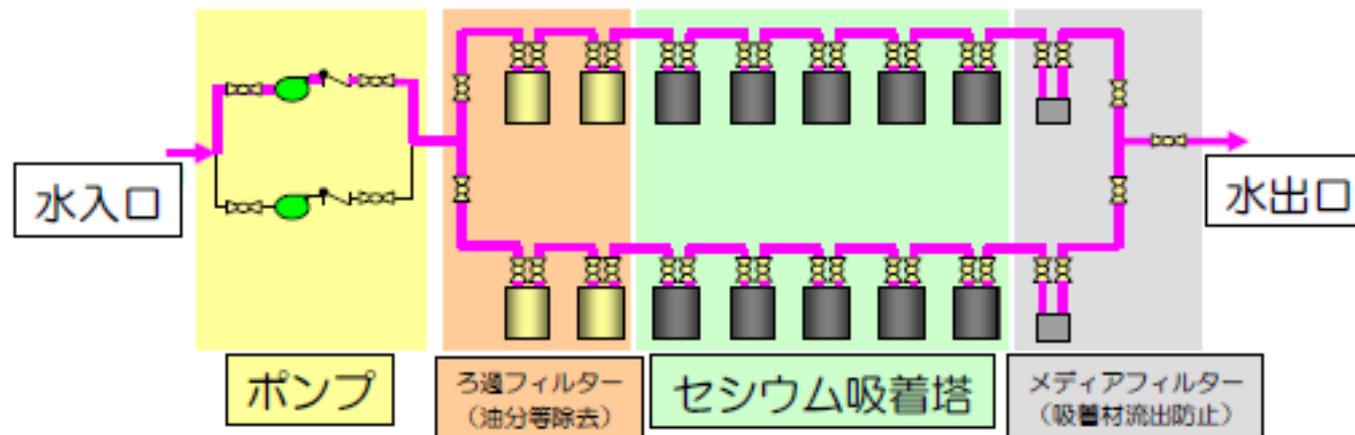
- ① 主要な放射線(ガンマ線)源であるセシウムを、セシウム除去装置により低減
- ② 原子炉冷却水として使用する為、淡水化装置により塩分を除去
- ③ タンク貯留水の放射性物質濃度(トリチウムを除く)を、多核種除去設備により低減



※採取日 H25.11.5 (多核種除去設備出口水はH25.4.9~12)  
 ※建屋滞留水における全β、H-3の濃度はセシウム除去装置出口水のデータを用いた  
 ※多核種除去設備出口水の全βはSr-90の値を用いた  
 ※検出限界値以下の場合、検出限界値を用いた

## 2. 汚染水の状況 セシウム除去装置

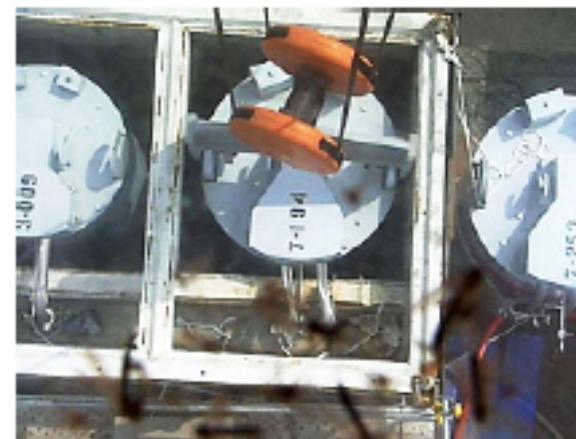
- 使用開始時期：2011年6月17日（キュリオン）、8月19日（サリー）
- 処理量：1,200m<sup>3</sup>/日 <各々の定格処理量（ポンプ1台運転時）>



吸着塔（ベッセル）



ベッセル搬入状況

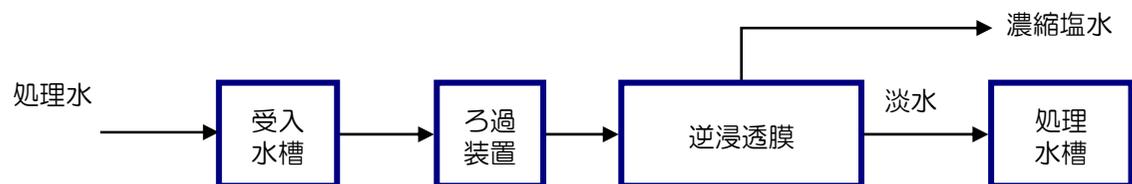


ベッセル交換

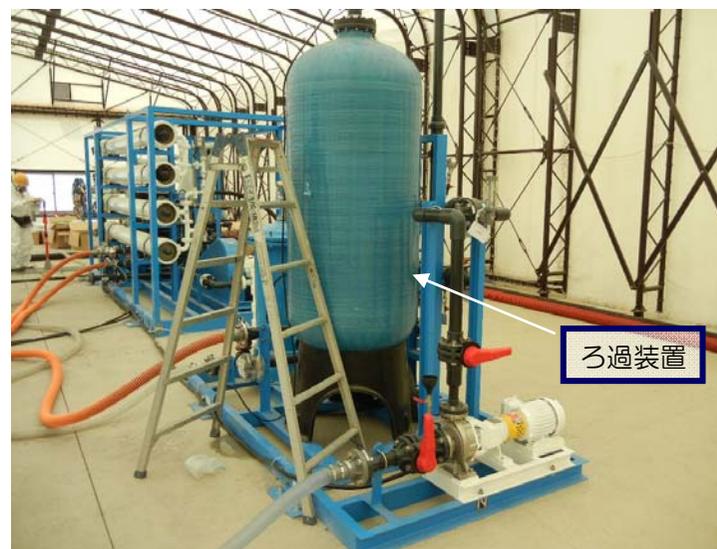
【サリーの例】

## 2. 汚染水の状況 淡水化装置（逆浸透膜（RO）方式）

- イオンや塩類など、水以外の不純物を通さない逆浸透膜の性質を利用して塩分を除去し、水にする。
- 受入水槽、ろ過装置、逆浸透膜、処理水槽などから構成される



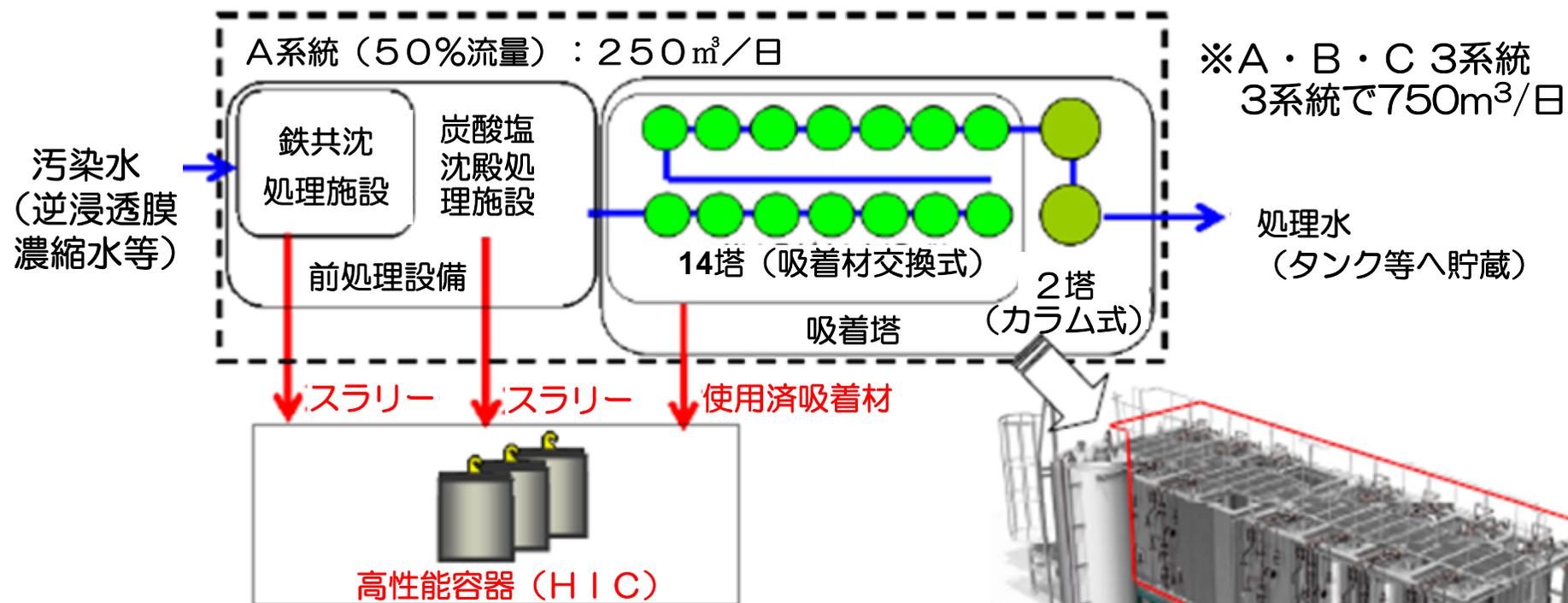
<淡水化装置（ROモジュール）>



<淡水化装置（ろ過装置）>

## 2. 汚染水の状況 多核種除去装置

- 汚染水中の放射性物質(トリチウム除く)を除去
- 放射性物質を含む水を用いた試験を実施中

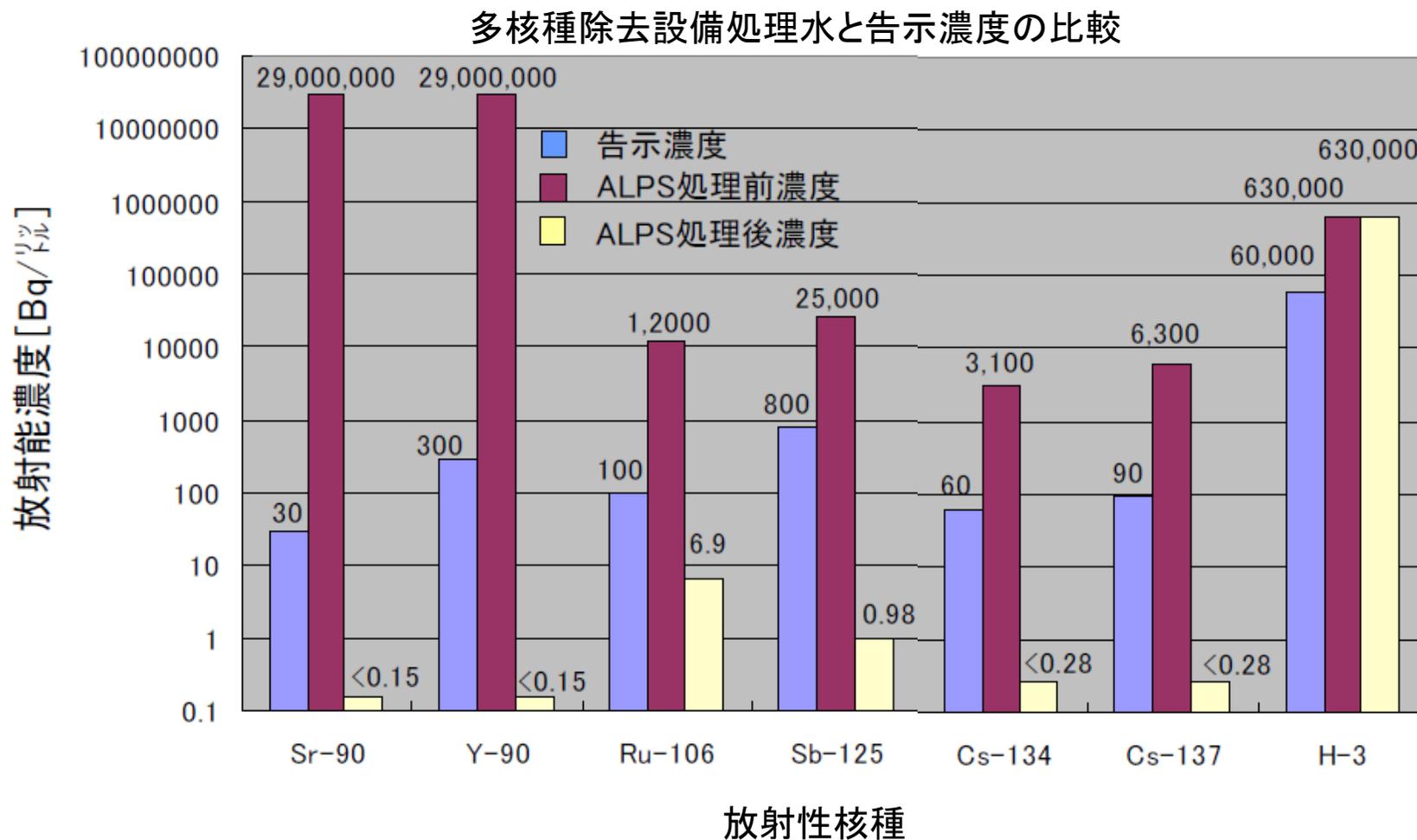


- 実証試験では、62核種が法定濃度限界未満となったことを確認。
- ホット試験処理水においてCo-60、Ru-106、Sb-125、I-129が検出された為、実機を模擬した試験装置を用いて除去性能向上の試験(ラボ試験)を実施。ラボ試験において最終段の吸着塔を活性炭系の吸着材に変更し除去性能向上の見込みが得られている。



## 2. 汚染水の状況 多核種除去設備処理水の放射能濃度

■ 多核種除去装置 (ALPS) によりトリチウムを除く放射性物質は告示濃度 (周辺監視区域外の水中の濃度限度) より十分低い値となっている



※採取日 H25.4.9~12 (A系HOT試験時)  
※検出限界値以下の場合、検出限界値を用いた (Sr-90、Y-90、Cs-134、Cs-137のALPS処理後濃度)

告示: 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を定める告示



## 2. 汚染水の状況 汚染水の貯蔵

- 総貯蔵容量\*は約43万 $m^3$
- 総貯蔵量\*は約40万 $m^3$
- 80万 $m^3$ までの増設計画(H27年度末迄の目標)

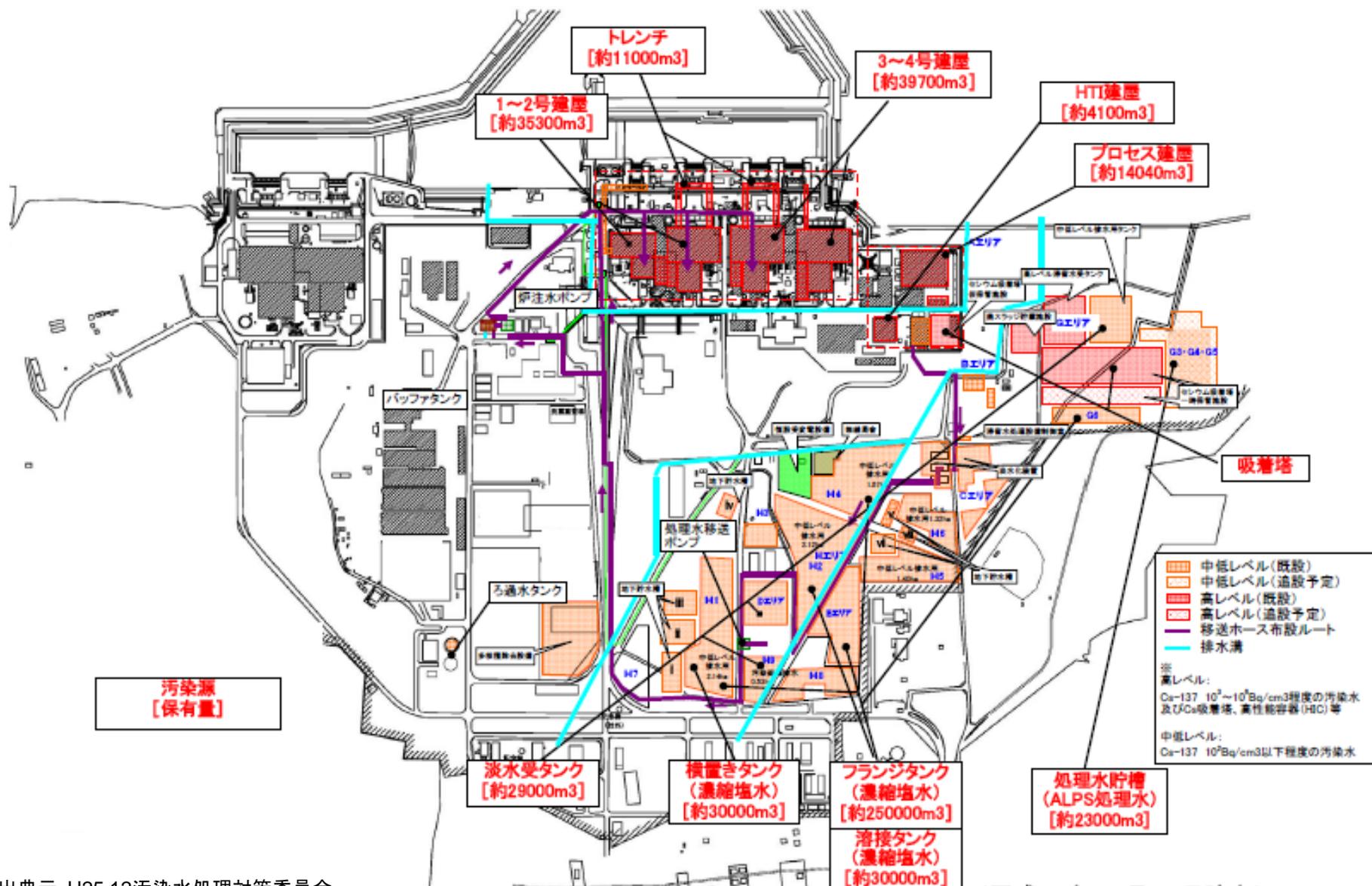


### 【各タンクの貯蔵容量\*】

- 鋼製角型タンク : 約0.9万 $m^3$
- 鋼製円筒型タンク(フランジ) : 約28万 $m^3$
- 鋼製円筒型タンク(溶接) : 約10万 $m^3$
- 鋼製横置きタンク : 約4万 $m^3$

\* H25.12.24現在

## 2. 汚染水の処理状況 汚染水マップ



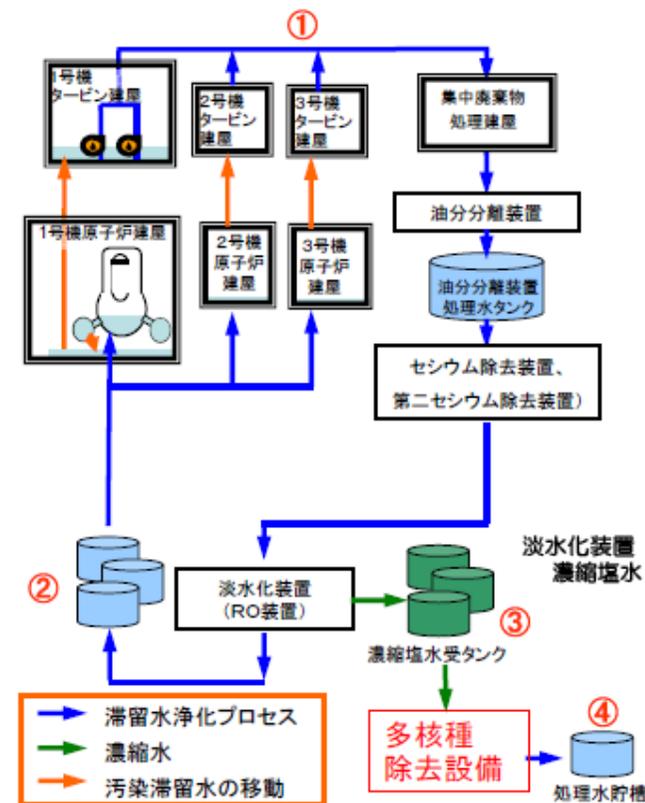
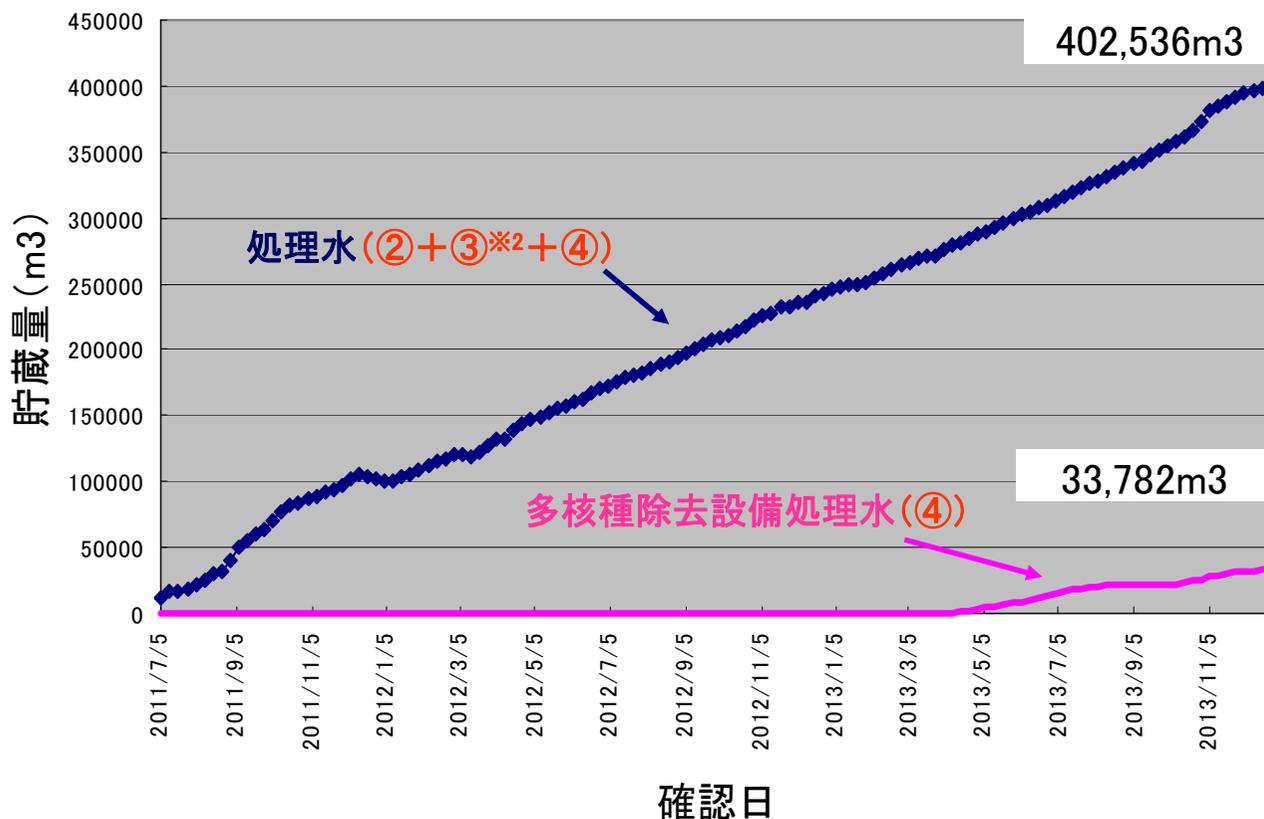
<平成25年10月15日時点>

※出典元:H25.12汚染水処理対策委員会  
「東京電力(株)福島第一原子力発電所における予防的・重層的な  
汚染水処理対策」

## 2. 汚染水の処理状況 処理水（タンク貯留水）量

- 処理水（濃縮塩水、濃縮廃液、多核種除去設備処理水、淡水）の総量は約40万m<sup>3</sup>。
- うち、多核種除去設備処理水の総量は約3万m<sup>3</sup>。 ※2013年12月24日時点（平成27年4月までに全てのタンク内の水の多核種除去処理を完了させる予定）

処理水貯蔵量※1

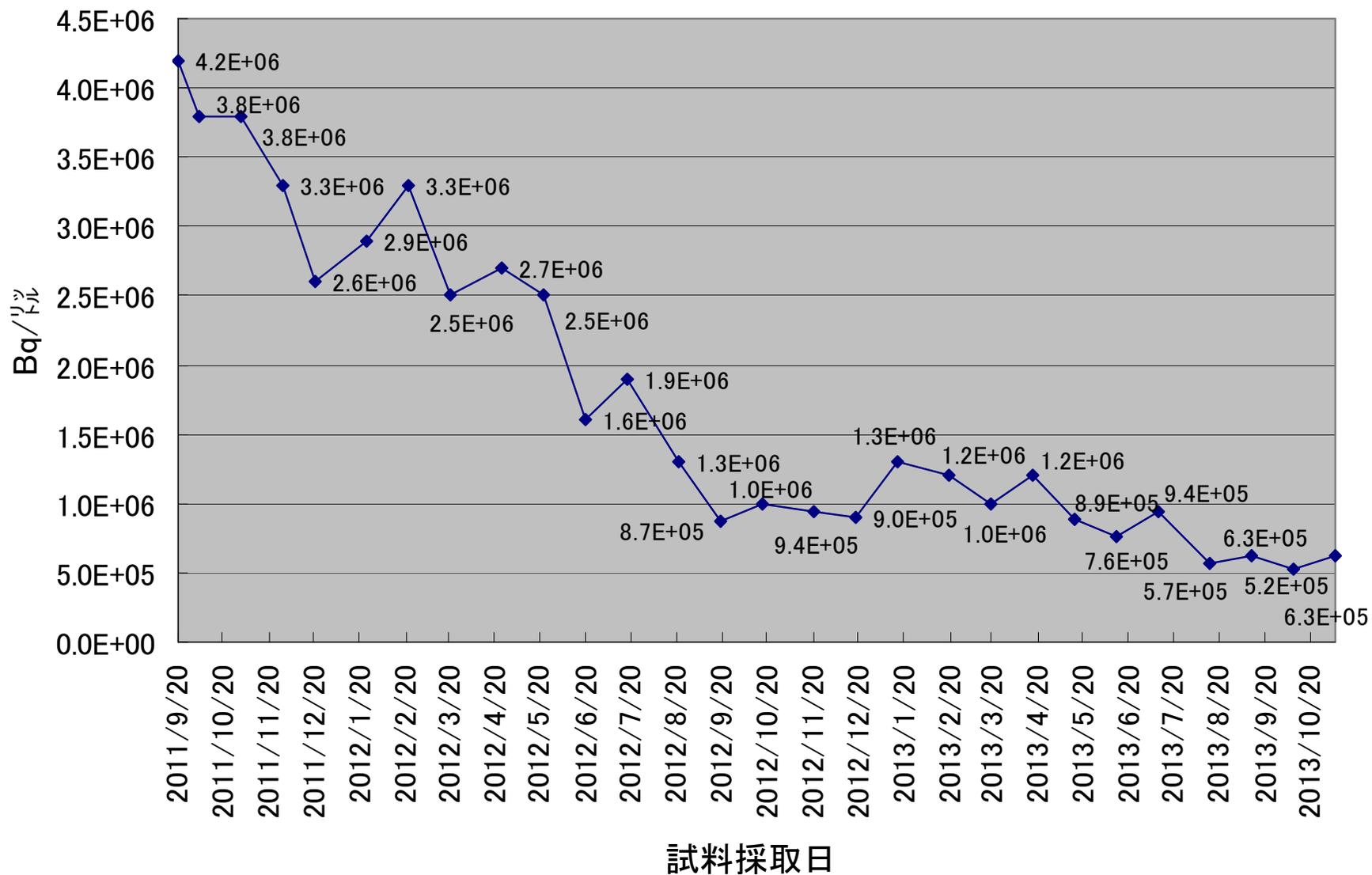


※1: ①建屋滞留水の貯蔵量: 約92,090m<sup>3</sup>

※2: ③は濃縮塩水と濃縮廃液の合計

出典: 廃炉対策推進会議資料(滞留水の処理状況)

#### 淡水化装置出口水のトリチウム濃度

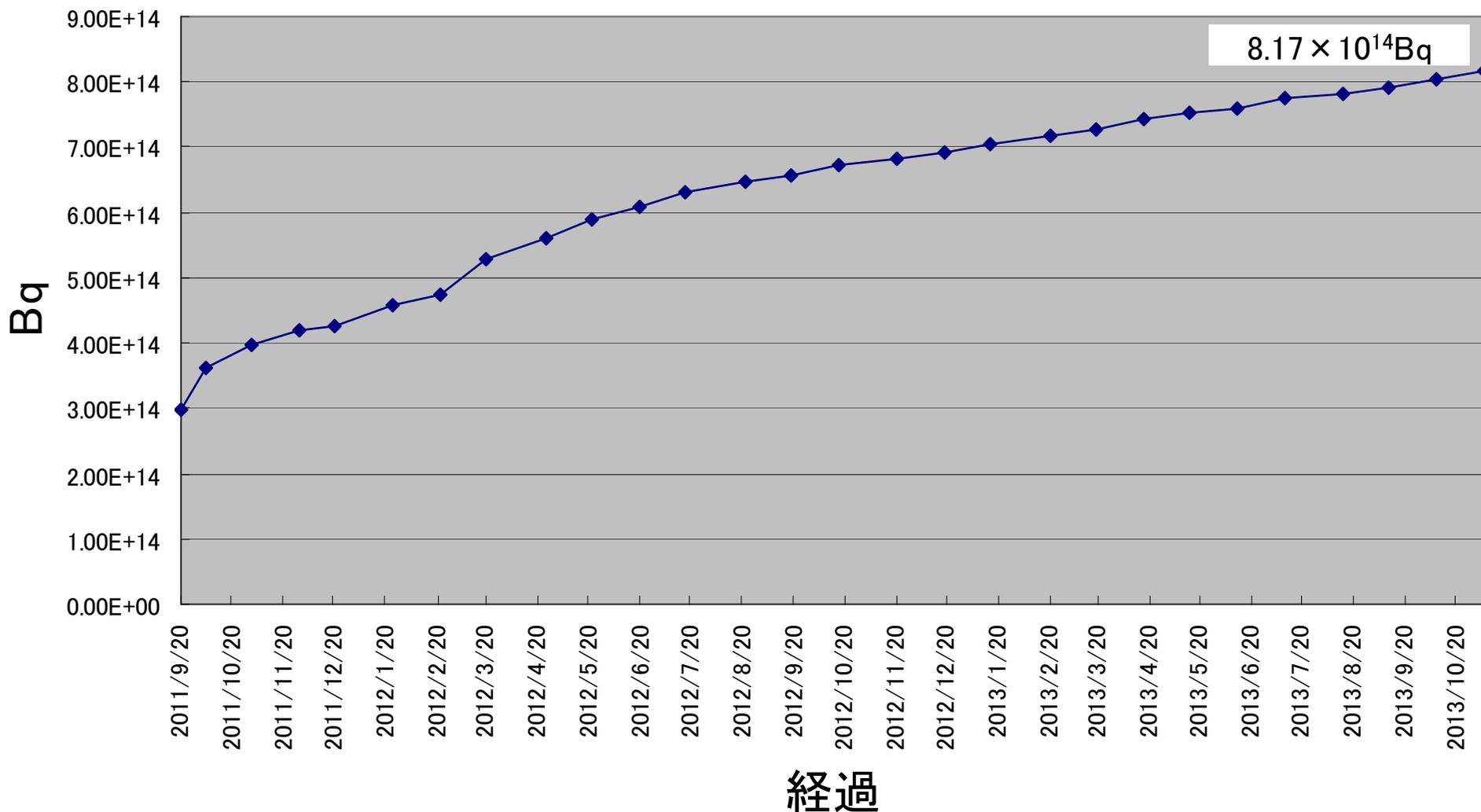


出典: 水処理設備の放射能濃度測定結果(東京電力HP)

### 3. トリチウム水の保管状況 タンク貯留水のトリチウムの累積量

■ タンク貯留水に含まれているトリチウムの累積量は約 $8 \times 10^{14}$ Bq。 ※2013年12月24日時点

#### トリチウム累積量



※ この他、建屋滞留水に含まれるトリチウムが2013年12月24日時点で  $5.80 \times 10^{13}$ Bq 存在すると考えられる。

## 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 <sup>3</sup> ]	処理対象水 (E Aタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	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	

※採取日 H25.4.9~12

出典:第1回高性能多核種除去設備タスクフォース資料2

## 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 <sup>3</sup> ]	処理対象水 (E Aタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	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	

※採取日 H25.4.9~12

出典:第1回高性能多核種除去設備タスクフォース資料2

## 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 <sup>3</sup> ]	処理対象水 (E Aタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	備考
27	Cs-134 (約2年)	6E-02	3.1E+00	ND < 2.8E-04	
28	Cs-135 (約30000000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	

※採取日 H25.4.9~12

出典: 第1回高性能多核種除去設備タスクフォース資料2

## 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 <sup>3</sup> ]	処理対象水 (E A タンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	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

※採取日 H25.4.9~12

出典:第1回高性能多核種除去設備タスクフォース資料2

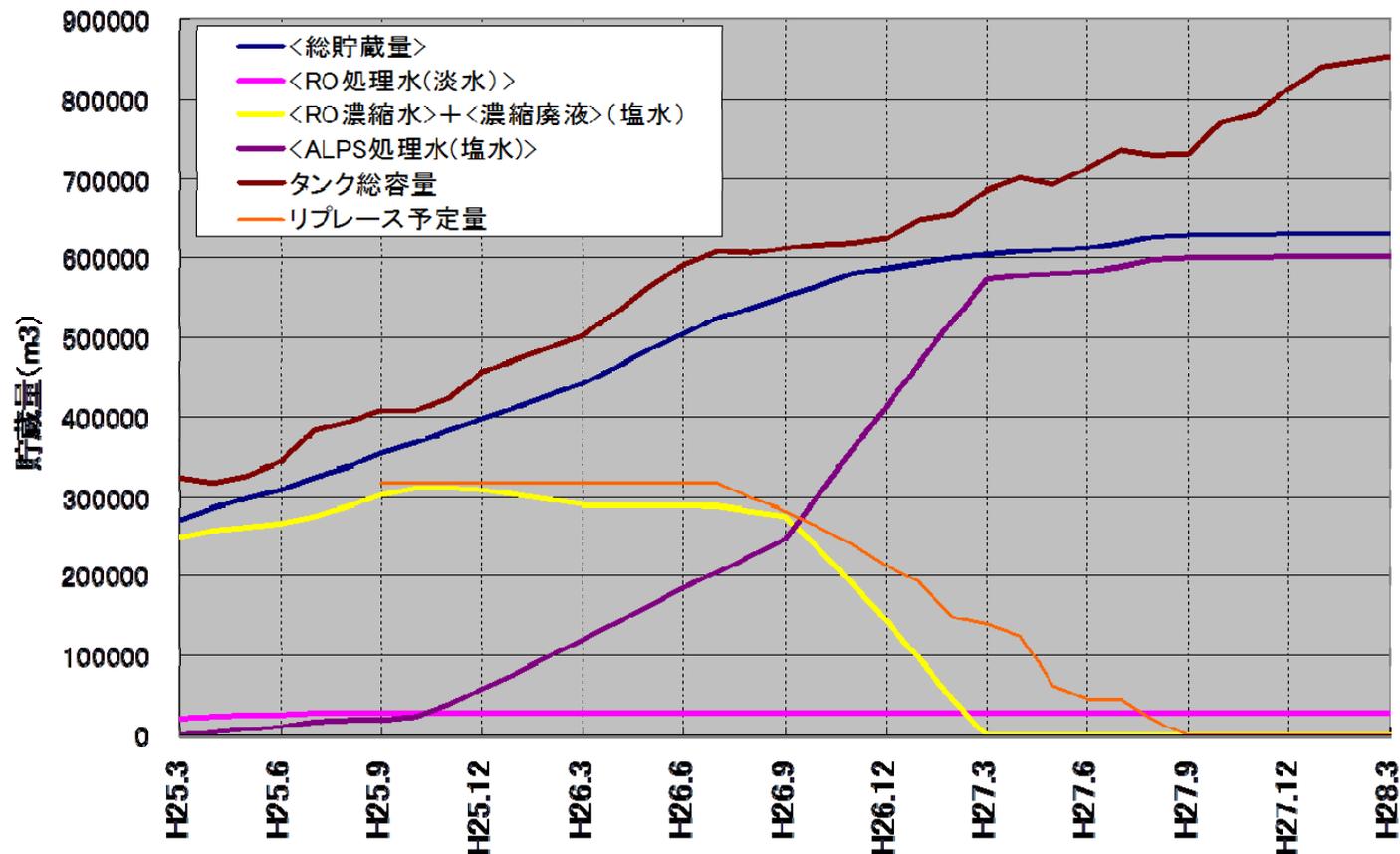
## A系ホット試験における除去性能評価(5/5)

	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 <sup>3</sup> ]	処理対象水 (E Aタンク内RO濃縮水) の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	多核種除去設備 処理済水の放射能濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	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	

※採取日 H25.4.9~12

出典: 第1回高性能多核種除去設備タスクフォース資料2

ケース1(地下水バイパス実施、サブドレン汲み上げ、雨水排水、地下水ドレン排水)

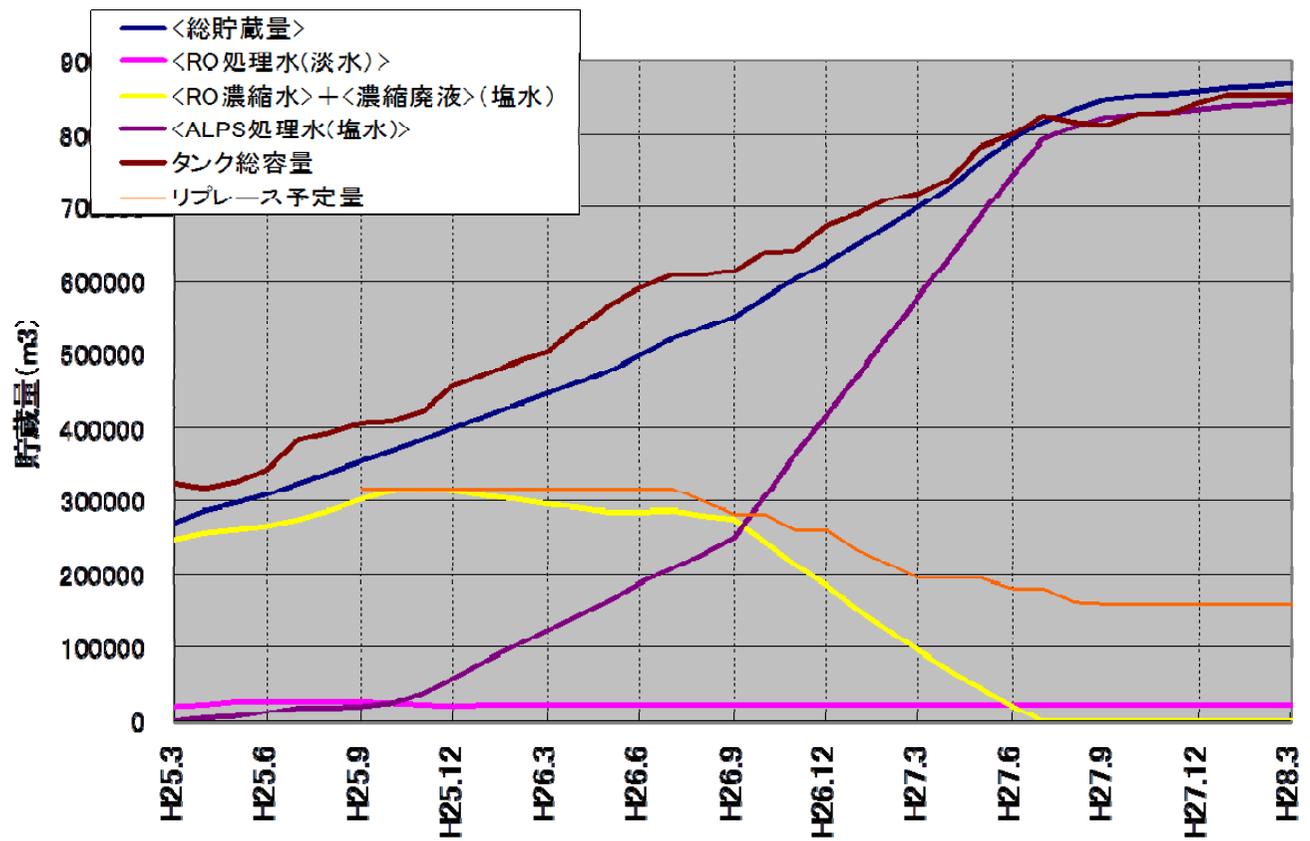


※「福島第一原子力発電所1～4号機における滞留水貯留タンク増設計画について（平成25年10月時点）」  
（平成25年10月31日／東京電力株式会社）より抜粋

※評価条件

地下水バイパスの稼働	平成25年11月～
サブドレンの稼働	平成26年10月～
より処理効率の高い多核種除去設備の稼働	平成26年10月～
増設多核種除去設備の稼働	平成26年10月～
陸側遮水壁による地下水流入抑制効果 (運用を開始して、本格的に効果を発揮する時期として設定)	平成27年9月～

ケース3（地下水バイパス実施せず、サブドレン実施せず、雨水排水、地下水ドレン貯水）

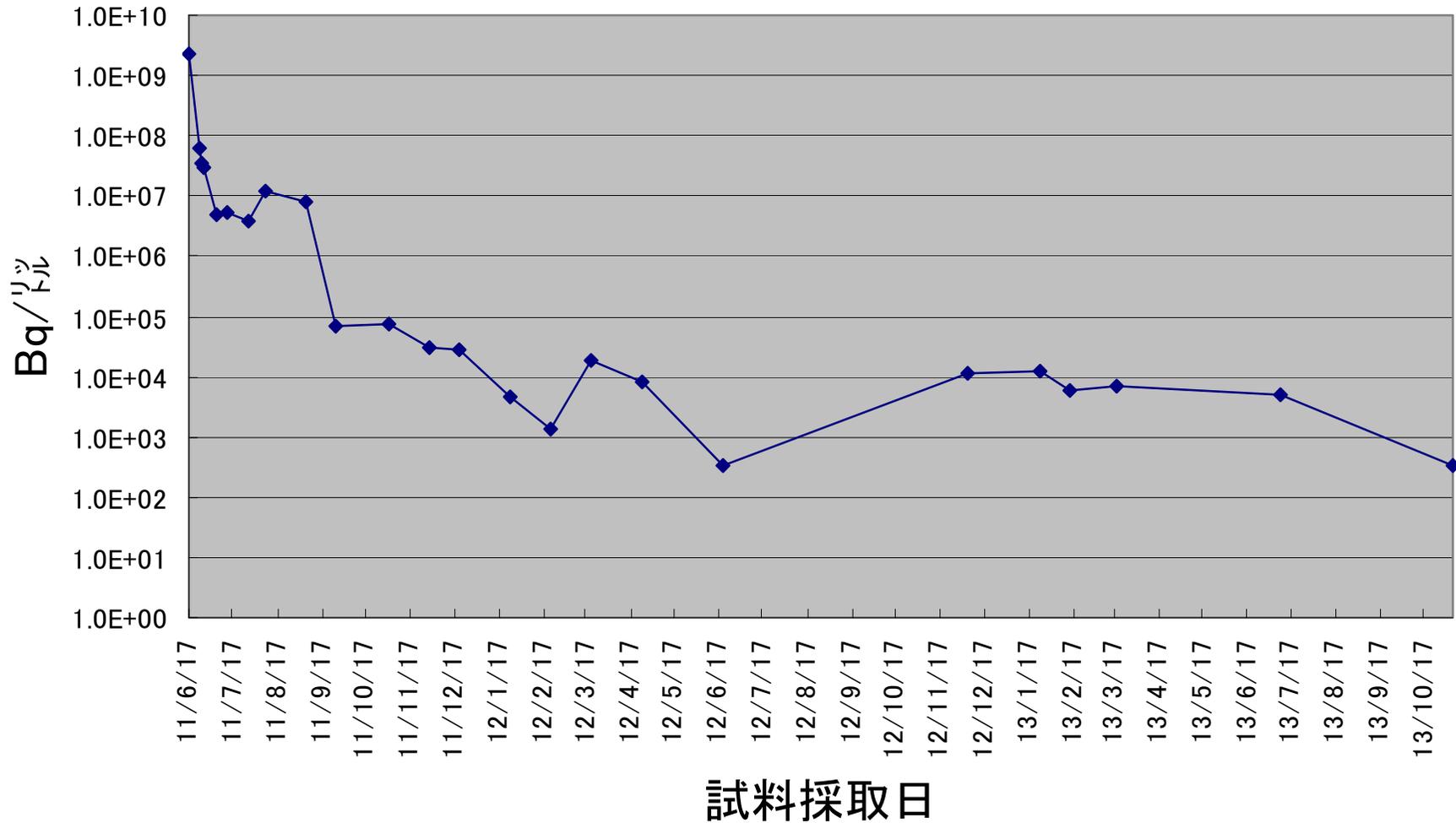


※「福島第一原子力発電所1～4号機における滞留水貯留タンク増設計画について（平成25年10月時点）」  
（平成25年10月31日／東京電力株式会社）より抜粋

※評価条件

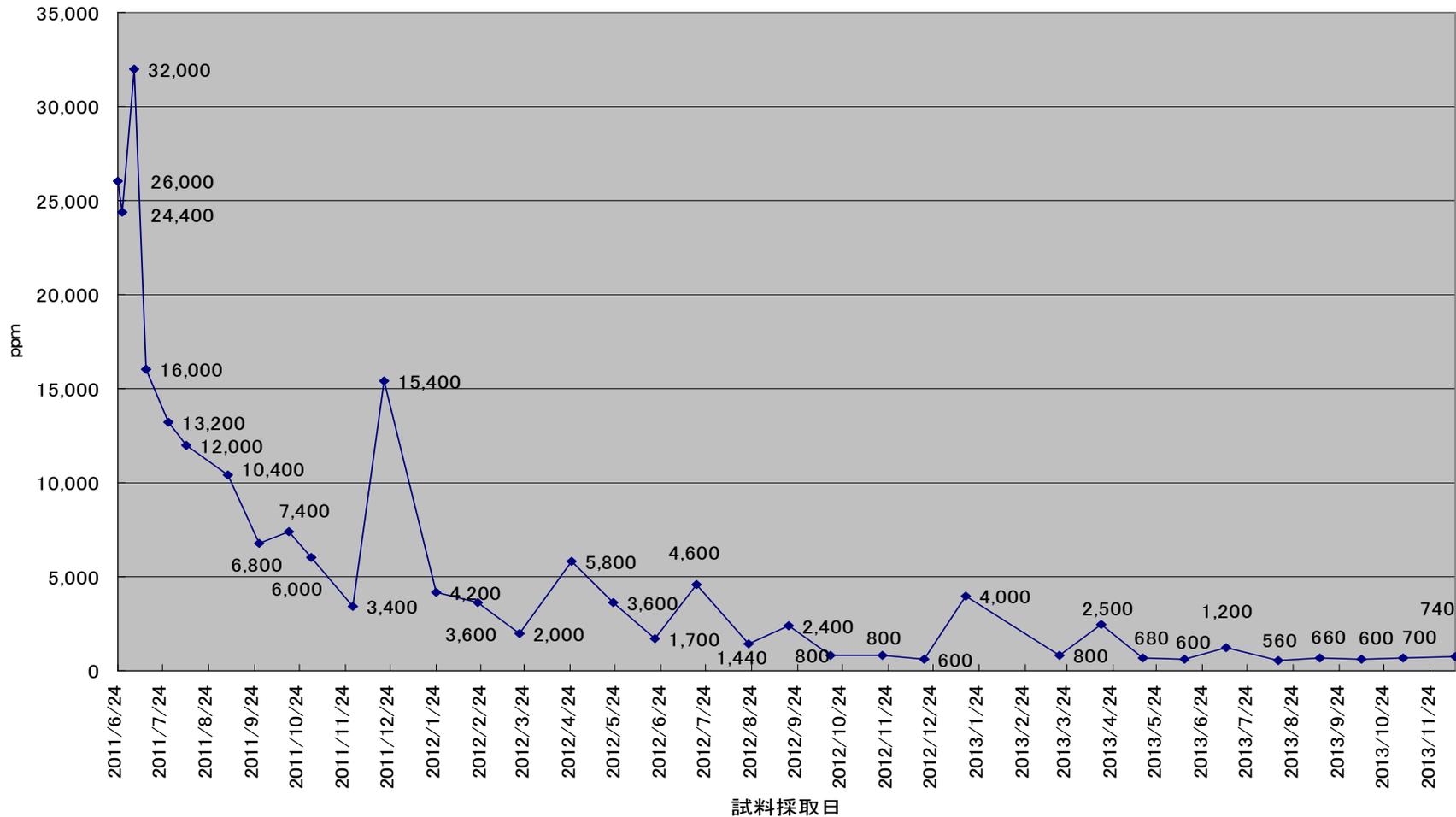
より処理効率の高い多核種除去設備の稼働	平成26年10月～
増設多核種除去設備の稼働	平成26年10月～
陸側遮水壁による地下水流入抑制効果 (運用を開始して、本格的に効果を発揮する時期として設定)	平成27年9月～

## セシウム吸着装置処理後水(Cs-137)



出典: 水処理設備の放射能濃度測定結果(東京電力HP)  
(初期値はプロセス建屋地下滞留水の値)

逆浸透膜処理後の水に含まれる塩分の濃度



出典: 廃炉対策推進会議資料(滞留水の処理状況)……RO処理後の濃縮塩水は処理前の2倍程度の塩分となることから、資料に記載された値を2倍してプロットした