

# 福島第一原子力発電所 1～3号機 原子炉注水量低減の進捗状況について

2017年3月30日

TEPCO

## 東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

### 原子炉注水量低減の状況について

TEPCO

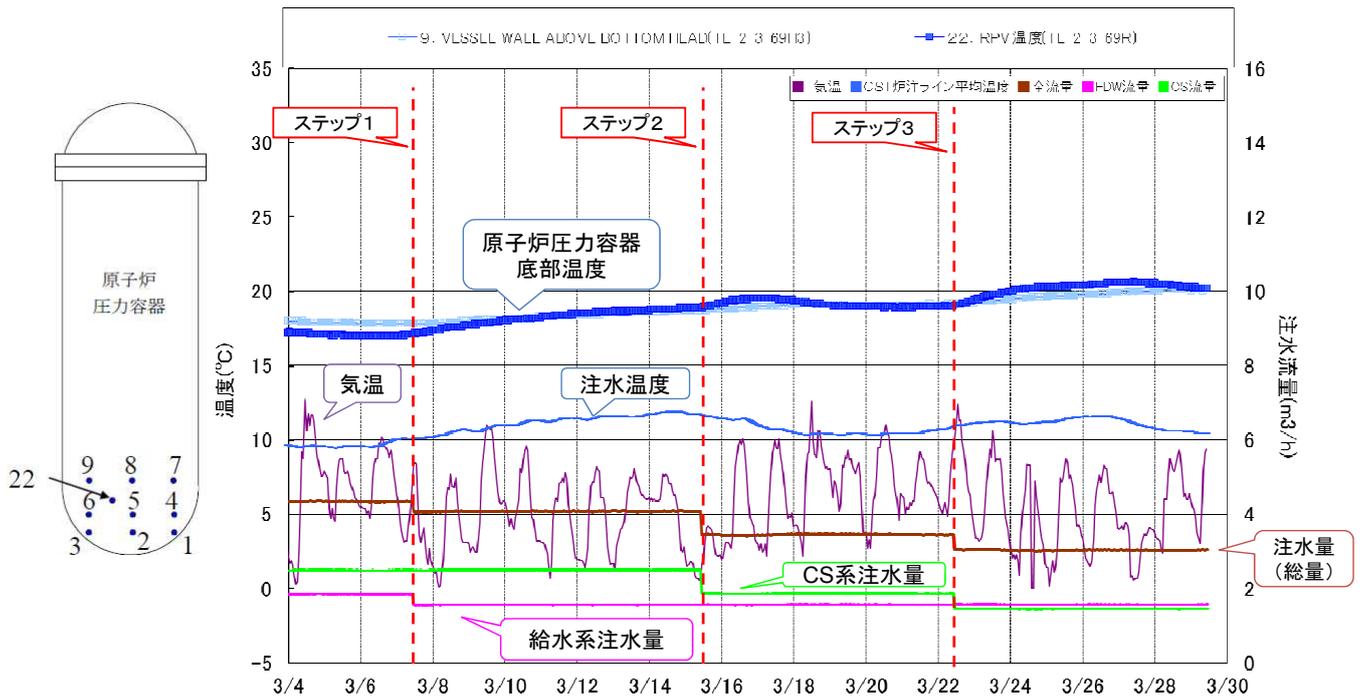
- 汚染水処理設備の余剰分を確保する一つ的手段として、1～3号機の原子炉注水量を低減
  - 1号機について、2016年12月～2017年1月に注水量低減を実施（完了）
  - 3号機について、2017年2月に注水量低減を実施（完了）
  
  - 2号機について、2017年3月7日に注水量低減を実施（完了）
    - <ステップ1> 目標注水量 4.5m<sup>3</sup>/h ⇒ 4.0m<sup>3</sup>/h※  
操作実績 3月7日 10:17～10:25  
⇒ 原子炉圧力容器底部温度、格納容器内温度等のパラメータに、大きな指示上昇はなく、冷却状態に異常なし
  
    - <ステップ2> 目標注水量 4.0m<sup>3</sup>/h ⇒ 3.5m<sup>3</sup>/h ※  
操作実績 3月15日 10:31～10:45  
⇒ 原子炉圧力容器底部温度、格納容器内温度等のパラメータに、大きな指示上昇はなく、冷却状態に異常なし
  
    - <ステップ3> 目標注水量 3.5m<sup>3</sup>/h ⇒ 3.0m<sup>3</sup>/h ※  
操作実績 3月22日 10:10～10:23  
⇒ 原子炉圧力容器底部温度、格納容器内温度等のパラメータに、大きな指示上昇はなく、冷却状態に異常なし

※ 実際の注水流量は日常的な流量変動等により異なる場合がある

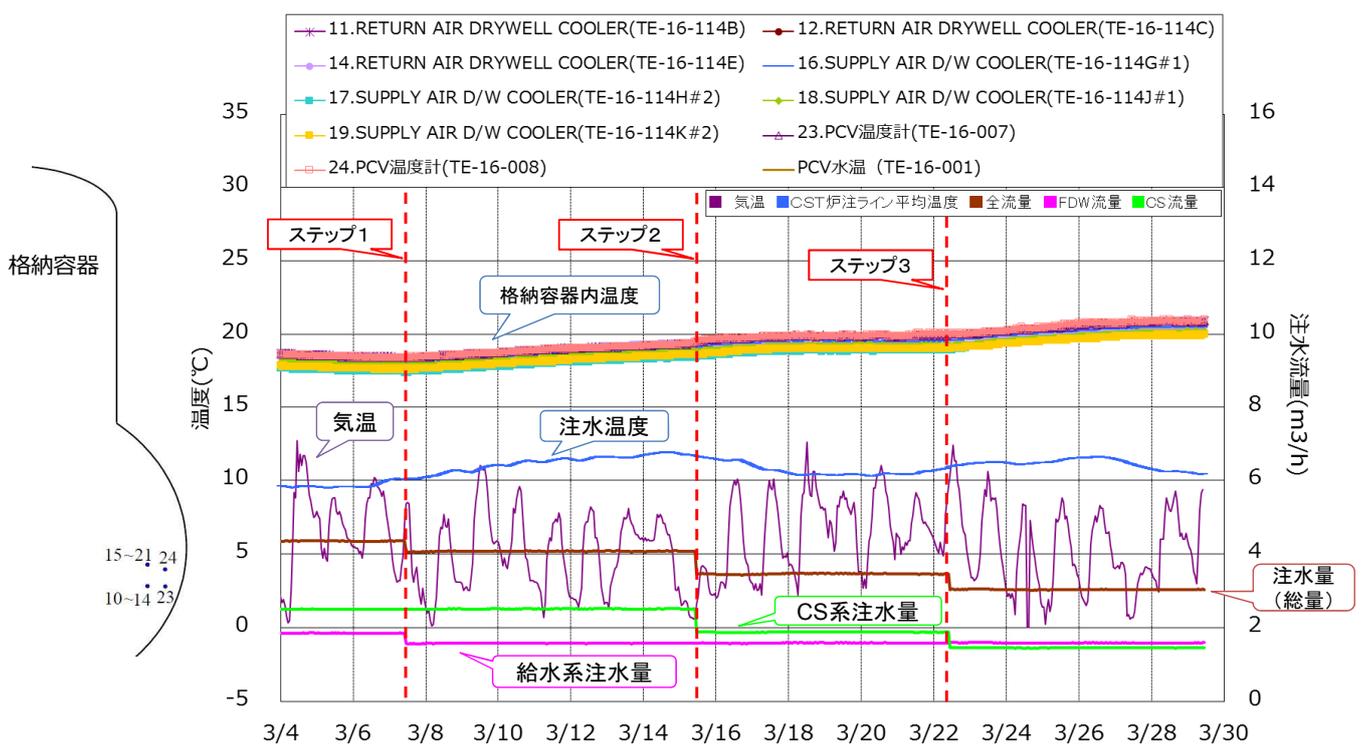
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

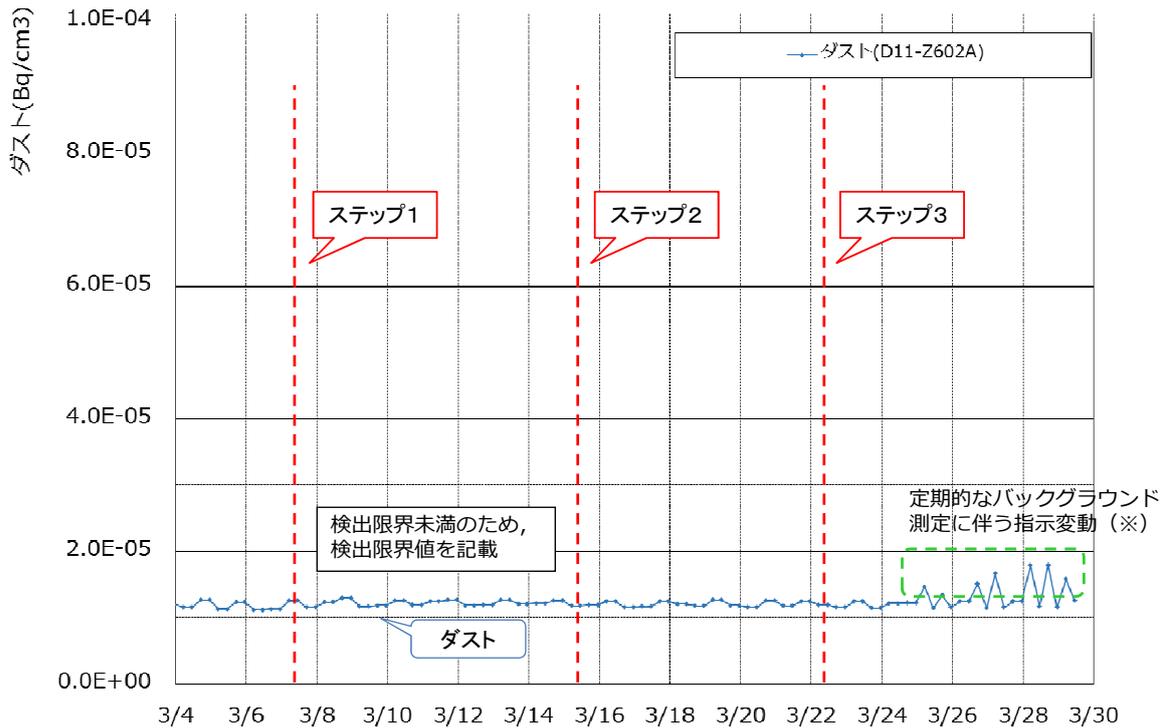
■ 原子炉压力容器底部温度に大きな温度上昇なく、冷却状態に異常なし



■ 格納容器内温度に大きな温度上昇はなく、冷却状態に異常なし



■ 格納容器ガス管理設備のダストモニタ指示値に上昇なく、冷却状態に異常なし



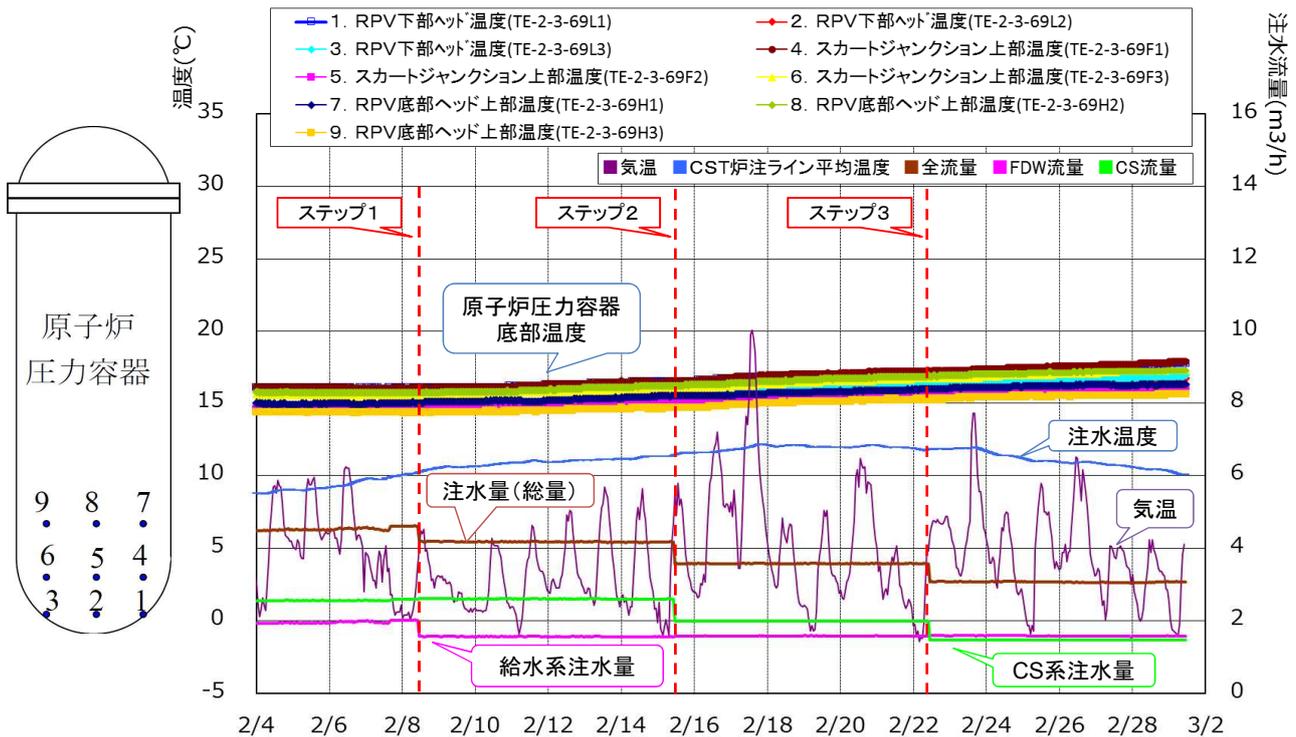
※ ダストモニタは定期的にバックグラウンドを測定している。(約12時間毎)  
 2号機では、計算上、バックグラウンド測定直後の指示値が高くなるが、実際のダスト濃度変化ではない。

スケジュール

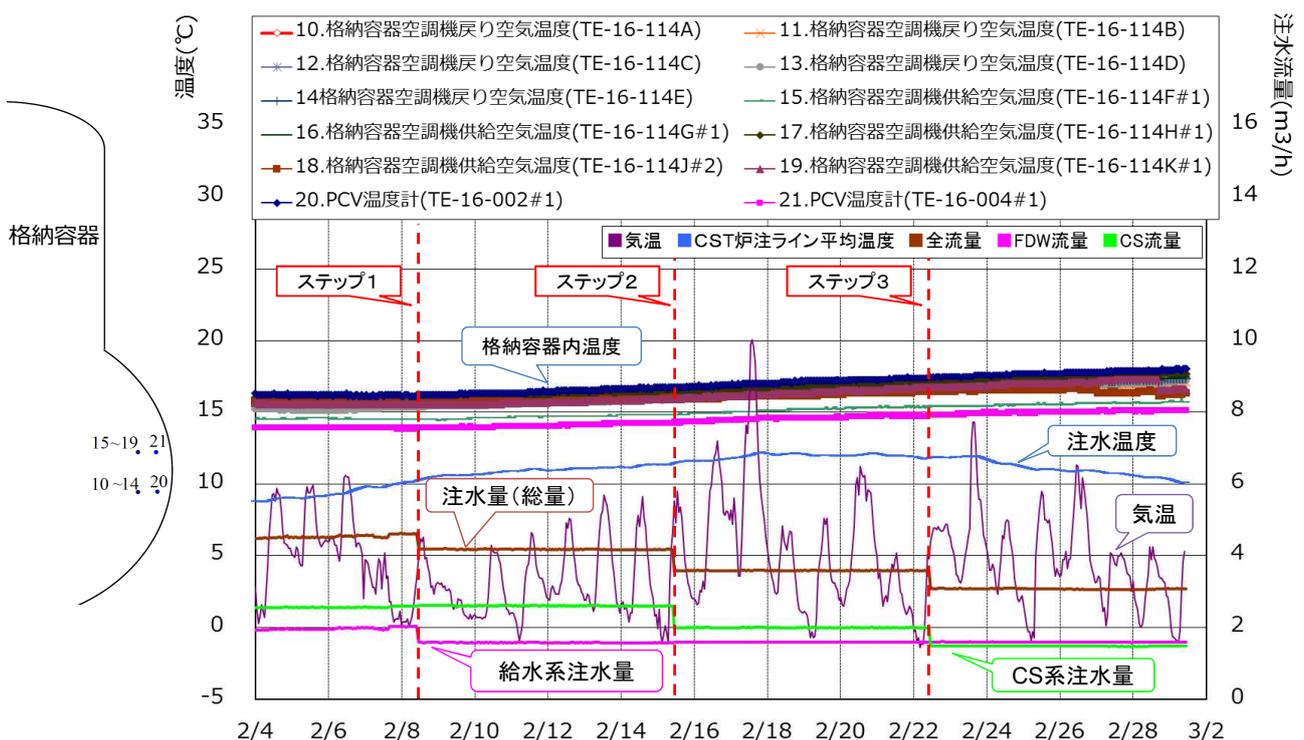
	2016年12月	2017年1月	2017年2月	2017年3月	2017年4月
1号機	▼12/7 格納容器ガスサンプリング ▼12/8 原子炉建屋滞留水サンプリング 注水量低減 ▼12/14 ステップ1	▼1/5 ステップ2 ▼1/24 ステップ3		▼3/16 格納容器ガスサンプリング ▼3/7 原子炉建屋滞留水サンプリング	
2号機			▼2/15 格納容器ガスサンプリング ▼2/23 原子炉建屋滞留水サンプリング	注水量低減 ▼3/7 ステップ1 ▼3/15 ステップ2 ▼3/22 ステップ3	サンプルング (工程調整中)
3号機		▼1/27 格納容器ガスサンプリング ▼2/7 原子炉建屋滞留水サンプリング 注水量低減 ▼2/8 ステップ1	▼2/15 ステップ2 ▼2/22 ステップ3		サンプルング (工程調整中)

(参考) 2/7より1～3号機の主要なプラント関連パラメータについて、リアルタイムデータの公開を開始

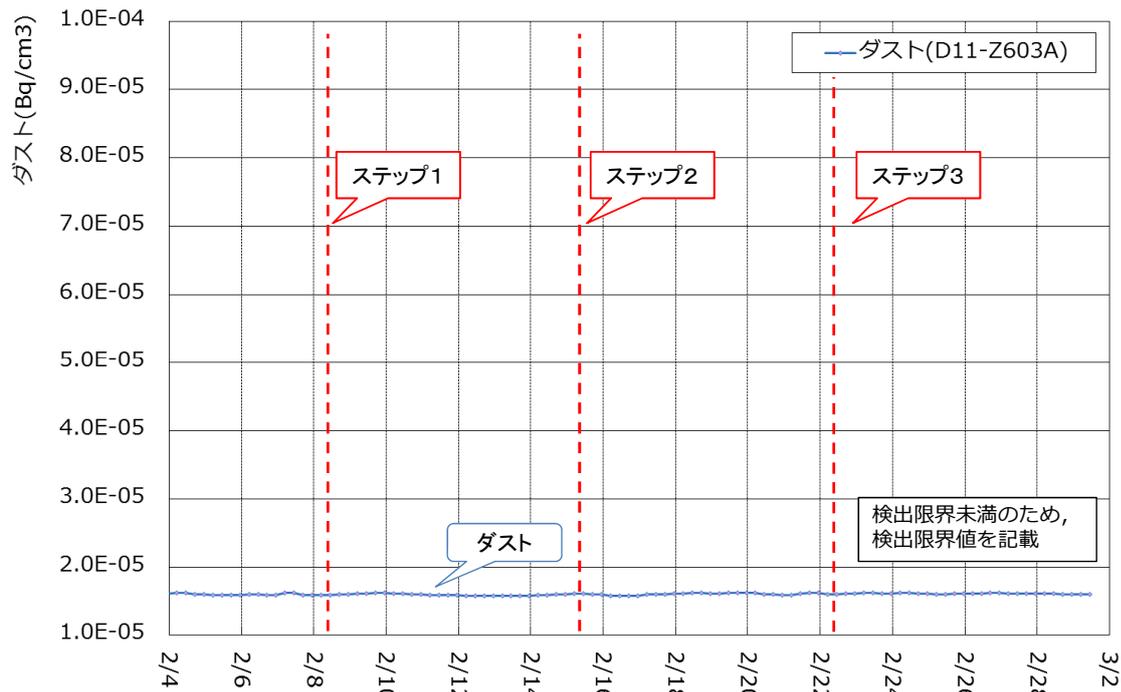
■ 原子炉压力容器底部温度に大きな温度上昇なく、冷却状態に異常なし



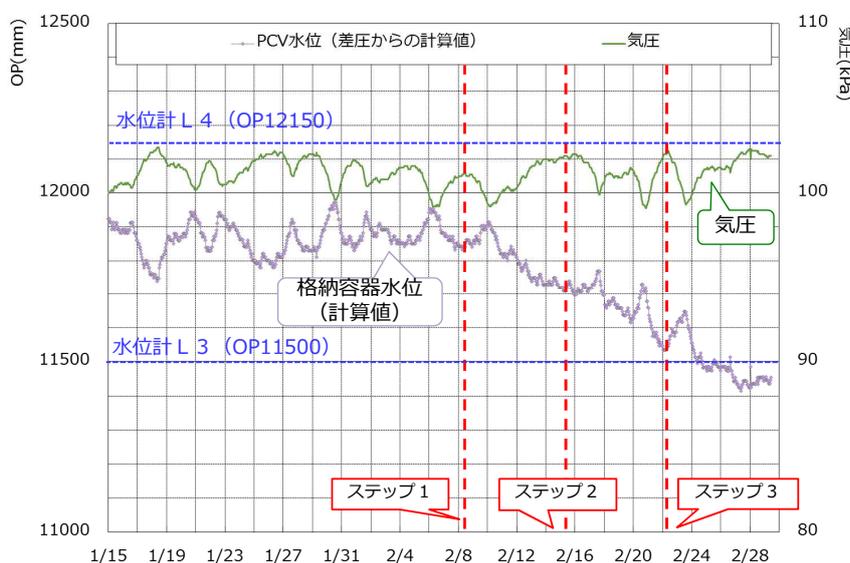
■ 格納容器内温度に大きな温度上昇はなく、冷却状態に異常なし



- 格納容器ガス管理設備のダストモニタ指示値に上昇なく、冷却状態に異常なし



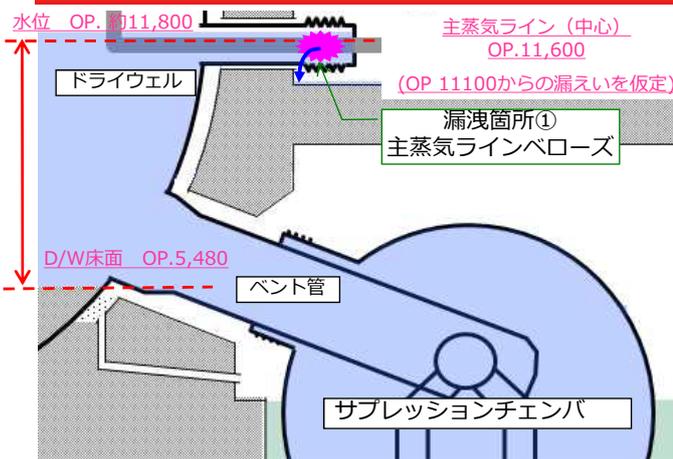
- D/W圧力とS/C圧力の差圧から計算したPCV水位は、概ね事前評価通り、注水量低減の前後で約40cm低下
- 格納容器内に新設した接点式の水位計の指示はL3(OP11500)のまま変化なし
  - 計算値の不確かさや新設水位計の設置高さの誤差により、差圧から計算したPCV水位がOP11500を下回っても、実際の水位は水位計L3高さよりも上にあり、新設水位計の指示には変化がなかったものと推定



新設水位計 各接点の高さ	接点 動作状況
L4 (OP12150)	OFF (非水没)
L3 (OP11500)	ON (水没)
L2 (OP10700)	ON (水没)
L1 (OP9700)	ON (水没)

注水量低減前後で新設水位計の接点動作状況に変化なし  
(実際の水面はL3とL4の間に存在)

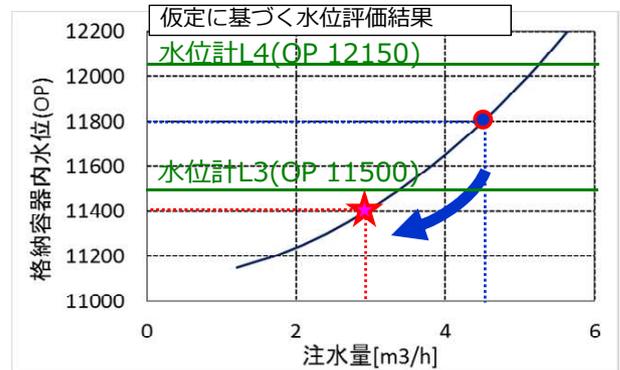
## 【参考】注水量低減時の格納容器内水位評価（3号機）



### 計算式

$$S = \frac{V}{\sqrt{2g(H-h)}}$$

S : 漏洩孔面積 (m<sup>2</sup>)  
 V : 漏洩量 (m<sup>3</sup>/s)  
 H : 水位 (m)  
 h : 漏洩孔高さ (m)  
 g : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)



### ■ 内部調査時の格納容器内水位と注水量

注水量[m <sup>3</sup> /h]	4.5
格納容器水位(OP)[mm]	11800*

### ■ 漏えい箇所 (①の1箇所のみと仮定)

#### 漏洩箇所① 主蒸気ラインベローズ

- 漏洩量は調査映像から 1.2~4.5 m<sup>3</sup>/h程度と評価  
→ 4.5 m<sup>3</sup>/hの漏洩を仮定

漏えい箇所を①と仮定すると、注水量低減により、**格納容器内水位がOP 11400程度まで低下すると推測**  
⇒格納容器水位は水位計L3高さを若干下回り、水位計の指示はL2(OP10700)になると推測

※ サブプレッションチェンバ圧力から計算された水位はOP11980

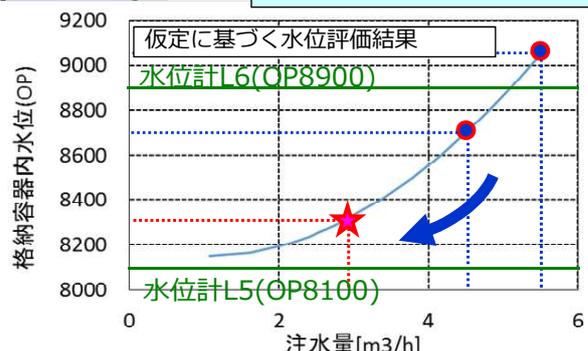
## 【参考】注水量低減時の格納容器内水位評価（1号機）



### 計算式

$$S = \frac{V}{\sqrt{2g(H-h)}}$$

S : 漏洩孔面積 (m<sup>2</sup>)  
 V : 漏洩量 (m<sup>3</sup>/s)  
 H : 水位 (m)  
 h : 漏洩孔高さ (m)  
 g : 重力加速度 (9.8m/s<sup>2</sup>)



### ■ 過去2回の内部調査時の格納容器内水位と注水量

注水量[m <sup>3</sup> /h]	5.5	4.5
格納容器水位(OP)[mm]	9050	8700

### ■ 漏えい箇所 (①・②の2箇所のみと仮定)

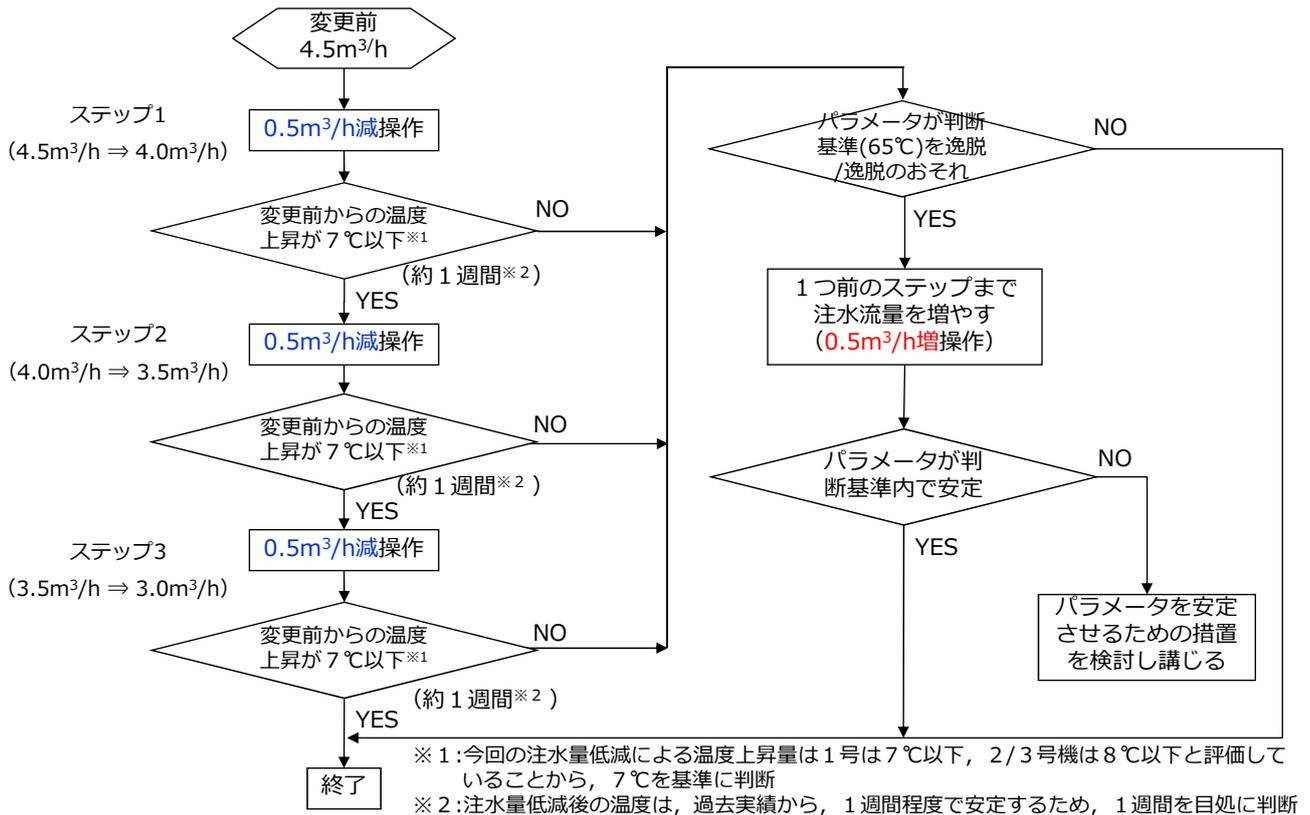
#### 漏洩箇所① 真空破壊ラインベローズ

- 漏洩量は調査映像から 0.74~3.2 m<sup>3</sup>/hと評価  
→ 3.3 m<sup>3</sup>/hの漏洩を仮定

#### 漏洩箇所② サンドクッションドレンライン

- 漏洩量は調査映像から 0.15 m<sup>3</sup>/h と評価  
→ 8本合計で1.2 m<sup>3</sup>/hの漏洩を仮定

漏えい箇所を①・②と仮定すると、注水量低減により、**格納容器内水位がOP 8300程度まで低下すると推測**  
⇒格納容器内水位は水位計L5高さ近傍になると推測



【参考】注水量低減時の監視パラメータ

■ 注水量低減時には以下の監視を実施

＜監視の考え方＞

- ▶ 原子炉圧力容器内の冷却状態を確認するため, 原子炉圧力容器底部温度を監視
- ▶ 格納容器内の冷却状態を確認するため, 格納容器内温度を監視
- ▶ 放射性物質の異常な放出(放出量増加)がないことを確認するため, 格納容器ガス管理設備のダストモニタを監視
- ▶ 注水変更操作から24時間の監視強化とし, 冷却状態に異常が無い場合には, 24時間以降は通常頻度での監視に移行

監視パラメータ	監視頻度		判断基準
	操作後24時間	24時間以降 (通常監視頻度)	
原子炉圧力容器底部温度	毎時	毎時	65℃以下
格納容器内温度	毎時	6時間	65℃以下
原子炉への注水量	毎時	毎時	必要な注水量が確保されていること
格納容器ガス管理設備 ダストモニタ	6時間	6時間	有意な上昇が継続しないこと

■ 注水量低減は段階的に実施し, ステップ毎に冷却状態を確認

- ▶ 原子炉圧力容器底部温度・格納容器内温度に大きな温度上昇がないこと
- ▶ 原子炉圧力容器上部温度, 格納容器圧力, 格納容器内水位等のプラントパラメータに異常がないこと

■運用に必要な以下の余裕を確保し、目標とする注水量を設定

＜温度管理の余裕＞

▶温度制限（80℃）に対する余裕を確保するため、65℃以下を目標とする流量を設定

＜流量管理の余裕＞

▶流量の制限値を遵守するため、警報設定、流量調整等に関わる運用上の余裕を確保

⇒ 注水量の低減目標は、各号機最大で1.5m<sup>3</sup>/h減（4.5⇒3.0m<sup>3</sup>/h）

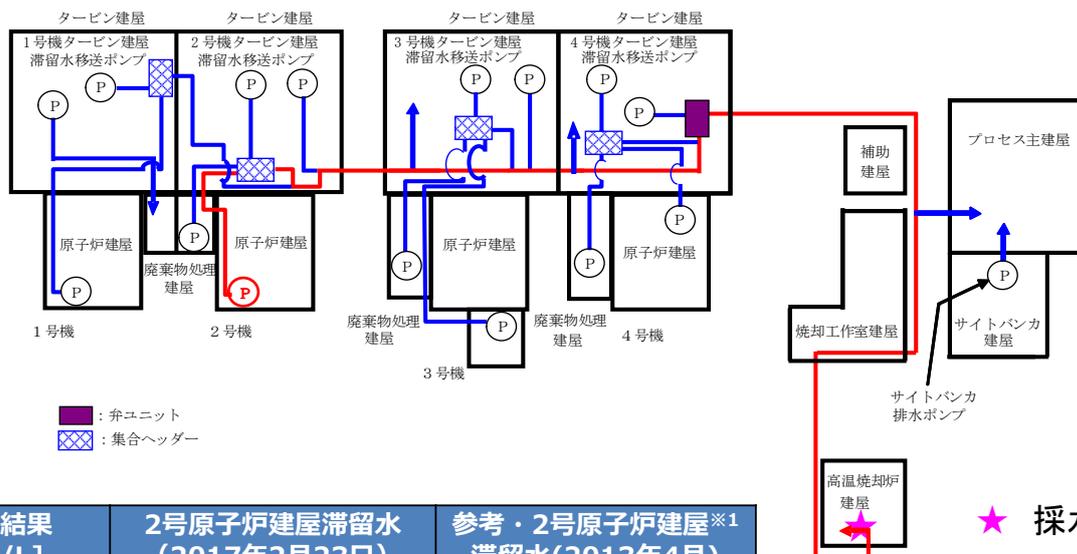
＜評価結果＞		1号[m <sup>3</sup> /h]	2号[m <sup>3</sup> /h]	3号[m <sup>3</sup> /h]	総量[m <sup>3</sup> /day]
注水量の目標※1 (低減量)		3.0 (1.5 減)	3.0 (1.5 減)	3.0 (1.5 減)	216 (108 減)
評価	温度管理のための 注水量下限値※2	1.7	2.0	2.1	
	流量管理のための 注水量下限値※3	2.6 (1.4+1.2)	3.0 (1.8+1.2)	3.0 (1.8+1.2)	

※1 現行の流量調整弁、流量計の調整範囲からの制御可能下限値は3.0m<sup>3</sup>/h

※2 熱バランス評価で65℃以下となる注水量を評価

※3 制限値（原子炉の冷却に必要な注水量）に加え、警報設定、流量調整等に関わる運用上の余裕として1.2m<sup>3</sup>/hを考慮

【参考】2号機 原子炉建屋滞留水分析結果



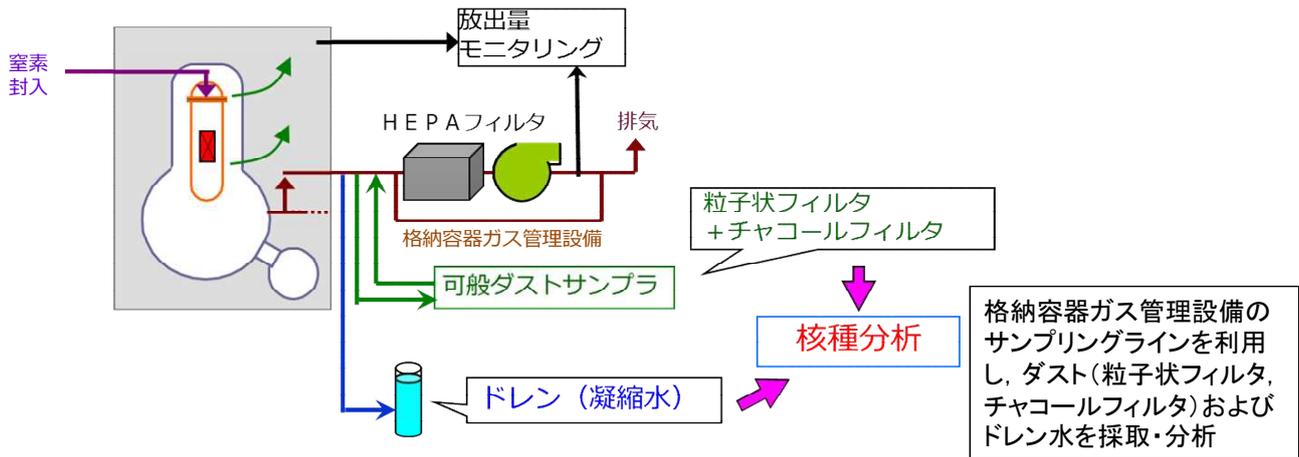
分析結果 [Bq/L]	2号原子炉建屋滞留水 (2017年2月23日)		参考・2号原子炉建屋※1 滞留水(2013年4月)
Cs-134	2.8E+06	2.4E+06※2	1.3E+07
Cs-137	1.8E+07	1.6E+07※2	2.4E+07
Sr-90	1.8E+07		9.7E+07
トリチウム	2.6E+05		1.1E+06

★ 採水場所  
建屋滞留水移送設備を活用(原子炉建屋側を単独運転)し、移送先滞留水出口(高温焼却炉建屋側)で滞留水を採取・分析

※1 採取場所：トールス室

※2 再分析結果（分析データの確認のため再分析を実施）

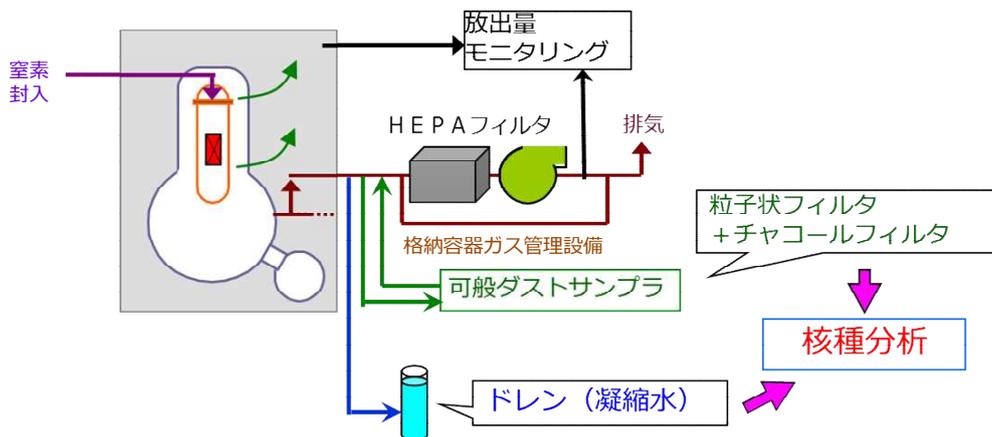
【参考】 2号機 格納容器ガス（ダスト,ドレン）分析結果<主要核種> **TEPCO**



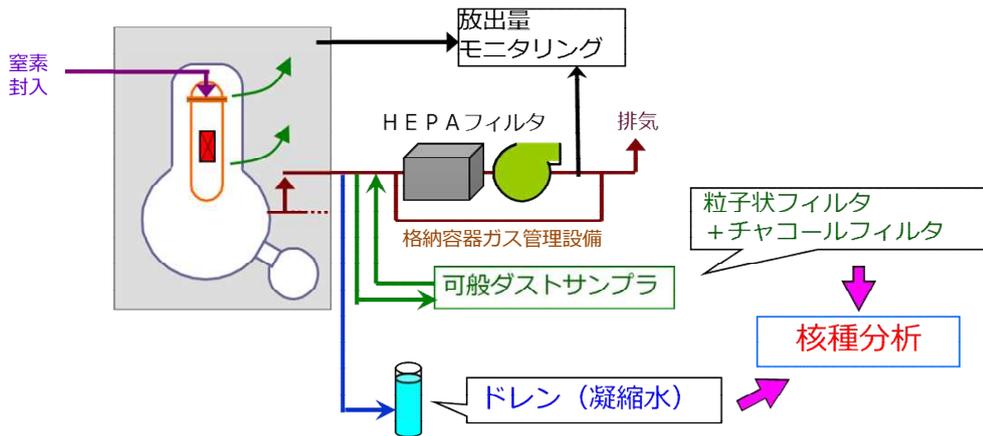
分析結果 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	粒子状フィルタ	チャコールフィルタ	ドレン水
Cs-134	6.6E-07	ND (<1.6E-07)	7.9E-01
Cs-137	4.2E-06	ND (<1.8E-07)	4.8E+00
Sr-90			2.4E+01
全α	ND(<6.9E-09)		ND(<8.6E-03)
トリチウム			3.3E+02

2017年2月15日採取

【参考】 2号機 格納容器ガス分析結果（2013年）<主要核種> **TEPCO**

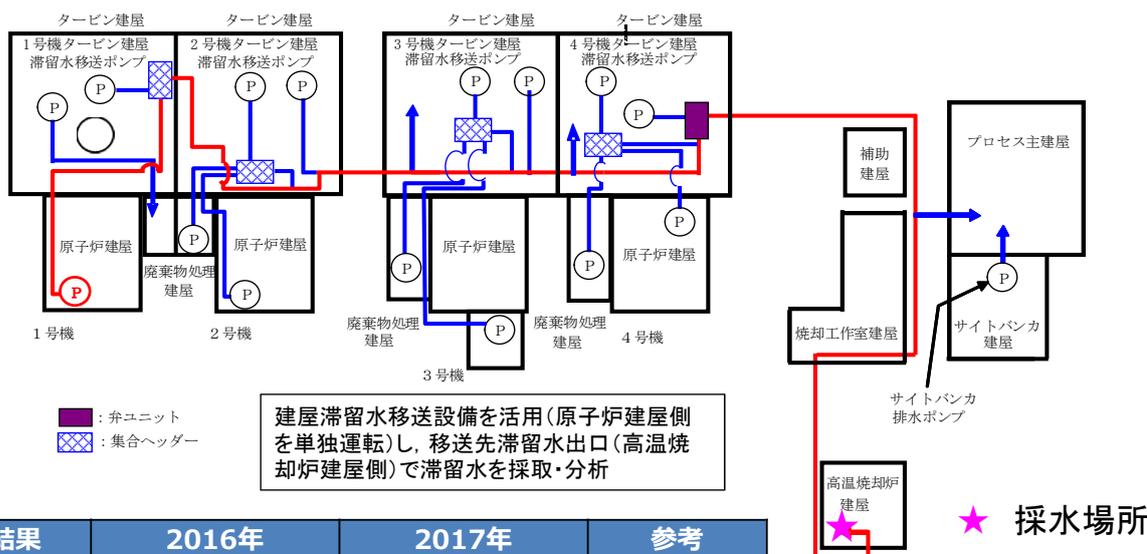


分析結果 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	2013年4月22日			2013年4月23日		
	粒子状フィルタ	チャコールフィルタ	ドレン水	粒子状フィルタ	チャコールフィルタ	ドレン水
Cs-134	3.3E-06	ND (<7.4E-07)	1.0E+01	2.4E-06	ND (<4.9E-07)	9.5E+00
Cs-137	5.9E-06	1.9E-06	1.9E+01	5.6E-06	ND (<6.4E-07)	1.8E+01
全α			ND (<1.0E-02)			ND (<1.0E-02)
トリチウム			9.0E+02			9.5E+02



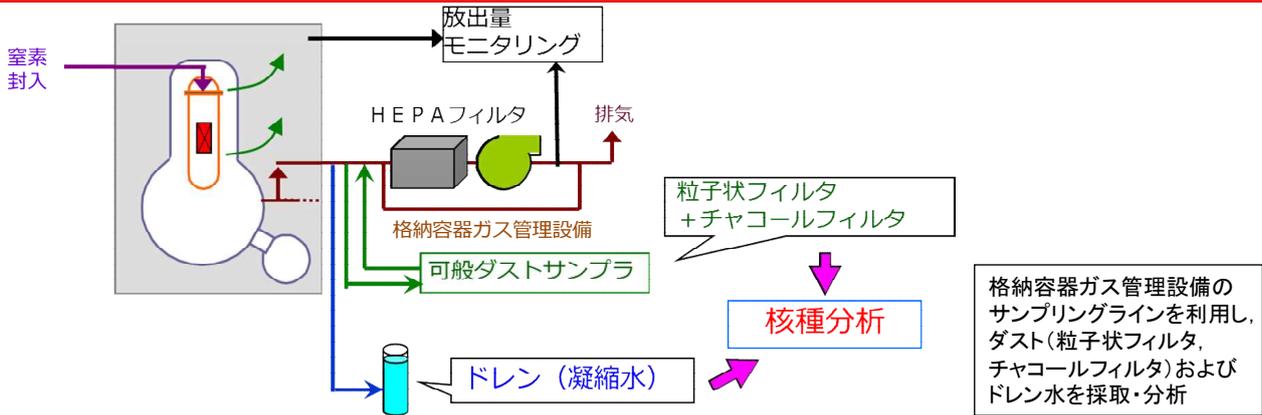
分析結果 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	ドレン水 (2017年2月15日)	ドレン水 (2013年4月22日)	ドレン水 (2013年4月23日)
Co-60	3.0 E -02	ND(<5.0E-02)	6.8E-02
Sb-125	2.1 E -01	1.8E+00	6.3E-01

【参考】 1号機 原子炉建屋滞留水分析結果



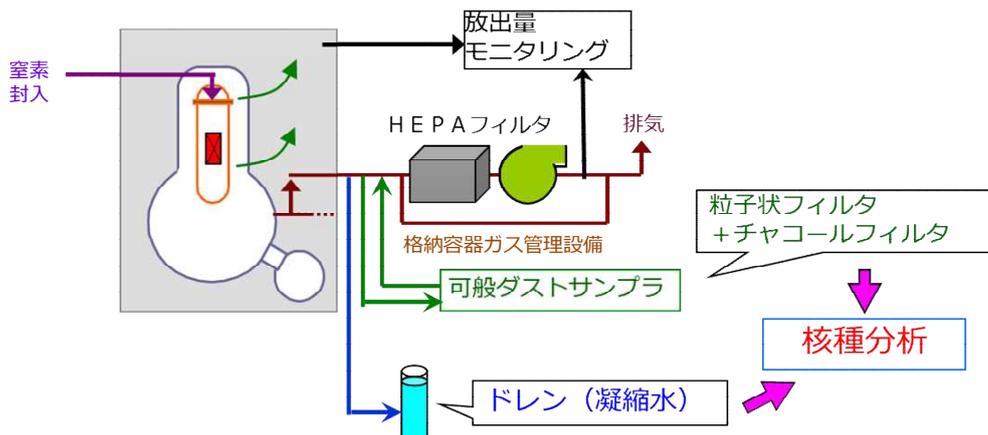
分析結果 [Bq/L]	2016年 12月8日 (注水量低減前)	2017年 3月7日 (注水量低減後)	参考 2013年2月
Cs-134	4.7E+06	8.1E+06	7.4E+07
Cs-137	3.1E+07	5.4E+07	1.5E+08
Sr-90	1.1E+07	7.6E+06	5.3E+07
トリチウム	7.9E+05	1.0E+06	2.8E+06

## 【参考】1号機 格納容器ガス(ダスト,ドレン)分析結果



分析結果 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	粒子状フィルタ		チャコールフィルタ		ドレン水	
	2016年 12月7日	2017年 3月16日	2016年 12月7日	2017年 3月16日	2016年 12月7日	2017年 3月16日
Cs-134	2.6E-05	2.5E-06	ND (<1.4E-07)	ND (<1.9E-07)	1.8E+01	7.1E+00
Cs-137	1.7E-04	1.8E-05	3.3E-07	ND (<1.6E-07)	1.2E+02	5.1E+01
Sr-90					2.7E+01	分析中
全α	2.3E-08	分析中			ND (<8.6E-03)	ND (<8.6E-03)
トリチウム					9.9E+02	9.9E+02

## 【参考】1号機 格納容器ガス分析結果(2013年)



分析結果 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	2013年5月10日			2013年5月13日		
	粒子状 フィルタ	チャコール フィルタ	ドレン水	粒子状 フィルタ	チャコール フィルタ	ドレン水
Cs-134	7.7E-5	1.2E-6	2.0E+1	6.4E-5	ND(<7.8E-7)	1.9E+1
Cs-137	1.6E-4	2.0E-6	4.3E+1	1.3E-4	ND(<7.6E-7)	4.2E+1
全α			ND (<1.0E-2)			ND (<1.0E-2)
トリチウム			1.1E+03			1.2E+03