

循環注水冷却スケジュール (1/2)

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		9月		10月				11月			12月	1月	備考
			25	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下		
循環注水冷却	原子炉関連	循環注水冷却 <small>(実績)</small> ・【共通】循環注水冷却中(継続)	【1, 2, 3号】循環注水冷却 (滞留水の再利用)		現場作業						原子炉・格納容器内の崩壊熱評価、温度、水素濃度に応じて、また、作業等に必要な条件に合わせて、原子炉注水流量の調整を実施					
		循環注水冷却			現場作業						略語の意味 CST: 復水貯蔵タンク PCV: 原子炉格納容器 PE: ポリエチレン RO: 逆浸透膜 SFP: 使用済燃料プール					
		循環ループ縮小 <small>(実績)</small> ・循環ループ縮小運転 2016/10/7~	循環ループ縮小運転開始		検討・設計・現場作業		実績反映									・建屋内RO循環設備の設置に係る実施計画変更申請 (2014/7/28) → 補正申請 (2016/1/8) → 認可 (2016/1/28) ・建屋内RO循環設備の配管仕様追加に関する変更申請 (2016/6/10) → 補正申請 (2016/7/8) → 認可 (2016/7/25)
循環注水冷却	原子炉格納容器関連	海水腐食及び塩分除去対策 <small>(実績)</small> ・CST窒素注入による注水溶存酸素低減 (継続) ・ヒドラジン注入中 (2013/8/29~)	CST窒素注入による注水溶存酸素低減		現場作業											
		海水腐食及び塩分除去対策	ヒドラジン注入中		現場作業											
		窒素充填 <small>(実績)</small> ・【1号】サブプレッションチャンバへの窒素封入 - 連続窒素封入へ移行 (2013/9/9~) (継続) ・【1号】ジェットポンプ計装ラックからの窒素封入ライン追設 ・試験・検査等 2016/9/15~10/14 <small>(予定)</small> ・【1号】ジェットポンプ計装ラックからの窒素封入ライン追設 ・窒素封入ライン変更検討 2016/9/22~11/上旬 ・窒素封入ライン変更通気確認 2016/11/中旬~12/前半	【1, 2, 3号】原子炉圧力容器 原子炉格納容器 窒素封入中		検討・設計・現場作業											
窒素充填	【1号】サブプレッションチャンバへの窒素封入		検討・設計・現場作業													・1号機ジェットポンプ計装ラックからの窒素封入ライン追設に伴う実施計画変更認可申請 (2015/1/16) → 補正申請 (2016/3/23) → 認可 (2016/5/30)
窒素充填	【1号】ジェットポンプ計装ラックからの窒素封入ライン追設 試験・検査等		窒素封入ライン変更検討													
窒素充填	窒素封入ライン変更通気確認		実施時期調整中													

循環注水冷却スケジュール (2/2)

分野名	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定	9月							10月							11月							12月			1月	備考
				25	2	9	16	23	30	6	13	下	上	中	下	日	月	日	月	日	月	日	月						
原子炉格納容器関連		PCVガス管理	(実績) ・【共通】PCVガス管理システム運転中(継続)	【1, 2, 3号】継続運転中																									
		使用済燃料プール循環冷却	(実績) ・【共通】循環冷却中(継続) ・【2号】SFP循環冷却装置一次系ポンプ吸込み弁点検に伴うSFP全停弁点検 2016/10/3~10/7 ・【3号】SFP動力盤・中継盤点検 一次系ポンプモーター般点検に伴うSFP停止 2016/10/19 ・【1~3号】SFP循環冷却系二次系設備共用化工事(3号) 配管接続に伴うSFP停止 2016/10/16~10/19 系統試験・検査等 2016/10/20~25 (予定) ・【1~3号】SFP循環冷却系二次系設備共用化工事 設置工事等 2015/11/4~ 系統試験・検査等 2016/6/21~2016/12/5(予定) (1号) ベント弁他設置に伴うSFP停止 2016/11/10~11/20 配管接続に伴うSFP停止 2016/11/24~11/28 系統試験・検査等 2016/11/29~12/5 (2号) 配管接続に伴うSFP停止 2016/10/29~11/2 系統試験・検査等 2016/11/3~11/7,11/28,12/3 (3号) 系統試験・検査等 2016/11/2,11/5,11/28,12/3	【1, 2, 3号】循環冷却中 検査後順次冷却開始(新設備)※系統試験含む 【1~3号】SFP循環冷却系二次系設備共用化工事 1号機SFP循環冷却系一次系ポンプ軸受冷却水配管修理(ベント弁他設置)・既設設備配管接続替等 系統試験・検査等 【3号】配管接続に伴うSFP停止 【3号】SFP停止 【2号】配管接続に伴うSFP停止 【1号】ベント弁他設置に伴うSFP停止 【1号】配管接続に伴うSFP停止 最新工程反映 【3号】SFP動力盤・中継盤点検 一次系ポンプモーター般点検に伴うSFP停止 追加 【2号】SFP循環冷却系一次系ポンプ吸込み弁点検工事に伴うSFP停止 実績反映																									・SFP循環冷却系二次系設備共用化に係る実施計画変更認可申請(2015/7/17) →補正申請(2016/3/9, 2016/4/21) →認可(2016/5/30)
		使用済燃料プールへの注水冷却	(実績) ・【共通】使用済燃料プールへの非常時注水手段としてコンクリートポンプ車等の現場配備(継続)	【1, 2, 3号】蒸発量に応じて、内部注水を実施 【1, 3号】コンクリートポンプ車等の現場配備																									
		海水腐食及び塩分除去対策(使用済燃料プール薬注&塩分除去)	(実績) ・【共通】プール水質管理中(継続)	【1, 2, 3, 4号】ヒドラジン等注入による防食 【1, 2, 3, 4号】プール水質管理																									

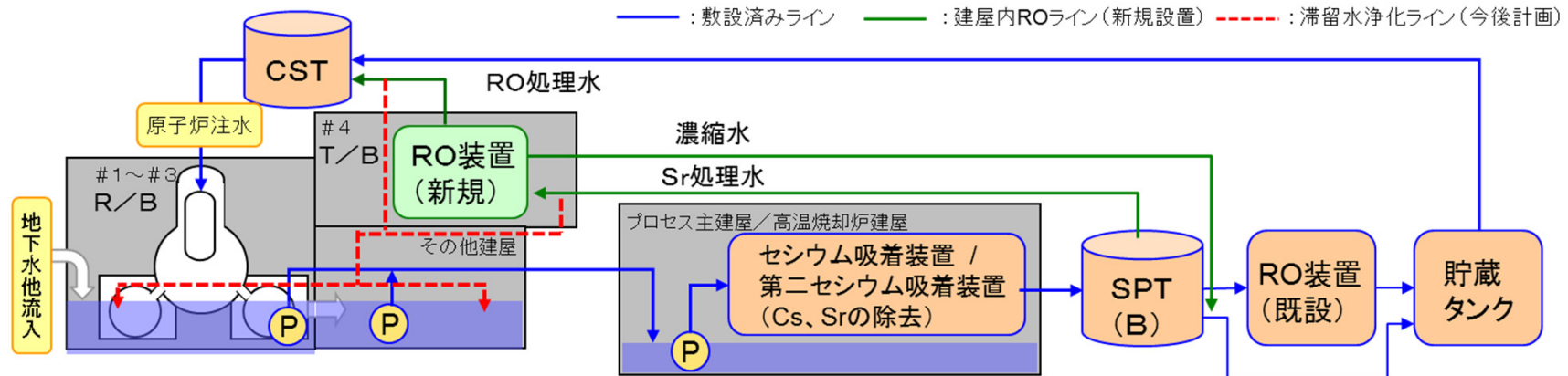
福島第一原子力発電所 1～3号機 原子炉注水量の低減について

2016年10月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 現在の原子炉注水量は、原子炉の冷却に必要な注水量（制限値）に対して余裕を有している状況
- 今後、汚染水処理設備（セシウム吸着装置）処理量の余剰分※を活用し、建屋滞留水の浄化を促進することを計画中
- 汚染水処理設備の余剰分を確保する一つ的手段として、原子炉注水量の低減を検討
 - 冷却状態の変化をふまえ、注水量の低減目標を設定
 - 注水量低減操作にあたっては、格納容器内の冷却状態の変化を適切に監視するとともに、原子炉注水が建屋滞留水に与える影響を確認する



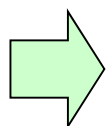
※ 日々の建屋滞留水処理量（炉注含む）約600～700m³/日に対して、第二セシウム吸着装置の処理量が最大約800m³/日

- 現在の注水量は下表の通り
 - 現在の注水量は制限値に対し約3m³/hの余裕があり
 - 流量微調整や流量低の警報設定等に関わる運用上の適度な余裕を確保

- 原子炉圧力容器，格納容器内の温度は概ね30℃程度で推移しており，実施計画に定める温度制限値（原子炉圧力容器底部で80℃以下）にも余裕を確保

	1号 [m ³ /h]	2号 [m ³ /h]	3号 [m ³ /h]	総量 [m ³ /day]
① 現在の注水量	4.5	4.5	4.5	324
② 制限値※	1.4	1.8	1.8	/
③ 制限値に対する余裕（①-②）	3.1	2.7	2.7	/

（※ 崩壊熱から算出した原子炉の冷却に必要な注水量，平成28年8月評価値）



注水量・温度ともに制限値に対する余裕があることから，格納容器内の冷却状態の変化を監視することにより，注水量の低減は可能

注水量低減目標の評価

■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1.5m³/h減（4.5⇒3.0m³/h）

＜評価結果＞	1号[m ³ /h]	2号[m ³ /h]	3号[m ³ /h]	総量[m ³ /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3.0m³/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1.2m³/hを考慮

■ 注水量低減時には以下の監視を実施

＜監視の考え方＞

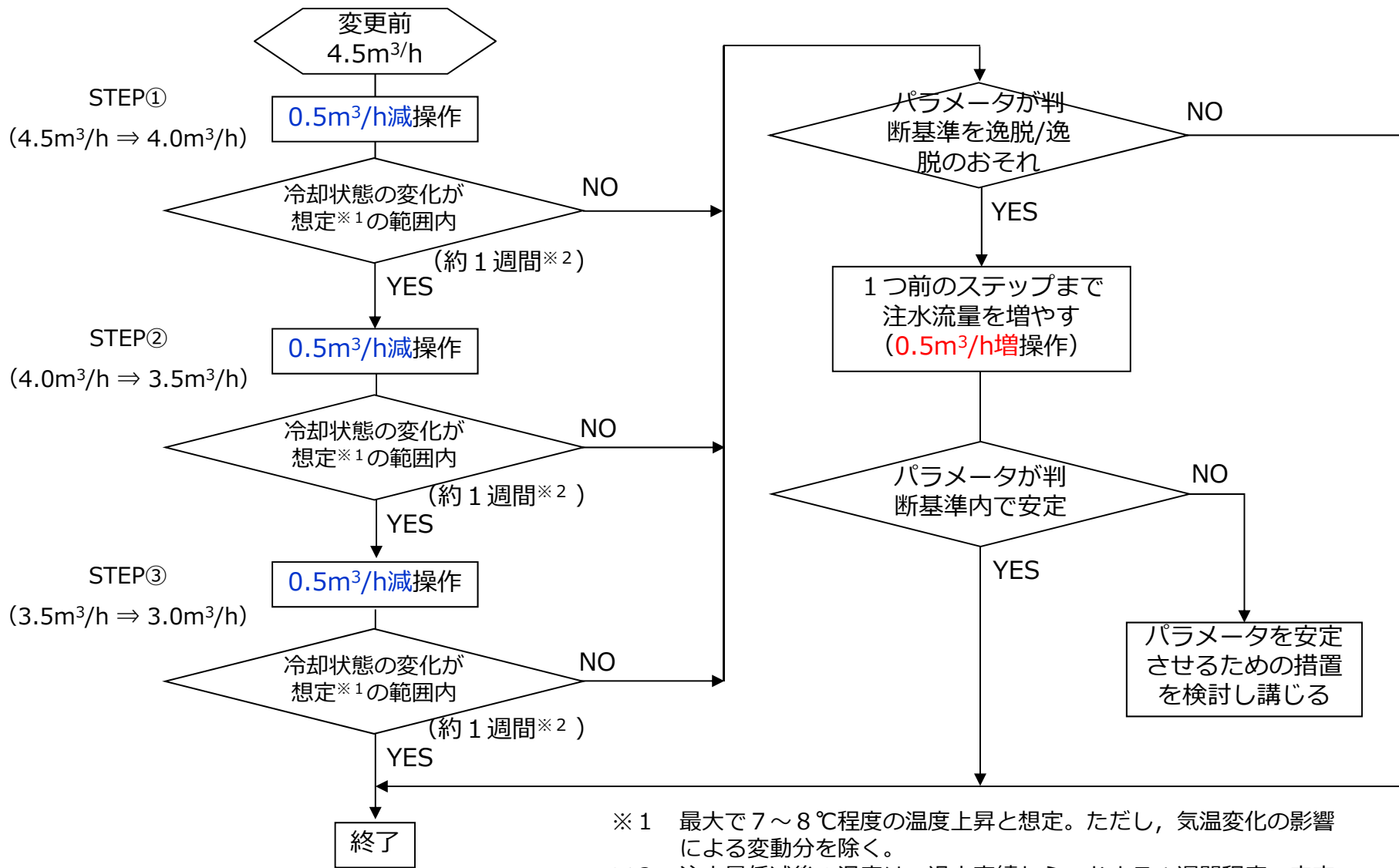
- 原子炉圧力容器内の冷却状態を確認するため、原子炉圧力容器底部温度を監視
- 格納容器内の冷却状態を確認するため、格納容器内温度を監視
- 放射性物質の異常な放出（放出量増加）がないことを確認するため、格納容器ガス管理設備のダストモニタを監視
- 注水変更操作から24時間の監視強化とし、冷却状態に異常が無い場合には、24時間以降は通常頻度での監視に移行

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

注水量の低減フロー



- ※1 最大で7～8℃程度の温度上昇と想定。ただし、気温変化の影響による変動分を除く。
- ※2 注水量低減後の温度は、過去実績から、およそ1週間程度で安定するため、1週間を目処に判断可能

【参考】炉内温度の上昇に伴う，異常時の時間余裕の変化

- 崩壊熱や注水温度，注水量に応じた熱バランス評価により，原子炉圧力容器底部温度を試算。（平成28年8月時点の評価例）

注水量低減に伴う温度上昇予測（試算）

		1号	2号	3号
現状	① 原子炉圧力容器底部温度[℃]	約 28	約 33	約 31
	注水停止時の時間余裕[hr] (80℃到達まで)	8.4	8.3	8.9

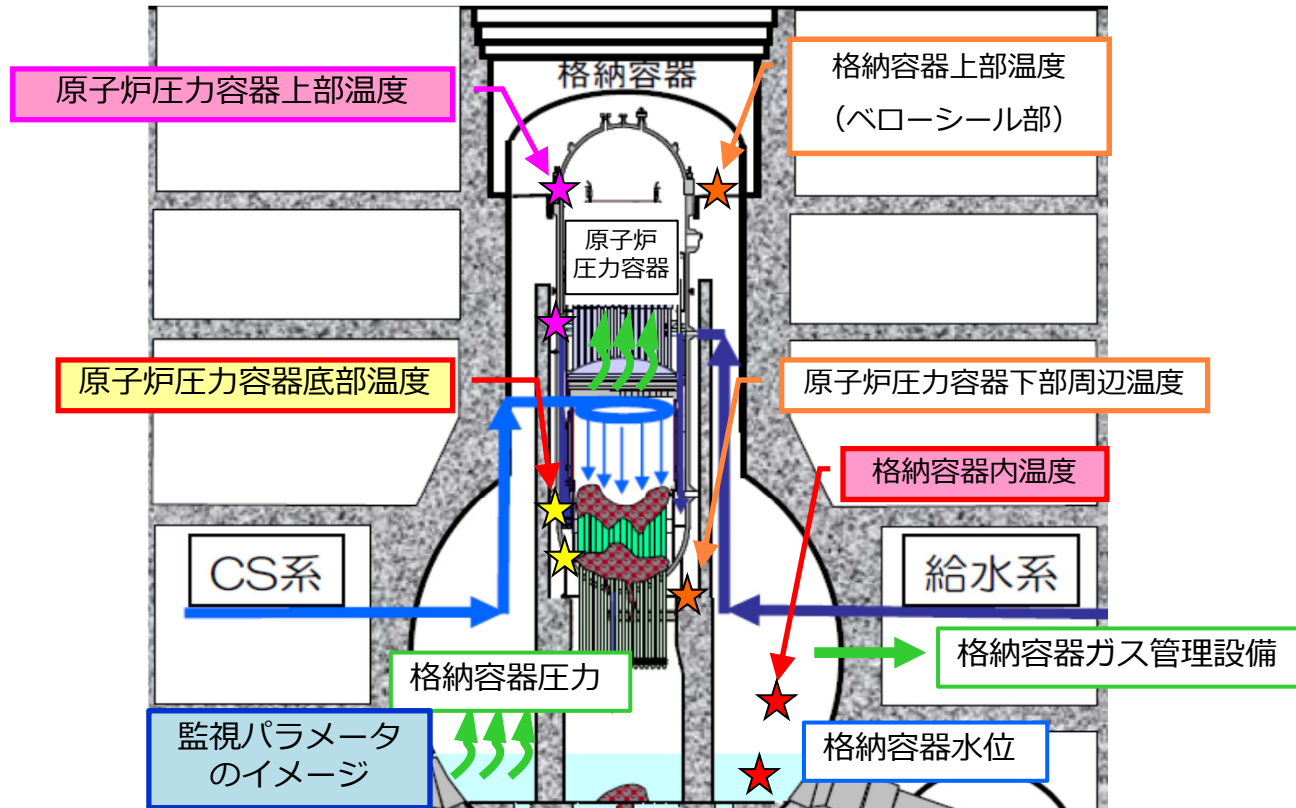

 注水量低減 4.5m³/h ⇒ 3.0m³/h

注水量 低減後	② 温度上昇量の予測※[℃]	約 7	約 8	約 8
	③原子炉圧力容器底部温度の予測※ [℃] (① + ②)	約 35	約 41	約 39
	注水停止時の時間余裕[hr] (80℃到達まで)	7.2	6.9	7.3

※ ここで示す温度上昇量の予測は，評価モデル上の計算値であり，これまでの注水量低減時の温度挙動の実績を考慮すると，実際の温度上昇量は計算値よりも小さいと予想される

【参考】原子炉圧力容器内・格納容器内の温度測定点（イメージ） TEPCO

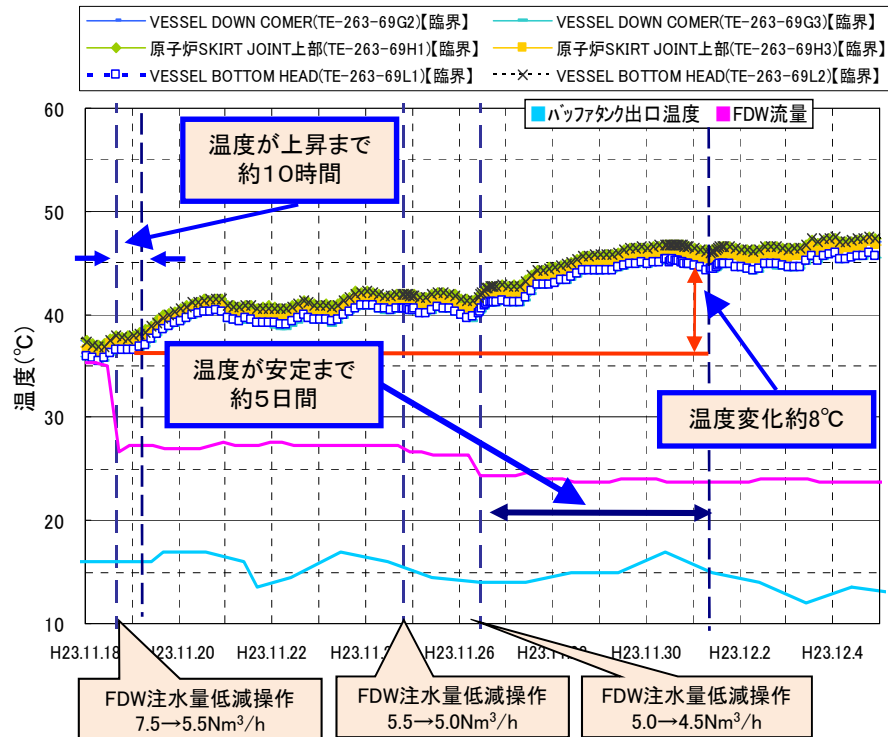
- 冷却状態の変化をより確実に把握するため、原子炉圧力容器底部温度・格納容器内温度以外のプラントパラメータも適切に組み合わせて監視する事が必要



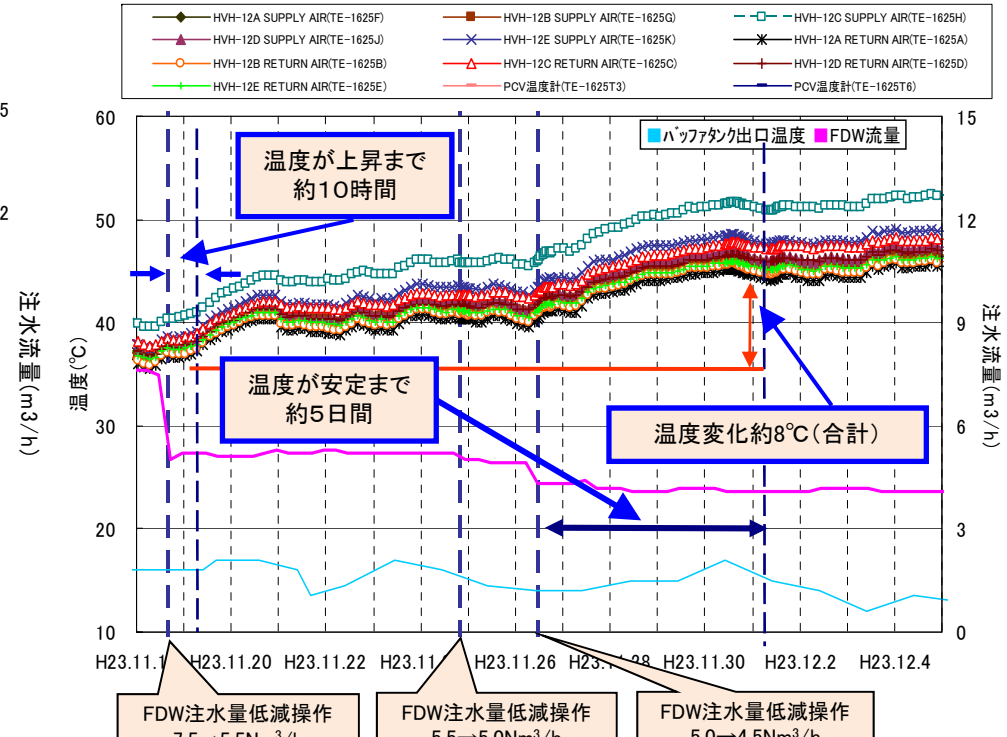
- 原子炉圧力容器上部温度
⇒原子炉圧力容器内の熱源への冷却水のかかり方が変化した場合、燃料デブリの表面温度の上昇、対流の変化などにより、原子炉圧力容器上部にも温度影響があると考えられる
- 格納容器ガス管理設備（ダスト）
⇒冷却状態の変化により、蒸気発生量の増加などによる、放射性物質の放出量増加がないことを確認する

【参考】 1号機の注水量低減と温度応答の特徴

【実績】 平成23年11月



原子炉圧力容器底部温度



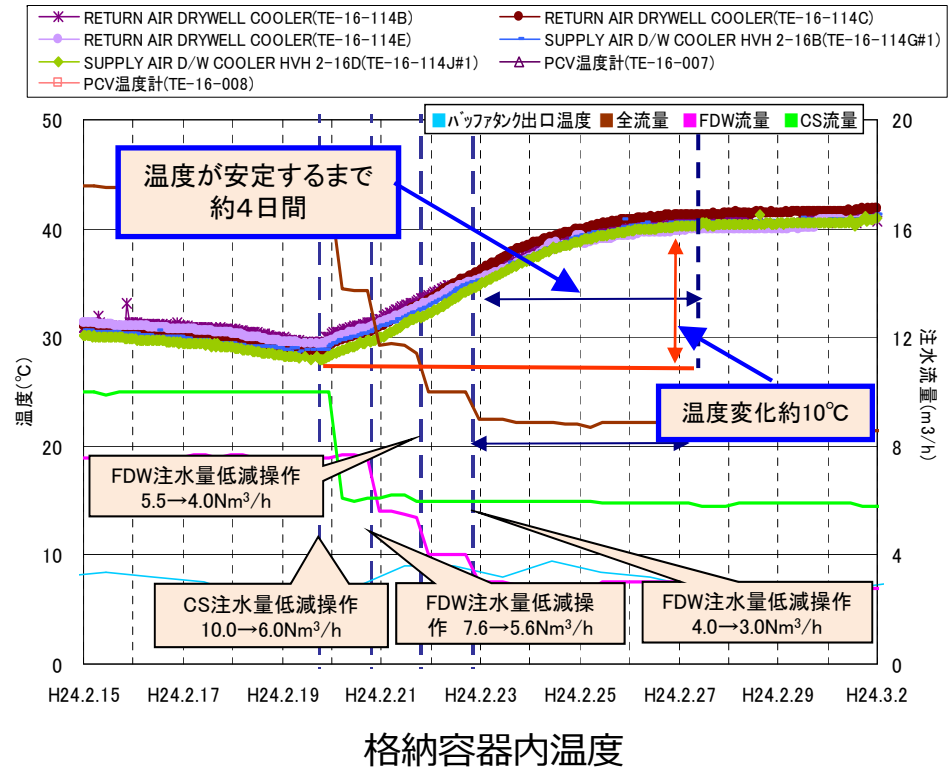
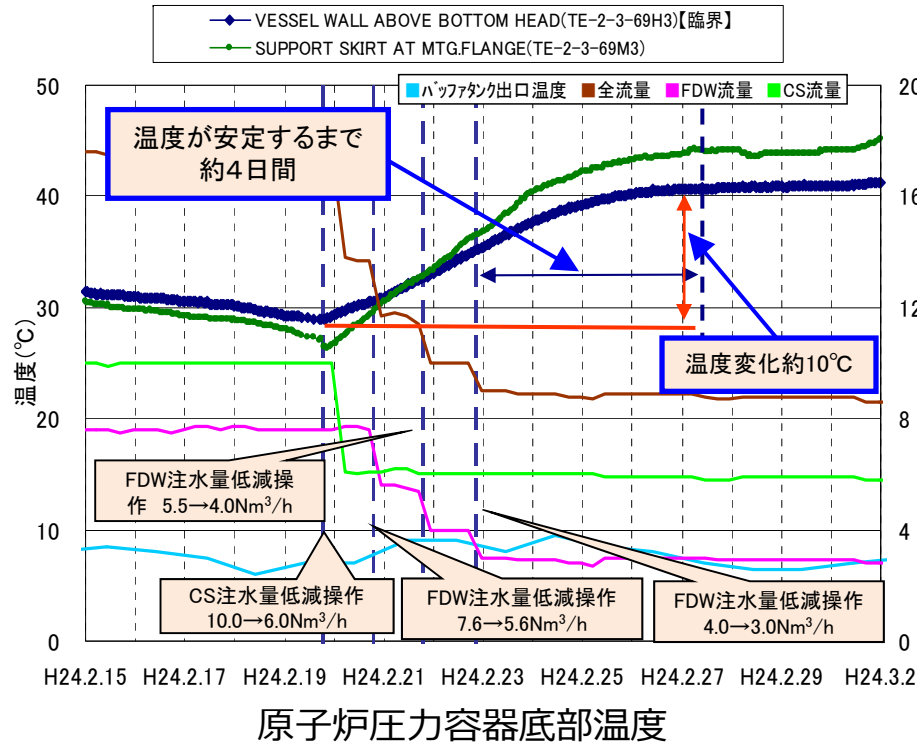
格納容器内温度

■注水量低減後，時間遅れをもって緩やかに温度変化

- 明確な温度上昇が確認できるまでおよそ10時間程度
- その後およそ5日程度で温度は安定

【参考】 2号機の注水量低減と温度応答の特徴

【実績】 平成24年2月



■注水量低減後，時間遅れをもって緩やかに温度変化

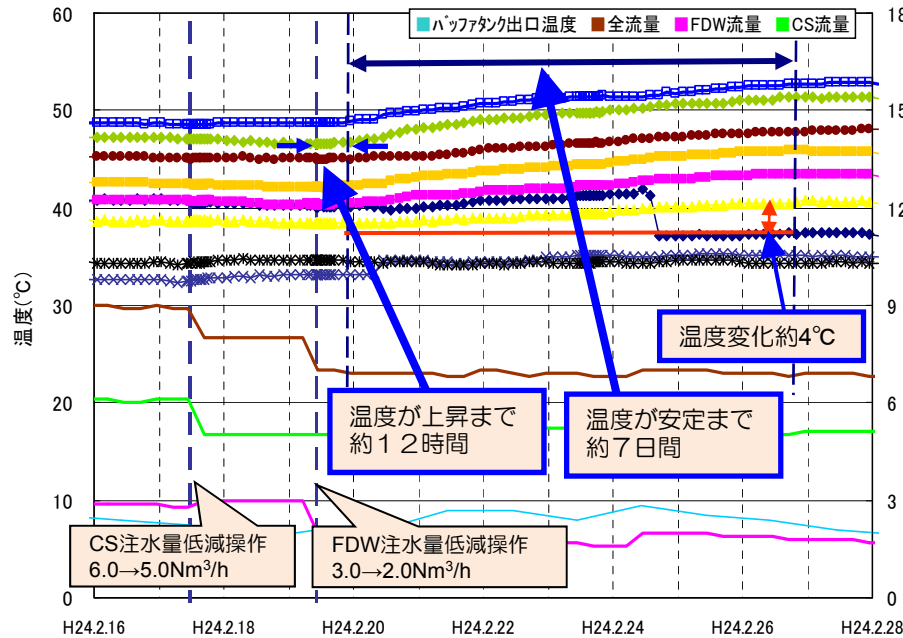
- 注水低減後，比較的すぐに明確な温度上昇を確認
- その後およそ4日程度で温度は安定

【参考】 3号機の注水量低減と温度応答の特徴



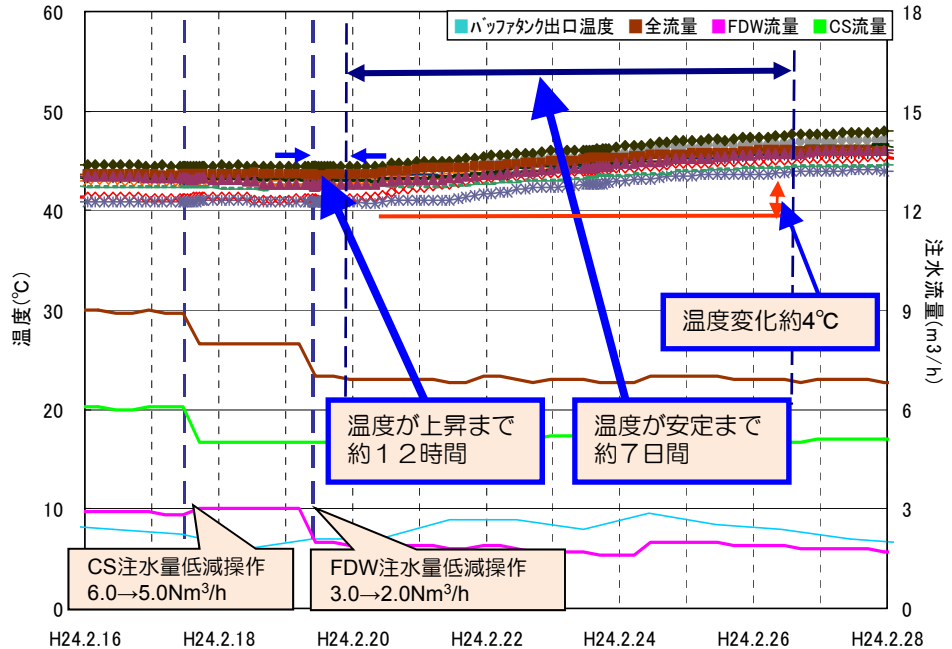
【実績】 平成24年2月

- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H1)【臨界】
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H2)【臨界】
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H3)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F2)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F3)【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L1)【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L2)【参考】【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L3)【参考】【臨界】



原子炉压力容器底部度

- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114A)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114B)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114C)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114D)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114E)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114F#1)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114G#1)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114H#1)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114J#2)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114K#1)



格納容器内温度

■注水量低減後，時間遅れをもって緩やかに温度変化

- 明確な温度上昇が確認できるまでおよそ12時間程度
- その後およそ7日程度で温度は安定