

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		10月		11月				12月				1月	2月	備考
			23	30	6	13	20	27	4	11	18	下	上	中	下		
循環注水冷却	原子炉関連	(実績) ・【共通】循環注水冷却中(継続) (予定) ・【1号】原子炉注水流量の低減 2016/12月中旬~2017/1月下旬 (実施時期調整中) ・【3号・2号】原子炉注水流量の低減 2017/2月上旬~2017/3月下旬 (実施時期調整中)	【1, 2, 3号】循環注水冷却 (滞留水の再利用)						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								
	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 SFP: 使用済燃料プール				【1号】原子炉注水流量の低減 【3号・2号】原子炉注水流量の低減 実施時期調整中								
海水腐食及び塩分除去対策		(実績) ・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		ヒドラジン注入中														
原子炉格納容器関連	窒素充填	(実績) ・【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) ・窒素封入ライン変更検討 2016/9/22~11/11 (予定) ・【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通気確認 2017/2月上旬~2月下旬 ・非常用窒素ガス分離装置本格点検 2016/11/14~2016/11/28	【1, 2, 3号】原子炉圧力容器 原子炉格納容器 窒素封入中 【1号】サブプレッションチャンバへの窒素封入 【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														
	検討・設計・現場作業				非常用窒素ガス分離装置本格点検 追加				窒素封入ライン変更通気確認 実施時期調整中								・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)
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														
	現場作業																

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		10月		11月				12月			1月	2月	備考		
			23	30	6	13	20	27	4	11	18	下	上	中	下		期	後
使用済燃料プール関連		<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【共通】循環冷却中(継続) 【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 【2号】配管接続に伴うSFP停止 2016/10/29~11/1 系統試験・検査等 2016/11/2~11/7 【その他SFP停止(3号)】2号機系統試験・検査に伴う停止 2016/11/1,11/5 <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【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) <p>(1号)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 【その他SFP停止(2号)】1号機系統試験・検査に伴う停止 2016/11/28,12/3,4 【3号】1号機系統試験・検査に伴う停止 2016/11/28,12/3,4 <ul style="list-style-type: none"> 【2号】変圧器盤ケーブル引き替えに伴うSFP停止 2016/11/28, 12/3 【1号】変圧器盤ケーブル引き替えに伴うSFP停止 2016/12/12, 16 【2号】一次系ポンプ点検に伴うSFP停止 2016/11/28, 12/1, 12/14, 12/20 	<p>現場作業</p> <p>【1, 2, 3号】循環冷却中</p> <p>検査後順次冷却開始(新設設備)※系統試験含む</p> <p>【1~3号】SFP循環冷却系二次系設備共用化工事</p> <p>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</p> <p>系統試験・検査等</p> <p>【3号】SFP停止</p> <p>【2号】配管接続に伴うSFP停止</p> <p>【1号】ベント弁他設置に伴うSFP停止</p> <p>【3号】SFP停止</p> <p>【2号】SFP停止</p> <p>【1号】配管接続に伴うSFP停止</p> <p>【2号】変圧器盤ケーブル引き替えに伴うSFP停止</p> <p>【1号】変圧器盤ケーブル引き替えに伴うSFP停止</p> <p>【2号】一次系ポンプ(B)点検に伴うSFP停止</p> <p>【2号】一次系ポンプ(A)点検に伴うSFP停止</p> <p>追加</p> <p>最新工程反映</p>													<ul style="list-style-type: none"> ・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) 		
		<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【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) 	<p>現場作業</p> <p>【1, 2, 3号】蒸発量に応じて、内部注水を実施</p> <p>【1, 3号】コンクリートポンプ車等の現場配備</p>															
		<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【共通】プール水質管理中(継続) <p>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)</p>	<p>検討・設計・現場作業</p> <p>【1, 2, 3, 4号】ヒドラジン等注入による防食</p> <p>【1, 2, 3, 4号】プール水質管理</p>															

福島第一原子力発電所 1～3号機 原子炉注水量低減時の対応について

2016年11月24日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 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実施する計画

	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 注水量の目標 (低減量の目標)	3.0 (-1.5)	3.0 (-1.5)	3.0 (-1.5)	216 (-108)

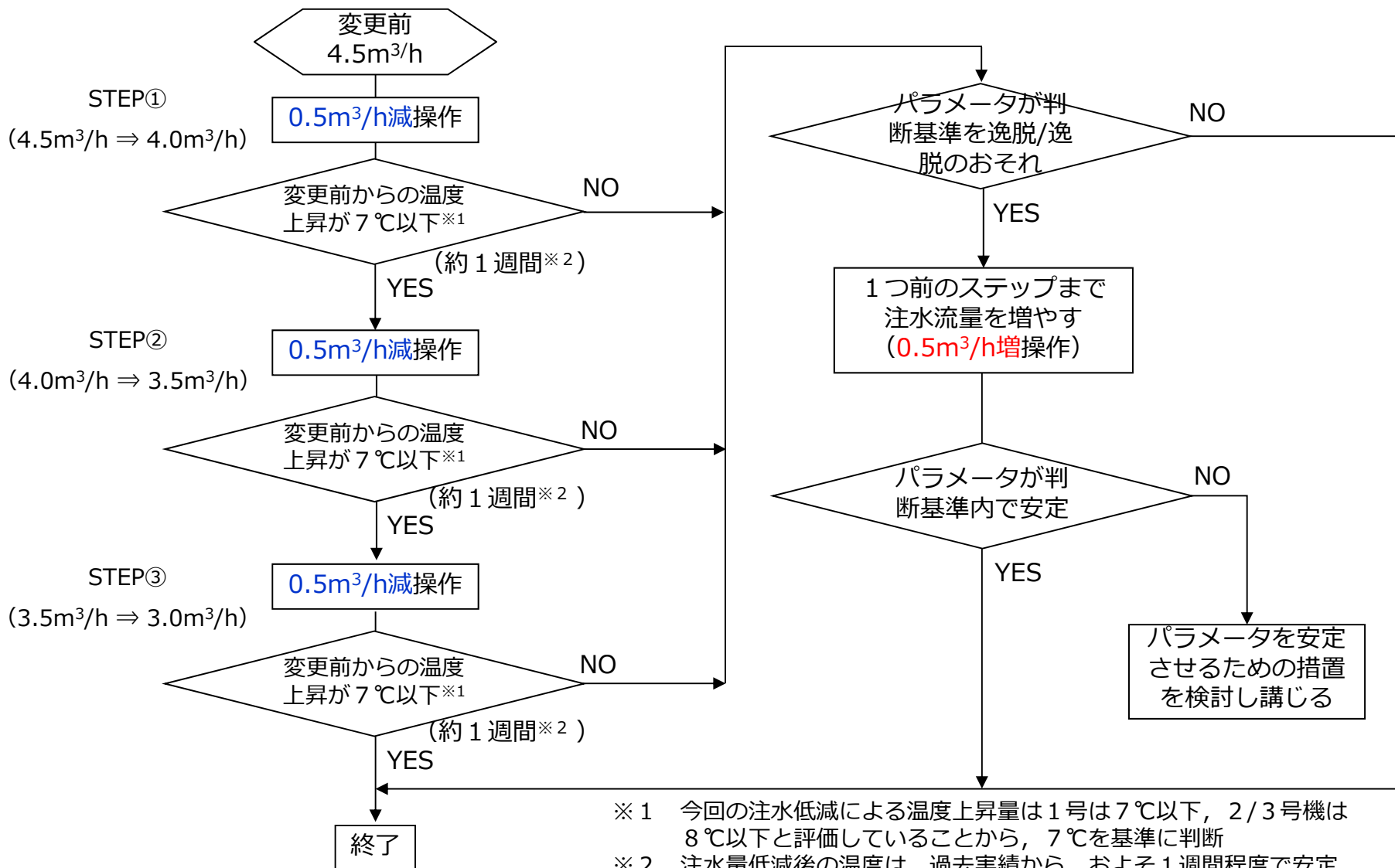
- 注水低減時の監視パラメータ

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

➤ その他の傾向監視パラメータ

- 原子炉圧力容器上部温度，格納容器圧力，格納容器内水位

注水量の低減フロー



※1 今回の注水低減による温度上昇量は1号は7℃以下，2/3号機は8℃以下と評価していることから，7℃を基準に判断

※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

① 建屋滞留水の処理への影響

- ▶ 建屋滞留水の処理状況や濃度の推移などから，原子炉注水が建屋滞留水に与える影響を確認する
- ▶ また，通常の滞留水サンプリングに加え，注水変更前後で原子炉建屋地下の滞留水サンプリングも計画中（原子炉建屋は高線量であり，詳細手順検討中）
⇒ 主な分析項目（案） ガンマ核種（セシウム等），ストロンチウム，トリチウム

② 格納容器内の水位変動

- ▶ 注水量低減により，注水量と漏えい量のバランスが変化し，格納容器内の水位が変動する可能性があるため，格納容器水位計の挙動を確認する
- ▶ これまでの調査状況から，格納容器水位以下に漏えい箇所があると推定される1，3号機において水位が変動する可能性が高い
（2号機のようにベント管などからのオーバーフロー状態の場合は水位変動なしと推定）

③ 燃料デブリ冷却状態の変化

- ▶ 監視パラメータ（温度，ガス管理設備ダストモニタ等）の確認の他，ガス管理設備のダストサンプリングを計画中

- 注水量変更期間中のプラントデータの公開に加え，冷却状態の異常等に関する情報は速やかに情報提供していく
 - パラメータに異常を確認した場合は，速やかに関係機関に情報提供するとともに，通常時間帯に公表※¹
 - 注水変更時の監視パラメータについて，毎日2回（5時時点および11時時点）のデータをホームページ上で公開

※¹ 実施計画に定める運転上の制限※²を逸脱した場合には，これまで通り速やかに公表

※² 原子炉圧力容器底部温度80℃以下，格納容器雰囲気温度100℃到達までの時間余裕が24時間以上（6時間毎のデータから算出）

- ホームページ上のデータ公開方法について
 - 主要なデータはわかりやすくグラフで公開
 - トップページなど，わかりやすい場所に公開
- なお，より透明性の高いデータ公開を目指し，ホームページ上でリアルタイムにプラントデータの公開するシステムを検討中

- 12月頃から、1～3号機の建屋滞留水のサンプリングを実施予定。
サンプリング実施後、1号機、3号機、2号機の順に注水量を低減していく計画
(詳細工程調整中)

	2016年12月	2017年1月	2017年2月	2017年3月
1号機	サンプリング ▼ 注水量低減 			
2号機	サンプリング ▼			注水量低減 
3号機	サンプリング ▼		注水量低減 	

※ 注水量低減後のサンプリングについては、実施時期検討中

【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評価

注水量低減に伴う温度上昇予測評価（平成28年8月時点）

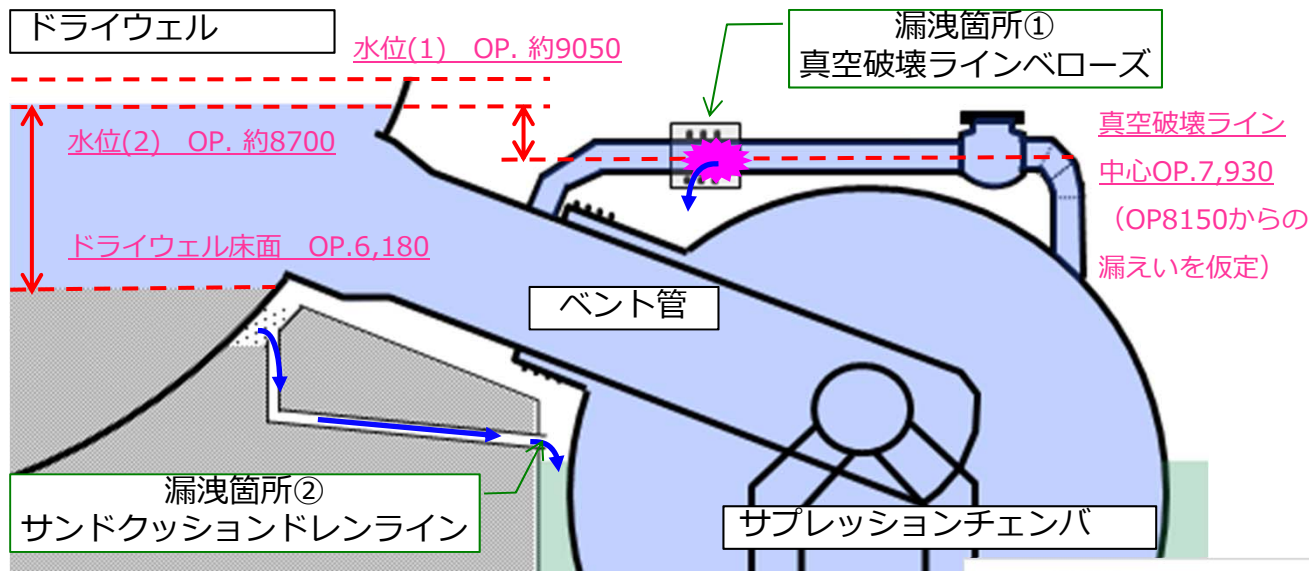
		1号	2号	3号
現状	① 原子炉圧力容器底部温度[℃]	約 28	約 33	約 31
	注水停止時の時間余裕[hr] (80℃到達まで)	8.4	8.3	8.9

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】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 (m²)
 V : 漏洩量 (m³/s)
 H : 水位 (m)
 h : 漏洩孔高さ (m)
 g : 重力加速度 (9.8m/s²)

■ 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 ³ /h]	5.5	4.5
格納容器水位(OP)[mm]	9050	8700

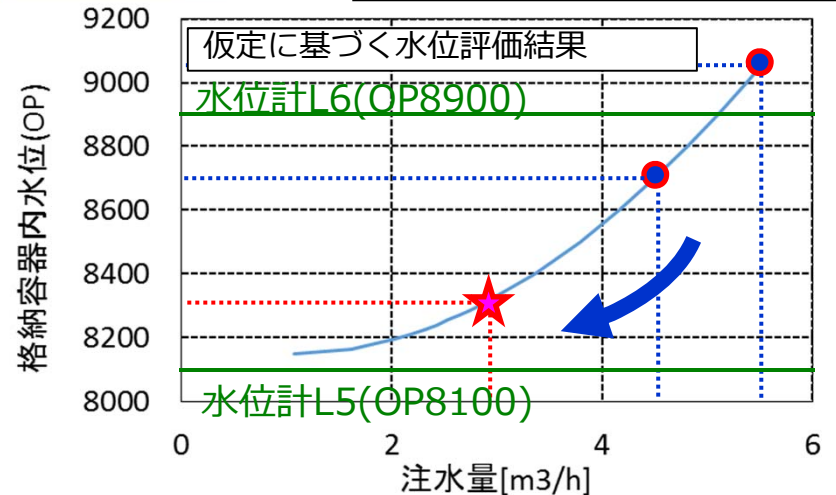
■ 漏えい箇所（①・②の2箇所のみと仮定）

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 m³/hと評価
→ 3.3 m³/hの漏洩を仮定

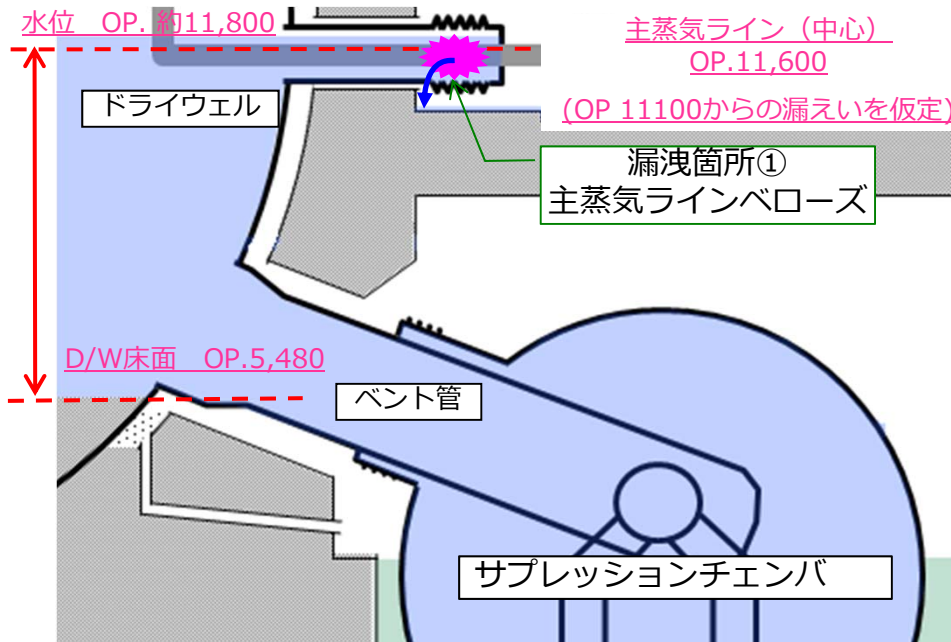
漏洩箇所② サンドクッションドレンライン

- ・ 漏洩量は調査映像から 0.15 m³/h と評価
→ 8本合計で1.2 m³/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 (m²)
 V : 漏洩量 (m³/s)
 H : 水位 (m)
 h : 漏洩孔高さ (m)
 g : 重力加速度 (9.8m/s²)

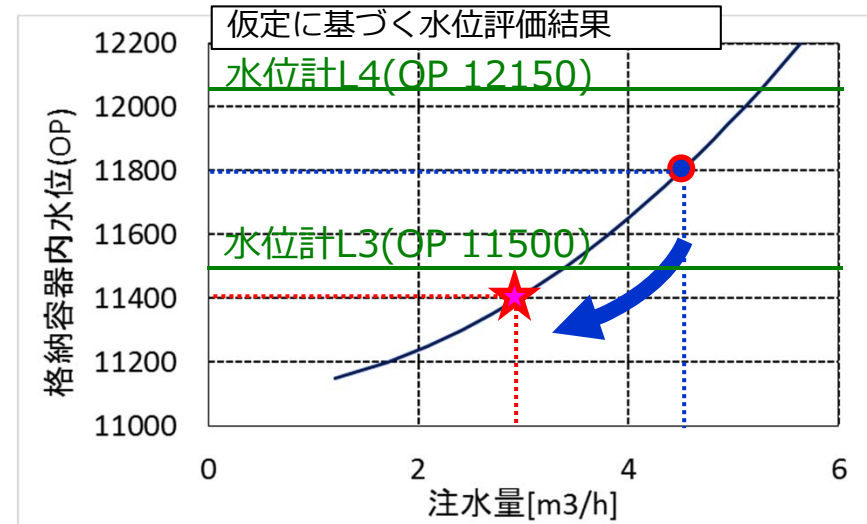
- 内部調査時の格納容器内水位と注水量

注水量[m ³ /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 m³/h程度と評価
- 4.5 m³/hの漏洩を仮定

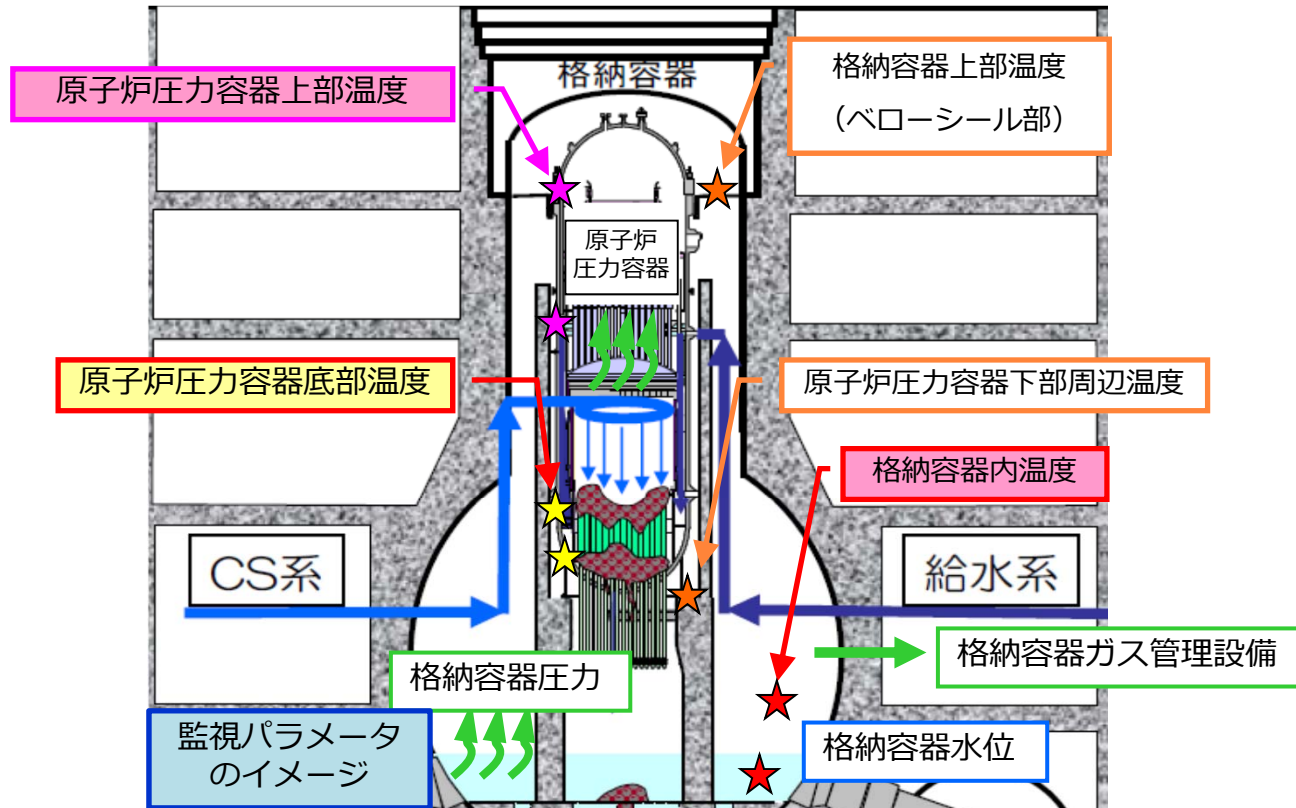


漏えい箇所を①と仮定すると、注水量低減により、**格納容器内水位がOP 11400程度まで低下すると推測**
 ⇒格納容器水位は水位計L3高さを若干下回り、水位計の指示はL2(OP10700)になると推測

※ 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】原子炉圧力容器内・格納容器内の温度測定点（イメージ）

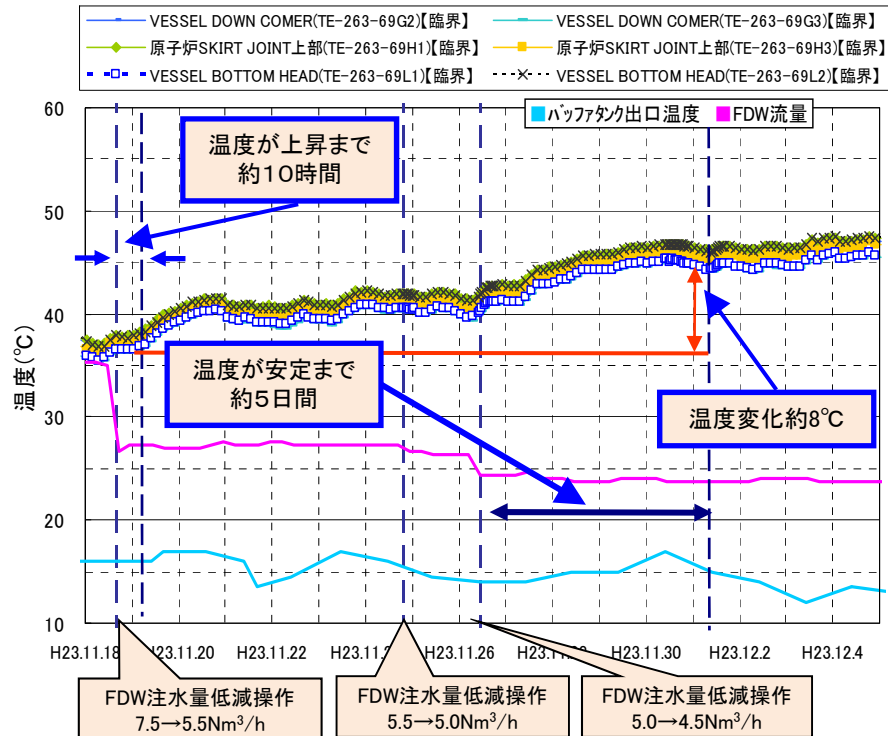
- 冷却状態の変化をより確実に把握するため、原子炉圧力容器底部温度・格納容器内温度以外のプラントパラメータも適切に組み合わせて監視する計画



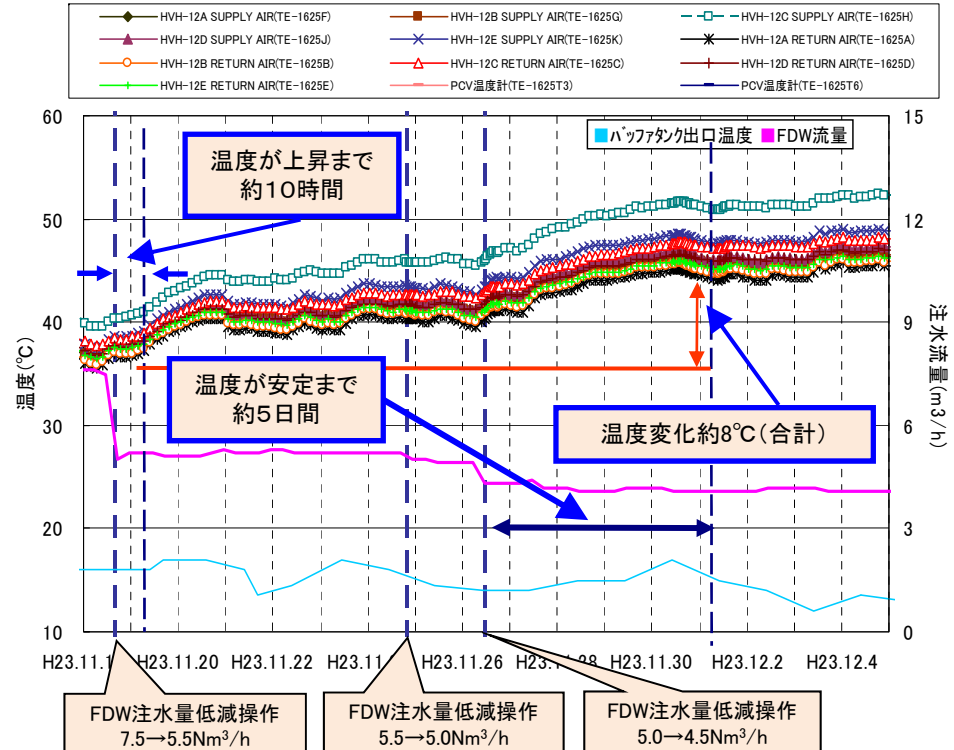
- 原子炉圧力容器上部温度
⇒原子炉圧力容器内の熱源への冷却水のかかり方が変化した場合、燃料デブリの表面温度の上昇、対流の変化などにより、原子炉圧力容器上部にも温度影響があると推定
- 格納容器ガス管理設備（ダスト）
⇒冷却状態の変化により、蒸気発生量の増加などによる、放射性物質の放出量増加等の影響があると推定

【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



原子炉压力容器底部温度



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