

循環注水冷却スケジュール（1/2）

分野	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	3月		4月					5月			6月	7月	備 考
				24	31	7	14	21	28	5	12	19	下	上	中	
循環注水冷却	原子炉関連	循環注水冷却	（実 績） ・【共通】循環注水冷却中（継続） ・【2号】燃料デブリ冷却状況の確認試験 1、3号機 注水流量増加（3.0m3/h→4.5m3/h） 2019/3/25～2019/4/11 2号機 CS系のみによる注水へ切替 2019/3/29～2019/4/16 STEP1 注水量低減、注水量増加試験 2019/4/2～2019/4/16 1、3号機 注水流量低下（4.5m3/h→3.0m3/h） 2019/4/12～2019/4/16 （予 定） ・【共通】処理水バッファタンク取替工事 2018/12/4～2019/5/下旬 試験・検査等 2018/12/20～2019/5/下旬 ・【2号】復水貯蔵タンク（CST）運用開始 実施時期調整中 ・【2号】燃料デブリ冷却状況の確認試験 1、3号機 注水流量増加（3.0m3/h→4.5m3/h） 2019/5/7～2019/5/26 2号機 CS系のみによる注水へ切替 2019/5/10～2019/5/24 STEP2 注水停止試験 2019/5/13～2019/5/24 1、3号機 注水流量低下（4.5m3/h→3.0m3/h） 2019/5/27～2019/5/29	現場作業	【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						・処理水バッファタンク取替に伴う 実施計画変更認可申請（2017/12/18） →一部補正申請1（2018/4/13） →一部補正申請2（2018/6/20） →認可（2018/7/6）
		海水腐食及び塩分除去対策	（実 績） ・CST室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室素注入による注水溶存酸素低減 ヒドラジン注入中					1、3号機 注水流量増加 2号機 CS系のみによる注水へ切替 STEP2 注水停止試験 1、3号機 注水流量低下 最新工程反映						
原子炉格納容器関連	原子炉格納容器関連	室素充填	（実 績） ・【1号】サプレッションチャンバへの室素封入 - 連続室素封入へ移行（2013/9/9～）（継続） （予 定） ・【共通】室素ガス分離装置AB取替他工事 2019/1/28～2019/8月上旬 試験・検査 2019/5下旬～ 2019/8月上旬	検討・設計・現場作業	【1、2、3号】原子炉圧力容器 原子炉格納容器 室素封入中 【1号】サプレッションチャンバへの室素封入 【共通】室素ガス分離装置AB取替他工事					新設ラインからの1号機RPV封入 試験・検査 追加			・室素ガス分離装置AB取替他工事 実施計画変更認可申請（2017/10/6） →認可（2018/7/31）			
		PCVガス管理	（実 績） ・【共通】PCVガス管理システム運転中（継続） ・【1号】PCVガス管理設備水素モニタ点検に伴う停止 ・水素モニタ停止 A系：2019/4/2 ・【1号】PCVガス管理システムダストサンプリング ・希ガスモニタ停止 A系：2019/4/6 ・水素モニタ停止 A系：2019/4/6 ・【2号】PCVガス管理システム 水素モニタ点検 ・水素モニタ停止 A系：2019/4/18 （片系ずつ停止） B系：2019/4/18 ・【3号】PCVガス管理システム 希ガスモニタ点検 ・希ガスモニタ停止 B系：2019/4/18 （予 定） ・【1号】1号機PCV内部調査アクセスルート構築作業 PCV減圧：2019/4/4～ ・【1号】PCVガス管理システムダストサンプリング ・希ガスモニタ停止 A系：2019/5/11 ・水素モニタ停止 A系：2019/5/11		【1、2、3号】継続運転中 【1号】PCVガス管理設備水素モニタ（A）停止 【1号】PCVガス管理 希ガス・水素モニタA停止 実績反映					【2号】PCVガス管理 水素モニタA停止 【2号】PCVガス管理 水素モニタB停止 【3号】PCVガス管理 希ガスモニタB停止 実績反映			【1号】PCVガス管理 希ガス・水素モニタA停止 追加			

循環注水冷却スケジュール（2/2）

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	3月		4月					5月				6月	7月	備 考			
				24	31	7	14	21	28	5	12	19	下	上	中	下		前	後	
使用済燃料プール関連		使用済燃料プール循環冷却	（実 績） ・【共通】循環冷却中（継続） ・【1号】SFP仮設D/G用電源切替盤設置工事に伴う循環冷却の停止 2019/3/24～3/28 （予 定） ・【1号】熱交換器点検に向けた現場確認に伴う停止 2019/5/14～5/16 ・【2号】配管ストレーナ清掃及び空気圧縮機取替に伴う循環冷却の停止 2019/5下旬 ・【3号】空気圧縮機取替に伴う循環冷却の停止 2019/5下旬	現場作業	【1. 2. 3号】循環冷却中															
	追加 【1号】循環冷却の停止 実施時期調整中 【2号】循環冷却の停止 追加 【3号】循環冷却の停止 実施時期調整中																			
		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）		現場作業	【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）	検討・設計・現場作業	【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															

2号機燃料デブリ冷却状況の確認試験(STEP1) の結果（速報）とSTEP 2の実施について

2019年4月25日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 2号機燃料デブリ冷却状況の確認試験STEP 1 を2019年4月2日～4月16日に実施。[2号機の原子炉注水量を3.0m³/hから1.5m³/hまで低減，および1.5m³/hから3.0m³/hに増加し，原子炉の冷却状態に異常がないことを確認した。](#)

＜操作実績＞

- 2019年4月2日 10:05～10:51 3.1 m³/h → 1.5 m³/h
- 2019年4月9日 10:07～10:43 1.4 m³/h → 3.0 m³/h

＜原子炉の冷却状態＞

- RPV底部温度やPCV温度の温度上昇については，温度計毎にばらつきはあるが，概ね予測通りであり，試験継続の判断基準（温度上昇15℃未満）を満足。

	温度上昇量	指示値	温度計	備考
RPV底部温度	5.2℃	20.2→ 25.4℃	TE-2-3-69R	上昇量、指示値最大
PCV温度	2.8℃	18.8→21.6℃	TE-16-114H#2	上昇量最大
	2.1℃	20.8→ 22.9℃	TE-16-114C	指示値最大

- PCVガス管理設備の短半減期希ガス（Xe-135）は，原子炉注水量の増加後も有意に検知されず，原子炉は未臨界を維持。その他のプラントパラメータにも異常なし。
- よって，試験STEP2として，[原子炉注水を一時的に停止する試験を5月中旬から開始](#)する。
- なお，今回の試験における温度上昇の予測評価との差異や，温度計の設置位置による挙動の違いなどの詳細評価については今後実施していく予定。

STEP1の監視パラメータと試験結果

2号機燃料デブリ冷却状況の確認試験（STEP 1）の期間中（2019年4月2日～4月16日）、監視パラメータは異常なく、判断基準を満足した

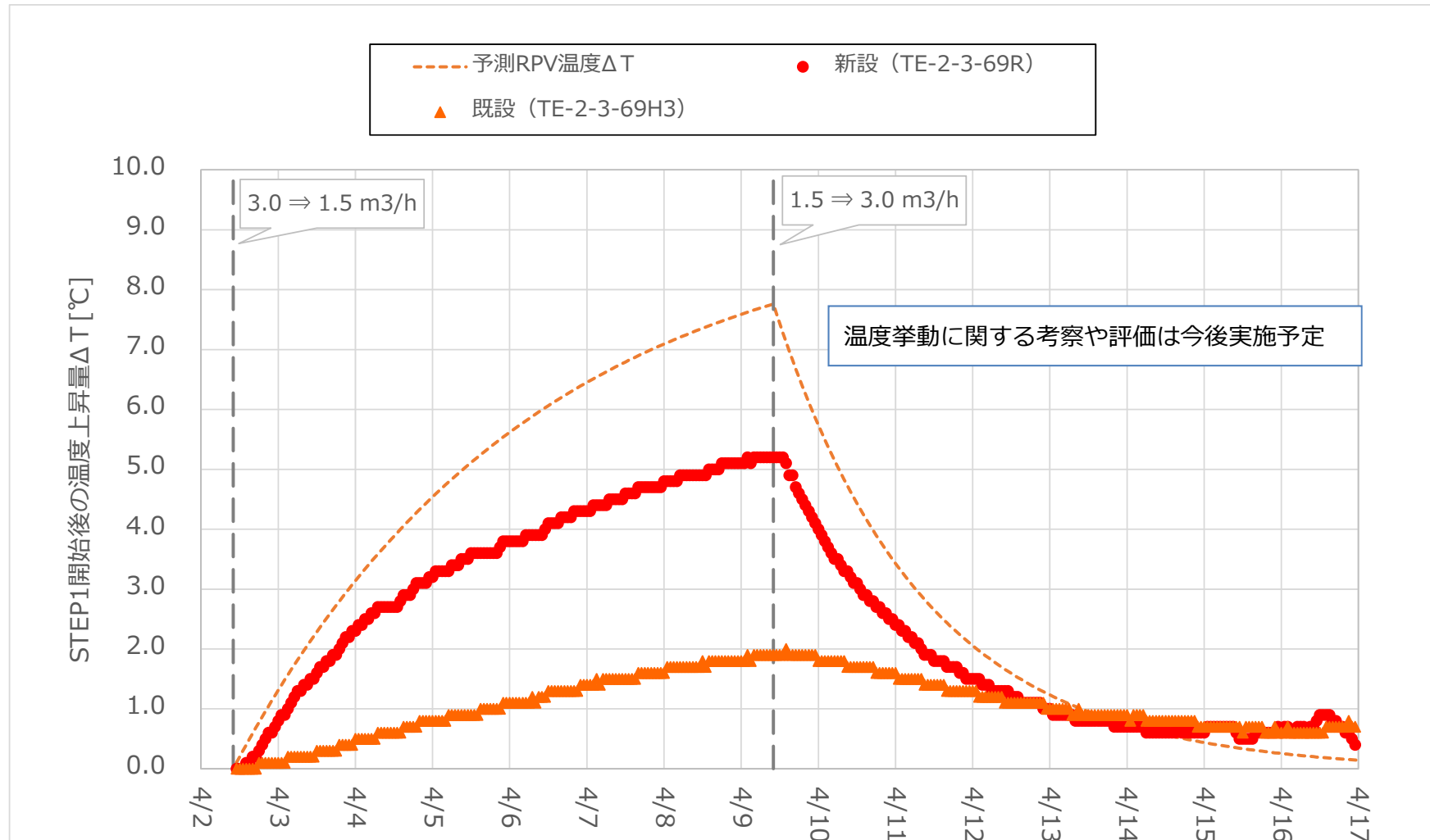
監視パラメータ	判断基準	結果
原子炉圧力容器底部温度	温度上昇が15℃未満 (温度上昇10℃以上で監視強化)	最大5.2℃程度
原子炉格納容器内温度	温度上昇が15℃未満 (温度上昇10℃以上で監視強化)	最大2.8℃程度
原子炉への注水量	必要な注水量(1.2m ³ /h)が確保されていること	1.4m ³ /h以上を確保
格納容器ガス管理設備 ダストモニタ	有意な上昇が継続しないこと	有意な上昇は確認されず
格納容器ガス管理設備 希ガスモニタ※	Xe-135が検出限界未満であること	検出限界未満

※ 注水量増加時の監視パラメータ

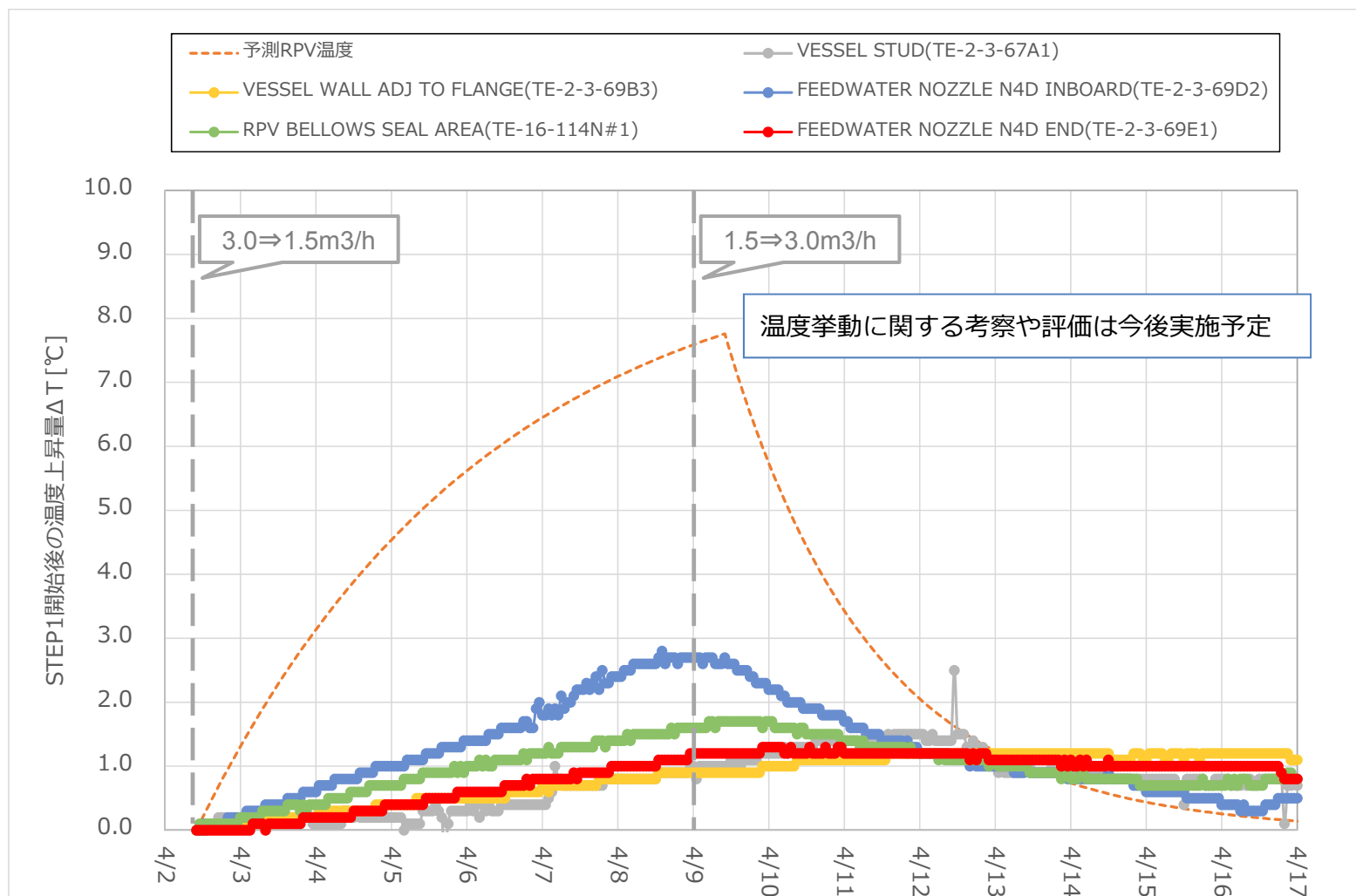
RPV底部温度の変化（STEP1）

- 試験開始時からの温度上昇は最大5.2℃程度であり判断基準を満足。

（判断基準:温度上昇が10℃以上で監視強化、15℃以上で試験中止）



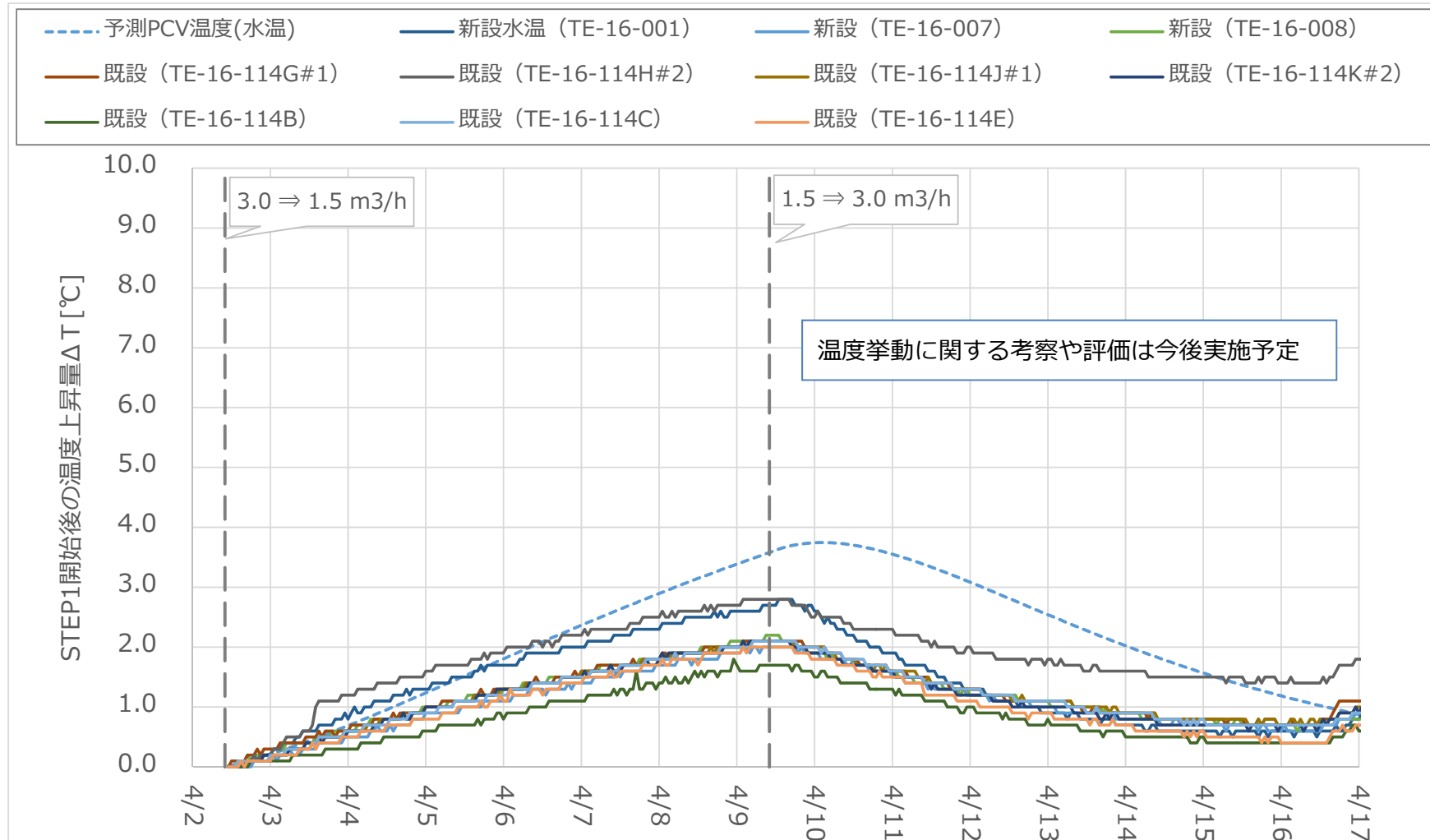
(参考) RPV上部温度の変化 (STEP1)



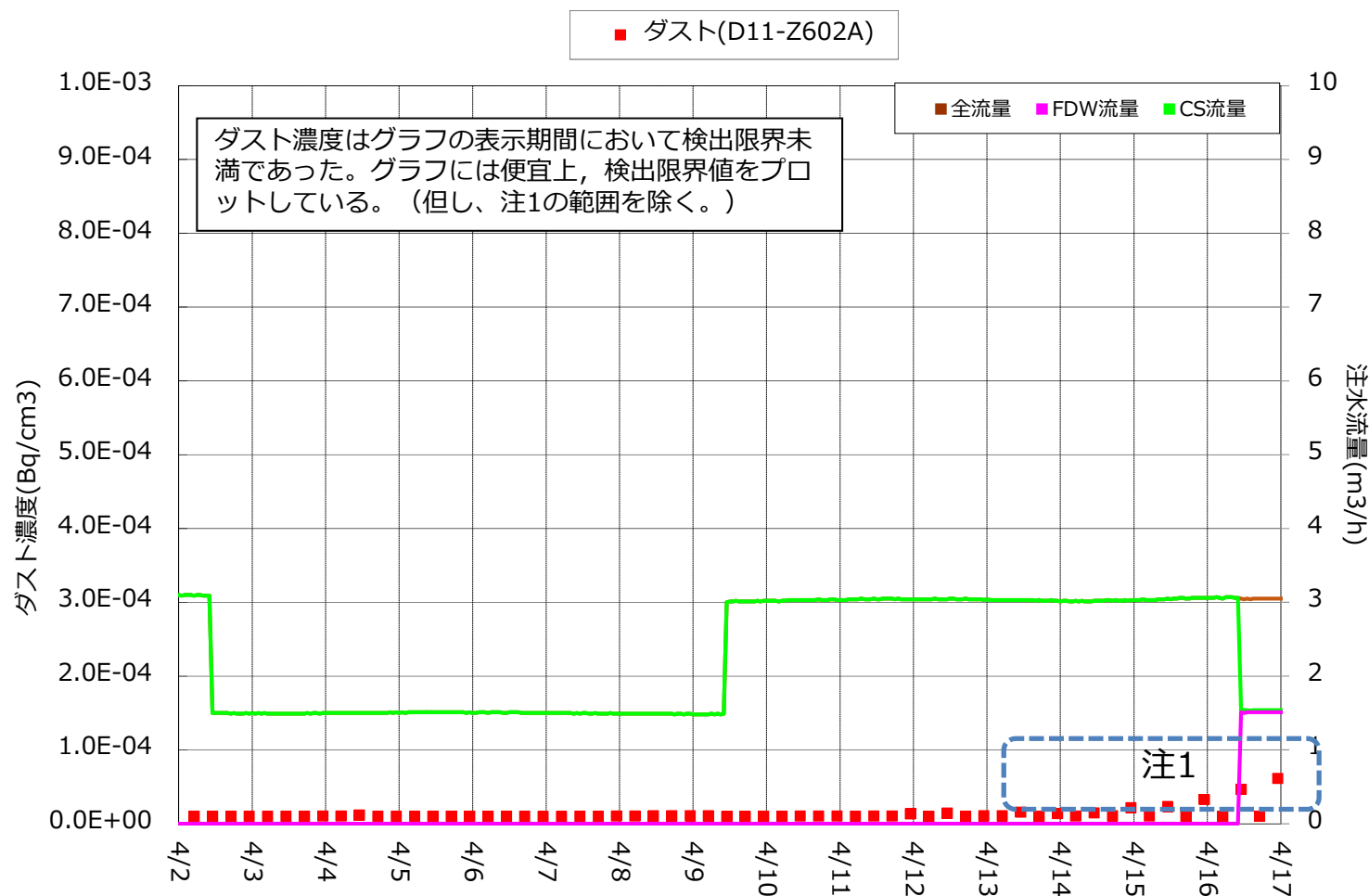
PCV温度の変化 (STEP1)

- 試験開始時からの温度上昇は最大2.8℃程度であり判断基準を満足。

(判断基準:温度上昇が10℃以上で監視強化、15℃以上で試験中止)



PCVガス管理設備ダスト濃度の推移 (STEP 1)



注1 定例的なBG測定による一時的な変動であり実際にPCV内のダスト濃度が上昇したことを示すものではない。

（参考）2号機 PCVガス管理設備ダストモニタ濃度波形（1）

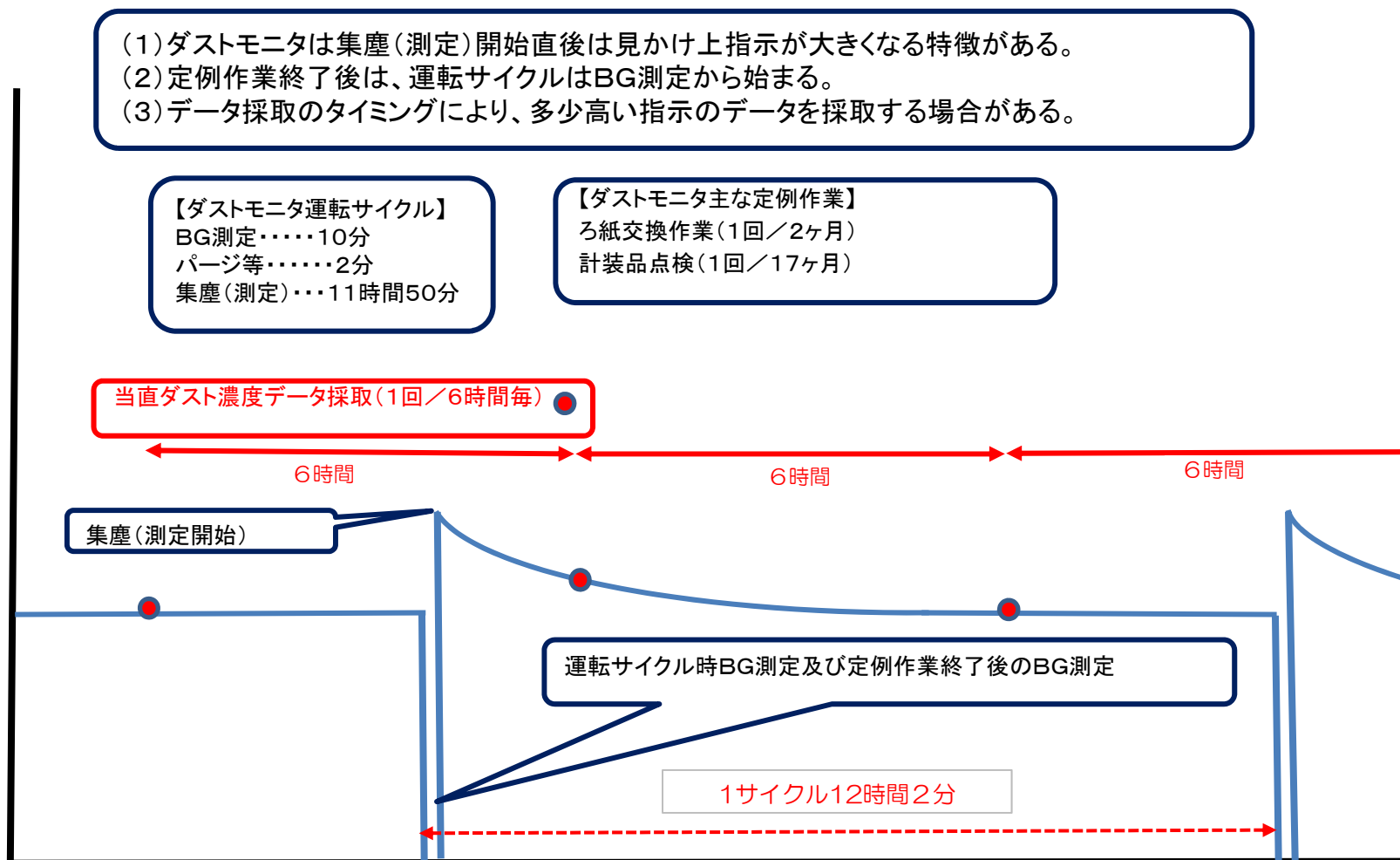
TEPCO



【ダストモニタの特性】

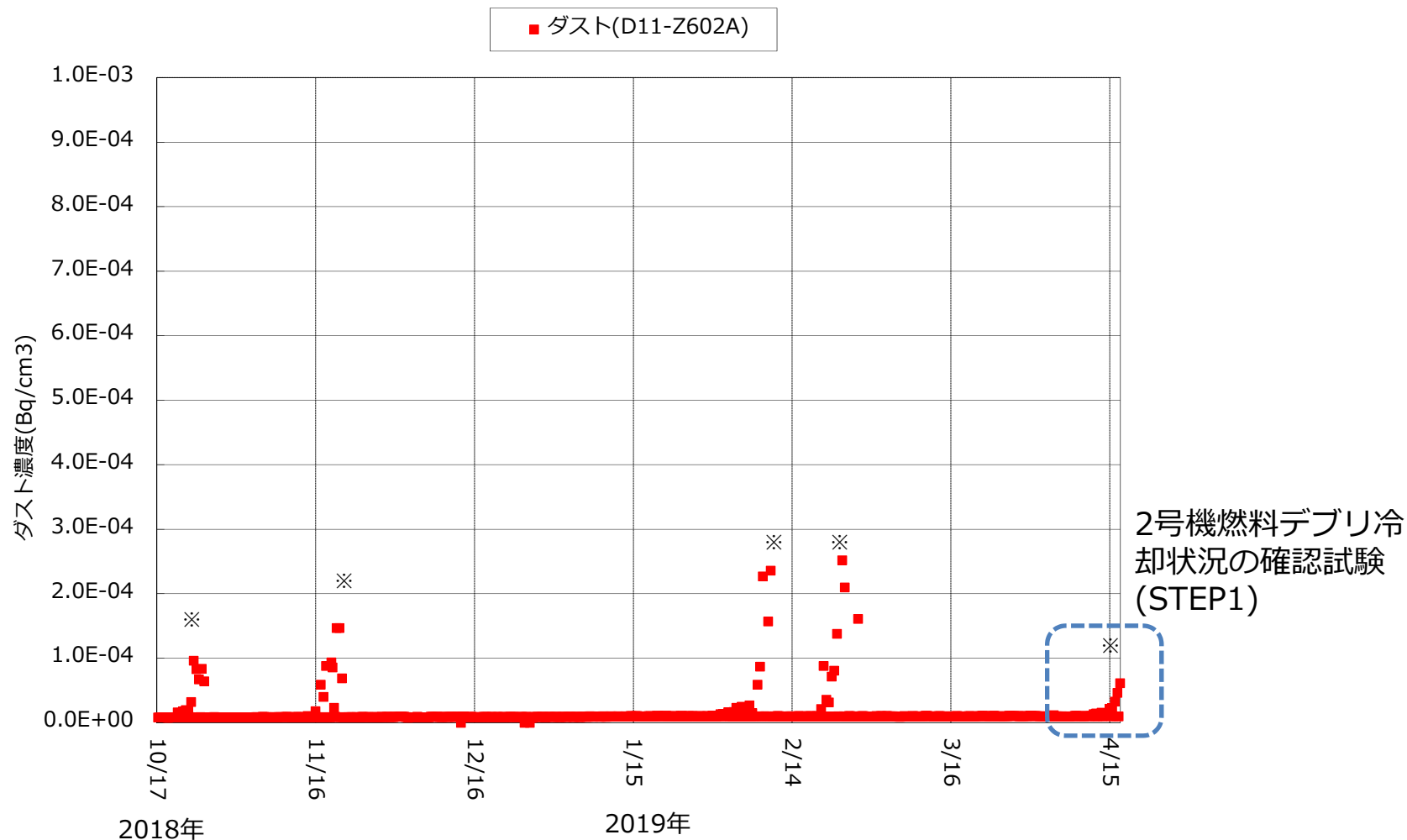
- (1) ダスト濃度の演算方法は、ダストろ紙に蓄積されるのカウント数と体積(積算流量)の割り算で求めている。
- (2) ダストモニタは、12時間に1回、一旦、集塵（測定）を中断し、自動でBG測定を実施している。 BG測定の間（10分間）は流量信号を取り込んでいない。
- (3) (2) のため、集塵直後は、流量の積算値が小さくダスト濃度が高めに演算されるが、集塵開始から時間が経過すると、積算流量が増えて安定した値に推移してくる。

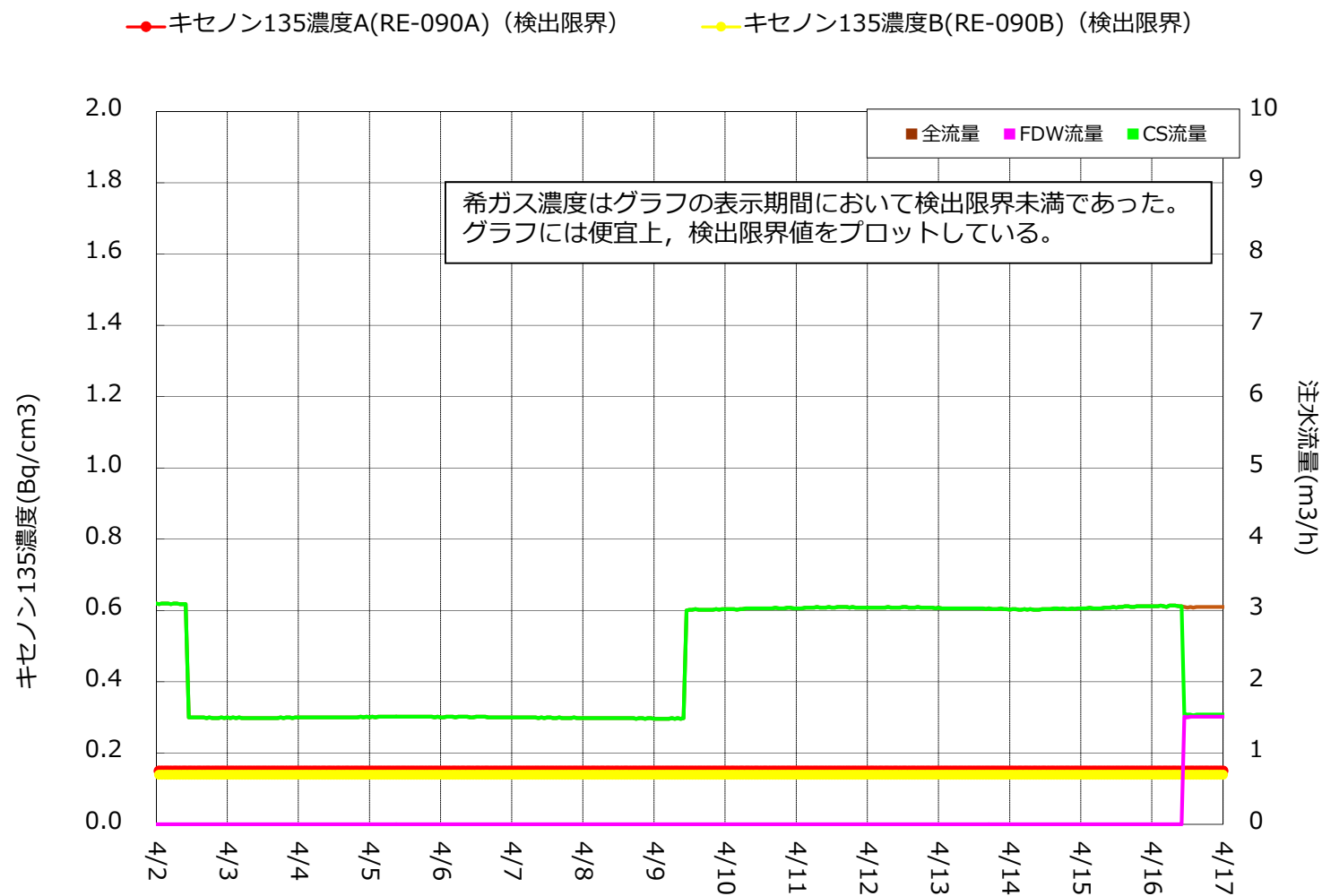
（参考）2号機 PCVガス管理設備ダストモニタ濃度波形（2） **TEPCO**



(参考) 2号機 PCVガス管理設備ダスト濃度 長期トレンド

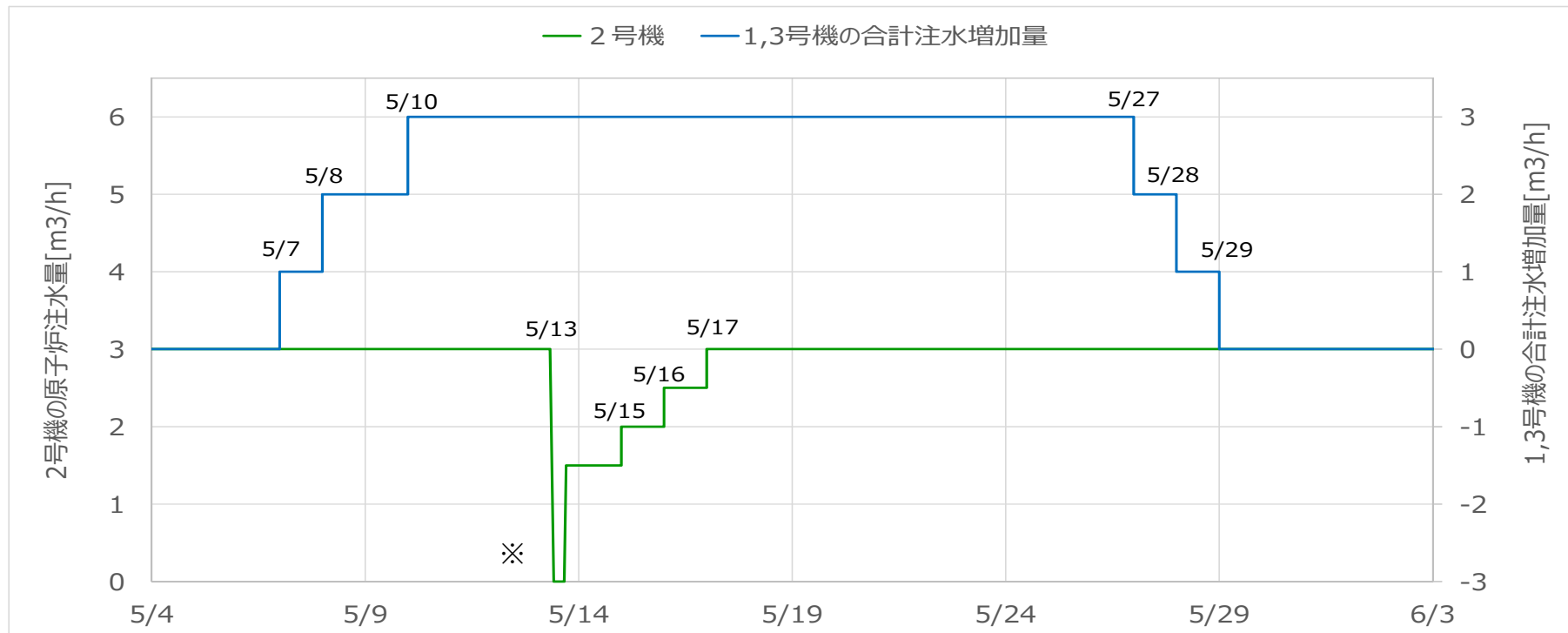
※ 定例的なB G測定による一時的な変動であり
実際にP C V内のダスト濃度が上昇したことを示すものではない。





試験STEP2の実施及びスケジュール（案）について

- STEP1について、温度上昇は概ね予測通りであり、試験前後を通して安全を確保できたことから計画通り、STEP 2 として原子炉注水を約7時間停止する試験を実施
- 試験のスケジュール（案）は下記の通り



※ 試験における原子炉注水の停止・再開にあたり、実施計画第18条（原子炉注水系）の運転上の制限「原子炉の冷却に必要な注水量の確保」および「任意の24時間あたりの注水量増加幅：1.0m³/h以下」を満足しなくなることから、実施計画第32条第1項を適用し、予め定める必要な安全措置を実施したうえで、計画的にLCO外に移行する。

STEP 2 の概要 (注水停止)

■ 原子炉注水の停止

- 原子炉注水を停止し、操作後約7時間の状態を監視する。
原子炉の冷却に必要な注水量である $1.2\text{m}^3/\text{h}$ (4, 5月) を確保せず、運転上の制限(実施計画Ⅲ第1編第18条)外に計画的に移行するため予め必要な安全措置(①)を定めた上で実施する。

■ 原子炉注水の再開

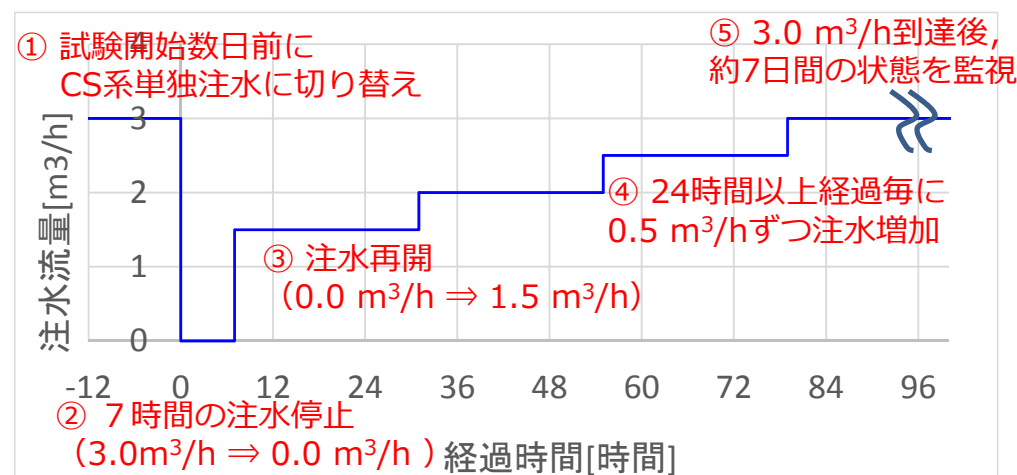
- 原子炉注水停止の影響確認(約7時間)終了後、ステップ1で確認している $1.5\text{m}^3/\text{h}$ まで注水流量を戻す。その後、24時間毎に $0.5\text{m}^3/\text{h}$ ずつ流量を増加し、試験前の $3.0\text{m}^3/\text{h}$ まで戻す。操作完了後、約7日間の状態を監視する。
- 注水再開時に任意の24時間あたりの注水増加幅を $1.0\text{m}^3/\text{h}$ に制限する運転上の制限(実施計画Ⅲ第1編第18条)の外に計画的に移行することから、STEP 1と同様の予め必要な安全措置(②)を定めた上で実施する。

<予め定める必要な安全措置①>

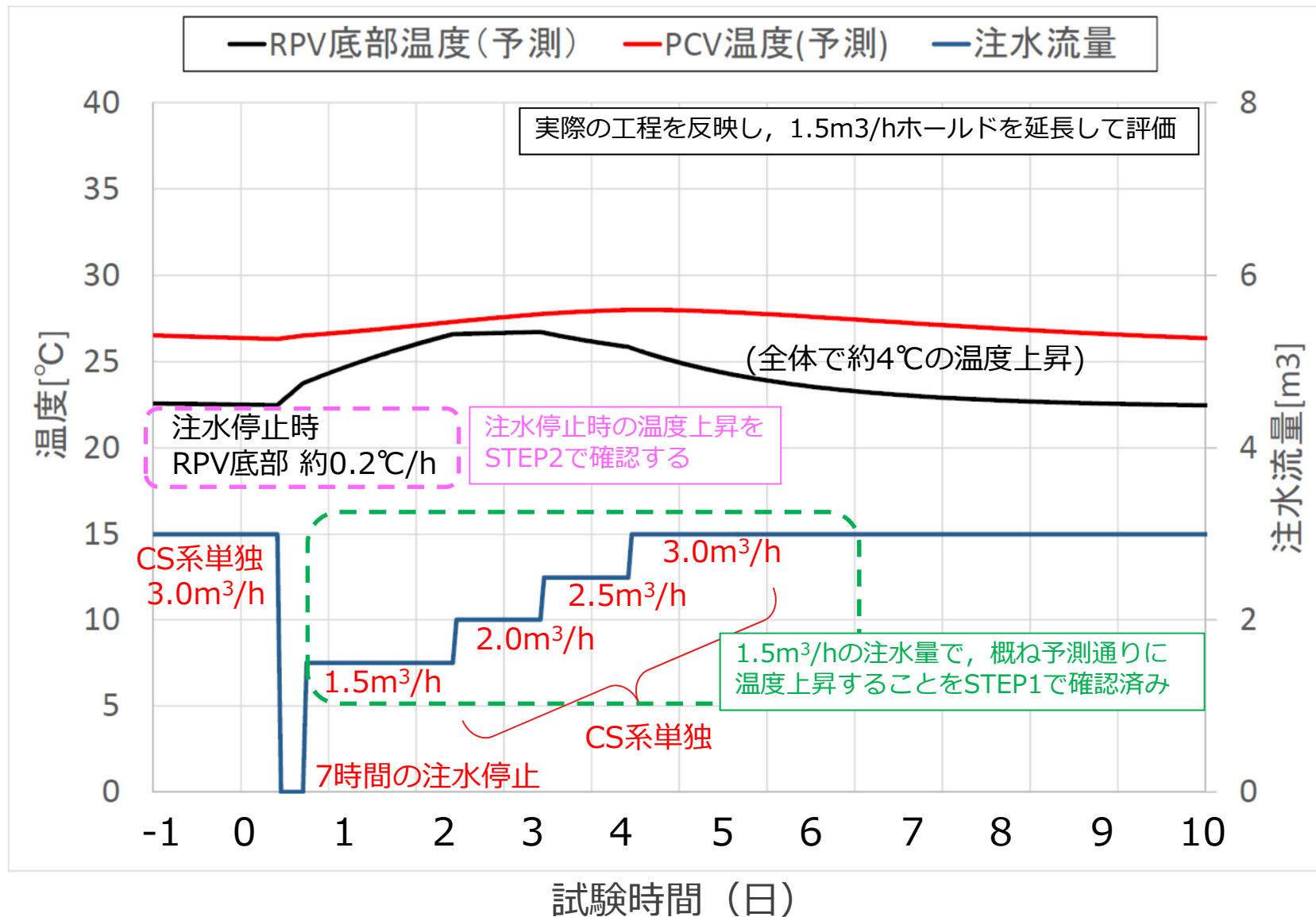
1. 原子炉圧力容器、原子炉格納容器の温度監視
2. 10°C 以上上昇で監視強化、 15°C 上昇で注水流量を増加

<予め定める必要な安全措置②>

1. ガス管理設備希ガスモニタによる未臨界の監視
2. ホウ酸水注入の準備
3. Xe135を有意に検知した場合にホウ酸水を注入する手順とする



(参考) STEP 2 の温度挙動予測評価

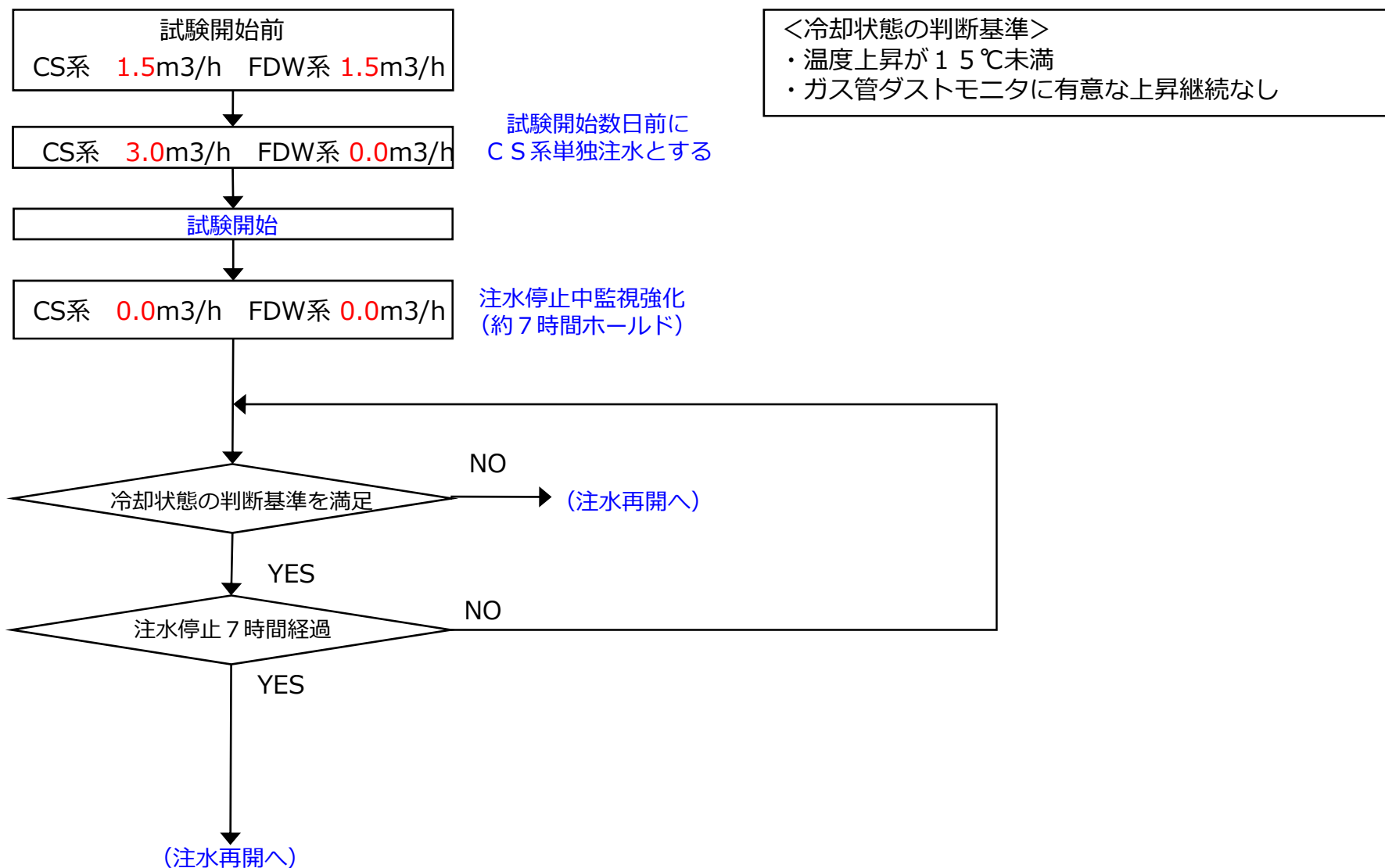


注水流量停止に伴う影響の評価（温度変化，未臨界，ダスト）

出典：廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第60回、2018年11月29日）

本試験に伴う影響の評価	安全措置
温度 - STEP 2 では、炉注停止により、実施計画上の必要注水量を下回るため、計画的に運転上の制限外に移行 - 但し、除熱の減少によるRPV、PCVの温度の上昇は限定的と評価している	- 除熱の減少による影響を把握するため、RPV、PCVの温度変化を監視 - 異常な温度上昇を確認した場合、速やかな注水量増加等の措置を実施 - STEP 1 で注水流量低減試験を行い、除熱減少の影響を段階的に確認する
未臨界性 - 注水停止試験からの注水再開時、設備上の制約により計画的に注水増加量に関する運転上の制限の外へ移行する - しかし、注水増加は注水量を現在の状態に戻すだけであるので、注水再開が未臨界維持に与える影響はない	- ガス管理設備の希ガスモニタを監視 - 念のため、ほう酸注入の準備を予め行い、Xe-135が有意に検出された場合は注入する - STEP 1 で注水流量増加試験を行い、その影響をSTEP 2 の注水停止試験の前に確認する
ダスト等の放出量 ガス管理設備においてフィルタを通して排気していることや、湿潤環境が維持されていることにより、注水量低減/増加による放出量の増加はない	- ガス管理設備のダストモニタを監視 - 異常なダスト上昇を確認した場合、速やかな注水量増加等の措置を実施

STEP 2 試験フロー（注水停止）



STEP 2 監視パラメータと判断基準（注水停止時）

（１）冷却状態の監視（注水量低減時）

監視パラメータ	監視頻度		注水停止時の判断基準
	注水停止中	（参考） 通常監視頻度	
原子炉压力容器底部温度	毎時	毎時	温度上昇が 1.5℃未満 ※1
原子炉格納容器内温度	毎時	6 時間	温度上昇が 1.5℃未満 ※1
原子炉への注水量	毎時	毎時	原子炉に注水されていないこと
格納容器ガス管理設備 ダストモニタ	毎時	6 時間	有意な上昇が継続しないこと

※1 15℃以上の温度上昇があった際には、流量を1.5m³/hに増やす（注水を再開する）。

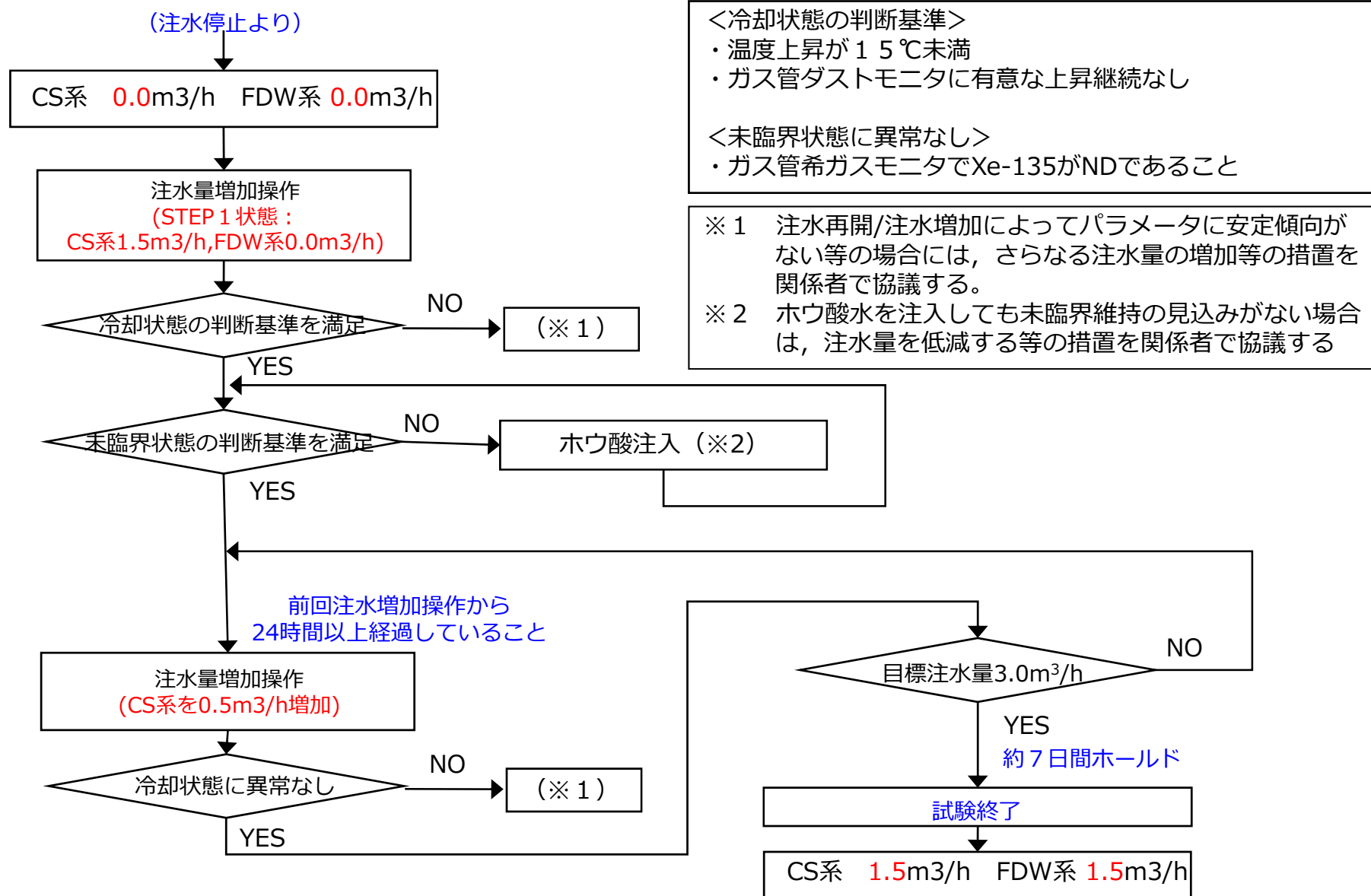
（冬季のRPV/PCV温度は概ね 3.0℃未満であり、 1.5℃の温度上昇でも 4.5℃未満と想定）

（２）その他の傾向監視パラメータ

- ・原子炉压力容器上部温度、格納容器圧力、格納容器内水位

STEP 2 試験フロー (注水再開)

TEPCO



STEP2 監視パラメータと判断基準（注水再開時）



（１）冷却状態の監視（注水量増加時）

- 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		注水再開時の判断基準
	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	温度上昇が1.5℃未満※1
原子炉格納容器内温度	毎時	6時間	温度上昇が1.5℃未満※1
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

※1 注水変更後、**10℃以上の温度上昇**があった際には、関係者間で情報共有・監視強化を継続する。

（２）未臨界状態の監視

- 注水変更操作から24時間は速やかにホウ酸水を注入できる体制を維持

監視パラメータ	監視頻度		注水再開時の判断基準
	操作後24時間	24時間以降 (通常監視頻度)	
格納容器ガス管理設備 希ガスモニタ	毎時	毎時	Xe135が検出限界未満であること※2

※2 希ガスモニタの値は通常は検出限界値未満（ND）である。運転上の制限である1Bq/cm³に余裕があっても、検出限界を超えて有意に検出された場合には、確実な未臨界維持のためホウ酸水を注入する。

（３）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

STEP 2 監視パラメータ逸脱時の対応



監視パラメータ		判断基準を満たさない場合の対応
原子炉への注水量		目標注水量を目安に、原子炉注水量を調整する
冷却状態の監視	原子炉圧力容器底部温度	- STEP 1 で確認している1.5m³/hで原子炉注水を再開する。 - 注水再開/注水増加によってパラメータに安定傾向がない等の場合には、さらなる注水量の増加等の措置を関係者で協議する。 （温度上昇が急であり、1m³/hを超える注水量の急増が必要と判断される場合にはホウ酸水を注入したうえで、注水量を増加する）
	原子炉格納容器内温度	
	格納容器ガス管理設備ダストモニタ	
未臨界状態の監視	格納容器ガス管理設備希ガスモニタ	- ホウ酸水を注入する。 - ホウ酸水を注入しても未臨界維持の見込みがない場合は、注水量を低減する等の措置を関係者で協議する。

- 本試験における炉内挙動を評価するためのデータ拡充の観点から、追加的に関連するパラメータの取得と、試料採取・分析を実施する

- 追加取得パラメータ

下記のパラメータについて、原子炉注水停止とその前後を含む期間（5月7日～17日）記録し評価を行う

- 2号原子炉格納容器ガス管理設備HEPAフィルタユニット表面線量率
- 2号原子炉建屋内排気設備HEPAフィルタユニット表面線量率

- 試料採取および分析

原子炉注水停止～再開付近を対象として、下記試料を採取し核種分析評価を行う*

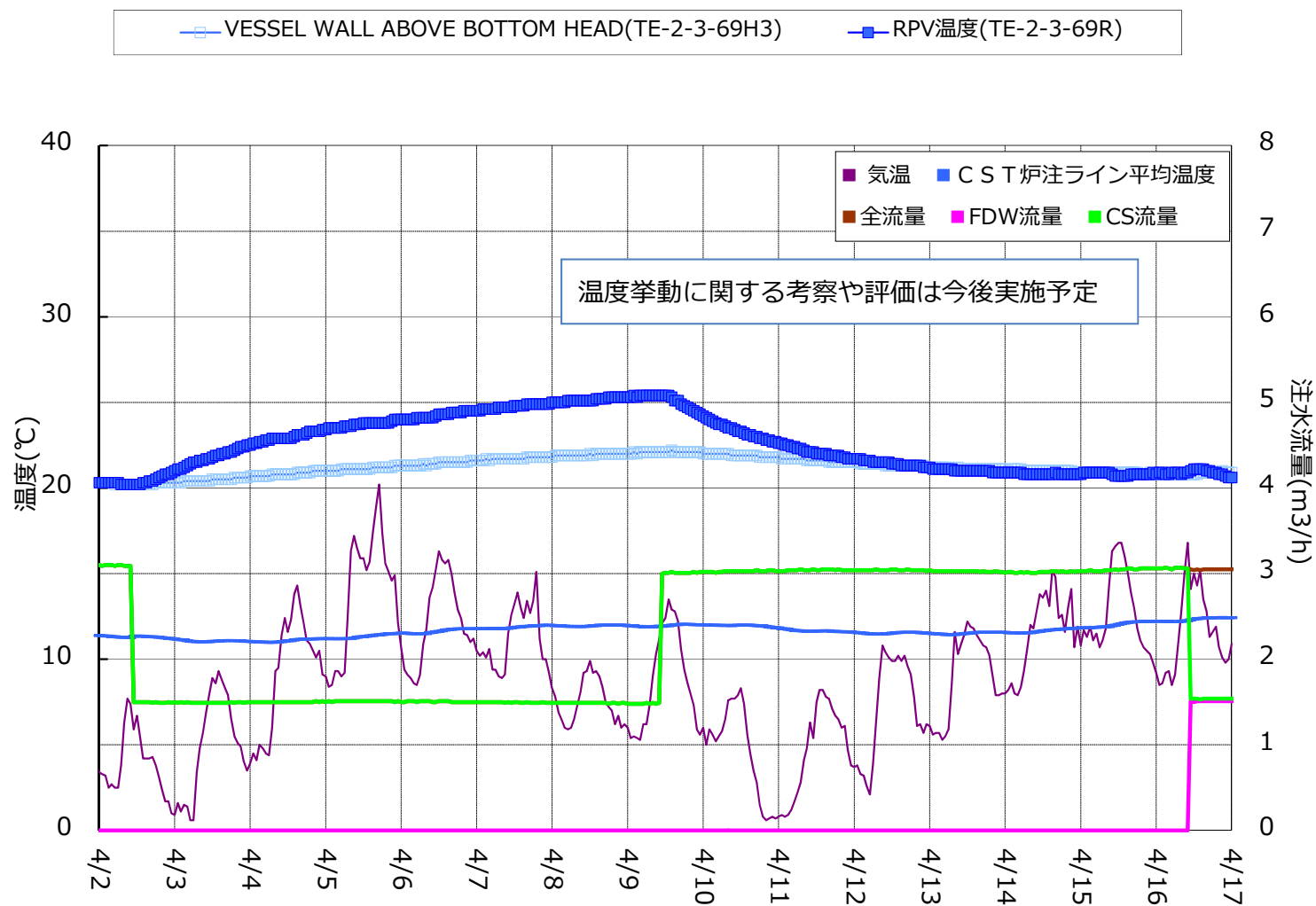
- 2号原子炉格納容器ガス管理設備HEPAフィルタ入口側抽気ガスのドレン水
- 2号原子炉建屋排気設備HEPAフィルタ入口側抽気ガスのダスト

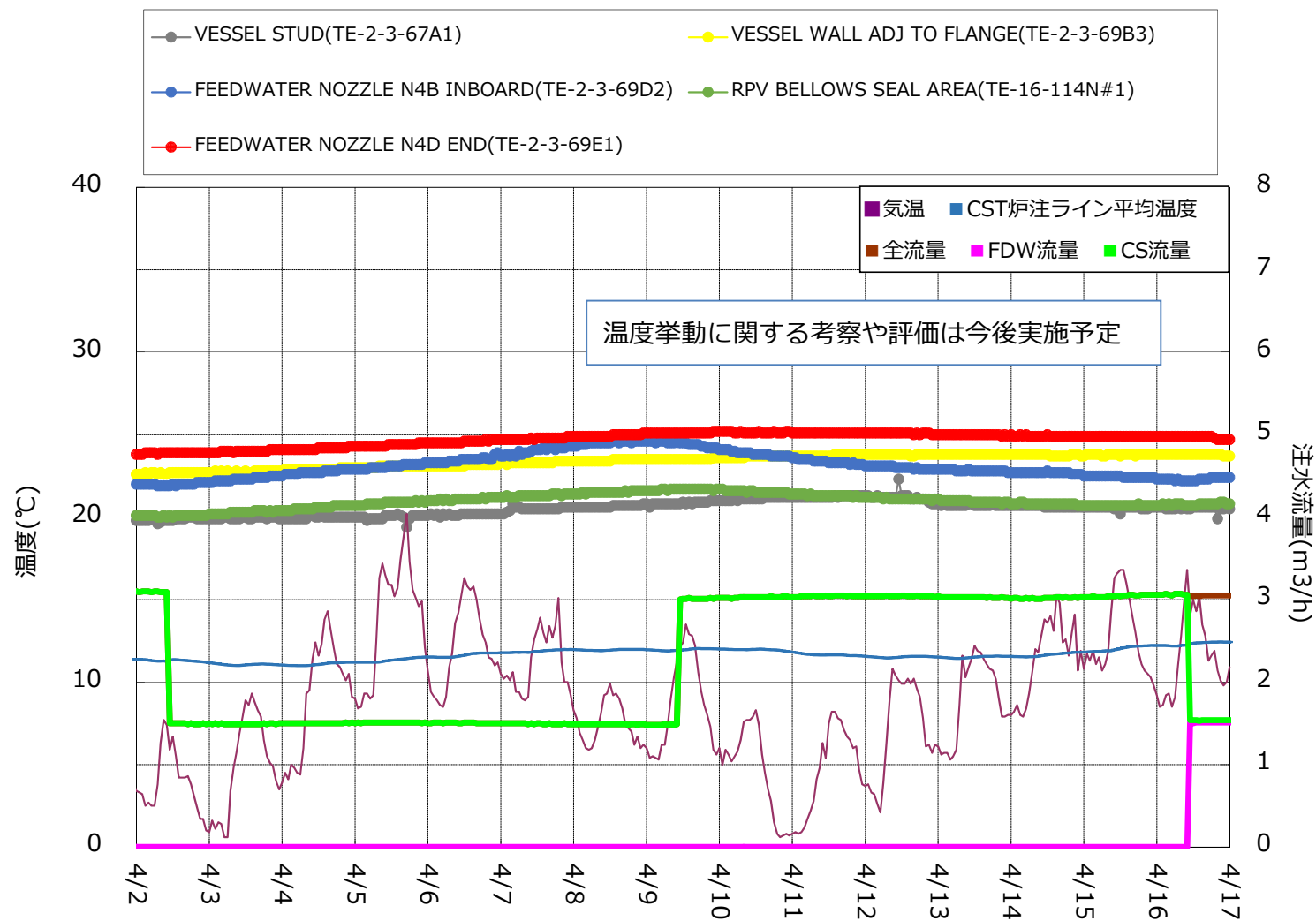
* 分析の結果、2017年3月に実施した2号機の原子炉注水量低減時の分析結果と比較して、新たな知見が得られた場合は、必要に応じて、STEP2試験終了後（5月29日以降）にもう1度、試料採取および分析・評価を行い、試験の影響による差異なのかについて検証を行う

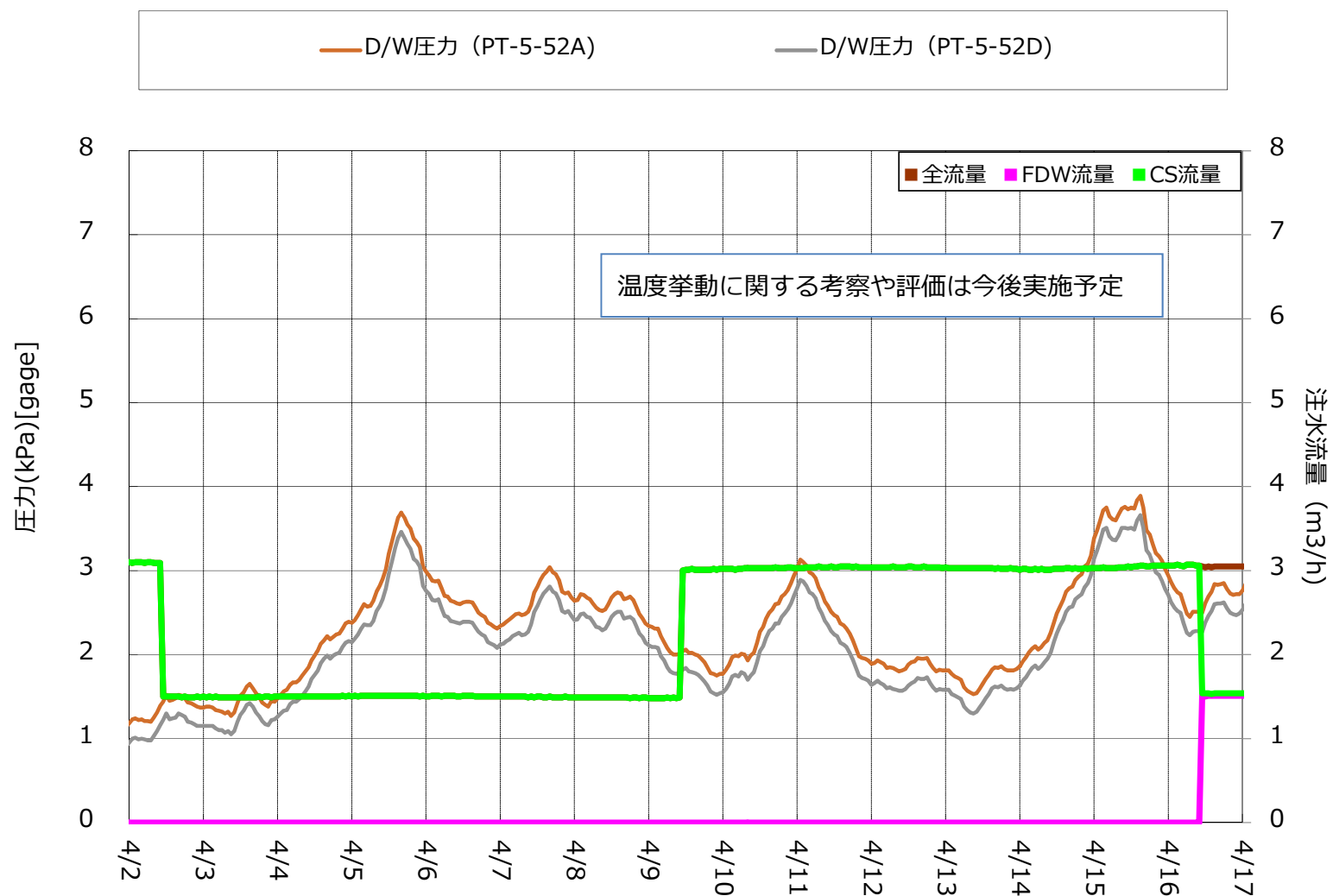
➤ 2号機の原子炉注水量変更操作実績を下記の通り報告する。

	操作前	操作後
2019年3月29日	2.8m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:1.3m ³ /h)	3.0 m ³ /h (CS:3.0m ³ /h,FDW:0.0m ³ /h)
2019年4月2日	3.1m ³ /h (CS:3.1m ³ /h,FDW:0.0m ³ /h)	1.5 m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:0.0m ³ /h)
2019年4月9日※	1.4m ³ /h (CS:1.4m ³ /h,FDW:0.0m ³ /h)	3.0 m ³ /h (CS:3.0m ³ /h,FDW:0.0m ³ /h)
2019年4月16日	3.0m ³ /h (CS:3.0m ³ /h,FDW:0.0m ³ /h)	3.0 m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)

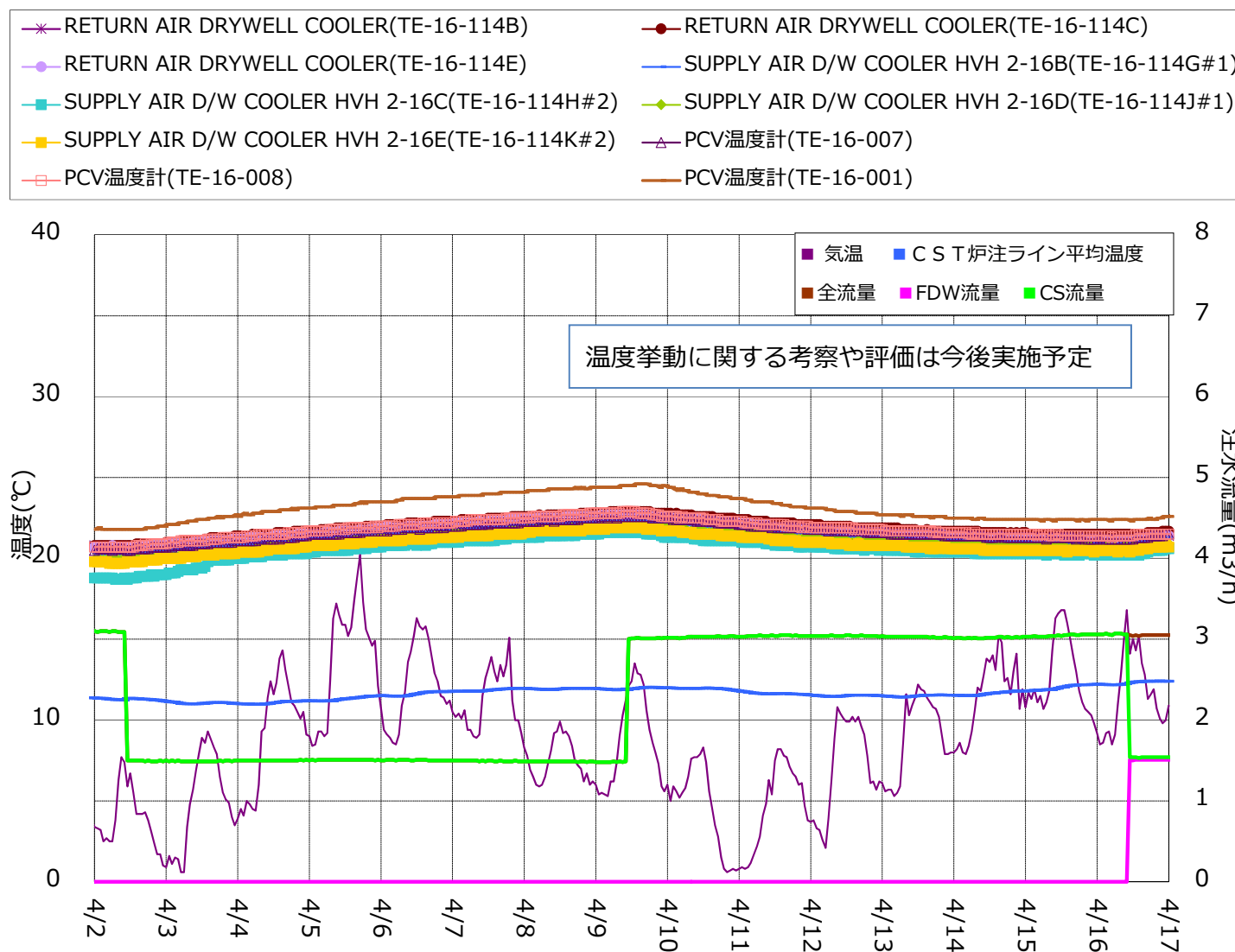
※ 注水流量増加試験にあたり、実施計画第18条（原子炉注水系）の運転上の制限「任意の24時間あたりの注水量増加幅：1.0m³/h以下」を満足しなくなることから、必要な安全措置（ガス管理設備希ガスモニタによる未臨界の監視／ホウ酸水注入の準備／Xe135を有意に検知した場合にホウ酸水を注入する手順の準備）を定め、実施計画第32条第1項を適用し計画的にLCO外に移行する。



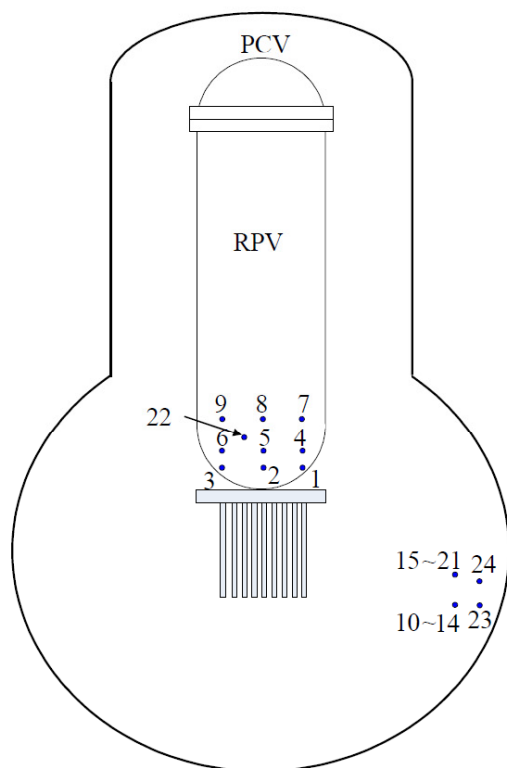




(参考) 2号機 PCV温度の推移



(参考) 2号機 温度計設置位置 (RPV底部、PCV)



No	計器名	保安規定の監視 対象計器(*)
1	vessel bottom head (TE-2-3-69L1)	—
2	vessel bottom head (TE-2-3-69L2)	—
3	vessel bottom head (TE-2-3-69L3)	—
4	vessel bottom above skirt jct (TE-2-3-69F1)	—
5	vessel bottom above skirt jct (TE-2-3-69F2)	—
6	vessel bottom above skirt jct (TE-2-3-69F3)	—
7	vessel wall above bottom head (TE-2-3-69H1)	—
8	vessel wall above bottom head (TE-2-3-69H2)	—
9	vessel wall above bottom head (TE-2-3-69H3)	○
10	return air drywell cooler (TE-16-114A)	—
11	return air drywell cooler (TE-16-114B)	○
12	return air drywell cooler (TE-16-114C)	○
13	return air drywell cooler (TE-16-114D)	—
14	return air drywell cooler (TE-16-114E)	○
15	supply air D/W cooler(TE-16-114F#1)	—
16	supply air D/W cooler(TE-16-114G#1)	○
17	supply air D/W cooler(TE-16-114H#2)	○
18	supply air D/W cooler(TE-16-114J#1)	○
19	supply air D/W cooler(TE-16-114K#2)	○
20	PCV 温度(TE-16-114W#1)	撤去済
21	PCV 温度(TE-16-114W#2)	撤去済
22	RPV 温度(TE-2-3-69R)	○
23	PCV 温度(TE-16-007)	○
24	PCV 温度(TE-16-008)	○

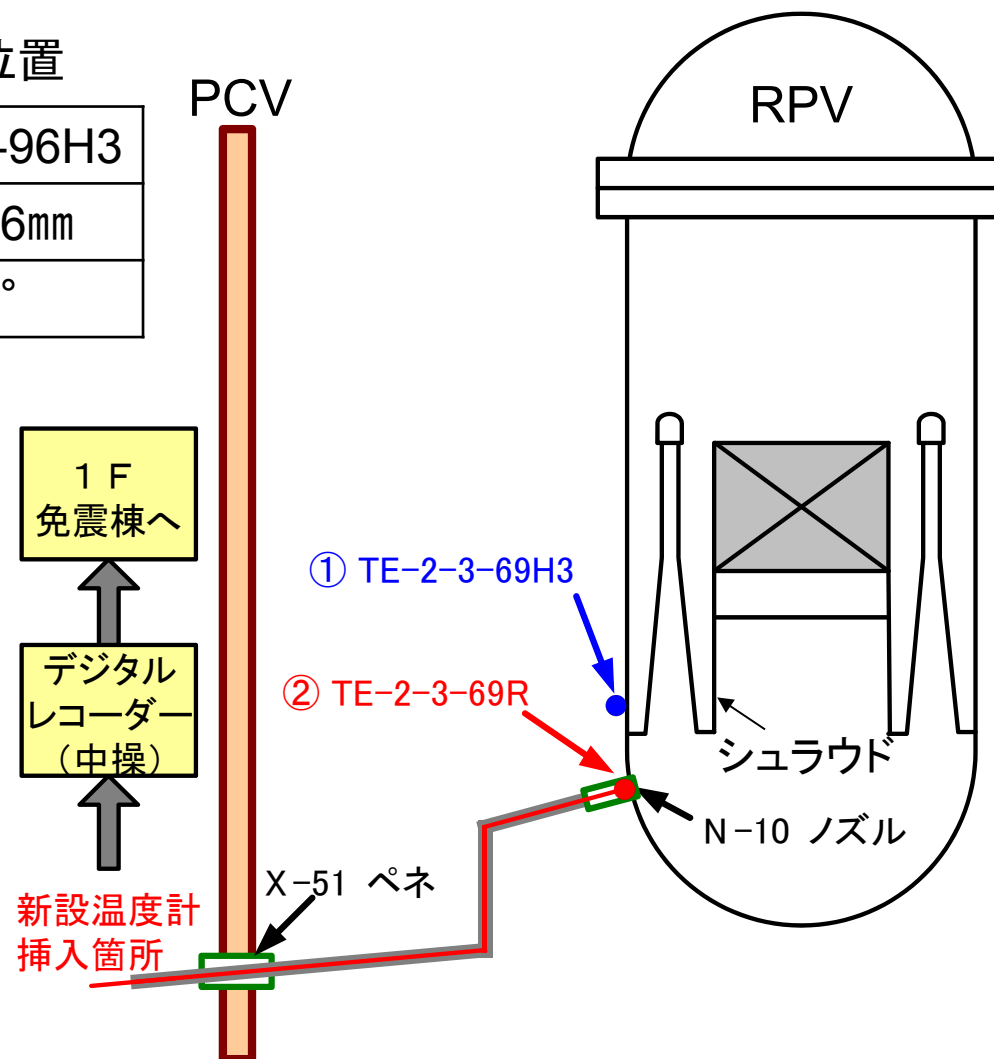
RPV底部温度計
(既設)

PCV温度計
(既設)

RPV底部温度計
(新設)
PCV温度計
(新設)

RPV底部温度計の詳細設置位置

	TE-2-3-69R	TE-2-3-96H3
高さ(T.P.)	14977mm	15796mm
角度	180°	270°



（参考）STEP 1 監視パラメータと判断基準（注水量低減）



（１）冷却状態の監視（注水量低減時）

- 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	温度上昇が1.5℃未満 ※1
原子炉格納容器内温度	毎時	6時間	温度上昇が1.5℃未満 ※1
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

※1 注水変更後、**10℃以上の温度上昇**があった際には、関係者間で情報共有・監視強化を継続する。
15℃以上の温度上昇があった際には、流量を0.5m³/h増やす。

(冬季のRPV/PCV温度は概ね3.0度未満であり、1.5℃の温度上昇でも4.5℃未満と想定)

（２）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

（参考）STEP 1 監視パラメータと判断基準（注水量増加）



（１）冷却状態の監視（注水量増加時）

- 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	温度上昇が1.5℃未満※1
原子炉格納容器内温度	毎時	6時間	温度上昇が1.5℃未満※1
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

（２）未臨界状態の監視

- 注水変更操作から24時間は速やかにホウ酸水を注入できる体制を維持

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)	
格納容器ガス管理設備 希ガスモニタ	毎時	毎時	Xe135が検出限界未満であること※2

※1 注水変更後、**10℃以上の温度上昇**があった際には、関係者間で情報共有・監視強化を継続する。

※2 2号機の希ガスモニタの値は、通常は検出限界値（約0.16Bq/cm³）未満である。運転上の制限である1Bq/cm³に余裕があっても、検出限界を超えて有意に検出された場合には、確実な未臨界維持のためホウ酸水を注入する。

（３）その他の傾向監視パラメータ

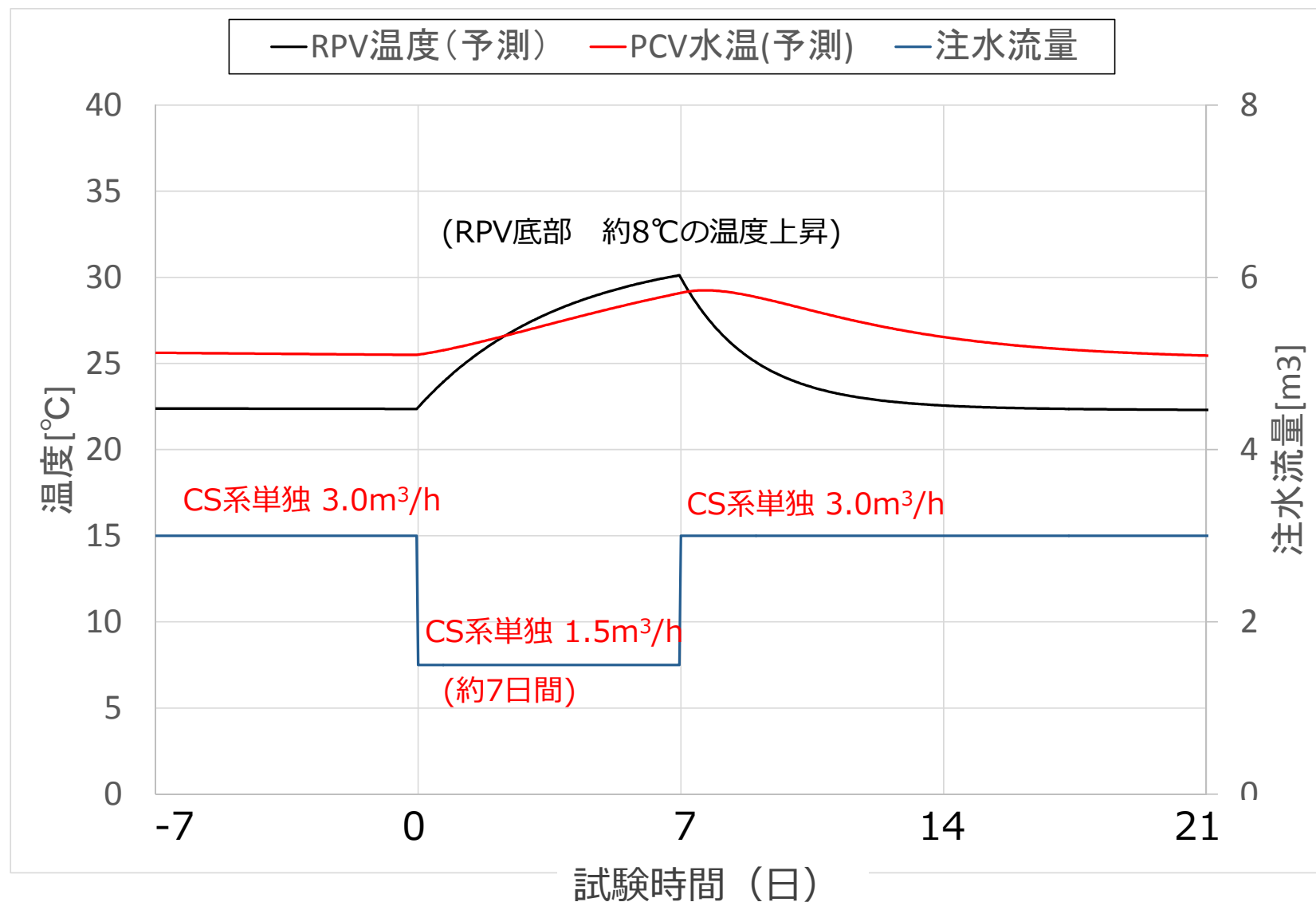
- 原子炉圧力容器上部温度、格納容器圧力、格納容器内水位

（参考）STEP 1 監視パラメータ逸脱時の対応



監視パラメータ		判断基準を満たさない場合の対応
原子炉への注水量		目標注水量を目安に，原子炉注水量を調整する
冷却状態の監視	原子炉圧力容器底部温度	- 原子炉注水を0.5m³/hずつ増加する。 - 試験前の3.0m³/hまで流量を増加しても判断基準を満足しない場合は，さらなる注水量の増加等の措置を関係者で協議する。 （温度上昇が急であり，1m³/hを超える注水量の急増が必要と判断される場合にはホウ酸水を注入したうえで，注水量を増加する）
	原子炉格納容器内温度	
	格納容器ガス管理設備ダストモニタ	
未臨界状態の監視	格納容器ガス管理設備希ガスモニタ	- ホウ酸水を注入する。 - ホウ酸水を注入しても未臨界維持の見込みがない場合は，注水量を低減する等の措置を関係者で協議する。

(参考)ステップ1の温度挙動予測



（参考）原子炉注水系に関する運転上の制限（LCO）

原子炉注水系に関しては、実施計画Ⅲ第1編第4章第18条において、下記の運転上の制限を定めている。

項目	運転上の制限
原子炉圧力容器底部温度	80℃以下
格納容器内温度	全体的に著しい温度上昇傾向がないこと
常用原子炉注水系	原子炉の冷却に必要な注水量が確保されていること
待機中の非常用原子炉注水系	1系列が動作可能であること
任意の24時間あたりの注水量増加幅	1.0m ³ /h以下

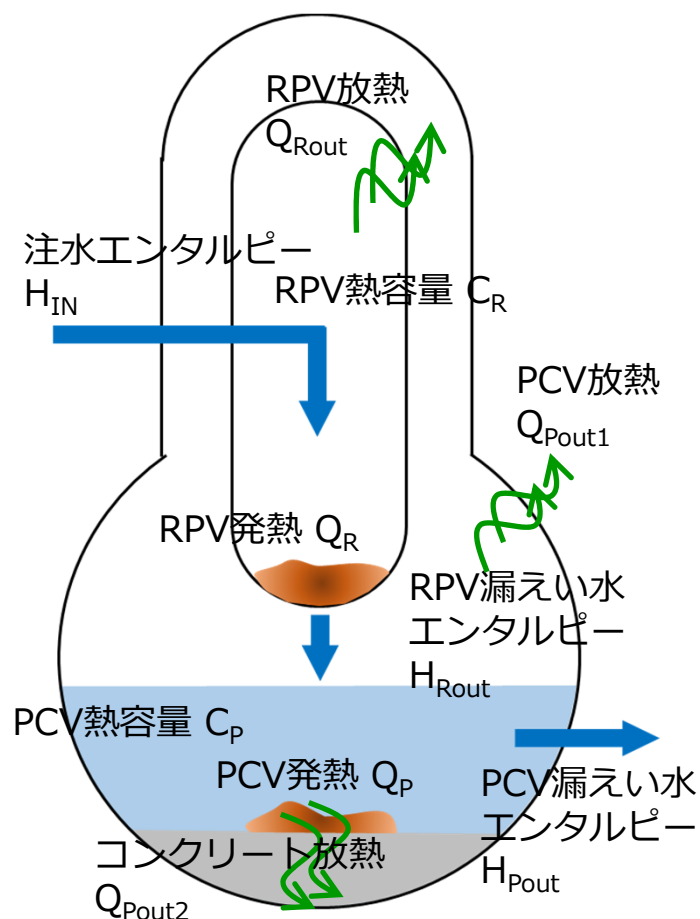
（参考）注水流量低減、停止に伴う影響の評価（温度変化，未臨界，ダスト）



本試験に伴う影響の評価		安全措置
温度	- 炉注流量低減により燃料デブリの除熱が減少する。 - 但し、除熱の減少による<u>RPV、PCVの温度の上昇は限定的と評価</u>している	- 除熱の減少による影響を把握するため、<u>RPV、PCVの温度変化を監視</u> - 異常な温度上昇を確認した場合、速やかな注水量増加等の措置を実施 <u>STEP 1で注水流量低減試験を行い、除熱減少の影響を段階的に確認</u>する
未臨界性	- 注水停止試験からの注水再開時、設備上の制約により<u>計画的に注水増加量に関する運転上の制限の外へ移行</u>する - しかし、注水増加は注水量を現在の状態に戻すだけであるので、<u>注水再開が未臨界維持に与える影響はない</u>	<u>ガス管理設備の希ガスモニタを監視</u> - 念のため、<u>ほう酸注入の準備を予め行い、Xe-135が有意に検出された場合は注入</u>する <u>STEP 1で注水流量増加試験を行い、その影響をSTEP 2の注水停止試験の前に確認</u>する
ダスト等の放出量	ガス管理設備においてフィルタを通して排気していることや、湿潤環境が維持されていることにより、<u>注水量低減/増加による放出量の増加はない</u>	<u>ガス管理設備のダストモニタを監視</u> - 異常なダスト上昇を確認した場合、速やかな注水量増加等の措置を実施

（参考）RPV/PCV温度の計算評価（熱バランス評価）

- 燃料デブリの崩壊熱，注水流量，注水温度などのエネルギー収支から，RPV，PCVの温度を簡易的に評価。
- RPV/PCVの燃料デブリ分布や冷却水のかかり方など不明な点が多く，評価条件には仮定を多く含むものの，単純化したマクロな体系で，過去の実機温度データを概ね再現可能。



- タイムステップあたりのエネルギー収支から，RPV/PCVの温度挙動を計算

(1) RPVのエネルギー収支と温度変化の計算式

$$H_{IN} + Q_R - Q_{Rout} - H_{Rout} - C_R \times \Delta T_R = 0$$

$$T_{RPV}(i+1) = T_{RPV}(i) + \Delta T_R$$

(2) PCVのエネルギー収支と温度変化の計算式

$$H_{Rout} + Q_p + Q_{Rout} - Q_{Pout1} - Q_{Pout2} - H_{pout} - C_p \times \Delta T_p = 0$$

$$T_{PCV}(i+1) = T_{PCV}(i) + \Delta T_p$$

（参考） 1, 3号機の原子炉注水量を増加させる操作が必要な理由

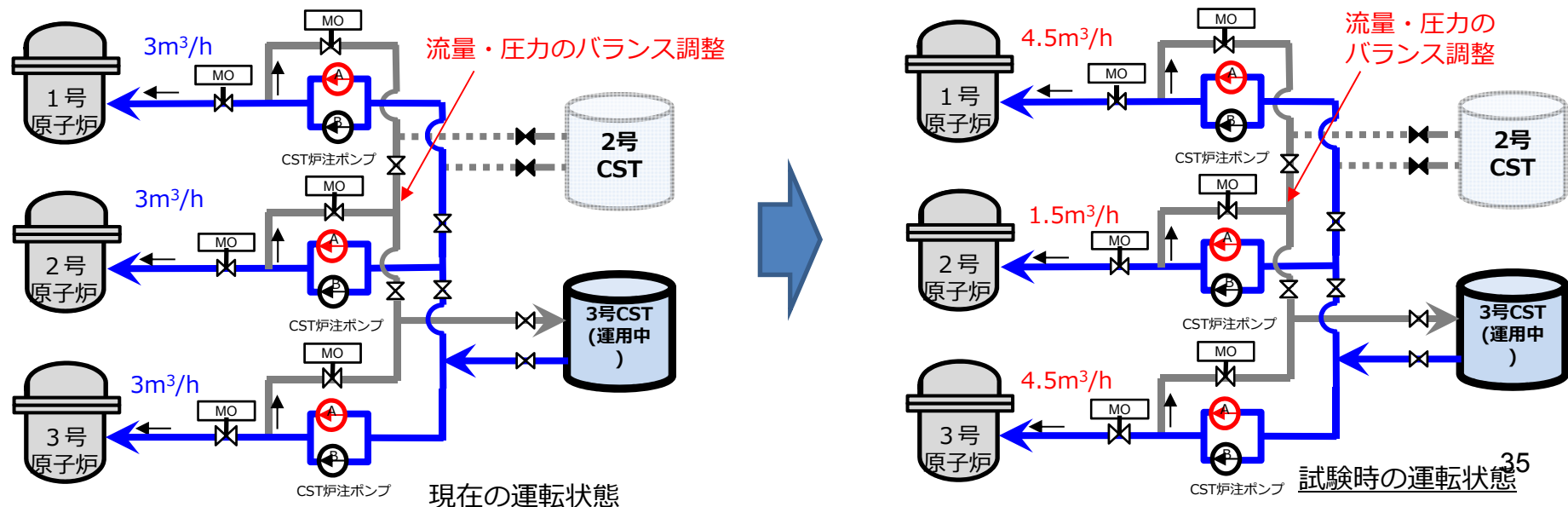
TEPCO

原子炉注水設備の現状

- 1～3号機原子炉・格納容器内の燃料デブリの冷却について、崩壊熱の大幅な減少により、**必要な注水流量は、震災当初と比べ非常に少ない状況**となっている。
- **現在の注水流量**は、ポンプ（震災当初設置）の定格流量に比べても非常に少なく、CSTへの戻し流量を多くした状態となっている。また、**各号機からの戻り配管は合流しているため、各号機の戻り流量・圧力のバランスを調整**し運転している。
- したがって、現状、ある号機の注水流量を更に下げる場合には、他号機の注水・戻りのバランスを調整する必要がある。

1,3号機の原子炉注水量増加の必要性と影響

- 本試験を実施する場合、原子炉注水設備の流量・圧力のバランスを調整する観点から、1,3号機の原子炉注水量を増加させる必要がある。



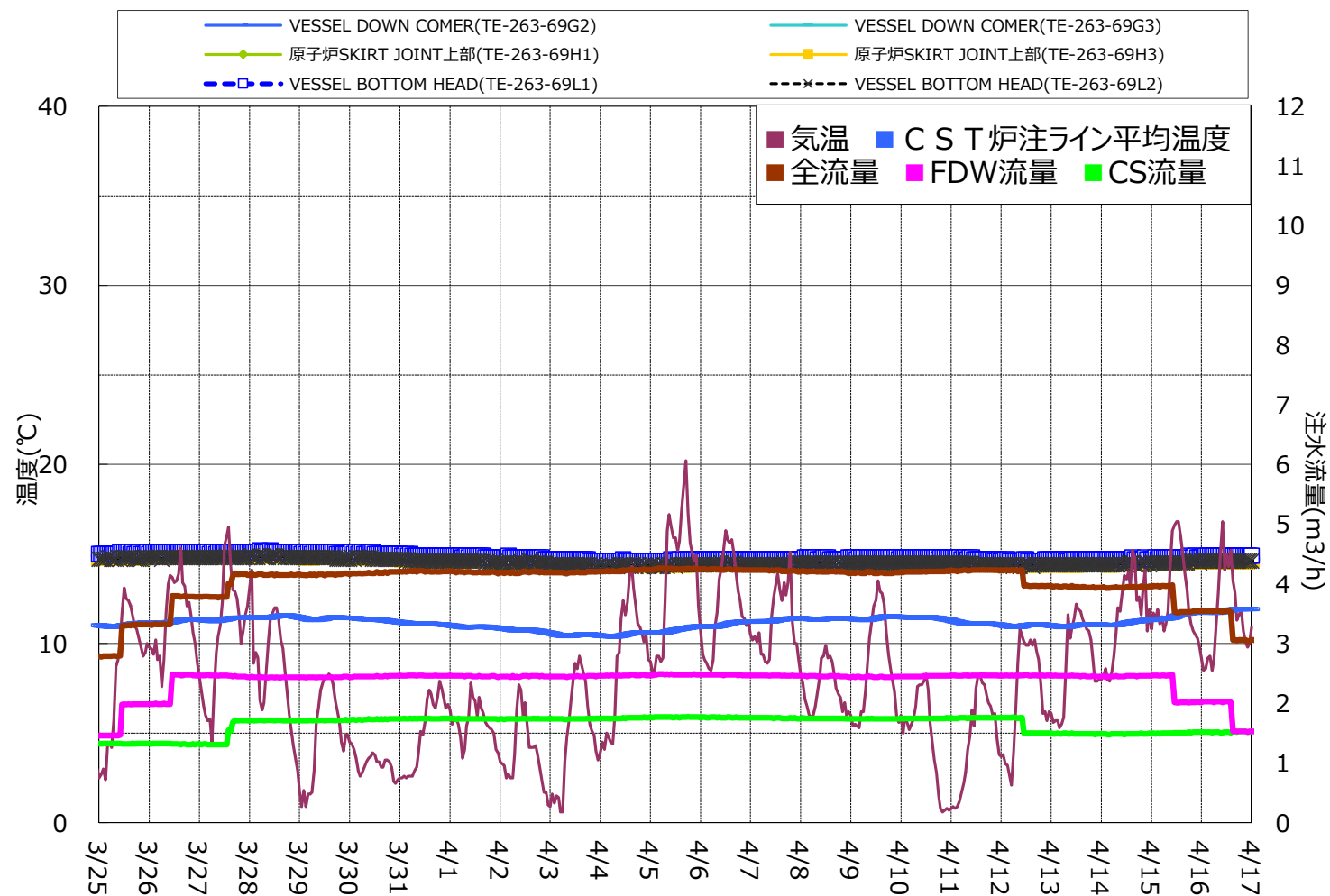
(参考) 1,3号機 操作実績 トレンド

- 1号機の原子炉注水量変更操作実績を下記の通り報告する。

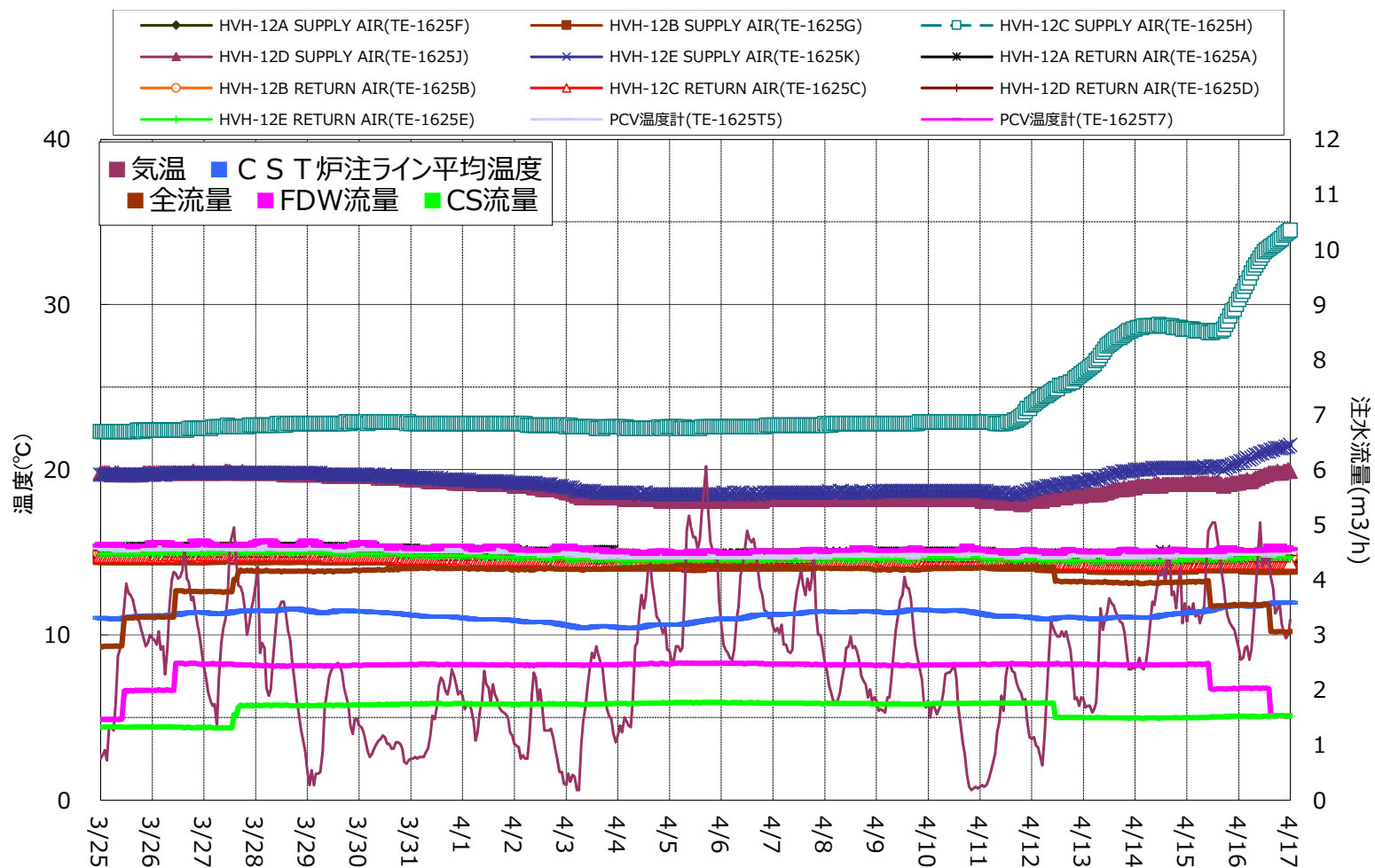
	操作前	操作後
2019年3月25日	2.7m ³ /h (CS:1.3m ³ /h,FDW:1.4m ³ /h)	3.3 m ³ /h (CS:1.3m ³ /h,FDW:2.0m ³ /h)
2019年3月26日	3.3m ³ /h (CS:1.3m ³ /h,FDW:2.0m ³ /h)	3.7 m ³ /h (CS:1.3m ³ /h,FDW:2.4m ³ /h)
2019年3月27日	3.7m ³ /h (CS:1.3m ³ /h,FDW:2.4m ³ /h)	4.1 m ³ /h (CS:1.7m ³ /h,FDW:2.4m ³ /h)
2019年4月12日	4.1 m ³ /h (CS:1.7m ³ /h,FDW:2.4m ³ /h)	3.9 m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:2.4m ³ /h)
2019年4月15日	3.9 m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:2.4m ³ /h)	3.5m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:2.0m ³ /h)
2019年4月16日	3.5m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:2.0m ³ /h)	3.0m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)

- 操作後の原子炉圧力容器底部温度、原子炉格納容器温度に大きな変動は確認されていない。

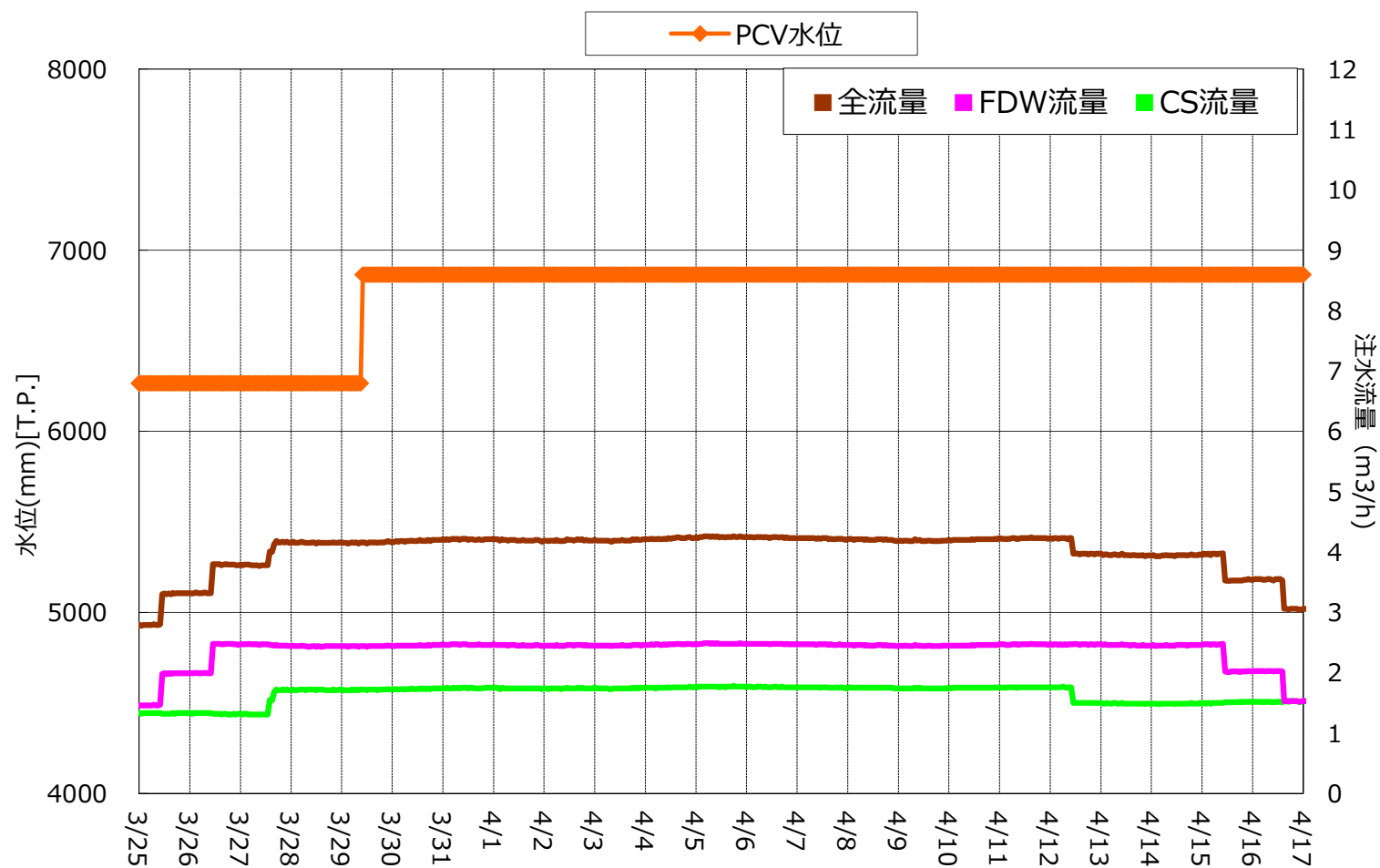
(参考) 1号機 RPV底部温度



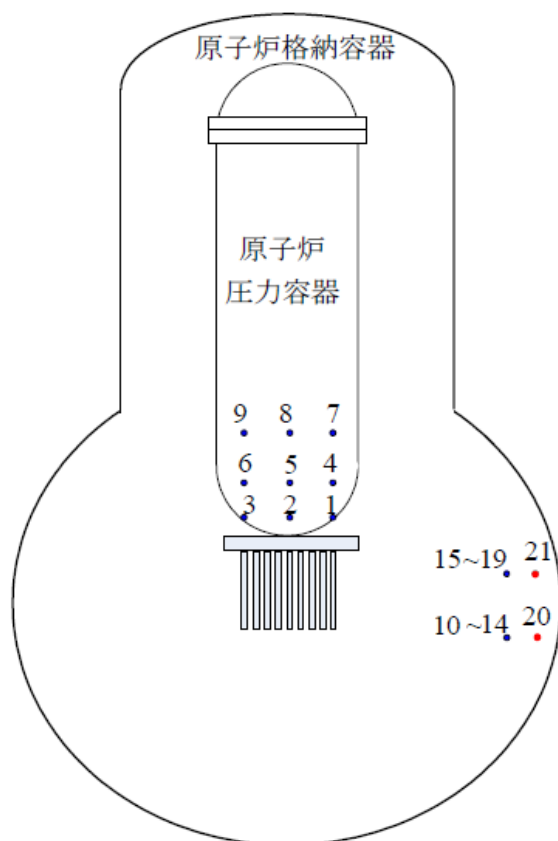
(参考) 1号機 PCV温度



※ 4/11以降に確認されている一部のPCV温度の上昇傾向は、4/4～4/11に実施したPCVガス管理設備排気流量の変更操作や、その後の大気圧変動による影響によるものと推定。



(参考) 1号機 温度計設置位置



No	計器名	保安規定の監視対象計器(*)
1	vessel bottom head(TE-263-69L1)	○
2	vessel bottom head(TE-263-69L2)	○
3	vessel bottom head(TE-263-69L3)	—
4	原子炉 skirt joint 上部(TE-263-69H1)	○
5	原子炉 skirt joint 上部(TE-263-69H2)	—
6	原子炉 skirt joint 上部(TE-263-69H3)	○
7	vessel down commer(TE-263-69G1)	—
8	vessel down commer(TE-263-69G2)	○
9	vessel down commer(TE-263-69G3)	○
10	HVH-12A return air(TE-1625A)	○
11	HVH-12B return air(TE-1625B)	○
12	HVH-12C return air(TE-1625C)	○
13	HVH-12D return air(TE-1625D)	○
14	HVH-12E return air(TE-1625E)	○
15	HVH-12A supply air(TE-1625F)	○
16	HVH-12B supply air(TE-1625G)	○
17	HVH-12C supply air(TE-1625H)	○
18	HVH-12D supply air(TE-1625J)	○
19	HVH-12E supply air(TE-1625K)	○
20	PCV 温度(TE-1625T5)	○
21	PCV 温度(TE-1625T7)	○

RPV底部温度計
(既設)

PCV温度計
(既設)

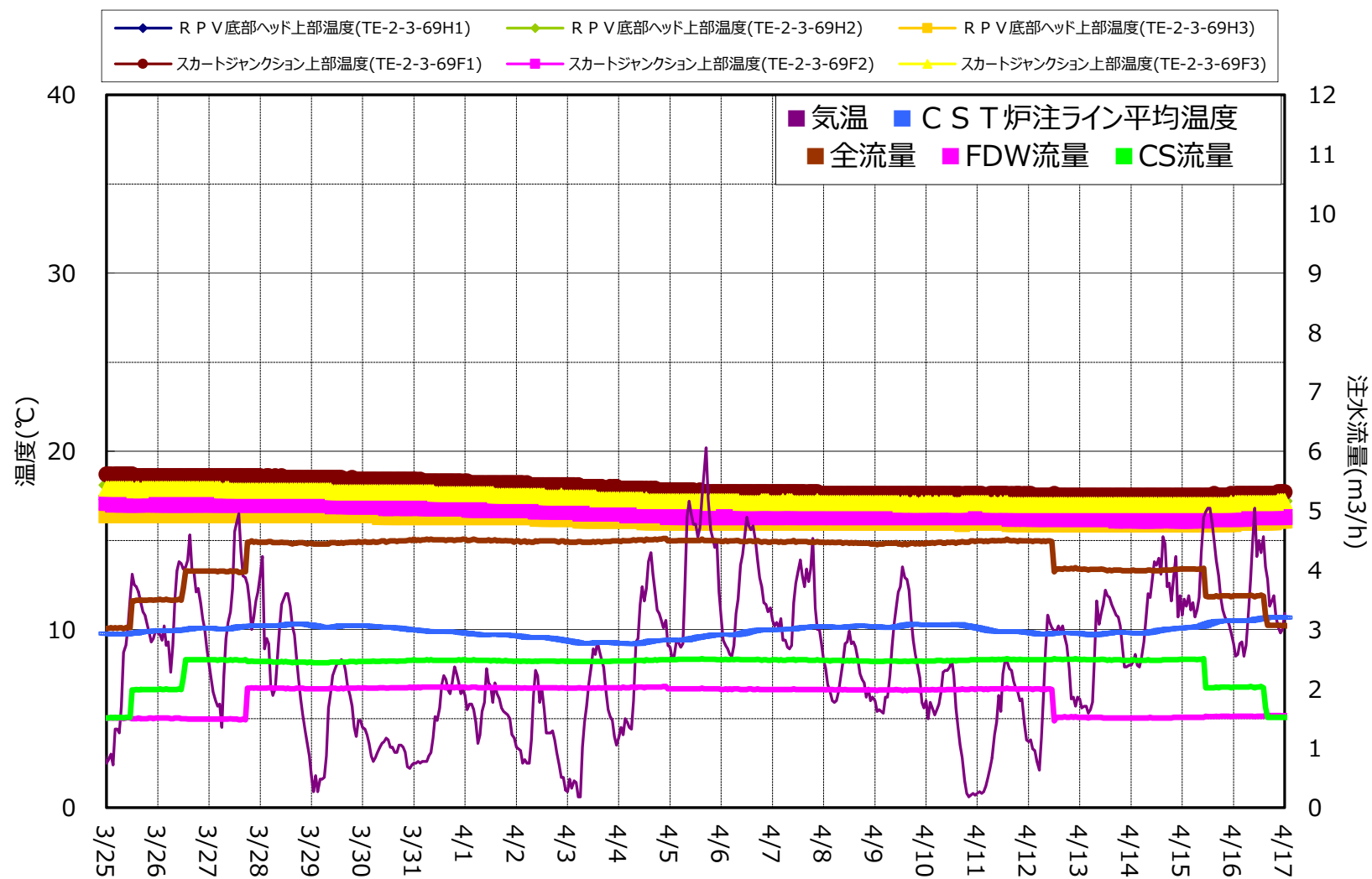
PCV温度計
(新設)

- 3号機の原子炉注水量変更操作実績を下記の通り報告する。

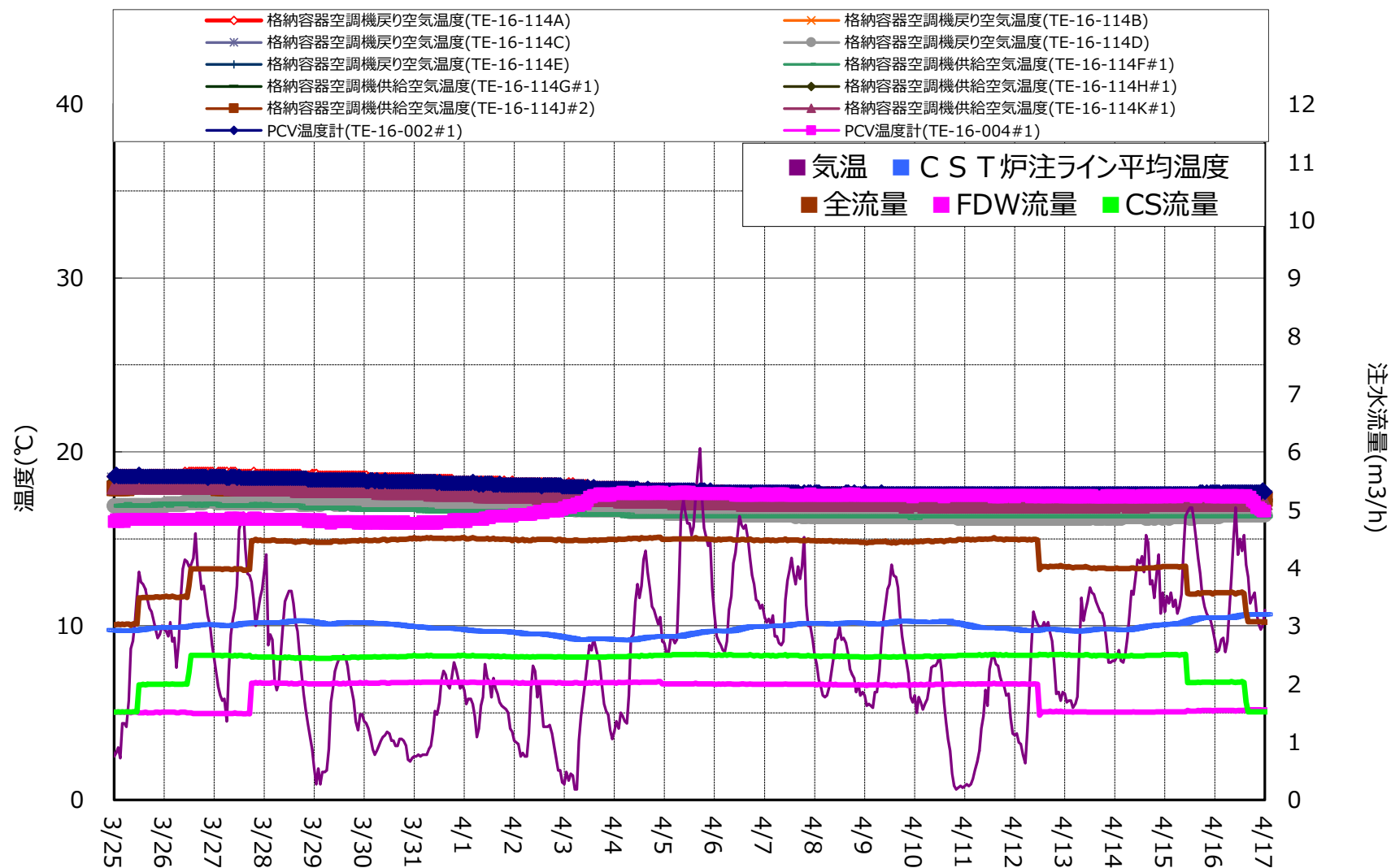
	操作前	操作後
2019年3月25日	3.0m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)	3.4 m ³ /h (CS:1.9m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)
2019年3月26日	3.4m ³ /h (CS:1.9m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)	3.9 m ³ /h (CS:2.4m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)
2019年3月27日	3.9m ³ /h (CS:2.4m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)	4.4 m ³ /h (CS:2.4m ³ /h,FDW:2.0m ³ /h)
2019年4月12日	4.5 m ³ /h (CS:2.5m ³ /h,FDW:2.0m ³ /h)	4.0 m ³ /h (CS:2.5m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)
2019年4月15日	4.0 m ³ /h (CS:2.5m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)	3.5 m ³ /h (CS:2.0m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)
2019年4月16日	3.5 m ³ /h (CS:2.0m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)	3.0 m ³ /h (CS:1.5m ³ /h,FDW:1.5m ³ /h)

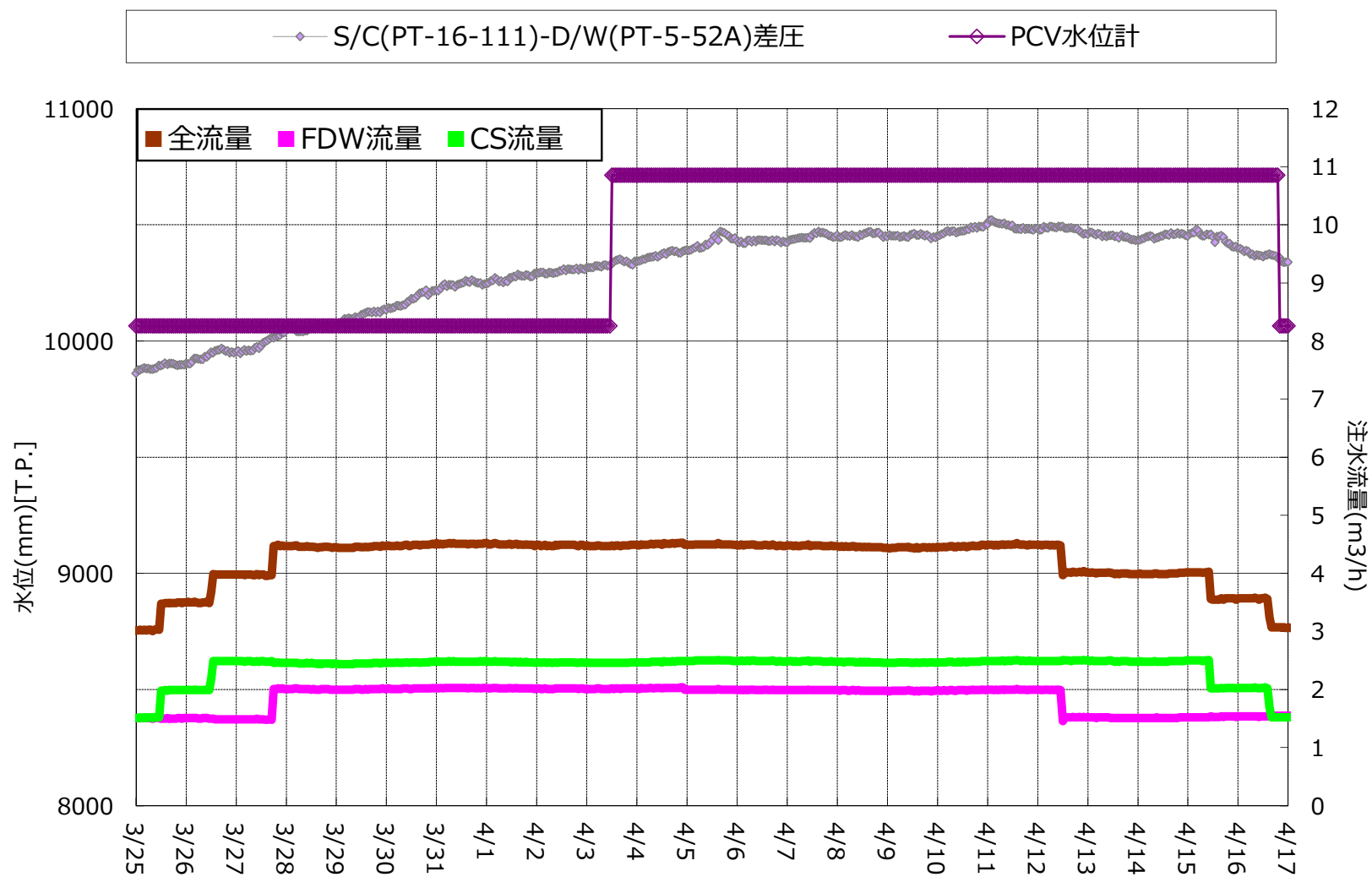
- 操作後の原子炉圧力容器底部温度、原子炉格納容器温度に大きな変動は確認されていない。

(参考) 3号機 RPV底部温度

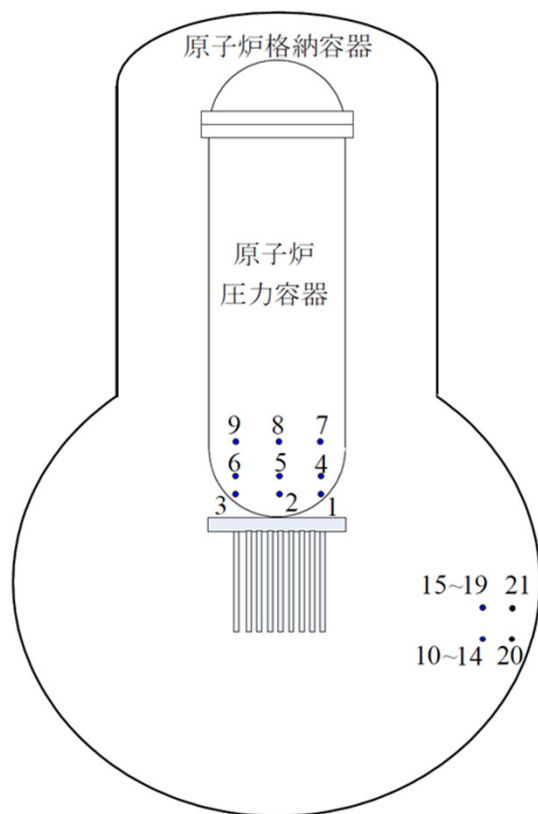


(参考) 3号機 PCV温度





(参考) 3号機 温度計設置位置



No	計器名	保安規定の監視 対象計器(*)	
1	RPV 下部ヘッド温度(TE-2-3-69L1)	—	RPV底部温度計 (既設)
2	RPV 下部ヘッド温度(TE-2-3-69L2)	—	
3	RPV 下部ヘッド温度(TE-2-3-69L3)	—	
4	スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F1)	○	
5	スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F2)	○	
6	スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F3)	○	
7	RPV 底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H1)	○	
8	RPV 底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H2)	○	
9	RPV 底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H3)	○	
10	格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114A)	○	PCV温度計 (既設)
11	格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114B)	○	
12	格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114C)	○	
13	格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114D)	○	
14	格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114E)	○	
15	格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114F#1)	○	
16	格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114G#1)	○	
17	格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114H#1)	○	
18	格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114J#2)	○	
19	格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114K#1)	○	PCV温度計 (新設)
20	P C V 温度(TE-16-002)	○	
21	P C V 温度(TE-16-004)	○	