

原子炉注水停止試験の実施について

2020年7月20日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

【概要】

【2019年度】

- 1～3号機について、冷却設備の運転・保守管理や設備設計の適正化、緊急時対応手順等の適正化を図ることを目的に原子炉注水の一時的な停止を実施。
- 注水停止による温度上昇は予測の範囲内であることを確認。

1号機	2号機	3号機
2019年10月 (約49時間の注水停止)	2019年5月 (約8時間の注水停止)	2020年2月 (約48時間の注水停止)



【2020年度以降】

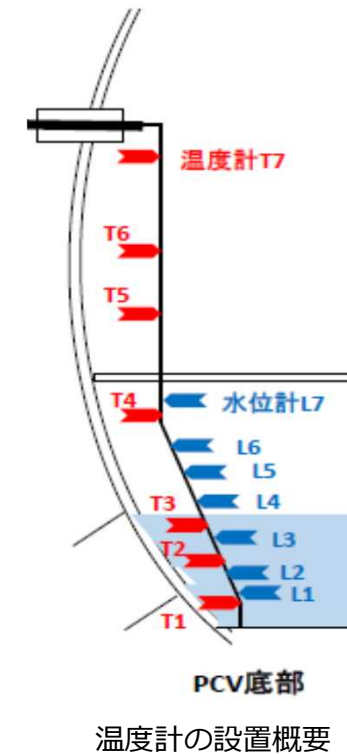
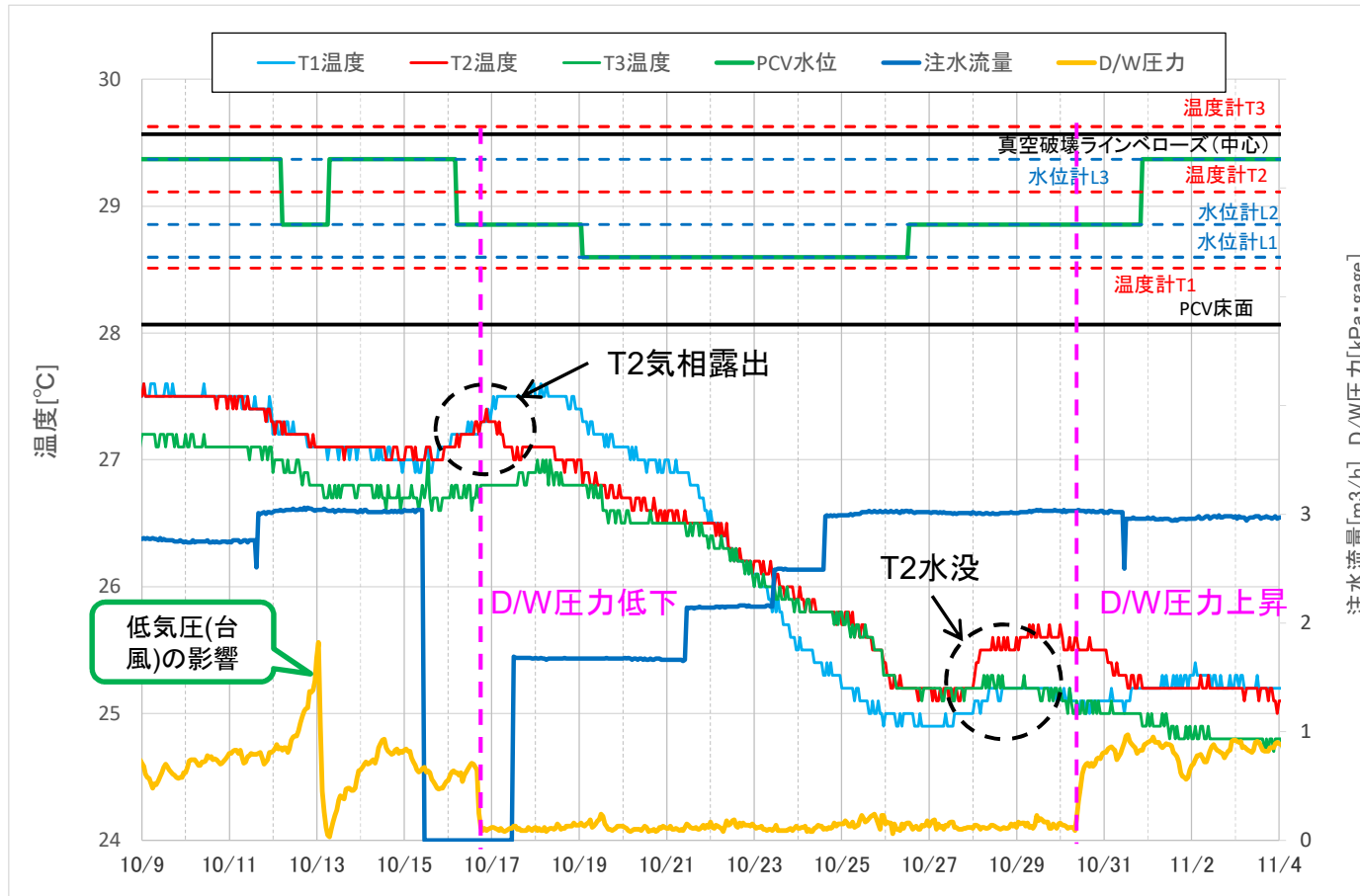
- 2019年度に実施した注水停止試験結果を踏まえ、今後の廃炉に向けて、各号機の状態を踏まえた目的に応じた試験を計画・実施していく。
- 次回注水停止期間（予定）

	1号機	2号機	3号機
注水停止期間	5日間	3日間	7日間

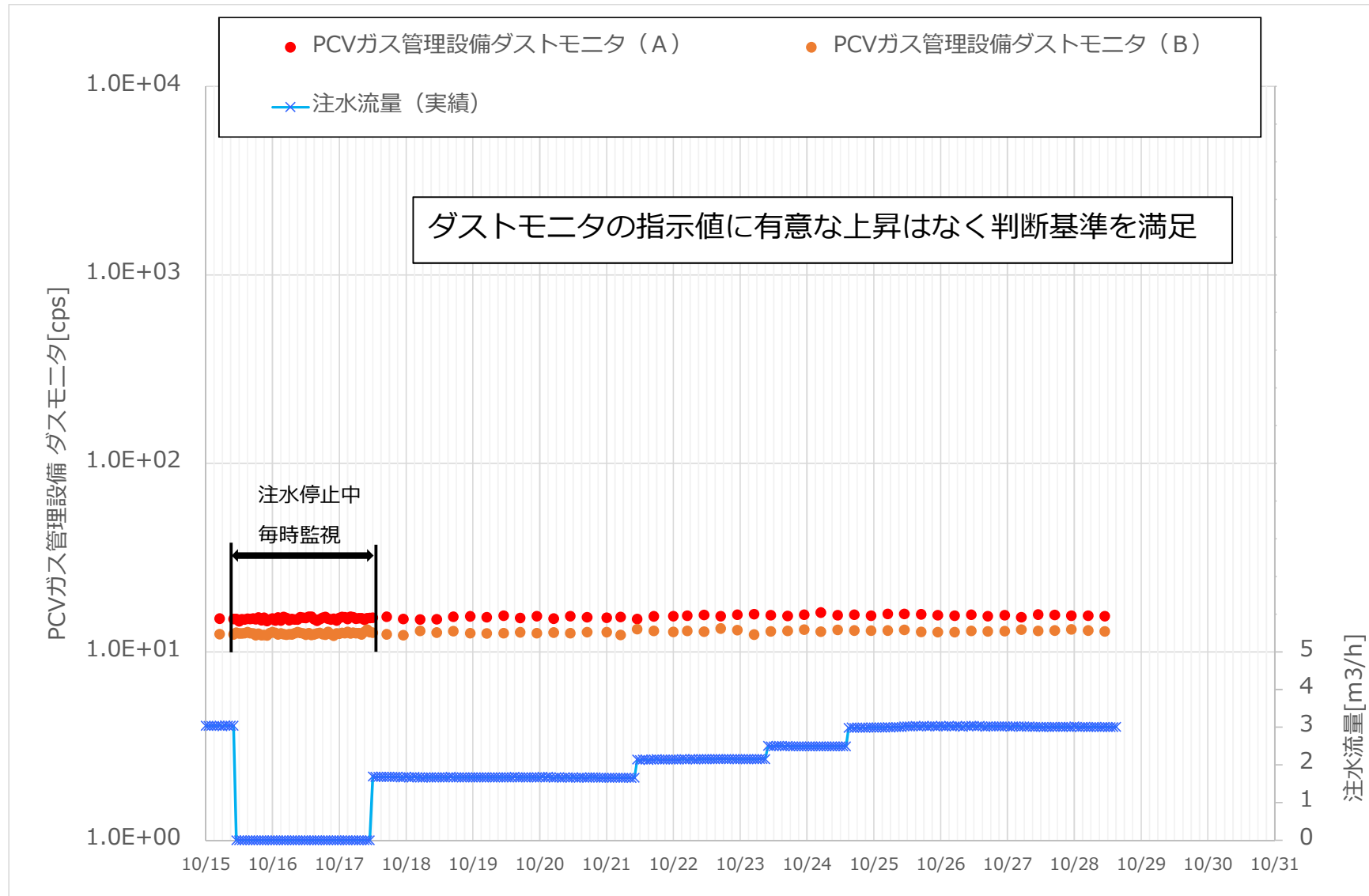
【1号機】2019年度に実施した試験で得られた知見

■ 1号機（約49時間の注水停止）

- ・ 温度上昇は小さかった（1℃未満）
- ・ PCV水位低下によりD/W圧力が低下。注水再開後にPCV水位上昇でD/W圧力が上昇。真空破壊ラインベローズ（漏えい箇所）が気中露出・再水没した可能性を確認
- ・ 真空破壊ラインベローズからの漏えいが支配的の可能性があったが、それよりも下の箇所からの漏えいもある程度あることを確認（1.5m³/hでもPCV水位低下）

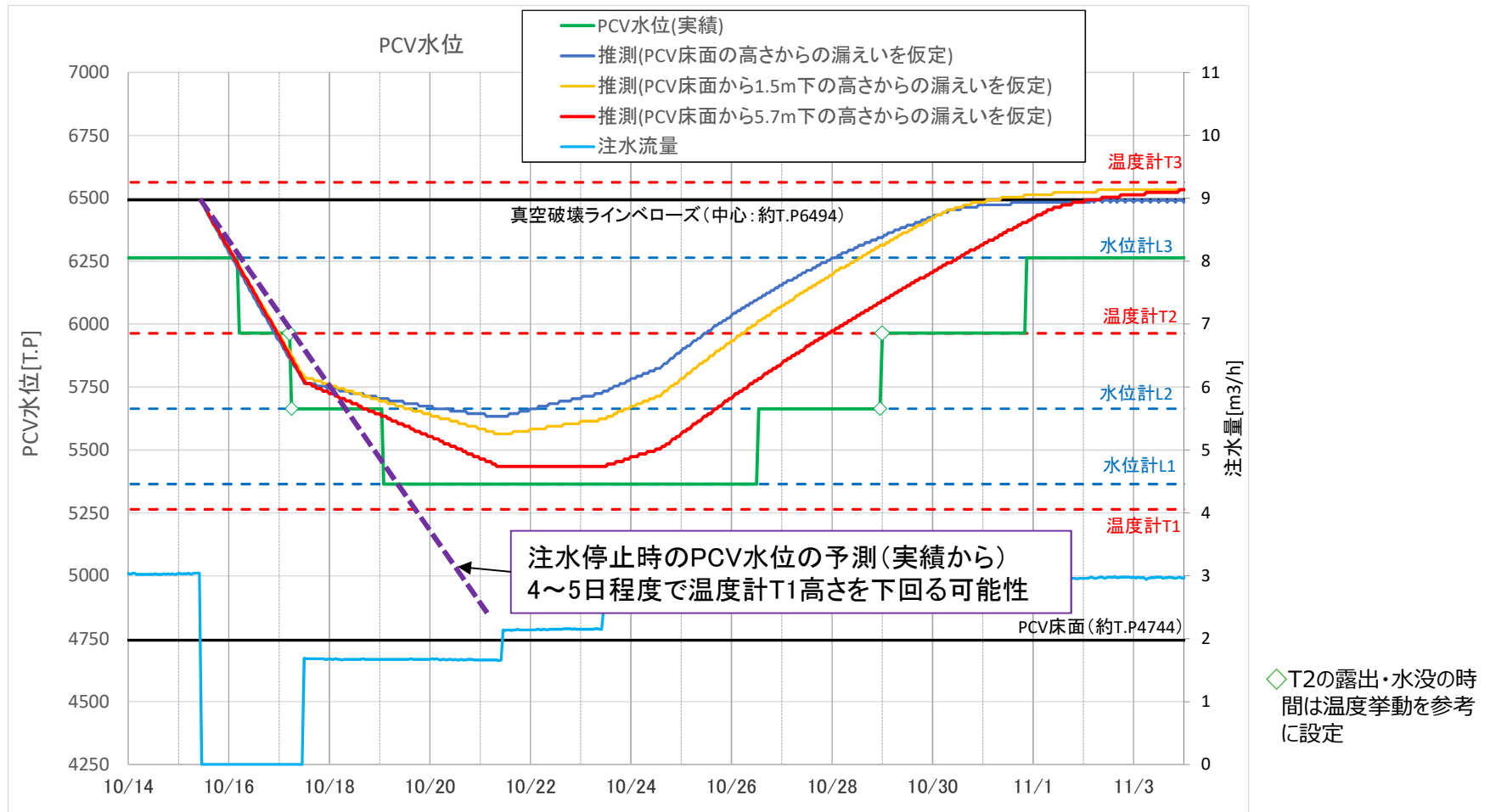


【1号機】PCVガス管理設備 ダスト濃度の推移



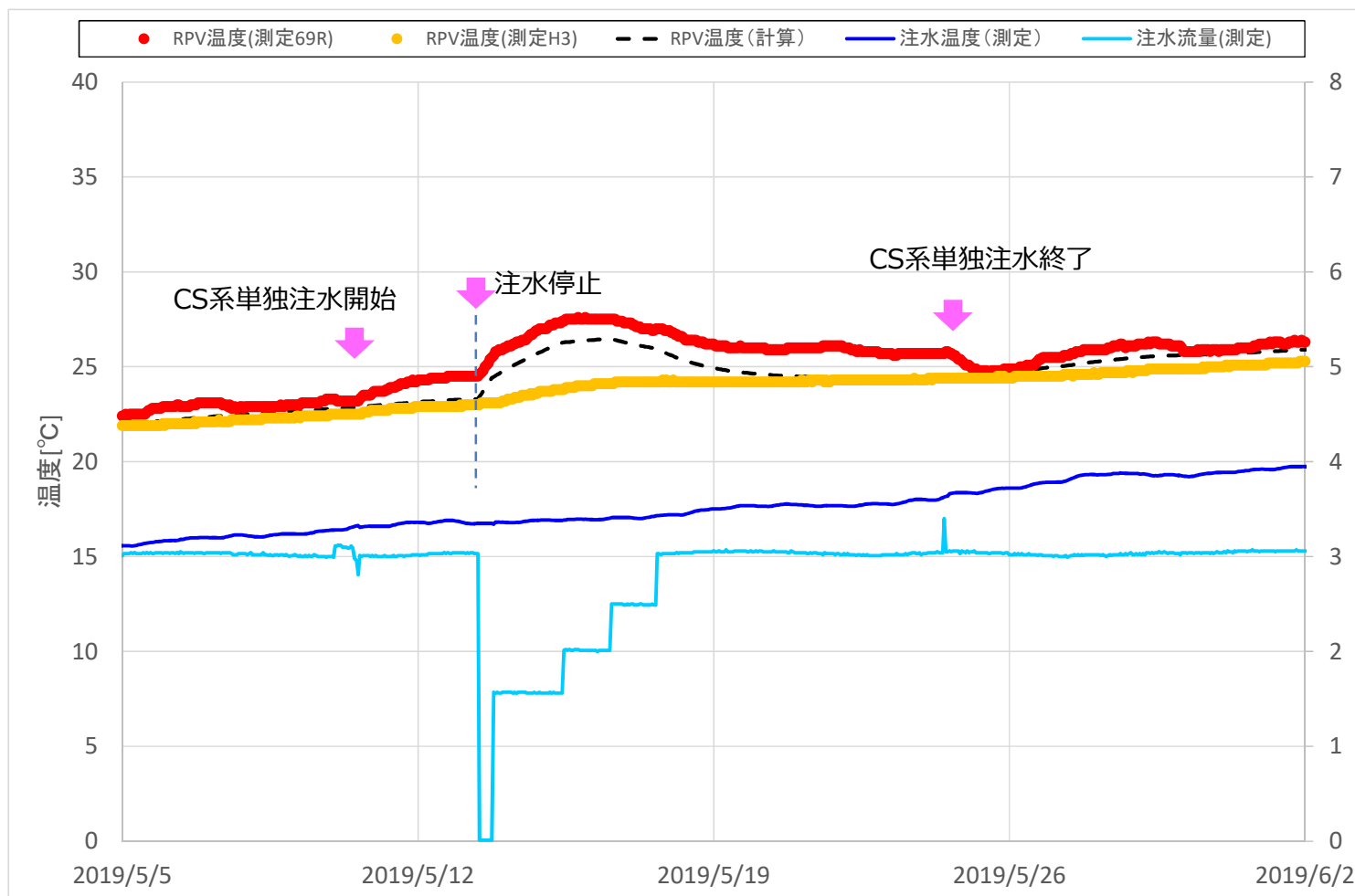
【1号機】次回の注水停止試験

- PCV水位がPCVの新設温度計T1以下となると、得られる情報が少なくなる。注水停止でT1以下に至るかを、ひとつの観点として、試験を計画する。
- 2019年試験実績より、4～5日程度の注水停止で温度計T1に至る可能性。



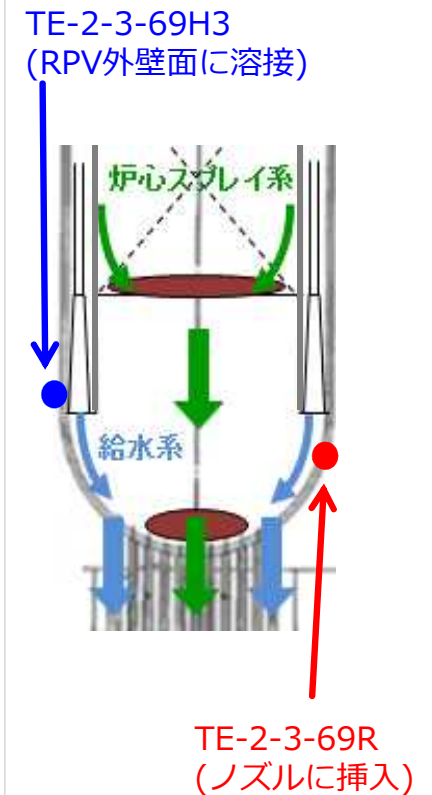
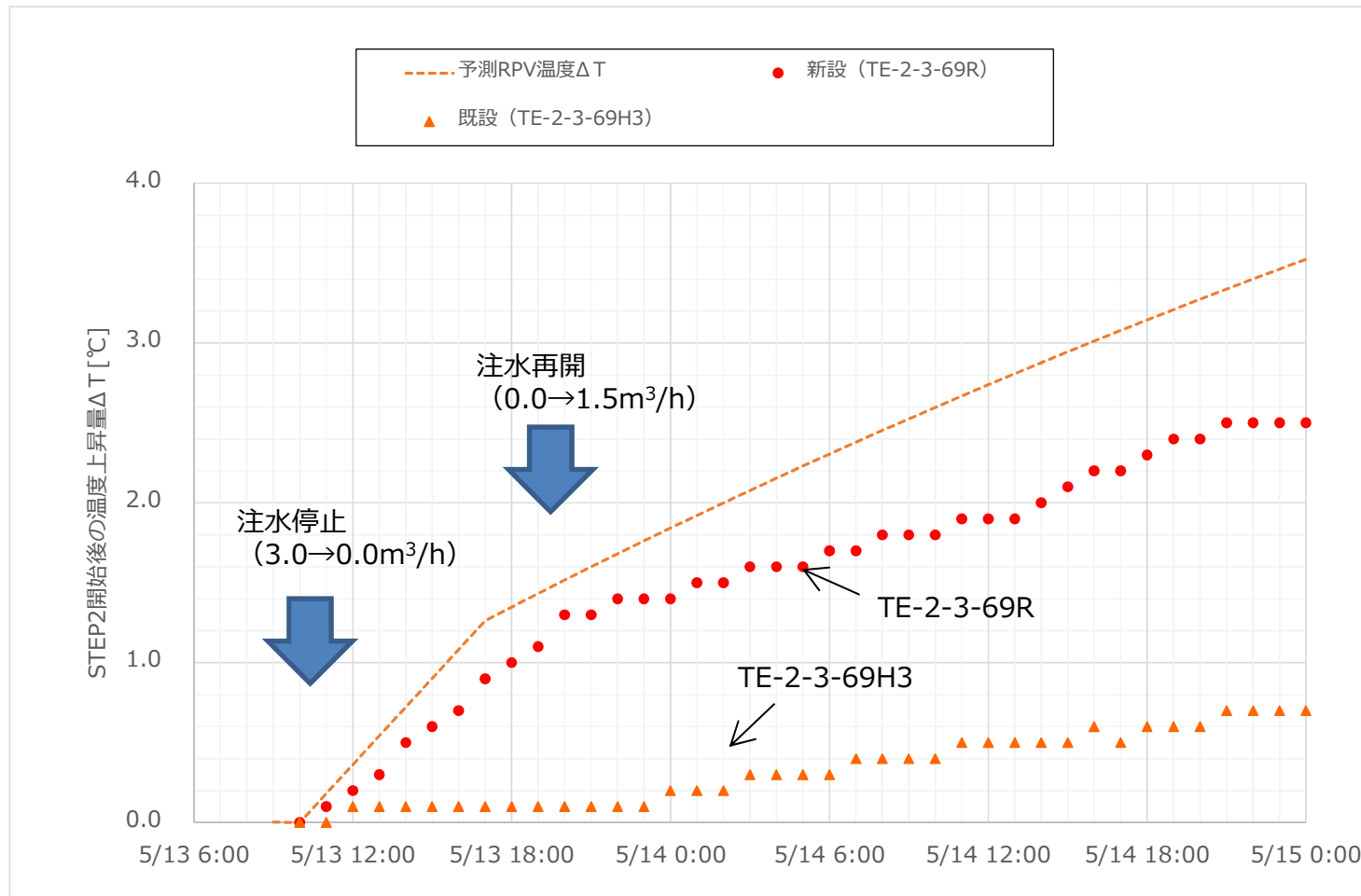
【2号機】2019年度に実施した試験で得られた知見

- 実際の気温や注水温度、崩壊熱等を適用して、試験時のRPV温度を評価。
- 熱バランス評価によって、RPV底部の温度トレンドを概ね再現。TE-2-3-69Rの挙動は良く一致した。

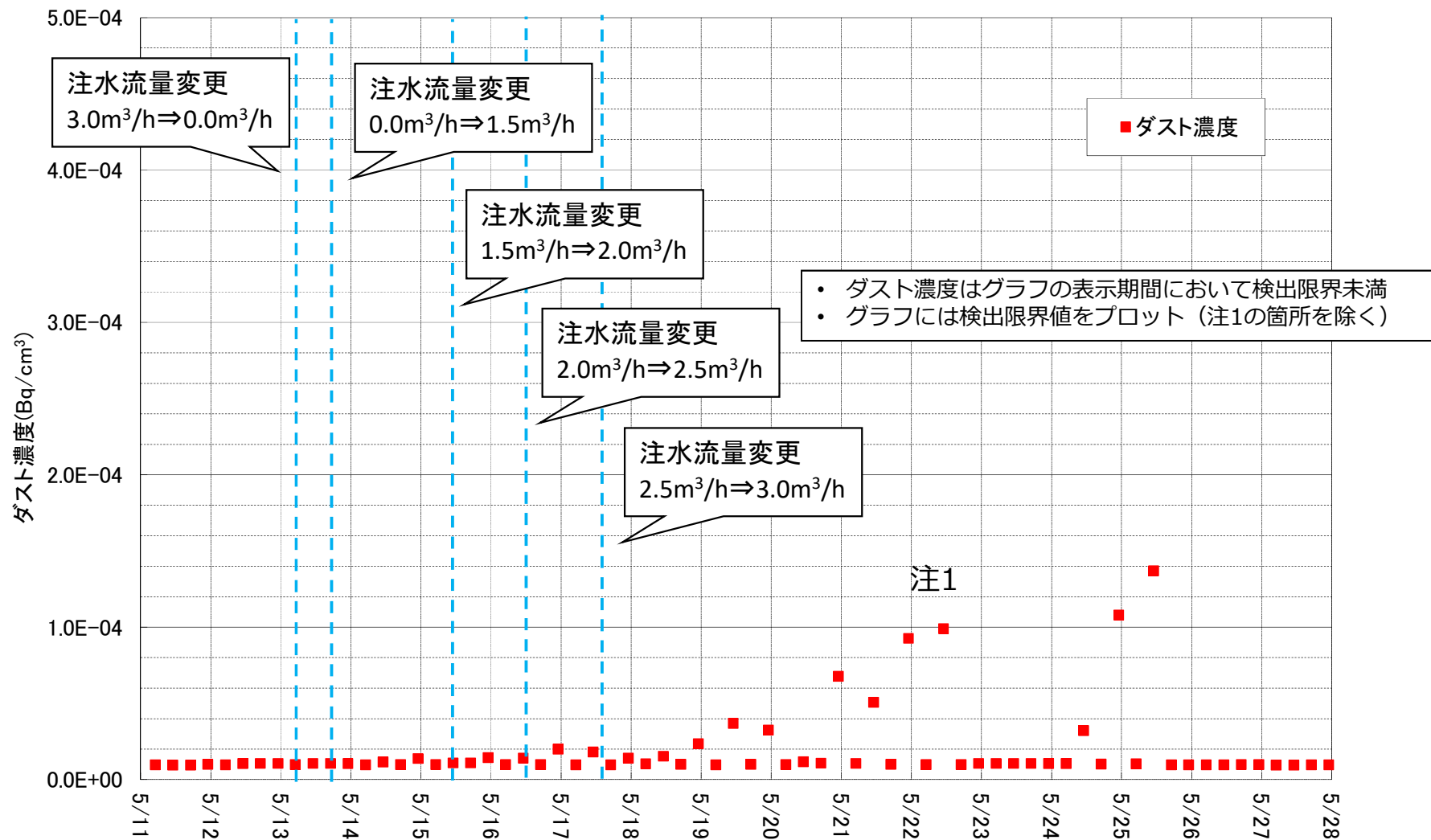


【2号機】RPV底部温度の推移(2019年5月試験)

- 注水停止期間中、RPV底部温度(TE-2-3-69R)は、ほぼ一定で上昇。



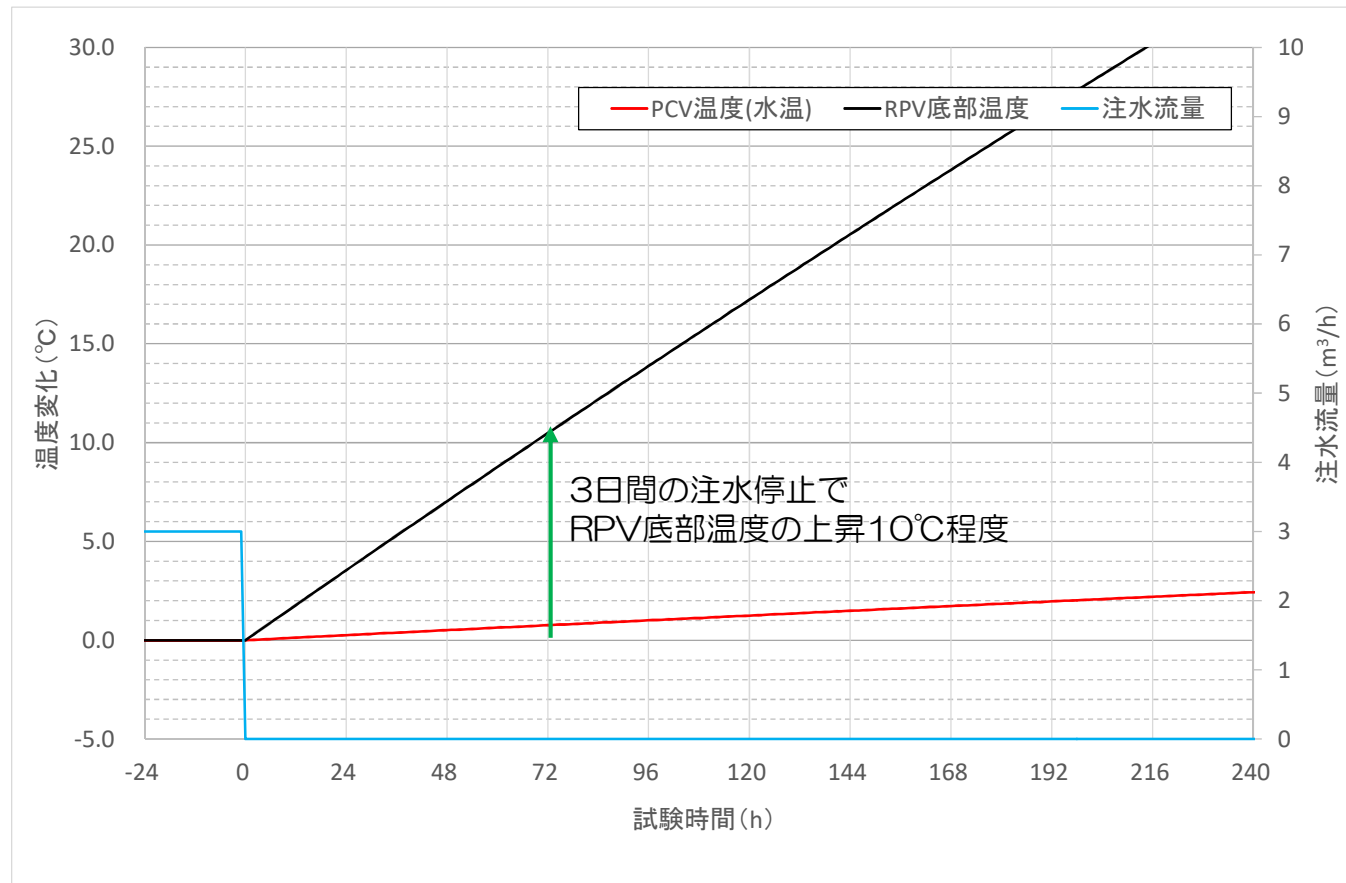
【2号機】PCVガス管理設備 ダスト濃度の推移



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。

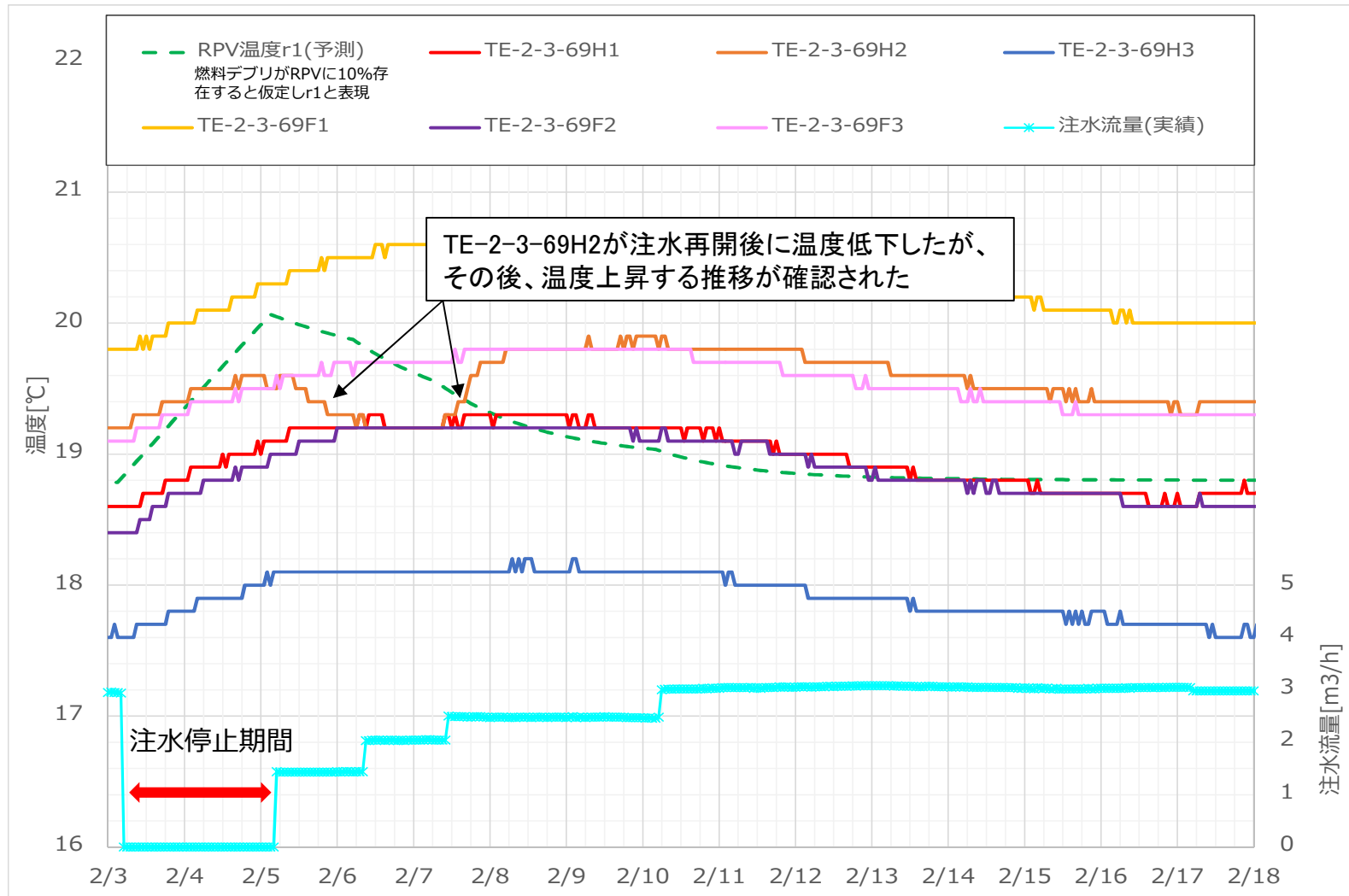
【2号機】次回の注水停止試験

- 2019年度試験よりも長期間の注水停止での温度上昇を確認し、温度評価モデルの検証データを蓄積する。
- 3日間の注水停止で10℃程度の上昇。
- 夏場のRPV底部温度は35℃程度であり、3日間の注水停止で45℃程度と予測。冷温停止以降では55℃程度までの実績があり、その範囲内となる。



【3号機】2019年度に実施した試験で得られた知見①

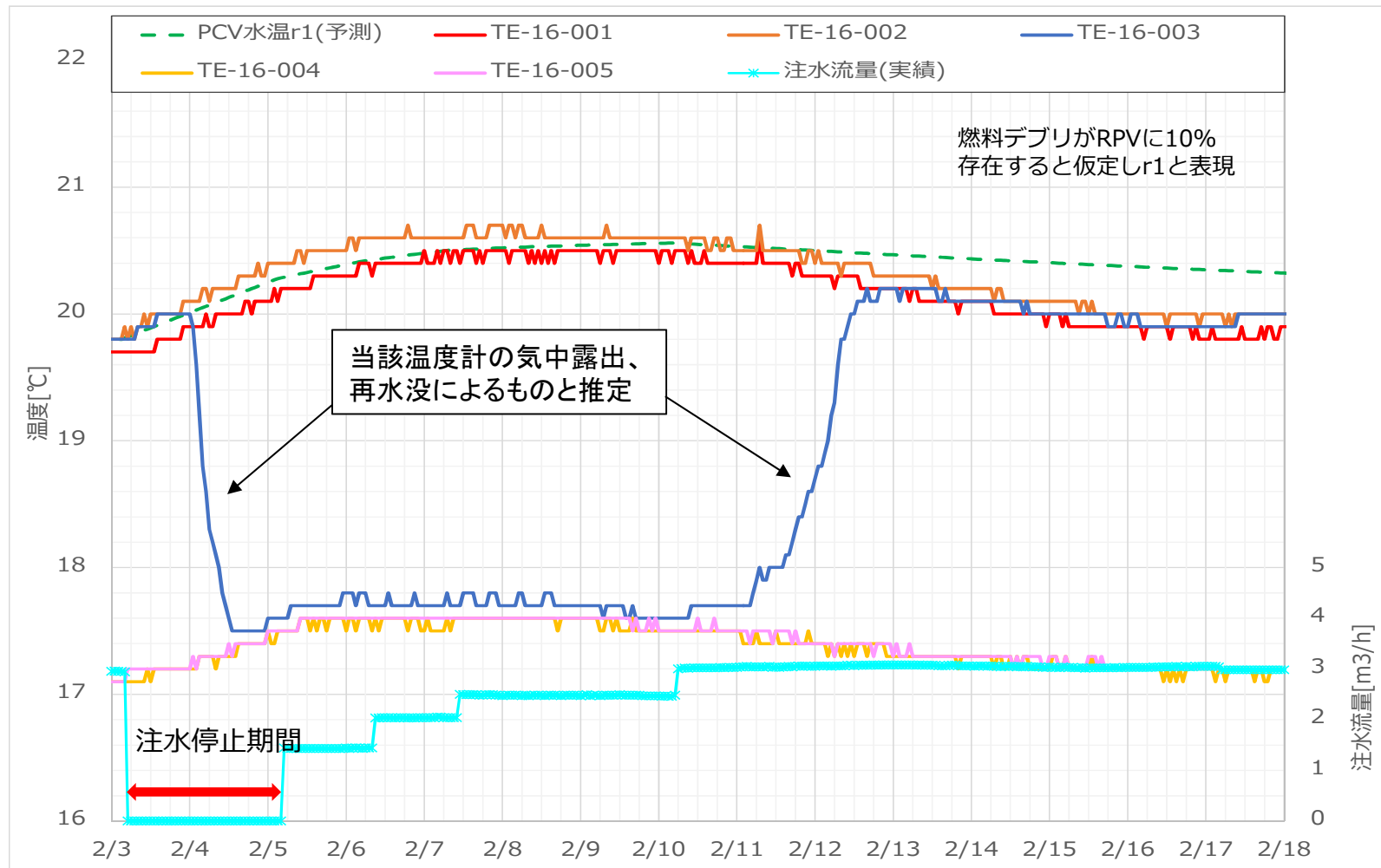
■ R P V底部温度の温度上昇は小さかった



※予測温度は試験開始時の実績温度を基準として記載

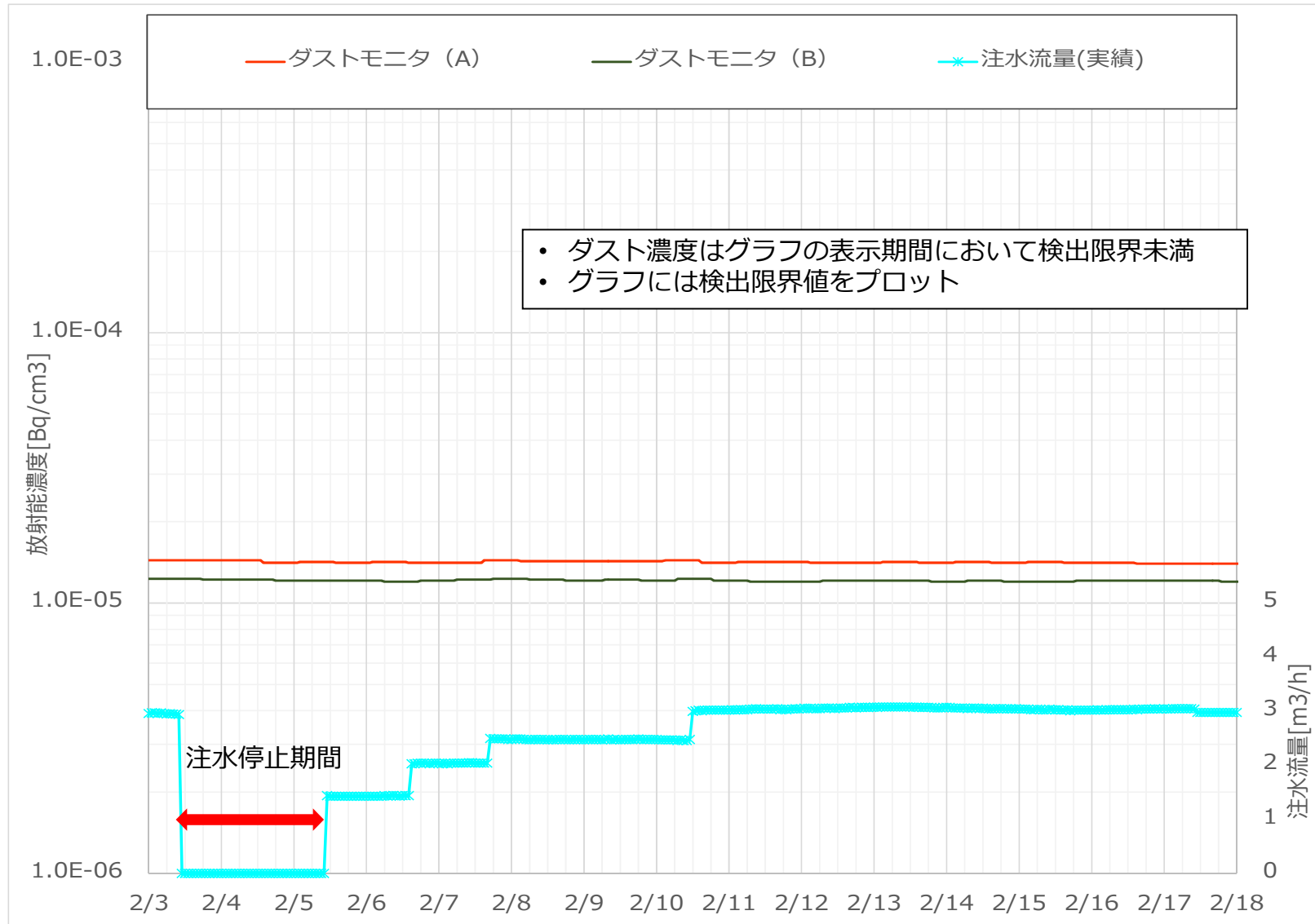
【3号機】2019年度に実施した試験で得られた知見②

- P C V 温度の温度上昇は小さかった
- P C V の水位低下に伴い、温度計(TE-16-003)が水没から気中露出した



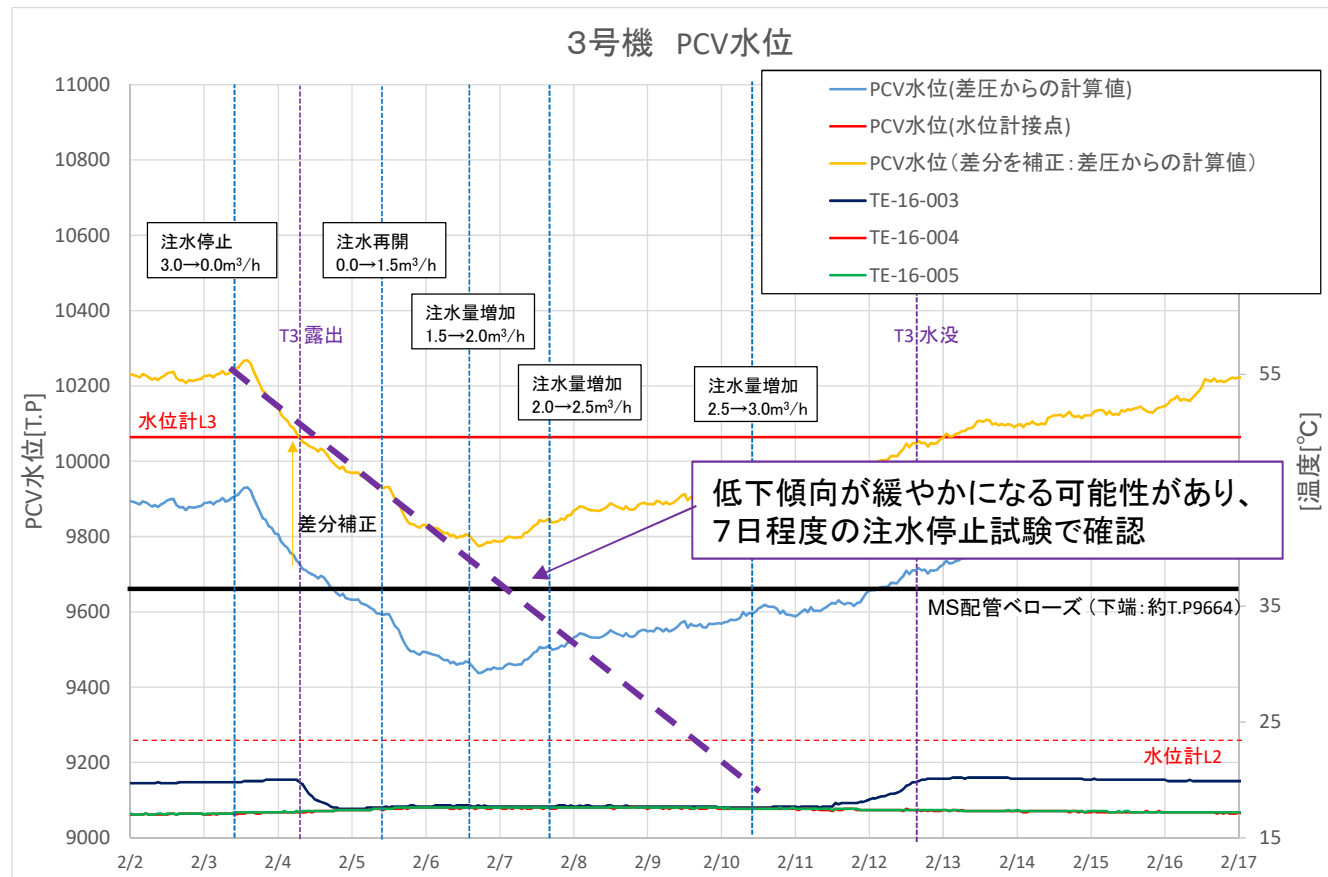
※予測温度は試験開始時の実績温度を基準として記載

【3号機】PCVガス管理設備 ダスト濃度の推移

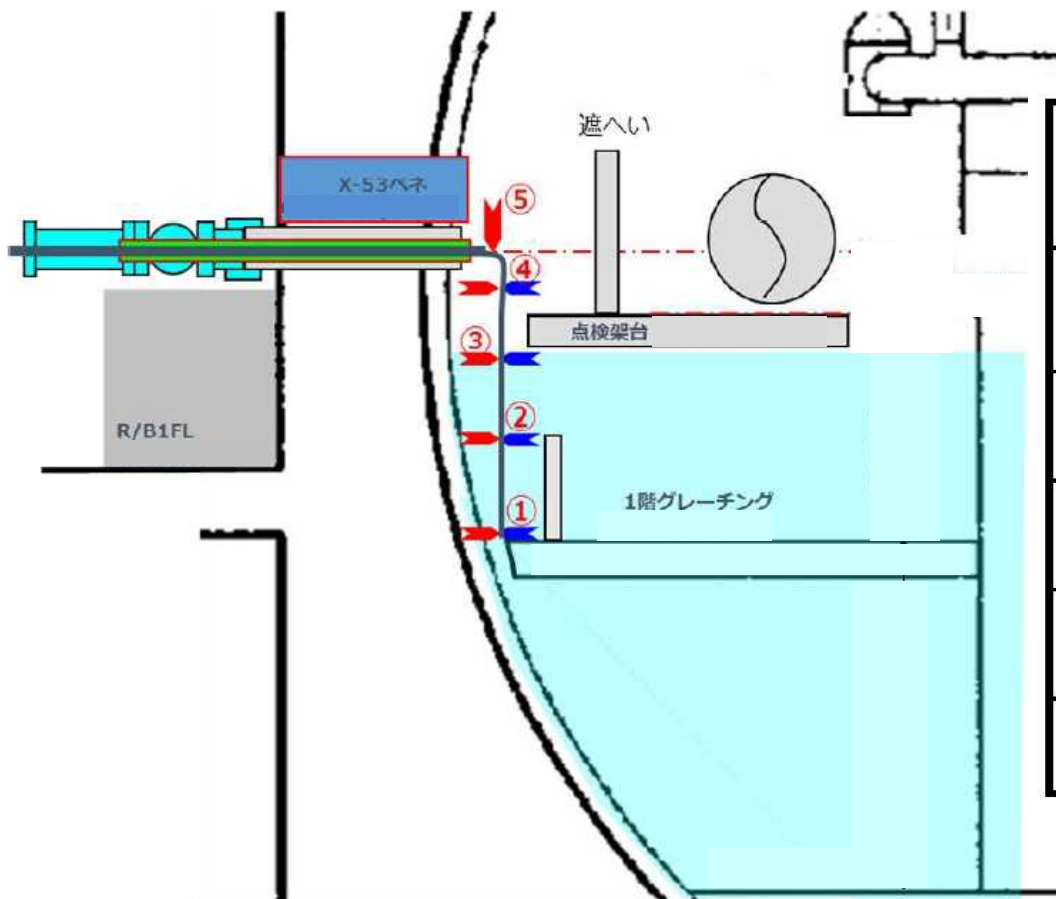


【3号機】次回の注水停止試験

- 注水停止によりPCV水位が低下するが、漏えい箇所として確認されているMS配管ベローズよりも低くなるか確認する。
- 2019年度試験のPCV水位低下の状況から、7日間の停止試験を計画する。



(参考) 3号機 PCV新設温度計・水位計



計器位置	設置計器		設置位置 (T.P)
	温度計	水位計	
⑤	TE-16-005	—	約10964
④	TE-16-004	LS-16-004	約10714
③	TE-16-003	LS-16-003	約10064
②	TE-16-002	LS-16-002	約9264
①	TE-16-001	LS-16-001	約8264

(参考) 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 (注水量停止時)

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	1・3号機：温度上昇が15℃未満 ※1 2号機：温度上昇が20℃未満 ※1
原子炉格納容器内温度	毎時	6時間	1・3号機：温度上昇が15℃未満 ※1 2号機：温度上昇が20℃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 1・3号機15℃以上、2号機20℃以上の温度上昇があった際には、
流量を3.0m³/hに増やす (注水を再開する)。

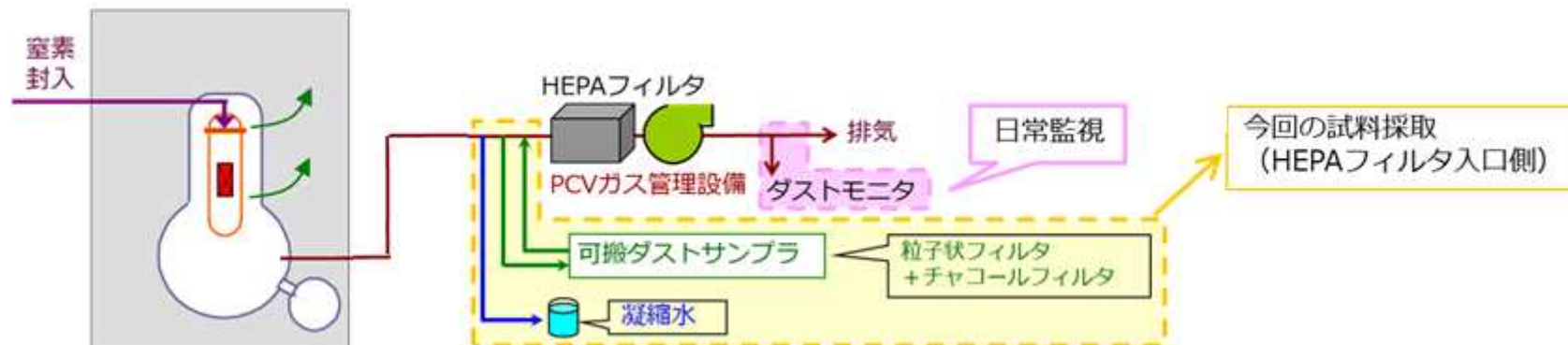
(2) その他の傾向監視パラメータ

- ・原子炉压力容器上部温度、格納容器圧力、格納容器内水位

(参考) その他採取するデータ等

- 原子炉冷却状態や炉内挙動などの評価に資するデータ拡充の観点から、追加的に関連するプラントパラメータの取得と、試料採取・分析を検討中。

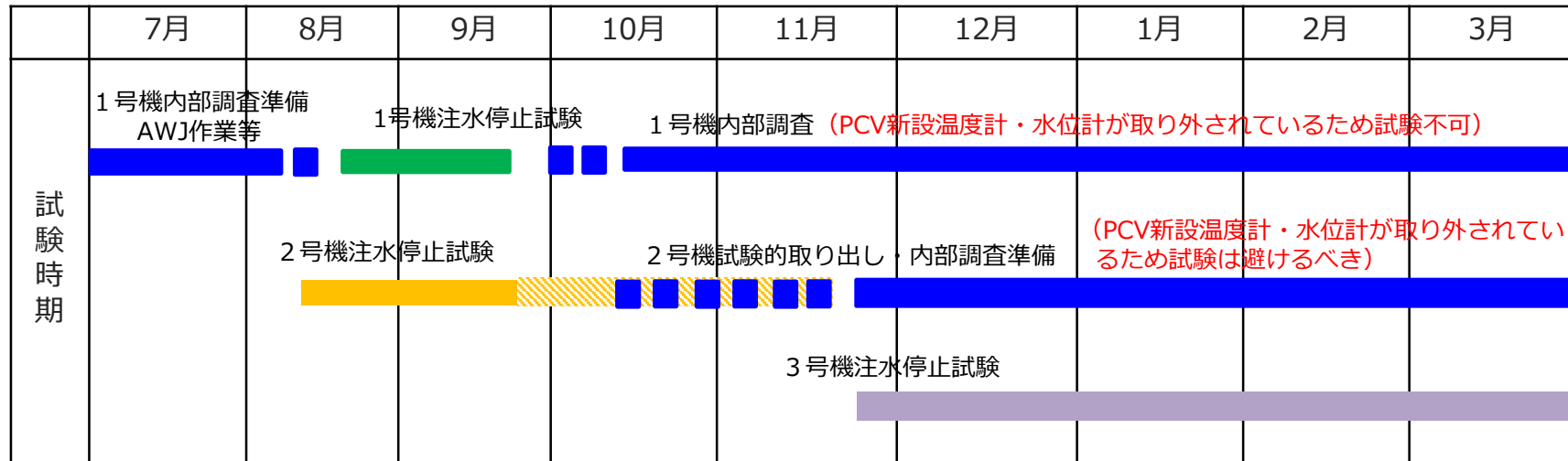
	追加的に取得する項目 (案)
プラントパラメータ	[PCVガス管理設備] <ul style="list-style-type: none">• HEPAフィルタユニット表面線量率
試料採取・分析	[PCVガス管理設備] <ul style="list-style-type: none">• HEPAフィルタ入口側抽気ガス(フィルタ通過前)のダスト• HEPAフィルタ入口側抽気ガス(フィルタ通過前)の凝縮水



【まとめ】各号機の次回試験

	1号機	2号機	3号機
試験目的	注水停止により、PCV水位が水温を測定している下端の温度計(T1)を下回るかどうかを確認する	2019年度試験(約8時間)より長期間の注水停止時の温度上昇を確認し、温度評価モデルの検証データ等を蓄積する	PCV水位がMS配管ベローズを下回らないことを確認する
補足	<ul style="list-style-type: none"> • 昨年度試験では、PCV水温を測定している温度計は露出しなかった • より長期間の停止で温度計が露出するか確認し、今後の注水量低減・停止時に考慮すべき監視設備に関する知見を拡充する • PCV水位低下状況を踏まえ、今後の注水のありかたを検討していく 	<ul style="list-style-type: none"> • 昨年度試験での注水停止期間、RPV底部温度はほぼ一定で上昇することを確認 • より長期間の停止で、温度上昇の傾きに変化が生じるか確認し、評価モデルを検証する 	<ul style="list-style-type: none"> • 昨年度試験では、PCVからの漏えいを確認しているMS配管ベローズまでPCV水位は低下しなかった • PCV水位の低下有無や低下速度等を踏まえ今後の注水のありかたを検討していく
停止期間	5日間	3日間	7日間

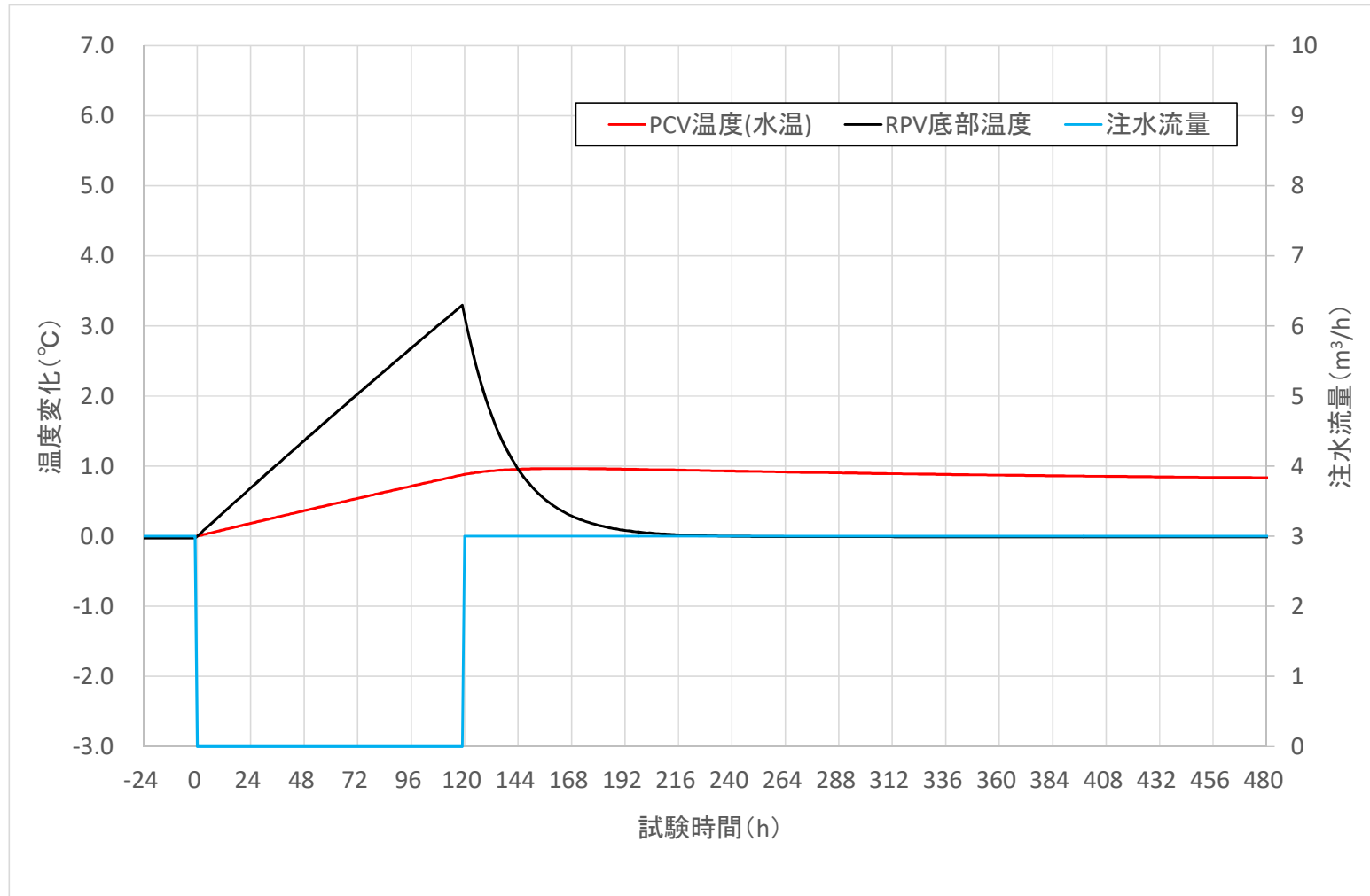
(参考) 試験時期：調整中



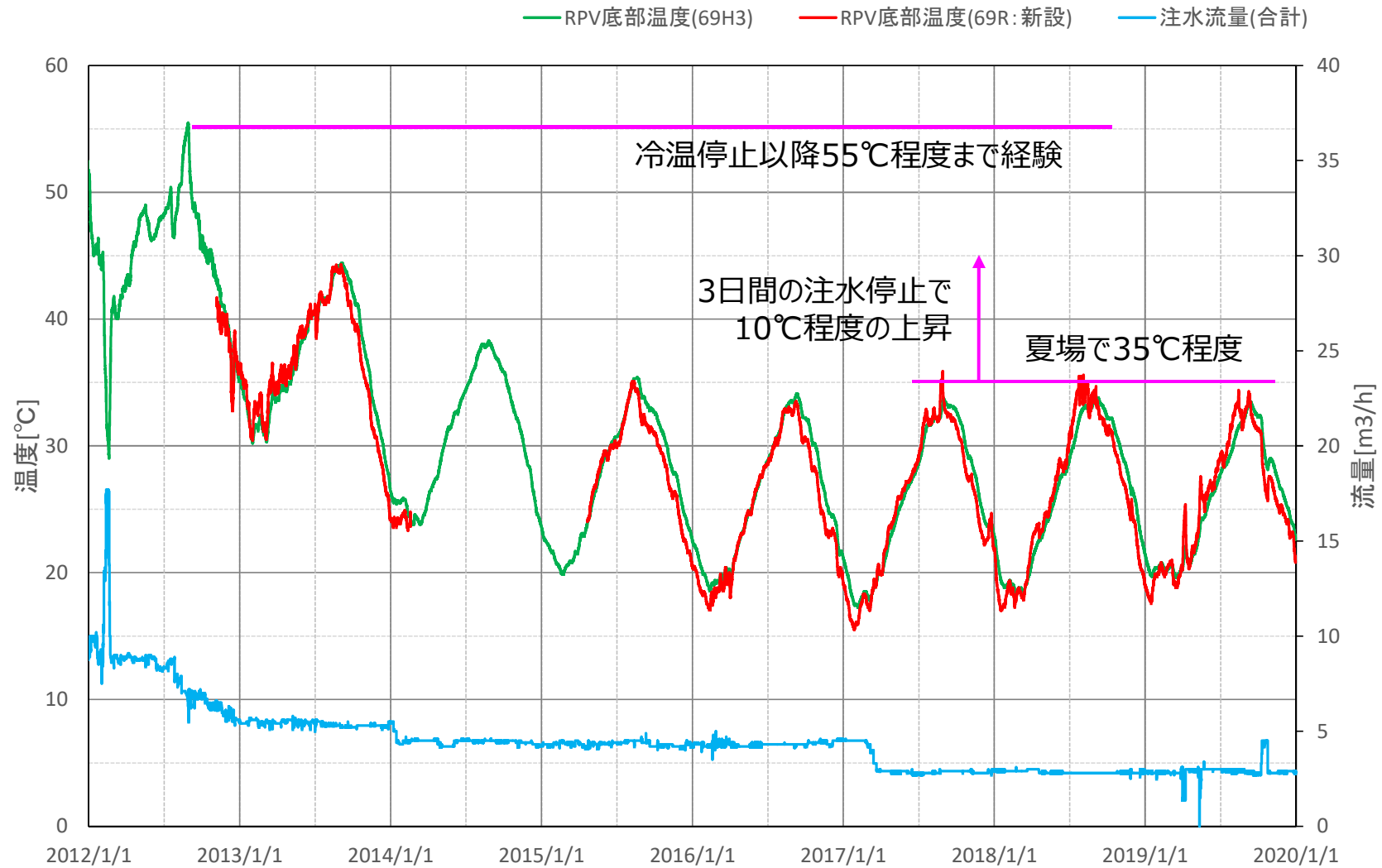
- 2号機の試験を先行して実施
- 1号機の試験は、内部調査に向けた作業後に実施する計画
- 3号機は今年度中に実施できるように工程を調整していく

(参考) 1号機の注水停止時の温度上昇評価

- 原子炉注水を5日間停止する場合の温度上昇は、PCV温度で1℃程度と評価。
※2019年度の試験実績より、RPV底部温度はPCV温度と同程度の上昇と見込まれる

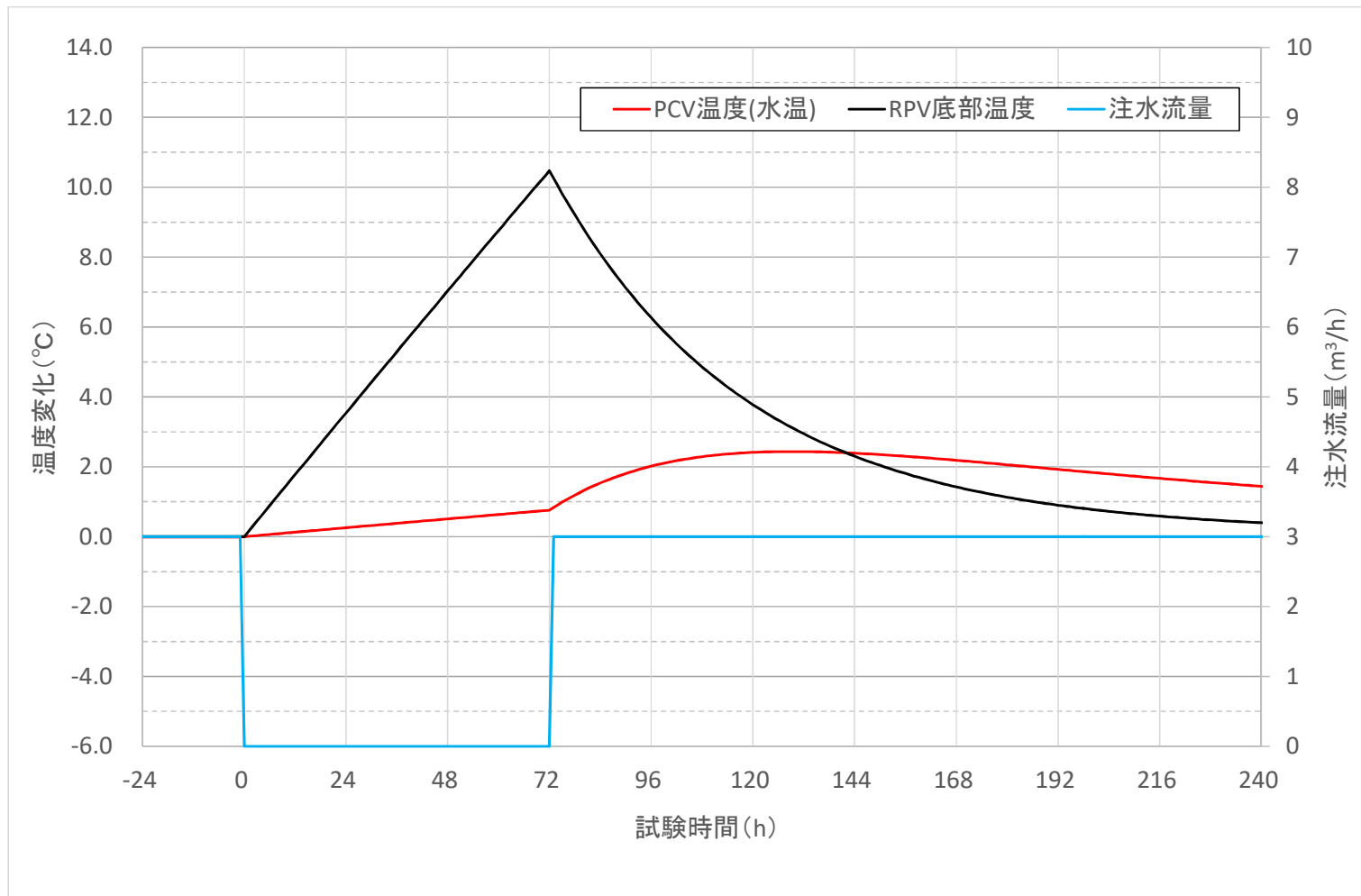


(参考) 2号機のRPV底部温度 長期推移



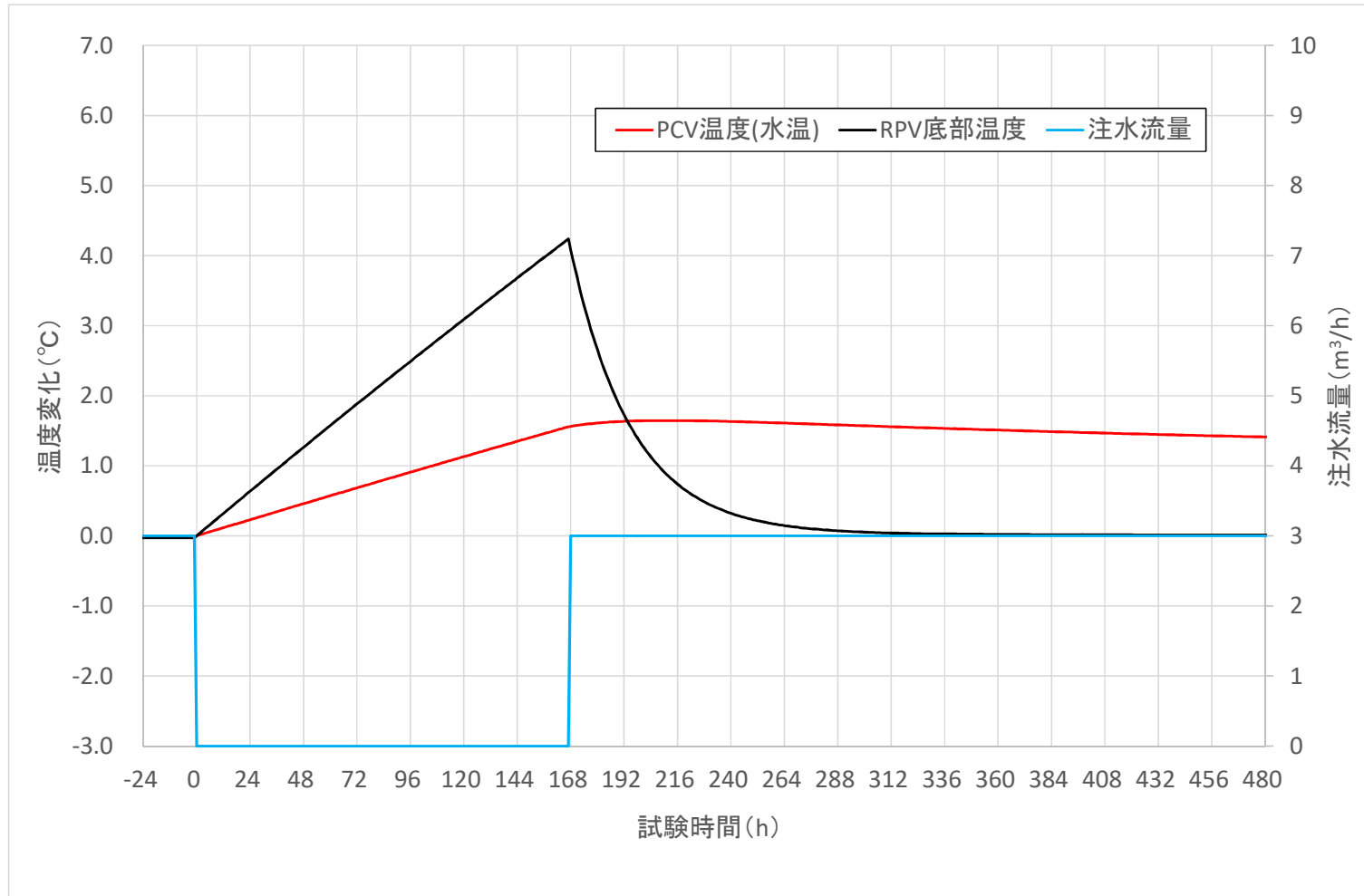
(参考) 2号機の注水停止時の温度上昇評価

- 原子炉注水を3日間停止する場合の温度上昇は、RPV底部で10℃程度、PCV温度で2℃程度と評価。



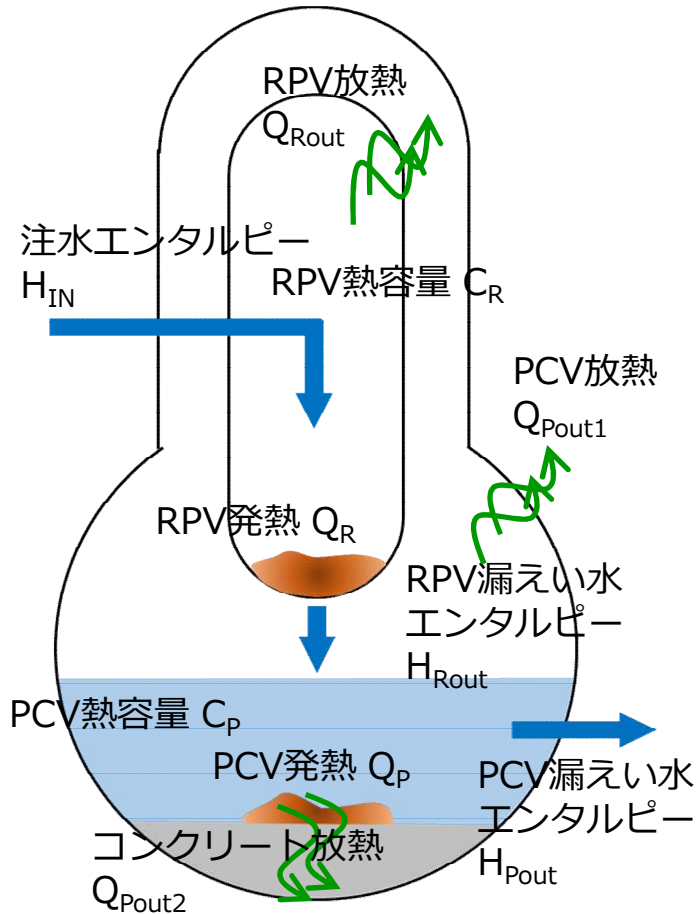
(参考) 3号機の注水停止時の温度上昇評価

- 原子炉注水を7日間停止する場合の温度上昇は、PCV温度で2℃程度と評価。
※2019年度の試験実績よりRPV底部温度はPCV温度と同程度の上昇と見込まれる



(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

$$H_{Rout} + Q_P + Q_{Rout} - Q_{Pout1} - Q_{Pout2} - H_{Pout} - C_P \times \Delta T_P = 0$$

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



【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測定を実施する。BG測定終了直後は積算流量がリセットされて測定が再開するため、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。

- (1)ダストモニタは集塵(測定)開始直後は見かけ上指示が大きくなる特徴がある。
- (2)定例作業終了後は、運転サイクルはBG測定から始まる。
- (3)データ採取のタイミングにより、多少高い指示のデータを採取する場合がある。

【ダストモニタ運転サイクル】
BG測定……10分
ページ等……2分
集塵(測定)……11時間50分

【ダストモニタ主な定例作業】
ろ紙交換作業(1回/2ヶ月)
計装品点検(1回/17ヶ月)

当直ダスト濃度データ採取(1回/6時間毎)

