

2・3号機 原子炉注水量の低減について

2021年6月24日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 注水停止試験の実績やRPV・PCVの温度評価より、現在の注水量は安定冷却維持の観点では余裕があり、注水量の低減が可能である。
- また、地下水流入量の抑制による建屋滞留水発生量の減少に伴い、淡水生成可能量も減少していくことから、淡水を水源とした注水量の低減が必要である。
- そこで、PCV水位が安定している2・3号機について1.7m³/hを目標に注水量の低減を実施する。注水量の低減にあたっては、設備上の制約から、CS系またはFDW系の単独注水によって実施する。
- 低減後の注水量によっては設備トラブル等により緊急で注水系統切替の際、運転上の制限に抵触する可能性があることから2ステップで実施していく。

	1号機[m ³ /h]	2号機[m ³ /h]	3号機[m ³ /h]	総量[m ³ /日]
現在の注水量	約3.5 (変更なし)	3.0	3.0	約228
注水低減 (STEP1)		2.5 (0.5減)	2.5 (0.5減)	約204 (24減)
注水低減 (STEP2)		1.7 (1.3減)	1.7 (1.3減)	約166 (62減)

- なお、1号機については、PCV水位安定化のために注水量を増加しており、今後のPCV関連作業、PCV水位低下の検討とあわせて注水量低減を検討していく。

注水量の低減目標（1.7m³/h）の根拠

■ 低減後の注水量

- ✓ 2・3号機ともに夏季の必要な注水量※は最大で1.2m³/hとなる見込み。
- ✓ 必要な注水量1.2m³/hに対し、運用上の余裕0.5m³/hを考慮し、低減後の注水量の目標を1.7m³/hとする。

	2号機	3号機
必要な注水量	1.2m ³ /h	1.2m ³ /h
運用上の余裕	0.5m ³ /h	0.5m ³ /h
低減後の注水量の目標	1.7m ³ /h	1.7m ³ /h

※ 実施計画Ⅲ第1編第18条の運転上の制限において「原子炉の冷却に必要な注水量が確保されていること」と定められている。なお、必要な注水量を一時的に下回った場合においても、24時間以内に必要な注水量を確保することで運転上の制限逸脱とはならない。

STEP1 (2.5m³/h) の低減目標の根拠

- 実施計画Ⅲ第1編第18条で運転上の制限として「任意の24時間あたりの注水量増加幅：1.5m³/h以下」と定めている。
- 注水量によっては緊急で高台炉注設備へ切り替える場合、3.5m³/h以上で切り替えが必要となることから、上記運転上の制限に抵触する可能性がある。
- 一方、これまでの注水停止試験において、注水再開時に3.0m³/hの注水増加を実施し、未臨界維持を確認したことから、当該運転上の制限について、実態に即した適正化（1.5m³/hから3.0m³/hに変更）が可能と評価している。
- そこで、まずは現状の運転上の制限の範囲内で実施可能な2.5m³/hを目標に注水量の低減を段階的に実施するとともに、STEP2については、実施計画の適正化後に実施していく計画。

	CST炉注系	高台炉注系	実施計画を満足
STEP 1	2.5 m ³ /h	+1.0m ³ /h ➡ 3.5m ³ /h	O K
STEP 2	1.7m ³ /h	+1.8m ³ /h ➡ 3.5m ³ /h	N G (<u>実施計画変更後はO K</u>)

- CS系・FDW系の両系注水をCS系またはFDW系単独注水に切り替える。
- 注水量をSTEP1で2.5m³/hへ、STEP2で1.7m³/hへ低減し、パラメータを1ヶ月程度監視、安全上の問題がないことを確認する。
- なお、STEP2については緊急で高台炉注設備へ切り替える際、運転上の制限に抵触する可能性があるため、当該運転上の制限の適正化後に実施する。※

	現状	STEP1		STEP2	
		CS系単独	FDW系単独	CS系単独	FDW系単独
CS系	1.5m ³ /h	<u>2.5m³/h</u>	0.0m ³ /h	<u>1.7m³/h</u>	0.0m ³ /h
FDW系	1.5m ³ /h	0.0m ³ /h	<u>2.5m³/h</u>	0.0m ³ /h	<u>1.7m³/h</u>

※ 高台炉注設備へ切り替える場合、3.5m³/h以上で切り替えが必要となることから、実施計画Ⅲ第1編第18条の運転上の制限「任意の24時間あたりの注水量増加幅：1.5m³/h以下」を満足する範囲内で切り替えを実施する。
 なお、上記運転上の制限については「3.0m³/h以下」に適正化予定。

- 過去の注水停止試験の実績，RPV・PCVの温度評価の検討状況から注水量を低減した場合でも，安定的に原子炉を冷却できると評価している。
- しかし，注水量 $2.5\text{m}^3/\text{h}$ 以下における単独注水で長期的に運用した実績がないことから，試運用期間を設け，注水量低減，単独注水による影響を確認する。
- 以下の監視パラメータを2・3号機ともCS系，FDW系で各1ヶ月程度監視する。

監視パラメータ	判断基準
RPV底部温度	65℃以下，温度上昇量が20℃未満 (15℃以上で監視強化)
PCV温度	
PCV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

- 注水停止，注水量低減の実績から，短期的（1週間程度）には注水量低減による大きな影響はないと評価。
- RPV・PCVの温度評価結果では，注水量を1.5m³/hへ低減した場合でも温度上昇は小さく，実施計画Ⅲ第1編第18条の運転上の制限である80℃に対し，十分な余裕を確保可能。
- 2・3号機については，注水量低減によるPCV水位低下の影響は限定的と評価

	2号機	3号機
注水量低減実績	CS系単独1.5m ³ /hで約7日間 (2019年4月)	CS系単独1.5m ³ /hで約1日間 (2020年2月)
注水停止実績	約3日間 (2020年8月)	約7日間 (2021年4月)
RPV・PCVの温度評価	RPVで約6℃，PCVで約4℃ 温度上昇を考慮しても夏季最大で 41℃程度と評価	RPVで約2℃，PCVで約8℃ 温度上昇を考慮しても夏季最大で 43℃程度と評価
PCV水位への影響	現状のPCV水位はPCV底面より約 30cm程度であり，注水量低減による 水位低下はないと評価	2021年4月に実施した注水停止試験 の結果から，主たる漏えい箇所はMS ライン高さ付近にあることがわかつ たため，注水量低減による大きな水 位低下はないと評価

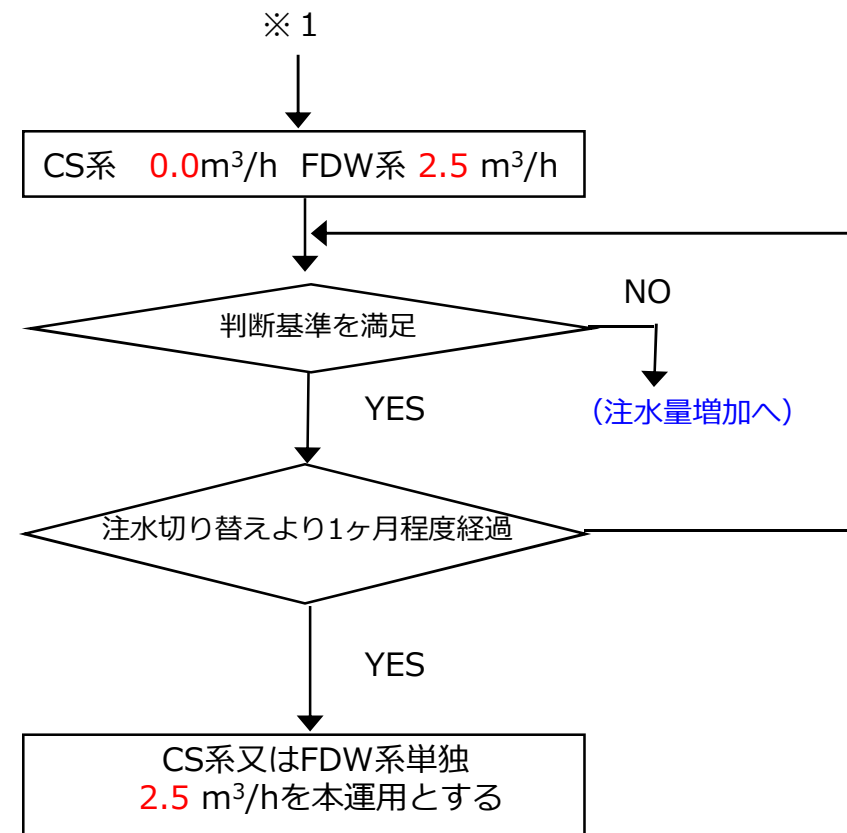
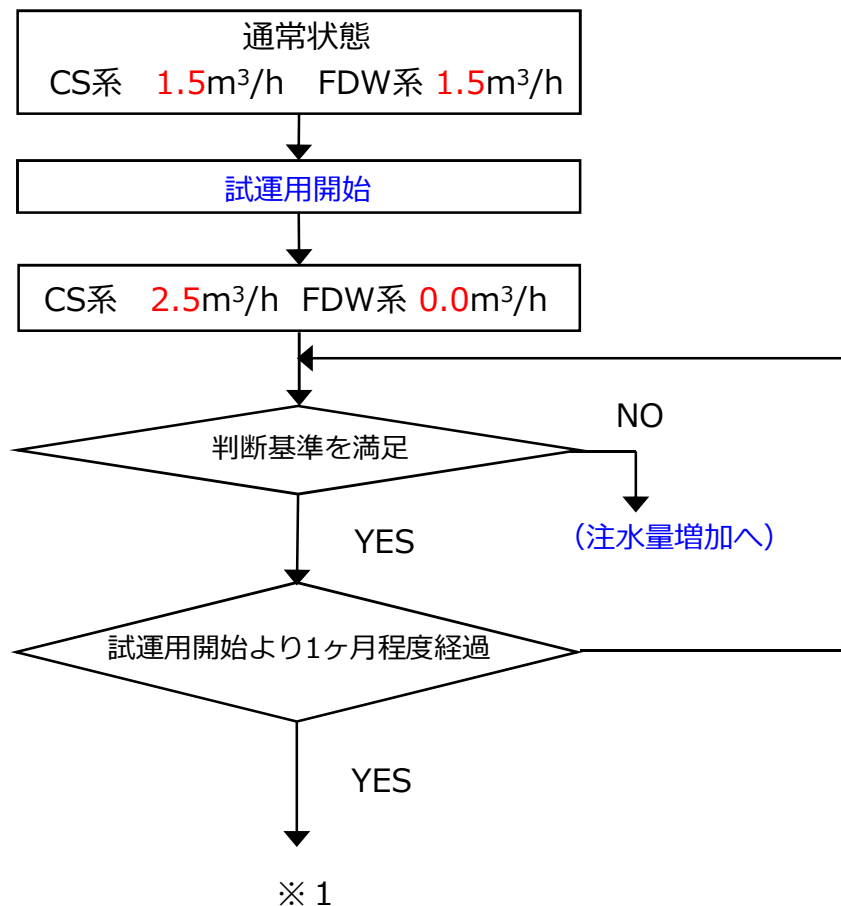
スケジュール

- STEP 1 (2.5m³/h) について2号機は7月より, 3号機は8月より開始予定。
- STEP2については実施計画Ⅲ第1編第18条の運転上の制限を適正化後, 速やかに実施予定。※

	6月	7月	8月	9月	10月	11月
工程	7/14 (CS系単独注水, 注水量低減) CS系 : 1.5→2.5m ³ /h FDW系 : 1.5→0.0m ³ /h		8/17 (FDW系単独注水) CS系 : 2.5→0.0m ³ /h FDW系 : 0.0→2.5m ³ /h			
		▼ 2号機 ▼		9/16	本運用開始	
	8/18 (CS系単独注水, 注水量低減) CS系 : 1.5→2.5m ³ /h FDW系 : 1.5→0.0m ³ /h		9/15 (FDW系単独注水) CS系 : 2.5→0.0m ³ /h FDW系 : 0.0→2.5m ³ /h			
			▼ 3号機 ▼		10/13	本運用開始

※ 高台炉注設備へ切り替える場合, 3.5m³/h以上で切り替えが必要となることから, 実施計画Ⅲ第1編第18条の運転上の制限「任意の24時間あたりの注水量増加幅: 1.5m³/h以下」を満足する範囲内で切り替えを実施する。
なお, 上記, 運転上の制限については「3.0m³/h以下」に適正化予定。

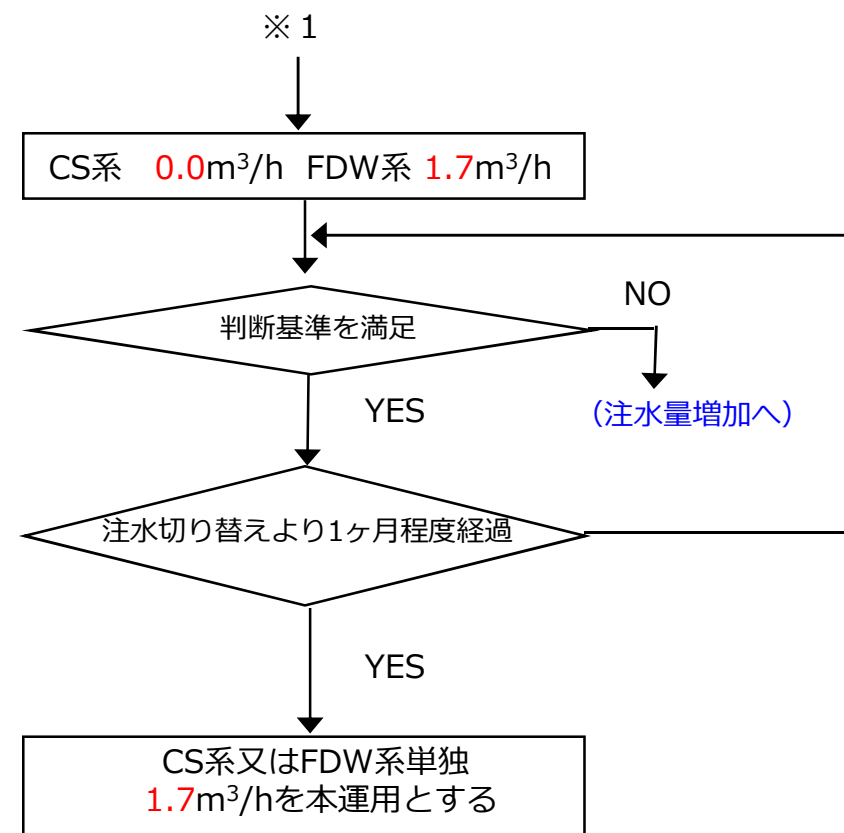
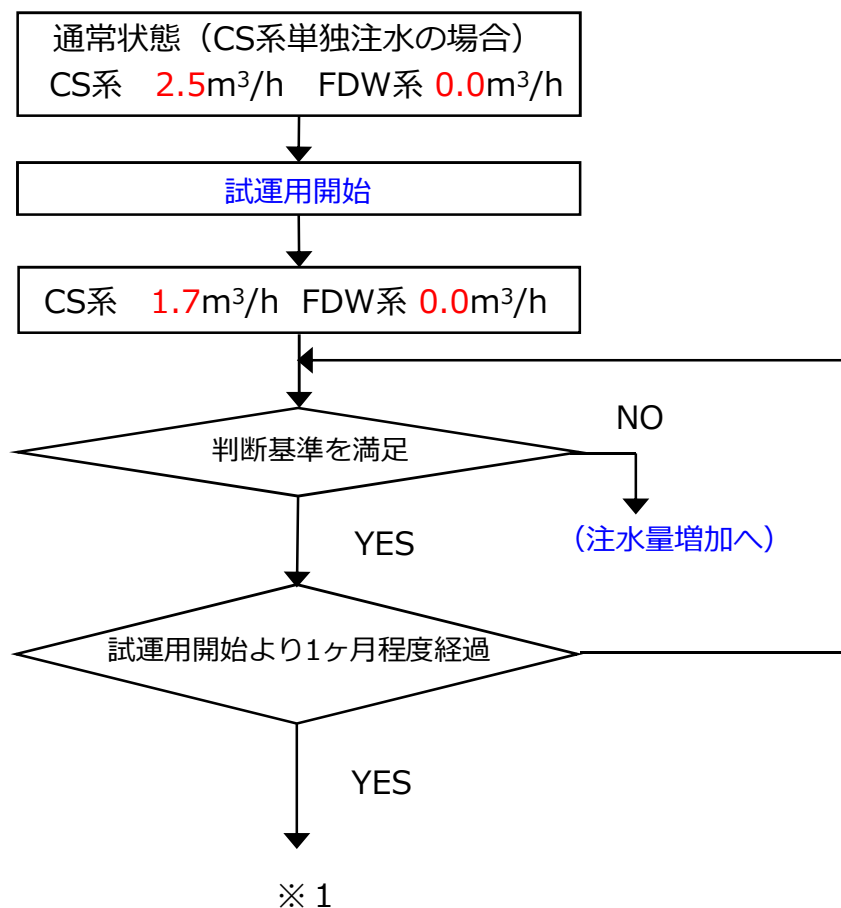
(参考) 注水量低減フロー (STEP1)



＜冷却状態の判断基準＞

- ・ 65℃以下および温度上昇量が20℃未満
(15℃以上で監視強化)
- ・ ガス管ダストモニタに有意な上昇継続なし

(参考) 注水量低減フロー (STEP2)

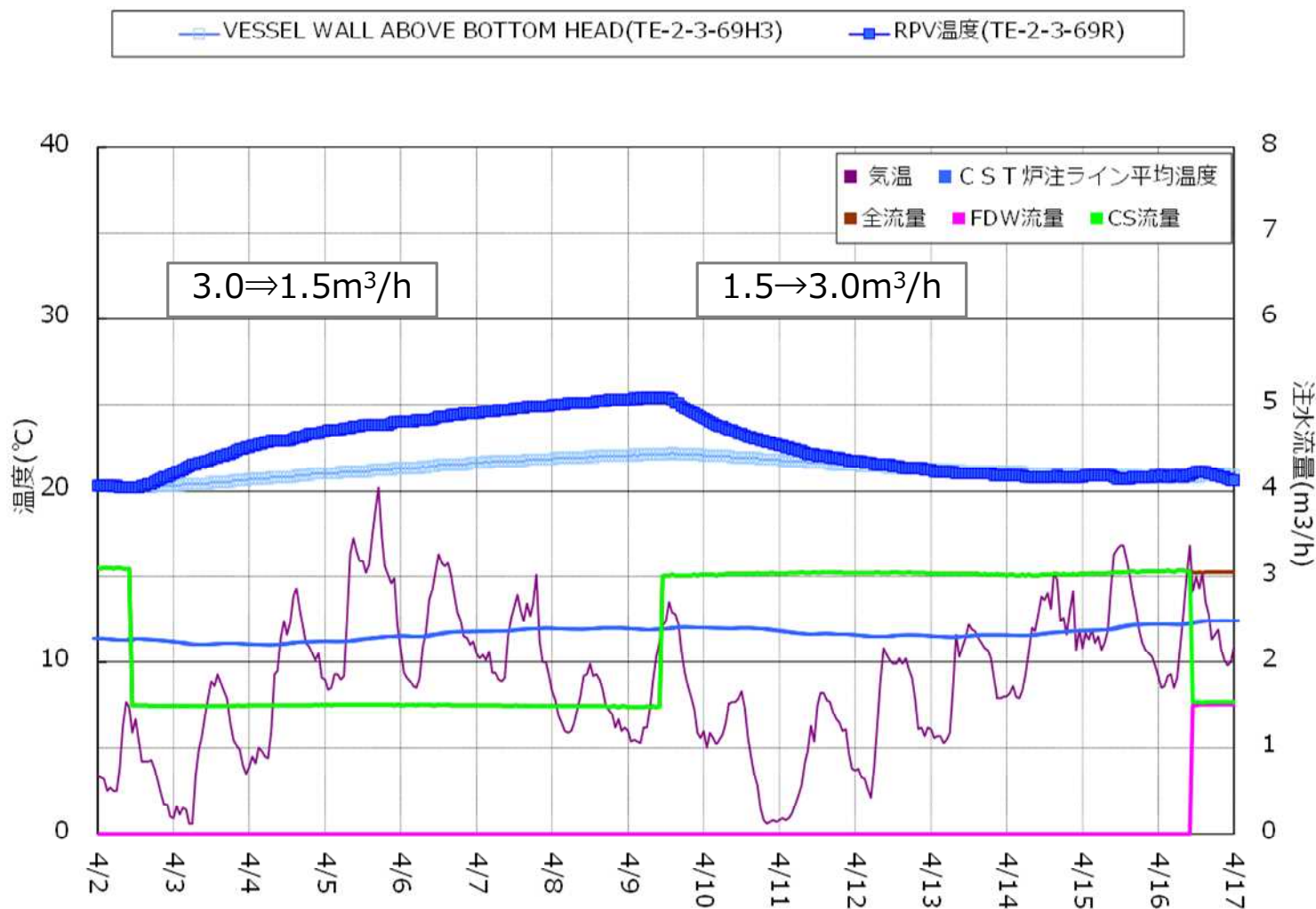


<冷却状態の判断基準>

- ・ 65°C 以下および温度上昇量が 20°C 未満
(15°C 以上で監視強化)
- ・ ガス管ダストモニタに有意な上昇継続なし

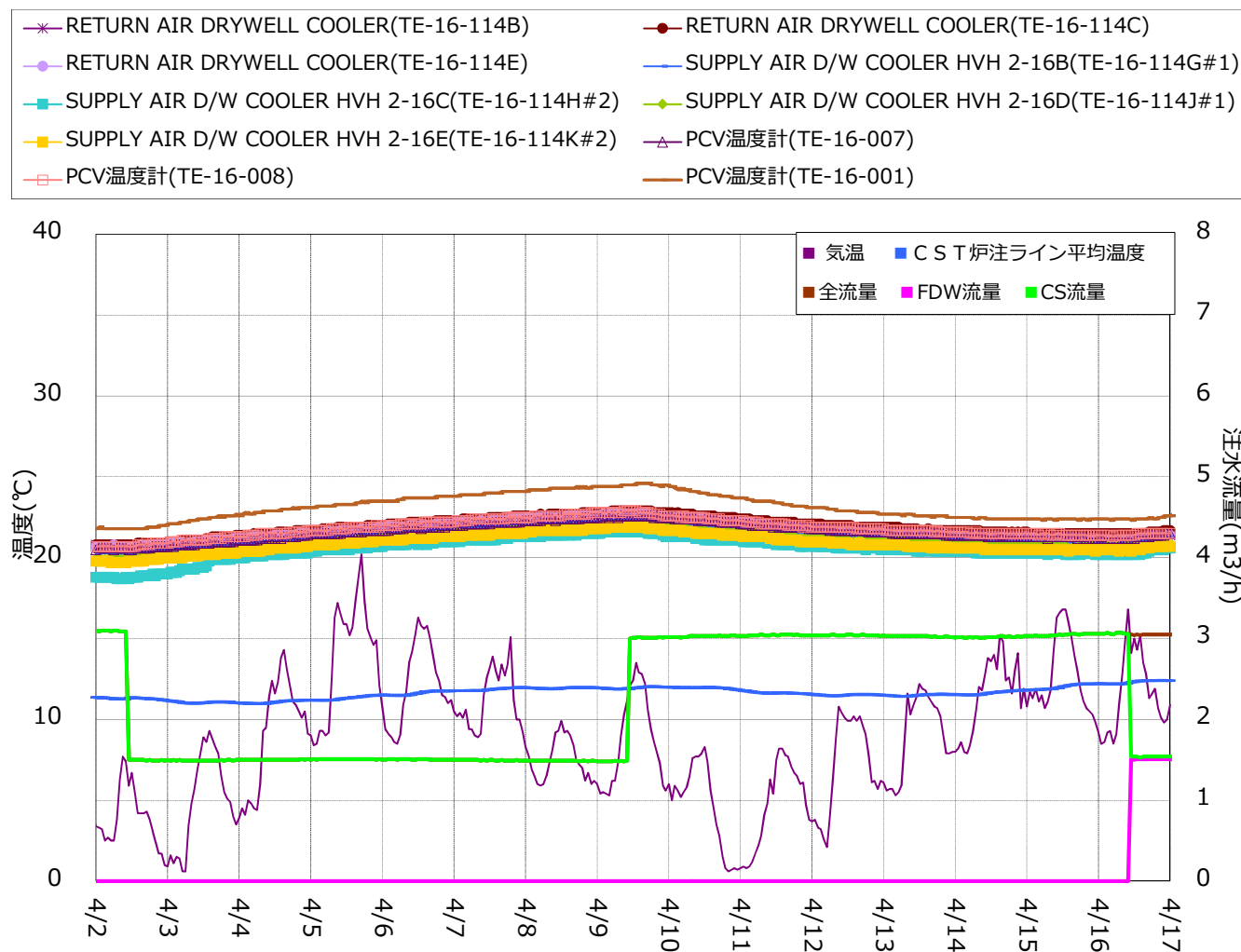
(参考) 2号機 CS系注水量 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 時RPV底部温度の推移

- 約1週間、注水量を $1.5\text{m}^3/\text{h}$ に低減した場合の温度は最大で 25.4°C 程度。



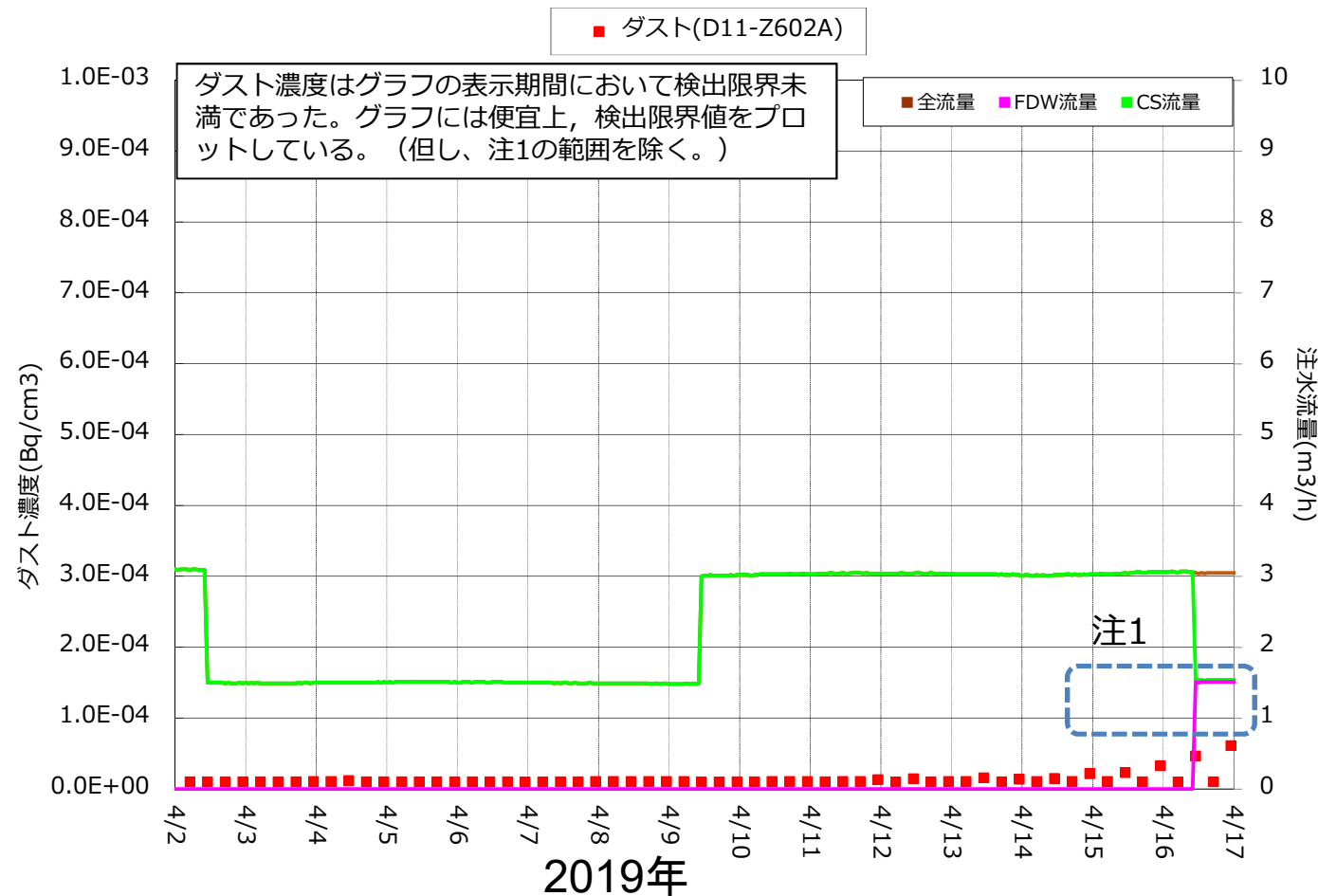
(参考) 2号機 CS系注水量1.5m³/h時PCV温度の推移

- 約1週間、注水量を1.5m³/hに低減した場合の温度は最大で25℃程度。



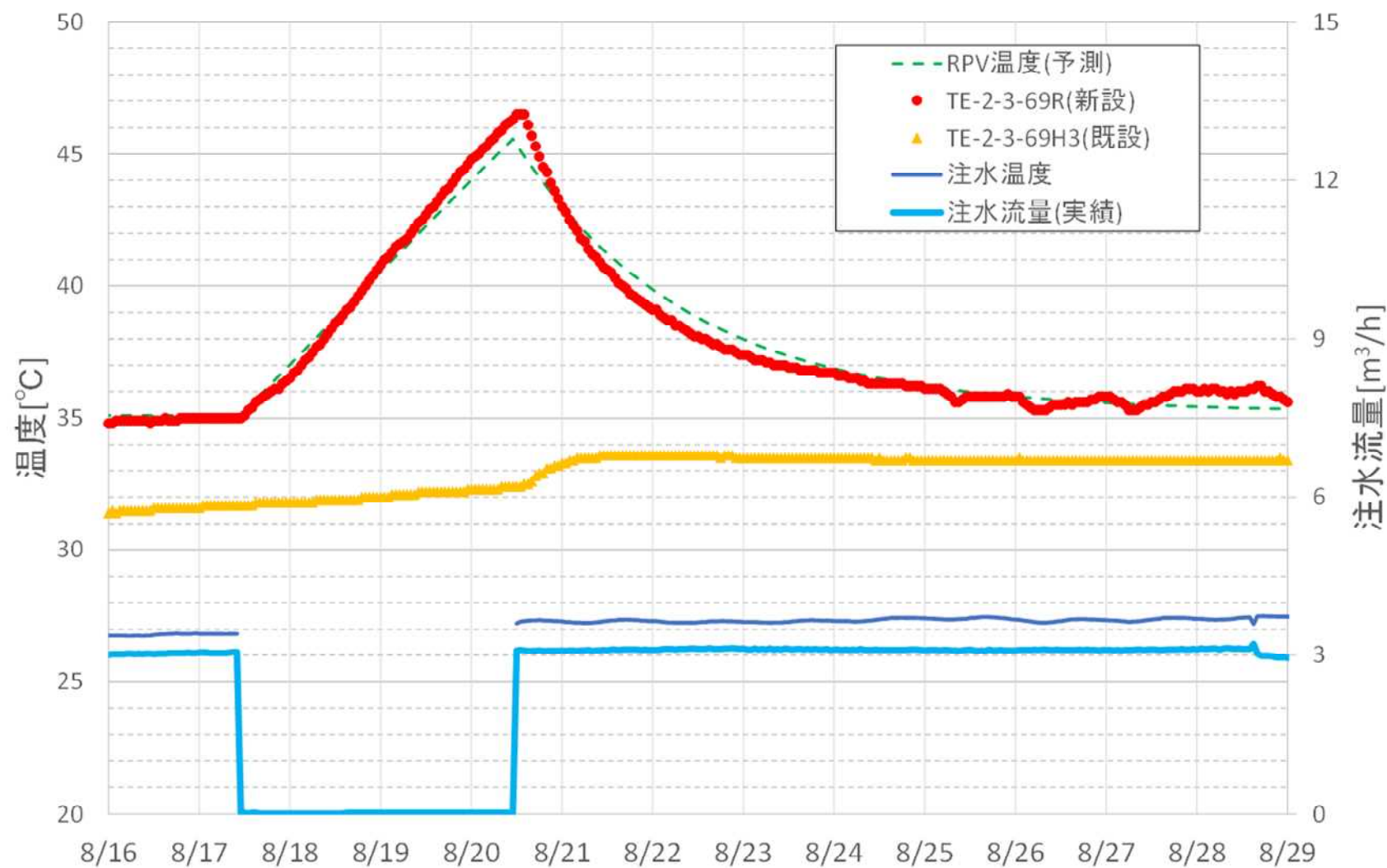
(参考) 2号機 CS系注水量1.5m³/h時ダスト濃度の推移

- 約1週間、注水量を1.5m³/hに低減した場合のPCVガス管理設備ダストモニタの指示には有意な上昇はなかった。



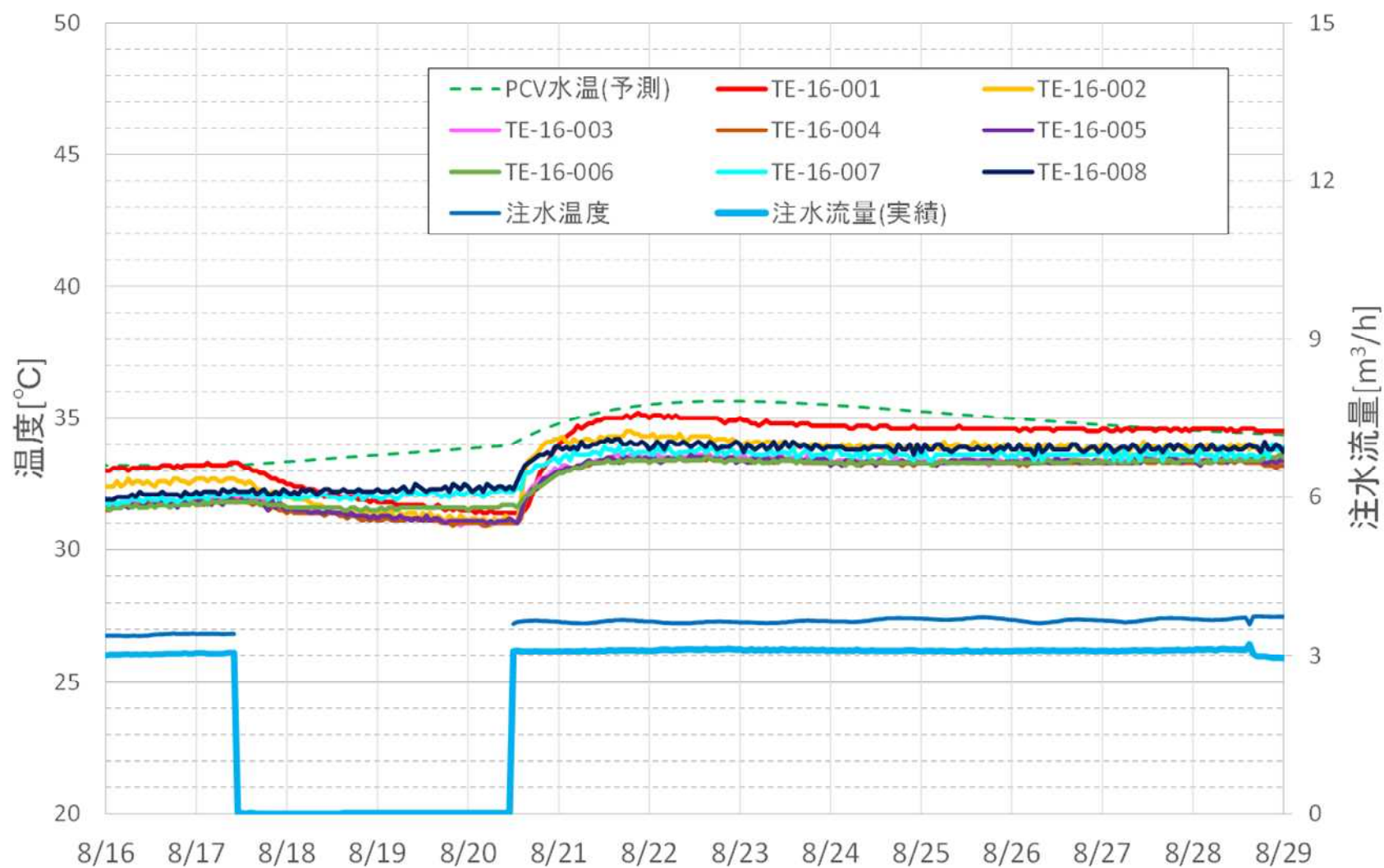
注1 定例的なBG測定による一時的な変動であり実際にPCV内のダスト濃度が上昇したことを示すものではない。

(参考) 2号機 原子炉注水停止試験時のRPV底部温度の推移

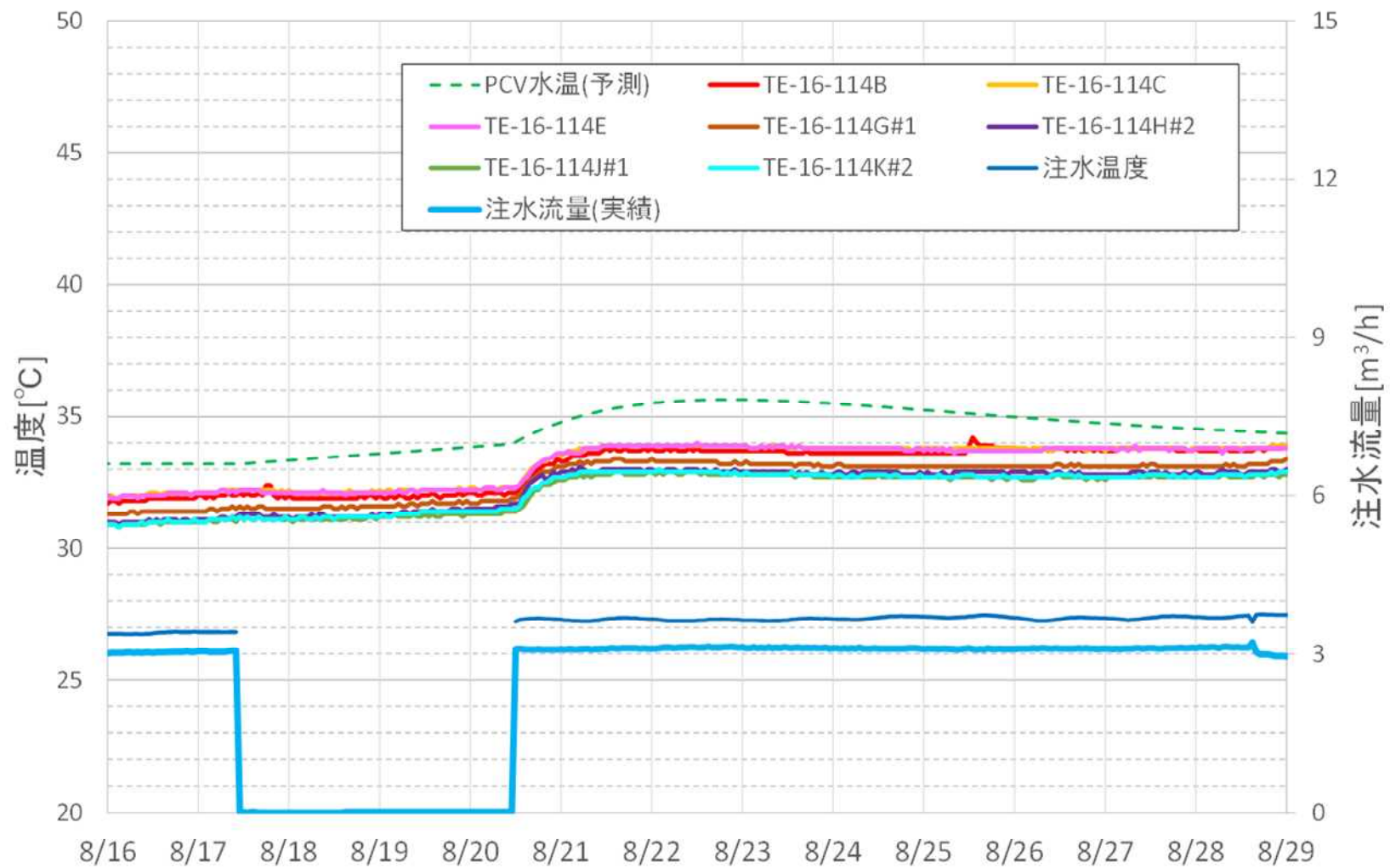


(参考) 2号機 原子炉注水停止試験時のPCV温度(新設)の推移

TEPCO

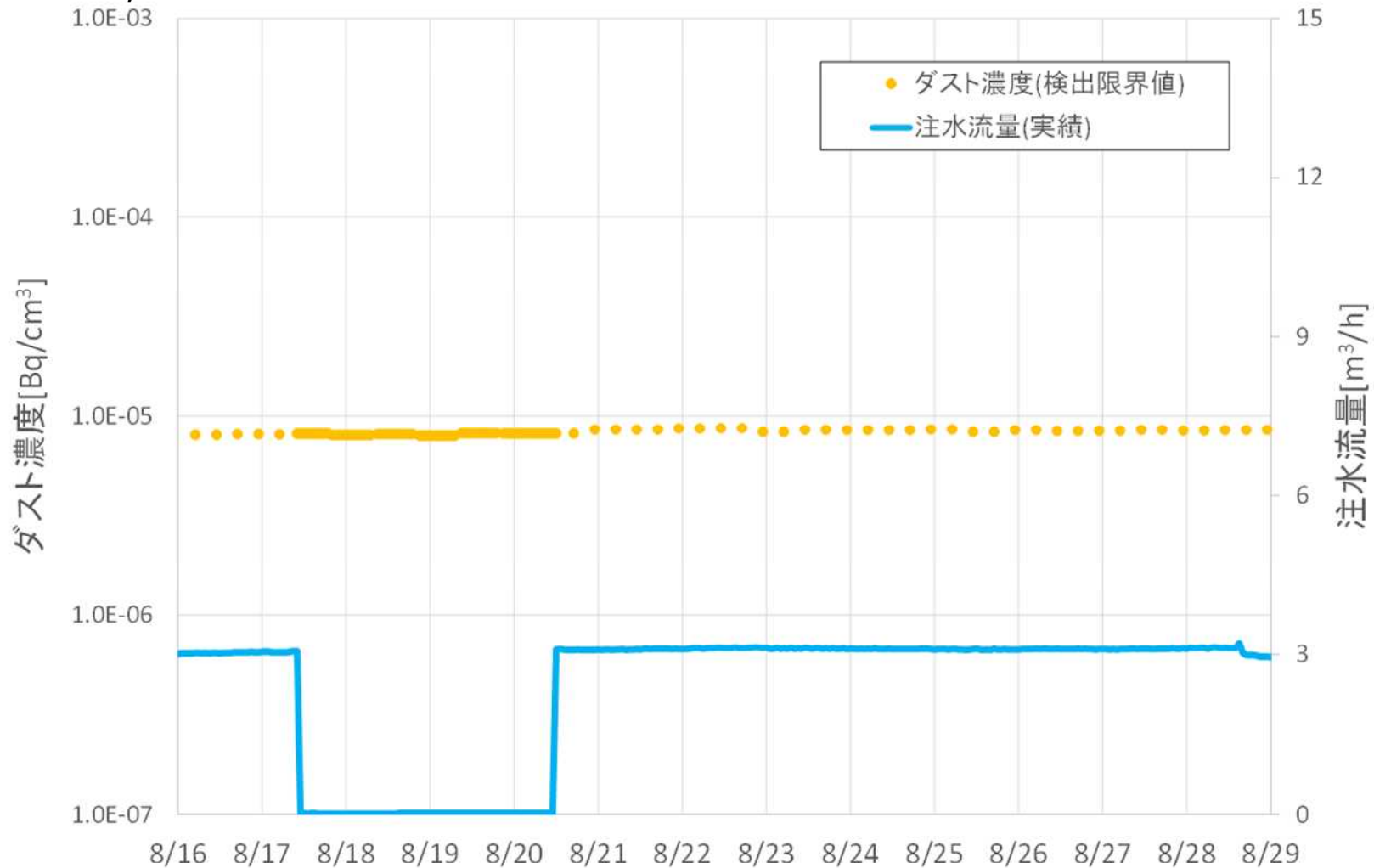


(参考) 2号機 原子炉注水停止試験時のPCV温度（既設）の推移 **TEPCO**

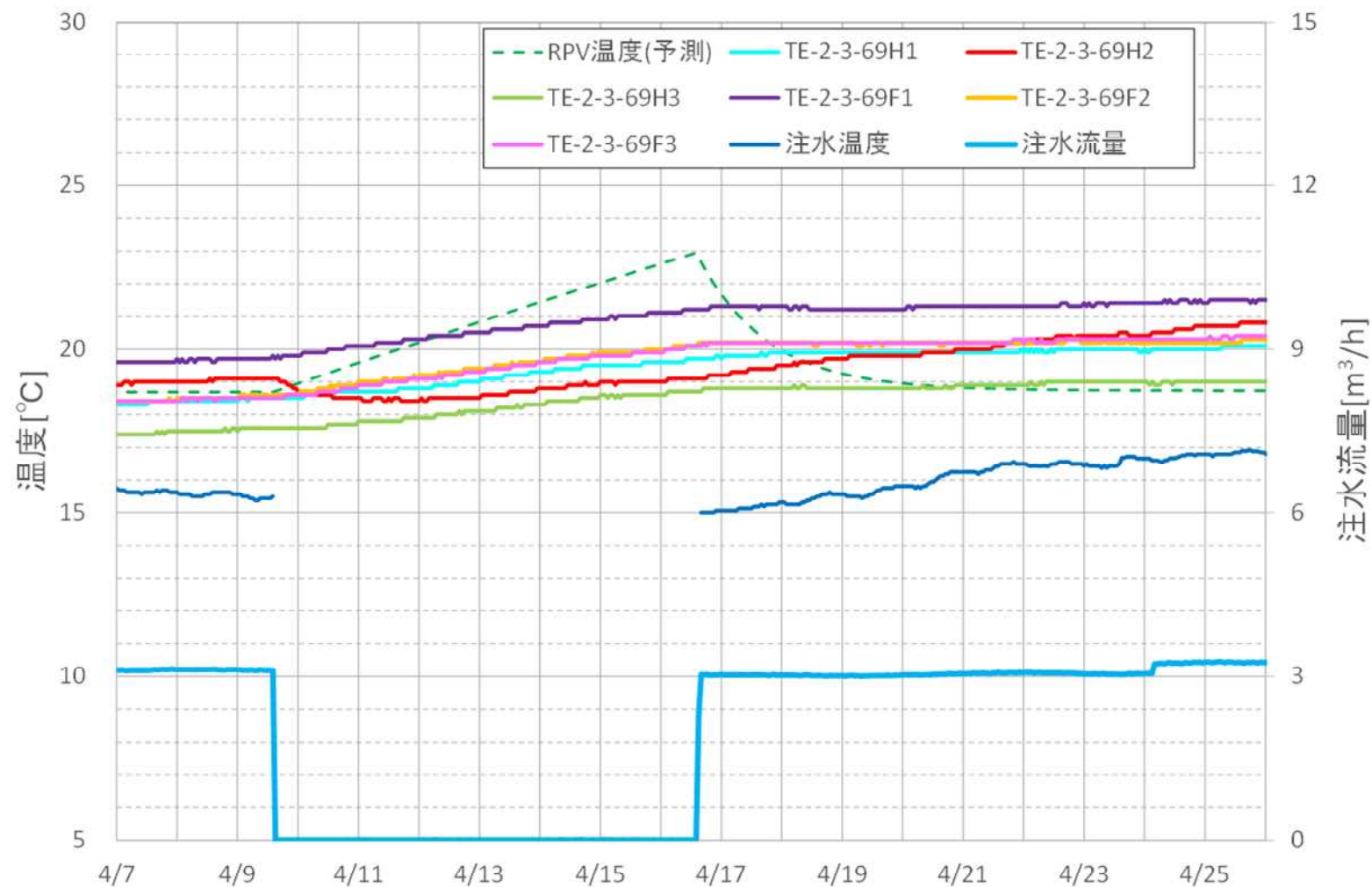


(参考) 2号機 原子炉注水停止試験時のダスト濃度の推移

- ダストモニタの指示値に有意な上昇なし。
(期間中、検出限界未満であり検出限界値をプロット)

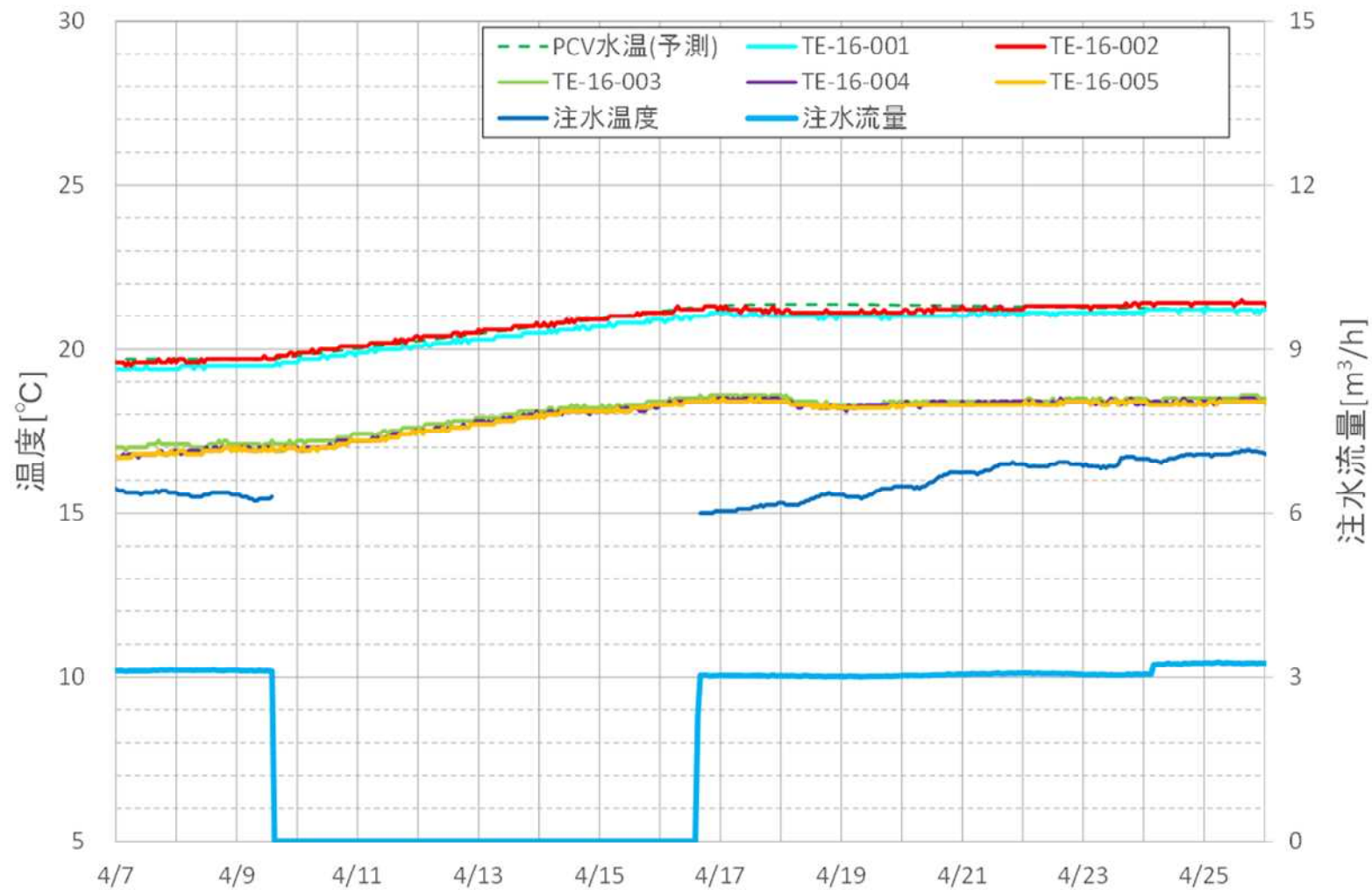


(参考) 3号機 原子炉注水停止試験時のRPV底部温度の推移

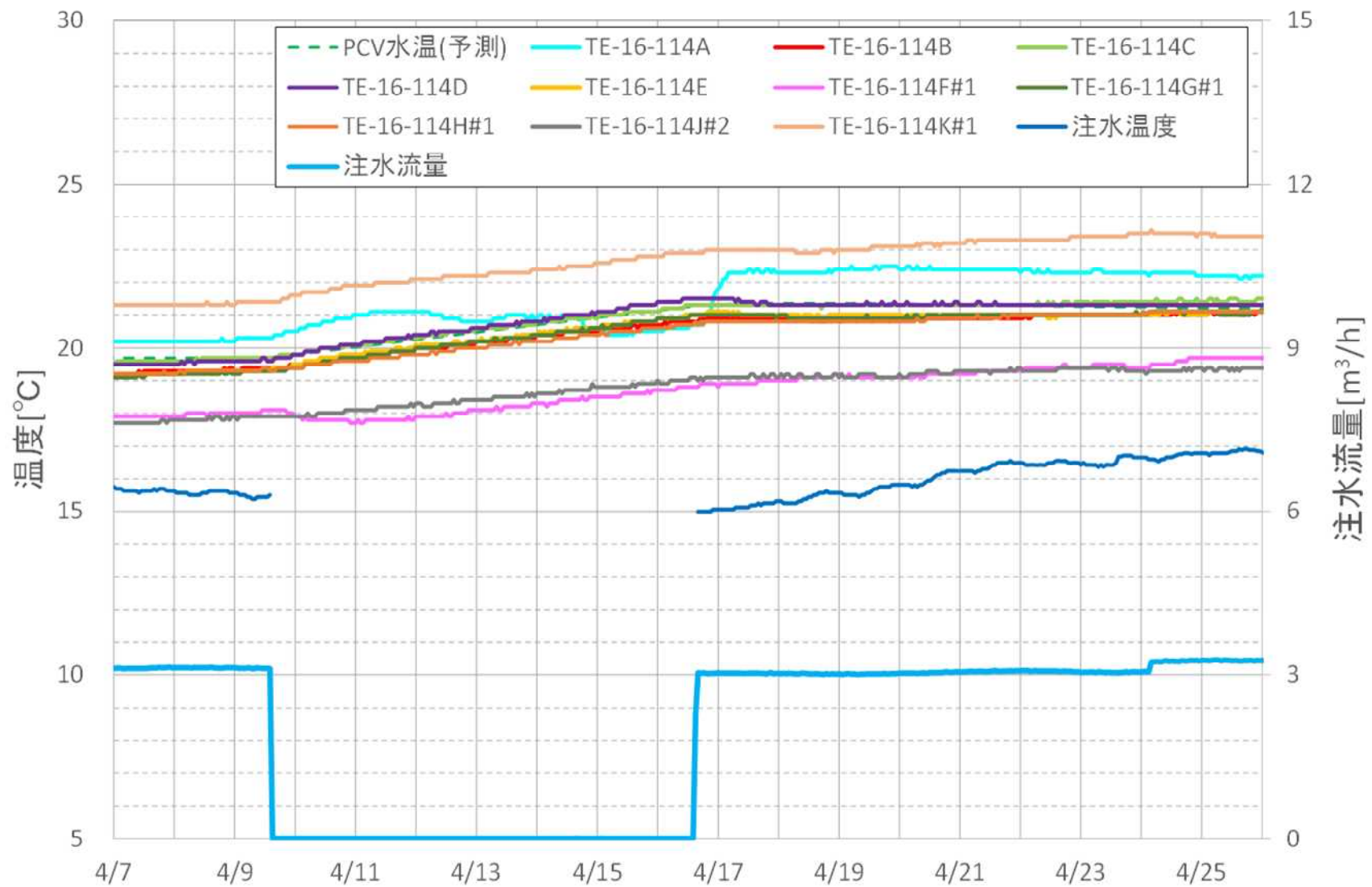


(参考) 3号機 原子炉注水停止試験時のPCV温度(新設)の推移

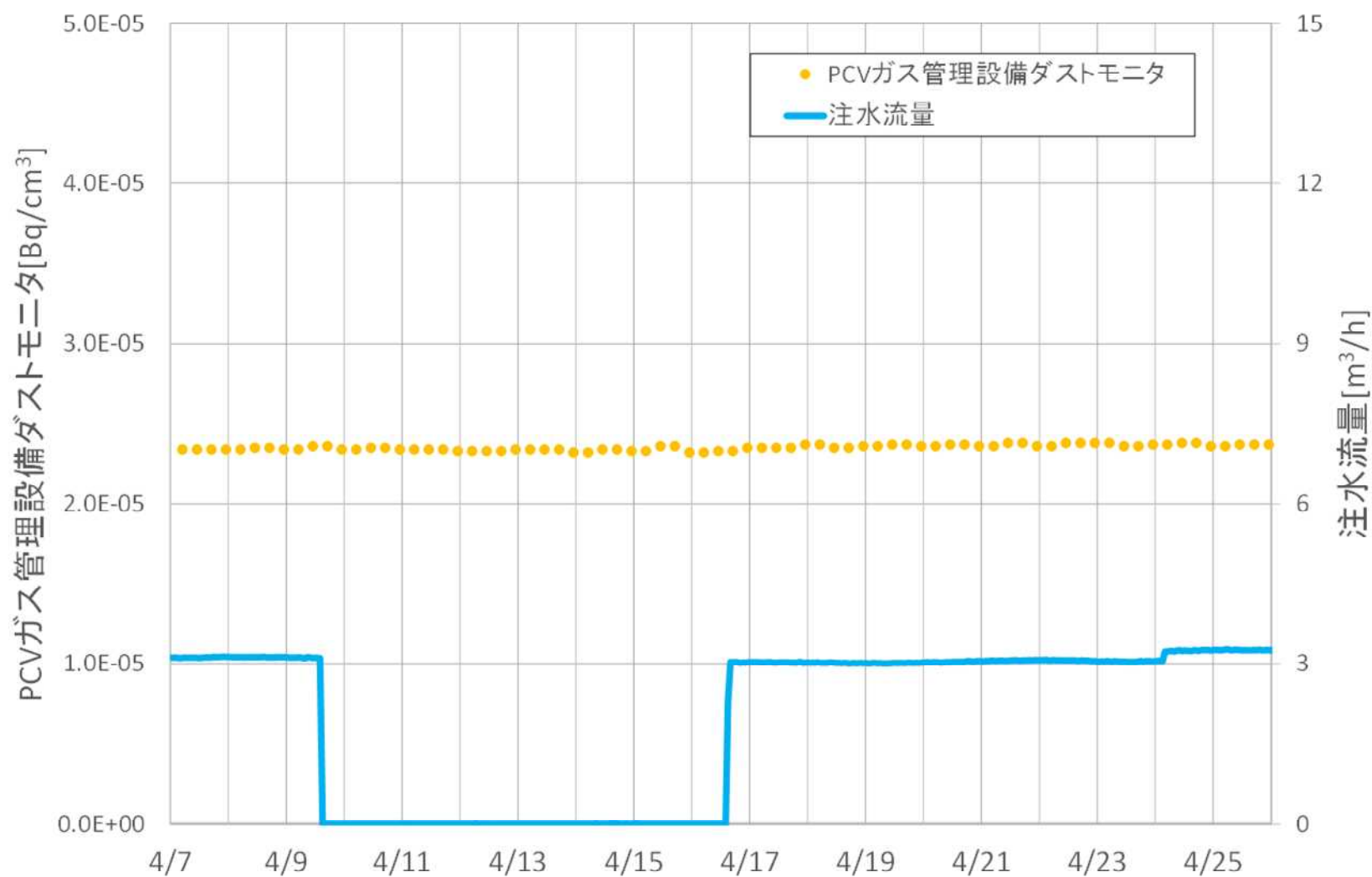
TEPCO



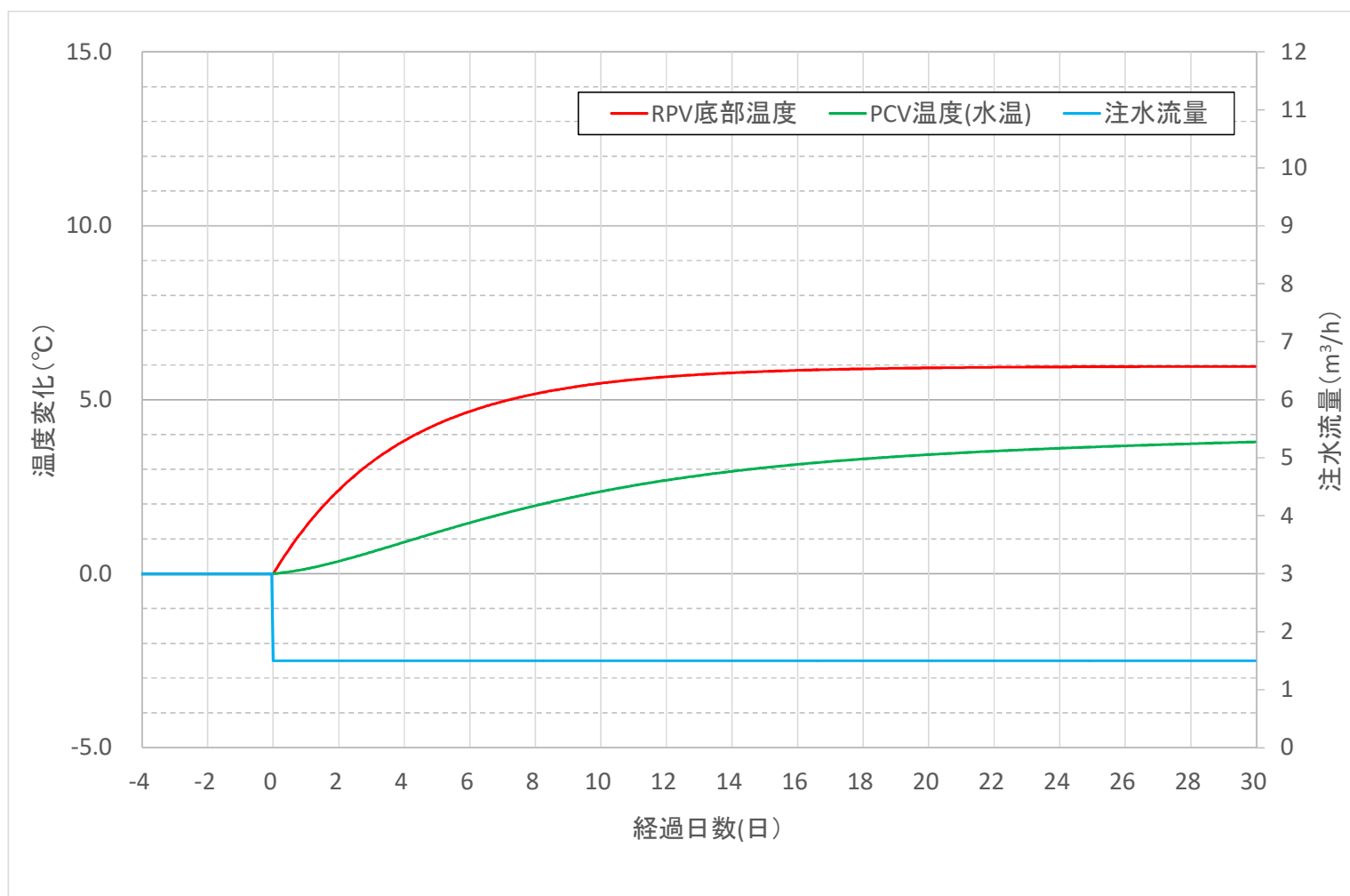
(参考) 3号機 原子炉注水停止試験時のPCV温度（既設）の推移 **TEPCO**



(参考) 3号機 原子炉注水停止試験時のダスト濃度の推移

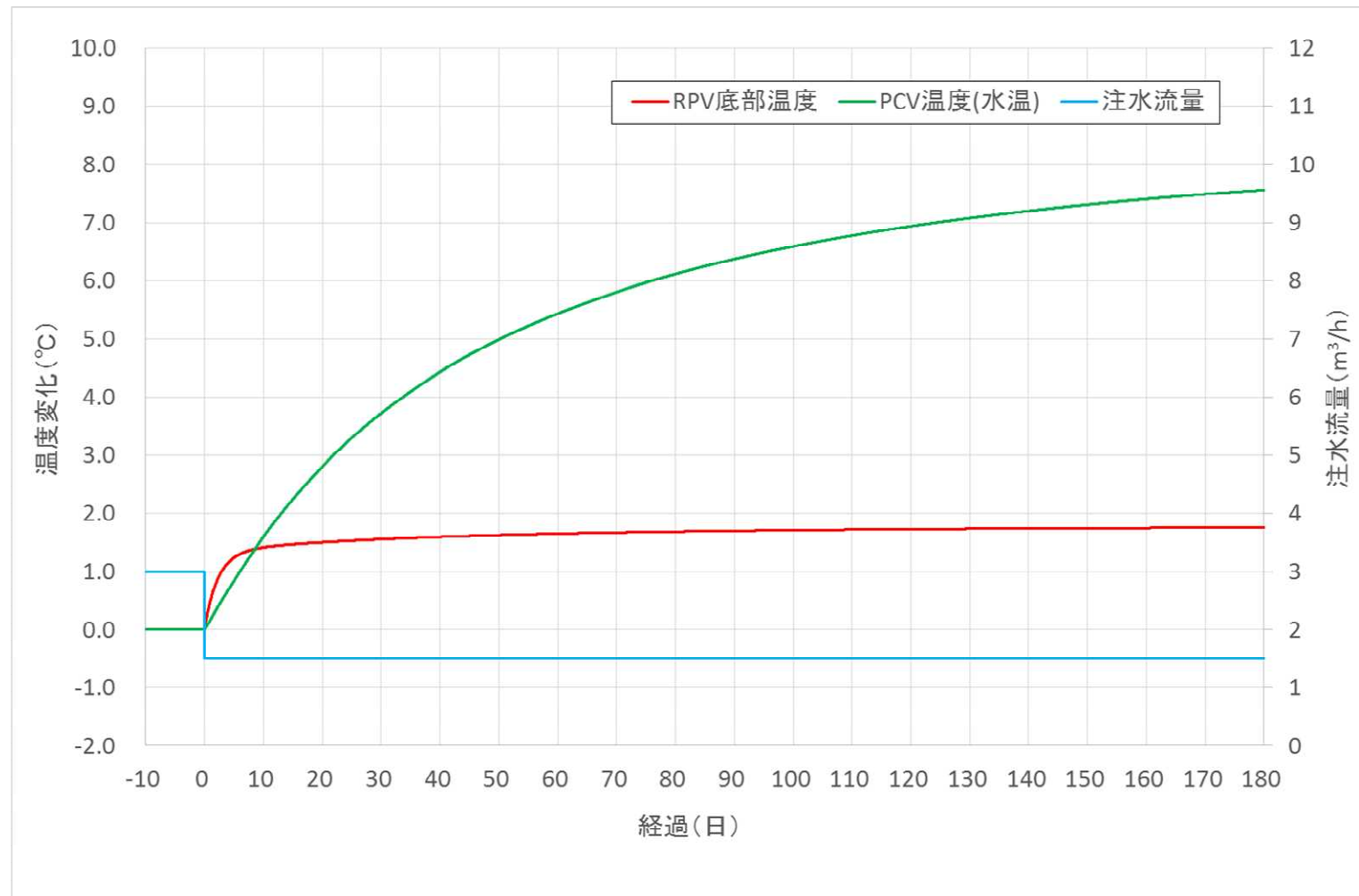


(参考) 2号機 注水量 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ の温度上昇評価



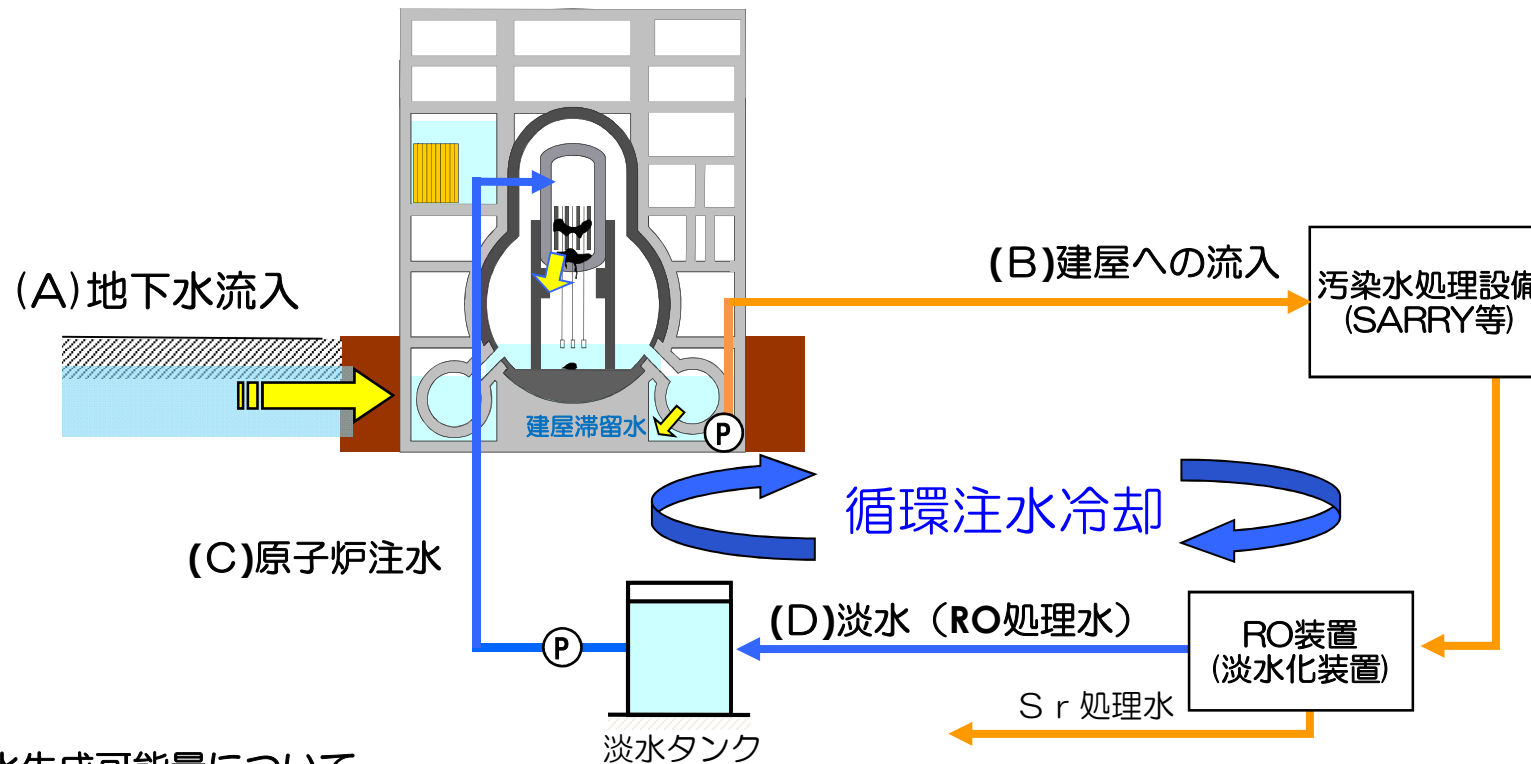
- $1.5\text{m}^3/\text{h}$ に低減することによる温度変化量：RPV底部で 6°C 程度の予測。
- 過去の実績では片系注水で 2°C 程度の温度上昇あり。（ $3.0\text{m}^3/\text{h}$ 注水時）
- 夏季のRPV底部温度： $3.0\text{m}^3/\text{h}$ 注水で最大 35°C 程度 → $1.5\text{m}^3/\text{h}$ で最大 41°C 程度と予測。

(参考) 3号機 注水量 $1.5\text{m}^3/\text{h}$ の温度上昇評価



- $1.5\text{m}^3/\text{h}$ に低減することによる温度変化量：PCVで 8°C 以下の予測。
- 過去の実績では片系注水では大きな温度変化なし。（ $3.0\text{m}^3/\text{h}$ 注水時）
- 夏季のPCV温度： $3.0\text{m}^3/\text{h}$ 注水で最大 35°C 程度 → $1.5\text{m}^3/\text{h}$ で最大 43°C 程度と予測。

(参考)地下水流入量と淡水生成可能量の関係



◆淡水生成可能量について

- 淡水 (RO処理水) は、原子炉注水に地下水流入を加えた建屋への流入分をRO装置によって処理生成する。そのため、淡水生成可能量は以下のとおり算出する。

(B) 建屋への流入量 = (A) 地下水流入量 + (C) 原子炉注水量

(D) 淡水生成可能量 (RO処理水) = (B) × [RO淡水化率(%)*] ※58%~73%

⇒ 上記の式から地下水流入量の減少に伴い、淡水生成可能量も減少していく。