

1号機PCV温度計の監視温度計からの 一部除外について

2025年3月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- PCV内の放射性物質（ダスト）の放出抑制の強化を目的に、1号機において「PCV閉じ込め機能強化に向けた試験（2023年11月1日～11月28日）」を実施※

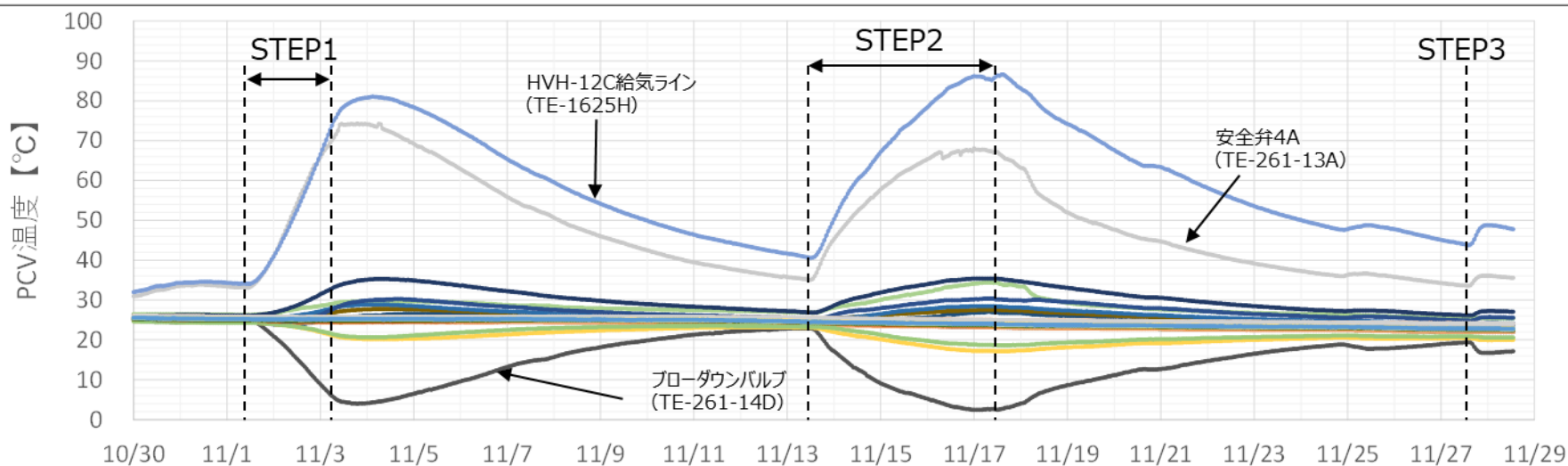
※2023年11月30日 廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合事務局会議にて、試験の結果（速報）を報告

- 当該試験では、以下4点の特徴を確認しており、それらの状況について順次報告してきた
- 今回は、下記赤字で囲った項目について状況を報告する
 - ✓ PCV給排気流量の変更を行うことでPCVが負圧になることを確認
 - ✓ 窒素封入量に対し排気量が少ない状態においてもPCV圧力が負圧になる
 - ✓ 給排気流量バランスを変更すると、一部のPCV温度計の指示値が変化し、その中で局所的に上昇率が大きいものがある
 - ✓ 窒素封入停止時においては、酸素濃度の上昇が顕著

試験時の温度挙動

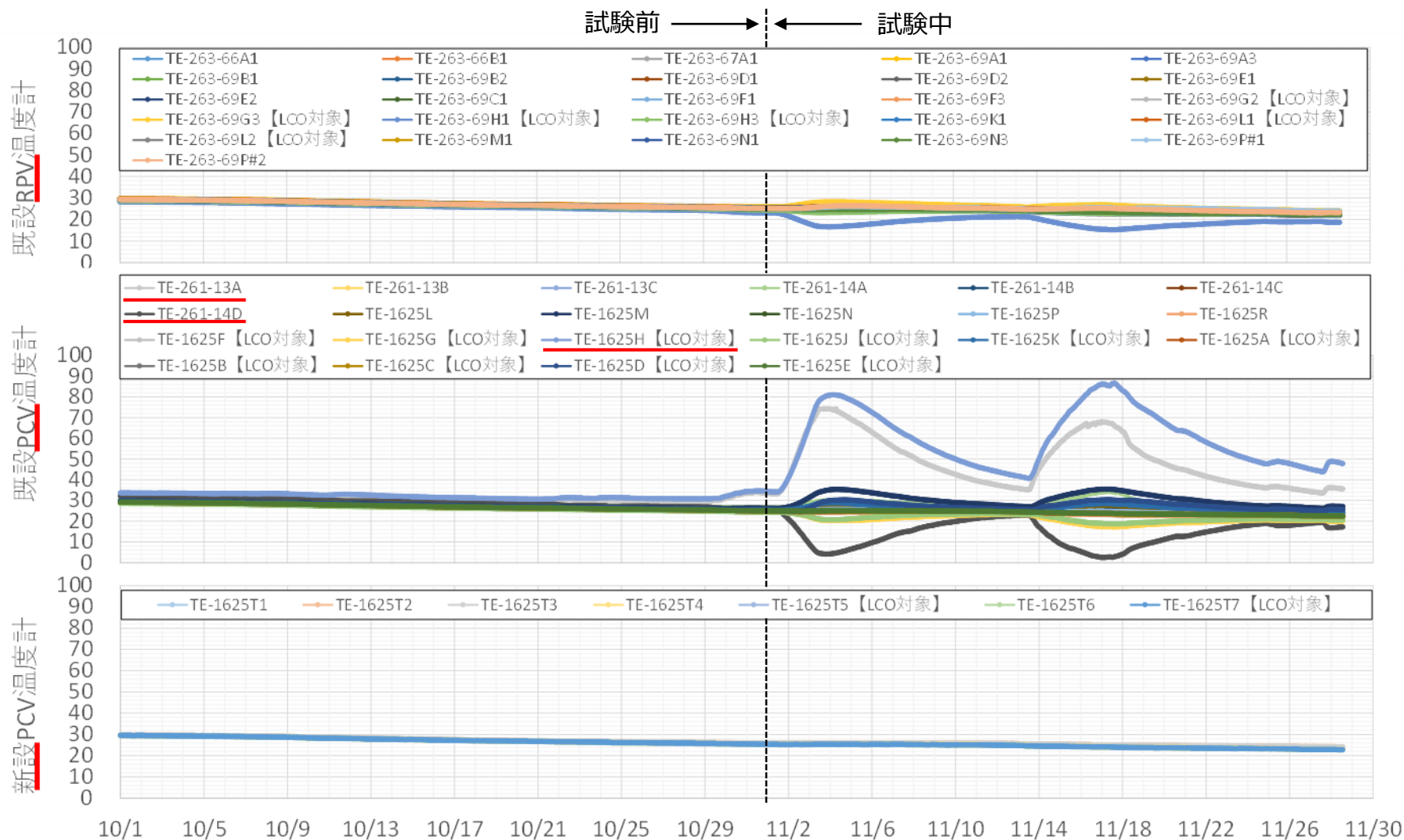
- ✓ 下表STEP1,2,3のとおり窒素封入量と排気量を変更し, PCVの均圧/負圧の実現性を確認
- ✓ PCV温度計のうち, 特にTE-1625Hについては80℃を超える温度上昇を確認
- ✓ 試験時は, 注水流量は変化させていない

	ライン	通常時	STEP1 (11/1~3)	STEP2 (11/13~17)	STEP3 (11/27 約2時間半)
窒素封入量	RVH	約16.5Nm ³ /h	約9.5Nm ³ /h	約8.5Nm ³ /h	0Nm ³ /h
	JP	約14.5Nm ³ /h	約14.5Nm ³ /h	約14.5Nm ³ /h	0Nm ³ /h
	S/C	約1Nm ³ /h	約1Nm ³ /h	約1Nm ³ /h	0Nm ³ /h
排気量		約18Nm ³ /h	約23Nm ³ /h	約17Nm ³ /h	約18Nm ³ /h

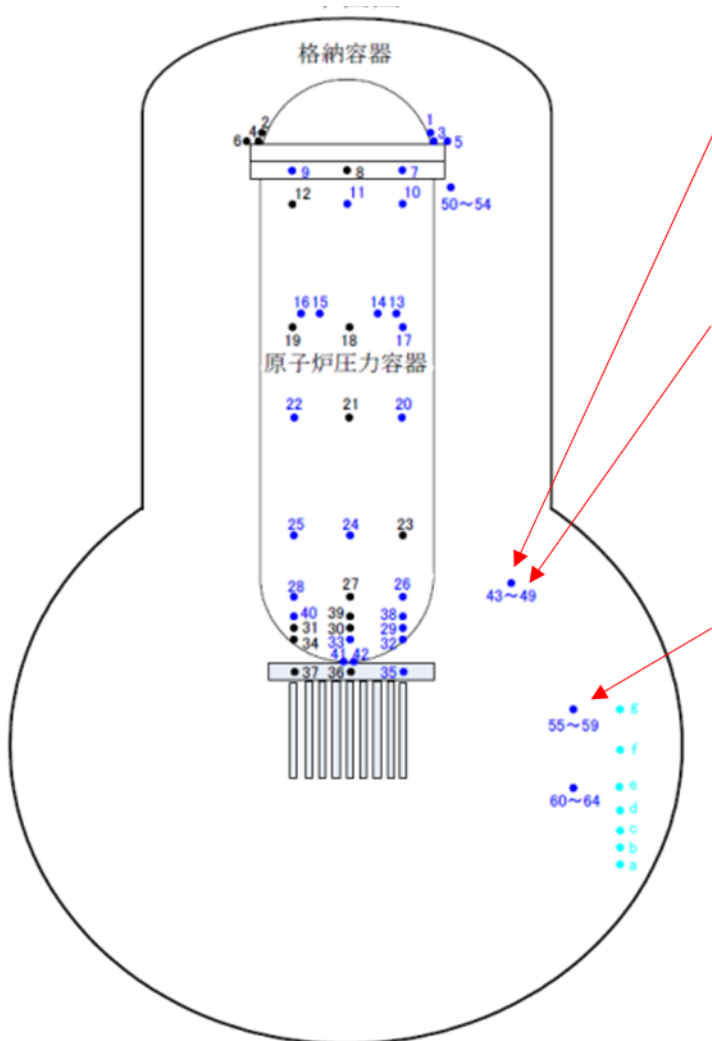


試験前／試験中の温度挙動

- ✓ 試験時を除き、全体的な傾向は大きく変わらない
- ✓ 試験時のような環境にない時には、いずれの温度計も新設PCV温度計と同様の傾向にあり、計測箇所の温度をある程度捉えていると考える



1号機温度計計測場所 (1/2)



黒字：中操までケーブルがきていないまたは定検時(事故前)に故障確認
 青字：監視に使用可
 緑字：参考地使用
 赤字：故障(事故後)
 水色字：新設温度計

PCV温度計(監視に使用可)※

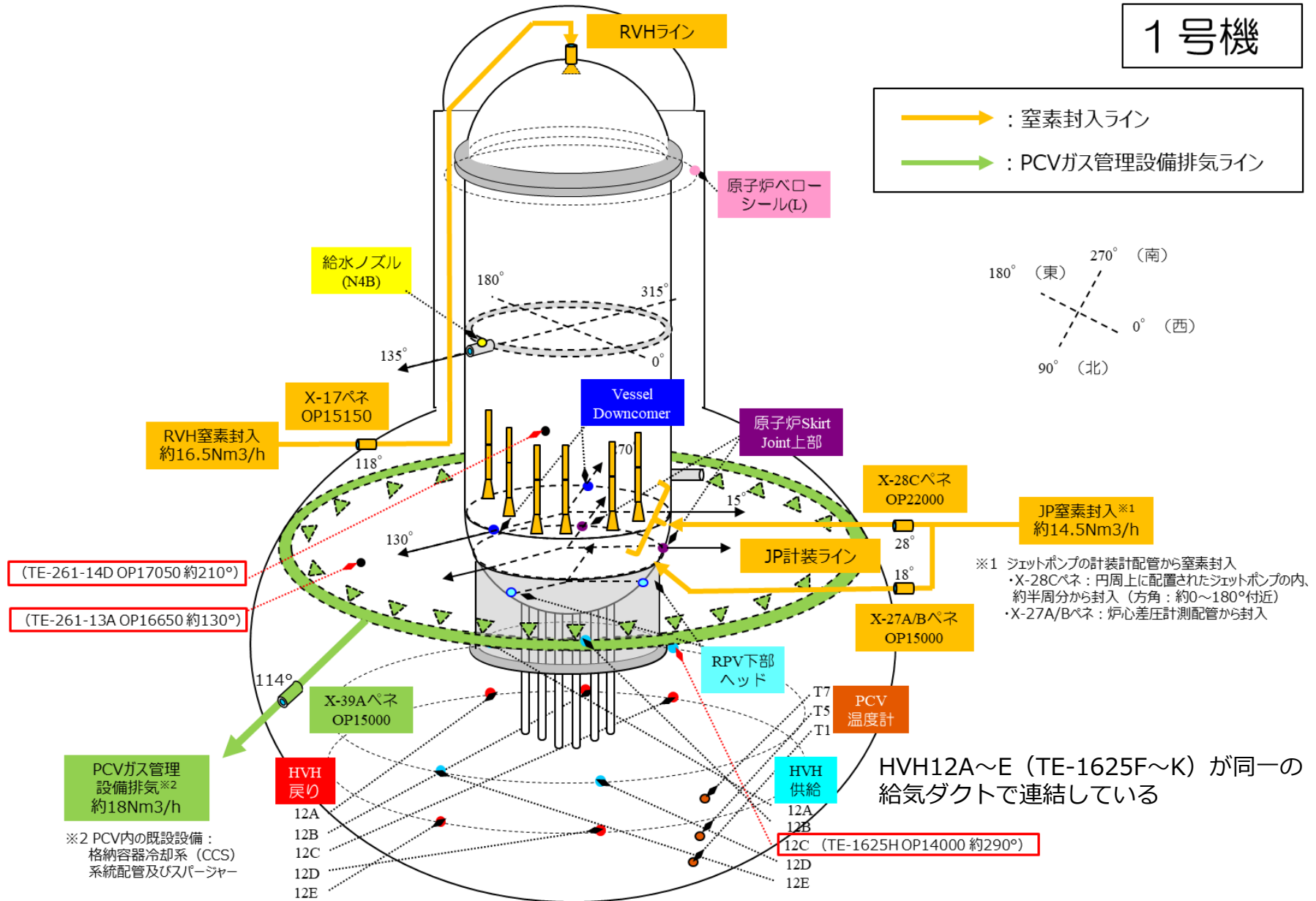
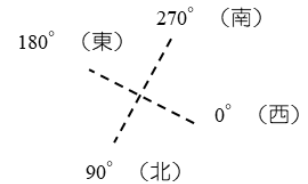
サービス名称	Tag No.	No.	LCO対象(18条)
安全弁-4A	TE-261-13A	43	
安全弁-4B	TE-261-13B	44	
安全弁-4C	TE-261-13C	45	
RV-203-3A (ブローダウンバルブ)	TE-261-14A	46	
RV-203-3B (ブローダウンバルブ)	TE-261-14B	47	
RV-203-3C (ブローダウンバルブ)	TE-261-14C	48	
RV-203-3D (ブローダウンバルブ)	TE-261-14D	49	
EQ AROUND CIRCUM RPV BELLOWS SEAL AREA	TE-1625L	50	
EQ AROUND CIRCUM RPV BELLOWS SEAL AREA	TE-1625M	51	
EQ AROUND CIRCUM RPV BELLOWS SEAL AREA	TE-1625N	52	
EQ AROUND CIRCUM RPV BELLOWS SEAL AREA	TE-1625P	53	
EQ AROUND CIRCUM RPV BELLOWS SEAL AREA	TE-1625R	54	
HVH-12A SUPPLY AIR	TE-1625F	55	○
HVH-12B SUPPLY AIR	TE-1625G	56	○
HVH-12C SUPPLY AIR	TE-1625H	57	○
HVH-12D SUPPLY AIR	TE-1625J	58	○
HVH-12E SUPPLY AIR	TE-1625K	59	○
HVH-12A RETURN AIR	TE-1625A	60	○
HVH-12B RETURN AIR	TE-1625B	61	○
HVH-12C RETURN AIR	TE-1625C	62	○
HVH-12D RETURN AIR	TE-1625D	63	○
HVH-12E RETURN AIR	TE-1625E	64	○
PCV温度	TE-1625T1	a	
PCV温度	TE-1625T2	b	
PCV温度	TE-1625T3	c	
PCV温度	TE-1625T4	d	
PCV温度	TE-1625T5	e	○
PCV温度	TE-1625T6	f	
PCV温度	TE-1625T7	g	○

新設温度計

※：現在、監視に使用可能な温度計29台のうち、12台を「運転上の制限 (LCO)」の判断に使用する温度計として選定している

1号機

- : 窒素封入ライン
- : PCVガス管理設備排気ライン



※1 ジェットポンプの計装配管から窒素封入
 ・X-28Cペネ：円周上に配置されたジェットポンプの内、約半周分から封入（方角：約0～180°付近）
 ・X-27A/Bペネ：炉心差圧計測配管から封入

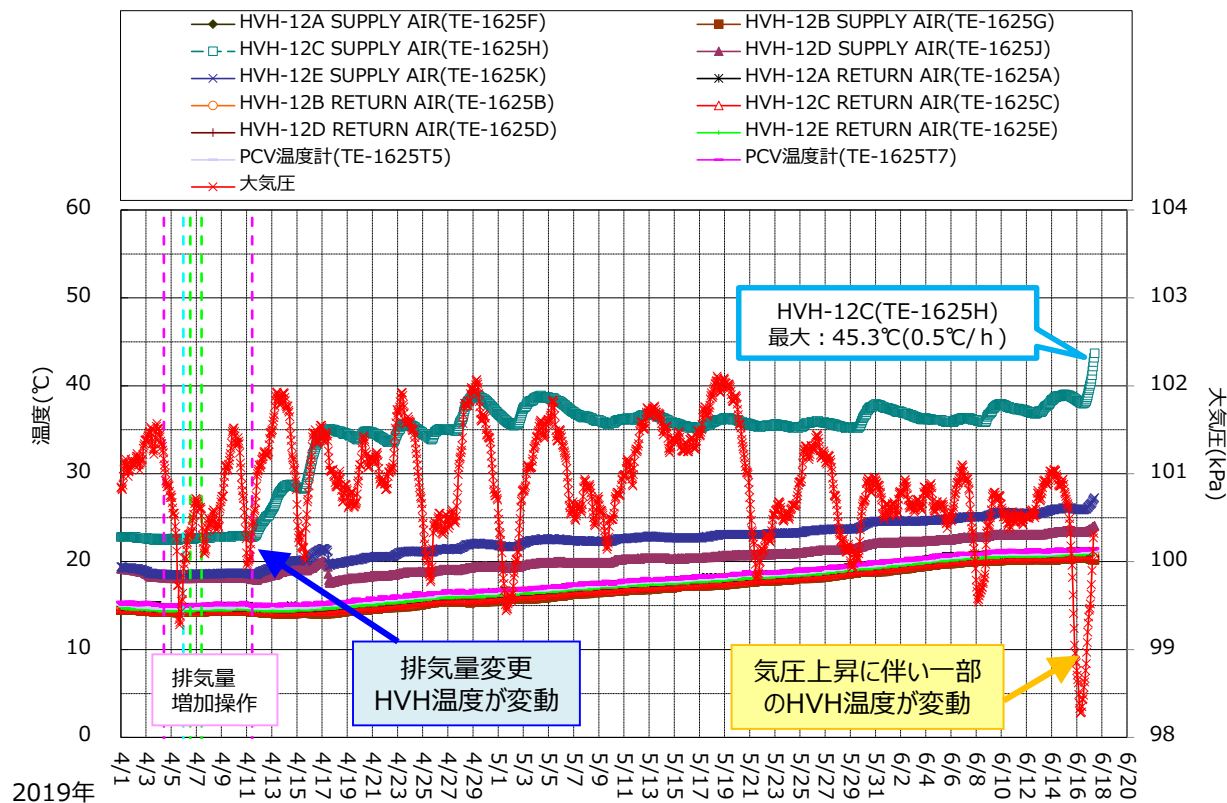
HVH12A～E (TE-1625F～K) が同一の給気ダクトで連結している

※2 PCV内の既設設備：
 格納容器冷却系 (CCS)
 系統配管及びスパーチャー

過去に確認されている温度変化 (1/2)

- ✓ 当該PCV温度計は震災当初から特異な挙動を示しており，PCV給排気流量変更や大気圧変動の際に温度計指示が変化している（下図）
- ✓ ただし，複数の温度計で同様の指示変化を示していることから，これまで，CRD配管近傍に熱源があると推定してきた

- ◆ 排気変更操作後に温度上昇が見られる
- ◆ 台風等の気圧影響による温度上昇がみられる



過去に確認されている温度変化（これまでの想定）（2/2）

- ✓ 封入窒素と排気(抽気)の差が減少すると、PCV気相部からのリークが減少しCRD配管付近を通過する気体量も減少し、当該温度計付近の温度が上昇すると推定

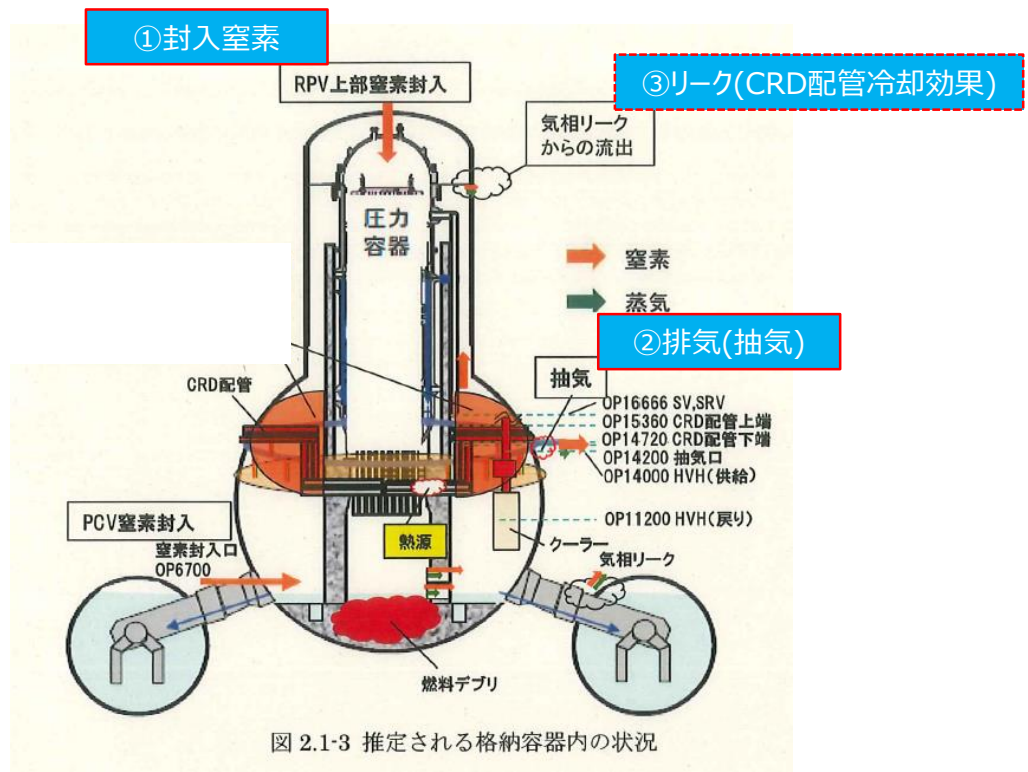
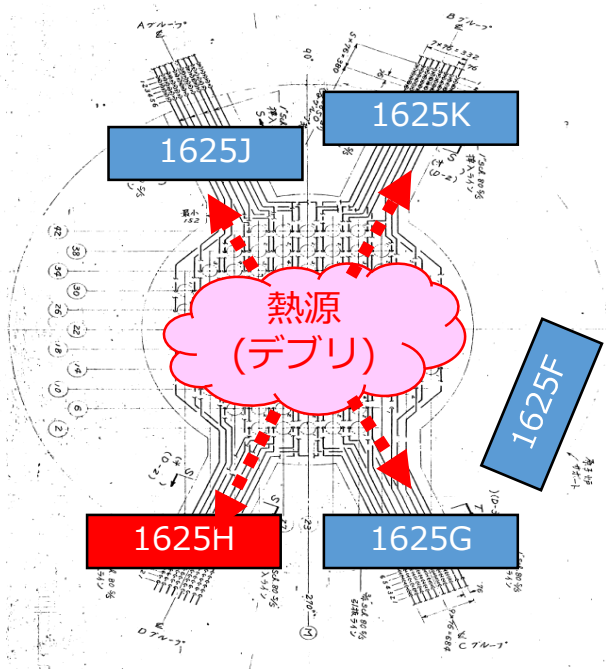


図 2.1-3 推定される格納容器内の状況

温度計の指示値の変化について、以下2つの可能性を検討

- ① 温度計の指示値に示す温度変化が、温度計設置箇所において実際に生じた可能性
- ② 温度計の指示値に示す温度変化は実際に生じておらず、実際の温度変化以外に支配的要因（温度計ケーブルの断線、短絡、地絡、混触等）があった可能性

- ✓ 上記①②の可能性を検討するにあたり、窒素封入量と排気量を変化させたことで、PCV内に生じる変化のうち、温度計の指示値に影響を与え得る現象を抽出（今回の試験中に注水量の変更は行っていない）
- ✓ 影響を与え得る現象（PCV内の変化）は、消去法により「PCV内の気体の流れ」と推定（下表）

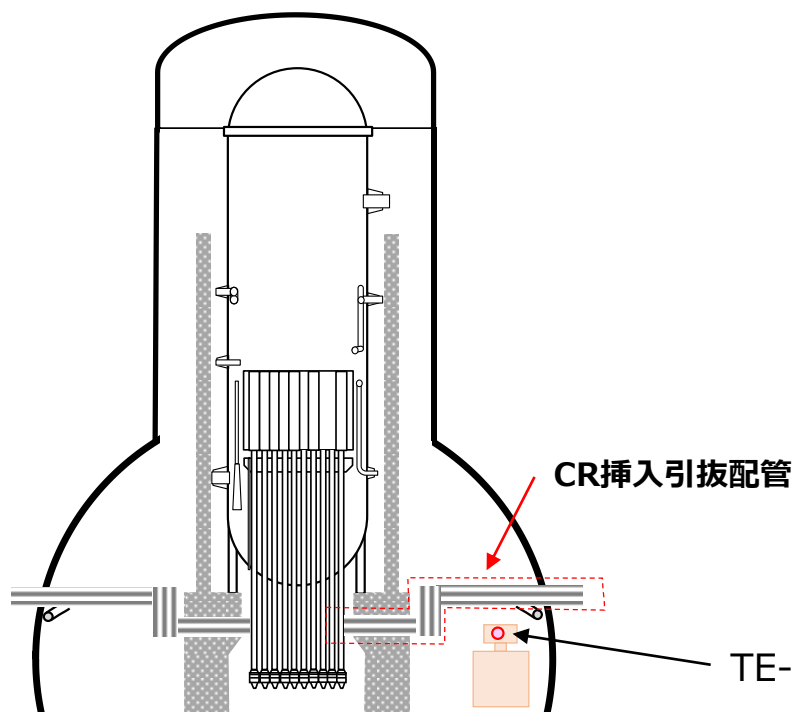


PCV内の変化	温度計の指示値に変化を与えたか	可能性
D/W圧力	D/W圧力は日常的に変動しており、試験前の2023年10月においては0.6kPa程度（-0.15～+0.43）変動している。 たとえばSTEP2では、同じく0.6kPa程度（-0.3～+0.3）のD/W圧力の変化で一部の温度計に数十℃の温度変化があったことを考えると、今回の温度変化の原因が、D/W圧力そのものの変化であったとは考えにくい。	低
PCV内の気体組成 （酸素インリークに伴うもの）	STEP1,2,3いずれにおいてもD/W圧力が負圧になることで、PCV内に酸素の流入が確認されている。ただし、ガス管理設備で酸素濃度を検出する前から温度変化が生じていることから、気体の組成の変化が影響した可能性は低い。	低
PCV内の気体の流れ	PCV内の気体の流れが変化することで、PCV内の空間的な熱バランスが変わった可能性（気体の流れの向きが変わる／熱源付近の気体の流速が減ることによって熱源の徐熱効率が落ちる）などは残る。 （D/W圧力変化に伴う気体の流れの変化はここに分類）	残る

試験結果の考察（①温度変化が実際に生じた可能性）（1/3）

試験時に指示値変化の最も大きかったTE-1625Hに着目。分析の前提として以下を想定。

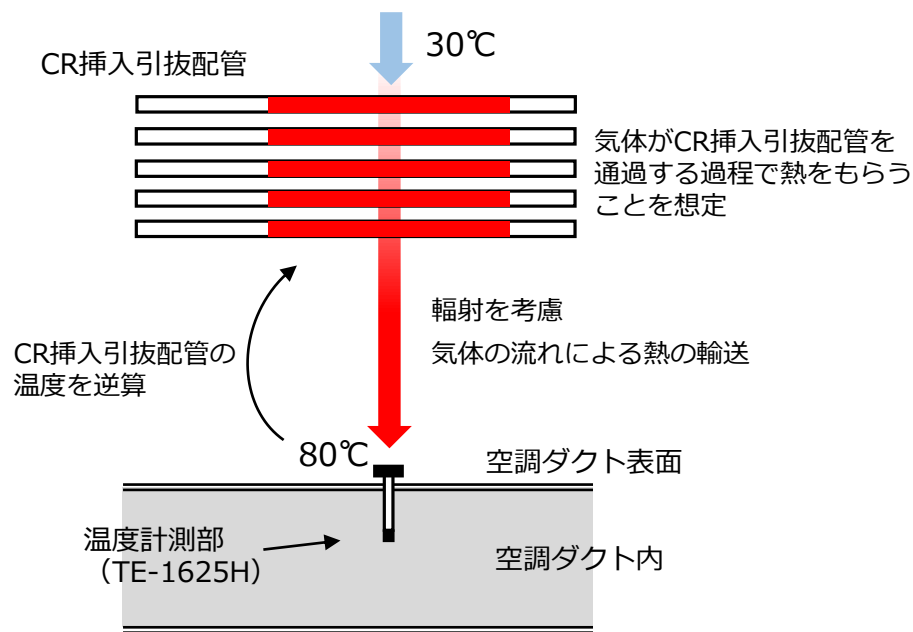
- RPV/PCV温度計の全体を見たときに、新設PCV温度計をはじめ、指示値に大きな変化がみられない温度計の方が多いことから、PCV全体の温度が変化している訳ではなく、局所的な温度変化を想定
- 温度計への熱の伝わり方として、熱源そのものが温度計近傍に移動した可能性は低く、熱源からの熱の輸送・伝熱の状況が変化したと想定
- 試験時に注水量を変えていないことから、熱源の温度自体は一定を想定



- TE-1625Hの設置位置の概略は左図のとおり
- その近傍で熱源になるものとして「CR挿入引抜配管」が挙げられる（事故進展によって、配管内部に燃料デブリが侵入する等）

当該温度計を80℃以上に上昇させるためには、当該配管が何℃である必要があるかを分析

TE-1625H (HVH (空調) のダクト内部の温度を測定)



【分析内容】

- 給排気流量を変更したことで、温度計近傍で理想的に空調ダクトを温める下降流が生じたものと仮定
- 下降流の初期温度は30°Cを仮定（新設温度計等の指示値から）
- 空調ダクト表面で80°CとなるためのCR挿入引抜配管の温度を逆算

【分析結果】

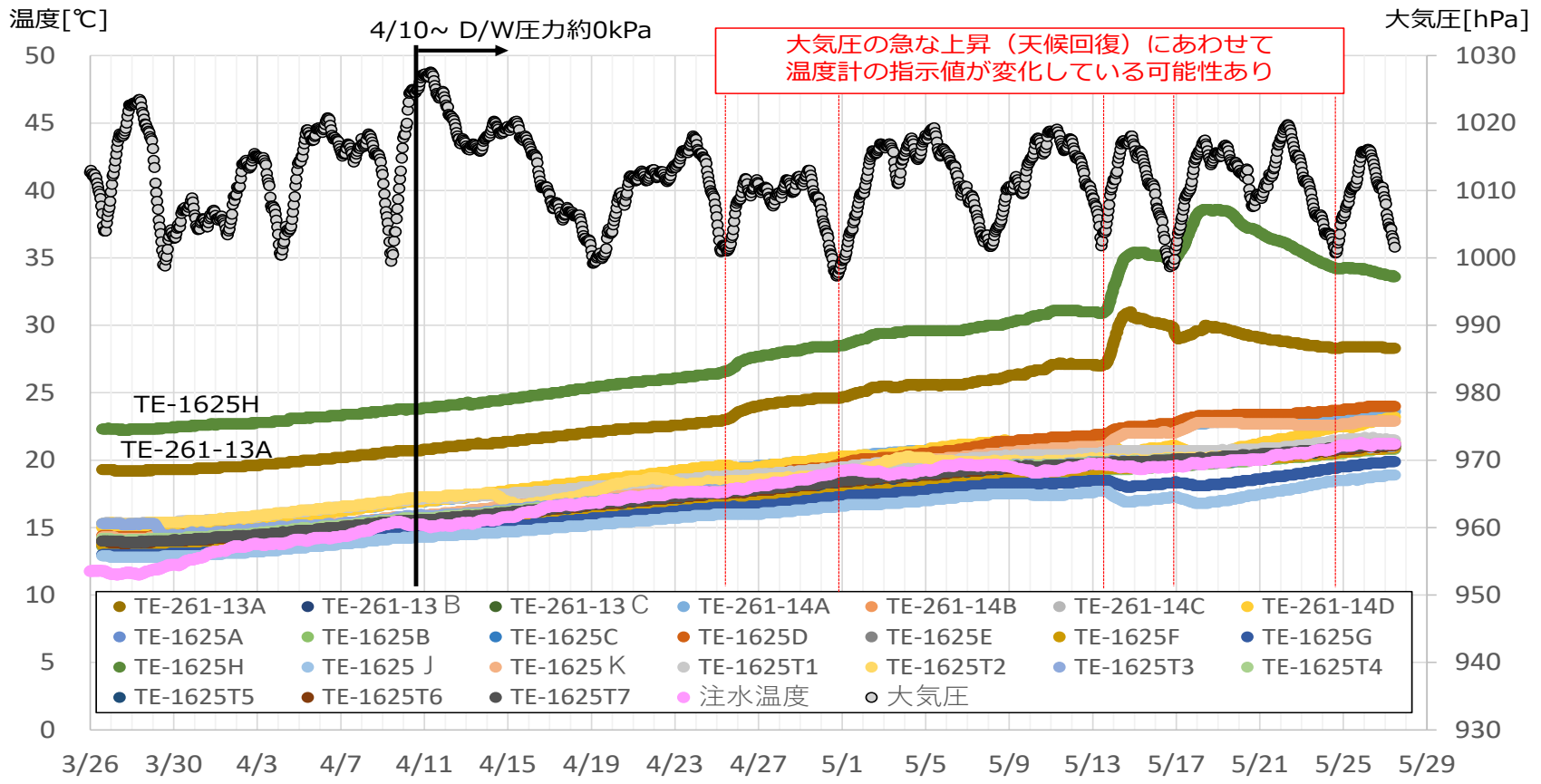
- CR挿入引抜配管は常時**100～数100°Cの状況が必要**（発熱量としては数kW～数10kW）

【考察】

- 現在の崩壊熱の総量は約50kWであり、燃料デブリの多くはPCV底部に堆積しているとの推定に対して非現実的

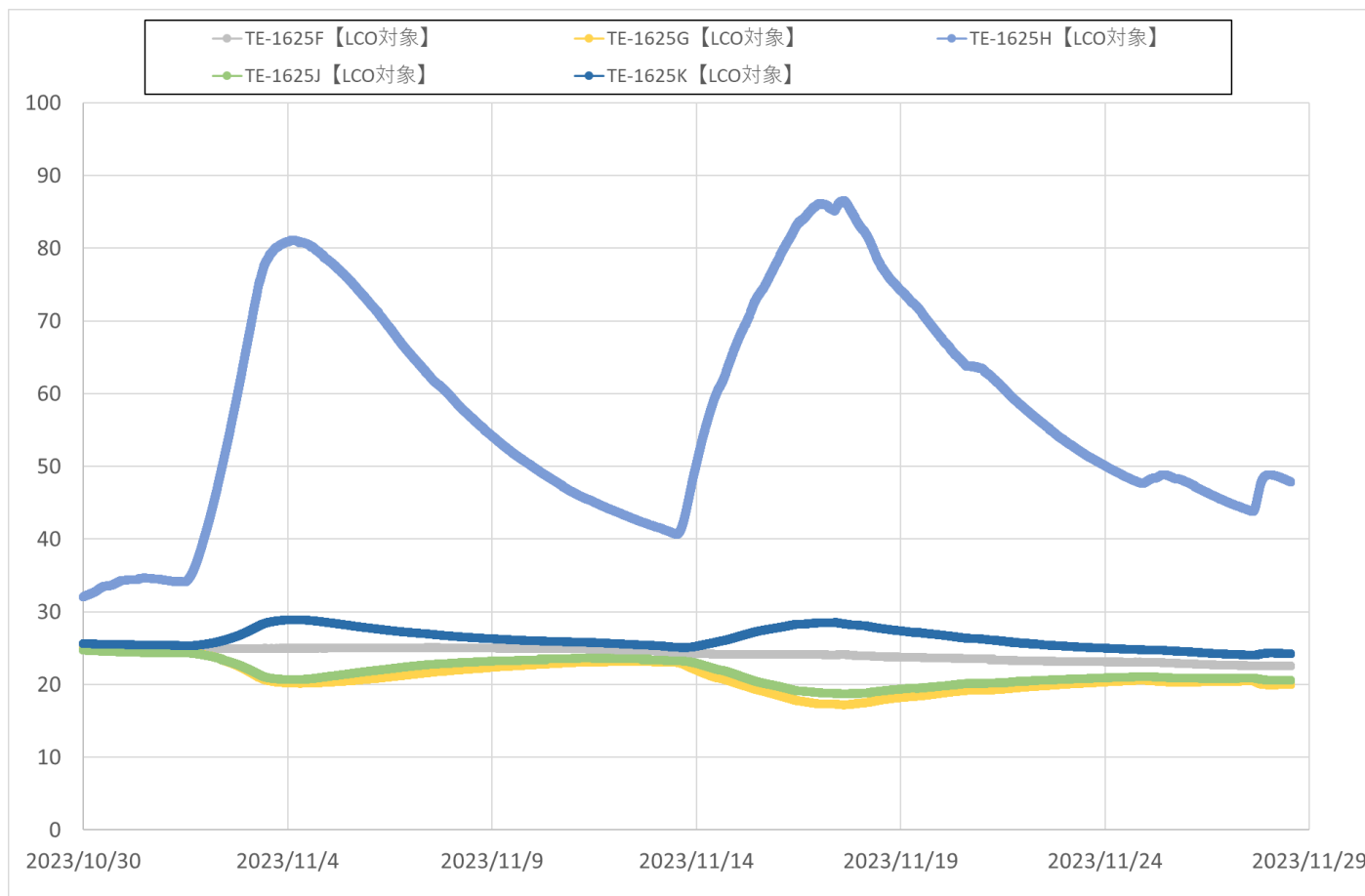
- ✓ 2024年3月, 1号機はPCV水位低下操作を実施中であつたが, D/W圧力が0kPaに低下して(漏えい孔が露出)以降, TE-1625Hをはじめ, 複数の温度計に注水温度に依存したとは考えにくい変化を観測
- ✓ 温度計の指示値が変化した際には, 大気圧の変動があることを確認しており, PCV内の実際の温度変化と直接因果関係がないと考えられる現象と結びつきがある。また, 他の監視パラメータには有意な変化はない。この観点からも, 指示値通りの温度変化があつた可能性は低いと考える

2024年5月30日(廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合 第126回事務局会議)より抜粋



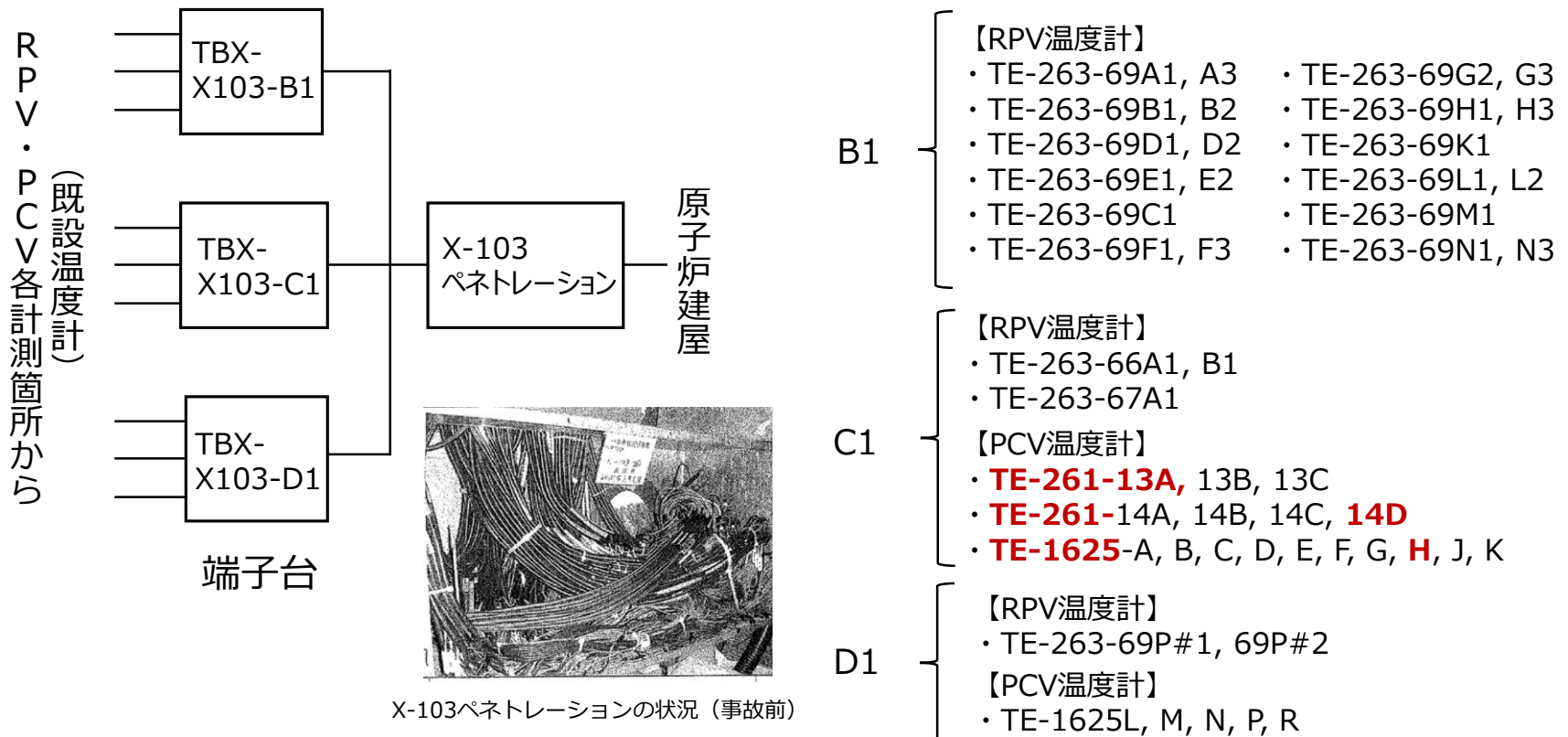
HVH-12A～E（給気）の温度トレンド

- ✓ HVH-12A～Eは同一の空調ダクト内の給気温度を測定しているが、TE-1625H（HVH-12C）の温度変化が極端に大きい
- ✓ なお、2024年に実施したドローンによる気中部調査では、HVH-12C含め、当該HVH近傍を飛行しているが、機体温度に有意な変化は確認されていない

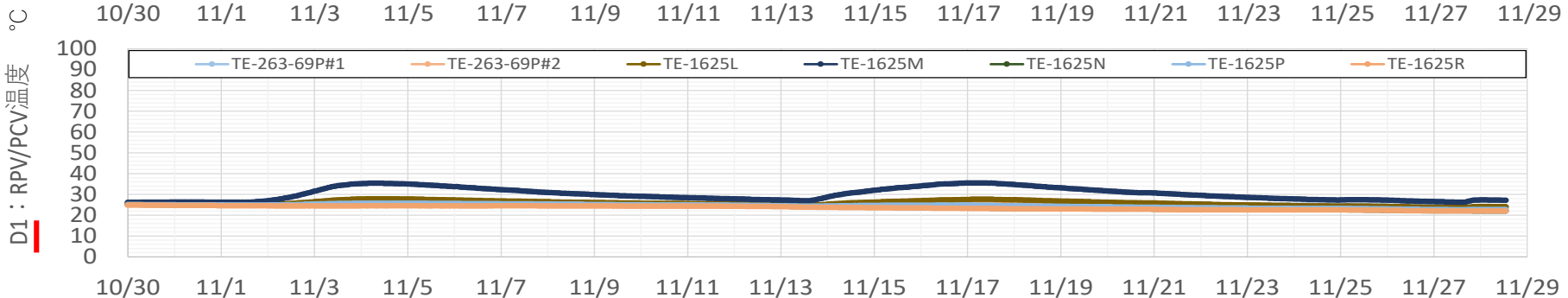
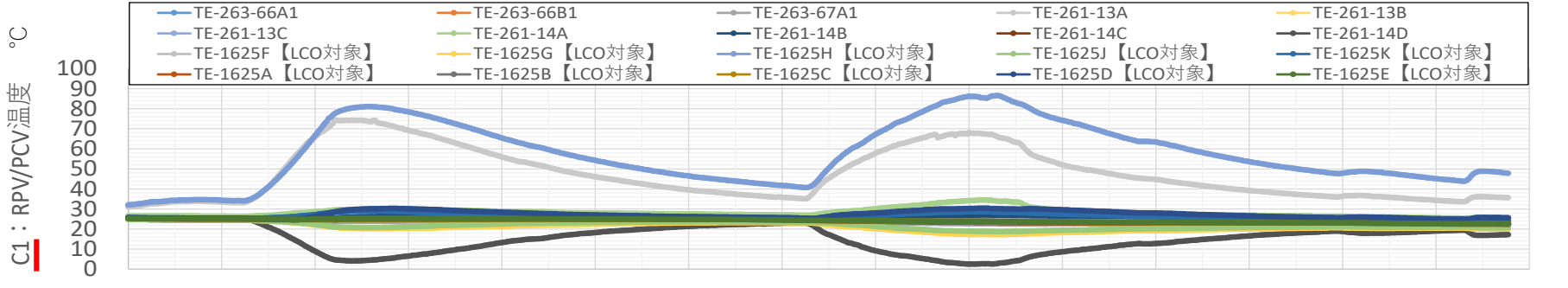
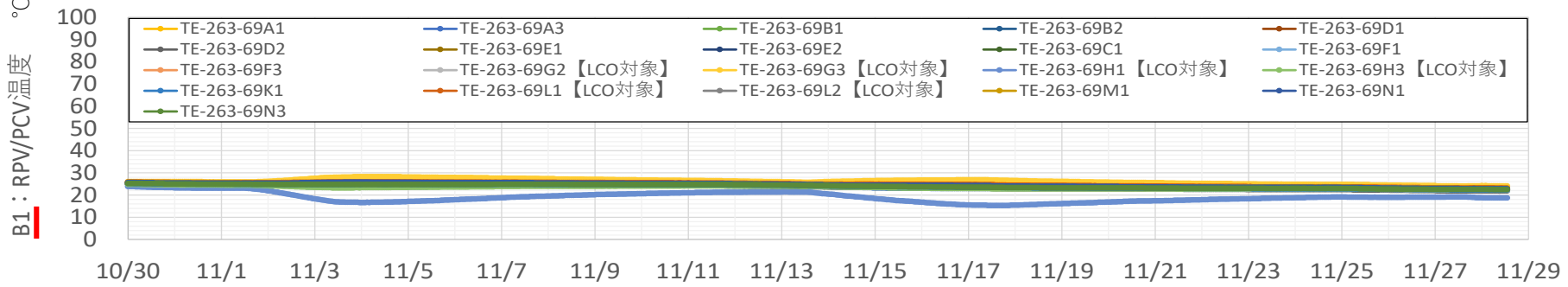


- ✓ 温度計は熱電対式で、端部（測定箇所）の異種金属間で発生する熱起電力を測定し、起電力に応じた温度を指示しているもの。したがって、温度計ケーブルが断線、短絡、地絡、混触等をし回路抵抗が変わりうる状況、あるいは端子台や、ケーブルの被覆が損傷した箇所等でガルバニ電池のように端部の温度上昇以外に起電力が生じうる状況になっていると、正しい指示値を示さないことが考えられる
- ✓ RPV・PCV各所を計測している既設温度計から延びる温度計ケーブルは、端子台に集約され、原子炉建屋に導かれている（下図）

「監視に使用可」としている既設温度計の端子台ごとの分類



- ✓ いずれの端子台にも, 変化量に違いはあるが, 似た挙動を示す温度計が存在
- ✓ 端子台単位ではなく共通の場所で, 給排気流量や大気圧変動時の条件で働く共通の要因があり, その要因が及ぼす影響の大きさは温度計ごとに異なるものとする
- ✓ ただし, 温度計ケーブルや端子台の状態等を確認することが困難な現状においては, 直接的な原因の特定には至らなかった



【結論】

以上の分析結果のとおり，TE-1625Hについては，実際の温度挙動を捉えているものではない（給排気流量の変化の影響を受けている）と工学的に判断した。



- 今後も実際の温度変化ではない現象を，温度変化として捉えてしまう（誤った判断につながる）可能性があるため，TE-1625Hのほか，今回の試験に伴っておよそ20℃（温度計指示値の不確かさの目安として定めている）を超える変化を示した下記温度計3台を，2025年3月11日0時をもって監視対象から除外（参考扱い）とした。
 - TE-1625H, TE-261-13A, TE-261-14D
- その他，試験時に指示値の変化が見られた温度計は複数あるが，現時点では温度監視に与える影響は小さいものと考えており，引き続き監視対象として扱う。

- ✓ 当該温度計を監視対象から除外することに伴う監視温度計台数の減少については、以下のとおり、当面安全管理上の問題はない
 - LCOに使用可能な温度計は新設温度計2台を含め、計11台残っており、複数の温度計を用いての監視には問題ない
 - 万一、すべての温度計の故障等が生じた場合であっても、熱バランスモデルによる評価（次頁）により、冷却状態の監視は可能と考えている

- ✓ 熱バランスモデルの評価結果（図中の青プロット）については，新設のPCV温度計（赤プロット）と良い一致を示している
- ✓ 一方，TE-1625H等は，至近においても気圧の変化を受け変動しており，明らかに他の温度計とは異なる挙動を示している

