

1号機O₂サンプリングラックラインを用いたPCVへの窒素封入試験の実施について

平成25年11月28日



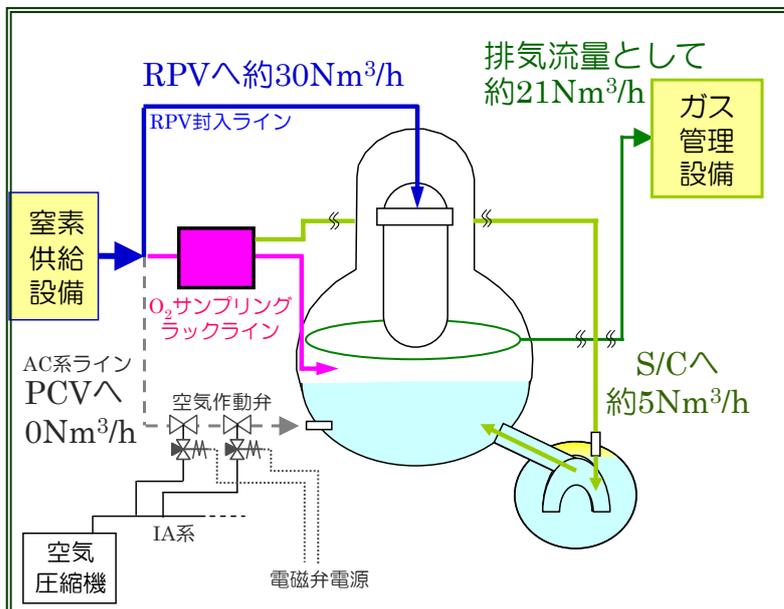
東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

試験目的

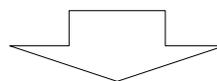
RPVへの窒素封入が停止した際に、少なくともPCVへの窒素封入を維持できるように、AC系ラインに代わるPCVへの窒素封入ラインを確保すること。

1号機窒素封入状況



1号機窒素封入の課題

- ① AC系ラインによるPCVへの窒素封入を維持するための保守管理が困難であること。
- ② 窒素封入低下時に一部のPCV内温度計指示値が上昇する傾向があること。



アクション

- ① 信頼性が高いO₂サンプリングラックラインによるPCVへの窒素封入の確認。
- ② 現状の窒素封入量(30Nm³/h)を確保できることの確認。

AC系窒素封入ラインの保守管理上の問題

AO弁閉による窒素封入停止のリスク

AC系は他の窒素封入ラインと異なり、以下の要因による停止の可能性が高い

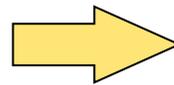
- (1) IA配管のリークによるIA喪失→AO弁閉
 - ✓IA配管は各建屋全域に広がっていてアクセス・管理が困難
 - ✓1号RW/B地下階水中でIA配管からの空気の噴き出しを観測
- (2) 電源喪失または断線等によるAO弁の電磁弁無励磁→AO弁閉
 - ✓当該電磁弁はトラス室内にあり、事故後水蒸気環境に曝されていた
- (3) IA圧縮機故障によるIA喪失→AO弁閉
 - ✓電動圧縮機2台運転+D/G圧縮機2台待機により、長時間停止のリスクは小さい

圧縮機点検・確認作業の年間被ばく量

〔IA圧縮機廻りの雰囲気線量0.8mSv/h〕
 ✓窒素設備パトロール、定期点検等

合計：約100mSv・人/年

- 信頼性の高いラインに移行し、停止による不安定化を回避
- 保守作業量・被ばく量の低減



AC系からの窒素封入ラインはバックアップとすることが望ましい



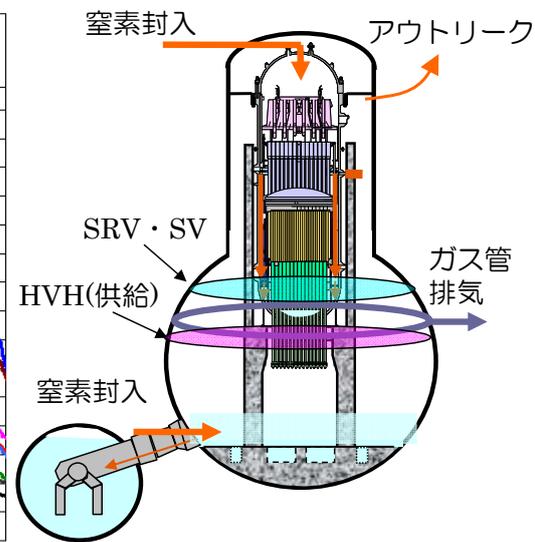
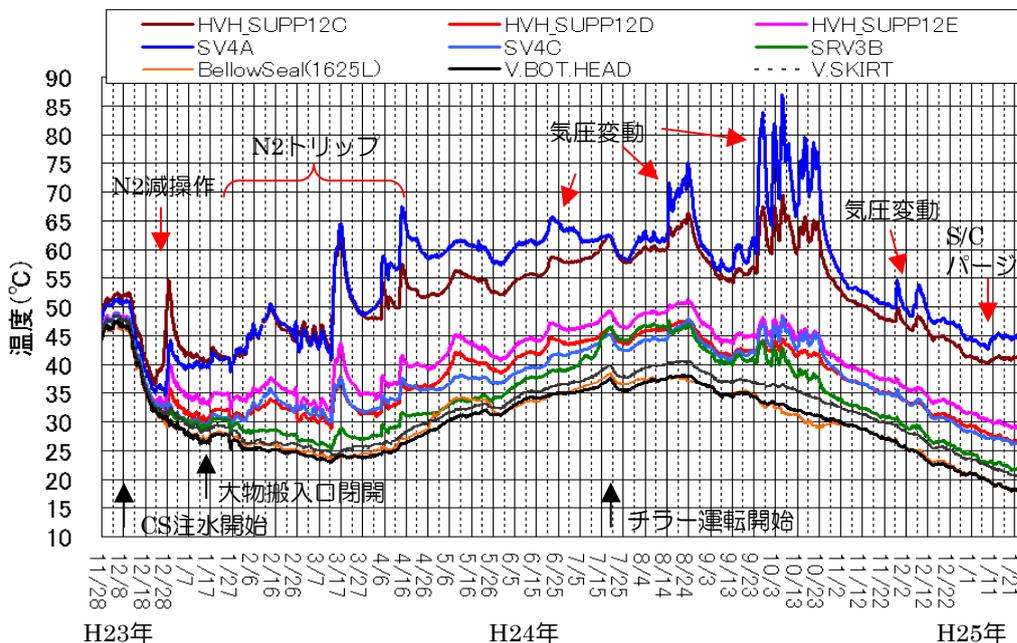
東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

HVH温度上昇について～観測データ①AC系窒素封入～

■PCVへの窒素封入量が少ない状態で、当該温度計指示値が上昇する傾向。

- 窒素封入量減操作や窒素トリップ後に一部のD/W内温度計指示値が上昇。
- 窒素封入量が少ない状態では、気圧が上昇に転じたタイミングで当該温度が上昇。



上昇が見られた温度計：
 HVH供給12C/12D/12E、
 SV4A/4C、SRV3B



東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

課題解決に向けて

■AC系窒素封入ラインの保守管理上に問題について

- 信頼性の高い、O₂サンプリングラックラインを用いて、PCVへの窒素封入を実施できること。

	AC系ライン	O ₂ サンプリングラックライン
MO弁の状況	高温・多湿を経験、アクセス困難 【信頼性低】	通常の温度/湿度下、アクセス可能 【信頼性高】
AO弁・IA空気圧縮機の有無	有り 【信頼性低】	無し

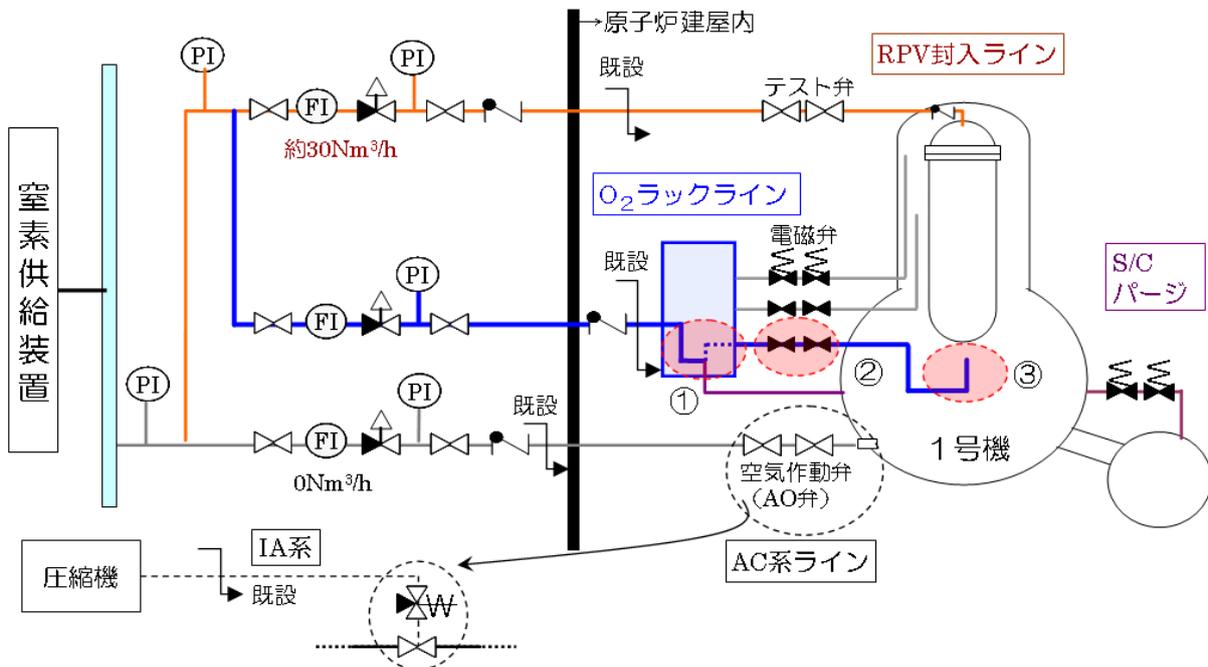
- RPVの代替ラインが無い場合、可能な限りRPVへの窒素封入と同等の効果が得られるラインを確保できること。

■PCV内温度(HVH温度計)上昇について

- 窒素封入量30Nm³/hを確保できること。
 - ◆平成25年7月9日から実施しているRPVラインへの窒素封入載せ替え以降、RPVからの窒素封入量が30Nm³/hでHVH周り温度計の指示値上昇はみられず安定に推移しているため。
- RPVへの窒素封入と同等の効果が期待できる封入ラインであること。
 - ◆RPVへの窒素封入により、ペDESTALからD/Wへ窒素が封入され、HVH温度が安定しているため。

本試験により、AC系ラインに代わるPCVへの代替窒素封入ライン(ペDESTAL下部のライン)から封入できること、およびHVH温度上昇を抑制できる30Nm³/hを封入できることを確認。

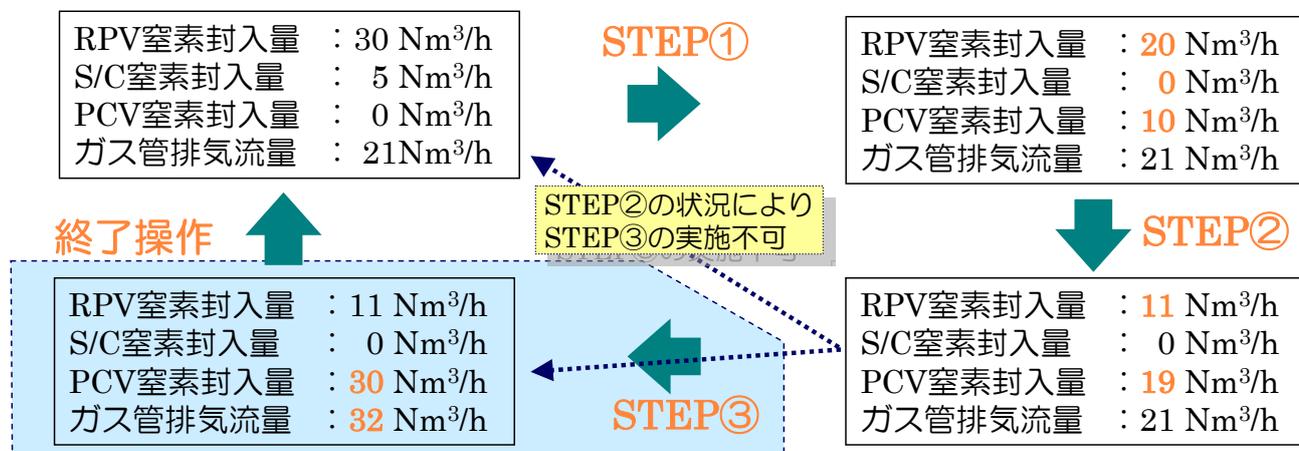
本試験の封入ライン



- ①本試験は、現在封入中のS/C窒素封入ラインを繋ぎ替えることにより実施可能。
(封入試験中は、S/Cへの窒素封入を停止)
- ②電磁弁は抵抗測定および動作確認を表示灯で確認済み(10/9)。
- ③可能な限りRPVへの窒素封入と同等の効果が得られるラインとしてペDESTAL下部への封入ラインを選択。

窒素封入変更試験手順

- RPVへの窒素封入量は、窒素封入量管理目標値(11Nm³/h)の維持。
- O₂ラック封入ラインを利用しているS/Cへの窒素封入はSTEP①にて停止。
- 格納容器内温度の「6時間あたりの上昇率から計算された80℃到達までの時間」が24時間を下回った場合は試験を中止。



- ✓ STEP①：O₂サンプリングラックラインから、窒素封入が可能なことを確認。
- ✓ STEP②：最大窒素封入量(19Nm³/h)であることを確認。
- ✓ 当初目標にしていた30Nm³/hを確保できなかったことから、別途対応を検討。



監視パラメータ

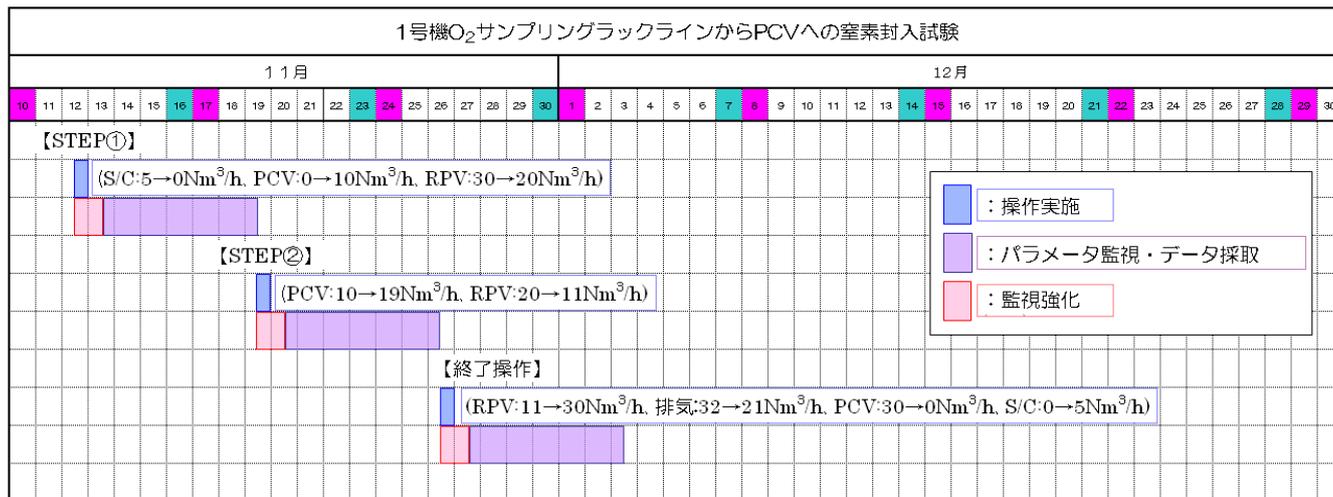
- 監視パラメータ（当直にて監視。操作実施後、最低24時間は1時間に1回、その後安定していれば、通常監視に戻す）

監視パラメータ	目的	判断基準
・ D/W HVH温度	温度指示値の変動が試験の判断基準に達していないことを確認するため	<ul style="list-style-type: none"> ・ 格納容器内温度の6時間あたりの上昇率から計算された65℃到達までの時間が24時間を下回った場合→実施責任者へ連絡 ・ 格納容器内温度の6時間あたりの上昇率から計算された80℃到達までの時間が24時間を下回った場合→元の状態に戻す
・ D/W圧力 ・ 窒素封入量 (RPV、PCV) ・ ガス管理設備排気流量	試験条件が維持されていることを確認するため	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試験条件から大きくずれていることを確認した場合→24時間以内に試験条件の状態に戻す
・ PCV滞留水温度	実際の温度・熱バランスを把握するため	（上記パラメータが変動した際には、左記パラメータ等を確認し、プラント状態に異常兆候がないことを総合的に判断する。左記パラメータに変動があり制限値に達した場合には、保安規定に基づいて対応する。）
・ 水素濃度	ミクロなガス流れの変動により、異常な増加がないことを確認するため。	
・ ガス管理設備ダスト濃度 ・ 短半減期核種濃度	異常が発生していないことを確認するため。（放出量の増加や臨界を誘発するような操作ではないが、念のため。）	

- 試験評価、炉内分析のためのパラメータ
 - PCV内で上記以外に測定されている温度
 - 大気圧、外気温、注水温度等の外的パラメータ
 - その他、有意に変動の見られたパラメータ

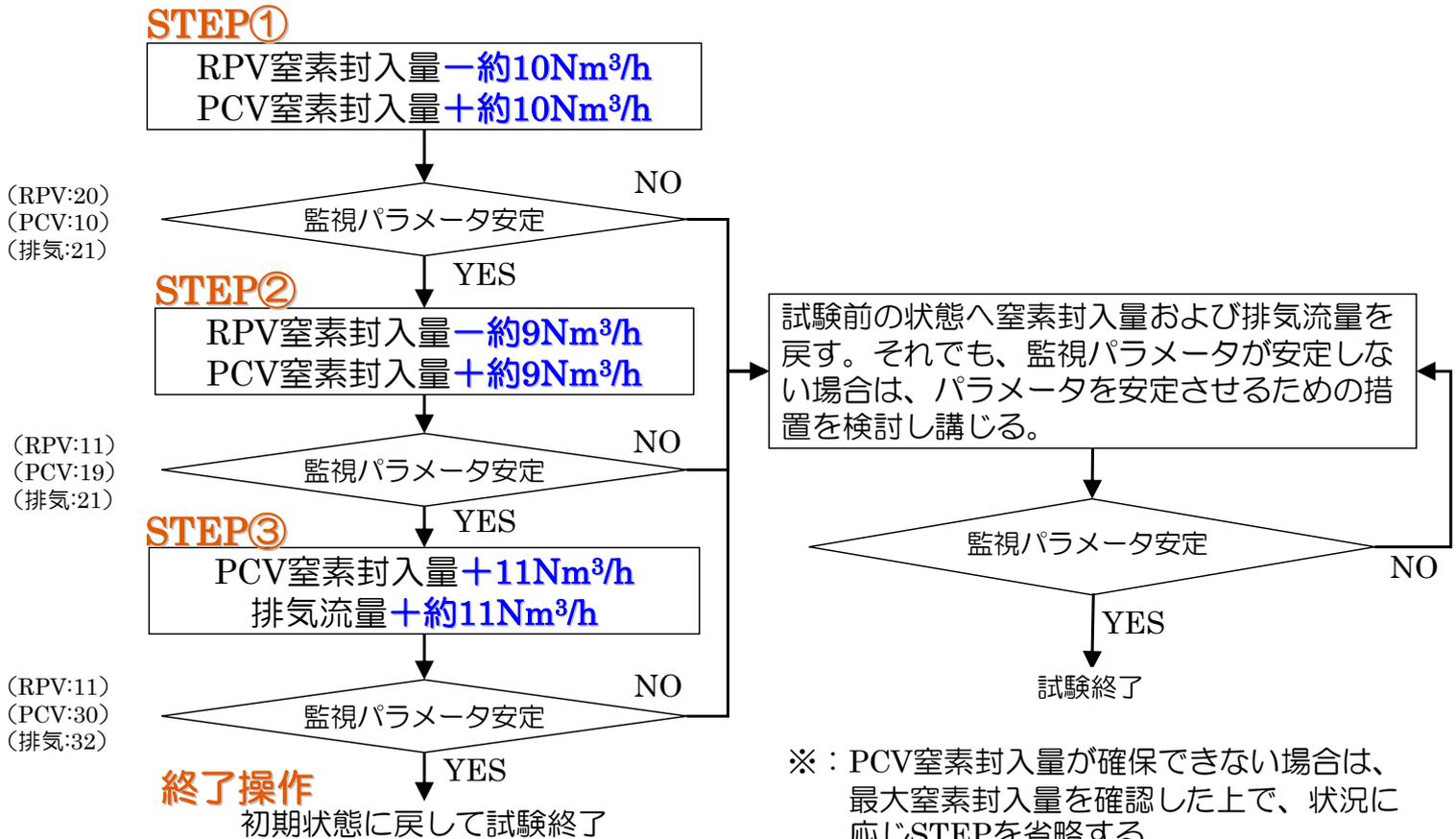
仮にD/W内の一部のHVH温度が上昇したとしても、PCV内滞留水の温度上昇が見られなければ、D/W全体の雰囲気温度が上昇しているものではないと考えられる。





▶STEP③の実施が不可のため、11/26に終了操作を実施し、12/3に試験終了予定。

【参考】窒素封入量変更試験フロー



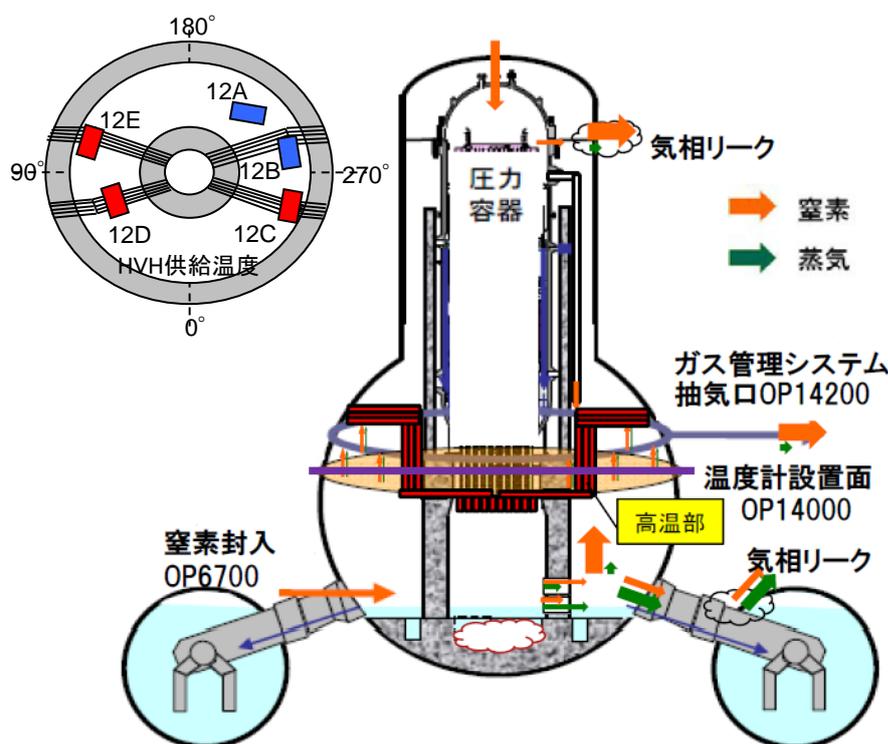
※：PCV窒素封入量が確保できない場合は、最大窒素封入量を確認した上で、状況に応じSTEPを省略する。

【参考】実施計画Ⅲ第1編第3節運転上の制限 第18条

項目	運転上の制限
原子炉圧力容器底部温度	80℃以下 ^{*2}
格納容器内温度	全体的に著しい温度上昇傾向 ^{*2} 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 ^{*3}
任意の24時間あたりの注水量増 加幅	1.0m ³ /h以下 ^{*4}

- マニュアルにて、運転上の制限である「全体的に著しい温度上昇傾向がないこと」を「6時間当たりの上昇率から計算された100℃到達までの時間が24時間以下であること」と定義。
- これを遵守するため、「6時間当たりの上昇率から計算された65℃到達までの時間が24時間以下」となった場合には、当直長は実施責任者に連絡、さらに、「6時間当たりの上昇率から計算された80℃到達までの時間が24時間以下」となった場合には、速やかに試験前の状態に戻す手順としている。

【参考】HVH温度変動について（メカニズムの推定）



- ✓ペDESTAL内のOP14000付近に熱源（露出）が存在し、ペDESTAL外の上昇流によって熱対流が促進され、近傍にあるHVH温度計やSRV温度計の指示値を下げている可能性
- ✓上昇流が「窒素封入量－排気流量＝アウトリーク量」と関連している可能性
- ✓36Nm³/h程度の封入窒素の熱容量は注水の熱容量の高々0.2%であり、PCV全体の熱バランスに寄与するものではない。封入窒素そのものに冷却効果はほとんどないが、D/W内の熱対流に影響を与えている可能性が考えられる。
- ✓PCV内滞留水水温、RPV底部温度、HVH戻り温度等その他の部位の温度は全体として通常の推移を示しており、D/W全体の雰囲気温度が上昇しているものではない。

➤詳細のメカニズムは明らかではないが、封入窒素がガスの全体的な流れによる熱対流に影響を与えている可能性→**メカニズム検討も含めた窒素変更試験が必要**