

# 2号機 RPV窒素封入流量監視における運転上の制限の逸脱について

2019年5月30日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

## 1. 事象概要（はじめに）

1 F - 2号機のRPV<sup>※1</sup>窒素封入量は、実施計画で要求される『必要な窒素封入量』として、5Nm<sup>3</sup>/hと定めている。（2019年5月20日時点）

2号機のRPV窒素封入量は、2015年以降15Nm<sup>3</sup>/hから低下傾向であった。

RPV窒素封入量の低下傾向に伴い、監視計器(正)の交換（低流量域まで見れる計器）を検討していたところ、5月20日、RPV窒素封入量の監視計器(正)の設計測定範囲が、5～50Nm<sup>3</sup>/hではなく、10～50Nm<sup>3</sup>/hであることが正しいと分かった。

このため、これまでのRPV窒素封入量の記録について確認したところ、3月16日、4月23日から5月19日の窒素封入量が設計測定範囲を下回っている（10Nm<sup>3</sup>/h未満）ことを確認した。

当該期間において、実施計画で定めている『必要な窒素封入量』の毎日1回の確認が出来ていなかった状況であったと判断し、実施計画Ⅲ第1編第30条（運転上の制限の確認）により、運転上の制限の逸脱に該当すると判断した。

なお、窒素封入設備に異常はなく運転を継続していたこと、および、PCV<sup>※2</sup>ガス管理設備で監視している水素濃度が実施計画に基づく水素濃度管理値（1.0%以下）に比べて十分低かったことから、原子炉の状態は安定していたと判断している。

また、5月20日以降は、監視計器(副)<sup>※3</sup>により『必要な窒素封入量』が維持されており、運転上の制限を満足していることを確認している。

※1 RPV：原子炉圧力容器

※2 PCV：原子炉格納容器

※3 2013年に外観点検、分解点検、清掃等を実施し、計器に異常が無いことを確認している。また、計測範囲10～50Nm<sup>3</sup>/h（計器精度：±2.5%FS）の面積式流量計であり、現在の流量は計測範囲内にあることを確認している。

## 2-1. 2号機窒素封入量の状況について

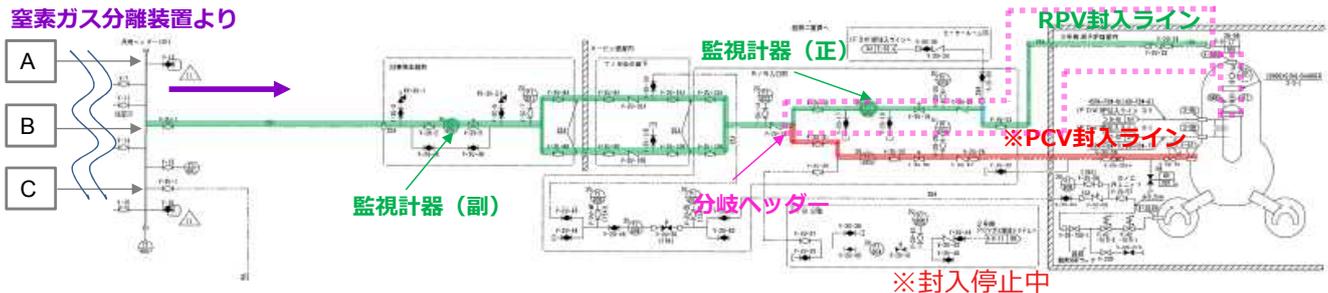
### ● 窒素封入設備の概要

2号機の原子炉圧力容器には、水素爆発を予防するために窒素を注入することで、不活性雰囲気を実験的に維持している。水素濃度については、原子炉格納容器内の水素濃度を2.5%以下に維持するため、ガス管理設備において1%以下で管理している。

また、窒素封入量については、水素濃度を抑えるために必要な窒素封入量※1を保つように管理している。

### ● 2号機の窒素封入量低下

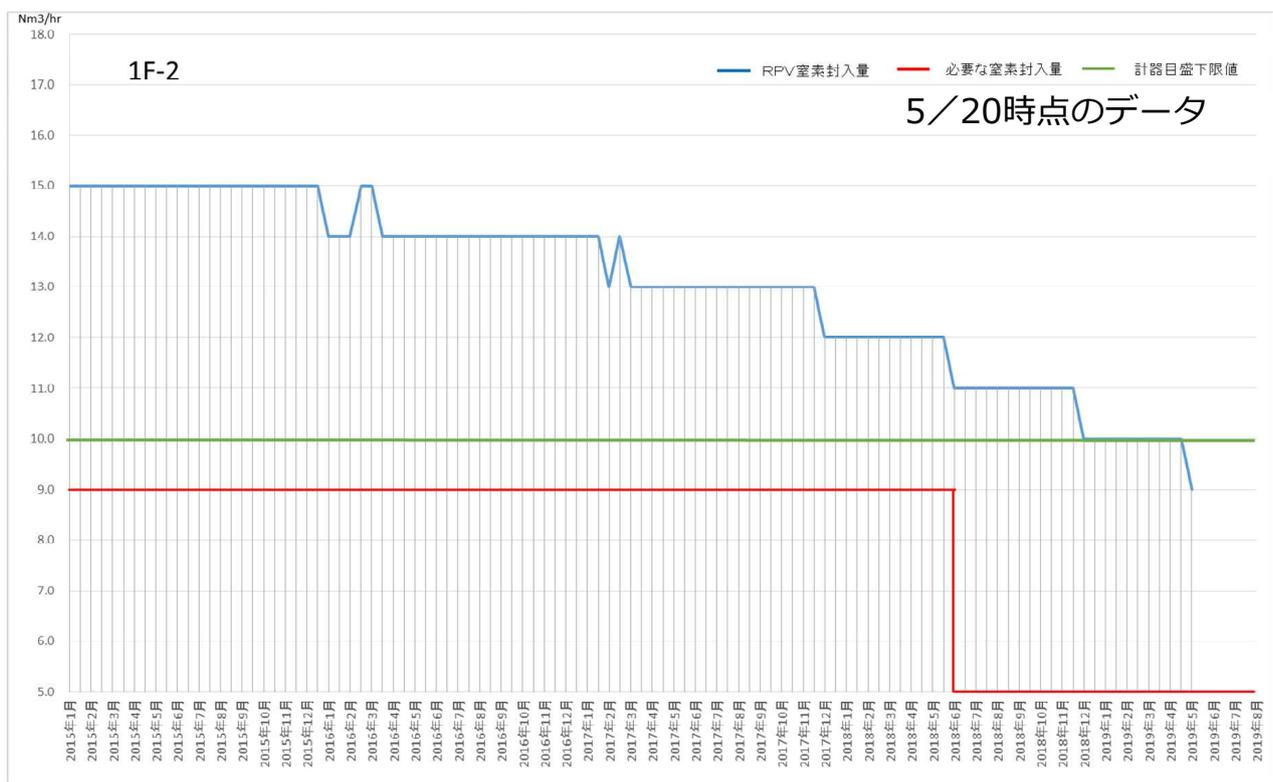
窒素封入量は、2015年以降から低下傾向にあったため、窒素封入量低下の原因調査を行っており、その結果、分岐ヘッダーから下流側のRPVラインで流量低下が発生していることを確認している。



※1 必要な窒素封入量

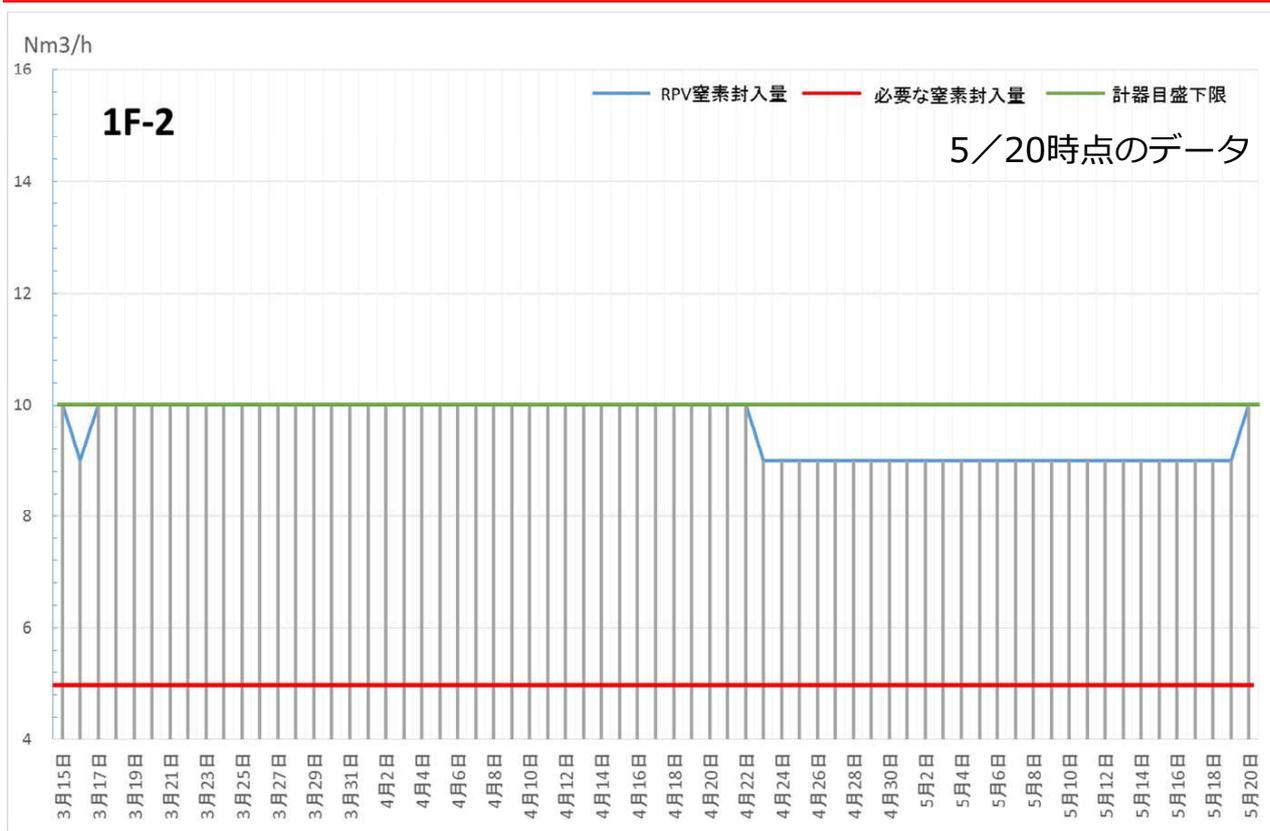
原子炉格納容器内の雰囲気、実施計画Ⅲ第1編第25条で定める格納容器内水素濃度（2.5%）以下にするために必要な窒素封入量（5月24日以降最新の評価値に変更3.3Nm<sup>3</sup>/h：理論値（約1.8Nm<sup>3</sup>/h）に対して余裕を見て設定。）

## 2-2. 窒素封入流量の傾向（2015年1月以降）



※15日間隔でプロット

## 2-3. 窒素封入流量の傾向 (2019年3月15日~5月20日)



## 3. 監視計器の状態

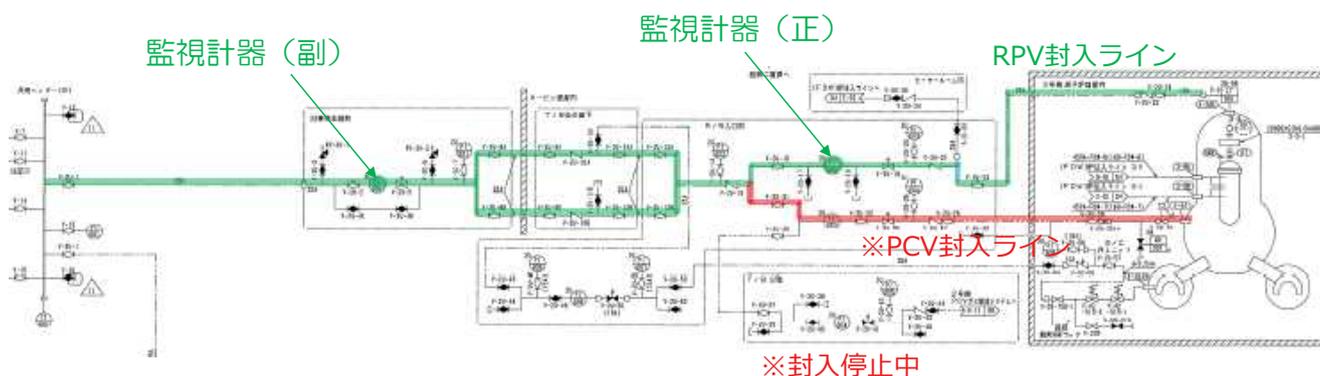
### 【2号機RPV窒素封入流量計の監視】



監視計器 (副)



監視計器 (正)



## 4. 計器仕様表 (IDS) の誤記

### ●IDSの誤記

窒素封入量の監視において、監視計器（正）の指示値が最低目盛10に達していたことから、当社社員が測定範囲に疑念をもち確認したところ、監視計器（正）と計器仕様表に差異があることを確認した。

監視計器(正)のIDSには設計測定範囲下限値は5Nm<sup>3</sup>/hと記載されているが、当該計器の取扱説明書では測定範囲は10Nm<sup>3</sup>/hからであることから、IDSの誤記が判明した。

プラント   東京電力福島第一原子力発電所 2号機	
計器仕様表	
流量指示計 (一次)	
1	計器番号   FI-PSA-2U-002
2	数量   1
3	名称   窒素封入設備 RPV N2注入流量計
4	
5	設計測定範囲   5~50m <sup>3</sup> /h(ntp)
6	計器目盛範囲   5~50m <sup>3</sup> /h(ntp)
7	
8	被測定物質   窒素
9	計器設計温度(接続/周囲)   -℃
10	計器許容温度(接続/周囲)   -℃
11	計器耐圧   -
12	測定方式   フラッパー形流量計
13	エレメント形式   -
14	エレメント材質   -

〔「m<sup>3</sup>/h(ntp)」は「Nm<sup>3</sup>/h」と同様に基準状態(0℃、大気圧)での体積の単位〕

本体部主要仕様		
機種区分	汎用品	PVC製
1	構造	屋外形
2	精度	±3%F.S.
3	レンジアビリティ	10:2
4	流れ方向	ご注文書にご指示下さい
5	最高使用温度	全形式共通
	高温用	
6	最高使用圧力	0.3MPa
	指示機構	マグネットカップリング

測定上限値が50Nm<sup>3</sup>/hの場合、測定範囲：10~50Nm<sup>3</sup>/h

### ●計器の指示値を最低目盛未満で読んでいたこと

計器を監視していた当直員は、当該計器のIDSに計器目盛範囲が「5~50Nm<sup>3</sup>/h」と記載されていたため、「0」の刻字のないゼロ位置の目盛を5Nm<sup>3</sup>/hと認識し、最低目盛10を少し下回った指示を測定範囲外とは考えなかった。

## 5. 本事象に対する問題点

- 計器仕様表 (IDS) の設計測定範囲の記載が間違っていた。
- IDSの測定範囲が5~50Nm<sup>3</sup>/hであったため、ゼロ位置を5Nm<sup>3</sup>/hと認識(解釈)して読んでいた。

上記の問題点に対して、今後原因調査を行い、必要な対策を検討・立案する。

## 6. IDS及び計器の対応

以下の対応を実施中

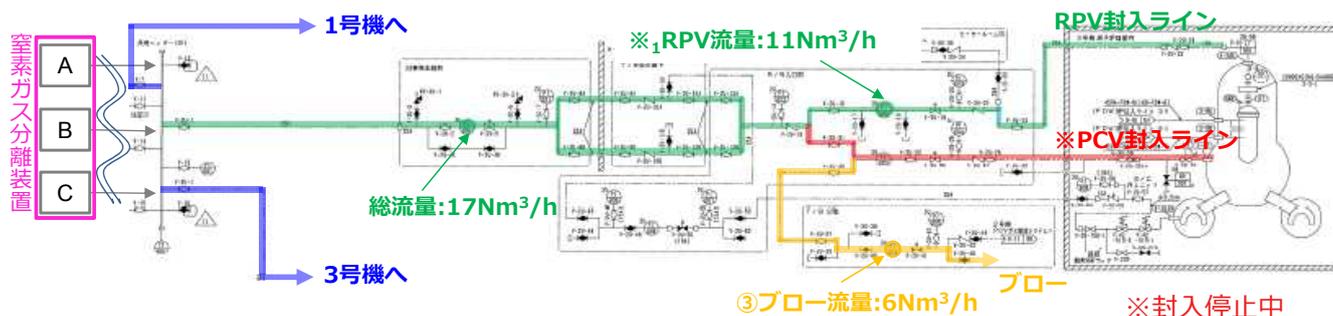
- (1) 記載間違いが確認されたIDSの修正 (5/23完了)  
1～3号機窒素封入設備には、実施計画Ⅲ関連の監視計器(正)及び(副)として、流量計及び圧力計が当該計器 (2号機RPV窒素封入流量計) を含め25台あり、このうち流量計6台のIDSに記載間違いを確認した。  
なお、当該計器を除く、使用中のラインの流量計及び圧力計については、現状の指示値が最低目盛よりも大きいことを確認しており、監視への影響はない。
- (2) 実施計画Ⅲ関連対象計器のIDSの調査 (6月中旬完了予定)  
監視計器(正)及び監視計器(副)について調査中。
- (3) 2号機窒素封入量の監視方法変更 (実施済)  
「必要な封入量以上であること」を確認できるよう監視方法変更。
- (4) 計器交換  
当該計器を低流量が測定できる計器に交換する。(7月上旬完了予定)

## 7. 2号機RPV窒素封入量監視方法変更

現在の指示値が測定範囲の下限近傍にあり、測定範囲を下回る懸念があるため、PCV封入ラインのブローラインを活用し、「必要な窒素封入量以上であること」を確認できるよう監視方法を変更。

※1系統より窒素をブローし、総流量計 (監視計器 (副)) との差し引きによりRPV流量を算出

$$\begin{aligned} \text{「RPV流量※1」} &= \text{「総流量」} - \text{「ブロー流量」} \\ 11\text{Nm}^3/\text{h} &= 17\text{Nm}^3/\text{h} - 6\text{Nm}^3/\text{h} \quad (5/24 \text{ 20時頃}) \end{aligned}$$



## 参考. 時系列

- 4月23日 以前から2号機窒素封入量が低下傾向にあったことから、計器主管箇所は低流量を測定できる計器に交換できないか検討を開始
- 5月16日 計器主管箇所は上記の検討の過程で、流量計の目盛板（10～50Nm<sup>3</sup>/h）とIDSの設計測定範囲（5～50Nm<sup>3</sup>/h）に相違があることに疑念をもち、その妥当性の調査を開始
- 5月20日
- 17:30 IDSの設計測定範囲の記載と取扱説明書に相違があることから、本社・発電所の関係者にて情報を共有  
 その中で、必要な窒素封入量（5Nm<sup>3</sup>/h以上）は封入できているものの、監視計器（正）の指示値が設計測定範囲の下限値10Nm<sup>3</sup>/hを下回り、正確に測定できていないことを確認
- 19:30 実施計画Ⅲ第1編第25条1項「窒素ガス封入設備」運転上の制限「窒素ガス分離装置1台が運転中であること」を満足していることを代替計器により確認
- 20:05 過去データを調査したところ、上記の運転上の制限について満足していない期間があったことを確認（3月16日、4月23日～5月19日）
- 20:50 実施計画Ⅲ第1編第25条1項「窒素ガス封入設備」運転上の制限からの逸脱を判断。また、同時刻に上記の復帰を判断

## 参考. 窒素封入流量低下事象の原因調査状況及び今後の対応

### (1) 原因調査状況

流量の低下傾向が確認されたことを受けて、以下の調査を実施してきた。

No.	調査項目	調査内容	調査結果
1	流路外観点検	窒素封入流路を構成するホース・配管・弁について外観・漏えい確認及び弁構成確認を実施。	異常なし。
2	監視計器（正）健全性確認	窒素封入流路上の監視計器（副）の指示値を比較し、健全性を確認を実施。	正計器・副計器の指示値が同等であることから流量計は健全と判断。
3	窒素ガス分離装置本体性能確認	窒素ガス分離装置（A/B/C）は各々定格流量の性能を確認。	本体性能に異常なく、本体側での流量制限はないことを確認。
4	PCV窒素封入確認	PCV窒素封入を実施し、RPV・PCVライン分岐ヘッダまでの健全性を確認する。	PCVラインから50Nm <sup>3</sup> /hの封入が可能であることを確認。⇒要因は分岐ヘッダ以降のRPVラインに推定

調査の結果、原因は特定されていないが流量低下の要因が、分岐ヘッダ以降のRPVラインにあると推定される。

### (2) 今後の対応

調査結果を受け、分岐ヘッダー下流側のRPVラインについては、新規ラインへの取替を計画している（2019年度8月予定）。