

廃炉・汚染水対策チーム会
合／事務局会議(第66回)
2019年5月30日
一部修正

福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会
資料(2)

2号機 R P V 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6月14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）

2号機のRPV※¹窒素封入量は、2015年以降15Nm³/hから低下傾向であり、窒素封入量の確認・記録として使用している監視計器(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、監視計器(正)の測定範囲が、5～50Nm³/hではなく、10～50Nm³/hであることが正しいと分かった。

それを受け、これまでのRPV窒素封入量の監視計器(正)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日の窒素封入量が測定範囲を下回っている（10Nm³/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25条（窒素封入設備）の運転上の制限の逸脱に該当すると、5月20日判断した。また、同日の窒素封入量については、監視計器(副)※³により、『必要な窒素封入量』が維持されており、毎日1回の確認が出来ていることから、運転上の制限を満足していると判断し、上記と同時に復帰を判断した。

なお、その期間、窒素封入設備により窒素が封入され、PCV※²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。

【補足】『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（2018年6月1日以降：理論値（約1.8Nm³/h）に対して余裕を見て5Nm³/hと設定）

※1 RPV：原子炉圧力容器

※2 PCV：原子炉格納容器

※3 監視計器(副)は、監視計器(正)が何らかの原因により監視できなくなった場合に代替で監視に使用する計器。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、測定範囲10～50Nm³/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

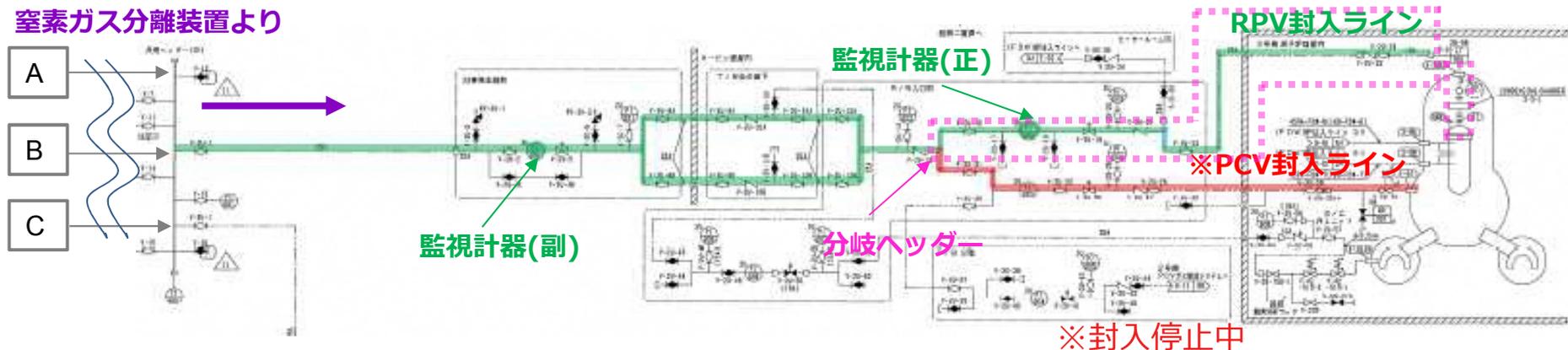
● 窒素封入設備の概要

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し、原子炉格納容器内の水素濃度を2.5%以下になるよう、不活性雰囲気を持続的に維持している。窒素封入については、水素濃度を抑えるために必要な窒素封入量を保つよう管理している。

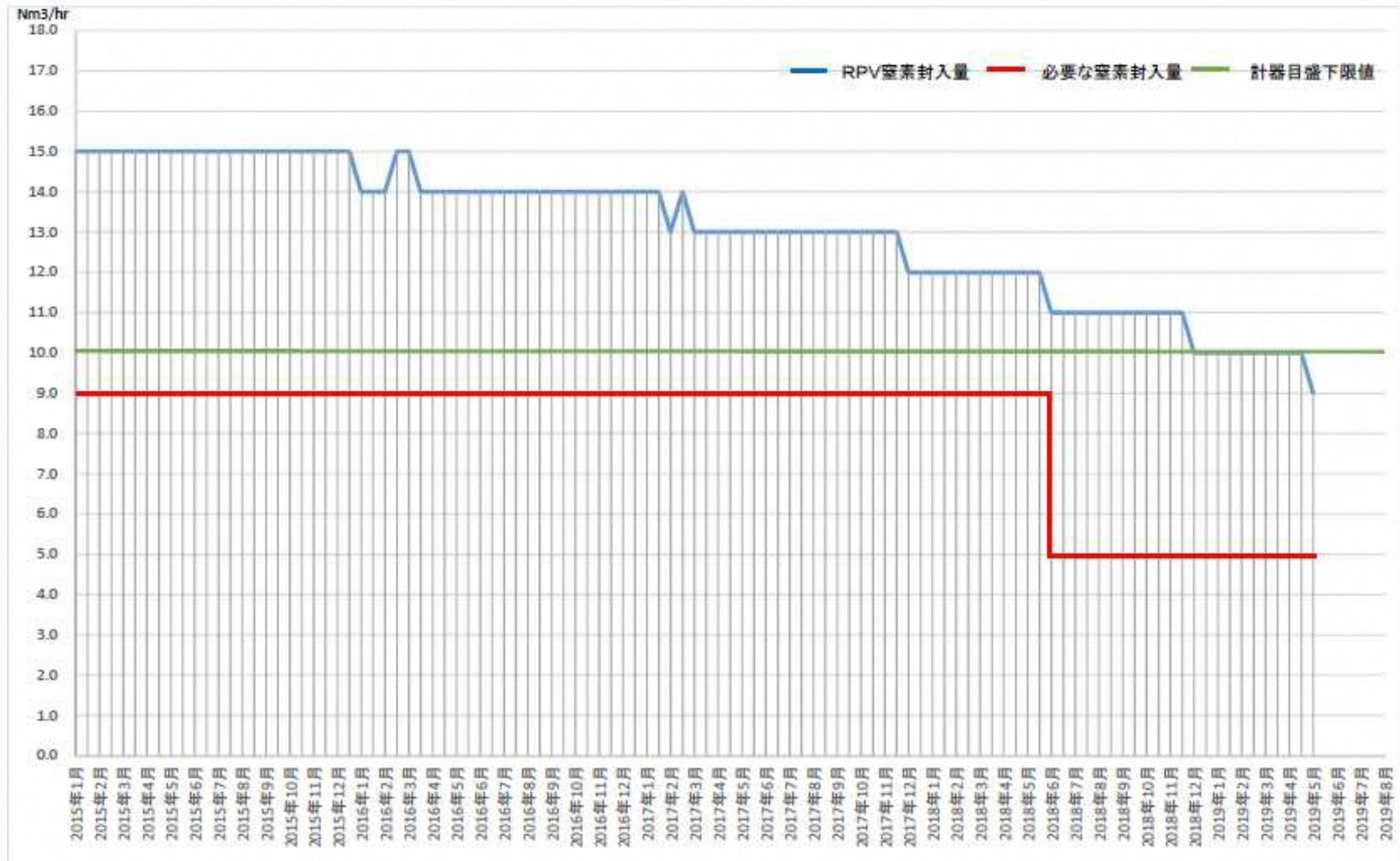
● 2号機の窒素封入量低下

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。

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、新規ラインへの取替を計画している（2019年度8月予定）。

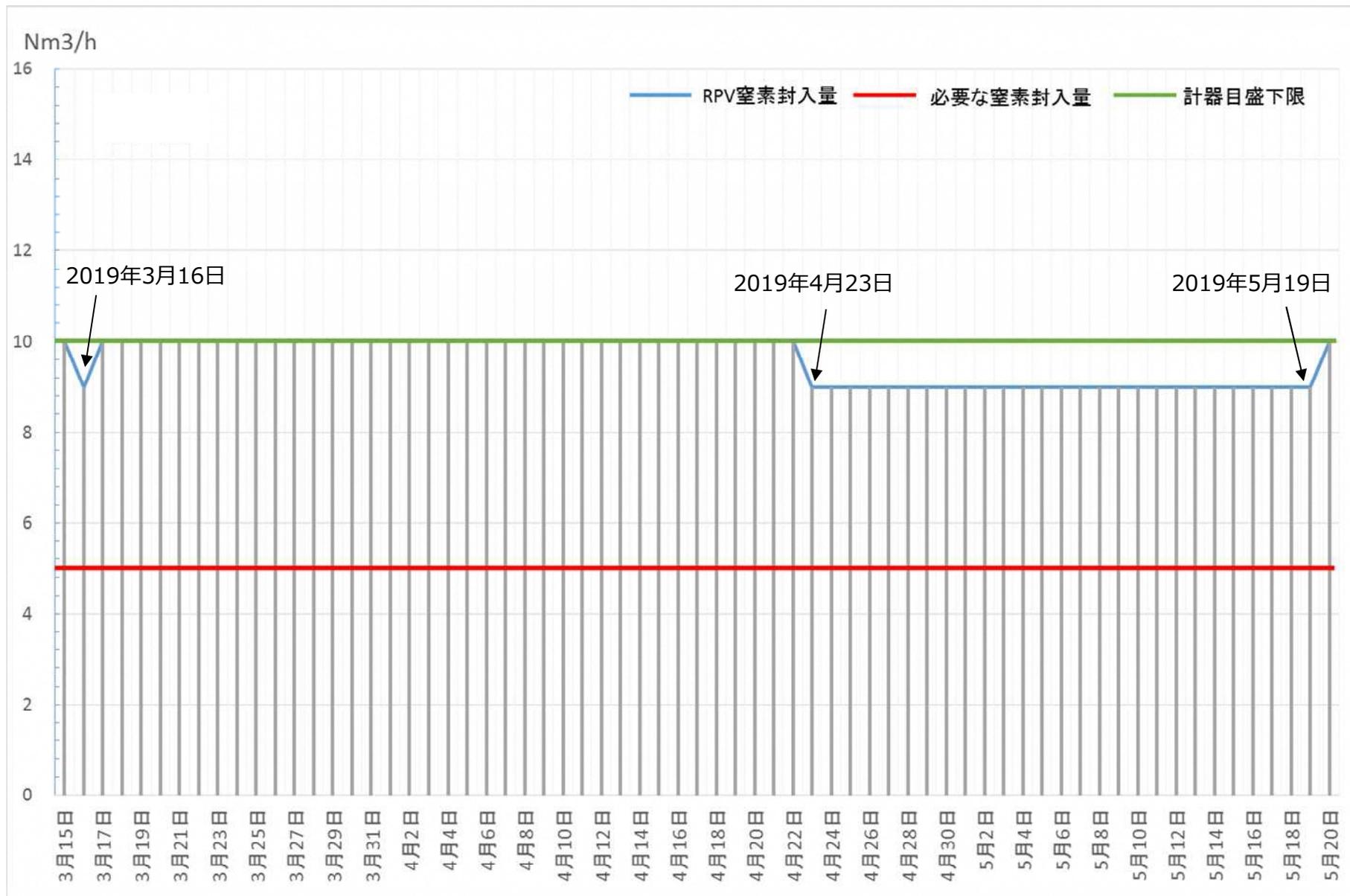


2-2. 窒素封入流量の傾向 (2015年1月~2019年5月20日)



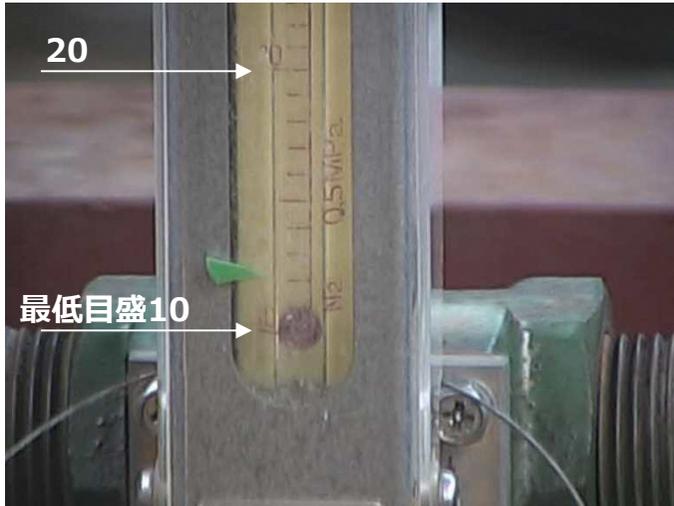
※15日間隔でプロット

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

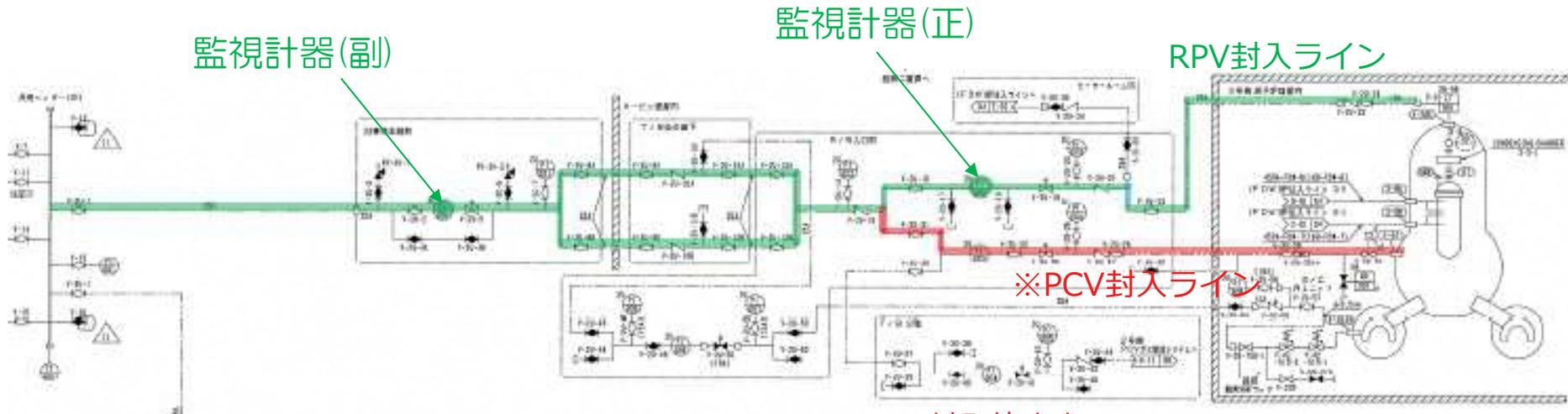
【2号機RPV窒素封入流量計の監視】



監視計器(副)



監視計器(正)



※封入停止中

4. 計器仕様表 (IDS) の記載間違い

●IDSの記載間違い

監視計器(正)について、計器の最低目盛が10(Nm³/h)であり、IDSでは測定範囲下限値は5Nm³/hであることから、当社社員が念のため測定範囲について確認したところ、当該計器の取扱説明書では下限値は10Nm³/hであり、現場の計器と一致していることから、IDSの記載間違いに気づいた。

IDS (監視計器(正))

プラント		東京電力(株)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 ³ /H(ntp)
6	計器目盛範囲	5~50m ³ /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	-

〔「m³/h(ntp)」は「Nm³/h」と同様に基準状態(0℃、大気圧)での流量の単位〕

取扱説明書 (抜粋)

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	ご注文時にご指示下さい	
5	最高使用温度	-20 ~ 120℃	-20 ~ 100℃
	高温用	Max.200℃	Max.150℃
6	最高使用圧力	JIS10K : 1MPa / JIS20K : 2MPa	
7	指示機構	マグネットカップリング	

測定上限値が50Nm³/hの場合、測定範囲：10~50Nm³/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「5~50Nm³/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5 Nm³/hと思い、最低目盛10を下回った指示を測定範囲外とは考えなかった。

5. 原因と対策

今回の事象に対する問題点を抽出し、その原因と対策について検討した。

問題点	IDS記載の「設計測定範囲」および「計器目盛範囲」が間違っていた。
経緯	窒素封入設備廻りの計器のIDSは、2011年の震災直後に設備を設置した際に未作成であったため、2013年に社外へ依頼し作成した。
原因	【受注者】IDSの作成手順を明確にしておらず、取扱説明書など根拠となる図書の入手・照合をしていなかった。 【当 社】IDSに記載間違いがないと思い込み、受注者のIDS作成手順や取扱説明書などの作成根拠を十分に確認しなかった。
対策	当社は、作成根拠となる図書・記録との照合、または受注者のIDS作成プロセスを確認する（具体的な確認方法は策定中）。

6. 当該事象および類似箇所に対する対応

以下の対応を実施中

対応内容	実施状況
● 当該事象に対する対応	
➤ 当該計器のIDSの記載間違いを修正	5/23完了
➤ 2号機窒素封入量が「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を変更〔参考3参照〕	5/24実施済
➤ 当該計器を低流量が測定できる計器に交換	7月上旬 完了予定
● 類似箇所への水平展開	
➤ 窒素封入設備のIDSの調査/修正 窒素封入設備には、当該計器を除き、実施計画Ⅲ関連の監視計器が34台あり、このうち流量計5台のIDSに記載間違いを確認したため、修正を実施（間違いの原因は当該計器と同様） なお、使用中のラインの監視計器について、現状、適切な測定範囲で測定されていることを確認しており、監視への影響はない	5/23完了
➤ 実施計画Ⅲ関連対象計器のIDSの調査 上記以外の監視計器約750台について調査を実施	6月中旬 完了予定

参考 1. 時系列

- 4月23日 2号機窒素封入量が10Nm³/hを下回ったことから、計器主管箇所は設備主管箇所から依頼を受け、低流量を測定できる計器への交換可否の検討開始
- 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(10~50Nm³/h)とIDSの測定範囲(5~50Nm³/h)に相違があることから、念のため、その妥当性の調査を開始
- 5月20日
- 17:30 IDSの測定範囲の記載と取扱説明書に相違が確認されたことから、本社・発電所の関係者にて情報を共有
監視計器(正)の指示値が測定範囲の下限値10Nm³/hを下回り、読み値の信頼性が低いと判断
- 19:30 監視計器(副)により必要な窒素封入量が確保されていることを確認
- 20:05 過去データを調査したところ、必要な窒素封入量が確保されていることの毎日1回の確認ができ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(窒素封入設備)の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 2. 窒素封入流量低下事象の原因調査及び計画・対応

(1) 原因調査

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 ³ /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ラインにあると確認した。

(2) 計画・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、新規ラインへの取替を計画している (2019年度8月予定)。

参考3. 2号機RPV窒素封入量監視方法変更

現在の監視計器(副)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(5/24実施)。

※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

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

(6/13 11時現在)

