



# モニタリングステーション前網局における ダストサンプラー流量計異常に関する質問回答

(第166回 女川原子力発電所環境調査測定技術会委員コメント回答)

2024年2月5日

東北電力株式会社

## 説明概要

- 第166回女川原子力発電所環境調査測定技術会(2023年11月7日開催)にて説明した、「モニタリングステーション前網局におけるダストサンプラー流量計異常」に対していただいた以下の質問に対して回答するもの。

### 【質問1】

不具合のあった流量計の測定原理はどのようなものか。

### 【質問2】

当該流量計の不良原因である経年劣化について、どの部分がどのように劣化したのか。

### 【質問3】

メーカー推奨の交換頻度はどうなっているのか、また、東北電力ではどのように対応していたのか。

### 【質問4】

その他、数多くある流量計の管理方法はどのようになっているのか。

## 質問回答 (1/3)

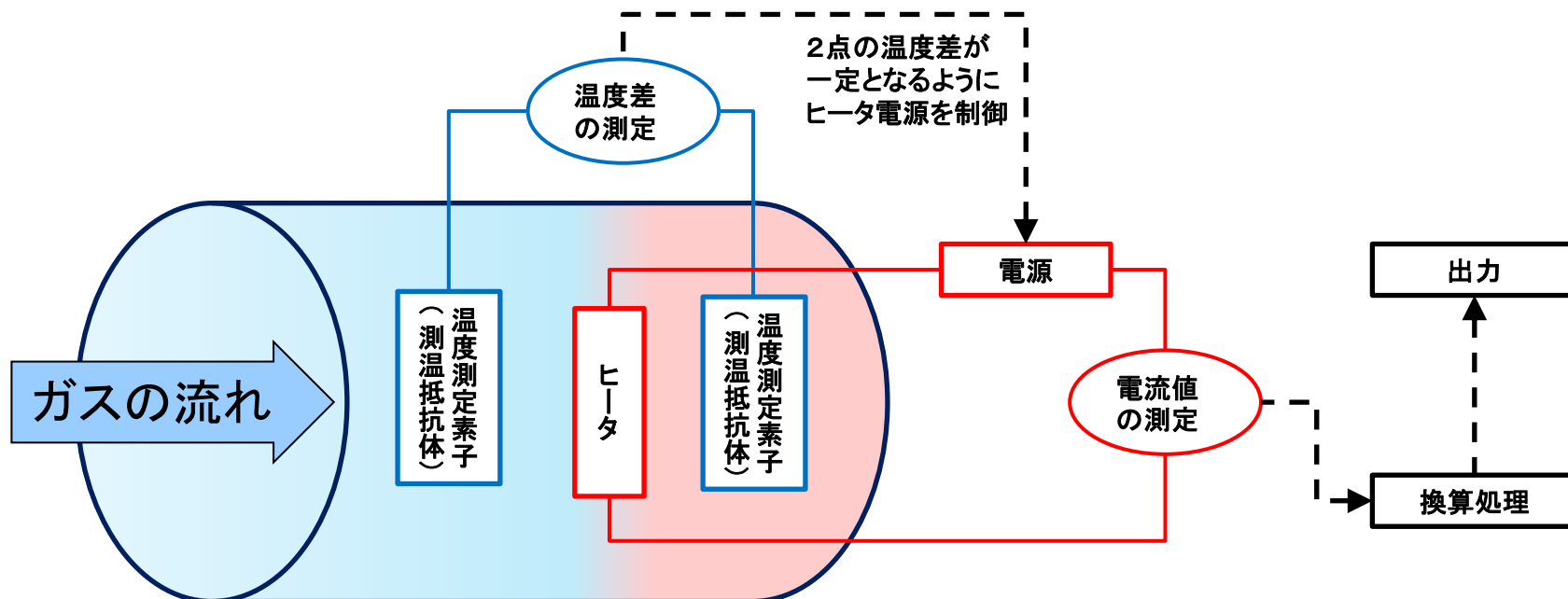
### 【質問1】

不具合のあった流量計の測定原理はどのようなものか。

### 【回答1】

• 当該流量計は「熱式流量計」であり、測定原理は以下のとおり。

- ① ガスの流路中にヒータ、前後に温度測定素子を配置し、ヒータ電源を制御して2点の温度差を一定に保つ
- ② ガス温度を一定値上昇させるために必要な熱量(電流)はガスの流量に比例 ⇒ 電流値から流量を算出



## 質問回答 (2/3)

### 【質問2】

当該流量計の不良原因である経年劣化について、どの部分がどのように劣化したのか。

### 【回答2】

- 当該品が一般汎用品であることから詳細な調査はせずに新品と交換した。
- 今回の事象では、ある時点から流量指示値が一定の傾きで変化していたことから、何らかの原因で流量計の回路を構成している電気素子(温度・電流を測定)の電気的特性の変化が進行し、見掛けの流量が減少したものと推定している。

### 【質問3】

メーカー推奨の交換頻度はどうなっているのか、また、東北電力ではどのように対応していたのか。

### 【回答3】

- メーカーからは、定期的な点検を推奨されていたものの定期的な取替の推奨はなかった。
- そのため、当社では1年に一度の定期点検にて性能確認を行うとともに、ダストサンプラー自体の交換に合わせて流量計の取替を行っていた。
- 当該流量計については、これまで特性が大きく変化するような異常は発生していなかったが、今回の事象が、使用開始から約8年※経過した後に発生したことを踏まえ、5年ごとの定期的な取替を行うこととした。

※不具合事象が発生した流量計は2015年から使用していた。

## 質問回答 (3/3)

### 【質問4】

その他、数多くある流量計の管理方法はどのようになっているのか。

### 【回答4】

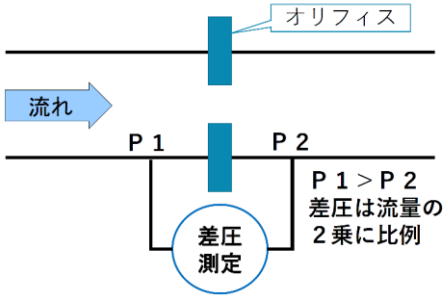
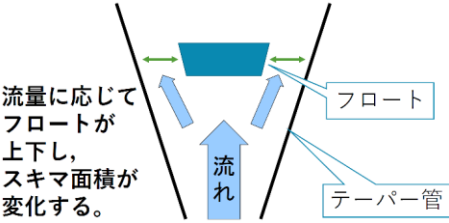
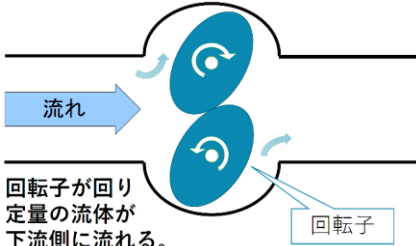
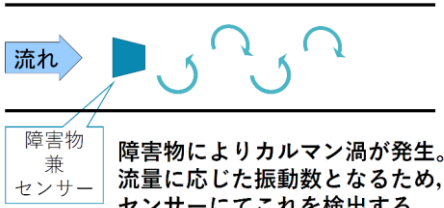
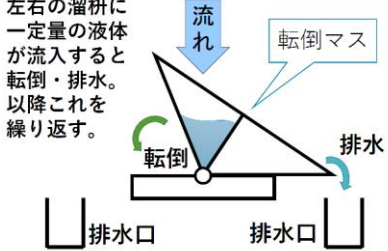
- 発電所に設置されている各流量計については、特性等に応じて1～2運転サイクルごとに定期的な点検・校正を行っている。(下表参照)
- 一般的に、計器については、正常に動作している状態であっても経時的に出力値が変化する可能性があるが、これまでの経験等を踏まえて、この変化量を許容される範囲内にコントロールすることが出来るよう点検周期を定めている。
- また、点検・校正とは別に、各計器の重要度や種類毎の摩耗故障の発生時期等を勘案して、必要に応じて計器本体の取替を行っている。

測定方式	測定原理	機械的損耗 に対する対応	測定の 安定性	点検周期 (運転サイクル)
差圧式	オリフィス、ベンチュリ管、フローノズル等により発生させた差圧を電氣的に測定。	—	普通	1～2
フロート式	テーパ管中に可動フロートを配置し、フロート位置により流量を測定。	定期的な 動作確認	普通	1～2
容積式	流体によって流路内の可動機構(回転子)を回転させて流量を測定。	定期的な 分解点検	普通	1～2
カルマン渦式	流路中に配置したセンサー下流にカルマン渦を発生させ、その振動数により流量を測定。	—	比較的高い	2
転倒マス式	液体を溜枳に流入させ、一定量貯まるごとに左右に交互に転倒させることによって流量を測定。	定期的な 動作確認	比較的高い	1

注：熱式流量計は主要システムの監視・測定には使用していない。

# 質問回答（参考）

## 各流量測定方式の例

差圧式	フロート式	容積式
 <p>オリフィス</p> <p>流れ</p> <p>P 1</p> <p>P 2</p> <p>差圧測定</p> <p><math>P 1 &gt; P 2</math> 差圧は流量の2乗に比例</p>	 <p>流量に応じてフロートが上下し、スキマ面積が変化する。</p> <p>フロート</p> <p>テーパ管</p> <p>流れ</p>	 <p>流れ</p> <p>回転子が回り定量の流体が下流側に流れる。</p> <p>回転子</p>
カルマン渦式	転倒マス式	
 <p>流れ</p> <p>障害物兼センサー</p> <p>障害物によりカルマン渦が発生。流量に応じた振動数となるため、センサーにてこれを検出する。</p>	 <p>左右の溜枳に一定量の液体が流入すると転倒・排水。以降これを繰り返す。</p> <p>流れ</p> <p>転倒マス</p> <p>転倒</p> <p>排水</p> <p>排水口</p> <p>排水口</p>	



参考

第166回女川原子力発電所環境調査測定技術会資料



# モニタリングステーション前網局における ダストサンプラー流量計異常について

2023年11月7日

東北電力株式会社

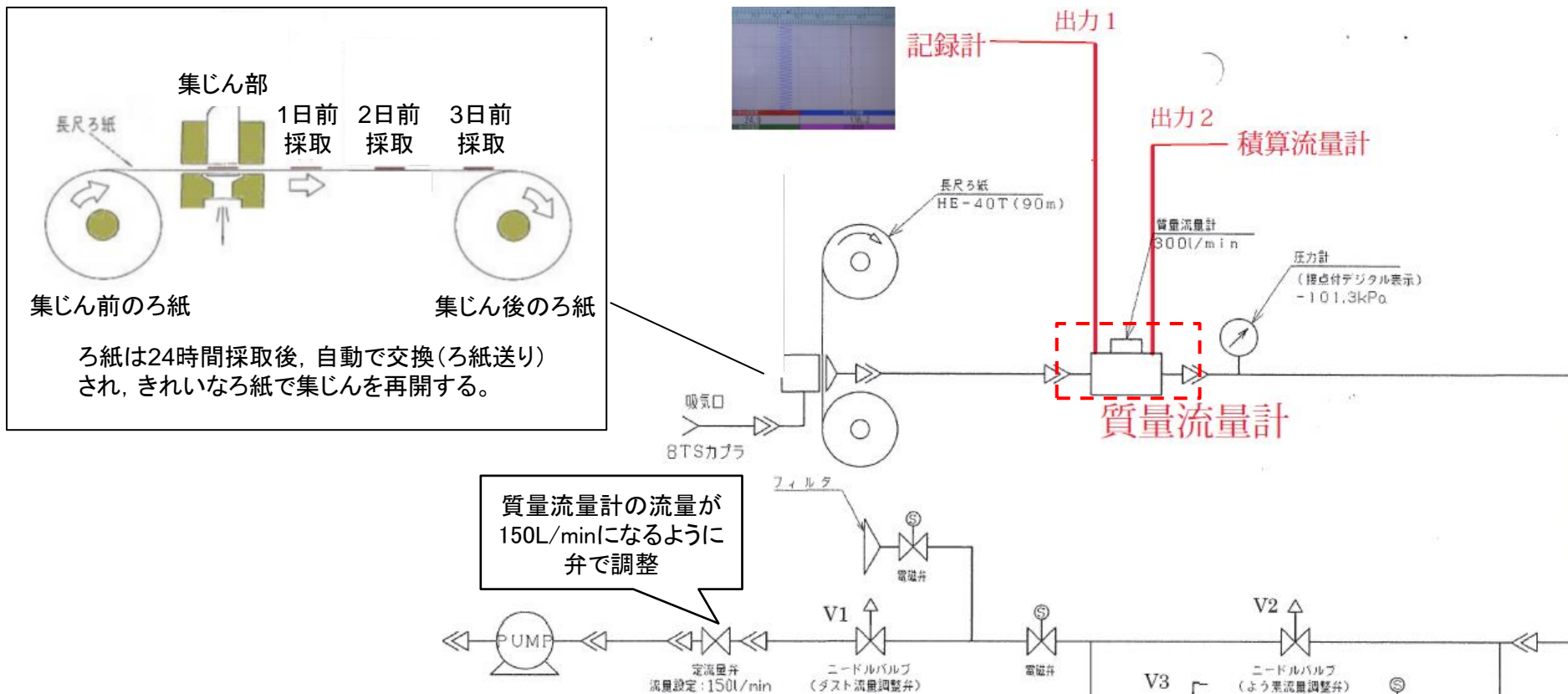


## 説明概要

- 2023年9月5日、モニタリングステーション前網局のダストサンプラー流量計の点検をした結果、指示誤差がメーカー基準値を逸脱していた。
- 前回点検(2022年9月22日)以降の流量を評価した結果、2023年7月から2023年9月までの期間については、当該流量計の誤差がメーカー基準値を逸脱していたと判断したことから、当該期間の値を参考値として扱うこととしたい。
- 参考値となるのはモニタリングステーション前網局の浮遊じんの核種分析結果のうち、今年度第2四半期の試料量( $m^3$ )および天然核種の濃度( $mBq/m^3$ )である。
- なお、当該期間中、人工核種は検出されていない。

# ダストサンプラーの概要

- 通常、ダストサンプラーは質量流量計の流量を150L/min程度として集じんを実施し、24時間毎に自動でろ紙が交換(ろ紙送り)される仕組みとなっている。
- 質量流量計で測定した流量は、記録計と積算流量計に表示・記録されており、積算流量計の値を浮遊じんの試料量に使用している。

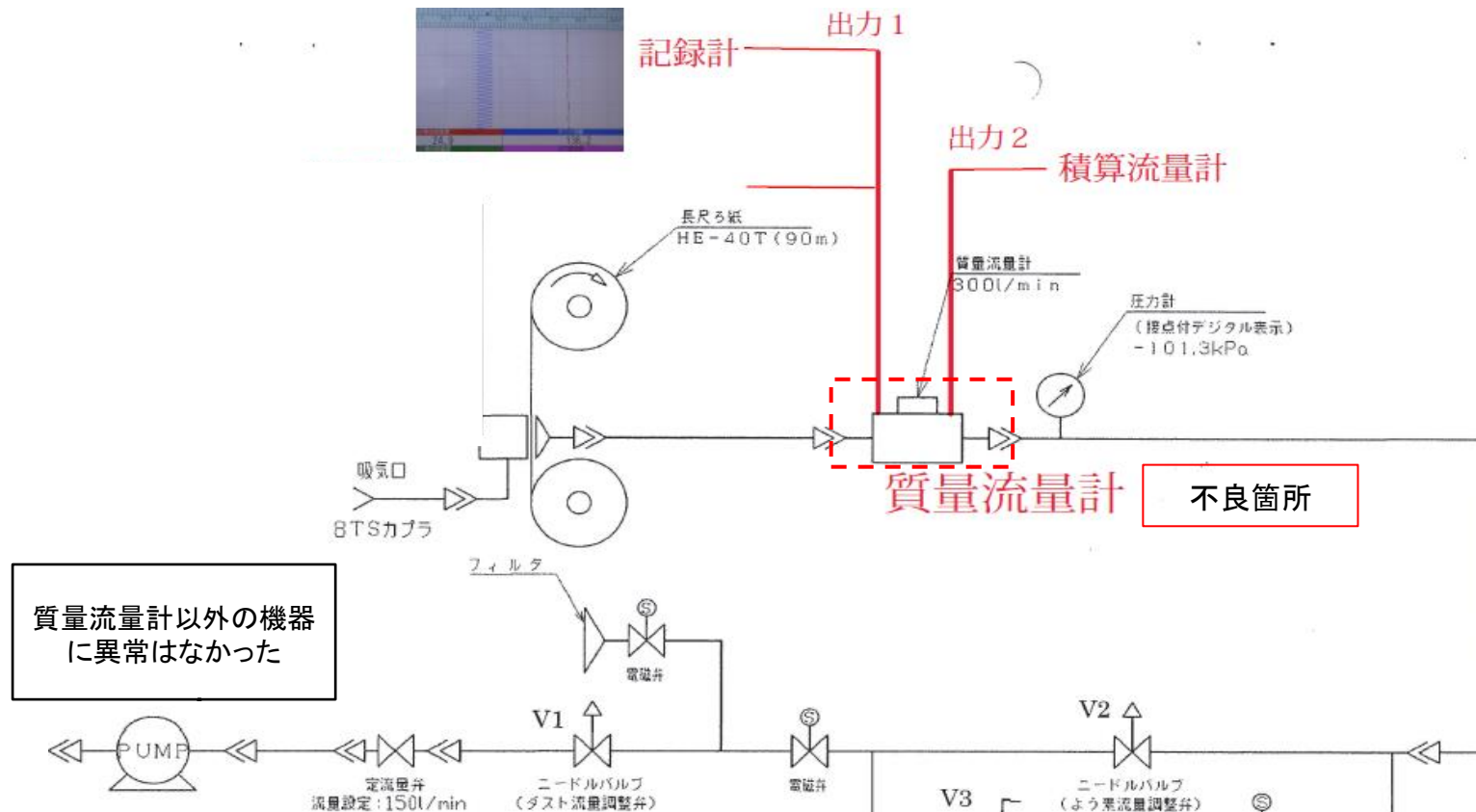


## 事象の経緯

- 2023年9月5日に、モニタリングステーション前網局の年次点検において、質量流量計を点検したところ、当該流量計の指示誤差が $-40\text{L}/\text{min}$ ※となっており、メーカー基準値( $\pm 30\text{L}/\text{min}$ )を逸脱していた。

※流量 $150\text{L}/\text{min}$ に対して指示値 $110\text{L}/\text{min}$ であった。

- 同日、当該流量計を新品に交換し、それ以降は問題ないことを確認している。
- なお、当該流量計以外の機器に異常はなかった。

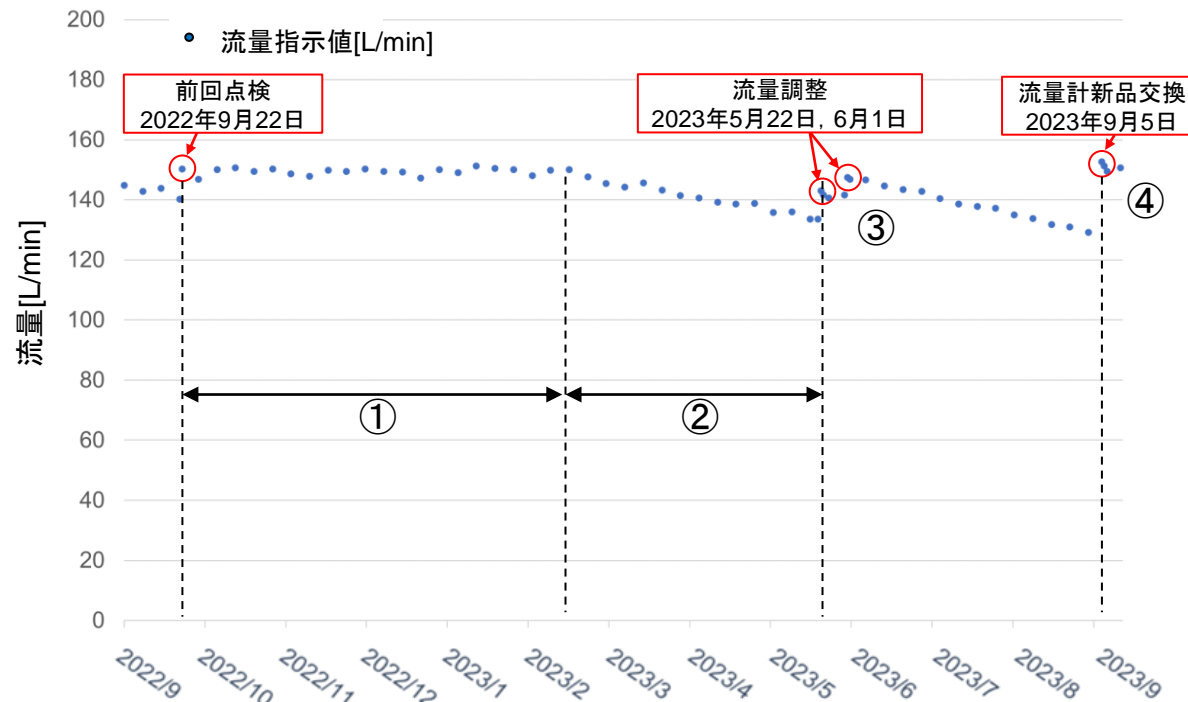


## ダストサンプラー流量の推移について

➤ ダストサンプラー流量の推移は以下のとおり。

- ① 2022年9月22日（前回点検）から2023年2月頃までは流量150L/min程度で安定していた。
- ② 2023年2月頃から流量の低下傾向が見られ、指示値が徐々に低下した。
- ③ 当該流量計の指示値が低下してきたことから、2023年5月22日および6月1日に弁の開度調整により流量を増やす調整\*を行った。
- ④ 2023年9月5日に当該流量計を新品に交換した。

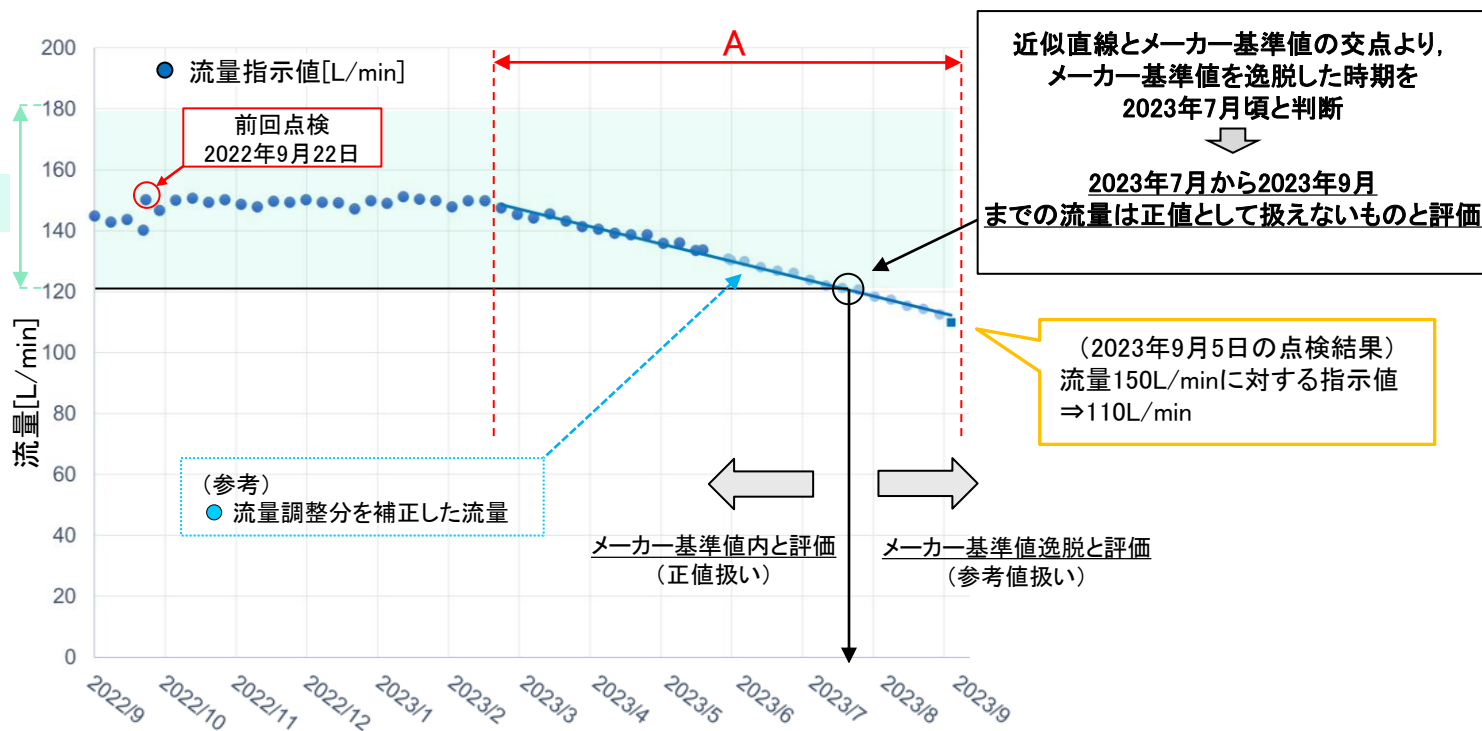
\* 当時、流量計の指示値低下はポンプの劣化等によるものと考え、流量計の不良とは判断していなかった。



モニタリングステーション前網局のダストサンプラー流量(ろ紙送り後)

## ダストサンプラー流量の評価結果

- 2023年2月頃からの当該流量計の低下傾向および2023年9月5日の点検結果より、流量の低下は直線的に推移していたと考えられる。
- 当該Aの期間で近似直線を引き、メーカー基準値(±30L/min)を逸脱した期間を推測した。
- その結果、メーカー基準値を逸脱した時期は2023年7月頃と推定し、7月以降～新品交換(9月5日)までの期間の流量は正值として扱えないもの(参考値扱い)と評価した。



モニタリングステーション前網局のダストサンプラー流量(ろ紙送り後)

## 報告値の扱いについて

- 報告値のうち、参考値となるのはモニタリングステーション前網局の浮遊じんの今年度第2四半期の試料量(m<sup>3</sup>)および天然核種の濃度(mBq/m<sup>3</sup>)である。(下表の赤枠部)
- 当該流量計は実流量より少なく計測していたことから、正しい試料量(m<sup>3</sup>)は報告値よりも多く、また、正しい天然核種の濃度(mBq/m<sup>3</sup>)は報告値よりも小さいため、保守的に評価できているものと考えられる。
- なお、人工核種については検出されていなかったことから、影響はなかった。

単位：mBq/m<sup>3</sup>

調査機関		東北電力					
試料名		浮遊じん					
採取地点		塚浜MS			前網MS		
採取期間		R5.7.3～ R5.8.1	R5.8.1～ R5.9.1	R5.9.1～ R5.10.2	R5.7.3～ R5.8.1	R5.8.1～ R5.9.1	R5.9.1～ R5.10.2
対象核種	Mn- 54	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Co- 58	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Fe- 59	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Co- 60	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Cs-134	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Cs-137	ND	ND	ND	ND	ND	ND
天然核種	Be- 7	1.83±0.03	0.96±0.02	2.04±0.03	[3.16±0.04]	[2.14±0.03]	[3.11±0.03]
	K - 40	ND	ND	ND	ND	ND	ND
試料量(m <sup>3</sup> )		6330	6728	6789	[5886]	[5998]	[6662]
測定時間(秒)		80000	80000	80000	80000	80000	80000
備考					*	*	*

\* ダストサンプラー流量計の経年劣化に伴う指示不良により、記録されていた試料量が実試料量よりも低い値となっていたことから、試料量およびBe-7の濃度について、参考値扱いとし、カッコ [ ] 書きで示す。

## 原因と再発防止対策について

- 流量計不良の原因は、経年劣化であった。
- そのため、再発防止対策として、定期的な流量計の交換を行うとともに、日常の巡視点検にて流量の異常兆候が確認された場合は、従前のような流量調整を実施するのではなく、詳細点検を実施し、必要に応じて不良箇所の取替を実施する。