

多核種除去設備 B系統出口水放射能濃度上昇について

平成26年3月24日
東京電力株式会社



東京電力

原因調査ならびに浄化運転の開始について

■ 推定原因

多核種除去設備（B）系出口水の放射能（全ベータ）濃度上昇が確認された原因は、クロスフローフィルタ（以下、CFF）の不具合により透過したSrを多く含む炭酸塩が吸着塔内等に残存し、時間をかけて流出して中性域で溶解した結果、系統出口まで到達したものと推定。

■ （A），（C）系による浄化運転の開始

* CFF不具合の原因究明、（B）系の除染・復旧と並行して、3月24日より、健全な（A），（C）系を用いた移送系統の浄化を目的とした処理を、出口水放射能濃度上昇防止対策および処理水タンクへの汚染拡大防止の対策を講じた上で開始。

* 今後、1週間を目途に（A）系の運転を停止し、吸着材の交換やCFFの酸洗浄作業を実施する予定。（停止期間は10日程度の見込み）

＜実施予定の作業＞

- ・ 吸着材の交換（1A，2A，4A）
- ・ CFFの酸洗浄
- ・ バックパルススポット点検（新型バックパルススポット交換による信頼性向上）

推定要因評価と原因調査方針（1 / 2）

- Sr*1の影響と考えられる高い全ベータ濃度が確認された推定要因は以下のとおり。

推定要因分析

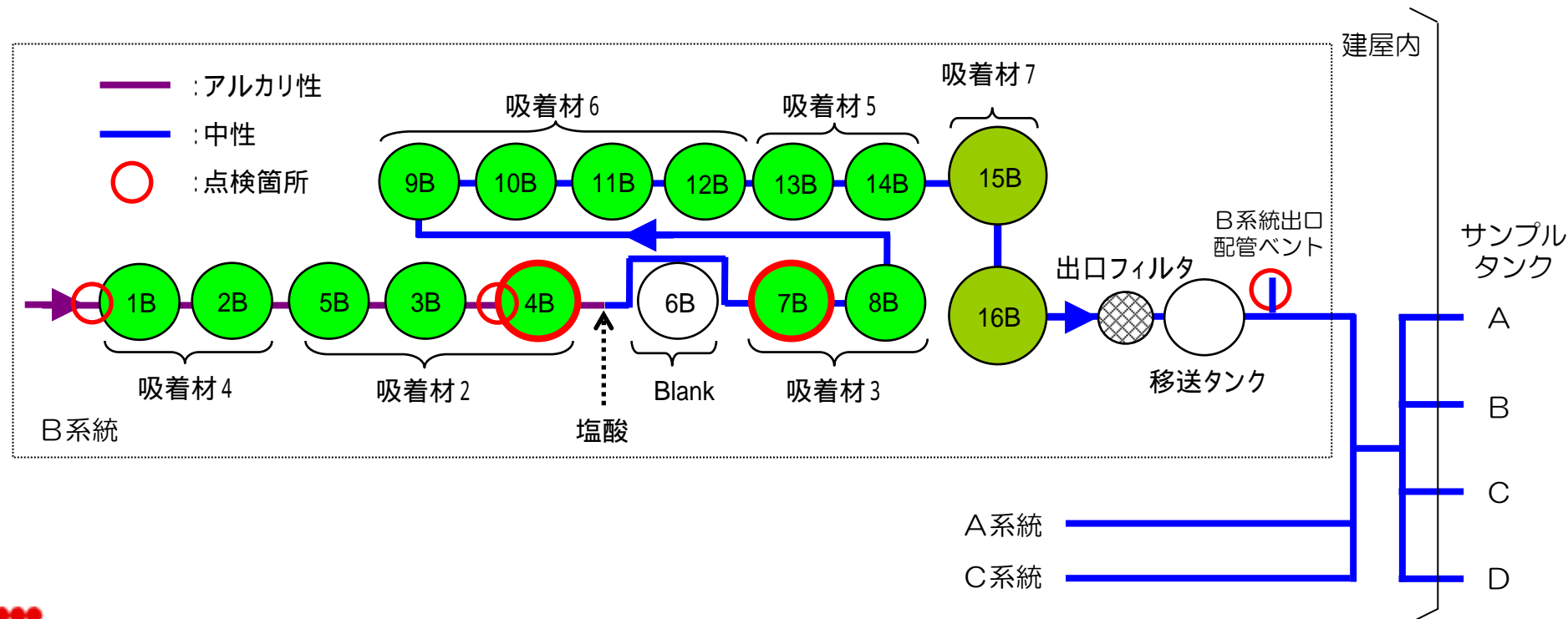
	要因1	要因2	確認方法	評価	状況
B系統 出口水 全β 放射能 濃度上昇	Sr 吸着塔 (吸着塔3~5)の 性能不足	バルブの開閉誤り	ラインナップ確認	×	ラインナップに問題ないことを確認
		バルブのシートパス	線量上昇の評価	×	高い全ベータ濃度が検出されていることから、バルブのシートパス等による微量なリークの可能性は小さい
		吸着材2 (Sr除去)の破過	交換時期の確認	×	Sr除去塔先頭の吸着材(吸着塔4B)の交換直後(3/12)であり、除去性能は十分
	前処理(炭酸塩沈殿)*2 の性能不足	薬液注入不足等による性能不足	前処理出口性能の確認	×	前処理出口性能に有意な変動がないことを確認
		CFF3Bを透過した炭酸塩の吸着塔、配管内等への残存	内面目視確認 洗浄液の線量確認	△	調査実施

* 1 Srは前処理(炭酸塩沈殿)とSr 吸着塔にて除去

* 2 CFF 3Bから炭酸塩の透過が確認されており、3月2日に隔離、3月6日~13日にCFF 3Bの交換を実施している。なお、CFF 3B以外のCFFから炭酸塩の透過は確認されておらず、交換後のCFF 3Bからも炭酸塩の透過は確認されていない。

推定要因評価と原因調査方針（2/2）

- C F F 3Bを透過した炭酸塩は吸着塔に捕獲され、吸着塔の差圧を上昇させていたことから逆洗による除去を実施していたが、配管もしくは吸着塔内等に炭酸塩が残存し、出口まで到達したものと推定。
- 特にSr吸着塔（吸着材2）以降はアルカリ液性が中和されるため、炭酸塩が溶解し、短時間に系統出口まで到達すると推定。
 - ➡ アルカリ液性が中和される前（吸着塔4B）、後（吸着塔7B）の吸着塔内部の調査を実施。また、配管内についても調査を実施。



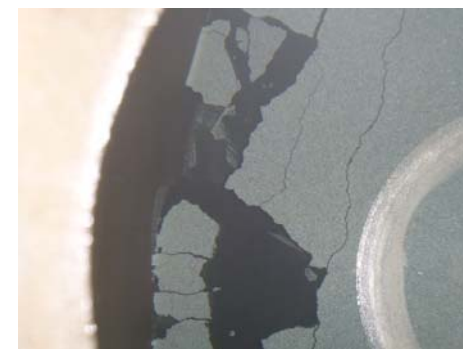
原因調査結果（1 / 3）

■ 吸着塔内部調査結果



←吸着塔4 B内部（上部点検口から撮影）

吸着材2の表層部に灰色の堆積物（炭酸塩と推定）を確認。



吸着塔7 B内部（上部点検口から撮影）→

吸着材3の表層部に微少な灰色の堆積物（炭酸塩と推定）を確認。

	酸性薬液注入前*		酸性薬液注入後	
	pH	Ca濃度	pH	Ca濃度
吸着塔4 B 吸着材	12.2	0.1ppm以下	6.0	約145ppm
吸着塔7 B 吸着材	7.3	約0.2ppm	2.1	約1ppm

吸着材表層の一部（10ml程度）をサンプル採取し、酸性薬液を加え、Ca濃度を測定した結果、Ca濃度が上昇。

吸着塔4 B、7 B共に内部に炭酸塩が存在していたと評価。

*約200mlの精製水で希釈

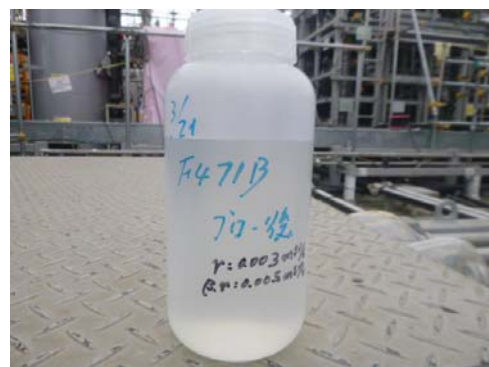
原因調査結果（2 / 3）

■ 配管内部調査結果



←吸着塔1 B入口配管内部
僅かな付着物（白色）を確認。

吸着塔4 B入口配管入口→
付着物（白色）は確認されず。

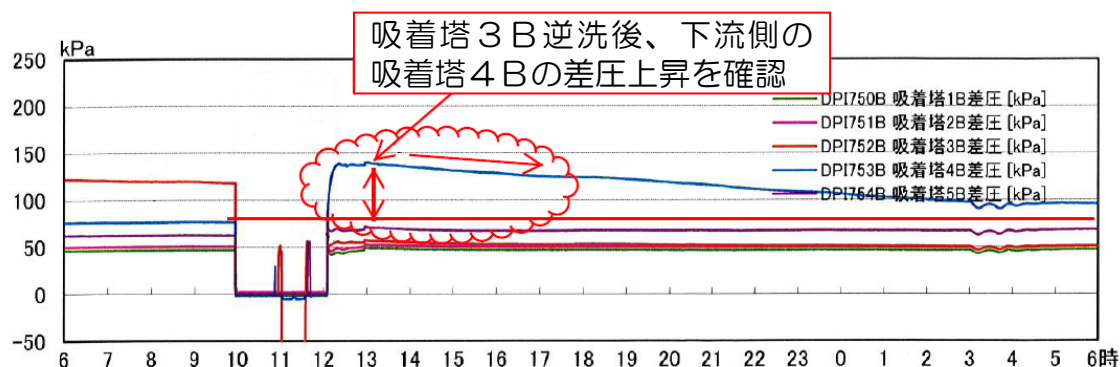


←B系統出口配管ベント（淀み部）ブロー水
白い堆積物等は確認されず。

吸着塔上流側（吸着塔1 B）の配管内には僅かな白い付着物（炭酸塩と推定）が確認されたものの、それ以降には確認されなかったことから、配管内に炭酸塩はほとんど残存していないと評価。

原因調査結果（3 / 3）

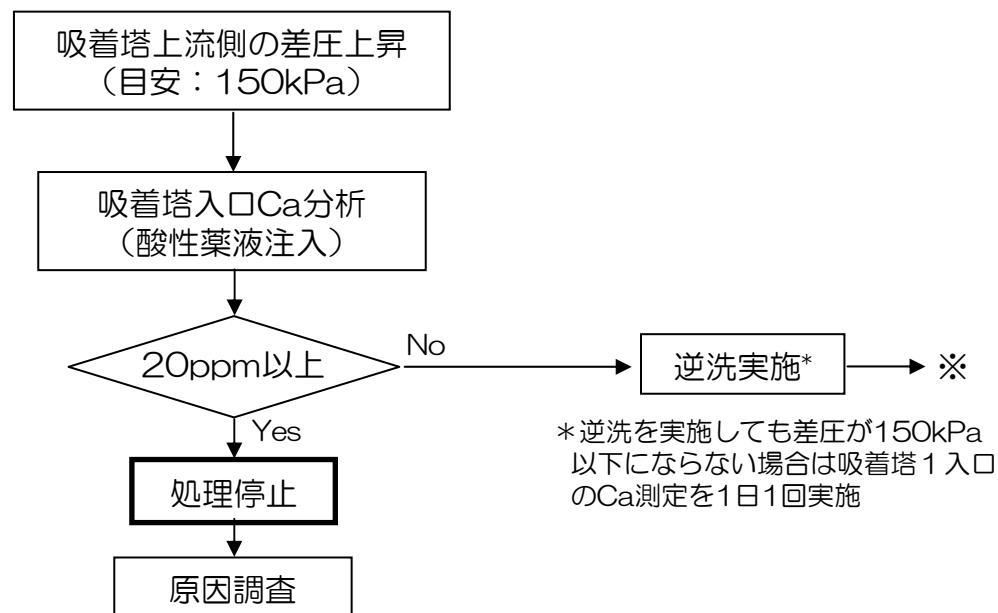
- （B）系の吸着塔内等に炭酸塩の残存が確認されたこと、特に中性域の吸着塔7 B内に微量の炭酸塩が確認されたことから、残存した炭酸塩が中性域にまで達して溶解し、出口の全ベータの放射能濃度を上昇させたと推定。
今後、除染方法を検討。
- 残存した炭酸塩は徐々に下流側へと拡散したと推定。また、逆洗は吸着塔表面に堆積した大部分の炭酸塩除去に効果はあったと想定されるものの、残存した炭酸塩を均等化し、下流側へ透過させる時期を早めたと推定（逆洗後、下流側の差圧上昇を確認）。



吸着塔逆洗後、下流側吸着塔の差圧が上昇した例（吸着塔3 B逆洗 3 / 1 4）

再発防止対策（出口水放射能濃度上昇防止）

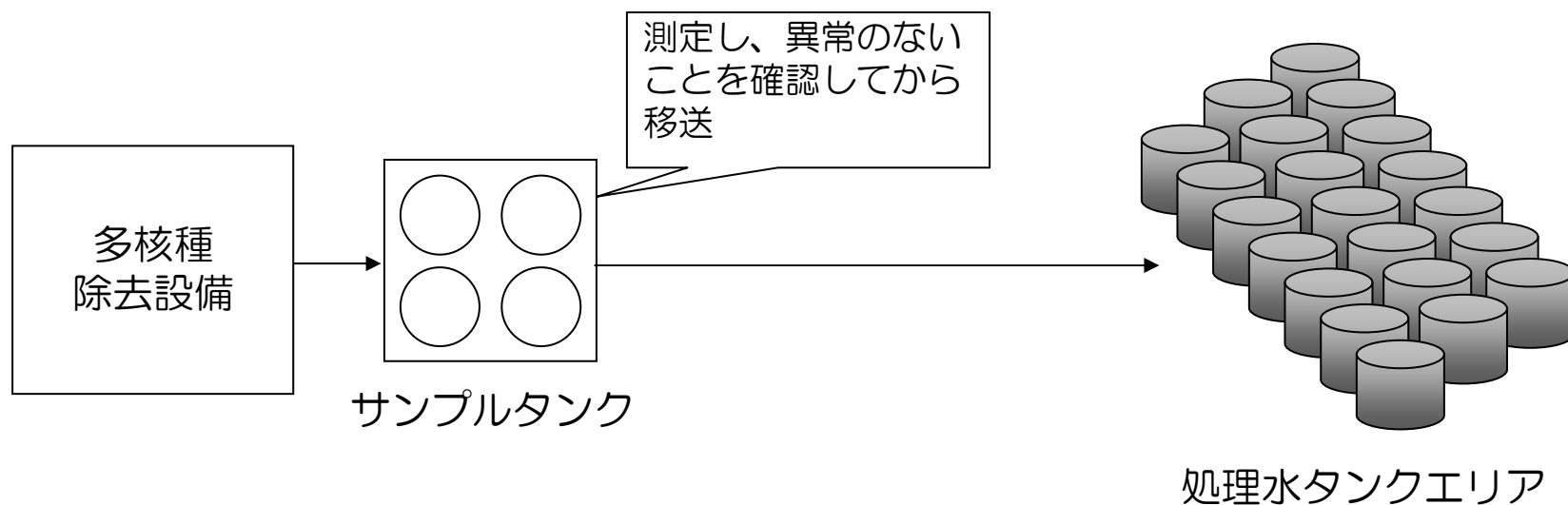
- 炭酸塩透過が発生したCFF3Bの分解調査の結果に応じて、再発防止対策及び水平展開処置を実施予定（現在除染方法の検討中）。
- CFFを透過した炭酸塩は吸着塔上流側（特に1塔目）の差圧を上昇させる。吸着塔1B差圧の上昇傾向が確認されたのは1月中旬ごろであり、逆洗等の不定期作業の影響も考えられるものの、出口性能に影響が出るまで約2ヶ月（うち点検停止期間約1ヶ月程度を含む）を要している。
- 今後、CFFの炭酸塩透過事象が発生した場合、出口性能に影響が出る前（逆洗による下流側への透過を早める前）に処理を停止するよう、以下の判断フローの周知徹底をする。



吸着塔上流側の逆洗実施判断フロー

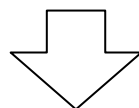
再発防止対策（処理水タンクへの汚染拡大防止）

- 万が一、サンプルタンクへ高い放射能濃度の多核種除去設備出口水が流入した場合、処理水タンク（Jエリア等）への拡大を防ぐため、**処理水タンクへ移送する都度、サンプルタンク水の測定を実施**し、高い放射能濃度が確認されないことをもって移送する運用とする。



(A) ・ (C) 系を用いた浄化運転 (1 / 2)

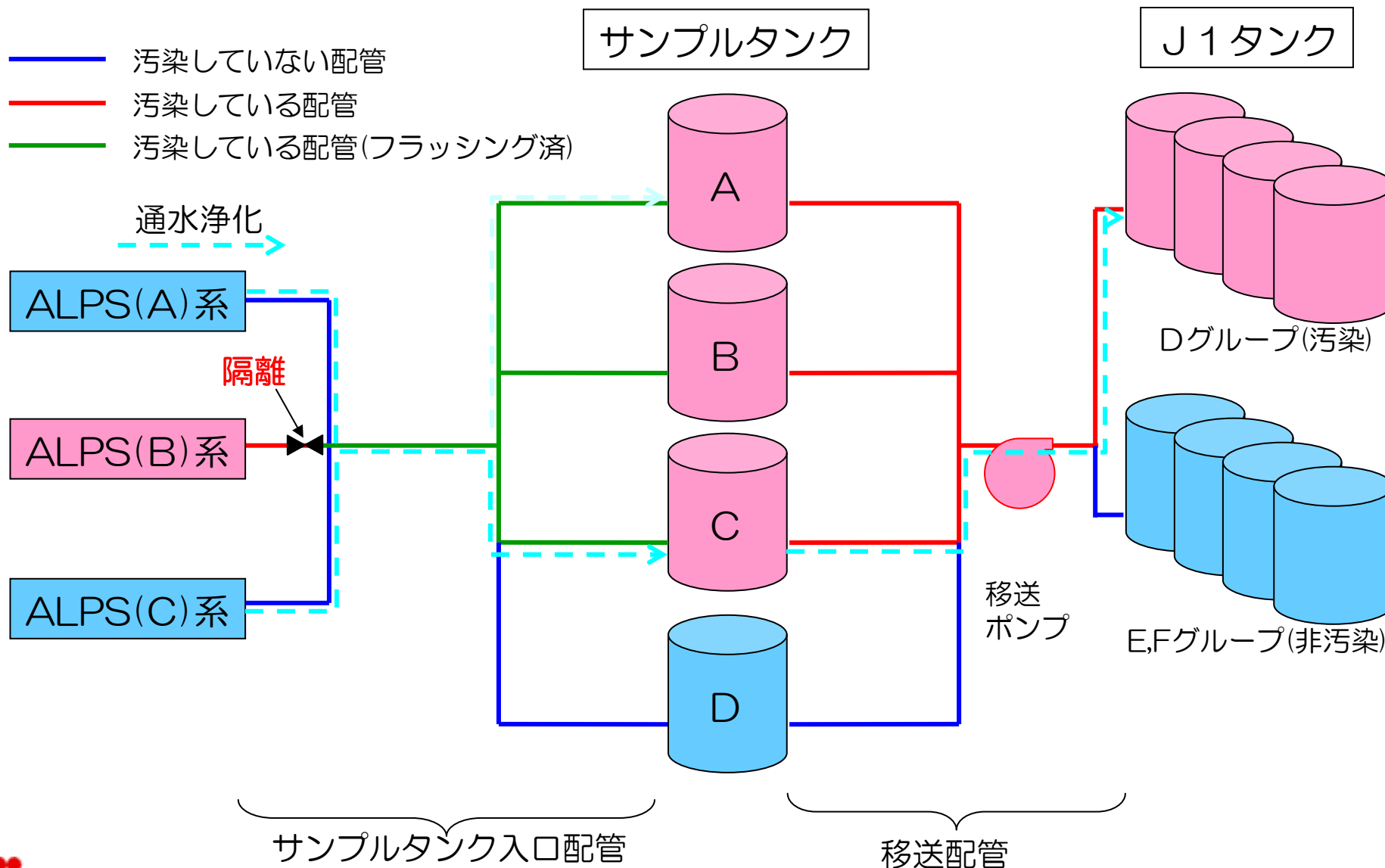
- (A) ・ (C) 系は、除去性能に異常のないことを確認しており、現時点でC F Fからの炭酸塩の透過も確認されていないため、通水浄化水源として利用可能。
- (A) ・ (C) 系統の円滑な運転に向けて、サンプルタンク2基(受入・分析用と移送用)の活用を検討。
 - まずは、サンプルタンクCを活用する。
- J1エリアへの移送配管は、汚染が確認されている。



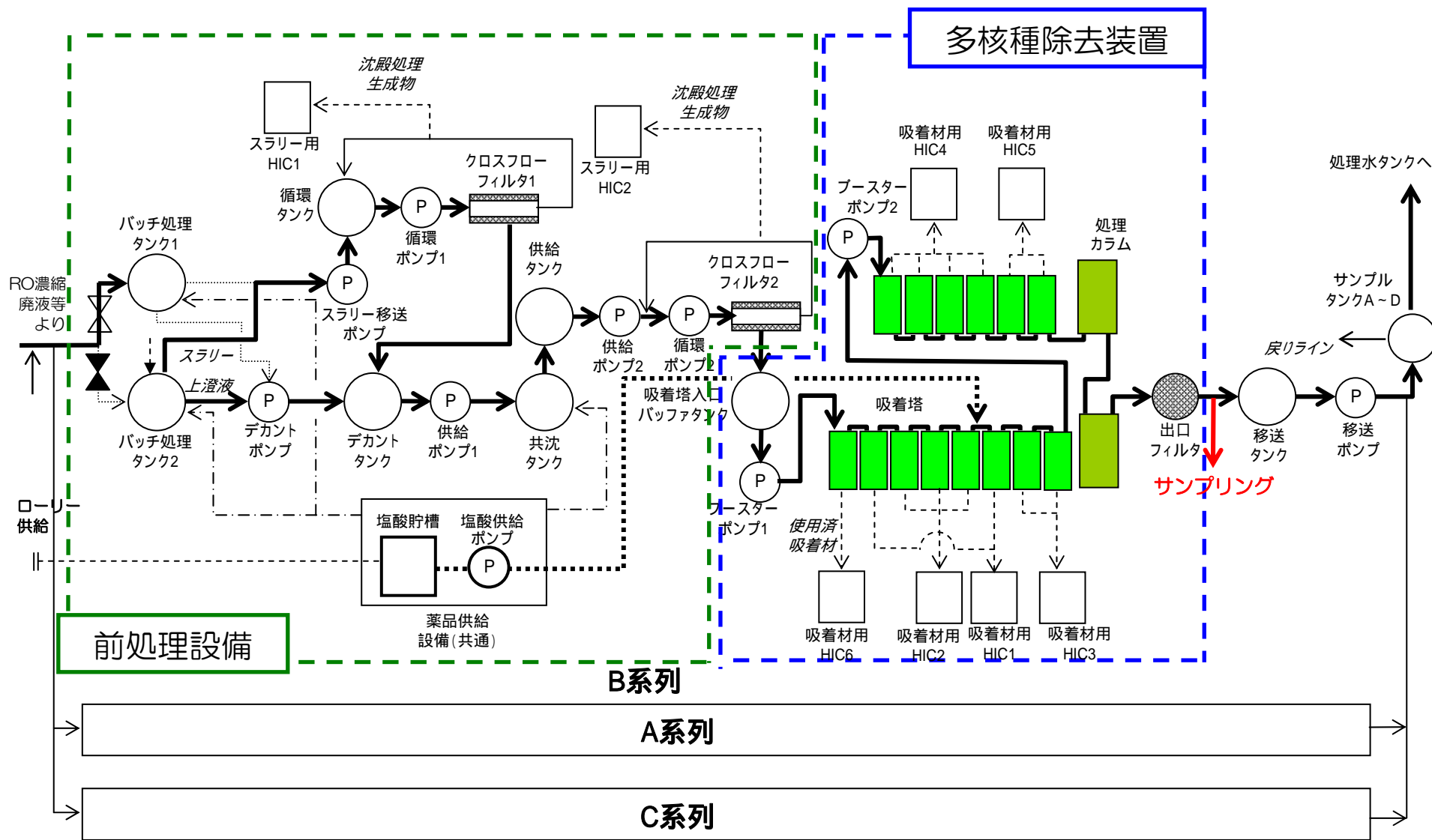
- 3 / 24より、(A) ・ (C) 系を用いて、汚染のある配管(サンプルタンク入口配管, J1エリア移送配管)およびサンプルタンクCの**浄化を目的とした通水運転**を実施。
- 通水浄化に用いた水の移送先は、当面、J1Dタンク(9基)を使用。
- 浄化運転の結果確認として、配管およびサンプルタンクに内包される水の**サンプリング・全ベータ値の確認を行う**。

サンプリング箇所	時期	目的
A系出口水	起動後	異常のないことを確認
C系出口水	起動後	異常のないことを確認
サンプルタンクC入口水	起動後及びタンク満水前	浄化状況の傾向確認
サンプルタンク水	移送前(毎回)	浄化状況の傾向確認
J1Dタンク移送ライン水	移送時(毎回)	浄化状況の傾向確認

(A)・(C)系を用いた浄化運転(2/2)



【参考】 系統概略図



【参考】時系列

<3/6(木)~3/13(木)>

運転時に発生した上流側の吸着塔の差圧上昇の原因調査において、C F F 3 Bのろ過側出口水からスラリー成分が確認されたことをうけて、(B)系の処理運転を停止し、当該C F Fの除染および点検を実施。

<3/13(木)>

14:32 (B)系の処理運転を再開。

<3/14(金)>

13:00 (B)統の出口水について定期サンプリングを実施。異常なし。

<3/17(月)>

10:45 (B)統の出口水について定期サンプリングを実施。

<3/18(火)>

9時頃 分析結果を確認し、B系統の出口水に高い放射能濃度を確認
全ベータ： 10^7 Bq/L オーダー(通常： 10^2 Bq/L 程度)
他核種： 10^2 ~ 10^1 Bq/L オーダー(通常と同等)

12:04 C F F 洗浄のため (B)系処理停止

13:21 サンプルタンクA~Cの水についても簡易測定の結果、高い放射能濃度を確認

13:38 (A)系処理中断(処理水タンク(J1(D))への移送を停止するため)

13:39 (C)系処理中断(同 上)

(B)系処理停止時点での出口性能以外の異常(漏えい等)は確認されていない

【参考】 影響範囲調査

- (B) 系の出口水に高い放射能 (全ベータ) 濃度を確認したことから、以下のサンプリング調査を実施

対象箇所	採取日	分析結果(オーダー)
(B) 系の主要箇所	3/18(火)	Sr吸着塔以降に高い放射能濃度を確認 (全ベータ: $10^6 \sim 10^7$ Bq/L)
サンプルタンク A~C	3/18(火)	高い放射能濃度を確認 (全ベータ: $10^6 \sim 10^7$ Bq/L)
処理水タンク (J1Dエリア受入タンク(D1))	3/18(火)	高い放射能濃度を確認 (全ベータ: $10^6 \sim 10^7$ Bq/L)
処理水タンク (J1(D4,D5,D6,D7))	3/19(水)	J1(D4,D5,D6,D7)に高い放射能濃度を確認 (全ベータ: $10^4 \sim 10^5$ Bq/L)
処理水タンク (J1(E5,F7))	3/19(水)	J1(E5,F7)に通常時と同程度の放射能濃度を 確認 (全ベータ: 10^2 Bq/L)
(A) 系, (C) 系 出口水	3/17(月)	通常と同程度の放射能濃度 (全ベータ: 10^2 Bq/L)

- 処理水タンク(J1(Dエリア (D1~9)))に高い放射能濃度を確認
- (A), (C) 系については、除去性能に異常のないことを確認

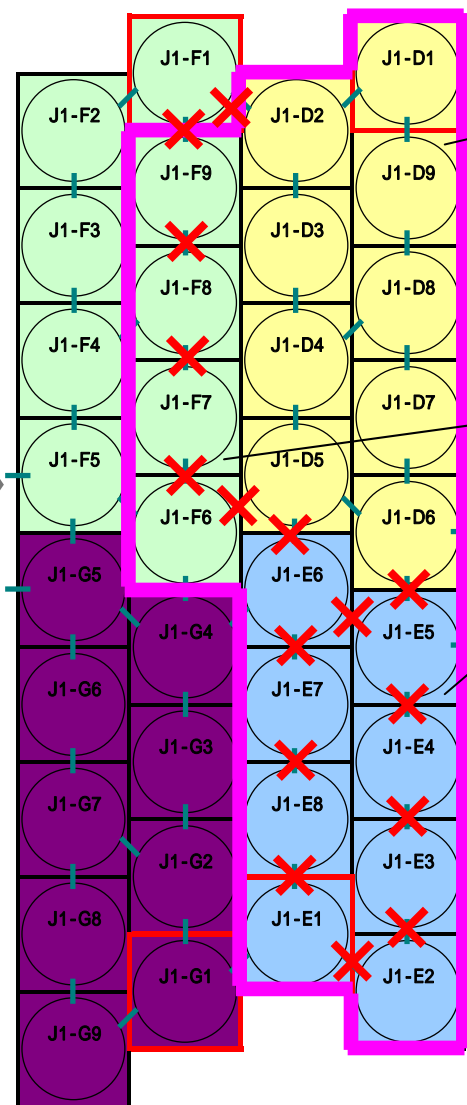
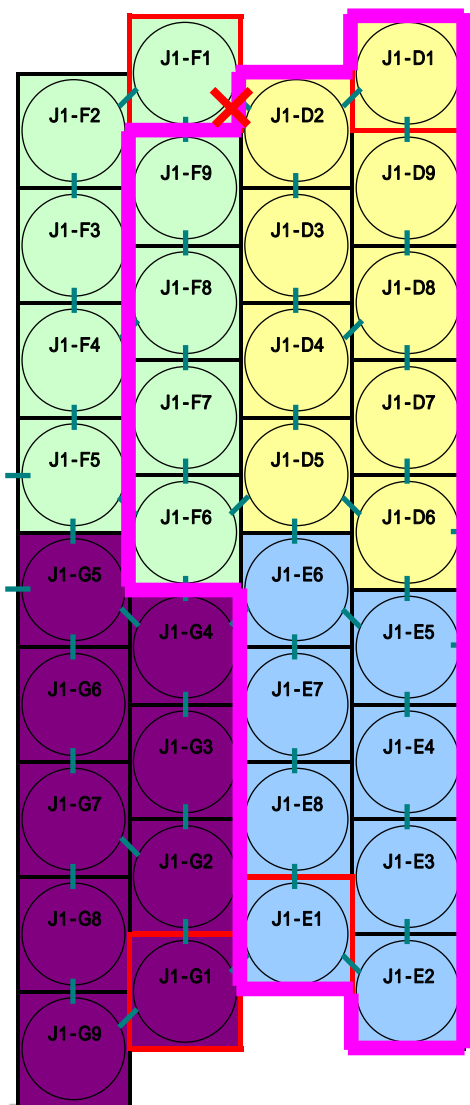
【参考】処理済水受入タンク

～3月18日 連絡弁の開閉状況

3月24日 現在

□ : 処理済水受入タンク
(これ以外は未施工)

✕ : 弁閉運用 (3月24日時点)



【Dエリア】
水質： $10^4 \sim 10^7 \text{Bq/L}$
〔洗浄運転の排出先として使用する
受入可能量 約 $1,500 \text{m}^3$ 〕

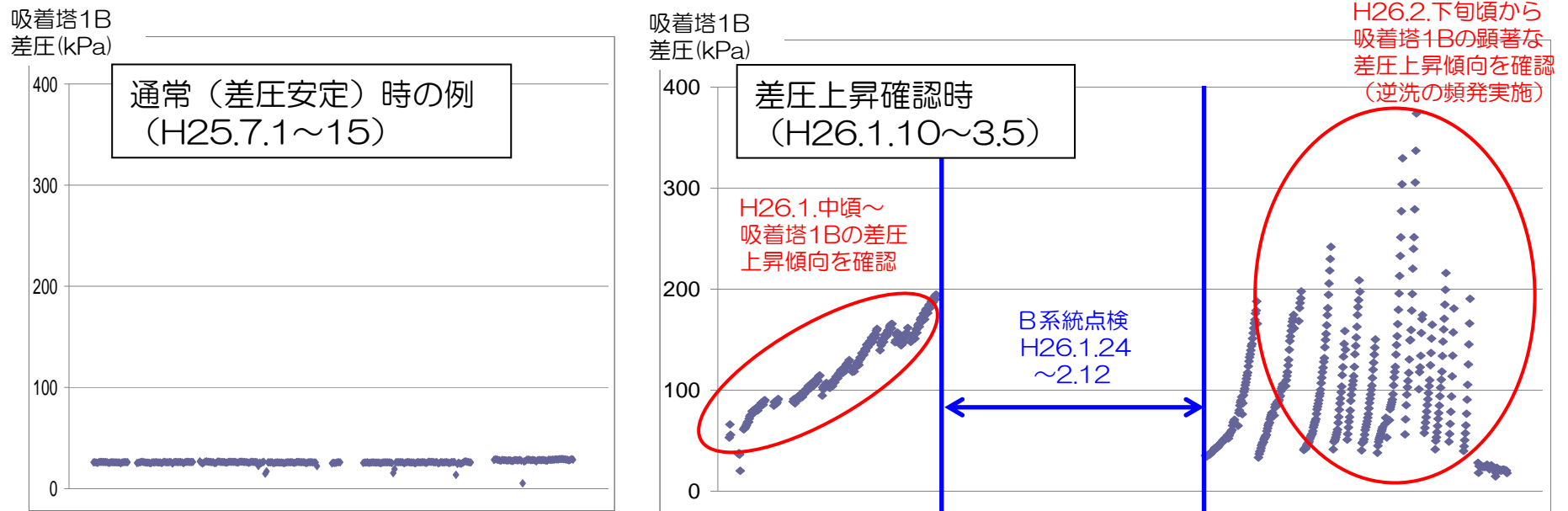
【Fエリア】
水質： 10^2Bq/L

【Eエリア】
水質： 10^2Bq/L

Dエリアに汚染あり
E・Fエリアは汚染なし

【参考】 C F F 3 B 炭酸塩透過発生時期の推定

- C F F 3 Bから透過した炭酸塩スラリーは吸着塔1 B等で捕獲され、差圧上昇傾向が確認される。差圧の上昇傾向は1月中旬頃から確認されているため、この頃から炭酸塩透過事象が発生していたと推定。



吸着塔1 B差圧の時系列変化