

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27日
東京電力株式会社



事象の概要

- 多核種除去設備（B）系について、クロスフローフィルタの点検のため停止していたが、起動後の（B）系出口で採取した処理後の水（3/17採取）に、通常より高い放射能濃度が確認された。
- 汚染範囲拡大防止のため、同日（A）系および（C）系についても処理を停止し、多核種除去設備の処理水移送先である処理水タンク(J1(Dエリア))の弁を閉止した。
- （B）系と同日に採取した（A）系および（C）系の出口水は、全 β 核種濃度測定の結果、通常と同程度の値であり、除去性能に異常はないことが確認された。
- 一方、3/18に採取した処理水タンク(J1(D1))およびサンプルタンクA～Cの水については高い放射能濃度が確認された。

時系列

<3/14(金)>

13:00 B系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系統の出口水について定期サンプリングを実施。

11:40 化学分析棟(1F入退域管理施設に併設)に持込

14時頃 分析担当より、当該サンプリング試料の放射能濃度が高い可能性がある旨連絡あり

15時頃 5/6号ホットラボへ場所を変え、分析を実施。

<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β： 10^4Bq/cm^3 オーダー(通常： 10^{-1}Bq/cm^3 程度)

他核種： $10^{-1}\sim 10^{-2}\text{Bq/cm}^3$ オーダー(通常と同等)

12:04 B系処理停止(クロスフローフィルタ洗浄のため)

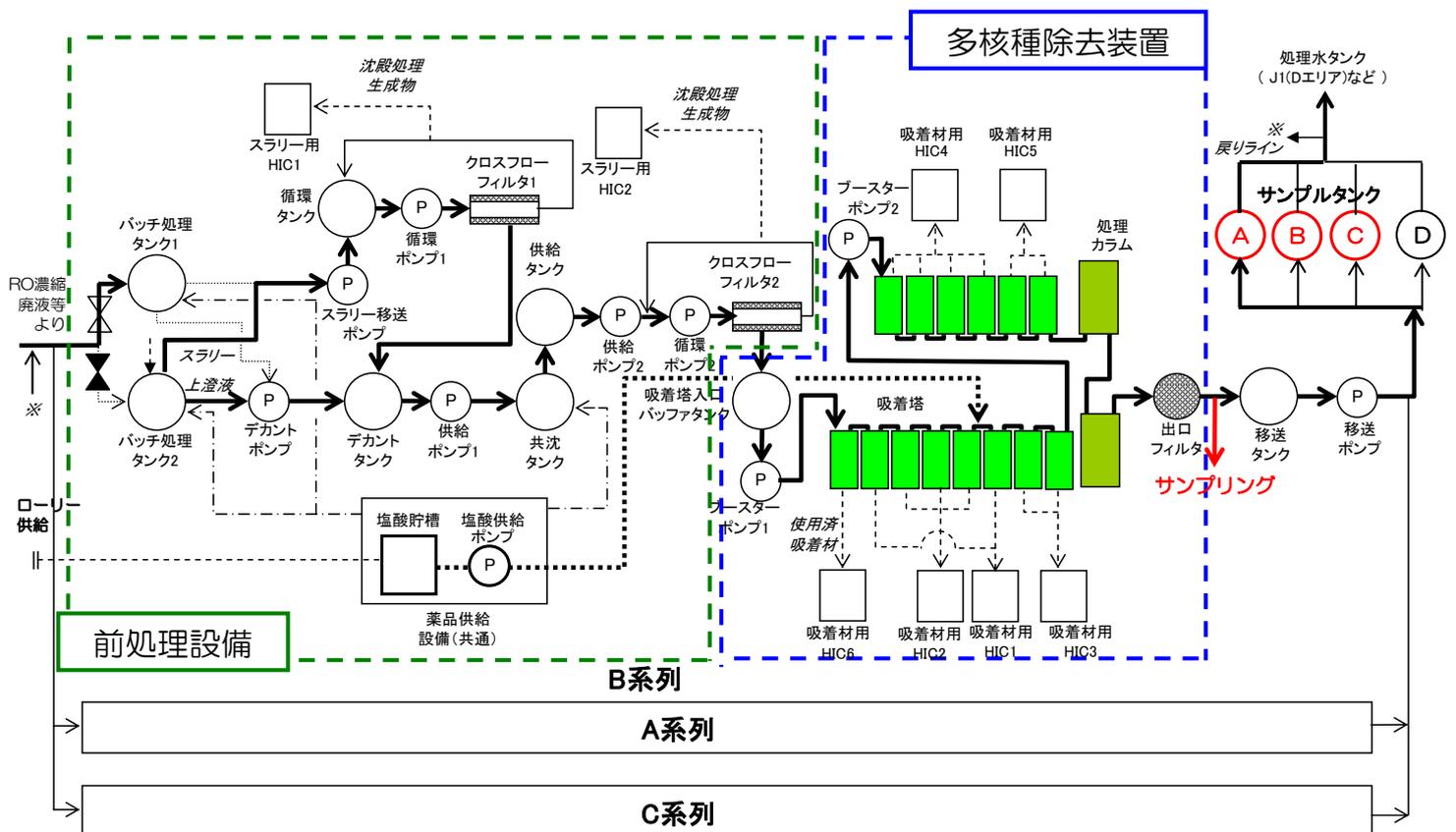
13:21 サンプルタンクA~Cの水についても簡易測定の結果、高い放射能濃度を確認

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

13:39 C系処理中断(同 上)

B系統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

系統概略図



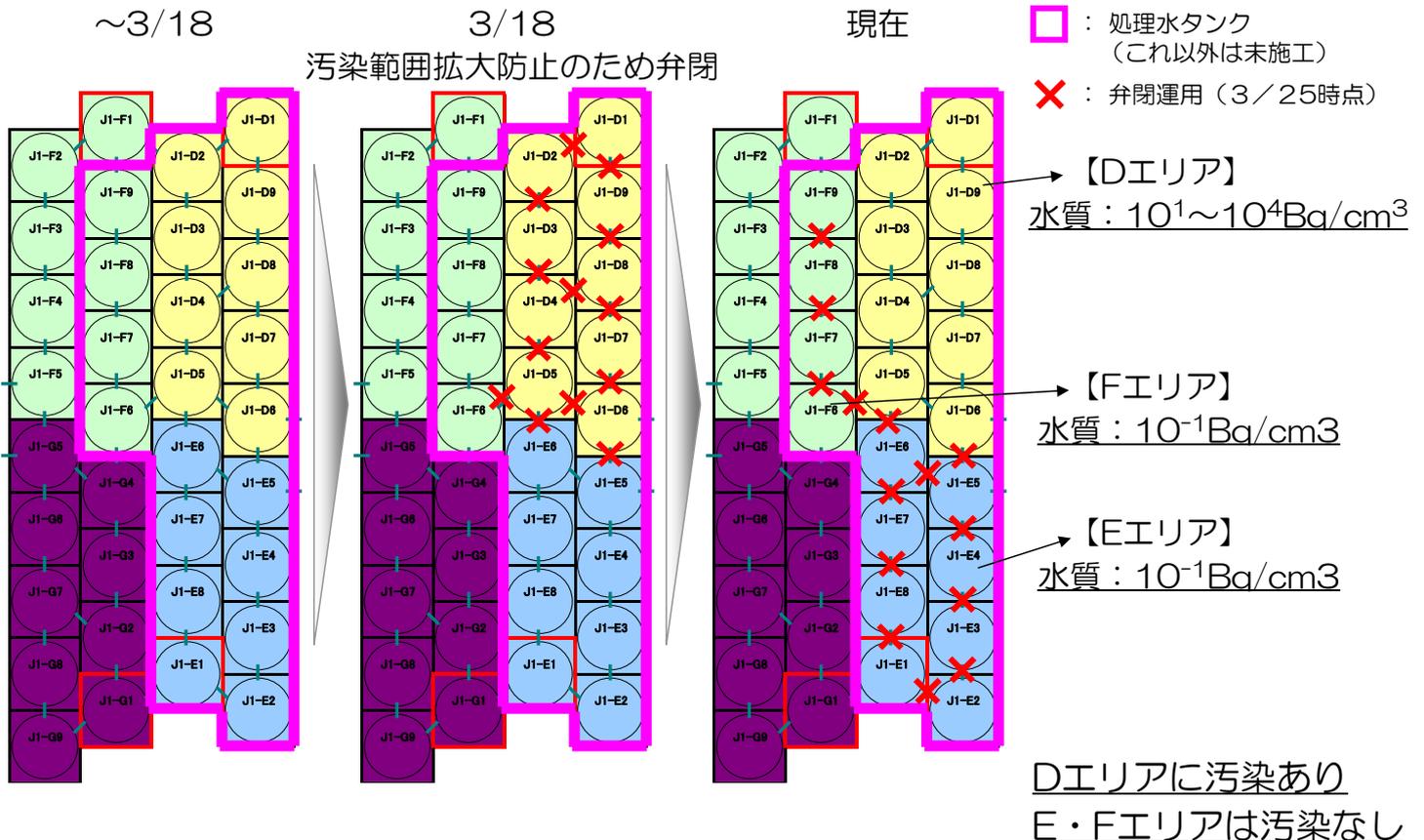
放射能濃度測定結果 (1 / 2)

- B系統の出口水に高い放射能（全β）濃度を確認したことから、下記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β : $10^3 \sim 10^4 \text{Bq/cm}^3$)
サンプルタンク A~C	3/18(火)	高い放射能濃度を確認 (全β : $10^3 \sim 10^4 \text{Bq/cm}^3$)
処理水タンク (J1 (D1))	3/18(火)	高い放射能濃度を確認 (全β : $10^3 \sim 10^4 \text{Bq/cm}^3$)
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β : $10^1 \sim 10^2 \text{Bq/cm}^3$)
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β : 10^{-1}Bq/cm^3)
A系統,C系統 出口水	3/17(月)	通常と同程度の放射能濃度 (全β : 10^{-1}Bq/cm^3)

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

放射能濃度測定結果 (2 / 2)



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β濃度が確認された推定要因を以下に示す。

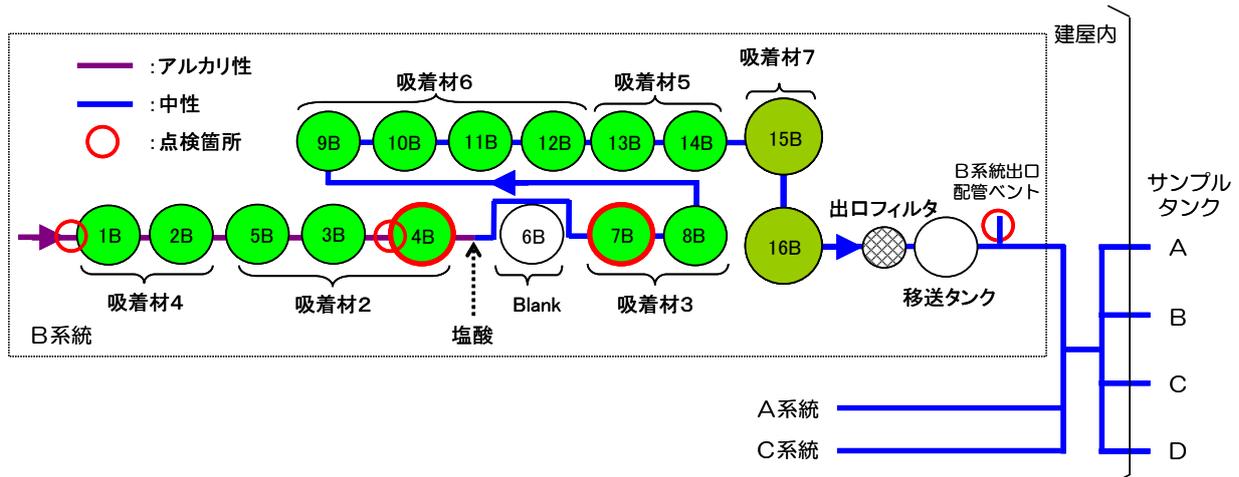
推定要因分析

	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β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(炭酸塩スラリー沈殿)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
クロスフローフィルタを透過した炭酸塩スラリーの吸着塔、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(炭酸塩スラリー沈殿)とSr 吸着塔にて除去

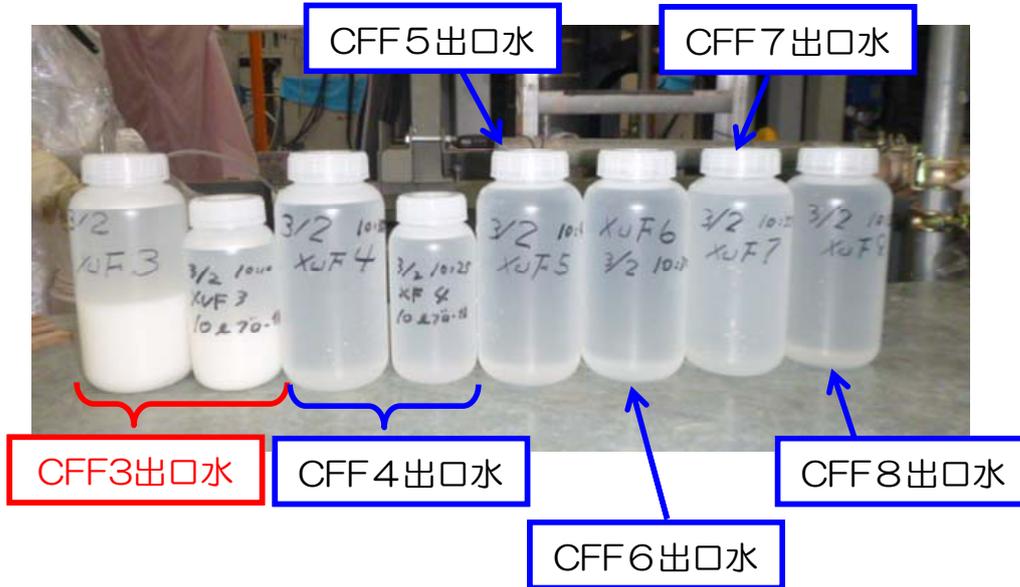
推定要因評価と原因調査方針（2 / 2）

- クロスフローフィルタ(以下、CFFと言う)3Bを透過した炭酸塩スラリーが、出口まで到達したものと推定。
- 残存した炭酸塩スラリーにより吸着塔の差圧が上昇したため、逆洗を実施したが、**残存した炭酸塩スラリーを均等化し、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)。
- 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、炭酸塩スラリーが溶解し、短時間に出口まで到達したと推定。**
 - ➡ 各CFFろ過側出口水のサンプリング調査を実施。
 - ・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。(下図参照)



原因調査結果（1 / 4）

- 各CFFろ過側の出口水のサンプリングを行ったところ、**CFF3Bのろ過側出口水から白い水**が確認されたことから、CFF3Bからの炭酸塩スラリー透過の可能性が疑われる



原因調査結果（2 / 4）

- 吸着塔内部調査結果



←吸着塔4B内部（上部点検口から撮影）
白色の吸着材2の表層部に白い堆積物を確認。

吸着塔7B内部（上部点検口から撮影）→
黒色の吸着材3の表層部に微少な白い堆積物を確認。



	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4B 吸着材	12.2	0.1ppm以下	6.0	約145ppm
吸着塔7B 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4B、7B共に内部に炭酸塩スラリー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（3/4）

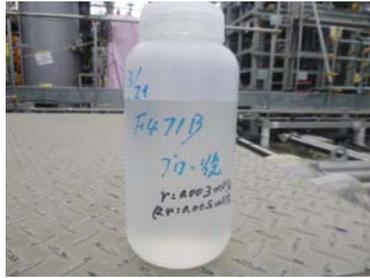
■ 配管内部調査結果



←吸着塔1B入口配管内部
 微少な白い付着物を確認。



吸着塔4B入口配管入口→
 白い付着物は確認されず。

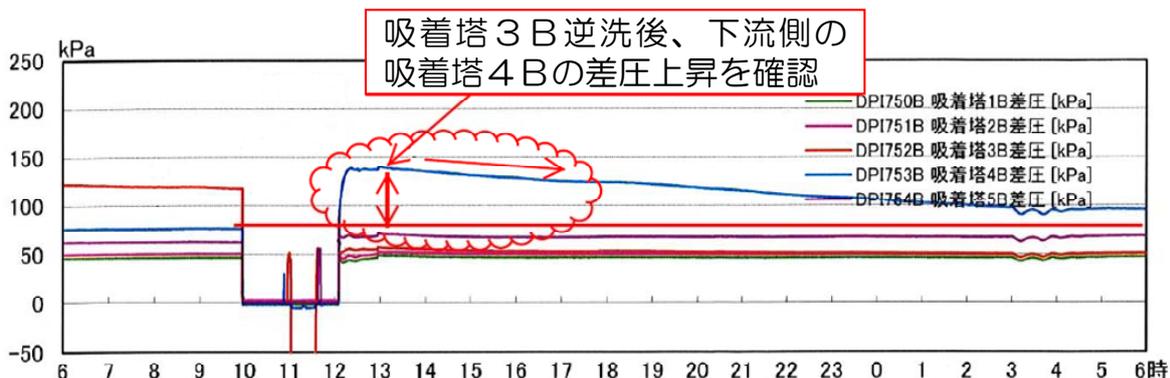


←B系統出口配管ベント（よどみ部）ブロー水
 白い堆積物等は確認されず。

吸着塔上流側（吸着塔1B）の配管内には微少な白い付着物（炭酸塩スラリーと想定）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、**配管内に炭酸塩スラリーはほとんど残存していないと評価。**

原因調査結果（4/4）

- 出口性能に異常がなかった3/14以降、3/17までの**出口水全βを $10^4\text{Bq}/\text{cm}^3$ オーダーに到達させる炭酸塩スラリーの量は数十リットル程度**と評価。数十リットル程度の炭酸塩スラリーが吸着塔逆洗後に残存していたと推定。
- 残存した炭酸塩スラリー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スラリー除去に効果はあったと想定されるものの、**残存した炭酸塩スラリーを均等化し、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3B逆洗 3/14）

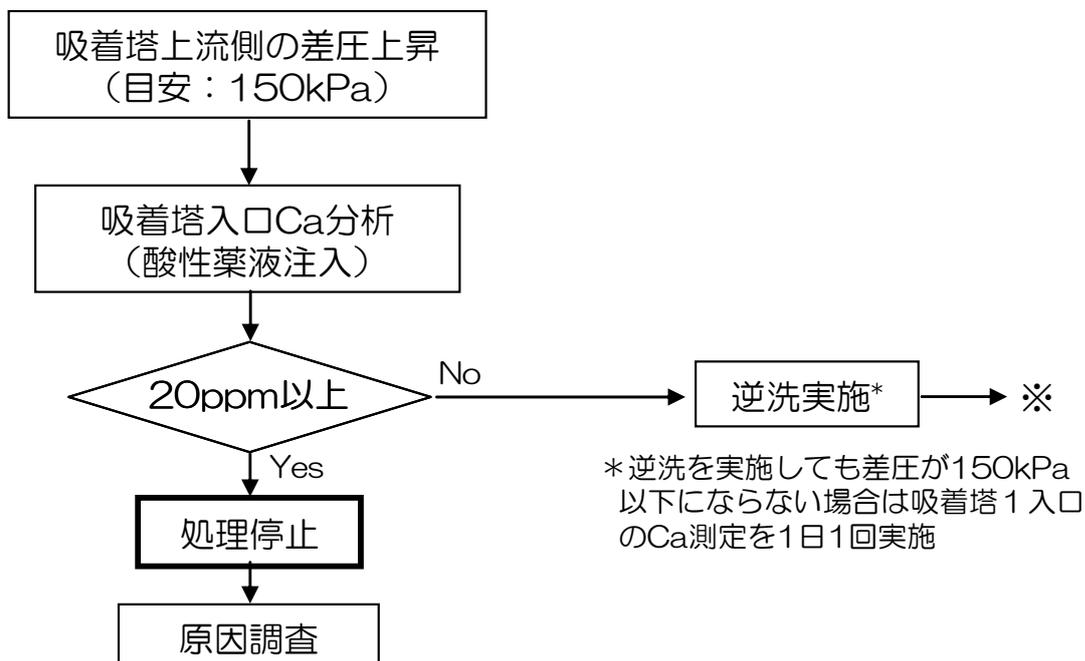
原因調査結果まとめ

- B系統の出口水に高い放射能（全β）濃度が確認された原因を以下と推定

- C F F 3 Bの不具合によりSrを多く含む炭酸塩スラリーが透過。
- 透過した炭酸塩スラリーが吸着塔内等に残存し、時間をかけて流出、中性域にて溶解し、出口まで到達。
- 吸着塔内等に残存した炭酸塩スラリーが逆洗により均等化し、下流側へ透過させる時期を早めたと推定。

再発防止対策（出口水放射能濃度上昇防止）

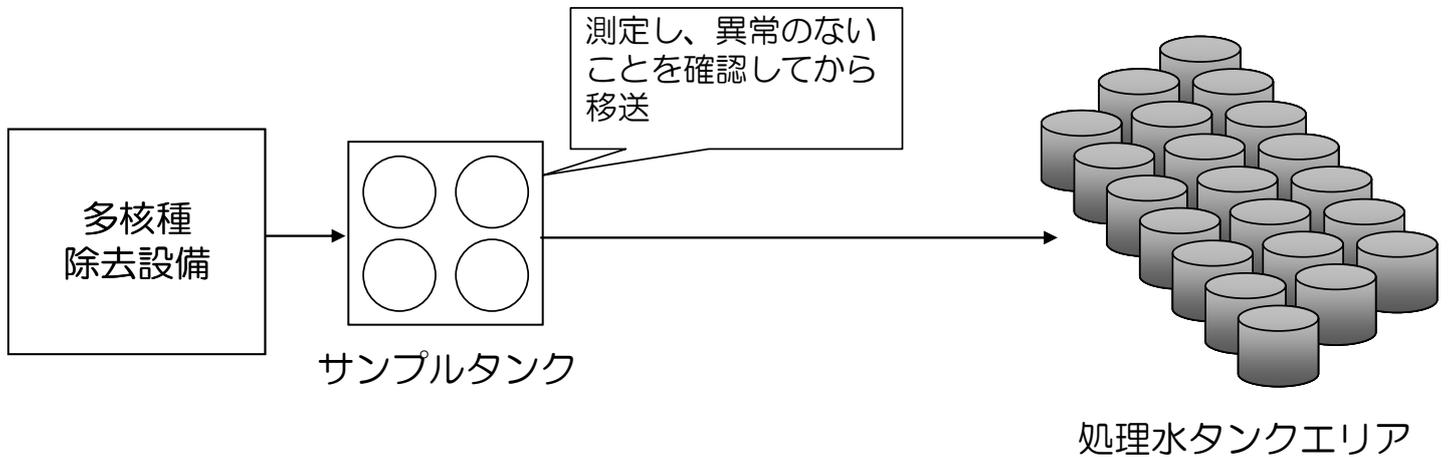
- C F F 3 Bの分解調査の結果に応じて、再発防止対策及び水平展開処置を実施予定（現在除染方法の検討中）。
- 出口性能に影響が出る前（逆洗による下流側への透過を早める前）に処理を停止するよう、以下の判断フローを周知徹底。



吸着塔上流側の逆洗実施判断フロー

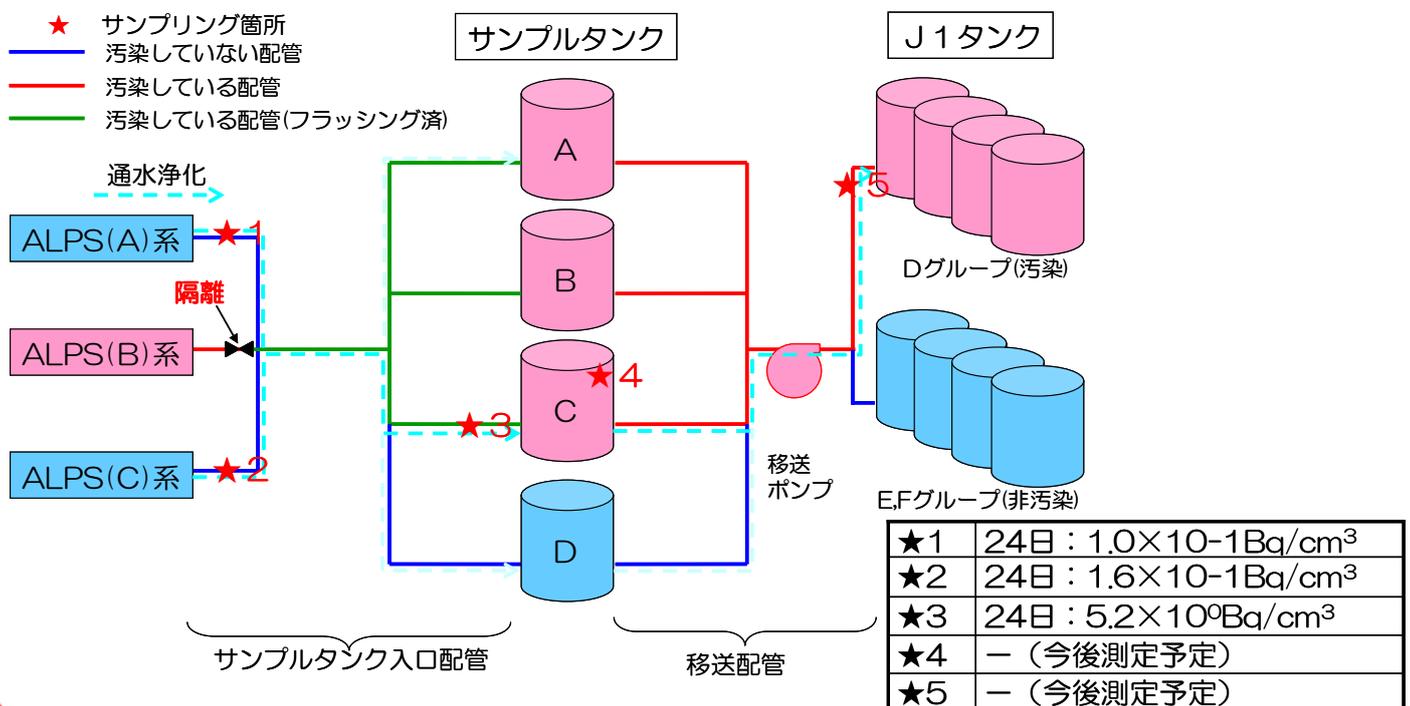
再発防止対策（処理水タンクへの汚染拡大防止）

- **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**
（確認事項：高い放射能濃度が確認されないこと）



A・C系統を用いた浄化運転

- 通水浄化に用いた水の移送先は、当面、処理水タンク(J1 (Dエリア))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β値の確認を行う**。
（目安： $10^0 \sim 10^1 \text{Bq/cm}^3$ を通過点とし、徐々に低下していくことを確認）



今後のスケジュール

■今後の主なスケジュールは以下の通り

	3月		4月	
	24	31	7	14
A・C系統 処理運転	A系処理運転			A系処理運転
	▽A系起動 12:59		A系統点検	
	C系処理運転			
	▽C系起動 13:00			
B系統復旧				
	系統内部除染			
CFF3Bの 原因調査			除染	
			分解調査	
サンプルタンク A・B除染	サンプルタンクB洗浄			
		サンプルタンクA洗浄		

【参考1】 A系統点検について

- A系統点検
3/24のA・C系統起動後、一週間程度を目途にA系統を停止し、以下の作業を行う（停止期間10日間程度）
- ・バックパルスポット点検（新型バックパルスポットへの交換による信頼性向上）
- ・吸着材交換（破過傾向の吸着塔1A、2A、4A）
- ・CFF酸洗浄（フィルタ間差圧の上昇傾向が確認されているため）

【参考2-1】 サンプルタンクC 側面マンホール部の漏えい確認時の水の滴下事象について

<概要>

■ 状況

- 多核種除去設備（A）・（C）系を用いたサンプルタンクおよび配管の浄化運転を3/24 13時頃より実施。
- サンプルタンクCの側面マンホール部*1の漏えいの有無を確認するため、当社監理員監視のもと水張りを実施していた。その際、同日18:56に当該部より水の滴下を確認。
- なお、当該部については、サンプルタンクCの内部除洗のため、一時開放していたものであり、3/23、当社監理員立ち会いのもと締め付け確認*2を実施。

*1：マンホール下端は床上約30cm

*2：トルク 210N・m

■ 漏えい量

- 1秒に1滴程度の滴下を確認（再確認時、1秒に4、5滴程度）
- 滴下は堰内の養生内*3であり、3/25 1:50までに約8リットル漏えい

*3：サンプルタンクC側面マンホールからの漏洩確認のため、事前に堰内に水受けを用意していた

■ サンプルタンクC内の水量

- 約60トン（水位：約50cm）

■ 漏えい水の放射能濃度

- 全ベータ核種濃度測定結果： $1.2 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$



東京電力

18

【参考2-2】 調査後の対応について

■ その後の対応

- サンプルタンクC内に水中ポンプを設置し、サンプルタンクAに水を移送した結果、漏えい停止を確認（3/25 1:50）。
- マンホールを開放し、フランジ部の点検実施
 - フランジ部にキズ等の異常は確認されなかった
 - 締めトルクは規定値で施工されていたことを確認したが、パッキンのはみ出し量が通常と比べて多い状態であることを確認
- フランジ部の点検実施後、マンホール復旧・閉止

■ 処理の再開〔3/25〕

- 16:03 多核種除去設備(A)系 浄化運転のため処理再開
- 16:05 多核種除去設備(C)系 浄化運転のため処理再開

■ 推定原因

- フランジ締めに伴うパッキンのはみ出し量が通常と比較して多い状態であったが、規定のトルクで締め（当社立会実施）が行われており、かつ片締めにもなっていないことから、直接の原因であるかは不明。
- フランジ部にキズ等の異常は確認されていない
 - ⇨ 偶発的事象の可能性あり



東京電力

19

【参考2-3】 時系列

<3/23 (日) >

13時頃 サンプルタンクC側面マンホール部締め付け確認

(トルク210N・m)

<3/24 (月) >

12:59 (A)系を用いた浄化運転開始

13:00 (C)系を用いた浄化運転開始。

18:56 サンプルタンクC 側面マンホールフランジ部より1秒に1滴の漏えいを確認

18:58 (A)・(C)系について、循環運転に移行

19時頃 漏えい量を再確認したところ、1秒に4、5滴程度

<3/25 (火) >

1:28 サンプルタンクC内に水中ポンプを設置し水の移送開始
サンプルタンクC→サンプルタンクA

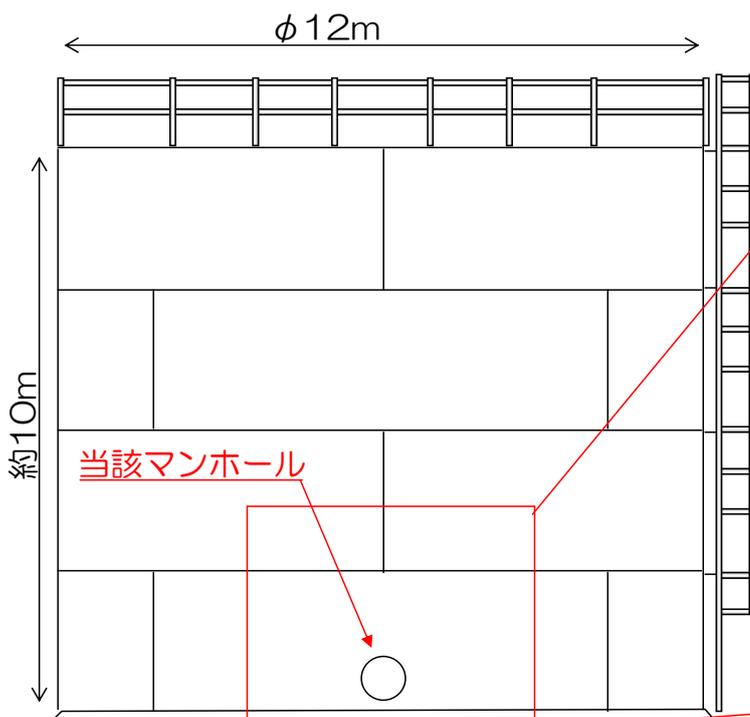
1:50 漏えい停止

5:40 移送停止(移送量約50トン),マンホールフランジ部の点検手入れ実施

16:03 (A)系を用いた浄化運転再開

16:05 (C)系を用いた浄化運転再開

【参考2-4】 サンプルタンクC 外形図



サンプルタンクC 側面図



サンプルタンクC側面マンホール写真

マンホール大きさ：φ830mm