

# 多核種除去設備 クロスフローフィルタ交換予定について

平成26年6月2日

東京電力株式会社  
福島第一廃炉推進カンパニー  
福島第一原子力発電所

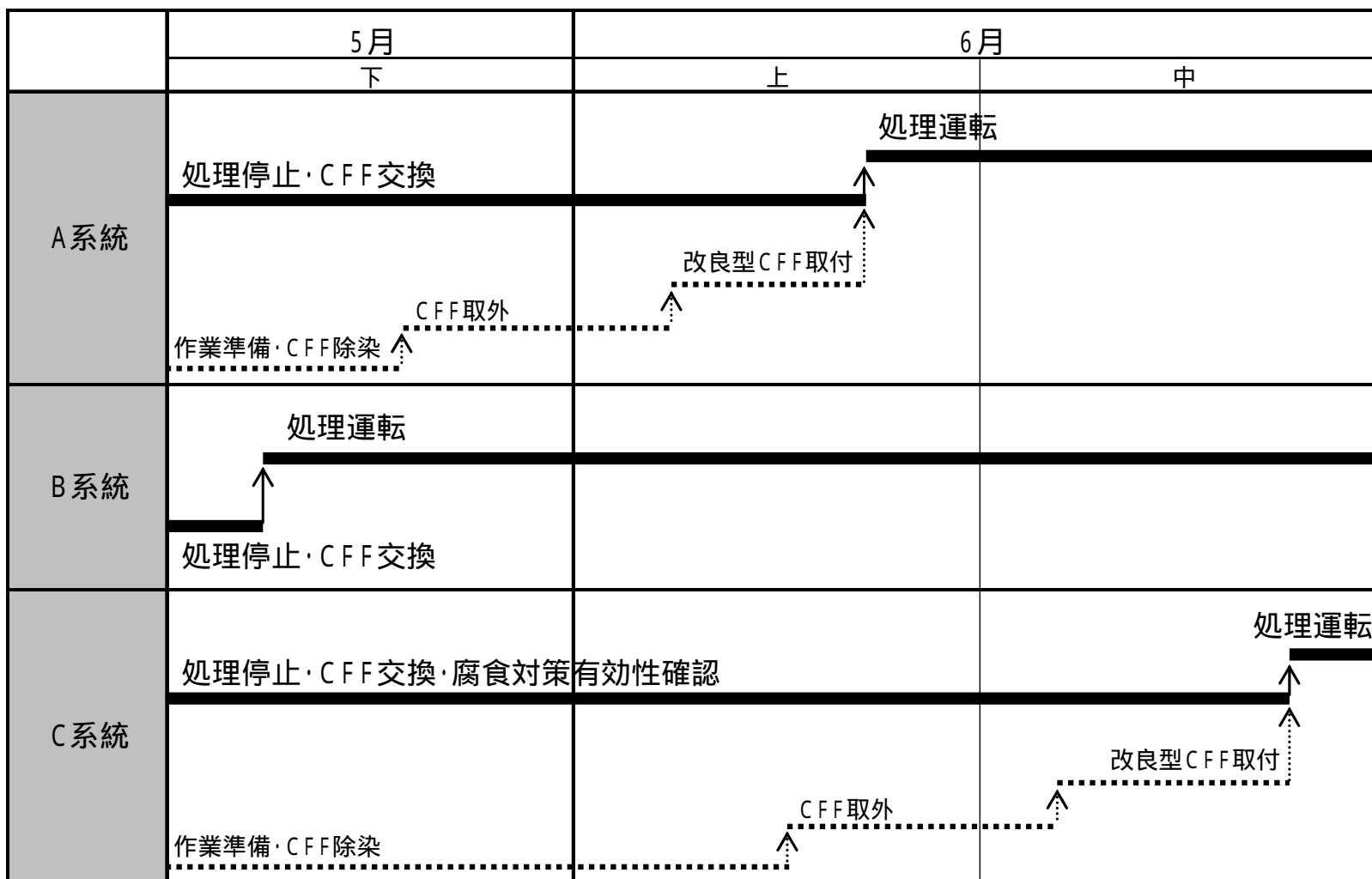


東京電力

---

# 今後の予定

- B系統については、炭酸塩沈殿処理CFFを改良型CFFへ交換済み、5 / 23 処理再開。
- A系統、C系統については、改良型CFFの交換を実施中。A系統は6月上旬、C系統は6月中旬処理再開予定。



---

## (参考) 多核種除去設備 C F F 炭酸塩スラリー流出の原因と対策について

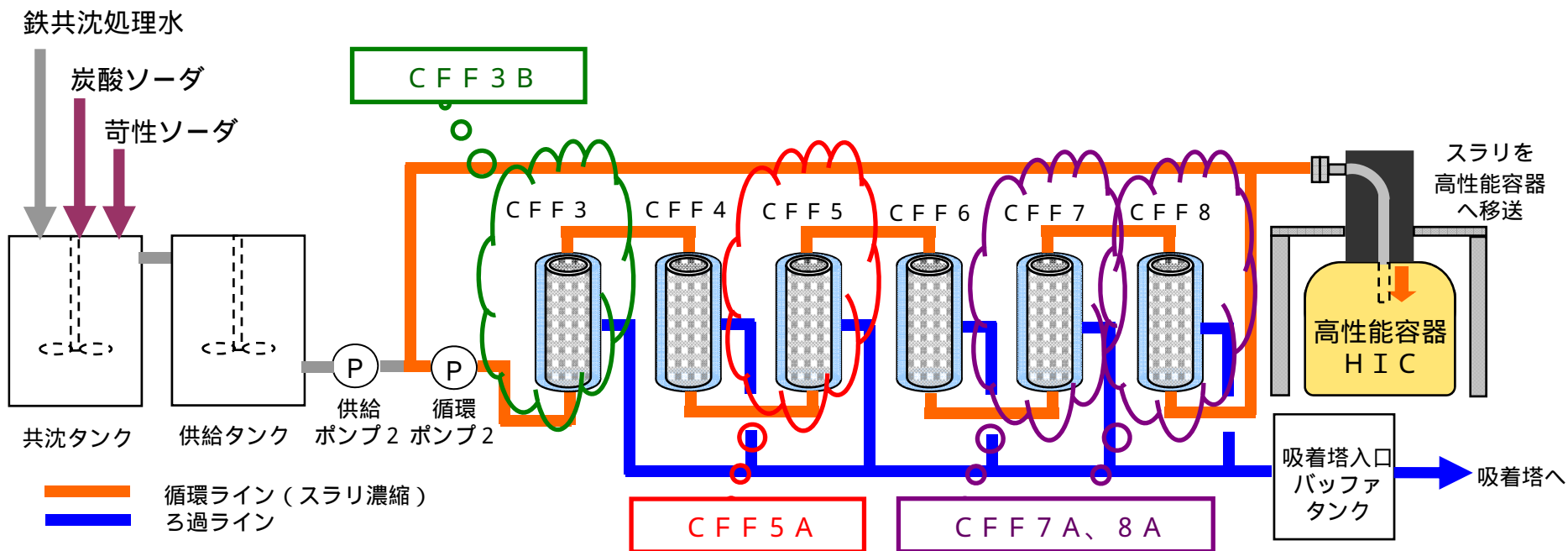
[ 5月20日 福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会資料より抜粋 ]

# 事象概要

- クロスフローフィルタ（以下、CFF）より、炭酸塩スラリーの流出を確認。

箇所名	確認日	備考
B系統 CFF 3 B	3/3	当該CFF交換後、3/13に処理再開したものの、出口水放射能上昇のため、3/18より停止。
A系統 CFF 7 A、8 A	3/27	当該CFF交換および系統内洗浄後、4/23に処理再開。
A系統 CFF 5 A	5/17	改良型CFFへの交換および系統内後、処理再開予定。

- 上記、について、分解調査した結果、**ガasketの一部に欠損や微小な傷が確認され、当該部から炭酸塩スラリーが流出**したと評価。（については今後、分解調査実施予定。）



# C F F 5 A 調査状況 ( 1 / 2 )

## ■ 事象概要

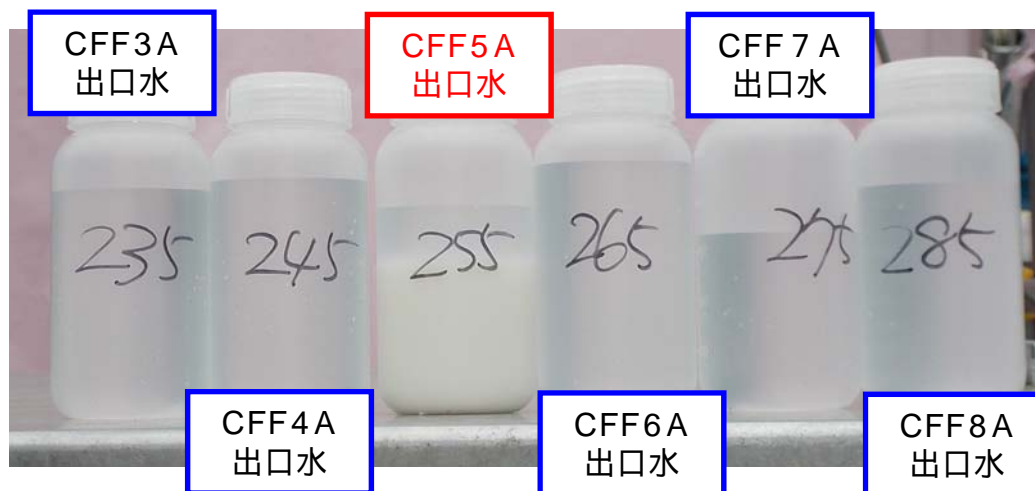
- A系統ブースターポンプ1 出口水サンプリング採取  
若干の白濁を確認
- A系統ブースターポンプ1 出口水Ca濃度測定  
通常より高い値 ( 1 1 p p m ) を確認

➡ A 系統処理中断



A系統ブースターポンプ出口水

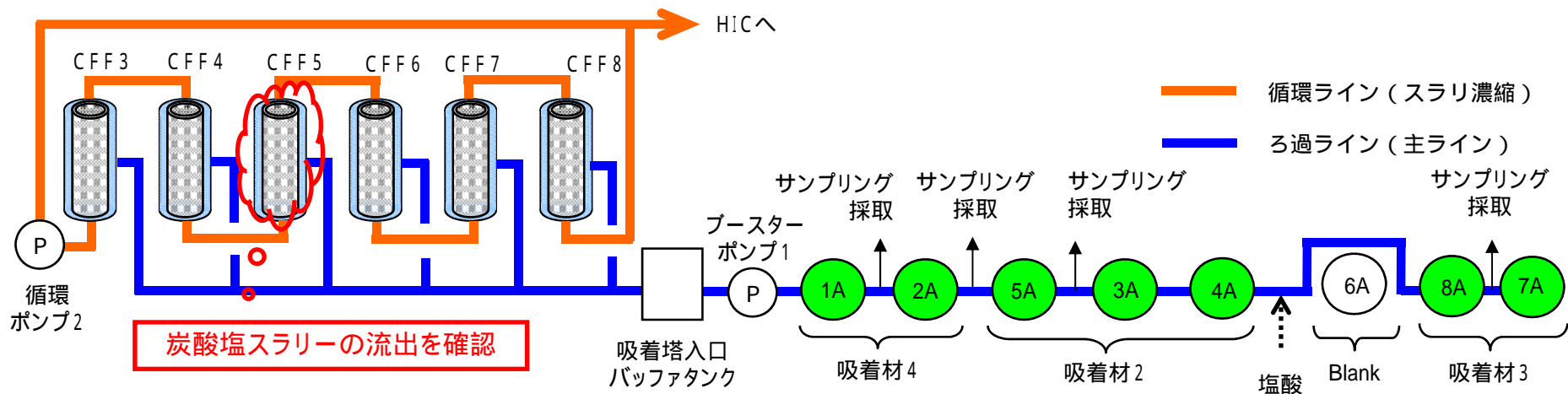
- 各 C F F 出口水をサンプリング採取したところ、C F F 5 A 出口水に白濁が確認。  
炭酸塩スラリー流出と評価。



# CFF5A調査状況(2/2)

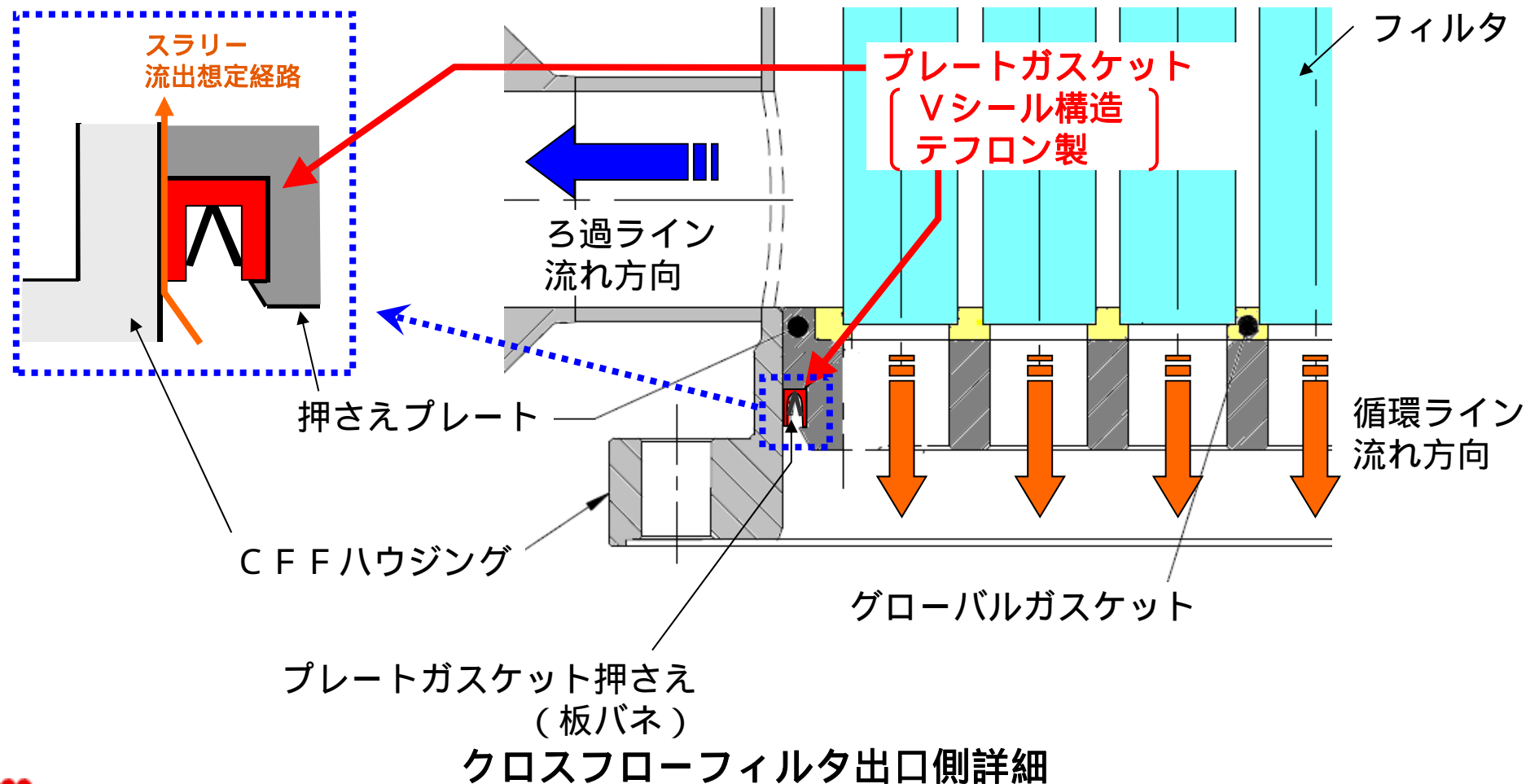
- A系統出口水の全濃度は通常の範囲内 ( $2.4 \times 10^{-1} \text{Bq/cc}$ ) であり、A L P S 下流設備 (サンプルタンク等) への炭酸塩スラリーによる汚染拡大はないことを確認
- 影響範囲を確認するため、A系統の主要箇所でのCa濃度を測定。吸着塔上流側 (吸着塔1A出口) において、Ca濃度の上昇が確認されていないことから、炭酸塩流出範囲は限定されていると推定されるものの、詳細について継続調査を実施。

サンプリング箇所	Ca濃度 (ppm)	水の色
吸着塔1A出口	1.0	透明
吸着塔2A出口	0.9	透明
吸着塔5A出口	0.7	透明
吸着塔8A出口	0.6	透明



# C F F 分解点検結果

- C F F 3 B、7 A、8 A について分解調査を実施した結果、C F F ハウジングと押さえプレートの間の プレートガスケット (Vシール構造・テフロン製) に欠損または微小な傷があることを確認。当該部から炭酸塩スラリーが流出したと推定。

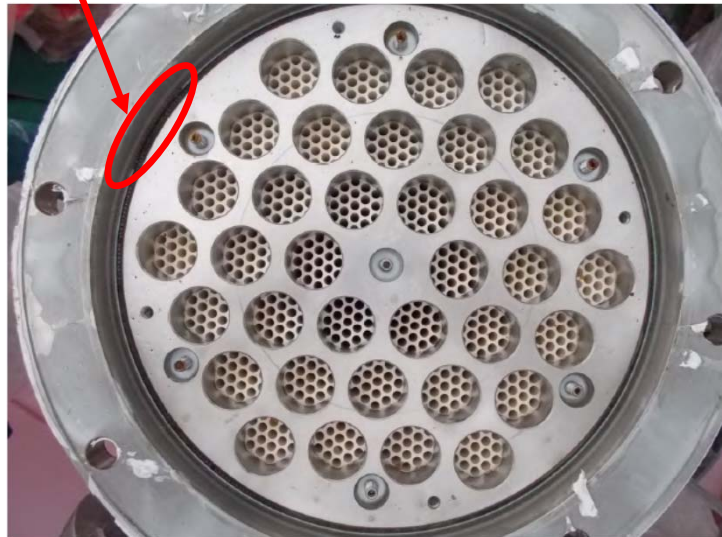


# C F F 3 B 分解点検結果

- C F F 3 B についてはプレートガスケットに欠損を確認。

押さえプレート上面より撮影

プレートガスケット  
欠損箇所



押さえプレート全体



欠損箇所：幅約 6 c m、深さ約 3 m m



押さえプレート側面より撮影



# C F F 7 A、 8 A 分解点検結果

- C F F 7 A、 8 A についてはプレートガスケットに欠損は確認されなかったものの、微小な傷を確認。



プレートガスケットに大きな欠損は確認されず。

(写真はC F F 8 A)



プレートガスケット  
微小な傷

プレートガスケットのVの字が開く方を下側とし、下側に引張応力がかかるようにたわませて撮影

微小な傷（割れ）が開いていることを確認。

(写真はC F F 7 A)

# プレートガスケット詳細調査

- 炭酸塩スラリーの流出が確認されたプレートガスケットと新品のプレートガスケットの折り曲げ状況を比較したところ、使用済のプレートガスケットに破断を確認。使用済のプレートガスケットは脆化していることを確認。



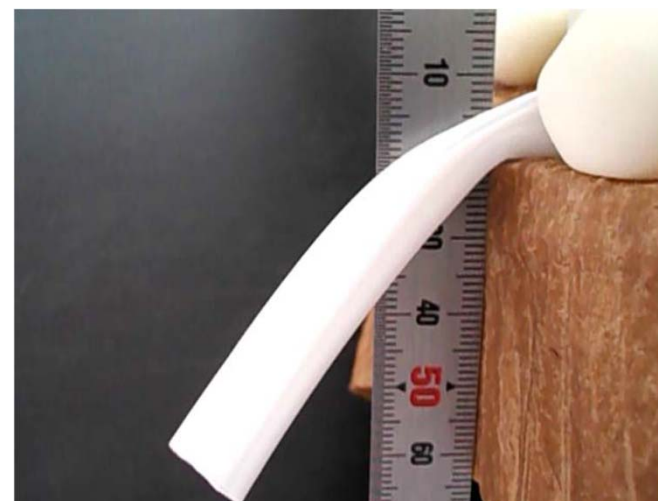
使用済のプレートガスケットを折り曲げた\*  
ところ、破断したことを確認

(写真はC F F 8 A)

新品のプレートガスケットを折り曲げた\*  
ところ、破断せずに折れ曲がったことを確認

(写真は新品のプレートガスケット)

\* Vの字が開く方向を上面とする



# 要因分析

- **プレートガスケットが脆化し、逆洗時の圧力脈動等で欠損や傷が発生したものと推定。脆化は放射線劣化によるものと推定。** 以下に要因分析を示す。

	要因1	要因2	確認方法	評価	状況
C F F から炭酸塩スラリー流出	共沈生成物の微細化	反応条件（温度、濃度等）の変化	他のC F F との比較	×	他のC F F からは流出が確認されていない。
	共沈反応時間の拡大（C F F 透過後に反応）	反応条件（温度等）の変化	他のC F F との比較 攪拌機等の確認	×	他のC F F では共沈反応物が捕獲されており、当該C F F のみ透過後に反応しているとは考えられない。 また、攪拌機等に異常は確認されていない。
		攪拌不十分			
	フィルタの破損	衝撃（圧力脈動）による破損	仕様確認 外観目視	×	運転条件は仕様の範囲内であり、外観目視上も異常が確認されていない。 酸洗浄時の薬品もフィルタに対して問題ないものを使用。
		溶解（酸洗浄時の薬品）による破損			
	構造容器（S U S 材）の劣化	腐食	外観目視	×	外観目視より、腐食が確認されていない。
	ガスケット（テフロン）の欠損等	製造時不良	運転実績	×	半年以上、問題なく処理した実績有り。
		熱劣化による脆化	仕様確認	×	仕様上、問題ないことを確認。 酸洗浄時の薬品もフィルタに対して問題ないものを使用。
		薬品劣化による脆化			
		紫外線劣化による脆化	使用条件確認	×	紫外線の照射がない条件で使用。
経年劣化による脆化		納入時期確認	×	納入時期（2011年）に問題ないことを確認。	
放射線劣化による脆化	照射試験		調査実施。		
ガスケットの変形、ずれ	熱による変形、ずれ	外観目視 仕様確認	×	外観目視より、問題無いことを確認。 圧力変動等、仕様の範囲内であることを確認。	
	圧力による変形、ずれ				

# 照射試験

## ■ 試験条件

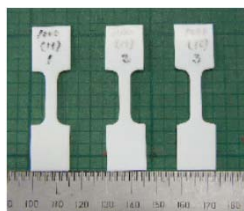
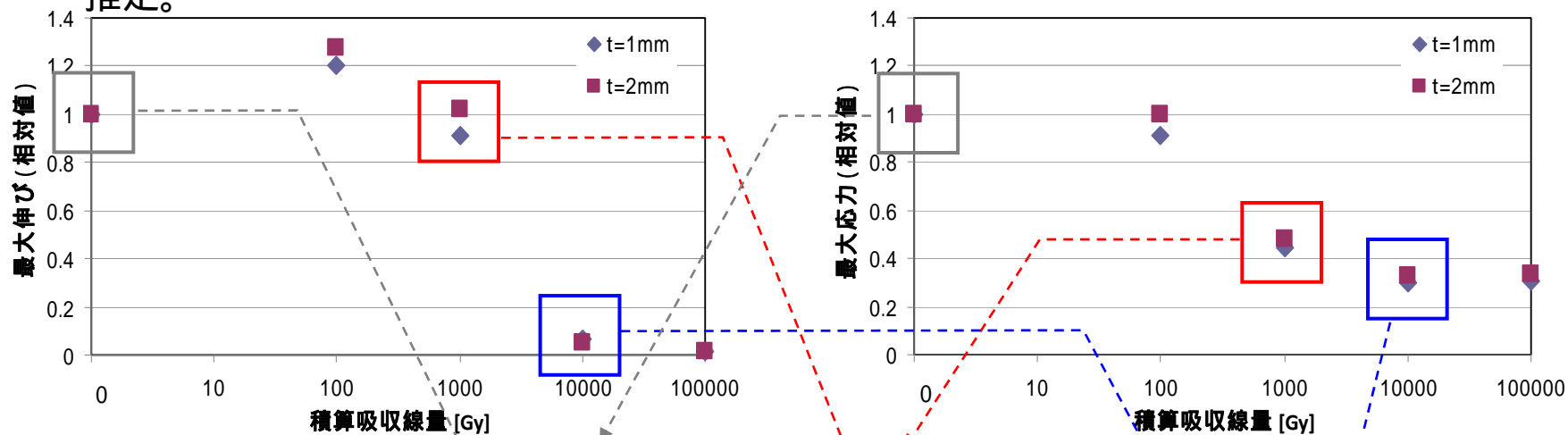
積算線量*1	1 0 0 G y (約 2.5 日相当)	
	1 0 0 0 G y (約 2 5 日相当)	
	1 0 0 0 0 G y (約 2 5 0 日相当)	
	1 0 0 0 0 0 G y (約 2 5 0 0 日 (約 6 年半) 相当)	
環境温度	室温	
試験環境	液中 (苛性ソーダ溶液、pH 12)	
試験片 (n = 3)	P T F E *2	シート (t=1.0mm)
	(テフロン)	シート (t=2.0mm)
	E P D M *3	シート (t=2.0mm)
	(合成ゴム)	Oリング (φ=5.3mm)
照射後試験	引張試験 (最大伸び、最大応力)	

- \* 1 照射劣化挙動を評価するため数ケースで評価。炭酸塩沈殿処理においては、線が支配的であり、評価上、表面において1.7Gy/h程度。カッコ内は各積算線量に到達するまでに必要な処理運転期間。
- \* 2 Vシールの先端 (Vの字が開く側) 部を想定して1.0 mmを、付根 (Vの字が閉じる側) 部を想定して2.0mmを選定
- \* 3 対策品のガスケット材質。比較用として、シート (t=2.0mm) を、実機適用品としてOリング (φ=5.3mm) を選定

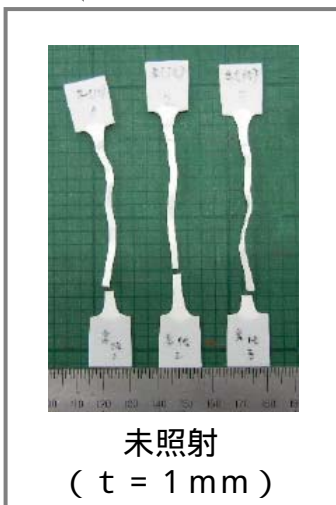
# 照射試験結果 ( 1 / 2 )

## ■照射試験結果 ( P T F E ( テフロン ) )

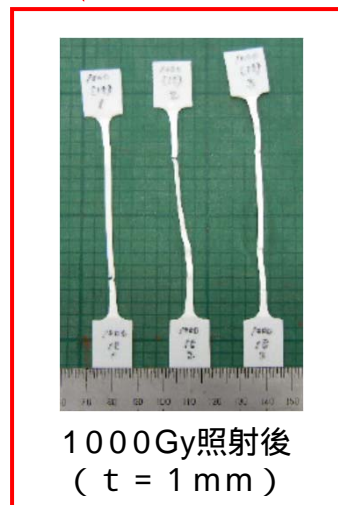
- 最大伸び試験より、10000Gy ( 約 2 5 0 日間運転相当 ) から明らかな脆化を確認。
- 最大応力は1000Gy ( 約 2 5 日間運転相当 ) から低下を確認。脆化傾向が表れ始めたと推定。



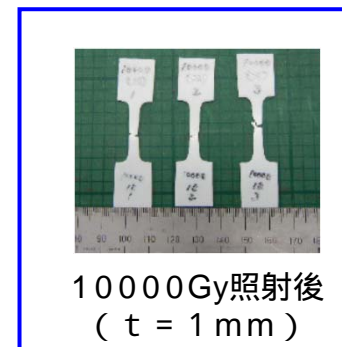
試験前  
( t = 1 mm )



未照射  
( t = 1 mm )



1000Gy照射後  
( t = 1 mm )

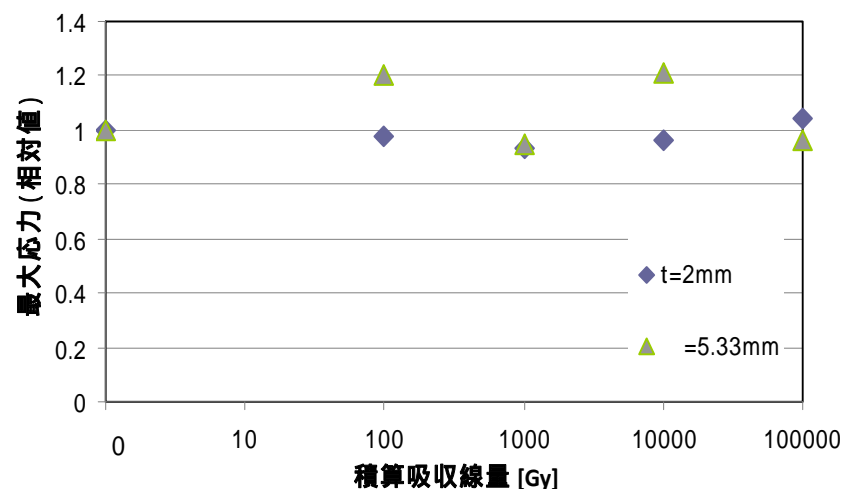
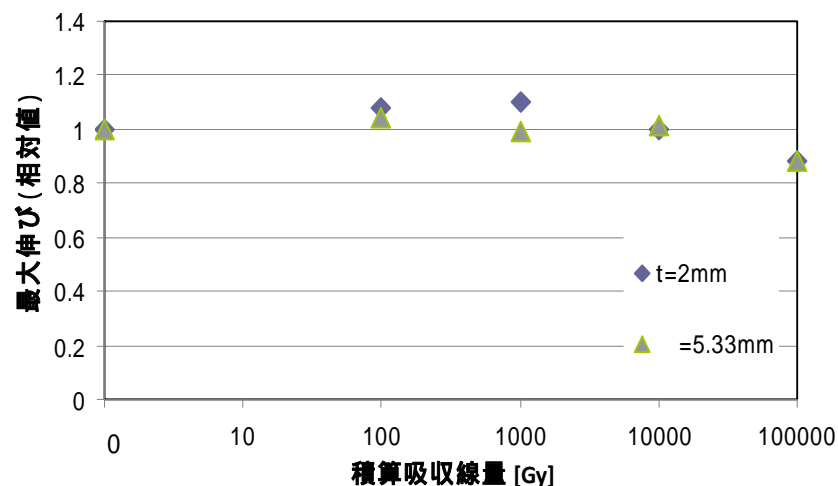


10000Gy照射後  
( t = 1 mm )

# 照射試験結果 ( 2 / 2 )

## ■照射試験結果 ( E P D M ( 合成ゴム ) )

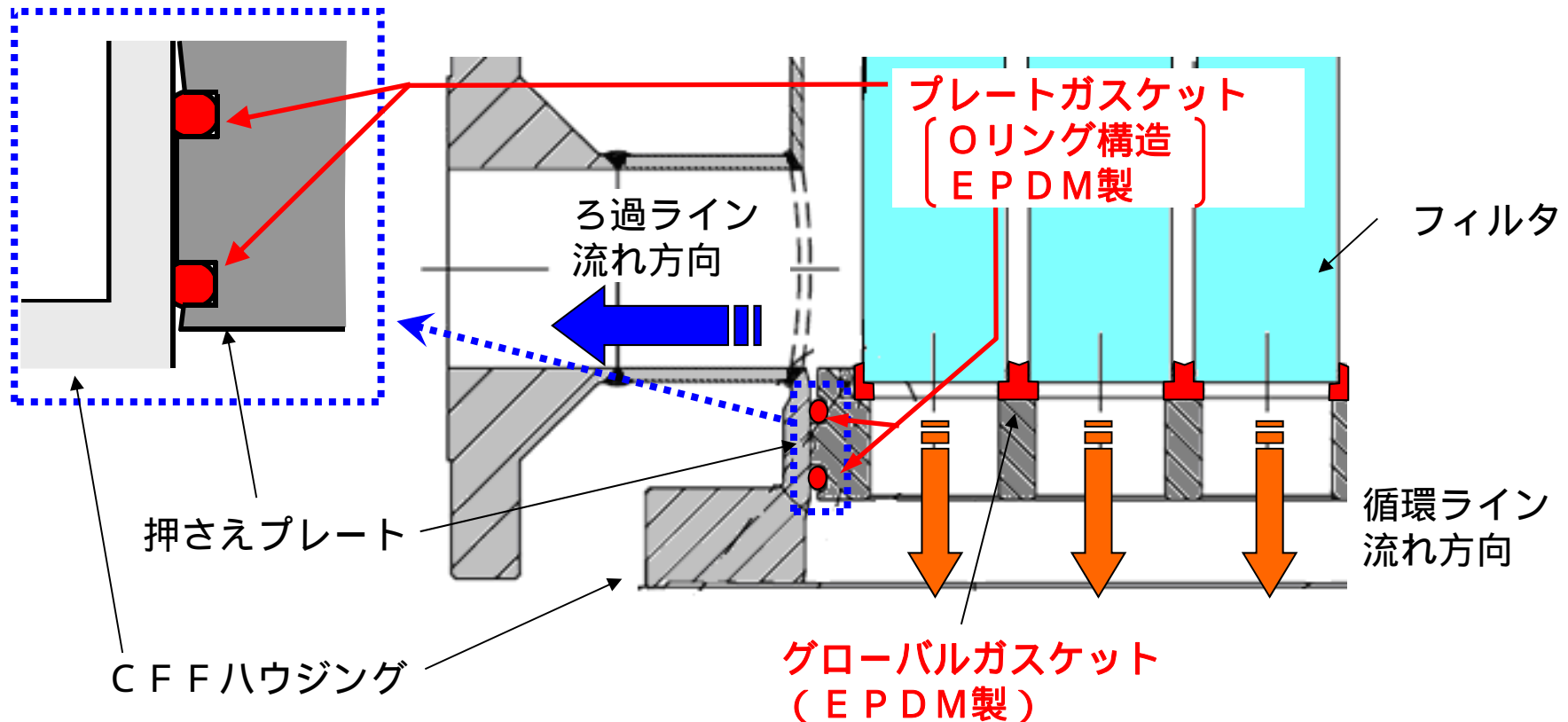
- 100000Gy ( 約6年半運転相当 ) まで照射されても有意な材料特性の変化は確認されず、十分な耐放射性を有していることを確認。



- ✓ 長期停止の際はスラリーの希釈 ( 線量低減 ) を行う場合もあるものの、当該ガスケットはほぼホット試験開始時より照射されている状態。
  - A系統は4月14日、C系統は2月3日3日間経過 ( 5 / 19時点 )。
  - B系統は停止した3月18時点で2月7日9日経過。
- ✓ **脆化は進行していると推定**され、可及的速やかな交換を計画。
- ✓ 交換は**耐放射性に優れたEPDM製のガスケットを採用したCFE**を採用。

# 再発防止対策（改良型 C F F）

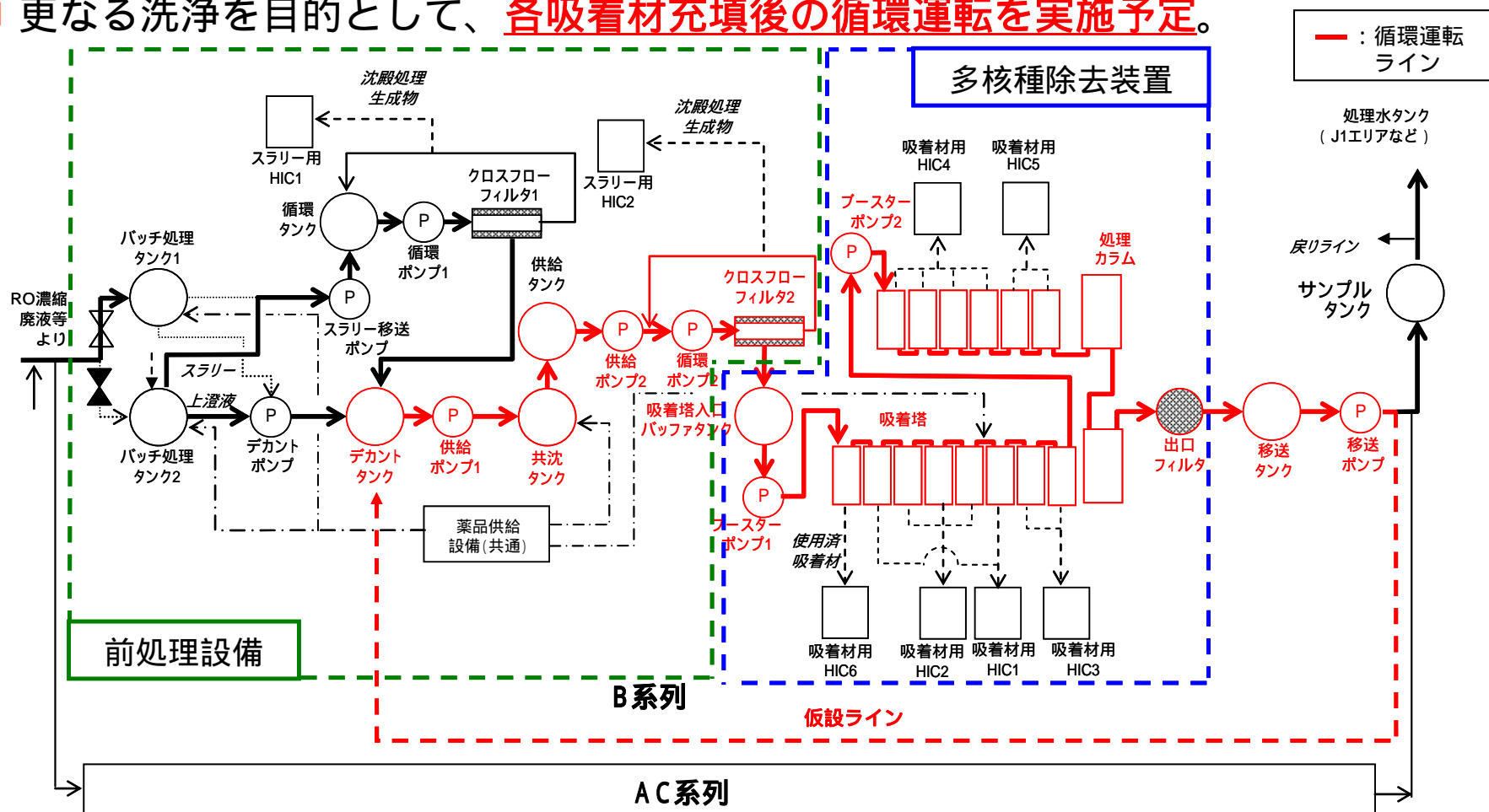
- 以下の点を改善した C F F へ交換
  - ガasketの材質を耐放射性に優れる E P D M（合成ゴム）へ変更
  - 逆洗時の圧力脈動に対する耐性を向上させるため、プレートガasketの構造を O リングへ変更（更に信頼性向上のため 2 重化）
- 増設多核種除去設備においても改良型 C F F を採用予定



改良型 C F F 出口側詳細

# B 系統の系統内洗浄について

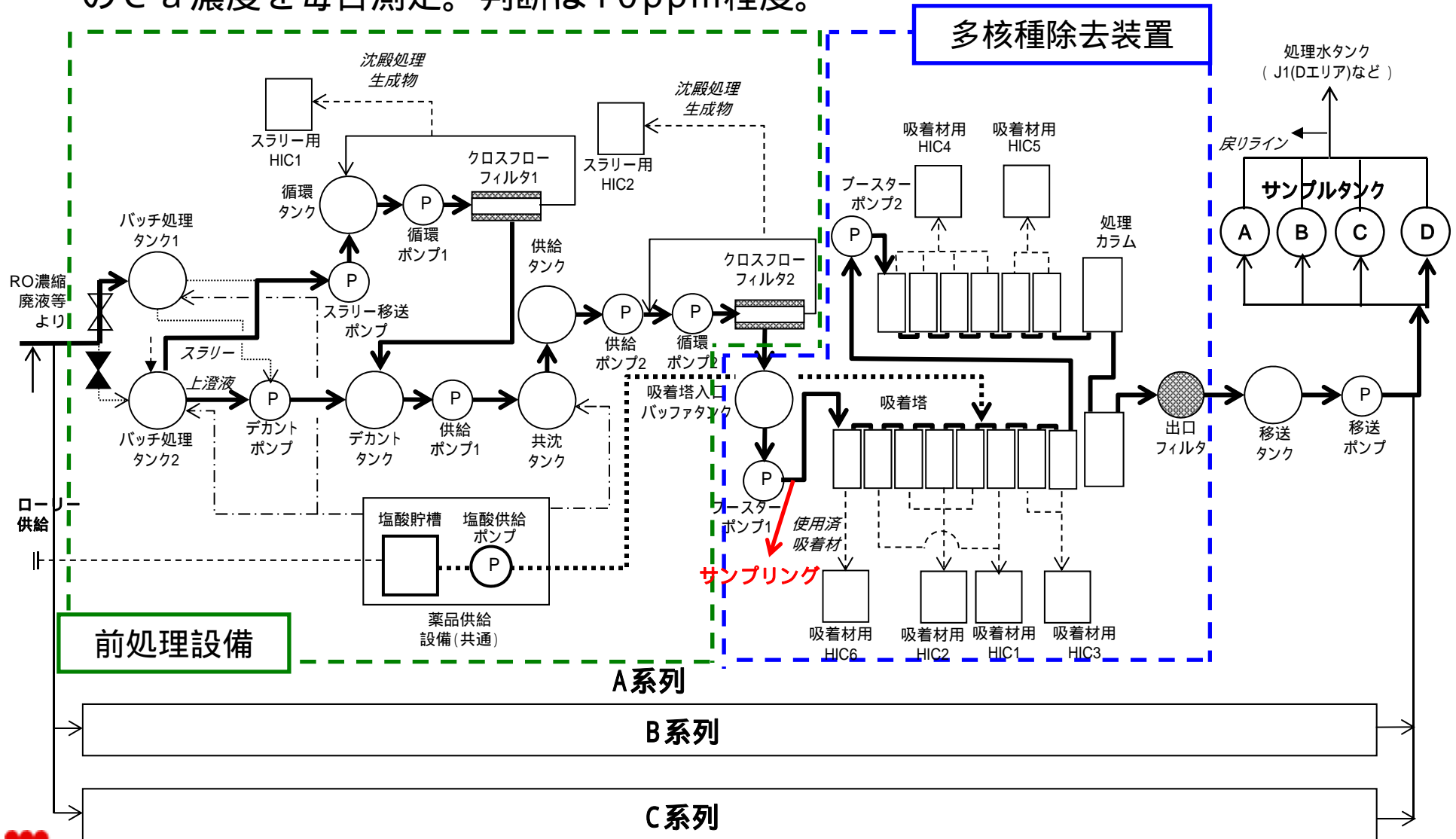
- 炭酸塩沈殿処理の C F F から出口まで、**炭酸塩スラリーの除去及び除染を目的に**洗浄を実施。**炭酸塩スラリーの除去は C a 濃度の有意な上昇がないこと（洗浄水（ろ過水）と同等の C a 濃度であること）、除染は運転時の放射能（全）と同程度になること**を目標として実施。
- 更なる洗浄を目的として、**各吸着材充填後の循環運転を実施予定。**





# 【参考】系統概略図

- C F F を炭酸塩スラリー透過を事前に把握するために、ブースターポンプ1 出口のC a濃度を毎日測定。判断は10ppm程度。



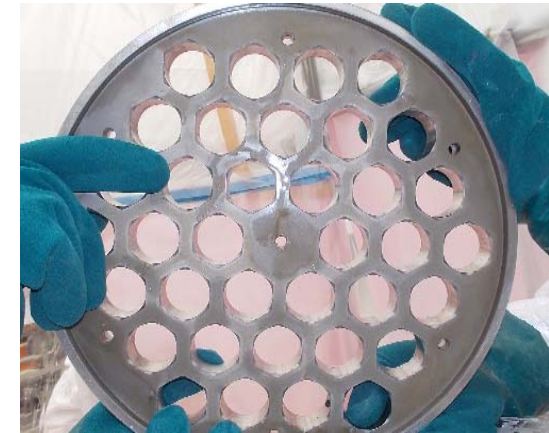
## 【参考】その他分解点検結果

- プレートガスケット以外の部品について、特に異常は確認されず。



フィルタ（セラミック）  
外観に有意な欠陥は確認されず。  
（写真はC F F 3 B）

押さえプレート（SUS）  
腐食や有意な欠陥は確認されず。  
（写真はC F F 7 A）

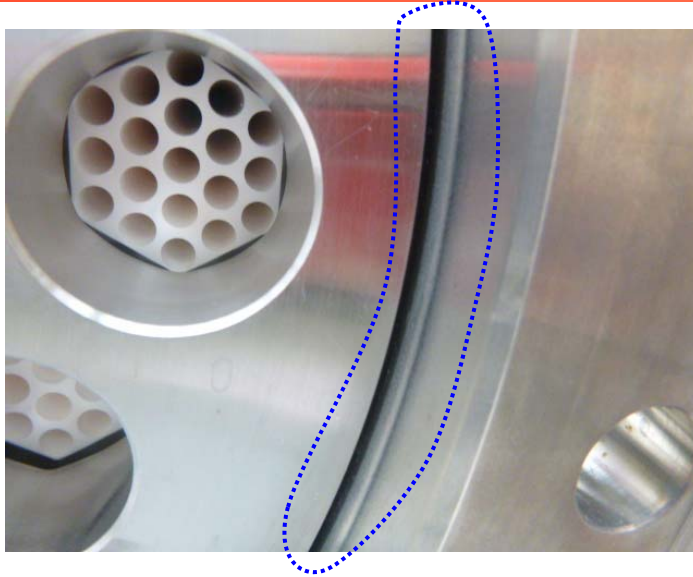


グローバルガスケット（テフロン）  
有意な欠陥や脆化は確認されず。Vシールより厚く、放射線（線）劣化の影響がプレートガスケットより小さい推定。対策品にて、プレートガスケットと同様、EPDMへ変更予定。  
（写真はC F F 3 B）

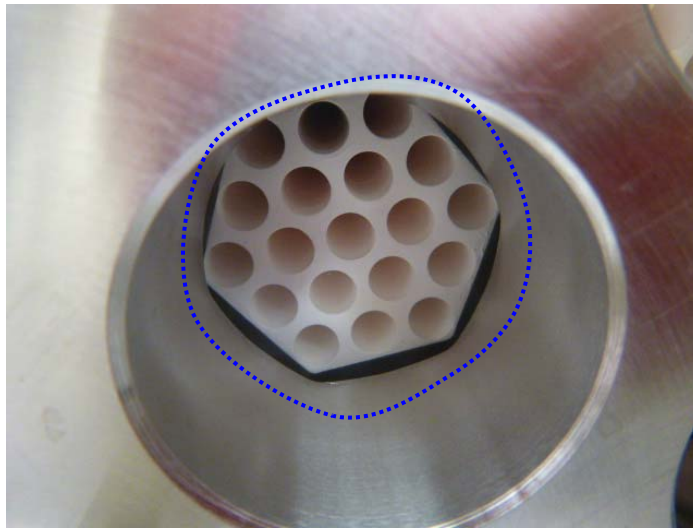
# 【参考】改良型CFF写真



出口側  
押さえプレート写真



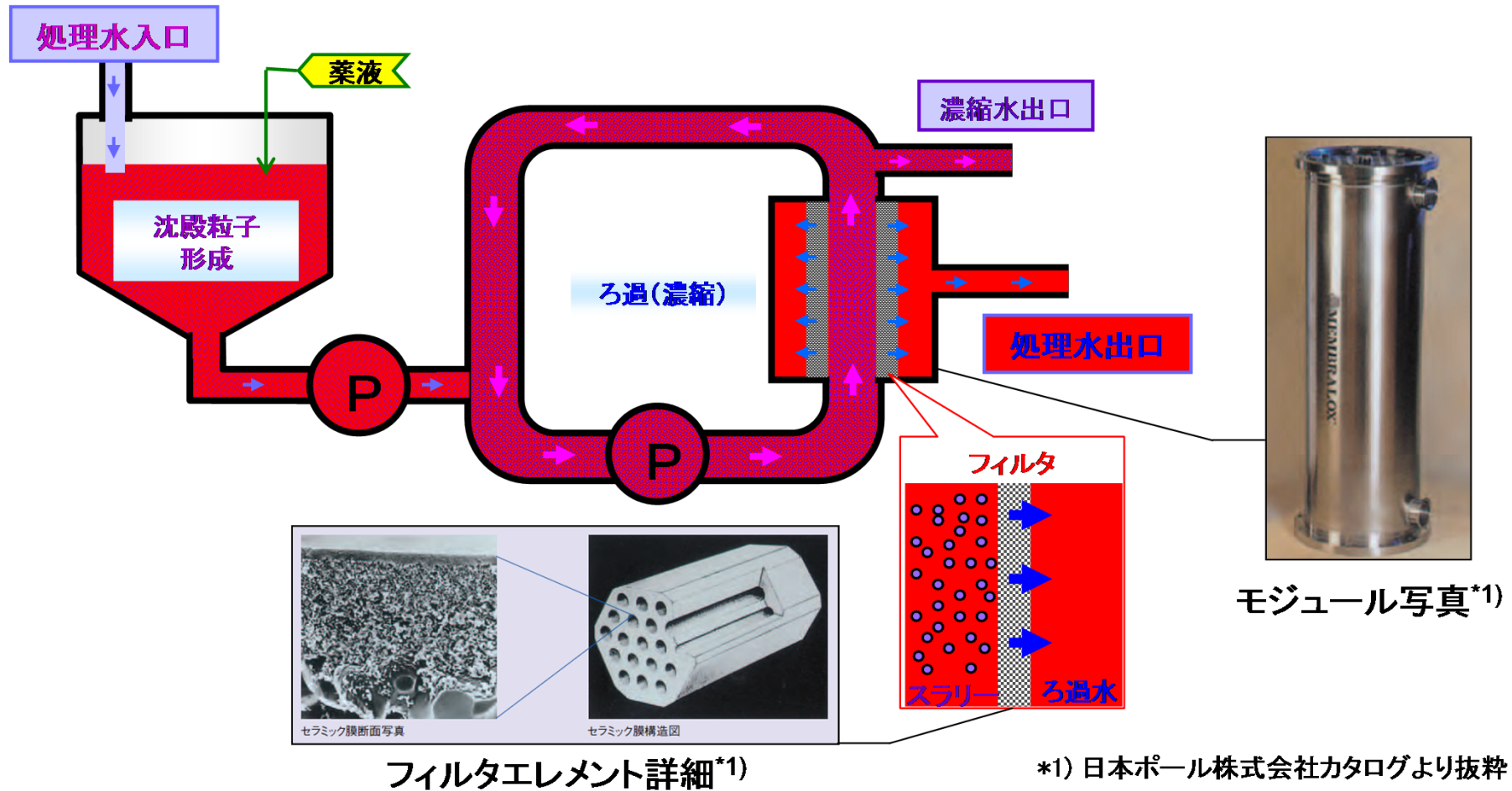
EPDM製の  
Oリング



EPDM製の  
グローバル  
ガスケット

# 【参考】CFFの構造

- 薬液注入と適切な水質制御により沈降成分を形成し、フィルターによるろ過により固形分を除去



# 【参考】CFF概略外形図

