

# TOSHIBA

Leading Innovation >>>

---

## 高性能多核種除去設備整備実証事業 試験計画書(案)

# 開発コンセプト

## 性能の向上

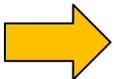
前処理工程削除条件にて62核種の目標濃度以下を実現  
吸着塔インプット濃度増加に対しても性能を担保

## 廃棄物量の低減

スラッジ状の廃棄物を削減し、その発生量を8割以上低減

## 安全設計

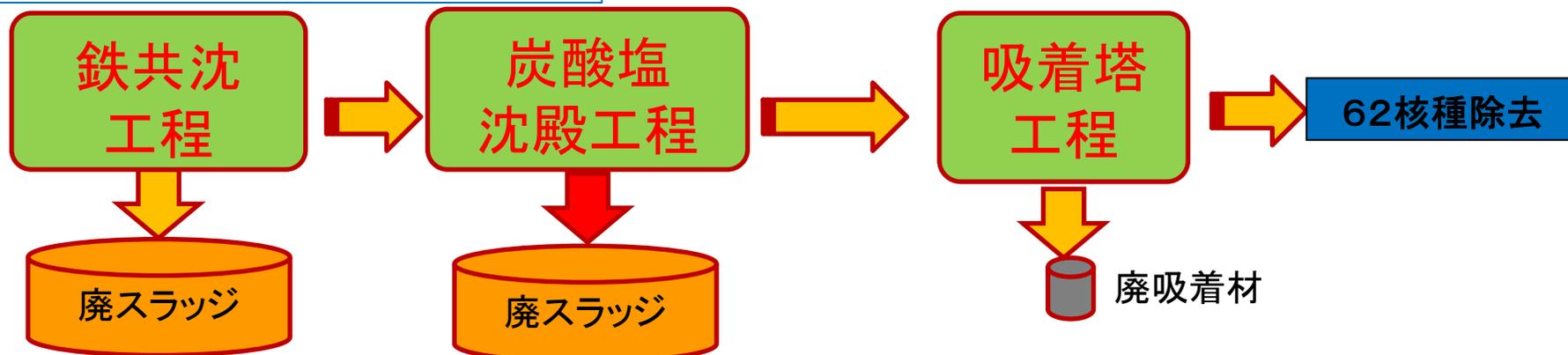
放射能濃度が高いSr捕捉に対する安全確保



現行多核種除去設備の経験とこれまでの汚染水処理の  
吸着塔設計、吸着材開発の知見で達成可能

# 東芝実証設備の概要

## 現行多核種除去設備



## 高性能多核種除去設備



廃棄物発生量の90%を占める共沈・沈殿工程削除  
共沈・沈殿工程での核種除去をカバーする吸着材開発

廃棄物量の低減  
及び性能達成

# 課題と開発項目

## 前処理工程の役割の代替

(鉄共沈) (炭酸沈殿)

Co、Ni等の金属核種の除去

Srのあらどり

コロイド除去(フィルタ)

妨害物質のCa,Mg除去

## 更なる性能向上

インプット核種の濃度高

コロイドへの対応(現行の反映)

(高性能多核種での対応)

現行フィルタ使用

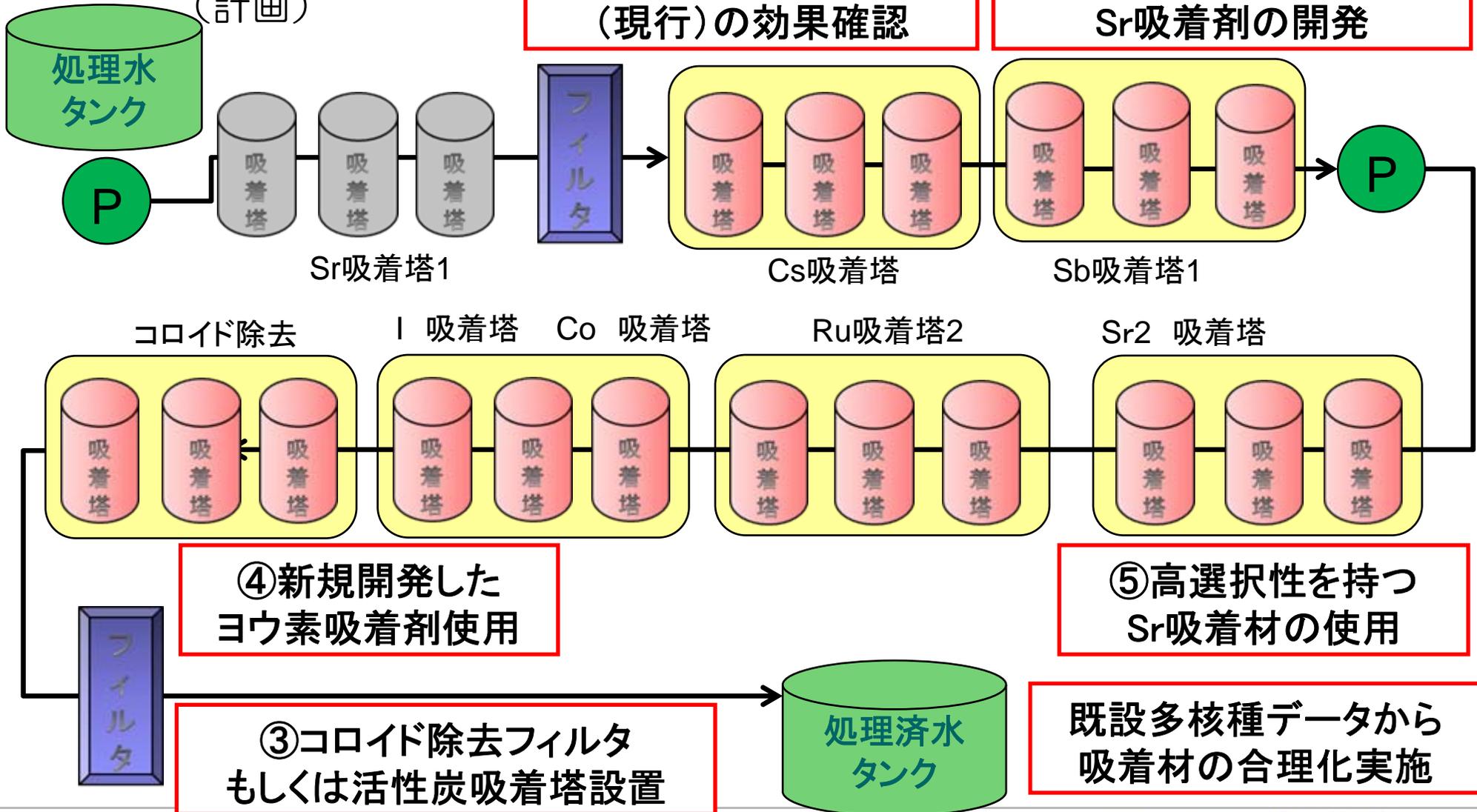
Sr吸着材の改良

既設吸着材の合理化

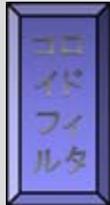
コロイド除去対応

# 開発要素

## 東芝実証設備の概要 (計画)



# 試験実施項目

対象		(1)基礎データ取得	ラボ試験 (2)-1 基礎データ取得	ラボ試験 (2)-2 カラム試験	(3)検証試験
① クロスフロー フィルタ		—	核種除去能力の確認	ラボ試験カラムへ導入し確認	検証試験カラムへ導入し確認
②⑤ Sr吸着材		吸着能力基礎データ取得	—		
③ コロイド 除去方法	 	—	コロイド除去能力の確認		
④ ヨウ素吸着材		吸着能力基礎データ取得	—		

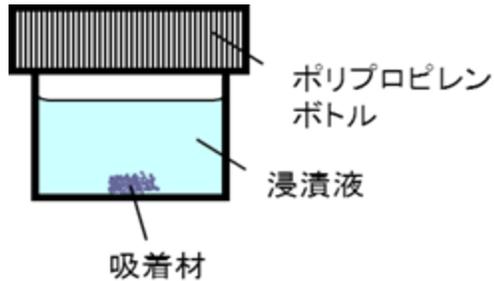


# (1)基礎データの取得

## ラボでの模擬液を使用した試験・評価の実施

### 1.浸液試験

吸着材の基礎吸着性能を取得

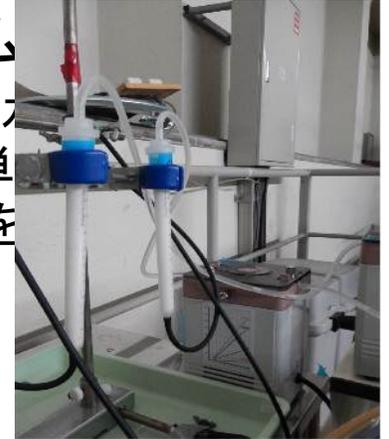


$$K_d = \frac{C_0 - C}{C} \times \frac{V}{m}$$

$C_0$ : 吸着操作前のイオン濃度  
 $C$ : 吸着操作後のイオン濃度  
 $V$ : 水溶液の量(mL)  
吸着材の量(g)

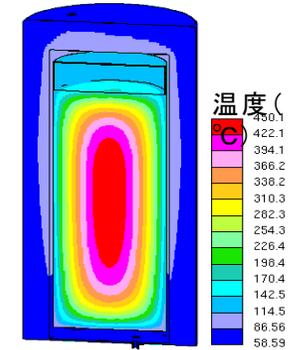
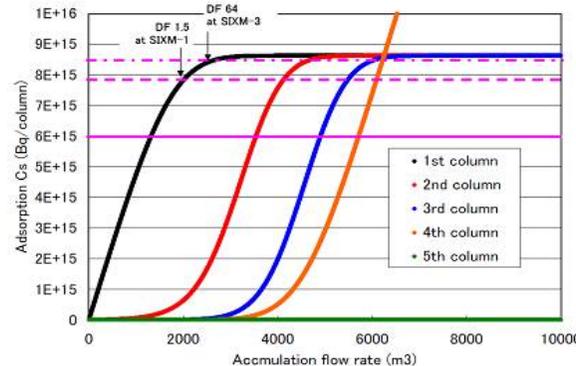
### 2.カラム試験

カラム通量  
により、単  
データを



### 3.試験データを用いた解析

$K_d$ から吸着モデルの作成と  
カラム試験との整合確認。  
総吸着量の評価を行い、  
安全評価の概算を実施



# (2)-1実液除去性能の確認(基礎データ取得)

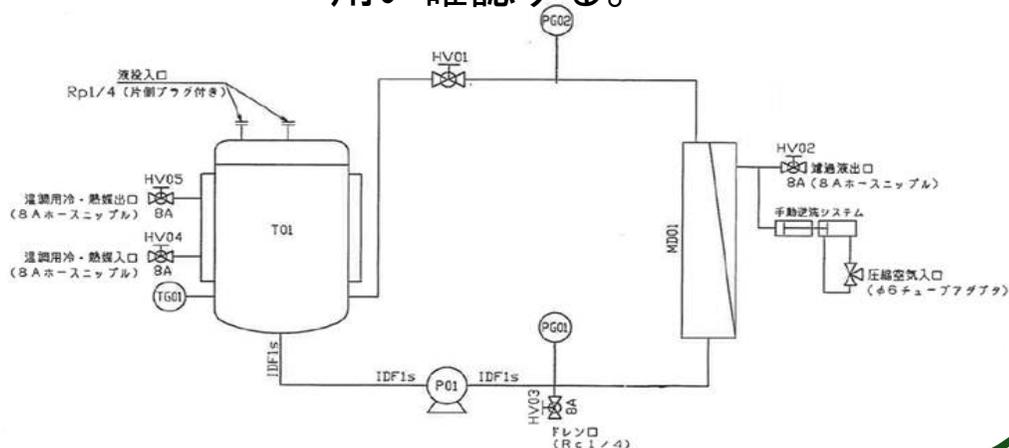
## 1Fにて実液を使用した試験・評価の実施

### 1.浸液試験

吸着材の基礎吸着性能を取得(必要に応じ実施)

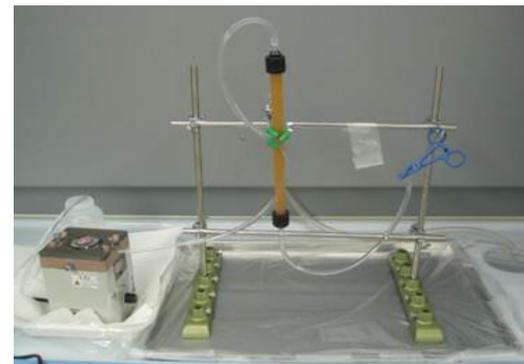
### 2.クロスフローフィルタの 性能確認試験

沈殿物をクロスフローフィルタの単体性能を実液を用い確認する。



### 3.吸着材を用いた コロイド除去確認

Kd実液を用いたカラム試験  
及びフィルタ試験を実施し、  
除去性能を確認する。

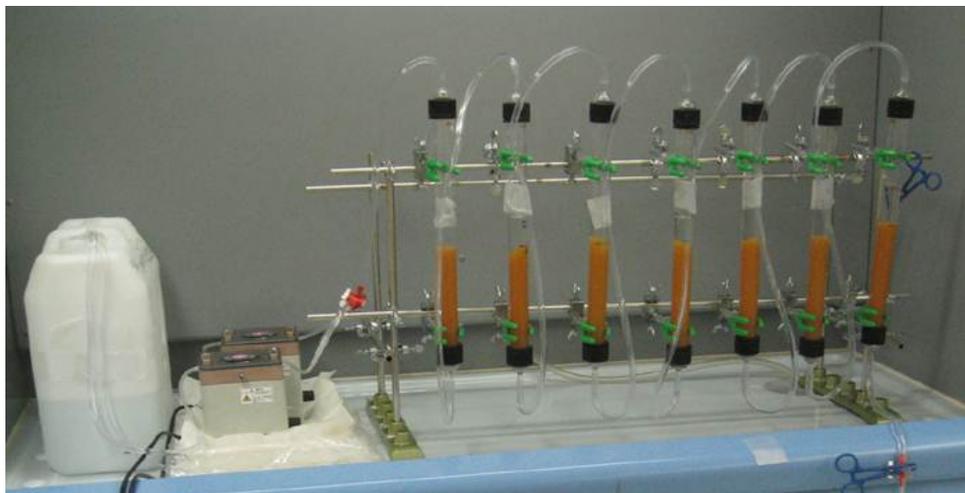


## (2)-2実液除去性能の確認(カラム試験)

### 1Fでの実液を使用した試験・評価の実施

#### 1.全体カラム試験の実施

実液を用い、今後の系統設計を模擬した形でのカラム試験を実施する。



# (3) 検証試験

## モバイル設備を用いた試験・評価の実施

### 1. トレンチ浄化等で実績のあるトレーラ車載装置を想定 詳細設計を今後実施



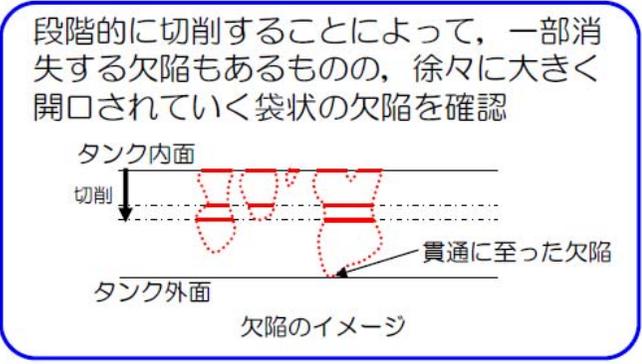
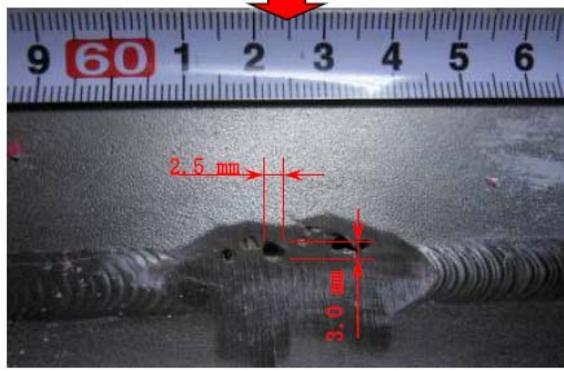
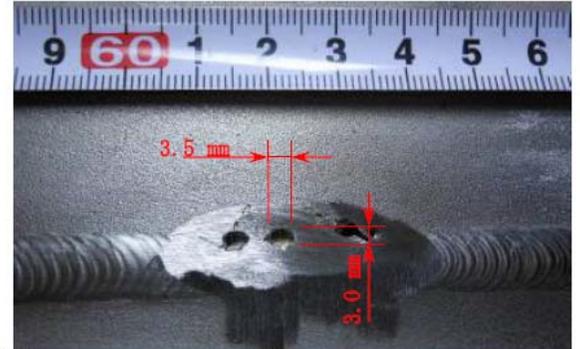
---

# 材料面での課題と材料選定に係る試験について

# 既設多核種除去設備 腐食発生事例 バッチ処理タンク(2A)



内面側から切削し、欠陥形状を確認



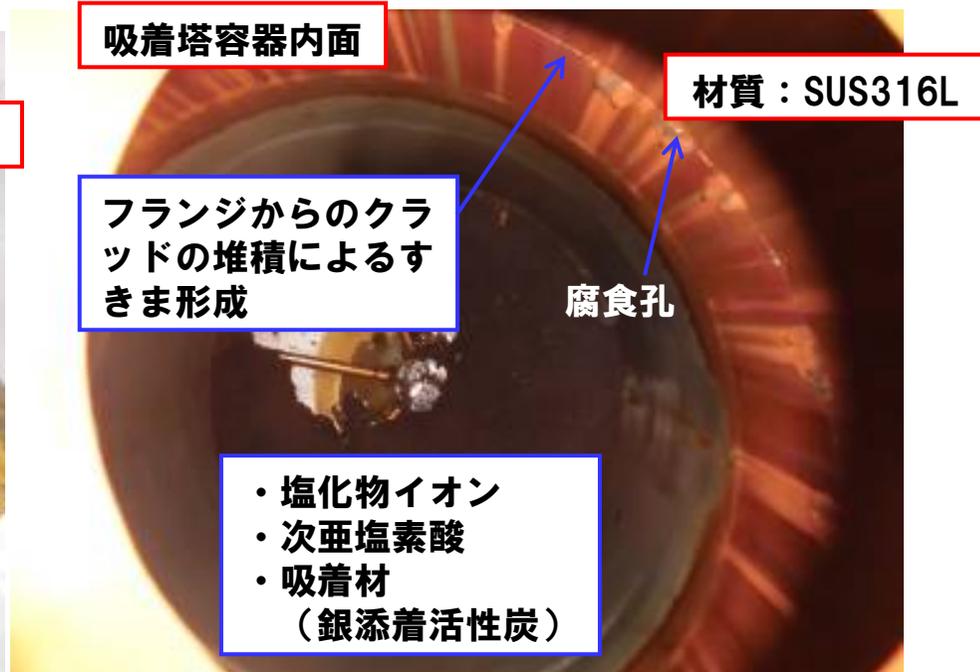
内面側には溶接部に腐食孔を多数確認

バッチ処理タンク溶接部内表面にスラッジ等の堆積によるすきまが形成され、すきま内の塩化物イオン濃度が高い環境にあったこと、さらに次亜塩素酸や塩化第二鉄の注入による加速環境にあったことから、すきま腐食により、主として溶接金属部に腐食孔が生じ、腐食が進行した結果、腐食形態が袋状形状となり、貫通・漏洩に至ったものと推定

# 既設多核種除去設備 腐食発生事例 吸着塔(6A)



フランジ面すきま部に腐食痕を確認



内面側には溶接部に腐食孔を多数確認

フランジからのすきま腐食によるクラッドの堆積にて、吸着塔内表面にすきまが形成され、すきま内の塩化物イオン濃度が高い環境にあったこと、さらに次亜塩素酸の注入や吸着材(銀添着活性炭)による加速環境にあったことから、すきま腐食により、主として溶接金属部に腐食孔が生じたものと推定

# 既設多核種除去設備腐食発生事例(まとめ)と材料面の今後の課題

機器		材質	腐食発生部位	環境	腐食モード	至近の対策	材料面の今後の課題
バッチ処理タンク(2A)		SUS 316L	溶接部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スラッジ等の堆積によるすきま形成</li> <li>・塩化物イオン</li> <li>・次亜塩素酸</li> <li>・塩化第二鉄</li> </ul>	環境因子の重畳によるすきま腐食が発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムライニング</li> <li>・犠牲陽極の設置</li> <li>・次亜塩素酸注入停止</li> </ul>	母材及び溶接部の腐食試験データを取得することで、多核種除去設備環境下において、すきま腐食発生を抑制できる耐食性材料の選定が必要。(高性能多核種除去設備へ反映)
吸着塔(6A)	吸着塔容器内面	SUS 316L	溶接部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フランジからのクラッドの堆積によるすきま形成</li> <li>・塩化物イオン</li> <li>・次亜塩素酸</li> <li>・吸着材(銀添着活性炭)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・次亜塩素酸注入停止</li> <li>・吸着材(銀添着活性炭)をバイパス</li> </ul>	
	フランジ部	SUS 316L	母材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・すきま構造</li> <li>・塩化物イオン</li> <li>・次亜塩素酸</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・亜鉛陽極ガスケットの設置</li> <li>・次亜塩素酸注入停止</li> </ul>	

# 材料選定フロー(案)

STEP1: ①極力、すきま構造をなくす設計を検討する。  
②フランジ構造には亜鉛陽極ガスケット不要とし、母材の耐すきま腐食性材料の選定を行う。  
③タンク及び容器では溶接金属が選択的にすきま腐食を生じており、溶接材料の選定を行う。

## ◆ 耐食金属・合金

候補材(案): 高耐食ステンレス鋼(スーパーステンレス鋼、二相系ステンレス鋼)、Ti(Ti合金)、Ni基合金 等

STEP2: 候補材の耐すきま腐食性評価

STEP3: 実機模擬環境における詳細評価

基礎試験

STEP4: 候補材の絞込み

実液試験

STEP5: 実機環境における腐食試験

STEP6: 材料の選定、実機反映

## ◆ ライニング材

候補材(案): 非金属ライニング  
(ゴム、樹脂等)

STEP2: 候補材調査

STEP3: 耐照射性評価

# 各STEPにおける腐食試験・評価の概要(案)

## ◆ 耐食金属・合金

### STEP2: 候補材の耐すきま腐食性評価

- ◆ 候補材(母材、溶接部(溶金、熱影響部))について電気化学的に耐すきま腐食性を評価。
- ◆  $E_{R, CREV}$ ※1及び $E_{Corr}$ ※2の比較からすきま腐食発生/進展の可能性について評価し、候補材を絞り込む。  
※1: 腐食すきま間再不働電位  
※2: 腐食電位
- ◆ 測定環境: 実機で想定される最も厳しい塩化物イオン濃度及び温度。  
pHはアルカリ性及び中性。
- ◆ 浸漬腐食試験による耐すきま腐食性評価も併せて実施。

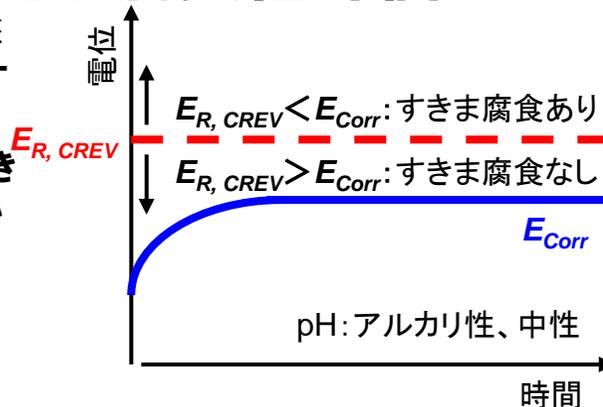


図 測定結果イメージ

### STEP3: 実機模擬環境における詳細評価

- ◆ ①腐食に対する吸着材の影響及び②腐食に対する次亜塩素酸添加の影響等を評価し、候補材を選定。
- ◆ 試験手法はSTEP1と同様、 $E_{R, CREV}$ 及び $E_{Corr}$ の比較により評価。

### STEP5: 実機環境における腐食試験

- ◆ 腐食量の経時変化データを取得し、長期に渡る腐食減肉量を推定する。
- ◆ 実機環境における浸漬腐食試験を行い、選定した候補材において腐食による問題等が発生しないことを確認する。

## ◆ ライニング材

### STEP2: 候補材調査

- ◆ 非金属素材の耐放射線性に関する調査。
- ◆ 配管などへのライニング施工性に関する調査。
- ◆ 上記調査を基に候補素材を絞り込む。

### STEP3: 耐照射性評価

- ◆ 実機模擬環境における照射試験により候補材(ライニング素材)の放射線による劣化挙動を評価し、候補材を選定。