

高性能多核種除去設備整備実証事業 ラボ試験及び検証試験計画と進捗について

2014年2月28日

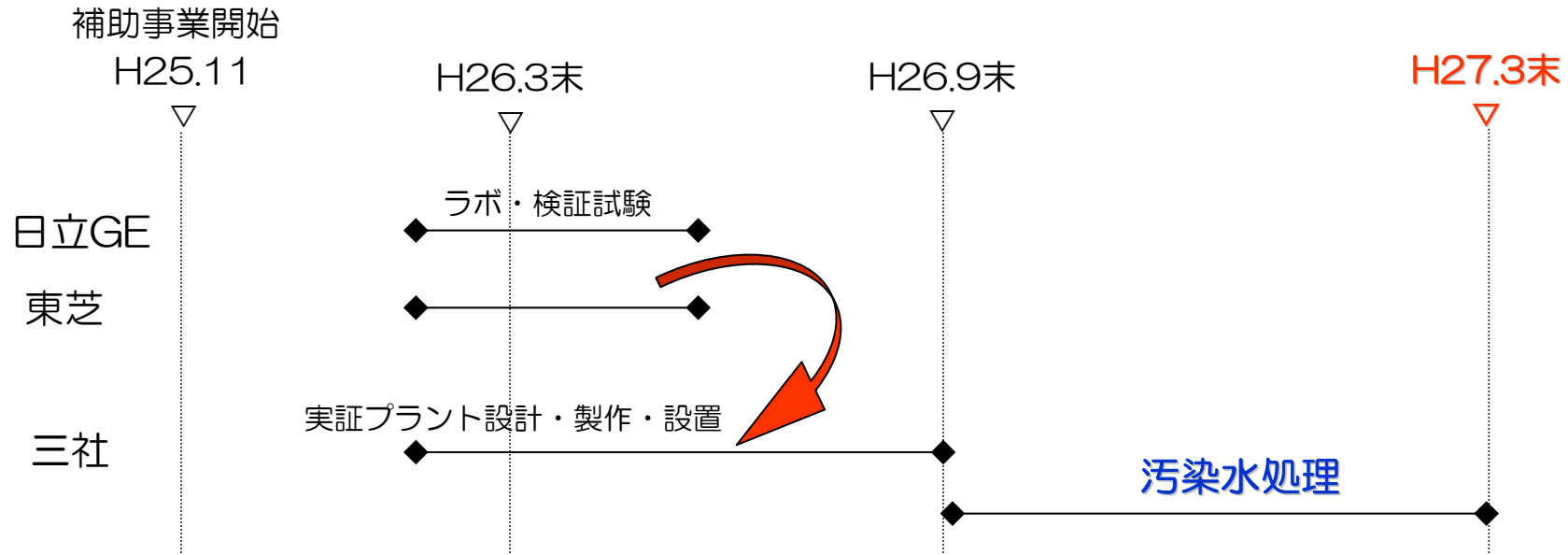
東京電力株式会社

日立GEニュークリア・エナジー株式会社

株式会社東芝

試験の進め方

《研究計画》



- ラボ試験・検証試験で得られた成果を実証プラントへ反映
 - ラボ試験・検証試験は、日立GE、東芝各々で実施し、より良い吸着材等を実証プラントへ適用

ラボ試験、検証試験の考え方

	検討・開発内容		試験の考え方	
	前処理	吸着材処理	ラボ試験	検証試験
日立 GE	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実証プラントの本案として、コロイド除去フィルタの検討 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cs・Sr同時吸着材を開発 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実液を使用し、フィルタ・吸着材の除去性能について確認 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実機を模擬した1/10規模の装置によりラボ試験で確認した装置構成で核種が除去できるか、及び材料の健全性確認等を実施する。
東芝	<ul style="list-style-type: none"> ▶ コロイド除去フィルタ代替策（Sr吸着材による荒取り＋クロスフローフィルタ）の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Srの選択制が高い高性能吸着材を開発 ▶ コロイド除去用活性炭吸着塔の開発 ▶ 新規ヨウ素吸着材の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実液を使用し、フィルタ・吸着材の除去性能について確認 <p>→東芝は日立の吸着材で性能が出なかった時の代替策として、日立とは異なる吸着材、フィルタの試験を行う。Sr, Cs主要核種の他、現行多核種で取りにくい核種に注目する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 日立と共通

1. ラボ試験計画

ラボ試験目的

高性能多核種除去設備はフィルタおよび吸着材により、処理対象とする汚染水からトリチウムを除く62核種を規定濃度未満まで除去する設備である。

ラボ試験において、候補となるフィルタおよび吸着材の構成により、除去対象の62核種を規定値まで除去できることを確認する。また、上記の確認の結果、候補構成で規定値まで除去ができない核種がある場合には、吸着材の種類、通水条件の変更等により、性能を満足する条件を得ることを目的とする。

各社で開発するフィルタおよび吸着材について、水質条件が厳しいRO濃縮水を通水した場合でも除去性能が得られることを確認する。

試験対象水の選定と液性状

性状が最も厳しいRO濃縮水

必要に応じ各社異なる水質でも実施※

液性状	公募要領記載値	H6北Cグループ	H5Aグループ	淡水化RO濃縮水
Cl濃度 (ppm)	6000	7000	4200 (Ca濃度から推定)	800 (代表値)
Ca濃度	300	332	201	—
Mg濃度	400	473	181	—
pH	7.5	7.4	—	7.0 (代表値)
Cs-137 (Bq/cc)	1E+02	1.76E+01	1.47E+01	2E+01 (代表値)
Sb-125 (Bq/cc)	5E+02	7.70E+01	1.20E+02	2E+01 (代表値)
Ru-106 (Bq/cc)	2E+02	5.09E+01	1.28E+02	—
Sr-90 (Bq/cc)	1E+06	1.27E+05	4.09E+05	4E+04 (推定値)
非放射性Sr (ppm)	—	1.6	—	—
考え方	—	化学液性が公募要領に最も近い ため、本試験水にて構成の検討 を実施する。(核種除去性能DF は非放射性的の化学種による影響 が大きい)	放射能濃度が最も高いため、 選定した構成で核種除去が 可能であることを確認する。	今後発生するRO濃縮水の液性 に近いため、選定した構成で核 種除去性能を確認する。

※当該水以外の性状のRO濃縮水についてもラボ試験を実施


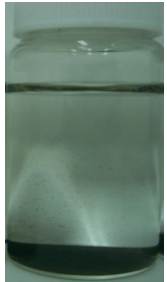

■使用するフィルタおよび吸着材（候補）

フィルタ	除去対象	備考
ろ過フィルタ	固形分	孔径1 μm
Csフィルタ	コロイド状Cs	フェロシアン化物添着
Srフィルタ	コロイド状Sr	キレート剤添着

吸着材	除去対象	主成分
Cs・Sr同時吸着材	Cs、Sr	Ti入り人工ゼオライト
Sb吸着材	Sb	含水酸化セリウム
重金属吸着材	Co、Mn、Ni等	キレート剤添着活性炭
Ru吸着材	Ru	ラボ試験により選定

■Ruの化学形態調査

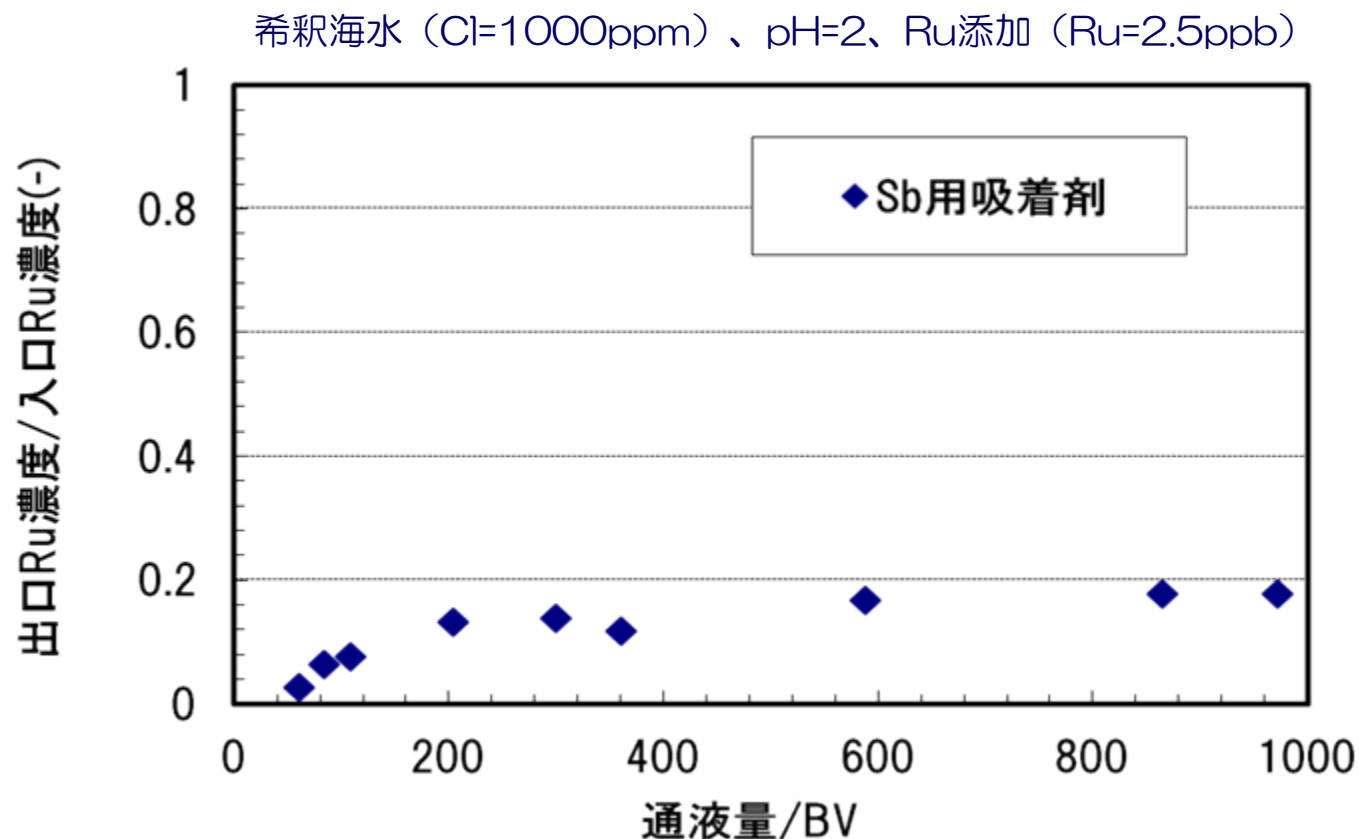
- RuはpHにより形態が大きく変化 → 酸性条件でのRu除去を検討

	pH=2	pH=7	pH=10
外観 (*)	 褐色溶液 (沈殿なし)	 99%以上Ruが 沈殿(黒色)	 99%以上Ruが 沈殿(緑色)
化学形態	RuCl_3 RuCl_2^+ RuCl_2^+	溶液中： RuCl_2^+ 他 沈殿： RuO_2 or $\text{Ru}(\text{OH})_3$	(調査中)
対応方針	イオン交換樹脂、キレート樹脂等の 適用性を検討		検討対象外 (海水成分の沈殿生成)

(*) RuCl_3 1ppm水溶液のpHをHC 1、NaOHで調整

■吸着剤調査（カラム試験）

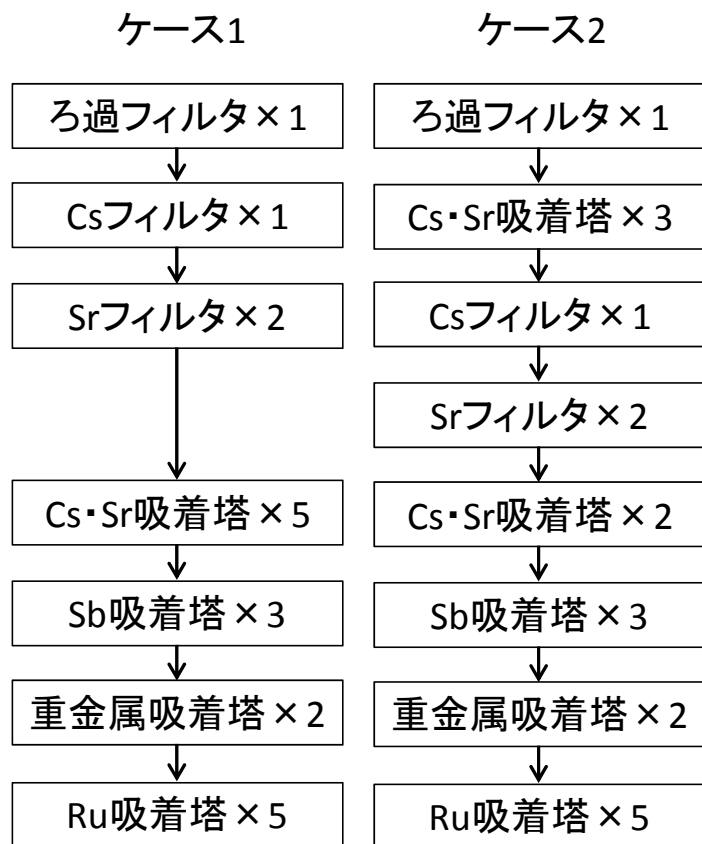
- ・Sb用吸着材：酸性条件（ $\text{pH}=2$ ）で1000BV処理まで $\text{DF}>5$
→さらなるDFの向上を検討



■通水順序と試験マトリクス

Srフィルタは使用後の保管時に吸着したSr-90の崩壊熱による温度上昇が懸念されるため、先にCs・Sr吸着塔に通水する構成についても検討する。

通水順序



概略試験マトリクス

試料採取場所	H6北Cグループ		H5Aグループ	淡水化RO濃縮水
原水水質(Cl濃度)	7000ppm		4200ppm (推定)	800ppm
通水順序	ケース1	ケース2	ケース2	ケース1
フィルタ	○	○	—	—
吸着塔(Ru以外)	○	○	—	—
Ruフィルタ	○ 通水順序は上記結果から選定		—	—
Ru吸着塔(吸着材,pH選定)	○	—	—	—
Ru吸着塔(組合せ)	○	—	—	—
最終確認	○ 性能が不足する場合は追加構成を検討		○	○

試験概要

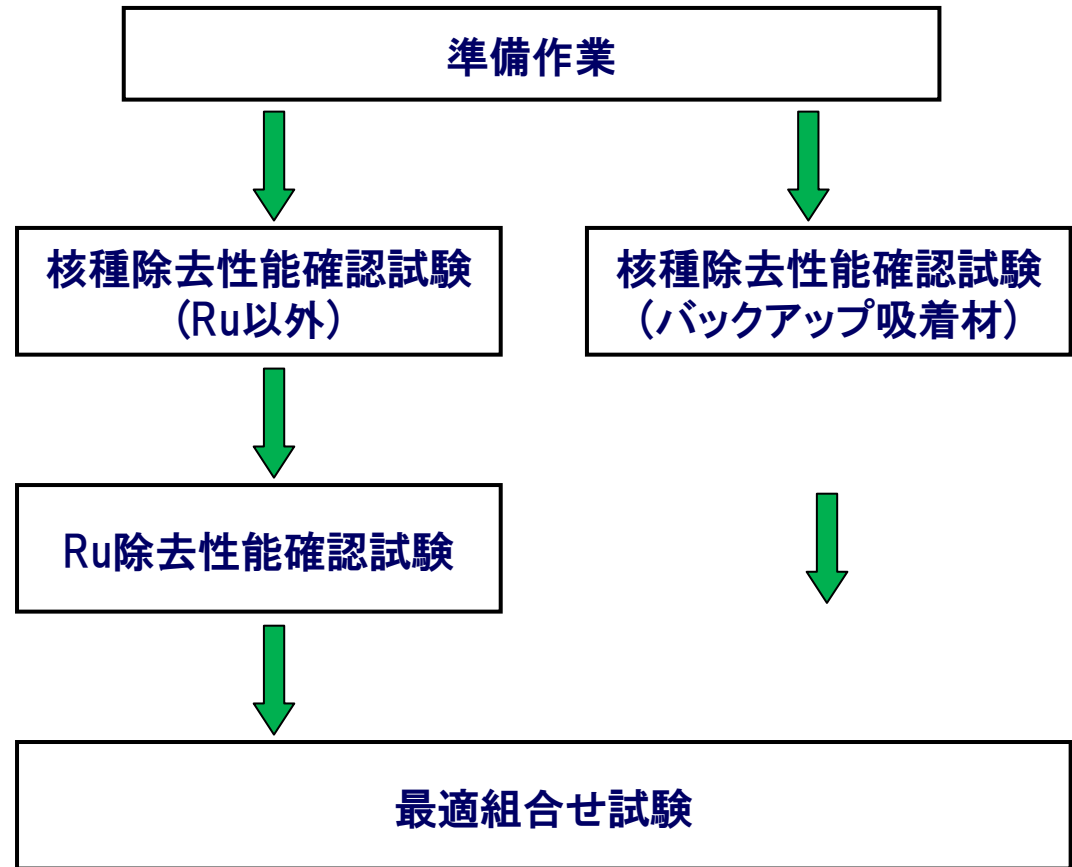
■ ラボ試験フロー

- ・ 作業現場確認
- ・ 器材搬入/作業エリア養生
- ・ 試験対象水の受け取り

- ・ 核種除去性能の確認(通水順序の検討)
- ・ Ru除去性能確認試験の試験水作成
- ・ バックアップ吸着材の確認

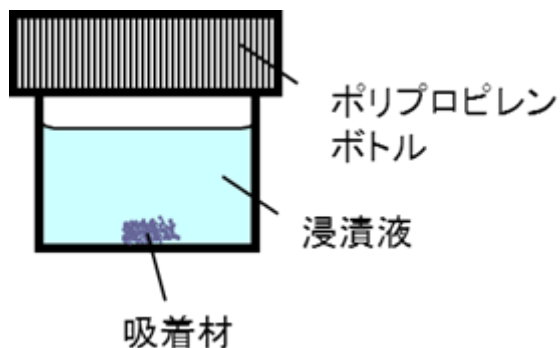
- ・ Ru吸着材、pHの選定
- ・ Ruフィルタ性能確認試験
- ・ Ru吸着材最適化試験

- ・ 選定した構成で複数のRO濃縮水で性能確認



1. 浸液試験

●吸着剤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)

M : 吸着材の量 (g)

2. カラム通水試験

●吸着剤単体性能を取得



	Sr吸着	Cs吸着	通水試験の実施	期間	備考
チタン酸系-1	◎	◎	有	2014年1月	
チタン酸系-2	◎	◎	有	2014年1月～継続	
チタン酸系-3	◎	◎	有	2014年1月～継続	複数条件 試験実施中
チタン酸系-4	◎	◎		2014年1月	
チタン酸系-5	○	◎		2014年1月	
チタン酸系-6	◎	◎	有	2014年1月～継続	
チタン酸系-7	◎	—		2014年1月	
シリカ系-1	×	—	有	2014年1月	
シリカ系-2	×	—	有	2014年1月	
無機系-1	◎	—		2014年1月	充填方法:要検討
無機系-2	◎	—		2014年1月	充填方法:要検討

◎: $K_d \geq 10,000$ and/or $BV \geq 5,000$

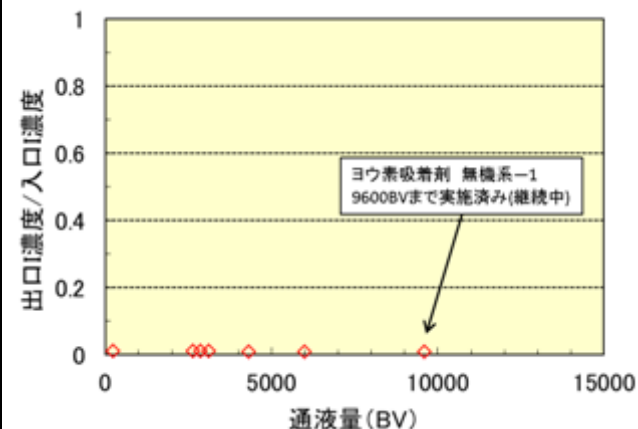
○: K_d 10,000~1,000

△: K_d 1,000~100

×: $K_d \leq 100$

チタン酸系、シリカ系、無機系吸着剤についてSr、Csの吸着性能を調査中

	ヨウ素	ヨウ素酸	コロイド	通水試験の実施	期間	備考
無機系-1	◎	×	—	有	13/12/26～継続	
無機系-2	×	△～○	—	有	2014年1月	
無機系-3	△	×	—	有	2014年2月	
無機系-4	—	×	—	有	2014年1月	現行MRRSにて使用
無機系-5	◎	×	—	有	2014年1月	
無機系-6	◎	×	—	有	2014年1月	
無機系-7	◎	—	—	有	2014年1月	
無機系-8	×	×	—	有	2014年1月	
無機系-9	×	—	—	有	2014年1月	
無機系-10	×	×	—	有	2014年1月	
無機系-11	×	—	—	有	2014年1月	
無機系-12	×	—	—	有	2014年1月	
無機系-13	◎	×～△	—	有	2014年2月～継続	充填方法：要検討
キレート-1	×	—	—	有	2014年1月	
キレート-2	×	—	—	有	2014年1月	
天然成分-1	×	—	—	有	2014年1月	
銀活性炭-1	×	—	—	有	2014年1月	
銀活性炭-2	△	×	実施	有	2014年1月	現行MRRSにて使用
機能活性炭-1	×	—	—	有	2014年1月	
機能活性炭-2	△	—	—	有	2014年1月	
活性炭-1	×	×	実施		実液試験にて実施	
活性炭-2	×	×	実施		実液試験にて実施	現行MRRSにて使用



図：無機系-1 カラム試験結果(試験継続中)

無機系、キレート、活性炭他天然成分をベースとした吸着剤について、ヨウ素吸着性能を調査中

◎ : $K_d \geq 10,000$ and/or $BV \geq 5,000$
 ○ : $K_d 10,000 \sim 1,000$
 △ : $K_d 1,000 \sim 100$
 × : $K_d \leq 100$

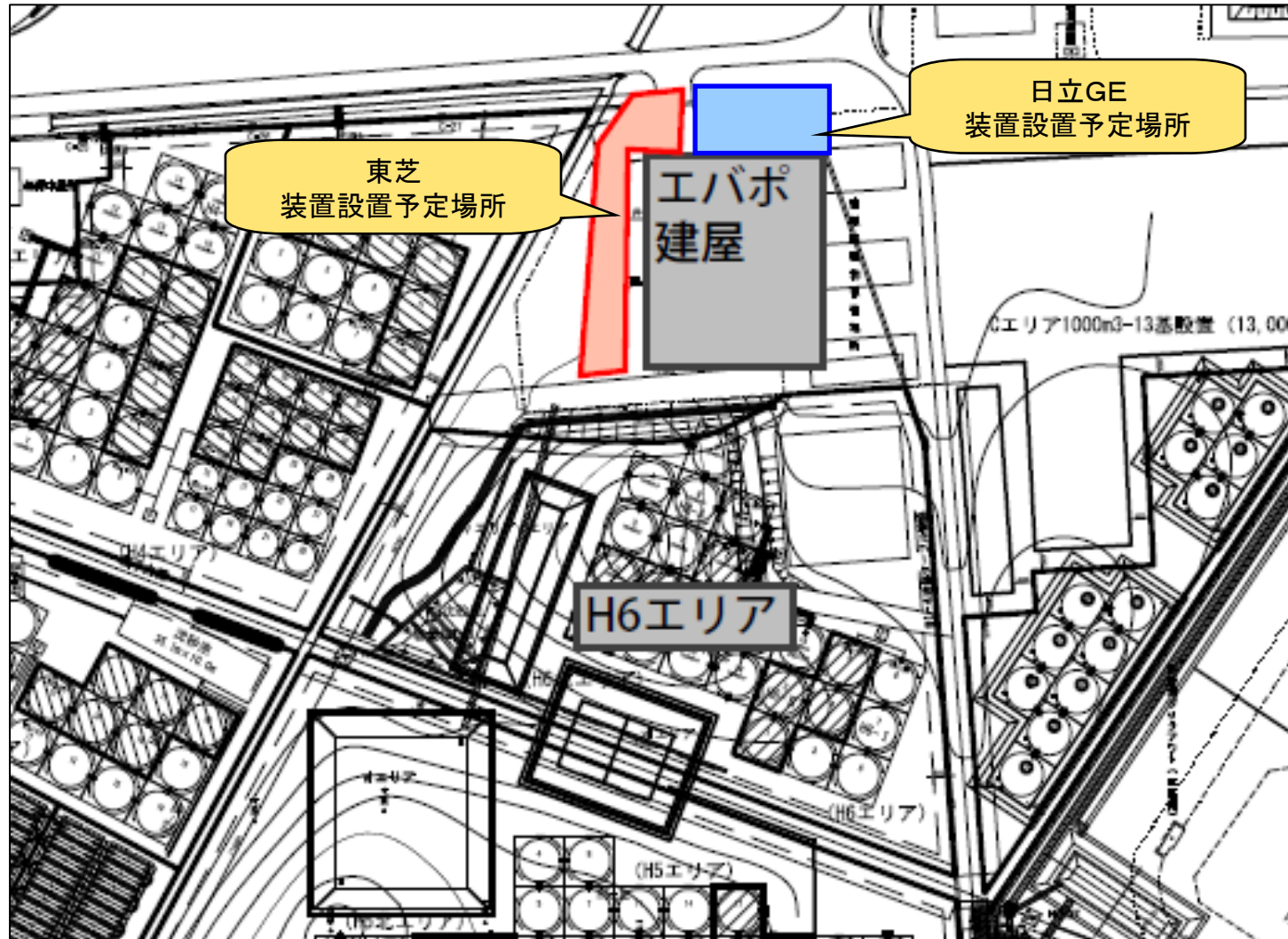
2. 検証試験計画

検証試験目的

流量 1 / 1 0 規模の処理能力を有する検証試験装置にて、以下の確認を行い、実証試験設備に反映していく。

- ・ ラボ試験で検討した設備構成で放射能除去の性能（NDレベル）
- ・ フィルタ、吸着材の交換周期
- ・ 運転監視パラメータの設定等を行うためのデータ
- ・ 使用材料の耐食性の確認

装置設置予定場所



H6北 Cグループのタンク水を取水予定

検証試験計画（1）

（1） 設備構成妥当性確認試験

【目的】

1. ラボ試験で確認した装置構成により、核種が除去できることを確認する。

【通水条件】

流量 : 50m³/d

通水時間 : 4h/d×10d

試験水 : H6北 Cグループのタンク水 (Cl濃度7000ppm、ラボ試験で使用予定)

【測定/分析項目】

1. フィルタ、吸着塔の各出口の核種濃度

検証試験計画（2）

（2） 最適運用方法設定試験

【目的】

1. 通水量と各機器における表面線量上昇の関係を把握する。
2. 通水量と各機器の差圧上昇の関係を把握する。

【通水条件】

流量 : 50m³/d

通水時間 : 8h/d×90d、総通水量 : 1500m³(実機1ヶ月相当)

試験水 : H6北 Cグループのタンク水 (Cl濃度7000ppm)

【測定/分析項目】

1. フィルタ、吸着塔の表面線量
2. フィルタ、吸着塔の差圧
3. フィルタ、吸着塔の各出口の核種濃度
4. 試薬注入量とpH変化

検証試験計画（3）

（3） 材料健全性確認試験

【目的】

1.本設備で使用する材料の使用環境における健全性を評価する。

【通水条件】

流量 : 50m³/d

通水時間 : 検証試験全期間

【試験概要】

プロセス配管に分岐部を設けてテストピースユニットを設置し、下記を実施する。

分岐部設置場所

- ・ 原水通水領域
- ・ 核種除去後pH調整前の領域
- ・ pH2の領域

1.腐食電位(E_{sp})の常時監視による配管溶接部の健全性把握

2.通水完了後、テストピースの腐食状況の確認

検証試験計画（4）

（4） 設計への反映

1. フィルタ、吸着塔の交換周期の推定

核種除去性能の変化、各機器の表面線量上昇傾向および各機器の差圧上昇傾向から、フィルタや吸着塔の交換周期を確認する。また、表面線量上昇傾向をもとに、作業環境の雰囲気線量やフィルタや吸着塔の交換作業における作業者の被ばく線量の評価を行なう。

2. 運転監視項目とフィルタ、吸着塔の交換の判断基準の策定

前項の結果から、実証試験設備において監視すべき運転パラメータと、取得した運転パラメータから交換の要否を判断する基準を策定する。

3. 使用材料の評価と合理化

選定した材料について、使用環境において問題が無いことを確認する。また、吸着塔等、交換を行う部材については、より合理的な材料を選定し、運転費用の低減に資する。

1. 機能

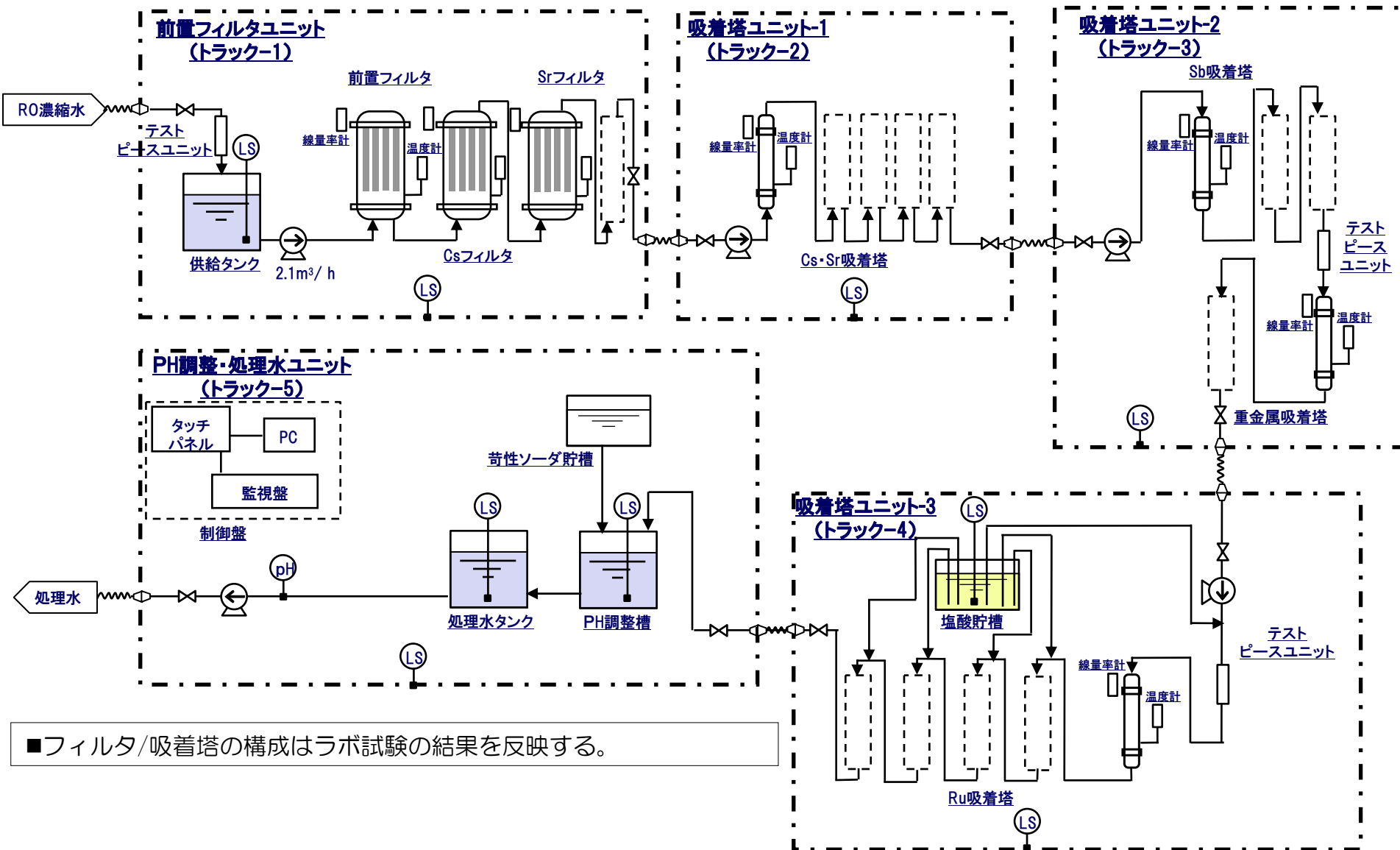
淡水化処理設備から搬出されるRO濃縮水からトリチウムを除く62核種を規定濃度未満まで除去する。

2. 主要装置構成

- ① 前置フィルタ：固形分の捕捉
- ② コロイドフィルタ：コロイドの捕捉。CsフィルタとSrフィルタの構成。
- ③ Cs・Sr吸着塔：吸着材によりCs、Srイオンを同時除去。
- ④ Sb吸着塔：吸着材によりSbイオンを除去。
- ⑤ 重金属吸着塔：吸着材により重金属（Co、Mn、I等）を除去。
- ⑥ Ru吸着塔：吸着材によりRuを除去。Ru除去のためのpH調整（上流側）、および処理水排出用中和機能を有する。
- ⑦ テストピースユニット（材料試験用）
- ⑧ 各種タンク、ポンプ、弁類
- ⑨ 制御系

3. 設計条件

- ① 処理流量：2.1m³/h（実証試験の1/10規模）
- ② 最高使用圧力：0.98MPa, 0.6MPa
- ③ 最高使用温度：45℃
- ④ 最低使用温度：0℃（凍結しないこと）
- ⑤ 周囲環境温度：-8～40℃
- ⑥ 運転時間：処理水量1500m³（8h/日運転で90日、12h/日運転で60日相当）



■フィルタ/吸着塔の構成はラボ試験の結果を反映する。

項目	対応
遮へい	フィルタ／吸着塔には遮へいおよび線量率計を設置する
水素爆発防止	使用済フィルタ／吸着塔保管時の水素発生量を評価し、必要な対策を講じる
耐熱強度	使用済フィルタ／吸着塔保管時の発熱量を評価し、必要な対策を講じる
漏えい対策	検証試験装置は有人運転とする
	ユニット毎にドレンパンを設置する。当該ドレンパンに漏えい検知器を設置し、漏えい検知時、警報を発報する

|

■ 検証試験

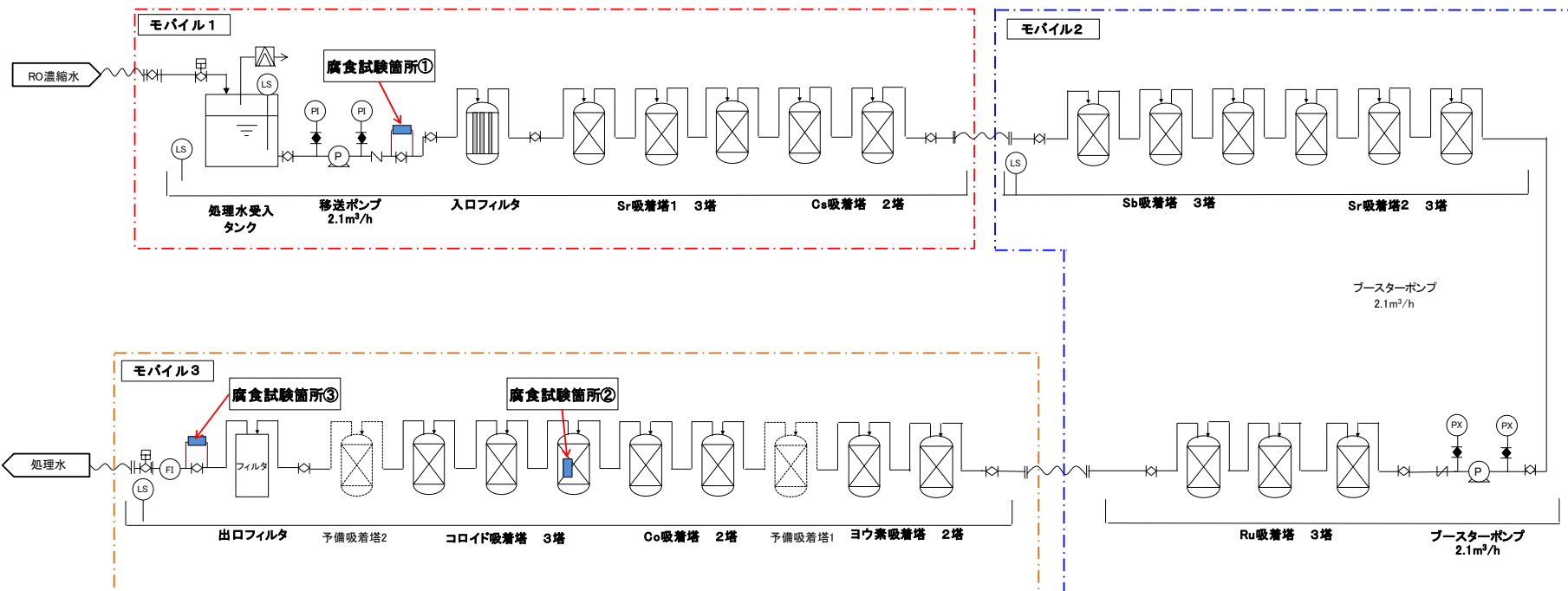
- 吸着剤の除去性能、処理プロセス妥当性の確認
- 吸着剤等の交換周期の検証
- 材料耐食性の検証

試験条件

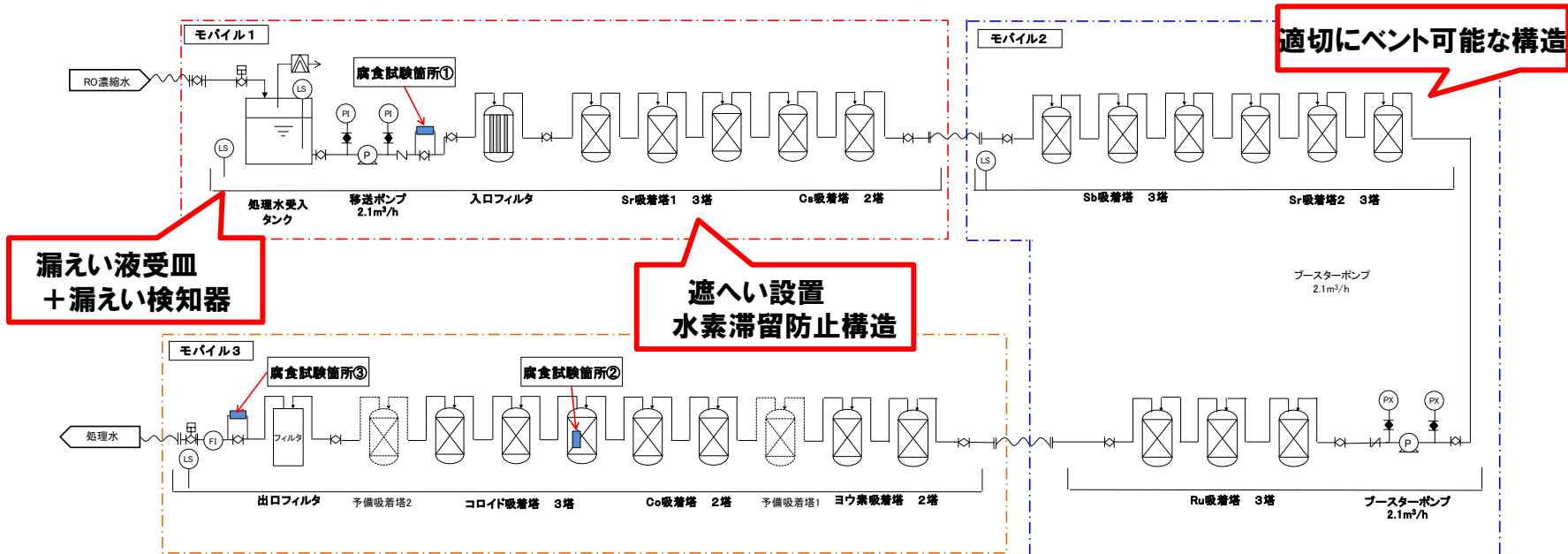
- 処理流量：50m³/d
- 期間：3ヶ月
- 対象水：H6北 Cグループのタンク水

■設計条件

- 処理対象水 : RO濃縮水
- 系統容量 : 50m³/d
1日あたり8時間程度の日勤運転とする
- 最高使用温度 : 60℃（移送設備は40℃）
※廃吸着塔保管時には別途定める
- 最高使用圧力 : 1.37MPa（移送設備は0.98MPa）



項目	対応
入口フィルタ	ラボ試験の結果を反映し選定
吸着塔	2 3塔 (予備スペースも加味)
	Sr、Cs、Sb、Ru、I、Co、コロイドを対象とした吸着剤を充てん
腐食試験体	系統入口、活性炭環境、系統出口に設置予定



	項目	対応
①	遮へい	放射エネルギーを評価し、適切に遮へいを設ける
②	水素爆発防止	系統内及び吸着塔から、適切なベント可能な構造とする
③	耐熱強度	捕集核種の崩壊熱による温度上昇を評価し、設備および吸着剤等の健全性に問題がないことを確認する
④-1	漏えい対策	適切な設計、材料選定、運転法等により漏えい防止を図る
④-2		運転圧漏えい試験により閉じ込め健全性を確認
④-3		漏えい液受皿(堰)、漏えい検知器を設置し、万一漏えいした場合の早期検知を測る

(参考) 腐食試験計画と進捗について

腐食試験の考え方について

- 実機環境を考慮し、各社以下の考えにて耐食材料の腐食試験を行い、知見を拡充する。

■日立GE

- 目的：実機の保全計画等に活用
- 材料：実機で使用する耐腐食性に優れたステンレス。特に溶接部を主対象
- 環境：実機模擬及び水質変動の影響を考慮
- 試験：モバイル試験，基礎試験により電気化学試験，浸漬試験等を実施

■東芝

- 目的：今後の運用等を考慮し、より安価で入手が容易な材料への移行検討へ活用
- 材料：複数の候補材
- 環境：実機模擬及び水質変動の影響を考慮
- 試験：日立GEと共通

得られたデータについてはお互い情報共有し協同して試験を行う。

腐食試験全体計画

日立GE:
溶接部を主対象とした実機適用材による耐
すきま腐食特性評価, 使用可能期間を評価

東芝:
複数の候補材(母材,溶金)の耐すきま腐食特性
を比較して実機適用に最適な鋼種を選定

コスト・調達性等が優れた鋼材
への移行計画策定に活用

←
東芝評価の活用

→
日立GE評価の活用

機器の保全計画策定に活用

		日立GE	東芝	備考
対象鋼種		S 32750*1 (スーパー二相ステンレス鋼)	SUS 329J4L (二相ステンレス鋼, JIS材) S 39274(W富化材)(スーパー二相ステンレス鋼) S 32750*1 (スーパー二相ステンレス鋼)	*1:両社で 溶接材が 異なる
実液試験		実機適用材の耐すきま腐食特性の評価		
1	電気化学試験	・実液環境の主要腐食因子の検討 ・実液環境と基礎試験環境との相関評価	同左	
2	浸漬試験	実液環境にて腐食発生を抑制できる耐食性材料 であることを確認	同左	
基礎試験		候補材をスクリーニングするための体系的 データの取得		
1	組織観察	σ相の析出等、組織に異常がないことを確認	同左*2	*2:硬さ測定含 む
2	電気化学試験	腐食電位, 腐食すきま再不動化電位	同左 (S32750の試験は両社で分担)	
3	浸漬試験	実機適用材の使用可能期間を評価するた めの腐食試験(加温による加速試験)	実機運転温度における長時間(最大5,000h程度)の 腐食試験	

■実液試験データと基礎試験データを組合せた耐すきま腐食特性データ

1. [Cl⁻]を約 6,000 ppm(平均値)含む水溶液が通水されるため、金属材料には**スーパー二相ステンレス鋼(S 32750)**を主に適用
2. 母材よりも耐食性が劣り、耐食性評価データが限られている溶接部を主に、**実液試験と基礎試験を組合せて耐食性を評価**

表1 実液試験と基礎試験の目的、課題、試験内容の比較

	実液試験 (モバイル試験)	基礎試験 (ラボ試験)
目的	多核種除去過程の代表水質による実機の耐食性評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 温度, [Cl⁻] 等の変動を考慮したデータの取得 ・ 長期健全性を評価するための加速試験の実施
課題	試験予定期間が3ヶ月程度なので、長期間の腐食評価が困難	模擬液(人工海水の希釈液)による試験 ⇒ 実液試験データと基礎試験データの相関を評価
試験	腐食電位測定, 腐食試験	組織観察, 腐食電位測定, 腐食試験(加速試験)

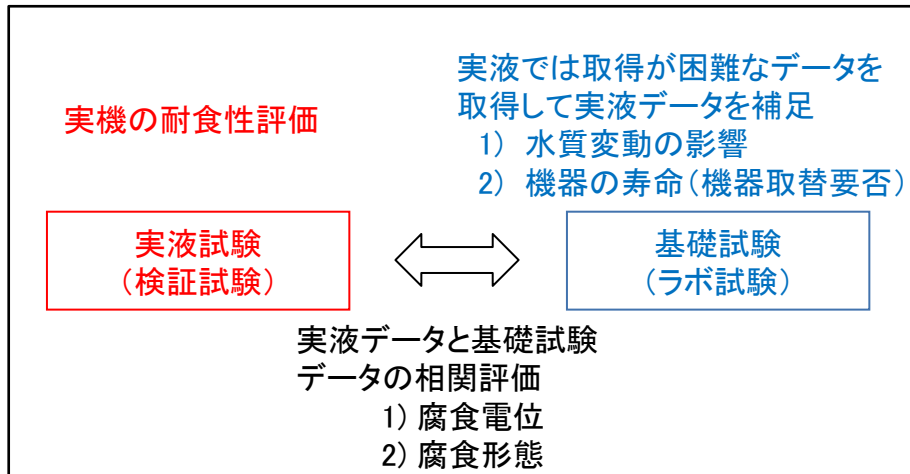
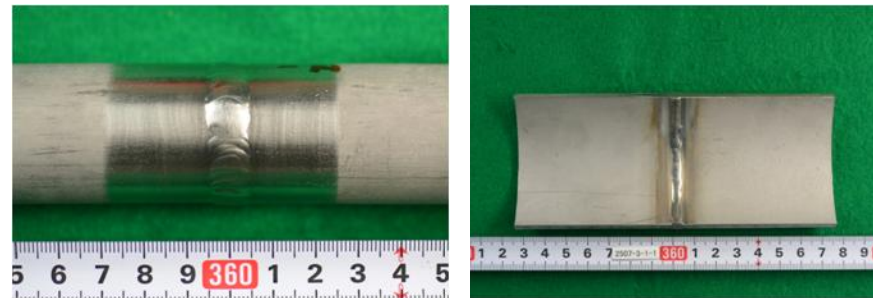


図1 実液試験と基礎試験の関連

【モックアップ試験体を使用した試験】

溶接部の耐食性は、施工条件等に依存するため、実機適用配管を、実機条件かつ実機施工サイトで溶接して配管継手を製作(モックアップ試験体)。これより試験片を採取して耐食性評価試験を実施。



(a) 試験体の継手部(外面)

(b) 溶接部(内面)

図2 モックアップ試験体(S32750, 3inch管)の外観

実液には、海水由来成分の他に、さまざまな核種が含まれているため、これらの影響も含めた腐食評価を実施

○ 実液試験(検証試験[注1])の概要

試験項目	内容	供試材[注2]	試験箇所
腐食電位測定	実液に浸漬した試験片の(定常)腐食電位(E_{sp})の測定(常時監視)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 二相ステンレス鋼 (SAF2507, SAF2205) ・ SUS316L溶接部等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理前の原液 ・ 放射性核種除去中間段階 ・ pH調整(pH=2)後
浸漬試験	実液に一定期間浸漬したすき間腐食試験片の腐食状況評価		

[注1] : サイト試験. トレーラーに試験機器を設置した可搬式の検証試験設備

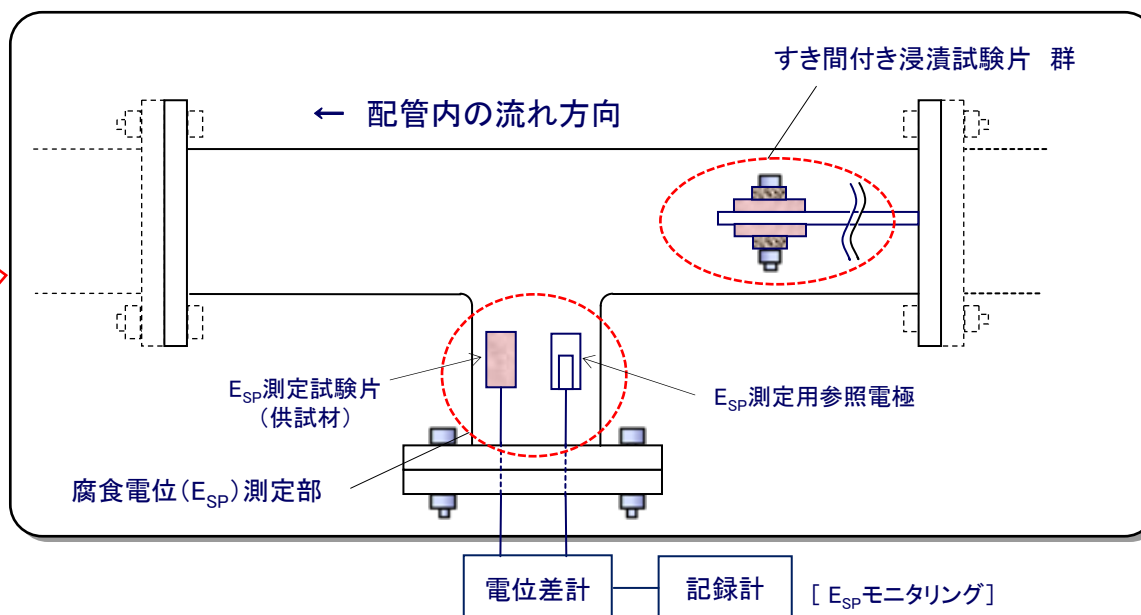
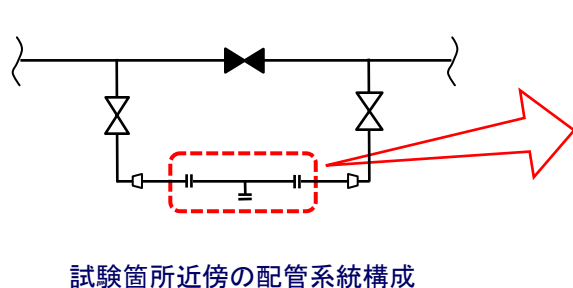
[注2] : SAF2507およびSAF2205の試験片は、装置製造メーカーで作製した溶接継手(モックアップ試験体)の溶接部より切り出したものとする

・SAF2507 : スーパー二相ステンレス鋼、多核種除去設備に適用する主要鋼材

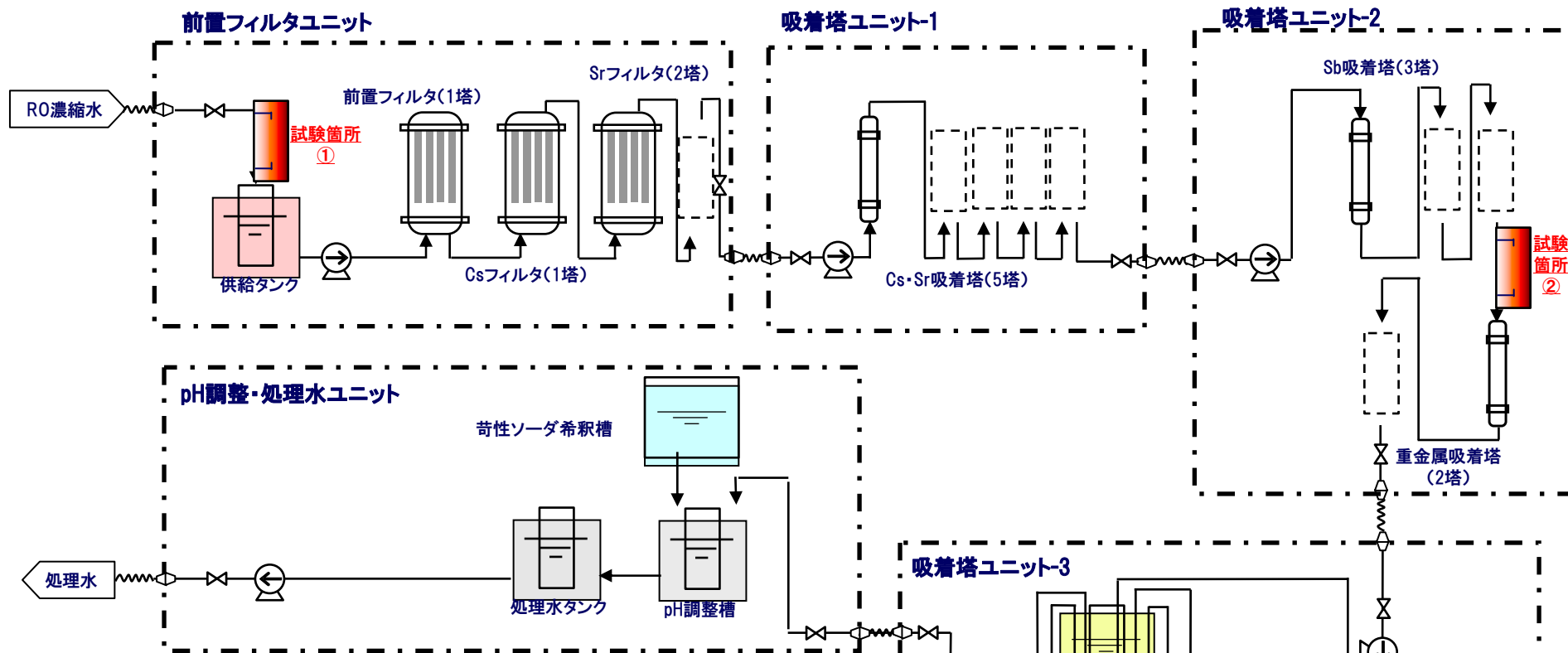
・SAF2205 : 二相ステンレス鋼、数ヶ月で交換する吸着塔に適用

・SUS316L : 将来、吸着塔への適用を検討

○ 試験装置(配管組み込み部)の概要



実液試験（検証試験）の概要（Ⅱ）



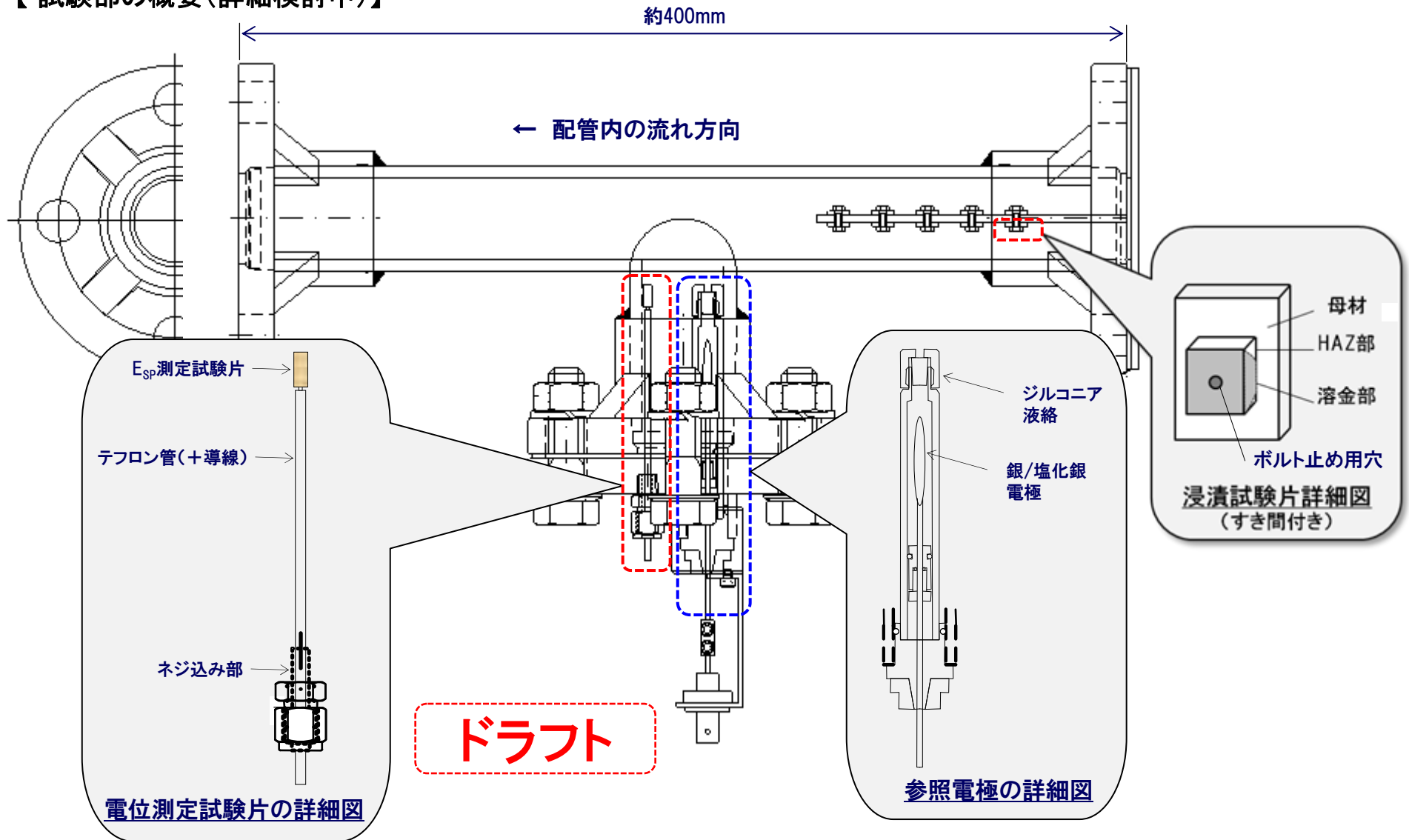
試験箇所の想定条件

試験箇所	溶液名称	塩化物イオン濃度 (ppm)	温度 (°C)	pH	備考
①	処理前 (RO濃縮水原液)	6,000	0~40	7.5	
②	核種除去中間段階	6,000	0~40	7.5	
③	pH調整 (pH=2) 後	6,000	0~40	2	

【検証試験の目的】 1/10規模の試験装置で、設備構成の妥当性、実証試験設備の消耗品の交換周期予測・運転監視パラメータ設定等を行うためのデータを取得する。

実液試験（検証試験）の概要（Ⅲ）

【試験部の概要（詳細検討中）】



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(二相ステンレス鋼、スーパー二相ステンレス鋼)

基礎試験

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基礎評価

実液試験

STEP4：実機環境における腐食試験

STEP5：材料の選定、実機反映

◆ 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)について電気化学測定及び浸漬試験により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。

※1：腐食すきま再不動態化電位
※2：腐食電位

- ◆ 浸漬試験の結果からすきま腐食発生有無を確認。
- ◆ 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は中性。

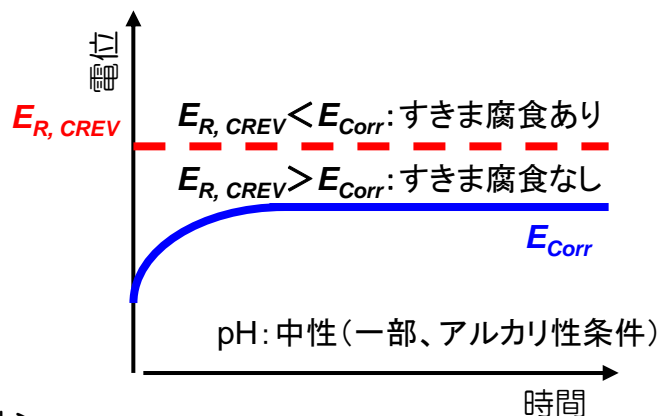


図 測定結果イメージ
(例：すきま腐食無し)

STEP3：実機模擬環境における詳細評価

- ◆ 腐食に対する次亜塩素酸添加及び吸着材等の影響等を評価。
- ◆ 試験手法はSTEP2と同様、 $E_{R,CREV}$ 及び E_{Corr} の比較及び浸漬試験により評価。

STEP4：実機環境における腐食試験

- ◆ 実液環境における $E_{R,CREV}$ 及び E_{Corr} の比較により評価し、すきま腐食発生を抑制できる耐食性材料であることを確認。
- ◆ 実液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。

STEP2 候補材の耐すきま腐食性評価(案)

STEP2: 候補材(母材、溶接部(溶金、熱影響部))について人工希釈海水を用いて、耐すきま腐食性を評価。

評価項目: A.腐食すきま再不動態化電位(繰返し:3)

B.腐食電位(繰返し:2)

C.浸漬試験(繰返し:3)

D.組織観察・硬さ測定

(試験温度:40℃)

材料		環境
		pH中性
		Cl ⁻ :10000ppm
①オーステナイトステンレス鋼 SUS316L (基準材)	母材	△
	溶接部	○/□
②二相ステンレス鋼 SUS329J4L	母材	△
	溶接部	○/□
③スーパー二相ステンレス鋼 S39274 (W富化材)	母材	△
	溶接部	○/□
④スーパー二相ステンレス鋼 S32750	母材	△
	溶接部	○/□

○:A.腐食すきま再不動態化電位測定、B.腐食電位測定、D.組織観察・硬さ測定
 △:B.腐食電位測定のみ
 □:C.浸漬試験

【試験マトリックスの考え方】

- (1) 溶接部を主たる対象とする。母材については、すきま腐食発生有無の判断基準となる腐食電位のみ測定し、溶接部との比較を行う。
- (2) 環境条件はpH中性条件、Cl⁻10000ppm(想定される最大濃度)を基準とする。

STEP3 実機模擬環境における詳細評価(案)

STEP3:多核種除去設備特有の環境を考慮した耐すきま腐食性を評価。

評価項目:A.腐食すきま再不動態化電位(繰返し:3)

B.腐食電位(繰返し:2)

C.浸漬試験(繰返し:3)

(試験温度:40℃)

材料		環境			
		pH中性			
		Cl ⁻ : 10000ppm			
		(a) フランジシール*1	(b) 次亜塩素酸	(c) 吸着材*1	(d) (a)~(c)の組合せ*2
①オーステナイトステンレス鋼 SUS316L (基準材)	母材	△	—	—	△
	溶接部	—	○	△	△/□
②二相ステンレス鋼 SUS329J4L	母材	△	—	—	△
	溶接部	—	○	△	△/□
③スーパー二相ステンレス鋼 S39274 (W富化材)	母材	△	—	—	△
	溶接部	—	○	△	△/□
④スーパー二相ステンレス鋼 S32750	母材	△	—	—	△
	溶接部	—	○	△	△/□

*1:吸着材およびフランジシール材は別途選定要。

*2:(a)~(c)の単独の影響評価試験結果より実施要否を検討。

○:A.腐食すきま再不動態化電位測定、B.腐食電位測定

△:B.腐食電位測定のみ

□:C.浸漬試験

—:実施無し

【試験マトリックスの考え方】

- 溶接部を主たる試験対象とする。(a)フランジシール試験では母材のみを試験対象とする。
- 次亜塩素酸は、多核種除去のため使用する可能性があるため試験条件の対象とする。
- 腐食すきま再不動態化電位に影響有と考えられる次亜塩素酸有についてはA,B両方の測定を行う。その他については、すきま腐食発生有無の判断基準となる腐食電位のみ測定し、STEP2で取得した基準条件での腐食すきま再不動態化電位と比較を行う。(d)で次亜塩素酸を組合せる場合には、(b)次亜塩素酸試験で取得した腐食すきま再不動態化電位と比較を行う。
- 流速は腐食すきま再不動態化電位を貴にする作用があると考えられ、安全側に作用する方向であるため試験パラメータからは除外した。

STEP4 実機環境における腐食試験(案)

STEP4:実液での腐食試験を実施する。

評価項目(案):A.腐食すきま再不動態化電位(繰返し:3)

B.腐食電位(繰返し:2)

C.浸漬試験(重量減少量、すきま腐食発生の有無/深さ等)(繰返し:2)

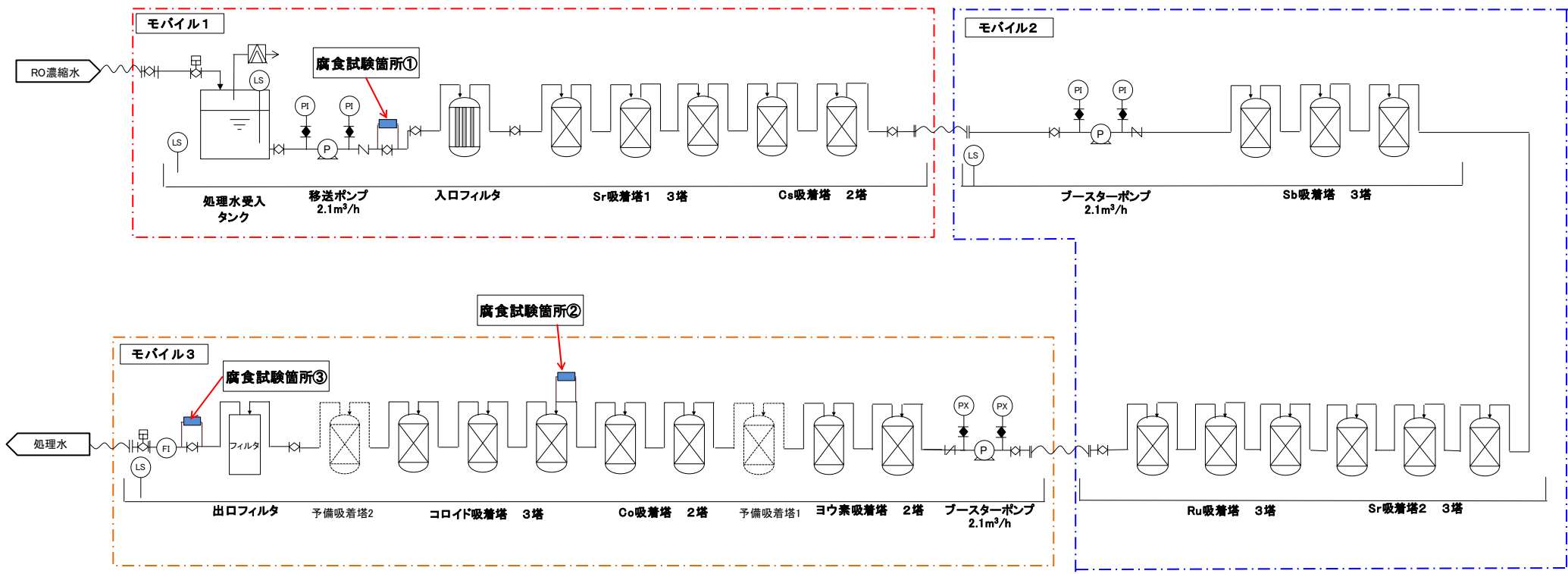
材料		環境	試験内容*1		
			すきま再不動態化電位測定*2	腐食電位測定*4	浸漬試験*4 (すきま有/無)
候補材料	母材	実液	○*3	○	○
	溶接部		○*3	○	○
オーステナイトステンレス鋼 SUS316L (基準材)	溶接部		○	○	—

○:実施予定(繰返し数2)
—:実施無し

- *1:サンプリング水の水質分析実施を検討する。
- *2:サンプリングした実液を用いて測定を実施。(照射の影響等で測定中のノイズが大きい場合は実施の有無も含めて検討要)
- *3:基準材SUS316Lの測定結果により実施の要否を判断。
- *4:多核種除去設備系統内にテストセクションを設けて実施。

※注:サイトでの実施可否により再度検討要

STEP4 実機環境における腐食試験(案)



実液試験(腐食試験)の試験箇所概要(案)

実液試験(腐食試験) 想定条件

試験箇所	溶液名称	塩化物イオン濃度(ppm)	温度(℃)	pH	備考
①	入口フィルタ前	6000	0~40	中性	
②	コロイド吸着塔内	6000	0~40	中性	活性炭吸着材
③	出口フィルタ後	6000	0~40	中性	

※注: サイトでの実施可否により再度検討要