

# 凝集沈殿を用いた高濃度塩化物イオン 含有廃液の放射能除去方法の開発

東京電力(株)

原子力運営管理部放射線管理G 實重

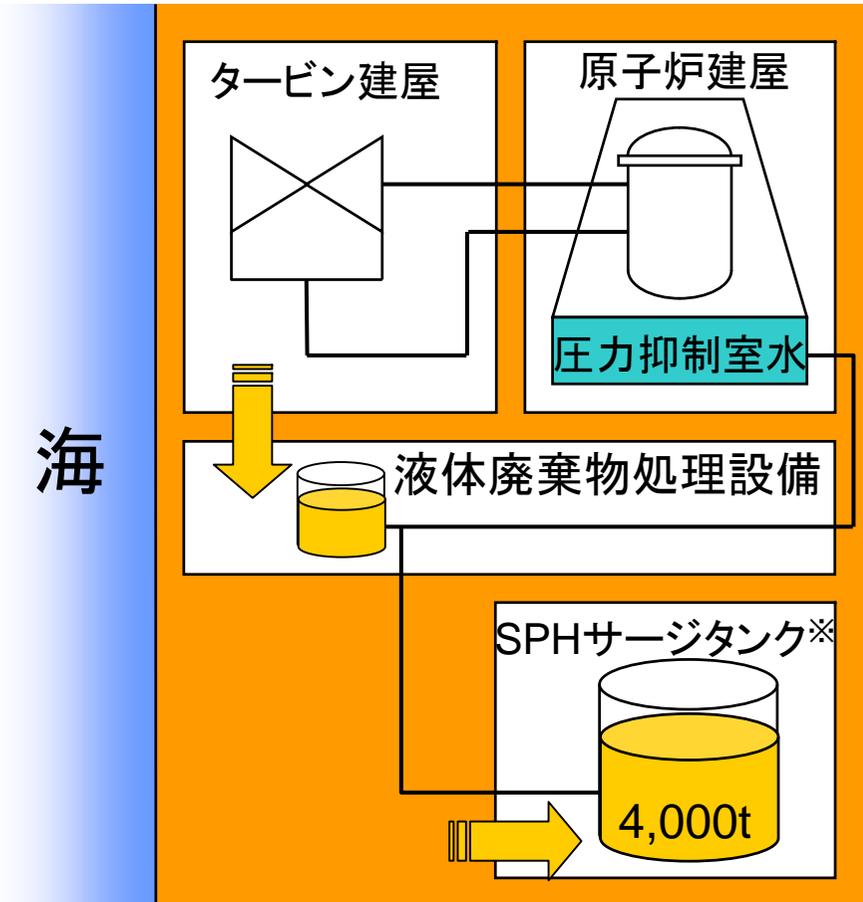
柏崎刈羽原子力発電所第一運転管理部 放射線・化学管理G 牧平、佐藤

東電環境エンジニアリング(株)

新潟原子力事業所 技術部 環境化学G 柏谷、安松、関\*



# 背景



- ◆ 中越沖地震の影響で塩分濃度の高い水が液体廃棄物処理設備を介してSPHサージタンク※に貯留された。
- ◆ 高濃度塩化物イオン含有廃液は、強い腐食作用を持つため、設備健全性を損なうおそれがあった。

高濃度塩化物イオン含有廃液全量を早急に処理する必要が生じた

※SPHサージタンク水は、通常、放射能や極微量の金属不純物などを含む



# タンク水の性状

項目		値	備考
水量		4,000t	—
pH		6.8	—
不溶性鉄		$2.1 \times 10^2$ ppb	蛍光X線分析にて測定
油分		<1mg/l	—
イオン	Cl <sup>-</sup> ※	<b>313 ppm</b>	イオンクロマトグラフにて測定
	Na <sup>+</sup>	164 ppm	//
	Mg <sup>2+</sup>	20~30ppm(推定)	—
放射能	溶解性	$5.8 \times 10^{-1}$ Bq/cm <sup>3</sup>	Ge半導体検出器にて測定 核種組成: Co <sup>60</sup> , Co <sup>58</sup> , Mn <sup>54</sup>
	不溶性	$5.0 \times 10^{-2}$ Bq/cm <sup>3</sup>	

※通常、タンク水のCl濃度は1ppm以下で管理

放射性物質を含む高濃度塩化物イオン濃度廃液4000t



# 通常処理の問題点

	発電所内液体廃棄物の処理方法	
	HCW系※1処理	LCW系※2処理
概要	蒸発濃縮⇒蒸留水⇒ろ過(中空子膜フィルタ)⇒脱塩	ろ過(中空子膜フィルタ)⇒脱塩
問題点・課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>多量の濃縮廃液(290m<sup>3</sup>)が発生</li> <li>濃縮廃液の受入タンク容量を超え今後の運営に支障のおそれ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>イオン成分の除去に多量の廃樹脂(210m<sup>3</sup>)が発生</li> <li>計画的な復水浄化系樹脂の交換に支障のおそれ</li> </ul>
適用可否	×	×

※1 HCW系: 導電率が高い液体の処理を行う系統

※2 LCW系: 導電率が低い液体の処理を行う系統

新たな処理方法を検討する必要がある



# 新たな処理方法の検討

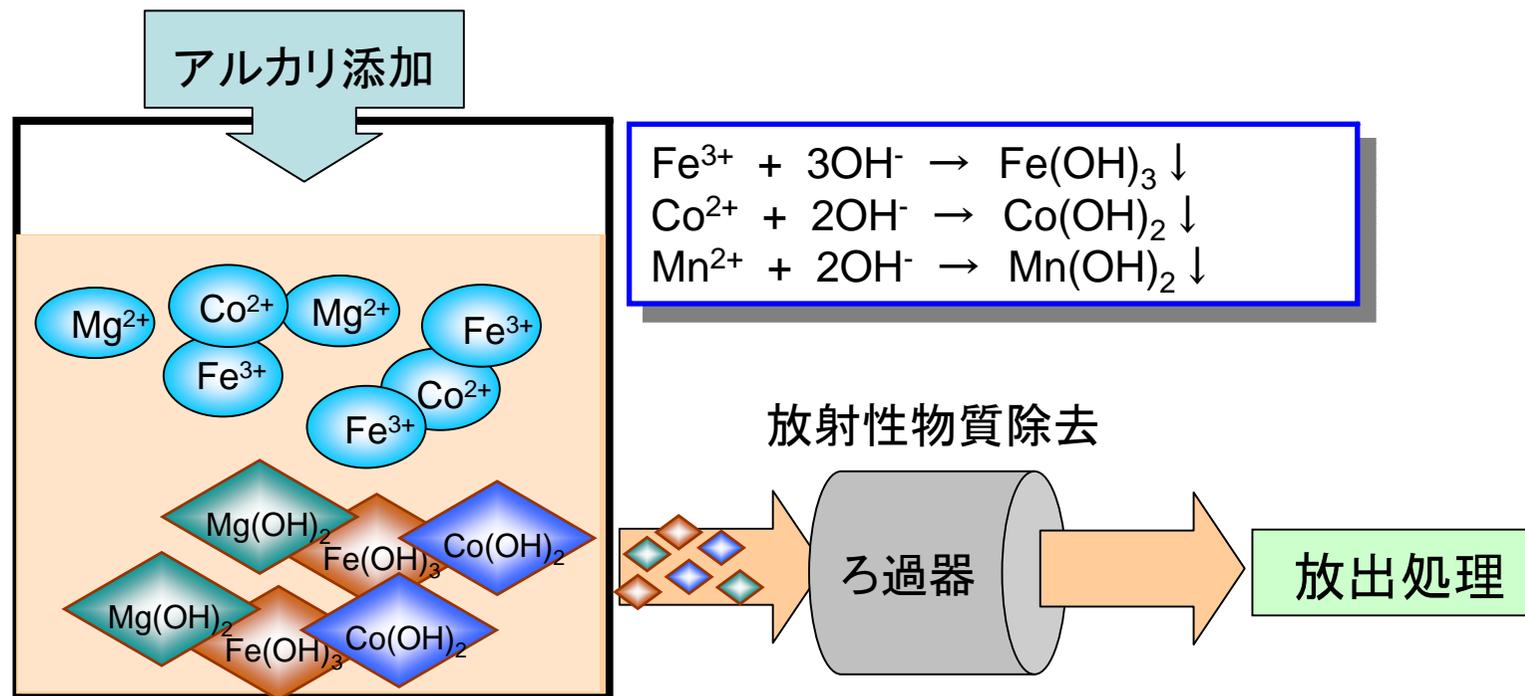
	逆浸透	アルカリ凝集沈殿
概要	逆浸透装置により不純物(塩分・放射能)を除去	塩化物イオンは沈殿させずに、放射性物質を凝集沈殿・ろ過により除去
問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>回収された不純物は高濃度の塩化物イオンを含む。このため、タンク健全性を損なうおそれがあるので、さらに二次的な処理が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>重金属排水処理施設での実績はあるが、原子力発電所での実績はない</li> <li>処理方法の妥当性検証及び仮設移送設備が一部必要。</li> </ul>
検討可否	△	○

凝集沈殿による処理を検討することとした



# アルカリ凝集沈殿法の概略

- ◆ 溶解性放射性物質 (Co, Mn) をアルカリ処理により水酸化物とする。
- ◆ 凝集剤を添加し、懸濁粒子を凝集させる。
- ◆ 凝集沈殿物をろ過処理し、放射性物質を含まないろ液を放出処理する。



# 凝集沈殿法の検討項目

検討① 要求事項の整理



検討② 凝集剤の選択



検討③ 最適なpH条件



検討④ 最適な攪拌条件

既設のろ過器で除去できる粒子の大きさは？  
放出可能な水質基準は？

プラントに悪影響を与えない凝集剤は？

放射性物質が凝集・ろ過除去できるpHは？  
高pH領域の設備構成材料の腐食への影響は？

ろ過器の差圧上昇抑制に必要な攪拌時間は？



# 検討① 要求事項の整理

## ◆ 既設のろ過器仕様

項目	仕様
ろ過原理	中空糸膜フィルタ
定格流量	10m <sup>3</sup> /hr
捕捉可能な粒子径	0.1 μm

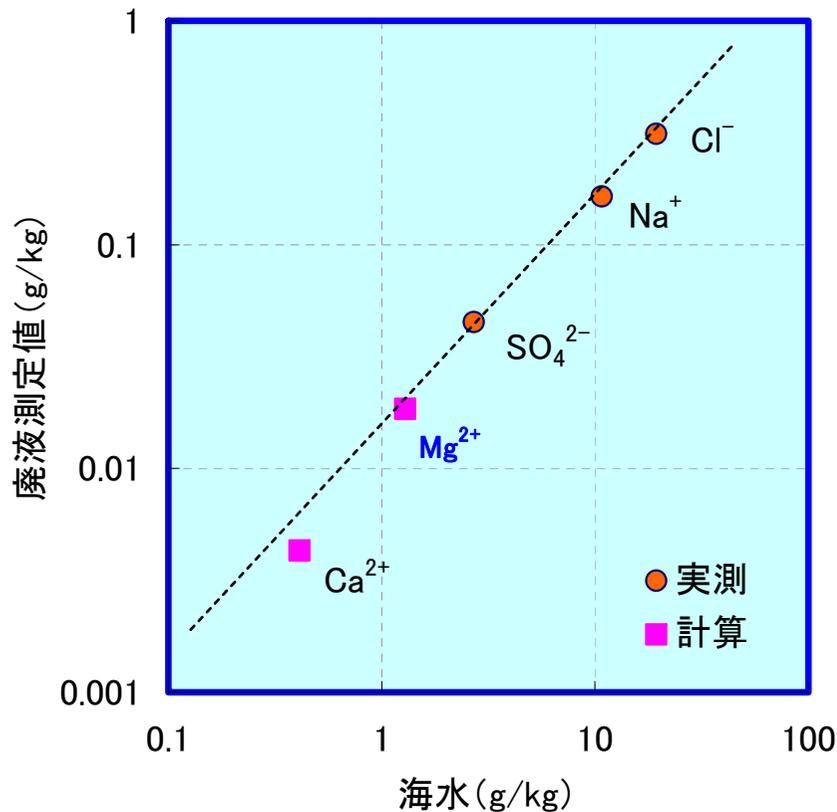
## ◆ 放出处理時の主な水質基準

項目	水質基準
pH	5.0~9.0
SS	<20mg/L
放射能濃度	N.D. ( $<2.0 \times 10^{-2}$ Bq/cm <sup>3</sup> ) *

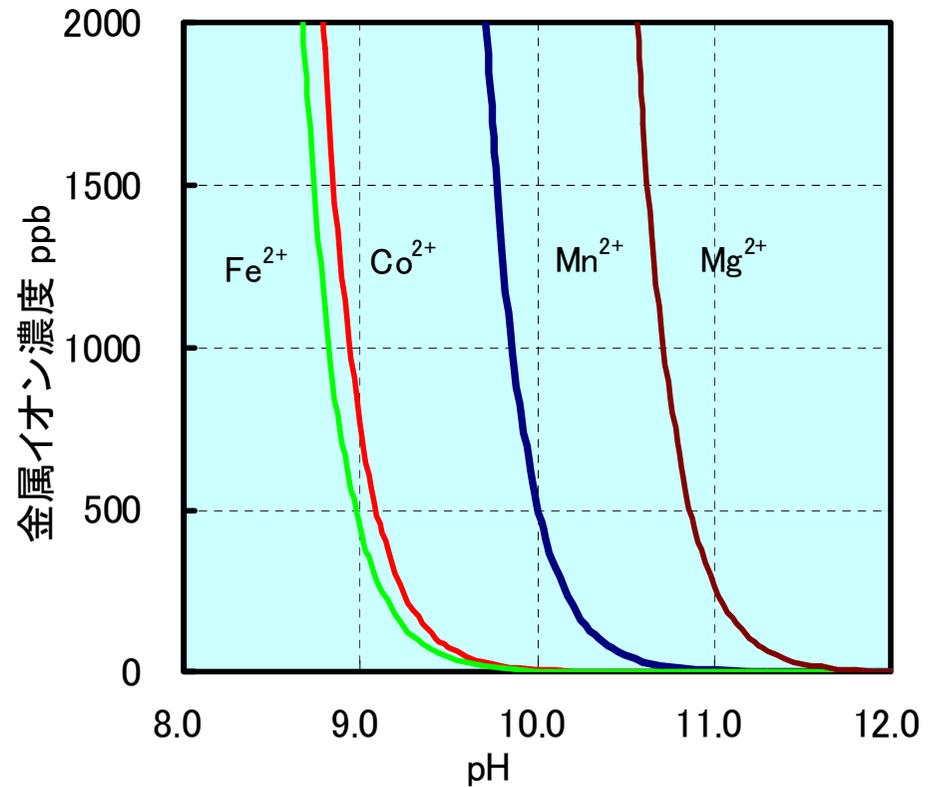
\* 発電用軽水型原子炉施設における放射性物質の測定に関する指針



## 検討② 凝集剤の選択



廃液中のイオン濃度測定値と海水組成



水酸化金属における溶解度のpH依存性

廃液にはMgが含まれることから凝集剤として利用可能

## 検討③ 最適なpH条件(放射能除去)

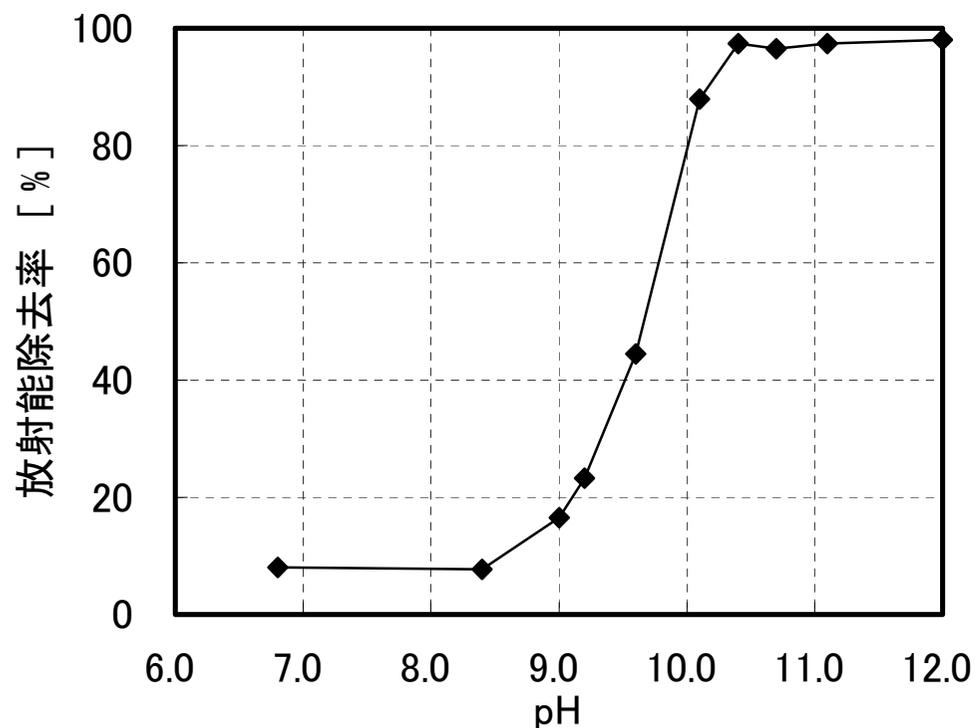
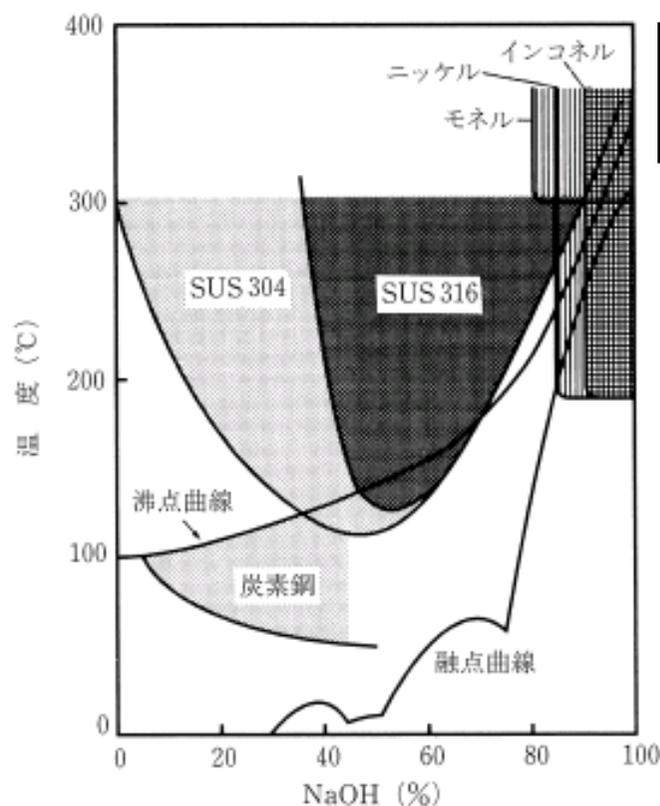


図 廃液のアルカリ凝集沈澱・ろ過処理による放射能除去  
除去率(%)=(フィルターに捕集された放射能/全放射能)×100

pH11程度でほぼ全ての放射能を除去できることを確認した

## 検討③ 最適なpH 条件(設備構成材への影響)



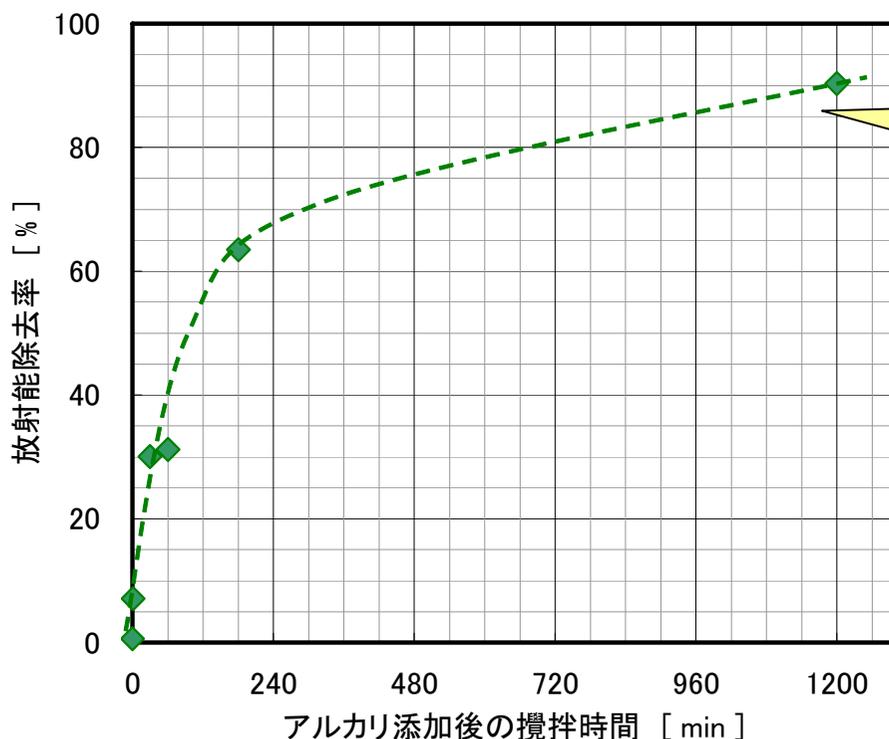
対象部材: 炭素鋼配管、SUS304  
温度環境: 室温(10°C~30°C程度)

- ・50°C以下での苛性割れの事例はない。
- ・室温では、炭素鋼配管は苛性割れは生じにくいと考えられる。

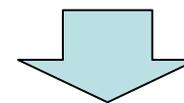
各種金属の苛性割れ領域

腐食防食協会編: 腐食・防食ハンドブック, 丸善株式会社, (2000).

## 検討④ 最適な攪拌条件



除去率は攪拌時間とともに高くなり、3時間で60%以上、20時間で90%を超過。



アルカリ凝集沈殿物は、形成後の攪拌により粗大化することを示す。

攪拌時間と除去率の関係(孔径:5 $\mu$ mフィルター)

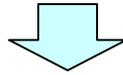
凝集沈殿物の粗大化は、除去率向上及びろ過器差圧上昇抑制に有効なため、攪拌時間は3時間以上とすることとした。

# 本処理に当たって

---

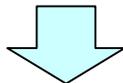
(ラボベース試験)

定量的な除去条件【pH11.2~11.4、攪拌時間3時間以上】



(実機実証試験)

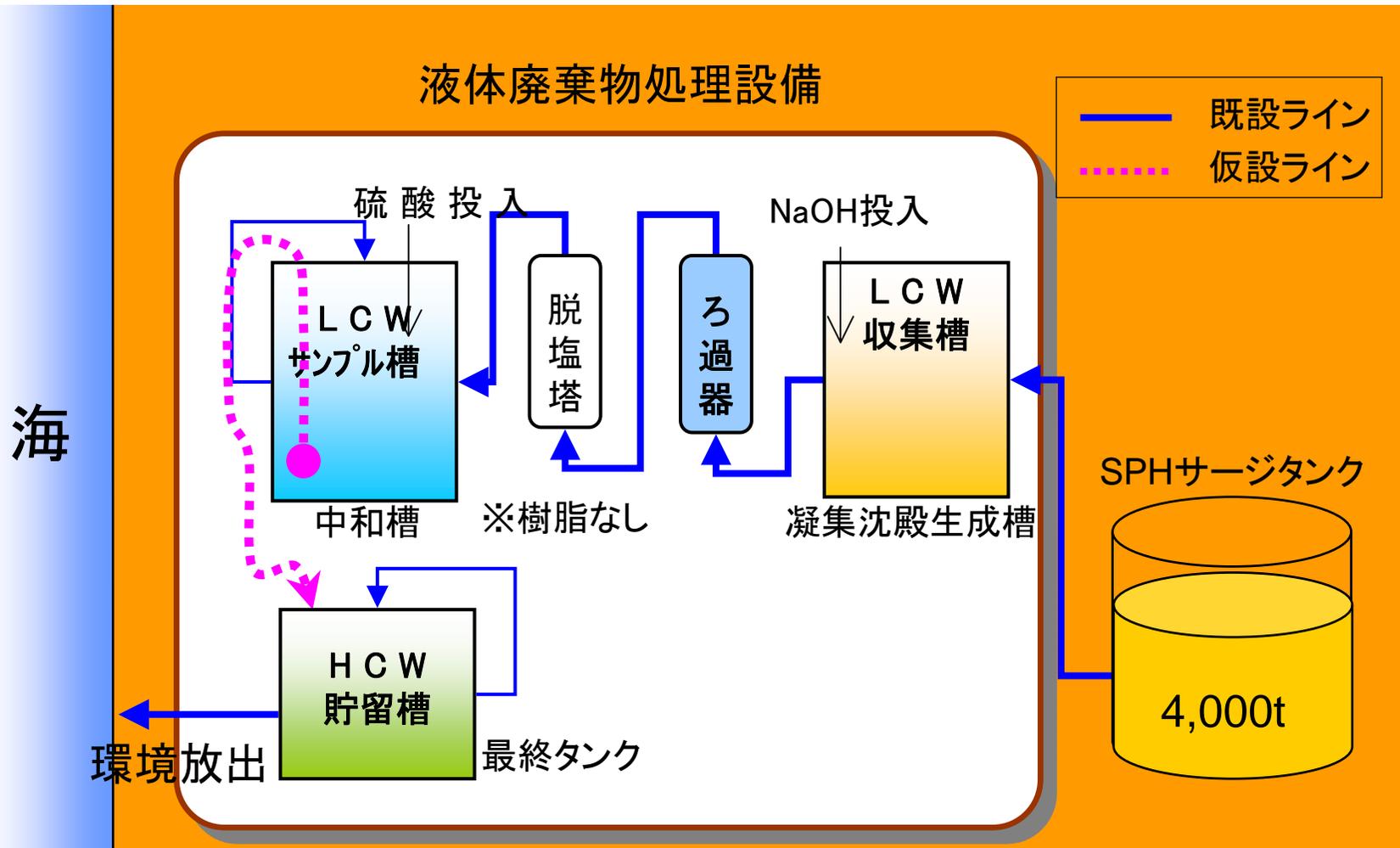
実機処理系統の中で循環運転を行い、処理水の放射能濃度が放出基準を満足することを確認



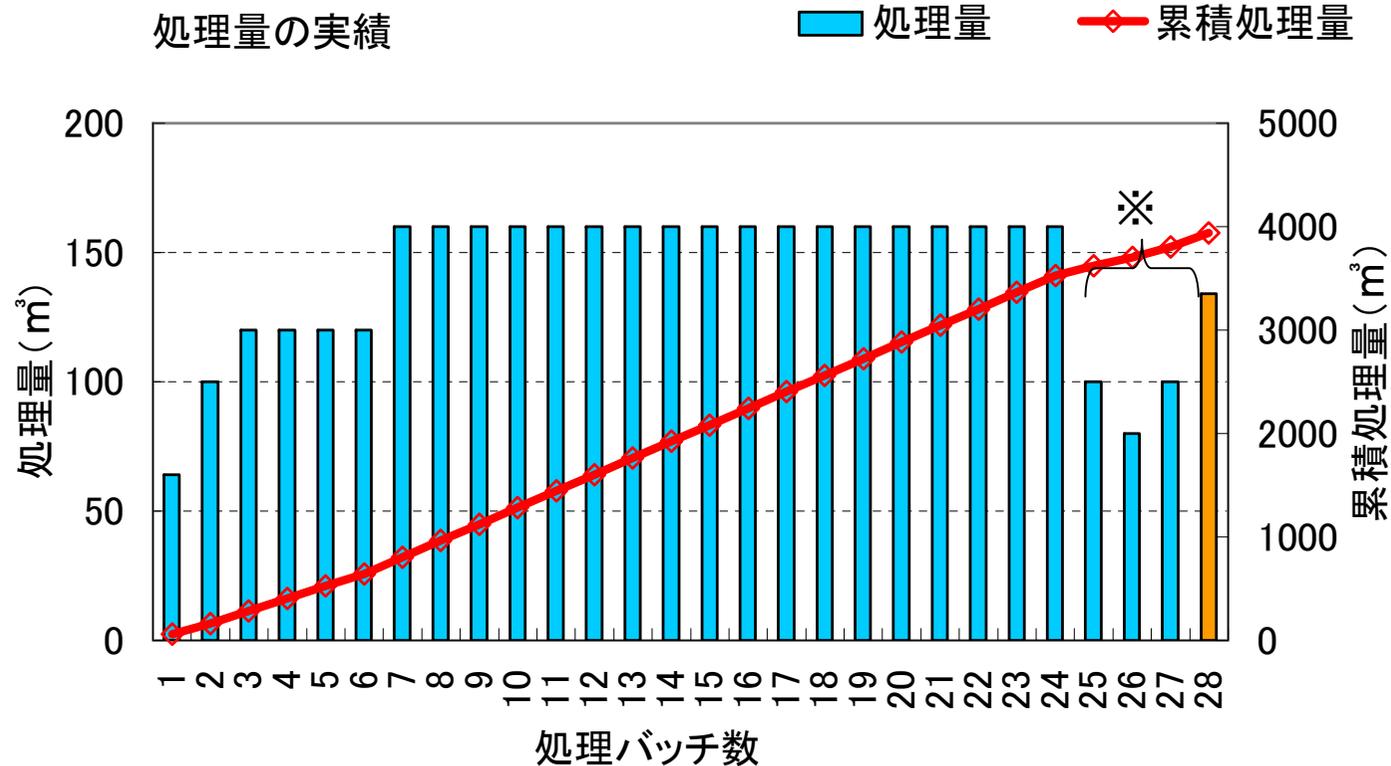
凝集沈澱・ろ過処理の妥当性確認結果を規制当局へ説明



# 本処理構成図



# 処理実施実績



※ 25～28バッチはタンク底部のスラッジを含むため処理量が少ない。また、28バッチ目は、凝集沈殿・ろ過処理で放射能が除去できなかった為、LCW脱塩塔にて処理した。

4,000tの高濃度塩化物イオン含有放射性液体廃棄物の処理を実施



# まとめ

## 高濃度塩化物イオン含有放射性廃液について

- ◆ 通常の処理で多量の廃棄物(塩類・廃樹脂)を発生させず、既設設備を利用して流入塩類と放射能の分離除去ができた。
- ◆ 凝集沈殿・ろ過処理法を採用したことにより、代替法(逆浸透法)と比較すると発生廃棄物を大幅に削減できた。

処理方法	発生廃棄物	埋設用 ドラム缶
逆浸透法	濃縮廃液30m <sup>3</sup>	300本
凝集沈殿法	スラッジ少量	数本

