

PWR発電所 2次系統水 エタノールアミン処理運転実績について

日本原子力学会水化学部会
第8回定例研究会
平成21年11月25日

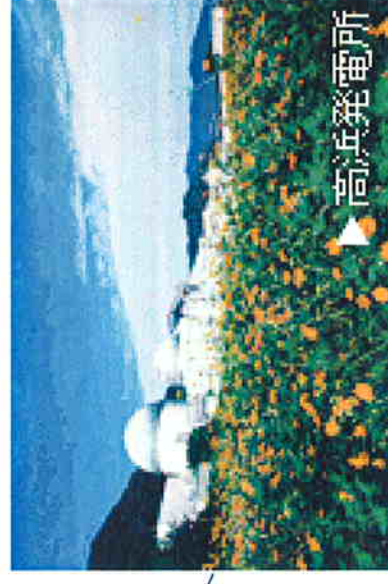
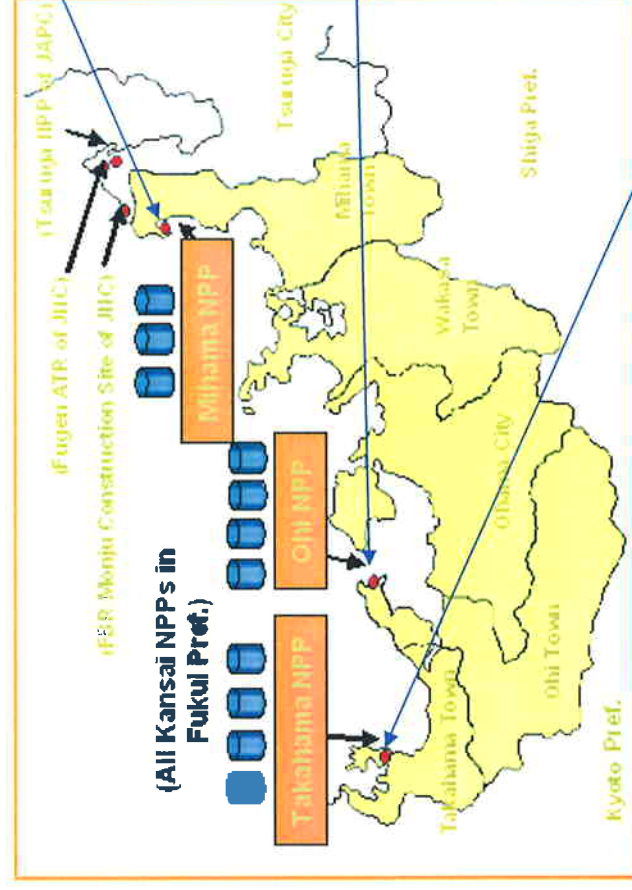
関西電力株式会社 原子力事業本部
田邊 哲也

目 次

1. はじめに
2. AVT処理の課題
3. 既存設備でのpH上昇対策
4. 高pH運転への取組み
5. まとめ

PWR 関西電力 原子力プラント概要

☆Locations of Kansai NPP

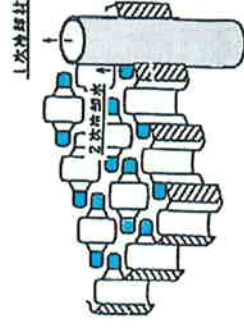
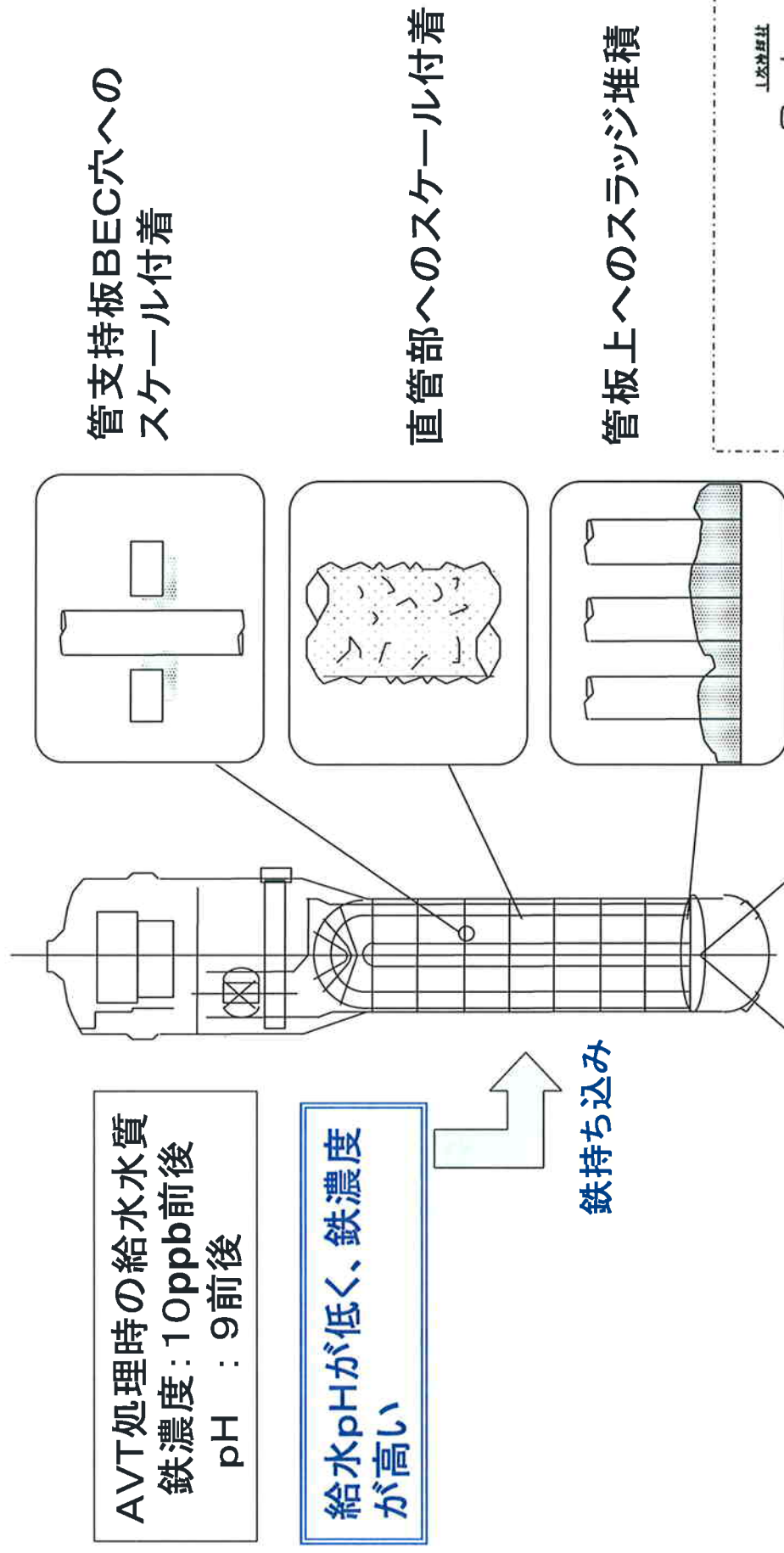


[illegible]

AVT処理の課題

5

蒸気発生器への不具合

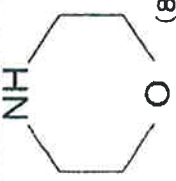
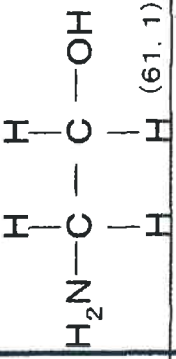
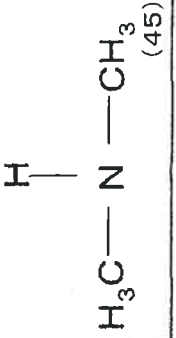


※ BEC: Broached Egg Crate

AVT処理: 全揮発性薬品処理
(all volatile treatment)

[illegible]

2次系給水処理薬品

	アンモニア	モルフォリン	エタノールアミン(ETA)	ジエチルアミン(DMA)
分子式 (分子量)	NH ₃ (17.0)	 (87.1)	 (61.1)	 (45)
給水pH9.2 相当濃度(ppm)	0.5	8.6	1.5	0.6
気液分配比 150度	9.6	0.78	0.26	13.2
適用状況	・日本(低pH) ・ドイツ(高pH) ・米国の一部プラント (高pH)	・フランス ・米国の一部のプラント	・米国の大部分のプラント	・米国の一部のプラント
給水鉄濃度 (ppb)	・低pH<9.8 約10 ・高pH>9.8 約1	約3~5	約3~5	約1~4



《気液分配比》

気相／液相で表す薬品の分配比で値が小さい方が、当該部の液相部への残留が多く、エロージョン・コロージョンの防止効果大

プラント実績を考慮し、ETA適用について検討。

ETA適用について

	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度
美浜1号機	H10/4～ ■				■
美浜2号機	H10/2～ ■				■
美浜3号機	H11/1～ ■				■ H15 排水処理 設備設置
高浜1号機	H10/3～ ■				■
高浜2号機	H10/3～ ■				■
高浜3号機	H10/7～ ■		■ 排水処理 設備設置	■ H13/11～ 排水処理 設備設置	■
高浜4号機	H10/7～ ■		■ 排水処理 設備設置	■ H13.11～ 排水処理 設備設置	■
大飯1号機	H10/8～ ■		■ H11.10～	■ 排水処理 設備設置	■ H14/6～ 排水処理 設備設置
大飯2号機			■ H13/6～ 排水処理 設備設置	■ H13/6～ 排水処理 設備設置	■
大飯3号機	H10/2～ ■		■ 排水処理 設備設置	■ H13/6～ 排水処理 設備設置	■
大飯4号機	H10/2～ ■		■ 排水処理 設備設置	■ H13/6～ 排水処理 設備設置	■

■ 微量注入(0.1～0.2ppm) ■ 本格注入(2～3ppm)

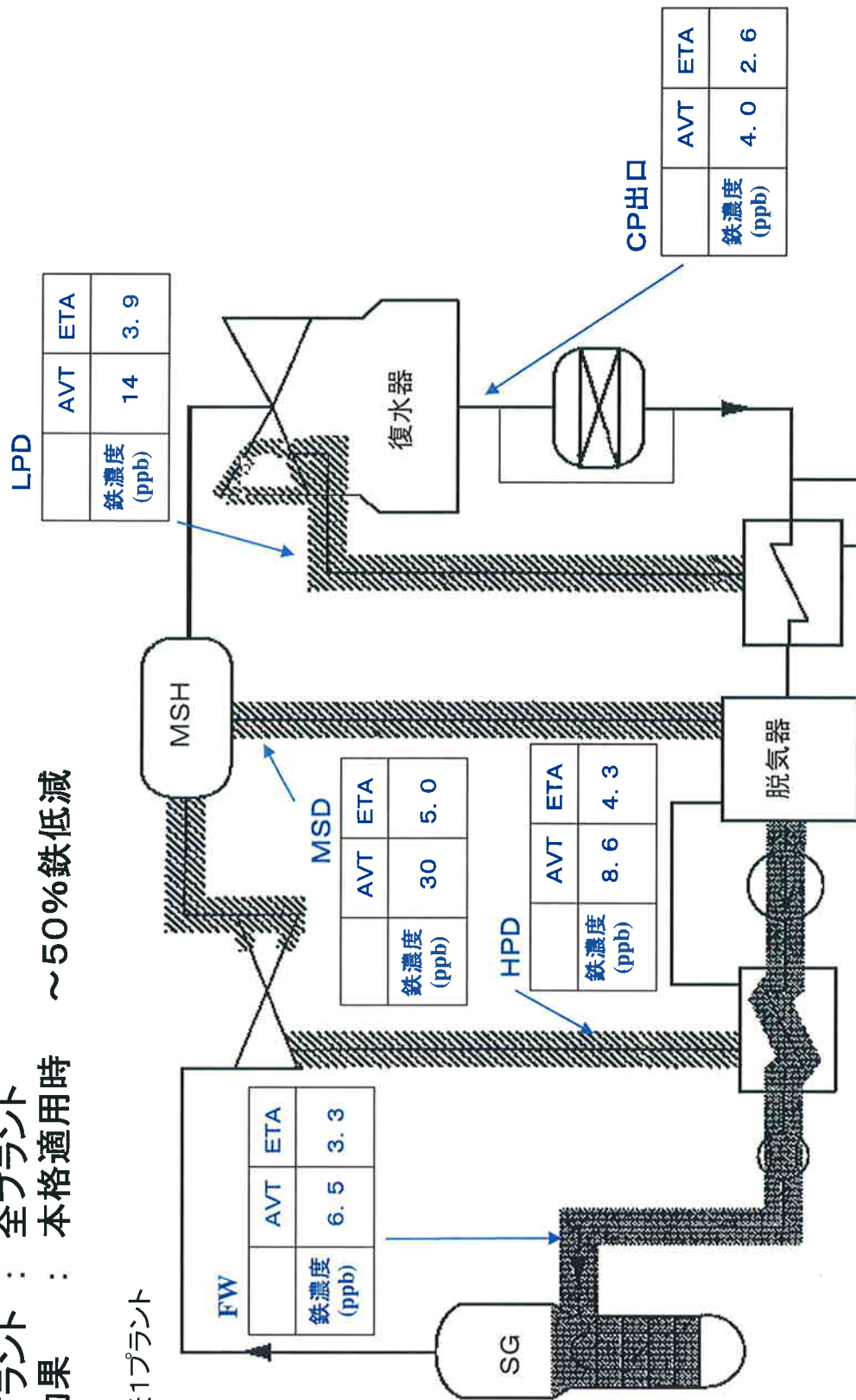
排水処理設備：復水処理装置再生廃液中の化学的酸素要求量(COD)※を低減させるための設備。

※:ETA濃度の約1/2の割合で、CODが検出される。

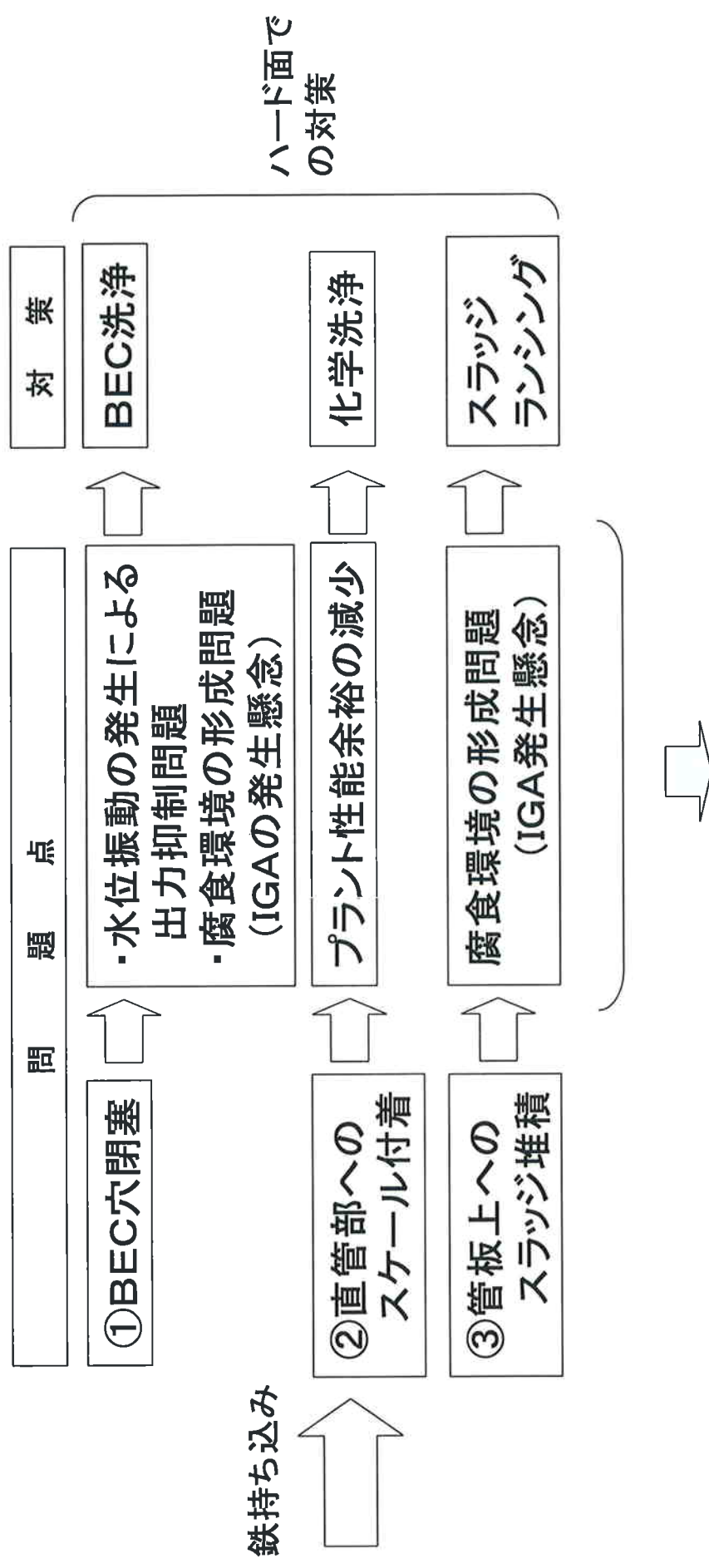
ETA本格適用による鉄低減効果

- ・適用プラント : 全プラント
- ・適用効果 : 本格適用時 ~50%鉄低減

例) 代表1プラント

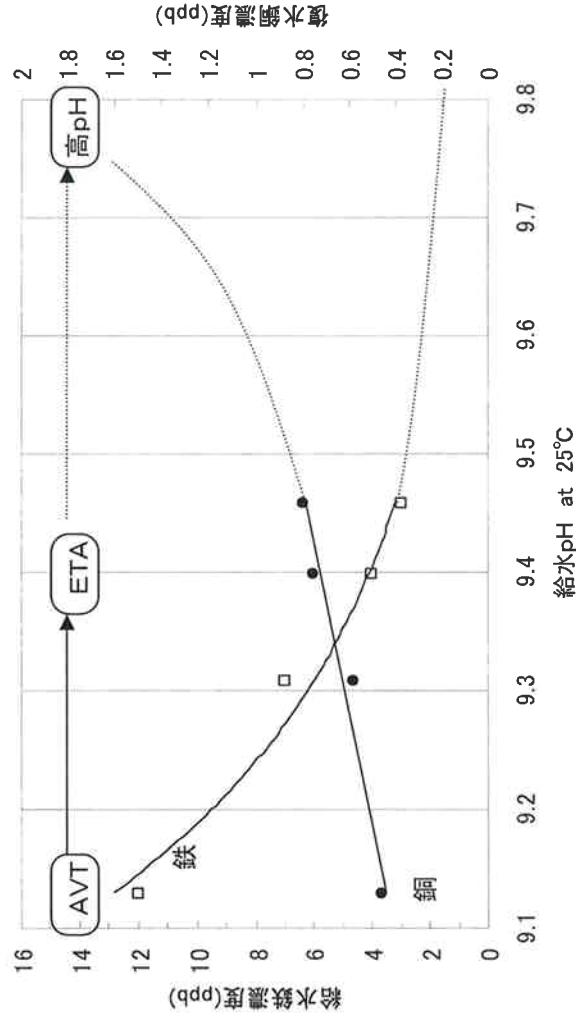


蒸気発生器が抱える問題への対策



鉄の持ち込み解消のため、抜本的な対策として、高pH運転を実施する。

銅系材料の排除



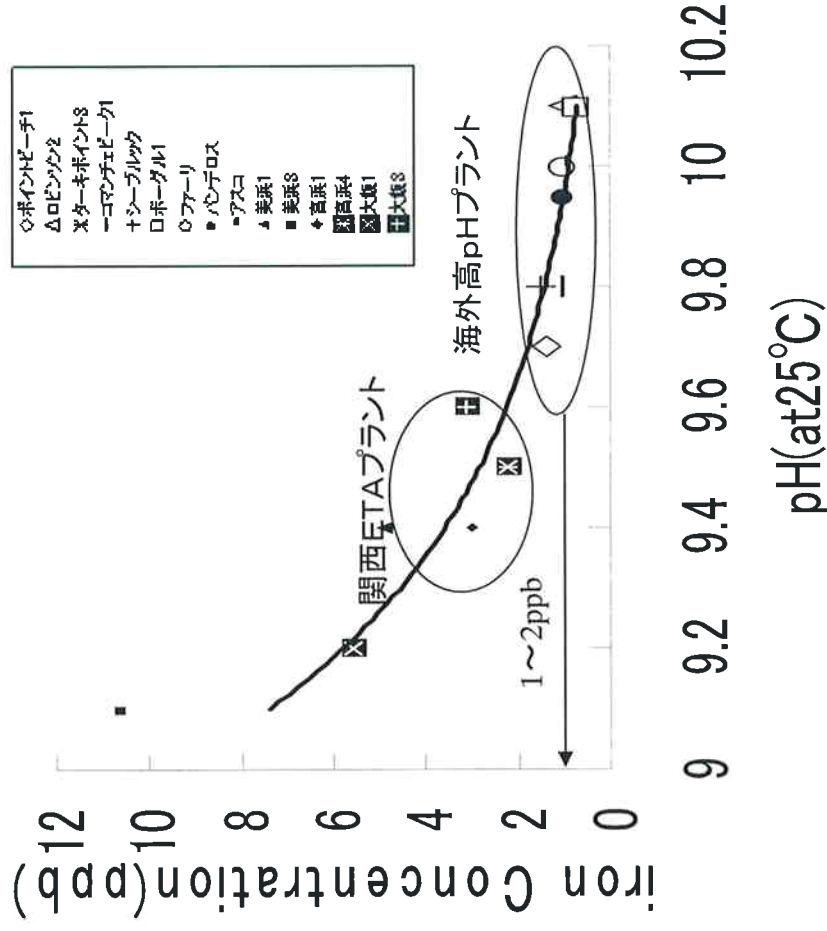
- 鉄スケールの持ち込み
pHの上昇 → 減少
- 銅のSGへの持ち込み
pHの上昇 → 増加

高pH運転の適用のため、2次系統の銅系材料排除を進める。

給水加熱器他伝熱管

- 銅合金 ⇒ ステンレスへ取替。
- 復水器伝熱管
- 銅合金 ⇒ チタンへ取替。

海外プラントの高pH運転実績



高pH運転を実施しているプラントにおいては、SGの保全が図られている。

- ・汚れ係数
- ・BEC閉塞

* 鉄持ち込み低減によるスケール付着抑制

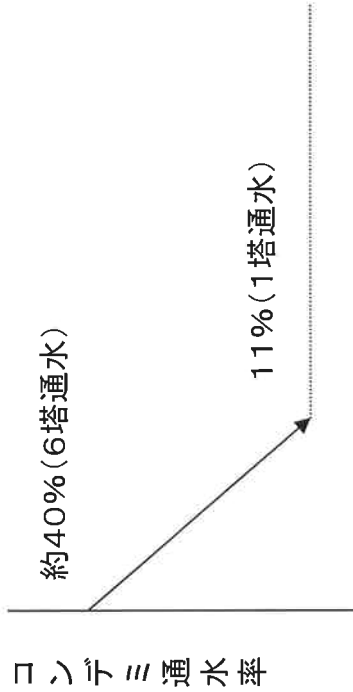


大飯3号機にて高pH運転の適用調査を実施。(H15.4~H16.4)

* 給水鉄濃度目標1~2ppb、給水ETA濃度≤10ppm

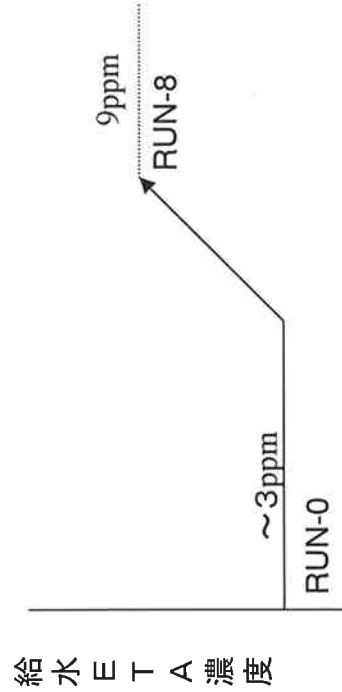
高pH運転適用調査時の水質調査方法

- ・復水処理装置の通水塔数を削減し通水量を低減 → 不純物 (Na、Cl等) 評価
- ・系統内のETA濃度を段階的に上昇 → 鉄、銅マスバランス評価



- ・SG器内のNa、Cl等の不純物濃度を確認
- ・通水量低減時の不純物挙動を評価

復水処理装置の通水量を設定

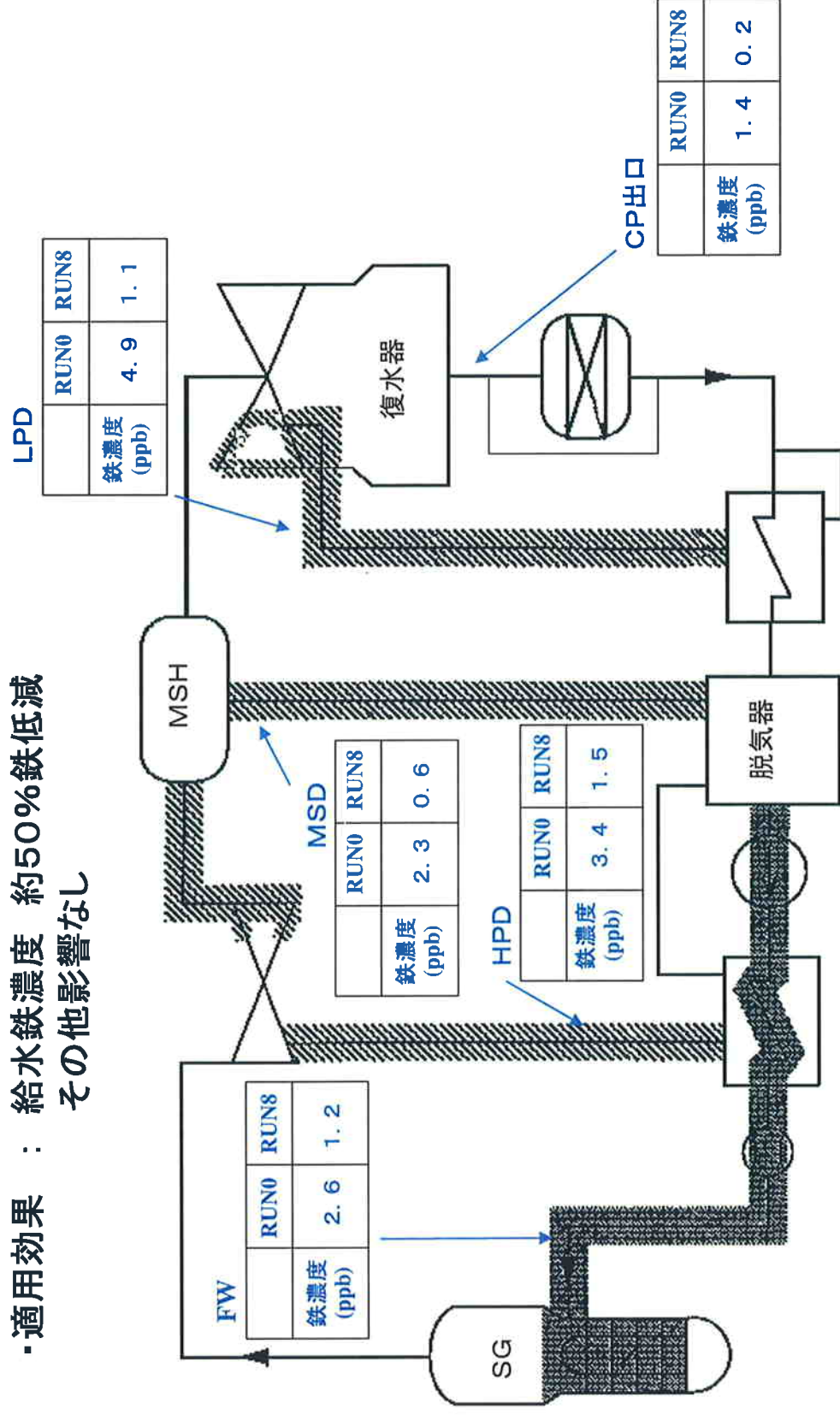


- ・給水の鉄、銅濃度を確認

最適なETA注入濃度を設定

大飯3号機 高pH運転適用による鉄低減効果

- 適用効果 : 給水鉄濃度 約50%鉄低減
その他影響なし



大飯3号機 高pH運転適用調査結果概要

- ・SGへ持ち込まれる鉄は、可能な限り低減するのが望ましいが、海外の高pH適用プラントの実績を踏まえ、SGの長期保全を確保するため、給水鉄濃度の目標は約1～2ppbとする。



- ・高pH運転時は、ETA濃度を約5～9ppm（給水）に上昇させることにより、給水鉄濃度を約1～2ppbまで低減可能と評価できる。



- ・各プラントへの水平展開を行なう。
- ・高pH運転適用にあたっては、各ユニット毎に適用調査試験を行い、評価後、高pH運転に移行する。

＊給水鉄濃度目標1～2ppb、給水ETA濃度 $\leq$ 10ppm

高pH運転への取組み

16

高pH運転適用について

	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
美浜1号機	H10.4～					
美浜2号機	H10.2～					
美浜3号機		復水器、熱交換器取替		H19.7～ 適用調査・評価		
高浜1号機	H16.9～ 適用調査・評価					
高浜2号機	H17.2～ 適用調査・評価					
高浜3号機			H18.2～ 適用調査・評価	H18.11～ 適用調査・評価		
高浜4号機				適用調査・評価		
大飯1号機					H20.8～ 適用調査・評価	
大飯2号機				H19.12～ 適用調査・評価		
大飯3号機	H15.4～					
大飯4号機	H13.6～					

復水器・熱交換器取替

本格注入(2～3ppm)

高pH(5～10ppm)

各プラントの鉄濃度評価結果

《高pH運転適用調査結果》

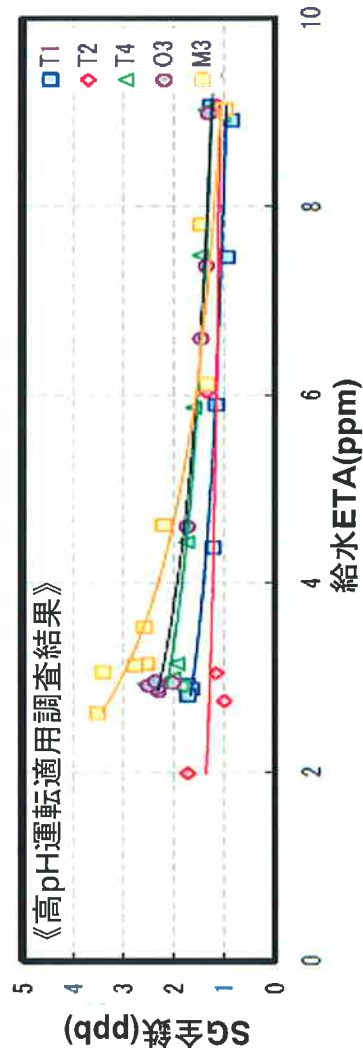
プラント	給水ETA濃度	給水全鉄濃度	*1 低減率
美浜3号機(第23サイクル)	9ppm	0.9ppb	約70%
高浜1号機(第23サイクル)		1.1ppb	約56%
高浜2号機(第23サイクル)		1.1ppb	約50%
高浜3号機(第18サイクル)		1.3ppb	約47%
高浜4号機(第17サイクル)		1.2ppb	約45%
大飯3号機(第10サイクル)		1.3ppb	約50%

*1: 前回サイクルと比較

《高pH本格適用後の結果》

プラント	給水ETA濃度	給水全鉄濃度	*2 低減率
高浜1号機(第24サイクル)	9ppm	1.0ppb	約44%
高浜1号機(第25サイクル)		0.9ppb	—
高浜2号機(第24サイクル)		1.0ppb	約50%
高浜2号機(第25サイクル)		1.2ppb	—
大飯3号機(第11サイクル)		1.5ppb	約42%
大飯3号機(第12サイクル)		1.6ppb	—
大飯3号機(第13サイクル)		1.0ppb	—
大飯3号機(第14サイクル)		1.7ppb	—

*2: 前々サイクルと比較

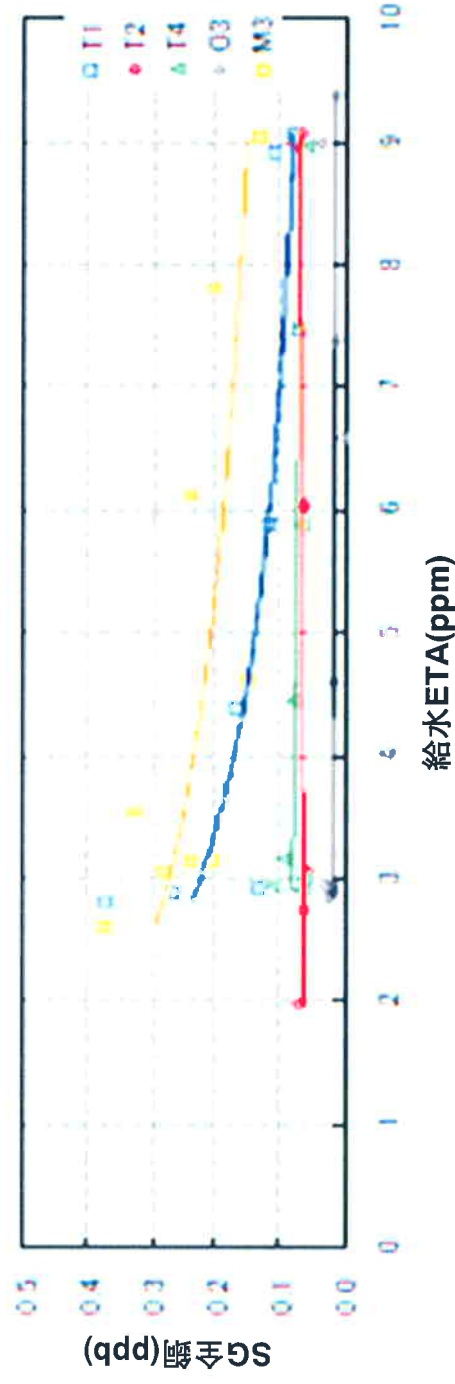


各プラントの銅濃度評価結果

《SGへの銅持ち込み影響結果》

銅によるSG健全性への影響を評価する一つの指標として、SG器内水中の銅イオン濃度0.13ppbを設定している。

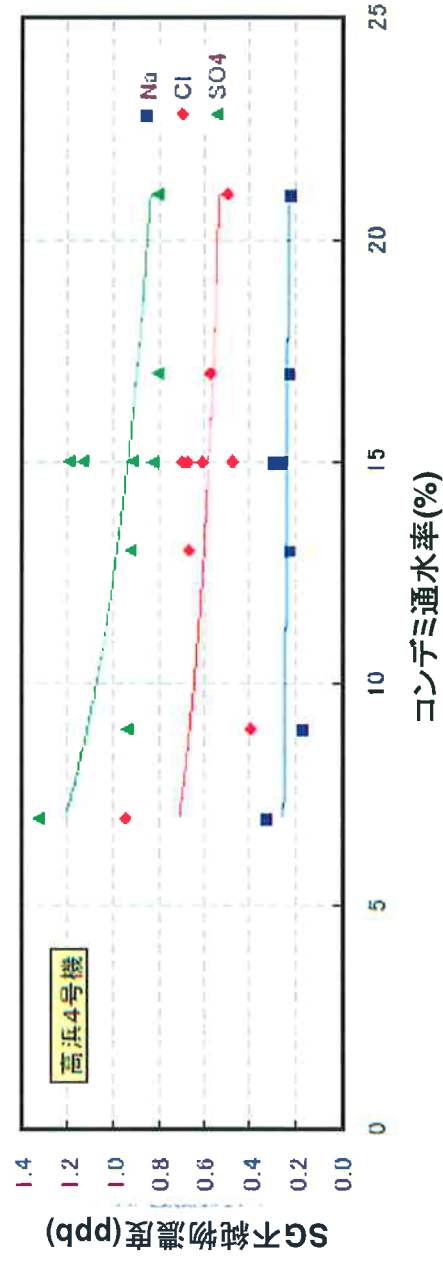
系統pH上昇に伴い、系統付着スケール中に含有している銅が溶出してくると考えられるが、給水ETA濃度9ppmにおいて、全てのプラントで有意な銅の上昇は認められず、SG健全性への影響はないものと判断する。



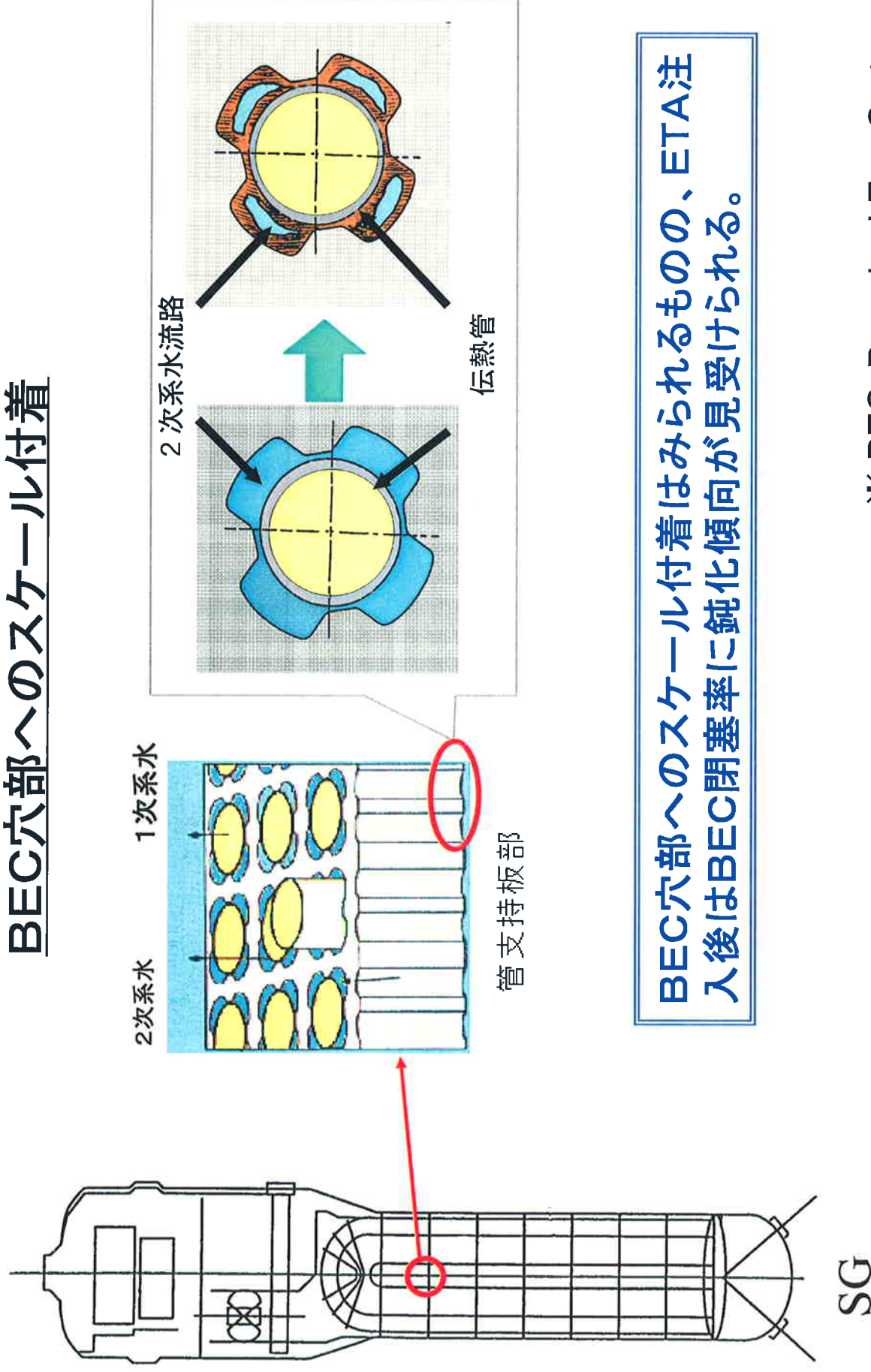
SG不純物濃度評価結果

《コンデミ通水率(系統浄化率)低減結果》

コンデミ負荷の増加防止のため、浄化率を10～20%程度まで低下させており事前の評価とおり、SG不純物の上昇が認められているものの、水質管理値 $\text{Na} \leq 5\text{ppb}$, $\text{Cl} \leq 10\text{ppb}$, $\text{SO}_4 \leq 10\text{ppb}$ は十分満足しており、問題ないものと判断する。



BEC穴部へのスケール付着



BEC穴部へのスケール付着はみられるものの、ETA注入後はBEC閉塞率に鈍化傾向が見受けられる。

※ BEC: Broached Egg Crate

今後の取り組みについて

当社では平成10年からETA注入を開始し、蒸気発生器(SG)伝熱管汚れ係数の上昇鈍化、器内スラッジ蓄積量低減など所期の成果をあげており、影響も認められない。

また更なる改善として、平成15年から、順次高ETA注入を行っており、今後も継続して効果等をフォローしながらSG保全対策を行なっていく予定。

課題について

- ・連続監視型イオンクロマト装置の測定精度の維持・管理の課題。
- ・ETA排水処理設備の課題。

