

(社) 日本原子力学会 水化学部会 第11回定例研究会

志賀2号機 燃料漏えいに伴う希ガスよう素放出抑制対策

平成22年10月25日

北陸電力株式会社 志賀原子力発電所
発電部 放射線安全課 齊藤 豪

工程概要

平成21年		4月	5月	6月	7月	8月	9月
運転工程		▼高感度OGモニタ上昇 ▼漏えい燃料特定			▼出力降下開始 ▼発電機解列 ▼MSIV閉 ▼RPVヘッドオフ ▼ウエル水張り ▼シッピング ▼T/B車室開放		
		← 出力抑制法による運転 →					
原子炉	MSIV閉までの希ガスパージ RPVヘッドオフ 燃料シッピング、燃料移動、燃料検査 CUW,FPC隔離時間評価						
タービン	復水器内壁のよう素除去 復水器、タービン開放 CF、CD隔離対応						
ラド	HCW LCW隔離対応 タンク、サンプメントからのよう素抑制対策						

① MSIV閉までの希ガスパージ (計画)

MSIV閉止後は、漏えい燃料から発生するXe-133及びI-133の壊変により発生するXe-133がRPV気相部に蓄積

RPVヘッドオフ時に換気空調系を經由して排気筒から希ガスが放出されるおそれあり。

発電機解列後にMSIV閉止は行わず，起動停止用SJAEを用いてRPVヘッド気相部の希ガスをパージしOG系で処理（解列～MSIV閉止：6日間）



MSIV閉止基準

(MSIV閉止から4日後のRPVヘッドオフであっても排気筒モニタの検出限界値を超えない基準)

OG中 Xe-133濃度： $3 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$

炉水中 I-133濃度： $1 \times 10^{-1} \text{ Bq/g}$

評価条件

解列～MSIV閉期間
(希ガスパージ期間)

約 1 日間 (24時間)
(通常工程)

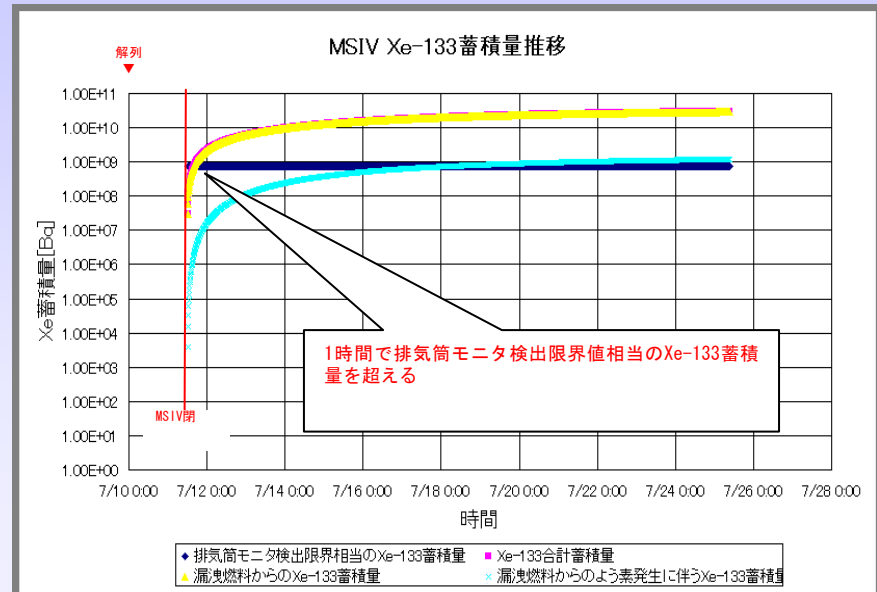
評価結果

MSIV閉～RPVヘッドオフまでの許容期間

0 日間 (1 時間)

MSIV閉時のオフガスXe-133濃度

$3 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$



評価条件

解列～MSIV閉期間
(希ガスパージ期間)

6 日間 (144時間)

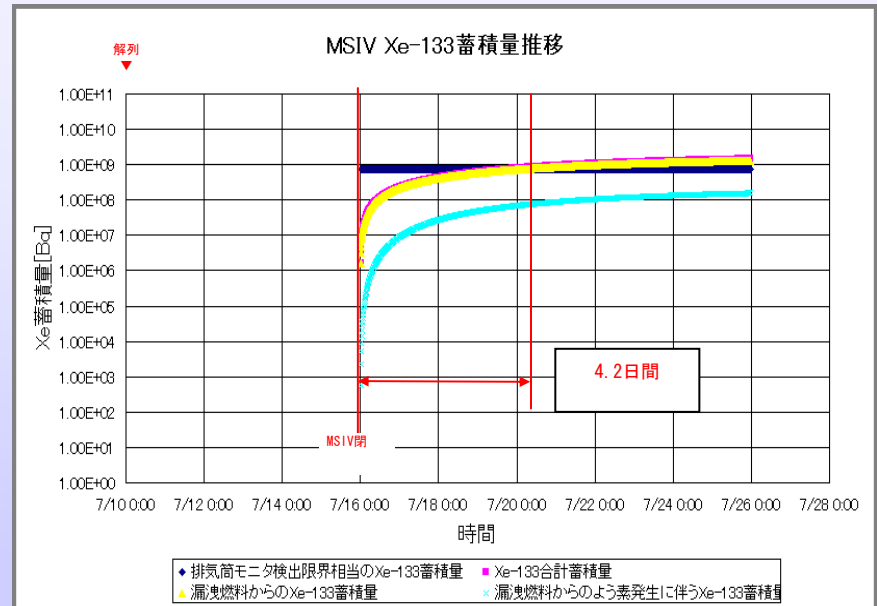
評価結果

MSIV閉～RPVヘッドオフまでの許容期間

4. 2 日間 (100時間)

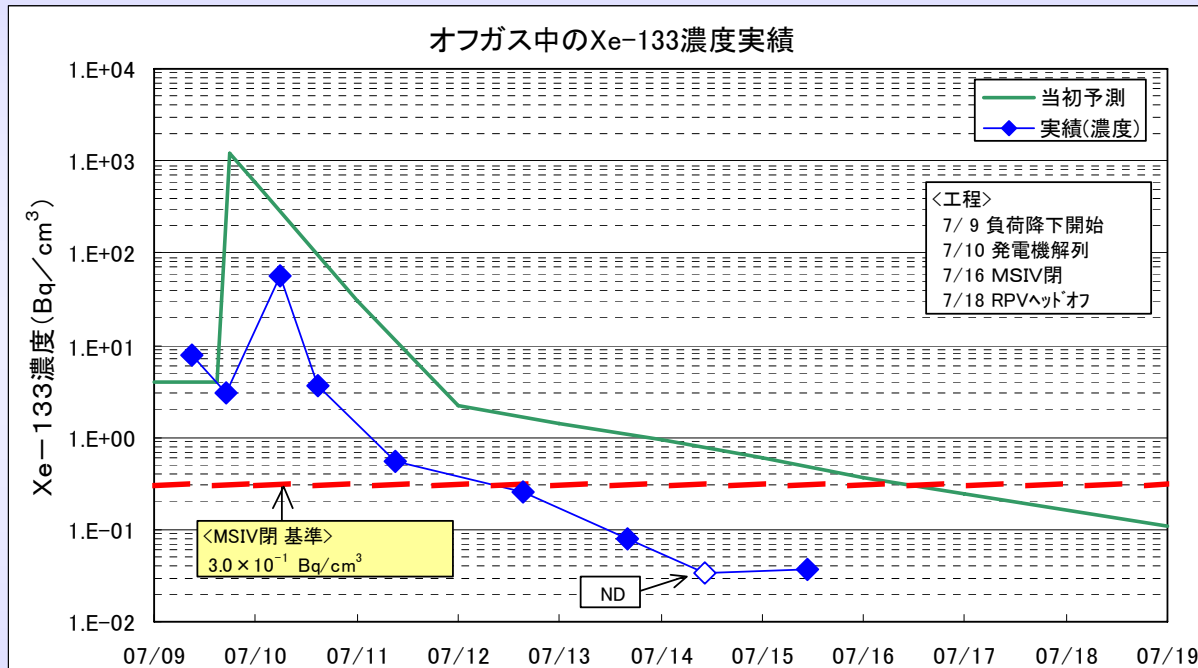
MSIV閉時のオフガスXe-133濃度

$3 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$



① MSIV閉までの希ガスパージ (実績)

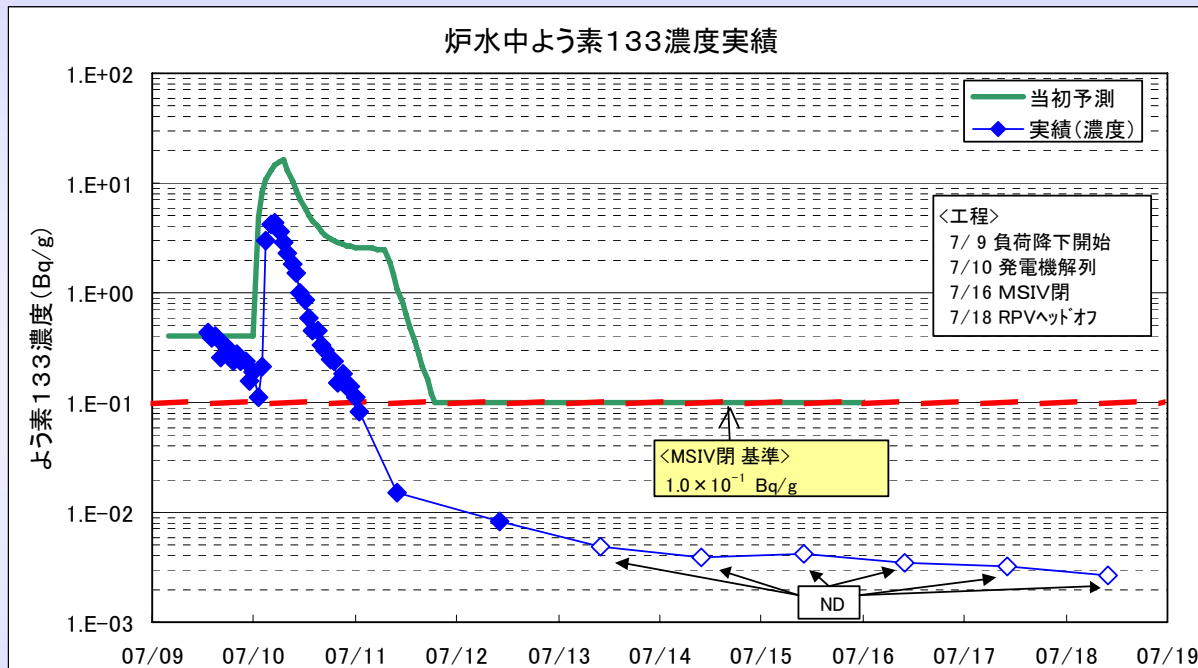
オフガス中のXe-133濃度



発電機解列約6時間後において最大（約 $5.8 \times 10^1 \text{ Bq/cm}^3$ ）となったが、MSIV閉止前には約 $3.7 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^3$ となり、MSIV閉止の基準（Xe-133濃度： $3 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$ ）を満足した。

① MSIV閉までの希ガスパージ (実績)

I-133濃度

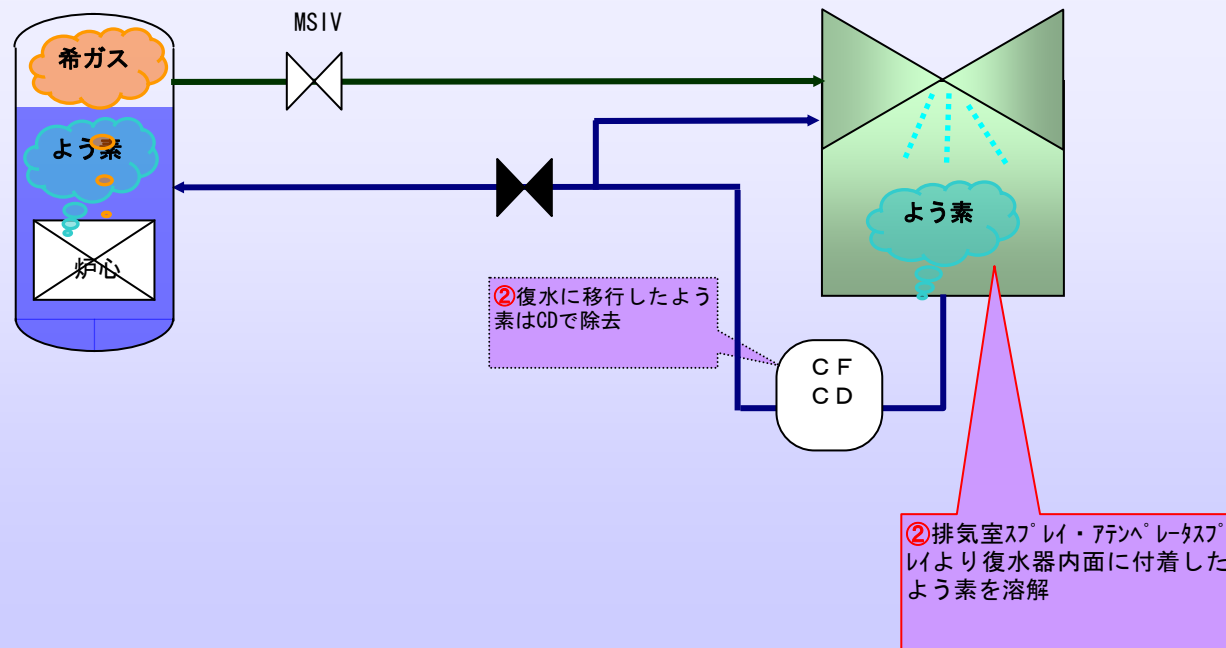


原子炉水中のI-133濃度は、発電機解列5時間後のサンプリング分析において最大（約4 Bq/g）となったが、MSIV閉止前には検出限界値未満となり、MSIV閉止の基準 1×10^{-1} Bq/g）を満足した。

② 復水器内壁のよう素除去（計画）

- ・ アテンペレータスプレイ噴霧
（タービンバイパス弁「開」～復水器真空破壊前）
- ・ 低圧タービン排気室スプレイ噴霧
（タービン停止～復水器真空破壊前）

スプレイにより復水中に溶解したよう素は、CDにて除去



② 復水器内壁のよう素除去（実績）

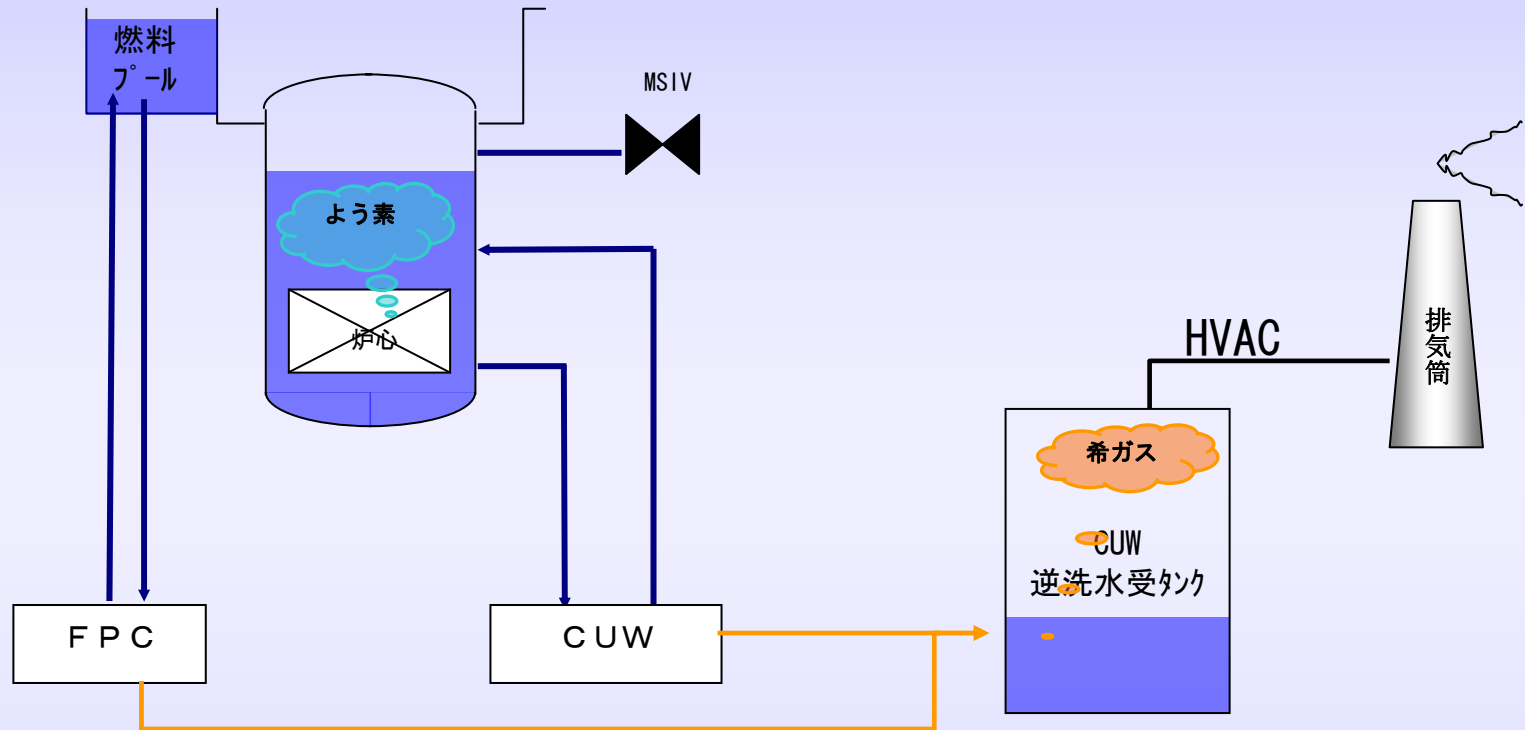
スプレー噴霧によるよう素除去を確認するため、定期的にCF入口のよう素濃度を測定

→ 全て検出限界濃度未満（約 $< 2 \sim 5 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ ）

7月15日時点で原子炉水よう素¹³¹濃度は検出限界濃度をわずかに超える濃度（ $4.6 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ ）であり、原子炉から復水器へのよう素の移行は無視できる程度に低下。

→ 復水器真空破壊（7月16日11時）の前まで実施することとしていたスプレー噴霧は7月15日に停止。

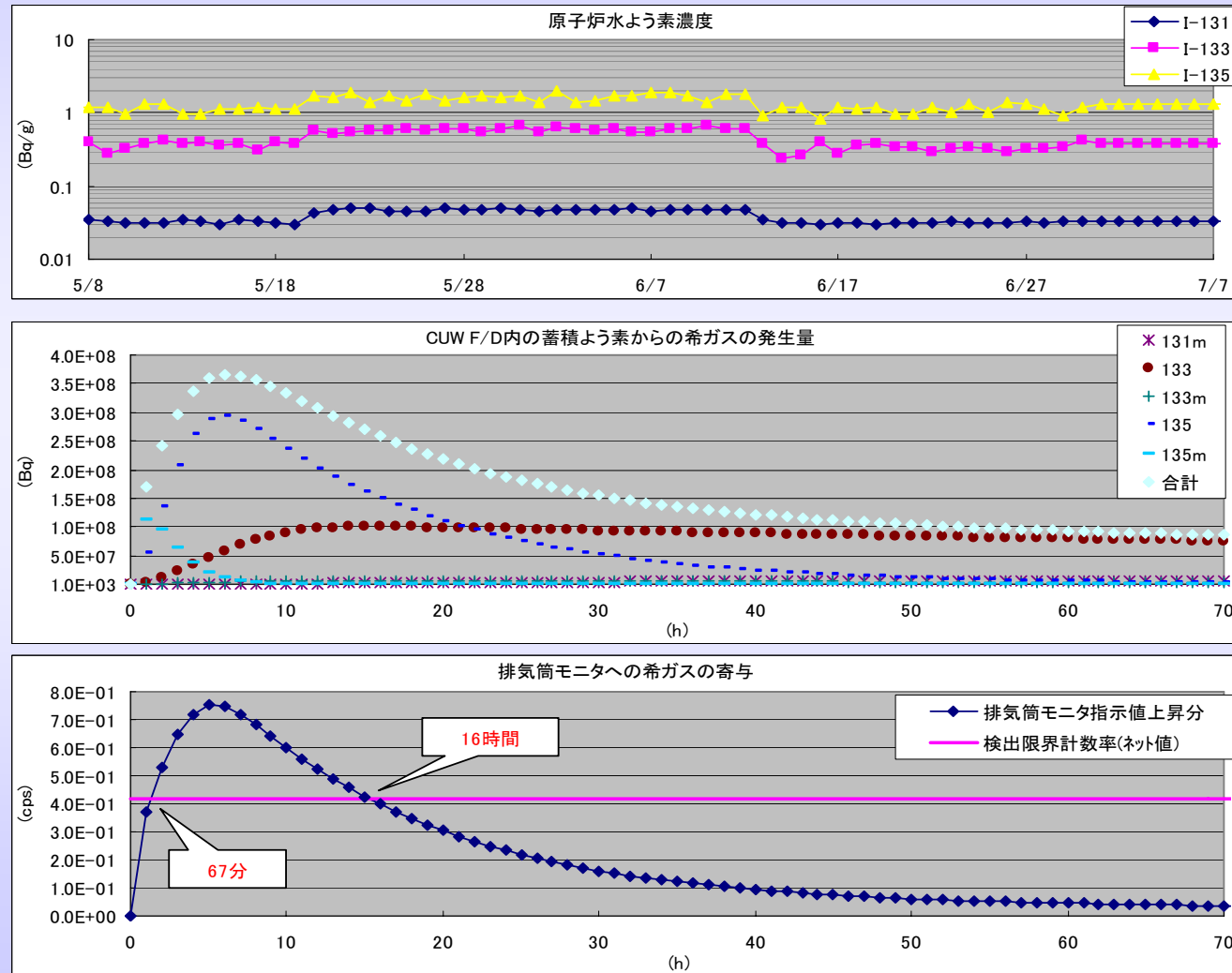
③ CUW、FPC F/D 隔離時間評価（計画）



逆洗プリコート実施前によう素蓄積量と発生する希ガス量予測し、移送先から換気空調系に放出される希ガス量が排気筒での検出限界計数率を超えないよう隔離時間を評価

③ CUW、FPC F/D 隔離時間評価（実績）

例 7/7(A) 逆洗プリコートにおける隔離時間評価



③ CUW、FPC F/D 隔離時間評価（実績）

CUW F/D

7/7 (A, B) 逆洗プリコート

採水停止から67分以内または16時間以降に逆洗を実施すれば排気筒モニタの上昇なし。

→ (A)は採水停止から6分後、(B)は7分後に逆洗

7/10 (A) 停止時炉水温度100℃片系隔離

採水停止後2時間から15時間までの期間を隔離すれば、排気筒モニタの上昇なし。

7/24 (B), 7/28 (A), 8/1 (B) 逆洗プリコート

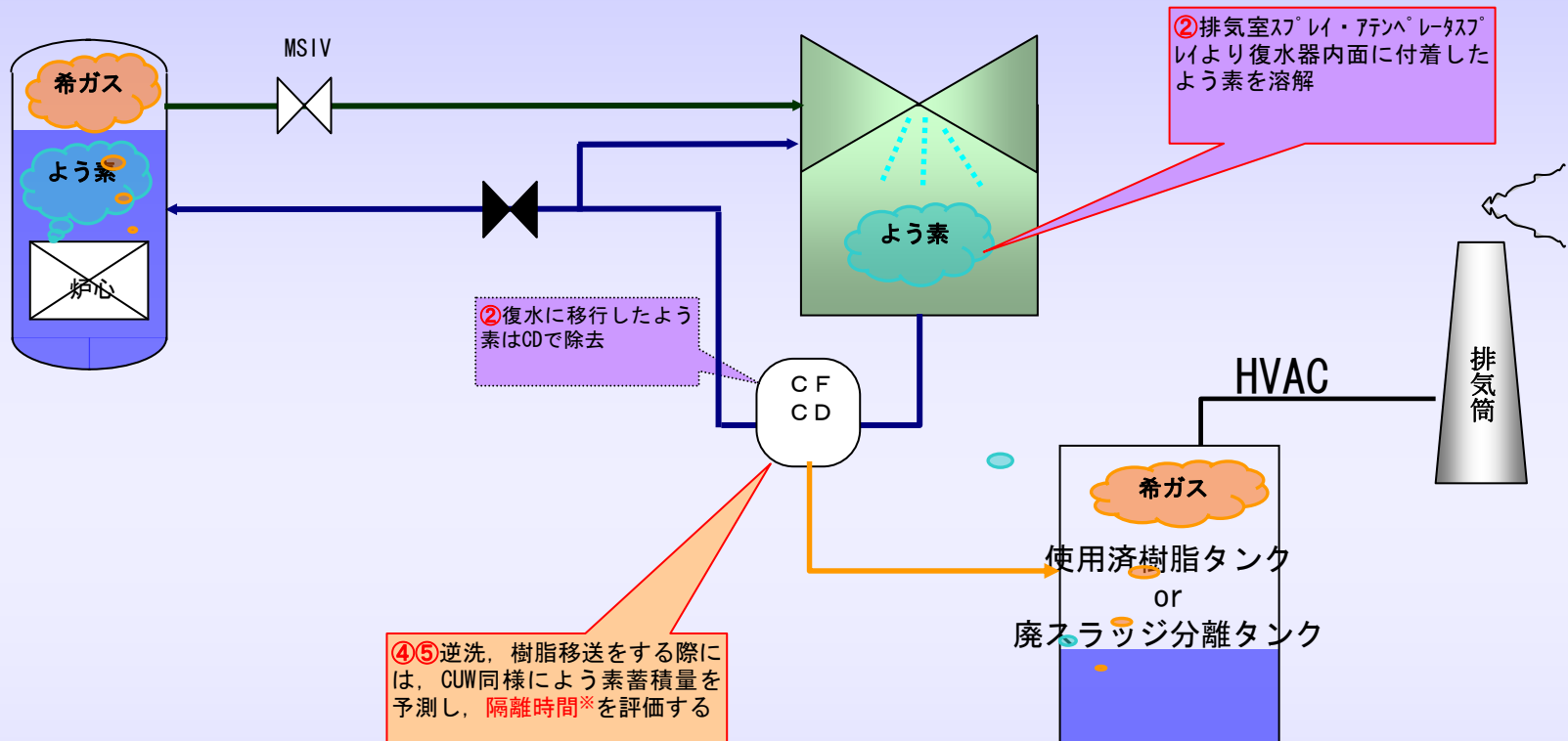
逆洗までの時間の制約なし

FPC F/D

8/13 (A) 逆洗プリコート

逆洗までの時間の制約なし

④⑤ CF、CD 隔離時間評価（計画）



CUW同様、逆洗、樹脂移送前によ素蓄積量と発生する希ガス量予測し、移送先から換気空調系に放出される希ガス量が排気筒での検出限界計数率を超えないよう隔離時間を評価

④⑤ CF、CD 隔離時間評価（実績）

C F

7/28 (B) 逆洗

逆洗までの時間の制約なし。以降逆洗予定の (A) (C) も同様

C D

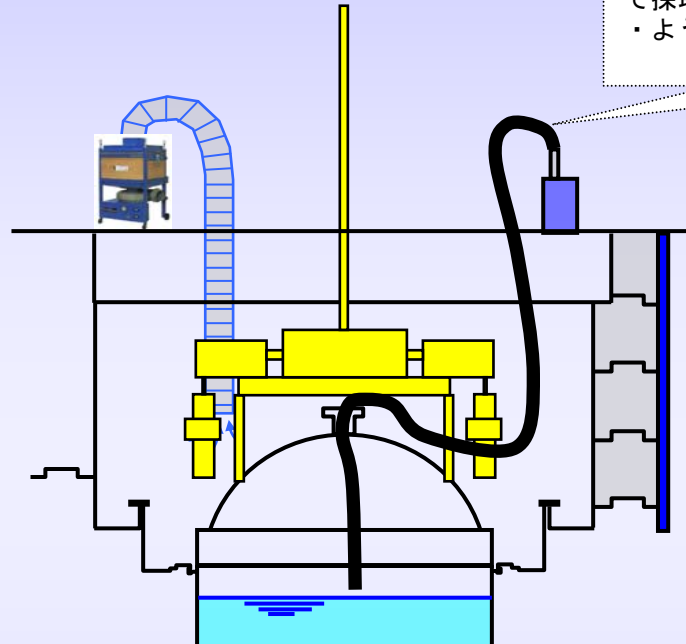
6/15 (C), 6/19 (B), 6/24 (E), 6/27 (A), 6/30 (D), 7/4 (F) 逆洗

逆洗までの時間の制約なし

7/26以降 全塔樹脂移送

逆洗までの時間の制約なし

⑥ RPVヘッドオフ対応（計画）



ダストサンプラ

- ・ガスはダストサンプラの排気口にてテトラパックで採取し、シリンジでバイアル瓶に注入
- ・よう素はチャコールフィルタにて捕集

RPVヘッドオフ前にRPVベント管からRPV気相部にホースを挿入し、ダストサンプラを用いてRPVヘッド気相部の希ガス、よう素のサンプリングを行い、排気筒モニタで検出されない濃度であることを確認した後、RPVヘッドオフを行う。

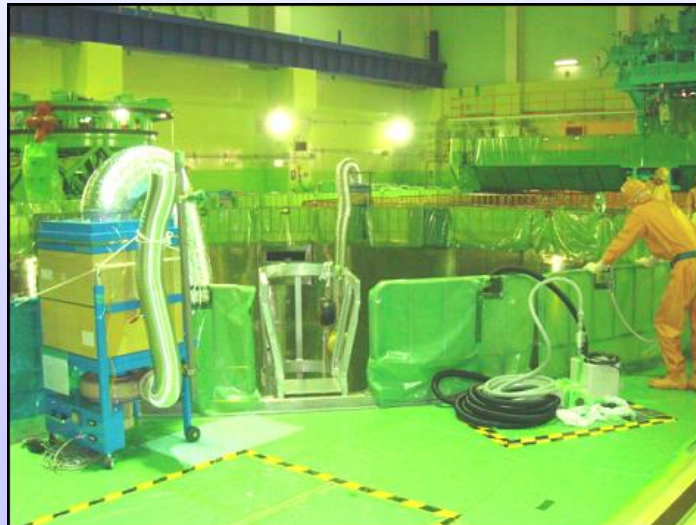
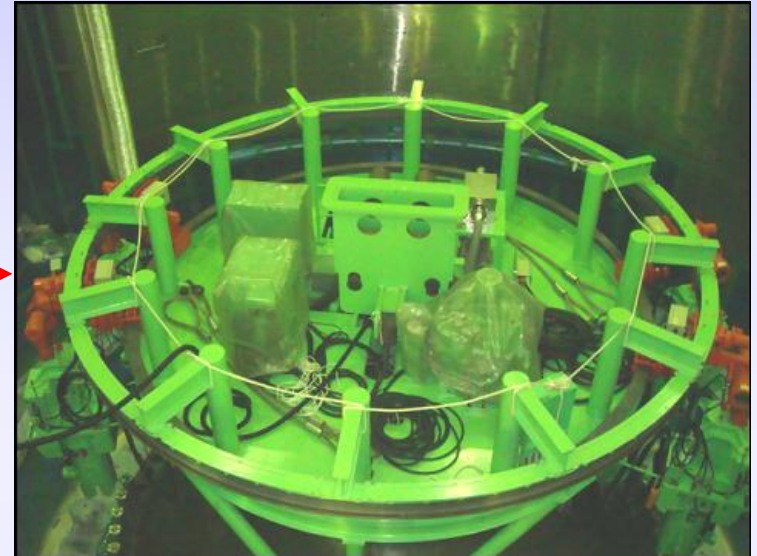
RPVヘッドオフ直前のガスサンプリングの状況

秘密情報 目的外使用・複製・開示禁止
北陸電力株式会社

小径配管切り離し中



ミラー取外し、スタテン取付後



⑥ RPVヘッドオフ対応（実績）

	測定結果(7月18日)	RPVヘッドオフ基準
RPV気相内 Xe-133濃度	$<4.0 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^3$	$1 \times 10^1 \text{ Bq/cm}^3$ 未満
RPV気相内 よう素-131濃度	$<3.1 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$	$6.3 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^3$ 未満

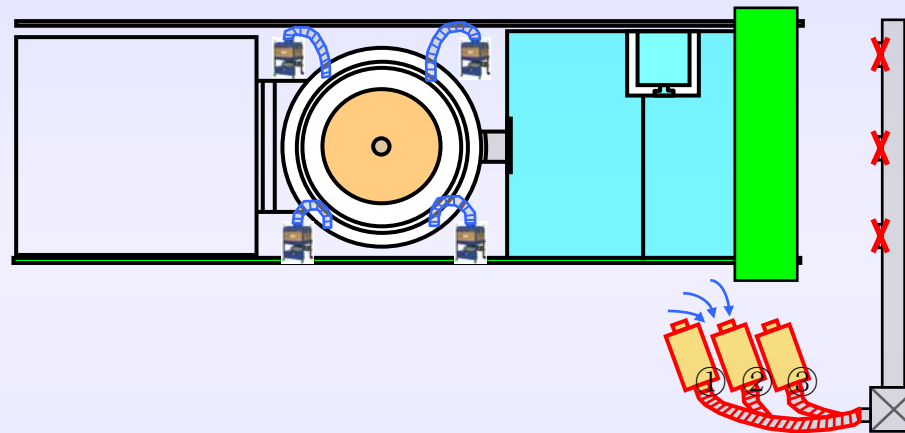
RPVを開放しても排気筒で検出されない濃度
であることを確認

⇒7月18日7時21分 RPV開放

⑥ RPVヘッドオフ対応（計画）

R/Bオペフロの換気

チャコールフィルタ付局所排風機（4台）

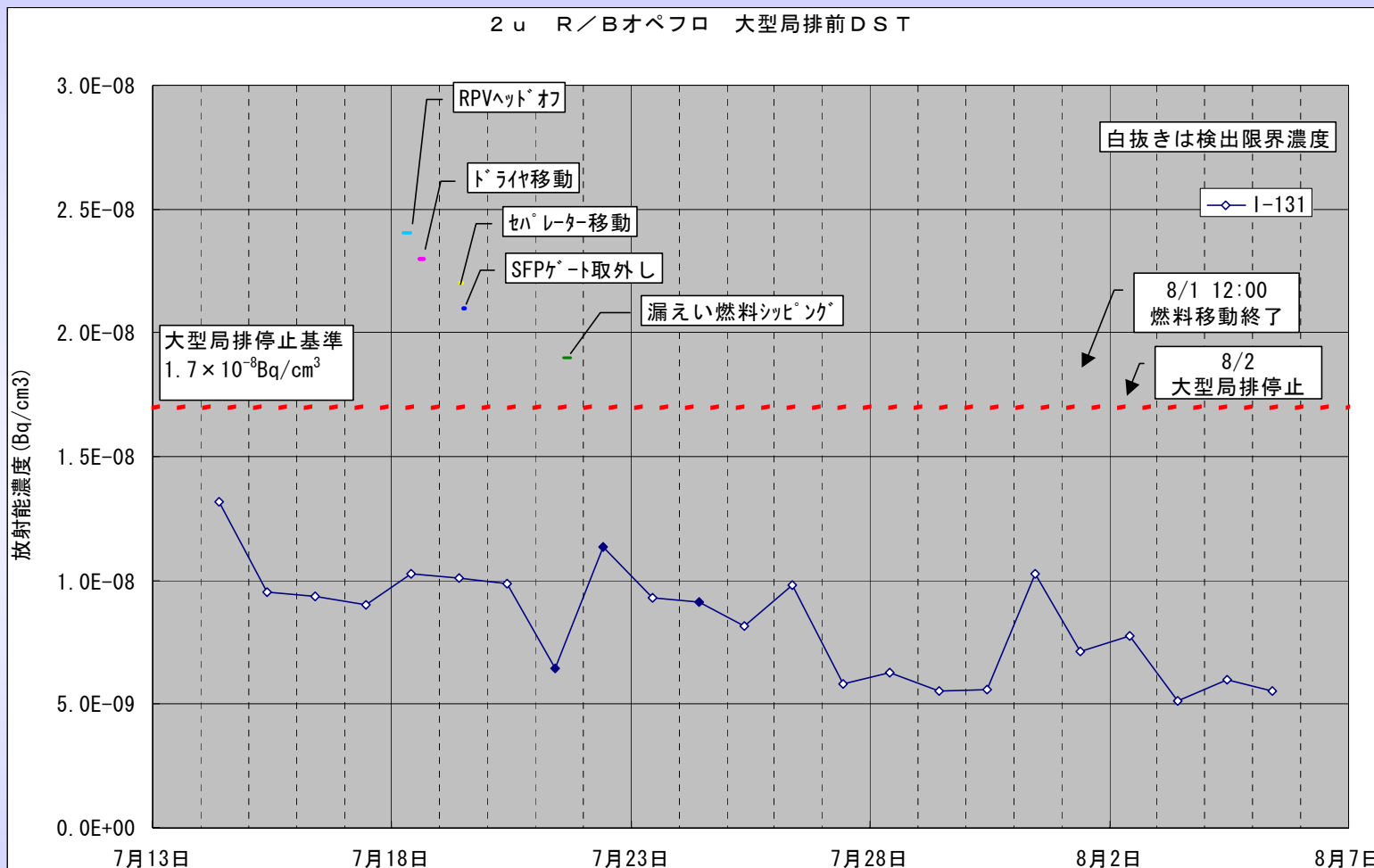


放射性よう素
除去装置（3台）

原子炉ウェル周りにチャコールフィルタ付局所排風機（4台）を設置するとともに、R/Bオペフロの換気はよう素除去装置を通して換気空調系に排気する。

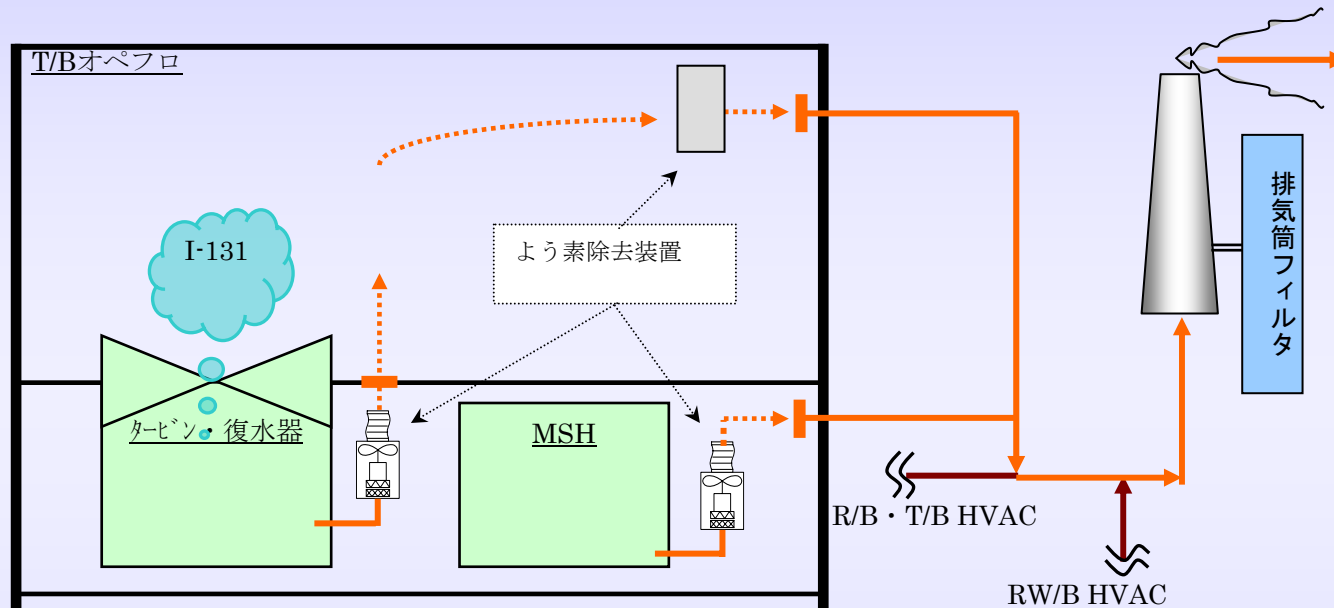
⑥ RPVヘッドオフ対応（実績）

R/Bオペフロの換気



リーカ燃料のシッピング作業時間を含む7月21日～7月22日に、最大 $1.1 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ となったが、期間を通じて、大型局排停止基準である $1.1 \times 10^{-8} \text{Bq/cm}^3$ を上回ることにはなかった。

⑦ タービン系機器開放対応（計画）



復水器内のよう素をよう素除去装置で除去するとともに、その排気も含めたT/Bオペフロの換気はよう素除去装置を通して換気空調系に排気

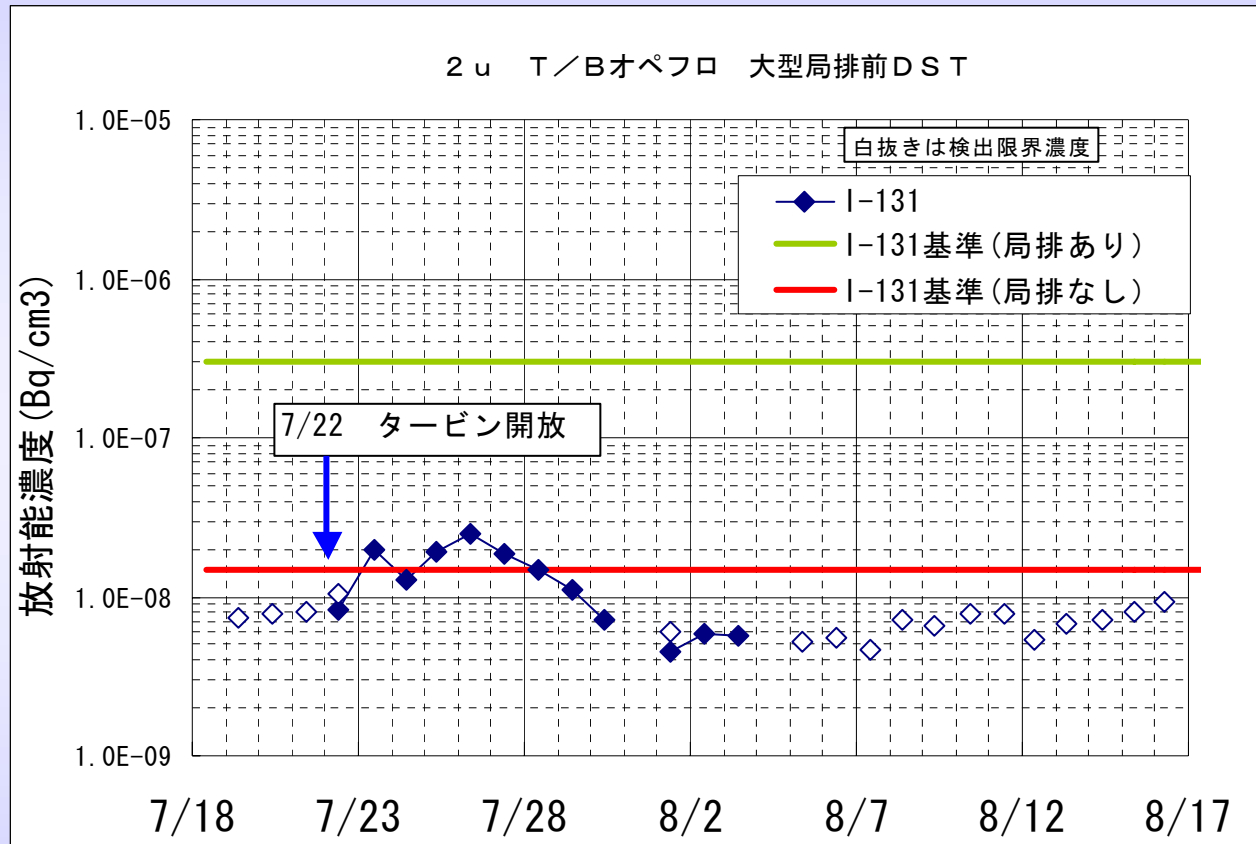
⑦ タービン系機器開放対応（実績）

復水器及びタービン車室のマンホールからサンプリングを行い、よう素分析実施。基準を満足していることを確認した上で、タービン車室を開放した。
(MSHについても同様)

		I-131測定値	I-131開放基準
復水器	7/18(よう素除去装置設置前)	$3.8 \times 10^{-6} \text{ Bq/cm}^3$	$< 3.0 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$
	7/19(よう素除去装置起動後)	ND ($< 3.0 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$)	
	7/20(よう素除去装置起動後)	ND ($< 2.8 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$)	
	7/21(タービン車室開放前)	$1.4 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$	
タービン車室	7/19	$6.0 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$	
	7/20	ND ($< 5.2 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$)	
	7/21(タービン車室開放前)	ND ($< 1.5 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$)	
MSH	7/23(MSH開放前)	ND ($< 3.6 \times 10^{-7} \text{ Bq/cm}^3$)	$< 8.7 \times 10^{-6} \text{ Bq/cm}^3$ (局排あり)

⑦ タービン系機器開放対応（実績）

開放後のタービンオペフロのよう素131濃度



開放後5日間は、よう素131濃度が上昇し、その後低下した。

開放後、10日程度は局所排風機の運転が必要

⑧ HCW、LCW隔離対応（計画）

CUW同様、逆洗、樹脂移送前による素蓄積量と発生する希ガス量予測し、移送先から換気空調系に放出される希ガス量が排気筒での検出限界計数率を超えないよう隔離時間を評価

⑧ HCW、LCW隔離対応（実績）

LCWろ過器

1号機 7/9, 7/16, 7/19, 7/22, 7/26, 8/1 逆洗

2号機 7/11, 7/15, 7/19, 7/22, 7/26, 7/29, 7/30, 8/6, 8/11 逆洗

逆洗までの時間の制約なし

LCW脱塩器、HCW脱塩器

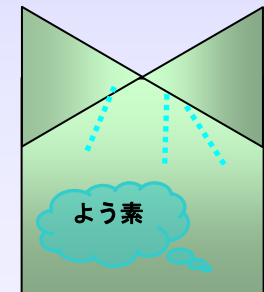
樹脂交換、移送が無かったため 評価実施せず。

⑨ 起動時の抑制対策（計画）

復水器真空ポンプ起動前の復水器内壁のよう素除去

復水器インリーク試験時の復水器真空ポンプ起動前に、アテンペレータスプレー噴霧を実施する。

（但し、よう素濃度の状況に応じて実施の有無を判断）

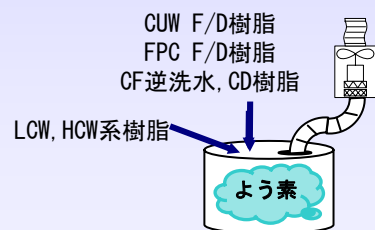


⑨ 起動時の抑制対策（実績）

8月13日に復水器内のよう素濃度を測定した結果、**検出限界濃度未満**であり、復水器内壁面からのよう素の浮遊はみとめられなかったことから、**アテンペレータスプレー噴霧を実施しなかった。**

⑩ ラドタンク・サンプベントラインからの放出抑制対策(計画)

逆洗水や原子炉水が流入するラドタンク・サンプベントラインに局所排風機を設置し、よう素除去を実施する。



使用済樹脂タンク、廃スラッジ分離タンク



液体廃棄物処理系タンク等

⑩ ラドタンク・サンプベントラインからの放出抑制対策(実績)

系統水中のよう素濃度が検出限界未満であること、樹脂へのよう素蓄積量が基準値未満であることを確認し、よう素除去装置の撤去が可能であると判断(8月11日、8/25日)

⇒ 8月25日以降撤去実施

＜まとめ＞

- ・燃料漏えい事象発生から発電停止まで約3ヶ月間、発電部門、
保修部門との調整を密に行い、放出抑制のための各種対策を
計画。
- ・予め計画した対策を適切に実施し、**ゼロリリース達成**することが
できた。