

---

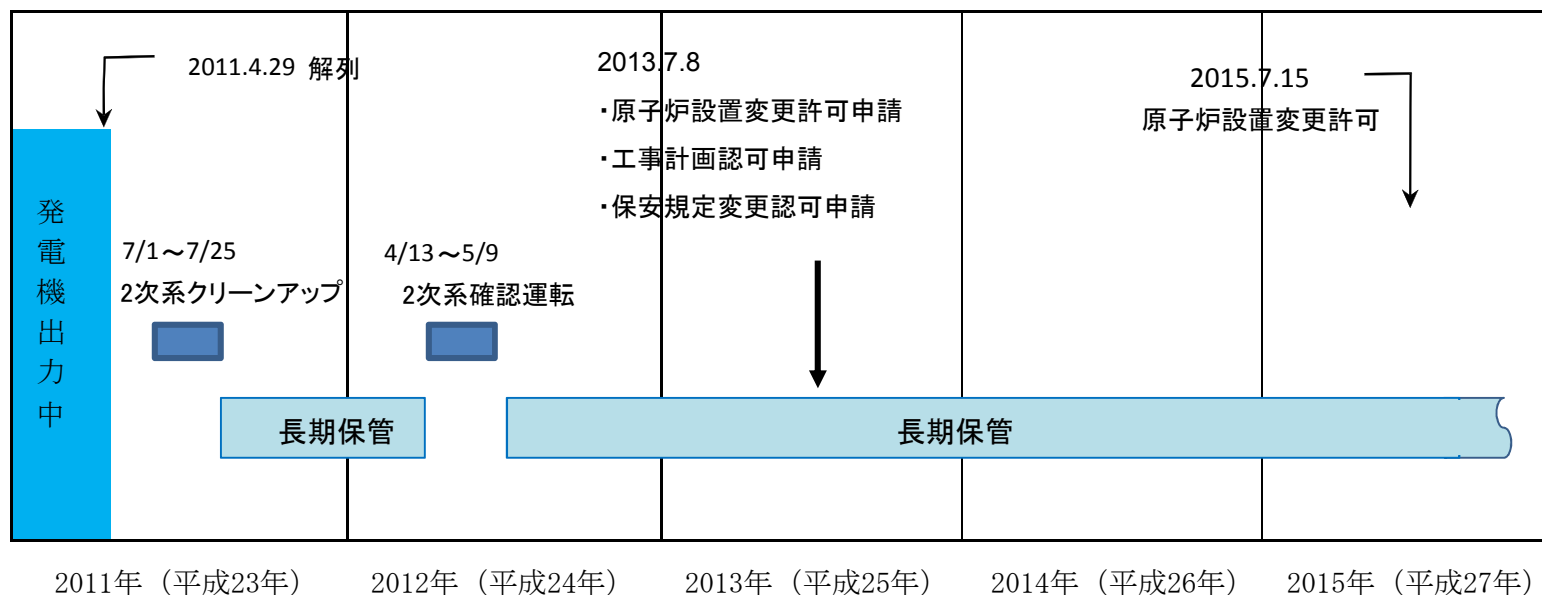
# 伊方発電所 3号機 長期停止後に向けた化学管理について (日本原子力学会「水化学部会」第25回定例研究会)



四国電力株式会社 原子力本部 伊方発電所 安全管理部  
菊池 士朗

## ○伊方発電所3号機 プラント状態

■伊方3号機は、平成23年4月に第13回定検に伴う停止後、2次系クリーンアップなど起動操作を行いました。その後長期停止し、現在に至っています。



■発電用原子炉設置変更許可申請書について、平成25年7月に原子力規制委員会 (NRA) に申請、その後今年の4月～6月に一部補正申請し、7月に許可を受けております。

また、工事計画認可申請書及び保安規定変更認可申請書については、平成25年7月に NRA に申請、今年7月以降一部補正申請し、現在、審査を受けているところです。

■そこで、伊方3号機再稼働の準備状況として、現在までに行っている化学管理に関する対応や検討状況を紹介します。

## ○長期保管状況

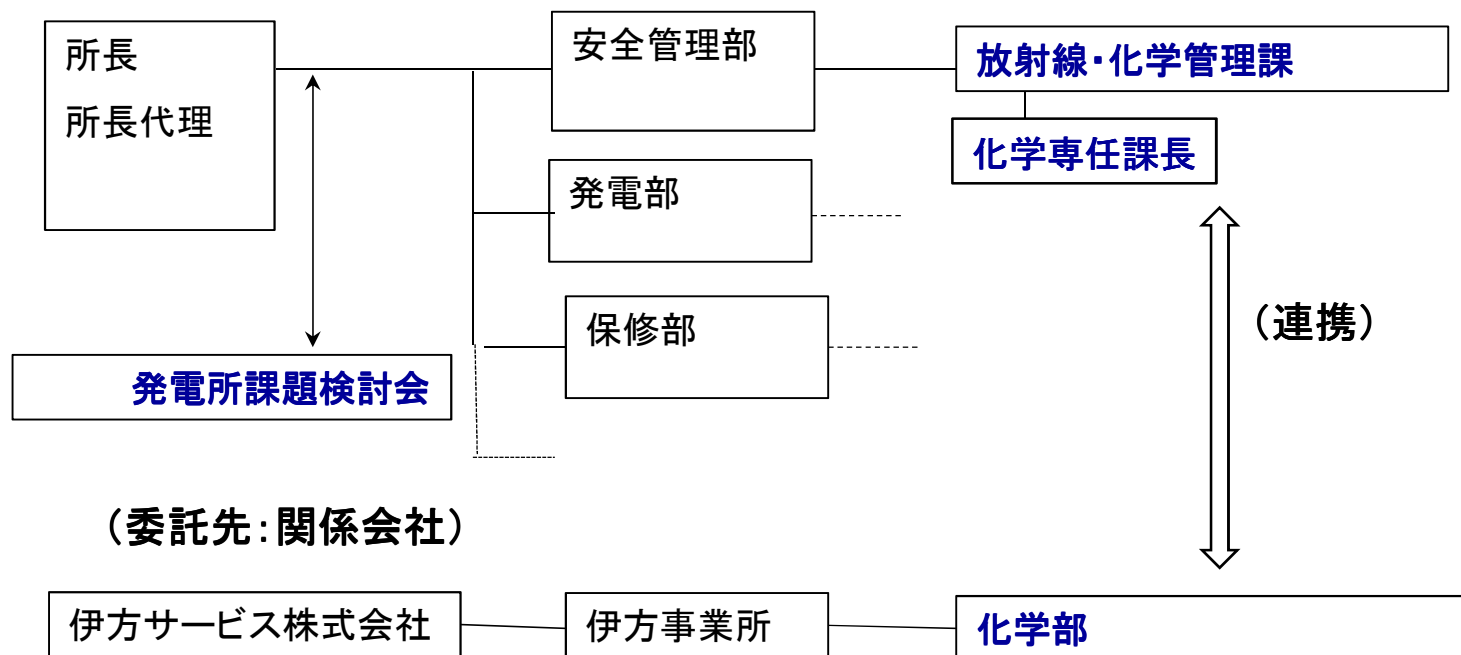
対象機器		保管状態
1次系	1次冷却材系統、余熱除去系統、化学体積制御系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・満水保管(但し、1次冷却系統は、RVフランジ面-50cmの水位)</li> <li>・定期的に水質確認し、適宜水質浄化</li> </ul>
2次系	復水器、脱気器、脱気器貯槽、低圧給水加熱器胴側、復水ポンプ、給水ブースターポンプ、給水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水抜きし、乾燥保管</li> </ul>
	低圧給水加熱器管側 高圧給水加熱器管側 蒸気発生器 湿分分離器ドレンタンク、低圧ドレンタンク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒドラジン水による湿式保管 (ヒドラジン: 500~50ppm) ヒドラジンは定期的に濃度確認</li> <li>・SG気相部はN2シール</li> </ul>
	第3、4、低圧給水加熱器胴側 第6高圧給水加熱器胴側	<ul style="list-style-type: none"> <li>・N2シール、酸素は定期的に濃度確認</li> </ul>
	復水フィルター、復水脱塩装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・純水保管</li> </ul>
	蒸気系統 (高、低圧タービン、抽気系統、湿分分離加熱器)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・乾燥空気循環による乾燥保管 (相対湿度&lt;50%目標)</li> </ul>
	軸受冷却水系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒドラジン水による湿式保管</li> </ul>
	スチームコンバーター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水抜きし、乾燥保管</li> </ul>
	海水系統 (復水器、循環水ポンプ、循環水配管、軸受冷却水冷却器)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水抜きし、乾燥保管</li> </ul>

## ○検討体制(1)

### ■所内の体制

所内では、発電所課題検討会にて、再稼働の起動準備を漏れなく的確に実施するため「伊方3号機再稼働準備計画」を定めて、各部署が検討をする体制を構築している。

化学部門(安全管理部に所属)では、上記計画のもと長期停止保管機器の起動前状態への移行や起動時の1・2次系化学管理に関する準備、要領などについて、化学管理業務の一部を委託している関係会社と連携して検討している。



## ○検討体制(2)

### ■化学管理に関する検討体制

化学部門では、関係会社と化学週間ミーティングを開催し、再稼働に必要な検討項目を細かく抽出するとともに、担当を割り当て、検討内容の業務レベルに詳細化して検討のスケジュール管理を行っている。



更に、幅広く化学関係者の意見や情報を取り入れた検討を行うため、本店や関係会社の化学経験者を含めた3号機再稼働化学管理検討会を開催し、意見交換、進捗状況の確認、他社の情報等を収集して、上記週間ミーティングに反映している。



## ○再稼働で考慮すべき事象

---

### ■目標

伊方発電所では、27年度から世界最高水準の原子力発電所の実現を目指して「Re-Start伊方」を宣言し、活動を行っている。

このビジョン達成のための方法として、TPM手法(ゼロ思考)を活用し、化学でも、リスクゼロを目指し、現場で実施すべき事項を洗い出すとともに、その後の再稼働、長期運転への準備を確実なものとするため、活動を実施する。

### ■具体的行動方針

- ・長期にプラントが停止していることから、過去の経験にとらわれず、全ての検討を行い、再稼働時に必要な条件に改善する。
- ・以後の運転に必要な条件に改善する。

### ■洗出し方法

実施すべき項目の洗い出しについては、以下から情報を得た。

- ・伊方発電所化学の経験者からの意見収集
- ・諸先輩を含む化学関係者からの意見収集
- ・トラブル事例収集(過去の事例、NUCIA等国内外トラブル情報)
- ・EPRIを含む他社調査による情報収集
- ・委託調査による情報収集
- ・プラントメーカー、水処理メーカーの情報収集

---

## ■長期停止の影響認識

各会議にて、化学管理関係では以下の影響を考えて、必要な検討項目を抽出する。

長期停止による機器の腐食進行

長期停止による薬品品質の劣化

長期停止による浄化設備のイオン交換樹脂などの性能低下

長期停止による使用停止や使用頻度が低下した分析機器の機能や精度低下

運転および起動停止時の化学管理経験が3～4年間ブランクとなること

運転中における化学管理実務の未経験者の増加(7人)

等

## ○化学管理に係る検討項目の抽出

### ■検討項目の抽出

3号機再稼働で検討すべき化学関係の検討の項目の抽出状況は以下の通り。  
項目の抽出や細部検討にあたって、プラントメーカーや水処理メーカーからの推奨事項や他社調査情報なども参考にしている。

平成27年10月1日現在

	抽出項目件数	
発電所課題検討会	18件	発電所構内関係会社、OBを含めた発電所関係者から懸念事項、トラブル情報などから抽出
化学週間ミーティング	41件	所内の化学関係者(伊方サービス含む)から抽出 他社情報抽出 メーカー等情報抽出 委託による情報抽出
3号機再稼働化学管理検討会	35件	本店、関係会社を含めた化学関係者(伊方の化学経験者)から抽出
合計	94件	



## ○化学管理に関する検討項目の整理

### ■抽出された検討項目の整理

各会議体で抽出された検討項目について、各担当を選任するため以下のカテゴリに整理した。

- 1次系 : 1次系関係の化学管理
- 2次系 : 2次系関係の化学管理
- 体制、連絡 : 再稼働の要員、化学データの迅速な情報連携、異常等の早期連絡
- 力量 : 化学員の起動時の対応能力、水質分析能力
- 測定装置 : 測定装置の精度、台数確保
- 調達 : 薬品、機材等の調達

	1次系	2次系	体制、連絡	力量	測定装置	調達
発電所課題検討会	3	9	2	4	0	1
化学週間ミーティング	12	18	3	1	5	3
3号機再稼働化学管理検討会	25	9	3	1	5	0
合計	40	36	8	6	10	4

更に、項目を区分し実際の業務単位に分け、担当者ごとに作業項目、約180件の業務を振り分け検討を行っている。

## ○化学管理の検討状況の紹介(1)

### ■1次系化学管理

1次系関係は、40件の検討項目が抽出され、以下に代表例を紹介する。

【再稼働時の適正な水質調整の検討】

【CVCS混床式脱塩塔の性能】

【1次系フィルターの確保】

項目	業務単位	担当		4	6 <sup>(月)</sup>	8	10	12
再稼働時の適正な1次系水質調整の検討	水質調整要領方針決定	A	実施中					
	要領書作成	B	実施中					
	工程反映	C	実施中					
	他社情報収集	D	実施中					
	運転連絡書発行	E	実施中					
CVCS混床式脱塩塔の性能確保	性能低下の検討	B	完了	取替決定				
	取替工程の調整	C	完了					
	購入決定・発注	E	完了	8月決定・発注				
	取替作業	K	実施中					
1次系フィルターの確保	保修関係者に必要量調達依頼	B	完了					

## ○化学管理の検討状況の紹介(2)

### ■2次系化学管理

2次系関係では、36件の検討項目が抽出され、以下に代表例を紹介する。

#### 【2次系クリーンアップ方法の検討】

項目	業務単位	担当		4	6 (月)	8	10	12
クリーンアップ方法の検討	方法検討	A	ほぼ完了	—以後、細部事項など見直し				
	要領書作成	B	ほぼ完了	—以後、細部事項など見直し				
	所内検討依頼	C	ほぼ完了	—以後、必要に応じて実施				
	他社調査	F	実施中	—				
	運転連絡書発行	D	実施中	□ 起動工程に応じて提出				

#### (検討内容の詳細)

①2次系機器の腐食があることを前提としたクリーンアップ方法とするため、委託調査などを実施し詳細検討を進めた。

主な従来との変更点は、

再稼働時のクリーンアップ工程における運転条件について

- ・標準工程(従来)3~3.5日を6日に変更し、十分な浄化期間を確保する。
- ・全系統クリーンアップ(温水)を追加し、還元性強化を図る。  
(従来は冷水55℃程度であったが還元性強化のため85~115℃で実施する)
- ・脱気器のヒドラジン濃度を上昇させ還元性強化を図る。  
(従来は1~3ppmであったが昇温中に3~5ppmまで上昇)

## ○化学管理の検討状況の紹介(3)

(他発電所調査など)

- ②長期停止からの起動経験が無いことから、参考とするため当社火力や他電力殿にお願いし、他発電所実績を調査させていただき有用な情報を収集できた。

	調査内容
火力での調査	当社長期停止した火力の化学管理を調査(平成25年5月)
原子力発電所の調査	関西電力殿大飯の再稼働の状況調査(平成25年4月) 北海道電力殿泊3号機の状況調査(平成27年9月) 九州電力殿川内発電所の情報収集中
海外の調査	EPRIとの情報交換会を行い、長期停止からの再稼働についてディスカッションし、推奨事項を受けるとともに長期保管対策や再稼働の化学管理計画に問題ないとのアドバイスを受けた。(平成25年7月)

以上の調査から追加した主な監視強化項目

- ・系内腐食があることを前提に、浄化系設備や鉄濃度推移等の監視強化を追加する。
- ・伊方は、銅系材料が残るプラントであり、銅に対する還元性強化・挙動調査を追加する。
- ・復水器の海水漏洩に対し監視を強化する。
- ・並列後の負荷上昇期間の日数を確保し、抽気ドレンなど汚れの除去を図る。

また、1次系であるが、EPRIの推奨として制御棒駆動装置(CRDM)内部のソフトスケール付着対策として、再稼働前に実施予定のならし運転の有効性を得た。

## ○化学管理の検討状況の紹介(4)

### 【イオン交換樹脂の性能調査】

樹脂性能調査を実施し、再稼働時およびその後長期的に安定した樹脂性能を維持できるように慎重に評価し、復水脱塩装置等の樹脂について再稼働前に取替ることとした。

項目	業務単位		担当		4	6 (月)	8	10	12
イオン交換樹脂の性能	復水脱塩装置	性能調査	A	完了					
		取替決定発注	B	完了					
		取替作業	C	実施中					
	純水装置	性能調査	B	完了					
		取替決定発注	A	完了					
		取替作業	C	実施中					

#### ・復水脱塩装置樹脂

使用開始後約8年経過し、交換容量の低下、反応速度試験により海水漏洩時の浄化性能の低下が認められたため、全量取替る。

#### ・純水装置樹脂

以下の脱塩塔樹脂について、使用開始後約8～10年経過し、交換容量、押しつぶし強度、水分含有量に関して劣化や性能低下が認められたため、取替る。

1・2号機、2B3T 樹脂全量

3号機 2B3T-A 樹脂全量(片系列)

3号機 MBP-A 樹脂全量(片系列)

## ○化学管理の検討状況の紹介(5)

■要員の力量関係は、6件の項目が抽出され、以下に代表例を紹介する。

### 【クリーンアップの力量】

2次系クリーンアップの経験が数年無いこと、更に未経験者が約3割となっている現状を踏まえ、腐食概論、基準値、設定根拠等の基礎教育を26年度に、27年度はクリーンアップに特化した教育・訓練を行っている。

項目	業務単位	担当		4	6 (月)	8	10	12
クリーンアップの力量	基礎教育(26年度)	A	完了					
	化学経験者による研修会	G	完了					
	クリーンアップ机上、現場教育(原則1回/週)	A	ほぼ完了					
	測定装置の操作再研修	C	ほぼ完了					
	シュミレーション訓練	A	計画中					
	詳細手順書の整備	各担当	作成中					

今後は、実機運転していないため薬品注入、試料採取操作や当直との連携などの経験が不足していることから、これらをシュミレーションした訓練を行うなど実際に即した訓練を行うこととしている。

またこのような教育は今後継続していくことにより、更なる化学管理の力量向上を目指したい

■ 2次系クリーンアップの机上、現場教育の状況



机上教育



薬品注入装置のラインアップ確認



復水検塩装置での試料採取、系統確認



現場サンプリングラックでの試料採取、系統確認



## ○化学管理の検討状況の紹介(6)

### ■トラブル対応訓練の実施

化学関係の再稼働時を含めた運転中のトラブルを想定し、手順の確認、有害ガスの測定方法、通報連絡などについて机上研修や実技訓練を行い、今後とも継続して実施予定。

- ・薬品漏洩時の対応訓練
- ・管理区域内外漏水時の対応訓練
- ・燃料ピンホール時の対応訓練
- ・蒸気発生器伝熱管漏洩時の対応訓練
- ・復水器細管漏洩時の対応訓練
- ・事故時放射能測定の対応訓練

項目	業務単位	担当		4	6 (月)	8	10	12
トラブル対応訓練の実施	薬品漏洩時の対応訓練	A	完了				■ 10/1	
	管理区域内外漏水時の対応訓練	B	完了			■	9/4	
	燃料ピンホール時の対応訓練	C	完了			■	9/3	
	蒸気発生器伝熱管漏洩時の対応訓練	D	完了			■	9/3	
	復水器海水漏洩時の対応訓練	E	完了			■	9/17	
	事故時放射能測定の対応訓練	B	完了			■	8/28	



## ■訓練の実施状況

### 薬品漏洩時の対応訓練(10/1)の状況

3号機総合排水処理装置塩酸タンク底部の弁から塩酸漏洩を想定し、立入禁止処置、現場確認、保護具着用、環境の塩酸ガス濃度測定などの訓練を行った。



連絡により課長が作業者に役割を指示



特定化学物質主任者による指揮



立入禁止エリア設定と塩酸ガス測定実習



保護具を着用し塩酸漏洩場所確認

## ○化学管理の検討状況の紹介(7)

### ■測定装置の準備

測定装置関係では、10件の項目が抽出され、以下に代表例を紹介する。  
手分析用の測定装置は、再稼働時の頻繁な測定にも支障をきたさない様、部品の確保、予備の測定装置1台の確保、消耗部品の確保ができていていることの確認を行った。

その結果、1次系化学室のTOC計について、部品調達ができないことが判明したため1台購入した。

その他の測定装置は部品調達が可能であり、予備測定装置があることを確認した。

測定装置の消耗品については在庫を確認し追加購入している。

項目	業務単位	担当		4	6 (月)	8	10	12
測定装置準備	状況調査 故障の状況把握 予備1台の有無 在庫部品の確認	A	完了					
	TOC計1台購入	B	完了					
分析装置消耗品確保	現状調査 各測定装置の在庫確認 追加部品の決定	C	完了					
	部品購入	D	実施中					

## ○まとめと今後の課題

---

以上の活動により、現在の業務単位での課題解決の達成状況は、約40%である。ステージは、ほぼ最終段階となっており、再稼働前に達成率100%にできるよう業務を行っている。

- ・化学管理の目標として、化学関係でのトラブル「ゼロ」を目指し、各会議で抽出した検討項目について、引き続き細かくチェックを進め、その検討や対応の進捗状況を化学週間ミーティングなどの会議体で確認、修正することとしている。
- ・これにより、再稼働までに実施すべき事項についてすべて対応を実施し、再稼働、長期運転への準備を確実にするとともに、万全な化学管理による再稼働を行い、伊方発電所の安全・安定運転の達成を目指す。

---

ご清聴ありがとうございました。