

# 高浜発電所2号機クレーン倒壊の対応について

関西電力株式会社

平成29年3月17日

# 1. 再発防止対策顛末 (2/8報告、2/17補正)に基づく対策

	対策内容	対策の具現化
再発防止対策顛末2/8報告 (2/17補正)	<p>[工事計画段階]</p> <p>○自然環境による安全上重要な機器等への影響等、想定されるリスクを検討、協力会社に対して、適切な処置を計画するよう要求し、それを確認  <u>(リスク感受性の向上) (リスク対策の確認)</u></p>	<p>①工事毎のリスクに対する議論</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現在実施している設備変更管理検討会において、安全上重要な機器等への影響の観点から、所長、安全統括以下でリスクに関する議論を行う。</li> <li>・発電所幹部によるプラントウォークダウンを行う。</li> </ul> <p>②協力会社に適切な処置計画を要求・確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・当社は、適切な処置を計画するよう調達文書に明記し、作業計画書として確認 (請負工事一般仕様書の充実)</li> <li>・協力会社は、安全確保措置について計画</li> </ul>
	<p>[工事実施段階]</p> <p>○自然環境の情報を積極的に入手し、関係者と情報を共有  <u>(リスク情報の共有)</u></p>	<p>③自然環境情報の積極的な入手</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象協会からF A X受領および共有(当社)</li> <li>・携帯アプリ等によるタイムリーな情報入手(協力会社)</li> </ul> <p>④自然環境悪化時の体制強化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・暴風、大雨、大雪等の警報時、警戒準備体制を構築。協力会社と共有 (一般防災業務所達の充実)</li> </ul>
	<p>[工事実施段階]</p> <p>○現場において事前に定めた安全対策が適切に実施されていることを確認・指導  <u>(リスク感受性の向上)</u>  <u>(リスク対策の実施、確認)</u></p>	<p>⑤安全対策の確認・指導</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・当社－協力会社間で日々の安全作業指示書、現場確認、コミュニケーションによる確認</li> <li>・日々のミーティングにて気象情報の周知と現場リスクの議論、協力会社との共有</li> </ul>
	<p>○クレーン作業における安全対策  <u>(リスク対策の実施)</u></p>	<p>⑥作業終了時の安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・クレーン作業終了時は、風速に関わらずジブをたたむ</li> </ul>

## 2-1. 安全管理の総点検結果

○全1,516件の工事について、是正を5件、更なる改善を290件を抽出

(工事数184件に相当)

	内容	件数※	具体例	改善内容	
是正	現場のリスク低減対策が必要なもの	5	○規模が大きく、長期使用する仮設足場の風に対する耐性の向上が望ましい	○資材落下防止のためのシートを巾木を用いることで、よりメッシュの粗いネットへ変更し、風に対する耐性を向上	リスク対応の改善 土木建築工事の安全管理面の強化
			○2系統ある安全系空調ダクト点検用の足場について、撤去時の方法が定まっていなかった	○万一を想定しても空調ダクトの機能へ影響を及ぼさないよう、片系統ずつ足場を撤去することとした	
改善	計画としてさらにリスクを考慮すべきもの	125	○クレーン吊荷が安全上重要な機器の上を通ることに対する評価が未実施	○吊荷が極力、重要設備の上を通らない方策について検討	リスク対応の改善
	連絡体制の改善が必要なもの	165	○自然環境悪化の情報は、事前入手による現地対策はできているが、リアルタイムで入手し、対応する体制が未確立	○警報等を、携帯アプリ等でタイムリーに入手するよう改善	的確な情報入手

※ひとつの工事で重複するものあり。



「リスク対応の改善」「土木建築工事の安全管理面の強化」「的確な情報入手」といった改善点が認められた。

## 2-2. 安全管理の総点検結果に基づく対策

### 問題意識

#### ○総点検結果：内容（質）からの考察

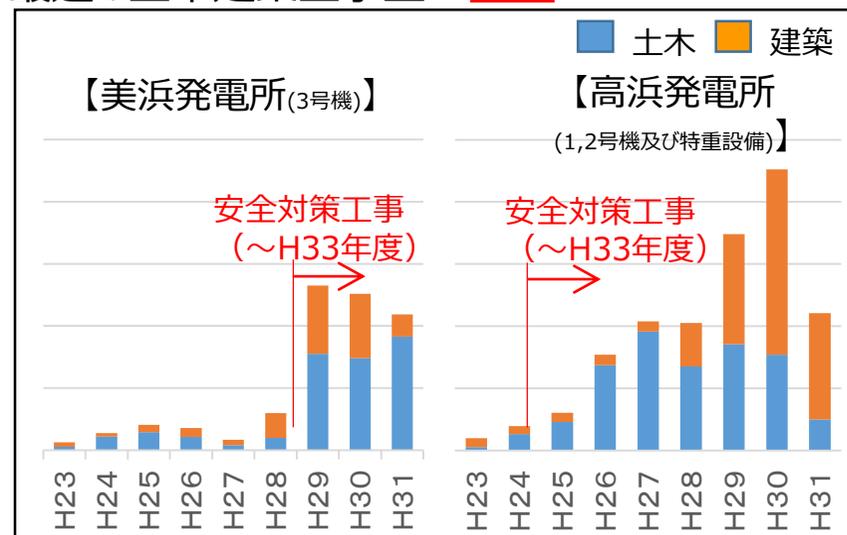
- ・現場、計画段階ともリスク対応の改善
- ・工事の安全管理面の強化
- ・的確な情報入手

#### ○総点検結果：件数（量）からの考察

是正・改善工事※125件／1,516件（9%）  
 うち 機電工事 78件／1,408件（6%）  
 土木建築工事 47件／108件（44%）

※通報連絡を除く工事件数

#### 最近の土木建築工事量



新規制基準適合のため、多くの工事を実施している。特に、土木建築に関する工事量（金額ベース）の推移は上のとおりであり、安全対策工事の本格化後は非常に多くの工事量が発生している。

○リスク感受性に弱さがあるのではないか

#### リスク感受性の向上

- ⑦日常からのリスクに対する議論
- ・事業本部－発電所間デイリーミーティングにて発電所よりリスク対応状況について報告
- ①工事毎のリスクに対する議論
- ・リスクについて設備変更管理検討会で議論
- ・発電所幹部によるプラントワークダウン

○土木建築工事については安全管理面が弱いのではないかと

#### 工事管理体制の強化

・全般的かつ専門的な視点ならびにゼネコンへの適切な指導の観点で、改善の余地がある

- ⑧発電所における土木建築工事管理体制の強化
- ・土木建築関係の工事を総括的に管理監督する副所長を設置
- ⑨土木建築関係者に対する原子力教育の充実
- ・プラントワークダウン等による重要設備に関する教育の実施

#### 連絡体制の強化(リスク情報の共有)

- ③自然環境情報の積極的な入手
- ④自然環境悪化時の体制強化

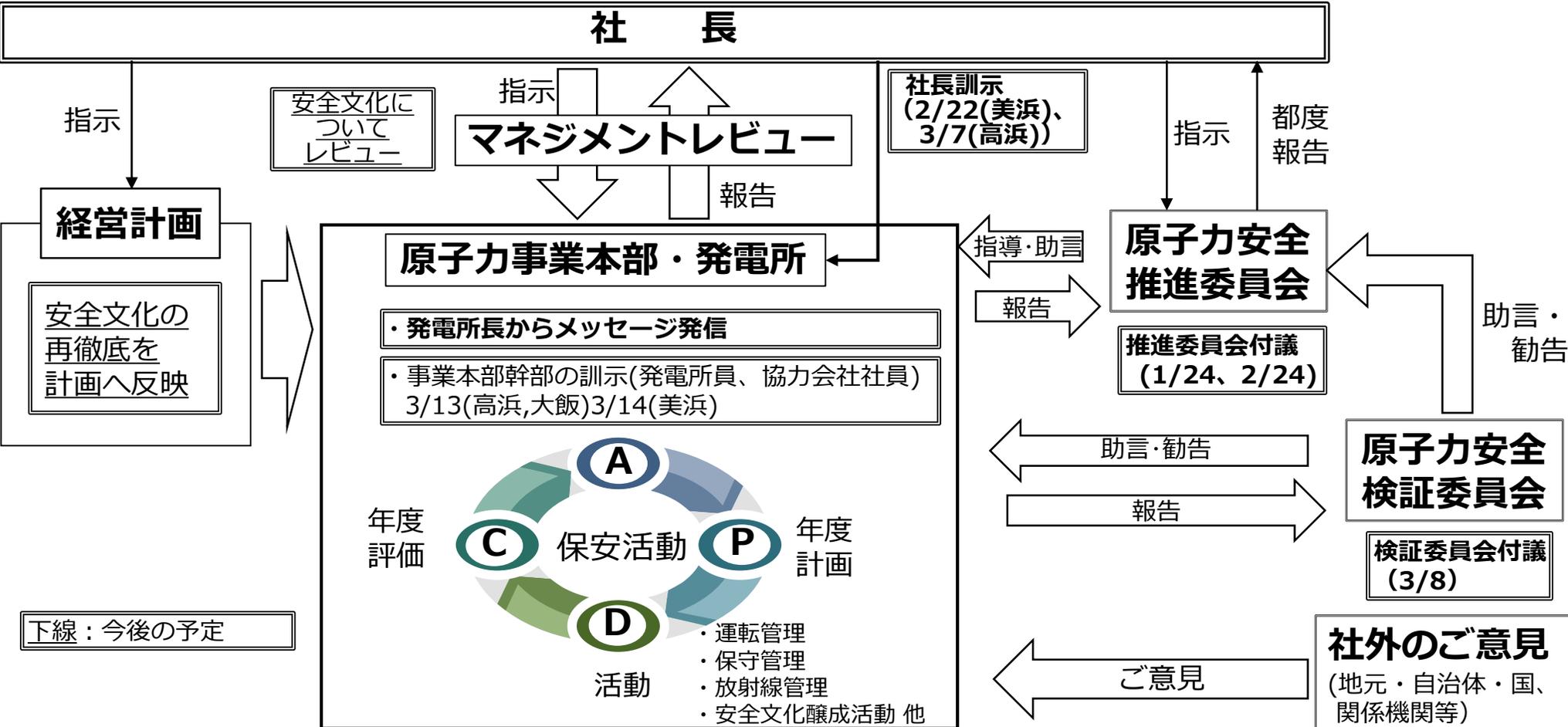
## 3-1. 安全文化評価の視点

安全文化を評価するために定めている14の視点から、視点①および⑬の問題点について中長期的に対策を強化していく必要があると評価

評価の視点	これまでの取組みと今回の問題点(要因)	再発防止対策の方向性と問題点との対応	対策の要否	
視点 ①	安全最優先のプライオリティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・美浜3号機事故以降、定期的な安全最優先のメッセージの発信や、社達「原子力発電の安全性向上への決意」の制定・周知などにより、安全最優先の理念を継続的に示し、現場第一線まで浸透させてきた。</li> <li>・しかし、新規制基準対応として大型工事が増加する状況下で発生する更なるリスクに対して感受性が不十分であった。</li> </ul>	<p>自然環境の変化や新規制基準対応の大型工事において発生する更なるリスクに対しての感受性を高めることも含め、安全最優先の理念を再度明確にする必要がある等、社長が先頭に立って安全文化の再徹底に取り組む。</p>	○
視点 ⑬	現状への問いかけ・リスク評価、リスク感知力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでもリスク検討会等において、リスクを継続的に抽出・評価して、除去・低減する活動に取り組んできた。</li> <li>・しかし、今回、元請会社の瞬間最大風速42m/sまで問題ないとの評価に対する問いかけが足りず、また、自然環境の悪化によりクレーンが転倒して安全上重要な機器へ影響を及ぼすリスクに対する検討が十分ではなかった。</li> </ul>	<p>次の対策に加えて、今回のリスクを含む安全上重要な設備に影響するリスクを認識することができる必要があるため、原子力に携わる者として、より一層、原子力安全に対するリスク感受性を向上させていく。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 工事毎のリスクに対する議論(安全上重要な機器等への影響について所長、安全統括以下にて議論)</li> <li>⑦ 日常からのリスクに対する議論</li> </ul>	○

# 3-2. 安全文化評価に基づく対策（視点1）

- ▶ 社長のコミットメントの下、社長が先頭に立って安全文化の再徹底を図っていく。
  - ✓ 経営計画へ安全文化の再徹底を反映
  - ✓ マネジメントレビューにおける安全文化のレビュー
  - ✓ 社長・事業本部幹部から発電所員・協力会社社員への訓示
    - ・個々人の問いかける姿勢や主体的な意識の重要性
    - ・組織全体のリスク感受性の向上
    - ・ゆるぎない安全文化の構築
  - ✓ 原子力安全検証委員会、および原子力安全推進委員会における安全文化の観点に係る議論



### ➤ リスクマネジメントの更なる充実

- ・発電所で行う日常からのリスクに対する議論

（設備変更管理検討会における工事毎のリスクに関する議論、日々のミーティング・CAP、日々の協力会社とのコミュニケーション）

- ・事業本部－発電所間デイリーミーティングにて発電所よりリスク対応状況について報告

- ・事業本部におけるリスクマネジメントの充実

（工事用資機材による安全上重要な設備への影響等についてもリスク管理項目に明記し、今後定期的にレビュー）

### ➤ 当社社員、協力会社社員に対するリスク感受性を高めていくための教育等の実施

- ・現場のリスクに対する感受性を向上させるための教育

（事例研修、グループディスカッションを含む）

- ・現場パトロール(発電所員及び協力会社社員)を活用したリスク感受性（リスクに対する着眼点）を高めるための教育

- ・当社土木建築関係者に対する原子力教育の充実

（プラントウォークダウン等による重要設備に関する教育の実施）

- ・協力会社(土木建築関係)を対象とした教育の充実

（リスク感受性を向上させる事例検討等の追加）

	意見	対応	具体策
1	<p>リスクの感受性について、原子力安全に関しては安全対策を取られてきたが、<b>原子力安全の周辺のことに関しての感受性も大切</b>ではないかと思う。</p> <p>また、発電所内では、今までにはなかった土木工事が年々増えてきており、それに対するリスクについて、<b>一般の方がどのように思っているかに十分留意しながら、その感受性を磨く文化を作っていくことも大事</b>ではないか。</p> <p style="text-align: right;">【渡邊委員長】</p>	<p><b>&lt;原子力安全以外のリスク感受性&gt;</b></p> <p>○<b>発電所構内の屋外工事や工事関係車両等による構外でのリスクを含め、事例研修やグループディスカッション等を行い感受性を高めていく。</b></p> <p><b>&lt;一般の方の視点の採り入れ&gt;</b></p> <p>○<b>地元や隣接地域の方のご意見を積極的に聞き、必要に応じ工事に反映することや、土木建築工事に携わる当社社員ならびに協力会社社員に対し、ご意見を踏まえた発電所構内・構外におけるリスクについても、教育を行い感受性を高めていく。</b></p>	<p>○<b>リスク感受性を向上させるための教育</b> 対象：発電所員、事業本部員 時期：3月より実施</p> <p>○<b>当社土木建築関係者に対する原子力教育</b> 対象：発電所員のうち土木建築要員 時期：3月より実施（新規配属者は配属に併せて実施）</p> <p>○<b>協力会社（土木建築関係）を対象とした教育</b> 対象：作業責任者以上 時期：3月より実施</p>

	意見	対応	具体策
2	<p>プラントウォークダウンの目的は、いろいろな視点で現場を見てプラントの予期しない脆弱性を見つけることである。</p> <p>これから、新検査制度になってオンラインメンテナンスを実施するとか、普通の状態でないような状態で運転することも当然出てくる。そういう中で、<u>プラントウォークダウンは重要</u>であるので、<u>本質的な目的を是非もう一度周知</u>していただきたい。</p> <p>また、プラントウォークダウンに当たっては、どういう観点で実施するのか等、<u>目的意識を明確にして行うことが必要</u>である。</p> <p style="text-align: center;">【山口副委員長】</p>	<p>&lt;プラントウォークダウンの目的の明確化と周知&gt;</p> <p>○現在、労働安全、異物管理などの観点で、各発電所において視点を定め、目的意識を明確にした上でプラントウォークダウンを実施している。</p> <p>今回の事故を踏まえ、実際に現場を見て、<u>プラントの予期しない弱点・安全上の問題点を見つける</u>といった<u>プラントウォークダウンの重要性、目的を再度発電所にて周知し、実施していく。</u></p>	<p>●<u>プラントウォークダウンの重要性・目的の再周知</u></p> <p>対象：発電所員のうち工事所管課の要員</p> <p>時期：3月中に実施</p>

	意見	対応	具体策
3	<p>リスク評価では、<u>非安全系の設備であっても安全系の設備に二次的に影響を及ぼすものがあり</u>、それを徹底的に挙げていくことが重要である。</p> <p>それには現場で<u>安全系の設備の近くに非安全系の設備のものがあるのか</u>ということを見ることが必要であり、プラントウォークダウンや現場の人達が関わっていくことが重要となってくるので、<u>教育の中に入れていただきたい。</u></p> <p style="text-align: center;">【山口副委員長】</p>	<p>&lt;非安全系による安全系への影響・理解&gt;</p> <p>○今回、総点検で実施した工事期間中における<u>非安全系による安全系への影響についてもプラントウォークダウンの視点に入れ、引き続き実施していく。</u></p> <p>○安全系の設備近傍で作業していることの理解を深めるため、<u>土木建築要員や土木建築工事に携わる協力会社社員に対してウォークダウンの教育も含め行っていく。</u></p>	<p>○プラントウォークダウン（当社及び協力会社）の継続実施（視点の充実）</p> <p>○当社土木建築関係者に対する原子力教育（再掲）</p> <p>○協力会社（土木建築関係）を対象とした教育（再掲）</p>

	意見	対応	具体策
4	<p><u>再発防止対策でがんじがらめにすると現場の人が大変になる一方で、そこを工夫しないとついていけなくなる。</u>  また、<u>問いかける姿勢という安全文化の本質が見られなくなる心配も出てくる</u>ので、チェック・アンド・レビューで、現場での再発防止対策を<u>安全管理、安全文化の二つの観点で適正化して、効果のある対策をしっかりと定着</u>させていくことが重要だと思う。</p> <p>【山口副委員長】</p>	<p>&lt;再発防止対策の適正化&gt;  ○再発防止対策の有効性を確認するため、<u>プラントウォークダウンでの気づき事項の傾向を把握、重要度に応じた整理を行い、現場の意見を踏まえて、効果のある対策を定着させていく。</u></p>	<p>●再発防止対策の有効性確認と定着化</p>

	意見	対応	具体策
5	<p>強風を想定したリスク評価をしていなかったことは、<u>過去に発生していない事象に対して想像力が働いていないこと</u>であり、<u>東京電力福島第一事故の反省がいかされていない部分があるのではないか。</u></p> <p>【安部委員】</p>	<p>&lt;過去事例のない事象への想像力&gt;</p> <p>○<u>工事所管課だけでなく工事所管課以外の関係者および発電所幹部により、工事で発生し得るリスクについて、特に自然現象に対して固定観念にとらわれることなく議論</u>を行い対応を検討する。</p> <p>○日々のミーティング等にて、当社内、当社と協力会社間で<u>現場にて想定されるリスクへの対応状況について議論する。</u></p> <p>○<u>予期しない自然現象が起こりうることについても教育を行い、想像力を養っていく。</u></p>	<p>○<b>設備変更管理検討会（リスクレビュー会議）</b> 対象：発電所長、安全統括以下 時期：実施中</p> <p>○<b>当社－協力会社間で日々の安全作業指示書、現場確認、コミュニケーションの充実</b> 対象：発電所各課、協力会社 実施時期：実施中</p> <p>○<b>発電所における日々のミーティングにて現場リスクの議論、協力会社との共有</b> 対象：発電所長以下 時期：実施中</p> <p>○<b>事業本部－発電所間デイリーミーティングにおけるリスク対応状況の報告</b> 対象：事業本部、発電所幹部 時期：実施中</p> <p>○<b>リスク感受性を向上させるための教育（再掲）</b> ・自然現象による事故・被害事例 ・例題を使ったグループディスカッション</p>

	意見	対応	具体策
6	<p>東京電力福島第一事故以降にリスクを評価し、原子炉安全に対する対策を取られてきたが、<u>周辺に対する目配りが取られていなかったのではないか。</u></p> <p>そういった意味で、東京電力福島第一事故以降、取組んでこられた<u>安全文化について、まだ、改善すべき余地があるのではないか。</u>例えば、協力会社との情報共有など、見直す必要があるのではないか。</p> <p style="text-align: right;">【安部委員】</p>	<p><b>&lt;原子力安全以外のリスク感受性&gt;</b></p> <p>○<u>発電所構内の屋外工事や工事関係車両等による構外でのリスクを含め、事例研修やグループディスカッション等を行い感受性を高めていく。</u></p> <p><b>&lt;安全文化に対する改善余地&gt;</b></p> <p>○安全文化面の分析結果、①安全最優先のプライオリティ、②問いかける姿勢、リスク感受性の観点に改善の余地があると評価。<u>社長が先頭に立って安全文化を再徹底することや、教育、リスクマネジメントの充実を行う。</u></p> <p>○当社と協力会社間で日々リスクについて議論することや、暴風・大雨等の警報時に情報共有する仕組みを作る。</p>	<p>○リスク感受性を向上させるための教育（再掲）</p> <p>○<b>社長・幹部からの訓示、継続的なメッセージの発信</b> 対象：発電所員、協力会社社員 時期：社長(2/22,3/7)原子力事業本部長(3/13,14)、今後継続</p> <p>○リスク感受性を向上させるための教育（再掲）</p> <p>○<b>土木建築関係者に対する原子力教育（再掲）</b></p> <p>○<b>協力会社（土木建築関係）を対象とした教育(再掲)</b></p> <p>○<b>当社－協力会社間で日々の安全作業指示書、現場確認、コミュニケーションの充実（再掲）</b></p> <p>○<b>一般防災業務所達の充実（暴風、大雨、大雪等警報時の協力会社との共有）</b> 対象：発電所、事業本部 実施時期：実施中</p>

	意見	対応	具体策
7	<p>現場で起きていることについて<u>タイムリーにデータを取り、IT等を利用して分析し、有用に情報を現場にフィードバックするようなシステム</u>を作る等の検討を要望する。</p> <p style="text-align: right;">【岩崎委員】</p>	<p><b>&lt;風情報のタイムリーなデータ取得&gt;</b></p> <p>○屋外で移動式クレーンを使用する作業がある工事については、<u>現場(ポータブルタイプの風速計含む)や現場事務所等に設置した風速計によりタイムリーに風速を確認</u>できるようにする。</p> <p><b>&lt;取得した情報の分析・フィードバック&gt;</b></p> <p>○発電所の地形と構造物をモデル化した<u>コンピューターシミュレーション解析</u>を行い、発電所の風の特徴を把握する。</p> <p>○発電所内の風速と気象台のデータ（小浜、舞鶴）との比較及びシミュレーション結果を用いて各現場の<u>風速を推定し、現場の管理に活用していく。</u></p> <p>○加えて、<u>風の専門家による講習</u>を行い、<u>風に関する基本的な知識</u>（平均風速と瞬間風速の違い、高いところほど風は強くなる、風力は風速の2乗に比例する等）を習得し、<u>風の情報に関する意識を高め</u>ていく。</p>	<p>●<b>風速計の設置</b> 対象：屋外で移動式クレーンを使用する作業のある工事 設置場所：現場（ポータブルタイプの風速計含む）、現場事務所等(実施済)</p> <p>●<b>コンピューターシミュレーションの実施</b> 時期：実施中</p> <p>●<b>風の専門家による講習会</b> 対象：当社社員・協力会社のうち移動式クレーン作業に携わる者 時期：3月より実施</p>

	意見	対応	具体策
8	<p>クレーンの方向・姿勢により風による影響が違ふということが、技術の専門家から述べられており、<b>技術的な知見からデータの有効解析にもとづく対策を抽出すべき</b>である。</p> <p><b>単にクレーンをたたむという対策では、今回の事故原因の解析を明確にしたとはいえない。</b></p> <p>【岩崎委員】</p>	<p><b>&lt;技術的な知見からの対策抽出&gt;</b></p> <p>○今回、原子力発電所構内の作業であり、社会的な影響・信頼を考慮して、クレーン作業終了時には風速に関わらずジブをたたむ等の安全な姿勢をとることとする。</p> <p>○クレーンについては、機種、ブームやジブの大きさ、姿勢、風向等により、耐風速が変わるので、<b>今後もクレーンを使用するときには、風に対する安全性の確認を行っていく。</b></p> <p>○また、今後、<b>クレーンの姿勢などによる耐風速について検討を深め、より効率的な待機方法等についても追求していく。</b></p>	<p>○<b>協力会社に適切な処置計画を要求・確認</b></p> <p>・クレーンの姿勢、風向等による技術的な安全性について協力会社と議論、確認</p>

	意見	対応	具体策
9	<p>今後、<u>再発防止対策の効果について見える化等を行い、その有効性を確認</u>していく必要があるのではないか。</p> <p>【加賀委員】</p>	<p>＜再発防止対策の有効性確認＞</p> <p>○<u>プラントウォークダウンでの気づき事項の傾向について確認・見える化を行い、今回の対策の有効性を確認していく。</u></p>	<p>●<u>プラントウォークダウン実施結果の整理・確認</u></p> <p>・1回／半年</p>
10	<p><u>総点検から得られた改善事項や、プラントウォークダウンの結果等を整理して、発電所間で共有していくことが大切</u>である。</p> <p>【加賀委員】</p>	<p>＜リスク対策の発電所間での共有＞</p> <p>○<u>総点検結果の是正・改善した事例や、良好事例について整理し、発電所間で共有する。</u></p> <p>○<u>プラントウォークダウンにて観察された改善事項などについても同様に発電所間で共有していく。</u></p>	<p>●<u>総点検結果の共有</u></p> <p>時期：実施済</p> <p>●<u>プラントウォークダウン実施結果の共有</u></p> <p>時期：適宜（デイリーミーティング）</p>

## 5. 再発防止対策のまとめ

### 【A：再発防止対策顛末に基づく対策】

	対策	具体的内容
①	工事毎のリスクに対する議論	・設備変更管理検討会において安全上重要な機器等への影響について所長、安全統括以下にて議論 ・発電所幹部によるプラントワークダウン
②	協力会社に適切な処理計画を要求・確認	・適切な処置を計画するよう調達文書に明記し、作業計画書として確認（請負工事一般仕様書の充実） 例：クレーンの姿勢、風向等による技術的な安全性について協力会社と議論、確認
③	自然環境情報の積極的な入手	・気象協会からFAX受領および共有（当社） ・携帯アプリ等によるタイムリーな情報入手（協力会社）
④	自然環境悪化時の体制強化	・暴風、大雨、大雪等の警報時、警戒準備体制を構築。協力会社との共有（一般防災業務所達の充実）
⑤	安全対策の確認、指導	・日々のミーティングにて気象情報の周知と現場リスクの議論、協力会社との共有 ・当社－協力会社間で日々の安全作業指示書、現場確認、コミュニケーションによる確認
⑥	作業終了時の安全対策	・クレーン作業終了時は、風速に関わらずジブをたたむ。

### 【B：総点検の結果に基づく対策】

⑦	日常からのリスクに関する議論	・事業本部－発電所間デイリーミーティングにて発電所よりリスク対応状況について報告
⑧	土木建築工事の安全を専門的に見て指導する体制の構築	・土木建築関係の工事を総括的に管理監督する副所長を設置
⑨	土木建築関係者に対する原子力教育の充実	・プラントワークダウン等による重要設備に関する教育の実施

### 【C：安全文化評価に基づく対策】

⑩	社長が先頭に立った安全文化の再徹底	・経営計画へ安全文化の再徹底を反映 ・マネジメントレビューにおける安全文化のレビュー ・社長・事業本部幹部から発電所員・協力会社社員への訓示 ・原子力安全検証委員会、および原子力安全推進委員会における安全文化の観点に係る議論
⑪	事業本部におけるリスクマネジメントの充実	・工事用資機材による安全上重要な設備への影響等についてもリスク管理項目に明記し、今後定期的にレビュー
⑫	リスク感受性を高めていくための教育等の実施	・当社社員に対して現場リスクへの感受性を向上させる教育（事例研修、グループディスカッション等を含む） ・現場パトロール(当社社員及び協力会社社員)を活用したリスク感受性（リスクに対する着眼点）を高めるための教育 ・土木建築関係を含めた当社社員ならびに協力会社社員に対する教育の充実

### 【D：委員から頂いたご意見を基に追加した対策】

⑬	プラントワークダウンの目的の明確化と周知	・プラントワークダウンの重要性・目的の再周知
⑭	再発防止対策の適正化	・再発防止対策の有効性確認と定着化 ・プラントワークダウンの実施結果の整理、確認
⑮	風情報の取得とフィードバック	・風速計の設置、コンピュータシミュレーションの実施、風の専門家による講習会
⑯	リスク対策の発電所間での共有	・総点検結果の共有、プラントワークダウン実施結果の共有