

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

福島第一原子力発電所事故の教訓と主な対策

平成29年6月

東京電力ホールディングス株式会社

福島第一原子力発電所事故の教訓と主な対策

当社は、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、事故の知見を抽出し、それを踏まえた取り組みを行っている。

福島第一原子力発電所事故の原因を明らかにするために、当社内に福島原子力事故調査委員会（以下「社内事故調査委員会」という。）を設置し、現場調査、書類調査、プラントデータの収集、解析、及び事故対応関係者へのインタビューを実施し、得られた情報を突き合わせることで、福島第一原子力発電所事故の進展と事故に至るまでの当社の事故への備え、発災時の事故への対応状況を取りまとめた。さらに、事故の備えと事故対応における問題点を整理、対応方針を策定し、その結果を「福島原子力事故調査報告書」として公表した。

（平成24年6月20日）

さらに、事故の備えと事故対応における問題点の背後要因、根本原因を明らかにし、原子力改革を進めるため、外部専門家・有識者からなる原子力改革監視委員会を取締役会の諮問機関として設置するとともに、社長直轄の組織として、原子力改革特別タスクフォース事務局（以下「TF事務局」という。）を設置した。

TF事務局は、問題点の抽出に際して、各種事故調査報告書（社内、INPO、国会、政府、民間等）における提言・課題の対応状況を確認することで、十分性を判断することとした。

その後、TF事務局は、原子力改革監視委員会の監督、指導の下で、社内事故調査委員会が明らかにした事故の進展、事実を活用するとともに、追加の書類調査、インタビューを実施し、福島第一原子力発電所事故に至った当社の組織的な要因を明らかにするとともに、事故の備えの不足に至った「安全意識」、「技術力」、「対話力」の不足への対策を「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」に取りまとめ公表した。

（平成25年3月29日）

上記の取り組みを通じて得られた、福島第一原子力発電所事故の教訓と主な対策を表-1に示す。

（添付資料）

技術的能力1.0.12 福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について

以上

表-1. 福島第一原子力発電所事故の教訓と主な対策

教訓（反省）	問題	主な対策	対応条文等	
			設置許可基準	技術的能力審査基準
①想定を超える自然現象に対する防護が脆弱だったことが原因で、共通要因故障が発生	・厳しいハザードを想定できていなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●震源として考慮する活断層の追加（米山沖断層） ●基準地震動の追加（断層運動の見直しなど） ●基準津波の見直し（断層運動の考慮、海底地すべりの重畳など） ●地震・津波を除く自然現象（竜巻、積雪、火山など）の考慮 	3条	-
	・共通要因故障に対する備えが不足していた。	<ul style="list-style-type: none"> ●地震対策（耐震強化、送電鉄塔基礎安定性評価等） ●竜巻対策 ●火山対策 ●外部火災対策（防火帯） ●内部火災対策の強化（耐火能力、火災感知器、消火設備） ●内部溢水対策の強化 ●人為事象対策（有毒ガス、航空機落下） ●さらなる多重性又は多様性及び独立性の確保 （例）外部電源系統における複数の変電所又は開閉所との接続、発電所内にある電源の多重化及び多様化、原子炉及び格納容器への注水方法及び水源の多様化、原子炉及び格納容器の除熱機能の多様化等 	4条/33条/39条 6条 6条 6条 8条/41条 9条 6条/7条 12条 （33条/57条/47条/49条/51条/48条他）	- - - - - - -
	・津波対策が海水ポンプの高上げなど限定的であり、敷地高さを超える津波への対策や影響緩和策が考慮されていなかった。	<p><敷地への浸水対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●遡上波の地上部からの到達、流入防止のため、敷地高さを確保 ●取水路等からの津波の流入防止のため、取水槽閉止板を設置 <p><浸水防護重点化範囲での対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●万一敷地に津波が流入した場合でも、重要設備が機能喪失に至らないよう、水密扉、止水ハッチ、貫通部止水処置等の対策を実施。 ●原子炉建屋等の重要区画に排水設備を設置 <p><引き波対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●冷却水保持のための海水貯留堰の設置 <p><その他エリアの浸水対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●代替直流電源設備として、所内蓄電式直流電源設備に加えて、新たに常設代替直流電源設備を高所に設置し、全交流動力電源喪失から8時間後に不要な負荷を切りはなすことにより、全交流動力電源喪失から24時間にわたって直流電力を供給 ●電源車や消防車といった可搬型設備を高台（海拔35m以上）に分散配備 ●開閉所への浸水を防ぐため防潮壁を設置 <p><津波監視システム></p> <ul style="list-style-type: none"> ●遠方からの津波の接近および取水口の状況を適切に監視できる高所に津波監視カメラを設置。また、津波監視カメラの機能が期待できない場合でも、津波後の取水路の水位を監視できるよう取水槽水位計を設置 	5条/40条 5条/40条 5条/40条 自主（40条関連） 5条/40条 14条/57条 43条 自主（40条関連） 5条/40条	- - - - - 1.14項 電源確保に関する手順 1.0.2項 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート - -
②全交流電源喪失時の対策が不十分であった。（電源）	・D/G及び電源盤が被水し、電源供給機能が喪失した結果、必要な設備・機器への給電ができなかった	<p><電源の強化、多様化、位置的分散></p> <ul style="list-style-type: none"> ●非常用ディーゼル発電機が故障した場合の常設代替交流電源設備として、非常用ディーゼル発電機と位置的分散が図られた位置に第一ガスタービン発電機を設置 ●全交流動力電源喪失した場合に、非常用所内電気設備又は代替所内電気設備に電源を供給できるよう、第二代替交流電源設備（第二ガスタービン発電機）を設置 ●万一常設代替交流電源設備（第一ガスタービン発電機）が使用できない場合でも、約12時間以内に必要の負荷に給電ができるよう、可搬型代替交流電源設備（電源車）を配備 ●全交流動力電源喪失した場合に、他号炉の電気設備から給電できるよう、号炉間電力融通電気設備（常設/可搬型）を設置 ●代替直流電源設備として、所内蓄電式直流電源設備に加えて、新たに常設代替直流電源設備を高所に設置し、全交流動力電源喪失から8時間後に不要な負荷を切りはなすことにより、全交流動力電源喪失から24時間にわたって直流電力を供給 ●代替直流電源設備として、可搬型直流電源設備（電源車、AM用直流125V充電器）を配備し、全交流動力電源喪失及び直流電源喪失場合に、電源車の運転を継続することにより、全交流及び直流電源喪失から24時間にわたって直流電力を供給 ●非常用所内電気設備が機能喪失した場合を想定し、代替所内電源設備（緊急用断路器、AM用動力変圧器）を設置 ●荒浜側緊急用高圧母線に接続して電力を供給するための電源車の配備 ●原子炉隔離時冷却系・逃がし安全弁及び当該機器の計測制御設備に必要な電力を供給するため直流給電車を設置 ●緊急時に使用できない電源供給手段が発生することを考慮し、ガスタービン発電機、電源車等による電源復旧の対応手順を整備 ●隣接号機だけでなく、発電所内の全号機間で電源融通できるよう対応手順を整備 ●代替電源や電源供給ラインの多様化を踏まえ、状況に応じた代替電源設備、電源供給ラインを適切かつ容易に選択できるよう操作手順書を整備 ●電源が長時間復旧できない場合を想定し、電源を必要としない注水や減圧等の操作手順及び必要な資機材を配備 	57条 自主（57条関連） 57条 57条 14条/57条 14条/57条 57条 自主（57条関連） 自主（57条関連） - - - -	- - - - - - - - - 1.14項 電源確保に関する手順 1.14項 1.14項 1.3項/1.4項/1.6項/1.8項/1.11項

教訓（反省）	問題	主な対策	対応条文等	
			設置許可基準	技術的能力審査基準
③全交流電源喪失時の水源の確保と注水手順の整備が不十分だった（水源、注水ライン）	<ul style="list-style-type: none"> ・水源が確保できず炉やSFPIに注水ができなかった ・原子炉や燃料プールへの注水ラインの準備が不足していた 	<p><重大事故収束のための代替淡水水源></p> <ul style="list-style-type: none"> ●冷却用淡水水源の信頼性向上のため建屋外部に防火水槽を設置 ●防火水槽への淡水の供給源として淡水貯水池及びそこから送水ラインを設置 ●井戸の設置、自然池の活用 <p><淡水の輸送></p> <ul style="list-style-type: none"> ●可搬設備を用いて原子炉や使用済燃料プール等への注水や復水貯蔵槽への補給が確実にできるよう、接続口を分散配置 ●代替水源からの移送ルートを確認すると共にホースやポンプを分散保管 ●予め敷設したホースと水頭差を利用した淡水送水手段及び手順の整備 <p><海水注水></p> <ul style="list-style-type: none"> ●代替淡水源からの送水ができなくなった場合に、防火水槽や可搬型代替注水ポンプ（A-2）に対して、大容量送水車（海水取水用）を用いて海水供給 ●代替水源からの移送ルートを確認すると共にホースやポンプを分散保管 ●事故を収束させるために十分な量の水を供給できるよう、海を含めた多様な水源が活用する手順を整備 ●可搬形代替注水ポンプとホースの接続に汎用の接続金具を用いることにより、操作性を向上 	56条関連 56条関連 自主（56条関連） 56条 56条 自主（56条関連） 56条 56条 - -	- - - - 1.13項 水の供給手順 1.13項 - 1.13項 1.13項 1.13項
④全ての電源を喪失した場合や、その後の手段（高圧注水、減圧、低圧注水、除熱等）が十分に準備されていないかった。（注水手段）	<ul style="list-style-type: none"> ・SBOにより電動駆動の原子炉注水設備が機能を喪失した。また、蒸気駆動のRCIC等についても、直流電源喪失により機能を喪失し、最終的にすべての原子炉注水手段を喪失した。 	<p><高圧注水機能の多様化></p> <ul style="list-style-type: none"> ●原子炉建屋内への浸水の影響を受けにくいようRCICポンプより高い階層に高圧代替注水設備（HPAC）を設置 ●重大事故等対処設備以外の設備（高圧炉心注水系、制御棒駆動水圧系、ほう酸水注入系）を高圧注水に有効活用するための手順を整備 ●中央制御室からHPACやRCICが起動操作できない場合に備え、事故時の過酷環境を想定した上で、現場手動起動手順を整備 	45条 自主（45条関連） 45条	1.2項 RPV高圧時原子炉冷却手順 1.2項 1.2項
	<ul style="list-style-type: none"> ・SRVの操作に必要な直流電源が不足し、原子炉減圧に時間がかかり、低圧注水ができない状態であった。 	<p><SRV駆動源の信頼性向上></p> <ul style="list-style-type: none"> ●SRVの自動減圧機能が喪失した場合に備え、代替自動減圧機能を付加 ●常設直流電源設備が機能喪失した場合でもSRVによる原子炉減圧ができるよう可搬型直流電源設備の配備 ●原子炉減圧のための直流給電車の配備 ●原子炉減圧のための逃し安全弁用可搬型蓄電池の配備 ●作動窒素ガス確保のための高圧窒素ガス供給系用ポンプへの確保 ●SRV用電磁弁の耐環境性向上を目的としたシール部への改良EPDM材の採用 ●高圧窒素ガス系の喪失時においても、現場の手動操作だけで原子炉の減圧ができるよう、自動減圧機能をもたない4つのSRVに代替逃がし安全弁駆動装置を設置 ●SRV駆動用の直流電源が喪失し、中央制御室から逃がし安全弁の操作ができない場合に備え、可搬形の直流電源を接続することによる逃がし安全弁操作手順を整備 ●既存の駆動用供給設備（高圧窒素ガス）が喪失し、中央制御室から逃がし安全弁の操作ができない場合に備え、窒素ガスポンプを用いた逃がし安全弁操作手順を整備 ●想定される重大事故等時の環境を考慮しても確実に逃がし安全弁を作動させることができるよう、供給圧力を上昇 	46条 46条/57条 自主（46条関連） 46条 46条 自主（46条関連） 自主（46条関連） - - -	- - 1.14項 - - - - 1.3項/1.14項 RPV減圧手順／電源確保に関する手順 1.3項 1.3項
	<ul style="list-style-type: none"> ・AMGの機器も含めて、事故対応時に作動が期待されていた機器・電源がほぼすべて機能を喪失した。このため、現場では消防車を原子炉への注水に利用するなど、臨機の対応を余儀なくされた。 	<p><注水機能の多様化></p> <ul style="list-style-type: none"> ●低圧代替注水系（常設）の設置及びその手順の整備 ●低圧代替注水系（可搬型）の配備及びその手順の整備 ●可搬型代替注水ポンプ（A-2）を接続するための外部接続口を位置的分散を図った複数個所に設置すると共にその手順を整備 ●復水補給水系バイパス流防止のためのタービン建屋負荷遮断弁の設置すると共にその手順を整備 ●ディーゼル駆動消火ポンプの増強（消火系を用いた原子炉圧力容器への注水） ●可搬形代替注水ポンプを使用した注水を確実に速やかに行うため、接続口の場所、ホースの敷設ルート図などを添付した操作手順を整備 ●可搬形代替注水ポンプを使用した注水が、注水先に辿り着くまでに別のルートへ流出しないよう、閉止すべき弁を明確にした操作手順を整備 	47条 47条 47条 47条 自主（47条関連） - -	1.4項 RPV低圧時原子炉冷却手順 1.4項 1.4項 1.4項 1.4項 1.4項 1.3項/1.4項/1.6項/1.7項/1.8項/1.11項
	<ul style="list-style-type: none"> ・交流電源を用いるすべての冷却機能が失われ、冷却用海水ポンプも冠水し、原子炉除熱機能を喪失した。 	<p><原子炉の除熱></p> <ul style="list-style-type: none"> ●原子炉補機冷却系の故障又は全交流動力電源の喪失により、最終ヒートシンクへの熱を輸送する機能が喪失した場合の代替手段として、代替原子炉補機冷却系（熱交換器ユニット、大容量送水車（熱交換器ユニット用）他）を配備すると共にその操作手順を整備 ●代替補機冷却系の熱交換器ユニットを接続するための外部接続口を位置的分散を図った複数個所に設置すると共にその操作手順を整備 ●熱交換器ユニットの接続はフランジ接続とし、6号炉と7号炉の双方で使用できるよう同一口径を採用。また、大容量送水車と熱交換器ユニットの接続には汎用の接続金具を用いることにより操作性を向上 <p><注水用機器の予備品確保></p> <ul style="list-style-type: none"> ●海水ポンプ予備モータの配備 	48条 48条 48条 -	1.5項 最終ヒートシンクへの熱輸送手順 1.5項 1.5項 1.0.3項 予備品等の確保及び保管場所

教訓（反省）	問題	主な対策	対応条文等		
			設置許可基準	技術的能力審査基準	
⑤炉心損傷後の影響緩和の手段が整備されていなかった。 (水素処理、格納容器破損防止、放射性物質放出抑制)	・炉心損傷後に発生する水素の検知・処理手段がなかった。	<p><水素滞留対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●原子炉建屋水素処理設備（PAR）の設置及び動作状況確認手順の整備 ●建屋水素濃度計の設置及び確認手順の整備 ●格納容器圧力逃し装置（FCVS）を設置すると共に、当該設備を用いた水素ガス及び酸素ガスの放出手順を整備 ●格納容器内水素濃度監視設備の設置及び操作手順の整備 ●原子炉建屋トップベント設備の設置及び操作手順の整備 <p><格納容器外への水素漏えい防止></p> <ul style="list-style-type: none"> ●原子炉格納容器の閉じ込め機能を強化するため改良EPDM製シール材を採用 ●原子炉格納容器頂部を冷却し、水素ガスの漏えいを抑制するため、原子炉格納容器頂部注水系を設置すると共に、その操作手順を整備 	53条	1.10項 水素爆発による原子炉建屋損傷防止手順	
			53条	1.10項	
			52条	1.7項/1.9項 原子炉格納容器の加圧破損防止手順/水素爆発によるPCV破損防止手順	
⑤炉心損傷後の影響緩和の手段が整備されていなかった。 (水素処理、格納容器破損防止、放射性物質放出抑制)	・炉心損傷後の格納容器破損防止対策が不十分であった。	<p><格納容器破損防止対策(除熱/圧力制御、炉心損傷前の対策を含む)></p> <ul style="list-style-type: none"> ●代替格納容器スプレイ冷却系（常設）の設置及びその操作手順の整備 ●代替格納容器スプレイ冷却系（可搬型）の配備及びその操作手順の整備 ●可搬型代替注水ポンプ（A-2）を接続するための外部接続口を位置的分散を図った複数個所に設置すると共にその手順を整備 ●格納容器下部注水系（常設）の設置及び手順の整備 ●格納容器下部注水系（可搬型）の配備及び手順の整備 ●サンプへのコリウム流入抑制のためのコリウムシールドの設置 ●格納容器を減圧するため格納容器圧力逃し装置（FCVS）を設置 ●格納容器を除熱するため代替循環冷却系（復水移送ポンプ、代替原子炉補機冷却系）を設置すると共にその操作手順を整備 ●ディーゼル駆動消火ポンプの増強（消火系を用いた格納容器スプレイおよび下部注水） <p><格納容器ベントの確実性の向上></p> <ul style="list-style-type: none"> ●格納容器ベント弁の遠隔手動操作設備の設置及び遠隔空気駆動操作ポンペを配備すると共にその操作手順を整備。また、遠隔手動操作設備の操作場所を、原子炉建屋内の原子炉区域外とし、必要に応じて遮蔽を配置し放射線防護をはかる ●多重性を確保するため、二次隔離弁に対してバイパス弁（MO弁）を設置すると共にその操作手順を整備 ●耐圧強化ベント系統については、格納容器圧力の上昇により破裂する既設のラプチャーディスクを撤去すると共に、弁の操作のみで確実に格納容器ベントができる手順に変更 ●格納容器ベント時に放出される水素がプラントに逆流しないよう、関連する弁を閉止するよう手順を変更 ●格納容器ベント用隔離弁の操作方法の多様化に伴い、電源の有無や炉心損傷の有無など、状況に応じた操作手順を整備 ●格納容器ベント時に放出される水素・酸素による爆発を防ぐため、系統内を不活性ガスで充填し、待機 	49条	1.6項 PCV内冷却手順	
				49条	1.6項
				49条	1.6項
				51条	1.8項 格納容器下部溶融炉心冷手順
				51条	1.8項
				51条	1.8項
				48条/50条	—
				48条/50条	1.5項/1.7項 PCV加圧破損防止手順
				自主（49条/51条関連）	—
				50条	1.7項
・炉心損傷後の放射性物質放出の低減手段が不十分であった。		<p><放射性物質放出低減対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●格納容器圧力逃し装置および有機ヨウ素フィルタの設置及びその操作手順の整備 ●サブプレッション・チェンバのプール水中による素を捕捉することで素の放出量を低減するために、格納容器pH制御設備を設置すると共にその操作手順を整備 ●放射性物質が原子炉建屋から直接放出される場合を想定し、大容量送水車/放水砲を用いて放射性物質の拡散を抑制する手順を整備 ●放水砲を用いた放射性物質拡散抑制により発生する汚染水が海洋へ流れ込み、拡散することを抑制するため、シルトフェンスや放射性物質吸着材の設置手順を整備 ●漏えい箇所を検出するためのガンマカメラ・サーモカメラの配備及び手順の整備 ●自然災害や航空機衝突等のテロによる大規模損壊を想定した手順の整備 	50条	1.7項	
			自主（50条関連）	1.7項	
			55条	1.12項 発電所外への放射性物質拡散抑制手順	
			55条	1.12項	
			自主（55条関連）	1.12項	
			—	2.1項 大規模損壊への対応	
⑥電源が喪失した場合の燃料プールへの対策が整備されていなかった。（燃料プール対策）	・電源が喪失した場合の燃料プールへの注水手段がなかった ・燃料プールの水位、水温を把握できる手段がなかった。	<p><燃料プール注水対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●燃料プール代替注水系（可搬型）による常設スプレイヘッドを使用した使用済燃料プールへの注水及びスプレイ ●燃料プール代替注水系（可搬型）による可搬型スプレイヘッドを使用した使用済燃料プールへの注水及びスプレイ ●ディーゼル駆動消火ポンプの増強（消火系を用いた燃料プール注水） ●燃料プールに接続する配管等の破損により、燃料プールデフューザ配管からサイフォン現象によってプール水の漏えいが継続することを防止するため、デフューザ配管上部にサイフオンレーク孔を設置 <p><重大事故等時における燃料プール除熱対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●代替原子炉補機冷却系及び燃料プール冷却浄化系を用いた除熱 <p><大気への放射性物質拡散抑制対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●大容量送水車及び放水砲を用いた放水 ●漏えい箇所を検出するためのガンマカメラ・サーモカメラの配備及び手順の整備 <p><燃料プールの状態把握のための対策></p> <ul style="list-style-type: none"> ●監視カメラ、水位計測可能な温度計の設置 	54条	1.11項 燃料プールの冷却手順	
			54条	1.11項	
			自主（54条関連）	1.11項	
			54条	—	
			54条	1.11項	
			54条	1.11項	
			自主（55条関連）	1.12項	
			54条	1.11項	
			54条	1.11項	
			54条	1.11項	

教訓（反省）	問題	主な対策	対応条文等	
			設置許可基準	技術的能力審査基準
⑦SA時に必要な現場作業を円滑に進めることができなかった。	・非常時を想定した現場へのアクセス性、作業環境、通信連絡手段が確保できなかった。	<p><現場へのアクセス性強化></p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所及び4箇所の保管場所から目的地まで、複数ルートでアクセスが可能 現場要員の安全性及びアクセスの多様性確保の観点から自主ルートを整備 瓦礫撤去用重機および仮復旧用資機材（砕石等）の配備 アクセス道路補強および万一使用不能となった場合の徒歩ルートの設定 重大事故等の対応にあたり、現場作業員の被ばくを低減するため、低圧注水や格納容器ベント等を実施するために必要となる弁に対する遠隔手動操作設備の設置及び手順の整備 <p><居住環境の強化></p> <ul style="list-style-type: none"> 現場作業エリアの環境改善（ISLOCA時のプロローアウトパネルの開放、非常用ガス処理系の早期起動とプロローアウトパネルの確実な閉鎖） 大気中に放射性物質が拡散した場合に緊急時要員の被ばく低減を行い、作業環境を確保するため、中央操作室及び緊急時対策所を高性能フィルタを備えた専用の空調機にて陽圧化する手順を整備 重大事故を含めた想定事象発生時の中央制御室運転員及び緊急時対策要員（現場作業員含む）の被ばく評価を行い、必要な作業を確実に実施するために各種防護対策に加えて運用面での対策（適切な班交替やマスク着用や簡易トイレの確保）が必要であることを確認し、体制・手順を整備 大気中に放射性物質が拡散し、中央制御室、中央制御室待避室又は緊急時対策所を隔離した場合に酸素濃度が減少し、二酸化炭素濃度が上昇した場合を想定し、酸素・二酸化炭素濃度計にて、各濃度を確認し、居住性を確保する手順を整備 事故により、中央制御室及び緊急時対策所の照明が喪失した場合を想定し、可搬型バッテリー内蔵型照明を用いて照明を確保する手順を整備 <p><プラント状態の把握と情報の共有></p> <ul style="list-style-type: none"> 通信設備増強 	43条 - 43条 43条 47条/48条/49条/50条/51条 46条/59条 59条/61条 37条/50条/59条/61条 59条/61条 59条/61条 61条/62条	1.0.2項 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート 1.0.2項 1.0.2項 1.0.2項 1.4項/1.5項/1.6項/1.7項/1.8項 1.3項/1.16項 重大事故等の収束に必要な水の供給手順/原子炉制御室の居住性に関する手順 1.16項/1.18項 原子炉制御室の居住性に関する手順/緊急時対策所の居住性に関する手順 1.7項/1.16項/1.18項 1.16項/1.18項 1.16項/1.18項 1.19項 通信連絡に関する手順
⑧複合災害、複数プラント同時被災といった想定を超える状況に対応する手順や訓練が十分でなかった	・想定を超える津波に襲われた場合にどうなるかについて、十分に検討し、必要な対策を講じるという姿勢が不足していた。 ・シビアアクシデントに対する備え（手順、訓練）が不足していた。	<p><対応手順の整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 警報発生時操作手順書の見直し 事故時運転操作手順書（事象ベース）の見直し 事故時運転操作手順書（徴候ベース）の見直し 事故時運転操作手順書（シビアアクシデント）の見直し 事故時運転操作手順書（停止時徴候ベース）の新規制定 AM設備別操作手順書の新規制定 緊急時対策本部運営要領の新規制定 アクシデントマネジメントの手引きの見直し 多様なハザード対応手順の新規制定 <p><教育・訓練></p> <ul style="list-style-type: none"> SA設備に関する机上訓練及び実起動訓練の実施（個別訓練）（例：消防車等の訓練、後方支援拠点立上げ訓練、資機材の調達・輸送訓練、悪条件化での訓練等） 運転員シミュレータ訓練（地震+津波+SBO他） 直営作業訓練（ポンプ、電動機、弁、ケーブル端末処理、ダクト補修等） 緊急時訓練の強化（ブライントでの総合訓練を延56回実施（H25.1ICS導入～H29.3末）） <p><資格取得></p> <ul style="list-style-type: none"> 社員による重機等の必要資格取得 	- - - - - - - - - - - - - -	1.0.6項/1.0.7項 手順書の構成と概要/有効性評価における重大事故対応時の手順 1.0.6項/1.0.7項 1.0.6項/1.0.7項 1.0.6項/1.0.7項 1.0.6項/1.0.7項 1.0.6項/1.0.7項 1.0.5項 重大事故等への対応に係る文書体系 1.0.5項 1.0.5項 1.0.9項 重大事故等対策の対処に係る教育及び訓練について 1.0.9項 1.0.9項 1.0.9項 自主（1.0.9関連）
⑨複合災害、複数プラント同時被災時に長期・24時間対応できる態勢が整っていないかった	・複合災害、複数プラント同時被災に対応できる態勢（初動体制、長期対応体制、指揮命令系統、）ではなかった。 ・活動拠点の整備、インフラ、医療体制についても十分でなかった。 ・意思決定が混乱した	<p><対応要員の増員></p> <ul style="list-style-type: none"> 初動要員の増強（緊急時対策要員、運転員、自衛消防隊で100名確保（うち6/7号の緊急時対策要員44名）） 発電所内での宿直場所の分散配置 緊急時対策要員を各職位で複数名確保し交替可能な体制を整備（長期対応可能な体制の整備） <p><体制整備></p> <ul style="list-style-type: none"> 米国の非常事態対応として標準化されたICSを参考に防災組織を構築（指揮命令系統・役割分担の明確化、監督限界の配慮、権限移譲による自発的な対応等） 本社対策本部の役割の明確化（発電所の復旧に関する支援、発電所が復旧活動に専念するための関係機関との連絡・調整、広報活動等） 支援体制の強化（原子力事業所災害対策支援拠点の整備、発電所における医療協定の締結） 美浜原子力緊急事態支援センターの整備（他電力と協働で実施） 号炉毎に重大事故等の対応を完結できるよう、運転体制を変更・強化 	- - - - - - - - -	1.0.10項 重大事故等時の体制について 1.0.10項 1.0.10項 1.0.10項 1.0.10項 1.0.4項/1.0.10項 外部からの支援について/重大事故等時の体制について 1.0.4項 1.0.10項

教訓（反省）	問題	主な対策	対応条文等	
			設置許可基準	技術的能力審査基準
⑩複合災害、複数プラント同時被災時の情報伝達・情報共有に混乱が生じた	・プラントパラメータの監視ができない状態が発生した。 ・政府との情報共有が十分でなかった。 ・中央制御室の通信手段がホットラインだけとなった。	<重要情報（プラントパラメータ）の共有>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●SA対応手順上の判断に用いる計装設備について、事故時の耐環境性（地震、温度、圧力、放射線等への耐性）を有するよう仕様を強化 ●重要なパラメータの計測が困難となった場合や計測範囲を超えた場合においても、可搬型計測器を用いる等、代替手段によってプラントの状態を推定できるよう手順を整備 ●プラントの状況等について同一の情報を共有できるツールの整備 	58条	1.15項 原子炉格納容器の長期にわたる状態維持に係る体制の整備
⑪資機材調達・輸送を行う体制が十分整っていない	・複合災害と原子力災害の同時発生により、資機材の的確な輸送・調達ができなかった	<国との連携>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●国とのTV会議システムに連携（統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備） ●自治体への通報手段の多様化（専用電話設備、衛星電話設備） 	35条/62条	1.15項 重大事故等時の体制について
⑫複合災害、複数プラント同時被災等により放射線管理に支障を来した	・事故時モニタリングの故障により、放射線管理に支障を来した ・出入管理拠点の構築を事前に定めていなかった。 ・複数プラントにおける過酷事故を想定した要員、装備が十分に整っていない	<飲料・燃料等の備蓄>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●飲料の配備 ●非常時の燃料調達協定の締結 ●重大事故等の対応に用いる可搬型設備の燃料を軽油に統一 ●重大事故等の対応時に可搬型設備の運転を継続できるよう、発電所構内にタンクローリーを確保するとともに、給油の順番について整備 	58条	1.19項 通信連絡に関する手順
⑬安全意識の欠如	・安全は既に確立されたものと思い込んでいた	<輸送体制の強化>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●輸送会社運転手の放射線防護教育 ●輸送会社との輸送契約（警戒区域含む） 	35条/62条	1.19項
⑭技術力不足	・設計段階の技術力、継続的な安全性向上の努力が不足していた	<原子力事業所災害対策支援拠点>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●原子力事業所災害対策支援拠点整備（必要な要員派遣、資機材配備） 	35条/62条	1.19項
⑮対話力不足	・プラント状況を的確かつ速やかに伝えられなかった ・通報連絡先の範囲が限定されていた	<モニタリング装置強化>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●モニタリングポストの電源強化（無停電電源装置/モニタリング・ポスト用発電機） ●モニタリングポストの伝送多様化 ●気象観測設備の伝送多様化 ●放射能観測車(1台)に加えて、可搬型放射線計測器を配備 ●可搬型Geガンマ線多重波高分析装置の配備 ●可搬型モニタリングポストの配備 ●可搬型気象観測装置の配備 ●海上モニタリング用小型船舶の配備 	60条 31条 31条 31条/60条 60条 60条 60条 60条	1.17項 監視測定に関する手順
⑯安全意識の欠如	・安全は既に確立されたものと思い込んでいた	<放射線防護資機材、内部被ばく評価手順、放射性物質流入防止、要員増強>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●緊急時対策所や中央制御室に要員分のAPD・ガラスバッジを配備 ●簡易入退域管理システムの配備 ●簡易WBCおよびWB C 搭載車の配備 ●復旧要員の放射線防護装備品の配備・増強 ●中央制御室および緊急時対策所の放射性物質流入防止対策（陽圧化） ●放射線測定要員の大幅増強 	59条/61条	1.0.4項 1.0.4項 1.14項 1.14項 1.0.4項 1.0.4項 1.0.4項/1.0.10項
⑰技術力不足	・設計段階の技術力、継続的な安全性向上の努力が不足していた	<緊急時対策所や中央制御室に要員分のAPD・ガラスバッジを配備>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●簡易入退域管理システムの配備 ●簡易WBCおよびWB C 搭載車の配備 ●復旧要員の放射線防護装備品の配備・増強 ●中央制御室および緊急時対策所の放射性物質流入防止対策（陽圧化） ●放射線測定要員の大幅増強 	59条/61条	1.0.13項 緊急時対策要員の作業時における装備／緊急時対策所の居住性に関する手順
⑱対話力不足	・プラント状況を的確かつ速やかに伝えられなかった ・通報連絡先の範囲が限定されていた	<経営層の安全意識の向上>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●原子力リーダーの育成 ●安全文化の組織全体への浸透 ●内部規制組織の設置 ●ミドルマネジメントの役割の向上 	59条/61条	1.16項/1.18項
⑲対話力不足	・プラント状況を的確かつ速やかに伝えられなかった ・通報連絡先の範囲が限定されていた	<安全確保の考え方の見直し>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●深層防護を積み重ねることが出来る 業務プロセスの構築 ●組織横断的な課題解決力の向上 他 ●第三者レビューによる客観的な評価と継続的な改善 ●国内外の運転経験情報（OE情報）の活用 	59条/61条	1.16項/1.18項
⑳対話力不足	・プラント状況を的確かつ速やかに伝えられなかった ・通報連絡先の範囲が限定されていた	<リスクコミュニケーション活動の充実>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●立地地域を中心とした初動対応の充実 ●事故時における通報・広報の改善 	59条/61条	1.16項/1.18項
㉑対話力不足	・プラント状況を的確かつ速やかに伝えられなかった ・通報連絡先の範囲が限定されていた	<新潟県内の全市町村と安全協定を締結>		
		<ul style="list-style-type: none"> ●新潟県内の全市町村と安全協定を締結 	59条/61条	1.16項/1.18項

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

福島第一原子力発電所の事故教訓を
踏まえた対応について

< 目 次 >

1. はじめに	1.0.12-1
2. 福島第一原子力発電所における事故対応の運用面の問題点及び対策	1.0.12-1
(1) 手順書の整備	1.0.12-2
(2) 教育・訓練	1.0.12-2
a. 訓練内容の改善	1.0.12-2
b. 緊急時対応力の強化	1.0.12-3
c. 現場力の強化	1.0.12-4
(3) 緊急時組織の運用	1.0.12-7
a. 体制の混乱と情報の輻輳の改善	1.0.12-7
b. 放射線管理上の強化	1.0.12-12
c. 資機材調達の強化	1.0.12-13
d. 本社緊急時対策本部の役割の明確化	1.0.12-15
e. 対外情報発信の改善	1.0.12-16
(4) 現場の運用面	1.0.12-17

1. はじめに

当社は、福島第一原子力発電所の事故前後の状況について事実関係を詳細に調査した結果を、「福島原子力事故調査報告書」¹としてとりまとめた。

その後、当社の原子力改革の取り組みについて、国内外の専門家・有識者が外部の視点で監視・監督し、その結果を取締役に報告・提言する役割をもつ、「原子力改革監視委員会」の監督の下、福島原子力事故の技術面での原因分析に加えて事故の背景となった組織的な原因についても分析を進めた。その結果について「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」²としてとりまとめた。

その後も、四半期ごとに原子力安全改革プランの進捗状況としてとりまとめ³しており、福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえ、継続的に改善を図っている。

2. 福島第一原子力発電所における事故対応の運用面の問題点及び対策

当社福島第一原子力発電所事故における問題点や教訓については、事故当事者として様々な知見が得られており、重大事故等対処設備の整備強化等の設備面の対策だけではなく、重大事故等対処設備の活用のための手順書の整備、教育・訓練、組織、運用の強化等の運用面での対策を講じている。

本資料では、当社福島第一原子力発電所事故における運用面の問題点及び対策の状況について説明する。

なお、当社の「福島原子力事故調査報告書」や、「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」以外にも、報告書が公表されており、これらの中には当社が取り組むべき有益な提言が含まれていると認識している。以下の報告書に記載された運用面の提言についても網羅されていることを確認している。

- 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 最終報告（政府事故調）
- 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書（国会事故調）
- 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について（原子力安全・保安院）
- 「福島第一」事故検証プロジェクト最終報告書（大前研一）
- Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station（INPO）
- 福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書（民間事故調）

¹ 平成 24 年 6 月 20 日公表「福島原子力事故調査報告書」

² 平成 25 年 3 月 29 日公表「福島原子力事故の総括および原子力安全改革プラン」

³ 平成 25 年度から、四半期ごとに原子力安全改革プランの進捗状況をとりまとめ公表している。

平成 25 年度分は平成 25 年 7 月 26 日、11 月 1 日、平成 26 年 2 月 3 日、5 月 1 日公表。

平成 26 年度分は平成 26 年 8 月 1 日、11 月 5 日、平成 27 年 2 月 3 日、3 月 30 日公表。

平成 27 年度分は平成 27 年 8 月 11 日、11 月 20 日、平成 28 年 2 月 9 日、5 月 30 日公表。

平成 28 年度分は平成 28 年 8 月 2 日、11 月 2 日、平成 29 年 2 月 10 日、5 月 10 日公表。

また、その後に出された各報告書についても、適宜確認を行い、当社が取り組むべき有益な提言について対応を行うこととしている。

(1) 手順書の整備

第1表 手順書の整備に関する課題と対応

	課題	対応
1	○全電源喪失状態となった場合の非常用復水器（IC）の操作，その後の確認作業についてのマニュアルがなく，系統確認や運転操作に対し迅速に対応できていなかった。	○全電源喪失時の手順を整備し，重大事故等にも対応できる手順を整備する。
2	○事故時の運転手順書は電源があることを前提としていたものであり，事故時の徴候ベースの手順書からシビアアクシデント手順書への移行も電源があることを前提とした計器パラメータ管理であったため，全電源喪失等の事態では機能できない実効性に欠いたものであった。	○電源機能が喪失した場合でも，重要なパラメータについては確認できるよう可搬型の計測器を使用したパラメータの確認手順を整備する。

(2) 教育・訓練

a. 訓練内容の改善

第2表 訓練内容に関する課題と対応

	課題	対応
1	○(株)BWR 運転訓練センターにおけるシビアアクシデント事故対応の教育・訓練は，直流電源が確保され中央制御室の制御盤が使える前提であり，直流電源が喪失した条件でのシビアアクシデント事故は対象としていなかった。また，(株)BWR 運転訓練センターでの教育訓練はシビアアクシデント事故対応の内容を「説明できる」ことが目標の机上教育に留まっており，実効性のある訓練となっていなかった。	○直流電源が喪失した状態等を模擬したシビアアクシデント事故対応のシミュレータ訓練及び重大事故等対処設備を使用した実効性のある訓練を行う。

b. 緊急時対応力の強化

第3表 緊急時対応力の強化に関する課題と対応

	課題	対応
1	○福島第一原子力発電所事故前は、過酷事故は起こらないとの思い込みから、訓練計画が不十分であり、防災訓練（総合訓練）が1年に1回の形式的なものとなっていた。	○訓練参加者に対して、事前に訓練シナリオを伝えない訓練を実施することにより、実効的な緊急時対応力の向上に努めている。

<主な実績>

・発電所における訓練実績

総合訓練：56回（平成25年1月（新しい組織導入）～平成29年3月末の累計）

個別訓練：16,110回（平成29年3月末までの累計）（以降に記載する訓練を含む）



総合訓練風景（発電所対策本部）

c. 現場力の強化

第4表 現場力の強化に関する課題と対応

	課題	対応
1	○緊急時対応に必要な作業を当社社員が自ら持つべき技術として設定していなかったことから、作業を自ら迅速に実行できなかった。	<p>○緊急時対応を業務の柱の一つとして位置づけ、機器の復旧や重機の操作等の個人の鍛錬から、自治体との総合訓練まで、各階層で日常的に繰り返し、対応力の向上に努力している。</p> <p>○外部からの支援に頼らずに当社社員が自ら対応できるように可搬型代替注水ポンプ（消防車）やホイールローダ等をあらかじめ配備し、運転操作を習得している。</p> <p>○事故時に要求される特殊技量（重機の操作等）を有した要員を確保するために、大型自動車・けん引・重機等の免許等について社員の資格取得を進めている。また、資格所有者の管理を実施している。</p> <p>○マスク着用等、様々な環境を想定した現場の対応訓練を実施している。</p>

<主な実績>

- ・代替交流電源設備（常設・可搬型）による電源の確保

非常用電源設備が使えない場合に速やかに電源を確保するため、高台保管場所に常設代替交流電源設備（ガスタービン発電機車）及び可搬型代替交流電源設備（電源車）を配備し、起動操作、電源ケーブル接続訓練を定期的に行っている（訓練実績：384回（ガスタービン発電機車）、580回（電源車）（平成29年3月末までの累計））。

また、代替交流電源設備に不具合が発生することもあり得ると考え、そのときの故障箇所特定及び修理対応の訓練も行っている。



代替交流電源設備（ガスタービン発電機車、電源車）の接続訓練

- ・発電用原子炉及び使用済燃料プールへの注水

全交流動力電源が喪失した場合においても発電用原子炉や使用済燃料プールに注水（放水）ができるよう、可搬型代替注水ポンプ（消防車）を高台に配備し、注水（放水）及びホース接続訓練を定期的に行っている（訓練実績：1,016回（平成29年3月末までの累計））。



注水用ホース接続訓練

- ・重機によるがれき撤去

地震や津波により散乱したがれきや積雪が復旧活動の障害となることを想定し、重機によるがれき撤去訓練を定期的に行っている（訓練実績：4,428回（平成29年3月末までの累計））。



重機による障害物の撤去訓練

- ・発電用原子炉及び使用済燃料プールの冷却

発電用原子炉や使用済燃料プールの安定冷却に既設冷却設備が使えない場合に備えて、代替の除熱設備を配備し、プラント近接への車両設置，配管接続訓練を定期的に行っている（訓練実績：586回(平成29年3月末までの累計)）。



代替原子炉補機冷却系熱交換器ユニット等の接続訓練

- ・可搬型重大事故等対処設備への給油

可搬型重大事故等対処設備（電源車，可搬型代替注水ポンプ（消防車）等）の燃料を6号及び7号炉軽油タンク（2,040kL）から補給することとしており，タンクローリーを配備し，タンクローリーへの補給，タンクローリーから可搬型重大事故等対処設備への給油訓練を定期的に行っている（訓練実績：581回（平成29年3月末までの累計））。



可搬型重大事故等対処設備への給油

(3) 緊急時組織の運用

当社福島第一原子力発電所事故対応では発電所対策本部の指揮命令が混乱し、迅速・的確な意思決定ができなかったが、緊急時活動や体制面における課題及び改善策について、以下のように行っている。

a. 体制の混乱と情報の輻輳の改善

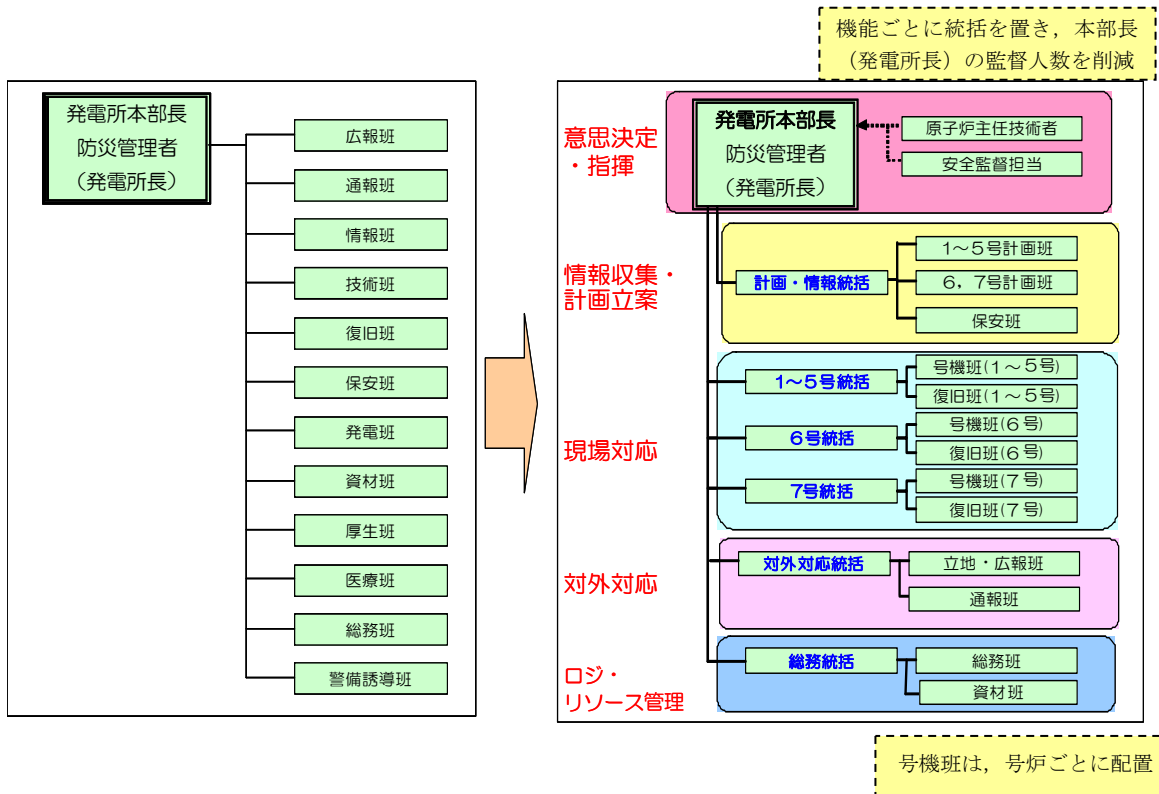
第 5-1 表 緊急時組織の組織構造上の課題と対応

	課題	対応
1	○自然災害と同時に起こり得る複数原子炉施設の同時被災を想定した備えが十分でなかった。	○号機班を設け号炉単位に連絡体制を密にする。 ○ロジスティック機能を計画立案, 現場対応機能から分離するとともに, 対外対応に関する責任者として対外対応統括を配置することにより, 作業員が作業に専念できる環境を整備する。
2	○発電所対策本部においては, 過酷事故及び複数号炉の同時被災を処理するには組織上の無理 (監督限界数の超過等) があった。	○指示命令が混乱しないよう, 現場指揮官を頂点に, 直属の部下は最大 7 名以下に収まる構造を大原則とし, 原子力防災組織に必要な機能を以下の 5 つに定義する。 ①意思決定・指揮 ②対外対応 ③情報収集・計画立案 ④現場対応 ⑤ロジスティック・リソース管理 ①の責任者として本部長 (発電所長) があたり, ②~⑤の機能ごとに責任者として「統括」を配置する。(第 1 図, 第 2 図) ○発電所長が直接監督する人数を減らす。(監督限界の設定)
3	○発電所長が全ての班 (12 班) を管理するフラットな体制で緊急時対応を行なっていたため, あらゆる情報が発電所対策本部の本部長 (発電所長) に報告され, 情報が輻輳し混	○指示命令が混乱しないよう, 現場指揮官を頂点に, 直属の部下は最大 7 名以下に収まる構造を大原則とし, 原子力防災組織に必要な機能を以下の 5 つに定義する。 ①意思決定・指揮 ②対外対応

	課題	対応
	乱した。(第1図)	<ul style="list-style-type: none"> ③情報収集・計画立案 ④現場対応 ⑤ロジスティック・リソース管理 ①の責任者として本部長（発電所長）があたり、②～⑤の機能ごとに責任者として「統括」を配置する。(第1図, 第2図) ○発電所長が直接監督する人数を減らす。(監督限界の設定)
4	○予断を許さない状況の中で通常の事故対応と同様に全員で対処し、要員ローテーションについては、要員の増強等に応じて、各班等の自主的な判断で行われていた。	<ul style="list-style-type: none"> ○緊急時対策要員を増強し、交替で対応できるようにする。 ○本部長、統括、班長について、複数名の人員を配置することで、長期間に及んでも交替で対応することができ、常により最適な判断が下せるようにする。
5	○情報を伝送する機器や通信設備にも期待できない中で、プラント状態や安全上重要な設備の系統状態を正確に伝達することは非常に困難だった。	○号機班を設け号炉単位に連絡体制を密にする。
6	○事故の状況や進展が個別の号炉ごとに異なるにもかかわらず、従前の機能班単位で活動した。	<ul style="list-style-type: none"> ○号機班を設け号炉単位に連絡体制を密にする。 ○指示命令が混乱しないよう、現場指揮官を頂点に、直属の部下は最大7名以下に収まる構造を大原則とし、原子力防災組織に必要な機能を以下の5つに定義する。 <ul style="list-style-type: none"> ①意思決定・指揮 ②対外対応 ③情報収集・計画立案 ④現場対応 ⑤ロジスティック・リソース管理 ①の責任者として本部長（発電所長）があたり、②～⑤の機能ごとに責任者として「統括」を配置する。(第1図, 第2図)

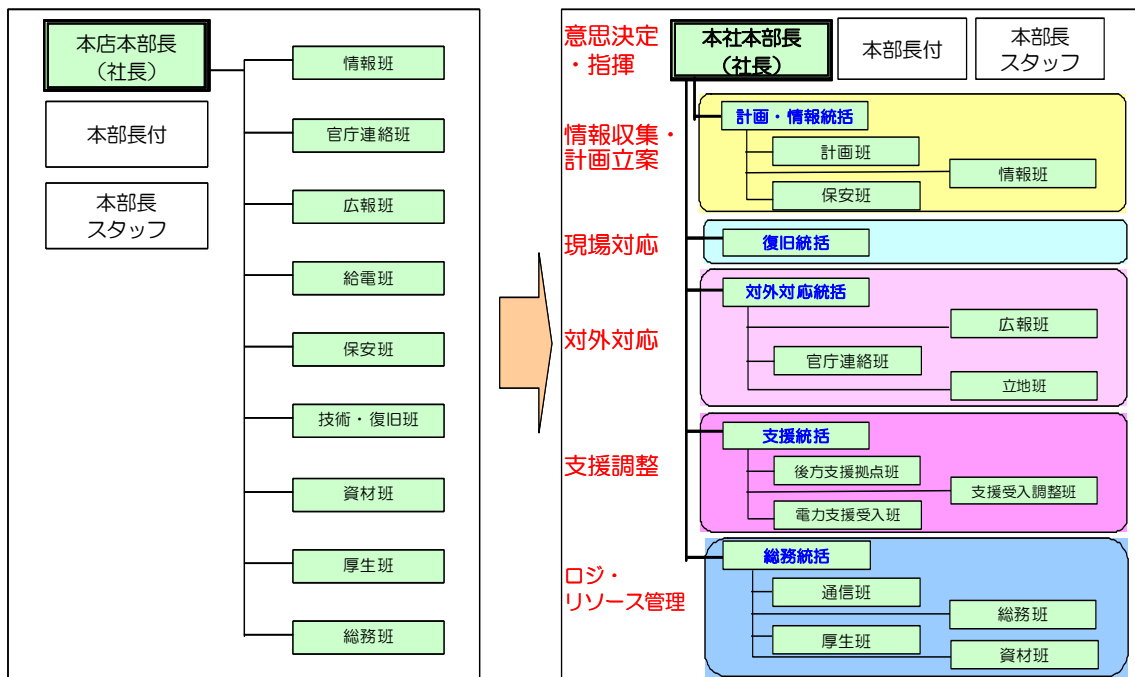
第 5-2 表 緊急時組織の組織運営上の課題と対応

	課題	対応
1	<p>○発電所緊急時対策本部（以下発電所対策本部）の幹部メンバーは、各号炉の必要な復旧活動の計画とその対応状況の把握に追われ、落ち着いて考える余裕がなかった。</p>	<p>○TV会議で共有すべき情報は、全員で共有すべき情報に限定する等、発話内容を制限することで、適切な意思決定、指揮命令を行える環境を整備する。</p> <p>○発電所の被災状況や、プラントの状況について、縦割りの指示命令系統による情報伝達に齟齬がでないよう、全組織で同一の情報を共有する社内情報共有ツール（チャット、COP（Common Operational Picture））を整備することにより、発電所や本社等の関係者に電話や紙による情報共有に加え、より円滑に情報を共有できるような環境を整備する。（第3図）</p>
2	<p>○発電所長からの権限委譲が適切でなく、ほとんどの判断を発電所長が行う体制となっていた。</p>	<p>○必要な役割や対応について、あらかじめ本部長の権限を統括に委譲することで、統括や班長が自発的な対応を行えるようにする。</p>
3	<p>○官邸から発電所長へ直接連絡が入り、発電所対策本部を混乱させた。</p>	<p>○外部からの問合せ対応は本社対策本部が行い、外部からの発電所への直接介入を防止することで、発電所対策本部が事故収束対応に専念できる環境を整備する。</p>



※ 緊急時組織の運用については、訓練を通じて改善を図っていることから、今後変更となる可能性がある。

第1図 柏崎刈羽原子力発電所の原子力防災組織の改善



※ 緊急時組織の運用については、訓練を通じて改善を図っていることから、今後変更となる可能性がある。

第2図 本社の原子力防災組織の改善



社内情報共有ツール（チャット）

社内情報共有ツール（COP）

※ 緊急時組織の運用については、訓練を通じて改善を図っていることから、今後変更となる可能性がある。

第3図 社内情報共有ツール

[改善後の効果について]

原子力防災組織を改善したことにより、以下の効果があると考えている。

- 指示命令系統が機能ごとに明確になる。
- 管理スパンが設定されたことにより、指揮者（特に本部長）の負担が低減され、指揮者は、プラント状況等を客観的に俯瞰し、指示が出せるようになる。
- 本部長から各統括に権限が委譲され、各統括の指示の下、各機能班が自律的に自班の業務に対する検討・対応を行うことができるようになる。
- 運用や情報共有ツール等を改善することにより、発電所対策本部、各機能班のみならず、本社との情報共有がスムーズに行えるようになる。

訓練シナリオを様々に変えながら訓練を繰り返すことで、技量の維持・向上を図るとともに、原子力災害は初期段階における状況把握と即応性が重要であることから、それらを中心に更なる改善を加えることにより、実践力を高めることが可能になると考えている。また、複数号炉の同時事故に対応するブラインド訓練（訓練員に事前にシナリオを知らせない訓練）を継続することにより、重大事故等時のマネジメント力と組織力が向上していくものと考えている。

b. 放射線管理上の強化

第6表 放射線管理に関する課題と対応

	課題	対応
1	○事故時モニタリング設備の故障により放射線管理に支障をきたした。	○モニタリング設備の増強及び可搬型モニタリングポストの設置に必要な緊急時対策要員を確保する。
2	○通常の管理区域以上の状態が屋外にまで拡大したため、放射線管理員が不足した。	○社員に対して放射線計測器の取扱研修を行い、放射線管理補助員（モニタリングの要員）を育成する。
3	○津波による影響で、保有していた個人線量計（電子式線量計）が使用できなくなり、線量集計等に労力を要した。	○5号炉原子炉建屋内緊急時対策所に個人線量計（電子式線量計及びガラスバッジ）を配備する。
4	○放射性物質の放出に伴い、通常の入退域管理が困難になったため、出入管理拠点の整備に労力を要した。	○5号炉原子炉建屋内緊急時対策所入口にチェンジャーエリアを設置し、外部から放射性物質を持ち込まない環境を整備するとともに、総合訓練時に設置訓練を行う。

c. 資機材調達の強化

第7表 資機材調達に関する課題と対応

	課題	対応
1	○過酷事故や複数号炉の同時被災を想定した資機材の準備が不十分であった。	○発電所内における資機材の備蓄を進める。 ○発電所への燃料輸送がスムーズに行えるよう、石油販売会社と協定を締結した。
2	○衣食住の環境に支障を来し、また、トイレが不足した。	○簡易トイレを確保する。 ○飲食料及び生活食品は、発電所で適切な備蓄量を確保するとともに、被災地域外から安定的に物資供給が行われるよう、非常時においても物資を供給できるよう、社外関係企業との連携を強化する。
3	○過酷事故は起こらないとの思い込みから、必要な資機材の備えが不足した。	○物資や人員の輸送がスムーズに行えるよう、大型自動車・けん引等の免許等について社員の資格取得を進めている。また、資格所有者の管理を実施している。 ○飲食料及び生活食品は、発電所で適切な備蓄量を確保するとともに、被災地域外から安定的に物資供給が行われるよう、非常時においても物資を供給できるよう、社外関係企業との連携を強化する。 ○後方支援拠点となる原子力事業所災害対策支援拠点（柏崎エネルギーホール、信濃川電力所）を速やかに立ち上げられるよう、拠点を整備し、あらかじめ派遣する人員を決めておく（本社、発電所、新潟本部の要員から選任）。 ○実際に原子力事業所災害対策支援拠点（柏崎エネルギーホール、信濃川電力所）を立ち上げる訓練を適宜実施する。 ○外部組織である原子力緊急事態支援組織との連携を図る訓練を行い、同組織からの資機材（ロボット）の迅速な輸送に関する訓練を適宜実施する。
4	○放射性物質による屋外汚染とそれに伴う被ばくの	○物流の専門の会社と物資の輸送に関する協定を結ぶとともに、汚染エリアでの輸送にも従事で

	課題	対応
	問題等が資機材輸送の阻害要因となった。	きるよう、輸送部隊に放射線教育を実施する。
5	○本社は、資材の迅速な準備、輸送、受け渡しで十分な支援ができなかった。	<p>○本社は、発電所の被災状況に応じて、必要となる資機材等の支援物資を円滑に調達、輸送できるよう訓練を行うとともに、必要な対応の手順を作成する。</p> <p>○後方支援拠点となる原子力事業所災害対策支援拠点（柏崎エネルギーホール、信濃川電力所）を速やかに立ち上げられるよう、拠点を整備し、あらかじめ派遣する人員を決めておく（本社、発電所、新潟本部の要員から選任）。</p> <p>○実際に原子力事業所災害対策支援拠点（柏崎エネルギーホール、信濃川電力所）を立ち上げる訓練を適宜実施する。</p>



原子力事業所災害対策支援拠点（柏崎エネルギーホール）での訓練状況<資機材運搬>



原子力事業所災害対策支援拠点（信濃川電力所）での訓練状況<スクリーニング>



物資調達・支援に関する個別訓練の状況（本社）

d. 本社緊急時対策本部の役割の明確化

第 8 表 本社緊急時対策本部に関する課題と対応

	課題	対応
1	○本社緊急時対策本部(本社対策本部)は、外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所対策本部を混乱させた。	○重大事故等時における本社対策本部の役割は、事故の収束に向けた発電所対策本部の活動の支援に徹することとする。
2	○本社対策本部が、発電所対策本部に事故対応に対する細かい指示や命令、コメントを出し、発電所長の判断を超えて外部の意見を優先したことで、発電所対策本部の指揮命令系統を混乱させた。	○重大事故等時における本社対策本部の役割は、事故の収束に向けた発電所対策本部の活動の支援に徹することとする。 ○事故対応に対する細かい指示や命令、コメントの発信を行わない。 ○現地の発電所長からの支援要請に基づいて支援活動を行うことを基本とするが、発電所の被災状況に応じて、発電所からの支援要請を待たずに、必要な資機材や人員の輸送をスムーズに行うための手順の整備や訓練を実施する。
3	○官邸から発電所長へ直接連絡が入り、発電所対策本部を混乱させた。	○福島第一原子力発電所事故対応時のような、外部から直接、発電所長に問い合わせが入り発電所長が対応を強いられたり、外部からの問い合わせを発電所対策本部が回答準備したりする事態とならないよう、本社対策本部は情報を捌く役割を果たす。



本社対策本部の訓練

e. 対外情報発信の改善

第9表 対外情報発信に関する課題と対応

	課題	対応
1	○本来復旧活動を最優先で実施しなくてはならない役割の要員が、対外的な広報や通報の最終的な確認者となり、復旧活動と対外情報発信活動の両立を求められた。	<p>○緊急時における情報収集活動と広報・通報対応が、復旧活動の妨げとなることのないよう、発電所から発信されたプラントの状況を共有する社内情報共有ツール（チャット、COP（Common Operational Picture））や、通報連絡用紙の情報等、迅速に把握・共有できる社内情報を最大限活用し、公表する仕組みとする。（紙や電話等で確認する場合もあるが、復旧活動の妨げにならないよう最大限配慮する。）</p> <p>○緊急時組織に対外対応に関する責任者として発電所、本社ともに対外対応統括を配置する。</p> <p>○通報連絡については、当初は発電所長の責任で発信するが、その権限を発電所の対外対応統括に委譲し、事前に定めた通報連絡のルールにしたがって実施する運用に変更する。（福島第一原子力発電所の事故対応のように、発電所対策本部で発電所長及び各班長の了解を得る作業は実施しない。）</p> <p>○一定規模以上の事故の際には、広報対応は発電所から切り離し、本社対策本部で一元的に対応することとし、発電所対策本部は事故の収束に専念する体制とする。</p>
2	○公表の遅延、情報の齟齬、関係者間での情報共有の不足等が生じ、事故時の対外公表・情報伝達が不十分だった。	<p>○社外対応を行う要所となるポジションにはリスクコミュニケーションを配置し、本社で記者会見等の対応をできるようにする。</p> <p>○ホームページの活用によるプラントパラメータ等の公開、インターネットの積極的活用による記者会見の中継等、迅速な情報公開に努める。</p> <p>○オフサイトセンターや関係自治体の対策本部へ発電所や本社の要員を派遣し、パソコンやスマートフォン、タブレット等のツールを活用した情報提供を行う等、社外への情報発信を改善する。</p> <p>○訓練時にリスクコミュニケーションによる模擬記者会見や対外対応のシナリオを盛り込んだ訓練を実施する。</p>



本社でのリスクコミュニケーターによる模擬記者会見



オフサイトセンターでの社外対応訓練

(4) 現場の運用面

第 10 表 現場の運用面に関する課題と対応

	課題	対応
1	○電源喪失によって、中央制御室での計装の監視、制御といった中央制御機能、発電所内の照明、ホットライン以外の通信連絡設備を失ったことにより、有効なツールや手順書もない中での現場の運転員による臨機の判断、対応に依拠せざるを得ず、手探りの状態での事故対応となった。	○中央制御室の機能を確保するために、LED ヘッドライト及びランタン等の照明を確保することにより、実効的に活動できるように整備を行う。 ○発電所内における中央制御室や現場間での通信連絡設備として、送受話器（ページング）、電力保安通信用電話設備、携帯型音声呼出電話設備、無線連絡設備、衛星電話設備等を確保する。



中央制御室における照明の確保（例）