

福島第一原子力発電所事故の教訓に基づく 柏崎刈羽原子力発電所の対策（設備面）

< 柏崎刈羽原子力発電所 1号機の例 >

第1層 トラブルの発生防止

問題点（教訓）
想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

方針
津波（防水）対策により、**既存設備を含めて津波に対する耐力を向上させる。**

第5段	原子炉建屋等防水対策								
第4段	遮断エリア防水対策								
第3段	遮断設備、防雨対策	建屋浸水対策 Hx/Bは実施中		変圧器回りの浸水対策	開閉所防雨対策				
第2段		防潮堤設置 ・補機取水路蓋掛け						津波警報システム構築	
第1段	各設備、機器の設置高さ								潮位計
対策分類	R/B	T/B	Hx/B	水処理 水建屋	免震 重要棟	変圧器	開閉所	津波監視	

津波

第3層 事故後の炉心損傷防止（電源）

問題点（教訓）
全ての電源（直流、交流電源）が喪失した場合の代替手段が十分に用意されていなかった。

方針
・防水対策により、既存の電源設備に期待する。
・全電源喪失時における長時間継続への対応手段を新たに確保する。交流電源設備については高台に設置することで、津波に対する裕度を向上させる。

第5段	更なる高台電源等増強	短期強化対策としては、非常用発電機、直流電源設備を高所に設置。長期強化対策としては、既設直流電源の増強を実施。		
第4段	電源車高台配備	蓄電池等（直流電源）強化（長期）		
第3段	空冷式ガスタービン発電機高台配備	高台電源設備（分電盤等）設置	蓄電池等（直流電源）強化（短期）	地元等外部からの燃料調達
第2段	非常用D/G (A),(B),(H)	隣接号機からの電源融通	隣接号機からの蓄電池充電	地下軽油タンク設置
第1段	外部電源	直流電源 (A),(B) (蓄電池)	軽油タンク (A),(B) (ディタンク)	
対策分類	交流電源	直流電源	燃料	

電源

第3層 事故後の炉心損傷防止（水源）

問題点（教訓）
炉心損傷防止や炉心損傷後における影響緩和のために必要となる**十分な水源や注水手段が確保されていなかった。**

方針
・防水対策により、**既存の水源に期待する。**
・貯水池や井戸の設置、海水による注水等多様な水源を確保すると同時に、それら各水源を用いた注水手段についても整備する。

第4段	海水
第3段	貯水池設置、井戸の設置
第2段	純水タンク、ろ過水タンク
第1段	復水貯蔵槽（CSP） 非常用復水貯蔵槽（ECSP）
対策分類	水源

水源

事故時に対応手段の1つとして活用が期待できる常用系設備の耐震強化

その他

問題点（教訓）
外部電源設備は常用系設備であり、大規模な地震時には動作を期待しない設備であったが、福島第二では**震災時に機能を維持した外部電源がその後の復旧に大きな役割を果たした。**

方針
常用系設備であっても、緊急時に対応手段の1つとして活用が期待でき、追加の耐震補強が可能な設備は耐震補強を実施する。

第3段	送電鉄塔基礎安定性等評価	開閉所、変圧器耐震強化	復水補給水系配管等の耐震強化	淡水タンク耐震強化
第2段	中越沖地震の知見を踏まえ、保守性を持って基準地震動Ssを設定し、さらに余裕を持つよう耐震強化を実施			
第1段	耐震設計審査指針に則った耐震設計			
対策分類	地震			

地震

第3層 事故時の炉心損傷防止（注水、減圧、除熱）

問題点（教訓）
全ての電源を喪失した場合、その後の**高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保**が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

方針
各手段の強化を実施（原子炉、格納容器に対する高圧注水、減圧、低圧注水、除熱）

第7段	1 原子炉停止直後の崩壊熱を吸収するのに十分な注水できないものの、補助的な注水手段として手順を整備。(GRD(30min)) シビアアクシデント時に原子炉水位計が正確にできない状況であっても、原子炉水位が有効なレベル以下であることを把握するため、基準面に温度計を設置する。		D/Dポンプ増強	3 BWRプラントの対策であり、ABWRプラントの場合には、RCIC起動失敗時にHPCFによる代替注水を実施する。従って、ABWRプラントでは、「高圧注水」の厚みが1段増し、「低圧注水」の厚みが1段減少する。
第6段	代替高圧注水設備増強	RCIC起動失敗時のLPCSによる代替注水(SBO等)	海水ポンプ予備電源配備	
第5段	制御室電源水圧差監視設備増強	MUWC-6外部排出口設置	代替水中ポンプ配備	
第4段	炉心取水人孔蓋及び手摺増強	SRV駆動用監視圧調整設備	ディーゼル駆動の消火系(D/DFP)	代替機軸調整設備配備
第3段	RCIC手摺増強設備	SRV駆動用予備ポンプ設備	電動駆動の消火系	残熱除去系(A),(B)(原子炉除熱)
第2段	電気駆動の高圧注水(HPCS)	自動減圧系	SRV駆動用ポンプ(A),(B)	復水補給水系(A),(B),(C)(MUWC)
第1段	電動駆動の高圧注水(HPCS)	送気安全弁(A),(B)(SRV)	LN ₂ 設備	SRV駆動用電気(A),(B)
対策分類	高圧注水	動作信号	空気	電源
			減圧	低圧注水
				原子炉 (スプレー) (除熱)
				PCV (スプレー) (除熱)
				PCV (PC除熱)
				既存の計装設備

その他の視点

第4層 事故後の影響緩和

問題点（教訓）
炉心損傷後の影響緩和の手段（格納容器損傷防止、水素制御、溶融炉心落下対策、環境への放射性物質の大量放出防止等）が整備されていなかった。

方針
炉心損傷後の影響緩和手段の強化を実施（水素制御、水素濃度監視、コアコンクリート反応抑制）

水素制御
炉心損傷後にZr-水反応等によって生成される水素を適切に排出する。
コア・コンクリート反応抑制
原子炉圧力容器破損後にベダスタルに溶融炉心が落下した場合に、溶融炉心を適切に保持・冷却する。
FCSはLOCA対策として付けられたものであり、SA時に大量に生じる水素を十分に取り除く容量は無い。

第3段	原子炉建屋トップベント設備設置 建屋水素濃度計設置 ブローアウトパネル	溶融炉心落下対策
第2段	原子炉建屋水素処理装置設置 格納容器頂部水張り設備設置 フィルターベント設備設置	消防車を用いたベダスタルへの注水
第1段	FCS	MUWCを用いたベダスタルへの注水
対策分類	水素制御、水素濃度監視	コア・コンクリート反応抑制

炉心損傷後の影響緩和

その他 燃料プール冷却

問題点（教訓）
全ての電源を喪失した場合の水位等の監視・計測とその後の**燃料プールの除熱・注水、水源確保**が十分に準備されておらず、その場で考えながら対応せざるを得なかった。

方針
燃料プールへの注水・除熱手段の強化を実施（注水機能、除熱機能、監視・計測）

第5段	D/Dポンプ増強		
第4段	コンクリートボンプ増強	代替Hxを用いた残熱除去系A（燃料プール除熱）	緊急時監視カメラ
第3段	消防車（注水用）高台配備	外部からの注水配置設置	代替Hxを用いた燃料プール冷却浄化系A
第2段	復水補給水系	残留熱除去系A,B（燃料プール除熱）	ITVからの監視
第1段	燃料プール補給水系	燃料プール冷却浄化系A,B	スキーマーサージタンク水位計
対策分類	注水機能	除熱機能	監視・計測

燃料プール

その他 その他の視点における安全対策

問題点（教訓）
瓦礫等の散乱による**現場のアクセシビリティ・作業性低下等、著しい作業環境の悪化**が事故の対応を困難にしていた。

方針
事故時の対応をサポートする上で重要となる各機能への対策を講じる。

中越沖地震後のアクセス道路補強では、構内道路の沈下や電線がみられた箇所について地盤改良を実施。
福島第一を踏まえた短期対策としては、地震発生時に予想される低耐震クラス洞道の変状に伴う道路陥没量を抑制し、緊急車両（電源車、消防車）の迅速な移動を確保するため、低耐震クラス洞道横断道路部の補強工事を実施。

第3段		D/Dポンプ増強	瓦礫撤去用重機の配備
第2段	活動拠点の増強	中央制御室消火系配管地上化	アクセス道路補強
第1段	免震棟設置	中央制御室換気空調系	火災対応用消防車配備
対策分類	緊急時対策本部	中央制御室	火災対策
			アクセス路確保
			モニタリング機能強化
			通信設備増強
			既存のモニタリング設備
			既存の通信設備

福島第一原子力発電所事故の教訓に基づく 柏崎刈羽原子力発電所の対策（運用面）

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 基本設計で採用した設備
 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	注：青太枠については、防潮堤による防水対策により効果が期待出来る設備
 新潟県中越沖地震を踏まえた対策	

事故への備えにおける運用面の対策状況

問題点（教訓）
想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。
方針
・津波、全電源の喪失など従来の想定を大きく超える事故の対応手順を整備。
・整備した対応手順について、繰り返し教育・訓練を実施。
・重機の運転等に関して社員で対応できるよう、必要な資格の取得を実施。

 手帳書等の更なる見直し	 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策	 従来から継続している対応
電源機能等喪失時対応ガイド類	運転員シミュレータ訓練 地震・津波・SBO	電源機能等喪失時対応ガイド	緊急時訓練の強化	運転員津波AMの手引き研修	緊急時訓練シビアアクシデント想定	重機等の必要資格取得
アクシデントマネジメント(A.M)の手引き	津波AMの手引き	運転員津波AMの手引き研修	緊急時訓練シビアアクシデント想定	運転員AM手順書研修	アクシデントマネジメント研修	
事故時運転操作手順書 徴候ベース	事故時運転操作手順書 シビアアクシデント	運転員AM手順書研修	アクシデントマネジメント研修	運転員シミュレータ訓練	緊急時訓練	
警報発生時運転操作手順書	事故時運転操作手順書	運転員シミュレータ訓練	緊急時訓練			

対策分類
対応手順の整備 教育・訓練 資格取得

複合災害、複数プラント同時被災における運用面の対策状況

問題点（教訓）
複合災害、複数プラントが同時に被災した事等による**態勢の混乱**が生じた。
方針
・複数プラント、長期事故にも対応できるよう、発電所緊急時対策要員を大幅に増員。
・初期における現場対応のため、運転員、宿直員を増員。
・本店についても、発電所を的確に支援できるよう宿直要員、緊急時対策要員を増員。
・緊急時対策本部の代替指揮所（代替TSC）を追加整備。
・ICS（Incident Command System）の導入
・緊急時対策本部の指揮命令系統の明確化。
・協力企業・メーカー等からの支援体制を強化。
・遠隔操作可能なロボット等を有する電事連大の原子力レスキュー隊を整備。

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策	 従来から継続している対応
夜間・休祭日宿直要員の増員（現場対応要員）	夜間・休祭日宿直要員の増員（現場対応要員）	夜間・休祭日宿直体制強化	緊急時対策要員の大増員	ICSの導入	支援体制の強化
夜間・休祭日宿直要員の増員（現場対応要員）	夜間・休祭日宿直体制強化	緊急時対策要員の大増員	ICSの導入	指揮命令系統の明確化（号機責任者配置）	原子力レスキューの整備
夜間・休祭日宿直体制強化	緊急時対策要員の大増員	ICSの導入	指揮命令系統の明確化（号機責任者配置）	原子力レスキューの整備	代替指揮所の追加整備

対策分類
対応要員の増員 態勢整備

プラント監視、通信手段、並びに情報共有の強化<情報伝達・情報共有>

問題点（教訓）
停電等に伴い通信機器等の連絡手段に制約がかかり、状況を共有することが困難になった事等により、円滑に**プラント状態を把握・共有できなくなった**。
方針
・電源強化、通信手段の多様化等、監視・情報伝達手段を強化。
・事故時に重要な情報をあらかじめ様式化し、運転員、発電所緊急時対策室、本店で共有化する手引きを整備。
・国が本店に規制委員会委員、緊急事態対応監を派遣。また、国、関係機関と結ぶT.V会議システムと連携。自治体への通報手段を多様化。

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策	 従来から継続している対応
中央制御室通信手段強化	中央制御室蓄電池等配備	衛星携帯電話	衛星携帯電話強化	SPDS停止時のプラント情報共有手引き	自治体への通報手段の多様化
中央制御室通信手段強化	衛星携帯電話	衛星携帯電話強化	SPDS停止時のプラント情報共有手引き	プラントパラメータ伝送システム（SPDS）	国とのT.V会議システムに連携
衛星携帯電話	衛星携帯電話強化	SPDS停止時のプラント情報共有手引き	プラントパラメータ伝送システム（SPDS）	自治体への通報手段の多様化	国との連携、通報手段多様化

対策分類
プラント監視、通信手段強化 プラントパラメータ

資機材調達・輸送体制の強化における運用面の対策状況

問題点（教訓）
事故対応のための**資機材が不足**していた。
方針
・自然災害による交通状況悪化を考慮し、当面必要な食料・燃料等は発電所内に備蓄。
・警戒区域設定時にも必要な物資輸送ができるよう、輸送会社と契約、運転士の放射線防護教育を実施。
・福島事故の教訓を反映した、後方支援拠点（物流拠点・出入管理拠点）の整備。

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策	 従来から継続している対応
非常時の燃料調達協定	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）	輸送会社との輸送契約	後方支援拠点	
非常時の燃料調達協定	輸送会社との輸送契約（警戒区域含む）	輸送会社との輸送契約	輸送会社との輸送契約	後方支援拠点	
燃料の備蓄	輸送会社との輸送契約（警戒区域含む）	輸送会社との輸送契約	輸送会社との輸送契約	後方支援拠点	
緊急時対策要員の7日分の飲食料を備蓄	輸送会社との輸送契約	輸送会社との輸送契約	輸送会社との輸送契約	後方支援拠点	

対策分類
備蓄 輸送体制強化 後方支援拠点

事故時放射線管理体制の強化における運用面の対策状況

問題点（教訓）
汚染の**拡大も不十分な放射線管理体制**が事故の対応を困難にしていた。
方針
・モニタリングポストの電源強化、モニタリングカーの増強。
・緊急時対策室、中央制御室への放射線計測器、放射線防護資機材の追加配備。
・事故発生時の内部被ばく評価方法、対応手順の整備。
・緊急時対策室への放射性物質流入防止方法の確立、訓練の実施。
・広域での放射線測定作業に対応できるよう全店で放射線測定要員教育を実施。

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策	 従来から継続している対応
可搬型モニタリングポスト配備	モニタリングカー増強（1台→3台）	モニタリングカー1台配備	モニタリングポスト電源強化（非常用電源）	モニタリングカー1台配備	モニタリング装置強化
可搬型モニタリングポスト配備	モニタリングカー増強（1台→3台）	モニタリングカー1台配備	モニタリングポスト電源強化（非常用電源）	モニタリングカー1台配備	モニタリング装置強化
可搬型モニタリングポスト配備	モニタリングカー増強（1台→3台）	モニタリングカー1台配備	モニタリングポスト電源強化（非常用電源）	モニタリングカー1台配備	モニタリング装置強化

対策分類
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

事故時の公表、社会への情報発信

問題点（教訓）
事故時の公表、**情報伝達が十分でなかった**。
方針
・報道対応体制の再構築
・過酷事故時に活用する資料作成
・インターネットを活用した積極的な情報発信

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策	 従来から継続している対応
報道対応体制の再構築	過酷事故時に活用する資料作成	インターネットによる積極的な情報発信	緊急ラジオ放送による情報発信	広報車による情報発信	モニタリングポストデータ等リアルタイム公開
報道対応体制の再構築	過酷事故時に活用する資料作成	インターネットによる積極的な情報発信	緊急ラジオ放送による情報発信	広報車による情報発信	モニタリングポストデータ等リアルタイム公開
報道対応体制の再構築	過酷事故時に活用する資料作成	インターネットによる積極的な情報発信	緊急ラジオ放送による情報発信	広報車による情報発信	モニタリングポストデータ等リアルタイム公開

対策分類
事故時の公表、社会への情報発信の強化

