資料No.1-1

福島第一原子力発電所事故を踏まえた
安全性向上対策実行計画の実施状況について

平成２３年１０月１４日

関西電力株式会社

安全性向上対策実行計画の実施状況

1

	主な対策内容	H23	H24	H25	
緊急対策	電源車の配備	5／1 完了			2
	消防ポンプ・消火ホースの配備				
	扉等へのシール施工				
	定期検査における特別点検				
応急対策	空冷式非常用発電装置の設置	9月設置済み			3
	海水供給用可搬式ポンプの設置	6月設置済み			
	水密扉への取替	設計・製作	設置		
	使用済燃料ピットの耐震補強	耐震補強実施中			
追加対策	恒設の非常用発電機を設置	設計・調査・敷地			4
	大容量ポンプの配置	製作	12月配備予定		
	海水ポンプモータ予備品の保有	設計	製作	3月配備予定	
	免震事務棟の設置	検討・設計・手続き			
SA対策	通信手段の確保	6月配備済み			5
	高線量防護服の配備	6月配備済み			
	水素爆発防止対策			定期検査で順次設置	
	がれき撤去用の重機の配備	6月配備済み			
	アニュラス排気設備の電源配備	6月配備済み			

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性向上対策の実施状況

(1)緊急対策

	項目	概要	実施時期
設備面	電源の確保	①電源車および資機材の配備、保管、健全性確認	H23 年 4 月
	炉心冷却機能の確保	②消防車／消防ポンプおよび消火ホース他の配備、保管、健全性確認	H23 年 4 月
	使用済燃料ピット冷却機能の確保	③消防車／消防ポンプおよび消火ホース他の配備、保管、健全性確認	H23 年 4 月
	定期検査における特別点検	④炉心冷却機能の確保 （非常用炉心冷却系統および格納容器スプレイリングの健全性確認）	定期検査中のプラントから順次実施 美浜：1 号機 H23 年 3 月、3 号機 H23 年 6 月、 高浜：1 号機 H23 年 4 月、4 号機 H23 年 9 月、 大飯：1 号機 H23 年 8 月、3 号機 H23 年 5 月、 4 号機 H23 年 9 月
		⑤使用済燃料ピット冷却機能の確保 （使用済燃料ピットポンプの分解点検）	定期検査中のプラントから順次実施 美浜：1 号機 H23 年 4 月、3 号機 H23 年 7 月、 高浜：1 号機 H23 年 3 月、4 号機 H23 年 7 月、 大飯：1,2 号機 H23 年 9 月、 3 号機 H23 年 6 月、4 号機 H23 年 7 月
	安全上重要な設備の機能維持のための対策	⑥津波による冠水防止のため扉等へのシール施工	H23 年 5 月（美浜、高浜発電所） H23 年 4 月（大飯発電所）
運用面	運転員対応能力の更なる向上	⑦運転マニュアルならびにシミュレータを用いた全交流電源喪失の訓練実施	美浜：1,2 号機 H23 年 4 月、3 号機 H23 年 6 月 高浜：1,2 号機 H23 年 4 月、3,4 号機 H23 年 6 月 大飯：1,2 号機 H23 年 4 月、3,4 号機 H23 年 6 月
	緊急対応体制の確立	⑧緊急時対応体制の強化 （要員確保、手順書整備および訓練実施）	H23 年 4 月

緊急対策が完了し、3つの機能が確保され炉心損傷および使用済燃料損傷を防止できることを確認

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性向上対策の実施状況

(2)応急対策

	項目	概要	実施時期
設備面	電源の確保	①空冷式非常用発電装置の設置	H23 年 9 月
		②海水供給用可搬式ポンプの設置	H23 年 6 月
		③送電線の強化 （計画的な改修）	美浜線、敦賀線は H29 年度頃迄に実施予定 高浜、大飯分については、中長期的に実施
	炉心冷却機能の確保	④タンク間の配管改造	H24 年度中に実施予定
		⑤タンク周りの防護壁設置	H24 年度中に実施予定
	使用済燃料ピット冷却機能の確保	⑥使用済燃料ピット冷却機能の強化 （消火水注入のための配管を設置）	H23 年度中に実施予定 （美浜：1,2,3 号機 H23 年 8 月～実施中 高浜：2 号機 H23 年 9 月～実施中、 大飯：1,2 号機 H23 年 8 月実施済み、4 号機 H23 年 9 月～実施中）
		⑦使用済燃料ピット冷却系統設備の耐震補強	H23、24 年度中に実施 （美浜：1,3 号機 H23 年 6 月～実施中、2 号機 H23 年 7 月～実施中、高浜：1,3 号機 H23 年 5 月～実施中、2,4 号機 H23 年 6 月～実施中、大飯：1～4 号機 H23 年 5 月～実施中）
	安全上重要な設備の機能維持のための対策	⑧既存防波堤のかさ上げ又は防潮堤を設置	H23 年度中に実施予定（美浜、高浜発電所） H25 年度中に実施予定（大飯発電所）
		⑨水密扉への取替を実施	H24 年度中に実施予定
		⑩海水ポンプエリアに防護壁を設置	H23 年度中に実施予定

安全確保のための多様性、多重性を持たせるための応急対策についても鋭意実施中

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性向上対策の実施状況

(3)追加対策

	項目	概要	実施時期
設備面	電源の確保	①恒設の非常用発電機を追設	中長期的課題として検討
		②電動補助給水ポンプ駆動電源の確保	H23 年 4 月
		③外部電源、発電所受電設備他の強化	H26 年度頃迄に実施予定
	炉心冷却機能の確保	④消防ポンプ及びホースの追加配備（低温停止移行用）	H23 年 6 月
		⑤大容量ポンプの設置（低温停止移行用）	H23 年 12 月迄に配備予定
		⑥海水ポンプモータ予備品の保有	H24 年 3 月迄に配備予定
	使用済燃料ピット冷却機能の確保	⑦使用済燃料ピット監視用電源を非常用電源から供給	定期検査中のプラントから順次実施 美浜：1 号機 H23 年 4 月 高浜：1 号機 H23 年 4 月、4 号機 H23 年 9 月 大飯：3 号機 H23 年 5 月、4 号機 H23 年 9 月
		⑧使用済燃料ピット水位監視強化のため監視カメラを設置	美浜：1 号機 H23 年 4 月、2 号機 H23 年 7 月、3 号機 H23 年 6 月 高浜：1,2 号機 H23 年 4 月、3,4 号機 H23 年 8 月 大飯：1,2 号機既存設備有、3,4 号機 H23 年 4 月
	全般	⑨免震事務棟を設置	H29 年度頃迄に実施予定
運用面	訓練の充実	⑩シビアアクシデントを想定した訓練の計画・実施	H23 年度中に計画
	緊急時の運転員への支援	⑪運転員支援システムの導入	中央制御盤取替計画に合せて実施 （対象：美浜 3 号 H27 年度実施予定、高浜 1,2 号 H26 年度実施予定、大飯 1,2 号 H29 年度実施予定）

検証委員会他の提言を踏まえ、更なる信頼性向上、
県民の皆様方の安心の獲得に全力を傾注し、追加対策を立案

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全性向上対策の実施状況

（4）シビアアクシデント対策

	項目	概要	実施時期
設備面	緊急時における発電所構内通信手段の確保	①通信機能等の確保 ・トランシーバーの配備 ・屋内専用通信線の敷設、乾電池式の携行型通信装置を導入 ・衛星携帯電話の配備増強 ・ハンドライト、ヘッドライトの配備	【専用線、携行型通信装置】 H23 年 6 月 【トランシーバー、衛星携帯電話増強、ハンドライト、ヘッドライト】 H23 年 4 月
		②現有の構内 PHS システム設備の移設および非常用電源供給を、免震事務棟の設置にあわせて検討	H29 年度頃迄に実施予定
	高線量対応防護服等の資機材の確保	③発電所ごとに高線量対応防護服を一定数配備	H23 年 6 月
	水素爆発防止対策	④格納容器内に触媒式水素再結合装置の設置	H24 年度、H25 年度の定期検査で順次設置予定 （対象：大飯 1,2 号機を除く全プラント）
	がれき撤去用の重機の配備	⑤津波発生時等のがれき撤去用のホイールローダーの確保	H23 年 6 月
	シビアアクシデントへの対応に伴う電源車の容量確認	⑥中央制御室空調設備、イグナイタ（大飯 1,2 号機）、アニュラス排気設備（大飯 1,2 号機を除く全プラント）の運転に必要な電源の配備	H23 年 6 月
運用面	中央制御室の作業環境の確保	⑦電源車からの給電により中央制御室空調設備を運転するマニュアルの整備	H23 年 6 月
	放射線管理のための体制整備	⑧高線量対応防護服ならびに個人線量計について、電気事業者および関係機関間において相互融通する仕組みを確立	H23 年 6 月
		⑨放射線管理要員以外の本部要員が助勢する仕組みを確立	H23 年 6 月
	水素爆発防止対策	⑩電源車からの給電によりイグナイタを運転するマニュアルを整備	H23 年 6 月 （対象：大飯 1,2 号機）
		⑪電源車からの給電によりアニュラス排気設備を運転するマニュアルを整備	H23 年 6 月 （対象：大飯 1,2 号機を除く全プラント）

万一シビアアクシデントが発生した場合においても迅速な対応を図り、
被害拡大を防止するため、シビアアクシデント対策を実施

指摘事項への対応（1／3）

No	指摘事項		対応内容	実施時期	備考
1	電源車の容量・継続運転時間は	第2回委員会	（第3回）電源車を接続すれば中央制御室でのプラント監視は継続的に可能であり、タンクローリーの補給により約30日間の運転が可能である事を確認した。	―	回答済
2	タービン動補助給水ポンプによる冷却（高温停止）から低温停止に向けた対応は	訓練現場	（第3回）蒸気発生器2次側への海水給排水、もしくは仮設大容量ポンプを用いた余熱除去系統による冷却で低温停止状態への移行が可能であることを確認した。現在、資機材手配中。	H23年6月（蒸気発生器への給水） H23年12月（仮設大容量ポンプ設置）	回答済
3	炉心・使用済み燃料ピットの冷却に用いる消防ポンプへの燃料補給方法は	第2回委員会	（第3回）携行缶及び運搬車を用いた燃料補給により継続的な運転ができる事を確認した。	―	回答済
4	電源車・タンクローリーおよびタイヤショベル設置場所は	第2回委員会	（第3回）津波の影響を受けない場所に保管されていることを確認した。	―	回答済
5	訓練充実に関する事項 （夜間、初動体制、命令系統、体系化）および通信手段の多様性は	訓練現場 第2回委員会	（第3回）夜間、複数ユニット同時発生時の訓練を実施した。また衛星通信回線、トランシーバの確保を実施した。 今後、更なる充実のために総合防災訓練の実施や訓練の体系化を検討、計画する。	H23年4月 実施済 H23年度中に計画	回答済
6	緊急時対策所の津波対策は	訓練現場	（第3回）今後、津波の影響や放射線遮へいを考慮した免震事務棟の設置を検討・計画する。	H29年度までに実施予定	回答済
7	受電設備等の地震・津波対策については	第2回委員会	（第3回）比較的運用年数が経過している送電線を優先的に建替える。 具体的には自然環境の厳しさ、設備異常の状況等を踏まえ、美浜線・敦賀線を改修する。	H23年9月調査開始 平成29年度に竣工予定	回答済
8	発電所の外部電源の信頼性向上については	訓練現場	（第3回）大飯3，4号機については77kV送電線からの受電が可能となる様に設備改造を実施する。（他プラントは全て3ルート5回線確保）	H25年度までに実施予定	回答済

指摘事項への対応（2／3）

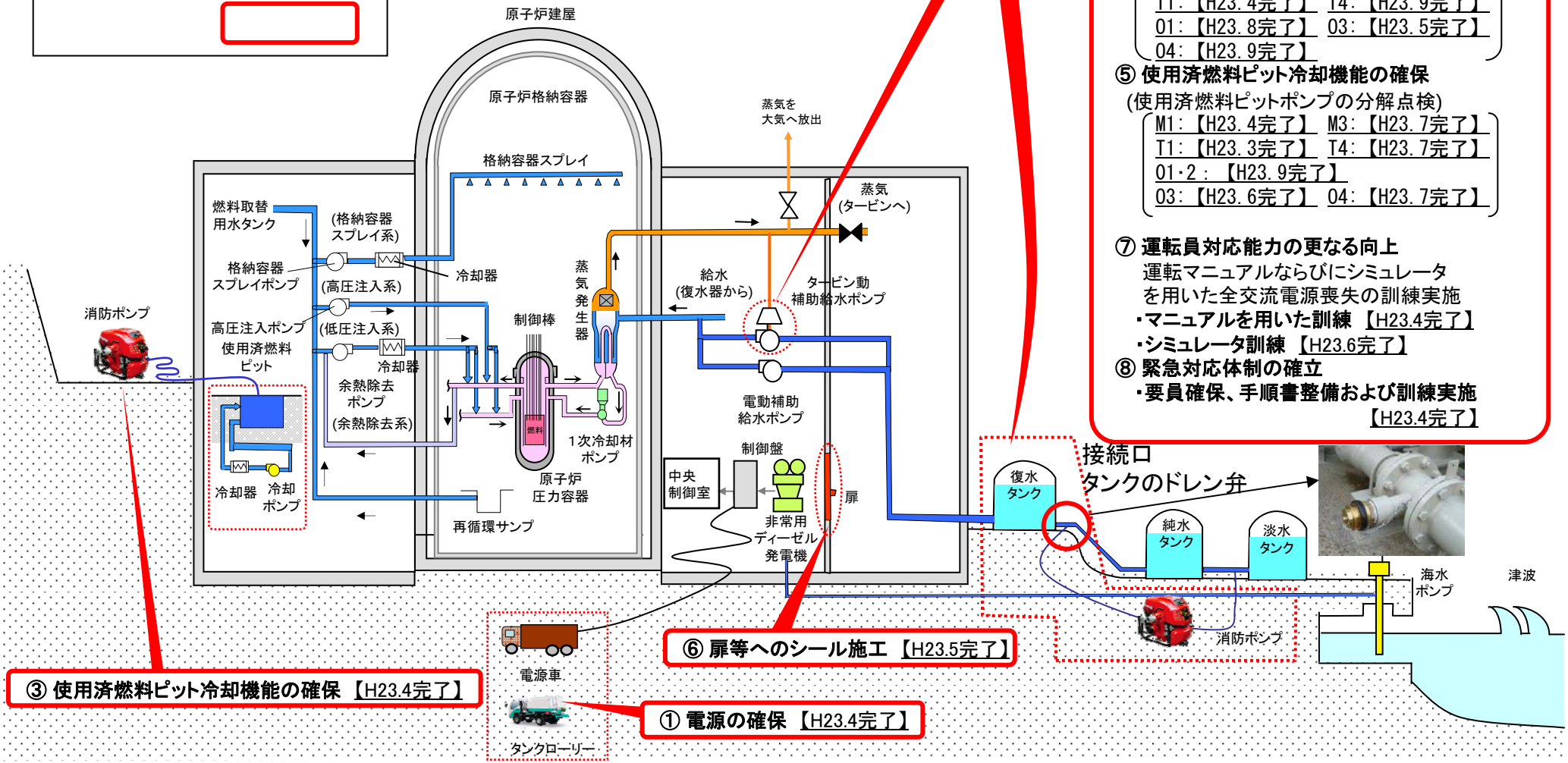
No	指摘事項		対応内容	実施時期	備考
9	燃料取扱建屋等の耐震バックチェック評価は	第2回委員会	（第3回）評価の結果、建屋・クレーン・照明等は、耐震性を有していることを確認した。なお、配管系については評価結果を踏まえ、必要な対策を講ずる。	H23年度中に計画	回答済
10	地震・津波時の屋外貯水設備の健全性評価（淡水タンク・純水タンク等）は	第2回委員会	（第3回）淡水タンク・2次系純水タンクのSs地震動での評価を実施し、機能が維持されることを確認した。	―	回答済
11	運転員支援システムの必要性は	第2回委員会	（第3回）中央制御盤取替計画中のプラントについては取替時に導入を計画する。 その他プラントについても、今後の中央制御盤取替時に導入の検討を行う。	美浜3号：H27年度 高浜1,2号：H26年度 大飯1,2号：H29年度	回答済
12	津波評価の検討状況ならびに防波堤他の高さ、強度評価は	第2回委員会 第3回委員会	緊急防止対策においては、考慮する津波高さとして約11mを設定し、シール施工等を実施した。今後、浸水防止措置を強化し信頼性を向上させるため、水密扉への取替えを実施していく。 また、衝撃力緩和のための防潮堤・防護壁の設置を検討し、浸水防止対策のさらなる信頼性向上を進めていく。	シール施工実施済 その他対策はH25年度までに実施	20
13	中長期的なバッテリー容量のあり方検討は	第3回委員会	今後、所内電源・外部電源の強化などにより、更なる信頼性向上に取り組んでいくとともに、蓄電池の大容量化や既設バックアップ電源からの充電確保について、検討していく。（指針見直し中）	中長期課題として検討	21
14	特高開閉所他の津波への抜本的対策の検討は	第3回委員会	送電線については、長幹支持がいしの免震対策および鉄塔基礎の安定性評価を行う。 所内開閉所は、設置場所の低い美浜・大飯発電所の予備変圧器ラインについて、屋内設置化や防油堤のかさ上げを図るとともに、各発電所の屋内の電路の移設を実施する。 なお開閉所等については、地震への耐力評価を実施していくとともに、今後、設備信頼性の維持、向上のために、計画的に設備更新していく。	長幹支持がいしの免震対策：H23年度中に実施予定 鉄塔基礎の安定性評価：H23年10月末までに実施予定 予備変圧器ライン対策：H26年度までに実施予定	22

指摘事項への対応（3／3）

No	指摘事項		対応内容	実施時期	備考
15	タービン動補助給水ポンプの動的健全性は（余震下における継続運転）	第3回委員会	地震時および余震発生時において、動的機能が確認されることを確認した。	－	23
16	タンク水の号機間融通については	第3回委員会	各プラント共、最も有効かつ実効的な範囲で号機間融通する計画であることを確認した。	－	24
17	Cクラスタンク接続配管の健全性は	第3回委員会	過去の地震時の被害状況及びSs地震動による評価の結果、地震耐力のあることを確認した。また、相対変位の影響が考えられる箇所については、フレキシブル化などの対策を検討する。	－	25
18	事象進展に併せた訓練の充実および電源繋ぎ込み作業等の効率化は（ハザード、高線量下等の訓練）	第3回委員会	総合訓練の具体化の中で事象進展に併せた、実効的な訓練を計画する。 電源繋ぎ込み盤等の改造を行うとともに、社内・社外、中央制御室と現場との情報連絡手段確保のための通信機器を配備済み。 中長期対策としては、LOCA起因のシビアアクシデント等、長期化深刻化を想定した訓練の実施を検討する。	訓練の体系系化等 H23年度に計画	26
19	水素爆発への対応は	第3回委員会	大飯1，2号機については、既に配備された電源車およびに既設の水素低減装置により対応可能であること、それ以外は、水素爆発の可能性は低いことを確認した。なお、仮に格納容器から貫通部を通じてアニュラスに水素が漏れ出る場合を想定し、対策として、これを排気する手順を整備した。また、中長期的には、静的触媒型水素結合装置の格納容器への設置を検討する。	H24,25年度の定期検査で順次設置	27
20	ロボット導入検討は	第3回委員会	今後、高放射線量下における情報収集、遠隔操作、除染等のロボットの集中管理体制の整備などについて、検討を進める。（電事連大）	電事連大で検討中	28
21	多量の汚染水発生時の処理方法は	第3回委員会	福島第一原子力発電所での状況等を確認しながら、電力大で有効な施策の検討や設備の保有の仕方などを検討していく。（電力大）	中長期課題として検討	29
参考	より長期間の日本海側津波の痕跡の調査情報の蓄積	福井県安全専門委員会 (3/25)	三方五湖およびその周辺において、陸上・湖面上の合計9地点でボーリング調査を実施し、採取した試料の分析・評価を行う。	H23・24年度に実施	別紙にてご説明

安全性向上対策実行計画の進捗状況(緊急対策)

緊急対策の対策箇所



■定期検査における特別点検

④ 炉心冷却機能の確保

(非常用炉心冷却系統、格納容器スプレイリング)

M1:【H23.3完了】 M3:【H23.6完了】
T1:【H23.4完了】 T4:【H23.9完了】
O1:【H23.8完了】 O3:【H23.5完了】
O4:【H23.9完了】

⑤ 使用済燃料ピット冷却機能の確保

(使用済燃料ピットポンプの分解点検)

M1:【H23.4完了】 M3:【H23.7完了】
T1:【H23.3完了】 T4:【H23.7完了】
O1・2:【H23.9完了】
O3:【H23.6完了】 O4:【H23.7完了】

⑦ 運転員対応能力の更なる向上

運転マニュアルならびにシミュレータを用いた全交流電源喪失の訓練実施

- マニュアルを用いた訓練 【H23.4完了】
- シミュレータ訓練 【H23.6完了】

⑧ 緊急対応体制の確立

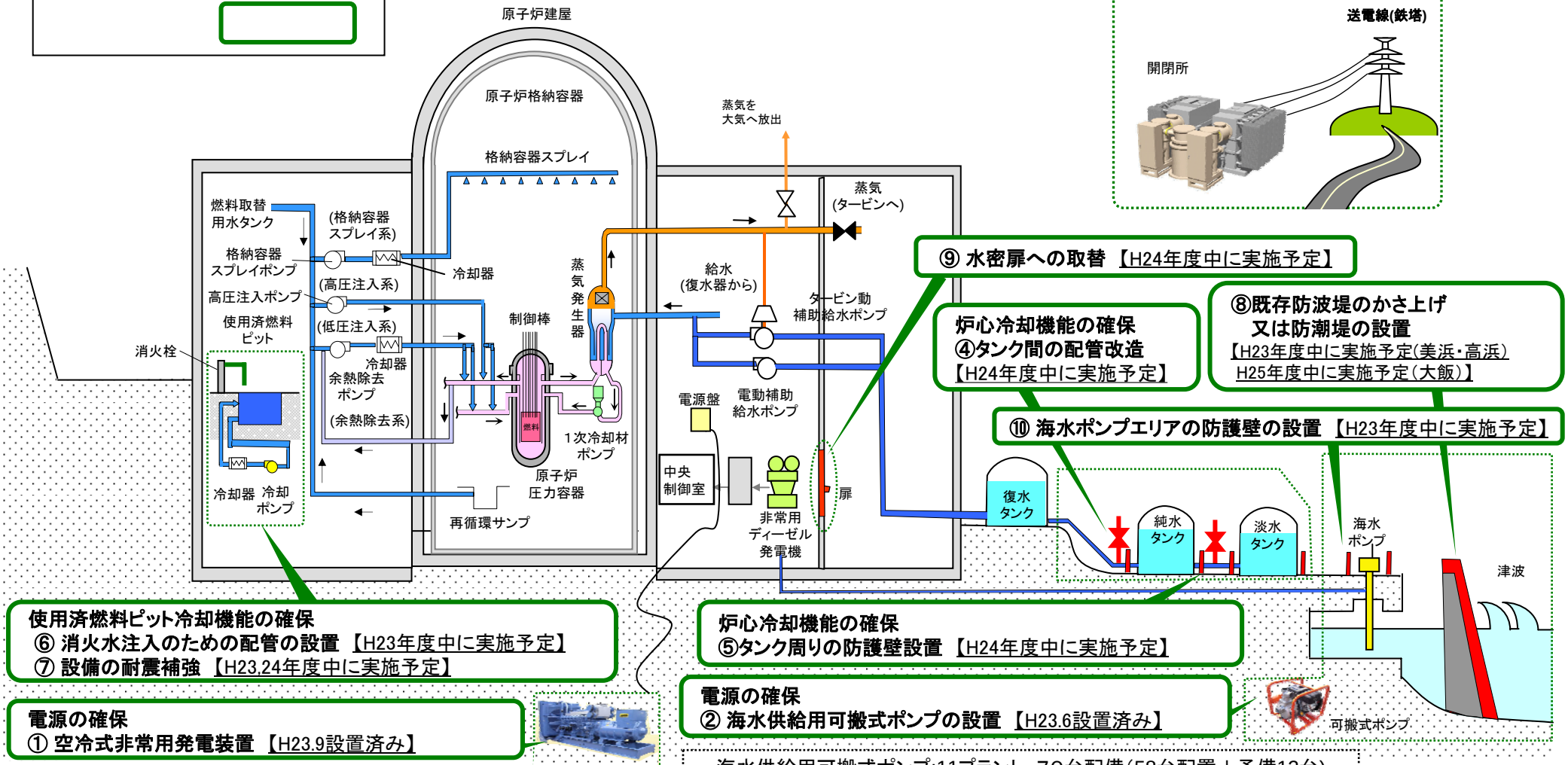
- 要員確保、手順書整備および訓練実施 【H23.4完了】

緊急対策が完了し、3つの機能が確保され炉心損傷および使用済燃料損傷を防止できることを確認

安全性向上対策実行計画の進捗状況(応急対策)

応急対策の対策箇所

電源の確保
③ 送電線の強化 【美浜:H29年度頃まで
高浜、大飯:中長期的に実施】



⑨ 水密扉への取替 【H24年度中に実施予定】

炉心冷却機能の確保
④タンク間の配管改造
【H24年度中に実施予定】

⑧既存防波堤のかさ上げ
又は防潮堤の設置
【H23年度中に実施予定(美浜・高浜)
H25年度中に実施予定(大飯)】

⑩ 海水ポンプエリアの防護壁の設置 【H23年度中に実施予定】

使用済燃料ピット冷却機能の確保
⑥ 消火水注入のための配管の設置 【H23年度中に実施予定】
⑦ 設備の耐震補強 【H23,24年度中に実施予定】

炉心冷却機能の確保
⑤タンク周りの防護壁設置 【H24年度中に実施予定】

電源の確保
① 空冷式非常用発電装置 【H23.9設置済み】

電源の確保
② 海水供給用可搬式ポンプの設置 【H23.6設置済み】

空冷式非常用発電装置:11プラント(21台配置)

海水供給用可搬式ポンプ:11プラント　70台配備(58台配置＋予備12台)

安全確保のための多様性、多重性を持たせるための応急対策についても鋭意実施中

安全性向上対策実行計画の進捗状況(追加対策)

追加対策の対策箇所

⑨ 免震事務棟の設置
【H29年度頃までに実施】

使用済燃料ピット冷却機能の確保
⑦ 監視用電源を非常用電源から供給
【定期検査中のプラントから順次実施】
⑧ 監視強化のため監視カメラの設置
【H23.8実施済み】

⑪ 運転員支援システムの導入
【中央制御盤取替計画に合せて実施】
(対象:M3(H27年度)、T1･2(H26年度)、O1･2(H29年度))

② 電動補助給水ポンプ駆動電源の確保
【H23.4実施済み】

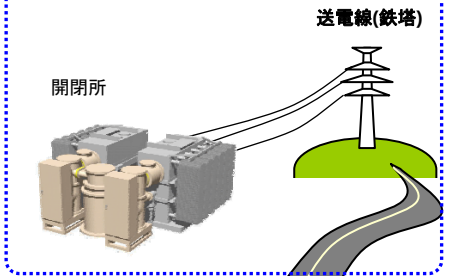
① 恒設の非常用発電機の追設 【中長期的課題として検討】

④ 消防ポンプおよびホースの追加配備 (低温停止移行用)
【H23.6配備済み】

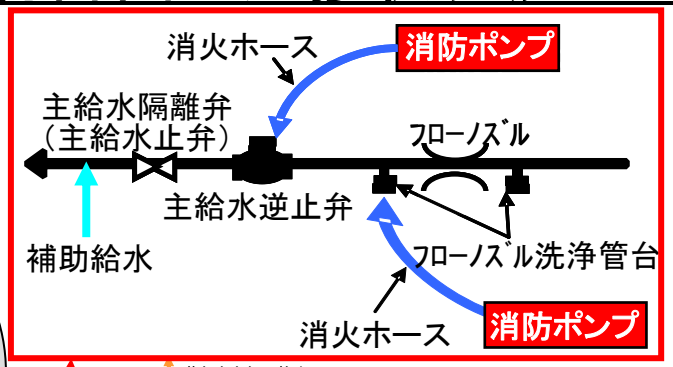
⑤ 大容量ポンプの設置 (低温停止移行用)
【H23.12迄に配備予定】

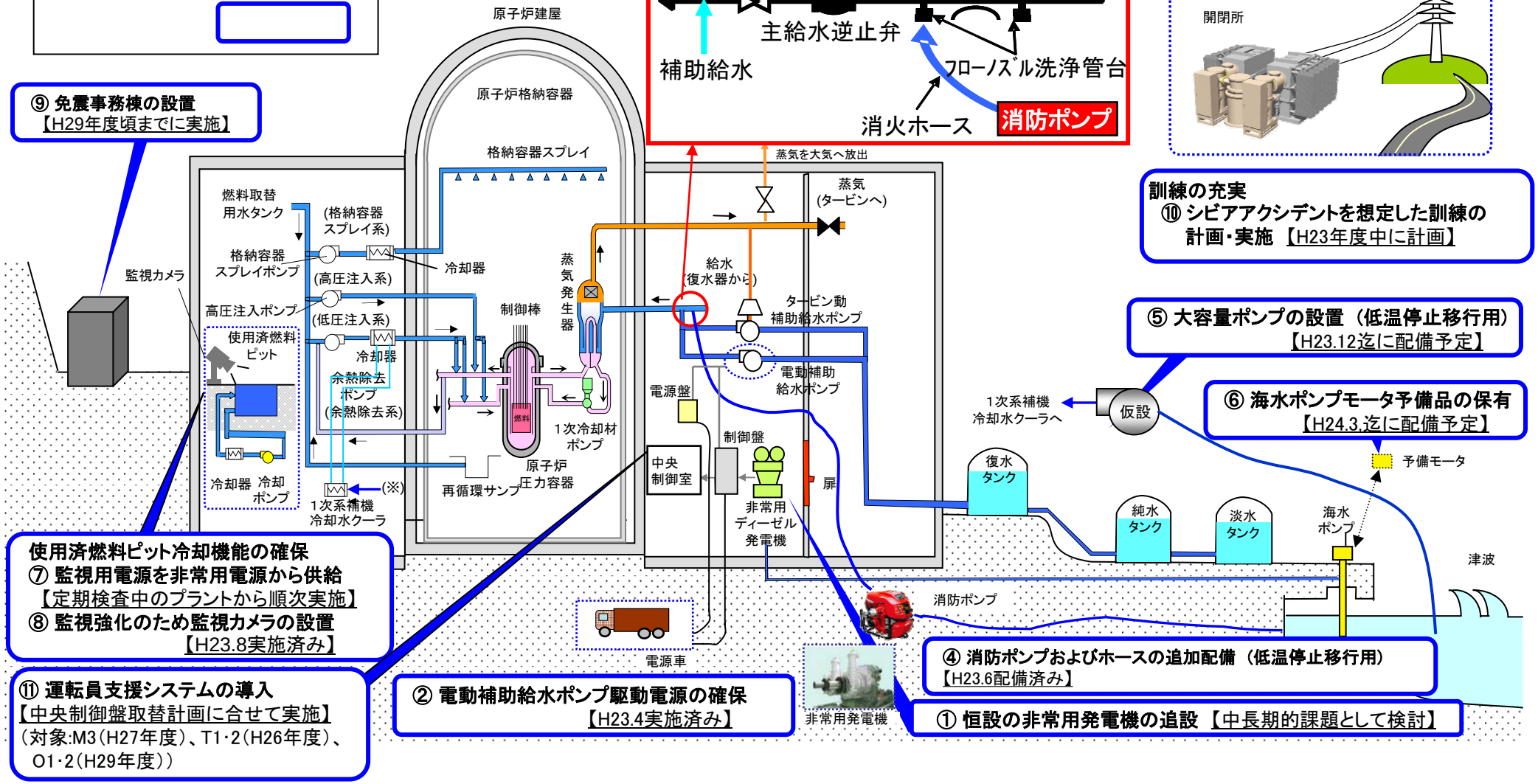
⑥ 海水ポンプモータ予備品の保有
【H24.3迄に配備予定】

③ 外部電源、発電所受電設備他の強化
【H26年度頃までに実施】



訓練の充実
⑩ シビアアクシデントを想定した訓練の計画・実施 【H23年度中に計画】





検証委員会他の提言を踏まえ、更なる信頼性向上、
県民の皆様方の安心の獲得に全力を傾注し、追加対策を立案

シビアアクシデント対策の進捗状況

SA対策の対策箇所

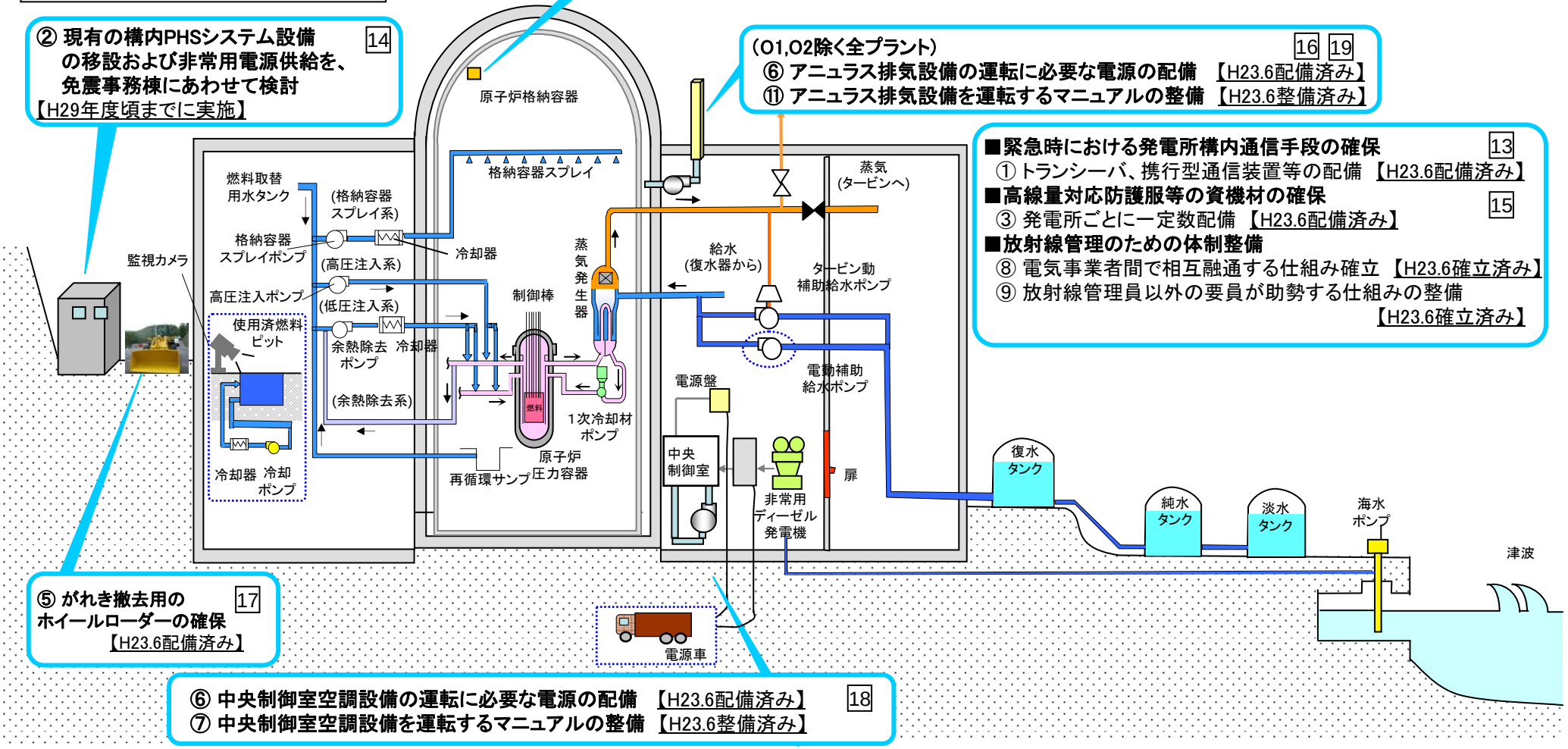
（O1,O2）
⑥ イグナイタの運転に必要な電源の配備 【H23.6配備済み】
⑩ イグナイタを運転するマニュアルの整備 【H23.6整備済み】
（O1,O2除く全プラント）
④ 触媒式水素再結合装置の設置 【H24,H25年度の定期検査で順次配置予定】
16 19

（経緯）
6/7　NISA指示文書受領
6/14　NISAへ実施状況報告書を提出

② 現有の構内PHSシステム設備の移設および非常用電源供給を、免震事務棟にあわせて検討 14
【H29年度頃までに実施】

（O1,O2除く全プラント）
⑥ アニュラス排気設備の運転に必要な電源の配備 【H23.6配備済み】
⑪ アニュラス排気設備を運転するマニュアルの整備 【H23.6整備済み】
16 19

■緊急時における発電所構内通信手段の確保 13
① トランシーバ、携行型通信装置等の配備 【H23.6配備済み】
■高線量対応防護服等の資機材の確保 15
③ 発電所ごとに一定数配備 【H23.6配備済み】
■放射線管理のための体制整備
⑧ 電気事業者間で相互融通する仕組み確立 【H23.6確立済み】
⑨ 放射線管理員以外の要員が助勢する仕組みの整備 【H23.6確立済み】



⑤ がれき撤去用のホイールローダーの確保 17
【H23.6配備済み】

⑥ 中央制御室空調設備の運転に必要な電源の配備 【H23.6配備済み】 18
⑦ 中央制御室空調設備を運転するマニュアルの整備 【H23.6整備済み】

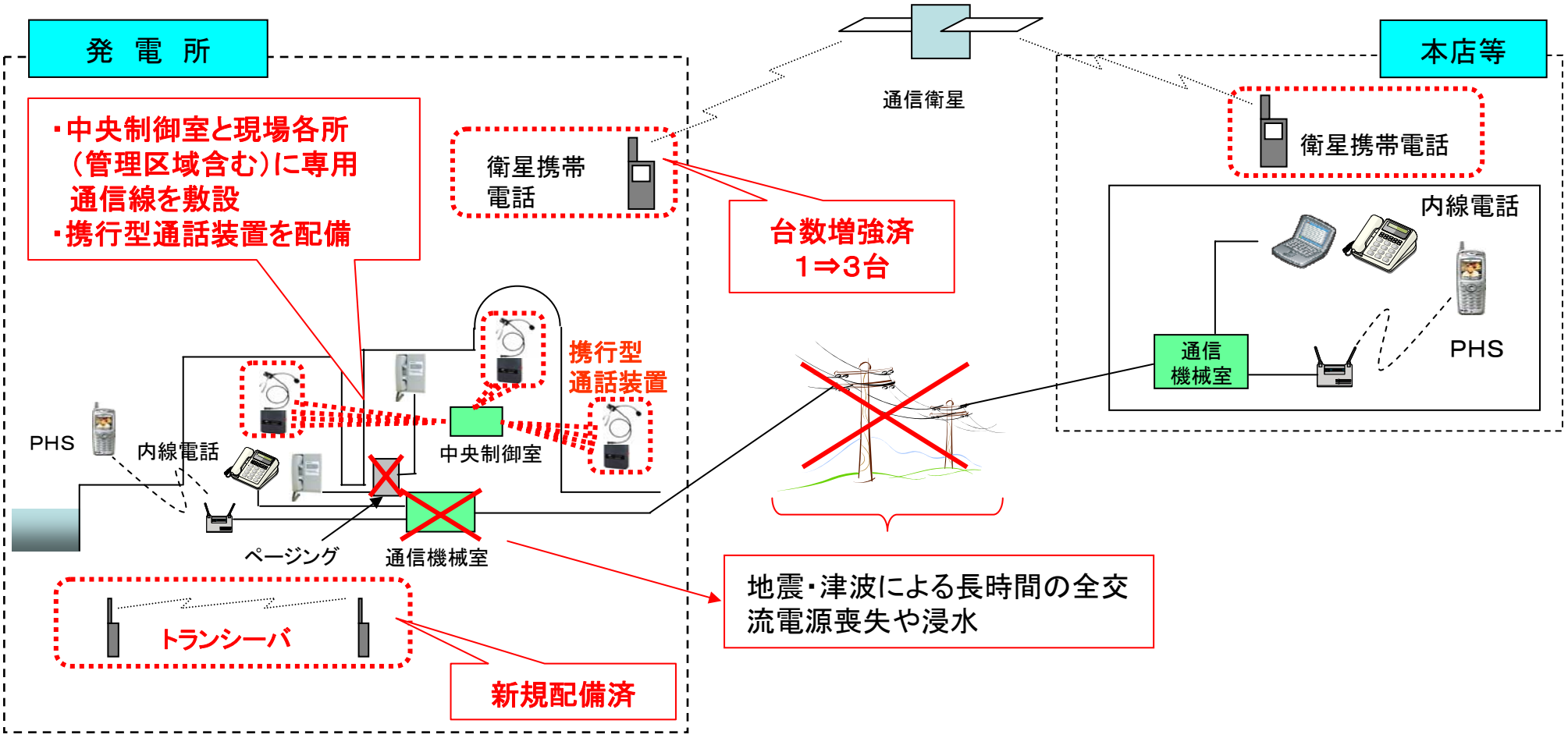
万一シビアアクシデントが発生した場合においても迅速な対応を図り、被害拡大を防止するため、シビアアクシデント対策を実施

緊急時における発電所構内通信手段の確保（1／2）

【短期対策】

〇地震・津波による長時間の全交流電源喪失や浸水が発生した場合でも、現場（D/G室等）と中央制御室間の情報連絡手段を確保するため、専用通信線を敷設し、乾電池式の携行型通話装置等を配備した。
（6月13日に各発電所へ20台配備済み）
なお、構外との通信手段としては、衛星携帯電話を既に配備済み。

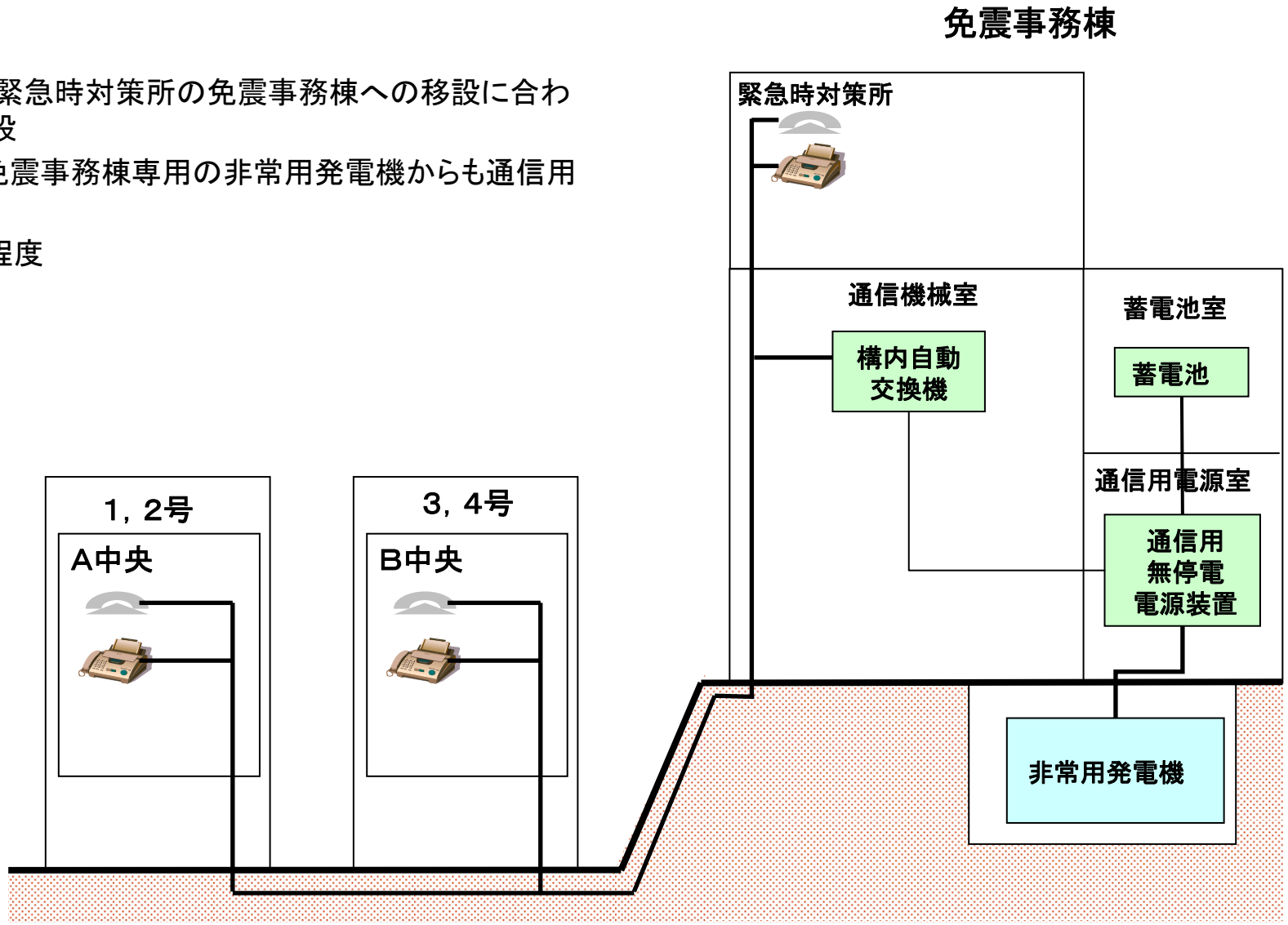
〇また、照明の悪化時においても作業が可能となるよう、ハンドライトおよびヘッドライトを各発電所に配備済み。



緊急時における発電所構内通信手段の確保（2／2）

【中長期対策】
〇免震事務棟に、構内内線電話交換機を確保。

a. 浸水・地震対策：緊急時対策所の免震事務棟への移設に合わせ、交換機を移設
b. 電源の多様化：免震事務棟専用の非常用発電機からも通信用電源を受電
c. 構築期間は6年程度



高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備

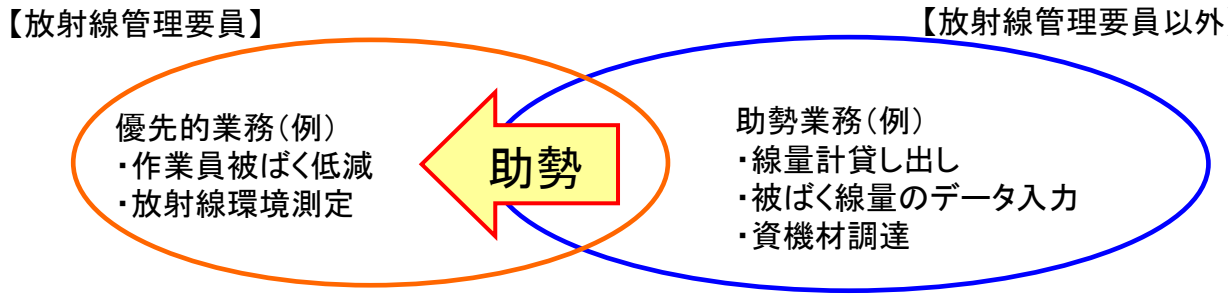
○事故時における高線量区域での作業のため、高線量対応防護服（タングステン入り）を各発電所に10着（シングル5着、ダブル5着）を配備する。（平成23年6月配備済み）

※タングステン製高線量対応防護服　（写真はシングル）

	シングル	ダブル
重量	約9．1kg	約14．5kg
遮へい能力（カタログ値）	約20%	約20%

○高線量対応防護服や個人線量計といった、現在、提供資機材リストに定められていない資機材についても、必要に応じ原子力事業者間で相互に融通しあうことを確認した。

○緊急時においては、放射線管理要員以外の要員が、放射線管理要員を助勢する仕組みを整備した。



水素爆発防止対策

日本のPWRプラントにおけるシビアアクシデント時の水素対策

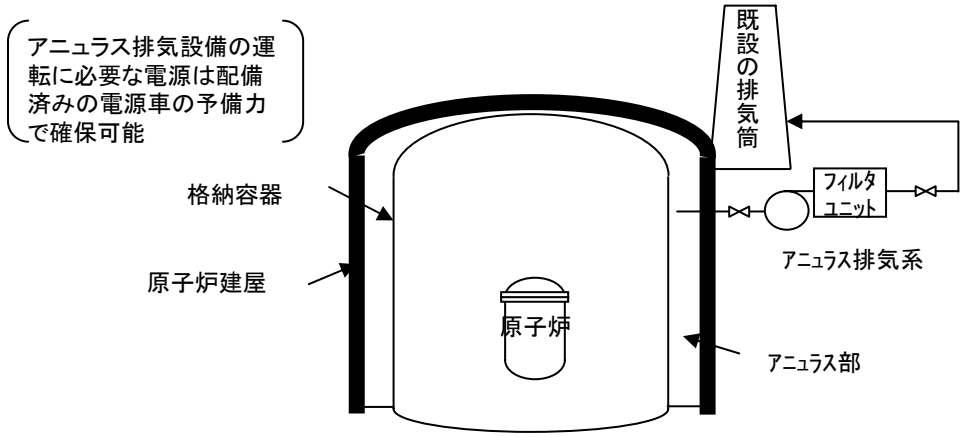
大型ドライ格納容器を有するPWRプラント	アイスコンデンサ型格納容器を有するPWRプラント
格納容器内の水素濃度は爆発領域に至らないと評価	大規模炉心溶融時に爆発領域に入る前に水素を燃焼させる対策としてイグナイタを設置済

格納容器内での水素爆発による格納容器破損の可能性は低い

格納容器外での水素の多量の滞留を防止するために以下の対策を実施

【短期対策】

大型ドライ型格納容器のPWRプラントに対し、格納容器からアニュラスに漏えいしてきた水素を外部に放出するため、アニュラス排気設備を運転する手順書を整備した。（大飯1／2号機以外）



アイスコンデンサ型格納容器のPWRプラントに対し、電源車からの給電によるイグナイタを運転する手順書を整備した。(大飯1/2号機)

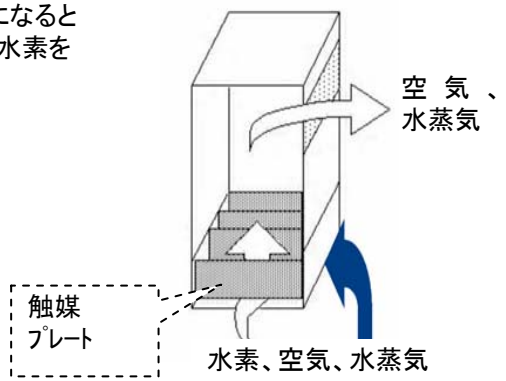
イグナイタの電源(1系列：約14kVA)は配備済みの電源車の予備力で確保可能

【中長期対策】

大型ドライ型格納容器のPWRプラントに対し、格納容器内に静的触媒式水素再結合装置を設置することにより、水素濃度を低減する。（大飯1／2号機以外）

静的触媒式水素再結合装置

【特徴】
・電源を必要としない
・水素濃度が一定値以上になると自動的に反応が始まり、水素を低減させることができる。



がれき撤去用の重機の配備

○ 津波発生後、アクセス道路に散逸するがれき類を除去するため、各発電所に1台 トラクターショベル（ホイールローダー）を配備した。
（平成23年4月11日配備。6月1日大型へ変更済み。）

○ 津波の影響を受けない高所に配備した。
美浜：EL17.0m 3号機復水タンク前（予備燃料：EL17.0m、32.0mに計200ℓ 保管）
高浜：EL30.0m ビジターハウス駐車場（予備燃料：EL28.0mに170ℓ 保管）
大飯：EL32.1m 特高開閉所駐車場　（予備燃料：EL15.0mに200ℓ 保管）

【トラクターショベル（ホイールローダー）の仕様　（大型へ変更後）】

	美浜	高浜	大飯
全長	6．95m	6．89m	7．04m
全幅	2．44m	2．44m	2．70m
高さ	3．195m	3．280m	3．340m
重量	9．965t	9．635t	12．355t
バケット容量	1．9㎥	2．0㎥	2．3㎥
最大掘起力	9．5t	10．65t	13．61t
燃料ﾀﾝｸ容量	200ℓ	170ℓ	200ℓ
燃料消費量	14ℓ／h	14ℓ／h	16ℓ／h
連続稼働時間	約14時間	約12時間	約12．5時間

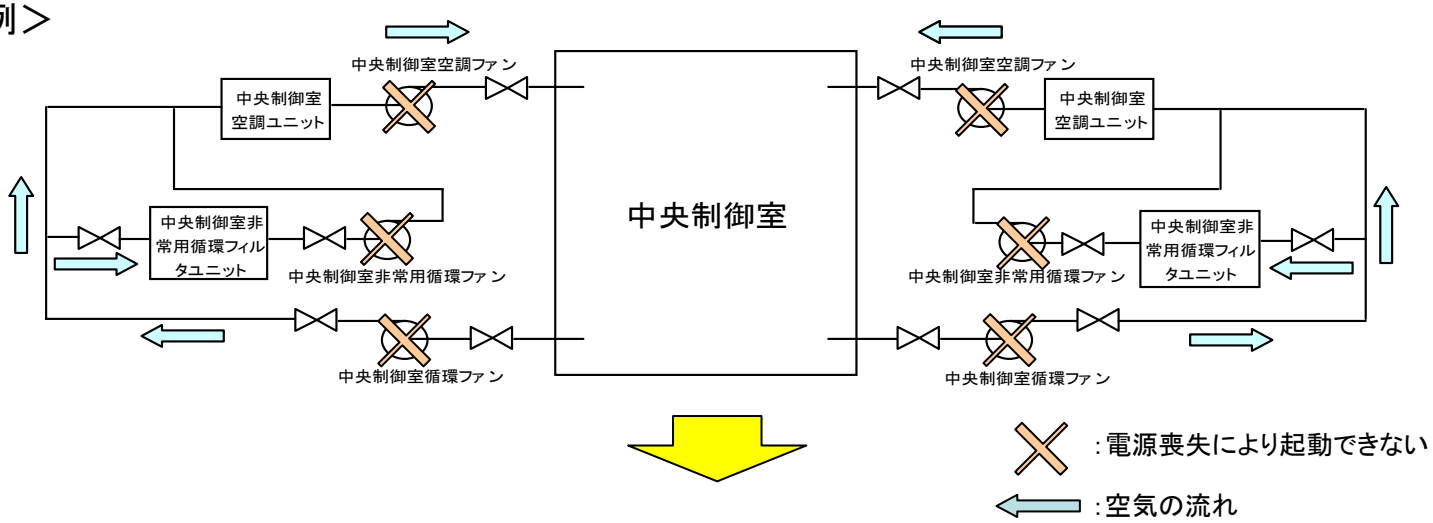
中央制御室の作業環境の確保（1／2）

○一次冷却材喪失事故時や中央制御室にて高放射線が検知された場合、中央制御室換気系隔離信号が発信し、中央制御室の空調は、閉回路循環運転に切り替わり、よう素除去フィルタが装着されたフィルタユニットを通すことにより空気が浄化されるが、全交流電源が喪失すると、中央制御室非常用循環ファン等が使用できないため、徐々に居住性が失われる。

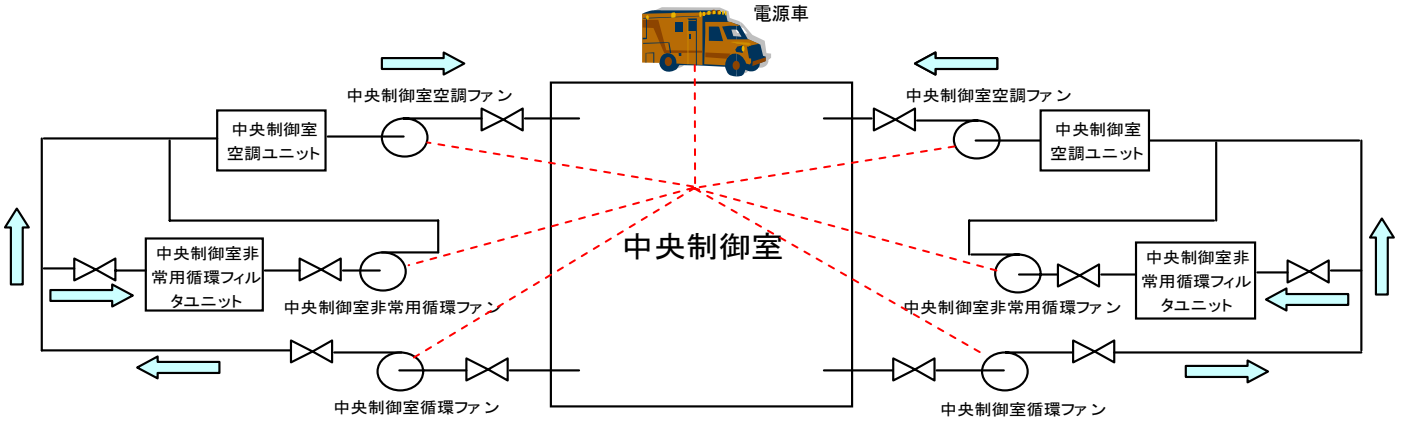
○そのため、電源車から中央制御室非常用循環ファン等へ給電することとし、運転手順書を整備した。
なお、現在配備した空冷式非常用発電装置からこれら設備へ給電できるよう運転手順書を整備している。

＜大飯発電所3／4号機の例＞

全交流電源喪失後の状態



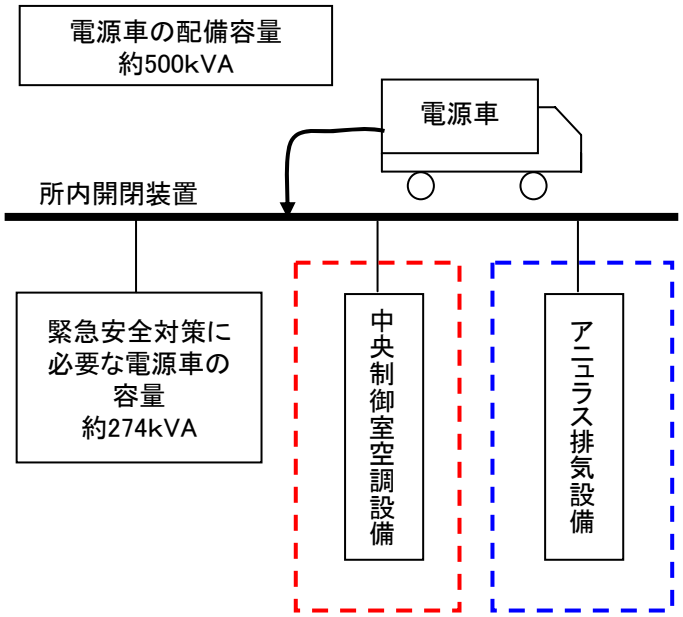
電源車からの給電を開始した状態



中央制御室の作業環境の確保（2／2）

○今回の追加対策により、既に緊急安全対策として配備した電源車から、中央制御室空調設備およびアニュラス排気設備に電源を供給するため、電源車の予備力でこれらの設備の運転が可能であることを確認した。なお、現在配備した空冷式非常用発電装置においてもこれら設備の運転が可能であることを確認している。

＜美浜1号機の例＞



：中央制御室の居住性維持のための設備

：水素爆発防止対策の強化ための設備

換気空調設備（中央制御室空調設備およびアニュラス排気設備）起動時の電源車必要容量

単位：kVA

プラント	緊急安全対策に必要な容量	アニュラス排気設備（大飯1,2はイグナイタ）	中央制御室空調設備	必要容量合計	配備容量	容量余裕
美浜1 ※1	約 274	約 2	約 29	約 305［ 349 ］	500	約 195［ 151 ］
美浜2 ※1	約 326	約 5	約 35	約 366［ 389 ］	400 ※7	約 34［ 11 ］
美浜3	約 325	約 18	約 106	約 449［ 508 ］	800 ※7	約 351［ 292 ］
高浜1	約 390	約 13	約 149	約 552［ 658 ］	750 ※7	約 198［ 92 ］
高浜2 ※2	約 390	約 13	1号側で電源供給	約 403［ 429 ］	500 ※7	約 97［ 71 ］
高浜3	約 258	約 44	約 60	約 362［ 396 ］	610	約 248［ 214 ］
高浜4 ※3	約 258	約 44	3号側で電源供給	約 302［ 357 ］	400	約 98［ 43 ］
大飯1 ※4	約 422	約 14	約 102	約 538［ 606 ］	610 ※7	約 72［ 4 ］
大飯2 ※4,5	約 422	約 14	1号側で電源供給	約 436［ 472 ］	500 ※7	約 64［ 28 ］
大飯3 ※6	約 255	約 22	約 39	約 316［ 402 ］	500	約 184［ 98 ］
大飯4 ※6	約 255	約 22	約 39	約 316［ 402 ］	500	約 184［ 98 ］

［ ］内は、最大の投入時容量

※1：美浜1,2号機用の中央制御室空調設備は、1,2号機のどちらか一方を運転するため、もう一方のユニットは中央制御室空調設備の容量分が、電源車の容量余裕となる。
※2：高浜1,2号機は、1号機用の電源車で1号機の中央制御室空調設備に給電。
※3：高浜3,4号機は、3号機用の電源車で3号機の中央制御室空調設備に給電。
※4：大飯1,2号機は、イグナイタが設置されているため、アニュラス排気設備への給電不要。
※5：大飯1,2号機は、1号機用の電源車で1号機の中央制御室空調設備に給電。
※6：大飯3,4号機用の中央制御室空調設備は、3,4号機のどちらか一方を運転するため、もう一方のユニットは中央制御室空調設備の容量分が、電源車の容量余裕となる。
※7：美浜2号機と3号機、高浜1号機と2号機、大飯1号機と2号機の必要容量に応じて、それぞれ配備容量を見直した。

津波高さの検討状況

ご意見　12：津波評価の検討状況ならびに防波堤他の高さ、強度評価は

○保安院の「緊急安全対策の実施状況の確認結果について」(5/6)に「15mほどの津波を念頭においた防潮堤」と謳われているため、**外海側には、平成14年評価値+9.5m※1の津波を念頭におき、防潮堤の高さを検討する。**(※1：福島第一原子力発電所では平成14年評価値5.5mを+9.5m上回る15mの津波が来襲)

対応

○既存防波堤のかさ上げ、防潮堤の設置
○安全上重要な設備の機能維持のため、扉や配管貫通部へのシール施工、水密扉への取替
○海水ポンプやタンク周りに防護壁を設置

電源の確保について

ご意見　13　：中長期的なバッテリー容量のあり方検討は

①NRCは、福島第一原子力発電所の事故を受けて追加検査を実施した。追加検査では、事業者のSBOへの対応能力も確認されたが、既存のルールに従って能力が維持されているかの確認が行われたものである。
なお、米国ではプラント毎にSBOの想定時間を設定し、その間、バッテリーや代替交流電源等によってSBOに耐える能力を有していることを示すことが要求されている。

②設計においては、2時間の容量を確保しているが、全交流電源喪失時においては、バッテリ負荷のうち、財産保護等の観点で電源供給している設備を切り離すことで、5時間以上の電源供給を確保。

蓄電池容量

	美浜発電所			高浜発電所				大飯発電所			
	1号機	2号機	3号機	1号機	2号機	3号機	4号機	1号機	2号機	3号機	4号機
蓄電池容量(Ah)	2400	3200	4400	4400	4400	2400	2400	5000	5000	2800	2800
5時間経過残(Ah)	320	367	1568	1013	992	545	606	1333	1642	96	96

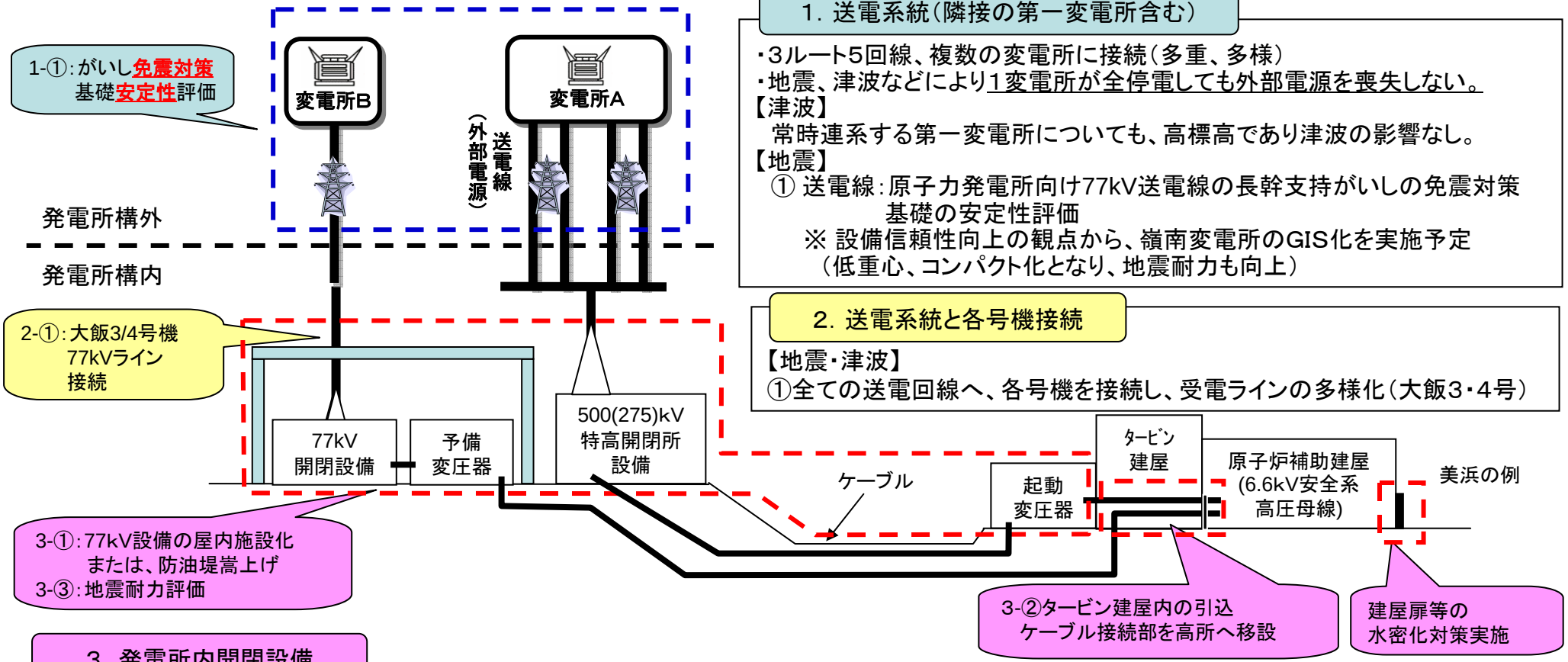
③今回、電源車、空冷式非常用発電装置による対応で5時間以内で電源供給確保ができること、今後、長期対策として恒設するディーゼル発電機を増設することで、さらなる所内電源の信頼性が確保される。

④加えて、外部電源の信頼性向上として送電線の強化や開閉所等の津波影響防止対策にも取組む。

今後、所内電源の強化、外部電源の強化などにより、さらなる信頼性向上に取組んでいくとともに、蓄電池の大容量化や既設バックアップ電源からの充電確保について、検討していく。

外部電源、発電所受電設備他の強化

ご意見　14：特高開閉所他の津波への抜本的対策の検討は



1．送電系統（隣接の第一変電所含む）

・3ルート5回線、複数の変電所に接続（多重、多様）
・地震、津波などにより1変電所が全停電しても外部電源を喪失しない。
【津波】
常時連系する第一変電所についても、高標高であり津波の影響なし。
【地震】
① 送電線：原子力発電所向け77kV送電線の長幹支持がいしの免震対策
基礎の安定性評価
※ 設備信頼性向上の観点から、嶺南変電所のGIS化を実施予定
（低重心、コンパクト化となり、地震耐力も向上）

2．送電系統と各号機接続

【地震・津波】
①全ての送電回線へ、各号機を接続し、受電ラインの多様化（大飯3・4号）

3．発電所内開閉設備

【津波】
① 77kV開閉設備と予備変圧器への冠水防護対策
77kV設備の屋内施設化（美浜）または防油堤嵩上げ（大飯）
② 安全系高圧母線までの引込ケーブル接続部を高所へ移設。
【地震】
③ 開閉設備などの地震耐力評価
※津波対策にあわせ、77kV開閉設備のGIS化
（低重心、コンパクト化となり、地震耐力も向上）

	美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所
H14土木学会＋9.5m	EL　11.1m	EL　10.8m	EL　11.4m
特高開閉所設備	EL　4.0m（屋内）	EL　15.0m（屋外）	EL　32.0m（屋外）
予備変圧器 降圧変圧器	EL　4.0m（屋外） －	EL　15.0m（屋外） EL　8.65m（屋外）	EL　9.8m（屋外） －
起動変圧器	EL　4.0m（屋外）	EL　4.0m（屋外）	EL　9.8m（屋外）

余震に対するタービン動補助給水ポンプの健全性について

ご意見　15：　タービン動補助給水ポンプの動的健全性は（余震下における継続運転）

（タービン動補助給水ポンプの動的機能維持評価方法）

以下の方法で「機能確認済加速度値」を設定し、評価対象ポンプ(運転に必要な関連設備を含む)の応答加速度が機能確認済加速度値以下であることを確認する。

＜機能確認済加速度値の設定＞

加振試験結果等を踏まえ、動的機能維持に係る評価項目（軸受面圧、ロータ変位、各部の応力など）を詳細に評価し、各評価項目の許容基準に対する余裕を考慮したうえで「機能確認済加速度値」を設定

（現状の知見）

○タービン動補助給水ポンプの 機能確認済加速度値　水平１．０G　鉛直１．０G

→ **各発電所タービン動補助給水ポンプは、Ss基準地震動に対し機能確認済加速度値を満足**。（右表参照）

○ ポンプ加振試験の回数

・供試体A：　S2（限界地震動：水平0．42G、鉛直0．21G）以上の加振回数　16回

・供試体B：　水平１．０G以上の加振回数　２０回

→ **繰り返し加振試験後でもポンプ機能は異常なく、健全性を維持**できた。

表．タービン動補助給水ポンプ
動的機能維持評価結果

		発生値*2	許容値
美浜	1号機	0.86G	1.0G
	2号機	0.85G	
	3号機	0.80G	
高浜	1号機	0.56G	
	2号機	0.56G	
	3,4号機	0.58G	
大飯	1,2号機	0.72G	
	3,4号機	0.77G	

*2：いずれも、許容値に対する裕度が小さい水平方向発生値を記載

（結論）

○ **余震に対してもタービン動補助給水ポンプの継続運転は可能**である。

○ 一方、地震･津波時における補助給水機能に多様性を持たせ、**さらに信頼性を向上する観点**から、電源車を配備し、**電動補助給水ポンプ*1も確保**する対応としている。

*1：電動補助給水ポンプについてもSs地震動に対し機能確認済加速度（水平1.4G、鉛直1.0G)以下であること確認済

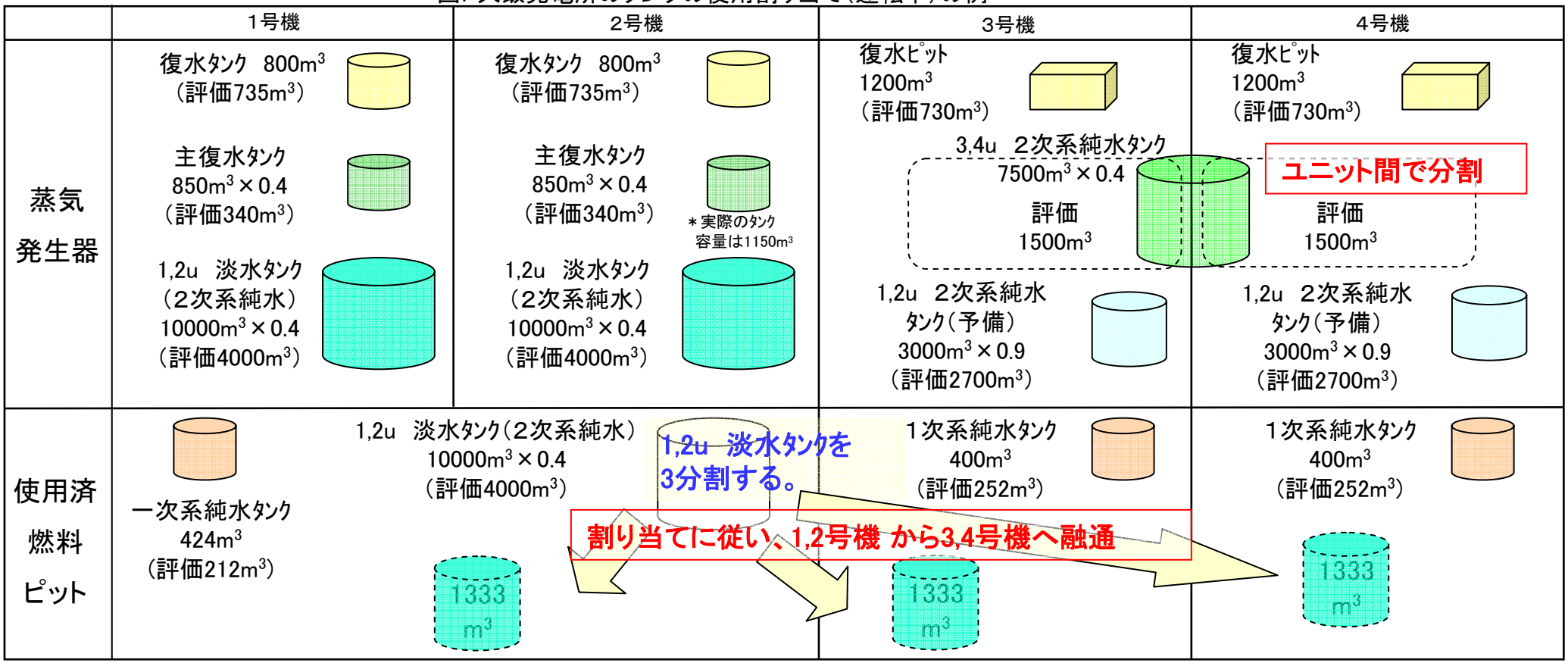
タンク水の融通について

ご意見　16：　タンク水の号機間融通については

〇水源割り当ての基本的な考え方

・全プラント共、炉心冷却（蒸気発生器への給水）と使用済燃料ピット冷却が同時発生するものと想定
・各ユニット共、継続時間がなるべく均等となるように必要な水量を割り当て
・設備の設置位置や作業性等を勘案し、合理的な範囲で水源を割り当て

図．大飯発電所のタンクの使用割り当て（運転中）の例



（　）内の評価に使用する保有水量：復水タンクは保安規定値を使用、その他のタンクは管理水位より保有水量を保守的に設定（40%水位）

蒸気発生器および使用済燃料ピットへの水補給に係る水源タンクならびに補給水量については、ユニット間の融通、蒸気発生器と使用済燃料ピット間の融通を勘案した配分としている

Cクラス配管の強化対策について

ご意見　17：　Cクラスタンク接続配管の健全性は

第3回検証委員会ご説明内容

- 使用するCクラスタンクについて、数十mmのすべり(相対変位)が発生する結果となった。
- すべり量(数十mm)は、既存の配管で対応可能と考えるが、更なる裕度向上を検討する。

福島第一原子力発電所事故を踏まえた追加対策

新潟県中越沖地震時の柏崎刈羽原子力発電所における被害状況から、Cクラス配管は相当の耐力を有しており、Ss地震力を考慮しても機能が維持できると考えられる。

○　中越沖地震では、地盤沈下等にともなう**相対変位が原因**で、消火水配管が**建屋接続部で損傷**したが、その他の配管については機能を維持した
※柏崎刈羽原子力発電所構内（5号機観測小屋）において1223galを記録）

○　Cクラスタンク用配管についてSs地震動による評価を行った結果、いずれも許容値以下となり、**機能が維持できることを確認**した。
- ・サポート支持の配管系については、設計支持間隔の定ピッチスパンモデルを用いた応力評価
- ・埋設配管については「高圧ガス導管耐震設計指針」の手法による地盤の相対変位影響の評価

○　ただし、**タンクのすべりや、建屋接続部などの相対変位**に対しては、信頼性向上の観点から**フレキシブル継手の適用拡大**を検討していく。

→　なお、タンク保有水の確保をより確実にするため、各タンクの出口に緊急遮断弁を設置する。

事象進展等にあわせた訓練の充実

ご意見　18：　事象進展に併せた訓練の充実および電源繋ぎ込み作業等の効率化は（ハザード、高線量下等の訓練）

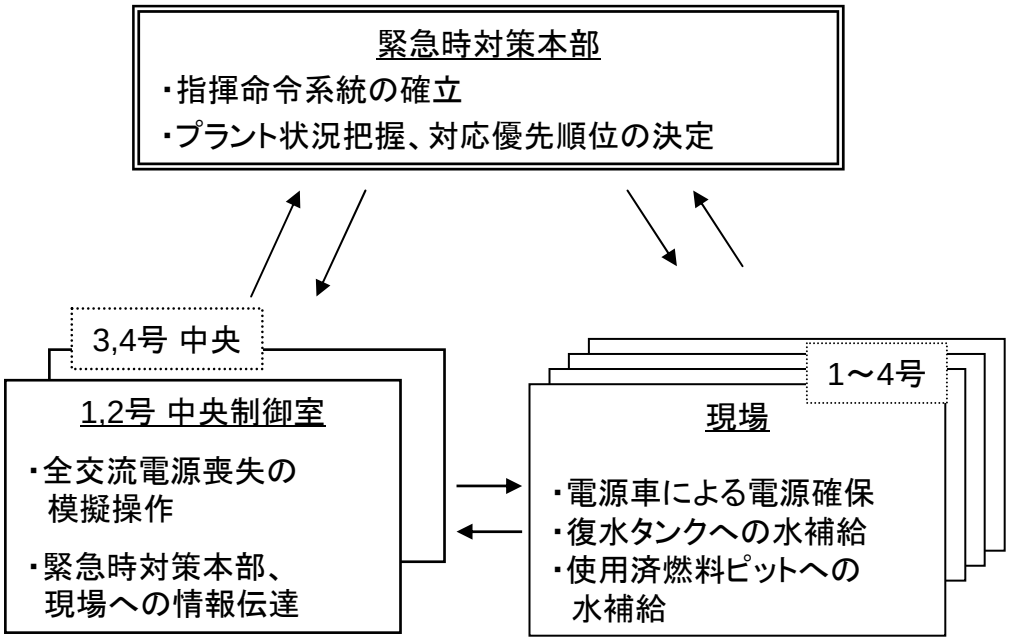
【発電所における訓練の充実】

○既に報告済みの訓練改善策

－連携訓練（指揮命令系統確立含む）
－複数ユニット同時対応訓練
－全交流電源喪失、一次冷却材配管の破断など
シビアアクシデントを想定した訓練
－夜間を想定した訓練
－効率的な電源つなぎこみのため端子盤の適用
（H23年9月に配備した空冷式非常用発電装置
導入にあわせコネクタ接続部を改善）

○今回追加する内容

－事象進展の考慮（時系列に従った訓練）
－瓦礫の考慮（ホイルローダの使用）
－訓練内での情報連絡における、衛星電話、トランシーバー、中央制御室との専用線等の活用
・衛星電話14台、トランシーバー60台配備済（H23.4）
・中制室～現地間　専用線敷設
携行型通話装置　各発電所に　20台配備(H23.6)
－電源喪失を前提にした、現場操作の考慮
（弁などを、手動で操作することを模擬）



訓練実施に向けた予定
・訓練シナリオの検討：　～H23年中
（津波による全交流電源喪失を想定し、避難訓練を含め発電所全体で訓練を実施。また、事業本部、本店との連携も含めた総合的な訓練とする。）
・訓練実施時期（予定）：H23年度中

中長期対策として、LOCA起因のシビアアクシデント等、長期化・深刻化を想定した訓練の実施を検討

水素爆発防止対策

（16再掲）

ご意見　19：　水素爆発への対応は

日本のPWRプラントにおけるシビアアクシデント時の水素対策

大型ドライ格納容器を有するPWRプラント	アイスコンデンサ型格納容器を有するPWRプラント
格納容器内の水素濃度は爆発領域に至らないと評価	大規模炉心溶融時に爆発領域に入る前に水素を燃焼させる対策としてイグナイタを設置済

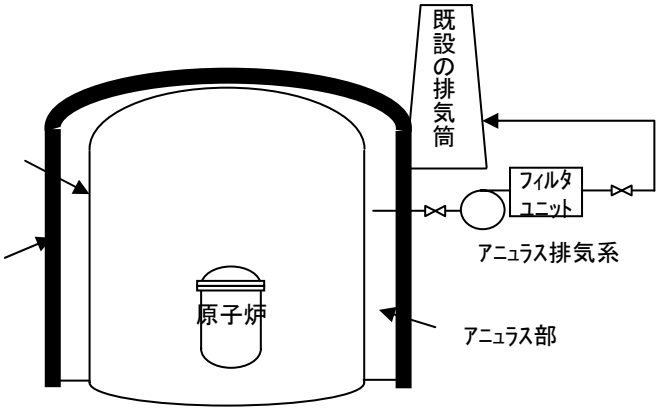
格納容器内での水素爆発による格納容器破損の可能性は低い

格納容器外での水素の多量の滞留を防止するために以下の対策を実施

【短期対策】

大型ドライ型格納容器のPWRプラントに対し、格納容器からアニュラスに漏えいしてきた水素を外部に放出するため、アニュラス排気設備を運転する手順書を整備した。（大飯1／2号機以外）

アニュラス排気設備の運転に必要な電源は配備済みの電源車の予備力で確保可能



アイスコンデンサ型格納容器のPWRプラントに対し、電源車からの給電によるイグナイタを運転する手順書を整備した。(大飯1/2号機)

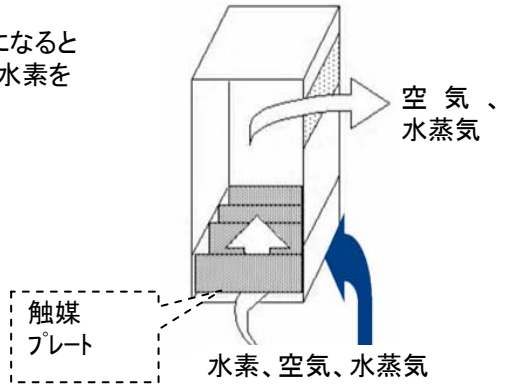
イグナイタの電源(1系列：約14kVA)は配備済みの電源車の予備力で確保可能

【中長期対策】

大型ドライ型格納容器のPWRプラントに対し、格納容器内に静的触媒式水素再結合装置を設置することにより、水素濃度を低減する。（大飯1／2号機以外）

静的触媒式水素再結合装置

【特徴】
・電源を必要としない
・水素濃度が一定値以上になると自動的に反応が始まり、水素を低減させることができる。



災害用ロボットの活用検討について

ご意見　20：　ロボットの導入検討は

○現在の確認状況：現時点で活用可能性のあるロボットについて確認した

●国内：JCO事故を受けて高放射線量下で情報収集等を行うロボットを開発

JAEAが改造
JAEA－1号

建屋内
粉じん除去

福島に投入

原安委「原子力の重点安全研究計画」（H17～H26）を受け、原安技センターが開発中

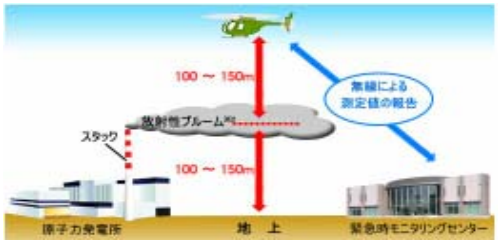
モニタリングロボット（愛称：モニロボ）

放射線測定
表面温度測定
ダスト捕集

原子力防災訓練で使用

航空機サーベイシステム

放射線測定



原子力防災訓練で使用

●海外：主に軍事用としてロボットを開発、実用化

米国ハニーウエル社　T-Hawk

上空からの
監視業務

福島で活動

現場撮影
放射線測定
扉開閉等軽作業

米国アイロボット社　パックボット

福島で活動

屋内線量率
測定

米国クネティック社 Talon

福島に投入

今後の計画

・災害用ロボットの開発・活用状況等について、情報収集に努める。
・情報収集を踏まえて、高放射線量下における情報収集ロボット、遠隔操作ロボット、除染ロボット等の災害用ロボットの開発、運用について、集中管理体制の整備など含め、検討を進める。
（電気事業連合会で検討中であり、これと調整しながら検討を進める）

汚染水の処理方法について

ご意見　21：　多量の汚染水発生時の処理方法は

〇現状把握

➢PWRでは、放射能を含む1次冷却材は2次系と物理的に分離

➢津波による全交流電源喪失時でも、今回整備した対策により、原子炉および使用済燃料を冷却し、放射性物質の放出を防止することが可能である

➢しかしながら、委員ご指摘のとおり、仮に何らかの経路から1次冷却材や使用済燃料ピットの汚染水が、2次系に放出された場合の対応策について検討しておくことが重要である。

〇汚染水発生時の対応方針

➢一義的には、今回の福島第一の事故と同様、一旦はタービンサンプや復水器等に汚染水を貯蔵し、その後、1次系のタンクや外部のタンクなどへ移送し、発電所外へ放射性物質を放出させない手立てを行うこととなる。

〇今後の方向性

➢現在、福島第一発電所において、建屋外への水の移送や廃液処理装置の設置などが検討・実施されており、この状況をよく分析し、必要な施策を検討していく。

➢本件は、検討の幅を広げることや、情報・知見を確実に入手するため、電力大での取り組みが有効と考えられ、今後、有効な施策の検討や設備の保有の仕方などを検討する。

今後、電力大の課題として、福島第一での進展状況・知見を踏まえて、必要な施策を検討していく。

ま と め

- 安全性向上対策については、緊急対策を完了し福島第一原子力発電所と同様の事象が発生しても、原子炉や使用済燃料ピット内の燃料を安全に冷却できることを確認しております。
- 委員の先生からいただいたご指摘については、安全確保の観点から有効であると判断し、追加の対策として盛り込んでおります。
- 更なる安全性の向上、多様性確保の観点から、応急対策、追加対策及びシビアアクシデント対策については、今後も引き続き計画的かつ確実に実施してまいります。
- 継続的に福島第一原子力発電所事故等の情報収集、分析、評価を実施し、また津波評価に関する最新知見について取り入れ、必要な対策を的確に講じてまいります。