福島第一原子力発電所事故を教訓とした
県内原子力発電所の安全性向上対策について
（大飯３、４号機の安全性について）

平成２４年６月
福井県原子力安全専門委員会

目次

はじめに … 1

第１章　福島第一原子力発電所事故等の状況 … 3

１－１　国等の事故調査の状況 … 3
１－２　国等の調査によって明らかとなった事故原因 … 5

第２章　福島第一原子力発電所事故を踏まえた国の対応状況 … 9

２－１　国がこれまでに実施してきた安全対策 … 9
２－２　原子力発電所の再起動に当たっての安全性についての国の判断基準 … 11

第３章　関西電力が実施している大飯３、４号機の安全性向上対策とその確認結果 … 14

３－１　大飯３、４号機の安全性向上対策の実施計画 … 14
３－２　本委員会における安全性向上対策の確認の方式 … 20
３－３　本委員会の確認結果 … 21
（１）電源確保対策 … 21
（２）地震対策 … 24
（３）津波対策 … 25
（４）炉心冷却機能の確保対策 … 28
（５）使用済燃料ピット冷却機能の確保対策 … 30
（６）その他のシビアアクシデント対策 … 32
（７）初動人員体制の強化 … 34
（８）指揮命令系統の明確化 … 35
（９）シビアアクシデント対応能力の向上 … 36
(10) 情報通信網等の強化 … 38
(11) 災害対応資機材等の充実 … 39
３－４　中期の安全性向上対策の代替措置等の確認 … 41
（１）免震事務棟の設置 … 41
（２）フィルタ付格納容器ベント設備の設置 … 42
（３）防波堤等の設置 … 43
（４）その他 … 43
３－５　県が独自に指示した安全対策 … 45
（１）設備面の安全向上対策の実施 … 45
（２）組織人員体制の充実 … 46
（３）途絶えさせない情報通信網の確立 … 47
（４）歴史的視点からの津波痕跡調査の実施 … 48

第４章　本委員会の審議と総合的な見解　…　49

４－１　国が示した判断基準に対する本委員会の見解　…　49
４－２　大飯３、４号機の安全性向上対策に対する本委員会の見解　…　52
４－３　本委員会の今後の対応　…　53

第５章　今後の安全確保に向けて国等に対応を求める事項　…　54

添付資料

添付１　福井県原子力安全専門委員会委員名簿
（安全対策検証委員会委員名簿含む）

添付２　福島第一原発事故に関する原子力安全専門委員会の審議実績

添付３　福島第一原発事故に関する福井県の対応状況

添付４－１　設備対応面での安全性向上対策の主な対策の実施状況
［関西電力］

添付４－２　組織人員体制面での安全性向上対策の主な対策の実施状況
［関西電力］

はじめに

平成 23 年３月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9.0）と津波により、東京電力福島第一原子力発電所において、原子炉が冷却できず炉心燃料が溶融する過酷事故が発生した。福井県には全国最多の 14 基の原発があり、事故発生時には９基の原子炉が運転中であった。

本委員会は、福島のような事故は福井では起こさせないよう原発の安全性を高めることが何よりも重要と考え、これまで１年余りの間に、検証委員会を含めて 18 回にわたり保安院および事業者等から聴取や現地調査を繰り返し、事業者の安全対策を審議・検証してきた。

本委員会は、事故直後の平成 23 年３月 14 日、敦賀および美浜発電所の現地調査を行い、冷却機能等の状況を確認した。３月 25 日には、歴史資料やボーリング調査により若狭湾における津波の痕跡調査を行う必要があることを事業者に指摘した。

平成 23 年４月１日には、迅速に事業者の安全対策を検証するため、特別に「安全対策検証委員会」を設置し、平成 23 年 11 月までに５回にわたり、電源車の配備などの緊急安全対策や、緊急時対応の人員体制などの初動体制の充実・強化策について確認・検証を行った。

一方、国は、専門家の意見聴取会により策定した 30 項目の対策など、これまでの議論を整理して、平成 24 年４月６日に「原子力発電所に関する四大臣会合」において「再起動の安全性に関する判断基準」を決定し、４月 13 日、大飯原子力発電所３、４号機の安全性は確保されていることを確認した。

本委員会は、平成 24 年４月 14 日に枝野経済産業大臣が福井県に判断基準の報告を行って以降、この判断基準で示された対策が、福島第一原発事故と同様の事故の進展を防ぐものとなっているかの検証を行った。また、関西電力大飯原子力発電所３、４号機について、判断基準に照らして対策が十分実施されているかを検証した。

福島第一原子力発電所の事故を踏まえた本委員会の役割は、工学的な論点を中心に原子力発電所の安全性を確認することであり、特に留意した点は以下のとおりである。

・安全対策を国に先駆けて提言し、また立地の立場から初動対応の強化を追加して求め、国の安全基準に反映させている。
・独自の視点から設備の安全点検や津波の歴史的調査等を事業者に指示した。
・安全対策の実施状況について、自らが発電所現地において確認した。

本報告書は、福島第一原発事故以降に事業者が進めてきた安全対策の実施状況と国が示した判断基準、大飯原発３、４号機の安全性について、本委員会の見解をまとめたものである。

なお、本委員会の審議は、政府の事故調査・検証委員会、保安院の意見聴取会等の調査結果を議論の前提としている。

今後の検証に基づき異なる事実認定や見解が明らかになり、政府調査等の信頼性が揺らぐようなことがあれば、本委員会として改めて審議することを付言しておく。

第１章　福島第一原子力発電所事故等の状況

本委員会は、（１）福島第一原発事故の事実関係および事故原因、（２）国の安全対策の実施状況、（３）国が策定した再稼働に当たっての判断基準、（４）関西電力の安全対策の実施状況を審議の対象としている。

本章は、福島第一原発事故に関する調査状況、調査により明らかとなった事実関係および事故原因を整理したものである。

１－１　国等の事故調査の状況

政府の原子力災害対策本部では、福島第一原発事故の収束に全力を挙げるとともに、事故の正確な情報や得られる教訓を汲み取り、国際原子力機関（ＩＡＥＡ）の閣僚会議に報告するため、平成 23 年６月、得られた事実関係をもとに事故の評価と、今後取り組むべき安全対策の教訓等を取りまとめた。

政府が設置した「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」では、発電所内での事故対処の経緯等について関係者からの聴取を行うなど詳細に調査・検証を行っており、平成 23 年 12 月には、中間報告を取りまとめた。この他、民間においても独自に調査、検証が行われている。

① 現在までに公表された政府や民間等による事故調査報告書は表１－１のとおりである。

表１－１　福島第一原子力発電所事故に係る調査報告書

調査主体	報告書名	公表日
政府原子力災害対策本部	原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書 ― 東京電力福島原子力発電所の事故について ―	平成 23 年６月７日 （平成 23 年９月 11 日 第２報）
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 ［政府事故調査委員会］ （畑村洋太郎委員長他 11 名）	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会中間報告	平成 23 年 12 月 26 日 中間報告
福島第一原子力発電所事故調査検討会 （日本原子力技術協会、電力、メーカ等の専門家 15 名）	東京電力（株）福島第一原子力発電所の事故の検討と対策の提言	平成 23 年 10 月 27 日
Team H_2O プロジェクト （大前研一　他）	福島第一原子力発電所事故から何を学ぶか	平成 23 年 12 月 21 日
福島原発事故独立検証委員会 ［民間事故調査委員会］ （北澤宏一委員長他５名）	福島原発事故独立検証委員会報告書	平成 24 年２月 28 日

② また、保安院は、平成 23 年９月から、地震や津波、高経年化の事故への影響等を技術的観点から検証するため、原子炉工学や地震工学など様々な分野の専門家で構成する４つの意見聴取会を設置し、福島第一原発事故の事実解明や原因究明、技術的課題の検討を行い、平成 24 年２月、中間取りまとめを公表した。これら意見聴取会の検討内容等は表１－２のとおりである。

表１－２　保安院が設置した意見聴取会

意見聴取会名 （設置日）	検　討　内　容	委員数 （開催回数：平成 24 年５月末まで）
技術的知見に関する 意見聴取会 （平成 23 年 10 月 24 日）	事故の発生及び事象進展について現時点までに判明している事実を分析し、それらを基に技術的課題を整理	８名 （9 回）
地震・津波に関する 意見聴取会 （平成 23 年９月 30 日）	福島第一・第二原子力発電所、女川及び東海第二原子力発電所で観測された地震動や津波を評価し、耐震安全性の知見を検討	24 名 （26 回） （地震動、活断層、津波関係も含む）
建築物・構造に関する 意見聴取会 （平成 23 年９月 29 日）	福島第一・第二原子力発電所、女川及び東海第二原子力発電所の建屋や機器への影響等を検討	15 名 （9 回）
高経年化技術評価に関する 意見聴取会 （平成 23 年 11 月 29 日）	福島第一原発事故における経年劣化事象の影響の有無を検討	12 名 （15 回）

③ 上記の他、国会においても東京電力福島原子力発電所事故調査委員会（黒川清委員長他９名）を平成 23 年 12 月に設置し、政府と事業者の情報共有や指揮命令系統の状況について検証を行っている。現時点において、調査結果は公表されていないが、責任ある指揮命令系統の確立等の課題については、当面の間は、福井県が国に提言している特別な監視体制により、国において対応がなされるべきである。本委員会としては、今後、事故調査委員会の報告書がまとめられた段階で、改めて審議することとしたい。

１－２　国等の調査によって明らかとなった事故原因

福島第一原子力発電所１、２、３号機については、現時点において、格納容器内などの現場確認ができていない状況であるが、政府の事故調査報告書等によると、事故原因は次のとおりとされている。

（地震発生から津波到来までの状況）

地震の揺れにより、送電鉄塔や開閉所等の電気設備が損壊し、長期間にわたり外部電源が喪失した。さらに地震による主要機器への影響については、津波到来までのプラントデータの確認や、観測された実際の地震動による応力評価、現場調査の結果等から以下の知見が示された。

プラントデータによる評価

- 津波到来までの間に記録していた各号機の原子炉圧力や水位等の挙動を分析すると、原子炉を冷却するために必要な安全機能は確保されており、機能が損なわれていたことを示唆するプラント挙動は得られていない

地震動による応力評価

- 観測された地震動を用いて機器に作用した応力を評価した結果、原子炉圧力容器や原子炉格納容器、主蒸気系配管など安全上重要な７施設では健全性評価基準値以下であった
- 運転開始後 60 年までの機器の経年劣化を考慮し強度評価した結果等をみても、経年劣化が事故の発生・拡大の要因になったとは考え難い

地震動による応力評価と現場での確認

- 水素爆発や放射能汚染等の影響がなく現場を確認できる状態の５号機で、健全性評価基準値を上回った地震動を受けたとされる原子炉隔離時冷却系配管等の支持構造物の調査を行った結果、安全機能を損なうような損傷がないことを確認した

なお、津波が到来する前に、原子炉圧力容器・格納容器・重要な配管類の一部が、地震動により破壊されたのではないかとの指摘があることに対して、政府等の事故調査報告書や意見聴取会は、そのような事実は確認できていないとしている。

（津波到来後の状況）

津波到来後の事故進展については、以下の知見が示された。

- 津波の到来により、海側に設置されていたポンプ類がすべて機能を喪失した

- 建屋への浸水により、地下階にあった非常用ディーゼル発電機、非常用蓄電池（直流電源）、１階および地下階にあった配電盤等が同時に水没・被水し、冷却に必要な機器や弁等が作動せず「冷やす機能」の多くが喪失した
- 非常用蓄電池の機能が喪失したことにより、中央制御室の監視計器の機能も喪失し、プラント状況の監視ができなかった
- １号機は、非常用復水器が直流電源喪失等のため十分機能せず、早期に原子炉の水位が維持できない状況となった
- ２号機、３号機は、原子炉隔離時冷却系または高圧注入系が作動し水位が維持されていたが、直流電源の枯渇および制御用空気圧力の低下による弁の開操作不能等により機能喪失に至るとともに、原子炉の減圧ができず、消防ポンプによる代替注水にスムーズに移行できなかった
- その結果、１号機、２号機、３号機いずれの原子炉も、時間差はあるものの原子炉の水位の低下により炉心が露出し、炉心損傷・溶融に至った
- 炉心が露出した際、過熱された燃料被覆管のジルコニウムと水が反応し、大量の水素が発生し、それが原子炉圧力容器から原子炉格納容器を経て原子炉建屋内に漏えいし、同建屋内上部で爆発するに至った
- 燃料棒内に閉じ込められていた放射性物質が建屋内から周辺環境に大量に放出された

福島第一原子力発電所１～４号機の被災状況は表１－３のとおりである。

表１－３　福島第一原子力発電所における被災状況

		１号機	２号機	３号機	４号機
被災前の運転状況		運転中	運転中	運転中	定検中
観測された地震動		全ての周期帯で基準地震動を下回った	一部の周期帯で基準地震動を上回った	一部の周期帯で基準地震動を上回った	全ての周期帯で基準地震動を下回った
津波の遡上高さ（主要建屋敷地高さ）		11.5～15.5m（10m）			
施設への影響	外部電源	全て喪失した（全５回線）			
	非常用電源（非常用ディーゼル発電機）	起動したが、津波により使用不能になった			
	海水ポンプ	津波で機能が喪失した			
	直流電源	津波で機能が喪失した	津波で機能が喪失した	影響はなかったが、最終的にバッテリーが枯渇した	津波で機能が喪失した
	炉心冷却機能	非常用復水器が直流電源喪失等により十分機能せず、原子炉水位を維持できなくなり、炉心損傷に至った	原子炉隔離時冷却系が電源喪失等により制御不能になるとともに、代替注水に移行できず、炉心損傷に至った	原子炉隔離時冷却系と高圧注水系が直流電源枯渇等により機能喪失するとともに、代替注水に移行できず、炉心損傷に至った	（定検中で炉心に燃料はなかった）
	水素爆発	原子炉建屋で水素爆発	－	原子炉建屋で水素爆発	３号機で発生した水素が流入し、原子炉建屋で水素爆発

今回の地震・津波では、東京電力福島第一原子力発電所（６基）以外にも、福島第二原子力発電所（４基)、東北電力東通原子力発電所（１基)、女川原子力発電所（３基)、日本原子力発電東海第二発電所（１基）の合計 15 基（いずれも沸騰水型原子炉）が影響を受けた。

15 基のうち、地震発生時に運転中であったのは 11 基で、その全てが地震発生直後に自動停止した。

福島第二原子力発電所、女川原子力発電所および東海第二発電所では、想定を超える津波が来襲したものの、外部電源または非常用電源が確保され、海水

ポンプの機能も確保されたことから、原子炉は冷温停止状態となり、過酷事故に進展しなかった。

福島第一原子力発電所以外の主なプラントの状況は表１－４のとおりである。

表１－４　福島第一原子力発電所以外の主なプラントの状況

		福島第二原子力発電所 １号機	女川原子力発電所 １号機	東海第二発電所
観測された地震動		一部の周期帯で基準地震動を上回った	一部の周期帯で基準地震動を上回った	すべての周期帯で基準地震動を下回った
津波の遡上高さ （主要建屋の高さ）		最大約 18.7m （12m）	最大約 13.8m （13.8m）	最大約 5.3m （8m）
施設への影響	外部電源	１回線が確保（全４回線）された	１回線が確保（全５回線）されたが、起動変圧器が停止し外部電源は喪失した	全て喪失した （全３回線）
	非常用電源 （非常用ディーゼル発電機（DG））	全３台起動したが、津波により使用不能になった	全２台起動	全３台起動したが、DG 用海水ポンプ１台が津波で使用不能となり、２台運転となった
	海水ポンプ	津波で機能が喪失した	影響なし	上記 DG 用１台以外には影響はなかった
運転停止後の 原子炉の状況		仮設分電盤・ケーブル、高圧電源車等で電源を復旧、海水ポンプのモータを緊急に取替え、３月 14 日夕方、冷温停止状態となった	非常用電源が確保され、３月 12 日未明、冷温停止状態となった	非常用電源が確保され、３月 15 日未明、冷温停止状態となった

第２章　福島第一原子力発電所事故を踏まえた国の対応状況

本章は、前章の事実関係や事故原因に基づき、国がこれまでに実施してきた安全対策の状況、国が策定した再稼働に当たっての判断基準の内容について記載するものである。

国の安全対策および判断基準に関する本委員会の見解は、第４章において明らかにしている。

２－１　国がこれまでに実施してきた安全対策

福島第一原発事故発生以降、これまで国が実施してきた安全対策の種類およびその内容は以下のとおりである。

（緊急安全対策の実施）

国は、平成 23 年３月 30 日、福島第一原子力発電所が津波の影響により全ての電源を喪失し、冷却機能が失われたことを踏まえ、今回のような巨大地震に付随した極めて大きな津波に見まわれても、原子炉や使用済燃料の冷却を継続的に行い、炉心や使用済燃料が損傷することを防止するため、電源車、消防ポンプ・ホースの配備、建屋の扉等の浸水対策（シール施工）などの緊急安全対策を各事業者に指示した。

その後、国は全国の原子力発電所への立入検査等を行い対策の実施状況を確認し、平成 23 年５月６日、原子炉や使用済燃料の損傷を防止できる対策が適切に措置されているとして、上記の対策を盛り込んだ事業者の保安規定を認可（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第３７条第１項※1）した。このことについて、国は、５月９日に原子力安全委員会に報告した。

（シビアアクシデント対策の実施）

平成 23 年６月７日、「原子力安全に関するＩＡＥＡ閣僚会議に対する日本国政府の報告書」が公表された。国は、万一、炉心損傷等の過酷事故が生じた際に迅速に対応するための通信手段の確保や、がれき撤去用重機の配備、高放射線対応防護服等の整備、水素爆発防止対策などのシビアアクシデント対策を各事業者に指示し、６月 18 日、事業者の対応状況を立入検査などで確認した。このことについて、国は、６月 23 日に原子力安全委員会に報告した。

（ストレステストの実施）

平成 23 年７月６日、原子力安全委員会は、原子力委員会及び原子力安全委員会設置法第 25 条※2の規定に基づき、経済産業大臣に対し、既設の発電用原子炉施設について、設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して、総合的に評価を行うことを要請した。これを受けて国は、平成 23 年７月 11 日、全

国の原子力発電所について、設計上の想定を超える事象に対して、どの程度の安全裕度を有するかを評価するため、欧州諸国で導入されているストレステストを参考に、原子力発電所の安全性に関する総合的評価（以下「ストレステスト※3」という）を実施することを決定、7月 22 日、各事業者に対して評価の実施と結果の報告を求めた。国は、その一次評価の結果をもとに、定期検査で停止中の原子力発電所の運転再開の可否を判断することとした。

※1 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
第３７条１項
原子炉設置者は、主務省令で定めるところにより、保安規定（原子炉の運転に関する保安教育についての規定を含む。）を定め、原子炉の運転開始前に、主務大臣の認可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

※2 原子力委員会及び原子力安全委員会設置法
第２５条
原子力委員会又は原子力安全委員会は、その所掌事務を行うため必要があると認めるときは、関係行政機関の長に対し、報告を求めることができるほか、資料の提出、意見の開陳、説明その他必要な協力を求めることができる。

※3 ストレステスト
保安院は、ストレステストの二次評価では、プラントの安全裕度（実耐力）を評価するとともに、地震・津波以外の自然現象や炉心損傷後の事故進展を対象とした評価も行うことを検討している。

２－２　原子力発電所の再起動に当たっての安全性についての国の判断基準

国は、福島第一原発事故の技術的な課題について、専門家による検証も含め、１年以上にわたる議論を積み重ねた結果を整理し、４月６日の四大臣会合において、特に、再起動に当たっての基準を決定した。

これらの判断基準は、ダブルチェック機関である原子力安全委員会に対して必要な報告が行われ、助言や評価がなされている。その内容は以下のとおり。

基準（１）

福島第一原発事故では、地震や津波による電気設備の故障等により外部電源が全て受電できない状態となり、さらに津波による浸水という共通要因によって「冷やす」機能に関係する安全設備を作動させるための電気設備や海水ポンプが機能喪失したことが致命的であった。このことから、基準（１）では、「地震・津波による全電源喪失という事象の進展を防止するための以下の安全対策が既に講じられていること。」として、所内電源設備対策や、冷却・注水設備対策などの 16 項目の安全対策を示した。

表２－１　基準（１）で示された 16 項目の安全対策

① 所内電源設備 対策の実施	1)電源車やケーブル等の配備及び地震・津波の影響を受けない場所への保管
	2)直流電源の浸水対策
	3)電源車による給電実施手順の確立と訓練の実施
② 冷却・注水設備 対策の実施	4)確実な冷却・注水のための最終ヒートシンクの多様性確保
	5)冷却・注水機能維持に使用される機器の浸水対策
	6)給水実施手順の確立と訓練の実施
	7)給水のための消防車・ポンプ車等の確保及び地震・津波の影響を受けない場所への保管
	8)消防車・ポンプ車等の燃料を外部から調達可能な仕組みの構築
③ 格納容器破損 対策の実施	9)低圧代替注水の手順・体制の明確化と訓練の実施
	10)ベント実施の手順・体制の構築と訓練の実施（ＢＷＲのみ）
	11)ベント弁等の駆動源の代替手段の確保（ＢＷＲのみ）
④ 管理・計装設備 対策の実施	12)中央制御室の非常用換気空調系設備（再循環系）を運転可能とする
	13)発電所構内の通信手段の確保
	14)計装設備を使用可能とする
	15)高線量対応防護服、個人線量計等の資機材確保と放射線管理要員を拡充できる体制の整備
	16)がれきを迅速に撤去できるホイールローダ等の重機の配備

この基準（１）の 16 項目については、福井県が、平成 23 年４月２日に各事業者に対し策定を要請し、４月８日に提出された安全対策に係る実行計画書の中にすべて含まれている。

基準（２）

基準（２）は、地震・津波による全交流電源喪失という事象の進展を防止するための基準（１）の対策が既に講じられたプラントについて「国が『東京電力福島第一原子力発電所を襲ったような地震・津波が来襲しても、炉心及び使用済燃料ピットまたは使用済燃料プールの冷却を継続し、同原発事故のような燃料損傷には至らないこと』を確認していること。」としている。

福島第一原発事故では、地震や高経年化により安全上重要な設備・機器等が機能を失うような影響を受けていないと推定されること、地震動は敷地周辺の活断層、過去に起きた地震の規模や敷地との距離などの条件を踏まえて想定されるべきであることから、各原子力発電所の最新の基準地震動を用いることが適当であり、複数の活断層の連動可能性等も考慮して保守的に評価した場合の地震動の下でも、燃料損傷に至らないと判断されることが必要としている。

また、津波については、福島第一原子力発電所の想定津波高さが 5.5m であったところ最大遡上高さ 15m の津波に襲われたことを踏まえ、県内の原子力発電所においては、想定津波高さより 9.5m以上高い津波に耐えられることを求めている。

本委員会は、平成 24 年４月 16 日、基準（２）について、具体的な確認手段としてストレステスト（一次評価）を用いた評価結果について国から説明を受けた。具体的には、大飯発電所３，４号機は、地震については基準地震動（700 ガル）の 1.80 倍（1,260 ガル）まで耐えられる、また、津波については想定津波高さ1.9m を9.5m 上回る11.4m の津波までは燃料損傷に至らないとの結論であった。

基準（３）

基準（３）は、保安院の意見聴取会および政府の事故調査・検証委員会における事象の分析や知見を踏まえ、「下記の事項について、基準（１）で実施済みであるか否かにかかわらず、更なる安全性・信頼性向上のための対策の着実な実施計画が事業者により明らかにされていること。さらに、今後、新規制庁が打ち出す規制への迅速な対応に加え、事業者自らが安全確保のために必要な措置を見いだし、これを不断に実施していくという事業姿勢が明確化されていること。」として、以下の対策を示している。

① 原子力安全・保安院がストレステスト（一次評価）の審査において一層の取組を求めた事項

② 原子力安全・保安院が、福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会での議論を踏まえてとりまとめた「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」で示した 30 の安全対策
（表２－２）

表２－２　技術的知見に関する意見聴取会で示された 30 の安全対策

外部電源対策	対策１	外部電源系統の信頼性向上
	対策２	変電所設備の耐震性向上
	対策３	開閉所設備の耐震性向上
	対策４	外部電源設備の迅速な復旧
所内電気設備対策	対策５	所内電気設備の位置的な分散
	対策６	浸水対策の強化
	対策７	非常用交流電源の多重性と多様性の強化
	対策８	非常用直流電源の強化
	対策９	個別専用電源の設置
	対策 10	外部からの給電の容易化
	対策 11	電気設備関係予備品の備蓄
冷却・注水設備対策	対策 12	事故時の判断能力の向上
	対策 13	冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散
	対策 14	事故後の最終ヒートシンクの強化
	対策 15	隔離弁・SRV の動作確実性の向上
	対策 16	代替注水機能の強化
	対策 17	使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上
格納容器破損 ・水素爆発対策	対策 18	格納容器の除熱機能の多様化
	対策 19	格納容器トップヘッドフランジの過温破損防止対策
	対策 20	低圧代替注入への確実な移行
	対策 21	ベントの確実性・操作性の向上
	対策 22	ベントによる外部環境への影響の低減
	対策 23	ベント配管の独立性確保
	対策 24	水素爆発の防止（濃度管理及び適切な放出）
管理・計装設備対策	対策 25	事故時の指揮所の確保・整備
	対策 26	事故時の通信機能確保
	対策 27	事故時における計装設備の信頼性確保
	対策 28	プラント状態の監視機能の強化
	対策 29	事故時モニタリング機能の強化
	対策 30	非常事態への対応体制の構築・訓練の実施

※下線部は主に BWR が対象

第３章　関西電力が実施している大飯３、４号機の安全性向上対策とその確認結果

本章は、関西電力（以下「事業者」という。）が、前章で記載した国の判断基準に基づき実施した対策、事業者自らが実施した対策、さらには本委員会の提言に基づき実施した対策について、その内容と確認結果を示すものである。

これらの安全性向上対策に関する本委員会の見解は、第４章において明らかにしている。

３－１　大飯３、４号機の安全性向上対策の実施計画

国は、再稼働にあたっての判断基準に基づき、平成 24 年４月６日事業者に対し、30 項目の安全対策の実施計画を示すよう指示し、事業者は、４月９日、大飯３、４号機の安全性向上対策の実施計画をとりまとめ保安院に報告した。

その実施計画の内容を表３－１および表３－２に示す。

表３－１　原子力安全・保安院がストレステスト（一次評価）の審査において一層の取組を求めた事項と大飯３、４号機の実施計画

項目	大飯３、４号機の実施計画	
	実施済み	中長期対策
取組１） 要員召集体制の構築および強化	①常駐要員の強化 ②協力会社支援体制の構築 ③対策本部要員のより確実な召集	―
取組２） 免震事務棟の前倒し設置およびより確実な代替措置の構築	②指揮所の代替措置・訓練	①免震事務棟の設置
取組３） 空冷式非常用発電装置の分散配置	②分散配置 （付属ケーブルの恒設化設計中。平成 24 年 10 月完了予定）	①落石防護柵の設置
取組４） ３号機浸水口の津波による漂流物防護策の強化	―	①浸水口手前に車両等の漂着物進入防止のための鋼製門扉の設置 ②浸水口である防潮扉の水密扉への取替
取組５） 陀羅山トンネル内の未使用配管の撤去	―	①陀羅山トンネル内における耐震クラスの低い未使用配管の撤去
取組６） 消防ポンプの代替の取水地点の検討	①漂着物撤去用の重機配備 ②代替取水ポイントの選定、訓練の実施	―

表３－２　福島第一原発事故の技術的知見に関する 30 の安全対策と
大飯３、４号機の実施計画

項目	大飯３、４号機の実施計画	
	緊急安全対策および自主的取組 （短期対策：実施済み）	信頼性向上対策 （中長期対策）
対策１ 外部電源系統の信頼性向上	①外部電源系統の信頼性評価 ②送電鉄塔の耐震性強化	③鉄塔基礎の安全性評価 ④大飯３，４号機の安全系所内高圧母線に大飯支線(77kV)を接続
対策２ 変電所設備の耐震性向上	①耐震性を強化した断路器の回線を２回線確保	②京北開閉所の気中断路器の高強度がいしへの取替え
対策３ 開閉所設備の耐震性向上	①NISA 文書に基づく開閉所電気設備の耐震性評価 ③がいし型遮断器のタンク型遮断器への設備更新	②NISA 文書に基づく開閉所電気設備の詳細な耐震性評価、耐震性向上対策
対策４ 外部電源設備の迅速な復旧	①損傷箇所を迅速に特定できる設備の導入	②復旧手順を定めたマニュアルの整備および必要な資機材の確保
対策５ 所内電気設備の位置的な分散	①空冷式非常用発電装置の配備	②緊急用高所受電設備の設置
対策６ 浸水対策の強化	①建屋の浸水防止対策(シール施工)	②水密扉への取替え ③津波の衝撃力緩和対策 ④外部電源受電設備の浸水対策 ⑤浸水時の排水機能の確保 ⑥非常用ディーゼル発電機空調用ダクトかさ上げ等
対策７ 非常用交流電源の多重性と多様性の強化	①空冷式非常用発電装置の配備 （対策５①で実施済） ②非常用交流電源全般の外部電源復旧までの十分な燃料確保 ③非常用交流電源の多様性の強化	④恒設非常用発電機の設置
対策８ 非常用直流電源の強化	①空冷式非常用発電装置からの充電	②常用系蓄電池との接続 ③蓄電池の追加設置
対策９ 個別専用電源の設置	①重要なパラメータを監視する予備の可搬型計測器等の手配 （対策 27①で実施済）	②重要なパラメータを監視する予備の可搬型計測器等の配備 （対策 27②で実施）
対策 10 外部からの給電の容易化	①電源喪失時のバックアップ設備による給電の確実かつ容易化	②緊急用高所受電設備の設置 （対策５②で実施） ③給電口以外への接続マニュアルの整備

項目	大飯３、４号機の実施計画	
	緊急安全対策および自主的取組 （短期対策：実施済み）	信頼性向上対策 （中長期対策）
対策 11 電気設備関係予備品の備蓄	①M/C、P/C、ケーブルなど電源設備関係予備品の高所倉庫などへの確保 ②復旧作業環境確保のための照明設備の確保 ③電気設備関係資機材などに関する情報やマニュアルの整備、訓練	④緊急用高所受電設備の設置 （対策５②で実施）
対策 12 事故時の判断能力の向上	①最優先すべき状況の判断基準の明確化、対応手順の整備 ②状況判断を可能とするハード、ソフトの整備 ③緊急時対策所などにおける事故時通信機能の確保 （対策 26①で実施済） ④引き津波発生時の対応手順書の整備	⑤運転員などのシビアアクシデント対応能力向上
対策 13 冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散	①建屋の浸水防止対策（シール施工）　（対策６①で実施済） ②代替設備を含めた位置的分散	③水密扉への取替え （対策６②で実施） ④津波の衝撃力緩和対策 （対策６③で実施）
対策 14 事故後の最終ヒートシンクの強化	①最終ヒートシンクの多重性、多様性確保 ②非常用炉心冷却系統の健全性確認 ③非常用炉心冷却系統の耐震サポート、タンク基礎ボルトの健全性確認	④最終ヒートシンク確保のための海水冷却・固定式機器の津波への耐性強化 （対策６③で実施）
対策 15 隔離弁･SRV の動作確実性の向上	①隔離弁の動作確実性の向上 ②主蒸気逃がし弁の動作確実性の確認	③更なる資機材・予備品の確保
対策 16 代替注水機能の強化	①代替注水設備の駆動源の多様化 ②水源の多重性、多様性の確保 ③海水接続口の整備 ④補助給水ライン改造 ⑤中圧ポンプの配備	―

項目	大飯３、４号機の実施計画	
	緊急安全対策および自主的取組 （短期対策：実施済み）	信頼性向上対策 （中長期対策）
対策 17 使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上	①冷却、給水機能の多重性および多様性の確保 ②外部支援までの冷却期間の確保 ③冷却・給水機能の信頼性向上 ④使用済燃料ピットポンプの健全性確認 ⑤使用済燃料ピットの監視強化 （対策 28①で実施済）	⑥使用済燃料ピット広域水位計の設置　（対策 28②で実施）
対策 18 格納容器の除熱機能の多様化	①余熱除去系などによる除熱機能の確保 ②大容量ポンプの配備 ③交流電源（代替電源含む）に頼らない除熱機能の追加確保 ④格納容器スプレイリングの健全性確認	⑤フィルタ付ベント設備の設置 （対策 22②で実施）
対策 19 格納容器トップヘッドフランジの過温破損防止対策 （主にＢＷＲのみを対象）	― （ＰＷＲプラントにトップヘッドはないため、対策不要）	―
対策 20 低圧代替注水への確実な移行 （主にＢＷＲのみを対象）	①低圧代替注水のマニュアル整備	②更なるマニュアルの充実
対策 21 ベントの確実性・操作性の向上	①主蒸気逃がし弁の動作確実性の確認　（対策 15②で実施済）	②フィルタ付ベント設備の設置 （対策 22②で実施）
対策 22 ベントによる外部環境への影響の低減	①格納容器スプレイによるよう素除去	②フィルタ付ベント設備の設置
対策 23 ベント配管の独立性確保	①ベント配管の独立性確保	②フィルタ付ベント設備の設置 （対策 22②で実施）
対策 24 水素爆発の防止（濃度管理及び適切な放出） （主にＢＷＲのみに適用）	①アニュラス排気設備運転手順の整備	②静的触媒式水素再結合装置の設置

項目	大飯３、４号機の実施計画	
	緊急安全対策および自主的取組 （短期対策：実施済み）	信頼性向上対策 （中長期対策）
対策 25 事故時の指揮所の確保・整備	①緊急時対策所被災時の対応 ②中央制御室横の会議室での指揮所機能確保	③免震事務棟の設置
対策 26 事故時の通信機能確保	①通信設備の信頼性向上	②緊急時対応支援システム(ERSS)へのデータ伝送系増強 ③ＴＶ会議システムの導入検討 ④更なる通信設備の信頼性向上 ⑤通信設備の移設 （対策 25③で実施）
対策 27 事故時における計装設備の信頼性確保	①重要なパラメータを監視する予備の可搬型計測器等の手配	②重要なパラメータを監視する予備の可搬型計測器等の配備
対策 28 プラント状態の監視機能の強化	①使用済燃料ピットの監視強化	②使用済燃料ピット広域水位計の設置 ③格納容器内監視カメラの活用検討 ④「過酷事故用計装システムに関する研究」
対策 29 事故時モニタリング機能の強化	①発電所敷地境界のモニタリングポストの電源対策 ②発電所敷地境界のモニタリングポスト汚染時の対応	③既設伝送ラインに加え、無線伝送装置を設置し伝送を２重化 ④停電や汚染に柔軟に対応できる可搬型モニタリングポストの追加配備
対策 30 非常事態への対応体制の構築・訓練の実施	①非常時対応に必要な資機材・予備品確保 ②マニュアル・必要な情報の整備、保管 ③緊急時対応体制の強化、要員召集方法の強化 ④夜間等より厳しい状況を想定した訓練 ⑤指揮命令系統の明確化、特命班の設置 ⑥更なる対応体制の強化	⑦更なる資機材・予備品の確保

（参考）　　大飯発電所３、４号機の主な仕様

	大飯３号機	大飯４号機
型式	加圧水型軽水炉(PWR)	同左
定格電気出力	118.0 万 kW	同左
運転開始	平成 3 年(1991 年)12 月 18 日 （H24.4 現在で 20 年経過）	平成 5 年(1993 年)2 月 2 日 （H24.4 現在で 19 年経過）
炉心燃料体数	193 体	同左
燃料集合体	17×17 型二酸化ｳﾗﾝ燃料	同左
制御棒	磁気ｼﾞｬｯｸ駆動、53 体	同左
原子炉容器	低合金鋼製	同左
原子炉格納容器	ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽﾄｺﾝｸﾘｰﾄ造	同左
蒸気発生器	4 基	同左

［備考］

①原子炉容器の照射脆化

鋼材は、ある温度よりも低い温度では破壊に対する粘り強さが急に低下する性質を持っており、その温度を関連温度（脆性遷移温度）とよんでいる。

原子炉容器について言えば、炉心からの中性子は高いエネルギーを持っているため、原子炉容器を構成する鋼材に中性子が衝突すると、原子の配列に乱れが生じる。この結果、鋼材が脆くなるなど材料特性が変わる。この現象を照射脆化という。

このため、原子炉容器と同じ材料でできた監視試験片を、あらかじめ原子炉容器内に入れておき、この試験片を計画的に取り出し機械試験等を行うことにより、脆性遷移温度の上昇量等を確認している。

大飯発電所３、４号機では、運転開始前の脆性遷移温度はともに-30℃で、最新の結果は、60 年以上の運転に相当する照射量（1/4 板厚位置）で-20℃および-15℃である。

②制御棒の挿入性

加圧水型軽水炉（ＰＷＲ）では、運転中、制御棒は炉心から引き抜かれており、様々な異常を検知した場合、自重で落下し炉心に挿入される。制御棒の引き抜き・保持は、電磁石により行われており、この電源がなくなると制御棒は自重で落下する。

大飯発電所３、４号機の制御棒挿入時間に関しては、原子力安全委員会におけるストレステストの審議の過程で出された質問に対し、保安院から耐震指針の基準地震動に対する詳細解析結果として挿入時間 1.88 秒（評価基準値 2.2 秒）であることを説明している。本委員会は事業者から説明を受け詳細解析の基礎データを確認した。

３－２　本委員会における安全性向上対策の確認の方式

本委員会では、事業者の安全性向上対策について、安全性をわかりやすく系統立てて確認するため、対策の効果に着目して 11 項目に区分した。以下、この区分に基づき確認することとする。

具体的には、設備面の対策について、６区分（「（１）電源確保対策」、「（２）地震対策」、「（３）津波対策」、「（４）炉心冷却機能の確保対策」、「（５）使用済燃料ピット冷却機能の確保対策」、「（６）その他のシビアアクシデント対策」）に分類した。

また、組織人員体制面の対策について、５区分（「（７）初動人員体制の強化」、「（８）指揮命令系統の明確化」、「（９）シビアアクシデント対応能力の向上」、「(10)情報通信網等の強化」、「(11) 災害対応資機材等の充実」）に分類した。

安全性向上対策についての本委員会の評価区分と国の対策区分の関係は、表３－３のとおりである。

表３－３　安全性向上対策についての本委員会の評価区分と国の対策区分の関係

本委員会の評価区分	国の対策区分
「（１）電源確保対策」	「外部電源対策」 「所内電気設備対策」
「（２）地震対策」	「外部電源対策」 「所内電気設備対策」 「冷却・注水設備対策」
「（３）津波対策」	
「（４）炉心冷却機能の確保対策」	「冷却・注水設備対策」
「（５）使用済燃料ピット冷却機能の確保対策」	
「（６）その他のシビアアクシデント対策」	「格納容器破損・水素爆発対策」 「管理・計装設備対策」
「（７）初動人員体制の強化」 「（８）指揮命令系統の明確化」 「（９）シビアアクシデント対応能力の向上」 「(10) 情報通信網等の強化」 「(11) 災害対応資機材等の充実」	「冷却・注水設備対策」 「管理・計装設備対策」

３－３　本委員会の確認結果

以下 11 区分に従い、本委員会としてのそれぞれの確認結果を示す。

（１）電源確保対策

（事故前の状況）

大飯発電所３、４号機で採用している加圧水型軽水炉（以下「ＰＷＲ」という。）では、安全上重要な設備への電源は、外部につながる複数の送電線から確保し、これらの外部電源が喪失した場合には、非常用ディーゼル発電機（２台／基）が起動して電源を供給する。

（注）以下、３章では、（事故前の状況）として、福島第一原発事故前のＰＷＲのシステムや国および事業者の取組み等の状況を記載する。

（事故の主な知見）

地震による受電系統の電気設備の損傷等の理由で外部から受電できなかった。また、非常用ディーゼル発電機等の電気設備が建屋の浸水によりほぼ同時に水没・浸水し機能を失ったとされている。

（注）以下、３章では、（事故の主な知見）として、政府等の事故調査報告書や保安院の意見聴取会における主な知見を記載する。

（事業者の対応状況）

外部電源の強化策として、送電線の碍子について耐震性を強化したものに取り替えるとともに、外部電源が喪失して非常用ディーゼル発電機が起動しない事態（全交流電源喪失）においても電源を確保できるようにするため、空冷式非常用発電装置の配備（２台／基）を既に完了した。

今後、更なる対策として、分散配置した空冷式非常用発電装置の付属ケーブルの恒設化、全交流電源喪失に備えるための蓄電池の追加設置（大容量化）や、電源の更なる信頼性向上のため、津波の影響を受けない高台への恒設非常用発電機の設置を計画している。

（本委員会の確認結果）

本委員会は、現場で空冷式非常用発電装置の設置状況を確認し、同装置が共通要因による同時機能喪失のリスクを回避するために高台（33m）に分散配置されていることや、短時間で電源接続を行うことが可能となるように、ケーブルコネクタの接続方法の改良が行われていること、それを使った訓練（平成 23 年度実績：34 回）を実施していることを確認した。

これらのことから、全交流電源喪失時に空冷式非常用発電装置から事故対応に必要な設備へ電源供給が行われることを確認した。

本委員会では、全交流電源喪失時にプラント状態の監視や緊急時の安全設備の操作等に必要な電力を供給する蓄電池の持続時間について再検討すべきであ

るとの指摘を行っており、これに対し、事業者が、平成 27 年度までに蓄電池の容量を負荷の切り離しを行わずに８時間、不必要な負荷の切り離しを実施した上で、24 時間の稼動を可能となる容量を確保するため、現在、設置場所も含め検討を行っていることを確認した。

（県独自の指示）

本委員会は、事故時に炉心冷却状態を監視するために重要となる原子炉水位を直接監視する水位計の計装用電源を強化すべきであると指摘した。

これに対し、事業者は、原子炉水位計の電源を空冷式非常用発電装置から受電できるよう運用の変更を行うこととし、マニュアルの変更を行った。

表３－４　電源確保への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
非常用交流電源の多重性と多様性の強化	○空冷式非常用発電装置の配備 （基準(３)②－対策７①）	済 （基準(１)①1）および基準(１)④14)に該当）
	○非常用交流電源全般の外部電源復旧までの十分な燃料確保 （基準(３)②－対策７②）	済
	○非常用交流電源の多様性の強化 （基準(３)②－対策７③）	済 （基準(１)①1)に該当）
	○空冷式非常用発電装置の分散配置 （基準(３)①－取組 3)①②）	済 （付属ケーブル恒設化設計中、平成 24 年 10 月完了予定）
	○恒設非常用発電機の設置 （基準(３)②－対策７④）	平成 27 年度完了予定 （地質調査中）
非常用直流電源装置の強化	○空冷式非常用発電装置からの充電 （基準(３)②－対策８①）	済
	○常用系蓄電池との接続 （基準(３)②－対策８②）	平成 24 年度完了予定 （接続手順検討中）
	○蓄電池の追加設置 （基準(３)②－対策８③）	平成 27 年度完了予定 （設計中）
個別専用電源の設置	○重要なパラメータを監視する予備の可搬型計測器等の手配および配備 （基準(３)②－対策９①②） （基準(３)②－対策 27①②）	平成 24 年 6 月完了予定 （配備中）
外部電源系統の信頼性向上	○外部電源系統の信頼性評価 （基準(３)②－対策１①）	済
	○送電鉄塔の耐震性強化 （基準(３)②－対策１②）	済

	○鉄塔基礎の安定性評価 （基準(３)②－対策１③）	平成 24 年度完了予定 （対策工事中）
	○大飯３、４号機の安全系所内高圧母線に大飯支線（77kV）を接続 （基準(３)②－対策１④）	平成 25 年 12 月完了予定 （設計中）
変電所設備の耐震性向上	○耐震性を強化した断路器の回線を２回線確保　（基準(３)②－対策２①）	済
	○京北開閉所の気中断路器の高強度がいしへの取替え（基準(３)②－対策２②）	平成 25 年度完了予定 （製作中）
開閉所設備の耐震性向上	○ＮＩＳＡ文書に基づく開閉所電気設備の耐震性評価 （基準(３)②－対策３①）	済
	○ＮＩＳＡ文書に基づく開閉所電気設備の詳細な耐震性評価、耐震性向上対策 （基準(３)②－対策３②）	耐震性評価： 平成 25 年度完了予定 （評価中）
外部電源設備の迅速な復旧	○損傷箇所を迅速に特定できる設備の導入 （基準(３)②－対策４①）	済
	○復旧に伴う必要な資機材の確保 （基準(３)②－対策４②）	平成 24 年 9 月完了予定 （資機材手配中）
外部からの給電の容易化	○電源喪失時のバックアップ設備による給電の確実かつ容易化（接続コネクタの改良等） （基準(３)②－対策 10①）	済
	○緊急用高所受電設備の設置 （基準(３)②－対策 10②）	平成 27 年度完了予定 （設計中）
	○給電口以外への接続マニュアルの整備 （基準(３)②－対策 10③）	平成 24 年度完了予定 （策定中）
電気設備関係予備品の備蓄	○海水ポンプモータや、ケーブルなど電気設備関係予備品の高所倉庫などへの確保 （基準(３)②－対策 11①）	済
	○復旧作業環境確保のための照明設備の確保　（基準(３)②－対策 11②）	済
	○電気設備関係資機材などに関する情報やマニュアルの整備、訓練 （基準(３)②－対策 11③）	済
	○緊急用高所受電設備の設置 （基準(３)②－対策 11④）	平成 27 年度完了予定 （設計中）

（３章の表に共通する記載について）

対策欄にある（　）の記載は、関西電力が平成 24 年４月９日に保安院に報告した基準(３)に関する取組もしくは対策の番号を示す。

基準(３)①…保安院がストレステスト（一次評価）の審査において一層の取組を求めた事項（表３－１参照）

基準(３)②…保安院が技術的知見に関する意見聴取会での議論を踏まえ示した 30 の安全対策（表３－２参照）

（２）地震対策

（事故前の状況）

国は、平成 18 年９月に改定された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「耐震指針」という。）に基づき、既設発電所の耐震安全性評価（バックチェック）を進めており、大飯発電所については、それまでに想定していた地震動を改め、前面海域にある FO-A と FO-B の海域断層が連動することを考慮して、基準地震動を 700 ガルと設定し、主要機器の健全性を確認している。

大飯発電所敷地の地質・地質構造については、３，４号機建設時に実施した文献調査、ボーリング調査(188 本、総延長約 12,400m)、試掘坑調査(総延長約 1,350m)などにより、原子炉施設の設置に問題がないことを確認している。

（事故の主な知見）

福島第一原子力発電所２、３、５号機における原子炉建屋基礎盤上の観測記録は、基準地震動Ｓｓに対する応答加速度値を一部の周期帯で上回った。

今回の東北地方太平洋沖地震で得られた知見として、海溝型地震では、従来の想定以上の断層すべり量であったことや地震セグメントの連動等により大きな地震動が生じたとされている。内陸地殻内地震では、今回の地震に伴う大きな地殻変動により、広域にわたって応力場に影響が及び、これまで活動性が低い断層の活動が誘発されたとしている。

（国および事業者の対応状況）

保安院は、今回の地震の発生に伴って、大きな地殻変動が観測され、広域にわたって応力場に影響を受けたことを踏まえ、事業者に対し、既に調査を行っている断層等について、耐震設計上考慮する活断層に該当する可能性を検討することを指示した。

事業者は、若狭湾周辺において、地殻変動量や地震発生状況を調査した結果、これまでの耐震設計上考慮しない断層等の評価結果に影響を与えるものではないことを確認した。

また、保安院は、事業者に対し、内陸地殻内地震については、離隔距離が５km を超える断層等、その連動性を否定していたものに関し、応力の状況等を詳細に調査し、連動の可能性について検討するよう指示した。

保安院の地震・津波に関する意見聴取会は、若狭湾周辺の活断層の連動性として、連動を考慮した海域の FO-A と FO-B と陸域の熊川断層との連動について審議を行い、地質構造的につながるものではなく、連動を考慮する必要はないことを確認した。

事業者は、念のためこれらの３つの断層が連動した場合の地震動評価を行い、その結果、断層モデルによる地震動（760 ガル）と距離減衰式による地震動（643 ガル）の値を得た。また、事業者は、これらの地震動の値はいずれも、大飯発電所３、４号機のストレステスト（一次評価）において、燃料損傷に至らないと確認されている地震動の値（1,260 ガル）を下回っていることから、原子炉容器や蒸気発生器などの主要機器の耐震安全性や制御棒挿入性についても問題が

ないことを確認した。

基準地震動に対する大飯３、４号機周辺斜面の安定性評価については、事業者は、斜面をすべらせようとする力と斜面がすべりに抵抗する力の比である安全率の算定を行い、2.7 という数値結果を得ている。これは、原子力発電所耐震設計技術指針の評価基準値である 1.2 を満足しており、保安院は、大飯３、４号機の周辺斜面の安定性は確保されており、原子炉施設の安全機能に重大な影響を与えるような崩壊を起こさないとの評価をまとめている。

（本委員会の確認結果）
本委員会は、FO-A～FO-B、熊川断層の連動について保安院から説明を受け、３連動を考慮した断層モデルによる地震動評価に関しては、FO-A～FO-B と熊川断層のつなぎ方やパラメータを適切に設定しており、短周期レベルの不確かさを考慮して評価していることを確認した。また、応答スペクトル法による地震動評価に関しては、経験式の適用限界も考慮した上で地震動を評価していることを確認した。これらのことから、連動を考慮した地震動評価は妥当であると考えている。
また、大飯発電所敷地内の破砕帯については、保安院は耐震バックチェックにおいて、後期更新世以降に活動したものではないと判断している。
大飯３、４号機の周辺斜面については、本委員会の現場確認で、建設時に原子炉建屋等を設置するために岩盤を切り下げてできたものであること、また、斜面には部分的にアンカーを設置しているが、安定性の評価にあたっては、アンカーの効果を考慮せずに評価していることなどを確認した。

（県独自の指示）
本委員会および県は、今回の地震を踏まえ、非常用炉心冷却系統の耐震機能を確認するため、配管の支持構造物や、屋外タンク等の基礎ボルトの点検を行うよう指示し、事業者は、設備の現場総点検を実施した。

（３）津波対策

（事故前の状況）
原子炉設置許可の際には、想定される津波高さが発電所敷地高さ以下であるとしていた。その後、土木学会「原子力発電所の津波評価技術（平成 14 年)」を用いて想定津波高さを評価し、非常用ディーゼル発電機や海水ポンプ等の重要機器施設が浸水しないことを確認している。

（事故の主な知見）
福島第一原子力発電所において、津波は敷地前面海域から到来し、主要建屋設置敷地のほぼ全域が浸水したとされている。
今回の津波は、プレート間地震による長周期の津波と海溝軸沿いで発生した

短周期かつ大振幅の津波との重畳等により大規模化したとされている。
事故原因は、原子炉補機冷却系、非常用ディーゼル発電機の冷却用の海水ポンプおよび非常用ディーゼル発電機、配電盤等の多くの重要機器が津波で冠水し、電源や冷却機能の確保に支障をきたしたとされている。

（事業者の対応状況）
事業者は、これまでの土木学会「原子力発電所の津波評価技術（平成 14 年)」を用いて評価した設計想定津波高さ（約 1.9 m）に 9.5m を加えた 11.4m の高さまで、建屋内への浸水を防ぐ対策として、電源確保、炉心冷却機能や使用済燃料ピット冷却機能確保の観点から必要な機器が配置される部屋への浸水口となる扉および貫通部についてシール施工を完了した。また、扉については、更なる信頼性向上のために、順次、水密扉への取り替えを実施中である。
なお、これらの設備が配備されている建屋は、9.7m の敷地高さにあり、浸水口となる扉等は、海面からの高さ 10 m に設置されている。

今後、更なる対策として、津波の衝撃力を緩和するため、取水口前面に設置している防波堤のかさ上げ（海面からの高さ８m)、海水ポンプエリアや淡水タンクエリアへの防護壁（海面からの高さ６m）の設置、また、外海から影響を受ける可能性のある放水路ピットのかさ上げ（海面からの高さ 15m）の実施、３、４号機用海水系機器等周囲の防潮堤（海面からの高さ６m）の設置を予定している。

（本委員会の確認結果）
本委員会は、電動補助給水ポンプやタービン動補助給水ポンプなど、原子炉の冷却機能確保に必要な重要機器が設置されている建屋への浸水対策として、11.4m の高さまでの浸水を想定し、外壁にある外部扉（合計 15 箇所）と貫通部（合計 57 箇所）について、水密扉への取替え（４箇所)、防潮扉の設置（６箇所)、既存扉の隙間へのシールゴム施工（３箇所)、扉隙間へのシール材注入による閉止措置（２箇所)、配管貫通部の隙間へのシール材注入（合計 57 箇所）を実施済みであることを確認した。

また、電動補助給水ポンプやタービン動補助給水ポンプのある区画に通じる通路の内部扉（合計７箇所）についても、シール施工を行っており、このうち１箇所については水密扉に取替えを実施済みであることを確認した。

なお、浸水対策として設置した防潮扉のシール材には合成ゴム等を使用しており、15m の静水圧に耐えられる強度を有している。また、配管等の貫通部については、充てん材を使用しており、15m の静水圧に耐える強度を有している。通常扉および閉止措置のシール材については、防潮扉と同等の合成ゴムを使用しているものの、扉本体の強度の差により、11.4m の静水圧に耐える強度となっている。

これらのことから、11.4m の高さまでは、電動補助給水ポンプやタービン動補助給水ポンプなど、原子炉の冷却機能確保のための重要機器が浸水することはないことを確認した。

（県独自の指示）

本委員会では、平成 23 年３月 25 日の委員会において、委員より、「日本海側は、太平洋側と比較して巨大災害を引き起こす現象の発生頻度は低いと考えられるが、日本海側の津波の痕跡の調査情報の蓄積が必要である」との意見が出された。

この意見を踏まえ、事業者は、若狭地域における津波痕跡調査を行うことを決定し、調査位置の選定作業など行い、平成 23 年 10 月 24 日から三方五湖周辺の堆積物のボーリング調査（９地点）を開始した。

その後、事業者は、平成 23 年 11 月、保安院の指示に基づき、天正地震（1586 年）に関する試料分析などの調査を先行して実施し、「天正地震の年代の地層を含む表層１m以浅には津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない」とする調査結果をまとめ、平成 23 年 12 月、保安院に提出した。

この結果は保安院の意見聴取会で審議され、平成 24 年１月 25 日、「古文書に記載されているような天正地震による大規模な津波を示唆するものはない」との見解が示された。

その後、事業者は、津波に関する痕跡データの更なる拡充を目的に、平成 24 年２月 16 日、追加調査（14 地点）の実施を決定し、現在、調査を進めている。

表３－５　津波対策への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
浸水対策の強化	○建屋の浸水防止対策（シール施工） （基準(３)②－対策６①） （基準(３)②－対策 13①）	済 （基準(１)②5)に該当）
	○水密扉への取替え （基準(３)①－取組 4)②） （基準(３)②－対策６②） （基準(３)②－対策 13③）	平成 24 年９月完了予定 （対策工事中）
	○津波の衝撃力緩和対策（防波堤のかさ上げや海水ポンプエリアへの防護壁の設置等） （基準(３)②－対策６③） （基準(３)②－対策 13④） （基準(３)②－対策 14④）	平成 25 年度完了予定 （対策工事中）
	○外部電源受電設備の浸水対策 （基準(３)②－対策６④）	平成 25 年度完了予定 （対策工事中）
	○浸水時の排水機能の確保 （基準(３)②－対策６⑤）	平成 24 年９月完了予定 （仕様検討中）

	○非常用ディーゼル発電機空調用ダクトかさ上げ等　（基準(３)②－対策６⑥）	平成 24 年 6 月完了予定 （対策工事中）
所内電気設備などの高所配備	○空冷式非常用発電装置の高所配備 （基準(３)②－対策５①）	済 （基準(１)①1)に該当）
	○緊急用高所受電設備の設置 （基準(３)②－対策５②）	平成 27 年度完了予定 （設計検討中）
	○恒設非常用発電機の高所設置 （基準(３)②－対策７④）	平成 27 年度完了予定 （地質調査中）
	○代替設備を含めた高所配備および位置的分散 （基準(３)②－対策 13②）	済 （基準(１)①1)に該当）
３号機浸水口の津波による漂流物防護策の強化	○浸水口手前に車両等の漂流物進入防止のための鋼製門扉の設置 （基準(３)①－取組 4)①）	平成 24 年 9 月完了予定 （設計検討中）

（４）炉心冷却機能の確保対策

（事故前の状況）

ＰＷＲでは、全交流電源喪失によりすべての非常用炉心冷却装置が使えなくなった場合、蒸気発生器を使って間接的に原子炉を冷却する。具体的には、蒸気発生器で発生する放射能を含まない２次系蒸気を主蒸気逃がし弁から大気に放出することにより排熱し、蒸気発生器への給水は、蒸気発生器からの蒸気を用いて駆動するタービン動補助給水ポンプによって行う。また、電源が復旧次第、１次系の余熱除去ポンプ等を起動し、海水に熱を逃がすことにより原子炉を直接冷却する。

なお、沸騰水型軽水炉（以下「ＢＷＲ」という。）は、全交流電源喪失時に、蒸気によって駆動する原子炉隔離時冷却系および高圧注入系を用いて炉心に冷却水を給水し、原子炉圧力容器内で発生した蒸気をサプレッションチェンバーに放出することで排熱する。この状態が長期間続く場合には、格納容器の圧力が上昇するため、格納容器ベントによりサプレッションチェンバーから蒸気を大気に放出することで排熱する。

（事故の主な知見）

福島第一原発事故では、津波の到来により、海側に設置されていた冷却用のポンプ類がすべて機能を喪失し、また、消防車等による注水・海水注入の具体的な方策があらかじめ策定されておらず作業に手間取るなど、自然災害によって炉心が重大な損傷を受ける事態に至ることを防止する対策は極めて不十分であったとされている。

（事業者の対応状況）

蒸気発生器による冷却の確保では、蒸気発生器へ給水する手段として、通常のタンク水の給水に加え、海水注入を追加し、このために必要となるエンジン

駆動の消防ポンプや消火ホースの配備を行った。また、海水ポンプが機能喪失した場合の代替手段として、移動式の大容量ポンプを配備した。

また、更なる対策として、蒸気発生器への給水が確実に行えるよう、消防ポンプよりもさらに吐出圧の高い中圧ポンプ（電動）を配備し、接続配管の恒設化を完了した。

（本委員会の確認結果）
本委員会の現場確認で、消防ポンプや大容量ポンプの配備が完了しており、これらのポンプを用いた実際の訓練（平成 23 年度実績：59 回）も行われていることを確認した。また、消防ポンプや大容量ポンプについては、点検において潤滑油の状況を確認していること、空冷式であるため冷却水なしにポンプを十分冷却できること、消防ポンプの燃料として 7.2 日分（10,250ℓ以上）のガソリンを確保していること、大容量ポンプの燃料は軽油であるが代替燃料としてＡ重油（補助ボイラ燃料タンク、非常用ディーゼル発電機地下燃料タンク）の使用が可能であることを確認した。
これらのことから、常設の給水系統が使用不能の場合でも、消防ポンプを用いた蒸気発生器への給水が行えること、全交流電源喪失の条件下でも空冷式非常用発電装置と大容量ポンプを使った余熱除去系による除熱が可能であることを確認した。

（県独自の指示）
本委員会や県の指摘および指示に対し、以下の対応を実施していることを確認した。

・ 万一、非常用炉心冷却設備が使用できない場合でも、炉心に直接注水する手段を確保しておくことが、冷却機能の多様化の観点からも非常に重要であると指摘し、事業者は、消防ポンプおよび消火水系を利用して原子炉への注水を行う手順を整備するとともに、必要な機器を対象弁に接続する訓練などを実施していることを確認した。

・ 非常用炉心冷却系統の健全性確認の観点から、通常の試験では通水しない炉心注入ラインを使用して、実際に原子炉容器に水が注入できることを確認するよう指示し、事業者は注水試験を実施した。

・ 事故時に格納容器内の圧力を抑制する設備の健全性確認の観点から、通常の系統機能確認に加え、格納容器スプレイリングの健全性確認として 10 年に１度実施する格納容器スプレイリングへの通風試験を実施するよう指示し、事業者は通風試験を実施した。

表３－６　炉心冷却機能確保への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
冷却設備の位置的分散	○冷却設備の位置的分散 （基準(３)②－対策 13②）	済 （基準(１)②7)に該当）
事故後の最終ヒートシンクの強化	○多重性・多様性の確保（大容量ポンプの配備等） （基準(３)②－対策 14①）	済 （基準(１)②4)に該当）
	○非常用炉心冷却系統の健全性確認 （基準(３)②－対策 14②）	済
	○非常用炉心冷却系統の耐震サポート、タンク基礎ボルト健全性確認 （基準(３)②－対策 14③）	済
主蒸気逃がし弁の動作確実性の確認	○主蒸気逃がし弁の動作確実性の確認 （基準(３)②－対策 15②） （基準(３)②－対策 21①）	済 （基準(１)③9)に該当）
代替注水機能の強化	○駆動源の多様化 （消防ポンプの配備等） （基準(３)②－対策 16①）	済 （基準(１)②7)に該当）
	○水源の多重性・多様性確保 （基準(３)②－対策 16②）	済 （基準(１)②4)に該当）
	○海水接続口の設置、補助給水ライン改造 （基準(３)②－対策 16③④）	済
	○中圧ポンプ配備 （基準(３)②－対策 16⑤）	済
消防ポンプの代替取水地点の検討	○漂着物撤去用の重機配備 （基準(３)①－取組 6)①）	済

（５）使用済燃料ピット冷却機能の確保対策

（事故前の状況）

ＰＷＲでは、使用済燃料ピットポンプと使用済燃料ピット冷却器を使用し、使用済燃料から出る崩壊熱を海水に逃がし冷却する。また、ピット水面からの水の蒸発により使用済燃料ピットの水が減った場合には、２次系純水タンクから水を補給する。

（事故の主な知見）

福島第一原発事故では、電源喪失や水素爆発の影響で、使用済燃料プールへの注水や冷却の機能が喪失したとされている。また、ＢＷＲでは使用済燃料プールが原子炉建屋の上部に設置されていることもあり、高所への継続的な注水手段の確保には時間がかかったとされている。

（事業者の対応状況）
使用済燃料ピットへの水の補給手段を多様化するため、消火水や海水を供給できるエンジン駆動の消防ポンプや消火ホース等の配備を行った。

今後、更なる対策として、使用済燃料ピットの監視強化のため、非常用電源から給電される広域水位計の設置を計画しており、これを除き計画した対策は完了している。

（本委員会の確認結果）
本委員会は、現場確認において、水源とポンプの燃料が確保されていることや、消防ポンプを用いた訓練（平成 23 年度実績：22 回）が実施されていることを確認した。
また、ＢＷＲは使用済燃料ピットが原子炉建屋の最上階にあるのに対し、ＰＷＲは、原子炉建屋のまわりにある原子炉補助建屋に設置され、構内道路からアクセスできる位置にあることを確認した。
これらのことから、消防ポンプを用いた使用済燃料ピットへの給水は継続して行えることを確認した。

（県独自の指示）
本委員会や県の指摘等に対し、以下の対応を実施していることを確認した。

・ 使用済燃料ピット内の燃料を冷却するために必要となるポンプ（２台）の健全性確認の観点から、同ポンプの分解点検を実施するよう指示し、事業者は点検を実施した。

・ 使用済燃料ピットの監視機能強化の観点から、電源喪失時に水位計、温度計の非常用電源を確保できるように設備改善を実施するとともに、監視機能の多様化を目的として、中央制御室で監視できる監視カメラを設置するよう指摘し、事業者は設備の改善や設置を行った。

表３－７　使用済燃料ピット冷却機能確保への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
使用済燃料ピットの冷却・給水機能の信頼性向上	○冷却・給水機能の多重性・多様性確保（消防ポンプの配備等） （基準（３）②－対策 17①）	済 （基準（１）②4）に該当）
	○外部支援までの冷却期間確保 （基準（３）②－対策 17②）	済 （基準（１）②8）に該当）
	○冷却・給水機能の信頼性向上 （基準（３）②－対策 17③）	済
	○使用済燃料ピットの健全性確認 （基準（３）②－対策 17④）	済

	○使用済燃料ピットの監視強化（監視カメラの設置等）（基準(３)②－対策 17⑤）（基準(３)②－対策 28①）	済
	○非常用電源から電源供給される広域水位計の設置　（基準(３)②－対策 17⑥）（基準(３)②－対策 28②）	平成 25 年度完了予定（資機材手配中）

（６）その他のシビアアクシデント対策

（事故前の状況）

事業者は国からの要求を受け、炉心が大きく損傷する恐れのある事態が万一発生したとしても、シビアアクシデントに拡大するのを防止する、もしくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和できるよう、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」機能や、これらに共通するサポート機能を強化するためのアクシデントマネジメント策の整備を行ってきた。

（事故の主な知見）

事故時対応環境については、中央制御室や原子力発電所緊急時対策所における放射線量の上昇、現場における通信手段の途絶や照明の喪失などの環境の悪化により、様々な面で事故対応活動に支障をきたした。このため、中央制御室や緊急時対策所の空調機能や放射線遮へいの強化、交流電源によらない通信など、シビアアクシデントが発生した場合にあっても、事故対応活動を継続的に実施できる事故対応環境を強化することが重要とされている。

（事業者の対応状況）

中央制御室の作業環境を確保するため、中央制御室循環ファンへの電源供給手段の確立、緊急時における発電所構内通信手段の確保、高線量対応防護服等の資機材の確保および放射線管理のための体制の整備、水素爆発防止対策としてアニュラス空気浄化ファンへの電源供給手段の確立やがれき撤去用の重機の配備を完了した。

今後、更なる対策として、緊急時対策拠点として免震事務棟の設置や、格納容器の内圧が大幅に上昇した際に内圧を低減するため、放射性物質の放出を低減するフィルタを通じて格納容器内の蒸気を逃がすフィルタ付ベント設備の設置や、格納容器内の水素濃度低減を図るため、静的触媒式水素再結合装置の設置を計画している。

（本委員会の確認結果）

本委員会は、現場確認において、がれき撤去用の重機６台が高台（31m、33m）に分散配置されており、これらを用いた訓練が（平成 23 年度実績：34 回）行われていることや、中央制御室と空冷式非常用発電装置設置場所など 10 カ所を通

信用ケーブルで結び、停電等により通常の連絡手段が使えない場合にも使用できる乾電池式の携行型通話装置を整備していることを確認した。

福島第一原発事故では、直流電源喪失により、隔離弁の開閉状態、原子炉の水位・温度、格納容器等の温度が十分に確認できず、正確な判断ができなかったことを踏まえ、本委員会は、事業者に対して、「シビアアクシデント時においても重要な計装の電源を確保することが重要である」との指摘を行っており、これに対して、事業者が、計測制御系への電源供給がすべて喪失した場合を仮定し、その状態でもプラント状態を把握するために必要となるパラメータを採取できるよう可搬型計測器を選定し、その配備が計画されていることを確認した。

表３－８　その他のシビアアクシデント対策への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
ベントによる外部環境への影響低減	○格納容器スプレイによるよう素除去 （基準(３)②－対策 22①）	済
	○フィルタ付ベント設備の設置 （基準(３)②－対策 21②） （基準(３)②－対策 22②） （基準(３)②－対策 23②）	平成 27 年度完了予定 （設計中）
水素爆発防止	○アニュラス排気設備運転手順の整備 （基準(３)②－対策 24①）	済
	○静的触媒式水素再結合装置の設置 （基準(３)②－対策 24②）	平成 25 年度完了予定 （資機材手配中）
事故時の指揮所の確保・整備	○緊急時対策所被災時の対応 （基準(３)②－対策 25①）	済
	○中央制御室横の会議室での指揮所機能確保　（基準(３)①－取組 2)②） （基準(３)②－対策 25②）	済 （基準(１)②12)に該当）
	○免震事務棟の設置 （基準(３)①－取組 2)①） （基準(３)②－対策 25③）	平成 27 年度運用開始予定 （設計中）
事故時の通信機能確保	○通信設備の信頼性向上（携行型通話装置の配備等）　（基準(３)②－対策 12③） （基準(３)②－対策 26①）	済 （基準(１)④13)に該当）
	○緊急時対応支援システム（ＥＲＳＳ）伝送系増強　（基準(３)②－対策 26②）	平成 25 年度完了予定 （仕様検討中）
	○ＴＶ会議システムの導入検討 （基準(３)②－対策 26③）	平成 25 年度完了予定 （仕様検討中）
	○更なる通信設備の信頼性向上 （基準(３)②－対策 26④）	平成 24 年度完了予定 （資機材手配中）
	○免震事務棟への通信設備移設 （基準(３)②－対策 26⑤）	平成 27 年度完了予定 （準備中）

事故時における計装設備の信頼性確保	○重要なパラメータを監視する予備の可搬型計測器等の手配および配備 （基準(３)②－対策９①②） （基準(３)②－対策 27①②）	平成 24 年 6 月完了予定 （配備中）
資機材・予備品の確保	○資機材・予備品の確保（高線量対応防護服の確保や重機の配備等） （基準(３)②－対策 12②） （基準(３)②－対策 15③） （基準(３)②－対策 30①）	済 （基準(１)④15)および基準(１)④16）に該当）
格納容器の除熱機能の多様化	○ 余熱除去系などによる除熱機能の確保 （基準(３)②－対策 18①）	済
	○ 大容量ポンプの配備 （基準(３)②－対策 18②）	済
	○ 交流電源に頼らない除熱機能確保 （基準(３)②－対策 18③）	済
	○ 格納容器スプレイリングの健全性確認 （基準(３)②－対策 18④）	済
	○ フィルタ付ベント設備の設置 （基準(３)②－対策 18⑤）	平成 27 年度完了予定 （設計中）
陀羅山トンネル内の未使用配管の撤去	○ 地震時に通行の阻害となる可能性のある陀羅山トンネル内の未使用配管の撤去　（基準(３)①－取組 5)①）	平成 24 年 7 月完了予定 （撤去作業中）

（７）初動人員体制の強化

（事故前の状況）

休日・夜間の発電所の勤務体制は、運転員、消防員、連絡当番員が常駐し、緊急時には、事故対応を行う社員を召集する体制であった。

（事故の主な知見）

福島第一原子力発電所では、災害への対処に必要な各種オペレーション要員（重機による漂流物の撤去作業・消防車による原子炉の注水作業等）の確保、機材の整備が不十分であったため、迅速な対応に支障をきたしたとされている。

（事業者の対応状況）

現時点で事業者は、計画したすべての対策を完了している。

事業者は、事故対応に必要な技術能力を有する要員を増員し、発電所常駐要員のみで、事故の初動対応を行うことができる体制とした。

また、社員に加え、プラントの詳細情報を持つプラントメーカーの技術者や、現場実務に精通している協力会社作業員を緊急時に速やかに召集し、事故の収束に向けた支援を行う体制を構築した。

（本委員会の確認結果）
本委員会は、事業者の社内規定により、常駐要員が福島第一原発事故前の 29 名から 54 名に増加していること、要員の役割分担が、事故対策指揮、運転助勢、がれき撤去、電源確保、給水確保などに明確にされていることを確認した。
また、緊急時に参集する社員約 160 名に加え、プラントメーカーの技術者 11 名が若狭地域に常駐し、協力会社社員約 150 名とともに緊急時に召集する体制となっていることを確認した。
これらのことから、事故対応体制が強化されたことを確認した。

表３－９　初動人員体制の強化への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
発電所常駐要員の強化	○事故初動対応要員の新規配備 （基準（３）①－取組 1)①） （基準（３）②－対策 30⑥）	済 （基準（１）①3)および 基準（１）②6)に該当）
事故対策要員（社員）の参集強化	○連絡手段および参集手段の強化 （基準（３）①－取組 1)③） （基準（３）②－対策 30③）	済 （基準（１）④13)に該当）
プラントメーカーの支援体制の構築	○現地駐在員の配置等 （基準（３）②－対策 30⑥）	済 （基準（１）②6)に該当）
協力会社の支援体制の構築	○要員派遣の覚書締結等 （基準（３）①－取組 1)②） （基準（３）②－対策 30⑥）	済

（８）指揮命令系統の明確化

（事故前の状況）
事故が発生した場合、発電所に所長をトップとする現地事故対策本部を設置し、社員をはじめとする事故対策のための要員を指揮する体制となっていた。

（事故の主な知見）
福島第一原子力発電所３号機の高圧注入系の停止について、事前に運転員（当直長）から連絡を受けた発電所対策本部の発電班の一部の者は、現場対応に注意を払う余り、情報伝達が疎かになり、班全体で情報共有されず、発電所や東京電力本店も高圧注入系を停止しようとしていることを知らなかった。１号機の海水注入について、本店から海水注入中断の指示があったため、発電所長は発電所緊急時対策室で海水注入中断の指示をしたが、実際には所長判断で海水注入を継続したとされている。

（事業者の対応状況）
これまでに、事業者は、複数プラント同時発災時に現地事故対策本部において、的確に状況を把握し対応できるように、プラント毎の指揮者と事故対策班

（対応者）を設置し、指揮命令系統を明確化した。また、蒸気発生器への海水給水の判断を所長判断とし、これを社内規定に明記した。
現時点で事業者は、計画したすべての対策を完了している。

（本委員会の確認結果）
本委員会は、事業者の社内規定により、現地対策本部の体制が、中央制御室からの事故情報を入手し運転員に助言を行う発電班と現場対応を行う保修班において、プラント毎の対応者を明確にし、これらの対応者からの情報がプラント毎の指揮者に集約される体制となっていることを確認した。
また、発災時の対応として、新たな役割が必要になった場合に、本部長（所長）の指示により対応する特命班を置く体制となっていることも確認した。
これらのことから、複数プラント同時発災時にも、統制のとれた事故対応を行う準備ができていることを確認した。

表３－10　指揮命令系統の明確化への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
現地事故対策本部体制の強化	○複数プラント同時発災時の体制の明確化等　（基準(３)②－対策 30⑤）	済 (基準(１)①3)および 基準(１)②6)に該当)
	○予期しない事象に対応する特命班を設置　（基準(３)②－対策 30⑤）	済
海水注入判断の明確化	○判断者の明確化 （基準(３)②－対策 12①）	済

（９）シビアアクシデント対応能力の向上

（事故前の状況）
シビアアクシデントを想定したマニュアルを整備し、運転員等への教育を行うとともに、原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力防災訓練を実施してきた。

（事故の主な知見）
福島第一原子力発電所では、アクシデントマネジメント用の運転操作手順書に制御盤上の操作手順しか記載がなく、操作を必要とする弁の特定等、手順を一つ一つ確認する必要があった。１号機の非常用復水器について、発電所対策本部は電源喪失により隔離弁が閉まっているのではないかと指摘する者はいなかった。複数号機で全電源喪失という未曾有の事態に直面し、錯綜する情報から必要情報を適切に取捨選択して評価することは非常に困難であった、などの指摘がされている。

（事業者の対応状況）
事業者は、地震津波による機器の損壊等を想定した長期間におよぶ全交流電

源喪失マニュアルを整備し、運転員と事故対策要員に対する教育と訓練を実施している。また、通常の通信設備やプラント情報表示システムが使用不能となる場合などの厳しい条件を想定した訓練も行っている。

現在、現場操作機器の設置場所等の明記や線量予測図の作成など、現場操作の詳細情報を盛り込んだマニュアルの整備を進めるとともに、メーカーからの詳細な知識を得て自らがプラント状態を理解して対応するための教育を実施するための計画を策定している。

（本委員会の確認結果）

本委員会は、現場確認において、全交流電源喪失時のマニュアルの整備とその教育（平成 23 年度実績：86 回）を行っていることや、地震・津波に被災した場合を想定した現場での実際の対応を含めた訓練（平成 23 年度実績：電源確保 46 回、復水ピットおよび使用済燃料ピットへの給水確保 81 回、全交流電源喪失を想定した運転シミュレータ訓練 61 回）を行ったことを確認した。

また、平成 24 年３月 18 日には、複数プラントの同時被災を想定し、要員参集、複数号機対応の現地事故対策本部の設置・運営、衛星電話を用いた連絡、がれき撤去、電源確保、給水確保等の現場対応を組み合わせた原子力総合防災訓練を実施したことを確認した。

これらのことから、シビアアクシデント対応能力が向上していることを確認した。

表３－11　シビアアクシデント対応能力の向上を目指した事業者の対応状況

項目	基準(３)における対策	実施状況
マニュアルの強化	○福島第一原子力発電所事故を反映したマニュアルの整備 (基準(３)②－対策 12①)	済 (基準(１)①3)および 基準(１)②6)に該当)
	○引き津波発生時の対応手順書の整備 (基準(３)②－対策 12④)	済
	○現場操作の詳細状況を盛り込んだマニュアルの整備 (基準(３)②－対策 12⑤)	平成 24 年度完了予定 (順次追加中)
	○マニュアル・必要な情報の整備、保管 (基準(３)②－対策 30②)	済
教育・訓練の強化	○福島第一原発事故を反映したマニュアルに基づく教育および具体的な訓練の実施 (基準(３)②－対策 30④)	済 (基準(１)①3)、 基準(１)②6)および 基準(１)③9)に該当)
	○自らがプラント状態を理解して対応するための教育 (基準(３)②－対策 12⑤)	平成 24 年度実施予定 (計画策定中)
	○より厳しい条件を想定した訓練の実施 (基準(３)②－対策 30④)	平成 24 年度実施予定 (計画策定中)

（10）情報通信網等の強化

（事故前の状況）
発電所内および発電所外への連絡や通信は地上系の有線回線を用いる手段が主であった。また、原子炉のパラメータ監視に用いる計装系は、必ずしもシビアアクシデント時の過酷な条件下で高い信頼度を有するものではなかった。

（事故の主な知見）
福島第一原発事故では、保安院等への連絡は、屋外に駐車した防災車に搭載された衛星電話を用いて行っていたが、線量の上昇に伴い、屋外に出ることが困難となり、この電話を用いた連絡ができなくなった。 発電所敷地内に設置されている８台のモニタリングポストは、非常用を含めた電源喪失のため、すべて監視不能となった。平成 23 年３月 11 日 22 時頃、１号機の原子炉水位計が燃料頂部を超える水位（+550㎜）を示していたと報告されているが、格納容器内が高温・高圧になった場合の指示値の信頼性に大いに疑問があるとされている。

（事業者の対応状況）
事業者は、衛星電話による連絡や通信を強化するため、発電所への衛星電話の配備を完了し、発電所内の通信手段として、電池を用いた携行型通話装置やトランシーバーを配備した。

今後、屋内から衛星電話を使用できるよう屋外アンテナを設置するとともに、事業者のモニタリングポストについては、敷地周辺ポストのバックアップ回線の新設や代替観測手段となる可搬型モニタリングポストの整備を行う予定である。また、シビアアクシデント時の過酷環境下においても原子炉等の状態を監視できる計測系の開発を行っている。

（本委員会の確認結果）
本委員会は、現場確認において、大飯発電所の衛星電話の台数が事故前の１台から 26 台に強化されていることや、発電所内の中央制御室、現場、現地事故対策本部間で、携行型通話装置（20 台）やトランシーバー（15 台）を用いて連絡が行えることを確認した。また、予備の電池は津波の被害を受けない高所（事務棟４階）に配備していることを確認した。
これらのことから、通常の通信手段が途絶した場合においても対応できるよう、発電所内および発電所外への連絡手段は強化されたことを確認した。

表３－12　情報通信網等の強化への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
通信連絡の強化	○衛星電話の台数増強 （基準(３)②－対策 26①）	済 （基準(１)④13)に該当）
	○衛星電話の屋外アンテナの新設 （基準(３)②－対策 26④）	平成 24 年９月完了予定 （対策工事中）

	○社内ネットワークのバックアップ回線の新設　（基準(３)②－対策 26④）	平成 24 年度中完了予定 (仕様検討中)
	○発電所内通信設備の増強 （基準(３)②－対策 12③） （基準(３)②－対策 26①）	済 (基準(１)④13)に該当)
	○免震事務棟への通信機器の移設 （基準(３)②－対策 26⑤）	平成 27 年度完了予定 (準備中)
事業者のモニタリングポストの強化	○電源強化とバックアップ回線の新設 （基準(３)②－対策 29①③）	平成 25 年度完了予定 (仕様検討中)
	○可搬型モニタリングポストの整備 （基準(３)②－対策 29②④）	平成 25 年度完了予定 (仕様検討中)
プラント状態の監視機能の強化	○格納容器内監視カメラの活用検討 （基準(３)②－対策 28③）	平成 26 年 9 月完了予定 (基本計画策定中)
	○原子炉等の状態を監視する計測器の開発　（基準(３)②－対策 28④）	平成 26 年 9 月完了予定 (基本計画策定中)

(11) 災害対応資機材等の充実

(事故前の状況)

事故時に備え、個人線量計や内部被ばく防止用マスク等の資機材を準備し、発電所構内に保管していた。また、発電所への人員や資機材の運搬手段は、陸路の他に、小型船舶やヘリコプターを手配していた。

(事故の主な知見)

福島第一原子力発電所では、原子炉格納容器ベントの実施に関し、全電源喪失を想定した準備が絶対的に不足していた。津波により発生したがれきが構内の通行を妨げ、事故対応の大きな障害になった。多くの個人線量計が被水し使用できなくなったことにより、事故発生直後の放射線管理は十分に行うことができなかったとされている。

(事業者の対応状況)

事業者は、必要資機材のリストを作成し、がれき撤去用ホイールローダ、空気作動弁開閉用の窒素ボンベ、現場作業用のヘッドライトなどを新規に配備した。空路や海路による運搬手段については、ヘリコプター発着地の拡大や大型運搬船の手配を行った。緊急時の被ばく管理については、高線量対応防護服や内部被ばく評価用測定器の配備を行った。

(本委員会の確認結果)

本委員会は、現場確認において、空冷式非常用発電装置や消防ポンプなど発電所の安全機能の確保に直接関わる機材の他に、ホイールローダ等の重機（6台)、高線量対応防護服（10 着)、全面マスク（671 個)、個人線量計（2166 個）等が地震や津波の影響を考慮して所内に分散（中央制御室、研修館、第一事務

所等）して保管されていることを確認した。
　このことから、災害対応に必要となる主要な資機材があらかじめ発電所に準備されていることを確認した。

表３－13　災害対応資機材等の充実への事業者の対応状況

項目	対策	実施状況
制圧機材の充実	○必要資機材の確保と充実（ホイールローダ） （基準(３)②－対策 30①） （基準(３)②－対策 30⑦）	平成 24 年度順次配備予定 （リスト整備中）
運搬手段の強化	○空路、海路による運搬手段の強化 （基準(３)②－対策 30③）	済 （基準(１)②8)に該当）
被ばく管理の強化	○緊急時体制の強化（高線量対応防護服、個人線量計、全面マスク） （基準(３)②－対策 12②）	済 （基準(１)④15)に該当）

３－４　中期の安全性向上対策の代替措置等の確認

本委員会は、事業者が中期的に実施するとしている安全性向上対策のうち、特に論点となっている（１）免震事務棟の設置、（２）フィルタ付格納容器ベントの設置、（３）防波堤等の設置が完了するまでの間の代替措置等を確認した。その結果は、以下のとおりである。

（１）免震事務棟の設置［区分（６）その他のシビアアクシデント対策］

（計画）

大飯発電所では、事故対応時の指揮機能の強化、現場対応体制の確保等の更なる充実の観点から、免震構造、放射線遮へい性能や対応要員の収容機能を有する免震事務棟を設置（平成 27 年度運用開始予定）する予定であり、現在、敷地選定のための地質調査が進められている。

（現状の対応）

大飯発電所では、事故時の対応として、第一事務所（9.3m）の地下にある緊急時対策所（約 80 名収容）を使用することとしているが、津波などを想定し、この施設が使用できない場合には、原子炉周辺建屋内にある中央制御室（21.8m）横の会議室（約 50 名収容）に対策本部（指揮所）を設置し、中央制御室横の１次系補機操作室と２次系補機運転員控え室（約 150 名収容）に、作業員を待機させることとしている。

この代替場所について、現場確認により以下の事項を確認した。

- 指揮所の換気空調は、中央制御室と同じよう素除去フィルタを装備した非常用循環系である。
- 作業員待機場所は、中央制御室との連絡扉を開放することにより、放射性物質の流入防止を行った換気が可能となる。
- 指揮所および作業員待機場所は、100cm または 85cm の遮へい壁で囲まれており、１次冷却材喪失事故時のガンマ線（直接線、スカイシャイン線）による被ばく線量を評価して問題ないことを確認している。

また、この代替場所が耐震性を有し、国が基準（２）で対応を求めた高さの津波を回避できる設置高さにあることや、発電所構内間での通信手段や外部との連絡手段が確保されていることも確認した。

これらのことから、免震事務棟が完成するまでの間についても、事故時の指揮所の機能は確保されていると考える。

なお、事業者は、免震事務棟が完成するまでの間について、上記の代替場所に加え、さらに、大飯発電所敷地内にある研修館（約 300 名収容）と敷地外の「おおいり館」（約 200 名収容）の耐震補強工事や空気浄化装置の設置等を平成 24 年内に完了し、追加の作業員の待機場所を確保することとした。

（２）フィルタ付格納容器ベント設備の設置

［区分（６）その他のシビアアクシデント対策］

（計画）

大飯発電所では、フィルタ付の格納容器ベントを設置する予定（平成 27 年度完了予定）であり、現在、設備の設計を行なっている。

（現状の対応）

現在、国内において、ＢＷＲは圧力抑制式の原子炉格納容器を採用していることから格納容器の空間体積が比較的小さく、炉心冷却の機能が長期に喪失するシビアアクシデント時に格納容器内の蒸気を放出するため、格納容器のベントを行うアクシデントマネジメント策が整備されている。

一方、ＰＷＲは、原子炉の熱を蒸気発生器に伝える１次系と、その熱により蒸気発生器で放射能を含まない蒸気を発生させタービンを回す２次系からなり、１次系は原子炉格納容器内に収納されている。原子炉格納容器の容積が大きいことに加え、全交流電源喪失時に蒸気発生器を使用し、原子炉停止後の崩壊熱を大気に放出できるシステムであることから、格納容器の圧力や温度が大きく上昇することはないため、ベントを設置する必要はないとされている。

また、今回、新たに配備した空冷式非常用発電装置や大容量ポンプを用いることにより、全交流電源喪失時においても、格納容器内の圧力を下げるための格納容器スプレイや余熱除去系が使用でき、更には、格納容器空調設備による冷却も可能となった。

これらのことから、シビアアクシデント時における格納容器ベントの必要性は、ＢＷＲに比べて格段に低く、かつ、現状においても格納容器の減圧方法として、複数の減圧手段があり、フィルタ付ベント設備の代替措置が十分機能するものと考える。

なお、ヨーロッパにおいては、いくつかの原子炉でフィルタ付きベント設備を既に設置している一方、米国では、原子力規制委員会が、ＰＷＲに対しては格納容器ベントの設置を要求していない。

（３）防波堤等の設置［区分（３）津波対策］

（計画）
大飯発電所では、津波による浸水対策の観点から、

- タンクまわりの防護壁の設置（平成 24 年度完了予定）
- 既存防波堤のかさ上げ（平成 25 年度完了予定）
- 取水設備まわりの防護壁の設置（平成 25 年度完了予定）
- 放水路ピットかさ上げ(平成 25 年度完了予定)
- 防潮堤設置（平成 25 年度完了予定）

を実施する予定であり、現在、既存防波堤のかさ上げ工事などを実施している。
これら防波堤等については、敷地内への浸水を抑えることや津波の緩和対策として設置するものであり、直接、建屋等への浸水を防止するものではない。

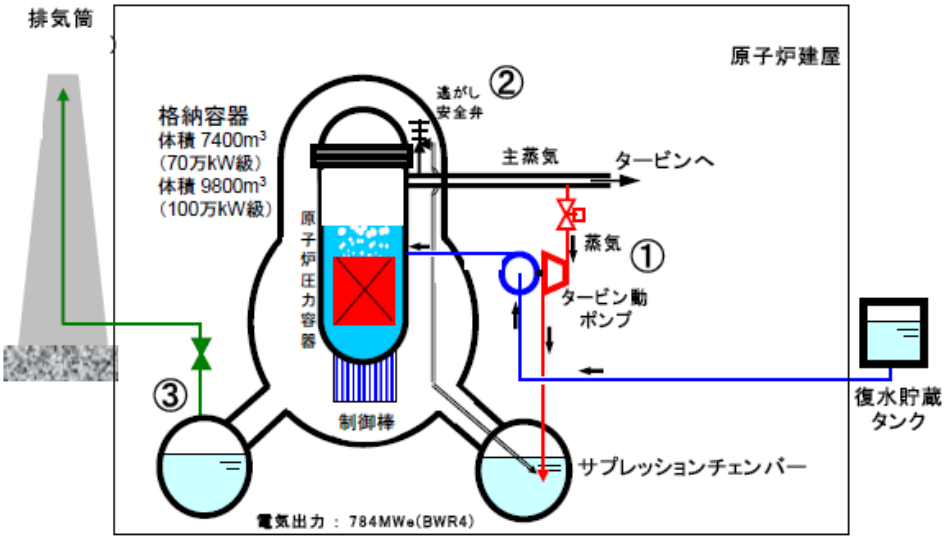
（現状の対応）
電源確保、炉心冷却機能や使用済燃料ピット冷却機能確保の観点から必要な機器が配置される建屋は 9.7m の敷地高さにあり、浸入口となる扉等は 10m の高さに設置されている。建屋内への浸水を防ぐ対策として、これら機器が配置されている部屋の扉および貫通部のシール施工を完了しており、11.4m の静水圧に耐える強度を有していることから、建屋内への浸水防止の機能が確保されている。

海水ポンプが浸水した場合に、早期復旧を図るため、ディーゼル発電機用の海水供給用可搬式ポンプや海水ポンプモータの予備品を配備完了済みであり、また、復旧までの間、海水ポンプの機能を代替する移動式の大容量ポンプ車の配備を完了している。

これらのことから、現状でも、浸水防止策や海水ポンプの代替措置策が完了しており、敷地内に津波が浸入した場合には、それらが十分機能するものと考える。

（４）その他
上記の他、恒設非常用発電機の設置や緊急用高所受電設備の設置など対策が未完了のものがあるが、現時点においても、その他対策により、電源の確保や浸水防止の機能等が確保されており、プラントの安全性は維持されるものと考える。

炉心冷却およびベントの方法（ＢＷＲ）

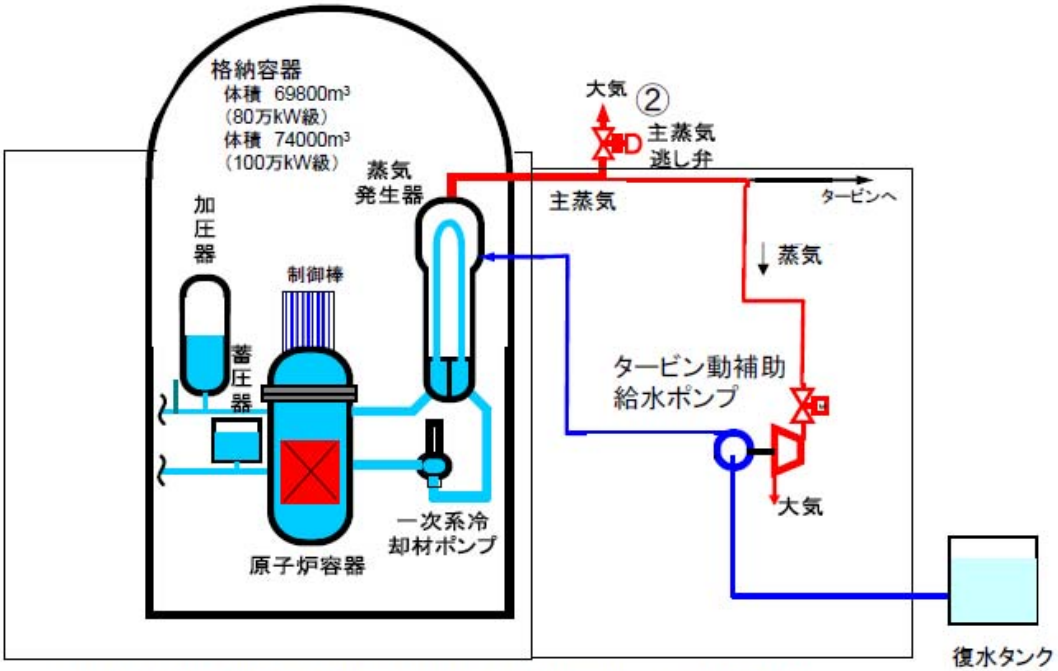


①原子炉からの蒸気で駆動するポンプで原子炉へ水を注入し、冷却
蒸気は放射能を含むため、格納容器のサプレッションチャンバーへ回収

②原子炉の圧力（蒸気）をサプレッションチェンバーへ逃がして、①を継続

③サプレッションチャンバーで蒸気を凝縮させるが、冷却ができない場合には
温度が上昇し、圧力が上昇するため、外部へ圧力を逃がすベントを実施

蒸気発生器を用いた炉心冷却の方法（ＰＷＲ）



①蒸気発生器からの蒸気で駆動するタービン動補助給水ポンプで蒸気発生器に
水を給水し、一次系冷却材を冷やし、原子炉を冷却

②蒸気は放射能を含まないため、大気に放出して、蒸気発生器の圧力を下げて①を継続

図１　炉心の冷却方法の比較

３－５　県が独自に指示した安全対策

県は、本委員会と合同して検証委員会を設置し、平成 23 年４月２日、国に先駆けて、事業者に対し、直ちに実施すべき安全対策の詳細な実行計画（工程表）の策定を求めた。事業者は、平成 23 年４月８日に、電源確保、炉心冷却機能の確保などに関する緊急対策、中期対策などの実行計画を取りまとめ、県に報告した。

また、検証委員会における緊急時の発電所支援体制等の議論を受け、県は、独自に事業者に対し、初動対応要員の増強や通信連絡網の強化、メーカー技術者の現地常駐による支援体制の整備などを求めた。事業者は、平成 23 年 11 月 28 日および平成 24 年３月 23 日に、事故時対応体制の増強やメーカーの現地対応事務所の設置などを含む組織人員体制面の対策の実行計画をとりまとめ県に報告した。

これら設備対応面および組織人員体制面の安全性向上対策の実行計画に対し、本委員会および検証委員会は、その内容や実施状況を確認するとともに、平成23年４月11日および平成24年４月18日に、大飯発電所での現場確認を行った。

このように、本委員会は、国とは異なる独立した視点で、事業者に具体的な対応を図るよう指摘している。これらについては、各章において述べているところであるが、県が独自に指示した事項および安全対策の概要をあらためて以下にまとめて示す。

（１）設備面の安全向上対策の実施

既設の原子炉、原子炉格納容器および使用済燃料ピットの冷却設備について分解点検や試験を行い、「冷やす」機能が確保されることを確認するよう指示するとともに、万一、これら既設の設備が機能を失った場合にも、原子炉に直接注水して冷却を行う手段を確保することを求めた。

また、原子炉や使用済燃料ピットの監視については、原子炉水位計の電源強化や使用済燃料ピット水位の監視カメラの設置を求めた。

さらに、現時点で過酷事故が発生した福島第一原子力発電所１～３号機の格納容器内などの現場確認ができていない状況を踏まえ、非常用炉心冷却系統の耐震機能を確認するため、配管の支持構造物や、屋外タンク等の基礎ボルトの点検を行うよう指示した。

本委員会は、事業者が、設備に関する指示事項への対応をすべて完了していることを確認した。

具体的には、消防ポンプ等を用いて原子炉への注水を行う手順を整備したこと、原子炉水位計の電源を空冷式非常用発電装置から受電できるよう運用変更したこと、使用済燃料ピットの水位計と温度計の電源を非常用電源へ変更するとともに監視カメラを設置したことを確認した。

表３－14　県独自に指示した事項（設備対応）

項目	指示内容
炉心への直接注水手段の確保	○冷却機能の多様化の観点から、万一、非常用炉心冷却設備が使用できない場合でも、炉心に注水する手段を確保しておくこと （平成 24 年４月４日指示、平成 24 年５月８日確認）
原子炉水位計の電源強化	○事故時に炉心冷却状態監視のために重要となる原子炉水位を直接監視する水位計の電源を強化すること （平成 24 年４月 25 日指示、平成 24 年５月８日確認）
（使用済燃料ピット） 監視機能の強化	○電源喪失時に水位計、温度計の非常用電源を確保できるように設備改善を実施するとともに、監視機能の多様化を目的として、中央制御室で監視できる監視カメラを設置すること （平成 23 年４月 18 日指示、平成 24 年４月４日確認）
冷却機能の確認	○使用済燃料ピット内の燃料を冷却するために必要となるポンプ（２台）の健全性確認の観点から、同ポンプの分解点検を実施すること （平成 23 年３月 20 日指示、平成 23 年 10 月 14 日確認）
（非常用炉心冷却設備） 耐震機能の確認	○非常用炉心冷却系統の支持構造物（耐震サポート）、屋外タンク等の基礎ボルトの総点検を行い、健全性を確認すること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月４日確認）
冷却機能の確認	○非常用炉心冷却系統の健全性確認の観点から、通常の試験では通水しない炉心注入ラインを使用して、実際に原子炉容器に水が注入されることを確認すること （平成 23 年３月 20 日指示、平成 23 年 10 月 14 日確認）
（格納容器冷却設備） 冷却機能の確認	○通常の系統機能確認に加え、格納容器スプレイリングの健全性確認として、10 年に１度実施する格納容器スプレイリングへの通風試験を実施すること （平成 23 年 10 月 14 日指示、平成 23 年 10 月 17 日確認）

（２）組織人員体制の充実

県は、平成 23 年 10 月 27 日に、安全対策検証委員会での議論を踏まえ、国に先駆け独自に事業者に対し、組織人員体制に関する対策を要請し、複数プラント同時被災時に並行して初動対応できる人員体制やプラントメーカー技術者の支援体制の構築、シビアアクシデント対応の総合訓練の実施を求めた。

本委員会は、これらの指示事項に対し事業者の対応がすべて完了していることを確認した。

具体的には、事故対応時の役割が明確化された要員が発電所に常駐し、複数プラント同時被災に対応できる体制を構築したこと、プラント設計などの知識・経験が豊富なプラントメーカーの技術者 11 名が若狭地域に常駐し、緊急時に召集する体制を構築したこと、また、平成 24 年３月 18 日に複数プラントの同時被災を想定したシビアアクシデントの総合訓練を実施したことを確認した。

表３－15　県独自に指示した事項（組織人員体制）

項目	指示内容
複数プラント同時被災への対応人員体制の構築	○緊急時において複数プラント同時被災を想定した場合に、並行して初動対応できる人員、体制を整備すること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月 18 日確認）
プラントメーカー技術者の支援体制の構築	○緊急時にプラント機器の設計根拠や詳細情報を即座に得られるようにするため、プラントメーカー技術者を交えた体制を構築すること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月４日確認）
シビアアクシデントの総合訓練の実施	○シビアアクシデント対応について、関係者への教育と訓練を行うとともに、総合的な訓練を行い、その習熟を図ること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月４日確認）

（３）途絶えさせない情報通信網の確立

県は、平成 23 年 10 月 27 日の事業者への要請の際、組織人員体制に関する対策が緊急時に有効に機能するために必要な事項として、通常の通信手段が失われた場合にも、途絶することなく指示や連絡ができる情報通信網の整備、陸路が途絶した場合に大物資機材を搬入するための大型運搬船の確保、作業員の内部被ばくの管理の強化を求めた。

本委員会は、事業者が、衛星電話への屋外アンテナの設置を除き、情報通信等の指示事項への対応を完了していることを確認した。

具体的には、衛星電話を追加配備したこと、大型運搬船を手配したこと、内部被ばく評価用の測定器を追加配備したことを確認した。

なお、衛星電話については、既に大飯発電所への配備（１台から 26 台へ増強）を完了し、屋外に仮設アンテナを設置した。指揮所となる緊急時対策所や代替指揮所となる中央制御室横会議室からは、衛星電話から仮設アンテナまでの仮

設ケーブルを敷設することにより屋内通話が可能であることを確認した。現在、屋外アンテナとケーブルの恒設化工事を行っている。（平成 24 年秋完了予定）

表３－16　県独自に指示した事項（実効性確保）

項目	指示内容
途絶しない情報通信網の整備	○地震等の影響により地上系の電話や携帯電話など、通常の連絡手段が使用不能となった場合に、指示や連絡ができるよう、途絶しない情報通信網を整備すること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月４日確認）
大型運搬船の確保	○陸路が途絶した場合にも、大物資機材を運びこめるよう、大型運搬船を確保すること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月４日確認）
内部被ばく管理の強化	○作業員の外部被ばくだけでなく、内部被ばくの管理を強化すること （平成 23 年 10 月 17 日指示、平成 24 年４月４日確認）

（４）歴史的視点からの津波痕跡調査の実施

本委員会は、平成 23 年３月 25 日、事業者に対し、若狭地域における津波痕跡調査を行うよう指示した。

事業者は、三方五湖周辺の堆積物のボーリング調査（９地点）を行い、平成 23 年 12 月に、天正地震（1586 年）の年代の地層を含む表層１ｍ以浅の調査には津波堆積物の指標となり得る砂層は認められないとする調査結果をまとめた。

保安院の意見聴取会では、平成 24 年１月、「古文書に記載されているような天正地震による大規模な津波を示唆するものはない」との見解が示された。

表３－17　県独自に指示した事項（津波痕跡調査）

項目	指示内容
若狭地域における津波痕跡調査の実施	○日本海側は太平洋側と比較して巨大災害を引き起こす現象の発生頻度は低いと考えられるが、日本海側の津波痕跡調査情報の蓄積を図ること （平成 23 年３月 25 日指示、平成 24 年４月４日確認）

第４章　本委員会の審議と総合的な見解

本委員会は、国が示した判断基準や、事業者の安全性向上対策の計画および実施状況の確認を行った。また、事業者に対して、設備の追加点検や計画の前倒し、初動対応での人員体制の強化や訓練の実施、マニュアルの整備、教育についても改善を求め、慎重に審議・確認を行ってきた。

本章は、これら第２章および第３章で記載した国および事業者の安全対策の確認結果について、総合的な視点で評価し、実効性と確実性、国および事業者の姿勢に対して委員会の見解を示すものである。

４－１　国が示した判断基準に対する本委員会の見解

国が示した判断基準は、福島第一原発事故に関する技術的知見、地震・津波、建築物・構造、高経年化などに関する意見聴取会や政府の事故調査・検証委員会などを通じてこれまで得られた知見や教訓を反映している。

具体的には、事故の進展段階に応じて、外部電源対策、所内電気設備対策、冷却・注水設備対策、格納容器破損・水素爆発対策および全体を通してのプラントの監視機器や通信設備の対策を講じることを求めており、30 の安全対策が示されている。

判断基準について、国は、福島第一原発事故の知見・教訓を踏まえた新たな安全規制を前倒しするものとしている。本委員会としても、この判断基準は、現時点で知り得る限りの知見を反映しており、また、新たに得られる知見については、その都度、対策に反映するという意味において、暫定的なものと考えている。

30 の安全対策と福島第一原発事故の進展・検証の関係を整理すると表４のとおりであり、本委員会としては、国の判断基準は、事故の進展に従って何重にも歯止めをかける多層的な対策となっていると考えている。

なお、これらの対策の内容を、今回の地震・津波の影響を受けた福島第一原子力発電所以外の原子力発電所に当てはめると以下のとおりである。

- 福島第二原子力発電所は、津波により冷却機能である海水系（熱の逃がし場）を失ったが、外部電源が確保されていたため、原子炉の水位や圧力を制御しながら海水系を復旧させ、冷却・注水機能の喪失を防止（復旧）することで冷温停止状態となった。
- 女川原子力発電所と東海第二発電所は、外部電源を全て失ったが、非常用ディーゼル発電機の機能が確保されたため、所内電気設備対策の段階

で冷温停止状態となった。

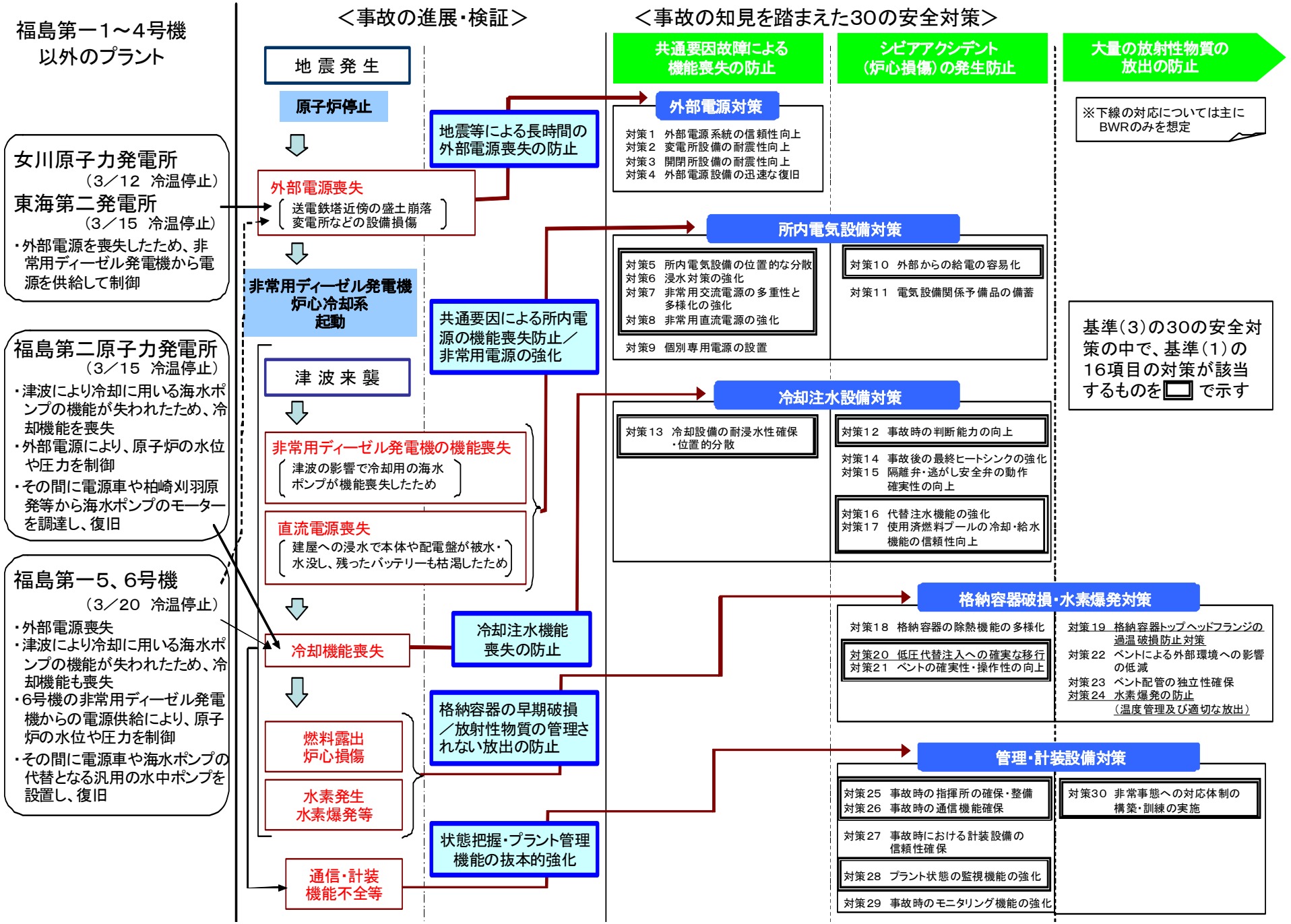
- 福島第一原子力発電所５、６号機（定期検査中）は、外部電源を全て失うとともに、津波により海水系を失ったが、６号機の空冷式非常用ディーゼル発電機からの交流電源供給により、原子炉の水位や圧力を制御し、その間に海水系を復旧し、冷却・注水機能の喪失を防止（復旧）することで冷温停止状態となった。

また、このような過酷事故対策は、これまで日本では、アクシデントマネジメントとして、事業者が自主的に整備していたが、ＩＡＥＡの原子力発電所の設計に関する安全基準や欧州原子力規制協会の規定では、発電所の当初の設計として求めている。

今回、国はその必要性を認識し、今後、基本的事項について、法体系の中に取り入れ、既設の原子力発電所にも遡及適用するなどの考えであり、これらは、安全性の向上に資するものと考える。

国においては、シビアアクシデントの規制要件化を図るとともに、既設の原子力発電所に対しても最新基準への適合を義務付けるバックフィット制度の導入を確実に実施し、原子力発電所の安全性を不断に向上させることが重要である。

表４　福島第一原発事故の進展と国の判断基準の整理



４－２　大飯３、４号機の安全性向上対策に対する本委員会の見解

事業者が実施してきた安全性向上対策については、これまで、電源確保、冷却機能確保、浸水防止対策などの多重化・多様化などが図られている。

電源確保に関しては、福島第一原発事故前は、外部電源に繋がる複数の送電線や海水冷却を必要とする非常用ディーセル発電機を有していたが、これらに加えて、新たに、海水冷却を必要としない空冷式非常用発電装置や電源車を配備しており、全交流電源喪失時においても炉心冷却のために必要な機器や計器に電源を供給するための対策が図られている。

冷却機能確保に関しては、福島第一原発事故前は、蒸気発生器を使った間接的な原子炉の冷却手段として、通常のタンク（復水ピット）からの蒸気発生器への給水手段を有していたが、その他のタンク水を活用するための配管、給水口を追設するとともに、新たに、海水注入手段を追加し、このために必要となるエンジン駆動の移動型消防ポンプや中圧ポンプ、消火ホースを整備した。
また、原子炉を直接冷却する手段として、福島第一原子力発電所事故前は、海水ポンプを使用して原子炉補機冷却水クーラに海水を通水し、１次系の余熱除去系統を介して海水に熱を逃がす手段を有していたが、これに加えて、移動式の大容量ポンプを配備し、海水ポンプが機能喪失した場合の代替手段を整備するなどの対策が図られている。

本委員会としては、炉心冷却機能に関して、国や事業者が示した対策に加え、万一、何らかの要因ですべての炉心冷却設備が使用できない場合も想定して、炉心に海水等を直接注入する手段を確保するよう指摘し、事業者は、その手段、手順を整備した。

浸水防止対策に関しては、福島第一原子力発電所事故前は、想定津波高さとして、土木学会「原子力発電所の津波評価技術」（平成14年）を用いて評価した値（1.9m）を用いて、非常用ディーゼル発電機や海水ポンプ等の重要機器や施設が浸水しないことを確認していたが、この値に9.5mを加えた11.4mの高さを想定して、原子炉の冷却機能確保に必要な重要機器が設置されている建屋への浸水対策として、部屋の扉および貫通部のシール施工などを完了しており、建屋内への浸水防止の機能が確保されている。

また、これらの設備強化策に加えて、初動人員体制を強化、社内外の通信を途絶えないようにするための新たな通信機器の配備、更には訓練等の実績を積み重ねてきたことで、発電所の安全性は向上しており、福島第一原発事故を教訓に想定すべきとされる地震・津波が来襲しても、原子炉の安全を確保するために必要な対策は確保できているものと評価できる。

４－３　本委員会の今後の対応

安全性向上対策の中で、中長期対策として示されている今後の計画については、その内容を確認するとともに、可能な限り早期に実現するよう要請してきたが、今後、計画が確実に遂行されることが重要であり、本委員会としてもその計画の進捗状況を確認していく。

本委員会としては、福島第一原発事故を教訓として想定した事象に対しては、確実に対応できるものと考えているが、想定外の事象に対しても対応するためには、可搬型機器などを柔軟に活用するなどの対応が必要であると考える。そのためには、あらかじめ定められた手順を円滑に実行するとともに、臨機応変に柔軟な対応もできるように、プラント挙動などの物理的現象をより深く理解するための教育、マニュアルを応用した訓練の定期的な実施など、運転員や緊急対応要員の対応能力向上を図るための教育、訓練を充実させていくことが必要である。

また、新たに得られる知見については、これを無視することなく科学的・合理的な観点から安全対策に確実に反映させていくことが重要と考える。

なお、これまでの審議過程において、委員からは下記の意見が出されていることを合わせて付記しておく。

- 本委員会の所掌範囲である原子力発電所の安全性および発電所内の防災そのものの議論ではないが、避難対策など、福島第一原発事故の教訓を踏まえた発電所外の原子力防災は極めて重要であり、国が十分な体制と実効性のあるマニュアルを整備するとともに、国としての責任の範囲、想定される事故に対する責任の所在を明らかにする必要がある。

- 国および事業者は、既に実施された安全対策により、安全性がどの程度向上したのか客観的な指標や判断の目安など、分かりやすい形で示していく必要がある。

- 燃料破損等によって生じる高濃度汚染水をより円滑に処理するためには、現在、福島第一原発で行われている回収・貯蔵・処理技術が導入可能であると考えられる。汚染水処理を遅滞なく行うためには、これらの技術について、国等において具体的に調査を進めておく必要がある。

第５章　今後の安全確保に向けて国等に対応を求める事項

福島第一原発事故は、国の原子力規制に対する信頼とともに、原子力の安全性に対する社会の信頼を大きく失墜させる結果となった。

本委員会としては、国および事業者が以下の項目について早急に取り組み、原子力発電所の安全性向上に努めていくことが重要であると考えている。

また、国および事業者は、原子力発電所の安全確保のための取り組みに関する情報を積極的に公開し、説明責任を果たしつつ、国民の信頼回復に努めていく必要がある。

本章は、今後の安全確保に向けて国等に対応を求める事項について取りまとめたものである。

①　安全対策の着実な推進

（新たな規制組織の設置）

- 国は、新たな原子力規制庁を早急に設置すること。また、それまでの間、原子力安全・保安院が厳格に安全規制を行い、原子力安全委員会がこれを厳格に確認・指導すること

- 国は、原子力規制庁が発足するまでの間は、トラブルなどの緊急時に現場で確認、判断、指示など総合的な対応を迅速に行うことのできる権限を持った責任者や、技術的支援を行う人員を発電所の近くに配置するなどの特別な監視体制を講じること

（シビアアクシデント対策）

- 国は、シビアアクシデント対策など原子力安全の深層防護を強化する観点から、福島第一原発の今後の調査等で新たな知見が判明した場合には、それらの知見を迅速に安全規制や既存の施設に反映させるシステムを構築すること

- アクシデントマネジメントを含む安全規制については、新たな規制機関において、手順書レベルまで踏み込んで諸外国との比較を行うとともに、その内容の妥当性確認を行うこと等を通じて、事業者の活動を評価する仕組みを構築すること。

- シビアアクシデントなど過酷事故環境下においても、原子炉等の状態を監視する計測器の開発計画については、諸外国における開発状況などを調査し、実用化に向けた検証を行うこと

- アクシデントマネジメントに活用される格納容器スプレイポンプやほう酸タンクなどの対応機器の重要度分類について議論を進めること

（中長期の安全性向上対策）

- 中長期対策として計画している安全対策について、事業者は、確実に計画を遂行していくこと。国は、その実施状況を厳格にチェックするとともに、許認可等の手続き等で対策の実施が遅れることがないよう迅速に処理する体制を整えておくこと

- 国や事業者は、諸外国の先進事例や最新知見を反映していく仕組みを構築するとともに、諸外国の情報等を収集・分析し、最新知見を迅速に各発電所へ展開すること

- 国は、地震、津波以外の自然現象、テロ等の人為的外的事象など、想定外となり得る事象への対応についての検討を進めること

- 新規制組織は、規制に用いられている規格基準の全体を見渡し、各々の規格基準の許容値が、限界に対し持つ余裕のバランスがとれていることを確認すること

② 人材育成

- 事業者は、アクシデントマネジメントの観点から、可搬型機器などを柔軟に活用するために、マニュアルを応用した訓練を行うなど、通常の保全活動を通じた教育に加え、運転員や緊急対応要員の対応能力向上を図るための教育を充実させていくこと

- 原子力発電所の設備を安全に維持・管理していくためには、これまでの事故・トラブルを踏まえ構築された知識、技術の更なる向上を目指して継承していくことが重要であり、事業者は、若手技術者への教育プログラムなどの有効性を検証し、継続的改善に努めること

③ 高経年化対策

- 国内外の最新のプラントと古いプラントを比較し、最新鋭のプラントで改良されている項目のうち、古いプラントにないものを列挙し、安全性の観点から古いプラントに追加要求する項目を明らかにすること

- 国は、アクシデントマネジメント対応機器の保安上の重要度について議論を進め、経年劣化を含む評価を行った上で、それらの機器に対して通常の点検に加えた経年劣化管理を徹底すること

- 国および事業者は、高経年化に伴う機器等の劣化およびこれに関連する潜在的事象に関する安全研究を積極的に推進すること

④ 災害時の原子力発電所へのアクセス手段の確保

- 今回の事故の教訓として、発電所への資機材や物資、対応要員を迅速かつ円滑に輸送することが重要であることが明らかになっており、災害時における発電所間の資機材の融通などを確実にするため、周辺道路、橋梁等の整備促進などの多様な手段を確保すること

添付１

福井県原子力安全専門委員会委員名簿（平成 23 年４月１日以降）

（敬称略）

氏名	現職	専門
中川　英之	福井大学名誉教授	電気・電子工学材料物性
三島　嘉一郎	㈱原子力安全システム研究所 技術システム研究所長	原子力学、熱工学、 流体工学
田島　俊彦	福井県立大学名誉教授	素粒子物理学
西本　和俊	福井工業大学教授 （平成 24 年３月 31 日まで大阪大学大学院教授）	溶接・接合工学
小野　公二	京都大学原子炉実験所教授	放射線医学
岩崎　行玄	福井県立大学教授	植物生化学
飯井　俊行	福井大学大学院教授	構造・材料強度評価
山本　章夫	名古屋大学大学院教授	原子力工学
泉　　佳伸	福井大学附属国際原子力工学研究所教授	放射線化学、放射線生物学、医学物理
大堀　道広	福井大学附属国際原子力工学研究所准教授 （平成 24 年４月１日より就任）	地震工学

（臨時委員）

氏名	現職	専門
釜江　克宏	京都大学原子炉実験所教授	地震工学
竹村　恵二	京都大学大学院教授	地質学

（退任された委員）

氏名	現職	専門
安井　　譲	福井工業大学教授 （平成 19 年４月１日～平成 24 年３月 31 日）	耐震工学

福井県安全対策検証委員会名簿（平成 23 年４月１日～平成 24 年３月 31 日）

（福井県原子力安全専門委員会）

氏名	現職	専門
中川　英之	福井大学名誉教授	電気・電子工学材料物性
三島　嘉一郎	㈱原子力安全システム研究所 技術システム研究所長	原子力学、熱工学、 流体工学
田島　俊彦	福井県立大学名誉教授	素粒子物理学
飯井　俊行	福井大学大学院教授	構造・材料強度評価

（福井県）

氏名	現職
旭　　信昭	副知事（平成 23 年４月～５月）
満田　　誉	副知事（平成 23 年５月～　　）
石塚　博英	安全環境部長
森阪　輝次	安全環境部危機対策監
櫻本　　宏	安全環境部企画幹
岩永　幹夫	安全環境部原子力安全対策課長

添付２

福島第一原発事故に関する原子力安全専門委員会の審議実績

【原子力安全専門委員会】

開催日	議題	説明者
平成 23 年 ３月 14 日	現地確認（敦賀発電所）	日本原電
	現地確認（美浜発電所）	関西電力
３月 25 日 （第 65 回）	東北地方太平洋沖地震と日本海側における地震・津波の知見について	委員
	東北地方太平洋沖地震を踏まえた県内発電所の対応状況について	３事業者
10 月 27 日 （第 66 回）	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	３事業者
平成 24 年 ２月 20 日 （第 67 回）	原子力安全・保安院の各意見聴取会の審議状況について	保安院
３月 30 日 （第 68 回）	福島第一原子力発電所事故を踏まえた原子力災害時の初動体制等に係る追加安全対策について	３事業者
	地震・津波に関する意見聴取会（主に地震動関係）の審議状況について	保安院
４月　４日 （第 69 回）	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等の実施状況について	３事業者
４月 16 日 （第 70 回）	原子力発電所の再起動にあたっての安全性に関する判断基準	保安院
４月 18 日	現地確認（大飯発電所）	関西電力
４月 25 日 （第 71 回）	大飯発電所３、４号機の現場確認結果について	県事務局
	これまでの委員会における委員からの質問に対する回答	保安院 関西電力
５月　８日 （第 72 回）	地震・津波に関する意見聴取会（主に地震動関係）の審議状況について	保安院
	県原子力安全専門委員からの質問に対する回答	関西電力
５月 21 日 （第 73 回）	関西電力への追加確認事項について	関西電力
	これまでの審議事項の整理・確認について	県事務局
６月 10 日 （第 74 回）	関西電力への追加確認事項について	関西電力
	大飯発電所敷地内の破砕帯の評価について	保安院
	これまでの審議事項の取りまとめについて	県事務局

＊：保安院…原子力安全・保安院

３事業者…関西電力、日本原電、原子力機構

【安全対策検証委員会】

開催日	議題	説明者
平成 23 年 ４月　１日 （第１回）	県内各電力事業者の安全対策の実効性の確保について	県事務局
４月　８日 （第２回）	県内各電力事業者の安全対策の実行計画について	３事業者
４月 11 日	現地確認（大飯発電所、原子力運転サポートセンター）	関西電力
４月 25 日 （第３回）	県内各電力事業者の安全対策の実行計画について	３事業者
10 月 14 日 （第４回）	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	３事業者
11 月 28 日 （第５回）	福島第一原子力発電所事故を踏まえたソフト面等の安全対策実行計画について	３事業者

＊：３事業者…関西電力、日本原電、原子力機構

添付３

福島第一原発事故に関する福井県の対応状況

【事業者への要請】

要請日	要請内容	要請者	要請先
平成 23 年 ３月 12 日	原子力発電所の安全確保体制の強化、安全管理について	知事	３事業者 （社長）
３月 13 日	冷却系システムの検証など、原子力発電所の安全確保について	知事	３事業者
３月 20 日	・県民の安全・安心を早期に確保するための積極的な投資 ・海水ポンプの地震・津波対策の強化 ・送電線系統の強化 ・使用済燃料プールの冷却機能の強化 ・アクセス道路への協力 などについて	知事	関西電力 （社長）
３月 25 日	安全対策の実施と沸騰水型軽水炉を持つ事業者としての積極的な情報公開について	副知事	日本原電 （社長）
４月２日	電源や炉心冷却機能の確保など設備面の安全対策に係る実行計画の策定について	副知事	３事業者
10 月 17 日	初動人員体制の強化など組織人員体制面の安全対策実行計画の策定について	副知事	３事業者

＊：３事業者…関西電力、日本原電、原子力機構

【国への要請】

要請日	要請内容	要請者	要請先
平成 23 年 ３月 17 日	（要請書） ・原子力災害の早期収束と情報公開の徹底 ・原子力災害発生の原因究明と安全確保対策 ・原子力防災対策の充実 ・耐震安全性の向上 ・原子力防災道路の早期整備	知事	経済産業 大臣
３月 23 日	（要請書） ・「もんじゅ」の安全確保 ・環境放射能調査体制の強化 ・日本海側における地震・津波の発生解明	副知事	文部科学 大臣

要請日	要請内容	要請者	要請先
４月 19 日	（要請書） ・安全基準の設定と県民への説明 ・安全基準項目 （緊急に実施すべき事項、応急・短期的に実施すべき事項　など） ・引き続き対応を求める事項 （原子力災害の早期収束と情報公開の徹底、原子力災害発生の原因究明と安全確保対策、原子力防災対策の充実　など）	知事	経済産業大臣
９月 15 日	（要請書） ・原子力発電の将来方向に対する責任ある見解の明示 ・定期検査で停止中のプラントの再起動について （福島原発事故の知見の公表、新たな安全基準に基づく安全確認の実施　など） ・災害制圧道路の早期整備 ・原子力防災指針の早期見直し ・原子力防災対策の充実強化 ・原子力安全規制体制の見直し	知事	経済産業大臣
９月 15 日	（要請書） ・「もんじゅ」の安全確保 ・日本海側の地震・津波の調査研究 ・原子力防災対策の充実強化	知事	文部科学大臣
10 月 19 日	（要請書） ・原子力政策大綱の見直し ・原発の安全基準の見直し ・原子力防災指針の早期見直し ・原子力安全規制体制の見直し	知事	再発防止担当内閣府特命担当大臣
11 月 10 日	（要請書） ・ＥＰＺの見直しと併せた原発の安全基準の早期の提示 ・立地地域の意見の十分な聴取 ・予算措置を含めた国として早期の対応	副知事	原子力安全委員会

要請日	要請内容	要請者	要請先
平成 24 年 1 月 11 日	・安全規制の全体像 ・原発の再稼動に向けた暫定的な安全基準 ・４０年の運転制限の科学的根拠や４０年を超えている原発の取り扱い ・国の管理責任や体制強化についての方針の明示について	知事	内閣府 副大臣
2 月 23 日	・原子力発電の意義と原発再稼動の必要性に対する国の見解の明示と国民の理解について ・再稼動判断のための安全基準の早期設定とスケジュールの明示について ・福島事故の知見を反映するシステムの構築について ・高経年化原発の安全研究の推進について ・新たな安全規制に係る制度の詳細や全体像の明示について ・責任ある安全規制体制の確立について ・災害制圧道路の整備に対する特別な財源措置の継続について	知事	経済産業 副大臣
2 月 23 日	・日本海側の地震・津波の調査と評価の前倒し、および見解の早期提示について ・ＳＰＥＥＤＩの充実強化について	知事	文部科学 政務官
5 月 10 日	・原子力発電所の安全性に関する政府の対応について ・厳格な原子力安全規制体制の早期確立について ・原子力安全・保安院、原子力安全委員会の責任ある対応について	知事	内閣府 副大臣
5 月 15 日	・原子力発電所の安全性に関する政府の対応について ・大飯発電所３，４号機の特別な安全監視体制を現地で構築することについて	知事	経済産業 副大臣

【国からの説明】

説明日	説明内容	説明者
平成 24 年 4 月 14 日	・原子力発電所の再稼働に関する四大臣判断について	経済産業 大臣
6 月　4 日	・再稼働に関する政府の判断および取組み状況について ・特別な監視体制の整備について	再発防止 担当内閣府特 命担当大臣 内閣官房 副長官 経済産業 副大臣

設備対応面での
安全性向上対策実行計画の主な対策の実施状況

関西電力株式会社

設備対応面での
安全性向上対策実行計画の主な対策の実施状況

H24.5末時点

主な対策内容		H23	H24	H25
電源確保	外部電源の信頼性の向上、強化			H25年度迄に実施予定
	電源車の配置	▼ H23.4 配備済		
	海水供給用可搬式ポンプの配備	▼ H23.6 配備済		
	空冷式非常用発電装置の設置	▼ H23.9 配備済		
	蓄電池の追加設置		設計	設計・現場調査・設置（H27年度）
	恒設非常用発電機の設置			設計・調査・設置（H27年度）
津波対策（浸水対策）	扉等へのシール施工	■ H23.4 実施済		
	水密扉への取替		設計 製作	H24.9 完了予定
	防波堤のかさあげ、防潮堤等の設置			H25年度迄に順次設置
炉心冷却機能確保	消防ポンプ・消火ホースの配備	▼ H23.4 配備済		
	タンク間の配管改造			H24.9 完了予定
	大容量ポンプの配置		製作	H23.12 配備済
	海水ポンプモータ予備品の保有		設計 製作	H23.11 配備済
	中圧ポンプの配備			H24.5 配備済
使用済燃料ピット冷却機能の確保	消防ポンプ、資機材の配備	▼ H23.4 配備済		
	消火水注入のための配管設置			H23.12 設置済
	配管支持構造物補強			H24.3 実施済
	非常用電源からの電源供給			H23.9 実施済
	広域水位計の設置			H25年度迄に設置予定
	監視カメラ設置			H24.3 設置済

設備対応面での
安全性向上対策実行計画の主な対策の実施状況

H24.5末時点

	主な対策内容	H23	H24	H25
実施した対策 アクシデント対策 その他のシビア	通信手段の確保	▼H23.6 携行型通話装置等を配備済		
	高線量防護服の配備	▼H23.6 配備済		
	水素爆発防止対策	▼H23.6 SBO時のアニュラスからの水素排出手順を整備済	静的触媒式水素再結合装置をH25年度までに実施予定	
	がれき撤去用の重機の配備	▼H23.6 ホイールローダーを配備済		
	可搬型計測器の配備		▽H24.6 配備予定	
実施した対策 中長期対策	免震事務棟の設置	概略検討、設計	27年度迄に運用開始予定	
	フィルタ付ベント設備の設置		27年度迄に実施予定	
実施した対策 専門委員会から指摘を受けて	代替指揮所の確保		▼H24.3 確保済	
	炉心への直接注水(手段の確保)		▼H24.5 確認済	
	原子炉水位計の電源強化		▼H24.5 確認済	
	緊急炉心冷却系統耐震サポート総点検		H24.3 実施済	
	基礎ボルト総点検		H24.2 実施済	
	非常用炉心冷却系統他の健全性確認	▼H23.3 確認済		
	津波堆積物調査		分析中	

(1)電源確保(外部電源強化の取組み)(1／5)

外部電源強化

送電鉄塔基礎の安定性評価に基づく対策工事、外部電源の回線追加、開閉所等の電気設備の浸水・地震対策、美浜線・敦賀線の送電鉄塔建替

H23年度から現地調査や設計等を実施中

H24.3　77kV用長幹支持がいし免耐震対策

【今後の対策】

送電鉄塔基礎の安定性評価に基づく対策工事、外部電源の回線追加、開閉所等の電気設備の浸水・地震対策、美浜線・敦賀線の送電鉄塔建替

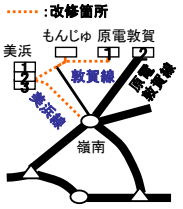
77kV用長幹支持がいし免震対策

77kVの原子力電源線の長幹支持がいしについて 、免震金具を設置した。(93基)

年度	H23
工程	免震金具の製作 ■
	免震金具の設置・取付 ■

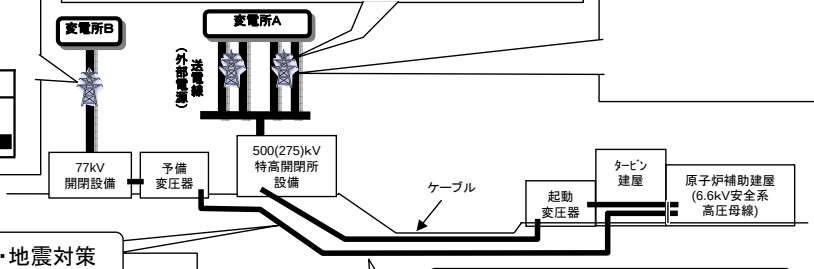
送電線の建替

原子力発電所に外部から電源供給するための送電線のうち、比較的運用年数が経過している美浜線・敦賀線を改修する。



送電鉄塔基礎の安定性評価に基づく対策工事

送電鉄塔基礎の安定性評価(盛土崩壊、地すべりおよび急傾斜地の土砂崩壊)の結果、対策が必要と判断した3基の鉄塔について、鉄塔移設や法面保護工の対策を実施する。

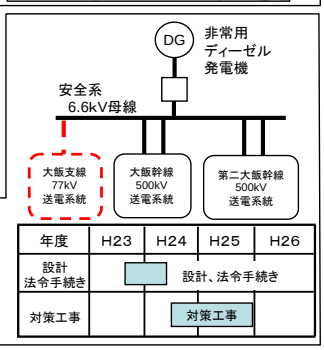


開閉所等の電気設備の浸水・地震対策

77kV開閉設備、予備変圧器から6．6kV安全系高圧母線のある建屋までの間の布設ルートを高所化、防油堤の嵩上げ等を行なう。

各号機と全ての送電回線との接続

大飯3/4号機の安全系所内高圧母線へ大飯支線(77kV)を接続する。
(その他のプラントは全て接続されている)



年度	H23	H24	H25	H26
設計 法令手続き		■	設計、法令手続き	
対策工事			対策工事	

（1）電源確保（電源確保の取組み）（2／5）

電源確保

H23.4 電源車の追加配備（1～4号機として2400kVAを追加）
：電動補助給水ポンプ容量をカバー

H23.4 電源車（2330kVA）：中央制御室でのプラント状態監視用

H23.9空冷式非常用発電装置の配備（1825kVA ×8台）：低温停止機器をカバー（合わせてケーブル敷設）

H24.3ケーブルコネクタ接続方法の改善

H23.9 予備電源車（1110kVA）：万一の不測事故の備え

【今後の対策】
恒設非常用発電機設置

ハード対策（海抜30m以上に配備）

：実施済み
：実施中または計画中

合計：2330kVA／4台
・中央制御室
監視機器等への供給
電源車の配備

合計：4730kVA／7台
更なる電源確保による裕度向上
※電源確保により電動補助給水ポンプの運転も可能
電源車の追加配備

合計：14600kVA／8台
炉心冷却手段の拡大
・ほう酸ポンプ
・余熱除去系
等
空冷式非常用発電装置の設置

電源供給手段の多様化
・非常用炉心冷却設備
・海水ポンプ
等
恒設非常用発電機の設置
【今後実施予定】

燃料：
重油（発電所外からの支援なしで約85日間給電可能）
さらに発電所外からタンクローリーで補給可能

ソフト対策

配備した電源車や空冷式非常用発電装置をすみやかに必要な箇所に接続するための対策

○体制の確立
○マニュアルの整備
○訓練の実施
（訓練項目）
・電源車の配置
・電源ケーブル接続
・電源車の運転
・電源車への給油

（平成24年3月末現在）

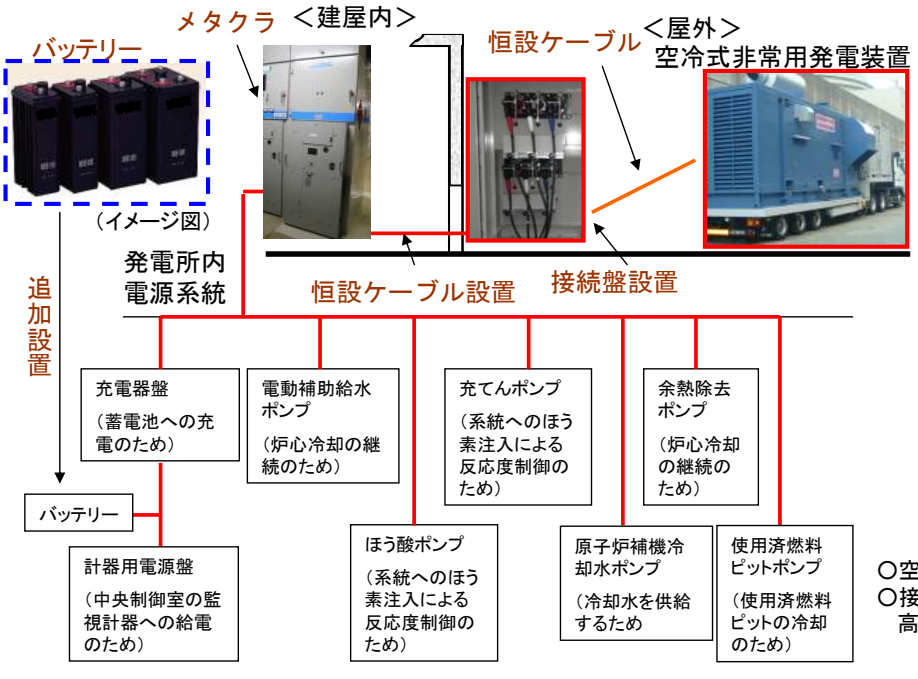
平日昼間訓練	32回
平日夜間訓練	4回
休日訓練	10回

（うち電源車訓練：12回）

○訓練の反映
・夜間のヘッドランプの配備
・作業性向上のため接続端子形状の改善　他
○接続時間の短縮
・電源車：135分　⇒　空冷式非常用発電装置：78分
（全号機への給電が完了するまでの訓練実績）
・接続部の改造により、接続を簡略化

（1）電源確保（電源確保の取組み）（3／5）

非常用ディーゼル発電機の代替電源設備として、中央制御室の監視計器や電動補助給水ポンプ等の炉心の継続的な冷却に必要な機器の電力をまかなえる容量の空冷式非常用発電装置を設置した（平成23年9月設置済）



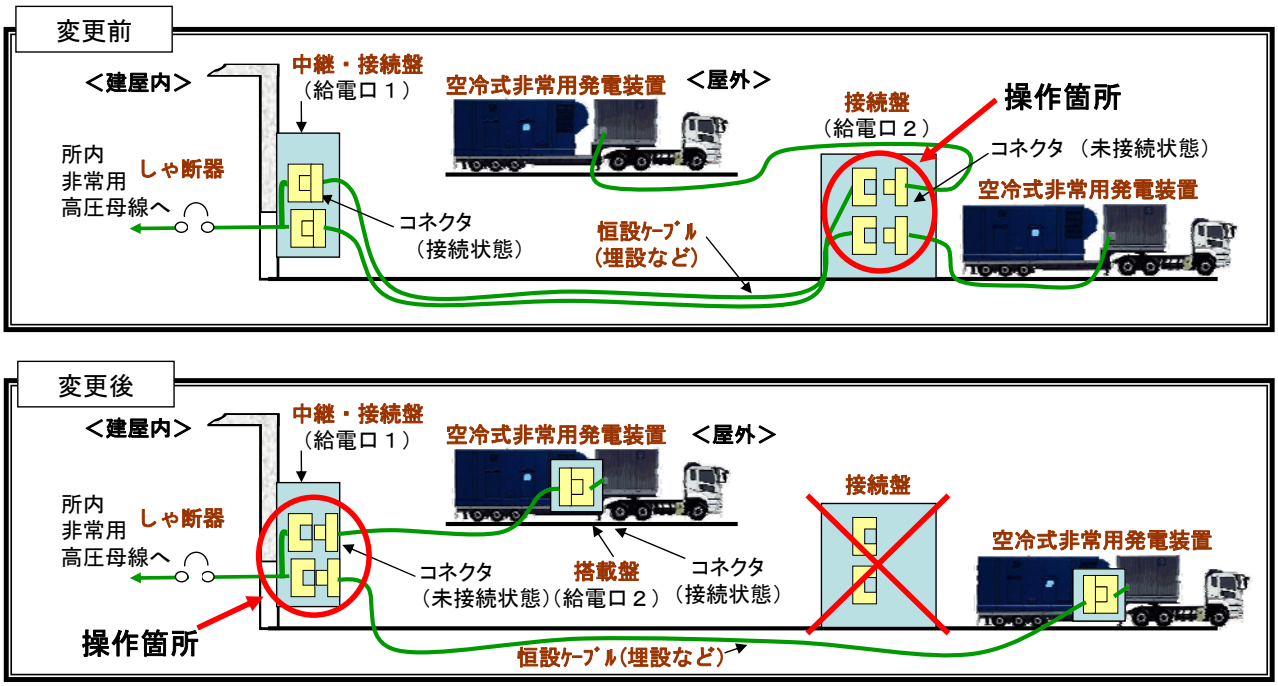
：実施済み
：実施中または計画中

プラント	継続的な冷却に必要な容量（kVA）	配備総容量（kVA）
美浜1号	約1,000	1,825
美浜2号	約2,000	3,650
美浜3号	約3,500	3,650
高浜1・2号	約3,000	3,650
高浜3・4号	約3,500	3,650
大飯1・2号	約3,500	3,650
大飯3・4号	約3,500	3,650

○空冷式非常用発電装置（1825kVA）21台　配備済
○接続盤および接続盤と発電所内電源系統を繋ぐ高圧ケーブルの恒設化を実施

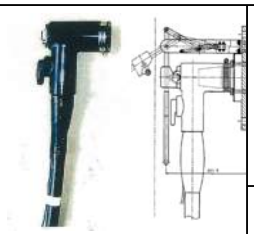
（1）電源確保（電源確保の取組み）（4／5）

- 2台の空冷式非常用発電装置の落石等による共通要因故障を防止するため、接続盤機能を車載し分散配置する
- 搭載盤を取付けたことで接続盤を経由せずに給電が可能であることから、分散配置のための場所選定が容易になる
- 搭載盤が空冷式非常用発電装置の転倒評価に影響しないことを確認しており、空冷式非常用発電装置の地震に対する耐性は従来と同等である



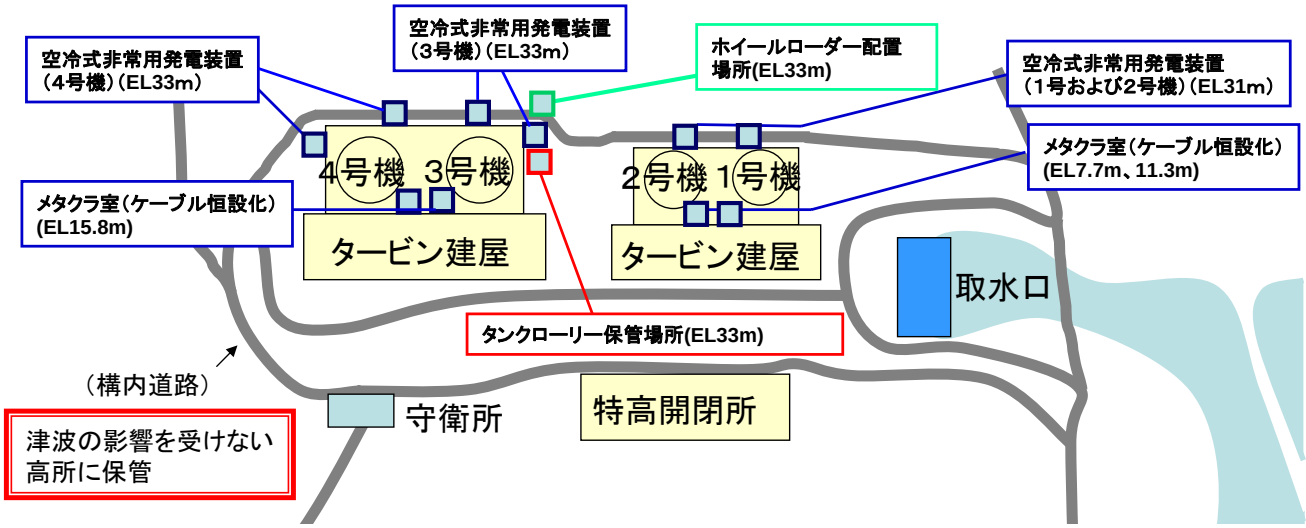
（1）電源確保（電源確保の取組み）（5／5）

○空冷式非常用発電装置の搭載盤、接続・中継盤の接続コネクタの改良（作業効率化）

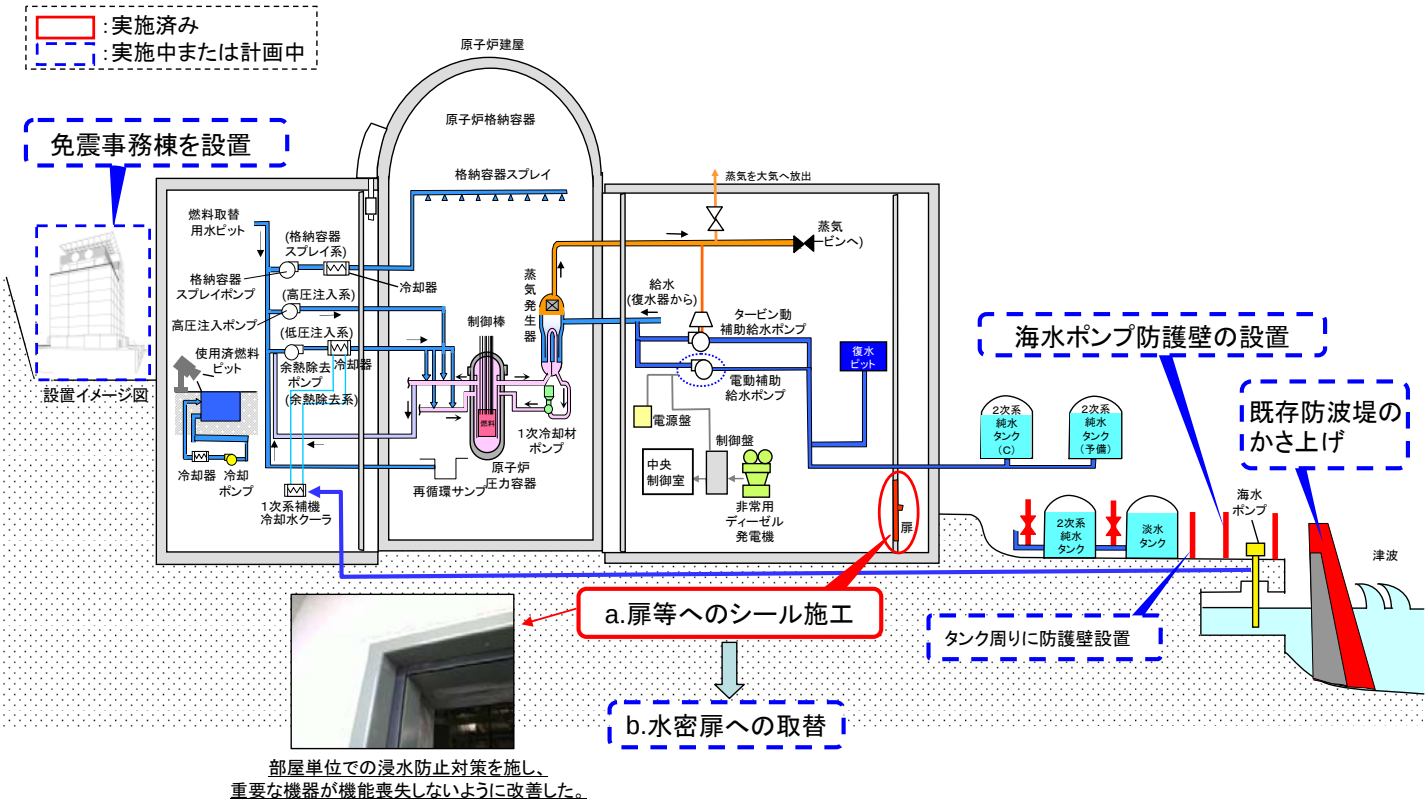
	改良型（押し込み式）		旧型（ネジ込み式）	
概要		・難燃性ゴムに変更 ・抜き挿し補助機構により小さな力で操作可能。 ・ゴム製のため軽量（2kg程度）		・コネクタ頂部のネジ込みにより接続 ・ネジ込み機構のため、重量のある金属外装付き（10kg程度） ・接続に20分以上必要。
必要人数		・1人／ユニットの体制で操作可能 ・加えて冗長性を確保		2人／ユニットの体制

接続コネクタ改良後の訓練実績：6回（平成24年3月末現在）

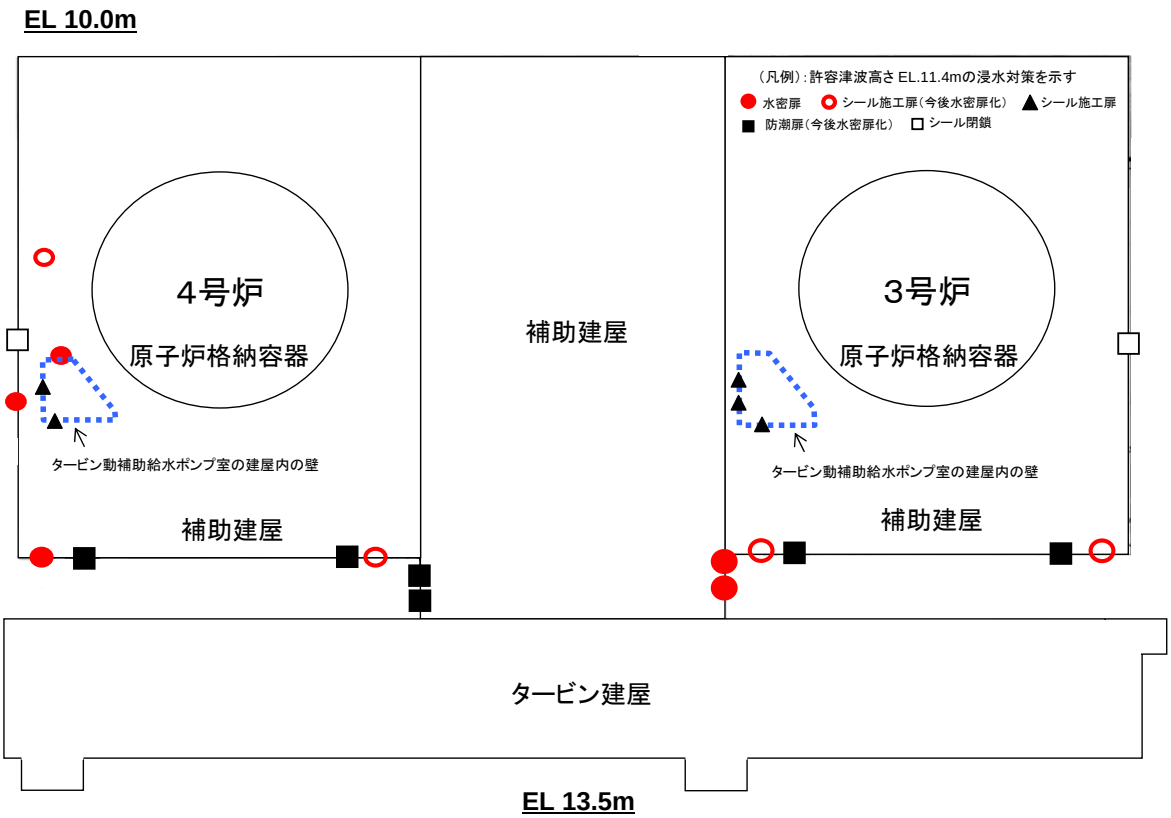
○空冷式非常用発電装置の構内配置図



（2）津波対策（浸水対策の取組み）（1／6）

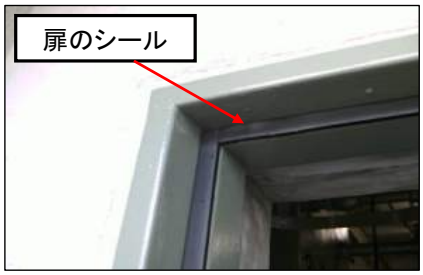


（2）津波対策（建屋扉の浸水防止対策）（2／6）



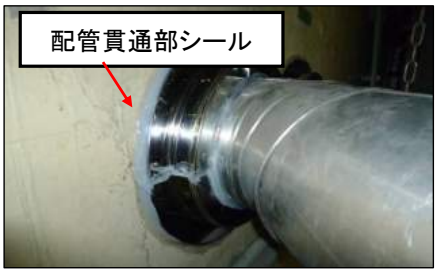
（2）津波対策（建屋扉の浸水防止対策）（3／6）

【扉等のシール施工】



○外壁にある扉5箇所に
シールゴム施工実施

○外壁にある扉8箇所に
防潮扉を設置



○配管等の貫通部57箇所に
ついてシール材注入実施

【水密扉】　水密扉取替え状況（5月31日現在）
※津波耐性確保完了（塗装準備中）

大飯3/4号機水密扉（外部扉）
取替え進捗状況
4枚/13枚
（5月31日現在）

H24.9末完了予定

（強度）
津波の波力を考慮しても健全※

（浸水）
ゴムパッキンによる浸水防止
防潮扉に比べ、止水性能に優れている。

※防潮扉及び水密扉は、
EL. 15mの静水圧に耐える強度を有している。

（2）津波対策（津波対策において考慮する防潮堤高さ）（4／6）

○津波による発電所への浸水対策のさらなる充実の観点より、防潮堤の設置において想定する津波高さについては以下のとおり設定する。

・発電所に来襲する津波高さは、不確かさを考慮して検討している耐震バックチェックでは、T.P.+ 2～3m程度※1であり、この値は十分な保守性を有している。

・しかしながら、外海に直接面している福島第一原子力発電所では浸水高さが15mであり、同発電所における平成14年評価値5.5mを9.5m上回るものであったことから、念のため津波が直接到達する外海側には、平成14年評価値+9.5mの津波を念頭におき、防潮堤の高さをT.P.+11.5mとする。

・一方、内海側についても外海側から津波が回り込んでくることを考慮し、発電所を囲むようにT.P.+6mの高さの防潮堤を追加で設置する。T.P.+6mの高さは、耐震バックチェックにおける津波高さに対し、十分な余裕があるものである。

・さらに、防潮堤を超えて発電所内に浸水することも想定し 、多重防護の観点から重要設備の周囲に防護壁を設置するとともに、今後、新たな知見が得られた場合には、それを踏まえて対応を検討する。

※1：海水ポンプ室前面における暫定値

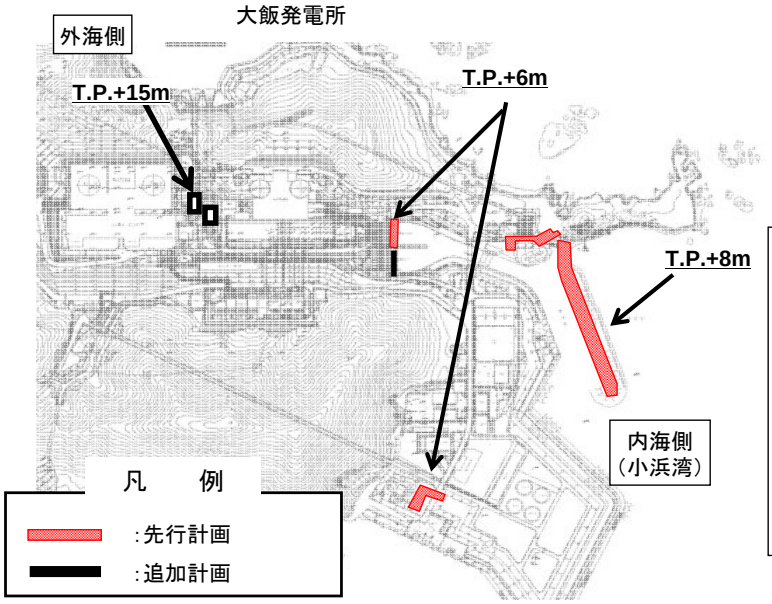
表　防潮堤等（応急対策）の高さ

T. P. ：東京湾平均海面

		美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所	備考
防潮堤 防護壁等	内海側	防潮堤・防護壁の高さ：T.P.+6m			応急対策
	外海側	防潮堤の高さ：T.P.+11.5m		放水路ピット壁の高さ※2 T.P.+15m	
参考：H14年評価値		T.P.+ 1.57m	T.P.+ 1.34m	T.P.+ 1.86m	海水ポンプ室前面における値
参考：耐震BCにおける最高水位（暫定値）		T.P.+1.9m程度	T.P.+2.3m程度	T.P.+2.9m程度	

※２：大飯発電所は外海側は山で囲まれているため防潮堤はない。
ただし、外海側にある放水口からの逆流による浸水防止のために放水路ピット壁のかさ上げを行う。

（2）津波対策（浸水対策の取組み）（5／6）



「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行計画について」
（H23.4）において計画した先行実施対策に加え、
放水路ピットかさ上げ等を追加計画。

外海側は山で囲まれているため防潮堤はない。
ただし、外海に面している放水口からの逆流による浸水防止のためにT.P.+15mまで放水路ピット壁のかさ上げを実施。（追加対策）

内海側についてもT.P.+6mの津波高さを想定し、
防波堤のかさ上げ※および防護壁を設置。
（先行実施対策）

※防波堤のかさ上げは、高さ3mの消波ブロック1段分をかさ上げし、現状のT.P.+5mからT.P.+8mにする。）

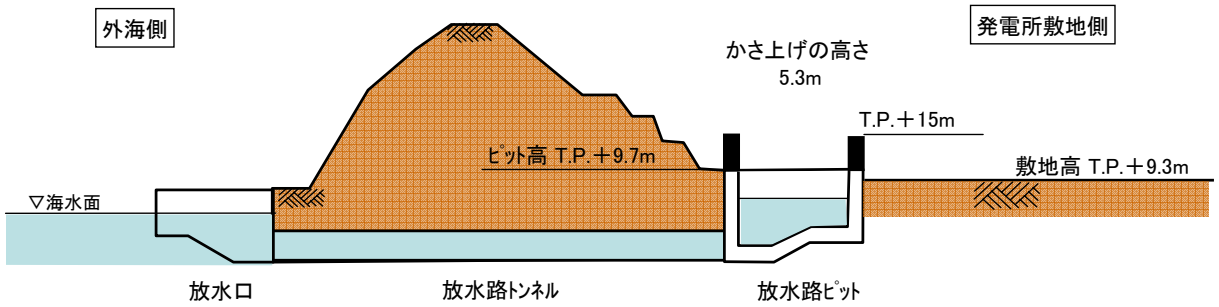
対策	H23年度	H24年度	H25年度	備考
タンク周りの防護壁設置	設計	施工	▽平成25年3月	
既存防波堤のかさ上げ	設計	施工	▽平成26年3月	
取水設備まわりの防護壁設置	設計	施工	▽平成25年6月	
放水路ピットかさ上げ および防潮堤設置	設計	施工	▽平成26年3月	

※施工工程は、今後の現地調査等により変更になる可能性はある。

（2）津波対策（大飯発電所　防波堤かさ上げ等の計画イメージ図）（6／6）

（放水路ピットのかさ上げイメージ）

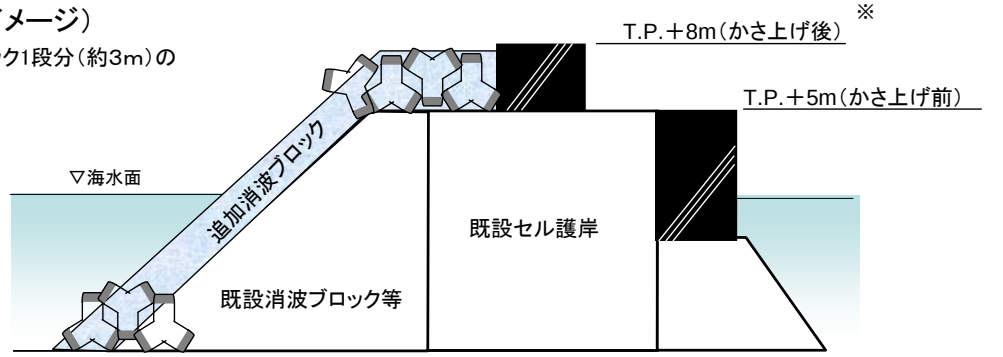
外海側にある放水口からの逆流による浸水防止のためにピット壁のかさ上げを行う。
逆流による勢いを考慮し、T.P.+11.5mに余裕を見込みT.P.+15mの高さとする。



放水路ピットかさ上げ部

（防波堤のかさ上げイメージ）

既存の防波堤を消波ブロック1段分（約3m）のかさ上げする。



既存防波堤かさ上げ部

※消波ブロックの高さ 約3m

(3)炉心冷却機能確保(水源確保の取組み)(1／6)

水源確保

- H24.5　中圧ポンプの配備(電動補助給水Pバックアップ)
- H23.12　大容量ポンプの配備(海水ポンプの代替)
- H24.1海水ポンプモータの予備品配備(浸水後の取替用)
- H23.6　可搬式エンジン駆動海水ポンプ配備(非常ディーゼル発電機の冷却海水給水)
- H23.6　消防ポンプ・ホースの追加配備(低温停止移行分)
- H23.4　消防ポンプ・ホースの配備(170℃保持分)

→ 取水ポイントの多様化

【今後の対策】

・タンク間の配管改造
・タンク周りの防護壁

ハード対策

:実施済み
:実施中または計画中

冷却水の供給能力

内訳: 36～53m³/h ×25台
冷却手段の確保
・炉心冷却(高温)
・燃料ピット

消防ポンプの配備

内訳: 36～53 m³/h ×28台
炉心のさらなる冷却
炉心冷却(低温)

消防ポンプの追加配備

内訳: 60 m³/h ×30台
水源供給源の多様化
ﾃﾞｨｰｾﾞﾙ発電機の冷却

可搬式ｴﾝｼﾞﾝ駆動海水ﾎﾟﾝﾌﾟの配備

海水ポンプの代替
原子炉補機冷却系統への給水

大容量ポンプの配備

燃料:ガソリン(発電所外からの支援なしで約16日間給水可能)
さらに発電所外からヘリコプター等で補給可能

ソフト対策

配備した消防ポンプ等をすみやかに必要な箇所に敷設するための対策

○体制の確立
○マニュアルの整備
○訓練の実施
(訓練項目)
・ポンプの配置
・ホースの敷設
・ポンプの運転
・ポンプへの給油

SG給水訓練	34回
SFP給水訓練	22回
CSD訓練	25回

(平成24年3月末現在)

訓練:ポンプ設置

訓練:ホース敷設

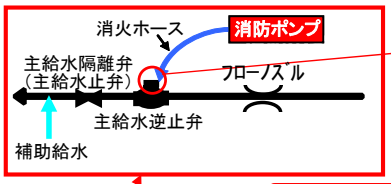
○訓練の反映
・ポンプ設置箇所へのマーキング
・連絡を密とするため無線機を配備　他

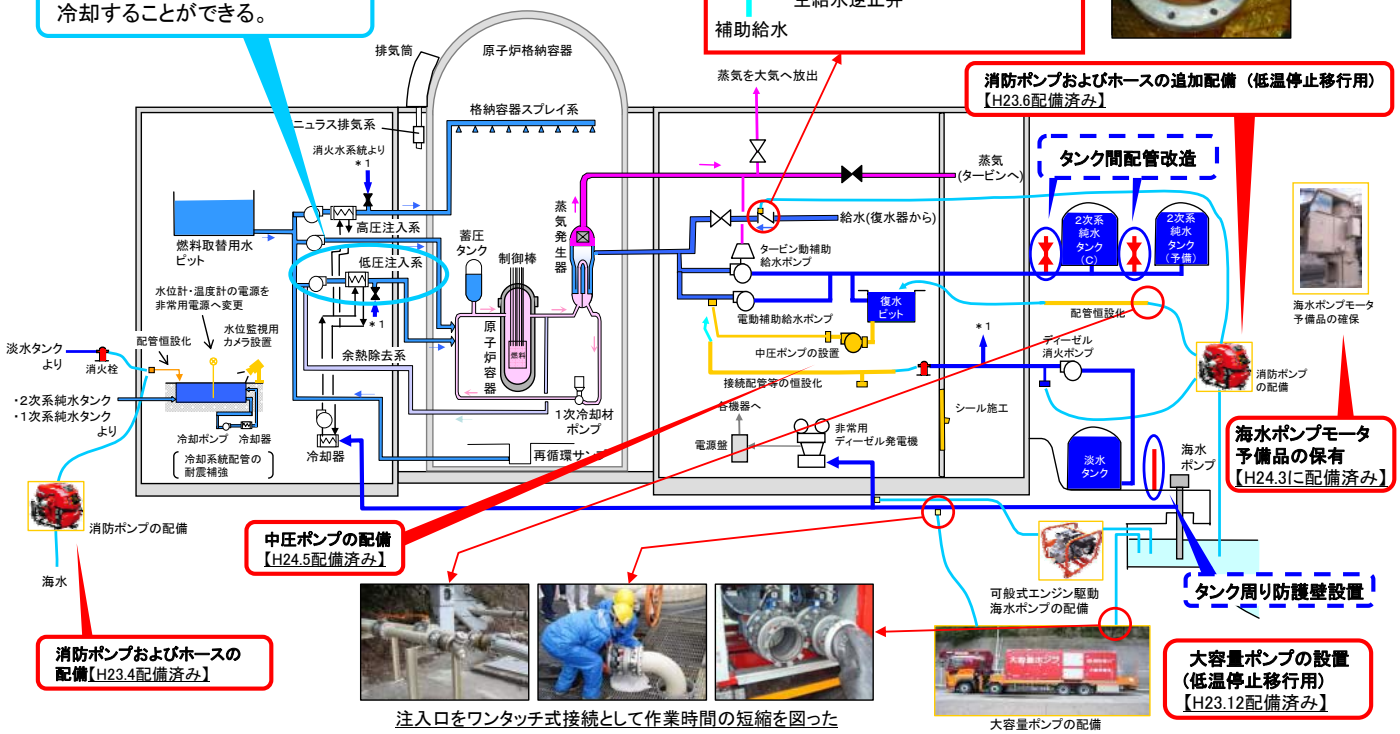
○資機材の予備
・消防ポンプ　必要台数53台／総数87台
・ホース　必要本数631本／総数670本

(3)炉心冷却機能確保(水源確保の取組み)(2／6)

:実施済み
:実施中または計画中

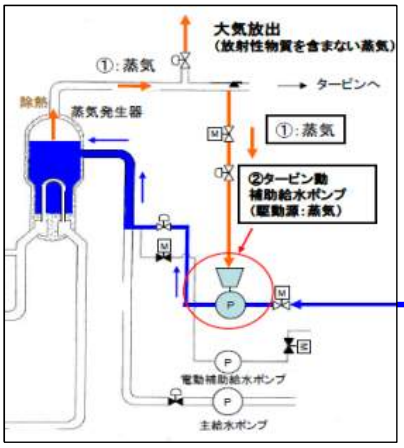
海水ポンプの代替手段として大容量ポンプを利用することにより、余熱除去冷却器を介して冷却した冷却水を、原子炉へ給水することで、原子炉を継続的に冷却することができる。



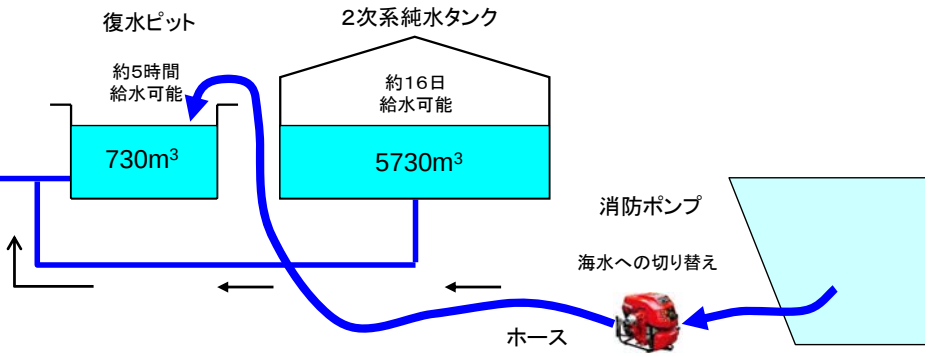


注入口をワンタッチ式接続として作業時間の短縮を図った

（3）炉心冷却機能確保（水源確保の取組み）（3／6）



【大飯3号機の例】



【水源となる各タンクの評価水量】

	美浜発電所			高浜発電所				大飯発電所			
	1号＊2	2号＊2	3号＊3	1号＊3	2号＊2	3号＊3	4号＊3	1号＊3	2号＊2	3号＊3	4号＊3
復水ピット（タンク）[m3]	200	270	480	480	480	520	520	735	735	730	730
2次系純水タンク[m3]	600	600	2580	1480	1480	4050	4050	8320	4000	5730	5730
淡水タンク＊1[m3]	685	689	5120	2631	2530	5779	4300	355	340	-	-
評価水量合計[m3]	1485	1559	8180	4591	4090	10349	10349	9410	5075	6460	6460
真水給水可能時間[日]	**9**	**5**	**42**	**15**	**13**	**47**	**47**	**31**	**10**	**16**	**16**

＊1：大飯1，2号機については主復水タンク、＊2：緊急安全対策の評価値、＊3：ストレステスト（一次評価）の評価値

〇発電所内で保有しているタンク水が枯渇した後に、海水を供給できるように消防ポンプ等を配備した。
〇蒸気発生器への水供給の多様化と信頼性向上のためタンク間の配管改造を実施中。（H23.10～H24.9）

（3）炉心冷却機能確保（水源確保の取組み）（4／6）

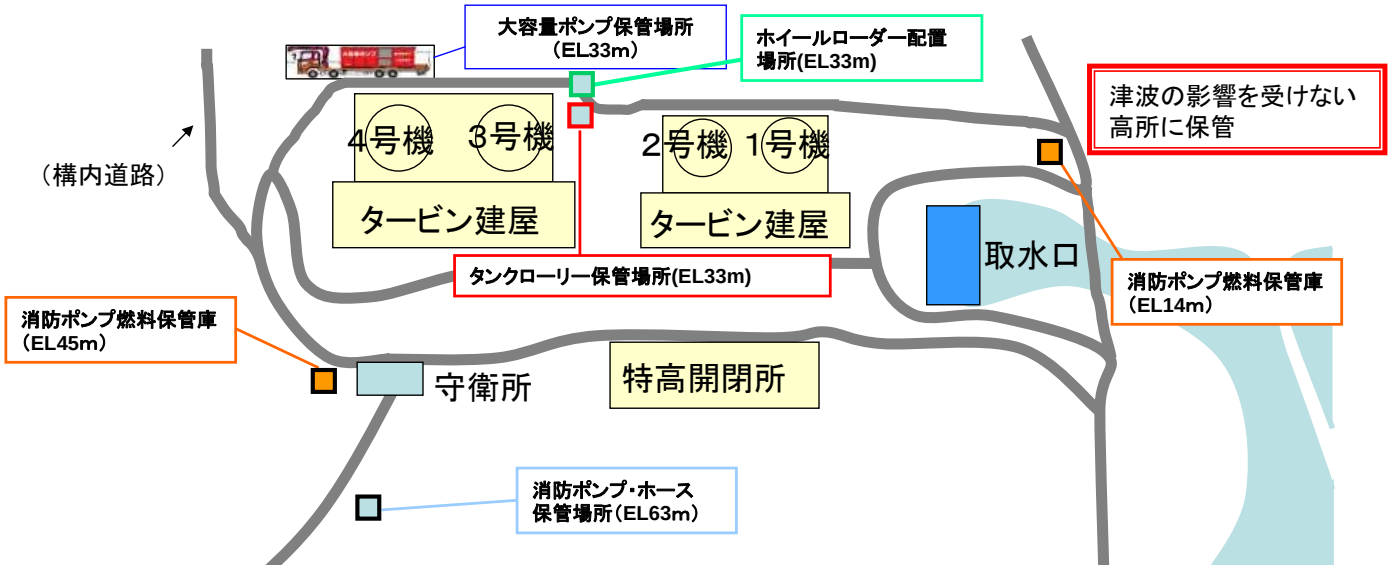
〇大容量ポンプの接続口

ホースの接続は、
ワンタッチ式となっており
ホースを押し込み回すことで
接続が可能

【大容量ポンプ本体との接続口】

【海水ポンプストレーナとの接続口】

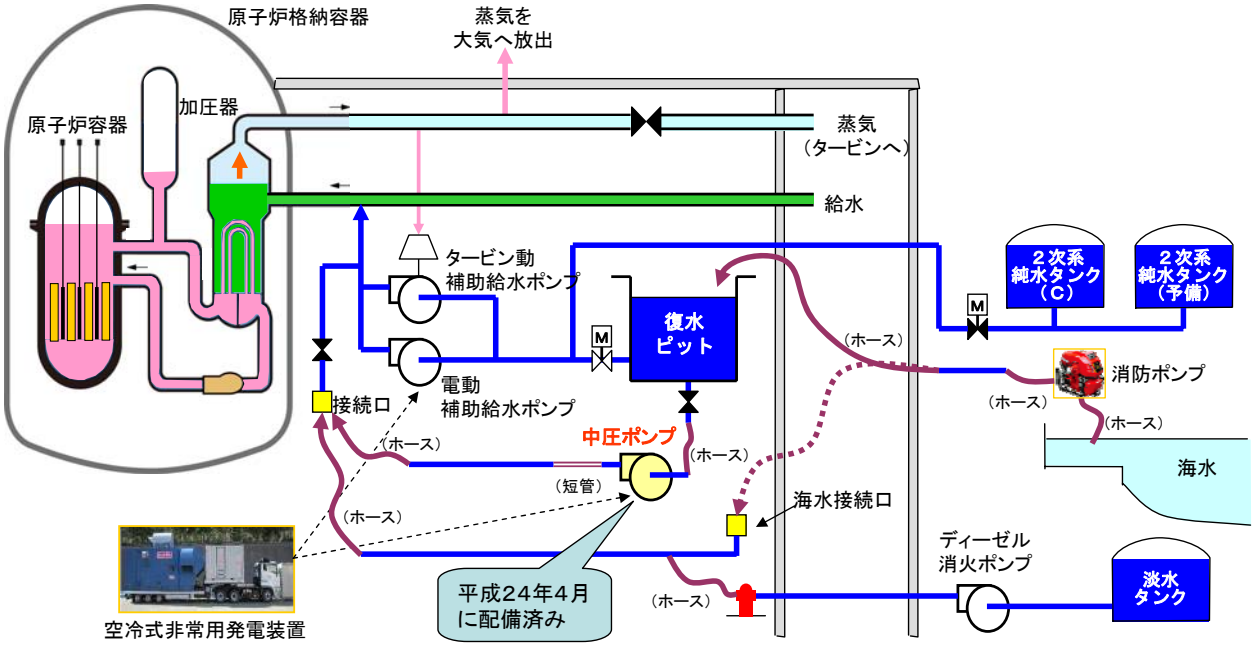
〇給水設備の構内配置図



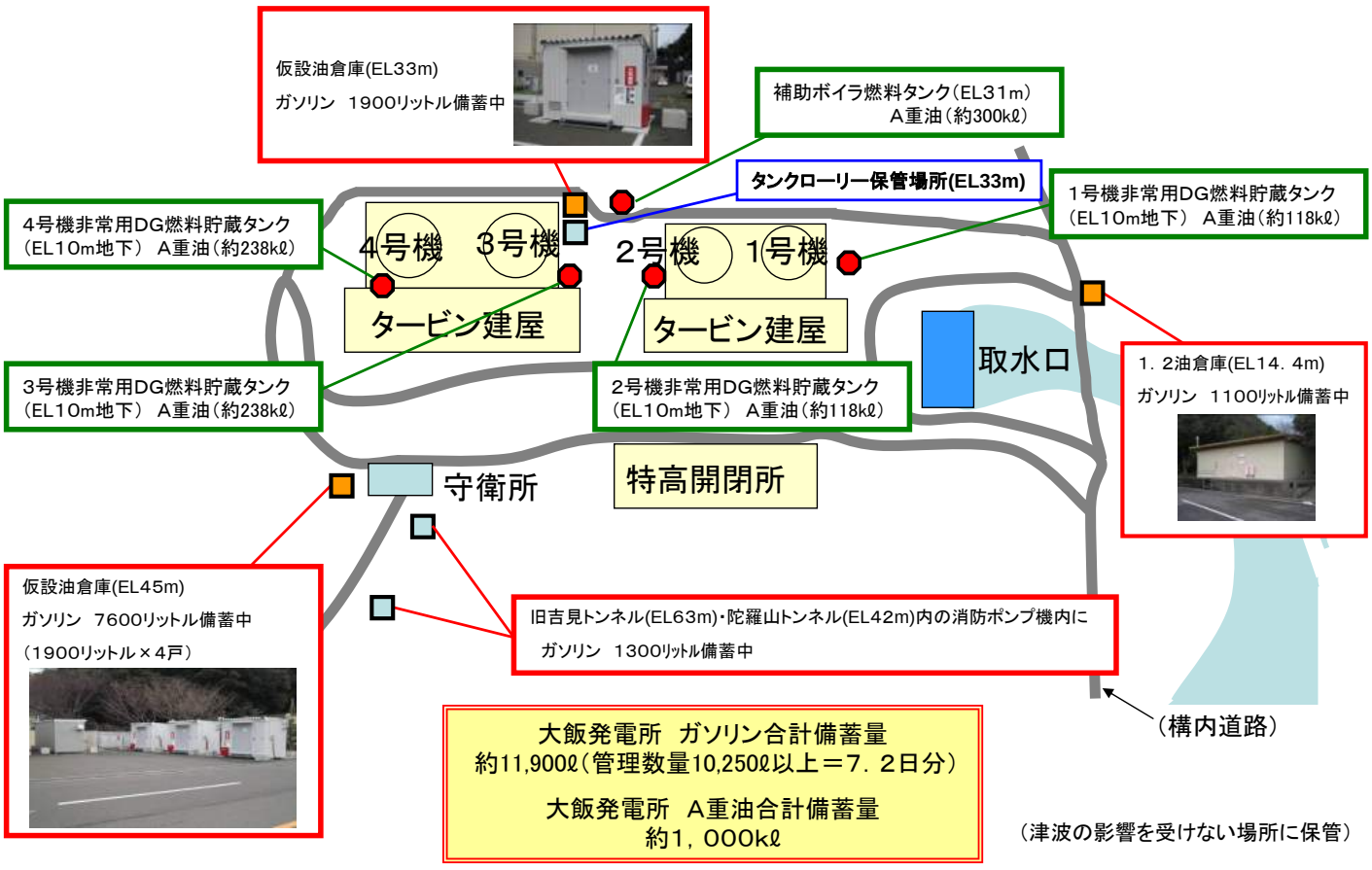
（3）炉心冷却機能確保（中圧ポンプの配備）（5／6）

中圧ポンプの配備 （吐出圧：3MPa，流量：50m³/h）

・蒸気発生器への代替注水機能強化のため、補助給水ラインへの消火水ライン接続や海水接続口の設置により、水源の多重化、多様化を確保するとともに、既に配備した1MPa程度の消防ポンプに加えて、更に吐出圧力の高い中圧ポンプ（電動）の配備や配管の一部恒設化を実施した。
・なお、中圧ポンプを使用した訓練および、マニュアルの制定を平成24年5月末までに実施した。



（3）炉心冷却機能確保（燃料の備蓄状況）（6／6）



（4）使用済燃料ピット冷却機能確保（1／1）

非常用電源からの電源供給
使用済燃料ピットの監視強化のため、水位・温度監視に必要な電源を非常用発電機から確保できるよう設備改善を実施

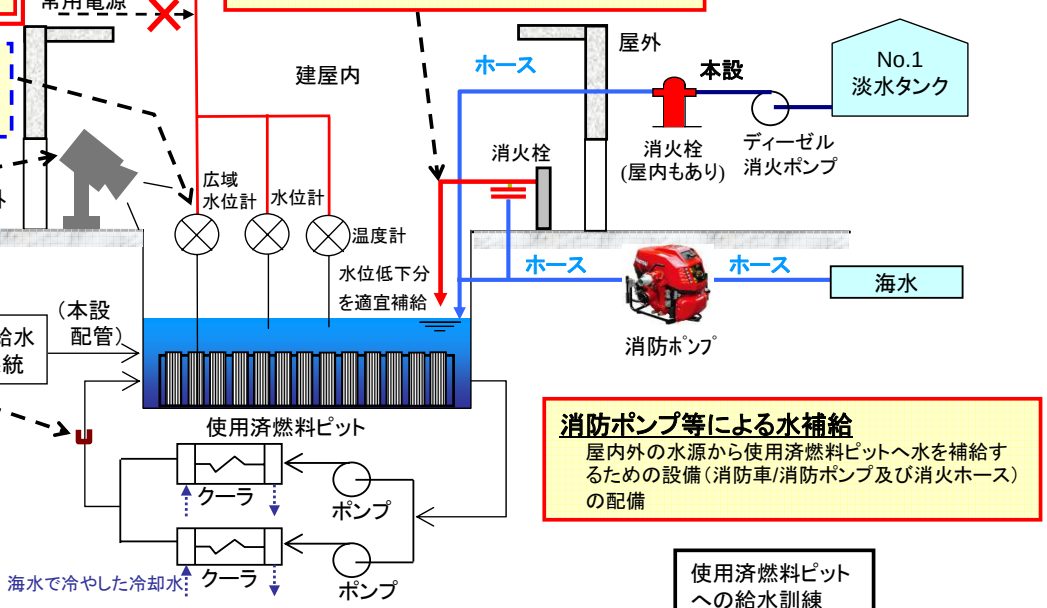
広域水位計設置
更なる監視強化として、非常用電源から電源供給される広域水位計を設置

監視カメラ設置
水位監視強化のため監視カメラを設置

配管支持構造物補強
使用済燃料ピット冷却系統の信頼性向上のため、配管等の耐震評価を実施し必要に応じ対策実施

（補強例）

配管設置
使用済燃料ピットに消火設備を利用して外部から水を補給するための配管を設置



消防ポンプ等による水補給
屋内外の水源から使用済燃料ピットへ水を補給するための設備（消防車/消防ポンプ及び消火ホース）の配備

使用済燃料ピットへの給水訓練
H23年度：22回

使用済燃料ピットポンプの分解点検
健全性確認のため、使用済燃料ピットポンプの分解点検を実施

：実施済み
：実施中または計画中

：専門委員会から指摘を受けて実施した項目

（5）その他のシビアアクシデント対策（1／2）

シビアアクシデント対策の箇所
：実施済み
：実施中または計画中

（O1,O2）
イグナイタの運転に必要な電源の配備 【H23.6配備済み】
イグナイタを運転するマニュアルの整備 【H23.6整備済み】

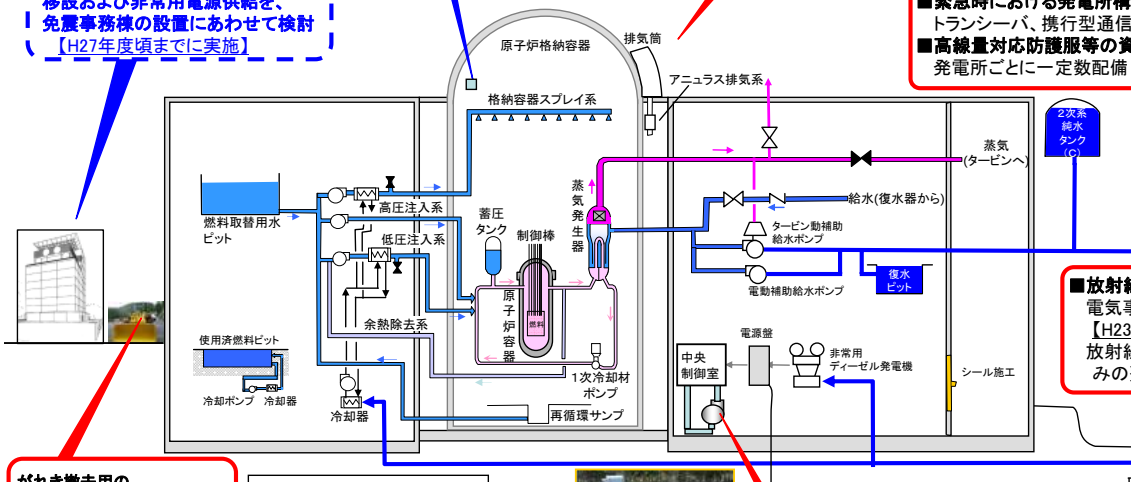
（O1,O2除く全プラント）
触媒式水素再結合装置の設置 【H24,H25年度の定期検査で順次配置予定】

（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

（O1,O2除く全プラント）
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】
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】

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
【H27年度頃までに実施】

■緊急時における発電所構内通信手段の確保
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
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
電気事業者間で相互融通する仕組み確立 【H23.6確立済み】
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】

がれき撤去用のホイールローダーの確保 【H23.6配備済み】

ホイルローダ他動作訓練
H23年度実績：34回

空冷式
非常用
発電装置

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】
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】

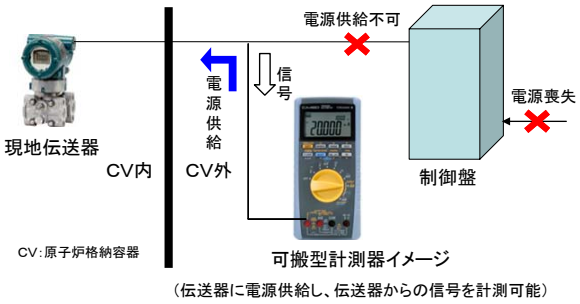
発電所へのアクセス道路の整備

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

（5）その他のシビアアクシデント対策（可搬型計測器の配備）（2／2）

- 計器の電源が喪失し、プラントパラメータが見えないときは、まず、炉心を冷却する機器（ポンプ他）の運転状態を現場で確認し、その安定運転の継続をはかるとともに、可搬型計測器(*)で炉心冷却に関するパラメータを採取して原子炉の状態・推移を把握する。

  ＊ 可搬型計測器 （平成24年6月 配備予定）



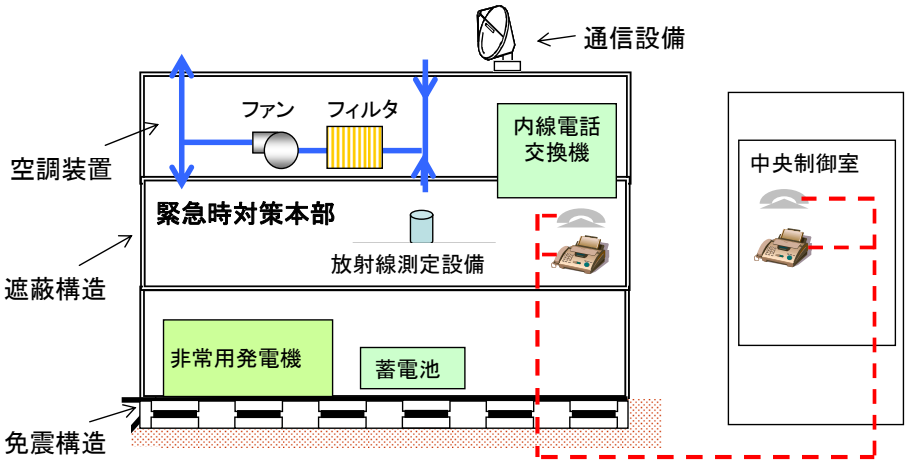
＊：約40台／ユニット（予備を含む）を配備し、以下のプラント監視上特に重要なパラメータの監視を継続させる
- ・一次冷却材高温側広域温度、低温側広域温度
- ・一次冷却材圧力
- ・蒸気発生器狭域水位
- ・補助給水流量
- ・復水ピット水位

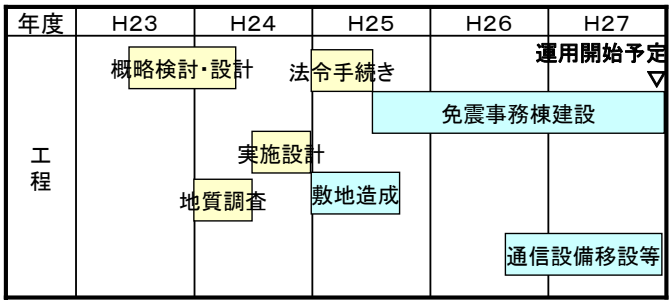
なお、上記パラメータが計測できない場合のバックアップパラメータは以下のとおり
- ・主蒸気圧力（一次冷却材低温側広域温度のバックアップ）
- ・加圧器水位（一次冷却材圧力のバックアップ）
- ・蒸気発生器広域水位（蒸気発生器狭域水位のバックアップ）

- なお、万一何らかの要因でパラメータが全く把握できない場合は、機器の作動状態やプラントパラメータ履歴等から事故進展状況を把握するとともに、原子炉の状態や事故の進展を予測し、対応を検討することはマニュアル（アクシデントマネジメントガイドライン）に定められている。
- これまでも総合判断の訓練は実施しているが、今後も更に過酷な状態（パラメータが見えない等）場合を想定した訓練を計画していく。

（6）中長期対策（免震事務棟の設置）（1／2）

○福島第一原子力発電所事故対応における現場対応状況を踏まえ、対応体制の充実ならびに作業員の安全確保の観点から、地震・津波を考慮した場合でも、室内から対策の指令等が可能な免震事務棟を設置する。
○また併せて通信設備充実および放射線遮へい対策等を図る。





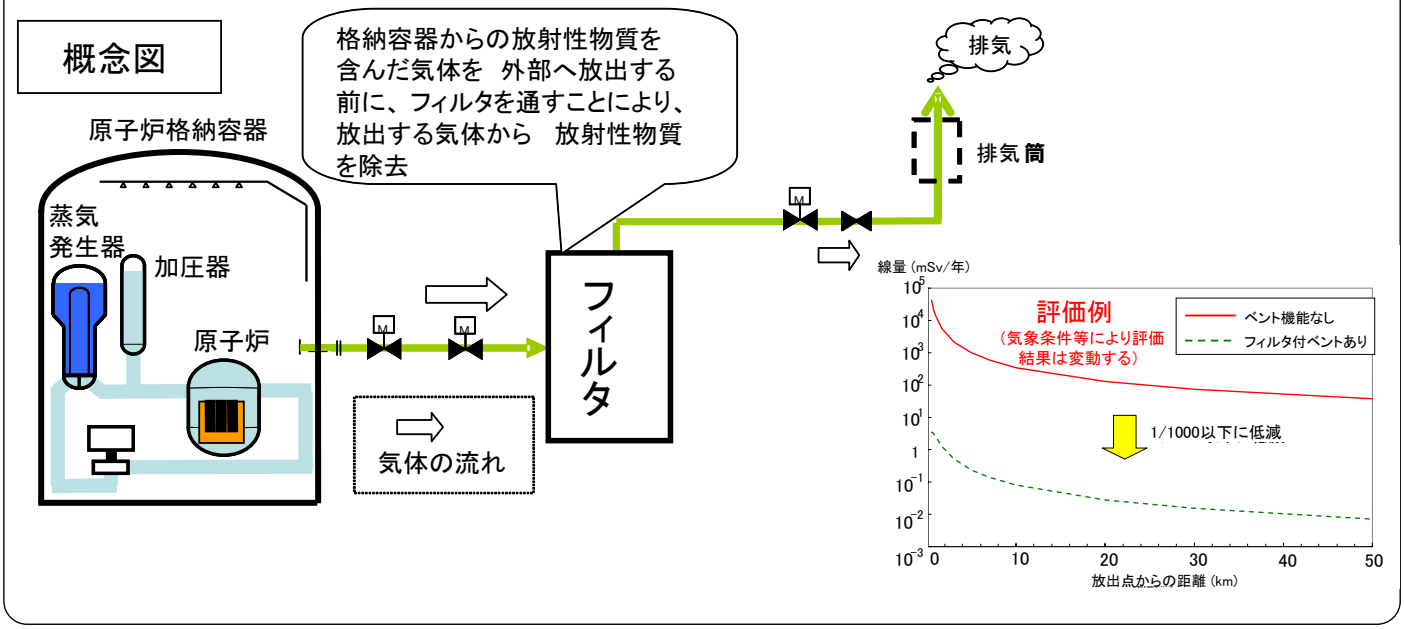
概略検討・設計 ：施設規模、配置および施設スペック、仕様（耐放射線等）を決定
実施設計 ：実工程のための図面整備等を実施
法令手続き ：自然公園法、建築基準法、福祉まちづくり条例 等

（6）中長期対策（フィルタ付ベント設備の設置）（2／2）

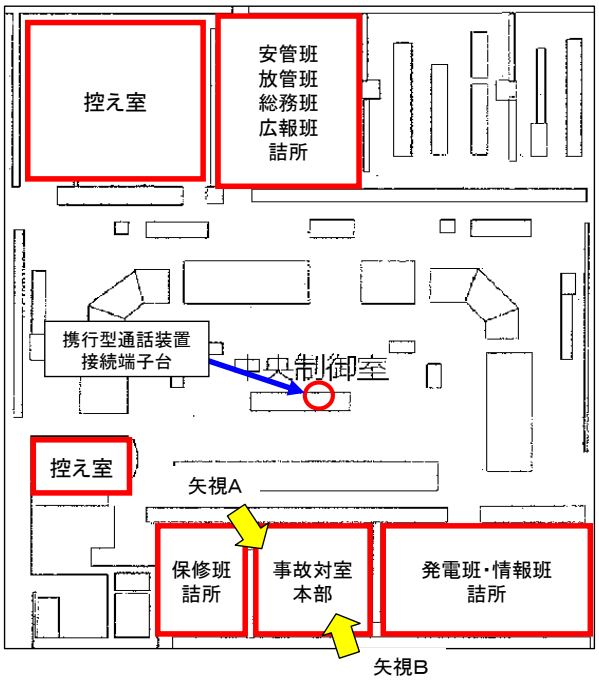
フィルタ付ベント設備

・万一、炉心損傷により格納容器の内圧が大幅に上昇した際に、 格納容器の圧力を低減し損傷を防止
・フィルタ機能を有することで、放射性物質を除去し、土地汚染による長期避難を極小化

概念図



（7）代替指揮所確保・整備（1／10）



○各室床面積

事故対室本部	：約58m²
保修班詰所	：約50m²
発電班・情報班詰所	：約74m²
安善管理班他詰所	：約92m²
控え室	：約102m²
合計	：約376m²
○参考 中央制御室全体	：約583m²
緊急時対策所	：約280m²

B中央制御室横会議室他の機能

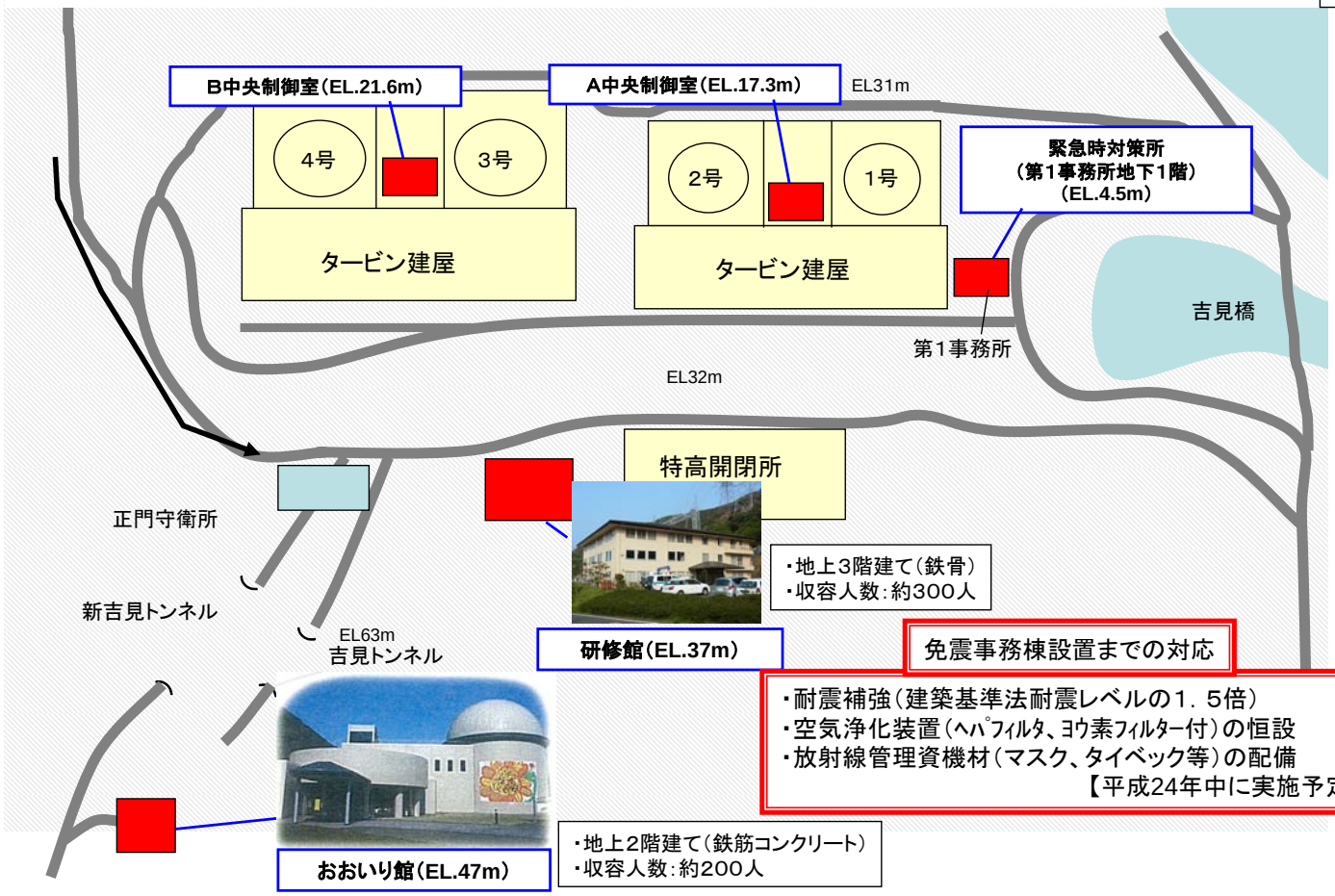
○収容人数：約200人

○耐放射線対策
・中央制御室との扉を開放することにより、中央制御室換気空調装置設備の浄化機能が利用可能
・中央制御室を囲む遮へい壁の内側にあり高い遮へい能力

○通信機能
・通常の通信手段が寸断された場合に備え、衛星携帯電話、携行型通話装置他を配備

平成24年3月18日 大飯発電所防災訓練状況写真

（7）代替指揮所確保・整備（2／10）



免震事務棟設置までの対応

- 耐震補強（建築基準法耐震レベルの1．5倍）
- 空気浄化装置（ﾍﾊﾟﾌｨﾙﾀ、ﾖｳ素ﾌｨﾙﾀｰ付）の恒設
- 放射線管理資機材（マスク、タイベック等）の配備

【平成24年中に実施予定】

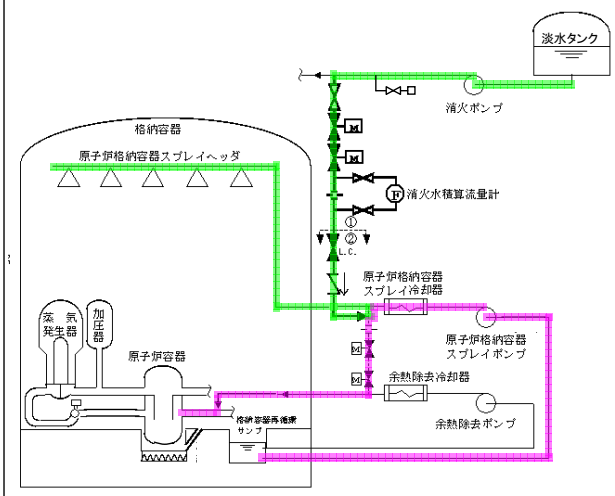
（7）炉心への直接注水について（3／10）

○炉心冷却手段が全く無くなった場合は、

アクシデントマネジメント策で整備した経路（格納容器内注水、代替再循環）を用いて、淡水タンクからの注水が可能である（①）が、淡水タンクが使用できない場合も想定し、水源として最も確実に利用できる海水を炉心に注入する手段を整備した（②）。

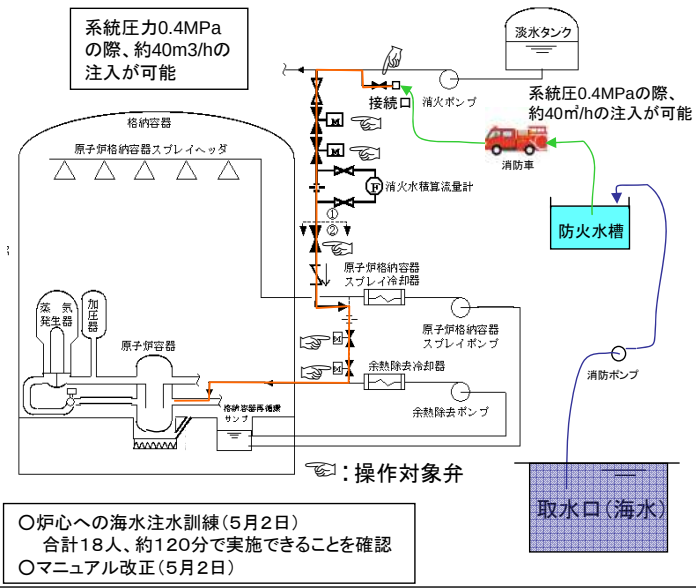
訓練では消防ポンプ等により消火水系統、余熱除去（低圧注入）系統を経由させ、海水を炉心へ注水できることを確認した。（5月2日訓練実施、マニュアル制定）

①AM策（格納容器注水、代替再循環）



②既整備のAM策を活用した炉心への直接注水経路

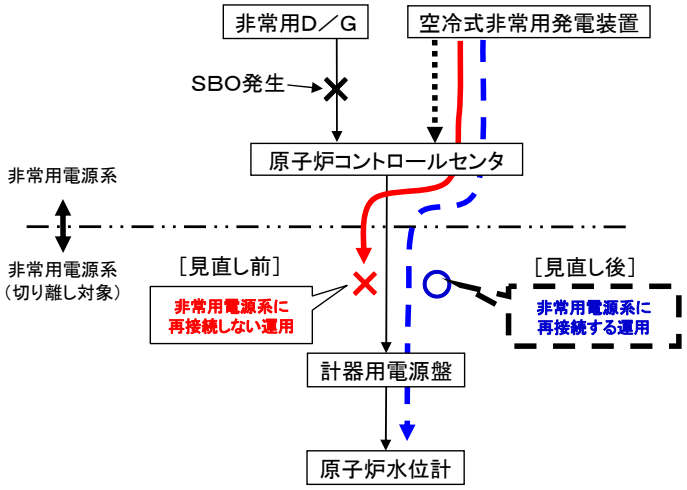
系統圧力0.4MPaの際、約40m3/hの注入が可能

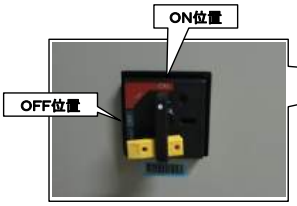


○炉心への海水注水訓練（5月2日）
合計18人、約120分で実施できることを確認
○マニュアル改正（5月2日）

（7）原子炉水位計の電源（4／10）

- 原子炉水位計は計器用電源盤から電源供給されているが、この計器用電源盤は非常用電源系から受電している。
- 全交流電源喪失（SBO）発生時は、非常用電源系の負荷を一旦切り離し、空冷式非常用発電装置を起動後に必要な負荷のみを接続する操作を行う手順としている。
- 原子炉水位計による炉心状態の監視を行うために、空冷式非常用発電装置を起動後に、この計器用電源盤を接続する運用とした。





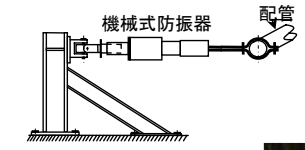
電源開閉スイッチ

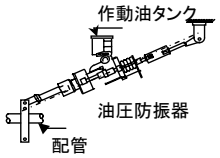
原子炉コントロールセンタ

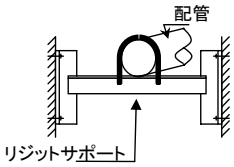
（7）非常用炉心冷却系統耐震サポートの総点検（5／10）

緊急（非常用）炉心冷却系統に設置されている支持構造物について、取付状態、干渉状態、油もれ、き裂等の異常がないことを、足場の設置、配管保温材取外しを行い、目視にて確認。また、支持構造物のボルト・ナットについても、触診等により緩みの無いことを確認。

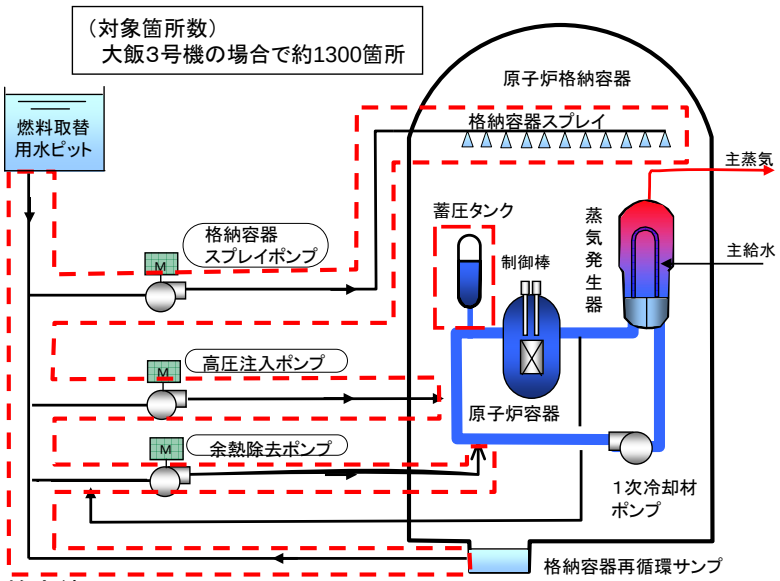
○耐震サポートの例







（対象箇所数）
大飯3号機の場合で約1300箇所



点検項目	対象系統
外観点検 緩み確認	高圧注入系統 低圧注入系統 蓄圧注入系統 格納容器ｽﾌﾟﾚｲ系

○点検実績（記載のないプラントは計画中又は実施中）

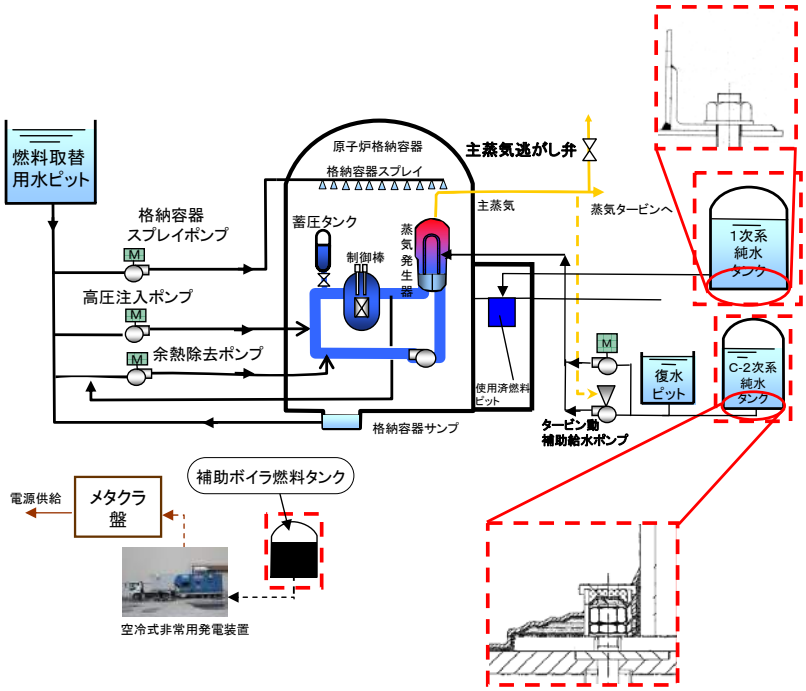
		サポート個数
美浜3号機	実施済み （H24.3.30）	約1500個
高浜1号機	実施済み （H24.2.27）	約1900個
大飯3号機	実施済み （H24.1.31）	約1300個
大飯4号機	実施済み （H24.3.15）	約1300個

（7）タンク基礎ボルトの総点検（6／10）

蒸気発生器及び使用済燃料ピットへの補給水源として期待される屋内外タンクや緊急炉心冷却系統に設置されている屋内外タンク等の基礎ボルトについて、腐食・塗膜のはがれ等の異常がないことを可視範囲で目視により確認。また、基礎ボルトについて可能な範囲で、打診等により緩みの無いことを確認。

○基礎ボルトの点検箇所数（大飯3号機の例）

設置場所	対象機器	用途	基数	基礎ボルト数／基	点検箇所数（基数×基礎ボルト数）
CV内	蓄圧タンク	RCSへの注水	4	36	144
屋内	1次系純水タンク（3,4号機共用）	SFPへの水補給	2	48	96
屋外	C－2次系純水タンク（3,4号機共用）	SGへの給水	1	なし	－
	補助ボイラ燃料タンク（1～4号機共用）	燃料の備蓄	2	12	24

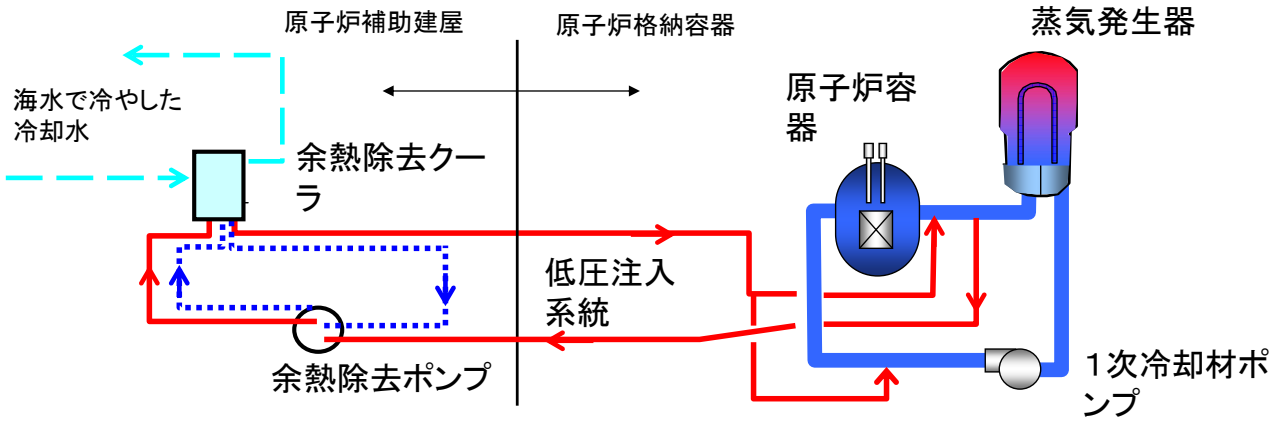


○点検実績

美浜1～3号機	実施済み （H24.3.26）	1号機：240個 2号機：210個 3号機：336個
高浜1～4号機	実施済み （H24.4.24）	1号機：284個 2号機：284個 3号機：360個 4号機：360個
大飯1，2号機	実施済み （H24.4.17）	1号機：369個 2号機：357個
大飯3，4号機	実施済み （H24.2.28）	3号機：192個 4号機：192個

（7）非常用炉心冷却系統の健全性確認（7／10）

・定期検査中のプラントにおいて、事故を模擬し、実際に原子炉容器に水が注入されることを確認した。

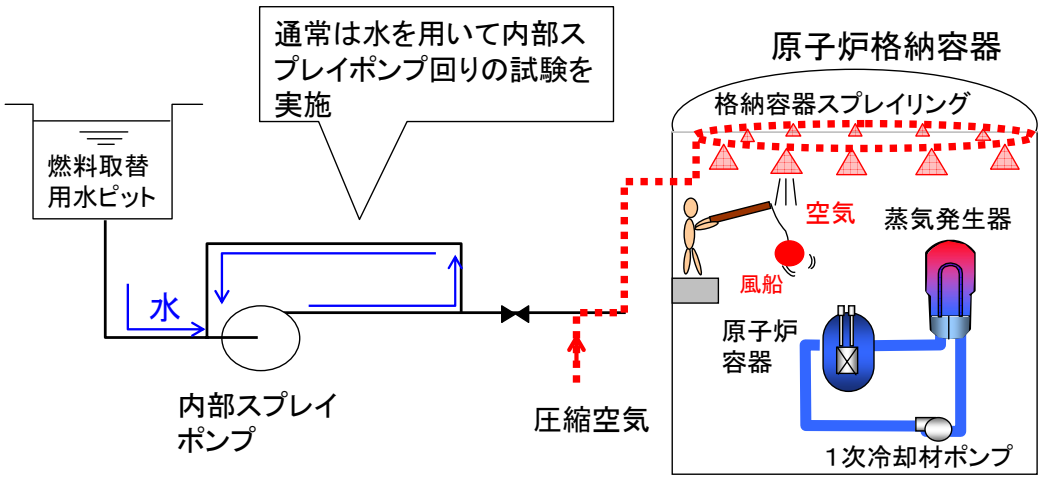


：今回実施したライン

：通常試験のライン

（7）格納容器スプレイリングの健全性確認（8／10）

・原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制する設備の健全性を確認するため、系統配管に圧縮空気を供給し、 空気が流れることを確認した。



（7）天正地震に関する津波堆積物調査の結果（９／１０）

経緯

- 若狭湾における津波の痕跡に関する情報の蓄積を目的に、昨年10月から三方五湖周辺でボーリング調査（9箇所）を3事業者で実施
- 約1年間をかけて、試料分析・評価を実施する計画
- 天正地震に関する津波堆積物調査結果については、文献調査結果、神社への聞き取り調査結果とともに、先行して昨年12月に国・県他へご報告

調査結果

【天正地震による津波に関する津波堆積物調査】（右図）
久々子湖2箇所、菅湖・中山湿地各1箇所を選定し評価

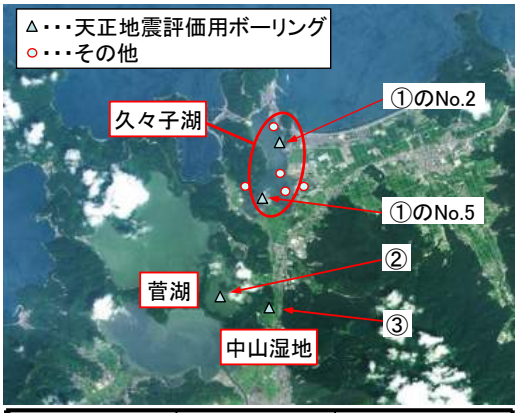
結果
- 4箇所とも砂層は認められず
- 久々子湖の①（No.2）の箇所から微量の有孔虫などが認められたが、その他の地点では認められず

【天正地震に関する文献調査】
若狭湾沿岸の県市町村史誌（36文献）を調査

結果
- 渡島大島津波（1741年）等の記載はあるものの、フロイス日本史、兼見卿記他の4文献（実質的にはフロイス日本史、兼見卿記2文献）以外に、天正地震による津波の記載は無し

【神社聞き取り調査】
沿岸部に近くかつ標高の比較的低い、若狭湾沿岸域の神社13箇所へ聞き取り等の調査を実施

結果
- 2神社において天正地震以前に発行された文書や太刀が現存
- 宮司が常駐する神社から、過去、津波が来たという記録はないとの回答あり



		堆積構造の把握（0～2m）	堆積物の堆積環境の確認			
		津波堆積物の指標となり得る砂層の有無	有孔虫	貝形虫	ウニ	海水性珪藻
①久々子湖	No. 2	認められない	微量	微量	無	微量
	No. 5	認められない	無			
②菅湖		認められない	無			
③中山湿地		認められない	無			

事業者の評価

調査結果から、「天正地震による津波があったとしても、久々子湖における海側から遠い地点には至らない規模であった」と評価

保安院の見解

これまで得られている文献調査や水月湖等での調査等の結果を踏まえると、古文書に記載されているような天正地震による大規模な津波を示唆するものは無いと考えられるが、天正年間を含めてデータを拡充するために、津波堆積物について、更なる追加調査を行う

（7）若狭湾沿岸における津波堆積物の追加調査概要（１０／１０）

調査目的

若狭湾付近の過去の津波の痕跡情報を蓄積することを目的として、これまで実施してきた津波堆積物調査に加え、さらなるデータ拡充を図ることを目的として、3事業者で追加調査を実施

調査位置（右図参照）

・猪ヶ池エリア （6箇所）
・久々子湖東側エリアの陸地 （8箇所）

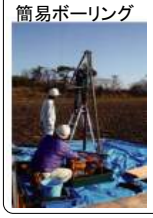
調査方法

・ボーリング調査等による試料の採取および分析

【試料採取方法イメージ】

久々子湖東側エリア

簡易ボーリング



ピット

陸上ボーリング

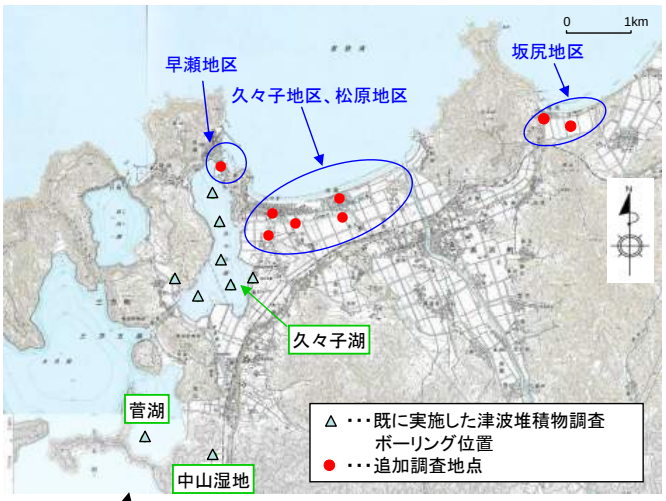
猪ヶ池エリア

水上ボーリング

簡易ボーリング ・・・ 打ち込み式サンプラーにより地下試料を採取
ピット ・・・ 表層を掘削して地層確認、ならびに試料採取
陸上ボーリング ・・・ ボーリングマシンにより地下試料を採取
水上ボーリング ・・・ フロート台船上で掘削（基本的に陸上ボーリングと同じ）

調査期間

年		H23				H24						
月		9	10	11	12	1	2	3	4	5	・・・	10
これまでの津波堆積物調査	試料採取											
	分析・評価											
	文献・神社聞き取り調査											
追加調査	試料採取											
	分析・評価											



調査位置（久々子湖東側エリア）

調査位置（猪ヶ池エリア）

組織人員体制面での
安全性向上対策実行計画の主な対策の実施状況

関西電力株式会社

組織人員体制面での
安全性向上対策実行計画の主な対策の実施状況

H24.5末時点

主な対策内容		H23	H24	H25
初動人員体制の強化	緊急時対応体制の強化	H23.11報告の対応体制を整備	H24.3報告の対応体制の整備	
	発電所常駐要員の増強		H24.4に実施済	
	プラントメーカの支援体制の強化		H24.2 実施済（若狭地域への常駐）	
	協力会社による発電所支援体制の構築		H24.3 実施済	
指揮命令系統の明確化			H24.3 実施済	
シビアアクションデンタの対応能力の向上	マニュアルの強化他		実施済（今後も継続実施）	
	機器の設置場所等の詳細を明記		順次、追加実施中	
	線量予測図の作成		基本計画の検討他（H25年度迄に実施予定）	
	より厳しい条件を想定した訓練の実施		計画策定中	
情報通信網等の強化	通信連絡の強化（衛星携帯電話の追加配備他）		H24.2 配備済	
	衛星電話の屋外アンテナの追加設置		H24.9 迄に設置予定	
	発電所敷地境界モニタリングポストの強化		可搬型の整備、バックアップ回線（H25年度予定）	
	プラント状態の監視機能の強化（開発）		基本計画の検討他（H26.9頃 研究まとめ）	
災害対応資機材等の充実	災害対応資機材等の充実		継続実施中	
	運搬手段の強化		H24.3 実施	
	被ばく管理の強化		H24.1 実施	

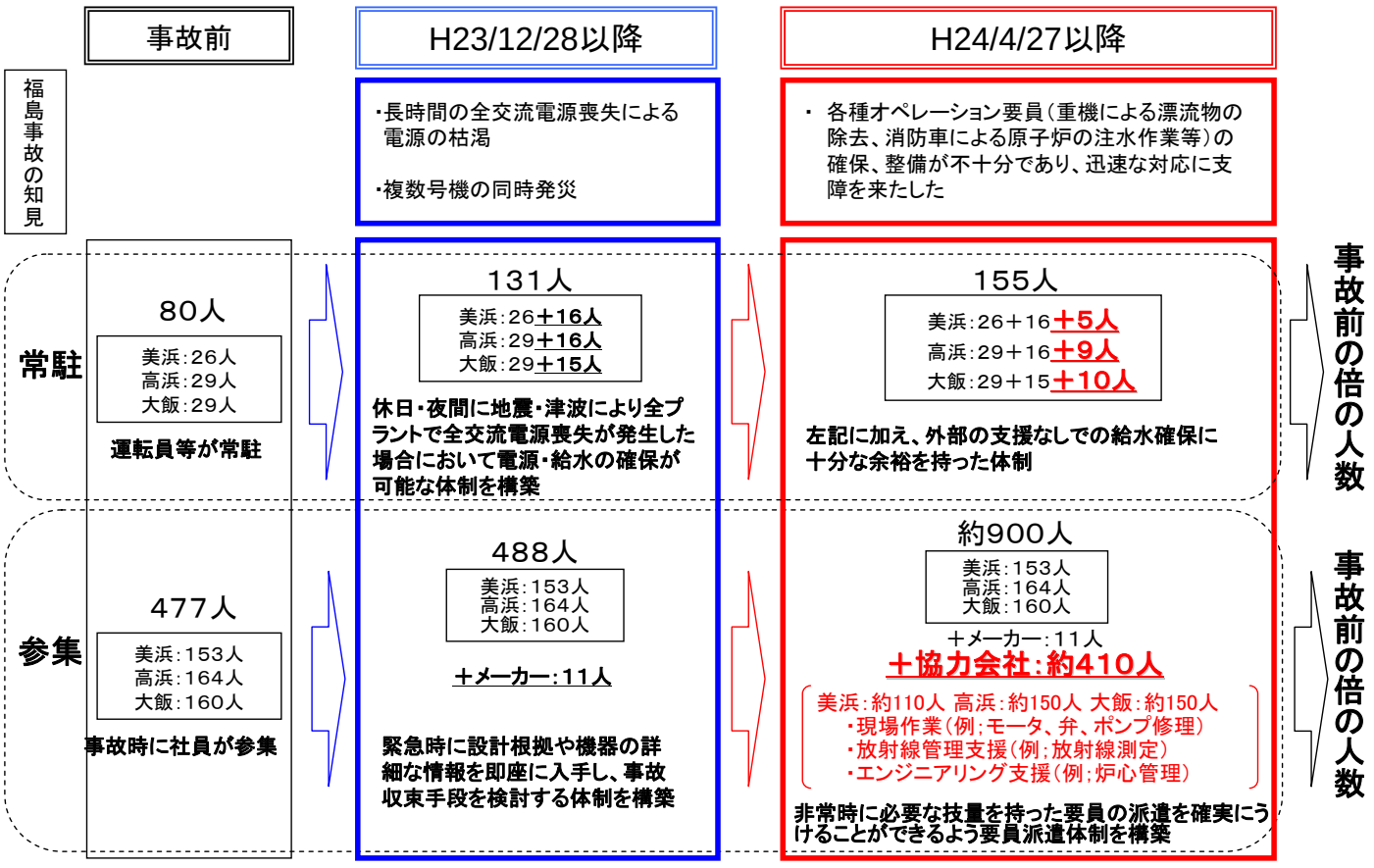
（1）初動人員体制の強化（緊急時対応体制の強化（要員の確保））（1／5）

・ケーブルつなぎ込み口の改造により少人数でも迅速な電源確保を可能にするとともに、外部支援がない状態であっても電源確保と給水確保が独立して実施できるよう、初動対応要員を現状の44名から10名増員した。（4月27日）

（大飯発電所の例）

震災前		震災後		H23/12/28以降		H24/4/27以降		余裕
運転員	**22名**	**運転員**	**22名**	**運転員**	**22名**	運転員	22名	
				運転員の支援	2名	運転員の支援	2名	
当番	2名	当番	1名	当番	2名	当番	3名	1名
消防	5名	消防	5名	消防	5名	消防	5名	
				当番（現場指揮）	1名	当番（現場指揮）	1名	
		瓦礫	1名（消防と兼務）	瓦礫	1名	瓦礫	1名	
		電源確保	6名（消防と兼務4名）	電源確保	8名	電源確保（燃料補給）[必要数4]	8名 ↓ 4→6名（2名追加）	2名
				給水確保（3名）	3名	給水確保[必要数11]	3名 ↓ 7→14名（7名追加）	3名
合計	**29名**	**合計**	**30名**	**合計**	**44名**	**合計**	**54名**	**6名**
		増員数	1名	増員数	14名	増員数	10名	
守衛	3名	守衛	3名	守衛	3名	守衛	3名	
合計	32名	合計	33名	合計	47名	合計	57名	

（1）初動人員体制の強化（協力会社による発電所支援体制の構築）（2／5）



（1）初動人員体制の強化（プラントメーカの支援体制の強化）（3／5）

○緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に得られるよう、以下のとおり体制強化を行った。

三菱若狭原子力安全統括センター

[体制]
・即断できるプラントメーカ責任者とマネジャークラスからなる常時11名の体制
[役割]
・緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に提供
・事故収束手段、復旧対策をタイムリーに提供・議論　　等
[時期]
・H24年2月1日に設置

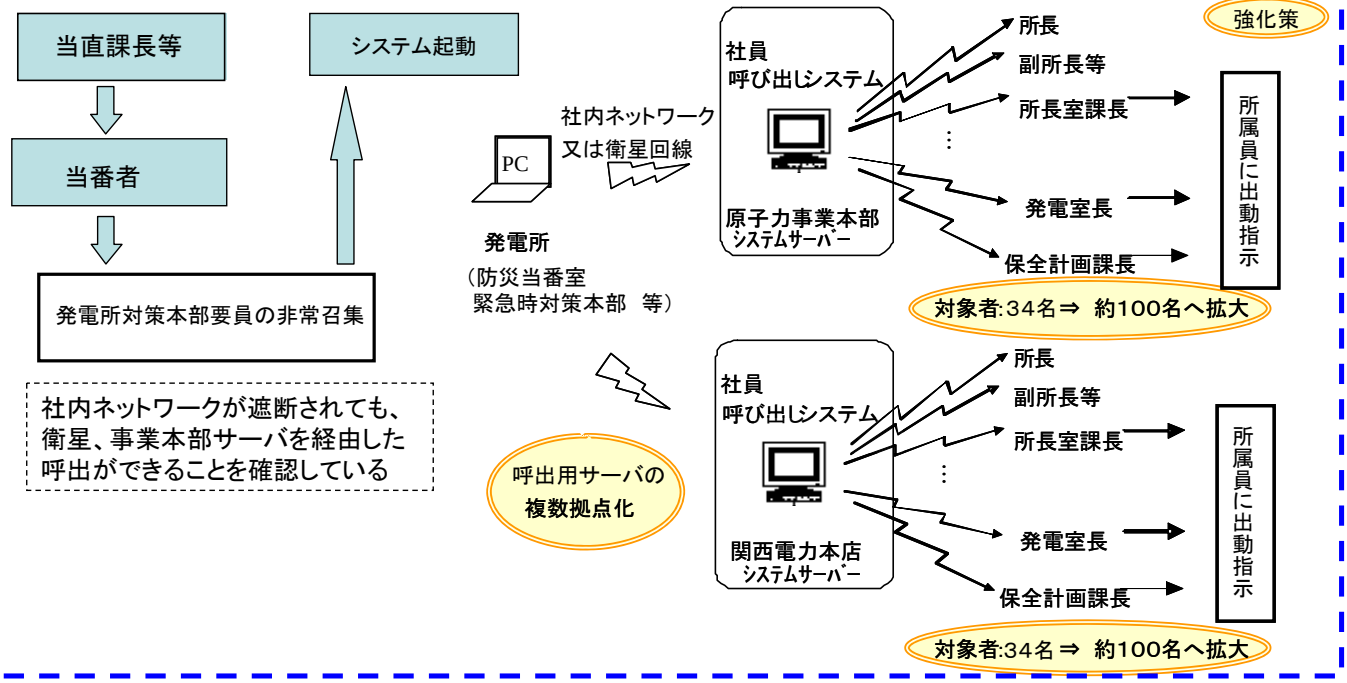
三菱緊急時原子力安全対策センター

[体制]
・原子力事業本部長をトップとした即決できる緊急時対応体制
・プラントメーカ技術者400～500人規模
[役割]
・緊急時の原子力発電所安全確保のためのプラントメーカ総指令本部
・緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に送付
・事故収束手段、復旧対策の早急な検討、若狭へ送付　　等
[整備時期]
・H23年12月末に緊急時体制を確立するためのマニュアルを整備

（1）初動人員体制の強化（緊急時対応体制の強化（要員召集の強化））（4／5）

（大飯発電所の例）

①緊急時呼出システム



②緊急時呼出システムおよび一斉召集システム（震度6弱以上で事前に登録した場所へ集まるシステム）が動作しない場合に備え、直接参集命令を伝えることができる手法として 寮などの拠点に衛星携帯電話を配備し、呼出を行う

③確実な指揮命令が可能となるよう社長・原子力事業本部長・発電所長・副所長に衛星携帯電話を配備する

○移動手段として、ヘリポートの拡充（空路）、小型船舶の夜間航行装備（海路）を配備した

（1）初動人員体制の強化（緊急時対応体制の強化（社員召集の仕組み））（5／5）
（例：大飯発電所）

要員召集ルート

要員の所在

技術系（関西電力）：247人　（平成23年9月20日時点）

	寮	自宅	社宅	合計
おおい町	132	31	23	186
高浜町	0	17	0	17
小浜町	0	29	0	29
舞鶴市	0	15	0	15

単位：（人）

（2）指揮命令系統の明確化（1／1）

	事故前	実行計画（H23.11.28報告）	追加安全対策（H24.3.23報告）
福島事故の知見		・緊急時の海水注入判断が不明確	・複数ユニット同時発災時に情報が混乱 ・予期しない事象に対応する役割が不明確
緊急時対応体制（大飯発電所の例）		原子力災害発生時における指示明確化 （発電所長）蒸気発生器への海水注入判断 （当直課長）プラント運転操作や停止判断	

単独ユニット発災時での体制

（常駐：29人　参集：約160人）

- 社長
  - （代行者）原子力事業本部長
- 本部長（所長）
  - 副本部長（副所長 品証保証室長 安全防災室長 統括長）
  - 本部長付（副本部長 班長を除く 職位が課長以上の者）
- 総務班
- 広報班
- 情報班
- 安全管理班
- 放射線管理班
- 発電班
- 保修班

複数ユニット発災時の体制（例）

（常駐：54人　参集：約320人）

- 社長
  - （代行者）原子力事業本部長
- 本部長（所長）
- 1号指揮（1,2号統括長）
- 2号指揮（副所長）
- 3号指揮（3,4号統括長）
- 4号指揮（品質保証室長）
- 特命班 予期しない事象に対応
  - 予期しない事象が発生し新たな役割が必要となった場合に、本部長（所長）の指示により対応する特命班を置く
- 総務班
- 広報班
- 情報班
- 安全管理班
- 放射線管理班
- 発電班（1u担当グループ、2u担当グループ…）
- 保修班（1u担当グループ、2u担当グループ…）

(3)シビアアクシデント対応能力の向上(1／9)

	事故前	実行計画(H23.11.28報告)	追加安全対策(H24.3.23報告)
福島事故の知見		・長時間の全交流電源喪失事故の発生 ・複数号機同時発災	・中央制御室での監視と操作を前提にしたマニュアル ・非常用復水器動作状況の誤認識 ・SPDSが使用出来ない状態での事故対応
		福島事故の反映	実効性の向上
シビアアクシデント対応	シビアアクシデントマニュアルの整備 ・地震津波による機器損壊等の想定不十分	福島事故を反映したマニュアルの整備 ・地震津波による機器損壊等を想定したマニュアル整備	現場操作の詳細情報を盛り込んだマニュアルの整備 ・現場操作機器の設置場所、操作方法等の詳細を明記 ・SA時の線量率予測図の作成
	アクシデントマネジメントの概要の教育 ・SAやAMの概要教育 ・SA対応時の操作訓練	福島事故を反映したマニュアルに基づく教育 ・マニュアルに基づく操作手順等の教育と訓練	自らがプラント状態を理解して対応するための教育 ・メーカー等の協力を得て実地も含めた教育を実施 ・協力会社に対して、SA対応時の教育を行う
	原災法に基づく総合訓練の実施 ・原災法に基づく訓練(1回／年)	福島事故を反映した具体的な訓練の実施 ・電源接続や給水などの個別訓練の実施 ・総合訓練の実施	より厳しい条件を想定した訓練の実施 ・抜き打ち参集訓練 ・通信設備等が使用不能な場合を想定した訓練 ・高線量環境を想定した訓練 ・複合事象を想定した実機の模擬制御盤による訓練

(3)シビアアクシデント対応能力の向上(マニュアルの整備と訓練の実施)(2／9)

○過酷事故時に使用するマニュアルについて、機器の故障等を想定した過酷な条件においても対応操作が可能なマニュアルになっていることを確認する

＜現状の運転マニュアル＞

運転操作		運転操作所則 原子炉関係　タービン関係　発電機関係 定期点検所則 警報時操作所則
事故時操作	設計想定内事象対応	事故時操作所則 地震・津波　原子炉トリップ　外部電源喪失 1次冷却材喪失　蒸気発生器伝熱管破損　他
	設計想定外事象対応	事故時操作所則(第二部) 全交流電源喪失　原子炉補機冷却水機能喪失　未臨界の維持 炉心冷却の維持　格納容器健全性の維持　他
	炉心損傷時影響緩和操作	事故時操作所則(第三部) 設計想定事象を超える事故・故障時において炉心が損傷した場合に、更なる事故の進展の防止および緩和を行うための対応手順を定めている。

＜福島事故の流れ＞

通常運転中
定期検査中

⇒

地震発生⇒原子炉停止
外電喪失⇒DG起動

⇒

津波⇒全交流電源喪失

⇒

炉心損傷

これまで、「全交流電源喪失」では、長期間を想定していなかったことから、当事象については設備、マニュアル等の面から見直しを行った。

⇒

過酷事故時のマニュアルについても、地震・津波などを想定し、事故収束に必要な機器の故障や復旧遅れ等、種々のケースを想定した場合においても対応可能かという視点で確認し、必要に応じ見直しを行う。

（3）シビアアクシデント対応能力の向上（マニュアルの整備と訓練の実施）（3／9）

○整備したマニュアルに基づき訓練を行い、対応の習熟を図るとともに、マニュアルの改善事項を抽出する。

『緊急対策』訓練

【発電所における個別の訓練】

1）運転員訓練
- ・全交流電源喪失に対応するマニュアルの整備
- ・マニュアル及びシミュレータに基づいた訓練実施

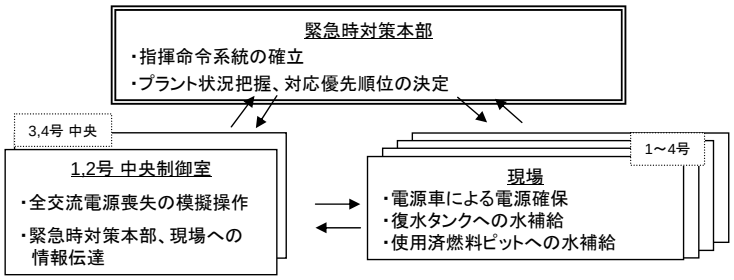
2）電源復旧、給水訓練
- ・各訓練を個別に実施し、対応手順の成立性確認
- ・夜間、休日対応訓練実施 等

実行計画（H23.11.28報告）

【発電所における訓練の充実 】

下記に示すような訓練を検討・実施し、改善事項を抽出する。

〈例〉・連携訓練（対策本部と現場との連携、指揮命令系統の強化、初動体制の確立等）
- ・複数ユニット同時対応訓練
- ・全交流電源喪失、一次冷却材管の破断などシビアアクシデントを想定した訓練
- ・シビアアクシデント対策等で新たな知見が 得られた場合、マニュアルに反映して訓練
- ・夜間を想定した訓練　等



全ユニット同時対応、福島第一原子力発電所の事故を反映した防災訓練等訓練の充実を図る。

【原子力総合防災訓練の実施等 】
- ・本店（事業本部、中之島）を含む原子力総合防災訓練を計画・実施
- ・国・自治体が行う原子力防災訓練との連携

【応急対策向け訓練】
- ・『応急対策』実施に伴う手順書整備・訓練実施

【体系化】
- ・訓練の体系化（頻度、体制のルール化　等）ならびに継続的改善

（3）シビアアクシデント対応能力の向上（現場操作機器の設置場所、操作方法等の詳細の明記）（4／9）

①中央制御室での必要パラメータが確認できない場合の代替確認手段について、妥当かどうか再チェックする。

現状マニュアルの例

全交流電源喪失

ステップ	操作または確認事項	操作または確認失敗の場合の措置
4	S/Gへの補助給水流量を確認する。 (1) タービン動補助給水ポンプ ……「自動起動」 (2) 補助給水流量（全S/Gへの合計流量が125m³/h以上） (3) タービン動補助給水ポンプ起動速度制御ピストン油供給電磁弁バイパス弁（DW－318）を開く。	手動で起動する。 ラインアップを確認する。

再チェック箇所

流量計で確認出来なければ現地の状態確認で判断する

②上記マニュアルで開閉する弁等について、設置場所および必要情報をマニュアルへ追加記載する。

現状マニュアルの例

弁　名　称	弁・ダンパ番号	現在の状態	AM 操作で「開」の必要のある弁	注　意　・　備　考
安全注入信号(S 信号)により隔離される弁				
充てんライン格納容器隔離弁	CS－157	開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある
充てんライン止め弁	CS－155	開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある
格納容器隔離動作 A(T 信号)で隔離される弁				
加圧器逃がしタンクガス分析ライン格納容器第１隔離弁	RC－077	開・閉	×	

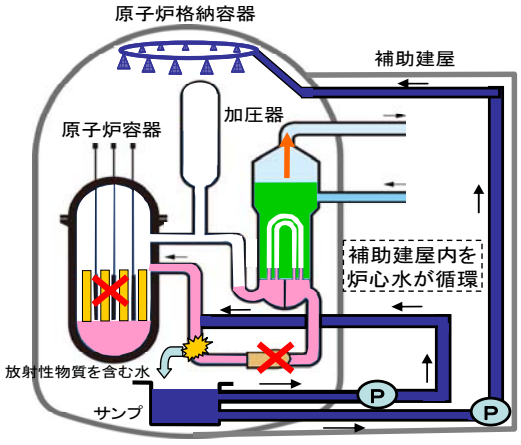
追加記載例

弁　名　称	弁・ダンパ番号	設置場所	現在の状態	AM 操作で「開」の必要のある弁	注　意　・　備　考
安全注入信号(S 信号)により隔離される弁					
充てんライン格納容器隔離弁	CS－157	アニュラス・ELS3	開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある、（訓練ならびに知見を踏まえ必要情報を適宜追加）
充てんライン止め弁	CS－155		開・閉	○	充てん系による注入を実施する場合は「開」にする必要がある、
格納容器隔離動作 A(T 信号)で隔離される弁					
加圧器逃がしタンクガス分析ライン格納容器第１隔離弁	RC－077		開・閉	×	

- ・ 整備・拡充したマニュアルにより訓練を実施し妥当性を検証する
- ・ AM知見の拡充に努め、適宜マニュアルを充実していく

（3）シビアアクシデント対応能力の向上（シビアアクシデント時の線量率予測図の作成）（5／9）

炉心が損傷すると
発電所建屋内の放射線量が上昇



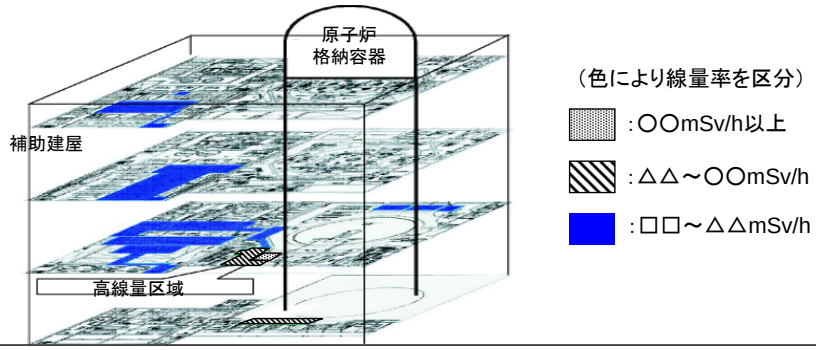
放射線量に関する情報を事前に入手し、現地作業、避難誘導等に活用する

事前に発電所建屋内の線量率予測図を作成し、マニュアル類に反映

事象進展を踏まえた各系統等からの放射線の影響を解析で求め、これを活用する
（2年程度かけて順次実施予定）

線量率予測図のイメージ

建屋内



（3）シビアアクシデント対応能力の向上（より厳しい条件を想定した訓練の実施）（6／9）

・福島事故の教訓を反映し、訓練の充実を図る

○参集訓練

・寮等を出発地点とする参集訓練を実施 （実態に即した参集訓練を実施）

・予め訓練の実施を周知しない

・夜間等に実施　　等

○高線量環境を想定した訓練

○プラントパラメータ表示システムや通信設備が使用不能な場合を想定した訓練

以下の観点に着目して訓練を実施

・データ収集方法の明確化 ―― データ採取場所、採取者、取纏め者の明確化等

・データ伝送代替方法の確認 ― 中央制御室と事故対策本部間等で緊急時衛星通報システムを用いたメールでの送信等

○シミュレータ訓練での複合事象（地震と全交流電源喪失時）発生時における応用対応能力向上訓練

・運転サポートセンターおよび原子力発電訓練センターにおいて訓練を実施

○今回の追加対応の検証

・複数機同時発災時、号機毎に役割を明確化

・強化した通信設備の活用

・新知見等を反映したＡＭマニュアルの検証　　等

訓練の実施結果を各種要領や次回訓練に反映するとともに、
適宜最新知見を反映し、訓練の充実を図る

(3)シビアアクシデント対応能力の向上(自らがプラント状態を理解して対応するための教育(7／9)

AM対応要員に対する教育

○事故シナリオ
・事故時の圧力・温度等で作動する機器のロジックやシーケンス等も含めた事故進展の知識の向上

○対応策
・AM対応時に使用する系統、機器(系統状態、機器の構造・挙動等)に対する深い知識の向上

○プラントの設計思想
・機器等の設計思想を踏まえたAM対応時の使用条件・発揮能力等についての深い知識の向上

机上のみならず、実地を含めた教育を実施していく

協力会社支援要員に対する教育

○発生事象、初動対応等の知識の付与

メーカ等外部専門家の協力を得て強化を図っていく

○教育資料等の充実
○技術者の派遣等による講義
(例)・メーカを含めた設備検証
・米国スリーマイル島(TMI)事故反映事項の検証　等

・国内外のAM全般に関する最新知見の収集・反映

(3)シビアアクシデント対応能力の向上(原子力総合防災訓練の実施結果)(8／9)

原子力総合防災訓練の実施結果(1/2)

1. 実施日時:平成24年3月18日(日)13:00～16:30
2. 参加者:約350名　(大飯発電所、原子力事業本部、本店、美浜発電所、高浜発電所、支店・支社、三菱重工㈱、三菱電機㈱、㈱原子力安全システム研究所、大飯発電所協力会社員等)
3. 対象発電所:大飯発電所

4. 訓練想定:
①. 休日発災を想定
②. 地震・津波の影響による1～4号機(全プラント)同時全交流電源喪失

5. 重点訓練項目:
(1)緊急安全対策に係わる確認
(2)通信の強化に係わる確認
(3)支援体制の強化に係わる確認

6. 主な課題
現時点の主な課題については以下のとおり。なお、今後詳細に評価し、適宜改善を実施していく。
(1)衛星回線の屋外アンテナの恒設・位置調整など、更なる充実を検討する。また、新規配備した衛星携帯電話の使用上の注意事項の表示などについて検討する。
(2)国から派遣される緊急事態対策監の対応を考慮した訓練要素を検討する。

（3）シビアアクシデント対応能力の向上（原子力総合防災訓練の実施結果）（9／9）

原子力総合防災訓練の実施結果（2/2）

①発電所災害対策本部設営運営訓練

②災害対策要員参集訓練

大島寮から徒歩参集。その後、速やかに**対策本部の立上げ・運営**ができた。

B中央制御室付近の部屋が**代替対策本部として、使用できる**ことを実働で確認した。

③電源確保訓練

空冷式非常用発電装置起動の要員急行、起動、その後タンクローリーで燃料給油手順を確認した。

ホイールローダーでがれき（模擬）除去が実施可能であることを確認した。

④がれき除去訓練

⑤給水確保訓練

消防ポンプ・ホースを敷設して、蒸気発生器と使用済燃料ピットへの海水供給ラインの確保ができた。

ディーゼル駆動式大容量ポンプにより原子炉冷却材系統の冷却に必要な**海水供給ラインの確保**ができた。

⑥海水冷却系確保訓練

⑦通報、連絡訓練

衛星電話等を用いて、発電所から関係箇所に連絡。**衛星アンテナ位置によって電波状況が悪くなることや相手電話の機種によって電話番号が変わるなど取扱いの難しさがわかった。**

原子力事業本部で、**社長の陣頭指揮**のもと、**発電所支援が確認**できた。**今後の国の防災体制との整合という課題が認識**された。

⑧緊急被ばく医療処置訓練

⑩船舶による資機材運搬

⑨本店災害対策本部運営訓練

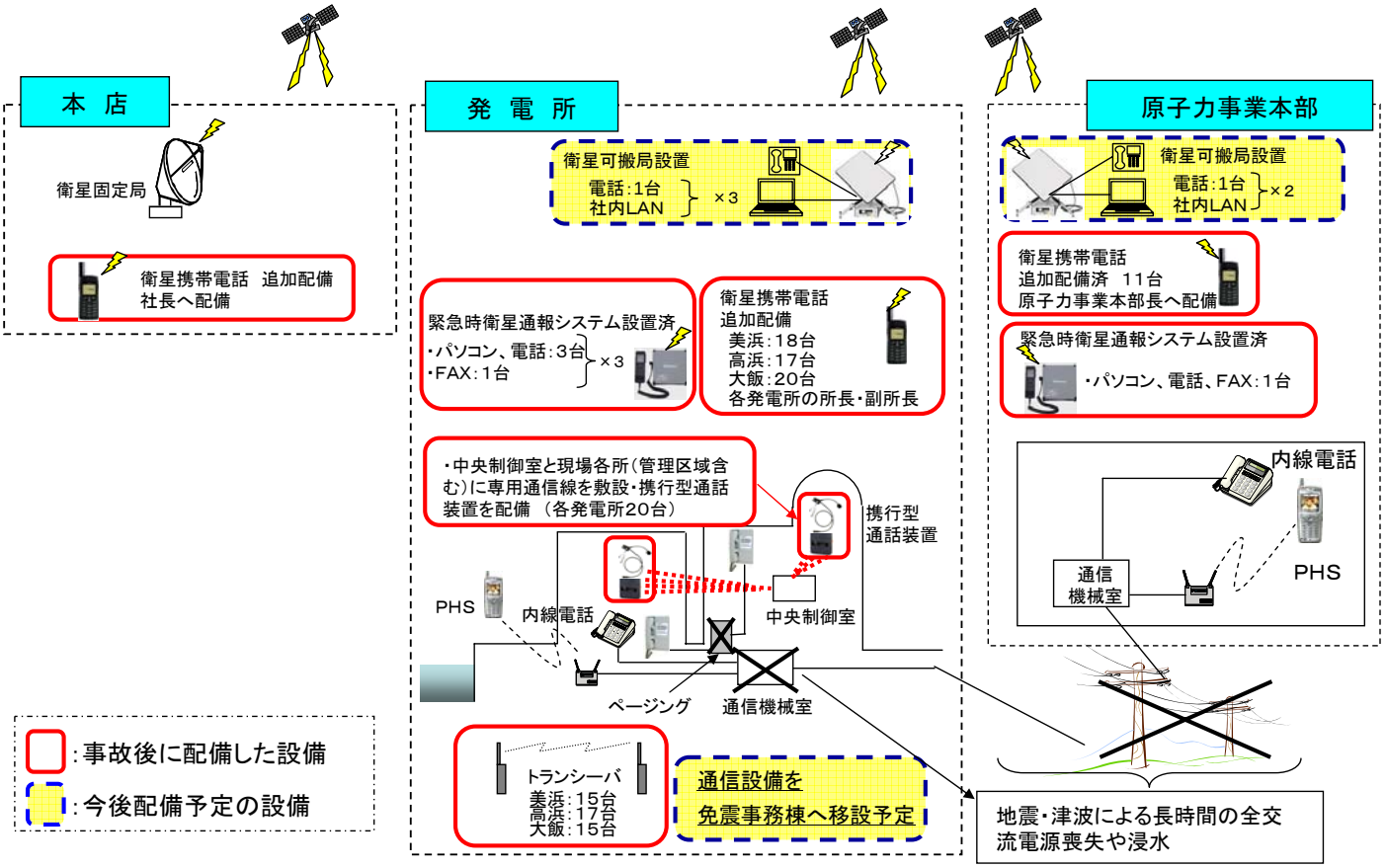
三菱若狭原子力安全統括センター（美浜）から原子力事業本部への技術者派遣等、連携を確認することができた。

⑪プラントメーカー支援訓練

（4）情報通信網等の強化（1／5）

	事故前	実行計画（H23.11.28報告）	追加安全対策（H24.3.23報告）
福島事故の知見		・全交流電源喪失や津波による浸水時に通常の通信設備が遮断された ・使用済み燃料プール水位監視不能 ・モニタリングポスト監視不能	・事故により屋外の放射線量が上昇した場合、衛星電話が屋外で使用できなくなる可能性がある ・福島事故において、敷地内に設置されていたモニタリングポスト全てが監視不能となった ・原子炉水位等重要計器の不信頼
衛星電話	衛星電話8台	（＋89台）衛星電話97台 ・衛星電話の台数増強	（＋18台）衛星電話115台 （＋60台）外部アンテナ付：60台（オフサイトセンター新規18台含む） 屋外アンテナの新設 オフサイトセンターへの新規配備
社内LAN	有線回線によるネットワーク	衛星回線によるネットワークを追加 ・社内ネットワークのバックアップ回線として追加	
発電所敷地境界モニタリングポスト	測定データの有線による伝送	モニタリングポストの電源強化 ・バッテリー容量等の増強	モニタリングポストのバックアップ回線の新設 ・モニタリングポスト測定データの伝送系に無線を追加 可搬型モニタリングポストの整備 ・代替監視用の可搬型モニタリングポストを整備
計器		使用済燃料プールの水位監視機能の強化 ・非常用電源につながる水位監視カメラと水位計を新設	原子炉等の状態を監視する計測器の開発 ・過酷な環境下においても計測できるシステムを研究開発

（4）情報通信網等の強化（通信連絡の強化）（2／5）



（4）情報通信網等の強化（衛星電話の屋外アンテナ追加設置）（3／5）

・衛星携帯電話による屋内での通信を 確実にするため、屋外アンテナを追加設置

発電所

	震災前	現状	今後
美浜発電所	1	→ 24	→ 24
	〔 0	→ 0	→ 10 〕
大飯発電所	1	→ 26	→ 26
	〔 0	→ 0	→ 10 〕
高浜発電所	1	→ 23	→ 23
	〔 0	→ 0	→ 10 〕

〔 〕：屋外ｱﾝﾃﾅ付

原子力事業本部

〔 〕：屋外ｱﾝﾃﾅ付

震災前	現状	今後
2	→ 14	→ 14
〔 0	→ 0	→ 12 〕

本店（大阪）

衛星電話数

震災前	現状	今後
3	→ 10	→ 10

・連絡手段を充実させるため、オフサイトセンターに衛星携帯電話（屋外アンテナ付）を新規配備

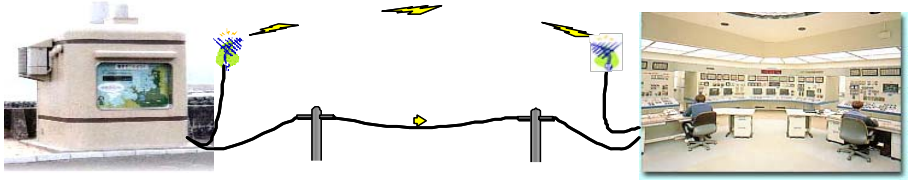
オフサイトセンター 美浜・大飯・高浜

震災前	現状	今後
0	→ 0	→ 各６（計 18）

（4）情報通信網等の強化（発電所敷地境界モニタリングポスト強化）（4／5）

・バックアップ回線の新設

固定式モニタリングポストのデータ伝送系の
二重化（有線に無線を追加）

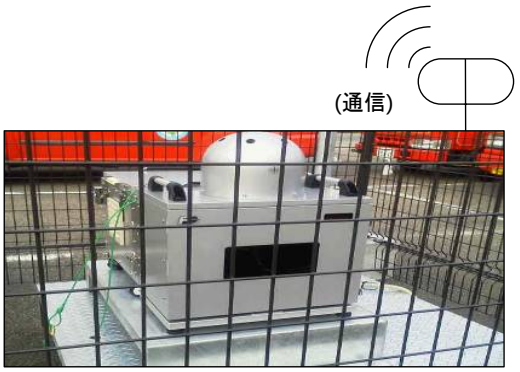


・可搬型モニタリングポストの整備

災害時には固定式モニタリングポストは
機能しなくなることも想定し、
可搬型モニタリングポスト（電源・通信機能付）を整備

6台×3発電所＝18台を整備

固定式モニタリングポストの電源については
すでに強化済
・バッテリー1時間から4時間に増強
・小型発電機の配備



電源は、AC電源の他、内蔵ﾊﾞｯﾃﾘｰ＋着脱式外部ﾊﾞｯﾃﾘｰにより
長期間の連続測定を想定。通信機能も有す。

（4）情報通信網等の強化（原子炉等の状態を監視する計測器の開発）（5／5）

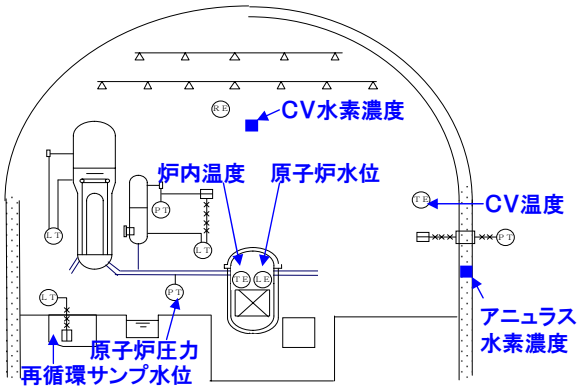
・福島第一原子力発電所の炉心損傷という過酷な事故を踏まえ，過酷事故環境下においても，プラント重要パラメータを計測可能な計装システムを開発し，将来的にはその実用化に向けた検証を行う。

■技術課題
・過酷事故（SA）環境条件下における
監視機能維持のための計装システムの耐環境性強化
・対象パラメータに対する技術適用性の検証と成立性の確立
・事故環境下での計測値，信頼性確認方法の確立　等

■過酷事故計装システムへの要求
・過酷事故時の耐環境性
・電源喪失時のﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ手段確保　等

■検討項目
・耐熱材料・耐放射線材料の適用
・環境変化に対するセンサ出力補償方法
・遠隔校正方法の検討　等

■研究スケジュール
・H24.1～H26.9



研　究　項　目	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度
1.計装システムの要求条件の定義				
2.計装システムの基本計画の策定				
3.計装システムの開発				
4.規格・指針案の作成				
5.研究成果のまとめ				

(5)災害対応資機材等の充実(1／5)

	事故前	実行計画(H23.11.28報告)	追加安全対策(H24.3.23報告)
福島事故の知見		・資機材の不足に対し、必要資機材を確保 ⇩ 福島事故の反映	・全ての交流電源や直流電源を喪失を想定した資機材の準備が絶対的に不足との中間報告 ⇩ 資機材等確保のさらなる充実
制圧機材	必要資機材リスト不十分	**必要資機材の確保** 必要な資機材・予備品について確保するとともに、配備場所・数量等をリスト化	**事故対応に必要な予備品の追加確保、資機材のさらなる充実** 予備品の追加確保 （・弁駆動用窒素ボンベ ・内部被ばく防止マスク用チャコールカートリッジ 等）
	瓦礫除去資機材等なし	**・ホイールローダー　・ブルードーザー※** **・資機材運搬トラック　・クローラーキャリア※** （※導入実績は平成23年12月）	**・ホイールローダー　・ドーザーショベル（持上げ機能を装備）** **・資機材運搬トラック　・ウニモグ（クレーン機能を装備）**
発電所設備			格納容器破損防止のためのフィルタ付ベント設備の設置
運搬手段	空路・海路による運搬手段の確保 ・要員搬送のための小型船舶 の手配 ・要員および資機材搬送のための ヘリコプターの手配　など	空路・海路による運搬手段の強化 ・大物資機材運搬船の新規手配 ・ヘリコプター発着地の拡大　など	
被ばく管理		緊急時被ばく管理体制の強化 ・緊急時に放射線管理要員を助勢する仕組みの整備 ・内部被ばく評価のための測定器の追加配備と迅速な評価方法の検討	

(5)災害対応資機材等の充実(2／5)

実行計画 (H23.11.28報告)

水源確保用
- 消防ポンプ
- 可搬式エンジン駆動ポンプ
- 消火ホース

等

電源確保用
- 空冷式非常用電源装置
- 電源ケーブル

等

その他
- 懐中電灯
- ホイールローダー
- タンクローリー
- 衛星携帯電話
- トランシーバ

等

必要な資機材・予備品を確保するとともに、配備場所・数量等をリスト化

別紙4

資機材リスト（4ユニット合計）

1．電源応急復旧に必要な資機材

資機材	数量	点検頻度	担当	保管場所	備考
空冷式非常用発電装置 1825 KVA	8台	1回／2週間（起動試験）	電気保修課 タービン保修課	青函連絡 EL 31m 青函連絡 EL 33m	必要な設備へ供給する電源容量に応じて運転する。（高温停止に必要な台数：1台／ユニット）
電源車用接続工具箱	一式	1回／年（外観点検）	電気保修課	第二事務所	

ディーゼル発電機代替冷却海水供給に必要な資機材については、別紙2－1－5、別紙2－1－6および別紙2－1－7に記載

2．蒸気発生器への給水確保に必要な資機材

資機材	数量	点検頻度	担当	保管場所	備考
消防ポンプ（可搬式エンジン駆動ポンプ）［吐出圧 0.8MPa、定格流量 46m³/h 以上］	6台	2回／年（外観点検・機能点検） 1回／年（総合点検）	所長室	吉見トンネル	
消防ポンプ（可搬式エンジン駆動ポンプ）［吐出圧 1.0MPa、定格流量 36m³/h 以上］	8台				
消防ポンプ（可搬式エンジン駆動ポンプ）［吐出圧 0.8MPa、定格流量 6m³/h 以上］	8台				
消防ポンプ（可搬式エンジン駆動ポンプ）［吐出圧 1.0MPa、定格流量 52m³/h 以上］	20台				
消火ホース	一式	2回／年（外観点検）	所長室	吉見トンネル	計504本
消火ホース分岐管	一式	2回／年（外観点検）	所長室	吉見トンネル	計8本
フローノズルフランジアダプタ	一式	1回／年（外観点検）	タービン保修課	1、2号機タービン建屋3階	
MSドレン管フランジアダプタ（ボルト・ナット含む）	一式	1回／年（外観点検）	タービン保修課	1、2号機主蒸気ヘッダ室	
逆止弁フランジアダプタ	一式	1回／年（外観点検）	タービン保修課	3、4号機 主蒸気主給水配管室	
トラップフランジアダプタ	一式	1回／年（外観点検）	タービン保修課	3、4号機 主蒸気主給水配管室	
ブローダウンタンク入口フランジアダプタ（ボルト・ナット含む）	一式	1回／年（外観点検）	タービン保修課	3、4号機 ブローダウンタンク室	

事故対策に必要な資機材を必要数以上に確保

追加安全対策 (H24.3.23報告)

資機材の充実
- 計測機器の電源確保のための バッテリー
- 弁作動用空気確保のための コンプレッサー

等

予備品の追加確保
- 内部被ばくの確実な防止のための マスク用チャコールカートリッジ
- 空気作動弁等の動力確保のための窒素 ボンベ

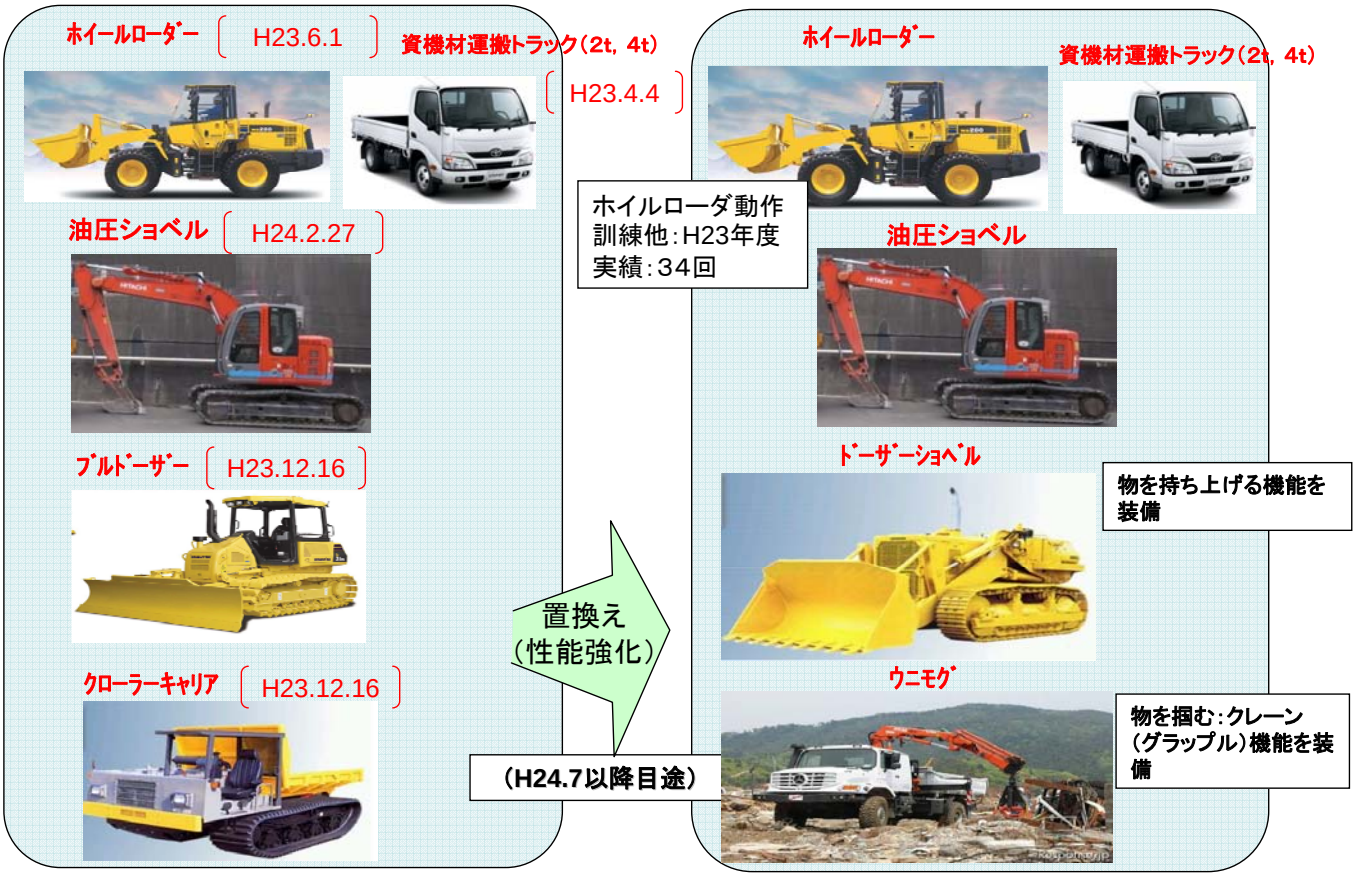
等

さらなる資機材リストの作成・配備

必要な資機材・予備品が不足した場合に、速やかに手配（購入・借用等）が行えるよう、協力会社持資機材も含め整備した資機材リストを作成し、原子力事業本部や各発電所に配備

（5）災害対応資機材等の充実（3／5）

・漂流物および瓦礫についてはホイルローダにより撤去可能であるが、ブルドーザおよびクローラキャリア、さらには今後配備予定のウニモグ等のクレーン機能を追加強化し、更なる瓦礫撤去機能を強化していく



（5）災害対応資機材等の充実（船舶等を利用した資機材の運搬、被ばく管理の強化）（4／5）

資機材の運搬

○ヘリコプターで燃料を空輸する仕組みを構築済み。
○海路においても被災状況を踏まえて関西方面他から大型船舶による資機材の運搬手段を整備した。

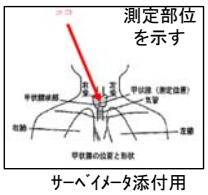
被ばく管理の強化

○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）を各発電所に配備済み。
○高線量対応防護服、個人線量計及び全面マスクといった、これまで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済み。
○緊急時に、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済み。

○災害発生時の作業員の被ばく管理を確実に行うため内部被ばく評価を迅速かつ容易に出来る仕組みを整備済み。

＜内部被ばくの評価対策＞

○福島の教訓
・内部被ばく評価が遅れ、線量上限250mSvを超過



サーベイメータ添付用頚部甲状腺線量評価シート(例)の一部

○内部被ばく用測定器の追加配備(NaIシンチ、電離箱、等)
○測定器に操作および評価方法を 記したシートを添付する等、内部被ばく評価の迅速化を図った。

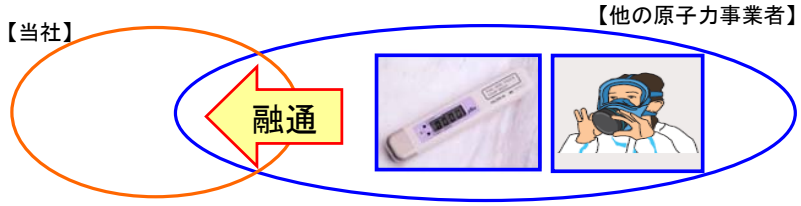
（5）災害対応資機材等の充実（高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備）（5／5）

○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）

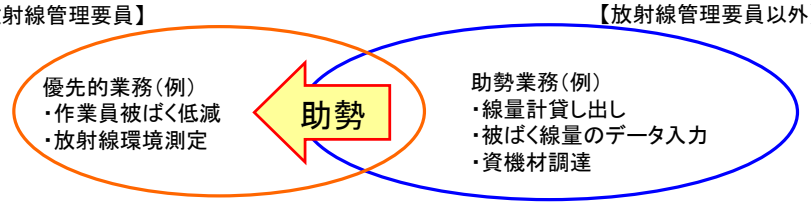
※タングステン製高線量対応防護服　（写真はシングル）

	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。



（参考）　訓練実績

（平成24年3月末現在）

	回数		訓練内容	特殊な条件での訓練
電源確保訓練	46回	12回 （うち、夜間1回、休日1回）	電源車 ・配置、ケーブル接続、給電	1～4号機 同時発災訓練 降雪時の訓練
		28回 （うち、夜間3回、休日7回）	空冷式非常用発電装置 ・配置、ケーブル接続、給電	
		3回 （うち、休日2回）	DG代替冷却海水供給	
		3回	空冷式非常用発電装置の燃料補給	
冷却源確保訓練	81回	34回 （うち、夜間4回）	SG給水 ・各タンク等からの水補給 ・海水を用いた水補給 ・主蒸気逃がし弁による一次系急速冷却	1～4号機 同時発災訓練 （SG、SG+SFP） 降雪時の訓練
		22回 （うち、夜間3回）	SFP給水 ・各タンク等からの水補給 ・海水を用いた水補給 ・脱塩塔補給水止め弁の開放	
		25回	CSD訓練 ・SGへの直接海水補給 ・大容量ポンプによる海水確保	
ホイールローダー訓練	34回		走行訓練、バケット動作訓練	－
シミュレータ訓練	61回	12回	直員連携訓練（全交流電源喪失の対応訓練）	－
		25回	再訓練〔監督者コース〕（全交流電源喪失の対応訓練）	
		24回	再訓練〔制御員コース〕（全交流電源喪失の対応訓練）	
SBOに関する所則に基づく教育	86回		・緊急安全対策を踏まえた全交流電源喪失対応手順 ・中央空調・アニュラス排気設備の運転手順 ・消防ポンプによる移行・DG冷却海水ポンプ配備による手順 ・空冷式非常用発電装置配備に伴う手順 ・大容量ポンプの配備に伴う手順	－