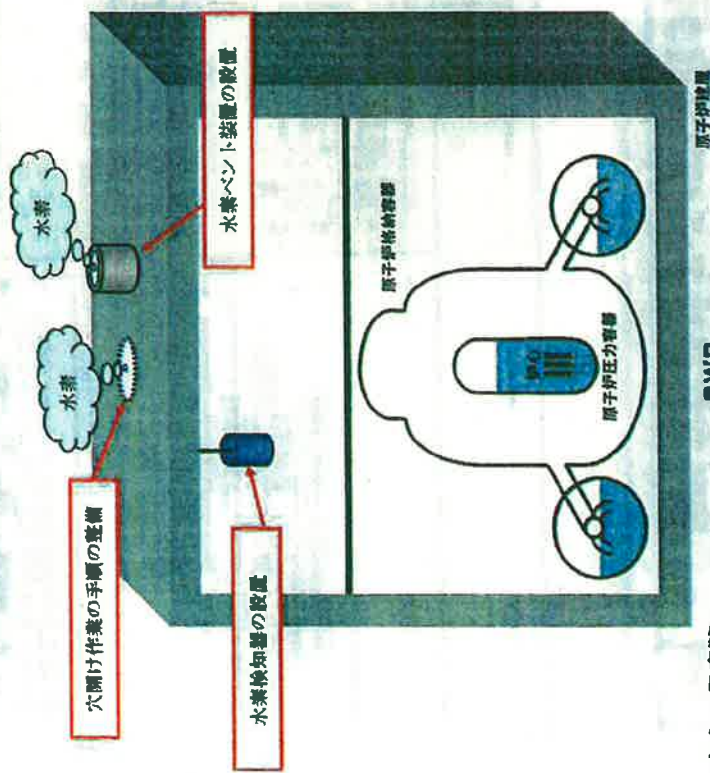


# シビアアクシデント対策の実施状況③

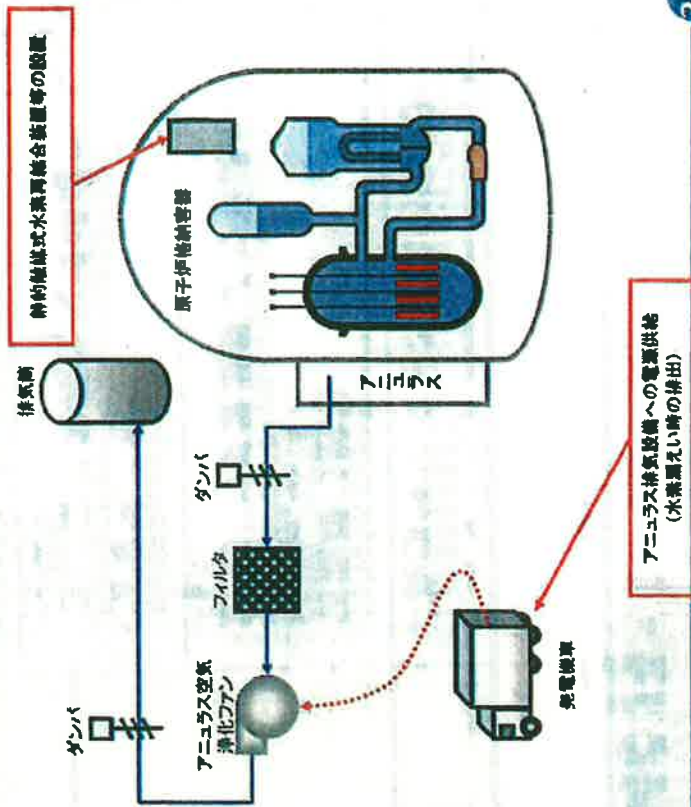
## 【水素爆発防止策(敦賀1号)】

- 原子炉建屋に水素が滞留することを防止するため、原子炉建屋外へ水素を排気できる排気口を設けるために、原子炉建屋の穴開け作業の手順の整備
- 原子炉建屋の頂部への水素ベント装置を設置するとともに、原子炉格納容器から漏えいした水素が原子炉建屋に蓄積した場合に、水素濃度の確認が可能なように水素検知器を設置(中長期的対応)



## 【水素爆発防止策(敦賀2号)】

- 格納容器から漏えいした場合に格納容器外で水素が多量に滞留することを防止するため、格納容器からアニュラス部に漏えいした水素をアニュラス排気設備(フィルタを含む)により外部に放出する運転手順を整備。また、アニュラス系を全交流電源喪失時ににおいても動作可能とするため、電源車からの電力供給を確保する
- 電源を必要としない静的触媒式水素再結合装置を格納容器内の設置の計画(中長期的対応)



# (4) 緊急対策の結果 (集約表)

<p>緊急安全対策 (3月30日指示、5月6日評価)</p>	<p>短期対策(終了)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電源車</li> <li>ポンプ車</li> <li>消火ホース</li> </ul> <p>配備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>手順書等の策定</li> <li>対応訓練の実施</li> </ul>	<p>中長期対策(2~3年以内に実施)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>防潮堤の設置</li> <li>建屋の水密化</li> <li>海水ポンプ電動機等の予備品確保</li> </ul>
<p>電源信頼性向上対策 (4月9日、15日指示、6月7日評価)</p>	<p>号機間での電源融通</p>	<p>発生防止</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>防潮壁の設置</li> <li>空冷式の大容量大型発電機の設置</li> <li>全号機への全送電線接続</li> <li>送電鉄塔の耐震性等</li> <li>開閉所等の地震対策</li> </ul>
<p>シビアアクシデント対策 (6月7日指示、6月18日評価)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中央制御室の換気</li> <li>水素の排気</li> <li>通信機器の配備</li> <li>高線量対応防護服</li> <li>ホイールローダ</li> </ul> <p>手順整備</p> <p>配備</p>	<p>発生時の対応</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電話交換機等の高台移設</li> <li>静的水素結合器の設置(PWR)</li> <li>建屋ベント及び水素検知器の設置(BWR)</li> </ul>



## (5) まとめ [安全性に係る保安院の評価]

□ 若狭地域を含む全国の原子力発電所(福島第一、第二を除く)については、全交流電源喪失時の対策(「緊急安全対策」(短期対策))は適切に講じられており、また、技術基準等の法令上の安全基準を満たしています。仮に、福島第一原子力発電所と同程度の津波(土木学会評価手法による津波高さ+9.5m)が襲来したとしても、発電所の安全性は確保されているものと考えます。

□ また、発電所の安全確保の信頼性をより一層高めるための、中長期対策が計画され、電源の信頼性向上、シビアアクシデント対策についても、実施済み・実施中であることを確認しました。

□ 保安院としては、これら「緊急安全対策」等の確認結果を踏まえ、原子力発電所の運転継続及び運転再開には安全上支障はないと考えます。

□ 保安院としては、引き続き保安検査などにより、事業者に必要な改善を促すことで、今後の事故原因究明や評価に基づく中長期的な安全対策等、信頼性・実効性向上に継続的に取り組んで参ります。

(注) 敦賀1号は長期停止中であり、浸水防止工事の一部は平成24年2月頃までに実施。

「もんじゅ」は、別途の安全確認が必要。「ふげん」は廃止措置中。

### 3. 高経年化の影響と対応



# 高経年化の影響と対応について (1)

○1～3号機については、炉型や格納容器の設計にかかわらず、炉心冷却がすべて停止した状態においては、いずれも炉心の損傷が生じ、炉心溶融に至っている。

福島第一						
	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
出力(MWe)	460	784	784	784	784	1,100
運転開始年月 (運転年数)	1971.3 (40)	1974.7 (36)	1976.3 (35)	1978.10 (32)	1978.4 (33)	1979.10 (31)
炉型	BWR3	BWR4			BWR5	
格納容器	Mark I					
地震時の状態	運転中			定検中		
地震直後の電源の状態	外部電源喪失、非常用D/G起動					
津波後の電源の状態	全電源喪失					
炉心冷却	炉心損傷、炉心溶融			-		非常用D/G維持 冷温停止※

※5号機は、6号機の非常用ディーゼル発電機(空冷式)から電源を融通

2～5号機は

- ほぼ同じ年代に建設
- 同じ炉型、格納容器であるが、
- 2、3号機は炉心損傷
- 5号機は健全(4号機は当時原子炉開放中)な状況にある。

(参考)

女川原子力発電所1号機は、福島第一原子力発電所2号機～5号機と同じ炉型、格納容器であるが、炉心は健全な状態。

## 高経年化の影響と対応について (2)

○地震発生直後の設備の稼働状況や観測された揺れの大きさ等からは、原子炉の安全上重要な設備・機器の影響が見られていない。



以上のことから、高経年化による劣化事象(原子炉の脆化、繰り返し疲労、配管減肉、熱時効、ケーブルの劣化等)が事故の発生及び拡大の起因になったことはないと考えられる。

○今後、さらに今回の事故の解析に基づく高経年化による劣化事象が設備の損傷や機能低下に影響していないことの詳細評価や、炉型の違いと事故要因との関係の検証を行う。

○さらに、原子炉設計の信頼性を向上させるために、技術進歩を踏まえ、既設炉において最新の炉型と同等程度以上の安全性・信頼性が確保されているか評価(定期安全レビューの活用等)を行い、改善を進めさせる。

## 4. 福島第一原子力発電所事故を踏 まえた安全対策の全体像



# 福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の全体像

○事故の教訓として、①シビアアクシデントの防止、②シビアアクシデントへの対応、③原子力災害への対応、④安全確保の基盤強化、⑤安全文化の徹底の観点から、28の項目をとりまとめ。

①シビアアクシデントの防止	②シビアアクシデントへの対応	③原子力災害への対応	④安全基盤の強化	⑤安全文化の徹底
(1)地震・津波への対策の強化 (2)電源の確保 (3)原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保 (4)使用済み燃料プールの確実な冷却機能の確保 (5)アクシデントマネージメント対策の徹底 (6)複数炉立地における課題への対応 (7)原子炉発電施設の配置等の基本設計上の考慮 (8)重要機器施設の水密性の確保	(9)水素爆発防止対策の強化 (10)格納容器ベントシステムの強化 (11)事故対応環境の強化 (12)事故時の放射線被ばくの管理体制の強化 (13)シビアアクシデント対応の訓練の強化 (14)原子炉及び格納容器などの計装系の強化 (15)緊急時対応用資器材の集中管理とレスキュー部隊の整備	(16)大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応 (17)環境モニタリングの強化 (18)中央と現地の関係機関等の役割の明確化 (19)事故に関するコミュニケーションの強化 (20)各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供の強化 (21)放射性物質放出の影響の確かな把握・予測 (22)原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化	(23)安全規制行政体制の強化 (24)法体系や基準・指針類の整備・強化 (25)原子力安全や原子力防災に係る人材の確保 (26)安全系の独立性と多様性の確保 (27)リスク管理における確率論的安全評価手法(PSA)の効果的利用	(28)安全規制行政体制の強化

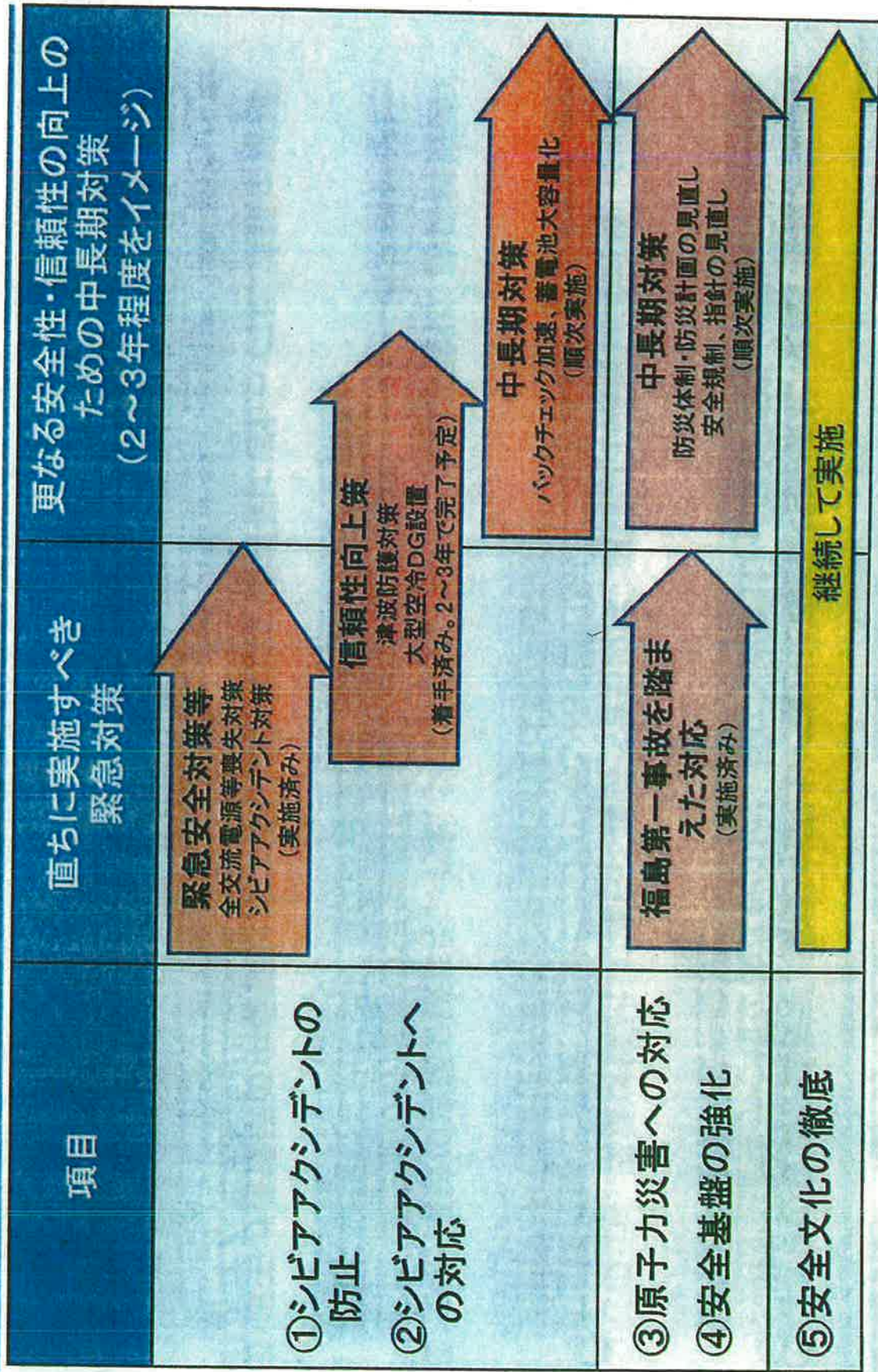


# 福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の全体像

- これらの教訓を踏まえ、緊急対策として直ちに講ずべきものと、今後、事故を踏まえた対応を確実かつ恒久的なものとし、更なる安全性・信頼性の向上を図るための体系的な中長期対策を整理。
- このうち、緊急対策として直ちに講ずべきものは、前述の①緊急安全対策、②電源の信頼性向上対策、③シビアアクシデント対策であり、これらは既に安全基準を定め、実施済み（信頼性を高める中長期対策は着手済み）。
- また、事故の教訓を踏まえ、今後、シビアアクシデントへの対応強化、防災対策の強化、保安院の分離等の安全確保基盤の強化等に取り組む。こうした中長期対策に着実に取り組むことにより、更なる安全性、信頼性の確保を図る。
- 原子力発電所の中長期対策に係る安全対策を講ずるに当たっては、施設の設定等については順次工事等を進めるとともに、安全規制体制や法制度・指針類の見直し等の制度変更等については、具体化に向けて更に必要な検討を行ったうえ、安全規制に反映し、事業者に法的義務として対応を求めることとなる（2～3年程度で検討し、逐次実施されるイメージ）。



# 福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の工程



※詳細は、別添資料参照



# 教訓と対策（更なる安全性向上のための中長期対策）

## ①シビアアクシデント防止策の強化（1）

### 教訓

#### (1)地震・津波への対策の強化

### 対策

- ・ 今後の地震・津波発生メカニズム分析等を行い、得られた知見を耐震バックチェックに反映。現在実施している耐震バックチェックの加速・早期完了。また、新耐震指針への適合の法令要求化（バックフィットの導入）について検討（3年以内の実現）。
- ・ 今般の事故を踏まえた耐震指針（施設的重要度分類を含む）の見直しの要否や、バックチェックについても、一定の目標水準を予め設定し、耐震、津波対策を行う手法の要否について検討。
- ・ 防波堤の設置等、津波対策の規制への取り入れ。
- ・ 不審者の侵入防止策の徹底等を始め、より一層の防護措置の強化。
- ・ 蓄電池の大容量化、既設バックアップ電源からの充電確保
- ・ 安全上重要な制御機器や電源盤を上層階・高台に設置するなどの分散配置
- ・ 閉閉所設備の耐震性強化
- ・ 非常用電源の燃料タンクの耐震性強化
- ・ 燃料油の潤滑体制の整備
- ・ 所内電源の冷却方式の多様化（例：空冷式と水冷式）の規制要求化
- ・ 取水ピットや大規模淡水タンクの耐震強化など、原子炉及び格納容器への注水の水源確保
- ・ 格納容器スプレイング等の機器に対する点検の強化
- ・ 貯水池や海水ピットへの吸い込み用ポンプ等の設置
- ・ 電源を要さず原子炉及び酸素発生器への外部注水を可働とするポンプ・送水設備（例：DG駆動ポンプ、高圧配管等）の整備
- ・ 海水による冷却のための取水ピットの設置、取水ポンプ予備品の配備、取水箇所の多様化
- ・ 空冷式冷却システム等の開発と整備

#### (2)電源の確保

#### (3)原子炉及び格納容器の 確実な冷却機能の確保

# ①シビアアクシデント防止策の強化（２）

## 教訓

## 対策

### (4) 使用済み燃料プールの確実な冷却機能の確保

- ・ 使用済燃料貯蔵プールの冷却系配管等の耐震強化
- ・ 使用済燃料プールの水位計・温度計への非常用電源からの電源供給の確保
- ・ 使用済燃料プールの冷却ポンプ等の点検の強化
- ・ 使用済燃料プールの状態監視の強化(ITV等)
- ・ ドライキヤスク貯蔵の導入
- ・ 使用済燃料の保管に関する規制の見直し

### (5) アクシデントマネージメント対策の徹底

- ・ 設計要求事項の見直しや、確率的安全評価(PSA)の活用により、シビアアクシデント発生防止対策を検討し、対象を拡大した上でAM対策の法制化。
- ・ その際、火災、地震、津波PSAの手法を確立して活用する。  
※確率的安全評価(PSA):外部電源喪失などの起因事象が発生し炉心損傷などに至る確率を計算する手法。PSAを用いて予め設計の弱点を洗い出すことで、事故の発生、拡大防止などに役立てることが可能

### (6) 複数炉立地における課題への対応

- ・ 安全確保のために必要な号機間、建屋間の隔離の徹底
- ・ 複数号機の立地における工学的独立性の確保(原子炉建屋とタービン建屋の配置等の適切化)

### (7) 原子炉発電施設の配置等の基本設計上の考慮

- ・ 使用済燃料の保管に関する規制の見直し(例:位置)【再掲】
- ・ 原子炉建屋とタービン建屋の配置等の適切化【再掲】

### (8) 重要機器施設の水密性の確保

- ・ 安全上重要な制御機器の上層階・高台への分散配置【再掲】



## ②シビアアクシデントへの対応策の強化

教訓	対策
(9) 水素爆発防止対策の強化	<p>&lt;BWR&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋への可燃性ガス濃度制御系等の設置</li> <li>福島第一原子炉発電所で発生した事象(漏洩経路)の調査を踏まえた建屋内水素検知器の設置</li> <li>水素を逃がす装置(水素ベント)の原子炉建屋への設置</li> </ul> <p>&lt;PWR&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>静的触媒型水素結合装置の格納容器への設置</li> </ul>
(10) 格納容器ベントシステムの強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベントへのフィルタ等の設置</li> <li>ラブチャージャーディスク設計・作動条件の評価・見直し</li> <li>ベントのAO弁へのアキュムレータ設置</li> <li>事故時を想定したベント排気ラインの独立性(隣接号機への漏洩防止)の強化</li> </ul>
(11) 事故対応環境の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>通信システムの強化(電源の多様化等)</li> <li>緊急時対策室の機能強化(免震・遮へい・必要人員収容能力の確保等)、事務棟の耐震強化</li> </ul>
(12) 事故時の放射線被ばくの管理体制の強化	
(13) シビアアクシデント対応の訓練の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>一次冷却材管破断事故等に起因するシビアアクシデント及びその長期化・深刻化を想定した緊急時対応訓練の実施</li> <li>テロ対応訓練</li> </ul>
(14) 原子炉及び格納容器などの計装系の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>シビアアクシデント時にも十分機能する圧力容器及び格納容器の計装系、使用済燃料プールの計装系の開発及び整備</li> </ul>
(15) 緊急時対応用資機材の集中管理とレスキュー部隊の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットや無人ヘリ等も含めた緊急時対応資機材の集中管理体制の整備</li> <li>高度な災害対応能力を有するレスキュー部隊の整備</li> <li>関係機関との連携強化</li> </ul>



### ③原子力災害への対応の強化

教訓	対策
(16)大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別の災害対策にとどまらず総合的災害への対応の在り方について、関係省庁の即応体制や指揮命令のあり方の見直しも含め、府省横断的に検討を進め、中央防災会議等で検討を行うとともに、地方自治体に対し防災計画への反映</li> </ul>
(17)環境モニタリングの強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急時におけるオンサイト及びオフサイトのモニタリングデータの取集及び公開を迅速に行う手置の策定</li> <li>無人空中モニタリングの充実 / 広域拡散評価の導入</li> </ul>
(18)中央と現地の関係機関等の役割の明確化	<ul style="list-style-type: none"> <li>オフサイトセンターの通信・施設の機能強化や業務マニュアルの見直し、さらには代替センター（バックアップオフサイトセンター）の整備</li> <li>発電所内の前線基地（オンサイト）の整備として、一般の福島原子力第一発電所事故後におけるJレレッジや、小名浜コールセンター等に相当する機能を確保</li> <li>災害時に用いるテレビ会議システムについて、官邸や原子力安全・保安院等の政府関係機関間において繋がっているが、すべての電力事業者も含め連結</li> <li>現地、中央、オンサイト、オフサイトそれぞれについてより迅速な対応を行うことが可能となる法整備</li> </ul>
(19)事故に関するコミュニケーションの強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方自治体の防災計画の見直し</li> <li>緊急時計画区域（EPZ）の拡大</li> <li>リスクコミュニケーションのあり方の見直し</li> </ul>
(20)各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外各国からの資機材等の支援受入等について、政府内及び支援供与国との連携体制を確認・強化</li> <li>各国・国際機関・外国メディア等への情報共有の在り方の見直し</li> </ul>
(21)放射性物質放出の影響の的確な把握・予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>ERSSの強化（放射性物質放出の影響に関するデータ入手のためのシステム強化）</li> <li>SPEEDIの真正時の単位放出の国境等の迅速な公表手置、体制等の確立、広域拡散評価の導入</li> </ul>
(22)原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線防護に係る緊急時計画区域（EPZ）の見直し、食品、原子力発電所における成人も子どもも含めた一般公衆に対する被ばく等に關連する基準の策定</li> </ul>



## ④安全確保の基盤の強化

教訓	対策
(23) 安全規制行政体制の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力安全規制に係る責任体制の明確化等を図るため、<u>原子力安全・保安院を経済産業省から独立させ、原子力安全委員会や各省も含めて原子力安全組織行政や環境モニタリングの要請体制の見直しの検討</u></li> <li>プラントの緊急時対応、住民の避難・安全の確保、被災者支援、環境モニタリング、放射線防護(食品の出荷制限、食品・水道水の摂取制限)、医療支援などの防災業務について、原子力施設に関するテロ対策のあり方も含め、政府組織内の役割分担、責任体制の明確化、組織の見直し、必要な資機材の整備拡充等</li> </ul>
(24) 法体系や基準・指針類の整備・強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故の原因から得られた知見を取り入れた原子力安全や原子力防災の法体系・基準等の見直し</li> <li>バックアップの法制化</li> <li>今回の事故の解析に基づいて高経年化による劣化事象(圧力容器の脆化、疲労、熱時効、ケーブル絶縁劣化等)が設備の損傷や機能低下に影響していないことの詳細な評価や、炉型の違いと事故要因との関係の検証、<u>原子炉設計の技術進歩を踏まえた既設炉の信頼性向上のための設計の評価・改善(定期安全レビューの活用等)</u></li> </ul>
(25) 原子力安全や原子力防災に係る人材の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力専門人材ネットワークの構築のための教育機関との連携強化</li> <li>規制機関及び専門機関における人材育成の強化、官民交流等も含めた専門人材の積極的登用</li> <li>オンサイト対応とオフサイト対応における専門人材のあり方の関係の整理等</li> </ul>
(26) 安全系の独立性と多様性の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>非常用発電機や海水冷却系(取水)等の安全系の設置場所、冷却方式の独立性と多様性(津波等のハザードを考慮した分散配置、空冷方式と海水冷却方式の採用等)の確保の観点から、安全規制要求の在り方について検討</u></li> </ul>
(27) リスク管理における確率論的安全評価手法の効果的利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>PSAを活用した安全向上対策の実現のため、原子力発電所の設計要求事項の見直し、火災、地震や津波に関するPSAの導入促進、シビアアクシデントマネジメント対策の法制化等を検討</li> </ul>



## ⑤安全文化の徹底

### 教訓

#### (28)安全文化の徹底

### 対策

- ・ 組織の安全目標の設定、個人と組織における安全文化の醸成活動の推進・評価・改善、教育機関との連携強化、規制機関の人材育成等

#### (報告書抜粋)

◆原子力に携わる全ての者は安全文化を備えていなければならない。「原子力安全文化」とは、「原子力の安全問題に、その重要性にふさわしい注意が必ず最優先で払われるようにするために、組織と個人が備えるべき統合された認識や気質であり、態度である。」(IAEA)とされている。これをしっかりと我が身のものにすることは、原子力に携わる者の出発点であり、義務であり、責任である。安全文化がないところに原子力安全の向上はない。

◆我が国の原子力規制に携わる者は、組織も個人もともに国民のために原子力安全の確保に責任を有する者として、安全確保の上でわずかな疑念もないがしろにせず、新しい知見に対して敏感かつ俊敏に対応することに真摯に取り組んできたかを省みなければならない。