

# 原子力改革の進め方

2012年10月12日

原子力改革特別タスクフォース



東京電力

---

# 改革プラン策定の進め方(1)

## 福島事故を受けた対策

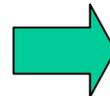
外的事象に対する深層防護の展開

各種調査報告書の提言は全て網羅

- 30項目提言事項(原子力安全・保安院)
- 政府事故調査報告書
- 国会事故調査報告書
- Team H2Oプロジェクト調査報告書
- 民間事故調査報告書
- 社内事故調査報告書

- |               |             |
|---------------|-------------|
| ○津波対策         | ○燃料プール対策    |
| ○電源対策         | ○地震対策       |
| ○水源対策         | ○その他視点对策    |
| ○高圧注水対策       | ○事故への備え     |
| ○減圧対策         | ○緊急時の備え     |
| ○低圧注水対策       | ○情報伝達・情報共有  |
| ○原子炉、格納容器冷却対策 | ○資機材調達・輸送体制 |
| ○炉心損傷後の影響緩和対策 | ○事故時放射線管理体制 |

添付資料 参照



あらためて事故を振り返り、設備面およびその運用の強化に加え、更なるマネジメントの対策の深堀が必要と認識



## 過酷事故を二度と起こさないための対策

### <原子力改革>

- 福島原子力事故に対する深い反省のもと、従来の安全文化・対策に対する過信と傲りを捨て去り、覚悟を持って経営体質改革に取り組む。
- どのような事態が起きても過酷事故は起こさないという決意のもと、国内外の専門家のご意見を賜りつつ、これまでの安全思想を根底から改める。
- 悲惨な事故を起こしてしまった事業者の天命(ミッション)として、福島の教訓を世界に発信していく。

# 改革プラン策定の進め方(2)

- 福島事故を受けた対策として、柏崎刈羽原子力発電所で実施している設備面、運営面の対策を確認するとともに、継続的な改善として安全性の向上が図られることを目指す。
- 過酷事故を二度と起こさない対策を検討する上で、事故以前や事故時を振り返り、「人」や「組織」がどのように考え行動したかに注目し、背景要因を探る。
- 福島事故を受けた対策、過酷事故を二度と起こさない対策の両面で事故調査報告書、レポートなどの提言の他、世界の知見や経験などを改革プランに盛り込む。

# 原子力改革の基本方針

---

- 二度と福島事故を繰り返さないため、「世界最高水準の安全意識と技術的能力、社会との対話能力を有する組織」として生まれ変わること(原子力改革)が必要。
- この原子力改革は「原子力トップ・マネジメントからの改革」と位置づける。
- 改革対象、範囲にいかなる制限も設けない。

# 原子力トップ・マネジメントからの改革(1)

原子力経営層は、以下の4つの視点で取りまとめられた改革プランを率先して実行する。

## ①経営層からの改革

- 安全性向上のためのリーダーシップを十分に発揮すること
- 原子力のリスクを強く認識し、常にリスクを低減させる努力をすること
- 経営層は、核エネルギーと放射能という巨大なリスクを取り扱っており、リスクを絶対に顕在化させないという強い使命感(=安全意識)を持っていたか？
- 経営層は、原子力部門の各層に以下の様な意識の問題はなかったかどうか、絶えず確認していたか？
  - 過酷事故は起こらないと思込む油断はないか？
  - 安全に対する責任を十分に自覚しているか？
  - 現場が業務をマニュアルどおりにやることに精一杯で、本質的な問題解決に取り組めない状況に対して目を背けていないか？
- 一方、ミドル・マネジメントにおいても、安全に対する自己の責任を十分に自覚し、経営層に対してその責任を徹底的に果たそうとしたか？

# 原子力トップ・マネジメントからの改革(2)

## ② 自ら率いる組織の改革

- 他部門、他産業、海外から学びとる問題意識を醸成すること
- システム全体を見ることができる技術力を育成すること
- 外部に依存せず、自ら作業の遂行、改善提案ができる能力を育成すること

## ③ 業務プロセスの改革

- 完璧な対策ばかりでなく、スピードを重視した対策を取り入れること
- 品質保証活動で膨大な文書作成の負荷が発生しているなどの現場の問題を解消し、考える余裕を生み出すこと
- 経済性と安全性、協力企業との信頼関係を両立させる仕組みを構築すること

## ④ 規制当局、立地地域、社会との関係の改革

- 規制を順守することだけで十分とせず、自主的に更なる改善に努めること
- 規制当局と透明性の高い関係を保つこと
- 立地地域や社会と問題を共有する勇気と能力を持つこと

# 原子力改革特別タスクフォースの問題意識

どうすれば、二度と福島事故を繰り返さないようになれるのか？

◎事故を振り返ってみると、問題は事前の備えができていなかったことであり、改善や安全性向上のチャンスに敏感に捉えて対策に結び付ける「改革プラン」が必要

I. 事前の津波評価の時に、必要な対策を採れたのではないか？

→ 深層防護※の原則で対処することは可能であった。

II. 2002年以降も、過酷事故対策を継続的に強化していれば、事故の影響緩和が図れたのではないか？

→ 外国の過酷事故対策を参考にして安全設備の多様化を図れた。

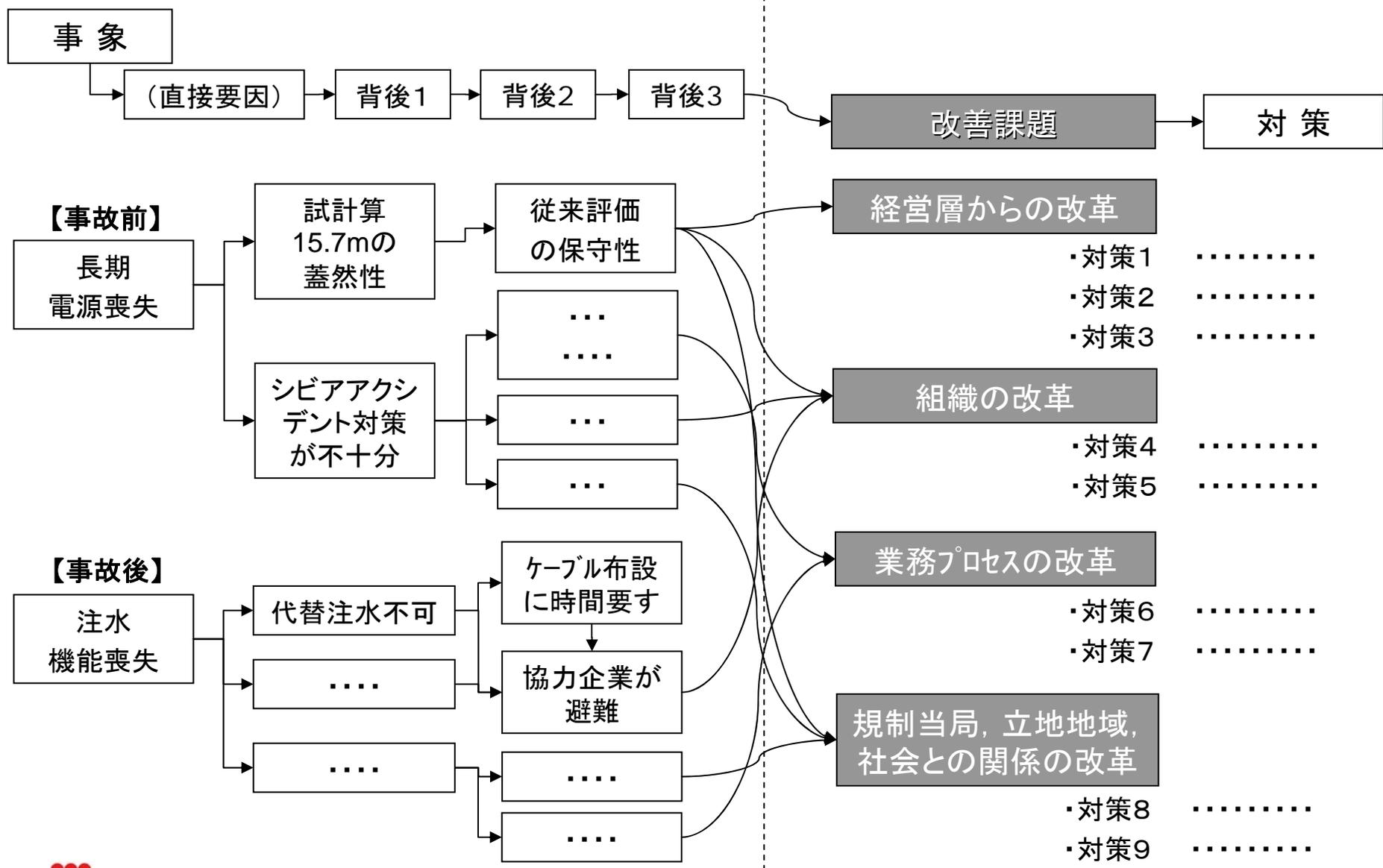
III. 事故時にもっと上手に影響を緩和ができたのではないか？

→ 形式だけの訓練ではなく、実際に事故対応のための能力のある組織の設計、訓練、資機材の配備を行うべきであった。

※ 深層防護

異常発生を防止する対策を講じた上で、異常の発生を想定し異常の拡大を防止する対策を講じる。その上で異常の拡大を想定しその影響を低減する対策を講じる。このように安全確保対策を講じるにあたり、前段否定を繰り返して安全確保に高度の信頼性や確実性を確保する考え方。

# RCAイメージ図



# I. 事前の津波評価時の振り返り

- 土木学会の評価手法に過度に依存した。
  - 経営層：実際の対策を講じるためには、土木学会の評価（権威）を重視した。
  - 津波評価者：1960年のチリ津波（3.1m）を既往最大と考え、5.7mの評価値は約2倍の保守性があると考えた。また、敷地高さを超える津波が過酷事故に直結すると知らなかった。
  - 設備担当者：津波評価者から得た結果を設計条件とし、自ら評価手法の持つ保守性を確認しなかった。
  - 安全担当者：外的事象に対して、深層防護の適用を徹底できなかった。
  - リスク管理委員会：津波は許認可上のリスクとしてしか議論されなかった。
  
- 巨大津波の痕跡や記録がないことから、津波は来ていないと判断した。
  - 津波の記録は数百年、地質分析でも千年程度の記録でしかなく、来襲する津波の規模をこの範囲の記録だけから推定するには無理があった。
  - 観測データ不足を専門家のアンケート調査で補っていたなど、未成熟な確率論により津波の発生頻度を過小評価した。
  
- 海外の知見が速やかに発電所の対策に反映されなかった。
  - 1999年のフランス・ブライエ発電所での外部電源喪失事象（洪水に起因）の情報も対策につながらなかった。

# I . 津波評価の問題の背後要因

背後要因※	解決に向けた鍵
1. 経営層が重大な問題に対して、迅速・的確な判断や指示を行うための体制が不十分	■ 経営層の判断を助けるための支援を強化
2. グループ内外との情報共有の仕組みが不足して、津波がクリフエッジ的事象との認識が共有できなかった。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ システム全体を見渡せる技術者の養成</li> <li>■ 縦割りを乗り越えるための人事</li> </ul>
3. 外的事象に対し、深層防護の観点から対策が十分かどうか確認する姿勢がなかった。	■ 深層防護に基づく安全対策の充実
4. 品質保証活動を整備していく中で、プロセスのエビデンス作成偏重で業務負荷が増加し、実施スピードを重視した対策の提案力が不足した。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 業務の標準化とシステム化によるスクラップ</li> <li>■ 直営の設計や工事を通じて、現実的な改善提案ができる能力の向上</li> </ul>
5. 津波リスクの検討を公表すると、直ちに運転停止につながると恐れた。	■ リスクコミュニケーションの充実

※: 背後要因の分析については、更なる深掘りを実施していく。

## Ⅱ．過酷事故対策時の振り返り

- 2002年に格納容器ベントや電源の号機間融通など一連の過酷事故対策の完了後、更なる過酷事故対策が進められなかった。
- 近年の過酷事故対策を規制化するという原子力安全委員会の意向に対し、既設炉へのバックフィットや訴訟への影響を懸念した。
- 新たに過酷事故対策を施すと、現状のプラントの安全性に問題があるという懸念が立地地域に広がることを心配した。
- 米国のテロ対策(B5b)などは、公式の情報提供がなかったとはいえ、9・11以降自らテロ対策を発想する姿勢や、米国の発電所視察情報への感度が不足した。

## Ⅱ．過酷事故対策が不足した背後要因

背後要因※	解決に向けた鍵
1. 経営層に、日本では過酷事故は極めて起こりにくいという油断があった。	■ 経営層自らが、原子力のリスクを強く認識し、常にリスクを低減させるためのリーダーシップを率先して十分に発揮
2. 過酷事故対策の必要性を認めると、訴訟上のリスクとなると懸念した。	■ 必要な法制度の整備の要望
3. 過酷事故対策を採ることが、立地地域や国民の不安を掻き立てて、反対運動が勢いづくことを心配した。	■ リスクコミュニケーションの充実
4. 過酷事故対策を実施するまでの間、プラント停止しなければならなくなるとの潜在的な恐れがあった。	
5. 品質保証活動を整備していく中で、文書作成偏重で業務負荷が増加した。	■ 業務の標準化とシステム化によるスクラップ
6. 実施スピードを重視した対策の提案力が不足した。	■ 直営の設計や工事を通じて、現実的な改善提案ができる能力の向上

※：背後要因の分析については、更なる深掘りを実施していく。

# Ⅲ. 事故時の対応の振り返り

- 重要な機器の状態についての情報共有が図れず、その後の迅速・的確な対応につながらなかった。一方、情報の重要度にかかわらず、さまざまな情報が情報共有の場に引き出され、迅速・的確な意思決定を阻害した。
- システムの設計、運転、配置などに精通した技術者が不足した。
- 仮設電池やコンプレッサーのつなぎ込みなど、直営作業を迅速・円滑に行えなかった。
- 複数号機の長期間の事故対応で事故現場は消耗した。
- 本店や官邸等からの指示で、対応が混乱した。
- 資機材が不足した上、補給も迅速に行われなかった。

# Ⅲ. 事故時対応の課題の背後要因

背後要因※	解決に向けた鍵
1. 経営層は、複数基同時被災を想定した備えを指示していなかった。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 経営層自ら常に不測の事態に備え事故対応体制の充実</li> <li>■ 自然災害、テロに対して幅広くリスク分析して対策の採用</li> <li>■ 必要な物資の準備や輸送体制の構築</li> </ul>
2. そもそも訓練想定が不十分であったが、訓練の反省に基づいて必要な改善につながられなかった。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 緊急時体制の見直し</li> <li>■ 情報共有の仕組みの見直し</li> <li>■ 責任者を支援する体制の充実</li> <li>■ 各班長の要件の明確化と教育訓練</li> </ul>
3. 日常の実作業を通しての経験不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 直営で現場工事を実施できる能力を強化</li> <li>■ 協力企業との役割分担、協力体制を整理</li> </ul>
4. あいまいな指揮命令系統と規制当局や官邸との事前調整不足	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 自社内の役割分担、国や地方自治体との役割分担を明確化</li> </ul>

※: 背後要因の分析については、更なる深掘りを実施していく。

# 今後の検討の方向性(1)

## 経営層からの改革

### 【トップ・マネジメントからの改革】

- 防災対応も含めた原子力リスクの認識したリスクマネジメント
- 行動様式の変革(想定外に対応するための問いかける姿勢)

### 【経営層に必要な支援】

- 経営層が原子力発電所のリスクに見合った判断ができるよう必要な要件の明確化とスタッフの配置

## 自ら率いる組織の改革

### 【ICSの導入(緊急時組織の改編)】

- 24時間365日同一のレベルで事故に対応する組織の構築と、それに対応する平常時組織および業務運営(二交替業務の拡大、長期戦を見据えた交替要員の確保)
- シンプルな指揮命令系統、明確な役割分担(責任と権限)、平常時からの円滑な移行(緊急時と似た組織)
- 本店・発電所・社外組織(自衛隊等)の役割整理(調達等)
- メーカー、協力企業さんの協力取り付け(請負多層化構造の改善など)
- 訓練の計画、実施、AAR(After Action Review)に関する外部機関(在日米軍、自衛隊など)の活用

### 【人材育成プログラムの見直し】

- 平常時および緊急時の各ポジションについて、その機能や要件の明確化
- 緊急時の対応のための直営業務の範囲拡大(例えば、事故後72時間以内に必要な作業は直営でできるようになり、さらに不測の事態に備えて、全体の10%程度の直営化を目指す。)

### 【深層防護(前段否定)の積み重ねができる組織に改革】

- 発電所のリスクを評価し改善するための専門の組織の設置および権限の付与
- 安全性を向上させる組織をきちんと評価するための評価軸の設定

# 今後の検討の方向性(2)

## 業務プロセスの改革

### 【完璧な対策から迅速な対策実施への転換】

- 短期・中期・長期の時間軸に分けて対策を整理し、できるものから順次実施していく取り組みへ転換

### 【深層防護(前段否定)の積み重ねをしやすい仕組みを構築】

- 業務の標準化とシステム化により、改善活動を活性化させるための余裕の増大
- 安全性と経済性が両立しやすい仕組み(一定の投資を必ず安全性向上に振り向ける仕組みなど)を構築

### 【人材育成プログラムの見直し】

- 平常時および緊急時の各ポジションを養成するための研修内容(例:危機管理、災害心理など)の設定、当該ポジションに応じた人事ローテーションの実施
- 緊急時組織の維持および人材育成のためのフォアマン制度の復活(フラットな組織→階層型組織)

## 規制当局、立地地域、社会との関係の改革

### 【リスクコミュニケーションの充実～透明性の向上】

- 炉心損傷に至るリスクマップの作成・更新と公表
- 規制当局とのやりとりの透明化
- 地域のみなさまとの集会参加、戸別訪問等の実施
- これらの公表・対話に耐えうる「技術力」と「発信力・対話力」の強化

# 安全対策の取り組み状況

柏崎刈羽原子力発電所において、外的事象に対する深層防護の展開を取り組み中

## ■ 各種調査報告書の提言は全て網羅

- 30項目提言事項(原子力安全・保安院) - 民間事故調査報告書
- 政府事故調査報告書 - INPOLレポート
- 国会事故調査報告書 - 社内事故調査報告書
- Team H2Oプロジェクト調査報告書

## ■ 原子力改革特別タスクフォースにおいても、福島事故を受けた対策として、柏崎刈羽原子力発電所で実施している設備面、運営面の対策を確認するとともに、継続的な改善として安全性の向上が図られることを目指す。

## ■ 世界の知見や経験を反映するため、海外第三者の眼でのレビューを受ける。(例:国際原子力機関(IAEA)の運転管理評価チーム(OSART:Operational Safety Review Team))を招へい)

# まとめ

- 以下の4項目に関する改革プランを取り纏めていく予定。  
また、これまでの当社が行なってきた改革や変革の取り組みの中から、うまくいったことやうまくいかなかったことの教訓を引き出し、改革プランに反映する。

- 経営層からの改革
  - 安全性向上のためのリーダーシップを自ら率先して十分に発揮。そのための経営層の要件の明確化、経営層を支えるスタッフ職の強化
  - 想定外を想定し、不測の事態に対応するための能力を平素から育成
- 自ら率いる組織の改革
  - ICSの導入(緊急時組織の改編)
  - 人材育成プログラムの見直し
  - 深層防護(前段否定)の積み重ねができる組織への改革
- 業務プロセスの改革
  - 完璧な対策から迅速な対策への取り組みの転換
  - 深層防護(前段否定)の積み重ねをしやすい仕組みを構築
  - 人材育成プログラムの見直し
- 規制当局、立地地域、社会との関係の改革
  - リスクコミュニケーションの充実(透明性の向上)

- この改革プランはゴールではなく、安全性向上のための不断の努力として進捗状況のチェックおよび見直しを実施していく。

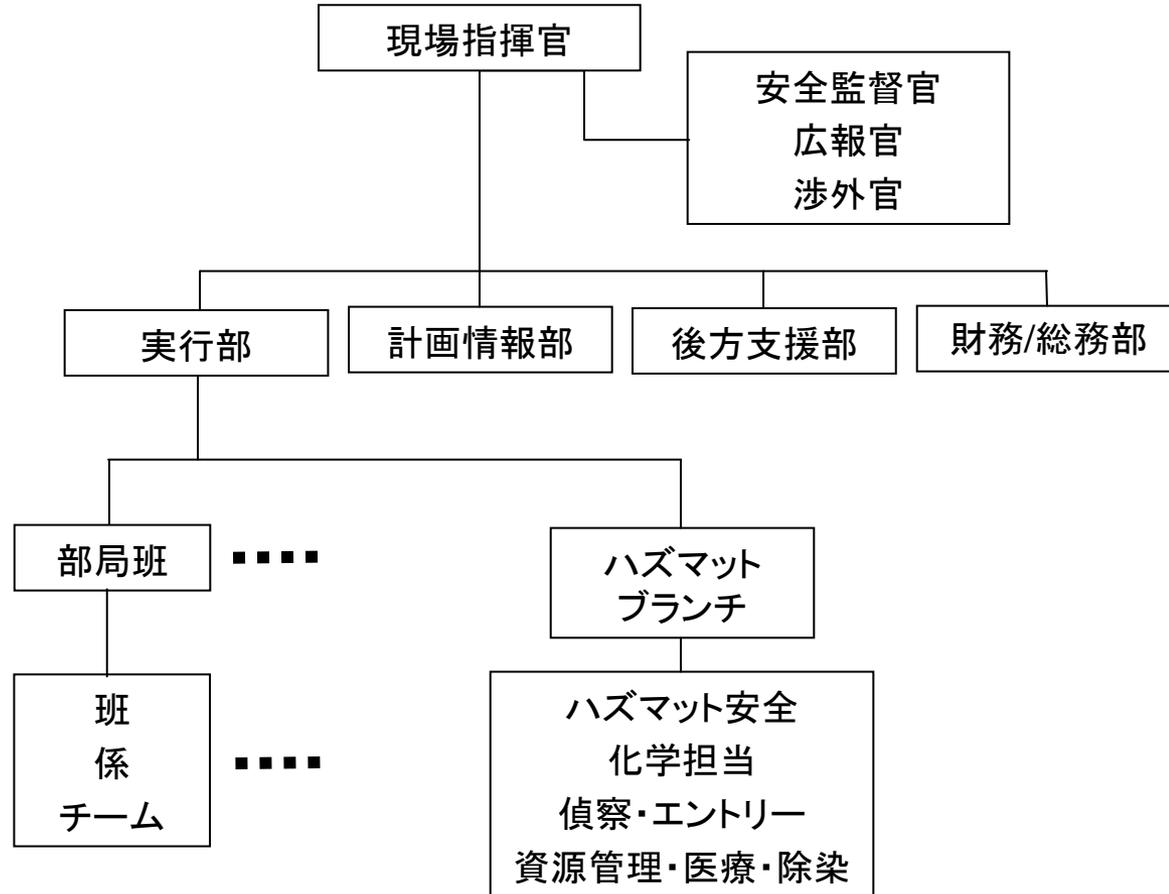
# ICS (Incident Command System) とは

米国(消防、警察、軍など)の災害現場・事件現場などにおける標準化された現場指揮に関するマネジメントシステム

## 【特徴】

- 監督限界数: 5人程度
- 共通言語の使用: 部門間で特殊な言葉は使わない
- 拡張可能な組織態勢: 規模に応じて必要部隊を投入可能な体制
- 統一的・明確な指揮系統: 誰が誰を命令するのかを明確にする
- 統合化されたコミュニケーション: 通信・操作要領の統合と市民・マスコミへの情報の一元管理
- 信頼できる対応計画: 対応計画の文章化
- 現場指揮所: 第一次指揮所と第二次指揮所を設ける
- 総合的なリソース管理: 人、物、資機材すべてを含めた総合的なリソース管理
- 的確な情報収集・管理・伝達: 縦割りの命令系統だけでなく、全組織レベルで情報共有

## 体制のイメージ



# ICSの検討課題

ICSの概念を取り込んだ緊急時体制構築に向け、今後考えるべき課題は以下の通り。

## ■ 体制を考える際の前提条件

- 原因には言及せず全電源喪失事故(直流電源の喪失を含む)に対応
- 既に実施済み対策(電源車、消防車等)は使用可能
- 火災1カ所発生、重傷者1名発生を考慮
- 事故後72時間の初期対応は発電所職員のみ
- 上記条件で、複数基同時被災するという試算を行うと、夜間休祭日対応として常駐者の増員が必要。さらに、事故の状況や不足の事態に応じて柔軟対応できることも必要

## ■ 24時間365日同一レベルの緊急時体制を維持しつつ、平常時から速やかに移行することを前提とした平常時の組織および業務運用

## ■ 緊急時体制の各班および各ポジションの機能、資格要件、育成方法(経過措置や人事ローテーションも併せて検討)

## 事故対応で問題となった点(ハード面)

- 想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。
- 全ての電源を喪失した場合や、その後の手段（高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、燃料プールへの注水、水源確保等）が十分に準備されておらず、その場で考えながら対応せざるを得なかった。
- 炉心損傷後の影響緩和の手段（格納容器損傷防止、水素制御、環境への放射性物質の大量放出防止等）が整備されていなかった。
- 照明や通信手段が限られたほか、監視・計測手段も喪失しプラント状況が把握できなくなった。
- 大きな余震及び余震に伴う津波の恐れ、瓦礫等の散乱による現場のアクセス性・作業性低下等、著しい作業環境の悪化が事故の対応を困難にしていた。

# 事故から学んだ課題と対応方針(ハード面)

## 津波とその後の事象進展から学んだ課題

深層防護の流れ

(A) トラブル発生防止

① 徹底した**津波対策**の実施(多重化した津波対策)

(B) 事故への進展防止

・止める機能(制御棒緊急挿入等)の確保(福島第一、第二共に問題なく動作)

② 様々な**電源供給手段**の強化

③ 注水に必要な**水源(淡水・海水)**の強化

④ 速やかに実施可能な**高圧注水手段**の強化

⑤ 高圧注水手段を喪失する前に**減圧手段**の強化

⑥ 減圧する前に安定した**低圧注水手段**の強化

⑦ 除熱手段の確保

・海水による**除熱手段**の強化

・確実な格納容器**バント手段**(大気放出による除熱)の強化

(C) 事故時の炉心損傷防止

⑧ **炉心損傷後の影響緩和手段**の強化

(D) 事故後の影響緩和

② 様々な**電源供給手段**の強化

③ 注水に必要な**水源(淡水・海水)**の強化

(E) 防災対策

・避難に係わる対策(運用側が主となる対策)

⑨ **燃料プールへの注水・除熱手段**の強化

燃料プール冷却

② 様々な**電源供給手段**の強化

③ 注水に必要な**水源(淡水・海水)**の強化

その他

更なる耐震強化

⑩ 更なる安全性の向上の観点からの**耐震性向上策**の実施

サポート機能強化

⑪ その他事故時対応のサポートに重要な**対策**の実施

・プラントの操作および状態監視に必要な**計測手段**の強化

・**中央制御室や免震重要棟の事故時対応能力**(作業環境)向上

・事故時にも使用可能な**通信手段**の強化、  
・現場への**アクセスルート**の確保

# 安全対策の取り組み(柏崎刈羽原子力発電所の例)

具体的項目

津波警告システム構築	更なる高台電源等増強	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		格納容器 ベント用手动 ハンドル設置	D/DFP 増強	D/DFP 増強	免震棟の 増強
熱交換器 建屋等 浸水対策	蓄電池等 (直流電源) 強化	新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		基本設計で採用した設備		海水ポンプ 予備モータ 配備	海水ポンプ 予備モータ 配備	海水ポンプ 予備モータ 配備	免震棟の 増強
変圧器回りの 浸水対策	地下軽油 タンク設置	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		代替水中 ポンプ配備	代替水中 ポンプ配備	代替水中 ポンプ配備	免震棟の 増強
補機取水路 蓋掛け	高台電源設備 (分電盤等) 設置	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		代替高圧注水 設備設置	代替高圧注水 設備設置	代替高圧注水 設備設置	免震棟の 増強
開閉所 防潮壁設置	電源車 高台配備	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		RCIC手动 起動手順 整備	RCIC手动 起動手順 整備	RCIC手动 起動手順 整備	免震棟の 増強
原子炉建屋 等排水対策	空冷式ガス タービン発電 機車高台配備	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		SRV駆動用 空気圧縮機 配備	SRV駆動用 空気圧縮機 配備	SRV駆動用 空気圧縮機 配備	免震棟の 増強
重要エリア 止水処理	隣接号機 からの 電源融通	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		制御棒駆動 水圧系緊急 活用手順整備	制御棒駆動 水圧系緊急 活用手順整備	制御棒駆動 水圧系緊急 活用手順整備	免震棟の 増強
建屋防潮壁, 防潮板設置	直流電源 (蓄電池)	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		ろ過水 タンク	ろ過水 タンク	ろ過水 タンク	免震棟の 増強
防潮堤設置	非常用 ディーゼル 発電設備	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		蒸気駆動の 高圧注水系 (RCIC)	蒸気駆動の 高圧注水系 (RCIC)	蒸気駆動の 高圧注水系 (RCIC)	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		電動駆動の 高圧注水系 (HPCS等)	電動駆動の 高圧注水系 (HPCS等)	電動駆動の 高圧注水系 (HPCS等)	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		自動減圧系	自動減圧系	自動減圧系	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		逃がし安全弁 (SRV)	逃がし安全弁 (SRV)	逃がし安全弁 (SRV)	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		復水補給水系 (MUWC)	復水補給水系 (MUWC)	復水補給水系 (MUWC)	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		電動駆動の 低圧注水系	電動駆動の 低圧注水系	電動駆動の 低圧注水系	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		復水器 (原子炉除熱)	復水器 (原子炉除熱)	復水器 (原子炉除熱)	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		圧力容器下部 (ヘデスタル) への注水	圧力容器下部 (ヘデスタル) への注水	圧力容器下部 (ヘデスタル) への注水	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		燃料プール 補給水系	燃料プール 補給水系	燃料プール 補給水系	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		残留熱除去系 (燃料プール 除熱)	残留熱除去系 (燃料プール 除熱)	残留熱除去系 (燃料プール 除熱)	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		燃料プール 冷却浄化系	燃料プール 冷却浄化系	燃料プール 冷却浄化系	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		原子炉建屋 水素処理 設備設置	原子炉建屋 水素処理 設備設置	原子炉建屋 水素処理 設備設置	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		格納容器頂部 水張り設備 設置	格納容器頂部 水張り設備 設置	格納容器頂部 水張り設備 設置	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		建屋水素 濃度計設置	建屋水素 濃度計設置	建屋水素 濃度計設置	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		フィルタ ベント設備 設置	フィルタ ベント設備 設置	フィルタ ベント設備 設置	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		原子炉建屋 トップベント 設備設置	原子炉建屋 トップベント 設備設置	原子炉建屋 トップベント 設備設置	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		格納容器 耐圧強化 ベント設備	格納容器 耐圧強化 ベント設備	格納容器 耐圧強化 ベント設備	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		格納容器 スプレイ 手段の増強	格納容器 スプレイ 手段の増強	格納容器 スプレイ 手段の増強	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		海水補給水系	海水補給水系	海水補給水系	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		消防車 (注水用) 高台配備	消防車 (注水用) 高台配備	消防車 (注水用) 高台配備	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		外部からの 注水配管 設置	外部からの 注水配管 設置	外部からの 注水配管 設置	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		送電鉄塔 基礎安定性 等評価	送電鉄塔 基礎安定性 等評価	送電鉄塔 基礎安定性 等評価	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		淡水タンク 耐震強化	淡水タンク 耐震強化	淡水タンク 耐震強化	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		モニタリング 機能強化	モニタリング 機能強化	モニタリング 機能強化	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		開閉所, 変圧器 耐震強化	開閉所, 変圧器 耐震強化	開閉所, 変圧器 耐震強化	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		中央制御室 環境改善	中央制御室 環境改善	中央制御室 環境改善	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		アクセス 道路補強	アクセス 道路補強	アクセス 道路補強	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		復水補給水系 配管等の 耐震強化	復水補給水系 配管等の 耐震強化	復水補給水系 配管等の 耐震強化	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		耐震強化※2	耐震強化※2	耐震強化※2	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		耐震設計※3	耐震設計※3	耐震設計※3	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		火災対応用 消防車配備	火災対応用 消防車配備	火災対応用 消防車配備	免震棟の 増強
※1	外部電源	福島第一事故を踏まえた対策		新潟県中越沖地震を踏まえた対策		福島第一事故以前に整備した アクシデントマネジメント対策		基本設計で採用した設備		免震棟設置	免震棟設置	免震棟設置	免震棟の 増強

※2：  
中越沖地震の知  
見を踏まえ、保  
守性を持って基  
準地震動Ssを  
設定し、さらに  
余裕を持つよう  
耐震強化を実施

※3：  
耐震設計審査指  
針に則った耐震  
設計

※1：  
外部からの浸水  
に対しては、  
各設備、機器の  
設置高さで確保

対策分類 津波 電源 水源 高圧注水 減圧 低圧注水 原子炉, 格納容器冷却 (除熱) 炉心損傷後の 影響緩和 燃料プール 地震 その他の視点

# 安全対策の取り組み(柏崎刈羽原子力発電所の例)

具体的対応

	福島第一事故を踏まえた追加対策
	新潟県中越沖地震等を踏まえた対策
	従来から継続している対応 (アクシデントマネジメント対応)
	従来から継続している対応

緊急時臨機 応変対応ガイド												
電源機能等喪失時 対応ガイド類	運転員 シミュレータ訓練 地震+津波+SBO		運転員の増員		国とのTV会議 システムに連携		中央制御室 通信手段増強		衛星携帯電話 配備増強		放射線測定要員 の大幅増強	
津波AM の手引き	電源機能等喪失時 対応訓練		緊急時対策要員 号機担当配置		中央制御室 蓄電池等配備		衛星携帯電話 配備増強		SPDS停止時の プラント情報共有 手引き		緊急時対策室 放射性物質流入 防止対策	
アクシデント マネジメント (AM)の手引き	運転員津波AM の手引き研修		緊急時対策要員 現場要員の 大幅増員		衛星携帯電話 屋外アンテナ付		衛星携帯電話		後方支援拠点		復旧要員の 放射線防護装備品 配備増強	
事故時運転 操作手順書 シビアアクシデント	運転員 AM 手順書研修		夜間・休祭日 宿直体制の増強		衛星携帯電話		衛星携帯電話		輸送会社との 輸送契約 (警戒区域含む)		可搬型モニタ リングポスト 配備	
事故時運転 操作手順書 徴候ベース	運転員 シミュレータ訓練		夜間・休祭日 宿直体制 放管員増強		プラントパラメータ 伝送システム (SPDS)		衛星携帯電話		輸送会社との 輸送契約		モニタリング カー増強 (1台→3台)	
事故時運転 操作手順書			緊急時訓練 シビアアクシ デント想定		夜間・休祭日 宿直体制		TV会議システム		輸送会社運転手 の放射線防護教育		モニタリング ポスト電源強化 (非常用電源)	
警報発生時 運転操作 手順書			緊急時訓練		中央制御室 免震重要棟間 ホットライン		燃料の備蓄		非常時の燃料 調達協定		簡易式入域管理 装置の配備	
							燃料の備蓄		輸送会社との 輸送契約		免震重要棟、 中央制御室に APD増設	
							緊急時対策要員 の7日分の 飲食物を備蓄		輸送会社との 輸送契約		モニタリング ポスト電源2重化 伝送系2重化	
									燃料の備蓄		モニタリングカー 1台配備	
									緊急時対策要員 の7日分の 飲食物を備蓄		復旧要員の 放射線防護装備品 APD配備	

対策  
分類

事故への備え

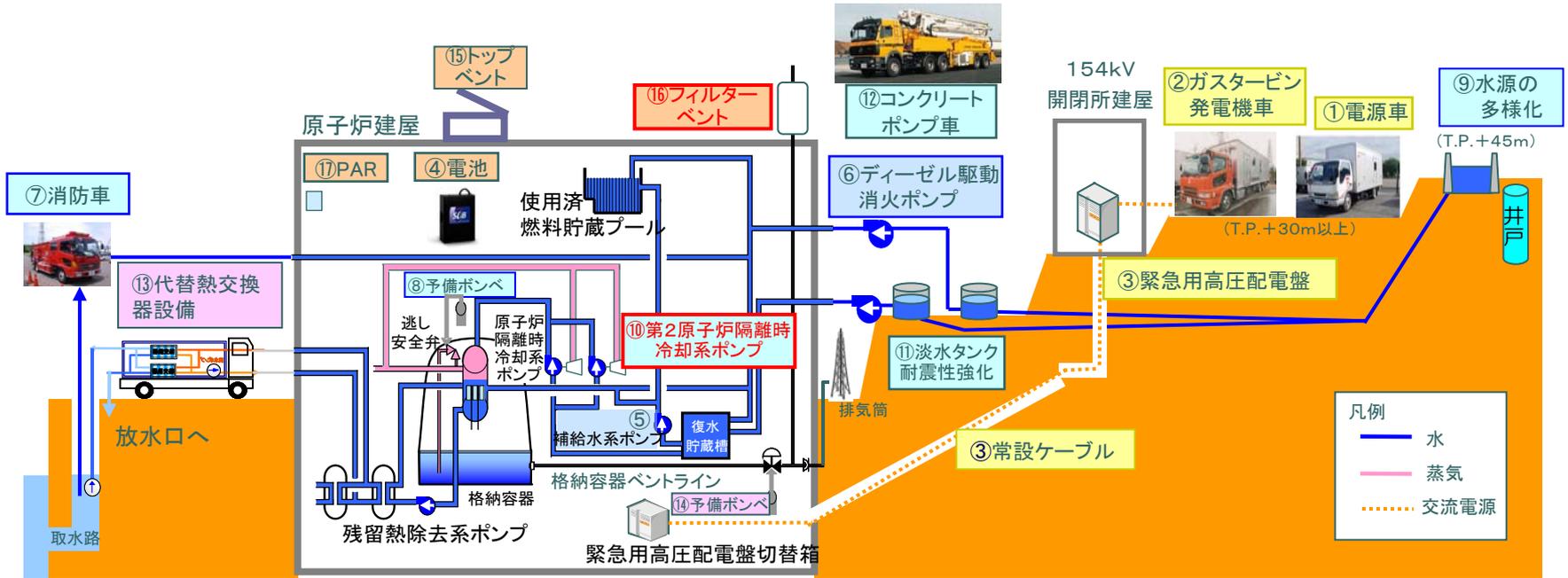
緊急時の備え

情報伝達・情報共有

資機材調達・輸送  
体制

事故時放射線  
管理体制

# 安全対策の取り組み(柏崎刈羽原子力発電所の例)



## 【電源強化対策】

- ① 電源車の配備
- ② ガスタービン発電機の設置
- ③ 緊急用高圧配電盤の設置  
常設ケーブルの布設
- ④ 直流電池容量の増加、充電用  
小型ディーゼル発電機の設置
- 500kV開閉所耐震強化

赤字が時間がかかる対策

## 【注水強化対策】

- ⑤ 補給水系ポンプによる注水手段確保
- ⑥ ディーゼル駆動消火ポンプの増強
- ⑦ 消防車による注水手段の確保
- ⑧ 逃し安全弁用予備窒素ガスポンプ設置
- ⑨ 水源の多様化(貯水池、井戸の設置)
- ⑩ **第2原子炉隔離時冷却系ポンプの設置**
- ⑪ 純水・ろ過水タンクの耐震性強化
- ⑫ 燃料プール注水用にコンクリートポンプ車を配置
- 海水ポンプ喪失時に使用できるようにECCSを改造

## 【除熱強化対策】

- ⑬ 代替海水熱交換器設備の設置
- ⑭ 格納容器ベント弁操作用予備窒素ガス  
ポンプの設置

## 【水素爆発対策】

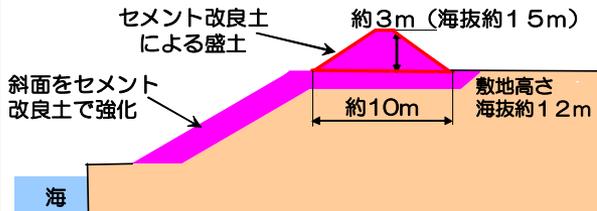
- ⑮ トップベントの設置
- ⑯ **フィルターベントの設置**
- ⑰ PAR(静的触媒再結合器)の設置

# 津波対策 (柏崎刈羽原子力発電所の例)

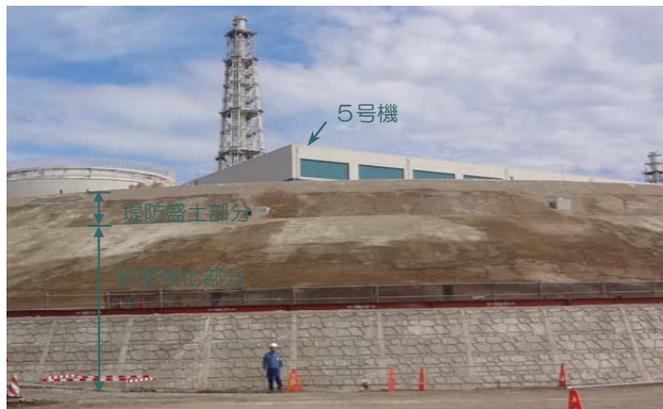
想定を超える津波が発電所に襲来した場合においても、海拔約15mの防潮堤により敷地内への浸水を低減するとともに、津波による建屋等への衝撃を回避。

## 5～7号機側の防潮堤 (堤防)

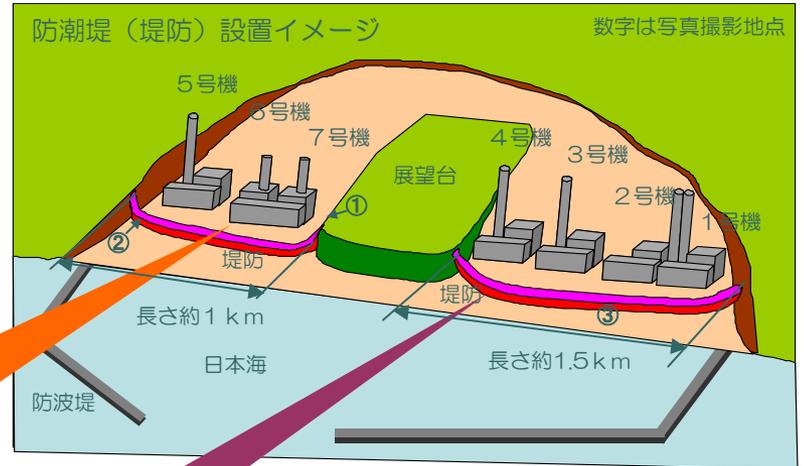
- ◆ 海拔約12mの敷地に、高さ約3mのセメント改良土による盛土と海側斜面の強化を行いました。
- ◆ 今後、周辺整備を平成24年度内を目途に進めてまいります。



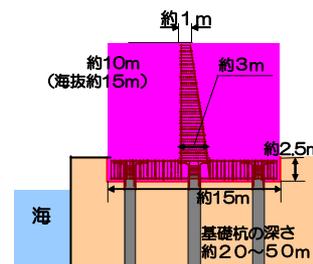
①展望台から (8月28日撮影)



②海側から (8月28日撮影)



## 1～4号機側の防潮堤 (堤防)



③3号機海側 (8月28日撮影)

- ◆ 海拔5mの敷地に、基礎杭でしっかり固定した高さ約10mの鉄筋コンクリート製の堤防を作っています。
- ◆ 基礎杭は全891本の打込みが8月28日に完了し、一部の壁部分も完成しています。

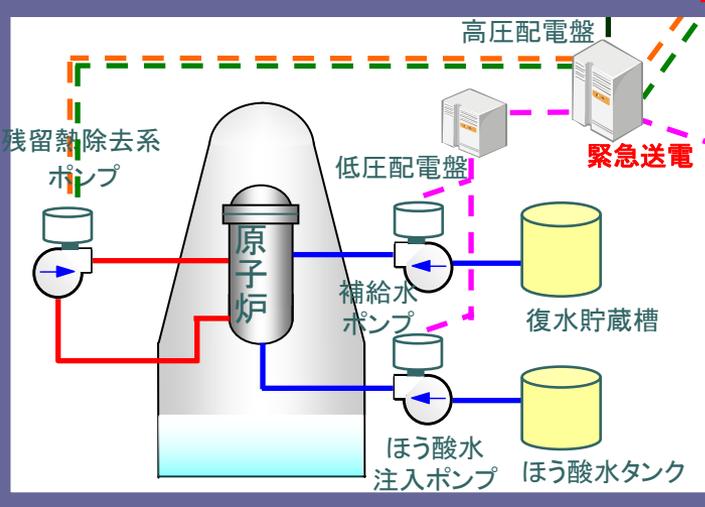
# 電源対策 (柏崎刈羽原子力発電所の例)

万一、プラントの全交流電源喪失時にも重要機器の動力が迅速に確保できるよう、大容量の**空冷式ガスタービン発電機**（空冷式GTG）を高台に配備。併せて、燃料補給用の地下軽油タンクを設置。また、電源供給が迅速に行えるよう高台に緊急用高圧配電盤を設置し、常設ケーブルを各号機へ布設。空冷式GTGに加えて、さらに万一の場合に備え多数の電源車を高台へ配備。

- ・空冷式ガスタービン発電機：2台配備済
- ・電源車：14台配備済
- ・エンジン付発電機：配備済
- ・その他の資機材（接続ケーブル等）：配備済  
（平成24年8月末現在）



空冷式ガスタービン発電機高台配備



緊急送電

電源車高台配備



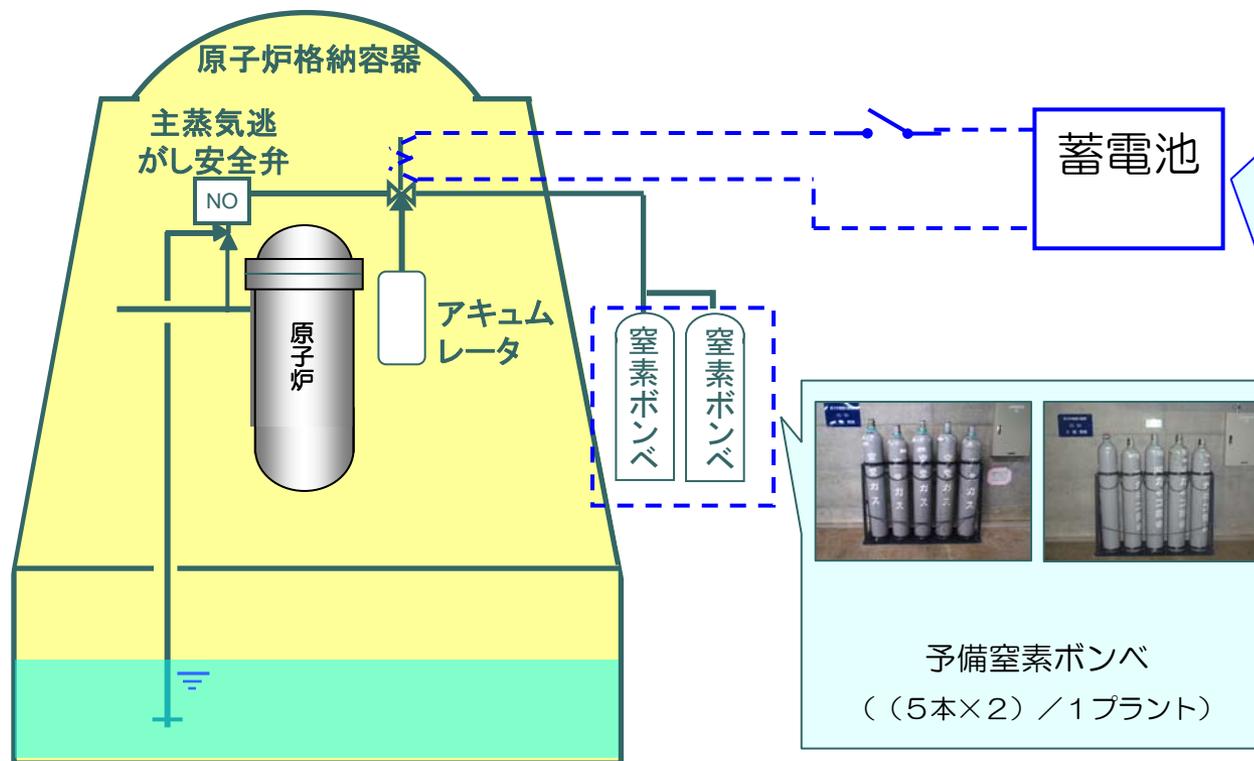
海拔約35m



ガスタービン発電機車のバックアップとして、電源車を複数台簡易に接続可能（最大15台）な接続箱を設置し非常用電源の強化をし、復旧の迅速化を図りました。

## 減圧対策（柏崎刈羽原子力発電所の例）

全交流電源、直流電源を喪失した状態でも、主蒸気逃がし安全弁を確実に開操作できるように、操作に必要な**バックアップ直流電源（予備蓄電池）**や**窒素ポンベの予備を配備**。また、現場において直接、直流電源を供給するための手順も新たに整備し、訓練で実効性を確認。



予備蓄電池



予備窒素ポンベ  
（（5本×2）／1プラント）

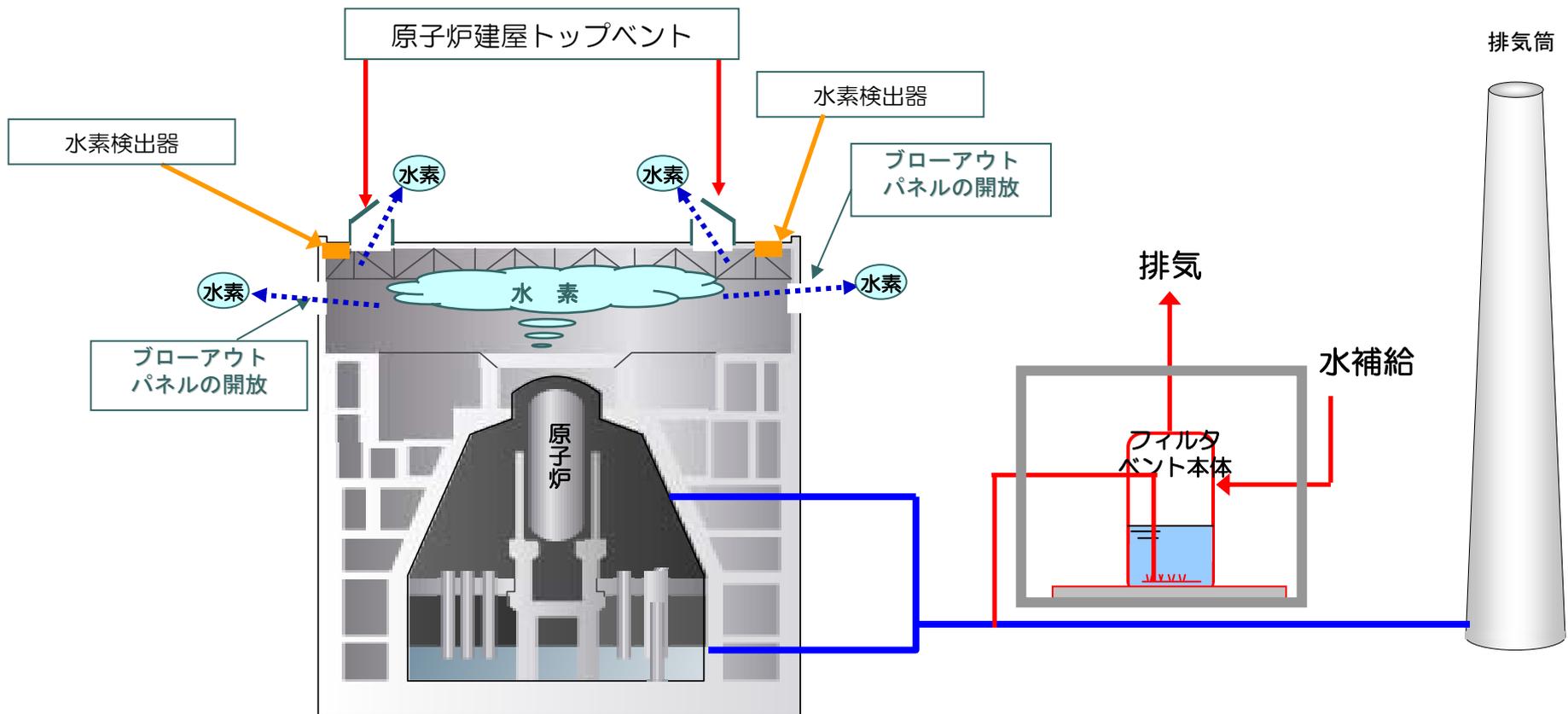


仮設操作スイッチ  
と仮設ケーブル

主蒸気逃がし安全弁の駆動源となる予備蓄電池および予備窒素ガスポンベを配備

# 炉心損傷後の影響緩和対策（柏崎刈羽原子力発電所の例）

炉心損傷後の放射性物質放出を低減するために、フィルタベント設備を設置。フィルタベント装置では、格納容器内に滞留する水素も大気に放出することができるため、原子炉建屋内への水素滞留を防止することが可能。なおフィルタベントによる水素排出が不十分な場合でも、原子炉建屋トップベント等により、原子炉建屋内に漏れ出た水素の滞留による爆発を防止。



## 燃料プール対策（柏崎刈羽原子力発電所の例）

電源喪失や原子炉建屋の破損により、通常の使用済燃料プールの注水・冷却機能を喪失しても、原子炉建屋の外部から使用済燃料プールへ直接注水可能なコンクリートポンプ車を配備。

### 配備車両台数

- ・ 70m級×1台（腕部長さ70m）：年内配備予定
- ・ 50m級×2台（腕部長さ52m）：平成25年度第一四半期に配備予定



腕部長さ70m車



腕部長さ52m車

# 事故への備え(柏崎刈羽原子力発電所の例)

○課題：想定を超える事故への備え

- 対応：①津波、全電源の喪失など従来の**想定を大きく超える事故の対応手順を整備。繰り返し訓練。**  
②重機の運転等に関して社員で対応できるよう、**必要な資格の取得を実施。**

## 整備した主な手順

- ・津波アクシデントマネジメントの手引き  
～全交流電源喪失時の電源車等による電源供給や原子炉、使用済燃料プールに代替注水するための手引き
- ・電源機能等喪失時の対応ガイド類  
～電源車、ガスタービン発電機車（GTG）による電源供給などの現場作業の手引き



整備した手順の例

## 訓練実績

- ・総合訓練：5回 延べ約930人参加
- ・個別訓練：延べ16回実施(H24.8末現在)  
電源車操作訓練、GTG運転訓練  
消防車注水訓練、緊急時ELOG訓練等
- ・今後、総合訓練においてシビアアクシデントを想定したブラインド訓練を実施



GTGによる電源供給訓練風景

## 資格の取得

H24.8末現在  
大型免許：45名  
大型特殊免許：21名  
大型けん引免許：15名

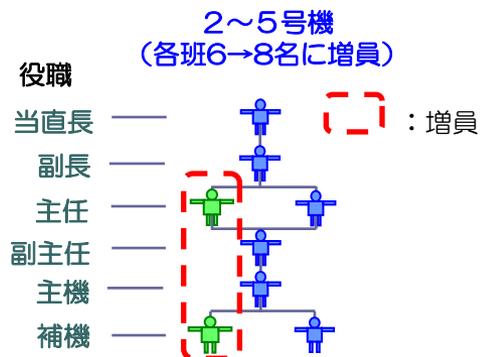
# 緊急時対応の備え(柏崎刈羽原子力発電所の例)

○課題：複数災害、複数プラント同時被災への対応

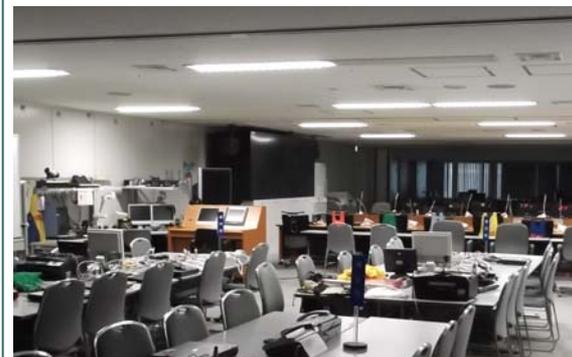
- 対応：①複数プラント、長期の事故にも対応できるよう、**緊急時対策要員を大幅に増強。**  
 ②本店においても、原子力災害と自然災害(停電)の同時発生に対応できるよう**緊急時対策室を2箇所設置。**

## 発電所運転員・宿直・緊急時対策要員

- ・津波後の現場対応操作を踏まえ、発電所**運転員を60名増員(205名→265名)(定員)**
- ・交替制も考慮し緊急時対策要員を増員(**324名→649名**)
- ・緊急時対策本部の発電班、復旧班に号機責任者を配置
- ・被災直後の対外連絡とプラント情報収集の機能強化のため宿直体制を増強(**6名→8名**)
- ・**緊急電源復旧・注水対応**など早期の対応が必要な**要員を24時間体制で発電所に待機させる**ことを計画



## 本店緊急時対策本部



2階緊急時対策室



3階緊急時対策室