

講演3

## 柏崎刈羽安全審査における 新技術導入の事例と今後について

2020年9月10日  
東京電力ホールディングス株式会社  
原子力運営管理部  
玉井 俊光



### ② 1F事故を教訓とした全体的な事故時対応方針の導入

#### ②-1 深層防護の拡充設計

設計基準を超えた津波(外的事象)という共通要因により多重故障が発生  
→深層防護の全ての層の対策を充実させる。

- 設計ベース：従来の設計基準にSBOを追加
- 設計拡張状態(Design Extension Condition; DEC)：設計ベースを超える領域として新たに追加

層	目的	設計ベース	機能強化の方向	
			新たにDECとして追加した領域	既存では従来からDECとしていた領域
第1層	異常発生防止	津波の例：設計津波に対し全交流電源喪失の発生を防止し、後援各層の安全機能の喪失を防ぐ	津波の例：対津波用の設備の信頼性を考慮し、なる程度の補償内海水が充てられ、重要区域内の設備の機能喪失を防ぐ	
第2層	事故への拡大防止(止める)	従来の設計ベース	従来のアクシデントマネジメントで補償済み	
第3層	炉心損傷防止(減らす)	冷却：全交流電源喪失+過圧：動的機器の単一故障	冷却：長期全交流電源喪失に対し、過圧：多様又は多重の設備で対応	
第4層	炉心損傷後の影響緩和、放出抑制(閉じ込める)	格納容器と格納容器を防護する設備の機能を併せて、長期にわたる土地汚染及び制御できない放射性物質放出を防ぐ		

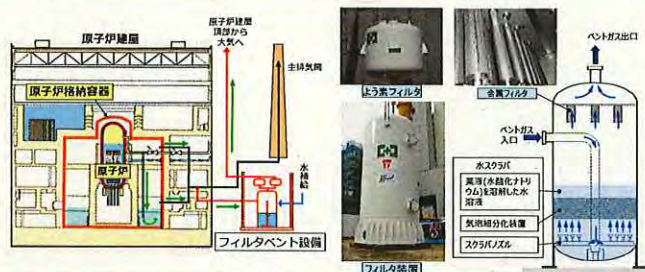


最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### ③ 安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入例 (1/7)

万一炉心損傷しても、格納容器ベントにより放出される放射性物質を極力低減するため、フィルタベント装置(フィルタ装置、よう素フィルタ等)を設置(粒子状放射性物質、気体状放射性物質より99.9%以上、気体状放射性物質より99%以上除去)

当社技術開発センターにて試験を行うなど、自社技術により導入



最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### 目次

- はじめに
  - 福島第一原子力発電所事故(以下、「1F事故」)前後での新知見との係わり方
- 1F事故を教訓とした全体的な事故時対応方針の導入
  - 深層防護の拡充設計
  - フェーズドアプローチの導入
- 安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入
  - 安全審査における4項目の技術的知見
- 新知見の更なる活用を目指して
  - 今後の取り組み
  - 導入促進に向けた制度設計

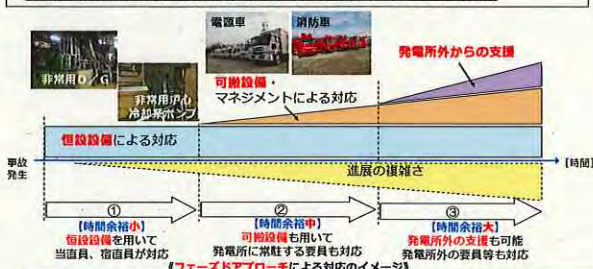


最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### ② 1F事故を教訓とした全体的な事故時対応方針導入

#### ②-2 フェーズドアプローチの導入

対策は時間余裕や代替可能性に応じて適切に選定しなければ、安全上有効に機能せず  
→時間余裕に応じた段階ごとに対策を設定(フェーズドアプローチの導入)



最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### ③ 安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入例 (2/7)

残留熱除去系の代替として、サブプレッションプール水を循環・除熱するシステム(代替循環冷却系)を構築し、原子炉格納容器圧力の上昇を抑制



最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### ① はじめに

> 1F事故以前は、新知見に対する取り組みに積極性が不足していた

#### 【要点】

- 設計段階から外的事象を起因とする共通原因故障への配慮が足りず、全電源喪失という過酷な状況を引き、安全設備のほとんど全てが機能喪失したこと
- 海外の安全性強化策や運転経験の情報を収集・分析して活用したり新たな技術的知見を踏まえたりする等の継続的なリスク低減の努力が足りず、過酷事故への備えが設備面でも人的な面でも不十分であったこと  
(参考：根本原因分析-2012年12月14日中間報告)

1F事故の教訓を踏まえた様々な取り組みの中で、新知見との係わり方を見直し/発展させていった

- ✓ 全体的な事故時対応方針の導入 ..... 【2】
- ✓ 新たな知見に基づいた新規設備の導入 ..... 【3】



最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### ③ 安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入

- 1F事故の検証を通じて得られた教訓や国内外の指摘を踏まえ、新規基準が策定され、柏崎刈羽原子力発電所6・7号機について、基準への適合性について審査頂いた
- 当社の審査において、4項目の技術的知見が新たに抽出され、規制基準へフィードバックされることとなった
  - 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策
  - 使用済燃料貯蔵槽から発生する水蒸気による悪影響を防止するための対策
  - 原子炉制御室の居住性を確保するための対策
  - 全交流動力電源喪失を想定した事故シナリオグループの分割
- 柏崎刈羽原子力発電所6、7号機は、電力各社・プラントメーカー他による多大な支援のもとで進められ、2017年12月27日にBWRとして最初の許可を頂いた

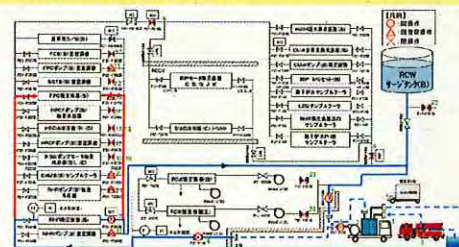
※：平成29年10月18日 第44回 原子力規制委員会  
資料2 実用発電用原子炉及びその附属施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の一部改正及びその関係の意見書について(案)  
-柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映  
参考：柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見について、より



最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日

### ③ 安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入例 (3/7)

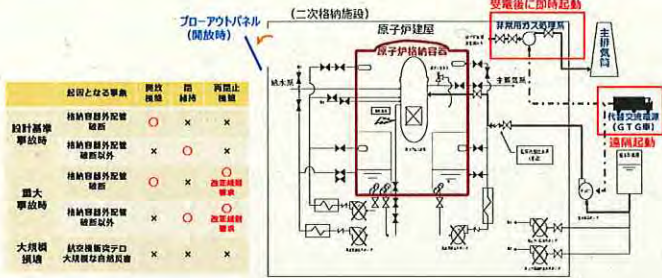
- 全電源喪失を含む重大事故時に代替補機冷却系の冷却水を分配し、代替循環冷却系の除熱と並行して、使用済燃料貯蔵プール冷却系を除熱
- プール水温は77℃以下に維持可能



最新資料・最新誌：東京電力ホールディングス株式会社 2020年9月10日



### ③安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入例 (4/7)

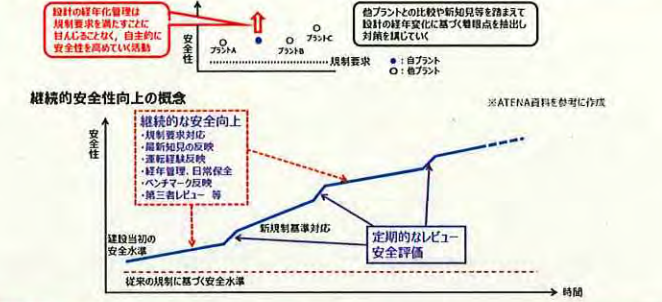


### ③安全審査を通じた柏崎刈羽原子力発電所への新たな技術導入例 (5/7)

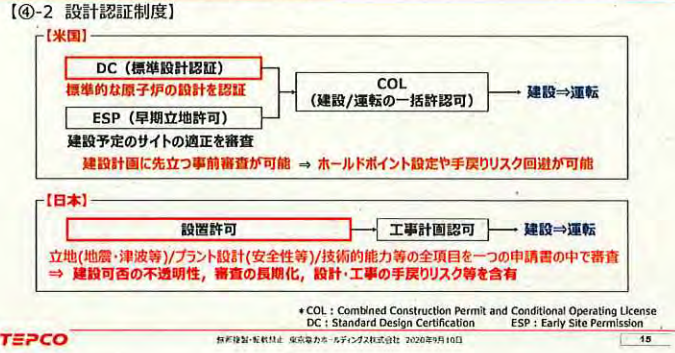
原子炉隔離時冷却系起動失敗又は運転後の停止が発生した場合に、**高圧代替注水**を手動起動して高圧炉心注水機能を確保し、水位を維持することによって炉心損傷を防止する（機械式制御であり水没しても機能維持）。



### ④ 新知見の更なる活用を目指して



### ④ 新知見の更なる活用を目指して



### ④ 新知見の更なる活用を目指して

- ④-2 新知見の導入促進に向けた制度設計
- 最新の知見等を踏まえ、安全性向上を高める取り組みを継続するが、その取組みをより円滑に実施させる必要がある。
- 許認可手続きが、新たな技術導入の阻害要因にならない
  - 新発見（設計の経年化管理から抽出された知見など） / 新技術（新型燃料の導入、航空機衝突に対する合理的な障壁設計など）の円滑な導入に向けて、これらの基本設計段階（設置変更許可申請）前に、技術的妥当性を議論でき、導入に向けて一定程度の目的が立つような制度が必要
- >以下の制度は非常に有効であり、官民一体となり積極的に活用
- ・トピカルレポート制度
  - ・設計認証制度
- 事業者の要望踏まえ、規制制度については柔軟に見直しを頂きたい

### まとめ

- 当社は、柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の発電用原子炉設置変更許可に係る適合性審査において、安全性向上のため以下の機能の重要性を認識し、追加的な対策を提案してきた
  - ✓格納容器の代替除熱による過圧破損防止
  - ✓重大事故に対処する機器の信頼性を担保する環境維持
  - ✓中央制御室居住性の維持
  - ✓全交流動力電源喪失時の対応機能
- これらは、適合性審査の過程で得られた技術的知見として、新規制基準に反映されることとなった
- 引き続き、自主的安全性向上活動の推進に、自律的かつ継続的に取り組む

### ④ 新知見の更なる活用を目指して

- ④-1 今後の取り組み
- 今後は、如何に安全性を向上させながら安定的に運転できるかが重要となる
  - このような仕組みを確たるものにしていく取り組みを、ATENA※を中心に対応中
  - 一例として、自主的安全性向上活動の中における設計の経年化管理が挙げられる
- ④-2 新知見の導入促進に向けた制度設計
- 新知見の導入を進めるにあたっては、規制制度がその後押しをする形になることが重要
  - 新発見/技術の円滑な導入に向けて有用と考えられる制度
    - ・トピカルレポート制度
    - ・設計認証制度
- ※ATENA: Atomic Energy Association 原子力エネルギー協議会

### ④ 新知見の更なる活用を目指して

- 【4-2 トピカルレポート制度】
- トピカルレポートとは、ある特定の安全審査項目についてまとめた技術文書であり、安全審査においてこれを技術評価することにより、同一トピックの繰返し審査を削減できる制度
- 原子力安全・保安院時代、国の委員会にて原子力安全の基礎強化を目的とした議論がされてきており、平成20年に「トピカルレポートの技術評価について（内規）」を制定
- ↓
- 新技術に関する妥当性を事前に得ることで、審査予見性が向上
- 既設炉における新型燃料導入、新設プラントへの新技術適用等に有効な制度
- プラントコンセプト変更等の大幅手戻りリスクを含有したまま設計・許認可を進めなければならない懸念に対し、安全技術の進展、審査実効性向上の観点からも、対象分野の拡充が期待される