

# 安全性向上に向けた電気事業者の取組み

2012年9月13日  
電気事業連合会

# 安全性向上に向けた事業者の取組み

1

安全確保の第一義的責任を有する事業者として、世界最高水準の安全性を目指した取組みを実施していく。

## 福島第一原子力発電所事故への対応

### 対策の視点

決して二度と今回と同様の事故を起こさない

### 「多重化」と「多様化」

#### ● 電源確保

電源車等の配備による中央制御室等の電源の確保

#### ● 冷却確保

消防ポンプ等の配備による原子炉や蒸気発生器等への供給水の確保

#### ● 浸水対策

配電盤、バッテリー、ポンプの浸水対策

- ・敷地内断層の活動性評価
- ・周辺活断層の連動評価・基準地震動見直し

## 世界最高水準の安全性を目指した対応

### 目指すべき目標

世界最高水準の安全性を確保

### ① 安全性向上対策の拡大

技術的知見30項目の対策を含めたシビアアクシデント発生防止・影響緩和対策への取組み

### ② 安全性向上対策のチェック・レビュー

政府事故調をはじめとした各事故調査報告書における指摘事項の検討及び対応

### ③ 安全性向上対策のさらなる推進

安全性向上対策を継続的に推進するための仕組みとして新組織を設立

## 地震による影響

- 地震発生により原子炉は正常に自動停止
- 地すべりによる送電鉄塔の倒壊等により外部電源が喪失
- 非常用ディーゼル発電機は全て正常に自動起動
- 原子炉の冷却に必要な機器は正常に動作



## 津波による影響

- 非常用ディーゼル発電機、配電盤、バッテリー等の重要な設備が被水
- 海水ポンプが損壊し、最終ヒートシンクが喪失（原子炉冷却機能喪失）
- 全交流電源（外部電源＋非常用ディーゼル発電機）が喪失



全交流電源喪失、最終ヒートシンク喪失が長期に亘り継続し、燃料の重大な損傷、格納容器の破損など深刻な事態に陥った



安全確保対策

「多様化」と「多重化」

電源確保

冷却確保  
(水源確保)

浸水対策

# 大飯3, 4号機の例

## 安全確保対策

### 電源供給先

プラントを安全に停止するための機器へ供給

- ・ 監視計器
- ・ 電動補助給水ポンプ
- ・ 余熱除去ポンプ
- ・ 原子炉補機冷却水ポンプ など

バッテリー

中央  
制御室



予備電源車



### 電源確保

空冷式非常用発電装置  
による電源の確保



海水



原子炉格納容器

原子炉容器

加圧器

蒸気

蒸気発生器

水

大気放出

タービン 発電機

放水路へ

循環水  
ポンプ

冷却水 (海水)

給水ポンプ

2次系純水  
タンク

2次系純水  
タンク (予備)

消防ポンプ

海水

タービン動  
補助給水ポンプ

電動補助給水ポンプ (2台)

冷却確保  
(水源確保)

消防ポンプによる  
給水の確保

### 浸水対策

扉・配管貫通部等シール施工

- ・ 中央制御室へ給電するために必要な設備のある部屋  
(バッテリー室/メタクラ室)
- ・ 蒸気発生器に給水するために必要な設備  
(ポンプ室/メタクラ室)

# 大飯3, 4号機の例(「多重化」と「多様化」)

## 電源と冷却の「多重化」と「多様化」

	電源確保対策		冷却確保(水源確保)対策	
	安全確保対策前	安全確保対策後 (追加対策)	安全確保対策前	安全確保対策後 (追加対策)
多重化	○非常用ディーゼル 発電機:2台	+ 空冷式非常用発電 装置:2台 + (予備)電源車	○復水ピット	+ C-2次系純水タンク + 2次系純水タンク(予備) + 海水
多様化	○設置場所 非常用ディーゼル発 電機 EL10m  ○冷却方法 非常用ディーゼル 発電機(海水冷却)	+ 空冷式非常用 発電装置 EL33m + (予備)電源車 EL33m  + 空冷式非常用 発電装置(空冷) + (予備)電源車	○設置場所 復水ピット EL26m  ○移送方法 タービン動補助給水 ポンプ	+ C-2次系純水タンク EL80m + 2次系純水タンク EL72.5m  + 消防ポンプ + 電動補助給水ポンプ(電源 確保により活用可能) + 中圧ポンプ

緊急安全対策  
(H23.4)


ストレステスト  
提出時点(H23.10)

ストレステスト  
提出以降～H23年度末

H24年度以降

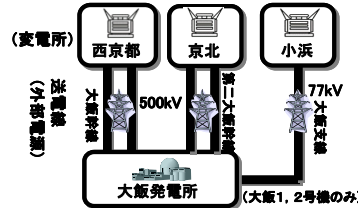
## 1. 外部電源対策

## 外部電源設備の耐震性・信頼性の向上

 : 自主的な対応

### 【外部電源系の信頼性評価】

1つのルート(送電線及び変電所)を失っても外部電源を喪失しないことを確認



### 【鉄塔基礎の安定性評価】

鉄塔敷地周辺の盛土崩壊や地すべり、急傾斜地の土砂崩壊の影響を評価

### 【開閉所設備耐震性評価】

JEAG5003による評価にて安全裕度を確認

### 【大飯3, 4号機77kV線路接続】

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(H25.12)

評価結果に基づき必要な対策を実施(H24年度)

基準地震動Ssによる評価を行い、必要に応じ耐震性向上対策を実施(評価:H25年度)

## 2. 所内電気設備対策

## 非常用交流、直流電源の多重性・多様性の強化

### 【電源車の配備】



### 【電源車の追加配備】



### 【空冷式非常用発電装置の配備】



接続コネクタの改善

### 【恒設非常用発電機の設置】



(H27年度)

H27年度 恒設非常用発電機の設置(専用建屋内に設置)

H23.4 電源車の追加配備(800kVA×3台): 電動補助給水ポンプ容量をカバー

H23.4 電源車(500kVA×1台、610kVA×3台): 中央制御室でのプラント状態の監視

H23.9空冷式非常用発電装置の配備(1825kVA×8台): 冷温停止機器をカバー

### 【非常用直流電源の強化】

- ・常用系蓄電池との接続(H24年度)
- ・蓄電池の追加設置(H27年度)

### 【建屋の浸水対策】

福島第一原子力発電所事故を踏まえた考慮すべき浸水高さ(11.4m)に対し浸水対策を実施

防潮扉の設置

雨水排水管に逆止弁設置

H25年度 防波堤のかさ上げ 他  
H24.6 予備変圧器防油堤かさ上げ  
水密扉への順次取替(H24.9完了予定)

H23.4 冷温停止機器へのT.P.11.4mまでのシール施工

H23.4 重要機器へのT.P.11.4mまでのシール施工



緊急安全対策  
(H23.4)

ストレステスト  
提出時点(H23.10)

ストレステスト  
提出以降～H23年度末

H24年度以降

## 3. 冷却・注水設備対策

## 可搬式給水設備の配備による代替の冷却・注水機能の強化

□ : 自主的な対応

### 【消防ポンプ】



25台

### 【消防ポンプ追加】



+28台  
総配備数  
87台

### 【可搬式エンジン 駆動ポンプ】



30台  
総配備数32台

### 【海水ポンプ モータ予備品】



### 【大容量ポンプ】



### 【中圧ポンプ】

補助給水の代替ポンプ(H24.5)

H24.5 中圧ポンプの配備

H23.12 大容量ポンプの配備: 海水ポンプの代替

H23.11 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ポンプの配備: 非常用ディーゼル発電機の冷却海水給水

H23.6 消防ポンプの追加配備: 冷温停止移行分

H23.4 消防ポンプの配備: 炉心冷却(高温停止)、燃料ピット冷却

## 4. 格納容器破損・ 水素爆発対策

## 多様な除熱機能の確保およびフィルター付ベント設備の設置等による 格納容器の更なる健全性確保

### 【除熱機能の確保】

PWRは、格納容器の容積が大きく、電源によらない格納容器スプレイにより内圧を抑制するアクシデントマネジメントを整備

### 【格納容器外での水素の多量滞留の防止】

PWRは、格納容器の容積が大きいため、シビアアクシデント時の発生水素濃度は爆発領域に至ることはなく、格納容器の健全性に影響を及ぼすような水素爆発の可能性は極めて小さい

### 【多様な除熱機能の確保】

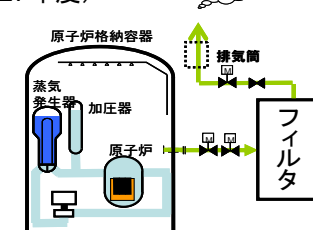
空冷式非常用発電装置、大容量ポンプにより原子炉補機冷却機能を回復



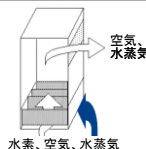
### 【アニュラス排気設備運転手順の整備】

水素が格納容器からアニュラス内へ漏れ出ることも想定し、手順を整備

### 【フィルター付ベント設備の設置】 (H27年度)



### 【静的触媒式水素再 結合装置の設置】 (H25年度)



緊急安全対策  
(H23.4)

ストレステスト  
提出時点(H23.10)

ストレステスト  
提出以降～H23年度末

H24年度以降

## 5. 管理・計装設備対策

### 事故時の通信機能等の強化および免震事務棟の設置による事故対応指揮所の更なる強化

【発電所常駐要員の強化】  
発電所常駐要員の強化  
(30名)

【更なる対応体制の強化】  
複数プラントの同時作業を想定し発電所常駐要員を強化  
(30名→44名)

【プラントメーカー他支援体制整備】  
緊急時対応体制の強化のためプラントメーカー技術者を若狭地区常時配置および協力会社による現場支援体制構築  
→トータル約800名体制で事故収束にあたる。

【更に強化】  
更に、外部支援なしで電源確保と給水確保を独立して実施できるよう、冗長性を確保し、発電所常駐要員を強化  
(44名→54名)  
(H24.4)

□ : 自主的な対応

【夜間など厳しい状況を想定した訓練】  
夜間訓練、抜き打ち訓練、全ユニット同時災害などの訓練を実施済

訓練を引き続き実施し、手順書の改善を図っていく。

【指揮所機能の確保】  
中央制御室横の会議室に通信機器などを配備し、指揮所機能を確保

【免震事務棟の設置】 (H27年度上期中の運用開始を目指し検討中)



【通信機能の確保】  
トランシーバー、携行型通話装置、衛星携帯電話の配備

【通信機能の強化】  
・衛星携帯電話の追加配備  
・緊急時衛星通報システムの設置

【通信機能の更なる強化】  
・緊急時対応支援システムの伝送系増強(H25年度)  
・政府系関係機関とのTV会議システム導入(H25年度)  
・衛星可搬局の設置(H24年度)  
・外部アンテナ設置(H24.9)

【使用済燃料ピット既設カメラによる監視】  
既設カメラによる水位監視の強化

【使用済燃料ピット監視カメラの設置】  
非常用電源から電源供給される監視カメラの設置

【過酷事故用計装システムの研究】  
炉心損傷時にプラント状態を確実に把握できる計装システムを研究開発  
(H26.9)



## ＜検討対象とした報告書＞

1. 政府事故調「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」最終報告（H24.7.23公表）
2. 国会事故調「東京電力福島原子力発電所 事故調査委員会」報告書（H24.7.5公表）
3. 東京電力「福島原子力事故調査報告書」（H24.6.20公表）
4. 民間事故調「福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書」（H24.2.28公表）

各報告書については、事業者として真摯に受け止め、内容を十分に確認したうえで、至らないところは改善するなど、誠実に対応を行う。

## 【関西電力の対応例】

### ＜主な指摘事項＞

○各報告書の内容について検証した結果、各報告書における指摘事項を7つの分野に分類し、合計で83件を抽出

- ①過酷事故に対する想定、設計
- ②水素爆発対策
- ③設備の多重性、多様性、更なる安全性の確保
- ④過酷事故時の対応手順、訓練
- ⑤過酷事故時のマネジメント、対応態勢
- ⑥過酷事故時の通信手段、資機材の確保
- ⑦過酷事故時の被ばく線量管理、放射線管理

### ＜対応状況について＞

- 指摘事項83件は、過去から実施してきた対策や、事故後速やかに実施した緊急安全対策、更なる安全性・信頼性向上対策により実施済または実施中であることを確認した。
- 加えて、各事故調査報告書の示唆を踏まえ、主に以下の5点について自主的に充実を図る。

1. 「シビアアクシデント対策チーム（仮称）」の整備
2. シビアアクシデント対応能力向上対策の充実
3. 緊急時に必要となる技能を備えた要員のリスト化
4. 部門の枠を超えた更なる安全性向上の取組み
5. 資機材の更なる充実

# 各事故調査報告書における主な指摘事項への対応 (関西電力の例)

分類	報告書の指摘事項	これまでの対策	今後の対策
①過酷事故(シビアアクシデント)に対する <b>想定、設計</b>	地震や津波への対策と同様、竜巻、火災、テロ対策などにも視野を広げることで既設プラントの安全性を高めていく必要がある。(No.6 国会P.204) 事業者は自らの施設の安全性確保のためのシビアアクシデント対策の検討・評価を行うべきである。(No.5 政府 P.398)	安全上重要な機器等について耐震裕度向上工事や津波対策として海水ポンプの現地操作盤や電気計装品の移設、防水対策の実施など外的事象に対する対策を行っているほか、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、電源確保(高台への空冷式非常用発電装置の配備等)、冷却機能確保(大容量ポンプの配備等)、浸水対策(水密扉の設置等)など、各種安全確保対策を行っている。	原子力事業本部の中にシビアアクシデント対策を検討する「 <b>シビアアクシデント対策チーム(仮称)</b> 」を整備する。 (学協会におけるシビアアクシデントマネジメント整備に関する検討に積極的に参画するとともに、海外におけるシビアアクシデント対策などの情報を入手し、プラントの安全性向上に活用する仕組みを構築する。)
④過酷事故(シビアアクシデント)時の <b>対応手順、訓練</b>	原子力安全に関し一次的な責任を負う事業者として、原子力に携わる者一人一人に対し、事故対処に当たって求められる資質・能力の向上を目指した実践的な教育・訓練を実施するよう強く期待する。(No.35 政府 P.402)	シビアアクシデントの概要の教育や、シビアアクシデント対応時の操作訓練等を行うとともに、福島第一原子力発電所事故を踏まえた事故時対応手順等の教育、緊急安全対策等で設置された設備について適宜シミュレータ訓練内容への反映を実施している。	原子力運転サポートセンター(おおい町)にある運転訓練シミュレータについて、安全性向上対策を踏まえた改造(空冷式非常用発電装置からの給電操作の模擬等)を行い、 <b>実機と同様の対応を実施できるようにする。</b> また、運転訓練シミュレータとは別に、 <b>シビアアクシデント時のプラント挙動等を可視化</b> する研修ツール(卓上PCシステム)を構築し、運転員(約500名)のみならず事故時対応要員(約800名)の知識、理解力の向上のための教育訓練を実施する。
⑤過酷事故(シビアアクシデント)時の <b>マネジメント、対応態勢</b>	緊急時の対応の事前検討として、誰が、どのような能力を有し、どこにいるのかをあらかじめリスト化し、緊急時にも迅速に対応できる備えも効果的である。(No.55 国会P.194)	協力会社に対して、緊急時の機械、電気、計装設備の点検、補修及び仮設ケーブルの敷設や照明設置作業等に迅速に対応するための必要な人員(約400名)を確保するよう要請している。	緊急時において必要な技能を有する人員を確実に確保し、迅速な対応を図るために、 <b>協力会社の社員が保有する技能をリスト化する。</b> また <b>協力会社の緊急時対応要員に対して、発生事象、初動対応の知識付与のための教育訓練を計画的に実施する。</b>
	新福島変電所の脆弱性について、工務部が需要者に対する送電停止のリスクを主題としたため、原子力発電所の電源喪失対策の見直しを早急に実施しなかったことは、縦割り組織の弊害により重大なリスクの見落としが生じていた可能性がある。(No.64 国会P.537)	福島第一原子力発電所の事故を踏まえた安全対策(30項目対策等)については、関係部門が原子力部門と一体となって計画策定、実施しており、今回の国会事故調査報告書をはじめとする各事故調査報告書のレビュー等は、主として原子力事業本部の幹部で構成される会議で確認を行ってきた。	今回のレビュー結果については、 <b>部門横断的な視点から、原子力部門以外の役員を主体とする原子力安全推進委員会において、全社的な情報共有ならびに確認支援</b> を行っていく。 また、委員会の各委員は <b>現地発電所に足を運び発電所幹部と直接、問題意識の共有</b> を図っていく。 さらに、 <b>社外の有識者</b> を中心に構成される原子力安全検証委員会にも報告し、 <b>独立的な立場からの意見、助言を反映</b> していく。
⑥過酷事故(シビアアクシデント)時の <b>通信手段、資機材の確保</b>	安全、迅速、確実な対応を行うためには、より広範囲を照らせるような照明設備の配備を実施する。(No.72 東電 P.339)	照明については、各発電所にハンドライト・ヘッドライト(約200台)を配備済み。	より強力かつ広範囲を照らすことが出来る <b>ポータブル照明を配備</b> する。

# 指摘事項への対応例（関西電力の例）

10

「過酷事故時のマネジメント、対応態勢」に関連した今後の対策 ～部門の枠を超えた更なる安全性向上の取組み～

## 原子力安全推進委員会 \*

### ○委員会の構成

原子力部門以外の役員を主体とし、以下のメンバーで構成

委員長：副社長（お客さま本部長）

副委員長：副社長 2名（原子力事業本部長、総合企画本部長）

委員：常務 3名（原子力、火力・環境、土建・研究開発）

執行役員等 24名（原子力7名、土建、経営企画、地域エネルギー、営業企画、火力、  
工務、ネットワーク、IT、グループ経営、広報、人材活性化、経理、  
立地、総務、購買、経営監査、原子力・安全品質推進（幹事））

### ○役割

- ・美浜3号機事故の再発防止対策の審議、調整、定着状況の分析・フォロー
- ・原子力の安全文化の醸成とそのための支援
- ・原子力発電の自主的・継続的な安全への取組みに関する確認、支援（平成24年7月追加）

全社の部門横断的な視点から、  
各事故報告書のレビュー結果  
について情報共有、確認支援

各委員は、現地発電所に足を  
運び、発電所の幹部と直接、  
問題意識の共有を図る

## 原子力安全検証委員会 \*

### ○委員会の構成

法律、原子力、信頼性、ヒューマン  
ファクター、地元などの分野から  
の社外有識者（6名）を中心に  
構成

### ○役割

美浜3号機事故の再発防止対策の  
定着状況、原子力の安全文化醸成活動の  
実施状況、原子力発電の自主的・継続的な  
安全への取組みに関する確認、助言

報告

助言

独立的な立場から  
意見、助言

報告

支援

原子力部門

安全対策推進会議

各事故報告書のレビューならびに今後の対策の検討

\* 設立：平成17年4月

名称変更：平成24年7月

- ◆ 事業者が規制対応に安住せず、継続的に海外の最新知見や他社の良好事例を学び、取り入れ、自らが世界最高水準の安全性を追求し続けるために、2012年内に新組織を設立

## 新組織の概要

諸外国の動向も踏まえた最先端の安全対策の推進

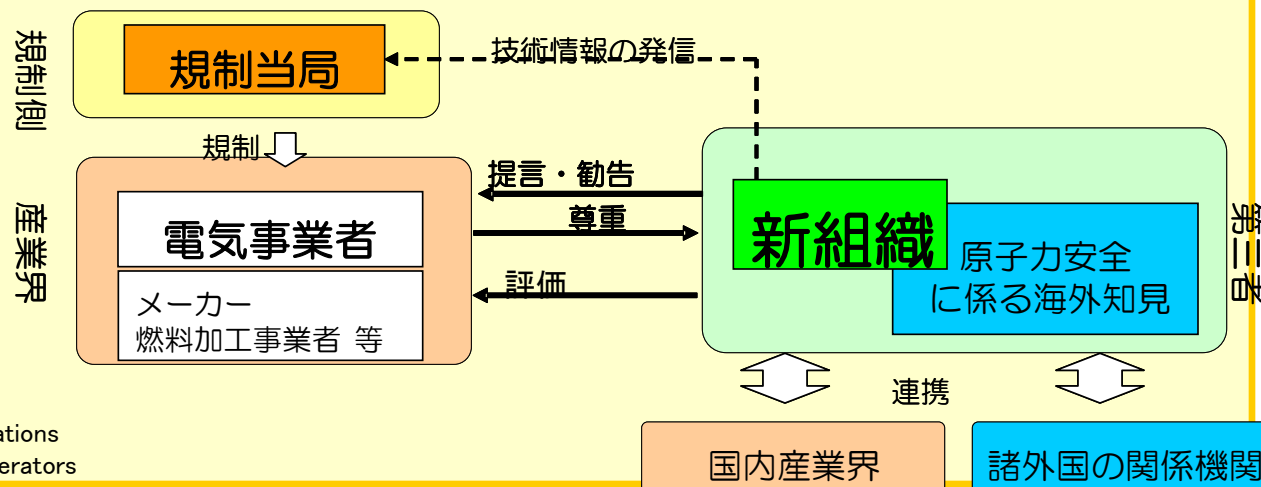
- 海外機関(INPO※<sup>1</sup>、WANO※<sup>2</sup>等)との密接な連携
- 諸外国の情報等を収集・分析し、最新知見を各発電所の安全性向上へ展開

◆ 各事業者トップのコミットメントに基づく体制

- 独立性と強い権限を有し、事業者に提言、勧告

◆ 高度な技術力を有する人材を確保

- 産業界の技術力を結集



※1: 米国の原子力発電運転協会: Institute of Nuclear Power Operations

※2: 世界原子力発電事業者協会: World Association of Nuclear Operators

# 新組織のミッション

## ◆ 安全性向上活動についての教訓

これまで電気事業者として、自然現象も含め、原子力安全の向上に取り組んできたものの、

- 大地震、大津波のような、発生確率が極めて小さくても、大きな影響を与えうる自然現象などに対して、想定を超えた事態に対処する観点で、特にシビアアクシデント対策への取り組みが不十分だったのではないか
- 規制要件さえ満足していれば安全と考え、規制要件を超えて安全性を向上させるという意識が小さかったのではないか
- 諸外国の安全性向上活動を調査、検討した上で、自主的に改善していくという取り組みが不足していたのではないか

**事業者が自ら世界最高水準の安全性を追求する仕組みの構築が重要**

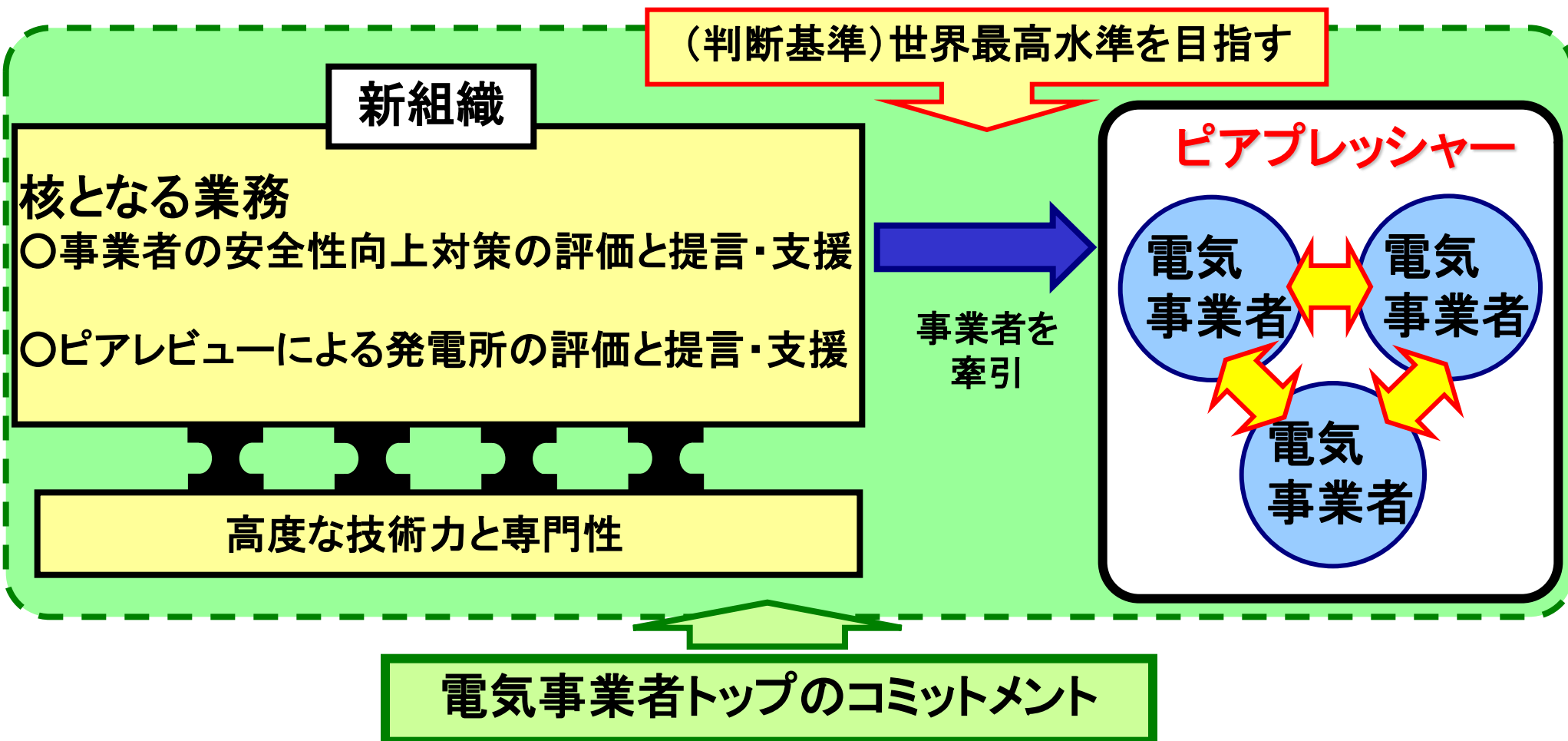
**ミッション**

**日本の原子力産業界における、世界最高水準の安全性の追求  
～たゆまぬ最高水準(Excellence)の追求～**



# ミッション達成のための新組織の機能

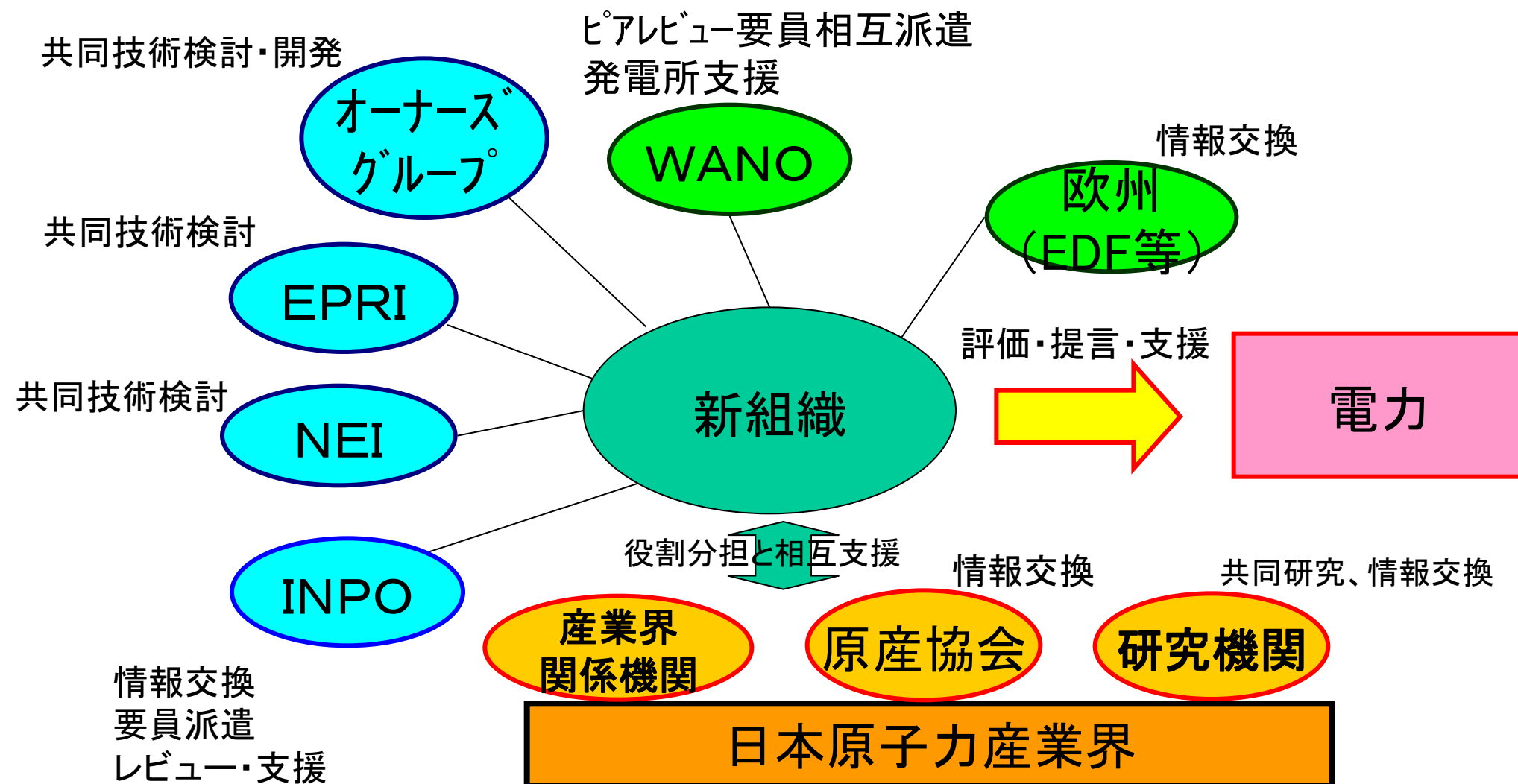
- ◆ 新組織は、最高水準（エクセレンス）を達成するために、シビアアクシデント対策等の業務を核として、電気事業者を「牽引」していく。
- ◆ 電気事業者トップは新組織の実効性を高めるため、確実にコミットしていく。





# 新組織の取組み 他の機関との連携

◆ 新組織は、国内外の機関との連携を深め、一元的な情報収集と共同活動を実施していく



# 世界最高水準の安全性を目指した取組み

新組織とともに、安全性向上対策を自主的かつ継続的に進め、世界最高水準の安全性を目指していく。

福島第一原子力発電所のように、設計想定を越える津波により、3つの機能（全交流電源、海水冷却機能、使用済燃料プール冷却機能）を全て喪失したとしても、炉心損傷等を防止

ストレステストで  
定量的に確認

**世界最高水準**

・国内外の優良事例、  
新知見の反映  
(新組織が牽引)

**さらなる  
安全性向上対策**

- ・恒設非常用発電機の設置
- ・中圧ポンプの配備(補助給水ポンプ代替)
- ・フィルタ付ベント設備の設置
- ・静的触媒式水素再結合装置の設置
- ・既存防波堤のかさ上げ
- ・免震事務棟の設置
- ・さらなる対応体制の強化 他

**自主的取組み**

- 多重性・多様性の充実  
安全対策の実効性の向上
- ・空冷式非常用発電装置配備
  - ・海水ポンプモータ予備品配備
  - ・大容量ポンプの配備
  - ・緊急時対応体制の強化
  - ・通信機能の強化 他

**緊急安全対策**

- ・電源確保  
電源車等の配備
- ・冷却確保  
消防ポンプ等の配備
- ・浸水対策  
配電盤・バッテリー・ポンプ  
の浸水対策

**震災前**

地震動・津波高さ  
などの設計想定  
に基づく安全設計  
を実施

30の対策(短期対策)

30の対策(中長期対策)

緊急安全対策  
(平成23年4月)

ストレステスト  
(平成23年7月～)

現在

安全規制見直し  
・30の対策の規制化  
・バックフィット など

- ◆ 今回と同様な事故を、決して二度と起こさないという強い決意のもと、種々の安全対策を実施し、発電所の安全性を確保
  - 改めて多重性・多様性を強化した各種安全対策を実施
- ◆ 安全確保の第一義的責任を有する事業者として、世界最高水準の安全性を目指した取組みを実施
  - 自主的かつ積極的な取組みを推進
  - 規制の枠組みにとらわれない、終わりなき、継続的な安全性向上の努力
  - 福島第一原子力発電所事故に関する各事故調査報告書に対する検討及び対応
  - 組織的な取組みとして新組織を設立し、事業者を牽引