

原子力の安全性向上に向けた 取り組みについて

東京電力福島第一原子力発電所事故の進展と対策の方向性

<事故の進展>

地震発生

原子炉停止

外部電源喪失

非常用DG*/炉心冷却系起動

津波発生

想定高さ: 5.7m
来襲高さ: 15.5m

多重故障及び共通要因故障
非常用DG*/直流電源喪失

炉心冷却機能喪失

炉心損傷

格納容器破損、原子炉建屋への漏えい

原子炉建屋の水素爆発

環境への大規模な放射性物質の放出

<対策>

地震や津波に対する耐性強化

著しい炉心損傷防止
非常用電源及び炉心冷却系の強化

格納容器破損防止

放射性物質の放出抑制・拡散緩和

長時間の電源喪失の防止

状態把握・プラント管理機能の強化

通信・計装機能不全等

※非常用DG: 非常用ディーゼル発電機

出典:原子力規制委員会資料

日本における新規制基準の策定

- ◆ 新規制基準では、従来の安全基準を強化するとともに、新たにシビアアクシデント対策が盛り込まれた。
- ◆ 事故後の安全向上対策や、事業者が自主保安で実施してきたシビアアクシデント対策により、新規制基準の多くは対応済みだが、追加対策も必要。

＜従来＞

シビアアクシデント対策
(事業者の自主保安)

従来の安全基準

炉心損傷は想定せず
(単一故障のみを想定等)

自然現象に対する考慮

火災に対する考慮

信頼性に対する考慮

電源の信頼性

冷却設備の性能

その他の設備の性能

耐震・耐津波性能

新規制基準

放射性物質の拡散防止
意図的な航空機衝突への対応
格納容器破損防止対策

炉心損傷防止対策
(複数の機器の故障を想定)

自然現象に対する考慮

火災に対する考慮

信頼性に対する考慮

電源の信頼性

冷却設備の性能

その他の設備の性能

耐震・耐津波性能

シビアアクシデント
対策を新設

設計基準の強化

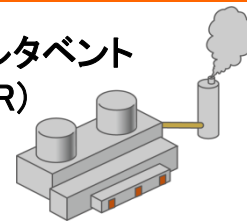
地震・津波に関する
設計基準の強化

航空機衝突対策
(特定重大事故等対処施設の
設置)



施行後5年間は適用猶予

フィルタベント
(BWR)



火山



竜巻



山火事

- ・地下構造の把握
- ・津波防護施設の設置等

新規制基準の内容と事業者の取組み

項目		新規制基準	事業者の取組み(例)
福島第一 原子力発 電所事故 への対応	緊急安全対策等 (旧原子力安全・保安院 指示)	<ul style="list-style-type: none"> 非常用電源の強化 冷却対策の強化 浸水対策の強化 等 	<ul style="list-style-type: none"> 電源車、可搬型電源等の配備 消防車、可搬型消火ポンプ等の配備 電源設備、冷却設備室等への水密扉の設置
	技術的知見 の反映	<ul style="list-style-type: none"> 炉心損傷防止対策 格納容器破損防止対策 水素爆発防止対策 等 	<ul style="list-style-type: none"> 外部電源、直流電源設備の強化 フィルタ・ベントの設置 緊急時対策所の設置 等 } (先行自主対応)
外的事象 への対応	地震・津波	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準地震・津波の評 価 重大事故対策 	<ul style="list-style-type: none"> 活断層、地下構造の調査により、必要に応じて基準地震動の見直し、耐震強化 津波高さの評価、防潮堤、水密扉等の設置
	その他の 自然災害	<ul style="list-style-type: none"> 火山、竜巻等への対策 	<ul style="list-style-type: none"> 基準となる自然災害を設定し、必要となる対策を実施
	テロ等	<ul style="list-style-type: none"> 故意の航空機衝突等への 対策 	<ul style="list-style-type: none"> 特定重大事故等対処施設の設置 大規模損傷緩和ガイドラインの整備(先行自主対応)
諸外国の取組みの反映		<ul style="list-style-type: none"> 火災対策の強化 故意の航空機衝突等への 対策(再掲) 	<ul style="list-style-type: none"> 火災影響を評価し、必要となる対策を実施 特定重大事故等対処施設の設置(再掲) 大規模損傷緩和ガイドラインの整備(再掲)
防災対策の強化		<ul style="list-style-type: none"> 原子力災害対策の強化 	<ul style="list-style-type: none"> 迅速な事故収束と住民の安全確保のため、国大で防災体制を見直し、防災インフラを充実 拠点や支援組織の整備等の防災対策を強化
国内外の良好事例、新知見 の反映			<ul style="list-style-type: none"> 新組織(JANSI)の設立(自主対応)

追加安全対策の概要

【自然災害】



火山



竜巻



山火事



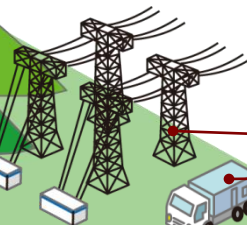
淡水源



緊急時対策所



消防車・ポンプ車

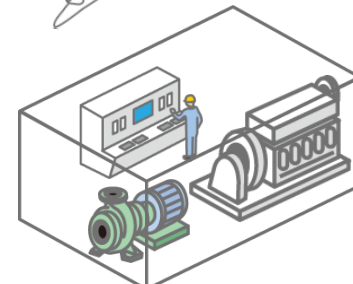


外部電源2ルート化

電源車

5年後までに設置予定

【航空機衝突等】



特定重大事故等対処施設

【火災】

水密扉

【津波】

防潮堤

フィルタ・ベント

地下構造調査

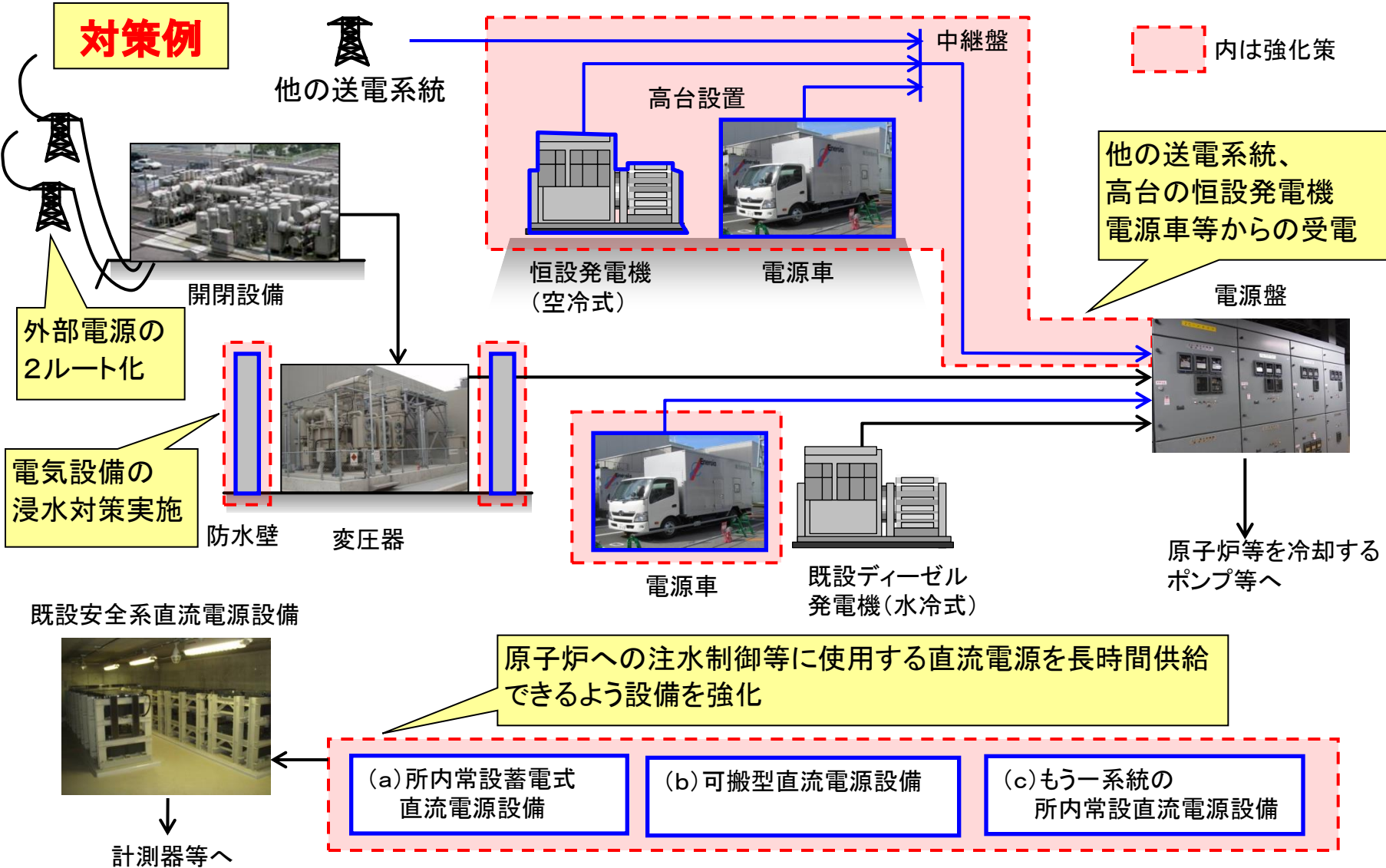
ボーリング調査

【地震】

トレンチ調査

非常用電源強化の概要

◆ 地震や津波等で送電線や既設ディーゼル発電機が同時に機能喪失する場合を想定しても、多様な電源を確保しておくことで、炉心損傷等に至ることを防止。



炉心損傷防止対策の概要

◆ 地震や津波等で複数の既設の冷却設備が同時に機能喪失する場合を想定しても、多様な冷却手段を確保しておくことで、炉心損傷に至ることを防止。

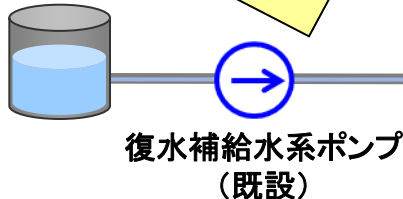
対策例

既設の非常用ポンプが破損した場合でも可搬型ポンプ等により原子炉や使用済燃料貯蔵プールの冷却を確保

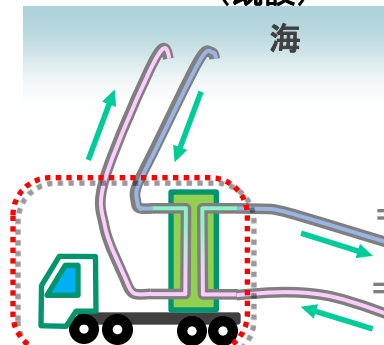


消防車

耐震強化により既設設備の信頼性を向上



復水補給水系ポンプ
(既設)
海



車載代替熱交換器

既設の海水ポンプが同時に破損しても原子炉の熱を海に逃がす手段を確保

使用済燃料貯蔵プール

既設の高圧系ポンプ(RCIC)のバックアップを追設

制御電源が不要なタービン駆動ポンプ(追設)

原子炉

原子炉格納容器

複数のECCS系統の機能喪失を想定

蒸気

熱交換器

格納容器破損・水素爆発防止対策の概要

◆ 万一、炉心損傷が発生しても、格納容器破損や水素爆発を防止し、環境への放射性物質の放出を十分低減。

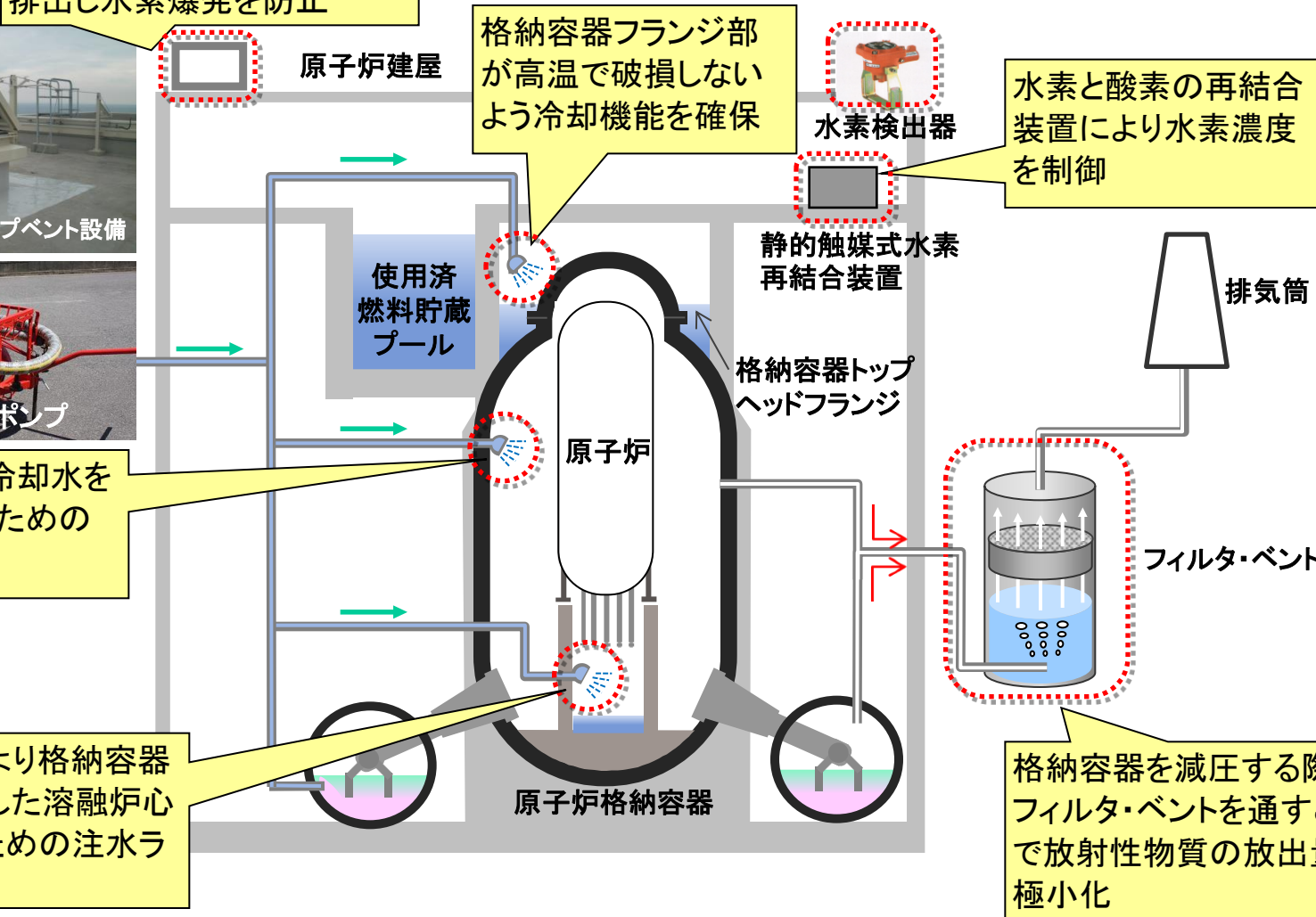
対策例

原子炉建屋上部から水素を排出し水素爆発を防止



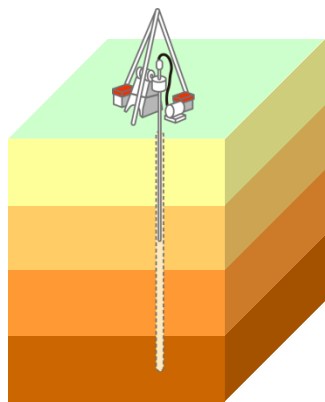
格納容器に冷却水をスプレーするための機能を強化

炉心損傷により格納容器下部へ落下した溶融炉心を冷却するための注水ラインを設置



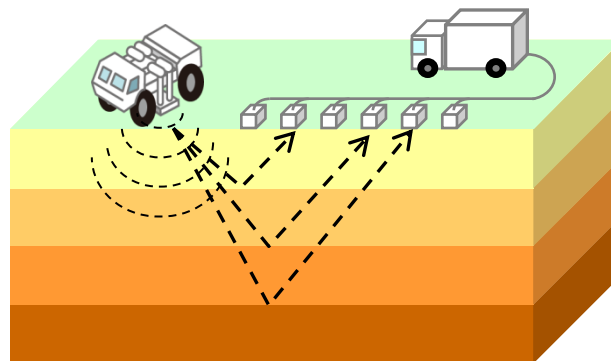
地震対策の概要

◆ 原子力発電所内外でのボーリング調査、トレンチ調査、音波探査など様々な調査により、発電所に影響のある活断層を評価。また、地下構造を把握し、地震波の伝わり方を評価。必要に応じ、耐震強化を実施。



ボーリングコア

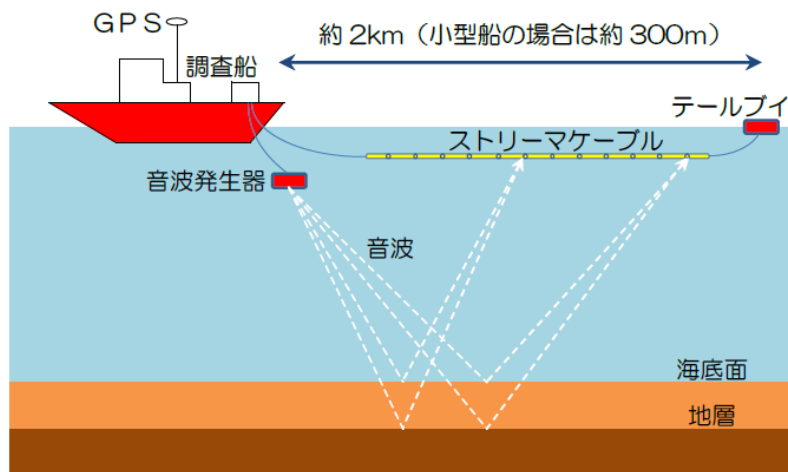
ボーリング調査



陸域の地下探査



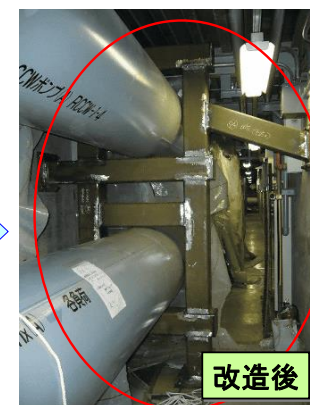
トレンチ調査



海上音波探査



改造前



改造後

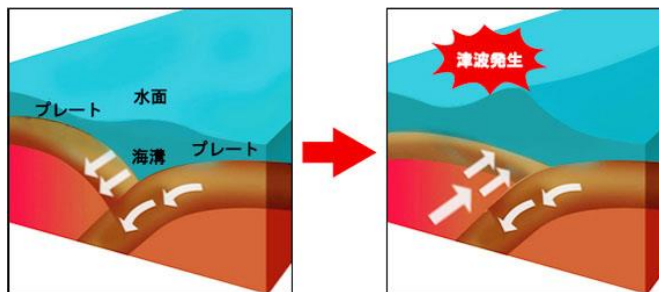
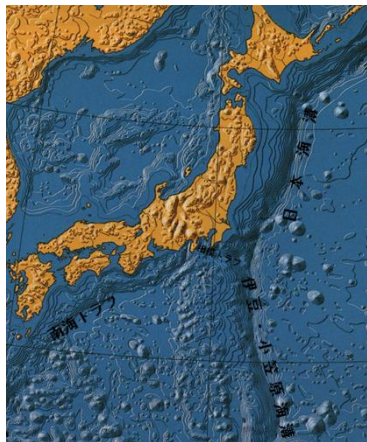
例 原子炉機器冷却水系配管サポート追加設置

耐震強化

津波対策の概要

- ◆ 海域での調査や陸域での調査等を行い、発電所に影響のある津波の発生場所、津波の高さを評価。

発生場所の想定



津波高さの想定



津波堆積物調査

九州電力HPより

- ◆ 影響が想定される津波によっても安全上重要な機器の機能が確保されるよう対策を実施。



防潮壁や防潮堤の設置



扉の水密化

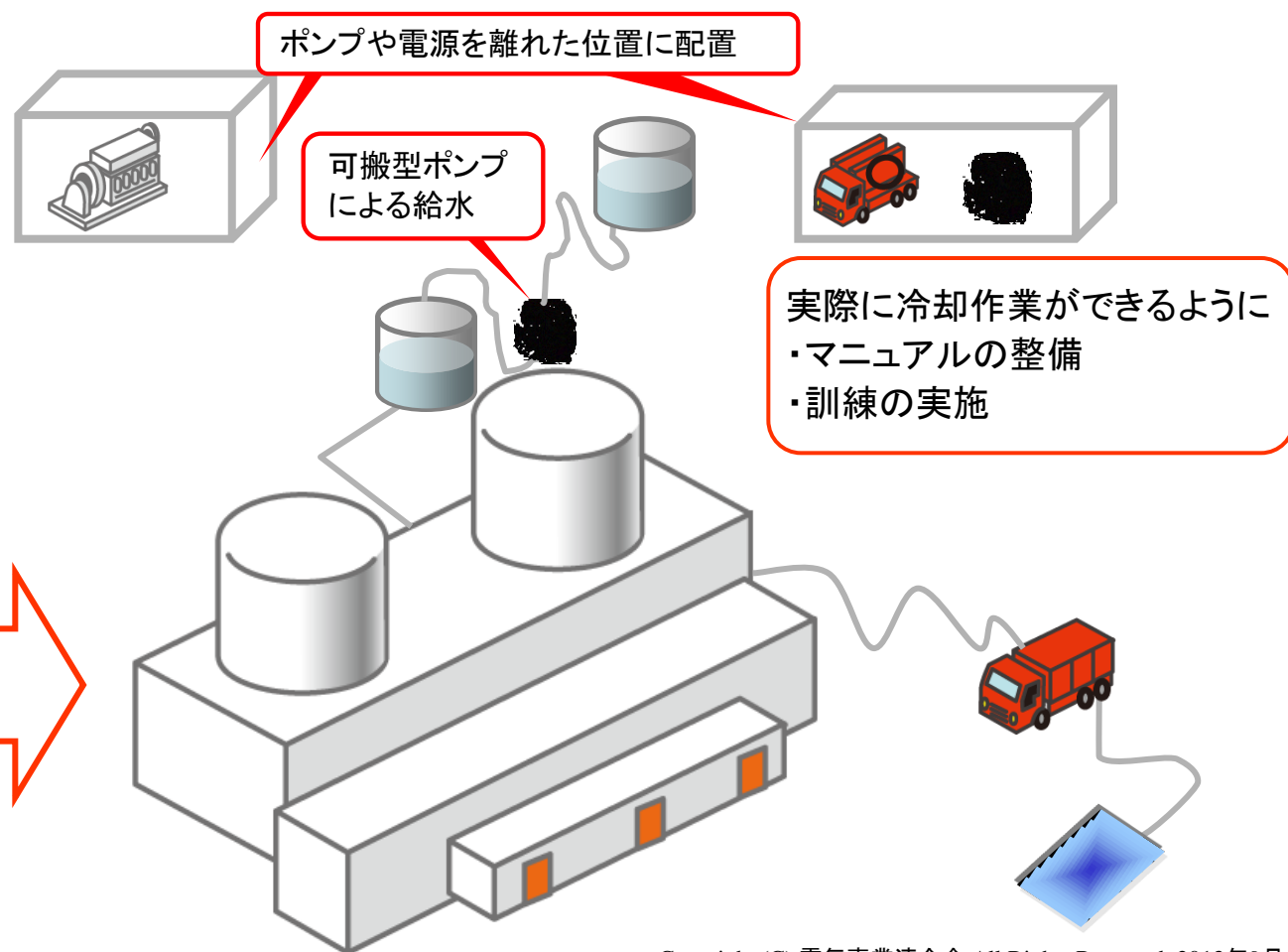


配管貫通部の閉止

故意の航空機衝突等への対策の概要

- ◆ アメリカの対策を参考に、故意の航空機衝突等による大規模損壊時に広範囲の設備が使えなくなった場合でも、格納容器等の冷却ができるような対策を実施。
- ◆ 航空機衝突等にも頑健性を備えた特定重大事故等対処施設を今後設置。

アメリカでは、9.11テロ後、航空機の衝突等による大規模な施設の破壊や火災等への対策（大規模損傷緩和ガイドライン）を実施



緊急時制御室	
電源	格納容器スプレイポンプ
フィルタベント設備	格納容器下部への注水ポンプ

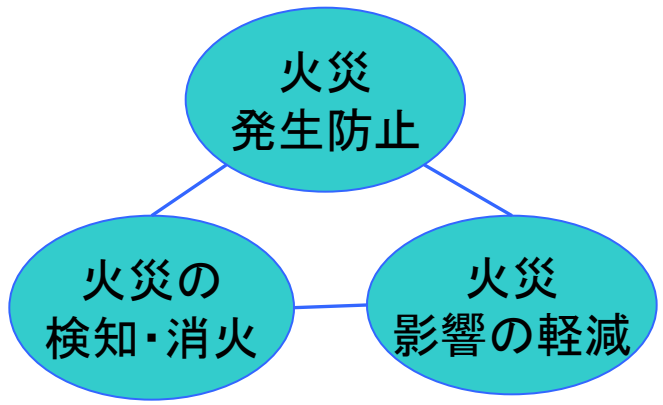
特定重大事故等対処施設(概念)

可搬設備のバックアップとなる恒設設備

- ◆ 火災により原子炉施設の安全性が損なわれないように、火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減の各防護対策を実施。また、各種実証試験結果を活用した火災影響評価により、原子炉が安全に停止できることを確認。
- ◆ 米国の仕様規定を参考として策定された新規制基準を踏まえ、プラント毎の設計条件を考慮し、継続的な改善を行うことで、火災防護の信頼性を更に向上。

各防護対策の実施

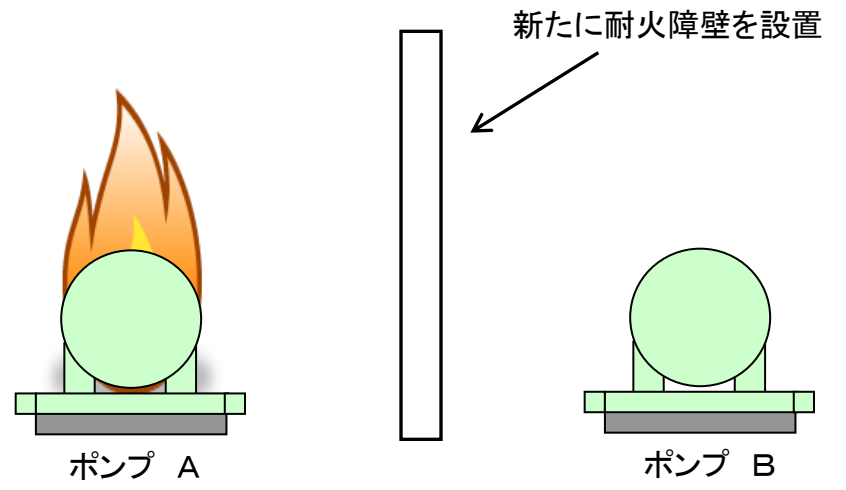
設備設計と運用管理において、各防護対策を実施し、原子力発電所の火災に対する安全性を確保



更なる信頼性向上対策への取組み

対策例

原子炉停止に係る重要な機器の間に耐火障壁を設置



内部溢水*（水漏れ）対策の概要

◆ 安全上重要な機器が溢水(水漏れ)で影響を受けないよう対策を実施。

対策例

* 内部溢水: 発電所内の配管等が、大きな地震など何らかの原因により損傷し、中の流体(水など)が漏れいすること。

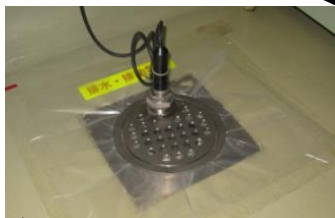
①貫通部の
止水処理



②水密扉
の設置



③漏えい検知器を設置
配管の損傷による漏
えいを想定



排水口

④堰を設置

安全上重要な機器の設置された部屋

堰を設置

重大事故等への確実な対応に向けて

● 設備と現場対応とが一体となって機能するための環境整備の実施。

● 緊急時対策所の整備(非常用電源の配備、全面マスクや線量計、防護服の配備)通信連絡体制の強化(トランシーバー、衛星電話等の配備)



緊急時対策所(東海第二)



線量計



高線量対応防護服

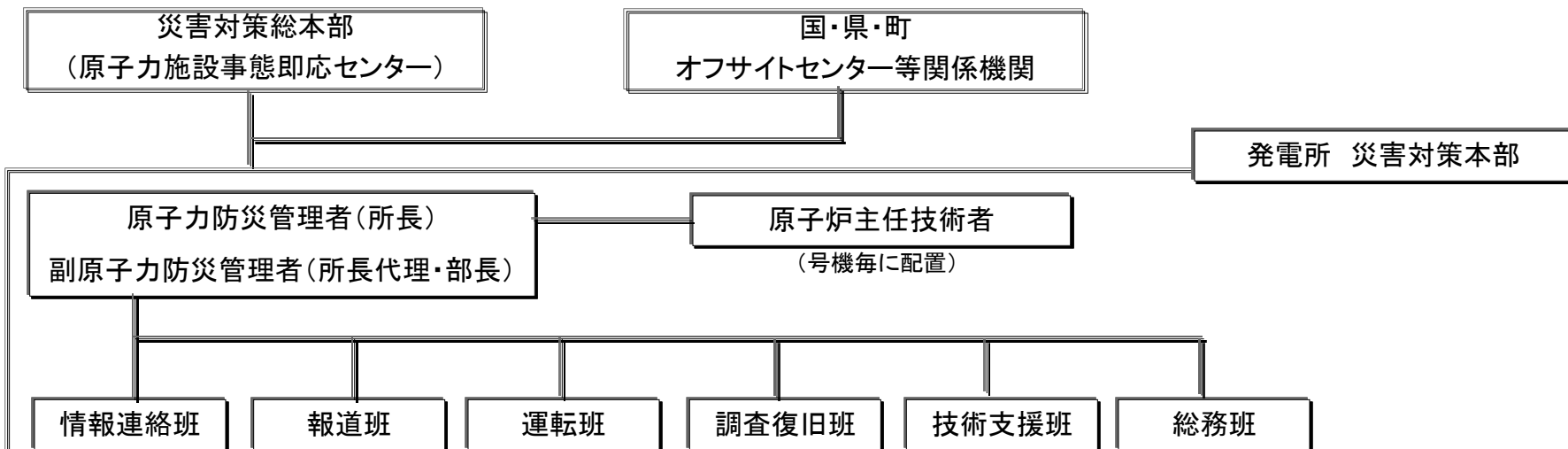


トランシーバー



衛星携帯電話

● 対応に必要な要員数を確保した体制の強化(原子炉主任技術者をはじめとした事故対応要員の増加および対応体制の強化)



(四国電力(株)伊方発電所の例)

- ◆ 実際に事故が発生した場合、整備した対策が有効に機能するよう、マニュアルの整備や定期的な教育・訓練の実施などを通じて、緊急時に確実な対応が行えるような準備を実施。

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
～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による電源供給などの現場作業の手引き
- ・手順書、ガイド等については、継続的に更なる見直しを実施

緊急時対応訓練

- ・電源車操作訓練、消防車注水訓練、緊急時モニタリング訓練 等、個別に災害対応能力の維持、向上訓練を実施。



停電状況下の弁操作訓練



電源供給訓練



津波堆積物撤去訓練



屋外非常送水訓練

- ◆ 原子力緊急事態支援組織を設立し、必要なロボットを配備し、操作訓練を行うなどの対応を実施。緊急時には、これらの資機材を発電所に向けて輸送。

原子力緊急事態支援組織

- 「原子力緊急事態支援センター」を福井県に設置（平成25年1月23日～）

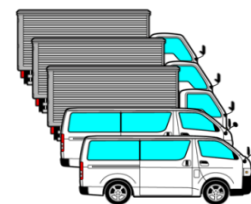


**365日・24時間
オンコール待機**

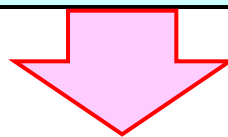
- 緊急時の連絡体制確保
- 要員の訓練、育成
- ロボット等資機材の維持管理、保守・改良



- 遠隔操作ロボット
 - ・屋内外の情報収集
 - ・障害物・瓦礫の撤去



- 輸送車両



要員・資機材の搬送

発災発電所

更なる安全性向上に向けた自主的な取り組み

- ◆ 事業者による世界最高水準の安全の追求をより有効なものにするため、事業者からは独立した立場で安全性向上活動を評価し、強い指導力の下で提言や支援を通じて原子力安全レベルを引き上げるための組織として、原子力安全推進協会(JANSI)を設立。

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～

① 技術評価の独立性

技術評価の独立性確保

技術評価や提言・勧告の判断は原子力安全推進協会代表の専決事項とし、事業者の意向に左右されない技術評価を行う。

提言案の策定

原子力安全推進協会
(JANSI)

② 事業者社長のコミットメント

事業者社長会議の設置

事業者の全社長が出席する「事業者社長会議」において、JANSI代表から直接、社長へ提言・勧告を行い、改善策実行の約束を引き出す仕組みとする。また、提言・勧告を受けた社長だけでなく、他の社長も課題を共有し、お互い切磋琢磨することで業界全体としてのレベルアップを図る。

代表からの提言

経営に関わる意見交換

③ 海外機関との連携

技術評価委員会

過酷事故や確率論的安全評価等の各分野をリードする海外の専門家を迎え、事業者に対する提言・勧告のレビューを受ける。

日常業務における海外連携

安全性向上活動、ピアレビュー等の業務について、海外の技術者を迎え、意見交換する。

国際アドバイザー委員会

WANO*等の海外機関・海外事業の最高責任者クラスと、原子力安全性向上のために組織の経営全般や必要な連携分野等についての意見交換し、価値観の共有を図る。

WANO*：世界原子力発電事業者協会

原子力の安全性向上に向けた取組み

◆ 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。

