

東海第二発電所の
安全性向上への
取り組みについて



福島第一原子力発電所の事象経過

福島第一原子力発電所の事故では、地震や津波などの共通原因により、複数の安全機能が一斉に喪失し、その後の重大事故（シビアアクシデント）の進展を止めることができませんでした。

地震や津波などの共通原因により、複数の安全機能が一斉喪失

1 地震の発生により、外部電源が喪失



2 大津波により、建屋が浸水し、全ての所内電源が喪失して原子炉を冷却するポンプが停止

重大事故（シビアアクシデント）の進展を止めることができなかった

3 原子炉への冷却停止

▽【原子炉を冷やすことができませんでした】

4 炉心が損傷



5 水素ガスの発生

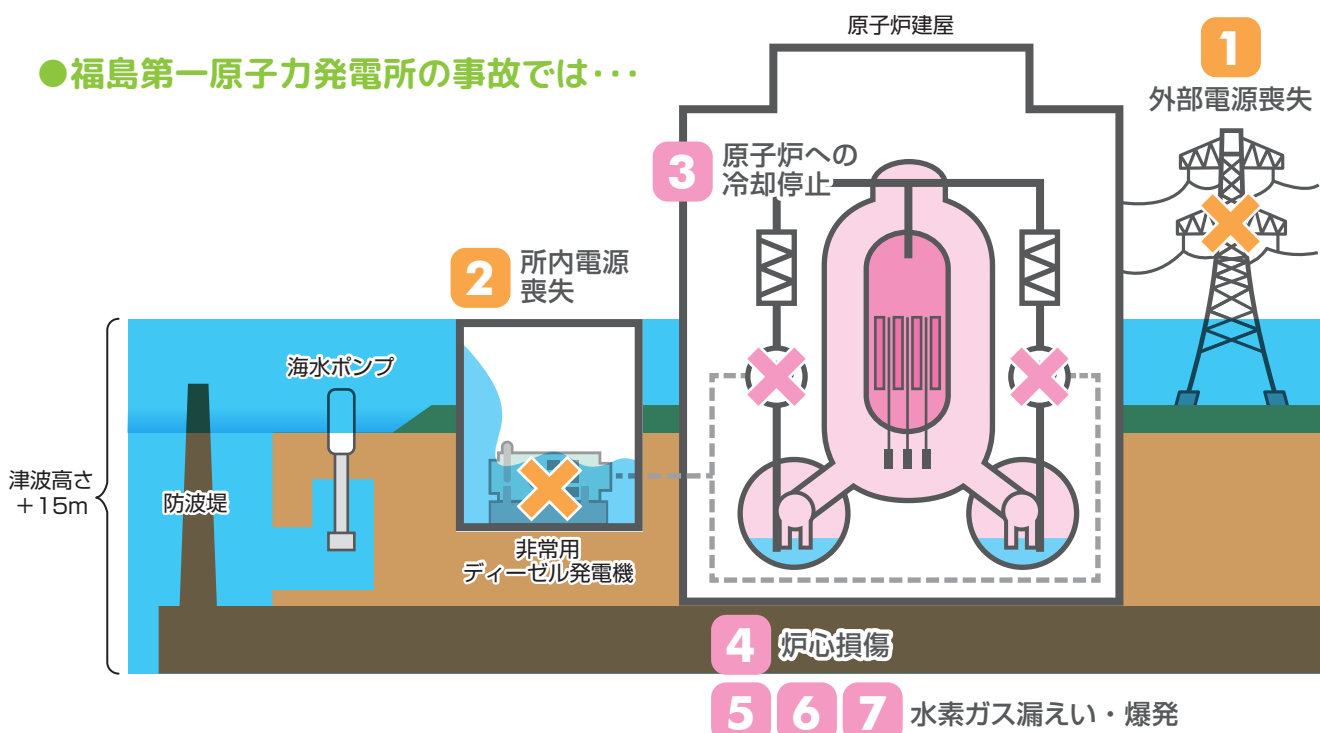


6 水素ガスが格納容器破損により漏えい



7 水素爆発（放射性物質の大量放出）

●福島第一原子力発電所の事故では・・・

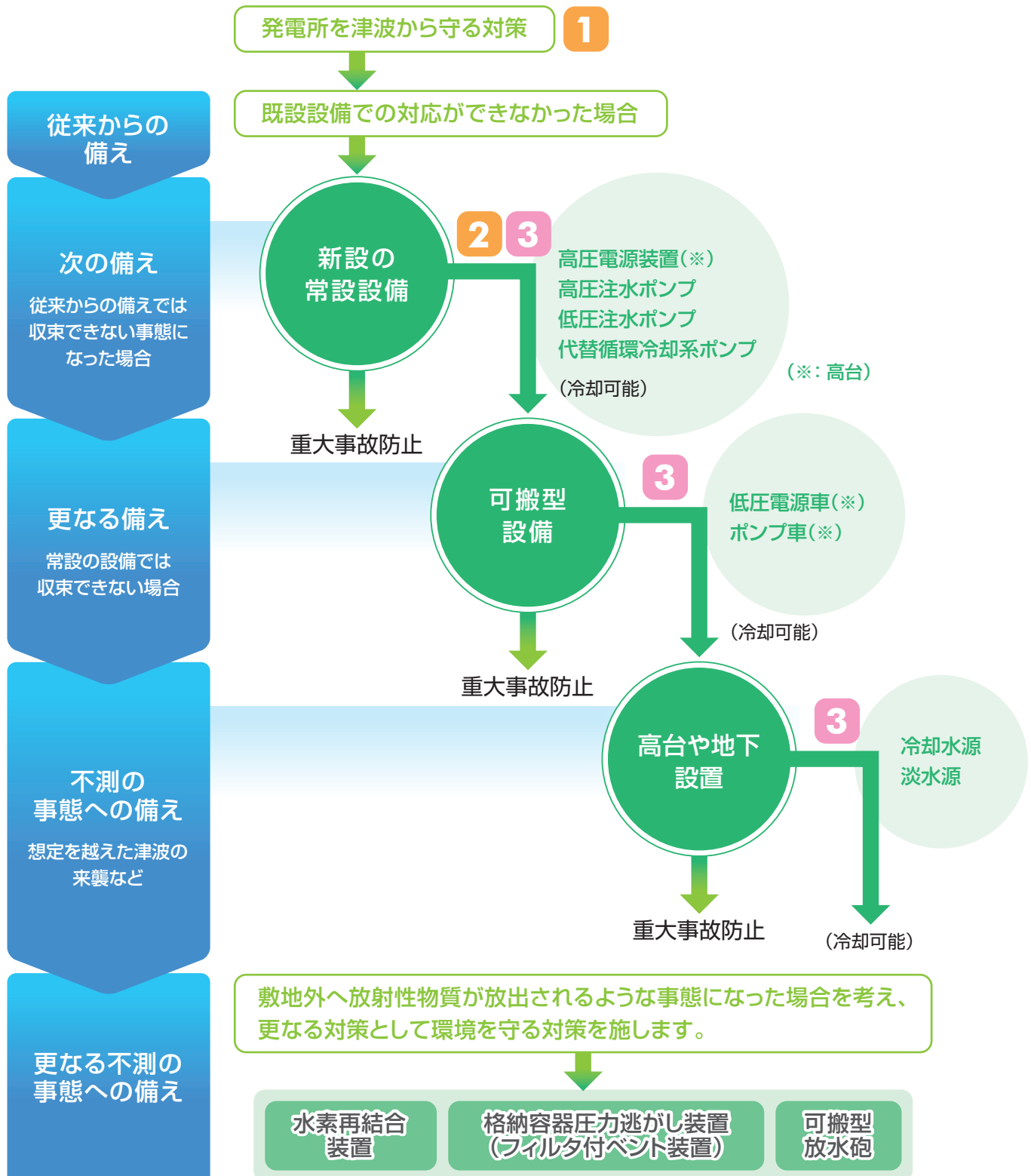


地震や大津波により、外部電源及び非常用ディーゼル発電機などの安全機能が失われ、原子炉を「冷やす」ことができませんでした。

東海第二発電所の安全性向上対策

東海第二発電所は、重大事故（シビアアクシデント）に至らない対策を施します。

防潮堤に達した時の津波最高水位を標高17.1mと設定し、それよりも余裕を持たせ標高最大20mの防潮堤を建設します。万が一、既存の設備で対応できなかった場合に備えて、新たに設置する常設設備で重大事故（シビアアクシデント）を防止する対策を強化するとともに、これらを可搬型設備でバックアップします。また、更なるバックアップとして、高い場所や地下へ設置する設備で原子炉などを冷却する電源機能の確保や水源の多様化を図ります。



重大事故(シビアアクシデント)などへの対策

炉心損傷や格納容器の破損などの重大事故の発生を防止するための対策を更に強化します。

万が一、重大事故が発生した場合でも、放射性物質の放出による周辺環境への影響をできるだけ緩和するための対策も行います。

■ 重大事故対策の概要

● 福島第一原子力発電所の事象経過

原子炉などの冷却に必要な電源を全て失う

原子炉などへ冷却水を給水する機能を失う

原子炉で発生した水素が格納容器から漏れ原子炉建屋内に充満し水素爆発が発生

● 東海第二発電所の対策(例)

防潮堤の建設

1

→ P.4

電源確保の多様化

発電所構内の高台に常設の高圧電源装置及び可搬型の低圧電源車を配備します。

2

→ P.5

原子炉などの冷却機能の多様化

新たに常設高圧注水ポンプ、常設低圧注水ポンプ、代替循環冷却系ポンプ2系統等を設置し、冷却機能を多様化します。また、水源についても新たに淡水貯槽等を設置し多様化します。

3

→ P.6、P.7

水素爆発の防止・放射性物質の拡散抑制

水素爆発を防止するため、水素再結合装置や格納容器圧力逃がし装置(フィルタ付ベント装置)等を設置します。また、万が一、原子炉建屋が破損したときに備え、可搬型放水砲を配備し放射性物質の拡散を防止します。

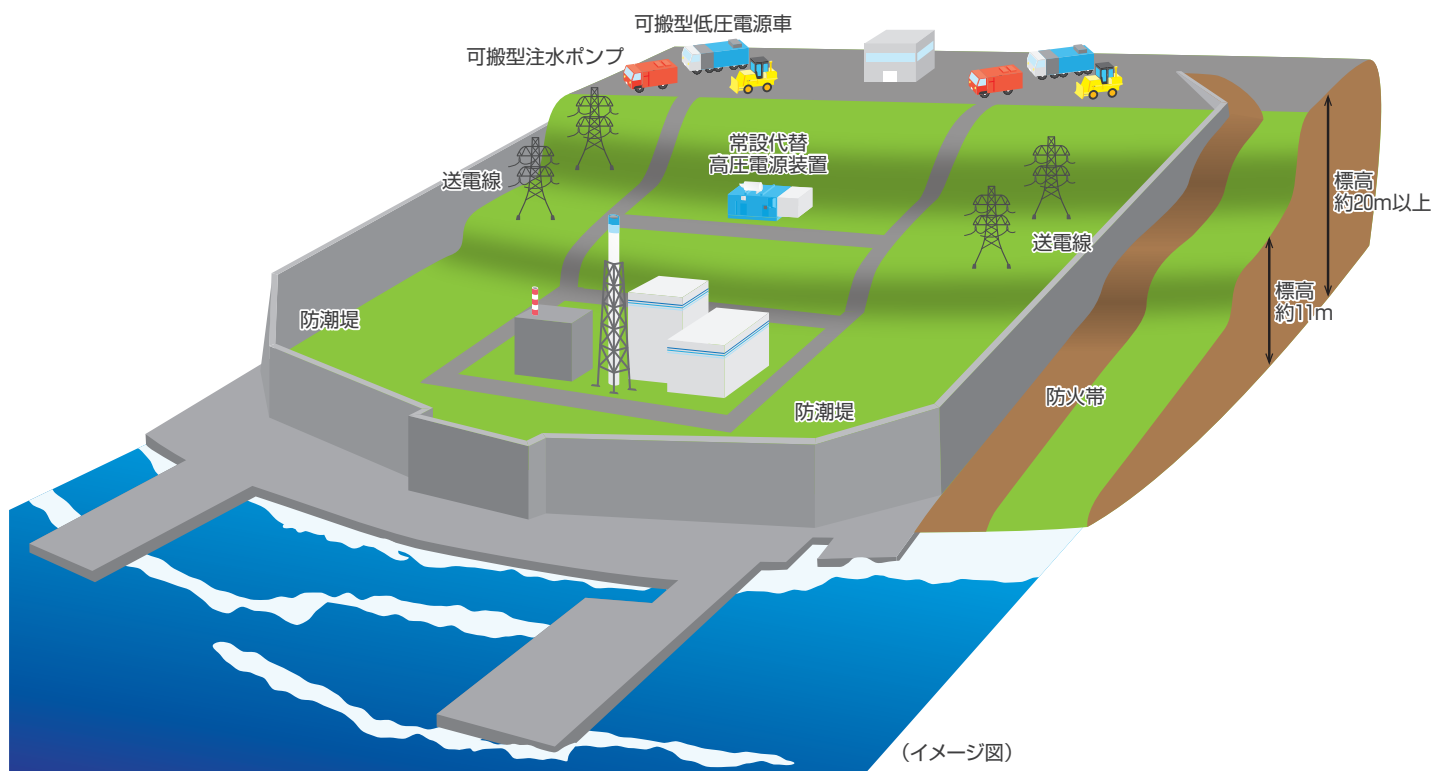
4

5

6

7

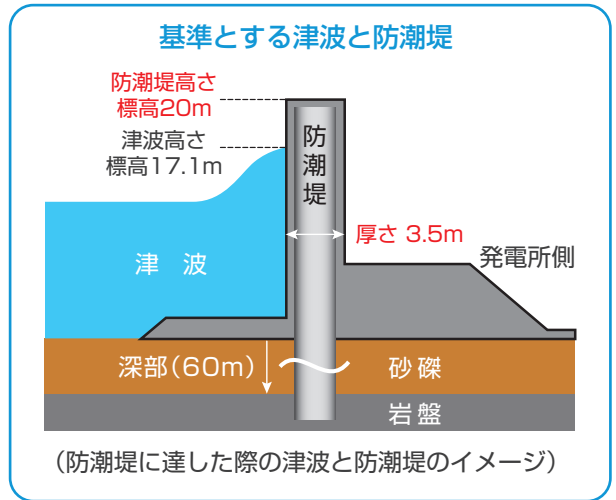
→ P.8、P.9



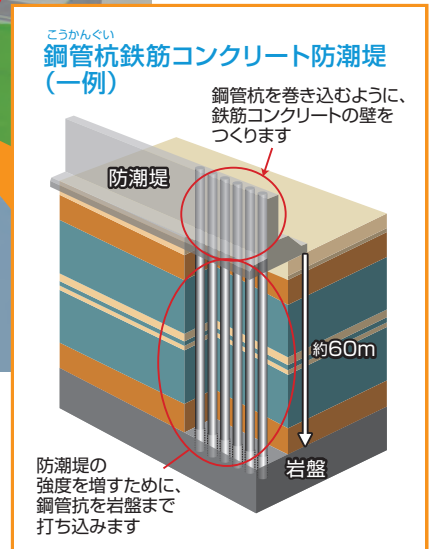
1 津波対策

東北地方太平洋沖地震の知見などを踏まえて津波を評価した結果、防潮堤に達した時の津波最高水位を標高17.1mと設定し、標高最大20mの防潮堤を建設する計画です。

これに加え、万が一、防潮堤を越える津波が襲来した場合に備え、電源盤や蓄電池などの安全上重要な設備の設置場所に海水が流入しないように、水密扉へ取り替えました。また、海からの津波漂流物の影響がないことも評価しました。



● 防潮堤設置のイメージ



■ 防潮堤を越える津波からの防護対策

万が一、防潮堤を越える津波が発生した場合でも、原子炉建屋付近での津波浸水深さは約1m以下を想定しています。

対策としては原子炉建屋をはじめ、津波が遡上する可能性がある安全上重要な設備を水密化します。



重大事故(シビアアクシデント)などへの対策

2 電源確保の多様化

万が一、外部からの電源及び非常用ディーゼル発電機が使えなくなった場合に備え、原子炉や使用済燃料プールを冷却するために必要なポンプや計測装置などに電力を供給できるよう発電所構内の高台に常設の高圧電源装置を設置します。

また、更なるバックアップとして、可搬型の低圧電源車を発電所構内の高台に分散配備し、電源を多様化します。

▽：従来 ▼：新規

275kV系、154kV系の外部電源が使用できなくなった



既存の非常用ディーゼル発電機にて、電源を確保します

▼【万が一、使えなくなった場合】

発電所構内の高台に新設する常設高圧電源装置にて、電源を確保します
(遠隔操作可能)

▼【更なるバックアップ】

発電所構内の高台に分散配備する可搬型の低圧電源車にて電源を確保します

● 高圧電源装置(発電所構内の高台に移設予定)



[電源容量: 1,725kVA(1台)×5台=8,625kVA]



高圧電源装置を起動し、
発電所に電気を供給できることを確認

● 低圧電源車 (発電所構内の高台に移設予定)



[電源容量: 500kVA(1台)×4台]

3 4 原子炉などの冷却機能の多様化

万が一、既存の原子炉冷却機能や使用済燃料プール冷却機能が使用できなくなった場合に備え、新たに常設の冷却設備（高圧注水ポンプ、低圧注水ポンプ、緊急用海水ポンプ等）を設置するとともに、新たに常設の淡水貯槽や海水地下トンネルを設置し水源を確保します。

更に、海水取水ピットや発電所構内の高台に可搬型のポンプ車・淡水貯水設備を設置し、冷却機能の多種多様化を図ります。

▽：従来 ▼：新規

緊急事象発生

既存の設備にて、原子炉や使用済燃料プールを冷却します

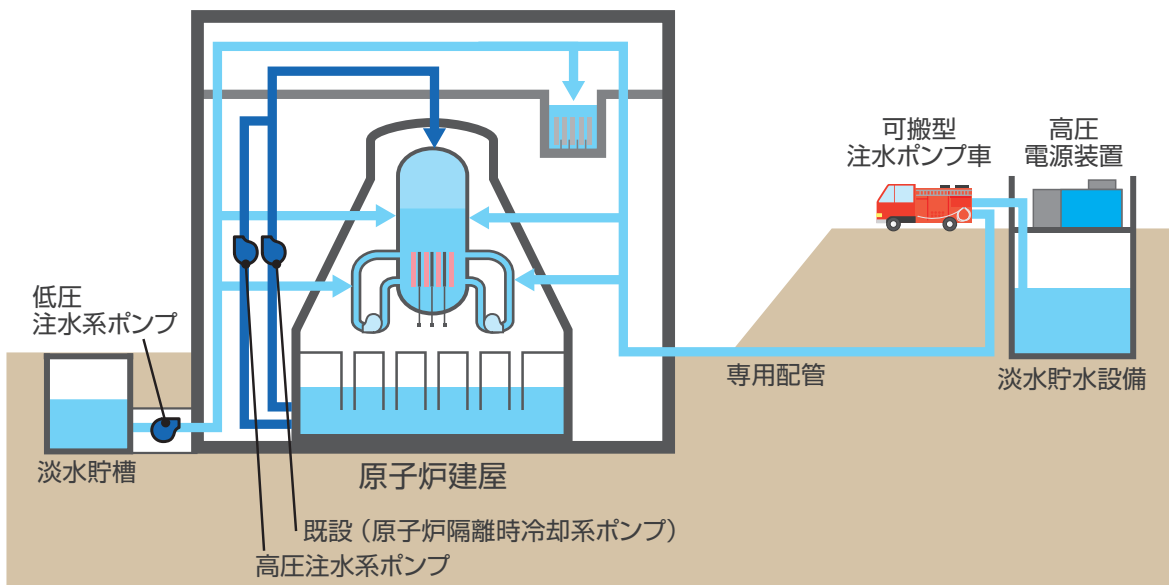
▼【万が一、使えなくなった場合】

新たに常設の高圧注水系ポンプや低圧注水系ポンプ、緊急用海水ポンプを設置し、原子炉や使用済燃料プールを冷却します。
また、水源についても常設の淡水貯槽や海水地下トンネルを新たに設置し確保します

▼【更なるバックアップ】

発電所構内の高台に可搬型のポンプ車を分散配備し、原子炉などへ更なる冷却手段の充実を図ります

●原子炉压力容器及び使用済燃料プールへの冷却水の確保



重大事故(シビアアクシデント)などへの対策

4 万が一、既存の循環冷却系による格納容器の冷却ができなくなった場合に備え、代替循環冷却系ポンプを新たに設置します。追加的な自主対策として、更に1系統を設置することで冷却機能の信頼性向上を図っています。これにより、格納容器内の圧力と温度の上昇による格納容器の破損を防ぐとともに、環境への放射性物質の放出を回避または遅らせることができます。

▽：従来 ▲：新規

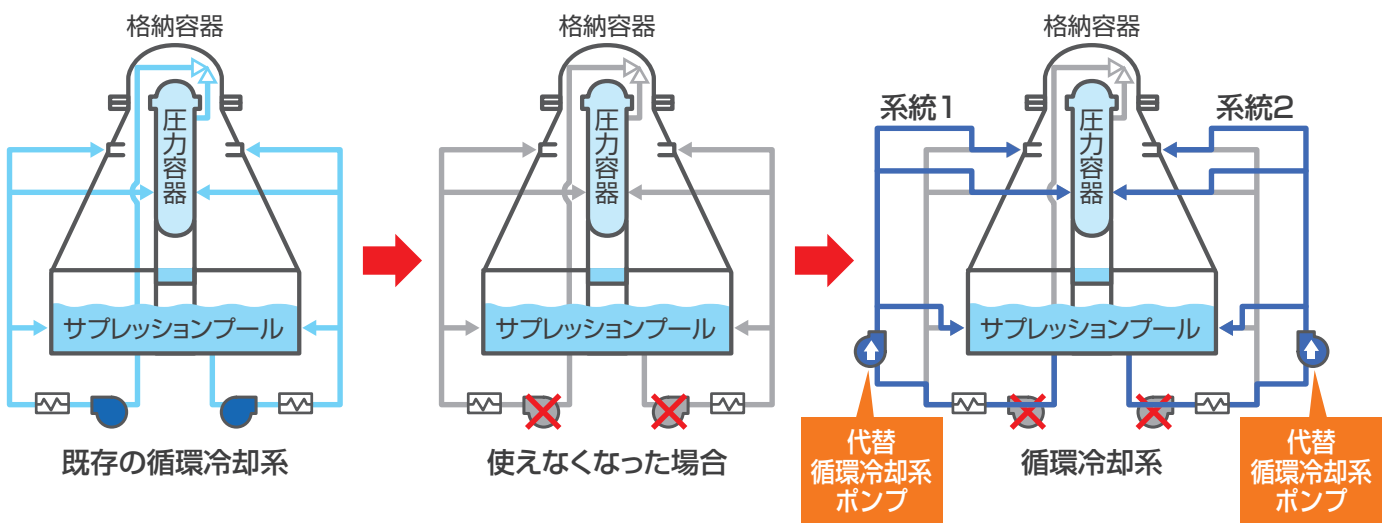
緊急事象発生

既存の循環冷却系にて、原子炉や格納容器を冷却します

【万が一、2台とも使えなくなった場合】

新たに設置する代替循環冷却系ポンプ(2系統)にて、格納容器を冷却します

●代替循環冷却系



既存の循環冷却系でサプレッションプールの水を循環させて格納容器内の熱をとりますが、万が一、使えなくなった時に、新たに設置する代替循環冷却系のポンプで格納容器へ水を循環させ冷却します。

4 5 6 7 放射性物質の拡散抑制

万が一、原子炉や格納容器を冷やすことができなくなった場合に備え、格納容器圧力逃がし装置（フィルタ付ベント装置）を設置することにより、発生した水蒸気や水素を建屋の外に排出するとともに、環境への放射性物質の放出低減と拡散を抑制します。

また、水素爆発による原子炉建屋の破損を防止するため、原子炉建屋内の水素を取り除く装置（水素再結合装置）を設置します。さらに、原子炉建屋が損傷してしまった場合に備え、破損部に放水することによる放射性物質の環境への拡散抑制のための可搬型放水砲を配備するとともに、海洋への拡散抑制設備も配備します。

▽：従来 ▼：新規

緊急事象発生



既存の設備にて、原子炉や格納容器を冷却します

▼【万が一、使えなくなった場合】

新たに常設の高圧注水系ポンプや低圧注水系ポンプ、緊急用海水ポンプを設置し、原子炉や格納容器を冷却します。
また、水源についても常設の淡水貯槽や海水地下トンネルを新たに設置し確保します

▼【更なるバックアップ】

代替循環冷却系ポンプ（2系統）により
格納容器を冷却します。

▼【更なるバックアップ】

新たに格納容器圧力逃がし装置（フィルタ付ベント装置）や
水素再結合装置を常設し、
格納容器や原子炉建屋の破損を防止します

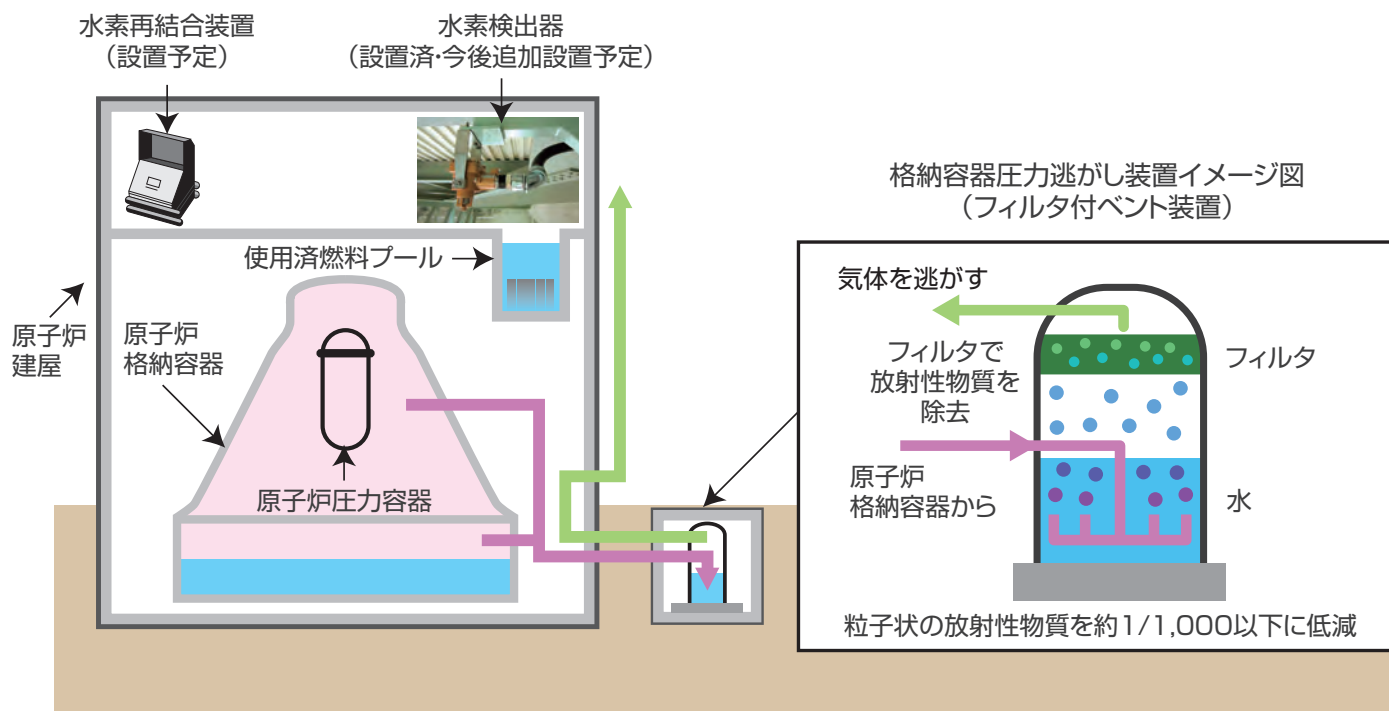
▼【更なるバックアップ】

新たに可搬型放水砲を配備し、
破損部への放水により放射性物質の拡散を抑制します

重大事故(シビアアクシデント)などへの対策

4 5 水素再結合装置、水素検出器

7 格納容器圧力逃がし装置(フィルタ付ベント装置)



●可搬型放水砲

万が一、重大事故(シビアアクシデント)により炉心損傷等が発生し、原子炉建屋から放射性物質が外部に放出される場合を考慮して可搬型放水砲を配備し、破損部への放水により放射性物質の拡散を抑制するとともに、汚濁防止膜及び放射性物質の吸着剤等を活用し、流出水による海洋への放射性物質の拡散抑制を行います。



可搬型放水砲

■意図的な航空機衝突への対応

テロなどの意図的な航空機衝突などにより炉心損傷が発生した場合においても、新たに分散配備する大容量ポンプ車、可搬型放水砲、泡消火薬剤などを用いて、格納容器への注水、大規模火災の消火などを行い、敷地外への放射性物質の放出を抑制します。

地震対策

■ 地震評価

当社が実施した地質構造調査の結果、東海第二発電所の敷地内には活断層が無いことを確認しました。東北地方太平洋沖地震の知見などを踏まえ、建物や設備などの設計の基本となる揺れの大きさ（基準地震動）をより厳しく見直し、1,009ガル※に設定しました。

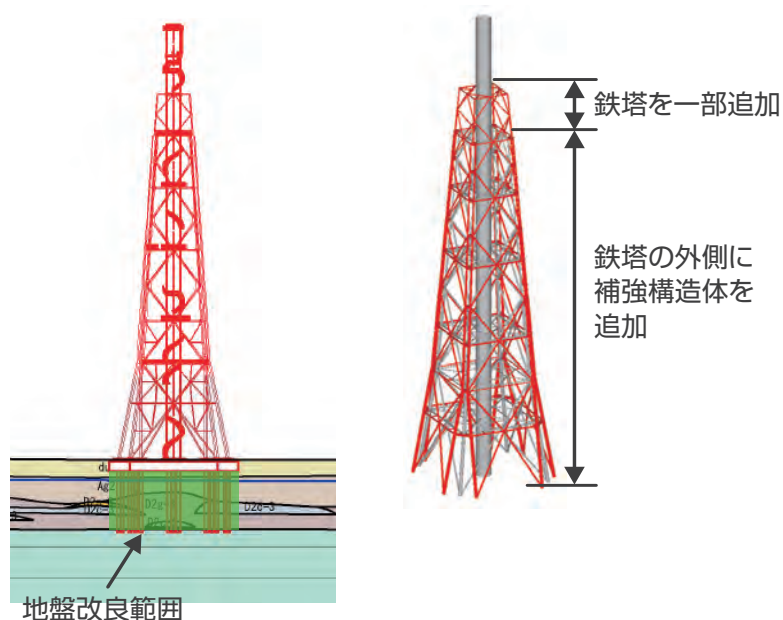
また、この見直した基準地震動に対して、地盤が重要な建屋を十分に支えることができることを確認し、これらを今後実施する工事の設計等に反映します。

※ガル：地震によって地盤や建物に加えられる揺れの強さ（加速度）を示すもの
（単位：1ガル=0.01m/s²）

■ 地震対策

発電所の安全上重要な施設・設備については、耐震重要度分類（S、Bクラス等）に応じた大きな地震に対して十分に耐え、運転時の異常や事故の発生、拡大を防ぐ機能が損なわれないよう施工します。

主排気筒の耐震補強（イメージ）



残留熱除去系海水系配管（イメージ）

【耐震工事前】



【耐震工事後】



支持脚を2脚から4脚に変更

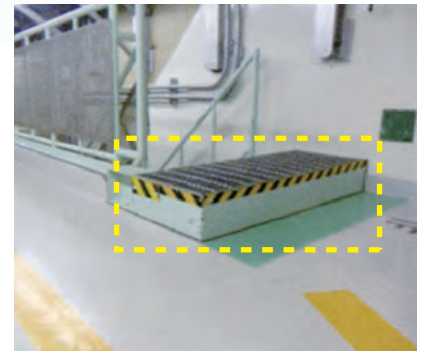
内部^{いっすい}漏水・自然現象・内部火災対策

内部^{いっすい}漏水対策

原子炉施設内において配管が破損して水があふれた場合（漏水）でも、重要な安全機能が損なわれないように、水密扉や漏えい検知器の設置などの対策工事を行っています。



水密扉を設置済



階下への浸水防止堰^{せき}を設置済

自然現象対策

竜巻

竜巻の最大風速を過去の国内最大風速よりも大きい秒速100mと設定し、風圧や飛来物から重要な施設（海水ポンプなど）を守る対策や、資機材が飛ばされないよう固縛する対策を行います。

火山

発電所から半径160km圏内の火山を評価した結果、設計による対応が難しい火山現象（火砕流など）が発電所に影響を及ぼす可能性は十分に低いことを確認しました。

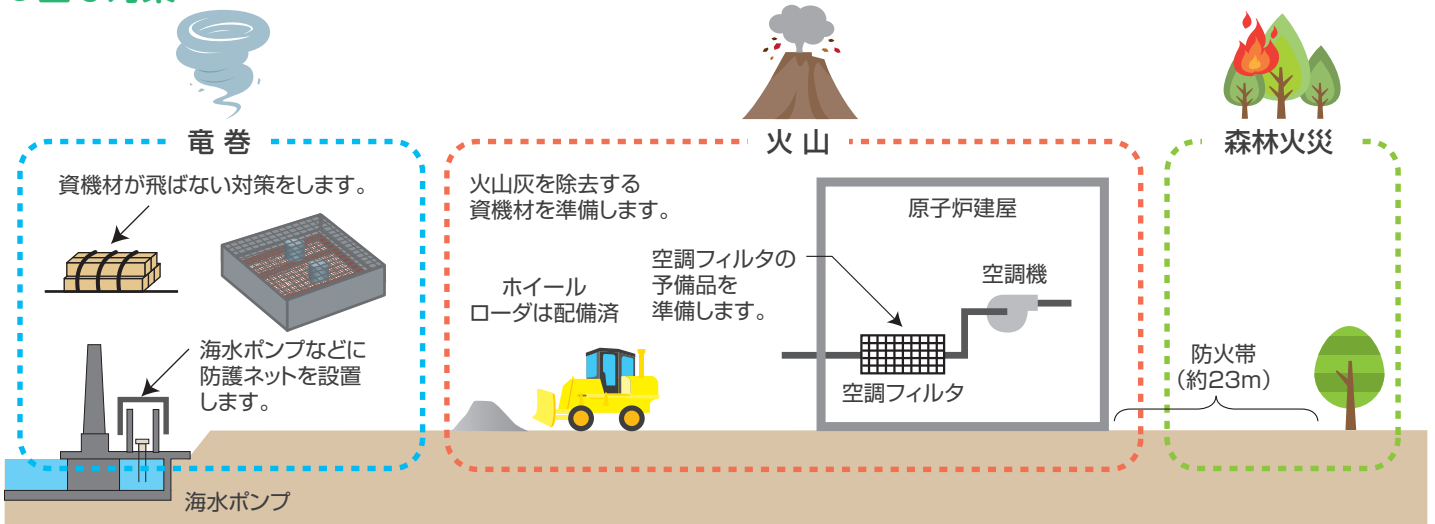
また、火山灰が降下した場合（堆積厚さを最大50cmと評価）に備え、火山灰を除去する資機材を準備するとともに、空調フィルタの予備品を準備します。

森林火災

発電所敷地と周辺森林との間に距離（防火帯約23m）を持たせることで、発電所敷地内への森林火災の延焼を防止します。

なお、近隣の産業施設の火災・爆発については、半径10km圏内に石油コンビナートが無いことや、近隣のLNG基地が発電所に影響を及ぼさないことを確認しました。

●主な対策



■ 内部火災対策

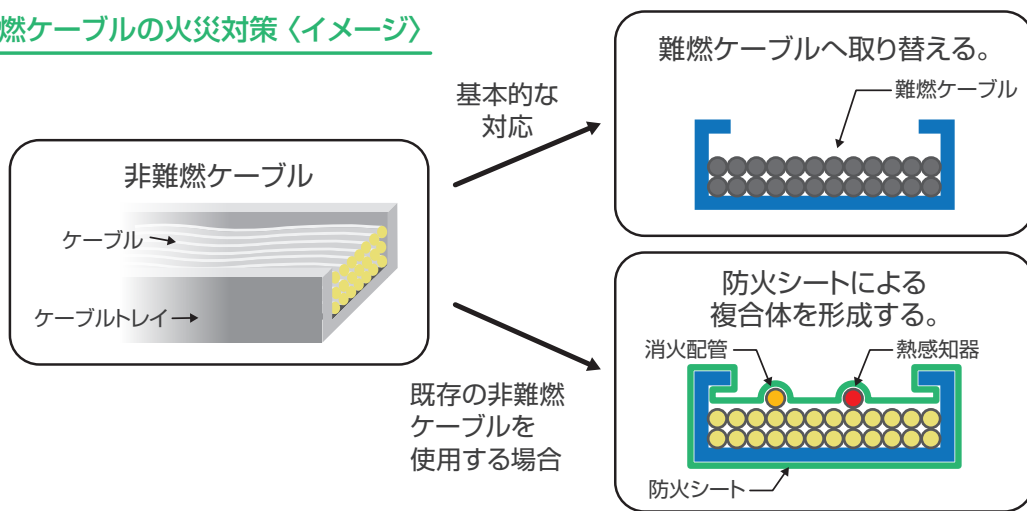
火災の発生を防止する対策、火災を感知し消火する対策及び火災の影響を軽減する対策を強化します。

● 火災の発生を防止する対策

安全機能を有する機器などに使用されているケーブルのうち、非難燃ケーブルについては、

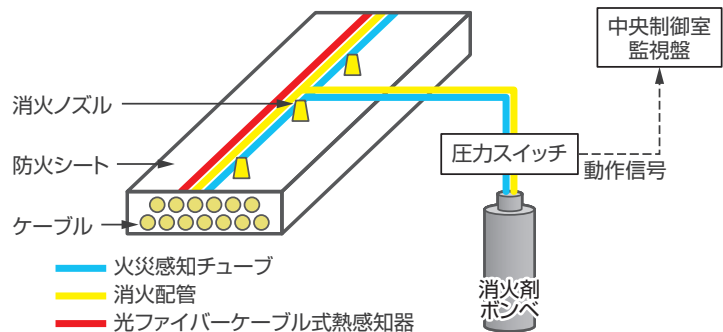
- ▶ 難燃ケーブルへ取り替えます。
- ▶ 難燃ケーブルに取り替えることで安全上の課題が生じる場合には、ケーブルの取替えは行わず、難燃ケーブルに取り替える場合と同等以上の難燃性能を有する複合体を形成し、火災が発生する事を防止します。

非難燃ケーブルの火災対策〈イメージ〉



● 火災を感知し消火する対策

万が一、ケーブルから発火した場合、ケーブルトレイ内部に設置した熱感知器及び消火設備で速やかに火元を特定し、消火する対策を行います。



ケーブルトレイ(複合体)内の消火設備

● 火災の影響を軽減する対策

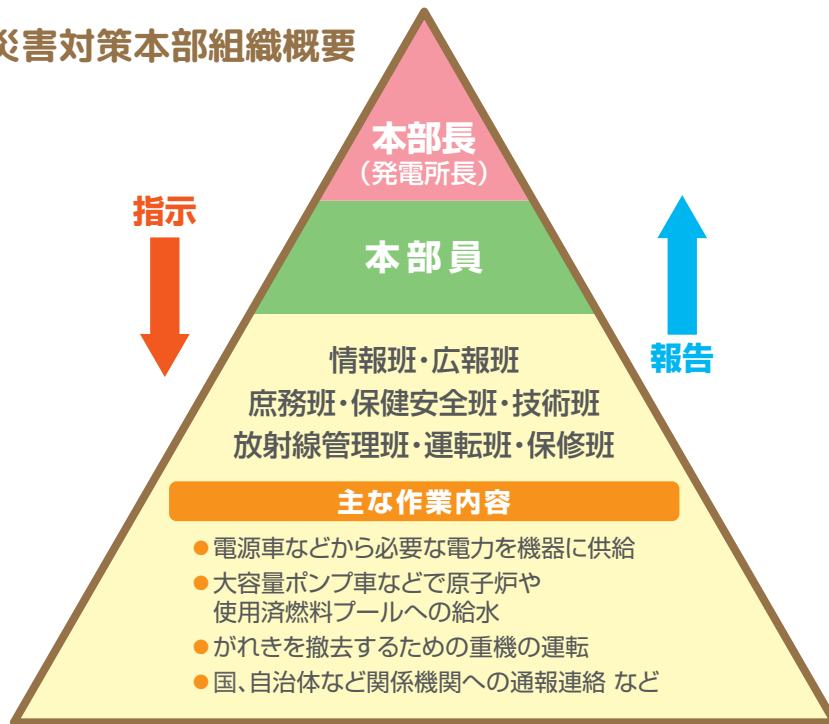
万が一、発電所内で火災が発生した場合、火災によって原子炉の冷却に必要な機器などが同時に機能を失わないよう、耐火能力のある壁で機器の系統を分離するなどの対策を行います。

緊急時の体制、教育・訓練等の対策

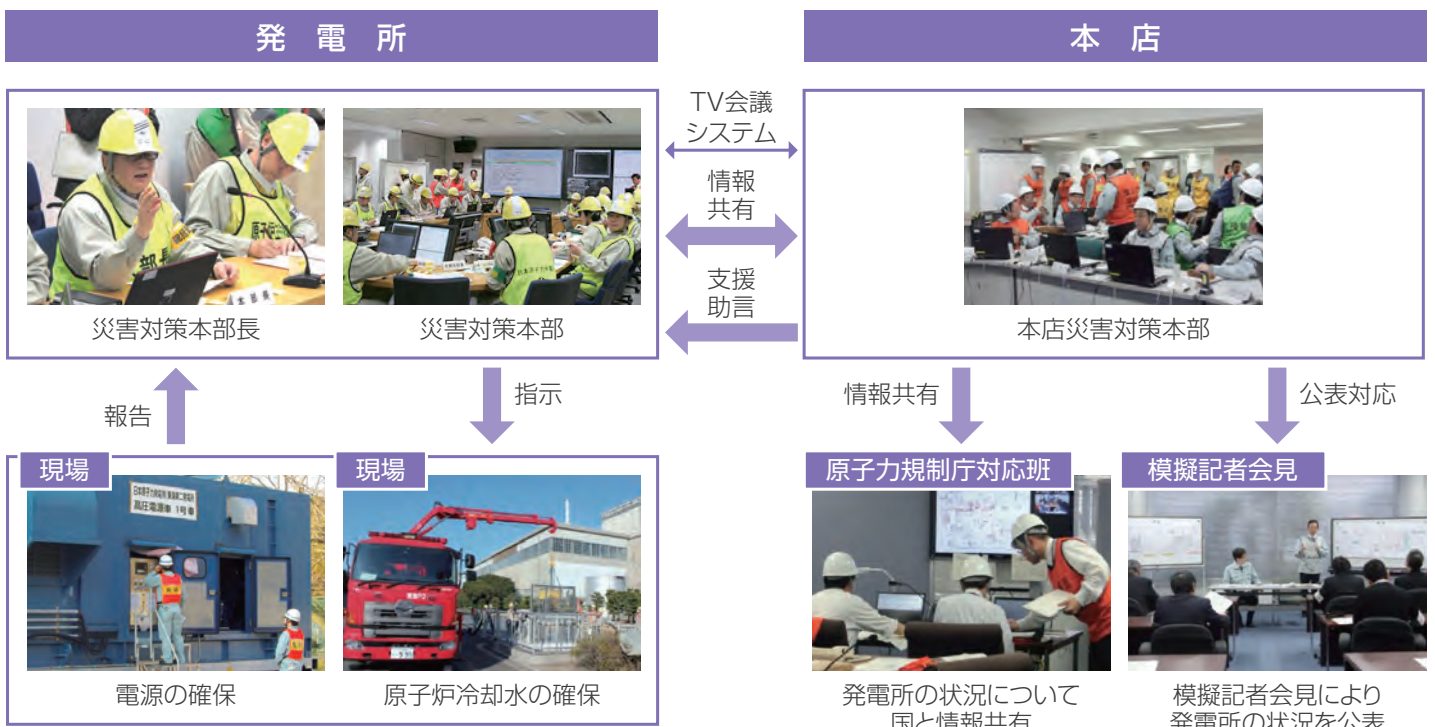
安全対策設備を活用した安全対策の実効性を確保するには、これらの設備（ハードウェア）を適切に運用する要員（ソフトウェア）が必要です。また、緊急時には発電所の状況を速やかに、確実に、国や自治体に伝達しなければなりません。このため、発電所の体制や教育・訓練等の人的な面の強化を行っています。

初動体制及び本部体制の強化、後方支援拠点の設定、教育・訓練の充実を行っています。

発電所の災害対策本部組織概要



● 災害対策の情報の伝達



■安全文化の醸成と浸透

原子力安全を達成するため、「安全を最優先する」組織風土を維持・向上するため、協力会社と一体となった安全文化醸成活動を行っています。

具体的には、当社がリーダーシップを発揮し、協力会社各社との意見交換の場などを通じ、積極的に各社の良好な事例をつぶさに展開することで更なる安全性向上を協力会社と共に図って行きます。

各社良好事例

他プラント良好事例

ヒューマンエラー防止ガイド

構内立入者の遵守事項

協力会社各社と
原電とで議論

安全衛生推進協議会

作業標準・
規範として整理

■緊急時対応訓練

従来の緊急時の対策要員に加え、電源・水源確保の対応要員が24時間体制で発電所近傍に常時待機しており、万が一の場合には、直ちに現場に出動して対応にあたります。

また、緊急時に発電所内外との通信手段となる衛星電話やトランシーバー、放射性物質がある状況下でも作業できる防護服、がれきを撤去するための重機（ホイールローダ）なども配備しました。

さらに、緊急時対策・対応要員が緊急時対策用の資機材を確実に使えるよう、電源車から電源盤への電源ケーブル接続訓練や大容量ポンプ車を用いたタンクへの給水訓練及び災害用ロボットの遠隔操作訓練などの各種訓練を、夜間・休日の発生も想定し、継続して行っています。



電源ケーブル接続訓練(夜間訓練)



自衛消防隊による消火訓練



災害用ロボットの
遠隔操作訓練



ポンプ車を使った海水汲み上げ訓練



重機(ホイールローダ)を使った
障害物撤去訓練



放射線測定器による避難者の汚染検査訓練

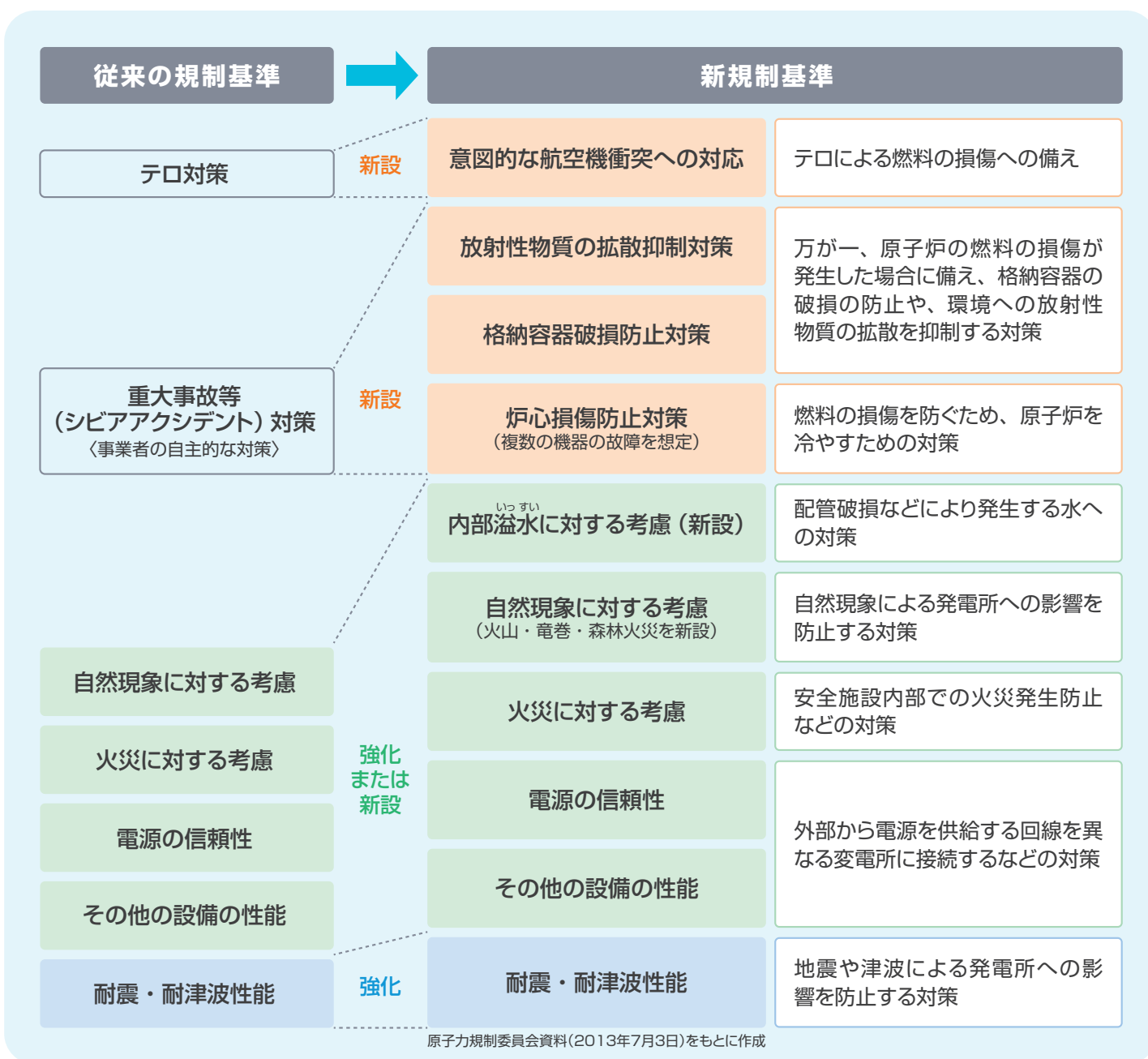
安全性向上への取り組み(まとめ)

■新規制基準への対応

当社は、2014年5月20日に東海第二発電所の新規制基準への適合性確認審査申請を原子力規制委員会に行い審査を受けてきましたが、2018年9月26日に原子炉設置変更許可をいただき、同年10月18日には工事計画認可をいただきました。

新規制基準では、「基準とする地震」「基準とする津波」「電源の信頼性」「火山や竜巻などの自然現象」に対する要求事項等が従来より一層厳しくなり、炉心損傷や格納容器の破損などの「重大事故」に備えた対策を更に強化しています。

また、万が一、これらの対策の想定を超える事態により重大事故が発生した場合やテロによる意図的な航空機衝突にも備えた多様な何重もの対策を講じることが求められています。



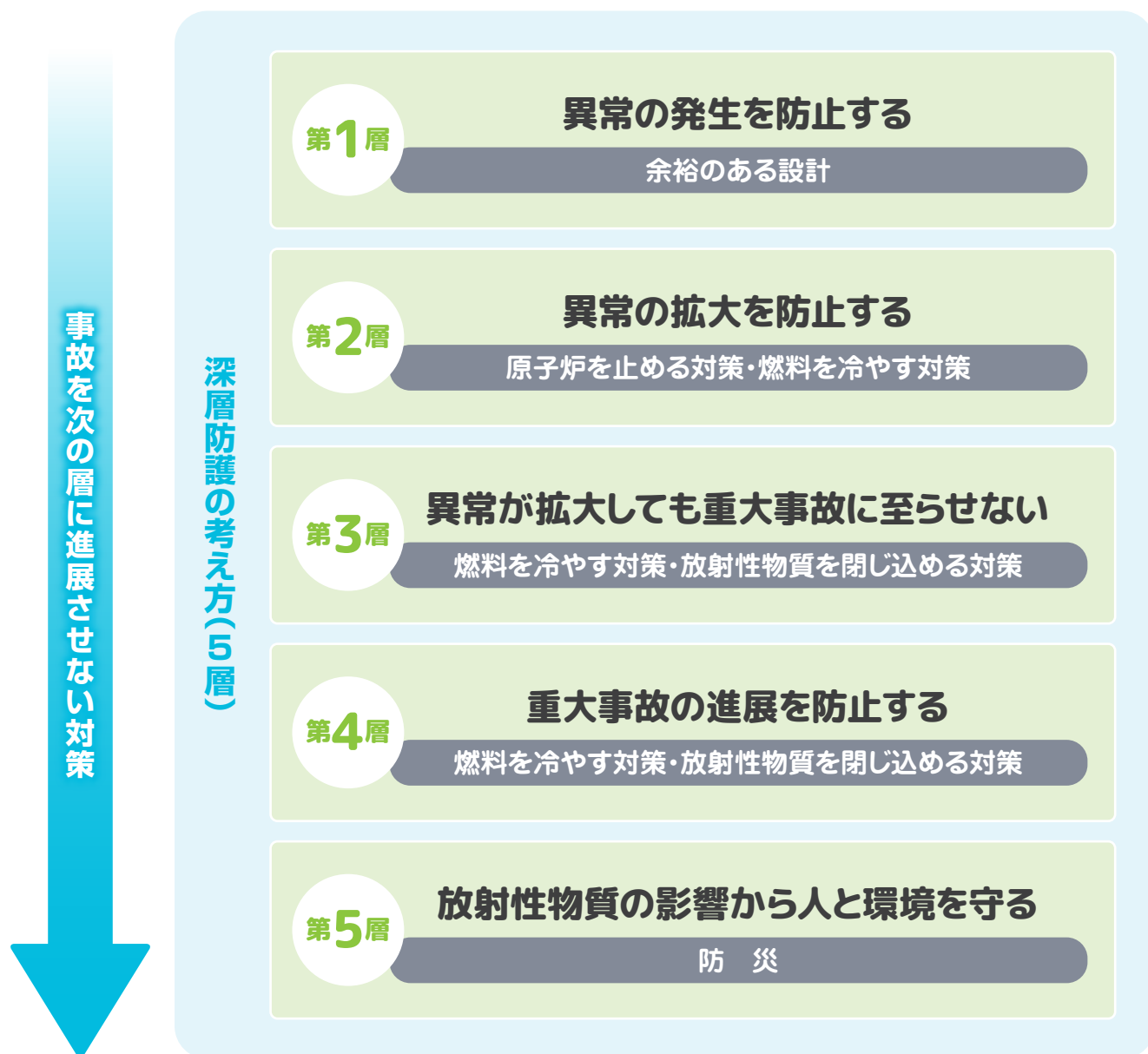
原子力規制委員会資料(2013年7月3日)をもとに作成

■ 原子力発電所の安全対策の考え方

原子力発電所の安全確保のため「深層防護」の考え方をを用いて対策を多重に行っています。

具体的には事故の進展を5段階に分け、事故をその層だけで食い止めて収束できるように対策を行う考え方です。

この考え方により、原子力発電所で行う安全対策は、多重で厚みのあるものとなります。



東海第二発電所では、「深層防護」の考え方にに基づき、多重で厚みのある対策の強化を進めており、今後も地域の皆さまに安心していただけるよう、更なる安全対策を行ってまいります。

安全性向上への取り組み(全体概要)

東海第二発電所の取り組み

当社は、原子炉設置変更許可や工事計画認可など一連の許認可の内容をしっかりと安全性向上対策に反映し、東海第二発電所の安全性をより一層向上させていきます。



安全上重要な設備への浸水を防止(水密扉)

津波対策

- 防潮堤

重大事故等の対策(常設)

【電源確保】

- 高圧電源装置
- 低圧電源車

【冷却水源確保】

- 高圧注水ポンプ
- 低圧注水ポンプ
- 2系統の代替循環冷却系ポンプ

【水源確保】

- 淡水貯槽
- 淡水貯水設備

重大事故等の対策(常設)

【水素爆発の防止・放射性物質の拡散抑制】

- 水素再結合装置
- 格納容器圧力逃がし装置(フィルタ付ベント装置)

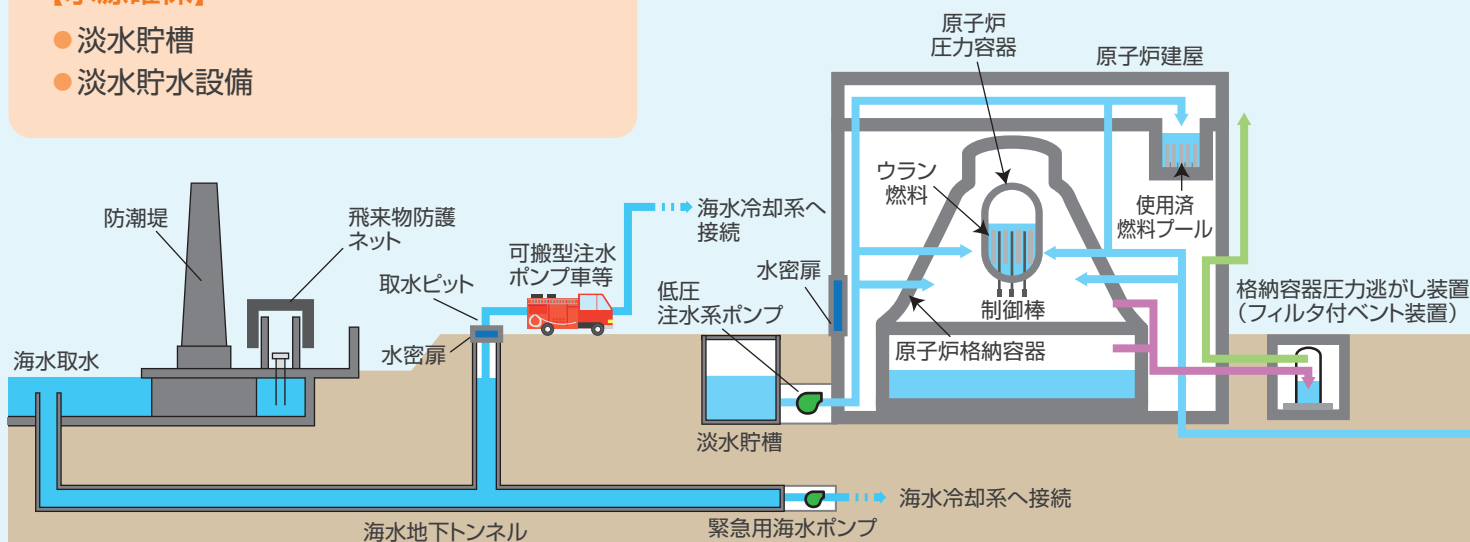
重大事故等の対策(常設・可搬型)

【可搬型冷却水源確保】

- ポンプ車

【水源確保】

- 緊急用海水ポンプ
- 可搬型放水砲



安全性向上への取り組み対策の例



可搬型注水ポンプ車

原子炉や使用済燃料プールの冷却手段を多様化
(発電所構内の高台に移設予定)



高圧電源装置

電源喪失を起こさないため、電源を多重化、多様化
(発電所構内の高台に移設予定)



低圧電源車

地震対策

- 主排気筒
- 配管サポート

自然現象対策

竜巻

- 資材等固縛
- 飛来物防護ネット

火山

- 火山灰除去

森林火災

- 防火帯

その他設備

- 緊急時対策所
建屋 等
(重大事故等対策も兼ねる)

体制、 教育・訓練等

- 要員の確保・
各種訓練

内部^{いっすい}溢水対策

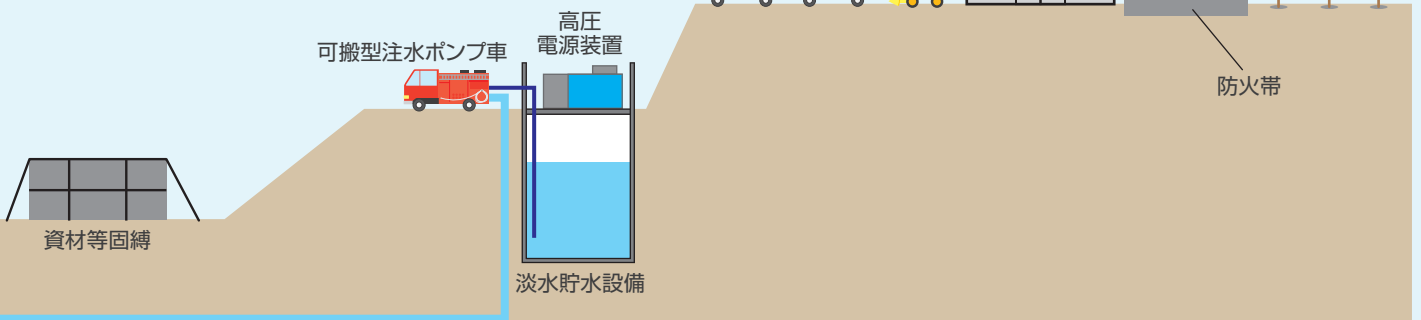
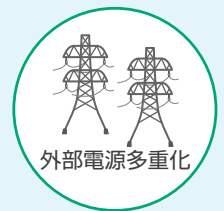
- 水密扉、堰 (せき)
- 配管貫通部
止水措置

電源の信頼性

- 外部電源の多重化

内部火災対策

- 感知・消火設備
- ケーブル火災対策



主な安全性向上への取り組み (イメージ図)

運転期間延長認可

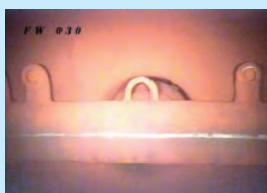
当社は、2017年11月24日原子力規制委員会に特別点検の結果を反映した運転期間延長認可の申請を行い、審査を受けてきましたが、2018年11月7日に認可をいただきました。

特別点検の内容として、①原子炉圧力容器については、放射線の影響を最も受ける箇所であることから、放射線により脆くなって欠陥が生じていないこと、圧力や温度変化により伸び縮みを繰り返すため、ノズル部分に欠陥がないこと、固定基礎ボルト120本に欠陥がないこと、制御棒や計測器、配管ノズル等の多数の貫通部分に異常がないことを確認しました。②原子炉格納容器については、格納容器鋼板を目視点検し、塗膜の状態に異常がないことを確認しました。更に③コンクリート構造物については、採取したコンクリートのサンプルを用いて各種試験を行い強度や遮へい性能などに異常がないことを確認しました。これらの①～③の特別点検の結果、異常がないことを確認しました。

特別点検

① 原子炉圧力容器

- ・ 給水ノズルの検査
- ・ 母材及び炉心領域溶接部の検査
- ・ 基礎ボルトの検査



給水ノズル

② 原子炉格納容器

- ・ 外面、内面の目視検査



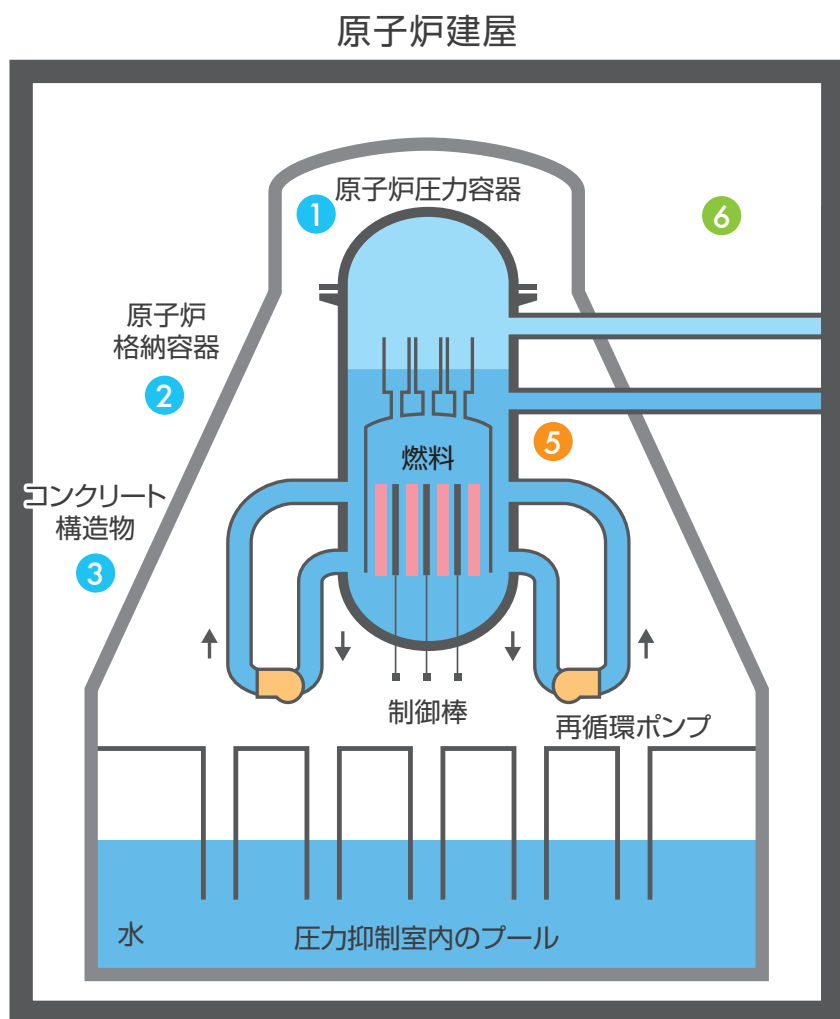
格納容器内作業

③ コンクリート構造物

- ・ コンクリート強度、しゃへい能力低下等の試験



コンクリート強度試験

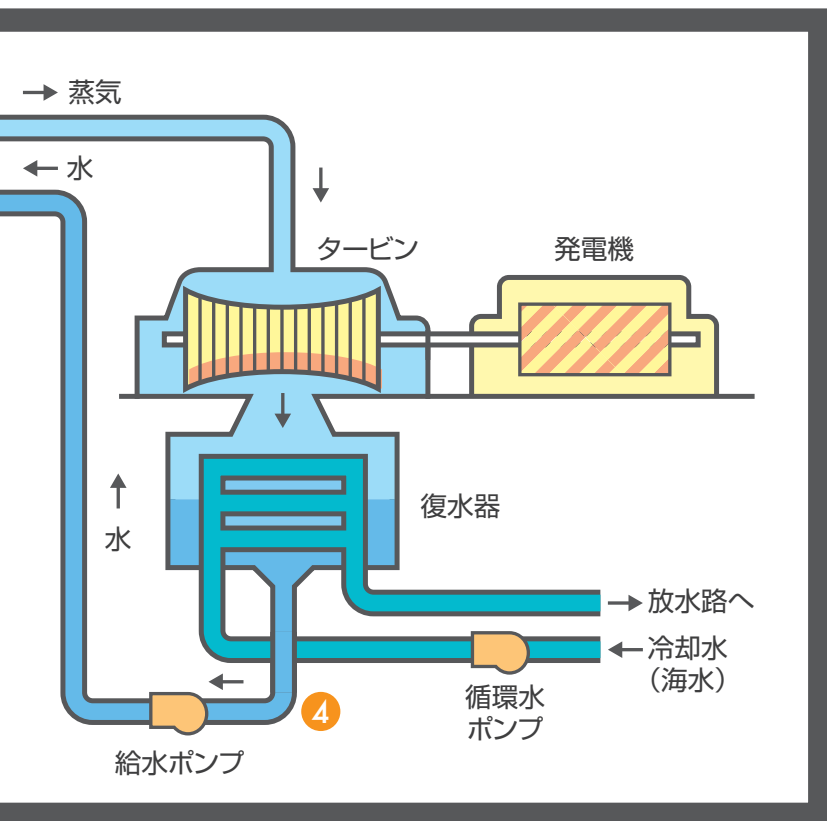


また、④⑤劣化状況評価として、安全機能を有する機器・構造物（ポンプ、熱交換器、モータ、容器、配管、炉内構造物、ケーブル、タービン設備、コンクリート構造物など）を対象に、最新の知見、運転経験、最新技術基準や特別点検結果を踏まえ、今後も適切に点検・交換を行っていくことで、今後20年間にわたり設備の健全性を確保できるものと評価しました。

更に⑥保守管理方針として、設備の健全性の確保を万全とするために、ケーブル類の交換など、今後20年間で実施する点検項目を定めました。

以上の内容や東北地方太平洋沖地震の影響がないことを含めて、原子力規制委員会の審査で確認をいただきました。

タービン建屋



劣化状況評価

④ 主要配管の点検（減肉）

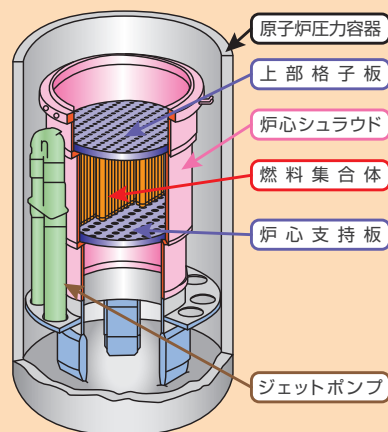
- ・主蒸気配管
- ・主給水・復水配管
- ・弁等



復水配管点検

⑤ 原子炉圧力容器等の評価

- ・耐震安全上考慮する必要のある機器や構造物、耐震Sクラス機器の評価
- ・炉心シュラウドの粒界型応力腐食割れ



炉心シュラウド概略図

⑥ 保守管理方針

- ・継続監視（原子炉圧力容器の監視試験等）
- ・健全性が確認された評価期間に至る前の取替（難燃低圧ケーブル、同軸ケーブル等）

東海第二発電所の審査結果

東海第二発電所は、原子炉設置変更許可、工事計画認可及び運転期間延長認可の審査が終了しました。2014年5月に申請を行って以来、原子力規制委員会による合計100回を超える審査会合やそれに伴うヒアリング、4回の現地調査が行われました。

3つの許認可の取得により、東海第二発電所の安全性向上対策の内容が固まり、これらの結果をしっかりと反映することで東海第二発電所の安全性は一層向上するものと考えます。

当社としては、安全性向上対策の安全かつ着実に実施、茨城県・東海村をはじめとする関係自治体ならびに地域の皆さまへのご説明を、より一層丁寧に行ってまいります。

	審査の内容	申請日	審査状況		許認可 取得日
			審査 会合	現地 調査	
① 原子炉設置変更 許可	安全対策の基本設計に 係る審査	2014年 5月20日	97回	2回	2018年 9月26日
② 工事計画認可	安全対策の詳細設計に 係る審査	2014年 5月20日	15回	1回	2018年 10月18日
③ 運転期間延長 認可	今後20年間にわたる 設備の安全性に係る審査	2017年 11月24日	8回	1回	2018年 11月7日



原子炉設置変更許可申請書



審査会合の様子

地域の皆さま方への理解活動

●状況説明会

発電所の周辺にお住いの皆さまを対象に、東海第二発電所の新規規制基準への適合性確認審査や安全性向上対策の状況などについて、ご報告させていただくため、定期的に状況説明会を開催しています。この説明会では、当社社員が発電所周辺の15市町村に直接お伺いし、2014年から6年にわたって193回開催しており、約7,900名を超える方々に参加いただきました。



期間 2014年7月～2020年11月

総数 193回

参加総数 7,957名

●訪問対話活動（「こんにちは“げんでん”です」）

2020年度から地域の皆さまの当社事業及び原子力発電への理解促進、信頼醸成の維持向上を図ることを目的として、当社社員や関係会社社員が定期的に地域の皆さまのお宅を訪問して直接対話をさせていただく「訪問対話活動」を開始しています。今後とも双方向コミュニケーションである“対話”をより重視しより重視し、当社事業運営に対するご意見を汲み取りに務めてまいります。



訪問対話活動の様子

東海第二発電所の概要



定格電気出力：110万kW

炉 型：沸とう水型軽水炉(BWR)

燃 料：低濃縮ウラン(約132トン)

《メーカー》 米国GE/日立製作所

《実績》 総発電電力量：約2,270億kWh

《売電先》 東京電力エナジーパートナー株式会社
東北電力株式会社

- 1978年11月28日 営業運転開始
- 1992年 8月 3日 BWRとして総発電電力量 世界初の1,000億kWh達成
- 2001年 7月17日 使用済燃料乾式貯蔵施設の運用開始
- 2006年 8月22日 総発電電力量 2,000億kWh達成
- 2014年 5月20日 新規制基準への適合性確認審査申請
(原子炉設置変更許可及び工事計画認可申請)
- 2017年11月24日 運転期間延長認可申請
- 2018年 9月26日 原子炉設置変更許可
- 2018年10月18日 工事計画認可
- 2018年11月 7日 運転期間延長認可

 日本原子力発電株式会社 東海事業本部 地域共生部

地域共生部 〒319-1117 茨城県那珂郡東海村東海3-4-1 TEL:029-287-1250

茨城事務所 〒310-0852 茨城県水戸市笠原町978-25 TEL:029-301-1511

ホームページ <http://www.japc.co.jp/>

お問い合わせ 土日祝日を除く 9時～17時