

原子力発電所の安全規制は どうなっているの？

A1 「原子力規制委員会」が、原子力発電の安全規制を一元的に行います。

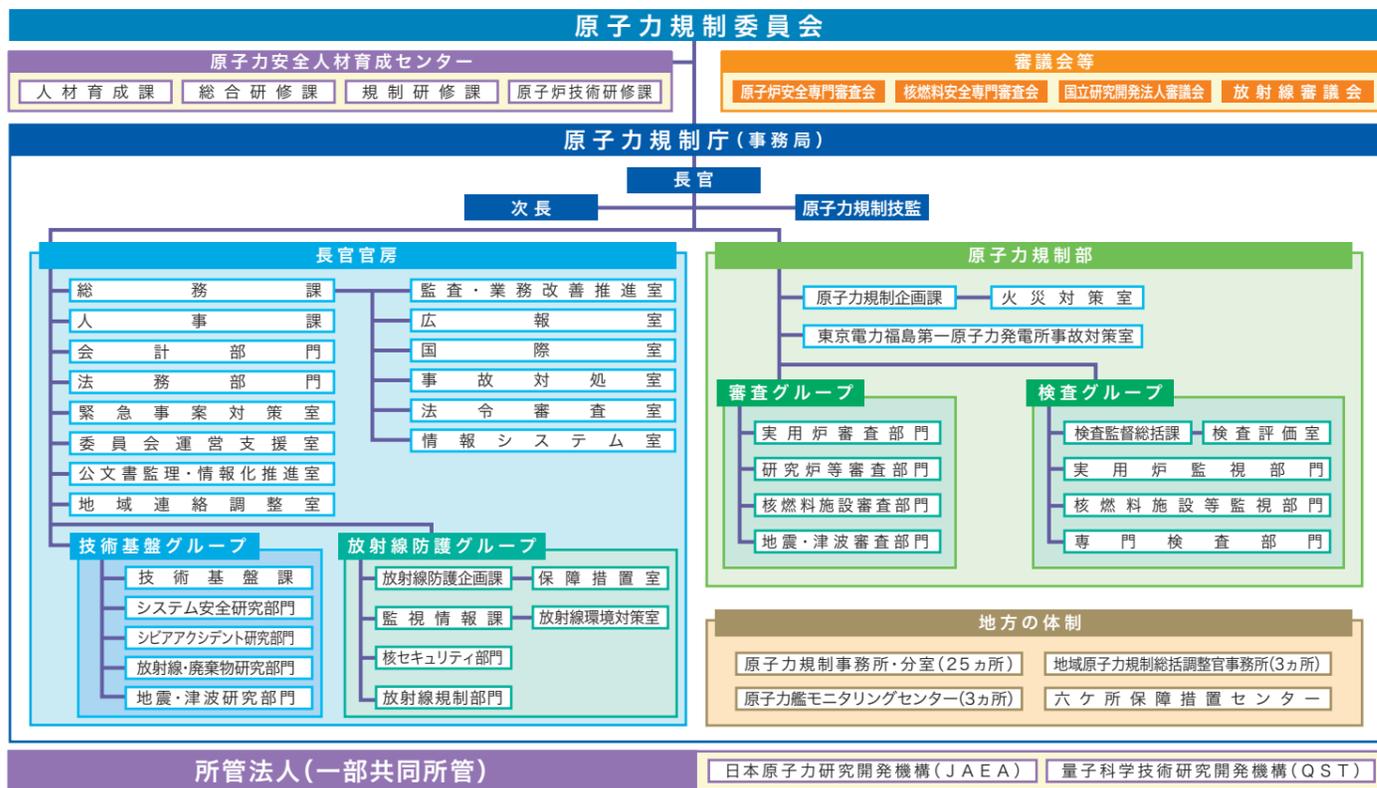
原子力全般の安全規制は「原子力規制委員会」と、その事務局の「原子力規制庁」が一元的に行います。

原子力規制委員会と事務局の原子力規制庁は、2012年9月19日、それまで原子力利用の推進を担ってきた経済産業省から安全規制部門を分離するため、環境省の外局組織として新設されました。原子力規制委員会は独立性の高い3条委員会*1です。各関係行政機関が担っていた原子力規制の事務、核物質などを守るための事務(核セキュリティ)が原子力規制委員会に一元化されるとともに、必要な機能も統合されました。さらに2013年

4月1日、文部科学省が担っていた核不拡散の保障措置*2、放射線モニタリング、放射性同位元素の使用などの「規制」に関連する機能も移管され、原子力規制委員会に一元化されました。

*1 国家行政組織法第3条第2項に規定される委員会。上級機関(設置される府省の大臣など)からの指揮監督を受けず、独立して権限を行使することが保障されている合議制の機関のこと。
*2 核物質が平和目的だけに利用され、核兵器などに転用されないことを担保するために行われる検閲活動。

●原子力安全規制体制



出典:原子力規制委員会ホームページを基に作成

原子力規制委員会の情報は公開されます。

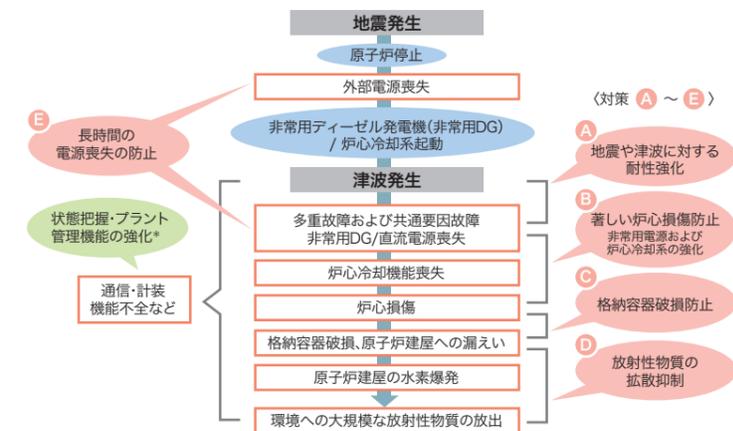
原子力規制委員会で行われる会議は原則としてインターネットで生中継されるほか、配付資料もホームページで公開されます。また、被規制者である電力会社との間で行われる議論についても記録が残され、原則としてホームページで公開されます。

A2 福島第一原子力発電所の事故の教訓や海外の知見が反映された新規規制基準が原子力規制委員会により作成され、運用されています。

新規規制基準には、福島第一原子力発電所の事故の教訓が反映されています。

2011年3月11日、東日本大震災発生時、東北地方から関東地方まで太平洋沿岸にあるすべての原子力発電所は地震動を感知し、自動的に原子炉を停止しました。福島第一原子力発電所の事故では地震の後に襲来した津波の影響により、非常用ディーゼル発電機・配電盤・バッテリーなど重要な設備が被害を受け、非常用を含めたすべての電源が使用できなくなり、原子炉を冷却する機能を喪失しました。その結果、炉心溶融とそれに続く水素爆発による原子炉建屋の破損などにつながり、放射性物質の大規模な放出に至りました。こうした事故の検証を通じて得られた教訓が、新規規制基準に反映されています。

●福島第一原子力発電所事故の進展を踏まえた新規規制基準の対策



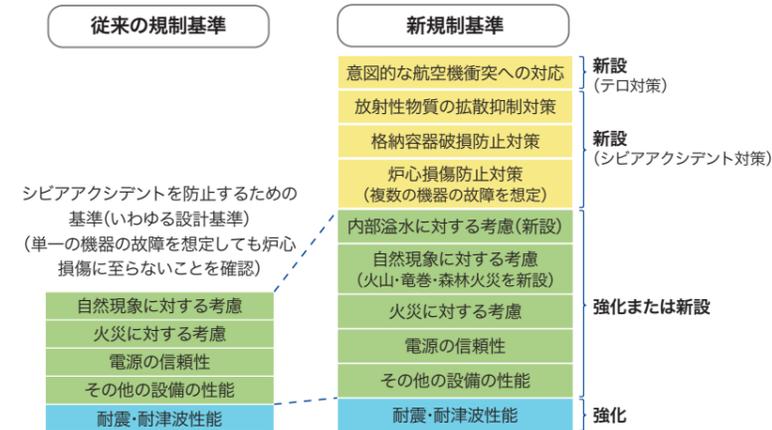
*「状態把握・プラント管理機能の強化」は、緊急時の通信手段の確保、監視用計器の直流電源の強化をはじめ、がれき除去を行う重機や高線量下に備えた防護服の配備、放射線管理体制の整備のほか、シビアアクシデント時の指揮所となる緊急時対策所、テロなどを想定した特定重大事故等対処施設の整備が含まれます。シビアアクシデントに備える訓練の継続的な実施も対象となります。

出典:原子力規制委員会資料を基に作成

新規規制基準は従来の設計基準が強化され、シビアアクシデント対策やテロ対策が盛り込まれています。

新規規制基準はシビアアクシデント(重大な事故)を防止するための基準(設計基準)の強化と、万が一、その設計の想定を超えるシビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設しています。地震や津波への対策が強化されたほか、火山や竜巻などの自然災害、火災など幅広いリスクに備えるため、設計基準が強化されました。また、従来電力会社の自主保安として実施していたシビアアクシデント対策やテロ対策が新設され、炉心損傷や格納容器破損の防止、放射性物質の拡散抑制や意図的な航空機衝突を踏まえた対策が求められています。

●原子力発電所の新規規制基準



出典:原子力規制委員会資料を基に作成

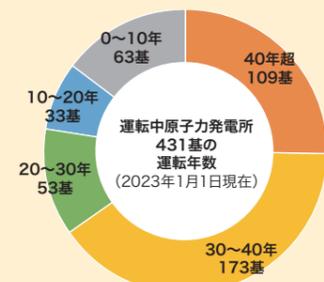
One Step! more

原子力発電所の運転期間

日本では、原子力発電所の運転期間は原則40年と定められていますが、原子力規制委員会の認可を受ければ、20年を超えない期間で1回に限り延長ができると定められています*。2024年1月現在、高浜発電所1,2号機、美浜発電所3号機、東海第二発電所、川内原子力発電所1,2号機がそれぞれ60年までの運転期間延長の認可を受けています。なお、世界中で100基以上の原子力発電所が40年超運転をしており、アメリカでは80年運転が承認されています。

*2025年6月に施行される改正電気事業法では、運転期間は経済産業大臣の認可を受ければ延長でき、その際「最長で60年に制限する」という枠組みは維持した上で、原子力事業者から見て他律的な要素で停止していた期間に限り、60年の運転期間のカウントから除外することとしています。

●世界の運転中原子力発電所の運転年数



出典:日本原子力産業協会「世界の運転中原子力発電所の運転期間別基数」を基に作成

原子力発電所はどんな安全対策を行っているの？

A1 自主的に実施してきた事故後の緊急安全対策やシビアアクシデント対策に加え、新規制基準に確実に対応するため、必要に応じて追加対策も行っています。

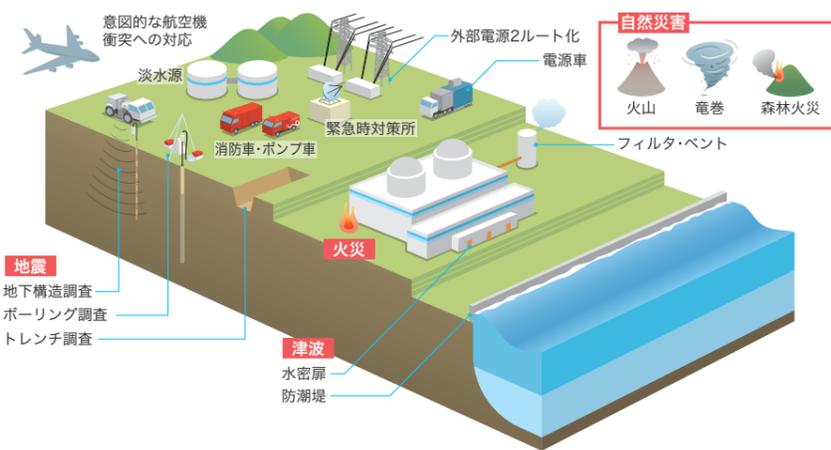
地震や津波などの自然災害や、火災の対策を強化しています。

新規制基準では活断層や地下構造の調査が改めて求められているため、必要に応じて基準地震動*の見直しや耐震強化を進めています。津波についても発生場所や高さを評価し、安全上重要な機器の機能が確保されるよう、防波壁・防潮堤の設置、扉の水密化などの対策を講じています。また、地震・津波のほか、新たに火山・竜巻・森林火災などへの対策が求められるため、原子力発電所の安全性に対する影響を

適切に評価し、必要に応じて対策を講じています。さらに、所内の火災で原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災発生の防止、火災の感知および消火、火災の影響軽減などの防護対策についてプラントごとの設計条件を考慮して継続的な改善を行い、火災防護の信頼性を向上させています。

*耐震設計において基準とする地震動で、施設周辺で発生する可能性がある最大の地震の揺れの強さ。

●新規制基準で求められる主な安全対策



●地震対策



●津波対策



写真提供: 日本原子力発電(株) 中部電力(株)

長時間の電源喪失を防止するため、設備強化を図っています。

緊急時はプラントを安定した状態にするため、あらゆる場面で電源が必要になります。地震や津波などで送電線や非常用ディーゼル発電機が同時に喪失しないよう、外部電源(送電線)を2ルート以上確保。変圧器などの電気設備の浸水対策も講じています。常設の非常用ディーゼル発電機が機能しない事態が起きても、バックアップする移動可能な非常用電源(電源車など)や恒設の空冷式の非常用電源を追加します。また、発電所内のすべての交流電源が喪失した時でも、原子炉への注水制御などに使用する直流電源を長時間供給できるよう、バッテリーなどの設備強化を図っています。

●対策例

- 外部電源を2ルート以上確保
- 他の送電系統、高台の恒設発電機、電源車などからの受電
- 原子炉への注水制御などに使用する直流電源を長時間供給できる設備の強化



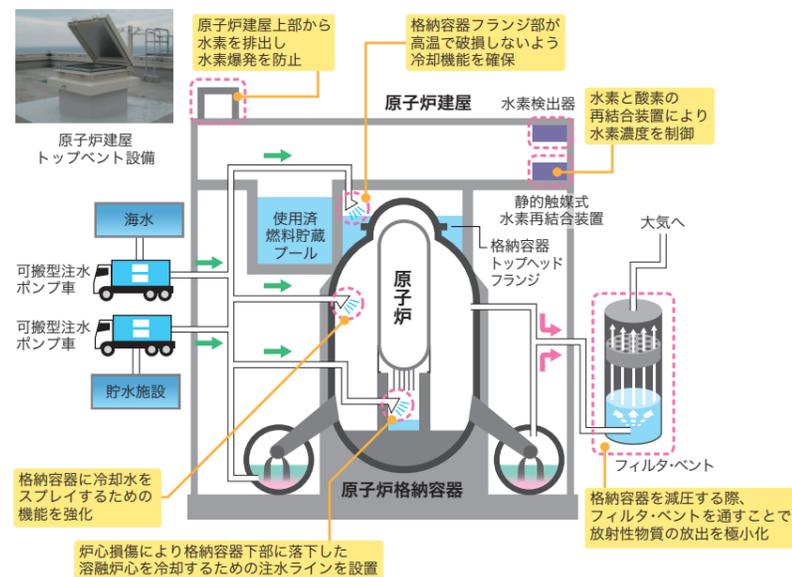
写真提供: 四国電力(株)

冷却機能を確保するための対策、重大事故への対策も新たに講じています。

地震や津波などで複数の冷却設備が同時に機能喪失する場合を想定し、多様な冷却手段を確保しています。これにより炉心が損傷する事態を防止します。既存の海水ポンプに加えて代替できる大容量ポンプを配備し、海水ポンプモーターの予備も確保しています。緊急時の水源もタンク・河川・ダム・貯水池など多様化を図っています。また、既存の非常用ポンプが破損した場合に備え、可搬型ポンプなどを配備して原子炉や使用済燃料プールの冷却を確保する対策も講じています。

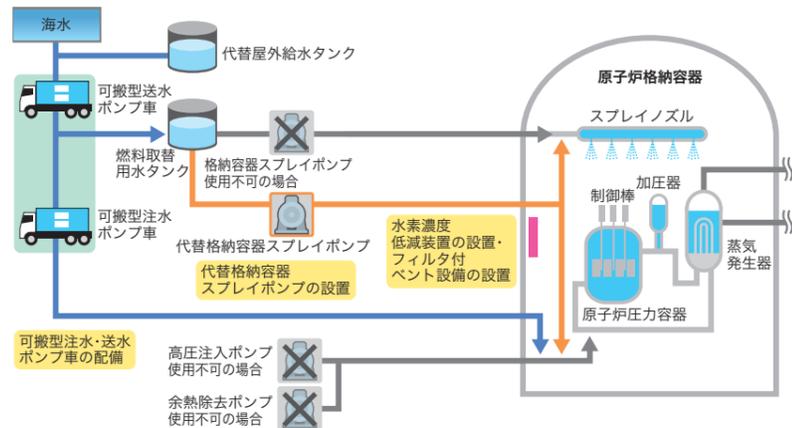
加えて、万が一、炉心が損傷しても、格納容器の破損や水素爆発を防止し、環境への放射性物質の放出を十分低減させる対策を講じています。緊急時に格納容器を冷却する機能を強化し、炉心損傷が起きた場合、格納容器下部に落下した溶融炉心を冷やす注水ラインを新たに設けています。また、シビアアクシデント時に格納容器内部の圧力を下げるため蒸気を放出し、そこから放射性物質を低減して排気する「フィルタ・ベント」を設置。炉心損傷時に懸念される水素爆発を防ぐため、水素濃度を低減できる「静的触媒式水素再結合装置」や原子炉建屋上部から水素を排出する設備も追加で設置しています。

●対策例(BWR[沸騰水型軽水炉]の事例)



写真提供: 東京電力ホールディングス(株)

●対策例(PWR[加圧水型軽水炉]の事例)



ソフト面の対策や、意図的な航空機衝突などのテロを想定した対策も新たに講じています。

ハード面の対策に加え、緊急事態が発生した場合でも、非常用設備などを有効に活用できるよう、マニュアルを整備するとともに、過酷な事態を想定した防災訓練などソフト面の対策を継続的に実施しています。また意図的な航空機衝突などのテロを想定し、可搬型設備を

分散配備するとともに、運搬して使用できるよう道路および通路が確保できる措置などを講じています。さらに、これらの設備のバックアップとして、特定重大事故等対処施設も整備しています。

●防災訓練(昼間)



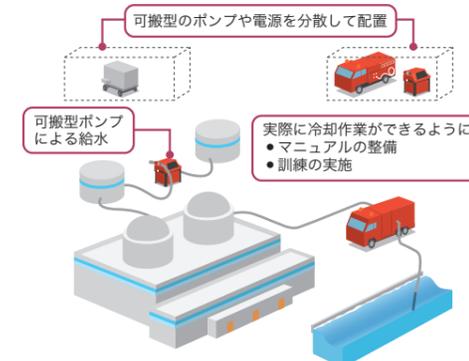
写真提供: 中国電力(株)

●防災訓練(夜間)



●テロ対策

可搬型設備の運用



特定重大事故等対処施設 概念



安全対策のバックアップとなる恒設設備

これまでに原子力発電所では どんな事故が起こったの？

A チョルノービリ(チェルノブイリ)原子力発電所および福島第一原子力発電所の事故では、環境への放射性物質の大規模な放出がありました。これらの事故を教訓に、原子力事業者は、二度と同様の事故を起こさないためにさまざまな取り組みを行っています。

原子力施設の事故や故障は、安全上の基準によって分類します。

原子力施設の事故の評価には、発生した事故・故障などの影響の度合いを簡明かつ客観的に判断できるように「国際原子力・放射線事象評価尺度」を用い、レベル0～7の8段階で評価を行っています。トラブルが発生するとすみやかに、この尺度を使った暫定評価を国が発表します。

●国際原子力・放射線事象評価尺度(INES:The International Nuclear and Radiological Event Scale)

レベル	基準			参考事例 INESの公式評価でないものも含まれている
	基準1:人と環境	基準2:施設における放射線バリアと管理	基準3:深層防護	
7 (深刻な事故)	・広範囲の健康および環境への影響を伴う放射性物質の大規模な放出。			・旧ソ連チェルノブイリ原子力発電所事故(1986年) ・福島第一原子力発電所事故(2011年)
6 (大事故)	・放射性物質の相当量の放出。			
5 (広範囲な影響を伴う事故)	・放射性物質の限定的な放出。 ・放射線による数名の死亡。	・炉心の重大な損傷。 ・公衆が著しい被ばくを受ける可能性の高い施設内の放射性物質の大量放出。		・アメリカスリーマイルアイランド原子力発電所事故(1979年)
4 (局所的な影響を伴う事故)	・軽微な放射性物質の放出。 ・放射線による少なくとも1名の死亡。	・炉心の全放射線量の0.1%を超える放出につながる燃料の溶融または燃料の損傷。 ・公衆が著しい大規模被ばくを受ける可能性の高い相当量の放射性物質の放出。		・JCO臨界事故(1999年)
3 (重大な異常事象)	・法令による年間限度の10倍を超える作業員の被ばく。 ・放射線による非致命的な確定的健康影響。	・運転区域内での1Sv(シーベルト)* /時を超える被ばく線量率。 ・公衆が著しい被ばくを受ける可能性は低い設計で予想していない区域での重大な汚染。	・安全設備が残されていない原子力発電所における事故寸前の状態。 ・高放射能密封線源の紛失または盗難。	
2 (異常事象)	・10mSv(ミリシーベルト)を超える公衆の被ばく。 ・法令による年間限度を超える作業員の被ばく。	・50mSv(ミリシーベルト)/時を超える運転区域内の放射線レベル。 ・設計で予想していない施設内の区域での相当量の汚染。	・実際の影響を伴わない安全設備の重大な欠陥。	・美浜発電所2号機蒸気発生器伝熱管損傷事象(1991年) ・JAEA大洗研究開発センター作業員被ばく事故(2017年)
1 (逸脱)			・法令による限度を超えた公衆の過大被ばく。 ・低放射能の線源の紛失または盗難。	・もんじゅナトリウム漏れ事故(1995年) ・敦賀発電所2号機1次冷却材漏れ(1999年) ・浜岡原子力発電所1号機余熱除去系配管破断(2001年) ・美浜発電所3号機二次系配管破損事故(2004年) ・島根原子力発電所2号機中央制御室空調換気系ダクト腐食(2016年)
0 (尺度未満)	安全上重要ではない事象			0+ 安全に影響を与える事象 0- 安全に影響を与えない事象
評価対象外	安全に関係しない事象			

*シーベルト(Sv):放射線が人体に与える影響を表す単位(ミリは1,000分の1)

出典:原子力規制委員会資料を基に作成

アメリカ スリーマイルアイランド 原子力発電所の事故

1979年3月28日、アメリカのスリーマイルアイランド発電所2号機で起きた事故は、機器の故障や運転員の判断ミスなどが重なったために、原子炉内の冷却水が減少し、炉心上部の蒸気中への露出により、燃料の損傷、炉内構造物の一部溶融に至りました。しかし放射性物質を閉じ込める機能は健全であったため、放射性物質の放出量はわずかであり、健康上の影響はない極めて低いレベルでした。

●教訓の反映

この事故を教訓に、運転員に対する教育・訓練をより一層強化するとともに、異常時の運転操作要領の整備充実などを図りました。

旧ソ連 チョルノービリ原子力発電所の事故

1986年4月26日、旧ソ連のチョルノービリ原子力発電所4号機で起きた事故は、運転員が原子炉の自動停止装置を働かせないようにするなど、運転規則に違反する操作をして、計画とは異なる特殊な実験を行ったことから、燃料の過熱、激しい蒸気の発生、原子炉と建屋の一部破壊に至りました。この事故の原因は、旧ソ連が開発した原子炉(黒鉛減速軽水冷却沸騰水型炉)が低い出力では自己制御性(出力の上昇を自然に抑える働き)を失う欠点を持っていたことと、万が一の場合に備えて原子炉を覆う原子炉格納容器がなく、そのほかの安全装置も簡単に外せる構造になっていたことが挙げられます。

●教訓の反映

この事故を教訓に、防災対策を充実し、安全意識を高めました。また、世界中の原子力発電事業者間で、原子力発電の安全性・信頼性の向上を図る目的で、世界原子力発電事業者協会(WANO)が設立されました。

(株)JCOウラン加工工場の臨界事故

1999年9月30日、茨城県の(株)JCOウラン加工工場で起きた臨界事故は、正規の手順を守らずにステンレス容器を使って、臨界管理で規定されている制限値を超えるウラン溶液を沈殿槽に直接投入したため、臨界(核分裂連鎖反応の継続)が起こったことが原因でした。この事故では、臨界に伴い発生した放射線により、現場にいた作業員が一度に大量の放射線を受けて亡くなられたほか、周辺住民など多数の人々が放射線を受けました。

●教訓の反映

この事故を教訓に、燃料加工工場などにも原子力発電所と同様の定期検査が義務付けられたほか、原子力保安検査官の現地配置、原子力防災の体制強化が図られました。さらに、原子力産業界全体の安全意識の向上や安全文化の共有化を活動の目的として、ニュークリアセーフティネットワーク(NSネット*)が発足しました。

*NSネットは、(一社)原子力安全推進協会に引き継がれています。

美浜発電所3号機の事故

2004年8月9日、福井県の美浜発電所3号機(PWR)のタービン建屋内において、二次系の復水系配管が破損し建屋内に放射性物質を含まない高温の水蒸気が噴出し、近くで作業を行っていた方々が破口部から流出した蒸気および高温水により被災し死傷される事故が起きました。この事故の原因は、関西電力(株)の二次系配管肉厚管理の不備から、本来管理すべきであった箇所を管理できていなかったため、破損した部位が点検リストから漏れ、運転開始以来、一度も厚みを測定していなかったことが挙げられます。

●教訓の反映

この事故を教訓に、安全文化を浸透・定着するべく、安全最優先の再徹底を図り、これを具現化するための組織、職場づくりの行動計画を作成して取り組みました。



世界原子力発電事業者協会(WANO)

世界原子力発電事業者協会(WANO: World Association of Nuclear Operators)は、チョルノービリ原子力発電所の事故をきっかけに、原子力発電所の安全性と信頼性を高めるため、1989年、ロンドンに設立された民間組織です。WANOでは運転経験の情報交換、ピアレビュー(訪問評価)、技術交流などが進められています。

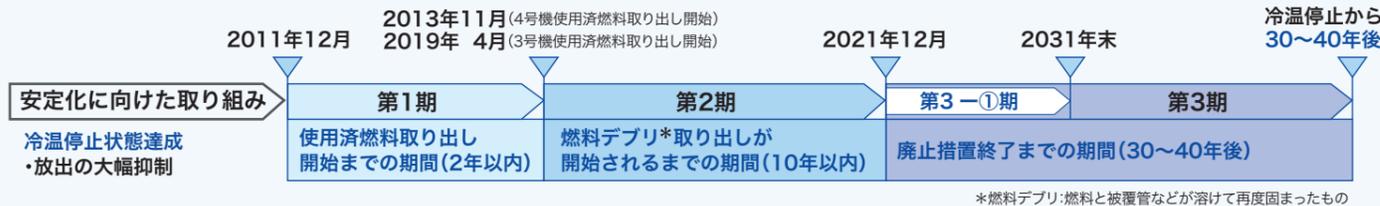
東日本大震災後の東京電力ホールディングス(株) 福島第一原子力発電所の状況 (2023年11月末現在)

東京電力ホールディングス(株)は、「東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」を2011年12月に決定し、継続的に見直しを行いながら、廃止措置などに向けた取り組みを進めています。2019年12月には、廃炉作業の進展によって明らかになってきた現場状況や作業経験を踏まえて中長期ロードマップを改訂し、廃炉作業全体の最適化を図りました(前回改訂2017年9月)。引き続き、現場の状況や研究開発の結果などを踏まえてロードマップを見直しながら、地域と作業員の安全確保を大前提に、廃止措置を着実に進めています。

廃炉作業

福島第一原子力発電所では、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議で決定される「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」に基づいて廃炉作業を進めています。

中長期ロードマップの目標工程



主な目標工程

汚染水対策

- 汚染水発生量を150m³/日程度に抑制 …… 2020年内達成
- 汚染水発生量を100m³/日程度に抑制 …… 2025年内
- 建屋内滞留水処理完了 …… 2020年内達成*

*1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く建屋内滞留水の水位を低下し床面を露出。

- 原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減 …… 2023年内達成

プール燃料取り出し

- 1～6号機燃料取り出しの完了 …… 2031年内
- 1号機大型カバーの設置完了 …… 2023年度頃
- 1号機燃料取り出しの開始 …… 2027年度～2028年度
- 2号機燃料取り出しの開始 …… 2024年度～2026年度

燃料デブリ取り出し

- 初号機の燃料デブリ取り出しの開始 …… 2021年内*
- (2号機から着手。段階的に取り出し規模を拡大)

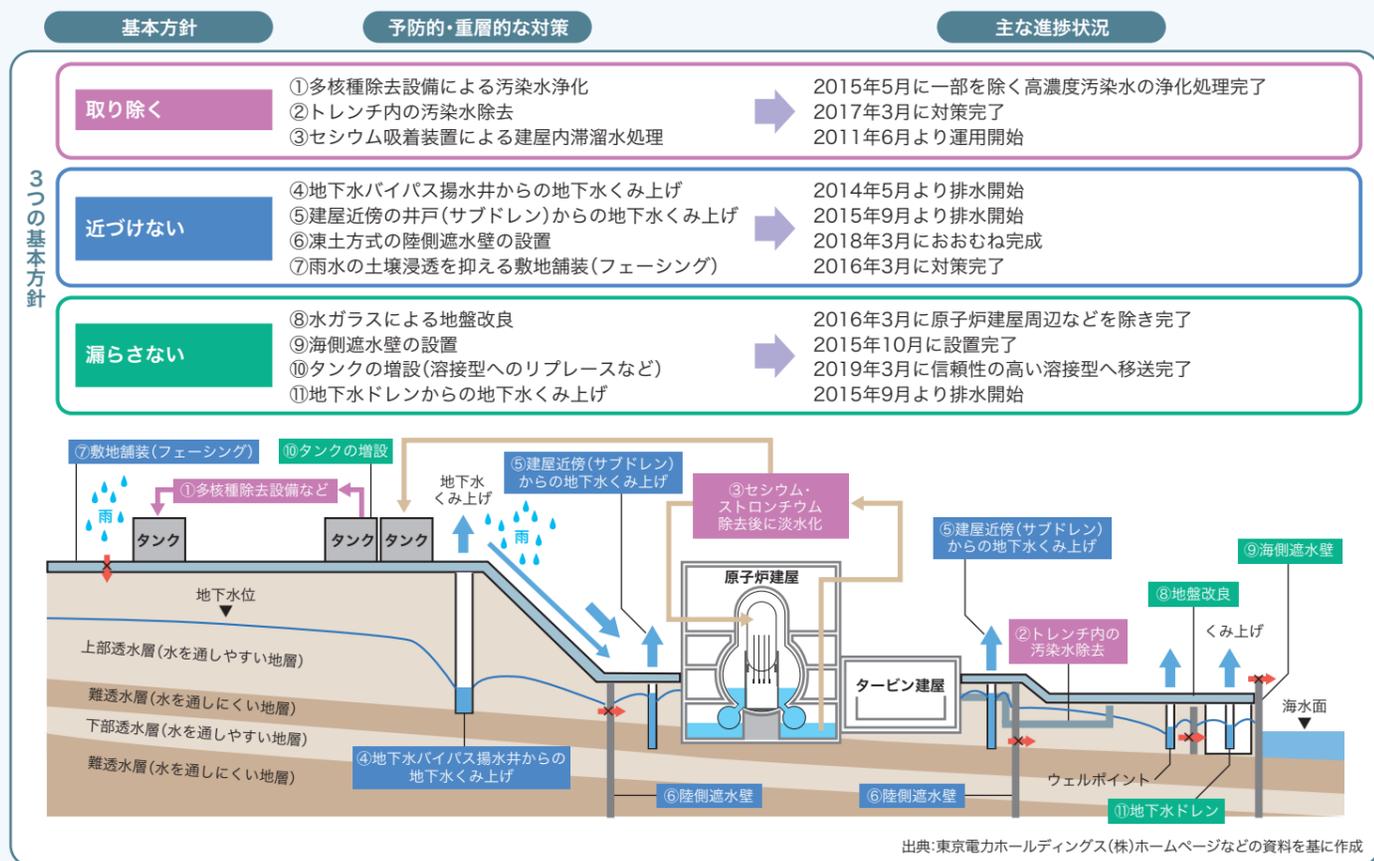
*新型コロナウイルス感染拡大の影響および作業の安全性と確実性を高めるため、2023年度後半目途の着手へ工程を見直し。

廃棄物対策

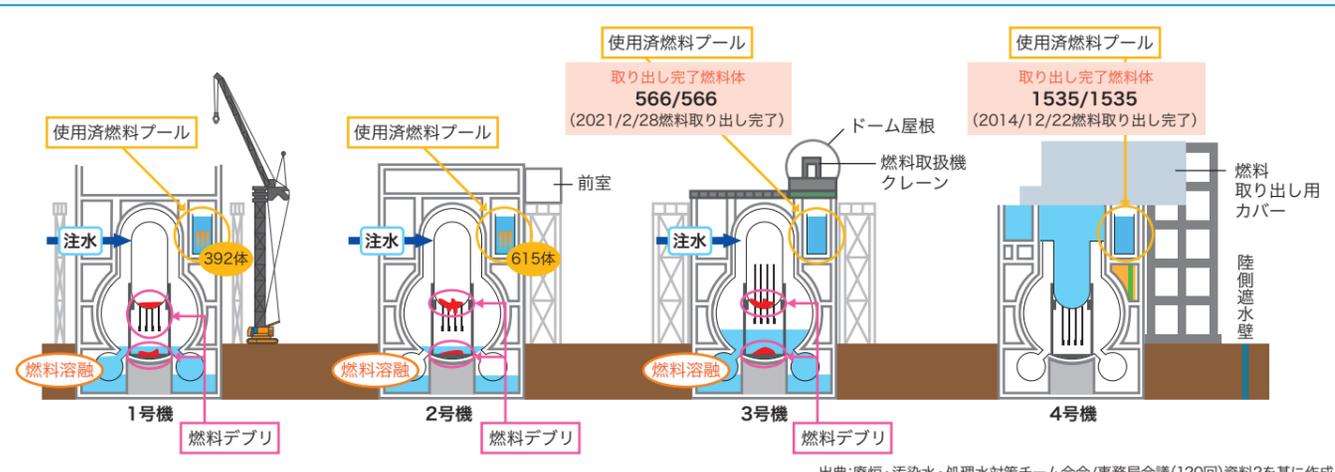
- 処理・処分の方策とその安全性に関する技術的な見直し …… 2021年度頃
- ガレキなどの屋外一時保管解消 …… 2028年度内

汚染水対策

山側から海側に流れている地下水や破損した建屋から入る雨水などが、原子炉建屋などに流れ込み、建屋内などに溜まっている放射性物質を含む水と混ざることなどで汚染水は増加します。汚染水を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」の3つの基本方針に沿って、地下水を安定的に制御するための、重層的な汚染水対策を進めています。



福島第一原子力発電所1～4号機の現状



処理水処分

