

原子力発電所の規制と検査制度

1. 原子力発電所の規制

原子力の災害を防ぐため、原子力発電所をはじめとする原子力施設に対して、国の規制が行われています。

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故を契機に、原子力発電所などの規制を強化するため、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(原子炉等規制法)の法改正が行われ、主に次のような点が改正されました。

・重大事故(シビアアクシデント)対策、テロ対策を規制の対象とする。

・すでに認可を得ている原子力発電所や核燃料施設などに対しても、最新の規制基準への適合を義務づける「バックフィット制度」を導入する。

・運転期間の延長認可に関する制度の規定を追加する。

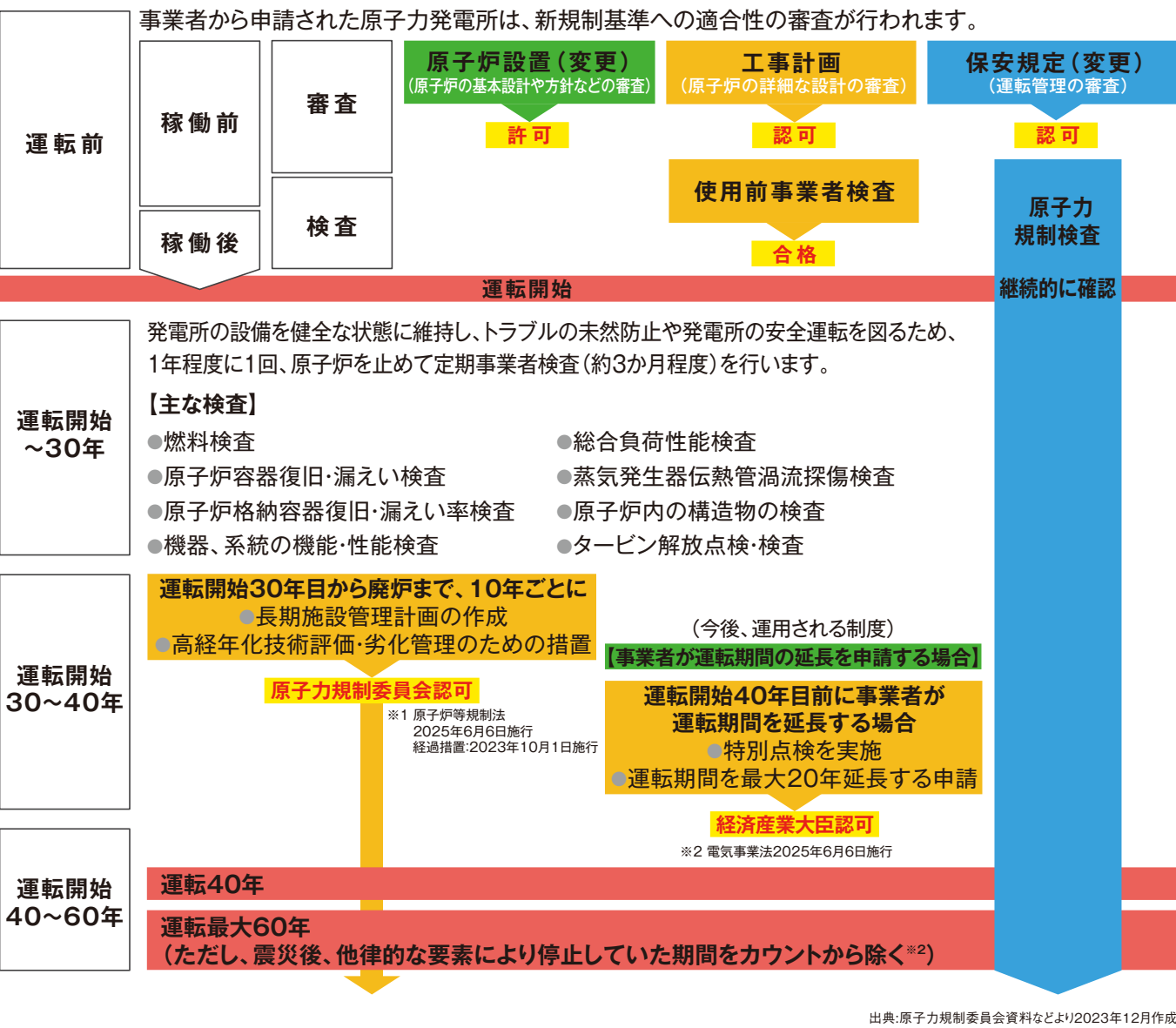
この原子炉等規制法の改正に基づき、原子力規制委員会によって原子力発電所の新たな規制基準が策定され、2013年7月に施行されました。

新規規制基準の策定後も、原子力規制委員会では、国際原子力機関(IAEA)が各国の規制の質の向上を目指して実施している総合規制評価サービス(IRRS)を受検した結果を踏まえ検査制度の見直しなどが進められています。

2. 原子力発電所の審査・検査

事業者は、原子力発電所の運転開始前に原子炉の基本設計や方針などを審査する「原子炉施設設置(変更)許可」、原子炉の詳細設計を審査する「工事計画認可」、原子炉の詳細設計を審査する「工事計画認可」、原子炉の詳細設計を審査する「工事計画認可」

原子力発電所の審査・検査



可」、そして、運転管理について審査する「保安規定(変更)認可」を原子力規制委員会より受ける必要があります。

運転開始した原子力発電所は、安全・安定運転の確保のため、定期的に検査を行い、設備の健全性を確認するとともに機能維持や信頼性向上のための措置を取っています。

2020年4月から、原子力施設に対する新たな検査制度「原子力規制検査」が運用開始されました。

新たな検査制度では、これまで原子力規制庁が行っていた使用前検査などを事業者自らが主体的に行うものとし、これらの検査を含む事業者の安全活動全般を原子力規制庁の検査官がいつでも現場を自由にチェック(監視)でき、必要な情報も自由にアクセスできるしくみなどが導入されました。

このような新たな検査制度の導入により、事業者はより高い安全水準を目指すこととなっています。

3. 運転期間延長に関する認可制度の導入

事業者は、従来から原子力発電所の必要な機能や性能を維持できるよう、最新の設備や機器に取り替えるなど

の「高経年化対策」を講じています。

運転開始から30年が経つ原子力発電所に対して、以降10年以内ごとに機器などの技術評価を行い、その劣化を管理するための計画(長期施設管理計画)を策定し、原子力規制委員会から認可を得る必要があります。

また、福島第一原子力発電所の事故を受け、2013年に「運転期間延長認可制度」が導入されました。これは、原子炉を運転することができる期間を40年とし、その満了までに原子力規制委員会の認可を受けた場合には、1回に限り最大20年延長することを認める制度です。事業者は、原子炉容器や格納容器などの重要施設の傷や腐食などを詳しく調べる特別点検を行い、原子力規制委員会へ申請をして審査を受けることになります。

2023年5月に電気事業法などを含む「GX脱炭素電源法」が成立し、運転開始40年以降の運転延長については、経済産業省が電力安定供給の確保やGXへの貢献などの観点から審査し、認可を行うこととなりました。その際、他律的な要素によって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されます(電気事業法2025年6月6日施行)。

高経年化対策での大型機器などの取り替え(関西電力(株)美浜発電所3号機)

大型機器などの取り替え

設備の状況を確認し、予防保全のために取り替え。

【蒸気発生器の取り替え】



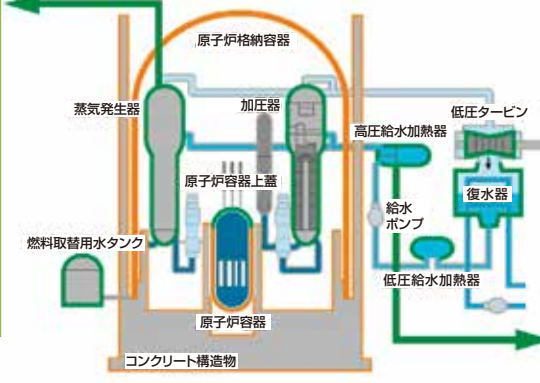
蒸気発生器取り替えの様子

配管などの取り替え

日々の点検や定期検査により減肉(配管厚さの減少)が見つかった配管は、寿命を評価し計画的に取り替え。



配管取り替えの様子



高圧給水加熱器取り替えの様子

出典:関西電力(株)HPより作成

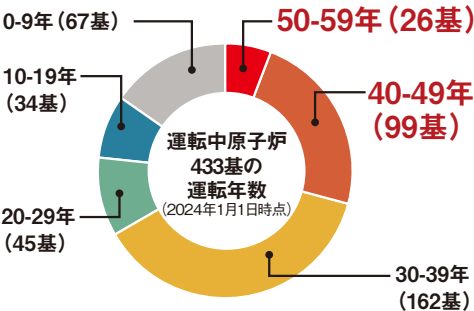
ワンポイント情報

◆運転期間を延長した原子力発電所◆

日本の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ます。2023年5月の電気事業法を含むGX脱炭素電源法成立により、他律的な要素によって停止していた期間は60年の運転期間のカウントから除外されます(電気事業法2025年6月6日施行)。こうした運転期間は寿命や耐用年数ではなく、計画的な機器交換や点検などの適切な保守管理を行い、さらに、常に最新技術を取り入れることにより、高い安全性を確保できると考えられます。原子力規制委員会の審査を経て、関西電力(株)高浜発電所1、2号機は2016年6月、関西電力(株)美浜発電所3号機は同年11月、日本原子力発電(株)東海第二原子力発電所は2018年11月、九州電力(株)川内原子力発電所1、2号機は2023年11月、関西電力(株)高浜発電所3、4号機は2024年5月に60年までの運転期間延長の認可を受けています。

なお、すでに日本のほか欧米など18カ国で100基以上の原子力発電所が40年超運転をしており、2019年12月にはアメリカで初めて80年運転が認可されました。

世界の原子炉の運転年数



出典:(一社)日本原子力産業協会資料より作成

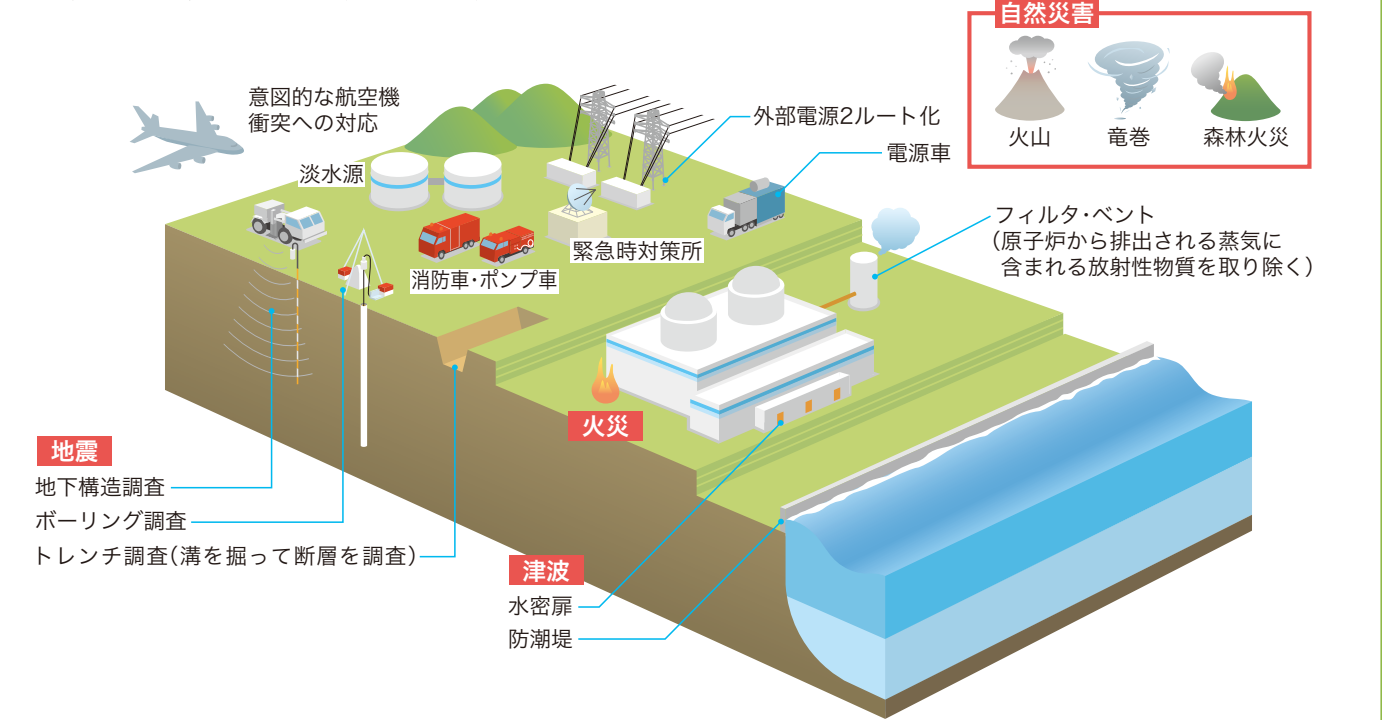
新規制基準を踏まえた原子力施設の安全確保

安全性を高めた新規制基準のポイント

大規模な自然災害への対策	目的:大規模な自然災害から受けるダメージを減じる	
	地震に対して	活断層露頭の上に安全上重要な施設を建てない
	津波に対して	海水が敷地内や重要な施設の中に入らないよう十分高い場所に設置あるいは防潮堤などを設置
	火山に対して	想定される火山事象を調査し、必要に応じてその対策を施す
	竜巻に対して	竜巻に対する影響評価を行い、必要に応じてその対策を施す
シビアアクシデントへの対応	目的:設計を超える重大事故が起こった場合の対策を講じる	
	安全機能をもつ複数の機器や設備を同時に失うことのない対策を行う(多重性・多様性・独立性の確保)	発電所の外からの電源は二つ以上のルートを確保(多様性) 蓄電池、非常用ディーゼル発電機を用意。発電所の外には電源車を準備(多様性、独立性) ポンプは2台以上を準備。可搬型ポンプ車なども配備(多様性、独立性)
	炉内の圧力が高くなって水が入らなくなることを防ぐ	圧力を下げるため炉内のガスを外部に放出する「フィルタ・ベント」などを設置
	水素爆発を防ぐ	水素濃度を低減する装置の設置
	放射性物質の大気中拡散を抑える	原子炉建屋に放水する可搬型の放水砲の整備
	テロ対策	発電所の設備を遠隔操作できる設備を設置
	既設の原発にも適合を義務付ける	既設の原子力発電所に対して新規制基準の適合性審査を実施

出典:資源エネルギー庁HPより作成

地震や津波などの自然災害や火災への対策



出典:電気事業連合会「原子力コンセンサス2024」より作成

1. 事故を教訓とした原子力発電所の取り組み

原子力発電所の安全を確保するための基本は、核分裂連鎖反応を「止める」、原子炉を「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ことです。

事業者は安全対策が新規制基準に適合しているかどうかの確認を行うとともに、自主的な安全性向上対策を行っています。

【地震の揺れへの対策】

想定される最大の地震による揺れを適切に評価し、地震に対する安全性を確保します。

【津波・浸水への対策】

冷却設備や電源の喪失を防ぐため、想定される最大規模の津波を適切に評価し、敷地や建屋に浸水しないように安全対策を講じます。

【自然災害や火災への対策】

火山、竜巻、森林火災などの自然災害や原子力発電所内の火災による安全性に対する影響を適切に評価し、対策を講じます。

【冷却手段の確保】

地震や津波などで原子炉を冷やす複数の冷却設備が同時に機能を失う場合を想定し、原子炉の炉心が損傷する重大事故(シビアアクシデント)を防ぐため、冷却機能の復旧や代替する設備を整備します。

【電源の確保】

原子力発電所の安全確保に必要な電源を失う場合を想定し、電源確保のための対策を講じます。

【重大事故対策】

原子炉の炉心を損傷するような重大な事故に至った場合を想定し、原子炉格納容器の破損防止や放射性物質の環

ワンポイント情報

◆再処理工場・中間貯蔵施設の安全性向上の取り組み◆

●再処理工場の取り組み

【地震の揺れへの対策】

青森県六ヶ所村にある再処理工場では、最新の知見に基づき、活断層や地震の発生状況を調査し、基準地震動の評価を行っています。

最も厳しい耐震性が求められている重要な設備には、十分な余裕があることがこれまでに確認されていますが、重要な設備へ影響を及ぼす恐れがあると判断した一部の既存設備や、重大事故への対応で必要となる設備に対し、耐震補強が行われています。

【津波・浸水への対策】

標高約55mの高台に立地し、海岸から十分な距離のある場所に位置していることから、再処理工場は想定される津波の高さに対して十分高く立地していることが確認されました。

また、施設内で水が溢れた場合に備え、設備を保護するための堰や防水扉などが設置されています。

【自然災害や火災への対策】

青森県六ヶ所村周辺の十和田と八甲田山の火山活動およびそれにともなう降下火砕物については、操業中に施設へ影響を及ぼす可能性は低いと評価されています。

また、竜巻対策として、屋外に設置している冷却設備を防護するための鋼鉄製の防護ネットの設置などが行われています。

【冷却機能が喪失した場合の対策】

既存の冷却機能を失った場合を想定し、高レベル放射性廃液の蒸発乾固を防止するため、高レベル濃縮廃液貯槽へ冷却水を直接注入する可搬式のポンプが配備されています。

また、冷却に必要な水は、敷地内に貯水槽を建設するとともに、河川や沼などからも確保できる体制が整えられています。

【電源が喪失した場合の対策】

施設の安全性を保つための電源を失った場合を想定し、送電線の2ルート3回線の確保、ディーゼル発電機の複数台設置、複数の可搬型発電機の配備などの対策が行われています。

また、水素爆発対策として掃気用のエンジン付空気

境への拡散の抑制などの対策を講じます。

【さらなる安全性向上対策】

テロなどのあらゆる事態を想定し、特定重大事故等対処施設を設置するなどの対策を講じます。さらに、新規制基準への適合性が確認された後も自主的・継続的に安全性向上に向けた取り組みを進めていきます。

圧縮機などが設置されています。

【重大事故に至った場合の対策】

電源や冷却機能を失い、高レベル放射性廃液の沸騰・蒸発が進み、放射性物質が放出した場合を想定し、建屋外に放出される放射性物質をできる限り除去するための可搬型排気フィルタや放射性物質の拡散を抑えるための放水砲が整備されています。

●中間貯蔵施設の取り組み

青森県むつ市にある中間貯蔵施設(リサイクル燃料備蓄センター)は、使用済燃料の冷却には、電源を必要とせず、水も使用しないことなどから、緊急安全対策が不要な施設と位置づけられました。

2013年までに、電源設備の強化、津波を考慮した貯蔵建屋の浸水防止対策などを完了し、現状の設備は、安全機能に影響はないと評価されています。

また、原子力規制委員会によって、これまで適合性の確認が行われていましたが、2020年11月に「適合している」として、安全審査に合格しました。

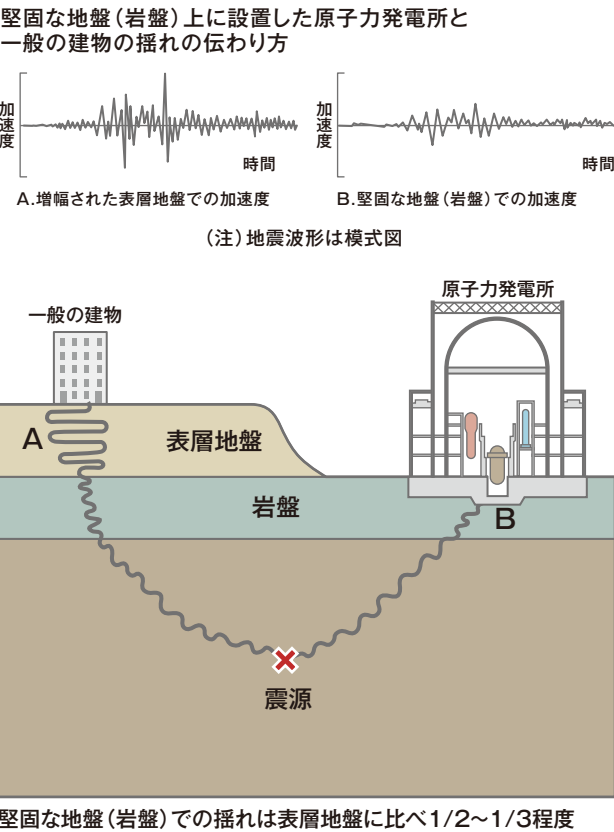
■再処理工場の安全性向上対策



提供:日本原燃(株)

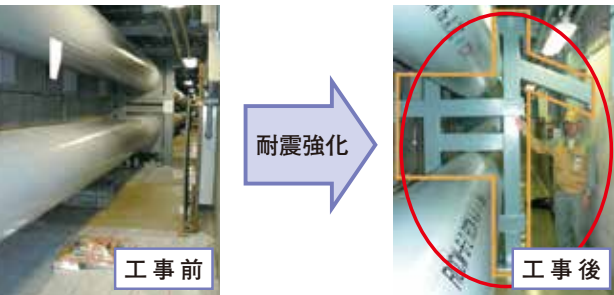
原子力発電所の地震の揺れや津波・浸水への対策

原子力発電所と一般建築物の揺れの差



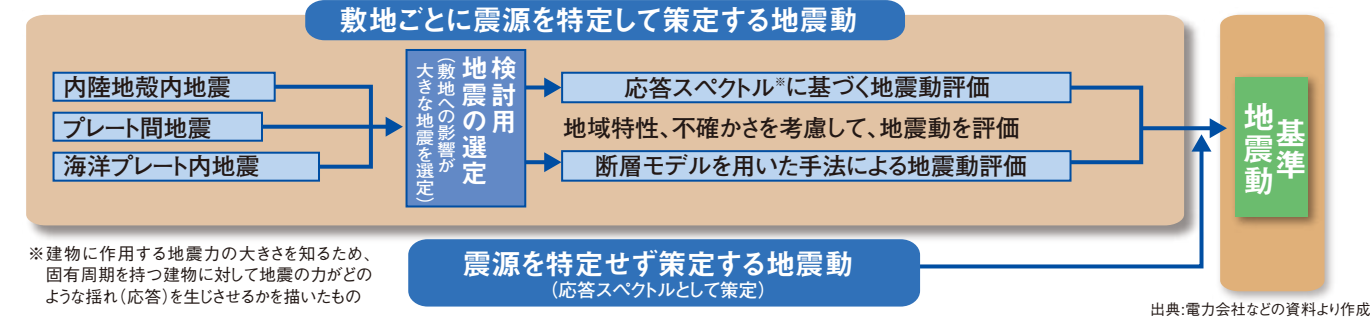
出典：電力会社などの資料より作成

耐震強化の例（配管サポート改造工事）



写真提供：中部電力（株）

基準地震動策定の流れ



1. 原子力発電所の耐震設計

基準地震動は、「施設を使用している間に極めてまれではあるが、発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」とされています。これに対し、安全上重要な施設の機能が失われず、また、地震の影響により周辺に著しい放射線被ばくリスクを与えない耐震設計が求められています。

原子力発電所では、この基準地震動の策定にあたって、まず文献などによる過去の地震の調査や、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震などの発生様式ごとの地震の調査、活断層の調査などが行われます。

そして、敷地への影響が大きな地震を選び、その地震動が評価されます。さらに、内陸地殻内の地震のすべてを事前に評価できるとは限らないことから、震源を特定しない地震も考慮されます。

原子力発電所は、原子力規制委員会の適合審査で了承された基準地震動に耐えられるように設計されています。それは、設定値以上の揺れを感知した場合、制御棒を挿入して原子炉を自動的に停止させること、その後安定的に炉心を冷却させる設備や放射性物質を閉じ込める設備などを厳格に設計することにより実現されます。

2. 新規制基準を踏まえた耐震性の向上

地下のプレートが動く地殻変動などによって、押し引きしたりする力が加わることで、地下の地層や岩盤がずれます。その動いた跡を「断層」といいます。そのなかで、過去にくり返し動き、将来も動く可能性がある断層を「活断層」といい、地震を起こしたり、地表に大きなずれを生じさせたりする可能性があります。

活断層を見つけるためには、空中写真を観察して平坦地の段差などをチェックする「空中写真判読」や地面

に溝（トレンチ）を掘って断層活動の履歴を調べる「トレンチ調査」などの地形学的手法が用いられています。

さらに、起振車などの振動源から人工的な地震波を発射し、その反射波から地下の構造を把握する「反射法地震探査」などの地球物理学的手法も用いられています。

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ます。

活断層については、後期更新世以降（約12万～13万年前以降）の地層に断層によるずれや変形がないことが確認されます。必要場合は、さらに、中期更新世以降（約40万年前以降）までさかのぼって活動性が確認されています。活断層が動いた場合、建屋が損傷し、内部の機器などが損傷するおそれがあるため、耐震設計上の重要度Sクラスの建物・構築物などは、活断層が表土に直接、露出していない地盤に設置されます。

また、原子力発電所の敷地の地下構造により、地震動が増幅される場合があることを踏まえ、地下構造を三次元的に把握し、必要に応じて基準地震動の見直しや耐震強化の対策が進められています。

3. 津波・浸水への対策

津波は、プレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震などの地震により、海底面の隆起や沈降などの変動によって海面に大きな波動が生じることで発生します。また、津波は陸上や海底での地すべりや斜面崩壊、火山活動などの地震以外の要因によっても発生します。このような津波発生の要因が組み合わさった場合の津波の大きさも考慮して、基準津波が策定されています。

新規制基準では、それぞれの発電所ごとに想定される津波のうち、最も規模が大きいものが「基準津波」として策定されています。

事業者は、基準津波の大きさや敷地の高さを考慮して、津波の影響が想定される安全上重要な機器の機能が確保されるように敷地の高さに応じて防波壁や防潮堤を設置したり、建屋の入り口を水密扉に取り替えるなどの対策を行っています。

また、トンネルで海につながっている海水取水ポンプなどから水が溢れることを防ぐため、周囲に防潮壁を設置するなどの対策を行っています。発電所内で発生する溢水（内部溢水）についても、施設の安全性が損なわれないように水の発生源を調べ、適切な防護対策を実施します。



防潮堤の設置

写真提供：北陸電力（株）



防潮壁の設置

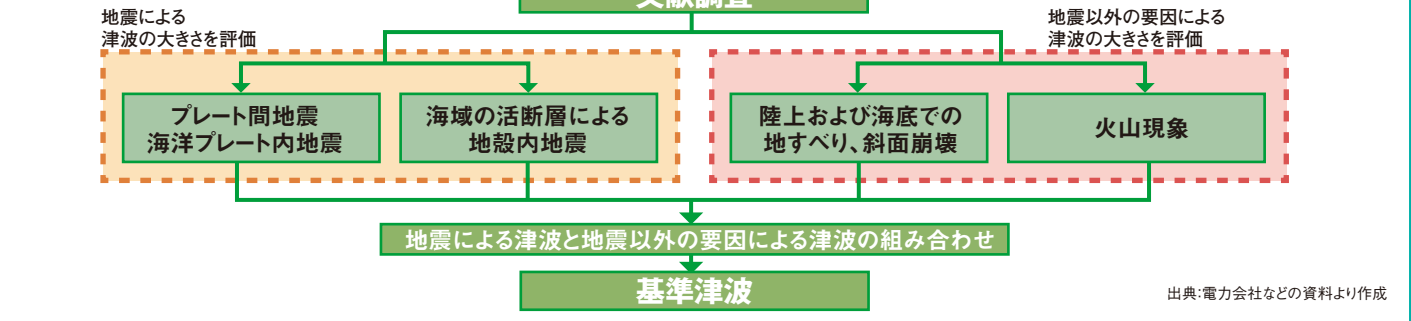
写真提供：北陸電力（株）



水密扉の設置

写真提供：中部電力（株）

基準津波策定の流れ



自然現象や重大事故への対策

1. 自然災害や火災への対策

原子力事業者は、火山や竜巻、森林火災などの自然災害への対策や原子力発電所内の火災への対策を行っています。

【火山】

原子力発電所の半径160km圏内の火山を調査し、火砕流や火山灰の到達の可能性と到達した場合の影響を評価し、防護措置を講じています。

【竜巻】

国内で観測された最大級の竜巻(最大風速100m/秒)に対しても、安全上重要な機器や配管が機能を失うことのないように飛来物防護設備などを設置しています。

【森林火災】

発電所周辺での森林火災が発電所構内に燃え広がらないように、樹木を伐採し、防火帯を整備しています。

【原子力発電所内の火災】

原子力発電所内の火災に対しては、火災感知設備や消火設備の設置、難燃ケーブルの使用、耐火壁により防護された火災区域の設定など、火災の影響を軽減させる防護対策を実施しています。



可搬型大型送水ポンプ車 写真提供:北海道電力(株)



電源車 写真提供:東北電力(株)



空冷式非常用発電装置 写真提供:関西電力(株)

2. 冷却機能が喪失した場合の対策

福島第一原子力発電所の事故では、地震や津波などで電源を失ったことにより、原子炉を冷やす機能が順次喪失しました。また、原子炉を冷却する海水ポンプが冠水し、原子炉内部の熱を海水へ逃がす除熱機能が失われました。

地震や津波などで原子炉を冷やす複数の冷却設備が同時に機能を失う場合を想定し、原子炉の炉心が損傷する重大事故を防ぐため、冷却機能の復旧や代替する設備が整備されています。

原子炉と使用済燃料プールを冷やし続けるためには、冷却用の水を供給するポンプや水源も必要となります。すでに設置されている冷却設備が使用できなくなっても、すぐに代替できる大容量ポンプが配備されています。調達に時間のかかる海水ポンプモータは予備品が確保されています。また、緊急時の水源もタンクや河川、ダム、貯水池など、多様化が図られています。

さらに、すでに設置されている非常用ポンプが破損した場合に備え、可搬型ポンプなども配備されています。

3. 電源が喪失した場合の対策

炉心で使用中の燃料や、プールで保管中の使用済燃料などの冷却には水、その水を注入するポンプ、そのポンプを動かす「電源」の確保が重要です。

福島第一原子力発電所事故では、地震による地すべりで送電鉄塔が倒壊し、外部電源を喪失しました。これを踏まえ、送電鉄塔周辺の地盤の安全性が確認されています。

緊急時は、中央制御室でのプラントの監視やポンプによる原子炉への注水、発電所構内での通信の確保など、あらゆる場面で電源が必要となるため、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、独立した2ルート以上の外部電源(送電線)などが確保されています。

事業者は、変圧器などの電気設備の浸水も考慮し、常設の非常用発電機が機能しない事態が起きても、これをバックアップする移動可能な非常用電源(電源車など)や常設の空冷式の非常用発電機を配備しています。また、発電所内のすべての交流電源が喪失した場合も、原子炉内への注水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を強化しています。

4. 重大事故に至った場合の対策

原子炉の炉心を損傷するような重大な事故に至った場合も想定し、原子炉格納容器の破損防止や放射性物質の環境への拡散の抑制などの対策が講じられています。

重大事故が発生した際、原子炉格納容器の中の圧力が高くなって、冷却用の注水ができなくなったり、原子炉格納容器が破損したりするのを防ぐ必要があります。そこで、気体の一部を外部に排出させ、原子炉格納容器内の圧力と温度を下げる緊急措置「ベント」を行うため、気体中に含まれる放射性物質を減らしつつ、排気する「フィルタ・ベント」が設置されています。

また、水素爆発を防ぐため、水素濃度を低減できる「水素再結合装置」や原子炉建屋の上部から排気する設備なども設置されています。

さらに、原子力発電所の外への放射性物質の拡散を抑えるため、移動式大容量ポンプ車や放水砲などによる放水手段が確保されています。

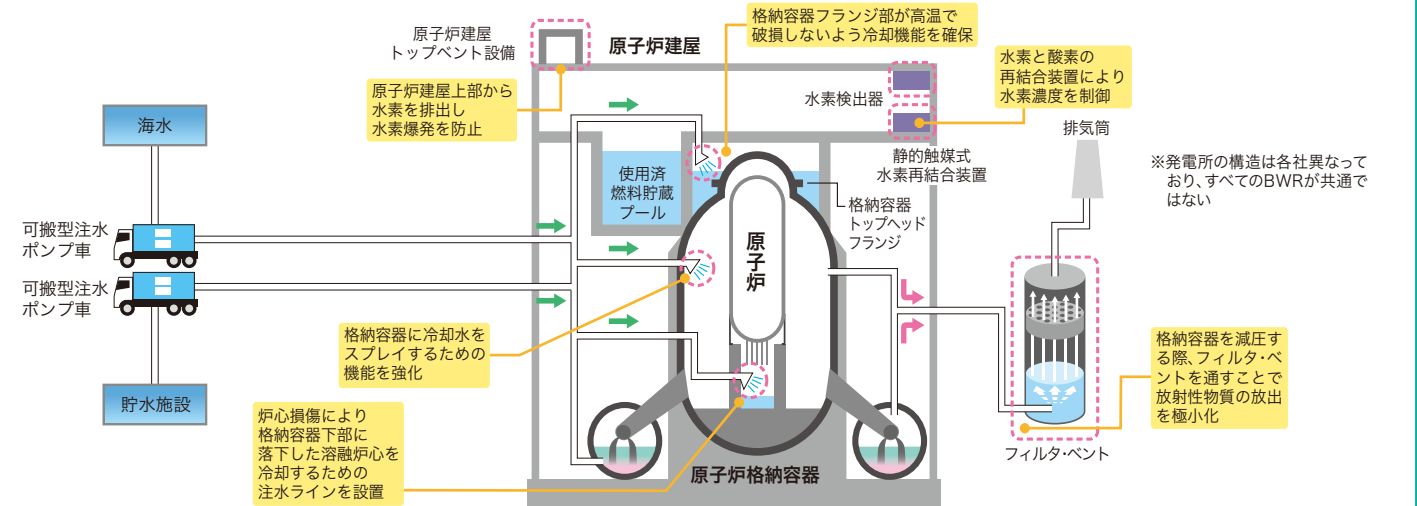


フィルタ・ベント 写真提供:中国電力(株)



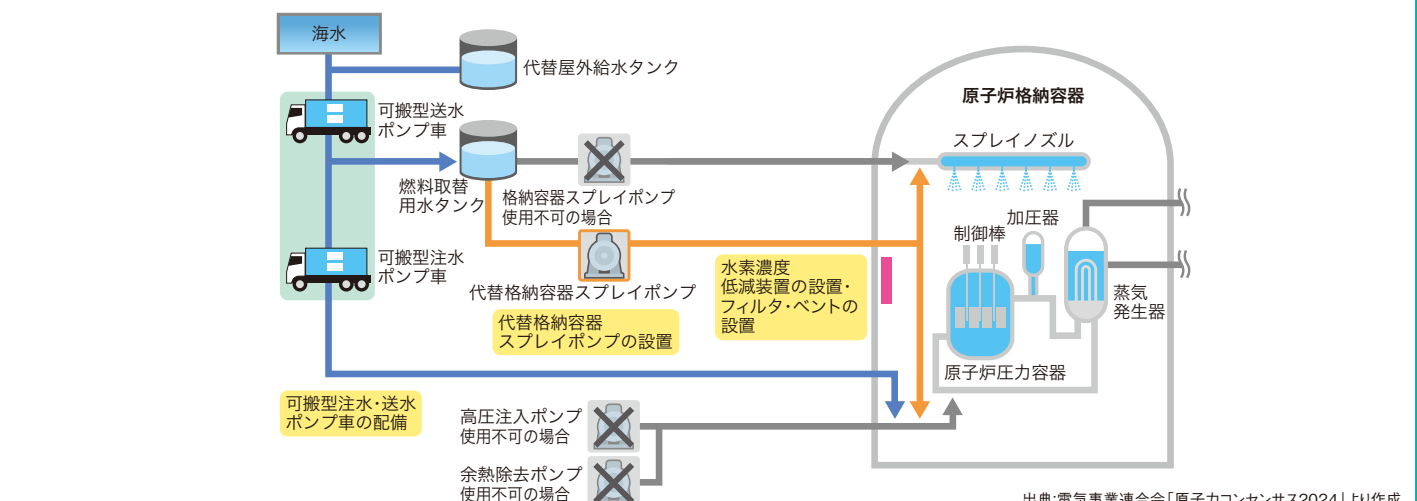
放水砲 写真提供:中国電力(株)

■重大事故対策(BWRの例)



出典:電気事業連合会「原子力コセンサス2024」をもとに一部追記

■重大事故対策(PWRの例)



出典:電気事業連合会「原子力コセンサス2024」より作成

原子力施設のさらなる安全性向上に向けた対策

1. 原子力発電所のさらなる安全性向上対策

【重大事故の対策拠点を整備】

緊急時における指揮所の機能を確保するため、現地対策本部の機能を維持する緊急時対策所が整備されています。

【テロ対策】

故意の航空機衝突などのテロを想定し、大規模な損壊で広範囲に設備が使えない事態でも原子炉を安全に停止する対策がとられています。そのために、原子炉格納容器への注水機能や電源設備、通信連絡設備などに加え、さらなるバックアップとして可搬型設備が備えられています。また、これらの設備を制御する緊急時制御室を備えた既存の中央制御室を代替する特定重大事故等対処施設が設置されています。

これに加えて、原子力発電所では、海水冷却ポンプなど屋外にある重要な設備に強固な障壁を設け、その周囲にフェンスや侵入検知器を設置する対策や、重要な区域での常時監視として二人以上で行うとする対策などのほか、作業員の身元を確認する制度が実施されています。



緊急時対策所（外観）

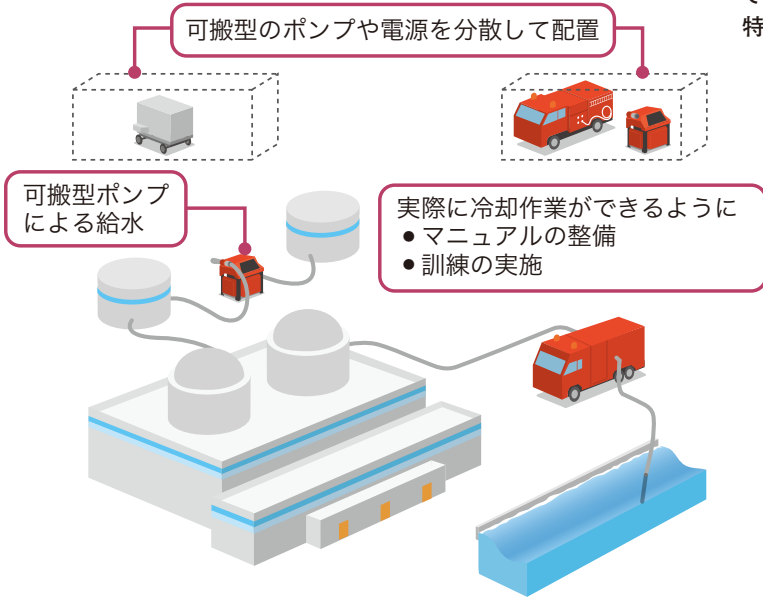


緊急時対策所（内観）

写真提供：北海道電力（株）

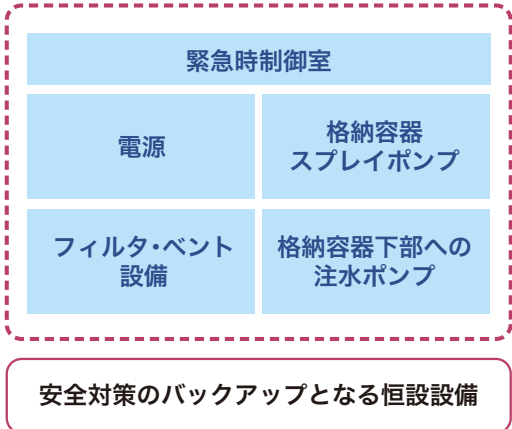
■テロを想定した対策

可搬型設備の運用



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置するとともに、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。

特定重大事故等対処施設 概念



出典：電気事業連合会「原子力コンセンサス2024」より作成

また、福島第一原子力発電所の事故を教訓に、非常用の電源設備や冷却設備は互いに離れた別の場所に分散して配置されています。このこともテロによる安全設備の一斉破壊を防ぐことにつながります。

警察は、銃器や防弾仕様の警備車を備えた部隊によって原子力施設を24時間体制で警戒し、テロが起こった場合には、高度な制圧能力をもつ特殊部隊を投入できる体制が整えられています。そのほか、海上保安庁でもアメリカでの同時多発テロ以降、全国17カ所すべての原子力発電所を対象に巡視船を配備して警備が実施されています。日頃からの緊密な連携に加えて、テロ発生時に的確に対応できるよう、警察や海上保安庁、自衛隊などの関係機関では共同訓練も行われています。

原子力施設を狙うテロの防止とともに、核物質を使うテロの防止も国際的に重要な課題となっています。2016年4月1日に50カ国以上の首脳級が参加して開かれた「核セキュリティ・サミット」では、核物質がテロリストに渡らないよう国際社会が管理を強化するという共同宣言が採択され、テロリストに関する情報の共有を進めるなどの行動計画が示されました。

また、同年4月8日には、152カ国で結んでいる「核物質防護条約」を改正することが決まり、5月8日に発効しました。この改正によって締約国には、国内の核物質や原子力関連施設をテロリストなどから防護する対策をとることが義務づけられるほか、核物質を許可なく運ぶことが禁止されるようになりました。

2. 緊急時の体制の整備・強化

各原子力発電所では、ハード面の対策に加え、事故が起きた場合でも整備された対策が有効に機能するよう、事業者はマニュアルを整備し、定期的な教育・訓練の実施などを通じ、緊急時に確実な対応を行うためのソフト面の対策も行われています。

【主な訓練内容】

・緊急時通報・連絡訓練

情報共有しながら、国や自治体へ通報・連絡する訓練

・代替給水訓練

水源と建屋壁面の給水接続口までをホースでつなぎ、可搬型の送水ポンプ車と注水ポンプ車を使って原子炉の中に水を送り込むことを想定した訓練



総合訓練（緊急時対策所での対応）

写真提供：中部電力（株）

・代替給電訓練

交流電源を失った場合を想定し、常設の代替非常用発電機や非常用ディーゼル発電機、可搬型代替電源車を起動し、受電設備へ接続する訓練

・事故時操作訓練

事故時の状況を運転訓練シミュレータ室に再現し、限られた照明のもと、運転員が急速に進展する事故の事態に的確に対応する訓練

・放射性物質の放出抑制訓練

原子炉格納容器が破損した場合を想定し、原子力発電所の外部への放射性物質の放出を抑制するための訓練

・ガレキ撤去訓練

津波などにより発電所内にガレキが散乱したことを想定し、人や車の通路を確保するために重機でガレキを撤去する訓練



運転訓練シミュレータ

写真提供：四国電力（株）

ワンポイント情報 ◆能登半島地震を踏まえた安全性向上への自主的な取り組み◆

原子力エネルギー協議会（ATENA）および電気事業連合会では、令和6年能登半島地震を踏まえた安全性向上への取り組みについて、地震・津波、発電所設備および現場状況確認・情報発信の各分野において、専門家からなる体制（原子力事業者・メーカー・研究機関）を構築し、検討を行い、取りまとめを行っています。

◆地震・津波に係る検証

- 地震・津波分野については、能登半島地震に係る学会、各大学、国の研究機関の調査、研究結果の最新情報を幅広く収集し、従前の地震動・津波評価への影響を確認した結果、以下の通り、現時点では地震動・津波評価の見直しを要する喫緊の課題は確認されていません。
- なお、活断層の連動のメカニズム等については、今後も各種研究機関の分析・評価等の情報収集を継続し、今後、得られた知見については、各サイトの地域特性も考慮のうえ、必要に応じ地震動・津波評価への反映を検討していきます。

◆発電所設備の故障・不具合に係る検証

- 変圧器をはじめとした志賀原子力発電所における設備の故障、不具合事例について、さらなる安全性向上に資するための対策について検討を行いました。
- 今回ATENAを中心に取りまとめた対応方針に従い、ATENAは各社に対して対策の実施および実施計画の策定を要求しました。各社はそれぞれの設備や運用に応じて実施計画を策定し、その計画に基づき取り組みを進めています。

【安全対策の実施例】

志賀原子力発電所2号機の主変圧器は、配管損傷による絶縁油の漏えいによって内部の油面が低下し、絶縁破壊により内部損傷に至った。内部損傷が発生した場合、部品調達、補修に長期間を要し、外部電源の信頼性が低下した状態が長期化してしまうおそれがあることから、絶縁油漏えい時の変圧器停止手順を整備する。

◆現場状況確認や情報発信の検証

- 現場の状況把握から情報発信までの一連の流れを整理・分析することで、課題・良好事例を抽出し、適切な状況確認や情報発信のための対応方針を取りまとめました。
- その結果を踏まえ、電気事業連合会では、情報収集等に関する標準的なガイドを作成し、各社へ水平展開しています。
- また、情報発信について、各社はステークホルダーの要求を踏まえた情報発信を徹底・継続するとともに、電気事業連合会は第三者の立場から客観的な発信を行うなど、誤った情報拡散の抑制などに資する運用を検討しています。

原子力事業者としては、引き続き、耐震安全性評価等に反映すべき最新情報等が確認された場合には、得られた知見を原子力事業者で共有し、安全対策の検討に活用していくことで、さらなる安全性向上に努めてまいります。

また、新規制基準への的確な対応はもとより、ATENAのみならず、JANSIや電力中央研究所・原子力リスク研究センターなど、関係機関とも連携し、産業界一丸となって、より高い次元の安全性確保に向けた取り組みを進めてまいります。

詳細は

電気事業連合会
能登半島地震を踏まえた原子力発電所の
安全性向上の取り組みについて



原子力エネルギー協議会
（ATENA）能登半島地震を踏まえた
安全性向上への取り組みについて



自主的・継続的な安全性向上への取り組み

1. 原子力安全推進協会の設立

原子力発電所の安全性向上を目的に、2012年11月、「(一社)原子力安全推進協会(JANSI, Japan Nuclear Safety Institute)」が発足しました。

協会では、国内外の関係機関と密接に連携することによって、諸外国の情報などを収集し、技術評価において事業者の意向に影響されない独立性をもったしくみや体制を構築し、事業者に対して客観的な評価、提言・勧告を行います。重大事故(シビアアクシデント)のほか、事業者の安全性評価書の体系化やリスクマネジメント体制の構築などにも取り組まれています。

2. 原子力リスク研究センターの設立

日本の原子力産業界が継続的に原子力施設のリスクを評価し、管理していくことを支援するために、2014年10月、(一財)電力中央研究所内に「原子力リスク研究センター(NRRC, Nuclear Risk Research Center)」が設置されました。

原子力施設で発生するあらゆる事故を想定したうえで、その発生頻度や発生した場合の影響を定量的に解析して「リスク」を算出し、安全性を評価する「確率論的リスク評価(PRA, Probabilistic Risk Assessment)」という方法があります。NRRCでは、このPRAやリスク情報を活用した意思決定、リスクコミュニケーションの最新手法を開発し用いることで、高いレベルの原子力施設の安全性を実現する手法を事業者や産業界に提供しています。

3. 自主的な安全性向上に向けた取り組み

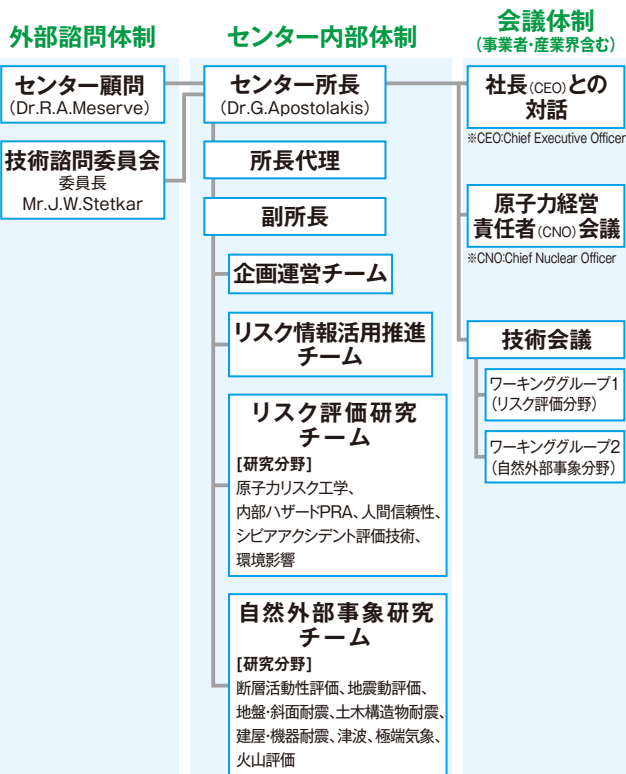
福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえ、原子力規制委員会が新規規制基準への適合性を確認した以降も事故のリスクはあるものとして、事業者が自主的・継続的な安全性向上に向けた取り組みを継続することは重要です。また、事業者のみならず原子力産業界全体が一丸となり、安全性向上に向け取り組んでいくこととしています。

これまでに事業者は、リスク情報を経営判断に反映されるしくみの導入や、PRA構築に向けた体制の整備、緊急時の対応の能力向上などの自主的な取り組みを続けています。

また、JANSIの客観的な評価、提言・勧告やNRRCの安全対策の知見など活用しながら、安全性向上対策が進められています。

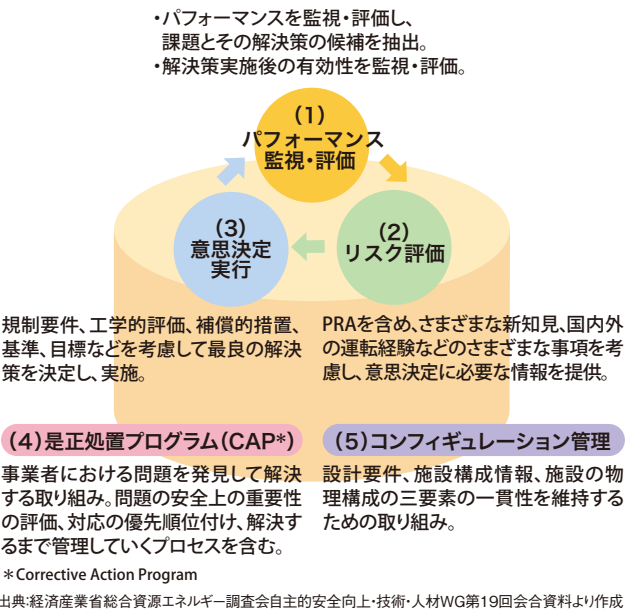
これらに加え、事業者はリスク情報を活用した意思決定(Risk-Informed Decision Making:RIDM)を発電所のマネジメントに導入することとし、その基本方針・アクションプランなどを取りまとめました。これを着実に遂行することで、規制の枠にとどまらない自律的な発電所の安全性向上の実現を目指すこととしています。

■原子力リスク研究センター組織体制図



出典:電力中央研究所原子力リスク研究センターウェブサイトより作成

■RIDMの導入により目指す姿



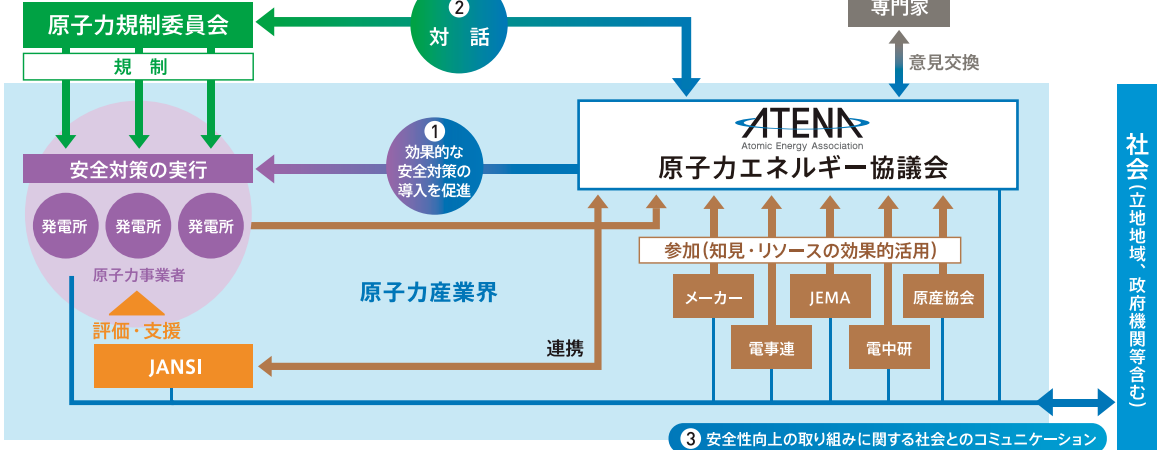
出典:経済産業省総合資源エネルギー調査会自主的安全性向上・技術・人材WG第19回会合資料より作成

4. 原子力エネルギー協議会の設立

原子力発電所などの安全性をより高い水準に引き上げることを目的に、事業者やメーカー、関係団体などによって、2018年7月1日、「原子力エネルギー協議会(ATENA, Atomic Energy Association)」が設立されました。

原子力産業界が、規制の枠に留まらない自律的かつ継続的な安全性向上の取り組みを行い、それらを定着させていくために、原子力産業界全体の知見やリソースを効果的に活用した安全対策を立案し、原子力事業者の現場への導入を促す活動を着実に進めています。

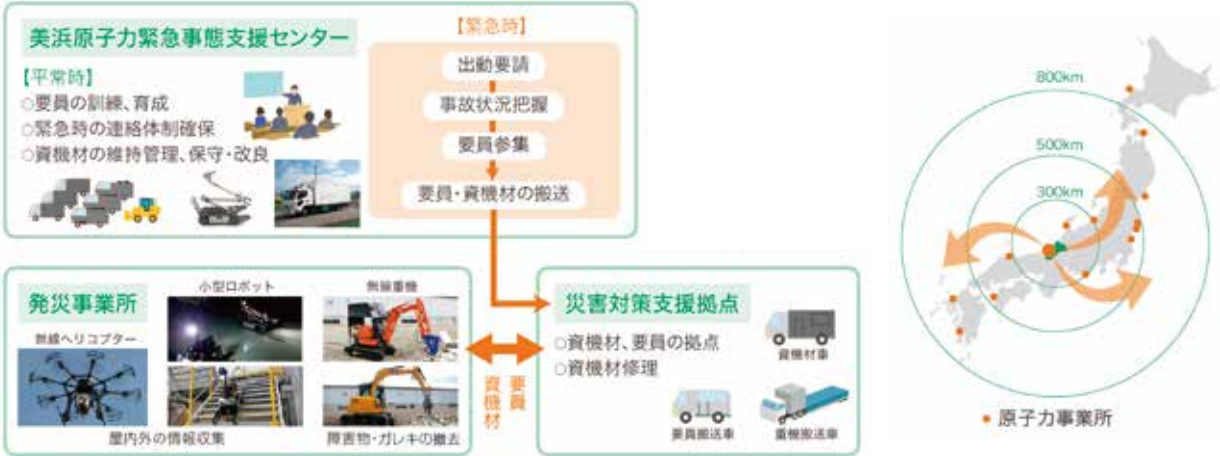
■原子力エネルギー協議会の役割



(JANSI=(一社)原子力安全推進協会、電事連=電気事業連合会、JEMA=日本電機工業会、電中研=電力中央研究所、原産協会=日本原子力産業協会)
①原子力産業界全体で共通課題の解決に取り組む、原子力事業者にも効果的な安全対策の導入を促す
②安全性向上という共通の目的の下、規制当局と対話する
③さまざまなステークホルダーと安全性向上の取り組みに関するコミュニケーションを行う

出典:原子力エネルギー協議会HPより作成

■美浜原子力緊急事態支援センターの活動



出典:日本原子力発電(株)HPより作成

ワンポイント情報

◆リスクとハザード◆

「リスク」と「ハザード」はともに日本語訳では「危険」と訳しますが、この二つの言葉には大きな違いがあります。「ハザード」は損害をもたらす原因となるもので、「リスク」は実際にそれが起こって現実の危険となる可能性を意味します。リスクは「ハザードの発生確率」と「損害の規模」で表され、原子力発電所では、ハザードの発生確率と損害の規模を下げるための安全性向上対策を行っています。その対策によって、原子力災害に対するリスクを低減させる取り組みを進めています。さらに、事業者はハザードの発生確率と損害の規模を定量的に解析してリスクを算出し、安全性を評価する「確率論的リスク(あるいは安全)評価(PRA)」を用いて自主的な安全対策を進めています。

◆3章(原子力施設の規制と安全性向上対策)のポイント◆

福島第一原子力発電所(1F)の事故を受けて、新規規制基準が策定されました。従来の規制基準は、設計基準、すなわち、シビアアクシデントを防止するための基準でした。新規規制基準では、シビアアクシデント対策やテロ対策が基準として新たに設けられました。具体的には、放射性物質の拡散抑制対策、格納容器破損防止対策、炉心損傷防止対策、意図的な航空機衝突への対応といったものです。また、設計基準も強化され、内部溢水に対する考慮も新設されました。耐震・耐津波性能の強化も図られました。

このような新規規制基準に対応すべく、各電力事業者は原子力発電所の安全対策を講じています。ここでは、1F事故の教訓がいかされています。地震・津波等の想定が甘かったことを反省し、それぞれ想定が引き上げられました。全電源が喪失したことを受けて、非常用電源の強化が図られました。原子炉への注水機能が喪失したことを受けて、冷却機能の多様化が図られました。水素爆発やそれにもともなう放射性物質の拡散が発生したことを受けて、水素を除去する機能や放射性物質の大気中への放出を抑制する機能が追加されました。これらの手厚い安全対策・強化が図られた既設炉のうちいくつか(2025年1月時点で14基)が、再稼働を果たしました。

原子力産業界は、新規規制基準を遵守することに留まることなく、自主的・継続的な安全性向上に向けた取り組みを進めています。原子力産業界全体で共通的な技術課題を抽出・対策立案・実行を牽引する原子力エネルギー協議会(ATENA: Atomic Energy Association)、自主規制機関として独立した観点から事業者を牽引する(一社)原子力安全推進協会(JANSI: Japan Nuclear Safety Institute)、原子力施設のリスク評価やリスクに基づく管理を支援する原子力リスク研究センター(NRRC: Nuclear Risk Research Center)といった機関において、不断の安全性向上に取り組んでいます。

◆◆◆◆◆ 監修者からのメッセージ ◆◆◆◆◆

福島第一原子力発電所の事故を受けて、日本の原子力規制は大きく変わりました。世界一厳しいといわれている安全基準を遵守するために、電気事業者は既設炉の安全性向上に取り組んでいます。こうした対策が講じられた原子炉のいくつかは、再稼働に至っています。本章では、原子力発電所の規制について基本的な情報を提供したうえで、新規規制基準を踏まえたさまざまな安全性向上の取り組みを概説します。地震や津波といった自然現象への対策に、特に多くの紙面を割いています。原子力業界が一丸となって進めている自主的な安全性向上に向けた取り組みも紹介しています。原子力に携わる方々はもちろん、そうでない方々にもぜひ本章をご一読いただきたいです。これほどまでに安全性向上に力を入れているのだということをご認識いただくことで、皆様の安心・信頼につながることを期待しています。



■黒崎 健(京都大学 複合原子力科学研究所 所長・教授)

◆4章(原子力発電所の廃炉に向けた取り組み)のポイント◆

福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置においては、燃料デブリの試験的取り出しが行われました。2024年11月、2号機から約0.7グラムの燃料デブリが取り出されました。取り出された燃料デブリは茨城県の研究施設に輸送され、そこでさまざまな分析に供されます。1Fの廃炉に向けた、歴史的な一歩だといえます。ただし、1Fにはトータルで880トンの燃料デブリがあるとされています。今後、燃料デブリの取り出し規模をいかにして拡大していくかが、重要な課題となります。ALPS処理水の海洋放出に際して、2024年11月時点で大きな問題は発生していません。さまざまなところでモニタリングが続けられていますが、異常値が出たという報告はありません。1Fの状況を国民の皆様把握してもらうことが重要です。そのためには、情報公開に努め、科学的根拠に基づいた合理的でわかりやすい説明を続けていく必要があります。

通常炉の廃止措置に関しては、発生する廃棄物の分類が重要となります。廃棄物は、大きく、①放射性廃棄物でない廃棄物(NR: Non-Radioactive Waste)、②放射性廃棄物として扱う必要のない廃棄物、③低レベル放射性廃棄物の三つに分類できます。物量の大部分が①で全体の約93%、ついで②で約5%、③は約2%となります。放射性廃棄物をできるだけ少なくするためには、②の取り扱いが重要となります。廃棄物のうち、放射性物質の放射能レベルが低く人体の健康への影響がほとんどないものは、国の認可と確認を経たうえで②となります。これをクリアランス制度と呼びます。②のクリアランス対象物は、リサイクルまたは産業廃棄物として処分することができます。例えば、中部電力(株)浜岡原子力発電所の廃止措置を通じて発生した金属廃材の一部(②に相当するもの)は、側溝用の蓋(グレーチング)に加工され、浜岡原子力発電所の敷地内で再利用されています。

◆◆◆◆◆ 監修者からのメッセージ ◆◆◆◆◆

本章では、福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置と、事故炉ではない通常炉の廃止措置の二つについて、取り組み状況が概説されています。前者については、東日本大震災時に起こった1F事故の進展と、燃料デブリの取り出しや汚染水対策・処理水の取り扱いといった1Fの廃止措置特有の課題に多くの紙面が割かれています。後者については、廃止措置のプロセスから廃止措置に際して発生する廃棄物の取り扱いについて、幅広く概説されています。原子力発電は、建設の決定から運転開始、その後長期間にわたっての運転、さらにその後の廃止措置と、総事業期間がゆうに100年を超える超長期の事業となります。また、1Fの廃止措置も将来にわたって長期に取り組まなければなりません。原子力特有の課題としての廃炉や廃止措置の実情をご理解いただけると幸いです。



■黒崎 健(京都大学 複合原子力科学研究所 所長・教授)