

高経年化した発電用原子炉の安全規制の概要

2024年3月13日 原子力規制庁

鹿児島県原子力安全・避難計画等防災専門委員会
説明資料



1. 高経年化した発電用原子炉の安全規制の改正経緯

2. 劣化の管理

- 事業者による日常的な点検・補修等と規制委員会による監視
- 高経年化に係る主要な6つの経年劣化事象

3. 高経年化した発電用原子炉の安全規制に係る法改正

4. 新制度の内容

- 長期施設管理計画の記載事項と認可の基準
- 劣化状況把握のための点検
- 劣化の予測と評価
- 新制度に向けた手続き

参考資料



1. 高経年化した発電用原子炉の安全規制の改正経緯

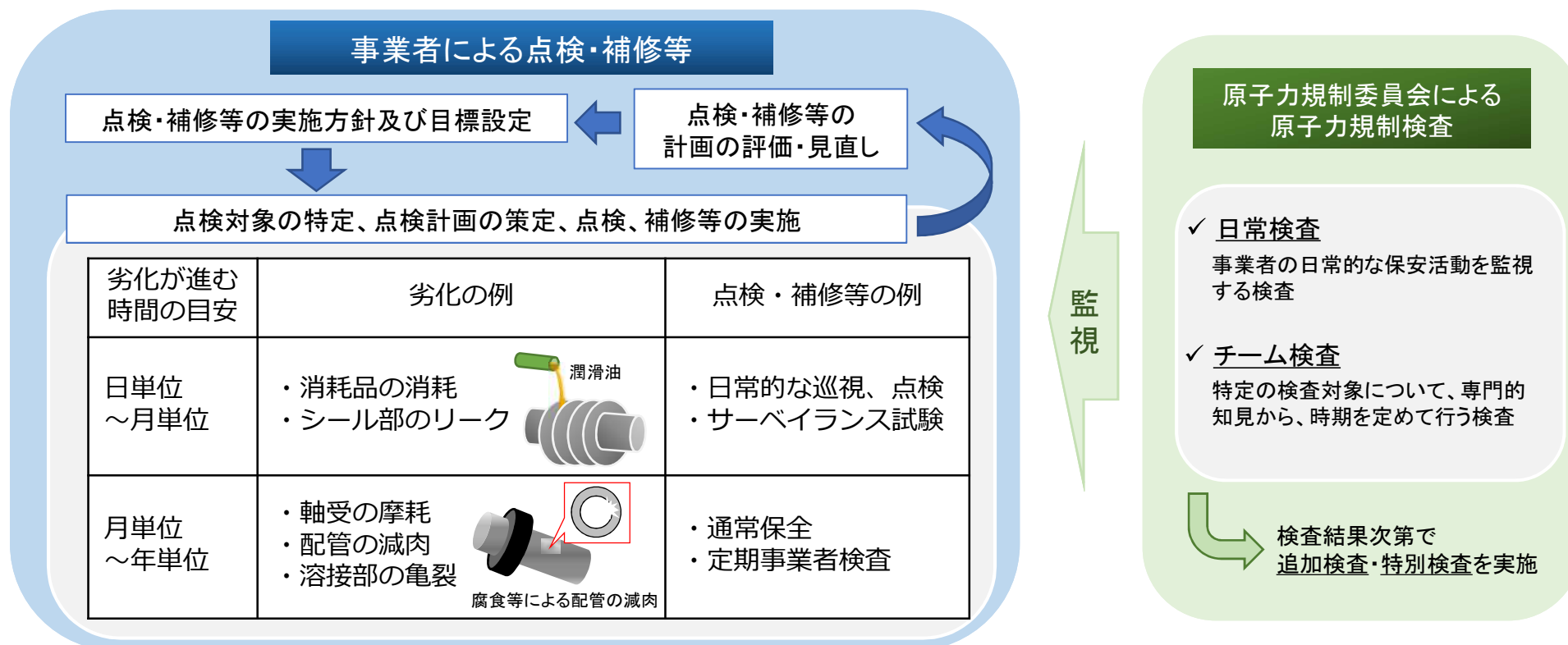
- 発電用原子炉の運転期間を原子力利用の在り方の観点から見直し、運転開始から現行法上の上限である60年を超えての運転も認めうる法改正が、令和5年5月31日に国会において成立し、同年6月7日に公布された。
- 原子力規制委員会は、運転期間がどのようなものになろうとも、運転開始から長期間経過した発電用原子炉の安全規制を適切に実施できる仕組みを設けることが必要と考え、そのための制度を検討し、法改正をあわせて国会に提出し、こちらも同じ日に成立し、公布された。
- また、新制度の詳細な技術的内容を検討するため、高経年化した発電用原子炉の安全規制に関する検討チームを設置し、計7回の会合での議論を行った。
- この議論を踏まえて、関係政令や関係規則、審査基準等について、意見募集を行い(令和5年7月6日～8月4日までの30日間)、令和5年8月30日の原子力規制委員会で決定した。
- 関係政令については、令和5年9月12日に閣議決定された。また、関係規則は同年9月28日に公布された。これらは、同年10月1日から一部施行され、事業者は、令和7年6月6日の改正法の本格施行前に、長期施設管理計画認可に向けた申請が可能となった。



2. 劣化の管理

—事業者による日常的な点検・補修等と規制委員会による監視—

- 原子炉施設における時間の経過に伴う劣化には、消耗品の消耗、部品の摩耗、設備の経年劣化などがあり、劣化の進展するスピードは場所や条件ごとに異なるため、それぞれのスピードに応じた適切なタイミング(日単位、月単位、年単位)での確認が必要になる。
- そのため事業者は、法令に基づき、以下により規制基準に適合した状態を維持させている。
 - ① 日常的な巡視・点検を行わせる、
 - ② 13か月に1回の検査(定期事業者検査)を義務付ける、
- 原子力規制委員会は、これらの事業者の活動が適切かを原子力規制検査で監視している。





2. 劣化の管理

—高経年化に係る主要な6つの経年劣化事象—

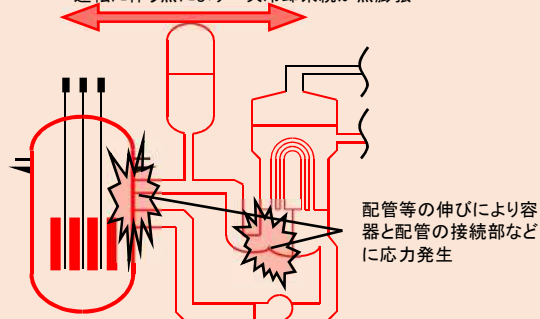
- 高経年化した原子炉施設は、日常的な点検・補修等に加えて、追加的な対応が必要な課題がある。
- 高経年化により起こる物理的な経年劣化事象の主なものは、下図の6つ事象がある。いずれも短時間で劣化が進むことはなく、数十年を経過した後に初めて問題となる性質のものである。
- これらの事象は、原子炉の運転に伴う放射線照射、大きな温度・圧力変化等により進展するものと、運転停止中でも進展するものに大別されるため、その違いを考慮して劣化の進展評価を行う必要がある。

運転に伴い劣化が進展するもの

① 低サイクル疲労

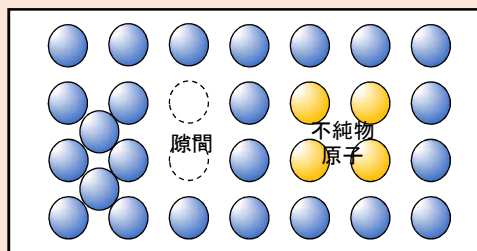
温度・圧力の変化によって、大きな繰り返し応力がかかる部位に割れが発生する事象。

運転に伴う熱により一次冷却系統が熱膨張



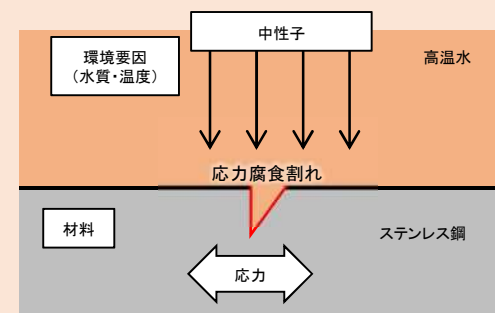
② 原子炉容器の中性子照射脆化

長期間にわたり原子炉容器に中性子が照射されることにより、金属の粘り強さ(靱性)が徐々に低下(脆化)する事象。



③ 照射誘起型応力腐食割れ

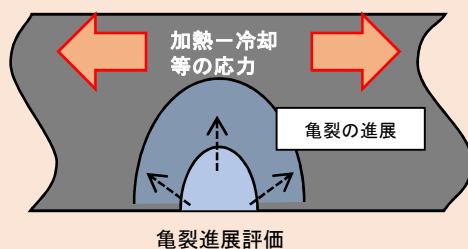
中性子の照射により、応力腐食割れの感受性が高くなり、ひび割れが発生する事象。



停止中でも進展するもの

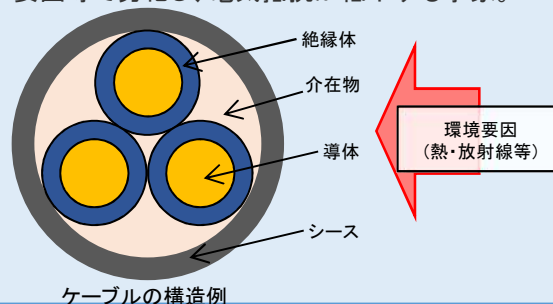
④ 2相ステンレス鋼の熱時効

ステンレス鋼が高温での長期使用に伴い、靱性の低下を起こす事象。



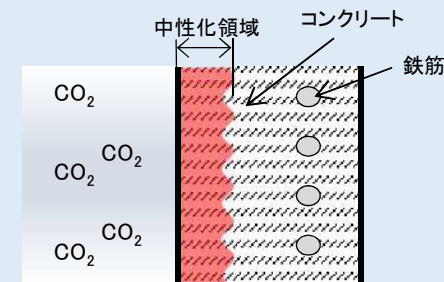
⑤ 電気・計装設備の絶縁低下

電気・計装設備に使用されている絶縁物が環境要因等で劣化し、電気抵抗が低下する事象。



⑥ コンクリート構造物の強度低下

コンクリートの強度が、熱、放射線照射、中性化等により低下する事象。

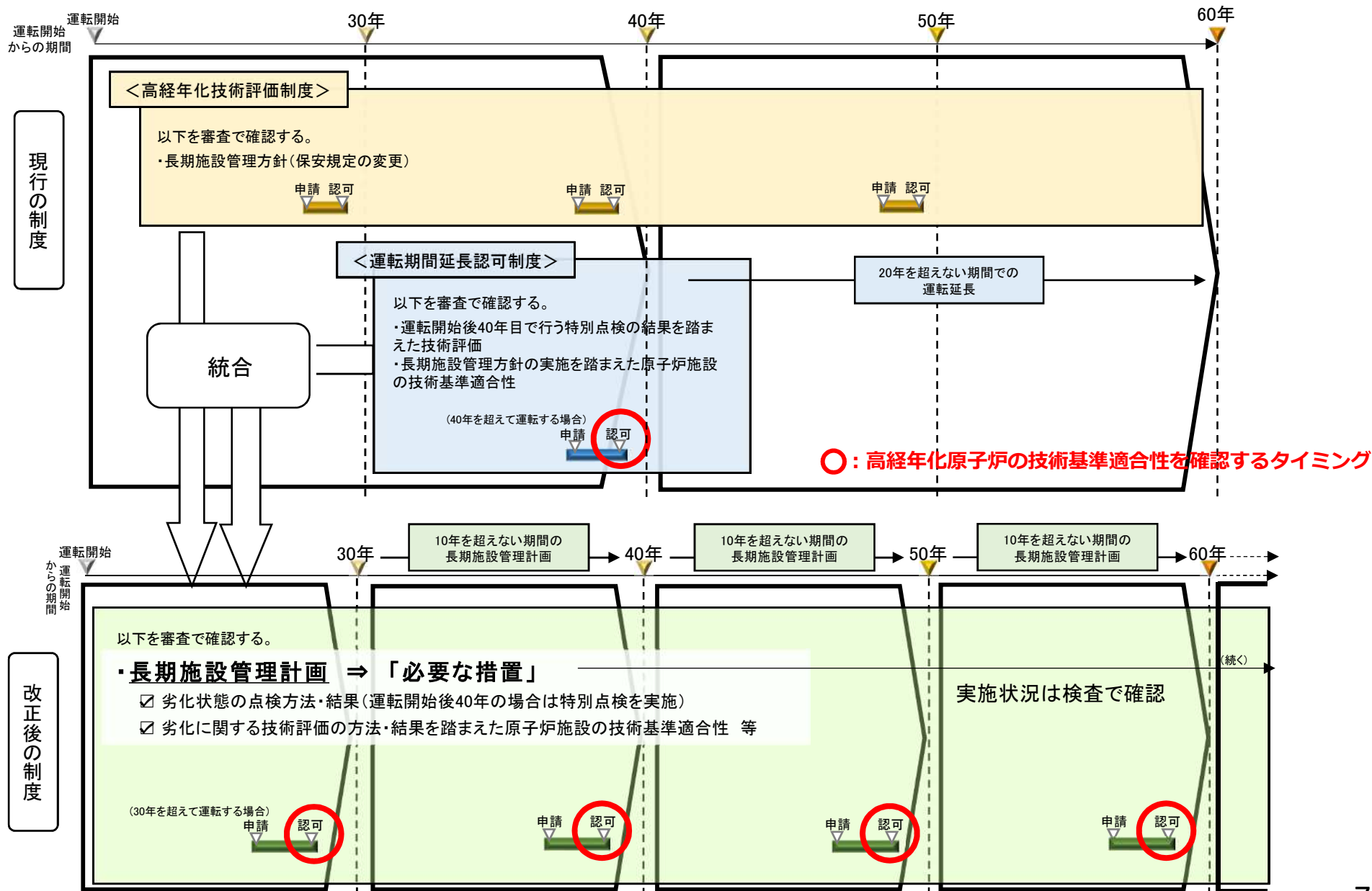


3. 高経年化した発電用原子炉の安全規制に係る法改正(1/2)



- 現行の安全規制は、①運転期間の延長認可制度、②高経年化技術評価制度、の2つから構成されている。
- 運転期間の延長認可制度は、運転開始40年の時点で、事業者が劣化の進展予測をもとに20年を超えない先まで基準適合を維持できるかを技術的に評価し、原子力規制委員会が事業者のその評価結果を審査するもの。認可されなければ、40年を超えての運転はできない。
- 高経年化技術評価制度は、運転開始30年から10年ごとに、事業者が劣化の進展を予測し、劣化を管理するための長期的な施設の管理方針を事業者が定める制度。
- 新しい仕組みは、この2つを組み合わせる形で統合し、運転開始30年から10年を超えない期間ごとに、事業者が将来の劣化を予測するとともに劣化を管理するための計画を定め、原子力規制委員会の認可が得られなければならないこととした。
- この制度改正により、規制基準への適合性を確認する頻度が10年に1回に増すとともに、10年ごとに定める計画の内容や審査も従来より詳細なものになるという形で、規制が強化されたものになっている。

3. 高経年化した発電用原子炉の安全規制に係る法改正(2/2)





4. 新制度の内容

—長期施設管理計画の記載事項と認可の基準—

- 新制度では、運転開始30年から10年を超えない期間ごとに、事業者が「長期施設管理計画」を策定し、原子力規制委員会の認可を受ける必要がある。
- 長期施設管理計画には、主に、以下の内容が記載される。(新実用炉規則第113条第1項)
 - 長期施設管理計画の期間
 - 劣化評価の方法及びその結果に関する次に掲げる事項
 - 通常点検及び劣化点検の方法及びその結果
 - 特別点検の方法及びその結果
 - 経年劣化に関する技術的な評価に関する事項(評価期間、評価対象機器等、評価方法及び評価結果)
 - 発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置(中性子の照射による脆化の影響を確認するため、中性子照射量に応じ、監視試験片を用いて長期施設管理計画の期間中に実施する必要がある監視試験に関する措置を含む。)
 - 技術の旧式化(科学技術の進展に伴い、その技術が旧式となり一般に利用されなくなることをいう。)その他の事由により、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置
 - 劣化に関する点検及び評価並びに劣化を管理するために必要な措置、安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置に関する基本的な方針及び目標
 - 劣化に関する点検及び評価並びに劣化を管理するために必要な措置、安全性を確保するために必要な物品又は役務の調達に著しい支障が生じることを予防するための措置に関する品質マネジメントシステム



4. 新制度の内容 —長期施設管理計画の記載事項と認可の基準—

➤ 長期施設管理計画の記載内容

長期施設管理計画
✓ 長期施設管理計画の期間 ・計画の始期、終期
✓ 劣化評価の方法及びその結果※ ・劣化状況把握のための点検 ・劣化評価の方法 ・劣化評価の結果
✓ 劣化を管理するために必要な措置※ ・追加保全策 ・劣化管理プログラム
✓ 技術の旧式化等を予防するための措置
✓ 劣化管理に関する方針及び目標
✓ 劣化管理に係る品質マネジメントシステム

※従前の高経年化技術評価書等と同様の記載事項

添付資料
✓ 運転開始日を証する書類
✓ 劣化評価の方法及びその結果に関する説明書
✓ 劣化を管理するために必要な措置に関する説明書
✓ 技術の旧式化等を予防するための措置に関する説明書
✓ 劣化管理に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

➤ 長期施設管理計画の認可の基準は、次のとおり。（原子炉等規制法第43条の3の32第6項）

- ・ 劣化評価の方法が、発電用原子炉施設の劣化の状況を適確に評価するための基準として原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。
- ・ 長期施設管理計画の期間における発電用原子炉施設の劣化を管理するために必要な措置が、核燃料物質若しくは核燃料物質によつて汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものであること。
- ・ 発電用原子炉施設が、長期施設管理計画の期間における運転に伴い生ずる当該発電用原子炉施設の劣化の状況を踏まえ、当該期間において安全性を確保するための基準として原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。



4. 新制度の内容 —劣化状況把握のための点検—

- 現行の運転期間延長認可制度で行っている運転開始から40年の時点での詳細な「特別点検」は、新制度でも踏襲する。
- また、60年以降に長期施設管理計画を策定する際には、「追加点検」を行うことになる。追加点検の項目は特別点検と同じであるが、点検の具体的な手法は特別点検とは異なる方法も認められる。また、運転の履歴などを踏まえて、プラントごとの特徴に応じた、追加的な項目の点検の実施も求められる。

特別点検の点検項目

加圧水型軽水炉(PWR)		
対象設備	対象の部位	点検方法/点検項目
原子炉容器	・母材及び溶接部(炉心領域100%)	・超音波探傷検査(UT)による欠陥の有無の確認
	・一次冷却材ノズルコーナー部(最も疲労損傷係数が高い部位)	・表面検査又は渦流探傷試験による欠陥の有無の確認
	・炉内計装筒(BMI)(全数)等	・目視試験(MVT-1)による炉内側からの溶接部の欠陥の有無の確認及びBMI内表面の表面検査又は渦流探傷試験による欠陥の有無の確認
原子炉格納容器	・原子炉格納容器鋼板(接近できる全検査可能範囲) ・プレストレスコンクリート製原子炉格納容器	・目視による塗膜状態の確認 ・コアサンプリングによる強度、遮へい能力、中性子化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応の確認
コンクリート構造物	・原子炉設備の安全性を確保するための機能を有するコンクリート構造物(一次遮へい壁 等)	・コアサンプリングによる強度、遮へい能力、中性子化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応の確認
沸騰水型軽水炉(BWR)		
対象設備	対象の部位	点検方法/点検項目
原子炉容器	・母材及び溶接部(炉心領域、接近できる全検査可能範囲)	・超音波探傷検査(UT)による欠陥の有無の確認
	・給水ノズルコーナー部(最も疲労損傷係数が高い部位)	・表面検査又は渦流探傷試験による欠陥の有無の確認
	・制御棒駆動機構(CRD)スタブチューブ、炉内計装設備(ICM)ハウジング(全数)等	・目視試験(MVT-1)による炉内側からの溶接部の欠陥の有無の確認及びハウジング内表面の表面検査又は渦流探傷試験による欠陥の有無の確認
	・基礎ボルト(全数)	・超音波探傷検査(UT)によるボルト内部の欠陥の有無の確認
原子炉格納容器	・原子炉格納容器鋼板(接近できる全検査可能範囲) ・鉄筋コンクリート製原子炉格納容器	・目視による塗膜状態の確認 ・コアサンプリングによる強度、遮へい能力、中性子化及びアルカリ骨材反応の確認
コンクリート構造物	・原子炉設備の安全性を確保するための機能を有するコンクリート構造物(原子炉圧力容器ペDESTAL又はこれに準ずる部位 等)	・コアサンプリングによる強度、遮へい能力、中性子化、塩分浸透及びアルカリ骨材反応の確認



4. 新制度の内容 —新制度に向けた手続き—

- 「運転期間延長認可制度」及び「高経年化技術評価制度(保安規定変更認可)」は、令和7年6月6日に本格施行される脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律(GX脱炭素電源法)により、新制度に移行する。
- 令和7年6月6日以降引き続き運転をしようとする場合は、改正法の本格施行までの経過措置期間中に、新制度での認可を受ける必要がある。
- 事業者は、経過措置期間中に、新制度である長期施設管理計画への移行の申請を行うと予想され、申請に対し、原子力規制委員会は厳正に審査を行っていく。



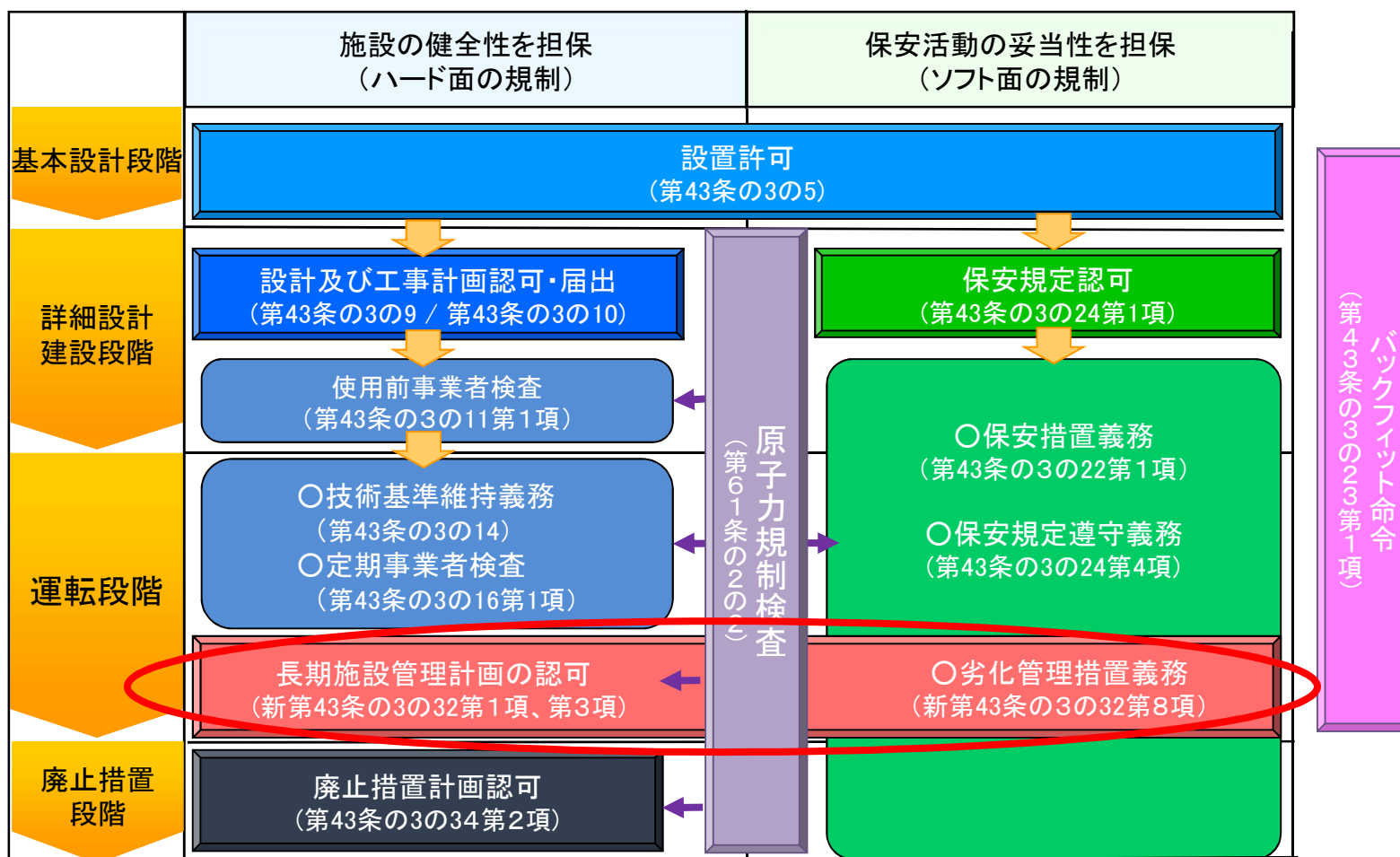


参 考 资 料



原子炉等規制法の枠組み

- 設備・機器などのハード面の性能や設備保全の方法や体制などのソフト面の取組について、規制基準が守られているか、原子力規制委員会は様々な段階で確認する。
- 具体的には、運転開始前の基本設計段階と詳細設計段階でそれぞれ規制基準への適合を確認(審査)するとともに、運転期間中も常時、規制基準への適合を義務付け、原子力規制検査を通じて監視している。





様々な段階での規制基準への適合性の確認

様々な段階での規制基準への適合性の確認

原子炉施設の審査

(第43条の3の5/第43条の3の9 等)

原子炉施設の設置許可に係る申請や、設計及び工事の計画の申請、保安規定の申請について、安全性に問題がないかを審査



原子炉施設の検査

(第61条の2の2 等)

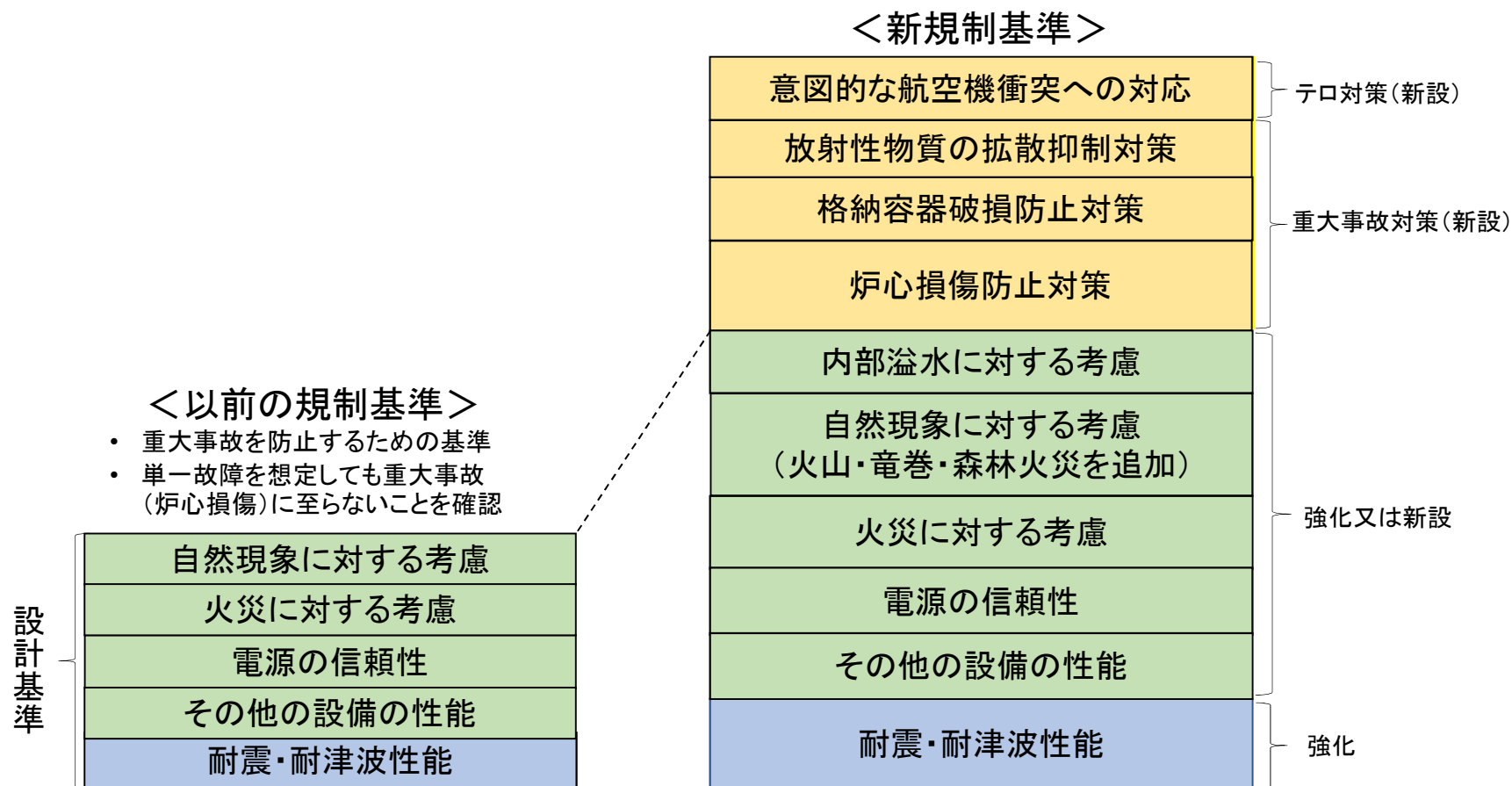
原子炉を運転する前に行われる使用前事業者検査や、保安規定の遵守状況等、事業者のあらゆる保安活動について、原子力規制検査を通じて監視



新規制基準



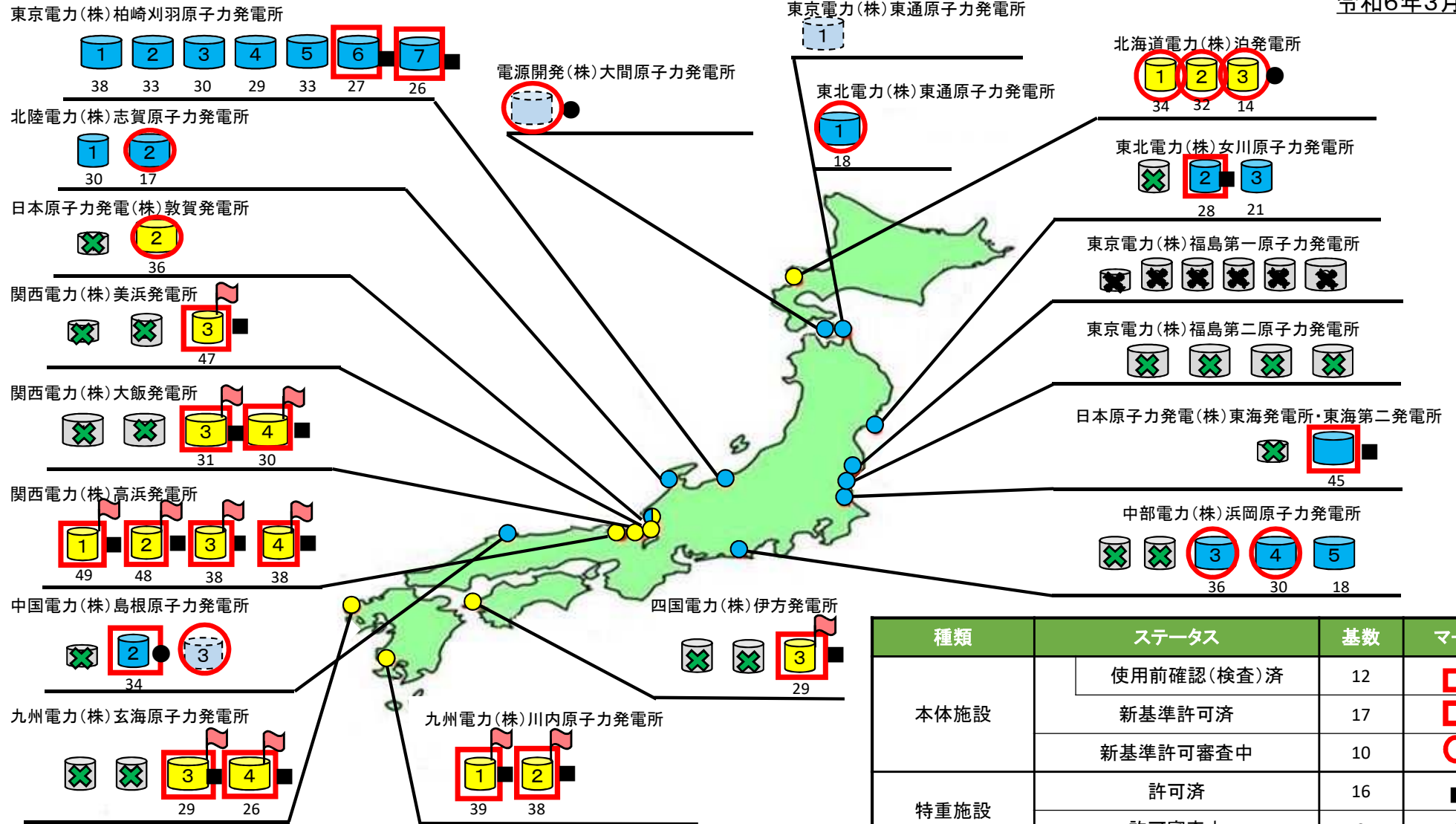
- 東京電力福島第一原子力発電所の事故における教訓や国内外からの知見を踏まえて、平成25年7月に新規制基準を策定した。
- 地震や津波への対策を強化し、火山噴火や竜巻等の自然現象に対する考慮や内部溢水に対する考慮を新たに追加するとともに、重大事故が発生した後の対策（重大事故対策）を新たに義務づけるなど、従前の規制基準と比べて大幅な強化を行った。



新規制基準適合性審査等の状況



令和6年3月時点



○凡例

○出力規模

○原子炉の種類

設備番号
 30
 30

50万kW未満 100万kW未満 100万kW以上

沸騰水型原子炉(BWR) 17基
 加圧水型原子炉(PWR) 16基
 建設中の原子炉 3基

種類	ステータス	基数	マーク
本体施設	使用前確認(検査)済	12	□
	新基準許可済	17	□
	新基準許可審査中	10	○
特重施設	許可済	16	■
	許可審査中	3	●
廃止措置	認可済	18	☒
	審査中	0	☒
特定原子力施設	実施計画等に基づき廃炉作業中	6	☒

プラントごとの運転年数



令和6年3月13日時点

プラント	年数
高浜(1号)	49
高浜(2号)	48
美浜(3号)	47
東海第二	45
川内(1号)	39
高浜(3号)	39
高浜(4号)	38
柏崎刈羽(1号)	38
川内(2号)	38
敦賀(2号)	37
浜岡(3号)	36
島根(2号)	35
泊(1号)	34
柏崎刈羽(5号)	33
柏崎刈羽(2号)	33
泊(2号)	32
大飯(3号)	32
大飯(4号)	31

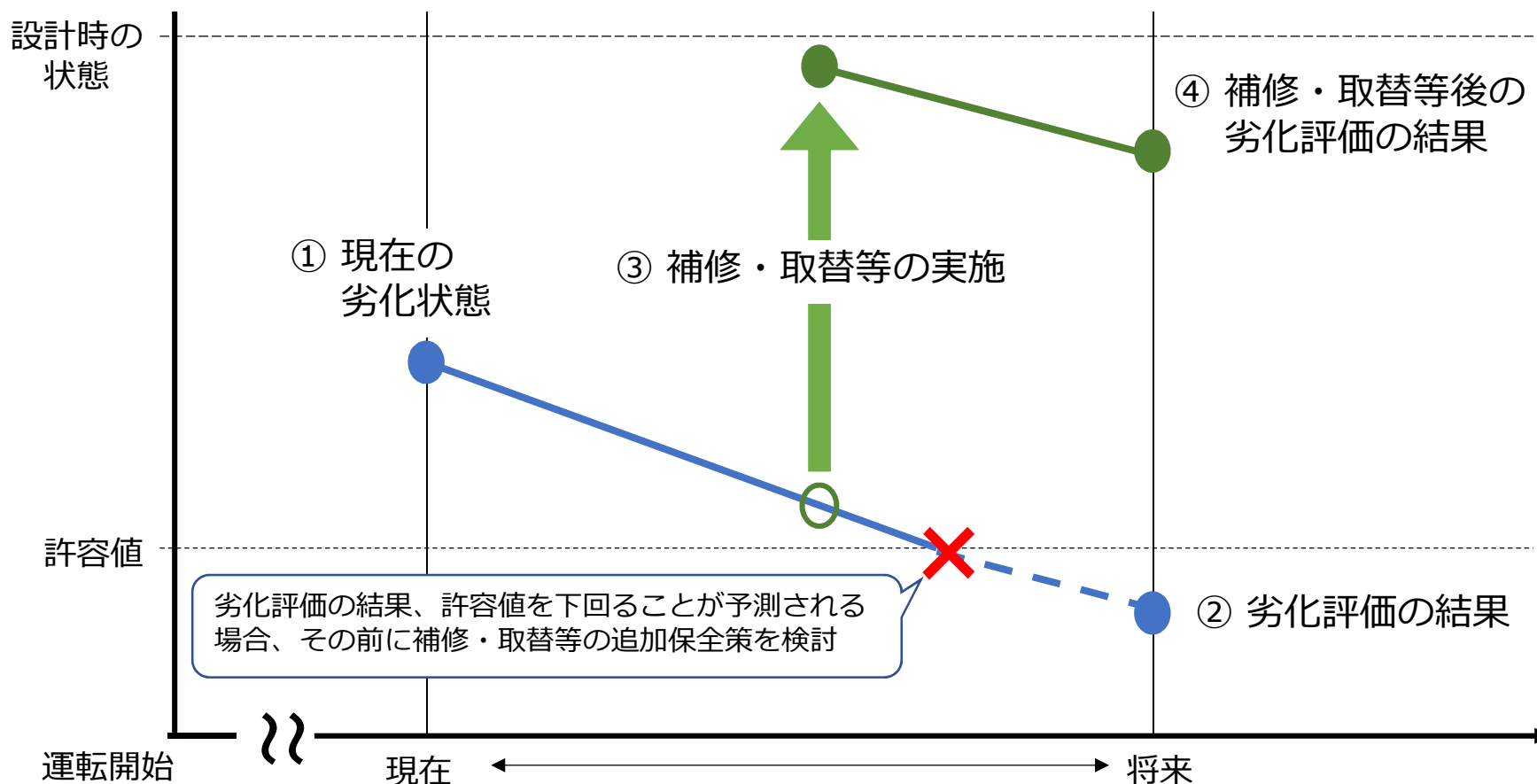
プラント	年数
志賀(1号)	30
柏崎刈羽(3号)	30
浜岡(4号)	30
玄海(3号)	29
柏崎刈羽(4号)	29
伊方(3号)	29
女川(2号)	28
柏崎刈羽(6号)	27
柏崎刈羽(7号)	26
玄海(4号)	26
女川(3号)	22
浜岡(5号)	19
東通(1号)	18
志賀(2号)	17
泊(3号)	14

表の色	使用前確認済
	それ以外



経年劣化予測の評価イメージ

- 事業者は予測式を用いて、将来どのように劣化が進むかを予測し、劣化が許容される基準と比較して評価を行う。この予測式と基準は、過去の劣化のデータをもとに、安全側に余裕を持つ形で定められている。また、劣化のデータは今後も収集が続けられ、必要に応じて見直しが行われていく。
- 原子力規制委員会としては、そのような事業者の評価が適確なものであるか、根拠となるデータが十分なものであるかも含めて、厳格に審査を行っていく。





原子炉等規制法の改正の経緯

年月日	経緯
2022年 8月24日	第2回GX実行会議 ➤ 総理から運転期間の延長等を含め年末までに具体論を検討するよう指示
10月5日	資源エネルギー庁から「原子力政策に関する今後の検討事項」について説明を受け、原子力規制委員会で委員間討議を実施。
11月2日	原子力規制委員会において、高経年化した発電用原子炉に関する安全規制の検討を開始
2023年 2月22日	高経年化した発電用原子炉の安全規制に関する検討チーム(検討チーム)において、新制度の詳細について検討を開始 ➤ 計7回検討チーム会合を開催
2月28日	高経年化した発電用原子炉に関する安全規制に係る改正原子炉等規制法を含むGX脱炭素電源法案を閣議決定
5月31日	GX脱炭素電源法が国会において成立(6月7日公布)
9月12日	GX脱炭素電源法の施行期日を定める政令等を閣議決定 ➤ 一部施行の日を2023年10月1日、本格施行の日を2025年6月6日とすることを決定
10月1日	GX脱炭素電源法の一部施行(準備行為の開始) ➤ 本格施行までの経過措置期間中の長期施設管理計画の認可申請が可能