

# 原子力安全・保安院の安全規制体制 及び高経年化対策について

平成21年10月

原子力安全・保安院 原子力安全広報課長

原 昭吾

---

# 本日のご説明事項

- **原子力発電所の安全規制体制**
  - 原子力安全・保安院の体制の強化
  - 平成14年の不正問題に対する対応  
(福島第一及び第二原子力発電所)
  
- **高経年化対策**
  - 国の検査・審査の強化について
  - 高経年化対策について
  - 高経年化技術評価及び保全計画  
(福島第一及び第二原子力発電所)

## 原子力安全・保安院の組織

- 原子力安全・保安院は、平成13年1月、中央省庁再編により原子力の安全規制の在り方が抜本的に見直されたことに伴い、原子力の安全確保を使命とする組織として設立。
- 約380名の職員が原子力安全分野に従事(平成21年10月)。

院長

次長

審議官(核燃料サイクル、実用発電用原子炉、原子力安全基盤、核物質防護をそれぞれ担当)  
及び首席統括安全審査官

企画調整課(国際室・業務管理官室)

原子力安全広報課

原子力安全技術基盤課

原子力安全特別調査課

原子力発電安全審査課  
(耐震安全審査室)

原子力発電検査課  
(高経年化対策室、  
新型炉規制室)

核燃料サイクル  
規制課

核燃料管理  
規制課

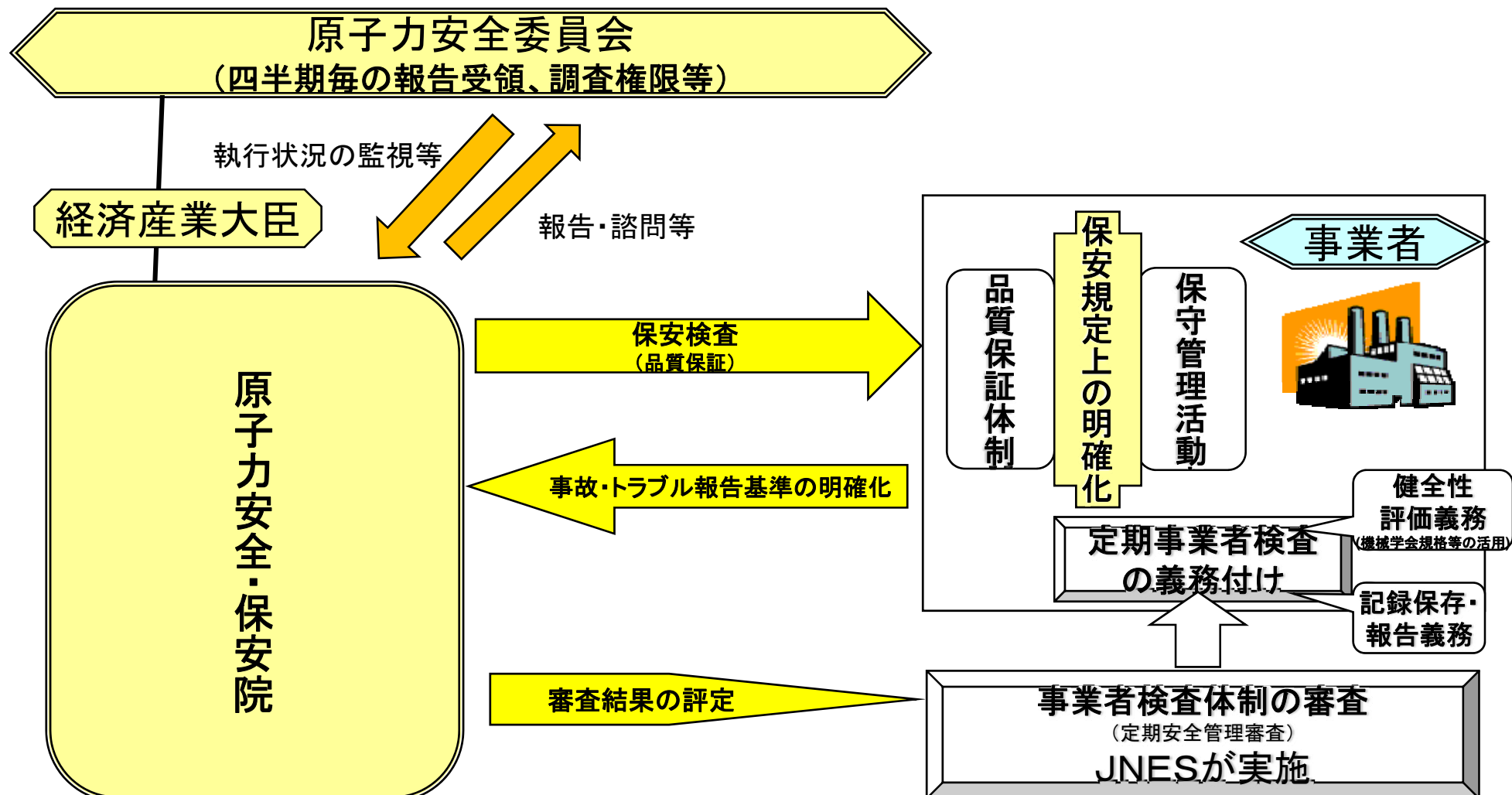
放射性廃棄物  
規制課  
(総合廃止措置  
対策室、  
クリアランス対策室)

原子力保安検査官事務所  
(21カ所)

原子力防災課(原子力事故故障対策室、火災対策室、核物質防護対策室)

## 検査等の実施体制

- 実用発電用原子炉に係る安全規制は原子力安全・保安院、原子力安全委員会、独立行政法人原子力安全基盤機構(「JNES」)が連携して実施。



## 原子力安全・保安院の組織目標

- 原子力安全・保安院は、安全規制機関としての役割を果たすため、毎年度、組織としての目標・業務の実施計画を策定。(平成21年度は「原子力安全・保安院の使命と行動計画」として策定、公表。)

### ◆原子力安全・保安院の組織目標

## 国民の安全の確保と環境の保全

### ◆原子力安全・保安院の行動規範

#### 強い使命感

- 常に国民の安全を第一に考え、緊張感をもって任務を行う。
- 緊急時には安全確保のため積極果敢に行動する。
- 業務運営を不断に見直し、活動を質的に向上させる。

#### 科学的・合理的な判断

- 安全確保を目標とする専門機関として、現場を正確に把握する。
- 十分な情報・データをもとに科学的知見に基づいた合理的な判断を行う。

## 4つの行動規範に基づき行動する

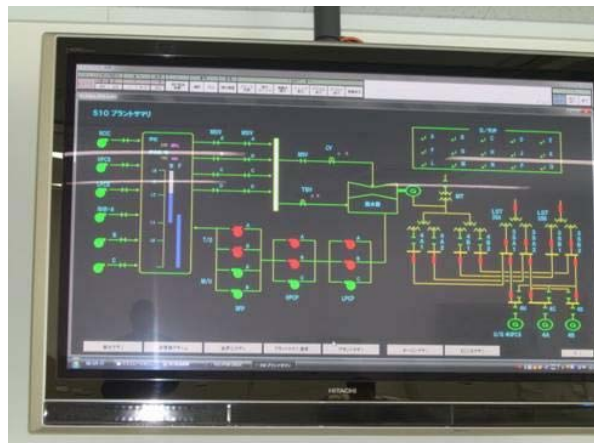
#### 業務執行の透明性

- 何ごとにも秘密にすることなく、日々の業務執行状況について情報公開に取り組む。
- 原子力安全・保安院が何を考え、どのように行動したのか、すなわち「自分自身を説明する」責任を果たす。

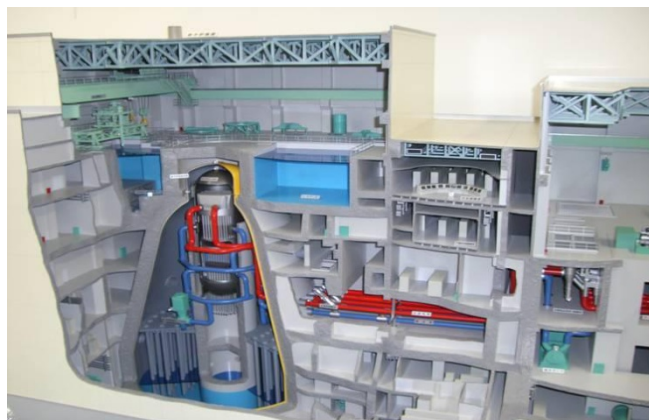
#### 中立性・公正性

- 安全規制機関として常に公正・中立な判断を行う。
- 産業界の利益追求をおもんばかって判断を左右しない。

# 原子力安全・保安院 原子力安全研修センター(平成20年3月設立)



主な研修として、原子力保安検査官応用研修、放射線教育訓練研修、放射線計測技術研修、原子力保安検査官事務所長研修、原子力発電運転管理(BWR)専門技能研修、原子力発電専門技能研修・BWR型PCシミュレータ研修、原子力発電運転管理(PWR)専門技能研修、原子力発電専門技能研修FBR運転シミュレータ研修、原子力発電専門技能研修FBRナトリウム研修、原子力防災専門官基礎研修、原子力防災専門官応用研修、原子力施設検査官基礎研修、核物質防護検査官基礎研修、核物質防護検査官応用研修、電気工作物検査官(原子力)研修、原子力施設品質保証基礎研修、原子力施設品質保証安全文化等応用研修、原子力施設品質保証JEAC4111等応用研修、非破壊検査基礎研修、非破壊検査応用研修(非破壊検査・欠陥評価)、非破壊検査応用研修(溶接技術・規格基準)、蒸気発生器伝熱管渦流探傷検査(SG-ECT)技術研修、ループ試験装置研修、状態監視保全研修、原子力専門研修、原子力耐震基礎研修、原子力耐震応用研修、原子力緊急時支援・研修センター、緊急時対応研修:基礎コース、緊急時対応研修:応用コース、緊急時対応研修:訓練企画コース、緊急時広報対応研修(それ以外、大学講義(耐震専門、原子力専門))



## 平成19年度 IRRSの概要(IAEA)(平成19年6月)

- IRRS(Integrated Regulatory Review Service; 総合規制評価サービス)は、IAEA(国際原子力機関)が加盟国に提供するレビュー・サービスのひとつであり、原子力安全規制に係る国の制度等についてIAEAの安全基準に照らして総合的に評価を行うことを目的としている。
- IRRSを受けた国は、その評価に拘束されるものではないが、評価結果やレビューチームとの意見交換を踏まえ、安全規制の更なる高度化や実効性の向上に向けた自主的な取組が期待されている。また、評価で得られた知見や経験は、国際的に共有され各国の規制活動の改善に活用されることが期待されている。
- 我が国に関しては、実用発電用原子炉の安全規制を対象として平成19年6月にIRRSを受け、平成20年3月にIAEAにおいてIRRS報告書が取りまとめられた。
- 報告書では、以下の項目について、レビューチームによるヒアリング等の結果のほか、良好事例(Good Practice)、助言(Suggestion)、勧告(Recommendation)に分けて指摘事項が取りまとめられており、今後フォローアップを行う。

### 【IRRSの評価を実施した分野】

- 立法府及び行政府の責任
- 規制機関の権限、責任及び機能
- 規制機関の組織
- 許認可プロセス
- 検討及び評価、検査及び強制措置
- 規則及び指針の策定
- 規制機関のマネジメントシステム

## 平成14年の不正問題に対する対応

### 事案の概要

平成14年に判明した一連の不正等の概要

#### □自主点検記録の不正等

- 原子力発電所におけるシュラウド等のひび割れを放置し国に通報せず。
- ひび割れ等の修理について記録を抹消。修理した事実を隠蔽。
- ひび割れの兆候を自主検査の際に知ったが、国への報告を怠るなど不適切な対応。

#### □定期検査等のデータを偽装し、国の定期検査を不正に受検。

(注)国も、内部告発の処理に時間を要し、適切さを欠いた



### 主な対応

#### □検査の実効性向上

- 事業者の自主検査を法令上の「定期事業者検査」として義務化

#### □設備の健全性評価

- 事業者に対し、ひび割れ等の不具合の進展を予測した上でその安全性を評価することを義務化

#### □企業における安全確保活動の確保、向上

- 保安規定記載項目を追加し、事業者の品質保証体制整備を義務化

#### □法令違反についての調査手法の充実及び罰則の強化による抑止力の強化

- 組織的な不正等に対する罰則の強化、法人重課の導入、報告徴収命令の対象に補修・検査等を行う事業者を追加

#### □申告制度の運用改善

- 保安院内に中立的専門家からなる「申告委員会」を設置

#### □説明責任の確実な実行

- 保安院の規制活動について一層の公開を実施、事業者に対しても日常の保安活動等の情報の積極的な公開を奨励

#### □独立行政法人原子力安全基盤機構の設立、検査等への活用

#### □原子力安全委員会の機能の強化

- 保安院の安全規制活動全般について、四半期に一度原子力安全委員会に報告、原子力安全委員会が直接、電力会社等の従業員から申告を受けることも可能に



## 発電設備総点検について

平成15年の電力会社不正問題を受けて、安全規制の抜本的強化を図った後、平成18年秋に、水力、火力、原子力において過去のデータ改ざんが発覚したことを受け、大臣指示に基づき全電力会社に過去にデータ改ざんなどの問題がなかったどうかの総点検を指示。平成19年に3月以降、各電力会社から点検結果及び再発防止対策について保安院に報告。

### ○総点検のねらい

- ◆不正記録を改ざんし続けるという悪循環を断ち切り、過去に遡って不正を精算。
- ◆不正を許さない仕組み、また問題事案を原因や評価結果とともに開示する仕組みを構築。
- ◆事故トラブルの情報を共有し、再発防止に生かすことにより安全性を向上。
- ◆電力会社の体質を改善し、安全確保を大前提とした電力供給の基盤を確保。

### ○点検結果

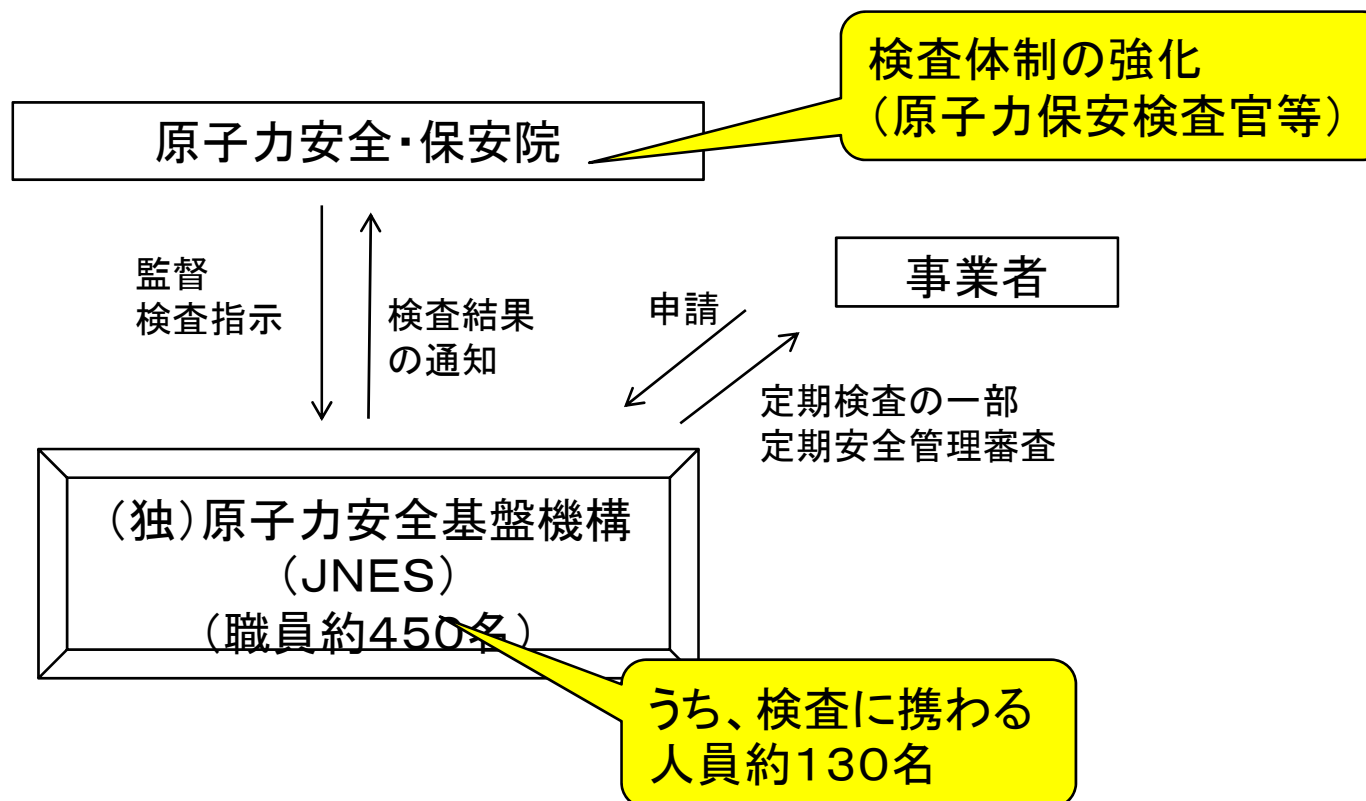
- 原子力分野においては98件の問題事例が報告され、うち11件が法律に抵触し、安全が損なわれたか又は損なわれたおそれがある(評価区分I)との評価。
- 平成15年10月の不正問題を踏まえた安全規制強化以降、問題案件はなし。

### ○総点検結果を踏まえた安全規制強化の代表例

- 原子炉の起動・停止、安全レベルが低下する恐れがある際(運転上の制限の逸脱)に保安検査、立入検査を実施。
- 組織要因などによる不適合の是正を徹底するため、不適合の根本原因分析を保安規定の要求事項に位置づけ。
- 原子炉主任技術者の独立性を担保し、問題事例については炉主任が本店幹部に直接報告する仕組みを構築。

## 原子力安全規制の実施体制の強化(保安院・JNES)

- 原子力安全・保安院の原子力保安検査官(現地保安検査官約110名)及び施設検査官等も活用。
- 専門的技術、能力を有する検査機関として独立行政法人 原子力安全基盤機構(JNES)を設立(平成15年10月)し、定期検査や安全管理審査を実施(約130名)。



## 平成20年度福島第一原子力発電所に対する保安検査結果の概要

### ➤平成20年度保安検査等の総合所見

- ・平成20年度においては、保安活動の改善を要する「監視」案件が6件あった。
- ・平成20年度前の段階の16件への対応も含め、平成20年度中に20件の改善処置を完了し、平成20年度末時点で未処理2件にまで減らすに至っている。
- ・これは平成14年度の発覚したデータ改ざんをきっかけに導入した原子力施設安全に関する品質保証制度が事業者に定着し、その品質保証活動が成果に結びつくようになったことも一因と考えられ、全体的な傾向として、原子力安全の品質とパフォーマンスは向上していると考えられる。

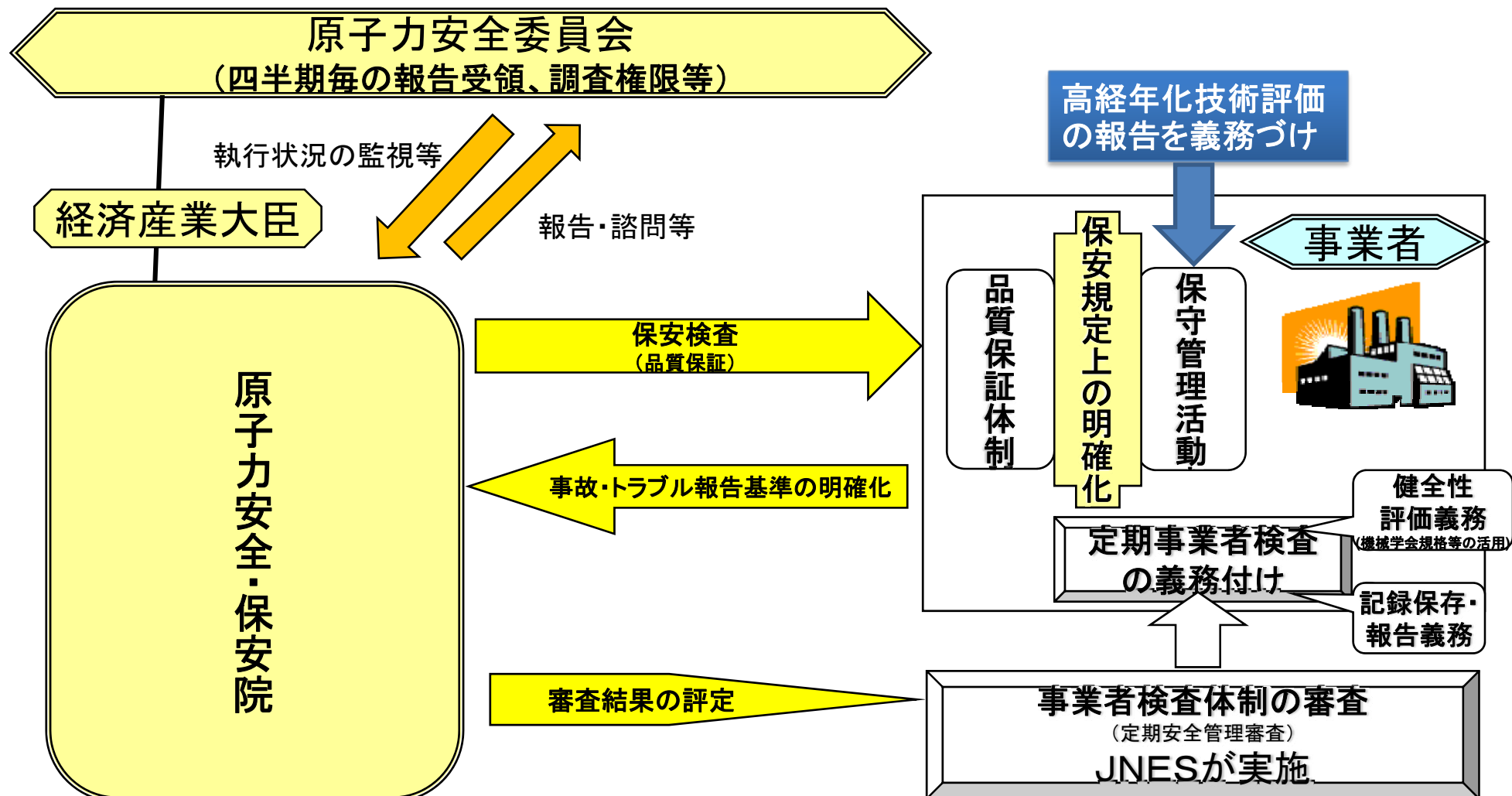
### ➤「安全確保上重要な行為の保安検査」を実施。

- 安全上の重要度の低い設備・機器類について、保全の管理の実施状況を将来計画について確認。

- 原子力発電所の安全規制体制
  - 原子力安全・保安院の体制の強化
  - 平成14年の不正問題に対する対応  
(福島第一及び第二原子力発電所)
  
- 高経年化対策
  - 国の検査・審査の強化について
  - 高経年化対策について
  - 高経年化技術評価及び保全計画  
(福島第一及び第二原子力発電所)

## 検査等の実施体制

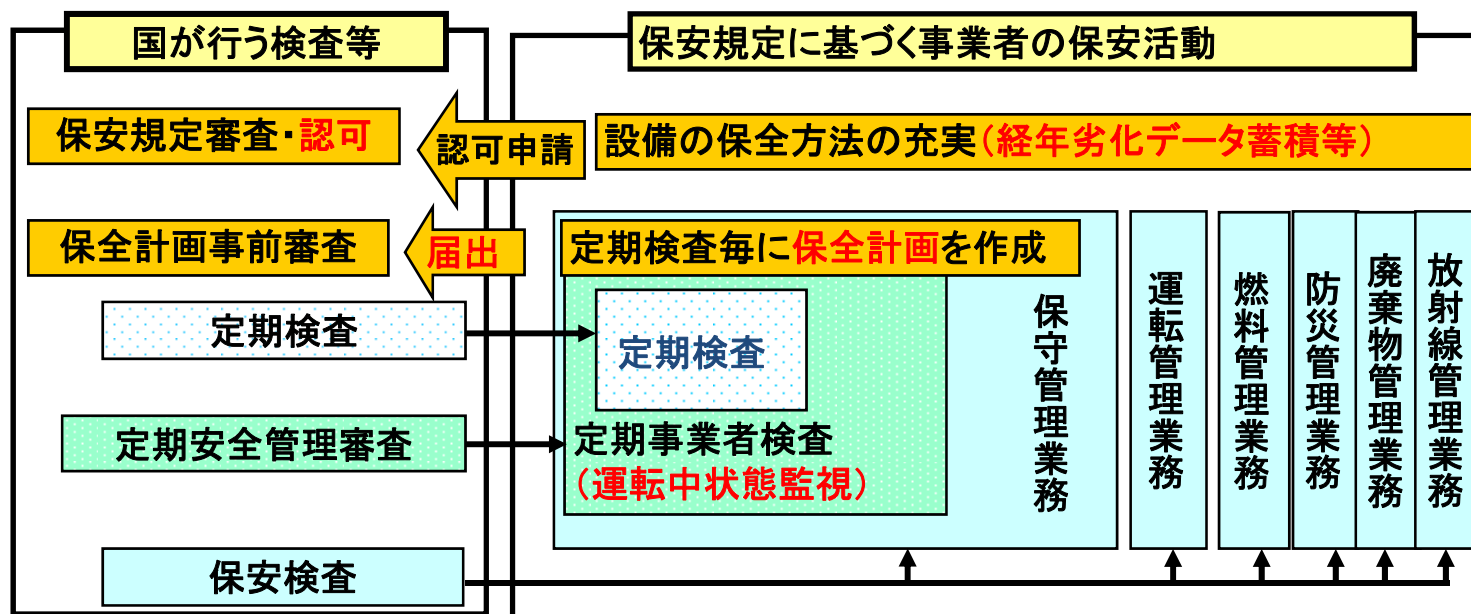
- 実用発電用原子炉に係る安全規制は原子力安全・保安院、原子力安全委員会、JNESが連携して実施。



# 高経年化対策も見据えた新検査制度の導入

## 検査制度見直しの経緯について

- 平成17年8月に「高経年化対策の充実に向けた基本的考え方」の報告書を取りまとめ。
- 平成18年9月、検査の在り方検討会において、以下の3点を柱とする報告書を取りまとめ。
  - プラント毎の特性に応じた個別の検査の実施
  - 運転中に行われる安全上重要な行為に対する検査の実施
  - トラブルの根本原因分析の義務付け
- 上記のうち、(1)プラント毎の特性に応じた個別の検査の実施(下図)については、平成20年8月公布、平成21年1月1日施行。



※左図のうち赤字で記載された箇所が新検査制度において導入されたもの。

- 保全計画を国に届出させ、事業者の保全活動が継続的に改善されていることを国が事前確認
- 継続的改善のため、経年劣化データの採取・蓄積、これに基づく日常保全から高経年化に至る劣化評価を事業者に義務づけ
- 事業者は運転中の機器の状態監視を充実させ、国はその実施状況を審査

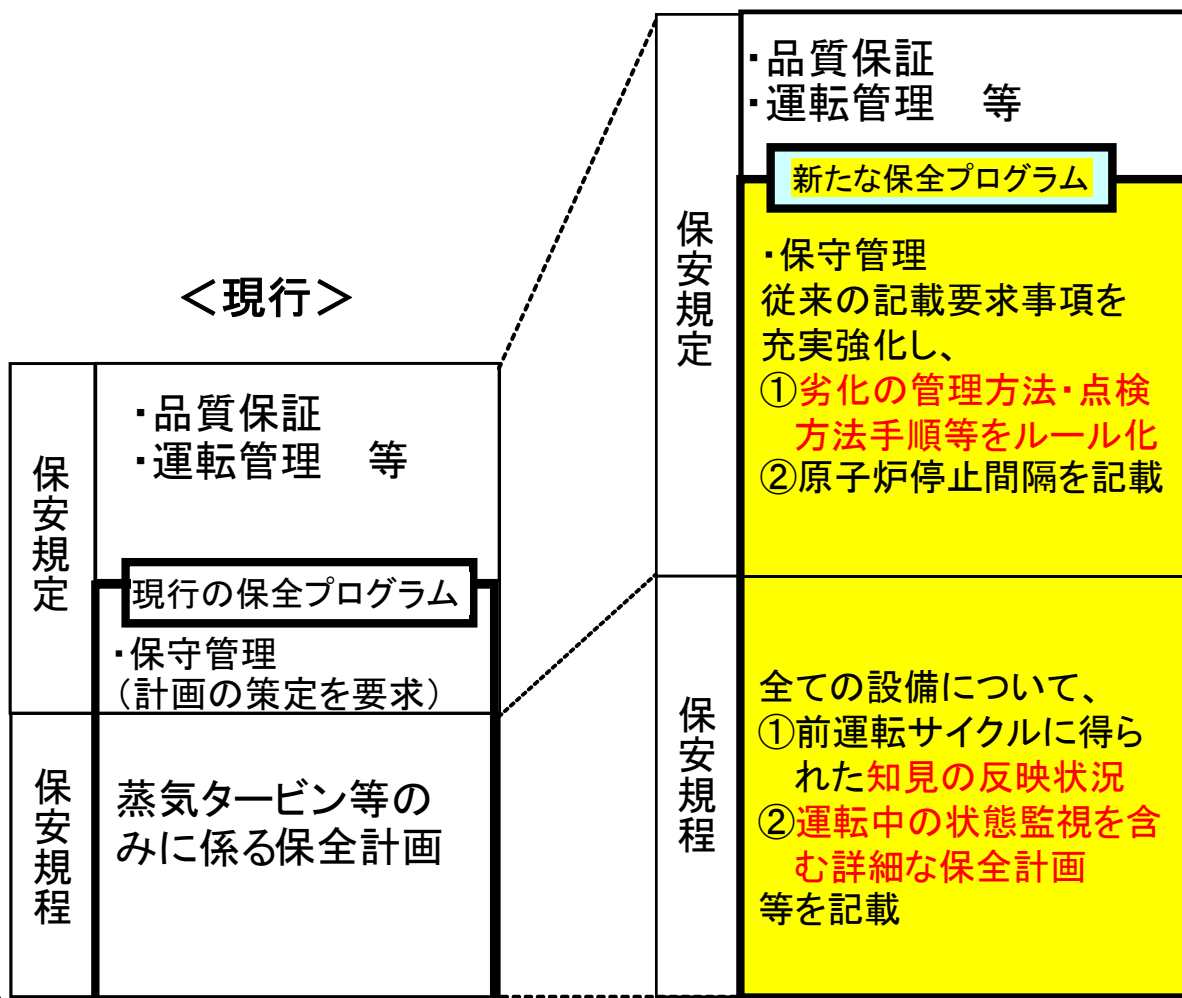
# 事業者の保全活動の充実と国の検査・審査の強化について

## 事業者の保全活動の充実

## 国の検査・審査の強化

### <改善後>

### <現行>



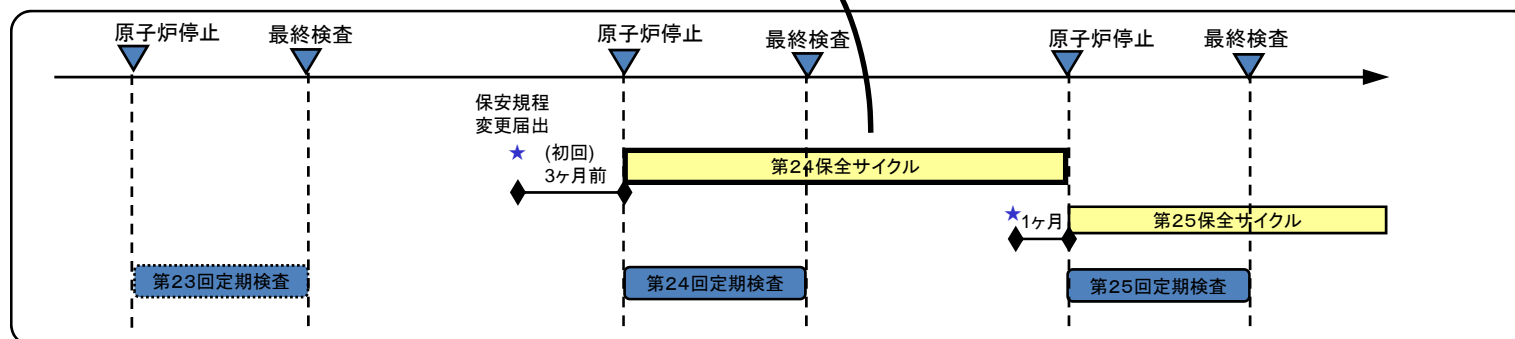
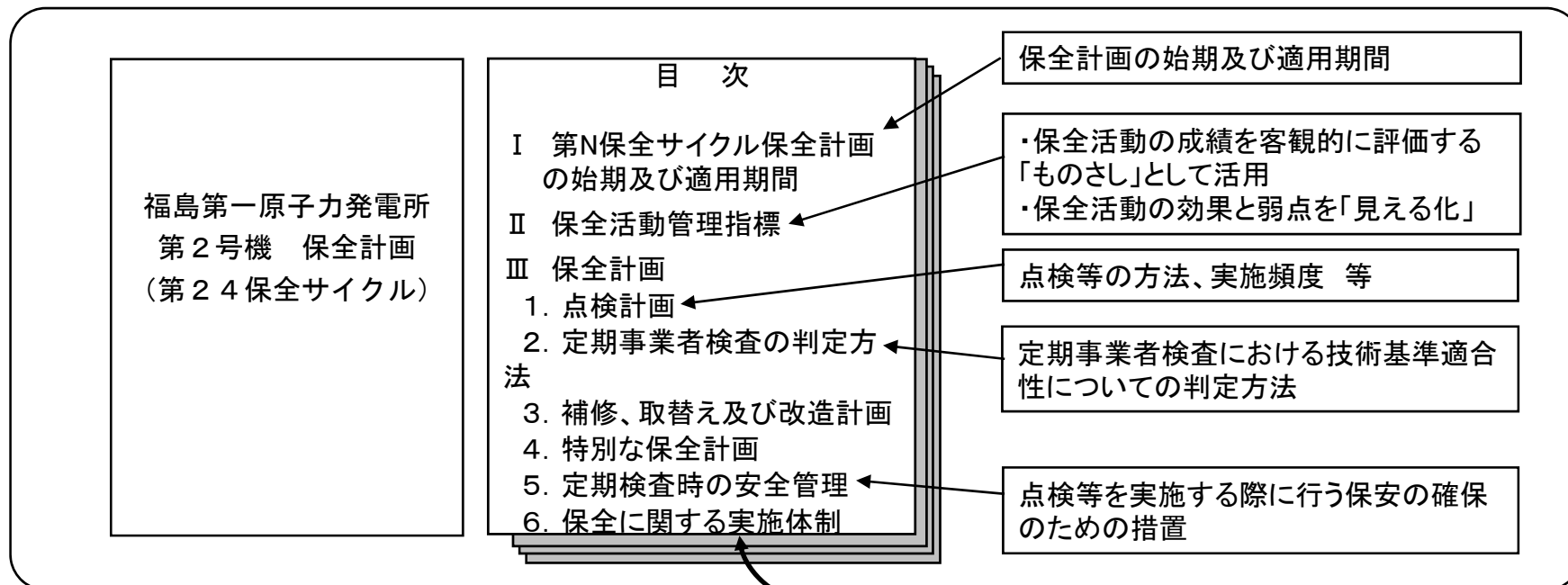
### 認可項目の追加(原子炉等規制法)

- ・保全の基本方針に対する国の審査を導入(認可制)
- ・原子炉停止間隔の設定根拠となる詳細な技術評価書を別途提出させ、厳格に審査

### 届出の追加(電気事業法)

- ・全ての発電設備の保全計画に対する国の審査を新たに導入(届出制)
- ・保全計画の実施状況は国が安全管理審査を通じて確認(安全管理上重要な箇所を重点的に検査)

新検査制度導入に伴う保守管理・運営面での対策 福島第一原子力発電所の保全計画





## 新検査制度に伴う保守管理等 福島第一及び福島第二発電所の点検計画及び実施例(高経年化を含む)

○機器の重要度や過去の運転経験（点検実績や高経年化技術評価結果等）を踏まえ、福島第一2号機で約1100機器、福島第二4号機で約1200機器について、保全方式、点検内容・頻度（運転中の機器の状態監視を含む）を整理して記載。

➤ [残留熱除去ポンプの例]

- ・ポンプを含めた系統機能試験：定期検査の都度実施
- ・プラント運転中の状態監視を含めた機能試験：運転中6ヶ月ごとに実施

➤ [原子炉格納容器底部鋼板の例]

- ・肉厚測定：今回の保全サイクルにて実施予定  
→高経年化技術評価の結果、追加する点検

➤ [保全方式の変更の例]

- ・一部弁の時間基準保全から状態基準保全へ保全方式を変更。
- ・運転中状態監視について、順次導入(振動診断、赤外線診断)

○次の定期検査の前までに、本計画に基づく点検結果（機器の劣化状態）や最新知見などを踏まえ、保全計画の見直しを行い、改善された保全計画を国に届け出る。

(参考)

## 状態監視技術の導入(福島第一2号機・福島第二4号機)

運転中の状態監視については、民間技術指針が制定されているものから順次導入。

- 振動診断
- 潤滑油診断
- 赤外線サーモグラフィ診断

### ・福島第一原子力発電所第2号機

非常炉心冷却系ポンプ、電動機をはじめとした回転機器について、

- 振動診断(約130機器)、
- 赤外線サーモグラフィ診断(約150機器)

を適用(各々の診断技術に機器の重複有り)

### ・福島第二原子力発電所第4号機

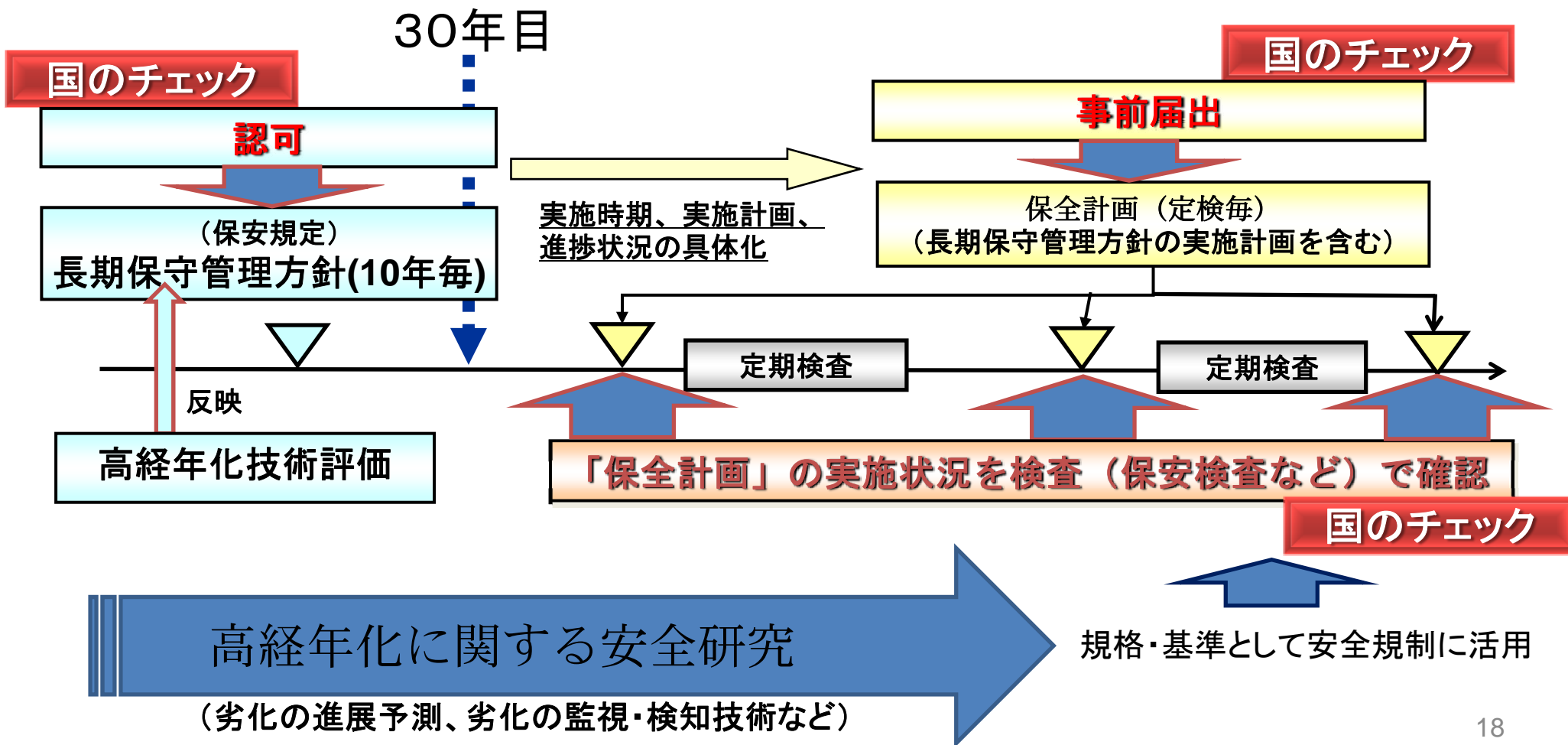
非常炉心冷却系ポンプの電動機をはじめとした回転機器について、

- 振動診断(約180機器)
- 赤外線サーモグラフィ診断(約150機器)
- 潤滑油診断(約10機器)

を適用。(各々の診断技術に機器の重複有り)

## 高経年化対策について

- 運転開始後30年を経過するプラントは「高経年化技術評価」(想定される劣化に対する保全策を抽出)を義務づけ。
- 事業者は高経年化技術評価に基づく「長期保守管理方針」(10年間の保守管理計画)を作成し、国が認可(保安規定に添付)。
- 長期保守管理方針は定期検査ごとに事業者が作成する「保全計画」に反映され、国が実施状況を確認。



# 高経年化対策について

## (応力腐食割れ、配管減肉等の経年劣化事象と保全対策について)

■ 応力腐食割れ及び配管減肉を含む経年劣化事象については、国内外の運転実績や最新知見を踏まえて点検部位や点検頻度を定めて監視が計画・実施されている。

### ① 応力腐食割れ

#### ● 現状保全

運転実績や最新知見を踏まえた点検部位や点検頻度で応力腐食割れの発生を監視し、必要に応じ補修・取替

#### ● 長期保守管理方針

安全研究等により新しい知見が得られた場合は見直しを実施

### ③ 低サイクル疲労

#### ● 現状保全

運転実績に基づき割れが発生しないことを評価するとともに、非破壊試験で割れがないことを確認

#### ● 長期保守管理方針

運転実績に基づき割れが発生しないことを評価

### ④ 中性子照射脆化

#### ● 現状保全

監視試験による脆化の監視と予測、及び使用温度の制限

#### ● 長期保守管理方針

最新の脆化予測式による評価

### ⑤ 二相ステンレス鋼の熱時効

#### ● 現状保全

目視点検及び浸透探傷検査により健全性を確認

#### ● 長期保守管理方針

現状保全を着実に実施

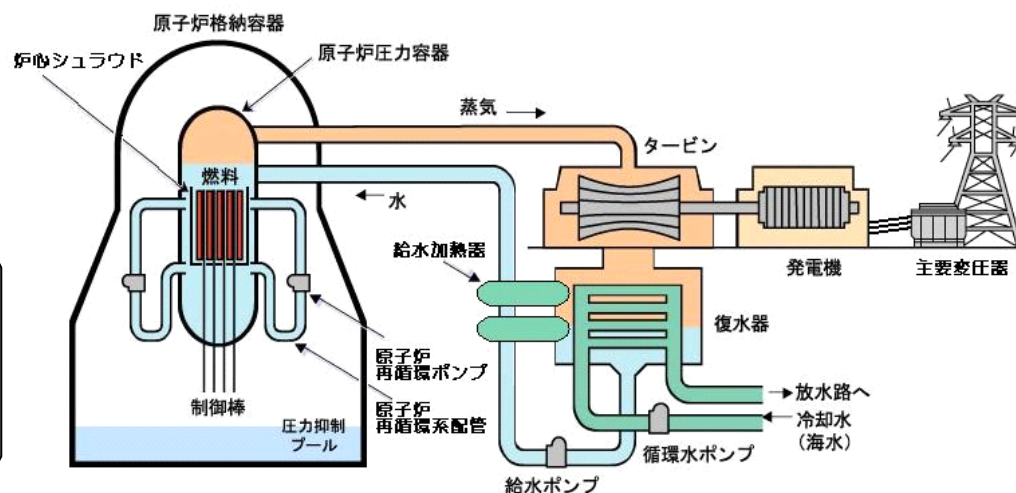
### ② 配管減肉

#### ● 現状保全

運転実績や最新知見を踏まえた点検部位や点検頻度で減肉を監視し、必要に応じ補修・取替

#### ● 長期保守管理方針

安全研究等により新しい知見が得られた場合は見直しを実施



### ⑥ ケーブルの絶縁低下

#### ● 現状保全

絶縁抵抗測定による劣化の把握

#### ● 長期保守管理方針

実機の劣化を的確に模擬した健全性評価

### ⑦ コンクリート強度低下/遮へい能力低下

#### ● 現状保全

目視検査及び強度測定

#### ● 長期保守管理方針

現状保全を着実に実施

# 高経年化対策について(新検査制度導入に伴う保全活動の充実)

## 従来の保全活動

事業者は、国が定期検査を実施する間隔毎(13ヶ月を超えない時期毎)に原子炉を停止し、分解点検等による劣化の進展把握や部品の取替を実施。

定期検査時の事業者の作業項目

作業項目	作業方法
劣化の進み具合の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力容器等について特定年数(10年間等)にわたって計画的な超音波探傷等を実施</li> <li>・ポンプ等について定期的(例えば定期検査5回に1回)に分解点検を実施</li> </ul>
部品等の取替	<ul style="list-style-type: none"> <li>・劣化が進展した部品の取替や、燃料の取替を実施</li> </ul>
起動前の機能の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業者が実施した点検後の機器等が正常に動作することを試験して確認</li> </ul>

今後国が保全計画書を確認

現在国が定期検査の対象とし、重点的に確認

事業者は、ポンプ、弁などの保全活動において、  
 -健全に動作していても従来から定めていた周期に従い分解点検を行い、それにあわせて消耗品を取替え。  
 -その際、点検時の状態のデータの分析・収集を科学的に行い、以降の保全活動の改善に活かすことが義務付けられていない。

分解されたポンプの部品



## 充実した保全活動

事業者は、点検時の状態のデータを収集・分析し、点検間隔等に反映させることで、経年劣化によるトラブルや不要な状態変化を与えることによるトラブルを減少させる。

分解点検時の状態

評価



想定より悪い(腐食による故障)

想定より良い(腐食がない)

データの科学的な収集・分析

保全活動の改善のために活用

- 事業者は設備毎に最適な点検間隔等を評価
- 国はその内容を審査し、プラント毎に定期検査の間隔を設定(18ヶ月以内、24ヶ月以内等)
- 事業者は国が設定した定期検査間隔の枠内で、燃料交換等も考慮して連続運転間隔(15ヶ月等)を設定

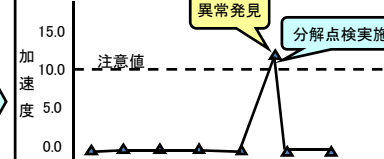
事業者は振動診断技術等を活用し、分解点検を行うことなく、機器の異常の兆候について可能な限り早期に把握し、トラブルを減少させる。

振動診断技術による機器の運転中の監視

○振動測定装置によるデータ採取



○診断実施例



○分解点検結果



振動を測定することで、**変化の傾向をキャッチ**し、故障に至る前の取替等が可能となる。

## 高経年化対策に関する規格基準、判定方法等の整備状況について

- 原子力発電工作物の保安のための点検、検査等に関する電気事業法施行規則の規定の解釈(内規)(平成20年12月)「保全計画に基づく検査、運転中定期事業者検査等について具体的な要求事項を規定」
- 品質保証に関する基準 社団法人日本電気協会電気技術規則原子力編(JEAC4111-2003)「原子力発電所における安全のための品質保証規定」
- 保守管理に関する基準 社団法人日本電気協会電気技術規則原子力編(JEAC4209-2007)「原子力発電所の保守管理規定(保全活動管理指標の設定及び監視、保全の有効性評価の追加)」
- 原子炉運転期間に設定の妥当性確認に関する評価の基本的考え方(安全評価ワーキング)
- 「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項」
- 「安全情報検討会」(国内外の新たな事象、水平展開)、データベース(ニューシア(原子力発電情報公開ライブラリー))
- 応力腐食 日本機械学会 発電用原子力施設規格維持基準(JAME S NA1-2008)「沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格」
- NISA「発電用原子力設備における破壊を引き起こす亀裂その他の結果の解釈」
- 超音波探傷試験システムの性能実証における技術者の資格及び認証、技術認定制度(PD認定制度)
- 審査要領「実用発電用原子炉施設における高経年化対策標準要領」

## 高経年化対策等に関する諸外国の状況

### ➤ 米国

- ・40年の運転認可と運転認可更新規則(10CFR54)に基づく20年間の更新を可能としている。(33基更新済み)
- ・運転更新申請要件 標準様式(RG1.188)、標準審査計画書(SRP- NUREG-1800)、高経年化共通教訓(GALL(NUREG-1801))

### ➤ フランス

- ・30年を超える軽水炉は10年毎の定期安全レビュー及び30年以降もプラントを運転できることの説明を要求。

### ➤ 米国、フランスなど運転中の保安活動の検査を実施。