東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

2024年5月21日
原子力学会安全部会 検査制度検討WG
東大工学部8号館 84講義室

グローバルな視点に基づいた原子力安全マネジメント
― 検査制度を中心に ―

関村 直人

東京大学大学院工学系研究科 上席研究員

東京大学国際高等研究所 東京カレッジ 連携教員

日本学術会議連携会員、原子力安全に関する分科会 委員長

原子力規制委員会 原子炉安全専門審査会 会長

内　容

1. はじめに
2. 「検査制度」のねらいと目的
3. 原子力規制検査と他の規制関連枠組み
4. 規制機関、事業者、外部からの「検査制度」
5. 品質マネジメントシステムと「検査制度」の課題

はじめに：複雑なシステムの安全性向上に係る視座

- 複雑システムの安全に関わる課題は、技術の体系のみならず、これをとりまく環境（人工・自然環境を含む）と組織、人間の間の複雑な相互作用によって生ずる。
- 時間に伴う変化とその不確実性（機器・材料の機能劣化、社会から要請の変化、技術の発展とそれに伴う陳腐化、人間・組織の様々な変化等）は、課題をより複雑にしている。これが安全性向上を課題として、その多面的な基盤を強化し続けなければならない事由である。
- 大規模で複雑なシステム（の安全性向上）には、起こった事故・トラブルへの対処のみならず、まだ未経験の（顕在化していない）リスクへの対応に加え、回復性や修復性（レジリエンス）への対応が望まれる。
- 社会の多様なステークホルダが関知、認知する課題に対して、解決策を提示することは容易ではない。ステークホルダ内外の相互作用に影響を及ぼす安全文化は、国の文化的特徴にも依存している。

本日の論点例（1）

- 「検査制度」のねらいと目的
  - 「検査制度」の名称と目的との関係
  - 従前の検査制度の課題と検査制度のあるべき姿（短期的課題と中長期的課題）
  - 従前の「検査制度」検討経緯と積み残し課題
  - IRRS（2007）における反省
  - IRRS（2016）の全体像（自己評価書を含む）と関連指摘への対応を基盤として、規制検査を考える

- 原子力規制検査（61条の2の2）と他安全規制関連枠組：米国ROPとの比較
  - 設置許可：規制基準適合性審査（43条の3の5）、バックフィット命令（43条の3の23）
  - 設計及び工事計画認可・届出（43条の3の9/43条の3の10）
  - 使用前事業者検査（43条の3の11）、定期事業者検査（43条の3の16）
  - 保安規定（43条の3の24）、保安措置義務（43条の3の22）、保安規定遵守義務（43条の3の24）
  - 技術基準維持義務（第43条の3の14）
  - 事業者の責務（57条の8）
    - 安全に関する最新の知見、検査の適正かつ確実な実施、保安教育の充実
  - 安全性向上評価（43条の3の29）
  - 長期施設管理計画の認可（43条の3の32）

本日の論点例（2）

- 規制機関、事業者、外部からの「検査制度」
  - 「検査制度」におけるプラントの評価
    - パフォーマンスと指摘事項が、プラントごとの総合的な評定
    - 事業者が提示する多様なパフォーマンス指標（安全水準データ）
    - 外部の（リスク）リテラシー
  - 安全のための技術情報基盤を構成する要素と運転経験
    - 規制現場での技術情報基盤の充実
    - 運転していないプラントの運転経験：規制基準対応と安全対策工事
    - CAPと規制検査の対象範囲
- 原子力安全マネジメンシステムの下の「検査制度」
  - 品質管理基準規則（品管規則）（とその解釈）
  - リスク・インフォームドの基本的考え方、原因分析ガイド
  - 継続的な安全性向上に必要な資源配分の柔軟な変更
  - 安全文化、コミュニケーションとアカウンタビリティ
  - コンフィギュレーションマネジメントの要素と品質マネジメントシステム

検査制度を検討する第三者集団

- 「検査制度の効果的な実施に関する検討ワーキンググループ」　（以下．WG）は、「日本原子力学会　原子力安全部会」に設置されているワーキンググループ。
- 2019年5月に発足。検査制度試運用時に検討開始。
- 専門性・学際性は原子力安全確保の上でも重要との観点から、検査制度に関心を寄せる多様なメンバーからWGを構成。加えて、トピックに応じ新たな出席者を交えながら、検討を実施。
- 検査制度関係者との対話、そしてより開かれたコミュニケーションに努め、検査制度の効果的運用に寄与していく。
- 検査制度については多くの関係者が理解途上にあることを背景に、効果的な制度運用のあり方や、制度の信頼性と透明性の向上という制度の質の向上に関する検討を行う。

（安全部会 新検査制度の効果的な実施に関するWG資料より）

検査制度の実施が効果的であるために検討すべきこと

- 制度の運用に対し、検討するべきことを定義し、ぶれない視点から検討を行う。

検査制度の効果的な実施に関する15の検討項目

期待成果	制度メカニズム	実現手段		制度運営
1.安全確保 検査制度は原子力安全確保に有効か	4.パフォーマンスベースド パフォーマンスベースドを実現しているか	7.組織的向上心 検査制度には新しい知見や技術に対する受容性があるか	10.当事者の共通理解 当事者は検査制度の特徴や現行制度との違いを適切に認識しているか	13.課題・リスク管理 制度設計・運用の課題をマネージできているか
2.更なる安全性向上 事業者のさらなる安全性向上に役立っているか	5リスクインフォームド リスク情報の活用を取り入れ、リスクに沿った行動・実践をしているか	8.実効ある行動 検査制度は無駄な手続きを軽減できる制度になっているか	11.透明性 制度に対するNRA外の有用な意見を取り込むプロセスは機能しているか	14.実効ある行動 制度設計・試運用時の作業計画とアウトプットをマネージできているか
3.社会の信頼 検査制度は透明性と社会からの信頼を獲得しているか	6.継続的改善 検査制度を改善させるメカニズムは機能しているか	9.実効ある行動 制度設計・試運用ノウハウを継承・活用しているか	12.開かれた組織 パブリックとのコミュニケーションプロセスを向上させているか	15.独立した意思決定 規制体系に対する検査制度の影響を特定しているか

効果的検討に必要な3つの着眼点

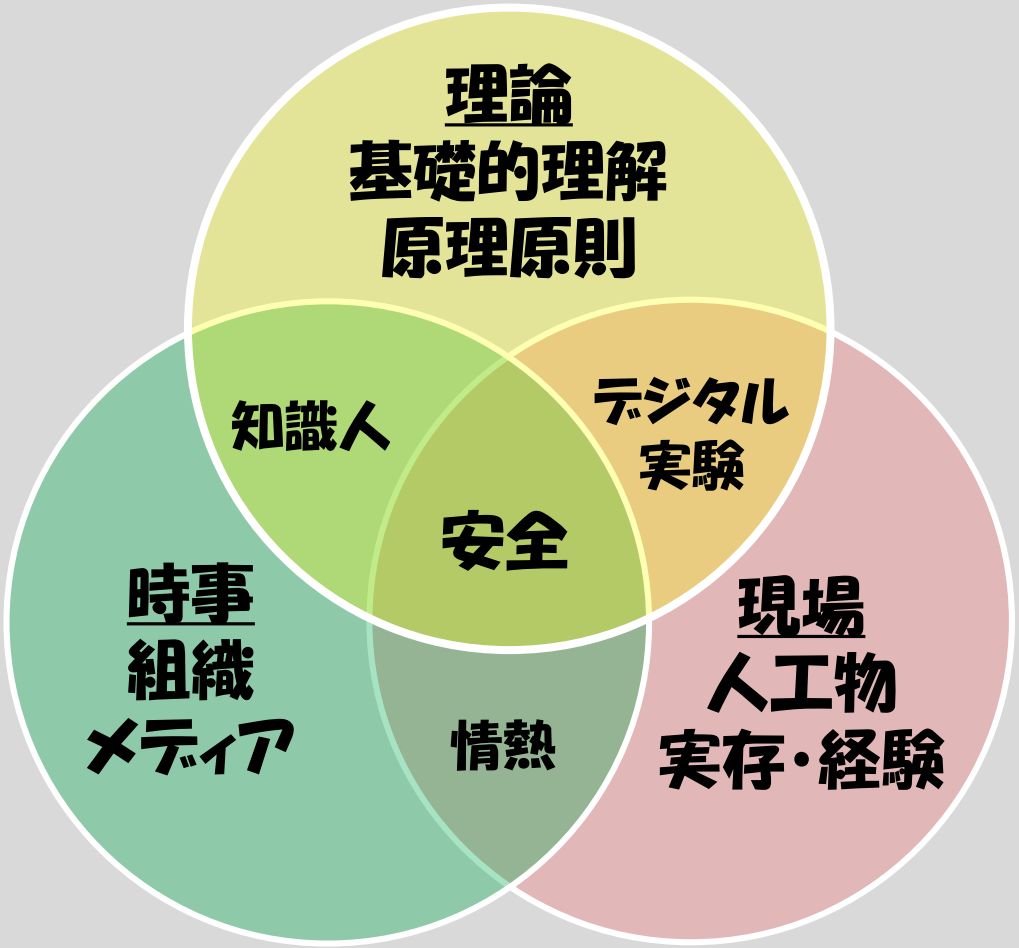
保安検査における課題への着眼

NRAの行動指針への着眼

制度設計に対する普遍的な着眼

（安全部会 新検査制度の効果的な実施に関するWG資料より、抜粋）

安全のための統合的知性



東 浩紀 「訂正する力」(朝日新書、2023) に基づく

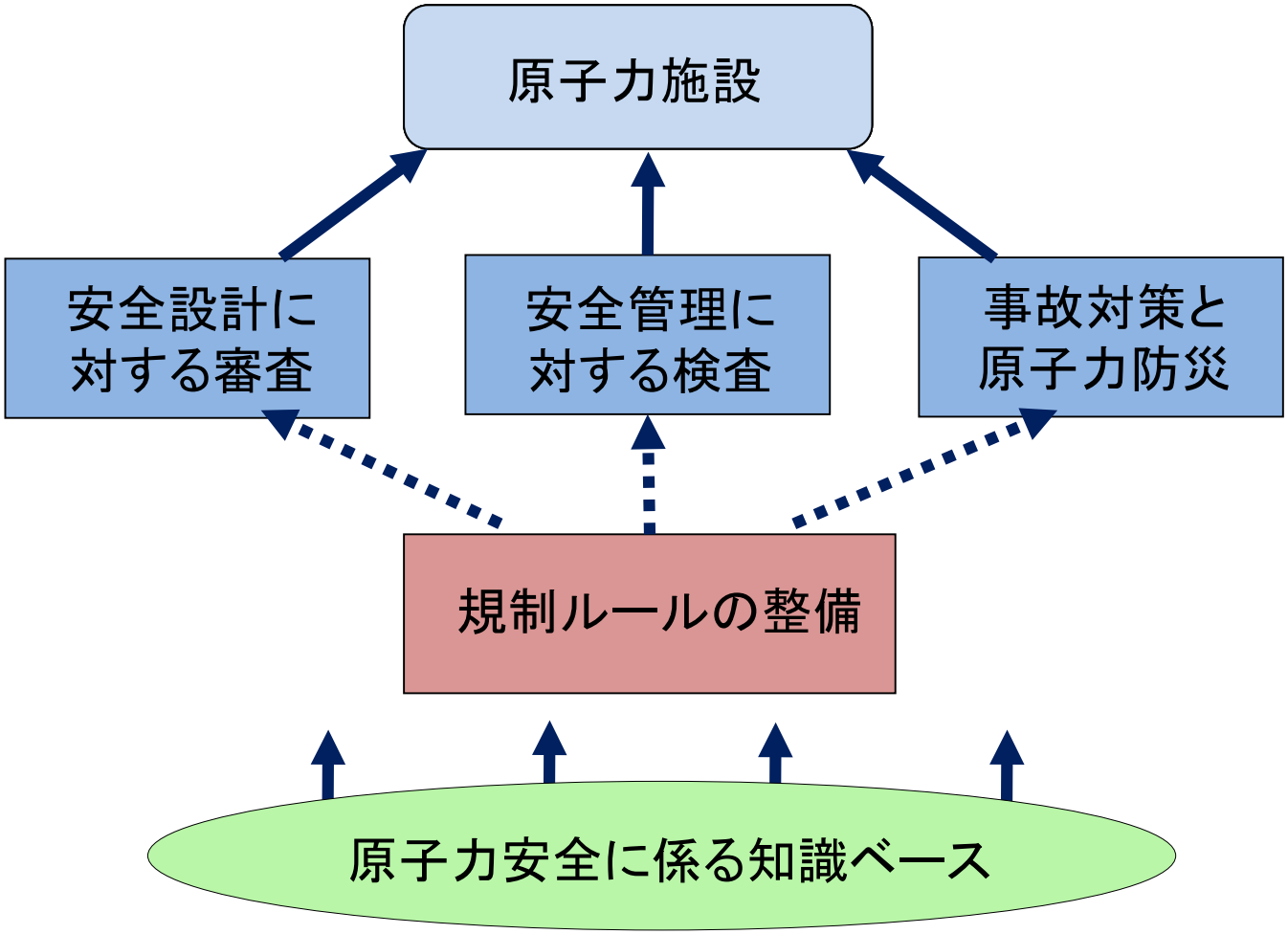
「検査制度」の基本的考え方

- 事業者の安全確保に関する一義的責任が果たされ、自らの主体性により継続的に安全性の向上が図られる。

- 事業者及び規制機関の双方の努力により、より高い安全水準が実現される。

- これらのための、効率的で、パフォーマンスベースの、より規範的でない、リスク情報を活用した「検査制度」

原子力安全規制の構造と検査制度



阿部清治著「原子力のリスクと安全規制」44ページの図より　第一法規　2015年3月刊

「検査制度」のねらいと目的に関する理解

- ✓ 事業者の主体的・継続的な安全性向上への取組み等により、より高い安全水準を実現することを目指す
  - 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の教訓の反映、
  - 特に技術、人、組織の相互作用（HTOまたはITO、システミックアプローチ）、
  - その根幹としての原子力安全マネジメントシステム、及び根本理念としての原子力安全文化に根ざした活動の定着
- ➢ 事業者の全ての保安活動についての監視・評価制度が規制検査制度
  - ➢ 監督・評価を通じて、規制機関が事業者の保安活動の実効性を向上させる
- ✓ 「検査制度」の法的枠組みは、事業者責任を明確にした体系整備と規制機関の関与の体系整備で構成される
- 規制機関と事業者がともに、安全上の重要性を認識し、実施状況を国民・住民に見える形で実施していくことが重要
- ✓ これらのためにリスク情報の活用（Risk-Informed）で、保安活動の実績の反映(Performance-based)を基盤とした「検査制度」が進行中

「検査制度」が目指すものへの問題意識

- 「検査制度」という一般名称は、その目的をステークホルダ間で共有することを妨げていないか
  - 規制検査制度は、「検査制度」の一部分（一例）
  - 事業者が示すべきパフォーマンス：安全性と合理性、効率性
  - 品管規則と運転段階の多様な原子力安全マネジメントシステム
- 短期的課題と中長期的課題は分けられるのか
  - 従前の検査制度の課題解決と今後の検査制度のあるべき姿
- 従前の検査制度検討と積み残し課題は、検討に値するか
- IRRS（2007）における指摘は生かされているのか
- IRRS（2016）の全体像と関連勧告・提言への対応は、「検査制度」に生かされているか

現在の「検査制度」に至る経緯（抜粋）

2002年　検査の在り方に関する検討会 報告
2005年　検査の在り方に関する検討会 再開、～2010年まで（後述）
2007年　IAEAのIRRSミッション、勧告及び提言（後述）
2011年　東京電力福島第一原子力発電所事故
2012年　原子力規制委員会、規制庁設置
2013年　規制基準の施行、適合性審査開始
2014年　原子力安全基盤機構（JNES）の規制委員会への統合
　　原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会設置
2016年　1月 IAEAのIRRSミッションを受入れ
　　4月 IRRS報告書、勧告及び提言
　　5月 検査制度の見直しに関する検討チーム設置
　　11月 検査制度の見直しに関する中間とりまとめ
　　11月 検討チームにWGを設置
2017年　4月 原子炉等規制法の改正　（←2017年3月国会参考人）

従来の検査制度の経緯（1）

- 以前は、施設の技術基準等への適合性を確認する「ハード面の検査」が中心（で、国のお墨付きを得るプロセス）
- 様々な問題・トラブルを経て、保安活動の実施状況を確認する「ソフト面の検査」が導入されてきた
  - 1997年7月：発電用原子炉施設に係る溶接部の熱処理データ改ざんを踏まえ、発電用原子炉施設について溶接安全管理審査を導入
  - 1999年3月：JCO 臨界事故を踏まえ、事業者の保安活動に対する検査（保安規定の遵守状況の確認）である保安検査を導入
  - 2002年8月：発電用原子炉施設で発生した検査データ改ざんを踏まえ、品質保証活動の充実（保安規定への追加、保安検査による確認、定期安全管理審査）や抜き打ち手法を導入

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づき、改訂）

従来の検査制度の経緯(2)

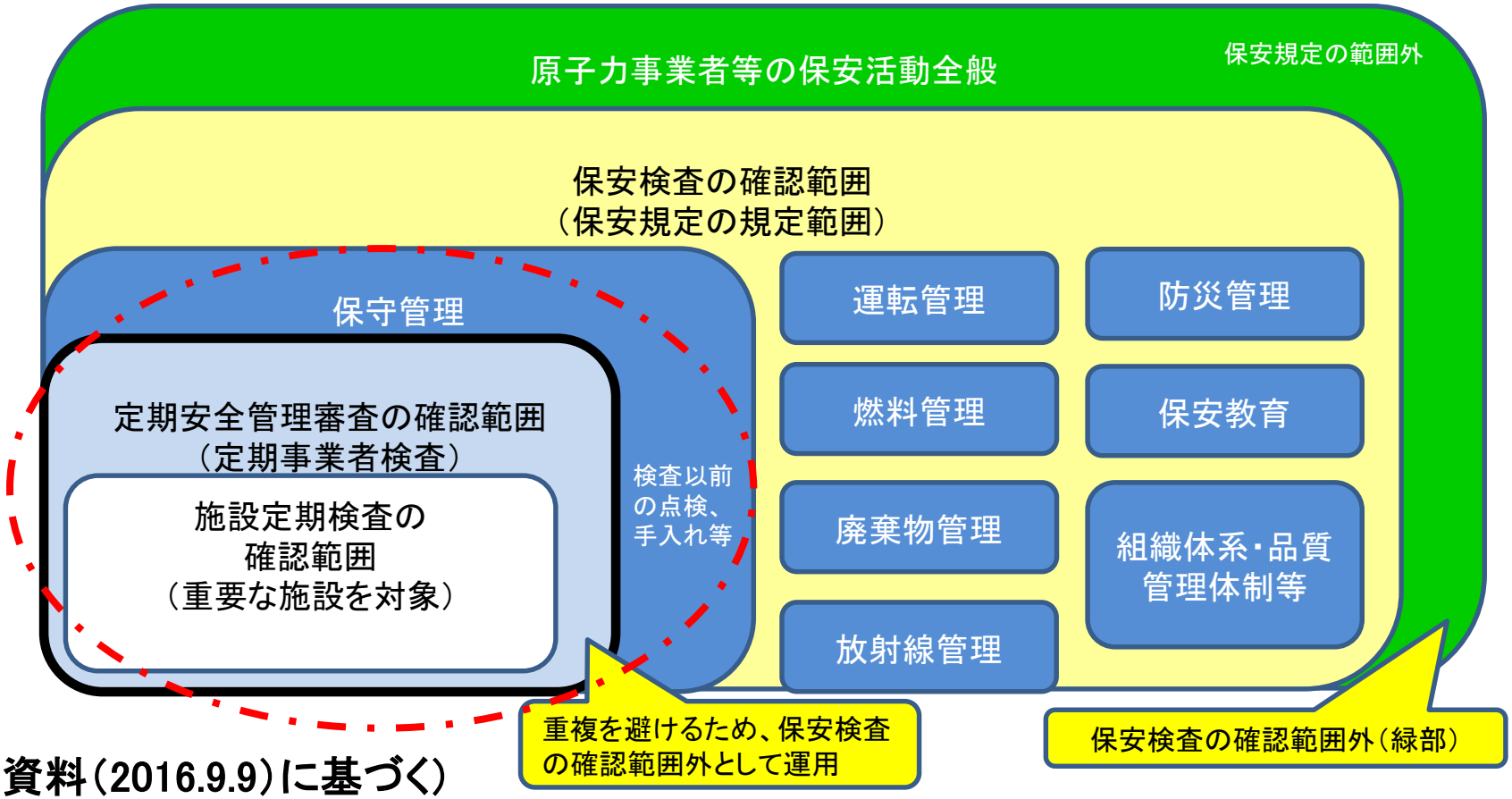
- 検査の在り方検討会(2005年11月再開)
  - 2006年9月「原子力発電施設に対する検査制度の改善について」
    - 事業者の安全確保の水準を高めていくために、プラントの安全実績(パフォーマンス)を的確に表す指標に関するデータを事業者が提示し、これを規制当局が評価した上で活用する。
    - 検査において指摘された事項について、安全上の重要度を決定する手法を検討、これを活用してプラントごとの総合評価を行う。
    - その結果を検査の効果的な実施のために(具体的な形で)活用する。
  - 2008年8月「保全プログラムを基礎とする検査の導入について」
    - 安全実績指標評価と安全重要度評価を活用して、プラントごとの保安活動総合評価を行い、その結果を検査に反映させる具体的な枠組みを提示。
    - 保安活動総合評価には、高経年化対策や根本原因分析も含む。
    - 一定期間の試運用(2010年から3年間)を行い、詳細な検討を進める。
  - 安全実績指標・安全重要度評価手法整備導入検討会(JNES)での検討(2006年11月～、報告書は2009年2月)

(第30回検査の在り方検討会 資料4「保安活動総合評価に関する報告」等(2010.6.14)に基づき、改訂)

（参考）

従前の発電用原子炉施設の検査制度と課題

- 保守管理に係る活動については、検査範囲が重複する部分があるが、 運用でそれを避けてきた。
- 保安検査は保安規定の遵守状況の確認であることから、検査の対象が保安規定の範囲に限定され、事業者の全ての保安活動を確認するものではない。



（規制庁資料（2016.9.9）に基づく）

（参考）従前の発電用原子炉施設の検査制度と課題

原子力事業者等	規制機関	
保安活動	規制機関自らが適合性を確認	【基準への適合性確認】 施設定期検査（発電用原子炉施設、核燃料施設等）（第43条の3の15、第16条の5等） 【認可された内容＋基準への適合性確認】 使用前検査（発電用原子炉施設、核燃料施設等）（第43条の3の11、第16条の3等） ・施設検査（核燃料使用施設）（第55条の2） 溶接検査（核燃料施設等）（第16条の4第1項等） 燃料体検査（発電用原子炉施設）（第43条の3の12第1項）
保安活動	監視	【認可された内容の実施状況の確認】 保安検査（発電用原子炉施設、核燃料施設等）（第22条第5項等） 【事業者検査の実施体制の確認】 溶接安全管理検査（発電用原子炉施設）（第43条の3の13） 定期安全管理検査（発電用原子炉施設）（第43条の3の16）
保安活動	• 要求事項を示し、遵守を義務付け • 原子力事業者等の実施状況を確認	【確認項目は随時設定】 立入検査（第68条） ※ 原子力保安検査官による巡視などは法的位置づけのない調査として実施

規制による関与の形態

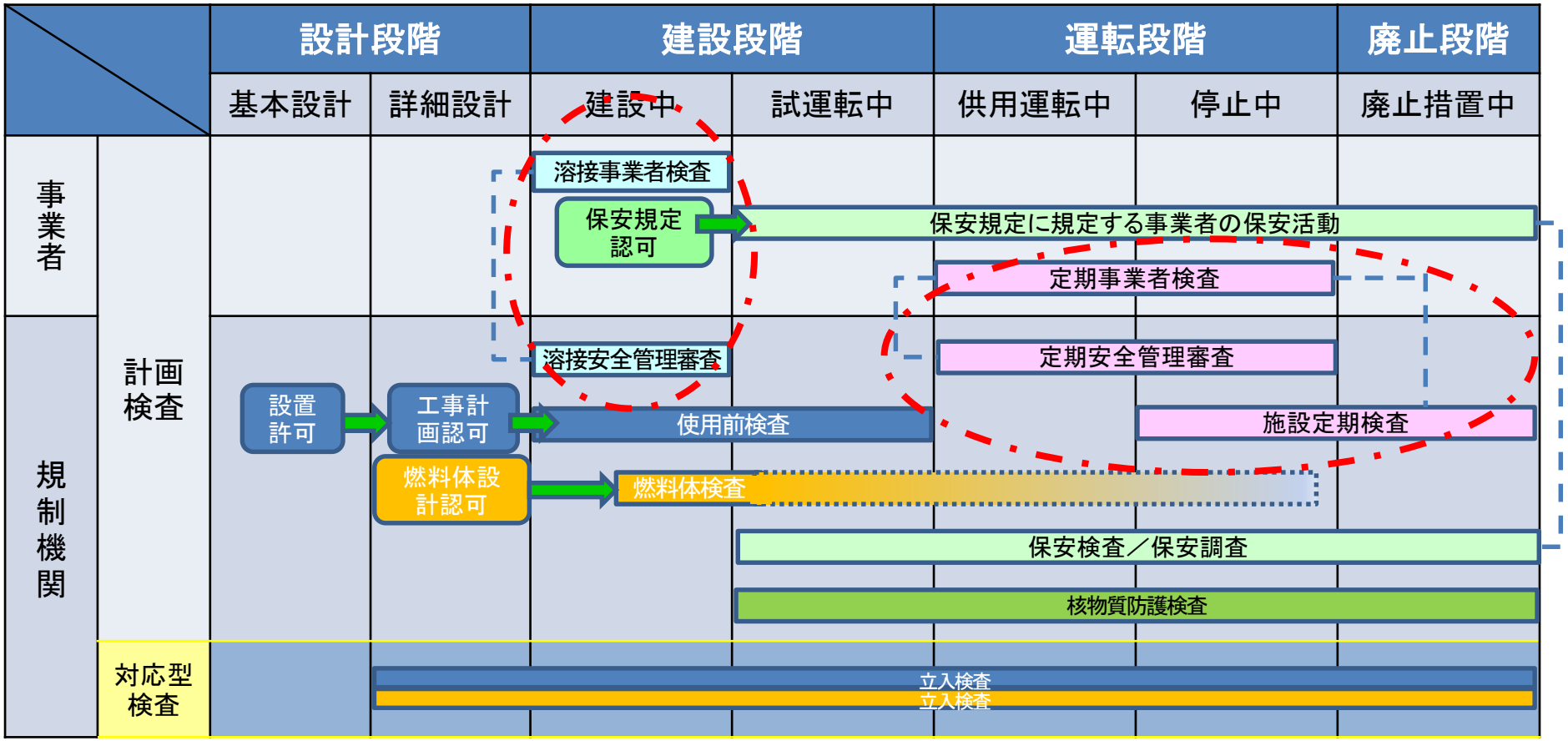
- 原子力事業者等に対し安全を確保するための要求事項を示し、その遵守を義務付け
- 規制機関は複数の形態の検査により、基準等への適合性の確認、原子力事業者等の保安活動の実施状況の監視を行ってきた

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

（参考）

従前の発電用原子炉施設の検査制度と課題

- 規制機関が行う検査は、各段階に応じて、種類、実施時期等を規定
- 安全管理審査は、規制機関が行うものと事業者が行うものが混在



（注記）
原子炉設置者以外（製造事業者等）を対象とする検査
事業者が行う検査／規制庁が行う検査の組合せ

（規制庁資料（2016.9.9）に基づく）

IAEAによるIRRS（総合規制評価サービス）

- わが国従前の原子力規制機関は、2007年にIRRSを受けたが、それに対して適切なフォローアップができなかったことは、日本の原子力安全規制にとって極めて大きな反省事項
- 規制委員会・規制庁は、今回のIRRSに先立ち自己評価書をしたためている。IRRSの指摘を踏まえ前進するための適切な自己評価であると考えられる。
- IRRSでは、国際的なエクセレンスに対して安全規制の現状とのギャップを指摘し、改善を促したことが、報告書としてとりまとめられていると考えることができる。
- IRRSの指摘事項に対する原子力規制委員会と規制庁における取組状況について、原子炉安全審査会と核燃料安全審査会は、その評価・助言をする役割を負ってきた。

IAEAによるIRRS（総合規制評価サービス）2007年IRRSでの勧告・提言（助言）

2007年6月に日本の原子力規制機関（原子力安全保安院、原子力安全委員会）に対して実施されたIRRSでは、「日本は、建設及び運転段階における発電用原子炉の検査及び強制措置のための体系的で確固としたアプローチを備えており、これはIAEA安全基準GS-R-1の要件と整合しているが、事象や問題への対応に伴う検査プログラムの変更に対して規制機関、産業界及び許認可取得者に困難な課題がある」として、「検査制度」に関連して、以下の2つの勧告及び3つの提言（当時は助言）が行われた。

【勧告7】 原子力安全・保安院は、その検査官がサイトでいつでも検査する権限を有していることを確保すべきである。これにより、検査官はサイトへの自由なアクセスが可能となり、法律で規定された検査期間中というよりも任意の時間に職員とのインタビュー、文書審査の要求などが出来るようになる。これは建設検査・運転検査の両方に適用される。

【提言14 】 原子力安全・保安院は、法律を変えずに検査の種類や頻度を変えることができるような、より柔軟性をもったプロセスを構築すべきである。

【提言15 】 原子力安全・保安院は、事象に基づいて検査プログラムを修正するが、検査された原子力発電所での検査結果だけからではなく他の原子力発電所で得られた経験からの検査結果にも基づいて、積極的に検査プログラムを修正すべきである。

【勧告8 】 原子力安全・保安院は、設備上の問題がある場合には停止するという法的な規定に加えて、例えば不十分な運転性能の場合でも原子力発電所を停止できる権限の根拠を明確化すべきである。

【提言16 】 原子力安全・保安院は、建設検査プログラムに、メーカーや製造会社などの品質保証プログラムの検査を含めるべきである。

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

IAEAによるIRRS（2016）

- 規制庁は、IRRSの勧告と提言が併せて26項目あったものを、自己評価書を踏まえ31項目にブレークダウンをしている。
- これらの項目は、2017年4月7日に成立した原子炉等規制法の改正につながるべき内容を含むなど、適切にとりまとめられてはいる。
- しかし個別の項目に対する対策を進めれば全体でよしとするべきものではなく、多くは横断的な課題として、総合的な議論が必要になっている。
- 規制委員会は、IRRSフォローアップミッションを2019年夏に受け入れた。

IAEAによるIRRS（総合規制評価サービス）2016年IRRSでの勧告・提言

- 2016年1月に原子力規制委員会は、IAEAの総合規制評価サービス（IRRS : Integrated Regulatory Review Services）を受入れ、13の勧告及び13の提言がなされた。

✓ 事業者の全ての保安活動の監視・評価制度 （検査制度）
- 原子力規制委員会が検査の実効性を向上させることが可能となるように、関連法令を改正すること

✓ 規制人材の育成に関する方針
- 有能で経験豊富な職員を惹きつけ、かつ教育、訓練、研究、及び国際協力の強化を通じて、原子力及び放射線安全に関する能力を構築させること

✓ 規制行政のマネジメントシステムの改善
- 高いレベルの安全を達成するため、問いかける姿勢を養うなど、安全文化の向上を継続し強化すること。これは原子力規制委員会及び被規制者に対しても等しく適用される。
- 原子力規制委員会が所管業務を実施するために必要となるすべての規制及び支援プロセスについて、統合マネジメントシステムを作成、文書化し、完遂すること

✓ 廃棄物の埋設に関する放射線防護基準及びサイト解放基準策定

✓ 緊急事態への対応

✓ その他

規制庁による自己評価報告書（2015年11月）

- 自己評価で要改善とした課題
  - (R10) 許認可取得者の責任の下で実施される管理、監督及び確認活動を代替するものとしないように見直す必要がある。
  - (R11) 炉規法上の検査の対象を許認可取得者が行う保安活動全般を対象とするよう見直すべきである。
  - (R12) 炉規法上の検査の実施方法を、よりrisk-informed, performance baseなものに見直すべきである。
  - (R13) 炉規法上の様々な検査制度について、その範囲を整理し、よりシンプル、柔軟かつ実効的、効率的なものとすべきである。

- 改善措置計画
  - 諸外国の検査制度等も参考にしつつ、次の方針で検査・監視制度の改善に取り組む。
    - 許認可取得者の責任の下で実施される管理、監督及び確認活動を代替するものとしない。
    - 検査の統合を図ること等により、より柔軟性をもった検査・監視体系とする。
    - 実効性、効率性を確保する。
    - 制度改善に併せ、検査官の能力向上を図る。

（SARIS Summary Reportの記述より、抜粋）

（参考）

IAEA GSR Part 1（Rev. 1, 2016）より

- **Requirement 27: Inspection of facilities and activities**
  - The regulatory body shall carry out inspections of facilities and activities to verify that the authorized party is in compliance with the regulatory requirements and with the conditions specified in the authorization.
- **Requirement 28: Types of inspection of facilities and activities**
  - Inspections of facilities and activities shall include programmed inspections and reactive inspections, both announced and unannounced.
- **Requirement 29: Graded approach to inspections of facilities and activities**
  - Inspections of facilities and activities shall be commensurate with the radiation risks associated with the facility or activity, in accordance with a graded approach.

  - 4.49. Regulatory inspection cannot diminish the prime responsibility for safety of the authorized party, and cannot substitute for the control, supervision and verification activities conducted under the responsibility of the authorized party.
  - 4.52. Regulatory inspections shall cover all areas of responsibility of the regulatory body, and the regulatory body shall have the authority to carry out independent inspections. Provision shall be made for free access by regulatory inspectors to any facility or activity, at any time, within the constraints of ensuring operational safety at all times and other constraints associated with the potential for harmful consequences. These inspections may include, within reason, unannounced inspections. The manner, extent and frequency of inspections shall be in accordance with a graded approach.
  - 4.53. In conducting inspections, the regulatory body shall consider a number of aspects, including:
    - — Structures, systems and components and materials important to safety;
    - — Management systems;
    - — Operational activities and procedures;
    - — Records of operational activities and results of monitoring;
    - — Liaison with contractors and other service providers;
    - — Competence of staff;
    - — Safety culture;
    - — Liaison with the relevant organization for joint inspections, where necessary.

検査制度に関連するIRRS報告書の指摘（1）

（勧告9） 政府は、以下のために、**検査制度を改善、簡素化**すべきである。

- ✓ 効率的で、パフォーマンスベースの、より規範的でない、リスク情報を活用した原子力安全と放射線安全の規制を行えるよう、原子力規制委員会がより柔軟に対応できる。

  Performance-based ***Less Prescriptive*** ***Risk-informed***

- ✓ 原子力規制委員会の検査官が、いつでもすべての施設と活動にフリーアクセスができる公式の権限を持てる。
- ✓ 可能な限り最も低いレベルで対応型検査に関する原子力規制委員会としての意思決定が行える。

  Graded Approach

変更された検査の枠組みに基づいて、原子力規制委員会は、等級別扱いに沿って、規制検査（予定された検査と事前通告なしの検査を含む）の種類と頻度を特定した、すべての施設及び活動に対する検査プログラムを開発、実施すべきである。

検査制度に関連するIRRS報告書の指摘（2）

（勧告10）

原子力規制委員会は、不適合に対する制裁措置又は罰則について程度を付けて決定するための文書化された執行の方針を基準とプロセスとともに、また、安全上重大な事象のおそれが差し迫っている場合に是正措置を決定する時間を最小にできるような命令を処理するための規定を策定すべきである。

（提言10）

原子力規制委員会は、検査、関連する評価そして意思決定に関わる能力を向上させるため、検査官の訓練及び再訓練の改善について検討すべきである。

「検査制度」の基本的考え方（まとめ）

<u>2016年当時の検査制度が抱えていた問題</u>

- ✓ 事業者の一義的責任の不徹底
- ✓ 複雑・細分化された検査体系
  - 検査の種類の細分化
  - 検査の種類による不統一
  - 品質保証に係る検査の重複、細切れ化
- ✓ ハード面の検査の偏重
- ✓ 柔軟性の低い検査の仕組み
- ✓ 有効かつ効率的な検査手法導入の必要性
- ✓ 検査の結果と行政上の措置

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

監視・評価の結果による規制側の対応

- 安全確保の実施主体としての事業者の一義的責任を明確にするため、施設の運用段階における新たな監視・評価の仕組みの下では、事業者の保安活動に対して特定の時期（例えば現行の施設定期検査の終了時など）に規制機関がその状況に了解を出すような仕組みは設けない。
- 常に行われる継続的な監視・評価の結果、保安活動に不足や明らかな疑義の点が見られた場合には、その時点で公表するとともに、法令に基づき事業者に対応を厳格に求める仕組みとする。
- さらに、実施主体を規制機関から事業者に変更する検査が適切に行われない場合の罰則規定については、不正等に対し厳しい行政上の措置を用意する。

検査制度の基本的考え方 （1）役割と責任

【事業者】

- ✓ 規制要求への適合を実現
- ✓ その状況を確認し、かつ、維持・向上させることにより、安全確保の一義的責任を果たす

【規制機関】

- ✓ 事業者の適合すべき安全上の規制要求を設定
- ✓ 供用開始前は、規制要求に適合していることを各段階において確認
- ✓ 供用開始後は、事業者の規制要求への適合を確実なものとするために保安活動を監視・評価、行政上の措置を実施

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

検査制度の基本的考え方 （2）法的枠組み

【事業者】

- ✓ 安全確保に係る一義的責任を明確にした体系
- ✓ 事業者検査の実施義務等

【規制機関】

- ✓ 規制機関の関与の体系
- ✓ （段階的規制の体系）
  供用開始前の許認可等
  供用開始後の包括的な監視・評価

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

検査制度の基本的考え方 （3－1）運用の課題

【事業者】

安全上の重要度に応じた効果的な活動を実現するため、客観的な指標としてリスク情報、安全確保水準データを活用

情報提供

【規制機関】

事業者の保安活動の実績に応じた監視、安全上の重要度に応じた評価、行政上の措置を実施するため、客観的な指標としてリスク情報、安全確保水準データを活用

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

検査制度の基本的考え方 （3－2）運用の課題

【事業者】

- ✓ 学会等で議論された民間規格等を活用するなど、保安活動の透明性を高める
- ✓ 積極的な情報公開、コミュニケーションを通じて、保安活動への理解を高める

協調

【規制機関】

- ✓ 規制判断の基準やプロセスなどの対応方針を明確にしたガイド文書等を作成公開し、規制機関による対応の透明性・予見性を確保し、事業者の主体的取組みを促す
- ✓ 積極的な情報公開、コミュニケーションにより、規制機関の活動内容に対する信頼性を高める

（検査制度の見直しに関する検討チーム「中間とりまとめ」（2016.11）に基づく）

衆議院附帯決議（2017年4月）

- 六　今回の原子力事業者等に対する検査制度の見直しは、国際原子力機関 による総合規制評価サービスの指摘や福島第一原子力発電所事故の教訓を 踏まえたものであることから、見直し後の検査制度に基づく取組状況について、国民に分かりやすく説明するとともに、国会に定期的に報告すること。

- 七　原子力事業者等の保安活動全般を包括的に常時監視・評価するに当たっては、その具体的な方法をマニュアル等で明確化するなどにより、十分な体制 を整備すること。特に、この検査制度の運用においては高い能力が検査官に求められることから、その能力向上のための必要な措置を講じること。

参議院附帯決議 -1（2017年4月）

- 六　原子力規制委員会は、今回新設される第六十二条の二の二の趣旨を踏まえ、国際的な基準や先行する海外事例との整合を図りつつ、バックフィットの運用に関するルールや判断基準を明確化し、規制化するためのプロセスを整備すること。
- 七　今回の検査制度の見直しにおいては、国際原子力機関による総合規制評価サービスの指摘や東京電力福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえ、科学的・技術的知見を基本に、国際的な基準や先行する海外事例との整合を図りつつ、原子力安全規制の実効性を高め、実質的な安全性を効果的に向上させることができる規制体系となるよう特段の配慮を行うこと。
- 八　原子力規制検査及び総合的な評定に当たっては、国際原子力機関による総合規制評価サービスの指摘を踏まえ、安全への実質の影響程度で判定するといった考え方で厳格に検査を行うという指摘の理念が実現されるよう実施すること。また、見直し後も不断の検証を行いながら、継続的な改善を図っていくこと。

参議院附帯決議-2（2017年4月）

- 九　原子力規制検査の導入に当たっては、安全上の重要性やリスク評価に着目して検査対象の選定を行い、その運用や判定の一貫性や予見性、透明性を確保する観点から、原子力事業者等との緊密かつ継続的なコミュニケーションを図りつつ、その具体的な方法をマニュアル等で明確化するなどに より実効性ある運用がなされるよう十分な体制を整備すること。
- 十　原子力規制検査の運用においては高い能力が検査官に求められること から、同検査の運用開始までに資格付与等の能力管理の仕組みを整備・ 公表するとともに、同検査の運用に必要な人員を十分に確保し、検査の実効性を担保すること。
- 十一　規制体系の大幅な変更を伴う新たな検査制度の導入に当たっては原子力事業者等の実務を担う現場において過度な負担や無用な混乱が生じることのないよう、十分な準備期間を設定するとともに、その運用開始までに 実際の運用のための評価・分析を含めた十分な検討を行い新旧制度間の円滑な移行に万全を期すこと。

参議院附帯決議-3（2017年4月）

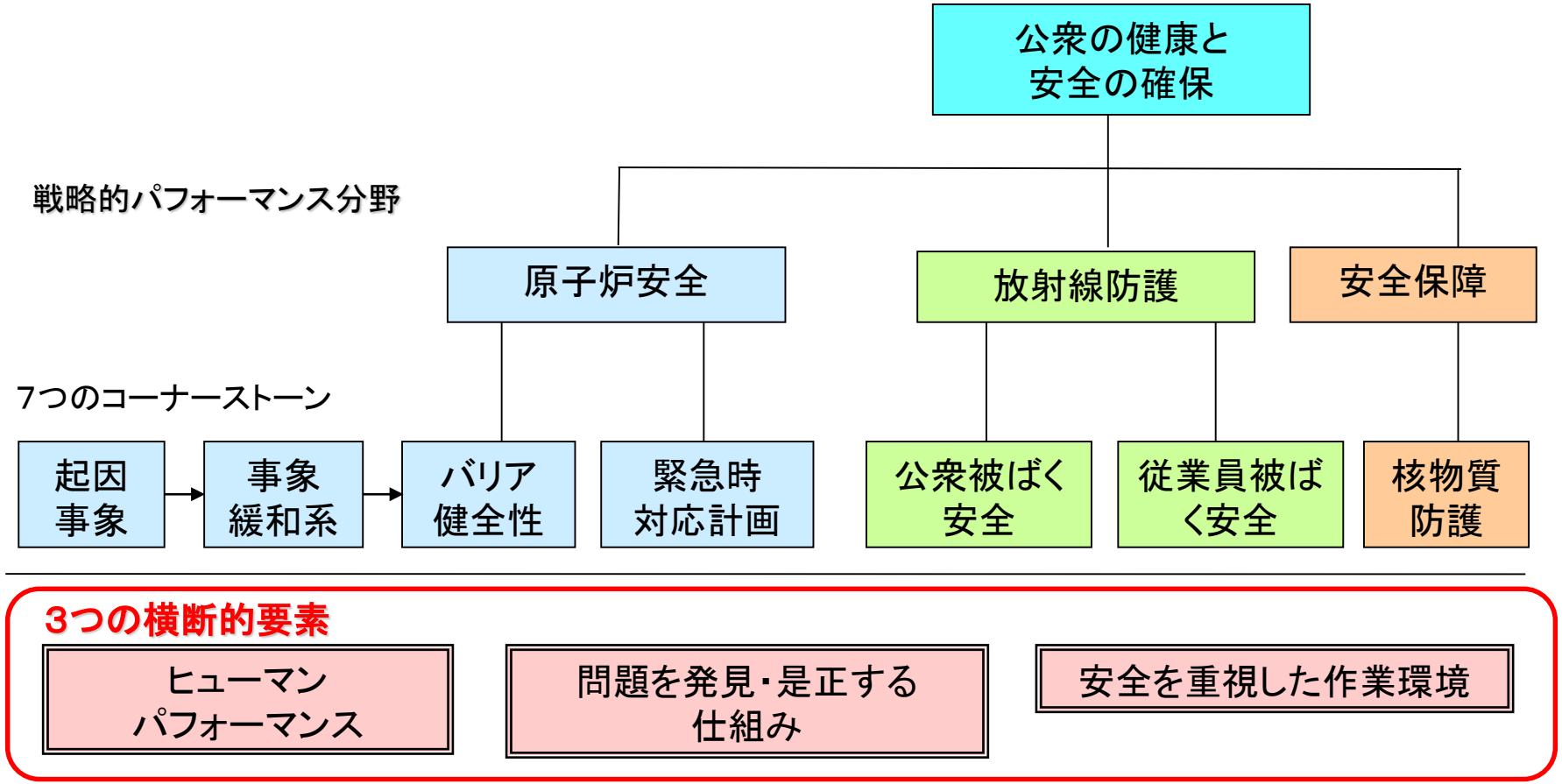
- 十二　原子力規制委員会は、原子力規制に関する理解と信頼をより一層高めるため、見直し後の検査制度に基づく取組状況について、国民に分かりやすく説明するとともに、国会に定期的に報告すること。特に、原子力規制検査及び総合的な評定の結果に当たっては、根拠等含め明確かつ具体的に国民に対しても分かりやすく公表すること。
- 十三　原子力規制委員会は、国際原子力機関による総合規制評価サービ スの報告書を真摯に受け止め、今回の検査制度の見直し等にとどまることなく、自らのマネジメントシステムの確立、原子力事業者等とのコミュニケーション、高経年化に関する認可手続等に係る諸課題に関して、迅速かつ不断の 改善に取り組むとともに、その状況を国会にも分かりやすく報告すること。

米国のROP（Reactor Oversight Process）

- 米国の検査制度である、原子力炉監督プロセス（ROP）は2000年4月に開始
- パフォーマンス指標（PI : Performance indicators ）及び検査の知見から規制対応を判断する包括的な制度
  - ✓ 検査、パフォーマンス指標とも、規制上着目すべき7つのコーナーストーン （CS : Corner stones）で整理
  - ✓ 監視や検査の結果、事業者のパフォーマンスの低下が確認された場合、その重要度に応じ、規制側は、追加検査、確認措置文書の発行などの措置をとる
  - ✓ 規則違反、または公衆の健康や安全に重大な影響を及ぼし得る状況の存在が確認された場合、民事制裁金を課す、施設運用停止、許認可変更、停止もしくは撤回などの措置が可能

（参考）

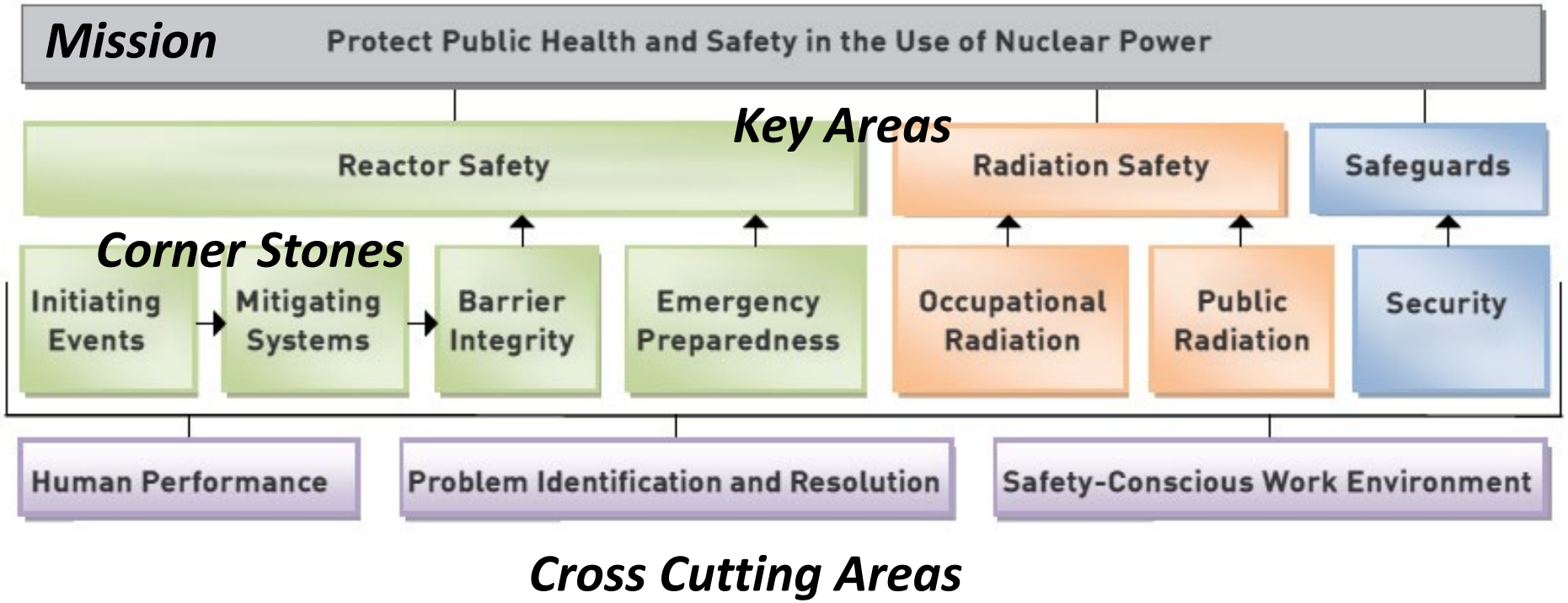
米国のROPおける
コーナーストーンと横断的要素



✓ 米国では、事業者の安全文化醸成の取組を安全規制の対象として扱えるよう
ROPにおける横断的要素を取り込み、2006年7月1日から運用している

（参考）

米国のROP（Reactor Oversight Process）



http://www.nrc.gov/reading-rm/doccollections/nuregs/staff/sr1649

米国のROPにおける NRCの検査プログラム

① リスク情報を活用した基本検査（Risk Informed baseline inspections）

- 全発電所を対象に最低限必要とする項目を決まった頻度で行う検査
- パフォーマンス指標でカバーされない領域
- 事業者のパフォーマンス指標報告の正確性を確認する
- 事業者の気づき事項や問題解決の効果をレビューする

② プラント個別の追加検査（Supplemental inspections）

- 基本検査の結果、またはパフォーマンス指標（PI）の評価結果からリスク上重要な問題が明らかになった場合に行う追加の検査
- 追加の検査は発電所のパフォーマンス評価により3種類に区分

③ 一般安全問題検査（Generic Safety Inspections）

- Generic Letter、Bulletin等で一般安全問題への対応が要求された場合のプラント個別の対応状況の検査。福島対応検査など（TI）

TI（Temporary Instruction）：暫定検査要領

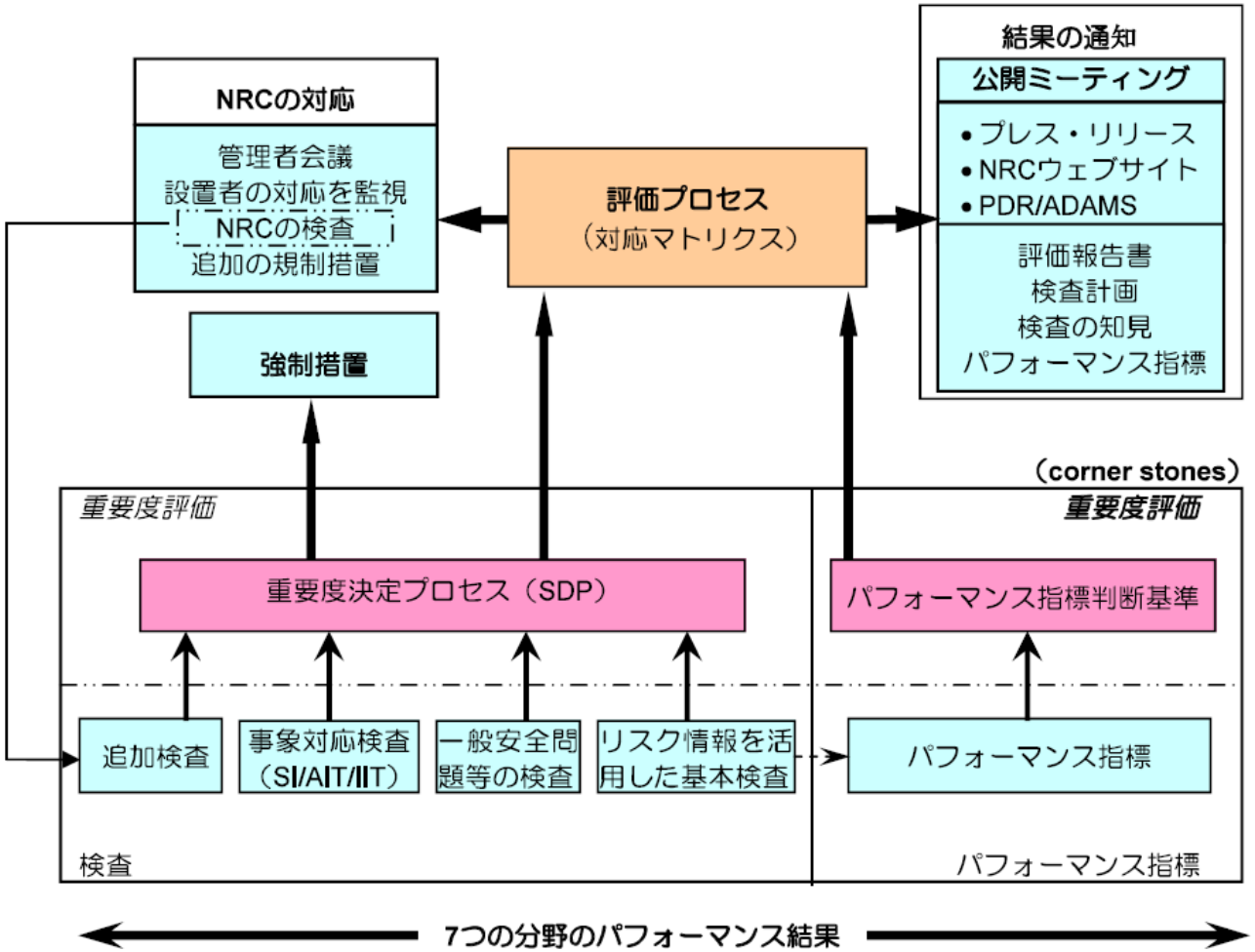
④ 事象対応検査(Event Response (SI/AIT/IIT))

- 何らかの事象後の特別検査

SI（Special Inspection）：特別検査
AIT（Augmented Inspection Team）：拡大検査チーム
IIT（Incident Investigation Team）：事故調査チーム

（参考）

米国のROPにおける NRCの検査プログラム



米国ROPにおけるプラントパフォーマンス評価

- 各プラントにおけるパフォーマンス評価は、事業者によって報告される具体的なパフォーマンス指標とNRCの検査結果の双方に基づいてなされる。
- NRCの検査・監査は、より広い範囲で、またより深く実施される。
- パフォーマンス指標とNRCの検査・監査は、安全性とリスクに強く関連する活動に焦点が当てられる。

（参考）

米国ROPにおける
プラントパフォーマンス評価プロセス

「規制マトリックス」

		低 ← 安全上の重要度 → 高				
		設置者対応	規制側対応	コーナーストーン　劣　化	繰り返し劣化 複数分野劣化	許容不可能なパフォーマンス
評価結果		全部 ○		・○ ×1 ・1CSで （○　×2）	・○X1，○複数 ・左記が 5四半期以上	・全体的に許容できないパフォーマンス
評価結果		・各CSの目的を達成	・各CSの目的を達成	・各CSの目的を達成 ・安全パフォーマンスが僅かに低下	・各CSの目的を達成 ・長期的問題あり ・安全パフォーマンスが顕著に減少	・運転は許可されない ・安全裕度が許容出来ない程度までに減少
対応	事業者の措置	・是正措置	・個別根本原因分析と是正措置 ・NRCは監視	・個別及び総合的根本原因分析と是正措置 ・NRCは監視	・第3者による根本原因分析と是正措置 ・パフォーマンス改善計画の検討 ・NRCは監視	
対応	NRCの検査	・基本検査のみ	・基本検査 ・追加検査（IP95001）	・基本検査 ・追加検査（IP95002）	・基本検査 ・追加検査（IP95003）	
対応	規制措置	・なし	・追加検査のみ	・追加検査のみ	・10CFR2.204 ・10CFR50.54(f) ・CAL／命令	・認可変更、停止、取り消し
委員会の関与		なし（地方局）			あり	

（参考）

米国ROPのパフォーマンス指標（1）

各コーナーストーン	パフォーマンス指標
起因事象	● Unplanned reactor shutdowns (automatic and manual) ● Loss of normal reactor cooling system following unplanned shutdown ● Unplanned events that result in significant changes in reactor power
事象 緩和系	● Safety system availability and reliability ● Safety system failures
バリア 健全性	● Fuel cladding (measured by radioactivity in reactor cooling system) ● Reactor cooling system leak rate
緊急時 対応計画	● Emergency response organization drill performance ● Readiness of emergency response organization ● Availability of notification system for area residents

http://www.nrc.gov/reading-rm/doccollections/nuregs/staff/sr1649

（参考）

米国ROPのパフォーマンス指標（2）

コーナーストーン	パフォーマンス指標
公衆被ばく安全	● Unplanned radiation exposures to workers
従業員被ばく安全	● Effluent releases requiring reporting under NRC regulations and license conditions
核物質防護	● Security system equipment availability

✓ パフォーマンス・指標は、各々が色（緑、白、黄、赤）によって、わかりやすく提示される。

http://www.nrc.gov/reading-rm/doccollections/nuregs/staff/sr1649

米国ROPにおける
検査指摘事項の安全重要度決定プロセス

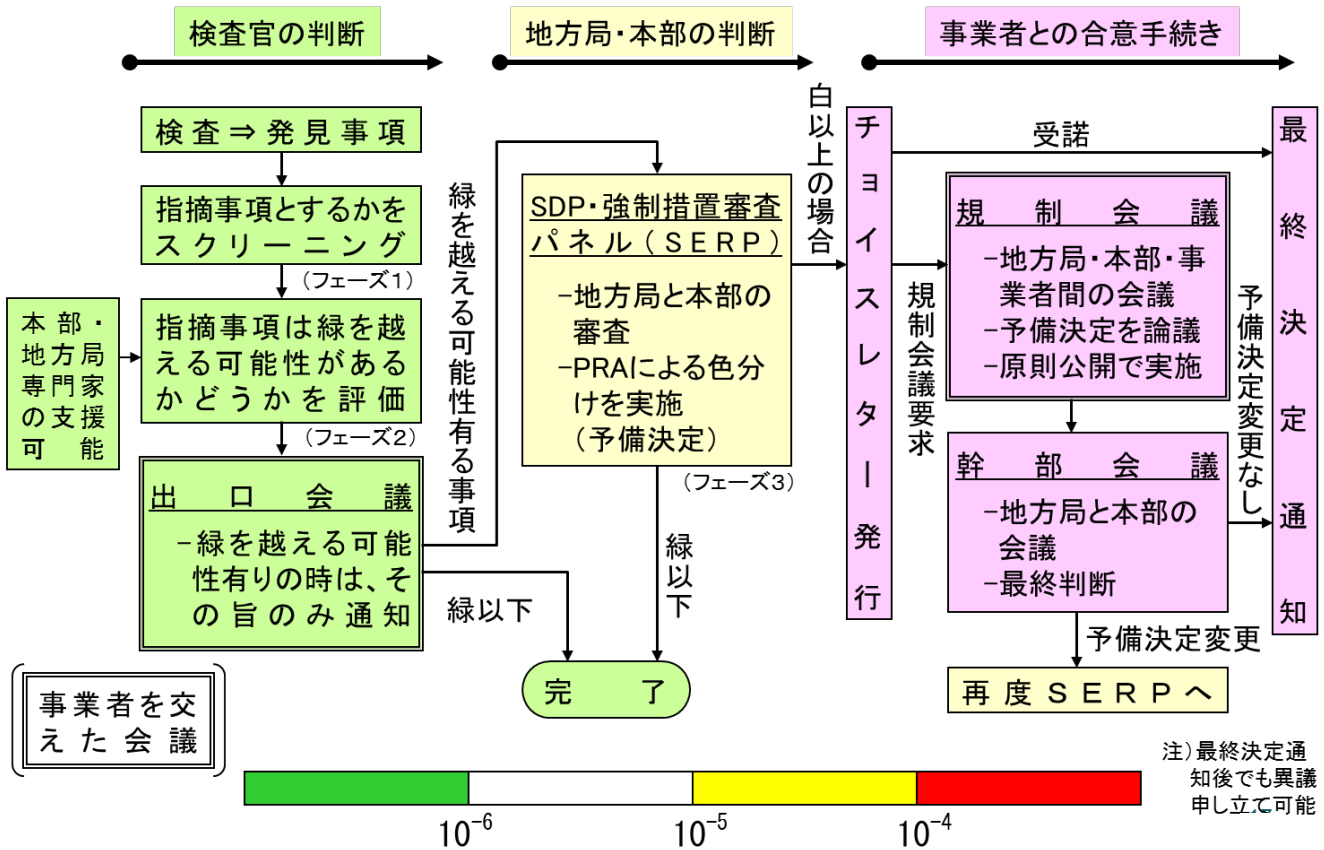
- 検査の結果、初期評価で重要度決定プロセス（SDP：Significance Determination Process）の評価対象とならないもの（安全上重要でない非常に軽微な違反）を除外、残ったものをSDPで評価

- SDPは7つのCSについて規定されている
- 「起因事象」、「緩和系」、「バリア健全性」については、NRCが開発したコード、SAPHIRE（System Analysis Program for Hand-on Integrated Reliability Evaluations）で評価

- 「緊急時対応計画」、「公衆被ばく安全」、「従業員被ばく安全」、「核物質防護」のSDPは、比較的単純なフローに従い、色分けを行う

（参考）

米国ROPにおける
検査指摘事項の評価決定までのプロセス



（参考）

ROP Action Matrix Asessment of Plant Performance

Increasing Safety Significance

Column 5. Unacceptable Performance

Column 4. Multiple/Repetitive Degraded Cornerstone Repetitive degraded cornerstone, multiple degraded cornerstones, or multiple **YELLOW** inputs, or one **RED** input

Column 3. Degraded Cornerstone One degraded cornerstone (two **WHITE** inputs or one **YELLOW** input or three **WHITE** inputs in any strategic area)

Column 2. Regulatory Response No more than two **WHITE** inputs in different cornerstones

Column 1. Licensee Response All performance indicators and cornerstone inspection findings **GREEN**

http://www.nrc.gov/reading-rm/doccollections/nuregs/staff/sr1649

（参考）

NRC Response

Response at Agency Level

Response at Agency Level
- Meeting with NRC Executive Director for Operations and senior plant management
- Plant operator improvement plan with NRC oversight
- NRC team inspection focused on performance issues at the site
- Demand for Information, Confirmatory Action Letter, or Order

Response at Regional Level
- Meeting with NRC regional management and senior plant management
- Plant operator self-assessment with NRC oversight
- Additional NRC inspections focused on cause of degraded performance

Response at Regional Level
- Meeting with NRC and plant management
- Plant operator corrective actions to address WHITE inputs
- NRC inspection to follow up on WHITE inputs and corrective actions

Normal Regional Oversight
- Routine inspector and staff interaction
- Baseline inspection program
- Annual assessment public meeting

Increasing Regulatory Oversight

http://www.nrc.gov/reading-rm/doccollections/nuregs/staff/sr1649

電事連の現地調査に基づいた米国ROPを導入するポイント

（2017年5月）

① 規制と事業者は立場と役割は異なるが、実質の安全を目指すことに関しては同じ目的を持っている

② 規制はパフォーマンスベース、リスクインフォームドで、安全上の重要度が高いところにフォーカスする（規制と事業者が共通の言語を持つことが大切）

③ 規制はプロセスではなく、アウトカム（結果）で評価する

④ 一方、事業者が自ら問題を見出し、自ら改善することを促すことが効果的な安全性向上に不可欠

⑤ ROPの要は客観性（主観性の入るところを極力排除）

⑥ 仕組み、ルール、結果に関しての公表は重要（客観性、予見性につながる）

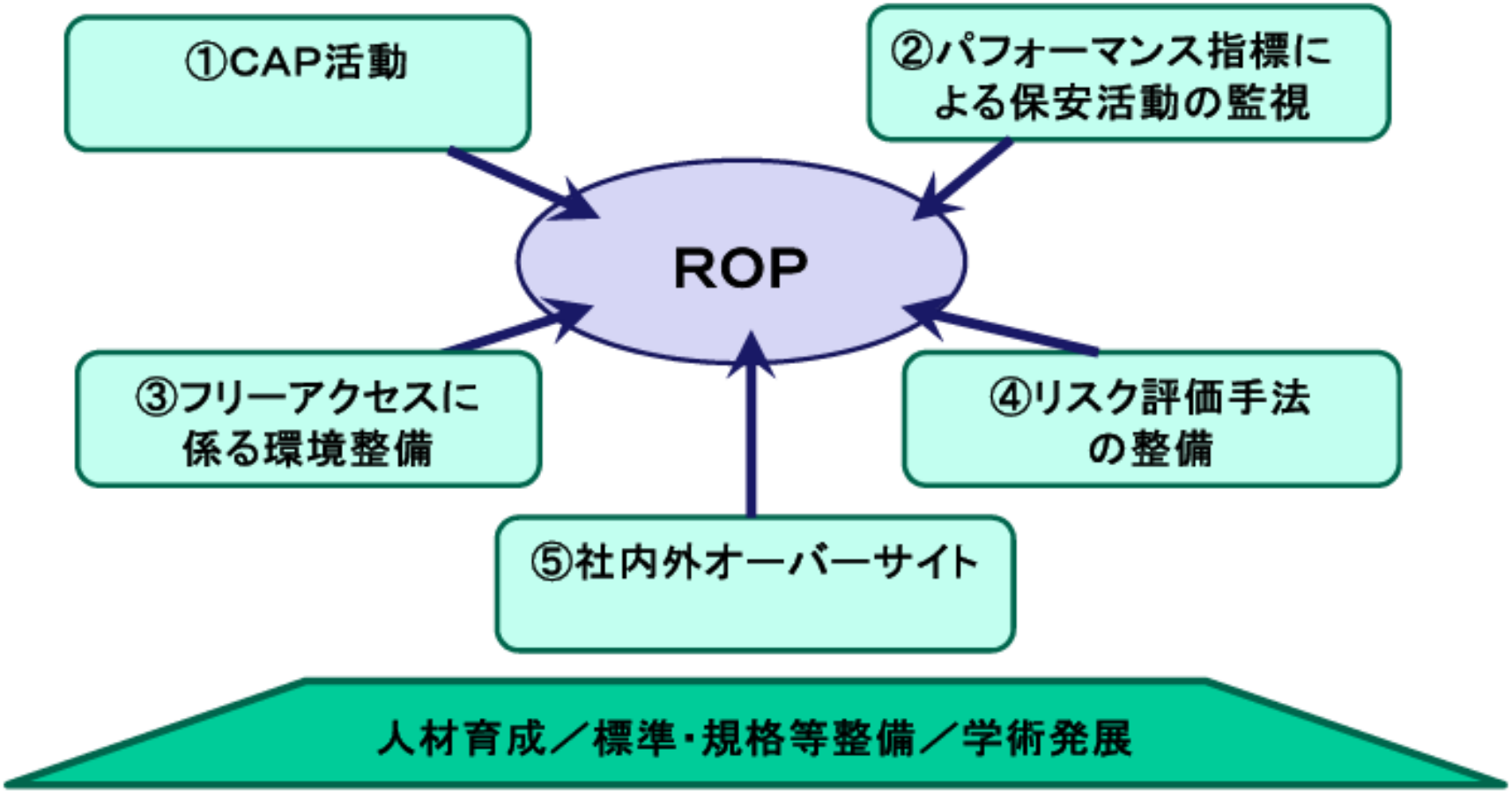
⑦ ROP導入は時間を要する大規模な仕事であるため、共通のロードマップが必要

⑧ 手段（CAP、PRA等）を完璧にしてから始めるよりも、実施可能なものを使って始めることが大切

⑨ 規制と事業者の間のコミュニケーションが大切

事業者活動の充実

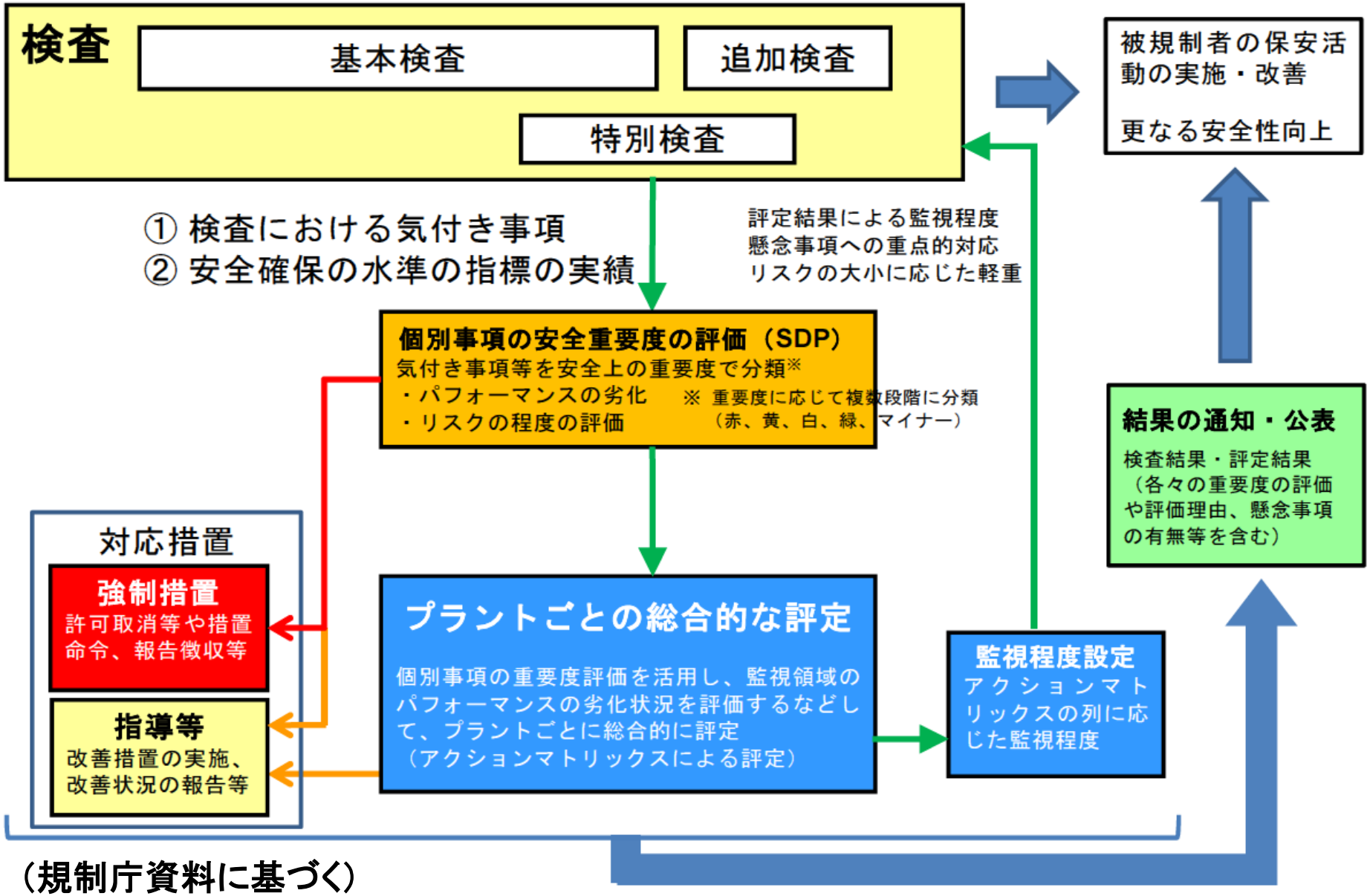
新たな検査制度では、事業者の保安活動の主体性・自律性は重要であり、事業者として以下の活動に取り組んでいく。



米国ROPで課題とされている事項

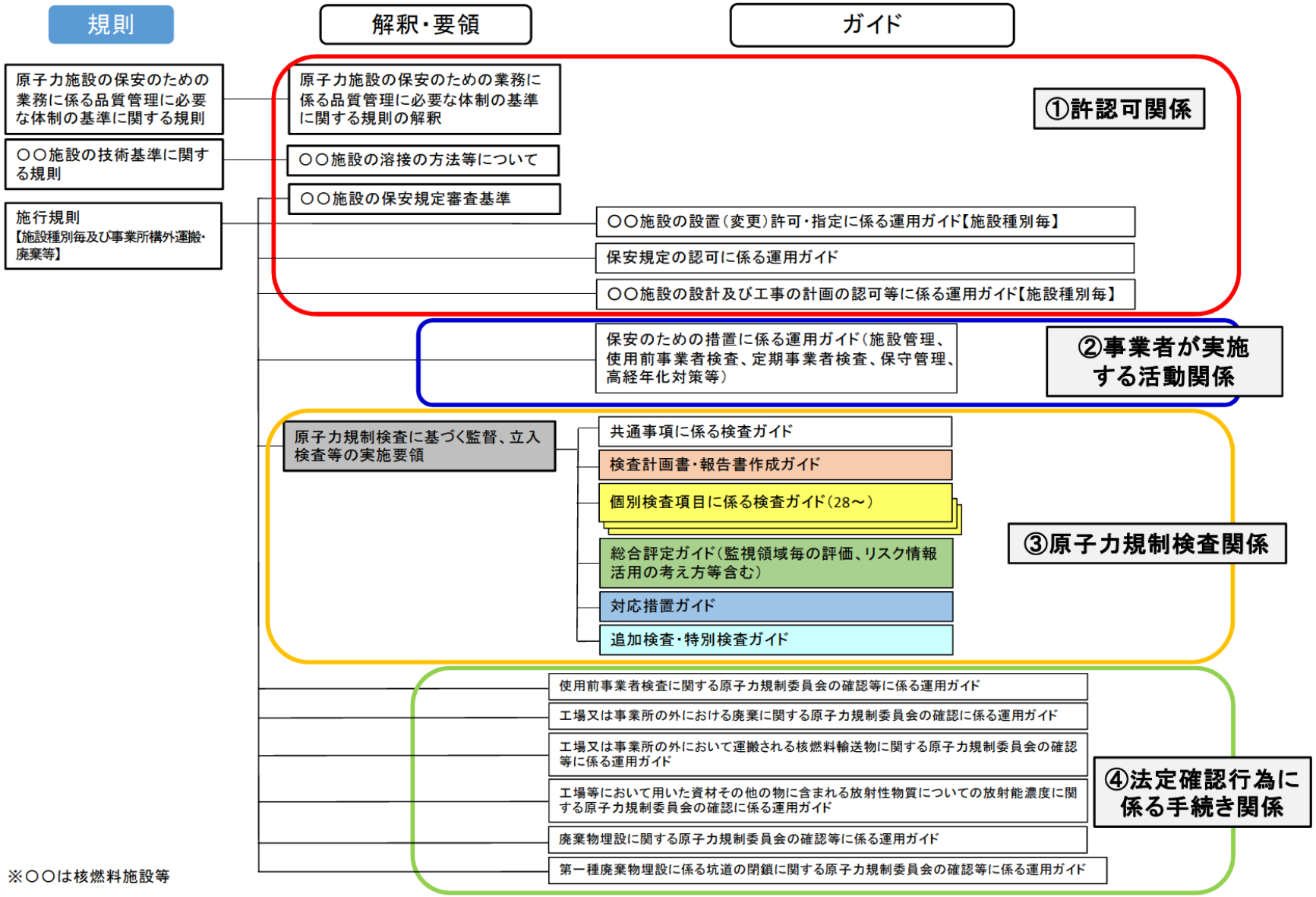
- 検査官の技量
  - NRC本部やRegional Officeによる、より高いレベルの検査チーム編成等を含む
- 検査・監査プログラム用のリスク情報活用
- 横断的領域（Cross Cutting Areas）における評価と安全文化（劣化）評価

規制検査制度の主なプロセス



（規制庁資料に基づく）

検査制度の規則、解釈等及びガイドの全体像



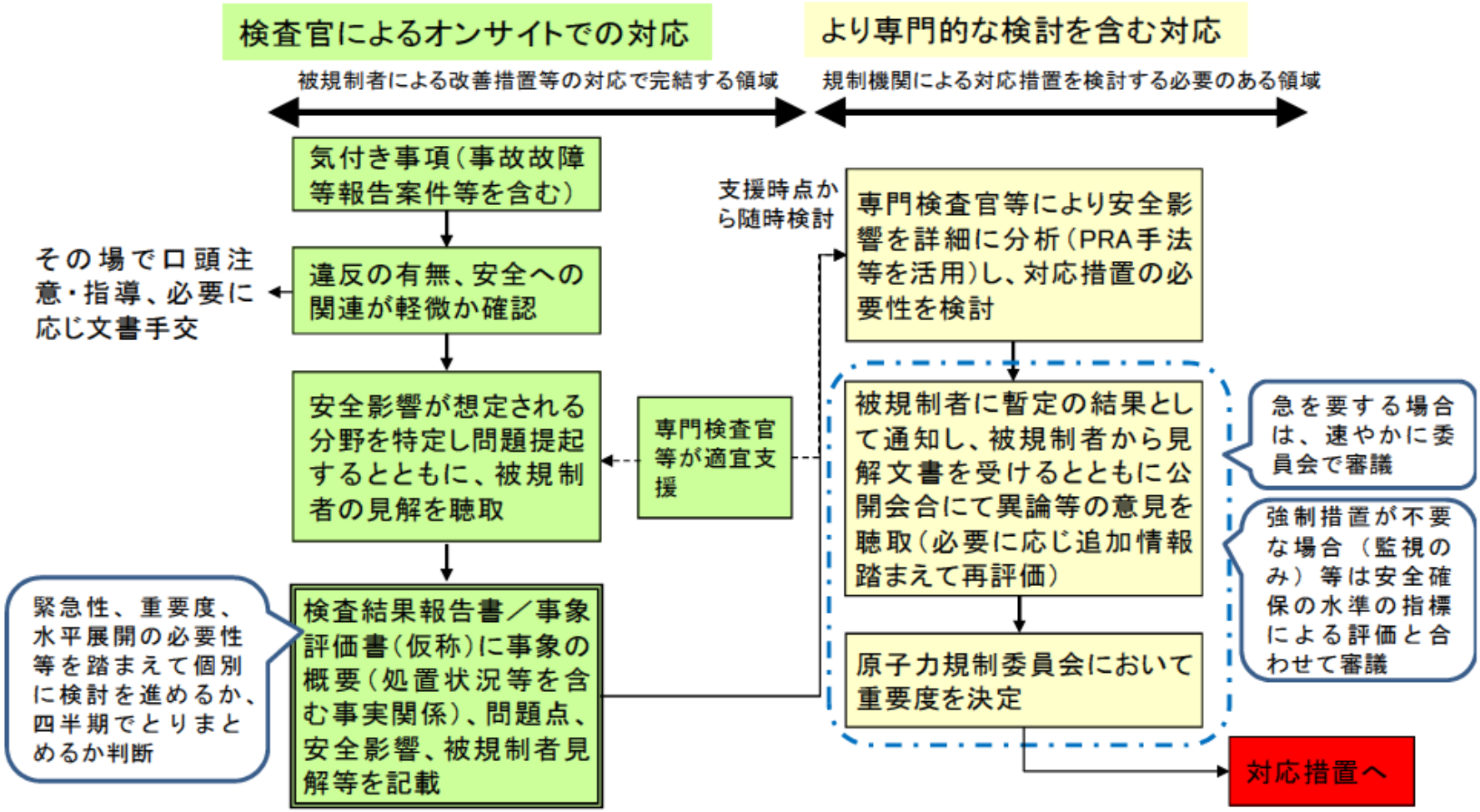
※○○は核燃料施設等

検査制度の見直しに関する検討チームWG 第21回会合（2018.9.3）等より

（参考）

検査気付き事項と重要度評価プロセス

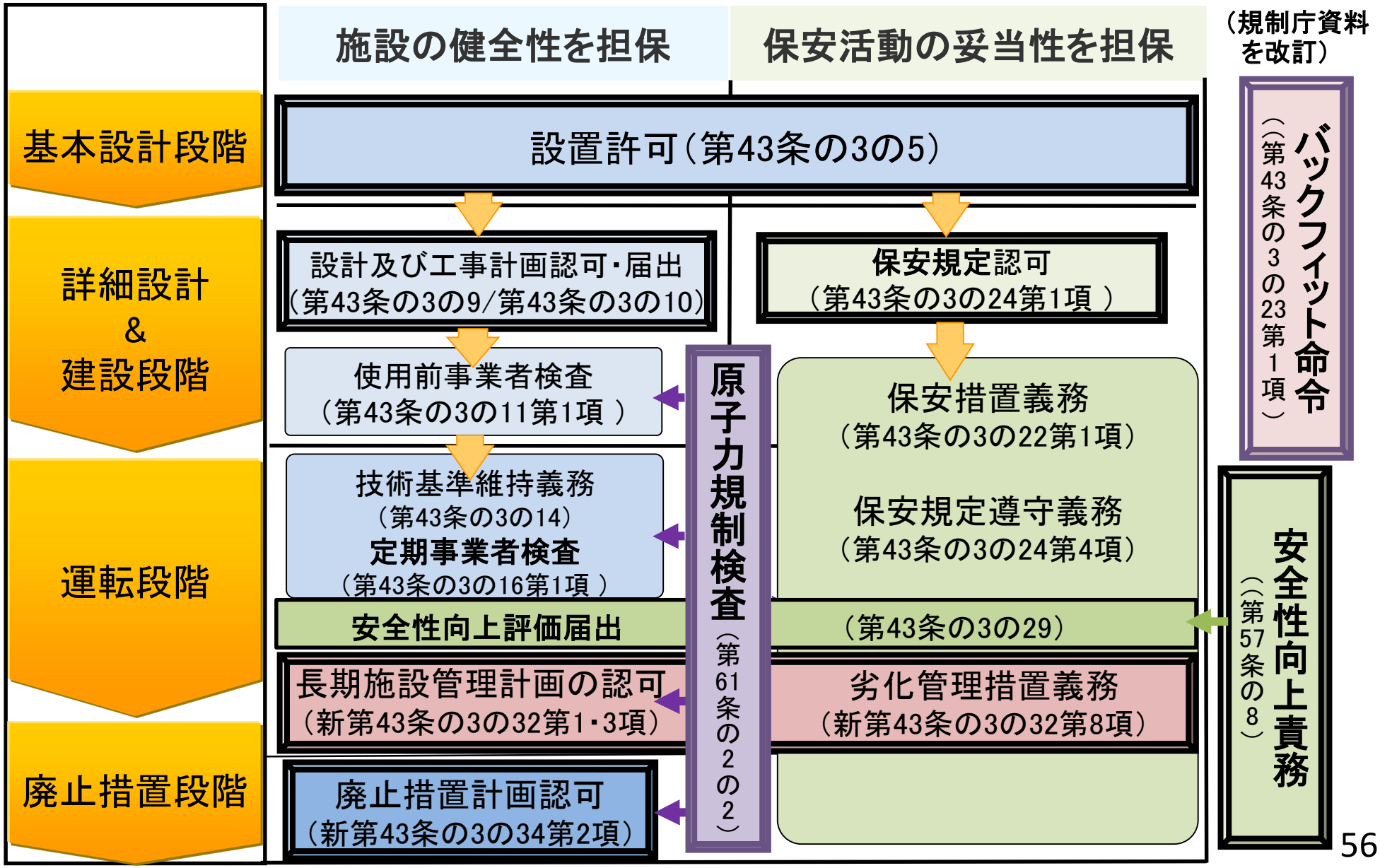
- 現行の保安検査における事務所レベルでの指導、原子力規制委員会に諮ったうえでの行政指導、法令に基づく命令、許可取消し等の対応措置の段階を念頭に、気付き事項を踏まえた評価プロセスも段階に応じたものとする。



（規制庁資料に基づく）

改正された原子炉等規制法*の枠組み

*2023年改正



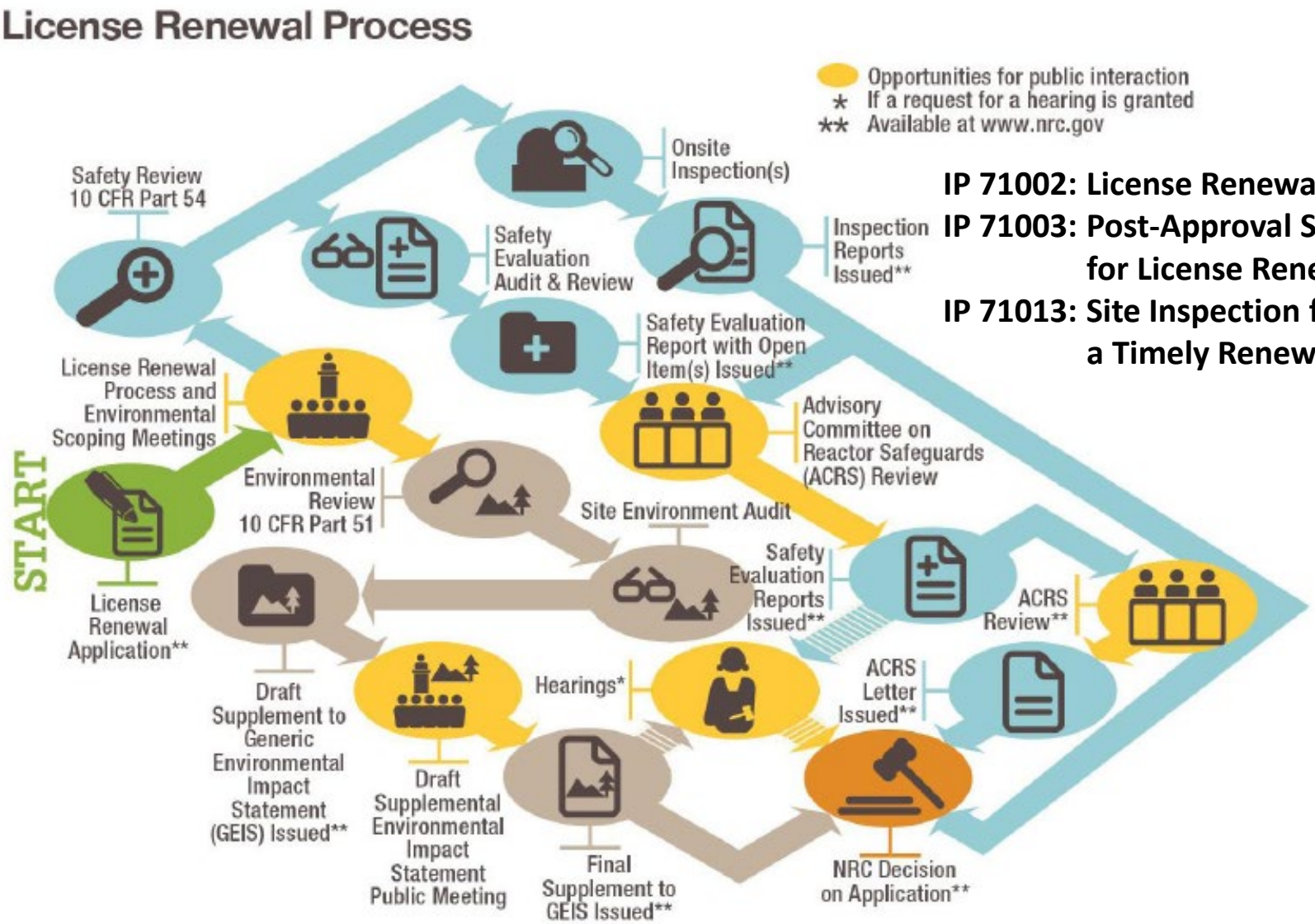
原子力安全規制を踏まえた制約条件とその変化

✓ 原子力発電所の運転段階における安全性向上を牽引するのは、どの制度なのか？

- 規制基準とこれに基づく適合性審査
  - バックフィット制度を含む
- 「検査制度」の運用
  - リスク・インフォームド
  - パフォーマンスベース
  - チェックリスト方式ではない
  - 規制検査（リスクブック、重要度評価、PI-R検査を含む）
  - 定期事業者検査、使用前事業者検査　CAP、CM
- 安全性向上評価届出制度の運用改善（FSAR、PSR他）
- 高経年化技術評価・運転期間延長認可制度に代わり、「長期施設管理計画」の認可制度へ
  - 40年目の特別点検、60年度の追加点検

（参考）

米国 運転免許更新の審査と検査プロセス

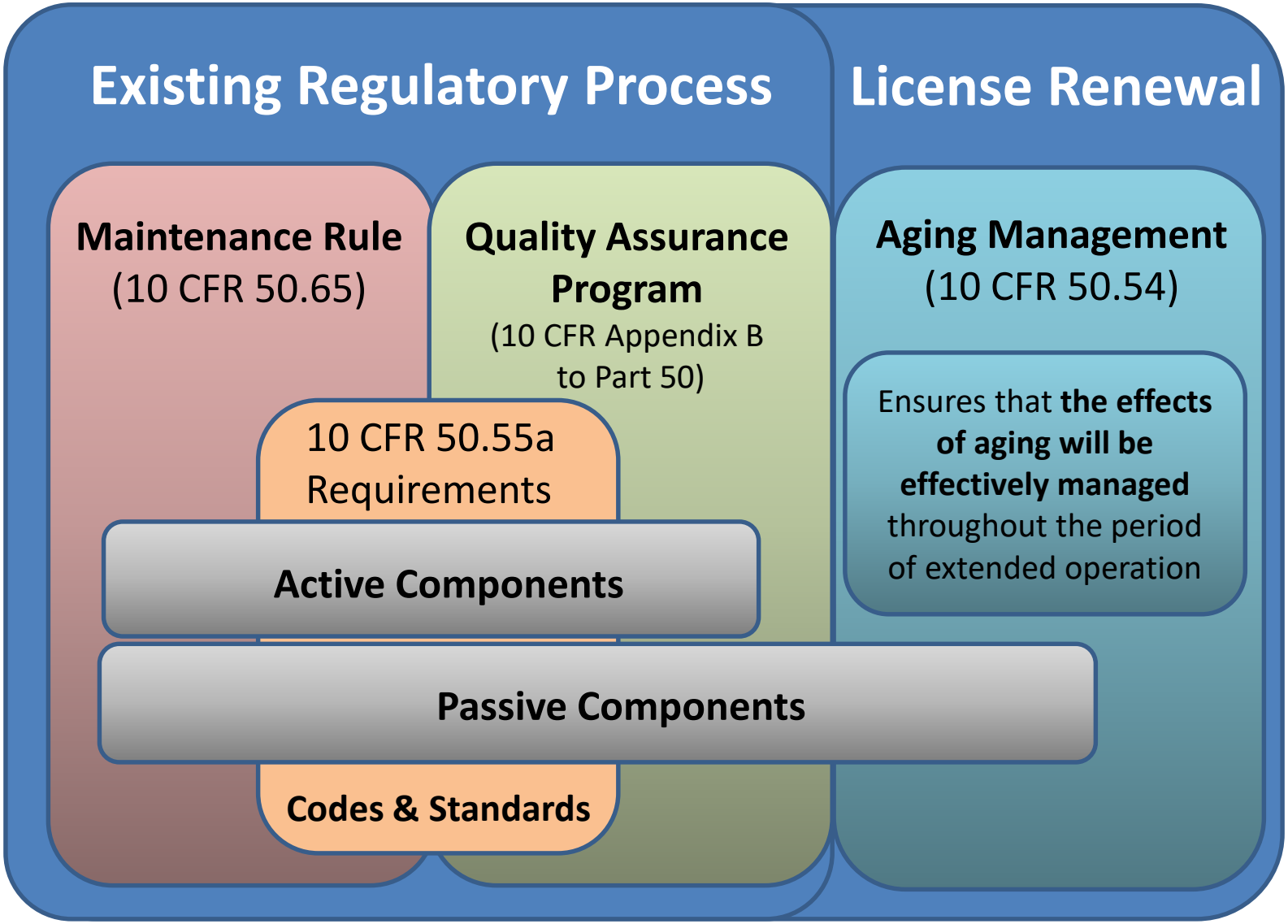


IP 71002: License Renewal Inspection
IP 71003: Post-Approval Site Inspection for License Renewal
IP 71013: Site Inspection for Plants with a Timely Renewal Application

NUREG-1350, Volume35 (Feb, 2023) 及び、John Wise氏 (NRC), U.S. NRC Workshop on LTO Reviews (July 24-28, 2023)

（参考）

米国における運転免許更新の対象



Andrew Prinaris 氏 (NRC) による, U.S. NRC Workshop on LTO Reviews (July 24-28, 2023)

（再掲）

本日の論点（その2）

- 規制機関、事業者、外部からの「検査制度」
  - 「検査制度」におけるプラントの評価
    - 事業者が提示する多様なパフォーマンス指標（安全水準データ）
    - パフォーマンス（向上・劣化）と指摘事項が、プラントごとの総合的な評定
    - 外部の（リスク）リテラシー
  - 安全のための技術情報基盤を構成する要素と運転経験
    - 規制現場での技術情報基盤の充実
    - 運転していないプラントの運転経験：規制基準対応のための安全対策工事
    - CAPと規制検査の対象範囲

- 原子力安全マネジメンシステムの下の「検査制度」
  - 品質管理基準規則（品管規則）（とその解釈）
  - リスク・インフォームドの基本的考え方、原因分析ガイド
  - 継続的な安全性向上に必要な資源配分の柔軟な変更
  - 安全文化、コミュニケーションとアカウンタビリティ
  - コンフィギュレーションマネジメントの要素と品質マネジメントシステム

（参考）

原子力安全のためのマネジメントシステム規程（JEAC4111-2021）

- IAEAのGSR Part2との整合性
- 新検査制度運用にあたり要請された21項目の追加
  - 原子力安全のためのマネジメントシステムの基本は、原子力安全に影響を与える全てのプロセスについて、これを計画し、実施し、評価し、パフォーマンスを改善するPDCAサイクルを廻すことによって、原子力安全の達成を強固にしていくこと
  - 原子力安全の達成・維持・向上に影響する、安全文化及び安全のためのリーダーシップについて、要求事項として具体化を図るとともに、原子力安全に影響する「技術的、人的及び組織的要因の相互作用」を適切に考慮すること
  - 事業者の自主的な改善努力によるパフォーマンスの向上に重点をおき、活動の具体例などを記載した適用ガイドを充実。リスクに基づく考え方を用いることで、原子力安全の達成・維持・向上を実現
  - 原子力安全の達成・維持・向上のための活動は、原子力安全に関わる全ての組織・人の協働により達成する性格のものであることから、このような概念を事業者のみならず、支援組織においても普及し、更に改善に向けて自律的に取り組むこと

福島第一原子力発電所事故から学んだ教訓
（継続的な安全性向上と検査制度に関連して）

1. 安全性の向上の持続
2. 安全性向上の効果的な実施（多様な各国の要求や適用法）
3. 運転経験とリスク情報の活用
4. 規制枠組みの強化（独立した規制機関）
5. 安全研究によって支えられる長期的な学び
6. 安全確保において本質的な人的要素
7. 緊急時対応と長期にわたるリソースの確保
8. 意思決定へのステークホルダー関与と公衆とのコミュニケーション強化
9. 持続的な安全性強化のための国際協力（自己満足を避けるための気づき）

OECD/NEA : Five Years after the Fukushima Daiichi Accident (2016)

福島第一原子力発電所事故からの教訓
（継続的な安全性向上に関連して、充分に学べていない教訓）

- **Organizational factors and safety culture for nuclear safety improvements**
  - **Safety culture is affected by national culture**
  - **Enhancing the understanding of human aspects of nuclear safety**
  - **Defense in depth and institutional strength in depth**

- **Resilience and balancing decisions in accident, emergency and post-accident management**
  - **Resilient systems**
  - **Balancing risks of decisions in emergency situations**
  - **A holistic approach to optimization**

OECD/NEA : Five Years after the Fukushima Daiichi Accident (2016),
Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, Ten Years On (2021)

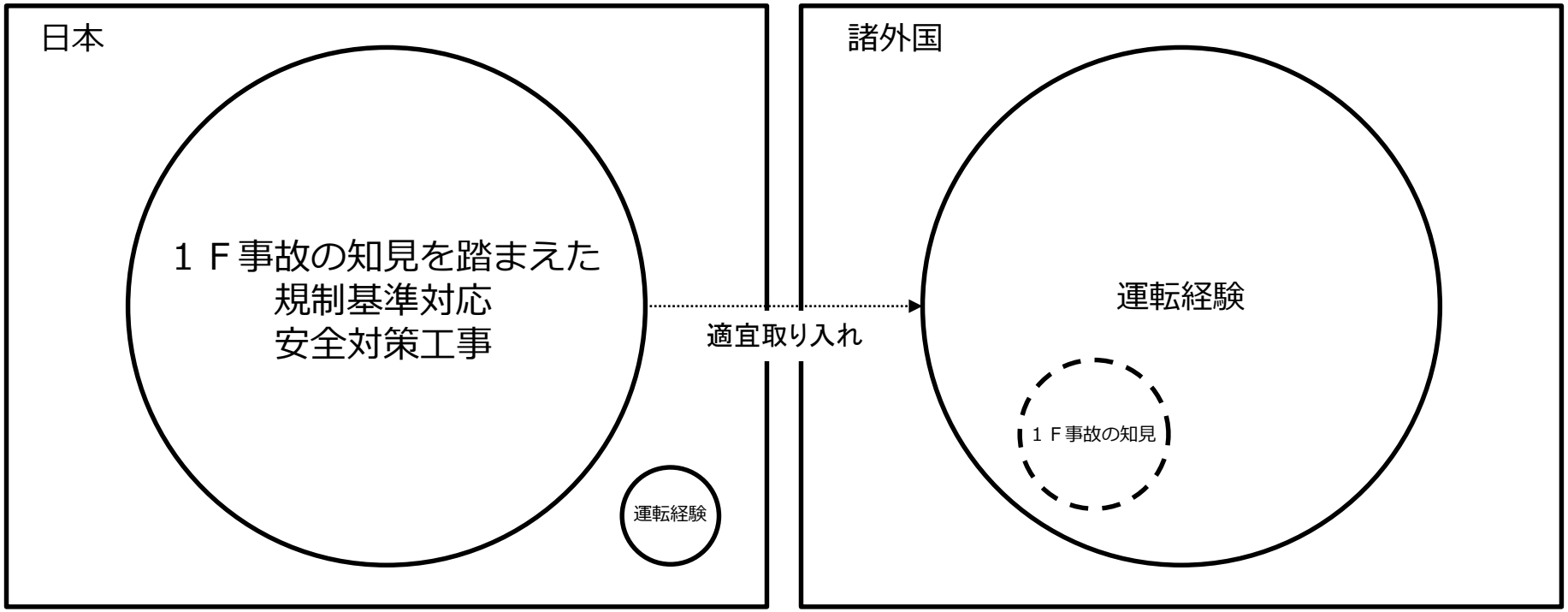
原子力規制検査と事業者の自主的安全性向上

- 安全のための技術情報基盤と活用すべきリスク情報
  - 検査官の力量
  - 事業者の情報基盤拡張
  - 現場の情報基盤

- 総合的なリスク管理システム
  - CAP、CR
  - リスク情報に基づいた改善への意思決定
  - CM（コンフィグレーション・マネジメント：構成管理）
  - CM（チェンジ・マネジメント：システム、プロセス、カルチャー等）

事業者（と現場検査官）の技術情報基盤

山本 晃弘氏による保全学会での講演より「原子力安全マネジメントシステムの実効性向上」（2021年7月7日）



規制基準対応、安全対策工事に注力し（＝その対応で精一杯）、運転経験は乏しい

１Ｆ事故の知見を取り込みつつ、運転経験を蓄積

諸外国とのギャップはないか
我が国に反映すべき先進事例はないか
キャッチアップしなければいけない事例はないか

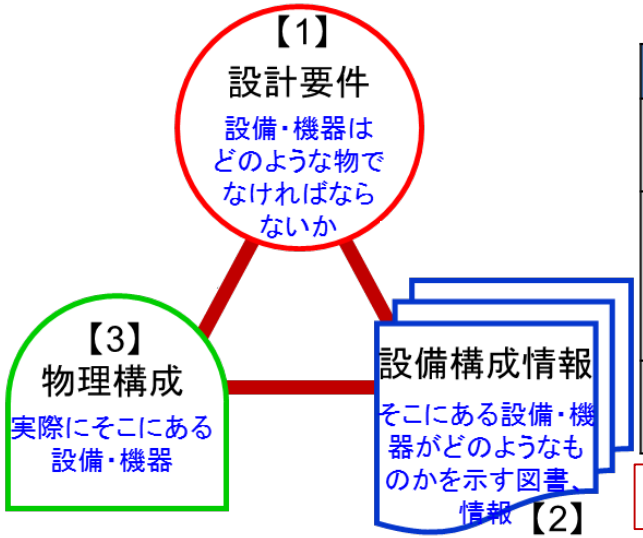
事業者の技術情報基盤

- ✓ 再稼働に必要な技術力に注力しており、定常的な技術力の向上に目が向かない
- ✓ 異動サイクルが短く、業務の継続性に不安
- ✓ 定検に必要な技術力の伝承が不足
- ✓ 自主的安全性向上の業務に取り組めないことが業務モチベーションに影響
- ✓ 経験豊富な担当者に頼っている

山本 晃弘氏による保全学会での講演より「原子力安全マネジメントシステムの実効性向上」（2021年7月7日）

事業者のコンフィグレーション管理と検査制度

✓ リスク情報を活用して、パフォーマンスベースで安全性を確保し、改善するための最重要基盤



No.	項目	抑えておくべきこと
【1】	設計要件	主要設計要件とその根拠が把握、管理されている
【2】	設備構成情報	管理すべき設計・設備図書が体系的に整理されている 設計・設備図書、手順書等の最新版が常に明示され、使用されている
【3】	物理構成	機器リストが整備されている 実際の状態が把握されている

稲垣武之氏（原子力学会安全部会企画セッション、2021年3月19日）

【事例】共通的な設計要件の観点から、運転上の安全性に影響を与えうる因子

- 共通的な設計要件　：火災防護、溢水防護、地震時の機器機能等
- 影響を与える因子例：工事用仮設足場、仮設資機材置き場
- 事業者の対策例
  - ✓ ウォークダウン研修、現場観察の視点集策定
  - ✓ マニュアル類の更新（例：地震動を考慮して本設設備から離隔距離を設定）

➢ ROPにおいては、CDBI（機器設計根拠検査）が重要な視点
  - 設計要求事項の把握が欠けていることによるリスク顕在化

➢ FSARにおいても、安全前提条件の把握と機器・管理活動の条件合致が求められる

事業者の安全性向上の取組と「検査制度」におけるパフォーマンス

- エクセレンスの追求によるパフォーマンスの向上
  - パフォーマンス指標
  - 期待事項、重要成功要因、あるべき姿の提示
  - 責任者と責任体制
- パフォーマンスのモニタリング
  - マネジメント・オブザベーション
  - セルフ・アセスメント、内部監査システム
- パフォーマンスを劣化させない
  - 総合的なリスク管理システム
  - 顕在化していないリスクとその管理
  - リスク重要度とリスク情報に基づいた重点的な対策への意思決定

事業者の安全性向上の取組とCAP

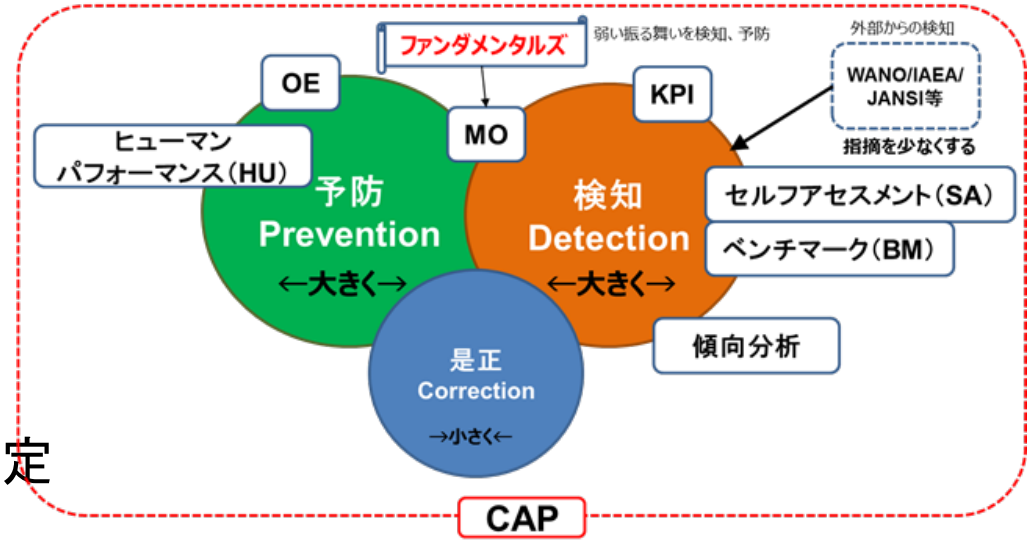
安全マネジメントステムの基盤としてのCAP、CR

CAP（Corrective Action Program）はもはや、事象発生後の不適合情報をもとに是正することではない

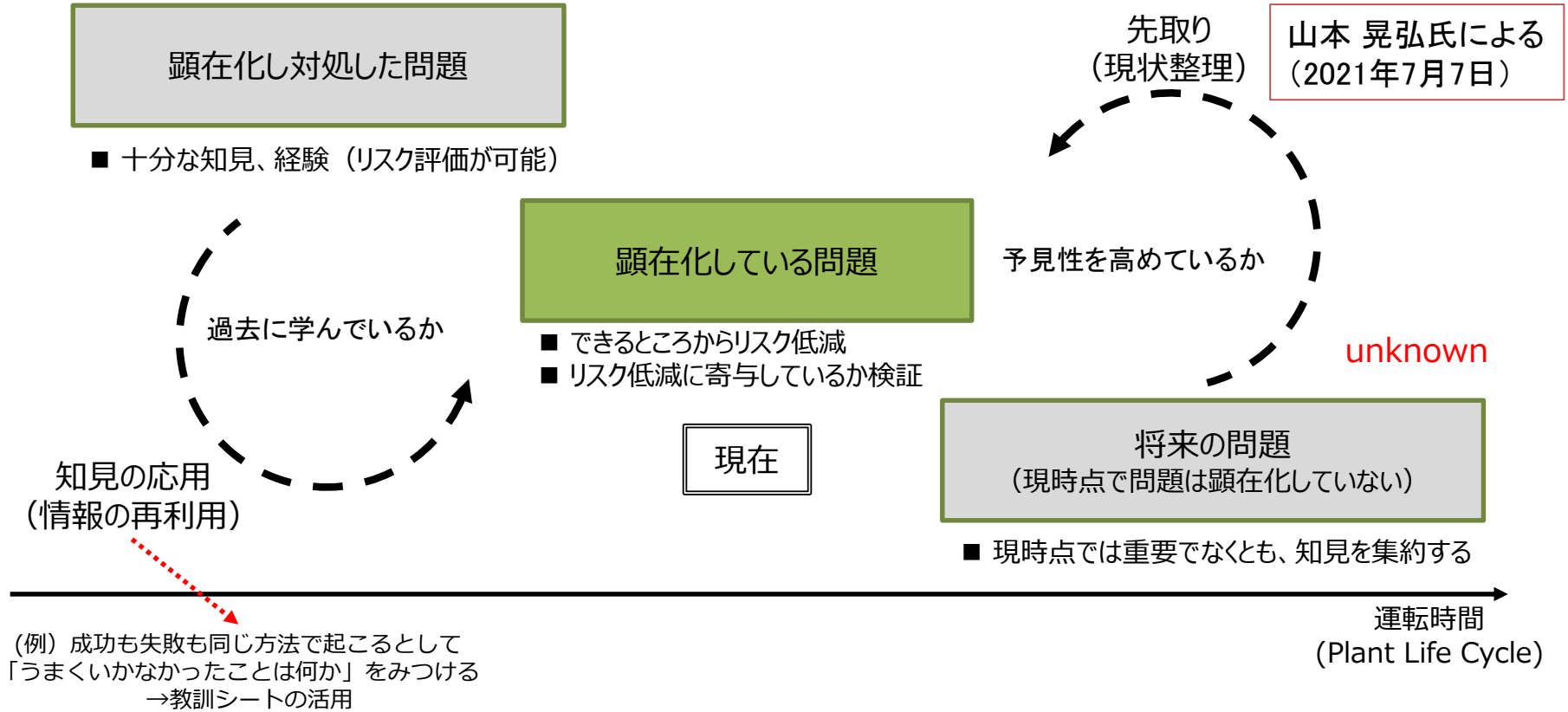
目指すべき姿：

- 総合的な安全マネジメントによるパフォーマンス向上
- 技術情報基盤から知識マネジメントシステムへ
- リスクの先取りと安全性向上の実効性（リスクの検知と予防的対策）
- 指摘事項からの学び、現場の劣化兆候、品質未達事項を集約
- 安全裕度評価
- 傾向監視、原因分析
- 変更管理、陳腐化管理
- 組織横断による気づきの強化
- セルフアセスメント
- ベンチマーキング
- マネジメント・オブザベーション
- 外部ピアレビュー
- 重要度評価と改善への意思決定
- レジリエンス性の向上
- 安全文化の目的アップデート（人、リーダー、アカウンタビリティ、組織）

稲垣武之氏（原子力学会安全部会企画セッション、2021年3月19日）



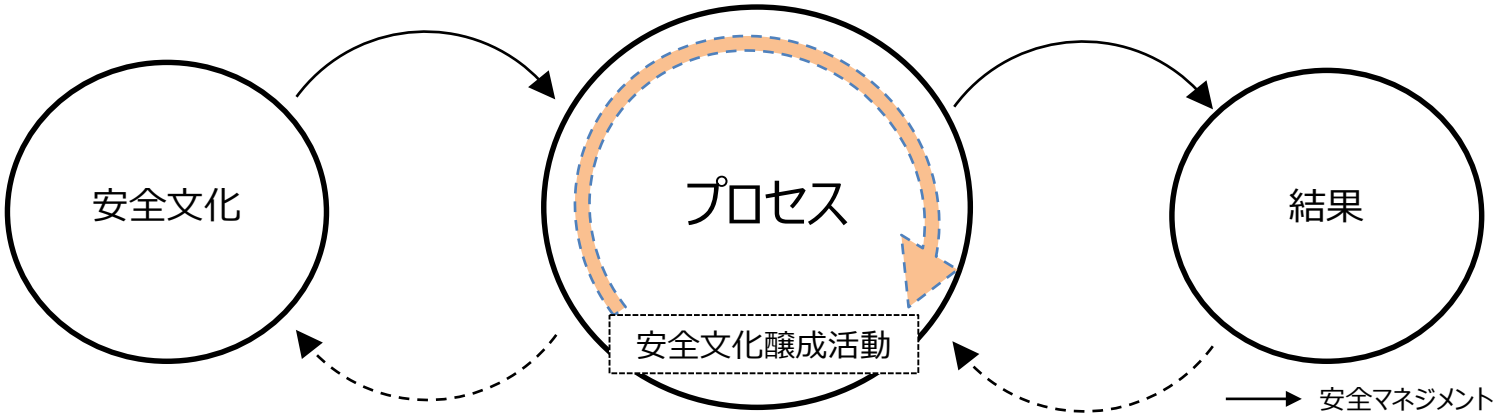
安全マネジメントシステムの実効性向上のために



何が起こったのか（過去）、何が起きているのか（現在）、何が起こり得るか（未来）、
そして何を行うか知っているか？

組織は、過去に学び（Learning）、現在のトレンドを把握し(Monitoring）、将来を予見する（Anticipating）中で、対応の優先度や有効性について分析、判断できる能力（Responding）を身につけていくことが重要

安全マネジメントシステムの実効性向上のために

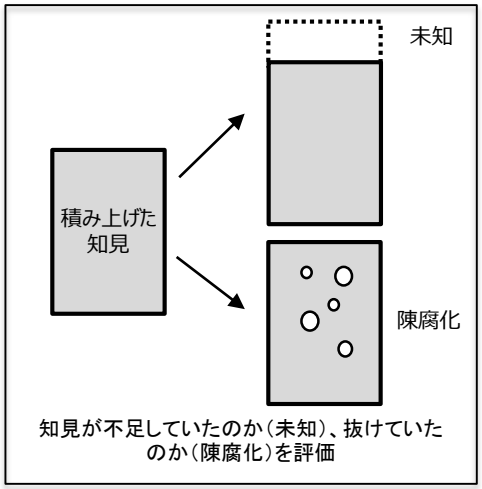


→ 安全マネジメント
- - → 安全のためのリーダーシップ

評価例

定期安全レビュー
（安全性向上評価）

課題①：ＳＳＧ－２５を踏まえた評価ができていない。

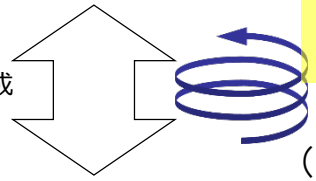


- 立地自治体の知見（有識者会合の提言等）の活用
- 規制当局の現場における情報基盤整備

新検査制度

課題②：これまでの規制検査結果では、教訓・本質知を得ることができない。

本質知を抽出する人材の育成
（ナレッジマネジメント）



（例）ニューシア

技術情報基盤

課題③：データの質が低下しており、過去事例との比較、教訓抽出が困難

- 産学官連携の総合調整機能を有する体制の構築
- 共通利益のある優先項目の選定（知識ベース構築を目的とした絞り込み）
- 軽微なトラブルなどの事例分析

要求事項
（長期運転に対する疑問）

成果物（社会受容性向上のためのツールとして活用）
（知識ベースのまとめ等）

国民、県民

山本 晃弘氏による
（2021年7月7日）

原子力安全規制への総合的な視点（1）

- 「検査制度」と規制基準（及び適合性審査とバックフィット）の関係
  - 検査制度におけるリスク情報の活用は、規制基準の矛盾を解消していくこと
- 事業者による安全性向上評価届出制度は、安全神話の復活阻止に貢献
- 安全性向上評価のアウトカム（総合評価）こそ、検査制度で監査されるべき
  - 自ら訂正する力量こそ、安全性向上と多様な改善の継続力
    - ✓近しい人にこそ常に問いかけを、信者の集まりを作らない、神話を作らない
- 欠けの発見とその対処の議論と「安全目標」

  ←「継続的な安全性向上に関する検討チーム」（2020～21）
  - 「欠け」のうち何が重要であるかを論ずることは、受忍限度、容認限度を議論するプロセスそのもの
- 欠け発見のための技術情報基盤と研究開発および人材の確保と育成
- 我が国の特徴を踏まえた上記すべての視点と規制マネジメント
  - 外的ハザードとその不確実性のみならず、外的事象による低頻度・高影響事象に対する継続的な安全性向上の在り方
  - 我が国特有の安全文化の表からは見えない影響

原子力安全規制への総合的な視点（2）

- 複雑なシステムの継続的な安全性向上力＝安全文化
  - 訂正する力量こそ、安全性向上と多様な改善の継続力
    - ✓信者の集まりを作らない、神話を作らない
- 技術情報基盤と研究開発課題およびステークホルダに横串を指す人材の総合プラットフォーム
  - 領域を貫く人材と知識基盤とマネジメント

近年の研究室の卒業論文課題

稲垣　武之氏　2012年3月博士号取得
（現　東京電力ホールディングス柏崎刈羽原子力発電所所長）
「原子力発電プラント重要機器・構造物の体系的かつ効率的な経年劣化管理に関する研究」

山本　晃弘氏　2019年3月博士号取得
（現　福井県 原子力安全対策課）
「原子力発電所の安全マネジメントシステムの実効性向上に関する研究」

足立　文緒氏　2023年9月博士号取得
（元経済産業省、元IAEA、現UNIDO　国連工業開発機関東京事務所長）
「原子力分野の諸課題のマネジメントの概念定義についての研究」

（参考）

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構連携講座「原子力安全マネージメント学講座」具体的な研究分野と担当教員等（第Ⅰ期：2020～2023、Ⅱ期：2023～2028）

1. 統合的原子力安全及び防災に関するマネジメント学

- ✓ 安全のための意思決定及びステークホルダコミュニケーション、安全文化
- ✓ 深層防護とレジリエンスに基づく安全、セキュリティ及び防災知識基盤

2. 原子力システムの長期運転と健全性に関するマネジメント学

- ✓ 材料構造健全性、事故時燃料性能・熱流動挙動とシビアアクシデント評価
- ✓ パフォーマンスベース原子力安全、継続的安全性向上と安全規制体系

3. 放射性廃棄物の管理、処分並びに放射線安全に関するマネジメント学

- ✓ 放射性廃棄物埋設の管理と処分に関する安全性
- ✓ 公衆の被ばく線量及び放射線健康影響評価、緊急時対応

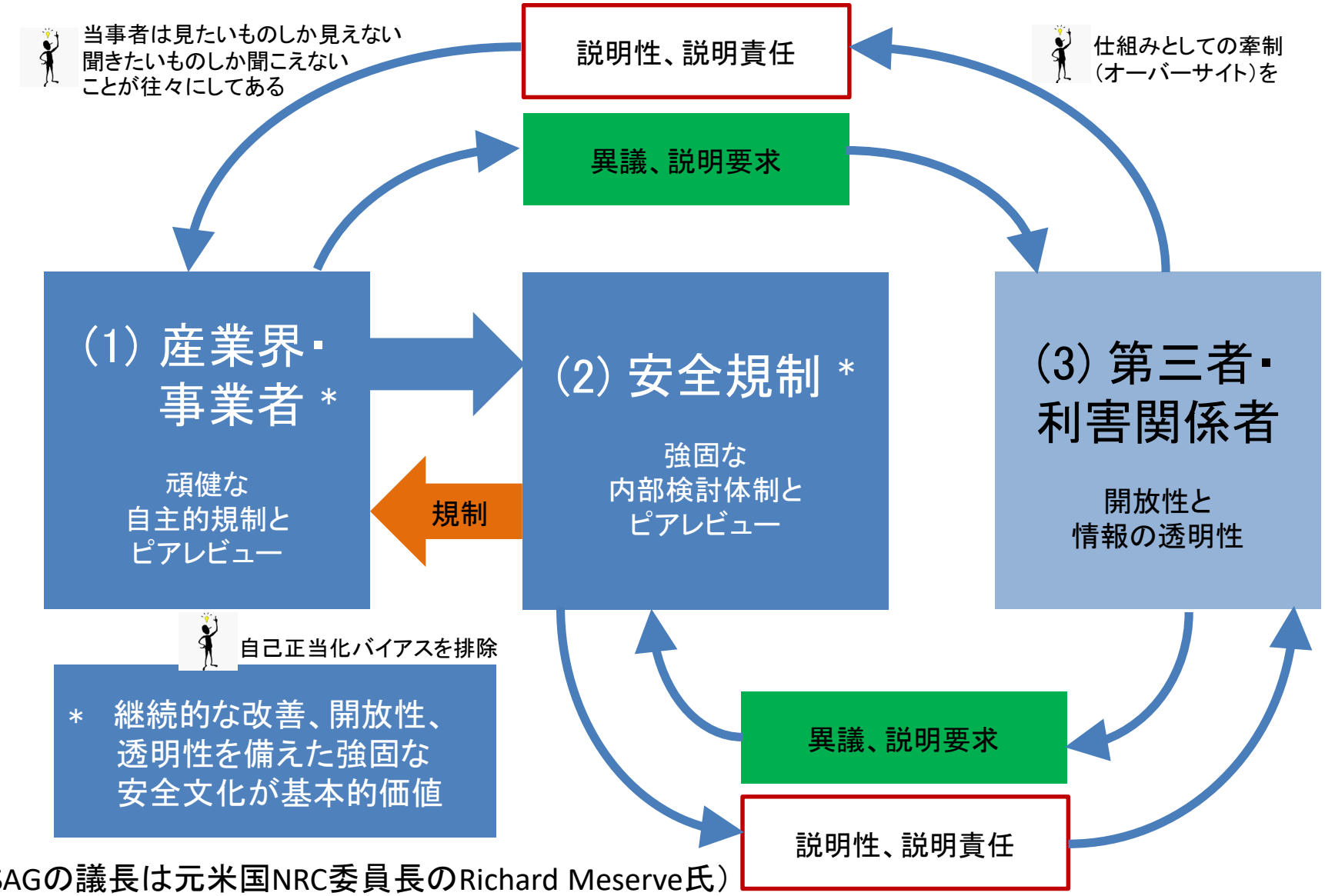
4. 外的事象に関する原子力安全マネジメント学

- ✓ 自然現象のハザード評価と信頼性
- ✓ 地震・津波に対する建物・構築物・機器・配管系のフラジリティ評価

＊1は本講座の研究分野を統括
＊2、3、4は、日本原子力研究開発機構の大型研究施設の活用や国際協力研究も実施

原子力システム安全のための頑健な重層的体制構築

INSAG-27 (IAEA, 2017)



(INSAGの議長は元米国NRC委員長のRichard Meserve氏)

(1) 産業界及び事業者のサブシステム

1.1層 事業者と運転者のレベル	1.2層 国内の産業界ピアプレッシャー（同業者圧力）	1.3層 国際レベルの産業界ピアプレシャー/ピアレビュー	1.4層 国際機関レベルのレビュー
• 安全確保のための質と経験を備えた要員 • 技術、設計、運転のための協力企業や技術支援団体 • 多重の調査や整合性を取る強固なマネジメントシステム • 外部メンバーによる社内原子力安全委員会 • 担当責任者・重役を支える取締役会 • トップマネジメントが牽引する安全文化 • 独立した安全監査	• 国内産業界のハイレベルフォーラム (ATENA、JANSI?) • 緊急事態対応組織	• WANOのミッションと要求事項 • 二国間・多国間の共同組織（BWR Owners Groupなど）	• IAEA OSARTミッション • IAEA SALTOミッション

OSART: Operational Safety Review Team
（運転安全調査団）
SALTO: Safety Aspects of Long Term Operation
（長期運転の安全面）

リーダーシップ、安全文化、価値観

INSAG-27 (IAEA, 2017)に基づき、加筆

(2) 安全規制のサブシステム

2.1層 安全規制機関	2.2層 外部からの特別な助言	2.3層 国際的レベルのピアプレッシャー	2.4層 国際機関レベルのピアレビュー
• 安全評価、許認可、検査、執行、影響力行使を含む、世界クラスの技術的および規制的能力とこれらのための力量 • TSOによって強化された個別技術的能力 • 内部規則、質保証、運転経験反映、政策決定と戦略、意思決定レビュー取決め等を含む組織構造 • 公開性と透明性を基本的価値とする規制の安全文化 • 内部統治機関のボード、委員会に対する正式な説明責任	• 専門家の常置委員会 （炉安審・燃安審） • 分野ごとの専門家グループ 自然現象（地震等） 航空機衝突 確率論的安全評価 人為的介入 デジタル計装・制御	• OECD/NEAの委員会、WG（CNRSとCSNI） • IAEA原子力安全会合 • WENRA 参照レベル、レビュー、グループ、ストレステスト • HERCA • INRA 規制機関の長 • IAEA 安全基準会合	• IAEA IRRSミッション

IRRS : Integrated Regulatory Review Service
（統合的規制レビューサービス）

WENRA : Western European Nuclear Regulators' Association
HERCA : Heads of the European Radiological protection Competent Authorities
INRA : International Nuclear Regulators Association
（国際原子力規制者会議）

リーダーシップ、安全文化、価値観

(3) 社会のサブシステム（第三者、利害関係者）

3.1層 一般公衆 国民	3.2層 政府、議会	3.3層 地方自治体、委員会	3.4層 近隣住民 地域協議会	3.5層 メディア	3.6層 NGO、特別なグループ	3.7層 国際的なピアレビュー

- 産業界、規制機関からの定期的な情報提供、報告
- 政府や議会の公衆への説明責任
- 業務や決定事項に関する定期的な報告
- 関心のある事項に対する特別な報告
- 情報共有への要求に対する適時の回答
- 定期的あるいは特別な会合

公開性、透明性、説明性、質的な保証

規制機関と産業界のリーダーシップ、文化的背景、能力

INSAG-27 (IAEA, 2017)に基づき、加筆

「日本の原子力安全文化に見られる国の文化の影響」

システム創成学科4年生　田原里穂さんの卒業論文テーマ

- OECD/NEA（フランス・パリ）へのインターンシップ
  - 原子力規制人材育成事業（東大代表者　糸井達哉先生）からのサポート
  - 期間：2023年10月から2024年1月末まで
  - 受入れ部署：RP-HANS（放射線防護・原子力安全人的側面）
  - 主な役割：Country Specific Safety Culture Forum（CSSCF）のサポート
    （国固有の安全文化フォーラム）

CSSCF Japan（2023年12月14～15日、東京国際フォーラム）

- 卒業論文の目的
  - 国の文化的特性は、原子力安全文化にポジティブにもネガティブにも影響を与え得る　→　過去のスウェーデン、フィンランド、カナダでのCSSCFの実績を分析、比較
  - 日本の文化が原子力安全文化に与えている影響
  - 継続的に安全文化を向上させる上での方向性

- 3つの主要課題を特定し、方向性を提示
  1. ハイコンテクストなコミュニケーションによるすれ違い
  2. 失敗や間違いを恐れることによる意見表明・問いかけの機会の損失
  3. ルールベースに寄った行動

日本の文化的特性が「原子力安全文化」に与える影響

各国文化の比較に関する研究、意識調査の結果より抽出した、5つの特性について分析

田原里穂さん卒業論文（2024）より抜粋

特性	ポジティブな影響	ネガティブな影響
ハイコンテクストなコミュニケーション		✓ 必要な共通認識・価値観・文化的背景の共有が十分に行われず、気づかないうちにズレが生じる ✓ 指示におけるすれ違いが、手順や操作のミスに繋がる
実績主義的	○ 個人・組織が与えられた役割を着実に果たす ○ より良い安全文化にするために継続的に改善をしようという高い意識	✓ 失敗や間違いを恐れ、疑問点や自身の考えを表明するのを躊躇う ✓ 小さなトラブルをないことにする
不確実性の回避	○ 明確にルールや規則、役割を定める	✓ ルールや規則に囚われ、その根本にある目的を見失い、ルールベースの行動となる ✓ 想定外の事象が起きた際にも既存のルールに固執する
長期志向	○ 結果が見えづらい安全の確保という点において、辛抱強く継続して取り組むことができる	
規制機関と事業者間の権威勾配	○ 規制を遵守する高い意識が生まれる	✓ 規制ばかりを気にして、本来の目的を見失い、ルールベースの行動となる

複雑なシステムの「安全」を確保するための科学技術、組織、人間に必要な「安全文化」の段階

「安全文化」への影響

✓第一段階：　「規則」に基づく段階

安全は規則・規制に基づいている

✓第二段階：　「目的」に基づく段階

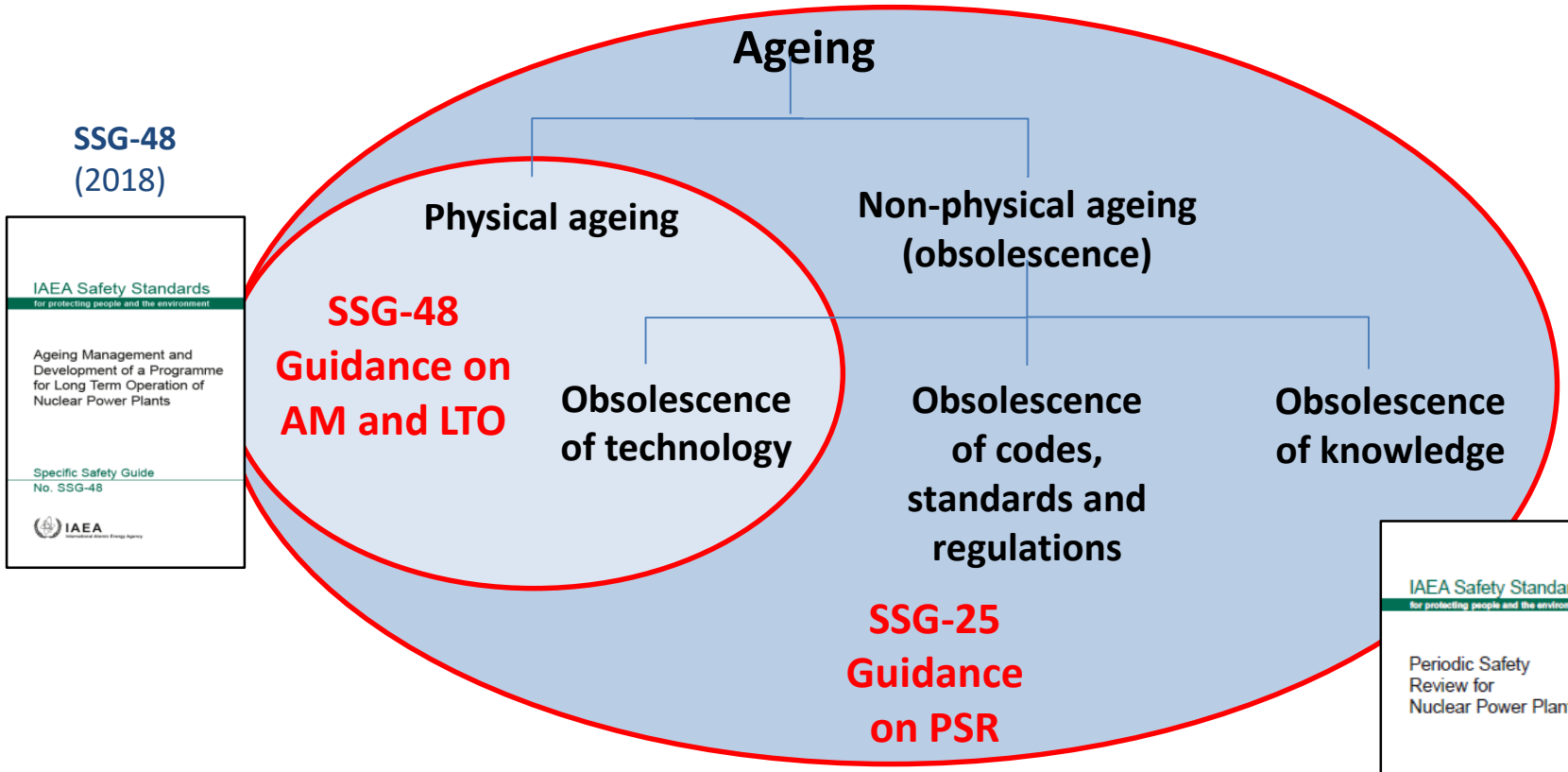
安全が組織にとっての目標となっている

✓第三段階：　「改善」に基づく段階

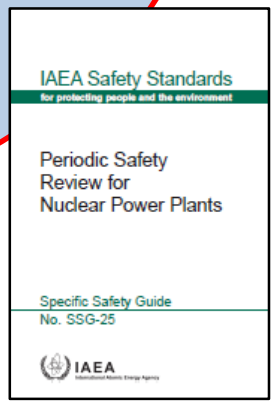
目標（安全）も継続的に向上させられる

（参考）

IAEA SSG-48（2018）とSSG-25（2013）における Ageing と Obsolescence



SSG-48
(2018)



SSG-25
(2013)

現在改訂作業中

PSR : Periodic Safety Review
（定期安全レビュー）

10年ごとに、14の安全因子と総合評価を実施

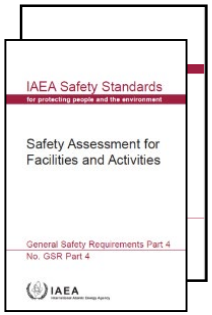
Robert Krivanek氏（元IAEA）の東京大学における講義資料（2023年5月15日）より、許可を得て掲載

(参考)関連するIAEAにおける安全基準の体系

SAFETY REQUIREMENTS

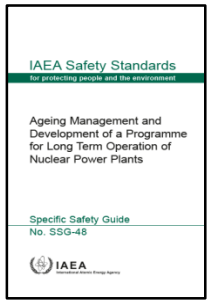
SSR-2/1
Safety of NPPs: Design

SSR-2/2
Safety of NPPs: Commissioning and Operation

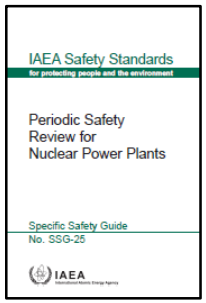


GSR part 2
Leadership and Management for Safety
GSR part 4
Safety assessment for facilities and activities

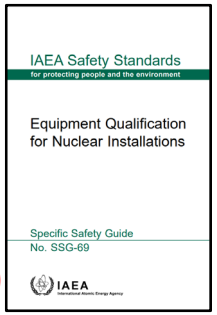
SAFETY GUIDES



SSG-48
Ageing Management and LTO
(2018)



SSG-25
PSR
(2013)



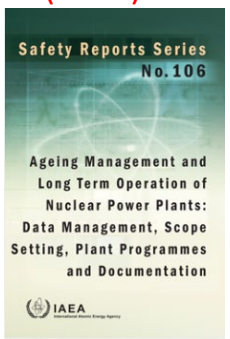
SSG-69
EQ (2021)

Other important Safety Guides:

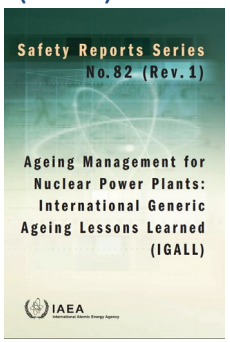
- GS-G-3.1 Application of Management System…
- NS-G-2.3 Modifications to NPPs
- NS-G-2.6 Maintenance, Surveillance and ISI
- SSG-13 Chemistry Programme…

SAFETY REPORTS

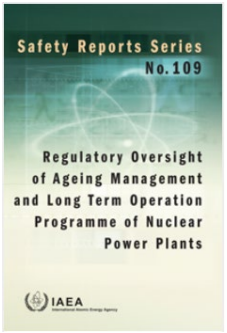
SRS 106
Scoping
(2022)



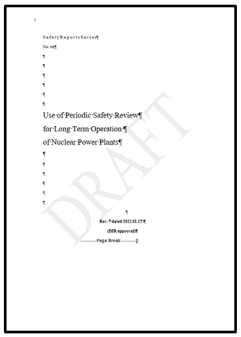
SRS 82
IGALL, Rev.1
(2020)



SRS 109
Regulatory Oversight (2022)



SRS XXX
PSR support for LTO



Other important guidelines:

- Component specific AM guidelines
- Programmatic AM guidelines
- Guidelines on integrity of RPV & effective life management
- Guidelines on PSR, CM, DBDR

（参考）

米国 原子力エネルギー革新・近代化法（2019年1月）
NEIMA: Nuclear Energy Innovation and Modernization Act

原子力規制委員会 「継続的安全性向上検討チーム」第2回会合（2020.9.10）
資料2-2「規制アプローチに関する国際動向」（原子力規制庁　平野 雅司氏）

- NEIMAの概要
  - 先進的な原子炉の開発に向けて、産業界や投資家にインセンティブが働くような規制枠組みを作るよう、米国NRCに指示した特殊な法律
- 背景
  - 新しい概念の炉や技術の規制・許認可プロセスには柔軟性が必要

- NRCへの指示　例１：先進的な原子炉の許認可プロセス
  - 2年以内に段階的許認可（staged licensing）を採用し、リスク情報を活用（risk-informed approach）したパフォーマンス・ベース（performance-based）の許認可評価技術とガイドに向けた戦略を開発せよ
  - 2027年12月までに、新型炉のライセンス申請に関し、炉型に依存しない（technology inclusive）規制枠組みのためのルール作りを完了せよ

- NRCへの指示　例２：事故耐性燃料導入の規制プロセス

（参考）

米国 NEIMAの背景に見るに我が国の課題

- 米 規制プロセスの柔軟性：産業界/投資家のインセンティブ
  - ① リスク・インフォームド（リスク情報の活用）
  - ② パフォーマンス・ベースド
  - ③ テクノロジー・インクルーシブな安全規制システム
    （原子力システムの型式に依存しない）

規制機関と事業者に共通する
新しい検査制度の価値観

多様な新規概念・技術を社会の価値へ！
ベンチャーはリスクに挑戦する！

- 我が国の課題
  - 地震、津波、火山などの自然現象が原子力のリスクの大きな割合を占めるが、定量的なリスクの評価に不確実性が大きい
  - サブシステム間のギャップ（の拡大）
  - 多様なステーホルダや専門家（のインセンティブ）の間を俯瞰的につなぐ、マネジメントシステム（の欠如）
  - 専門家の役割拡大

権限と責任の曖昧さ
ステークホルダ間の目的の隔たり

学術界・学会は課題を解消する場になるか？
安全神話に飲み込まれず、自らの境界を超えて
原子力のリスク（怖さ）を伝え続ける専門家が必要

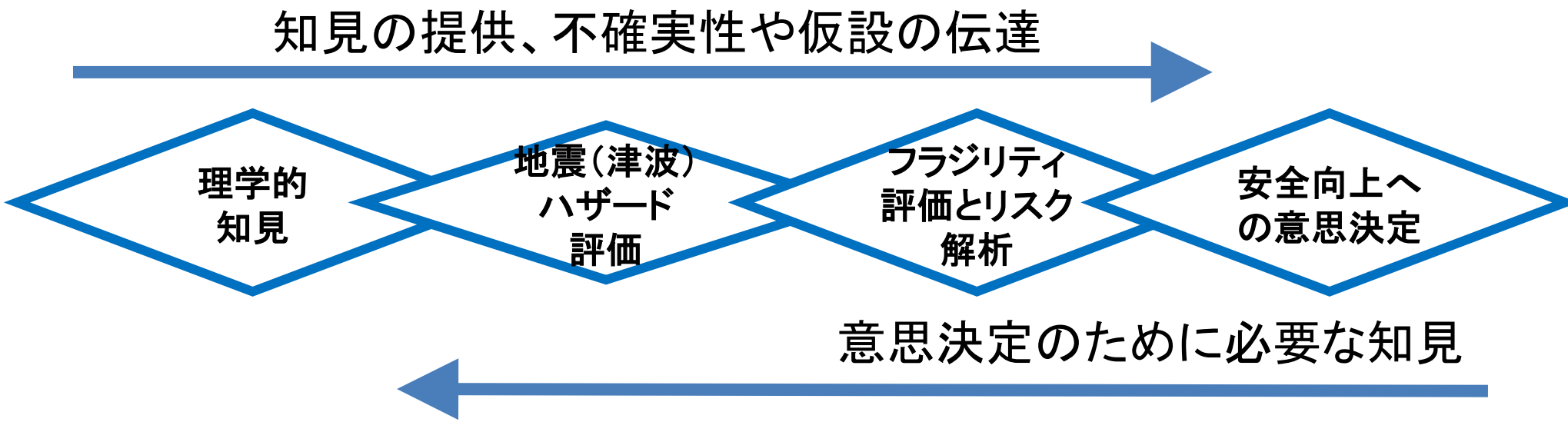
（参考）

自然現象と相互作用する複雑なシステムのリスク情報

糸井　達哉准教授（現 工学系研究科建築学専攻）による

- ✓ 評価の方法論と不確実性の取扱い方
- ✓ 情報の流れと受渡しのあり方
- ✓ 異なった分野間のコミュニケーション

分野毎の膨大な背景知識を単純化することは容易でない
分野ごとのUnknownを伝えるのは難しい
誰がどのようにつないでいくのかは、大きな課題



出典：Sewell, R., T. : Damage-Relevant PSHA, Recent Findings and Developments in Probabilistic Seismic Hazards Analysis (PSHA) Methodologies and Applications, NEA/CSNI/R(2009)1

（参考）

学際研究と超学際研究の特徴

観点		学際研究 Interdisciplinary Research	超学際研究 Transdisciplinary Research
プロセス	問題を 発見するのは	（分野の異なる） 研究者	研究者・実務者・ 利害関係者・当事者（多元的） Co-design of Research Agenda
	知識を 生産するのは	（分野の異なる） 研究者	研究者・実務者・ 利害関係者・当事者（多元的） Co-production of Knowledge
	成果の 普及先は	（分野の異なる） 研究者	研究者・実務者・ 利害関係者・当事者（多元的） Co-dissemination of Results
	研究手法は	最先端	社会的な制約あり
成果	問題解決 とは	問題の答えがわかる （解明）	（多元的な）答えがわかり、 問題がなくなる（解消）
認識	分野の 「結界」は	変わらず残る	弱まり、にじむ
	参加者の 価値観は	変化しにくい	変化する

近藤康久　学術の動向（日本学術会議刊）Vol.26 No.2（2021年2月）　p.102-107　（学術と社会の未来を考えるVo.9）

事前にいただいたご質問

1. 今後、規制検査制度が（他の制度と相乗して）、事業者による実質的な安全性向上を促すこと、及び、規制に対する国民や社会の信頼向上につながることが重要だと思っています。ご見解をいただければ有難いです。

2. 検査制度に対する事業者の取り組みにおいて期待されること、改善が必要なこと。

3. 検査と審査の整合をどのように図っていくべきか？PRAは実装しながら改善・範囲拡大を図るべきだと考えるが、アジャイルで適用することは困難か？

4. 規制検査制度が整備され、徐々に安定した運用が行われてきていることは評価できます。ただし、横断的領域についての検査がまだ不明確だと思われますが、いかがでしょうか？

5. 制度が開始して3年が経過しセーフティ、セキュリティ合わせて100件を超える指摘がでています。内容としては従前の保安検査とは異なりパフォーマンスベースの内容になっているように見えますが、ここまでの内容をどのように評価されていますでしょうか。

6. 設備のシステム信頼性及び構造信頼性の監視技術(データの収集・分析手法など）とその活用方法は事業者側，規制側双方にとって改善の余地及び価値が大きいのではないかと考えますが如何でしょうか。

事前にいただいたご質問

7. 旧検査制度の何が問題で、何故、新たな検査制度が米国のROPを参考にしつつ導入されることとなったのか経緯について再認識をするとともに、リスクインフォームドパフォーマンスベーストの検査を実践するためには、検査官の力量向上とともに規範的な検査からの脱却のために意識改革に取り組む必要があると思いますが、どのようにお考えでしょうか？

8. 検査官の人間力を維持向上していくためには何が必要だとお考えですか。

9. 現行の検査制度では、検査官個人の資質や能力（いわゆるcompetency）に頼るところが大きい。一方、集団での政策企画立案を得意とする我が国の国家公務員制度（行政職）では、組織大での調和的な判断が重視される傾向にある。スペシャリストを養成しがたい行政職の仕組みなかで、個人の能力を最大限に活用した効果的な検査を継続的に実践していくための手立てとは何か。【研修、資格制度にあると議論されるとしても、その中身が問題かと。研修、資格制度以外に何か良い手立てはないものかと悩んでいます。】

10. 検査制度の第3者評価、特に検査制度の信頼性を確保するため、これまでの検査指摘事項に関して科学的・技術的な評価に基づく原子力安全上の影響の有無・程度（監視領域の目的への悪影響の有無・程度）の判断の妥当性についてレビューが必要だと思いますが、どのようにお考えでしょうか？

11. 検査制度が導入されて数年経ちますが、安全向上に有用な検査制度に成熟していくために専門家等の多様な第三者が運用状況を注視していく必要があると考えます。ついては、原子力学会新検査制度の効果的な実施に関する検討WGの活動を今後も継続していただきたい。

関村からのコメント返し

１～４、5、6を中心に

- 事業者による実質的な安全性向上を促されるのではなく、自らパフォーマンスを向上させ、プラントの評価軸と評価を提示していく。
- 「運転」のメリットを明示的に示すことがパフォーマンスの評価になるのでないでしょうか。
- ROPを追い越すための問題設定は誰が持っているか。（アメリカの7割、８割でよいとは考えていない。この問題設定こそ、学会での議論の役割でもある。）
- アカウンタビリティ（各々の人、リーダー）、WANO PO&Cの日本版。
- （リーダーのアカウンタビリティの観点、CNOのレベルを上げていく）
- リスク情報は、保全適正化につながるところは大きい。リスク情報をどう使うかの目的設定
- 制度の制約として、あきらめている、検討もしていないところが多いのではないか。
- 規制制度で分割されていることを打破するのは、事業者の役割でもある。（アジャイル？）

７～１１を中心に

- イノベーションが起きづらい日本の問題は根深いことに通じる課題があるように思います。
- 参加している方々の意識改革のレベルよりも、もっと根深い文化の問題（安全文化）も存在。
- スペシャリストは、どの程度の専門家のことを言うかは課題です。
- 時間を要することになってしまうが、博士学位、海外経験（専門職大学院、IAEA、NEA、WANO）
- OECD/NEAへのインターン事例を考察してください。その背景、アウトカム、将来への布石（種を蒔くこと）の意義、日本のこれまでの成功体験に根差した雇用・人事制度の大きな制約等々
- 多様な意見を取込むことによって、変革を起こすための場や第三者は必要（息抜きではない）

価値創造を通じ、対立を解消しながら、共通認識を作り上げていく知恵と実践が「検査制度」

関村からのコメント返し

- 自身の行動・アクションについて、「目的」を明確化する
  - 思い込みに起因する無駄と優先順位付けの誤りを廃す
  - （事業者はあるべきパフォーマンスを提示。パフォーマンスは規制検査指摘事項が決めるのではない。）
  - （ステークホルダ内外の憤慨は、その方の中で膨らませた想像に対しての場合が多い）
  - どうでもよい問題への注意は、重要な問題への注力を削いでいることに注意。
  - 手段に気をとられると目的への満足解でなくなる。手段による最適解のみを得ることはゴールではない。
  - しかし、本当に取組むべき時間に加え、取組むための準備の時間が要る。
  - 全体を把握し、最弱部分を補強し続けることは重要。
  - 複数の部分がつながって、はじめて全体が見える。

- 価値創造と課題解消の双方のマインド
  - 森羅万象の知識を得ている人はいない。他者を尊重し、他者から学ぼうとする姿勢が必要。
    - 他者の中に自分を見つけて、その分身を愛すること。
  - 多様な意見を取込む。
  - 専門的な知識を身につける。その上で、他者の相談相手になることを公言する。（規制検査官、事業者）
    - 定期的に他者と交流する。いろんな人の話を聞く。（国際）会議に出かける。（国際）会議を主催する。
    - 資金、時間、知識獲得、信頼の収支バランスをとる。
    - 作業、運動より、仕事←信頼を得るための仕事。
    - ゴールに達しないときのみ本来の仕事に価値が見い出しうる。
  - 常に危機（リスク）は存在している。マネジメントが弱くならないと顕在化しないだけ。
    - 多様性の中の不確実性のリスクをとっていく過程が人・組織の中にあり、マネジメントが必要な理由。
  - 道徳教育を徹底的に行った後に自由にさせることの方が価値が高まるとも考えらえる。
  - 価値を評価してくれるネットワークを構築していく。（その最初は、自分自身の自分に対する評価）

- 価値創造を通じて対立を解消しながら、共通認識を作り上げていく知恵と実践が「検査制度」