

規制の視点から見たオブソレッセンス

令和6年7月24日

原子力規制庁 黒川陽一郎
(前 原子力規制部 原子力規制企画課長 (6/30まで))

於：日本原子力学会



- 原子力規制委員会での議論の経緯
(オブソレッセンス対応の4分類)
- ① バックフィット(全プラント一律での規制要求)
- ② 長期施設管理計画制度(サプライチェーン管理等)
- ③ 安全性向上評価届出制度(他プラントとの差分の取入れ)
- ④ 欠け(unknown-unknowns)の発見・対応(???????)

最近の原子力規制委員会における議論の経緯



概要

- 60年運転期限を廃止し、長期施設管理計画制度を導入する原子炉等規制法改正（2023年5月成立）の中で、「設計の古さ」との呼称でオブソレッセンスの議論が浮上
- その結果、オブソレッセンス対応について、規制制度のどの部分で何をするかの議論が行われ、一定の整理がなされた

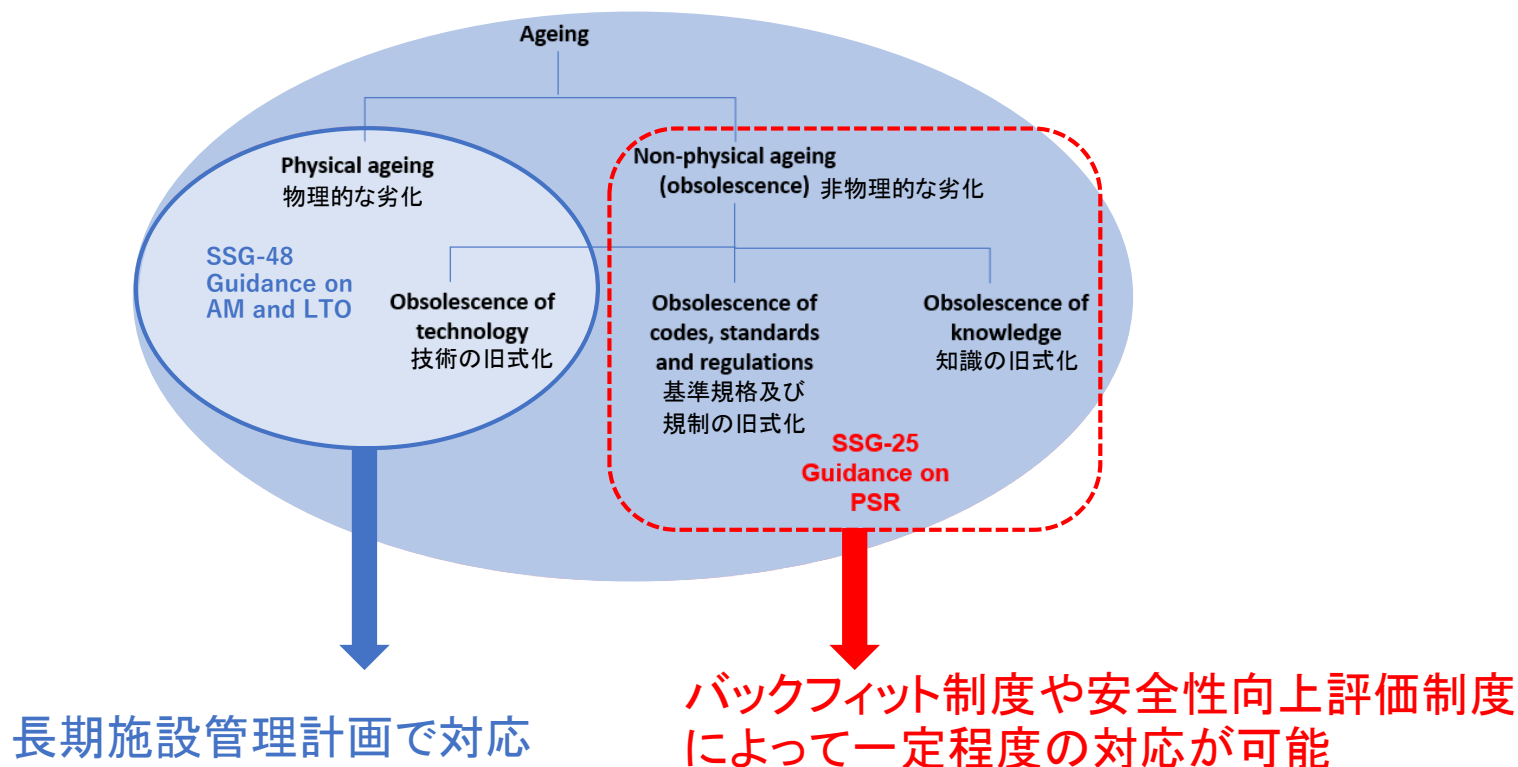
<原子力規制委員会での議論、意思決定>

- 2022.10.5
 - ✓ 資源エネルギー庁が運転期間の在り方を検討する旨を説明
 - ✓ それを前提に、原子力規制委員会として、高経年化した原子炉の安全確保方策の検討を開始
- 2022.11.2
 - ✓ 資料や議事録に「設計の古さ」のワード初出
 - ✓ 運転開始60年超を念頭に、物理的な経年劣化の面では運転継続できても、さすがに設計が古すぎて今の時代に運転継続が認められない範疇のものがあるのではないかと、とのイメージ
- 2022.11.16
 - ✓ 11.2のイメージでの「設計の古さ」への対応は、規制基準を改正してのバックフィットで尽きているとの説明
 - ✓ 皆何となく「足りないのでは？」と思いつつ、その場はスルー
- 2023.2.28
 - ✓ 原子炉等規制法改正を含むGX電源法案を閣議決定（5.31成立）
 - ✓ 運転開始後30年以降、10年ごとに経年劣化を評価して運転継続の可否を含め認可する「長期施設管理計画」制度を導入
- 2023.5.10
 - ✓ 「設計の古さ」への対応の考え方について、委員会了承
 - ✓ 漠然と「設計の古さ」への対応と呼んでいたものを4つに分類
 - ① 全プラント一律で規制要求するレベルのもの：バックフィットで対応
 - ② スペアパーツ等のサプライチェーン管理：長期施設管理計画制度で対応
 - ③ 他プラントや新技術との比較で抽出した差分の取入れ：安全性向上評価届出制度で対応
 - ④ 欠け（unknown-unknowns）への対応：とりあえず事業者と定期的に意見交換してみることにしたが……

原子力規制委員会が考えるオブソレッセンス対応の分類図（1/2）



- IAEAガイド(SSG-48やSSG-25)において、劣化(Ageing)は物理的な劣化(Physical Ageing)と非物理的な劣化(Non-physical Ageing)に整理されている。
- この整理に沿って、規制委員会は、物理的な劣化とサプライチェーンの管理などの非物理的な劣化の一部を長期施設管理計画で対応し、それ以外をバックフィット制度や安全性向上評価制度によって一定程度の対応が可能との考え方を示した。



原子力規制委員会が考えるオブソレッセンス対応の分類図（2/2）



- 物理的な劣化や非物理的な劣化に対して、現在は以下のように対応していると考えられる。

劣化の種類と内容		対応状況	
		規制側	事業者側
物理的な劣化（主要6事象を含む）		長期施設管理計画の認可	長期施設管理計画の作成
非物理的な劣化	技術の旧式化 （サプライチェーンの管理）		
	知識の旧式化	技術情報検討会・ 安全研究	CAP活動 安全性向上評価届出制度
	規制、規則、基準の旧式化	バックフィット制度	バックフィットに係る許認可対応 安全性向上評価届出制度

欠け(unknown-unknowns)への対応

差分への対応

① バックフィット（バックフィットによる対応）



概要

- バックフィットとは、全プラント一律で遵守を義務付ける規制基準を改正し、それを既存施設にも適用すること
- 基準を改正してバックフィットした案件は、12年間で11件
- その最大のもの、いわゆる新規制基準は、それに（合理的なコストで）適合できない古い設計の原子炉を、結果として廃炉に至らしめた側面がある

<設計の古さとの関係（2022.11.16原子力規制委員会資料「高経年化した発電用原子炉に関する安全規制の検討（第2回）」より抜粋）>

新規制基準が平成25年7月に施行された後、同基準への適合が確認されないまま廃止措置に至った発電用原子炉が複数ある。これらの多くが高経年化した発電用原子炉であり、系統分離の強化やハザード評価の厳格化、重大事故等対策など、従来はなかった新規制基準の要求が、設計の古さに課題をかかえる発電用原子炉にとって高い技術的なハードルとなったと考えられる。

規制基準は、今後も必要があれば最新知見を反映して要求事項が追加されていくが、仮に高経年化した発電用原子炉がその設計の古さに起因して「劣化を考慮しても技術基準に適合する」ことができない場合には、その後の運転はできない仕組みとすることを検討している。

<バックフィット事例一覧>

番号	バックフィット事例(2024年2月時点)	施行日等	番号	バックフィット事例(2024年2月時点)	施行日等
1	新規制基準	2013.7.8	7	降下火砕物(火山灰)対策	2017.12.14
2	電源系統の一相開放対策	2014.7.9	8	柏崎刈羽原子力発電所6/7号炉の新規制基準適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映	2017.12.14
3	有毒ガス防護対策	2014.5.1	9	溢水による放射性物質を含んだ液体の管理区域外漏えい防止対策	2018.2.20
4	高エネルギーアーク損傷(HEAF)対策	2017.8.8	10	火災感知器の設置要件の明確化に係る対応	2019.2.13
5	地震時の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込め機能に係る措置	2017.9.11	11	震源を特定せず策定する地震動に係る標準応答スペクトルの取入れ	2021.4.21
6	地震時又は地震後に機能保持が要求される動的機器の明確化	2017.11.15			

① バックフィット（代表例として新規規制基準）



- 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓と反省を踏まえ、原子炉等規制法を改正（H25.7）。
- 重大事故等を防止するための基準を強化するとともに、万一重大事故等やテロが発生した場合に対処するための基準を新設。

＜新規規制基準＞

重大事故等・テロの対策

意図的な航空機衝突への対応

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

内部溢水に対する考慮

自然現象に対する考慮
（火山・竜巻・森林火災を追加）

火災に対する考慮

電源の信頼性

その他の設備の性能

耐震・耐津波性能

＜従来の規制基準＞

重大事故等を防止
するための基準

自然現象に対する考慮

火災に対する考慮

電源の信頼性

その他の設備の性能

耐震・耐津波性能

（火災対策耐震等の強化）

新規規制基準は、
従来の設計基準
を強化すること
に加え、
重大事故・テロ
等に対処するた
めの基準を追加

設計基準

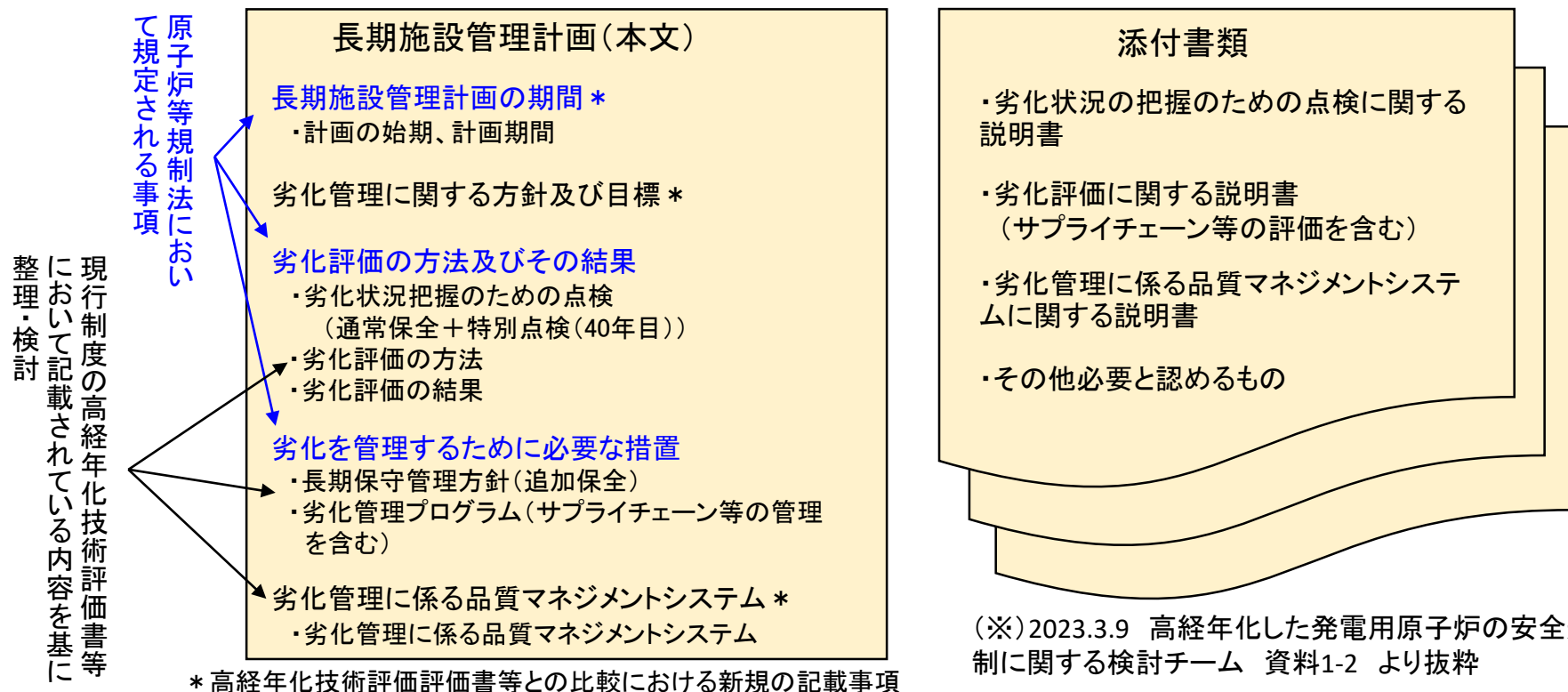
② 長期施設管理計画制度による対応(サプライチェーン管理等)



概要

- 60年運転上限撤廃に合わせて導入された、運転開始後30年以降、10年ごとに経年劣化を評価して運転継続の可否を含め認可する制度
- 中性子照射脆化など物理的な経年劣化事象への対応が基本だが、原子炉ごとに、10年単位で、許認可で○×つけられるものは、非物理的な劣化も同制度で対応できる
- その代表例が、スペアパーツ等のサプライチェーン管理

長期施設管理計画の記載事項



③ 安全性向上評価届出制度による対応(他プラントとの差分の取入れ)



概要

- 安全性向上評価届出制度は、定期検査ごと(約1年半ごと)に、事業者が自らが講ずる措置の実施状況や有効性について評価を行い、その結果を届出・公表する制度
- 非物理的な劣化への対応のうち、原子炉ごとに、事業者が自主的に、一定の評価の作業(定期的に行われる)を経て実施するかを判断するようなものは、同制度での対応がなじむ
- その代表例として、最新の炉型等との「差分」を比較・抽出し、そこから必要と判断した安全対策を実施するような取組を行うことが考えられる

(※) 2023. 12. 21 炉安審・燃安審資料 「安全性向上評価届出の制度のあり方や運用の見直し」より抜粋

<安全性向上評価届出制度の規制全体の中での位置付け>

必要な取組		時間軸	制度上の位置付け	
			事業者	規制当局
現場での日常的な改善活動		常時	事業者による検査 → 原子力規制検査	
新知見の取り入れ等	(バックフィット)	新知見発見の都度	許認可申請	基準見直し
	(自主)			許認可
as is 情報の文書化		定検毎	安全性向上評価 (届出制度)	—
確率論的リスク評価、安全裕度評価		5年毎		
定期的な安全レビュー		10年毎		
長期的な経年劣化の管理			長期施設管理計画 → 認可	

③ 他プラントとの差分の取入れに関する最新の検討内容 (1/4)



➤ 規制委員会は、「設計の古さ(非物理的なもの)」への対応の考え方を以下のとおりとした。

“差分”への対応

- ✓ バックフィット制度のようなトップダウン的なアプローチだけではなく、個々のプラントごとに確認するボトムアップ的なアプローチとして、最新の炉型に対するベンチマークを既設の発電用原子炉ごとに行い、“差分”を抽出する。
- ✓ “差分”を抽出する方法として、安全性向上評価の中長期的な評価※1を活用する方針。

※1:「安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価」を指し、その評価項目には、IAEA SSG-25で記載されているPSRの一部の安全因子が含まれている。

“欠け”への対応

- ✓ 原子力安全に絶対安全はなく、常に完全とはならず欠けているところがあるとの認識の下、こうした“欠け(unknown-unknowns)”が無いかを、年1回程度の頻度でCNO会議※2で継続的に議論し確認していく。

※2: 主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会

③ 他プラントとの差分の取入れに関する最新の検討内容 (2/4)



“差分”の比較の方法

- 比較を行う対象の炉型は、以下の対応方針(案)のとおり、対応することとしてはどうか。

対応方針(案)

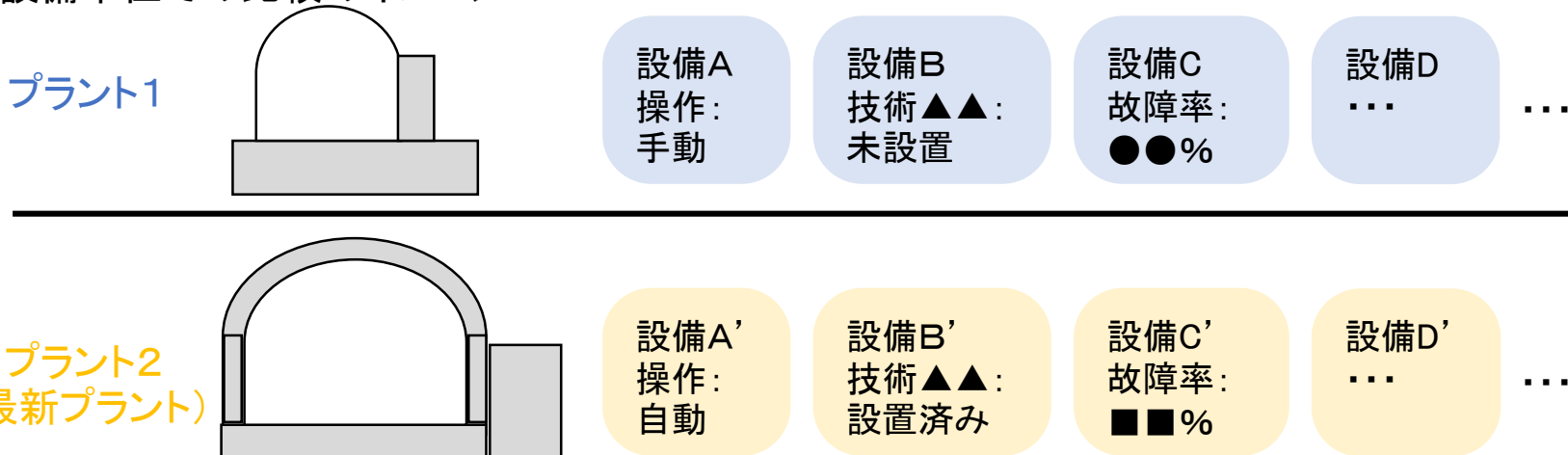
- ✓ 国内のPWRとBWRのそれぞれ最新世代の炉型と比較することを基本とする。
- ✓ 事業者が選定の観点を示した上で、比較対象のプラントを指定しても良い。

- 比較の単位や方法は、以下の対応方針(案)のとおり、対応することとしてはどうか。

対応方針(案)

- ✓ 最新の炉型との比較の単位は、導入されている設備・機器単位に行うこととする。
- ✓ 比較の方法としては、設計思想も含めた概念的な比較や機能の実効性の比較を実施することなどが考えられる。

(例)設備単位での比較のイメージ



③ 他プラントとの差分の取入れに関する最新の検討内容 (3/4)

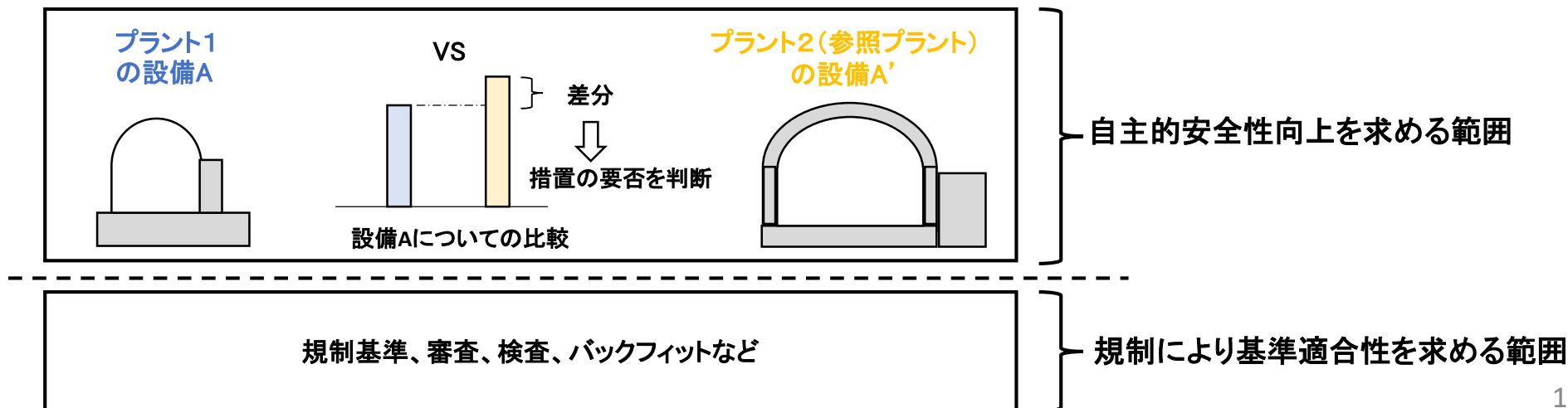


比較で見出された“差分”の取扱い

- 最新プラントとの比較を行った結果として“差分”が見出されたとしても、それが基準への不適合を意味する訳ではない。
- 一方で、見出された“差分”に対して、事業者は対応の要否を検討し、対応が必要な場合には、自主的な活動として、安全性の向上に取り組むことに意義があると考えられる。
- 以上を踏まえて、以下の対応方針(案)のとおり、対応することとしてはどうか。

対応方針(案)

- ✓ 差分があっても直ちに基準不適合を意味せず、対応が必須となるわけではない。
- ✓ 事業者は自らが対応の要否を検討し、対応が必要と判断した場合には、安全性の向上に取り組むべきものとする。



③ 他プラントとの差分の取入れに関する最新の検討内容 (4/4)



- 今年7月5日、原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会が報告書「発電用原子炉施設の安全性向上評価制度のあり方や運用の見直しについて」を取りまとめ。
- 同報告書は原子力規制委員会に対して全部で8項目の助言を行っているが、その中の助言7「『設計の古さ』への対応」の内容は、以下のとおり。

＜助言7 「設計の古さ」への対応＞

- “差分”の評価は定期安全レビュー(PSR)の中で行うこととし、最大で10年を超えない範囲で実施すること。ハード・ソフトの両面にわたる「設計の古さ」の評価を、対応する安全因子において行うこと。その結果は、安全因子間の相互作用を踏まえ、全体評価(グローバルアセスメント)にも適切に反映すること。
- 比較の単位は、導入されている設備・機器単位で行うこと。比較の方法は、安全性向上の面で意味のある形で行われることが重要である。その形については、最新世代の炉型との比較や設計思想まで立ち返った比較であるとの原子力規制庁の提案を念頭に置きつつ、事業者が自らふさわしいと考える形で比較を実施し、届出の内容について規制当局と事業者で意見交換を重ね、その比較によって安全性向上のために意味のある対策が提示されうるかとの視点などから継続的に改善に取り組むこと。
- “差分”が見出されたとしても直ちに基準不適合を意味せず、対応が必須となるわけではないことを規制当局、事業者ともに理解すること。事業者は見出された“差分”に対して、自らが対応の要否を検討し、対応が必要な場合には自主的な活動として安全性の向上に取り組むこと。
- 安全性向上評価の中での他プラントとの比較は、「設計の古さ」、オブソレッセンスへの対応の一つであることを認識して、バックフィット、長期施設管理計画の認可制度など他の手法も含めて対応する必要があることに留意すること。

④ 欠け (unknown-unknowns) の発見・対応



概要

- 安全上の課題を探す通常の活動(新知見の収集等)では発見できないタイプの「欠け」として、unknown-unknowns 的なものがあり、それに対応するには、多様な対話の場で率直な意見交換を重ねることが有効であろうという発想は、原子力規制委員会内部で以前からあった
(※) 継続的な安全性向上に関する検討チーム 議論の振り返り (2021. 7. 30)
- 「設計の古さ」を議論する過程でも、バックフィット、長期施設管理計画、安全性向上評価届出のどれでも対応が難しいタイプの非物理的な劣化が意識され、とりあえず事業者の原子力部門の責任者(CNO)クラスと年1回、それを議題に意見交換でもしてみるかということになった
- と言ってはみたものの…………

＜継続的な安全性向上に関する検討チーム 議論の振り返り(2021.7.30)より抜粋＞

(1)「ゆらぎ」を与える多様な対話の場の確保

欠けを発見するためには、思考の硬直化や現状維持バイアスを打破するための「ゆらぎ」が必要であり、ゆらぎを与えるためには市場の倫理に基づく対等で率直な対話が重要であることは、既に論じてきたとおりである。また、これは、与えられた正解を探すといった「統治の倫理」における行為ではなく、真理の探究のような、絶え間ない行為を一人ではなく複数の参加によるコミュニケーションを通じて行っていくことでもある。

そのような対話の具体的な場には様々なものが考えられようが、原子力規制委員会が関わるものとして、一つには、事業者と接する場が現状ではすべて規制者・被規制者という関係を背景にした間合いを計り合うような場になっているところ、その一部を対等で率直な対話の場となるように工夫することが考えられよう。

また、「ゆらぎ」は、事業者に対して与えるだけでなく、規制機関自身がゆらぐことも重要であり、本検討チームのように他分野の有識者も交えて、単なる規制制度の枠を超えた幅広い対話を行うことは、規制機関にゆらぎを与えて自らを省みる非常によい機会となろう。さらに、IAEAの規制機関に対するピアレビューミッションであるIRRS(総合規制評価サービス)など、国際機関や各国規制機関の専門家からゆらぎを与えられる機会も重要である。その他にも、アカデミアの場を活用するなど様々な方法により、事業者に対してゆらぎを与え、また、規制機関自身がゆらぐための場を、多様な形で確保していくことが重要である。