

事業者のPSAへの取り組み状況

平成22年7月15日

電気事業連合会 原子力開発対策委員会 総合部会長

東京電力株式会社 常務取締役

小森 明生

確率論的安全評価 (PSA) の特徴

- ✓ 可能性のある事象を網羅的に分析し、発生の可能性(確率・頻度)と影響を考慮して、安全性を定量的に評価。
- ✓ 起因となる事象により、内的事象PSA(設備のランダムな故障や人的過誤)、外的事象PSA(地震や火災)に大別。評価の深さにより、レベル1(炉心損傷)、レベル2(環境への大規模な放射性物質の放出)、レベル3(公衆の健康影響)の3段階。
- ✓ 単一故障、評価上の保守性を考慮する決定論と異なり、評価は原則として実カベースで評価。多重故障も考慮。
- ✓ 評価を通じて様々なリスク情報を得ることが可能。
 - 炉心損傷頻度(CDF)
 - 機器の定量的な重要度
 - 重大な事故に至るシナリオ(ECCSの多重故障など)
 - 起因事象の発生頻度(タービントリップ、外部電源喪失など)
 - 機器の故障率(ポンプ起動失敗、電動弁開失敗など) 等

PSAの活用事例

○ABWRの安全設計

- PSAを通じて、高圧系ECCSの強化、格納容器除熱の3区分化、制御棒駆動源の多様化、等を実施。
- 炉心損傷頻度：BWR-5に比べ、約1/10に低減。

○APWRの安全設計

- LOCA時再循環切替を不要とするため、格納容器内設置の燃料取替用水ピットを採用、ECCS信頼性向上を図った4サブシステムを採用。
- 炉心損傷頻度：従来型4ループPWRに比べ、約1/10に低減。

○アクシデントマネジメント(AM)の整備(4～6ページ)

- 原子力安全委員会の推奨(H4)等を受け、事業者の自主的活動としてAM整備に着手。
- PSAを通じて、各安全設備の機能の向上(ハード面)、実効性向上のための手順整備等(ソフト面)の対策を抽出・整備。
- AM検討報告(H6)、AM整備有効性報告(H14)等にて、検討・整備状況を適宜報告。

○「残余のリスク」の評価、地震PSA(7～8ページ)

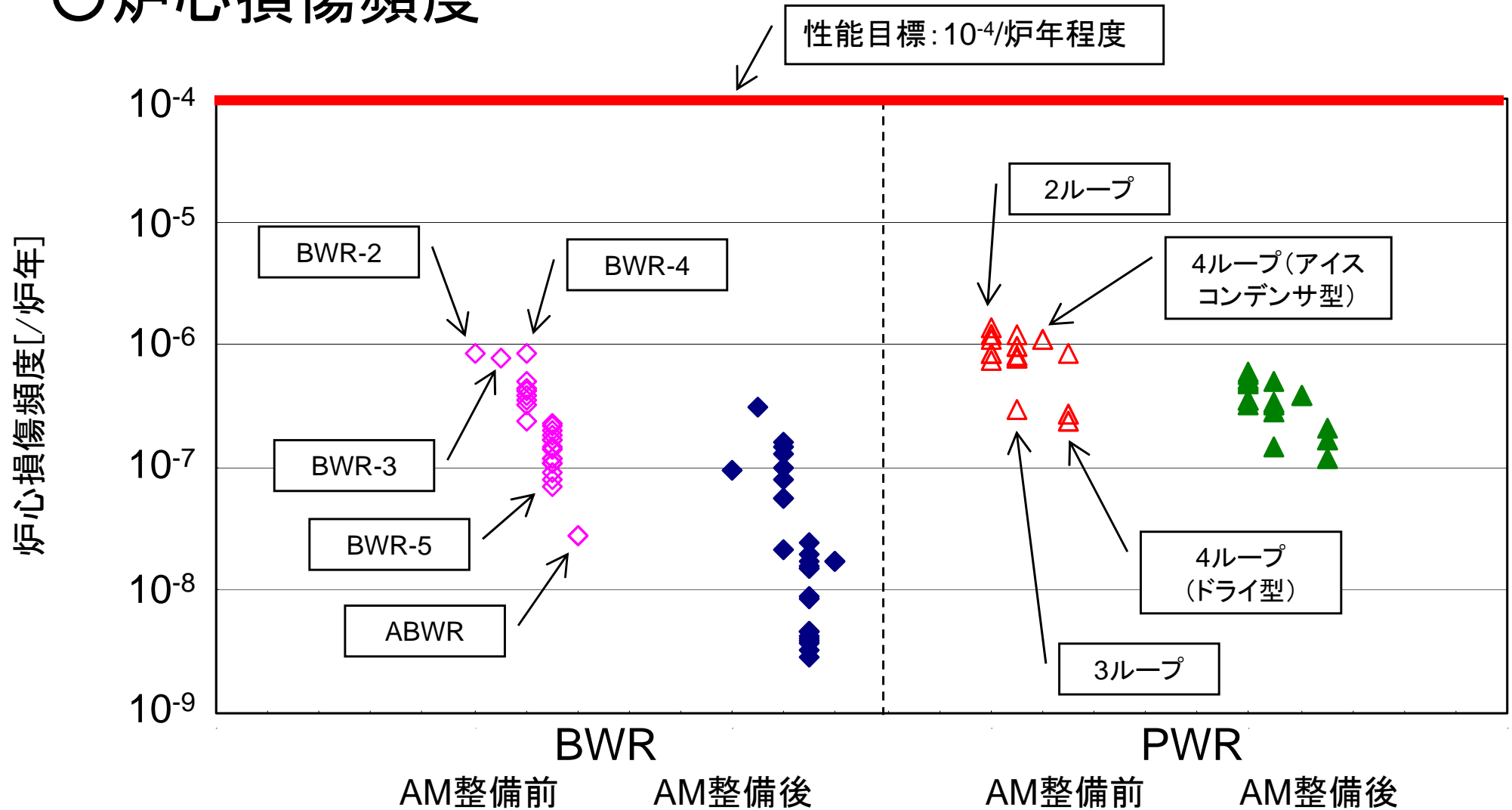
- 原子力安全・保安院の指示文書(H18)に基づき、「残余のリスク」を評価中。

○プラント停止時におけるリスク管理(9ページ)

- 定期安全レビュー(PSR)において代表的な定検工程を対象にプラント停止時のPSAも行い、プラント停止中のリスクの特徴を確認。
- 個別の定検で設備状態に応じたPSAを参考に、安全管理等に活用する事例もあり。

AM整備前後の評価結果

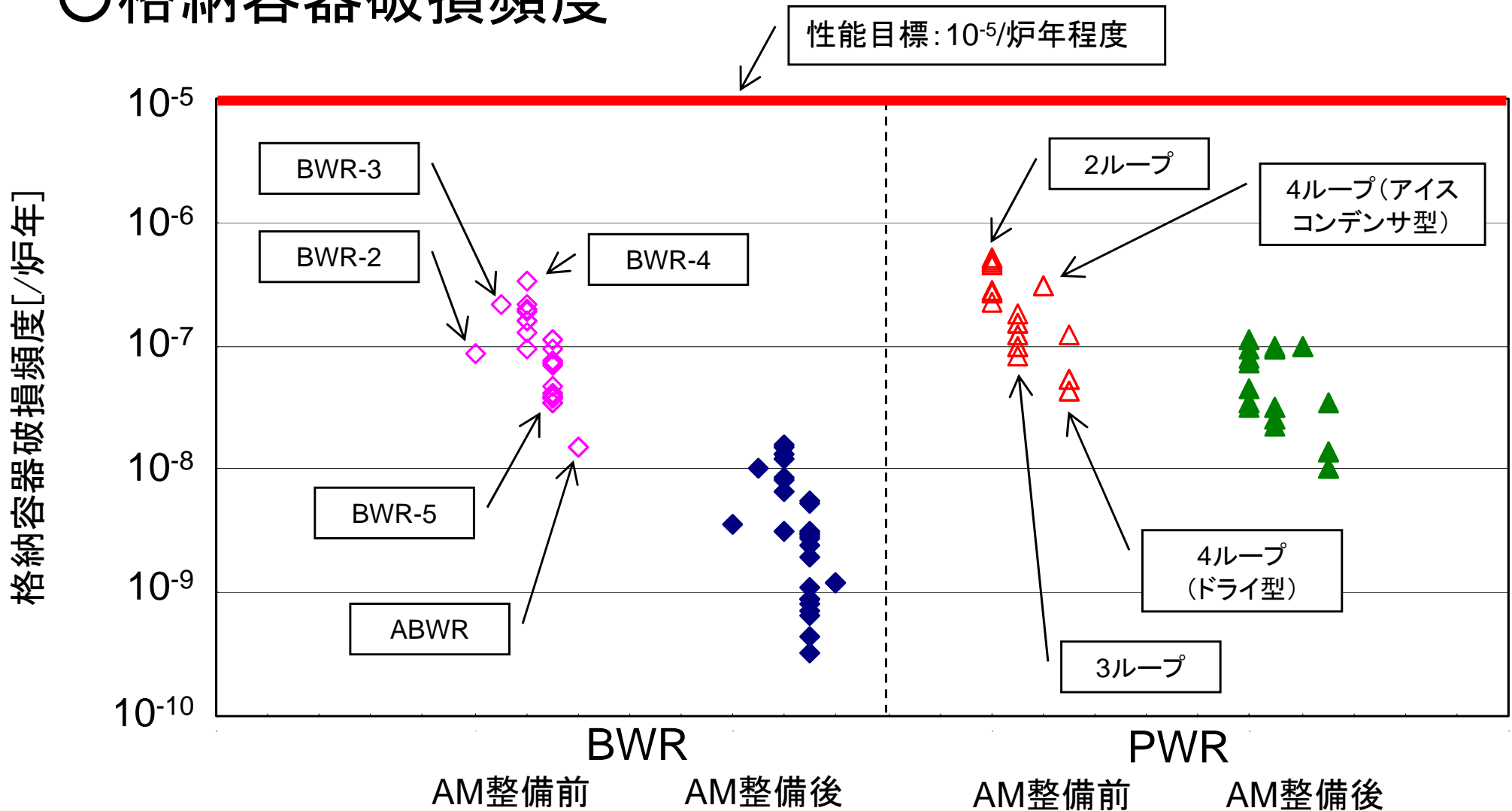
○炉心損傷頻度



出典: 「アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書」(H14)に記載された値 及び
「アクシデントマネジメント整備後確率論的安全評価報告書」(H16)に記載された値

AM整備前後の評価結果

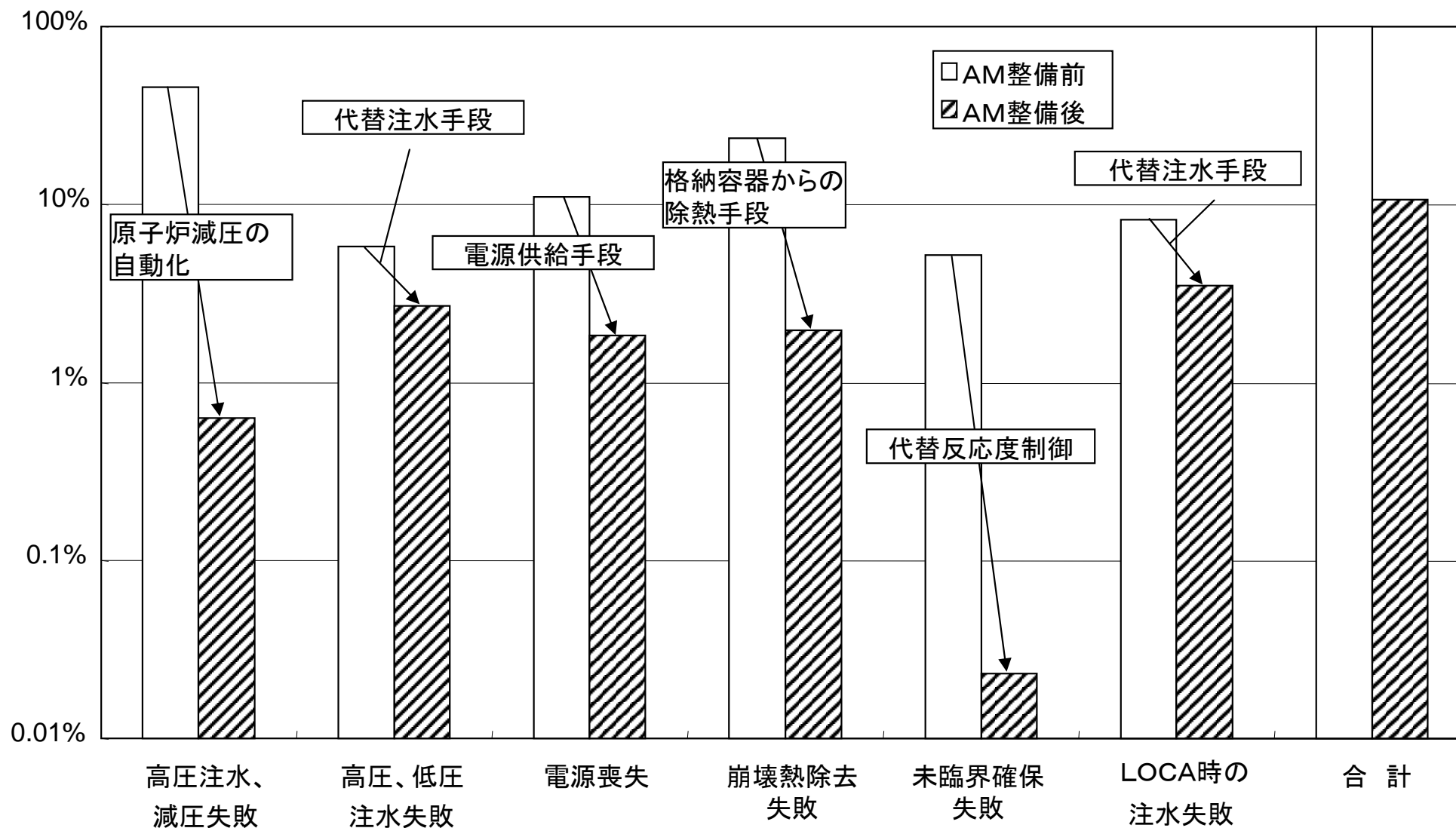
○格納容器破損頻度



出典:「アクシデントマネジメント整備有効性評価報告書」(H14)に記載された値 及び
「アクシデントマネジメント整備後確率論的安全評価報告書」(H16)に記載された値

AM整備前後の評価結果

○炉心損傷頻度（事象シーケンス毎の寄与、BWR-5代表炉）



「残余のリスク」の評価

原子力安全委員会の決定文(18安委第59号、60号)

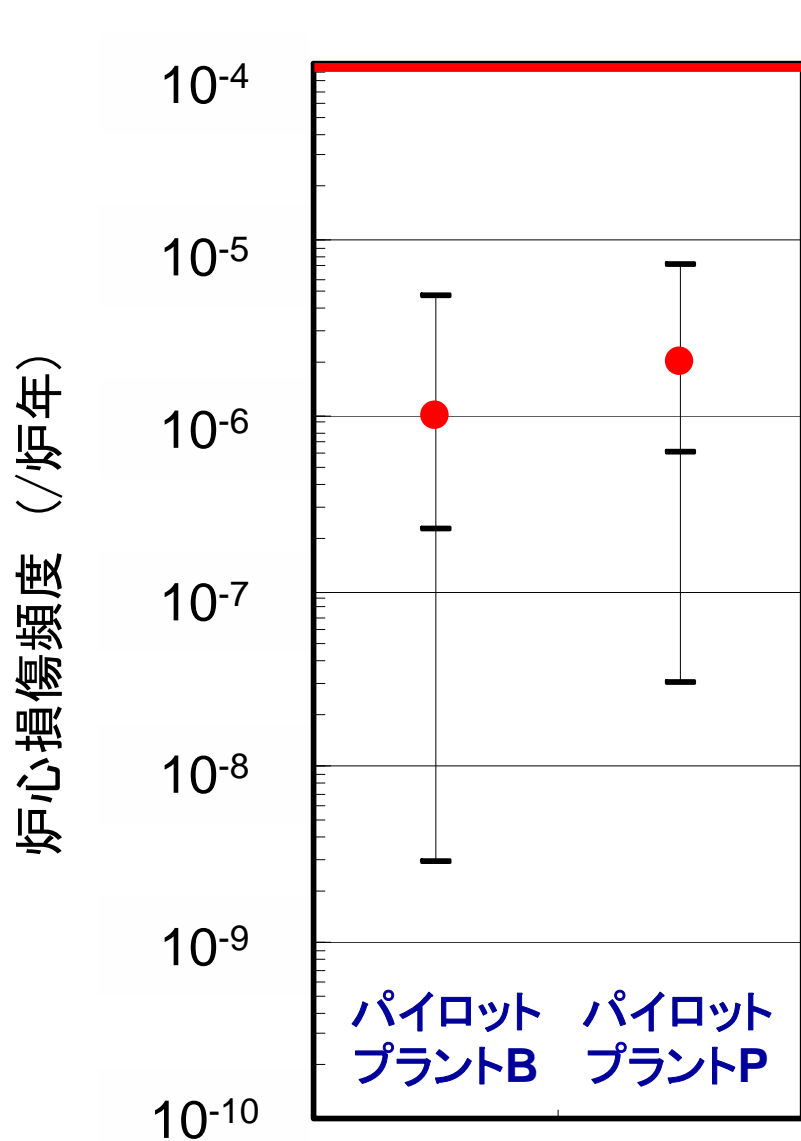
- 「残余のリスク」*の定量評価: 将来のPSAの安全規制への本格的導入の検討に活用する観点からも意義あり。
- 行政庁が原子炉設置者に「残余のリスク」の定量評価を安全審査とは別に求め、その結果を確認することが重要。
- 新增設プラント: 詳細な評価が可能となった段階で、行政庁から報告を受ける。
- 既設プラント: PSAに代表される最新の知見に基づいた評価手法を積極的に取り入れていくことが望ましい。

原子力安全・保安院の指示文書(平成18年9月)

- 将来のPSAの安全規制への導入の検討に資する情報。
- 既設プラントについては、「耐震安全性評価の報告以降、速やかに」報告すること。
- 新增設プラントについては、「安全審査とは別に、評価が可能となった段階で」報告すること。

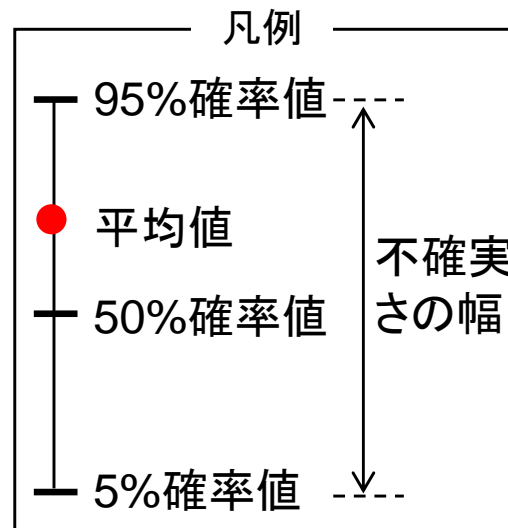
*残余のリスク: 策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク(耐震設計審査指針・解説から抜粋)

地震PSAの試評価結果



[参考]
IAEAの指標
(既設炉)

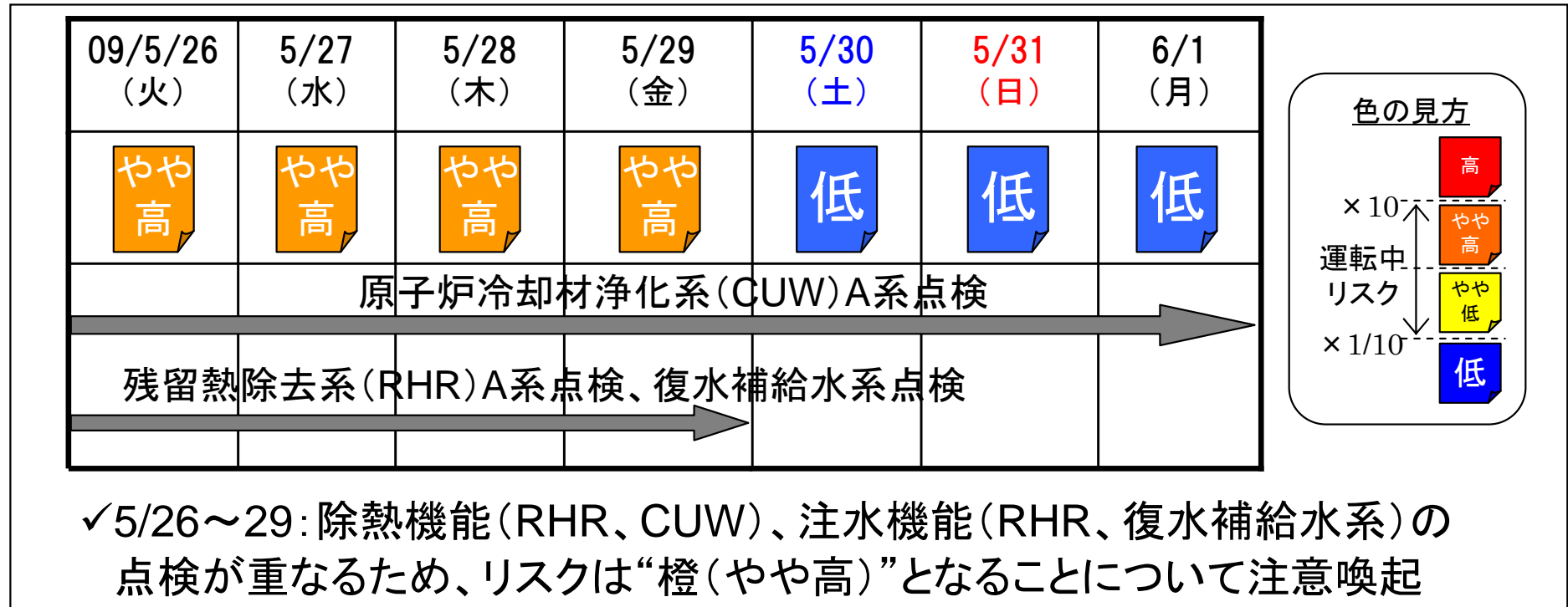
- 原子力安全委員会の耐震指針検討分科会 (H16.10)にて、事業者の当時の評価手法の達成度を示すために、試評価として検討状況を紹介。
- 炉心損傷頻度は平均値で 10^{-6} /炉年のオーダー。
- 不確かさの幅は2桁から3桁程度と広い。
- 試評価結果であり、これらが代表的な結果を示しているわけではない。



停止時PSAの評価事例

- ✓ 標準的な定検工程を対象に評価したプラント停止中の炉心損傷頻度：
3.6 × 10⁻¹⁰/定検（東電2F-1のPSR（第2回、H20.4公表）の例）
- ✓ プラント状態（安全設備の待機状態、崩壊熱の大きさなど）に応じ、リスクの大きさが変動することや、安全設備の管理と運用を適切に行っていることを確認。
- ✓ PSRでの実績も踏まえ、実際の定検において安全管理、日々のリスクの確認等に活用している事例もあり。

＜活用事例＞定検中における日々のリスク確認（一週間単位で所内に周知）



リスク情報活用に関する環境整備の状況

年度	原子力安全委員会	原子力安全・保安院	原子力学会 標準委員会
14			<ul style="list-style-type: none"> 停止時PSA標準→PSRにおける停止時PSAに活用中
15	<ul style="list-style-type: none"> リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針 安全目標(中間とりまとめ) 		
17		<ul style="list-style-type: none"> 「リスク情報」活用の基本的考え方 	
18	<ul style="list-style-type: none"> 性能目標 	<ul style="list-style-type: none"> 「リスク情報」活用ガイドライン(試行版) PSA品質ガイドライン(試行版) 	
19			<ul style="list-style-type: none"> 地震PSA標準→「残余のリスク」の評価に活用中
20			<ul style="list-style-type: none"> 内的事象レベル1～3PSA標準→レベル1,2についてPSRにおける内的事象PSAに活用中
21			<ul style="list-style-type: none"> PSAパラメータ標準→PSAで用いるデータの精緻化に活用予定
現在			<ul style="list-style-type: none"> リスク情報活用標準を制定・発行準備中 溢水PSAの標準を作成中

原子力学会を中心にPSA関連の規格(標準)を精力的に整備し順次活用中

事業者のリスク情報活用への期待

- リスク情報を安全確認のツールと位置づけ、まずはリスク情報による安全確認が効果的な領域から活用し、将来的にはプラント全体の安全を確認することを目的に、安全を前提とした活動として、業務プロセスに組み込むことも含め、事業者が主体的に活用を進めていく。
- 上記の活動を進めるに際しては、リスク情報活用に関連する規制環境の整備にも積極的に協力していきたい。
- 活用を検討している事例
 - ✓ 運転中保全の実施(停止時リスクモニタから運転中リスクモニタへ)
 - ✓ 供用期間中検査の高度化における対象部位の選定や検査内容の適正化
 - ✓ 新保全プログラムにおける保全重要度の設定
- PSR等継続的な場で、PSAにてIAEAの示す目標(性能目標と同じレベル)に対する余裕を定量的に確認しつつ、上記の活用を進めていく。