

本資料は英語原文の資料を原子力リスク研究センターにて仮訳したものです。

原子炉監視プロセス

Mark A. Cunningham

NRRC Workshop on

Risk-Informed Decision Making: A Survey of U.S. Experience

Tokyo, Japan, June 1-2, 2017



はじめに

□米国NRCは、1990年代後半に原子炉検査プログラムを修正した

- 外部の重大な懸念事項に応える目的であり、
- 方法は以下のとおりである。
 - 定量的解析を重視する(可能な場合)
 - 公開方式でレビュー及び討議を行う(必要に応じて、採択する)
 - 納得できる完成度

□リスク解析は、以下に用いられる重要な情報になる

- 何をどの程度の頻度で定期的に検査するかの定義付け
- 特定の重要な設備のパフォーマンス評価
- 検査指摘事項の重要度の決定

□定期的な公開レビュー

- 個々の事業者パフォーマンスに関する情報を提供する
- 以下に関する決定を支援する
 - 追加検査
 - 関連する規制上の活動



主な歴史的経緯

- 米国NRCの検査プロセスの再設計
 - 1990年代後半から 2000年代初め
 - NRC及び米国の原子力産業界は概ね安定した姿に発展していた
 - 確率論的リスク解析の範囲を拡大した利用が奨励された
 - NRCの検査及び施行プロセスについて、以下に関する懸念が発生した
 - 安全上最も重要な問題に焦点が当てられていないことがある
 - 措置及び結果が重複している
 - 過度に主観的で、場合によっては理解できず予見できないようなやり方でNRCの措置が講じられることがあった
 - NRCは大規模な再設計努力を行った
 - その結果、新たな「原子炉監視プロセス」が生まれた

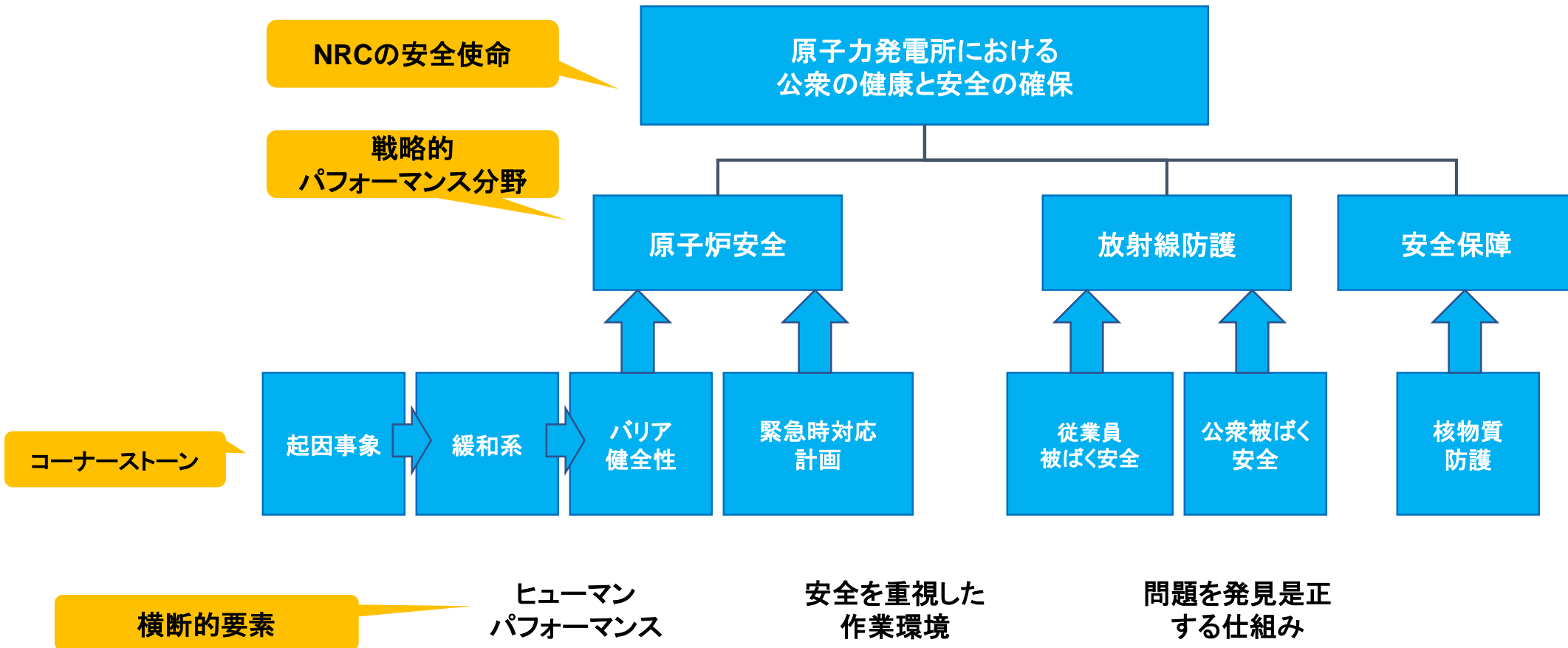


ROPの主要要素

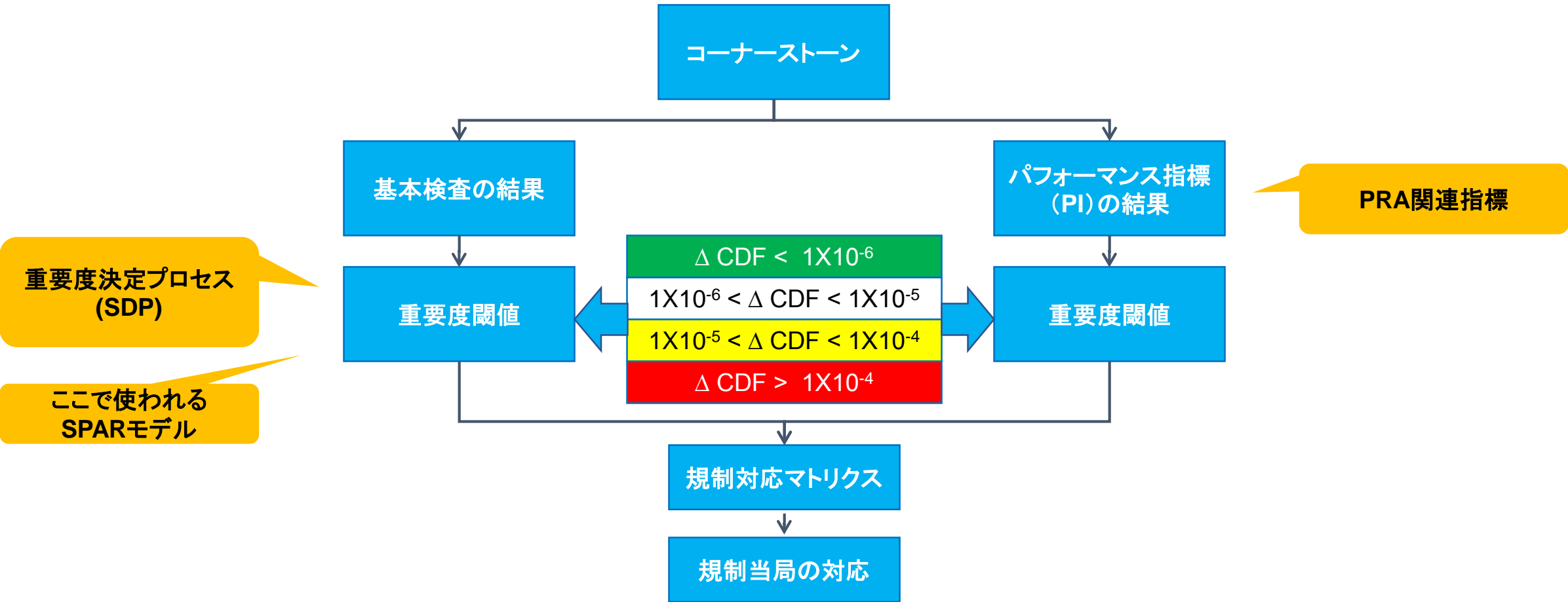
- 原子炉監視プロセス(ROP)では、トップダウン式の規制枠組みを用いて、事業者のパフォーマンスをどう評価するかを定義付ける
- 以下を用いて各事業者のパフォーマンスを評価する
 - 定量的情報
 - 定性的情報
- 「アクションマトリクス」を用いて、規制上の活動を決定する
- 措置を実施する - 各事業者の今後のオーバーサイトに変更を加える



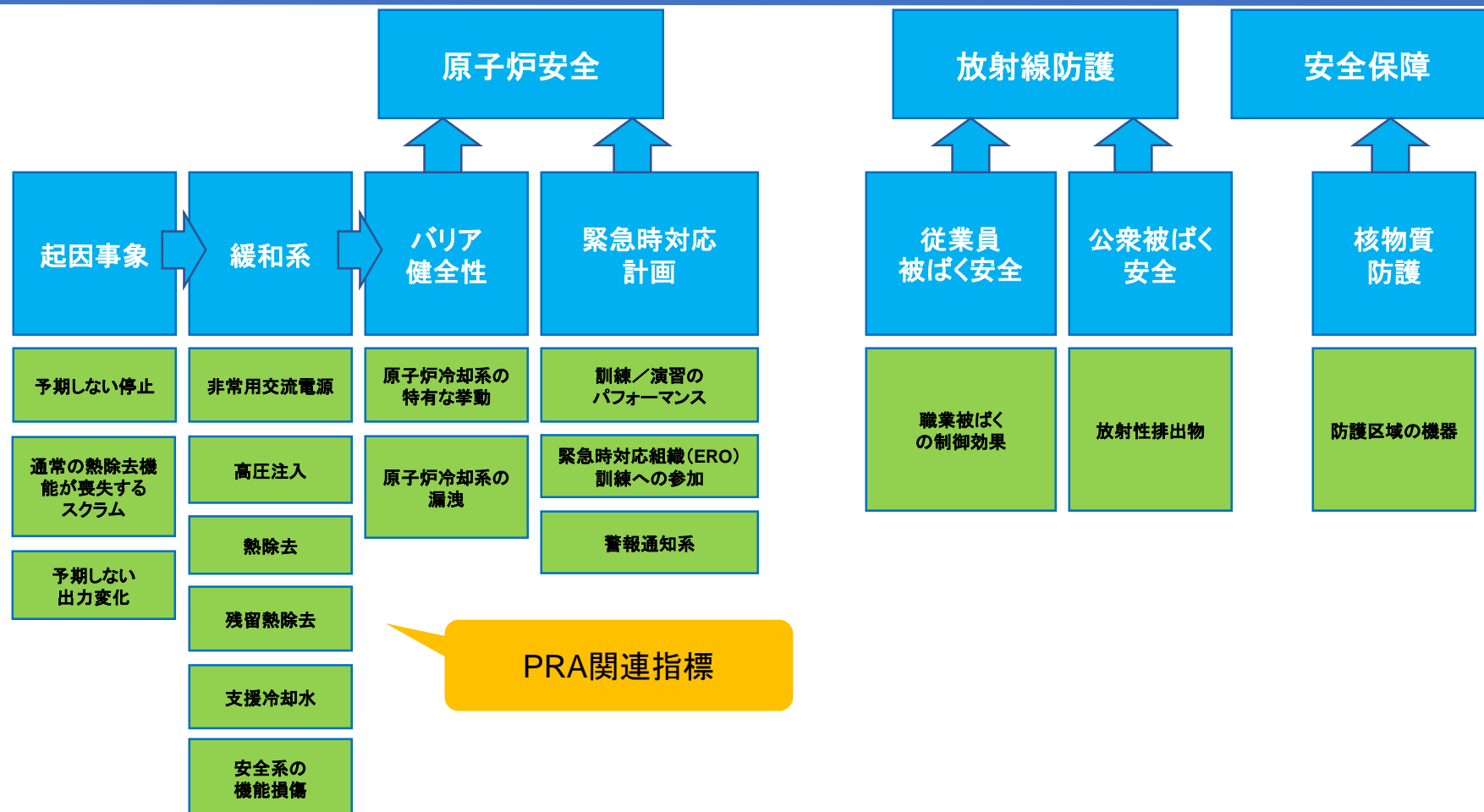
トップダウン式の規制枠組み



検査指摘事項及びパフォーマンス指標 (PI) のレビュー及び重要度の定義付け

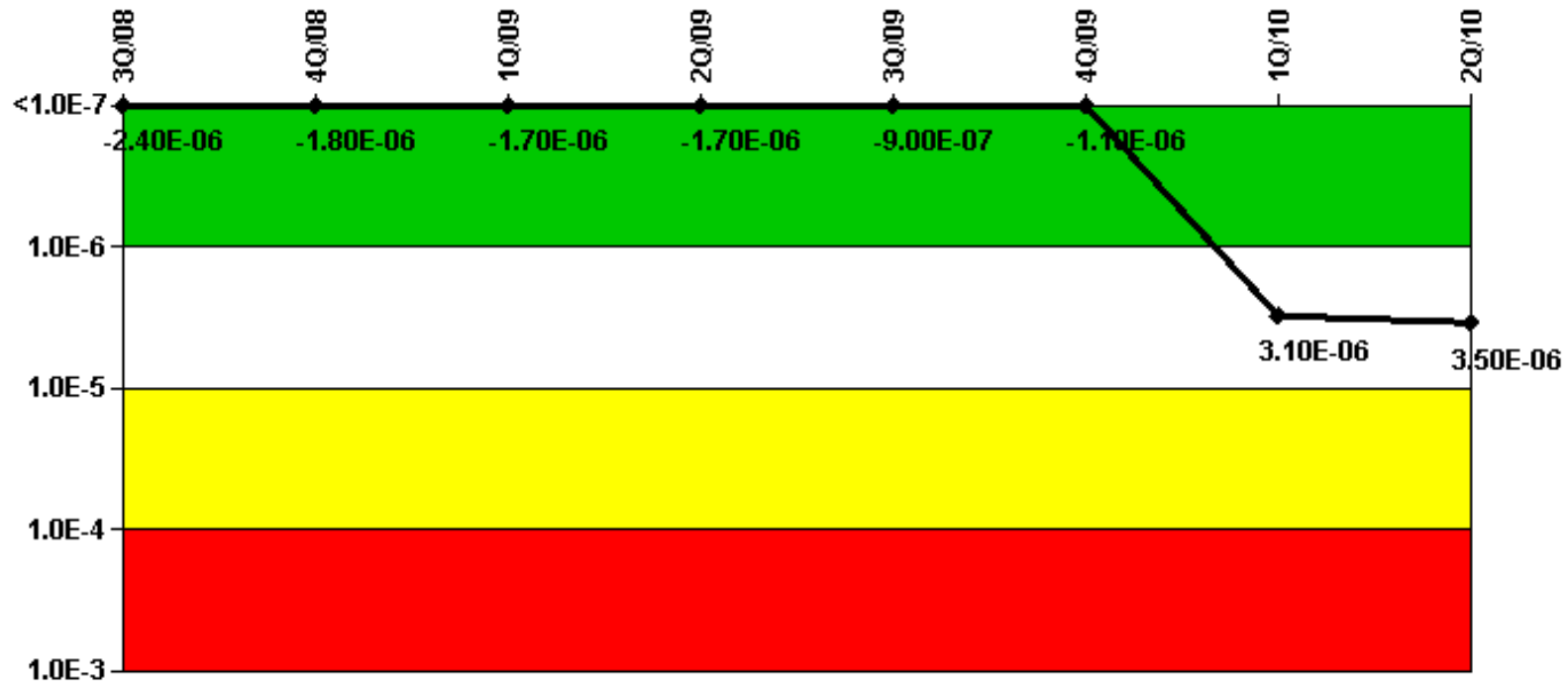


パフォーマンス指標 (PI)



パフォーマンス指標 (PI)

緩和系のパフォーマンス指標(PI)、非常用交流電源系



Thresholds: White > $1.00E-6$ Yellow > $1.00E-5$ Red > $1.00E-4$



検査指摘事項の重要度評価 — 重要度決定プロセス (SDP)

□ 目標

- 利用可能なリスクの知見を適切に用いて、検査指摘事項の安全上または核セキュリティ上の重要度を決定すること
- 検査指摘事項の潜在的な安全上または核セキュリティ上の重要度を伝達するための、客観的且つ共通の枠組みを全ての利害関係者に提供すること
- 検査指摘事項に関連する適時の評価及び／または強制措置に対する根拠を示すこと



重要度決定プロセス

□プロセス

- 検査指摘事項を取りまとめる
- 重要度(スタッフによる初期評価)を [SPAR (Standardized Plant Analysis Risk) モデルを用いて] 評価する
- 初期評価に関する事業者意見を聴取する
- 重要度を [SPARモデルを用いて] 最終決定する
- 最終決定書簡を交付する
- 事業者にも異議申立ての機会を与える



リスク解析及びSPARモデル

□1990年代後半に事業者が利用していたPRAには、以下の重大な欠陥があった。

- 複数のリスクアプローチ及びソフトウェアツールの存在
 - PRA標準は策定が始まったばかりであった。
- 事業者間に著しいばらつきがあった。
- 米国NRCへの提出が義務付けられていなかった。



リスク解析及びSPARモデル

□検査指摘事項の重要度評価のためのリスク解析には、以下の重要な制約が課された。

- 「ユーザーが使いやすい」モデル
- 一貫したモデル化アプローチ
- スタッフの増員
 - 能力(上級原子炉分析官(senior reactor analyst))
 - 訓練



リスク解析及びSPARモデル

□SPARモデルは著しく進化した。

- ROP導入以前の初期開発段階
 - 一般的(プラント固有ではない)問題の影響評価に向けた「単純化」モデル
- ROP導入後
 - SPARモデルは以前より優れた代替手段を提供するようになった。
- モデルは進化し続けている。
 - 外的ハザード(重要であることが判明したもの)
 - 停止時
 - 事故影響(レベル2 PRA)
- 以下との一貫性向上に向けて現在比較が行われている。
 - プラント固有のPRA
 - 標準



パフォーマンス情報と規制措置規定のまとめ

別表5 – アクションマトリクス

	事業者対応コラム	規制対応コラム	コーナーストーン低下コラム	複数の／反復的コーナーストーン低下コラム	許容不能パフォーマンスコラム	IMC 0350 プロセス	
結果		評価インプット(パフォーマンス指標(PI)及び検査指摘事項)が緑、コーナーストーンの目標が全面的に達成されている	戦略的パフォーマンス分野の(異なるコーナーストーンにおける)1つまたは2つのインプットが白、コーナーストーンの目標が全面的に達成されている	戦略的パフォーマンス分野のコーナーストーンの1つが低下(インプット2つが白またはインプット1つが黄色)若しくは戦略的パフォーマンス分野のインプット3つが白、コーナーストーンの目標は達成されており、安全パフォーマンスが緩やかに低下	コーナーストーンの反復的低下、コーナーストーンの複数の低下、インプットが複数の黄色または、インプット1つが赤、コーナーストーンの目標は達成されており、安全パフォーマンスに長期的な問題または重大な低下が見られる。	全体的に許容不能なパフォーマンス。この状態でのプラント運転は許容されない。許容不能な安全裕度	プラントは停止状態で、IMC 0350 プロセスに基づくパフォーマンス問題が発生
対応	規制当局のパフォーマンスミーティング	なし	支部長(BC: Branch Chief)または部門長(DD: Division Director)と事業者の会議	DDまたは地域局長(RA: Regional Administrator)と事業者の会議	RA(または運営総局長(EDO))と事業者の上級管理職の会議	委員会と事業者の上級管理職の会議	RA(またはEDO)と事業者の上級管理職の会議
	事業者の行動	事業者の是正措置	NRCのオーバーサイトを伴う、事業者の根本原因評価及び是正措置	NRCのオーバーサイトを伴う、事業者の累積根本原因評価	NRCのオーバーサイトを伴う、事業者のパフォーマンス改善計画		NRCのオーバーサイトを伴う、事業者のパフォーマンス改善計画／再稼働計画
	NRCの検査	リスク情報を活用した基本検査プログラム	基本検査及び補足検査手順書 95001	基本検査及び補足検査手順書 95002	基本検査及び補足検査手順書 95003		基本検査及び実施可能な補足検査並びに、再稼働チェックリストに準ずる特別検査
	規制当局の行動	なし	補足検査のみ	補足検査のみ	-10 CFR 2.204 DFI -10 CFR 50.54(f)書簡 - CAL/ORDER		CAL/ORDERはNRCの再稼働承認を要求
情報伝達	評価書簡	BCまたはDDによる評価報告書のレビュー／署名(検査計画書を伴う)	DDによる評価報告書のレビュー／署名(検査計画書を伴う)	RAによる評価報告書のレビュー／署名(検査計画書を伴う)	RAによる評価報告書のレビュー／署名(検査計画書を伴う)		適用なし、RA(または0350委員長)による0350関連書簡のレビュー／署名
	年次パブリック・ミーティング	SRIまたはBCと事業者の会議	BCまたはDDと事業者の会議	RA(または被指名者)と事業者のパフォーマンス討議ミーティング	RAまたはEDOと事業者の上級管理職のパフォーマンス討議ミーティング		適用なし、0350委員長は定期的に公開ミーティングを実施する
	委員会の関与	なし	なし	なし	AARMでのプラント討議	委員会と事業者の上級管理職の会議	要請に応じた委員会の会議、場合によっては再稼働の承認

安全重要度が高くなる>

注記1: 複数の／反復的コーナーストーン低下コラム及びIMC 0350コラム内のCAL以外のプラントの規制上の活動は、規制当局の義務的行動ではない。ただし、地域事務所は、事業者のパフォーマンスに関する新たな重要な情報が入手可能になる時点で、この規制上の活動を全て検討するべきである。

注記2: IMC 0350プロセスコラムは、あくまでも参考目的で記載されており、事業者のパフォーマンスの最低レベルを必ずしも示すものではない。IMC 0350のオーバーサイトプロセスに従うプラントは、ROPの規制対応マトリクスの保護外にあるとみなされる。詳細については、IMC 0350「パフォーマンス問題で停止状態の操業中原子炉施設のオーバーサイト」を参照。



規制対応マトリクス(単純化バージョン)

事業者のパフォーマンス低下→				
事業者の対応	規制当局の対応	コーナーストーン 低下	複数の／反復的 コーナーストーン 低下	許容不能な パフォーマンス
評価インプットが 全て緑	異なるコーナース トーンのインプット が1つ白またはイン プット2つが白	1つのコーナース トーンのインプット 2つが白 インプット1つが 黄色 インプット3つが白	インプット複数 が黄色 インプット1つが赤	プラントの運転 は許可されない

通常の基本検査

NRCの追加検査強化→

~ 40時間

~ 200時間

< 3,000 時間

5x

> 10x

認可活動の修
正、一時中止
または撤廃の
命令



措置の実施

- 米国NRCの検査マニュアル（セクション0305）では、各アクションマトリクス・コラムに対するフォローアップ措置を定義付ける。
- 事業者は特定された問題の是正責任を負う
 - 米国NRCの検査官は、是正措置を監視及び検証する
 - コラム3では、事業者は追加措置の実施を義務付けられる可能性がある
 - 安全文化
 - コラム4では、事業者は第三者の安全文化評価を受けることになる
 - 適時の措置が実施されない場合は、規制上の活動が追加される結果になり得る



サマリー

- 米国の原子炉監視プロセスは、リスク解析を用いて以下を成功させた。
 - 米国NRCの検査資源の適切な配分
 - 重要な設備のパフォーマンスのモニタリング
 - 検査指摘事項の重要度評価
- 定量的アプローチは信頼度を高めた。
 - 一部の重要な側面は定量的解析が利用できないため、定性的に扱われた。
- ROPの主要要素は以下のとおりである。
 - 戦略的な規制枠組み
 - 重要度決定プロセス(SPARモデルを利用)
 - アクションマトリクス
- SPARモデルの利用
 - SDP評価の一貫性を保つための重要な手段
 - 事業者のPRAモデル(1990年代後半)の限界を反映

