

原子力の自主的安全性向上に向けた これまでの取り組みと今後の対応について

～リスク情報を活用した意思決定プロセスの導入に向けて～

2017年11月20日

電気事業連合会

- ・私ども原子力事業者は、福島第一原子力発電所事故の反省に立ち、『自主的・継続的に安全性向上活動を推進していかなければ日本の原子力に明日はない』という危機感のもと、様々な安全性向上活動を推進してきた。
- ・とくに、安全性の向上とリスクの低減に向け、PRAを経営判断のツールとして活用していくための高度化や、関連する基礎基盤の整備については、NRRCと連携しながら積極的に取り組んできた。
- ・今後も発電所の安全性の向上に継続的に取り組んでいくためには、自主的な改善の効果が見込まれる事項を特定し、有効な対策を取っていく取り組みが必要。



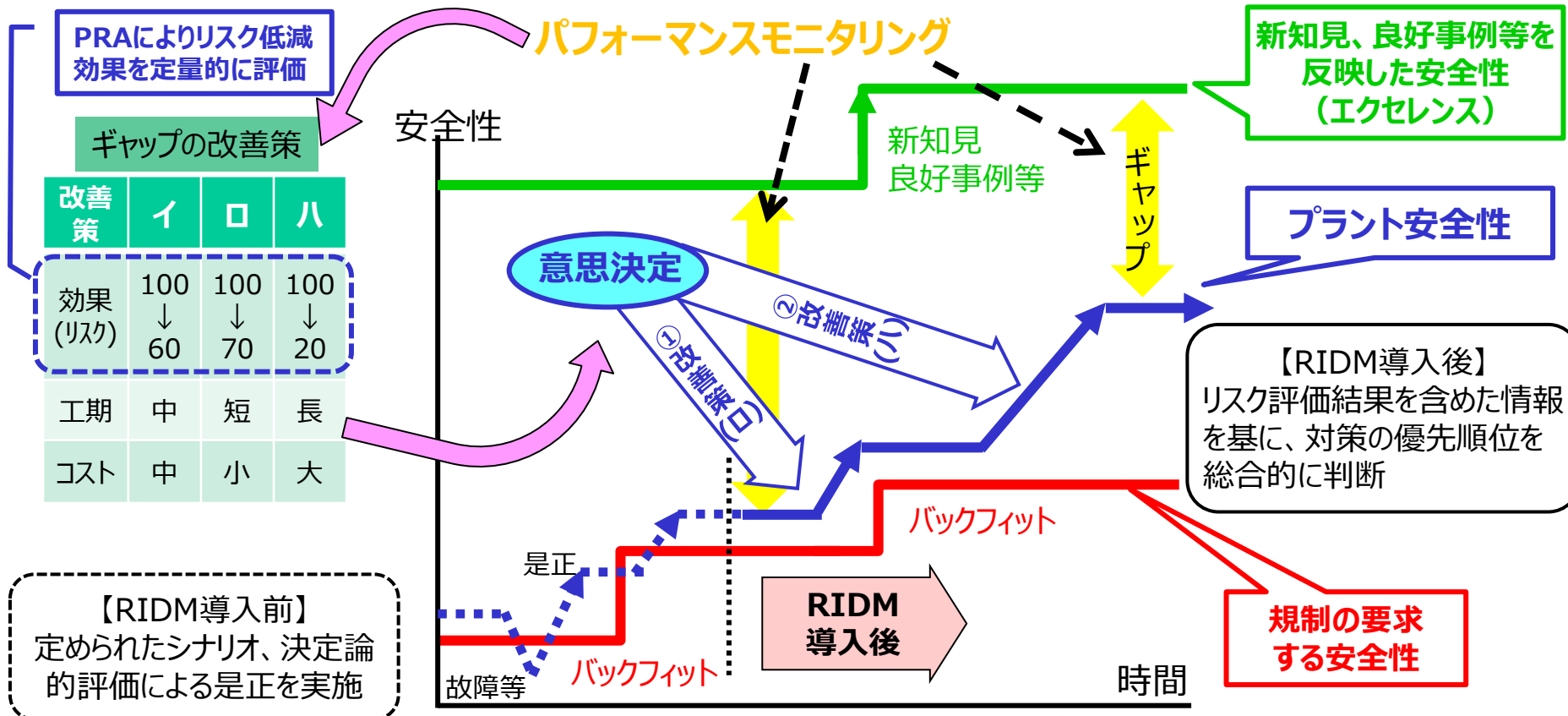
リスク情報を活用した意思決定（Risk-Informed Decision-Making: RIDM）を発電所のマネジメントに導入することとした。

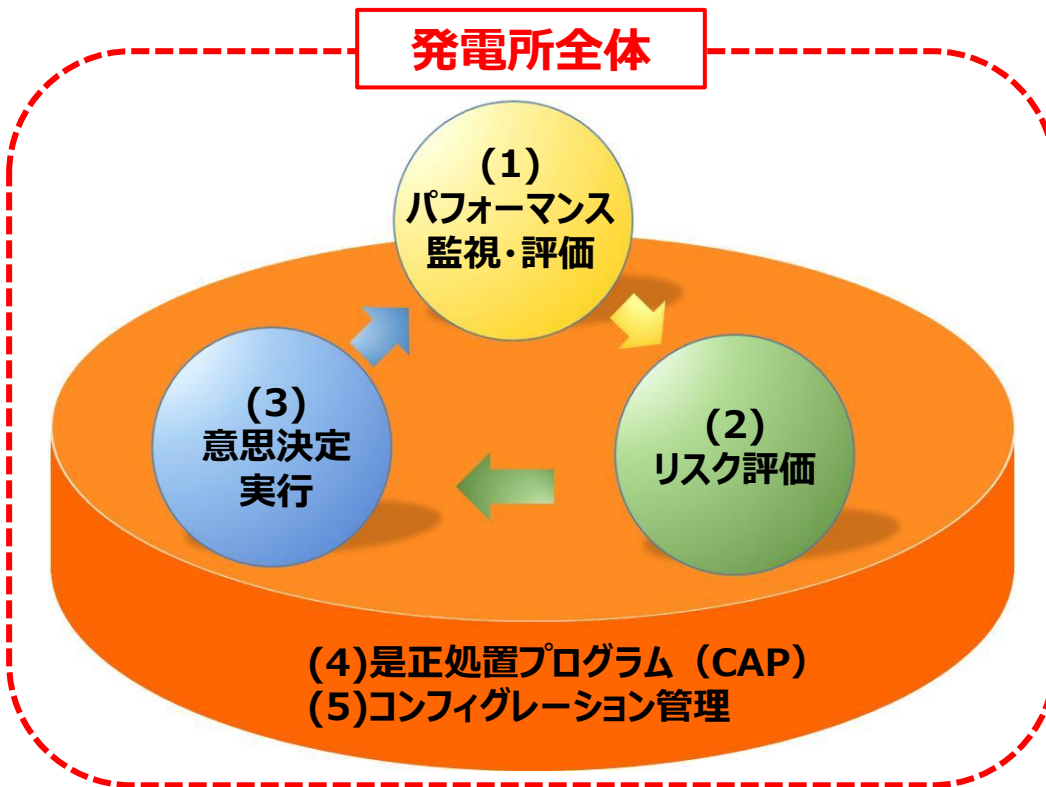
各事業者がRIDMにより安全性を向上するための取り組みの基本方針・アクションプラン等を『**RIDM導入戦略プラン**』としてとりまとめているところ。

プラントの現物・現実を正しく把握し（パフォーマンスベース）、リスクマネジメントにおける重要度を判断の物差しとした（リスクインフォームド）改善に向けた意思決定を行うという、**自律的な安全性向上のマネジメントに変革**することがねらい。

- ・発電所の運営にかかわる全員がリスクを理解
- ・リスクを共通の尺度に優先順位をつけて速やかに改善

**リスク評価結果を活用した
優先順位づけが重要**





RIDMの構成要素

- (1) パフォーマンス監視・評価
- (2) リスク評価
- (3) 意思決定・実行

上記を支える技術的・制度的基盤

- (4) 是正処置プログラム※1
- (5) コンフィグレーション管理※2



RIDMの実現に重要な事項

- ・経営層のリーダーシップ
- ・(1)～(5)が組織全体にわたって高いレベルで実現されていること
- ・相互に密に連携が取れていること

※1 是正処置プログラム (Corrective Action Program: CAP) : 事業者における問題を発見して解決する取組み。問題の安全上の重要性の評価、対応の優先順位付け、解決するまで管理していくプロセスを含む。

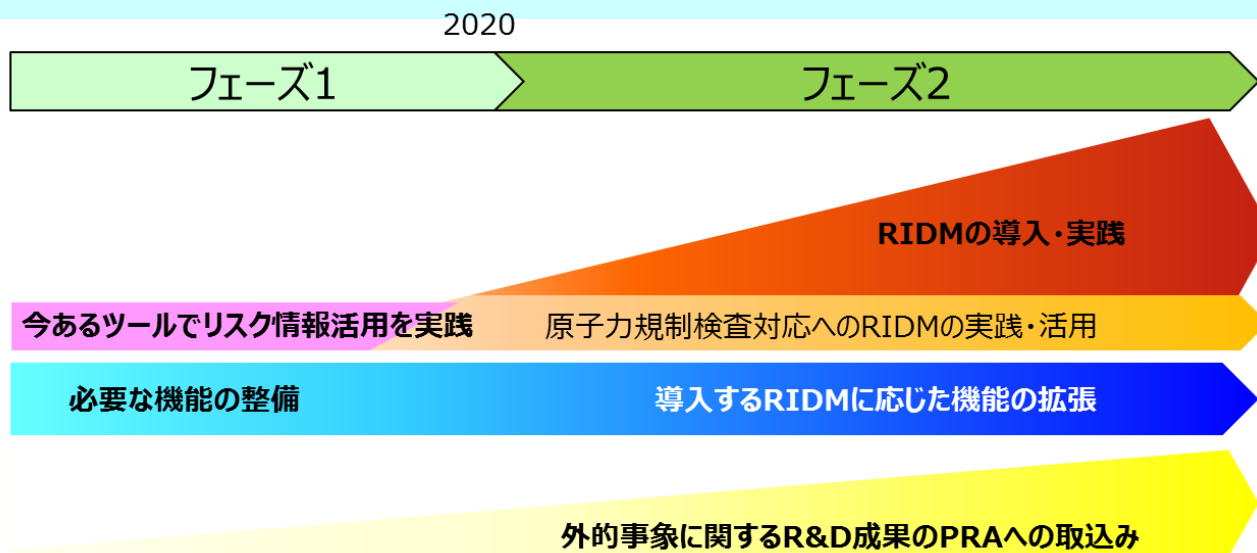
※2 コンフィグレーション管理 : 設計要件、施設の物理構成、施設構成情報の3要素の一貫性を維持するための取組み。

フェーズ1（2020年もしくはプラント再稼働までの期間）

- **今あるツールでリスク情報活用を実践しながら**、RIDM導入のために必要な技術基盤を整備
⇒ 内的事象のリスクに対し、RIDMによる安全性向上マネジメントの仕組みを整備。

フェーズ2（2020年もしくはプラント再稼働以降）

- フェーズ1で導入したマネジメントの有効性を評価し、継続的に改善
⇒ 日常の発電所運転・保守管理について、RIDM導入を進める。
⇒ 設計基準を超えた状況への更なる対応力強化を図る。



外的事象のリスクへの対応

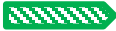
- 決定論的評価を中心にリスク評価を実施しつつ、研究成果をふまえ外的事象PRAを順次導入する。

長期停止中プラントへの対応

- 運転プラントとのリスクの大きさの違いを考慮したマネジメントを実施。

- ・フェーズ1 期間中に実行するアクションプランを、RIDM導入に必要な機能毎に策定。
- ⇒各社はアクションプランに従い、今あるツールでリスク情報活用を実践しながらRIDM導入に必要な機能を整備し、2020年度からの原子力規制検査や、その後RIDM導入拡大に備える。

(例) リスク評価 (PRA) のアクションプラン

共通 :  各社 : 	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
自社プロセスの構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
【PRAモデル高度化】						
【信頼性パラメータ】						
個別プラントデータ収集ガイドの策定						
個別プラントのデータ収集						
個別プラントの信頼性パラメータの整備						
国内一般パラメータの整備						
【PRAピアレビュー体制整備】						
ガイド整備、体制構築						
PRAピアレビューの試行・実施						
③人材育成						
社内人材育成						
国内共通の教育プログラム						

パフォーマンス監視・評価

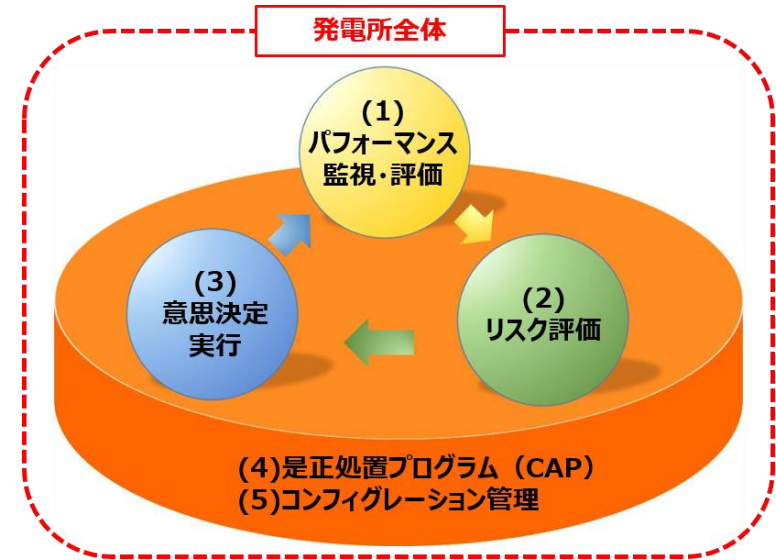
- Exelonをモデルに約10年前にパフォーマンス指標（PI）を導入し、部門横断的にパフォーマンスを評価する会議で評価実施（震災で中断、今年再開）
- システムエンジニア(SE)による系統性能監視を導入⇒系統数拡充、SE養成を継続中
- 米国最新PI取り込み、リスク情報活用に取り組む

リスク評価

- PRA実施体制を、TEPSYSに確立済み（人事ローテーションで発電所にも経験者配置）
- 現場と本社で、リスクモニタを毎日活用
- PRA技術の改良を継続中

意思決定・実行

- 設計管理、リスク管理に基づく意思決定・実行プロセスは従来より運用
- コンフィグレーション管理、デザインオーソリティ、リスク情報活用に関する米国の最新経験を取り入れたプロセスに変更中



是正措置プログラム

- 2003年より不適合管理を実施中
- 低い閾値を設定し、不適合未満の事象を拾う取り組みを本年開始

コンフィグレーション管理

- 2014年から米国をベンチマークして導入準備を開始
- 業務プロセスを構築し、システム開発と教育を実施中

系統監視プログラムの構築

- ・米国をベンチマークして系統監視プログラムを構築
（リスク情報を用いて約200の系統から重要系統40系統を抽出し、現在21系統を整備）
- ・パフォーマンス低下を検知する指標、検知した際のアクション等を整理

系統監視活動

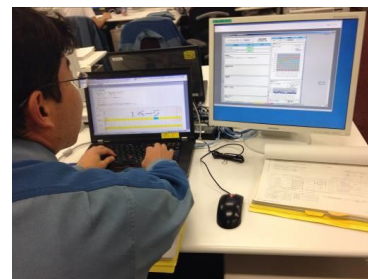
- ・システムエンジニアによる系統のパフォーマンス分析・評価
（重要系統をカラーコードで評価）
- ・系統健全性報告書を定期発行
- ・系統のパフォーマンス低下を検知した場合は是正、継続改善を実行

⇒**予防保全が強化され、トラブルの発生防止に貢献。**

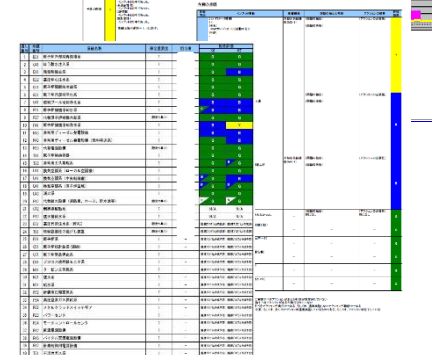
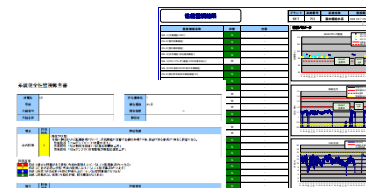
（例：原子炉補機冷却海水系の流量低下発見・熱交換余裕の監視強化・熱交換器内の流路清掃による圧損低減実施）

システムエンジニアの育成

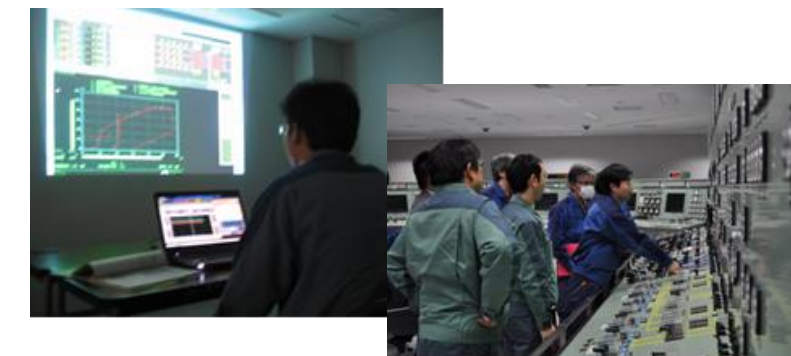
- ・米国ACAD98-004（米国INPOが定めた技術者教育のガイドライン）をベースに教育カリキュラムを構築し、系統全体を俯瞰する技術力を有するエンジニアを養成中
- ・カリキュラムを修了したうえで資格認定のための力量確認を実施し、システムエンジニアとして配置（現在5名を配置、今後拡大予定）



系統監視プログラム検討



系統健全性報告書



シミュレータ訓練を含む教育

リスクモニタを日常的に活用中

- ・工事のリスク評価を行い、工程変更や追加措置によるリスク軽減等を検討、実施
- ・リスク予報のメール発信と掲示を行い、本社と発電所内でリスクを周知
- ・本社と発電所が毎日行うプラント情報会議で、リスクを確認

⇒リスクの低い工事工程の策定や、バックアップ対策の事前準備が可能となる。

PRAによって安全対策の効果を評価

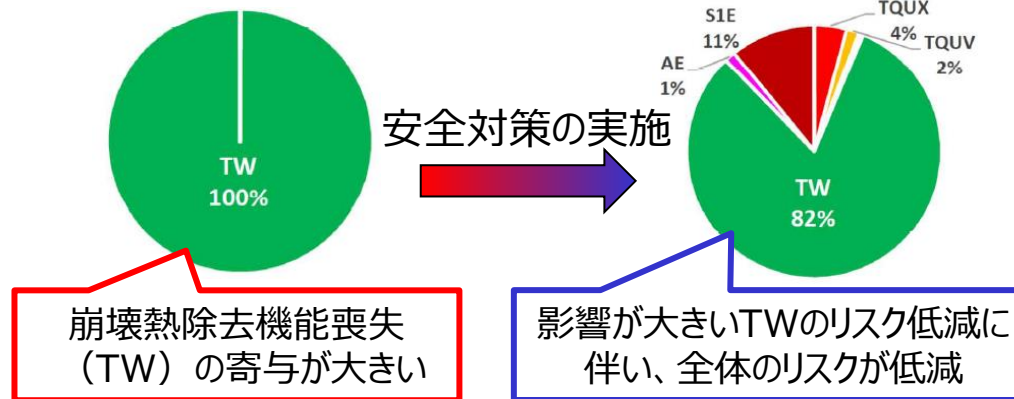
- ・運転時L-1、津波、地震、停止時PRA
- ・運転時L-1.5PRA

⇒PRAによりプラントの弱点を抽出し、重点的に対策を実施することで、効果的に安全対策を進めることが可能となる。

例：運転時L-1PRA結果（新規制基準対応時）

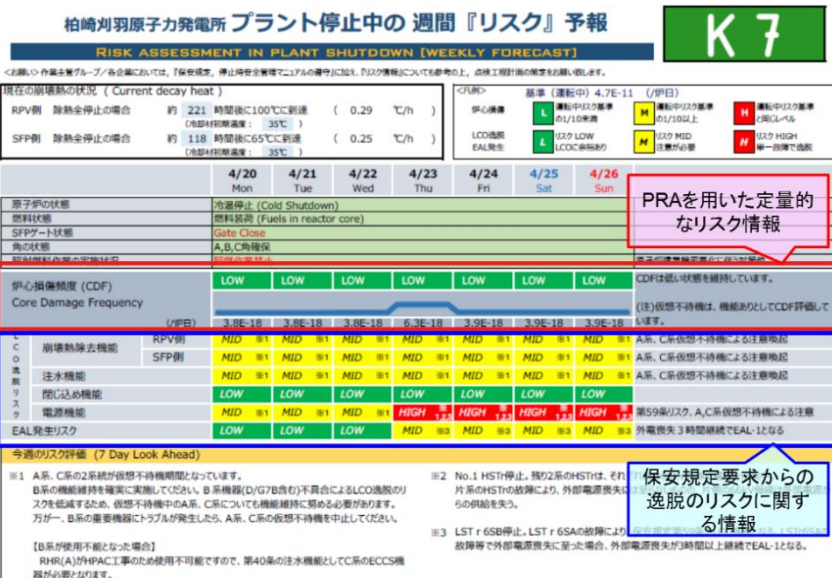
安全対策実施前PRA結果
CDF : 8.7×10^{-6} [/炉年]

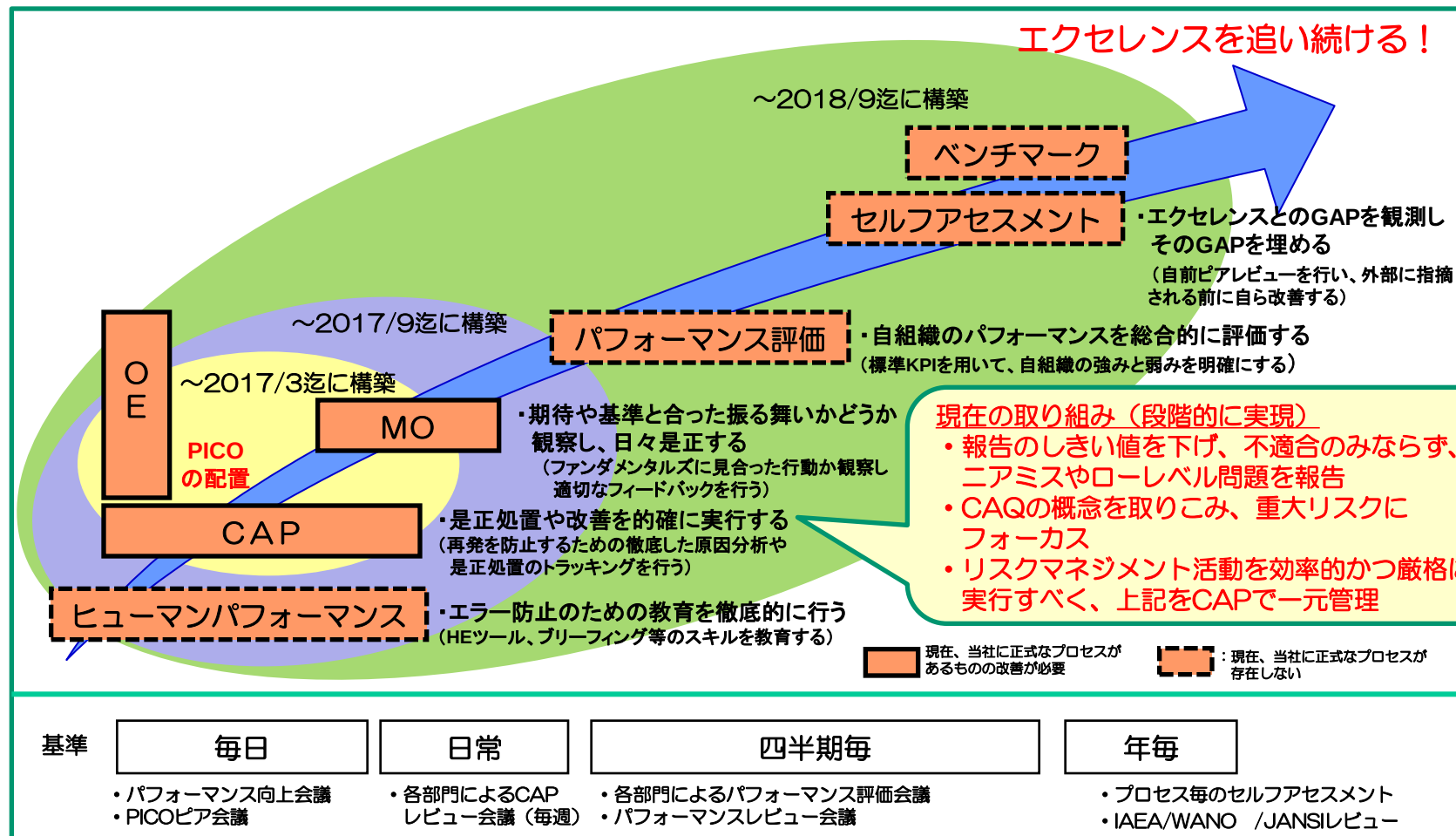
安全対策実施後PRA結果
CDF : 3.7×10^{-8} [/炉年]



【TW対策の例】

- ・フィルターベント設備の設置
- ・残留熱除去系復旧手順の整備 等





PICO：パフォーマンス向上コーディネーター（2016/10配置）

CAQ：Condition Adverse to Quality（原子力安全の品質に悪影響を与える状況）

- ・RIDMのねらいは、従来のように規制要求への適合によって安全の水準を確保することにとどまらず、プラントの現物・現実を正しく把握し、リスク評価から得られる知見をマネジメントにおける判断の物差しとして、改善に向けた意思決定を行うという、自律的な安全性向上のマネジメントに変革することである。
- ・各社は、強いリーダーシップの下、RIDM導入により、リスクという共通の尺度により優先順位をつけ、速やかに改善していくことを目指している。そのためには、発電所の運営に関わる者全員がリスクを理解することが必要。
- ・各社は、今あるツールでできるリスク情報活用を進めながら、本戦略プランにあるツールの高度化、リスクの理解醸成等必要な機能の整備を進めていく。
- ・各社がRIDMにより安全性を向上させるための取り組みの基本方針・アクションプランを**RIDM導入戦略プラン**としてとりまとめている。



本戦略プランに基づき、各社が現場でRIDMを実践し、規制の枠にとどまらず、自律的かつ継続的な原子力発電所の安全性向上を図っていく。

(1) パフォーマンス監視・評価

①プロセスの構築

全社共通：海外の標準的なプログラムの調査等を実施し、事業者が導入する標準的なプロセスを構築。

各 社：上記を基に、自社内のプロセスを構築。

②技術基盤、ツール、マニュアル類の整備

全社共通：緩和系のパフォーマンス指標の試行評価等を行いつつ、データ収集・評価ガイドの策定、しきい値の設定を実施。

各 社：必要なツール、マニュアル類を整備。

③人材育成

各 社：各社でのプロセス構築に併せ、必要な力量を特定し人材育成を実施。

共通：  各社： 	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
海外調査、標準的プロセスの構築						
自社プロセスの構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
パフォーマンス指標の整備						
ツール、マニュアル類の整備						
③人材育成						

(2)-1 リスク評価：決定論的評価

①プロセスの構築

全社共通：・国内外の良好事例の調査等を実施し、事業者が導入・実施すべき設計管理プロセスの要件を整理。
・海外の標準的なプログラムの調査等を実施し、事業者が導入する標準的なプロセスを構築。

各 社：上記を基に、自社内のプロセスを構築。

②技術基盤、ツール、マニュアル類の整備

各 社：必要なツール、マニュアル類を整備。

③人材育成

各 社：各社での管理プロセス構築に併せ、必要な知識要件、力量を特定し人材育成を実施。

共通：  各社： 	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
海外調査、標準的プロセスの構築						
自社プロセスの構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
ツール、マニュアル類の整備						
③人材育成						

(2)-2 リスク評価：PRA

①プロセスの構築

各 社：各社が主体的にPRAを実施するためのプロセスを構築。

②技術基盤、ツール、マニュアル類の整備

【PRAモデル高度化】

各 社：PRA高度化パイロットプロジェクト（伊方3号機、柏崎刈羽6/7号機）の成果及び自社プラントの特徴を踏まえたPRAモデルの高度化を実施。

【信頼性パラメータ整備】

全社共通：全事業者の協力を得て、個別プラントデータ収集ガイドを策定。

各 社：策定された個別プラントデータ収集ガイドに則り、データを収集し個別プラントの信頼性パラメータを整備する。また、収集したデータをNRRCに提供する。

全社共通：提供を受けた個別プラントのデータに基づき、国内一般パラメータを整備。

【ピアレビュー体制整備】

全社共通：全事業者の協力を得て、ピアレビューガイドを策定するとともに、ピアレビュー体制を構築する。

各 社：策定したピアレビューガイドに基づいたピアレビューを試行。

③人材育成

各 社：PRA実務者、PRAユーザー、意思決定を行う管理者を対象に、それぞれに必要な力量を特定し、必要な教育を実施。

全社共通：PRA実務者※¹及びPRAユーザー※²に対する教育プログラムを整備し、提供する。

※¹ PRA実務者：PRAを実施し、またPRAモデルの維持・管理を実施する者

※² PRAユーザー：保全、運転等の部門において、PRAの結果や得られる知見を業務に活用する者

(2)-2 リスク評価：PRA

共通： 各社：	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
自社プロセスの構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
【PRAモデル高度化】						
【信頼性パラメータ】						
個別プラントデータ収集ガイドの策定						
個別プラントのデータ収集						
個別プラントの信頼性パラメータの整備						
国内一般パラメータの整備						
【PRAピアレビュー体制整備】						
ガイド整備、体制構築						
PRAピアレビューの試行・実施						
③人材育成						
社内人材育成						
国内共通の教育プログラム						

(3) 意思決定・実行

①プロセスの構築

全社共通：海外の標準的なプログラムの調査等を実施し、事業者が導入する標準的なプロセスを構築。

各 社：②のガイドを基に、リスク情報を活用して意思決定を行っていく業務プロセスを構築。

②技術基盤、ツール、マニュアル類の整備

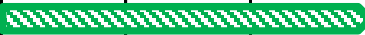
全社共通：リスク情報を活用した意思決定を行うための試評価やしきい値の検討を実施し、全事業者の共通のガイドを策定する。

各 社：必要なツール、マニュアル類を整備。

③人材育成

全社共通：共同でリスク情報を活用して意思決定を行う管理者に必要な力量を特定するとともに、必要な教育プログラムを開発し、実施する。

各 社：上記教育プログラムを基に、必要な人材育成を実施。

共通：  各社： 	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
海外調査、標準的プロセスの構築						
自社のプロセス構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
試評価、しきい値の検討						
ツール、マニュアル類の整備						
③人材育成						
意思決定者の教育プログラム						
社内人材育成						

(4) 是正処置プログラム (CAP)

①プロセスの構築

全社共通：海外の標準的なプログラムの調査等を実施し、事業者が導入する標準的なプロセスを構築。

各 社：上記を基に、自社内で是正処置プログラムの高度化を実施。

②技術基盤、ツール、マニュアル類の整備

各 社：必要なツール、マニュアル類を整備。

③人材育成

各 社：各社でのプロセス構築に併せ、必要な人材育成を実施。

共通： 各社：	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
海外調査、標準的プロセスの構築						
自社プロセスの構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
ツール、マニュアル類の整備						
③人材育成						

(5) コンフィグレーション管理

①プロセスの構築

全社共通：国内外の良好事例の調査等を実施し、事業者が導入すべき設備構成管理プロセスの主要要件を整理。

各 社：上記を基に、自社内のプロセスを構築。

②技術基盤、ツール、マニュアル類の整備

各 社：設計要件・根拠を含む必要な情報基盤、管理プロセスを規定するマニュアル類、サポートシステムを整備。

③人材育成

各 社：各社での管理プロセス構築に併せ、必要な知識要件、力量を特定し人材育成を実施。

共通： 各社：	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①プロセスの構築						
国内外調査、プロセス要件の整理						
自社プロセスの構築						
②技術基盤、ツール、マニュアル類整備						
情報基盤、マニュアル類、サポートシステムの整備						
③人材育成						

●許容待機除外時間／完了時間の延長

- ・運転上の制限逸脱時や運転中保全（後述）における計画的な系統・機器の待機除外に際して、許容待機除外時間／完了時間を、実際の又は計画しているプラントのコンフィグレーションに応じたリスク評価結果を活用し、保安規定のノミナルの期間から、最大値を超えない範囲で延長し、修理作業等を実施する。
⇒保全計画の融通性が増し、保全に係るリソース計画の最適化を通じて保全品質が向上する。

●定期試験間隔の延長

- ・保安規定に定められた系統・機器の定期試験の頻度／間隔を、リスク評価結果を活用し、事業者の管理プログラムにより計画（延長・短縮・変更なし）することを可能とする。
⇒不必要な定期試験を減らし、運転・保全の作業員の業務・被ばくを低減するとともに、系統・機器が動作可能である期間が増え、運転上の融通性が向上する。

●リスク情報を活用した供用期間中検査（RI-ISI）

- ・機器の検査データや故障データ、配管破損確率等を基に機器の安全重要度を設定し、検査の最適化を図る。
⇒セグメント毎にリスク低減価値を評価し、重要度に合わせて検査対象・頻度を設定することで、合理的な検査が可能。

●運転中保全

- ・保守規則に従い、保全作業に伴うリスク評価を実施する。運転中においても、プラントのコンフィグレーションに応じたリスク評価を活用し、必要な安全措置を講じ、リスク評価による許容待機除外時間の延長を活用しながら、保全作業を実施する。
⇒保全作業の計画における融通性が増し、作業の混雑する点検停止期間を短くシンプルにすることが可能となる他、保全に係るリソース計画の最適化を通じて保全品質が向上する。