

PRAモデルの開発と利用状況について

(一財)電力中央研究所
原子力リスク研究センター
山中 康慎

第6回 日本電気協会 原子力規格委員会シンポジウム

令和元年6月12日

目次

- 原子力リスク研究センター(NRRC)の概要
- NRRCにおけるPRA技術開発ロードマップ
- 電気事業者によるリスク情報活用に向けた取組み
(Good PRAの構築)
- 規格化に向けた期待
- まとめ

NRRC設立の経緯

福島第一原子力発電所事故を踏まえた反省

- ・ 原子力のリスクと正面から向き合う仕組みが不足
- ・ 特に地震や津波をはじめとする低頻度外的事象への対応が不十分

電事連会長会見資料より
(平成26年6月13日)

規制に留まらない安全性向上に向けて顕在化した技術的課題

- ①低頻度外的事象の発生メカニズムの解明 ②PRAの活用 ③リスク低減に向けた研究開発

「反省」や「顕在化した技術的課題」を踏まえ、強化すべき機能・仕組みを検討

各事業者は、原子力リスクを経営の最重要課題と位置づけ、リスク低減に向けた対応力強化を図ることが必要

低頻度外的事象によるリスク対応のための技術開発は事業者共通の課題であり、高い専門性が要求されることから、一元化された研究開発体制の確立が効果的

検討から導き出された取り組みの方向性

各事業者が独自に取り組むべき事項

- ・ リスクマネジメント強化のための体制整備
- ・ リスクマネジメントにおけるPRAの活用
- ・ リスクコミュニケーションの充実、リスク情報の活用 等

(各事業者が検討・公表)

事業者が共通的に取り組むべき事項

- ・ 低頻度外的事象の発生メカニズムの研究、解明、技術課題の解決
- ・ 安全性向上活動へのPRA活用手法の確立
- ・ 一元的な研究開発体制の構築 等

「原子力リスク研究センター」の設置 平成26年10月1日

設置目的、ミッション

ねらい

2014. 06. 13 電中研プレスリリースより

- ・ 事業者の自主的な安全性向上の取り組みに必要な研究開発の中核に。
- ・ **低頻度だが大きな被害をもたらす事象**を解明し、対策を立案しリスク低減に役立てるため、**確率論的なリスク評価手法（PRA）**も積極的に活用
- ・ 「研究開発ロードマップ」を策定し、**成果の利用までを含めたPDCA**を回して効果的に研究開発を推進

ミッション

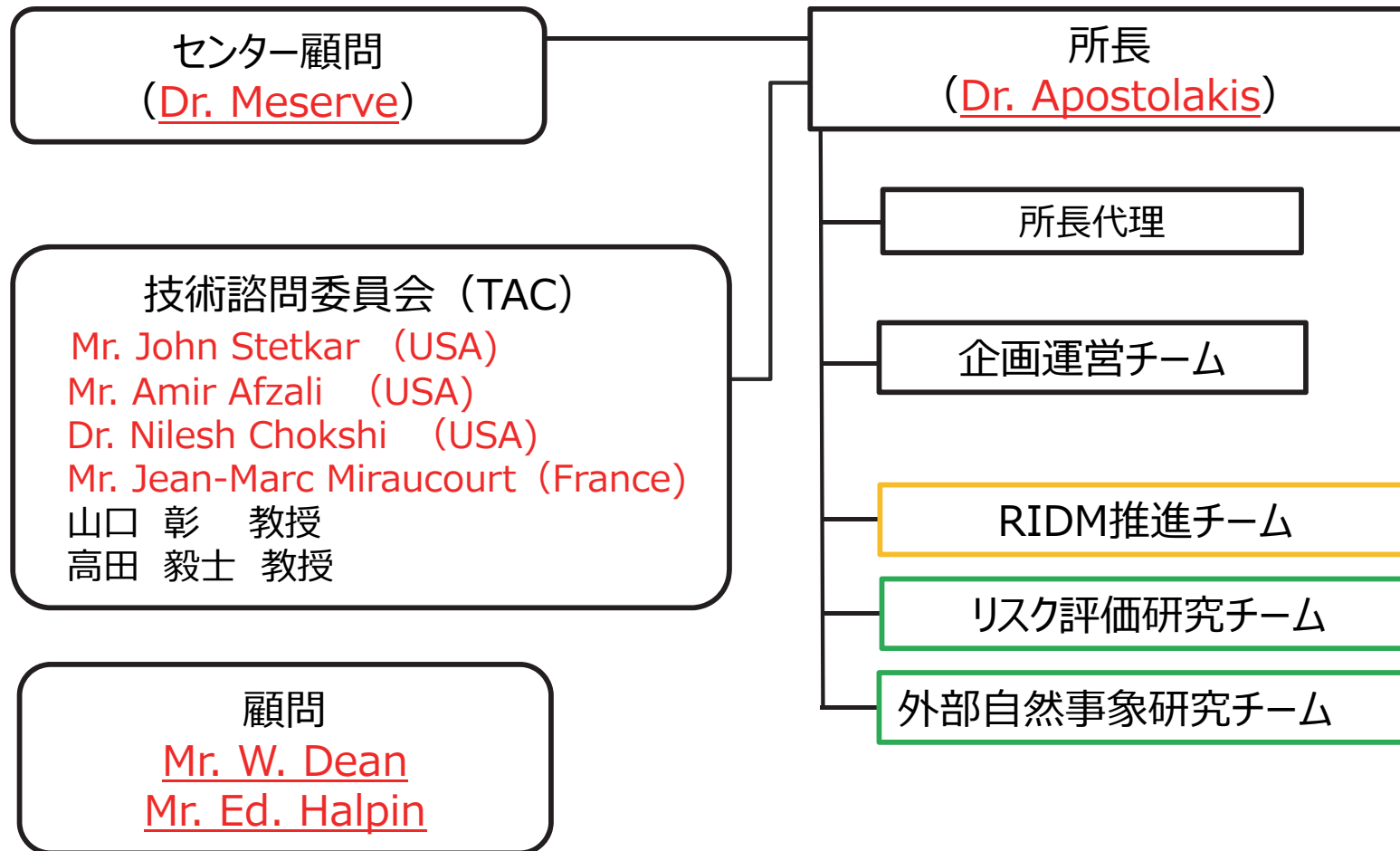
2014年9月 NRRC作成、HP掲載

確率論的リスク評価（PRA）、リスク情報を活用した意思決定、リスクコミュニケーションの最新手法を開発し用いることで、原子力事業者及び原子力産業界を支援し、原子力施設の安全性を向上させる。

ビジョン

PRA手法及びリスクマネジメント手法の国際的な中核的研究拠点（センター・オブ・エクセレンス）となり、それによって、あらゆる利害関係者から信頼を得る。

NRRCの組織



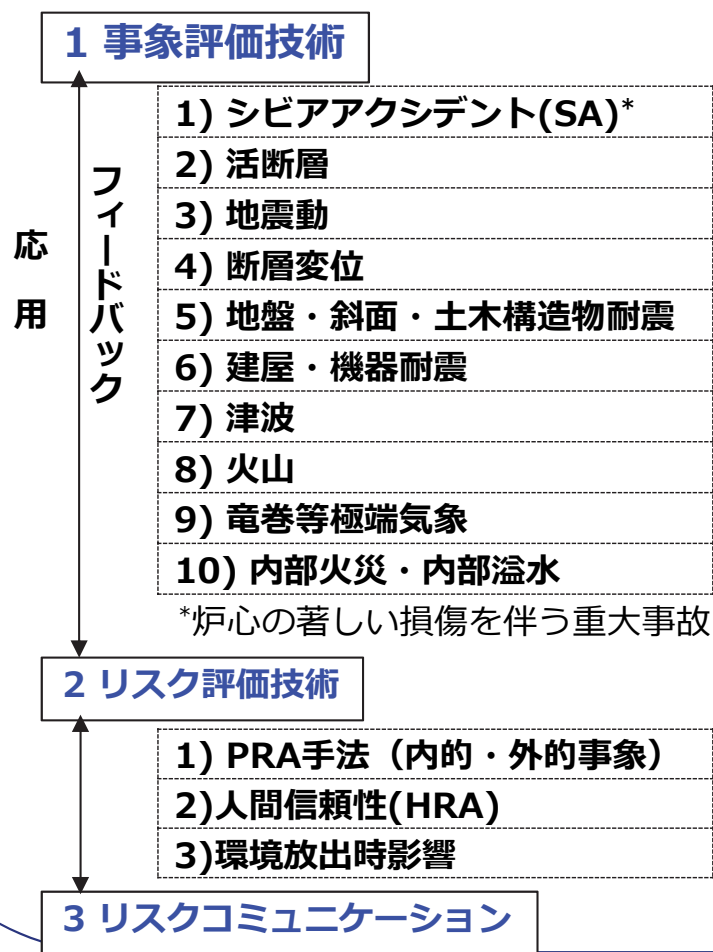
目次

- 原子力リスク研究センター(NRRC)の概要
- NRRCにおけるPRA技術開発ロードマップ
- 電気事業者によるリスク情報活用に向けた取組み
(Good PRAの構築)
- 規格化に向けた期待

安全性向上を支えるリスク研究開発

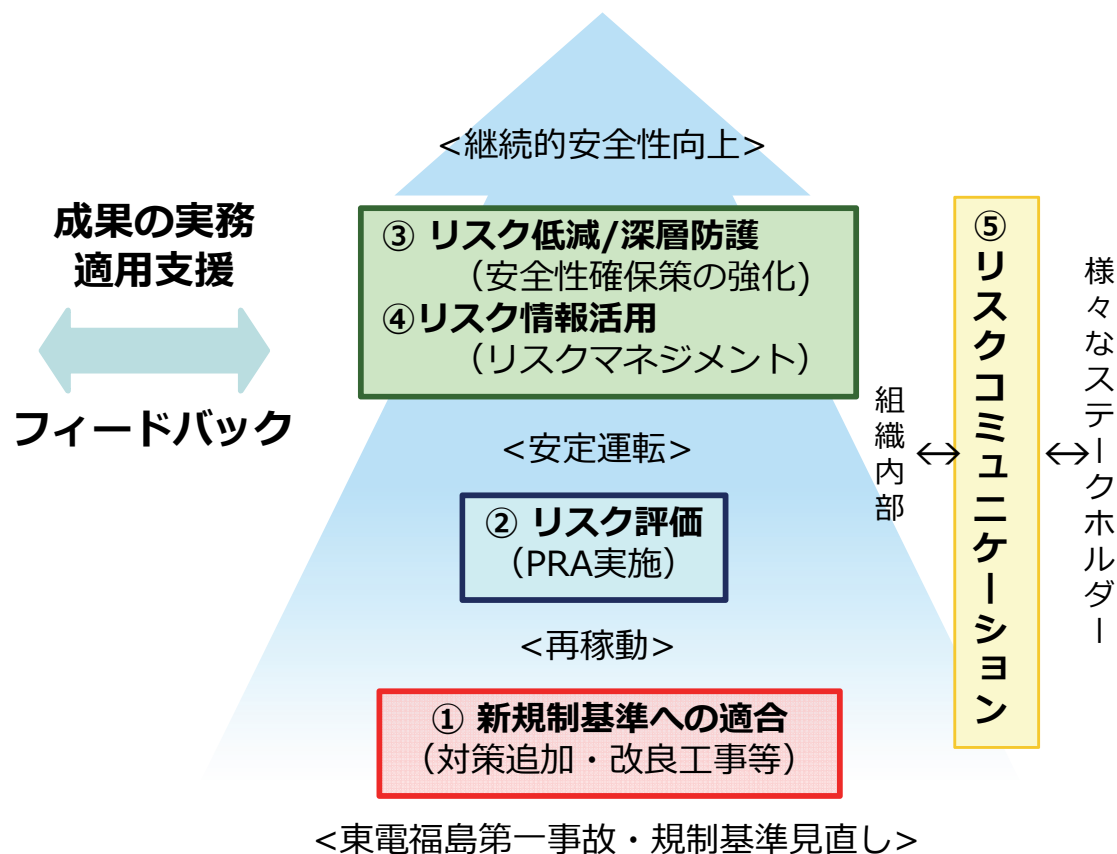
- 低頻度だが大きな被害をもたらし得る事象のさらなる解明と対策立案
- 従来の決定論的な手法に加えてリスク情報を活用する手法を適用

研究開発項目



継続的安全性向上の取り組み

*番号①～⑤は、後述のロードマップの「成果の適用先」の番号に対応



PRA技術の改良開発状況



		レベル1	レベル2	レベル3
内的事象	出力運転時PRA	2017年 内の事象HRAガイド 2019年 ピアレビューガイド 2019年 MUPRA*モデルプラント 2021年 PRA実施ガイド 2021年 ピアレビュー実施 * マルチユニットPRA	2019年 過酷状況下HRAガイド 2019年 FCVSモデル高度化MAAP 2021年 最適FP放出評価法 2021年～ レベル2PRA試行 (モデルプラント)	2020年 早期被ばく評価ガイド
	停止時PRA			
	火災・溢水PRA	2017年 溢水PRA実施ガイド 2019年～ パイロット実施 2019年 火災PRA実施ガイド 火災モデル整備 2020年～ パイロット実施		
外的事象	地震PRA	2019年 SSHACプロセス導入 2019年～ 地震PRAモデルプラント (随時) ハザード・フラジリティ評価高度化		
	津波PRA	2020年 ハザードレベルに応じた評価手法		
	上記以外の外部事象 (竜巻・強風、火山)	2020年～ 強風PRAモデルプラント (計画中) 2021年～ 火山灰PRAモデルプラント (計画中)		

PRA技術の改良開発スケジュール



PRA項目	研究項目	年度	2017 以前	2018	2019	2020	2021	2022 以降
出力運転時	内的レベル1PRA手法改良							
	人間信頼性評価（HRA）手法高度化							
	過酷状況下HRA手法開発							
	マルチユニットPRA手法開発							
	放射性物質放出リスク評価手法高度化（レベル2）							
	環境影響リスク評価手法開発（レベル3）							
内部火災	内部火災リスク評価手法整備（レベル1）							
内部溢水	内部溢水リスク評価手法整備（レベル1）							
地震	地震リスク評価手法高度化（レベル1-2）							
	SSHACプロセス確立							
	ハザード評価手法高度化							
	フラジリティ評価手法高度化							
津波	津波リスク評価手法高度化（レベル1-2）							
	ハザード評価手法高度化							
	フラジリティ評価手法高度化							
竜巻・強風	ハザード評価手法高度化、フラジリティ評価手法開発							
火山	ハザード評価手法高度化、フラジリティ評価手法開発							
リスクコミュニケーション	内部・外部コミュニケーション方法改善策策定							

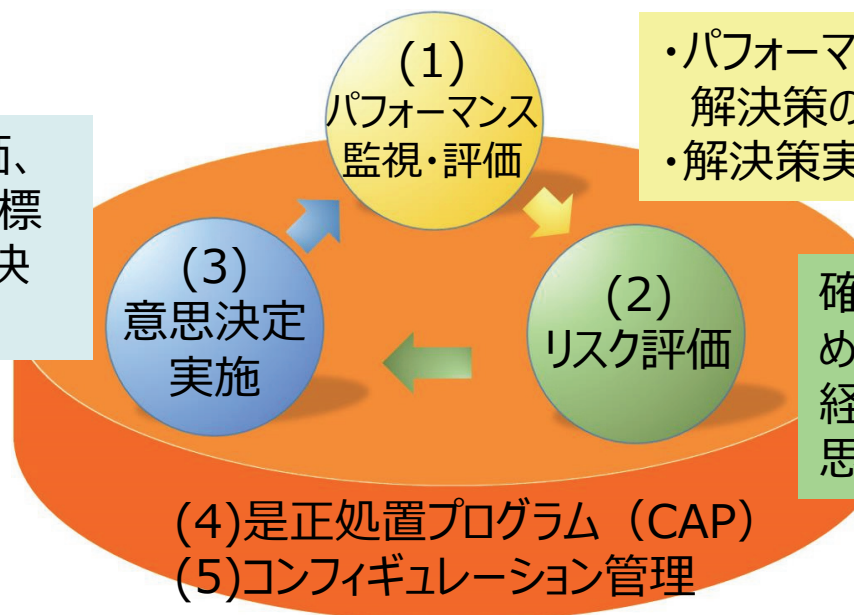
NRRC研究ロードマップ：<https://criepi.denken.or.jp/jp/nrrc/intro/pdf/roadmap.pdf>

目次

- 原子力リスク研究センター(NRRC)の概要
- NRRCにおけるPRA技術開発ロードマップ
- 電気事業者によるリスク情報活用に向けた取組み
(Good PRAの構築)
- 規格化に向けた期待

リスク情報を活用した自律的な発電所マネジメントの高度化

規制要件、工学的評価、補償的措置、基準、目標等を考慮して最良の解決策を決定し、実施。



・パフォーマンスを監視・評価し、課題とその解決策の候補を抽出。
・解決策実施後の有効性を監視・評価。

確率論的リスク評価（PRA）を含め、様々な新知見、国内外の運転経験等の様々な事項を考慮し、意思決定に必要な情報を提供。

(4) 是正処置プログラム（CAP）
(5) コンフィギュレーション管理

システムを支える機能

(4) 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。

(5) コンフィギュレーション管理

設計要件、施設構成情報、施設の物理構成の3要素の一貫性を維持するための取組み。

Ref. “リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン及びアクションプラン” (2018.2 電力11社)

PRAの基盤構築スケジュール

実施項目／年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023～
活用先						
モデル	海外エキスパートレビューによるPRA手法の高度化					
	各社PRAモデルにパイロットの知見反映		各社PRAモデルの更新			
	パイロット知見のガイド化		(L1内の事象から順次)			
パラメータ	各社データ収集、個別パラメータ整備			データ拡充		
	人間信頼性評価手法高度化		データ更新			
ピアレビュー	ピアレビューガイド		適宜改訂			
	ピアレビュー実施体制の構築検討					
	海外専門家によるレビュー			ピアレビュー		
人材育成	米国オーナーズグループ、海外ピアレビュー等への参画 (レビューア育成)					
	NRRCによるPRA実務者教育					
	各社内育成、OJT					

PRAモデル高度化パイロットプロジェクト

【伊方3号機】

- ✓ 2017年より、海外専門家によるレビューを開始。
- ✓ 第3、4回の海外専門家レビューは、運転時内的レベル1 PRAを対象とし、ASME /ANS PRA標準の要件に対する適合状況について、NEIのPRAピアレビューガイドに従い実施。
- ✓ 質の高いPRAとの評価を得た一方、文書化不足が多く指摘された他、さらなる改善に向けた技術的な指摘もあった。（良好事例3件、指摘91件、提言36件）

【KK6,7号機】

- ✓ 伊方3号機に追従する形で、運転時内的レベル1PRAの海外専門家によるレビューを実施中（起因事象から順次実施）。
- ✓ 海外専門家からのコメントをモデルに反映後、伊方と同様ピアレビュー形式の海外専門家レビューを受ける予定（2020年度初頭予定）。

	伊方3号機	KK6,7号機
内容	第1回：地震（2017.1） 第2回：運転時内的レベル2（2017.8） 第3回：運転時内的レベル1（2018.2） 第4回：運転時内的レベル1（2018.8）	第1回～第4回、第6回：運転時内的レベル1 （2017.2～2018.5、2019.6） 第5回：運転時内的レベル1.5、停止時内的レベル1 （2018.10）
参加者	海外専門家、四国電力、三菱重工業、NRRC	海外専門家、東京電力HD、テプコシステムズ、NRRC
オブザーバ	PWR各社、規制庁（第4回以降）	BWR各社、規制庁（第5回以降）

信頼性パラメータの高度化

- ✓ NRRCは、海外を含む外部有識者の意見を参考に、「確率論的リスク評価（PRA）のためのデータ収集実施ガイド」を作成。
- ✓ 事業者は、同ガイドに基づき、過去のデータ（2004年度～2010年度）を対象とした機器の故障回数に係るデータ収集および運転時間やデマンド回数のデータ収集を開始。
- ✓ 高度化したPRAモデルは、プラント個別のパラメータを使用予定。
- ✓ 今後も、新たな運転実績も踏まえてデータの拡充を図るとともに、共通原因故障等に対しても信頼性の高いパラメータ構築に向けた検討を継続する。

人間信頼性パラメータの高度化

- ✓ NRRCで整備した実施ガイドを参考に、事故時の運転員操作に対する運転手順書の分析や運転員インタビューを実施し、認知・診断及び実行に関する手法等の高度化を行っている。
- ✓ 人間信頼性評価用ツールとして、米国で広く使用されているHRA Calculatorを導入。

ピアレビューの高度化

ピアレビュー実施体制の構築

- PRAモデルの質を高めていくこと、また、**将来に亘りPRA品質の維持向上を図っていくこと**が出来る国内のピアレビュー実施体制を確立していく。
 - ✓ **海外ピアレビュー参加**で得られた知見や最新のNEIガイドの記載事項を反映したピアレビューガイドを作成する。
 - ✓ 海外専門家レビューの結果、明らかとなった欧米の標準的なプラクティスとのギャップを埋めるためのガイドを作成する。
 - ✓ 米国のオーナーズグループ等と情報交換しながら、ピアレビュースキームの検討を進める。あわせて、**今後レビューアとしての活躍が期待される人物を育成**していく。

ピアレビューの実施

- 事業者はパイロットのモデルへの海外専門家レビューの結果の反映を進め、**品質確保のためのピアレビューを実施**していく。
- 国内レビューアが不足しているため、**当面は海外レビューア**を主体とするが、レビューア候補者もレビューに参画しながら実力向上を図り、**国内レビューアの質・比率をあげていく**。

人材育成

- リスク情報を活用した意思決定の今後の継続的な実施を見据え、PRAを含む必要な機能を担う人材を育成する。
- 産業界全体で標準的なものが必要かつ効率的であるものについてはNRRCの育成プログラムを活用している。

PRA実務者：責任をもってPRAを維持、更新していく人材。

(要求) PRAのモデルの詳細を理解し、説明することができる。

- ✓ NRRCが提供するPRA実務者研修の受講、社内研修、OJTを通じて知識や経験を身につける。

PRAユーザ：運転、保全、エンジニアリングなどの多くの一般の職員。

(要求) PRAから得られる知見を理解し、業務への活用を検討、議論できる。

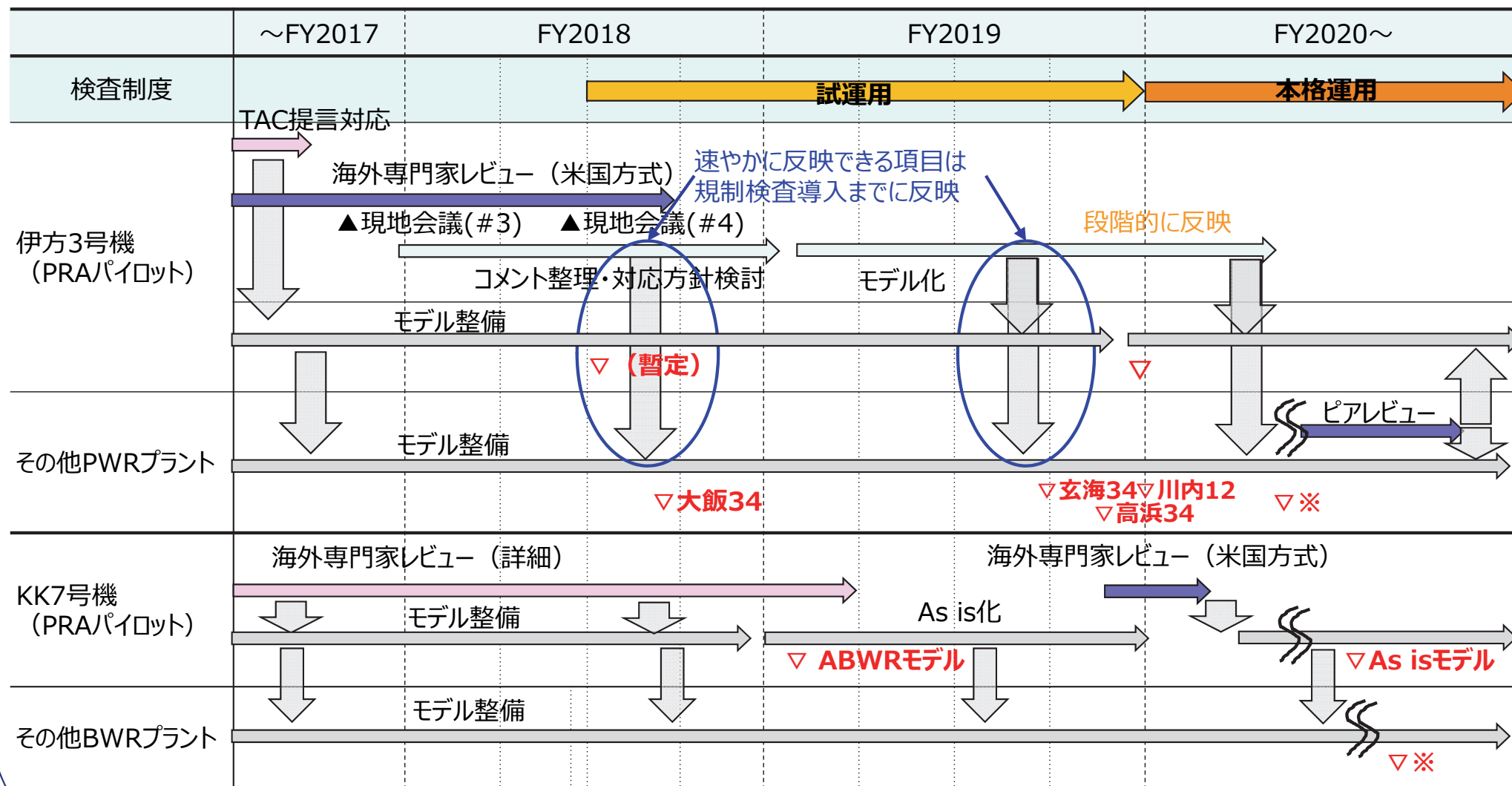
- ✓ NRRCが提供するPRA導入研修やRIDM活用演習、社内研修・OJTを通じて知識や経験を身につける。

PRAレビューア：ピアレビュー実施者

(要求) 欧米の標準的なピアレビューができる

- ✓ 国内外のレビュー等に派遣し、段階的に深く関与することで実力向上を図る。

PRAモデル高度化スケジュール

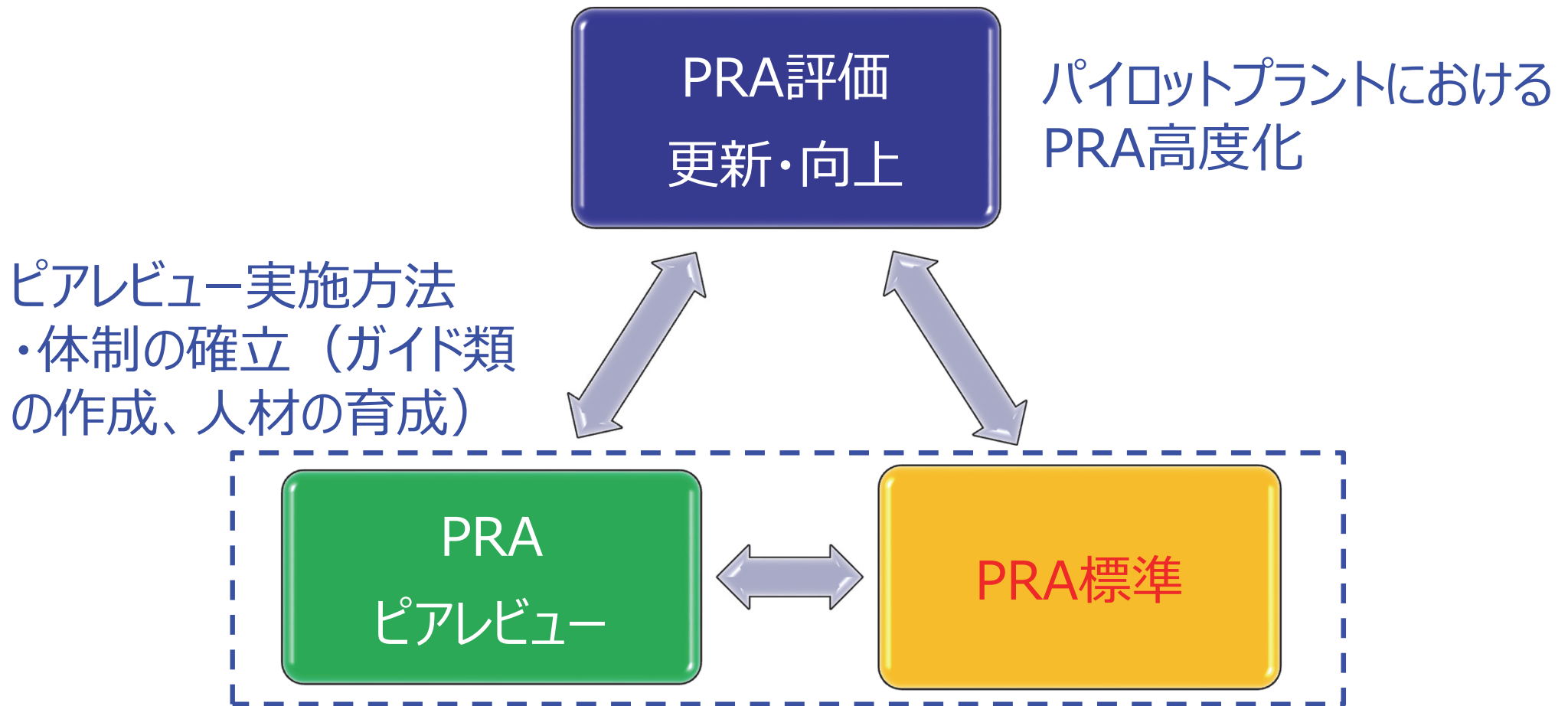


※長期停止中のプラントは、再稼働までにPRAモデルの高度化作業を終え、NRAにPRAモデルを開示

目次

- 原子力リスク研究センター(NRRC)の概要
- NRRCにおけるPRA技術開発ロードマップ
- 電気事業者によるリスク情報活用に向けた取組み
(Good PRAの構築)
- 規格化に向けた期待

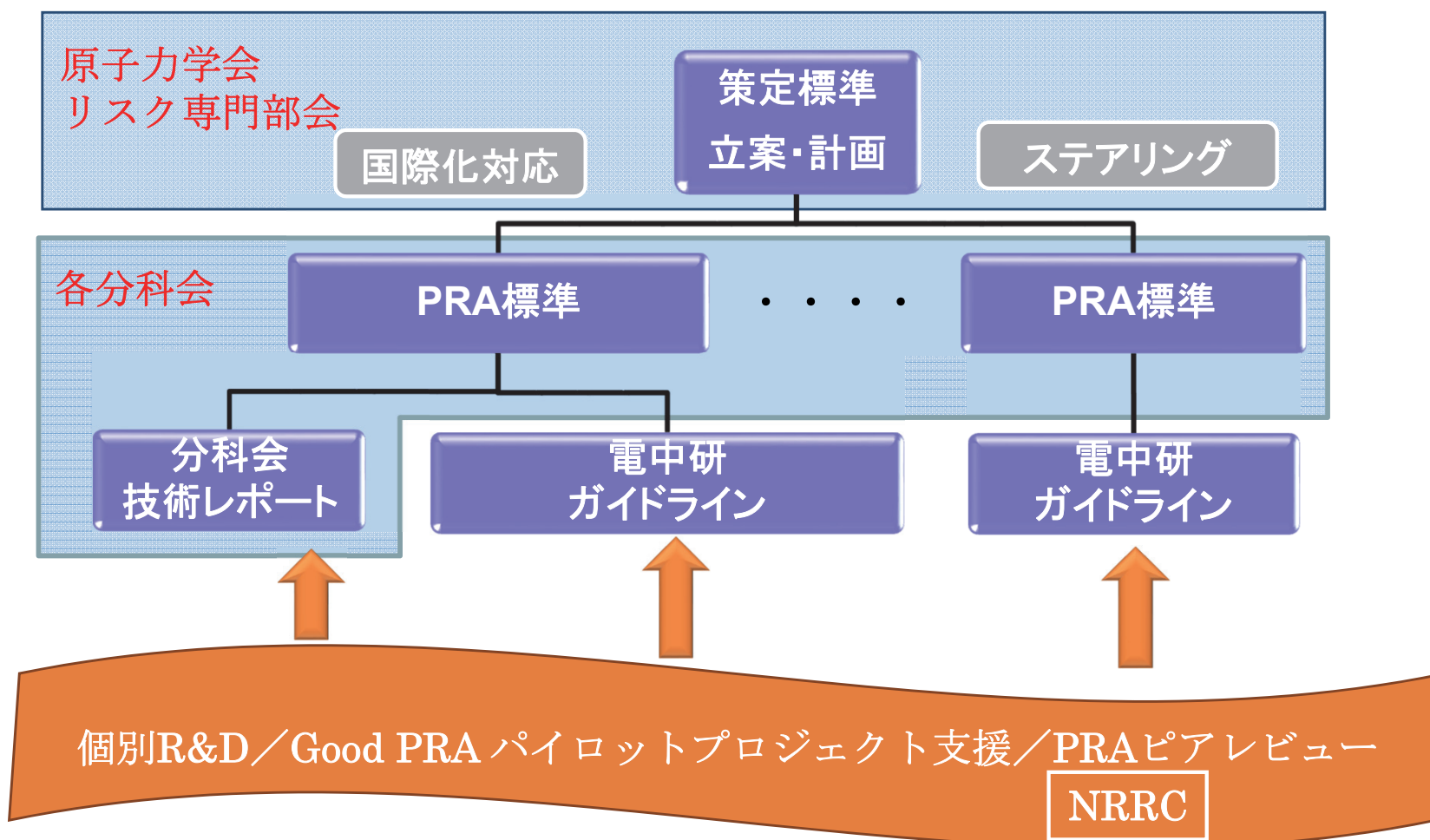
PRA品質確保の体系



- PRA標準にはリスク情報の活用に必要なPRAの品質を記載
- 更新（高度化）したPRAの技術的妥当性はピアレビューにて確認
- ピアレビューは、一貫性・透明性の確保されたPRA標準に基づき実施

PRA標準の構成 (NRRCからの提案)

- NRRCは、現在進めている様々なR&D成果等を、ガイド化。
- PRA標準は、“What to do”化した上で、“How to do”は上記ガイドを参照。（より迅速に最新知見を反映することが可能）



まとめ

- NRRCでは、研究開発（PRA手法開発）のみならず、電気事業者と協働しPRAの利用（リスク情報活用）を推進するための活動を進めている。
- 電気事業者は、RIDM導入戦略プランを策定・公表（2018.2）するとともに、その実現のカギとなるGood PRA構築に向けた取組みを進めている。
- リスク情報活用を進めていくには、将来にわたって質の高いPRAを構築・維持していくことが重要であり、その基礎となる標準において必要な品質が記載されることが必須。
- 規格化にあたっては、最新の知見や研究成果、事業者の取組みから得られる成果を適切に反映できるような仕組みとしていただきたい。

ご清聴ありがとうございました。