

関西電力におけるリスク活用の 取組みについて

2015年6月22日

関西電力株式会社
原子力事業本部 原子力安全部長
浦田 茂

1. 自主的安全性向上の取り組み
2. リスク評価ツールとしてのPRAの現状
3. リスク情報活用に向けた課題認識と方向性

自主的安全性向上の取組み

福島第一発電所事故からの反省

- ①発生確率が極めて小さいシビアアクシデントへの取組みが不十分だったのではないか
- ②法令要求を超えて安全性を向上させるという意識が低かったのではないか
- ③世界の安全性向上活動に学び、自主的に改善する取組みが不足していたのではないか

自主的安全性向上の取組みの観点

- ①深層防護(5層)による安全確保の強化
- ②規制の枠組みにとどまらない安全性向上の推進
- ③世界に学ぶ安全性向上活動の強化

自主的、継続的な安全性向上にかかるロードマップ

自主的安全性向上への取組み(ロードマップ 関西電力の例)

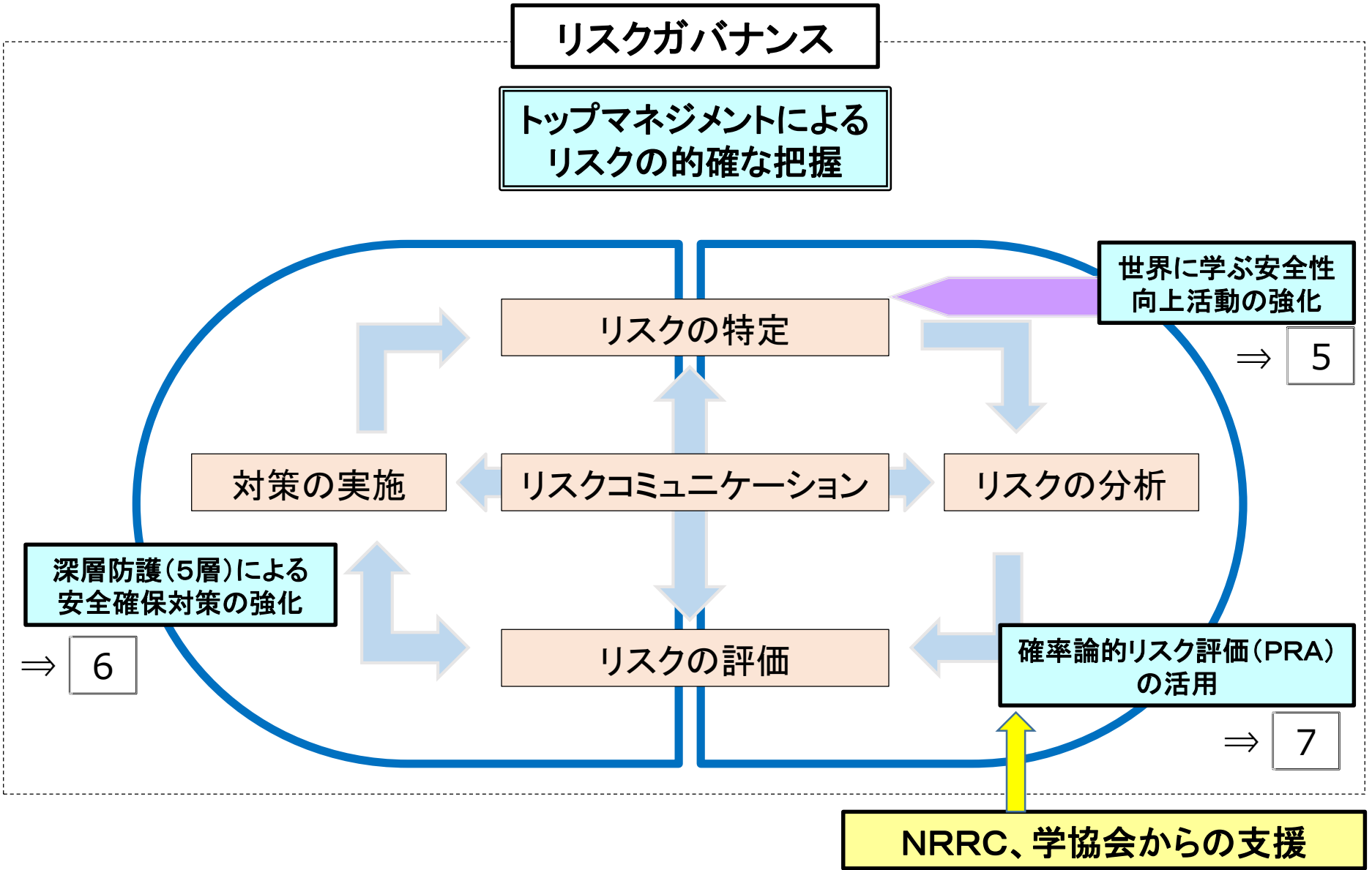
◆福島第一原子力発電所事故の反省と教訓等を踏まえ、自主的、継続的な安全性向上にかかるロードマップを取りまとめ。

ロードマップ

項目	H26年度以前	H27年度	H28年度以降
(1)原子力安全の理念の明文化と共有	社長宣言	社達制定	全社員への浸透
(2)リスクマネジメントの充実 ○経営トップのガバナンスの強化 ○リスクマネジメントの充実 ○リスクコミュニケーションの充実	評価見直し	部会設置	継続的改善
	世界に学ぶ活動		継続的改善
	PRAの停止時プラントへの活用		活用の推進(保守管理への活用など)
	地域に根ざした事業運営		外部ステークホルダーとのリスクコミュニケーションの実施
			避難計画への協力/リスクコミュニケーション結果の反映
(3)安全性向上に向けた基盤整備 ○事故時対応能力の向上 ○体制の充実		安全性向上対策の推進(深層防護による安全確保/規制の枠組みにとどまらない安全性向上)	
	初動体制の整備		対応能力向上と人材育成
		原子力安全部門および原子力安全統括の新設等	継続的改善
(4)安全文化の発展		福島第一原子力事故を踏まえた安全文化醸成活動の充実	継続的改善

学協会との連携により民間規格の整備および活用。
科学的知見反映、高い専門性確保、説明性向上を達成した「自主的安全性向上の取組み」を実現し、確実に継続

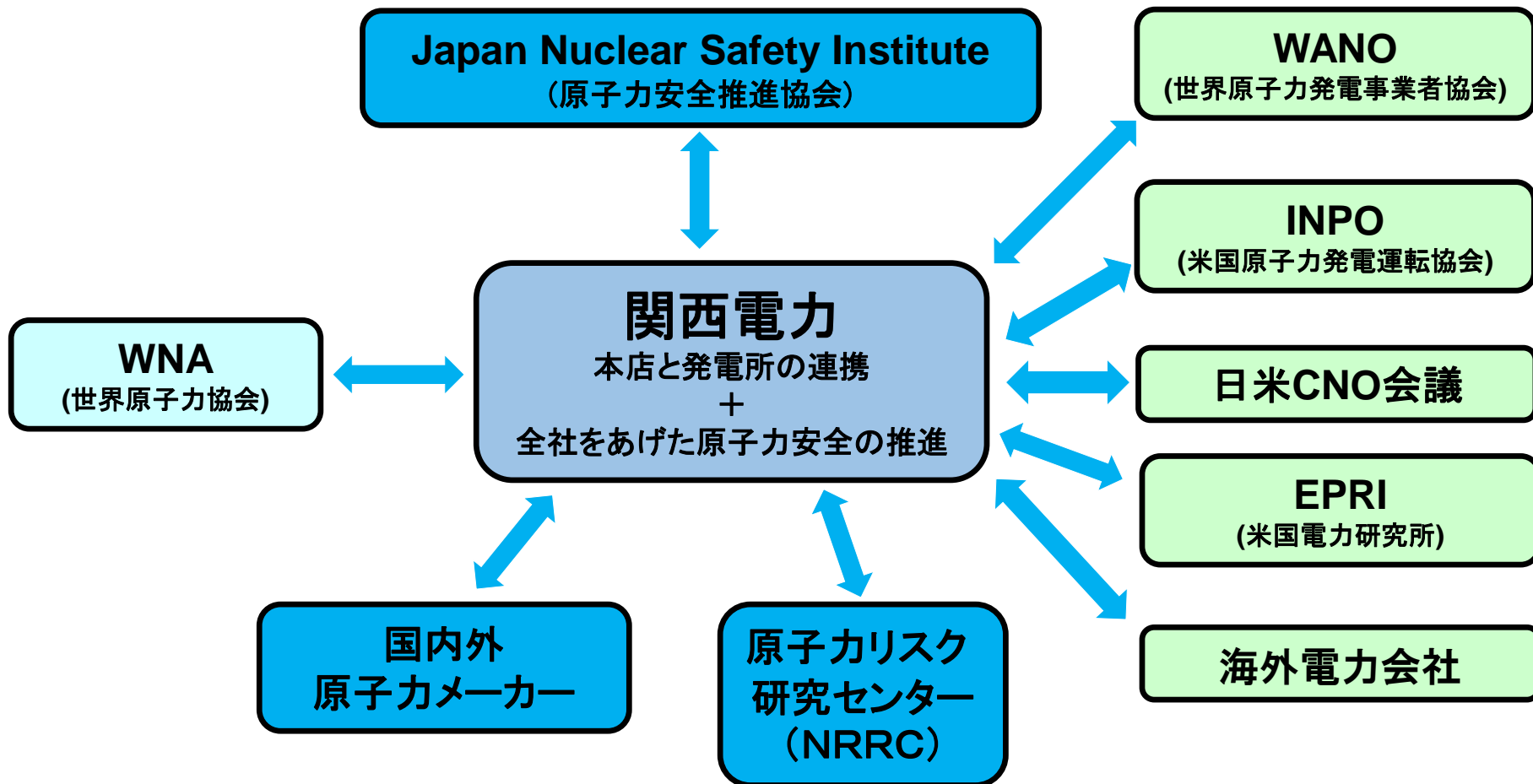
トップマネジメントによるリスクガバナンスの強化



世界に学ぶ安全性向上活動の強化

◆ トップマネジメントのもと、世界に学ぶ安全性向上活動を強化。

【関西電力の例】



深層防護による安全確保対策の強化

		【事故以前の対策】	【事故直後の対策】	【さらなる安全性向上対策】	
設計基準外 (シビアアクシデント)	第5層	人的被害防止 環境回復	防 災	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力緊急事態支援組織の設置 ・電源確保 ・冷却確保 ・免震事務棟 ・フィルタ付ベント設備 ・特定重大事故等対処施設等 	
	第4層	大規模な放出防止 格納容器損傷防止 (放出抑制・拡散緩和)	アクシデントマネジメント ・常用機器等による炉心損傷回避、格納容器破損回避のためのアクシデントマネジメント対策		<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対応体制の強化、充実 ・シビアアクシデント対策 -がれき撤去用重機の配備 等 ・緊急安全対策 電源確保 冷却確保 浸水対策
	第3層	事故の影響緩和 著しい炉心損傷防止 炉心損傷防止 格納容器健全性維持	緊急炉心冷却装置、格納容器スプレイ系等		
設計基準内	第2層	異常拡大防止	異常検知・停止装置等	【自然事象に対する設計強化】 <ul style="list-style-type: none"> ・地震対策の強化 ・津波対策の強化 ・火災対策の強化 ・竜巻対策の強化 	
	第1層	異常発生防止	インターロック等		

(凡例)	福島第一原子力発電所事故以前の対応範囲	福島第一原子力発電所事故後の対応範囲

当社のリスクマネジメントツールの充実(PRA手法開発・活用)

○関西電力におけるこれまでの取組み

- ・レベル1PRA、レベル1.5PRAまで実機適用済み
- ・レベル1PRAは、リスクモニターとして発電所の運営(定期検査工程管理など)に活用

○今後の方向性

- ・PRA手法の開発・整備・活用は、NRRCの研究成果・提言を活用する
- ・地震のレベル2PRAなど実機適用の検討段階のものは、取組みを加速させ適用を目指す
- ・当社社員およびグループ会社のPRA人材の幅広い育成
- ・PRA手法を活用しリスク情報を活用した意思決定(RIDM)の遂行を継続していく



【PRA手法の整備・活用状況】		レベル1	レベル2(1.5含む)	レベル3
内部事象	出力運転時PRA	実機適用済み	レベル1.5 (実機適用 検討段階)	研究・開発段階
	停止時PRA	実機適用済み	研究・開発段階	研究・開発段階
外部事象	地震PRA	実機適用済み	実機適用 検討段階	研究・開発段階
	津波PRA	実機適用済み	実機適用 検討段階	研究・開発段階
	溢水PRA	実機適用 検討段階	研究・開発段階	研究・開発段階
	火災PRA	実機適用 検討段階	研究・開発段階	研究・開発段階
	上記以外の外部事象	研究・開発段階	研究・開発段階	研究・開発段階

原子カリスク研究センター(NRRC)との連携

事業者が共通的に取り組むべき事項

○事故の発生確率の更なる低減と万一事故が発生した場合の被害の低減

- ・研究開発や技術検討を通じ、低頻度外的事象のメカニズム解明とプラント等への影響評価
- ・研究成果に基づく効果的な安全性向上策の策定と、各プラントへの反映によるリスクの低減

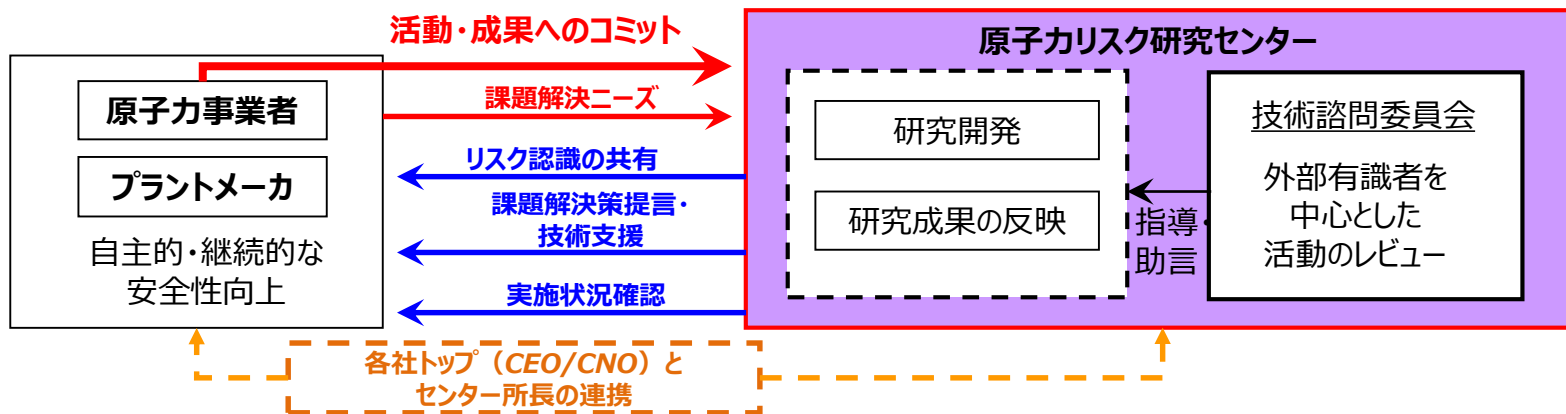
○不確実性の大きい低頻度外的事象へのPRAの活用

- ・低頻度外的事象についてのPRAの開発ならびに安全性向上活動へのPRA活用手法の確立
- ・事業者へのPRA導入、検証結果の展開・共有を通じ、我が国全体の安全性向上活動の合理性を向上

○リスク低減に向けた研究開発・研究成果等を一元管理することで「知の源泉」に

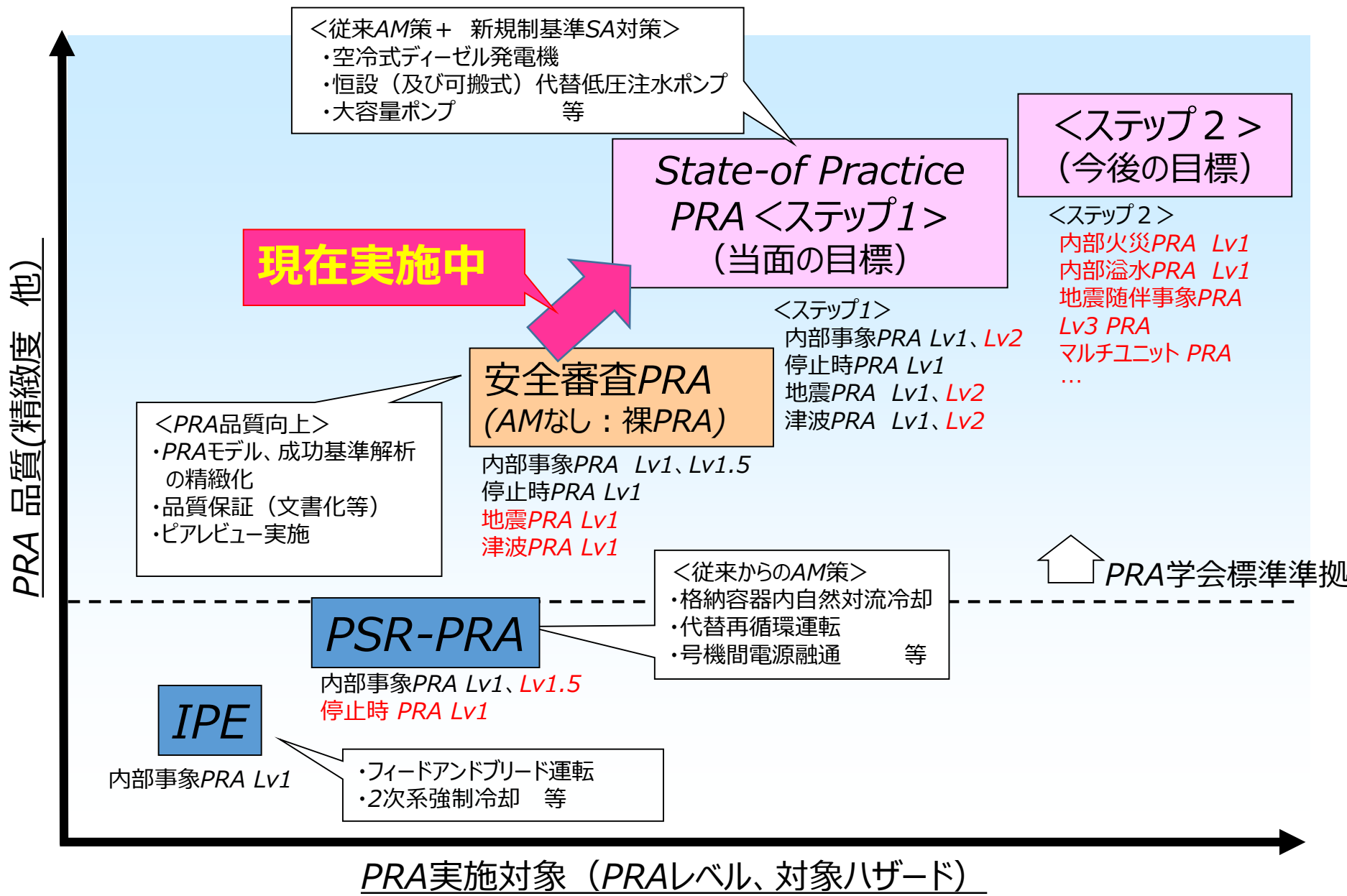
- ・「研究開発ロードマップ」の策定、および研究成果の管理を一元的に行い、効果的な研究開発体制を構築
- ・事業者やプラントメーカーだけでなく、外部の専門家や研究機関との調整、連携を通じて安全研究をコーディネート

原子カリスク研究センターを設置 (2014.10.1)



事業者は、PRAの活用にあたっては、NRRCのPRAに関する研究成果・提言を積極的に反映する。

PRA推進の全体概要



リスク活用の分類

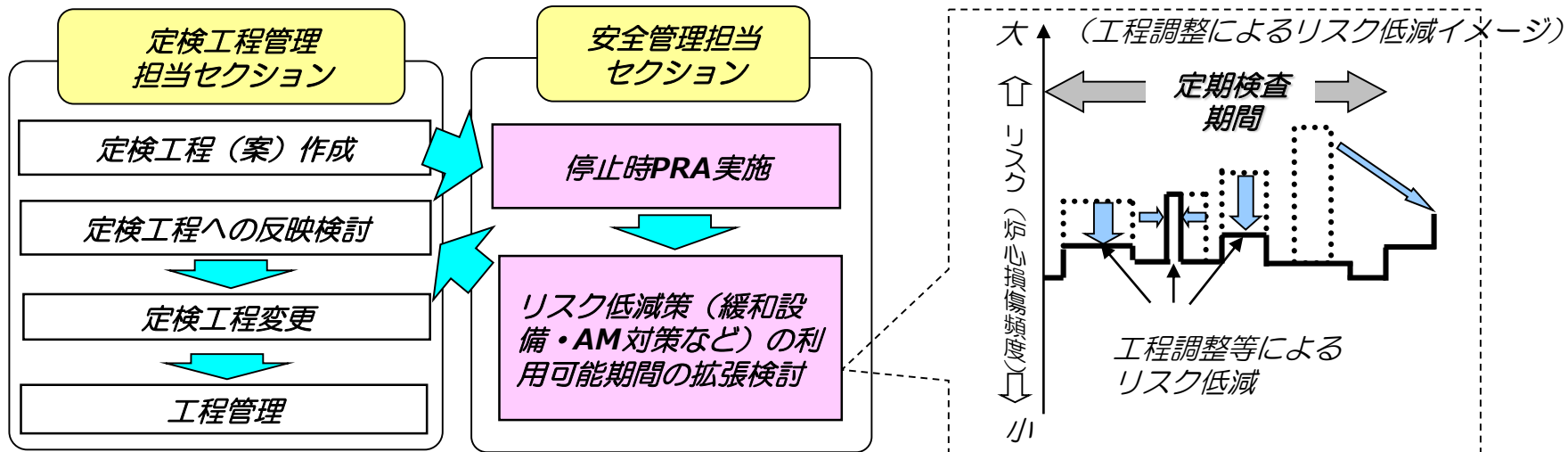
リスク活用は米国の事例だけでなく、EPR IやIAEAからも例が分類されている。それらを基に、内容と有用な指標を整理した。実運用では、これらの指標を組み合わせて用いることで、プラントのリスクを定量的に描くことが可能となる。

	項目	内容例	指標例	関電における実用例
①	絶対値を用いること	施設全体の総括リスクを把握し、判断基準との比較で総体としての安全性を確認する。	CDF、CFF 他	PSRにおけるPRAでプラントの安全性を評価
②	内訳を用いること。	リスクの内訳・事故シナリオを見て、重要性の大きな事故シナリオや機器を選定する。	起因事象別CDF 機器重要度(RAW,FV など)ランキング 他	IPEの結果からAM策の抽出 重大事故代表シナリオの抽出
③	変化を用いること。(リスク低減方向)	リスクを抑制あるいは低減するための行為(例:機器の改良、系統構成の多重化、運用方法の見直しなど)のリスク低減効果を見る。	Δ CDF、 Δ CFF 機器重要度(RAW,FV など)ランキング 他	停止時安全管理へお活用(PRAを用いて定期検査工程の調整)
④	変化を用いること。(部分的リスク増加方向)	リスクを限られた期間、許容される範囲内での上昇を認める一方、総体としてのリスクは低減する方向に工夫を行うこと。(例:OLM、AOT延長など)	Δ CDF、 Δ CFF	
⑤	リスク重要度に応じた対応	規制あるいは管理において、リスク重要度に応じた手当てを施す。	機器重要度(RAW,FV など)ランキング	保全活動(リスク情報を踏まえた重要度分類)への活用

リスク情報活用の現状

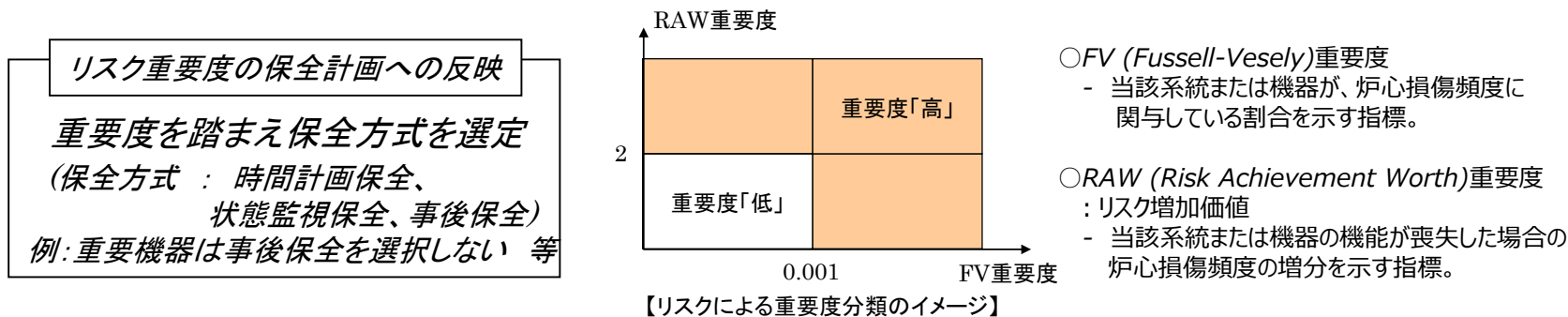
① 停止時安全管理（定期検査工程策定）への活用

- 定期検査工程作成業務に停止時PRAの結果から得られたリスク情報を反映し合理的に可能な限りリスク低減策が使用可能な工程を検討。リスク低減策の実施に必要な機器・系統の利用可能な期間を延長する工程の作成等を実施。



② 保全活動（リスク情報を踏まえた重要度分類）への活用

- 保全活動の効果的な遂行のため、保全対象範囲について系統毎の重要度を分類する際に、PRA結果に基づくリスク重要度の情報を確認し、リスク重要度「高」と評価された系統は重要度の高い系統として保全計画へ反映。



これまでのPRAに新たに整備したSA設備・手順や最新知見を反映するとともに、更なる活用拡大を検討

リスク情報活用の充実に向けた課題

リスク情報活用の充実に向けては...

- 各種外部事象に対するPRAやレベル2（放出量評価）PRAなどの評価技術の開発・既存PRAの精度向上等により、**リスク評価範囲を拡大するとともに、不確実さの取り扱いを整理していくことが重要**



意思決定に活用できる品質の評価とは？

（取組方針：プラント個別データの整備・拡充、NRRRCなどからの最新知見の反映等）

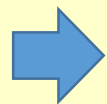
- リスク評価結果を踏まえて**実プラントの安全性向上させるため、実業務でのPRA結果のさらなる活用を推進するための取り組み強化**が必要。



リスク情報を活用拡大できる業務は？

（取組方針：個別プラントの脆弱性の把握、保守管理方法や運転手順の最適化等）

- PRAの活用推進の観点から**自社グループにおけるPRA技術力（活用のための知識を有する人材と評価技術者の両面）の強化**が必要。



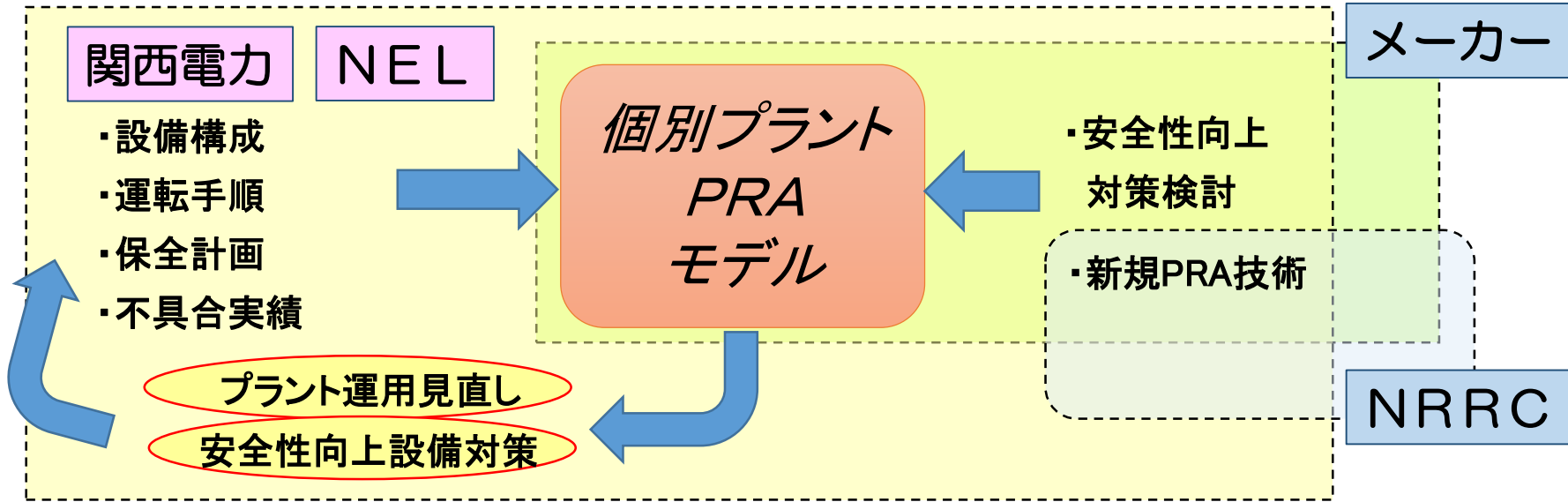
自社グループでのPRA技術はどこまでを目指すか？

（取組方針：自社グループ内PRA実施体制の構築、リスク評価ツールの導入等）

PRA推進の取り組みの方向性

充実項目	主な具体的取り組み（案）
技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・最新のSA設備、運用などのPRAモデルへの反映 ・地震・津波のレベル2 PRA、火災・溢水PRAの実機評価 ・マルチユニットPRA, 地震随伴事象PRA研究 ※ 研究分野については電中研NRRCと連携して推進
技術活用	<ul style="list-style-type: none"> ・評価結果に基づく設備・運用の改善 ・PRA評価ツールの充実
実施体制強化 人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・事業本部、発電所組織の見直し ・発電所、グループ会社でのPRA実施機会の増加

● リスク情報活用のための将来体制(イメージ)



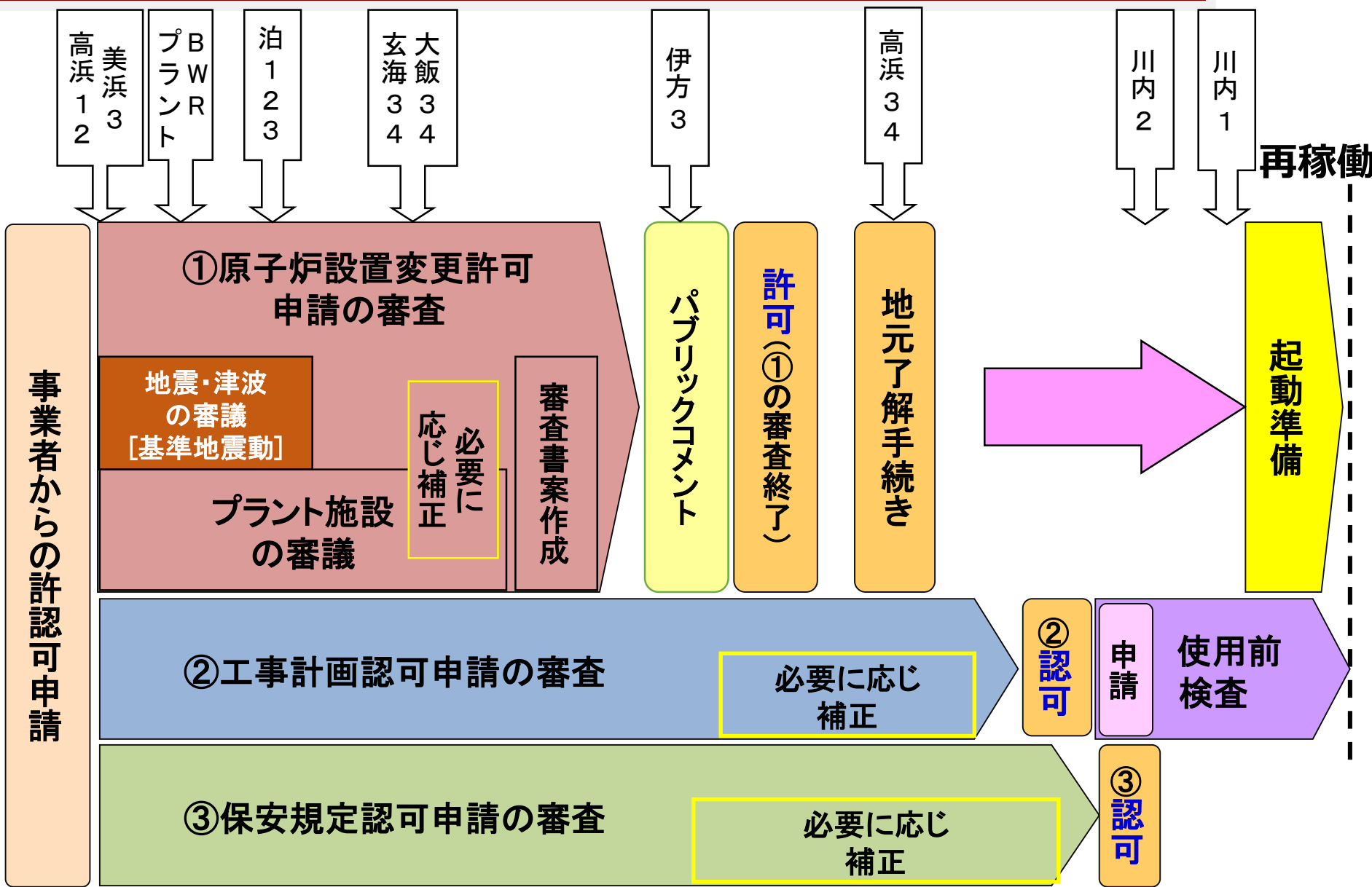
参考資料

リスク情報活用の具体的事例

日本原子力学会 標準委員会 原子力安全検討会 リスク活用分科会 「リスク評価の理解のために」(案)から抜粋

活動	リスク評価活用項目 候補	意思決定に使えるリスク結果および指標(例)
保安規定関連	<ul style="list-style-type: none"> ● ダイナミックリスク情報活用保安規定 従来、保安規定は個々の設備・システムの猶予時間を含んだ厳格な規定を記しているが、PRAによりこれを緩和するもの。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CDF(t), CFF(t): 時間関数のCDF, CFF ■ ICCDP, ICCFP
アクシデントマネジメント (AM) 関連	<ul style="list-style-type: none"> ● AM検討への活用 事業者はAMの整備(運転手順書あるいは運転員訓練への反映含む)および有効性評価に内的事象/外的事象のリスク評価を活用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 影響のある操作のリスク重要度解析(F-V, RAW)、 ■ 随伴事故シーケンス ■ ΔCDF, ΔCFF
保守管理関連	<ul style="list-style-type: none"> ● コンフィギュレーション(設備構成)計画への活用 「リスク計画」すなわち先取りするPRA活用である。プラントにおける諸活動の準備、計画、工程設定を支援することを含んでいる。設備改造、配置変更などの影響および有効性を、リスク情報を参考に判断する。これはプラント保守、試験に役立つ。設備構成、試験、そして保守の様々な組み合わせにより、様々なリスクが生じる。リスク情報を活用した変更管理の利点は、リスクピークの低減、累積/平均リスクの管理。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CDF(t), CFF(t): 時間関数のCDF, CFF ■ ICCDP, ICCFP ■ 時間関数としてのSSCリスク重要度解析
保守管理関連	<ul style="list-style-type: none"> ● コンフィギュレーション評価・管理 実際のコンフィギュレーション、活動、許容できる程度の予期しない事象に起因するリスクを管理するためにプラント要員によるオンラインのPRAを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ CDF(t), CFF(t): 時間関数のCDF, CFF ■ ICCDP, ICCFP ■ 時間関数としてのSSCリスク重要度解析
	<ul style="list-style-type: none"> ● 保守活動への活用 事業者は、リスク情報を参考に設備あるいは操作の安全重要度を抽出し、それらに重点を置いた保守活動を検討し、保全プログラムの最適化に資する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 影響のあるSSC/人的過誤のリスク重要度解析(F-V, RAW) ■ ΔCDF, ΔCFF

新規制基準適合性に係る審査状況



※ 高浜1, 2号機については運転期間を60年とする運転期間延長認可を申請