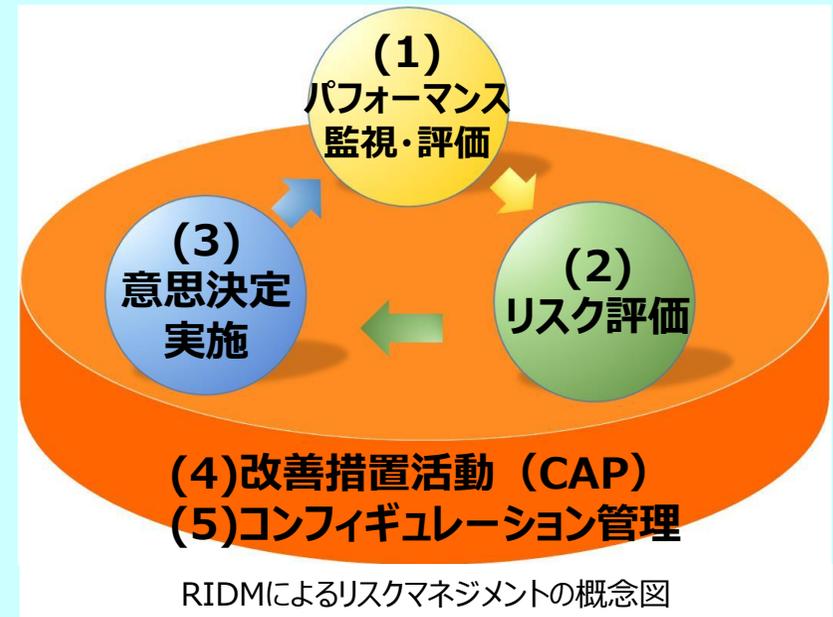

リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン
及びアクションプランの取り組み状況について

2023年12月14日
電気事業連合会

- ・原子力事業者は、発電所の取り組みを適切に評価し、より効果的にリスクを低減し安全性を向上させる仕組みとして、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、その取り組みの基本方針・アクションプラン等を『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』としてとりまとめた（2018年2月）。
- ・さらに、それまでのアクションプラン（フェーズ1）の総括を行い、アクションプラン（フェーズ2）をとりまとめ、改訂した（2020年6月）。



*RIDM：確率論的リスク評価（PRA）から得られる知見をその他の工学的な知見とともに考慮して意思決定する手法



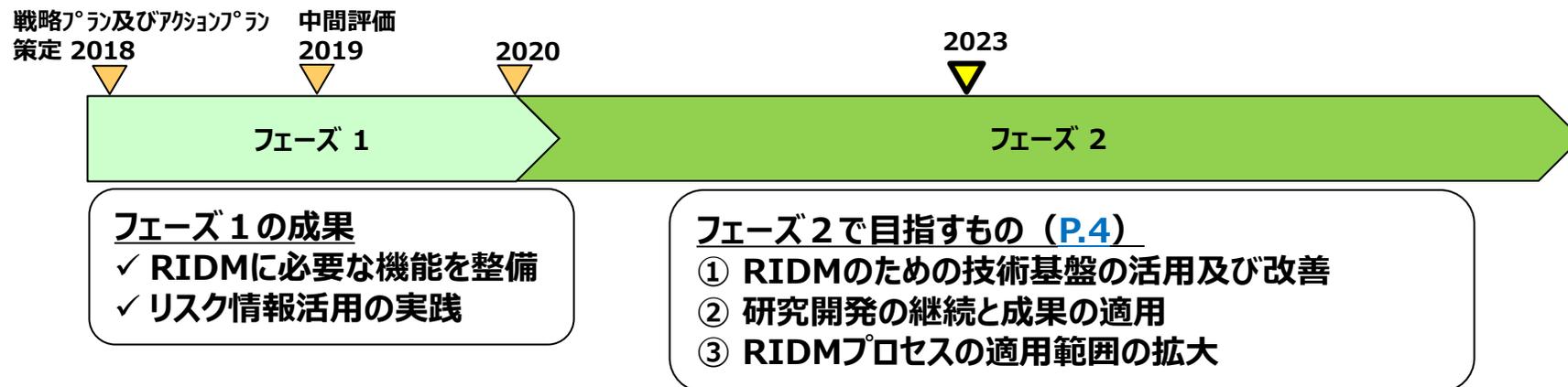
前回の改訂から約3年間が経過しており、これまでの事業者の取り組み状況（進捗状況）を確認し、アクションプラン（フェーズ2）の今後の活動について取りまとめ、アクションプランを改訂した。

RIDMの導入に向けた戦略プラン

フェーズ1：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。⇒継続的に改善

フェーズ2：自律的な発電所マネジメントを継続的に改善するとともにRIDM活用範囲を拡大。

⇒今回の改訂においては進捗状況の確認と今後の取り組みを設定



<フェーズ2の目標>

安全性の維持・向上のためのRIDMプロセスの実践及び定着

これまで上記の目標の下、以下の活動方針（①～③）における具体的なアクションプランに基づき取り組んできた。次頁以降でその進捗を確認し、今後の取り組みを設定した。

① RIDMのための技術基盤の活用及び改善 → 5

- 原子力規制検査への対応、手順書の改善、訓練プログラムの高度化などに活用し、定期的なセルフアセスメントを行うことにより日常的な改善活動を継続。
- データ分析による共通原因故障に係るパラメータ整備など、技術基盤の改善を実施。

② 研究開発の継続と成果の適用 → 6

- 研究開発・高度化を継続し、実機を用いた適用性の確認等も実施し、個別プラントのリスク評価を実施。
- 学協会等での議論を通じ、科学的合理性及び透明性を確保。

③ RIDMプロセスの適用範囲の拡大 → 7

- PRAの適用範囲を発電所業務に拡大し、資源運用を効果的かつ効率的に実施。これにより、安全性の維持・向上とプラントの稼働率向上の両立を指向。
- 規制側との対話、情報共有などにより、安全性の維持・向上に向けた活動を実施。

アクションプラン（フェーズ2）の進捗と取り組みについて

① RIDMのための技術基盤の活用及び改善

	これまでの進捗	今後の取り組み
原子力規制検査への対応、手順書の改善、訓練プログラムの高度化などに活用し、定期的なセルフアセスメントを行うことにより <u>日常的な改善活動を継続</u> 。	<ul style="list-style-type: none"> 重要度決定プロセス(SDP)評価に必要なPRAの準備、PRA知見に基づく手順書改善、訓練プログラムの高度化等への教育拡充、設備改造、プラントの停止中/運転中のリスク評価結果に基づく所内の各種リスク管理に活用した。 セルフアセスメントの一環として、事業者による活動の国内比較を行い、良好事例とのギャップを特定し、改善活動を実施した。 	<ul style="list-style-type: none"> 良好事例への取り組みには事業者間でばらつきがあることから、RIDMのための技術基盤の活用を更に促進するため、定期的なセルフアセスメントによるRIDMプロセスの改善に加え、職員の意識向上に取り組む。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 良好事例を共有し、事業者間で意見交換を促進する。（人材育成を含む） ✓ リスク情報活用が進んでいる米国事業者の活動を運用面まで含めNRRCにて調査し、事業者は得られた結果を必要に応じてRIDMプロセスに反映する。
データ分析による共通原因故障に係るパラメータ整備など、 <u>技術基盤の改善を実施</u> 。	<ul style="list-style-type: none"> NRRCは、必要なデータを事業者から収集し、国内一般機器故障率等を推定した。 パイロットプラント（伊方3号機及び柏崎刈羽7号機）において海外専門家によるレビューを実施し、得られた知見を他の事業者に展開した。 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者及びNRRCは、国内一般機器故障率に係る信頼性向上のためデータを蓄積し、国際水準と遜色のないよう促進し、数値の妥当性を規制当局へ説明していく。 事業者及びNRRCは、共通原因故障(CCF)確率等のPRAに必要なパラメータを整備・更新する。 海外専門家によるPRAモデルのレビュー等により得られた知見の反映を行うとともに、NRRCと共にPRAの品質確保の仕組みであるピアレビューを、適切かつ柔軟に実施できるよう、国内技術者により実施するための検討を行う。

アクションプラン（フェーズ2）の進捗と取り組みについて

② 研究開発の継続と成果の適用

	これまでの進捗	今後の取り組み
<p>研究開発・高度化を継続し、実機を用いた適用性の確認等も実施し、個別プラントのリスク評価を実施。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NRRCは、地震、津波、内部溢水、内部火災等に対するリスク評価技術の開発、高度化に取り組んだ。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 内部溢水については、モデルプラントでの評価を実施した。 ✓ 内部火災については、モデルプラントでの評価を実施中。 • NRRCが開発した「人間信頼性解析(HRA)ガイド」、「機器信頼性データ収集ガイド」等を再稼働プラントの安全性向上評価届出書（SAR）に活用した。 • NRRCのリスク評価技術の適用計画を策定した。 	<ul style="list-style-type: none"> • NRRCは、個別プラントのPRAモデルのスコープ拡大のため、内部溢水、内部火災等に対するリスク評価技術について今後も継続して開発・高度化に取り組む。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ モデルプラント評価の結果を基に内部溢水PRAガイドを改訂する。 ✓ 内部火災モデルプラント評価を行い、火災PRAガイドを改訂する。 • 研究開発・高度化された評価技術について、個別プラントのPRAモデルへの適用を検討する。 • NRRCのリスク評価技術の適用を遅滞なく行うため、リスク評価技術の適用計画を継続的に更新し、事業者間で共有する。
<p>学協会等での議論を通じ、科学的合理性及び透明性を確保。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 事業者及びNRRCは、PRA基準・指針を策定している日本原子力学会の活動において、NRRCの研究成果を踏まえた基準・指針の発行・改訂に参画した。 	<ul style="list-style-type: none"> • 各事業者へのリスク評価技術の適用を推進するために、NRRCは民間規格での標準化や公知化等の取り組みを継続する。

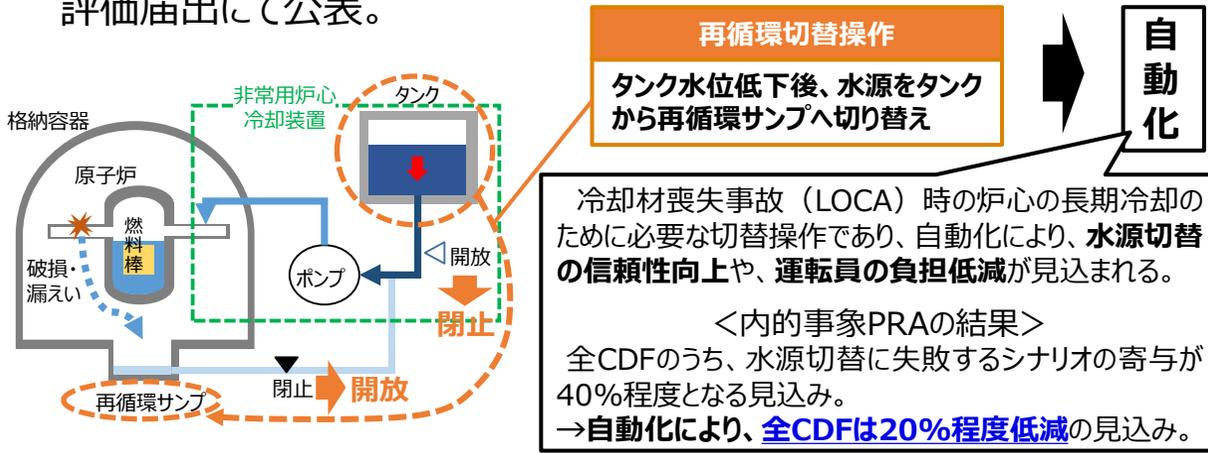
③ RIDMプロセスの適用範囲の拡大

	これまでの進捗	今後の取り組み
<p>PRAの適用範囲を発電所業務に拡大し、資源運用を効果的かつ効率的に実施。これにより、<u>安全性の維持・向上とプラントの稼働率向上の両立</u>を指向。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 事業者及びNRRCは、海外のリスク情報活用の事例について情報を収集した。また、NRRCは事業者の現状課題を調査した。 NRRCの上記調査結果等から、リスク情報を活用した運転中保全(OLM)や運転上の制限からの逸脱時に要求される措置の完了期間(AOT)の適正化等を検討対象として決定し、実機プラントへの適用に向けた検討を行った。 NRRCは、OLM実施時のリスク管理措置等を取りまとめたガイドラインを策定した。 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者とNRRCは、海外事業者のリスク情報活用の情報収集（導入の経緯等）、事業者の現状課題およびニーズの洗い出しを継続し、それらを踏まえて更にRIDMプロセスの適用範囲を拡大していく。 引き続き、以下の事項について検討していく。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ OLMやAOTの適正化の実施に必要な規定類や体制等、具体的な検討。 ✓ 格納容器漏えい率試験の試験間隔延長他国内適用性の検討。
<p>規制側との対話、<u>情報共有</u>などにより、<u>安全性の維持・向上</u>に向けた活動を実施。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ATENAと連携し、リスク情報を活用したOLMやAOTの適正化等の具体策の実現に向けて、規制当局との対話を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> OLMやAOTの適正化等の実機プラントへの適用に係る議論を開始したところであるため、引き続きATENAと連携し、規制当局とさまざまな側面から議論を進め、早期の実機プラントへの適用を実現する。

①RIDMのための技術基盤の活用及び改善

非常用炉心冷却装置 再循環自動切替装置の導入(関西電力)

- リスク低減に有効な対策として、非常用炉心冷却装置の再循環自動切替装置の導入（2025年以降導入）を決定し、美浜3号機の安全性向上評価届出にて公表。



運転員に対するPRA/RIDM教育(東京電力HD)

- **PRAから得られる情報**を、運転員が**自発的に実務に活用**できるよう、継続的に研修を実施。

研修資料イメージ：実際のPRA結果について

CDF 単位時間・プラント当たりの炉心損傷事故の発生回数又はその期待値

Q: 通常運転時に発生し得る、以下の①～⑧番の事故事象について、実際のPRAの結果(CDF*)が大きい順を予想してみましょう。

番号	事故事象
①	外部電源の喪失
②	格納容器内LOCA(冷却材喪失事故)
⋮	⋮
⑧	原子炉補機冷却系(RCW)の故障事象

*: CDF (Core Damage Frequency) → 炉心損傷頻度

研修資料イメージ：PRAの結果の使い方について

RAW プラントの機能が故障/待機除外していると仮定した場合のリスクの増加分

Q: あなたが当直主任や当直長のような上司の立場なら、もしくは原子力運転検査官のような立場なら、AさんとBさん、どちらの考え方を支持しやすいですか？



ある日における、設備のRAW*

機器	RAW(数値は例示)
非常用ディーゼル発電機(D/G)-A系	1.2
熱交換器エリア(Hx/A) 空調ダンパ	3.5
復水補給水系(MUWC)-ポンパ	1.8

*: RAW(Risk Achievement Worth) → PRAにより得られる指標。RAWが高いほど、故障時のリスクが高くなることを示す。

運転中の作業時リスク情報の活用(四国電力)

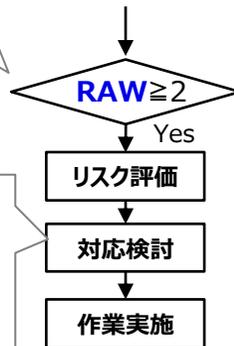
- プラント運転中の保守点検作業時に、リスク評価に基づき、リスク低減対策を実施（2022年10月～）。

＜リスク低減対策検討例＞
脱塩水系統隔離作業のリスクが大きいことを確認し、リスク低減対策を実施した。

- 隔離による影響
脱塩水系統隔離により、供給先であるディーゼル発電機冷却水タンク等の水位低下時に自動補給ができなくなる。
- リスク低減対策
・タンク水位を定期的に監視（現場）。
・タンク補給用にポリタンクを配置し、タンク水位低下時の手動補給を準備。



リスク重要度の高い機器の作業を対象にリスク評価を実施。



- リスク評価結果に基づき、
- ・作業計画の見直し。
 - ・リスク低減対策実施。
 - ・上位会議体での審議、確認等を実施。

* CDF : Core Damage Frequency(炉心損傷頻度)

PRA国内評価手法の実機適用に向けた高度化検討

- 事業者は、NRRCが研究開発したリスク評価技術を個別プラントのPRAモデルに適用し、高度化に取り組んでいる。

<内部洪水PRAの事例>

【NRRC研究による国内一般評価手法の検討】

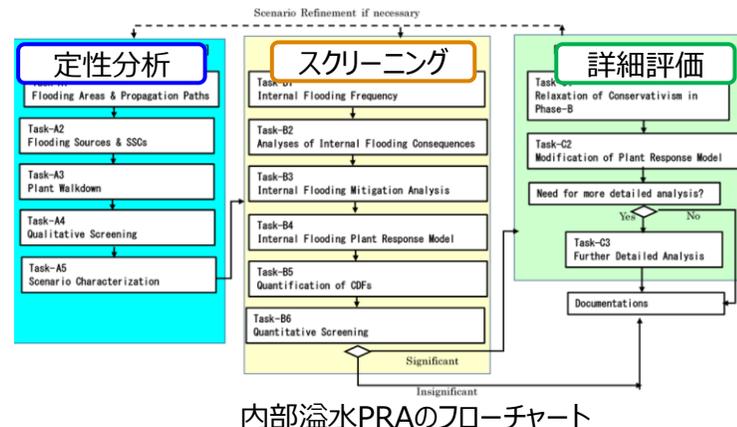
- 国内向け内部洪水PRAガイドを作成。
- モデルプラント評価を実施し、国内向け内部洪水PRAガイドの適用性を確認。

【事業者によるパイロットプラントへの手法適用・高度化検討】

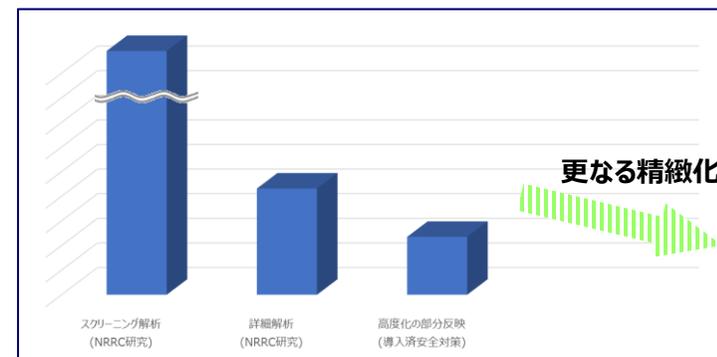
- 高浜3号機をパイロットプラントとして、モデルプラント評価を踏まえて、導入済みの安全対策の反映、人的過誤確率の評価の精緻化等、シナリオの詳細化を実施。
- モデルプラント評価を通じて判明した課題、海外専門家の指摘事項等について、PWR電力共通で対応方針を明確化。

【今後の予定】

- 今後、上記の高度化検討結果・プラント固有の特性・海外専門家の指摘事項の反映等を実施し、実機への適用を進める。



内部洪水PRAのフローチャート



高度化検討によるCDFの精緻化

	2021	2022	2023	2024~
国内一般評価手法の検討	モデルプラント評価	ガイド改訂		
パイロットプラントへの手法適用・高度化検討				
個別プラントへの適用				

RIDMの活用推進活動

①RIDMのための技術基盤の活用及び改善に関する推進

- 事業者は、セルフアセスメントに加え他事業者の良好事例に倣って改善計画を作成し、継続して展開している（下表参照）。
- NRRCは事業者とともに共通の課題・弱みを抽出し、改善結果を全事業者で意見交換する等、改善への気付きを更なる活動につなげるという業界全体の底上げを促進している。
- 今後も良好事例にも学び、拡大し、改善活動を促進していく。

改善計画の作成状況

	パフォーマンス 監視・評価	リスク評価	意思決定・ 実施	CAP(改善 措置活動)	コンフィギュ レーション管 理(CM)	全改善 計画数
2022年度 改善計画数	10	14	12	9	6	51
2023年度 改善計画数	8	15	11	9	5	48

研究成果の適用推進活動

- ②研究開発の継続と成果の適用に関する推進
 - 事業者は、NRRCが開発・高度化したリスク評価技術を、個別プラントのPRAモデルに適用することとし、計画を作成している。
 - 事業者が効果的に遅滞なく適用するため、NRRCは、事業者が作成したリスク評価技術毎の詳細な適用計画を集約し、分析した上で事業者間で共有し、適用を促進した。
 - 事業者は他事業者の適用計画や、NRRCの分析結果も踏まえ、適宜、適用計画を見直し、リスク評価技術を適用していく。
 - 今後もNRRCは、定期的に、更新された事業者の適用計画の集約、分析、共有を行うことで事業者のPRAモデルの高度化を支援する。

③RIDMプロセスの適用範囲の拡大

リスク情報を活用した運転中保全（OLM）適用範囲拡大の検討（産業界大）

- 運転プラントへの運転中保全（以下、OLM）の導入により、プラントの安全性の維持・向上を目指している。
- OLMの実施可否は、リスク情報を活用し判断する。またOLMを実施する場合、プラントのリスク状態の監視や、リスク管理措置※を講ずる。

＜OLMによる安全性の維持・向上＞

- ・定期検査中の作業輻輳の回避。
- ・熟練度の高い技術者の適正配置によるメンテナンス品質の向上。
- ・年間を通じた計画的なメンテナンスによる、発電所に常駐する現場ルール等を熟知した作業員が従事可能。

**メンテナンスの品質向上が図れ、
安全性の維持・向上に繋がる。**

- ✓ OLM導入に向け、産業界大（事業者、ATENA、NRRC）での検討体制を構築。
- ✓ OLMの計画・準備・実行段階におけるリスク評価・リスク管理などの必要な安全確保対策をとりまとめたガイドラインを、電中研報告書として発行。
- ✓ ATENAと連携し、実機プラントへの適用に向けたモデルプラントでのガイドライン適用検討や規制課題などを整理。
- ATENAと連携し、OLMによる安全上のメリットやリスク管理の方法について、規制当局と対話を開始。実機プラントへの適用に向けて、継続的に取り組んでいる。
- ✓ 第17回主要原子力施設設置者の原子力部門の責任者との意見交換会（2023年10月17日）

※ プラントのリスク情報を基に、そのリスクの程度に応じてリスクを抑制するために講ずる措置。

まとめ

<これまでの進捗>

事業者はRIDMプロセスを発電所のマネジメントに導入するため、「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」を定め、フェーズ1で整備したRIDM導入のための基盤の下、フェーズ2では安全性の維持・向上のためのRIDMプロセスを実践し、定着させるため、以下のとおり、着実に取組んできた。

- ① **RIDMのための技術基盤の活用及び改善**…リスク情報を活用した日常的な活動を実施。良好事例を事業者間で情報共有することで自律的な活動を展開。
- ② **研究開発の継続と成果の適用**…事業者はPRA高度化に関するNRRCの研究成果の適用計画を立案し、PRAモデルの拡充に向けて計画的に取り組みを実施。
- ③ **RIDMプロセスの適用範囲の拡大**…OLM、AOTの適正化等の適用に係る技術的な検討を進め、実機プラントへの適用に向けた規制当局との対話を開始。

<今後の取り組み>

上記のとおり、アクションプランに基づく着実な取り組みは確認できるものの、事業者の取り組み状況のばらつきがあることや、OLM、AOTの適正化等の実機プラントへの適用に係る議論を開始したところであることから、フェーズ2の取り組みをさらに実効的なものとするため、主に以下の取り組みを行っていく。

- ✓ 国内だけでなく、海外の日常的な活動の良好事例からも学び自律的な活動を広げていく。
- ✓ 計画的に研究成果を適用しPRAモデルを整備・高度化するとともに、更なるスコープの拡大を進める。
- ✓ RIDMプロセスの適用範囲の拡大に向けて規制当局とさまざまな側面から議論を進め、早期の実機プラントへの適用を実現する。

また、産業界大（事業者、ATENA、NRRCの連携）として、RIDMの活動に取り組むことにより、自主的安全性向上に継続的に取り組む。