

リスク情報活用推進に向けた取組み状況

2017.4.4

第14回 自主的安全性向上・技術・人材WG

電気事業連合会／
原子力リスク研究センター

リスク情報活用導入に係る経緯

H15.11 原安委「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針について」決定

H17.5 保安院「原子力安全規制へのリスク情報活用の当面の実施計画」策定(H19.1改定)

⋮

これまでリスク情報活用導入の機運は何度かあったが、導入は限定的。

H23.3 福島第一原子力発電所事故の発生

リスクと真摯に向き合う意識と仕組みの不足を認識（産業界）

H26.10 NRRC設置

- ・低頻度事象の解明、PRA関連のR&D
→事業者の安全性向上支援に適用

H28.7 NRRC内にRIDM*推進チーム設置

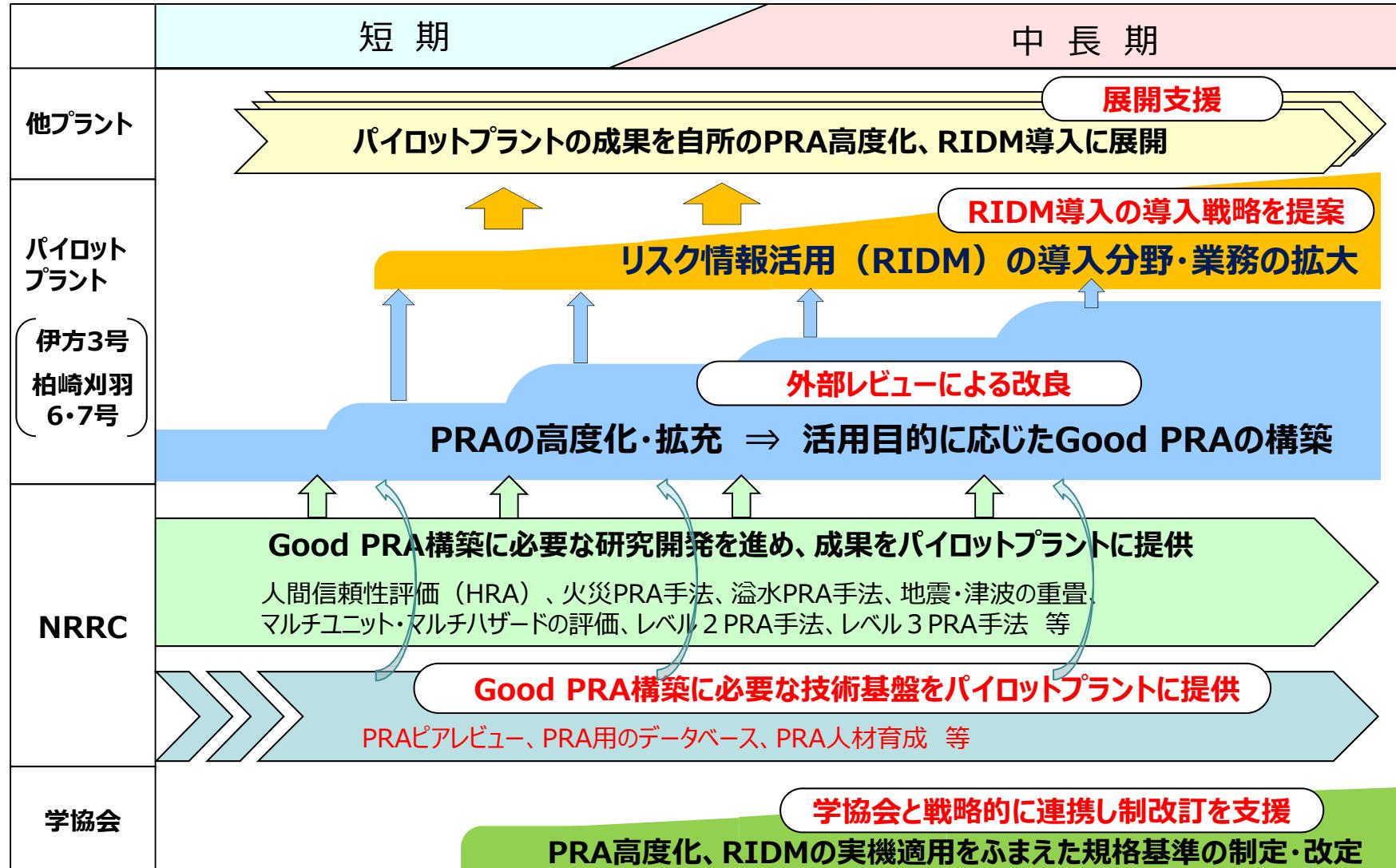
→事業者と一体となりRIDM導入戦略立案

* Risk Informed Decision Making

対応事項

1. リスク情報を活用するための基盤を構築する
2. 課題解決方策及び優先順位等の検討を進め、RIDM導入戦略を策定する

RIDM導入プロセスと成果の活用イメージ



赤字はRIDM推進チームの実施事項

1. Good PRA構築に向けた基盤整備

【ねらい】

- リスク情報活用の方法に応じて必要な品質（対象範囲、詳細度、運転経験の反映等）を備えた、欧米に比肩するPRAモデル（Good PRA）になるよう、速やかに高度化を進める。

【対応方針】

- PWR/BWRのパイロットプラントで高度化を進め、他社に知見を共有し、各社で水平展開を進める。高度化にあたっては、欧米のPRAエキスパートによるレビューを受け、助言を得る。
 - PWR：四国電力 伊方3号機、BWR：東京電力 柏崎刈羽6・7号機
- 自然外部事象PRAの高度化の対象を広げていく。
 - 経済産業省殿の支援を受けながら、産業界の総力を挙げて取り組む（地震PRA：四国電力伊方3号（～2016年度）⇒津波PRA：中部電力浜岡4号）

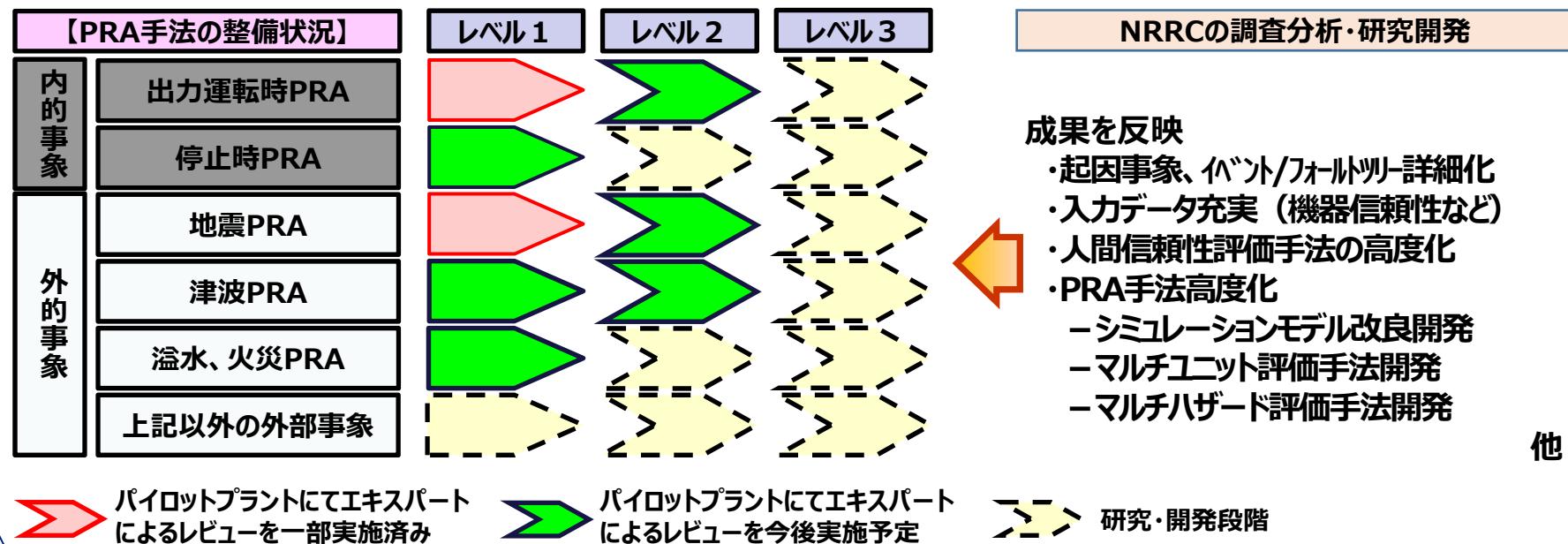
PRA高度化支援

パイロットプラントにて先行して実施

- ・カバーする事象と評価する範囲を順次拡大
- ・解析モデル、入力データなど外部専門家（エキスパート）による助言も得ながら（後述）高度化を順次実施（モデルの精緻化、データ信頼性の向上）



パイロットプラントの先行知見を順次他プラントに展開→可能なものから順次モデルへ展開



PRA高度化支援（伊方プロジェクト）

- ・伊方3号機をパイロットプラントに選定して、NRRCの技術諮問委員会（TAC）など内外専門家の知見、意見を積極的に取り込み

TACによるレビュー



TACレポート

Technical Advisory Committee of the Nuclear Risk Research Center
Central Research Institute of Electric Power Industry
1-6-1 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8126 Japan

November 1, 2014

Dr. George Apostolakis
Head, Nuclear Risk Research Center
Central Research Institute of Electric Power Industry
1-6-1 Otemachi, Chiyoda-ku
Tokyo, 100-8126 Japan

SUBJECT: SUITABILITY OF MODELS FOR IKATA SITE PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT

SUBJECT: SEISMIC HAZARD AND FRAGILITY EVALUATIONS AT IKATA UNIT 3

SUBJECT: STATUS OF IKATA PROBABILISTIC RISK ASSESSMENT MODELS AND RECOMMENDED RESEARCH

< TAC提言（抜粋）>

- ・より多くの起因事象を考慮すること
- ・起因事象の頻度、機器故障率等には、プラント特有の運転経験が反映されるべき
- ・人間信頼性解析において、THERP手法は適切でない
- ・ハザード評価にはSSHAC（地震ハザード解析専門家委員会）レベル3以上の手順を適用すべき
- ・原研法（簡易手法）は炉心損傷頻度等に寄与する構造物等を特定するものだが、一般的に確立された手法との整合性を更に検証すべき

上記提言に対し、次ページの5つの技術タスクを設定のうえ、四国電力は改善の取組みを実施中。NRRCはその一部を研究として取り込み、課題の解決を進めている。

PRA高度化支援（伊方プロジェクト）

技術タスク	成果（実施状況）
① PRAのイベントツリー等の高度化	外部事象などへの展開も考慮し、より現実的なシナリオを取り入れるため、イベントツリー及びフォールトツリーの精緻化に取り組んでいる。
② PRAパラメータの高度化	・社内システムとして整備していた機器保全情報データベースなどを活用し、過去7年間分のデータの分析等により個別プラントパラメータの整備を進めている。
③ 人間信頼性評価(HRA)の高度化	・PWR電力と共同で米国等で広く使用されているHRAカリキュレータを導入し、入力条件の検討等を行っている。 <u>NRRCはHRAカリキュレータの活用を含めたより説明性の高いHRAが行えるHRAガイドライン整備などの研究開発を実施（四国電力での運転員等へ聞き取り調査なども実施）</u>
④ 地震ハザード評価の高度化	・SSHACレベル3を実施中。必要とされる3回のワークショップの内、2回実施。3回目を来年度を行い、2018年度までに評価をまとめる予定。
⑤ 地震フラジリティ評価の高度化	・ <u>NRRCはより現実性の高い評価方法として、新しい手法の研究開発を行っている。</u> 今後、その研究開発の成果を踏まえ、高度化の検討を行う。

これらは世界的にもトップレベルの活動であり、NRRCはPRAに対するこうした諸課題に対応し、各社への展開を支援する枠組みを構築している。

PRA高度化支援（伊方及び柏崎刈羽プロジェクト）

- PWR/BWRそれぞれの炉型で高度化を進めるため、四国電力伊方3号機に加えて、東京電力柏崎刈羽6, 7号機をパイロットプラントとして、今後レベル2 PRAまでの高度化を実施し、各社に展開していく。
- 高度化にあたっては、国際的なState-of-practiceの知見を得るため、各分野、モード単位で海外エキスパート（米国および欧州）の助言を受けながらGood PRAの構築を目指す。
- NRRCはエキスパートの選定、レビュー会議の準備・運営・フォローなどのコーディネート業務を行い事業者を支援する。

<エキスパートチーム>

➤ 役割

- PRAモデルをレビューし、改善に向けた提言を行う
- パイロットプロジェクトチームからの質問対応等の支援

➤ メンバー

- 海外エキスパート3名程度を招聘（米国2名、欧州1名）

➤ レビューの開催頻度：年間3回目途（各1週間の会議）

PRA高度化支援（伊方及び柏崎刈羽プロジェクト）

- これまでに両プロジェクトにおいてエキスパートレビューを各1回実施。

	伊方プロジェクト	柏崎刈羽プロジェクト
日程	2017年1月30日（月）～2月3日（金）	2017年2月13日（月）～2月17日（金）
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・地震レベル1 PRA ・内的及び地震レベル2 PRAに係る課題の照会 <ul style="list-style-type: none"> - PRAモデルの基本構造、起因事象の扱い - 地震PRAに特有の評価手法・条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・内的事象レベル1 PRA <ul style="list-style-type: none"> - ABWR概要の説明、PRA高度化内容のレビュー - 起因事象 - 事故シーケンス
参加者	海外エキスパート3名、四国電力、三菱重工業、NRRC、PWR各社 計30名程度	海外エキスパート3名、東京電力HD、テプロシステムズ、NRRC、BWR各社 計40名程度

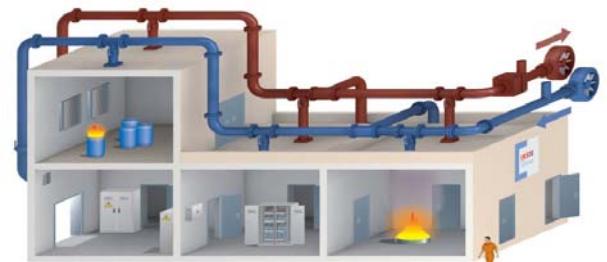


- 高度化の進捗に合わせレビューを実施。PWR,BWRそれぞれで共有の枠組みを構築し展開していく（PWR/BWR間は説明会等で共有）。各電力は適宜安全性向上評価等に反映していく。

PRA高度化支援（R&Dの取り込み）

NRRCは以下に例示する研究も実施しており、技術の進捗にあわせPRA等のリスク情報活用に取り込んでいく。

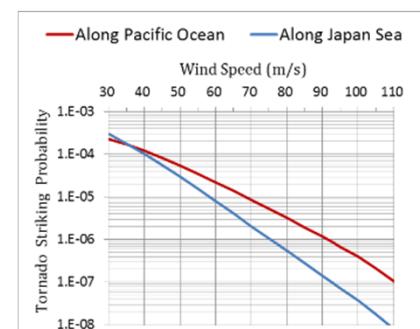
- 内部火災：PRAガイド作成、国際研究、試験等を通じた高度化の実施、等。
- 内部溢水：PRAガイド作成、溢水シミュレーションツールの開発、等。
- 津波：プロジェクトでの津波PRAの開発、評価を通じた高度化の実施（後述）。
- シビアアクシデント：シビアアクシデント時の事故進展に関する知見拡充、格納容器健全性に関する知見拡充、等。
- その他外的事象：竜巻、火山他に関するリスク評価手法の確立。



油火災、ケーブル火災の伝播試験等の実施
(OECD/PRISME-2プロジェクト)



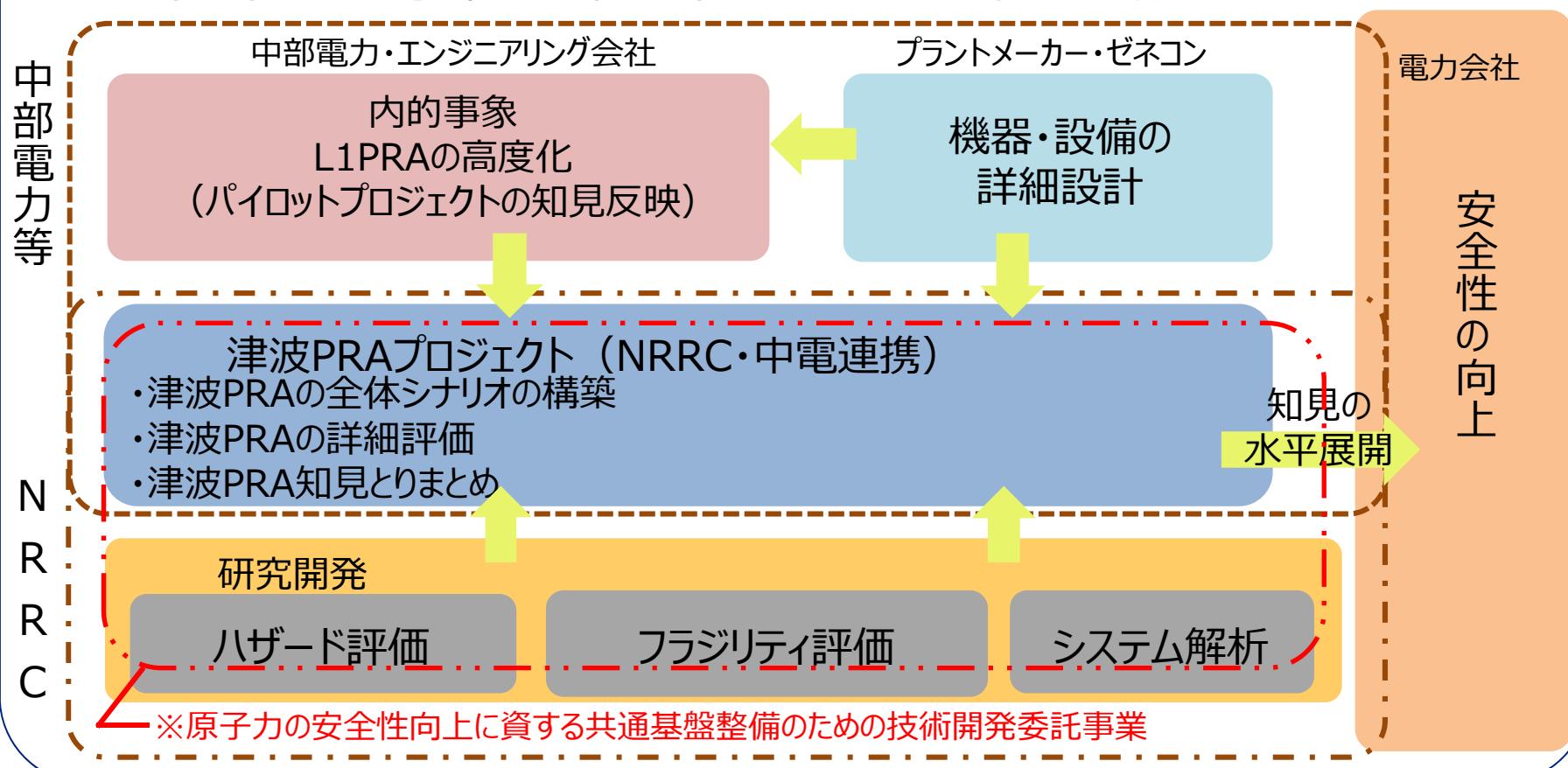
津波漂流物衝突力評価



竜巻ハザード算出

PRA高度化支援（津波PRAの高度化）

- ✓ 経済産業省殿の支援※を活用しながら、中部電力浜岡4号機をモデルとした津波PRAプロジェクトを、要素技術の研究開発、PRA手法高度化を通じて支援していく。
- ✓ 本プロジェクトを通じて得た知見を、タイムリーに使いやすい形で共有し、各社の水平展開による事業者全体の津波PRAの高度化を支援していく。



2.リスク情報活用戦略策定

【ねらい】

- リスク情報を活用し、原子力発電所の安全性向上を進めるにあたって、課題とその優先順位、達成プロセス、必要なリソースを示し、ドライブフォースとする。

【対応方針】

- RIDM導入で先行する米国の知見（RIDM導入による成功事例のみならず、失敗事例も含む）をホワイトペーパー（次ページ）も踏まえ整理。
- 過去RIDMが限定的にしか導入されなかつた原因分析
- 電力各社経営層との意見交換等を通じてRIDM推進の思いを共有。
- 産業界として目指すべき安全目標についても検討。

当面の課題として、検査制度見直しに伴い導入されるROP*を、事業者として良いものにするためにどのようにリスク情報活用を進めていくか検討している。

- ✓ ROPは、米国での主要なRIDM成功事例の一つ。
- ✓ ROP対応を確実に行い、RIDMのための技術基盤を獲得し、RIDMプログラムを将来的に拡張していくための基盤としていく所存。

* Reactor Oversight Process : 原子炉監視プロセス

(1) RIDM導入戦略の検討（ホワイトペーパー）

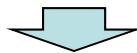
「リスク情報を活用した意思決定：米国経験の調査」（通称：ホワイトペーパー）

第1章 導入と概要

第2章 米国の原子力規制の歴史

第3章 ケーススタディ

- 1. サウステキサスプロジェクト(STP)発電所の診断評価
- 2. STPにおける非常用ディーゼル発電機 (EDG) の故障
- 3. 停止時リスク・マネージメントの出現
- 4. 停止期間とリスク・マネージメント
- 5. 機器のリスク重要度と通告
- 6. Best estimateに基づく運転訓練の知見
- 7. 運転経験からの知見の利用
- 8. 運転上の意思決定でのリスク情報と知見
- 9. EDGメンテナンスの停止時から運転中への変更
- 10. 使用済み燃料ピット (SFP) PRAからの知見
- 11. 原子炉トリップ頻度
- 12. 発電リスク評価
- 13. 安全文化の構築
- 14. リスクの考え方を日々のプラント状態に統合するためのリスク監視
- 15. リスク・インサイトのコミュニケーション
- 16. リスク情報を活用した原子炉冷却系配管の供用期間中検査 (RI-ISI) の成功
- 17. リスク管理された技術仕様書 (RMTS)
- 18. 原子炉監督プロセス (ROP)
- 19. リスク情報を活用したグレード別品質保証
- 20. あるいは10CFR 50.69の限定的な成功
- 21. リスク情報を活用した供用期間中試験



リスク情報活用な重要な参考情報として、業界大で認識、方向性を共有するためワークショップの開催を計画中。

(2) 安全目標に関する検討

- 原子力の自主的安全性向上の取組の改善に向けた提言（平成27年5月27日：自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループ）

「電気事業者においては何を目指して安全性向上を図るのか、またどのような方策がリスク低減上効果的かについて、目標（安全目標）を設定するとともに、その達成度を評価するための手法を確立することが望まれる。既にNRRCにおいて、東京電力福島第一原子力発電所事故がもたらした社会的影響や外的事象による多数基事故といった事実を踏まえ、産業界として自主的に安全目標を設定していくこうとする動きがみられるが、この試みに期待する。

RIDM推進チームにて安全目標の検討を進めている。

- 今後、産業界が安全目標を策定・活用していく上で検討すべき点
- 産業界としての安全目標の考え方
- IAEAが提唱している安全目標（定性的・定量的目標から成る階層構造）

(2) 安全目標に関する検討

下記報告書にて、これまでなぜ安全目標が根付いてこなかったのかについて、2003年安全目標案検討に携わった原子力安全委員会の関係者へのヒアリング等を通じて分析とともに、産業界が、今後安全目標を策定・活用していくうえで検討すべき点をまとめている。

電中研報告（平成28年4月）「我が国の原子力分野における安全目標の活用-2003年安全目標案の背景とその実際から学ぶ-」

原子力界での安全目標の意義の認識共有

「なぜ安全目標を策定するのか？」について原子力界が認識を共有する。安全目標の活用と合わせValue/Impact分析等を確立していくことは、意思決定の改善並びに規制との関係改善等、事業者のインセンティブにもつながる。

順応的管理で「常に問い合わせる姿勢」を

リスク管理の前提見直しと組織的学習を重視する「順応的管理」(Adaptive Management)の考え方に基づき、安全を目指す上で何がわかっていないのかを「常に問い合わせる姿勢」(Questioning Attitude)を持ち続ける。

継続的改善のための目標へ

事業者以外の目による定期的な見直し

「対策主義」を脱し、安全目標活用の硬直化を防ぐためには、事業者に近い立場で十分な知見・経験を有する組織が、常に状況をモニタリングし、定期的に見直しをかけ、原子力界のリスク管理の改善に寄与していくことが求められる。

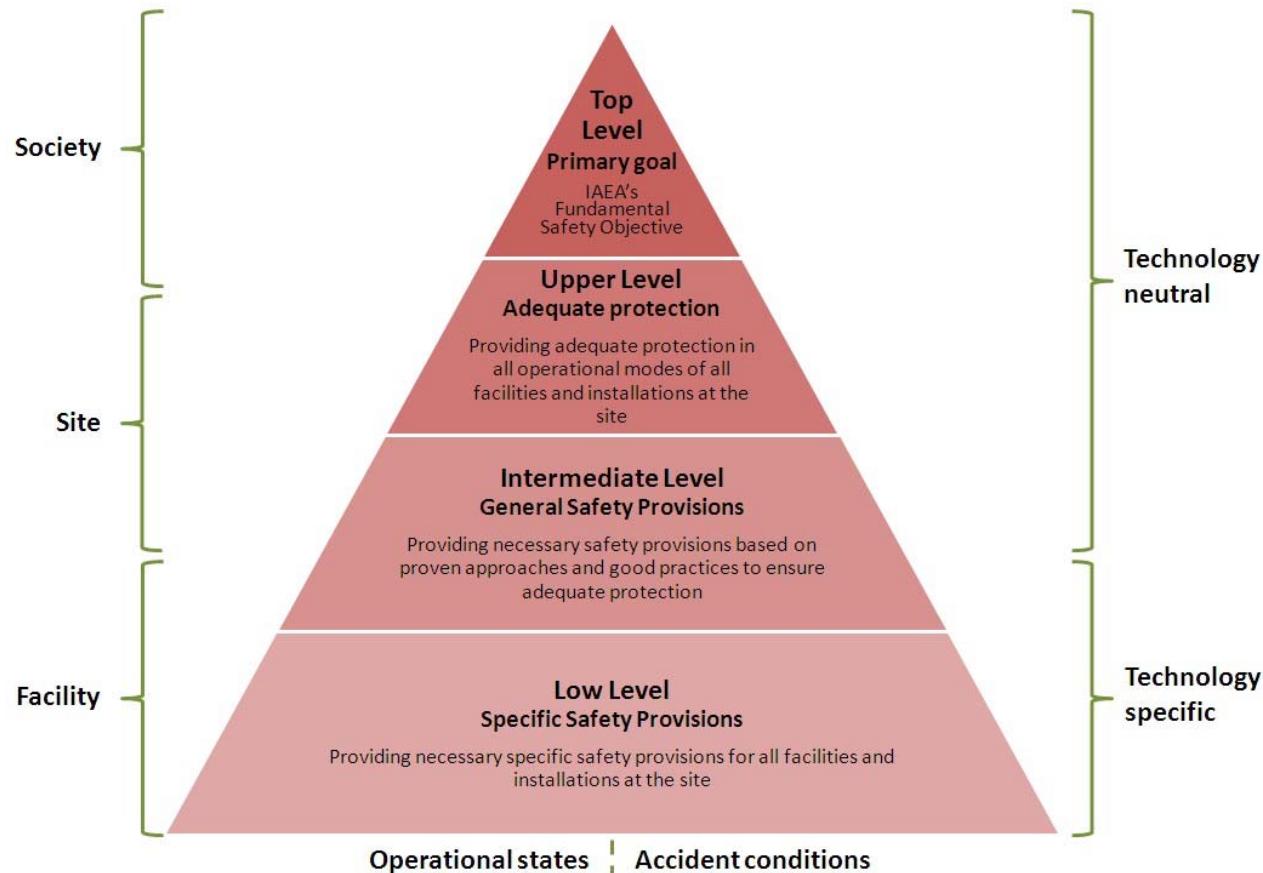
社会との関係の再構築

安全目標の根幹である「何を守るのか」という点から、自治体・住民等との議論が必要である。また、技術システムとしての目標にとどまらず、防災における関係主体の役割分担等、社会安全の議論につながるような目標の姿が望ましい。

これまで安全目標を「これより良ければ安全」という目安であると認識していた面もあったのではないかと反省。これから共有すべき安全目標は、産業界にとって継続的に安全性向上を図るためにあたっての全体像を示すもの、RIDMをする際に方向性を誤らないための体系化された概念・しくみと考えるべき

(2) 安全目標に関する検討

IAEAが提唱する階層構造を参考に体系的な安全目標を指向していく。



最上位から下位までの体系的な枠組みの中で事業者として具体的に実施すべき活動を検討

3. 得られた成果の対外的な発信

【ねらい】

- PRAのR&D、RIDM導入において、国際的に調和のとれた活動を実施・継続する。

【対応方針】

- NRRCではこれまでTACや次ページに示す国際プロジェクトへの参画、研究成果等の発信を行っている。RIDMを推進していくため、こうしたコミュニティを最大限活用し、最先端の議論のキャッチアップ、国際的なコンセンサスを取り入れていく。

国際機関等プロジェクトへの寄与、研究成果等の発信

➤ 国際機関等のプロジェクト参画

<IAEA>

EESS (外部事象安全セクション) (旧ISSC) の外部事象ハザード評価プロジェクトへの参画

<OECD/NEA>

WG RISK (リスク評価に関するワーキンググループ)への参画

BSAF (福島第一事故ベンチマーク研究) プロジェクトへの参画

HEAF (高エネルギーアーク損傷) プロジェクトへの参画

PRISME (火災区画間の火災及び煙の伝播についてのメカニズム解明) プロジェクトへの参画

<米国>

JCNRM(ASME/ANS原子力リスクマネジメント合同委員会)への参画

NRC CSARP(シビアアクシデント共同研究) プロジェクトへの参画

MUG (MAAP Use's Group), AMUG (MELCOR Use's Group)

<EU>

ASAMPSA_E(外部ハザードに対する確率論的安全性評価) プロジェクトへの参画

BWR-club PSA WS (欧州のBWR運転事業者が開催するPSAに係るワークショップ)への参画

➤ 研究成果等の発信

- ANS winter meeting 2015、2016におけるパネルディスカッションのオーガナイズ
“Enhancement of Risk-Informed Decision Making against External Natural Events”
- 国際会議、海外の学会などの発表
-IAEA主催の技術会議、SMiRT、ICON-E、PSAM、ICAPP、NUTHOS、NTHAS、原子力学会、 等々

まとめ

1. Good PRA構築に向けた基盤整備

- ・四国電力伊方3号機及び東京電力柏崎刈羽7号機をパイロットプラントとして、Good PRA構築に向けた高度化検討を実施中。
- ・津波PRAについては、中部電力浜岡4号機をモデルとしたプロジェクトを、要素技術の研究開発、PRA手法高度化を通じて支援していく。
✓ パイロットプラントの先行知見は順次他プラントに展開していく。

2. リスク情報活用戦略策定

- ・RIDM導入で先行する米国の知見等も踏まえ、検査制度見直しに伴い導入されるROPを当面の課題として対応している。事業者として良いものにするためにどのようにリスク情報活用を進めていくか検討している。
- ・安全目標については、事業者にとって継続的に安全性向上を図るにあたっての全体像を示すもの、体系化された概念・しきみと考え、IAEAが提唱する階層構造を参考に、体系的な枠組みの中で事業者として具体的に実施すべき活動を検討している。

3. 得られた成果の対外的な発信

- ・RIDMを推進していくため、国際的なコミュニティを最大限活用し、最先端の議論のキャッチアップ、国際的なコンセンサスを取り入れていく。