

NRRCシンポジウム2026

国内におけるPRA手法開発及びRIDMの概要

原子力リスク研究センター
谷川 純也

目 次

1. 原子力リスク研究センター(NRRC)の概要
2. 国内の確率論的リスク評価（PRA）の技術基盤の概要
3. 国内のリスク情報活用 の概要
4. シンポジウムでの報告内容

原子力リスク研究センター（NRRC）の概要

原子力リスク研究センター（NRRC）設置の経緯

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意識と仕組が不足
- ・大地震、大津波など低頻度だが影響が大きな事象への対応が不十分

リスクを直視し、規制遵守に留まることなく安全性を追求する意識と仕組が必要

各事業者のリスクマネジメント強化

- ・社内体制整備
- ・リスク評価の充実（確率論的リスク評価：PRA [Probabilistic Risk Assessment] の活用）
- ・リスク情報の積極的利用 等

〔2018.2 各社「戦略・アクションプラン」^[1]公表〕

各事業者が継続的に実施

〔2020.6 同プラン改訂^[2]
2023.12 同プラン改訂^[3]〕

低頻度事象に伴うリスクの低減

- ・技術課題解決（発生メカニズム、応答、対策）
- ・決定論的手法と確率論的手法の効果的な組合せ
- ・一元的研究開発体制構築
→ 現場適用 & フィードバックを促進 等

電力中央研究所に
NRRC設置 2014.10.1

2016.07 「リスク情報活用推進チーム」設置

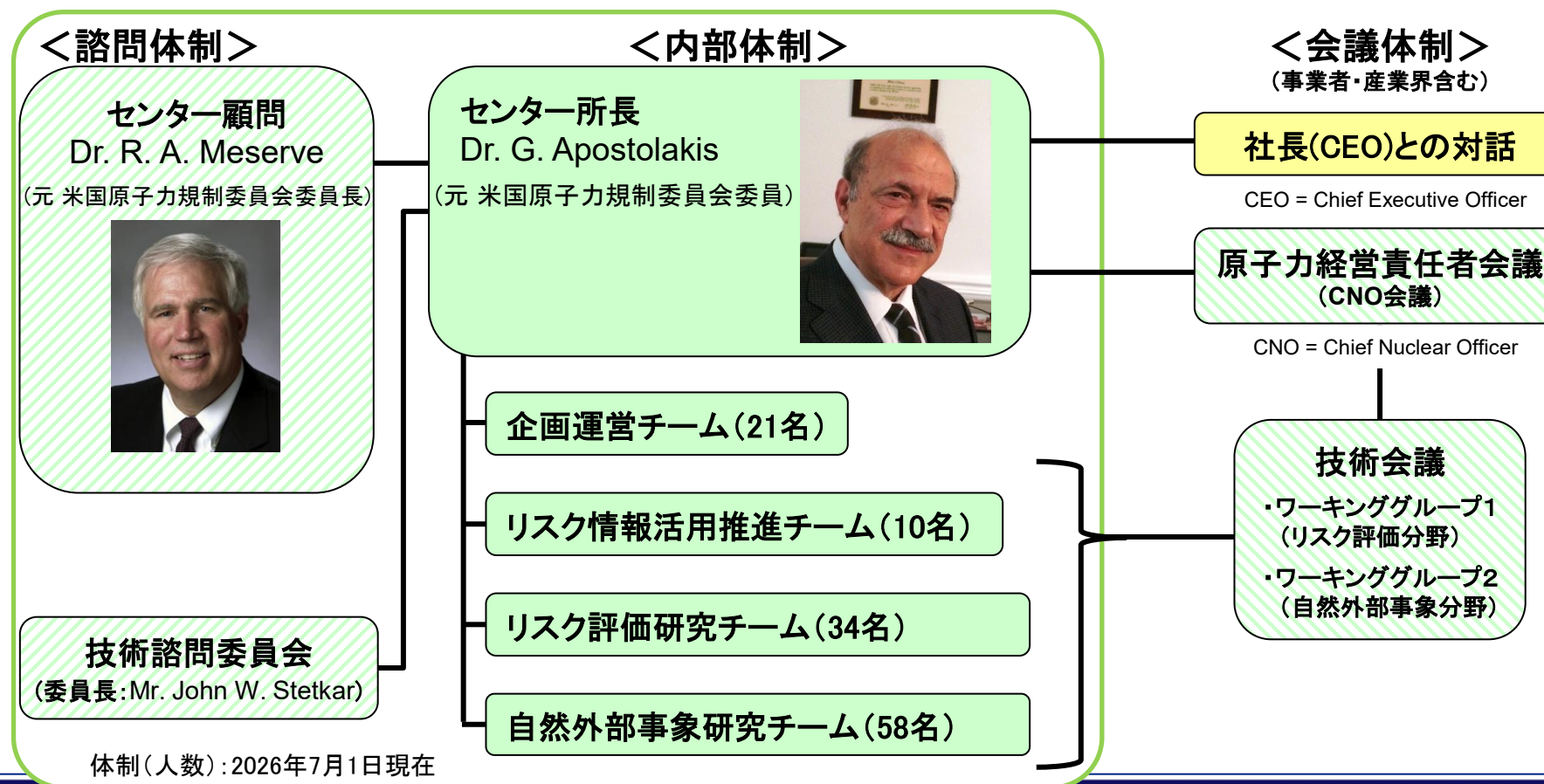
NRRC –ビジョン・ミッションと体制–

【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。

【ミッション】

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による、原子力施設の安全性向上のためのたゆまぬ取り組みを支援する。



NRRCにおける事業者の安全性向上を支えるリスク研究開発

- 2014年の設置以降、事業者による安全性向上の取り組みの支援のため、確率論的リスク評価（PRA）、リスク情報を活用した意思決定（RIDM）、リスクコミュニケーションの最新手法の開発に取り組んでいる

研究開発項目

1 事象評価技術

応用

フィードバック

- | |
|------------------|
| 1) シビアアクシデント(SA) |
| 2) 活断層 |
| 3) 地震動 |
| 4) 断層変位 |
| 5) 地盤・斜面・土木構造物耐震 |
| 6) 建屋・機器耐震 |
| 7) 津波 |
| 8) 火山 |
| 9) 強風等極端気象 |
| 10) 内部火災・内部溢水 |

2 リスク評価技術

- | |
|-------------------|
| 1) PRA手法（内的・外的事象） |
| 2) 人間信頼性(HRA) |
| 3) 環境放出時影響 |

3 リスクコミュニケーション

継続的な安全性向上の取り組み

成果の実務適用支援

フィードバック

<安全性向上>

- | |
|-----------------------------|
| ④ リスク情報活用
(リスクマネジメント) |
| ③ リスク低減/深層防護
(安全性確保策の強化) |

<安定運転>

- | |
|--------------------|
| ② リスク評価
(PRA実施) |
|--------------------|

<再稼動>

- | |
|-----------------------------|
| ① 新規制基準への適合
(対策追加・改良工事等) |
|-----------------------------|

<東電福島第一事故・規制基準見直し>

⑤ リスクコミュニケーション

組織内部

様々なステークホルダー

国内の確率論的リスク評価（PRA）の技術基盤の概要

確率論的リスク評価（PRA）とは

■**リスク**とは？ 以下の3つの問いへの答え

1. **どのような悪いことが起こるのか？** ……シナリオ
(What can go wrong?)
2. **それが起こる確からしさはどれくらいか？** ……発生可能性
(How likely is it?)
3. **その結果・影響はどのようなものか？** ……影響
(What are the consequences?)

リスク評価とは、
「3つの問いへの答え」の組
合せを見出すこと

(リスク三重項：risk triplet)

■原子力発電所の**確率論的リスク評価（PRA: probabilistic risk assessment）**

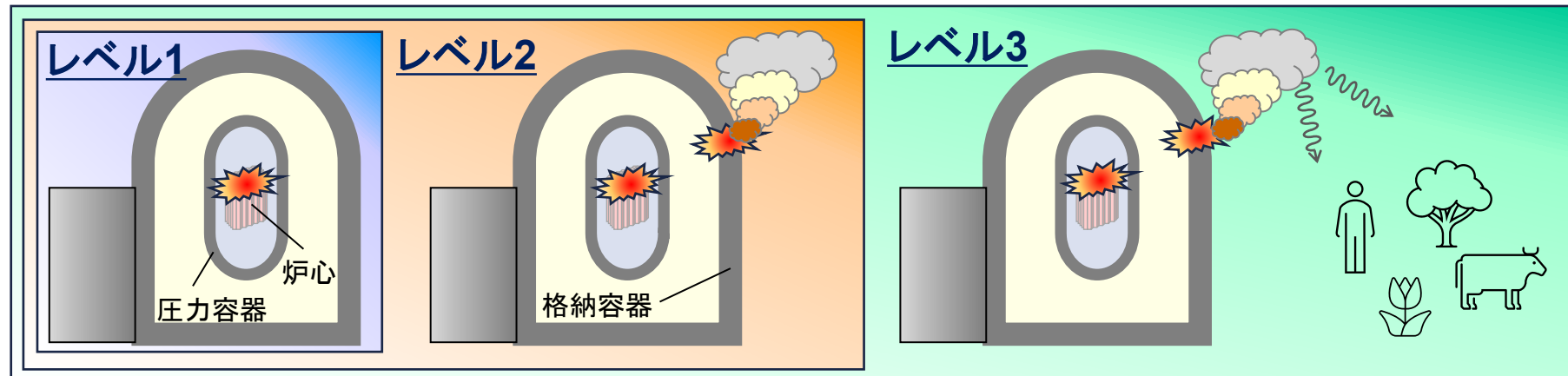
原子炉の安定運転を妨げる事象が起こった場合において、公衆や環境へ重大な影響を与える事態に至るのを防止するための緩和機能（「連鎖反応を止める機能」、「炉心を冷やす機能」、「放射性物質を閉じ込める機能」）が失敗するシナリオと、その発生可能性（発生頻度）を網羅的に調べる手法

PRAの評価レベル

PRAは、影響の重篤さ及び評価の対象の観点から、炉心損傷（レベル1）、格納容器機能喪失（レベル1.5）、格納容器機能喪失及び放射性物質放出（レベル2）、公衆の被ばく等の周辺環境影響（レベル3）の評価レベルに分けられる。

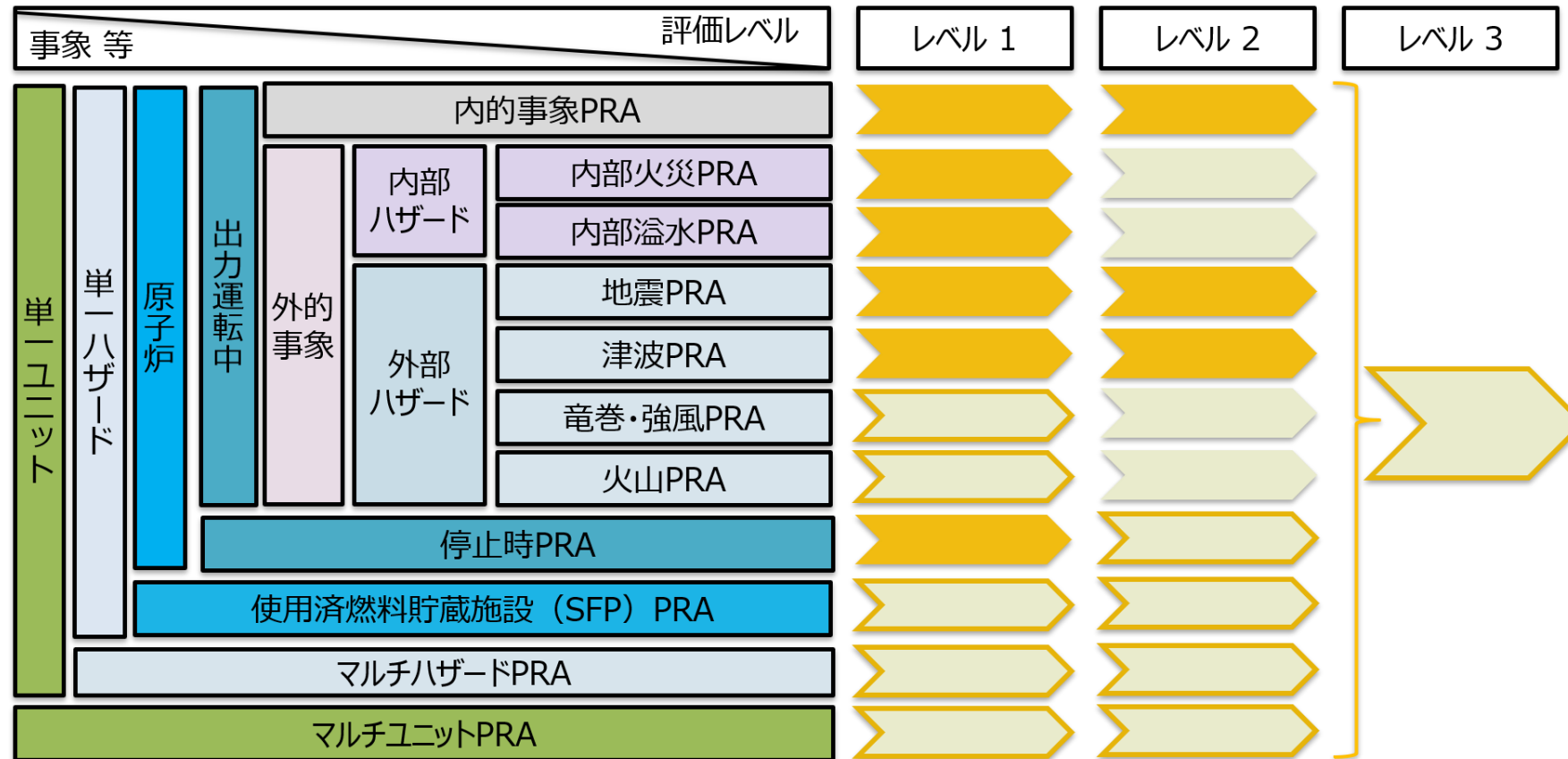
◆PRAの評価レベル

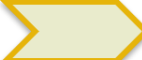
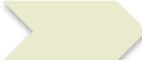
- レベル1PRA :
炉心損傷に至る事故進展の一連の流れを同定し、その頻度を評価
- レベル2PRA :
格納容器の機能喪失に至る事故進展の一連の流れを同定し、その頻度を評価⇒レベル1.5PRA
燃料から放出された放射性物質が環境へ放出される規模などの特性を評価
- レベル3PRA :
環境へ放出された放射性物質の移行に伴う公衆衛生への影響を評価



NRRCによるPRA技術の開発状況

- 原子炉を対象とした各種の単一ハザードのPRAに加え、使用済燃料貯蔵設備を対象としたPRA、マルチハザードPRA、マルチユニットPRAの技術開発に取り組んでいる
- 各ハザードがプラントへ与える影響に応じた適切な優先順位、詳細度での開発に取り組んでいる



凡例：  実務適用可能段階  研究・開発中  研究・開発開始予定

国内事業者のPRA整備状況

- 出力運転中内的事象PRA、地震PRA、津波PRAのレベル1、2、停止時の内的事象PRAのレベル ⇒ 安全性向上評価届出済のプラントは「整備」、適宜改良中
- 内部火災PRA、溢水PRA ⇒ 溢水PRAのレベル1について関西電力高浜発電所3、4号機のみ「整備」、その他は「未整備（整備を進めているところ）」
- 竜巻・強風PRA、火山PRA ⇒ 「未整備（NRRCにて手法整備中）」

出力運転中PRA			レベル1	レベル1.5	レベル2	レベル3
内的事象PRA			整備	整備	整備	未整備
外的事象	内部 ハザード	内部火災PRA	未整備	未整備	未整備	
		内部溢水PRA	整備 (高浜3、4号のみ)	未整備	未整備	
	外部 ハザード	地震PRA	整備	整備	整備	
		津波PRA	整備	整備	整備	
		竜巻・強風PRA	未整備	未整備	未整備	
		火山PRA	未整備	未整備	未整備	

補足1 停止時の内的事象レベル1 PRAは「整備」

本表における「整備」は安全性向上評価届出書において評価を示していることを意味する

補足2 使用済燃料貯蔵設備（SFP）PRA、マルチハザードPRA、マルチユニットPRAは「未整備」

国内のリスク情報活用の概要

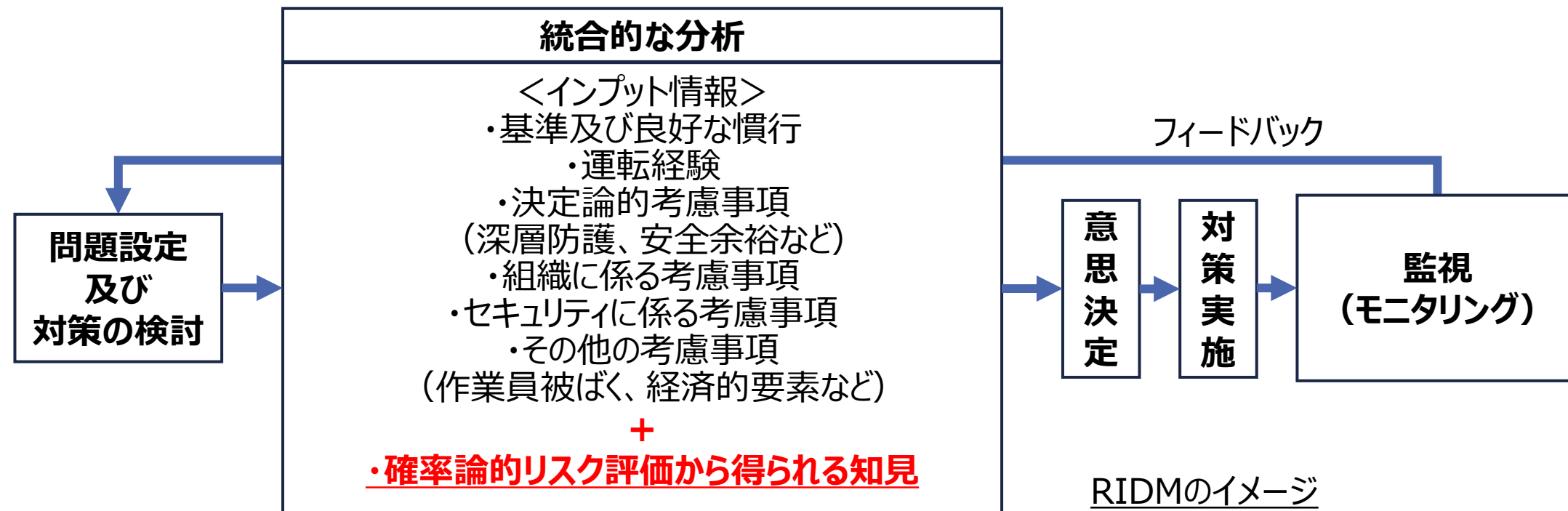
リスク情報を活用した意思決定（RIDM）とは

■ リスク情報を活用した意思決定（RIDM：Risk-Informed Decision-Making）

従来の決定論的評価からの知見に加えて、確率論的リスク評価（PRA）から得られる知見を組み合わせて分析し、意思決定するアプローチ。RIDM導入により安全上重要な問題にフォーカスすることで、より効果的なリソース配分（安全上重要な問題への重点化、重要性の低い問題に対するリソース低減）が可能となり、結果として適切な安全管理が促される。

■ 確率論的リスク評価から得られる知見の活用による主な利点

- ✓ どのように事故が進展し得るかを網羅的・現実的に示すことによって脆弱性が明らかになる
- ✓ 定量的な結果により、優先順位を付けるための手段を得ることができる



事業者のRIDM実施の状況

- 2018年2月に「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」^[1]を策定（2020年6月^[2]、2023年12月^[3]の2回改訂）し、発電所における保安活動の様々なプロセス（工事管理、設備改造、保守管理、運転、安全性向上評価、是正処置、教育・訓練など）において、RIDM推進に取り組んでいる

関西電力での取り組み例（安全性向上評価）

- PRAから特定したリスクの特徴（リスクプロファイル）を活用し、重要度の高い事故の進展シナリオ（事故シーケンス）の「リスク低減」が可能な対策を検討
- 一次冷却材喪失事故時における非常用炉心冷却装置の水源の再循環切替操作を自動化することにより「リスク低減」可能。「運転員の負担低減」のメリットがあることも踏まえ、総合的に対策実施を意思決定

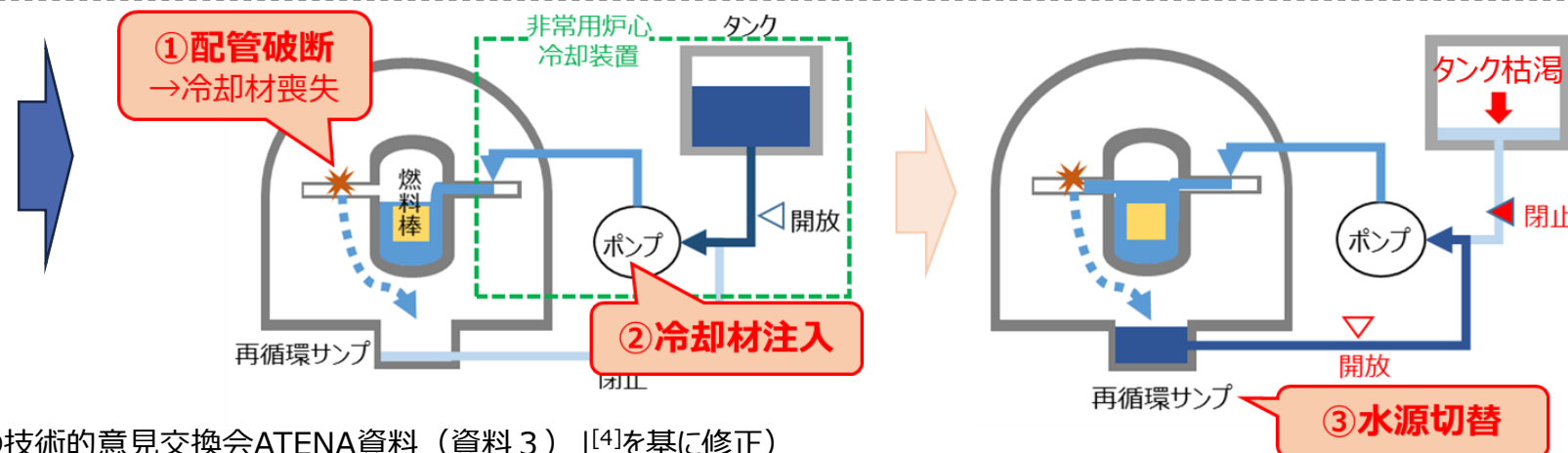
レベル1 PRA（内部事象）
リスクプロファイル

事故シーケンス：再循環機能喪失
CDF割合：全体の46%（高浜1号機の例）

CDF：Core Damage Frequency
（炉心損傷頻度）

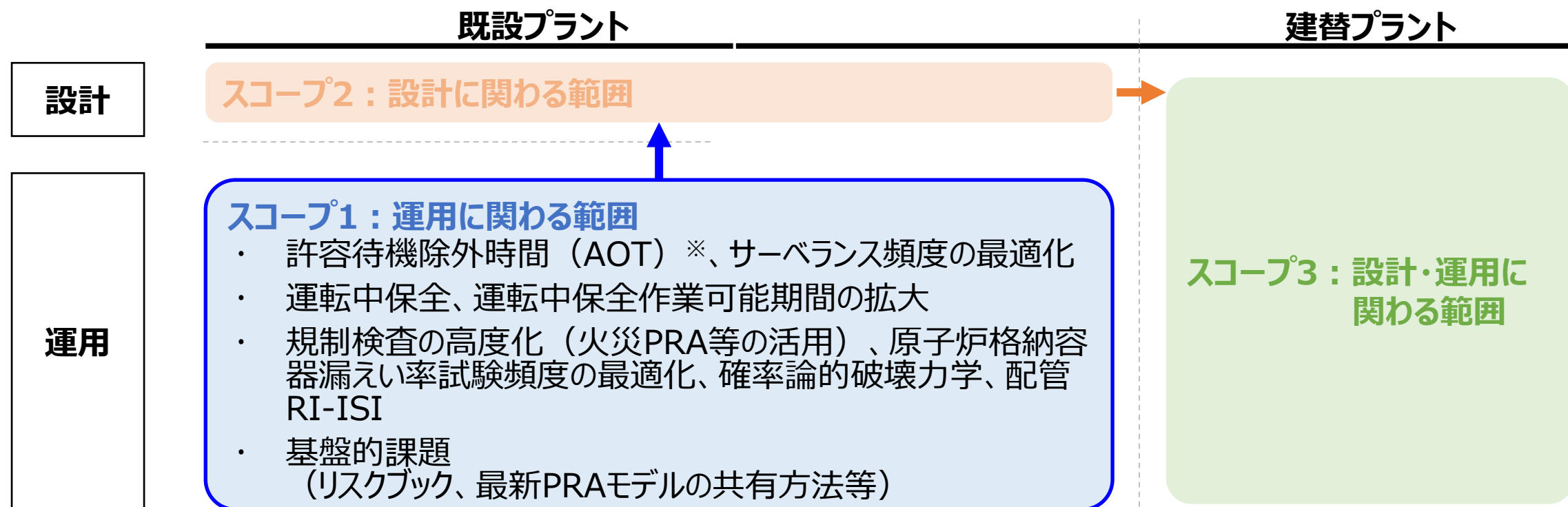
（「第2回リスク情報活用に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会ATENA資料（資料3）」^[4]を基に修正）

- 高浜3,4号機、大飯3,4号機 ⇒ 建設時から**自動操作**
- 美浜3号機、高浜1,2号機 ⇒ 建設時から**手動操作** ⇒ **再循環切替操作の自動化を対策として抽出**



規制との対話を要する範囲でのRIDMの状況

- 産業界からリスク情報活用に関する意見交換会の設置について提案しNRAが了承、実務レベルでの意見交換が実施されているところ。現場の運用を高度化し速やかに安全性向上につなげる観点から、既設プラントの「運用に関わる範囲」から議論が進められている
- 運転中保全（OLM）について、発電所現場（四国電力伊方発電所、関西電力大飯発電所）での実証を経て、NRAが導入を了承し、手続きが進められているところ



※許容待機除外時間(AOT: Allowed Outage Time):保安規定で定めている、運転上の制限を逸脱した場合に取るべき措置を完了するまでの時間

(第3回リスク情報活用に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会 ATENA説明資料^[5]を基に一部修正)

PRA、RIDMに関するNRRCガイドの整備状況

- PRAやRIDMに関する研究成果について、ガイドやレポートとしてまとめ、事業者を提供している

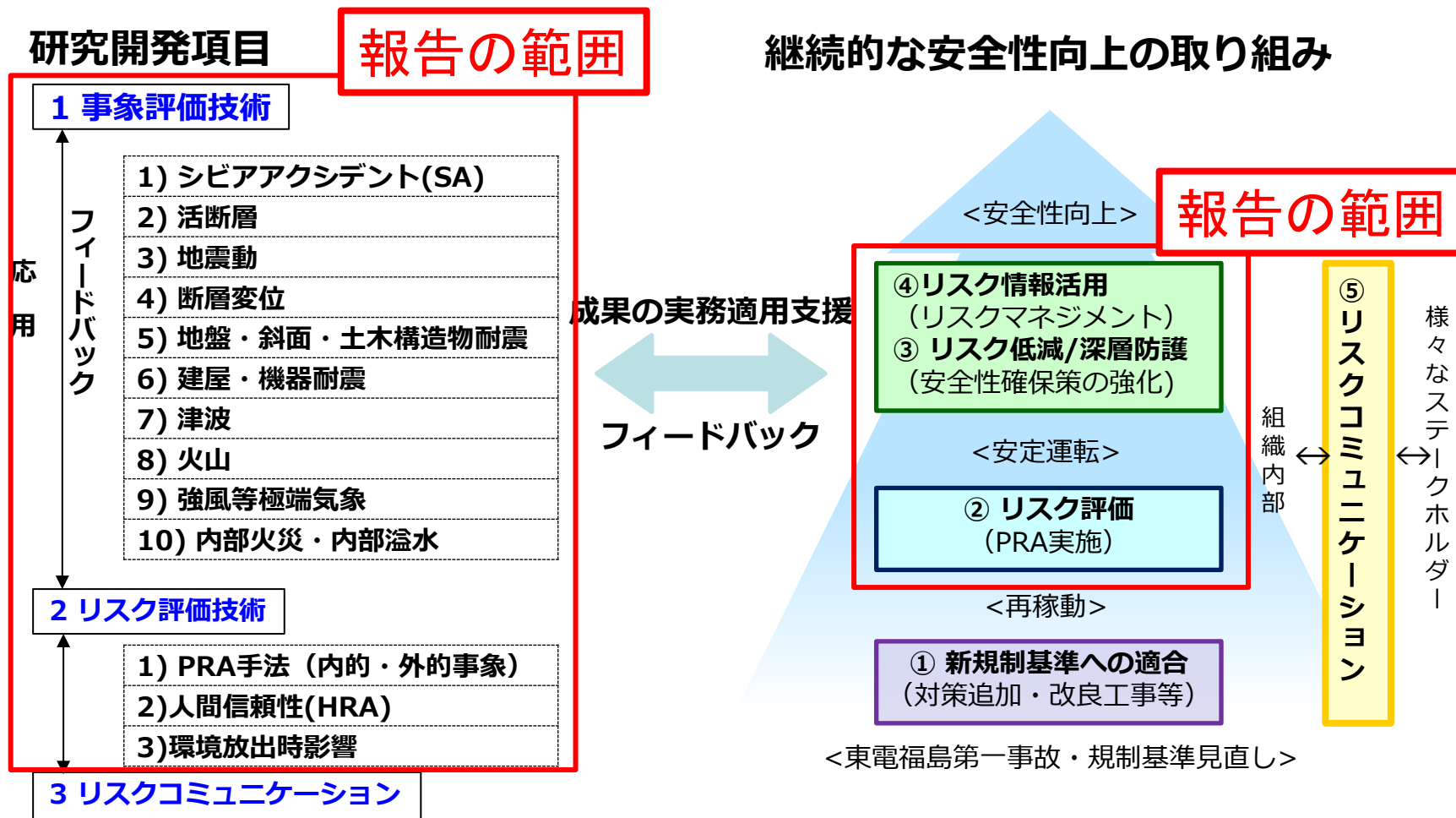
発刊済のPRA、RIDMに関するNRRCガイド

分野		関連するNRRCガイド（略称）
PRA	共通	PRAピアレビューガイド[6]
	内的事象他	機器信頼性データ収集ガイド[7]
		人間信頼性解析ガイド[8]
	内部溢水	内部溢水PRAガイド[9]
	内部火災	火災PRAガイド[10]
RIDM		運転中保全ガイドライン[11]
		格納容器漏えい率試験間隔延長ガイドライン[12]

シンポジウムでの報告内容

本シンポジウムにおける報告内容（1/2）

- 「PRA技術」及び「リスク情報活用」の現状の到達点と今後の開発について報告



本シンポジウムにおける報告内容（2/2）

- 「現状の到達点」と「今後の開発」に分けたプログラムとして報告
- 「現状の到達点」では、事業者が安全性向上評価で評価済であるPRA（内的事象、地震、津波、レベル2）、NRRCによるガイドが整備済であるPRA（内部火災、内部溢水）、並びにRIDMのためのガイドを報告
- 「今後の開発」では、NRRCによるガイド未整備のPRA（竜巻・強風、火山 他）を報告

プログラム構成

■ 現状の到達点

- 内的事象PRAモデルの品質向上に係る支援
- 地震PRA手法の開発と実機の適用状況
- 津波PRA手法の開発と実機への適用状況
- 内部火災PRA、内部溢水PRA手法の開発と実機適用状況
- レベル2 PRA手法の開発と実機適用状況
- RIDMガイドの整備及び活用

■ 今後の開発

- 竜巻・強風PRA、火山PRA手法の開発
- フルスコープPRAに向けた手法の開発

参考文献・資料

- [1] 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 (https://criepi.denken.or.jp/jp/nrrc/event/pdf/2018_source.pdf)
- [2] 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（2020年改訂版）
(https://www.fepc.or.jp/pr/news/oshirase/_icsFiles/afieldfile/2020/06/19/press_20200619_b.pdf)
- [3] 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（2023年改訂版）
(https://www.fepc.or.jp/pr/news/oshirase/_icsFiles/afieldfile/2023/12/14/press_20231214_3.pdf)
- [4] 第2回リスク情報活用に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換「資料3 原子力事業者のPRA高度化及びリスク情報活用の取組み（原子力エネルギー協議会）」
(<https://www.da.nra.go.jp/view/NRA100011770?contents=NRA100011770-002-009#pdf=NRA100011770-002-009>)
- [5] 第3回リスク情報活用に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会「資料3 リスク情報活用に関するアプリケーションの議論の進め方（原子力エネルギー協議会）」
(<https://www.da.nra.go.jp/view/NRA100013139?contents=NRA100013139-002-005#pdf=NRA100013139-002-005>)
- [6] 電中研報告 NR25001「PRAピアレビューガイド」
- [7] 電中研報告 NR22006「確率論的リスク評価（PRA）のための 機器信頼性データ収集実施ガイド」
- [8] 電中研報告 O18011「叙事知に重点を置いた 人間信頼性解析（HRA）ガイド(2018年度版)－定性分析方法ならびに過酷状況下タスク分析モデルの開発－」／電中研報告 O20003「叙事知に重点を置いた人間信頼性解析（HRA）の定性分析ガイド（2020年度版）」／電中研報告 NR23005「叙事知に重点を置いた人間信頼性解析（HRA）の定性分析ガイド（2023年度版）」
- [9] 電中研報告 NR25002「国内原子力発電プラントを対象とした内部溢水PRAガイド（2025年版の策定）」
- [10] 電中研報告 O20001「国内原子力発電プラントを対象とした火災PRAガイドの策定」
- [11] 電中研報告 NR26002「運転中保全ガイドライン（2026年改訂版）－外的事象に対するリスク管理の充実化－」
- [12] 電中研報告 NR24002「リスク情報を活用した国内原子炉格納容器漏えい率試験に係る試験間隔延長の成立性の調査検討」