

JASMiRT 第2回国内ワークショップ

「福島第一原子力発電所事故を教訓とした構造工学分野からの安全性向上を目指して  
—現実的現象把握によるパフォーマンス評価とその安全性向上への活用—」

23 August, 2018

## 確率論的リスク評価から得られる 情報の活用について

(一財) 電力中央研究所  
原子力リスク研究センター  
南 則敏

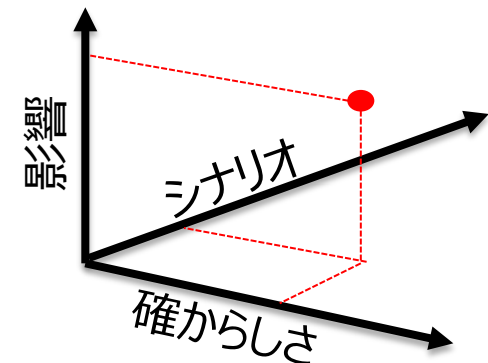
n-minami@criepi.denken.or.jp

# 目次

- リスクとは？
- 決定論的リスク評価
- 確率論的リスク評価から得られる情報
- RIDM導入戦略のスコープ
- RIDM導入の取組みの進め方

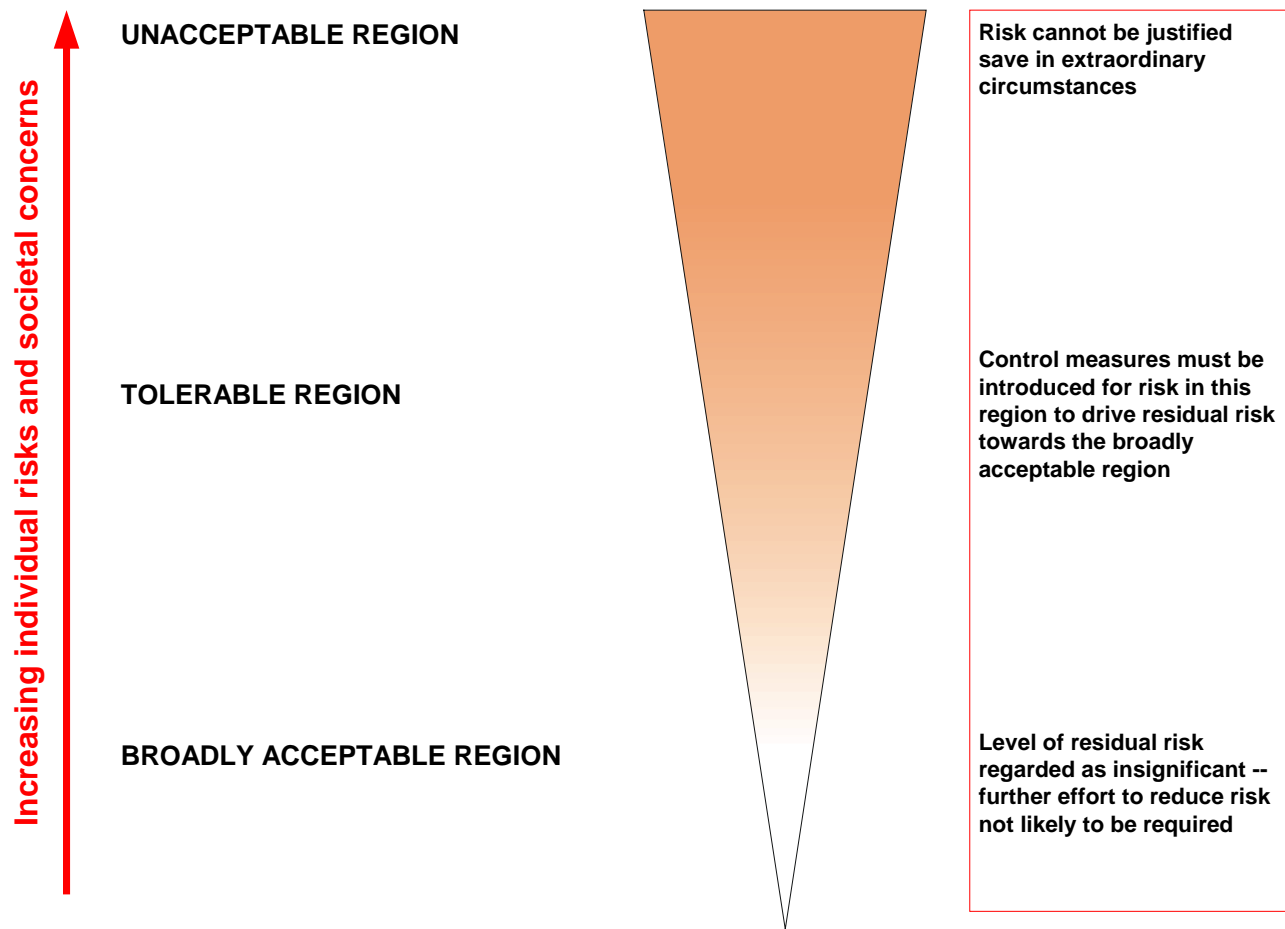
# リスクとは？

- 悪いこと、あるいは不快なこと（怪我や損失など）が起こる可能性（Merriam-Webster dictionary）
- リスク評価とは、以下の問いに答えること（Kaplan and Garrick, 1981）
  - シナリオ（What can go wrong?）
  - 確からしさ（How likely is it?）
  - 影響（What are the consequences?）
- どのような手段や対策を講じようとも、リスクはゼロにはならない（残余のリスク）
  - 残余のリスクを管理し、“受容可能（Acceptable）”または“耐えられる（Tolerable）”レベルに低減すること、が重要。



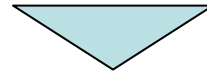
## 【参考】英国におけるリスク管理の考え方

### “Acceptable” vs. “Tolerable” Risks U.K. Health and Safety Executive



## 決定論的リスク評価 (伝統的な規制手法)

安全余裕・深層防護を確保することで、  
事故の発生防止、影響緩和を図る



### 設計基準事故 (適切な防護)

- 発電所が適切に設計・建設 (基準に適合) していることを評価ための仮想的な事故
- 低発生確率、様式化 (LOCA, etc)

### 【課題】

- 適切な深層防護の深さ？
- 設計基準事故；
  - 定性的なシステム信頼性評価 (単一故障基準)
  - 様式化された人間パフォーマンス評価 (10分ルール等)
  - 運転経験が反映できない

# 確率論的リスク評価の概要

## レベル 1

原子炉

結果

炉心損傷に至る事故  
シーケンス・確率、設  
備や人間パフォーマ  
ンスの重要度、等

## レベル 2

格納容器

結果

格納容器機能損傷確率  
、FP放出シーケンス、等

プラントモード  
出力運転時  
停止時  
移行時

## レベル 3

サイト／所外への影響

結果

公衆への健康影響、  
所外での経済影響

スコープ  
内部事象  
外部事象

不確実性


## リスク情報活用 (RIDM) フレームワーク

- 決定論的リスク評価も、確率論的リスク評価も不完全
- しかし、双方から得られる情報は、お互いの欠点を補完しあうことができる
- 両方を、討議プロセスを通じて融合させることで、安全上の重要度に応じた意思決定を行い、プラントの安全性を向上させる



## リスク情報を活用した意思決定(RIDM)導入

- なぜ福島事故は発生したか
  - 規制要求（決定論）を満足すれば安全は担保されるとの思い込み
  - 新知見や運転経験（特に海外事例）への対処に係る意思決定の失敗
    - 土木学会に評価方法のレビューを依頼したが、並行して具体的な設備や手順整備等の対処はとられなかった
    - ルブレユ、マドラスの運転経験は、反映のための詳細検討がされなかった 等

- 
- リスク情報（**確率論**）も考慮した自主的な安全性向上への取組み
  - **統一的・客観的**な情報に基づき、**安全性を評価軸**とした合理的に行われる意思決定の仕組み



リスク情報を活用した意思決定（RIDM）プロセス  
導入により、発電所の安全性向上を達成する



# RIDM導入戦略のスコープ

有限な資源を優先順位の高い問題に振り向け、効率的、持続可能な方法により、プラントの安全性向上を実現する。

RIDM導入戦略

リーダーシップ  
RIDM導入にコミットする。

規制当局

リスク情報を活用した意思決定プロセス ⑦  
: 確率論的リスク評価から得られる知見をその他の工学的知見とともに考慮して意思決定をする  
(以下は体系化・定型化された業務プロセスの一例)

<b>運転:</b> サーベイランス試験頻度、手順書、訓練プログラム	<b>保安:</b> 系統・構造物・機器のリスク重要度、オンラインメンテナンス、調達プログラム	<b>技術支援:</b> パフォーマンス監視、運転可能性の意思決定、リスクマネジメント保安規定	<b>検査:</b> ROP、NOED、RI-ISI、RI-IST	<b>分野横断:</b> CAP
---------------------------------------	--	--	--------------------------------------	---------------------

Good PRA実現のための技術基盤

モデル、文書化	信頼性パラメータ、データベース	ツール	PRAピアレビュー
---------	-----------------	-----	-----------

RIDMに係る原子力事業者の技術基盤

<b>人材育成:</b> PRA技術者、PRAユーザー、管理層	コンフィギュレーション管理	系統パフォーマンス監視・評価	マージン管理	パフォーマンス向上 (CAP, OE等)
------------------------------------	---------------	----------------	--------	----------------------

RIDMに係る産業界の技術基盤

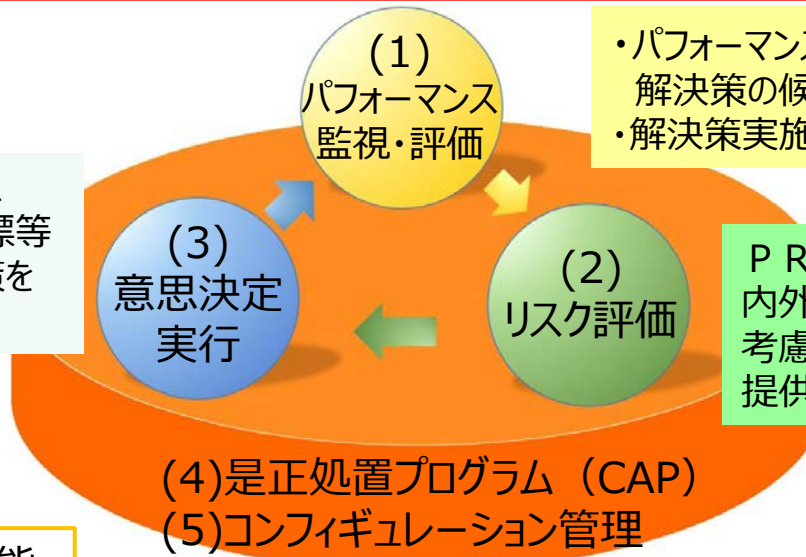
研究開発	規格・標準
------	-------

RIDM導入のために必要となる機能

# リスク情報を活用した意思決定(RIDM)導入

## 自律的な安全性向上のマネジメントシステム

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。

P R A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。

## リスク情報を活用し発電所マネジメントを高度化

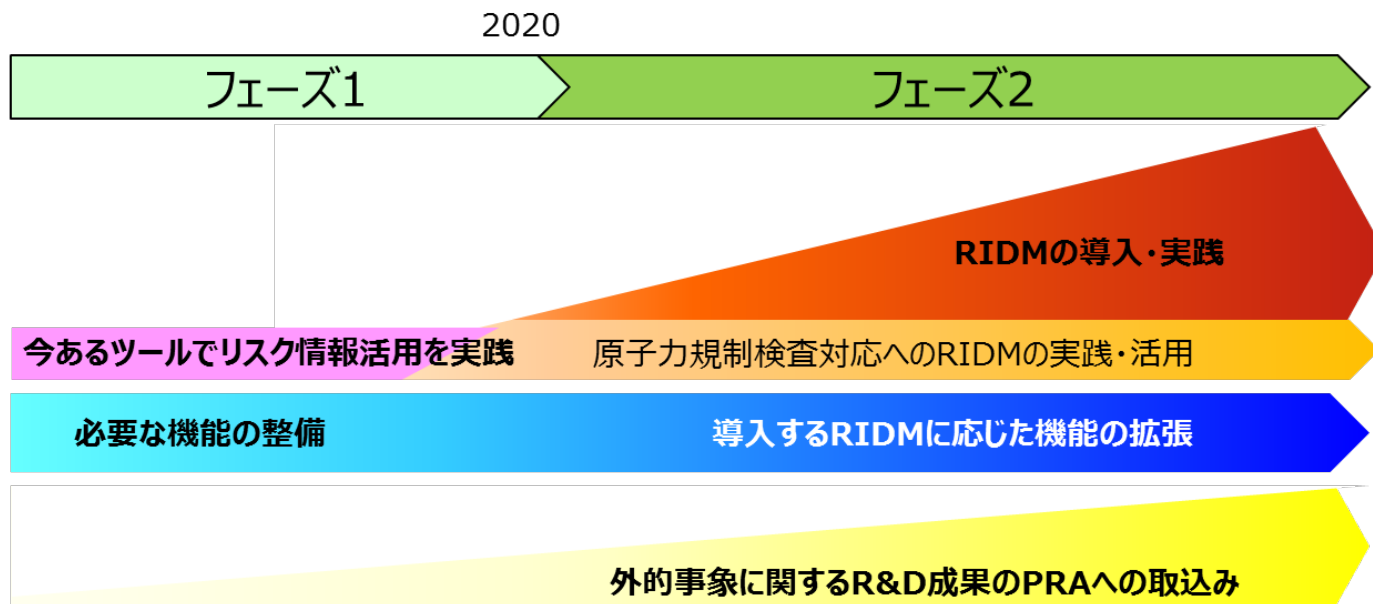
## RIDM導入戦略の基本方針、到達目標

### フェーズ1 (2020年もしくはプラント再稼働までの期間)

- 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。  
⇒具体的な取組みをアクションプランとして策定

### フェーズ2 (2020年もしくはプラント再稼働以降)

- 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**R I D M活用範囲を拡大**。  
⇒日常の発電所運転・保守管理について、RIDM活用範囲を拡大。  
⇒PRA等の必要な機能を高め、将来的には、米国同様の運転中保全のようなRIDMを導入した安全性向上のマネジメントの仕組みにまで適用範囲を拡大。



## まとめ

- ・発電所の安全性向上に継続的に取り組んでいくためには、自律的な発電所マネジメントの高度化が重要であると認識。
- ・プラントの状況を正しく把握し、RIDMの導入により起こりうる問題のリスク重要度を判断の物差しとして考慮し（リスクインフォームド）、安全性向上のための意思決定を行う。
- ・各社が発電所マネジメントへのRIDMの導入のための取り組みの基本方針・アクションプラン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。



フェーズ1（2020年もしくはプラント再稼働までの期間）として、  
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を実施し、  
フェーズ2（2020年もしくはプラント再稼働以降）として、  
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活用範囲を拡大していく。