

日本原子力学会シンポジウム
東京電力福島第一原子力発電所の廃炉
—廃炉の論点と展望—

より一層の安全確保に向けた リスク評価への取り組み

日本原子力研究開発機構
高田 孝

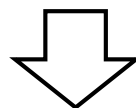
発表内容

- 安全確保におけるリスク評価の役割
 - リスクの定義
 - 安全確保における（統合的）意思決定
- 廃炉におけるリスクの管理目標
- 廃炉時におけるリスク発生源（系統）
 - 現行の放射性物質の閉じ込めに関する機能喪失
 - 廃炉作業工程に関する追加設備、系統からの放射性物質の放出
- 現行機能に対する取り組み
- 廃炉作業工程に対する取り組み
- 取り組みに対する課題等
- まとめ

安全確保におけるリスク評価の役割

■ リスクの定義

- 危害の発生確率及びその危害の度合いの組合せ
(ISO/IEC Guide 51:2014 (JIS Z8051:2015))
- 目的に対する不確かさの影響
(ISO Guide 73:2009 (JIS Q0073:2010))

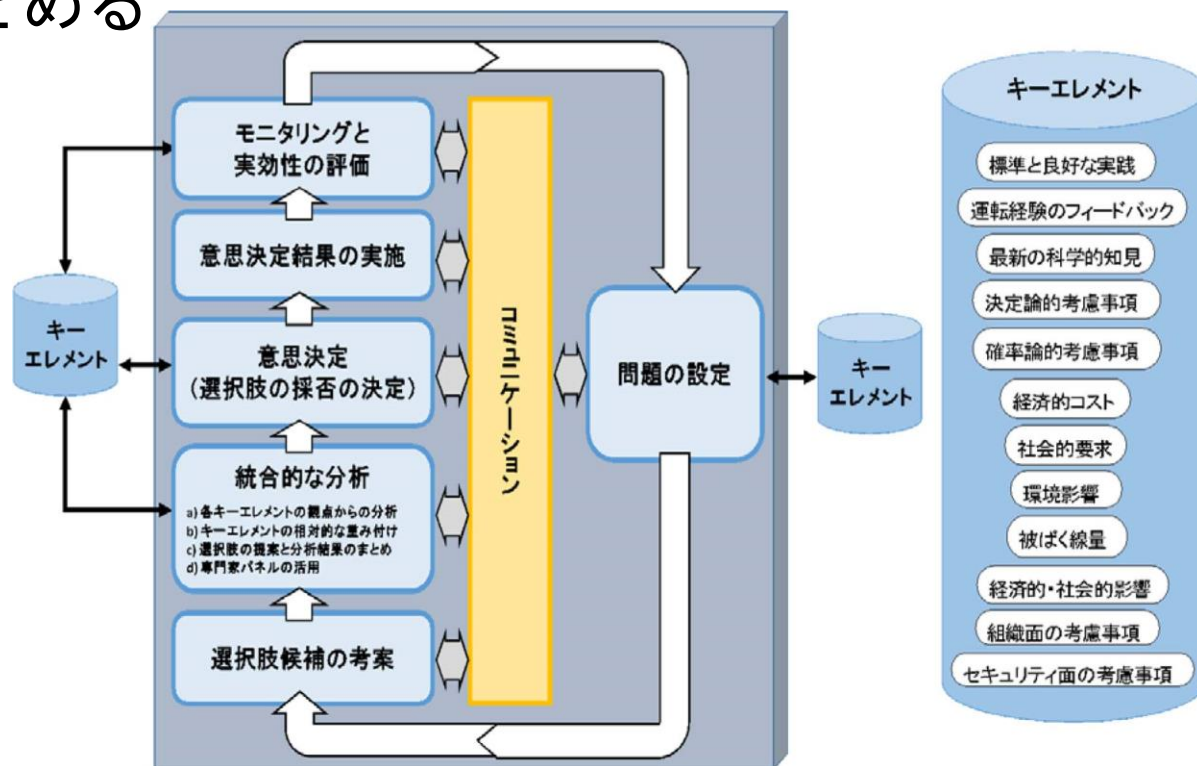


ここでのリスクは、廃炉作業に伴う被ばくを受け健康等への影響が発生する可能性となる

リスクは不確かさを含むものであり
評価結果をどういう形で安全確保に
資するか（意思決定）が重要

安全確保における(統合的)意思決定

リスク評価を含めた各キーエレメントの観点からの分析、相対的な重み付けを行い、選択肢候補から選択肢として提案するとともに、その分析結果を意思決定者の判断材料としてまとめる



リスク評価には

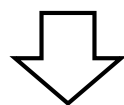
- ・ 要因分析
- ・ シナリオ分析
- ・ 確率的考察

等が含まれる

安全性向上の枠組みを踏まえた統合的意志決定プロセス例
(原子力学会安全性向上タスク報告書より)

廃炉におけるリスクの管理目標

- 周辺公衆に対する放射線被ばく（潜在被ばく）
- 作業従事者に対する放射線被ばく（潜在被ばく）

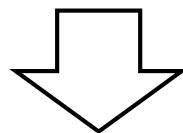


「放射性物質の放出量」

ただし、放射線被ばくに関する危害の度合い（影響評価）については潜在被ばくに加え通常被ばくによる影響を付加する必要がある

廃炉時におけるリスク発生源(系統)

- 現行の放射性物質の閉じ込めに関する機能喪失
(ガス浄化系、水循環浄化系等) (目的が果たせなくなる。例えば目覚まし時計の電池切れ)
- ⇒ 設備の詳細は把握
(定量的リスク評価*が有効)
- 廃炉作業工程に関する追加設備、系統からの放射性物質の放出 (デブリ取出し等)
- ⇒ 具体的な設備等はこれからの検討であり、
リスク要因分析、シナリオ分析が有効



上記に対する取組が重要

*リスクを数値的に「見える化」すること。

例えば、確率論的リスク評価(Probabilistic Risk Assessment)など

現行機能に対する取り組み

- 定量評価の精緻化*、不確かさ幅に対する整理
 - 起因事象**、発生頻度の継続的改善（確認含）
 - 事象進展シナリオの継続的改善
 - モデルや（故障確率等の）データの継続的改善
 - 人的過誤、工学的判断の考え方整理（継続的改善）
および不確かさ幅の把握
 - 放射性物質放出量の定量化の継続的改善

*ここでの「精緻化」は全てのモデル、データを詳細にするという主旨ではなく、現状の精度を明確に把握し、継続的改善可能なものについて対応するという主旨

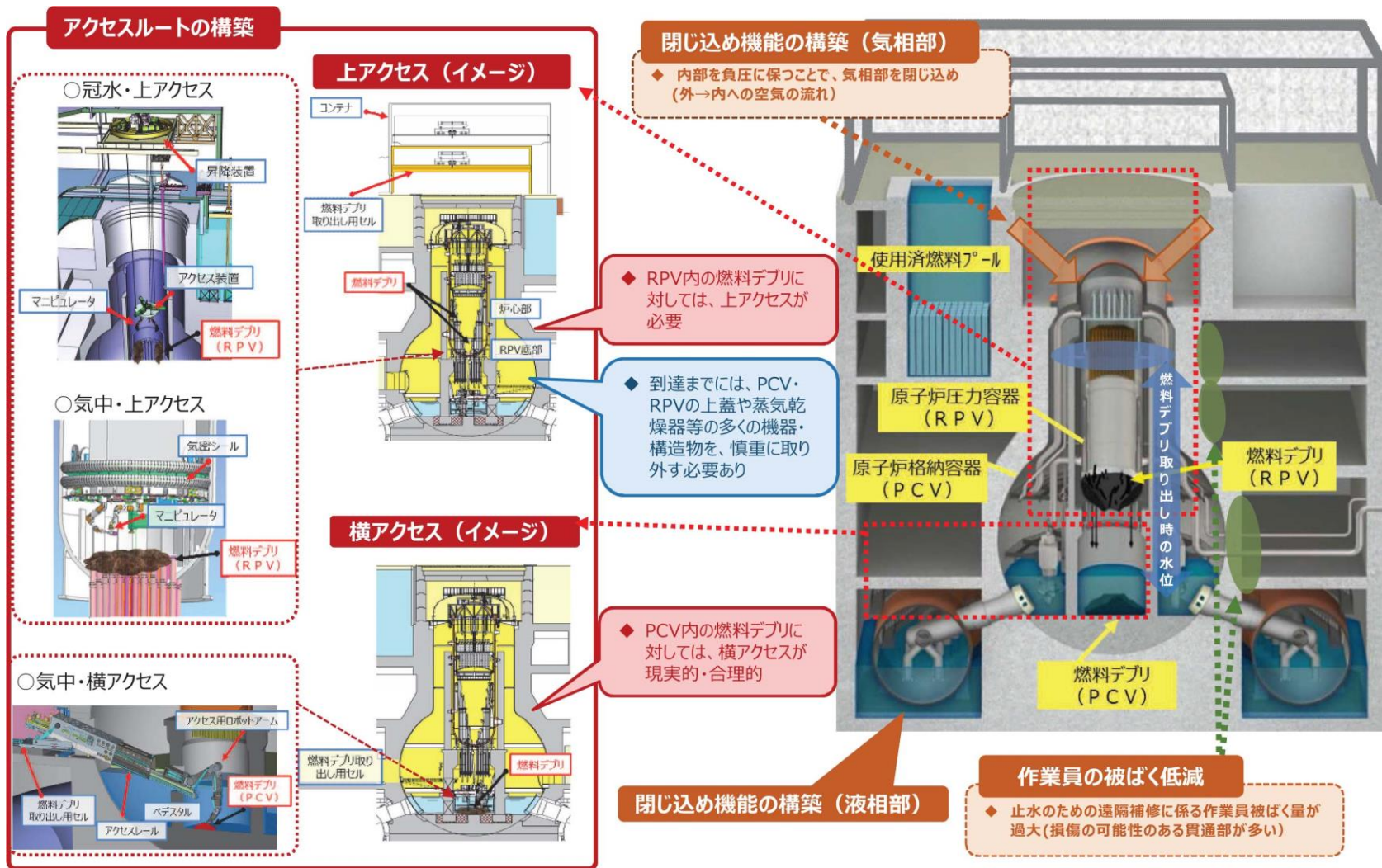
「不確かさ幅」とは、例えば1000年に1回の出来事に対し10年程度のずれがありうるのか、100年程度なのかということ

** きっかけとなる最初の出来事（イベント）

廃炉作業工程に対する取り組み(1/3)

【具体的な設備等が不明】

第14回廃炉・汚染水対策福島評議会
資料3-2より



廃炉作業工程に対する取り組み(2/3)

- 設備・機器、工程及びリスク要因に関する検討
 - 燃料デブリ取り出しに伴う設備・機器、工程を想定し、これらに起因する失敗モード及びその影響を検討 (FMEA*手法等)

プロセス	設備・機器、工程	失敗モード	失敗の影響	重要度
A	a b C	故障 落下 作業ミス	冷却停止 PCVの損傷 臨界	中 高 低
B				
C				

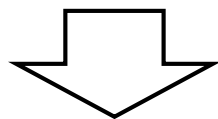
- 事故進展シナリオに関する検討
 - 上記およびMLD**手法等を用いて事故シナリオを想定 (見落としがないよう、多面的な分析が重要)

*故障モード影響解析(Failure Mode and Effects Analysis)

**マスターロジックダイアグラム(Master Logic Diagram)

廃炉作業工程に対する取り組み(3/3)

- 事故シナリオの定性的、定量的評価
 - 現行機能での取り組み（工学的判断、人的過誤、放射性物質放出定量化等）を活用し、現行可能な範囲でシナリオの定性的、定量的評価を実施



- 作業工程に対する体系的なリスク評価手法の構築
- 異なる工程間の比較、分析
- 統合的意思決定に資する情報の提供

取り組みに対する課題等

- 体系的なリスク評価手法の構築に関してはまずは内的事象を対象
- 周辺公衆と作業従事者の区別（バウンダリをどう考えるか？）
- 具体的な監視方法、閾値の設定
- 不確かさ情報を含めたリスク分析や評価、統合的意思決定の考え方

まとめ

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉において、より一層の安全確保に向けたリスク評価への取り組みにとして、

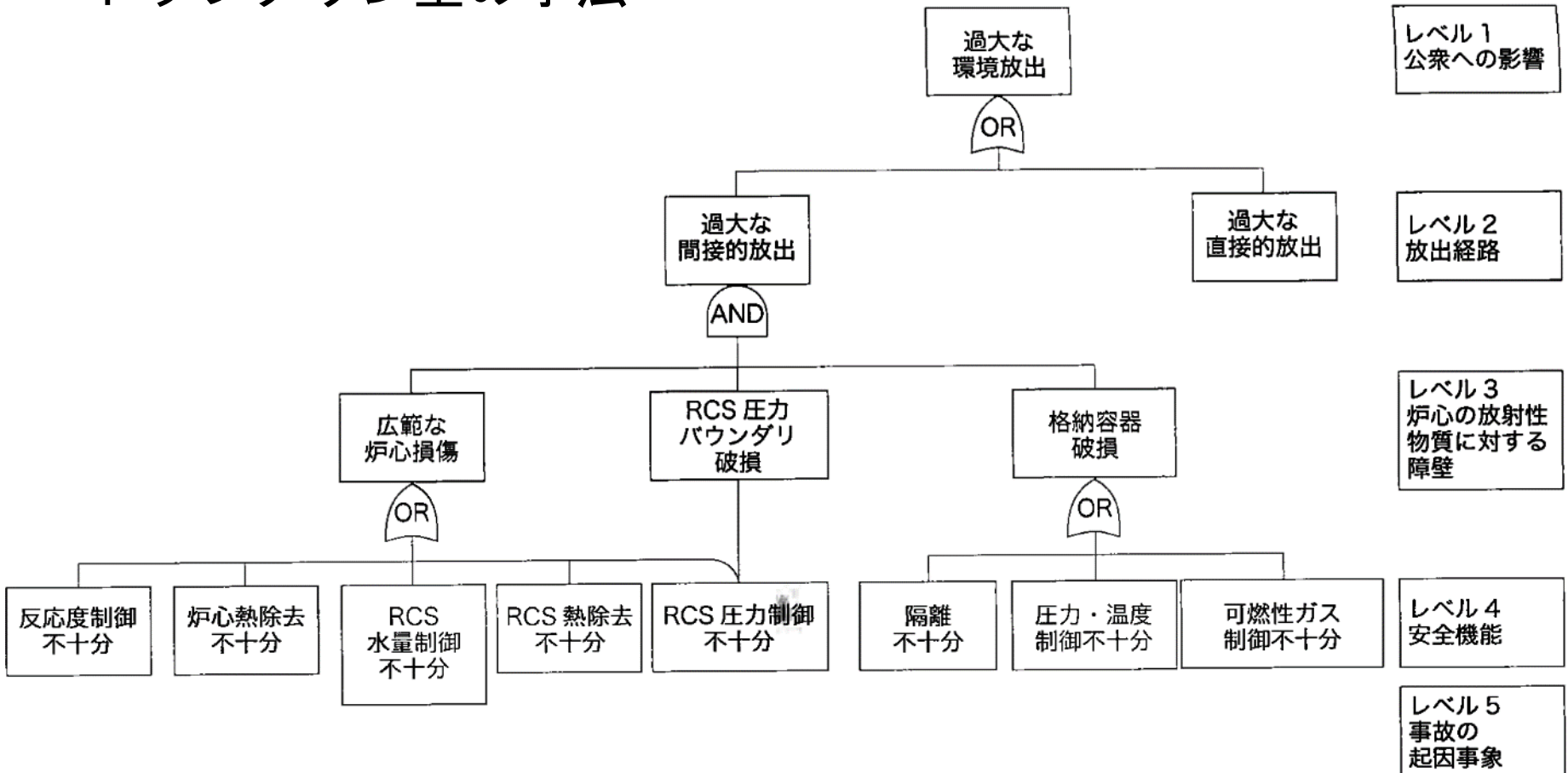
- 現行の放射性物質の閉じ込めに関する機能喪失に対する取り組み
 - 評価手法の精緻化、不確かさ幅に対する整理
- 廃炉作業工程に対する取り組み
 - 設備・機器、工程及びリスク要因に関する検討
 - 事故進展シナリオに関する検討
 - 事故シナリオの定性的、定量的評価

リスクは不確かさを含むものであり、現状の知見や技術で可能なリスク分析、評価を統合的意思決定に取り入れることが重要

ご清聴、ありがとうございました。

補足1 マスターロジックダイアグラム

最終的な結果からスタートし、階層的にその要因を分析する
トップダウン型の手法



補足2 故障モード影響解析

システムの性能に関する潜在的な故障の様子（故障モード）並びにそれらの原因及び影響を明確にすることを目的としたボトムアップ型の手法

「故障の状態と原因」を次ページで具体例を挙げて解説

表 FMEAシートの例

項番	機器名	機能	故障の状態	故障の原因	故障の影響	影響度	単一・致命的故障	調べ方	防ぐ方法	防止対策処置の確認
	検討を行う機器、部品名を記入する	検討を行う機器、部品の機能を記入する	検討を行う機器、部品の機能、性能等が失われた場合を想定して記入する	検討を行う機器、部品の機能、性能等が失われた場合を想定して記入する	故障が与える影響を記入する	以下の基準を記入する 1:致命的 2:重大 3:限界 4:軽微	単独故障で装置の機能が失われる故障	故障モードの検出方法として設計で対応可能な方法を記入する	故障の発生を防止、抑制するために必要な設計、製造、検査、運用、管理等の対策を記入する	対策実施の有無を記入する

手順①

手順③

手順②

手順④

機械振興協会HPより

http://www.jspmi.or.jp/system/l_cont.php?ctid=130403&rid=829