

外的ハザード事象のリスク評価とPRA基準の開発計画
(その3)今後の PRA 実施基準整備とリスク情報活用に向けて

山口 彰

大阪大学 環境・エネルギー工学専攻

(リスク専門部会長)

教訓27. リスク管理における確率論的安全評価手法(PSA)の効果的利用

- リスク管理における確率論的安全評価手法(PSA)の効果的利用 原子力発電施設のリスク低減の取組みを体系的に検討する上で、これまでPSAが必ずしも効果的に活用されてこなかった。また、PSAにおいても大規模な津波のような稀有な事象のリスクを定量的に評価するのは困難であり、より不確実性を伴うが、そのようなリスクの不確かさを明示することで信頼性を高める努力を十分に行ってこなかった。このため、今後は、不確かさに関する知見を踏まえつつ、PSAをさらに積極的かつ迅速に活用し、それに基づく効果的なアクシテントマネジメント対策を含む安全向上策を構築する。

原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書-東京電力福島原子力発電所の事故について-、原子力災害対策本部、平成23年6月

考慮すべきリスク要因とアプローチ

- 原子力発電のリスク要因とその抑制
 - 設計基準事象に対する防護(安全設計審査指針)
 - 設計基準外事象に対するアプローチ(SAM、PRA)
 - 多重故障とヒューマンファクター(TMI事故の知見)
 - 安全文化(原則と規則)と国際的調和(チェルノビル事故の知見)
 - 外的事象と共通要因(福島第一事故の知見)
 - 複合事象と多数基立地(福島第一事故の知見)
 - 人的事象(September 11)
- 重要なリスク要因は全て考慮されなければならない
 - 我が国で地震ハザードの重要性は指摘されるも随件事象も不十分
 - 迅速かつ包括的な外的事象の考慮が求められる

残余のリスク

- 地震学的見地からは、策定された地震動を上回る強さの地震動が生起する可能性は否定できない。このことは、耐震設計用の地震動の策定において、「残余のリスク」(策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク)が存在することを意味する。
- したがって、施設の設計に当たっては、策定された地震動を上回る地震動が生起する可能性に対して適切な考慮を払い、基本設計の段階のみならず、それ以降の段階も含めて、この「残余のリスク」の存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきである。

発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針

平成18年9月19日 原子力安全委員会決定

地震随伴事象に対する考慮

- 施設は、地震随伴事象について、次に示す事項を十分考慮したうえで設計されなければならない。
 - (1) 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。
 - (2) 施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があるとして想定することが適切な津波によっても、**施設の安全機能が重大な影響**を受けるおそれがないこと。

発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針

平成18年9月19日 原子力安全委員会決定

原子力の地震安全に影響を及ぼした地震

- 兵庫県南部地震
 - (1995年1月17日, Mj7.3)
- 宮城県沖地震
 - (2005年8月16日, Mj7.2)
- 能登半島地震
 - (2007年3月25日, Mj 6.9)
- 新潟県中越沖地震
 - (2007年7月16日, Mj 6.8)
- 駿河湾沖地震
 - (2009年8月11日, Mj 6.5)

- 地震耐性の充実・強化

Security Assessment of Nuclear Power Plant

- Phase 1 (2002年2月にNRCから命令)
 - 爆発や火災によって多くの施設が影響をうければ (lost large area) どうなるのか
 - 既設あるいは“すぐに用意できる手段”で影響抑止戦略 (mitigating strategies) を示す
 - 2002年と2003年に事業者が履行したかを検査
 - 手段がきわめて多岐多様→影響抑止戦略ガイドライン
 - NRCの研究によるLessons-learned
 - best practiceのリスト
 - 2005年8月31日までに適用可能な影響抑止手段を履行するよう要求
 - 2005年に検査、その後も継続
- Phase 2 使用済燃料プール (2006年1月24日NEIからNRCへの書簡)
- Phase 3 原子炉と格納容器 (2006年6月27日NEIからNRCへの書簡)

B.5.b Phase 2&3 Submittal Guidance (NEI, 2006.12) プラント固有の耐性向上の広範なスペクトラムと重要な観点

- 損傷状態、プラント条件、プラントの応答を正確に知ることは不可能
- プラントの耐性を高めるために、包絡事象を考えようとすることは無意味
- 損傷状態の重ね合わせや順序をいろいろとやってみても評価不能
- 運転員への影響や中操機能喪失のため、常時の指揮命令系統や制御系統の機能を損ないうる損傷シナリオがある
- **柔軟な対応能力**が必要である。これは極端状態を指向した潜在力を厚くする
- コストをかけて新しいハードウェアを装備しても役に立つのかわからない。既存の設備が機能を失う状況では追設設備も役に立たない
- 対応能力向上をあげつらっても、損傷状態の全スペクトラムにて成功するとは限らない

もやもやした疑問

- 安全目標が中間とりまとめのまま
- リスク情報活用が進まない
- ALARA (As Low As Reasonably Achievable)の概念が理解されない
- 福島事故は日本の文化が原因、人災と言われる
- B.5.bの受け止め方
- なぜ、脱原発か
- 我が国には原子力の安全確保はできるのか

- Single Issueとしてしまう
- 包括的な見方とバランスを考えた"しづといアプローチ"

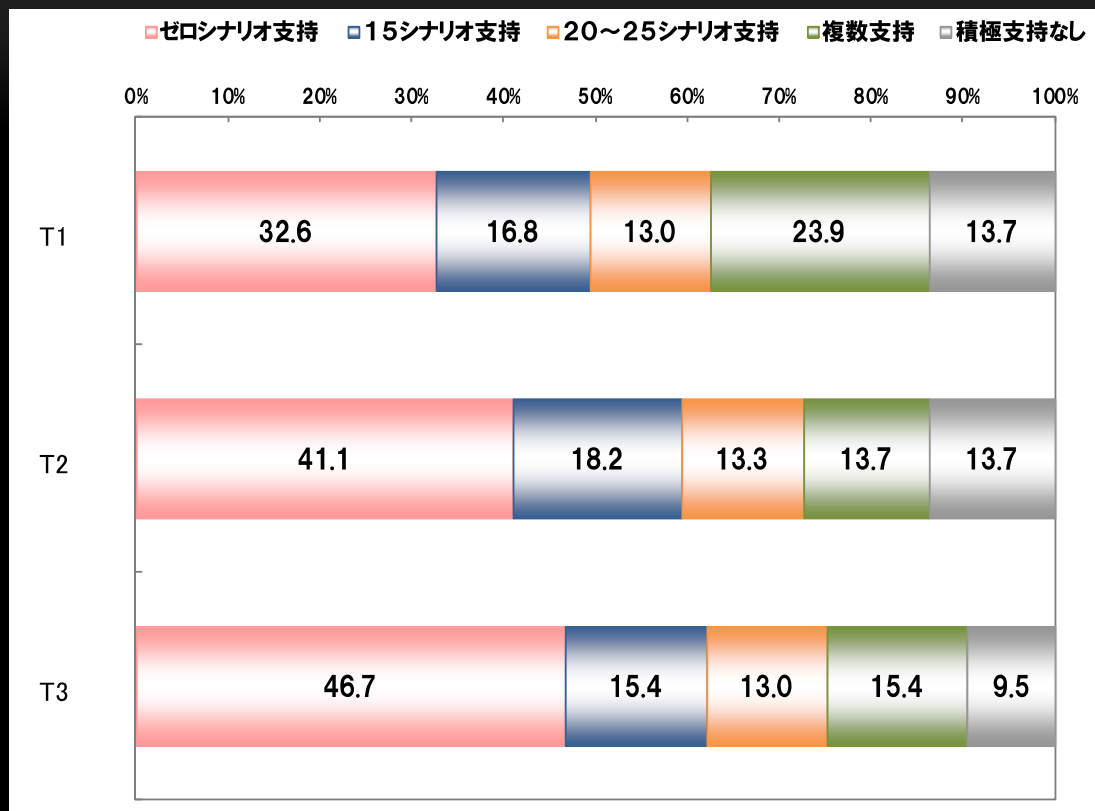
原則 4 施設とそれに係る活動の正当化

- 放射線リスクをもたらす施設とそれに係る活動は、総体として利益をもたらすべきである
 - 利益とリスクを評価するために、施設の運転とそれに係る活動の実施がもたらす重要な影響全てを考慮する
 - この決断（Justification）は政府の最高レベルでなされる
 - Justification for something is an acceptable reason or explanation for it
 - 放射能は自然現象であり様々な利益をもたらす一方、放射線リスクが従事者と公衆にもたらされる。従って、リスクと利益の分析・評価、それに係る判断が必要
- 正当化という考え方は、リスクを受け入れるという考え方である
 - 受け入れるリスクはいかに制御されるべきかという命題へ

正当化と討論型世論調査

- 正当化とは、無条件に良いとは云い得ないものを受け入れる
 - エネルギーは必要、安全も重要
- 討論型世論調査（8月4日、5日）
 - エネルギー・環境に関する選択肢で何を最も重視するか
 - 安全確保：67.0（電話）→74.4（会議前）→76.5%（討論・質疑後）
 - エネルギー安定供給：安全ほどでないが徐々にあがっている
 - 地球温暖化防止：低下している
 - コスト：横ばい
 - 全て大切、これらをどう両立させるのかを討論させるべき
 - 安全が最も大事→0%シナリオへの誘導となっている

討論型世論調査における意見の変遷

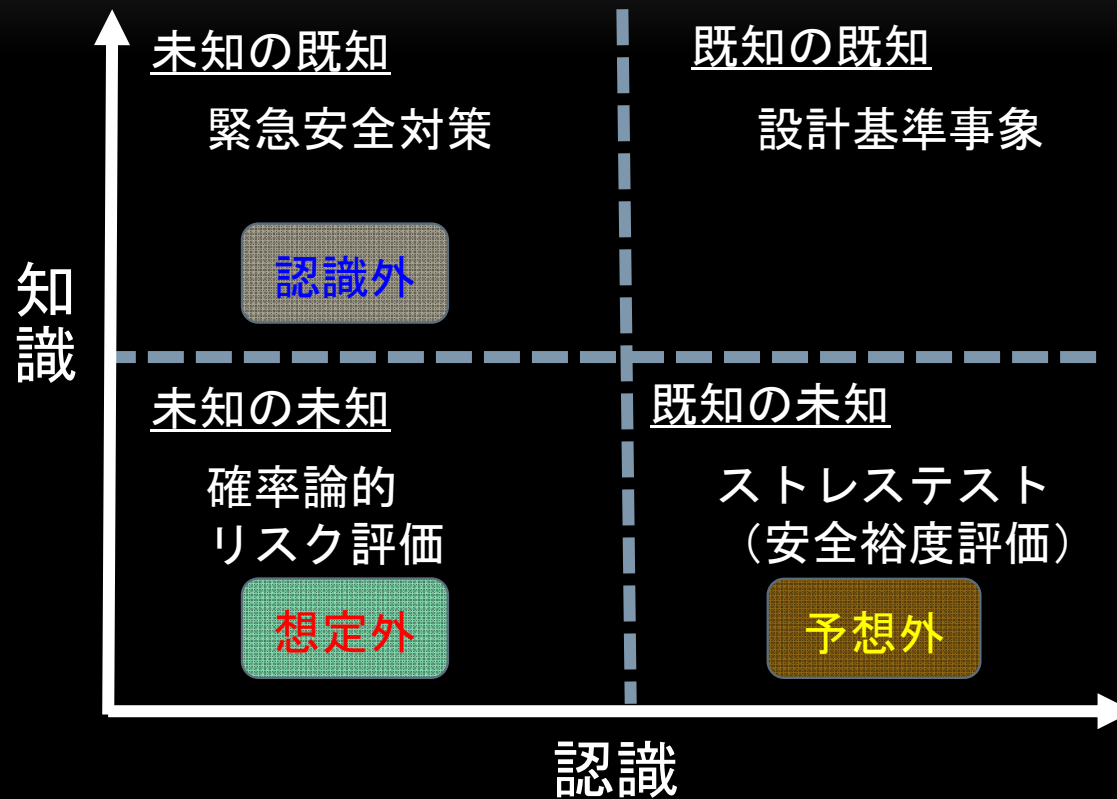


石炭、天然ガス、原子力が3割ずつ、残りを再生可能エネルギー
安全重視：ゼロ、安定供給：15と20-25、コスト＋地球温暖化：複数＋支持なし

外的事象のPRAの課題

- 考慮すべき事象の優先度の議論ができていない
 - 例えば、B.5.b 我が国のリスクは何かを考えるべき
- 包括的な見方をしなかった
 - 大きなところを捉え、絞り込むアプローチ
- 想像力を働かせること
 - 一つの事象を水平展開することに執心
- 正当化という発想がなかった
 - リスクをとるということ的前提
- リスクを制御するという姿勢
 - 安全は設計と枠組みで達成する

安全確保の方策



まとめ

- リスク情報活用
 - 正当化（理由を述べること）のベースとして使う
 - 備えるべき不確かさは何かを見抜く
- 確率論的リスク評価
 - “未知”を分析的に解明する方法
- 帰納的な方法も必要（知見、経験、総合的安全評価）
- リスク専門部会の活動
 - リスク評価標準を整備
 - リスク評価の使い方
 - リスクを抑制するアプローチ