

参考資料

確率論的リスク評価(PRA)実施のための 米国産業界の体制

2013年11月
資源エネルギー庁

PRA実施について米国における各組織の役割分担

原子力エネルギー協会 (NEI)

- 産業界大としての意思決定を行いNRCと調整。NRCの規制要求に対し産業界の対応案を伝える場合などは、主にNRCの原子炉規制局 (NRR) と意見交換。代表的な発電所のリスクの知見を用いてNRCに説明。
- 産業界のガイダンス文書を策定し、NRCと折衝してエンドースを受けている。

例: NEI00-02 PRAピアレビュープロセス、NEI00-04 10CFR50.69 SSC分類ガイドライン

電力研究所 (EPRI)

- 実践的ガイダンスやPRAの手法を開発。
- NRCの原子力規制研究局 (RES) と協力。

例: PSA活用ガイド、停止時リスク評価手法、火災PRA手法、地震スクリーニング手法など

米国機械学会 (ASME)、米国原子力学会 (ANS)

- PRA標準を作成。

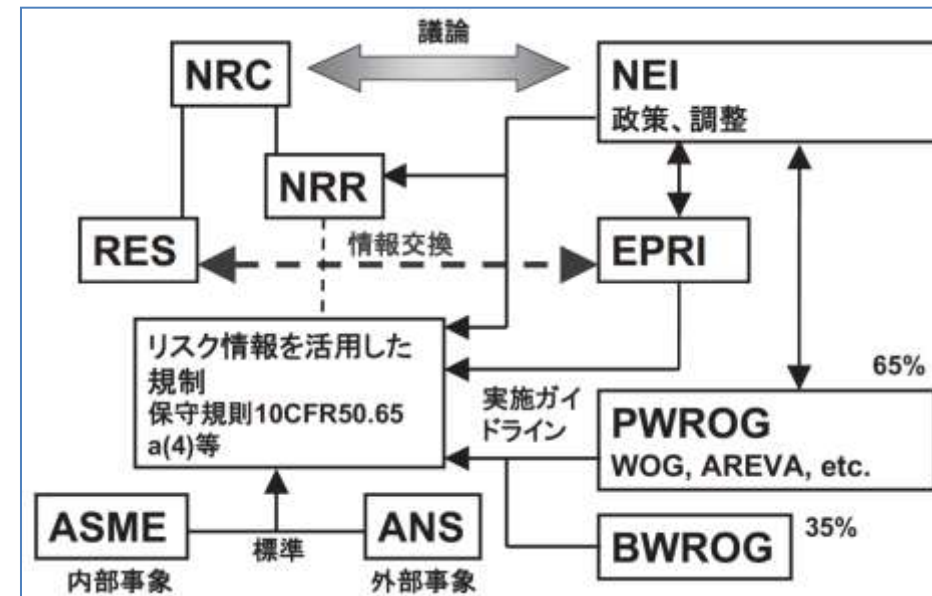
例: ASME/ANS RA-Sa-2009

オーナーズグループ (PWROG, BWROG)

- パイロットプログラムをサポート、ガイドラインを作成。

(参考) 原子力発電運転協会 (INPO)

- 事業者が提出するPI (Performance Indicator) データを用いて各発電所のパフォーマンスを評価。
- 各発電所の機器故障データを収集して、非公開のデータベース (EPIX) に登録。NRCはINPOと覚書を交わしEPIXデータベースにアクセスしている。EPIXのデータはPRAに直接使われないが、PRAデータの妥当性を検証する際に参照される。
- 設備信頼性プログラムなどのガイダンス文書を策定。



リスク情報を活用した規制に関わる関係組織の協調
(出典) 原子力安全委員会「リスク情報を活用した安全規制の導入に関する関係機関の取り組みと今後の課題と方向性」(平成19年9月20日)

PRA実施についてNEIの役割

- ・NEIにおけるフル・タイム職員120名程度のうち、規制対応を行う技術部隊は40名程度で、そのうちPRAを担当するのは2人。
- ・NEIには約100の専門家会合（対面、ウェブベース、電話等）があり、事業者以外にもメーカー、コンサルタント等が参加。
- ・NEIに求められるのは専門家会合を活用してPRA実施のためのガイドラインの整備、規制当局とのコミュニケーションを行い、インターフェースとしての役割を果たすこと。技術的な実務者というよりは、プロジェクトマネージャのイメージに近い。
- ・リスク情報活用のイニシアティブは、通常、産業界を代表してNEIがNRCに提案する（例：リスク情報活用Tech. Spec.）。ただし、NRCが何らかの問題を解決するためリスク情報を活用した申請を提案し、NEIとやり取りをする場合もある。

例：リスク情報活用Tech.Spec.

- ・Technical Specifications (Tech.Spec.) は、安全制限値、安全系の設定値、運転制限条件、サーベイランス要件等を記載したもので、各発電所の認可条件の一部。
- ・リスク情報を活用したTech.Spec. 変更に関する規制ガイダンス (Reg. Guide 1.177) が1998年に発行されたことを受けて、産業界では、Tech.Spec. の運転制限条件 (LCO) に含まれる許容待機除外時間 (AOT) やサーベイランス試験間隔 (STI) を延長する申請が行われている。
- ・NEIは専門家会合における検討やNRCとのコミュニケーション等で産業界の当該活動を支援した。

米国事業者のPRA実施部門①

- ・事業者は発電所の類型毎にPRAモデルを管理。PRAモデルは発電所の現在の設計及び運転を反映して維持するよう、社内で定めている事業者もある。
- ・PRAの作業は、以前はメーカーにアウトソースをする事業者も多かったが、最近では社内で経験の蓄積を行い、内製化する傾向。地震PRAについては、①地震ハザード評価※¹、②フラジリティ評価※²、③これらを考慮したPRAの実施の3段階があり、①②はエンジニアリング会社等にアウトソースする傾向。
- ・リスク情報を活用した変更申請が認められた発電所は、発電所の状態を反映してリスク情報をアップデートすることが求められ、PRAのアップデートも必要になるため、PRA人材の厚みがある程度必要とされる。
- ・発電所のPRAエンジニアの存在が、現場経験をPRAの結果に反映するために重要。

A社の事例:3サイト6基を運転し、本社にPRA部門があり、発電所の各サイトにPRAエンジニアが1名ずついる。本社のPRA部門には、モデル開発／維持グループ(10人)とリスク情報活用申請グループ(8人)がある。

B社の事例:3サイト6基を運転し、リスク情報活用エンジニアリング部門は29人で、約20人のPRA技術者(各サイトに1人ずつ常駐するスタッフを含む)、火災防護担当者、事務職員で構成する。当初、実際のPRAの作業を行うまでにメンターをつけて3年間じっくり人材の教育を行っていた。

C社の事例:3サイト6基を運転し、PRA担当は上級マネージャ含め18人いて、本社に各サイト担当のPRAリーダーが3名いる。

※1 震源特性、地震動伝搬特性に関する情報を幅広く収集し、モデル設定に係る項目を分析。

※2 プラント固有の建屋・機器の耐力及び応答評価に関連する情報を収集し、情報の必要十分性を分析。

米国事業者のPRA実施部門②

- ・リスク情報を活用して発電所の運転保守に貢献できるようになるまで、社内におけるPRA技術者の発言力は大きくないケースも見られる。
- ・PRA活用の利点を上級マネジメント層や他部門の職員が理解することが活用促進の鍵となることが多い。

a社の事例：ここ3年でPRA技術者から5人の主席技術者（principal engineers）が誕生し、リスク部門が上級マネジメント層やその他の組織にPRAの利点を説明し、働きかけている。

b社の事例：PRA担当でないスタッフを含め、全職員が受講する6週間の新人研修の一環として、リスクの概念とPRAの基礎に関する研修を提供している。また、発電所のマネジメント層に対してもリスクの研修を行い、さらに新しい申請を導入する際に追加の研修を行っている。

c社の事例：PRAのリーダーは上級マネジメント層まではなかなか昇進しない。PRA担当者が重用されるかどうかは、上級マネジメント層の方針によるところが大きい。最近ではPRAを実施しても、NRCに結果を支持されないケースがあり、上級マネジメント層にPRA部門から直接報告することが少なくなった。

PRAのピアレビュー①

- ・PRAのピア・レビューは、リスク情報を活用した申請をNRCに提出するために必要。PRAモデルをアップデートすると、最新のASME/ANS規格に沿って再レビューが必要。
- ・レビュー対象となるPRAモデル及びデータの開発に関与したことがない独立した立場の人がレビューを実施。レビューを実施する主体の資格等、ピアレビューのプロセスについては NEI 00-02に記載。また、
- ・ピアレビューには多大なコストがかかる(10万ドル以上かかる場合もある)。元々NRCがPRAの結果をレビューをすることとなっていたところ、産業界のリソースを活用することでより効率的に実施可能との理由により、NRCがエンドースしたNEIのピアレビューガイダンスを活用することとなった。

Reg. Guide 1.174, Rev. 2:

「Reg. Guide 1.200は、申請のサポートに用いるPRAの全体または一部分が技術的に十分妥当であり、そのPRAの結果が信用に足るもので、軽水炉に関する規制上の意思決定にそのPRAを使用できるかを判断するための容認可能なアプローチを示している。」

Reg. Guide 1.200, Rev. 2:

「PRAのピアレビューは、(本Reg. Guideの付録でNRCがエンドースしている)ASME/ANSのPRA標準に規定されている要件を満足しているかを判断するために実施される。ピアレビューの容認可能なアプローチは、確立されたプロセスに従い資格のある人が実施し、その結果は文書化され、PRAの長所と短所の両方を把握するものである。」「ピアレビュー手法(プロセス)は、産業界が策定したピアレビュープログラムで与えられており(NEI 00-02等)、ASME/ANSのPRA標準で容認可能なプロセスとして記載されている。」

NEI 00-02の概要：

<ピアレビュープロセス>

①ピアレビュー前にホスト事業者が行うPRAの自己評価（推奨）

②ピアレビュー

- ・ホスト事業者から提供される資料のレビュー
- ・現地では1週間かけて、上位の要素のチェックリスト及び基準から、モデルのロバスト性の保証に必要な詳細レベルまで段階的にレビュー

<ピアレビューチーム>

ピアレビューチームのメンバー構成は、オーナーズグループプログラムの調整者とホスト事業者が以下の属性を考慮の上決める。

- ・レビューの対象となるPRAに関係がなく独立している。
- ・PRA全局面の専門家がいる。
- ・PRAの実施経験がある。
- ・オーナーズグループ内の他の事業者の代表を含む（レビュー担当者として参加した事業者への技術移転はピアレビュープロセスの有益な副産物の一つである）。

X社の事例：通常、事業者2、3人にメーカー・産業界のコンサルタントを加えた5、6人のチームで実施する。最近の事例では、あるメーカーがX社とピアレビューの契約を行い、2、3社の下請けを募って実施。

PRA実施のインセンティブ

- ・PRAを実施するインセンティブとして、リスク情報を活用した認可変更申請等を挙げる事業者が多い。
- ・一方で、米国NRCの規制によるインセンティブ付けがなくても、安全上重要な事項にリソースを適切に配分したり、事象が起きた時の対策を考案するのに役立つという声もある。

x社の事例：PRAは資金などのリソース配分を適切に行う(重要な事項、リスクの高い要素に集中的に資金を配分する)ために不可欠なツール。NRCがインセンティブ付けをしていなくても、事業者としてPRAを実施するインセンティブは十分にあるし、当社は実施すると思う。

y社の事例：事象が起きたときに対策すべき最もリスク上重要なシステムの把握に役立つので、どこに人を派遣するべきかもすぐわかる。福島事故が起きたときに、PRA技術者は何をやっているのだ、と思った。

z社の事例：PRAを事業者が実施する最大のインセンティブは、リスク情報を活用した認可変更申請などにより、保守コストを抑え、より効率的に、安全にプラントを運転できること。決定論的な判断ではコストのかかる改造工事を実施することになる場合でも、PRAを実施していればリスク情報を活用して工事を回避できることもある。

w社の事例：失敗を恐れて現状からの変化を望まないような弱い規制機関であるとPRAの活用は促進されない。事業者が「正しい」と思うPRAを実施し、規制機関がその内容を理解し受け入れる能力を持たないと、事業者はPRAにリソースを割くインセンティブが生まれない。

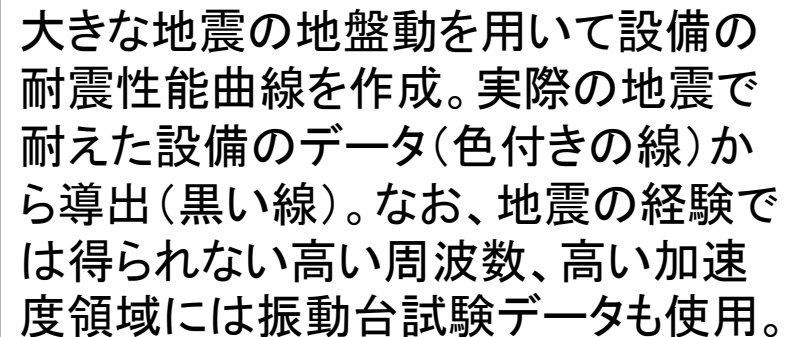
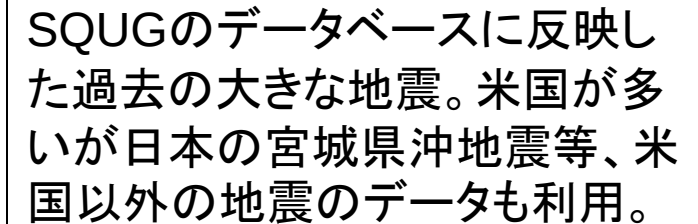
(参考)耐震性能保証ユーティリティグループ(SQUG)①

- ・米国NRCは未解決問題(USI) A-46「既設炉の設備の耐震性能保証」において、耐震設計基準が整備される前に設計された古い原発の安全関連設備の耐震性能保証を要求。
- ・耐震性能保証電気事業者グループ(SQUG: Seismic Qualification Utility Group)は、USI A-46の対象となった原発を有する米国の電気事業者によって1982年に結成。
- ・USI A-46の解決策として、実際に地震を経験した設備のパフォーマンスから得られたデータを用いたコスト効果的な耐震性能保証手法を開発。対象となった36基の発電所では、1基あたりのコスト削減効果が1000万ドルを超えると評価された。その後、当該手法を利用するため、米国内外の事業者がSQUGに参加。
- ・現在、原発又はその他の原子力施設を所有又は運転する米国内外の電気事業者33社(内、米国内16社)が参加。電力研究所(EPRI)の管理及び技術的なサポートの下で、ボランティアで活動をするメンバー企業の代表者で構成する運営グループによって運営。

一般実施手順書(GIP: Generic Implementation Procedure) :

- ①地震及び振動台試験で良好に機能した設備と類似の設備をスクリーニング
- ②その設備の耐震要求を超える設備の耐震容量を確認
- ③アンカーが適切に施工されており、付近の設備及び構築物から悪影響を受けないことを確認
- ④地震時に接点がチャタリングを起こす可能性などの詳細検討が不要な電気リレーをスクリーニング

⇒スクリーニングアウトされない「アウトライヤー」は更に評価が必要(評価手法は別途文書に記載)



10