

標準委員会セッション2（リスク専門部会）

なぜ PRA 標準は性能規定であるべきか —意見交換会

Why should PRA standards be performance requirement?

*山口 彰¹, *村松 健², *橋本 和典³¹東京大学, ²東京都市大学, ³電力中央研究所

1. まえがき

確率論的リスク評価（PRA）標準は、適用範囲に「PRA の有すべき要件及びそれを満たす具体的方法を、実施基準として規定する」と書かれている。今まで 10 を越える PRA 標準をこの様式に従って、策定してきた。これは、規制の要求事項がいわゆる「性能規定」であり、原子力学会などが定める民間規格は「仕様規定」である、という平成 14 年度に原子力安全保安院によって示された規格基準の性能規定化の考え方^[1]に基づく取り組みの一環と位置づけられる。PRA 標準の議論過程においても、方法論を出来るだけ具体的に規定しよう、という方向で作りにこめてきた。ただし、特定の方法論に絞ることができない場合には、いくつかの方法論を、その特質及び選択の考え方とともに規定する、さらに方法論の規定ができない場合には附属書参考で実例を示して使用者にガイダンスを提供する、という方針を定めて標準を策定している。これにより、PRA 手法の一つの方法が提示され、事業者は個別プラントの PRA を定期安全レビュー報告書に掲載したり、定期検査工程の時間調整に停止時 PRA を用いたり、新規制基準に対応してシビアアクシデントの代表シナリオ抽出のために、PRA を行うなどを行ってきている。

しかし、リスク専門部会では、今後の PRA の本格活用に備えて、PRA 標準の性能規定化、構成と内容の見直し等の検討が必要と考え、その意義と実行可能性、さらに見直した場合の影響について議論・検討を進めている。

今回のセッションでは、その議論の様を提示し、問題点、利点について多くの方々から意見を求め、議論を深める。特に、規制基準（PSA ガイドライン）との関係やユーザーが行っている実プラントの方法論との関係について、意見を交わす。

2. PRA 標準に求められること

PRA 標準のユーザーはその標準に従い PRA を実施することにより、コンセンサスの取れた妥当な方法で、品質が確保された情報が得られることを期待している。ここで求められる品質とは、PRA から得られる情報の活用に応じて、適用範囲（対応すべきハザード及び運転状態等）や PRA の詳細度に合わせた、基本的な技術的要件により支えられる。そのため、PRA 標準に求められる根本的なものとしては、ユーザーの活用目的に応じて使えること、及びそのための基本的な技術的要件を規定することである。

また、JIS Z 8301（規格票の様式及び作成方法）において、「要求事項は、技術の進歩を妨げないように、可能な限り性能に関する要求事項として規定」することとなっており、PRA 標準においても同様の考慮が必要と考えている。なお、規格基準のあり方として、公平・公正・公開の原則を遵守し、関係者のコンセンサスが取れたものである必要があり、標準委員会の方針として標準の海外での活用を視野に入れて活動することとしていることも踏まえると、ASME/ANS PRA スタンダードをはじめ、他国の標準との比較が容易であることが望ましい。

*Akira Yamaguchi¹, *Ken Muramatsu², *Kazunori Hashimoto³

¹The University of Tokyo, ²Tokyo City University, ³CRIEPI

3. 性能規定の意味と意義

性能目標との比較など PRA を原子力プラントの包括的な安全性を見るために使うことであれば、ユーザーが異なっても同様の結果が出るのが有用であったので、「要件と具体的方法」が規定された PRA 標準に従って計算することに意味はあった。しかし、PRA の使い方は、それに留まらない。様々な意思決定にリスク情報を考慮する、というリスク情報活用「意思決定 (RIDM, Risk-Informed Decision Making)」を実行するためには、その用途に応じた PRA が求められる。ただし、これはどのような PRA 品質でも良い、という意味ではなく、行うべきこととそれに依拠して工夫した方法論の妥当性を説明できることが求められる。このようなリスク活用の適用においては、PRA 標準は、その規定内容に明確な性能(What to do)を記載することが有効である。米国 ASME/ANS の策定している PRA スタンドは、この What to do を規定し、How to do は EPRI や OG (Owners Group)、NEI などが整備しているガイドラインに依存している。これにより、ユーザーが新しい方法論を選択したり創り出したりすることが容易になっている。現時点の原子力学会の PRA 標準でも部分的には性能的な規定文も含まれているが、何を行うか、ではなく、どう行うかに力点を置いているため、明確に区分できない。今後の PRA の本格活用に備えて、PRA 標準の性能的な規定を明確にしておく必要がある。

4. PRA 標準の階層構造の事例

PRA 標準の性能規定化を実効的なものとするためには、PRA 標準の位置づけを明確にした上で、実施基準、(指針,) 技術レポート、事例集といったそれぞれの役割の明確化を行い、効果的な品質向上が図れる標準体系のあり方・構成等の基本方針を整理する必要がある。現行の PRA 標準の構成変更案を図 1 に示す。ここでは、現在の標準に規定している技術的要件は、(part1) 性能的要求、(part2) 技術的要求、(part3) 仕様規定の三つに分割している。part1 の性能的要求には、評価の目的や具体的方法に依存しない本質的な上位概念の要求事項であり、ASME/ANS PRA スタンドの HLR (High Level Requirement) に相当するものである。part2 の技術的要求は、より具体的な要求事項であり、実施方法や、技術的な要求水準、外すことができない重要な要素を含むものである。part3 の仕様規定は、必ず用いる必要はないが、用いることができる具体的手法を示すものである。

また、この階層化の検討案については、原子力学会の標準を中心とした図書の体系であるが、将来的には、原子力学会の図書に限らず、米国の OG や NEI が整備しているガイドラインのような外部組織の図書を含めて体系だてていくことが望ましい。

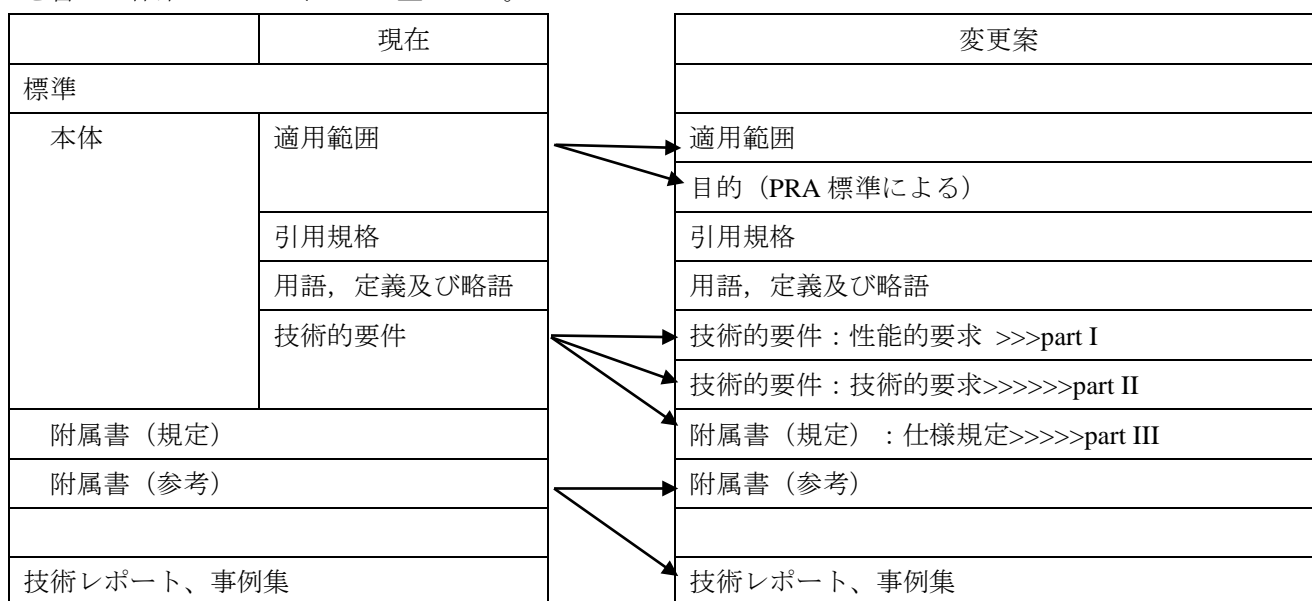


図 1 PRA 標準の階層構造の検討案

リスク専門部会では、PRA 標準の要求事項の階層化による利点や課題を検討するために、幾つかの箇条を選定して、米国 ASME/ANS の PRA スタンドアードのように、その適用対象によらず、技術的に許容可能なベースライン PRA に関する上位概念の要件を規定した HLR (High Level Requirement) に相当するものと、幅広い活用を想定しそれに応じた要求水準を定めている SR (Supporting Requirement) のような規定内容に相当するものとの仕分けを実施した上で、ASME/ANS PRA スタンドアードの規定との対比・整理を進めている。ここでの対比においては、米国 ASME/ANS PRA スタンドアードの HLR に相当する国内標準の規定部分の特定を行う。また、ASME/ANS スタンドアードにおいては、①評価範囲及びプラント設計、運転、メンテナンス等の評価上の扱ひの詳細さ (Scope and Level of Detail)、②評価するプラント固有の情報の反映具合 (Plant-Specificity)、③どれくらい現実的な評価か (Realism) の観点から SR をカテゴリ I から III に分けており、カテゴリ I から III へとなるにつれて、より詳細な評価が要求される。ASME/ANS PRA スタンドアードにおいてカテゴリ I と II の場合分けがされている箇所 (カテゴリ III の要件については参考扱ひとする) に関して、国内標準での扱ひについて特記するような対比・整理も行う。表 1 に、内的事象出力時レベル 1PRA 標準の「起因事象解析」の、米国 ASME/ANS PRA スタンドアードと国内標準との対比・整理の一部を示すが、対比することで国内標準での HLR に相当する規定が見えてくるとともに、両標準の規定の差も明らかとなった。

表 1 内的事象出力時レベル 1PRA 標準の起因事象解析に係る規定の比較

ASME/ANS標準(ASME/ANS RA-Sb-2013)			国内レベル1PRA標準	備考
2-2.1 INITIATING-EVENT ANALYSIS (IE)			6 起因事象の選定及び発生頻度の推定	
HLR-IE-B	The initiating-event analysis shall group the initiating events so that events in the same group have similar mitigation requirements (i.e., the requirements for most events in the group are less restrictive than the limiting mitigation requirements for the group) to facilitate an efficient but realistic estimation of CDF. 起因事象解析は、CDFを有効かつ現実的に評価しやすくするために、同じグループの事象は類似の緩和条件(すなわち、グループ内の大部分の事象に対する要求は、グループに対する限定的な緩和要求よりも制約は少ない)となるように起因事象をグループ化する。		6.2 起因事象のグループ化 (国内レベル1PRA標準の6.2.1の第1パラグラフは、ASME/ANS標準のHLR-IE-Bと同等。)	
SR Index No.	C.C. I	C.C. II	C.C. III	
IE-B1	GROUP initiating events to facilitate definition of accident sequences in the Accident Sequence Analysis (2-2.2) and to facilitate quantification in the Quantification (2-2.7). 事故シーケンスの定義と定量化を容易にするために、起因事象をグループ化する。		6.2.1 事象の類似性による起因事象のグループ化 同定した起因事象については、事故シーケンスの定義と定量化を容易にするために、体系的なプロセスを用いて起因事象のグループ化を行う。グループ化は、以下の項目のいずれかが確認できる事象に対してのみ行う。(附属書I(参考) 起因事象のグループ化の例 参照) - 事故の進展及び時間余裕、プラントの応答、レベル2PRAとの関係、成功基準、事故の進展に影響する緩和設備、並びに緩和と操作の観点から類似している事象 - グループ内の全ての事象が、事故の進展に与える影響の最も大きな事象に包絡される事象。事故シーケンスの定量化に関する詳細な評価を行う場合は、事故の進展に与える影響が同程度の事象のみとする。	
IE-B2	USE a structured, systematic process for grouping initiating events. For example, such a systematic approach may employ master logic diagrams, heat balance fault trees, or failure modes and effects analysis (FMEA). 起因事象をグループ化するにあたり、構造化された体系的プロセスを用いる。このような体系的アプローチの例として、マスター・ロジック・ダイアグラム、熱収支フォールトツリー、故障モード影響解析(FMEA)が挙げられる。			国内レベル 1PRA 標準では、ASME/ANS 標準の IE-B2 の構造化された体系的プロセス (手法例示を含めて) の要求はない。 ASME/ANS 標準 SR において、起因事象グループ化の体系的アプローチ手法につき、例示を記載。 (米国の PRA ビアレビュー等において、許容可能な手法をどう確認しているかのプロセス等を調査・分析する必要がある。)
IE-B3	GROUP initiating events only when 以下の場合のみ起因事象をグループ化する。 (a) events can be considered similar in terms of plant response, success criteria, response, success criteria, (a) events can be considered similar in terms of plant response, success criteria, timing, and the (a) events can be considered similar in terms of plant response, success criteria, timing, and the effect on the			

また、これらの対比を踏まえ、国内標準での HLR に相当する規定部分を書き下す試行もしている。HLR 相当の規定の書き方としては、各箇条の冒頭に「総括事項」の節を設け規定し、引き続き節にて、性能的な規定を受けた仕様の規定を記載する形式で整理すると表 2 のようになる。

このような整理を進め、国内標準での要求事項を階層化させて性能規定化する事と具体的な方法論や事例をガイドライン (技術レポート) の形で提示されることが、将来にわたる国内標準の対応方向性として、有効かどうかにつき、分析・評価を行っていく計画である。

表2 性能規定化されたPRA標準（検討案）

<p>6. 起回事象の選定及び発生頻度の推定</p> <p>6.1 総括事項</p> <ul style="list-style-type: none">・炉心損傷に至る可能性のある起回事象を分析・同定する。・同定した起回事象について、事故シーケンスの定義と定量化を容易にするために、体系的なプロセスを用いて起回事象のグループ化を行う。・起回事象発生頻度の平均値及び確率分布を推定する。 <p>6.2 起回事象の分析及び同定</p> <p>(1) 起回事象の同定において考慮すべき事象として、以下の事象を含める。</p> <p>a) 過渡事象</p> <p>原子炉冷却材圧力バウンダリは健全な状態に保たれるが、プラントの健全性を脅かす機器故障起因の事象及び人的過誤起因の事象の両方を含める。</p> <p>b) LOCA</p> <p>.....</p>

5. 討論

会場を含めた討論を実施する。

[1] 原子力発電施設の技術基準の性能規定化と民間規格の活用に向けて（平成14年7月，原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会）