

## 公衆審査におけるご意見と対応

対象標準：統計的安全評価の実施基準（案）

No.1
(氏名) 石川 眞 様
(ご意見) 統計的安全評価の実施基準（案）の解説付表 3.2 数値計算性能に関する情報を整理すべき項目の候補についてですが、「中性子動特性方程式」の中に、「基本核データライブラリ」、及びそれを処理した「群定数」の項目を入れるべきだと思います。 近年、JENDL や ENDF などの汎用核データライブラリについて、核種・反応・エネルギー毎の誤差（共分散）を評価し、感度係数を乗じて、炉心核特性の誤差を評価する機運が高まっています。現在の高度化された計算機能力では、反応度や出力分布評価に対する誤差要因の最大は、解析モデル誤差ではなく、物性値である核データに起因する誤差だと思うからです。
(対応) ○ 本標準では、最適評価コードの数値計算性能に関し、“計算の収束性”“保存性”“数値安定性”など数値解法の適用性を確認（妥当性評価）することにしており、解説付表 3.2 は、この適用性確認に当たって、“数値計算性能に関する情報を整理すべき項目の候補”を示したものです。 ○ ご指摘の、汎用核データライブラリに格納されている共分散データが、炉心核特性の不確かさのうち、核データに起因する不確かさを定量評価する際の有用な情報であるという点については異論ありませんが、“基本核データライブラリ”及びそれを処理した“群定数”につきましては、最適評価コードの数値解法に直接かかわる項目ではなく、最適評価コードが取り扱う入力データ又はモデル定数の不確かさにかかわる項目として位置付けられることから、解説付表 3.2 に含める項目としては性格が異なるものであります。  ○ なお、標準は、実用化レベルに達した研究成果を積極的に取り込んでいくことを推奨するものであり、共分散データ等を用いた炉心核特性の誤差評価手法もその一つと考えられます。 ○ 本標準では、不確かさの定量評価について附属書 A2.3b) において具体的手順を規定しており、安全評価に直ちに適用できる方法を定めています。この手順では、評価対象とする事象に対し、PIRT により抽出した重要現象に関する評価マトリクスに基づきモデルの不確かさを評価することとしています。 炉心核特性評価における不確かさについては、試験と解析の結果を比較することにより不確かさを評価することとしており、これにより、モデルの不確かさに加えて、JENDL や ENDF などの“基本核データライブラリ”に収められた断面積データの不確かさ、及び“群定数”計算法の不確かさに由来する総合的な不確かさが考慮されるものと考えます。なお、このような取扱いは、安全評価に適用する現状の最適評価コードでは、“群定数”への縮約計算を直接にモデル化していないことによります。  ○ 今後の方向性としては、炉心核特性の不確かさ評価において、共分散データを始めとするランダムな不確かさ、及びバイアスなどを含む系統的な不確かさを、計算モデルの不確かさとともに適切に取り扱うための手法の確立に関する基礎的な研究を押し進めることが望まれます。更に、JENDL や ENDF に格納される共分散データの拡充及び精度向上とともに核データの不確かさを取り除く研究を進めることも望まれます。
以 上

## 公衆審査におけるご意見と対応

対象標準：統計的安全評価の実施基準（案）

No.2
(氏名) 石川 眞 様
(ご意見) 統計的安全評価の実施基準（案）の 6.統計的安全評価値に用いる確信度についての考え方についてですが、ここで、従来の例や実績をもとに、95%信頼幅をとることを天下りに提唱しているのは、よくないと思います。 リスクに基づく安全評価とは、事象の重大さ（Consequence）と頻度（Frequency）の両方を考慮すべきだと理解しています。上記での信頼幅は、頻度に直接リンクするものだと思います。対象となる事故の結果が判断基準を超えた場合に、単にその原子炉が動かなくなるだけなら、財産保護の問題ですので $2\sigma$ でも（あるいは $1\sigma$ ）でもよいですが、環境への重大な放射線漏れなどにつながるものなら、 $3\sigma$ でも $4\sigma$ でも必要なだけの高信頼幅を確保すべきだと思います。
(対応) ○ 本評価手法は、炉心損傷頻度（CDF）などの形でリスクを直接評価するものではなく、安全評価審査指針の中で定められている設計基準事象及び判断基準を用いることを前提とした決定論的な評価手法であり、事象の重大さ及び頻度、すなわちリスクについては現在の安全評価の枠組みと同様な形で考慮されます。つまり、安全評価審査指針では、このような決定論的な安全評価において、想定事象の網羅性、包絡性及び事象シナリオの保守性をとることで保守的な評価をするように要求しており（*）、これにより、結果としてリスクが十分低く抑えられるという考え方です。ご指摘の信頼幅の議論は、この保守性の中で取り扱われると考えます。 ○ 本標準では、基本的には上記の考え方で安全評価を行うのですが、個々の解析においては、いわゆる保守的な評価ではなく、最適評価を行うことを前提としています。その際に、評価結果の保守性を担保するために、判断基準と比較されるべき評価値は、解析に含まれる様々な不確かさを標準の定める手順により系統的に定量化し、また、必要に応じて保守的な設定を考慮したうえで、多数回の組み合わせ解析を実施して決定されます。 ○ この最終的に得られた解析結果の分布に対し、不確かさの幅をどう取るかについて、本標準の解説“6. 統計的安全評価値に用いる確信度についての考え方”では、確信度という形で説明しています。そこでは 95%確信度（95%累積確率値、95%信頼水準）を挙げていますが、これは、豊富な使用実績があるので推奨できると考えるということであって、これを基準にすべきという提案ではありません。 同解説でのただし書きでは、“以上の背景を念頭において個別の分野での議論が進められた場合に、これ以外の確信度を使用することは否定するものではない。”と述べられており、95%確信度以外の確信度を排除するものではありません。
以 上

(\*) 本標準案は、安全評価審査指針で規定する“運転時の異常な過渡変化”及び“事故”の評価に適用することを想定したものであり、

a. 同指針の解説“Ⅱ. 安全評価 2. 評価すべき範囲と評価すべき事象の選定について”においては、

- 「運転時の異常な過渡変化」に属するものは、原子炉施設の寿命期間中に1回以上発生する可能性があると思われる事象を包絡するものである。
- 「事故」は、発生する頻度はより低い、原子炉施設及び周辺公衆により重大な影響を与えるおそれのある事象を包絡するもの…である。

とし、さらに、

b. 解説“Ⅱ. 安全評価 3. 判断基準について”においては、

- 「運転時の異常な過渡変化」については、基本的には原子炉施設は、事象の原因となった故障部などの復旧を除けば格段の修復なしに通常運転に復帰できることを求めるものであって、…。
- 「事故」については、事象の発生によっても、炉心の溶融あるいは著しい損傷に至ることなく、かつ、周辺への放射性物質の放出をある限度内にとどめ得ることを確認することが基本である。
- …判断基準…は、これらの基本的な考え方に基づくものである。

としています。

上述のとおり、同指針では、発生頻度が比較的高い“運転時の異常な過渡変化”に対する判断基準（容易に通常運転復帰可能であることなど）は、発生頻度が比較的低い“事故”に対する判断基準（炉心損傷しないことなど）よりも厳しく規定しています。すなわち、解析結果が判断基準と比較される程度に厳しくなることを想定すれば、発生頻度と事象の重大さを“評価すべき事象”と“判断基準”の組み合わせで考慮していると言えます。

さらに、同指針においては、“事故”に対してのみ、解析に当たっては評価結果をより厳しくするために“解析の結果を最も厳しくする機器の単一故障を仮定”及び“工学的安全施設の動作を期待する場合においては、外部電源が考慮できない場合も考慮”することを規定、すなわち、事象が重大である場合には、厳しめの条件想定を要求することによって保守性を確保し、評価結果が非保守側となる確率をより小さくすることとしており、結果として信頼幅を大きくすることと同等な要求がなされています。

“事故”を対象として統計的安全評価手法を適用する場合においても上記規定に基づき解析するものであるため、95%の確信度は事象の重大さなどの議論からは切り離され、解析コード及び入力条件の信頼性にのみ関連するものとして取り扱っています。

## 公衆審査におけるご意見と対応

対象標準：統計的安全評価の実施基準（案）

No.3（通し番号）
（氏名）綿 引 政 俊 様
（ご意見） 意見の対象箇所：P1  第8回 標準委員会 発電炉専門部会 統計的安全評価手法標準分科会 P9SC8 議事録によれば、「(参考)統計的安全評価と確率論的安全評価の相違」については、PSA の標準に載っている定義を引用することとした。」とあるが、本文中に記載がない。定義は示していただきたい。素人としては混乱するので記載してはどうか。
（対応） ○ 解説は、本体及び／又は附属書の規定部分を詳しく説明し、補足するためのものであり、その趣旨に照らせば、両者（本手法及び確率論的評価手法）の相違を解説に加えること自体全く問題はありませんし、読者に対してより親切な対応になろうかと思えます。 ○ ご指摘の点に関しましては、第8回分科会（平成19年2月）における“統計的安全評価と確率論的安全評価の相違”に関する議論や標準委員会でのコメント（タイトルが確率論的安全評価と非常に近いイメージとなっている）などを踏まえ、一旦は標準案に盛り込んでいたのですが、改めて議論した結果、かえって煩雑になるので記載しない方が混乱を生じ難いとの結論に至ったものです。  ○ 具体的には、 a. 統計的安全評価の定義を明確にするため、 1) 現行手法と本手法は“決定論的評価”という意味で両者は同じカテゴリに入ること 2) 一方、“決定論的評価”とは異なる概念として、“確率論的評価”（PSA）があることについて各々の関係を整理して、解説に記載することにし、当初、1)については、“1.5 安全評価に係る現行の指針体系との関係”に、2)については“1.6 統計的安全評価と確率論的評価”に書くことにしておりました。 b. しかし、その後の発電炉専門部会などの審議の過程で、 1) 本手法（統計的安全評価手法）の定義をより明確にするには、同じカテゴリである現行手法と本手法との関係（共通点及び相違点）を明確にすることが本質的なものとして重要 2) 逆に、一方の“本手法”と“確率論的評価手法”はカテゴリ的に大きく分かれるものであり、この両者の違いを示すことは本質的なことではないにもかかわらず、正確に示すためにはかなり詳細な説明が必要となる（かえって混乱する） ということで、最終的に、1.5章にて必要最小限の本質的な部分のみの解説を行うことにし、1.6章は削除するという内容で標準委員会決議がなされたものです。  <審議の過程における意見> ・ 本統計的安全評価（本手法）は、従来からの審査、規制に用いられてきている設計基準事象などに対する「現行の決定論的安全評価」（現行手法）に替わるものなので、本手法と現行手法の比較及び相違について論じる必要はある。しかし、いわゆる確率論的安全評価について論じる必要はない。 ・ 両者を載せることによって、分かりやすくなるのか、かえって混乱することはないか。 ・ 統計的安全評価の技術的規定をまとめた本標準には本質的に不要なもの。
以 上