

安全目標検討合同 WG
論点問いかけへの Gr 意見の要点

グループ 1

【問】

1.CDF や CFF を PRA で評価出来る外部ハザードは限られている。従って、内部事象+限られた外部ハザードで CDF や CFF を評価したとしても、評価値そのものを性能目標と比較することは出来ない。考慮していないハザードについて、どれぐらいの余裕を見るかのコンセンサスがなないので、RG1.174 のような取り組みを行う事が出来ない。

6.性能目標と外的事象も含めた PRA 結果を比較して意思決定に資する際に、性能目標における認識論的不確かさの扱い、つまり乖離の大きさによる判断の仕方が決められていないため、外的事象を入れた PRA が使えず RIDM において不完全なリスク評価になり内的外的の両方をカバーする性能目標の適用にならない。

9.内的事象でも外的事象でも認識論的不確かさが大きい場合に、不確かさ要素の明確化、その原因について分析し明示することが決められていないため、認識論的不確かさの信頼が持たれず、外的事象リスクを確定論的に扱うことになっていて、大きすぎる余裕を持たせた RIDM になる。

【見解】

性能目標との比較に関しては、評価したハザード(リスク評価結果)が全体のどれくらいを占めているかについての相場観を持つべきこと、定量評価されていないハザード(リスク評価結果)については何らかの定性的評価をしておくことで対応可能と考えた(なお、スクリーニングアウトされたハザードの影響が無視できないとされる場合には、外的事象 PRA に関する実施基準等の策定にて対応が可能との意見も示された)。意思決定の際の不確かさの考慮の方法に関しては、性能目標を平均値(平均値は極端な値に“引っ張られる”が CDF 等への影響のドミナンスを考慮できるという点で有用であるとの認識)と比較すべきとの意見が多数であったが、その意味や妥当性を確認しておく必要があると考えた。過度に保守的な余裕を持たせた意思決定とならざるを得ない点については、めやす値の裕度について何らかの定量的な値・相場観が得られれば対応が可能であると考えられるものの、定量的な値・相場観を設定することが困難であるとして結論が出なかった。

【課題】

以上のように、性能目標等との比較に関しては、定量的評価と定性的評価を組み合わせることで対応が可能である一方で、評価した結果が真のリスク(そういうものがあるとして)のどの程度の割合をカバー出来ていれば、“適切”と言えるのかについての相場観は容易には決められないことが課題であるとともに、意思決定の際のめやす値の裕度についても定量的な値や相場観を設定するこ

とが困難である点が課題であるとともに、対応・対策を検討する際にコストベネフィットの観点での議論・活用ができていない点は課題である。

【主なグループ内での意見・見解】

- ・ 『真の評価値はわからないにしてもどれくらいの割合を把握しているのかの定量感は持つべき』という意見と『そもそも定量的に把握しきれない部分がありそこは工学的判断等で問題ない』という2つの意見があり、これに関して、評価したハザード(リスク評価結果)が全体のどれくらいを占めているかについての相場観を持つべきこと、定量評価されていないハザード(リスク評価結果)については何らかの定性的評価をしておくことは合意。
- ・ ただし評価した結果が真のリスク(そういうものがあるとして)のどの程度の割合をカバー出来ていれば、適切と言えるのかについての相場観は容易には決められないとの意見があった。一方、このような専門家の相場観なしに、RG1.174のような取り組みを行う事は、説明性の観点から難しいとの意見あり。
- ・ 定量的評価で直接考慮していない外部ハザードに関しては、学会標準などを活用し評価結果に対して影響が小さいかどうかを定性的に確認して小さい場合はスクリーニングアウト、無視できない場合は新たに PRA 実施基準を策定・改訂するなどの対応をすべきとの意見で一致した。
- ・ 性能目標を(中央値でなく)平均値と比較すべきという意見が多数。ただし、この場合、「何故平均値と比較して良いのか」について、しっかりとした論拠を持つておくべきとの意見あり。一方、認識論的不確かさの性質を考えると、性能目標の導出過程を考慮した上で、平均値と比較することの意味や妥当性を確認しておくべきとの意見あり。
- ・ 自然ハザードは認識論的不確かさの寄与が大きいものの新たな知識情報を追加していくことで小さくすることは可能という認識のもと『究極のところハザードフラクタイルは1本になりうる』ということを目指して継続して改善していくことが肝要との理解に至った。また、現在のフラクタイルに関して平均値曲線を使うことはどう妥当だと言えるのかということさらには議論を深めておく必要があるとの認識に至った。
- ・ なお、現在、欧州では平均値と比較するか、中央値と比較するか、という議論が行われており、動向をフォローすべきとの意見があった。
- ・ 平均値をもって何らかの意思決定をする際には『不確かさに関する評価を実施しておくことが前提』であること、それらを踏まえてどう最終判断(意思決定)するかは専門家意見を尊重すべきことについては一致した。
- ・ 最終的な結果の不確かさの大きさは、知識・有効な情報に関する不確かさの現状を表しており、感度解析などを利用してこの不確かさの主要因を見極めることが大切であるとの意見があった。
- ・ 不確かさという情報も含めて、広いステークホルダーが合意している意思決定のガイドラインが必要という意見あり。
- ・ 『同じ平均値を持つものの分布が狭いケース A と分布が広いケース B は同じ扱いにすべきなのか？(95パーセンタイル等の分布のいずれかの値を参照するのか、平均値が同じなら同等に扱うのか)』という仮想的な問題の提起があったが、意思決定する際に不確かさを具体的にど

のように考慮するかについてはグループとしての結論が出なかった。

- ・ 感度解析の結果、ハザードの認識論的不確かさが支配的ということになれば、不確かさ低減に向けた研究開発に注力するような意思決定ができるという意見があった。

【問】

3.OLM などのリスク情報活用に関わる活動を実施したとき、ある期間の施設の積分リスクが増加しているのか減少しているのかを確認する必要があるが、そのための手法が確立しておらず、リスク情報活動の有効性を確認できない。

7.実務（事業者も規制も）におけるリスク指標を自ら決めるにしても、上位である性能目標との関係（定量）が議論されていないため、性能目標から過剰な余裕を持たない適切な実務指標が設定できず合理的に安全を向上させる RIDM が実現できない。

8.PRA 結果を性能目標と比較する際に PRA 結果の精度について、信頼度との関係で明示されていないため、RIDM におけるリスク増加の許容範囲を決められず、短期・限定のリスク増加も認められない合理的とは言えない RIDM になっている。

【見解】

リスクの増減の確認方法について、我が国では、電中研 NRRC により OLM 実施手順のガイドラインが整備されており試運用が開始されているとともに、リスククライテリアは明確になっている。ただし、内的事象以外については、定性的または決定論的な検討に基づいて対応することとしている点は米国における外部ハザードの検討（スクリーニング）方法と異なる点である。

性能目標と実務的なリスク指標の関係性については、プラント固有の各ハザードの特性に応じた柔軟な性能目標（統合リスク）をいかに考えるかが重要ではないかと考える。上位の（性能）目標を定め、実際のプラントにおいてステークホルダー（規制や公衆も含む）間での合意のもとに、PRA の成熟度や不確実さも考慮し、下位の努力目標を設定する方法が現実的な解ではないか。

PRA の品質に関しては、我が国においても不確実さへの配慮の重要性は十分認識されており、単に PRA 結果の数値だけではなく、不確実さや PRA 結果以外の要素も含めて総合的に判断すべきとの考え方が定着しつつある。例えば、OLM 時のリスク評価については、PRA 結果の不確実さに関する議論が進みつつあり、評価に使用している故障率等のパラメータの不確実さや、PRA で使用する手法や近似、仮定等のモデリングに係る不確実さに着目し、不確実さ解析や感度解析を通じて結果への影響分析が検討されている。

【課題】

我が国においても NRRC ガイドや事業者のリスクモニタリングの導入等によりリスクの増減についての確認や対応方法に一定の目途は立っているが、外的事象への対応の意思決定に関しては「定性的または決定論的な検討に基づく対応」となっていることについて、そもそもどのようなリスクプロフィールが得られれば外的事象 PRA の結果を“活用”できるのかという点が明確になっていない点が課題と言える。

さらには、リスク情報活用を進める法的・政策的な枠組みやバックグラウンドが存在していない

ことが安全目標を“使う“ことに関する課題となっているものとする。

【主なグループ内での意見・見解】

- ・ 国では OLM 導入のためのテックスペック変更申請のために RG1.174 をはじめとする審査ガイドや EPRI/NEI 等による事業者向けガイドが整備されており、年間のリスクの集計方法も定められ、運用されている。具体的には、プラントにおいて短時間でリスク評価が可能なツール（リスクモニター）が整備されており、地震・内部火災・内部溢水を含めて、停止時及び運転時の CDF、LERF の計算を行いつつ、作業時間を動的に管理する手法が産業界のガイドライン（TSTF-505 Rev2）として整備されており、既に 50 基近いプラントが導入許可を取得している。なお、地震以外の外部ハザードについては、個別の検討が要求されているが、ウオークダウンなどにより OLM 等の作業リスクに大きい影響がないことを示してスクリーニングされているようである。従って、米国ではこれらの課題は解決されていると言える。
- ・ 米国の OLM 実施では CRMP（構成リスク管理計画）が重要な役割を果たしている。
- ・ 米国では、NRC が RG1.174 等の規制上の指針を示し、NEI,EPRI 等の業界団体及び ASME 等の学会がガイドライン、PRA の企画を作成し、これらがピアレビューの制度とともに機能して、事業者の申請と NRC によるレビューの負担を軽減している。
- ・ 米国の RG1.174 等が成立している根拠は、1995 年の PRA 政策声明書と考える。そのため、日本においても、政策として NRA がリスク情報活用を進められるようにするための文書が必要ではないか？（現在、事業者と NRA の間でリスク情報活用に関する意見交換会が開催されているのは承知していますが、法的・政策的なバックグラウンドに関する議論がされていないことが気になる）
- ・ 安全目標を定めるとすれば可能な限りすべてのハザードを考慮して適合性を示すことが望ましいので、今後、積極的に次のような手法・データの整備を進めることが望まれる。
- ・ ただし、ガイドラインの中で定性的な分析を用いる部分については、試行時の運転経験を収集し、ガイドを充実させる努力の方に優先度を置くことも考えられるので、議論が必要である。
 - 1. 停止時・運転時の火災/溢水 PRA と火災・溢水発生頻度データ
 - 2. 停止時・運転時の待機除外等データの収集
- ・ なお、これらには、データの収集方法のガイド等を整備することも含まれる。
- ・ PRA 手法やデータ整備が必要であることに異論はありませんが、安全目標とは切り離して考えた方がよいと考えます。どこまでハザードやその組み合わせを考慮すべきか、risk aggregation はどう考えるのか、等新たな課題が惹起され、安全目標の議論にたどり着かなくなるのではないかと懸念するためです。
- ・ 米国では、安全目標・性能目標と PRA 結果との直接比較を用いて安全向上努力を促す制度とはしておらず、その一方で、保守規則により設備信頼性に関する保守の有効性を監視している。そこでは、CDF 等への影響を示す形で安全実績指標を算出し定期的に実績を報告することを求めており、この指標に現れたパフォーマンスを CDF 等の性能目標に基づいて定めた判断基準に照らしてパフォーマンス劣化の兆候を判定し、必要に応じて対応を取ることを事業者に促している。こうした米国の考え方は、PRA の範囲の不十分さや不確実さに配慮した適切な使い

方の例であり、公衆への説明でも重要なポイントになると考えられるため、本 WG においても、米国における安全実績指標の使い方と安全目標の関係について確認しておくべきではないか。

- 米国では RG1.174 等により PRA 結果の不確実さに検討が要求されており、その検討方法については、NRC 及び EPRI によりガイドが示されている。

【問】

2.RG1.174 相当の対応を行ったとき、 Δ CDF などが事前に想定した条件を逸脱することを想定しておく必要がある。この逸脱をどのようにモニターするか、逸脱時の補償措置をどのようにするかが決まっておらず、RG1.174 相当の対応が実施出来ない。

【見解】

リスクモニタリングにより定量的なリスク変動を認識することができ、安全目標（性能目標）と照らし合わせた意思決定の客観性を向上させることができるため、リスクモニタリングの導入は進めていく必要がある。また、その際、PRA が未整備な事象に対して適用範囲の拡大を進め、モニタリング可能な範囲を広げていくことが重要である。一方で、IRIDM の枠組みは、定量評価だけでなく、運転経験、決定論的考慮事項といった定性的な多様な要素も組み合わせることを前提としており、リスクモニタリングがなくとも、定性的にリスクに対する備えを検討し、必要な教育訓練を継続的に実施することでその実効性を高めることで、十分なリスク管理が可能と考えられる。したがって、今後、リスクモニタリングの導入を進めながらも、PRA による定量評価だけに頼ることなく、PRA の適用範囲（限界）を認識した上で、定性的評価と組み合わせ、不測事態対応計画も含めて意思決定を行うことで、条件の逸脱時においても、安全目標を踏まえた合理的なリスク管理が実施できると考える。

【課題】

以上のように、リスクモニタリングの活用や IRIDM の枠組み等を参考としながら、RG1.174 相当の対応を行うことは可能であると考えられる。一方で、リスク管理の程度に対する共通的な「ものさし」（どの程度のリスク変動を「逸脱」とするか、「補償措置」としてどの程度の十分性があるか等を評価する尺度）となりうる安全目標が設定されていない現状では、逸脱や補償措置の十分性や適切性の判断・意思決定の拠り所がないという点が課題であると考えられる。

【主なグループ内での意見・見解】**「逸脱」のモニター方法と補償措置の検討・決定について**

- ・ 「逸脱」のモニター方法として次のように整理できるものとする。
- ✓ 定量的アプローチ（PRA に基づく）：保守前評価で算出された Δ CDF/ Δ LERF（瞬時増分）や、時刻 t における累積リスク値（複数作業の合算リスク）を評価し、事前設定した閾値（例： Δ CDF $>$ X、Incremental Core Damage Probability $>$ Y）を超えた場合に逸脱と判定する。性能目標は閾値設定の参考値とされる。
- ✓ 定性的アプローチ：対象システム・機器の停止期間、機能劣化の報告、起因事象への影響、監視系アラーム、保守情報の突合せ、作業現場からの報告などをトリガーとする。
- ✓ ハイブリッドのアプローチ：PRA で算出した数値的閾値と運用現場のシグナルを組み合わせることが現実的である。米国 NRC の技術仕様リスク管理(RMTS: Risk-Managed Technical

Specifications)や構成リスク管理 (CRM: Configuration Risk Management、) の文書では、この統合的な判定方法を推奨している。

- ・ さらに、「逸脱時」の対応としての「補償措置」については、作業前に想定される「逸脱」に対して適切な補償措置を策定しておき、実際に「逸脱」が発生した際には、作業前に検討した補償措置を実施することを想定する。なお、想定外のトラブル等の「逸脱」に対しては、改めてリスク評価を行い、必要な補償措置を検討・実施することを想定する。

具体的な OLM 時の対応方法について

- ・ OLM を実施する際、米国ではプラントの系統構成変化に伴うリスク変動を管理しており (CRM: Configuration Risk Management)、定性的指標 (対象システムの停止期間、起因事象への影響、残存成功パスなど) と 定量的指標 (ICDP: Incremental Core Damage Probability、ILERP: Incremental Large Release Probability など) を併用して判断する。例えば、 $ICDP > 1 \times 10^{-5}$ または $ILERP > 1 \times 10^{-6}$ の場合、当該保守作業は原則として延期され、自発的に着手すべきではないとされる。
- ・ 日本においても各事業者でリスクモニタリング導入が検討されている。リスクモニタリングにより、 ΔCDF 等の指標を常時監視し、判断基準の一つとすることができる。一方、リスクモニタリングが未整備の場合や、PRA が未整備の事象に関しては、定量的なリスクモニタリングができないものの、以下のような取組み (NRRC ガイドラインを参考) の他、IRIDM の 7 つのキーエレメントの各要素を検討し、影響の大きさに応じた補償措置を実施することで、リスク管理は可能と考える。
 - FV、RAW といった重要度指標を用いて、条件逸脱時の影響が大きい設備を事前に特定し、必要な対応を検討
 - OLM 対象と同じ安全機能を有する設備 (非常用 DG の場合、異区分の非常用 DG、常設 SA 電源等) を特定し、必要な対応を検討
 - PRA 未整備の事象に対しては、定性的にリスク増加要因 (ハザード増大要因の有無、ハザードバリアの劣化要因) を分析し、影響が考えられるものに対する対応を検討
- ・ さらに、不測事態 (作業遅延・事故・トラブル発生など) を想定した対応計画や気象警報等のハザードに備えた対応計画を準備することで、想定を超える逸脱にも迅速に対応することができる。

※見解の前提としての用語の取り扱い

- 語義上の違い: 「リスク管理措置」と「補償措置」
- ✓ 「リスク管理措置」(RMAs: Risk management actions): 監視・評価・意思決定を含む運用上の行為を指し、補償措置を包含する場合もある。保守作業のタイミング調整や複数作業の調整など、より広範な管理手段を意味する。
- ✓ 「補償措置」(Compensatory measures): 特定の機能を補うイメージが強く、欠落した安全機能を代替・補填することを目的とする短期的措置を指すことが多い。
- 「逸脱」の定義、「逸脱」の検知 (モニタリング) と「逸脱時」の対応

- ✓ 定義：運用上・リスク上の許容範囲を超える状態として定義される場合が多い。メンテナンスルールに基づく場合、保守前リスクアセスメント（10 CFR 50.65(a)(4)）で算出される Δ CDF/ Δ LERF、同時不稼働による累積リスク、機器不稼働時間（Unavailability）などの指標が、逸脱判定に用いられる。

以 上