

安全重要度評価における 定性的評価の手法について

定性的基準を用いた評価手法

○原子力施設の安全確保の状態への影響度合いを、以下の3つの視点で評価(数値化)するとともに、下記の式で統合することによって、可能な限り客観的な重要度評価を実施する

①原子力施設の安全確保状態

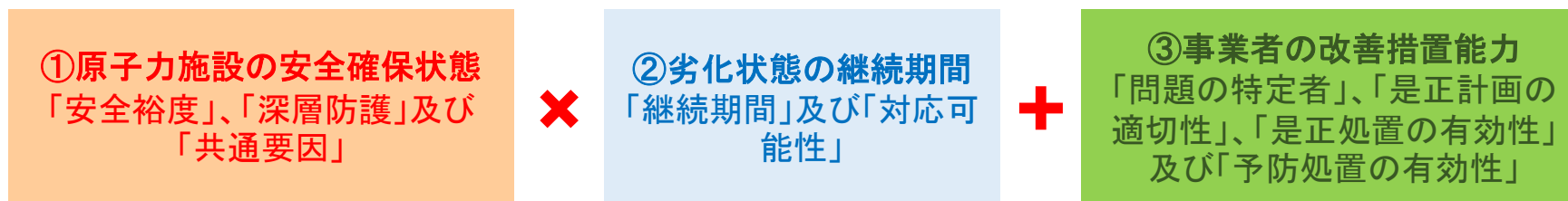
安全を確保する上で必要な設備及び活動の劣化状態

②劣化状態の継続期間

原子力施設が劣化状態となってから是正されるまでの期間

③事業者の改善措置能力

劣化状態を検出及び是正するための事業者の活動の状態



この式は、①原子力施設の安全確保が劣化した状態で、②どの程度の期間その状態が継続し、③事業者の問題特定及び解決能力によりリスクが顕在化することを防ぐことができたかどうか、を評価することを意図している。

評価尺度の設計方針

○四国電力(株)伊方3号機の事業者PRAモデルによる試算結果(参考資料)を踏まえ、定性評価手法による結果が、下記のような傾向を得るような尺度及び指標の数値化を行う

○原子力施設の安全性を確保するために必要な各種の機能(以下「安全機能」という。)が、基準となる期間(10日間※)に劣化状態にあった場合の状況に応じて評価する

- ・ 単一の安全機能に係る設備等の1系統機能喪失 → ● 緑レベル
- ・ 単一の安全機能に係る設備等の全系統機能喪失 → ● 白レベル
- ・ 2つの安全機能に係る設備等の全系統機能喪失 → ● 黄レベル

○劣化状態が継続した期間に応じて安全重要度の評価レベルを上昇させる(継続期間が100日間で1レベル上昇)

※保安規定において、主要な安全機能を有する設備に対して定められている許容除外待機時間を参考とし設定した

①原子力施設の安全確保状態(1/2)

○原子力施設の「深層防護」が維持されているか、「設備の安全裕度」が維持されているか、「共通要因」が存在するか、に着眼して指標値を算定する

検査指摘事項に係る原子力設備又は保安活動の劣化状態を踏まえ、その状態が継続している期間の原子力施設の状態において最も懸念される事故シナリオを想定し、事故の結果(例えば炉心損傷)を防止・緩和する上で必要な機能を有する全ての設備及び保安活動の劣化状態を数値化し、合算する。

| 安全確保状態 | 安全機能又は保安活動ごとの点数※ |
|---|------------------|
| 運用上維持することを定めている設備の状態から逸脱しているものの、設計上必要な性能は維持している状態 | 0点 |
| 安全評価において設定された性能範囲から逸脱しているものの、事故シナリオの対処に必要な性能は維持している状態 | 2点 |
| 事故シナリオの対処に必要な性能を喪失している状態 | 4点 |
| 事故シナリオの対処に必要な設備等に対し、共通要因が影響すると明確に判断できる場合 | 影響した設備等の数×1点追加 |

※評価を行う際に1つの安全機能等とみなす設備の範囲は、当該原子力施設の安全確保の考え方(多重化、多様化設計等)を踏まえ、安全機能を達成するための設備等に点数を割り振るなどして評価を行う。

①原子力施設の安全確保状態(2/2)

○例えば、発電用原子炉施設における安全機能を有する2系統に多重化された設備の劣化状態を評価する場合は、以下のようになる

| 安全機能を有する設備の状態 | 安全機能としての状態 | 評価値 |
|--|------------|-----|
| 「2系統ともに運用上の管理状態を逸脱」 | 機能維持 | 0点 |
| 「1系統が設計上の範囲を逸脱」+「他の1系統が運用上の管理状態を逸脱」 | | 1点 |
| 「1系統が機能を喪失」+「他の1系統が運用上の管理状態を逸脱」又は「2系統ともに設計上の範囲を逸脱」 | | 2点 |
| 「1系統が機能を喪失」+「他の1系統が設計上の範囲を逸脱」 | | 3点 |
| 「1系統が機能を喪失」+「他の1系統にも機能喪失に係る共通要因が明確に存在する」 | | 3点 |
| 「2系統ともに機能を喪失」 | 機能喪失 | 4点 |

②劣化状態の継続期間

○原子力施設の安全機能を有する設備等が劣化状態となつてから、その状態が是正される(又は安全機能の要求が無くなる)までの期間に着眼して指標値を算定する

検査指摘事項による原子力設備又は保安活動の劣化状態がどの程度の期間継続していたか、劣化状態となった時点から是正されるまでの期間を以下の指標尺度により点数評価する。

また、劣化状態にある設備等が必要な性能を発揮しなければならない時点までにおいて、事業者が劣化状態を検出及び是正することが実現可能な場合は、検査指摘事項に係る事故対処の失敗の可能性が低減するものとみなし、継続時間の評価を調整する

| 継続期間 | 点数 |
|------------------|-----------|
| 10日以内 | 0点 |
| 30日以内 | 2点 |
| 100日以内 | 4点 |
| 100日超 | 6点 |
| 劣化状態を検出及び是正可能の場合 | 上記評価値を1/2 |

③事業者の改善措置能力(案)

○問題点に対する事業者の特定、是正及び予防措置の能力に着眼して指標値を算定する

検査指摘事項を自ら特定したか、適切な不適合の除去及び是正措置に係る計画を立案しているか、過去に自施設又は他施設において同様な問題が発生していないか、について評価を行い、指標値として加味する

| 条件 | 点数(該当する条件を合計する) |
|---------------------------------------|-----------------|
| 検査指摘事項の特定者が事業者である場合 | -1点 |
| 検査官が認識した時点において適切な是正措置計画が立案されている場合 | -1点 |
| 過去に自施設において類似の事象が発生しており、是正措置が十分でなかった場合 | +1点 |
| 過去に他施設において類似の事象が発生しており、予防措置が十分でなかった場合 | +1点 |

指標統合値の評価尺度(案)

- ①安全確保状態 + ②継続期間※ + ③改善措置能力
 によって得られた指標統合値を下記尺度によって評価する

| 重要度 | 指標統合値の目安 | Δ CDFによる評価尺度(参考) |
|-----|------------|---------------------------|
| 赤 | 12点以上 | $> 1.0 \times 10^{-4}$ |
| 黄 | 8点以上、12点未満 | $> 1.0 \times 10^{-5}$ |
| 白 | 4点以上、8点未満 | $> 1.0 \times 10^{-6}$ |
| 緑 | 4点未満 | $\leq 1.0 \times 10^{-6}$ |

確率論的評価手法と同様に、この指標統合値はあらゆる事象のリスクを確定的に表すものではないことから、最終的な重要度評価を決定する際は、指標統合値を踏まえた上で、検査指摘事項の特徴及び原子力施設の状況を総合的に考慮した意思決定を行う必要がある

※指標統合値は対数軸で評価を行うため、継続期間は乗算ではなく加算となる

今後の予定

- 今回策定した定性的基準を用いた評価手法により、過去のトラブル事例等の評価を実施し、改善点の抽出及び尺度の調整に係る検討を行っていくこととする。

参考資料

○発電用原子炉施設PRAモデルによる試計算の例※

| 種別 | 仮定した性能劣化(10日間機能喪失) | Δ CDF |
|----------------|----------------------------|--------------|
| 1安全機能 1系統喪失 | 高圧注入ポンプ1系統機能喪失 | 10^{-7} 程度 |
| | 低圧注入ポンプ1系統機能喪失 | 10^{-8} 程度 |
| | 非常用D/G1系統機能喪失 | 10^{-7} 程度 |
| 1安全機能 全系統喪失 | 高圧注入ポンプ2系統機能喪失 | 10^{-6} 程度 |
| | 低圧注入ポンプ2系統機能喪失 | 10^{-6} 程度 |
| | 非常用D/G2系統機能喪失 | 10^{-6} 程度 |
| 2安全機能 全系統喪失 | 高圧注入ポンプ2系統及び低圧注入ポンプ2系統機能喪失 | 10^{-5} 程度 |

※ 現在、四国電力(株)より貸与を受けている伊方3号機PRAモデルを用い、原子力規制庁にて試計算した例