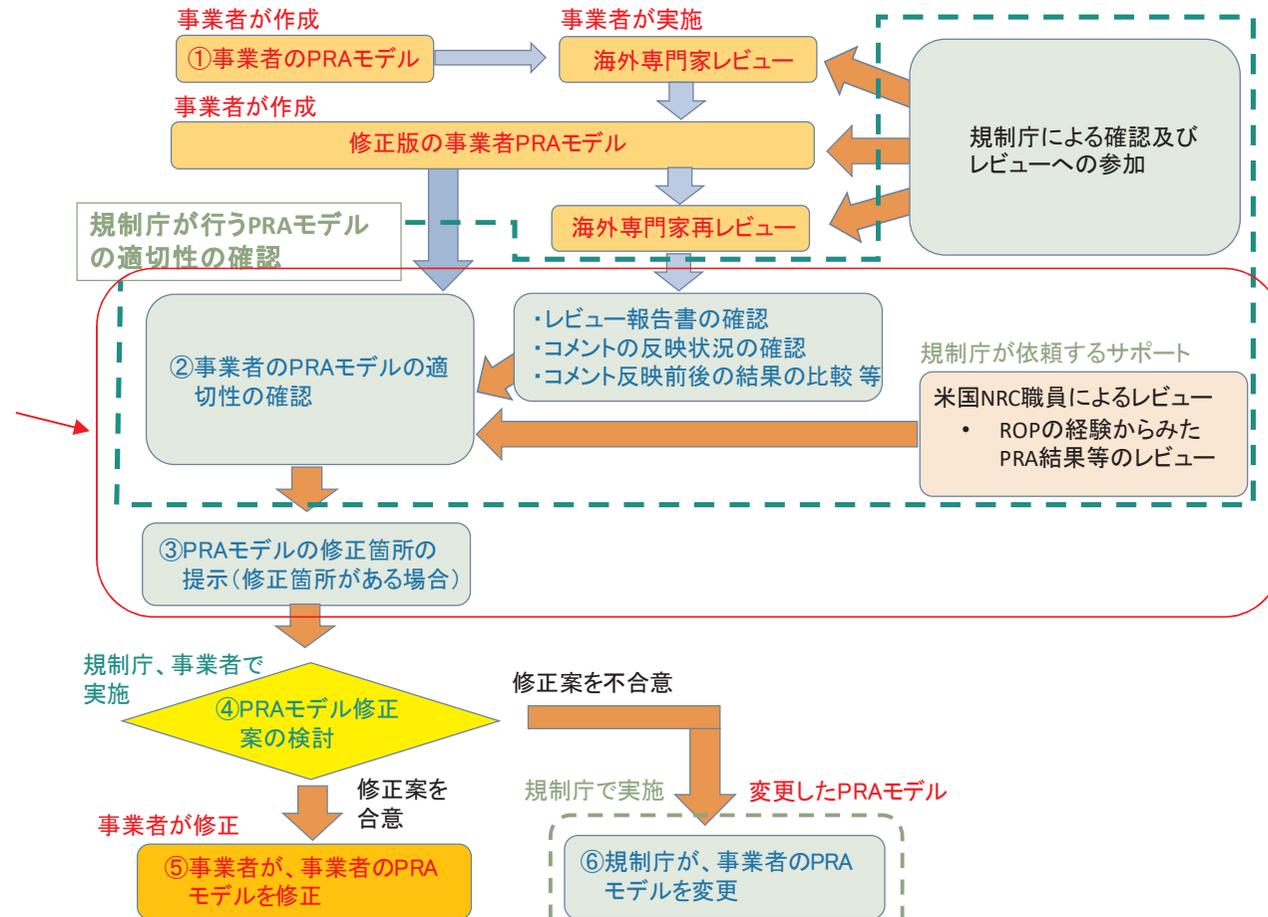


**伊方3号機の内部事象
出力運転時レベル1PRAモデルの
適切性の確認結果と
PRAモデルの修正箇所の提示**

1. PRAモデルの確認とPRAモデルの整備フロー

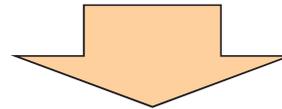
伊方3号機のPRAモデルの確認が終了し、修正箇所を提示（本資料）



2. 確認結果の概要

伊方3号機のPRAモデルの確認結果：

- PRAモデルは、モデルの仮定の設定、対処設備のモデル化等適切に実施されていた。
- ただし、3個の要修正箇所及び3個の中長期的な改善箇所*がある。



- 修正する前のPRAモデルを原子力規制検査で使用する際は、今後修正することを踏まえ、評価に際して留意する。

*：技術的に成熟した時点で修正するもの。

3. PRAモデルの修正箇所

- 伊方3号機のPRAモデルについて、修正が必要な箇所は合計3個あった。

| 修正箇所の項目 | 件数 |
|-------------|----|
| (1) 起因事象 | 1件 |
| (2) PRAモデル化 | 1件 |
| (3) パラメータ | 1件 |

次頁以降に、修正箇所の説明と対応方針を示す。

3. PRAモデルの修正箇所（続き）

● 外部電源喪失の発生頻度

適切性確認ガイド

3. 炉心損傷頻度評価

(1) 起因事象の選定及び発生頻度の評価

① 起因事象の選定

- ・ 過去に発生した事例を分析し、起因事象を選定していること。

③ 起因事象の発生頻度の評価

- ・ 評価対象期間中に発生した事例を全て抽出していること。

「判断基準」に照らして、修正が必要な点は以下のとおり。

- ◆ 外部電源喪失の原因となる自然災害、送電網の不具合、送電線の不具合等の特徴は、プラント型式で大きな差異はないため、BWRの運転経験を含めることが好ましい。

3. PRAモデルの修正箇所（続き）

● 運転状態の反映

適切性確認ガイド

3. 炉心損傷頻度評価

(4) システム信頼性の評価

① 緩和設備の分析

- ・ 交互運転している系統等の運用がモデル化されていること。

「判断基準」に照らして、修正が必要な点は以下のとおり。

- ◆ 原子炉補機冷却系、原子炉補機冷却海水系、制御用空気系等の非常時において必要な設備でかつ常時運転している系統について、定期的に運転するトレインを切り替える運用にも関わらず、PRAにおいてモデル化されていない。このため、当該系統の運用をモデル化することが好ましい。

3. PRAモデルの修正箇所（続き）

● 共通原因故障の範囲及び確率

適切性確認ガイド

3. 炉心損傷頻度評価

(5) 信頼性パラメータの設定

① 機器故障率及び機器故障確率

- ・ 機器故障確率は、運転管理の情報を反映して算出していること。

③ 共通原因故障のモデル化の考え方

- ・ 共通原因故障（CCF）については、冗長性のある機器の動的な機能喪失が全てモデル化されていること。

「判断基準」に照らして、修正が必要な点は以下のとおり。

- ◆ 起因事象を発生させる可能性がある常時運転している系統（原子炉補機冷却系、原子炉補機冷却海水系、制御用空気系等）の共通原因故障の頻度については、1ヶ月ではなく1年間に発生する頻度を算出することが好ましい。
- ◆ 冗長性のある機器であって運転状態が異なる機器についても、継続運転失敗等に係る共通原因故障をモデル化することが好ましい。

4. 中長期的な改善箇所

- 伊方3号機のPRAモデルについて、中長期的に改善した方がよい箇所が合計3個あった。

| 中長期的な改善項目 | 件数 |
|---------------|----|
| (1) PRAモデルの仮定 | 2件 |
| (2) パラメータ | 1件 |

次頁以降に、中長期的に改善した方がよい箇所の説明を示す。

4. 中長期的な改善箇所

● 安定状態の定義

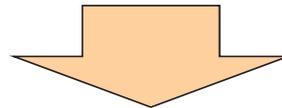
3. 炉心損傷頻度評価

(4) 成功基準の設定

② 成功状態の定義

- ・ プラントが十分安定している状態を成功の状態であると定義していること。

1つのモデルの中に安定状態として、冷温停止及び冷温停止に失敗した高温停止の2つの状態がある。



安定状態の定義が違う場合の全炉心損傷頻度及び機器重要度指標への影響がどの程度か把握する必要がある。

安定状態をどのように設定することがリスク評価を実施する上で重要なのか、専門家と議論を継続していく。

このため、本件は中長期的な「課題」とし、課題解決に向けて検討していくこととする。

4. 中長期的な改善箇所

● 使命時間

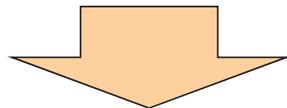
3. 炉心損傷頻度評価

(4) 成功基準の設定

⑥ 緩和機能の継続を必要とする時間（使命時間）

- ・ 使命時間は、②の成功状態に至る時間を考慮して設定していること。

PRAモデルでは、統一して24時間を使用している。



前頁の安定状態の定義と関係するため、本件は中長期的な「課題」とし、課題解決に向けて検討していくこととする。

4. 中長期的な改善箇所

● 国内機器故障率

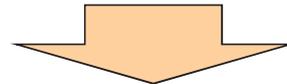
3. 炉心損傷頻度評価

(5) 信頼性パラメータの設定

① 機器故障率及び機器故障確率

- ・ 米国等の公開している機器故障率と比べて大きな差異がないこと。大きな差異がある場合は、その差異の分析をしていること。

国内機器故障率は、米国の機器故障率に比べ1桁～2桁程度小さい値となっている。差異の分析等がなく、機器故障率の適切性に疑義が残る。



原子力規制庁は、米国の機器故障率を用いた感度解析を実施し、機器故障率を変更したことによる全炉心損傷頻度等への影響を把握する。

また、国内機器故障率は、事業者及び電力中央研究所が算出している。今後は、事例の収集方法や機器故障率の算出方法を確認するとともに、各国の機器故障率を確認していく予定である。

このため、本件は中長期的な「課題」とし、課題解決に向けて検討していくこととする。

5. まとめ

- 下記の箇所を修正もしくは改善していくことを前提に、令和2年度から伊方3号機のPRAモデルを原子力規制検査において使用していく。

| | 修正もしくは改善箇所 | 修正もしくは対応案 |
|-----------|---------------|---|
| 修正箇所 | 外部電源喪失の発生頻度 | 暫定的に使用する発生頻度を今年度中に算出する。 |
| | 運転状態の反映 | モデルを修正する。 |
| | 共通原因故障の範囲及び確率 | モデルを修正する。 |
| 中長期的な改善箇所 | 安定状態の定義 | 感度解析を実施して、影響を把握する。 また、国内外の専門家と議論する等、新たな知見を獲得し、課題解決をしていく。 |
| | 使命時間 | |
| | 国内機器故障率 | |

6. 今後の方針

- 修正箇所及び中長期的な改善箇所については、面談等で確認していく。
 - 中長期的課題のいくつかについては、事業者や関係する研究機関が継続的に改善していく予定である。
 - 原子力規制庁は、世界各国との間にある協定の下、各国の規制当局等との情報共有等を実施して、技術的な課題解決及び新たな知見の獲得に挑んでいく予定である。
- 今後、原子力規制検査においてリスク情報を活用する範囲を拡張する場合は、PRAの範囲を外部事象等へ広げて不足しているリスク情報を補完するとともに、PRAモデルの適切性確認ガイドを拡充及び改善していく。