

2023年9月  
中国電力株式会社

島根原子力発電所 3号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（解析コード（LANCR/AETNA））

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
1	2022年9月29日	【コードが解析に必要なモデルを有すること】 重要度ランキングテーブル（PIRT）において、炉心体系に関する全ての物理現象が抽出されているかを確認するため、物理現象の抽出の考え方を整理すること。	審査会合 (2022年12月13日) にて説明	重要度ランキングテーブル（PIRT）における物理現象の抽出の具体的なプロセスを記載するとともに、抽出の考え方を各PIRTごとに整理した。また、別の手法（階層構造分析）を用いて物理現象を整理し、PIRTに抽出した物理現象との対応を確認することで、PIRTに抽出した物理現象に漏れがないことを示した。さらに、PIRT作成プロセスについて、日本原子力学会標準「統計的安全評価の実施基準：2021」附属書Fに示されるPIRT作成にかかるa)～g)の実施ステップとの対応を整理した。 (資料2-1 P.11～P.14,P.20) (資料2-3 P.377～P.382,P.384)
2	2022年9月29日	【コードが解析に必要なモデルを有すること】 上記物理現象に対する重要度ランク付けが適切になされているかを確認するため、重要度ランキングの決定の考え方を整理すること。	審査会合 (2022年12月13日) にて説明	PIRTにおける重要度ランキングの考え方を記載するとともに、各PIRTで抽出した全ての物理現象の具体的なランク付けとその理由について整理した。 (資料2-1 P.18,P.19) (資料2-3 P.378,P.385～P.422)
3	2022年9月29日	【コードが解析に必要なモデルを有すること】 上記2点の整理にあたっては、PIRT中の物理現象、評価指標及び重要度ランクと、C/B厚変更により影響を受けるパラメータ及び許認可解析の評価項目に関するパラメータとの関係も含めて整理すること。	審査会合 (2022年12月13日) にて説明	・PIRT中の物理現象、評価指標及び重要度ランクと、C/B厚変更により影響を受けるパラメータについて表に整理した。 (資料2-1 P.12) (資料2-3 P.388,P.391,P.398,P.403,P.413,P.419,P.422) ・PIRTの評価指標は、LANCR/AETNAが対象とする許認可解析での評価内容を考慮して選定しており、選定した評価指標と原子炉設置変更許可申請書添付書類の炉心解析に係る記載項目との対応について表に整理した。 (資料2-1 P.15～P.17) (資料2-3 P.378,P.383)

島根原子力発電所 3号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（解析コード（LANCR/AETNA））

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
4	2022年9月29日	【試験等の妥当性確認によりコードの信頼性が確認されていること】 検証及び妥当性確認のプロセスが適切に実施されているかを確認するため、当該プロセスの内容を整理すること。なお、学協会基準等を参照した場合は、参照した基準等を示すこと。	審査会合 (2023年5月18日) にて説明	LANCR/AETNA の島根 3号炉許認可静特性解析への適用性確認の手順と日本原子力学会標準「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン：2015」の対応状況を示した。 (資料1-1 P.31,P.32) (資料1-3 P.27,P.28,P.32,P.33)
5	2022年9月29日	【試験等の妥当性確認によりコードの信頼性が確認されていること】 妥当性確認に採用している試験データ等について、解析結果と比較するにあたって、想定している炉心状態を網羅しているか、信頼性のある試験データかなどを含め、試験データ等の選定の考え方を整理すること。	審査会合 (2023年5月18日) にて説明	試験データ選定の考え方について整理するとともに、妥当性確認が炉型・格子タイプ・燃料集合体タイプ、運転状態及び適用範囲に対して網羅していることを確認した。 (資料1-1 P.9,P.15,P.18~P.20,P.33~P.37) (資料1-3 P.45~P.47,P.54~P.55,P.57~P.59,P.62~P.69)
6	2022年9月29日	【試験等の妥当性確認によりコードの信頼性が確認されていること】 試験データ等と比較した結果により、妥当と判断した考え方（どういう観点から、何を満たしていればよいと考えるのか）を整理すること。	審査会合 (2023年5月18日) にて説明	妥当性確認の目的はコードの信頼性確認と不確かさの把握であり、各妥当性確認における判断の目安を満足することを確認することでコードの信頼性を確認し、また、把握した不確かさをを用いて要求すべき予測性能との比較を行うことにより、許認可解析への適用性を確認した。 (資料1-1 P.8,P.21,P.24,P.28,P.38~P.41) (資料1-3 P.46,P.195,P.196,P.213~P.215,P.256,P.257)
7	2022年9月29日	【島根 3号炉許認可解析に必要な信頼性を達成していること】 安全解析コード等の入力となるLANCR/AETNAコードの出力を整理し、必要に応じて当該出力から安全解析コード等への入力のための処理プロセスも示すこと。	審査会合 (2023年5月18日) にて説明	安全解析コードの入力となるLANCR/AETNAコードの出力を整理するとともに、LANCR/AETNAから動特性解析コード（APE1, REDY）への主なデータの処理プロセスを示した。 (資料1-1 P.42,P.43) (資料1-3 P.282~P.285)
8	2022年9月29日	【島根 3号炉許認可解析に必要な信頼性を達成していること】 妥当性確認プロセスから、どのように解析コードの不確かさの値を算出しているのか整理すること。	審査会合 (2023年5月18日) にて説明	不確かさの把握として実施したLANCR/AETNAの妥当性確認について、不確かさの評価方法を整理した。 (資料1-1 P.22,P.25,P.44,P.45) (資料1-3 P.70~P.72,P.195,P.197,P.213,P.216)

島根原子力発電所 3号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（解析コード（LANCR/AETNA））

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
9	2022年9月29日	【島根 3号炉許認可解析に必要な信頼性を達成していること】 解析コードの不確かさと設計における設定値との比較においては、解析コード以外の不確かさ（取替炉心段階に生じる不確かさ等）の値も示した上で、設計における設定値内であることを示すこと。	審査会合 (2023年 5月18日) にて説明	解析コード以外の不確かさ成分を示すとともに、これらと解析コードの不確かさの積算が、要求すべき予測性能で求められる不確かさを下回ることを示した。 (資料1-1 P.28,P.46) (資料1-3 P.251~P.257,P.347~P.371)
10	2022年12月13日	【許認可解析への適用性確認手順と学会標準との対応】 手順⑤のLANCR/AETNAの達成すべき予測性能について、指標となるパラメータの選定及び許容される不確かさ等の達成基準の考え方を説明すること。また、安全解析の対象となる平衡炉心の成立性に関しても、予測性能を設定する必要があるか説明すること。	審査会合 (2023年 5月18日) にて説明	要求すべき予測性能の指定において考慮すべき項目は、安全解析で重要な裕度設定と関連するもの（反応度係数の保守因子、制御棒落下解析での保守因子）、許認可静特性解析において重要で明示的な裕度設定を行っているもの（SLMCPR, SLC）があり、これらの達成基準について考え方を整理した。また、平衡炉心の成立性を考慮すると3項目（MLHGR, MCPR, 炉停止余裕）が挙げられるが、これらについては予測性能を設定する必要はないことについて、考え方を示した。 (資料1-1 P.27,P.47) (資料1-3 P.251~P.255)
11	2022年12月13日	【許認可解析への適用性確認手順と学会標準との対応】 手順④の“モデル実装/コード検証/解検証はメーカーのQMSにより達成されることを前提としている”について、事業者におけるQMS上の調達管理としてどのように確認したのか具体例を示しつつ、説明すること。	本日回答	当社の調達管理上の品質保証活動として、メーカーの品質保証活動の確認及びメーカーにおける解析業務の実施状況の確認を行っており、その中でLANCR/AETNAの検証が適切に行われていることを確認している。 (資料1-1 P.4) (資料1-3 P.581~P.584)
12	2022年12月13日	【許認可解析への適用性確認手順と学会標準との対応】 手順④の妥当性確認を通じた総括不確かさの評価について、物理的モデルの不確かさの影響についても説明すること。	審査会合 (2023年 5月18日) にて説明	不確かさの把握として実施した妥当性確認の結果を整理するとともに、物理的モデルの不確かさの扱いについて示した。 (資料1-1 P.22,P.25,P.29,P.48~P.50) (資料1-3 P.197,P.216,P.352,P.353)
13	2022年12月13日	【物理現象の抽出と重要現象の特定、モデル化の網羅性確認<物理現象の抽出と重要現象の特定>】 階層構造分析による物理現象の整理について、システムを炉心（シュラウド内）に限定している理由を説明すること。外部ループ（再循環系、給復水系）、原子炉ドーム圧、システムの境界を構成する構造物等の炉心外の要素がどのように取り扱われているか説明すること。	本日回答	炉心解析に影響する炉心外の物理現象は、いずれも炉心解析を行う際の解析条件（炉心解析コードへの入力値）として与えられるものであり、また、炉心解析コードはその解析条件下で計算を行い、炉心解析コードの計算結果は炉心外の物理現象に影響を及ぼさない。したがって、階層構造分析による物理現象の整理は、炉心内の物理現象に限定している。 (資料1-1 P.5) (資料1-3 P.295)

島根原子力発電所 3号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（解析コード（LANCR/AETNA））

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
14	2022年12月13日	【物理現象の抽出と重要現象の特定，モデル化の網羅性確認<物理現象の抽出と重要現象の特定>】 各PIRTでランクLとした項目のうち，参考文献以外を判断根拠としているものについて，感度解析等の結果を根拠としているものについては，そのデータを示して根拠を説明すること。	本日回答	各PIRTでランクLとした物理現象のうち，参考文献以外を判断根拠とするものについて，感度解析等の結果を示し，その判断根拠を示した。 (資料1-1 P.6) (資料1-3 P.315,P.329,P.330)
15	2022年12月13日	【物理現象の抽出と重要現象の特定，モデル化の網羅性確認<モデル化の妥当性確認>】 モデル化されていない物理現象の扱いについて，モデル化しないことによる不確かさへの影響等をどのように考慮しているかを説明すること。	本日回答	ランクM以上の物理現象のうちモデル化していない物理現象について，モデル化しないことによる不確かさへの影響の考慮について整理した。 (資料1-1 P.7) (資料1-3 P.35~P.38,P.45)
16	2023年3月28日	【炉心解析コード（LANCR/AETNA）の解析モデルについて】 LANCRにおける従来コードから変更された解析モデルについて，LANCR以外の「燃料集合体核特性計算コード」において使用実績があるか，また，AETNAにおける従来コードから変更された解析モデルについて，AETNA以外の「三次元沸騰水型原子炉模擬計算コード」において使用実績があるか，整理して説明すること。	本日回答	LANCR及びAETNAで変更された主要な解析モデルについて，公開文献より他の計算コードで使用実績が確認できるものを示した。 (資料1-1 P.8,P.9) (資料1-3 P.291)
17	2023年5月18日	【炉心解析コード（LANCR/AETNA）の妥当性確認について】 模擬性を有することの確認事項として，“解析コードによる評価対象が目安となる不確かさで予測できること”と“解析コードによる計算結果に特異な傾向が無く予測性を示すこと”があるが，総合的に模擬性を有することを確認するうえで，前者の妥当性確認と後者の妥当性確認の関係等，確認方法の考え方を説明すること。	本日回答	模擬性を有することの確認は，コード説明書 5 章で示す適用性確認の前提として行うものであり，定量的な基準は必ずしも必要ではない。したがって，妥当性確認（信頼性確認）では，計算値と測定値や参照解との比較において，測定点数が多く傾向の把握が可能な場合は，両者の差異に特異な傾向がなく，大きく外れていない事を確認することで物理現象に対する模擬性を確認しており，測定点数が少なく傾向の把握が難しい場合は，計算値と測定値や参照解との一致度に目安値を設けて確認している。 (資料1-1 P.10) (資料1-3 P.48)

島根原子力発電所3号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（解析コード（LANCR/AETNA））

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
18	2023年5月18日	【炉心解析コード（LANCR/AETNA）の妥当性確認について】 モンテカルロ計算による数値実験については、GNF-AがNRCに提出しているトピカルレポートで妥当性確認に使用している実績があるとのことだが、本申請での目的に照らして参照できるか整理すること。	本日回答	GNF-AがNRCに提出したLANCR02に関するライセンストピカルレポートでは、LANCRの妥当性確認と同様に、連続エネルギーモンテカルロ計算は妥当性確認における参照解を提供する目的で使用しているが、臨界試験は、連続エネルギーモンテカルロ計算の妥当性確認を行う目的で使用し、LANCR02の妥当性確認を行う目的では使用しておらず、LANCR02の妥当性確認は連続エネルギーモンテカルロ計算との比較のみにより行われている。 一方、LANCR/AETNAでは、連続エネルギーモンテカルロ計算は試験及びプラント運転実績による妥当性確認の解析条件などの不足を補完するものとして使用しており、LANCR02の妥当性確認よりも慎重な扱いをしている。 (資料1-1 P.11) (資料1-3 P.47,P.48)
19	2023年5月18日	【炉心解析コード（LANCR/AETNA）の妥当性確認について】 NRCに提出されているトピカルレポート等と比較し、LANCR/AETNAの妥当性確認において参照する試験が充足していることを説明すること。	本日回答	GNF-AがNRCに提出したLANCR02及びPANAC11のライセンストピカルレポートを比較し、LANCR/AETNAの妥当性確認で参照する試験等は、LANCR02及びPANAC11の妥当性確認のうち必要のあるものは全て包含しており、また、LANCRの妥当性確認では臨界試験を用いている点及びAETNAの妥当性確認では熱水力関係の試験による妥当性確認や連続エネルギーモンテカルロ計算を用いている点など、より充実した妥当性確認を実施しており、妥当性確認のデータベースは充足している。 (資料1-1 P.12~P.14) (資料1-3 P.47)
20	2023年5月18日	【炉心解析コード（LANCR/AETNA）の妥当性確認について】 測定誤差については、測定数が十分に多く且つ測定系が十分に校正されている場合は、ランダム誤差として扱い測定値と解析値の比較結果に含まれるとし、それ以外の場合には適用性確認時における不確かさの積算の保守性に含めているとしているが、両者で異なる扱いとすることの考え方を説明すること。また、計算値と参照値の差の定量化として、標準偏差、RMS、95%信頼度-95%確率値のように複数の算出方法を採用しているが、その使い分けの考え方を説明すること。	本日回答	不確かさは、従来コードで採用された方法を基に計算しており、測定点数の少ないものは相対差を、測定点数の多いものは統計的な処理結果としてRMS差、95%信頼度-95%確率値を採用している。なお、95%信頼度-95%確率値を採用した“ほう素価値”及び“冷温臨界固有値”は、平均誤差（バイアス）を独立して考慮している。また、それぞれの妥当性確認の項目において、相対差もしくはRMS差の評価値が複数存在する場合は、それらの平均値で評価している。  (資料1-1 P.15~P.17) (資料1-3 P.74~P.76)