

## 1. 公開会合におけるコメント

## (1) 8月3日面談で回答

## ① ヒューマンファクターエンジニアリング（HFE）の適用について

ATENA 技術要件書では、規制庁のガイドを参考文献として引用しつつもその具体的な適用方法には触れていないので、これについては何らかの 将来的な活動を想定しているのか。

回 答
-----

ATENA 技術要件書の参考文献は、各事業者が必要に応じてそれを参照しながら活動を行っているものである。

各事業者の取り組みとして、NRA の HFE ガイドについては、必要となる「タスク」について有効性評価を実施し、事象の認知、判断及び収束に必要な設備、並びに必要な操作の特定を行い、その特定結果を踏まえて、認知、判断、操作の成立性を考慮した設備、手順書及び教育訓練計画の設計を行っているものである。

各事業者は、上記の NRA の HFE ガイドや JEAG の基になっている産業界ガイドの主旨を踏まえて、設備、手順書及び教育訓練計画の設計に取り組んできているところであり、JEAG 制定後も同様なヒューマンファクター対応を進めて行くものである。

## ② 最適評価コード（TRAC）の適用性について

ボイドフィードバックを考慮しているが、その適用の妥当性をどう確認しているのか。従来の許認可解析ではボイドフィードバックを考慮していない。最適評価コード（TRAC）の適用性も含めて説明すること。

回 答
-----

ATENA は、第 1 回公開会合で NRA が示した（資料 1）「6. 多様化設備の成立性の確認」の①評価方法において、「多様化設備が有効に機能することにより炉心損傷を防止できることを最適評価により確認する」との方針を受け、第 4 回公開会合において、ABWR では TRAC コードを用いた影響評価結果及びデジタル CCF 対策を示した。また当該説明時に、事業者から「安全解析文書(有効性評価書)の中で解析コードの妥当性、適用性について触れていく」と説明を行った。

ATENA は、上記の経緯を踏まえ、TRAC コード適用性に関して、事業者の有効性評価書に当該コードのモデル説明・妥当性確認に係る文献の引用がなされていること、また当該文献に解析モデル全般に係る適用性・妥当性確認結果が記載されていることの確認を行ったものである。

## ○最適評価コード（TRAC）の適用性に関する事業者の見解

ボイド反応度フィードバックは熱水力的なボイド挙動の変化及び水密度の変化による核的な断面積の変化によって取り扱われる。

核的な断面積の変化については格子計算コードを対象とした妥当性確認を通じて基本的な適用性をメーカーが確認し、さらに、起動試験データ、実機運転データなどの膨大なデータベースによって実機適用性についてもメーカーが確認した上でトピカルレポートなどに示しているところである。また、事業者もこれらに係る実施内容を把握しその全てについて妥当と認識している。

一方、熱水力的なボイド挙動については、RIA 時のボイド挙動を取り扱った電力共同研究 RIA 模擬ボイド試験及び JAEA の RIA 模擬ボイド試験を用いて様々な条件で多数の妥当性確認をメーカーが実施し、これらに対する RIA 模擬ボイドモデルの適用性をそれぞれ研究の報告を通じて事業者が確認している。その上で、ボイド率を低い側、すなわち RIA 解析結果に対し保守的な評価を行うための方法の有効性も事業者が確認している。また、これらは原子力学会の大会、年会などにおいても都度報告がなされている。

ボイド反応度フィードバックに係る不確かさの大きな低温時の制御棒落下事故時のボイド挙動に対する熱水力試験についてはこの 2 種類の試験データベースで出力急昇時におけるボイド発生条件、ボイド率の時間変化などの重要な特性が押さえられている。

しかし、これらの熱水力試験だけではスぺーサ影響などの不確かな現象が一部に残るために、デジタル CCF 対策検討のための解析においては、低温時の制御棒落下事故におけるボイド発生のほとんどを担うサブクール沸騰領域のボイド発生を見込まない設定を RIA 模擬ボイドモデルに適用した解析を実施したところである。

このような設定によって極めて保守的なボイド挙動につながることで、不確かな現象が高サブクール条件で有意となり低サブクール度で消失する可能性のある特性をもつものであることから、事業者として、RIA 時のボイド挙動について不確かさのない確実、かつ、保守的な取扱いができていていると考えているところである。

### ③ BWR5 プラントの「デジタル CCF 対策に係る安全対策の基本フロー」について

BWR5 プラントは設備対応が不要で工事が無いのであれば、BWR5 プラントにおける「デジタル CCF 対策に係る安全対策の基本フロー」を別途追加して、説明すること。

#### 回 答

BWR5 プラントの「デジタル CCF 対策に係る安全対策の基本フロー」を今回提出し、説明する。（添付資料 1）

(追加質問)

④ 柏崎刈羽7号機のアイソレータが安全保護系でなくとも良いとした判断について

- ・ JEAC 4620:2020 解説-8 では、アイソレーションデバイスは安全保護系に属するように書かれており、これは現行の技術基準第35条の解釈の「安全保護系と計測制御系との信号取り合いは、光/電気変換などのアイソレーションデバイスを用いて電氣的に分離する。」「計測制御系で故障が生じてもデジタル安全保護系に影響のないよう」にすることとも整合した記載である。ATENAがこの設計で良いと判断した理由を説明して欲しい。

#### 回 答

ATENAは、柏崎刈羽7号機のD/W圧力計アイソレータの設計について、事業者から以下の説明を受け、設計の妥当性を確認した。

- 今回実施している工事では、D/W圧力計アイソレータの前段に抵抗を設置し、安全保護回路の電氣的アイソレーションデバイスとしてこの抵抗を取り扱うこととした。同抵抗は、安全保護系に属していることからJEAC4620の要求事項を満たしている。また、SA盤内に設置するため金属筐体に格納することにより、火災影響等から防護する設計としている。(添付資料2)

更に、アイソレータは安全保護回路に並列に接続しており、アイソレータの故障は安全保護回路へ影響を与えない設計としている。

##### 1. 最大仮想電圧、または過渡電流

- ・ 安全保護回路における検出器からの信号(DC4~20mA)を抵抗器で受けて、アイソレータ側へDC1~5Vを供給するため、安全保護回路からアイソレータ側への波及的影響となり考慮する必要はないが、電源装置の保護機能にて影響はない。
- ・ アイソレータからの影響については、アイソレータ内の絶縁トランスにて入出力を分離していることから影響はない。

##### 2. 短絡、接地(地絡)、開路

- ・ 抵抗器の2次側での「短絡、接地(地絡)、開路」により、安全保護回路側(検出器からのループ回路)が開放するなどの影響はない。

(追加質問)

⑤ MSIV 手動操作回路の FPGA について

- ・この回路は柏崎刈羽 7 号機にはあるが、柏崎刈羽 6 号機にもあるのか。
- ・この回路が CCF の対象となるということは、デジタル安全保護系内の他の箇所でも同一の技術によるものが使われているということ特定しているのか。それはどれか。
- ・他にこの回路が使われている場所はあるのか。それを CCF 対象外とした理由は何か。
- ・ATENA はこれらが CCF の対象となるかならないかをどのように確認したのか。(資料 8-1-7 添-91～168 のどこに記載があるのか。)
- ・今後 BWR-5 プラントでも同様の確認を行うのか。(PWR プラントでは、どのように確認したのか。)

回 答

- ・ATENA-WG において、安全保護回路の出力信号と手動操作(多様化設備)の信号が突き合わされる出力回路におけるデジタル技術の使用状況について調査を行い、柏崎刈羽 7 号機の MSIV の出力回路に FPGA が使用されていることを抽出した。
- ・柏崎刈羽 7 号機で当該 FPGA を CCF 対象とした理由は、デジタル安全保護回路と同一の技術(マイクロプロセッサ)によるものが使われていることを特定したからではなく、FPGA は本来マイクロプロセッサに対して多様性を有しており CCF の想定を除外できるものであるが、保守的に CCF を想定する対象とした。また、柏崎刈羽 7 号機で他にこの回路が使われている部位は無いものと認識している。
- ・柏崎刈羽 6 号機はハード回路で構成されており、この回路はない。当該 FPGA と同様な回路は、志賀 2 号機と島根 3 号機にあるものと認識している。
- ・ATENA は、要件整合確認(詳細設計)において、柏崎刈羽 7 号機の MSIV 閉鎖操作として、当該 FPGA 回路を使用している MSIV 手動操作スイッチではなく、MSIV の MCCB がエントリーされていることを確認した。(資料 8-1-7 P34 「別表 2」)
- ・今後も各プラントの要件整合確認(詳細設計)において出力回路へのデジタル技術(含む FPGA)の適用状況を確認する。

## (2) 今後対応する項目

### ① 工事開始の事業者担保について

事業者は、ATENA の要件整合確認（詳細設計）の完了通知を受けてから工事を開始することになっているが、事業者はどのような形で担保するのか。

#### 今後の対応方針

ATENA は事業者に対して下記の要求を出しており、今後、九州電力は玄海3, 4号機、東京電力HDは柏崎刈羽6号機の対応において、事業者の文書（オーソライズ資料等）に定め担保することとしている。他事業者についても、その対応方法について文書に定める方針であり、ATENA は、そのエビデンスの確認を行う。

- ・ATENA は、事業者の多様化設備の使用開始前までに、ATENA の要件整合確認及び工事・検査完了確認を完了し、確認結果を事業者に通知する。事業者は、ATENA の確認結果の通知をもって多様化設備の使用を開始する。

(期限：今後工事を実施するプラントから実施)

### ② 部分 CCF への対応について

CCF に対しては多様性を持って対処するとう大原則に沿った手順であれば、完全 CCF にも部分 CCF にも対応できると考えている。その観点から、手順書の設計方針について確認したい。

#### 今後の対応方針

部分 CCF への対応については、現状、事故収束の対応をする際に、運転員は故障要因に関わらず、状況に応じ、使用可能な機器（手動起動、現場操作含む）を用いて事故収束に向けた対応を行う手順となっていること、また、CCF 事象においては、教育の中でソフトウェアを介さない計器を明示することにより総合的判断の幅を広げていくことで対応できると考えている。

そのため、部分 CCF により一部機器の不動作、パラメータ監視不能となった場合も従前の対応手順・考え方が変わるものではなく、現状の手順にて対応可能と考えているが、今後も、得られた気づき等を基に手順書のブラッシュアップを行うべく適切な PDCA を回していく。

③ 解析コードの許認可実績がないもの適用性について

最適評価コード（TRAC）の適用に関して、NRA からみたらそれは使用実績にはならない。現時点で許認可実績がないものを適用するという点に対しては注意が必要である。

今後の対応方針

許認可実績のない解析コードの使用については、今後解析コードの採用について、論点を明確にしたうえで、原子力規制庁とコミュニケーションを取りながら進めていきたい。（期限：今後、許認可実績のない解析コードを使う場合に対応する）

④ BWR5 プラントの有効性評価書について

BWR5 プラントでは設備対応が不要であるとの内容が直接的には記載されていない。今後、有効性評価書を改定するなどして明確化するのか。

今後の対応方針

ATENA は、島根2号機と女川2号機に対して、デジタル CCF 対策として設備追加が不要であることを明確にするため、有効性評価書の改定または別資料を作成するようコメントしている。今後、事業者が ATENA コメントを反映した要件整合報告書を作成し、ATENA が要件整合確認を行ったうえで NRA に説明する。

（期限：BWR5 プラント評価時に実施する。）

以 上