

## 第22回 取替炉心安全性評価検討会 議事録

1. 開催日時 : 令和元年12月5日(木) 13:30~15:40
2. 開催場所 : 一般社団法人 日本電気協会 4階 D会議室
3. 出席者 (順不同, 敬称略)
  - 出席委員: 北田主査(大阪大学), 山田副主査(関西電力), 原田幹事(中部電力), 工藤(東京電力HD), 金子浩(グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン), 青木(三菱原子燃料), 左藤(三菱重工業), 鈴木(原子力安全推進協会), 滝井(日立GEニュークリア・エナジー), 本谷(東芝エネルギーシステムズ), 宮地(原子燃料工業) (計11名)
  - 代理出席者: 金子裕(日本原子力発電, 吉村代理), 兵藤(原子燃料工業, 長野代理) (計2名)
  - 常時参加者: 石谷(原電エンジニアリング), 吉岡(原電エンジニアリング), 今村(四電エンジニアリング), 大堀(四国電力)\*1, 中居(電源開発), 三輪(原子力エンジニアリング), 田淵(原子力エンジニアリング), 渡嘉敷(原子燃料工業)\*1, 木間(グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン)\*1, 福田(三菱重工業), 吉井(テプコスシステムズ), 木村(中電シティーアイ) (計12名)
  - 説明者: 小池(三菱重工業) (計1名)
  - 事務局: 小平, 大村(日本電気協会) (計2名)

\*1: 議題(2)にて常時参加者に就任

### 4. 配付資料

- 資料 22-1 第21回 取替炉心安全性評価検討会議事録(案)
- 資料 22-2 取替炉心の安全性解析評価プログラムに関する規程(仮称)  
規程案策定の状況報告
- 資料 22-3 取安コード規程におけるV&V方針について(案)
- 資料 22-4 取替炉心の安全性解析評価プログラムに関する規程(案)
- 参考資料-1 取替炉心安全性評価検討会 委員名簿

### 5. 議事

議事に先立ち, 事務局より競争法などに抵触する発言を控えるよう依頼があった。

#### (1) 代理出席者承認, 会議定足数の確認

事務局より代理出席者の紹介があり, 主査の承認を得た。また, 説明者の紹介があった。代理を含めて出席委員数は13名であり, 検討会決議に必要な条件(委員総数(13名)の3分の2以上の出席)を満たしていることが確認された。また, 配付資料の確認があった。

(2) 委員の交代，常時参加者の承認

事務局より参考資料-1に基づき，委員の交代及び常時参加者の変更の紹介があった。  
新委員候補は，次回分科会で承認される見込みである。

吉村 委員（日本原子力発電） → 金子 新委員候補（同左）

常時参加者については，検討会で承認された。

退任 梅原 常時参加者（四国電力）

松本 常時参加者（グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン）

新常時参加者候補

大堀 新常時参加者候補（四国電力）

木間 新常時参加者候補（グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン）

渡嘉敷 新常時参加者候補（原子燃料工業）

(3) 前回議事録の確認

事務局より前回議事録案資料 22-1 について紹介があり，一部修正のうえ承認された。

・ P7 (5) 品質 B&V → 品質 V&V

(4) 取替炉心の安全性の解析に用いる解析コードの規程（案）について

委員より資料 22-2～22-4 に基づき，検討状況の状況について説明があった。

検討の結果，本日の資料に対してコメントを年内に事務局に送付することとなった。

今後のスケジュール：2020年1月分科会へ状況報告，3月規格委員会へ状況報告，  
2020年8月分科会へ中間報告，9月規格委員会へ中間報告，2021年2月分科会書面投票，  
3月規格委員会書面投票，2021年9月発刊見込み。当初計画の6か月遅れ。

1) 取替炉心の安全性解析プログラムに関する規程（仮称）規程案策定の状況報告

金子<sup>浩</sup>委員より資料 22-2 に基づき，規程案策定状況について説明があった。

（主な説明）

- ・ 想定された課題（第1回検討会で提示）への対応は以下のとおり。①規程の範囲は解析コードに限定する。②記載の深さは性能規定とし，附属書で具体的な例を示す。③ V&V の手法は M&S ガイドに沿うことでモデル V&V の考え方を取り入れ，またプロダクト V&V の一部であるソフトウェア品質工学についても取り込む。④取安解析に対する品質管理は本規程の適用範囲を考慮し，原子燃料管理規程の動向を継続的に確認していく。⑤具体的な運用方法として適用範囲や管理方法に安全解析との整合性が取れるように，今後記載を充実させる。

（主なご意見，コメント）

- ・P6 数学モデルの検証はサブルーチンごとにやらないと、例えば M&S ガイドでいうエレメント 2 は達成できないと思うが、本規程ではどういう立場をとるのか。エレメント 3 の試験データベースの整理でデータベースはあればあるほど良いが、最小限のデータベースを示すつもりはあるか。
- 資料 22-4 P4 (3) 2), 3) にコード検証と解検証として、それぞれ M&S の一般的な事項を記載している。取安コードの場合、妥当性確認のデータが非常に多く、実機データを使い、どこまで実質的な検証がなされるかを考えなければならない。コード検証、解検証は推奨事項とし、「望ましい」と記載している。これは BE コード、EM コードについても読めるようにしたためである。一方、P6 (5) 1) のなお書き、「実機における～取り除くことができる。」という記載は、理想的な数学的なモデルとの一致を確認するのが検証であるが、大量の妥当性確認を通じて、結果に対する系統的分析、特性等を比較することで、基本的にプログラムに間違いがないことが分かるというもの。大量の妥当性確認を行うことによってコード検証ができる建付けにしている。海外から導入したコードに対して最低限の検証は、妥当性確認を重ねることによって、ある程度確認できる。
- データベースを示すかどうかであるが、具体的な最低限の妥当性確認の試験に対して、規程の中で示すことは考えていない。必要な試験をどう選定するか、ハウの部分を示しておけば良いとしている。
- ・海外コードにおいて、数学モデル等を理解したうえで、マクロ検証（解析コードの出力結果を用いて実施する統合的な観点からの検証）によって妥当性が示されれば、エレメント 2 は良いということか。
- そうですね（注：『当然対応はしなければなりませんね』という思いでの発言者「そうですね」とのご発言。発言者・質問者に後日ご確認済み。）。
- 資料 22-4 P5 試験データをどう整備するかガイドが書かれている。基本的には評価マトリックスを作成して行う。重要なモデルの検証は、どういうデータベースがあればそのモデルが妥当か評価マトリックスで評価する。モデルに対して実機データが必要かどうかジャッジする。
- ・実機データベースの場合、測定値に対する誤差が第三者には入手しづらい。ただし、その部分は各メーカーが公開というか本を出していて、それを引用すれば可能か。
- そういう形になるかと思う。
- 測定値に対する不確かさを明示的に規定することは考えていない。例えば OECD-NEA で、BEPU に関する委員会が設けられて検討がなされている。そこでも、実験の不確かについて明示的に示すところまではいっていない。可能なところで取扱うというのが現状であり、規程では規定しづらい。
- ・妥当性確認で十分なデータが揃っている時は、それで検証できることが規程本文の後

ろの方に記載があり、解検証には「望ましい」と書いてある。前の方に書いてある方が分かりやすい。

→M&S ガイドなど世界の趨勢としては、モデル V&V では検証と妥当性確認を厳密に分けている。検証は妥当性確認の前にやるべきことで、今回は推奨レベルで書いている。妥当性確認のデータで検証できることを明示するのはモデル V&V の考え方からは入れ込みにくい。取安コード規程の場合、大量のデータがあり一定の検証ができるのは事実であるが、それは検証の箱の中に入れるべきものではなく、妥当性確認で行い特性分析等を加えて実質検証に値するというアディショナルな規定として示す。こうしないとモデル V&V の枠組みから外れることになる。

## 2) 取安コード規程における V&V 方針について (案)

金子<sup>浩</sup>委員より資料 22-3 に基づき、V&V 方針案について説明があった。

(主な説明)

- ①品質 V&V とモデル V&V の違い、②取安コード規程のスコープ、③モデル V&V における検証、④検証の捉え方、⑤妥当性確認の考え方
- 背景：コード検証はそもそも論では、解析コードを 1 行ずつ読み込んでちゃんと作られているかを見る。しかし、1 行ずつ読んで文書化を要求するのは実質的に不可能。また、コードを読んだだけでは変数の受け渡しやメモリのアロケーションなどは分からないことが多く、流して解析結果を見る必要がある。したがって、実際に流してみ、解析結果を厳密解と比較する等、いろいろな手段を見出したのがコード検証である。解検証の部分はノード分割が正しいか、そこを把握する。資料 22-3 P8 の検証のところの細かい線であるが、検証で不確かさが小さいことを前提にはしていない。実際には検証における不確かさは使わず、妥当性確認による不確かさだけを使う。これは統計的安全解析を行う他のコードとも同一である。検証で得られる不確かさは、妥当性確認の中に陰に乗っている。これは原子力学会の計算科学技術部会の企画セッションで発表している。これを本規程の附属書に入れるのは可能かと思う。M&S はモデリングアンドシミュレーションの略で、モデリングもきちんとする。検証の不確かさをみて、どの部分、どのモデリングが悪いのかを抽出して、コードの改良、モデルの改良を進める。取安の場合は妥当性確認だけで不確かさが評価できる。
- 資料 22-3 P3 で「～概念モデルが適切であるかどうかを確認する～」とあるが、原理的にはこれは無理である。(∵解析結果も実験結果も概念モデルにぶら下がっているため。)

(主なご意見、コメント)

- ・資料 22-3 P5 で、ソフトウェア品質工学とは、端的にはサブルーチンのバージョン管理か。

→ここで言うソフトウェア品質工学とは、プログラムの作成，管理等，一連の管理，そういう体系化されたものを指している。具体的には附属書で展開する予定。

- ・① verification が陰に入っていれば，実機データと照合すれば validation も verification も一定の信頼を有しているとみなせるのであれば，これから改良する，あるいは新しいコードでも同じことが言えるのか。②実機で炉心パラメータのデータが使えるとは，PWR では炉物理試験の結果があり，BWR では運転データ，監視しているデータが豊富にある。PWR と BWR で差がないと受け取った。

→②はご指摘のとおりである。①は従来のレガシーコードでも，これから開発するコードでも，本文の規定を変えることは考えていないし，今後どのコードにも適用できる。「シミュレーション信頼性確保のガイドライン」で当時副主査の越塚先生は，対象によって規程を変えず，規程は 1 つとの意見である。そのうえでグレーディッドアプローチ（妥当性が確認されたコードが改良された場合は，ある程度の妥当性確認は簡略化される。）とする。

- ・検証時の不確かさが妥当性確認の不確かさに含まれるのは重要ポイントにも思えるが，要求事項に書くのか。

→書くとすれば，附属書か解説となる。

→検証時の不確かさが大きければそれは問題となる。それを小さくするのにどこで埋めるかという妥当性確認で相応の検証になる。検証のある程度の段階までは妥当性確認で進めることができる記載としている。そこまでを含めることで検証時のエラーが重大な事項にならない。

- ・電気協会の規格コードとガイドに分かれていて，コードの本文は全て要求事項になるのかと思う。現行案は推奨事項も本文に記載している。

→1 つでも要求事項があればコードで，コードに推奨事項があっても良い。明確に分けて表現する必要はあるが。

→JIS Z 8301 もそうである。

→本件は，マニュアルか手引きに記載されている。

### 3) スケジュール

金子<sup>浩</sup>委員よりスケジュールについて説明があった。

(主な説明)

- ・分科会は 1 月 15 日で状況報告。分科会に本文は提出しない。

- ・3月 M&S ガイドとの比較，検討会又はメール審議とする。
- ・3月規格委員会へ状況報告。
- ・2020年8月分科会，9月規格委員会に中間報告する。その前に検討会開催。
- ・10月検討会開催。分科会，規格委員会コメント対応方針の確認。
- ・12月検討会開催。最終版の確認。
- ・2021年2月分科会書面投票，3月規格委員会書面投票。発刊は2021年9月見込み。
- ・当初予定（2019年1月の検討会時の予定）から半年後ろに遅れ

（主なご意見，コメント）

- ・4月に検査制度に移行する。その段階で取安コード規程が，ある程度こういうことをやれば十分であるという，基本的な考え方を fix するのが望ましい。
  - ・規程は今回の案のようになりそうであるが，それをどう確認するかの考え方はどうまとめるのか。
- 3月に規格委員会に状況報告する。4月の段階で，ある程度の考え方，実施事項の大筋が特段の異論が出ない状況にしていただければありがたい。山本先生のご説明時の頃に越塚先生にもご説明してはどうか。

#### 4) 今後の作業

金子<sub>浩</sub>委員より今後の作業について説明があった。

（主な説明）

- ・規程案作成は PWR と BWR の WG で行う。その後，用語統一，誤記チェックを作成者以外で行う。附属書は必要になる可能性があるが，今後出てきた段階で相談したい。

（主なご意見，コメント）

- ・本規程は基本的に性能規定で，仕様規定の具体的妥当性確認は参考として盛れるものは盛っていく。そこから後は各メーカーがコードを使い補っていく。一方，ROP 対応として JEAC があり，必要なこと・ためになることは残しておきたい。追加知見，新知見，そういう情報を収集して，継続して良いものにしていく必要があると思うが，例えば，今後，断面積ライブラリを新しくするとか重核種の散乱等，コメントを適宜反映する参考の附属書の枠を作れないか。JEAC 共通部分に記載しておけば，今後 ROP で，JEAC が盾になる。
- 方法について検討する必要がある。資料 22-4 P9 2.1.2(1)1新知見などへの対処に記載がある。例えば，核データライブラリはこれに合致すると思う。枠を広げて，継続的改善を書きこんでいくのはあり得る。附属書にどこまで書けるかは難しいが，検討したい。

- 取替炉心検査ガイドの改定が進み、以前は「事業者が妥当性を確認しているもの」との記載があったが「規制が確認しているもの」と（改定することを）規制側が言い出している。12/2に規制委員会とCNOの意見交換会があった。そこで、規制側から安全解析に用いる新しいコード、取替炉心の安全性評価コードの使用の要請が被規制側からあるが、トピカルレポート審査か学協会規格のエンドースか、個別にバラバラやると仕事が回らないので、整理をするよう言われている。タイミングと使い方/使われ方を考える必要はある。解析コードは個別にトピカルレポートで審査しかないであろうが、本規格を早く出して、これにしたがってやっているとできると非常に良い。
- 3月の規格委員会で、次年度以降の計画を提出する。その時に取安のプログラム規程のパワーポイント資料があると、アピールになる。また、規格類協議会では規制側も出席していて、認知するのかなと思う。

5) まとめ

- コメントは今年中に、事務局あてにメールで送付することとなった。

(5) 次回

- 次回検討会は、メール審議又は検討会開催のいずれかとする。

以 上