

第 112 回破壊靱性検討会 議事録（案）

1. 日 時： 2026 年 7 月 3 日（金）13 時 30 分～17 時 00 分
2. 場 所： 日本電気協会 D 会議室（Web 併用会議）
3. 出席者（敬称略，順不同）

出席者：廣田主査(三菱重工業)，高本副主査(日立 GE ヘルノハ[®]ニュークリアエナジー)，
中野(東京電力 HD)，青木(北海道電力)，秋山(四国電力)，
岩井(東京電力 HD)，上田(中国電力)，岡本(電源開発)，川野(IHI)，
橋内(日本核燃料開発)，小林(電力中央研究所)，阪本(三菱重工業)，
清水(日本原子力発電)，信耕(電力中央研究所)，田川(JFE スチール)，
中川(中国電力)，中崎(関西電力)，西本(日本製鋼所)，
長谷川（発電設備技術検査協会），服部(東芝)，
河(日本原子力研究開発機構)，村中(日立 GE ヘルノハ[®]ニュークリアエナジー)，
増住(富士電機)，山本(日本原子力研究開発機構) (計 24 名)

代理出席者：大山(中部電力，稲垣様代理) (計 1 名)

欠席者：畑(関西電力)，平原(九州電力) (計 2 名)

常時参加者：平野(IHI)，佐伯(電力中央研究所)，永井(電力中央研究所)，
高見澤(日本原子力研究開発機構)，杉野(中部電力)，石寄(日立製作所)，
佐々木(原子力規制庁)，渡辺(原子力規制庁) (計 8 名)

説明者：中村(九州電力) (計 1 名)

オブザーバ：川井(関西電力)，矢野（東京電力 HD），久次（東芝）

事務局：景浦(日本電気協会)，伊藤(日本電気協会) (計 2 名)

4. 配布資料：別紙参照

No.112-1：破壊靱性検討会 様名簿

No.112-2：第 108 回破壊靱性検討会議事録案

No.112-3-1：技術評価を希望する学協会規格について（第 28 回意見聴取会合資料）

No.112-3-2：技術評価ロードマップ（2026 年版）（第 28 回意見聴取会合資料）

No.112-4：JEAC4201 及び JEAC4206 改定スケジュール（原子力規格様会資料 97-5-1
より抜粋）

No.112-5：JEAC4201 改定検討項目

No.112-6：JEAC4201 改定方針中間報告目次

No.112-7：JEAC4201 改定方針中間報告（員数削減関連）

No.112-8：JEAC4201 改定方針中間報告（監視試験片取り出し時期の見直し）

No.112-9：JEAC4201 改定方針中間報告（関連温度移行量評価式の見直し）

参考資料 1：第 80 回原子力規格様会資料 No.80-2-3-4 JEAC4201-202X 改定提案について

参考資料 2：第 80 回原子力規格様会資料 No.80-2-3-5 JEAC4201-202X 改定提案について

(参考資料)

参考資料 3 : 第 85 回原子力規格様会資料 No.85-6-1 ハルデン炉での照射試験における
温度変更について

参考資料 4 : 第 85 回原子力規格様会資料 No.85-6-2 ハルデン炉での照射試験における
照射温度変更による電気協会規格への影響について (第 2 報)

参考資料 5 : JEAC4206 改定検討項目

5. 議 事

会議に先立ち事務局より、本会議にて、私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律及び諸外国の競争法に抵触する行為を行わないことを確認の後、廣田主査より開会の挨拶があり、その後議事が進められた。

(1) 代理出席者の承認, オブザーバ等の確認, 会議定足数, 配布資料の確認について

事務局より、代理出席者 2 名の紹介があり、分科会規約第 13 条 (検討会) 第 7 項に基づき、主査の承認を得た。資料 No.112-1 に基づき、出席者の確認を行った。出席者は 25 名であり、分科会規約第 13 条 (検討会) 第 15 項の決議に必要な 3 分の 2 以上の出席であり、定足数を満たしていることを確認した。最後に配布資料の確認があり、資料 No.112-5 および No.112-9 に訂正箇所があったため、後日改めて差し替え版を共有するとの説明があった。

(2) 前回議事録の確認

事務局より、資料 No.108-2 に基づき、前回 (第 103 回) 議事録案の紹介があり、正式議事録とすることについて分科会規約第 13 条 (検討会) 第 15 項に基づき決議の結果、特にコメントはなく、出席様の 5 分の 4 以上の賛成で承認された。

(3) JEAC4201 の改定について

資料 No.112-4 から資料 No.112-9 に基づき、JEAC4201 改定案の構造分科会中間報告に向けた資料の説明があった。

主なご意見・コメントは下記のとおり。

○No.112-3-1 : 技術評価を希望する学協会規格について,

No.112-3-2 : 技術評価ロードマップ (2026 年版) 関連

事務局より、第 28 回意見聴取会合資料の紹介があった。

ご意見等は特になかった。

○No.112-4 : JEAC4201 及び JEAC4206 改定スケジュール 関連

JEAC4206 の改定スケジュールについて、当初は JEAC4201 改定案と同じタイミングでの中間報告を考えていたが、電気協会内調整の結果、3 か月遅れで進める旨の説明があった。

JEAC4201 改定案については 9 月の原子力規格様会、JEAC4206 改定案については 12 月の原子力規格様会での中間報告を目指す事となった。

続いて、JEAC4201 改定案のこれまでの審議状況について改めて説明があった。本改定案

は、一度 2021 年まで改定案の審議を行っており、その時は原子力規格様会での審議を終えて書面投票に入るところまで進んでいたが、ノルウェー・ハルデン炉の問題があり、そこで審議が中断していた事が改めて説明された。さらに、改定案のうち審議済の内容についての説明があった。

ご意見等は特になかった。

○No.112-5 : JEAC4201 改定検討項目 関連

ご意見等は特になかった。

○No.112-6 : JEAC4201 改定方針中間報告目次 関連

ご意見等は特になかった。

○No.112-7 : JEAC4201 改定方針中間報告（員数削減関連） 関連

主なご意見等は以下のとおり。

- ・直前に送付された資料なので、その内容について全くレビューできておらず、何をコメントすべきか庁内で議論できていない。技術評価の実施にあたり検討頂きたい事項や、資料に記載が足りないと考える事項については、規制庁の中の専門家を含めて打ち合わせを行い、次の検討会でご説明したいと思う。今日は説明を聞いたという事にしたい。

それから、資料は会議の一週間程度前に頂きたい。例えば、原子力学会の作業会では、一週間位前、早ければ十日位前に資料を頂いている。それを事前に全部読んで、何をコメントすべきかを議論して、内部文書に纏めて、合意を取ってから会議に臨んでいる。だから最初から説明をして貰わなくても、すぐに本題に入って議論が出来ていて、時間が有効に使えている。原子力学会では規制庁のリソースをととても有効に使っていると思う。回答が次回になると、それだけ回答時期が遅れてしまう。資料については、別にドラフトの段階で送って頂いても結構である。今日は、そもそもこういう内容について話し合う事を知らなかったのも、他の資料も含めてコメントできる状況にない。これは ATENA にも言おうと思っている。

- ・再生試験片の利用と試験片の員数削減については、どちらを優先するのか？

→どちらを優先というよりは、どちらも長期的なプラントの運転を見据えた対応を考えて、事業者として最善な方法が選べるように、規格としては両方を並列に記載する方向で纏める事を考えている。

→例えば HAZ は再生できるのか判らないかもしれないが、母材は再生できると思う。そういう意味で優先順位はどちらになるのか？

→規格上はどちらを優先する等は決めない方が良いと思う。実際に実機の運用をしていく中で、再生できる母材については今後も 12 本で試験を実施する方が精度としては高いと思われるので、その選択肢を取ることも考えられるが、その部分は事業者として監視試験計画をどう立案していくのかという部分にも関わると思う。現状はどちらを優先する場合でも、8 本に削減できるような規格の記載とする事を考えている。

ただし、12 本で試験を実施した後は 8 本に減らす事が出来なくなるので、12 本では実施しないという順番の優先はあると思う。規格上どちらが優先されるかについては記載しないが、実際に選択する際の順番には優先があると思う。

→今の説明の部分は結構複雑なので、解説等に記載した方がよいと思う。

- ・検討の No.1-2 で「案 1」「案 2」二つの案を標準偏差とその差分について検討するとのこと。これは最終的にはどちらかを選んで一本化することだと思うが、どう選ぶかがよく判らない。両方やって、そのどちらか保守的な方を選ぶのは適切ではなくて、ロジカルにどち

らかを選ぶというのがあるような気がする。それで、この段階で二案が並列して出てくるのが少々不思議に思うが、そこも含めてどちらであるべきというのと、理由付けも含めて検討しているという認識でよいのか？その両方を進めて、そのどちらか保守的な方というのは、この場合にはあまり馴染まない気がする。

→おっしゃるとおりである。一応、どちらが厳密に正しいかという点は議論している。その上で、例えば、案2の方が厳密に変化量を足す補正という形になるので、厳密ではあるが、まだ数値的な結果が出てきてない状況である。例えばこれが全然小さい値となった場合に、そんな小さい値を足すよりは、やはり案1で大きめに取った方がいいという結果、保守的だという考え方にもなると思うので、まだちょっと決めきれていない。

→例えば案2が正しくて、案2が計算可能であれば、案1に行く理由は無い気がする。数字が大きいからといって、そちらが保守的だからといっても、ロジカルに案2の方が正しいと言えるのならば、最初から案2だけでいい気がする。

→案1の方は、全体的な傾向として8本の試験片のデータを大きくしようという評価の手法になるので、こういうやり方をすれば十分に8本のデータを12本のデータとして扱えるはずだという事が説明できれば、その方法でやった方が少しリーズナブルであると思う。その部分は検討中である。

・「広がる分をずらす」という話だが、脆化評価式に使う値は当然ずらさない方を使う。それはそちらで決めればいい話だと思うが、試験データとして出る値としては、ずらす場合でも、両方の値を併記して出して頂くという事になるのか？変にずらしたものを元に、フィッティング等をして式を作ってしまうとおかしなことになる。そうならないようにデータはちゃんと使えるようにして頂きたいと思う。

→今コメントがあった部分については、今後の検討になると思っている。実際のプラントの評価する時にこれを入れるという方針には異論はないが、その後で予測式のデータベースとして使う時にどちらの数を使うのかについては、議論が必要だと思う。傾向が変わるから、保守的だからいいというものではないと思うので、そこは今後の検討が必要だと思う。

・資料の12ページ。カプセルの設置位置の差による中性子束への影響を示しているが、下のグラフについて確認したい。監視試験片はセグメントで同一角度位置に設置されていると説明されているので、基本的に対称性があり影響が小さいという説明である。従って下のグラフのいろんな場所にあるわけではなく、1/4象限でこのグラフのある一点で全部試験片があるという事だと思う。

→補足説明する。例えば、1/4セグメントの計算結果が4枚あって、その同じ角度に試験片があるというイメージである。

→このグラフを見ると、この位ばらつきがある試験片だと見え兼ねないと思った。そのためこのグラフは無くてもいいと思う。例えばこの中でいうと、0.7倍から1.5倍ぐらいの間で値がばらついているが、そんな差は無くても、この中の一点で全部あるから、もうほとんど一緒だということであれば、誤解を招くかもしれないと思った。

・資料スライドの15番のところで、試験片を12個から8個に減らす事の理由が、「将来にわたっての試験片を確保するため」とあるが、それに限定する何か大きな理由があるのか？8個でも問題ないというのであれば、大きなペナルティを背負う事になるのであればそこを限定するのがいいと思う。一方、そんなに大きなペナルティではなくて、一般的に言えるのであれば、電気協会の規格的には8個にしても大丈夫だと、ちょっと考え方が違うという併記でもいいと思う。その考え方を教えて欲しい。

→「将来にわたっての試験片を確保するため」とある部分、これで限定出来ているのか怪しいが、元々BWRで（必要な監視試験片を確保する上で）救いたいプラントがあるということ

で、そういうプラントに対しての記載として残していた。ただ、補正値を足す点について、その補正値自体がまだ算出出来ていないので何とも言えないが、大したものではないということであれば、原則8個を併記するような記載ぶりも意見として受け止めたい。文章の方はもう少し検討が必要だと思っている。

→その部分について、今まで電気協会として基本的に12本で試験を行い、予測評価式等を作っていた流れもある。基準を全てのプラントに変えてしまうと影響があると思うので、試験片の確保が難しいプラントにある程度限定して、そういったプラントはしっかりマージンを入れて評価をするということにして、そのプラントだけでなく、他に影響しないように、今はこういう書き方とするのがベースで良いと思う。

→まず、事情は十分承知している。ただ12本と8本を混ぜるとどうなるのかという議論になってしまう事を危惧している。救わなきゃいけないプラントはどうしても12本と8本が混ざることになる。そこが併記されていれば12本の方のままでいけるプラントはそっちの方がクリーンだと考えれば12本でいけるわけである。だからそこを一般化して、規格としては書けるべきところは書いておいた方がいいのではないかな。もう一つは、この「将来にわたっての試験片を確保する」について、今のところそれが唯一の理由かもしれないが、もしかすると将来的に何か別の理由が出てきた時に「将来にわたって」に該当しないから適用できない・・・という話になった時にすごく損すると思う。そこで、技術的には問題ないのに、条件が付いているから適用出来ない状況は避けたいので、規格本文としては、並列に記載して問題ない部分については、プレーンに書いて、解説の方に経緯を書いて、「将来にわたって試験片を十分に確保するため」ということがあった方が、技術的には同等だと確認できており、併記しているという所を明確に書けばいいと思う。

→私もその部分の記載に違和感を覚えている。規定に理由が書き添えてある。その記載は括弧書きでいいのではないかな？その上で、括弧書きにした理由を解説に書いてもいいのではないかな？

→今の話の部分は解説に書いてあるのだが、将来的に本文に記載するというのは厳しいと思う。次のページに解説があり、もともとカプセルの数に限りがあるので、基本は再生なのだが、試験の種類によって再生出来ないのがあるので、例えば狭界先の溶接金属等があるので減らしたいというのがまずある。それをもともと狭い範囲で8本にしようとしたのだが、オールマイティに使いたいということだと思う。それを本文に書くかどうか、検討させて頂きたい。

・皆さんの都合からすると監視試験片が足りないから規定に書くということだと思うが、それは我々から見ると理由にはならない。私たちは技術的な妥当性で判断するので、技術的に妥当なものを持ってきて欲しいというのが要望。もし非保守的な変更をするのであれば、それが安全の観点から同等だという説明ができるかどうかという事になる。

この間技術評価の要望を説明して頂いた際には、格納容器全体漏えい試験の頻度を「3年に1回」から「10年に1回」に見直す、それでも同等以上の安全性が担保できるという説明になっていた。その理由を聞くと、格納容器全体漏えい試験を実施するためには、格納容器を試験用の状態にする必要があり、その措置をしている間、実は安全性としては下がっている。それが10年に1回になることで、その状態を緩和する事ができ回避できるから、全体としての安全性は同等以上になると思っているという説明内容で、なるほどと思った。

また別件で、RPVの試験程度の見直しの話では、試験といっても無駄に多くの検査をしても意味がないので、(無駄を省いて)検査を少なくすることにより(作業従事者の)被ばく線量が下がるという説明があった。それも好ましいことなので、本当に無駄に試験を実施している部分があるのであれば、削減して、被ばく線量を下げた方がいい。

本当に無駄に格納容器全体漏えい試験を実施しているのだったら、頻度を減らして安全性を

向上させた方がいいという、そういう判断ができる。それに類することが、今日の今の資料では記載されておらず、皆さんのご都合だけが書いてあると感じた。なので、ネガティブなコメントをすることになると思うので、先に言わせて頂いた。

→ポジティブな何か内容があるのであれば、それはしっかり書き込んだ方がいいということだと思う。今日この場で、ご意見を頂けるのはすごくありがたい。また、次回7月31日に検討会を開催予定なので、その時にもご意見を伺えるとありがたい。

→当方としては、この公開の場での意見表明以外の意見表明は行わないというルールがある。なので、意見表明をするとすれば次回の検討会しかない。

→承知した。今日は可能な範囲で気付き事項等があれば発言をお願いしたい。

・原子力関係の分野についてあまり知見を持ってはいないが、シャルピー試験の経験は多く持っているで、その立場から発言すると、温度については最初に上部棚と遷移温度と下部棚でとしか書いていないのだが、そもそもどういう選び方されているのか？モンテカルロ・シミュレーションをやるのは妥当だと思っているが、下部棚と上部棚というのはデータがばらつかない。一方、遷移温度域はものすごくばらつきが大きく、かつ母材とHAZでそのばらつき方が結構違うというのを、常識的に知っている。だから、12本から8本という時に、どこで試験を行うのか？例えば要は上部棚でたくさん打っても仕方がない。その部分についてちょっと教えて頂きたい。

→我々の方で、モンテカルロ解析を実施した。資料20頁の左下に記載しているのが、米国の監視試験データベースを正規分布化して、いろんな材料のデータを束ねて母集団として、サンプリングして、モンテカルロ解析を実施した。どこの温度域で試験するかで T_{41J} のばらつきが大きく変わっており、今話があった通りで、USEとLSEのところは、例えば本数を少し減らしても、41℃以上のばらつきに及ぼす影響は小さいとか、そういうことも解析では見えている。基本的にやはり遷移温度のところで試験を多めに実施すると精度が上がるということも判っている。それを規格にどう持っていくかについてだが、試験温度を細かく規定するのは現実的ではない。資料の記載で4種類に色分けで温度域を表示し、遷移温度域も下側と上側で分けて表示し、それぞれ同じぐらいの数で試験をやって、カーブを全体的に見れるような形で実施するのが、一般的なやり方として、その上で試験片の個数を12個から8個に減らした場合に、ばらつきの差を見ている。そこで、実際に試験をされる方としては、USEとかLSEの試験片の数を減らすと思う。我々の解析としては、まずは保守的に、全体的に試験片の個数を減らした場合のばらつきの差を見て、ちょっと保守側の評価になるようにという事をしている。

→説明がよくわかった。要は12個から8個に節約できたと考えるのか、あるいは4本無駄だったので、同等のことは8本で出来るという説明をするならば、例えば破面率で制限をかけるとか・・・、要は上部棚を均等にやるっていうのはちょっと如何なものかなっていう気がする。

→今の規格上で、USEについては1本でもよいのか？

→規格には本数の制限については記載がない。

・今説明した、青と緑と橙と赤の領域について試験片の本数の変更をどうシミュレーションするか考えた時に、やはりこのフルカーブをどう取るのかというのを踏まえて考える必要がある。例えば8本にしたとすると、LSEで一本試験して、USEは規定で3本の平均だから3本試験すると残り4本になる。その残り4本で、緑をうまく出すために緑と橙の領域4本をどう試験するのかとなると、そこはメーカーさんのノウハウに依り、温度の出方によって4本の割り当てが変わってくると思う。その点は運用面の話になるが、その運用面に行くための前段の評価の中で、当方のシミュレーションでは、緑に偏って4本採取したり、橙に偏って

4本採取したり、全体を均等に採取したりという事をシミュレーションして情報提供をしている。今コメント頂いた、「本数はどう取るのか？緑の領域が大事ではないのか？」というところについては、やはり緑は41℃に入ってくるので、そこにうまく出るように残り4本を使う事になると思う。多分このJEACの中では手法としては規定せず、8本であれば運用面でも問題ないということの規定するのではないかなと思う。

- ・先ほどのコメントについて、まず試験片の本数12本を8本にしてマージンを変えれば同等となるという説明ではなくて、多分安全性が向上するとか、そういったことを説明する必要があるのかなと思う。持ち帰って検討したいと思うが、試験本数を減らせる事ができれば、例えばEFPY毎に使用できる監視試験の数が増えるので、全体的な傾向が把握しやすくなるかな。知見が拡充しやすくなるかな・・・。そんな言い方なのかなと思う。
- そういう言い方はあるのではないかな。十分精度が高いのに12本も使って試験しても無駄だから8本にするという説明になって、それが技術的に正しければ、そのロジックはあり得ると思う。もう一つは、プラントの運転年数の違い。例えば運転年数の比較的短いプラントの場合は試験結果のばらつきが非常に小さくて、その程度であれば12本で試験しても無駄だから8本にするとか、そういったロジカルな説明があるのであれば、検討する余地はあるのではないかな。ただし、今日の資料にはそういうことが書かれていない。
- ・ここで、今後のスケジュールについて調整したい。次の構造分科会までに、もう1回破壊試験検討会を開催しようと考えている。7月31日を候補として考えている。そうすると、本日の資料の確認をお願いする期間を二週間として17日までとしたい。その後一週間で資料の見直しを行い、次の検討会に向けて準備を進めたいと考えている。そのため、本日の資料についてコメント等があれば17日までに事務局まで連絡して貰うということをお願いしたい。

○No.112-8：JEAC4201 改定方針中間報告（監視試験片取り出し時期の見直し） 関連

主なご意見等は以下のとおり。

- ・この資料は昨日配布されたので中身を読んだのだが、これについてコメントする立場にないと思っている。というのは、これは規制要求の範囲を超えたところをどうするかという部分の話なので、産業界の皆さんのいいようにして頂ければいいと思う。その上で、こういうふうに書いた理由があるので、ちょっとごコメントさせて頂くと、今申し上げたように60年までは規制要求だから、それを超えたところでどういうデータを取るのか、200年後のデータを取ろうが、それに対して私たちが口出しするべきところじゃないというのが、杓子定規にはそうなるのだが。こういうことを資料に書かれているのは、やはり今後のことを考えると、取り出した試験片について、例えば廃棄せずに安全研究に使うとか、あるいは新しい試験片を作るという時に、この試験体を使うとかいう方法はあると思う。我々も廃炉になった炉のカプセル等を頂いて安全研究に活用している。そういうことを考えると、無駄になるようなものは取り出す必要はないのではないかな。そういう意味ではリードファクターを考慮して、中性子照射量に応じて試験片を採取出来ていれば、それはそれでいいのではないかなと思う。だから、資料の記載の内容のどれが将来的に一番かを考えた時にポジティブな、起点になるのかっていう観点から、今後新しい技術なり、新しい試験なり、新しい何かをやるのかと関係があるので、もったいないものはやらなくていいという精神で考えて頂いていいのではないかなと思う。
- 資料に記載の意図等に対して補足頂きありがとうございます。事業者としては、もったいないっていうところもあるが、今後継続的にやっていって、いざ使いたい時に使えないとなってしまうと、それは当然問題となるし、再生試験片とかいろんな事が必要になっていて使用

本数が増えて、最終的に試験片が枯渇してしまうのも間違いなく避けたいので、そういったところを踏まえて、あとはもちろん技術的に妥当な規定にしたいと思っている。その部分をもう少し考えたい。

- ・基本的に私はおかしい事は何もないと思うのですが、資料に赤字で書かれている「精度向上には繋がらず」は言い過ぎではないかと思う。例えばフラックスがあまりに高いところを取っても結局仕方がない。ただし、照射量を例えば 100 年相当と仮にした場合に、やはり結局内挿のデータに関して、そのような高照射量のデータを参考にして評価式を作ると、より 60 年あたりの精度が出ることはあり得る。それはデータにどのようなばらつきが出るのか、そもそもデータがどのくらい出てくるのかにも影響すると思う。基本的には適切な時に試験片を取り出すというのは大賛成であるが、そこで精度が下がるというのを理由として言えるかという、そうとも言えないのではないかと思った。

→先ほど同じことを思っていた。適用範囲外のデータに引っ張られて、そういうふうになる可能性もあるという意味だと思う。明確に繋がらないという、それは違うのではないかというのはその通りだと思う。

→良くなるのか、悪くなるか、そこはちゃんと考えないと判らないという事だと思う。

- ・今の議論と同じような話になるが、資料のスライドの 4 について。例①②③とある中、例えば例②はフィロソフィー的なことは書いてあるけど、実際にどうするかは書いていなくて、まさに今話された内容等を全部含めて、数字的にどの辺でどうするのがいいのかっていう議論があって、それが最終的な案になるという認識でいるが、それがそれでよいのかということを確認したい。つまり、もう次回の検討会の時には、規格の改定案の形になって出てくるのではなくて、メリットやデメリットについての議論の場があってしかるべきだという気がするのだが、それは大丈夫なのか？

→今後のスケジュールについては、今日まだ提示できておらず申し訳ない。次の検討会で規格改定案をいきなり出すという事はないので安心頂きたい。この例①②③についても、特に例①について、まずは一応方針としてやりたいと思っている事を示している。ただ、もう例②で行くと結論だけ決めて、それに数字合わせに行くのは違うと思う。まずはやってみて、その上で思ったようには明確に言えないから、ある程度取ることにする等・・・という結論もあると思っている。一方で、これまで多くの試験片を取り出してきているので、ある程度「この部分は取る必要はない」くらいの感覚はあると思う。そういった部分は、分析しながら進めて行くという事で、メーカー殿とも相談させていただいている。

○No.112-9 : JEAC4201 改定方針中間報告（関連温度移行量評価式の見直し） 関連

主なご意見等は以下のとおり。

- ・事前に資料 24 ページを見ていたのだが、修正が必要な箇所があるので確認したい。式の最後のところにこの「 $\sqrt{t}$ 」の項がある。それが、23 頁の資料のグラフの低照射速度領域でぐっと上がっている部分の修正に対応する。この図の説明が低照射速度領域の修正ではなくて、高照射速度領域の修正として説明されていた。

→21 ページの説明で「低中性子束」と説明したが、どこかで「高中性子束」でやりましたって説明してしまったかと思う。

→そこだけ説明時には誤解のないようにお願いします。

→資料の 17 頁が良くないと思う。式として今回修正しているのはこの 3 点なのだが、振り分けとしては高中性子束領域として対応を直したのは下の式の左側の赤の部分だけである。ちょっと章分けが良くない。「 $\sqrt{t}$ 」と入ってところが、実は上の方に入るところに対応する変更。そこを書き直せばよい。資料は見直しをする。ちょっと時間が掛かるが、式の構成が

いびつになっているので。

→資料のレビュー用に、修正する。修正後にコメントを頂きたい。

・IET 小委員会とかですごく議論しているのを聞かせて頂いている。いろいろと検討して頂いており、それは非常によいと思っている。その一方で、規制側としては予測式なので、予測性のところを重視する事になる。技術的な検討自体は出来ないかもしれないが、予測性としてはちょっと下がっているように見える。

→それは標準偏差がちょっと大きくなっている部分を指しているのか？

→その部分が気になっている。これだけ一生懸命頑張って作ってきたのに、なぜそうなるのか？

→その部分は IET 小委員会で議論した内容である。これの原因は、要は最小二乗する時に、何を小さくするかという点である。2013 年版では、ほぼ全てというか、95%の割合で ΔT_{41J} を小さくするようにフィットしてる。ただし、IET 小委員会の時にいろいろなコメント、アトムプローブのデータが多くあるので、それも説明できるような形にすれば、よりメカニズムとしての信頼性が高いものになるということで、 ΔT_{41J} を 80%、微細組織の重みを 20%に上げている。それで、微細組織は前よりも全然合うようになった。ただその分、 ΔT_{41J} に少し犠牲が出た部分があるという事である。もちろん、当然ながら非常に複雑な鋼材に対する予測は、そんなに簡単ではない中で、どういうところを重視してやるのか。検討を進める上で、ターゲットとして σ を小さくするのは当然ではあるが、単に合わせるのではなくて、説明性も高めるといふ部分とのバランスを考えていたという事である。それで、どこでバランスを取るかというのは、それは考え方として何が正しいということは無いんだという話は IET 小委員会でもあったと記憶している。そのバランスの中で、この辺が選ばれたということで、いいところも、悪いところもあるというものだとして理解している。

→前回の技術評価の時の予測式の予測性が良かったので、妥当であるという評価になっている。そこをどういうふうに進めるのかを考えると、ちょっと難しいかもしれないと思った。でもこういう式になるのは予告して頂いているので、妥当ではないとは言わないと思うが、それを妥当とする理由をどう説明するのか、よく考えておいて頂く必要がある。もう一つ、適用範囲の方はすごく気にしている。今、適用範囲をすでに超えてしまったプラントは参考値のように書いている。

→参考値と言うか、予測式には使えないけれども、当然実機から採取した値なので、暫定の評価を事業者自主でやっている状況である。

→それはよくないと思っている。そういうふうに判断するのもどうだろうなと思うが、やはり規格を改定するときには、しっかり適用範囲を適正化して欲しい。そこをこのままで大丈夫とするのか気になっている。例えば 1.5 まであるから 1.5 とすると、また不確かさについてのドタバタみたいになってくるかなと思う。

・10 年ごとに取り出したら、(リードファクターの関係で) 100 年とか 200 年相当の中性子照射量になってしまうのだが、それを本当に、MC 補正に使っていいのかというところもあったため、今の 202X 年版の規格案では、その適用範囲を超えるデータは MC 補正には使わないとか、そういうところは見直している。それ以上に、もう少し検討を進める。

→現状の 1.3×10^{20} から増やす事になると思う。その根拠も問われると思う。

→適用範囲を上げる時の根拠についても纏めておきたい。

→不確かさも踏まえてこういう風にしましたみたいな説明ができるように準備して欲しい。

・開発の経緯というか、スタンスについて伺いたい。この予測式は 2007 年版でメカニスティックにそのミクロでは何が起きているということを考えて、定式化がなされて開発されて、今度 IET までの 202X 版では、さらにデータもたくさん出てきて、式の形というのはある程

度アプリオリに与えるのだと思うが、そのデータがどこに向かうのか、要はデータサイエンスだとかマシンラーニングなどの手法を最大限に使って客観的にフィッティングがなされたという開発経緯で IET まで来ていると思う。それでオーバーフィットになってるところを是正する必要があるというのは理解できるし、その結果は普通そうなるだろうという方向に向かっているということで、結果自体は何も否定するものではないが、「ちょっとこのカーブがなんとなく違う気がして、もう一回補正してみた。」という、もしそういう開発の仕方だったとすると、ちょっと悪い見方をすると、恣意的な操作と思われてしまわないかなと心配になった。多分そんなことはないと思うが……。今、話を伺っていると、この辺オーバーフィットだから直してみましたという風にも聞こえてしまうので、ちょっとそこが心配である。特に 202X で IET までの議論というのが、そういうマシンラーニングとかデータサイエンスとかを使って客観的に最適化しようとたくさんのパラメーターを出して、そこから感度の低いものは落としていくというようなステップを踏んできたので、大丈夫かなという質問である。

→まずオーバーフィットの件と、今回ハルデン炉の時の改定案からの変更点には関係のない事を言わせて頂く。その上でなぜ変えたかについて説明する。試験炉の加速照射のデータが出たのだが、それがかなりずれていたという話があった。それが今までで一番高いフラックスのデータであった。それまでは 10 の 13 乗の低いところだったが、 5×10 の 13 乗くらいで、これまでの加速試験と比較して、さらに倍以上高いフラックスが出てきた。その結果、初期体積についてそんなに高いところまで想定していなかったので、体積が負という結果が出てしまう、そういう形に関数になっていた事が判った。それはおかしい結果なので、式を見直す事になった。それで、いろいろ関数を見てみた。その結果、フィッティングしてる領域では普通になだらかな結果になっているのだが、フィッティング外の領域についてはさっきの説明で「暴れる」という表現があったが、そういう感じになっている。それはなぜかという、2013 年の微分方程式というのはとにかく差分があって、それを次の微小領域でどのように伸ばしていくのかというのが微分方程式なので、基本的に滑らかに変化し、暴れることがない。どちらかという線を増やしていくというもので、数学的には直感的に言うところ。ところが、今度の式は微分方程式のままだと数表で見なきゃいけない、それは困るという話があって、初等関数か何かの組み合わせで書いて欲しいという要望があった。それで、かなり自由度の高い式を使って、新しい式を組み直した。そうするとフィッティングしてる点のところをフォローするのだが、結局べき乗の式になっているので、その部分を離れた途端に値が暴れ出すというパターンになった。簡単 5~6 点の点をスプライン補完すると、その点から離れたところでグラフが暴れる。当たり前の事なのだが。モデル式を使うということは、フィッティング領域を外れるとその可能性があるということが、ここ半年くらい検討でわかった。それが原因で、実はフラックスが高いところも低いところもそういうふうになっている。それならそこをまずは直すようにするのが自然で、今のままではおかしいので直した。そういう意味で恣意的にやったところは全くないと申し上げていいと思う。

→ありがとうございます。非常にわかりやすく説明頂いた。そうすると、IET までで、ちょっと初等関数等の組み合わせでやったことの弊害があるという認識だということだった。そうすると、それをもう一回ご破算にして、2013 年の延長でやるべきではないとか、その組み合わせはどうなのかと。気がついたところは直せただけで、気がついてないところは直せてないかもしれない。それがパッチワークみたいな形の対応で大丈夫なのかとかいう議論も出てくるかもしれないと思った。

→それについて説明する。最初に言っておかなきゃいけないのは、データがある領域について、要は内相領域では全く問題ない。まずそこは正しい。ただしより説明性の高い式を考えると、

- そこからちょっとでも離れたところでおかしな振る舞いをする式というのは、やはり修正すべきということである。だから元々が悪いから直したっていう意味ではないっていうのは、最初にご理解いただきたい。そのうえで、外側の領域でインプットパラメーターに対して、全ての可能性について検討したかと言われると、それは難しいのであるが、インプットパラメーターとしてあるのはケミカルファクター、フラックスがあると思う。その中で使用している鋼材が決まっているので、ケミカルファクターは決まっている。外挿領域はそもそもない。対してフラックスだけはやはりかなり幅広く、MTR 照射まで入れればいろんな領域があって、データの無い領域も出てきてしまう。そういう意味でインプットパラメーターに危険性があるのは、フラックスのみであると考えるのが妥当だという位の検討はしている。
- 非常にクリアに理解できました。今のような説明は資料にあった方がいいと思う。今の説明を聞くと、式の成り立ちについてちょっと考え方の違うものがミックスされている部分があるのは確かだと思うからである。それが後々議論になる可能性もあるとは思う。そのため。そこが説明できる資料があればと思う。
- 本日の資料では、その部分について準備時間の関係もあり、少し簡潔になっているが、最終的には結局2013年版からの改定という事になるので、その部分をうまく説明できるように、資料全体として一緒に作っていただければと思う。
- ・今回の改定はハルデン炉の問題にも対応したという事になっている。過去に遡ってみると、三菱から報告を貰って、その結果を電気協会に渡している。その対応が2021年であった。それから5年程経過している。その対応にこれだけ掛かったのは何故なのかについて、当方としては聞かなければならない。その説明としては、ハルデン炉の影響だけではないという事になるのか？そこは説明できるように回答を纏めておいて貰った方がよい。規制側からすると、値が正しくはないデータをベースに予測式を作っていた事が判った。けれども、JEAに評価して貰った結果、定量的な影響は小さいことを示して貰ったので、バックフィットの必要は無いと報告し、原子力規制様会でもバックフィットしなくていいという判断がなされた。だけど、依然として今一正しくないデータを基にした式を使ってるっていうことが、規制側としてはものすごく気持ち悪い。だから、式については、早く見直して欲しいという事になっていたと思うので、その辺の説明をしっかりと頂けるとありがたい。規格の上程の時の説明には必要ないかもしれないが。
- その辺は答えられるようにしたい。
- ・おっしゃる通り、ハルデン炉の件の見直しに5年掛かったわけではなく、その対応は終わっていたけれども、新たな照射量のデータとか最新情報の取り込みの対応をしていて時間が経過した部分があるので、そこは説明できるようにしておきたい。
- それは規制側としてバックフィットしなくていいレベルの事象だったという評価がなされている事とセットで説明頂ければと思う。
- フラックスの依存性にいろいろ問題点があるというのは、以前から検討中に判っていた事である。それに関する議論はされていたのだけれど、解決策までは進んでいなかった。その後私がこのデータを見て気になり、対応が必要であると認識し検討を始めている。検討を進めると、高いところだけではなく、低いところのフラックスにも気になるところがあり、似たような問題があるということ推察し、今回提示している変更を加えたものである。
- ・資料の14ページで、低中性子束領域と高中性子束領域について、それぞれこのグラフの形から分けられているという認識でよろしいですか？この基準が「低」と「高」となっている。何を基準に分けられてるか？グラフの下立ち上がるところ、10の11乗のところ。
- いわゆる一般的に言われる「低照射量」という意味ではなく、このグラフの中で「低い領域」と「高い領域」を区分けしているだけである。一般的用語と誤解されるとよくないので、そ

こはちょっとこの資料を説明する際の言い方を考えたいと思う。

- ・予測性が良くないという、標準偏差が以前よりも大きくなっているという話があったが、JEAC4201 の 2013 年版を策定後に取られたデータに対して新しい予測式の方が、標準偏差が小さくうまく予測出来ているというような検討もできるのではないかと思った。例えば 15 ページで、最終的に使っているのが 2025 年のデータベースになるので、なかなか難しいかもしれないが、2021 年度以降に取られた 25 点のデータに対して、JEAC4201 の 2013 年版で予測した結果と、2021 年版で予測した結果を比較すると、新しいモデルの方がいいという事が言えないのかなと思った。もう一点は、最近規制庁さんの方に報告があった関西電力さんで、炉心燃料配置の柔軟性向上の取り組みというようなことを検討されていると思うが、これをやると中性子束が運転期間中に変わっていくようなことになるのかなと思っている。それに対して、予測はどうするんだろうなと思っている。すぐにどうするという事ではないと思うが、今後の検討課題になるのではないかと思っている。

→柔軟性の向上によって、炉内の中性子分布が変わるとするのはおっしゃる通りだが、それはどこに新しい燃料を置くのか、どこに照射済燃料を置くのかという事で、それによる中性子束の差だけの話である。という事なので、そういうレベルでの中性子束のばらつきの範囲の話なので、実際にはそんなに有意な影響は無いと思っている。

→基本的には改定しようとしている予測式が使えるという事だと思った。

- ・先ほどのコメント内容が理解できなかった。 σ がちょっと大きめになる話とハルデン炉以降のデータの予測性との関係がよく判らなかった。

→ σ が大きくなっているから悪いとは思っていない。むしろ微細組織変化も考慮したバランスの取れた式になっていると思う。そうだとすれば、未知のデータに対する予測性は良くなっていて、変なことが起こりにくいロバストな式になっていると思う。予測式の作成に使われていないデータを今度評価した時に比較的残差が小さくなっているのではないかという期待である。

→何となく理解できた。

→先ほどのコメント内容が理解できなかった。多くの議論を経て、規制当局にエンドースされた予測式である。そこは意味を丁寧に説明して頂ければ判ると思うので、今日説明が難しいのであれば、そこも含めて、次回ご質問頂ければと思う。

(4) その他

特に無し。

以上