

# 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第369回

令和2年8月31日（月）

原子力規制委員会

核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

第369回 議事録

1. 日時

令和2年8月31日(月) 16:30～18:09

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会委員

原子力規制庁

山形 浩史 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長

大島 俊之 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長補佐

戸ヶ崎 康 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

三好 慶典 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

荒川 徹 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

山田 顕登 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

国立大学法人京都大学

釜江 克宏 京都大学 複合原子力科学研究所 特任教授

三澤 毅 京都大学 複合原子力科学研究所 教授

北村 康則 京都大学 複合原子力科学研究所 准教授

高橋 佳之 京都大学 複合原子力科学研究所 助教

小林 徳香 京都大学 複合原子力科学研究所 技術職員

4. 議題

(1) 京都大学臨界実験装置(KUCA)設置変更承認申請について

## 5. 配付資料

- 資料 1 - 1            KUCAの炉心の安全設計の審査フロー
- 資料 1 - 2            京都大学臨界実験装置 (KUCA)設置変更承認申請について

## 6. 議事録

○山中委員    定刻になりましたので、ただいまから第369回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合を開催します。

本日の議題は1つです。議題1、京都大学臨界実験装置 (KUCA)設置変更承認申請について審査を行ってまいります。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策への対応を踏まえまして、京都大学はテレビ会議を使用した参加となります。

本日の会合の注意点を申し上げますが、資料の説明におきましては、資料番号とページ数を明確にして説明をお願いいたします。発言において不明瞭な点があれば、その都度、その旨をお伝えいただき、説明や指摘を再度お願いしていただくようお願いいたします。会合中に機材のトラブル等が生じた場合には、一旦議事を中断し、機材の調整を実施していただきます。

以上、円滑な議事進行のため、協力のほど、よろしくお願いいたします。

本件は2月17日の審査会合で原子力規制庁から示した炉心の安全設計の審査フローに基づき安全設計の審査方針の確認を進めており、現在、核計算の妥当性の確認、代表炉心の計算の妥当性の確認について確認中となります。

本日は添付資料8の安全設計について、前回審査会合時に規制庁から質問しております代表炉心の解析、制御棒の干渉効果、臨界量の誤差、高濃縮ウランを用いた反応度解析、燃料製作時の公差等の影響について説明をいただきます。

議題1の審査を行います。

京都大学から資料の説明をお願いいたします。

○京都大学（釜江特任教授）    京都大学の釜江と申します。よろしくお願いいたします。

今日は我々にとってもちょっと特別な日になりそうだということもあって、一言だけお話しさせていただきたいと思います。時間のない中なんですけれども。

KUCAの低濃縮化につきましては、昨年6月に第1回の審査会合をやっていただきまして、その後、我々の準備がうまくいけなかったこともあったり、なかなか審査が遅々として進

まなかったということもあって、今、委員からも御紹介がありました2月17日に安全設計の審査フローということで、審査する側からの流れを提示していただきました。我々審査を受ける側からしても、この審査フローに従って準備をし、2月以降、いろいろと取り組んできたところでございますけども、それでもまだ少しいろいろと時間もかかりまして、今日になってしまったということで、今日は、今、委員からも紹介がありましたように、安全設計の中の代表炉心の話であったり、その辺のフローに従って御説明申し上げたいと思いますので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

○京都大学（三澤教授） 京都大学、三澤です。

それでは、資料に基づいて説明をさせていただきます。

○戸ヶ崎チーム員 すみません。原子力規制庁の戸ヶ崎ですけど。

もう少し音量を大きく発言をお願いします。

○京都大学（三澤教授） 失礼いたしました。よろしいでしょうか。

○戸ヶ崎チーム員 大丈夫です。

○京都大学（三澤教授） それでは、御説明させていただきたいと思ひます。

お手元の資料でございますが、まず、最初のほうから代表炉心の解析というところの項目について説明させていただきたいと思ひます。

まず、代表炉心は、大きく分けて固体減速炉心と軽水減速炉心に分かれるところでございまして、代表炉心の炉心の構成というところにつきましては、まず、固体減速炉心につきましては、これまでの審査会合等を通じて、1ページ目にありますような炉心構成に制限するということを申し上げたところでございます。これは当初の申請書から若干変わっているところでございますが、今回の申請では、このような炉心制限をつけるということでございます。

詳しいことは省略させていただきますが、ウランのみを使った炉心、それから、燃料種類も1種類のみとか、高さ方向に制限をするなどの炉心構成についての制限をつけるということで考えているところでございます。

その中で、代表炉心をどうやって選択して設置申請に記載するかというところについては2ページ目から記載しているところでございまして、代表炉心の選定方法についても既に御説明をさせていただいたところでございます。

3ページ目でございますが、3ページ目の図2というところを御覧いただきたいと思ひますが、組むことができる範囲、これはH/Uの範囲は横軸になっておりまして、縦軸は炉心

の高さというところでございますが、ここで書いた範囲、横軸のところ、それから縦軸で囲まれた範囲が炉心を構成することができる範囲でございます。その中で青のポイントで書いた点、これらの点の炉心を代表炉心として解析を行うということについて御説明させていただきます。

4ページ目につきましては、炉心の代表的なセルの寸法、それから、H/U、こういう範囲で炉心を構成する。L5.5が一番や柔らかい炉心で、LL1が一番硬い炉心ということでございます。

続きまして、代表炉心の解析精度というところでございますが、5ページ目に記載しております。これは既に3月の審査会合において解析精度については御説明させていただいたところでございます。その中で解析精度は実効増倍率、制御棒反応度、反応度温度係数、即発中性子減衰定数等については、このような範囲を解析精度として、その解析精度を見込んだ上で代表炉心の解析を行う。すなわち核的制限値は、このような誤差を含んで、それでも核的制限値を満足することを確認するというところで進めているところでございます。

なお、臨界量についての誤差については、後ほど追加で説明したいと思います。

6ページ目からでございますが、代表炉心の臨界量、動特性パラメータ、温度係数等の解析ということで、固体減速炉心については、各炉心についての代表的なパラメータを7ページ、それから8ページ目にはその臨界量等についての記載を書いているところでございます。

これらの代表炉心の解析結果が得られたということで、代表炉心の構成としては、9ページ目、10ページ目でございますが、このような炉心構成をすれば、代表炉心として選ぶことができることを確認しているところでございます。

これらの炉心について全て制御棒の反応度、核的制限値に対して重要であります制御棒の反応度というものについては、12ページ目以降に計算を書いているところございまして、14ページ目には代表炉心の制御棒反応度の解析結果を示しているところでございます。

我々の核的制限値としては、全反応度は1+余剰反応度以上、この場合は余剰反応度0.35%ですので、1.35%以上というのが全反応度に関する核的制限値でございます。それから、そのうちの最大の反応度を持つものは全体の3分の1以下という制限値であります。これはワンロッドスタックを考慮したための規制でございます。これについても解析結果をそこに示しているところございまして、あと、核的制限値としては、最大反応度の

持つものの添加率、制御棒の添加率というものも記載がございます。制御棒添加率は0.02(% $\Delta k/k/s$ )以下と核的制限値として定められているところでございます。

これらの核的制限値に対して、ここに書いてあります反応度については、全て規制値を満足しているところでございまして、さらに、先ほど申しました解析の誤差というものを考慮しても、全て満足しているということを確認したところでございます。

続きまして、15ページ目からでございます。これは中心架台の反応度というKUCA独自の機構でございますが、一部の炉心から一部の燃料が外れたときの反応度というのを1%以上という核的制限値を設けているところでございますが、これについても代表的な幾つかの炉心について解析を行った結果を16ページ目に示しているところでございまして、これについても核的制限値を満足するということを確認したところでございます。

なお、これは解析については、通常の解析方法とは違って、MCNP、モンテカルロ法を使った計算も併用いたしまして、妥当性というものを確認しているところでございます。

それで固体減速架台につきましては、今申しましたとおり、代表炉心として選んだ全部で18の炉心については、全て核的制限値を満足することができる炉心を構成することができる。しかも、誤差の範囲を、誤差を含めてということでございますが、誤差を考慮しても制限値を満たす炉心を組むことができるということを確認したところでございます。

20ページ目からは軽水減速炉心の解析でございます。先ほどと同様に代表炉心について解析を行ったところでございまして、24ページ目、25ページ目、26ページ目というところに代表炉心の臨界量の解析結果を示しているところでございます。

臨界量については、先ほどの固体減速炉心、それから軽水減速炉心ともに核的制限値が規定されているところでございますが、今回、組むことができる代表炉心については、全て臨界量に関する核的制限値を満足しているということを確認したところでございます。

また、27ページ目については、動特性パラメータ等の解析結果でございまして、ここでは温度係数というのが重要になってきますが、温度係数、核的制限値が $2 \times 10^{-4}$ という核的制限値があるところでございますが、これについても全ての炉心が満足しているということを確認したところでございます。

28ページから以降は各炉心の炉心配置というのを示しているところでございます。

固体減速架台と同様に制御棒の反応度についても同様の解析を行いまして、それは33ページ、34ページのところでございますが、これについても固体減速架台同様、誤差を考慮しても核的制限値を満足することができるという炉心を組むことができるということを確認

認したところでございます。

なお、先ほど説明は抜けてしまいましたが、最大反応度添加率の解析については、炉心での反応、一番微分反応度が大きくなる炉心中央部での値というものを取っているというところをごさいますて、このために炉心での中性子束分布がコサイン分布をしているというものを仮定しているところをごさいますて、それについては反射体節約等を用いて算出しているというところは、この資料の別のところに記載しているところをごさいます。

35ページ、36ページ目は、これはダンプ排水反応度というもので、水が全部抜けたときの反応度でございます。これについても計算を行いまして、代表的な炉心についてダンプ排水の反応度、これは核的制限値1%以上という値ですが、これを満足しているということを確認してあるところをごさいます。

以上、代表炉心の解析について、ざっと説明させていただいたところをごさいまするが、結論としまして、固体減速架台、軽水減速架台ともに全ての核的制限値を誤差の範囲内で組むことができるということ解析により確認することができました。

続きまして、補足の説明になるかと思いますが、37ページ目以降、幾つかの項目について補足説明をさせていただきたいと思います。

まず、制御棒の干渉効果というものでございます。これは制御棒が近接していた場合には、近接した別の制御棒により中性子束分布がひずむことの影響により、もう1本の制御棒の反応度が変わってしまう。一般には近接した場合は、反応度が小さくなるという方向になるわけなんでするが、それについての解析を行った結果を補足-Aとして記載しているところをごさいます。

制御棒が近接したらどうなるかという解析を行いまして、39ページ目の上のほうでございまするが、炉心の干渉効果というものを解析いたしました。これは制御棒が、この図面で見ると、1マスだけ離れているというふうになっておりまするが、このようなときに干渉効果があるかないかということの解析を、これはモンテカルロ計算を用いて行ったところをごさいます。これが39ページ目の表A-1でございまするが、結論といたしまして、誤差の範囲内でありませるが、干渉効果については無視することができるということを確認したところをごさいます。

39ページの下の方につきませるが、これはCITATIONの計算コードを使ったものでございまするが、これについても制御棒の反応度については、1本1本の制御棒を計算した場合と全部一緒に計算した場合の比較等を行いまして、制御棒の干渉効果については無視するこ

とができるというところを確認したところでございます。

40ページ目につきましては、これはちょっと離れてはいますが、図面の炉心の右側と左側、例えば、C2とS5という制御棒がございますが、このような制御棒の配置のときに鏡面対称といいますか、真ん中の点線に対して右と左の制御棒に干渉効果があるかどうかという解析を行ったところでございますが、これについても特にそういうことはないということとを41ページ目以降で示しているところでございます。

以上、固体減速架台については、制御棒干渉効果は無視できることを確認したところでございます。

続きまして、軽水減速炉心については、43ページ目からでございますが、これについても制御棒が近接した場合の反応度を計算したところでございますが、45ページ目にモンテカルロ計算による解析結果を示しているところでございますが、制御棒の位置が10cmよりも近接した場合、制御棒の中心と中心の距離が10cm以上より近接した場合には、干渉効果が生ずるだろうということを確認したところでございますが、実際には制御棒は11cm以上、これはもう物理的にそれ以上接近することができませんので、そういう状況では制御棒の干渉効果については無視することができるということについて確認したところでございます。

それから、46ページ目からでございますが、これはちょっと特殊な例でございますが、2分割炉心の制御棒干渉効果というものについて解析したところでございます。これはかなり炉物理的にも説明が難しいところでございますが、2分割炉心の場合は、48ページ目に例を書いているところでございますが、片側の炉心のところに制御棒を入れますと、制御棒の挿入によりまして、分割幅が大きい場合、これは我々は2つの炉心間の結合が弱い場合ということで説明することが多いんですが、そういう場合には中性子束分布が炉心全体にわたって大きくひずむという現象が起こることが知られております。こういう場合も制御棒の干渉効果というのは考えられるところでございますが、先ほどの制御棒の干渉効果というのは制御棒が近接していた場合の干渉効果でございますが、こちらについては近接というものとは関係なく、2つの炉心のそれぞれにある制御棒の反応度がどう変化するかということについて調べたところでございます。

49ページ目以降については、これは固有値間隔というものをを用いて整理をして、説明をするようにしたところでございますが、結論から申しますと、これらの干渉効果を考慮することによりまして、実際には制御棒の反応度というのは小さめに出るということ、これ

は核的制限値というところから見ますと、安全側にあるということを確認することができましたので、これについても考慮した上で、代表炉心の解析を行うということを書いているところがございます。これは説明は省略しておりますが、52ページ目、53ページ目辺りのところに書いているところがございます。

なお、説明は飛ばしてしまいましたが、先ほどの代表炉心の解析における核的制限値を確認するための制御棒の反応度の解析というのは、全炉心計算を行いまして、制御棒を1本挿入したときによる反応度というものを計算して、核的制限値を満足するかどうかというのを確認しているところがございます。

ただし、この解析の中で分割幅が大きい場合、すなわち結合が弱い炉心の場合については、微分反応度の値が若干変わってくるということが分かりました。これは我々としても炉物理的に非常に新しい知見といえますか、これだけで研究成果、研究論文になるのではないかと考えている項目でございますが、56ページ目に書いてありますが、分割幅が広い場合には、コサイン分布から微分反応度の曲線が若干変わって、最大値が2分割炉心のほうが若干高くなるということが分かりました。

これについては、56ページの下のほうに書いているところがございますが、結果的には、先ほど代表炉心の解析において、微分反応度の最大値というものを記載したところがございますが、2分割炉心の分割幅の広いものにつきましては、最大で約2.8%ほど微分反応度が大きくなるということが分かりました。これは53ページの下のほうに書いているところがございますが、そのため、核的制限値を満足しているかどうかという解析においては、2.8%という偏差を計算ごとにさらに加えることで核的制限値を満足しているかどうかということを確認することといたしました。

なお、先ほど、代表炉心の解析において、核的制限値を満足していると申しましたのは、説明が前後してしましますが、この2分割炉心での2.8%という偏差、これを含めても核的制限値を満足しているということを確認したところがございます。

続きまして、65ページでございます。臨界量の誤差というところについて御説明させていただきたいと思っております。

実効増倍率については、先ほど申しましたとおり、これまでの審査会合において±0.6%の誤差を考慮するというのを宣言していたところがございますが、その0.6%が臨界量としてどのくらいに影響を及ぼすかということについて確認したところがございます。

実際に、炉心の大きさを変化させることによりまして、0.6%という偏差が臨界量に対

してどのくらい影響を及ぼすかということを確認したところでございます。

固体減速架台、軽水減速架台ともに66ページ、67ページのところに計算結果を書いているところでございますが、結論といたしまして、最大としては約3.3%程度の臨界量の誤差が生ずるということが分かりました。すみません。失礼いたしました。固体減速架台については、最大5.6%、軽水については最大3.3%程度の誤差が生じるということが分かりましたので、余裕を見て、6%の誤差で臨界量を評価するということをごとこで決めたところでございます。

これも説明が前後しますが、先ほどの代表炉心の解析においては、その6%という誤差を臨界量に考慮したとしても、核的制限値を満足しているということを確認したところでございます。

続きまして、68ページでございます。これは既存の高濃縮ウランを用いた炉心の解析等について、どういうことが行われて、どういう結果が得られているかということを示したところでございます。

69ページのところには、軽水減速炉心の解析値、これは制御棒についてですが、SRACを用いた場合とMCNPを用いた場合の誤差と、それから70ページには制御棒の反応度等について、どういう結果が得られているかということについての結果を、測定データを示したところでございます。

あと、72ページについては、固体減速炉心の測定データと解析結果の例でございますが、これは既存の炉心でございますが、今後、新しく低濃縮ウランを入れて実験を行うということになったときには、再度、記載しておりますとおり、計算値というので炉心の解析を行って、各種反応度を計算して、そして、それが核的制限値を満足しているということを確認した上で、臨界隣接実験を行って、炉心を構成して、実験で反応度を確認するという手順を踏むことになっております。その手順については、既に審査会合等で説明させていただいたところでございます。

最後に、燃料の製作の公差等が実効増倍率に及ぼす影響ということで、74ページ目以降、補足説明-Fというところで説明しているところでございます。

これは燃料の公差というのが実効増倍率にどのくらい影響を及ぼすかということについてですが、まず、75ページ目、これについては既存のHEUを、高濃縮ウランを用いた炉心についての解析の例でございますが、ウランの重量とか、それから厚さとか、そういうものがある偏差を持っているところでございますが、それが最終的に実効増倍率にどのくら

い影響を及ぼすかというものを解析した結果でございます。

結果的には、最終的に燃料関係については、0.00039、マイナス4乗のオーダーのDeviationになるということ。それから、燃料関係以外でも大体マイナス4乗オーダーの誤差が出るということ解析により確認したところでございます。

高濃縮ウランのこの炉心の解析については、既に公の文献に出ている結果でございますが、76ページ、77ページ目以降のところは……、すみません、ちょっと今、別の放送が入ったので、今、ミュートにさせていただきました、失礼いたしました。

76ページ、77ページ以降のところは、今回、製作を予定しております低濃縮ウランについて燃料の公差等が実効増倍率にどのくらいの影響を及ぼすかという解析を行ったところでございます。

77ページ目は、これは固体減速架台の炉心でございますして、公差等の記載している値は、現在、設工認において燃料の公差ということで記載するであろうという値になっております。最終的な値については、設工認を出したときに決めるところでございますが、多分、この値で行くだろうというところの値を示しているところでございます。

それを各炉心について解析をしたところ、最終的には各炉心ともに公差が及ぼす影響というのは、先ほどの高濃縮ウランの場合と同様に $10^{-4}$ のオーダーであるということを確認したところでございます。

また、78ページ目には低濃縮ウランを使った軽水減速炉心、これはシリサイド燃料になりますが、各公差が実効増倍率にどのくらい影響を及ぼすかというところを解析したところでございまして、やはり $10^{-4}$ のオーダーであるということを確認したところでございます。

当然、若干の偏差が出るということになりますと、臨界量等にも影響を及ぼすということでございますが、76ページ目の下のほうに書いているところでございますが、このような誤差、マイナス4乗のオーダーでございますが、この誤差を考慮しても核的制限値を満足しているということを確認したところでございます。

なお、この誤差、 $10^{-4}$ というのは、解析の誤差0.6%というものに比べて1桁以上小さい値であるということを追加でコメントさせていただきたいというふうに思います。

以上、ちょっと駆け足でございましたが、資料についての説明をさせていただいたところでございます。

以上です。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問、コメント、ございますか。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

今日は主に、今回、ある程度データがそろったということで、その計算方法ですとか、ここに示されている記載値が安全側になっているかどうかといったところを主な観点で幾つか質問等をさせていただきたいと思います。

まず、議論に入る前に、今の資料で核的制限値との比較で制御棒の設計が安全設計上、問題ないかということで議論するわけですが、それが固体減速架台、それから軽水減速架台、それぞれ、12ページをまず見ていただくと、12ページに1.5として制御棒反応度価値で、下の3分の1くらいのところに、全制御棒反応度価値、これは固体減速架台ですと、過剰反応度が0.35%ということで、こういう表記になっていまして、全制御棒反応度価値は1.59%だと。あと反応度添加率のほうは0.02というのが公称の最大の反応度添加率ですが、それに誤差を含めて考慮して0.0162で判断するということだと思いますけど、ここでパーセントが抜けているんですけども。それに対して32ページのほうに、軽水減速架台について同じような記載がございますが、全制御棒反応度価値のワースとしては、1.59に対して1.77というのはいいんですけども、最大反応度の添加率、これについて0.0164というふうになっていまして、この2つ、数字が違うんですけども、これはどちらかが誤記じゃないかと思うんですけど、いかがでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 京大、三澤です。

大変申し訳ありません。これは数字の誤記になっていると思います。申し訳ありません。

○三好チーム員 これで真値は0.0164のほうだと思うので、これは共通だということで。

○京都大学（三澤教授） すみません。0.0164ということで、共通でございます。

○三好チーム員 それでは、先ほどの観点から幾つか御質問させていただきます。

まず、この制御棒の反応度価値を評価する上で京大のほうから拡散計算でやる方針だと。それから、制御棒の相互干渉、配置の対称性があるので、それを考慮して1/2モデルを基本にしたいということで、これまで解析を示していただいているわけですが、その中で、今日、御説明していただいた相互干渉というのが有意なのか、有意じゃないのか、そういったところが一つの技術的なポイントになっていたと思います。

それで、基本的には、固体減速架台については1/2モデルでやると。軽水減速架台については1/2モデルを基本とするんですけども、審査の過程というか、京大の検討の中で特に2分割炉心で面間距離が大きい部分についてはフラックスのひずみの効果で新たに2.8%と

いう偏差を考慮した形で評価をする方針が示されたと、そういうふうにはこちらは理解しております。

したがって、一つは、基本としている1/2炉心での体系について、それでいいのかというところについて御質問させていただきます。

固体減速架台から参りますけれども、例えば、14ページの表4を見ていただきたいと思います。ここに固体減速架台の代表炉心、18炉心選んでありますけれども、その一覧が載っております。これは全て1/2モデルでやっているということなんですけれども、主に余裕のあるものについては、核的制限値を守るという見通しがあるというふうに判断できるんですけども、例えば、下から2番目のLL1P-40という炉心がございます。これですと、最大反応度が0.58%、全反応度に対する割合が29.6ということで、全反応度の上限値は30%にしているということなので、かなりぎりぎりの値が出ているという印象を持っております。それから、最大反応度添加率についても、例えば0.157ということで、これは例えば3%程度相互干渉があると、30%を超えてしまうというような数字です。

同様にL4P-50、少し柔らかい炉心ですけれども、これも最大反応度添加率が0.0158ということで、これも3%程度ありますと、先ほども0.0164という、そういう最大反応度添加率の上限値を超えてしまいます。

こういったところについては、相互干渉効果がないということをも前提にした解析ではなくて、全炉心モデルで直接的な評価をしていただきたいと思いますというふうに思っているんですけども、まず、その点についてのお考えを聞かせていただければと思います。

○京都大学（三澤教授） 京大、三澤です。

今、御指摘のとおり、これは1/2モデルで出したところでございますが、我々としては、これで十分大丈夫だろうという判断の下にこういう結果を出したところでございますが、これを全炉心でしないと駄目だという御指摘であれば、そのようにさせていただきたいと思いますが、我々としては、これで大丈夫だという判断で。

○三好チーム員 その判断は分かるんですけども、それはこちらとしては確認をしていただきたいと思いますということでございます。といいますのは、例えば、これはちょっと細かい議論になるので、あまり細かい話はする予定はありませんけれども、例えば、39ページを見ていただきたいと思います。39ページに今の相互干渉についての検討がされているわけでございます。これで例えば、表の下の表A-2を見ていただいて、その一番下の、ちょっと炉心は違いますけれども、LL1の50cmという炉心がございます。これでそれぞれの燃料棒を

足したものの、Sumというものと同時に入れたTotalというものの比が出ているわけですが、これがこの解析では1.03というふうに1を超えております。この1を超えるということは、それぞれの制御棒を足したものが実際の全数入ったものよりも小さくなっているということを意味しますので、それぞれの1本の制御棒については過小評価しているということになっているというふうに解釈されるわけです。

したがって、ここでは1.03ということで、3%程度ですけれども、相互干渉がないと判断されているということですが、こういうことで記載されている数値を見ても、優位にあるのではないかと、今、かなり細かい議論をしていますので。

そういった意味で、14ページ表4に戻りますけれども、最大反応度、あるいは最大反応度添加率、これについてぎりぎりの値についてのところについては、全炉心、そういった前提を設けずに、モデル化をして計算をしていただきたいというふうに考えております。

それから、あと、表A-1、ここはそういう相互干渉についてのことなので、関連して申し上げますと、例えば表A-1については、L5.5という柔らかい炉心からL1という、そういう炉心まで、ここでは40cmという代表的な炉心、標準的な炉心ということで示されているのかもしれませんが、これも代表炉心としては一番スペクトルが硬いのがLL1Pという30、40、50と3種類あるわけですが、こういうサーベイ計算でも一番硬いというのが相互干渉としては足が長いので、一般的には影響が現れるのかもしれないという、そういう認識を持っていますので、この表A-1についても、一番LL1という代表炉心の炉心構成範囲をカバーする解析を追加していただきたいというふうに考えております。

同様に、41ページについても、表A-3、これは鏡面对称の制御棒の反応度解析ということで、その独立性を見たものですが、これモンテカルロでやったということで、この評価では誤差を含めると1.0の中に入っているということですが、これはノナミル値は全部Sum/Totalというのが1を超えているわけです。これは超えているとなると、先ほど申しましたように、1/2モデルでやった1本の制御棒のワーストというのが小さめになっているという傾向が示されているというふうにこちらは解釈しております、そういった意味でも厳しい炉心については全炉心モデルで独立性を前提にしないことを前提とするのではなくて、直接的な評価値を出していただければというふうに思います。

また、表A-3についても、LL1という一番硬い炉心については評価されていませんので、これも炉心構成範囲をカバーするという意味で追加していただければというふうに思うんですが、いかがでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 京大、三澤です。

御指摘いただき、どうもありがとうございます。

今、御指摘いただいたところ、14ページの固体減速架台の代表炉心の解析の全炉心モデル、それから、制御棒干渉効果についての特にLL1という炉心の対称のところにつきましての解析結果、これについては、今、御指摘いただきましたとおり、追加して評価するということにつきまして承知いたしました。

○三好チーム員 では、相互干渉についての全炉心モデルでの追加計算について、よろしくお願いいたします。

それから、2番目としましては、先ほど、今日、説明としては今回初めてになったと思うんですけども、56ページの図A-12に最終的な検討結果が示されていて、いわゆる2分割炉心ではFlux Tiltの関係で2.8%を見るという、そういう方針を取ったということだと思います。

それで、この説明については、もう少し詳しくこの結果について改めて御説明いただければと思います。

という理由は、まず、ここの図A-12のグラフは単一炉心では、ここで言うとC45G0ではほぼ対称で、約、ピークのところが30cmちょっと。それに対してC45G15とか、C60G15、いわゆる2分割炉心で面間距離が15cmぐらいあるものについては、制御棒ワースの微分反応度曲線には少し高いほうにピークがずれると、かつピーク値が単一炉心に比べると、ここでは、2017年の標準は、水圧が高いとか、そういう条件を書いたものではなくて一般の構造物2・2単位ということになっているので、これ以上は定量的なあれが難しいんですけども、ピークが相対的な割合が高くなっているということで、今回入れたということですけども、まず、1点、この辺の説明を詳細に改めて説明いただきたいというのがこちらの要望であります。

その理由は、まず、単一炉心の青いカーブですけども、これはほぼ対称だということなんですけれども、ここのピーク値というのが、この文章では31cmぐらいになっているということですかね。この対称性ということを考えてときに、こちらが分からなかったのは、いわゆる軽水減速の炉心というのは、冠水状態で、燃料有効長というのは57cmだというふうに決まっていると。それに対して、あとはスペクトルによって上下の反射体節約の値が変わるということで、反射体節約については、60ページにその値がそれぞれ示されています。例えば、この絵に示されたC45G0、これの反射体節約を見ますと、これは4列炉心なの

で、C45の4列炉心、表B-2ですけれども、これを見ると、7.65cmとなっています。7.65というのはデルタで半分、いわゆる下側に7.65、上側に7.65ということだと思っただけですが、これでいわゆる対称だというふうにしますと、いわゆる57cmのミート部の半分、28.5cmに7.65というものを足して、ちょっと細かいんですけど、35.65cmというのが炉心の中央部になるんですけども、それと図A-12というのがどういう関係になっているのか。つまり、対称だということですけども、図A-12の今回新たに出てきた解析というのは、幾何学的な炉心の中央になっていないんじゃないかという、まず、疑問が生じるんですけど、その辺、教えていただけるでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 京大の三澤です。

まず、先ほどの手順から申しまして、反射体節約は58ページにありますように、このような形で中性子束分布をコサイン関数にフィッティングして求めた値ということでございます。56ページの図については、ゼロをどこにしたかというのをしっかり明記しませんでしたので、ちょっと記載が不手際はあったかと思いますが、今、申しましたとおり、炉心センターは大体31cmになるように計算を行っておりまして、それで反射体節約約7cmというような値になっているというふうに申したところでございまして、これちょっとしっかりとこちらの図面、マイナスのところまで伸ばしておりませんので、あれなのですが、解析としては、今、申しましたとおり、制御棒の位置を順々に変えて、反応度を求めて、この部分の反応度特性を求めたというやり方については、特に問題ないというふうに考えているところでございます。

単一炉心については、説明は以上です。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

それでは、ちょっとその辺を明確にさせていただいて、それで、これはピークのここの本文のほうで、そのピークの位置だとか、そのピークの割合というのが、単一炉心、あるいは、2分割炉心で依存性があるというようなところを示されている絵だと思うので、その辺、もう少し明確にさせていただきたいということと、あと、ここは微分反応度はmm単位ということになっておりますけれども、この辺についての評価の手順について、少し詳しく説明をいただきたいと思っております。

なぜ、この質問をしているかということ、基本的には、これまでいわゆる制御棒の反応度価値については、次のページですか、57ページ、57ページのいわゆる……で出しているこの算出式で評価をしていて、先ほどの表4ですとか、表10ですとか、評価されているわけ

なんですね。

したがって、今回こういうことが新たな知見として分かったということですが、これまでの評価の方法について、そういった知見も踏まえて妥当かどうかということ、改めて確認する必要が出てきたというふうにこちらとしては考えております。

したがって、こういう図のA-12のような、実際に制御棒を移動させて微分反応度値を出す、これが具体的な今のスラッグの方法で厳密な扱いをして得られた曲線だということだと思いますので、スラッグのレベルで今までの簡易式のやり方と、この実際にスラッグというか、CITATIONでやった関係がどういうふうになっているのかということについて確認する必要があるんだと思います。

それは核的制限値を新たなその判断値をここで変えていますので、そこについての再確認をしたいと思いますので、その点、よろしくお願ひしたいと思います。

したがって、説明の中では、こういった評価と、これまでの簡易モデルとの関係がどういふふうになっているのかという、そういう点についても説明をいただければというふうに思います。この点はよろしいでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 京大の三澤です。

その微分反応度の解析の説明について、これまでのコサイン分布で、反射体節約を使った結果と、これとの比較というものについて御説明を追加することで承知いたしました。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

その点、その簡易コードと、少し詳細に行った計算結果との関係について、この今のこの説明ですと、一番厳しいのがこのグレーのC60G15の場合だと。これについては、これを考慮しているということなんですけれども、ほかの面間距離が違う炉心ですとか、あるいは、単一のC45G0のような単一炉心について、これまでほかの炉心に適用している簡易モデルと、この詳細な計算との関係について、核的制限値を守っているかどうかということ、これを判断する上での評価をしていただきたいというふうに思います。

○京都大学（三澤教授） 京大、三澤です。

説明について追加することについては、承知いたしました。

一応、コメントさせていただきたいのですが、微分反応度については、これは33ページ目のところに結果を書いているところですが、核的制限値からは2分割炉心については、全ての炉心でかなりの余裕のある数字であるということだけはコメントさせてい

ただきたいというふうに思います。

核的制限力からはその7割ぐらいの値ですので、ここでかなり余裕を見た解析を行ったとしても、核的制限値は十分満足できるだろうということは想像できるところだというふうに考えているところでございます。

追加の説明ということについては、承知いたしました。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

2分割炉心については余裕があるということは、こちらもそういう判断をしていますので、あれなんです、どちらかという、この表の32ページですね、32ページのいわゆる単一炉心のほうで、そういうこれまでの評価でいかどうかというところを確認したいということでございます。

それで、それと関係しますけども、固体減速架台については、例えば今日の御説明で39ページ、先ほどもちょっと言及したかもしれませんが、40ページ、ここで固体減速架台については、先ほど申しましたように、必要な部分について炉心モデルでやっていただきたいということを申し上げましたが、ここで固体減速架台で1/2モデルでやったときの、いわゆる、炉心を挟んだ制御棒を1/2モデルで計算している影響について検討されておるんですけども、2分割炉心についてのこういう検討というのは、この中では見られないように思ったんですけど、いかがでしょうか。

○京都大学（三澤教授） すみません、2分割炉心についての。

○三好チーム員 いえ、2分割炉心じゃなくて、今、ちょっと私が申し上げているのは、単一炉心のほうですね、軽水減速の単一炉心でそういう相対する制御棒について、干渉があるかないかという評価をされているのでしょうか。

○京都大学（三澤教授） ちょっと、これについてなんですが、もともと今の説明の中で、制御棒が一応説明の中では11cm以上離れば、干渉効果は無視できますということを説明しているところでございます、軽水減速架台について。

鏡面对称にあります制御棒については、これ見ていただきましたとおり、距離的には一つの燃料集合体は7cmですので、中心距離でしたら35cmぐらい離れているわけですね。そういう意味で、35cmぐらい離れている制御棒についての制御棒干渉効果というものについては、特に考える必要がないのではないかと今まで説明させていただいたところでございます。

先ほど言いましたFlux Tiltというものを考えると、距離が離れていても干渉効果は生

じる可能性がある、これは事実でございます。それについては、その鏡面对称にあるような方向でのFlux Tiltというのは、これ49ページ目の固有値間隔の計算結果のところの説明しているところでございますが、そちらについては、固有値間隔から考えて、Flux Tiltは生じないということが分かっておりますので、そちら方向については特に解析する必要がないのではないかというのを判断したところでございます。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

今、ちょっと私が申し上げているのは、そのFlux Tiltで2分割炉心ということではなくて、軽水炉心の代表炉心として単一の代表炉心として、今、例えば先ほど33ページのところで表10というのがございます。これは減速度の違うC30、35、45、60、この4種類で4列、5列、要するに8種類あるわけですね。この炉心は、パターンをちょっと見ていただいたほうがいいです。28ページにその炉心が載っています。

それで、ちょっと話が行ったり来たりして申し訳ないんですけど、例えば、41ページのこれは固体減速炉心ですね、固体減速炉心で、これは幾つかコメントをさせていただいて、いわゆる炉心を挟んだ形で制御棒が並んでいると。ここを固体減速架台では右半分ないし左半分でモデル化して、両方同時に入ったものを計算して、それを半分をしているという、そういう形だと思うんですけども、そうしますと、41ページにある表のA-3ですね、先ほどちょっとLL1にも追加していただきたいと申しあげましたけれども、これ誤差としては、誤差を考慮すれば確かに1.0に入っていますけど、これ基本的にやはりSumに対してTotalがこれ大きくなっていると。ということは、これの固体減速架台でもそういう1/2モデルだと、1本の燃料棒というのを過小評価しているということになるわけですね。

28ページのその軽水減速架台の単一炉心が八つ並んでいますけども、2分割炉心については、その鏡面反射というのが炉心1と炉心2の間であって、左右の炉心を1/2モデル化している。

ただ、単一炉心になると、これは鏡面が絵で言えば縦になっているんじゃなくて、横になっているわけですね。例えば、Cの左の絵で上から3番目のところにC45G0とありまして、ここで最大の制御棒の反応度を持つのがC2ということになってはいますけども、このC2とCS5とか、例えば、C3とS6だとか、こういう鏡面の対称の位置の制御棒について、干渉がないということは確認されていないのではないかというふうに思っているんですけども、その点いかがですか。

○京都大学（三澤教授） すみません、ちょっと今こちらで相談していたので申し訳あり

ません。

まず、ちょっと先ほどの繰り返しになりますが、炉心間のこの制御棒の鏡面对称というのは、今言いましたように、最低でも35cm離れているところでございますね。それだけ離れていれば、制御棒、例えば、10cm以上離れていれば干渉効果はないというのは既に確認しているところでございますので、ここのところで35cm以上離れていれば、干渉効果が起こるということ自体がちょっとあんまり考えられないんですが、そういう意味で、この鏡面对称のところについては、解析は不要であろうという判断をさせていただいたところでございます。

ちょっとこの鏡面对称で干渉効果が起こるとするのは、ちょっと炉物理的に考えてあまりちょっと考えられないんですが、いかがでしょうか。

○三好チーム員 ちょっとこの軽水炉心についての特性について、十分にその経験があるわけではないんですけれども、その辺、固体減速架台でも、これもこの解釈は少しあると思いますけれども、いわゆる、スペクトルも違いますし、固体減速架台もこれも例えば40ページの今は鏡面对称のところの評価がありますけれども、これもいわゆる燃料体として5列というか、25cmぐらい離れているわけですよ。だから、いわゆる10cm離れたというのは、それはあくまで、ある片側の炉心で10cm離れたところの検討はされているんだと思うんですけれども、反対側の制御棒についての影響というものについて、いわゆる確認をする必要があるんじゃないかということでございます、この固体減速架台と同じようにですね。

あるいは、もう、そういう前提に立つのではなくて、いわゆる、京大の核的制限値の満足しているかどうかという判断を、ある意味で非常に特徴的なクライテリアを採用していて、1本入ったときに全径の1/3以下だということになっておりますので、もうそれを直接評価していただくというのが、一番ある意味でそういう懸念というか、確認としてはいいのではないかというふうに思うんですけれども。

○京都大学（三澤教授） 繰り返しになりますが、炉物理的に考えて、この制御棒1のところ干渉効果があるとはちょっと考えられないというのが私の考えです。

ただ、規制庁からの御指摘ということであれば、炉物理的には考えられませんが、これについて確認するということについては承知いたしました。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

それは、炉物理的な観点もあるかもしれませんが、いわゆる、その辺の評価の前提にな

っているので、代表的なところで、その前提が正しいということを確認させていただきたいと思います。

○京都大学（三澤教授） 京大ですが、やはり、あくまでも炉物理という観点からを考えるとというのが、やはり、まず基本になるというふうに考えております。

ただ、今回のことについては、規制庁からの指摘に従うということ承知いたしました。

○三好チーム員 KUCAの場合、割とそれぞれ炉心が変わっていたり、いわゆる、非常にきれいな炉心だとか、7f1の炉心だとかというのから少しずれているものもありますので、そういった意味では、必ずしも炉物理的にということは、ちょっとそれが本当に定量的にどこまでなのかということは、私はやっぱり確認していただきたいというふうに思います。

それは、実際にこの表のA-3をどういうふうに見るかということですし、例えば、先ほど最初に申しあげましたけど、39ページのLL1という、この非常にスペクトルが硬い炉心については、1.03という、そういう値も出ているので、その辺はいわゆる再確認といえますか、その辺についてはやっていただきたいというふうに考えますけれども。

つまり、もうちょっと数字的なことを言いますと、例えば、33ページですね、33ページに今の軽水減速架台の数字が出ています。これ0.0156と非常に核的制限値に近いので3桁まで出しているということですが、これが数%干渉があるということになると、これも最大反応度添加率のあれを上回ってしまうという、そういうぎりぎりの炉心なんですよ。

ですから、こういったところについては、そういうあり得ないということではなくて、そのTiltとは少し違いますけども、より直接的なモデルで計算で確認するということが必要ではないかというふうには思うんですけども。

○京都大学（三澤教授） 京大、三澤です。

先ほど申しあげましたが、規制庁からの御指摘と、御指示ということを受けましたので、これについてはもう一度確認したいというふうに思っているところでございます。承知いたしました。

○三好チーム員 また細かいケース等については、またヒアリング等で少し共通認識を得たいというふうに思いますが、その点、非常に核的制限値に近い数値が今のところ出ているという部分については、確認の計算をよろしくお願いしたいというふうに思います。

それから、今の制御棒の干渉についてですが、これも再確認というか、最終的な確認という性質のものだというふうに考えておるんですけども、これまでいろいろな解析の中で、

ほかの制御棒がどういう位置にあるかということは、特に考えずに、全く制御棒がない体制に対して、その1本、全炉心モデルでは1本、それから、1/2モデルでは2本入れた評価をされているわけですが、これ実際のちょっと後の最期の質問と関係するんですけども、実際はほかの制御棒が入っていて、最後に1本の制御棒で臨界近接するということだと思うんですけども、その3本の制御棒は全部、全引き抜きで上限待機しているということで、制御棒の3本のうちの残りの2本のいわゆるパーシャルに入った状態で運転をしたときに、この制御棒のワーストに対しての影響はないというふうに言い切れるのでしょうか。そこをちょっと確認したいんですけど。

○京都大学（三澤教授） 失礼しました。京大、三澤です。

今の御指摘ですが、ちょっと確認させていただきたいのですが、2本の制御棒が1本が入ったり入らなかったりしたときに、そういう影響がということかと思いますが、それは先ほどから御説明させていただいております干渉効果と同じ話かなというふうには思っております、要するに、2本同時に入ったときと、こう1本ずつというところが、干渉効果は今のところ無視できるというふうに解析のところでは判断しているところでございますので、当然、パーシャルに入ったときについても干渉効果はないというふうに考えているところでございます。

ですから、先ほどまでの全挿入干渉効果を無視できるということと、運転中のパーシャルというのは同じことであろうかなというふうに考えております。

○三好チーム員 その無視できると考えるということだと思っておりますけども、京大としてはですね。ただ、そこについての確認をしたいということなんですけども、いかがでしょうか。

○京都大学（三澤教授） すみません、その確認が全挿入で一番厳しい状態というのが、当然、それ一番厳しい状態になります。それについては既に確認をしているところでございますので、当然、パーシャルについてもそれで包含されるというふうに考えられますが、いかがでしょうか。

○三好チーム員 今、私が申し上げているのは、最大反応度添加率ということをここで許可の段階で評価しているわけですが、これについて、今これまでの評価というのは、スクラム等で制御棒が入る前までは何も入っていない状態という評価になっていると思うんです。

最大反応度が価値を持つ制御棒というのを選択していて、それに対する評価も、ほかの

5本は入らずに1本だけの評価をしているということだと思っんですけども、そのときに、それが実際の制御棒が全く関係ないということであれば、全く何もない状態での1本と、ほかのものが入ったときの1本というのが変わらないという、そういう御説明をされているんだと思っんですけども、本当にそうなんですかということをお聞きしているんです。

つまり、今の何も入っていないところに1本入れたという、そういう体系での最大反応度価値というのが、この核的制限値という意味で非安全側の評価にはなっていないという確認をしたいということなんですけども、いかがですか。

○京都大学（三澤教授） すみません、京大、三澤です。

すみません、ちょっとどうお答えしていいか、ちょっとすぐに回答できないんですが、まず、こういうのは実際問題どうですかという、そういうお話だというふうに、実際に我々、運転のところでの臨界調整というところになって、その近接したときにどうなるかという、近接したときに、そういうものが影響するかどうかということについての評価ということになるかと思いますが、まず、制御棒の配置というところでちょっと申しますと、制御棒の我々は1、2、3というのをコントロールに使う、これはもう既に説明しているところかでございますが、その1、2、3というのはできるだけ離すように配置しています。これは制御棒の配置などで見ていただいたら分かるんですが、1、2、3と縦に並べるのではなくて、1、2、3というふうに必ず離れるようにしています。これは全ての炉心の配置をちょっと見ていただいたら分かるんですが、そういう意味で、制御棒の干渉効果ということで、近くの制御棒というのは、例えば、C1とS何とかという、CとSが同時というのは実際には本当はない話なんですけども、それを干渉効果があるかないかというのを評価しているところかございまして、実際には制御棒の1と2というのが1層しか離れていないということは、これ今の図面を見ていただいたら分かるんですが、そういうことはございません。

そういう意味で、今現在、1層離れていれば干渉効果はないというふうに判断しているところかございまして、実際には運転中にパーシャルで入る可能性のある制御棒というのはもっと離れたところにありますので、より干渉効果というのは小さい方向になるというふうに考えているところかございまして、運転中のパーシャル挿入等が影響はどうなるかというのについては、既に御説明してまいりましたとおり、近接した場合でも干渉効果がないということであれば、今の現在の配置では制御棒の干渉効果はもっとないというふうに判断することができるんじゃないかというふうに思っております。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

それは例えば、それはもう一点質問になるんですが、そういうものは例えば後段規制のデータをもってしても、そういうことが言えるんですか。そういう測定があるんでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 具体的な測定というのは特にそれはありません。というか、実際にかかなりの誤差を持っていますので、その誤差のところになってしまいますので。

繰り返しになりますが、近接で十分な干渉効果がないという判断をしていますので、通常の運転のときの干渉効果というのについても、同様にないというふうに考えていいのではないかというふうに考えているところでございます。

○三好チーム員 ちょっと、私から見ると、その辺考えているということを強弁されるのではなくて、要するに、数ケース典型的なものでやっていただければ、もうそれでこの問題はクリアすると思うんですよ。

具体的にケースを言う必要はないですけども、例えば、制御棒の他の2本は入っている状態で、最後の最大制御棒、反応度を持つ制御棒が反応度価値として幾つか、あるいは、それが入ってない状態で幾つか、要するに、それを比較すれば、もう実際のこういった議論はなくなると思うんですよ。

なぜ、こういうこと申し上げているかという、基本的にほかの炉施設というか、臨界集合体は、そういう全経の反応度とワンロードスタックの反応度が核的制限値になっていまして、それを直接評価するときには、もう臨界の状態を出発点として、それで全部を入れたり、あるいは、最大のものを除いた5本を入れたりとかということで、実際の制御棒パターンというのは、実際のスクラムのパターンと一致しているわけなんですよ。これはTCAにしてもNCAにしても、最近のSTACYでもそうですけども、要するに、臨界状態で制御棒が入る、ほかの初期条件として、こういう小さいところの体系にほかの制御棒が入っているとということというのはない炉心なので、直接的な評価になっているわけですよ。

本来、そういう意味で、臨界時というか、最大過剰反応度が入ったときに、入ってスクラムになったときに、どのぐらいの制御棒を持つかと、制御棒のワースを持つかというのは、それに即した評価をして核的制限値と比較するのが一番いいんです。

ただ、このKUCAの場合は、その辺のモデルを、そういったところは効果がないとか、あるいは、1/2モデルでやったのもそうですけども、反対側のものは効かないとか、そうい

ったことを前提にして非常にモデルとして単純化しているんですね。そこを確認をさせていただけないかということです。

ですから、そういう意味では考えているとかということではなくて、実際に炉心では、制御棒パターンはいろいろあるので、それを全部やる必要は全くないわけですけども、そういう3本のパーシャルに入る制御棒が部分挿入されている状態の残りの制御棒と、何も入っていない、今やっているような非常に単純化したモデルでの制御棒ワース、これが違わないということを計算で示していただければいいんじゃないかと思うんですけども。

○京都大学（三澤教授） 規制庁側からの御指摘、承知いたしました。

ちょっと幾つか今の御指摘には説明できるような解析をつけるという、これは補足資料的にそういうものをつけるということで進めたいというふうに思います。

○三好チーム員 じゃあ、今の点、よろしく願いいたします。

あと、ちょっと今のところと関係しますけれども、高濃縮のベンチマーク結果が68ページに出ています。

それで、まず、70ページに高濃縮ウラン、表のE-2ですけれども、軽水減速炉心の測定データというのがありまして、ここでこれまで議論になった最大印加反応率というのがあるんですけど、これ右の二つは0.01と非常に小さいんですけど、この左の三つが0.18という数字が出ているんですけど、これはどういう数字なのでしょう。これ0.02というのが判断基準だと思うんですが。

○京都大学（三澤教授） これは実験値でこうなっているというところでございますので、ちょっとそれ以上うまく説明できないんですが、炉心によっていろいろ違うというのは、これ印加パターン等によって変わってきますので、そのところは最大印加反応度、これは最大印加反応度はあくまでも臨界近傍での値ということになりますので、例えば、この0.01と書いたところでございますが、実はこれかなり余剰反応度が小さい炉心でございますので、そういうときには印加反応度は小さくなるというような形になりますので、この大小については、炉心の臨界パターンによってかなり変わってくる、この印加反応度については、大小かなり変わってくるということについては、これまでも御説明させていただいたとおりでございます。

0.18というかなりぎりぎりの値、ぎりぎりといっても制限値満足しておりますが、このような値になるということについても、こういうのは、こういう実験結果もありましたということでございます。

○三好チーム員 規制庁の三好です。

これ0.18じゃなくて、0.018だとかいうことですか。

○京都大学（三澤教授） すみません、申し訳ありません。これはすみません、これは0.018の間違いです。あと、ゼロが1個抜けております。大変申し訳ございませんでした。

○三好チーム員 分かりました。いずれにしても、これは0.02以下であるということを確認したという、そういう理解をしました。

○京都大学（三澤教授） 大変申し訳ございませんでした。

○三好チーム員 ちょっと今の印加反応度について最後にお聞きしますけども、これについては、これはあるパターンで最後の制御棒位置での微分反応度からこの値を確認していると、そういうことでよろしいのでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 微分反応度、何箇所か測定をして、その中の最大の微分反応度になったところを、ここに記載しているというところでございます。

通常ですと、一番、炉心のセンターに近いところが高くなるというところがありますし、炉心のセンターまで制御棒が挿入されていない場合は、若干ちょっと上のほうで微分反応度が最大になるというところがございますが、これはとにかくそういう実験値として得られたものでございます。

○三好チーム員 分かりました。その点は了解しました。

あと、ちょっとこれは細かいので別途確認でもよろしいんですけども、先ほどのリストですね、33ページの表の10ですけども、これですね、ちょっと一つ一つ細かくチェックしているわけではないんですけども、例えば、上から4番目のC35G0の5列ですね、これが一番右側の最大反応添加率ですけども、0.013になっています。これ4列についても0.013というふうになっているんですけども、これを見ますと、これ前半、最大反応度が4列は0.75で、5列は0.56と、これ20%ぐらい違うんですけども、この最大反応度添加率が同じというのがちょっと奇異なんですね。それは何か理由はあるんですか。

○京都大学（三澤教授） すみません、大変申し訳ありません。ちょっとこの数字については、もしかすると記載ミスかもしれませんので、申し訳ありません。ちょっと、今、回答できなくて申し訳ございません。

○三好チーム員 ちょっと参考のために申し上げますけれども、これ0.75という、4列のほうは0.75なんですね、最大反応度がですね。これはほかの表から引っ張ってこれるのですけれども、これで簡易式で評価しますと、これ0.017になって、これ基準値をオーバー

するという形になると思うので、ちょっとこれ確認をしていただきたいと思います。

○京都大学（三澤教授） 申し訳ありません。ちょっとすぐに確認いたします。

○三好チーム員 じゃあ、それを別途確認していただくということで、よろしく願います。

○京都大学（三澤教授） すみません、申し訳ありません。

○山中委員 そのほか、いかがですか。

特にほかコメントはございませんかね。

今日、京大のほうから御説明あった炉心の安全設計について、追加で評価いただくということでよろしいでしょうか。

○京都大学（三澤教授） 京大、三澤です。どうもありがとうございました。

先ほどいろいろ御指摘をいただいたことにつきましては、追加でしたいというふうに思っておりますが、一つちょっとお願いといたしますか、確認させていただきたいことがあるんですが、確かに、いろいろちょっと数字も間違ったりしたところもございまして、これについては申し訳ございませんでした。

全炉心解析等についての補足が必要だということについても承知いたしました。

ただ、今後、この結果については、もう一度、審査会合でもう一度これ御説明するというものなんでしょうか。それとも、今、割と簡単に御説明できるところについては、例えば、最終的にはこれ補正で設置申請をやらなければいけないんですが、そういうレベルのことというふうに考えてよろしいのでしょうか。

要するに、次の添十といたしますか、そういうところを議論も含めて、今後進めさせていただくことが可能でしょうかということをお伺いしたいのですが。

○山中委員 今後の進め方等で何かございますか。

○戸ヶ崎チーム員 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

以前、2月17日にフローでその審査の進め方を議論したときに、いろいろ計算とかをされていても、その代表炉心とかの選定によっては、また、その計算が追加になったりとか、そういうのがありましたので、基本的には、安全設計、添八の関係のそういう計算がちゃんと終わってから、それから、添十の評価に移るということになっていたと思います。

今日の説明で添八関係はほとんどが御説明は済んでいると思うんですけど、今日も若干追加の評価とか、それとか、計算が間違えられていたところの確認とかというのもありますので、その部分ですね、そんなに添八の全体から見ると、もう残りは少ないと思うんで

すけど、審査会合で確認した上で、それで次の添付十のステップに移るのがよいと思います。

○山中委員 いかがですか。

○京都大学（三澤教授） そういう御指示ということで、もう一度、これ審査会合において、この内容について御説明するということでしょうか。すみません。それだけちょっと確認させてください。

○戸ヶ崎チーム員 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

実際、計算もそんなに多くないと思いますし、あと、そのミスがあったところの修正もそんなに量はないと思いますので、一度、その回答は審査会合で御説明していただきたいと思います。

○京都大学（三澤教授） 添付十についても、詳しい解析というところはまだというところはありますが、例えば、次の審査会合のときに、添付十の例えば方針のようなところを、要するに、解析をこういうことを添付十に載せるというようなどころについては、並行して御説明させていただきたいというふうに思うんですが、いかがでしょうか。

○戸ヶ崎チーム員 原子力規制庁の戸ヶ崎です。

添付八のときもそうだったんですけど、やっぱり最初に方針とかをちゃんと議論してから、それから、詳細な御説明をいただくのが適切だと思いますので、その次回会合で添付十のその評価の方針について議論するのは問題ないと思います。

○京都大学（三澤教授） どうもありがとうございます。では、次回の審査会合に向けて、今日の宿題、プラス今後の、多分、今回の進め方の反省点として、我々のほうで最初に方針というのがちょっと定まっていなかったというのが、我々としての反省点ですので、その方針について御説明いただいて、御議論いただくということでさせていただきたいというように思います。どうもありがとうございます。

○山中委員 そのほかいかがですか。よろしいですか。

それでは、追加の評価結果については、まず、事実確認についてはヒアリングで行っていただいて、改めて審査会合で審議をさせていただくということをお願いしたいと思います。

そのほか特になければ、本日の会合を終了したいと思います。