

令和 8 年度第 4 回鳥取県原子力安全顧問会議（議事録）

- 1 日時 令和 8 年 7 月 2 8 日（火） 1 5 時～1 6 時 5 0 分
- 2 場所 県庁災害対策本部室（Web 併用）
- 3 出席者 原子力安全顧問：北田顧問、遠藤顧問、小田顧問、藤川顧問、片岡顧問、牟田顧問、望月顧問、佐々木顧問、香川顧問、野口顧問、河野顧問、梅本顧問
中国電力株式会社島根原子力本部 井田副本部長 他
鳥取県 知事、危機管理部長 他
米子市、境港市
- 4 議題 島根原子力発電所 2 号機プルサーマル計画について
- 5 議事録

（浜田部長）

それでは定刻となりましたので、令和 8 年度第 4 回鳥取県原子力安全顧問会議を開催します。本日の進行を務めます鳥取県危機管理部の浜田でございます。どうぞよろしくお願いいたします。開会に当たりまして平井知事からご挨拶を申し上げます。

（平井知事）

本日は北田顧問、望月顧問に現地でご出席をいただき、また、インターネットでも数多くの原子力安全顧問の先生方に加わっていただき、今日の説明の機会ということになりました。どうか、地元、周辺地域として、住民の皆様も関心が高いプルサーマルの安全性について等々、先生方のご知見を賜りたいと思います。

井田副本部長をはじめ、中国電力の方々にもお越しをいただいたところですが、ぜひ真摯な説明を尽くしていただき、今後、様々な質疑応答や審査もあろうかと思いますので、顧問の先生方にもその役割を果たしていただくことが周辺地域の安全にも繋がりますし、原子力発電所のあり方を適正化していく上でも大変重要であります。我々の意のあるところも酌んでいただきましてお力とお知恵を賜りたい、このようにお願いを申し上げる次第でございます。

先月に中国電力から私どもに正式に、プルサーマルについて安全協定に基づいて協議を始めるという意思表示がございました。私ども周辺地域では、プルサーマルについて、以前は安全協定もなく、お話も伺える立場ではありませんでした。そこで立地と同様の説明を尽くし、我々の意見を仰ぐべきだと申し入れておりましたところ、中国電力の社長をはじめ皆さんも、そうしましょうということで、このような次第に至っているところであります。7 月 8 日に議会でも説明を受け、先生方にもエネ庁からお聞きいただけたかと思います。本日は、中国電力側から詳細な炉のあり方、或いはそのオペレーション等々、説明があるのだと思います。執行部側としましては、両市と一緒に事務的な説明をいただいておりますが、この間、周辺の両市においてもいろいろと議論が始まりました。7 月 13 日に境港市議会で説明があり、また 23 日には議員が入れ替わりました米子市議会でも説明がございました。昨日は、鳥取県内では境港市で住民説明会がなされ、明後日には米子市内で説明会ということになっています。周辺地域としても、今順次、説明を受けているところで、先生方にも今日お聞きいただくということでもあります。

ただ、昨日の境港の議論を伺っておりますと、率直な疑問もいろいろと出てくるわけでございまして、これまでのウランを使った燃料と比べて、プルトニウムになった場合、安全性には変わりないのかということでもあります。当然、中国電力からは「安全性において変わらない。世界で

も安全だと報告されている」という話ですが果たして本当にそうだろうか、ウランに比べれば中性子の発生の度合い等、いろいろ変わってくるはずであります。また実際に燃料の温度がどのようになるのか、これも従来の燃料棒とプルサーマルとでは、違いは本来あるはずですが、この辺の説明を聞いているようで聞けていないというのが、住民の皆さんの疑問であると思います。違いがあるとしてどの程度の違いがあって、それがどのように炉の設計でカバーされているのか、炉の設計だけではなくて、オペレーションも大事だと思います。扱いが難しいのであれば、どのような配慮がなければいけないか等、プルサーマルと初めて出会う周辺地域では、正直、まだ腹に落ちかねると思います。そういう様々な疑問等もございまして、原子力安全顧問の先生方には、住民の皆さんや我々執行部も素人でございますので、私たちの視座に立っていただきまして、同じような目線で検証をし、そこに専門的な経験、知識を加えて、最終的にどう取り扱ったらいいいのか、住民の皆さんや行政にアドバイスをいただければ大変ありがたいと思います。ぜひ、意のあるところを汲んでいただければと存じ上げます。よろしくお願い申し上げます。

(浜田部長)

それでは、議事に移りたいと思います。本日の出席者は出席者名簿の通りでございますので、個別の紹介は省略をさせていただきます。

では以後の進行につきましては申し合わせによりまして座長の北田顧問をお願いをしたいと思います。では北田顧問、よろしくお願いをいたします。

(北田顧問)

最初に、資料1の「島根2号機におけるウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の使用について」の資料を基にご説明いただきたく思います。本日は54ページまでをご説明いただきまして、55ページ以降につきましては次回以降に取り上げることとさせていただきます。プルサーマルの安全性までのご説明をよろしくお願いいたします。

(中国電力・井田副本部長)

中国電力島根原子力本部の井田でございます。一言ご挨拶を申し上げます。鳥取県原子力安全顧問の先生方におかれましては、平素より当社の業務運営に対してご理解、ご指導を賜っておりますことにお礼を申し上げます。また本日につきましても、皆様お忙しい中で説明の機会をいただきまして重ねて御礼を申し上げます。

まず島根2号機についてのご報告をさせていただきます。現在、定期事業者検査中という状況でございます。定期事業者検査では、様々な設備の分解点検をして、必要な保守作業をやっておりますが、今回、9月上旬の定期検査の終了予定日を9月中旬に変更して進めることを、本日午前中にお知らせをしました。様々な設備の点検等を行っている中で全体的に工程を精査した結果、もう少し時間が必要だということで判断をしました。

なお、定期検査の終了時期を見るということではなく、島根2号機の定期事業者検査は今日も明日も続いておりますので、1つ1つ、目の前の復旧作業、検査の作業を安全最優先で積み上げて進めて参りたいと考えていますので、引き続きのご指導よろしくお願いいたします。

それでは本日は、プルサーマルの説明をさせていただきます。顧問の先生方におかれましては、専門的な目線から忌憚のないご意見、ご指導をいただければと思っておりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

(北田顧問)

それでは説明の方を始めていただければと思います。よろしくお願いいたします。

～中国電力株式会社・吉担当副長が資料に沿って説明～

(北田顧問)

それでは先ほどのご説明に対して顧問の先生方で何かご意見、コメント、ご確認事項等がございましたら、挙手でお知らせいただければと思います。

(片岡顧問)

丁寧な資料を作っていただいて非常にわかりやすくできていると思います。2点ご質問したいことがあります。

1点目は、(補足) 資料の16ページにある制御棒による停止機能についてです。これはMOX燃料を使う場合に、一般の方も含めて非常に関心のあるところであると思います。つまり、MOX燃料を入れた場合に、ウラン燃料と違って、万が一の場合に十分に停止できるのか、つまり車で例えるとブレーキがちゃんと効くのかということは非常に皆さんがご関心のあることで、16ページでよく説明をされていると思います。ウラン燃料と同様に、制御棒によって停止機能は十分確保されるということは書いてあるのですが、16ページは一例にすぎません。制御棒による停止価値というか、ブレーキ機能は、MOX燃料はもちろんウラン燃料でも燃焼度によってかなり変わってきます。それによってウラン燃料と多少の違いが出てくる場合がございます。1つの例だけではなく、できればいくつかの燃焼度の例を示していただいて、いずれの場合も設計基準にある停止機能を十分に上回っており、様々な燃焼度において取り出す燃焼度以前の状態であれば、十分な停止機能が備わっているということをより詳細に説明していただくことが重要ではないかと思いますので、どのように検討しているのかをお聞かせ願えればと思います。

2点目は、(補足資料) 19ページにあるMOX燃料の内圧上昇です。MOX燃料の場合、燃焼度が進むにつれて、構造がウラン燃料と多少違ってくる。これはずっと以前から十分な研究が国内外で行われてきたわけですが、MOX燃料の特徴的なことは、いわゆるリム組織と呼ばれるものの、「リム」というのは車のリムと同じように、燃料ペレットの周辺部分で細かな結晶粒と非常に細かなボイド、気泡が現れてきます。これは燃焼度とともに、非常に増えてくる。気泡は細かいために、MOX燃料ではそれが、外に出やすくなってきて、それで内圧の上昇が初期に非常に大きくなる可能性があるということで、空間を非常に大きくとって、内圧に十分耐えられるようにしている。これは十分な検討と対策がとられてると思いますが、初期のMOX燃料のペレットの構造の状況も含めて、その後、最新の研究成果をもとに、どのようなリム構造になっているかということも教えていただければと思います。

(中国電力・山本マネージャー)

中国電力の山本でございます。最初のご質問ですが、資料1の31ページかと思います。設置許可で解析しておりますウラン燃料を装荷した炉心、MOX燃料装荷した平衡炉心、それぞれの解析結果を示したものでございますが、いろいろな燃焼度を示した上でということで、それにつきましては別途図を準備しようと思いますが、ここでお示ししておりますのはそれぞれの炉のサイクル末期の状態のスクラム反応度を示したものでございます。サイクル末期になりますと出力分布も全体として上歪みになる傾向があるということと、全制御棒全引き抜きの状態になりますので、その状態で見るのがスクラム反応度としては一番厳しい状態となりますので、その状態でも安全評価上のスクラム曲線は十分満足するというものを示しているものでございます。サイクル

燃焼度がそれより前の状態になりますと、制御棒挿入割合が小さいところの投入反応度が少しずつ大きくなっていくという傾向を示すものでございます。

もう1つ、資料1の27ページかと思いますが、今日はリム構造そのものの図は持っておりませんが、一般に最外周はリム構造でポーラスな構造になるということは知られているものと思います。そういったもの込み込みで、MOX燃料ではFPガスのギャップへの放出率が大いような傾向が見られるということで、その特徴を、メーカーが持っているPRIMEという解析コードで解析をしております、そこにそのような効果を取り込んで解析したというのがこの図でございます。ここにもお示ししておりますが、そのような特徴を踏まえまして、燃料棒の中の燃料ペレットが入っている領域を若干少なくして、ギャップを大きくするというような配慮はしております。そういったことと相まって燃料棒の燃焼末期の内圧はウラン燃料とMOX燃料と同等になっているということです。若干補足ですが、この解析というものは、許認可で、燃料ペレットが燃焼度に応じて、どれくらいの出力を出しうるかという、これは商業機密になっておりますが、設計出力履歴というものを想定しております。設計出力履歴に沿って運転することは原理的にはありえないですし、そのようなぎりぎりの運転はしないのですが、そういった状態を想定した解析を実施しております。そのような状態におきましても内圧はこの程度に収まるということでもって、十分な安全性を確保していると考えているものでございます。説明は以上でございます。

(片岡顧問)

よくわかりました。最新の知見をもとに最新の計算コードを使って、解析されているということで結構かと思います。必要に応じて、そうした最新の成果を説明されることも考えていただければと思います。説明は非常によくわかりました。

(北田顧問)

今のご説明に対して少し私からも同じところで、まず1つ目のところのスクラムのカーブに関して、以前にも伺ったかと思うのですが、コントロールセルのところ、制御棒の出し入れをする場所のところにMOX燃料が入っているようなケースが含まれているのかどうかということです。

それから片岡顧問からのご質問とも一緒ですが、サイクルの初期、末期、燃焼度の違いなどの影響も併せて示していただきたいということですが、併せて、配置として、制御棒の出し入れするコントロールセルにもMOX燃料が入っているようなケースとして示されているのかどうかというところもご説明いただければと思います。

もう1点、内圧のご説明に関して、片岡先生からのご質問の中でもう1つ、燃料ペレットの構造が同じなのか、いわゆるディッシュやチャンファのことですが、ペレットの形がMOX燃料では何か特別な工夫をされているようなことがあるのかどうかというところも併せて説明いただければと思います。

それともう1つ、併せて、27ページの内圧の解析例として示されている図を見ますと、ウラン燃料に比べてMOX燃料は新燃料のとき、内圧を下げていていると判断してよろしいですか？

(中国電力・山本マネージャー)

中国電力の山本です。最後のご質問は内圧を下げていているかということでしょうか？

(北田顧問)

27 ページの図ですが、左端の新燃料のところを見たときに、燃料棒の内圧がウラン燃料に比べてMOX燃料は低くなっているように見えます。当然、取り出しの燃焼終了時点はほぼ一緒というところはいいいですが、新燃料においてはMOX燃料が内圧を下げたものとして製作されていると判断してよろしいでしょうか。

(中国電力・山本マネージャー)

質問の趣旨を理解しました。まず1つ目は、コントロールセルにMOX燃料が装荷されているかどうかでございますが、配置そのものは商業機密でお示しはできないのですが、今回の平衡炉心はそのような炉心ではなかったと認識しております。ただ、コントロールセルは通常運転時の反応度制御をするものであって、原子炉の安全性というのはスクラム反応度曲線の担保であったり、停止余裕であったりというところでございますので、そういったところにコントロールセルに装荷するかどうかというところはあまり寄与しないものと考えております。

もう1つ、ペレットですが、ディッシュとかチャンファは同様に設けてあります。細かいところは若干違うのですが、健全性という観点で影響がないところで寸法が微妙に違うところはあります。

初期の内圧ですが、これは燃料ごとに設定しているものでございまして、初期にヘリウムを加圧するのですが、熱伝導率が良いヘリウムを加圧封入し、ペレット全体の温度を下げることによって、発生した核分裂生成ガスがギャップに逃げていくことを抑制する効果があることを考慮するものです。最終的な燃焼末期でできるだけ小さくなるように適切に設定しているというのが実際です。たくさん入れ過ぎてしまうとその効果とはじめに入れた効果がどう相殺するかという話になるのですが、ウラン燃料の方が設定している燃焼度が高いので、はじめに加圧量も高くしているという状況です。具体的にはウラン燃料には1MPaで、MOX燃料では0.5MPaで封入しています。

(北田顧問)

ありがとうございます。よくわかりました。

他に何かご意見、コメント等がございましたら、挙手いただければと思います。いかがでしょうか。

(望月顧問)

丁寧な説明をいただいて、とてもよく理解できました。ありがとうございます。

その上で、冒頭の平井知事のご挨拶の中で、「温度」というテクニカルタームが出てきてそれが住民や県の執行部が気になるということがありましたので、そこに関連させて、わかっていることも含めて一通り質問させていただきます。

最初に温度が出てきたのが26ページです。こちらの図を見ますと、使用期間がある程度経てきますとウラン燃料とMOX燃料で数百℃の温度差が発生するということが理解できます。核燃料の評価ということでは、片岡先生、北田先生がご発言いただいたところ、私もその回答をよく理解できたのですが、構造健全性という意味ではこの数百℃の差が出るということは、ウラン燃料にしるMOX燃料にしる、熱膨張に差が出るわけです。この数百℃差というのは当然運転前の状態との寸法の差が出てくる、基本的には膨張する、そうなったときに、30ページの制御棒の挿入性ということに関して、膨張して引っかかるようなことはないのですか、というのが最初の質問です。

(中国電力・山本マネージャー)

まずは、この程度の温度の違いで、最終的にペレットの外径はほとんど変わりません。これは燃料集合体の内部の燃料棒配置と冷却材流路の確保という観点になりますが、そのような差が問題になることはありません。そうしますと、30 ページのチャンネルボックスの内部で、しっかりと冷却するだけの冷却材が流れている状態になりますので、燃料棒がチャンネルボックスを必要以上に押しやりという状態はありませんので、チャンネルボックスの外側にある制御棒の挿入性という観点には影響がないものと考えております。以上でございます。

(望月顧問)

可能であれば、今後地域の皆様に説明するような資料も温度が気になられる方もおられるでしょうから、今のご回答のところを、例えば具体的な数字も含めて、要は核燃料系の線膨張率はたかだか 10^{-5} なので、数百℃の温度差があっても膨張量はほんのわずかであり、いわゆる理化学事典にある物性値でも十分だと思いますので、具体的に数字を出した上で、温度差があったという形での新しい運転形態でも、万が一の制御棒のスクラム挿入というときにも、いわゆる熱応力、熱膨張、そういう意味で寸法的なところでは問題がないということも、ぜひ資料の中に加えていただければいいのかなと思いました。

それから2点目です。22 ページの炉心装荷率3分の1程度までであれば今までと同じような形という記載があり、それに対して35 ページにはMOX燃料集合体を例えばどれくらい入れますかというところで、560 体分の最大装荷体数228 体というのは、4割を超えています。前のページでMOX燃料集合体の中のウラン燃料棒の割合も多分合わせてということになるのだと思っておりますが、どこにも記載がないので、そこは一旦説明をお願いいたします。

(中国電力・山本マネージャー)

3分の1はMOX燃料棒に入っている金属重量比として全体に対して3分の1以下という設定をしているということでございます。34 ページの図を見ていただきますと、燃料集合体の燃料棒60 本のうちの48 本がMOX燃料棒で、12 本がウラン燃料棒でございます。ウラン燃料棒にガドリニウムを入れて、燃料集合体単体での反応度を制御しているわけでございます。そうした中で、MOX燃料集合体一体に対して、まず燃料棒60 本分の48 本がMOX燃料棒ということになります。さらに、先ほど内圧のところでご説明しましたが、27 ページのガス溜めを確保するという観点で、MOX燃料棒に入っている燃料ペレットの有効長がウラン燃料棒では3.71mですが、MOX燃料棒では3.55mということで、軸方向を24 ノードに分けると1 ノード分短いという状況になっています。したがって「560 体分の228 体」×「60 本分の48 本」×「24 ノード分の23 ノード」をすると約0.32 という数字になるというものでございます。以上でございます。

(望月顧問)

ありがとうございます。よく理解できました。可能であれば今後の資料はその辺りも補足でも結構だと思うのですが、説明があった方が余計な誤解は生まないのかなと思いました。

最後の3点目はコメント、お願いです。燃料ペレットの模式絵が、21 ページのものは実際にこの程度かと思いますが、20 ページのものは縦横比が違い、余計な誤解、詮索を生むと思います。また、20 ページの燃料ペレットの成分、粒子が描いているものは縦長になっていますが、同ページの燃料棒の被覆管に入っているものは横長のおきあがりこぼしになっています。さらに言うと、燃料集合体も正方形ではなくて、長方形になっていて、勿論ポンチ絵はポンチ絵ですが、基本となる縦横比等、誤解を生みかねないようなところはくれぐれも気をつけて出していただいた

方が、今後余計な心配を生むこともなくなるのかなと思うのです。わかりやすい資料という意味ではこういう形も理由があるとは思いますが、できる限り忠実にお願いできればと思います。これはお願い、コメントということで以上になります。

(北田顧問)

ありがとうございます。今後の資料作成では、ご留意いただければと思います。

(香川顧問)

丁寧な説明ありがとうございました。非常に丁寧で資料もきっちり作られていた中で、36枚目の発熱分布の図の縦軸がはっきりしなくて、左側にウラン燃料、右側にMOX燃料がありますが、この平均値は同じものを指しているのか、それぞれ別のものを指しているのかがちょっとよく分かりません。もしそれぞれが違うものであれば、右の図と左の図で実スケールのなもので比較できるような状況にしていただけると分かりやすいかなと思いました。

(中国電力・山本マネージャー)

具体的にここのデジタル値が一緒かどうかというのは、今持ち合わせておりません。一般的に我々はローカルピーキングファクターという呼び方をしているのですが、集合体の出力の平均に対して、どれくらいの分布になっているのか、そういう比をローカルピーキングファクターと呼んでいるのですが、それを大きい方からプロットさせた棒グラフになっているものです。そこで見る限り、同等ですが、初めのご質問に対する回答は持ち合わせておりませんので、また別途回答させていただきます。以上です。

(香川顧問)

はい。よろしくお願いします。

(北田顧問)

今のところに併せて私からも1つだけ。ピーキングと言われたと思います。そもそも集合体中の出力分布、平均値はおそらく1.0で取られていて、むしろ問題になるのは最高値の方だと思います。したがって、このような比較の中において発熱分布、当然、最大値という方が、ウラン燃料とMOX燃料でどうなのかというところ、そちらのご説明を併せていただける方がありがたいかなと思いました。図を見た限りではMOX燃料でも同等程度もしくは若干低いだろうと判断しておりますが。

(中国電力・山本マネージャー)

この辺は、燃料集合体単体として見たときに、ある程度燃焼させたときの一番大きい燃焼初期のピーキングをプロットさせたものだと思います。最大値みたいなお話になると、それは原子炉として見たときの最大線出力密度みたいな話だと思いますので、最大線出力密度は8×8燃料なこともあって、多分MOX燃料が若干大きいのかなと思います。そのグラフをまた準備したいと思います。

(北田顧問)

よろしくお願いします。

(牟田顧問)

はい。御説明をどうもありがとうございました。(資料)42ページの事故影響から話を始めたいと思います。当然ながらこれは設計基準事故のときの話で、「事故時の影響が広がることはありません」ということだと思います。一方、重大事故に対しては59ページの確率論的リスク評価がそ

の中の1つに当たっていると思います。その59ページをちょっと見せていただきたいのですが、画面に出せますでしょうか。

はい、ありがとうございます。ここで「設備変更を伴わないため確率論的リスク評価の結果は変わりません」といった表記があるのですが、この「確率論的リスク評価」の範囲というのはどの範囲のことを言われているのか。多分、レベル1なら多分この通りの結果だろうと思いますが、レベル1.5、2或いは3ぐらいになると影響が出る可能性が少しはあるかもしれないと思います。ですから、そこまで確かめられているのか、また外部事象に関してどこまで考慮されているのかという辺りを少し伺いたいと思います。よろしくお願いします。

(中国電力・山本マネージャー)

はい。中国電力の山本でございます。まず原子力事業者がかなり長い期間をかけてPRAそのものの高度化をしているというフェーズです。そもそもMOXとか言う前に、現在、PRAがどのようなフェーズかと言いますと、内的な事象に対して諸外国の知見を取り入れて、PRAモデルを高度化して、それを検査等にも活用すべきというところで規制（原子力規制庁）にも確認いただいているというフェーズと認識しております。あと、地震PRAや津波PRA等も頑張って高度化をしているという状況です。ここでお示ししているのは、内的（事象）を念頭にお示ししているわけですが、そもそもの緩和系となる設備に変更がないということと、またウラン燃料もMOX燃料もそのようなPRAに使う崩壊熱も変わりませんので、そのようなPRAをするにあたっての成功基準解析といった観点ではほぼ影響がない結果となりますので、そういう成功パスに必要な設備等も変わらないので、「PRAには影響がない」と考えて記載しているものでございます。以上でございます。

(牟田顧問)

はい。ありがとうございます。先ほど質問の中で申し上げたレベル1.5とか2或いは3に関しては、影響は検討されているのでしょうか。この「確率論的リスク評価の結果は変わりません」と書かれていると、確かめている範囲が非常に重要な話になりますので、そこを少し明らかにしていただければと思います。いかがでしょうか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい。レベル2や3はまだまだ検討途中、検討途上と認識しております。レベル1.5といったところの格納容器破損頻度で言いますと、先ほどお話ししたような熱水力学的な観点で言いますと、崩壊熱が変わらないので「変わらない」と言えると思いますので、御質問に対する回答としては、レベル1、レベル1.5を念頭に回答したところでございます。以上でございます。

(牟田顧問)

はい、わかりました。ソースタームに関しては如何ですか。ソースターム評価に関しては如何ですか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい。PRAというソースタームにつきましては、まだまだ外部にお示しできるようなフェーズにはないと認識しております。以上です。

(牟田顧問)

はい、わかりました。そうしますとやっぱりここに書かれている「確率論的リスク評価の結果は変わりません」というのは非常にミスリードをしそうな表現だと思いますので、やはりちゃん

とスコープを書いた上で「その範囲で変わらないと考えている」といったように明記された方がよいと思います。はい。私から以上です。

(北田顧問)

はい。ありがとうございます。

59 ページは次回の顧問会議でも御説明いただくことになると思います。ですから、今の御意見を踏まえながら御説明の内容を少し修正いただければありがたいと思います。

(佐々木顧問)

京大の佐々木です。網羅的にご説明いただけたと思っております。いくつか確認したいことがございます。

まずスライドの 26 枚目のところですが、ジルカロイ被覆管の酸化が問題になる温度との関係が気になっておりまして、運転が続いている中で、先ほどもコメントがあったと思いますが、MOX 燃料の方が中心温度が数百℃高い中で、被覆管の表面の最高到達温度が、どれぐらいウラン燃料と比べて余裕があるのかというところをまず教えていただけますでしょうか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい、中国電力の山本でございます。ご質問が通常運転時のことを指されているとしますと、燃料被覆管の表面は液膜で十分覆われておりますので、ウラン燃料も MOX 燃料も変わらない状態で、大体冷却材温度プラス数十℃ぐらいの温度、300℃ちょっとになっていると認識しております。以上です。

(佐々木顧問)

はい、わかりました。それから次ですが、スライドの 36 枚目。発熱分布のことで、これも先ほどご質問があったところですが、私からもこの図にもう少し情報を入れていただきたいと思いますと思っております。MOX 燃料とウラン燃料が混じっていると思いますが、この図では棒グラフの色がすべて同じということで、区別ができていないので、もしそれがわかるようであれば示していただきたいと思います。いかがでしょうか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい、中国電力山本です。

確認が必要ですが、この図は、集合体の棒ごとの出力分布に一番差が出るということ、で、燃焼初期の状態をお示ししていると思います。そうすると、MOX 燃料集合体中のウラン燃料棒につきましては、ガドリニウムが入っていますので、線出力が低いので、左側 12 本が平均値に比べてはるかに小さいですが、この 12 本がウラン燃料棒だと思います。以上です。

(佐々木顧問)

はい、わかりました。それでは私の勘違いかもしれませんが、MOX 燃料とウラン燃料が、どこかに数字があったかと思いますが、もう少し MOX 燃料の数が多かったのではないかと思ったのですが、そういう意味でのこの棒グラフではないという解釈になるのでしょうか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい。これは、もともとは 34 ページへの対応ということで、燃料集合体の棒ごとで見たときに、出力分布の偏りが MOX の方が大きいのではないかというご指摘に対して作った図です。それぞれの燃料集合体一体で見たときに燃料棒の出力を大きい方からプロットしている図です。以上です。

(佐々木顧問)

はい、わかりました。後でもう一度確認します。スライド 42 枚目で示されているのは設計基準事故時の線量評価で、事故時の影響が広がることはありませんという結論ですが、炉心溶融といった重大事故の評価も含まれた上での結論という理解でよろしいでしょうか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい中国電力の山本でございます。

重大事故につきましては、新規制基準で言いますと格納容器破損防止対策で、燃料集合体が破損したような評価まで実施しておりますが、炉内へのセシウムの蓄積という観点で、ウラン燃料とMOX燃料に燃焼末期で大きな差はないということと、先ほどもお話ししましたがウラン燃料とMOX燃料で崩壊熱に差はないということで、この結論は変わらないものと思っております。以上です。

(佐々木顧問)

はい、わかりました。私からは以上です。ありがとうございます。

(遠藤顧問)

はい。ありがとうございます。昔に勉強したことをここでもう1回確かめたというような感じで、非常によくわかりやすい説明でありがとうございました。私の記憶では、MOXの場合だと混合が難しいために、局所的な熱分布ができると覚えていたのですが、今回のお話だと、52 ページで、混合粉碎という過程を入れることで、混合のムラをなくすという理解でよろしいですか。

(中国電力・山本マネージャー)

中国電力山本です。はい。そのご理解で結構です。

(遠藤顧問)

そうですか。そうすると、以前言われていたようなペレット内での熱の分布というのは、かなり少なくなるということですね。

(中国電力・山本マネージャー)

はい、そのように考えております。

(遠藤顧問)

この手法でやったときにどのぐらい熱分布が均等になるのかについて、全体に対して何%といった表現はできるのでしょうか。難しいですか。

(中国電力・山本マネージャー)

公開でそのようなデータがあったかどうかは記憶にありません。

(遠藤顧問)

熱分布の均一性が悪くなるといった話も、こんな分布になるとか、値では言えないので、難しいかもしれないです。ありがとうございます。そうすると、かなり良くなると理解しておけばいいということですね。

それから、使用済み核燃料の発熱分布について、MOX燃料の場合はウラン燃料のおおよそ倍と憶えていたのですが、48 ページの使用済み核燃料の保管という見地で、特に問題はないと思いますが、どのぐらい差が出てくるか、取り扱いにどのぐらい注意しないといけないか等、何か言えるのですか。

(中国電力・山本マネージャー)

はい。中国電力山本でございます。このグラフで太い実線・太い破線がMOX燃料で、細い実線・細い破線がウラン燃料に対するものです。トータルの発熱量としては、ウラン燃料とMOX

燃料でほぼ変わらず、停止後 10 日ぐらいまではウラン燃料の方が大きくなっております。下の破線側で若干特徴がありますが、MOX 燃料の方がアクチニド核種が多いので、アクチニド核種だけを見ると、ある程度半減期が短いものが落ちた後になると差が出てくるという状況にはなりません。ですがトータルの崩壊熱で見るとまだまだアクチニド核種が支配的ではなくて、FP 側が支配的であって、いずれの燃料であっても一定程度冷却材で冠水させての冷却が必要ということには変わりがないという状況でございます。以上です。

(遠藤顧問)

ありがとうございます。最後にコストのことで、12 ページで発電のコスト自体は 1 kWh 当たり 2 円ぐらいしか変わらないという話でしたが、昔勉強したときに、コストはウラン燃料と MOX 燃料だと MOX 燃料が 10 倍ぐらいと聞いた覚えがあります。どういうところが変わって、これだけコストが下がったという理解でしょうか。

(中国電力・大谷部長)

中国電力の大谷です。MOX 燃料とウラン燃料のコストで、ウラン燃料よりも MOX 燃料が割高というのは先生がおっしゃる通りです。詳細なコストについては商業上の機密がありお答えはできませんが、燃料単体で見るとウラン燃料より MOX 燃料の方が海上輸送のコストやプルトニウムの利用コストなどを含めると、割高になるというのが実情でございます。

(遠藤顧問)

2 円ぐらいというのは、再処理のコストも入っているのでしょうか？

(中国電力・大谷部長)

12 ページでお示ししています 1.9 円というのは国のコスト試算ですが、この核燃料サイクル費用については再処理費用も入ってございます。

(遠藤顧問)

わかりました。ありがとうございます。

(北田顧問)

はい。ありがとうございます。他にもまだご質問等あると思いますが、もう予定の時間になってきておりますので、ここで一旦、質疑応答は打ち切らせていただければと思います。顧問の先生方におきましては、また次回、引き続きご質問、質疑応答を続けさせていただければと思っております。今週中ぐらいを目途で事務局まで、ご質問等ございましたら、お送りいただければと思います。その質問の内容を踏まえて、次回は、中国電力からまたご回答いただくという形で進めたいと思っております。よろしいでしょうか。

それでは、本日の議題については以上で一旦終了とさせていただければと思います。それでは進行を事務局の方にお返ししたいと思います。よろしくお願いいたします。

(浜田危機管理部長)

はい、ありがとうございました。

顧問の皆様には大変貴重なご意見をいただきまして、ありがとうございました。また北田顧問には、円滑な進行をいただきましてありがとうございました。先ほど北田顧問からもございましたように、今回の資料 1 の残りの説明と、質疑をいただいた部分の回答、また改めてその場での質疑応答も含めて、もう一度開催をさせていただこうと思っておりますので、また引き続きよろしくお願いいたします。

では以上をもちまして本日の会議を閉じさせていただきます。皆様、ありがとうございました。