

# 核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合

## 第478回

令和5年3月24日（金）

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478回 議事録

### 1. 日時

令和5年3月24日（金） 14:00～15:37

### 2. 場所

原子力規制委員会 13階 BCD会議室

### 3. 出席者

#### 担当委員

杉山 智之 原子力規制委員会委員

#### 原子力規制庁

小野 祐二 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長代理

志間 正和 原子力規制部 新基準適合性審査チーム チーム長補佐

金子 真幸 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

立元 恵 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

島村 邦夫 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

澁谷 憲悟 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

井上 亮 原子力規制部 新基準適合性審査チーム員

#### 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

曾野 浩樹 臨界ホット試験技術部次長

井澤 一彦 臨界ホット試験技術部 臨界技術第1課 課長

新垣 優 臨界ホット試験技術部 臨界技術第1課 主査

大内 諭 安全・核セキュリティ統括本部 安全管理部 施設保安全管理課 技術副  
主幹

### 4. 議題

- (1) 日本原子力研究開発機構定常臨界実験施設（STACY）の設計及び工事の計画の認可申請について（実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設）

## 5. 配付資料

- 資料 1 - 1            S T A C Y 施設設工認（実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設）【指摘事項回答】
- 資料 1 - 2            燃料試料挿入管の密封性確認検査の方法について
- 資料 1 - 3            S T A C Y 設工認に係る審査会合（令和5年1月30日）での指摘事項対応のための解析結果
- 資料 1 - 4            臨界実験装置における核的制限値の担保について（設工認段階以降）

## 6. 議事録

○杉山委員    定刻になりましたので、ただいまから第478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いたします。

議題はお手元の議事次第に記載したとおりです。

本日の会合は、テレビ会議システムを利用しております。音声等が乱れた場合には、お互いにその旨を伝えるようお願いいたします。

それでは議事に入ります。本日の議題は1件で、議題1、日本原子力研究開発機構定常臨界実験施設（STACY）の設計及び工事の計画の認可申請について（実験用装荷物の製作及びデブリ模擬炉心の新設）です。

本日の審査会合では、第470回審査会合において、審査チームから指摘したコメントへの回答をしていただく予定です。

それでは、JAEAから資料に基づいて説明を開始してください。

○日本原子力研究開発機構（新垣主査）    JAEAの新垣から説明いたします。

では、まず資料1-1について説明いたします。

こちら資料1-1の1ページから、前回の審査会合でいただいた指摘事項について回答の方針をまとめております。

1ページ～6ページ目まで、全てで12項目の指摘事項があります。これらについて一つずつ回答していきたいと思っております。

まず、1ページ目の1～3までの指摘事項ですが、こちらは設工認申請書の記載内容の拡充等についてのコメントでありまして、これらは次回以降の審査会合で説明いたしますので、今回は特に説明する事項はありません。

続きまして、2ページです。2ページのNo. 4のところから順番に説明いたします。

指摘事項の内容としましては、燃料試料挿入管は、放射線又は放射性物質の著しい漏えいを防止するに当たり、上部端栓を取り扱うときに容易に外れず、水密性を有する脱着式端栓にするとしているが、脱着式端栓はどの程度の水密性をどのように担保するか、設計の考え方を説明することという指摘をいただいております。

その右側に対応状況として説明内容の概要をまとめております。詳しくは右の該当ページ、資料1-1の7ページと資料1-2の補足説明資料1の1～4ページの中で説明いたします。

まず、資料1-1の7ページを説明いたします。7ページですが、こちらの指摘事項No. 4と、先ほど読み上げました指摘事項がこの水色囲いの中に書かれております。

こちらのJAEAとしての回答ですが、まず燃料試料挿入管というものは少量核燃料物質であるデブリ模擬体を封入して使用するというものです。そのため、上部端栓が容易に外れない設計としております。燃料試料挿入管の仕様概要と上部端栓の構造をこの次の8ページ、9ページのほうで説明しております。

まず、8ページのほうです。こちらの8ページで、燃料試料挿入管の仕様概要をまとめております。この燃料試料挿入管というものは、核燃料使用施設でデブリ模擬体調製設備というもので、デブリ模擬体を製作します。こちらはデブリ模擬体少量核燃料になっております。

このデブリ模擬体をこの燃料試料挿入管に封入して、右側のSTACY炉心タンクの中に装荷して実験を行います。

続きまして、9ページです。こちら9ページにつきましては、上部端栓が容易に外れないことを説明しております。

まず、下のところに、燃料試料挿入管（試作品）の上部外観図が載せております。今回、設工認で製作する前に試作品を作っております。その写真になってます。

左から2番目の図を見ていただきまして、燃料試料挿入管は、この被覆管と上部端栓という二つのパーツからできております。

この上部端栓のところの拡大図を示しておりますが、上部端栓には突起の部分が二つついております。これは被覆管の切り欠きですね。被覆管のところでは少し切り欠きがあるんですが、そこに引っかかって、上部に引っ張るだけでは外れない構造となっております。

もう一段階外れない構造として取り入れているものがありまして、それは右側の図になります。

右側の図では、上部端栓の上半分のところに青線で囲ってありますが、こちらをねじ込むことで下側のOリングが徐々に潰れて径方向に広がるような構造となっております。このOリングと被覆管との摩擦抵抗が増加することで上部端栓が回転しにくくなります。その中の突起が被覆管の切り欠きから外れにくくなる構造となっております。

下のところでの説明しておるところで、Oリングが径方向に広がることで容易に外れないということは、左の図と見比べていただきますと、Oリングが径方向に広がっているのを見て分かるかと思います。ここまでは上部端栓が容易に外れない構造の説明となります。

その上に、燃料試料挿入管の構造図があるんですが、こちらは、ちょっと補足の説明資料との関連がありますので、後ほど説明いたします。

7ページに戻ります。7ページに戻りまして、2段落目、ただし、デブリ模擬体は少量核燃料物質であり、かつ、STACY熱出力は最大で200W、積算出力で最大3kW・h/年であり、デブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積及び放射線の放出は極めて小さく、燃料試料挿入管は直接手で取り扱うことができます。万一、放射性物質が漏えいした場合においても、棒状燃料の破損事故の評価（ $3.1 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ）に包含され、公衆に著しい被ばくを及ぼすおそれはありません。

以上のことから、燃料試料挿入管は高度な密封性を担保する必要はないが、軽水を用いる炉心タンクに装荷して使用するため、想定される最大圧力に対して密封性を有する設計としていると回答をまとめております。

これらの今説明した内容につきましては、設工認申請書の第1編実験用装荷物の添付書類に記載して補正いたします。

これに関連して、燃料試料挿入管の検査については、補足説明資料1のほうで説明いたします。

補足説明資料1ですが、こちらの資料番号1-2となっております。

資料番号1-2で、燃料試料挿入管の密封性確認検査の方法について、資料になっております。こちらは密封検査の考え方と方法をまとめております。

まず、2段落目のところですが、密封性確認検査では、燃料試料挿入管内部に水が浸入しないこと（及び内部の放射性物質が漏えいしないこと）を確認します。並びに水圧によって燃料試料挿入管に変形等の異常が生じることなく密封性が保持されることを確認します。なお、密封性喪失に係る変形等の異常については、燃料試料挿入管の内部に水が浸入しないことも確認することができます。

検査の詳細については、別紙1というものをつけておりました、3ページになります。3ページのほうで簡単に御説明いたします。

検査をどのように実施するかというと、中段の図、燃料試料挿入管の密封性確認検査体系図というところで、燃料試料挿入管を2m以上水槽の中に入れてまして、その燃料試料挿入管の中には水分検出用の試験紙を入れます。その環境下で一定の時間を保持して取り出した後、その水分検査用試験紙を確認することで密封性が担保されているかということを確認する検査を実施します。

あと最後の1ページの4段落目のなお書きですが、今回燃料試料挿入管というものを作るときに内部に水が入らない構造ということを確認するとしておりますが、もともこの燃料試料挿入管には水が入らないようなことを考え設計しております。

その2ページの図ですね。2ページの図の図2、上の段落の図を見ていただきますと、左側に燃料試料挿入管、真ん中に、現有棒状燃料、右側は新棒状燃料を並べておりますが、実験で水位を上昇させておきますが、最大の水位になっても燃料試料挿入管の中に水が入らないような位置、入らないようなところに上部端栓を設定しております。

ここまでで資料の1-1に戻ります。資料の1-1で今御説明したのがNo. 4に関する回答となっております。

続きまして、2ページのところのNo. 5のところですね。燃料試料挿入管のOリングについて、熱、放射線、着脱時の摩擦による影響を説明することとあります。こちらは資料1-1の10ページのほうにまとめております。

10ページのところで回答ですが、燃料試料挿入管は常温から最高使用温度80℃の範囲で使用します。また、STACYの最大出力が200Wと低いです。そのため、高度な耐熱性、耐放射線性を担保する必要はないが、炉心に挿入して使用することから、発電炉の制御棒駆動系水圧制御ユニット等のパッキンとして使用実績のあるフッ素ゴムを使用する設計としております。燃料試料挿入管の構造図をP11に示しております。

こちらの11ページの図を見ていただきまして、左下のところに、フッ素ゴムというところから、Oリングのフッ素ゴムが括弧書きでしております。こちらについては設工認申請書の補正の段階で同じように、Oリングはフッ素ゴムで作るというのを記載して補正したいと考えております。

10ページに戻ります。10ページの2段落目で、また、このOリングは消耗品であるため、あらかじめ必要量を確保し、上部端栓開封の都度交換することから着脱時の磨耗による影

響は問題となりません。

なお、燃料試料挿入管の開封頻度は実験目的に応じて異なるが、長期間開封しない場合でも最大数年程度と想定されています。フッ素ゴムの耐用年数は110℃の環境で30年以上という報告がされております。なのでSTACYの使用環境ではOリングの密封性能を喪失することはないとしております。

今説明した内容につきましても、設工認申請書の第1編の添付書類として記載して補正いたします。

これも先ほど言いました、構造図の中にOリングの材質がフッ素ゴムであることを記載して補正いたします。

No.5についての説明は以上となります。

ここで説明者が代わります。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） それでは、引き続き、御説明させていただきます。

資料1-1の3ページ、No.6から御説明を続けさせていただきます。

前回の審査会合でデブリ構造材模擬体のうち、これは2種類、鉄とコンクリートと2種類作りますと申請しておりますけれども、この中のコンクリートの仕様を明らかにすることの議論がございました。それに対しましての回答なんですけれども、こちらはコメントを拝承いたしますというのが回答になりまして、資料1-1の12ページを御覧になっていただきますと、コンクリートの組成について記載をするということでございます。12ページに赤い破線で囲っておるところ、そして、このコンクリートに対する組成の記載内容といたしましては、水分率を書くということ、そのような補正を考えております。

なぜ水分率を書くことにするのかということについて、6以降ですね、7、8、9、10と。7、8、9、10、これらは関連しておりますので、順々に御説明させていただきます。

No.7の御指摘事項なんですけれども、これもコンクリートの組成が具体的に示されていない。そのときにやはり水素が重要なのではないかという御指摘をいただいております。

これについて私どもいささか解析をいたしまして、補足説明資料をお出ししておりますので、かいつまんで御説明させていただきます。

本日の補足説明資料に資料1-3というものが解析の資料でございます。こちらちょっとページ数が多くて、全て御説明していると時間オーバーしてしまいますので、骨子のみの御説明いたしますけれども、まず、STACYでコンクリートや鉄のデブリ構造材模擬体を入

れたときの炉心について感度解析ですね。特にコンクリートの組成について原子個数密度を振りましてパラメータを変えまして、その影響の程度を確認したというのがこの解析でございます。

どういう炉心について解析したのかというちょっとイメージを持っていただきたいので、この資料に関しまして、21ページを御覧いただけますでしょうか。補足説明資料2の21ページでございます。

青い図が六つ並んでおりますけれども、この中で青いのは水でございます、STACYの炉心タンクに水を張ったところを上から見たイメージ図でございます。そこに赤い丸が並んでおりますのが、これがウランの棒状燃料でして、これが炉心を表しているということになります。

そして白い丸が並んでおりますのが、これがコンクリートのデブリ構造材模擬体ですね。STACYの炉心というのは格子板、一定の間隔で穴が開いている板にピン上の棒状の燃料を挿して構成しているものですので、挿し方によって無限のパターンの炉心が作れるんですけども、おのずから代表的な形というのもありまして、私どもがここに御提示するのが、これが代表的な形であろうというものです。

燃料を並べまして、まず、一番上の二つですね。4 of 4配列と言っておりますけれども、真ん中にデブリ構造材模擬体を固めてある。固めることをまず考えております。

本数を変えておりまして、左側が25本、右側が69本でございます。私ども申請した計算書では、模擬体の本数に上限を設けずに全体に置くようなことを考えておりましたけれども、ここでも模擬体69本というのは、申請している内容が70本ですので、対称に並べられる最大の本数というのが69本でございます。

そして4 of 4配列というのが上の二つでございます、なぜこれが4 of 4かと言いますと、下の1 of 4と2 of 4から来ているものでして、中段の二つ、1 of 4配列というのは、燃料を2×2で単位セルとした場合、この4本の単位セルの中の3本分が燃料で、1本分が模擬体であると。つまり模擬体が1 of 4であるというので、1 of 4配列と呼んでおります。3本の燃料棒に対して1本並べるやり方でございます。

それから、一番下が2 of 4配列で、これは同じでことなんですね。四つのセルの中に二つのデブリ構造材模擬体を並べるというものでございます。このような炉心に対しまして原子個数密度をパラメータとして振った場合、どのような影響が与えられるかというのがまずは行った解析でございます。



こちらに関しましては、この補足説明資料1-3の5ページ目を御覧いただくと、データが載っております。ここですね。ちょっと色分けされておまして、1.27cm、1.50cm、2.54cmと書いてございます。

5ページ目でございます。この1.27cm、1.50cm、2.54cmというのが、STACYの格子板の格子間隔を示しておまして、私ども申請している格子板が1.27cm間隔と1.50cm間隔の2種類でございます。

格子板の2.54cmというのは1.27cmの格子板を1本とばして使って倍にするというもので、これが最大の格子間隔になります。

横軸がコンクリートの密度になっておまして、臨界の炉心でコンクリートの密度を変化させると、それぞれ反応度がどの程度変わってくるかということを表しております。

こちらに関しましては、それほど大きなものではないんですが、格子間隔によって振る舞いが違うというところが見て取れます。

ただし、これで安全上どうこうという話ではなくて、まず、ここでは密度を変化させると、このように反応度の変化があるということです。

それから、今の計算ですと、密度全体を変化させておりますけれども、では成分ごとにすると、これは御指摘の中で、水分に注目した場合にどのような変化があるのかということがありましたので、コンクリートは水分のほか、ほぼシリコンが多いので、シリコンや、それから私ども着目しているカルシウムのみを変化させたというのが計算結果もやっておまして、それが6ページ目でございます。

6ページ目を御覧になっていただきますと、コンクリートの主要成分の感度解析結果、シリコン、カルシウムだけを振った場合は、あまり影響はないということが見て取れます。

したがって、これは水分が反応度変化の主役であろうというのが推測できるんですが、それを確認するために、水分量の感度解析を行いましたというのが7ページでも上にございまして、これがコンクリートの中に含まれる水分、HとOですね。水分由来のHとOを0倍～2倍まで振ったというものでございます。

真ん中1.0が標準のコンクリートで、右側2.0が水分を2倍、それから左側0.0というのは水分を完全に抜いてしまったという計算です。

そうしますと、5ページ目とほぼ同じ応答が見られるというのが見て取れていただけだと思います。

したがって、コンクリートのほうの補正の反応度への影響というのは、水分による

ものが支配的であろうということをごさいますして、私ども御指摘を受けまして、コンクリートに対する組成を設工認申請書に追記することにいたしましたけれども、これはコンクリートの水分率を追記すると。先ほど資料1-1の12ページ、12ページのほうで、コンクリートの水分率を追記するというのは、コンクリートに支配されたコンクリートの水分が支配的であるということが確認されたため、記載をしようというものでございます。

記載をする内容でございますけれども、資料1-1の13ページに書いてございますけれども、コンクリートペレットの水分率16wt%以下という水分の上限値を書こうと考えております。これは補足説明資料で感度解析をやった結果の中に入るように、で考えてございます

まず、ここまで簡単ですけれども、水分率に関してどのように記載するのかということに対する御回答であります。

ここまで7番でございますね。資料1-1の3ページに6、7と御説明しまして、8番に関しましては、これは前回の審査会合、1月30日の審査会合で回答済みでございますので、今回は割愛させていただきます。

では、説明を続けさせていただきますして、資料1-1の4ページ、9番と10番、これもひとつながりのものでございまして、これは核的制限値をSTACYの炉心が満足できるかということでございます。

STACYに臨界実験装置でありまして、先ほども御説明しましたように、炉心の配置というのは非常に多様に考えられます。この場合に、どのように核的制限値を満たしているか御説明するということに関しまして、私どもはちょっと解析をいたしまして、核的制限値としては、原子炉停止余裕、安全板の効果に着目して御説明しようと考えております。いかなる場合でも、安全板を使って、STACYは緊急停止のためにカドミウム製の薄板を用意しておりまして、これを安全板と呼んでおりますけれども、これらが十分な効果を及ぼすということについて御説明いたします。

それでは補足説明資料、先ほど御説明いたしました補足説明資料2の3ページと4ページからが、これらの御説明でございます。

STACYの炉心に対して安全板を挿入したときの効果が十分なものであるか、ちょっとここで安全板を挿入するというのは、どういうことかイメージを持っていただきますために、補足説明資料のこの資料の10ページを御覧になっていただきますと、3種類の安全板を挿入する絵が出てまいります。

上側の二つが格子間隔1.27cmと1.50cmで、安全板黄色い太線で示されているのが2枚挿入できるようになっております。それから下側、図6、安全板が格子間隔を2.54cmと広げました場合は、これは1.27cmの格子板をそのまま使うんですけれども、2.54cmを使う場合には、外側の安全板スリットを用いまして、安全板を計4本ということにいたします。

このとき、ちょっとワンロードスタックマージンという考え方がありますけれども、安全板というのは重力で挿入されるので、必ず入るものですが、あえて1枚、最も安全板の効果の大きいものが入らなかったときを想定した場合に核的制限値、それでも原子炉が安全に止まるということを想定、確保しなければいけません。

この説明では、その解析によりまして、コンクリートが入ってそのコンクリート密度水分率が変わったときに、ワンロードスターバックマージンがどのように影響を受けるのかという解析を行いました。

この解析の結果について、補足説明資料の8ページと9ページを御覧になっていただければと思います。

この図は、まず左側がコンクリートの密度を変えたときに、ワンロードスタックマージンの評価結果がどのように変化するかということを表したものであります。

コンクリート、その真ん中に縦軸の真ん中に0.000とありますけれども、これが0だった場合は、基準のコンクリートと変化がないというものでございまして、それからコンクリート密度を0~2.0倍まで振ったときに、この0.000より下にずれました場合に、安全板の効果により高まった安全側の変化があるということを意味します。

それから、図の上側に行ってしまった場合は、危険側の変化であるということを示しておきまして、これは、もうかいつまんで申し上げますと、全て0.000の範囲に固まっております。水分率、密度、いずれに変化したとしても、さしたる影響は受けないということが結論づけられます。

それでは、今度は安全板の効果は模擬体を入れた本数と種類にどのように影響を受けるのかということについて御説明させていただきたいと思っております。

3ページ目の⑤なんですけれども、デブリ構造材模擬体の挿入本数が安全板の原子炉停止評価に与える影響の傾向を評価するためということでございまして、今回横軸に模擬体の本数を取りまして、縦軸に安全板を挿入したときの中性子実効増倍率を取っているグラフが11ページから記載されております。

簡単に御説明いたしますと、11ページの一番上の図を見ていただきますと、まず、

criterionとなっております赤い破線がワンロッドスタックマーzinの制限値で、これより上に行ってしまったらいけないということでございます。一番左側の黒い点が模擬体の本数0本のところ、要するに模擬体を1本も入れない、中ほどが25本、それから右が最大69本、色の違いが、赤がコンクリートで青が鉄ということになっております。

これらに関しまして、ワンロッドスタックマーzinの評価結果が、まず11ページに関しましては格子間隔1.27cm、これが1 of 4配列で、それから1.50に対して2.5cm全ての格子間隔については1 of 4配列。

次のページ、12ページが、2 of 4配列。13ページが4 of 4配列。格子間隔の配列の仕方によって全て解析しております。

これらの図を全て御説明していくと非常に時間が長くなってしまいますので、17ページのまとめの図を見ていただければ結構かと思っております。

17ページのまとめの図は、まず、上の図がワンロッドスタック安全板1枚スタックしたときの評価。下の図が原子炉停止余裕と書いてありますが、安全板が全て入ったときの効果でございます。それぞれクライテリアが違いますが、棒状燃料の本数、横軸は炉心の棒状燃料本数を取っております。

そうしますと、これら全て解析した結果、クライテリアに近づいていく、一番上のほうに寄っていくのが危険側の炉心であるということで、このようにパラメータを振って解析いたしましたけれども、全ての炉心について核的制限値は満足可能であると結論を得ております。

それから、これらの一番厳しい炉心という議論があります。代表的な炉心でありますけれども、これらの代表的な炉心と考えられますのが、まず、ワンロッドスタックのほうは制限値に近いということで、17ページ、図9の(a)でございます。格子間隔2.54cm、鉄模擬体69本というのが赤丸をして矢印をつけておりますけれども、これが一番近い、大差はないとも言えますが、一番近いものでございます。

ただし、これは棒状燃料本数がかなり多いものでございまして、我々が手持ちで持っている今の400本よりかなり多くなっております。今我々が手持ちで持っている400本以下というものに関しましては、もう一つ赤丸をつけております。400の左側に線がありますけれども、格子間隔1.50cm、鉄模擬体69本が一番近い。

ただし、一番左に最大（基本炉心）格子間隔1.50と、模擬体を入れない炉心についても書いてありますけれども、こちらとほぼ同じという結論になっております。

これらのような解析を通じまして、水分率を変化させても原子炉停止余裕にあまり影響がないことを確認し、それから、代表的な炉心、パラメータをどのように振っても核的制限値を満足できる見通しをお示しするとともに、結論としましては、コンクリートの設計仕様として水分量を追加することで、正しく安全を把握することによって核的制限値を満足できる見通しが得られた結論でございます。

ここまででNo.10までの御説明です。

11番、12番に関しましては、

12番の回答については、今御説明したNo.10の回答と同じでございますので、割愛させていただきます。

では、11番、いかせていただきます。

○日本原子力研究開発機構（新垣主査） 説明、替わります。新垣から説明いたします。

11番、臨界実験装置で核的制限値をどのように満足させるか、考え方を説明することということで、こちら資料1-1の17ページにまとめております。ちょっと時間の都合で簡単に説明させていただきます。

11番、大きく分けて四つのことを記載しております。まず一つ目が、今回設工認申請の中で代表炉心を定めます。この代表炉心について、まず今回、デブリ構造材模擬体というものを含んでおりまして、これが核的に影響があるということで、このデブリ構造材模擬体は少数本だけ炉心に装荷して性能検査を行って、核的制限値の範囲内にあることをまず確認します。その後は、徐々に実験解析と実測値を比較検証しつつ、徐々に実験範囲の拡大するということを考えております。

18ページに図がありますが、これは前回の審査会合でもお見せしたもので、この許可の範囲の真ん中ら辺の比較的安全なところから、徐々に実績を積んで外に広げていくという説明となっております。

17ページに戻りまして、2段落目、二つ目のところで、今度炉心の配置換えとか、炉心核特定の算定とかありますが、それらについては、保安規定の中で炉心構成書と炉心証明書というものを作成することを約束しております。これについて原子炉主任技術者等の確認を経て時期を進めていきます。

続きまして、三つ目のところで、原子炉の運転に当たっては、核的制限値を担保するために、過剰反応度であったり、反応添加率、原子炉停止余裕、これらに関するものの確認を逐次行いながら実験を進めていきます。この詳細については20ページに記載しております。

す。

最後四つ目ですが、それらの手順、これらが正しく行われることについては、事業者検査の品質マネジメントシステム検査によって確認をすると考えております。この検査に関しては、補足説明資料の3のほうで具体的にどういう検査をやるかは説明しております。

最後ですが、補足説明資料3の資料番号1-4です。1-4の最後のページ、8ページ目、先ほどの資料1-1の中では出てこなかったところで、今回使用前事業者検査における受検炉心というものの考え方を先ほど説明しましたが、それに関して、こういう受検炉心を選定するというのをまとめております。

今回デブリ模擬炉心1の受検炉心として、まず基本炉心、既に設工認の認可を受けた基本炉心1の真ん中に、デブリ構造材模擬体の鉄を1本装荷しまして、これで、まず使用前事業者検査を受検し、その後は、先ほどの保安規定等のプロセスを経て徐々に実験を進めていくというふうに考えております。

説明については以上となります。

○杉山委員 はい、それでは質疑に入ります。

ここまでの説明内容につきまして、コメント、質問等お願いします。

金子さん。

○金子チーム員 研究炉等審査部門、金子です。

まず、具体的な質疑に入る前に、全体的に言えることをちょっと一言コメントさせていただきたいと思います。

これは資料の構成の問題なのかもしれません。もしかしたらですけども、全体的に資料がすごく分かりづらくて、そればかりか、必要なポイントが抜け落ちているんじゃないかなと感じています。具体的には、後ほど御指摘いたしますけども。多分これはJAEAにて、論点や説明すべきポイントがうまく整理されていないことが一因なのではないというふうに思っています。

具体的に申し上げますと、説明の中で、指摘事項については若干整理をしているような説明がありましたけども、今回の資料で言うと、指摘事項は全部で十何個あるんですけども、これは関連する指摘事項、説明の中で若干整理がありましたけども、全部で大きく分けると六つに整理されるはずなんです。幾つかは後日ということでしたので、今日御説明いただくトピックに限れば、三つになるはずなんです。なので、ちょっとこの辺がうまく整理されてないんじゃないかと思えます。

後ほど、この指摘事項をどう整理すべきかということについては、担当から改めて整理をさせていただきます。この私の指摘の後に、具体的に担当が行います。

それで、あと説明すべきポイントが抜けているのではないかという点についてです。この回答の多く、特に技術基準10条の説明のところだと思いますけども、基準適合の観点からの説明の不足が見られると思います。

これも後ほど具体的に担当から、どのポイントが抜けているかは指摘いたしますけども、例えば10条のポイントで言えば、法令要求には、原子炉の反応度を安全かつ安定的に制御できることということになっているので、それを満たす説明のために幾つか解析を行っています。その解析の前提の考え方が示されていないので、その説明内容が妥当なのかどうかちょっと審査の過程で今判断できないということがあります。

例えばですけども、どのような炉心を想定して解析しているのか、一部はありますけども、それでは想定する炉心がなぜ基準適合の観点から適切なのかという説明がない部分があります。

さらに言えば、これも後ほど具体的に指摘しますが、原子炉の水位を110cmに特定して様々な解析を行っています。この水位、運転の範囲は40cmからできますので、その水位で解析を行っている理由、これについての説明がございません。

代表的に今二つの事例を示しましたが、これが分かるように、説明の内容がやや偏っているというか、独りよがりというか、そういうことになっております。

したがって、基準適合の観点から、論理立てた説明をお願いしたいと考えております。

あと、最後に説明資料の構成について、これはいろいろやり方はあると思います。今回せっかくパワーポイントを使用して説明していただいているんですけども、特に後半の部分は、詳細なものの御説明は技術資料ですか、説明資料1、2、3に飛ばしてしまって、説明したい内容は、ほぼこのパワーポイントに出てきていないという状況になっております。せっかくパワーポイントを使っているんで、JAEAとしても説明したいポイントですとか、論点ですとか、そういったものがあるはずですので、そういったところを明示した説明資料にさせていただければと考えております。

我々としては、審査の前提となるような解析の前提条件ですとか、そういったものが整理されていないと、審査の後戻りが発生するかもしれないということで若干危惧しておりますので、今指摘した内容を踏まえた対応を今後していただければと思います。

それでは、具体的な話はこれから担当がすると思います。

以上です。

○杉山委員 まず、今のこちらからのコメントというか、指摘に対して何かございますか、JAEAから。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野でございます。

説明資料が分かりづらいといった点、原子炉物理に関する事項が多数ございまして、しかも、普通の試験研究炉と違いまして、炉心構成を多様に組める臨界実験装置の特徴をどのように説明していくのか。確かに私どもも検討しているところではございますけれども、やはり無限の炉心が組める、そういった臨界実験装置で、核特性ですとか計算モデルの見通しを説明していくことに対して、今の御指摘を踏まえまして、もう一度ちょっと見直させてもらいますけれども、基本的な材料としては、説明の材料としてはそろえているところですので、資料の体裁のほうを編集してまいりたいと思っております。

以上です。

○杉山委員 金子さん。

○金子チーム員 はい。それでは、よろしく申し上げます。

大切なのは、材料はそろってるかもしれませんが、なぜそう考えるのか、なぜその考え方で適切だと考えるのか、そういったものを論理立てて説明していただくことが大切だと思っておりますので、よろしく願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野でございます。

承知いたしました。

○杉山委員 では、個別のより具体的なコメントになるかと思えますけれども、島村さん、お願いします。

○島村チーム員 それでは、まず私のほうから、先ほど金子のほうからの六つに今回No. 1～12まで12の回答ということでいただけてますけど、それを六つになるんではないかということで、ちょっと初めに整理からさせていただきます。

まず、資料1-1の1ページ、この1ページのNo. 1～3につきましては、機構さんの御説明の分け方のおりでして、No. 1が技術基準の第8条の外部事象の関係についてでございます。それからNo. 2につきましては、こちらも技術基準なんですけども、第38条と、ここにNo. 2のほうには載ってますけど、この第38条をはじめ、そのほかの条項に対してもこの適合性の説明を拡充してほしいという、これが二つ目。



それから、三つ目につきましては、設置許可申請書の整合性についての記述を拡充してほしいと。これが三つ目でございます。こちらは資料1-1ページの機構さんの分け方と同じでございます。

それから、続いて、四つ目でございますけれども、こちらは機構さんの資料1-1のNo.4と5になりまして、この燃料試料挿入管の水密性、こちらに関するもの、このNo.4と5をまとめまして、これが四つ目というふうに考えております。

それから、続きまして、資料1-1の3ページ目になりますけれども、続いて、四つ目ですけれども、失礼しました。五つ目ですけれども、資料1-1の技術基準の第10条の関係で、炉心の制御能力に関するものになりますけれども、こちらのコンクリートのデブリ模擬構造体の水分等に関する指摘ということで、こちらが資料1-1の3ページ目のNo.6、No.7、それから4ページ目のNo.10の②、それから6ページ目のNo.12の②、こちらがデブリ模擬構造体、コンクリートの水分等に関する指摘でございます。

それから、最後の六つ目が、同じく技術基準の10条の関係になりますけれども、デブリ構造模擬体が模擬体を装荷した炉心が核的制限値を満足し得る見通しがあることを代表炉心の解析結果を基に説明するという指摘でございます。こちらが残りになりますけれども、資料1-1の4ページのNo.9、それから、その下のNo.10の①、それから5ページ目のNo.11、それから6ページ目のNo.12の①に整理できるというふうに、以上の六つに整理できるというふうに考えておりますけれども、こういった認識で間違いはないでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

回答いたします。基本的には、12と。前回いただいた一つのコメントに対して一つ回答するという方針でございましたけれども、まとめ直して回答する方針に変更いたします。

○島村チーム員 規制庁、島村です。

それではこの会合の中では、本日回答いただく指摘事項の四つ目～六つ目につきまして、四つ目については、燃料試料挿入管の水密性、それから五つ目につきましては、デブリ模擬構造体に関するもの、それから六つ目が代表炉心というふうに仮に呼びまして、質問とか、確認事項を行っていきたいと思いますが、よろしいでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

承知しました。

○島村チーム員 規制庁、島村です。

それでは、まず四つ目、この燃料試料挿入管の水密性についてコメントしたいと思いま

す。

まず、資料1-1の先ほど御説明いただきましたけども、7ページになります。この7ページに回答いただきます、この技術基準規則の第38条の第3号の要求ですけれども、放射線、または放射性物質の著しい漏えいのおそれがないものであることという要求事項でございます。

この要求事項のこの著しい漏えいのおそれがないものの対象ですけれども、本日の機構さんの説明では、7ページの回答の2パラ目で、公衆に著しい被ばくを及ぼすおそれがないというふうに回答をいただいております。

ただし、この著しいおそれのないものにつきましては、公衆ではなくて、放射線業務従事者に過度の放射線被ばくをもたらさないように実験設備等に適切に遮蔽するですとか、放射性物質の漏えいを防止する対策を講じたものというものというふうに考えております。ということで、この公衆、ここの著しい被ばくのおそれがないという点につきましては、この公衆被ばくではなくて、この放射線業務従事者のほうで説明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、要求事項にありました放射線については、回答がございませんので、放射線についての回答もお願いしたいというふうに考えております。

それから、また、この放射線業務従事者になりますと、例えば実験が終わって炉室に何分後に入るですとか、そういうタイミングというんですか、運用によっても評価が変わってくる可能性があるのであれば、そういった運用についても考慮して評価をいただく必要があるのではないかというふうに考えております。

以上がこの燃料試料挿入管についてのコメントでございます。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

資料1-1の7ページ目を御覧いただきますように、デブリ模擬体中の核分裂生成物の蓄積及び放射線の放出は極めて小さくと言いますのは、STACYというのは、最大積算出力が3kW・h/年というものでございまして、燃料試料挿入管を直接手で取り扱うレベル、ドライバ燃料を直接手で取り扱っておりますし、それに類するものでございますので、ここに放射線業務従事者及び公衆に著しい被ばくを及ぼすおそれはないとするのは問題ないと考えます。

ただ、放射線業務従事者は、放射線の管理区域で働くことが前提となっております、被ばくが想定される場合には、計画を立てて行うとなっているものとなっておりますので、

ドライバー燃料取扱いから考えましても、この計画的に作業を行うということで取り扱っておりますので、ここで設計上の考慮が要るかと言いますと、漏えいしないような、上部端栓が容易に外れないようなものとなっているということでよいのではないのでしょうか。

○島村チーム員 規制庁、島村です。

ここに、この2パラ目の万一放射性物質が漏えいした場合という、こういう御説明が記載されておりますので、ここで、その対象として考えるべきは、この公衆ではなくて、放射線業務従事者ではないかということをお願いした次第です。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野です。

そういった点では、この7ページの第2段落で、核分裂生成物FPの蓄積が小さいものから、それから放射線も含めても極めて小さいと。実際、私たち運転直後でも直接手で取り扱っていると。そういったものですので、従事者においても、当然のことながら、公衆においても、こういった被ばくというのは通常の運用ですかね。放射線安全取扱手引きという、そういう範囲内で作業しているものですから、放出が極めて小さくというところで説明したつもりであったんですけども、まだ説明が足りないのでしょうか。

○杉山委員 すみません。委員の杉山です。

そこは定量的に示してください。そういうことを申し上げているつもりです。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野でございます。

分かりました。では、そういった線量取り扱うときの放射線量率ですかね。はい、分かりました。説明するようにいたします。

○杉山委員 あと、先ほどコメントであったのは、0リングに対する放射線の影響については言及されていないということで、今の御説明だと、結局0リングの閉じ込め機能がなくても大丈夫という話になっているのか、0リング自体がこの照射、実際に実験を行った後、ある程度の放射線にさらされるその状態で、先ほどの御説明だと、次の実験まで、あるいは最終的に端栓を交換するまでに最大数年間、同じ0リングが使われる可能性があるんですけども、その間も放射線に対しての劣化はないと、その辺りの御説明をいただきたいんですけども。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野です。

ちょっと資料のほうには説明してないですけども、先ほどドライバー燃料も含めて、燃料試料挿入管も直接手で取り扱えると、定量的にこの棒状燃料の線量率がどれぐらいかというのは、また次回お示ししますんですけども、そういった線量率、1 $\mu$ Sv/h未満の線量率

でございますので、全くそういった放射線の劣化というのではないというふうに考えてございます。そういった点を線量率の定量化とともに説明申し上げます。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

この資料の中で御説明していますのは実用発電炉の中でも使われているということで、いささか定性的なんですけれども、そのような材料であるということではなくて、ごく低出力でございますけれども、これも定量評価ということをおっしゃられているのでしょうか。

○杉山委員 すみません、今の実用炉の話が出てきたところが、ちょっとよく分からなかったんですけれども、どういう趣旨でしたか、今のは。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

失礼いたしました。パワーポイントの資料は、10ページ目でございます。御回答の中に、燃料試料挿入管は常温から最高使用温度80℃の範囲で使用すると、STACYの最大出力200Wで低いというふうに書いてありますところから、STACYは低いんですけれども、2行目から、実用発電炉の制御棒駆動系水圧制御ユニット等のパッキンとして使用実績のあるフッ素ゴムを使用する設計といたしますと、実用炉の炉心の中にあるようなものを用いますということをおっしゃっておりまして、STACY最大出力が200W、最高使用温度は80℃、それから常時運転、24時間運転でなくデイリー運転、それから最大積算出力は年間で3kWhと、このように用いるものとしたしまして、このようなフッ素ゴムを採用いたしますという評価、評価と言いますか、確かに定性的ではございますけれども、十分な設計ではないかと私どもは考えました。

○杉山委員 この文章を読んで、そういうふうを読むということなんですかね。つまり、もともとSTACYの出力が低いから、そもそも耐熱性や耐放射線が要りませんと書いてあって、それとフッ素ゴムを使用しているということの関係はどういうことなんですか。

だから、フッ素ゴムには、そういった耐性がなくてもいいんですという説明に読めるんですけど、一定の性能を持っているということであれば、それをもって説明していただきたい。そこで別に定量性を求めているわけではないんですけれども。説明を求めているのはそういう点です。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

今おっしゃられましたように、STACYのOリングには高度な耐熱性、耐放射線性を担保する必要はないと考えます。

したがいまして、この実用発電炉のものを使いますということは、ちょっと言葉が足りなかったかもしれません。高度な高温・高放射線環境で実績があるということを書かせていただきたいと思います。そのときに高温・高放射線というのは、ちょっとある程度定量的な表現とさせていただきたいと思います。

○杉山委員 説明の仕方はそれでいいと思うんですけども、先ほどから極めて低いとか、高度などかと、その辺りが曖昧なんです。その辺り、曖昧さをなくしていただきたいと思っています。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

拝承いたします。定量的な表現を心がけます。

○杉山委員 ほかにございますか。

澁谷さん。

○澁谷チーム員 規制庁、澁谷です。

では、次は、先ほどの分類でいうところの(5)のデブリ構造材模擬体コンクリートの水分量に関して質問をさせていただきます。

資料1-1のスライド資料の12ページ目ですけれども、コンクリートの設計仕様のテーブルがありまして、そこでコンクリートの水分量を9wt%としております。

アスタリスクの3として、その出典として、臨界安全ハンドブックというのが示されておりますけれども、臨界安全ハンドブックを見ますと、普通コンクリートと重コンクリートというものの原子組成ですね、密度組成、例えば水素、酸素、炭素、ナトリウム、マグネシウムなどの原子組成が $\text{g}/\text{cm}^3$ というもので示されているだけで、水分量については、直接的な言及は見られません。

この9wt%というのは、この今後の解析で全て用いられている値で、非常に重要なものと考えますけれども、その9%の導出の根拠、それをお示してください。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

臨界安全ハンドブックの原子組成密度は、実は孫引きのようなものになっておりまして、もともとはアメリカの文献で示された組成で、そこに水分率も示されてございます。

したがいまして、コメント対応といたしましては、もともとのオリジナルの文献をお示しして御説明することにしたいと思います。

○澁谷チーム員 規制庁、澁谷です。

そうですか。そういう論理とか情報に飛躍があると、根拠として正しいのか正しくない

のか判断できませんので、必ず追跡できるように記載をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

水分率、追跡できるように記載を改めたいと思います。

○澁谷チーム員 規制庁、澁谷です。

では引き続き、コンクリートの水分について質問させていただきます。

コンクリートの水分の量と解析の結果の関係ですけれども、資料1-3の3ページの14行目のところからですけれども、評価の結果、コンクリート密度及び水分量の変化に対する顕著な応答は見られない、中略、モンテカルロ計算に由来する統計誤差で説明できる範囲であるとしまして、その4行後のところ、18行目になりますけれども、結論として、このため、以下の解析では、コンクリートは標準組成、先ほどの9wt%ですけれども、組成を使用するというふうに結論しています。

実際の解析結果を見ますと、同じ資料の9ページの例えば図5ですけれども、三つグラフがありまして、その一番下を見ますと、青色の点がプラス側にシフトしていて、かつ、エラーバーの範囲内に0は含まれていないので、これはモンテカルロの統計誤差では必ずしも説明できないという場合もあるように見えますけれども、その後のページの11ページ目～17ページ目までにかけて、図7～9ですけれども、水分量を一律9wt%として解析を行っていますけれども、本当にそれで大丈夫なのかということについて、妥当性の説明をお願いします。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です

今御指摘いただいたエラーバーに関しましては、これらは全て1 $\sigma$ 、1標準偏差を書いておりますので、エラーバー、3 $\sigma$ にすればかかるということで、モンテカルロ計算に由来するということで説明できる範囲という御説明にしております。

○澁谷チーム員 規制庁、澁谷です。

分かりました。補正では、このようなエラーバーを示すときに、最近技術論文とか、そうなってることが、だんだんできてきていると思いますけれども、エラーバーの長さですね、分野によって、何 $\sigma$ 書くかというのもいろいろ違ったりしますし、ぱっと見て分からないので、エラーバーの意味をつけていただければと思います。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤でございます。

拝承いたしました。エラーバー何 $\sigma$ で書いているのかを明確にさせていただきたいと思っています。

○澁谷チーム員 ついでに図5についてですけども、エラーバーについてですけども、これは変化炉心と基本炉心の差を取っているということになりますけども、そうすると、エラーバーの長さはルート2倍で、モンテカルロ計算の不確かさの1.4倍になっているという、そういう理解でよろしいでしょうか。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

正確に厳密にはあれですけども、誤差伝播いたしまして計算しております。すなわち解析のときに、それぞれ $1\sigma$ の誤差を含んだ値を計算してますので、それが正しく誤差伝播するように書くところのようになりますと、そういう評価をしております。

○澁谷チーム員 結論が分からなかったんですけど、誤差伝播をして、両方の $\sigma$ の2乗のルートになったものをこれで書いているという理解でよろしいですか。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

ぴったりそうは残念ながら。ちょっと適当にもう申請書のほうを今ちょっと引けないんですけども、計算するときには誤差がどのように伝播するかがそれぞれ違いますので、今おっしゃられた数式、厳密にはならないということになります。誤差が伝播するように計算しております。お答えさせていただきます。

○澁谷チーム員 規制庁、渋谷です。

承知いたしました。その辺も分かるように記載をお願いいたします。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

承知いたしました。

○杉山委員 ほかにございますか。

井上さん。

○井上チーム員 規制庁、井上でございます。

六つ目の指摘事項、代表炉心に関する指摘事項、事項の確認をしたいと思います。

冒頭、金子のほうからございました、前提条件が抜けてるのではないかという、そういったところがございますけれども、まず、代表炉心というところで、代表性を論じなきゃいけないというところかと思いますが、それにつきまして、資料1-1の18ページ。左側の丸が書いてある図なんですけれども、こちらにあるように、今回構成いたしますデブリ模擬炉心という設工認を受ける範囲として炉心構成要素を示す必要があるというふうに考えておりますけども、今回の資料上では明確に示されておりませんので、示していただければと思います。

イメージといたしましては、資料1-3の19ページ目の表がございますけども、例えばなんですけども、この中で不足している情報といたしましては、デブリ模擬材構造体、鉄やコンクリート、混在させる場合には合計の本数であったり、あと燃料試料挿入管や内装管の装荷本数、安全板の装荷本数などがございます。

特にデブリ模擬構造材の鉄とコンクリートを混在させる場合、これにつきましては、製作本数を考えると、最大140本装荷することが可能と考えてございまして、現状の解析というのは、69本でやっておりますので、その条件とは大きく乖離することも想定されますので、このようなことを配慮の上、構成範囲を示していただければというふうに考えております。

以上です。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野です。

ちょっとしばらく検討させてください。

はい。基本的には、今回コンクリートと鉄の変化範囲というのを示しましたけれども、それらの組合せについては、鉄とか、コンクリートを0本から今回69本まで評価した両極端の解析を示しておりますので、それらの組合せについては、資料1-3の17ページで、ワロードスタックマージンですとか、それから原子炉停止余裕のいろんなパターンでの変化範囲を示しておりますけれども、それらを組み合わせて炉心構成をしたとしても、この水色の破線で示された範囲内に収まるというふうに今考えてございまして、そういった無限の組合せをお示しすることが難しいものですから、こういった表現で説明しているところでございます。

御説明は以上です。

○井上チーム員 規制庁の井上でございます。

今言われているのは、結果としてそういったことだということなのかもしれませんが、まず、代表サンプルを抽出してるということであれば、母集団が分かるように、分かるように母集団を示すということが必要かと思っておりますので、そこを示してくださいと、そういったコメントでございまして。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

私どもちょっと事前になかなか無限の解析をすることはできないという頭がありましたけど、今おっしゃっていただいたのは、お示しするのは、あくまで代表ケースでありますけれども、組合せとしては、全体を網羅するように、それが分かるようにということと受



け止めました。

したがいまして、コメントを拝承いたしまして、組合せが分かるように記載をいたしています。

ただ、冒頭、例えば水位が110cmしかないとか、お叱りを受けましたけれども、あくまで無限ケースの計算をしていくわけにはいかず、代表をお示しするというところにどうしてもなってしまうと、そこは御理解というか、何といたしますか、私どもが臨界集合体の御説明が足りなかった、組合せの自由度の御説明が足りなかったのかなと思っております。

私ども、特に労を惜しんでいるわけではなく、原理的にどうしても代表ケースをお示しすることになってしまうと。そうしますと、足りないとお叱りを受けるのは分かるんですが、なかなか申し訳ないところです。

私どものちょっと組合せの豊富さがきちんと分かるように、そして代表ケースとして、これでもう安全性を確保できるということは御説明できるように工夫してまいりたいと思います。

○杉山委員 金子さん。

○金子チーム員 研審、金子です。

全て無限ケースを解析していただく、これは一つのやり方とは思いますが、それができないのであれば、代表炉心の考え方を示すということでオーケーだと思います。重要なのは、なぜそれが代表炉心として適切なのか、その考え方を示していただく。

一番分かりやすいのは、代表炉心幾つ出るか分かりませんが、それが一番厳しいケースなんですという理由もあるかと思えます。

いずれにしても、やり方として代表炉心を示すのであれば、なぜその代表炉心を設定するのが適切なのか、その考え方を示していただければと思います。

頂いてる資料ですと、模擬体は鉄もしくはコンクリート単体でしか使用しませんというように捉えかねない資料になっておりますので、そのような誤解がないような代表炉心の設定の考え方を示していただければと思います。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

はい、おっしゃったことは、私どもは理解したと思いますが、ちょっとこれに関しては、私どもからの御提案と言いますか、ある程度仮想的な炉心について御説明するということが可能でしょうか。

例えば設置変更許可をいただいたときでございますね。安全解析をするときに使用する

パラメータ、ある炉心では、あるパラメータが危険側に行って、また、ある炉心では、ほかのパラメータは危険側に行ってる、もう一つのパラメータは安全側に行ってしまうというようなことがありましたので、全て危険側のパラメータを集めた、現実にはない仮想的な炉心を作って解析するというようなことを行いました。

ただ、私ども今回の設工認ですと、ちょっと現実には組める炉心でと言われてまして、なかなか苦慮するところがございます。

モニタリングの本数を現実の本数を超えないようにとおっしゃられてしまいましたので、何といたしますかある程度仮想的なことを説明しようとし、こんなの組めないだろうと言われて止まってしまいますと、ちょっと困る、なかなか難しいかなと思うんですが。

○金子チーム員 規制庁、金子です

安全性を示している観点では、もしかしたら仮想的な炉心でも構わないのかもしれませんが。しかし、この検査のお話を考えると、仮想炉心等を検査の際に受ける受検炉心との関係を説明するですとか、そういった問題がまた出てくると思いますので、ちょっとした工夫は必要なんじゃないかと思います。

いずれにしても、御検討いただいたほうがよろしいかと思いますが。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野でございます。

臨界実験装置の炉心構成の話と、それから検査における受検炉心のお話につきましては、やはり臨界実験装置の特徴と言いますか、未知の炉心、未知の実験試料を実験で検証していくための実験装置でございますので、やはり代表炉心ですね、どういった炉心で受検するかということについては、やはり未知試料の特性を徐々に確認しながら、実験範囲を広げていく、こういった運用にしたいと考えております。

そういう意味で、先ほど来、パワーポイント資料ですね。資料1-1の18ページの円と楕円で示しましたところで示しておりますように、よく知られた内側の炉心、大きな円の中心側のところから徐々に限界を探っていこうと。その解析で厳しいところをお示しすることはできます。

そういう意味で、先ほどの資料、あちこち飛んで恐縮ですけれども、資料1-3の17ページのようなところで、厳しくなるような炉心は、こういった傾向があるというのを示しました。ところが、その検査で一番厳しい炉心というふうになりますと、まだ実験検証が済んでいない、そういう炉心において、いきなりそういった厳しい限界炉心で受検するということは、かえって危険ではないかというふうに今考えておりまして、そういう意味で、

いろいろ実験検証を深めつつ、少数本から実験してまいりたい。

そういった手順をそういう安全確認を取りつつ実験を進めていくという手順を取り決めておりますので、その手順どおりに行っていれば、私たちは安全というふうに考えているわけですがけれども、やはり臨界実験装置に対する検査の在り方については、私どもの今の考えをお話しした上で、規制庁さんが、なぜ臨界実験装置においても厳しい炉心で実験すべきというふうにお考えになるのか、やはり今後の審査説明資料の準備のためにも、その辺の考えを教えていただければ幸いです。

以上です。

○金子チーム員 実際の使用前確認ですか。その検査炉心の考え方は、審査部門ではなく検査部門の考え方もありますので、そちらもちょっとこちらとしても整理をいたします。

そうですね、ちょっと細かい話は検査部門の考え方も参考にして、また議論させていただければと思います。

○杉山委員 教えてください。

今回の設工認で許可を取る範囲の炉心に入れる試験体ですね。これの組合せ次第では、この資料1-1の17ページ、ごめんなさい、資料1-3でした。資料1-3の17ページに、これはあれですかね。原子炉停止効果で整理してあると思うんですけども、これは、この上のほうにある水平の点線、これを超えないことをもって安全停止余裕などを確認していると、そういう趣旨で、まず、よろしいですか。

はい、そして、今回の組合せ次第では、これを超える。だから、実際の運用するときには、そういった組合せにしまわれないように気をつけながら今後やっていくという意味なのか、今回の許可の範囲でいろんな組合せをしても上には届きませんですよと言っている図なのか、どっちなのでしょう。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構、井澤です。

技術的にこれを超えることが可能かと、組合せ炉心を可能かというお問合せに対しては、はい、イエスでございます。私どもが悪心をもってあえて危険な炉心を組もうとした場合は、これを超える炉心を組むことは技術的に可能でございます。

それが運転管理に負うところが大きいという、私どもが申し上げている眼目でございます。設工認、ものの設計の段階で、これ以上、上に行かないということをお約束することは厳密に不可能であると。あくまでも代表厳しい傾向の炉心を示して、ここまでですと、ここぐらいですと御説明することは可能なんですけれども、じゃあ、あえて変な組合せを

したら超えるのかとお問合せになりましたら、それは、そのような炉心を組むことは可能ですとお答えせざるを得ないです。

○杉山委員 ありがとうございます。

その前提の下での説明をしていただければいいんだと思います。

結局このハードウェア、どんなこと、どんな使い方しても大丈夫ですよという意味でないのであれば、ここに示された組合せについては、まず、こういう結果ですと。あとは、組合せ次第では、これを上回ることはあるんだということは明らかにしていただいた上で、そこは運用の中で制約を設けると言いますか、そういった関係、そういった関係は、金子さん、どこで示すべきなんですかね。

○金子チーム員 はい。設工認の段階では、今委員とのやり取りがありましたけども、まずは、このぐらいの組合せまでであれば超えないということであれば、その範囲を示していただければいいと思うんです。設工認では、あくまでもどこまでだったら大丈夫かというところですよ。

実際の運用としては、保安規定の段階で炉心計算書ですとか、そういったものを確認しながらやっていきますので、あくまでも設工認の段階では、どこまでだったら大丈夫ですか、どのぐらいまで大丈夫ですかという範囲を定めるだけで十分だと思います。

○杉山委員 はい。先ほどそもそもこの話題に対して、井上からかな。母集団が分からないというような言い方でコメントをさしあげたと思うんですけど、それは要するに、この17ページの図で言うと、この青い点線で囲った範囲というのは、これが最大範囲なんですかという、そういうことだと思うんですよ。

今の御説明だと、これを特に上の方向に対して、もっと広がるケースはあり得るという話であって、そういった意味では、ここに示されたものが母集団の全体像ではないんだと。その中で説明していただくということが、母集団はさらに広いという中で、今これらについて説明していただいていると、その意味はというところをきちんと示していただければいいんだと思います。何も超えるケースがあるから許さないとか、そういう話をしているわけではありません。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

ありがとうございます。コメントを拝承いたしまして、母集団が分かるようにいたしまして、さらに、それが無限のケースの中の代表的なものの一部であるということはお示ししたいと思います。

先ほど金子調整官、御説明をいただきましたことを、すみません補足させていただきますと、私ども補足説明資料3の4ページと5ページに書かせていただいておりますけれども、先ほど申しましたように、私どもがあえて変なことをして、危険なことをしたら危険な炉心が組めるということに対して、自らを縛るものが、金子調整官がおっしゃられましたとおり、保安規定でございまして、臨界集合体に対しては、保安規定として炉心を組むときに事業者がどのような手順を踏んで、何を確認しながら組んでいくべきか、そのときに所長や原子炉主任技術者等がプロセスに入りまして、どのように安全を確認していくかという仕組みを保安規定に入れておりまして、これに関しましては、この保安規定は、既に昨年12月23日に認可をいただいております。

臨界実験装置設工認段階で100%は決まらないところは、このように事業者は自らを縛って活動していきたいと、そのような仕組みを考えてございます。

以上です。

○杉山委員 はい、ありがとうございます。

ほかの指摘等ございますか。

よろしいですか。

どうぞ。

○澁谷チーム員 規制庁の澁谷ですけれども、今御議論がありまして、仮想的な炉心で安全性というか、制御特性を示すか、もしくは、現実に組める範囲でどう示すかというような、これからロジックを組む必要があると思うんですけれども、やはりそのときにはパラメータがいろいろあって、水位とか、燃料棒の本数ですとか、格子板のピッチとか、1 of 4とか、そういう入れ方とか、実験装荷物の本数とか、そういうものの組合せが非常に千差万別にある中で、代表として、これを示すというときの代表の選び方が、だからどういうふうに、どういうフロー図というか、判断のフロー、こういうフローがあってこれが出てきましたみたいな御説明がちょっと見当たらないので、ヒアリングのときに事実確認として一番厳しめのところの炉心を代表炉心として選んで、その安全性を示そうとしているのかというような質問をしたら、そうですという答えだったんですけれども、そうすると、金子から指摘があったように、110cmよりももっと低い水位のほうが燃料棒が多く必要になって、当然炉心は大きくなりますから、面積が大きくなるので、安全板の効きは弱くなると考えられますので、110cmで考えるよりは40cmとか、それに近い水位で考えるのが一番危ないところになるんじゃないかなというふうに我々やっぱりどうしても思ってしまうし、ち

よっとその辺のパラメータ、代表炉心のパラメータの選定が適切に行われているんだということが、我々として読み取れませんので、もう1回、そのロジックの組み直しがあるかと思うんですけども、その点、そのロジックの流れを合わせて計算結果がいきなり出てくるんじゃないかと、まず、代表炉心を選ぶところ、パラメータのまず範囲があって、その中からどういう経緯でこのパラメータが選ばれたというのが伝わってくるように、ぜひ記載をお願いします。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野です。

今の御指摘に対しては、やはり臨界実験装置の特徴というものをやはり考えていただきたいと思っております。厳しい炉心とか、厳しい状態、これが何を指しているのかということだと思っておりますけれども、まず一つ、一般的な試験研究炉の場合、炉型が決まっておりますので、一番厳しい状態というのは、例えば熱出力が最高熱出力であるとか、そういった厳しい状態の炉心としての仕様の中で厳しい状態で、それで運転パラメータが制限値範囲内になるということを確認するというのは、非常に分かりやすいと思います。

他方、臨界実験装置については、その炉心が厳しいと言いましても、先ほど、いかようにでも厳しい炉心というのは組めますし、さらに、悪意があればもう制限値を満たさないような、そんな炉心も組めてしまうわけですけれども、そういったことは当然事業者として安全を担保しながらやる、確認しながらやると。そういった意味で、旧原子力安全委員会の臨界実験装置の特徴という解説の中で、適切な安全評価が行われるものであるというふうに言われております。

厳しい炉心に対して、私たちが厳しい状態で検査をすることにどれだけの意味があるかということですね。あえてそういう厳しい炉心を組んで、それで検査を受けなくても、そこは手順によって、私たち安全であることを確認しながら実験してまいりますので、あえて炉心を厳しくするような、そういう設定というものは、むしろ厳しい炉心で受検するというのは危険側ではないかというふうに思います。

そういった安全担保の確認の仕方は、やはり保安規定とか、運転管理のところで記載されておりますので、そういったものについては、事業者検査における品質マネジメントシステム検査できちんと手順どおりに行われていること、こういったことを確認する。しかも、原子力規制検査の中で、私たちのそういった記録を監視していただければ、事足りるかなというふうに考えております。

ですので、厳しいという、何をもちいて厳しいとするか、その点について議論してまいり

たいというふうに考えております。

以上です。

○杉山委員 今、澁谷さんは検査のことを聞いたんですか。

○澁谷チーム員 今はこの設工認の審査の話を書きました。

○杉山委員 はい。ですから、検査でどういう条件を対象にするかは、また別の話だと考えてください。あくまでも、この設工認の審査の中で確認する条件として代表、もちろん代表炉心を幾つか選定して、その評価を行うということでもいいと思うんですけど、どういう観点でその代表炉心を選ぶか。満遍なく選ぶ意味はなくて、やはり言ってみれば、危険という言い方に該当するときもどの観点で危険なのか、また、いろいろあるかと思うんです。ですから、幾つかのケースについてある程度ぎりぎりと言いますか、厳しい側のケースを拾っていただければいいのかなと思うんですけども、その点、どうですか。規制庁の側から何かコメントはありますか。

○金子チーム員 はい。先ほども申しあげましたが、代表炉心の考え方というのは、幾つかあると思ひまして、今委員から発言のあった、それぞれの核的制限値のそれぞれのパラメータに厳しくなるようなものを幾らか選んでいただく、そういう考え方もあると思ひます。事業者として代表炉心を示すやり方として、一番やりやすい方法でいいと思ひますけども、その厳しめの炉心を幾つか出してもらうというのは一つのアイデアだと思ひます。

それで、今JAEAのほうからいろいろとありましたけども、そうすると、水位の110cm、なぜこの110cmを選んだのかという意味もますます不明なんですよね。何を示すために水位110cmにしてるか、そういうのが抜けている、いわゆる解析の前提が抜けちゃっている、何の説明をされているか分からないということになります。

繰り返しになりますので、もう言いませんけども、そういった説明を十分に、何の説明をするつもりでどういうパラメータのために、どういう前提を置いているのかというものを十分に説明していただければと思ひます。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子炉機構、井澤です。

110cm、たしかちょっとどこかに書いたはずなんですけど、確かにどこかに書いてあったというのはいけませんね。

110cmというのは、400本しか燃料がないのだから400本で組める炉心でというお話がありますが、ちょっとなるべく水位を上げて、少ない本数で組めるようにという付度を入れ

た、要するに、実際組めない炉心でやってもしょうがない、もう前回言われてしまったので、そういうところがございます。

ただ、それをきちんとこれこれこういうわけで選びましたというように御説明できるようにしてまいりたいと思います。大変失礼いたしました。

○日本原子力研究開発機構（曾野次長） 原子力機構の曾野でございます。

今の資料の該当ページは、資料1-3の3ページ目、その⑤、下から4分の1ほどのところですね。臨界水位は、現有する400本の棒状燃料で臨界にできる範囲を確保するため110cmとしたというふうには、こちらは決めの問題でそのように設定いたしましたものです。特段、意味はございません。臨界が組める炉心というふうな意味で設定したものでございます。

先ほど私の説明の中で、検査のことをちょっと申し上げてしまいましたけれども、確かに設工認の段階では、核的制限値を満足する見通しを示すということですので、今御覧になっていただいている資料1-3の17ページのところですね。先ほど来見せております、この変化傾向のところですが、そういう意味で、今回のデブリ模擬構造材を使って炉心を組んだときにテストコンクリートの種類で最大本数まで入れたとき、こういった変化をさせることがこのデブリ模擬実験の主眼でありますので、その変化傾向として示したものです。

しかも、何をもちて厳しいかという、これはやはり原子炉のブレーキに相当します原子炉停止余裕という、そういう制限値に対して、やはり厳しくなるかならないか、どういう傾向があるか、これを示すために示したものです。

そういう意味で、言葉が足りてないという御指摘ですが、そういった点は、分かるように資料のほうに書き込んで説明してまいります。

以上です。

○杉山委員 ほかにございますか。

今回の資料に技術的な情報と言いますか、解析結果のようなものは、多分、一通りもうあるんだと思います。やはりそれをそれぞれ意味も含めて、適宜説明して使っていただくことでよいんだと、そんな印象を受けております。

ですから、やはり説明ですね。あと冒頭のほうの議論で申し上げましたように、定量的な、つまり定量的というのはどういうことかという、この分かっている人にしか相場観が分からないような表現ではなくて、世間一般の人に対してきちんと説明できるという意味で、客観的な情報で、客観的な表現で示していただきたいということで、今日の議論を



踏まえまして、資料の修正なり、追記なりをお願いしたいと思います。

はい、お願いします。

○日本原子力研究開発機構（井澤課長） 原子力機構の井澤です。

拝承いたしました。定量表現を心がけたいと思います。

○杉山委員 それでは、資料の改訂が整い次第、再び審査会合で審議させていただきたい  
と思います。

ほかに特になければ、本日予定していた議題は以上となります。

以上をもちまして、第478回審査会合を終了いたします。

ありがとうございました。