

実用発電用原子炉施設の廃止措置計画

に係る審査会合

第11回

令和元年11月7日（木）

原子力規制委員会

# 実用発電用原子炉施設の廃止措置計画に係る審査会合

## 第11回 議事録

### 1. 日時

令和元年11月7日(木) 15:00～16:08

### 2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

### 3. 出席者

原子力規制委員会

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

山形 浩史 緊急事態対策監

田口 達也 安全規制管理官(実用炉審査担当)

藤森 昭裕 安全管理調査官

塚部 暢之 管理官補佐

池田 隆文 廃止措置専門官

立元 恵 保安規定二係長

山本 敏久 上席技術研究調査官

片山 二郎 上席技術研究調査官

関西電力株式会社

(大飯発電所1号炉及び2号炉の廃止措置計画認可申請及び大飯発電所原子炉施設保安規定変更認可申請について)

野依 哲生 原子力事業本部 原子力発電部門 廃止措置技術センター 所長

原 茂樹 原子力事業本部 原子力発電部門 廃止措置技術センター  
廃止措置計画グループ チーフマネジャー

金森 大輔 大飯発電所 運営統括長

加藤 眞也 原子力事業本部 原子力発電部門 廃止措置技術センター  
廃止措置計画グループ マネジャー

|       |            |         |            |           |
|-------|------------|---------|------------|-----------|
| 宇野 弘倫 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門 | 廃止措置技術センター |           |
|       |            |         | 廃止措置計画グループ | リーダー      |
| 紅谷 英祐 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門 | 廃止措置技術センター |           |
|       |            |         | 廃止措置技術グループ | 担当        |
| 古田 光法 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門 | 安全管理グループ   | リーダー      |
| 福原 盛夫 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門 | 燃料保全グループ   | チーフマネージャー |
| 山田 晃司 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門 | 燃料保全グループ   | リーダー      |
| 新村 逸太 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門 | 燃料保全グループ   | 担当        |
| 石川 正樹 | 大飯発電所      | 原子燃料課   |            | 班長        |
| 佐藤 安彦 | 東京支社技術グループ |         |            | マネージャー    |

(美浜発電所 1 号炉及び 2 号炉の廃止措置計画変更認可申請について)

|       |            |          |            |           |
|-------|------------|----------|------------|-----------|
| 野依 哲生 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門  | 廃止措置技術センター | 所長        |
| 原 茂樹  | 原子力事業本部    | 原子力発電部門  | 廃止措置技術センター |           |
|       |            |          | 廃止措置計画グループ | チーフマネージャー |
| 苗村 昌嘉 | 美浜発電所      |          |            | 運営統括長     |
| 堀内 健二 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門  | 廃止措置技術センター |           |
|       |            |          | 廃止措置計画グループ | リーダー      |
| 中嶋 一夫 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門  | 廃止措置技術センター |           |
|       |            |          | 廃止措置計画グループ | 担当        |
| 山田 晃司 | 原子力事業本部    | 原子力発電部門  | 燃料保全グループ   | リーダー      |
| 小谷 伸治 | 美浜発電所      | 発電室      |            | 定検課長      |
| 清水 誠  | 美浜発電所      | 機械工事グループ |            | 係長        |
| 諏訪 圭祐 | 美浜発電所      | 機械工事グループ |            | 担当        |
| 佐藤 安彦 | 東京支社技術グループ |          |            | マネージャー    |

#### 4. 議題

- (1) 関西電力株式会社大飯発電所 1 号炉及び 2 号炉の廃止措置計画認可申請及び大飯発電所原子炉施設保安規定変更認可申請について
- (2) 関西電力株式会社美浜発電所 1 号炉及び 2 号炉の廃止措置計画変更認可申請につ

いて

(3) その他

5. 配付資料

資料1-1 大飯発電所1, 2号炉廃止措置計画認可申請書等の補正内容について

資料1-2 大飯発電所1号炉及び2号炉 廃止措置計画認可申請書補足説明資料

資料2-1 美浜発電所1, 2号炉の廃止措置計画変更申請について

資料2-2 美浜発電所1号炉及び2号炉 廃止措置計画認可申請書補足説明資料

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、これより第11回実用発電用原子炉施設の廃止措置計画に係る審査会合を始めます。

本日の議題は、議題(1)関西電力株式会社大飯発電所1号炉及び2号炉の廃止措置計画認可申請及び大飯発電所原子炉施設保安規定変更認可申請について、議題(2)関西電力株式会社美浜発電所1号炉及び2号炉の廃止措置計画変更認可申請についてです。

議事に入ります。

初めに、議題(1)関西電力株式会社大飯発電所1号炉及び2号炉の廃止措置計画認可申請及び大飯発電所原子炉施設保安規定変更認可申請について、資料について説明を始めてください。

○関西電力(野依所長) 関西電力の野依でございます。

大飯1,2号炉の廃止措置計画につきましては、9月26日に補正申請をさせていただきました、本日は、その補正の内容につきまして御説明させていただきます。

これまで、審査会合で議論させていただきましたところは反映しておりますし、これまで審査会合で御説明できていなかった部分、具体的には使用済燃料ピットの未臨界性評価になりますけれども、この評価の部分につきましても変更を行っておりますので、これらの内容につきまして説明させていただきます。

では、具体的には資料を用いて説明させていただきます。

○関西電力(山田リーダー) 関西電力の山田でございます。

お手元の資料1-1を用いまして、使用済燃料ピットの未臨界性評価の内容につきまして御説明させていただきます。

1ページ目でございます。使用済燃料ピットの未臨界性評価につきまして、評価条件の見直しをやってございます。変更箇所は赤字で示してございますが、SFピット内の水分の雰囲気につきまして、当初申請では、SFP内雰囲気を液相部と気相部に分けまして、液相部の水密度については $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 、気相部の水密度については $0.04\text{g}/\text{cm}^3$ として固定して水位を変化させて評価してございました。補正申請につきましては、体系内の水密度を0～1.0まで全ての範囲について一様に変化させた条件で評価してございます。それから、制御棒につきましては、当初申請では考慮しない条件としておりましたが、補正申請では、銀-インジウム-カドミウム合金の制御材を考慮した形で申請してございます。燃料配置条件につきましては、詳細は次ページで御説明いたしますが、貯蔵体数は、当初申請では貯蔵量と同じ704体で評価しておりましたが、補正申請では635体といった条件で評価してございます。

めくっていただきまして2ページです。燃料及び制御棒の配置条件につきましては、中性子が体系外へ漏れやすくする効果を大きくし、実効増倍率を下げるという観点から、残存反応度が高い燃料を外側に、残存反応度が低い燃料を内側に配置する条件に見直してございます。左の図が当初申請で、右側が補正申請の配置図でございます。白抜きのところが燃料が抜けているところ、当初申請では貯蔵容量と同じ体数としておりましたが、補正申請では若干燃料体数を減らした形で評価してございます。

めくっていただきまして3ページですけれども、未臨界性評価において考慮する不確定性につきまして、製作公差に基づく不確定性が、評価体系が変わることで、その感度が変わりますので、この点について評価をし直してございます。

まず、計算コードの不確定性についてですけれども、こちらは計算コードにつきましては、使用済燃料ピットの仕様ですとか燃料の仕様を踏まえて、147ケースの臨界実験を選定し、その解析を実施した上で、計算に考慮すべき誤差ですとか標準偏差を不確定性として考慮してございます。この用いている計算コードですとか選定した実験は今回は変えておりませんので、計算コードの不確定性は同じ値を用いております。それから、製作公差に基づく不確定性は、評価体系が変わっておりまして、製作公差、正側、負側、どちらもとり得るんですが、それらの各パラメータに対する感度が異なりますので、それぞれの今回の補正申請の体系で再評価を実施してございます。それから、統計誤差につきましては、こちら、中性子の発生数2000個として、2000世代の計算を行った場合の統計誤差になります。こちら評価体が変わると値が変わりますので、当初申請と補正申請で値が変わってご

ざいます。これらを見直した結果、不確定性の合計値、一番下の値ですけれども、当初申請で0.0152であったものが、補正申請では0.0154と変わってございます。

めくっていただきまして4ページです。当初申請及び補正申請の未臨界性評価結果を下図に示します。先ほど御説明しましたとおり、水密度の条件を変更してございます。当初申請は水位を変化させて評価しておりましたので、左側の図の横軸は水位となっております。完全に、0が完全に水が抜けた状態で、燃料が完全に冠水する水位まで変化させて評価してございます。それから、補正申請については、水密度を一様に変更させるという条件ですので、横軸が水密度になってございます。右側の図で水密度を0から1まで変化させていると。補正申請では、最も高い実効増倍率が0.958と、これは設計条件に基づく計算値に、先ほどの計算コードの不確定性、製作公差の不確定性を加えた上限の値の、これが0.98でございまして、判定基準0.98を満足してございます。

めくっていただきまして5ページです。未臨界性評価の条件で制御棒を考慮するという条件に変更してございますので、保安規定の燃料貯蔵の条文を見直してございます。168条の条文を見直してございます。左側の168条1項5号のところで、「燃料ピット内の燃料の配置変更を行う場合は、未臨界が維持できることをあらかじめ確認している条件（初期濃縮度、燃焼度、制御棒の有無および配置）に基づき移動することで、実効増倍率が不確定性も含めて0.98以下となることを確認し、管理すること。」というふうに変更してございます。

めくっていただきまして6ページです。こちらは参考ですけれども、今回、水密度の条件などを変更してございますが、他プラント等で既に許認可の実績のある条件に見直したものでございますので、補正申請の条件について新規性はございません。例えば、水密度を0～1までという評価につきましては、先行プラント高浜1,2号、大飯3,4号、美浜1,2号の新規制の設置許可などで理解いただいております。制御棒の中性子吸収効果につきましても、高浜1,2号の許可の中で既に実績がございまして、それから、燃焼に伴う反応度低下の効果につきましても、先行プラントで実績がございまして、それから、空きラックを設けているという評価も、美浜1,2号の廃止措置申請の認可の中で実績がございまして、

簡単ですが、説明は以上です。

○山中委員 それでは質疑に移ります。質問・コメントはございますか。

○山本上席調査官 規制庁の山本です。

三つほどちょっと確認させていただきます。今の御説明いただいた資料と違うんですが、

この資料1-2のほうで、ちょっと幾つかお聞きしたい点がございまして。

最後のページの第3表を御覧いただきます。これは不確定性の計算の根拠ということで出されていまして、その中の注3、米印の3というのがありまして、それで、中身は、今までは147ケースのベンチマークで解析してきたんだけど、今回は中性子吸収材が入るということで、念のため6ケースを新たに追加されたということだと思うんですが、その注3ですと、実験の不確かさの取り扱いが異なると書かれていまして、具体的にどういった違いがあって、どのように処理されたか、ちょっとお伺いしたいんですが。

○関西電力（山田リーダー） 関西電力、山田でございます。

147ケースにつきましては、我々が選定した公開の臨界実験がベンチマークですので、この147ケースについては、その実験の、その繰り返し実験をした不確かさが記載されてございまして、この計算コードの不確定性をする際に、そのばらつきも考慮してございませぬ。一方、その制御棒を含む体系6ケースにつきましては、公開されている論文の計算結果を用いております、そちらのほうに、その実験の不確かさが記載されてございませぬので、その不確かさを考慮しないということになります。

○山本上席調査官 ありがとうございます。規制庁、山本です。了解いたしました。

それで、今回、6ケースを追加されたということで、結果は、その147ケースと入れた状態で、最終の値しか書いてないんですが、もし可能であれば、その6ケースで得られたその生の値というんですか、C/Eで大体どの程度の範囲になっているかというのがもしわかりましたら、教えていただきたいんですが。

○関西電力（山田リーダー） 関西電力、山田でございます。

論文で計算している6ケースのばらつきですけれども、下限が0.99712で、上限が1.00166です。この範囲でばらついてございませぬ。

○山本上席調査官 規制庁、山本です。

かなりいい値というか、1からはかなり近寄ったということですね。わかりました。

それから、最後の説明ですが、この資料で計算コードの不確定性を見るために、3番、3章というんですかね、3番でSCALEコードの適用性のところで、今、お話になった6ケースを含めて147ケースをあわせて、先ほどの表ですか、その結果から、さらに誤差が小さくなる方向であるということを書かれていて、それで、4番の方で、今度は制御棒価値を何%か減じて保守性を持たせているという点、この4番というのは、その、結局、制御棒価値の計算誤差というのを考慮してやられているという意味だと思うんですが、4番だけ

でもいいような気がしたんです。何か3番というのは、結局、中性子吸収材を込みのベンチマークも入れて検証されたということで、感覚的には3番単独でもいいし、4番単独でもいいような気がしたんですが、ここは二つ、両方やられた理由というのは何かあるんでしょうか。

○関西電力（山田リーダー） 関西電力、山田でございます。

御指摘のとおり、どちら、片方だけの説明でもよいかと思ったんですが、例えば、その4番で〇〇（非公開情報）を減じたという評価だけお示しした場合、その計算のばらつきと比較して大小関係がどうなのというような議論になったときに、両方併記したほうが説明性が向上するのではないかと考えまして、両方記載してございます。

○山本上席調査官 規制庁、山本です。

結局、安全のためというか、保守側にするために、あえてさらに考えられるということですね、了解いたしました。

以上です。

○山中委員 そのほかはいかがでしょうか。

○山形対策監 規制庁の山形ですけれども、このスライドで言うと3ページですね。こちらの補足の資料でいうと9/10ページの米印の、注の米印の1番の意味を教えてくださいんですけど、この2000世代（各世代の中性子発生数を2000個とする。）計算した場合の統計誤差というふうに書かれているんですけれども、この内容をちょっと詳しく教えていただけないでしょうかと。

問題意識は、こういう、すごく大きな体系ですよ、600本ぐらいの集合体を入れる。各世代2000個というと、それは、じゃあ集合体当たり3個ですかと言わなきゃ、直感したので、何かすごくモンテカルロにしては数が少ないなと思ったので、この2000世代（各世代2000個）というところを詳しく説明してもらえませんか。

○関西電力（山田リーダー） 関西電力、山田でございます。

今、御質問いただいた統計誤差につきましては、おっしゃったようにモンテカルロ計算ですので、確率的な計算をしてございますので、繰り返し計算はやっていて、その中のばらつきが、ここにお示しした数字ということなんです。その2000個の、2000世代、400万ヒストリーというのが妥当かというようなお話かと思うんですけれども、おっしゃるとおり、これ、値を増やせば計算時間はかかりますが、統計誤差としては小さくなるということになります。ただ、これが小さい分、統計誤差としては大きくなりますので、それはある程

度、我々としても感度は確認しているんですが、2000世代を踏まえてばらつきを足し込んでいますので、妥当な計算結果と考えてございます。

○山形対策監 すみません、質問の趣旨は、まず、中性子の発生場所ってどうやっているんですかというのがあって、さっき言ったように平均化すると、集合体当たり3個ですよ。直感、そんな少なくないんですかというのがまずあって、だから、その中性子の発生場所によって、その真ん中で発生させる場合の次世代というのと、端っこで発生させた場合の次世代と言っているのは全然違うので、そういうのというのはどういうふうに計算しているのかなというのがあってですよ、で、燃料集合体当たり3個というのは幾ら何でも少ないなというのは直感なんですよね。

それで、2000世代というのは、それは、その発生させて、チェーンを2000というか、その追っかけていくと言ったら変ですけども、1個やって、次のところでまた2個出てというのを、こういうのを2000世代やっているというようなイメージだと思うんですけども、ここだと、その世代が多たって意味があるのかなという、0.958なので、2000世代という意味がわからないというのが、0.958の何乗かとか思うと、2000もやる意味はあるのかなとか、そういうことも思って、ここをもう少し詳しく教えてくださいということなんですけれども。

問題意識は、じゃあ集合体当たり3個というのは、それは、そういうことなんですかと、中性子の発生場所というのは、どういうふうにばらけさせているんですかということと、0.95、この値がそんなに大きく変わるとは思ってないんですけども、そういうものを2000世代やるというのはどういう意味があるんでしょうかと、もう何か20世代ぐらいでほとんど0になっているんじゃないかという問題意識なんですけど。

○関西電力（山田リーダー） 関西電力、山田でございます。

発生させる中性子2000個というのは、最初はランダムに発生させてございまして、次の世代で、また新たに発生する中性子については、その位置の重みづけをしているといひますか、1カ所だけに集中して、その局所的な評価にならないように、位置的な重みづけはしてございます。

それで、2000世代やる必要があるかというような御質問なんですけれども、収束するまで、ある程度感度を見た上で計算してございまして、感度を踏まえた上で決めている計算条件ということでございます。

○山形対策監 ちょっと、私の質問をきっちり捉えていただいていないような気がするん

ですけれども、何度も言いますけれども、集合体当たり3個の、初期に集合体当たり3個の中性子を発生させるわけですよ。何か集合体、上と真ん中と下とにきれいにばらけたとされていて、そんな粗いモンテカルロ法ってあるのかなという直感と、今、ちょっと電卓をたたこうと思ったんですけど、仮に0.958の20乗というと、ちょっと今、計算できないんですけど、それぐらいでほぼ0になるんじゃないか、そこから先、何で2000世代もやらないと収束しなかったのかなという疑問なんです。いや、全体に対してそんなに影響はないよなと思うんですけども、何か基本的なところで疑問があるので、お答え願えますでしょうか。

○関西電力（新村担当） 関西電力の新村でございます。

先ほど山田が申し上げたとおり、その初期は2000個を平均的に分散させて発生させるんですけども、やっぱり、その燃料集合体のある場所とか、ない場所で、どういった、その次の世代はどうなるかというところが変わりますので、その次の世代の2000個を発生させるときには、その場所の重みづけをしているということでございます。その各2000世代ごとで実効増倍率を計算しておりまして、で、その値というのが、どのような統計誤差を持つかというところで収束するところまでを確認しているというものでございます。なので、0.958を2000回やっているというようなイメージですね、その、何回も何回も、その0.958という状態を継続させて発生させているというものではないというところで御理解をいただきたいと思います。

○山形対策監 いや、すみません、私もモンテカルロをやっていたので、それはわかっているんです。わかって聞いているんですけども、何回も質問しますけど、何回も質問しますけど、初期の発生が集合体当たり三つぐらいなんていうのが、まともなモンテカルロですかという質問です。それと、別に、多分100世代とかもやれば十分のような気がするんですけど、別に2000世代やる分には、これがね、多い分には文句はないですよ、保守的になるので。世代が増える分には別に保守的になるので、それは別に、ちょっと多過ぎるなという気はしますけれども、保守的な分には別に問題はないと思うんですけども。

やっぱり、その重みづけの考え方ということは、でも、普通あれですよ、一番外周に新燃料を置かれていますけれども、位置の関係で言うと、一番外側は漏れやすいというのはわかりますけど、逆に、一番端っこに新燃料を置いているわけですよ。そっち側のその局所的な実効増倍率は、じゃあここは高くなるはずですよ。局所的な実効増倍率という考え、言葉がいいのかどうかは別ですけども、次の世代への新燃料から新燃料に当た

った場合は、そこは大きくなるはずで、片や漏れは大きいということで、どういう重みづけをされているんですか。いや、その位置だけじゃないですよ、隣に何がいるかでも、また違ってくると思うので。

○関西電力（福原チーフマネジャー） 関西電力の福原です。

こちらの臨界計算につきましては、その局所的という考え方ではなくて、あくまで体系全体の実効増倍率を求めるという形で計算しております。

○山形対策監 いや、全然質問を理解していただけてないと思うんですけれども、ばらけさせてね、乱数を掛けて、どこ、この大きな体系、小さい体系と大きな体系で、かつ、この635体がどういうふうに2000体にね、ばらけさせているんですかと、じゃ2000個か、2000個を635のどこにどうばらけさせているんですかというのがあるって、一様な体系でもないし、こういう複雑な体系だからモンテカルロされているんだと思うんですけれども。何度も言いますが、燃料合体当たり3個というのが妥当な数なんですかというのがまず質問なんです。

いや、それで、いやいや、その実験と計算とで、別に3個で十分ですよというお答えがあるなら、それがいいんですけど、そういうことを私は求めているんですけど、1体当たり3個というのは妥当なんですか、それはこういう、すごく大きな体系のときに、それで十分な数なんですかというのがメインの質問で、それは実験で検証されていますというお答えなのか、実際に何ですか、2000個であろうが20000個であろうが変わりませんでしたというお答えなのか、どちらなんですかと聞いているんですけど。

○関西電力（福原チーフマネジャー） はい、そうしましたら2000個、初期値として、その2000個でスタートしている。ここのその2000×2000のその考え方について、また改めて御説明させていただきます。

○田口管理官 まずヒアリング資料の形で、事務的ヒアリングを出していただいて、それで我々が、もうそれで公開会合する必要ないとなれば、そこで会合の開催の日は検討いたしますけれども、いずれにせよ、問題意識に応えたものを出していただければと思います。

○関西電力（福原チーフマネジャー） はい、了解いたしました。

○山中委員 そのほかはいかがですか。

よろしいでしょうか。それでは、これで議題(1)を終了いたします。

ここで出席者の入れかえをしますので、15時35分再開としたいと思います。

（休憩）

○山中委員 再開いたします。

続きまして、議題(2)関西電力株式会社美浜発電所1号炉及び2号炉の廃止措置計画変更認可申請について、資料に基づき説明を始めてください。

○関西電力（野依所長） 関西電力の野依でございます。

本日は、美浜1,2号炉の廃止措置計画の変更申請につきまして、前回8月27日の審査会合でいただきましたコメント、計5点ですね、5点につきまして、全て回答させていただきます。

詳細につきましては、資料を用いて担当のほうから御説明いたします。

○関西電力（堀内リーダー） 関西電力の堀内でございます。

そういたしましたら、お手元の資料をもとに御説明をさせていただきます。お手元に資料2-1と2-2というものがございしますが、2-1の補足説明資料が2-2になってございしますので、適宜御参照いただければと、2-2につきましては適宜御参照いただければと思っております。

そういたしましたら、回答を一つずつさせていただきたいと思えます。

まずは、No.5の質問回答でございます。御指摘事項は、SFP冷却機能停止試験時の温度データを全て示すことという御指摘でございました。

詳細につきましては、ちょっと資料2-2のほうの1/51ページからですね、41/51ページに、今回の試験で測定したA、B、C点及びD、E点のデータを全て載せさせていただいてございます。それをグラフ化したものが、何回かお見せしているグラフになるんですけども、資料で言う、グラフで示した内容のものになります。この試験結果は、三つに分類することができまして、状態①、②、③というふうになんて分けてさせていただいてございすけれども、状態①が、燃料の、すみません、SFピットの下端の温度が上のほうの温度と乖離している期間、温度、水温が不均一と書かせていただいているところ。その後、水温がほぼ均一になっている状態として、②と③ということを書かせていただいております。ちなみに、状態③につきましては、最後の1週間、冷却を行ってはいないんですけども、使用済燃料ピットポンプを起動している状態の1週間がございましたので、それにつきましては状態③ということで、ちょっと分類、分けてございます。

で、この結果でございますけれども、状態②のところは、ほぼ均一というところで、先ほどお示したC点と、データのうち最も温度が低いと思われるC点と、最も水温が高いと思われるE点というものを比較したのが、一番右下の表になってございます。全てで18ポ

イントございまして、E点のほうがC点よりも全て水温が高かったという結果になってございます。この結果につきましては、別紙2に示すとおりというふうに書かせていただいております。これは52/54のほうに、42ページのほうに詳細の中身は示させていただきます。

これが一つ目の御回答です。

引き続きまして資料2ページでございます。指摘事項のNo.6でございますけれども、御指摘事項は、使用済燃料の総発熱量108kW（H30.7）に関して、廃止措置計画の申請以降～今後の推移について燃料移動を考慮して説明することという御指摘でございました。

その結果が、結果のグラフを左に示してございます。赤い点と、赤い点及び点線、青い点及び点線がございますけれども、2015年、二つの青と赤があるのは、燃料移動をちょっと1回行ってございまして、その関係で二つの表示をしてございますというところでございます。

で、まず、最初のほうに2015年12月1日というところがございましてけれども、この時点で、美浜1号の燃料というのは231体ございました、美浜発電所には231体ございましたという状況なんですけれども、3号炉にも保管できるようになってございまして、そのうち40体は、当初、3号炉のほうに保管していたと。1号のピットには191体、燃料を保管していたという状態でございます。これがグラフで言う一番左の状態になってございます。そこから実線で、時系列とともに発熱量というのは下がっていくんですけども、2017年3月の末に、3号に保管してあった使用済燃料を1号のほうに返送してございます。その関係で、黒の実線がちょっと上にはね上がって、赤い点線のほうに重なっているものになります。

ここからは、231体全量がずっと1号のピットに保管されていっているといったような状況になってございまして、その後、また時系列とともに総発熱量というのがずっと下がってきているというものでございます。黒線の真ん中、2018年7月1日のところに、今回、108kWという値を記載してございますが、これは今回の申請のときに用いている使用済燃料の総発熱量でございます。使用済燃料は、これがマックスでございまして、今の黒線の実線で記しているものから、これより上に上がるものではないというものでございます。

で、この108kWで使用済燃料ピットが仮に全喪失した場合ということで、一番下の矢じりのところに記載させていただいておりますが、そういう条件を想定したらどうなるかということで、その結果を記載させていただいております。結果としては190、燃料被

覆管表面温度は193℃になりますという結果でございます。これは、当初、132kWで認可申請値を示させていただいた218℃、これよりも当然低いものになりますという結果でございます。詳細は、別紙3、43/54ページに記してございますが、詳細はちょっと割愛させていただきます。

続きまして、3ページでございます。指摘事項のNo.7でございます。使用済燃料の総発熱量108kWが排熱される全体メカニズムを考察することという御指摘でございました。

今回、御提示する全体像というのが右上図のようなものでございまして、大きくは、大きく熱が移動している観点として、一番上の黒丸のポツで書かせていただいているA)、B)、C)という三つのプロセスに分けてございます。A)は使用済燃料ピットからSFピットへ伝達する、まず熱が伝達しますねということでございます。そのSFピット水に伝達した熱が、今度はSFピットの壁面や室内に移動する熱がございますねというところで、そこら辺の収支の話を青の矢印のほうで書かせていただいております。最後に、C)ということで、室内から外に出ていっているという話、これは室内に伝わった熱というのが建屋の天井とか壁面、換気空調、こういったものを介して外に出ていっているものということで、という体系をちょっと考えてございます。

で、それぞれのおおよその伝熱量というのを計算した結果というのが2個目の黒ポツで書いてある下のおりでございます。A)では、全部の熱量108kWが水に伝わりますということを書いてございます。B)では、青の矢印のそれぞれの伝熱量というものを書いてございまして、例えば、①ですとSFピットの水が使用済燃料ピットの壁面や底面に伝わっていく熱ということで、その計算結果が、右の中段の表に①、②、③、④ということで、それぞれ記させていただいておりますけれども、そのうちの①の伝熱量約9と書いてあるものでございます。その他に、蒸発の効果であったり、空気への伝熱だったり、補給だったり、これをそれぞれ計算した結果というものが①、②、③、④で示しているとおりの9kW、70kW、14kW、2kW、こういった割合で大まかには流れていっているということで考えてございます。

で、この計算をした計算根拠といいますか、計算式につきましては、資料2-2の44/54ページ、ここ以降に詳細なインプットを用いた式であったりとか、詳細なインプットの値を、ちょっと記してございます。

で、続いてC)ですけれども、C)は室内に伝わった熱、ごめんなさい、B)の中で表の中で黄色に塗っているもの、②と③でございましてけれども、これが室内に伝わったと想定して

いる熱でございます。その室内に伝わった熱というのが外部へどうやって出ていっているんですかということで、⑤、⑥というふうに書かせていただいておりますけれども、建屋壁面を介して出ていったもの、換気空調（外部）へ出ていったものということで、大体35kW、28kW、こういった話、こういった伝熱量であるということで考えてございます。

で、厳密には、その注記で書かせていただいているとおり、B)で言えば、崩壊熱の108kWと95kW、これは厳密に一致してないというのは、その他に漏れていっている熱量があるものということで考えてございます。C)につきましても、隣接部屋とかに伝わっている熱量、そういったものがあるので、トータルでは完全には一致していないという結果ではございますけれども、全体バランスとしては、今回御提示したような熱の流れによって、試験で40、8月31日に40ということで、水温が釣り合った、こういったような状況になったものということで考えてございます。

続いて4ページでございます。No. 8の御指摘事項でございます。SB0の重大事故向けに配備している資機材等を説明することという御指摘事項でございます。保安規定の153条に、電源機能喪失時等の原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備という中で、これらの体制の整備というものを行ってございます。

で、具体的には、下に三つのカテゴリで大きく書かせていただいておりますけれども、空冷、停電時に空冷D/Gによる電源復旧手順、あと、使用済燃料ピットへの給水手順、あと、最後に大規模火災の延焼防止手順、こういった手順をそれぞれ定めてございまして、それらを行うための資機材の配備とか手順というのを、その手順の中で定めてございます。これらの体制の整備というものは、今回の計画の変更申請に関係ないところでございますので、従来どおりの体制というものは今後も継続して維持していくものでございます。

引き続きまして、最後の御指摘事項でございます。No. 9でございますけれども、御指摘事項は、必要な負荷に対して添付六以外の設備も含め全体像を示すことということで、いただいたものでございます。

この資料、ちょっと7枚物になってございまして、1/7、2/7は冷却水関係の中身を説明した資料、で、3/7ページ以降は電源関係の内容を整理した資料になってございます。それでは、1/7から順次御説明させていただきたいと思っております。

1/7ページに示しているのは、原子炉補機冷却設備の冷却水の供給先と、今回の計画変更で維持管理対象設備として冷却設備が要るか、要らないかという観点でマルバツというものをつけている表になってございます。左から冷却系設備、これは原子炉補機冷却設備

ということでCCWを書かせていただきまして、その供給先として、使用済燃料ピットの冷却機、あと、廃液蒸発装置、補助蒸気復水サンプリングクーラといったような冷やす機器がございます。

で、一番上の使用済燃料ピット冷却設備につきましては、今回、冷却の必要性が、冷却が不要になったというところだと思いますので、冷却が不要になれば、原子炉補機冷却設備による冷却水の供給は要らなくなりますということを書いた上で、ちょっとマルバツという整理をしております。

で、2段目の廃液蒸発装置の記載ですけれども、廃液蒸発装置は、冷却は停止しても廃液を、廃液処理を止めれば問題ない設備ということと書いてございまして、安全系で維持管理対象設備としているCCWによって冷却するということは必須条件ではないということと考えてございます。ですので、廃液蒸発装置は、しかしながら、今後も使い続けますので、CCWも当然、結果として冷却で使っているものでございますので、廃液蒸発装置の冷却に使用していることから、保安規定とか、「その他自ら定める設備」として維持しますという旨を、ちょっと記載してございます。

続いて、補助蒸気復水サンプリングクーラにつきましても、先ほど御説明いたしました廃液蒸発装置と同じ整理ということで考えてございまして、安全系で冷却というものは必須ではないということから、整理としてはバツとしているというものでございます。

続きまして、2/7ページ目でございます。2/7ページは海水系のほうでございます。海水系は、先ほどのCCW系、原子炉補機冷却水系を冷却する、あとD/G、あと2次系冷却水クーラ、チラーユニット、こういったものの冷却を行っているというものでございます。CCWにつきましては、先ほどCCWで安全系による冷却は要らないということに基づいて、同じ整理になりますというところでございます。非常用D/Gにつきましては、3/7ページ以降に、負荷、電源の説明がありますが、非常用D/Gが要らなくなれば、冷却は要らなくなるというところでございます。2次系冷却水クーラ、あとチラーユニット、こういった機器がございますけれども、これらの機器につきましては、使用はするんですけれども、先ほど申し上げた廃液蒸発装置の整理と同じでございまして、安全系で、安全系である海水系として冷やす必要性は必須、冷やすのは必須ではないということと考えているものでございます。

続きまして、3/7ページ以降、今度は電源関係の御説明をさせていただきます。D/Gの電源供給先とか、あと、電源供給先、供給、電源の供給要否というものをちょっと整理した

ものになってございます。この表の記載は、一番左に電源を使う設備を書いてございまして、で、維持機能を書いて、その隣に書いてあるのは、D/Gによる電源供給先（安全系母線の接続先）、これは、そもそも安全系母線に接続されている機器ですかどうですかという整理をマルバツでさせていただいております。その右以降は、先ほどのCCWとか海水系、これらの整理と同じで、今回の計画変更で変更前がどうであったか、変更後はどうであったかというのをマルバツでつけさせていただいております。

で、今回、D/Gをなくしますというお話でありますので、D/Gというのは安全系母線に給電するという事で、安全系母線のちょっとマルが書いてあるところを中心に御説明をさせていただきたいと思っております。表で言うと、まず一つ目にマルがついてあるのが、使用済燃料ピットポンプというところでございますけれども、これにつきましては、冷却が不要になれば維持は要らないでしょうということで、冷却内はマルだけど、変更後はバツですよということで記載してございます。

で、続いて水位計でございますけれども、水位計はSFピットの水位を当然はかっているものでございますけれども、停電時は蓄電池によって電源供給を行う、また、携帯の水位計とか、現地水面計、こういったものもあって監視が可能なものということです。D/Gによる電源供給の可否という点では、変更前もバツということで書かせてもらってございます。あと、燃料取替用水ポンプでございますけれども、燃料取替用水ポンプは、使用済燃料貯蔵設備が今回、使用済燃料がもともと冷えている、廃止措置炉は冷えているものでございまして、ピット水を緊急で随時注入できるようにしておかなきゃいけないとかいうと、裕度が随分あるんですよということと、あと、もともとポンプを動かさずとも注水が可能ですよということもございまして、変更前・変更後ともバツにしてございます。

続きまして、4/7ページでございます。放射線管理施設関係でございます。上から順次、固定エリアモニタ関係、ドラム詰室であったりとか、SFピット付近ということで、固定エリアモニタは、管理区域内の変動とか、人が駐在作業みたいなところに設置しているものでして、停電時は、ドラム詰室や使用済燃料移動エリアで作業が行われていないということと、線量による、線量率に変動がないということを確認を行います。必要に応じてサーベイメータ等によって監視を行うものでございます。これらにつきましては、蓄電池による電源供給も可能なものでございまして、D/Gがなくても、監視は可能なものとなっております。そういう点で、変更前、変更後ともバツとさせていただいております。

続いては排気モニタですけれども、排気モニタにつきましても、施設内の放射性よう素

みたいなものについては、使用済燃料が破損しない限り発生源はなくて、停電時は管理区域内作業をやめますというところで、換気空調系は停止してダンパが止まりますので、もともと放射性物質は管理区域から出るものではございません。あと、蓄電池で電源供給も可能でございまして、その周辺環境も監視するモニタポストといったようなものもございまして、D/Gの電源供給はなくても、監視は可能でございまして。

続いて、排水関係のモニタで液体廃棄物の処理関係のモニタでございましてけれども、液体廃棄物の放出は、タンク内の放射性物質をあらかじめサンプリングしてから放出作業を行っているものでございまして。停電時は放出作業、もともとポンプが止まるのもございまして、放出作業を行いません。これも先ほどと同じで、蓄電池で電源供給が可能なものでございまして、D/Gが電源供給、D/Gがなくても、監視は可能なものでございまして。

最後に排水のサンプリングモニタ設備ということで、原子炉の基礎湧水モニタ、タービンサンプ水モニタといったようなものがございまして、これらにつきましても、今御説明した排水モニタと似たようなものでございまして、停電時は排水ポンプが止まる、排水を行わないといったようなこともございまして、蓄電池による電源供給と、現地サンプリングによる監視も可能であるので、D/Gの電源供給というのはバツという整理にさせていただきます。

続きまして、5/7ページでございまして。5/7ページで換気空調関係ですね、アニュラス排風機、これがもともと安全系母線にぶら下がっている設備になっているんですけども、アニュラス排風機は、運転時の事故時で使うものでございまして、廃止措置は関係ないということで、変更前からバツということで整理をさせていただきます。その下に、先ほど申し上げたCCWとか海水ポンプ、こういったものは、当然、燃料を冷却するために必要なものなので、計画変更前はマル、要るんですけども、計画変更後はバツということで整理させていただきます。

で、引き続きまして10ページ目、6/7ページでございましてけれども、換気設備でございまして。この換気設備の中でマルがついてあるのが、補助建屋の放射性区域排気ファンと中制関係でございましてけれども、補助建屋の放射性区域排気ファンは、安全系の、安全注入系のポンプ、安全補機室の換気を緊急時に行うものでございましてけれども、これらも動かす設備ではございませんので、バツという整理で記載させていただきます。中操関係でございましてけれども、中央制御室も運転時は異なって、炉心に燃料がなくて、よう素放出とかいった影響というのは無視できる、著しい被ばくリスクというのはなくなっておりますので

で、そういった観点でバツとしてございます。

最終ページの7/7ページでございますが、一番上に記載してございますのは、計器用空気圧縮機でございます。計器用空気圧縮機は、もともと換気設備とかダンパとか、海水の制御弁みたいな、こういったものに空気を送っているものでございますけれども、これらの制御弁が機能が喪失した場合であっても安全側へ作動する、例えば、換気設備関係は先ほど申し上げたとおりファンも停止して、ダンパも止まりますだったり、海水関係であると、弁が、海水系が流れ出るような状態を保持するといったような構成になっているものでございますので、停電時の空気供給は要らないということでバツとしてございます。2次冷却水ポンプにつきましては、先ほどの計器用空気圧縮機の冷却に使用しているものでございますので、先ほどの計器用空気圧縮機と同じ整理になるというものでございます。最後の非常用照明でございますけれども、非常用照明につきましては、蓄電池による電源供給が可能でございますので、バツということで記載しているというものでございます。

説明は以上です。

○山中委員 それでは、質疑に移ります。質問・コメントはございますか。

○塚部補佐 原子力規制庁の塚部です。

今回コメント回答のあった冷却系と電源系の負荷の御説明、パワーポイントで言うと5ページ目以降の説明で、7ページ目からが電源になるかと思うんですが、資料の2-2の後ろのほう、52/52のほうに、それぞれの負荷の容量を、ポンプとか、あと直流系のものについても説明をされて、最後のページで、それぞれの空冷用、非常用発電装置と、蓄電池の容量が説明されているんですが、私の質問は、その最初に、今の御説明だと、停電時に非常用を使って給電しますと言っていたのは、53/54で言うと、1Cの計器用電源につながっている水位計と、あとは非常用照明ですか。この二つについては、直で給電しますという御説明だったかと思うんですが、ほかのものというのは、その、どのタイミングでどう使うというのは何で決まっているんでしょうか。

○関西電力（堀内リーダー） 関西電力の堀内でございます。

ほかのもので言いますと、今の御説明のございました水位計関係と、あと、照明以外には、書いてあるとおりモニタ関係がございます。モニタ関係につきましても、停電時になったら即時バッテリーから給電されるものになってございます。

○塚部補佐 規制庁の塚部です。

そういうのは保安規定の下部規定で具体的に定まると考えればいいですか。

○関西電力（小谷課長） 関西電力の小谷でございます。

保安規定には、そのバッテリーは入っておりません。LC0という考え方で言うと、現状は入っておりません。燃料ピットの温度だけがLC0の対応となっております。

○塚部補佐 そうですね、ちょっとLC0という観点よりも、プラントの運用として、実際、停電が発生した場合、どういう運用になるのかと、ちょっと運用面をお聞きしたいんですけど、それで言うと、パワーポイント資料の5ページ目で言うと、5ページ目じゃない、4ページですか、保安規定の153条で、それぞれ停電したときにどういう作業を行いますよというのが決まっていますという御説明で、例えば、外電が喪失した場合は、もう外電喪失した時点をもって、D/Gについても立ち上げる指示が出るという理解でよろしいですか。

○関西電力（堀内リーダー） 関西電力の堀内でございます。

直流電源の話と、非常用D/Gの話、二つがあると思ってございます。空冷D/Gの二つの、今、お話をいただいたものと思ってございます。繰り返しになるかもしれませんが、直流電源につきましては、停電が起きたタイミングで、直流ラインには、もう蓄電池が常時接続されている状態になっているものでございますので、停電後に電源が供給されるという整理になってございます。空冷の非常用発電機につきましては、停電が起きて以降、空冷D/Gを起動しに行くという手順になっているものでございます。

○塚部補佐 規制庁の塚部です。

わかりました。そうですね、確かに交流と電源、ちょっと混同して話してしまったんですけど、交流のほうについて、例えばどこかのポンプを動かすとか、そういうことというのは保安規定、もしくは、その下部規定で、その停電時の措置として、例えば、先ほどで言うと中操のファンみたいなものをどうするとか、そういうものはどこで決まるんでしょうか。

○関西電力（小谷課長） 関西電力の小谷でございます。

停電時のポンプの起動については、運転操作所則の事故時操作所則で決まっております。現状は、燃料ピットの冷却のために海水ポンプ、CCWポンプ、燃料ピットを起動する。あとは、先ほど言われましたバッテリーへの充電器の起動と、中央制御室のファンの起動でございます。

○塚部補佐 規制庁の塚部です。

そういう意味では、保安規定及びその下部規定で、実際の運用というのは決まっています。今回、先ほど、今回で、その保安規定側の変更はありませんよということでしたけど、

今回、その非常用ディーゼル発電機自身が外れることによって、保安規定そのものは変わらないのかもしれませんが、下部規定の運用というのは、また見直しが行われるという理解でよろしいでしょうか。

○関西電力（堀内リーダー） 関西電力の堀内でございます。

今回の計画変更で、おっしゃっているとおり非常用電源、非常用発電機という運用を止めることに伴って、下部規定の操作関係の手順、具体的にはD/Gを起動しますといった手順というものがなくなります。そういった点に変更になるというものでございます。

○塚部補佐 規制庁、塚部です。

了解しました。

○山中委員 そのほかはいかがですか。よろしいですか。よろしいでしょうか。

それでは、これで議題の(2)、終了したいと思います。

以上をもちまして会合を終了したいと思います。

今後の会合の予定については、時期は未定ですが、準備が整い次第、開催したいと思います。