

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第1014回

令和3年11月16日（火）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第1014回 議事録

1. 日時

令和3年11月16日（火） 14：30～16：22

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

小野 祐二 審議官
田口 達也 安全規制管理官（実用炉審査担当）
守谷 謙一 火災対策室長
関 雅之 企画調査官
竹田 雅史 上席安全審査官
深堀 貴憲 上席安全審査官
三好 慶典 上席安全審査官
鈴木 征治郎 主任安全審査官
酒井 友宏 技術研究調査官
山本 敏久 技術研究調査官
畠山 凌輔 安全審査官
岩野 圭介 審査チーム員

関西電力株式会社

近藤 佳典 原子力事業本部 副事業本部長
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 チーフマネジャ
ー
倭 直延 原子力事業本部 原子力発電部門 保修管理グループ チーフマネジャ

ー

石田 新一	原子力事業本部	原子力発電部門	燃料保全グループ	マネジャー
牛島 厚二	原子力事業本部	原子力発電部門	保守管理グループ	マネジャー
吉沢 浩一	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	マネジャー
西田 一隆	原子力事業本部	原子力発電部門	放射線管理グループ	マネジャー
岡野 孝広	原子力事業本部	原子力発電部門	安全技術グループ	リーダー
山野 一彦	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
竹田 桂吾	原子力事業本部	原子力発電部門	保全計画グループ	リーダー
林 敬	原子力事業本部	原子力発電部門	放射線管理グループ	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
熊倉 匠	原子力事業本部	原子力発電部門	保守管理グループ	担当

4. 議題

- (1) 関西電力(株)高浜発電所1・2号炉の重大事故等対策について
- (2) 関西電力(株)大飯発電所3号炉及び4号炉の設計及び工事の計画の審査について
- (3) その他

5. 配付資料

- 資料1-1 高浜発電所 発電用原子炉設置変更許可申請(1号及び2号原子炉施設の変更)【使用済燃料ピットの未臨界性評価の変更】
- 資料1-2 T12SFP未臨界性評価条件一覧
- 資料1-3 高浜1,2号炉 使用済燃料ピット未臨界性評価に関する補足説明
- 資料2-1 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計に関する実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則への適合性について
- 資料2-2 大飯発電所第3,4号機 火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請 補足説明資料(抜粋)

6. 議事録

○山中委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係

る審査会合、第1014回会合を開催します。

本日の議題は、議題1、関西電力株式会社高浜発電所1・2号炉の重大事故等対策について、議題2、関西電力株式会社大飯発電所3号炉及び4号炉の設計及び工事の計画の審査についてです。

本日は、プラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、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をいたします。議事に入ります。

最初の議題は、関西電力株式会社高浜発電所1・2号炉の重大事故等対策についてです。

それでは、資料について説明をお願いいたします。

○関西電力（近藤） 関西電力、原子力事業本部の近藤でございます。

本日は、高浜1・2号炉のSFP未臨界性評価に関わる設置変更許可申請につきまして、前回、4月15日審査会合で御指摘いただいた事項について回答させていただきます。

なお、前回会合での御指摘事項を踏まえ、水分条件を再度見直した結果、燃焼燃料の存在を考慮せずとも臨界を防止できる目処を得たため、運用管理上の安全性向上という観点から、燃料条件についても見直してございます。本日は、条件の変更点について主に御議論させていただきたいということで、評価条件を確定し、今後、解析作業に進んでまいりたいと考えてございます。

それでは、資料に基づき御説明をさせていただきます。

○関西電力（新村） 関西電力の新村でございます。

それでは、資料に基づき説明をさせていただきます。

本日は、資料を3点御用意しております。資料1-1は、今回申請の全体概要説明資料になります。前回会合から少し時間が空いたこと、また、燃料配置条件を見直しておりますので、改めて一通り御説明させていただきます。資料1-2は、資料1-1で求めた基本ケースと感度解析ケースでの条件を一覧表にまとめたものでして、前回会合からの変更内容が分かるよう、見え消し状態で残しております。また、資料1-3は補足説明資料であり、必要に応じ参照したく考えております。

それでは、資料1-1を用いて御説明をいたします。

まず、表紙をめくっていただきまして、目次でございます。大きく三つの編構成となっております。冒頭で本申請の目的や変更の概要を御説明し、次に、今回、用いる最適評

価手法の考え方、ページをめくっていただきまして、16ページ目以降では具体的な燃料条件と水分条件に関する説明をいたします。

それでは、右肩の1ページ目をお願いいたします。まず、申請の目的としましては、使用済燃料ピット（SFP）における燃料及び内挿物の取扱頻度を大幅に削減することにより運用管理面の安全性向上、すなわち作業員の被ばく量低減や燃料取扱時の誤操作低減等を図るものです。

次に、設計の変更内容ですが、SFPからの大量の水の漏えい時における臨界防止に係る設計について、中性子吸収体の配置を考慮せずとも臨界を防止する設計へ変更するものです。それに伴い、設置許可本文の記載から「使用済燃料ピット用中性子吸収体配置において」という記載を削除することとします。また、本変更に合わせて、設計の妥当性を確認する評価の手法及び条件を変更いたします。

評価の手法として、既許可では保守的手法、すなわち大きな保守性を有する評価ケースを一つ設定しまして、未臨界を満足することを確認しておりましたが、今回の評価では、本件がSA事象であることに鑑みまして、最適評価手法を用いることとします。

それに伴い、個別の評価条件を見直しております。水分条件については、既許可では気相と液相を区別せず、理論上、取り得る水密度範囲、 $0\sim 1\text{g}/\text{cm}^3$ に対し評価をしておりましたが、今回の評価では、体系を気相、液相に分け、実態に即して水位を変化させたり、液膜を考慮するなどの条件を設定します。

燃料配置条件については、燃焼度や中性子吸収体の有無に応じた3領域を既許可では設定していましたが、今回評価では、実運用上の制限が不要となるよう新燃料を敷き詰めて見直しております。新燃料を敷き詰めにおいても、未臨界が維持できることを解析で確認できれば、実運用においては、未臨界上の配置制限を取り除く計画です。これにより、照射燃料および内挿物の取り扱い頻度を大幅に削減でき、安全性向上に寄与するものと考えております。

2ページ目をお願いいたします。既許可の特徴としましては、高浜1、2号炉のSFPラックは、アングル型のステンレス鋼製で、大幅な水位低下時に中性子の遮へい効果が低くなることから、未臨界性評価結果が厳しくなる特性があるため、中段の表に示しますように、燃料の燃焼度や中性子吸収体の有無に応じた貯蔵領域を設定することで実効増倍率を抑制し、臨界を防止する設計としていました。この場合、領域B、Cの多くの燃料で中性子吸収体の挿入が必要となります。

今回の設計変更により、燃焼度や中性子吸収体挿入の有無によらない管理に変更することで、照射燃料の取扱いおよび内挿物の入替回数を大幅に削減できることとなります。満杯に近いSFP状態においては、1定検あたりの燃料や内挿物の総取扱回数が約460回から約190回へ低減できるという効果が期待できます。

3ページ目をお願いいたします。左の図は、大規模漏えい時の事象進展のイメージを示したもので、注水や放水と蒸気が混じり合った気相部とSFP下側の液相部に分かれ、ピット水の漏えいが進むにつれ徐々に液相部の水位が低下していくものと考えております。

これに対して、既許可では、右上の図のように理論上の全ての水分状態を包絡する条件として、液相、気相を区別せず、SFP全体の水密度を一様として、全ての水密度範囲、0～1g/cm³で評価をしていました。今回の評価では、左側の事象進展に近い状態を考慮するモデルとして、右下の図のように、体系を液相部と気相部の2相に分け、流入する水の流量や液滴の大きさ、液膜の厚さを踏まえて気相部の水分条件を設定し、液相部の水位を変化させて評価をすることとします。

4ページ目をお願いします。気相部の水分条件の設定方針になります。SFPへ放水した場合の現象はA～Eのようになり、それらの状態を表したのが下の図になります。放水された水は、SFPの広範囲に落下し、落下の過程で分裂し、液滴となってSFP内へ流入します。また、燃料集合体内に流入する水は、燃料の上部構造物と接触することにより、大部分が液膜となって燃料棒を流下すると想定されます。

5ページ目をお願いいたします。SA時に想定されるSFP内の状態を踏まえ、臨界計算コードへのインプットとして、これらの5項目を設定します。一つ目が、燃料棒に形成される液膜厚さ、二つ目が、流入範囲内にある燃料集合体の中の気相部水密度、三つ目が、流入範囲内における燃料集合体同士の間の水密度、四つ目が、流入範囲外の気相部水密度になります。また、流入水の一部は海水由来のものがあり、海水中には中性子吸収効果を有する塩素を含むことから、五つ目として、塩素量についても設定します。

これらインプット項目は、右側の図にあるように、上流側のパラメータから計算をすることができます。次ページ以降、これらの上流のパラメータの設定の仕方について御説明いたします。

それでは、6ページ目をお願いします。今回評価では、SAに係る評価であることに鑑み、SA有効性評価で採用している最適評価手法（BEPU）を採用します。すなわち、インプット元となる％に対して、最確状態を踏まえた基本ケースを設定した上で、パラメータに対

し発生する不確かさ影響を考慮し設定する感度解析ケースにおいても未臨界が維持できることを確認します。

具体的な解析条件の設定としては、まず、STEP1として、臨界計算コードへのインプットデータの元になるパラメータを特定します。次に、STEP2として、基本ケース条件の設定にあたり、各パラメータの設定方針を策定します。次に、STEP3として、各パラメータに対する不確かさ要因を抽出し、基本ケース条件に対する考慮の可否を検討します。STEP4として、STEP3で考慮要と判断された不確かさについて、不確かさ同士の従属性、独立性を踏まえ、重畳させるべき不確かさを検討し、最終的に基本ケースと感度解析ケースの条件を決定いたします。

7ページ目をお願いいたします。臨界計算コードへのインプットに対し、その元となるパラメータを整理いたします。燃料条件に整理した結果を本ページに示しております。

なお、青字のうち、AC組成とFP組成については照射燃料に関するインプット条件であり、今回、燃料配置では、照射燃料の存在を考慮しないことと見直しましたため、今回、設定は行いません。

8ページ目をお願いいたします。同じく水分条件について、パラメータの関係性を整理したものになります。詳細な説明は割愛をさせていただきます。

9ページ目をお願いいたします。前項までで赤字で示しました個々のパラメータに対する基本ケース条件の設定方針になります。

まずa、原則として最確値を設定します。b、最確値を設定できるものであってもパラメータに対する不確かさが評価結果へ与える影響が小さいと判断できる場合には、最確値に対して不確かさを保守的に見込んだ値を設定します。c、現実的な値に幅があり、最確値が明確に設定できないという場合には、取り得る保守的な値を設定いたします。d、運用上の制限に関するパラメータにつきましては、最確値に対し不確かさを保守的に見込んだ値を設定することといたします。

10ページ目をお願いいたします。パラメータに対し発生する不確かさについて、その影響の考慮可否の判定方法を記載しております。不確かさ要因が、基本ケース条件において考慮されていたり、また、不確かさが発生しても、実効増倍率を小さくする方向へのみ影響するものであれば、不確かさ要因としては考慮不要と整理をいたします。

11ページ目をお願いいたします。次ページからは、各パラメータに対し基本ケース条件や不確かさ要因の整理結果を表としてまとめております。このページは、塩分濃度を例に、

表の読み方を示したものでございます。

それでは、この例に従って、12ページ目で整理結果をお示しします。12ページ目をお願いいたします。燃料条件に対する基本ケース条件と不確かさの整理結果をまとめております。燃料配置につきまして、前回会合では、照射燃料の存在を考慮したものとなっておりますが、実効増倍率を高め、将来の実配置を包絡する条件として、新燃料で満杯の状態を基本ケース条件と見直しております。

なお、本変更に伴いまして、照射燃料の存在を前提に設定していた燃焼度や冷却日数といったパラメータは、今回設定しないということとなります。

13ページ目をお願いいたします。水分条件の整理結果を記載しております。このうち、流量については、前回会合においていただいたコメントを踏まえ、条件を見直しております。流量条件を含めまして、これらの表にありますパラメータの具体的な設定については、後ろのページで御説明をさせていただきますので、ここでの詳細説明は割愛させていただきます。

14ページ目をお願いいたします。水分条件に対する整理結果の続きになります。これらパラメータの具体的設定についても、後ろのページで御説明をいたしますので、詳細説明は割愛させていただきます。

15ページ目をお願いいたします。前ページまでの表で考慮が必要と整理された不確かさ要因を抜粋したものになります。これらの不確かさは、相互の因果関係はなく、全て独立であることから、これら不確かさの重畳は考慮しないこととします。

16ページ目をお願いいたします。ここからは、各パラメータの基本ケース条件や、不確かさを考慮した条件の具体的な導出過程について御説明いたします。なお、導出の説明において、前回会合でいただいたコメントへの回答を含めて御説明させていただきたいと思っております。

まずは燃料配置についてでございます。基本ケース条件として、全てのラックに新燃料を貯蔵する設定とします。なお、前回会合の時点では、照射燃料の存在を考慮した条件としておりましたが、後ほど御説明する流量条件の変更に伴いまして、新燃料敷き詰め条件へと変更したものでございます。本条件は、評価上最も保守的な燃料配置となっております、不確かさを含む条件となっております。

17ページ目をお願いいたします。ここから21ページまでは、流量条件について記載をしております。

基本ケース条件としては、SA対応にかかる手順が全て同時に実施されるとし、1手順につきポンプ1台が運転されると想定します。

右側の表に各手順が、SA対応用なのか、通常操作用なのかという種別を明記しております。前回会合時点では、手順②-2による流量を考慮しておりましたが、基本ケース条件の流量はSA手順に基づき設定することとコメントをいただいたことを踏まえ、事故時向けの手順ではなく、また、通常操作としても使用した実績がない手順②-2の流量については、今回、考慮をしないということといたしました。

18ページ目をお願いいたします。SFPへの注水の概略系統をお示ししております。赤のラインで示される手順②-2による流量については、今回、考慮はしないということといたします。

19ページ目をお願いいたします。流量条件の算定において、考慮する各手順における流量の算出方法を記載しております。各手順の流量については、手順に示される系統構成を前提とし、基本的にポンプの揚程曲線と設備構成を踏まえた圧損等により評価した圧損揚程曲線との交点における流量、もしくは設備の使用制限から求まる流量を設定いたします。

20ページ目をお願いいたします。流量の不確かさを踏まえた条件としまして、手順が全て同時に実施され、かつ系統内のポンプが全数起動することを考慮いたします。

なお、前回会合時点では、手順上考慮されていない系統で注水した場合の流量というのを不確かさとして考慮しておりましたが、不確かさについては、手順内で想定されるものに限定することとコメントをいただいたことを踏まえ、手順内で示されない系統構成による流量というのは考慮をしないということといたしました。

21ページ目をお願いいたします。各手順の基本ケースおよび不確かさを考慮した流量を表にまとめております。流量については、各手順全て同時に実施した場合を想定するとし、基本ケース条件、不確かさを考慮した条件に、それぞれ枠囲みの数値を設定することとします。

22ページ目をお願いいたします。流入範囲と流入分布の基本ケース条件になります。流量の大部分を占める放水砲については、現実的な放水分布から求まるピーク流量よりも、全流量がSFラックに一樣に流入するとしたほうが流量は大きくなりますので、流入分布は一樣とした上で、その流量を用います。また、スプレーについても同様に、全流量がSFラック面積に一樣に流入した場合の値を用います。

23ページ目をお願いいたします。流入範囲の不確かさを考慮した条件として、放水され

る全量がSFPの局所に集中することを仮定します。図に示しておりますように、中心部の3×3領域から順に範囲を広げて解析を行ってまいります。

24ページ目をお願いいたします。SFPに流入する水のうち、燃料集合体内に流入する割合の基本ケース条件としては、右図に示すラックピッチと燃料集合体外寸から求まる面積比などから、23%と設定をいたします。

25ページ目をお願いいたします。流入割合の不確かさを考慮した条件として、風の影響により斜めから液滴が流入してくる影響を考慮しまして、燃料集合体の幾何形状および放水の流入方向等より、46%という値を設定いたします。

26ページ目をお願いいたします。集合体に流入した流量のうち、液膜となる流量の割合については、燃料集合体の上部構造を経由した流入となること、および実効増倍率を厳しくする観点を踏まえ、100%を設定いたします。

なお、本条件は数値上設定できる最大値であり、不確かさを考慮した条件となっております。

27ページ目をお願いします。液膜厚さ評価式の設定でございますが、液膜厚さが厚いほうが実効増倍率は高くなりますので、液膜厚さ測定式にて実験結果を包絡する評価式、包絡式を設定いたします。具体的には、代表的な実験式であるNusseltの式、Zhivaikinの式の傾きを保存し、各領域の最も大きい計測値を通る線を包絡式といたします。

なお、本条件は、不確かさを含んだ条件となっております。

28ページ目をお願いいたします。先ほど設定しました包絡式については、比較的新しい知見であるTakahama and Katoらの液膜厚さ算出式を包絡するということを確認しているものでございます。

29ページ目をお願いいたします。液相部の水密度を算出するために使用する放水液滴径の設定について、基本ケース条件としては、スプレーヘッドを用いた液滴データ取得試験で得られた平均液滴径、全液滴データの体積分率50%出現値を踏まえまして、1.5mmを設定いたします。

30ページ目をお願いします。液滴径の不確かさを考慮した条件としましては、体積分率における2.5%の出現値を踏まえまして、0.4mmと設定をいたします。

31ページ目をお願いします。海水中の塩素濃度については、基本ケース条件、不確かさを考慮した条件ともに、文献の下限値3.3%を使用いたします。

32ページ目をお願いいたします。最適評価手法を用いた未臨界性評価として、前ページ

までで算定したパラメータをもとに、今回実施する基本ケースおよび不確かさを考慮したケースでの解析条件を一覧でまとめております。本ページは、資料1-2と同じ内容を記載したものでございます。ここに示します基本ケース、並びにケース①から④までの感度解析を今後実施し、全てのケースにおいて実効増倍率が判定基準を下回ることを確認することでもって、今回設計変更の設置許可基準規則への適合性をお示ししたいと考えております。

続きまして、次のページをお願いいたします。前回、4月15日の会合でいただいたコメントへの回答になります。コメントは4件いただいておりますが、③と④は、照射燃料を考慮する場合に設定するFP核種に関するコメントであり、今回は燃料配置を新燃料へ変更し、FP核種の考慮は不要となっております。

なお、次ページ以降、コメント①と②に対する回答を記載しておりますが、回答の内容としましては、先ほど本編の中で、本編の流量設定のところでの御説明と重複いたしますので、説明は省略させていただきます。

全体の説明としては以上になります。

○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。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

まず、パワーポイントの19ページなのですが、今回、SAの基本ケース、不確かさケースについては、SFPの注水・放水手順を整備した手順を整理されていて、手順で使用される系統圧損の計算結果やポンプ台数を反映した流量が、設定がなされていることというのをちょっと確認いたしまして、19ページの、例えば圧損曲線とポンプの揚程曲線を基に、それが設定されているということは確認しました。

ただ、ここ19ページの中で、図の整備する手順についての系統構成というのがあって、計算上は考慮されているのは、実際、私、試算してみたら入っていることは分かっているのですが、この中にオリフィスがあるんですが、オリフィスの流量、具体的な配管情報が補足説明資料のほうには抜けていますので、それに関しては追記していただきたいと思います。

条件表の流量条件に関しては、これで正しいと思うので、これで理解はしました。

それで、追加することよろしいでしょうか。

○関西電力（新村） 関西電力の新村でございます。

まず、値を御確認いただいたということで、ありがとうございます。

今、御指摘のありましたオリフィスの情報につきましては、資料1-3の中に情報を拡充する形で、今後、記載したいと考えております。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

了解しました。なので、流量の条件設定表の流量条件に関しては了解しました。

次に、燃料関係の条件なんですけど、パワーポイントの16ページのところを簡単に、今回、新燃料敷き詰めであるということが記載されているというのは理解しました。

燃料の評価条件の今回の変更というのは、燃焼が進んだ燃料を配置する条件よりも、具体的には、今回の新燃料のほうが保守的な評価になるというのは、定性的には実効増倍率の点で理解はしました。

解析において、あと残っているのは、実際にGd新燃料の扱いというのはどうなっているのか、ちょっと説明してください。

○関西電力（新村） 関西電力の新村でございます。

御質問がありましたGd燃料の考慮でございますが、参考4-2を御確認いただきたいと思っております。

まず、燃料条件としまして、考慮する燃料としましては、今回、通常ウラン燃料のみを考慮することとしております。で、Gd入りの燃料としては、実際のSFPの中には数多く存在はしておりますが、Gd入り燃料よりも、通常ウラン燃料のほうが反応度が高いというところがありますので、今回、未臨界性評価では、そのGd入り燃料というのがピットの中にあるということは考慮せず、全て通常ウラン燃料として評価をしております。

以上でございます。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

参考4-2にそういうふうに記載されているということは理解しましたが、具体的な値関係に関して、今後、審査会合等で、あと、燃焼の進んだ燃料が保守的であるということも含めて確認していきたいと思っております。

燃料に関しては、新燃料でやるということで、解析条件としては了解しました。

○山中委員 そのほか、質問、コメントはございますか。

○竹田上席審査官 すみません、規制庁の竹田です。

続きまして、パワーポイントの1ページ目のところで、今回の設計変更は、中性子吸収体の廃止および燃焼度に関係なく燃料を保管する、新燃料でやるので、どこに燃料を置いてもいいという形になるかと思っております。で、目的のところを見ると、燃料及び内挿物の取

扱頻度を大幅に削減することにより運用管理面の安全性を向上するとなっておりますが、燃料及び内挿物の取扱いということに関しては、既許可で既に対策が取られており、特に設備変更もないし、定検の計画線量等も変わるものではないので、安全性向上というよりは運用性向上となると考えますが、この点についていかがでしょうか。

○関西電力（福原） 関西電力の福原です。

御指摘の点につきましては、我々の本日の資料、右肩1ページに記載しているとおりになすけれども、今回のこの設計変更によりまして、作業員のまず被ばくが減るといふ部分と、燃料の取扱回数が減りますので、おのずとやっぱり誤操作の確率といいますか、というものも減るといふふうに考えております。

そこを安全性のと捉えるかどうかというところだと思うんですけれども、我々は、作業員の被ばく低減というのは、やはり、その安全性の向上の一つだといふふうにも考えておりますし、ここの定量感といいますか、大小の部分につきましても、右肩2ページの下の方に数字を入れてはありますが、既許可と配置制限無しとなった場合の比較、この場合でいきますと、やはり一般的な場合で約460回の取扱回数が大体3分の1ぐらいに減るといふところですので、それに応じて、その被ばくの量、作業員の被ばく量等も下がるというふうに考えております。本当にALARAの原則に関して、我々としては、こうやっていくべきだといふふうに考えております。

以上です。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

話は分かるんですが、今後、これに関しては、また整理しながら話させてください。

次に、最適評価の説明性というのがあります。解析条件に関して整理されているというのは、かなり進んできて、理解できたので、ここで一旦ちょっと立ち戻って、最適評価の説明性の観点から質問させてください。

SFPの未臨界評価というのは、燃料被覆管の周りに水分量が多いほど中性子が減速されやすくなるから、実効増倍率が高くなる、減速されやすくなり、実効増倍率が高くなるという意味で、パワーポイントの27ページぐらいにその説明があるかと思えます。

27ページの右下のところ、実験式による液膜厚さ（平均）と書いてあって、それで液膜をつけて、保守的に、厚い液膜をつけて、液膜が一様として存在するモデルで未臨界をする、これに関してはそうだなと理解はしています。

ただ、関西電力の学会の評価とかそこら辺を見ると、燃料被覆管の表面には液膜は筋状

で形成されるという発表もされておりました、文献にもそのようなことが記載されていると。

現在の液膜が均一に存在するモデルを最適評価として説明できるかどうか、しきれるかどうかというのは、今後ちょっと課題としては、まだ残っているんじゃないかなと考えています。すみませんが、事業者等の考え方を説明してください。

○関西電力（新村） 関西電力の新村でございます。

まず、おっしゃっていただきました、過去に我々が学会等で発表した試験の結果といたしますのは、スプレーヘッドによるスプレーまでの流量というところまでを、集合体の中に流入させまして、どれぐらい、どのような形態で水が落下していくかというところを確認したものでございます。

今回、放水砲などを用いて、大流量の水が入るところになりますので、状態としては、均一に液膜となった場合の厚さを設定しております。ただ、定性的には、筋状に落下するという仮定を置くよりも、燃料棒の周りに一様に水がつくと考えたほうが、その燃料棒から受けるせん断の抵抗の影響で液膜が保持されるという方向になりますので、筋状落下するという実態よりも、より保守的な状態にはなるのかなと思われま。

実態としては、その筋状落下というところは、なかなか、この中の流動というものを特定して、条件設定ができるということが非常に難しゅうございますので、今回、我々としては、厚めに液膜をつけまして、設定をしているという考えで設計しております。そちらについては、Takahama and Katoの式ですとか、28ページ目に記載しています、比較的新しい式をも包絡しているということで、保守性は保たれているのかなと考えてございます。

以上です。

○竹田上席審査官 規制庁の竹田です。

定性的には理解できるんですけども、実際に合理的な保守性を最適評価として、しているかどうかということに関しては、ちょっと、これだけだと説明が少し足りないような気がするので、今後、審査会合で結果を見た上で議論させてください。

以上です。

○関西電力（福原） 関西電力の福原です。

今の御指摘の部分につきましては、後日、本日のこの条件でのその解析結果をお示しする際に、改めて、この液膜厚さ部分の条件の保守性という部分については御説明させていただきたいと思っております。

○山中委員 そのほか、何かございますか。

○関調査官 規制庁の関です。

今日ここまでの議論から少しまとめさせていただくと、この審査会合、ずっとその条件設定表のほうを、まずは固めましょうということで、ここ数回、審査会合をしてきましたけれども、今日の会合をもって、条件設定表については、お互いに共通の理解に至ったのかなというふうに考えておりますので、まずはこれで条件設定表のほうに従って解析をしていただいて、次回の審査会合のほうで、その結果を説明していただきたいというふうに考えています。

それから、先ほど竹田からありました、最後のその最適評価の説明性ですね。これについては、最終的な判断に至るまでに整理されるということで、この条件設定表とは別にできると思っていますので、並行して作業を進めていただきたいというふうに考えています。

私の考えは以上でございますが、関西電力のほうからは何かございますか。

○関西電力（近藤） 関西電力の近藤でございます。

ありがとうございます。今、関さんからお話がありましたように、今回の会合におきまして、その未臨界性の評価の設定表というものについて、ある程度合意ができたということでございますので、これを基にいろいろと解析を進めさせていただいて、それを今後、御議論させていただきたいと考えてございます。

以上でございます。

○山中委員 そのほか何か、双方、確認しておきたいことはございますか、よろしいですか。

関西電力側からは何かございますか。

○関西電力（近藤） 関西電力、近藤でございます。

特にございません。

○山中委員 よろしいでしょうか。

それでは、これで議題の1を終了いたします。

ここで一旦中断し、15分後に再開したいと思います。15時25分再開ということにします。

（休憩）

○山中委員 それでは、再開いたします。

次の議題は、議題2、関西電力株式会社大飯発電所3号炉及び4号炉の設計及び工事の計画の審査についてです。

それでは、資料の説明についてお願いいたします。

○関西電力（近藤） 関西電力の近藤でございます。

本日は、2021年8月26日に実施いたしました大飯3,4号機火災感知器増設に係る設計及び工事計画認可申請の審査会合で賜りましたコメントに対し、コメントの回答を実施させていただきます。

御説明は、お手元資料2-1、2-2にて説明させていただく形で進めさせていただきます。

それでは、説明のほうをよろしくお願いいたします。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

ただいまより、資料2-1を用いまして、放射線量が高い場所を含むエリアの感知器設計に係る技術基準規則への適合性についてということで御説明させていただきます。

本件につきましては、冒頭にご説明するように作業員被ばく等の観点から、高放射線環境下において使用可能な感知器を消防法施行規則に定めた方法と同等の方法で設置することができない箇所が4か所ございます。その感知器設計について、技術基準規則への適合性を説明するものでございます。

最初に、1.としまして、これまでの経緯をまとめさせていただいております。

(1)です。放射線量が高い場所を含むエリアの設定と整理についてというところでございます。

本申請におきましては、火災防護の審査基準の改正によりまして、消防法施行規則又はそれと同等以上の方法で感知器を設置するという要求事項が明確化されました。再稼働時の設工認がございますが、そこで設定いたしました火災区域及び火災区画について、本申請では、消防法施行規則に基づき壁や天井部の梁等を考慮した感知区域に細分化いたしまして、それらについて、消防法施行規則に定められた方法と、又はそれと同等以上の方法で異なる2種類の感知器を設置する設計としてございます。ただし、今、感知区域に細分化したと申しましたが、技術基準規則側への適合性の説明に際しましては、感知器の設置箇所を名称で識別する等、説明性向上という観点から複数の感知区域というものを、小部屋でありますとか天井高さの違い等を考慮してグループ化いたしまして、エリア（感知区画）という形で定義してございます。この後、エリアという言葉が出てまいりますのは、こういった小区画をエリアとしてグループ化したものを指してございます。

次に記載してございますのは、管理区域内の放射線量の高い場所において、これまでの審査会合で感知器が故障する知見があること、加えて、感知器の設置・保守の際の作業員

の被ばくが懸念されるといったことがございました。それに対して設計上の考慮を行うために、保安規定、及びその下部の諸元規定になりますが、にて、区分3と我々は呼んでおりますけれども、1mSv/hを超える可能性のある区域、こういったところを放射線量が高い場所を含むエリアということで設定をいたしまして、そのエリアの放射線量を考慮した設計を行うといたしました。

具体的にはということで下に書いてございますが、①～⑪までの11のエリアが区分3に分類されるということで、それぞれについての設計を考えてまいりました。

2ページ目をお願いいたします。2ページ目の上には、先ほど申しあげました審査基準で要求される区域、火災区域と火災区画、そして、それを細分化したエリアというイメージ図で示してございます。

それでは、その下の(2)でございます。高放射線環境下における感知器の設計についてということなのですが、先ほど申しあげました感知器の過去の故障実績とか、原因調査等々によりまして使用可能な感知器の種類といったものは選定することができます。しかしながら、各エリアの干渉物の状況でありますとか設置・保守等を考慮しました場合に、作業員の被ばくの観点というものがございます。電離放射線障害防止規則の、「事業者は、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするように努めなければならない。」とございますので、我々としても、これを出来得る限り被ばく低減を考慮して設計することとしました。

その結果でございますが、①、②と列記しておりますけれども、七つのエリアにつきましては、遮へいの設置でありますとか線源の移動という工夫をもちまして、消防法施行規則又はそれと同等以上の方法により異なる2種類の感知器を組合せて設置することが可能であると、今回のバックフィットの要求どおりの対応は可能であるということを確認いたしました。

一方というところから、今回の四つの御説明になります。⑤の化学体積制御設備脱塩塔バルブ室、⑥の使用済燃料ピット脱塩塔バルブ室、⑨の使用済樹脂貯蔵タンク室及び⑩の炉内計装用シンプル配管室、この四つにつきましては、組合せとして、2種類の感知器の組合せは可能なんですけれども、先ほど申しあげました被ばくの観点で、設置・保守の際に個人被ばく線量が目安としている1mSv/日を超えるという観点、また、法令に定める線量限度を超過する可能性があるということ、加えて、設置・保守における集団被ばく線量という観点で見た場合に、大飯3号機、4号機の年間の被ばく線量を超えることが、結果が

得られております。

以上のことから、この⑤、⑥、⑨、⑩の四つのエリアにつきましては、消防法施行規則又はそれと同等以上の方法により異なる感知器を組み合わせて設置するということが適切ではないと考えまして、別の方法によって感知器を設置し、可能な限り被ばく線量を低減させることが望ましいと考えるに至りました。

今申し上げた四つのエリアにつきましては、3ページ目と4ページ目に、それぞれ図示をさせていただいております。ピンクでハッチングしております箇所が、そのエリアを含む火災区画を指してございます。その中で、青で枠囲みしたところが、今回の⑤、⑥、⑨、⑩のエリアといったところを指してございます。

5ページ目をお願いいたします。これまでの経緯の、そういった経緯を踏まえまして、5ページ目では、2.としまして、技術基準規則への適合方針ということで整理をさせていただいております。

まず、(1)としましては、今回の火災防護審査基準の改正点と、この四つのエリアでの対応といったものについて整理をしてございます。

枠囲みで、火災防護審査基準の改正後の抜粋ということで、火災の感知と消火、2.2ですね、その中の2.2.1のところについて記載をしてございます。この要求事項の中で、(1)火災感知設備には①と②の要求事項がございしますが、今回のバックフィット要求によって明確化された事項については赤囲みをしてございます。②の感知器については消防法施行規則23条4項に従いと記載のある事項が明確化されたということでございます。

先ほどまでの項で抽出されました放射線量が高い四つのエリアについて、この火災防護審査基準の感知に関する要求事項、①、②の基準要求を満足することができるかといったことについて、改めて次の6ページの第1-1表に整理をしてございます。

6ページをお願いいたします。6ページでございしますが、先ほどの感知器に関する設計上の要求事項として①、②がございしますが、①につきましては、従前からの要求事項、変更はございません。この観点につきましては満足してございます。

この表の右側の②でございしますが、消防法施行規則又はそれと同等以上の方法により設置しているかということにつきましては、この表の中で⑤、⑥、⑨、⑩の黄色でハッチングしております点、ポイントのところ、これについて作業員の被ばくの観点で消防法施行規則と異なる方法によって設置することが適切であると考えてございます。

その下に「このため」というところが、第2番目のパラグラフがございしますが、私ども

としては、実用炉の技術基準に関する規則の解釈、柱書を本件につきましては適用させていただきます。技術基準規則に照らして十分な保安水準を確保し、技術基準規則に適合させる方針ということで設計対応することといたしました。

(2)でございます。今、感知器に関する設計上の要求事項の変更点について確認をいたしました。(2)は、火災防護審査基準に基づく既工認の設計への影響についてということとまとめてございます。既工認においては、先ほどの感知という点とはまた別の要求としまして、火災の影響軽減対策というものがございます。

下に枠囲みで記載してございますが、2.3の火災の影響軽減の中に、影響軽減のための対策の設計の要求事項がございます。

7ページをお願いいたします。6ページからの続きで7ページに、その設計要求事項が枠囲みでございますが、その下の段に、今回の四つのエリア、⑤、⑥、⑨、⑩という四つのエリアがございましたが、そのうちの⑩の炉内計装用シンプル配管室、これは原子炉格納容器の中でございます。この原子炉格納容器につきましては、ケーブルが密集して設置されていることですか、あと、可燃物がない形での6mの離隔距離を確保するといったことが困難であること。また、原子炉格納容器内のデブリの観点から耐火壁とか、発泡性の被覆等を適用するということは難しいということがありまして、今ここで申し上げているのは、既工認での火災影響軽減の対応でございますけれども、その既工認では、原子炉格納容器内は火災防護審査基準とは異なる代替手段によって影響軽減対策を講じております。

具体的には、火災防護対象機器及びケーブル近傍の可燃物の火災感知器を設置することによって、それらに延焼するまでに早期に感知し、消火活動を行う設計としてございました。こういった内容につきまして、既工認の中では設計確認をしております。今回、格納容器の中について、感知器の設置を行ってまいりますが、この影響軽減の中で期待している感知器につきましては、既にこの確認された感知器で対応は取れるということとございます。既工認の設計から変更はございませんということと、今回のバックフィット要求につきまして、その設計の変更の必要はないということとございます。

続きまして、(3)でございます。(3)は、再稼働時の既工認、今、火災の影響軽減について触れましたけれども、火災防護全体について、既工認からの変更の有無ということについて確認をしております。この確認結果につきましては、次のページ以降に3枚ほど続きまして、第1-2表ということとまとめてございます。

ここで4エリアに着目して、それぞれについて確認しておりますが、下に下線を引いて

おりますけれども、この表で整理した結果、本申請は、審査基準の改正によって感知器の設置に関する要求事項を明確化されたこと、それに適合するように設計するということがございます。

その下に書いてございます事項は、一部、基本設計方針の記載を変更する箇所はありますけれども、それらはまとめ資料には記載している事項を反映して適正化するというものであって、あと、火災の発生防止でありますとか、消火、影響軽減といった要求事項には変更がないこと、また、この②の設置方法、この②といいますのは感知器の設置方法ですね。明確となった設置方法で設置した場合においても、既工認で確認されていた設計内容に影響を与えるものではないということが確認できております。

このことから、以上のことからということで書いておりますが、この後、申し述べます同等の十分な保安水準を適用する箇所という点につきましては、「火災の感知」における消防法施行規則の感知器の設置方法のみに絞られるということで、そこについて保安水準を定めるということでございます。

今、まとめ的な説明を申し上げましたので、8ページ以降をちょっと簡単に御説明いたします。

8ページを御確認ください。既工認における2.1の火災発生防止の観点で、⑤、⑥、⑨、⑩の各エリアが、どういった設計要求事項になっているかということを取りまとめてございますが、感知器等は独立した設計であり、今回の見直しによって変更はないということを確認してございます。

9ページをお願いいたします。9ページは、2.2の火災の感知・消火に関するところでございまして、この中で黄色で網かけしている点がございます。2.2.1の②の、今回のまさしくバックフィット要求で明確化された感知器の設置に関する要求事項ですね、この部分につきましては、⑤、⑥、⑨、⑩ともに変更がございまして、今回、新規に審査いただいていると、そういった内容でございます。その他の事項につきましては、設計を変更するといったものはございません。

10ページをお願いいたします。10ページは2.3ということで、火災の影響軽減の観点でございまして。先ほど、火災の影響の軽減につきましては少し触れさせていただいたんですが、この2段目の(2)の右側の⑩の炉内計装用シングル配管室というところに書いてございますが、格納容器内の火災影響軽減対策というところでは、影響軽減対策を従前から考慮しておりますが、それは、この⑩番のエリアの外に設置している感知器に期待しております

して、この今回のシンプル配管室の感知器を設置することによって変更するものではないということでございます。

また、加えまして一番下の段、2.3.2の火災影響評価につきましても、こういった影響軽減対策等が講じられていることに、内容に変更を伴うものではないということでございます。

以上が、既工認における火災防護設計を、今回、バックフィットの保安水準を適用するに当たって変更する必要があるのか、ないのかといった点を確認した結果でございます。

11ページをお願いいたします。11ページは、3.として、以上の整理を踏まえまして、感知器の設計において確保すべき十分な保安水準といったものについて整理してございます。

2段目のパラグラフに、審査基準の「安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。」といったことを受けまして、既工認においては、それと同じ旨の早期の火災感知を行う設計とすることとしております。

一番下の段に書いてございますが、このことから、今回の消防法施行規則の設置方法を満足できないエリアの感知設計において、確保すべき十分な保安水準というものは、「火災区域又は火災区画において火災防護上重要な機器等に対する火災の影響を限定できるよう、対象エリアで発生する火災を異なる種類の感知器を組合せて早期に感知できること。」、このように私どもは定義をいたしました。この保安水準というものの定義を踏まえまして、先ほど来、申し上げます四つのエリアについてのそれぞれの感知器の設計というものがございます。

12ページをお願いいたします。12ページは4.ということで、それぞれの四つのエリアについてのそれぞれの設計についてまとめてございます。(1)に⑤、(2)に⑥、(3)に⑨、(4)⑩という形でそれぞれのエリアごとに説明しておりますが、この四つのエリアは大きく分けて二つの設計の対応となっております。

(1)、(2)、(3)に書いておりますエリアですね。このエリアが一つの設計対応ということになっておりまして、あともう一つが(4)に書いておりますシンプル配管室という設計対応になります。この二つの設計対応について、まず(1)のほうで御説明をいたします。

(1)⑤の化学体積制御設備脱塩塔バルブ室ということでございます。脱塩塔がありますので線量が高いということになるのですが、そのエリアの中の開口部とか空気の流れを考慮しまして、感知器の組合せとしては、アナログ式の煙と熱を放射線量が低い排気ダクト

内に設置することによって、ダクトにおいて早期に火災を感知するという設計でございます。

なお書きで書いておりますが、この感知の考え方は、排気ダクト内とエリアがほぼ同じ温度、煙濃度になるということから、エリア内に消防法施行規則どおりに設置した場合とほぼ同等の早期感知が可能であると、このように考えております。この点につきましては、後ほど資料2-2でも御説明をさせていただきます。今申し上げたような設計対応が、(2)、(3)につきましても同じ考え方でございます。

もう一つの考え方と言いますのが(4)でございます。炉内計装用のシンプル配管室でございまして、こちらにつきましては、先ほどまでの排気ダクトに設置するというのではなくて、異なる感知方式の組合せとして、エリア内にアナログ式でない熱感知器、放射線量が低いエリアの入り口付近にアナログ式の熱感知器とアナログ式の煙感知器を設置しまして、加えて、そこからの空気の流れを考慮して、この空気の流れの行き先でありますループ室内に感知器を、アナログ式の煙感知器を兼用することによって、早期に火災を感知すると、そのような対応を取るということでございます。

ここでは、なお書きとして書いておりますけれども、エリア内で火災が発生した場合に、まず熱については、エリア内のアナログ式でない熱感知器で感知が可能であると考えておりまして、一方、その煙につきましては、ループ室のほうの感知器に期待するわけでございますが、ループ室の火災防護上重要な機器につきましては、LOCA時の耐環境性等で気密性を有しておりまして、悪影響がないということも確認してございます。

そういったことで兼用することによって、早期に感知して、既工認で設計しておりますが、消火要員による、その感知をキックとして、消火要員による消火とか、原子炉格納容器のスプレイ設備による消火活動を行うことによりまして、火災区画内、これは原子炉格納容器を指しますが、火災の影響を限定することが可能であると、このように考えてございます。

では、今の二つの例を申し上げましたが、その点についてももう少し詳しく記載した資料を後ろに付けてございます。13ページをお願いいたします。

13ページは、先ほどの(1)の⑤と⑥の脱塩塔に関わる部屋のイメージでございます。第1-3図を御覧いただきますと、ピンクでハッチングしました箇所が線量が高いエリアを指してございます。この中には、感知器を設置することが適切ではないと考えましたので、線量の低い排気ダクトに設置することによりまして感知しようという考えでございます。

そのイメージは、第1-4図、並びに第1-5図で、空気の流れも含めて記載してございます。

14ページを御覧くださいませ。b. で早期の火災感知に関する評価ということで、空気の流れ等を考慮して、排気ダクトで感知できるといった旨をこちらのほうでは取りまとめてございます。

この中で、「従って」以降に記載しております、第2段目のパラグラフに記載しておりますが、エリア内で発生した煙と熱が最初は天井に蓄積されますが、ダクトに持続的に流入されて、同じ濃度になって感知できるといったこととございます。この点につきまして、感知性能等につきましては、この後の資料の2-2で詳細な確認結果を御説明させていただきます。

この設計によりまして、ダクト部においても早期に感知することが可能であり、初期消火活動につなげることによって影響を限定できると。定義しました十分な保安水準は確保できていると考えてございます。

17ページをお願いいたします。17ページは、設計として二つ、大きく分けて二つと申し上げたほうの2点目でございますが、⑩の炉内計装用シンプル配管室でございます。先ほど口頭で感知器の設置について御説明しましたが、18ページを御覧くださいませ。18ページのほうにシンプル配管室の中にアナログ式でない熱感知器を設置するという。あと、その左側やや上のほうに、入り口部分にアナログ式の煙と熱感知器を設置するというのを記載してございます。

また、この空気、シンプル配管室の空気の行き先であります先には、19ページに示しておりますが、ループ室がこの空気の流れる行き先でございます。このループ室のほうで、上のフロアに上がってきました煙をアナログ式の煙感知器で感知をするといった考え方でございます。

この早期感知に関する評価につきましては、この19ページのb項にまとめてございます。先ほど申し上げましたように、アナログ式でない熱感知器と、このループ室の煙感知器を兼用することによって、早期感知が可能であるということで考えてございます。

21ページをお願いいたします。6. ということで、これまでの設計を踏まえまして、基本設計方針にどのような考え方で記載するかということをお願いいたします。

本申請における基本設計方針の記載事項ということで、先ほど十分な保安水準の設定というところにつきましては、下線を引いた箇所に十分な保安水準ということを記載させていただいております。その下、中略を挟みますが、ハ項ということで、放射線量が高い

場所を含むエリアについての基本設計方針の記載について、こちらに取りまとめてごさいます。

それ以降の資料は、22ページは、感知区画の定義についてという資料でございまして、23ページ以降は、再稼働時の基本設計方針と本申請における基本設計方針の変更点について説明した資料、整理したものを後ろにつけさせていただいております。

それでは、ただいままでの説明が十分な保安水準を設定して、技術基準規則に適合するという方針の説明でございました。

引き続きまして、資料2-2を用いまして、感知の性能等に関する説明を弊社竹田のほうから説明させていただきます。

○関西電力（竹田） 関西電力の竹田でございます。続きまして、資料2-2をお願いいたします。

今ほど説明のありました⑤、⑥、⑨の各エリアの排気ダクト内に設置する火災感知器の感知性能につきまして説明します。

まず、資料の2ページ目をお願いいたします。ここに(3)としまして、排気ダクト内設置における感知性能及び誤作動の防止につきまして説明しております。排気ダクト内に設置する火災感知器のうち、まずアナログ式の煙感知器の感知性能について説明します。

今回、感知器を設置する排気ダクト内の空気の流れは、⑨のB使用済樹脂貯蔵タンク室が最大の風速となります。エリア内での火災の発生を想定した場合、開口部や排気ダクト以外はコンクリート壁で囲まれた閉空間であり、煙の逃げ場所はなく、また、開口部から排気ダクトへ向かう空気の流れを考えると、エリア内上部に蓄積しました煙は、排気ダクト内に流れ込むことから、エリア内と排気ダクト内はほぼ同じ濃度になるというふうに考えられます。

煙感知器内部の検煙部に流入した煙粒子による散乱光の量から煙濃度を判定し、発報するという、煙感知器の動作原理より、風の流れがある排気ダクト内におきましても、煙感知器の動作閾値以上の煙粒子の流入があれば、感知は十分に可能であるというふうに考えてございます。

以上の評価の根拠の詳細を説明いたします。まず、火災発生時におけるエリア内と排気ダクト内の煙濃度の同等性につきまして、参照した文献といたしまして、消防技術安全所報45号（平成20年）及び48号（平成23年）に出ております「最適な排煙手法の検証」の論文がございまして、建屋区画の開口部の位置と送風機の位置を変化させた場合の排煙効果を

実験により検証したものになります。この論文の中で、⑤及び⑥と排気ダクト及び開口部の位置に近い区画2と3の実験結果が文献の図6、本資料の14ページ目に示されてございます。この結果から、上部の外向き送風におきまして、天井付近の煙濃度が実験開始、火災発生から1分後には上昇が緩やかになりまして、2～3分後から急速に低下しているということが、このグラフから分かります。これは、送風機により煙が外部に廃棄されているということを示しているといったことが、ここから分かります。

また、⑨のエリアにつきましては、吸気口が天井面にあり、⑤、⑥のエリアとは異なりますが、吸気口は排気ダクトから●●（不開示情報）m以上離れているということ、吸気は天井のコンクリート蓋の隙間から吹き出す形となっており、火災による煙はタンク上部にて攪拌された後、排気ダクト内に流入するものと考えます。

使用済樹脂貯蔵タンク室、⑨のエリアの吸気口、あと排気ダクトの配置を別紙2としまして、本資料18ページ、19ページに示してございます。

以上より、エリア内で火災が発生した場合、最初は煙が天井付近に蓄積されるのが、短時間のうちに火災で発生した煙がそのまま排気ダクトに流れ込み、エリア内と排気ダクト内はほぼ同等の煙濃度になると言えます。

続きまして、3ページ目をお願いいたします。次に、風の流れがある条件下での煙感知器の感知性能についてです。防災メーカーの出している資料としましては、0.2～0.4m/secでの作動試験を行っておりますが、今回、設置予定の排気ダクト内の風速を超える環境での試験は実施しておりません。また、技術的な根拠となる論文等も見当たりませんでした。そのため、風の流れがある条件下での煙感知器の感知性能を定量的に把握するため、排気ダクト内へ感知器の設置を模擬したモデルにより、「火災報知設備の感知器及び発信機に係わる技術上の規格を定める省令」に定められております方法に準じまして、風速1、3、5m毎秒での実証試験を実施しております。

その結果につきましては、別紙4としまして、本資料の22ページ～24ページに示してございます。ここで行いました試験につきましては、省令に定める試験方法に対しまして、風速のみが異なる試験となっております。

その実証試験の結果、煙感知器の不作動試験、作動試験ともに判定基準を満足しており、風の流れがある排気ダクト内に煙感知器を設置した場合でも、風速5m毎秒以下であれば、煙感知器の感知性能に問題のないことを確認しました。

以上より、排気ダクト内に設置した煙感知器による火災の感知は十分に可能であり、誤

作動の問題もないと言えます。また、エリア内の放射線が最も高い使用済樹脂貯蔵タンク室において、煙感知器を設置する予定の排気ダクト内の放射線量を測定した結果、放射線量は十分に低いことから、放射線による感知器の故障、及び保守点検時の作業員の被ばくに問題のないことを確認しています。放射線量の測定結果は、同じく別紙2の20ページに示してございます。

続きまして、4ページ目をお願いいたします。次に、排気ダクト内に設置する火災感知器のうち、アナログ式の熱感知器の感知性能についての説明です。排気ダクト内の空気の流れ及びエリア内の環境条件は、煙感知器と同様でありまして、火災で発生した熱はエリア内上部に蓄積し、排気ダクト内に流れ込むことから、エリア内と排気ダクト内はほぼ同じ温度になると考えます。

熱感知器内部の感熱素子（サーミスタ）の温度による抵抗の変化特性を利用して、周囲温度の上昇を判定するという熱感知器の動作原理を考えても、風の流れがある排気ダクト内において熱感知器の動作閾値以上の温度上昇があれば感知は十分に可能であると言えます。

以上の評価根拠の詳細を説明いたします。まず、火災発生時におけるエリア内と排気ダクト内の温度の同等性です。⑤、⑥、⑨のエリアは、いずれも閉空間の小部屋であり、火災源から排気ダクトまでの距離が近いことから、一般的な事象の想定としまして、火災により発生した煙と熱は同じ空気の流れに乗って排気ダクトに流れ込むことから、熱についても、煙感知器で説明した煙の流れと同じ空気の流れに乗って排気ダクト内に流入し、熱風として持続すると考えられます。

ここで、火災力学ツール、FDTsにより仮置き可燃物1個、発熱量105.6kWの燃焼条件で、各エリアと同じ強制換気下におけるエリア内の温度上昇を評価した結果、エリア内風速の最大のB使用済樹脂貯蔵タンク室におきまして、天井付近の温度が1分後に約75℃、5分後に約87℃、10分後に約93℃と徐々に上昇する結果となりました。これは、火災により発生する熱量が排気ダクトから排出される熱量より大きいことを示しております。このFDTs解析結果につきましては、別紙3としまして、21ページに示してございます。

以上より、エリア内で火災が発生した場合、煙と同じように最初は天井付近に熱が蓄積されますが、短時間のうちにエリア内の熱が熱風としてそのまま排気ダクトに流れ込み、エリア内と排気ダクト内はほぼ同等の温度になると言えます。

次に、風の流れがある条件下での熱感知器の感知性能を定量的に把握するため、煙感知

器と同様のモデルにより、省令に定める方法に準じまして、風速1、3、5m毎秒での実証試験を実施しました。その結果は別紙4の25ページ～28ページに示しております。この熱感知器の試験につきましては、省令に定める試験方法に対して、風速及び風向が異なる試験となっております。その実証試験の結果、熱感知器の不作動試験、作動試験ともに判定基準を満足しており、風の流れがある排気ダクト内に熱感知器を設置した場合でも、風速5m毎秒以下であれば、熱感知器の感知性能に問題のないことを確認しました。

以上より、排気ダクト内に設置した熱感知器による火災の感知は十分に可能であり、誤作動の問題もないと言えます。熱感知器を設置する予定の排気ダクト内の放射線量につきましては、先ほど説明しました煙感知器と同様となります。

以上で、火災感知器の感知性能に関わる説明を終わります。

○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。

○岩野チーム員 規制庁の岩野です。

資料2-1、12ページのところに記載されています。資料2-1の12ページの(1)～(3)に記載されています⑤番と⑥番と⑨番のエリアの火災感知器の設計についてですけれども、関西電力は、当該エリア内とほぼ同じ温度及び煙濃度になる排気ダクト内に感知器を設置する設計方針としていて、その設計方針は火災防護審査基準の2.2.1の(1)の②番で規定している消防法施行規則どおりに感知器を設置した場合と同等の感知性能を満たすことができるということについては理解いたしました。

そのように説明されるのであれば、その設計方針に合わせて、⑤番と⑥番と⑨番のエリアの火災感知器の十分な保安水準の定義は、消防法施行規則どおりに設置した場合と同等の感知性能を満たすことと変更してください。

それから、その十分な保安水準の定義を基本設計方針及び説明資料に反映させてください。

関西電力のほうは、御理解いただけますでしょうか。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

ただいま御指摘いただきました点、⑤番と⑥番と⑨番につきましては、私どもは排気ダクトで感知できることが、消防法施行規則と同等の水準で早期に感知できるという設定としてございますので、先ほど11ページでは、保安水準の定義は、一つの保安水準の定義とさせていただきますが、今おっしゃる点も理解できますので、⑤と⑥と⑨につきましては、消防法施行規則と同等の水準で火災を早期に感知できるといった趣旨で、保安水準を

設定すると、そういったことで⑩とは違う水準とすると、そのように理解をいたしました。
○岩野チーム員 規制庁の岩野です。

続きまして、資料2-1の7ページの二つ目のパラグラフの1行目のところをお願いします。
この二つ目のパラグラフの1行目のところですが、本申請において、2.2.1(1)火災感知器の②の要求事項を満足するよう感知器の配置設計を行うとありますが、⑩のエリアの煙感知器の設計についても消防法施行規則どおりに設置した場合と同等の感知性能を満たすことを説明しようとしているのでしょうか。それとも、先ほど説明されていたように、火災の影響を火災区画内に限定できることを説明されようとしているのか、ちょっとどちらか説明してください。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

まず1点、この点につきましては、記載が適切ではなかったかと、分かりにくい表現となっていたという点でお詫びをしたいと思います。

この6ページ～7ページでの説明は、2.3の火災の影響軽減対策において原子炉格納容器の影響軽減対策で既に考慮している事項、そこで二つの感知器が設置してあって、その設計内容の変更がないということと、既工認の設計内容に影響がないということを御説明したかったということがこの趣旨でございます。軽減によって影響は限定できるといった、先ほど後者でおっしゃっていただいたほうが説明したかった趣旨でございます。

ここに1点記載しましたのは、今回、格納容器の中にも異なる感知器の追加設置を行うんですけれども、従前から影響軽減の観点で設置されている感知器については、既に審査、確認いただいております。変更はございませんと、そういった旨を記載したかったものでございます。誤解を招く表現であったので、その点をお詫びいたします。

○岩野チーム員 規制庁の岩野です。

承知しました。では、資料を修正してください。

続きまして、この⑩番のエリアで煙が優先して感知されるような火災が発生した場合に、どのような論理で火災の影響を限定しようとしているのかというところについて、もう少し詳しく説明してください。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

⑩のエリアにつきましては、まず最初に12ページを御覧くださいませ。12ページの4.の実際のそれぞれのエリアの設計の対応が記載してございますが、(4)の⑩の炉内計装用のシンプル配管室として、異なる感知方式の組合せということで、アナログ式でない熱感知

器をエリア内に設置すること、加えまして、エリアの入口にアナログ式の熱感知器、アナログ式の煙感知器を設置し、さらに空気の流れを考慮して、ループ室の感知器を兼用して、そちらの煙感知にも期待をするといったことを記載しました。

まず、この一連の感知によりまして、早期に感知ができるというふうに考えてございまして、その下の最後の3行に書いておりますが、既工認の設計による消火要員による消火、原子炉格納容器スプレイによる消火活動を行うといったことが、この感知をトリガーとしまして、対応を行うことによりまして、火災区画内に影響を限定することができると考えております。これがまず1点でございます。

あと加えまして、先ほど7ページで火災の影響の軽減についても少し触れさせていただきました。これは、既工認で御確認いただいた内容で変更しているものではございませんが、既に設置されている感知器によりまして、火災防護対象機器並びに火災防護対象ケーブルの近傍の感知器はそれらの火災を早期に感知することによって、影響軽減が行われるということ、これについては、今回変更を伴うものではなくて、それは既に確立されていると。こういったことによりまして、今回の10番のシンプル配管室の感知器の設計によりまして、火災の影響は限定できると、そのように考えてございます。

以上でございます。

○岩野チーム員 規制庁の岩野です。

今、説明いただいた早期に感知できるというところについて、少し足りないと考えているところがありまして、審査チームとしては、兼用するループ室の煙感知器が⑩番のエリアと同一の火災区画にあるという、このことから当該火災区画外に火災の影響が及ぶ前に火災の発生が感知できるので、感知して消火活動につなげることによって、当該区画内に火災の影響を限定できるというふうに考えています。

この点について、関西電力のほうは考えを教えてくださいませんか。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

今おっしゃっていただいた点は、すみません、逆にこちらが言葉足らずというか、説明足らずであったかと思えます。おっしゃっていただいたとおりでございまして、4ページを御覧いただきますと、4ページには原子炉格納容器をピンクのハッチングをしてございまして、⑩の箇所は青の枠囲みとしてございまして、その先にはループ室もあるわけでございますが。これらピンクのハッチングが一つの火災区画となっておりまして、その同じ区画の中で青の今回の⑩のシンプル配管室、そして、その行き先であるループ室も含めて、

同じ区画の中の感知器によって早期に感知ができて、この中で、格納容器の中で火災の影響を限定できるといった考えでございます。ですので、先ほどおっしゃっていただいた御理解のとおりで結構でございます。

○岩野チーム員 規制庁の岩野です。

それでは、そのことが分かるように資料に反映させてください。

私からは以上です。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

今、⑩番の御指摘いただいた点につきましても、きちんと資料に反映させていただきま

す。

○守谷火災室長 原子力規制庁の守谷でございます。

資料2-2の関係で確認でございます。前回、審査会合の席上で、⑤、⑥、⑨に関しまして、ダクト内に感知器を設置することで、必要な感知性能を確認できるかどうか説明してほしいということで指摘させていただいたことについての回答かというふうに思います。

文献ですとか、実験ですとか、そういったところで適切な感知性能が煙、熱ともに発揮できるということを確認したということで概ね理解いたしました。そのような理解でよろしかったでしょうか。

○関西電力（吉沢） 関西電力、吉沢でございます。

今、守谷さんのおっしゃった理解で、こちらも考えておりまして、その理解で問題ございません。

○守谷火災室長 原子力規制庁、守谷でございます。

内容について、概ね理解いたしました。

以上です。

○山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことはございますか。

○鈴木主任審査官 原子力規制庁、鈴木です。

資料2-2の中で、今回の⑤、⑥、⑨のエリアに対して、排気ダクトに感知器を設置することに対して、故障の観点で放射線の影響を受けないような線量率になっていることを確認したというふうに説明がありましたけれども、資料2-2の18ページには、線量率が非常に高いエリアである使用済樹脂貯蔵タンク室のイメージ図が書いてあります。線量を測定した結果、現時点で低いということは理解したんですけれども、それが貯蔵タンクの液位によって、線量率が急激に高くなってくるようなことがあったりすると、感知器がやっぱ

り故障してしまうですとか、それから、設置のときはいいにしても、保守のときにやっぱり被ばくが高くなってしまいうということが考えられなくもありませんので、その辺のところはしっかりと確認をして、今回の設計工事を進めていただくようにしてください。

私からは以上です。

○関西電力（吉沢） 関西電力、吉沢でございます。

今、鈴木さんの御指摘の件ですけれども、現場で排気ダクト内の放射線量を実測しておりますけれども、AとBのタンク室がありまして、実際に放射線量が高いBのほうの排気ダクト内で実測しております。

Bのタンクにつきましては、既に満杯状態になりまして、これがMAXの状態でございます、その状態でも放射線量が十分低いということで、感知器の性能、あと保守、点検には問題ないというふうに考えてございます。

Aについても、今後、液の上昇があったとしても、放射線量は十分に低い状態が続きますので、問題ないというふうに考えております。

○鈴木主任審査官 規制庁、鈴木です。

今の説明は理解しました。

以上です。

○山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことはございますか。

○関調査官 規制庁の関です。

ちょっと今日の議論をまとめる前に一つだけ、今日の議論の整理をする前にちょっと一つ確認をさせてください。12ページ目のところで、感知器の設計で、岩野もちょっと質問をさせていただいたかと思いますが、⑤番、⑥番、⑨番の部屋については、説明内容については理解をしたんですけれども、12ページの例えば(1)のところで、なお書きのところなんですけれども、なお書きのところ、排気ダクト内とエリア内はほぼ同じ温度及び煙濃度になるという説明をされていて、これは確かに、後ろの説明を読んでいて、この場所につけるのであれば、設置することであれば、同じ温度、煙濃度というところについては私も理解をするんですけれども、感知器の設計というところから考えて言うと、やはりそういう場所に設置するという、こういう同じ温度、濃度になるところに設置するというのが設計要件だというふうに私は考えているんですけれども、関西電力の認識として、ちょっとそこが合っているかどうかというのを確認を取らせてください。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

ただいま御指摘いただきました点、12ページですね。あくまでもその排気ダクト、エリア内と同じ温度、煙濃度になるようなことを考慮して、排気ダクト内でしかるべきところに、適切な箇所に設置するといったことが、設計要件であるということは、御理解のとおりでございます。私どももそのように考えてございます。

○関調査官 規制庁の関です。

分かりました。それであれば、私も共通の理解になりました。

それで、一応、今日、議論させていただいたところで、懸案となっていた四つのエリアに関して、関西電力が放射線量を理由に消防法施行規則どおりとは別の設計にすることに關しての一定の技術的な説明は共通になったというふうに私たちも理解をしています。

それで、事務局としては、ここで説明されたことは理解をしたんですけども、やはりもともとの申請内容からすると、大分様変わりをしているところがありますので、私たちとしては、共通的な理解になったと理解をするので、一度補正をしていただいて、書類のほうを一式提出していただきたいというふうに考えておりますが、関西電力のほうの考えをお聞かせください。

○関西電力（牛島） 関西電力、牛島でございます。

まずは、補正が必要であるということは承知でございまして、そのとおりだと理解してございます。

加えまして、先ほど御指摘いただきましたように、保安水準についても、⑤、⑥、⑨と⑩については、書き分けが必要であるといった点も御指摘いただきましたので、その点も反映した補正にする必要があると、そのように認識してございます。

以上です。

○関調査官 規制庁の関です。

それでは、一旦今日の議論を踏まえて、整理をし直して、補正をしていただくというところでお願いをしたいと考えております。

その上で、まずは事実確認をさせていただいて、ちょっと別の論点が出てくるようであれば、また議論が必要なのかなと思いますけれども、まずはちょっと事実確認のほうを事務局としては進めていきたいというふうに考えています。

以上です。

○山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことはございますか。よろしいですか。

事業者のほうから何か改めて確認しておきたいところはございますか。

○関西電力（近藤） 関西電力の近藤でございます。

特にございません。

○山中委員 よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題の2を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、11月18日木曜日、午前にプラント関係（公開）の会合を予定しております。

第1014回審査会合を閉会いたします。