

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第258回

平成27年8月4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258回 議事録

1. 日時

平成27年8月4日（火） 10:00～17:30

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

更田 豊志 原子力規制委員会 委員長代理

原子力規制庁

櫻田 道夫 原子力規制部長

青木 一哉 安全規制管理官（BWR担当）

山形 浩史 安全規制管理官（PWR担当）

忠内 厳大 管理官補佐

川崎 憲二 課長補佐

杉山 智之 原子力規制専門職

秋本 泰秀 安全審査官

池田 隆文 安全審査官

近田 啓 安全審査官

沼田 雅宏 安全審査官

西村 健 技術研究調査官

中部電力株式会社

涌永 隆夫 原子力本部 原子力部 設備設計グループ長（部長）

角木 孝暢 原子力本部 原子力部 設備設計グループ 副長

牛島 和哉 原子力本部 原子力部 設備設計グループ

名倉 孝訓 原子力本部 原子力部 運営グループ長（部長）

梶田 昇 原子力本部 原子力部 運営グループ 課長

竹山 弘恭 原子力本部 原子力部 安全技術グループ長（部長）

中国電力株式会社

山本 直樹 電源事業本部 専任部長（原子力管理）
桑田 賢一郎 電源事業本部 マネージャー（原子力設備）
中川 純二 電源事業本部 副長（原子力設備）
矢吹 祐一 電源事業本部 副長（原子力建設電気設計）
三浦 寛士 電源事業本部 専任係長（原子力建設機械設計）
田原 健太郎 電源事業本部（原子力設備）
神崎 直也 電源事業本部（原子力安全）
戸倉 直也 電源事業本部（原子力建設機械設計）
洞木 吉博 電源事業本部（原子力建設電気設計）

東北電力株式会社

小保内 秋芳 火力原子力本部 原子力部副部長
平澤 明彦 火力原子力本部 原子力部課長
菅原 清 火力原子力本部 原子力部副長
清水 敬輔 火力原子力本部 原子力部副長
芳賀 和美 火力原子力本部 原子力部（原子力設備）
岡田 和也 火力原子力本部 原子力部（原子力設備）
佐藤 寿樹 東通原子力発電所 総務課副調査役
森 建 東通原子力発電所 機械保修課

東京電力株式会社

川村 慎一 原子力設備管理部 部長
村井 荘太郎 原子力設備管理部 設備技術グループ 課長
平沼 巨樹 原子力設備管理部 設備技術グループ 副長
石井 伸拓 原子力設備管理部 設備技術グループ 副長
下迫田 隆太 原子力設備管理部 設備技術グループ
安藤 拓也 原子力設備管理部 設備技術グループ
大山 嘉博 原子力設備管理部 原子炉安全技術グループ 課長
板東 謙一 原子力設備管理部 原子炉安全技術グループ
渡邊 史紀 経営技術戦略研究所 技術開発部 熱流動技術グループ スペシャリスト

4. 議題

- (1) 中部電力（株）浜岡原子力発電所4号機の重大事故等対策について
- (2) 中国電力（株）島根原子力発電所2号機、東北電力（株）女川原子力発電所2号機及び東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所6・7号機の重大事故等対策について
- (3) その他

5. 配付資料

- 資料1 浜岡原子力発電所4号炉 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について
- 資料2-1 島根原子力発電所2号炉 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について
- 資料2-2 女川原子力発電所2号炉 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について
- 資料2-3 柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について

6. 議事録

○更田委員 それでは、原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第258回会合を開催します。

本日は、午前から午後にかけて、プラント関係重大事故等対策について。まず午前中は中国電力浜岡4号機、午後に入って中国電力島根2号機、東北電力女川2号機、東京電力柏崎刈羽6・7号機について、議論を進めていきます。

まず午前中、中国電力浜岡4号機、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について。説明を始めてください。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

資料のほうの御説明の順番でございます。資料1、浜岡4号炉の水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について。1ページめくっていただいて、目次でございます。ここの1の基本方針と2の水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備

ということで、この辺の基本方針まで含めて設備概要、設備仕様まで、大体30分～40分で説明した後、御議論させていただいて、その後、水素濃度評価という形で進めさせていただきたいと思いますので、よろしくお願いいたします。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

浜岡4号炉の水素爆発防止による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について、説明をしたいと思います。

資料をめくっていただきまして、1ページ、基本方針のところから説明をいたします。

まず、基本方針ということで、要求事項の整理ということで、ここでは設置許可基準規則の五十三条ということで、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備ということで、基準規則のほうを記載させていただいてございます。

2ページでございます。適合方針でございます。

我々の水素爆発の防止の対策としまして、まず、水素排出設備ということで非常用ガス処理系を使用することとしています。こちらの設備を使いまして、漏えいした水素、原子炉格納容器から原子炉建屋に漏えいした水素につきまして、放射性物質を低減しつつ、建屋外に排出するというので、建屋の水素爆発を防止できる設計という形で考えてございます。

次に、水素濃度計でございますが、監視設備としまして、原子炉建屋4階に水素濃度計を設置いたします。

それから、3番目、その他、水素対策の関連設備としまして、原子炉建屋ベント系、ウェル注水系というものがございます。こちらのほう、原子炉建屋ベント系ということで、万が一SGTS、非常用ガス処理系が使用できない場合ということを考えまして、建屋のベントをする。あわせて、放水をするというようなことで、放射性物質の拡散を抑制しつつ、建屋の水素を大気へ放出するというような設備がございます。こちらにつきましては、別紙-6というところに、設備の位置づけと、それから設備の概要について記載をさせていただいてございます。

ページめくりまして、3ページでございます。

もう一つの設備としまして、原子炉ウェル注水系ということで、こちらのほうは、原子炉ウェルに注水をするので、格納容器の頂部の過温破損を防止して、原子炉建屋への水素漏えいを抑制する設備というようなもので構成をしてございます。こちらのほうにつきましても、別紙-7ということで、その設備の概要について記載をさせていただいております。

す。

資料3ページの2番目になります。水素爆発防止による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備ということで、ここから設備の説明に移らせていただきます。

まず、2.1の水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する対策の基本方針ということで、こちらのほう、当社の基本方針ということに記載してございます。

まず、基本方針としましては、水素の発生を防止。それから、続きまして、格納容器からの水素の漏えいを防止。さらには、漏えいした水素を建屋外に排出するというような対策を実施することとしています。

ページの5ページの図を御覧ください。

ここでは、第2.1-1図ということで、水素対策における深層防護の考え方ということで、深層防護の3層、4層と関連させて水素対策というものを整理してございます。

まず、水素の発生防止ということで、炉心損傷対策を行って発生を防止するというところで、3層になりますけれども、非常用炉心冷却系でありますとか、重大事故対処設備の注水系を使いまして炉心損傷を防止します。それから、深層防護の第4層としまして、この図では、左側に格納容器の冷却関係、右側には建屋関係が記載してございますが、まず2番目には、格納容器からの水素漏えい防止対策ということで、格納容器の冷却強化対策というようなものを実施しています。格納容器代替スプレイ系、それからウェル注水系ということで冷却の強化、それから、その他としましては、格納容器のシール部の材料の変更というようなことで、格納容器から漏えいすることを防止するような対策を施してございます。

この対策をして、なお格納容器からの異常な水素の漏えいがある場合、そのような場合には、今度は格納容器からの水素の漏えい抑制の対策に移りまして、フィルタベントを使った格納容器から水素の排出というような対策を持ってございます。

資料の図の右側ですけれども、今度、建屋の水素対策ということでは、まず建屋の水素の排出ということで、非常用ガス処理系を使いまして水素の排出。非常用ガス処理系によって排出ができない場合は、先ほど御説明しました建屋ベント系による建屋外への水素の排出という、そういうことで水素対策、浜岡4号炉の水素対策全体をこのような形で考えてございます。

資料、ページ、6ページでございますが、ここで、格納容器ベントの判断、それから建屋ベントの判断について、イメージですが、記載をさせていただいてございます。

まず、格納容器のベントの判断というところの当社の考え方でございますが、資料に記載があるとおり、三つに分けて考えてございます。

まず1番目としましては、重大事故対処設備の機能が正常の場合ということで、これは、これまで御説明させていただいておりますとおり、格納容器の限界圧力でベントを実施するというような対策でございます。

それから、2番目につきましては、格納容器の破損を防止することができないと判断した場合、これは、重大事故対処設備の一部が、ちょっと機能が十分に果たしていないというようなことが想定されるんですが、このような場合には限界温度、格納容器の限界温度を目安にベントを実施するというようなことを考えてございます。

3番目には、格納容器からの水素の異常漏えいの兆候などを検知して判断する場合ということで、こちらにつきましては、プラントの状況であるだとか、そういうところによって検知するパラメータであるだとか、それから検知可能な判断基準だとか、そういうところが変わってきますので、そこを状況に応じたベント判断の検討というのが今後必要になってくるというふうに考えてございます。

水素に対しまして、具体的には、水素の異常な漏えいを直接検知できるということで、原子炉建屋の水素濃度計を使ってベントの判断をする。それから、水素の異常な漏えいへの可能性を検知ということで、こちらのほうにつきましては、プラントの状況によって格納容器のベントを実施する判断パラメータになるのでございますが、例えば放射線濃度であるだとか、それから格納容器貫通部のシール部、シール温度ということで、貫通部につきましては温度の上昇傾向を見まして、格納容器のベントの判断を実施するというのを考えてございます。こちらのほう、実際は、先ほども申しましたとおり、プラントの状況によって変わってきますので、その手順書ベースでの検討というのが必要となってくるかと考えてございます。

次に、建屋ベントの実施の判断ということで、二つ記載をしてございます。

まず、水素の異常漏えいというものが既に発生している場合でございますが、こちらのほうは、格納容器のベントというようなものを実施しますが、その後、格納容器ベントを実施しても水素の漏えいが継続する可能性があるということで、準備ができ次第、建屋ベントに移行するというようなこと。それから、2番目につきましては、格納容器からの水素の異常漏えいの可能性が継続している場合。これは、格納容器ベント実施後も、まだ異常漏えいというようなものの傾向があるというふうに判断する場合は、ある閾値をもって、

ここでは建屋水素濃度計というようなものの閾値をもって建屋ベントの判断というようなものを実施していくということで考えてございます。

このように、必ずしも監視パラメータがこの値になったらベントをするというようなことを決めるというのは、プラントの状況によっていろいろありますので、一つというところで決めるのは難しいんですけども、今後の手順の検討と合わせて、ここの辺りをしっかり検討をしていきたいというふうに考えてございます。

続きまして、ページ、7ページになります。設備概要でございます。

設備概要として、9ページの図を見ながら御説明をしたいと思います。

9ページの図では、原子炉建屋水素燃料防止系の系統概要図ということで、非常用ガス処理系の系統の概要を記載してございます。

まず、格納容器から漏えいした水素というところで、格納容器から漏えいした水素が原子炉建屋——これは原子炉建屋、左側の図面でございますが——から上がっていきまして、4階のオペレーティングフロアに水素が上がってございます。そこから非常用ガス処理系の吸気口を通じまして、非常用ガス処理系フィルタユニットというところで放射性物質を吸着して、排気筒の上部から排出するという、そういうところが非常用ガス処理系の系統概要でございます。

それからあと、左側の建物のところの4階のところに記載してございますが、水素濃度検出器ということで、検出器を2台設置して水素の監視をいたします。

資料10ページから、浜岡原子力発電所4号炉の配置図を記載してございます。資料をめくっていきますと、1階、2階、3階、4階という形で設備が記載してございます。2階面にはSGTS、非常用ガス処理系関係の機器が図のように配置されてございます。

資料13ページ、4階面でございますが、ここで非常用ガス処理系の吸気口、それから建屋水素濃度ガス、建屋水素のガス濃度計というものの配置が御覧になられると思います。

続きまして、資料の14ページでございます。設備仕様でございます。

水素排出設備として非常用ガス処理系を使いますが、その設備の構成としまして、非常用ガス処理ファン、それから空気乾燥装置、それから高性能粒子フィルタ、よう素フィルタを含むフィルタユニットというようなもので構成をしてございます。

非常用ガス処理系のファンは、原子炉建屋の二次格納施設の空気の50%を1日で処理する能力を持っていると。空気乾燥装置というものは、フィルタの湿分による放射能の除去効率の低下を防止するために、湿分除去装置と、それから電気加熱コイルを持った装置で

ございます。それから、フィルタユニットにつきましては、高性能粒子フィルタ、よう素フィルタを有しております、粒子状の放射性物質、それからよう素につきましては、99.9%以上の処理する能力を有しているということになってございます。

設備仕様につきましては、記載のとおり。ここから2ページぐらい、記載のとおりでございます。

それでは、別紙-2のほうをちょっと御覧ください。ページ、別紙2-1ページになります。別紙-2でございますが、ここでは、非常用ガス処理系設備の重大事故等時の健全性ということで整理をして記載してございます。

まず、電源でございますが、非常用ガス処理系設備の電源は、緊急時ガスタービン発電機と、それから所内125Vの直流電源から供給可能な構成をしております。それからあと、非常用ガス処理系の運転も、事故後約1時間～2時間で運転可能というふうになるということで、格納容器の漏えいが開始する前に、この非常用ガス処理系の運転開始が可能であるということで設備を計画してございます。

次のページ、別紙2-2には、有効性評価で使った一例として、有効性評価でのシーケンスを記載してございまして、ここでSGTS、非常用ガス処理系の起動が約1時間～2時間でできるということが確認できます。

ページ、別紙2-3でございます。非常用ガス処理系の温度条件ということで記載してございます。

非常用ガス処理系の最高使用温度ということで、空気乾燥機まで100℃、それから、その以降は140℃ということで、事故時、格納容器から漏えいしたガスを含むガスというようなものを処理することが可能でございます。

「また」以降でございますが、原子炉格納容器の漏えい率が10%の場合でも、二次格納施設の温度は66℃を超えないというようなことを評価してございまして、これは設計基準事故での環境条件を満足しているということで、動的機器である非常用ガス処理系のファンやモータというところでは機能維持は可能であるというふうに考えてございます。

ここは、当社の設備である緊急時海水取水系（EWS）、それから非常用ガス処理系のローカルクーラ等の冷却効果を考慮して評価をしてございますが、非常用ガス処理ローカルクーラ等を期待しない場合については、今、温度評価ということを実施中でございます。

続きまして、放射性物質の除去性能ということでまとめて記載してございます。

表2-1に非常用ガス処理フィルタユニットの高性能フィルタ、よう素フィルタの除去効

率を記載してございます。

ページをめくりまして、2-4ですが、処理空気入口の条件ということで、除去性能を満足するための入口の条件ということをごここでは記載してございます。別紙2-2の表で空気の入口条件というようなところを記載してございます。

ここでは、格納容器漏えい率10%の解析結果から46℃というようなところを評価をしてございまして、この別紙2-2表の処理空気の入口条件というのを十分満足しているというふうに考えてございます。

ここで、別紙-3に非常用ガス処理系のような素除去効率についてということで、資料を添付してございます。

別紙3-1でございまして、非常用ガス処理系のような素の除去効率の確認ということで、こちらのほう、よう素の除去効率ということで、よう素のフィルタの単体除去効率というのが、活性炭のフィルタの厚さ、これをベッド厚さというのですが、それと相関があるということで、当社のベッド厚さというのは15cmということで99.99%を確保できるというようなことで、設計上、設計されています。

それとあと、定期事業者検査におきましても単体の除去効率として99.9%以上というところを確認してございまして、総合除去効率が99.9%であることを確認してございます。

このページ以降、試験をやった条件であるとか、試験の結果であるとか、そういうところを記載させていただいてございます。

別紙3-4に移ります。別紙3-4で、よう素除去効率の温度、湿度の影響について記載してございます。

まず、温度影響につきましては、試験結果から一般的に200℃以上になると効率の低下が見られるというところですが、SGTS、非常用ガス処理系を使っている状況では150℃を超えることがないということで、高温の効率の影響というところは特に問題にならないというふうに考えてございます。

続きまして、湿度の影響でございますが、よう素フィルタは活性炭を使っておりますので、相対湿度の影響を受けます。高い湿度では、よう素除去効率が低下しということで、別紙3-3の図に実験データがございまして、相対湿度が上がるに従って効率は低下をしてございます。ただ、概ね90%以上ということでは、高い除去効率を確保できるということで、設備としては、ヒータにより70%以下の湿度で運転をしてございますので、除去効率は確保できるというふうに考えてございます。

資料、すみません、2-4に戻りまして――すみません、資料、別紙2-4ページです。今度は、フィルタユニットの放射性物質の保持容量というところをここで記載をさせていただきます。

まず、高性能粒子フィルタでございますが、こちらのほうの保持容量というのは2,000gということであります。重大事故時ということで、有効性評価の代表シーケンスで評価をしますと、別紙2-3の表に書いてございますとおり、フィルタに捕集されるエアロゾル量は約25gと評価してございますので、重大事故時においてもエアロゾルを十分保持できるというような容量があるというふうに考えてございます。

それから、資料2-7でございますが、次に、チャコールフィルタの容量の確認ということで、同じような評価を実施してございます。チャコールフィルタの保持容量は約1,000gということで、同様の評価をすると、重大事故時の保持される場所というのが35gと評価されますので、こちらのほうについても十分な容量はあるというふうに判断をさせていただきます。

それから、ページ2-9でございますが、非常用ガス処理系の水素爆発に対する考慮ということで、こちらのほうで、水素爆発の考慮というところを整理してございます。

まず、非常用ガス処理系ということで、当社の場合は、水素濃度が可燃限界未満の範囲において使用することが前提でございます。こちらのほう、先ほどの電源のほうで説明をしましたが、非常用ガス処理系というのは事故後速やかに起動が可能であるということで、水素漏えいが発生して可燃限界に到達する前に非常用ガス処理系を運転するということが可能でございます。

非常用ガス処理系というのは、運転中、濃度を監視しまして、濃度が、水素の異常漏えいがあるような場合には格納容器ベントを実施して水素の漏えいを防ぐというような形になります。それでも水素がまだ上昇してくるというような場合につきましては、建屋ベントということで対策をするということで、こちらのほう、そういうような対策で非常用ガス処理系は可燃限界未満で運転することが可能であるというふうに考えてございます。

それから、非常用ガス処理系では、加熱コイルを使用してございますが、こちらのほう、過熱防止用のサーモスタットがついていること、それから、水素ガスの着火温度というのが非常に高い温度であることということから、十分着火に対しても問題はないというふうに考えてございます。

資料、本文の17ページに戻ります。17ページでは、水素ガス濃度計の説明を記載してご

ざいます。

原子炉建屋の水素ガス濃度計は、触媒式というようなものを使いまして、2台設置するというので、配置は、18ページの設置場所ということで、上の図面に記載をしてございます。こちらのほう、中央制御室、それから緊急時対策所で監視ができる設計という形になっております。

18ページの下の図を御覧ください。

設置高さを記載してございます。水素濃度計、こう、建屋の壁に離れた形で2カ所配置してございまして、高さ方向、この資料に描いてあるとおりでございます。後ほど評価で御説明をしますけれども、この高さ方向につきましては、原子炉建屋オペフロで水素濃度は一様になるというふうに評価をしてございますので、この高さで十分監視が可能であるというふうに我々としては判断してございます。

それから、資料の19ページでは、附帯設備として、水素濃度計以外の計装・制御設備を記載してございます。

それから、20ページにつきましては、電源設備としまして、非常用ガスタービン、緊急時ガスタービン、それから所内125V直流電源から供給することが可能というようなことを記載してございます。

資料21ページでは、電源の構成図ということで記載をしてございまして、ここでは非常用ガス、緊急時ガスタービンから非常用ガス処理系へ電源が供給できることを示してございます。

設備の説明は以上でございます。

○更田委員　ここで1、2が終わったんですね。

ちょっと、中身的にどうしよう。順序立てて議論をしていきたいと思うんですけども、まず方針ですけども、説明を受けていて思ったのは、ちょっとなかなか、例えば悪意を持った破壊行為等に対して情報をあまり示したくないという観点からすると、これ、部分的には非公開で議論をさせてもらわないと難しいところがこれにはあるかなとは思っていますので、今日のところはちょっと公開で議論のできる範囲でということなんですけど、もともと、基本はまず格納容器、水素の漏えいに対して格納容器のどこを弱点と考えるか。特に浜岡4号機についてどこを弱点と考えるか。それから、漏えいした水素がどこに滞留していくかという、その水素の挙動に対して、中部電力がどう考えているかというのを聞いてということになると思うんですけど、これ、ちょっと先ほどの公開で議論できる限界と

のバッティングもあるので、そこら辺ちょっと、一旦、行きつ戻りつになるかもしれないけれども、それはどこかで聞いていくという形になると思います。

それから、じゃあ設備について話をしていくということで、SGTSと、それから水素濃度の測定ですかね、まず。まずはSGTSを使うというところについて議論をしていくということだろうと思いますけれども。

じゃあそれを踏まえて、質問、コメントありますか。

川崎さん——じゃなくて、一番向こうへ行きましょう。

○西村調査官 規制庁、西村です。

資料の順番に沿って、幾つか質問をさせていただきます。

まず、7ページになりますけれども、これ、確認になりますけれども、非常用ガス処理系の設備の設計の基準として、水素濃度は4%未満であるということがあるかと思えますけれども、これのまず根拠について、説明をお願いします。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

重大事故対処設備の非常用ガス処理系、SGTSの仕様ということで考えておりますのは、可燃限界ということでの4%以下ということで使うというようなところで考えてございますので、このような形にしてございます。

○西村調査官 今の基準ですと、13%という数字が一つあると思うんですけれども、それよりも下に可燃限界を下回るところで運用するということについては、何か考えがあるんでしょうか。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

BWRの二次格納容器の場合には、通常でもSGTSで引っ張って負圧制御をするというところで、PWRの格納容器のように、ある意味、密閉のしっかりとした容器ではない形になってございます。また、二次格納容器のところにブローアウト・パネル等もありますので、まず弊社としましては、格納容器が健全のうちにはSGTSで引っ張りながら、二次格納容器の健全を維持しながらというところだと、4%を超えてすぐ燃焼するとは考えておりませんけれども、万が一部分的にでも燃焼が起きたときに、じゃあブローアウト・パネルが開かないかとか、そういうことを考えますと、やはりここは一つ、4%のところに線を引きたいと思っています。

また、弊社は、先ほど御説明しましたように、後ろに原子炉建屋の、建屋のベントを使おうと思っておりまして、後ほど解析のほうで御説明いたしますけれども、SGTSが回って

いる状態で2%、3%を超えてくるというときには、何らか格納容器側のほうに、我々が想定している以上の漏えいが発生しているだろうというふうに想定されますので、その場合には、より、こう、閉じ込め機能は若干劣るんですけども、水素爆発を防止するという観点から、建屋ベントのほうに切り替えて、よりパッシブに、よりロバストに守ったほうがいいというところの判断がありまして、あるところの線引きでSGTSから建屋ベントに切り替えていくというのが弊社の考え方でございます。

以上でございます。

○西村調査官 了解しました。

次になりますけれども、13ページですね。非常用ガス処理系の吸い込み口の設置位置について記載があると思いますけれども、これについての考え方をちょっと教えていただけますか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

こちらのほうは、後ほどの解析の結果等に関連することになると思いますが、水素の対策という観点におきまして、ここの位置で吸い込み口があっても十分建屋内の水素が処理できるというようなところで考えてございます。

以上です。

○西村調査官 規制庁、西村です。

例えば、これ、吸い込み口の設置位置として、各フロアに設置したほうがより引けるんじゃないかという考えもあるかと思うんですけども、そういったことに関してどう解釈をされているでしょうか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

確かに漏えい箇所に近い場所で吸い込み口があった場合は、そこは吸えることになるかとは思いますが。ただ、今回、水素の漏えいがどこで発生するか想定ができないであるかどうか、そういうようなことを考えますと、やはり水素が上がってくるリアクタービルオペフロの4階面というようなところにこの吸い込み口があるというのは、まず妥当なところであるというふうに我々としては判断してございます。

○西村調査官 規制庁、西村です。

じゃあ、別紙の3になりますけれども、非常用ガス処理系のよう素の除去効率についてということで、試験の結果等々を示されておられますけれども、別紙3-2の表ですね。放射性よう化メチルの通気時間が時間単位で示されていますけれども、この時間と非常用ガ

ス処理系の使用が想定される重大事故時の条件との関係について、説明をお願いします。

○中部電力（角木）　ここで試験をやっているところでは、実験では2時間、それから使用前検査では1時間というような形で性能の確認をしてございます。ただ、こちらのほうは、この通気時間だとか、そういうようなところで変化するものではなくて、流速というところで言いますと、資料の2-7ページで示させていただいています。やはりよう素の吸着の保持量というところになると思ってございますので、こちらのほう、試験の時間というのはこの1時間なり、実験での2時間で十分というふうに考えてございます。

○中部電力（涌永）　すみません、中部電力の涌永でございます。

御質問の件は、多分経年劣化による影響かというふうに理解しました。

経年劣化による影響については、多分ウェザリングとかいう効果があると思えますけれども、これは、大気をチャコールベッドを通すことで、チャコールの添加剤等が劣化して、経年的に除去効率が落ちるということでございますが、それに関しても、今日ちょっとお示しできていませんが、実験データ等がありまして、1カ月程度であれば十分除去効率は維持できるという結果がございますので、これについてはまた別途整理させていただいて、御説明させていただきたいと思えます。

○西村調査官　規制庁、西村です。

了解しました。

○更田委員　要するにSGTSがちゃんと動かせるかどうか。あと、早く、割と早い時点から動かせるかどうか。可燃限界に至らない濃度ですっと引けるかどうかということと、それから、今、西村の質問にもありましたけれども、軽い気体だし、それから、拡散係数が大きいので、比較的濃度が一樣になるであろうというけれども、どこかに局所的に滞留しないかという懸念というのは考えられて、吸気口はオペフロから引いてはいるけれども、各階に、これ、通気性がよければ逆に構わないんだけど、各階に滞留するようないかどうかなんかというのを潰していくということであろうと思えますけれども。

その意味では、例えば監視も同じことであって、オペフロで2カ所、監視としているけれども、その他、もし滞留の懸念があるんだっただらば、そこに監視設備を加えるということはあるだろうと思うので、これは、建屋の詳しい構造と、それから区画がどうなっているかということだと思えますので、どこで確認する、どう確認したらいいのか、ちょっと、ここで一つ一つ確認というよりは別の形でということになると思えますけど、論点はそういったところであろうと思えますけれども。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

ただいま、更田委員のほうからお話のあったのは、この後、水素濃度の評価ということで、中小区画についても一部評価しているものもございますので、あとは基本的にオペフロにSGTSの吸い込みがあったとしても、建屋部屋間はダクト等でつながっておりますので、一応通気するラインはあるということで、今、考えております。

あと、中小区画の漏えい箇所をどうやって検知するかという話で、当社の6ページにいろいろ、当社が今考えている計画を列記してございますが、やはり中小区画で水素漏えいの雰囲気の変化を測定するというのは非常に難しいということで、それで検知した時点ではもう既に漏えいしているということで考えておりますので、ここで挙げてある③の格納容器貫通部のシール温度というやつを、これ、やはり我々としてはPCVの体制の中で御説明しましたけれども、そのシール部がリークポテンシャルとしては一番可能性が高いのではないかとこのように考えておりますので、その温度計を取りつけて、その温度上昇等を見て、改良EPDMにして200℃はもつようには設計は変えておるんですが、その辺で何らかの判断ができればというところの改善も加えておりますので、考えておりますので、この辺も含めて今後御議論をしていただけたらなと思います。

○更田委員 恐らく幾つかの代表的なシーケンスを考えてやって、そのときにどういう対処をとるかという議論で、重大事故等対策の有効性評価の中で、それぞれのシーケンスで見えていくときに、SGTSの起動についても、どのタイミングでというのは、これは評価結果とは無関係に、必ずしもMAAP、モデルプラントの解析でどうこうというのではなくて、こういったタイミングでCDSを起動するのか。

格納容器ベントに関して言えば、格納容器ベントをある程度時間を保持したい、維持したいという判断はどうしても入るので、そのときにSGTSはいつ使い出すのか。それは炉心損傷判断とのタイミングとの関係だと思うんですけども。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

有効性評価等で、今日つけています別紙2-2を開いていただきますと、ここで、有効性評価等でお示ししています、各、これはTQUVのRBVの破損というところでの例示をしておりますけれども、各炉心損傷するようなもの等につきましても、一番下のところ、これSGTSのところ、要員のところでも既に入れておまして、弊社としましては、当然、中操の救助性を含めてSGTSを回していくという戦略にしてございますので、SBOが発生した状況におきましても、GTGが自動起動して、まずは注水系のほうでウェル注水をした後にGTG

から6.9kVメタクラのほうを生かして、SGTSを生かしていくというところで、通常からシビアアクシデント領域に入った場合には、GTGを動かして、SGTSを動かしていくということでシーケンスを組んでございます。

○更田委員 今、竹山さんがおっしゃったシビアアクシデント状態というのは、必ずしも炉心損傷を指さないですね。

○中部電力（竹山） 指しません。この場合でも、当然、注水をし終わったらすぐ、DG等が生きていれば、そのままSGTSが動くと思えますけれども、そうでないときはGTGからやっていくということでございます。

○更田委員 では可能な範囲でさっさとSGTSを動かすということをおっしゃっているんだと思うので、ですと、論点は要するにちゃんとSGTSが立ち上がるかどうか。早く動きさえすれば、その後の推移で可燃限界に達するようなことはないだろうから、今の仕様でSGTSでいいだろうというのが主張——防爆仕様等々も考えないというのは、そういう思想ですね。

○中部電力（竹山） そういう思想でございます。

○更田委員 ですから、早く動いて、そのままちゃんと動くというか、機能維持の話だろうと思うんですけれども。

○中部電力（竹山） 今の見積もりですと2時間以内、1時間～2時間で動きますので、どれだけ早いシーケンスでも、炉心損傷して格納容器が上がってきて漏えいが起きる前には、SGTSは十分回していると。あと、更田委員がおっしゃるように、どのシーケンスで、どんなときでもある程度SGTSが期待できるかということだと思います。

○更田委員 で、何らかの理由で動かなかったらあけると、そういう。

川崎さん。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

ちょっと、聞こうとしていたことを最後に委員が聞いてしまったんですけど、要は、先ほどフィルタの能力という観点では、放出が想定される漏えいに対しては、あるシーケンスに対しては十分な容量があるので、連続運転は可能なんですと。

もう一回、同じことの繰り返しになるんですけれども、例えばこのSGTSの系統については、デザインベースでも議論があったとおり、例えばフィルタ部分が単一になっています。なので、何かフィルタの交換の必要が出てきたときというのは一旦止めると思うんですよね。問題ないうちに、またそれを交換して立ち上げると。

その最中と、仮に、そのフィルタを交換するとかでなくても、そこに何か、何かしらの問題があって、一旦止めなきゃいけないときも建屋ベントのほうを行うということでしょうか。

○中部電力（涌永） SGTSが何らかの原因で機能しないというのは、フィルタユニットも含めてですね、というときは、まずは、フィルタベントをまず優先的に実施するというところで、まず発生源を抑えるという形になりますけれども、即2Pdになって、FVはまずベントすると。それでもなお原子炉建屋の濃度が上がってくるようであれば、建屋ベントという形で今考えています。流れとしてはですね。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

今、フィルタベントをすぐ実施するという話なんですけれども、私が今聞いているのは、事象が起きると、すぐSGTSを回すと。それはなぜかという、早い段階から水素濃度が上がらないように、例えば漏れてきても上がらないようにずっと回し続けることが必要だと。その中で、SGTSを一旦停止しなければいけないような事象があった場合の話なので、そのとき、建屋ベントのほうはしないで、まず格納容器ベントに行ってしまうんですか。

○中部電力（涌永） それは、SGTSが何らかの原因で機能しないで、建屋の水素濃度が上がってきたというような状況で考えると、それは建屋の水素濃度の上昇を見て、建屋のベントのほうに移行する形になります。排出できないというような状況です。

でも、そのときは、当然、格納容器から水素が出てきている状態が想定されますので、それは当然、格納容器のほうのフィルタベントも実施するという形になろうと思います。

○更田委員 今の川崎さんの質問で、フィルタユニットが使えなくて、1系統の部分がだめになったときというののタイミングで、要するに炉心損傷後で水素が出てきているときだったら、今おっしゃるような判断なんだろうけれども、その1系統部分が調子悪くなるのがもっと早い時点だったときという質問だと思って聞いていたんですけれども、そのときにまた格納容器ベントにいきなり行くのかという。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

シビアアクシデント対応をしているときに、予定された機器が動かないときにどう考えるかということだろうと思います。

その辺りは、最終的に技術能力のところ等での御説明になろうかと思いますがけれども、当然、更田委員がおっしゃいましたように、水素が出てくるような前の段階で十分、すぐ代替注水ができて、炉心損傷が十分避けれている状態というときでございましたら、当然、

先ほど申しましたように、水素の監視、あと、弊社で追設を考えております漏えいポテンシャルがあるところの温度、またPCVの温度、圧力等を監視することによって十分PCVの健全性というのは確認できると思っておりますし、逆に、水素を発生するような状況になれば、格納容器から二次格に漏れてきてもリスクは高まることはないというふうに考えてございますので、そういう場合には、建屋ベントのほうは水素濃度を監視しながら、万が一上がったときということになろうかと思っております。

ただし、炉心損傷して、水素がたくさん格納容器の中にたまった状態において、SGTSが期待できないという状態ですと、先ほどからの御議論がありますように、PCVの中から漏れてきたものが二次格の中に局在化するとか、そういう場合があるかと思っておりますので、その場合にも、やはりなかなか判断基準は難しいと思っておりますけれども、PCVの中の温度、圧力や、先ほど申しました追設したところのリークポテンシャルを見ながら、または、監視可能であれば、建屋の中のモニタリング等を見ながら、漏れている可能性、もし水素がたまっている可能性があれば建屋ベントのほうに切り替えていくというふうに考えてございます。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

わかりました。要は、SGTSは、何らかの運転を一旦停止しなくなった瞬間に、脊髓反射的に止めるというわけではなくて、建屋の濃度なんかを監視しながら、そこは他のパラメータも参照しながら決めていくということで、理解しました。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

水素濃度測定設備のほうの質問をさせていただきますけれども、今、この全体の手順において、SGTSがちゃんと動いていたら、動いているということの確認、または、そのSGTSが動いていないときには、その次の建屋ベントのための判断、あるいはCVベント、建屋ベントのための判断として、水素濃度測定の結果が重要なわけですが、その水素濃度測定が、今、オペフロのみ、オペフロの2カ所のみであると。まず、それは、先ほどSGTSで引く部分がオペフロだけでいいのかという質問にも関係しますが、各フロアがダクト等につながっているから、オペフロに集まるんだという前提のもとでオペフロだけで水素濃度ををはかる。これが集まるというのが、SGTSでオペフロで引いているからそうだと言えるのか。それとも、SGTSを動かしていようがまいが、基本的には温度ないしは水素が軽いからという意味でオペフロに集まってくる。だからオペフロだけでいいのかという点が一つ質問。

もう一つは、同じオペフロの中で、具体的な高さはちょっと読めませんが、そんなに高い位置ではかっているわけではないですよ。それに対して、先ほど、御説明の中で、全体がまざるから高い位置ではかる必要はないんだということをおっしゃっていて、それに対して、簡単に言えば、本当ですかという部分。

その2点、お願いいたします。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

まず、水素濃度検出器がオペフロのみでというようなところで、その設置の位置の根拠というのか、考え方というようなところなんですけれども、こちらのほう、水素がオペフロに導かれていくというところは、両方あるかと思います。当然、高さ、漏えいガスの温度による浮力というようなところで上がっていくというような効果が1点。それから、当然、SGTSがございますので、SGTSで関係してございますので、その吸い込み口がオペフロにあるということで、空気の流れというのはオペフロに集まるというようなところ、そちら両方が関与しているというふうに考えてございます。

2点目の御質問ですが、高さ方向というところで、これも後ほど解析の結果というような形にはなってしまいますけれども、解析というところの中で、オペフロの空間というところは十分まざり得るというところを踏まえて、この高さというところを、資料に示したところの位置に決定をしております。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

最初の、そのオペフロに上がってくるという効果は、浮力と、あと、SGTSで引いているという効果、両方ある、それはそうだろうと思うんですけれども、重要なのは、SGTSが止まっても、それが保証できないと困るなという話です。SGTSが何らかの理由で起動できなかった場合でも、オペフロで水素をはかっていたら大丈夫なんだということが言い切れないと、やはり下のフロアとかで水素をはからなくていいのかとか、そういう話になるんだと思います。

あと、オペフロの中で、解析の結果、対流しない、上に成層化しないという話も、これもSGTSがあった場合の話なのか、なくてもそうなのか、その辺をもう少し教えていただけますか。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

まず1点、弊社としましては、当然、水素、先ほど更田委員からありましたように、軽くまた、二次格よりも高い温度で出てきますので浮力もあり、高い温度で出てきますので

拡散効果も高いと思っています。したがって、ある程度のものは拡散すると思っていますけれども、SGTSを使う利点として、先ほどの答えの逆側になるんですけれども、オペフロ側から引っ張っておりますので、1階面、2階面、3階面等で出ても、結局オペフロ側で負圧で引っ張りますので、何らかのことで水素は移行して流れができますので、そういう面でも、よりオペフロ側に均一に出てくるものだと思います。

また、逆に、オペフロ以外のフロアからある程度流れるような状態であれば、当然、オペフロの中は大きいボリュームの、あまり区切られたボリュームではありませんので、そういう状態であれば、十分オペフロにおいては、SGTSでなくてもある程度拡散されると思いますし、SGTSがあれば、さらに拡散されると思っています。

あと、SGTSが動かない場合はという場合には、先ほどの議論と同じになりまして、今はSGTS等に単一故障をアプリアリに仮定してございませぬので、今はSGTSが動いた中で十分水素濃度計をはかれるというふうに思っております。SGTSが万が一壊れた場合という、今度万が一の想定の方に入っていきますけど、その場合でも、十分こういう状態であれば、しかも、我々、低い濃度で監視をしますので、4%に対して余裕を持ったパーセントで見れば、後ほど3のほうで御説明しますトーラス室のように、ちょっと閉鎖空間になっているものとか、そういうところ以外につきましては、ちゃんとオペフロまで上がってきて、ある程度監視ができるものだと思います。

ただし、先ほどから議論に、何があるかわかりませぬので、SGTSが壊れている場合につきましては、弊社は、バックアップというか、建屋ベントのほうを、4%を下回る濃度であけるという戦略をとっておりますので、その場合は、先ほどの議論にありますように、あるタイミングで水素のリークポテンシャルがあり得るといえるときには、建屋側のほうのベントを開くということになるかと思っております。その場合でも、どうしてもオペフロ側の建屋ベントでございませぬので、下のほうの閉鎖空間について、どこまで効果があるのかというのはあろうかと思っておりますけど、十分そこで循環されれば、十分低い濃度で行けるものだというふうに思っております。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

SGTSが動かないことを前提にしないといまでは言っていないんですけれども、何かそういうケースに対して検知もできないというのは不安だなと思ってお聞きしたんですけれども、今、水素濃度以外というのと、先ほどの御説明の中では、シール部の温度測定というお話が出てきまして、それも、予想される場所を熱電対か何かではかれるのかなと思っ

て聞いていたんですけど、それ以外に、例えばオペフロだと、エリアモニタとかあるわけですね。水素とともに放射性物質が当然出てくる。もしかしたら、経路によっては途中で沈着してしまうかもしれないですけども、エリアモニタは、建屋に、どこにあるか、ちょっと私は、オペフロ以外は理解していないんですけど、ああいうものの活用というのは計画されていないでしょうか。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

オペフロには、SA設備としての上部空間のモニタ等もございますので、デザインベースのエリアモニタ、原子炉建屋に複数個ございますので、それらも含めて、あと、建屋の温度計等も補助的なパラメータになるというふうに考えてございます。

○中部電力（竹山） 若干の補足をさせていただきますと、先ほど、弊社の考え方、ベントのところで御説明させていただきましたように、今、御議論になっておりますエリアモニタ等につきましては、希ガスのほうはある程度予測がつくとは思いますが、あとの核種につきましては、やはりどう格納容器につくのか、どう漏れてくるのかというところで、当然、被爆のほうには、どちらかというところつかないような保守性、保守性をもって評価をしておりますので、逆に、実際的にもっと付着すると思っておりますし、すき間からリークしてくるときにほとんどエアロゾルが出てこないと考えますと、想定に対して、実際に起きたものに対しての予測精度があまりよくないかなというふうに思っております。ここで書きましたように、水素のように付着等もなく、そのまま直接はかれるというものについては、より重みを置き、ほかのエリアモニタを当然使うつもりではありますけれども、トレンド監視や、今考えていますのは、いろいろなシナリオの中から、これぐらいまで出てきたらちょっと異常だよというところぐらいをやりながら、ただし、そういう場合であったとしても、逆に高くすると、そこだったら絶対いいかというわけにはならないと思っておりますので、全体のトレンドの一つとして判断していきたいと思っております。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

理解いたしました。

○更田委員 今の議論なんですけど、SGTSが動いている場合、オペフロで水素濃度をはかっていることの十全性の説明の中に、浮力と換気とあったんですけども、浮力のほうは、先ほどお話ししたように、うなずけるんですけども、軽い気体だし。だけど、換気というのがちょっとわからないのは、この密閉空間で換気しているときに、換気口が上にあって、

どういう流れになるのか。下のほうで吸気しているんだったら、入口が下にあって、上に出口がありますというのだったら、まあわかるんだけど、この建屋はどこかから吸気しているわけじゃないですよ。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

建屋のほうは、機密性を非常に保っておりますけれども、よ過ぎると負圧になり過ぎてしまいますので、一部グラビティダンパ等がついてございます。それでコントロールはしてございます。

○更田委員 そこはどこについていますか。

○中部電力（涌永） 3階――2階でしたか。原子炉建屋の2階に。

○更田委員 2階ですか。

○中部電力（涌永） はい。それ以外も、大物搬入口等からのリークもございますので、それらインリーク等があります。

○更田委員 インリークがあったほうがいいと思うんです。あったほうがいいとは思いますが、それが下にあって、上で引いていますというのだとすると、流れが当然のようにできるけれども、例えば2階から引いていてとなると、その2階よりも低い部分というのは、換気の効果及ばないですよ、普通に考えれば。だから、浮力に期待しているということだろうとは思いますが、ちょっとこのSGTSの吸気による流れに期待しているというお答えは、正直、本当かなというふうに思いました。

あとは区画の形状ですけれども、スタグナントなところがないかどうかというところだと思えますけれども。

監視、もう一つは、これは触媒式の水素濃度計ですよ。だから、こういう言い方をしただけで、大したものじゃないように思うので、重要なところがあるのであれば、また、原子炉建屋であれば、そんなに計装を新たに加えることによるデメリットというのは考えにくいので、これは個別に確認をされていて、また、小区画については、この後、評価があるということなので、その上で議論をしたいと思えます。

あと、もう一ついいですか。SGTSのフィルタの位置が、これもまたちょっと、機密になっているのでお話しづらいんですが、SGTSのフィルタユニットが置いてある位置がありますけれども、これは、ケースによってはだんだん線量が上がってくるわけですが、それについて、それがほかの作業に、あるいは周囲の遮蔽がどうなっているのか。それから、ほかの作業に対する影響についての検討というのはどうされていますでしょうか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

ここにつきましては、前提条件等、難しいところがございます。当然、7日間継続した場合、それから、漏えい率が10%であるだとか、1.3%であるだとか、格納容器ベントをした状態であるだとか、そういうような状態を考えますと、いろいろと難しいというところがあるとは思いますが、概ね、今、デザインベースで考えておるところが、100日間というところで結構SGTSとしては非常に高い線量を、もともとの設計をしておりますので、保持容量からしても、十分大丈夫というふうには、今、考えているところでございます。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

若干補足させていただきますと、当然、SGTSにつきましては、デザインベースでも、燃取事故、燃料落下事故等で期待しております。当然、そのときはある意味でそのまま何本かの線量分のやつも出ますので、比較的、設定機器のところでは御紹介させていただきましたように、デザインベースでもある程度のような素がここに付着する設計でやっておりますので、まず一定の遮蔽の壁は設計上に入っております。

また、そういう、ある意味で二次格でFPが出てくるような、要は深層のシヨウゴウのような状態につきましては、原則、二次格内の作業というのはすぐにはできないなというふうに考えておまして、クリーンエリアからの、もしくは外からの遠隔という程度での遠隔というふうに考えてございますので、このフィルタのところでは線量が上がって、何か障害になるということは特にないかと考えております。

○更田委員 どこまでSGTSに期待して、どのくらいの線量になるかというのは、ちょっと確認をさせてもらいたいと思います。

川崎さん。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

次に、電源についてちょっとお伺いしたいんですが、まず、20ページで書いてあるんですけれども、「緊急時ガスタービン発電機及び所内125V系直流電源から供給することで」というふうに書いてあるんですけれども、この125VというのはSA電源、SAの直流電源ということでよろしいんですか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

SA用というふうに考えて大丈夫でございます。

○川崎課長補佐 了解しました。

規制庁、川崎です。

続いてなんですけれども、ちょっとこの電源構成についてお伺いしたいのが、これ、21ページの単線結線図なんですけれども、非常用コントロールセンタへ行く前に、パワーセンタのほうに緊急時のパワーセンタかで、こうつながっているんですけれども、これは例えばシビアアクシデントを考えた場合、デザインベースの非常用パワーセンタというのは、使えないことが想定されるんですけど、なぜこっちのほうに延ばしているんでしょうか。というのは、非常用の換気コントロールセンタ、少なくとも、そのコントロールセンタへのつなぎ込みというのは考えない、つなぎ込んでいない理由というのはなぜか、御説明いただけますか。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

有効性評価の中のシーケンスで、早期に例えば受電しなくちゃいけないような代替低圧注水系の補給水ポンプ等については、緊急時パワーセンタからコントロールセンタを経て、それぞれのコントロールセンタに行っております。それは、それが必ず必要になる設備ということですので。

今回のこのSGTSにつきましてはA系、B系、ファンについてはA系、B系、両系でございます。2系統でございます。ということで、パワーセンタのE-1、E-2、F-1、F-2ということで、緊急時パワーセンタから両系受けれるということで、その両系からA系、B系と、SGTS、A系、B系と受けれるということで、このパワーセンタに関しては位置的分散を図っているということで、パワーセンタ同士の受電ルートという形で、今、考えてございます。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

だとすると、ちょっと今後、説明いただきたいんですが、この非常用パワーセンタのE-1とF-1ですか、ここら辺の独立性と、あと、この非常用パワーセンタE-1とAとか、このF-1とBの位置関係等を、ちょっと共通要因で機能を失うことがないという観点について、もう少し詳細な説明をいただきたいと思います。

それと、あと、その基準でも要求されているんですけれども、少なくとも一つ、1系統の機能の維持と人の近接性という観点でも、また詳細な情報を御説明いただければと思いますので、またよろしく、そこは後日でもいいので、よろしく申し上げます。

○中部電力（涌永） 中部電力、涌永です。

了解いたしました。

それと、ちょっと補足させていただきますが、緊急時パワーセンタ間の連絡とあわせて、

緊急時側メタクラ側も、非常用のメタクラと母線連絡がとれるようになっておりますので、ガスタービン側から見ると、ルートとしては複数系統持っているという形になります。また別途整理させて、御説明させていただきます。

○忠内管理官補佐 規制庁の忠内です。

今の単線結線図の話なんですけれども、要はいろんな電源から融通がきくようなバリエーションを取り入れるために、いろんな母線を使って、タイラインを設けたりとか、融通をきかせるという点については理解はするんですけれども、そうは言っても、やはり緊急時に対して、いかに確実に電源を供給するかという観点からすれば、なるべくそこら辺は、そういったバリエーションを取り入れるような設備を設置しつつ、なおかつ、例えばこれは緊急時ガスタービンの発電機からパワーセンタへ行って、パワーセンタが直接そのコントロールセンタのA、Bとか、そういうところに行く経路があってもいいんじゃないかなというような考え方もあるのではないかというふうに思っているんですが、そこら辺についてはいかがでしょう。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

若干補足させていただきますと、当然、そういう思想も取り入れておまして、炉心損傷防止の中の炉心注水につきましては、早いタイミングでやらなきゃいけないというところと、まず炉心を損傷させないということの重要性から、例えば補給水ポンプや、その補給水ポンプで代替注水するバルブ等につきましては、そのままポンプにつながるようになり、コントロールセンタ⁷に入れるようにというところで、多段に持ってきております。

SGTSの場合には、若干、先ほど申しましたように、時間の余裕があるというところと、例えば補給水ポンプであれば、炉心損傷回避の場合にはできるだけ3台とも回したいというところ、そのコントロールセンタごとに入れておりますけれども、SGTSの場合には、もともと安全系でA系、B系のほうに独立性を持たせて分かれておりますので、それを生かしながら、どちらかは生きていだろうというところ、それを判断しながら送っていくというところ、今、どこまで頑張れるかという評価中でありまして、当然、機器冷等のRCCWまた、計装系と、何個かのコントロールセンタに分かれておりますので、そういう意味で、一個一個のやつを入れるのか、上からつないでいくのが早いのかというところ、既にもう多重化されているもの、独立性がデザインベースとしてある程度、デザインベースの範囲においてはしっかり確保できているものというところを見ながら、負荷の容量を

含めて、あと、時間を含めて、優先順位をつけて対策をとっております。

○忠内管理官補佐 規制庁の忠内です。

A系、B系と複数あつたりする点については理解はするんですが、緊急の優先度、設備を使う優先度に対して、電源のつなぎ込みの確実性という意味で、母線を経由する段数を増やす、増やさないというのは、ちょっと何となく違うのではないかなという気がするんで、そこら辺の考え方について、整理できるのであれば整理していただいて説明をいただきたいと思います。

以上です。

○更田委員 ほかにありますか。

ちょっと繰り返しになるかもしれない。確認なんですけど、SGTSが速やかに起動できなかった場合というのは、これは建屋ベントというか、開放のほうへ向かっていくのであって、遅れて使うということはありませんよね、というのが確認なんですけれども、ここら辺の判断は――何らかの理由で起動できなかったんだけど、あるところになって起動できるようになったから使うという事態があるかということなんですけれども。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

それはプラントのPCVの事故の状態とか、それが、水素が漏えいしているかしていないかというところで判断があるかと思えますけれども、水素濃度自体が可燃限界以下であっても、上昇というか、出てくるようであれば、まずそこは判断としては使わないという形になると思えますけれども、建屋内の水素濃度自体が上がっていなければ、環境改善というか、被ばく防止の観点から起動することもあるかと思えます。

○更田委員 そこで水素の濃度の検知を間違えると、ひどいことになる。要するに、防爆しようとしているわけではないから、可燃限界以下であるつもりで、遅れてSGTSを動かし出したら、実は可燃限界に達していて、どこかで燃えるというのが一番嫌らしいわけで、ですから、遅れて起動するのも、おっしゃるように、確信が持てれば起動という判断もあり得るだろうとは思いますが、やはり防爆しようとしなくていいことを含めて言うと、SGTSは、予定していたよりも後段の手段としてはちょっととりにくいのではないかと思うんですが。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

おっしゃるとおり、当然、弊社も状況を見て、建屋ベント側をあけた場合については、もうそこである意味二次格のところを開放させておりますので、そこでSGTSをすぐ回して

も、結局効果はありませんので。

○更田委員 戻ることはない。

○中部電力（竹山） はい。建屋ベントをあけている状態であれば、本当に戻すとなれば、委員がおっしゃるように、当然、二次格の中に入れるような状態でしっかり確認をして、これだったら環境改善に回そうかというところぐらいにならないと、実際戻すことはないというふうに考えてございます。

○更田委員 それは、あらかじめ方針として定めているかどうかということ、またちょっと確認をしたいと思います。

ほかにありますか。櫻田さん。

○櫻田部長 規制庁、櫻田です。

今の対策の前提は、これは各フロアに開口部があって、オペフロも開口しているという、そういう前提のように聞こえるんですけど、機器ハッチがしまっている、今提案されている対策は有効だということなんですか。それとも、ここはあいていないと、対策として成り立たないということなんですか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

機器ハッチはあいている前提で、今、対策を考えてございます。その辺につきまして、別紙-5に資料をつけてございますので、そこを若干説明させていただきます。

別紙-5に、原子炉建屋4階のハッチの構造ということで記載をしております。ここの構造図のところに記載のあるとおり、ハッチという形で、このような形で二つ折り、それをワイヤーロープで引き上げるというような構造になってございます。このワイヤーロープですけれども、地震等で、地震荷重においてロープが切れるかとか、そういうようなところは評価をしております。十分な強度があるというふうには、今、考えてございます。

御指摘のとおり、その開放時というところを維持をしておかないと、このSGTSの対策というところでは成り立ちませんので、今後、維持するためのさらなる対策として、ハッチの固縛とか、これが閉まっていけないというようなところを検討、実施していくということで計画をしております。

以上でございます。

○櫻田部長 わかりました。いや、まさに地震時、Ss機能維持になるんですかと、そういう話になるような気がしたので聞いたんですけれども、そうすると、このハッチを開放状

態で維持するという設備機器のSsにおける機能維持を示していただくということは多分必要になると思うし、ちょっと位置づけがどうなるかわからないですけども、工事計画認可の対象にするのかとか、そういう話が出てくるような気がしますので、そこはよく検討をしてください。

それから、その下のフロアのほうの開口部というのは、これは閉めることができない、物理的にあきっ放しという、そういう理解でよろしいですか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

開口部ということで、閉めることはできないというようなところの理解でよろしいかと思えます。

○櫻田部長 わかりました。そうすると、この下から上に空気が流れていくというところの維持をするための機能確認は、機器ハッチ部ということだけだなと思えますので、そこは、先ほど申し上げたようなことについてよく検討をして整理した上で、また説明を聞きたいと思えます。

○更田委員 ほかにありますか。

○秋本審査官 規制庁、秋本です。

先ほどから出ている水素の検知の観点なんですけど、別紙2-9で、水素濃度の可燃限界の範囲でやります、可燃限界を超えるおそれがある場合はとか、判断基準が多少書かれているんですけど、具体的に、運転員がちゃんと、判断に迷うことはないかという観点で、水素濃度計の信頼性なんですけど、あまり誤差には触れてないんですけども、水素濃度計の誤差とか、その水素濃度計の信頼性、時間遅れの観点とか、その辺りはどのように考えていますか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

水素濃度計の誤差ということでございますが、記載はちょっとございませませんが、水素濃度計誤差、このボリューム%、4%以下では0.25%ということで、かなり十分なというところで、検知という観点では、その誤差を含めた形で評価をしていくというようなところが必要になってくるかと思えます。

それから、時間遅れに関しては、こちらのほうは、直接オペフロー—検知しているところで電気信号を検知して、中操に表示をするというような形になりますので、特にサンプリング等をするものではございませぬので、時間遅れというのはそれほどない。ほぼなしというような形で考えていただければ結構かと思えます。

○秋本審査官 規制庁、秋本です。

わかりました。

以上です。

○更田委員 ほかにありますか。

では、次の説明をしてください。

○中部電力（角木） 中部電力、角木でございます。

資料のほうですが、22ページから説明をさせていただきたいと思います。

22ページですが、3というところで原子炉建屋の水素濃度評価ということで記載をさせていただいております。

ここでは、まず、原子炉建屋の空気の出入り、流出入気体の質量バランスということで評価した結果を記載してございます。

まず、3.1ということで、評価方法ということで、ここに記載してございます。

評価対象、ここではオペレーティングフロアのみということで、まず、非常用ガス処理系、SGTSの一番厳しい状態ということで、オペフロのみの評価をしてございます。モデルでは、評価対象の空間というところは均一に混合するというところで、流出気体の質量バランスで評価したというような形で、評価モデルはこの図に記載のとおりでございます。

続きまして、ページ、23ページでございます。評価条件でございます。

評価条件としましては、まず漏えい率ということで、原子炉建屋への気体の漏えい率ということで、格納容器の漏えい率を、2Pd、200℃での漏えい率ということで1.3%で、評価条件としてございます。すみません、1.3%を大きく上回る漏えい率ということで、10%の漏えい率で評価をしてございます。

それからあと、格納容器の圧力、温度条件というのは限界圧力、限界温度である200℃、2Pdということで、それからあと、原子炉の格納容器のガスというのは、有効燃料長100%のジルコニウムから水-ジルコニウム反応で発生する水素というような形で組成を評価してございます。

その他の評価条件としましては、表3.2-1のところの評価条件に記載してございます。

評価結果でございますが、25ページに記載してございます。

評価結果ということで、図に描いてありますとおり、オペフロの水素濃度評価というのは2.6%ということで、可燃限界以下ということで、このような図で推移していくというようなどころになってございます。ここが簡易的な空気の入出量バランスで評価をした結

果でございます。

25ページの下に書いてございますが、これらの結果、確認について、解析ということで、「GOTHIC」を使用した解析ということを行って、この評価の妥当性というところを示しておりますので、別紙-1ということで、これから説明をしたいと思えます。

資料別紙1-1ということで、解析による原子炉建屋二次格納施設の水素濃度評価ということで、こちらのほうを、汎用熱流動解析コード「GOTHIC」を使って評価を実施してございます。コードの概要につきましては、参考資料1のほうにお示しをしております。

評価方法としましては、まず、格納容器の漏えい箇所の設定ということで、漏えい箇所を設定しているんですが、ここでは、シール部を有するフランジ等から選定するというところで、格納容器の限界圧力、限界温度に対して、基本的にリークが出るというようなところを想定しまして、別紙1-1表で記載してございますとおり、貫通部を選定して、ここからリークをするというような前提で評価をしております。

ページめぐりまして、別紙1-2でございます。解析モデルの説明になります。

解析モデルということで、こちらのほう、別紙1-1図～1-6図に記載をしております。

まず、別紙1-1図でございますが、解析モデルとして、原子炉建屋1階～4階をこのようにモデル化して計算を、解析をしております。この解析の中での評価区域の、それぞれの評価区域間というのは、ここに書いてありますとおり、流路で結びながら流動を評価していくというような形になってございます。

それから、別紙1-2～別紙1-5までは、オペレーティングフロアの解析コードのサブボリュームの分割というようなところで、その分割の方法というのを描いてございます。最下段から2段目、3段目、4段目と最上段ということで、このような形でモデルのボリュームを区切っているというような形になります。

それから、あと、トーラス部分につきましては、別紙1-6ということで、このような形で、一つの区画というような形でまずは評価をしております。

別紙1-6になります。解析の評価条件でございます。

ケース分けをしまして、ケース1とケース2で評価条件を変えて評価をしております。

まず、ケース1ですけれども、こちらのほうは、有効性評価ということで、有効性評価の格納容器過圧・過温破損のモードのうち、水素発生量が多いということで、「高圧・低圧注水機能喪失（原子炉圧力容器破損）」というような場合を代表シーケンスとして、このシーケンスを前提に、その圧力、温度、ガス条件が包絡できるような形で条件を設定し

てございます。その条件が、別紙1-8ページから記載をしてございます条件で、ここの点線で描いてあるところを、圧力、温度、それからガス組成というようなところで評価条件を設定してございます。

別紙1-6に戻りまして、まずケース1のほうですが、漏えい率の設定ですけれども、こちらのほうは、設計漏えい率ということで1.3%ということで、あとはそれから漏えい箇所としましては、先ほど御説明しましたシール部を有する貫通部というようなところから漏えいするというふうなところで評価をしてございます。

ページ、別紙1-7でございます。ケース2ということで、こちらのほうでは、より厳しいケースということで、SGTSの水素の排気性能を確認するケースとして実施してございます。格納容器の圧力、温度条件につきましては、200℃、2Pdということで、あとは先ほど御説明した有効性評価、100%ジルコニウムから水-ジルコニウム反応で発生する水素量というのを想定したケースでございます。こちらのほうは、漏えい率は10%で評価をしてございまして、漏えい箇所は厳しい条件ということで、4階面にございますドライウエルの主フランジから漏えいするというような形で解析を実施してございます。

この解析条件につきましては、ケース1-1、ケース1-2、それからケース2ということで、別紙1の10ページ～12ページにかけて、詳細は記載してございます。

別紙1-14です。評価結果になります。

ケース1の評価結果でございます。

ケース1の評価結果として、原子炉建屋の各フロアの水素濃度の時間変化ということを図で示してございます。これは、1-17ページで、1-11～15図までということで、それぞれ原子炉建屋4階面の4分割したところでの評価結果、それからあとは原子炉建屋の各フロアの評価結果というところを載せてございます。

評価結果としましては、こちらのほう、前提条件として、格納容器ベント前という、ベントを想定していますので、格納容器ベント前で約0.4%というような評価が出てございます。それからあと、この建屋の均一化というような観点でいうと、原子炉建屋の4階面、それぞれ4段で評価をしてございますが、4段ともほぼ同じような濃度、それから下層階のフロアということで、3階、2階、1階のフロアについてもほぼ同じような濃度ということで、こちらは原子炉建屋全体の水素濃度が均一になっているというようなことを評価結果が示しているというふうに考えてございます。

それから、ケース1-2ということで、これはサプレッションチェンバ、トーラス部の評

価をした結果でございますが、こちらのほうは、ケース1-2の結果として別紙1-16図、1-19ページになりますけれども――に示してございます。

こちらのほう、換気の効果というところを記載してございませんので、トーラス部に流出した水素というのはトーラスにそのままたまっていくというような評価結果になってございまして、原子炉格納容器のペントまでで約1.5%の濃度ということで、こちらのほうも可燃限界以下というようなところで評価結果が出てございます。

それから、別紙1-17図ということで、1-20ページになりますけれども、こちらのほうはケース1-1で流速ベクトル図を示してございます。こちら、原子炉建屋4階面の流速ベクトル図ということで、ここの断面位置というようなところで切ったところの空気の流れというのを示しておりまして、こちらのほうを見ますと、オペフロの中を全体に空気が流動してございまして、その結果、均一な濃度になっているということがわかるかと思えます。

それから、別紙1-15に戻りまして、ケース2の評価結果でございます。

こちらのほう、ケース2ということで、より厳しい条件ということで、10%漏えい時の評価になってございます。その評価結果というのが、別紙1-21ページから、時間変化というものを記載してございます。

別紙1-18図ですが、こちらのほうから、原子炉建屋4階の最下段、2段目、3段目、4段目ということで、水素濃度の変化というようなものを評価してございます。

SGTSというようなところで評価をしていますが、こちらのほう、4階面での漏えいということで、開口部から、下のほうから空気が入ってくるということもございまして、最下段のところでは若干のばらつきは、水素濃度のばらつきはありますが、ほぼ同じ濃度ということで、約4%～2.6%の間ということで評価結果はほぼ一様というような形になってございます。

それから、別紙1-22図では、ケース2の下層階のフロアの濃度評価ということで、こちらのほう、トップヘッドフランジから漏えいを想定していますので、そこから出た水素というのがSGTSではけるというような形になってございますので、下層階には移行しないということで、下層階の水素濃度は変化していないというような形になってございます。

続きまして、別紙1-24で、先ほどと同じように流速ベクトル図を示してございます。こちらのほう、1.3%の漏えい時のときに比べまして、よりベクトル図が長くなっているということで、より流動というのか、流速というのか、それが激しくなっているというのかわかるかと思えます。こちらのほうにつきましても、十分空気は攪拌されているというこ

とで、このような効果も踏まえまして、建屋の中、オペフロの中では水素濃度は均一になっているというようなところを評価してございます。

別紙1-15の(3)に、原子炉建屋の水素ガス濃度計、それから非常用ガス処理系の吸気位置の妥当性ということで、このような結果から、今現在、我々のほうではオペフロの図に示した水素濃度計の位置、それから吸気口の位置ということで、妥当であるというふうに判断してございます。

続きまして、ちょっと補足説明資料の説明になりますけれども、別紙1-25になります。

別紙1-25、補足説明資料1ということで、ここでは水素の成層化と、それから非常用ガス処理系の効果に関して検討を加えたものを資料として載せてございます。

今、これまで説明した結果から、水素というところは、オペレーティングフロアで一様となるというような評価結果、「GOTHIC」の解析結果で受けておりますけれども、仮に、この原子炉建屋の4階面で、水素というものがもし成層化したというような場合で、そのときにどのような形になるかというようなところを、ちょっと解析を使って評価したというところがこの評価になります。

実際評価した評価条件ということですが、まず、この評価では、ガスの滞留というような効果をなくすために、格納容器からの漏えいというのは考慮しなくて、まず、原子炉建屋4階面の最上段のセルに全て40℃の飽和蒸気圧分の水蒸気と水素が満たされた状態というようなものから解析を開始してございます。ここでは、拡散の効果と、それからSGTSの効果ということで、まず成層化した状態から水素濃度がどういうふうになっていくかというようなところを評価した結果ですが、評価結果が、別紙1-27から示してございます。

まず、別紙1-24図でございますが、こちらのほうが、SGTSを使った場合の評価結果でございますが、別紙1-24では、原子炉建屋4階面、オペフロの最上段ということで、初期濃度、水素濃度が90%程度あったものが、SGTS等の効果により水素濃度が下がっていくというような状況が見てわかるかと思えます。

それから、別紙1-25～27図では、その下層段の水素濃度ということで、3段目、2段目、1段目の水素濃度の変化を示してございます。初期、3段目、2段目、1段目というのは0というところから空気の状態から始めておりますが、SGTSの効果、それから拡散というような、そういうようなところもありまして、水素濃度が徐々に上昇しまして、10%辺りではほぼ均一化になるというような結果になってございます。

それから、別紙1-28図、29図、それから30図、31図で、SGTSがない場合の同じような評

価をした結果をつけてございます。

別紙1-28図では、最上段の変化ということで、こちらのほう、水素濃度が徐々に拡散によって落ちていくというようなところを示してございます。それに従って、3段目、2段目、1段目の水素濃度というところも確認しますと、3段目が徐々に上がってくると。2段目、1段目というのはほとんど変化がないというような結果が得られてございます。

この結果から、SGTSがあった場合というところは、仮にオペフロで成層化した状態においても、SGTSの効果で水素濃度というのは一様化に向かっていくということがわかるということで、そういう解析を実施しております。

それから、別紙1-32図では、非常用ガス運転時の流速のベクトル図ということで、こちらのほう、成層化という形で水素を成層化させているわけではないんですが、格納容器からの漏えいがない状態で、SGTSだけ動かしてオペフロ面の流動を見た結果でございます。こちらのほうは、さきに説明したベクトル図とちょっと、ベクトルの長さという観点では変わっておりますが、全体を見ていただくと、例えば（b）断面とか（d）断面とか見ていただきますと、オペフロの上のほうでは右側の流れ、それからオペフロの下のほうでは左側の流れということで、全体、上層部から下層部にぐるっと回っているというような形で空気の流れがあるというようなことがわかるかと思えます。

それから、（e）断面につきまして、ここに非常用ガス処理系の吸気口がございしますが、こちらのほうに向かって空気が流れていって、一部はそこで取り込まれて排気される。それから、一部はそのまま壁に当たって、上に向かってまた流れになるということで、原子炉建屋4階面のオペフロの面の空気の流れがSGTSによって全体が流れているというのがこの図でわかるかと思えます。

以上が、水素の成層化の御説明でございました。

続きまして、中操エリアの水素濃度の漏えい対策ということで御説明をさせていただきます。

別紙-1の補足資料2ということで、別紙1-32を御覧ください。

別紙1-32では、中小区画の水素濃度評価ということを実施してございます。こちらのほう、まず別紙1-6表で、漏えいを想定する格納容器貫通部ということで、これは先ほどの解析と同じような形で、シール部を有する貫通部ということで、ここに列記をしているものでございます。

このうち、別紙1-7の表に記載のある貫通部ということで、上から、逃がし安全弁の搬

出入口であるだとか、エアロックであるとか、そういうところの貫通部が、その外側というのが区画化された部屋、いわゆる中小エリアという形になりますので、ここに対して、これらのところで漏えいがあった場合にどんな挙動を示すのかというところを解析によって評価をしてございます。

(2) 番、1-33ページの評価手法とモデルということで、評価エリアというところを別紙1-33図ということで、次のページで、解析モデルということで評価エリアと、それからあと、評価のモデルですね、そこを記載してございます。それから、解析条件としましては、先ほど御説明いたしましたケース1-1ということで、漏えい率1.3%のケースと同じ条件で評価を実施してございます。

評価結果でございますが、別紙1-34に示しております。別紙1-34図では、ここで中小区画の時間変化ということで、バルブラッピング室、所員用エアロック室、ペネトレーション室というようなところの時間、水素濃度の時間変化を示してございます。

それから、別紙1-35では、CRD補修室というところで水素濃度の時間変化を示してございます。いずれにつきましても4%以下ということで、可燃限界以下におさまるといような形で評価をしてございます。解析モデルもありますけれども、上層階のダクトスペースを、ダクトを通じましてオペレーションフロアに空気が導かれているとか、あと、それから通路部に空気が導かれているといような結果で4%以下になっているという、そういう評価になってございます。

それから、1-33では中小区画のエリアの漏えい監視ということで、こちらは、先ほど来ちょっと説明をしてございます。貫通部には、この貫通部のシール部温度といようなものを測定するような温度計を設置する計画でございますので、こちらのほうで異常の漏えいというのを検知していくということで考えてございます。

それからあと、空調ダクトの有効性ということで、今回、解析モデルでは、空調のダクト、それからダクトのスペースを使って解析を実施してございます。こちらにつきまして、基本的にこの空調ダクトといのは、建屋内にある耐震Sクラス設備に波及的影響を与えないような構造、強度で設計されているということで、基本的には地震によって当該の評価に使ったダクトが閉塞する可能性は低いというふうに思っております。ただし、今回評価したダクトにつきましては、地震動の評価を実施して、必要に応じて補強等の検討をしていきたいと思っております。

それから、別紙1-36になります。

別紙1-36では、トーラスのサブボリューム分割評価というものを記載してございます。ケース1-2で評価したところは、トーラス室というような大きな空間を一つのボリュームで評価をしてございますので、それを、評価区域を分割した場合にどのようなようになるかというような、ある意味、感度解析を実施した結果でございます。

評価モデルは、ここに記載のとおりでございます。別紙1-37に記載のとおりで、細かく分割をして、トーラスをモデル化してございます。

評価結果でございますが、評価結果は別紙1-39になります。

図で示しましたとおり、これ、グラフが2本に分かれておりますが、上の青いラインがトーラスの上2段の評価、それから下のオレンジのところは下2段の水素濃度の変化になってございます。これで示しますとおり、若干水素濃度の差が出たというところではあるんですが、この差が出た理由としましては、このトーラス中心である、この分割した2段目と3段目のこのセル間というところが、流路面積が小さくて、抵抗となるというようなところがありまして、そういう影響から、わずかではあります、差があるという結果が出ています。

ただ、主方向の水素濃度の差が見られていないということから、トーラスを一つで評価したというところでも大きな差が出ていないのかなというところで、ただ、この細かく分割したモデルでも、同じような評価結果が出ているというような結果をお示ししてございます。

それから、別紙1-42ページでは、分割数の影響についてということで、この分割ということで、先ほどのところでは、トーラスの部屋を高さ方向、四つに分割したものから八つに分割したというようなところで、分割数が多くなった場合にどのような形になるかというようなところを評価をしてございます。

評価結果でございますが、そちらのほうは別紙1-44に示してございます。こちらのほうで示しておりますとおり、4段に分割したモデルと8段に分割したモデルというところで、同じような結果ということで、最大値は大体1.5%というような形で、おおよそ同じような結果になってございます。ただ、若干、幅というのが広がってございますが、こちらのほうにつきましては、先ほども御説明しましたとおり、流路面積が縮まっているというところの抵抗というところで、流動の遅れというようなところが出ておりますが、時間経過に伴いまして、こちらのほうは一定値に近づいていって、最終的には同じ値になっているということで、この分割モデルというのは妥当であるというふうに判断をしてございます。

説明は以上でございます。

○更田委員 質問、コメントありますか。

○西村調査官 規制庁、西村です。

「GOTHIC」コードを使った解析評価をされているということなんですけれども、前段として、その「GOTHIC」コードを用いることの妥当性について説明をお願いします。

この現象を、特に3次元流動ですとか、あるいは凝縮ですとか、壁面熱伝達とか、いろいろあると思うんですけれども、そういったモデルとかの話を、今回の建屋の評価条件と照らしたときに妥当だと言えることについて、説明をお願いします。

○中部電力（角木） 中部電力、角木でございます。

「GOTHIC」コードにつきましては、参考資料1ということで、コードの内容の説明を参考資料1につけてございます。その参考資料1の後段、参考資料1-17ということで、こちらのほうに参考資料の補足説明資料ということで、「GOTHIC」コードのコードの不確かさというような形で資料をつけてございますが、こちらのほう――すみません、ちょっと説明を戻りまして、参考資料1のほうから説明をして、「GOTHIC」コードのここの概要説明というようなところで記載をしておりますが、ここでは「GOTHIC」コードというところの説明が記載してございます。

それで、このコードというのは、もともとアメリカのNAIというところで開発されたモードでございますが、ページの資料、参考資料1-3のところ、本コードの妥当性の確認というようなところを記載してございます。ここの中で、第2パラグラフ目のところに、NUPECの試験というようなところを実施してございまして、この中でも、ここに示す大気圧の条件でやった試験がございまして、その結果を見ながら、このコードというのは十分妥当性があるというようなものということで考えてございます。

それで、あとはその参考資料1のほうで、ここで参考資料1の補足資料になりますけれども、参考1-17に記載をしてございますが、コードの不確かさということで、ちょっと評価を入れてございます。今回の評価では、オペフロの面を、この図1の解析モデルというところで、こういう形で高さ方向に4段、それからあと、水平方向に5段というような形で、断面を区切って評価をしてございますが、こちらのほう、この分割数を実際細かくしたというような感度解析を実施してございまして、その感度解析の結果が、図2と図3で示してございます。

図2では、このオペレーティングフロアの最上段の区画の部分について、さらに10段に

分割して濃度を増やした形で評価した結果、それから図3では、これはもともと、御説明させてもらった濃度で切った評価した結果という形で図を示してございまして、この細かく切った図、水素濃度の変化でも、今の区画で切った水素濃度の変化はほとんど変わらないというようなどころがありまして、ここでは、十分「GOTHIC」の解析で原子炉建屋内の評価ができるというような形で我々は考えてございます。

以上です。

○西村調査官 規制庁、西村です。

格子分割の感度がなさそうだということについては理解しました。

NUPEC試験を参考にして妥当性の確認をされたということで、大局的な流動挙動については十分妥当に評価ができるという理解でよろしいでしょうか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

「GOTHIC」コードの中では、出量だとか運動量、それからエネルギーというようなもの、それからあとは凝縮というような効果を見込んだ形でコードが組まれておりますので、そこは原子炉建屋の中の様相というのですか、そういうところを十分模擬した形でコードが組まれているというふうに思っておりますので、そこは十分大丈夫だというふうに判断しております。

○西村調査官 了解しました。

○更田委員 秋本さん、いいかな。

○秋本審査官 規制庁、秋本です。

先ほどの西村さんの質問にちょっと関連して、初期温度というか、解析の条件なんですけれども、初期温度を40℃、外気温度を40℃でやられていると思うんですけれども、この辺りで、最低気温だとかを考慮して、凝縮の効果なりを一番厳しいものでやるとか、そういったパラメータスタディとかは検討されていますでしょうか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

パラメータスタディということで、そここのところは今回まだ検討はしてございませんが、外気の温度というところで凝縮の効果があるとは思いますが、やはり効果的というのか——というところでは、結果からは、一様にまざっているというようなどころで、SGTSの効果であるだとか、流動の効果であるだとか、対流の効果であるだとか、そういうようなどころが十分一様にまざっているというようなどころから、そこまで外気の温度における凝縮のパラメータスタディというのは必要ないかなというふうには思っております。

す。

○秋本審査官 規制庁、秋本です。

それは具体的にやられて、計算結果でそうだったから、一番これが厳しいんですと言えるということなんでしょうか。

○中部電力（角木） 実際はそこまでやっていないということです。

○秋本審査官 規制庁、秋本です。

ちょっと、これが一番本当に厳しいケースなのかというのが、ちょっとこれだけだとわかりませんので、本当に一番これが厳しいケースで、水素濃度としても一番厳しいんだよということを説明してください。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

その辺のパラメータの変化でどのような形で変わっていくかというところは、ちょっと今後、資料でお示ししたいと思います。

○秋本審査官 規制庁、秋本です。

そのときは、温度だけではなくて、もうちょっといろんなパラメータも考えた上でお願いします。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

別紙1ですか、ページで言いますと別紙1-25ページからある成層化に対するSGTSの効果に関する検討のところなんですけれども、この別紙1-24図などで示されているんですけど、この最初の想定、初期条件が90%以上という、ちょっと極端な条件で、そこでSGTSを起動したらというのは、ちょっと運用としてもあり得ないということは理解した上で確認させていただくんですけど、要するに、この1-24図と1-28図を比べたときに、前者がSGTSを動かした場合、後者がいないときで、SGTSを動かさないと、この一番上のセルにためた水素が、多少拡散によって濃度は下がるけれども、ずっといるのに対して、SGTSを動かすとこれだけの効果があって、上にたまっていたものがどんどん薄くなっていく、そういうふうを受け止めればよろしいんでしょうか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

今回、水素対策ということで漏えいしているガスというのは、基本的には高温で滞留であるとか、そういうようなところがありますけれども、ここは仮のケースというような観点で考えてございます。仮のケースということで、一番上に高濃度の水素がたまると

いうところから始まってというところで評価をしておりますが、これだけの効果があるということは、通常の漏えいするときにも十分攪拌するというような効果があるというふうに、SGTSの効果があるというようなことを示した、ある意味、仮の解析というのか、そういう位置づけのものでございます。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

ということで、SGTSの効果というものが相当期待できるものだということは理解いたしました。そういう意味では、SGTSを計画どおり、早期から運転を続けている限りにおいては、どんどん水素が流入しても、その状態から上のほうにどんどんたまっていくということは、これの結果を信じる限りは、なさそうだと言えるのかと思います。

そういう意味で、その状態での水素濃度測定的位置が天井付近である必要はないのかと思うんですけど、そうするとやっぱり逆にSGTSがなかったときの検知なりが、先ほどの御説明で十分だったのかというのが気になります。

あと、後ろのほうで、中小区画エリア、別紙1-32ページから、中小区画の水素濃度を評価してありますけど、この解析条件では、SGTSは動いているという理解でいいんですか。

○中部電力（角木） 中部電力、角木でございます。

ここでは、SGTSの効果というのは期待してございません。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

そうしますと、ちょっと私はこれ、ここの解析も全部SGTSが動いていることが前提だと思っていたので、例えばトーラス室なんかは結構際どいところまで水素濃度が、ベントするから免れるんですけど、もしSGTSが動いてなかったらもっと上がっちゃうんじゃないかと、ちょっと心配したんですけど、じゃあこれは、この評価においては、オペフロで引いているから、全体がオペフロのほうに引っ張られるという効果はなしでの評価ということで。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

今回の評価上は、おっしゃるとおりでございます。SGTSの効果はないというところで、ここは単純に、流出した水素の浮力であるだとか、あと、拡散であるだとか、そういうようなところで評価を実施してございます。ですので、やはりここでSGTSで排出ができれば、そこから上に上がったものというのは徐々に排出されていくものであるというふうに我々は認識してございます。

○更田委員 それ、本当なんですかね。トーラス室は流入口があるわけではないので、

SGTSが動いていようが、動いていまいが、大して変わらないんじゃないですか。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山です。

トラス室については、ダクトでつながっているだけでございまして、ダクトも、距離がある程度長いということをお考えますと、評価でも、SGTSの効果も考えていませんし、それほど効果がないというふうにお考えしています。

○更田委員 続きがあれば、どうぞ。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

最初のケース1のほうにちょっと戻っちゃうんですけども、今、いろんな漏えいし得る箇所、ある配分でもっていろんなところから同時に漏えいしたというケースを、ケース1-1、このトラス室以外ですね、その部分で評価しているんですけど、一番漏えいの割合が大きいところというのはドライウェルのトップヘッドフランジで、それはもう大きさから、あるいは構造から明らかだと思うんですけど、それに対しては、今、ウェル注水を行うということで、ほかに比べると一段対策が多く当てられているわけで、つまりそれは、漏えい自体の可能性をぐっと低めているとは思いますが、それによって一番の弱点が、トップヘッドフランジじゃなくなってしまうと、下層的なケースとして、ほかの漏えい箇所から出るけどトップヘッドフランジからは出ないみたいなケースというのも、解析上、見てみたい。

結局、そのときでもちゃんとオペフロにたまって、SGTSで排出できる、ないしはSGTSが動いていないときでも、きちんとこの高さの水素濃度計で検知できる、一応そういうケースについても押さえておきたいという気がするんですけども、今見せてくださいではもちろんないんですけども、ちょっと御検討をいただきたいと思います。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

検討させていただきたいと思います。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山です。

若干の今ある解析だけでも大体できるかなというふうには思っておりまして、別紙1-17のところ、ケース1のところ、これは全体から漏らしていますけれども、各フロアは非常に均一になっています。

また、ここでいうと、こう見ていただきますと、3階面のフロアというのは、流入箇所がない状態にもかかわらず、大体下に流入箇所があると、搬入口のところと大きいフロアでつながっているところは、比較的均一になってまいりますので、先ほど更田委員から御

指摘がありました、ちゃんと下から流入口がありますかというところはあろうかと思いませんけれども、大口開というか、大きいボリュームでつながっているような領域については、それより、フロアより下のところに流出箇所があれば、比較的均一に、また、後ろのパラスタにありますオペフロだけで流しているケースは、3階面以下は上がってきませんので、そういう意味で、やはりそれよりも上層階のほうで漏れた場合で上層階で引っ張っていませんので、そういう場合にはやはり浮力の関係で上のほうに行く傾向が高いので、4階面、オペフロで起きた水素が3階面、2階面に行くのは、やはり順番順番に押し出していかないといけないと思いませんけれども、下層階についてはある程度はできるものだと思います。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

そのケースで、SGTSなしのケースもというふうに申し上げたので、上で引いてなくても、浮力の効果だけでもそういう移動が見込めるということが見たいなという趣旨でした。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山です。

ちょっと検討させていただきたいと思います。弊社の場合、一応、ベースのケースとしてSGTSありで評価をしてございますので、ちょっとどこまで感度としてSGTSがない場合についてというのは、やはり、そういう想定外のものが起きているときというのは、ある意味想定外のところに行っていますので、また、弊社のSGTSで水素対策をとるということは、SGTSが回っていないということは、そこでSGTSで排出する手段がないということでございますので、そういう場合で水素が出るような状態というのは、先ほど御議論をさせていただきましたように、やはり建屋ベントを開いて、できるだけリスクを下げていくというところのほう的重要かと思っておりますので、ほかのパラメータを見た上でということになるかと思えます。ただし、感度解析等はもう少しいろいろなパターンを——先ほど、感度を一番厳しくというのがありますので、少しいろいろやらせていただきたいと思います。

○更田委員 ほかにいいですか。櫻田さん。

○櫻田部長 規制庁、櫻田です。

今、杉山から話があったところで、細かい話なんですけど、別紙1-34に中小区画の水素濃度の変化のグラフがあって、その1、その2とあるんですけど、その1の青い線、バルブラッピング室というところだけ、ほかとちょっと、48時間、違うな、60時間ぐらいですかね——のところから先の挙動が違うんですけど、これは前のほうのトーラス室の挙動と何

か似ている感じもして、このエリアがほかと違うんですか。何かその辺の特性が違うというのでしょうか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

解析のモデルの関係もございませけれども、この1-33図の解析モデル図のところ、バルブラッピング室と左側のほうに書かれておるんですけれども、この流動の流れというところが、バルブラッピング室から隣の2階の通路というような形で流動の流れを考慮してございます。ここから先、流動を2階の通路からあまり考えていないところもあって、ここで解析上は、ほかとちょっと挙動が違って、パスが一つしかないというようなところで、このような結果になってございます。

この解析上、2階の通路から、例えば本来であれば3階の通路、それからオペフロまで上がっていくというような実際の通路があるんですけれども、今回の解析では、この2階の通路を、ちょっと閉空間というような形で解析をしてございますので、そのようなこともありまして、解析上はこのような結果になってございます。

以上です。

○櫻田部長 本当はもっと抜けていく部分があるんですけど、そこは無視した保守的な解析をしまして、そういうことなんですかね。要は、先ほどトーラス室が、特にSGTSで引張るといふところとは大分離れていますよねという話があったのと似ているということを考えて、このバルブラッピング室といふところも、SGTSによる排気機能があまり期待できないという、そういうことかなという感じがちょっとしたものですから、実際にもっと現実を考えたときにどういう形になるのかといふのは、改めて示してもらいたいと思うんですけれども。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

その辺りは改めて別途示したいと思います。

○櫻田部長 というのは、一番水素可燃限界に近いところなので、本当に大丈夫かという、そういうことでございます。よろしく申し上げます。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山です。

若干の補足をさせていただきますと、やはり今の解析、ベントをしたところで、ある意味で漏えいを止めているという形になってございますので、こういうラッピング室にありますように――と、サブタン室、トーラス室もそうですけど、閉鎖空間みたいのところにつきましては、その状態で止まって、ゆっくりゆっくりという状態になろうかと思ってい

ます。

ただし、実際につきましては、ベントをしても、水素や非凝縮性ガスはどんどん出ながら、崩壊熱で蒸気が出てきますので、若干PCVの圧がベントで下がりながら、その部分は、本来ならこの部分は蒸気は出てくるということでございますので、本来であれば、もう少し水蒸気のほうに切り替わって押し出していくという形かとは思いますが、そういうところは、ある意味で、ベントしたところで水素が止まるので、そこで打ち切りという形で、今、ちょっと見ておりますので、御指摘のように、その後も含めて、少し考えさせていただきたいと思っております。

○更田委員 今の点は、解析上はこうなっていますが、実際はどうか、本来であればというと、それは解析の位置づけなんですけれども、保守的な解析を行っているというのであれば、その個々の保守性について主張していただきたいし、現実的な解析をやっている、それで余裕があるという主張をするのか、評価上、安全であることを示すためには、保守的な評価を、解析を行っている、たかだかこの程度というのであれば、解析の保守性を挙げてほしいし、現実的な評価でこれだけの余裕があるというのは、十分な余裕の、余裕の十分性を示してほしいですし、説明の際にあらかじめ解析の位置づけを示していただいたほうが良いと思うのですが。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

了解いたしました。今回の場合は、ピークの水素濃度が4%を超えないというところを示すというところは、明確にさせていただきたいと思っております。

○更田委員 その上で、ちょっと聞き漏らしたのかもしれないですが、別紙1-1図から1-2図等々に向けて、外気流入箇所というのが示されていて、その前の別紙1-2の説明の中に、圧力境界条件は設定するとあるんですけれども、解析は、基本的にこの境界条件の設定で、いかようにでもなるとまでは言わないけれども、流入量を多く設定すれば、それだけ効果が出てくれるんですが、この負圧が維持されるよう圧力境界条件を設定するというだけでは、どういう境界条件が設定されているのかわからない。

要するに、ぎりぎり負圧が維持されるように、流入量が多くなるように境界条件を設定すれば、解析上有利になるんですが、何らかの圧損のような形で、外気と内部との間の圧力差という形か、どういう形でこの外気流入箇所、それぞれまた異なっていてしかるべきだと思うんですが、この圧力境界条件の設定について説明をしてもらえませんか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

SGTSで実際建屋の負圧維持というような観点で、設計の負圧維持の値がございしますが、そういうような値で負圧が設計上考慮される値に維持されているというような形で圧力境界条件を設定してございます。

以上です。

○更田委員 そうすると、それは保守的な設定とは言えないのではないですか。ここで特に保守性は見込んでないという意味ですか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

保守性というような観点でいいますと、ここでは、その設計条件というようなところを使ってございますので、おっしゃるとおりになるのかなというふうに思います。

○更田委員 解析であれば、それぞれの流入箇所で流量が出てきますよね。その流量が現実的な値かどうかという確認はされていますか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

このSGTSの実際の流入量というようなところを実際のプラントと考えますと、なかなか、この判定というのか、どこからどれだけ流入しているというようなところが難しいというふうに考えてございます。これは、ある意味、いろんな扉であるだとか、そういうようなところから物が入ってくるというようなことがございまして、そこを、今回はこのような形で解析をしているというような形になってございます。

○更田委員 いや、それでは解析自体の保守性の主張になっていないので。要するに、実際問題、解析上、これ、流量が出てくるわけですよ、計算だから。解析上はこれだけの流量になっていますと。その値を見てやると、いかにも現実的かどうかの判断ぐらいはできるはずで、低い箇所から大きな流量をもし計算していたら、解析結果は、非常に有利な解析結果を与えるわけで、お尋ねをしているのは、解析をしている以上、それぞれの外気流入箇所、どのぐらいの流量になっていますかというのは、これは解析結果に当たっていただければ出るはずですけども。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

そのような観点でいいますと、今、委員がおっしゃった、一番下から引っ張ると、流入箇所を一番下に引いて、上でSGTSで引くというのが一番有利なケースであるとは思いますが、そういうことがないような形で、各階、この流入箇所というようなところを設けておきまして、あとは圧力境界というような観点で設定をしてございます。

ちょっとその保守性だとか、その辺りにつきましては、今後一回整理をさせて、また別

途御説明をさせていただきたいと思えます。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

どうしても解析ですので、若干簡略化した形になっておりまして、実際問題であります
と、各フロアのところは、縦方向に配管が貫通しておりまして、そういうところにつきま
しては、配管の周囲には開口部がございますので、御指摘のように、今は各階について、
ある意味差圧がないように、一定になるように境界条件をとっておりまして、実際問題は、
外から入ってくる場所に差があれば、その各フロアに若干の差圧がつきますので、そう
した場合には、ある意味、そのこのところの配管貫通部で流れができて、ある程度均一にな
ろうかなというところで、今はこういうモデリングにしています。

したがいまして、ただし、どうしても複雑に今度、細かいところまでコネクションして
しまいますと、解析が、うまく流れるかどうかもありますので、今はこういう形で表現さ
せていただいています。

以上でございます。

○更田委員 簡略化は当然の話なので、現実的な解析になっているかどうかだけ判断でき
ればいいので、今日でなくて結構ですので、値を示していただければと思えますし、それ
から下層階、下の階でもSGTSで引いていることの効果があるというのであるならば、主流
の圧力勾配があるから流れが生まれるわけで、それは、解析だったら各濃度で値が出るは
ずのもので、要するに有利な解析をしていないかどうかということの確認はできるように、
そして、境界条件の置き方ですね。外部の圧力と内部のある程度の負圧をアプリアリに考
えてやっているのか、そういったところの境界条件の詳細について教えてほしいと思いま
す。

○中部電力（竹山） 了解いたしました。

今でも少し、先ほどの繰り返しになってしまいますけど、若干、そこそこ行けているの
かなと思っておりますのは、3階面のところ、ここで別紙1-3で見させていただきますと、ここは
発生口、PCVからの流入口がなくて、外から外気だけが入ってくるというのが3階面になっ
ておりますけれども、その場合でも、ケース1-1でやりますと、3階面も2階面と比較的均
一的な濃度になっているというところで、全般的な2階面、1階面で出たものも、3階面の
流出している、流入がなくて、こう外気から入ってくるようなボリュームにつきましても、
濃度がある程度出てくるというところで、それほど大きな影響はないのかなというふうに
判断させて、今日は出させていただきました。

以上でございます。

○更田委員 では、ちょっと準備をしていただいて。

ほかにありますか。

それで、説明は以上なんですか。

じゃあ幾つかのコメントが出ていますけれども、基本的な方針としては、中部電力のどのようになっている方針というのは理解することができたので、あとは細部といいますか、その実効性の問題と、それからSGTSの機能維持がどこまで確からしさを持つてできるかということについて少し、さらに議論を進めていきたいと思います。

全体を通じて何かありますか。

青木さん。

○青木管理官 すみません、ちょっとまだ理解が足りてないのかもしれないんですけど、水素濃度が上がらないうちに回して、水素濃度が上がらない対策を講じますということですが、すけれども、何らかの支障があって水素濃度が上がってしまった場合には、建屋ベントのほうを使いますよね。建屋ベントも、これも水素濃度を上げないための対策だと思うんですけど、これも何らかの要因で使えなかった場合に、建屋濃度、水素濃度が上がってしまったときには、ベントはできるんですか。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

建屋ベントに関しましては、添付で示させていただいておりますけれども、別紙-6になります。

別紙6-1から、ベント設備について御説明しております。別紙の6-3で、図で御説明しますが、当社の場合には、建屋、オペレーションフロアに排気パネル2カ所、吸気1カ所という形で設けております。構造は、下の図に描いてありますように、遠隔でアキュームを用いて開放するというので、これは、もともとあるブローアウト・パネルとは違うベントパネルを設けております。これは遠隔になっておりまして、また、現場でもボンベ等を用いましてあけますという形です。

○青木管理官 すみません、規制庁、青木です。

システムはわかっているんですけど、水素濃度が高い状態でこのシステムを稼働したときに、着火しないですか。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

ここは着火源はございません。使っている液体等につきましても、着火するようなもの

ではございませんので。また、操作場所は、二次格納施設外になりますので、万が一現場に行ったとしても、被害等はないというふうに考えています。

○青木管理官 規制庁、青木です。

ここは4階のオペフロの空間なので、水素濃度が上がる可能性のある領域ですよ。ブローアウト・パネルをあけるとときには、金属同士が触れて摩擦もあると思うんですけども、着火する危険があるんじゃないかなという気がするんですが、仮にそういうことが考えられるんだとすると、やはり何が何でも水素濃度が上がる前には、もうここはあけてしまえるのかといったところがポイントになってくると思うんですけども、このシステムが万一使えない場合には、人力であけれるんですでしたか。

○中部電力（涌永） 中部電力の涌永でございます。

人力ではあけません。現場で人力ではあけません。

○青木管理官 あけません。

○中部電力（涌永） ーれません。それで、先ほどのお話ですが、駆動部がシリンダー構造になっておりまして、金属同士の接触はありませんので、それで着火するようなこともありませんし、運用としましては、最初説明しましたように、可燃限界以下のときにあけると。遠隔ですぐあけるというような操作をしております。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

やはりできるだけ早いタイミングにあけていくということが大切かなと思っておりまして、そういう意味で、可燃限界に推定して動かし、早いタイミングで建屋ベントに動く。建屋ベントのほうも、全くほかのものと独立に電源設備を持っておりまして、中操からも、現場からも操作可能と。

ただし、直で人間が行ってというところは、先ほど青木さんが御指摘のように、もしそういう状態で水素濃度もかなり上がっている状態ですと、人がそばに行ってもやること自体が非常にできない操作になりますので、そういう意味で、中操から離れたところからの遠隔というところで、やはり直に行ってというところは、水素濃度がもう20%、30%、火花で何があったら爆発するかわからない状態では、そばに行ってもアクセスということとはできないというふうに考えてございます。

○青木管理官 規制庁、青木です。

そのような事態になったときには、人が行って作業ができないというのは理解しました。そうすると、何が何でも水素濃度が上がる前にはこいつを使うんだということがすごく

大事になってくるわけですね。もともこの質問を差し上げたのは、万々が一濃度が上がるまで対処ができなかった場合に、それで機能が回復して、あけるようになったときに、安心してあけるのかどうなのかといったところは、もし安心してあけるんだとすると、水素濃度が上がった状態でも使えるということがわかっていれば、安心感が増すなというふうなことを思ったので、この質問をさせてもらったんですけどね。

○中部電力（竹山） 中部電力の竹山でございます。

先ほど申しましたように、非常にタイミングからいろいろやっていこうと思っておりまして、逆にSGTSがだめで、2~3%のところでは建屋ベントもだめという状態になった場合には、やはりフィルタベントのほうを、早くベントをして、格納容器から水素を出し、また格納容器の圧力を下げて、リークポテンシャルを下げるということは最大の方法だと思っております。そういうためにもSGTSでかなり低いところで維持して、だめだったら早いタイミングで建屋ベント、だめだったらフィルタベントという形で、早いタイミングでリークなしは下げていくというのが弊社の考えでございます。

○青木管理官 青木です。

理解しました。

○更田委員 格納容器ベントによってリークポテンシャルを下げるというのはわかるけれども、既に高まってしまった建屋内の水素濃度だって、何らかの形で下げたいのは下げたいわけで、そうすると、今のいわゆる建屋ベントがいかようにでもできるかというところと、それから、これはちょっと話題はずれるかもしれないですけど、オペフロは、溶接用の可燃性ガスとか、そういったものというのは置いていないものですか。

○中部電力（涌永） 中部電力、涌永です。

運転中は置いてございません。定期点検中で、もしオペフロで溶接作業があれば、そういうものを置くかもしれませんが、必ず火災防護対策はとるようにしています。

○更田委員 というのは、ちょっと青木管理官からの質問でもあったように、可燃限界を超えていたって、着火したって別にいいんだと。爆轟限界まで行ってなかったら、まあ火事にはなるけれどもというくらいで、ちょっと語弊はあるかもしれないけれども、建屋ベントをあけるといったときに、爆轟限界まで行ってないんだしたら、えいっとあけるメリットは大きいと思うんですよ。仮にもし何らかの理由で着火したところで、まあ燃えるくらい。それくらいだったら、あいてくれたほうが良いという判断だってあろうと思うんですけれども。まあ、あまりうれしい判断ではないけれども。

可燃限界以下だったら、迷うことなくあけるだろうし、可燃限界を超えていても、爆轟限界まで随分距離があれば、まあ火事にはなるかもしれないけど、あかないよりいいよねという判断は、ひょっとするとあるかもしれないけど。

ただ、それ以前に議論しておかなきゃいけないのは、今おっしゃった、開放部の信頼性の議論が先なのだろうとは思いますが。

ほかにありますか。忠内さん。

○忠内管理官補佐 規制庁、忠内です。

先ほど話題にもちょっと出ていたんですが、原子炉ウェル注水の話なんですけれども、格納容器のフランジ部を冷却することによって水素漏えいを抑制するという話で、お水を入れるという話なんですけど、ここのウェルの注水に対して、例えば水位の監視だとか、水温の監視だとか、そういったものをする予定は特にないんでしょうか。ちょっとその確認なんですけれども。

こういったものがちゃんと水が入っていますよという確認は、説明は、もしかすると有効性評価の中になってしまうのかもしれないんですが、そこのお考えというのをちょっと教えていただけますか。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

ウェルにつきましては、水位を監視するというような形で、今、計画をしております。

○忠内管理官補佐 規制庁、忠内です。

では、その監視方法なり、その手順なりというのは、今後、多分有効性評価の中できちっと説明をしていただきたいと思います。

○中部電力（角木） 中部電力の角木でございます。

承知いたしました。

○更田委員 ほかにありますか。

では、以上で午前中の中部電力浜岡4号機の議論は終了します。

2時に再開をします。

（休憩 中部電力退室 中国電力、東北電力、東京電力入室）

○更田委員 それでは、再開します。

午後は、中国電力島根2号機、東北電力女川2号機、東京電力柏崎刈羽6・7号機、同じく建屋内の水素対策について、説明を始めてください。

○中国電力（中川） 中国電力の中川です。

まずは、説明の仕方について御説明いたします。

資料2-1、島根2号炉の資料のうち、目次を御覧ください。説明といたしましては、三つのパートに分けて御説明したいと思います。まず、一つ目が1.の概要から2.1.3まで、それから2番目が2.1.4の解析について、それから3番目として2.2項、水素濃度監視設備について御説明します。それから、別紙と参考については、本文と関連する部分をそれぞれのパートで御説明いたします。それから、説明順番としては、中国、東北、東京の順番で御説明いたします。

まず、1ページ目、概要から御説明いたします。

1.1の「はじめに」についてですが、設置許可基準規則の53条に適合するための設計方針について御説明する旨が記載されております。

それから1.2、適合のための設計方針ですが、1ページ目の下のほう、設計方針を記載しております。炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素爆発による原子炉棟の損傷を防止するため、原子炉建物水素濃度抑制設備を設けます。

(1)としまして、水素濃度抑制設備として、静的触媒式水素処理装置を設置し、水素濃度の上昇を抑制できる設計とします。

それから、(2)として、水素濃度監視設備を設置し、想定される事故時に水素濃度が変動する可能性のある範囲で測定できる設計とします。また、監視設備については、代替電源からの給電が可能な設計といたします。

ここで、ちょっと概要に関連する別紙としまして、別紙12を御覧ください。ページ番号は、別紙12-1ページでございます。ここでは水素爆発防止対策と深層防護第3層・第4層の設備の関連について御説明をしております。

第1パラグラフですけれども、福島第一の事故において発生した水素爆発は、第一に電源喪失に伴う注水・除熱機能の喪失によって炉心損傷が起こりジルコニウム-水反応による大量の水素発生に至ってしまったこと、第二に除熱機能喪失によって格納容器破損が起こり大量の水素が原子炉建屋に漏えいしてしまったこと、第三に原子炉建屋に漏えいした水素に対する対応手段がなかったことによって起こったものであります。このため、水素爆発防止のためには、これら3つの課題に対してそれぞれの対策を施す必要があります。ということで、次のページの図にて内容を御説明いたします。

先ほど御説明しました三つの課題に対して、深層防護第3層に該当します水素発生防止、それから第4層の原子炉棟への水素漏えい抑制、それからPCVから直接大気への水素排出、

それから第三の課題として水素爆発リスクの低減と。これらの組み合わせにより、水素爆発の対応をすることとしております。今回説明します53条の対応としまして、PARを記載しておりますけども、それが一番下、第三の課題に対する対応設備として位置づけおります。それから、多様性拡張設備として、原子炉ウェル代替注水系、それからブローアウト・パネルも設備することとしております。

引き続き、次のページ、参考1を御覧ください。ブローアウト・パネルの開放運用の除外について御説明します。平成25年12月25日付の設置変更許可申請書において、53条に適合するための設計方針として、ブローアウト・パネルを開放し、原子炉棟からの水素を排出できる設備を記載していましたが、今回、後ほど御説明しますとおり、PARは十分な余裕を持った設計としていること、また、静的機器であり信頼性が高いことから、適合するための設計方針からブローアウト・パネルの開放運用を除外することとします。

あわせて、次のページを御覧ください。これは参考2として、先ほど御説明した多様性拡張設備として位置づけしております原子炉ウェル代替注水系について、設備概要を示しております。説明については省略いたします。

それから、本文の2ページ目を御覧ください。ここでは水素濃度抑制設備の主要仕様を御説明いたします。

抑制設備として、静的触媒式水素処理装置(PAR)を設置いたします。PARの主要仕様については、2ページ目の下のほうに書いてある表に記載しております。それから、構造図については3ページに記載をしております。

PARは、触媒剤としてパラジウムをコーティングした粒子を充填するカートリッジと、カートリッジを収納し加熱されたガスを上方に導くハウジングで構成されています。PARは、周囲の水素濃度上昇に応じて、結合反応を開始し、機能を発揮いたします。すなわち、PAR内部に配列した触媒の作用により水素と酸素を結合させ、その反応熱による上昇流により触媒表面のガスの流れを促し、結合反応を維持します。触媒を通過したガス及び結合反応により生じた水蒸気は、PARの上方の排気口により空間内に拡散されます。

続いて、4ページを御覧ください。2.1.2の設計方針について御説明します。

PARは、炉心の著しい損傷が発生した場合において格納容器から、多量の水素が原子炉棟へ漏えいする過酷な状況を想定した場合において、原子炉棟の水素濃度が可燃限界未満となる設計とします。「具体的には」ということで記載しておりますが、水素ガスの格納容器からの漏えい量は事故シナリオに依存しますが、有効性評価結果として、格納容器へ

の雰囲気圧力・温度による静的負荷が大きい、大LOCA時に非常用炉心冷却系の機能及び全交流動力電源が喪失する事故、これを選定しまして、これを踏まえた条件において原子炉棟の水素濃度が下限限界未満となることを必要条件としております。さらに過酷な条件を想定して、PARの設計を実施しております。

それについて、以下の(1)水素漏えい条件に示しております。水素漏えい条件は、表2.1.2-1に示すとおりでございます。有効性評価を踏まえた条件よりもPARの設計条件を十分保守的に設定しております。

まず、水素発生量についてですが、有効性評価結果を踏まえた条件では、発生水素量はAFC21%相当が水-ジルコニウム反応したものとなりますが、さらに過酷な条件としてAFC全量が水-ジルコニウム反応すると仮定してPARの設計を実施しております。

それから、5ページ目、②ですけれども、格納容器の漏えい率について御説明をしております。5ページに記載のAECの式から、格納容器漏えい率を設定しております。2Pdにおいて、格納容器の漏えい率については、この式に基づいて計算しますと約1.3%/dとなります。有効性評価条件では、これが最大値となりますが、さらに過酷な条件として10%/dを仮定して、PARを設計しております。

6ページ目を御覧ください。2.1.3、設計仕様でございます。

先ほどの設計方針に基づき設定したPARの設計仕様を表2.1.3-1に示しております。水素処理容量は、1基当たり0.50kg/h、それから、PARの設置基数については18基、設置箇所については原子炉建物4階となっております。

これらの設定根拠を表以降に記載しております。

まず、(1)の水素処理容量についてですが、PARの水素処理容量は、式(2.1)に示しますとおりの基本性能評価式によって表されます。この式(2.1)は、メーカーによる開発試験を通じて、温度、圧力、水素濃度等の雰囲気条件をパラメータとした水素処理容量の相関式であります。式中のSFと記載しているスケールファクターについては、触媒カートリッジの寸法及び間隔を開発当時と同じとすることを前提とし、開発試験時に使用された触媒カートリッジの枚数(88枚)に対して、実機に使用しているものは22枚というところで、スケールファクターを22/88に示しております。

詳細は別紙に示しておりますが、これについては後ほど御説明します。

次に、7ページを御覧ください。これらに表2.1.3-2の条件としまして、水素濃度4%、大気圧、それから100℃という条件を設定して、PAR1基当たりの水素処理容量を算出し、

先ほどの仕様表に記載をしております。

また、一方ですけれども、後で御説明する解析では、この基本性能評価式をもとに各パラメータにより水素容量が変動するというような計算をしております。

それから、(2)PARの設置基数についてです。PARの実機の設計においては、PARの設置環境を踏まえて、式(2.1)に反応阻害物質ファクターとして(F_i)を乗じた式(2.2)を用いております。反応阻害物質ファクターとは、事故時に格納容器内に存在するガス状元素によるPARの性能低下を考慮したものであり、0.5としております。詳細については、後ほど御説明します。以上により基数を算出いたしますと16.7基となり、これに余裕を考慮して18基としております。

別紙1と2により、基本性能評価式と反応阻害物質ファクターの詳細な御説明をここでしたいと思っております。

別紙1-1ページを御覧ください。PARの性能確認試験について、ここでは記載していません。メーカーによる開発試験によりPARの基本性能評価式が設定され、さまざまな環境下でPARの性能確認のため、国際的な実証試験が実施されております。

(1)の基本性能評価式の設定についてですが、この式の設定、それからPARの設置位置の違いによる性能評価を目的としまして、Battelle MC試験が実施されております。

試験条件を次のページの表1、それから、試験概要図をそのさらに次の別紙1-3ページの図1と図2に示しております。また、試験結果を図3、4に示しております。

この試験結果をもとに、PARの出入口における水素濃度の差により算出した再結合効率、これは約85%となっております。この試験を通じて基本性能評価式は設定されており、導出過程を別紙1-1ページと別紙1-2ページに示しております。

次に、別紙1-4ページを御覧ください。ここでは雰囲気の違いによるPARの性能影響について御説明をします。

ここではKALI試験と呼ばれる試験について御説明してありまして、KALI試験は、圧力、温度、蒸気等の雰囲気条件の違いによる影響の有無を確認するために行われております。試験条件を表2、それから試験体の概要を図5、それから試験装置の概要を図6に示しております。

次のページを御覧ください。次のページは、蒸気環境下での影響について確認した試験条件を表3、それから試験結果を図7に示しておりますけれども、図7の黒四角のドライ条件と図7の三角印、蒸気条件でのPARの性能は同等であるということから、蒸気による影響は

ないということを確認されています。

それから、次のページ、別紙1-6ページを御説明します。ここでは、低酸素濃度条件下での影響について確認した試験を御説明しますが、試験条件を表4、それから試験結果を図8に示しております。

図8に示しますとおり、黒四角で示す酸素濃度が低い場合は、水素と酸素による再結合反応は進まなくなることから、PARの性能が低下しているということがわかります。島根2号炉の場合には、水素発生量に比べて十分な酸素量を有していることを確認しておりますので、酸素濃度による影響はないと考えております。

次のページ、別紙1-7ページを御覧ください。

スケールファクターの妥当性について御説明します。触媒カートリッジ88枚相当の試験体を用いたBattelle MC試験の試験結果に基づきまして、基本性能評価式は設定されております。その後、触媒カートリッジの寸法及び設置間隔を保ったままカートリッジ枚数を減らしたPARが開発されております。これらの小型PARは、単位流路面積当たりの触媒カートリッジ表面積が同一となるよう、ハウジングの開口面積を設定していることから、流量がカートリッジ枚数に比例するとして、スケールファクターが設定されております。また、試験等のために触媒カートリッジ高さ以外の寸法を変更している場合でも、触媒カートリッジの設置間隔を同じにすることで、同様にスケールファクターはハウジングの開口面積の比で整理できます。

ここでKALI試験の説明をいたします。KALI試験では、小型PAR、先ほど説明した小型PARよりも、さらに流路面積の小さい試験体で性能が確認されております。

試験結果とスケールファクターを考慮した基本性能式との比較、これを次のページ、別紙1-8ページの図9に示します。図中の点線は、基本性能評価式を用いて算出しているものです。さらにスケールファクターとして1/40というものを考慮したものです。実機において使用される水素濃度の範囲において、試験結果と基本性能評価式はよく合っており、スケールファクターは妥当であることを示しております。

Battelle MC試験とKALI試験並びに島根2号炉で使用するPARの仕様の比較を表5、次のページで、別紙1-8ページの表5に示しております。試験結果から、スケールファクターとしては0.025、1/40～1の範囲であれば適応可能と考えております。島根2号炉で使用するPARは1/4スケールでありますので、この範囲内であることから、このスケールファクターを用いることと基本性能評価式を適用することは妥当であると考えております。

次のページ、別紙1-9ページを御覧ください。PARの反応開始遅れの影響について御説明します。

PARの結合反応の開始水素濃度については、SNL試験において確認されております。表6に試験条件及び反応開始水素濃度を示しております。雰囲気条件の違いに関わらず、水素濃度1vol%未満でPARによる結合反応を開始しております。後ほど御説明しますGOTHICによる解析においては、PARによる反応開始水素濃度を保守的に1.5%に設定をしております。これにより水素濃度を高く見積もることができると考えております。

ここで、図10ですけれども、反応開始遅れを考慮しない場合として、反応開始後水素濃度を0%とした場合の解析を示しておりますが、ここからも水素濃度、時間遅れを考慮したほうが水素濃度を高く見積もることができると言えます。

次のページ、別紙1-10ページを御覧ください。ここではPARの最高使用温度について説明をしております。

島根2号炉のPARハウジング部の最高使用温度は、THAI試験の結果に基づいて設定しております。試験装置及び試験体の概要等については、図11～14に示しますが、水素濃度4%の温度は300℃を下回っているということから、島根2号炉に設置するPARの最高使用温度、これを300℃とすることは妥当というふうに考えております。

次に、別紙2を御覧ください。別紙2-1ページです。反応阻害物質ファクターについて御説明します。

炉心損傷を伴う重大事故時において、格納容器内による化セシウム等の粒子状の放射性物質、それからガス状よう素、それから蒸気等が発生します。これらが原子炉棟へ漏えいした場合、PARの性能に影響を与える可能性があるため、影響評価を行う必要があります。

粒子状の放射性物質については、沈着や格納容器内スプレイにより除去されることから、原子炉建物燃料取替階への漏えい、PARが設置してある階ですけれども、そこへの漏えいは十分に小さく、影響はないと考えられます。したがって、影響因子としてはガス状よう素を対象とし、PARの性能への影響を評価いたします。

(1)のガスよう素による影響についてですが、炉内に内蔵されるよう素元素量、これをもとに、格納容器の漏えい数を一律10%にする等の条件を仮定した場合のガス状のよう素濃度に対して、十分濃度が高いよう素による影響を確認した試験としてBattelle MC試験がありますので、この結果を考慮しております。

次の別紙2-2ページの表1として試験条件、これは図1に試験結果を示しております。図1

の実線は、基本性能評価式の結果で、劣化係数を見込んだものを赤線で示しております。これに対して、試験結果をバツ印で示しております。この結果を踏まえて、先ほど御説明しましたとおり、反応阻害物質ファクターは05としております。

以上で別紙1、2の説明を終わります。

8ページをよろしくお願ひします。8ページでは、PARの設置箇所について御説明をいたします。

漏えいポテンシャルが比較的大きいドライウェル主フランジ部からの漏えい、それから下層階からの流入を踏まえて、ドライウェル主フランジ付近と大物搬入口付近の原子炉建物燃料取替階にPARを設置することを原則とします。さらに、下記の考慮事項を足しまして、耐震性の確保等を踏まえてPARを設置いたします。

結果としまして、9ページに記載のと通りの位置にPARを配置しております。9ページの上の図は平面図、それから下の図は断面図を示しております。

8ページに、なお書きとして記載しておりますが、PARの動作を監視することができるよう、PARに温度計を設置することとしています。温度計については、別紙3で御説明いたします。

別紙3-1ページですけれども、PARの動作監視のために、PARの出入口に温度計を設置しております。温度計の主要仕様については、別紙3-1ページの下の方、表1に示しております。

次のページを御覧ください。次のページ、別紙3-2の図1、これが熱電対の取付位置を示しているものでございます。それから下の図、図2が温度計の配置図を示しております。

それから、次のページ、別紙3-3ページですけれども、図3としまして、概略の構成図を示しております。ここに示すとおり、中央制御室に加えて、緊急時対策所で監視可能な設計としております。

ここで第1パートの説明を終わります。

○東北電力（佐藤） 東北電力、佐藤です。

資料2-2の資料で御説明させていただきます。

1ページめくっていただきまして、目次がでございます。中国さんが説明した項目について、多少前後しますが、御説明させていただきます。なお、中国さんと相違する点を中心に御説明させていただきます。

項目としては、1.の基本方針、2.1と2.2の概要、主要仕様、2.3.1、2.3.2の性能評価式に関わるのところ、2.4のPARの動作監視装置、4.の原子炉建屋水素爆発防止対策について御

説明させていただきます。

まず、1ページ目、御覧ください。1ページ目の基本方針、1.2の適合方針については、中国さんと同様の記載をさせていただきます。

続きまして、24ページを御覧ください。こちらに原子炉建屋水素爆発防止対策の全体の概要を記載しております。こちらについても、中国電力さんと同様に、重大事故対策を含めた深層防護、第3層の著しい炉心損傷防止、第4層：格納容器破損防止、第4層：放出抑制・拡散緩和のイメージ図を記載させていただきます。

続きまして、25ページを御覧ください。25ページの4.2で、PARによる原子炉建屋水素爆発防止対策として、炉心の著しい損傷が発生した場合において、格納容器からの漏えいが想定されるドライウェル主フランジからの漏えいガスは、オペレーティングフロアに上昇し、格納容器ハッチ類からの漏えいガスは、隣接する通路に流出し、大物搬入口ハッチ類等の開口部を通じて、オペレーティングフロアに上昇します。オペレーティングフロアに上昇した水素は、PARにより処理されます。

以上が、原子炉建屋水素爆発対策のイメージとPARによる対策の位置づけになります。

続きまして、4.3で、原子炉格納容器からの想定を超える水素漏えい時の対応を記載しております。格納容器過圧・過温破損（大破断LOCA時）のシナリオでは、原子炉建屋原子炉棟の水素濃度は1%未満であり、水素爆発により損傷することはありません。しかし、不測の事態により、格納容器から想定を超える水素漏えいの兆候が見られた場合には、PARによる水素処理に加えて、格納容器ベントを行い、大規模な格納容器破損に至ることを回避し、水素爆発による原子炉建屋原子炉棟の損傷を防止いたします。

26ページに、格納容器からの想定を超える水素漏えい時の対応フローを示しております。こちらのフロー図の左側と真ん中のほうは、格納容器の設計圧力2Pdによるベントを記載しておりますが、左側のフローでは、格納容器からの想定を超える水素漏えい時の対応として、想定を超える漏えいを認知した場合に格納容器をベントするものです。下の*の注記に記載があります。格納容器からの想定を超える漏えいについて、1つ目のポチで、水素漏えいの検知について、「4台の動作監視装置のうち2台以上によるPAR動作の確認、かつ、2台の水素濃度計のうちいずれかの指示値が有意に上昇した場合」とすることを考えております。また、漏えいを検知可能な参考パラメータとして、格納容器圧力、温度及び使用済燃料プールエリアの放射線量率の確認を考えております。

以上、全体像になります。

2ページに戻ります。2ページで、PARの2.1の概要、2.2の主要仕様については、中国電力さんと同様の記載になっております。

続きまして、3ページに参りまして、こちらのほうへPARの構造図を記載してございます。右下にあります触媒カートリッジについては、中国電力さんと同じ寸法となっております。収納ハウジングについては、ほぼ同じサイズとなっております。

続きまして、4ページへ参りまして、4ページの左上はPARの外観の写真になっていて、右上は収納ハウジングの内部の状況になります。触媒をカートリッジに充填しまして、22枚の触媒カートリッジをハウジングに収納いたします。

続きまして、下の表にPARの仕様を記載しております。種類、最高使用温度、水素処理容量は、中国さんと同じ仕様となっております。幅などの寸法は、中国さんとほぼ同様の寸法となっております。

続きまして、5ページになります。5ページに設置台数を記載しております。考え方は中国電力さんと同様となっております。基本相関式①から、反応阻害物質による影響を考慮した②の式を用いまして、水素処理容量を0.25kg/hと設定しまして、PARの必要な台数を算出しております。中国さんは18台のところ、東北は19台としております。

6ページを御覧ください。6ページに、水素処理容量評価条件と必要台数評価条件を記載しております。こちらについては、中国さんと同様な考え方で評価を行っております。

2.2.3、設置場所については、7ページを御覧ください。7ページのオペレーティングフロアの壁近傍に、19台のPARを配置しております。水色の箇所は床面から0.6m、黄色が2m、赤が床から8.7mの位置に設置いたします。

続きまして、2.3.1、PARの性能評価式についてです。これはNIS社において1/1scaleのPARによりBattelle MC試験を実施してございまして、PARの性能評価式が、下の式のように求められております。

8ページを御覧ください。また、EPRIとEDFが合同でKALI試験を実施してございまして、こちらでスケールファクターはPARの入口開口面積の比、または触媒カートリッジ枚数比として表すことが確認されてございまして、性能評価式はスケールファクターを考慮して基本相関式①となります。

2.3.2、性能評価式の女川2号炉への適用に当たりまして、(1)の反応阻害物質による影響について、よう素の影響について記載しております。EPRIにおいて、NISが実施したBattelle MC試験から、PARに対するよう素の影響として性能低下が報告されています。

9ページへ参りまして、9ページの上から8行目のところから、試験結果については、11ページの第2.3.2-2図に記載しております。よう素環境下においては、よう素が存在しない状態と比較して、水素処理性能の低下が見られております。女川2号炉の想定されるよう素濃度は、試験条件と比べて十分に低く、水素処理性能への影響は小さいと考えられますが、反応阻害ファクターとして、保守的に0.5を考慮しております。

続きまして、11ページを御覧ください。11ページの(2)の酸素濃度による影響、(3)の水蒸気による影響については、中国さんと同様に、影響がないことを確認して記載しております。

続きまして、12ページを御覧ください。(4)女川2号炉への性能評価式の適用、まとめいたしまして、(1)～(3)を踏まえまして、8ページに記載してあります基本相関式①に対しまして、反応阻害物質による性能への影響を考慮した②式を用いて、PARの設置台数、原子炉建屋原子炉棟の水素挙動を評価いたします。

関連するところが、別紙9を御覧ください。別紙9では、PARの再結合反応開始遅れについて、中国さんと同様の記載になっておりますが、SNLの試験に加えまして、再試験での結果を確認して記載しております。概ね水素濃度1%未満で再結合反応を開始していることを確認しておりますが、1.で、SNL試験の確認では、温度と水蒸気濃度の違いで反応開始に対して大きな差が見られていないことを確認しております。2.のTHAI試験での確認では、あわせて雰囲気圧力も含めて、相関関係はないことを確認しております。

別紙9-2ページを御確認ください。こちらが試験結果ですが、圧力等が変わっても反応開始水素濃度に相関は見られず、1%未満で反応していることが確認されております。

続きまして、19ページを御覧ください。2.4で、PARの動作監視装置について記載しております。こちらは中国電力さんと同様の記載となっております。動作監視装置は、PAR19台のうち、中国さんと同様に4台設けることとしております。

別紙11-1ページを御覧ください。こちらにPARの動作監視装置を載せております。1.で、PAR温度による動作監視の記載をしております。第11-1図の水素濃度とPARの温度の関係を例に記載しております。

別紙11-2ページを御確認ください。こちらで、設備概要としては、第11-1表に記載のとおり、温度検出器の主要仕様としては、種類、熱電対、計測範囲0～500℃としております。

最後に、別紙3を御覧ください。別紙3では、最高使用温度の妥当性について確認しております。再試験より、ハウジングの温度を測定した試験結果より、最高使用温度を300℃

とすることの妥当性について確認しております。

東北電力、以上になります。

○東京電力（平沼） それでは、東京電力のほうから御説明いたします。東京電力の平沼です。

お手元の資料、まず最初、先行2社の皆様の御説明に合わせた形で説明を進めたいと思いますので、よろしく願いいたします。

最初に、5ページ目のところをあけていただきまして、適合のための設計方針のところの御説明のほうに入ります。

こちらの位置づけのほうにつきましては、この1.2のところの設計方針、並びにその次のページ、6ページのほうに、設備の概要のほうを記載しております。こちらのほう、先行の皆様と同様に、第一の課題、第二の課題、第三の課題ということで、各層ごとに設備のほうを整えておりまして、詳しくは、概要図のイメージといたしましては、8ページに示しますとおり、第3層、第4層ということで、こちらのほう、水素発生防止のほう、設備を整えておりまして、今回、御説明いたします静的触媒式水素再結合装置につきましては、第4層の水素爆発リスク低減の対策として位置づけております。

続きまして、PARの主要仕様に関しましては、13ページのほうに記載をしております。13ページのほう、主要仕様というふうに書いておりますが、弊社の場合は、PAR-11というタイプを採用しておりまして、先行2社のものと比べて、1台当たりの大きさは少し小さいものとなっております。中にあります触媒のカートリッジにつきましては同様のものとなりますが、その枚数が11枚となっております、それに合わせてハウジング等、その他の関連する機材等のサイズが変わっているという状況となっております。

続きまして、ページをめくっていただきまして、14ページのほうに、主な設計方針のほうに記載を進めております。こちらのほう、水素処理容量につきましては、表2-3、設計条件のほうに記載しておりますとおり、設計条件としましては、1日当たり10%の漏えい率、水素発生量につきましては、先行の皆様と同様に、AFC100%相当の水素発生量ということで設定しております。

ページを進んでいただきまして、17ページになりますが、設計の仕様としまして、PARの台数のほうが先に記載しておりますが、こちらのほう、必要台数といたしましては、後ほど御説明しますが、54台以上となっております、最終的には余裕等を見込んで56台を設置するというところで、こちらのほう、結果のほうを先に記載しております。

続きまして、設定根拠の説明に続きますが、PARの基本性能評価式は、(1)の①のところから続きますが、こちらのほうの評価式のほうは、先行の皆様と同様のものとなっております。

こちらのほうの基本性能評価式の妥当性のところの説明に関しましては、後ろのページとなりまして、ページにしまして、73ページのところに、こちらのほうの性能試験についての説明が続いております。こちらのほうは、SNL式等で行いました試験によって確認を進めておりまして、試験の条件等は、その後ろのページのほうに説明が続いております。

この評価式につきましては、これらのSNL式によって確認をしておりまして、加えて、こちらのほうの反応阻害物質のファクターについての説明に関連しまして、影響評価を77ページのところから説明を加えております。77ページの(2)ということで、PARの触媒性能低下要因の影響についてということで、こちらのほうで影響についての説明を続けております。

ページのほうは、78ページのほうに続きますが、こちらのほうでは、よう素による性能影響の確認をしておりまして、こちらのほうで、よう素の影響を確認した試験においてデータの確認をしております。

最終的には、80ページに続きますが、こちらの試験の結果の確認から、性能低下のほうは25%程度しか低下しないものと考えられることがわかっておりまして、これを含めて、性能低下の影響については50%あるというふうな想定をして、反応阻害物質のファクターのほうを0.5と定めるということで、こちらがベースになって台数が決まるというようなつながりとなっております。

続きまして、水素濃度の影響についての関係ですが、まず最初に、21ページのほうを見ていただきたいと思います。こちらのほうで、水素低減性能に関する評価の条件等を表のほうで定めております。

こちらのほうのまた根拠につきましては、後ろのほうのページになりますけれども、84ページに移りまして、先ほどの性能評価式の試験関係の続きとなるんですけれども、84ページの③ということで、水素再結合反応開始の遅れの影響についてということが述べられております。こちらのほうは、THAI試験のほうで行われた結果をもって確認しておりまして、水素結合反応を開始する水素濃度の確認をしております。

この後ろのほうにグラフが続きますが、ページのほうは、88ページ、89ページに、水素濃度の確認をしたデータが並んでおりまして、こちらのほうに記載しているグラフのほう

の説明が、表28並びに、その下のほうの説明として記載しております。結果としまして、概ね1%以下の水素濃度でPARが起動していることは確認されておりますということから、こちらのほう、PARの効果を示すために、後ほど御説明しますGOTHICによる解析条件としましては、1.5%にして開始するというふうに設定しております。物の設計につきましても、同様に1.5%の水素濃度で作動が開始するというように設定しております。

続きまして、最高使用温度に関しましては、33ページのほうの説明になります。こちらのほう、最高使用温度につきましては、先ほどの設計指標のところでは300℃ということに設定しておりますが、こちらのほうの内容の設定の理由のほうを説明として加えております。こちらのほうも、SNL試験による内容並びにTHAI試験の結果、こちらのほうを踏まえて温度の確認をしております。

ページを進んでいただきまして、38ページのほうになります。今までのこれらの試験関係から、最高使用温度の妥当性のほうを説明を続けておりまして、最終的には、温度のほうの変化については、300℃を超えないことを確認した上で、問題ないということに結論づけております。

最後になりますが、94ページのほうで、濃度監視についての説明を加えております。こちらのほうは、動作監視装置についてということに説明のくだりになっておりますが、詳しくは温度計の設置についての説明として加えております。こちらのほうも、同じようにSNL試験で行われた試験用のPARなども確認した上で温度監視の条件を設定しております。

最終的には、建屋内にはPARの2個に対して温度計を設置しておりまして、その2個につきましては、ページをめくっていただきまして、98ページ、99ページの示すような位置に置いてあります6号機並びに7号機、それぞれ赤い点で示したところにあるPARについて、動作監視ができる温度計を設置するという形としております。

駆け足ですが、弊社のほうの説明のほうは以上といたします。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

先ほどちょっと、まず、ちょっと全般的な説明についてなんですけれども、今、東北電力のほうからは、違いを中心に説明していただくという話だったんですけど、結局、同じです、同じですという話だったので、ちゃんと違うところをポイントで説明していただきたいというのがまず1点あります。

それで、ちょっと中身の話をその後に確認させていただきたいんですが、動作監視、入口出口温度を見るということなんですけれども、これの動作の確認をしているものという

のが、中国が4つ、東北も4つ、東京も4つ……。

○東京電力（平沼） 東京電力、平沼です。

台数は2台になります。

○川崎課長補佐 2台ですか。

ちょっと各社、その動作が確認できる場所というのを選んだ考え方を御説明いただけますか。

○中国電力（中川） 中国電力、中川です。

基本的には、後ほどちょっと解析で御説明しますが、オペフロエリアの4階のエリアの水素濃度が均一に分布しているというところから、基本的には、満遍なく設置するということを考えております。

○中国電力（矢吹） 中国電力の矢吹でございます。少し補足させていただきます。

温度計の設置の考え方ですが、水素の漏えいポテンシャルが比較的大きいと思われるドライウエルの主フランジ部、あるいは大物搬入口付近の近傍に設置したPARを代表的に選定して、4台に温度計を設置しているという考え方で設計を進めております。具体的には、別紙3-2の資料の位置に、温度計の位置を記載しております。

以上です。

○東北電力（岡田） 東北電力、岡田です。

我々の資料、東北電力の資料で、7ページに動作監視装置の配置場所について記載がございます。東北電力としては、4つ設置することを考えておるんですけども、まず1つ目は、原子炉ウエル、トップヘッドフランジの近傍にあるPARにまず1つつけます。残り3つについてなんですが、基本的には、建屋全体を見れるようにということで、広く散らせたような状態で設置しております。また、高さについても、低い位置に1カ所、それから、中間といたしますか、2mの位置ではあるんですけども、これも比較的低い位置として1カ所、それから、高い位置ということで2カ所の配置をしております。こちらに関しては、後のほうでまた説明がありますけども、基本的には、オペフロ内の水素ガスというのは均一に拡散するというので、このように配置しております。

以上です。

○東京電力（石井） 東京電力の石井です。

弊社の資料といたしましては、PARの監視装置の配置については、98、99ページに記載してございますが、2台に対して設置してございます。理由としましては、こちらも後ほ

ど解析のほうで御説明しますが、PARによって水素を処理するという際に、ガスが上昇して拡散されるというところで、PARの設置位置については分散配置しているというところで、具体的には、26ページ、27ページにPARの設置図がございますが、オペフロの両脇に設置しているというところがございますので、そちらのそれぞれの壁の状況を把握するというところで、位置的分散を考慮して設置してございます。

以上でございます。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

各社、満遍なく、要は全体的に、なおかつ漏れる可能性の高そうな場所ということなんでしょうけれども、確かにそういうことなんだろうなというふうには思うんですが、ちょっと、中国の別紙3-2を見ると、2台ずつが比較的近い位置にあるように思えて、どっちかというところ全体、全域、いろんな方向から見れるような、必ずしもそういうものでもないように思うんですけども、これはどういったことなんでしょうか。

片方はエレベーションも多分同じになっていて、片方はエレベーションの差がついていたりするというのが見えるんですけども、これはもう少し考える余地があるのではないのでしょうかね。

○中国電力（矢吹） 中国電力の矢吹です。

御指摘のとおり、考える余地はあるとは思っています。ただ、当初の温度計の設置の考え方は、まず、PARの設置エレベーションが比較的高いもの、エレベーションの高いものについて、優先的に温度計をつけることにしました。また、位置的分散というか、水素は一樣に分布するという解析結果を得ておりますが、比較的、PARが、PAR同士近いところですね、この温度計の比較もできるようにということで、PARが隣り合わせになっているようなところがありますが、そこに温度計をつけて、比較しやすいようにしていると。現状では、そのように考えております。

以上です。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

近いところで、データの信憑性を高めるということなのかもしれないですけど、そうすると、ちょっと分散というのとは、少し分散よりそっちのほうに比重を置いていて、必ずしも、先ほど最初に分散を考えているという話だったんですけども、ちょっとまた、ここは少し、考え方が少しよくわからないなというのがあります。

それで、それともう1件、ちょっと私から確認させていただきたいのが、PARの性能につ

いてなんですけれども、例えば女川の資料で、触媒カートリッジの品質管理、これは東京電力、各社一緒のことが書いてあるんですね。それで、別紙2-1のほうに女川の、この品質管理がされていれば所定の性能が出るということ、これはメーカー側から提示されている値なんだと思うんですけれども、一方で、20ページで、設置時の検査ということなんですけれども、導入する事業者として、その性能が確実に出ているというのをどの検査で確認しているかという、多分、これを見ると、重量検査のところなんですけれども、設計仕様どおりであることを確認するというふうに、重量だけで果たしてこういう、まともに性能が出ているのかどうかというのを確認できるのかというようなことをちょっと御説明いただけますか。

○東北電力（岡田） 東北電力の岡田です。

PARの性能については、ここに記載のとおり、まず重量検査、それから重量検査だけではなく、所定のハウジング、PARの性能に関しては、内部を通過するガスの流量ですとか、触媒自体の性能、それから触媒の接触面積等によって決まります。これらがちゃんと満足されているということを確認するために、メーカーからは品質記録というものをもらって、それとの突き合わせた確認を行います。それとは別に、機能性能検査ということで、21ページに記載しておりますが、こちらの第2.5.2-1図、こちらのほうの機能性能試験装置を用いて、触媒の機能については確認することを現状は計画しております。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

それは、今おっしゃったのは、供用開始時の話であって、ちゃんと導入時に、重量だけで、何が聞きたいかという、導入時には、触媒の重量検査だけをもってカートリッジの品質管理というものを確認できるのかということなんですけれども。いずれにしても、ちょっとこれは許可段階ではなくて工認、詳細なあれかもしれないんですけれども、今回、でき合いのものを導入するに当たって、本当にその検査だけで性能が担保されるというふうな考え方で導入しているのかということをお尋ねしたいということです。

○東北電力（岡田） 東北電力の岡田です。

弊社においては、納入時に一度、これはメーカーの判定基準ではあるんですけれども、メーカーの判定基準に従った性能確認試験というものを実施しております。その結果では、メーカーが示した判定基準を十分満足するということが、もう確認はできております。

以上です。

○東北電力（菅原） すみません、補足です。東北電力の菅原です。

21ページの前に、20ページに、設置時の検査項目というものを整理してございまして、こちらの中で、触媒の機能性能検査ということで、触媒反応に異常がないことを確認するというので、ちょっと簡単に記載しております。こちらのほうは、設置時にどういう検査をすべきかということ整理して、別途、御説明をしたいというふうに考えてございませぬ。

以上です。

○東京電力（下迫田） 東京電力の下迫田です。東京電力について説明します。

同じNIS社製でございまして、東北さんと基本的には一緒でございませぬけれども、メーカーですね、過去に、具体的にはマツウエルモデル試験になりますけれども、こちらがメーカーで担保している触媒の性能を保証している試験でございませぬ。過去、やっていたときから、こちらの品質管理で示しているようなところ、こちらの系とか、こういった基準については、基本的に変更してございませぬ。したがって、こちらの判定値におさまることを確認すれば、性能式を満たす性能が担保できるということを確認できると考えてございませぬので、弊社としましては、こちらの品質管理項目ですね、具体的には、東京電力では42ページに書いている、こちらの項目を確認することで、品質を確認しているという状況でございませぬ。

以上です。

○中国電力（山本） 中国電力の山本でございませぬ。

考え方は同様でございませぬが、今回は触媒ですので、どちらかというとなり面積が一番きいてきます。したがって、当社も同様で、触媒の品質管理というところに記載してございませぬ粒径、それと質量、これを確認していくことで、大体、反応面積自体がほぼ管理できるというふうに考えてございませぬして、メーカーでつくったときには、こういう項目を記録確認なりで確認していき、そして、実際に搬入段階になってきたところでは、外観検査や重量といったようなことの確認というふうに考えてございませぬ。

以上です。

○更田委員 ちょっと、私は初手の、入口のところ疑問があるので、ちょっと先にそれを聞かせてもらいたいんですが、その前に、今の議論ですけれども、触媒の活性って、必ずしも担持されているときのところの面積だけでは表現できなくて、同じ面積でも、酸化雰囲気高温なんかにしちゃうと、一気に触媒の活性が失われてしまうと。それはそういう運用をしないということが大事なんだと思いますけど、電頭で見てやると、カリフラ

ワーみたいに表面積が増えている状態が触媒の活性の一番高い状態で、ですから、電頭で見てやるのが一番確かなんだけど、そうも言っていられないだろうし、還元雰囲気にしてやれば、また活性を取り戻すというような、エージングのような操作もあるので、活性の担保の仕方というのは、これはそれぞれの試験等の結果もあるだろうし、それから、これは、まあ、ちょっと許可の範囲ではなくて、確認方法のところでまた改めて議論をしようと思います。

その前に、ちょっと入口でというのが、説明の仕方の問題なのかもしれないんだけど、各PARの処理容量の算出と、それで、それを、水素発生量をそれで割って、必要な台数をといるところの説明がよく飲み込めなかった。各社とも飲み込めなかったのは、DRと言われているものが水素処理容量ですと。その水素処理容量を算出するのが、3社ともに同じ式でされているんだけど、処理容量を算出するときに保守的にというのも、例えば圧力を大気圧とするというのには、例えば島根の説明資料には、わずかに高くなると考えられるけども、保守的に大気圧とするということで低くしている。ただ、一方、水素濃度に関して言えば、これは小さく設定するほうが保守的ですよね。それから、温度に関すると、高く設定するほうが保守的。圧力のところだけで保守性を主張しているんだけど、まず、水素濃度がなんでここで4%なのかと。ここで設置するPARに期待をするのは、可燃限界よりもずっと低い濃度から水素の処理が始まってくれて、可燃限界に至らせないために置くものですよね。そうだとすると、なぜ水素濃度4%でいいのかというのが理解できなかった。

それから、温度というのは、そもそもどこの温度なのかが理解できなかったんですけど、これは触媒面の温度なのか、どこの温度なのかを教えてもらえばと思います。

もし、私が理解したように、単純に4%で、100℃で処理容量を計算して、それで水素発生量を割ったというのだと、それで必要基数が出てくるというロジックが理解できないんですけども、ただ、この水素発生量をこれだけ仮定するときには、少なくとも濃度がこうなっているというような背景の理由があるんだったらわかるんですけども、もう一回、DRの算出の考え方と、水素発生量をこれで割って台数になるというところを、どこでも構わないので、説明してもらえますか。

○中国電力（中川） 中国電力の中川でございます。

ここで示している水素処理容量については、ちょっと、あくまでも仕様表に書く上での仕様と。さらに、先ほど御説明いただいたところで、基数を粗々設定するための処理台数

ということの算出の方法ということで、ちょっと説明が悪かったのは、そのとおりだと思っ
ていまして、この後、解析のほうで、この設置の妥当性というものを確認しております
ので、その中で御説明をしたいというふうに考えます。

○中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

この水素の処理容量の決定としての4%というところでございますが、PARの性能として
は、水素濃度が入口の部分から上がってくれば、どんどん性能が上がってまいります。今
回の水素処理容量の目標としましては、可燃限界以下におさえるということで、4%に相
当する水素が供給され続ける状態であっても、それが全て処理できて、4%以下にできる
ということを目標に台数を決めるようにしてございます。実際は低いところからスタート
するんですけども、それは、低いところでは処理能力が低いんですけども、実際、そ
れが足りなくて、濃度が上がってきて4%になったところでは、少なくともつり合って4%
を維持できる。要は、それ以下の状態で、可燃限界以下にできる容量という場合には、こ
の4%相当の処理能力を使って容量設計、台数を決めるということが妥当であろうという
ふうに考えて、しているものでございます。

あと、圧力の面については、圧力は上がってくると、要は密度が高くなってくるのを踏
まえて、圧力が低目、ここでは大気圧で使いますので、そこが保守的になるということで
圧力。それから、温度については、入口の、PARの入口温度として100℃を設定してござい
ます。実際に100℃まで、それ以上に上がってくるということは、ちょっと考えられない
んですけども、そこを入口の温度としてございます。

以上でございます。

○更田委員 入口の気流の温度ですね。

○中国電力（山本） はい。

○更田委員 いかにも、やっぱりこれは台数の決定の説明としては、私はあまりいいでき
だとは思わないんですよ。4%でつり合うようにという、つり合うときの台数に関して、
4%に達していれば、これだけの処理能力があるだろうからということで、今、山本さん
が言われたように、4%流量のものが来たときにつり合う台数という、そういう説明なん
だと思うんですけども、実態からすると、目的は4%でつり合うというよりも、処理量か
らいったらそうかもしれないけど、4%に持っていかないことが目的だから、濃度が高め
れば高いほど処理能力は当然、反応速度の観点から言えば、濃度が高いほうが当然処理能
力が増す。どこかでサチることはサチるんでしょうけども。後ろの解析を聞いてから。こ

れによって、台数を決定したと言われると、あまり調子がよくないかなという気がしますけども。

あと、もう一つは、これはやっぱり一様性の主張がどこかであるんですよね。

○中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

全体としては、この後の評価で、4%に行かないということを前提としてございますが、この4%というところは、原子炉建物の、少なくともオペフロの体積に対して、4%濃度を維持するぐらいの格納容器からの漏えい量があったときに、処理して4%を維持できるというものでございますので、実際、この評価で使っている量としては、物すごく保守的な量にしても、これだけの濃度が出ていないので、ここでしておけば十分処理容量としては確保できるだろうという考えのもとで、最終的な確認としては、漏えい量の評価を用いてございます。

以上でございます。

○更田委員 濃度依存性は、この式だと、たかだか1.3乗だから、そういう意味では、濃度が低いからといって急激に下がるわけではないので。発生量に十分な余裕を持たせてあるということと、それから、これは保守的かなと思ったのは、阻害因子で0.5掛けてあるから、そういう意味でということ。あわせわざなんですよ、そういう意味では。

じゃあ、ちょっと僕の質問は、また後ろのほうを聞いてからにしようと思います。

川崎さん。

○川崎課長補佐 すみません、ちょっと設備のお話で、確認を各社にさせていただきたいんですけど、島根はブローアウト・パネルも当初の申請では入れていましたけど、ここは、今後はPARが信頼性が高く処理ができるということで、ブローアウト・パネルについては自主対策設備にするということで、先ほどの第4層のところでも、多様性拡張設備という記載になっています。

女川の同じ深層防護の説明をいただいているところで、女川は、たしか建屋ベントをされるということであるんですけど、これは自主対策設備になるんでしょうか。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

基本的に、自主設備と考えています。あとで、解析のところちょっと御説明しますが、基本的には全部、なるべく早めに検知して、フィルタベントで水素放出してあげる、そして、あとは建屋の中も、オペフロの中も均一なので、PARで処理できるだろうというのが基本的考えです。ただ、幾ら解析で中で均一だろうということがあっても、やはりど

こか上のほうにたまる可能性は、やっぱり否定できないというか、あるでしょうと。そういうときのためにということで考えています。

以上です。

○川崎課長補佐 では、東京電力は。

○東京電力（板東） 東京電力の板東でございます。

後ほど御説明しますが、資料2-3の71ページに、原子炉建屋のトップベントについて少し触れておりますけれども、こちらは、弊社としましては自主設備として設置をしてございます。この部分につきましては、また後ほど御説明させていただきます。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

了解しました。では、また後ほど説明があるかとは思いますが、よろしくお願ひします。

○更田委員 どこかで言及があるんだったら、それで後でもいいんですけど、3社ともSGTSを使うというのはない、後段の手段としても考えていない、そういう理解でいいですか。

○中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

SGTSの使用について、当社は、この水素爆発防止のための直接の対策としては考慮してございません。使えれば使うということで、多様性のような位置づけで考えてございます。

以上でございます。

○更田委員 多様性としては考える。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

我々は、基本的にはSGTSは考えていません。やはり水素の爆発防止ということに対しては、そういう爆轟対策、あとはいろいろ運用面、そういうことでの課題があると思っておりますので、考えていません。

以上です。

○東京電力（板東） 東京電力の板東でございます。

先ほどと同じ71ページのところで、SGTSのところも触れております。弊社としましては、東北電力さんと同じですけれども、期待しないというふうにしております。後ほど御説明させていただきます。

以上です。

○池田審査官 規制庁、池田です。

各社とも、PARの最高使用温度が300℃近くなるというふうに説明がありましたけれども、この300℃近くになったときに、オペフロにあるほかの機器、例えばCAMSとか、水素の設計等に温度が悪影響を与えないかどうか、説明していただけないでしょうか。

○中国電力（中川） 中国電力の中川です。

ここは、PARの発熱については、ハウジングの部分は保守的に300℃になるということでございまして、それ以外の雰囲気温度については、十分ボリュームもありますので、これによる温度上昇はあまりないというふうに考えています。

以上です。

○東北電力（岡田） 東北電力の岡田です。

弊社に関しても、中国電力さんと同様の考えで、オペレーティングフロア自体の温度の上昇には、それほど影響がないというふうに考えております。

以上です。

○東京電力（下迫田） 東京電力、下迫田です。

東京電力につきましても、中国さん、東北さんと同様で、300℃につきましても、躯体とか、そういったところにございまして、オペフロのほうに影響するようなものではないと考えております。

以上です。

○池田審査官 規制庁、池田です。

了解しました。大体、距離的には、どのくらい離れていけば影響はないというふうに考えればよろしいのでしょうか。

○中国電力（中川） 距離的にはあれなんですけども——中国電力の中川です——GOTHIC評価において、一応、室温の温度評価をしております、ここでも全然温度は上がっていないというか、平均の温度としては、PARの300℃とか、その辺りまでの温度は上がっていないというのを確認しております、距離的にも、そんなに近くなければ、基本的には温度勾配から考えて、近く、1mぐらい離れていけば、十分に温度は下がっているというふうに考えております。

○東北電力（岡田） 東北電力の岡田です。

弊社については、メーカーから指示のあります距離、PARとほかの設備との離隔距離というのは満足した設計にしております。それから、水素濃度計等の位置に関しても、問題がないことを確認した距離に設置させていただいております。

以上です。

○東京電力（下迫田） 東京電力、下迫田です。

東京電力につきましても、大体1mぐらい離していれば、それ以上温度影響はないと考えておりますし、水素濃度計等は、PAR、直接排気が当たらないような設置するという方針でやっておりますので、そういった温度の影響を避けるということも考慮しております。

以上です。

○池田審査官 規制庁、池田です。

了解しました。概ね距離を1mぐらい離しているので問題ありませんということだと思っておりますけれども、そちらのほうですね、資料等でわかるようにしておいていただけないでしょうか。

○中国電力（中川） 中国電力、中川です。

了解しました。

○東北電力（岡田） 東北電力、岡田です。

了解いたしました。

○東京電力（下迫田） 東京電力、下迫田です。

了解しました。

○更田委員 ほかにありますか。

○西村調査官 規制庁、西村です。

PARの設置箇所について、ちょっと確認をしたいんですけれども、各社とも、基本的にオペフロに全台設置するということかと思っておりますけれども、後ほどこれは御説明があるのかもしれませんが、例えば低層階、1階とか2階とか3階、そこから水素の漏えいがあった場合、例えばSGTSみたいに強制的に引くような装置があれば、オペフロに水素が運ばれるということは理解できるんですけれども、今回、それが無い状況を想定されていますので、基本的には水素の浮力のみで上昇していくものかと。その想定をした場合に、要はPARに水素が自ら入っていかないと処理がされないものなので、どれくらいの裕度があるのかと。場合によっては、低層階にもPARを設置する必要があるのかどうかについて、どのようにお考えなのかということをおっしゃっていただければと思います。

○中国電力（中川） 中国電力の中川と申します。

後ほど解析で御説明しますけれども、下層階から漏えいを想定しましても、それがオペフロに上がって大体均一になるということを確認しました。その効果としては、出てくる

ときの温度と拡散によって、上のほうに上がっていくということになりますので、基本的に、今のところ――後ほど御説明しますが――下層階へのPARの設置は必要ないというふうに考えています。

以上です。

○東北電力（岡田） 東北電力の岡田です。

弊社に関しても、中国電力さんと同様の考えでございます。解析結果では、当社に関しても均一に拡散するという結果を得られていますし、メカニズムとしては、漏えいガスの浮力と、あと圧力差ですね、漏えいした箇所の方が圧力は高くなりますので、低いところへ流れていくと。流れていった分に関しては、圧力が均一になるように動きますので、それによってガスが流動するということと、あとは拡散効果というところですね。

東北電力としては以上です。

○東京電力（板東） 東京電力の板東です。

弊社も、中国電力さん、東北電力さんと同じ説明になりますので、後ほど御説明をさせていただきます。

以上です。

○西村調査官 規制庁、西村です。

後ほど解析のところで詳細な御説明があるということで、了解しました。

○更田委員 ほかにありますか。

櫻田さん。

○櫻田部長 規制庁の櫻田です。

午前中の会合でもお話ししたので、もう認識していただいていると思うんですけど、今の話にもありましたように、下のほうから出てきた水素が上まで上って行って、そこでPARで処理するという、そういう発想だとすると、オペフロのハッチとか、そこに至るまでの開口部をずっと開け続けているということが大前提になると思うのです。その際に、その開口部を開け続けているということが、この設備の機能維持のために重要な話になりますので、ハッチの開閉機構が例えばSsで誤作動するとか、役に立たなくなるとかということで、閉じてしまうということがないということは示していただく必要があると思いますし、それに必要な措置というものがどういうものかにもよりまずけれど、工事計画の認可の対象にするのか、しないのかというところも含めて整理をして、また、別途でいいんですけども、説明をしていただきたいと思いますので、よろしく申し上げます。

○中国電力（中川） 中国電力の中川でございます。

当社の資料の資料2-1の一番最後、参考資料4のほうに、それらの開口部が確実に開いているという説明資料を添付しております。以上をもって、水素が上がってくる流路については、確実に開放しているというふうに考えております。

以上です。

取り扱いについては、ちょっと今後、御説明させていただきます。

○更田委員 ほかにありますか。

○東北電力（佐藤） 東北電力、佐藤です。

東北電力も同様に、別紙10-11にハッチの構造等を記載しております。こちらのほう、電動ワイヤーとチェーンブロック等で固縛できるような構造となっております。

○東京電力（下迫田） 東京電力、下迫田です。

東京電力の資料では、68ページ、69ページに、ハッチの構造を記載しております。東京電力につきましても、固縛等を行うことで、地震で閉まらないような対策をとるということを考えております。

以上です。

○更田委員 今の点は、後段の説明を聞いた上でも、またちょっと確認できるかと思えます。

ほかにありますか。

ちょっと余計な話ですけど、女川の24ページ、島根の別紙12-2、それからKKの8ページ、この説明は何か特段の意図があって各社されているものなんでしょうかというのが質問なんですけども。

うがった見方をすると、第3層と第4層と分かれていて、層間の独立を考えると、水素を発生させないということに関してはベストを尽くすけれども、それでもなお水素の発生は仮定して第4層の対策を考えると。ただ、今度は大量漏えいの防止と、それから、出てきた水素の処理というものに関しては、ともに第4層だと位置づけているので、この第4層中の対策は、ともに相まって役割を果たすという意思の表明なのか。もし、そういう意図が入っているんだったら、ちょっと議論をしなきゃならないんですけども、これは何か特段の意思表示があつてのものなんでしょうかというのが質問です。

○中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

更田委員さんおっしゃられたような意図で記載しているものではないかとはいえませんが、あくま

で、水素爆発対策というのがPARだけで達成できるものではなく、重大事故等対処設備の全体を通した上で成立しているというところを少し表現したくて記載したものでございますので、特にあわせてでないとおめだと、そういう意図ではございません。

以上でございます。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

基本的に、ここにそれほど意味を持たせたわけではなくて、基本的に、フィルタベントというか、逃がし弁で水素爆発防止はしますと。ただ、やはり中に滞留したものとか、そういうものがあるでしょうから、それについてはPARで処理していきましよう、という考えです。

以上です。

○東京電力（川村） 東京電力の川村でございます。

基本的には、ほかの電力さんと同じところでありましてけれども、PARについては、PARとして独立に機能するということは当然担保しなければいけないということの前提に立った上で、水素対策というのは、やっぱり全体的な戦略の中の一つであるということを確認するために、この図をつけております。

○更田委員 最後に川村さんがおっしゃったのが、まさに聞きたかった答えですね。

ほかにありますか。

じゃあ、説明、どうしましょう。二つ目の説明って長いですか。同じぐらい。

川崎さんからのたつての願いなので、じゃあ、3時半に再開します。

（休憩）

○更田委員 それでは、再開します。

説明を始めてください。

○中国電力（中川） 中国電力の中川でございます。

資料2-1について御説明いたします。

次は、10ページの2.1.4の水素濃度の解析について御説明いたします。

ここに記載してありますとおり、PARの効果について、水素濃度解析を実施し、原子炉棟の水素濃度が可燃限界未満となることを確認しております。

(1)として、解析コードですが、これについては、先ほど来御説明しておりますGOTHICによって解析を実施しております。

参考資料3ですけども、ここに解析コードの概要を添付しております。内容については、

説明は省略をいたします。

それから、(2)の想定漏えい箇所についてです。想定漏えい箇所については、10ページの下、表2.1.4-1及び次のページの図2.1.4-1に示しております。PARの設計条件では、ドライウェル主フランジから全量漏えいすることとしております。それから、有効性評価結果を踏まえた条件では、表に示しますとおり、6部位から分散して水素が漏えいすることを想定しております。この考え方については、別紙4に示しております。

別紙4の1ページをよろしく申し上げます。別紙4の1ページに、格納容器の漏えい箇所の選定についてということで御説明をしております。

(1)番、格納容器バウンダリ構成部を踏まえた選定です。島根2号炉の格納容器の破損・漏えい圧力-温度線図を図1に示しております。ここに示しますとおり、シール部の限界に対して、構造部の限界は十分裕度があることが確認されていますので、格納容器からの漏えい箇所の選定としては、シール部からの漏えいを選定いたします。

次のページ、別紙4-2ページを御覧ください。(2)としまして、機能喪失要因を踏まえた選定です。シール部の機能喪失要因としましては、格納容器内圧の上昇に伴いハッチ類フランジで生じる「開口」とシール材の「高温劣化」による機能低下があります。

表1に、評価対象部位と、それぞれの部位に対して想定される機能喪失要因を整理した結果を示しております。ハッチ類と配管貫通部のシール部については、フランジの開口と高温劣化による追従性の低下が重畳することでシール機能の喪失に至る可能性があります。これに対して、高温劣化のみが想定される部位よりも、先ほど説明した開口を伴うもののほうがリークのパテンシャルは高いと、大きいというふうに考えられます。このため、シール部の機能喪失要因として、開口を伴う機器を今回漏えい箇所として選定しております。

次のページ、別紙4-3ページを御覧ください。

開口量評価を踏まえた選定をしております。先ほどのページ、(2)で選定した評価対象部位について、「限界温度・圧力評価」におけるシール部の開口量評価結果を表2に示しております。許容開口量に対する裕度、それから口径から、表2にハッチングしてあります6部位を選定しております。

当該ページの(4)、下のほうの(4)ですけれども、各解析条件における漏えい箇所です。PARの設計条件においては、最も裕度が小さいドライウェル主フランジも漏えい箇所として選定をしております。それから、有効性評価条件を踏まえた設計については、先ほど説明した6部位を漏えい箇所として選定しております。

次に12ページ、本文側の12ページを御覧ください。ここでは解析モデルについて御説明をしております。解析モデルを12ページの図に示しております。各フロアをそれぞれ大きな1ボリュームとしておりまして、1階～4階については、大物搬入口の領域を介して連結しております。それから、地下階及び1階については、トーラス室上部ハッチの領域を介して連結しております。この連結の確実性については、先ほど御説明した参考資料4に記載をしております。それから、PARを設置している4階においては、90個のサブボリュームに分割しておりまして、PARの設置位置に該当する各サブボリュームにPARを模擬したモデルを設定しております。各フロアボリュームとは別に、大物搬入口及びトーラス上部のハッチ領域について、それぞれ1ボリュームとして設定をしております。これにより、各フロアの自然対流を模擬するために、さらに大物搬入口とトーラス上部ハッチの領域について、サブボリュームに分割をしております。

次のページ、13ページですけれども、ここの図に4階のサブボリュームに分割図を記載しております。

次の14ページ、上の図ですけれども、図2.1.4-4、ここにサブボリュームとPARモデルの関係を図示しております。

次に、(4)としまして、水素漏えい量の分配条件を記載しております。表2.1.4-2に、各フロアにおける漏えい量の分配比率を示しております。PARの設計条件では、格納容器漏えい率10%/dでドライウェル主フランジから全量漏えいするとしています。有効性評価を踏まえた条件では、格納容器からの漏えい量を各漏えい箇所の周長比に応じて按分しております。その按分の数値については、表に記載のとおりでございます。

15ページ、次のページと16ページにわたって、解析条件を示しております。PARの設計条件と有効性評価を踏まえた条件で異なるのは、格納容器の中の条件であります。PARの設計条件については、冒頭御説明しましたとおり、炉心が全量、燃料の有効長が全量、水-ジルコニウム反応するとして組成を設定しております。それから、圧力・温度については、200℃・2Pd、それから漏えい率については10%/dとしています。

それから、有効性評価を踏まえた条件については、17ページの表に格納容器の条件を示しております。

この表の数値については、次の18、19ページに示しますとおり、有効性評価の解析結果を踏まえて条件を保守的に設定しております。

20ページを御覧ください。20ページ以降に、解析結果を示しております。①の設計条件、

PARの設計条件における解析結果ですけれども、各フロアの水素濃度の時間変化を次のページ、21ページの図2.1.4-9に示しております。この図のとおり、全フロアにおいて可燃限界未満であることを確認しております。それから、3階以下の下層階については、直接、格納容器からは流入はありませんけれども、大物搬入口の領域を通じて4階から水素が流入してくることになりますが、先ほど御説明したとおり、可燃限界には到達しないという結果になっております。最終的には、4階の水素濃度に従って各フロアの水素濃度が減少するというようになっております。

それから、4階のサブボリューム、全サブボリュームにおける水素濃度の時間変化を21ページの下図に示しております。ここでわかるとおり、全てのサブボリュームの水素濃度はほぼ均一に推移するということを確認しております。

それから、有効性評価結果を踏まえた条件及び解析結果を22ページ、上の図に示しております。これも同様に、水素濃度は可燃限界以下であることを確認しております。「なお」ということで、本ケースにおいては、PARの起動水素濃度は1.5%、解析上の起動水素濃度になりますが、これに到達しないという結果を得ております。

22ページの(7)、解析まとめの部分ですけれども、PARの設計条件では、原子炉建物燃料取替階に設置した18基のPARで、原子炉棟内の水素濃度が可燃限界未満となることを確認しております。また、有効性評価結果を踏まえた条件においても原子炉棟内の水素濃度が可燃限界未満となることを確認していますが、有効性評価を踏まえた条件においては、主フランジ以外のフランジからも漏えいをしているということから、区画されたエリアから漏えいが想定される部分については、個別に解析を行っております。

その解析について、別紙5で御説明をいたします。

別紙5-1ページを御覧ください。別紙5-1ページに、評価対象区画を表1として記載しております。

それらの配置図について、次のページ、図1に示しております。

それから、解析モデルについては、さらに次のページ、別紙5-3ページですけれども、ここに示しております。SRV補修室とCRD補修室、これの解析モデルについては、このページに記載してある図2の解析モデルを使用しています。それから、所員用エアロック室の解析モデルについては、下の図3のモデルにより解析を実施しております。所員用エアロック室の解析モデルについては、エリアの雰囲気循環することによる希釈効果、それから天井及び側面の換気ダクトをモデル化することで模擬をしております。

それから、次のページ、別紙5-4ページを御覧ください。解析条件を記載しております。格納容器からの漏えい条件は、表2に示すとおりでございます。先ほど御説明した本文の有効性評価結果を踏まえた条件と同じとしております。「ただし」ということで、ここでは保守的な評価を行うため、格納容器から漏えいした瞬間、全ての水蒸気が瞬時に凝縮するということを仮定しております。具体的には、漏えいガスの水蒸気分を除いた水素ガスが100℃で流入すると。建屋側に流入すると。建屋の区画されたエリアに流入するとしております。評価対象区画の流入境界条件については、各想定漏えい箇所の周長比に応じて按分した値を使用しております。それから、表3に各区画の容積を示しております。

次のページ、別紙5-5ページですけれども、ここに解析結果を示しております。図4がSRV補修室、図5がCRD補修室、次のページの別紙5-6ページ、図6に所員用エアロック室の解析結果を示しております。

別紙5-6ページの(5)評価結果ですけれども、これらの三つの局所エリアにおいて、特別な水素対策を行わない状態において水素流入を保守的に評価した結果、水素濃度は可燃限界を下回ることを確認しました。その下ですけれども、局所エリアにおいては、水素濃度は、先ほど来から説明しているとおり、可燃限界未満であることを確認しましたが、漏えいの状況をより確実に把握するというために、多様性拡張設備として水素濃度監視設備を設置することとします。

それから、次の別紙6と別紙7ページについては、解析に関するパラスタを実施しておりますので、それについて御説明したいと考えます。

別紙6-1ページです。これまでの解析では、原子炉建物燃料取替階の水素濃度は、ほぼ均一な分布となることを確認しておりますが、ここでは、成層化しやすい条件として表1のケースの評価をしております。

表1を御覧ください。①として、ドライウェル主フランジから微小漏えいを想定しております。漏えい率としては0.5%/d、それから0.05%/dを想定しております。それから、②としまして、格納容器から漏えいした瞬間に全ての水蒸気が瞬時に凝縮することを仮定するということです。これらを考慮した保守性としましては、いずれにおいても漏えいガスの流入速度が小さくなるため滞留効果が抑制されるというふうに考えております。

解析モデルについては、本文と同様でして、次のページ、別紙6-2ページに示しているとおりでございます。

別紙6-3ページです。1.として微小漏えいケースについて御説明いたします。

(1)の解析条件は、先ほど御説明したとおり、0.5%/dと0.05%/dの格納容器漏えい率を考慮しております。

(2)の解析結果ですけれども、図2のほうに0.5%/d、それから、次のページの図3、これに0.05%/dの結果を示しております、いずれの場合においても、各サブボリュームにおいて均一に分布をしていると、水素濃度が分布しているということで、成層化が見られないことを確認しております。

それから、次に別紙6-5ページ、2.として全蒸気の凝縮ケースを示しております。

解析条件についてですが、格納容器からの漏えい条件は、表3に示すとおりで、本文の有効性評価を踏まえた条件と同じとしております。「ただし」ということで、先ほども御説明しましたけれども、保守的な評価を行うために格納容器から漏えいした瞬間、全ての水蒸気が凝縮するということを仮定しております。「具体的には」ということで、漏えいガスの水蒸気分を除いた水素ガスが100℃で流入することとしております。

(2)の解析結果です。次のページの図4に、全蒸気凝縮ケースとして解析結果を示しております。この結果からも、全サブボリュームで水素濃度がほぼ均一になっているということで、成層化は見られないことを確認しております。

次は、別紙7を御説明いたします。

別紙7-1ページを御覧ください。ここでは、運用面を考慮したパラメータスタディとして、ここの表に示す2ケースを想定しております。①としまして、原子炉ウェル注水によりドライウェル主フランジからの漏えいはないということを想定したものです。②は、格納容器のベントが遅延して、限界圧力・温度が継続するケースということです。

次のページ、別紙7-2ページです。ここで原子炉ウェル注水ケースについて御説明をしております。水素の漏えい量の分配条件については、有効性評価結果を踏まえた条件に対して、表1に示すとおり、ドライウェル主フランジの漏えい量がほかの漏えい箇所に配分されるように設定をしております。具体的な数値は、表に示すとおりです。

次のページ、別紙7-3ページに解析結果を示しております。この結果からも、全フロアにおいて水素濃度は可燃限界未満であることを確認しております。

次のページ、別紙7-4ページです。ここでは格納容器ベントの遅延のケースを御説明いたします。解析条件としまして、ここでは有効性評価結果を踏まえた条件におけるベント設定時間、解析では96時間としてありますが、これの直前の格納容器の条件が、事故後96時間以降についても継続する条件としております。各条件について、図2～図5に示してお

ります。ページ数でいきますと、別紙7-5～別紙7-6に条件を示しております。

解析結果については、別紙7-7に示しております、これについても、全フロアにおいて水素濃度は可燃限界未満であることを確認しております。

別紙7では、ウェル注水とベント遅延を考慮しても、建屋の水素濃度は可燃限界以下であることを確認しております。

以上で解析のパートの御説明を終わります。

○東北電力（佐藤） 東北電力、佐藤です。

12ページを御覧ください。2.3.3、原子炉建屋原子炉棟の水素挙動ということで記載してございます。

こちらのほう、PARの設計条件による水素挙動について、GOTHICコードによる確認をしております。GOTHICコードについては、別紙15のほうに添付してございます。

こちらのほう、解析条件については、14ページに記載してございます。漏えい箇所として、中ほどにございますけども、ドライウェル主フランジから全量漏えいするモデルとしてございます。条件としては、格納容器圧力・温度が2Pd・200℃、水素発生量がAFC100%、格納容器の漏えい率が10%/dとしてございます。

15ページのほうにモデルが記載してございます。原子炉建屋のオペフロと、あと地下階、あとは大物搬入口の区画を連結したモデル、あとは階段室を連結したもの、トラス室、あとダクト区画で連結したモデルとなっております。

16ページを御覧ください。こちらのほうは、解析モデルのPARの配置を記載したものになっております。上の図がオペフロを100のサブボリュームに分割したモデルになっております。下の四つの図については、四つの各レベルの断面で、どの位置にPARがあるかというものを記載したものになっております。

17ページのほうは、結果になります。17ページの上の図は、各フロアの水素濃度が記載されておまして、どのフロアも4%未満となっていることが確認されております。下の図は、オペレーティングフロアの100のサブボリュームの結果となっております、こちらも4%未満となっていることを確認されております。

続きまして、18ページを御覧ください。こちらはオペレーティングフロアの流れを速度ベクトルで表したものになっております。上の図で見ますと、中央から上昇した気流が壁の近傍で下降してくる流れが確認できています。こちらにありますように、滞留するような状況ではなくて、流れができていますことが確認されております。

続きまして、有効性評価のモデルの確認結果として、別紙10を御確認ください。

別紙10-1ページになります。有効性評価における原子炉建屋原子炉棟の水素挙動について記載しております。原子炉格納容器過圧・過温破損（大破断LOCA時）のシーケンスを選定しまして、GOTHICコードにより解析を実施しております。

下の2.の解析条件としまして、2行目のところに、解析については、ドライウェル主フランジを含むシール部からの漏えいをケース1としまして、格納容器頂部注水を考慮しましたドライウェル主フランジを除くシール部からの漏えいをケース2として実施しております。

別紙10-2ページ、次のページに解析の条件を記載しております。

それから、8行目のところに漏えい箇所としてございます、ドライウェル主フランジから逃がし安全弁搬出口等、7カ所からの漏えいを考えて評価しております。

別紙10-3ページのほうで、解析条件として各種、格納容器圧力、温度、ガス条件、漏えい率を記載してございます。

この条件については、別紙10-7がございます。こちらは、別紙10-7のシナリオの格納容器圧力、温度を包絡する値として設定しているものになっております。

少し戻りまして、別紙10-4ページにあります、こちらに漏えい箇所及び漏えい割合を記載しております。漏えい箇所については、ドライウェル主フランジ及び格納容器貫通部のうち、シール部を有するハッチ類を選定しております。漏えい割合については、シール部の開口部周長の割合としております。各部の漏えい割合については、この表のとおりとなっております。

続きまして、別紙10-5ページのほうへ、ケース1のドライウェル主フランジも含む箇所からの漏えいのモデルを記載してございます。

別紙10-6ページになります。こちらが、ケース2のドライウェル主フランジから漏えいがないモデルとなっております。

解析結果ですが、別紙10-10ページに記載してございます。別紙10-10ページの上のほうでケース1の解析結果で、下がケース2の解析結果になっております。ケース1、ケース2とも、水素濃度が1vol%未満であり、可燃限界以下であることを確認しております。

また、84時間後までは上昇し、その後はほぼ一定と推移しております。これは、格納容器ベントにより、格納容器内の水素が排出されたものとなっております。また、水素濃度が1.5%以上となった場合にPARが動作することとしておりまして、PARの動作開始濃度以

下の濃度となっていることが確認できております。

有効性評価に関わる場所の評価は以上になります。

別紙14を御確認ください。局所エリアの評価になっております。

別紙14、局所エリアの漏えいガスの滞留についてということで、格納容器から水素漏えいが想定される局所エリアを第14-1表に記載しております。こちらの中で、漏えいガスの滞留について、空間容積が最も小さい所員用エアロック前室の評価を行っております。

解析条件を別紙14-2ページに記載しております。解析モデルは、別紙14-3ページに記載しております。

解析モデルについては、ダクトを通じて原子炉建屋1階に換気を考慮したモデルとなっております。解析結果は、下の第14-3図となっております。水素濃度について、可燃限界4vol%以下となっていることが確認されております。

以上より、局所エリアについて水素等の滞留がないという評価となっております。

続きまして、別紙8で、成層化の評価になっております。

小漏えい時のオペレーティングフロアの水素挙動ということで、漏えいする水素が少ない条件として評価しております。モデルについては、別紙8-1に記載がありますようなドライウェル主フランジからの小漏えいの評価結果としております。漏えい率について0.5%/dayでの評価を行っております。

評価条件は、別紙8-2に記載してありますとおりでございます。評価結果は、別紙8-3に記載しております。

解析の結果、小漏えい時のPARが動作しない場合においても、第8-2図のとおり均一化することが確認されております。

別紙8-4ページに、対流の状況が記載されております。オペレーティングフロアの速度ベクトルの図を記載してございます。この速度ベクトルからもわかりますように、滞留せず流れがあるような状況が確認されております。

東北電力、以上になります。

○東京電力（板東） 東京電力の板東でございます。

それでは、資料2-3、柏崎刈羽6・7号炉の資料の45ページから先を御説明させていただきます。

先行2社さんとの大きな違いとしましては、ちょっと炉型が違うので条件がいろいろと変わってきているというところもありますので、その辺りを中心に御説明をさせていただきます。

きたいと思っております。なお、休憩前のところで、この解析結果を用いて、その台数を決めているのではないかというようなことがあったんですけれども、弊社としましては、あくまでも休憩前の部分で台数を決めておりまして、今回、その台数、56台ですけれども、56台を今の設計の配置にした場合に、きちんと効果があるかというところを確認したというものでございます。

めくっていただきまして、46ページのところに、モデルは、すみません、マスキングになっておりますけれども、モデルと、それから漏えい想定箇所を記載してございます。モデルとしましては、恐らく一緒だと思うんですけれども、各階をモデル化していて、オペレーティングフロアにつきましては細かく分割しているというものでございます。

それから、漏えいの想定箇所、表2-6ですけれども、こちらにつきましては、トップヘッドフランジは当然のこととしまして、漏えいのポテンシャルのある機器搬入ハッチですとか、エアロック、そういったものを挙げております。

先ほど少し述べましたけれども、炉型が違うというのと、それから循環冷却というシナリオを今回想定しておりますので、若干ケースが異なります。そこにつきまして、まず59ページまで飛んでいただければと思います。その手前までは、いろいろと解析条件が書いておりますけれども、大体似たり寄ったりですので割愛させていただきますが、59ページのところの解析ケースとしまして、4ケース考えております。

まず、ケース1としまして、有効性評価の大LOCA、SBO維持電源喪失、格納容器の過圧・過温破損シナリオを包絡するような形で設定をしました漏えい条件、この条件で、漏えい箇所はまずオペフロのみとした場合のものがケース1でございます。これについては、その中でPARの反応開始を1%と1.5%という2種類、感度を見てございますけれども、基本的には、反応開始濃度は1.5%というふうにしてございます。

ケース2につきましては、これも休憩前にありましたけれども、下層階からの漏えいを考えるということで、先ほどの漏えいポテンシャルのあるところに、これは他社さんと同じだと思いますけれども、周長割りをした割合で漏えいをさせたものになります。こちらでも有効性評価のシナリオを包絡するものでございます。

それから、ケース3につきましては、設計裕度の確認ということで、10%/dayでAFC100%相当のものが出るという想定をしたものでございます。これにつきましては、59ページの下から二つ目のところ、ケース3というところに書いてありますけれども、PARの設計条件に相当するような水素発生量、それから格納容器の漏えい率となった場合という

のは、格納容器からの異常な漏えいが発生ししている状態に相当します。その状態でも、水素濃度を抑えるということでPARは設計しておりますけれども、その抑えている間に格納容器ベントを実施するというのが基本的な戦略となっておりますので、この対応を行うための十分の時間を確保できているというのを確認するために行っているものでございます。

最後に、ケース4が循環冷却のシナリオということになってございまして、こちらはオペフロと下層階を含めた全体から漏えいするというもので確認を行ってございます。

結果ですけれども、60ページからが結果になります。

まず60ページ、こちらは、有効性評価の包絡シナリオ、包絡条件になりますけれども、結論としましては、38時間当たりでベントをするんですが、PARの反応開始濃度に到達する前に終了すると。事象は収束するという結論でございまして。

61ページが、PARの起動、反応開始水素濃度を1.0%に変更した場合ですけれども、こちらは、1%に到達した時点でPARが反応を開始しまして、そこで水素濃度を抑えるという結果が得られてございます。

62ページ、次が下層階からも漏えいする場合ですけれども、こちらにつきましても、他社さんと同じですけれども、4階～地下2階までにつきまして均一にまざっているというようなものが見てとれます。地下3階は漏えい箇所がないというところで、地下2階の漏えいはそのまま上に上がるということで、地下3階の濃度は上がってございませぬ。

なお、これは後で局所漏えいのところを御説明いたしますけれども、この解析におきましては、63ページに書いておりますけれども、オペレーティングフロア以外の階を1ノードで設計をしておりますが、下層階の小部屋で水素漏えいが発生した場合におきましても、その区画が通路もしくはオペレーティングフロアとダクト等で繋がっておりますので、時間遅れは発生するというものではありませんが、同様の挙動を示すものと考えております。

めくっていただきまして、64ページ、こちらが、先ほど少し述べましたが、異常な漏えいが発生するような条件、設計の条件ですけれども、その場合の挙動を示したものでございます。

水素濃度が上がっていきまして、3.5%程度のところで大体抑えられるんですけれども、そうすることによりまして、対応するための時間が100時間程度確保できるということで、この間に格納容器ベントを実施することで水素濃度を下げることができるというものでございます。

65ページに書いておりますけれども、このようにPARを設置することで水素濃度の上昇を抑制しまして、可燃限界に至るまでの時間を大分延長できるということで、その間に何らかの対策をするというものでございます。10%/dayという、この格納容器漏えい率は異常な漏えいというふうなことで考えられますので、例えばこの図2-31で描いておりますけれども、こういった格納容器のベント操作を行うことで水素濃度の抑制にもつながるというものでございます。なお、この図2-31の基準値につきましては検討継続中ですので、暫定の値ということで御了承いただければと思います。

なお、他社さんのほうでありましたけれども、66ページ、ベクトル図につきましても、本件につきましては載せさせていただいておりますが、特に問題なく全体をぐるぐると回っているということで、オペレーティングフロア内全域が攪拌されているということも確認をしております。

それから、67ページ、代替循環冷却の場合ですけれども、こちらも、格納容器のベントをしないということで、水素がゆるゆると出続けるというような条件になりますけれども、その場合でもPARが反応しますので、2%に至らないぐらいですね、1.5%をちょっと上回るぐらいのところまで事象は収束するというところの確認をしております。

それでは、少しページを飛びますけれども、100ページのところまで進んでいただければと思います。

小部屋に関する水素爆発防止対策というところになりますけれども、先ほども申し上げましたが、漏えいポテンシャルのあるところとしましては、ハッチ類、それからエアロック、こういったところになります。これらのハッチ、エアロックが設置されている部屋につきまして、機密のがちがちの部屋になってしまっているのかどうかというのを確認をしております。その考え方が101ページの図でございまして、通路とつながっているダクト、これを通じて通路に行って、そこから開口部を通じてオペレーティングフロアに行く、もしくは、換気ダクト、こちらはオペレーティングフロアまでつながっておりますので、ここがあるので水素が動くというようなことを確認をしております。

102ページにその確認結果を載せておりますけれども、完全な気密の部屋というのはありませんで、基本的に通路ダクト、換気ダクト、ちょっと隣の部屋につながっているものもありますが、そういったものがあって、気密性を有しているような部屋というわけではないというのを確認しております。

なお、表の下に書いてありますが、これらのダクトは耐震性を考慮して設計したという

ものではありませんけれども、水素の流れを遮断するような完全閉塞ということは工学的に考えられないということで、今、水素の流路としては考慮をさせていただきます。

実際に、この換気ダクトでどれくらい効果があるのかというのを確認したいということで、103ページから、下部のドライウェル機器搬入用ハッチを設置している部屋ということで、一番下の地下2階の部屋なんですけど、この部屋を例としまして、GOTHICを使って評価をしております。モデルのイメージが103ページの図になります。本来は、通路のダクトがあったりですとか、あと、この部屋の入口の扉は遮蔽扉でして、水密扉とかとは違って、1cmぐらいのすき間のある扉なので、本来は空気がそこから漏れるんですけども、今回、換気ダクトの効果を確認したいということで、換気ダクトだけが外とつながっているというような設定をさせていただきます。

確認に使用したのは、有効性評価の代表シナリオの包絡ですけれども、先ほどのGOTHICの解析とはちょっと、さらに細かく水素濃度の条件等を設定をさせていただきます。時間に応じて細かく設定をしたというだけでございます。

その結果が105ページの下の図でございまして、ベントをするのが38時間のタイミングですけれども、ベントをするまでの間は、窒素が押し出されているところから大体わかりますけれども、格納容器の中から入ってきた空気で水蒸気が増えて、空気が押し出されていくと。38時間以降も、水蒸気がどんどん上がって行って、ほかの空気が小さくなっていくということで、これも同じように押し出されていくということで、106ページにまとめておりますけれども、換気ダクトを通じて空気が流れているというところを解析の結果から確認をさせていただきます。

「なお」というところにありますけれども、小部屋に漏れ出した水素を早期検知、それから滞留状況を把握するという事は、水素爆発による建屋の損傷を防止するために有益な情報になりますので、これらの小部屋につきましては、漏れ出した水素を計測するための水素濃度計を設置したいというふうに考えております。濃度計につきましては、後ほどまた御説明させていただきますけれども、これらの部屋に設置する水素濃度計、それからオペレーティングフロアに設置している水素濃度計で、格納容器内で発生した水素が漏れ出すポテンシャルのある箇所、すなわち、出てくる場所の水素濃度と、最終的にたまる場所の水素濃度の両方を監視するという事で、建屋全体の水素影響を把握するというふうに考えてございます。

では、すみません、戻っていただきまして、70ページまでお戻りください。

こちら、他社さんでもありました成層化に関する説明でございます。解析は、格納容器の設計漏えい率でした場合にもちゃんとまざって成層化が起こりませんというのは他社さんと同じですので、そこはちょっと割愛させていただきますけれども、71ページ、それでもなお、仮に成層化が発生してしまった場合ということになります。

その場合についても考慮をしております、PARを設置している壁面、そこでたまるというのは考えられませんので、設置していない天井部でたまると考えております。この部分につきましては、天井部に水素濃度監視設備を設置しておりますので、濃度計はPARの起動確認濃度を超えているのにPARが動いていないという場合には成層化が発生していると判断ができます。

この場合の対応としましては、発生源を断つということで格納容器のベント操作、外気を取り込んで対流を促すということで大物搬入口等の建屋の外扉の開放、それから、休憩前にも少しお話ししましたが、水素を排出するための自主設備であります原子炉建屋のトップベント、この開放操作というものが挙げられます。挙げられるんですけども、これらにつきましては、状況に応じて使い分ける必要がございます。水素濃度の時間変化ですとか、それぞれの冷却状況、炉心・格納容器の冷却状況を各種パラメータで確認しながら、対策の準備状況も勘案して、かつ、外扉の開放という観点では、津波の襲来等も当然影響しますので、そういった外部条件も踏まえて、総合的に判断して適切な対応を選択いたします。

なお、トップベント、すみません、図が大分小さくて恐縮なんですけれども、71ページの下に、図と写真を載せております。すみません、わかりにくいんですが、右上の写真がトップベントの設備を上から見たもので、このふたをワイヤーで引っ張ってあけるというものになります。ワイヤーは、一つ下の低層部の屋上、原子炉建屋の屋上にありまして、そこから引っ張ってあけるというものでございますけれども、こういった設備を設置をしておりますので、自主設備ではありますが、これについても考えていくというものでございます。

それから、これも休憩前にありました非常用ガス処理系に関してですけれども、「なお」ということで書いております。

非常用ガス処理系の換気は、当然、水素を排出できるという点では有用です。有用ですが、系統内での水素爆発の可能性を否定できないというところから、弊社としましては、可能な限り使用しないというのを現在のスタンスとしてございます。水素の着火温度は

500℃というふうに言われておりますけれども、この500℃に系統内になるというのは考えられませんが、同様に、福島第一の原発事故の水素爆発が雰囲気温度500℃で起こったというふうには考えられません。そのため、福島第一原子力発電所事故の着火の可能性が高いものとしましては、不燃限界濃度を超える水素が存在する環境で機器の動作時などの金属摩擦、貴金属の触媒作用、静電気の放電、あと漏電ですね、こういったその他の要因で着火した可能性が高いというふうに考えられます。非常用ガス処理系はオペレーティングフロアの吸い込み口付近での水素濃度の監視というのはちょっと今できないというところと、そういった水素濃度による起動/停止判断手順といったような水素爆発を未然に防ぐ措置といったものをまだとれておりませんので、電動の動的機器であるファンも使用しているということも踏まえまして、成層化対応中の水素爆発のリスクがあるということで、この成層化対策の1個としては挙げていないという状況でございます。

なお、もう1点、あと、ウェルからの注水を行った場合ということで、下層階だけから出たものというのを、その次のページ、72ページに示してございます。

これについては、これも他社さんと同じですけれども、下層階から出た場合におきましても、オペレーティングフロアまで到達しまして、均一化された水素濃度になるというところを確認をしております。

東京電力の御説明は以上です。

○更田委員 今の説明内容に入る前に、KKの説明の中で、休憩前の説明でもって台数を決めたという言及がありましたけど、そうであるとすると、私は、そのロジックを理解をしていないので、改めて説明をしてください。

○東京電力（下迫田） 東京電力、下迫田です。

当社の資料で25ページに、PARの設置の設計フローというのを載せております。こちらについて、すみません、詳しく説明していないところがございますので、改めて説明させていただきます。

まず、1番、2番、3番と。1番は、現場調査でどこにPARが設置できるかというところの確認をするというところなんですけれども、25ページの図2-10になります。

設計条件等が、先ほど説明しましたような4%のガスを想定するとか、こういったところを設計条件として設定します。そして、PARの必要台数というところで、先ほどの計算により、基本性能評価式により4%のときの必要台数を出したというところがございます。そして、そこで、まず4番というところで台数の配置が決定することになりますけれども、

そこで先ほどのGOTHICで説明しました、ここの流動解析、ここで妥当性を確認して、そこで空間の水素濃度に偏りはないかとか、こういった解析結果の中から、そういった局所的にたまるところはないかということを確認して、最後、総合評価として、その配置が妥当という流れで位置を決定しているという流れになっております。

したがって、最初の容量のところは4%のときの0.25kg/hという水素処理容量を書いたところなんですけれども、まずは水素濃度を可燃限界以下に抑えるということで、4%というところを条件に基本性能式によって計算をして、そこで台数を決めた後に、今のようなGOTHIC等で確認をした上で台数を決定しているというところになっております。

以上でございます。

○更田委員 4%でつり合うように台数を仮決めしてやって、GOTHIC等々の解析をやってみて、その台数で足りているかという上での台数決定ですよ。

○東京電力（下迫田） はい、そのとおりになります。

○更田委員 そこで、この解析の結果を議論することになるわけで、休憩前に台数が決まったわけじゃなくて、この解析の結果を見て、台数が充たかどうかが決まるという、そういうロジックですね。

○東京電力（下迫田） はい、そうです。

○更田委員 それでは、GOTHICについてはもう広く使われているコードであって、浜岡の際も議論をしているので、特段のあれがあるかどうかですけども、どこから行きますかね。

○西村調査官 規制庁、西村です。

GOTHICのコードの話はちょっと省略するというので、GOTHICで適用してるPARのモデルについてちょっとお伺いしたいんですけども、今の各社の御説明の中で、具体的にどういうふうにモデル化をして、PARをGOTHICの中でモデル化しているという説明がなかったので、まずそこについて説明をお願いします。

○中国電力（中川） 中国電力の中川でございます。

当社の資料の資料2-1、参考3-14ページを御覧ください。

これまでが解析コードの適用の妥当性、解析コードの妥当性についてで、午前中でも御説明があった内容になります。ここからはPARモデルということで記載をしております。

ここに、①からずっと各パートに分かれて御説明をしております、①のところは、

PARの中の局所流動の扱いということになっております。PARの内部においては、カートリッジにおける水素・酸素の再結合開始に伴い、カートリッジの再結合熱の流入気体への

伝熱、伝熱の気体の浮力による上昇というのを発生、および上昇流に対する流動抵抗の発生等、複雑な熱流動が発生していると考えられています。

これらについてはということで、当社の場合、KALI試験で水素処理量について妥当性検証解析——KALI試験をもとに評価式は妥当であるということを示しておきまして、KALI試験の内容自体に、これらの複雑な流動等については、全て含んだ形で、入口条件として水素濃度、それから気体圧力、それから気体温度を与えることで、先ほどの冒頭に説明した基礎式によりPARの処理容量が求められるということが確認されているということです。まずは、①としてこの御説明をしておきまして、図13にKALI試験の計測位置等を記しております。

それから、解析でどういうふうにPARモデルを入れているかというのは、参考3-16、それから3-17ページに記載をしておきまして、

それから、3-18ページ、ここにGOTHICのオペフロ解析モデルとPARモデルの関係を示しておきまして、今回、GOTHICによるPARの解析においては、オペフロ内のサブボリュームの大きさはPARの大きさと比較して大きいということがございまして、この影響について記載をしております。

実現象を考えますと、PARの入口と出口の条件については、これは温度であるとかという条件が、水素濃度であるとかという条件が異なると。これに対して、PARよりもサブボリュームの大きさを大きくすることによって、入口と出口は同じ条件と。瞬時にまざるといような評価をしております。

一番上のポツの水素濃度のところですけども、これはPARで処理された水素濃度が低くなったガスが、フローパスの出口より同サブボリュームに排出され瞬時に混合するということになります。これによりPARの入口の水素濃度については、実際のものよりも低く見積もることになるということで、結果として水素の処理容量は小さくなるということで、保守的な評価であると考えています。

また、酸素量についてですが、これも低めの評価になります。けども、実際の評価においては、酸素量についてはあまり減るようなことはなくて、十分にあるということで、これについては影響はないと考えています。

それから、気体の温度については、PARの出口が温度が高くなりますけども、あわせて入口も同じように、同じ濃度の中なので、PARの入口の温度が高めに見積もることになります。PARの入口の温度が高くなれば、PARの性能が落ちることになりますので、解

析上保守的な評価をしております、ということです。

気体の圧力については、これについても効率が変わりますが、実際、解析上もそうですが、これについては、圧力分布はあまり変動しないということは影響は少ないというふうに考えています。

以上をもって、PARモデルについては十分妥当で、保守的な評価ができていているというふうに考えております。

以上です。

○東京電力（板東） よろしいでしょうか。東京電力の板東でございます。

東京電力の資料、参考3-17からが同様にPARのモデルになっております。ちょっと試験が違うので、念のため御説明をさせていただきますけれども、参考3-17から、PARのモデルについての御説明をしております。

今回、GOTHICでモデル化するPARにつきまして、2点、着目して検討する必要があると考えております。1点目が、本来、PARの内部で生じているような局所的な熱流動影響を伴う、水素・酸素再結合を取り扱えるか否かという点。もう1点が、総体的に空間スケールの大きいメッシュになっているんですけども、この中でも適正な条件を与えることができるかどうかという2点になります。

まず、①PARの自然循環流量の扱いですけれども、こちら、基本的には同様ですけれども、弊社で見えておりますのはSNLの試験ということで、めくっていただきまして、参考3-18ページ、こちらの試験の計測位置というふうに書いておりますところ、気体の温度、圧力、水素濃度、これらを計測をしまして、相関式の入力値ということで与えておりまして、相関式の妥当性を確認しております。したがって、PARの内部でいろいろと熱流動現象が起こっておりますが、その結果として得られる水素の処理速度を、PARの入口の水素濃度、気体圧力、気体温度の関数という形で整理をしておりますので、この相関式そのものに自然循環流量を陰に含んだ形になっておりますので、水素濃度、気体圧力、気体温度を与えるという形で適切な水素処理速度を得るというふうにしてございます。

めくっていただきまして、参考3-19ページですけれども、それに加えてということ、PARの水素処理相関式というのは、2項に分けて記述された相関式によって成り立っております。まず上のところ、まず入口の体積流量につきましては、水素濃度の関数という形で定義をしております。それから、入ってきたガスの再結合につきましては、その下の相関式という形になってございます。この引き込む流量と水素処理というところを、フ

ファンと再結合のモデルで模擬をしておりますが、ファンのモデルは、強制的に循環しているとかではなくて、この入口の条件を与えることで得られる体積流量、入口の体積流量をファンモデルという形で利用して、それを使って模擬しているというものでございます。

再結合につきましても同様で、このファンモデルで模擬した体積流量と入口の条件等を踏まえて水素処理をするというようなものをモデル化してございます。

ですので、もともと実験から得られた結果、それを使ってつくられた相関式を適切にモデル化しているというものでございます。

それから、③番ということでオペフロ解析モデルとPARモデルの関係というところを示してございます。ここは同様ですので、ちょっと割愛をさせていただきます。

以上、参考3-21にまとめて書いておりますが、④ということで、GOTHICで適切なPAR解析を行い得るということを確認をしているということで、今回、解析に使用してございます。

非常に簡略ではありますが、御説明は以上です。

○東北電力（岡田） 東北電力、岡田です。

弊社につきましては、記載足りないところがあるんですけども、別紙15-3、マスキング箇所なんですけど、別紙15-3のこのマスキング箇所です。基本的なPARのモデルの作り方というものを記載しております。記載を今後追記させていただきますが、実証試験等で確認している水素濃度、インプット条件として使っている水素濃度、また温度というのは、PARの入口の温度、それから水素濃度を使っております。圧力に関しては、試験容器内の平均圧力を使っているんですけども、GOTHICのコードの中では、PARの入口・出口の平均水素濃度となりますので、インプットしている水素濃度としては低めの水素濃度が入っているということで、処理性能としては低めに出ると。

それから、温度に関して言えば、この温度に関しても入口で入ったガスが触媒反応によって過熱された後、高い温度になって出てきますが、これの平均の温度がGOTHICの解析ではインプットされています。

別紙5-1を確認していただきたいんですけども、こちらの別紙5-1のほうには、PARの基本性能相関式が記載してあります。PARの処理性能を表すときには、この温度の項が大きくなりますと、処理性能としては低く出ますので、この部分に関しても保守的なインプットとなっております。

圧力についてなんですけども、圧力については、実際はヘッド差がありますけども、実

証試験で確認している平均水素濃度を測定している位置と、GOTHICでインプットしているのは各濃度の中心位置での圧力なんですけども、ここでのヘッド差が、例えば数mあったとしても、それによるヘッド差の違いというのは数十Pa程度であって、水素処理性能に与える影響というのはほとんどないと考えておりますが、この辺の記載が不足しておりますので、実証試験等を絡めた説明のほうは別途追記させていただいて、説明させていただきます。

以上です。

○西村調査官 規制庁、西村です。

まず、基本性能相関式においてPARの内部の流動、現象をちゃんと内包しているということを理解しました。かつ、GOTHICのモデル化において、その基本性能相関式を秀逸に再現していると。モデル化しているということを理解しました。

一番気になっていたのが、実際、実験において測定されているのは、おっしゃるとおり、局所の、入口・出口の局所の濃度・温度であると。それに対して、GOTHICで適用する場合は、平均場のある程度大きな領域の濃度・温度であると。そこは気になっていたんですけども、結果的に容量も小さめであって、温度も低めであってということは、PARによって期待できる対流の効果も弱めであると。それにおいても十分対流は期待できるという評価結果であるということで、妥当性は示されると理解しました。

以上です。

○忠内管理官補佐 規制庁、忠内です。

GOTHICを使うに当たって、解析モデルの置き方についてちょっと確認をしたいんですけども、女川の東北電力の資料の別紙10-5と10-6なんですけども、別紙10-5のほうなんですけど、こちら、ケース1ということで、これは格納容器のフランジ、主フランジ部から漏えいが出てきてというのをモデリングしてという話になっているんですが、ケース2のほうについては、ウェル注水を行うためにそういったものが出ませんということで、ここから、このモデルだと何も出てこないという話になっているんだと思います。

実際は、ウェルに注水をして、格納容器の一番上のトップのところと水が接しているところからすると、ここを、ちょっと表現がいいかどうか、何か湯沸かし器みたいな話になっていて、ここから水蒸気が出てきて、要は炉の、格納容器の中のエネルギーが少しずつ建屋のほうに水蒸気として移行していくというような実は現象が起こっているんじゃないかなと思うんですが、この部分については、そういったところの考慮を含めなく

ていいのかと。ケース2の場合については、そういったところについてはいかがでしょう。

もしも、これを設定しないことが、例えばこれ、今回は水素に対する挙動とか、濃度とか、そういったものに対して着目しているんで、逆にこういったことを設定しないほうが保守的だというのであれば、それを説明していただけますか。

○東北電力（佐藤） 東北電力、佐藤です。

ウエルの注水によりまして蒸気が出てくるということを考えますと、オペフロ内の雰囲気としては、水素に対して蒸気が増えてくるということで、水素濃度が低くなる方向になりますので、環境的には水素が低い評価になりますので、あえて蒸気を出さない評価のほうが水素濃度が高くなる評価になるかと考えています。

以上です。

○忠内管理官補佐 規制庁、忠内です。

じゃあ、そこら辺ちょっとわかるように今後説明をちゃんとしてもらえますか。本当に水素の濃度としては下がります。ほかに影響するような話はないということでもよろしいですか。例えばPARの処理能力に問題が、逆に言えば水蒸気があるほうが有利だという話でいけば、濃度が下がるからいいんですとかいう話が出て、トータルでいけば、これは要は影響がほとんどないですよ、もしくは無視してもいいですよ、あったとしても大した話じゃないですよというのを、ちゃんと今後説明をしてください。

以上です。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

了解しました。

今、ここでの解析は、忠内さんがおっしゃったように、水素だけに着目しているんで、おっしゃるとおり、ウエル注水して、そこでずっと水蒸気が出て、多分オペフロの中では、その水蒸気が、あとガスの役割をするんでしょうけど、じゃあ本当にそれが水蒸気というか、そういうところがどれくらいまでPARの限界とか、その辺もちょっと見極めながら検討の上、資料のほうを充実したいと思います。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

今の忠内からの質問に関してちょっと思ったことを言わせていただきますと、そんなにたくさん蒸気がオペフロで発生したら、下で発生した水素が入ってこれなくなっちゃうんですよ。そういう効果を考えたら、必ずしも有利じゃないんじゃないかと思ひまして、そ

れ以前に、そもそもウェル注水したやつがぼこぼこそんなに沸くほど温度が上がるのかどうか。そこからちょっと慎重に評価して回答をいただきたいと思います。

本来の質問をさせていただきますと、3社それぞれ、結構いろんなケースについて解析結果を示していただいて、ちょっとその整理がなかなか難しかったですけど、要は、かなりの量のジルコニウムが酸化して、大量の水素が発生して、格納容器から非常に高い漏えい率でもって出てきたとして、それがオペフロと、そのほかに漏えい箇所として考え得るところから、ある割合でもって出てきたとしても、きちんとオペフロのPARでもって処理し切れるということを示していただいたんだと思います。ちょっとそれが、結局のところ何を示して、こうだからいいんだというのが、何か、表現の問題かもしれないですけど、何というか、結果を示して、はい、わかってくれみたいな感じがしたので、ちょっとそこはなかなか、ポイントをしっかりと文章化していただきたいなと思いました。

そういうふうに見ていったときに、ちょっと気になったのが、まず一つ、柏崎のケースで、今、私が申し上げました、10%/dayでかなり大量に漏えいしたケースというのはオペフロだけで水素というか、格納容器から漏らしているんですけど、この下のほうの効果というのをこれだけの大量漏えいケースで示さなくても大丈夫なんですかね。ちょっとその点に関して。

○東京電力（板東） 東北電力の板東でございます。

今回、10%/dayのモデルを選んだのは、ちょっと繰り返しのなってしまうんですが、59ページのところで、ケースの選定の観点というのを書いておりますけれども、PARの設計条件に相当するものが出てきた場合の対応時間の確認というところになります。下層階から出てきた場合は、基本的に分散して出てきて、下層階から出てきても、混ざるというところは別のケースで確認をしておりますので、結果的にはオペフロには行くということを考えております。

そう考えますと、オペフロに全量が出る、より多くの水素を出して、PARの反応としては厳しい側に振って状況を見たというのが今回のケースでございます。

以上になります。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

確かに、PARの性能を見るという意味ではオペフロで問題ないと思うんですけど、やはり気になるのが、下で出たものが確実にオペフロに行くんだということ。もちろん、もう少しトータルの漏えい率が低いケースでそちらを確認されているということなんですけど、

あれですかね、下のほうで出るときに、下で大量に出ることによって、どちらかというところ、浮力とかそういう、温度、あるいは水素の軽さという点で生じる浮力の点で、大量に出したほうがむしろ有利になる、つまり、この少量の漏えいケースで確認することが、保守的な条件で確認したことになるとお考えですか。

○東京電力（板東） 東北電力の板東でございます。

御指摘のとおりでして、下から上に上がっていくということを考えますと、もともと厚くて軽い水素ガスが出てくるという形ですので、多ければ多いほど勢いよく上には上がっていくかなというふうに思っております。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

その点については理解いたしました。

今度、3社に対して、ちょっと別の話で、今度は全体でなくて小部屋ですね。小部屋について、中小区画について評価した結果がそれぞれありまして、この評価の考え方なんですけれども、トータルの漏えい率としては、AECなんかの式に基づく、あるいは、それよりは多少は保守的にしてあるかもしれませんが、要するに許容漏えい率、ある圧力に応じた許容漏えい率を大幅に上回る条件ではまずないですよ。かつ、ある程度均等に漏えい量を割り振っている。それでもって発生する水素量も、たしか有効性評価でMAAPの結果に基づくものだと思います。

そうしますと、そんなにその計算自体は保守性が大量に積んであるわけじゃない。リアルに考えると、そんな何カ所も同時に漏えいしない。1カ所で漏えいするんだったら、どちらかというところ、今の結果は、局所に見たときに、4%を超えるところというのはあり得る話なのかなと思いついて聞いておまして、もしそうだとしたら、じゃあどうかと考えたときに、今回の御説明の中で、島根と柏崎では、その小区画の水素濃度を測定するという方針ですので、そこで検知されれば、当然それに応じた対応に走ることができるということで納得して、で、女川のほうに関しては、水素濃度の測定という話は出てこなかったんですけど、それにかわる検知手段なり何なり、御用意されているでしょうか。

○東北電力（菅原） 東北電力の菅原です。

現在検討中ですので明記はしておりませんが、中小区画、その局所エリアと言われている区画に対しましては、温度シール部の検知をメインの方法ということで考えております。この考え方は、格納容器ハッチ類につきましては、温度の上昇によって漏えいポ

テンシヤルが上がるであろうということを想定しておりまして、そちらの漏えいポテンシヤルが上がった段階で、フィルタベントによる対応などをするというところで考えております。

あと、水素濃度計につきましては、環境条件など、設計上のスペック上、成立性があるかどうかという観点でもまだ検討し切れておりませんので、そちらのほうを整理をして、何を中小区画として見るべきか、もしくは検知方法が妥当かというところは、ちょっと整理をして別途御説明をしたいというふうに考えております。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

わかりました。水素濃度の手前で、その漏えいする場所の温度でもってある程度漏えいの可能性を検知すると。ちょっと、検知設備というか、そちらの設備の話はこの後の御説明だと思うんで、そのときにまたちょっと聞かせていただくかもしれませんので、とりあえず、ありがとうございます。

○更田委員 ほかにありますか。

このPARによる対策というのは、基本的にPARの能力を見るんだっただらば、多くの水素を見込んでおけばいいわけですけども、PARの能力だけの議論だったらば。ただ、水素対策全体として考えるとしたらときに、ある観点で保守的と設定したパラメータが、必ずしも全体の観点から言って保守的でないのは、実際のところで、例えばこれは懸念するケースかどうかはわからないけども、非常に微量にずっと漏れていって、また、非常に安定した状態でそれが上へ上がって行って、オペフロの上部にたまっていかないかなというようなことが、ないならないでもいいし、懸念されるんだっただらば対策を考えたいと。

PARのものに関しては、下層階に関しては上へ行きますという説明が盛んにされるんだけど、オペフロへ行ったら、その密閉空間内できちんと回るという説明になるんだけど、ちょっと都合のいい説明にも聞こえなくもなくて、本当に格納容器の中でPARの設置位置が今のものでいいのか。これはちょっと個々に見ていくことになると思いますし、あと、擾乱があったほうが有利な、オペフロ内では少なくとも擾乱があったほうが有利な対策になっているので、これの考え方についても、これはやはり個々に見ていったほうがいいんじゃないかというふうに思いますけど。

○中国電力（山本） 中国電力の山本ですけども、ちょっとよろしいでしょうか。

中国電力のほうの解析で、今回ちょっと変わったのをやっているのは、蒸気が全て凝縮

していない状態で水素だけが漏れたというケースを実施しております。それは、ある程度蒸気が出てきても、躯体に凝縮されて出てこないという可能性があるということと、蒸気が出てくることで建屋全体の内圧が上がって、それが外へ漏れていくということ、それから全体の流動を助長してまざりやすくなるということが考えられるので、これがないケースはどうだろうということで、やってみております。

その結果としましては、微小漏えい、蒸気がない状態で、駆動源がない状態であっても、水素自体は拡散してオペフロのほうに、オペフロというか全体に集まっていくということが見えております。

それから、オペフロだけで漏えいしてPARが動くという環境で解析したときにも、下層階のほうの濃度が上がっていくと。ということは、水素というのは浮力で上がっていくということではなくて、どちらかという水素の拡散能力によって全体に広がっていくというような傾向が見えてございます。

当社のGOTHIC解析からいうと、成層化というのは非常に可能性が低いのではないかと。水素自体が軽いもので、運動速度も早いですので、かなりどうも拡散していくというような傾向が見えております。

ちょっと成層化するかどうか知見として成立しているかどうかというところはあるんですけども、今、解析なりで見ていく限りにおいては、拡散していくという状況が非常によく見えてございます。

まだ不確定な部分が多いので、水素対策自体は当社としてもまだ完全に決め切れていないところはございますが、ある程度解析評価に基づいて確定論でいく分には、大きな水素対策検知装置も要らないというような結果が得られております。ただ、不確定性を踏まえた部分としては、自主設備としていろいろちょっと検知のできるものはつけておいたほうがいだろうというような判断をしておりますが、個別の部屋につけるかどうかということも含めまして、想定どおりにフランジから漏れるとも限らないということもございませぬので、ちょっと検知箇所については、まだ当社は検討している最中ではございまして、今回は記載はしてございません。

そのように、今、解析なりをしながら考えているところでございます。

○更田委員 濃度が均一化してくれば有利な条件なわけで、そういう意味では、柏崎に水平方面のベクトル図がありましたよね。水平方面は、確かに偏在させて置いているので、それも一つの材料ではあるんだけど、むしろ鉛直方向の、これはベクトル図でなくてもよ

くて、濃度分布が出るんだったらコンタ図で描いてもらっても構わないわけですけども、率直に言って成層化するかしらないかですけど、それぞれオペフロの大体鉛直方向に行って、真ん中よりも下の部分にPARをそれぞれつけているので、それより上部の濃度がどうなるのかというのは、これはそれぞれの構造にもよるだろうし、それから、これは多分設置位置に関して言うと、なんでこんなに寄っているのかなというのは、それぞれ壁がある、ない云々の理由があるんだろうと思いますけども、壁に沿わせてこれだけ並べるとというのが有利かどうかというのは、またちょっと。

水平方向のベクトル図が出せるぐらいだったらば、ちょっと鉛直方向の濃度分布がどうなるかというものに関して、どこかで出ていますか。

○東京電力（板東） 東北電力の板東でございます。

ちょっと資料の説明を大分はしょってしまったので恐縮なんですけど、66ページのベクトルのところを御覧になっているんだと思います。すみません、一番上に水平方向がありまして、これは鉛直方向で三つの面で切ったものが、その下の三つのものです。なので、ELというところに、4階床～EL、4階天井とありますけれども、鉛直です。鉛直に切ったものを三つの面を並べたというものでございます。なので、壁際のところは、PARが起動した後は特にですけど、PARの起動しているところで上昇流ができて、それが天井に当たって、横向きの流れに変わって、PARのないところの壁に行って、下向きの流れに変わるという、そういうような流れをしてございます。

これは、PARが起動する前についても、やはり中心部で上昇流ができていて、それが天井に当たって横方向の流れに変わって、壁に当たって下方向の流れに変わってというような、ぐるぐると回るものが各断面で起こっておりますので、全体として対流しているというものです。

○更田委員 この断面1で壁面に沿っている部分というのは下降流になっているけれど、これはPARの置いていない面なんですか、この断面1というのは。

○東京電力（板東） 断面1の黄色く塗っているところがPARを――すみません、東北電力の板東でございます。PARを置いている場所ですって、逆に、塗っていないところはPARを置いていないところの壁になります。

○更田委員 これを見ると、できれば同じ壁面であっても中央付近に置きたいという。もともと上昇流なり、あまり強く下降流のないところへ置きたいという観点から、そういうことを示しているのか。

○東京電力（板東） 東北電力の板東でございます。

まずこの評価としましては、全体としてぐるぐるときちんとかんどうできているというところを示しているものでございます。

○東京電力（平沼） 東京電力の平沼です。

少し補足いたしますと、すみません、配置のところを26ページ、27ページに説明を入れておりますが、平面上の図を示すとともに、こちらのほう、下のほうに縦断面も少し、小さい図ではありますが描いてあります。こちらでわかるように、壁面上は、一番上と下と分けてはございませんが、高さ方向に少し分けて、縦断面側のほうに2台並べると。これも、上下のPARがそれぞれに影響しないような位置を考慮しながら配置しているというところで、先ほど弊社の板東が申し上げたようなかんどうの流れというところもこちらに加味して、性能が出るように確認しているというような配置としております。

以上です。

○更田委員 この66ページで、鉛直平面でのベクトル図があって、このベクトル図の一番上というのは、この26ページの絵で見ると、天井クレーンなんかのある、そのさらに上の部分ですか。そうですね、これ。

○東京電力（板東） 東京電力の板東でございます。

一番上、そうですね、縦に切った断面の上二つは、天井クレーンの上というふうに、大体そういうふうにお考えいただければと思います。

少し補足をいたしますと、27ページとちょっと見比べていただきたいんですけども、断面1と書いていますのが、27ページの上でいうと、R6というふうに縦に線が引いてあるかと思うんですけども、この辺りの断面になります。断面3という下のほうの断面が、27ページでいいますとR2という左側の断面になっております。

補足は以上です。

○更田委員 断面2というのはR4ですね。

○東京電力（板東） すみません、断面3ですね。

○更田委員 断面3ですね、R2というのは。

○東京電力（板東） はい。すみません。東京電力の板東です。

断面2は真ん中、R4ですね。断面2がR4で、断面3がR2になります。

以上です。

○更田委員 ちょっとくどいようなんですけど、PARがどんどん水素を処理しているよう

なときというのは、この流れ場になるんだろうと思うんですけども、どんどんこれで処理が進んでいって、濃度が下がってきますよね。濃度が下がってきて、触媒面の温度もだんだん下がってきて、漏えいが続いているか続いていないかは別として、全体の空間の濃度が下がっていったときに、対流がだんだん穏やかになってきて、なお濃度の成層化が起きないかというのは、どういう示し方をされますか。

○中国電力（山本） 中国電力の山本ですが、よろしいでしょうか。

当社の資料でいいますと、別紙6-6ページになりますが、こちらの図4で描いてある上のグラフでございしますが、こちら、右に書いてある番号が全てオペフロのサブボリュームの番号でございします。このケースは、全蒸気凝縮ケースということで、水素だけが漏れ続けて、それがオペフロにたまってくる状態の図でございします。このときにはPARが作動していない領域でございしますので、全く拡散だけで、全てのボリュームの濃度がほぼ同じになっているということで、このような形で局在化をしないという結果が得られてございします。

以上でございします。

これは他社さんも全部同様です。全てのサブボリュームがほぼ同じ値になってございします。

○東京電力（板東） 東京電力の板東でございします。

解析の結果としまして、少なくとも有効性評価のような解析をしています。7日間までという形で解析しておりますが、どうしても熱い気体が出てくるところもありまして、熱で対流が起こります、というような解析結果は得られております。

「それでもなお」というところで御説明させていただきましたのが、71ページ、弊社の資料でいきますと、71ページの「仮に成層化が発生してしまった場合」というところでございます。これについては、ちょっと自主的な対策も含めていろいろと書かさせていただきましたけれども、まずは濃度計、それからPARの動作監視の温度計、これで成層化が起こっているか起こっていないかというところを確認をした上で、何ができるかというのを考えていきたいというふうに思っております。

ここにつきましては、さらなる対策という形になるかと思っておりますけれども、今考えているところを述べさせていただいたところでございます。

東京電力からは以上です。

○更田委員 中国電力、山本さんの言われたのは、この結果を見ると、時間のスケールが、だから普段ちょっと扱っているものに比べると、時間のスケールが非常に長いので、要す

るに対流による攪拌の寄与というのは極めて小さくて、そもそも拡散支配の条件になっているというのが先ほどの山本さんの主張ですよね。もともと拡散係数の大きな気体ではあるので、ちょっと手計算で後で当たってみますけども、拡散速度が非常に速いから、あまり対流による攪拌条件云々をする前に、全てのボリュームが均一の濃度で推移するというのが解析の結果だけど、ちょっと本当かなと思うのが、ちょっとこれ手計算すればわかることなので、後で確認しますけども。

櫻田さん。

○櫻田部長 規制庁、櫻田です。

今の話の関係になるのかどうかあれなんですけども、東京電力の資料の60ページとか61ページに、オペフロだけじゃなくて、建屋全体の各フロアの濃度の変化のグラフがあって、これを見ると、4階は高くなっているんだけど、それが下まではなかなか拡散しないよねという結果ですよね。一方で、オペフロだけを見ると、そんなことはないんですという、そういう話になっていて、この違いというのは、ボリュームの違いからくるとか、そういうことなんですか。

○東京電力（板東） 東京電力の板東でございます。

60ページ、61ページは、御指摘のとおり、まずはオペフロからだけ漏えいさせた場合の結果になっております。その場合、基本的にはオペフロの中でどうしてもぐるぐると対流する効果がどうも強く出ておまして、一個下の階、3階には、ゆっくりと、ゆっくりと水素は移動しているんですけども、ほとんど移動しないで終わっているというような状況でございます。そこは何が原因かというところはなかなか難しいかと思うんですけども、オペフロの中で回るという効果が強く出ているというふうに、下方向に流れるというのが出にくいというような結果が今のところ得られております。

それは、もう一つめくっていただいて、62ページを見ていただいても同様なんですけども、62ページは下層階からも漏えいさせているんですけども、下層階の中の漏えいの一番低いところ、地下2階です。グラフ上はほとんど見えませんが、一番下に1本だけ線があるかと思えます。これは地下3階の線です。下層階、ほかの階から漏えいさせた場合につきましても、その漏えいした階より下の階にはなかなか移動しないというのが現状得られております。

その理由等につきましては、引き続き考察できればなというふうに思っております。

以上です。

○更田委員 ほかにありますか。

じゃあ、また後で戻ってきても構わないので、検知でしたか、次の説明をお願いします。

○中国電力（中川） 中国電力の中川です。

資料2-1の島根2号炉の資料で御説明いたします。

本文ですけども、23ページ、2.2の原子炉建物水素濃度監視設備について御説明いたします。

原子炉建物水素濃度監視設備を原子炉棟4階に設置することとしております。主要仕様については表2.2.1-1に示しております。この表に示しますとおり、種類については触媒式水素検出器。それから、計測範囲については可燃限界の4%未満であることを連続監視するために0~10%。それから、個数については1個としております。

それから、その下の図、図2.2.1-1に示しますとおり、原子炉建屋の水素濃度を中央制御室及び緊急時対策所に指示する設計としております。

「なお」として記載しておりますが、先ほど来から御説明しますとおり、局所エリアについても、保守的な評価において水素濃度が可燃限界未満であることを確認していますが、漏えいの状態をより確実に把握することを目的として水素濃度監視設備を設置することとしております。

次のページを御覧ください。図2.2.2-1に、配置場所、検出器の配置場所を記載しております。

次のページ、25ページですが、図2.2.3-1に電源構成について記載をしております。

電源については、非常用所内電源から電源供給をするとともに、代替電源設備からも電源供給可能な設計としております。

詳細について、別紙8に示しております。別紙8-1ページをお願いします。

別紙8の(1)~(3)までは、今、御説明した内容を詳細に記載しておるものでございます。

(4)についてですが、これは、想定される環境条件に対して、次のページの8-2のb.の表に示しておりますが、これに示しますとおりの耐性を確認しているということでございます。

それから、(5)の測定原理については、記載のとおりでございまして、さきに説明したとおり、触媒式のものを使用しております。

次のページをお願いいたします。

別紙8-3ページでは、多様性拡張設備として設置する水素濃度計について御説明をして

おります。多様性拡張設備である原子炉建物水素濃度監視設備、これは2個設置することとしておりまして、原子炉建物4階から雰囲気ガスをサンプリングし、除湿器で水分除去した後、原子炉建物3階に設置した熱伝導度式水素検出器を用いて、水素濃度を測定します。主要仕様を表1、設置場所を図2に示しております。

それから、次のページ、別紙8-4ですが、これは推定手段を記載しておりまして、これは冒頭、東北電力さんから御説明がありました内容と同様なので省略いたします。

次に、別紙9。これも冒頭、話があったところでございまして、触媒の品質管理についてということで、(1)の触媒の特徴に対して表1の管理を行うこととしております。

次のページの別紙10。これについても、冒頭、話がありましたけども、PARの維持管理についてということで、別紙10に記載しております。

それから、別紙11についてですが、これは触媒基材のアルミナについてということで、これは過去に反応を阻害するトラブルがあったということで、その対応について示しております、という内容でございます。

資料の説明は以上でございます。

○東北電力（佐藤） 東北電力、佐藤です。

資料2-2の22ページを御確認ください。

こちらのほうで3.原子炉建屋水素濃度計について記載しております。

計測範囲については0～10vol%。個数は2個設置いたします。

設置場所については、下の図のところ、オレンジと赤のところ、設置する計画でございます。

次の23ページを御確認ください。

こちらのほう、中央制御室、緊急時対策所での指示、記録、表示の構成図を記載しております。

詳細につきましては、別紙12-1ページを御確認ください。

こちらのほう、2.の水素濃度検出器の設置場所ということで、水素を含むガスは高温であり、漏えい箇所から上昇流を生じ、オペレーティングフロアで対流し均一化されるとの知見から、水素検出器の設置場所については高所等の特定の場所とするという必要性はなく、他の設備の悪影響を受けない場所として選定しております。

3.の検出器の耐環境性ということで、表12-1に記載しております。

あとは、別紙12-2ページのほうに測定原理を記載してございます。

続きまして、PARの品質管理の御説明をいたします。

別紙の2ページを御確認ください。

別紙2のほうで、触媒及び触媒カートリッジの主な品質管理項目、管理値が表2-1に記載してございます。先ほどもございましたが、比表面積、直径、パラジウム含有量等の管理した触媒を使用して、カートリッジに充填された触媒量を管理することにより、所定の性能を発揮するための品質管理を行うこととしております。

こちらの各種検査については、20ページと21ページを御確認ください。

20ページのほうについては、PARの水素処理性能の維持管理のために、設置時の検査を記載してございます。

21ページにつきましては、供用開始以降の点検について記載しております。PARの設置時の検査、供用開始以降の点検ということで、こういった点検検査を実施することで考えております。

東北電力、以上です。

○東京電力（平沼） 東京電力の平沼です。

まず最初に、水素濃度の監視装置の関連の御説明をしたいと思えます。ページにしまして113ページとなります。

こちらのほうに水素濃度監視設備についての説明を入れております。

設計の方針のほうに記載しておりますが、こちらのほう、水素濃度計のほうは、こちらの設備概要に書いてありますとおり、検出器は熱伝導方式を採用しまして、計測範囲は水素濃度の0～20%、個数は2ということで、配置場所は、その次ページのほうに入っておりますが、114ページ、115ページのほうに赤い点で示しているところになります。こちらのほうは、なるべく上のところに配置できるようにということで、天井面から約-500mmというところで、かなり高い位置に配置できるように配慮をしております。

また、電源系につきましては、113ページのほう、記載が少し入っておりますが、(1)の設計方針の下のほう、「また」以降にあります。電源を喪失した場合においても代替電源設備からの給電が可能な設計とする、ということで設定しております。

また、先ほども少し質疑応答があったかと思えますが、小部屋に漏えいした水素を計測するための水素濃度計を設置するという方向で、今、準備を進めている次第でございます。

また、続きまして、ページのほうを進んでいただきまして、116ページのほう、システム構成を記載しておりますが、こちらはほかの電力さんと同様に、検出した後、中央制御

室、緊急時対策所、こちらのほうに信号が出せるように配置しているという、こういうような設計としております。

また、そのままページ続きまして117ページになりますが、こちらのほう、水素濃度計の適用性についてという説明文章としてしておりますが、こちらのほうに水素濃度計の測定原理等の説明をしてしております。こちらのほうは、先ほど申し上げましたとおり、熱伝導度方式を用いております、ほかの他社さんとちょっと異なる検出の原理を採用しております。検出の回路としては、ページめくりまして118ページにありますとおり、ほぼ同じような形となっております。

また、119ページのほうは、水素濃度計の耐環境性のほうを確認しておりますが、こちらのほう、想定事故環境等は若干異なっておりますが、ほぼ同じような条件で確認をしているというような状況でございます。

水素濃度計のほうについては、以上になります。

また、PARの品質管理、試験検査管理につきましては、43ページのところに、添付4ということで、PARの検査・点検についてという記載をしております。先ほども品質管理に関連した質疑応答もあったかと思いますが、こちらのほうに再度説明のほうを記載しております、こちらのほう、表の添付4-1というところで、性能確保に必要となる確認項目として、接触面積、触媒性能、流量という三つの観点から、確認項目は、カートリッジの寸法と配置、また触媒に接触する実効的な流路長さ。また、触媒性能に関しては品質管理、あと触媒の劣化ということを確認していくというような形をとっております。

また、特に水素処理機能の検査につきましては、こちらの機能検査用の装置検査のほう、外観図のほうを、実は44ページのほうに記載しております、このような専用の装置を用いまして性能を確認していくこととしております。具体的には、水素を含む試験ガスを供給しまして、再結合反応による温度上昇率、現状は、メーカーであるNIS社より推奨の判定値としては20分当たり10℃ないしは30分当たり20℃というような判定値をもって確認をすべしということで、確認する方向で検討をしております。

東京電力のほうからの説明は以上となります。

○櫻田部長 更田委員がちょっと外しましたので、櫻田が進行します。

杉山さん。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

水素測定装置の位置が、特に高さについてちょっとお伺いしたいんですけど、まず、柏

崎のケースでいうと、天井付近に2カ所ということで、先ほど来、水素が果たして成層化するかどうかという議論があつて、それ次第というところもあるんですけど、少なくとも一様になるならどこではかってもいいだろう。ちょっと乱暴な言い方をすると。もし成層化したとしても、その位置につければ拾えるということで、柏崎のケースに関しては、そういうことで理解いたしました。

島根のケースだと、まず島根のSA設備のほうの図だとか、高さは具体的には書いてなくて、これは枠囲みの中ですから、ちょっと数字でお答えはいただけないかと思うので、いづれ補足していただくとして、多様性拡張で、あと2カ所、天井付近をはかっているのとは違って、別の高さではかっているのでしょうか。

○中国電力（矢吹） 中国電力の矢吹でございます。

ロバスト性のあるセンサについては、今、多様性拡張設備のサンプリング点より下にあります。具体的な数値を記載しておりませんが、別途記載いたします。具体的には、PARとブローアウト・パネルの間、中間に設置しております。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

高さが違う、ある意味、そういういろんなところをはかるというほうがいいなと思ったので、了解いたしました。

女川に関しては、高さはそれほど高くないところで、御説明の中で、必ずしも高いところをはかる必要がないというふうに書かれていて、ちょっとこの点が、もう一度ちょっと、だから、説明しようがないかもしれないですけど、ちょっと御説明いただけますか。

○東北電力（芳賀） 東北電力、芳賀です。

現在の設置状況についてなんですけども、資料2-2の22ページのほうに、現在の設置場所の配置のところが記載しております。

現行、ちょっとこちらで高さ方向がわかりませんので、7ページをちょっと御覧ください。7ページのほうに、直接、水素濃度計の位置はありませんが、大体、図2.2.3-1の図ですね。こちらの右側の高さ方向のほうで、PARの設置場所で、赤いところですね。大体オペレーティングフロアの真ん中の辺り、こちらについていまして、これについては、水素濃度が一様になるということで、現在のほう、つけております。

今後、この成層化というところを考慮しまして、天井付近の設置のほうをちょっと検討していきたいと考えております。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

資料で、22ページでも、これ、数字で高さが記載されていると思って御質問したので、高さはこの数字でよろしいんですね。

○東北電力（芳賀） 東北電力、芳賀です。

現状の高さは、この高さで問題ありません。

○杉山専門職 現状の。なるほど。

○東北電力（芳賀） はい。

○杉山専門職 高い、確かにそれが本当のところ必要なかどうかという議論は、先ほどからしているように、ちょっと難しいところがあります。ただ、幾ら水素が拡散係数が高い、だから、ずっとたてば一樣になるよといっても、何日後かの話をしてもあまり意味がないような気がしていて、実際、1日、2日で爆発してしまうような話と比べているわけなので、やっぱり安心という意味では、天井付近をはかっていたほうがいいなという、そのぐらいしかちょっと言いようがないんですけれども。ありがとうございます。

○東北電力（小保内） 東北電力、小保内です。

今ちょっと芳賀のほうから説明しましたように、今、計画値ということでこういうふうに書いているんですけど、やはり最初にお話ししましたように、ちょっと成層化は、解析とかでは多分ないんですけど、やはりあるかもしれない。ちょっとそういうことを考えて、今、天井付近のほうに移設するということをちょっと考えています。具体的な数値とかは、ちょっといろいろなところを検討しながら決めていきたいと思います。

ちょっと文章を、先ほどの濃度計のところとか、上のルーフベントのところと、ちょっと整合性とかとれていなくて申し訳ありませんが、考え方としてはそういうことです。

以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

ありがとうございます。

ちょっと続きでもう一つ教えていただきたいんですけれども、この検知するというのは、一つは、PARが計画どおり働いていて、水素濃度が可燃領域まで高まっていないということを確認するというのは、それはそれでよろしいんですけど、実際、濃度が高くなってしまったときの話というのが、女川に関しては、25ページ辺りでしたか、いろんなケース—26ページですね、こういうフローでもって、ここでは右側で、想定を超える漏えいを検

知、この検知に水素濃度などの情報を使うかと思うんですけども、こういう、それを想定を超える状態が起こったらどう対応するということが一応書かれていて、ただ、この中に、先ほど最初のときに設備で御説明のあった、自主設備の建屋ベントの話が出てこないんですけども、こういったPARでもってしても水素濃度が上がってしまったような状況、それを検知してしまったらどうするんだという話は、やっぱりどこかで示していただきたいと思うんです。

それが、自主設備かもしれませんが、こういう策があるんだということは示していただきたいと思います。これに相当するようなページが、ちょっと私が見た範囲だと、島根、柏崎にはなかったかと思います。もしあるんだったら、すみません、ちょっと……。

○中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

現時点はつけてございません。今後、格納容器の機能喪失、異常な漏えいの対応とあわせて、こういう形のフローにまとめていきたいと考えております。

以上でございます。

○東京電力（板東） 東北電力、板東でございます。

東北電力の資料の、まず65ページを御覧ください。

65ページに書いておりますのは、先ほどの東北電力さんの一番右側の点線、格納容器からの想定を超える漏えいを認知という、点線のところに着目したものになりますけれども、建屋の水素濃度3%以上、かつ、PARの出入口温度差100℃以上という、この数字はまだ、すみません、検討を継続中ですが、PARが動いていて、それでもなお水素濃度が高い状態を維持しているという場合には、異常な漏えいが発生していると考えまして、格納容器のベントをするというふうなことを書かさせていただいております。

それとあわせて、先ほどの71ページに成層化の話を書いておりますけれども、成層化につきましては、ちょっとまだパラメータをいろいろと考えなければいけないというところがありますので、具体的なこういったフローにはなっておりませんが、2段落目のちょうど真ん中辺りですね、水素濃度の時間変化ですとか、各種パラメータで冷却状況、対策の準備状況等を確認して、対策は適切に判断していきたいというふうに考えております。

東北電力は以上です。

○杉山専門職 規制庁、杉山です。

ありがとうございました。こういった対策の全体像を、中国はいずれ別の資料でという

ことですが、示していただきたいと思います。

以上です。

○更田委員　ちょっと今の杉山さんの指摘に対する答えの部分で、先ほど、繰り返し二度同じところを触れて、東京電力の柏崎刈羽の71ページの説明にあったんですけども、一般論としては、こういった緊急時の対応、重大事故での対策というのは、総合的に判断して適切な対応を選択するのでは、非常に判断者の負荷を大きくするので、なるべく排除したいというのが基本的な考え方で、もちろん、柔軟にそのときの判断というのを否定するものではないけれども、今、話があったように、これから検討が進んでいった段階で、できるだけパラメータとして定義できるものは定義をしていきたいところですし、一方、パラメータを増やしておきたいと。もう恐らくシビアアクシデントは、状況がつかめれば対策は打てるんだけど、状況がつかめないから対策が打てない、ないしは、気づかないというところを恐れるので、そういう意味では、杉山さんの質問では、検知の位置であるとかというものに関しては、一般論ではなくて、個々に、これも改めて確認をしていくということになると思いますので、それは準備をしていただければと思います。

答え、どうぞ。

○東京電力（川村）　東京電力、川村です。

総合的な判断については、今このレベルですけれども、最終的には、やはり実現象、要はわかっているパラメータに応じて兆候ベースでどういうことで対応していくのかというようなまとめ方になると思います。それは、手順書という形で最終的にはまとめていくということになるかと思います。

それから、あと、異常時の対処ですけれども、二つモードがあると思ってしまして、一つは、格納容器のやっぱり異常漏えい、これはむしろオペフロに擾乱をもたらしますので、ある意味、拡散というか、対流を促進しますから、それはむしろPARの処理能力が足りなくなっているという状態だと思いますので、それに対しては65ページのような内容。それから、逆に71ページのほうは、非常に穏やかに漏れていって成層化するようなケース。その場合については、むしろPARの能力というよりは、成層化の現象を直接捉えるような手段で対処をしていくということで、二つ違うモードがあるということ、今、想定して、対処の手段を考えています。

○更田委員　言うまでもないことですが、知らないうちにたまっているというのが一番……。そもそもBWRの建屋内の水素爆発というのは、いわゆるシビアアクシデント研究と

しては、全く知られていなかったわけではないけれども、非常に、あまり省みられてなかった分野ですし、1F事故のときも、建屋が水素爆発を起こすというのはなかなか予測しがたいところであったことなので、そういった意味では、あまり長い年限、年数をかけてみんなが検討をしてきたというものでもないのです、ここはちょっと慎重に行くことが必要であろうというふうに思います。

川崎さん。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

少し変わりますが、電源構成についてちょっと教えていただきたいと思います。

島根の資料は、きっちりと結線図を描いていただいて、わかりやすいんですが、まず島根について、これは緊急用のメタクラから、緊急用の母線から直接、25ページになるんですけども、低圧注水ポンプの格納槽のところから直接、この水素濃度監視設備のところに行くラインと、一方で、非常用母線経由で水素濃度監視設備のほうに行くライン、要は多様なラインを組んでいただいていると。

これは、そういう意味では、SA時にはデザインベースの設備を全段否定するという観点からは、本来、この赤の線でなぞられているのが、このSAの母線のほうから水素濃度監視設備のほうに行くラインが正になるという気がするんですけど、そこは私の勘違いでしょうか。

○中国電力（矢吹） 中国電力の矢吹でございます。

まず、この水素計ですが、ディーゼルからも供給できると。御指摘いただいたように、まず非常用メタクラ、ここが使えるようであれば、まず優先的に、緊急用電源であるGT車からの供給を優先してあげようと考えております。それで、御指摘いただきましたが、次に、何らかの形で、この非常用メタクラなり、DB側のほうの電源盤のほうに異常を来した場合は、左側に描いてございます、「低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽」と書いてありますが、SAのコントロールセンタ経由で給電をしてあげようという設計にしております。そういった順番でシナリオを組んでおります。

以上です。

○中国電力（山本） 中国電力の山本です。

もう少し補足いたしますと、この赤いラインで書いているコントロールセンタのほうには、ほかの低圧代替注水で使うための機器への電源なども含まれておりますので、これをまず第一というふうには考えております。これがSAとして最初に機能するものとして書い

てございます。さらに信頼性を上げるという意味で、直接の母線も設置しているというふうに御理解いただければと思います。

以上でございます。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

要は、実態のまず最初に通すラインという観点で記載していただいているということで理解しました。

それで、あと、ちょっと他社、女川と東京電力も、大体、結線図がちょっとないので確認ができないんですけれども、今、口頭でお答えいただける範囲で、一応構成が同じようになっているのかどうかというのを御説明いただけますか。

○東北電力（菅原） 東北電力の菅原です。

電源構成につきましては、有効性評価の審査会合等でも独立性の議論ということでコメントをいただいております。それを踏まえて、今、当初の申請からは見直しをかけている最中でございます。この水素濃度計に関して、独立性不可として整理をすべきかどうかというところも含めて、今現在、検討中でございますので、そこを整理結果を踏まえて御説明をしていきたいというふうに考えてございます。

以上です。

○東京電力（石井） 東京電力の石井です。

単線結線図については、今後整理して、しっかり御説明させていただきたいと思いますが、こちらの水素濃度計につきましては、直流で駆動する設備でございます。代替の直流電源設備から直接供給して監視できるという設計になってございます。もちろん、長期のSBOに対して、その後GTGなどの電源供給がありますので、そちらに供給するという流れになっていきますので、そういったところを踏まえて単線結線図に反映したいと思っております。

以上です。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

じゃあ2社については、またちゃんと、有効性のときとか、示していただくようにしたいと思いますが、今、もう一回確認だけしたいんですけれども、東京電力は、非常用の直流電源から、非常用というか、SAの直流電源が来るという話なんです。それは非常用母線を経由しないで直接行くようになっているということでしょうか。

○東京電力（石井） 東京電力の石井です。

代替の直流電源設備がございまして、蓄電池ですね、そこから直接水素濃度計に電源供給するという、今、構成になっています。

○川崎課長補佐 規制庁、川崎です。

了解しました。

○更田委員 ほかに。

説明予定の内容は以上ですか。

PWRの格納容器のときにも議論があつて、成層化については、イグナイタの設置位置等についても議論がありましたけども、建屋内の場合は、イグナイタではないけれど、監視装置等々については頂部近くで、これはもちろん耐震性だとか、いろいろな要件はあると思うんですけども、少し考えていただければというふうに思います。

ただ、この水素対策は3社でやるか、それか、ちょっと個別に見ていくかというのは、また今後の審査の進め方の中で決めていきたいというふうに思います。

全体にわたって何か言っておきたいということはありませんか。よろしいですか。

それでは以上で午後の島根、女川、柏崎刈羽に関する議論を終了いたします。

今後の予定ですけども、明後日、木曜日、午前・午後にわたって、これ、10時からでなくて10時半からですけども、プラント関係、金曜日は開催の予定がありません——ありますか。予定なしになっている。紙が古かったので。金曜日は地震・津波関係の審査会合を開催するそうです。

それでは、以上で本日の審査会合を終了します。ありがとうございました。