

第7回高経年化技術評価に関する意見聴取会議事次第

日 時：平成24年2月18日（月）18：59～17：11

場 所：経済産業省別館1階 101～2、108、109会議室

1. 開 会

2. 議 題

- (1) 個別プラントの高経年化技術評価について
- (2) 原子炉圧力容器の中性子照射脆化について
- (3) その他

3. 閉 会

高経年化技術評価に関する意見聴取会  
第7回議事録

原子力安全・保安院発電電検査課

○石垣高経年化対策委員長 時間になりました。これから、第7回目になります。「高経年化技術評価」に関する意見聴取会」を開催したいと思います。株安院の高経年化対策委員の石垣でございます。本日は、お忙しい中、御出席を賜りましてありがとうございます。

会議の前に、傍聴の方にお願いでございます。事前登録の上、傍聴いただいておりますけれども、随時進行の妨げになるようなことが、もし、あった場合でございますけれども、1回目は警告、2回目で退出いただくこととなります。あらかじめ御承知願います、お願いしたいと思います。

それから、今日の議題でございます。個別のプラントを詳細で、伊方の2号、福島の第二の1号、茨城2号という3つでございます。

それと併せて、庄力密着の中性子照射施設に関するものということになりますけれども、これまでの意見聴取会でいただいております審査員、それから、御質問、コメントに対する回答という格好になるかと思えます。よろしくお願いたします。

それから、今日の委員の出席の状況でございますけれども、橋高先生、岡村先生、JAEAの更田さんが御都合により欠席ということでございます。

それから、司会進行役をお願いしております庄力先生でございますけれども、若干遅れという御連絡をちょうだいいたしましたので、庄力先生が到着されるまでの間につきましては、私が随時進行を務めさせていただきます。よろしくどうぞお願いいたします。

早速でございます。資料の方を確認させていただきます。その後、いつもの先生方の名簿を付けてございます。

ここから今日の配布資料になりますけれども、資料の1番が、四国電力伊方2号が付けている委員のコメントという格好で、これまでいただいているコメントを一言で整理したものでございます。

資料2が、それに対します四国電力の回答になります。

2-1が、委員コメントへの回答。

2-2が、指前事項に対する回答という格好になります。

資料3、これは、福島第二の1号炉についての委員コメントの一言でございます。

資料4、これが、それに対します株安院からの回答。

資料5、株安のパワーポイントの資料になりますけれども、東京電力からの回答になります。

資料6からが、茨城2号炉についてでございますけれども、資料6が、いただいております委員のコメントの一言になります。

資料7、これは四国電力からの回答になります。

資料8、ここからが中性子照射の欄でございますけれども、玄海1号機の原子炉容器の健全性に関する委員コメントという形、今までいただいたコメントなり御質問なりを、裏にしたものが資料8でございます。

それに対しまして、資料9でございます。九州電力からの回答の資料になります。

資料10、これは、井野先生からいただいた御質問というところでございます。1月28日の資料への質問という格好で、資料10として配付させていただきます。

資料11が、井野先生からの御質問に対する回答ということで、九州電力から御用意いただいた資料になります。

その次に、1枚、恐れ入りますが資料番号を振ってございませませんが、関連図のグラフの1枚の資料を御用意させていただきます。これは、九州電力からの追加の資料になりますけれども、資料11の資料2の追加の資料という形になります。1枚だけでございますけれども、玄海原子炉発電所1号機の高経年化対策に関する報告書（平成15年12月）というグラフの1枚になります。

参考資料として、23日の第5回の意見聴取会でお配りしました資料3、九州電力からの玄海1号機の原子炉容器の健全性に関する資料、今、申し上げました資料11の關係で、改めて再度配付させていただきますというものでございます。

してございますが、1、2、3とありますが、本日については、2番と3番について御説明させていただきたいと思っております。

では、次の3ページ、まず、②番ですが、前回ターボポンプの高サイクル疲労と低サイクル疲労の重畳についての計算結果を説明させていただきましたが、それについてのコメントでございます。

ターボポンプの高サイクル疲労と低サイクル疲労の重畳について、弾性解析なのか、弾性解析なのか示されていないので、詳細な検討内容を示していただきたい。

評価に使用した疲労曲線は変力ベースなのか、設計に余裕を見込んだ設計値なのか明らかにしてほしい。

また、軸以外に3次元的形状のインペラについては、どのように評価しているのか示していただきたいという3つのコメントでございます。

これに対する回答でございますが、下にあります回答のうち、上半分につきましては、前向と同様の内容でございますので割愛させていただきますまして、中ほど〇のところから説明させていただきますと思います。

〇のところからですが、ターボポンプの高サイクル疲労と低サイクル疲労の重畳についての詳細な検討内容について、後ろの別紙に示します。別紙に示す評価内容につきましては、一般的な強度計算に基づくものでございます。また、評価に用いた疲労曲線は、試験データに基づき、表面粗さ等を考慮したものでございます。

次にインペラの評価についてでございますが、ここに載っていますように、インペラの形状については、水力効率を考慮して設計してございまして、また、インペラの羽根出口の先端寸法は、形状変化を緩やかにするとともに、十分な強度を有するものとしてござい

ます。

伊方2号機では、ポンプの分岐点候補に、インペラについても最適候補探索を実施して

おり、有意な欠陥がないことを確認しています。

また、資料には記載していないんですけども、伊方2号機も高圧、加圧水炉のECCS

以上が、お手元の方に願付させていただいた資料になります。

それから、机の上でございませうけれども、厚いファイルで、美紙の2号机、それから伊方2号機の詳細書そのもの、それから紙ファイルで同じように美紙と伊方、それからガイドラインの類という格好で、いつものように御用意させていただいております。

資料の方は、以上でございます。審議の途中でも結構でございます。道不足ありましたら、事務局までお申し付けいただければと思っております。

早速、継承の方に入らせていただきたいと思います。

最初の議題は、四国電力の伊方2号機についての高経年化仕様評価という格好になります。

今回、資料1、2-1、2-2と用意しておりますので、事務局と四国電力から説明の方をお願いします。

〇山崎高経年化対策室（社長） それでは、資料1でございませうけれども、今、申したとおり、これまでの委員コメントについてとりまとめたものでございます。

まず、最初の〇としたしましては、四国電力さんから紹介ございました技術評価の概要に係ることに対する回答に対するコメントをとりまとめたものです。

2つ目の〇でございませうけれども、これが播磨事項に対する、委員からのコメントに対する回答ということでもとりまとめたものでございます。

資料2-1、2-2に従いまして、順次、この内容について迫ってまいりますので、個別のコメントにつきましては、そちらの方で確認いただければと思っております。

以上でございます。

〇石垣高経年化対策部長 では、四国電力さん、お願いします。

〇四国電力（松浦） 四国電力の松浦でございます。よろしくお願いたします。

まず、資料の1から御説明させていただきます。この資料では、伊方2号機の委白コメントに対する回答について御説明させていただきます。

ページをめぐっていただきますと、今までいただきました委員コメントをリストアップ

系の関連ポンプにつきましては、回転数も低く、インペラの径も 20cm から 60cm と小さいということもございまして、また、ほとんどのポンプが羽根のサイドを両側から側面で採りだ構造の、いわゆるクロローズタイプのインペラでございまして、遠心力の影響は受けにくい構造となっております。

また、クロローズタイプでないポンプも一部ございますが、これは、回転数は数百 RPM と低いため、これも遠心力の影響を受けにくい構造となっております。

また、NOCTA のトラブル情報及び品質保証情報を調べまして、日本の全プラントについて確認しましたが、古いプラントも含めて経年劣化現象としては、インペラに対して軽微なエロージョンはございましたが、その他有意な経年劣化現象はございませんでした。

以上のことから、インペラについて急いで対応すべき経年劣化現象が想定されるとは考えられないんですが、今後ともポンプの分解点検時には、インペラの浸透探傷検査を実施して健全性を確認していこうと考えてございます。

次のページでございしますが、ポンプの主軸に対する高サイクル疲労と低サイクル疲労の差異評価についての評価内容について御説明させていただきます。

まず、発生応力の算定方法です。当詳細で考慮する応力のイメージを図 1 に示しております。低サイクルについては、起動から停止を 1 つのサイクルとしまして、そのサイクルでポンプ主軸に発生する応力振幅を評価します。

ここでは、図 1 の  $\sigma$  平均ではなく、変動成分も加味した  $\sigma_m$  で評価してございます。

また、高サイクルについては、運転中のポンプ主軸に発生する応力変動成分  $\sigma_H$  で評価いたします。

(2) の低サイクル時の発生応力ということで、低サイクル時の発生応力  $\sigma_L$  としましては、主軸に発生する引張応力、曲げ応力、せん断応力を考慮してございます。

次に計算モデルでございしますが、右図に示すような単純な梁モデルに置き換えて計算を実施してございます。

また、応力評価に当たっては、条件的に厳しいインペラ部及び継手部について応力を算

出し、段付部の影響も考慮してございます。

次のページですが、引張応力についてでございますが、運転時の圧力と起動前の圧力差によるインペラの軸方向流体ストレスト力により発生する応力を算出しまして、1 サイクルの応力振幅評価をしてございます。

次に、曲げ応力についてですが、運転時の圧力と起動前の圧力差による水力的なラジアル荷重により発生する応力、これを評価してございます。

せん断応力につきましては、起動前の軸トルクゼロの状態から運転時の軸トルク差による応力を算出し、1 サイクルの応力振幅として評価してございます。

以上のうち、まず、起動後にかかる定常応力としまして、引張応力とせん断応力がございまして、これらの等価応力を  $\sigma$  平均として求めます。

次に、ポンプ運転に伴う変動応力についてですが、引張応力とせん断応力については、定常時の  $A\%$  とした上で、曲げ応力と組み合わせて、等価応力を求めます。

ここで  $A\%$  というのは、プラントメーカーの設計でございまして、

$\sigma$  平均に変動分を組み合わせて、 $\sigma_{max}$  及び  $\sigma_{min}$  を算出した上で、その差分から  $\sigma^*$  を求め、この  $\sigma^*$  を繰り返し応力  $\sigma_L$  として評価しているものでございます。

次のページでは、高サイクル時の発生応力  $\sigma_H$  について御説明します。

考慮する応力は、低サイクルと同様に、引張応力、曲げ応力及びせん断応力であり、計算モデルも低サイクル側と同じです。

高サイクル側では、各応力について変動成分だけを考慮します。すなわち先ほど説明したとおり、引張応力とせん断応力につきましては、定常時の  $A\%$  とした上で、曲げ応力と組み合わせて等価応力  $\Delta\sigma$  を求め、これを  $\sigma_H$  として評価してございます。

次のページに疲労の評価方法について書いていますが、疲労曲線に基づきまして、運転開始後、60 年時点での低サイクル疲労と高サイクル疲労の重畳を考慮した場合の疲れ累積係数 UFE 値を算出してございます。

すなわち、低サイクル時の疲れ累積係数と高サイクル時の疲れ累積係数をそれぞれ求め、

この表をごらんいただきますと、限界曲げ荷重評価基準に基づき設定しました限界面曲げ荷重というものは、配管サポート系というのが健全であれば、S2、それから Ss 地震力に対して十分余裕があるということが確認できております。

ただ、今回の検討結果の中で、先方からコメントいただきましたました弾性範囲を超える状態を許容する地震荷重、その大小関係において、S2 地震時の荷重と Ss 地震時の荷重を比べた場合に、Ss の方が小さくなっているという事実がありますので、その点を以下に考察いたしました。

現行評価、PLM 耐震安全評価、S1、それから S2 地震に対する評価でございますが、このときにおける当該配管系の地震応答解析は、原子力発電所耐震設計技術指針、JEAQ4601-1991 に基づき、健康 1 次固有同期制限を考慮した設計用減衰定数は、下限値の 0.5% の一帯載し評価でございます。これを適用した評価となっております。

一方、当該配管系の Ss 地震に対する地震応答解析では、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAQ4601-2008 に基づきまして、健康の 1 次固有同期制限の合理化、それから JEAQ4601-2008 年版で規定します設計用減衰定数 3.0% の減衰を適用可能というものでございますが、この両者の条件を使って評価していただきますので、S2 地震時に比べて、1 次固有同期に対応します応答加速度というものが大幅に低減されてまいります。大体半分程度に落ちてまいります。

この結果、地震時の 1 次応力も約 30% 程度低減されるというものでございます。この減衰定数の列挙を受けまして、今回のケースにつきましては、配管系の地震応答解析に適用します応答加速度が低減されて、このような評価結果の差異が表れたとと考えてございます。

その辺の詳細な内容を 10 ページ以降の別紙の方に表示してございます。別紙の方の中身、こちら概要の方を重なりしておりますので、要点の方を御説明させていただきますと思います。

表 2 の方に、最終的な S2、それから Ss 地震における応答加速度のまとめというものが

これらを足し合わせています。

評価のイメージは、下の図ですが、今回の評価では、発生応力、応力振幅が疲労強度を下回ったため、いずれのものポンプにつきましても LRF 値はゼロということになってございます。

結果は、次のページの表 1 に示しますが、これについては、前回から変更がございましたので、説明は割愛させていただきますと思います。

○四角電力（池州）では、続きまして、3 番の御質問について回答をさせていただきます。四角電力の池田と申します。

質問内容でございますが、第 6 回意見聴取会、資料 5、11 分の 3 ページの表 2 の確認結果で、S1 による評価のみとなっているが、弾性範囲を超えるものとして S2、Ss 地震力による評価結果はどうであるかということに対しての回答でございます。

資料の方を添わせていただきます。

第 6 回高圧化技術評価に関する意見聴取会、資料 5 四角電力伊方 2 号炉についての委員コメントに対する回答、③に対してする委員コメントのうち、現行評価（PLM 耐震安全評価）で耐震裕度が最も低かった評価断面を含む配管要素に対して、限界曲げ荷重評価基準を適用した場合の限界面曲げ荷重、これにつきましては、前回御説明致しましたように、S1 地震時荷重の約 3.95 倍というものでございますが、こういう荷重に対して弾性範囲を超える状態を許容する S2、それから Ss 地震時の荷重等と比較した結果を今回がしてございます。

資料中、この表に示しているのが結果でございますが、並べ方として、まず、上段に S1 地震時の荷重、それから前回説明いたしました限界面曲げ荷重のときの倍率、それから S2 地震時、Ss 地震時の荷重というものをまとめてございます。

上から S1 地震時に対して限界面曲げ荷重が 3.95 倍、それに対して、S2 地震時というものが S1 地震時の 1.95 倍、Ss 地震時につきましては、S1 地震時の 0.93 倍というものでございます。

を添ってございます。

表2の主給水配管の評価用地盤動揺度の算出結果でございますが、S2地盤のときの応答加速度というものは、設計用減衰定数として0.5%を用いてございます。

一方、S8地盤に対しては、そういう条件が緩和されるということで、8.0%の応答曲線での応答加速度をまとめてございます。

このように、X、Y方向、後ろのページで12ページ、19ページの図2の方に応答曲線の比較図を示してございますが、このように比較していただければ、応答加速度として、この減衰定数の効果を受けて下がってくるということが確認できます。

具体的事例としては、12ページの図をごらんいただきますと、こちら、X方向の応答曲線を示してございますが、緑の線がS8、青色の線がS2でございます。青色の線は減衰定数が0.5%、緑色のS8は減衰定数が3%でございます。

もし、仮に緑色のS8が減衰定数0.5%というふうにS2と同じ条件で評価しますと、この緑色の線が、青色のS2の減衰定数0.5%の線よりかなり上の方に来るというものがございます。そういう減衰定数の効果を受けて、今回、荷重としてはS2とS8を比べた場合には、S2の方が上回るという結果になってございます。

○四四電力（松浦） 引き続きまして、資料2-2の方に移らせていただきます。

ここでは、先ほども御紹介がありますように、招函事項に対する委員コメントに対する回答を御説明させていただきたくございます。

表紙をめくっていただきますと、次のページに委員コメントのリストがございますので、3点ございます。この3点について、本日、御説明させていただきたいと考えています。

次の3ページですが、招函事項6、7に関連する質問でございます。

代表ケーブルと製造メーカーが異なる燃焼PHケーブル及び燃焼二道同軸ケーブル1の長期健全性試験データのエビデンスを示してほしいということでございますが、今回の回答につきましては、別紙1、2に試験データの概要を示します。ページをおめくりいただきたいと思っております。

まず、別紙1でございますが、次の4ページに代表ケーブルと製造メーカーが異なる燃焼PHケーブルの試験データの概要を示してございます。

まず、試験のフローですが、図1-1にありますが、60年相当の加速熱劣化、60年相当の放射線照射等を行った後に、最後に断水耐電圧試験を行い、絶縁破壊しないことを確認するものでございます。

次のページでございますが、試験条件と試験結果を太い線で囲んでございます。試験条件は、表1-1、上の表の本線で囲んだ部分ですが、これらの条件を表の右側に記載しました伊方2号炉の実機60年間の劣化条件を包絡したものでございます。

表1-2の下の表のとおり、試験結果が良くなってございますので、このケーブルは、伊方2号機、60年間の供用に耐えるものと判断してございます。

次の6ページでございますが、燃焼二道同軸ケーブル1につきましての試験の概要を示してございます。

試験のフリーは、先ほどの燃焼PHケーブルと同様でございます。

7ページに試験条件と結果を示しておりますが、燃焼PHケーブルと同様に、伊方2号炉の実機60年間の劣化条件を包絡した条件で試験を行い、絶縁破壊しないことを確認してございます。

次の8ページでございますが、前回、第5回の差込機取套の資料の修正でございます。すなわち、招函6、代表ケーブルと製造メーカーが異なる燃焼PHケーブルについての評価を見直すこととの招函事項に対する回答でございますが、今回、修正した箇所を下線で示してございます。

この因循電力回答のうち、前半の部分につきましては、軸線選別が同じである代表ケーブルで評価を代替できると考えていたのですが、メーカーごとの評価が必要であるとの指摘を受けた差違を記載してございます。

また、乍ら下の部分の線を引っ張っているところがございますが、今回の状況を受けて、製造メーカー別の評価は要求されているほかの機器、例えば電動弁の駆動部

設計運転管理等の観点から強化でき、同様なトラブル発生の可能性が排除できることを確認してございます。

また、主軸の高サイクル疲労に対する疲労評価を行い、疲労割れが発生しないことを確認してございます。

その結果、次のページの表 1 に示してございます。先ほど出てきたままですが、いずれも疲労強度より小さい応力となっておりますので、疲労割れの可能性はないと言えると思います。

更に疲労評価の結果、疲労強度に対する裕度が高も小さく、連続運転をしている潜水ポンプにつきましても、2 年検ごとに分解点検を行い、主軸の浸透探傷検査を実施していますが、疲労割れは確認されてございませんし、その他のポンプにつきましても、径変化部のうち、深溝可能範囲について浸透探傷検査を実施しており、異常を確認してございません。

以上により、伊方 2 号炉では、主軸の高サイクル疲労は高経年化対策上問題ないものと考えてございますが、今後とも定期的に主軸の浸透探傷検査を継続してまいります。

最後に、ページ 16 でございますが、前回の意見聴取会の資料のうち、指前事項 12 の関連のコメントでございます。

ターボポンプ主軸の限界亀裂面積はどれくらいか、折損するときの面積はどの程度かとのコメントでございますが、これは、伊方 2 号炉の余熱除去ポンプに関する御質問でございましたので、余熱除去ポンプにつきましても計算いたしました。

すなわち、伊方 2 号炉の余熱除去ポンプ主軸の限界亀裂面積、これは、最終破断の延性破断面積というふうにとらえましたが、これは、主軸断面積の約 15% です。すなわち亀裂面積で考えますと、主軸断面積の約 85% に相当しますと、最終的に延性破断に至るといふことでございます。

また、参考までにポンプの諸元を記載しています。また、参考までにといふことで、余熱除去ポンプの主軸における亀裂の大きさや破断の関係についても記載してございます。

等でございますが、これにつきましても、代表機器の評価で代替しているものがないと、同じようなことをしているものがないかという観点から確認しました。

その結果、いずれも伊方 2 号炉の実機と同じ製造メーカーの供給体を用いた長期健全性試験データを用いて技術評価を行っていることを確認できましたので、その結果を記載いたしました。

次のページでは、この指前事項 6 に関する経年劣化技術評価書、すなわち総括評価書の変更分を記載してございます。

下線部は、この指前 6 に関するところでございます。変更部を見ていただきますと、健全性試験の結果、80 年時点においても絶縁機能を維持できるものと判断すると記載してございます。

次の 10 ページでございしますが、低圧ケーブルの評価書の修正部分を示してございます。

前ページと同様、下線部が指前 6 に関する箇所でございますが、これにつきましては、前回の意見聴取会と同様の内容でございますので、割愛を割愛させていただきます。

次に、11 ページでございしますが、燃料三重同軸ケーブル 1 に関する同様の指前事項でございします。

これにつきましても、燃料 PH ケーブルと同様に、当初の回答を見直しました。

また、ページ 12、13 には、指前事項に関連して評価書を変更した箇所を記載してございます。

次の 14 ページでございします。これは、前回の意見聴取会の指前事項 11 の関連のコメントでございます。すなわち、ターボポンプで発生した 3 件のトラブルでは、軸の折損の兆候を把握できていたのか、できていない機会、高経年化技術評価として主軸の高サイクル疲労を設計で考慮しているだけでは不十分ではないかとのコメントに回答でございます。

コメントにある 3 件のトラブルとは、ここに記載しているトラブルでございします。

伊方 2 号炉のポンプに関しましては、これら 3 件のトラブルの発生原因につきましても、

以上でございませう。

○右項高圧酸化対策委員長 ありがとうございます。それでは、質疑の2-1、2-2、伊方2号炉の高圧酸化技術評価に対しコメントと回答をいただきました。ここで、御意見、御質問をお願いしたいと思います。

○飯井教授 まず、資料2-2、16ページ、措置事項12関連ということで、④です。これについて、今回、ターボポンプ主軸の段界亀裂面積を回答いただきました。

それで、ここで更にとということでも確認しておきたいのは、例えば亀裂面積が50%になつてから、下に書いてあるような70%等に亀裂が進展する時間というのは、どれくらいか把握されているかと、それを確認したいと思います。

具体的には、どういうことかといいいますと、静止機器といえますが、圧力容器の亀裂と同転機械の亀裂というのは、性質が全然違うということなんです。いまや、圧力容器等については、維持点検というのができて、有害な欠陥でなければ存在してもいいということになつておりますけれども、いまだなお、回転機械については、亀裂の存在を認められた運転というのはないと思います。それは、基本的に同転機械への亀裂と静止機械の亀裂の性質が違うからなんです。

つまり、同じ資料の14ページに3例のトラブル事例が紹介されておりまして、聞くと二箇所によりまして、振動のわずかな変化の兆候から、次第に折損に至るまで1日経っていないという話も聞かえてきておりまして、とにかく回転機械の亀裂というのは、非常に成長が早いということなんです。

それで、まず、そのことを指摘した上で、追加でどれくらい時間か亀裂の折損に至るんですかと、亀裂断面積50%から折損ということになると、どれくらい時間か折損に至るんですかと、これは確認いただきたいというのが1つあります。

それから、資料2-1の3ページに戻りまして、質問事項の②に対する回答です。

これは、資料2-2、14ページのコメント④に対する回答とも関連があるということをお考えと、今回の回答は不十分であると考えます。

その理由は、そもそもこの検討の発端が2つあったということなんです。まず、1点目は、局所的に高い歪み応力が発生している場合に、それが低サイクル疲労損傷の原因となることはないのか。高圧酸化という観点で低サイクル疲労ということがあると思われませんか、その低サイクル疲労損傷の原因となることがないのかと、こういう懸念が1つあったと思います。

2つ目は、回転機械についても、圧力容器に比較して、遜色ない保守性を考慮しているかと、こういう懸念があったと思います。

それで、1つ目の懸念ということに対する回答としては、ずばり言うならば、最大歪み応力はどこにどれだけ発生しているのかという回答を期待していたわけですが、どうも主軸の方だけに目がいかっていて、それも既付部という表現はありますけれども、余り詳細部位がよくわからないということがあります。

2つ目については、3ページの真ん中にありますように、評価に用いた疲労曲線は、疲労試験データに基づき、表面粗さ等を考慮したものですということ、いわゆる実カペーラの疲労曲線であつて、圧力容器等の低サイクル疲労評価で行われているように、応力に対して2あるいは繰り返しに対して20とかいった軟計疲労曲線で評価をしているわけではなくさうだということなんです。

したがって、例えば今回出ている海水ポンプなんかでいきますと、もし、応力に対する安全率を考えると、疲労限を越えてしまうということ、いわゆるユーセージ・ブランクというのはゼロではなくということなんです。

そういうことがありまして、もう一度検討の発端に立ち返つて詳しい回答をいただきたいと思つた。実際に、心配している部位をきちんと示してほしいということで、まず、1番目の懸念については、少なくとも寸法のわかる組立断面図、特にキー溝とか、インボウの構造とか、それとか計算に提供されるような回転数等、もう少し詳しい情報を提供いただきたいと思つた。

以上です。



○石垣高経年化対策委員 ありがとうございます。2点いただきましたけれども、ターボポンプの主軸の摩と疲労の話と、今日、コメントができることがあれば、どうぞ。

○四国電力(松浦) まず、2-2のページ16の話でございます。亀裂が50%から70%に行くには、どのくらいの時間がかかるかという質問でございますが、日本機械学会の論文集にございます、亀裂進展速度を用いて計算しますと、50%から70%になるのは、約60分、約1時間でございます。

次に、資料2-1に関する3ページの計算でございますが、ここは、まず、上軸の疲労に対する評価をやっているということで、順位につきましては、ページ4のドの方の計算モデルと書いていますように、条件的に厳しいと考えられるインペラ部及び継手部について応力を算出し、成付前の影響も考慮したものでございます。順位については、そういうことでございます。

あと、実力ベースで疲労曲線を求めているのではないかとということもございますが、ここでは、使っている疲労曲線は、実力ベースのものを元にメーカーさんの方でいろいろ表面粗さとか、粗ければ疲労強度が下がるので、実機の表面粗さ等を考慮しまして、実機ベースの疲労曲線から散出に使えるように、メーカーさんの確認をもって下げた疲労曲線でございます。

インペラの応力に関しては、先ほどこの資料になくて申し款ないんですが、100で確認させていただきましたとおり、ECCS系のポンプにつきましては、直径が20cmから50cm程度ということで、回転数も低いことから遠心力が大きいところもないと考えられておりまして、実際、ニュージャアを見ましても、古いブランドでもインペラで特に軽微なエロージョン以外には有意な経年劣化現象はございませんでした。

よって、応力評価では不要ではないかと考えてございます。現状寿命のPTで継手部を担保できていければと考えてございます。

以上でございます。

○石垣高経年化対策委員 飯井先生は、50から70、それから70から折出までという調査

間。

○飯井教授 いずれにしても、そこは計算なんですから、1時間とか非常に早い時間、ここで計算で出されている主軸面積の50%の亀裂が発生して、振動が5%くらい増加すると書いていますけれども、その断点では、寿命がほとんどない、1時間あるいは数十分で折れてしまうということですね。

したがって、そういうことを踏まえまして、結局、該当機器については、亀裂の発生というのは、どうにかして防がないといけないということです。資料2-2の14ページの⑤に対する回答なんでも、実際に、これまでの発生事例でも振動の兆候や分岐点検で亀裂発生の手形を把握できていなかったということなので、これは高経年化評価として、設計がいいから、それでいいのだということでは、なかなか通らないんじゃないでしょうか。そこら辺については、たしかJNBSさんの指摘があった、高サイクル疲労は考慮する必要はないと、そういうことではなかったと思うんですけども、やはり高サイクル疲労を考慮するにしても、圧力容器と同等の保守性を持った評価を行うようにしていただきたいと思えます。

以上です。

○石垣高経年化対策委員 何かございますか。

○四国電力(松浦) 今、御指摘いただいたのは、静的機器と同等な評価を行っていたんだと、そういうことだったと思うんですけども、今回、資料2-2の15ページとかに書いていますように、ECCS系のポンプにつきましては、主軸の高サイクル疲労につきまして、詳細に評価させていただいて、その結果は報告させていただきます。

○飯井教授 ですから、その保守性を、圧力容器同等の保守性を持った評価をしてほしいと、するべきではないかと、いうことです。あるいは今回、資料2-2の14ページはお示しいただかなかったわけなんですけど、これらの3つのポンプの主軸折損例があるわけですから、これについては、例えば何定検に1回見ていて見つけられなかったと、それに對して、見つけられなかったということ踏まえ、より点検間隔を短くしている

か、要するに点検で見つからなかった場合にはどうするのかということも提示いただきたいというふうにおっしゃるに思われまして、それにおいて設計さえよければ、点検は必要ないというふうにも思える回答になっていて、不十分ではないかと思えます。

以上です。

○石垣高経年化対策室長 事業者さんは、PT 継続ということもありませんけれども、そういう現状保全と併せて、もう一階評価を整理させていただくということではないかと思えます。

どうぞ。

○山口 参 今の飯井先生の御指摘、ごもっともな話だと思わんとすけれども、平成 21 年の竜巻強風以来、いつでも、何でも止めて検査するのが本当に安全かという反省の下に、状態監視というのを模範例に導入しているという動きになっていきますね。

それで、この以前のポンプの折損事例は、恐らくまだ状態監視というものを導入する以前の事故例でございますまして、ほとんどそういう系統立った振動測定等はなされていなかったんじゃないかと思えます。

確かに動的機器の軸の腐蝕とか、あるいは軸受けの腐蝕とか、破損直前に急激に変化するということで、事故としては急激に変化するんですけども、それ以前も状態の変化、これをとらえていこうというのは、状態監視保全のそもそもの設計でございますまして、今、電力さんが取り組んでおられることだと思えますけれども、その辺、通常の値からずれた時点で異常状態をどう判断するか、それで、十分評価できるか、その辺も含めて考えていただければと思っています。

それから、恐らくこれまで実例のない話ですので、是非、こういうデータはしっかり蓄積して、今後の検査の機にさせていただければと、その辺も含めて検討していただければと思います。

○石垣高経年化対策室長 ありがとうございます。

○四国電力(松浦) ちよつとお向問返らせて申し訳ございません、資料 2-2 の 14 ペ

ージに書いていますように、15 ページの評価ですね、海水ポンプが疲労強度に対して最も余裕が少なくないと思われるんですけども、これに關しまして、14 ページに書いてありますように、定期に 1 回分解点検をやって、PT をやって異常がないことを確認してございます。これを代表としてやっています。

あとの、例えば BCCS の余熱除去ポンプ、高圧注入ポンプ等につきましては、通常待機状態でございますまして、月に 1 回定期運転をやらせても、そのときには必ず振動測定をやっているということでございます。

ですから、3 件のトラブルでは書いていますけれども、連続運転しているポンプで 1 か月に 1 回振動測定を行ったので、見つからなかったけれども、余熱除去ポンプとか、注入ポンプの BCCS のポンプですと、定期運転のときには、必ず振動測定をやっているんで、異常発見も見つけられる可能性があるかなと考慮してございます。

○石垣高経年化対策室長 飯井先生。

○飯井教授 指輪の一番の前部は、BCCS 系のポンプについては、例えば振動が出ました、それから、では非常用として使うときに、さあ予備品に取り替えてしましようということにならないわけですね。要するに、もう振動が出た時点で折損を覚悟しなければいけない、そういう性質のものであって、そういう非常用に使うようなポンプに対する保全というのは、3.11 以降、同じであっていいんじゃないかと、そういうことだと思わんです。

ですから、やられていることはわかりませんが、しかし、非常用として動かさなければいけない、それについて、もう少し何か考える必要があるんじゃないでしょうかという指摘です。

○石垣高経年化対策室長 では、引き続き検討すると、どうぞ。

○四国電力 先生の御指摘のとおり、設計サイドだけでは、どうしても製品関係でばらつきもありまして、当然、保金の中で確認していかねばいけないということとは当然あると思います。

したがって、我々、今、説明したとおり、まず、分解点検をやるときには、きつ

りそういうふうなインベンペラも含めまして、径変化部、すなわち一番応力が集中する箇所に  
つきましては、肉継、それからPT関係なんかで、そういうような有変な欠陥がないとい  
うことも確認しておりますし、それから、通常運転状態につきましましては、それもブラス  
の点検の中で、いわゆる振動であつたりとか、潤滑油の方の、潤滑油関係のところの飛沫  
もしておりますので、そういうたような分解、あととは運転というふうなところで、十分保  
全ということをやりながら、一応健全性の方の維持、あとは異常状態の早期発見という形  
で進めておけるといふことは理解していただきたいと思います。

以上です。

○石垣高経年化対策室長 それでは、ほかに今のターボポンプ主軸の部以外のコメントな  
り御質問なり、ございましたら、お願いいたします。

○井野名孝教授 ちよつと別のところを質問したいんですが、その所に、今のところち  
よつと部に着ちないんですが、今の御質問の中で、まっさ 60%から70%になるのが1時  
間という回答は、こういう振動変化があるから、これは何か検出ということに依るとい  
うふうなお考えなのか、それとも、それはもうとても早くて使えないというふうに考えて  
いるのか、今の回答は、どうも飯井先生の質問に対する回答がきちんと答えていたのかど  
うかがちよつとわからないので、その辺をちよつとお聞きしたいということ。

それから、私の質問は、振動定数の語がありましたね。2-1の10ページのところな  
んですけれども、Ssの場合は、減衰定数を3%にすると、微分用では0.5%と、0.5%と3%  
というのはすごく違うわけで、2008年の規定で3%になったので、その3%を適用してい  
いのかどうかということについて、これは、少し一般的なことになると思うんですけれど  
も、こういう30年前の機器に対して、当時と現在では材質も違うわけで、当時0.5%とい  
うふうなことにしていたのが、3%にとつて結果にして、それをそのまま使っていたのか  
ということ、この3%にしたときの規定の議論が本当に1分なのかどうか、その辺のこと  
は、私は前に、このケースではないかもしれないけれども、ちよつとデータを見たときに、  
本当にそうしていいのかということもちよつと疑問に思つたこともありまして、そういう

高経年化の材料、機器に対して、こういうふうに規定が新しくなったものを前にさかのぼ  
っていいのかわりかということ、これは保安院の考え方にも関係すると思うんですけれど  
も、その点について、四国電力の方と保安院の方のお考えを聞きたいと思います。

○石垣高経年化対策室長 どうぞ。

○四国電力(松浦) まず、1点目、ポンプの振動についてでございます。60%から70%  
に電流が進捗するのに約1時間という値を言いましたが、これについて、早いというか、  
検知できるのか、できないのかという質問だつたと思うんですけれども、まず、ポンプに  
もいろいろ振動がございまして、今、対象にしているのはRCS系のポンプでございます。  
RCS系のポンプは通常プラント運転中は停止してございます、月に1回定期運転します。  
そのときには、10分から15分程度運転で異常がないことを確認します。

ということは、そのときにも、当社では必ず振動測定をすることとしております。という  
ことは、毎回10分とか15分振動測定しておるわけでもすけれども、50%から70%になる  
まで1時間でもすけれども、そのあと、5回とか6回振動測定の結果があるわけですね。で  
すから、それを甚だ深く見ていければ、検出できる可能性もあるんじゃないかと、私どもは  
考えてございます。

次に減衰です。

○四国電力(池田) 減衰定数の考え方ですけれども、建設当時とか、そういう古い世代  
のプラントのときも、勿論、減衰定数の考え方はあつたんですけれども、当時は、建屋の  
固有周期に対して柔面の配管については安全側に、一番減衰係数の減衰定数を取るといふこ  
とで設計は行つてございました。

その後、配管系の減衰定数につきましても、地震入力の増大に対する高度化の検討とい  
うことで、いろいろな試験とかを積み重ねていってございます。

そのときに、建屋の固有周期をまたぐ、またがないにしても、配管系の減衰定数として  
変わるか、変わらないうことと、いろいろな実験データの方が整備されてございます。  
古い世代のJAEA601につきましましては、建屋の固有周期を超えた長周期側の配管系での

減衰定数の実験データがございませんでした。それでは、いけないということで、長岡期別の配管系の減衰定数がほとんど整備されました。今回の JEAC の 2008 年版を導入するときのベースとなった原子力発電所建設部専門部会というものがあつたんですけども、こちらの方で減衰定数の妥当性というものを審議いただきました。その結果が、今の最新の JEAC4601 の方に反映されてございます。その反映された内容を、今回、評価の方に送付して、我々の方からお示ししているというものでございます。

○井野名菅教授 今おっしゃった評価は、一応、私も読んでおりますけれども、それは、ちょっと本当に十分なのかという気がしております。

それから、材料の古いもの、つまり、それは幾つかの材料について、実際のそういうことをやったらそうなったということ、それが、古い材料も含めて、本当にそうなのかということについては、何かまだデータが十分ではないのかというふうにも思えたんですけども、勿論、いろいろな下限を取っているわけですね。それよりももっと大きいものも勿論ありますし、そういういろいろな下限を取っているという意味ではそんなんですけれども、特に試験を行った材料が十分なのかどうか、いろんな材料について、そういうこともちょっと考えまして、それは、四国電力さんということだけではなくて、保安院の方で、そういう減衰定数のことを、今、どういふふうに考えるのかということ、もう少し、確かに今言ったチームでの検証結果はあるんですが、それだけで本当に十分なのかどうかというように、外回の事例とか、いろんなことも含めて、もう少しそこは今の時点で検証し直す必要があるんじゃないかと思っております。

○石垣高経年北刈兼委員長 ありがとうございます。済みません、司会ではなく、保安院としてということになってしまいかもしれません。今、四国電力からの説明にありませうように、副委員長をとりするかということは、それ自体 1 つの大きいテーマ、難しいテーマでございますので、もよっとそこだけでどうだということでもないので、保安院の中で、副委員長、今回の福島を踏まえていろんなことを考えている中の一つだと思えますし、全体の中で整理をさせていただきたいと思えます。

では、クロスチェックなどもされていきます。JNBS からの見解から、どうぞ。

○JNBS 1 点だけ、今の先生の御発言の中で気になることがございまして、今、材料が古い、新しいかということでコメントされたと思んですが、この設計で使っている減衰というのは、材料が云々ではなくて、強いていえば、構造減衰ということで、例えば配管と支持構造との摩擦とか、そういうことですから、材料が古いとか、新しいというよりは、むしろ設計の配管の支線の仕方とか、周りに断熱材が巻いてあるかないかとか、そつちの方に大きく支配されるものと思っております。その点だけ、1 点御理解いただきたいと思えます。

○井野名菅教授 わかりました。材料だけではなくて、いろいろそのときの設計のスタイル等も含めてということになりますね。材料の減衰は、それ自体はもう少し小さい値ですので。

○石垣高経年北刈兼委員長 ありがとうございます。ほかに、今の 2-1、2-2 の関係で御質問なりコメントなりありましたら、お願いいたします。

○飯井教授 今回の ECOS 系のターボポンプの保全ということに関しては、例えば今後、保安院さん、先日の意見聴取会で提示されました非常用クラススの機器の保全については、今後稼働されるということなんですか、そういうことも、追加的に議論されたいかと考えてよろしいでしょうか。

○石垣高経年北刈兼委員長 そういった中で考えていかなければいけない問題だと思います。ただ、ちょっと申し上げたかったのは、個別の四国伊方のと号炉の評価としてというところ、若干中長期的に考えなければいけない問題もあるのかなということ、今、まだちょっと弊誌ができていないところがあるんですけども、いずれにしても、従来どおりの手法だけでは不十分だという御指摘だと理解をしております。

○井野名菅教授 今、石垣さんがおっしゃった課題ですけれども、やはり中期の高経年化というのをどう考えていくかというところは、中長期的でいいのか、やはり現在既に問題が個別に出されているところで、きちんと議論をしていくという姿勢が、私は必要なんでは

ないかと思いきや、それが、中長期というところ、何か先の話ということで、先延ばしにな  
ってしまっただけで、今、高経年化の評価の仕方が今まで60年というのを40年にしようとい  
うような動きもありますので、そうすれば、当然30年のやり方はこれでいいのかもしれない  
間もありません。それは、中長期という形で先延ばしするんではなくて、個別の中にも  
そういう考え方をきちんと反映させて、その上で評価していくというふうにしていただ  
きたいと思えます。

○石原高経年化対策室長 ありがとうございます。それでは、このくらいで、ちよつと正  
子先生がお見えになりましたので、司会進行を交代します。

○庄子教授 遅れての参加で大変申し訳ございません。それでは、次の審議事項から、私  
の方で司会をさせていただきます。

どうぞ。

○井野名春教授 四国電力の所で、もう少しよろしいのですが、今、次に移るといふふう  
は、ちよつと思わなかったもので、あれだったので、今回のことではないんですが、前  
回に出されていたクラッドの検査の話が出ておりましたね。それで、加圧器の上のノズル、  
そこは目視ができないので、超音波でやられたと。ほかのところは目視ができるのでそ  
ちをやって超音波をやつていけないということをおっしゃったんですが、まず、どうしてそ  
こが目視できないのかと、何かその辺の図というか、その辺を具体的に説明していただ  
きたいのが1つ。

それから、UTかVTか、超音波をやるのか、目視をやるのかということのいろいろんな  
発想法に対して、どういうお考えで選定をしているのか、目視と超音波では、また検出の  
仕方も違うと思えますので、そういうことのお考えをお聞きしたいというのが1つ。その  
クラッドの検査に関しては、それが1つです。

それから、2番目として、それに関連して、アンダークラッドクラッキング、これは正  
力容器の方ですが、こういうことを含めて、圧力容器の検査、ひび割れの検出というのは、  
実際にどういふふうに行われているのかということも、今日じゃなくてもよろしいんです

けれども、次回でも結構ですけれども、それについて御説明いただきたいと思えます。  
維持規格などでみますと、一検査閉閉、10年に10%ずつ回ったというふうなことが書  
いてありますが、そういうことでやられて、それは全数やられているんだと思えますが、  
実際にそれがどういふふうな圧力容器の検査をやられているのかということについてお聞  
きしたいというのが2点です。

もう一つ、これは全般的なことですけれども、やはり溶接部のひび割れというのが一番  
問題になると思っています。これは、圧力容器とかに限らず、配管とかいろいろんなところにあ  
ると思えますが、それで、ちよつと研削養生を拜見しても、実際にどの程度の検査をや  
られているのかということが、よくわからないうことです。代表検査で済ます問題とか、い  
んなことが書いてあるということと、溶接部の検査は、全体に対してどれくらいどの割合  
で、ここ10年の間にどういふふうに行われているかというふうな全体像を、次回にお告  
しいただければと思います。

以上3点です。

○石原高経年化対策室長 今、3点御質問いただきましたけれども、今、お答えできるも  
のがあれば。

○四国電力（松浦） まず、溶接部の検査の話ですが、包括的にどのようにやられているの  
かという話ですが、これは、日本全国どこのプラントも同じでございますが、日本機械学  
会さんの維持規格に点検の供用期間中検査のプログラムがございます。それに従って検査  
をしているのが基本でございます。

その次に、加圧器のスプレイングノズルが見難いというのは、どういうことなんですかとい  
う話ですが、この前に評価書がございまして、構造図が載ってございまして、別冊の2  
分の1でございます。その4の容器で、耳たぶ2-1の加圧器本体の11ページでござい  
ます。

○井野名春教授 それで、ここが目視できないというのは、

○四国電力（松浦） 通常、その横にあるマンホールから中をのぞくわけですが、ちよ

ど天棚に向いて見なければいけないので、背り付きが非常に難しいということがございます。

○井野名誉教授 わかりました。ありがとうございます。

○四国電力 続きまして、RV のアンダーラッドクランプですけれども、同じ別冊の2分の1の「4. 容器」、オレンジ色のダグですけれども、その1クグの9ページ目ですけれども、その一番上の「(2) 上部ふた等低合金鋼部の肉盛下脚部のき裂」ということで、こちらが、いわゆる井野先生が御指摘してございますアンダーラッドクランプの弊害でございます。

それで、扉面上の中央部に図がございますけれども、こちらは、三菱重工の方が、いろいろと溶接の試験条件を変えまして、かつ、材料の成分等も変えまして実施した試験結果でございます。

教師がAG 値ということで、モリブデンであるとか、Cr (クロム)、そしてバナジウム値、こういったものがございますと、折出しまして、短肉の強度が上昇、脆性の特性が低下して、かつ溶接の熟熱が強いと割れてしまうと、割れが入るという結果が、これまでの経験から得られてございます。

こういったことは、既におわかっていましたので、容器のステンレス鋼の肉盛りをする際には、当然、この割れが発生しない領域ということで、この図で、右斜め下に行っている線がございますけれども、これよりも下の領域で溶接をしまして、アンダーラッドクランプは防いでいるというふうには、現場点では考えてございます。

以上でございます。

○井野名誉教授 済みません、この肉盛りをしたのは何件ですか。

○四国電力 (松浦) 運開が82年でございますので、その少し前です。

○井野名誉教授 ありがとうございます。

○石炭高炉年次対策委員 よろしゅうございますでしょうか、それでは、改めまして、次の議題に移らせていただきたいと思います。

○庄子教授 それでは、次の議題は、東爪電力株式会社福島第二の1号の炉内についてです。資料は、3と4がこの議題に相当します。

最初に3と4について事務局から、それから資料5について東爪電力から説明をお願いします。

それでは、まず、資料3についてお願いします。

○石炭高炉年次対策委員 それでは、2番目の議題の題名2Fの1号については、資料3、4、5になります。

資料8は、前回御説明をした際にいただいたコメントを整理したものでございます。3については、コメントが2つあったと、それだけでございます。4と5で順次御説明をさせていただきます。資料4を御用意ください。

これは、阿部先生が実際のハードファイルにとり込んだ技術評価書の中に、劣化のこれまでの炉内の部分が含まれているのではないかとという御質問でございました。

回答は、前巻の方にいろいろ書いてございますけれども、安定停止状態を前巻にした炉内と、長期保守管理方針ということではございませんけれども、ただ、先巻御指摘のとおり、現在、どこまでどうなっているんだと、劣化の進展などはどうだというのを乗射台にして、この先の安定停止を維持した場合がどうかという評価が必要でございますので、前巻も東爪電力が御説明し上げましたように、地盤の前巻では、通常の評価を途中までやっつけて、ほぼ終わりかけていたという状態でございますので、必要なデータはそろってございますので、そういった中から、一部なり必要な部分については、追加的に抽出をしていただいで評価を進めるという格好で進めていこうというのが回答でございます。

今日、先ほど四国電力の方のときにも質疑をいただいたものは、評価書に追加をしていただいたら、新旧対照表で見えていただいたような格好で、評価書なり、バックデータで確認しながら追加をさせていただくという手続も取っておりますので、この2Fの1につきましても、必要なデータは、これから私どもと、それからJNESとで技術的妥協の確認という作業を進めますけれども、その中で必要なデータを抽出していただいで、必

要なものは詳細書に記載する、あるいは技術資料集の方にも入れていただくと、そういう対応をさせていただきたいと思っております。

これは、これから審議を進めていく中で順次御紹介させていただければと思っております。ところでございます。

○庄子教授 ありがとうございます。それでは、引き続き、コメントに対する回答として、東が電力の方からお願いたします。

○東京電力(山田) 東京電力の山田でございます。前回、1月18日に閣下委員からいただきましたコメントに關する回答でございます。

コメント事項としては、特別な保全計画、高経年化技術評価、復旧計画について、今後の保全の活動がどう実施されるのか、保全の全体的な関係を整理することのコメントでございます。

まず、めぐっていただきますと、右下の2ページがございますけれども、これが、発電所における保守管理活動の全体像を示しております。

当社の保守管理基本マニュアルというものがございまして、こちらでは保守管理に関する要求事項といたしまして、JEACの4111に基づきまして品質保証体系を構築いたしました。JEAC4209に基づきまして保全を行うということを規定してございます。

発電所の保全活動の基本につきましては、保全計画等がございまして、復旧計画、高経年化技術評価も、最終的には保全活動にフィードバックされるということになります。

1ページに戻りまして、2Fにつきましては、昨年12月26日に原子力緊急事態解除宣言を受けまして、1月31日に復旧計画書を出いたしました。

被災した設備に關しまして、冷温停止維持をより一層確実なものとするために、原子力災害事後対策としてリスクを管理しつつ、必要な設備を復旧する計画としてとっておりましてもございます。

今回のこのような安定的な停止状態の維持を前週とした2Fの1号機の今回の高経年化技術評価の位置づけについては、被災の影響によるプラント停止の状態をかんがみ

まして、安定期止の維持に必要な設備に対しては、当面の安定期止期間に着目して、安定期止中において運行すると考えられる経年劣化事象の影響評価をいたしまして、それ以外の設備に対しては、当面の安定期止には使用しないということから、原子炉施設の安全性に影響を与えないと評価したものでございます。

特別な保全計画につきましては、長期停止となった場合などの特別な保全計画が必要となった場合に作成するものと定めておりまして、今回の2Fの1号機のような安定的な停止状態を前提とした、発電所全体の保全活動につきましては、被災した設備の復旧及び復旧後の維持を含めて、特別な保全計画で一元的に管理していくこととなります。

3ページ目に、参考までに、現在作成を進めております特別な保全計画画書の一例を記載させていただきます。

日常保全による点検といたしまして、通常の保全計画と同様な保全活動を記載していきませんが、今回の高経年化技術評価で抽出されました長期保守管理項目を追加保全策として劣化の進展状況を監視するという活動を記載していく予定でございます。

簡単ではございますが、以上でございます。

○庄子教授 ありがとうございます。このコメントは、閣下委員からのコメントで、今後は閣下先生が御次第で御次第で、これは、事前に先生には説明されて、この内容というのは、まだですか。

○東が電力(山田) 特段、正式には御説明しておりません。

○庄子教授 では、この資料を閣下先生にお渡しして、あとはコメントをいただくということ。

○石垣商経年化対策委員 週末に送ってございますけれども、今のところは、御連絡はいただいていないですけれども。

○庄子教授 わかりました。どうぞ。

○阿部教授 閣下委員に対する回答書と関連しますが、資料4について、少しコメントをさせていただきます。

資料4に書いてある保安監さんの回答というものが、保安監さんが策定されている高齢  
平化対策実監ガイドラインに關しては何も懸念しておられなくて、これについては、少し  
異に感じるのでコメントいたします。

前回のコメントの意図は、以下のようなものです。この時点で2Fの1号機について高  
齢平化技術詳細をしなければいけないということではなくて、東京電力さんが、事故対応  
で非常に忙しい中ということもあり、また、再稼働に向けて今のところ目途がまだ立っ  
ていない段階ということもあり、ある程度の行政的な配慮というのが必要であろうと私は  
考えております。

それに当たりますして、資料4の意図については悩みが大きいと思います。ガイドライン  
の限りにおいては、30年目を経過する前までに高齢平化技術詳細を終えて、長期保守管  
理方針も策定して認めてもらわなければならないということになっております。この内規に  
従って従うのであれば、これをきちんと遂行しなければいけないということになります。  
策々として認めていただく必要があると思います。

このことについて、ご回答をいただければと思います。

○庄子教授 どうぞ。

○石垣高齢平化対策委員 御指摘ありがとうございます。私も阿部先生の悩みと同じ悩み  
を実は持っております。東京電力の現在の状態のときに、どこまでやるかというのは、  
ちよつとばい方が愛ですけれども、フルスケールのルールを適用する、当然、それは無  
条件であると思いますし、実際には、冷温停止という普通の状態ではないことをやるわけ  
なので、その状態に即した部分については、きちんと漏れなく見ることだと思います。

ただ、先生おっしゃるとおり、ガイドラインの上での位置づけは、今回の2Fの機  
は当たっての役々が自らつくったルールというところとの関係で、御指摘のとおり、それ  
ははっきりさせないといかぬというコメントだと思います。

ガイドラインも通常の状態だけを想定したものでございますので、今回の取扱いをどう  
するか。前回も、1枚やらで、冷温停止状態に着目した評価をして、その前提が変わった  
らやり直しですよという1枚は山さまでいたただいたんですけれども、ガイドラインとの関  
係で、その例外なり何なりという位置づけは、改めて整理をさせていただきます。

実際やる作業としては、今、甲し上げたように、そんな関係のないところまで手を広げ  
て全部フルスケールベツクということではなくて、冷温停止に使う機器の劣化が今どうか、この  
先、冷温停止を維持する際に、どういった心配があるかどうかということとところをきちんと見  
る。それから、使わないものは、逆の言い方をすれば、もしもいせんけれども、使わない  
機器が冷温停止の状態に邪魔をしないといつたら愛ですけれども、冷温停止状態に愛な影  
響がないかという目で見ると思いますが、そういうところも、そういうところは、きちんと見る。  
それから、ガイドラインとの関係は、自分でつくったルールは、自分でどう扱うかとい  
うのをきちんともう一回整理をするということですが、

○庄子教授 どうぞ。

○阿部教授 このガイドラインそのものは、80年目の基準評価を終わらないと、次の10  
年間の運転を認めないという内容になっております。おっしゃることの心はよく理解でき  
るし、行方のお立場や、あるいは東京電力さんが実際に現行点でできる作業が何かとい  
うと、それとおなじだと思います。ただ、今回の形で高齢平化技術評価をやったことが、  
今後どういうふうなふうな位置づけられるかということも考えるところです。再立ち上げ  
の時期を迎えた時に、今の時点で策定した不十分な高齢平化技術評価が今の時点で意図し  
ていない形で使われてしまうということとは避けなければいけないし、あるいはその点で機  
能を確保してしまふ形にもなりかねないと思います。

そういう意味では、岡村先生に対するコメント回答と全く同じことですが、今、行つて  
いることと、再立ち上げまでの期間に行っていることに対する技術評価とか、長期保守管  
理方針というものと、通常運転のときの長期保守管理についての指針というものを、全く  
別立てのものをきちんとつくっておく必要があると思います。



ざいます。

これらの活動については、先般提出しました復旧計画書の方に、こういった内容をやり直すということを明確にしております。こちらを、まず、最優先にやるということや、ってきていますので、例えば循環水系のタービン系の補機類について、現状で点検をしてくるかというところ、これは、ほとんど点検しているというのが実態でございます。

実際に、止まった状態のままになっていまして、海水が入った部分については海水を抜いて、その状態で置いてあるということです。

心としましては、まず、安全を確保する、そのところにリソースを最優先に向けるというところで取り組んでいるのが実態でございます。

○庄子教授 よろしくでございますか。通常の高経年化技術評価とは、全く違った状況にありますので、現状は、今、説明があったように、今の状態を十分安全確保することにより、力を尽くしていると、次の状況になれば、また、そのときに、従来の高経年化技術評価がいろいろか、それを命めて、また次のステップで考えるということですか。

ほかに御意見はございますか、よろしくでございますか。

特に御意見がなければ、次の議題に移らせていただきます。

次は、関西電力美浜2号の評価についてです。まず、最初に資料6について事務局から、それから引き続き資料7について関西電力から御説明をお願いいたします。

では、まず、事務局から。

○石垣高経年化対策室長 それでは、次の議題になります。関西電力の美浜2号炉については、まず、事務局から。

資料は6と7になります。資料6は、先方からいただいたコメントを2点整理しただけでございます。回答の方は、資料7になります。

資料7は、関西電力から御説明をお願いします。

○関西電力（田中） ありがとうございます。関西電力の高経年化対策グループの田中と申します、よろしくお願いたします。

その上で、再立ち上げに当たるときには、通常運転のための長期保守管理方針、それから高経年化技術評価というものをきちんともう一遍やり直すと、そうすれば、再立ち上げに向けての期間的基盤というものがきちんとして上がっていった形で再立ち上げに臨めるということ、行政の動きとしては、そちらの方が非常に慎重に聞こえます。今のガイドラインに無視や解釈を頼み重ねておられた形にしてしまうよりは、素直に新しいガイドラインをつくって、希薄停止を休めた形にするというふうな位置づけのものをつくった方がよろしいかと思っております。

以上です。

○庄子教授 ありがとうございます。ほかにございますか。

それでは、資料3、4、5について、御意見、御質問をお願いします。

どうぞ。

○井野名孝教授 今の話と外れるかもしれませんが、前に質問したかも知れませんが、これも、これは、現場の保全といいますが、地震・津波での現場の保全を、これは事故調査の方との関係で保全ということは必要なんだと思えますけれども、勿論、危険が立じるような保守ということも勿論必要なので、それ以外のことについては、保全ということばかりでできているのかということについてはどうなんですか。

○庄子教授 では、東電電力の方も同様をお願いします。

○東電電力（田中） 東電電力の川村でございます。突然に現場の状況でございますけれども、冷温停止を維持していく、実は、今の状態で安全を維持していくために必要な設備、例えば循環水系の冷却のための設備ですので、そういったものが破損を受けたので、これは安全確保のために、写真を撮り、あるいはウォークダウンの記録を残すといった形を取った後に、安全な状態に復旧していくということやっております。

それ以外にも、放射線管理ですとか、あるいはその周辺の放射線影響をモニタリングするためのモニタリングポストですとか、そういったいわゆる保安規定を守るための設備、これについても、やはり安全確保の観点から復旧が必要であるということも復旧をしてご

2点、委員の方からコメントをいただいたということで、1点目が徳島先生、もう1点が徳島先生からだと思えます。

まず、資料7を見ていただいで、7枚もでございます。7分の2ページを開いていたので、まず、徳島先生の方からの御回答ですけれども、質問は、経費算料を全数説明させていただいで、24ページの加圧器サージライン用の管弁のUW疲労係数係数が大きく異なっている点の理由ということで、30年目のときの詳細したのが0.002、40年目のときは0.083ということで、1けた違うので、その理由ということでございしました。回答で書いていますように、2点大きく相違点について書かせていただきました。

1点目は、疲労詳細に用いた規格の変更によりまして、設計疲労線図のより繰り返し回数の多い範囲、10の6乗回から10の11乗回までのピーク応力強さを考慮するようになったことで、発生するピーク応力はより小さな温度についても疲労係数としてカウントされるようになったということでございます。

もう1点は、内圧による応力算出に当たって、30年目の評価では、FEM解析をやっております。40年目のときには、設計・建設規程、添付1、次のページにも載せておきましたけれども、その応力係数を用いて規格計算により評価を行っているということでございます。

その塗装については、下の表にありますように、こういうことなんでしょうけれども、1けた違うということなので、1番の方の10の6乗回から10の11乗回まで疲労あつたということは、約2倍くらい数字が変わってきています。

もう1点、2番の方は、FEM解析による解析値、これはやはり8倍くらい変わっている、あくまでも設計・建設規格の方は簡易計算なので、FEM解析という詳細解析をしますと、やはり8分の1くらいになるということなので、逆にそれはやっておりますので、8倍くらい値が大きくなったということで、両方合わせて16倍くらいになったということでございます。

実際に、30年目のときには、国の基準としては、告示の501で規定されておりまして、

40年目のときには、その告示が廃止されて、性能規定がされてございまして、その設計・建設規格が主要規格としてされたものであるということでございます。

もう1点の質問は、徳島先生からいただいたんですけども、7分の4ページをめくっていただきたいと思えます。

ピーニングの有効性について、応力緩和の程度と効果の持続性について説明することというお話をいただきました。

床金床の評價の説明で、蒸気発生器のセーフメントについて、電数が足つかなかったものについては取り替えたんですけども、そのほかのものは異常がないことをECTという渦流探傷検査において異常がないことを確認した上で、ショットピーニングを施しましたということをお説明したときに、御質問が出たものでございます。

この違いについては、水の中ではウォータージェットピーニング、それ以外のところでは超音波ショットピーニングを使っているというお話をさせていただいて、データの提示というところがございしたので、今回、敬啟お詫もしております。

まず、回答に書いていることを読ませていただきますけれども、予防保全として施工しているウォータージェットピーニングと超音波ショットピーニングの効果につきましては、深さが0.5から1mmまで圧縮応力が付与されます。表面近傍では800から500MPaの圧縮応力になることが確認されてございまして、応力付与の程度に関して公開されているデータを次のページに転載しております。ここは、ちょっと緩和と書いてしまいましたけれども、次のページをめくっていただいきまして、緩和というよりも付与というふうに呼んだ方がいいと思えます。

7分の5ページになります。7分の6と両方並べて見ていただいたらわかるんですけども、7分の5の方は、図3、図4にお持ちしたのが、600合金の溶解金属のものでございます。

図3に示していますように、上の左側にウォータージェットピーニングを施工なしの場合には、引張応力が残っているという状況です。

それで、420℃で約100時間くらいかけたということですのですけれども、これは、温度加速  
ラーンミンラー係数20として考えても、320℃で60年相当になるとのことでの想定  
試験結果です。

ですので、ある程度落ちるんですけども、十分圧縮応力は残っているというデータだ  
と確認させていただきたいと思えます。

それでは、もう少し本文を説明したいので、7分の4ページを見ていただきたいたん  
けれども、今、私が口頭で説明させていただいた応力繰返し負荷、ラーンミンラーの件  
については、※で書かせていただきました。なおかつ、最後に添付資料の出典としまして、  
2つ、今回お持ちしたのは、これはオーブンのものでございますので、どなたでも見られ  
るような状況のデータでございます。

私からは、以上でございます。

○庄子教授 ありがとうございます。今の回答について、何か、御質問はございますか。

どうぞ。

○渡邊進教授 産産です。前回質問をしたときに、なるべく実験の乗機に近いようなデー  
タをお示しくださいという質問をしました。

これを見ると、公表されているというデータということなんですけれども、これは、公  
表されていないような実験のデータがたたくさん担保されていて、ここに公表できるのは、  
これだけだという意味でしょうか。

それで、私が申し上げたのは、実験の環境というのは、非常に複雑な表面の形状もある  
わけですし、それと複雑な応力の分布もあるわけですね。

もう一つは、中性子が長い間付加されると、中性子は全く無視されるということを含め  
て、もう少し詳しい御説明の結果というのは、どうでしょうか。

○庄子教授 どうぞ。

○関西電力(田中) まず、中性子と書われますと、実験に当該部というのは、一番近い  
ところで、炉心が燃料の出口管台ですけれども、これは、コンクリート構造物が当然なが

右側に書いているのは、欠陥ある、ない、異なるに潜在欠陥がある、なしということ、  
約1mmぐらいの欠陥を入れたんですけども、欠陥があるの場合同、欠陥がなしの場合  
も、一応、表面は圧縮応力ということになっているというところが、これで見て取れるかと  
思います。

超音波のショットポイントニングの方も同じ状況になったということは、見て取れると思  
います。

もう一点説明したいのは、次の7分の4ページでございます。これは、ステンレス鋼の  
素材でございますけれども、これは、添き方向にデータが取れましたというか、母材なの  
で取れます。積層は、測定法の問題がございまして、なかなか取れないということ、母  
材は取れましたので、これは、取れたデータを提示しているということです。

図の7に示すように、深さ0、要するに表面ですけれども、表面では400MPaくら  
いの圧縮応力が加えられているということです。データで1mmくらいまでは、一応、圧  
縮の状態は残っているのを見ていただけたかと思っております。

潜在欠陥あり、なしも並にならないというのも、このデータから見て取れるかと思ってい  
ます。

もう一点も、書いてデータで説明させていただきます。最後のページ、これは、応力履歴  
和の効果持続性に関する公開されたデータということでございます。

このデータを見ていただきますと、一番左側にビニリング加工前後と書いてございます。  
ここをあくまでも応力比1としていているのは、一応材料といいますが、ウォータージェ  
ットビニリング、ショットビニリングの内表面の残留応力自体は420MPa、520MPaとい  
うことで、少し違いますので、熱硬化して1.0という形でここに置きました。それによ  
ってハ体何割くらい落ちるかというのを見やすいように、このグラフはなっております。

これを見ていただいたらわかりますように、約2割くらいは落ちていく可能性はあると  
書いていますけれども、この試験は、420℃で変動応力をかけたものです。約180MPaの  
応力をかけて、繰り当しの回数を大体300くらいかけてやっております。

らありますので、中核子は不十分低くなく影響がほとんどないと考えています。

ただ、先生おっしゃったように、現場でのというか、実験のと岩われますと、まず、現場では、X線でそんな放射線応力を測れるような大きな装置を呼んで行けませんので、実験場で測っているというわけではない、実験の模様という形でやっております。

最近、この点を御指摘される先生方も聞き及んでおりまして、卒業生として、現在、共同研究で試験をやっております。というのは、メーカーさんに実際に頼んでいただいた後、発電技術協会さんの方で第三者機関としてその効果の検証をお願いするという形を取っております。これは、公測値という意味でも非常にオープンでやりたかったので、そういうことをやっております。それは、もう今年度終わりますので、4月以降だと思えますけれども、学会論文等々、今後どんどん出ていくと思っております。そういうデータは、いずれ出てくるということで、今、申し上げたことでございます。

以上でございます。

○庄了教授 よろしくございますか。

○渡邊雅教授 わかりました。

○庄子教授 ビーニングによる圧縮応力というのは、高齢化のときの筋力の大きな柱でするので、そこは是非確認をお願いしたいと思います。

ほかに、資料7についての御質問は、よろしくございますか。

ありがとうございます。それでは、次は、本月の最後の議題になりますけれども、中核子照射脆化についてです。まず、資料8について事務局から、それから質疑9について九州電力、その後、資料10について事務局から、更に資料11について九州電力から説明をお願いいたします。その後、一括して質疑の時間を設けたいと思います。

それでは、まず、資料8について、事務局、どうぞ。

○石垣高線作化対策室長 資料8は、これまで御議論いただいた中の質問事項を整理したものでございます。1枚で裏表になっております。

これの回答が資料9という構好で、今日、九州電力から御用意をいただいたものという

ことでございます。準備はよろしいですか。

では、資料9の力は、九州電力から御説明をお願いします。

○九州電力(野崎) 九州電力の野崎といたします。資料9に従って御説明させていただきます。

まず、1番シヤルビー断面観察結果(母材の照射前～4回試験)を提示することといたしまして、シヤルビー断面観察結果は、メーカー報告書に記載されています。シヤルビー衝撃試験を共走した厚度、その断面写真を次のページからの別紙に示しております。

なお、いずれの断面においても、変移温度領域を境に低温側は平滑な面である脆性破面を、高温側では繊維状な面である延性破面を示す傾向にあり、特異性は認められていませんということをお知らせいたします。

社報で断線の説明を書いております。

1ページめくっていただきます。ここが照射前のシヤルビー衝撃試験温度と、その破面写真を示しています。温度が低い方が脆性破面の傾向、温度が高ければ、延性破面の傾向を示していると。

図中の断面写真の中に括弧書きで数値を書いておりますけれども、これは、延性破面率が50%となる温度を記載しております。

3ページ目に、試験温度と延性破面率の関係を示していただきまして、延性破面率が50%にある、照射前の場合ですと、マイナス4℃ということを示すグラフも付けております。

次に、4ページ以降が、第1回も同様です。第2回、第3回、第4回と、これまでの破面写真を付けていただいております。

次に、2番、照射量と脆さの関係は知られていることなので、脆さの試験結果を出してほしいということですけれども、現在、保管されている照射前、保管材ですが、第3回及び第4回監視試験断片、これはシヤルビー衝撃試験断片の断片について実施した脆さ試験の結果を表に示しております。

照射前、第3回、第4回とも5回ずつピッカース硬さ試験をしまして、そのグラフを下の方に示しております。

横軸はピッカース硬さ、縦軸はΔRINDT、照射前を黒丸で、第3回の結果は赤丸、第4回の結果を青丸で記載しております。

荷重は、いずれも10kgでやりまして、参考までにイングリッシュさんの相関式の線を記載しております。

○ル州電力(張濤) 振復と申します。よろしくお願ひします。3番から御説明させていただきます。

3番の御質問は、監視試験片及びシャルピー試験装置についてきちんと管理されているのか、過去の分も検討してほしいということでございます。

回答としましては、確認した結果としまして、監視試験片は、採取位置及び朝々の番号を示した図面に基づいて採取・加工し、試験片の寸法等の検査を実施し、記録がされていきます。また、試験片をカプセルに組み込む際は、組み込み位置と試験片番号の照合をいたします。

シャルピー試験装置は、昭和47年8月にニューグリア・デベロップメントのホットセル内に1台設置され、継続使用されており、同じ試験装置を仮出してシャルピー試験を実施しております。

シャルピー試験装置は、検査機関、日本標準協会あるいはASTMによる検査を年1回受けておりまして、試験要領としても問題ないということを確認しております。

続きまして、14ページ、4番の質問でございます。監視試験片に関する試験は限られた試験研究機関で実施しているの、信頼性に不安があるということですが、

回答としまして、監視試験片は放射線物質であるため、適切な放射線管理区域を有する限られた試験研究機関で試験を実施しなければなりません。ニューグリア・デベロップメント株式会社(以下、「NDC」という。)及び財団法人電力中央研究所(以下、「電中研」という。)は、国による公的研究も持っている適切な試験設備及び技術能力を有した機関で

でございます。

監視試験片のシャルピー衝撃試験を実施したNDCにおいては、国による原子炉圧力容器添加放射線試験プロジェクトにおいてシャルピー衝撃試験を実施した実績がございます。

監視試験片のミクロ組織観察を実施した電中研においては、国による高放射線領域の照射強化了子プロジェクトでミクロ組織観察を実施した実績がございます。その照射強化研究の成果は、広くIGRDM等の国際会議の場でも評価されており、電中研は中立的な学術研究機関として広く認知されております。

続きまして、5番の回答をさせていただきます。5番の質問は、転位ループの観測度の算出方法及び脆化への寄与が小さいことについて、詳細に説明することということでございます。

転位ループの観察をしていただいた研究機関について確認を行っております。転位ループの観測度は、透過電子顕微鏡(TEM)を用いて特定の回折条件により撮影した明視野像及び暗視野像からそれぞれ炭素及び自己の明確なコントラストを有する転子の数をカウントし、その数を観察した体積で除することにも、補正係数を乗ずることで算定を行っております。特定の回折条件で観察されない転位ループ分を少なく見積もることのないように補正係数を1.5としておりますということで、今、御説明した内容を式で表わしたのが、下の式でございます。

2段落目、今回参考として行なった、転位ループの脆化寄与の詳細は、高放射線領域の照射強化予測に関する報告書、原子力安全基盤機構での評価を参考に以下のとおり行っておりまして、転位ループの脆化への寄与の評価として、Orowanモデルというものを使っております。以下、それぞれのパラメーターで使った値を記載してございます。

今回、観察した結果として、Nの転位ループ濃密度、dの転位ループ直径の値を使っております。

評価した結果が、最後のところでございまして、今回観察された平均直径、観測度を第3回材料、第4回材料についてOrowanモデルを使って計算したところ、第3回で約4%

第4回母材で約7ということ、Orowanモデルを用いて評価した結果としては、転位ループの密度は小さいということが言えるということで記載しております。

6番の御質問でございます。前回の資料3の18ページの左のグラフ、 $\sqrt{Vf}$ と $\Delta RTNDT$ の図に玄海1号第3回、4回データをプロットすることとごさいました。

グラフを2つ併用させていただきます。まず、18ページの途中御報告のデータは、平成18年12月までの管内監視試験データです。それ以後も、照射脆化に関わる知見の充実と、脆化予測法の妥当性検証を目的として、監視試験片のミクロ組織観察を継続的に実施し、平成18年時点よりも多くのデータを取得しています。

それぞれのデータに第3回及び第4回の監視試験結果を記載した結果を示してごさいます。

特に、下の図で見ただけですと、最新の管内データを用いて、玄海1号機の第3回、第4回のデータをプロットしたところ、玄海1号機については、おおむね相関の範囲内に見られていて、特異なデータではないと考えられるのではないかと考えます。

17ページ、7番の質問です。資料3の20ページのアトムグループ測定において、ニッケル、マンガンデータのデータを併示してほしいという御質問でした。

別紙18ページ、19ページに第3回母材、第4回母材の銅、ニッケル、マンガン、シリコン、リンのそれぞれのアトムグループ観察結果の分布図を載せてございます。

観察しました結果としまして、前回の御説明のときもお話ししましたとおり、炉内転位ルースターは、強、大きさともに若干の増加が見られますが、特異な増加というものは観察されてございません。

なお、第3回のリンのところを観察されているものは、粒界への偏析ではなく、転位の偏析でございます。

〇九州電力（阿蘇） 続きまして、8番を説明させていただきます。

前回の資料3の21ページに記載されていたアトムグループ観察結果を、銅主体のものとなッケル、マンガン主体のもので区別して提出すること、

これにつきましては、第3回及び第4回の監視試験片で観察したクラスタの組成を21ページ、22ページの別紙に示しております。別紙に観察したクラスタの個数、縦軸にそのクラスタの化学組成を記載しており、グラフ中の細い棒1本が1個のクラスタを表わしています。なお、第3回及び第4回監視試験片に対しては、それぞれ約1,200個及び約600個のクラスタについて観察しており、クラスタの径が小さい順にクラスタIDを取って並べております。

凡例にあるように、赤色が銅、灰土色がニッケル、薄い紫がマンガンの化学組成を示しています。

このグラフから、第3回から第4回にかけて、銅を含まないクラスタが新たに形成され、有意に増えているということを確認しています。

また、ほとんどのクラスタに銅は含まれており、銅を含まないニッケルやマンガンを主体とするクラスタはほとんど観察されておりません。

続きまして、9番ですけれども、3回、4回の監視試験片の化学成分分析値について、他の成分についても開示してほしいと。

それで、第3回、第4回試験片も含めた化学成分分析値は、以下のとおりです。

前回上から3次、日本製鋼所の精製分析、日本製鋼所の製品分析、三菱重工での取部分析の銅、ニッケル、リンについては資料の方に記載してまいりましたけれども、今回、第3回監視試験片と第4回監視試験片について実施しました化学成分値、それにマンガン、モリブデン、シリコン、リン、硫黄について数値を記載しております。

続きまして10番ですけれども、プラントの運転状態（中性子束）の履歴（3～4回試験片位置）を提出することとということで、ここでは、第3回、第4回試験片のドシメータ実測値から算出した平均的中性子束を示しております。

第3回試験片では $9.1 \times 10^6$ の10乗、第4回試験片から求められたのは $8.2 \times 10^6$ の10乗。監視試験片位置での中性子束は、燃料の装荷パターンにより若干変動しますが、中性子束の変動は、最大で20%程度であることを確認しております。

JEAC4206・2007を用いて加圧熱衝撃試験に対する評価を実施し、原子炉容器の健全性に  
問題ないことを確認してございます。

ホームページの図でございませうけれども、JEAC4206に基づいてKIC評価式の曲線を記  
載します。

まず、下の図で赤い線なんですけれども、この線を描いてございませう。

これに対して、平成23年度時点、60年運転時点、85年運転時点のKIC曲線がこの赤い  
線の基礎値を構成していることをイメージ図として表してございませう。

PLM評価、JEAC4201・2004、JEAC4201・2007の各TPを表に示します。また、

それに対するKIC曲線を図に示しますということ、表中、一番上の段がPLM評価で評  
価したTP、2番目が、ホームページ当時、当社として確認した2004に基づくTPの値。  
一番下が、前回御説明しましたパワーポイント資料での2007に基づくTPの値でござい  
ませう。

御質問に対する資料9の答えは、以上です。

○原子炉 ありがとうございます。では、続けてお願いします。

○九州電力(野崎) それでは、資料11について説明させていただきます。

非野先生の方からコメントをいただいております。本日回答させていただきますのは、  
回答を作成の時間上の都合もありまして、5番、6番、8番、14番を除いた部分について、  
○を付けている部分について回答させていただきますと思います。○が付いていない部分  
については、後日、回答させていただきますかと思っております。

まず、1番ですが、照射脆化試験曲線、前回の資料の9ページについて、図中に平成23  
年度及び運転開始後60年時点の中性子照射取位置、曲線が示されているが、これは圧力  
容積4分の1深さでの照射量か、その算出方法を具体的に示していただきたい。

前回の9ページに記載していただきましたものは、容器内表面から4分の1深さの予測を示し  
ていまして、これは、4分の1深さまでの中性子照射量に対する閉鎖温度の予測値を示して  
おります。

○九州電力(森蔵) 11番から回答させていただきます。

11番の御質問は、原子炉容器内の化学成分にばらつきがあるのではないか危惧している。  
特に70年代でつくられた玄海1号機のような古いプラントは、製造方法が確立されてい  
なかったため、ばらつきが大きいのではないかと、当時の記録を調べることはできないかと  
いう御質問でございました。

日本製鋼所に対し、以下の調査を行い、玄海1号機原子炉容器材料製造当時、1971年で  
すけれども、その技術において、問題なく適切に製造されていたということを確認してご  
ざいませう。

確認した資料は、日本製鋼所技報「原子炉用鋼板のすり粉と当社の現状」1973年で、  
1972年の製造技術で化学成分のばらつきが小さいということを確認してございませう。

この技報の概要でございませうけれども、200トンの鋼塊を製作し圧延した鋼板から、下  
の図で付けてございませうが、少し見にくいんですけど、一番下の図に鋼板から試験片  
を取った位置、トップ、ボトム、ミドルの3か所から取ってございませうけれども、採取し、  
均質性試験を行った結果、試験片の採取位置による化学成分のばらつきが小さく、均質な  
鋼板であることが当時の技報でも確認されてございませう。

上の表4というのが、当時の技報に載ってございませう化学成分でございませう。それぞ  
れの化学成分でのばらつきというものも大きなものは見られないということもございませう。  
また、併せて玄海1号の化学成分、先ほど御説明してございますけれども、9番の回答でご  
ざいませうとおり、当社の玄海1号の化学成分もばらつきが小さいということを確認してご  
ざいませう。

12番の御質問です。御質問内容は、高純度化学成分検査で公開したKIC曲線とホームペ  
ージで公開したKIC曲線を比べると大きな違いがないように見える。第3回と第4回の試  
験片取り出しで大きく閉鎖温度が上昇したのに、KIC曲線に大きな違いがないのは理解で  
きないという御質問でございませう。

回答としまして、玄海1号機第4回監視試験結果を受け、JEAC4201・2004及び

平成28年度時点及び運転開始後60年時点での容器内表面から4分の1深さでの中性子照射量は、ここに示しています。以下の手順で算出しています。

まず、第4回カプセル位置での中性子照射量は、ドシメータを取り出して、それを減算して照射量を算出している。

次に、原子炉容器内表面での中性子照射量ですが、第4回カプセル位置と原子炉容器内表面との間にある炉内水等による中性子束の減衰、これは、解析により算出していますが、それを考慮して、①の第4回カプセル位置での中性子照射量から算出して、②の

次に、原子炉容器内表面から4分の1深さでの中性子照射量の算出ですが、JBACの4201附属書B(7)式に規定された原子炉容器鋼材による減衰係数を考慮して、②の原子炉容器内表面での中性子照射量から算出しております。

最後に、評価時期における中性子照射量は、以下に示している式のとおり、第4回取り出し時期の運転相当年数と、評価時期の相当運転年数、これを比計算にて求めております。

2番ですが、「玄海1号機高経年化技術評価書」(2003年9月版(H))のなかの「L原子炉容器」に示された図2.3.2(p46)に「運転開始後60年時点(壁厚の1/4深さ位置)」の照射量が示されており、その値はおよそ $4.8 \times 10$ の19乗と読み取れる。一方、本資料p9の図では、およそ $4.5 \times 10$ の19乗と読み取れる。同じ深さ位置での値であるとすれば両者の差の差はいは何かと。

別紙で、1枚ものを配もせていただいておりますが、これが高経年化技術評価書から抜粋したものです。ここで横軸の中性子照射量として、運転開始後60年時点、縦軸4分の1深さ位置と、この値が $4.8 \times 10$ の19乗に読み取れるという御意見です。

回答としましては、第5回意見聴取会で説明した予測カーブは、第4回監視試験片結果から算出しており、約 $4.5 \times 10$ の19乗となっております。玄海1号機高経年化技術評価書(以下、「PLM」という。)では、第3回監視試験片結果から算出しており、約 $4.8 \times 10$ の19乗となる。

運転開始後60年時点の中性子照射量は、PLMでは第3回取り出し時点までの平均中性子束で算出しており、第5回意見聴取会で説明した資料では第4回取り出し時点までの平均中性子束で算出しているため、違いが生じております。

続きまして、3番ですが、前回資料の7ページにおいて中性子照射量と相当運転年数(BPPV)が比例していないのはなぜか。

7ページの表は、ここに付けている表と同じものです。

回答ですが、第1回から第3回については、第3回監視試験片の中性子照射量と取り出し時期を基に算出した、既出の玄海1号機高経年化技術評価書の記載のとおりとしています。中性子照射量は、小数第2位を四捨五入して、相当運転年数は小数第1位を四捨五入して表記しております。中性子照射量と相当運転年数は比例をしております。

第4回については、新たに得られた第4回監視試験片の中性子照射量と取り出し時期を基に算出しております。

次に4番ですけれども、前回資料の9ページの予測曲線で用いた照射速度は幾らか、また、その算出方法を説明していただきたいということ、回答ですが、第5回意見聴取会で説明した予測カーブは、原子炉容器内表面から4分の1深さ位置で算出しております。4分の1深さ位置での照射速度(中性子束)は、約 $0.3 \times 10$ の11乗で、以下の手順で算出します。

前の質問とちよっと似ていますが、同じようにやっております。

第4回カプセル位置での中性子束を、まず、算出します。これは、ドシメータにより算出された中性子照射量を第4回取り出し時期の相当運転年数で割って算出する。

次に、原子炉容器内表面での中性子束の算出については、カプセルと原子炉容器内表面との間の炉内水等による中性子束の減衰を考慮して、①から算出する。

次に、原子炉容器内表面から4分の1深さでの中性子束については、先ほどと同様、JBAC4201附属書B(7)式に規定された原子炉容器鋼材による減衰係数を考慮して求めております。



先ほどのデータと同じものを添付させていただいてございます。

9番ですが、井野先生御質問、2.5でございませう。10ページのPTS状態遷移曲線と比較すべき破産形性遷移曲線は、内表面から深さ10mmの位置での中性子照射量に対応したものでなければならぬと考えますが、いかがが、4分の1深さ(42mm)での中性子照射量を引いているとすれば、著しい過小評価ではないかと御質問でございます。

P10の破産形性遷移曲線は、JEAC4206・2007の要求を満足するように原子炉容器の内表面の中性子照射量で設定してございます。ですので、4分の1深さでの中性子照射量は使ってございませんとのことでございます。

7ページ、10章、井野先生御質問の3.1でございます。

18ページの図に脆性遷移温度に上昇率と溶質原子クラスター体積率平方根との相関が示されている。箇内脆化試験データについて示した18ページの左図に玄奘1号機、監視試験資料についての今回の結果を加算していただきたい。22ページの図に示されたクラスター体積率平方根の値を読み取って、18ページの左図の破線と比較すると、第3回のデータ点、0.06、72℃は破線上にほぼ乗るが、第4回のデータ点、0.07、114℃は全く乗らない。98℃という異常に高い脆性遷移温度(初期値-16℃からの上昇量は114℃)は、このマイクロ観察結果から求められたクラスター体積率の位では説明できない。別の要因を探さなければならぬと考えますが、いかがが。

18ページの右図のデータは、加速照射試験を主体としたデータではないのか、そうであるならば、実機と照射速度が全く違うので、これをもって実機の高照射量領域の脆化予測をすることはできない。どういう目的でこのデータを示したのか。

22ページの図の縦軸の体積率平方根(予測式ベース)とは何か、どのように求めたのかという質問でございます。

この質問に対する最初の回答の回答も、先ほどの回答と重なりますが、次のページに、先ほどと同じグラフを2つ添付してございます。

戻っていただきます。7ページなんですが、18ページの破産形報告書のデータは、平

○九州電力(仮称) 7番の御質問について回答させていただきます。

7番は、井野先生の御質問の2.2と2.3を合わせた形で回答させていただきたいと思っております。

まず、井野先生御質問の2.2なんですが、九州電力ホームページ(昨年7月5日付)に示されたK1c曲線、破産形性遷移曲線は、JEAC4206・2004に基づき評価であり、P10の図とは脆性遷移温度の評価の違ひによって多少異なるという説明であった。また、ホームページ上の図の破産形に脆性遷移温度を参照として載せたが、TPの値として脆性遷移温度の値を使っただけではなく、TPは正しく求められているという趣旨の説明だった。

この図でのTPの値は、それぞれ幾らとしたのか、ホームページ上の曲線とP10の曲線を重ねて書き、両曲線を比較できるように示していただきたい。

2.3の御質問ですけれども、第5回意見聴取会に等者が提出した図(本質問中に図1として再掲)は、高経年化技術詳細書2003年9月における断片結果とホームページ上の図を重ね合わせて作成したものである。2003年詳細に比べて、現在の評価は、照射強化予測曲線を大幅に上方修正したにもかかわらず、両者の60年時点のK1c曲線がほとんど変わらないのは奇妙である。2003年評価では、TP=89℃と記されており、ホームページ上の予測曲線は、間違えて60年時点の脆性遷移温度であるとすると91℃を(8)式に入れたのではないかと御質問でございます。

先ほどの12番の回答と重複してございますが、回答を記させていただきます。

まず、PLM評価、JEAC4201・2004、JEAC4201・2007の各TPについては、表に示します。また、それに対するK1c曲線を示します。ホームページ上の図については、先ほど御説明したとおり、まず、赤い線、基準値をJEAC4206に基づいて、それ以前に較べると平成23年時点、60年運転時点、85年運転時点のK1cが、この基準を満足しているというのを確認した上で、ホームページ上は見やすさあるいはわかりやすさというのを考慮した形で、イメージ図として表わしたものでございまして、御質問の脆性遷移温度である91℃というものを記して作図したものでございませぬ。

成 18 年 12 月末時点の国内監視試験データです。その後、これまで発表されたデータをまとめて改めて作成したのが、その下の赤いドットの図でございます。図に示しますとおり、従前のデータを用いた場合には、玄海 1 号機のデータはおおむね相関が見られて、特異な傾向は見られません。

2 番目の表で申し上げますけれども、18 ページの右側のデータは、縦括弧のとおり、加重照射試験データを利用して、高放射量領域の脆化予測精度向上を目的とした PRD 事業のデータでございます。

ここでは、Vf のルートと  $\Delta RTNDT$  の相関が高照射蒸気領域でも見られるということをお話しするために記載いたしました。

最後の段落ですが、22 ページの図の縦軸、体積率平方根（す測式ベース）は、JBAO4201・2007 で引用してございます文献、注にあります蒸気予測式で算出された係数  $\times$  (溶融原子クラスタ一体積率) の平方根で整理したものでございます。

○九州電力（群馬） 11 番で申し上げますけれども、20 ページに示されるアトムプロープによる観察結果は、2 次元の平面図なので、縦やリンの偏析の状態や溶融原子クラスタの形がつかめません。3 次元観測図をばしていただきたい、また、アトムプロープ測定から求められた脆化及びリンの濃度及び、クラスタ中の原子の数の数とマトリックス中に溶けている原子の数の比を示していただきたい。

20 ページの図では、平面図なので判断しにくいですが、縦とリンは同じ場所に乗まっているように見える。一般に、縦はマトリックス中でクラスタをつくり、材料を脆化させ脆化を引き起こす、リンは粒界に偏析して脆化を弱くし脆化を引き起こすと言われている。そのような傾向は観察されないのかという御質問ですけれども、まず、20 ページに示している図は、3 次元の測定図を写真として張り付けさせていただいております。

第 3 回及び第 4 回の監視試験で観察されたクラスタの組成は、先ほどの資料 9 の質問 8 と同じですけれども、クラスタの組成の図を第 3 回と第 4 回を付けさせていただきます。

この図で、第 3 回及び第 4 回のクラスタ中のリンの平均化学組成は、第 3 回が 4.9、第 4 回が 3.9、リンについては、3 回、4 回とも 0.5 です。

縦材の化学組成につきましては、縦が 0.2%、リンが 0.01% でしたので、縦とリンの組成度というものを示していますが、クラスタ中の平均化学組成を縦材の化学組成で割った濃度は、下の図にありますように、第 3 回の母材に対して縦は 41、リンは 50、第 4 回の母材に対して縦は 33、リンは 50 となります。

玄海 1 号のアトムプロープ観察では、縦を中心とするクラスタにリンが集まっていることが観察されていますが、このこと自体は、1990 年代のアトムプロープ観察の結果以来、よく知られている事象で、通常のミクロ組織変化で考えると考えています。

また、粒界へのリンの偏析については、今回実施したアトムプロープ観察では、粒界が観察の視野に入っていないため、確認できていません。

ただし、粒界の脆化へのリンの影響という観点では、これまでの研究により、玄海 1 号機のリンの含有率 0.01% 程度では、リンの境界偏析による脆化の可能性は考えにくくいとされております。

○九州電力（横濱） 12 番の御質問で、井野先生御質問 4.1 でございます。

アトムプロープ測定などのミクロ組織観察からは、第 4 回監視試験片が示した異常に高い脆性遷移温度を求むる結果は得られなかったと言え、観測範囲での知見と限定の上であるが、クラスタ一体積率の測定結果は、溶融原子クラスタの形成では脆性遷移温度の上昇を説明できない（p18 左図の相関関係からいじらざるはざる）ということが逆に示されたと考えざるべきではないのか。とするならば、異常脆化の原因は何か、それを明らかにするということに関して詳しく観測が必要ではなからるかという御質問でございます。

こちらも先ほどの回答と内容が重複いたしますが、御疑問をさせていただきます。

溶融原子クラスタの体積率平方根と  $\Delta RTNDT$  の相関について、図内の最新データ、玄海 1 号機の第 3 回及び第 4 回データをプロットしてございます。それを用いて整理した

結果を示します。

最新データを含めて整理した場合、玄箱1号機の第4回データの含有、Vfのルートと△RTNDTには一定の相関が見られ異常と思われは見えません。現在のJEAC4201-2007の酸化平衡式は、平成18年12月末までの国内監視試験データをを用いて最適化されており、今後補充される高照射母領域データもふまえ、酸化平衡式の精度向上に引き続き取り組んでまいります。

○九州電力（野崎） 質問18番でございます。

圧力容器鋼材中に銅やリンなどの不純物元素のマクロな不均一性があるのではないかと、いう疑いが一向に解れない。24ページに原子炉容器の分析結果が示されているが、説明では、いずれも測定資料は1つだけであるという。これら元素が銅に比べて1けた程度大きいと考え、大隈調べる必要がある。特にリンは、酸化への荷母が銅に比べて1けた程度大きいと考えられているので、リンの均一性を詳しく調査するべきである。今後の化学分析実施計画を、お示しいただきたい。

これにつきましては、資料9の質問9で回答させていただきました。第3回と第4回の監視試験を追加した点と、マangan、モリブデン、その他の化学成分についても、ここで追記をさせていただきます。

○九州電力（筑後） 15番の質問、質問5に対する回答でございます。

御質問内容は、第5回意見聴取会で九州電力は、次回第5回の監視試験片取り出し時期を2025年ごろと説明している。しかし、第3回の脆性遷移温度に比べ第4回の脆性遷移温度が著しく上昇したという異常が指摘されているので、その結果が何によるのかを明らかにするために、速やかに第5回監視試験を実施するべきであると考えがいかがかという御質問でございます。

当社の回答としまして、玄箱1号機の監視試験片の次回取り出しについては、JEAC4201-2007に従い、2025年ごろ(第38BFPY)に打つ計画とさせていただきます。御説明としてJEAC4201-2007の中でSA-2963長期監視試験計画では、第3と第4回監視

試験片の受けた中性子照射量の差、あるいはそれ以上に相当する定積負荷相当年数の間隔になるように第5回の監視試験片を取り出すことという要求になります。

また、ただし、原子炉容器内面での中性子照射量が、第4回監視試験片の受けた中性子照射量、6.45×10の19乗を下回っている間は、第5回の取り出しを計画する必要はないということとなります。この場合には、2055年ごろになります。

となつていますが、当社としましては、①の条件のうち、取り出し時期が早い2025年ごろを取り出し時期としていきます。

仮に今回の定期検査で監視試験片を取り出したとしても、前回の取り出し(第26回定期検査平成21年)から余り時間が経過していないため、監視試験片自体の中性子照射量が前回からほとんど変わりません。

なお、今後、12番の回答でもお説明しておりますが、高照射盛ダークの補充が図られることから、現時点で玄箱1号機の監視試験片の追加取り出しを行う必要はないと考えております。

15ページ、16番、井野先生質問6番です。

九州電力の説明責任について、本意見聴取会で行われた議論の内容を、九州電力の説明資料とともに、ホームページなどで公開し、地元住民や自治体に周知して表示して意見を求めるべきではないのか、ホームページ上における記載の誤りは、きちんと訂正文を出すべきである。それらの予定について伺いたい。

回答としまして、本意見聴取会で行われた議論の内容及び当社の説明資料については、当社ホームページに反映させることを検討しております。なお、時期については、意見聴取会委員の御意見等を反映した形で、適切な時期に公開することを考えております。

また、併せて、ホームページ等を通じて、地元自治体及び住民の皆様へ、本意見聴取会の内容について御理解いただけるように説明を行ってまいります。

本日の回答で、御留意しておるのは、以上でございます。

○庄1号機 ありがとうございます。資料8から11について、8と10は質問の中身で

すね、特に資料9と11について、それぞれ前回の、それぞれの健全性に關する委員コメントに対する回答でございます。たくさんコメントと回答がございますので、まず、資料9の方から順番に、No.1から、それぞれ御質問された委員の先生方がいちしやるので、何か更に御質問があれば、その順番で進めさせていただきますと思います。

どうぞ、

○遠藤雅教授 私、最初の質問をさせてもらったんですけども、この質問の背景ですけれども、前回、敬名の方からシヤルビー衝擊の試験結果というものが2つあるは2つを超えようというデータのはらつきがあるというふうな懸念がありました。本当にそういうことが起こる可能性があるのかということなんですけれども、恐らく、NDCで検査をやられるときに、非常に注意深くやられていると思うんですけども、状況下で、恐らく一つひとつの試験片は、吸収エネルギーを顕化の手順式に従って測定しながらやられていると思うんですね。そういうふうなことが、しっかりやられている状況下を、まず、確認をしたかったということなんです。

これを見ると、試験片の様子はよくわかるんですけども、恐らく数件をやられた範囲内で、この試験片は顕化の手順式に合っていないという現場での判断になったと思うんですけども、その現場で恐らく判断されたときに、電力会社ないし事業者の立場でどういふようなことをなされたんだというかと、まず、お聞きしたい。

もう一点日は、回答の方、12ページ、様子の試験を出してほしいという結果ですけれども、これは、ピッカーズ様は、これまでの手順式によく合っているんですけど、これを事業者がどういふふうに評価されているわけでしょうか。単に衝撃試験片のデータのばらつきがここに取れているものだというふうに評価されたわけでしょうか。そこをお聞きしたい。

それと、4以降に、いわゆるJNESがやられたいろんなプロジェクトに關しての採掘なんかを承せてやられていますけれども、いわゆる国あるいは保安院は、全機を5つのブックに分けて、高純年化列薬蒸餾精製をやられているわけですので、九指電力でこ

ういふような異常が起きる可能性というのをある程度評価されているんだと思うんですけども、そういうふうな高純年化の蒸餾精製業者からこういうふうな顕化の問題あるいは手順式の問題になるかと思うんですけども、どういうふうに評価されているんでしょうかということなんです。

以上です。

○坪子教授 3点御質問をいただいたと思いますけれども、2つは、九電の方から御回答をいただきます。最後のは保安院からお願います。

まず、最初に、先生の御質問は、現場でそのデータが出たときに、そういうものに対して、九電等でどういふリアクシオンをしたかということが、最初の質問ですね。

2つ目は、様々の指摘で、ある程度乗っているということに關して、どういう解釈をされているかと、まず、その2つの御回答いただければと思います。

○九州電力(野崎) まず、最初の御質問ですけれども、顕化手順式から少し外れているということに対して、どういうふうに九州電力が対応したかということだと思えますけれども、今回、実施しましたピッカーズ様試験についても、追加で第3回と第4回保守されているシヤルビー衝擊試験片の資料に対して追加でやった試験です。

あと、アトムプロープ観察なども実施しまして、そのクラスターの化学組成なんかについて、第3回と第4回でどのような変化が起こっているか、化学組成については、新たに特異なことは起きていないという判断をしています。

○九州電力(織機) 少し補足させていただきますと、顕化手順式から外れたと致々としてわかっただけに、そういうものについての原因分析をきちんとやっていくべきと考えて、前回のパワーポイントで御説明しましたよな4巻の資料のところ、それぞれ、九電の監視試験片の化学組成分析があるのは今回の様々高純、あとTEM観察、アトムプロープ観察、こういったミクロ組織の観察といったことを行うことを決ましまして、我々の中でも、そういった4回の監視試験データというものがどういったことを意味するのかというところをきちんと確認してこうということを行ってやりまして、前回の意見聴取会の場

で御説明させていただいたものでございます。

次の御質問なんですが、抜き試験のばらつきをどう評価するかということでございますが、御質問は、資料9番の12ページのところなんですが、御質問は、第3回と第4回の抜きデータ、下のピツカーズ機とΔRINDTの関連の式の中で、第3回と第4回の、このデータをどういうふうに評価しているのかという御質問ということと考えます。

確かに、第4回については、ΔRINDTが若干高めに出現しているのは、これまでのRINDTの予測式との差とか、あるいはサンプル毎に調整回数が増えるということも含めて、若干4回が高めに出現しているのではないかと考えますが、おおよそ機とΔRINDTの相関として少しずれているということで考えてございます。

○庄子教授 よろしいですか。

○渡邊雅彦教授 それですと、この4回目の値は、これもばらつきだと、やはりもう少し根拠に基づいて説明をされる必要があると思うんです。

○庄子教授 そこは、恐らく、この後のところでもう少しデータを見て、また議論があるかと思いますが、例えば16ページの回答ですがね、資料9、より多くのデータが入れると、ある程度はばらつき内にも見えるという御判断もされているんだと思います。

その辺は、多分、井野委員の御質問に対する回答とも関連します。また、そこで議論させていただきます。

そのほかの点は、よろしいですか。結論法として一応。

○渡邊雅彦教授 もう少し、前半の方を具体的にお願いします。それだけでも、いわゆる現場で2σに近いようなデータをそのまま、いわゆる電力会社の人間が、NDCに入っているいろいろな検査を打ち会ったとか、試験片一個一個の色を確認しながら、試験をやられたとか、そこまで具体的に示してもらいたいんですけども、それだけの認識があったのか、なかったのか。

○九州電力 先ほどの答えが、ちょっと先生の御質問の意図したところからずれているのか。

たので、申し訳ございません。疑いもいたしましたが、そのような、今回の、開出の98℃というデータが得られたことに対して、当然、問題意識をもちまして、その得られたことに對して、原因が確かに外れているんですけれども、それに對して、ほかにもいろいろなことを調査すればいいかというのをいろいろ考えまして、そのプロセスの中で、いろいろこういうことを調べた方がいいんじゃないかという項目として、まず、化学成分、実験の材料と、試験片の化学成分が、何か特定の差があるか、ないか、そういうことも調べる必要があるということ、今回御説明させていただきましたしまして、試験片の材料のプロセスをしたりとか、ミクロ組織ですね、アトムレベルで見るということで、3回から4回にかけて温度が上がったことに対して、組織、調整原子クラスターの数とか、あるいは径として、そういうアプローチをしようとか。あるいは同じようTEM観察もしようということ、これまで御説明しているようなデータにつきましては、そういう温度が両側に付いたということを受けてまして、九州電力としても、その原因をやはり調べないといけないという気持ちを持たせて、今回、御説明させていただいているようなデータをそろえていくということでございます。そこは、我々の判断で主体的にそういう新たなアプローチをしたということでございます。

○庄子教授 よろしいですか。

○渡邊雅彦教授 はい。

○庄子教授 ありがとうございます。それでは、資料9の6番の質問で、委員、どうぞ。

○渡邊雅彦教授 このデータを都見しますと、今までの最新調査データを入れると、そのばらつきの中に入るといふふうに考えていいように思われるんですが、このデータを見ると、必ずデータを探検した以前に相当するんなデータが出ていたわけですね。Vfの大きい領域とか。

○九州電力（森本） そのとおりです。

○箕島教授 その辺りは、こういうデータをいつ把握されたんでしょうか、というが、これは保安院にも関係するんですが、今までのVEの2分の1乗と、いわゆる感度上昇ですが、その辺のデータの集積の仕方とかは、その把握はどういうふうになっていたんでしょうか。

この結果を見ると、予測式を改良しないとだめと、そういうふうにも取れるんですが、その辺りもちょっと説明をしていただけますでしょうか。

○庄子教授 まず、九州電力からお話しします。

○九州電力(篠波) まず、数々としてしまえば、まず、公開されている文献として、上の偉いドクトの電中研報告書のデータ、前同御用急したんですが、下のグラフのようなデータというのは、当然、平成18年以降からも継続的に検閲されているというの、当然わかっているんですけども、今回、改めてこういった意見集計会の場で御説明する必要があると考えまして、今回、下のデータについては、我々の方でまた調査をしまして、今回御提示させていただいたとさせていただきます。

○庄子教授 よろしいですか。

○箕島教授 はい。

○庄子教授 保安院の方、何かコメントはありますか。

○石垣高橋年化対策室長 JNESさん、コメントを。

○JNES これは、今回初めて提出されたデータだと思っております、私も保安院さんからもこういうデータがあるということについては、特に準備には把握しておりませんでした。

○箕島教授 やはり、まずは、これは重要な問題ですから、それぞれの関係でこういうデータはそれぞれ用いられているわけですから、それを逐次データを蓄積するということは必要であって、このデータを見ると、まず、予測式を改良しないとだめ、それとばらつきが非常に多いので、そのばらつきをどういうふうにとらえるか、例えばシミュレーション試験でもばらつきますね、これからはばらつき、このばらつきのばらつきで、その安全側を押さ

える必要があるわけですね。ですから、今のままでいいのかどうか、その辺も簡易な形で考えないといけないかと思うんですが、まず、このデータを見ると、予測式を改良する必要があると、それは、まず、第1点であるんではないかと思うんですが、ばらつきが多いのと、予測式、これを見ると、例えば第4回のところは赤丸で書かれていますね、例えばVEの2分の1乗が0.05の辺りに80℃をちょっと超えた辺りに白丸がありますね、それも外れていますね。

それから、0.09の辺りの上の2点も外れているといえは、外れていると、今までのデータから、このデータは、今まで外れていると思われていなかったですかね。その辺りがよくわからないんですが。

○庄子教授 では、JNESの方から、

○JNES JNESの考えでございますけれども、確かにVEの平方根に比例して、傾きの程度は別にして、平方根に比例して、RTNDTが変化するんだという形での規格の予測値というもの、そういうことを考慮してつくられているというのは、そのとおりなんですけれども、ただ、実際の物理モデルといいますが、VEを計算して、ボリウム、フラクシオンを計算してと、そういう計算をしているわけではございませんので、仮に式の形を変えなければいけませんという形のモデル化にはなっていないと、もともとの式の形が、そういうモデル化にはなっていない、ただ、傾きといいますが、フレイクインダとか、そういう面では型番が必要があるのかなと思えますけれども、この傾きが変わったということ、もともとの式の形までが変わるものだという形に、今、モデル化はされていないと取っ払って理解しております。

○箕島教授 ただ、予測感度は相当変わりますね。

○JNES データから、このボリウム・フラクシオンの変化というよりも、RTNDTの変化が予測より外れたから、そこは検討する必要があるんじゃないかという理解です。それに伴ってVEも予測からずれていたということが、今回確認されたということだと理解しております。