

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第113回

平成26年5月16日（金）

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113回 議事録

1. 日時

平成26年5月16日（火） 13：30～16：35

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

島崎 邦彦 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

櫻田 道夫	原子力規制部長
小林 勝	安全規制管理官（地震・津波安全対策担当）
森田 深	安全規制調整官
大浅田 薫	安全規制調整官
御田 俊一郎	企画調査官
岩田 順一	安全規制管理官（地震・津波安全対策担当）補佐
木下 智之	安全審査官
仲 邦彰	安全審査官
反町 幸之助	安全審査官
野田 智輝	原子力規制専門職
海田 孝明	安全審査官
田上 雅彦	安全審査官
中川 幸成	安全審査官
宮地 良典	原子力規制専門員
吾妻 崇	原子力規制専門員
安池 由幸	技術専門職
呉 長江	技術研究調査官

小林 源裕 技術研究調査官

岩渕 洋子 技術研究調査官

九州電力株式会社

中村 明 上席執行役員 発電本部 (安全・品質保証担当)

佐々木 有三 上席執行役員 技術本部長

大坪 武弘 技術本部 原子力グループ長

赤司 二郎 技術本部 企画・管理グループ 課長

藤田 亮一 技術本部 原子力グループ 副長

今林 達雄 東京支社 技術グループ 副長

香月 理 技術本部 原子力グループ 副長

安井 進 技術本部 原子力グループ

四国電力株式会社

浅野 彰洋 土木建築部長

大野 裕記 土木建築部 地盤耐震グループリーダー

松崎 伸一 土木建築部 地盤耐震グループリーダー補佐

高橋 利昌 土木建築部 地盤耐震グループリーダー補佐

西坂 直樹 土木建築部 地盤耐震グループ副リーダー

増田 博雄 土木建築部 地盤耐震グループ副リーダー

岡 孝二 土木建築部 地震耐震グループ

下口 裕一郎 土木建築部 地盤耐震グループ

鈴木 俊輔 土木建築部 地盤耐震グループ

大西 耕造 土木建築部 地盤耐震グループ

黒川 肇一 原子力本部 原子力部 計画グループリーダー

杉原 雅紀 原子力本部 原子力部 耐震設計担当リーダー

関西電力株式会社

大石 富彦 土木建築室 室長

水田 仁 原子力事業本部 副事業本部長

金谷 賢生 土木建築室 土木部長

原口 和靖 土木建築室 原子力土木建築グループ チーフマネジャー

伏見 実 土木建築室 原子力土木建築グループ マネジャー

岩森 暁如 土木建築室 原子力土木建築グループ マネジャー
岡崎 敦 土木建築室 原子力土木建築グループ リーダー
白井 英士 原子力事業本部 原子力技術部門 プラント・保全技術グループ
マネジャー
高木 宏彰 原子力事業本部 原子力企画部門 シビアアクシデント対策プロジェクトチーム マネジャー
北川 高史 原子力事業本部 原子力技術部門 土木建築技術グループ リーダー

4. 議題

- (1) 地震、津波及び火山について
- (2) その他

5. 配付資料

資料1 川内原子力発電所 カルデラを対象とした火山活動のモニタリングについて（コメント回答）
資料2－1 伊方発電所3号炉 津波の評価について コメント回答（7）
資料2－2 伊方発電所3号炉 津波の評価について コメント回答（7）
詳細データ集
資料2－3 伊方発電所 地震動評価 海洋プレート内地震（コメント回答）
資料3－1 高浜発電所・大飯発電所 地下構造評価について（コメント回答）
資料3－2 高浜発電所・大飯発電所 地震動評価について（コメント回答）

6. 議事録

○島崎委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合第113回会合を開催します。

本会合は、4月8日に施行された新規制基準に対して事業者から提出された原子炉設置変更許可申請等に対する審査を行うための会合です。本日は、第113回会合として、事業者から地震動評価等について説明していただく予定ですので、担当である私、島崎が出席しております。

では、本日の会合の進め方等について、事務局から説明をお願いします。

○小林管理官 管理官の小林でございます。

本日の審査会合の進め方でございますけど、まず、九州電力のほうから川内原子力発電所の火山活動のモニタリングについてのコメント回答でございます。

次に、四国電力の伊方発電所でございますけど、これにつきましては、津波評価についてのコメント回答と、それから海洋プレート内地震に関するコメント回答でございます。

最後に関西電力のほうから高浜発電所・大飯発電所の地下構造評価について、それから地震動評価についてのそれぞれのコメント回答でございます。

資料につきましては、九州電力から1点、それから四国電力から詳細データ集を含めまして3点、それから関西電力から2点でございます。

事務局からは以上でございます。

○島崎委員 よろしければ、このように進めたいと思います。

では、議事に入ります。

まず、九州電力から火山モニタリングに関するコメント回答について、説明をお願いします。

○九州電力（香月） 九州電力技術本部の香月でございます。

本日、当社からは説明1件、資料1に基づきまして川内原子力発電所カルデラを対象とした火山活動モニタリングについて（コメント回答）として御説明いたします。

ページめくっていただきまして、まず1ページ、本日の御説明事項でございますが、前回、当社会合におきまして、モニタリングの中で監視体制の移行判断基準（マグマの供給率）について、より保守的に考えることということにつきまして、本日、回答を用意したものでございます。

2ページ、目次でございますが、前回から変更した点について中心に御説明いたします。変更点につきましては、5番、監視体制の移行判断基準（案）9ページが主な説明事項になります。

早速ですが、9ページをお願いいたします。こちらにつきましては、前回からの監視体制移行判断基準を変更いたしまして、新たに作成したものを御説明いたします。

10ページ、こちらが、まず、表のほうに当社の監視体制から対応状況についてまとめたものでございまして、一番左側、縦の列が監視体制としまして上から下に向かって注意レベルから警戒、緊急レベルになるといったものでございます。

その右隣が当社の現在考えております判断基準（案）ということで、下に行くほど地殻

変動、マグマ供給率の増加等があるといったものでございます。今回新たに追加したものとしまして、マグマの供給率と、その左側隣、地殻変動、これは、我々が公的に出されていますGPSの観測記録の対象としています基線長の長さの年当たりの変動、単位は年当たり1cmということになります。現在の位置づけにつきましては、マグマ供給率が1年間当たり0.01km³、変動にしましたら1cm、基線長の変化としては1cm、これが、現状、1程度でございます。これは、前回との変更点につきましては、監視体制としては現状でも他のカルデラに比べましてマグマの供給が継続しているということで、現状につきましては、今、注意の状況であると。これにつきましては、当社の監視体制、対応としましては、GPSの連続観測による基線長の変化、地震観測による震源分布が、私どもが、今、行っております監視している項目というふうになります。

変更としましては、注意から警戒に行く改定レベルにつきましては、前回の御指摘もありましたように、Druittの知見の供給率の最低値ということで、年間当たりでいきますと0.05km³の供給率ということにしております。その間、現状の1程度から1～5につきましては、ここにつきましては、現状と同様の観測を行います、1～5になった時点につきましては、変化の原因等の検討ということで赤い破線、黄色枠で書いておりますが、そういった1～5の状況が長期にわたって、約1～3年程度、これは、これまでの観測事実を踏まえて、こういった状況が続く場合につきましては、火山専門家等の助言を得ながら必要に応じて、本来警戒レベルでやる予定である詳細観測を実施するというふうにしております。

その下、警戒レベル、マグマ供給率、地殻変動が5以上になりますと、詳細観測を実施しまして、異常の原因等の検討ということで、前回からの変更点は、この下限値を5にしたということでございます。

なお、緊急時につきましては、一番下の下段を設けておりますが、Druittの知見の中央値ということで、10以上につきましては、さらに供給率の急激な増加等も、当然、可能性としてはございますので、ここにつきましては、非常に急激なマグマ供給があると、破局的噴火までの時間的余裕が小さいということで、こちらにつきましては、詳細観測の実施から対処の準備、燃料体等の搬出等がより速やかに行えるようにということで、一応、項目としては欄を設けております。

これらの基準につきましては、参考情報としまして、既存の調査研究成果等を次項以降で御紹介いたします。

まず、11ページ、こちらからは、桜島始良カルデラ周辺につきましては、京都大学のほ

うで長い期間にわたって継続的に監視体制が敷かれておりますので、11ページから3ページにわたって、これまでの研究の知見等を一通り整理しております。

研究の概要としましては、今現状のマグマ供給率につきましても、当然、これらの研究の中で求められておりますが、長い研究の中でも長期的、これは過去数百年以上にわたって、今現状であります年間当たり0.01のマグマ供給率といったものが確認されていると。まず11ページ、左側の上の図でございますが、こちらは、小林ほかによりますと、1980年加茂・石原が桜島火山の噴火に伴う始良カルデラ周辺の地盤の変動を調べまして、15世紀まで遡った有史時代の地盤変動量を推定しているものでございます。

こちら、上の図につきましては、横軸が1400年から、15世紀からの年代値で、縦軸につきましては、内側のものが「h」、これは鹿児島市街地の鉛直方向の標高変化になります。その隣、「Vinf.」につきましては、こちらはカルデラの隆起容量となっております。こちらの隆起容量につきましては、最近の文献におきましては、こちらにつきましては、いわゆるマグマ供給量に相当する、全く同じものでございます。こちらの表現につきましては、当時の文献等、こういった記載でございますので、この表現を使わせていただいております。

これらの知見におきますと、過去、マグマが一定量、始良につきましては供給されている状況でございまして、それが過去の噴火に伴って急激に地盤が沈下、マグマが放出したことによって沈下するといった傾向が見られております。これが、噴火後に一定増加するといった傾向から、これは1年間当たり 0.01km^3 の状態で供給されていると。ただし、そういった噴火後におきましても、のこぎり型の一番下のラインといったところが、その中で年当たり1.3mmの上昇、これは供給率に直しますと 0.0016km^3 、こういったもので、噴火に伴って放出はされるんですが、基本的には、そういった量がマグマの蓄積があるといった知見でございます。

続いて12ページ、こちらからは先ほどの水準測量に加えまして、より具体的なデータの最近のデータまで引き続き求められたものでございます。こちらは、2013の山本ほかを引用しておりますが、こちら、水準測量によりまして、桜島における1年間の地盤変動量をまず求めたものが12ページ左上になります。桜島周辺の点が水準測量の測定点、これから推計されたもの、桜島北側にある点が、これらの水準から想定される始良カルデラの圧力源が黒い丸で示しております。こちらにつきましては、深さ方向中央部からマイナス約10km程度のところに圧力源が推定されていると。

こちらの推定結果の精度については、その右側、グラフがございますが、横軸が圧力源からの距離、水準測量につきましては、圧力源の直上が一番変位が大きく、それから遠ざかるに従って地盤変動量、鉛直方向の変位としては小さくなるといったことで、これらの推定については、十分な精度をもって確認されているという状況でございます。

12ページ右側につきましては、こちらが1890年からの水準測量の結果を示したものでございます。こちらが、先ほどの11ページの知見のより詳細な部分でございますが、大正噴火を境に鉛直変位量としては1m近く、これはカルデラの縁になりますが、BM. 2474が1mほど沈下して、その後、一定供給量で地盤が上昇を続けているという状況でございます。こちらのデータにつきましては、横軸、2010年の先までありますが、2012年までの水準測量の結果ということになります。

こういった中で、大正噴火以降、急激に地盤は沈降していますが、現在の状況におきましては、ほぼ9割程度、当時の大正噴火を起こす前の地盤の高さとほぼ同じような状況になっておりますので、大正噴火と同規模の噴火活動を起こすポテンシャルを取得しつつある状況というふうに記載されております。

今後、噴火の予測としましては、桜島火山が周辺のカルデラ縁部に対して相対的に大きな隆起が生じることが予想されるというふうにされております。

続いて13ページ、変動につきましては、こちらがGPSの観測による観測結果になります。13ページ左上が基線長の横軸が年代値、縦軸が水平の変位量の時系列変化でございます。こちらにつきましては、13ページ右下の図面、桜島のSV0Gと東側のKURG、この二つの東西測線の2点間の基線長さの変化を示したものでございます。これからまた同様に、圧力源を想定しまして、13ページ左下が、各年代値、データから縦軸が累積のマグマ供給量を示しております。白い丸、若干下でございますが、これが、地盤変動から推定される体積の変化量で、黒い丸につきましては、それから噴出した火山灰等、噴出した物がボリュームがわかっておりますので、それを足したものをカルデラの直下に入っているマグマの供給量として示したものが黒い丸でございます。

この1995年から2012年にかけて、約18年間で得られた体積変化量と火山灰等の放出量から、この間のマグマ供給率は $0.0073\text{km}^3/\text{年}$ で、これは、現在平均としていますと $0.01\text{km}^3/\text{年}$ に対してやや少ない状況になっております。

また、それぞれ区間ごとに供給率を出しておりますが、例えば1997年から1999年にかけてにつきましては、この期間約2年間にしましては、供給率としては年当たり 0.026km^3

と約2倍程度上がっている状況、そういったところが複数カ所ございまして、最近でいきますと、2010年前後等、噴火活動が活発になっておりますが、こういったところについても噴火の前に急激な上昇が認められている状況でございます。

こういった過去20年弱の中では、端的には平均的なマグマの供給率に比べて2倍から4倍程度の供給率になるということがわかっております。こういったマグマの供給率といったものは一定ではなくて、供給期と停止期を大体2年～3年程度の間隔で繰り返しているように見えるというふうにされております。

14ページにつきましては、前回ありまして、当社の基準になっていますミノア噴火におけるDruittの知見について整理したものでございます。

続いて15ページ、16ページでございます。15ページにつきましては、私どもの基線長、GPSの観測記録で年間当たりの変化量として5cmを移行判断基準値の案として考えておりまして、これの算定について示したものでございます。ここでは、Druittでマグマ供給率の最小値、今、移行の判断基準でございます年当たり0.05km³を始良カルデラに適用した場合に、測線でどれほどの地殻変動が出るかということで、これにつきまして、Mogi・江頭・Kozono等の式から、1年間当たり約5cmといったことを決めております。

15ページ下につきましては、それぞれ二つ基線長、一つが鹿児島3、桜島の南側と北側の隼の2点間、それと鹿児島福山と鹿児島郡山間、概ね東西、この二つの測線でそれぞれこういった供給率での変動を見ますと、二つの平均が約5.7cmということで、移行判断基準値としては、私ども監視の二つの測線では約5cmということで、現在では案として記載しております。

具体的に16ページ、当然、過去のデータがございまして、過去の変動を確認したもの、二つの測線が確認したものが16ページ、左側が①の鹿児島3と隼間の上段がGPSの基線長の変化、プロットは日当たりの取得数のプロットでございます。右側が、②の鹿児島郡山と鹿児島福山間の基線長の変化でございます。この基線長の変化に基づきまして、16ページ下段につきましては、過去のデータとして年移動平均で基線長の変動率を出しております、いずれも先ほど御紹介しました井口ほか等であります過去の供給率の変化と調和的なものが私ども、今、観測予定としています基線長でもデータとしてはとれるということを確認しております。

以上、本日の御説明については、変更点を中心に御説明しましたが、以上になります。

○島崎委員 それでは、質疑に入りたいと思います。

どうぞ、森田さん。

○森田調整官 説明ありがとうございました。私、森田からは、まず、ちょっと小さい確認ですけども、11ページの左側の上のグラフの V_{inf} と書いてある軸の御説明のところ、カルデラの隆起容量、これはマグマ供給量と同じとおっしゃいましたけれども、傾きがマグマ供給量に同じということですよ。

○九州電力（香月） はい。

○森田調整官 そのように、傾きが入れば時間軸になるということですね。

それで、最後のほうで御説明いただいた15ページですけども、これは圧力源の位置を赤丸で想定をされていて、平面図の中で赤いところに始良カルデラ圧力源というふうに想定をされていて、この始良カルデラの圧力源は、12ページで御紹介があった山本ほかの圧力源とは多少、場所が違っているわけですけども、これは、九州電力さんが使うGPSのロケーションの交点に置いたということだと理解してよろしいですか。

○九州電力（香月） 15ページの私どもが今置いています始良カルデラの圧力源の位置につきましては、井口ほかの、ページでいきますと13ページの過去の観測記録の長い期間で平均的に求められている位置として出されているものを使っております。

例えば12ページ、山本ほかで出されている位置と若干ずれてございますが、これは、それぞれの期間で求めますと、やはり圧力源の位置はマグマ供給と火山活動の関係から、噴火活動が顕著になる直前については、若干、桜島寄りに移動する、マグマの移行が見れるということで、そういった場合については、移動するようなことが知見で得られております。

今回、私どもが、今、見ようとしているものについては、井口ほかを参考としまして、平均増、0.01が出されています概ねの平均的な位置ということで、現状の注意レベルの観測であれば、まずは、圧力源としての位置としては一番可能性が高いということで、この点を置いて、注意の段階については、しばらくは監視を行うということを考えております。

○森田調整官 それで、ここは15ページの想定では、圧力源の深さのところは11kmとなっていて、小林ほかの論文では圧力源は9.6kmということになっているわけですけど、この辺りは、各種知見の中では多少のばらつきというか、見立ての違いの範囲があるということで、ある程度そうした認識されている知見の不確かさというか、定まっていないところがあるのを踏まえた対応になっていくと、それで余裕を持って5.7を5.0ということで判断基準案と考えているということですが、そうした不確か性はあるという前提でお考えいた

だいているということによろしいですね。

○九州電力（香月） そういったところは踏まえております。あと、当然、こういったものの、供給率を正式に私どもが毎月1回、毎年1回で非常にそういった判断を迫られた状況については、例えばほかの井口ほかでもやれていますが、短期間の中でちゃんとグリッドリサーチをやって変位の説明がきちんとできる、できるだけ整合性の高い圧力源の位置を求めたりする方法も当然ございますので、少なくとも、これは平常監視であるので、通常は2測線を目安に見ると。当然、移行判断基準といった非常に重要な状況になれば、私どもとしてはもう少し幅広いデータ、京都大学とか気象庁等のデータも使って、できるだけ多くのデータで圧力源の決定精度が高いといったもので位置を決めて供給率を決めるといったことをやらなければならないと考えております。

○森田調整官 わかりました。こうした判断基準の、現在、案ということで御提出いただいていますけど、今後、専門家の御意見も聞くなりして、定めていらっしゃると思いますし、こうした、今、申し上げたようなばらつきとかという自然界が相手になっているので、精度を高めた御判断をしていっていただけるというふうに考えています。

それから、原子力規制委員会が定めていて、私たちの審査の基準になっているガイドでは、当然、火山の活動状況を把握し、状況に変化がないことを定期的に確認するというのが目的でありますので、現在、このVEI7・8の活動可能性は十分小さいという条件が変化しないということを定期的に確認していただくためのものでありますので、よろしくお願いします。

それからもう一点御指摘をすると、このガイドにはモニタリングの結果についても公的な関係機関に情報共有すると、提供して共有するということになっていますので、その点も、これは、スタートされた後の話ですけれども、モニタリングに関して記述がありますのでよろしくお願いします。

私からは以上です。

○島崎委員 ほかにございますか。

宮地さん、どうぞ。

○宮地規制専門員 規制専門員の宮地です。よろしくお願いします。

私からはモニタリングに関して1点、コメントをさせていただきたいと思います。今、当然、破局的噴火がマグマの供給量が増えてということで、地質学的というか、地殻変動の観測ということで、こういったことを立てていただいて、さらに今後、専門家の助言を

いただきながら精度を上げていくということで提案していただいているわけですが、これ以外に監視体制として地震観測等をされるということですので、専門家の助言も得て精度を上げていく中で、こういった地震観測のデータ、あるいはそのほかの噴出物から得られるデータなんかも有効に利用できるようなことを検討していただいて、ぜひ地殻変動だけでは、もしかしたら今まで我々が観測事実として経験したことがないことですので、できるだけいろんな方法でクロスしてチェックできるようなことを検討しながら、より精度の高いモニタリング、あるいは、その結果の判断というのを進めるようなことを検討していただきたいと思います。

○九州電力（香月） 私どもとしましては、今回、判断基準の中でマグマ供給率というのは、監視と判断基準としては明瞭なものということで、基準が明確ということで地殻変動を主な監視項目としておりますが、やはりおっしゃられましたように、地質学的な調査もこういった破局的噴火の前、我々、人類が基本的に経験して具体的な観測データを持ち合わせていないものがございますので、それを確認するとしたら、方法としては地質学的調査が非常に有効であるということもございますので、そういった点につきましては、この中では基準としては入っておりませんが、そういった情報調査等は助言を含めて、私どもとしては積極的にやっていくというふうな状況として考えております。

ありがとうございます。

○宮地規制専門員 よろしく申し上げます。

○島崎委員 ほかに。

どうぞ、森田さん。

○森田調整官 今、宮地氏からも発言がありましたけれども、この監視項目はガイドの中でも地震活動と地殻変動と火山ガスというのが例示として挙げられておりますので、その中で地殻変動は、今日、御説明いただきましたけれども、その計画は採用されていると。さらにガイドでは5.3というパラグラフに、必要に応じて地球物理学及び地球化学的調査を実施するというふうになっていきますので、これはもう御存知だと思いますけれども、宮地から申し上げたような、そういう地質とか地球物理、地球化学的な、ガイドに書いてあるのは「地球化け学」と書いてありますけど、地球物理、地球化学的な調査ということも当然実施できるような構えをされて御準備いただいているというふうに思っておりますので、よろしく申し上げます。

○島崎委員 ほかにありますか。よろしいですか。

ちょっと10ページのところを細かくお聞きしたいんですが、当社の監視体制と対応というコラムがあって、GPS連続観測による基線長変化とありますけれども、これは、ずっと継続してGPS連続観測をしている、主に国土地理院のデータを使われるということですね。それ以外にも何点か観測をする予定なのか、未定なのか、よくわかりませんが、その点はどうなっていますか。

○九州電力（香月） 今現在、私どもが見ていますが、1～4測線を提示しております。周辺の少なくともやはりマグマの変動を確認するためには、当然、バックグラウンドであります地殻変動等も監視しないといけないということで、その周辺のデータもまず見ようというふうに考えています。

それと、マグマ供給率に関しましては、水平変動は、圧力源から大体7kmぐらいの範囲が一番変動が出やすいということで、今はそういったものから若干離れているところもございまして、私どもとしては、詳細観測の実施は警戒態勢から入りますが、その前段、今後、早い段階で観測網は順次整備しなければデータとしてはとれていけませんので、そういった意味でGPSの観測点の追加、それと水準測量については、今現在、やるという方向で検討を実施しているところでございます。

○島崎委員 それから、定常的にやる観測としては地震観測による震源分布、これもありますけど、これは他機関のものを使うという、そういうことですか。

○九州電力（香月） 現状は、一元化されている気象庁から出されているものを使うということでございます。

○島崎委員 それから、詳細観測というのが、このコラムに出てくるんですけども、これの内容はどんなものなんでしょうか。

○九州電力（香月） 一つは、現在、気象庁もしくは京都大学が比較的密に観測点が追加されていますので、そのデータを一つは提供いただくと。それと、それはあくまでも桜島中心とした観測網でございまして、先ほど御説明がありましたように、始良の周辺を囲むような形で観測点としては追加すると。それは、圧力源の決定位置の精度を高める、もしくは変動に関して、より精度の高いものを得られるという目的でカルデラの、要は鹿児島湾の周辺をターゲットに設置を考えています。

○島崎委員 設置されるのはGPSですか、何でしょうか。

○九州電力（香月） 連続観測としてはGPS、あとは定期的に水準測量をやることを考えております。

○島崎委員 水準測量は重要ですね。わかりました。

それから、今のお話は、多分、始良の話だと思うんですけども、一部規制としては、加久藤・小林と阿多も入っていて、それ以外に自主的にということで阿蘇と鬼界をやられるというふうに理解していますけれども、よろしいですか。

○九州電力（香月） 私どもとしては、扱いは全て五つのカルデラについては同じ認識で監視体制を考えておりまして、判断基準としても同じものを使うと。現状の段階としては、始良カルデラが特出して供給状態、現状としては注意状態にあるということで、まずは、始良に対しては、そういった観測の準備をやると。それと鬼界については、現状の観測点としてはやはり少ないということがございますので、それに関しては、早々に、先ほどのGPSの追加等、同じ位置づけで早期の段階でつけるということを、今現在、計画しております。

○島崎委員 わかりました。そういう点と、あとこの10ページは括弧の中に始良カルデラについてと書いてあるんですけども、今のお話では、基準としては、これはマグマ供給率を基準としているので、ほかも同様であるということですか。

○九州電力（香月） ここで始良カルデラというのは、先ほど井口ほか等の知見がございます、それをベースに考えましたということで始良カルデラと書いていますが、基準の展開としましては五つのカルデラに同じ基準として展開していくといったことございます。

○島崎委員 そうすると、個々のGPSのペアに対しても何らかの基準を設けると、こういうことですか。

○九州電力（香月） そういうことになります。

○島崎委員 その場合は、マグマが供給される位置の推定という問題が絡みますか。

○九州電力（香月） そうです。基本は、始良については、今、10kmぐらい、いわゆる破局的噴火、VEI7クラスは、10kmより浅いところにマグマがたまるということで、ターゲットとしては10kmぐらいのところに供給率の圧力源としては置くと。深いところになると、逆に水平変動としては、監視基準として出にくくなるということもございますので、そこから辺は、今の観測点の位置と圧力源の水平的な位置関係と深さ方向、それは、ある程度、裕度を見ると、感度を見た上でそれなりの地殻変動に対する変動基準といったものは定めないといけないというふうに考えています。

○島崎委員 それで大体わかったんですけど、要するに、平常、今、始良に関しては注意状態だと、そういう認識をされているということが一つですが、それ以外にもカルデラは

ございますけれども、例えば加久藤・小林なんかでは、霧島の噴火のときにGPSの変動が見えていますよね。こういうものが今の基準でどういうふうに判定されるのか、どうですか。

○九州電力（香月） 結果的には、ここの当時の変動は、9ページ、上段から2段目が加久藤・小林の①で顕著に上がっていますが、大体1年間で、これは事後に算出されたものとしてマグマ供給率は大体0.02、今、私どもが、現状の始良の標準の大体2倍近い値として供給率としては出されております。それは、京都大学の結果として、そういったものがございまして。当然、こういった変動が出た場合については、私どもとしては監視体制と、当然、警報、気象庁の警戒レベル等も発表されますので、今の監視体制としては注意レベルで変化の原因等の対応に入ると。これは、事後でございますが、当時の2011年の噴火の前であれば、そういった対応になるというふうに考えています。

○島崎委員 多分、あらかじめ設定しているマグマの深さによると思うんですけども、ちょっとこの幾何学でどうなるかわかりませんけれども、恐らくこのぐらいの変動はひょっとしたら警戒ぐらいに行く可能性もあるかと思っておりますので、浅くすれば、多分、これは警戒にはならないけれども、深くすれば、そういう可能性がありますので、そこら辺のところも十分考慮した上で対応していただきたいと思いますが、今のお話では、このぐらいのレベルになったらきっちりマグマの深さ等なりを推定していくということと理解しました。

これは、実際、保安規定に附表みたいなものをつけられて、数値も書かれるという、そういう形になるかということによろしいですか。

○九州電力（中村） 九州電力の中村でございますけれども、一応、保安規定に記載しまして、あとまた詳細の要領等も定めまして、今後定めていきたいというふうに考えてございます。

○島崎委員 了解しました。

ほかには何かございますか。

（なし）

○島崎委員 それでは、専門家の方等と相談してきっちりしたものをつくっていただきたいと思います。

以上で九州電力の審議は終了いたします。退室していただいて、四国電力の入室をお願いします。15分から再開したいと思います。

(休憩 九州電力退室 四国電力入室)

○島崎委員 それでは、時間になりましたので四国電力から伊方発電所の基準津波に関するコメント回答について説明をお願いします。

○四国電力（大野） 四国電力の大野でございます。よろしくお願いいたします。

本日、資料2-1のほうにおきまして、津波に関しますコメント回答を準備させていただいています。なお、資料のほうは、資料2-2のほうに詳細データ集をつけさせていただいておりますが、一部ちょっと文字が小さくて恐縮でございますけれども、必要に応じて御活用いただきたいと思います。

また、資料2-3のほうにおきまして、海洋プレート内地震に関するコメント回答を準備してございます。

では、早速、担当のほうから御説明をさせていただきます。

○四国電力（下口） 四国電力、下口でございます。

それでは、資料2-1に基づきまして、津波の評価についてということでコメント回答(7)でございます。

1ページに本日の回答内容を示しております。赤枠で囲っているところですが、まず、局地的な隆起・沈降を考慮した津波評価について、二つ目が、パラメータの妥当性についてということで、とりわけ剛性率について御解答いたします。最後に管路解析や砂移動計算の詳細についてということでございます。

目次になりますと、2ページですけれども、まず最初に1.で剛性率を見直した津波評価について御説明します。2.で局地的な隆起・沈降を考慮した津波評価、それを踏まえまして、3.に基準津波の策定方針ということでまとめでございます。最後に4.ということで、これに対する砂移動の評価を示しております。

早速3ページから剛性率を見直した津波評価でございます。

4ページからは検討方針ですけれども、5ページをお願いします。4月9日の審査会合資料のとおり、計算に用いますパラメータのうち、剛性率につきましては $3.3 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ に設定をしまして、再度、津波評価を実施いたします。

既往の検討結果を踏まえますと、基準津波の策定には、海域活断層の津波と地すべりの津波及びこれら両者から成る重畳津波の津波計算結果が必要になります。このうち、剛性率の変更による影響を受ける波源としましては、海域活断層津波と重畳津波ですので、これらについて再計算を実施いたします。

6ページをお願いします。モデルの策定に当たってなんですけれども、地震動評価及び津波評価のいずれにおきましても伊方発電所への影響というのは、敷地前面海域の断層、これのパラメータが支配的であるということがわかっております。ですけれども、地震動評価においては、審査会合等での指摘を踏まえまして、別府一万年山でありますとか、金剛山地東縁の断層パラメータについても精緻化を図っております。したがって、津波評価におきましても別府一万年山の断層パラメータに関する精緻化の必要性はあるというふうに我々は考えております。

従来、伊方発電所における別府一万年山の津波評価につきましては、1596年慶長豊後地震、これに関する津波痕跡高を再現すべく、土木学会の手法で求まるすべり量というのを係数倍して基準断層モデルに用いておりました。

この点、地方自治体であります大分県さんが、同地震に関する最新の津波痕跡高に関する知見を収集・考慮されまして、これを良好に再現できるパラメータというのを公表されております。

津波の審査ガイドを踏まえまして、大分県というのは行政機関による評価になりますので、参照・適用するということが望ましいと考えられましたが、まず①大分県さんが採用されました津波痕跡高というのは、当社が従来モデルの構築の際に参照した津波痕跡高よりも低い地点が一部ございましたので、適用に当たっては慎重な検討が必要であったこと、二つ目としまして、津波痕跡高地点の位置自体に関する議論が残されていたこと、これらを踏まえまして、平成25年7月の設置変更許可申請時におきましては、従来モデルによる評価を継続しておりました。

なお、今回、上記2点に関しまして十分な確認ができたと判断いたしましたので、より精緻な大分県モデルというのを適用することといたします。

大分県さんは、断層配置、すべり量の不均一性、あるいは複数断層の同時発生等について精緻な検討をさまざま行われた上でパラメータを設定されております。ですので、このパラメータを適用するということで十分に保守的な評価になるとは考えられますが、想定外をなくす観点から安全側となるよう次のページのとおりパラメータを変更いたします。

ということで、7ページに①②と書いておりますけれども、一つ目は、豊予海峡断層を佐田岬西端まで延伸することで地震規模を増加させます。二つ目、こちらはすべり量の増加ということで、地震規模を一定とした上で、大分県さんが設定されております剛性率、 3.5×10^{10} を 3.3×10^{10} に変更いたします。実際、パラメータ表の変遷を下に示してござい

すけれども、赤枠で示しておりますとおり、まず①で豊予海峡断層を佐田岬西端まで長さを延伸することに伴って、M0、MWを大きくしております。

2番目、②ということで剛性率を 3.3×10^{10} にしたことですべり量が大きくなっております。

これを図示したものが8ページです。

早速、9ページからが計算ですけれども、まず、9ページ、10ページが計算条件です。10ページ、11ページ、12ページは、これまでと同様に計算条件、領域・水深、格子分割をお示ししております。

それで13ページが、実際に設定した、まずは概略パラメータスタディのパラメータ表です。まず、別府湾の海域活断層につきましては、先ほど申しましたとおり、大分県の断層パラメータをもとに安全側となるよう地震規模とすべり量を変更しております。敷地前面海域の断層群と伊予セグメントにつきましては、従来と同様に基準断層モデルに対して傾斜角、すべり角を 10° パラスタさせます。

続いて14ページが、詳細パラメータスタディのパラメータ表になりますけれども、こちらでも従来と同様に概略パラメータスタディで最も厳しいケースを基準にして傾斜角とすべり角をさらに $\pm 5^\circ$ 変化させております。

15ページ、16ページが計算結果です。

16ページ、17ページが最大水位上昇量・下降量の空間分布図を着目地点別にお示ししております。

18ページが水位の時系列になっております。

続きまして、19ページからが重畳津波になります。

20ページ、21ページにつきましては、重畳の検討用時間差の抽出の考え方をお示ししておりますが、これは前回までの審査会合と同様ですので説明を割愛させていただきまして、22ページ、こちらが抽出結果です。各着目地点に対して重ね合わせが最も厳しくなる地点と検討用時間差をお示ししております。

これを検討係数表に整理したものが23ページです。重畳係数AからEということで、都合5ケースを設定しておりますが、着目地点5地点に対応しております。おのおのの着目地点につきまして、最も厳しいまず海域活断層の津波を用意しまして、それとペアとなる地すべり地点及び検討用時間差をこのように設定しております。

24ページ～26ページは、計算条件、そして27ページ、28ページが計算結果でございます。

同様に空間分布図と時刻歴水位を示しておりますけれども、例えば28ページ、敷地前面でいきますと、左の図、3号炉敷地前面で最大水位上昇6.5mということになっております。

以上、剛性率を見直しまして、海域活断層津波と重畳津波を計算した結果を32ページに整理しております。表の見方ですけれども、白抜きになっていきますのが7月の申請時のケース、青いハッチをしておりますのが、これまでの審査会合で御回答したケース、赤いハッチ、これが今回のケースです。上の赤枠が単独波源海域活断層津波、一番下が重畳津波でございます。朔望平均込みのT.P表示でお示しをしております。

33ページがまとめでございますが、剛性率を変化 3.3×10^{10} に設定して評価を再度実施いたしました。結果、既往の津波評価よりも厳しい結果を与えることを確認いたしましたので、基準津波の策定方針ということで、後述いたしますけれども、3.のところで御説明をいたします。

ここまでの第Ⅰ章、剛性率の話でして、34ページからは、続いて局地的な隆起・沈降を考慮した津波評価のコメント回答です。

まず、35ページにこれまでの経緯を簡単にお示ししておりますが、まず昨年10月の審査会合におきまして、それまでに頂戴していたコメントを踏まえて、土木学会の手法に加えて、地溝の落ち込み量というのを直接、初期鉛直変位分布として与える方法というのをお示しいたしました。

続いて、中段ですけれども、この手法に対する審査会合でのコメントを踏まえまして、本年2月の審査会合で、さらに別の手法ということで地溝の落ち込み量というののManshinha and Smylieで再現するという方法をお示しいたしました。今回は、その会合で頂戴したコメント等を踏まえて追加検討を行ったものでございます。

36ページが追加検討の方針でして、断層を幾つかに分割しステップさせたモデルというのを設定して、これをManshinha and Smylieで解いて、地表変位を算出するという方法でございます。断層の平面配置というのが、コメントを踏まえまして、このように設定をしております。なお、赤い実線のほかに青い実線を示しておりますけれども、こちらは局地的な隆起・沈降のうち、敷地にとって最も影響が大きいというふうに考えられる伊方沖のジョグでございます。これについては、コメントの趣旨を踏まえて派生断層として扱って、これの有無についても影響検討を行ってみました。

37ページが、傾斜角、すべり角に関するパラメータ表です。基本は 90° と 180° としまして、傾斜角3ケース、すべり角7ケース、そして先ほど申しました分岐断層の有無2ケー

スということで、都合42ケース、パラメータを振ってみました。

なお、断層のすべり量は、第Ⅰ章で申しました剛性率 3.3×10^{10} に見直した評価と同様に算出をしております。

38ページが、早速結果に考察になりますけれども、下に考察の概要と枠で囲っておりますとおり、まず、全ての地表変位の結果は、資料2-2詳細データ集におつけしております。傾斜角、すべり角を振った42ケース全てお示ししておりますので、必要に応じて御参照いただければと思います。

本体に戻りますけれども、まず地溝状の落ち込みが生じたか否かということで考察を加えてみました。①にありますとおり、傾斜角 90° 、すべり角 180° といった純横ずれのすべりを模擬したケースであれば、地溝状の落ち込みが生じたということでございます。

続いて、落ち込みの規模は適切かどうかということで考察を加えましたが、結果としては、海域調査結果をもとに設定した落ち込みの規模等と比べて小さいということがわかりました。

また、下の地溝状の落ち込みが生じたか、N0のほうですけど、それ以外のほぼ全てのケースでは地溝状の落ち込みというのは生じませんでした。こちらについてまた詳しく後で考察を加えます。

39ページといいますのが、これは実際に地溝状の落ち込みが生じたと認められるケースです。すべり角 180° の純横ずれのケースになりますけれども、こういったように、伊方発電所沖の伊方沖上部付近で約70cmから1m程度の地溝状の落ち込みというのが生じました。

40ページが、その落ち込みの規模に関する考察ですけれども、左半分が前ページの再掲で、右半分が、昨年10月あるいは本年2月にお示しした実際の隆起・沈降量を踏まえて計算をしたケースです。

左右を比べますと、下の丸に書いておりますけれども、隆起・沈降量というのは、実際の海域調査結果をもとに設定した隆起・沈降量であったり、これをManshinha and Smylieで再現した隆起・沈降量と比べて約2分の1から3分の1程度小さく、また、落ち込みが生じた範囲についても、左右の赤点線同士を比べていただければわかるかと思っておりますけれども、同等または小さいということが見てとれるかと思えます。

41ページが、地溝状の落ち込みが生じなかったケースです。青い吹き出しで注釈を加えておりますけれども、例えば地溝の外側に沈降が生じてしまったりであるとか、あるいは一方の断層運動と他方の断層運動の隆起と沈降が相殺して、本来、表れるべきステップさ

せたところが隆起も沈降も生じないような結果になっております。

したがって、一番下、実態と乖離した結果を与えるということで、局地的な隆起・沈降を考慮する津波評価には適さないというふうに考えます。

最後に42ページまとめですけれども、純横ずれのケースでは、地溝状の落ち込みが生じました。ですけれども、その隆起・沈降量というのは、海域調査結果をもとに設定した隆起・沈降量と比べて2分の1から3分の1程度と小さく、範囲についても同等または小さいと認められることから、津波評価を実施したとしても既往の結果を上回ることはないというふうに評価ができます。

また、これ以外のケースについては、先ほど申したとおり、実態と乖離するような結果を与えますので、津波評価には適さないというふうに考えます。

三つ目の丸ですけれども、このような検討を踏まえて、基準津波に影響を与えるものではないということを確認いたしました。

なお、敷地の地盤変動量についてですけれども、今回実施した地溝状の落ち込みが生じたケースにおける敷地の変動量というのが約20cm程度以下となっておりまして、第Ⅰ章でありました剛性率を見直した津波評価の地盤変動量30cm～40cmぐらいですけれども、これと比べて小さいという結果になっております。

したがって、後段の耐津波設計において考慮する敷地の地盤変動量というのは、第Ⅰ章の結果を踏まえて、次のとおり設定する基準津波に対応する地盤変動量を用いることといたします。

43ページが、第Ⅲ章まとめ、基準津波の策定方針です。これまでの検討結果を踏まえまして、表のとおり、各着目地点に対応する最も厳しいケースということで、都合5波を基準津波に設定しております。着目地点は、従来どおり3号の敷地前面と補機冷却海水取水口に加えてタービンの復水器取水先端と放水口、下降側については、補機冷却海水取水口としております。

なお、薄いハッチをしておりますビットポンプ室につきましては、耐津波設計の事柄ではありますけれども、基準津波策定にフィードバックさせて、ここに記載をしております。

なお、1点、この資料で補足がございますけれども、一番右から2列目、3号炉補機冷却海水取水口の下降側につきまして、取水口、外海での水位ということでT.P. -4.42mというふうに記載をしておりますけれども、先ほど申しましたとおり、海水ビットポンプ室での水位というのがT.P. -3.52ということで、耐津波設計上、非常用海水の取水に必要な最低

高さ、T.P. -4.10を上回るということを確認してございます。

なお、このT.P. -3.52というケースは、アスタリスクの2番に書いておりますのとおり、我々が津波対策のために設置しております海水ピット堰はなしのケースでございますので、海水ピット堰がなしでも下降側の評価水位を満足するというところでございますので、これについては、津波防護施設ではなく、津波影響軽減施設になるというふうに我々は考えてございます。

45ページが、基準津波5波に対応する定義地点での水位時系列でございます。

46ページ以降が、基準津波に対応する砂移動の計算結果でございます。計算条件等は従前のとおりですので割愛いたしますが、48ページに前回の審査会でコメントを頂戴しておりました入力パラメータのうち土粒子の比重でありますとか、中央粒径を求めるための試験について少し詳細にということでしたので、三つ目の黒いポツを追加、補足しております。

試験は、国が定めるJISに基づきまして、JIS A 1204粒度試験と1202比重試験を実施しております。試験方法の詳細は、各JIS等によりますけれども、実際のデータシートの整理例ということで49ページにお示しをしております。下のグラフがD50の読み取りでありまして、中段赤枠で囲っておりますところが、土粒子の比重2.9幾つという数字になっております。

50ページが計算結果でございます。藤井ほか(1998)と高橋ほか(1999)の結果ということで51ページ以降に空間分布図、最大堆積量、最大侵食量を示しておりますけれども、結果としましては、二つ目のポツにありますとおり、最大堆積量・侵食量は0.01m以下でありますので、海水ポンプの取水性に影響を及ぼすことはないというふうに評価をいたしております。

なお、57ページ以降に砂移動に関する近年の研究成果ということでシートをおつけしておりますけれども、津波の審査ガイドにもありますとおり、砂移動の分野というのは著しい発展を表わす可能性が高いということで、最新の知見を考慮して適切に計算を行う必要があるというふうに考えております。

この点、近年の成果としましては、例えば、藤田ほか(2010)、高橋ほか(2011)、Sugawara and Takahashi(2014)等があります。藤田ほかによれば、高橋ほか(1999)の手法、上限浮遊砂体積濃度5%の場合でありますと、侵食量・堆積量が一部過大に評価されるということで1~2%の場合に再現性が良好であるというような知見がございました。また、高

橋ほか(2011)によれば、(1999)の水理実験には一部問題があったとしておりまして、掃流砂量・巻き上げ砂量の式の係数を補正しています。

58ページは、その高橋ほか(2011)の知見を概要にしたものでございますけれども、二つ目の丸にありますとおり、(2011)と(1999)では、シールズ数が大きい領域に入れば入るほど掃流砂量でありますとか巻き上げ砂量の乖離が大きくなると。(2011)では、シールズが1～5の実験結果でありますけれども、高橋ほか(1999)では1以下の実験結果になっております。

ここまでが本体資料でございますが、最後に59ページ以降に前々回審査会合でお示した発電所に波源を置いた場合の伝播特性の考察について、一部更新、補足を行っております。

62ページの二つ目の丸ですけれども、水深による津波振幅への影響というのを軽減して出力を見るという観点から、「グリーンの法則」を用いて水深補正というのを行っております。左上の図が前回お示した水深補正なし、今回ののが右下でございます。これを踏まえて再度考察を加えましたけれども、結果としては同様でございます、65ページに書いてありますとおり、やはり琉球海溝よりは南海トラフのほうが分布としては水位上昇量が大きく移っております。また、琉球海溝の中同士で比べてもやはり遠地に行けば行くほど、水位上昇量が小さいという結果に変わりはないというふうに評価をしております。

津波の評価については以上です。

○島崎委員 それでは質疑に入りたいと思います。

どうぞ。

○木下審査官 安全審査官の木下と申します。よろしくお願いいたします。

すみません、ちょっと1点確認をさせていただきたいんですが、資料2-1の46ページ以降、砂移動について、前回までの我々のコメントに対していろいろと追記をしていただいて、試験方法でありますとか、比重のもとデータ等については示していただいたということで、理解は進んだのですけれども、そもそものところなんですが、粒径のデータとか、あと比重のデータ、これらにつきまして、こっちの資料にも書いてございますけれども、昭和57年の海上ボーリングのデータから出されているということで、ちょっと昭和57年というところかなり、30年ぐらい経っているということもございますし、そもそも、ここには造成前の状況、いわゆるまだ何もない自然の地形の状態のところでは海上ボーリングをされて砂のデータをとっていただいているということなんだと思うんですけれども、今現状では、もう

発電所が造成をされているという状況ですので、やはり潮の流れ等は、若干、違うんじゃないかなというような、そういうちょっと疑問があるんですけども、それで、実は、前々回、2月の会合のときに、私どものほうからやはりそのデータが古いので新しいデータがない場合は、少しパラメータを振った形で評価してはどうでしょうかというようなコメントをさせていただいているようなところなんですけれども、そういったこと、私どものコメントに対して、これまでヒアリング等をさせていただいている中では、特にその点についての御見解等はなかったんですけども、その点について御説明いただけますでしょうか。

○四国電力（高橋） 審査会合で御説明させていただいたときに、今日も先ほど御説明させていただいたとおり、比重に関してデータがどのような試験をやったとか、その辺りについてはコメントをいただいていたと承知はしていたんですけども、古いのでパラスタをというところまでちょっとコメントをいただいたという記憶がなかったもので、ちょっとそこについては改めて検討させていただければと思っています。

○木下審査官 先ほど申し上げたとおり、2月、ちょっと前々回の会合の場で指摘をさせていただいてますので、そこは議事録とかをちょっと確認いただければと思います。

じゃあヒアリングの場等で、今、申し上げたようなところについての御説明をしていただければと思いますので、よろしくお願いいたします。

○四国電力（高橋） 了解しました。

○島崎委員 ほかにございますか。

大浅田さん、どうぞ。

○大浅田調整官 調整官の大浅田です。

今の話にちょっと関連するんですけど、四国電力さんは、今回の大分県のモデルを取り入れたり、プラスアルファとしてN0とかすべり量を大きくしたりするなど、いろいろと新知見を取り入れていただいているので、ぜひともこの砂移動に関しても、多少、これも前回、前々回ですか、コメントを差し上げたんですけど、例えば、物性値として出ている比重の値が、若干、大きいのではないかなという気もしますし、粒径自体の値も少し大きいのではないかと思いますので、少しそこら辺、御検討をいただいて、ある意味ちょっと保守性を考えていただいて、砂移動についてもほかでやられたような取組を踏まえてちょっと御検討いただきたいと思います。

あと別の観点でございますが、耐津波設計の話として44ページでちょっと御覧いただき

たいんですけれど、先ほどの御説明では、海水ピットポンプ室、これはあくまで耐津波設計の話でございますが、取水性能として下降側については-3.52で、それに対しては取水性能を満足するというふうな御説明がございましたけど、上昇側の海水ピットポンプ室の値4.43ということで、これの機能喪失高さというのが資料2-2のほうですと28ページですが、資料2-2のほうでエレベーションを含めた詳細な断面図を出していただいている、そこで海水ポンプの機能喪失高さとして+4.39mというふうな形で書かれてございますけど、先ほどの資料2-1のほうでは、それに対して4.43ということで、括弧の中で隆起量がいわゆるマイナスなんで、沈降量かもしれませんけど、沈降量を含めて考えると、この機能喪失高さについては満足していると、そういうことでしょうか。

○四国電力（下口） 四国電力、下口です。

基本的には、そういう考え方でございますし、この資料2-2の28ページの図には、ちょっと書き切れておりませんが、海水ポンプをオレンジでハッチでしておりますけれども、その左の開口でありますとか、下の開口につきましては、耐津波設計で詳しくは御説明させていただいておりますとおり、水密ハッチでありますとか水密扉が設けられておりますので、実態としてはさらに余裕があるというふうになっております。

○大浅田調整官 わかりました。まあそこは、じゃあ詳細については、また耐津波設計のほうで話をお伺いするという事で、少し、たしか、下降側については、どこかに取水性能の話も資料の中にあっただかと思うんですけれども、もし可能であれば、上昇側についても書いておいていただければと思いますけど。

○四国電力（下口） 了解いたしました。

○島崎委員 ほかに。

吾妻さん、どうぞ。

○吾妻規制専門員 規制専門員の吾妻です。

私のほうからは局地的な沈降・隆起について、細かい点を1点確認させていただきたいと思います。39ページですか、最大の沈降量であるとか、そういった数字を示しているんですけれども、その辺の評価地点が、断層線の上だけにあるんですけれども、これはやはり大きな値というのが断層線上に出てくるといことなんでしょうか。一応、等値線で書かれているので、こういう示し方をすると、等値線の中にもう少し大きな値が出てくるようなことはないのか、どうなのかということがちょっと懸念されたんですけれども、今、最大値とかは数値を評価されている点が、断層線以外のところも見ていただい

ているのかどうか、その辺を一つ確認させていただきたいと思います。

○四国電力（下口） お答えいたします。この39ページの青い実践で吹き出しをつけております量というのは、断層線だけではなくて、断層線に囲まれたステップ区間の中の最大値を拾ってきてお示ししております。たまたま位置が断層線のニアリーなところに出ているということでございます。

○吾妻規制専門員 わかりました。連続的な平面の中で評価されているということで了解しました。

もう一点、これはごくごく当たり前のことで確認するまでもないのかもしれませんが、39ページの図ですと、サイトのところにマイナスのついた数字が書かれていますよね。これについては、色で見るとピンク色がかかっているということは、隆起傾向のところであって、例えば一番上の図で「-0.17m」というのは、17cm隆起が生じて、水位がそれだけ浅くなる、マイナスというのは、そういう浅くなるという意味で、そういう理解でよろしいですか。

○四国電力（下口） はい。-0.17mという数字は、敷地が17cm沈降するということですので、相対的に津波水位は17cm見かけ上は高くなるというふうな扱い方をしていただければ思うんですけれども。

○吾妻規制専門員 ごめんなさい。私の理解とちょっと逆なんですけれども、今、図でピンク色で示されていますよね。そういった場所は隆起傾向になる場所だというふうに理解していたんですけれども、図の見方が違うんでしょうか。それとも何か別のファクターが入っていて、サイトでは沈降傾向になるということなんでしょうか。

○四国電力（下口） 数値についてもう一度確認して改めて御回答ということで。

○吾妻規制専門員 細かな点なので構わないと思います。一応、この一連の検討で、多分、これで最後になるかと思うんで確認させていただきたいと思いますけれども、もともとは1枚の長い断層で津波の評価、土木学会の手法でやられていたんですけれども、敷地の前面にプルアパートという大きな落ち込みをつくるような構造があるので、それを評価した場合に津波の影響がどの程度出るのかということを見ていただいて、一番最初は、地質の情報に基づいて1回の沈降量、そういったものを推定していただいて、それを見ても、想定される津波の高さは土木学会の手法を超えるものではないというものは確認されたと。ただ、その手法でやると、そのときの地殻変動量が出ないので、別の方法でもやってみたらどうかということでMansinha and Smylie弾性変形のモデルを使って御検討いただきま

した。

ただ、1回出していただいたものについては、局地的な変形を出さんがために、すごく変位量が急に変わったりとか、すべりの方向も違ったりとかというモデルを40ページの右側の図ですか、そういった形のモデルを出していただいたんで、やはりもう少し素直に2枚、3枚の断層ぐらいで地殻変動量は見たほうがいいのではないのかということで、今回、そういったモデルでサイトでの地殻変動量、それも隆起・沈降がどの程度になるのかというのを見ていただいたところ、やはり土木学会で見ているところの数値を超えるものではないということは確認されたということで、こういった検討を一通りやっていただいて、もともと申請いただいている土木学会の手法で十分安全側に見られているということは確認されたという理解でよろしいですか。もし何かほかにコメント等がありましたら、お願いいたします。

○四国電力（高橋） ありがとうございます。そのとおりの方向で検討させていただきまして、影響がないことを確認させていただきました。

以上です。

○吾妻規制専門員 わかりました。ありがとうございます。御検討どうもありがとうございました。

○島崎委員 ほかにございますか。

（なし）

○島崎委員 それでは、津波をやり直していただいて、概ね基準津波に関してはこれではないかということになるかと思いますが、何かよろしいでしょうか。

では、次は海洋プレート内地震について、説明をお願いします。

○四国電力（松崎） 四国電力の松崎と申します。

それでは、資料2-3に基づきまして御説明させていただきます。

内容は、表紙に書いてございますが、敷地東方の共役断層の地震動評価をやってまいりました。それと剛性率についてずっと以前にコメントをいただいていたので、その御回答と、それらをまとめて地震動評価結果の整理をちょっと最後にまとめてございます。

1ページ目ですけれども、4月9日の審査会合にて敷地の東方に低角の共役断層を想定して地震動評価を行うことというようなコメントをいただきました。その位置づけですけれども、それを2ページに一応整理してございます。まず、基本震源モデルとしては、マグニチュード7.0のモデルを敷地の直下に置くんですけれども、それをもとに芸予地震の知

見を反映したモデルを不確かさの考慮の一つとした場合、あと二つ目としては、アスペリティの上端の深さ、海洋マントルの上端に配置していたんですけれども、それをちょっと浅めの海洋性地殻上端に配置したのがNo.2のケースということで、さらに地震規模の不確かさということで、基本は既往の調査等から7.0を基本ケースにしていましたけれど、ばらつきなんかも考慮して7.2を敷地の直下に鉛直の断層面で想定しようということでした。

さらに、今回は、敷地の東方で共役断層も考慮すべきじゃないかということで4番のところで敷地の東方に傾斜角として 30° の傾斜の断面を想定しました。その結果、規模も若干大きくなりまして7.4というのを敷地の東方に想定したという、こういう位置づけで今回検討してまいりました。

3ページ目ですけれども、その想定の方の考え方をもう一回整理させていただきますが、①のところに書いていますけれども、敷地の直下ではプレートの傾斜が大きくなるため、低角正断層と高角正断層の地震規模というのは同程度と考えられて、地震規模のばらつきを勘案して最大規模として7.2というのを想定しました。

一方、②で書いていますけれども、敷地東方ではプレートの傾斜が緩いので低角正断層の地震規模が幅が大きくなることに従って、大きくなることが考えられるので、地震規模として7.4というのを想定いたしました。そういう御説明をさせていただきました。

そして、③に書いていますけれども、②で想定した低角正断層を敷地直下のやや東方に想定するというにしましたものでございます。

4ページは、断層モデルをお示ししてございます。当該地域で通常発生している高角断層と共役の断層面を持つ低角断層——傾斜角は 30° にいたしました——を敷地東方に想定いたしました。地震規模は7.4としました。断層の走向はプレート上面の等深線、右上に示していますけれども、それに沿うような走向ということで、 $N30^{\circ}E$ の方向を想定いたしました。モデルは、下に示してございますが、平面図を見ていただきますと、こういうふうに 30° 振った形で、東のほうに傾斜した、 30° 落ちた断層面を想定いたしました。幅が20km、長さが43kmのモデルを構築いたしました。笹谷先生のレシピに従ってモデル化を行いまして、パラメータ類は5ページにお示ししてございます。

こちらに関しては、説明は省略させていただいて、早速、結果ですけれども、6ページ目に評価結果をお示ししてございます。紫の色でお示ししたのが今回の結果で、破壊開始点は、北から壊したケースと断層の中央下端から壊したケースの2ケースを想定してござ

います。

こういう結果になりまして、参考までにグレーの結果、断層モデルの結果が、マグニチュード7.0の既往モデルの結果ですけれども、これよりは地震規模が一回りぐらいちょっと大きくなる結果になってございます。

それと、さらに、耐専スペクトルでの評価結果、マグニチュード7.4による評価結果とこのをお示ししてございますが、紫の断層モデルの結果とN-S方向ではほぼ整合かなと。E-W方向では、ちょっと若干小さめではありますが、ばらつきの範囲ぐらいのところかなというような結果になってございます。こういう結果でございました。地震動評価の結果でございます。

7ページが剛性率についてですが、これはちょっと以前になりますが、3月12日の審査会合におきまして、海洋プレート内地震の剛性率の妥当性を示すことというようなコメントをいただいておりますので、遅くなりましたけれども、それに対する回答でございます。

まず、フィリピン海プレートの密度及びS波速度をどう設定するかということでございますが、エアガン及び海底地震計による地震波速度構造を検討したTakahashi et al. (2002)というのがありますが、その調査の平面図が右に示していますが、この赤のラインの測線で速度構造を検討しておりまして、そのプロファイルが下側の立面図で示した、こういうものがありまして、これによりますと、フィリピン海プレートのP波の速度というのが6.8~7.0km/sというふうに示されてございます。それは下のプロファイルのところに、ちょっと赤字で6.8~7.0km/sと書いていますが、これがございます。

これをもとに、地震波速度と密度の一般的な関係、右のグラフでございまして、これで縦軸に速度を示してございまして、横軸に密度でございまして、P波速度7.0km/sのところをとって、赤のラインがP波に相当するものなので、その縦軸を見ると、密度は3g/cm³と求められますし、S波速度に換算しますと、4km/sぐらいというふうに求められます。

これをもとに剛性率がどのくらいになるかというと、9ページ目のところにお示ししてございますが、右の真ん中のところの表を見ていただければと思うんですが、スラブ内地震の評価における剛性率ということで、密度を、今回、3と見て、S波速度を4と評価しましたけれども、そうすると、剛性率は4.8になりますよと。実は、申請時は、速度は同じデータを使っていますので4.0を使っていたんですが、密度を3.3としましたので、申請時は剛性率を5.28と見積もってございました。この密度の関係は、下の表を見ていただければと思うんですが、中央構造線活断層の評価における剛性率を密度3.265というふうに見積

もっていた関係もあって、その辺のところの関係を考慮して、ちょっと3.3という値を設定していたんですけれども、中央構造線のほうの密度並びに剛性率を前回の審査会合で示ししてございますが、密度を3.265から2.7に変更して、剛性率も3.31に変更しましたので、その辺も鑑みて、スラブ内地震の評価も密度を3.0にした評価にしたいと思っています。

それに関しましては、黄色の箱書きで書いていますけれども、地震本部(2005)によって、海洋性地殻のP波速度、S波速度、密度としておのおの6.8km/s、3.93km/sとか、密度が3.0g/cm³というのが示されまして、海洋プレート内地震の評価に用いる密度を3.0g/cm³、S波速度を4.0km/sとすることは適切ではないかと考えてございますと。

左下に示しています立面図が、地震本部さんが宮城県沖地震を対象としたモデルでございまして、こういうところにVPだとかVSの値が示されていますよということでございます。それで、スラブ内の密度を3.0g/cm³に変更した影響がどうかという、地震動への影響がどうかというのを検討したのが10ページでございます。

海洋プレート内地震の地震動評価においては、2001年芸予地震の余震を要素地震として用いて、経験的グリーン関数法で地震動評価を行っております。要素地震は、海洋プレート内の地震であるため、中央構造線のときにやったような媒質補正というのは行っていません。また、短周期地震動というのは短周期レベルに、長周期地震動は対象地震と要素地震の地震モーメントの比によって決まりますので、密度を3.3から3.0に変更しても地震動評価には影響しないと考えられるんですけれども、念のため、確認のために基本ケース(M7.0)、下にお示ししていますが、鉛直の断層面の7.0のケースで解析を実施いたしました。その波形合成をやった結果が11ページでございますが、応答スペクトルで見ていただくと、今回、変えたケースが赤、従来の検討ケースが黒ですけれども、データは、全く重なってございますので、密度を変えても影響はなかったということでございます。

12ページからが、地震動評価結果の整理ということで、13ページが前出の不確かさ係数を示しています基本ケースに加えて四つの不確かさ係数でございますが、これの地震動の評価結果をまとめたものでございます。

一応整理させていただきますと、14ページが基本ケースの断層モデルで、7.0の鉛直の断層面というのを設定してございます。

15ページはパラメータ表で、基本的に笹谷レシピに従って構築してございまして、その評価結果が16ページでございます。断層の北から壊したケースと、断層の中央の下端から

壊したケースを2ケースやっただございまして、そのおのこのの評価結果がグレーの島で
示ししてございます。赤系統の色で、茶色系統の色で、耐専スペクトルの評価をお示しし
てございます。

17ページが不確かさの項の一つとしまして、芸予地震の知見を反映したモデルを設定い
たしました。一つは、断層の傾斜角が、芸予地震は 55° とか 60° でありますので、その
 55° というのを、西落ちの断層面を設定して、アスペリティの配置は2個に分けまして、
これも芸予地震の知見を配置しましたものです。

さらに、それを、芸予地震はマグニチュード6.7というのをマグニチュード7クラスまで
スケールアップしまして、地震動評価を行ってございます。18ページはそういう考え方
をお示したものでございます。

19ページは、それを組むときに、短周期レベルは佐藤さんが求められた短周期レベル、
右下のところの、赤で囲っていますけども、短周期レベル、 $A=5.76$ と書いていますけども、
この値を用いてモデルを組みました。

20ページのところは、そのパラメータで、左下のところに短周期レベル7.96とあります
が、佐藤さんが求めた、先ほど言いました5.76というのは、マグニチュード6.7のときの
短周期レベルなので、これを地震モーメントに応じてスケールアップして、これを固定し
てモデルを組んだものでございます。

21ページは、その評価結果でございます。こちらに関しましては、アスペリティが2個
なので、左右対称ではないので、破壊開始点を北と中央と南と3ケースやっただございます。
これを見ますと、基本ケースのときと、今回の緑の芸予地震モデルというのは、ほぼ地震
動は同じような結果になったということでございます。マグニチュードは、どちらも7.0
でございますが、笹谷先生のレシピで組んだモデルと芸予地震の知見というのはほぼ整合
するということが確認できました。

22ページが、アスペリティを上端に配置いたしました。右側のメッシュ図で見ていただ
ければと思うんですが、アスペリティを海洋マントルが海洋性地殻の上端まで持ち上げま
した。その評価をした結果が、24ページでございまして、これもアスペリティが中央に1
個でございますので、破壊開始点は2ケースやっただございますが、オレンジの結果が、や
はり基本ケースのグレーに比べて若干大きくなっているという結果でございます。このグ
レーの結果とオレンジの結果は何が違うかというと、アスペリティの深さが違うだけだ
ので、アスペリティが浅くなった分、近くなった分、オレンジの結果のほうが大きくなっ

たということでございます。

25ページが、M7.2ということで、基本の大きさとしては、7.0が基本と考えられるけども、マグニチュードのばらつきも考慮して7.2を設定いたしました。こちらも笹谷先生のレシピに基づいてモデルを構築いたしました。

27ページが評価結果でございまして、こちらも青系でお示ししていますのは、やはりグレーの基本ケースよりも地震動は大きくなってございます。

28ページは、今日御説明いたしました敷地東方の共役の断層モデルの結果でございまして、その結果は30ページ、これは前のページ、前出のものと同じものでございます。こういう結果になってございます。

最後に、それらをまとめたものとして、31ページが応答スペクトル法、耐専で評価した結果をこのようにまとめてございます。参考までに、現行の基準地震動Ss-1をお示ししてございますが、それを下回るものでございます。

それと、32ページは、断層モデルの結果を全部重ね描きしてございます。こういうような関係になってございます。

以上が、海洋プレート内地震に関するコメント回答と地震動評価結果の整理でございます。

○島崎委員 それでは質疑に入りたいと思います。

大浅田さん、どうぞ。

○大浅田調整官 ありがとうございます。調整官の大浅田です。

少々ちょっと細かいことになるんですけど、今回、前回のコメントを踏まえて、もともと、ちょっと敷地東方、東側で考えられていた低角断層の置き方を少しサイトに近づけたということなんですけど、4ページの図で、一応ちょっと念のために確認をしたいんですが、低角断層のこの傾斜角、前はもう少し東方だということで、たしか7とか何かに設定されていたと思うんですけど、今回30°に設定されたのは、前回、7との根拠が、フィリピン海プレートが滑り込む上面の角度からたしか設定されていたと思うんですけど、今回、敷地の近くに近づけることによって、フィリピン海プレートの沈み込み角度がもう少し急になるので、その上面角度に合わせて傾斜角を30°に設定したということでしょうか。

○四国電力（松崎） 前回は傾斜角は30°でした。変えてございません。

○大浅田調整官 前回、7°か何かではなかったですか。

○四国電力（松崎） それはプレート上面の傾斜角だと思います。

○大浅田調整官 そうすると、傾斜角自体は 30° のままということですか。

○四国電力（松崎） はい。確かに上面の傾斜角は、敷地東方は 7° ぐらいで、敷地の辺に来ると 15° ぐらいになるので、そこは当然変わります。変わりますけれども、今回は、地形とか、それは考慮せずに、同じ 30° で西のほうに持ってきております。

○大浅田調整官 わかりました。

あと、これはちょっと感想ですけど、今回、共役断層の位置を東方からサイトに近づけたということになって、結果的には、最後、まとめの絵として、31ページ、32ページ辺りに、それぞれ応答スペクトル法、断層モデル法による評価結果のまとめということで書かれていて、結果的には、全てSs-1をある意味ちょっと下回っているんで、そういう結果になったんですけど、やはり今回敷地に近づけた共役断層のケースというのが、不確かさケースも含めたケースの中では、ある意味ちょっとチャンピオンケースになっているので、そういった意味では、結果的にSs-1には全然影響なかったんですけど、やる意味があったのかなというふうにちょっと思っております。

○島崎委員 ほかにございますか。

小林さん。

○小林技術研究調査官 技術研究調査官の小林です。よろしくお願いします。

今回、スラブ内地震ということで、その特性化震源モデルで笹谷ほか、笹谷先生のレシピという形でやられましたけど、一方で、岩田アンド浅野2011とか、少しまた最新の知見が出ているんですよね。ちょっとその辺り、例えばモーメントとアスペリティ面積比とか、また新しい、ちょっとしたスケーリングが少し変わっていたりして、若干変わっているような感じがあるので、少しその辺りは最新知見を当たったほうがいいのかと感じているんですけど、その辺りはどういった御見解をお持ちでしょうか。

○四国電力（松崎） 確かに、岩田先生、浅野先生の知見があるのは確認してございます。また詳細に比較して、また御報告したいと思います。

○小林技術研究調査官 一応パラメータの確認ぐらいはしてもいいのかなということで、もしそれでどっちかが、現在の記録が少し、どういった合理性、どこで根拠を持つかというところがあるんですけど、もし小さい場合は、必要に応じてそこは見直したり、もう一回全体を通して考え直してもいいのかなと感じた次第です。よろしくお願いします。

○四国電力（松崎） 了解しました。観測記録とかとの整合という意味では、芸予地震の

モデルと今回比べて、笹谷先生のレシピというのは観測記録とも合うなというのは検証できていると思うので、ここの評価結果はそれなりの信頼性があると思うので、さらにそれを補強する意味で、岩田先生、浅野先生のパラメータと比べて、ちょっと検討をしたいと思います。

○小林技術研究調査官 ありがとうございます。おっしゃるとおり、笹谷先生は芸予地震をまずコントロールとして、そこを検証していますので、それは十分理解していますので、いわゆる最新の知見もちょっと見ましょうという観点で、ちょっとお願い申し上げた次第です。よろしくお願いします。

○島崎委員 ほかにございますか。

それでは、次回にその点を確認させてください。

以上で四国電力の審査は終了します。

次に、関西電力の入室をお願いしますが、これも20分からということにさせていただきます。

(休憩 四国電力退室 関西電力入室)

○島崎委員 時間になりましたので、再開したいと思います。

関西電力から、高浜発電所・大飯発電所の地下構造評価、地震動評価に関するコメント回答について、説明をお願いします。

○関西電力（大石） 関西電力の大石でございます。

それでは、資料3-1と資料3-2を用いまして、高浜発電所・大飯発電所の地下構造評価と地震動評価について、続けて説明のほうをさせていただきたいと思います。

まず、資料3-1は、地下構造について、コメント回答のみになってございまして、3-2の資料のほうですけども、最初から47ページまで、ここまでが先日の審査会合でのコメント回答の主要部分になってございまして、その48ページからは、先日の資料を一部改訂していますけども、一応総まとめとした大飯発電所の地震動評価が、48ページから121ページまでついてございます。122ページに、今度は高浜発電所の地震動評価、前回の再掲でございんですけども、一部誤字等がございましたので修正はしておりますけれども、全体をまとめたものでございます。必要に応じ、そちらも見ていただければというふうに思っております。

また、パラメータ設定については、大飯発電所のほうの最後のほうにあわせて添付してございますので、つけ加えさせていただきます。

それでは、説明のほうは岡崎リーダーのほうから行いますので、よろしくお願いいたします。

○関西電力（岡崎） それでは、資料3-1ということで、まず、地下構造のほうのコメント回答をさせていただきたいと思います。

コメントは2点、本日の御説明のように2点でございます。一つは、地盤モデル等を、もともとのインバージョンで、少し下端3kmにして、それより下を簡略化しているわけですが、それで理論位相速度の違いがどれぐらい変わるかということを確認すること、ということ。それからもう一つは、干渉法で水平成分を用いた場合の位相速度についても確認すること、ということでございます。

まず前半のほうですが、これは大飯と高浜、ちょっと左横、こちらで切り分けていますが、インバージョンのモデルというのは、こういうふうに、大飯ですと12層から下も、 V_s を100m刻みでより細かくインバージョンしてございますが、前回御説明したような地震動の計算のときには、もうここから下は全部3.6kmで上に上げたように、若干簡略化してございます。それから、同じく高浜発電所についても、10層から下はもう全て3.6を上に上げて、それで断層上端の3kmとそろえたようなものにしてございます。

それで、その影響がどれぐらい変わるかということを確認したのが4ページで、まず伝達関数ですけれども、赤の線が地震動の評価に用いています地盤モデルで、青が、より細かいインバージョンということで、この高周波の部分が少し、若干高速度なものが上に上がるような感じになりますので、伝達関数は少しだけ上がるという感じになりました。しかし、大小関係だけで申し上げますと、地震動の計算に用いています若干簡略化した地盤モデルというのは保守的なものになっています、ということがまず一つでございます。

それから、回答の本題ですが、理論位相速度で見たときにどれぐらい変わるかというお話なんです、黒が簡略化したもので、薄い青がインバージョンということで、左が大飯発電所、右が高浜発電所ですが、この2秒、3秒の辺りがほんの少し違いますけれども、基本的には大差ないということでございます。ですので、それほど下を計算上簡略化しても影響はないということを確認いたしました。それが一つ目でございます。

それから二つ目は、今度、水平成分の検討で、前回、群速度をお出ししているわけですが、その位相速度についても確認してございます。

これは繰り返し何度も御説明した内容ですが、この大飯発電所の大島半島側に5点、それから高浜のこちらの半島側に5点という、この5点ずつで干渉法を行っているわけですが、

それで、基本的にはZZ成分ということで、上下動成分を使っていたわけですが、水平成分の場合には、こういうふうにはTransverse変換をしてあげまして、あるいは、R変換をして、ここのもので前回は群速度をお見せしてございました。

8ページ、これはグリーン関数で、これは再掲になりますけれども、このように日にちの経過とともに信号の部分がより際立ってきていますということになります。

それで、この検討は、26年3月末までのデータを使ったものになります。これは25通りですね。5通り、5通りですので、ペアとしては25ペアがありますが、これを、0を境に、右のほうが非常にきれいなグリーン関数をペーストできていると思うんですけども、これがTransverse成分のグリーン関数として評価しました。

それで、これも再掲になりますが、こちら、群速度ということで、この辺の2秒前後のところは、少しよくないというか、若干ばたついているわけですが、それより長周期側のところは、概ね理論群速度と整合したということ、第107回の資料で御説明してございます。

それで、その際にいただいたコメントとして、位相速度のほうも見れるのではないかとのお話でございましたので、そのとき、私も、点のような情報がうっすら見えましてという話を口頭で申し上げたのを、本日ちょっと図として描きました。それで、こことここを、ちょっと非常に限られた周期だけなんですけど、とりあえず位相速度として、してございます。この場合は、高浜の参照点が必要になりますので、ここを震源とみなしたときのここの位相速度になるわけですが、それで、ちょっとこれに関しては、今現状の評価としては、こういうふうにして、してございます。一つは、一部周期で検出できましたという話です。それから、ただ、次のページ以降で御説明したいと思いますが、参照点FKのスペクトル解析をやっているんですけども、参照点のほうと全然違う向きのものが出ていますので、これは、理論には見かけ乗っかっているように見えるんですけども、やはりこれはちょっと解析上まだ十分ではないというのが我々の判断でございます。

ということで、現状では、群速度に比べると、やはり位相速度は、より広い幅の周期で今評価するというのは少し問題があるかと思いますので、これにつきましては、何度も繰り返し御説明していますが、現在も観測しておりますので、引き続き継続的にやる中で、信頼性の向上に努めていきたいというふうに考えてございます。

これが、より細かいデータということで、FKスペクトルで、ちょっと画面上見にくいかもしれませんが、こういうふうにして赤い点線が出ているところが、そのFKの読んだとこ

ると、この中心を結んだ線になりますので、この場合は、高浜1というのがここに位置して、ここの平均的な場ということになると、大体こういう向きの波が評価できていれば、データとしてはいいんじゃないかという判断をしているわけですが、この場合ですと、若干左下から来ていますし、この下の周期ですと、かなり南のほうから来たような絵になってしまっていて、特にこの1番ですね。1番というのは、この前のページで言いますと、2秒前後のところのこちらのほうは、数字としては、この理論に見かけ上乘っているように見えるんですけども、やはりまだこれは十分ではないんじゃないかということでございます。これもそのデータですね。

一方、2番、より短周期側のほうは、全体的な傾向としては、左上から来るような方向のFKを読めていますので、こちらについては、非常に難しい中では、この部分についてはよろしいのではないかとというのが現状の判断でございます。

これはちょっと繰り返しになりますが、一方、今度は、こちらはレイリー波のほうですね。こちらはやはり全体的な傾向は非常に、ここを使っているんですけども、幅広い周期で、非常にこの辺がそろっていましたので、そういう意味ではレイリー波かラブ波かという話ですが、今現状ではこちらのほうがまだよろしいかなというのが、我々としての判断でございます。

引き続きまして、以上が今の地盤モデルのコメント回答でございまして、資料3-2のほうが地震動評価のほうのコメント回答でございます。

1ページが本日のコメントの回答内容ですけども、4点ございます。

一つ目は、不確かさの設定の根拠ですとか、重畳の考え方等について整理したものでございます。

それから二つ目は、今度は大飯の特有のお話として、アスペリティ位置の妥当性を確認するという観点から、前回までは加速度波形をお見せしていたわけですが、速度波形ですね。どこのほうから何が来て、どういうふうに重なっているかということを確認してございます。それからアイソクロンでどれぐらいの波動伝播特性が確認できているかということをしてございます。

それから3点目は、大飯につきましては、耐専スペクトルではなくて、いわゆる断層最短距離を使った距離減衰を使っているわけですが、そのうちの一つの片岡式というので、これは地盤の補正を前回行っていないわけですが、考えられる地盤補正を行った場合、どういうレベルになるかというのを示してございます。

それからあと、これも同じ大飯ですが、震源を特定せず策定する地震動として、鳥取県西部地震ですね。これは前回既に考慮するというふうに申し上げたと思いますので、基準地震動Ssとの比較をしたものでございます。

まず、一つ目のコメントで、不確かさの設定の根拠と、それから重ね合わせの考え方について整理したものでございます。

5ページですが、まず我々の基本ケースの設定の方法、考え方ですが、これは特に3連動ですね、F0-A～F0-B断層と熊川断層の3連動を考慮するということと、それから、断層の上端深さについては3kmですね。これは、先ほど申し上げたようなインバージョンのモデルから少し簡略化して上端3kmでしていますということで、ここに既に保守性を考慮して設定したものでございます。

それから、これを基本にして不確かさを考慮するわけですが、大きく6個の項目について考慮してございます。一つは短周期の地震動のレベル、それから二つ目は断層傾斜角、三つ目がすべり角、それから四つ目が破壊伝播速度、五つ目がアスペリティの配置、それで最後六つ目が破壊開始点ということで、このうち上四つにつきましては、認識論的な不確かさに分類されるだろうということで、事前の調査ですとか経験式に基づいて設定できると考えたものでございます。一方、⑤番、⑥番につきましては、偶発的な不確かさということで、事前の調査とか、あるいは経験式ではなかなか特定が難しいということで分類いたしております。

こういう分類に基づきまして、不確かさをどういうふうに重ね合わせるかというお話なんですけど、まず、その調査や、あるいは経験式で設定できると考えたものにつきましては、それぞれ独立させて、不確かさを考慮してございます。一方、その特定が困難なものと判断したものは、こちらの上の調査ですとか経験式に基づいて設定したものと重畳させて考慮するというふうにしてございます。

次のページですね。これを表にしたものが4ページでございまして、まず上から、短周期の地震動レベルは、これはレシピ平均ということで、これはまた後ほど御説明したいと思いますが、不確かさとしては、中越沖地震の知見を踏まえるということで、その1.5倍ということでございます。

それから、傾斜角ですね。これは基本的に左横ずれですので、基本のケースとしては90°。一方、調査等で縦ずれ成分も一部含まれるということで、あるいは、その周辺ですね、若狭湾はたくさん断層があるんですけども、その周辺の断層なども参照して、75°の

ケースを不確かさとしてございます。

それから、すべり角は横ずれということですので、 0° というのを基本としつつ、この上の段の縦ずれ成分があるということも考えて、 30° のケースを不確かさケースとして設定してございます。

それから、四つ目の破壊伝播速度、これは随分前に御説明したんですが、Geller, 1976の文献で、これは推本等のレシピでも、基本的にはこれを使うということになっているんですが、 0.72β を基本ケースとしつつ、最近の地震のインバージョン結果を分析された宮腰さんたちの知見を参考にして、その中のアスペリティの平均的な破壊伝播速度に、プラス 1σ された 0.87β を不確かさのケースとして考慮するというようにしてございます。

それから、アスペリティの配置ですが、これはF0-A～F0-B断層と熊川断層というのは、一応二つの断層から成り立っているというふうにして考えまして、それぞれの断層の近傍に配置するのを基本ケースとしてございます。一方、不確かさとして、後半のほうで置くのは、これ全体を一つのセグメントと考えまして、一番敷地に近いところに正方形と、それと若干長方形に横に延ばして、一つの塊にして置いたものを不確かさのケースとして考慮するというようにしてございます。

それから、一番下の破壊開始点、これは全ての断層に関して、アスペリティの下端等、断層面の下端に複数ずつ置くということで、大体5～9ケースをそれぞれの断層に考慮するというようにしてございます。

5ページに、今のをもう一度表にしたものになっておりまして、繰り返しになりますが、黄色で色をつけたものは独立して考慮したパラメータでして、一方、水色のものは、いわゆる重ねて、重畳して考慮するパラメータというふうにしてございます。

○関西電力（岩森） 6ページからでございますが、6ページ～11ページまでは岩森のほうから御説明をさせていただきます。

まず、発電所への地震動への影響が大きいF0-A～F0-B断層の傾斜角についてどうしているかというところでございますけども、まず基本ケースでございますけども、こちら、図面にF0-A～F0-B断層の断層のトレースを図示させていただいております。こういった雁行配列をする圧縮性ジョグの部分におきまして、プレッシャーリッジが見えております。ここは左横ずれの特徴を示すものであるということでもあります。あと、産総研「活断層データベース」においても、この断層は左横ずれの傾斜 90° とされております。ということから、地震動評価においては、鉛直の横ずれ断層 90° を基本とするということとしておりま

す。

不確かさのケースでございますけれども、断層のこの西側が少し隆起しておると。上下成分を有する横ずれ断層であるということで、この上下成分がどの程度のものかということ、こちらに鉛直変位量分布でお示ししてございます。幾つかこの折れ線グラフがございましてけれども、この赤色の折れ線、これがB層とC層の境界、いわゆる後期更新世のところの判断基準面でございますけれども、この部分における鉛直変位量が、大体平均的に8m程度であるということが、調査結果よりわかってございます。

こういった上下成分が認められることから、周辺の活断層の情報も参照して、傾斜角の不確かさとしては、逆断層までには至らない75°を考慮するとしてございます。

この周辺の活動の情報につきまして、7ページ以降で御説明させていただきます。

7ページは、若狭湾周辺の断層分布図でございますが、F0-A～F0-B以外にもこのように分布しておりますけれども、基本的に横ずれ断層が非常に多く分布しております。その間に、例えば白木－丹生断層とか、三方断層とか、こういったような逆断層が分布してございます。

白木－丹生断層についての調査結果については、9ページ以降で御説明をさせていただきます。8ページは、その分布図の一覧表でございますので、では、9ページのほうで御説明させていただきますが、白木－丹生断層は、このように長さ15kmの断層でございます。陸上で、この矢印で示している3箇所の部分でボーリングを行っておりまして、地下100m付近になってまいりますと、東傾斜の60°程度であるということが調査よりわかってございます。これが陸上の情報でございまして、次の10ページには海域の情報でございます。

海域の部分も、同じように左側に傾斜角、それから鉛直変位量を右側にお示ししてございますが、傾斜角は平均で60°の東傾斜。それからあと、後期更新世以降のC層上面の変位量は大体20mということになっております。ということで、もう一度6ページに戻っていただきますと、そういった若狭湾周辺の逆断層の情報ということで、※印をして、その※印については、この右下に書いてございます。白木－丹生は長さ15kmの傾斜角60°の逆断層で、後期更新世以降の鉛直変位量は20mということでございます。

この逆断層は、先ほど三方断層なんかもお話ししましたが、三方断層も推本では傾斜角60°というふうに評価されておりますので、この辺りの逆断層というものは大体60°であるというふうに考えております。

一方、この白木－丹生断層は長さが15kmの逆断層で、鉛直変位量が後期更新世以降は

20mでございますが、この20mに相当する部分がF0-A～F0-Bではどの程度かというのが、こちらの8m程度というものに相当してまいります。F0-A～F0-Bだけでいきますと、長さか35km、それからF0-A～F0-Bと熊川までいきますと64kmになります。35kmの、仮に逆断層だった場合は、これは鉛直変位量はどのぐらいかといいますと、大体46m。F0-A～F0-B、熊川の64kmですと、鉛直変位量は85mぐらいになるというふうに推定されます。これは断層の長さからの単位変位量の比例配分でそれぐらいになると推定されるんですが、実際のこの鉛直変位量は8mということで、かなり、もうほとんど直に近い、そういったような断層の特徴がこういった鉛直変位量として確認されるものというふうに考えております。

したがいまして、この不確かさのケースとしましては、この逆断層、若狭湾周辺の逆断層の60° までには至らない75° を考慮して設定するということとしております。

続いて、11ページのほうが、このすべり角の不確かさの話でございますけども、先ほどの白木一丹生と、それからF0-A～F0-B、それから熊川との3連動のケースを括弧書きで併記しております。この表の上の三つの項目は断層の諸元でございまして、先ほどちょっとお話ししました松田式の単位変位量というものが白木一丹生だと1.2m、F0-A～F0-Bの35kmですと2.8、それから熊川との3連動ですと5.1になるということでありまして。

後期更新世以降の鉛直変位量というものは、海上音波探査で20mと8mということが得られておりますので、全変位量というものを、この単位変位量の比例配分で求めていきますと、先ほど申し上げましたF0-A～F0-B、35kmですと46m。それからあと、3連動の場合ですと85mになります。すべり角を、この全変位量と鉛直変位量との関係から求めますと、F0-A～F0-Bの35kmの場合ですと10° ぐらい。それからあと、3連動の場合ですと5° ぐらいということで、非常に低角になるということでございますので、地震動評価におけるF0-A～F0-B、熊川断層、この3連動の場合でございまして、このすべり角は0° を基本としまして、不確かさとしては、「えいやあ」で保守的に30° を考慮するというように設定しております。

○関西電力（岡崎） それでは、二つ目のコメントの回答を、また説明者をかわらせていただきます。ここからは大飯を対象にしたお話でございまして、まず、いただいたコメントは、アスペリティ位置が妥当かどうかということで、加速度波形だけではなく、速度波形をお出しするというのと、それからアイソクロンを計算して、破壊伝播特性がどうなっているかというのを確認したものでございます。

検討した内容は、ここにありまして、F0-A～F0-B、それから熊川断層の基本ケース

を対象としまして、各断層から放出される地震波の速度波形を描きまして、主要なパルスが断層面のどの部分から放出されているかというのを確認しました。

ちょっとこれは前回の再掲になりますが、破壊開始点ごとの加速度波形を、NS、EW、UDということで記載してございます。加速度でも、こういうふうに、例えば破壊開始点1などでは、少しばらけた波がありますので、遠いところから来ているアスペリティの順番で恐らく波が伝播しているんだろなということが確認されていたわけですが、それを、15ページにありますように速度波形に直しました。そうすると、例えば破壊開始点1なども、より鮮明になったのかなというふうに思いますが、傾向としては、先ほどの加速度と似たような形になってございます。

それで、これだけではちょっとわかりませんので、16ページに、破壊開始点1というのは、F0-A～F0-B断層の断層下端から南に向いて破壊するケースですけれども、それで、各断層からどれぐらいの地震波がそれぞれ出ているかというのをばらしまして、時刻で描きますと、赤がF0-A～F0-B、それから青が、この熊川の西側というのはこの部分だけですね、屈曲点から海側だけ。それから、東というのはこの陸側だけと、こういうふうになります。ですので、大体時間上で見ますと、やはりちょっとずれた形で、どの成分も出ていますというのと、やはりここから出ている部分ですね、F0-A～F0-Bのここから出ている部分がほぼ全体の地震動のレベルを占めているということを確認しました。

それから、同じもので、もう少し形が変わるものを期待して、この破壊開始点3、これはF0-A～F0-B断層の大きいほうのアスペリティの左端の下端から、こう破壊していくパターンですけれども、これも同じように描きますと、やはり一番近傍に位置します、この部分の波が一番大勢を占めていて、あと時間的に少し重なってきますので、この辺は熊川との部分ですけれども、少しつながっていくように、時間的にはなっているようではあります。ただ、全体のレベルはやはりこの赤の部分が一番大きいということになります。

それから、さらに、破壊開始点9。今度、熊川の東の端から破壊したパターン。ですので、時間的には逆転していくわけですが、こういう形になります。時間的には、ここからここに乗り移っていく部分が少し重なり合うように見えますが、全体的な地震のレベル感でいいますと、これはもちろん大きいF0-A～F0-Bが、全体的なレベルは占めているわけですが、全体的にこれは破壊がサイトから遠ざかる側になりますので、最大値という意味では、このケースはほかのケースに比べると少し小さいというようなことを確認いたしました。

以上が時刻歴波形を一応分解したものでして、ここからがアイソクロンを一応先ほどのケースについて今回計算いたしました。

アイソクロンというのは、ここに記載しているとおりでございまして、観測点で地震波が到達する時間を断層面上に曲線として描いたものということになるんですけれども、式としてはこういう形になります。

これは結果になりますけれども、ここでは、破壊開始点1ですね、このパターンのアイソクロンですけれども、色合いで見ていただくと——それと、その断層面上に、いわゆるアスペリティというのを置いています、例えばこういうものはほぼ同時に来ているというようなことを表しています。それから、これに少し遅れて、これ、これというような形で、この場合ですと、これが先に来て、ちょっと遅れてこれとこれが来るというようなことを示した絵になります。ただ、この破壊が、ここからこうサイトに向かいますので、いわゆるアイソクロンは斜めに、楕円状に延びていますので、破壊伝播の効果も一応、この絵としては十分表現できているのではないかということを確認しました。

それから、次の例は、破壊開始点2ですね。これは、F0-A～F0-Bの、この小さいほうのアスペリティから来たものになります。そういう意味では、色合いとしては、ここは、F0-A～F0-Bは同じような色合いで来ていますから、ほぼ同じ時間に到達しているということが示されていますし、それから熊川側はやはり少し遅れていますということですね。それから、これはサイトまでの距離が短い関係上、先ほどの楕円的な意味合いでいうと、少し同心円状に近いような形になっているのかなというふうに確認しました。

それから、次、破壊開始点3ですね。この場合は、少し深いところからサイトに向かうケースということで、この楕円がこう延びていますというのと、この場合は全体的には少しばらけ感はあるのかなというの思います。

それと、今、ちょっと全然説明していませんが、これは時間だけのお話ですので、地震波がどこからたくさん出たかというお話とは完全に関係しませんので、レベル感やはりこういう、前回、私、口頭で申し上げたような、浅いところのアスペリティから出たものが1/Rの影響で一番支配していますということになります。

それから、破壊開始点4。こちらは、熊川とのちょうど境目辺りになるので、左、右に同時に伝わっていきますので、時間的には、このF0-A～F0-Bの、この大きいほうと熊川の西側なんていうのが、伝わってくるものが一緒の時間で来ていると。ただ、距離的にこちらのほうが勝ちますので、レベル的にはこちらのほうが勝っているということになります。

す。

それから、次が破壊開始点5。これはもう完全に断層の下端の両断層の真ん中から上に向かって来ますので、上に向かって破壊伝播が延びているような形になろうかと思います。

それから、今度は破壊開始点6ですね、こちらからです。熊川の西側というか、やや沖合のところから来ますので、熊川側はこちらを向いて行きますし、F0-A側はここに伝わった時間からこう伝わりますので、時間的には、この距離に応じて重なっているところがあるということになります。

それから、破壊開始点7ですね。今度、熊川のこの屈曲点のアスペリティの下端から来ていますから、この部分は左と右がほぼ同心円状になりますし、ここの部分は、F0-A側の部分は時間的に遅れてきますので、こことは少しずれた形でアイソクロンに描かれるということになります。

それから、破壊開始点8も同じ傾向になります。

それで、破壊開始点9、東側の断層の下端の場合は、完全な同心円状で来ますので、時間的には、この部分とこの熊川の部分は少しずれていくような格好になります。

以上が基本ケースのものでして、もう一つ別のケースということで、今度、アスペリティを一塊にして、ちょっとあと、本日、時間の関係上、これは横長のケースだけに絞らせていただいておりますが、お示ししたいと思います。

加速度波形は、これは前回お示したのですが、速度にすると、このような形になります。塊一つですので、波もそうばらけないというか、ということになります。

それで、同じように、破壊開始点1ですね、沖合の断層の下端から来た場合ですが、時間的にはF0-A～F0-B側に出るものが大体支配していますということと、それから、熊川のほうは、これは、ちょっとこの時点では実はセグメントとかいう概念になるんですが、青でハッチした、この右半分ぐらいがこちらに含まれていて、ここは全部背景領域ですので、ほとんど地震動としては非常に小さいというような格好になっています。

それから、これのアイソクロンですが、ここからこう来て、破壊伝播がこう延びつつ、我々のやつは、いわゆるマルチハイポセンターの考え方で計算していますので、ここから同心円状に破壊して、一番この断層に到達する時間というのはここですから、ここに到達したら、今度ここから同心円、それから、ここに到達したら、ここから同心円ということになりますので、こことこの部分は少しばらけたというか、形が変わります。そうしたほうが、より波が重なり合うだろうという配慮のもと、しました。

それから、破壊開始点2の場合は、アスペリティの下端ですけれども、こういう形で、こことここが、時間的には、先ほどのマルチハイポの考え方でいきますと、ここがここへ乗り移りますので、大体連続していますということですね。それから、背景領域はほとんどアスペリティと呼ぶものがないので、レベルは小さいということになります。これのアイソクロンも同じように、このようになりまして、ここですね、この熊川側の部分で一旦破壊開始がここで始まりますので、形がここで少しダブちがあるように見えるというのは、そういうことでございます。

それから、破壊開始点3。これは真ん中ですね。これは、ですから、ここを中心に同時にということになりますので、赤と青が同じような時間で地震波があつて、大体重なっていますということになります。

それから、そのアイソクロンがこのとおりですから、これはもう本当に同心円に近いのかなと思いますが、こういう形になっていますね。

それから、破壊開始点4。今度は、一応、便宜上熊川側と呼びますが、陸側から破壊した場合。時間的には、ですから、青の部分が先に来まして、赤に乗り移るというような格好になります。そのアイソクロンはこのような形になります。

それから、最後、破壊開始点5ですね。熊川断層のこの断層の下端から来たものでして、一番最初に非常に弱い地震波があつて、ここですね、この屈曲点からまた破壊が始まり、それから、このF0-Aのここから破壊が始まり、みたいな時間になってございます。ということで、アイソクロンを描きますと、今、私が口頭で申し上げたような形の広がりになっているということになります。

これが二つ目の検討内容でございます。

次、三つ目は、今度は大飯ですが、耐専スペクトル以外の距離減衰を幾つか前回お示ししているわけですが、そのうちの一つの片岡式というのは、本来岩盤上でそのまま使うのはあまり適切ではないということで、とはいいいながら、前回は地盤補正せずに図示したわけですが、これは何らか地盤補正してもいいということを考えたときに、どれぐらいのレベルで考えられるかというのを確認しました。

耐専式以外の距離減衰の位置づけというのは、ここに書いていますが、断層モデルの妥当性の検証というのが大きな目的ですが、その片岡式というのは、周期1秒付近で100カインを若干上回るようなケースになっていますが、もともとの式が V_s30 で720m/sで固定された式になっていまして、地盤補正の係数がもともと提案されていませんでしたので、前回

は、そのまま図示した上で、包絡しないというふうに御説明したわけですが、本来、インピーダンス比等で考慮することは可能だろうということで、ここでは4通りしてございまして、インピーダンス比は、そのままの比をとるものと、平方根、ルートですね、とる場合と、それから、これはもう全く別の式になりますが、Midorikawa et al. の加速度と速度の補正式が二つありましたので、こういうのも参考に記載してございます。なお、③番と④番のこの式というのは、一応、論文の中では、適用限界と呼ぶべきかどうかはあれですが、とにかく $V_s=1,500$ までの補正係数として提案されていますので、大飯発電所の解放基盤というのは $2,200\text{m/s}$ ありますが、一応計算上は $1,500$ で入れて、ここでこのような数字を出してございます。

これによれば、 $0.3\sim0.7$ ぐらいということになりまして、もとの片岡式のスペクトルは、この一番上になるわけですが、これを先ほどの補正係数で掛けていきますと、この四つのような式になりますということを確認しまして、 S_s-1 よりは小さくなりますということになります。

それから、四つ目は、今度鳥取県西部地震でございまして、前回、もう既に方針として御説明しましたが、大飯発電所も基本的には賀祥ダムの観測記録をそのまま S_s として追加するということでしてございまして、この図は S_s-1 と比較したものですから、高浜と同じですが、この短周期の上下動が少し大きいと。

それから、前回まで御説明した断層モデル波とも同じように重ねますと、このようになります。傾向としては、水平はほぼ断層モデルが包絡しますが、上下動のここの部分だけが観測記録が少しだけ大きいということでございます。

その加速度波形がこのとおりになります。

あとは、この48ページ以降は、前回御説明した内容で、基本的には再掲ですので、御説明いたしません、一部、誤記等を修正してございます。

例えば、64ページ等に、この上に書かせていただいておりますが、加筆修正したもののいうふうに、修正したものは、してございます。このページは、 V_r が 0.87β というのを表中に記載すべきという御指摘でしたので、それを記載してございます。

それで、そのときに、短周期レベルも別の表をということでコメントいただいたんですが、実は我々のほうは、短周期レベル自体は、基本ケースも1.5倍も、数字としては同じなものですから、これは一つの表ということで、ここの上の括弧のところだけしてございます。これについては、ちょっと補足で説明させていただきたいと思います。

すみません、ちょっとまたPDFで申し訳ないので。まず、中越沖地震の1.5倍の話ですが、これは当時、電力共通研究で、新潟県中越沖地震の知見をいろいろ整理したものを地震学会に投稿した内容なんですけれども、いわゆる短周期レベルが1.5倍というのはどういう意味かというのは、ちょっとこのPDFはあまりきれいじゃないので申し訳ございませんが、何を言っているかというのと、この当時、幾つか、特にフォワードのモデリングで提案されていたのが、例えば入倉先生のか釜江先生のモデルがあって、そのSMGAの応力降下量と、その面積の掛け算で短周期レベルというのを求めています。それがこの、ちょっと見にくいんですが、赤の二つのモデルでして、これはモデル間によって少しだけ変わりますというお話と、それと、これがよく推本のレシピなんかで使われる壇さんの経験式ですね。これに対して1.5倍大きいというお話があるんです。これがなぜ大きいかというのは、もちろん応力降下量が少し、このお二人の先生のモデルは大きいというのが事実あったんですが、一方で、アスペリティの面積は、実はこのSomervilleさんたちの指標でいうところの、この真ん中の線とほとんど変わらないということなので、先ほど申し上げたように、応力降下量とSMGAの面積の掛け算になりますので、こっちが結構大きいというお話があるんです。

ですので、今のレシピの枠組みでしてしまうと、この短周期レベルのAを例えば1.5倍かにしてしまうと、このアスペリティの面積が小さくなってしまうので、この特徴が十分説明できないというのがありました。

それで、これは、次の資料は、当時、原子力安全委員会さんで、いわゆる波形合成の1.5倍をするのが2通りあるというお話があって、A法、B法とかいうお話が当時あって、我々は統計的グリーン関数を使っていますのでB法というふうになるんですが、短周期レベルを1.5倍するとか、あるいは応力降下量を1.5倍するというふうにすると、地震動が1.5倍にならないという問題があったものですから、それで、先ほどの中越沖の特徴をできるだけ残した上で、なおかつ地震動も1.5倍にしたいということで、どういうことをしたかというのだけちょっと御説明をしますと、これは入倉先生たちの、これはすべり方向の重ね合わせですが、ちょっとこれは見にくいですけど、ここにデルタ関数があって、この場合はボックスカーの形ですし、あるいはこちらは指数関数ということになるんですが、平たく言うと、このデルタ関数を1.5倍にして、この上げた分をここから少し差っ引けば、トータルのモーメントは変えずに、ここが、デルタ関数が1.5倍になりますので、応力降下量も1.5倍したのと等しくなるということで、地震動のレベルが最終的に1.5倍になると

いうことを確認してございます。

ちょっと今日は資料は御用意できておりませんが、実際そのとおり1.5倍になっているというのは、基本ケースに対して短周期が1.5倍になっているというのは、保安院さんの時代のCサブワーキングですとか合同ワーキング等で説明させていただいて、確かに1.5倍になっていますというようなことを御説明いたしました。

ということで、パラメータ表上は、ちょっと用語としては非常にあれですが、この短周期レベルを1.5倍したりとかいうように計算を我々はしているわけではないということで、表は一つになりますということでございます。すみません、ちょっと説明があれで。

説明は以上です。

○島崎委員 最後の点は、何か書き物にした御説明を後でつけていただければと思います。ゆっくり読ませていただきます。

地下構造については、私がコメントをしましたので、ちょっと最初にコメントをさせていただきますけれども、位相速度をFKスペクトルで無理やり出していただいて、確かにこのぐらいしかないのかもしれないと思って見ていますけれども、それから、最後のところに、レイリー波のFKスペクトルが出ているんですけれども、ここで気がついたんですけれども、何かこの k_x 、 k_y の単位が違っていて、これは 2π 倍してないんじゃないかと思うんですが。

まあ、どうでもいいんですけど、ちょっと違うのは——そうですね。

○関西電力（岡崎） 確認して、修正します。

○島崎委員 それはそうとして、それで、ラブ波のほうが多分浅いところの構造がききますので、多分こういうことがあるのかなと思って拝見しています。

それで、ピンポイント的にやっていただいて、途中から方向が、南のほうから来たり、あるいは北のほうから来たり、揺れているというのは、やはり不均質の影響がもろに入っているんだと思うので、やっぱりラブ波の場合は、2.2秒ぐらいの何とか、2.18何とかと書いていますけど、この辺ぐらいは、西からちょっと南の方向から来ていますけど、このぐらいはいいかもしれないけど、その後は完全に南を向いていますので、これはおかしいと思います。御指摘のとおりだと思います。

それで、ほかでは合っていないということなので、これは、審査会合で無駄な時間を使いたくないので、資料だけで結構だと思いますので、ヒアリングのときに出していただきたいんですけども、ラブ波についても、ちょうど15ページのこの図がなかなか見やすい図なので、これと同じように図をつくっていただければと思います。2.22秒、2.86秒、2.50秒、

3.34秒となっていますので、できれば同じところで、かなりばらついているところを教えてくださいというのが一つと、それから、今、TKH-01が参照点になっていますけれども、そこを参照点にすると、どうしても海を渡る波になりますので、やっぱり不均質はどうしても大きいだろうと想像します。ですから、TKH-01よりもちょっと下げて、TKH-02にするともう少しよくなるかなと。あまり変わらないのかもしれませんが。その例を見せてください。同じフォーマットで、同じようにラブ波のTKH-02を参照点にした場合ですね。

それで、15ページはレイリー波のTKH-01参照点の絵が出ていますので、比較のために、これでTKH-02にするとどのくらい変わるのか、レイリー波についても見せていただくといっています。

すみません、これを資料の形で、ヒアリングのときで結構ですので、ぜひお願いします。構造についての私からのコメントは以上です。

すみません、お先に。どうぞ。

○反町審査官 資料3-2のほうになりますけれども、地震動評価のほうですが、安全審査官の反町です。

今回、アイソクロンをお示しいただきまして、ありがとうございました。

それで、追加でお願いなんですけれども、今回、基本ケースとアスペリティの塊横長ケースをお示しいただいたんですが、各ほかのケースについて、その中でそれぞれの最大のもので結構ですので、追加で今後御提示いただけたらと思います。

私からの要望になります。よろしくお願いします。

○関西電力（岡崎） 承知しました。それぞれで、特に大きいということになるかと思いますが、それで計算したいと思います。

○関西電力（大石） ちょっと確認だけ。不確かさのケースのそれぞれの最大になる破壊開始点のところ、したがって、ケースとしては、5ページのところの、本日は基本ケースと、それからアスペリティの一番下だけを本日お示ししたんですけども、その残りの1、2、3、4、5ケースについて、一番最大となるやつだけを示すと、こういうことでよろしいでしょうか。

○反町審査官 そのとおりです。

○島崎委員 これは幾何学的な問題だけですので、全てのケースについて示さなくても、同じになってしまうところがありますので、岡崎さんはよくわかっていると思いますので、違うところだけ。

○関西電力（岡崎） 変わるのだけきちんとしてと思います。少なくともこれは変わらないので。

○島崎委員 ほかにコメント、御質問ありますか。

どうぞ、中川さん。

○中川審査官 地震・津波担当の中川でございます。

今日の説明の内容としては、私からは特にコメントを申し上げるようなことは、特に疑問点等は生じておりませんでした。これまでの審査を振り返ってみて、回答を聞き逃したなというのが1点、私個人としてありましたので、御紹介ともども、ちょっとお願いをしたいなと思っています。

具体的には、12月の半ばぐらいの審査会合の――具体的に12月18日、25日だったと思うんですけども――大飯の地震動評価においては、震源断層と、ごく近距離での評価地点での地震動評価をする際には、近地項をちゃんと統計的グリーン関数法で計算する際には、その近地項の観点を含めて地震動評価をしてみてほしいというような議論があったと記憶しております。ここに関しては、その当時、島崎委員からも、応答スペクトルのほかにも変位が大飯サイトでどれくらい出るのかというのは、それほど大きくは出ないんだろうということであったんですが、ちゃんと計算結果として拝見したいというようなコメントも出ております。

12月のコメント回答として頂戴した際には、応答スペクトルの大小比較としては御紹介いただきまして、近地項、中間項を考慮しても、考慮しなくても、大勢に影響はないといった回答をいただきまして、それについては、その際には、そこで議論としては終わったと思っているんですけども、残りの変位に関しては、その後ヒアリングなどで、応答スペクトルと同様に、それほど大きな差はないだろうというような、たしか定性的な御説明があったかと思うんですが、そこは同じように、ぜひ計算結果という形で見せていただきたいなと思っているんですけども、ちょっとお願いできますでしょうか。

以上です。

○関西電力（岡崎） 加速度波形から速度波形、速度波形から変位波形ということになりますので、それは御用意したいと思います。

それと、今の近地項、中間項ですが、ちょっと私の最初の説明が不十分だったんですが、もちろん統計的グリーン関数は遠地項だけだったんですね。一方、理論のほうはきちんとそこに中間項、近地項が入っていたので、変位としては問題ありませんという話で、ちょ

っと日にちを忘れてしまったんですが、統計的グリーン関数にも近地項、中間項というの
も入れた解析もたしかさせていただいて、理論とのハイブリッドをしている中では、基本
的にそちらで決まっていたので、全体的な影響はありませんでしたというのを御説明させ
ていただいたかと思います。

以上です。

○島崎委員 よろしくお願ひします。僕も頼んだ……。

○関西電力（原口） すみません、ちょっと補足でよろしいでしょうか。

○島崎委員 はい。

○関西電力（原口） 基礎地盤の変位に関してなんですけれども、まだ審査会合では御報
告してございませんが、今後の審査の中で、F0-A～F0-Bが、3連動が動いたときの基礎地
盤の変形についても御説明をするという予定にしております。今ちょっと概略でござい
ますけれども、津波の計算等で当たっているところでいきますと、やはり発電所は90cmぐ
らい隆起するような方向。傾斜についても、今、きちんとした数字は覚えていませんけれ
ども、約5,000分の1とか、その程度ぐらいの傾斜量におさまるだろうというようなことで、
詳細については今後の審査の中で御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○島崎委員 ありがとうございます。加速度、速度、変位と見てみたいということで、す
みません、資料をよろしくお願ひします。

ほかにございますか。

大浅田さん、どうぞ。

○大浅田調整官 調整官の大浅田です。

今の質問に関係するんですけど、大飯については、前回の繰り返しになりますけど、サ
イトと断層の距離が近いということで、我々はやはり慎重に考えないといけないなという
ことで、今回の速度波形もそうですし、アイソクロンもそうですし、また、今日追加でお
願ひした変位についても、やはりちょっと見て、慎重に判断したいなと思っております。

今回、速度波形とかを見ると、基本ケースと、今回アスペリティを一塊にした横長ケー
スを持ってきていただいたんですけど、一番サイトに近いところのF0-AとF0-B側の縦2列
分がかなりきいているということで、これが、破壊開始点が東から来るのか、西から来る
のかによって、そこがフォワード側に回るのか、バックワード側に回るのかによって、か
なり大きな影響があるなというのが非常にわかったので、そこは非常に参考になりました。

どうもありがとうございます。

それと、今回あわせてそのコメントの1番のところで、不確かさケースの設定の考え方について御説明いただいたんですけど、これも繰り返しになるんですけど、高浜は仮によしとしても、大飯というのはやはりサイトと3連動の活断層が近いということで、基本ケースも含めて、不確かさケースの設定の考え方として、本当にこれでいいのかなと。結果的に大飯と高浜は同じケースを振られているんですけど、安全性の観点から、さらに余裕を見るという考え方というのではないのかなというところは、少し御検討いただきたいなと思うんですよ。

さらに言うと、今回、コメントの4番で鳥取県西部地震の賀祥ダムの観測記録データを追加した場合ということで絵を追加されていますけど、水平方向については従来のSs-1を上回っていないけど、上下方向については、ある周期のところでは上回ったりしているので、大飯発電所の基準地震動の設定の考え方として、もう少し関電さんの考え方とか、不確かさケースの設定の考え方ということをちょっと確認していきたいなと思っております。

例えばの話ですけど、今回、4ページで、破壊伝播速度 V_r として、これは不確かさケースの重畳の考え方としては独立なものとして振らないというふうなことになりますけど、そもそも破壊伝播速度というのは、当然ながら、調査によって決めるものではないし、経験式で決められているとはいっても、値自体は1976年と、30年以上前のようなデータということもありますので、特に長い活断層ということ考えた場合に、その破壊伝播速度というのはかなり有効的にきいてくるかなと思うので、これが本当に独立したものかどうかを言い切れるのかなというところもあって、本当に組み合わせる必要がないのかとか、これはあくまで例ですけど、そういったことを踏まえて、高浜はともかくとして、大飯の基準地震動の設定として、今回これで十分かと言われると、ちょっとなかなかそこは首肯できないなというふうに考えていますので、そこはもう一度、すみません、考え方とかをぜひとも御検討をいただきたいなと思っております。

○関西電力（岡崎） まず、破壊伝播速度の件は、これも今ちょっと資料が手元に入っておりませんが、まず文献が古いということで、新しい文献を調べまして、それによれば、Gellerと同じだったというのがまず基本なんですね。なので、私どもの見解としては、このGellerさんのやつはもちろん古い文献なんですけど、最初のインバージョンの結果でも、基本的には 0.72β ぐらいがいいというのが考え方ですので、十分、経験式としてですけども、用いるのは問題ないんじゃないかというのが考えです。

その上で、特に今おっしゃられたような60kmぐらいの断層だということで、特に長周期へのきき方が決定的にありますので、このケースをやりましたということになっております。

○関西電力（大石） 1点確認をさせていただきますと、ガイドラインの中に、震源が敷地に極めて近い場合についてというふうな項目が1項目あって、いわゆる高浜については非常に離れているのでF0-A～F0-B、熊川との3連動から高浜というのが14～15km、水平距離で離れていますので、これは対象外であろうと。大飯については、我々は、適用されるのかどうかちょっとわからないところがあったものですが、この辺の趣旨を踏まえて、より安全側を見て判断すべきであると、こう理解してよろしいのでしょうか。

例えば、高浜については、本日お出しした、例えば3ページの上から四つ目については、基本的には、我々、認識論的なもので、これはある程度ばらつきについても、不確かさについても特定できるし、それから、独立したものであるというのは一般的に言えるのではないかなと。⑤と⑥だけが偶発的なので、これは重ね合わせる必要があると、こういうことを説明させていただいたんですけども、そういう意味では、一般的な距離感のあるもの、高浜なんかについては、この発想でいいんじゃないかというふうに理解させていただいて、非常に近い距離にあるものについては、その辺からさらにもう一步踏み込んで、もう少し不確かさの重ね合わせも考える必要があるのではないかと、こういう趣旨でよろしいでしょうか。

○大浅田調整官 趣旨としてはそういうことでございまして、若干繰り返しになりますけど、大飯というのは、やっぱりサイトと断層の距離が近いと。たしか震央距離で3kmだったと思うんですけど、等価震源距離で11とか12だったと思うんですけど、我々としても、慎重の上に慎重を期したいし、事業者さんとしても安全性の確保という観点からどう考えるのかということについて、きちんと私どももお聞きしたいと思っていまして、あくまでこれは例えばということで私ども申し上げましたけど、破壊伝播速度みたいなことについて、本当に独立したものとして扱っていいのかということも含めて、ちょっと御検討いただきたいという趣旨でございます。

別に結果論から申し上げるわけじゃないんですけど、高浜についてはやっぱり最終的には、結局Ss-1がかなり包絡的、全てについて包絡しているので、ある意味で少しぐらい変わったとしても、そこは影響ないでしょうけど、やはり大飯というのを見た場合に、今回の賀祥ダムの記録もあったように、少し変わると少し出たりとかということもありますの

で、結果論じゃないんですけど、PDCAという観点から見た場合に、結果を見て、もう一回基準地震動の設定としていいのかどうかということを考えるというのが一つやり方としてあると思っておりますので、そこも少し御検討をいただければなと思います。

○関西電力（岡崎） これに絞ったお話じゃないんですけど、まず、賀祥ダムはごく短周期のお話なので、これは恐らくそういう支配的な要因ではなくて、例えば短周期レベルとか、そういうお話だと思うんですが、中越沖地震よりは鳥取県西部というのは短周期レベルは小さかったと思います。

その辺が、記録の大小に直接結びついてないというのも事実あると思います。それは先ほどの図のような、0.05秒みたいな、非常にごく短周期だと思いますので、そこはもう少し何らか別の形で考慮できるかということを、少し検討をさせていただければと思います。

○小林管理官 今の大浅田のコメントの補足をさせていただきます。

破壊伝播速度なんですけど、この資料の55ページにも、前回の再掲の破壊伝播速度についての記述があるんですよ。レシピの件について、「以下のとおり記載されている」ということで、Gellerの値が出ているんですけど、御承知だと思いますけど、21年12月21日のレシピには、さらに、近年の研究においてはGellerによる係数0.72よりも大きめの値が得られていると。例えば片岡の数字ですね、こういったものも用いられているので、必ずしもVsについては、定性的といいますか、決まった値はまだ得られていないということもあるので、例えばこういうVrを少し振ってみて、組み合わせてみて、やるのも一つの方法ではないかということだと思います。

これはちょっと補足でございます。

○関西電力（大石） 承知しました。大飯についてということで、もう少し、御指摘を踏まえて検討をさせていただきたいというふうに思います。

○島崎委員 ほかに何かございますか。

呉さん、どうぞ。

○呉技術研究調査官 規制庁の呉です。よろしくお願いします。

さっきの近傍に、多分関電だけではなくて、これから多分審査において同じ問題になるんですけども、このサイトのほうで、ある断層に対して、ごく近傍とかと書いているかどうかを、確かに具体的な数字は書いていないですね。しかし、目安として、例えば評価サイトから、断層の、例えば地下の断層、地表の投影線が、距離と、地震発生層の上段の深さはほぼ同じレベルになっているときに、こういうときに例えば放射特性と考えると、ほ

ば影響が強いから、そうすると、今回の場合は3km、3kmぐらいでちょうど該当すると、個人的にいいけど、これから、ほかのサイトも同じぐらいで、多分、地震発生層の上段の深さは目安として同じレベルだったら、ごく近傍の地震動のほうで、より安全側で検討をしたほうがいいと思います。

もう一つ、手法として、ごく近傍のサイトの検討の方法が、例えば地震本部のほうで、実際は2002年の検討会にありました、鳥取県西部地震のときが——今まで断層モデルのほうで基本的にモデルが仮定して破壊しています。ごく近傍の場合はそうではなくて、例えばアスペリティのほうで、アスペリティごとに破壊伝播速度も変動して、あと、変動パターンも、破壊パターンも変わって、いろいろなケースを試して、一番厳しいケースを評価します。多分、この同じ考え方で、大飯のほうを検討をしたほうがいいと思います。

以上です。

○関西電力（岡崎）　ですから、賀祥ダムと震源断層なりと、この大飯のということです。同じ横ずれということで、ちょっと何か比較できるかなというのを少ししてみたいと思います。

○島崎委員　ほかには何かございますか。

その近いという話なんですけど、どうやって近いというのを見るかというのは、今、呉さんから一つの案がありましたけれども、もう一つは、波長で、何波長ぐらいかということもあるんですよ。例えば、どこら辺のレベルを見るかにもよりますけれども、5Hzぐらいだとすると0.2秒ぐらいで、位相速度は多分2kmだとか、そのぐらいですから、そうすると波長が400だとか、そんなものですよ。そうすると、10波長ぐらいのところに入ってきますので、必ずしもサドンで行かないぐらいのところに近づいてきますので、やはりいろんなことを考えていただかないと、ということですので、よろしくその点は御検討をお願いしたいと思っています。

それから、破壊の伝播が、そういう伝播の仕方もあるのかもしれないけれども、仮定の仕方によっては効果が逆になっているのではないかと思うんですが、3-2の資料の36ページのアイソクロンを拝見すると、右の下にありますけれども、これはちょっと真ん中の線がないんだけど、大飯の原発の多分真下に破壊の開始点があるケースだと思うんですね。ですから、普通の——普通のというか、ここで仮定している破壊伝播じゃない、同心円の破壊伝播をすれば、そこを中心にして左右対称の形になりますので、そうすると、同じ時間に到達する面積は、わずかですけれども、増えるんですから、必ずしも今言っているよ

うな破壊の伝播の仕方が保守的ではないと思いますので、その点も場合によりけりだということで、チェックをお願いしたいということでございます。

○関西電力（岡崎） 通常の同心円というような、という場合ですね。

○島崎委員 細かいことですけど、ちょっと気になったので。

それから、21ページにありますけれども、これも細かいことで大した影響はないと思うんですけど、こういう絵を見せていただくと非常によくわかるんですが、この破壊の開始点、今ここですけれども、これをここに移したほうが、多分効果的に波が出ることがわかります。アスペリティの端っこという意味では同じだと思いますので、そういう意味で、こういう解析というか、絵を見せていただくと、ひょっとしたらもうちょっと違うんじゃないかなということが見えますので、一つの御参考までにお考えいただければと思います。

○関西電力（岡崎） 承知しました。ちなみに、この場合は、やっぱり同心——ま、両方、あれですか。

○島崎委員 この場合は、両方一遍に破壊するので、同心円になりますよね。同心円というか、もちろん伝播の距離の効果に——はい。

それから、伝播のことは、この間小林から質問があったのかもしれませんが、それで解決しているのかもしれませんがけれども、最初は、何か直線で結ぶんですよね。それは何に使うんですか。それはもう時間をそこで計算しちゃうんですか。

○関西電力（岡崎） ええ。ですから、幾何減衰をとるために、例を追いかけるのではなくて、この地表までの直線のRをとって、そこで合成をして、それを……。

○島崎委員 わかりました。ですから、時間はそこで決まっちゃうわけですね。わかりました。

確認だけです。それは、御説明の図がいかにも曲がっているように、19ページですけれども、描いてあったので質問をしたというだけでございます。実際の計算は直線でやっている。了解しました。

ほかに何かございますか。

特に、高浜について何かコメントがありましたら。

高浜についてはあまり大きなコメントがないようなんですけれども、そういうことでよろしいでしょうかね。問題は大阪であるというのが我々の認識であります。

じゃあ、基準地震動については、高浜についてはほぼ山を越えたと思っておりますので、

よろしく御検討のほどをお願いします。

ほかにコメントがないようでしたら、今日は以上とさせていただいて、本日の議事を終了します。

最後に、事務局から事務連絡をお願いします。

○小林管理官 次回会合でございますけど、5月23日金曜日の開催を予定してございます。詳細は追って連絡させていただきます。

事務局は以上です。

○島崎委員 以上をもちまして、第113回審査会合を閉会します。どうもありがとうございました。