

標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う

設置変更許可申請等の要否に係る会合

第4回

令和3年7月9日（金）

原子力規制委員会

標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請等の要否に係る会合

第4回 議事録

1. 日時

令和3年7月9日（金） 10：30～12：08

2. 場所

原子力規制委員会 13F会議室A

3. 出席者

担当委員

石渡 明 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

市村 知也 原子力規制部長

大浅田 薫 安全規制管理官（地震・津波審査担当）

内藤 浩行 安全規制調整官

佐口 浩一郎 主任安全審査官

谷 尚幸 主任安全審査官

田島 礼子 技術研究調査官

東京電力ホールディングス株式会社

山本 正之 原子力設備管理部長

引間 和人 原子力設備管理部 スペシャリスト

小林 和禎 原子力設備管理部 建築総括担当部長

武田 智吉 原子力設備管理部 土木総括担当部長

杉本 良介 原子力設備管理部 原子力耐震技術センター地震グループ マネージャー

藤岡 將利 原子力設備管理部 原子力耐震技術センター土木調査グループ

江谷 透 原子力設備管理部 設備計画グループ 課長

4. 議題

(1) 東京電力ホールディングス（株）柏崎刈羽原子力発電所の標準応答スペクトルの

取り入れに伴う基準地震動への影響について

(2) その他

5. 配付資料

資料1-1 柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動の変更が不要であることの説明について

資料1-2 標準応答スペクトルに基づく評価に用いる地下構造モデルの設定について

資料1-3 柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動の変更が不要であることを説明する文書の提出について

6. 議事録

○石渡委員 定刻になりましたので、ただいまから標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請等の可否に係る会合、第4回会合を開催します。

それでは、本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。

○大浅田管理官 本会合につきましても、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策のためテレビ会議システムを用いて会合を行います。また、東京都の不要不急の外出自粛要請を踏まえ、一般傍聴の受付は行っておりませんので、動画配信のほうを御利用ください。

それでは、本会合ですが、本会合は標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴い、基準地震動の変更の可否について審議するための会合です。本日は、東京電力ホールディングス株式会社柏崎刈羽原子力発電所について審議を行います。

資料は3点でございます。

事務局からは以上でございます。

○石渡委員 よろしければ、このように進めたいと思います。

それでは、議事に入ります。

東京電力から、柏崎刈羽原子力発電所について、説明をお願いします。御発言、御説明の際は挙手をしていただいて、お名前をおっしゃってから御発言、御説明ください。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力ホールディングス、杉本でございます。

では、まず資料のほうですけれども、資料は三つございます。

まず、資料1-1といたしまして、柏崎刈羽原子力発電所における基準地震動の変更が不

要であることの説明についてとしまして、評価の全体について御説明をさせていただきます。今回の標準応答スペクトルについての評価結果と既許可の基準地震動の変更は不要と考える旨について御説明をさせていただきますと思います。

次に、資料1-2のほうで、標準応答スペクトルに基づく評価に用いる地下構造モデルの設定についてとしまして、今回の評価には、地下構造モデルを、最新のデータを活用して、改めて構築して用いておりますので、こちらの設定の詳細と妥当性の確認について御説明をさせていただきますと思います。

また、資料1-3としまして、5月18日に原子力規制委員会殿に提出させていただきました報告書を御用意しておりますが、こちらは特に御説明は予定しておりませんので、適宜御参照をいただければと思います。

それでは、まず、資料1-1のほうから御説明をさせていただきます。

1ページ目をお願いいたします。1ページ目になりますけれども、こちらは概要でございます。本日の御説明は、標準応答スペクトルに基づく評価を行いました結果、2017年12月に許可をいただきました基準地震動の変更が不要であることを御説明するものでございます。

次、2ページをお願いいたします。すみません、これ、資料がちょっと間違っておりますので、大変失礼いたしました。

資料1-1の2ページのほうをお願いいたします。2ページには、既許可の基準地震動の概要をお示ししてございます。柏崎刈羽の基準地震動は、敷地における地震波の伝播特性を踏まえまして、1号炉～4号炉が位置する荒浜側と、5号炉～7号炉が位置する大湊側のそれぞれで基準地震動を策定してございます。

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のほうでは、Ss-1～Ss-7までを策定してございまして、それぞれ敷地で得られた地震観測記録に基づく評価を行ってございます。具体的には、応答スペクトルに基づく地震動評価のほうでは、観測記録に基づく補正係数を考慮しまして評価を行ってございます。また、断層モデルを用いた手法による地震動評価のほうでは、経験的グリーン関数法による評価を行ってございます。経験的グリーン関数法ですので、こちらの評価では地下構造モデルは用いてございません。敷地で得られた観測記録を要素地震として用いまして、地震動評価を行ってございます。

それから、震源を特定せず策定する地震動のほうにつきましては、大湊側のみSs-8として策定してございます。これは、2004年、北海道留萌支庁南部地震、以降、御説明では留

留萌地震と呼ばせていただきますけれども、こちらについて、K-NET港町観測点の基盤と敷地の解放基盤の地盤物性の違いのほうを、1次元地下構造モデルを用いた重複反射理論に基づく評価により考慮して策定をしてございます。この際に、荒浜側につきましては、この留萌地震に対して、震源を特定して策定する地震動のほうが上回るということで、こちらで代表させるということとしております。

一方、大湊側につきましては、留萌地震が一部の周期帯で震源を特定して策定する地震動のほうが上回っていることを確認しておりますので、これをSs-8として策定しているということでございます。

下の表には、それぞれの評価ケースと最大加速度値をお示ししてございます。最大加速度値は、荒浜側で 2300cm/s^2 、大湊側では 1209cm/s^2 と、震源を特定して策定する地震動のほうで大きな基準地震動を策定しているということでございます。

続いて、3ページをお願いいたします。ここでは、今回の評価の方針を御説明させていただきますが、先ほど申し上げました既許可の震源を特定せず策定する地震動である留萌地震の評価と全く同じ考え方、方針で評価を行うということございまして、敷地の解放基盤の地盤物性との相違による影響を考慮するために、1次元地下構造モデルを用いた重複反射理論による評価を行って、解放基盤表面における応答スペクトルを設定するというものでございます。

その際の留意すべき事項として2点ほど考えてございまして、1点目は、標準応答スペクトルは V_s が $2,200\text{m/s}$ 以上の地震基盤相当で策定されてございますので、留萌地震の基盤よりもさらに硬い地盤からの検討が必要であるという点、これが1点目。それから、2点目につきましては、標準応答スペクトルは、多数の観測記録に基づき策定をされてございますので、観測記録の再現性を重視して妥当性が確認できた1次元地下構造モデルを評価に用いる必要があるだろうという点でございます。

これにつきまして、柏崎刈羽の敷地におきましては、荒浜側と大湊側のそれぞれで、下の絵にございますとおり、大深度の地下 1000m を超えるような深さでの地震観測を開始してございまして、大深度のPS検層のデータですとか、大深度の地震観測記録の蓄積というものが、許可をいただいた以降も進んでございます。こういった状況ですので、これらの最新のデータを活用いたしまして、従来よりも深部まで信頼性を高めた地下構造モデルを構築可能であるというふうに考えるものですから、今回の評価では、1次元地下構造モデルを改めて構築して用いるものでございます。

次、4ページ目をお願いいたします。こちらが、今回の評価に用いました1次元地下構造モデルをお示ししております。このモデルは、既許可の検討の中でも適用実績のございます梅田・小林(2010)の手法に基づきまして、観測記録をターゲットとした逆解析によりまして、荒浜側と大湊側のそれぞれで地下構造モデルを評価したものになります。先ほど申し上げました大深度ボーリングのPS検層結果ですとか、大深度の地震観測記録を用いて妥当性を検証しているというものでございます。こちらのモデルの詳細につきましては、改めて資料1-2のほうで御説明をさせていただきたいと思っております。

それで、評価のほうにつきましては、敷地の解放基盤表面における応答スペクトルを評価するということとなりますので、 $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上の地震基盤相当に基づきまして、こちらのモデルの2,200を上回る、 $V_s=2,350\text{m/s}$ の層の上面に、標準応答スペクトルに適合した時刻歴波形を入力することで評価を行ってございます。

次に、5ページをお願いいたします。5ページには、標準応答スペクトルと、それに適合した時刻歴波形の作成についてお示しをしております。手法といたしましては、ここでは、地下構造モデルを用いた重複反射理論に基づく評価を行う過程において、必要に応じて、地震基盤相当面での標準応答スペクトルに適合した時刻歴波形を作成するというものでございますので、従来の既許可の審査で通常用いてまいりました振幅包絡線の経時的変化に基づく一様乱数の位相を有する正弦波の重ね合わせによりまして、時刻歴波形を作成しているものでございます。策定した時刻歴波形と適合状況については、図にお示しするとおりでございます。

6ページ目をお願いいたします。6ページが、先ほどお示しした時刻歴波形を、地下構造モデルの $V_s=2,350\text{m/s}$ の層の上面に入力をいたしまして、敷地の解放基盤での応答スペクトルを評価した結果でございます。荒浜側、大湊側の水平方向、鉛直方向について、それぞれの結果をお示ししているものでございます。

次、7ページをお願いいたします。7ページには、標準応答スペクトルの評価結果と既許可の S_s を比較してお示しをしております。こちらを御覧いただきますと、グレーで書いております既許可の $S_s-1\sim S_s-7$ 、または $S_s-1\sim S_s-8$ に対して、今回の赤の評価結果が一番大きくなるような、赤の評価結果が上回るような周期帯がないということを確認してございます。また、既許可での留萌地震を踏まえた S_s-8 を黒の線でお示ししておりますが、これと今回の赤の評価結果を比較いたしますと、解放基盤の地震動レベルとしては大きな差がないということも併せて確認できてございます。

今回の標準応答スペクトルに基づいて評価した結果が、最終的には、その留萌地震と大きな差がないということですので、既許可の震源を特定せず策定する地震動からの連続性という観点から、今回の評価結果の地震動のレベルの妥当性を示す一つの根拠にはなるかというように考えてございます。また、既許可の個別のSsのスペクトルの比較につきまして、疑似速度応答スペクトルと加速度応答スペクトルの両方につきまして、8ページ以降でお示しをしております。

8ページ目が、荒浜側の疑似速度、9ページ目が加速度で書いたものになりまして、10ページ目、11ページ目が、同様にして大湊側の比較ということになります。個別のSsと比較しようとしたしますと、こちらでも少し、ちょっと見づらいと思いますので、Ss-4～Ss-7につきましては、同じ震源の同じ評価手法を用いて評価しているということですので、似たようなスペクトル形状となつてございますので、ここはSs-7を代表としまして、Ss-1、Ss-2、Ss-3、Ss-7という形で四つのSsとの比較ということのできるようにしたものが、同様に12ページから15ページまでお示しをしております。

それで、15ページのほうで確認をいただきたいと思っておりますので、15ページをお願いいたします。こちらが大湊側の加速度応答スペクトルで比較をしたものになります。柏崎刈羽の基準地震動は、Ss-1とSs-2が敷地近傍のF-B断層による地震、それから、Ss-3からSs-7は、長大な連動を考慮しました長岡平野西縁断層帯による地震ということになりまして、これらに基づき策定をしておりますので、こちらの絵で青系の線で示してございますSs-1とSs-2につきましては、主に短周期側ですね、それから、緑系の線で示してございますSs-3とSs-7、これにつきましては、主に長周期側に大きな成分を持つといったような特徴がございます。その中には、Ss-2やSs-7のように特定の周期帯ですね、水色のSs-2で申し上げますと0.1秒や0.2秒、薄い緑色のSs-7につきましては2秒以上といったように特徴的なピークを持つような基準地震動もございます。といった状況でございます。

それで、今回の評価結果との比較でございますけれども、分かりやすく比較するという観点で御説明いたしますと、短周期側につきましては、青線のSs-1が優位でございまして、赤の今回の評価結果に対しては0.02秒、一番短周期側から1秒程度にかけて、水平、鉛直ともに青のSs-1が明らかに上回っているというような状況を確認しております。

同様に、今度は長周期側になりますけれども、今度は、こちらは緑線のSs-3が優位であるという状況でございまして、赤の今回の評価結果に対しましては0.1秒程度から長周期側5秒のところまで、こちらも同様に、水平、鉛直ともに緑のSs-3が明らかに上回ってい

るということを確認してございます。

以上、したがいまして、今回の評価結果に対しましては、短周期側ではSs-1、長周期側ではSs-3という形で、同一の基準地震動によって、水平、鉛直ともに今回の評価結果を包絡しているということを確認してございます。

今は、15ページの大湊側の加速度応答スペクトルで御確認いただきましたけれども、この状況は、戻っていただきまして13ページの荒浜側についても同様でございます。

13ページを御覧いただきますと、こちらも同様に、短周期側では青系のSs-1とSs-2、それから、長周期側では緑系のSs-3とSs-7が優位であるという特徴がございまして、今回の評価結果に対しては、短周期側ではSs-1、長周期側ではSs-3という形で、同一の基準地震動によって、水平、鉛直ともに包絡されているといった状況を確認してございます。

以上によりまして、今回の評価結果につきましては、既許可の基準地震動に包絡されているということを確認いたしましたので、柏崎刈羽では、今回の改正に関する基準地震動の変更は不要であるというふうに考えてございます。

資料1-1の御説明は以上となります。

続きまして、資料1-2のほうを御説明させていただきたいと思えます。

資料1-2の1ページを御覧ください。こちらには、地下構造モデルに関する当社の考え方というか姿勢について記載をさせていただいてございます。柏崎刈羽では、既許可以降も敷地地盤における地震観測、こちらには継続して取り組んでございまして、データの取得に努めてきたところでございます。

敷地地盤の深部での増幅特性をより直接的に把握するために、先ほど申し上げてございますとおり、地下1,000mを超えます大深度地震観測にも新たに取り組ましまして、荒浜側・大湊側の両方でデータの蓄積が進んでいるところでございます。

更なる安全性・信頼性の向上を目的としまして、新たに蓄積されたデータを活用して、既許可の審査に用いた1次元地下構造モデルの検証に取り組むとともに、新たに、大深度地震観測記録に整合するような1次元地下構造モデルの構築にも取り組んでまいっております。

今回、標準応答スペクトルが規制に取り入れられるということになりまして、これは新たな知見になりますので、新たな知見に対して、既許可のモデルがあるからそのまま使えばいいということではなくて、それに適したモデルを用いて評価を行うということを念頭に置きまして、地下構造モデルの更なる精度向上とその検証に関する検討を進めてまいっ

てきたところでございます。

以上の、こういった既許可以降の取り組みを踏まえまして、今回の評価におきましては、最新のデータを活用して、新たに構築した1次元地下構造モデルを採用するという方針で検討を行ってございます。

次、2ページをお願いいたします。2ページには、震源を特定せず策定する地震動の評価のフローを、既許可の留萌地震の場合と、今回の標準応答スペクトルの場合とで比較をしてお示しをしております。検討の枠組みにつきましては、既許可と今回で何ら変更を行っているものではございません。地盤物性の相違による影響を考慮するという点で、留萌地震と標準応答スペクトルでは基盤の V_s が異なりまして、今回の標準応答スペクトルでは、より硬い基盤を考えなければならないということがございますので、1次元地下構造モデルを用いる上では、より深くまで精度が求められるということになりますので、この評価に用いるモデルについて、既許可では、SGFによるシミュレーション解析に用いた1次元地下構造モデルというものがございましたので、こちらを用いておりますが、今回は、大深度地震観測記録等の最新のデータに基づくモデルを改めて構築して用いたということで、この点のみについて、既許可から変更を行っているというものでございます。

以降、このモデルにつきましては、既許可のときに使いましたモデルを留萌モデル、それから、今回のモデルを大深度モデルという形で御説明をさせていただきたいと思っております。

次、3ページ目をお願いいたします。3ページには、この地下構造モデルを用いた増幅特性の反映の方針ということで整理をさせていただいて、お示しをしております。この方針につきましても、既許可から何ら変更しているものではございません。既許可の留萌地震と今回で共通の方針でございます。

まず1点目になりますが、これは先ほどから申し上げておりますとおり、留萌地震や、標準応答スペクトルが評価された基盤の地盤物性が、柏崎刈羽の敷地の解放基盤の地盤物性とは異なるということがございますので、この影響を考慮する必要があるということでございます。

それから、2点目については、これら二つの基盤地震動の知見に関しましては、観測点よりも深部の地盤の不整形等による増幅特性につきましては、既に記録の中に含まれているということで、下の絵を御覧いただければと思っておりますけれども、留萌地震の港町観測点では、K-NETの地表の記録からG.L. -41mではざっと解析が行われていまして、標準応答スペクトルで用いられたKiK-net観測点でも、地中観測点の深さではざっと解析が行われて

いるということでございます。KiK-net地中観測点の深さは、例えば、新潟県内では最も深いものでG.L. -387mでございますので、300m程度よりも深部の、特に不整形等によるような増幅特性については、これは記録に含まれた形で統計処理が行われていて、地震動レベルの、基盤の地震動の知見が得られているというように考えることができるということでございます。

以上のような、こういったことを踏まえまして、敷地の地盤の特徴を反映しました1次元地下構造モデルを用いまして、知見が評価された地盤物性に対する、対応している層、モデルの層に入力をするすることで、地盤物性の相違による影響を適切に考慮しまして、伝播特性を踏まえた評価を行うということでございます。

それで、なお、敷地の地盤の増幅特性に関しましては、南西方向から到来するような地震波について、それのみについては、荒浜側では増幅が異なるということが明らかになってございますが、これについては、震源を特定して策定する地震動のほうで、南西方向に震源を考える場合において適切に反映して評価を行ってございます。南西方向以外から到来する波については、荒浜側、大湊側ともに特異な増幅がないということを確認しているものでございます。

既許可でのこの辺りの検討とか御説明につきましては、本資料の後ろに参考として添付をさせていただきます。

繰り返しになりますけれども、この方針につきましては、既許可から何ら変更しているものではございません。既許可の留萌地震と今回の評価で共通の方針ということで、共通の方針で評価を行いました結果、先ほど、先に結果をお示しさせていただいておりますが、1-1のほうでお示しさせていただきましたが、留萌地震と標準応答スペクトルで、地震動レベルには大きな差はないということで、既許可の震源を特定せず策定する地震動から、連続性のある評価結果が得られているというように考えてございます。

4ページをお願いいたします。4ページには、既許可の留萌モデルと、それから、今回の大深度モデルを設定するに当たっての検討項目を比較する形で、モデル設定における変更点を整理してございます。大深度モデルの右側のほうですね、ピンクで囲っている項目が、精度向上のために検討を追加しまして、既許可から変更となっている検討項目ということになります。

具体的には、まずは手法につきまして、これは同じ手法ではあるのですが、改良された2010年版の手法を用いるということございまして、ターゲットとしまして、コーダ部

H/Vスペクトル比が追加されているということで、より深部での精度の向上が期待されるというものでございます。

それから、探索条件につきましては、留萌モデルでは、荒浜側と大湊側で、地盤物性・層厚ともに等しいという仮定を置いて、地盤モデルの同定を行ってございました。しかし、今回は、下の四つの層につきましては、地盤物性が等しいという仮定は残しましたがけれども、それ以外につきましては、荒浜側、大湊側でそれぞれ同定をするということで、より実際に近いモデルを作成するという考えで同定を行ってございます。

それから、探索範囲につきましては、留萌モデルのほうでは、先験情報なく、広い範囲から探索をしてございましたけれども、今回は、大深度ボーリングのPS検層結果ですとか、反射法地震探査等に基づく2次元の地下構造モデルなどを参照して設定を行ってございます。

それから、減衰の値につきましては、留萌モデルでは、こちらも全層を一律の値として仮定をしてございましたけれども、今回は、観測記録により最適化された同定結果を用いるということでございます。

一番下、最後ですが、大深度地震観測記録を用いた妥当性検証ということで、これは留萌モデルではできてございませんでしたがけれども、今回、記録が蓄積してきたというところで、2021年の3月までに得られた最新の記録を用いまして検証を行った上で、モデルを設定するというを行ってございます。また、併せて、今回、留萌モデルについても検証を行っておりますので、以降、比較として確認した結果をお示しさせていただきます。

次、5ページをお願いいたします。5ページは、今回の地下構造モデルの設定手順をお示ししたものです。下の絵の左側から、モデルの探索範囲につきましては、浅部ははぎとりモデルで固定をいたしまして、それよりも深部について、大深度ケース検討結果等を参考に設定をしてございます。モデルの同定のほうは、梅田・小林(2010)の手法に基づきまして、P波部H/V、レシーバー関数、コーダ部H/Vをターゲットとして同定を行ってございます。これにより得られました地下構造モデルにつきましては、速度構造が既往の調査やモデルと整合しているという確認をまず行いました上で、大深度地震観測記録を用いまして、観測記録の再現性を確認するというので、モデルの妥当性を検証してございます。

次、6ページをお願いいたします。6ページは、逆解析のターゲットに用いる観測記録ということで、検討に用いた地震をお示ししてございます。データセットにつきましては、手法の適用性を考慮しまして、P波部とコーダ部の検討で、それぞれ適切な地震を選定し

てございます。また、検討には、敷地の地震基盤から地表までの増幅特性の情報を含んでおります地表の観測記録を用いて評価を行ってございます。

次、7ページをお願いいたします。こちらは逆解析の探索範囲をお示ししてございます。逆解析は、遺伝的アルゴリズムを用いまして、層厚、S波速度、P波速度、減衰の値を探索するというを行ってございます。この探索範囲の設定に当たりましては、大深度ボーリングのPS検層結果ですとか、反射法地震探査の結果に基づく2次元地下構造モデルを参考に設定をしております。

次、8ページをお願いいたします。8ページが、逆解析による地盤モデルの同定結果をお示したものです。モデルによります理論値は、ターゲットとした観測記録、理論値のほうが赤で、観測記録が黒の線になりますけれども、こちら、観測記録を良好に再現できているということを確認してございますので、逆解析によって地下構造モデルの同定は適切に行われているということを確認してございます。

ここまですぐ地下構造モデル、今回設定しました地下構造モデルの同定の流れでございまして、以降は、ここで設定したモデルの妥当性を、留萌モデルと合わせて比較検証を行ってございます。

次、9ページ目をお願いいたします。9ページは速度構造、今回のモデルと留萌モデルの速度構造を、PS検層の結果と比較をしたものでございます。紫が留萌モデルで、今回設定した大深度モデルが赤ということになりますが、PS検層の結果が黒ということでございますが、留萌モデルのほうは、大深度モデルを実施する以前の検討でございましたので、PS検層結果との対応が十分ではなかったということでございますけれども、今回の大深度モデルは、PS検層とよく整合しているということを確認してございます。

続きまして、10ページをお願いいたします。10ページは、同じく速度構造につきまして、こちらは既許可の審査で御説明をさせていただいております反射法地震探査結果等に基づいて作成した2次元の地下構造モデルと比較をしたものでございます。留萌モデルは、先ほど、設定のところで申し上げましたとおり、荒浜側と大湊側で共通の層構造を仮定してございましたことから、2次元地下構造モデルの層境界との対応ですね、点線で横に延ばして示してございますけれども、これとの対応が、紫の線のほうは十分ではございませんでした。ただ、今回の大深度モデルの検討におきましては、荒浜側、大湊側ともに2次元地下構造モデル上の観測点位置での速度構造、層境界、こちらのほうとよく整合しているということを確認できてございます。

続きまして、11ページ目をお願いいたします。これ以降が、今度は大深度地震観測記録を用いての検証となりますけれども、こちらは2021年3月までに、敷地周辺100km以内、M3.5以上といった条件で得られている観測記録のリストとなります。こちらの記録を用いて検証を行ってまいります。

12ページをお願いいたします。12ページは大深度地震観測の深さからの伝達関数につきまして、モデルの理論値と観測記録を比較したものになります。こちらを見ていただきますと、荒浜側、大湊側、それから水平、鉛直ともに理論値と観測記録の整合度合いということで、荒浜側モデルの、大深度のモデルのほうが留萌のモデルよりもよくなっていると、よく観測記録と整合しているということが御確認いただけるかと思えます。モデルの妥当性ということにつきましては、こちらの伝達関数で比較することが基本だというふうに考えてございますけれども、より具体的に観測記録のシミュレーションを行いまして、応答スペクトルでの比較も行ってみたというものが次の13ページになります。

この13ページのシミュレーションの結果につきましては、先ほどお示ししました地震のリストの中から、荒浜側と大湊側の両方で記録が得られておりまして、最も規模の大きな地震ということで対象にして実証してまいります。大深度の記録を地下構造モデルに入力しまして、シミュレーションを行って引き上げまして、観測記録と比較を行ったものということになりますが、こちらの比較からも、大深度モデルのほうが留萌モデルよりも、荒浜側、大湊側、それから水平、鉛直、いずれについても観測記録を良好に再現できているということを確認してまいります。

以上、検証は以上になりまして、次、14ページ目でございますけれども、以上より、大深度モデルが、より観測記録を再現可能なモデルであるということを確認しましたことから、今回の評価においては、このモデルを採用することといたしました。

その場合の既許可への影響という点で、改めて整理をさせていただいております。

まず、1点目ですけれども、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動のほうへの影響につきましては、こちらは経験的グリーン関数法による評価を採用してございますので、地下構造モデルを用いた評価を行ってございません。したがいまして、大深度モデルを採用した場合でも、既許可の震源を特定して策定した基準地震動のほうには何ら変更が生じるものではございません。

一方、震源を特定せず策定する地震動のほうにつきましては、先ほど来お示ししてございました留萌モデルを用いて留萌地震の評価、これは行ってございましたので、このモデ

ルを大深度モデルに入れ替えた場合には、変更が生じる可能性というのは考えられますので、その確認を実施してございます。

その結果が15ページ目になります。こちらは、大湊側の大深度モデルを用いまして、あとは既許可での評価と同様にしまして、港町観測点の基盤の地盤物性に近い $V_s=960\text{m/s}$ の層の上面に、不確かさを考慮した港町観測点の基盤地震動を入力しまして、解放基盤での応答スペクトルを評価したものでございます。

それで、既許可の基準地震動 S_s-8 でございますけれども、こちらはもともと地下構造モデルによる評価結果そのものではなくて、それを上回るように保守性を加えまして、上乘せを行って策定をしていたというものでございますので、この S_s-8 と今回の大深度モデルを用いた場合の評価結果の比較を行ったというのが右側のスペクトルの比較になります。こちらを御確認いただきますと、大深度モデルを用いた場合の赤の評価結果が、黒の S_s-8 を下回っているということを確認してございますので、こちらから、既許可の基準地震動 S_s-8 につきましても変更はないということで確認をしております。

以降のページにつきましては参考となりますので、御説明としては以上でございます。

○石渡委員 それでは、質疑に入ります。御発言の際は挙手をしていただいて、お名前をおっしゃってから御発言ください。どなたからでもどうぞ。

谷さん。

○谷審査官 原子力規制庁、地震津波審査部門の谷です。

説明ありがとうございました。私のほうからは、まず、標準応答スペクトルに基づく評価結果に対する基準地震動の包絡状況の確認ということで、7ページをお願いします。資料1-1ですね。

評価結果で、ここで説明しているのは、既許可の荒浜側では基準地震動 $S_s-1\sim S_s-7$ 、及び大湊側では基準地震動 $S_s-1\sim S_s-8$ に包絡されていることを確認というふうに書いてあるんですけど、これ、先ほどの説明では、もっと詳しいところまで説明されていて、その内容としては、荒浜側、大湊側ともに、短周期側では S_s-1 、長周期側では S_s-3 で包絡しているといったことが、さっき説明があったと思います。その辺りの説明は、この資料でもしっかりと記載をお願いしたいということです。つまり、荒浜側、大湊側それぞれで、どの地震動に包絡されているのかというのが分かるようにしていただきたい。

確認なんですけど、この先ほど言いました S_s-1 と S_s-3 というのは応答スペクトル法、応答スペクトルに基づく地震動評価結果ですよね。つまり、標準応答スペクトルに基づく評

価結果というのは、これまで既許可で、応答スペクトル法に基づく地震動評価結果であるSs-1とSs-3に包絡されているという説明をされているということによろしいでしょうか。確認させてください。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

まず、御指摘いただきました資料にしっかり反映をという点については承知をいたしました。

それから、確認の状況でございますけれども、包絡されている状況としましては、応答スペクトルに基づく評価結果の1と3と比較をしまして、包絡をされているということですが、全ても、比較をするのがそれだけに限るといったことではないのではないかと、我々としては、その7ページにもお示ししておりますとおり、全ての基準地震動との比較を行って、影響があるのかどうかというのをまずは確認するというところを行ってございますけれども、今回の評価結果、今回の震源を特定せず策定する地震動の標準応答スペクトルとの比較において確認した結果では、この応答スペクトルのほうに基づいて評価をしたSs-1と、それからSs-3に包絡されているということを確認したということでございます。

以上でございます。

○石渡委員 谷さん。

○谷審査官 谷です。

資料で説明されている事実関係というのは確認できました。

続いてなんですけれども、今回、地下構造モデルを改めて構築したと。その場合に、既許可の評価に与える影響の確認ということで、ちょっとコメントさせていただきます。

資料1-1の3ページですね。ここで説明されていますけれども、大深度ボーリング調査のデータが得られたこと及び観測記録が継続して取得されていることから、従来よりも深部まで、信頼性を高めて地下構造モデルの構築が可能としていて、そういった理由で地下構造モデルを改めて構築しているということですが、我々としては、既許可で確認していない地下構造モデルを新たに提示するのであれば、当然ですけれども、既許可申請に与える影響というのは、しっかりと確認が必要と考えています。

それで、今回、資料1-2の14ページ以降では、大湊側のSs-8ですね、2004年、北海道留

萌支庁南部地震について、評価と説明が行われているのを確認しています。あとは、そのほかの基準地震動のうち、断層モデル法、断層モデルを用いた手法による地震動の評価というのは、経験的グリーン関数法による評価を行っているから地下構造モデルを用いていないと。だから、既許可の評価に影響が生じていないといった説明をされているということなんですけど、その点、もう少し詳細まで確認が必要と考えていまして、ちょっと、具体的に2点ほど説明を行っていただきたい点をコメントします。

まず、1点目なんですけれども、これ、今回の資料にはないんですけど、既許可申請のときには、F-B断層による地震動評価結果ということで、地震動レベルの確認を目的として、統計的グリーン関数法による評価が行われているということがありました。その統計的グリーン関数法、地震動レベルを確認するために評価したという、こちら側は変わると思いますので、その変わることの影響というのを示してください。

続けて2点目なんですけど、荒浜側の話なんですけれども、解放基盤表面を設定した地層、これが解放基盤表面の位置は、深度は変わってないんですけど、速度が変わっているという認識です。具体的には、資料1-2の20ページ、これが留萌モデルと今回言っているものの、荒浜側の標高、左側の表の荒浜側の標高-284mのVsが1110であると。1110m/sのVsだったんですけども、新しいモデルというのが資料1-1の4ページで、これによると、標高-284.0mのところは997という、S波速度が変わっているということになっています。Vpも変わっているんですけど、こういった解放基盤表面の速度値、こういった変更によって、これ、経験的グリーン関数法に用いる要素地震となるはぎとり波が変わるようなことがないのかといった、そういったことは説明として加えていただきたい。

つまり、地下構造モデルが変わっても、既許可の地震動評価に影響が生じないとしている説明については、資料としても分かるようにしていただきたいのですが、今、この辺、その解放基盤表面の速度値が変わるんだけどという話について何か説明があれば、簡潔に聞かせていただけないですか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本でございます。

まず、御指摘の2点につきましては承知をいたしましたので、しっかり資料としてまとめて、御説明をさせていただきたいと思います。

解放基盤の物性のお話なんですけれども、はぎとりモデルについては、今回、何ら変更して

いるものではございません。今回のモデルを作るに当たっても、浅部の地盤物性については、はぎとりモデルで固定をするということで評価を行ってございますので、こちらの、今回、設定したモデルの、この解放基盤より下の物性ですね、ここが変更になることによって、はぎとりへの影響はないということは、こちらは資料として整理をして、御説明をさせていただきたいと思っております。

また、応答スペクトルに基づく地震動評価につきましては、解放基盤の設定は $V_s=700$ で評価を行ってございますので、こちらについても、このモデル上で V_s の値が変わることに対して影響はないというふうに考えてございます。この辺、口頭ではあれですので、資料としてしっかりとまとめまして、御説明をさせていただきたいと思っております。

以上でございます。

○石渡委員 谷さん

○谷審査官 谷です。

資料で確認させていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

続いて、もう1点ほど私のほうからコメントなんですけど、今回、地下構造モデルを変えているということなんですけど、既許可申請モデルを用いた評価結果についても示していただきたいというコメントなんですけれども、今回構築した地下構造モデル、これ大深度モデルと言っているんですね。それを用いた場合と、既許可の地下構造モデル、これ、留萌モデルという前をつけていますけど、この評価が、標準応答スペクトルに基づく評価において、どのような違いが生じるものなのかということを確認しておく必要があると思っておりますので、両者が比較できるように、既許可の地下構造モデルでの評価結果も併せて、ちょっと示していただきたいということです。

その際には、地震基盤相当面である、相当面となる $V_s=2,200\text{m/s}$ 以上になる速度層への入力を、当然ですけど行って、その結果を示していただきたいんですけど、よろしいでしょうか。

○石渡委員 いかがでしょうか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

資料の御説明の中でも申し上げましたけれども、今回は標準応答スペクトルという新たな知見に対する評価でありますので、その評価において、やはり最適なモデルを検討した上で用いるべきというのが当社の考え方でございます。既許可のモデルがあるから、それ

をそのまま使えばいいだろうということではないのではないかとというのが当社の考え方と
いうか、姿勢でございます。

これも資料のほうで、大深度モデルと、それから留萌モデルの比較としてお示しをさせ
ていただいておりますけれども、既許可の留萌モデルのほうは、モデルとしての仮定を置
いて設定していた部分が多かったですので、反射法地震探査の結果ですとか、大深度ボー
リングのPS検層結果の整合という点では、十分ではなかったということだと考えておりま
す。

留萌のときは、深さ300mぐらいからの補正でございましたので、そこはボーリング調査
も地震観測の記録も十分得られていて、確認ができていう深さでございましたので、
そちらのモデルを適用して既許可のほうの審査をいただいておりますけれども、今回、そ
のVsが2,200m/s以上ということになりますと、敷地ではかなり深い深さになりまして、今
回のモデルでいえば2,700m、2,800mぐらいの深度ということでございますので、そこから
立ち上げるのに最適なモデルはどういうものかというのを、今回検討して、お示しをさせ
ていただいたということでございます。

評価につきましては、より観測記録の再現性が高いモデルであるということは、本日お
示ししたとおりでございますので、繰り返しになりますけれども、留萌モデルをそのまま、
その標準応答スペクトルの評価に何らか使えるのではないかとというのは適切ではないので
はないかというのが当社の考えでございます、そうであるからこそ、こういった評価を
行って、本日、御説明をさせていただいたというものでございます。

以上でございます。

○石渡委員 谷さん。

○谷審査官 規制庁、谷です。

お考えについては、そう考えられているというのは分かりましたけれども、これ、留萌
モデルで評価して説明してほしいと言っているわけではなくて、私のコメントの趣旨とし
ては、今回作った新しいモデルというのが、既許可のモデルに対してどういった違いがあ
るような、大幅な違いのものなのか、どういった違いが生じるようなものなのかというの
を、これは確認が必要と考えているので、この既許可モデルで包絡していないといけな
いとか、そういったことを言っているわけではないんですけれども、比較のために示してく
ださいということなんですけど、それは難しいですか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

そういった点では、先ほど、さきに御質問いただいた、そのSGFの検証ですね、こちらについては、御指摘いただきましたとおり中越地震と、それから中越沖地震の二つの地震につきまして、御指摘いただいたとおり地震動レベルの確認というのを目的としまして、シミュレーション解析を実施しまして、観測記録、こちらはどちらも大きな地震ですので、観測記録が敷地で得られておりまして、その観測記録と、それから、震源を特定してやっているEGF、経験的グリーン関数法の評価と、それから、このモデルを用いたSGFの地震動レベルの確認ということで、三つを比較して、それらが概ね同程度であるというようなことを確認してございますので、そういったシミュレーションを用いまして、このモデル同士の比較ということを行って、お示しするのがよろしいのではないかと考えますけど、いかがでございますか。

○石渡委員 谷さん。

○谷審査官 規制庁、谷です。

ちょっと繰り返しになるかもしれないんですけども、標準応答スペクトルに対して検討する際に、どのような違いがあるようなモデルなのかということを確認したいということでコメントしているんですけども、その検討は難しいですか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

もちろん、検討の初期の段階では、留萌モデルを用いた検討ということも考えましたけれども、やはり、今回の標準応答スペクトルの評価に用いるということ考えた場合には、本日、お示ししましたとおり、技術的な部分で若干課題があるということが分かったので、最新のデータも踏まえて、最適なモデルの検討から始めたということでございますので、その留萌モデルでの最終的な評価というところまでは、今回の評価に適したモデルではないというふうに考えたので、それを無理やり使って評価をするということには行っていないということでございますけれども、その辺、ちょっと考え方も整理しまして、資料として御回答するようにさせていただきたいと思っております。

○石渡委員 谷さん。

○谷審査官 規制庁、谷です。

今、説明いただいたお考えもしっかり記載した上で、資料化していただけたらと思います。よろしく申し上げます。

私のほうからは以上です。

○石渡委員 ほかにございますか。

どうぞ、佐口さん。

○佐口審査官 地震津波審査部門の佐口です。

私のほうからは、もうちょっと、この評価全体について少し確認をさせていただきたいのと、それに伴って、今後、十分に御説明いただきたい点というのを何点かコメントさせていただきたいと思います。

資料1-1の3ページをお願いできますか。ありがとうございます。

これが今回の検討に係る評価の方針ということで示されていますけれども、このところで、一番最初の四角のところですね、というところで、ちょっとまずは確認をさせていただきたいんですけども、ここで大きく2点、ちょっと確認をさせていただきたいんですけども、まず、最初の部分ですね、今回の検討という、その評価のところでは、既許可の基準地震動における震源を特定せず策定する地震動の評価と同様にしてということで、その後も書いてあって、少なくとも、この敷地の解放基盤表面との地盤物性の相違による影響考慮し、1次元地下構造モデルを用いた重複反射理論に基づき実施と。それから、その下にポツが二つあって、2ポツ目ですけれども、この標準応答スペクトルというのは、多数の観測記録に基づき策定された応答スペクトルであることから、観測記録の再現性を重視して妥当性を確認した1次元地下構造モデルを用いる必要がありますという、今日、御説明をされたと思います。

なので、大きくその2点ですね、まずは、1次元の地下構造を用いて、重複反射理論に基づき実施という部分と、それから、観測記録の再現性を重視して妥当性を確認した1次元地下構造モデルを用いるというこの大きな2点について、ちょっと繰り返しになりますけれども、確認とコメントをさせていただきたいと思います。

まず1点目ですね、1次元モデルを用いた重複反射理論に基づき実施というところですが、これは資料の1-2の3ページをお願いできますか。ありがとうございます。

それで、その1点目の話になりますけれども、結局は、この敷地の増幅特性の反映方法、反映方針というところに行き着くと思いますけれども、ここで、今日、御説明もありましたけれども、一番右下の図ですよね、既許可のときは留萌地震ということで、港町観測点

の基盤面で推定した地震動というのも、 $V_s=938\text{m/s}$ のところに入力して、1次元で評価をした。今回は、それよりさらに深いところの、この地震基盤の相当面ですね、というところに、この標準応答スペクトルというものに基づいて作成した模擬地震波なんですけれども、これを入力させて、同じように1次元で解放基盤表面まで上げて評価をするという方針でした。

少しここにも書いてあるんですけども、じゃあちょっとこの柏崎刈羽というところの地下構造とか、あと、地質の状況ですね、こういったものを、どういうものかというのが既許可の評価のところ、後ろのほうにも参考で載っておりますけれども、例えば、同じ資料の16ページですね、地震波の増幅特性という形で、既許可でもこれは評価をしていただいて、我々も確認をしているところなんですけれども、この中で、右上の模式図というんですかね、敷地の地下構造の模式図が描かれていて、ここは解放基盤表面というのは、G.L.で言えば-150~300m程度になっていて、この解放基盤表面というのは、概ね水平で、相当な広がりがあるという御説明があつて、ただし、それより下の、特に、このG.L.で言うと-2km程度の、前後のところですね、というのは大きな褶曲構造があつて、これらによって地震波が増幅されるという、こういったサイトの特徴があると。

さらに、この次の17ページを見ていただければと思いますけれども、先ほど、私がちょっと申し上げたように、留萌の場合は、例えば、ここはあくまで2次元の地下構造なんですけれども、ピンク色で示されているような西山層の、どちらかという上の方に入力をさせて、そのまま上げると。今回は、じゃあ、その位置的にはどうなるかという、大体2,200以上になるので、寺泊層ですかね、黄色の色で塗り潰されているところなんですけど、ちょっとこれ黄色で分かりづらいんですけども、特に、この荒浜側とされている1号炉の直下ですね、直下にはこういった褶曲構造が、この寺泊層、椎谷層も含めてなんですけれども存在していると。そういった、ちょっとほかのサイトとは違って、特殊なこのサイトの環境下において、本当にこの今回の評価ですね、要は、入力をさせるのが大体2,500m前後でしたか、それぐらいの位置になるんですけども、それより上についても、この褶曲構造というのが大きく存在しているような、こういったサイトで、本当に1次元で評価をすることという妥当性を、ちゃんと我々としては確認をさせていただきたいと思っています。

大湊側を見ると、当然直下にはその褶曲構造みたいなものが一部ありますけれども、荒浜側ほどはないというのは、何となくこれを見ると分かるんですけども。荒浜側につい

ては、先ほども、繰り返しになりますけど褶曲構造が非常に特徴として出ていると。この大湊側も含めて、やはり、まずはこの褶曲構造の影響ですね。つまり、今回の入力より上には、褶曲構造としてそういうものが存在するという中で、きちんと1次元で本当に評価ができるのか、もしくは1次元の評価できちんと代表することができるのかということ、今後きちんと、今日は少しこの後の後ろのほうに、既許可ではこういう検討をしていますよということは載せられていますけれども、そういった検討も含めて、これは当然、観測からはどういうことが言えるのかとか、あと実際、御社は、ここで2次元とか3次元とかの解析的な検討もされているわけで、そういったものも含めてきちんと、繰り返しになりますけれども、1次元で評価をすることの妥当性、もしくは代表性ということをごきちんと今後御説明いただきたいと思っておりますけれども、いかがでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本でございます。

論点については、我々も十分認識しておりますので、承知をいたしました。御指摘の内容についても、しっかりと承知をいたしました。

ちょっと我々の考え方を改めて申し上げさせていただきますと、資料1-2の3ページになりますけれども、今回の震源を特定せず策定する地震動、まず、前提として、そういった荒浜側に褶曲構造があって、南西方向から到来する波、これは中越沖地震の第3アスペリティから来る波で明らかになった特性でございますけれども、そういった荒浜側の南西方向から来る波で、増幅が異なるというような特性は、これは震源を特定して策定する地震動のほうで観測記録に基づく補正なり、断層モデルを用いる場合でも、要素地震の補正を行うことによって適切に、そちらについては考慮していると、これまでも、そういった観測記録に基づく評価を行うことで、そういった特性については適切に評価を行ってきているということが、まず前提でございます。

それで、今回のその震源を特定せず策定する地震動、これの評価に当たっては、従来より取られた観測記録に基づいて設定するということが、まず、震源を特定せず策定する地震動では重要だろうということを考えてございます。

例えば、その中越沖地震については、今回のデータセットには含まれておりませんが、含める記録がなかったというか、PS検層のデータがないので検討できなかったというようなことが報告書のほうには記載をされているというふうに認識してございますが、

もし、これが含まれていた場合ということをお考えますと、資料1-2の3ページでもお示しをしておりますとおり、新潟県内で最も深いKiK-net観測点はG.L.-387mになります。KiK-net観測点ですので、これら統計処理に用いられた記録のデータセットということをお考えますと、深さとしては100mから300mの観測点がほとんどだというふうに思います。敷地の、その2,500mといったような深さで得られた記録では、そもそもないということがございます。

ですので、新潟県内では-300mの記録ということをお考えますと、そういった褶曲構造などの地域性の影響というのは、当然入った記録のデータセットを用いられて、統計処理がなされたということであるというふうに認識しています。

これは中越沖地震に限ったことではなく、日本全国、こういった地震についても、こういった深いところの影響というのは、入った記録のデータセットを用いられまして、それらを統計処理されて、しかも $+2\sigma$ のレベルまで参照されているということで、これは大変いい知見を作っていただいたものというふうに我々も理解をしております。

したがって、その深さ300mくらいの観測記録を集めまして、それで地盤物性の補正というのは、当然その係数を掛けて、耐専の補正係数を使って $V_s=2,200\text{m/s}$ に揃えられたということは理解をしております。これは、こちらの絵にも描いておりますけれども、それが深いところの記録に戻ったというところの知見としての分析までなされていないのではないかというようなことを、我々としては考えているということがございます。それは、留萌のときの基盤の考え方もそうですし、その前の加藤スペクトルのときの考え方としても、そういう考え方を取っております。記録の中に、そういった影響も含まれているものを、震源を特定せず策定する地震動として考慮することが重要なんだろうというふうに考えてございます。そういった観点で、今回の評価結果というのは、そういった形で、考え方でお示ししているというものでございます。

御指摘につきましては、当然その1次元で評価できるのかとか、その到来方向の影響については考慮すべきではないのかという御指摘については承知をいたしましたので、先ほどのSGFの検討もそうですけれども、それについては、震源から深部の地盤を含めて評価を行いまして、解放基盤での記録との比較ということもありますし、それから、震源を特定してのほうでやっているEGFとの比較ということもできますので、そちらのほうで、評価が適切であるか、妥当であるかというような議論をしていただければというふうに思いますので、その中でお示しをさせていただければというふうに考えてございます。

以上でございます。

○佐口審査官 規制庁、佐口です。御説明ありがとうございました。

ちょっと1点だけ、我々の趣旨を明確にさせていただきたいので、今このページで示されている右下の図ですね、ここで標準応答スペクトルと書かれているところと、留萌地震と書かれている、この間ですね、この間に、この柏崎刈羽というのは褶曲構造があるので、当然、1次元の仮定が、そこで本当にできるのかどうか、もしくは代表できるのかどうかというところを、しっかり説明をしていただきたいと。それが到来方向がどうか、そういう話とは少しちょっと話がまた違う話で、単純に、本当に1次元近似ができますかという趣旨ですので、そこはきちんと、もちろん、それは既許可でいろいろ資料として説明していただいている部分もあると思いますので、そこら辺りをきちんとまとめて、しっかり今後説明していただきたいと、そういう趣旨ですので、よろしく願いいたします。

すみません、引き続きになりますけれども、ちょっと私が冒頭で大きく2点と言った、2点目の、今度は地下構造モデル、これの妥当性に関して、もう少し、やはり説明をしていただきたい。我々としても、もう少し確認をさせていただきたいという点についてコメントさせていただきます。

資料1-2の6ページをお願いできますか。ありがとうございます。

今回、検討に用いた、その1次元地下構造モデルの中で、その地下構造モデルの同定というのか評価に当たって、ここで示されているような記録ですね、というのが用いられていて、それはなぜかということもここに書かれていて、要は、P波部分のH/Vスペクトルですとか、それからレシーバー関数ですか、こういった検討ではS/N比がよくて、それからP波初動が記録されていると。さらに震央距離が同程度の地震ということと、あと、コーダ部のH/Vスペクトル比というのは、表面波が十分に含まれているという地震を抽出というか選定をされているということです。

ただ、このデータを見ると比較的古い、要は既許可より前に取られたような記録のみを用いられているというところと、それから、今回は当然、その御説明はありましたけれども、あくまでも震源を特定せずというものを評価するに当たって、再評価をした地下構造モデルというところもあって、そうすると、今ここにあるように使った地震というのは、ほぼほぼ同じようなところで発生して、結局ほとんどが、これ2004年の中越地震、中越地震の余震なのかなということが見てとれるわけなんですけれども、そうすると、特定せずというものを評価するんだけど、実は、その評価に使っている地震というのは完全に、

もうこの特定をした場所で起こったような地震だけを用いているというところで、本当に今、この地下構造モデルを新たに構築をされましたけれども、これが今回の評価に用いるべきものとしての妥当性だったり代表性というのが、やっぱりまだちょっと確認が十分でないと考えていますので、ちょっと今後、それに当たって幾つか示していただきたい部分はあるんですけど。

その前に、幾つかその後で、その妥当性を確認しましたよということで同じ資料の11ページとか12ページ、今日、御説明ありましたけれども、基本的にはこういった理論の伝達関数で確認するのが一番いいという御説明があったと思いますけれども、これに至っても、実は、じゃあこれはどの部分かというのと、-1,000mとか-1,500mぐらいですかね、せいぜい、そういった部分と、それから、今回その同定の対象とした、標高で言うと-300mから-400mの間だけであって、当然ながら荒浜側というのは、これよりももっと浅いところに解放基盤表面がありますし、それから、実際の今回の入力をする位置というのも、今の検証されている位置よりさらに1km、もしくはそれ以上深いところから入力されているというところで、そうすると、今回のその地下構造モデルの妥当性の検証というところに関して、今のこの伝達関数、それから、次の13ページで示されているようなシミュレーションですね、このシミュレーションも同じ、大体-1kmから-1.5kmぐらいのところから-300mとか-400mの上げたものの確認というところなんですけど、それ以外の部分ですね、もうちょっと浅い部分であったり、それから、さらに深い部分であったりという、その妥当性というのは、我々、今の時点では確認できないんですけど。

ちなみに、この妥当性をどういう形で示されるかというのは、今何か考えていらっしゃいますでしょうか。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本）　東京電力、杉本でございます。

ちょっといろいろございましたけど、まずは今さっき御指摘いただいた、これより浅い部分と、それから深い部分の話から、まずさせていただきたいと思っておりますけれども、これより浅い部分につきましては、ほかにも地震観測ございますので、そういったものを含めて、解放基盤までは、地震観測記録に基づく伝達関数という形でお示しをすることができるというふうに考えてございます。

それから、観測より深い部分でございますけれども、こちらについては、まず、今回用

いた、その梅田・小林(2010)の手法によって、これは地震基盤から地表までのモデルが同定された、それ自体は別途同定をされていて、その妥当性検証を今回やっているということでございますので、まずは、その同定の結果としてP波部であったり、コーダ部の観測記録との整合がよく取れているということで、モデル自体は適切に評価できていると考えているということでございます。

あとは、大深度の記録を用いて、大深度より上の部分というのは、しっかりと確認をできているということで、これもよく整合しているということが確認できてございますので、これより深い部分だけのモデルが大きく間違っているということは、まずはないというふうには考えてございます。あとは、その検証としましては、やはり先ほどから申し上げていきますとおり、結局は深いところからの増幅ということを考えてみると、やはり中越地震と、それから中越沖地震の、これは震源からのSGFでのシミュレーションを行って、観測記録と比較するというので、これは深い部分からの確認ということにもなるかと思いますので、やはり、そのSGFについてはちゃんとシミュレーションをさせていただきまして、そういったものとトータルで妥当性を示させていただくのがよろしいのではないかとこのように考えてございます。

以上でございます。

○佐口審査官 佐口です。

御説明ありがとうございました。今、御説明いただいたように、少なくとも浅い部分については、当然ながら伝達関数があるので、それできちっと比較ができると思いますし、深い部分についても、先ほど御説明があったように、地震動の評価のところでも御説明いただくということの説明については、今、理解いたしましたので、それは次回にでも説明していただきたいと思えます。

あと、ちょっと気になる点を幾つかですけれども、同じ資料の1ページ前の11ページですね、ありがとうございます。

今回、この妥当性の検証に用いた地震というのが、地震の諸元ということで、No.1から12ということで書かれているんですけれども、荒浜側については、当然ながら、この12個の地震を全部使っているというので、一方で大湊側というのは、このうちの幾つかは観測開始前の地震であったので取れていないということで、結果として、三つしか地震としては使っていないんですけれども、まず、この辺り、本当にこの三つだけの地震だけで、その妥当性の確認が十分なのかどうかというところを、まず御説明いただきたいのと、もし、

ほかにもいい記録があるんだったら、ちょっと増やしていただきたいというのはあるんですけども、その辺り、ちょっとどのように考えられているか、今教えていただけますでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

記録、取れているものとしましては、こちら、最新の記録も含めてこちらになっていると。ほかの地震となれば、まあありますけれども、それだとちょっと表面波の影響がまた入ってきますので、こういった震源を特定せずのモデルの検証に用いるのは、ちょっとあまり、難しいかと思いますので、データとしては現状ではこれが全てということになります。

大湊側では3地震ということで、おっしゃるとおり、蓄積としてはまだ少ない状況でございますので、今後、蓄積を続けていって確認を重ねていくということだと思いますけれども、三つの地震の伝達関数で確認をいたしますと、これは地震間のばらつきというものは大きくない、小さいということを確認できてございます。したがって、数は少ないですけれども、現状、地盤増幅の特徴としては、押えられているというふうに考えてございます。

それから、繰り返しにはなりますけれども、モデルの同定自体は、別途そちらの手法でやっているということで、別途同定した手法と、こちらの記録を用いて、二つで妥当性の検証を行っているということでございます。もちろん、地震数が多いにこしたことはないですので、今後もしっかり蓄積を進めていって、確認を続けていきたいと考えておりますが、現状、得られている観測記録の範囲で検討はしっかりできているというふうに考えてございます。

あとは、荒浜側については12地震ということで蓄積がございまして、そちらと、その大湊側と共通で得られている3地震と、これで伝達関数がどう変わるかといったような確認もしてございまして、その結果、大きな違いはないということも確認をしておりますので、そういったところも含めて、確認してございまして資料をお示ししていませんので、そういったものも含めて、しっかり御説明をさせていただきたいというふうに考えてございます。

以上でございます。

○佐口審査官 規制庁、佐口です。

御説明ありがとうございました。なので、そういったものに関しては、今後、資料としてお示ししていただきたいのと、今ちょっと御説明の中で、そのばらつきの話って少し出ましたけれども、要は、そのばらつきが有意にばらつくものなのかどうかというのも大きなことかなと思いますので、そこが有意に大きくばらつくようなものじゃなくて、この地震の中で非常に小さいと、ほぼほぼ同じようなものというのも重要かと思いますので、その辺りも含めて、ちょっとお示ししていただきたいのと、さらに、その12ページ、次の12ページで、もうこれも確認をさせていただきたいんですけど。

といいますのは、ちょっとそのばらつきというのが出たので確認をさせていただきたいんですけど、これ、大深度モデルと留萌モデルとを比較されて、今回のその大深度モデルというのが留萌モデルに比べて、観測記録と非常に整合的であるという御説明を今日されたと思うんですけど、1点、気になるのは、荒浜側の特に水平方向なんですけど、これ、大湊側であったり、あと上下、鉛直方向に比べて、ちょっと大深度モデルが観測記録に整合かという点、そこまで本当に整合しているのかという点が、ちょっと一つ懸念としてあります。それが、これはあくまでも平均値としてされているので、平均値での比較ですね、観測記録については。本当に平均値でいいのかどうかというのも含めて、あと、ちょっと細かいことなんですけど、こういうものを比較する場合には、今、観測と、それから理論とで、ちょっとスムージングの条件が違うということで、ここはちょっと両方表示する場合は、同じような条件にさせていただいて、本当に整合しているのかどうかというのを、今後、お示ししたいと思うんですけど。

それは、そのさらに13ページでも実は言えることであって、どうも大湊側の水平方向というのは、留萌モデルに比べれば、その整合性はいいかもしれないんですけども、観測記録を本当に良好に再現できているかどうかという点、ちょっと、まだはてなマークが残りますので、この辺りはしっかり御説明いただきたいと思いますけれども、いかがでしょうか。

○石渡委員 いかがですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

コメントにつきましては承知をいたしましたので、しっかりお示しをさせていただきたいと思います。スムージングにつきましては、御指摘をいただいておりますので、確認した

ところ、こちらの伝達関数の比較については、そろっていなかったということでございまして、今回、報告書でもこういった形でお示しをしていましたので、これをそのままお示ししましたが、観測のほうも、スムージングをかけないもので、どういった比較になるかというのは、これも確認をいたしましたので、本日の資料には入ってございませんでしたが、それはしっかりとお示しをして、御説明をさせていただきたいというふうに思います。

それから、伝達関数のばらつきにつきまして、個々の伝達関数をしっかり確認をすることも含めて、お示しをさせていただきたいというふうに思います。

以上でございます。

○佐口審査官 規制庁、佐口です。

よろしく願いいたします。

ちょっと最後ですけれども、今、私と、それから谷のほうから、幾つか今後きちんと確認をさせていただきたいという点で幾つかコメントを差し上げましたけれども、これは今、答えられる範囲で構いませんので、ちょっと次回の会合といいますか、今幾つかコメントしたものに対して、その検討にどの程度時間がかかりそうかどうか、そんなに大してかからないものなのか、それとも、結構かかりそうかどうか、もし、その辺りが分かるようでしたら教えていただきたいと思います。

といいますのも、当然ながら、ある程度これは、この規則、基準改正等から9か月以内に何らかの形で申請をしていただくか、もしくは、ちゃんと今回のように、その申請が不要の場合は、こういった会合の中で、そこを確認していくというところがありますので、ちょっとそのスケジュール感が今分かるようだったら、ちょっと教えていただきたいと思いますけれども、いかがでしょうか。

○石渡委員 いかがでしょうか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

はっきりとどれくらいというのは、ちょっと今は申し上げにくいですが、そんなに大きく時間をかけないとお示しできないというものではないというふうに考えますので、その期限ぎりぎりになってどうのということにはならないように、早めに御準備をしまして、この中で審査をいただけるように準備を続けていきたいと思っております。

よろしく願いいたします。

○佐口審査官 規制庁、佐口です。

ちょっと今、言葉で引っかかったので、あくまでもこれは審査ではなくて、基準地震動の変更が不要なのか、そうじゃないのかというところを見る、確認をする会合です。今お答えいただいたように、それほどかからないということであれば、少なくとも本日コメントさせていただきましたので、それについては適切に対応していただきたいと思いません。

私からは以上です。

○石渡委員 よろしいですね。

ほかにございますか。

大浅田さん。

○大浅田管理官 管理官の大浅田ですけど。

ちょっと既許可への影響がないのかという観点で確認をしたいんですけど、留萌地震について、大湊側は、その影響がないということを図でもって示してはいただいているんですけど、これは荒浜側も、その地下構造を変更しているわけですよね。荒浜側が、だから、その留萌地震が、基準地震動には選定しなくてもいいんだということは、これは何か、その定量的に確認をしているんですか。

○石渡委員 いかがでしょうか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

荒浜側は、もともとVsが港町観測点よりも、先ほどのモデルでもありましておとり938よりも上回るということで、これは地盤の補正がそもそも必要がないものということで、留萌地震のときは評価をしてございました。それは今回モデルが変わってもその関係は変わってございませんので、荒浜側については、何ら評価を変えるというものではないということでございます。したがって、大湊側で確認できるとおり、大湊側の留萌地震の評価を比較しまして、Ss-8よりも下回るということをもちまして、荒浜側についても同じことが言えるということでございますが、そこは確かに明記してございませんでしたので、そこが分かる形で、しっかり資料に反映させていただきたいというふうに思います。

以上でございます。

○大浅田管理官 分かりました。だから、930と今回作った、新たに作ったやつも997なので、前のモデルもそれよりも大きかったと、そういうことなんですね。ちょっとそこは資料に明示的に書いておいてください。

それと、あと、先ほどちょっと谷が言った、既許可モデルで、その標準応答スペクトルへの影響をちょっと見たいという観点については、趣旨はさっき谷が言ったとおりなんですけれど、我々も新たな知見を踏まえて地下構造モデルを、それにフィットするようなものを作っていくという、その姿勢自体は別段、それはそれでアプリシエイトしたいと思うんですけれども、ちょっと言い方としていかにも、その留萌モデルという言葉がよろしくないのかもしれないんですけど、我々も審査をしたときに、その経験的グリーン関数法の妥当性を確認する上で、統計的グリーン関数法の評価というのもきちんと出していただいて、それでもって基準地震動の審査をしているので、何か留萌モデルと言うと、何か、それより900いくつ以下は、何かいい加減に作ったというふうな形で聞こえるわけなんですけれど、決してそうではなくて、それなりにある意味、何らかの確度をもって作られたモデルであることに、それはそれで間違いないんだからね、そういった観点で、既許可モデルと今回、新知見に基づいて作ったモデル、そのちょっとインパクトを知りたいということなので、そこは検討していただけるということなので、それはそれで構わないんですけど、一方で、その時間という縛りというものもね、最終的には経過措置3年という縛りもあるので、そこは少し提示する方向で検討していただきたいなと思います。

あと、佐口が言った1次元地下構造モデルで、本当にできるのかどうかというところは、別に、震源を特定しての増幅とかの話をしているわけではなくて、これは多分、佐口も言ったと思うんですけれども、あくまでも特定せずというのは震源近傍、それも観測記録なんだから、そういったことを踏まえた上でも、別に褶曲があっても1次元でモデル化ができるというところを、例えば、そのシミュレーションでも何でも構わないんですけど、そういったところで示していただければなと思いますので、その点もよろしくお願いします。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

御指摘、承知いたしましたので、検討させていただきます。

○石渡委員 ほかにございますか、大体よろしいですか。

私からも一つ確認をさせていただきたいんですけれども、今回は、この標準応答スペクトルを、実際に柏崎刈羽の発電所の基準地震動として採用する必要があるかどうかという、この判断の一番大事なのは、やっぱりスペクトル図において包絡されているかどうかという点で、御社の御説明では、このSs-1とSs-3のこの波に完全に包絡されているという御説

明だったと思うんですね。

それで、ちょっと資料1-1の15ページを出していただけますか。この図が一番分かりやすいと思うんですね。横軸が周期で、縦軸がこれは加速度になりますが、この赤い線が、今回の標準応答スペクトルの計算結果ですよ、これですね。それで、まず、 S_s-1 というのは、この図で言うと、この青い、太い線になりますね。ですから、これはもうここでは完全に包絡されているというふうに見えます。

ところが、こっち側、鉛直方向で見ますと、この短周期のほうは確かに大分、この青い線が上のほうにあるんですが、だんだん下がってきて、この長周期の2秒から5秒ぐらいのところは、これ、かなり微妙なんですね、というところがあります。

それから、もう一つ、この S_s-3 は、このなだらかな線が、これ S_s-3 ですよ。大体包絡されているんですけど、特にこの水平方向の短周期のところはかなりきわどくて、この0.05から0.06ぐらいのこのところでは、これは明らかに超えているんですよ。ここでは超えていますね。こちらでは完全に包絡されているように見えます、鉛直方向ではですね。ただ、この水平方向が、この S_s-3 について見ると、ちょっとこの辺の周期帯で標準応答スペクトルのほうが上に出ているように見えます。

一方、 S_s-1 に対しては、この長周期側がちょっと微妙であるというので、ちょっとこの前のページ、14ページを出してもらえますか。さっきの鉛直方向のこの長周期側というのは、この辺りなんですね。これを見ると、やっぱり場所によって、周期帯によって、この S_s-1 よりも超えているところがどうもあるようなんですね。まあ、ごく僅かですから、これが問題になるかどうかというところは議論の余地はあるとは思いますが、ただ、その S_s-1 と S_s-3 に完全に、それぞれに完全に包絡されていますということは、このグラフからは言えないんじゃないかと思うんですけども、そここのところはどうですか。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

どちらか一方の波で完全に包絡できているという御説明を差し上げたつもりはございませんで、短周期側を主眼に置いて見ますと、 S_s-1 が明らかに有意に上回っていると、それが周期帯としましては1秒くらいまでにわたっていると。

一方、長周期側に目を向けますと、これは S_s-3 のほうで水平、上下セットで、これも周期帯で見ますと、0.1秒から長周期側、5秒にかけて、こちらも有意に上回っているということを確認してございますので、構造物の評価なんかをやる場合には、そのように全周期

にわたって固有周期というか、この影響があるということではないと思いますし、ぎりぎりで包絡しているという状況ではなくて、おっしゃるとおり、例えば、鉛直方向の長周期につきましてはSs-1と絡むような地震動レベルではございますけれども、そこを、上のほうを見ていただきますとSs-3ですとかSs-7というのは、かなりそれよりも有意に、大きなレベルで考慮されていますので、そういった波で設計のほうはカバーされているということでございますので、考え方としては、そういったことでございます。

○石渡委員 これはあれじゃないですか、一つの波で包絡されているというのが原則だと私は理解しているんですけど、そうじゃないんですか。

○大浅田管理官 管理官の大浅田ですけど、ちょっとこの前、九州電力、玄海の場合は、鉛直と水平が同時に上回っているものはないということで、これはちょっとその論外だという話でした。

今回のその柏崎の場合は、今、事業者から説明があったとおりですし、ちょっと谷のほうからも言ったとおりですけど、短周期側はSs-1という応答スペクトル法でカバーしていますと。長周期側はSs-3という、連動を考慮したものでカバーしていますと。これが、例えば1秒の、仮にですけど1秒の周期のところ、境目が、もうそこしかないというふうなことでしたら影響というのはあるかと思うんですけども、そのカバーしている範囲がある意味、かなり重複していますので、加速度で耐震設計をするということを考えた場合には、それは特に問題じゃないというふうに考えていますけど、ちょっとプラント側にも確認は取っております。

○石渡委員 御説明では一つ一つの、そのSs-1とSs-3の地震波で完全に包絡されていますというように聞こえたんですね、私には。それはちょっと議事録をもう一度見直してみないと何とも言えませんが。それは、だから、そうではないということをお認めになるわけなので、その辺の説明をきちんと書いていただきたいと思いますね。よろしくお願ひします。

どうぞ。

○東京電力（杉本） 東京電力、杉本でございます。

しっかりと資料のほうに記載したいと思います。議事録の御確認も必要ないようにここで明言しておきますけれども、短周期側はSs-1で包絡、水平、上下包絡されていると。それから、長周期側はSs-3で、水平、上下セットで包絡されていると、全周期にわたって崩落されているというふうには申し上げてございません。そういった形で明言をさせていた

だきたいと思います。

以上でございます。

○石渡委員 ほかにございますか。よろしいですか。

それでは、どうもありがとうございました。柏崎刈羽原子力発電所につきましては、標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う基準地震動の変更の要否については、今日いろいろ、資料の充実、説明を付け加えてくださいというようなことが幾つかありましたので、引き続き確認をしていくことといたします。

以上で、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。

○大浅田管理官 事務局の大浅田です。

標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請等の要否に係る次回会合につきましては、準備状況を踏まえた上で設定させていただきます。

事務局から以上でございます。

○石渡委員 それでは、以上をもちまして、第4回標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う設置変更許可申請などの要否に係る会合を閉会いたします。