

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第44回

平成25年11月8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 44 回 議事録

1. 日時

平成 25 年 11 月 8 日（金） 13 : 30 ~ 16 : 31

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 審議官

小林 勝 安全規制管理宜一（地震・津波安全対策担当）

森田 深 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

宮地 良典 原子力規制専門員

吾妻 崇 原子力規制専門員

松本 _____ 審査官

（独）原子力安全基盤機構

堤 英明 耐震安全部次長

安池 由幸 企画部上席研究員

呉 長江 耐震安全部上席研究員

小林 源裕 耐震安全部主任研究員

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

増田 博雄 土木建築部 地盤耐震グループ副リーダー

西坂 直樹 土木建築部 地盤耐震グループ副リーダー
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

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
香月 理 技術本部 原子力グループ 副長
本村 一成 技術本部 原子力グループ
森 智治 技術本部 原子力グループ

4. 議題

- (1) 地震及び火山について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料1 伊方発電所 火山影響評価について
- 資料2 川内原子力発電所・玄海原子力発電所 震源を特定せず策定する地震動について

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44回会合を開催いたします。

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44回会合として、事業者から火山影響評価及び地震動評価について説明していただく予定でありますので、担当である私が出席しております。

では、本日の会合の進め方について、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。

本日は、四国電力のほうから、伊方発電所の火山影響評価についての指摘事項に対する回答、それから、続いて、九州電力から、震源を特定せず策定する地震動についてのそれぞれの説明と質疑を行います。資料は、それぞれ1点ずつでございます。紹介は割愛させていただきます。

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、四国電力から、火山影響評価に対する回答について説明をお願いいたします。

○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。

本日は、伊方発電所の火山影響評価ということで取りまとめてまいっております。

10月2日の第27回の審査会合におきましてコメントをいただいておりますので、それらに対しまして調査・解析を行った結果を加えて説明させていただけたらと思っております。

なお、資料は、前回の資料に一部補正するような形で今回取りまとめてございますので、そういった変更点を中心に、担当のほうから御説明させていただきます。

では、よろしくお願いいたします。

○四国電力（西坂） 四国電力、西坂です。

資料1に基づきまして、説明させていただきます。

まず、1ページ目をお開きいただき、10月2日の第27回審査会合でいただいた二つのコメントを示しております。

一つ目は、九重第一と阿蘇草千里の火山灰厚さについてシミュレーションによる検討を実施すること。もう一つは、阿蘇4火砕流の到達の有無についてデータの拡充等を行うことというコメントをいただきました。

本日は、全体の流れを確認しつつ、これら二つのコメントに回答させていただきます。

4ページをお開きください。

4ページに、火山影響評価の流れを示しております。原子力規制委員会の「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に従い、まず立地評価を行い、次に影響評価を行っております。

10ページをお開きください。

10ページに、将来の活動可能性のある火山の抽出結果を示します。完新世に活動を行った活火山として、鶴見岳、由布岳、九重山、阿武火山群、阿蘇山を、将来の活動可能性のある火山として、姫島、高平火山群、阿蘇カルデラを抽出しました。

11ページに、設計対応不可能な火山事象の評価について整理しております。

敷地は火山と十分な離隔があるため、設計対応不可能な火山事象のうち、溶岩流、岩屑なだれ、新しい火口の開口、地殻変動については問題ございません。火砕物密度流につきまして、阿蘇4火砕流堆積物の分布範囲の検討が必要であります。

12ページに、阿蘇4火砕流の報告を示しております。

日本第四紀学会編及び町田・新井は、阿蘇4火砕流堆積物の到達範囲を推定・図示しており、敷地の位置する佐田岬半島まで到達した可能性を示唆しております。ただし、その分布は方向によって偏りがあり、佐田岬半島において、阿蘇4火砕流堆積物を確認したとの報告はございません。

13ページから、敷地付近に阿蘇4火砕流堆積物が認められないことの地質調査結果を整理してございます。

15ページまでは、前回御説明したデータでございます。

16ページをお開きください。

16ページに、伊方発電所西方の、大成のM段丘における地表踏査結果を示します。

地表踏査結果によりますと、伊方発電所西方の大成のM面の段丘堆積物を覆う風成層は、阿蘇4テフラを混在するものの阿蘇4火砕流堆積物は確認されず、中位段丘に阿蘇4火砕流堆積物が保存されている山口県とは状況が異なります。

17ページに、伊方発電所西方の高茂におけるボーリング調査結果を示します。

盆地状の地形であるため、比較的堆積条件がよく、阿蘇4噴出時の堆積物が保存されやすいと考えられる佐田岬中央部の伊方町高茂においてボーリング調査を実施しましたが、阿蘇4テフラを含め、その時代の堆積物は保存されておられません。

18ページに、火砕流シミュレーションについて示します。

豊後水道や別府湾に面する臼杵や大分において、阿蘇4火砕流堆積物が分布することを踏まえて、阿蘇カルデラから東方（敷地方向）への火砕流シミュレーションを実施しました。シミュレーション結果は、既存文献に示された大分県における阿蘇4火砕流堆積物の分布と概ね整合的であります。厚さ数十m以上の火砕流が臼杵や大分に達するものの、四国までは到達しません。佐賀関半島で火砕流が分断されることから、伊方発電所は阿蘇の火砕流が到達しにくい地点に位置すると評価されます。

19ページに、敷地近傍・敷地の調査について示します。

敷地近傍には、広く塩基性片岩が分布しております。敷地近傍における地表踏査、敷地

におけるボーリング調査において、阿蘇4火砕流堆積物は確認されません。敷地と阿蘇カルデラの距離は約130kmであり、その間には佐賀関半島や佐田岬半島などの地形的障害も認められますので、阿蘇4火砕流は敷地まで達していないものと考えられます。

33ページをお開きください。

33ページに、立地評価についてまとめております。将来の活動可能性のある火山について、過去の設計対応不可能な火山事象はございません。また、発電所運用期間中の活動可能性のある鶴見岳、由布岳、九重山、阿武火山群、阿蘇山について、設計対応不可能な火山事象の敷地への到達はなく、立地に問題ないと評価されます。

影響評価のほうへ入ります。

35ページをお開きください。

35ページに、安全性に影響を与える可能性のある火山事象について整理しております。伊方発電所の安全性に影響を与える火山事象として、降下火砕物が抽出されます。

37ページをお開きください。

37ページに、広域火山灰に関する既存文献を示します。

四国に火山は分布しないものの、偏西風の影響を受けて、九州のカルデラ火山を起源とする広域火山灰が敷地付近に降下しております。

38ページに、四国西部に降下した火山灰の調査結果を示します。

火山灰が保存される堆積環境にある四国西部の宇和盆地においてボーリング調査を実施し、ボーリングコアを採取しております。町田・新井等で四国西部に降下したとされるKkt火山灰以降の主要な広域火山灰は全て本コア中に含まれており、約33万年前以降で厚さ5cmを超える降下火山灰は、いずれも九州のカルデラ火山起源と評価されます。

39ページから、過去最大規模の噴火による降下火山灰について説明します。

発電所運用期間中の活動可能性のある火山について、過去最大規模の噴火による敷地付近への火山灰の降下厚さを検討します。なお、偏西風を考慮すれば、山口県の阿武火山群からの火山灰降下は考えがたく、検討対象外としました。

40ページに、鶴見岳山頂溶岩噴火について示します。

鶴見岳を起源とする幾つかの火山灰の堆積は、いずれも0.001km³のオーダー以下と推定されており、鶴見岳山頂溶岩噴火は溶岩主体の噴火と推定されます。敷地周辺の連続した細粒堆積物中に対応する火山灰は認められません。

41ページに、由布岳2ka噴火について示します。

由布岳2ka噴火の灰かぐらが厚さ数cmで別府湾に降下しており、火山灰堆積は0.05km³とされており、敷地周辺の連続した細粒堆積物中において、由布岳2ka噴火に対応する火山灰は認められません。

42ページに、九重第一軽石について示します。

九重第一軽石の火山灰堆積は2.03km³とされており、その分布の長軸は四国南端方向であります。川之石港では、九重第一軽石に対応する火山灰がわずかに（肉眼観察できないほど）微量混入しますが、宇和盆地の連続した細粒堆積物中に九重第一軽石と対応する火山灰層は認められません。

43ページに、阿蘇山起源の草千里ヶ浜軽石について示します。

草千里ヶ浜軽石の火山灰堆積は1.39km³とされており、阿蘇山周辺に同心円状の分布を示します。敷地周辺の連続した細粒堆積物中において、草千里ヶ浜軽石は認められません。

44ページから、火山灰による影響が想定される由布岳2ka噴火、九重第一軽石、草千里ヶ浜軽石について、降下火山灰シミュレーションによる検討を行った結果を説明します。

44ページは、由布岳2ka噴火です。由布岳2ka噴火の降下火山灰シミュレーションの結果、敷地において最大0.3cm程度の火山灰厚さと評価されます。

45ページは、九重第一軽石です。

九重第一軽石の降下火山灰シミュレーションの結果、敷地において最大2cm程度の火山灰厚さと評価されます。

46ページは、草千里ヶ浜軽石です。

草千里ヶ浜軽石の降下火山灰シミュレーションの結果、敷地において最大0.6cm程度の火山灰厚さと評価されます。

47ページに、降下火山灰シミュレーションの結果をまとめます。

由布岳2ka噴火、九重第一軽石、草千里ヶ浜軽石について、降下火山灰シミュレーションを実施した結果、敷地における火山灰厚さは、いずれも9月に最も厚く、それぞれ約0.3cm、約2cm、約0.6cmの火山灰厚さと評価されます。由布、九重、阿蘇の最大規模の噴火において、噴火時の風向きによっては、敷地において厚さ数mmから数cmの降下火山灰が想定されます。

48ページに、設計で考慮する降下火砕物の厚さについて示します。

発電所運用期間中の活動可能性のある火山による過去最大規模の噴火について検討した結果、過去の噴火による敷地付近への火山灰の降下厚さは、いずれも、ほぼ0cmでありま

す。ただし、噴火時の風向きによっては、敷地において厚さ数mmから数cmの降下火山灰が想定されるため、敷地において考慮すべき効果火砕物の厚さを5cmと評価します。

49ページで、年超過確率を参照します。

宇和盆地における調査結果から、火山灰の降下厚さの年超過確率について検討しました。設計で考慮する厚さ5cmは年超過確率で 10^{-4} ～ 10^{-5} の発生頻度であり、設計基準事故の定義が 10^{-3} ～ 10^{-4} 程度の発生頻度とされていることを踏まえて、妥当であります。

50ページに影響評価をまとめます。

伊方発電所の安全性に影響を与える火山事象として降下火砕物が抽出され、地質調査結果に基づき、設計における評価条件は以下のとおりとします。すなわち、降下火砕物厚さは5cm、降下火砕物の粒度は1mm以下、降下火砕物密度は乾燥状態で0.5、湿潤状態で1.5、降下火砕物の堆積荷重は乾燥状態で245N、湿潤状態で735Nです。

52ページにまとめを記しております。

52ページです。原子力規制委員会の「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に従い、まず立地評価を行い、次に影響評価を行いました。

敷地は火山と十分な離隔があるため、設計対応不可能な火山事象のうち、溶岩流、岩屑なだれ、新しい火口の開口、地殻変動については問題ございません。火砕物密度流についても、敷地付近に阿蘇4火砕流堆積物が分布しないことを確認しました。

発電所運用期間中の活動可能性のある鶴見岳、由布岳、九重山、阿武火山群、阿蘇山について、設計対応不可能な火山事象の敷地への到達はなく、伊方発電所の立地に問題ございません。

伊方発電所の安全性に影響を与える火山事象として降下火砕物を抽出し、発電所運用期間中の活動可能性のある火山による過去最大規模の噴火について検討いたしました。過去最大規模の噴火による敷地付近への火山灰の降下厚さは、いずれもほぼ0cmであるものの、噴火時の風向きによっては数mm～数cmの降下火山灰が想定されるため、敷地において考慮すべき降下火砕物の厚さを5cmと評価しました。

今後、四国に降下した火山灰に関するデータの拡充など新知見の収集に努めるとともに、九州の火山について、各種機関による観測データを入手して定期的に分析し、火山活動に顕著な活発化が認められる場合には、設備の再点検や人員確保を事前に行うなどの対応によって、伊方発電所の火山に対する安全対策に万全を期すことを検討しております。

以上で説明を終わります。

○島崎委員 それでは、質疑に入りたいと思います。

○森田調整官 説明ありがとうございます。

地震・津波担当の森田と申しますけれども、シミュレーションについて2点、阿蘇山と、それから火山灰の拡散についてお聞きしたいんですが。

まず、阿蘇山のほうは18ページにありますけれども、この左下のほうに320km³が体積と書いてありますが、これが噴出物の体積ということでしょうか。

○四国電力（西坂） 四国電力、西坂です。

ここに示しました体積は、シミュレーションで模擬した分の体積で、それが320km³です。

実際の噴出は、火山灰アトラスなどを見ますと、火砕流と火山灰と合わせますと600km³以上とされております。そのうちのある部分、半分程度をこの東側のところに置いたというような感じになります。

○森田調整官 つまり、18ページの左上の図で描いてある赤っぽい丸が四つありますが、これが噴煙柱で、この噴煙柱の体積が320km³ということですか。

○四国電力（西坂） はい、そのとおりです。

○森田調整官 わかりました。

ちなみに、噴煙柱の高さとか、そうしたデータは、仮定して置いていらっしゃるわけですね、出口の面積で割って。

○四国電力（西坂） なかなか、こういった破局的な噴煙柱崩壊型の火砕流というものも、こういった現象かというのは、今の現時点ではデータがございませんので、分布がある程度合うようにということで、いろいろ試行錯誤しまして、これは、たしか高さは6km程度に置いて、噴煙柱の崩壊を模擬して火砕流シミュレーションをしております。

○森田調整官 はい、わかりました。

そうすると、山全体がある程度壊れるという結果になったということですね。わかりました。

それから、あと44ページ～47ページまでの、火山灰のほうのシミュレーションですけれども、例えば45ページの図を見ると、6月とか7月、あるいは8月ぐらいが、敷地に――9月も、敷地にかかっている、例えば45ページの6月と書いてあるのが、風向がわずかに変わると5cmを超える可能性もあるかなというものではあるんですけど、これは後ろのほうのページにも書いておられるとおり、30年分の月平均の風を使われたということなんですが、細かい話で恐縮ですけど、風向を平均するというのは、どうやってやるんでしょう。

月間の出現する風があって、16方位あるはずなんですけど、その16方位の風を1個の方向に平均するというのは、どういうふうにするんですか。

○四国電力（西坂） 十分に御質問の趣旨を把握できていないかもしれませんが、これは、気象庁さんが公開されているデータを、月平均の風をそのまま用いております。

それで、気象庁さんのホームページを見て、高さごとに風向と風速のデータがございまして、その高さごとの平均を気象庁さんが示しておられますので、それをそのまま使っております。

○森田調整官 そうですか。わかりました。

そういう公的機関のデータをベースに、平均の風向・風速が高さごとにあるということですね。わかりました。

それで、これは一つの方法で、平均で計算されているということで、大事なのは、これは平均でやりました、それに基づいて保守性を考えて厚さを5cmと評価したと、はっきりと記しておくことが大事だろうと思いますので。

その点では、52ページとか54ページにもそうした趣旨は書いていただいているんですけども、加えて、平均でされていると、ほかの風向・風速になる、あるいは、ある程度、確率は低いけれども、まれに敷地に真っすぐ向いてくる風もあるということ、保守性でカバーしているということですが、その保守性が正しいのかという評価に耐えなければならぬと思うんですね。

これは平均でやりましたということに加えて、それぞれ時間ごとに日々変わる風向を、この5cmという降灰量が破られるリスクがどれぐらいあるのかということは、やはり記しておくべきだろうと思うんです。それは設計される方の側にもそうでしょうし、将来の批判に耐えるためにも、そこは記しておくべきだろうと思うんですけれども。

何かそういう方法があれば、例えば8,700時間、年間の出現確率で95%カバーなのかもしれませんし、別の、例えば超過確率でやるというものもあるのかもしれないんですが、その辺りは、少し御検討いただくことはできないかなというのが私のコメントなんです。

○四国電力（西坂） まず、風向につきまして、火山灰が広域に降るような事象というのは偏西風になりますので、比較的安定しているということは確認しております。

毎月の平均になっていますけど、日々を見ても、結構風の向きは、そんなに大きくばらつくものではなく、結構安定している。偏西風の強い時期は特に安定していて、8月、9月とか、偏西風が弱まったときは、ちょっとばらつきが大きくなるんですけど、その分、偏

西風が弱いので、あまり飛んでこないという、その相互関係になっています。

確率の点につきましては、まずは九重第一軽石というのは5万年前にあった火山の事象なんですけれど、それ以降は、そういった事象は九重山でございませぬし、実際、5万年前のときは発電所付近には来ていないということは地質データで確認しているということと、あと、49ページに年超過確率の参照ということをつけてあるんですけれど、それが十分、保守性があるかという観点になると、こういった地質のデータのほうが信頼性が高くて、5cmというのは 10^{-4} ~ 10^{-5} のオーダーということで、かなり低頻度の事象。これを超えるような事象というのは、低頻度の事象ということは言えるかと思えます。

○森田調整官 わかりました。私からは以上です。

○島崎委員 平均の意味というのは、もう一回、やっぱり確認していただいたほうがいいと思うんですよね。これが平均なんだから、これを使うんだということでやっぱり説明していただきたい。

それから、確率分布なんですけれども、細かいことを言うと、統計モデルがポアソンになっていますけれども、実際のデータを見ると、ある時期で固まっているので、地震で言えば、要するに余震タイプみたいな、本当に、偶発的じゃなくて、偶発性に追随して、集中性といいましょうか、それがくつついたような、結構、もとは厄介なタイプだろう——厄介というか、違うタイプだろうと思えます。

これは、ガイドでは特に、そういうことからやれというふうには言っていないので構いませんけど、それは、そういうこともあるというのはお考えいただいたらと思っております。

○森田調整官 すみません、ちょっと言い忘れまして。

そうしますと、例えば海面の高さの平均朔望満潮位と同じだと思えます。あれも平均で出されている計算結果をハザードでは置いてあるんですけれども、平均値を使う場合は、それに加えて、どれぐらいのばらつきがあるものなのかということは、何らかの形で。

私は存じませぬか、気象庁のデータには、平均に加えて標準偏差がどれぐらいなのかとか、そうしたことのデータがないかどうか。あるいは、敷地で、発電所で観測されている気象データで、あの地域は風のばらつきがどれぐらいあるんだ——偏西風が卓越しているというお話もありましたけれども、卓越というのは、どれぐらいで平成25年の設計者たちは考えたということを記録に残しておくということが大事だろうと思えますので。

もし、そういうばらつきのデータがあるんでしたら、それを出していただけないかなと

思うんですが。

○四国電力（西坂） 了解しました。検討させていただきます。

○島崎委員 さらにややこしい話で、これは今、特に問題にはならないかと思えますけれども、ある意味、線形性を仮定されているんですね、多分。

平均でやると、平均の厚みになるだろうという、そういう期待なんですけど、これは線形ではないと思いますので、本当は、あらゆる可能性をやった上で、結果に対して平均と分散を出すという手続が本当は必要で、線形のシステムであれば、入れるものを平均とばらつきで入れれば、結果も平均とばらつきが出てくることが期待できますけれども、必ずしもそうではなかろうと思います。ちょっと余計ですけども、一言。

ほかに何かございますか。

○宮地専門員 規制庁規制専門員の宮地です。

ただいまの降下火山灰のシミュレーションのパラメータについて、もう少しお伺いしたいんですけども。

降下火山灰のパラメータとして、噴出物の量、高度で、最大・最小粒径はいいとして、平均粒径と分散ということでされているんですけども、高度と噴出物の量、それぞれの火山で噴出した量とか高度ということで文献を引用されていて、それで使われているんですけども、平均粒径に関しては、TEPHRA2の解析ソフトの推奨値としてセントヘレンズ山の値を使って計算をされているということですけども、セントヘレンズ山は、御存知だと思いますけども、大体、噴出物の量3km³程度で、例えば草千里に比べて倍ぐらいの分量も違うということで、恐らく平均粒径や分散なんかも、それぞれの火山で違うかと思うんですけども、これの妥当性というか、これを使われて問題ないよという御説明をいただきたいのと、もう一つ、粉体というか、火山灰みたいな粉体が拡散するとき、粒子の密度というのも問題になると思うんです。

置きかえれば、噴煙柱の――置きかえるときの噴煙柱の直径がどれぐらいに置かれているかという。まとまってぼんと噴いたものと、拡散して噴いたものと、その拡散具合も違ってくるかと思えますので、その辺をどのぐらいに見積もられているか、その根拠とともに聞かせいただければと思います。

よろしくをお願いします。

○四国電力（西坂） まず、我々として確認というか、主張させていただきたいのは、非常に信頼性のある地質データを我々は調査結果として持っていて、5cmで年超過確率

も非常に低いですし、十分、保守性はあるだろうと思っています。

前回コメントいただきましたように、火山灰シミュレーションで、さらにそれを補強していきたいということで取り組んでおりまして、火山灰シミュレーションで毎月、風の変化によって、季節風によって、どういうふうになるかとか、そういった知見が得られたというのは非常に有益であったと考えております。

ただ、シミュレーションでそこまでしっかりと厚さを評価するのも、なかなか難しいということも、やってみて感じております。

御質問の回答です。

まず、噴煙柱の広がりについては、今回の計算では、火口を設定して、その直上で設定していますので、噴煙柱の広がりというものは今回入っておりません。

それから、粒径につきましては、これもなかなか難しいんですけど、例えば同じ火山であっても、過去の記録とかを見ても、同じ火山であっても、噴火の形態というものも結構違ったりしますので、この解析ソフトの推奨する粒径を使うのが、まず一番信頼性は高いだろうと考えたのが一つあります。

そのときに、九重第一とか阿蘇の草千里ですと、セントヘレンズのVEI5ということで、噴火規模も合っているので、妥当だろうというふうには考えております。

これを検証するのもなかなか難しいところはあるんですけど、67ページに、宇和盆地における粒径のデータがあるんですけど、宇和盆地には、薄い火山灰から厚い火山灰まで分析して、かなり細かい粒子の火山灰が来ている。φで、4φとかというところになってくるんですけど、九重第一とか草千里ですと、これが、φが平均で4.5というところから、分散が3程度ということだったと思いますけど、概ね合っている。

今回のシミュレーション結果で、サイト地点での粒径というものをピックアップしてみまして、宇和盆地での粒度のデータと対比しますと、整合的であるということは確認しております。

○宮地専門員 すみません。もともとの粒径、粒度分布が、どれぐらいで出たかというのを計算する妥当性というのは難しいと思うんですけども、一つ、ここで、実際に宇和盆地でたまっているものと比べて、恐らく粒度がここで一致するというのは、例えば、風で流されてきた距離と風速ぐらいで律速されているもので、今、堆積物の量というか、厚さがどれぐらいになるかというのをシミュレーションで確認したいということが目的です。

だから、恐らく粗いものに――平均粒径が粗くなった場合は飛んでくる量を少なく見積

もられちゃうだろうし、細かいものが多いと見積もっていると、ここの堆積物、粒度分布はそんなに変わらなくて、厚くなってくるというようなことが起こると思いますので、ある程度、実測値というか、この火山の特性というものも含めた検証をされたほうが、ちゃんとしたシミュレーションになるのかなというふうに思うんですけども。

○四国電力（大野） ちょっと説明させていただきます。大野でございます。

今、厚さの5cmというところがクローズアップされているんですけども、ガイドにございますように、我々は、密度も含めての荷重、設計に持っていくところの荷重だと思っております。今、御指摘のとおり、粒径が粗くなれば飛んでこない、細くなれば飛んでくる。ある意味、相殺される関係になろうかなというふうに思っておりますので、ある意味、平均的なところで厚さを求めて、それに比重をかけて、それを荷重として設計するという概念からすれば、おっしゃるように細かく見れば変わるかもわかりませんが、そんなにぶれるものではないのかなという感覚は持っております。

多少、補足させていただきました。

○島崎委員 ほかにございませんか。

どうぞ。

○吾妻専門員 規制庁の専門員の吾妻です。よろしくお願いいたします。

私のほうからは、阿蘇4火砕流の、到達するかどうかの検討についてやっていただいたことにつきましてコメントさせていただきたいと思えます。

現地での観察結果に加えて、今回、火砕流のシミュレーションもやっていただいたということで、以前よりも、信頼性というか、検討がさらに加えられたのかなというふうに思っております。

シミュレーションに関しましては、御説明の中でもありましたけども、かなり、まだ条件設定とかが難しいようなところもあるかと思うので参考情報かとは思いますが、現在の地形に合わせて、どこまで到達するのかというようなことにつきましては、こういった手法に頼るしかないのかなということもありますので、今後さらに、いろいろな知見も出てきたときには、そういうものを反映させて検討していただきたいと思います。

そのときにお考えいただきたいのは、一つは阿蘇4の到達範囲の中で、遠いところ、山口県のほうでも見つかっていますよね。そういうところで見つかっているというような事実と整合がとれるような検証の仕方、どういった初期設定が必要なのか、そこまで見ておいていただきたいなということと、あとは海です。海上を火砕流が渡るときに、どうい

設定が必要なのか。多分、陸上から海に入ったときに、摩擦係数とかをちょっといじくらないきゃいけないのかなというふうに思います。

そういう実現象の観測とかが、データとして多分まだきちんとそろっていないところだとは思いますが、そういったところにも、今後、情報収集のところに注意していただければなというふうに思っております。

実データのほうなんですけども、陸上のほうで、敷地周辺でいろんなところの情報を今回追加していただきました。ただ、気になっているのは、当時の海水準とか等々を考えると、現在よりも低いところであって、火砕流の特徴を考えると、低いところへ流れていくというような可能性があります。

海のほうでは、そういう阿蘇4火砕流というのは見つからないのかなというところが気になっておまして、もし、四国電力さんのほうで、敷地前面の海域調査等で調査されていて、阿蘇4はこんなところで見つかっていますとかというデータがもしあれば、それを確認したいなと思ったんですけども。

もし、今手元に情報がなければ、また帰ってそういったところを探していただいて、敷地周辺の海域で阿蘇4が見つかるや否やというところを御説明いただきたいなというふうに思ったんですけども。こちらについてはいかがでしょうか。

○四国電力（西坂） それにつきましては、阿蘇4のところでは14ページに示しているんですけど、これは川之石港のボーリング調査ということで示していて、ちょっと詳細な地図がなくてわかりにくいんですけど、これは、実は埋立地で掘ってしまっていて、もともとは海であったところのデータになります。

あと、調査結果としましては、残念ながら、ここに示しますように、9万年前の地層というものは確認できなかった。このほか、あと前面とかで、そういう古い年代——敷地前面の海域とかで古い年代まで調査したボーリングデータというものはございません。

○吾妻専門員 そうですね。川之石港についても、9万年のところまで堆積物が達していないというお話でしたけど、調査されているかどうかわかりませんが、例えば今、これは沿岸のところ、港のところ掘っていらっしゃいますけども、少し内湾、沖合のほうに出ると、もう少し厚い堆積物はなかったのかなとか、そんなことも思うところがありますし、敷地前面のほうで、いろいろと調査されているかと思しますので、もしそういった情報があれば、ぜひ教えていただきたい。

特に、ボーリングではつかまっていますよね。もしボーリングとかであれば、総層

とかも含めて、水に流されてきたのが堆積しているだけなのか、あるいは位……というか、本当に火砕流として来ているものが見つまっているようなところなのか、そんなところも気になったんですけども。海上ボーリングでは、そういったもの見つからないということですか。

○四国電力（西坂）　そうですね。伊予灘で、産総研さんが掘られたコアなどがございませぬけれど、沖積層基底までは掘られておりますけれど、阿蘇4の時代まではございませぬので、今そういった情報は、我々は持ち合わせておりませぬ。

○吾妻専門員　わかりました。ありがとうございます。

○島崎委員　阿蘇4に関してのデータを追加していただきましたけれども、今、吾妻から申し上げますように、当時の海水準ということもあり、そもそも火砕流ですから、そんな高いところには来づらいわけで、調査されているところは、高茂が標高165mですから、まあ来ないだろうと思われませぬし、もう一つは中位段丘で、これはほかの地点でもなかつたんですから、ある意味、補充はしていただきましたけれども、もっとありそうなところを補充していただいたらありがたかつたという感じがあります。

結局、達していないものと考えられるという結論ですけれども、これは、やはり考えたというような感じもあつて、結論としては、その時代のものがないわけですから、ないというところにはまだ至っていない。

シミュレーションをしていらつしやいますけれども、このシミュレーションも非常に完全なものではありませんので。むしろ、これを見ると、ひょっとしたら可能性はあるかなというふうに、逆に考える人もいるかもしれませぬ。ということで、これは、そういう意味では完全に考えられるかどうかということに関しては、まだ疑義が残っているように思います。

ただ、いろいろとやられていて、なかなかないということも理解できますので、宇和盆地、ここは盆地ですから、ここまでは到底行かないと思ひますけれども、結構いい場所なんかもありますし、宇和盆地からちょっと海のほうに行ったようなところの幾つかの湾内なんかには、ひょっとしたらあるのではないかというような気もいたします。

それから、川之石港のところの地図のところ、何か側線が描いてあるんですけど、この側線は何ですか。「UD-5S」と書いてある。

○四国電力（西坂）　これは、もともとこのボーリングコアなんですけれども、耐震バックチェックの際に掘つたものでございまして、前の指針で、海上音波探査とかをしたときに

あわせて実施したものなのですが、前の指針で後期更新世の活動性の判断に阿蘇4を参考とできるということで、宇和海沿岸を詳細に検討して、最も阿蘇4がありそうなところとして、この川之石港の埋立地でボーリングしたものです。

ですから、このUD-5Sというのは音波探査の側線でございます。

○島崎委員 ということは、UD-5Sの音波探査の側線を見れば、このボーリング位置とちょっと離れていますけれども、どんなものがたまっているかがわかるかもしれない。音波探査の記録次第ですけれども、そういうこともちょっと参考にさせていただきたいと思います。

○四国電力（大野） 我々もそういう観点で、可能な限りハリスの探査結果も含めて、山口であるような厚い火山灰層があれば、反射の中でも何か兆候が見えないかなという目では見ました。

ただ、専門家も含めて見たんですけれども、そういったものが、これがそうだろうとかというものは、見解としてなかったという状況にはございます。

○島崎委員 わかりました。ないということは、反射でもわかるとは思いますが、実際に一番いいのは物をとって調べるので、ですから、9万年ぐらいの地層が入っているであれば、それをとったほうが簡単——簡単ではないけれども、確実ですね。確かに、ここには9万年のものが来ているのに、ないじゃないかということで、非常に明らかになると思います。

ほかに何かございますか。

それじゃあ、今回、火山灰のシミュレーションで風向き・風速の平均値の意味だとか、そこら辺のところはきちっと確認していただいて、5cmとったものがどれぐらいのものなのかという目安みたいなものは、ある程度、やっぱり示していただいたほうが、「なるほど」と思いますので、よろしくお願ひしたいと思います。

○四国電力（大野） 了解いたしました。信頼性の向上に、また努めたいと思います。

○島崎委員 それでは、四国電力については以上にいたします。どうもありがとうございました。

退室していただいて、次に九州電力の入室をお願いしたいのですが、事務局、九州電力の方はいらっしゃっていますか。

それでは、2時半から開始したいと思います。

（休憩 四国電力退室 九州電力入室）

○島崎委員 時間ですので、再開したいと思います。

九州電力から、川内原子力発電所及び玄海原子力発電所の震源を特定せず策定する地震動について、説明をお願いいたします。

○九州電力（赤司） 九州電力技術本部の赤司でございます。

資料2によりまして、川内・玄海、震源を特定せず策定する地震動について御説明させていただきます。

本件、震源を特定せず策定する地震動につきましては、1ページ目に記載させていただいておりますとおり、第3回会合での論点といたしまして、ガイドにある対象事例の16地震につきまして、記録の分析・評価等を実施することという論点を頂戴しておりました。

この16地震、ガイドの記載も踏まえまして、2ページ目、御覧いただきますと、まず本日の御説明、検討、どんなことをやっているかということ、全体像をここでまず御説明させていただきますが、全体でやっていることを一言で申し上げるとというのが一番上段の黄色い部分になりますけれども、審査ガイドを踏まえまして、そこに記載のある全16地震、これらにつきまして、マグニチュード6.5以上、こちらについては地域性、6.5未満、こちらについては観測記録の適切性、それぞれの観点から全体を網羅的に分類・分析いたしまして、川内・玄海、当社発電所における震源を特定せず策定する地震動、この地震動レベルを設定しているというのが全体としての大きな流れでございます。

その流れ、もうちょっと細かくブレイクして御説明させていただきますと、まず、左半分の黒四角の中を御覧ください。

審査ガイドの16地震につきましては、ガイドの中で震源近傍における観測記録を適切かつ十分に収集することということが記載されてございます。

まずは、この16地震につきまして、一つ、マグニチュード6.5以上、対象としては2地震になりますけれども、こちらにつきましてはガイドの中に地域差があるということが記載されておりますので、それを踏まえまして、当社原子力発電所が位置する地域と、この上記2地震が発生しました地域との地域差について検討いたしました結果、地域差があるというふうに判断されましたので、こちらにつきましては、収集対象となる観測記録としては選定しないという判断に至っております。

それから、6.5未満、こちらの14地震につきましては、ガイドでも全国共通に考慮すべきものという定義がございますので、こちらは全体を網羅的に眺めておりますが、記録を収集・整理・分析するに当たって、それらに先立って14地震の震源特性の整理というものを行っております。

これは、何がしたかったかということをも右側の点々の中で簡単に御説明させていただきますと、要は、14地震について全体を見渡しながら分析を行っていくわけですが、その中で着目点は何なのかということを出しようということで、分析に先立って整理を行っているもので、その中で見えてきた観点といたしましては、ひずみ集中帯に位置するのかもしれないか、あるいは断層タイプとして逆断層、横ずれ、正断層なのか、それは地域的にどうなのかというような、ある程度、地域的な特性があるんだなという部分が見えてまいりました。

さらに、一方、アスペリティの位置でございましたり、破壊開始点、こちらは地域性云々の関連性はございませんで、これはもう、まさに地域性にかかわらず、全国共通考慮すべきものだなというのが見えてきたというところもございます。

この中で、一番ポイントとして見えてきましたのは、③サイト固有のものと書いておりますけども、例えば伝播経路特性でございましたり、サイト特性でございましたり、非常にローカルな特性が見てとれるものがあって、これは地域ごとに考慮しなければならないというところも見えてきておまして、こういったポイントを念頭に置きながら分析しなければならないということを出してあります。

これを念頭に置きながら、以降、横ずれ断層は6地震、正断層は2地震、逆断層は6地震、合計14地震を対象といたしまして、観測記録を収集し、分析を進めていっておりますが、観測記録の収集に当たりましては、左側、灰色で囲っておりますけども、ガイドの中で「適切かつ十分に」という定義がございますので、まさに先ほど③のポイントでも挙げましたような、ローカルな地盤の影響等のない記録を幅広く収集するという観点で、岩盤相当のK-NET、KiK-net等の記録を幅広く集めるということを行いまして、その記録をさらに詳細に分析しながら、地盤の影響等があるのかないのか、地盤の影響等が見られるものについては、検討に用いることが適切であるか否かという検討を行った上で、影響等がない観測記録を全て収集・整理した上で、地震動レベル、震源を特定せず策定する地震動のレベルを設定するというところを行っております。

なお、右側の今度は点線のほうに行っていただきますと、ガイドの中では、地震動レベルを設定したものにつきまして、各種の不確かさを考慮していること、その辺、妥当性の確認をすることということも定義されておりますので、観測記録のばらつき、さらには地震動の超過確率の観点から、14地震全体を概観した整理を行いまして、妥当性確認を行っております。

もうちょっとブレイクして申し上げますと、この6.5未満の14地震につきまして、観測記録を全て並べて、平均でありましたり、ばらつきをとって見るということ、さらには超過確率を参照し、JNESさん等の知見等も参照するというところを行いまして、妥当性の確認を行っております。

では、以上の流れで今全体を御説明いたしましたけども、それぞれの検討内容につきまして、3ページ目以降で御説明させていただきます。

まず3ページから。

こちらから、しばらくはマグニチュード6.5以上の地震についての整理でございます。

こちらは、審査ガイドにおきましても、「事前に活断層の存在が指摘されていなかった地域において発生し、地表付近に一部の痕跡が確認された地震」として定義されておりました、「地域によって活断層の成熟度が異なること、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布する場合や地質体の違い等の地域差があることが考えられる」というふうに解析が加えられております。

よって、ここでは6.5以上の二つの地震につきまして、地域差の観点からの整理を行っております。

まず、①2008年の岩手・宮城内陸地震につきまして。

こちらにつきましては、この岩手・宮城内陸地震の震源域周辺の地質と玄海・川内（当社発電所近傍）の地質についての対比・整理を行っております。

まず、岩手・宮城内陸地震の震源域の地質につきまして、4ページ目を御覧ください。

こちらが、岩手・宮城内陸地震震源域周辺の地質を示しているものでございます。こちらは、平面と断面と示しておりますけども、特に左下の断面と真ん中辺りに表示しております表を中心に御覧いただきたいと思っておりますけども、この震源域につきましては、第四紀火山であります焼石岳と栗駒山の間位置しておりますして、新第三系の堆積岩、火山砕屑岩、溶岩等からなりまして、最大層厚は2,850mとなっております。

この最大層厚2,850mの構成がどうなっているかということ、もうちょっとブレイクしてみましたのが、真ん中上に記載しております表でございますけども、この3,000m弱ぐらいのうち400m程度を、溶岩等の火山岩の中でもかたいものが構成しておりますが、一方、大半は火山砕屑岩、堆積岩等の火山系のやわらかい堆積岩系のものが構成しているということが、この岩手・宮城内陸地震震源域周辺の地質から見えてきております。

すなわち、3ページ目にもまとめておりますけども、要は、この震源域周辺は比較的や

わらかい新第三系の堆積岩、あるいは火山砕屑岩に厚く覆われておりまして、地下深部での震源断層の変位が地表に到達しにくい。やはり、そういう特性があるんだなということが見えてまいりました。

一方、じゃあ、玄海・川内はどうかということにつきまして、5ページ目、6ページ目に、それぞれの発電所近傍の地質を平面図・断面図で示しておりますが、まず、5ページ目、玄海周辺について御覧いただきますと、玄海発電所は、佐世保層群という層を基盤として設置されておりますが、これらを新第三紀鮮新世の東松浦玄武岩類が緩やかに覆っているという特性がございまして、要は基盤を覆っているものは、かたい玄武岩系のものが覆っているということで、岩手・宮城の震源域近傍とは特性が異なるんだなということが見えております。

さらに川内について、6ページ目を御覧いただきますと、こちらは、基盤といたしましては秩父層群を基盤としておりますが、それを覆っているのが北薩火山岩類となっております。この北薩火山岩類をもうちょっと細かく見てみますと、ちょっと見にくくて恐縮ですけれども、左側の凡例のところには赤のアンダーラインを示している部分がありますけれども、こちらが北薩火山岩類の構成になってございまして、こちらを御覧いただきますと、大半が溶岩で構成されているということが御覧いただけるかと思えます。

要は、川内も基盤を覆っている、火山系の岩が覆ってはおりますが、大半が溶岩系のかたいものでございまして、やはり、やわらかく厚いという岩手・宮城とは特性が異なるんだなということがわかっております。

ページを行ったり来たりで申し訳ございません。

3ページ目に戻っていただきますと、さらにちょっと補足的な情報ではございますけれども、「なお」のところではございますけれども、玄海・川内が位置します九州地方は、横ずれ断層タイプの地震が主体となっております。

一方、岩手・宮城は逆断層タイプとなっております。後ほど添付資料のほうでも御説明させていただきますが、九州におきましては、そもそもこういう大規模な逆断層タイプは非常に発生しにくいというような特性もございまして。

以上、見て取りました、整理しました結果をもとに、要はガイドに記載されております一つのポイント、上部に軟岩や火山岩、堆積層が厚く分布するという観点での地域差を検討しました結果、岩手・宮城内陸地震と玄海・川内については地域差が見てとれましたので、収集対象となる観測記録としては選定しないというふうに判断をしております。

続きまして、ページは飛びますが、7ページ目。

こちらは6.5以上の二つ目の地震、2000年、鳥取県西部地震についてでございます。
まず、7ページ目。

こちらは鳥取県西部地震が発生した地域と、当社玄海・川内の周辺の地域について、まずは全体像として概観しております整理でございますけども、垣見先生によります2003年の地体構造区分図、いわゆる垣見マップと呼ばれているものでございますけども、こちらで見ますと、鳥取県西部地震の震源域が属するエリア、こちらと川内あるいは玄海が属するエリアとは区分して位置づけられております。その区分されているエリアの特性ということで、ちょっと概観して見てとっておりますけども、まず右側、こちらはマグニチュード1~1.9、要は非常に微小な地震につきまして、地震の起こり方の特性がよく見えるようにということで、微小地震の分布として表しているものでございますけども、このブルーで囲っております鳥取県西部地震の震源域が属するエリアから、赤で囲っております玄海が属するエリア、さらには、緑で囲っております川内が属するエリア、それぞれを御覧いただくと、特に鳥取で起きております山陰近傍のエリアと玄海・川内のエリアというのは、一方、全般的にぱらぱら起きているところと、地震が起こっているところ、起こっていないところがくっきりしているところと、何となく地震の起こり方が違っているなどというのが見てとれるのと、もう一つ、真ん中から下に、地震の規模別累積発生頻度と表しておりますけども、こちらはJNESさんの文献から引用させていただいておりますが、いわゆる発生頻度を表す一つの値でありますb値につきまして、分析されたものを見てとっておりますけども、この地震の発生頻度という観点で御覧いただきましても、中国・四国地方、この図では点線がちょうど全国平均のレベルになりますけども、中国・四国地方は、特にマグニチュードの大きいもの、7クラスになりますと全国平均よりも大きい、一方、九州につきましては、全般的に全国平均よりも小さいというような傾向の違いもございます。

こちらは、そもそも概観した特性の違いについての整理でございましたけども、さらにガイドのポイントに沿いまして、より知見収集・分析を行いました結果が8ページ目でございますが、垣見先生の2010年の論文では、この鳥取県西部地震の震源断層は、「一つの面に変位が集中するような主断層、これがいまだ形成されていない変位分散型の断層」というふうにされてございます。

さらに岡田先生（2002年）の文献によりますと、山陰地方の活断層につきましては、変位地形が不明瞭で累積変位量も数百m以下であるということ、それから、一続きの断層線

も短く雁行・分岐が顕著であるということ、断層の年齢も若く、第四紀中期以降発達したものであるということ、平均変位速度もB級下位以下でC級が大半であるということ等の共通点から見まして、この山陰地方につきましては、「活断層の発達過程としては初期ないし未成熟な段階にある」とされておりまして、また、「発現時期の若い活断層が分布する場所であり、日本列島の中でも特異な地域」というふうに位置づけられております。

同じような内容につきましては、杉山先生によります2004年の論文にもございまして、この鳥取県西部の震源域につきましては、「断層の進化がより初期の段階にとどまっている」というような検討・分析もなされております。

これらの知見を踏まえた整理といたしまして、ガイドの中に挙げられておりますもう一つのポイント、活断層の成熟度、これが異なるという観点での地域差が、特に山陰につきましては明瞭に見てとれましたので、この鳥取県西部地震につきましても、玄海・川内におきましては、収集対象となる観測記録としては選定しないというふうに判断してございます。

以上がマグニチュード6.5以上の地震についての整理でございます。

続きまして、9ページ目から、今度は、マグニチュード6.5未満の地震についての整理でございます。

審査ガイドにおきましては、国内においてどこでも発生すると考えられる地震といたしまして、全国共通に考慮すべき地震として14の地震が例示されております。これらの地震の一部では、震源近傍の観測点で大きな加速度の記録も得られております。よって、この観測記録を収集、さらには分析するに当たりまして、そもそも全体を概観することによって、大加速度記録となった要因は何だろうか、分析において何を着目しなきゃいけないんだろうかということ、そういうポイントを抽出するために、テクトニクス的背景、さらには震源特性に関する整理をまずは実施しております。

その整理しました内容について順次御説明させていただきますが、まずは10ページ目、こちらの表を御覧ください。

まず、ポイントとして見てとりましたのは、この10ページ目の表、黄色で色づけをしておりますAという欄を御覧いただきたいと思っております。

このAという欄、上側には書いておりますのは、それぞれの発生した地震のマグニチュード——モーメントマグニチュードでございますけども、そちらを表しております。

一方、下のほう、震源特性という欄に記載しておりますA、こちらは地震発生層の厚さ、

これはJNESさんの知見から引用させていただいておりますが、そちらを表しております、こちらで何をしたかったかと申し上げますと、特に地震発生層、こちらが厚いとそれだけ発生する幅が大きいので、大きな規模の地震も発生し得る、ざっくりした言い方ではございますけども、大きな地震が発生するポテンシャルが大きいと見てとれますので、そういう特性に応じたような大きなマグニチュード、規模の地震が発生している、だから、大きな加速度になったりしているのではないか、あるいはそうではないのかということを確認しようということで、こういう整理を行っておりますが、添付の資料、ページで申しますと12ページを御覧ください。

地震発生層につきまして、JNESさんの知見を引用させていただきまして、この14地震が発生しております領域についての整理を行っておりますが、ここは地震発生層D10、D90、その厚さの絶対値ではなく、相対的な関係で御覧いただきますと、この表の一番右側の欄には地震発生層の厚さ、これは、あくまで当社としての整理で、相対的に薄いのか厚いのかということで記載させていただいておりますけども、例えば、静岡県東部、あるいは茨城県北部、これらの地震の近傍では比較的厚い傾向がありまして、さらに北海道の留萌の地震でも地震発生層は厚いという傾向はございます。

一方、じゃあ、その厚さに対応したような大きな地震が起きたりしているか。実際に起きた地震のマグニチュードを見てもみますと、そうではないということが見てとれましたので、一つ、ポイントとして抽出されましたのは、9ページ目、要は、実際に発生した地震規模には、こういった地震発生層の厚さに応じたような特性の差というものはないということが一つ見てとれております。

それから、次のポイント、再びまた10ページ目に戻っていただきまして、表の、今度はピンク色で色づけをしましたBという欄を御覧ください。

上段のほう、こちらは平先生の文献を参照させていただきまして、ひずみ集中帯であるか否か、さらには平先生の文献では、せん断ひずみの大きさから仕分けがなされておりましたので、そちらで参照しまして、要は、ひずみのたまり方が相対的に大きいのか小さいかということを見てとりまして、さらに下段のB、こちらは今度アスペリティの応力降下量を既往の知見から整理しておりますが、今度は、ここは何がしたかったかといいますと、例えば、ひずみが多くたまっているところは、それだけ大きな応力が開放される、すなわち、震源から大きなエネルギーが放出されたことによって大きな揺れになっているということなのか、そうではないのかということを見てとりたいということで、こういった整理

を行っているわけですが、まず、ひずみ集中帯かどうかという平先生の文献について御紹介させていただきますと、11ページ目、こちらの左側を御覧ください。

こちらは、平先生（2002年）の文献、書籍でございますけれども、こちらに、このページで示しておりますような図が紹介されておまして、一つは、ちょっと濃い灰色で色づけされております日本海東縁変動帯から新潟－神戸構造体に至る、ひずみが特にたまっているというふうに知られている場所、さらにはGPSの観測から求められた、ひずみがたまっている地域として、ちょっと薄目のグレーで色づけされた領域。こちらが、この平先生の文献で整理されておりましたので、それぞれの地震がその領域に位置するのか、しないのかということで、一旦、ここで整理を行っております。

このひずみのたまり方の大きい小さいに対応したような応力の開放され方になっているかどうかということ、今度は13ページ目。

こちらは文献の中で応力降下量が求められているものを引用しまして整理を行っておりますが、まず、この13ページ目で御覧いただきますと、応力降下量の度合いは、それぞれで一定のばらつきはありますけれども、各地震ごとに、特に大きい、あるいは特に小さいという明瞭な差は、そもそもないということが見てとれております。

これらをまとめて眺めてみますと10ページ目の表になりますけれども、やはり、ひずみがたまっているか、たまっていないかに対応して応力が大きく開放されているかという、必ずしもそういうわけではないということが見てとれております。

以上、このAとBのポイントから何ができてきたかということ、9ページ目で改めてひくくめて申し上げますと、右側、囲って示しておりますけれども、この14地震、あくまで概観的に整理したところではございますけれども、特異な震源特性、特に大きな地震が起きている、あるいは大きなエネルギーが解放されているというものではないということが見てとれましたので、ということは、では、大きな揺れになったのは何が主原因だろうと考えますと、ここは推察ではございますけれども、ローカルな伝播でありましたり、サイト特性、こちらが大きな揺れになった主要因となっているのではないかとすることが一つ、ここからポイント、推察とされているところでございます。

それから、引き続き分析で見てとれましたところを御紹介させていただきますと、再び10ページ目。行ったり来たりで申し訳ございません。

表で御覧いただきますと、今度はブルーで色づけをしておりますCという欄を御覧いただきますと、まずは瀬野先生の文献によりまして、地殻内応力、それをもとに地域的に横

ずれの地震が発生しやすい場所なのか、逆断層が発生しやすい場所なのかというような特性を整理いたしまして、下段のC、発震機構解。じゃあ、実際に起きた地震が横ずれだったのか、逆断層だったのかということ整理しております。

それぞれの文献につきましては、まず11ページ目。

こちらは右側が瀬野先生によります文献でございますけども、この文献では、応力の状態から発生しやすい地震のタイプが整理されておまして、主として、東北日本は逆断層型の地震が発生する、西南日本は横ずれ型の地震が発生する地域というふうな整理がなされております。

これに対応したような起こり方になっているかということ14ページ目で御覧いただきますと、この14地震で御覧いただきますと、やはり東日本ではほとんどが逆断層、西日本ではほとんどが横ずれとなっております、この発震機構解は、概ね先ほどの瀬野先生の文献と整合した起こり方となっております。

なお、⑪番と⑮番、茨城県北部地震につきましては、瀬野先生の文献では逆断層と、広域的な応力場としては定義されておりますが、実際に起きたのは正断層の地震でございます。じゃあ、これはなぜなんだろうということにつきまして、産総研さんの文献に整理がありましたので引用させていただいておりますが、この茨城県北部地震が発生しました周辺の地域は、もともと正断層の場であったというふうにされておまして、結果、やはり応力場に整合したような発震機構の地震が発生しているというふうに考えられております。

すなわち、応力場等から見てとれるタイプの地震が起きているということがわかっておまして、この辺、ポイントとして、以降これをもとに整理しているところではございませんけども、やはりそういった特性というものがあるんだなということが、全体を概観した整理の中で三つ目のポイントとして見えてきております。

さらに、10ページ目の表、一番下段のほうに白抜きでDと示しておりますアスペリティの位置、破壊開始点。こちらにつきましては、ページでいきますと15ページ目、16ページ目になりますけども、こちらのほうで既往の知見を網羅的にちょっとピックアップいたしまして、特に震源のモデル、あるいはインバージョンがなされているものをもとに、アスペリティの位置が深いのか浅いのか、さらには破壊開始点がどの辺にあるのか、要はアスペリティが浅いとやはり大きな揺れになりやすい、破壊開始点が深くて上に向かってくるような破壊だと大きな揺れになりやすいというような特性もありますので、そういった傾向があるかどうかということを見てとっておりますが、15ページ目は横ずれ断層の地震に

ついて、16ページ目は正断層、逆断層の地震について、文献の中から震源モデルはインバージョン結果が抽出されたものを記載させていただいておりますが、赤色系等で濃く表されているところがインバージョン結果等も踏まえた、いわゆるアスペリティに相当するところだと思えますけども、こちらは浅いものもあれば深いものもあるというような傾向でございまして、さらに、ちょっと見にくいと思うんですけども、黒いポチでございまして、星印で表されておりますのが破壊開始点でございまして、こちらの上だったり下だったりということで、系統的な傾向はございまして、こちらは例えば地域的に、あるいは起こった地震についての系統的な特性というのはやはりなさそうだなということが見てとれましたので、一つ、こちらは特に地域的な特性としていろいろと分類するのではなく、不確かさの重要な一つの要素であるということで、落とすまいように、しっかり考慮しなければならないということが四つ目のポイントとして整理されております。

最後、10ページ目の表を御覧いただきますと、赤枠で今度は縦に囲ってございまして、九州を、今度は全体を網羅的に見てみるとどうだろうということ、ちょっと補足として見てとっておりますが、これをもとに九州がどうのこうのというものではございせんけども、特性としましては、地震発生層がそんなには厚くないということと、ひずみもそんなにたまっている場所ではないということで、そもそも大きな地震が発生し得るような潜在的なポテンシャルは小さいんだなということは見えてとれております。

以上、こちらは補足の情報ではございせんけども、観測記録を収集・分析するに当たりまして、全体を概観して頭の整理を行った結果でございまして。

それでは、ちょっと前段が長くなりましたけれども、17ページ目から、こちらからが震源近傍の観測記録についての収集・分析を行っていた結果でございまして。このマグニチュード6.5未満の14地震につきましては、震源近傍の観測記録といたしまして、断層面が把握できているものにつきましては、最短距離が20km以内、断層面が把握できていないものについては、震源距離が30km以内、それぞれの観測点における観測記録を収集してございまして。対象とする観測点は、ベースは防災科研さんのK-NET、KiK-netの記録でございせんけども、その他ダムの記録でございまして、後ほど登場いたしますけども、当社の発電所で得られております記録等も幅広く収集を行っております。

なお、K-NETにつきましては、御承知のとおり中央面での観測点ですので、AVS30、地表面から30mのVs、せん断波速度のかたさが概ね500m/s以上のものを抽出いたしまして、さらにKiK-netにつきましては、地表ではなく地中、岩盤中の観測点の記録を対象としまし

て、なお、岩盤中の観測記録については、いわゆるE+Fの記録になっておりますので、ここは便宜的に地中（E+F）の記録を2倍で整理しまして、2Eよりは若干大き目の整理にはなっていると思いますけども、2倍することによって整理を行っております。

まずは、収集・整理していくに当たりまして、この収集した観測記録を対象に、一つは司・翠川によります距離減衰式との対比によりまして、平均+1 σ 程度から、超えているかどうか。要は超えているものについては「ちょっと何かあるかもしれないな」ということで目をつけようという観点でピックアップしまして、さらには加藤ほか（2004）によります地震動レベル、これを超えるものがあれば、こちらも「もしかしたら何かあるかもしれない」ということで目をつけまして、まずは機械的にその辺の整理を行っていきまして、目をつけた――これは、もうちょっと細かく分析しようというふうにピックアップしたものに付きまして、後段でさらに分析するというような流れで整理を行っていております。

18ページ目以降が、14の地震につきまして、それぞれ観測記録の収集を行っていった結果でございますが、まずは18ページ目、こちらは2011年の長野県北部地震についてでございます。

以降のページも同じような整理を行っておりますので、このページで各ページの見方を御説明させていただきますと、まず左上には、震源を中心に半径10km、20kmの円を描きまして、それに対して、丸印はKiK-net、三角印はK-NETのそれぞれの観測点の位置を表しまして、要はこれらの観測点の記録を集めましたということを平面的に表しております。

実際に集めた記録につきまして、右側では、まず司・翠川の距離減衰式と対比するとどうか、さらには下段のほうでは加藤ほかのスペクトルと対比して見るとどうかということ整理しております。まず、長野県北部地震につきましては、NIG023というK-NETの観測点の記録につきまして、司・翠川式でいきますと+1 σ を超えるようなレベルであるということが見てとれまして、さらにスペクトルで見ましても、加藤ほかによるスペクトルをかなり上回るような傾向が見てとれております。

よって、このNIG023という記録につきましては、地盤の影響等が含まれているか、要は、ローカルな特性が入っているかもしれないということで、後ほど詳細な分析をしようということで、一旦、そちらのほうの記録として分類しまして、その他の記録につきましては、地盤等の影響は特にはないのではないかということで、記録を整理しております。

以降のページ、同様の整理でございますけども、19ページ目、こちらは1997年3月の鹿児島県北西部地震の記録でございますけども、こちらは、いろんな観測点の記録を収集・

整理いたしました結果、特にこちらはKiK-netの運用開始前で、K-NETの記録しかないということと、K-NETの記録はいずれも地表のやわらかいところで、なかなかかたいところの記録がございませんでしたので、収集結果として土俵に残りましたのは鶴田ダムというダムでとれた記録、それと当社、川内の発電所でとれた記録でございましたが、いずれも大きくなるような特性はございませんで、地盤の影響等がない観測記録として分類しております。

それから、20ページ目、こちらは宮城県北部地震についての記録でございますが、こちらを整理いたしました結果、MYG011という観測点、これはK-NETの記録でございますけども、こちらにつきまして、司・翠川の距離減衰式、あるいは加藤ほかのスペクトルと対比しても、特に水平方向で特異に大きくなるような、傾向が異なるような記録が見てとれました。

こちらにつきましては、ちょっとよく調べてみますと、このMYG011という観測点は、左上の観測点の位置の図で御覧いただきますと、右下のちょうど半島の先っぽにありますような20km以上離れた観測点の記録になりますけども、こちらにつきまして、右下の点線で囲っておりますけども、こちらは高さ十数mの崖の上に位置しており、地形による増幅の影響があったものと考えられるということが、宮城県沖の地震、さらには宮城県北部の地震の災害調査報告の中で報告がなされております。

結果、近年ではこのMYG011の観測点は移設が行われておりまして、この観測記録は、その移設が行われる前にとれた記録でございまして、こういう地形等の影響がかなり濃く入っている記録であるということが見てとれましたので、このMYG011、こちらの記録につきましては、今後の分析・検討において直接検討に用いることが適切ではないなということで、そういう観測記録であるというふうに判断しております。

それから、21ページ目。

今度は宮城県北部（鬼首）の地震でございますけども、こちらもKiK-net運用開始前でございますが、K-NETの記録等を拾いながら、比較的かたいところの記録はないかということで当たってみておりますが、結果として、斜線でざっくり書いておりますけども、結局、収集対象となるような観測記録が――要は比較的かたいところの記録はなかったという結果となっております。

それから、22ページ目。

こちらは1997年、今度は5月の鹿児島県北西部地震でございますけども、こちら先ほ

どの3月の地震と同様、結論といたしましては、鶴田ダム及び当社の発電所の記録がピックアップされておりまして、それらにつきましては影響等がない観測記録として分類を行っております。

それから、23ページ目。

こちらは岩手県内陸北部地震でございますけれども、こちらもKiK-netの運用が開始される前で、K-NETの記録等を当たってみました。結果的に、比較的かたいところの記録はなかなかなかったという結果となっております。

続いて、24ページ目。

こちらは静岡県東部地震についてでございますけれども、こちらはSZOH37というKiK-netの観測点の記録がピックアップされておりまして、傾向としましては、司・翠川との対比、加藤ほかとの対比の絵で御覧いただけるとおりでございます。地盤の影響等がない記録として分類しております。

それから、25ページ目。

山口県北部地震、こちらも、結果だけスピードアップして御説明させていただきますけれども、二つの観測点の記録につきまして、ピックアップいたしまして収集・分類を行っております。

それから、26ページ目。

こちらは茨城県北部地震でございますけれども、こちらにつきまして収集しました結果、IBRH13という観測点の記録につきまして、司・翠川の距離減衰式、さらには加藤ほかのスペクトルとの比較の結果、ちょっと大き目の傾向が見られるという結果が得られています。

よって、この記録につきましては、後ほど詳細な分析をしてみようということで、影響が見られる可能性がある観測記録として分類いたしまして、その他は影響等はないであろうという観測記録として分類しております。

それから、27ページ目。

栃木県北部地震でございますけれども、こちらにつきましてはTCGH07という観測点、先ほどと同様に、やはり大き目に出るような傾向が出ておりまして、こちらも後ほど詳細な分析を行うということで分類しております。

それから、28ページ目。

こちらは北海道留萌市長南部地震でございますけれども、こちらはKiK-netとK-NETの記録をそれぞれ集めておりますが、HKD020という観測点の記録、こちらはK-NETの観測点の記

録でございますけども、ここが、特にちょっと大き目の傾向が見られておりますので、この記録につきましても後ほど詳細な分析をするということで、一旦、影響等が見られる観測記録として分類しております。

以降、ちょっとスピードアップさせていただきますが、29ページ目。

こちらは福岡県西方沖地震の最大余震でございますが、結果といたしましては、かなり離れたところの記録ではございますけども、当社、玄海原子力発電所の記録が比較的かたい記録でございましたので、そちらを収集しております。

それから30ページ目。

こちらは2012年の茨城県北部地震でございますけども、こちらは全ての記録を網羅的に収集しております。

それから、31ページ目。

こちらは和歌山県北部地震でございますけれども、こちらはWKYH01という観測点、こちらにつきまして、やはりかなり大き目の傾向が見られておりましたので、こちらは、後ほど詳細な分析を行っております。

以上が、まずは収集・整理過程の御説明でございますけども、32ページ目、こちらからは、今度は、先ほど、これはもうちょっと分析してみたほうがよさそうだとしてピックアップした記録につきまして、それぞれ本震以外のその他の観測記録も集めて眺めてみるということでございまして、到来方向別に眺めてみて、その差異がありやなしやということ进行分析するというようなことを行いまして、要は地盤の非線形あるいは3次元効果等のローカルな影響が含まれているか、いないかということの分析を行っております。

その分析の内容が33ページ目からでございますけども、まず33ページ目、34ページ目。

こちらは、2013年の栃木県北部地震。観測点としましては、観測点名称、KiK-net栗山西という観測点の記録になりますけども、こちらにつきまして余震を含むその他の地震の観測記録を広く集めることによって分析を行っております。

まず、33ページ目の下段、真ん中の応答スペクトルの絵で御覧いただきますと、この一番上の水色のスペクトル、こちらが本震の応答スペクトルになりますが、それ以外の余震の応答スペクトルと形状を見比べますと、本震のみで0.1秒～0.2秒の間に非常に大きなピークがありまして、その他の地震と、どうも傾向が違うということが見てとれております。

右側の図は、こちらは、もうちょっとこの傾向を見やすくするために、最大加速度を200Galに基準化いたしまして、上段には本震、下段にはその他の余震ということで、整理

して眺めてみておりますが、この絵からも、やはり明瞭に、本震では0.1秒～0.2秒に大きなピークがあるんですが、その他の地震、余震では、その辺りでのピークはなく、むしろ0.1秒よりも短周期側にピークが出るという傾向、明瞭な違いが見てとれております。

この34ページ目では、さらにその影響を見てとるために、より別の切り口での分析を行っておりますが、こちらでは、左側のほうの絵で表しておりますけども、本震の観測記録と、本震とほぼ同じ位置で発生いたしました二つの余震、これらの記録を用いまして、本震と二つの余震のフーリエ振幅比をとりまして、この本震で特異な傾向が見られた栗山西の観測点と、それ以外の観測点のフーリエ振幅比の比較を行うことによって、栗山西観測点固有の特性が見られるかどうかという見方を行っておりますが、その結果が下段の絵でございまして、まず中段の絵を御覧いただきますと、こちらは、本震を①と書いております余震で割り算しました結果、フーリエ振幅スペクトルの比でございまして、赤線が栗山西の観測点の比率、その他の色で書いております線はその他の観測点の記録でございまして、こちらを御覧いただきますと、この栗山西の観測点の記録のみ6Hz辺り、要は0.1秒～0.2秒の間に非常に大きなピークがありまして、その他の観測点には見られないという傾向が見てとれております。同様に、下段の余震の②で割り算した結果について御覧いただきましても、やはり栗山西の観測点のみ、この6Hz付近でピークが見られるということで、こちらは、やはりこの栗山西固有の伝播あるいはサイト特性が現れているものであろうというふうに見てとれておりまして、こちらの検討に際しましては、そのローカルな特性が入っているということで、現地で用いるのは適切なものではないだろうと判断しております。

それから、35ページ目。

続いて、茨城県北部地震。こちらは、観測点としてはKiK-net高萩の観測記録になりますが、こちらにつきましても、先ほどの、まずは栃木県北部地震と同じような分析を行っております。分析の結果といたしましては、35ページの、まず右上の応答スペクトルの図。こちらで御覧いただきますと、一番上の赤線の実線、点線が本震の観測記録になりますが、こちらとその他の色の余震の記録を見比べましても、それほど明瞭な差は見られないというところがございまして、さらに最大加速度を200Galで基準化して下段で眺めて見ておりますが、この図では、真ん中の青線が本震の記録、両側の区間A、区間Bと書きまされたのがその他の余震の記録でございまして、こちらでも明瞭な差異はなかなか見られないという結果となっております。

こちらを、よりさらに細かく眺めてみようということで、36ページ目。

今度は、このKiK-net高萩の観測点につきまして、本震以外のその他の地震によって得られました観測記録の地表と地中の観測記録のフーリエ振幅スペクトル比をとりまして、それが到来方向別に見て、差異が見てとれるかどうかということを検討してみています。

この下段が、黄色でありましたり、青でありましたり、グリーンで表しておりますのが、到来方向別に整理いたしました本震以外の観測記録の整理結果でございますけども、これに対しまして、赤線で表しております本震のフーリエスペクトル比、特にNS方向につきまして、顕著にその他の地震と傾向が異なるという結果が見えてきております。

さはさりながら、35ページ目の検討では、そんなに明瞭な差はないということでしたので、仮に3次元的な地盤等の影響がないとすれば、1次元で地盤をモデル化して、なにがしか、このフーリエ振幅が再現できるだろうということで、下段のほうでは、この本震のフーリエスペクトル比を、地盤同定を行いまして1次元波動論で再現を試みておりますが、結果的に、この本震の観測記録は、なかなか1次元波動論では再現できないということが見えてきておりまして、結果、何が言えるかというと、やはり1次元ではなかなか再現できない、3次元的なものがこの本震には含まれている。この互いの観測点の本震には含まれているということが見てとれましたので、こちらもそういう影響を受けているというふうに考えられるものとして、整理を行っております。

それから、37ページ目。

続いて、こちらは北海道留萌支庁南部地震。こちらは、K-NET港町という観測点の観測記録の分析でございますが、こちらは、この観測点の記録につきまして、既往の知見、右下に書いておりますけども、Maeda and Sasatani先生によります2009年の文献より引用させていただいておりますけども、こちらから整理を行っております。

この文献によりますと、観測記録では、H/Vスペクトル、要は水平上下のスペクトル比をとりまして検討が行われているところでございますけども、この港町という観測点は、下の図で行きますとHKD020という観測点になりますけども、この観測記録については、高周波数側、要は短周期側で非常に水平上下のスペクトル比が落ちるという傾向が見てとれておりまして、すなわち、これは非線形性が見られるというふうに判断されております。

結果、この記録につきましては、非常に非線形的な地盤のローカルな特性が入っているというふうに判断しております。

続いて、38ページ目。

長野県北部地震、K-NET津南という観測点の記録でございますけども、こちらも同様に、37ページ目と同じような検討。こちらは、当社のほうで分析・検討を行っておりますけども、その結果でございますが、1つ、38ページ目の四角の中、2011年長野県北部地震「KiK-net津南」と書いておりますけども、すみません、こちらは「K-NET」の誤植でございます。申し訳ございません。

こちらを対象として、同じように水平上下スペクトル比を算定いたしまして検討を行っておりますが、その結果が右側の図でございますが、やはりこの本震の観測記録につきましては、高周波数側でこの水平上下スペクトル比が大きく減少するという傾向が見てとれておりますので、やはりこの観測記録も非線形の影響が含まれるんだなということが見てとれております。

それから、39ページ目。

今度は、和歌山県北部地震、KiK-net広川という観測点の記録でございます。こちらにつきましても、同じように水平上下スペクトル比によりまして検討を行っておりますが、やはり本震の観測記録には、高周波数側でそのスペクトル比の大きな減少、落ち込みが見られまして、こちらかなり地盤非線形の影響が強く入っていきそうだなということが見てとれたところでございます。

以上、これら一旦ピックアップした記録につきまして、全般眺めてみた結果、いずれも3次元的なもの、あるいは非線形でありましたり、ローカルな地盤の影響が入っていきそうということで、収集の対象からは、現時点では適切でないものというふうに判断いたしまして、それら以外の記録につきまして、全般を整理しました結果が、41ページ目、42ページ目でございます。

改めて、今回整理しました結果を四角の中で記載させていただいておりますけども、検討対象地震を選定いたしまして、その観測記録を、適切性の観点から十分に収集・分析しました結果、その収集しました地震を重ね書きいたしましたのが41ページ目、42ページ目、それぞれ川内、玄海の結果でございますけども、結論といたしましては、この収集しました観測記録は、加藤ほかによる地震動レベルに概ね包絡されるという結果となっております。

これを踏まえまして、当社、「震源を特定せず策定する地震動」といたしましては、この加藤ほかに基づき、地盤物性を考慮して設定するというふうに、まとめとして判断をしております。

それでは、ページをめくっていただきまして、44ページ目から。

さらにガイドの記載も踏まえまして、この設定しました地震動レベルの妥当性の確認というものを行っております。冒頭のフローでも御説明いたしましたけども、ガイドの中では、観測記録を収集し、これらをもとに各種の不確かさを考慮して策定されていることということが提示されておりますので、それができているかどうかということを確認するために、観測記録のばらつきの観点、さらには超過確率の観点から妥当性確認を行っております。

その検討しました内容が45ページ目からでございますけども、この審査ガイドで「全国共通に考慮すべき地震」とされております14地震の観測記録につきまして、先ほどまでの整理では、観測記録を一つ一つ眺めながら、適切なもの、適切でないものとは仕分けしてまいりましたけども、ここでは、それは置いておきまして、全ての記録を一旦重ね書きまして、その平均レベルはどれぐらいだろう、ばらつきとして見るとどれぐらいだろうということを見てとっております。

その結果が、45ページ目、左側の図でございますけども、こちらは川内の例でございますけども、先ほど設定しております「震源を特定せず策定する地震動」の地震動レベル、図で、見にくくて恐縮なんですけども、ちょっと太目の黒い点線で表しておりますのが、この「特定せずの地震動」の地震動レベルになりますが、この地震動レベルは、ばらつきの度合いでいきますと、概ね平均+1.64と、信頼度でいきますと95%のばらつきに相当するということが見てとれております。

これを、さらに超過確率で見るとどうだろうということを見ても見ておりますが、この平均+1.64とという地震動レベルにつきましては、領域震源ハザードで見ますと、 10^{-4} ~ 10^{-5} という超過確率に相当するというようなレベルとして見てとれております。

46ページ目には玄海についても表しておりますけども、傾向、結果としては同様でございます。

この信頼度95%程度のばらつきで、ハザードが 10^{-4} ~ 10^{-5} 、このレベルというのをもとに、どう考えたらいいのかということにつきまして、47ページ目。

こちらはJNESさんによります2009年の知見を参照させていただいております。このJNESさんの文献の中では、いろんなばらつきを考慮した断層モデルによりまして、震源近傍の地震動評価、この左下の絵にありますとおり、その評価結果が真っ黒になるぐらい数多くの計算を行い、その平均値でありましたり、ばらつきを評価されまして、加藤ほかの地震

動レベルとの比較がなされております。

さらには、このページの右下にありますとおり、その平均及びばらつきがどの程度のハザードレベルに対応するのかという検討が行われておりまして、このJNESさんによります検討結果によりますと、JNESさんによる評価結果の平均+1.64㏊が、加藤ほかの地震動レベルとほぼ同等、ハザードレベルは 10^{-4} ~ 10^{-5} であるという結果となりまして、この結果、観測記録として見てとった我々の結果とJNESさんの結果、計算によります結果と、それぞれ視点が違いますが、非常に整合的な結果であるなということが見てとれております。

このJNESさんの検討の中では、この加藤ほかのスペクトルを超過している地震動の解析条件を分析しますと、アスペリティが浅かったり、応力降下量が高かったりという計数に対応しておりまして、震源特性の組み合わせとしては、発生する可能性は非常に低い条件であるというふうに分析が行われております。

これらJNESさんの知見も見てとれました結果、妥当性の確認結果といたしましては、48ページ目、策定した「特定せずの地震動」レベルにつきましては、観測記録から確認されるばらつきを十分に考慮したレベルとなっているというふうに考えられまして、さらに、それは既往の知見とも非常に整合的であるということが確認できましたので、この「特定せず」の地震動レベルは妥当なものであるということを確認しております。

最後、49ページ目、50ページ目。

前ページまでが当社としての検討・整理の結果でございますが、改めて、じゃあ、我々として今回の結果を踏まえ、さらに今後、何をやっていくべきかということをもとめさせていただきます。

49ページをまず御覧いただきますと、本資料での検討につきましては、新規制基準、規則でありましたり、ガイドでございましたり、左下に書かせていただいておりますけども、基準地震動としては、最新の科学的・技術的知見を踏まえて、適切なものとして設定する必要があり、特定せずについても、記録をベースに適切かつ十分に収集・分析をしなければならないということもございますので、その観点を踏まえて、検討整理を行ったところでございます。

この分析の過程におきましては、先ほども御説明させていただきましたけども、観測記録に観測点、固有のローカルな特性が見られるということで検討に用いることが適切ではないと判断したのもございます。

じゃあ、その適切でないと判断した観測記録それぞれについて、どう考えるかというこ

とについて、現時点ではこの特異な揺れをもたらした原因が何なのかということは、必ずしも十分明らかになってはいないのかなというふうには考えられますが、その解明に当たりましては、事実関係等、十分な情報収集を行い、さらなる分析・解析を行わなければならないというふうに考えております。

ここで、50ページ目、次のページの表を御覧いただきたいと思っております。

こちらのほうでは、主要な地震と書いておりますけども、特に現時点で検討に用いることが適切ではないと判断しております観測記録を中心に、それが知見の蓄積具合としてどうなっているかということについて、これもまたざっくり概観ではございますけども、整理しているところでございまして、どういった観点で整理しているかということをお説明させていただきますと、要は、知見を蓄積し、この現象を解明していくためにはどのようなものが必要かというのを一番左側に挙げておりまして、まずは、調査等によりまして事実関係をしっかり把握するということ。

1つは、活断層調査等によりまして活断層との関連性を見てとるということでございます。何よりも地震観測によりましてデータ数を――いろんな分析ができるデータを備えるということ。

さらには、ローカルな特性等の検討に資するような地盤・地形情報等を収集するということ。これが必要であろうというふうに考えられまして、さらに、これらの調査によりまして見てとれました事実関係、これを踏まえて、分析・解析を行うということ。

1つは、震源モデルやパラメータ等、要は強震動シミュレーション等を行いながら、その地震像を明らかにするということと、さらに、伝播経路あるいはサイト特性等を分析によって明らかにしていくということが必要であろうというふうに考えられまして、それらにつきまして、それぞれの地震、現時点、我々のほうで見てとれました範囲で、どういった知見があるかということをお整理しまして、比較的明らかになっているのかなというふうに考えられるものを二重丸、もうちょっと知見の蓄積が必要かなというものを丸、それから、まだまだちょっと情報が少ないんじゃないかなと思えるものを三角、さらに、これはまだまだ、なかなか情報がないなというものをペケ印で表しております。

これは、丸なのか二重丸なのか、この辺はいろいろと御意見があるところだと思いますけども、当社のほうで見てとれました範囲で特性として整理しておりますけども、特に先ほど、現時点ではなかなか検討に用いることが適切でないと言われてきた観測記録、こちらが得られている地震につきましては、まだまだいずれも、これら必要な知見を蓄積しながら

ら、解明に向けた途上にあるんだということがやはり見てとれております。

特に、2011年以降、近年発生した地震については、まだまだ大半が知見の蓄積が必要であるという状況であるかというふうに考えられます。

一方、これは参考として右側に挙げておりますけども、鳥取県西部でありましたり、岩手・宮城等、比較的規模が大きくて、大きな被害をもたらしたような地震につきましては、一定の知見がやはり蓄積されているという状況であることが見てとれております。

現時点においては、じゃあ、ベースとなるものは何かということ、今度は横の列で見ますと、やはり地震観測記録につきましては、特にKiK-net等、近年の観測記録の整備で数多くのデータが得られておりますので、この地震観測記録については、もうさまざまな分析が可能なデータ、こちらが十分に得られているんだなということが見てとれたところでございます。

なお、ちょっと補足ですけども、こちらの表の一番下のほうに、伝播経路・サイト特性のところ、**「×不明」**と書いているものもございます。

一方、本日の御説明の中では、観測点、こういうようなローカルな特性が見られるということで御説明させていただいておりますが、この50ページ目の表では、あくまで今回、今資料での当社の分析ではなくて、その辺の知見が文献としてあるかどうかということで整理しておりますので、ここは機械的にペケで書いておりますけども、この特性についても、今後、明らかにしていく必要があるものというふうに認識しております。

要は、これらの地震についても、この事実関係について、さらに情報収集を進め、さらなる分析・解析を行っていかなければならないというふうに考えておきまして、当社におきましても、この解明、要は大きな揺れであったりの原因を分析することと、定量的な評価を進めるということ、こちらを中長期にわたって精力的に推進した上で、まさに基準としてもありますような、最新かつ適切な科学的・技術的知見として、安全性、信頼性向上に反映していきたいというふうに考えております。

もちろん、この取組に当たりましては、当社のみならず、関係機関等の密接な連携のもとで推進していかなければならないというふうに考えております。

さらに、なお、補足ではございますけども、この最新かつ適切な科学的・技術的知見として反映可能なものとなるまで、中長期にわたってということも先ほど説明させていただきましたけども、その期間においても、当社としては、でき得る検討や安全性の確認、これはもう事業者として積極的に進めていく考えでございます。

例えば、先ほど御説明させていただきました資料の50ページで御覧いただいてもわかりますとおり、知見の蓄積がまだまだ必要とはいいいながら、現時点でも、ある程度の知見が蓄積されてきているというものもございます。さらに、今後も順次、知見が蓄積されていくであろうというふうに考えられまして、当社としましても、その知見の蓄積には積極的に努めてまいり所存でございます。

当社といたしましては、この現状の知見等ももとに、可能な限りの検討は行いまして、安全上重要な施設の安全性確認、こちらも自主的に前向きに実施していこうというふうに考えてございまして、現在、もう既にその検討を着々と進めていっているところでございます。

最後、姿勢的なところの補足をつけ足させていただきましたが、御説明は以上でございます。

○島崎委員 かつては震源近傍の強震動の記録が非常に不足していたということで、海外の事例等々を集めて、何とかそれを補充して、ある程度こんなものかという形で進められてきたわけですね。その結果として、実際には基準地震動から推定されるような入力地震動を、実際、観測値として超えるような地震動に何度も見舞われるという、非常に不名誉なことが起きたわけです。

このようなことに対する反省から、新しい規制基準をつくったわけで、その基準をつくる際の議論は全て公開されていますので、一体どういうことを考えてつくったかは、見ていただければわかると思います。

実際、この震源を特定できるものと、できないものと二つに分けて、できるものに関しては、それまでのいろんな知見あるいは理論、恐らく、こういうことが起きているので、震源では、こんなふうにモデル化されれば、ある程度、起こり得る地震、地震動が推定できるんじゃないかという、なるべく我々の理解できていると思われる範囲内のいろいろな知見を集めるという形で地震動を策定するというのは、震源を特定できるほうですね。

できないほうに関しては、むしろ実際に観測された記録、これが大事なのだと。実際にそういう地震動が起きているというこの事実を受け止めて、それから将来、どういう地震動に見舞われるかということを考えましょうという、この二つに切り分けて、なるべく落としのないように、抜けのないようにという両方が相まって初めて入力地震動が推定できるだろうという、そういう立場なのでありまして、震源を特定できるほうが主で、できないほうは従だとか、何か誤解されているところがあるんじゃないかというふうに心配しま

す。

それから、今日の御説明も、これはむしろ、かつての震源近傍の強震動が記録がない時代と、一体今回の御説明とどこかが違うんだと。

果たして、先ほど申し上げたように、これまでのやり方に対する反省というものをどの程度考えていただいて、「震源を特定せず策定する地震動」を考慮していただいたのかということに関しては、疑問を覚えますね。本当に考えていただいているんだろうかと。

これまでの、かつて強震系の記録がなかった時代に、頭の中に固まってしまったようなものが、いまだこういった形で出てきているというおそれはないのか。本当に最近、推定している入力を超えるものが実際に観測されているということに対する反省というのは、一体どこに出てきているのかということを考えてしまいますね。

これじゃあ、これまでと何も変わらないじゃないですかというのが、率直な感想ですね。

どうぞ、松本さん。

○松本審査官 実を言うと、私も島崎先生と同じ思いを持ってしまして、まず、先に九電さんにお考えをお聞きして、その後、適宜コメントさせていただければなというふうに思っているんですけども。

まず、2ページのところなんですけど、地盤の影響等が見られる観測記録ということで、こちらのほうに幾つか出されているかと思うんですけども。

それで、地盤の影響等がない観測記録ということで、観測記録として見たときに、地盤の影響がないものだけを使おうとしている。当然、考慮する上では、若干地盤の影響があっても、使えるものは基本的に使っていいと私は思うんです。

だから、そういう意味で、使えるものは可能な限り使ってほしいというのが、そもそも新規基準をつくったときの思いもあって、そういうふうに思っていたんですけども。基本的には、本日の御説明だと、全部排除になっちゃっているというところがあって、今後は、地盤の影響が見られる観測記録ということで、このフローで止まっているんですけども、これをどういうふうに扱うのか、何かお考えがあるのかどうか、ちょっとお聞きしたかったんですけども。

○九州電力（赤司） この影響等がない記録あるいは見られる記録というせりのところで、その観測記録を眺めながら、どういうふうに見てとったかということは、先ほど御説明させていただいたところでございますけども、本来、この影響等が見られる記録につきましても、最後のほうで、今後、取り組むようなことで御説明させていただきましたが、やは

り一つ一つをもうちょっと細かく分析していくことが必要だとは思いますが。

ただ、このフローの今回の検討の中の整理といたしましては、かなりローカルな影響が乗っているのではないかということで、一旦、検討を収集の最後のまとめの土俵から外しまして、ただし、それを全部外してしまっているのかというところもあって、右側の妥当性の検証という中では、それらも含めて全般に見てとりながら、ばらつきという観点でちょっと見てみようということで整理してみたものでございます。

○松本審査官 松本です。

じゃあ、大体お考えはわかりましたんで、幾つか踏まえてなんでしようけども、具体的に示しながらお話ししたほうがいいかと思うんで、24ページ、ここで、幾つか観測記録があるかと思うんですけども、今、AVS30<500m/sということで、これは多分、九電さんが、3月にうちのほうから出した資料をもとにAVS30<500m/sということで出しているんだと思うんですけども、今は、どうも表層の観測記録を使いたいということで、AVS30<500m/sということで線引きをしているみたいなんですけども、当然、今後の話を見たときに、ある程度使えるものは使いたいというような御趣旨の発言ですので、そうすると、このところを見たときなんですけども、K-NETで若干やわらかいんだと思うんですけども、K-NETで記録が当然出ているというところがありますよね。当然こういうようなものも、本来であると検討の対象にしないとまずいんじゃないかと思うんですけども、1つとしては、考え方として。それで本震の記録を使って、ちゃんと分析かけていただいて、どういう状況の記録なのか。あとは、震源がどうなのかというのは時間がかかるかと思うんですけども、震源の影響なのかどうかということの検討については時間がかかるかと思うんですけども、そういうような検討をして、本来、使えるか使えないかというのが検討しなきゃいけない内容じゃないかと思うんですけども。

それで、著しいもの、使えるもの、当然あると思うんですけども、あとはもう一つ、K-NETで地下の記録というのがあります。地下の記録をどう使うかというところも当然出てきますし、そういうやわらかな地盤で使えそうなものをどういうふうにするかというところ、それはもう当然御存知だと思うんですけども、そういうようなことをこの剥ぎ取り解析として使っていくんじゃないかと思うんですけども。

ガイドのほうとしては、基本的に、議論している中では、そういうことも念頭に置きつつ議論をしています。そういう意味で、ここからはコメントになるんですけども、今後も、再度いろいろ分析等をすると思うんですけども、その際に、いろんな手法でいろんな観点か

ら分析してほしいのが1つ、それで、その解析した結果そのものの妥当性についてもちゃんと確認して、そういうような観点でうちのほうに説明いただきたいというふうに思っていますので、そういう意味で、本日説明いただいている内容では、かなり不十分じゃないかなというふうには、私は思っているんですけども。

そういう意味で、ここの地盤の影響の見られる観測記録の中で、本当に使えそうなものがないのか、あるのかないのかという観点で、ちょっとここのところはもう1回、特にお願いしたいなというふうに思っているんですけども。

○九州電力（赤司） 今の御指摘のところ、おっしゃっている、まず前半のほうで、観測記録AVS30等で分類してっておりますが、これはかなり機械的に収集しておりましたので、それをもうちょっと幅広く、個々の記録を丁寧に眺めながらやっていくことが必要かなとは思っています。

それから、地盤等の影響等が見られるとしたものについて、今回、ページとしましては33ページ目以降で御紹介させていただきましたが、おっしゃるとおり、さまざまなやり方、さまざまな切り口で、さらには検証等も重ねながら、より詳細な分析はもちろん必要だと思います。それにつきましても、さらに整理を進めながら、おっしゃるとおり、じゃあ、こういった検討結果、こういった観点で眺めると使えるんじゃないかというような結果も、もちろん得られると思いますので、その辺の分析を重ねながら整理をしたいと思います。

○小林主任研究員 JNES耐震安全部の小林です。よろしくお願いします。

私からも、大もとの問題点は、今し方、議論された内容になろうかというふうに思っています。

それで、こちらは49ページと50ページになりますが、今後の取組、課題ということで、これ自体は非常に網羅的にスコープで見られて、捉えられているかなと感じました。

それで、やはり一番気になるのが、観測記録に観測点固有のローカルな特性が見られるものについては検討に用いることが適切でないかと判断したと。これはあくまでも現時点の判断ということで捉えざるを得ないんですが、まずその辺りですね。その後の説明にも、要は、今は原因が十分に明らかになっていない。

要は、認識論的な不確かさが大きいというふうに書かれているなと思うんですけど、まずここを現時点の判断ということで捉えてよろしいか、そこを御確認したいと思っております。

○九州電力（赤司） ここはもちろん、1つは観測記録を見てとった、先ほどのページで

も御紹介した検討結果として、現段階で、そういうふうに判断できるだろうと、判断したのが当社のところでございますけども、十分に明らかにはなっていないというところがやはりあるなというところは見てとってはおりますが、これもまた今後の――既に現時点でも検討整理は進めておりますけども、それがより定量的に把握できるような方向に向けて、検討は進めようとしているところでございます。

○小林主任研究員 ありがとうございます。

率直に言いますと、やはり今、現時点でこういったローカルなもの、よく分析されていないものを、根拠があんまりない状態で排除しているという、その姿勢がやはり不十分、それこそ自体が不十分で、時間のない中で取り組まれていると思うんですけど、この適合審査の場に、こういった「震源特定せずの地震動」を審査に当たる土俵に乗っかっていないというふうに感じております。

それで、審査ガイドというような形で、14地震プラス2地震という形で、意味ある地震として掲載されておりますけど、規制側としては、今回、御社がいろいろとスペクトルとか、個別の地震ごとに観測点を抽出してやられたとおり、そういった形で私どもも見ておりました、当然ながら1Gを超えるような加速度を扱っていますので、非線形があるとわかっていまして、ただ、それはいかようにも有効利用という考えでは使えるというふうに判断した上で、リストアップさせていただいています。ですから、この辺りの規制側の強い意志をもっと酌み取るべきでして、お願いしたいと思っています。

それで、もう少し技術的なこととお話ししますと、例えば、41ページ。

最終的に御社がよしとするものをセレクトされまして、トリパタイトの応答スペクトル、そして従前の加藤スペクトルと比較されていますけど、当然ながら、これはローカルな影響、特に非線形があるとか、そういった形で、もう自動的に排除していますので、通常、地盤の非線形が出る・出ないというのは、地盤のせん断剛性 V_s にもよりますけど、大体200Gal以上、もしくは100Gal以上が、地表の加速度ですね、PGAが。非線形の効果が出ると言われていますので、まさにそれを省いちゃっているんで、結局、それ以下の、要は200Gal以下のものが残っている、当然の結果なんですよね。

なので、やはり審査ガイドで要求したのは、それ以上のもの、影響あるものをいかに認識論的な不確かも考慮して評価、使えるデータとして扱っていくという、その基本姿勢がありますので、そこを十分酌み取っていただきたいということを感じています。

それで、ガイドにも各種の不確かさを考慮してというふうに書いてはおりますけども、この

不確かさの意味合いが、例えば震源を特定して策定する、断層モデルで考えている不確かさとは違って、この場合は、やはり認識論的な、例えば非線形をどういうふうな形で評価して、例えば等価線形解析で、それで地震応答解析して、引き戻して剥ぎ取るとか。

そもそも、やはりこの非線形化した地盤を等価な物性として地盤同定をして、その地盤で得られた等価な物性を用いて解析して、剥ぎ取り解析するとか、そういったことがありますので、そういった認識論的な不確かを含めた不確かさということでガイドに載せているんですよ。

なので、あらゆるものを想定して不確かさというふうに表現したところがございますので、その辺りも酌み取っていただければというふうに感じているところです。

それと、もう少し技術的なことを話しますと、先ほど来、御社のほうでは、3次元の影響があるということで、恐らくそれは水平2成分の本震の記録が微小地震の記録とは違うと言っていますけど、結局、それは水性2成分の本震の記録の非線形の度合いが違うだけなんです。なので、それが、いきなり3次元の効果というのは、少し評価としては誤りかなと。

もともと地震が起きている場所とか、結構近い場所のものを、もともと微小地震と本震、そういったセットで扱われているので、なかなかそういった分析が十分にできていないかなというふうに感じているところがございますので。もう少し十分検討された上で、改めて、その「震源特定せず策定する地震動」の地震像として捉えていただければと思っております。

○九州電力（赤司） 今、御指摘いただきましたところは、いろいろと分析の視点等はぜひとも参考とさせていただきたいと思えます。

なお、我々のほうの考えといたしましても、ローカルな特性が見られるものについて適切でない判断したということで、排除してというような御指摘で、もちろん、そういった形にはなっているんですけども、我々としても、非常に分析を重ねながら、考え悩みながら仕分けをしていったところがございまして、要は、ガイドの中でも、さらに基準の中でも、この基準地震動として策定に用い、さらに固めていく上では非常に適切なもの、適切さという観点で収集し、分析しというところがございましたので、まだ、どういう影響なんだろう、実像はどうなんだろうというのがなかなか見えないというものについて、適切なんだろうか、どうなんだろうかというところを非常に悩みまして、こういうフローとして仕分けをしていったものでございます。

もちろん、ただ、我々としても、じゃあそれは何なのかということ突きとめなければならぬということは十分に考えてございますので、先ほど御指摘いただいた観点も含めて、まさに、今後、いろんな切り口で分析を進めてまいりますので、今後とも御指導いただければと思います。よろしくお願いいたします。

○小林管理官 あんまり細かい議論はしたくないんですけど、要は、事業者さんの姿勢の問題なんですよ。

例えば、もう島崎先生が先ほど言われたので、繰り返しになっている部分もあるかもしれませんが、留萌の地震であれば、これは一生懸命、今、電中研さんなり、防災会議さんがボーリングを掘って、地表の影響とかそういうのをきちっと把握しているんですよ。それを、もう地盤モデルとして公表しているんですよ。

そういったデータも使わないで剥ぎ取りをやっていないということ自体が、もう問題なんですよ。だから、今あるいろんな知見を踏まえた上でのこの検討結果であればいいんですけど、ただ、この一番最後に、例えば、留萌の地震であれば、このディレクティブティ効果の可能性があるかもしれないという、これは、あくまでも議論の引き延ばしなんです。と見えるんですよ、私なんかは。

特に、福島のことを踏まえれば、これは大きな反省をしなければいけないんです。これは私も反省しなければいけないんですけども、議論の引き延ばしをして、結果的にああいう津波に襲われたということを考えると、今あるデータでもって、ある程度、安全側の評価をするということも必要だと思うんですよ。だから、そういったことを踏まえて、もう一度、これは再考してもらわないと、とてもじゃないけど議論に耐えられないというふうに思いますので、検討していただきたいというふうに思っています。

○九州電力（赤司） 承知いたしました。

今、引き延ばしというところは非常にしみたところではございますけど、もちろん我々としても、引き延ばす等のつもりがないというところは御理解いただければと思います。

先ほど、口頭で補足させていただきましたが、まさに今、得られている情報をもとに検討は鋭意進めておりますので、その結果につきまして、今後また整理の上、お話をさせていただければと思っております。

○島崎委員 どうぞ。

○森田調整官 今、小林管理官が指摘の50ページの留萌ですけども、留萌は、これを縦に見てみると、5つの枠のうち四つが丸で、ペケは1個もないので、最後のこのディレクティ

ビティのところだけ三角なので、留萌は、これは検討に入るのではないですか。

○九州電力（赤司） 御指摘のとおりだと思います。ここは、まさにもう、ここ最近、次々とデータ、知見が得られてきているところでごさいますして、それを取り込みながら検討を進めております。

今日は、それらを踏まえた検討結果として、資料の中に盛り込ませていただいておりますけれども、また今後、整理をつけながら、御説明させていただきたいと思っております。

○森田調整官 それで、留萌については、37ページではMaeda and Sasataniの論文を引用して、非線形が見られるということがこの観測データの問題なんだということを、雰囲気を出されているんですけど、非線形が問題なのではなくて、50ページでは、ディレクティブティ効果を問題にしているので、議論が飛んでいるんじゃないですか。

○九州電力（赤司） どちらかというところ、50ページは、そのディレクティブティが問題だということが言いたかったわけではないんですけども、非線形の影響が、まずは文献あるいは記録等からも見てとれておりまして、そこが、かなり観測記録として大きな要素になっているんだらうというのは見てとれるところなんですけども、さらに、その他のいろいろな知見なんかを見ていますと、ディレクティブティの影響であったり、知見の効果でもあるのではないかとということもありまして、ここも明らかにしなきゃいけないポイントとして残ってはいるなということ、ここを三角として挙げたもので、そういう意味では、この表現のしづりがあまりよろしくなかったかとは思いますが、ここが大きな問題だということを訴えたかったかということ、そういうわけではないということ、御理解いただければと思います。

○森田調整官 そう言い始めると、全部、地形は完璧に見るまで申請しませんという選択になるんじゃないですか。

新基準適合の申請を、地形とかディレクティブティ効果を全観測データについて明らかにするまで、当社は申請いたしませんという選択になるんじゃないですか。

○九州電力（赤司） そういう意味では、その辺が、もう全体に網羅されないと、というつもりであるわけではないんですけども、例えば、この留萌の地震でありますと、御指摘のとおり、いろんなデータは得られてきております。

それをもとに、先ほど小林管理官からも御指摘いただいたとおり、いろんな角度で眺めながら、適切性が判断できれば、もちろん申請等はできるレベルに達するものとは思いますが、

この辺の地形も含めて、これが全部、二重丸で埋まらなければ身動きできないかという
と、そういう意図で御説明したかったわけではございません。

○森田調整官 それから、これは、このプロジェクトの設定においてなんですけれども、
2ページ目に、審査ガイド:16地震と書いてあって、2ページ目の左側の四角の一番上で、
審査ガイド:16地震と書いてあるんですが、これは1ページ目の下から2行目にも書いてあ
るように、事例なんですよね、16地震は。審査ガイドにははっきり書いてありますが、例
として表1を掲示してある。

私の質問は、16地震以外に、九州電力さんとして観測結果を探されたという実績はある
んですか。それとも、16地震だけやるというプロジェクトをスタートされたんですか。

○九州電力（赤司） まず、16地震だけやるとして、限定的にやっているものではござい
ませんが、ちょっと今回の整理は、まずは16地震を中心に組み込んだというところで
ございまして、引き続き、観測記録の収集、特に当社の発電所の観測されているもの等も
ございまして、その辺を絡めながら、さらなる分析の拡大は必要だとは思っております。

○森田調整官 それで、観測データは、震源から何kmを集められたんですか。

○九州電力（赤司） 例えば今回の、まずは16地震を重点的にと申し上げましたけども、
そちらの中では、一旦はこの16地震の記録について広く眺めながら、具体的に記録として
ピックアップしたものは、断層最短距離で20km、震源距離20km。大体、20km程度の距離の
記録までを中心に集めております。

○森田調整官 25ページを拝見すると、これは、25ページはちょっとよくわからないんで
すけど、25ページの右上の距離減衰式でいうと、30kmを超えている観測データはないよう
に、一番遠いものでSMN011が30のちょっと手前なんですけど、左上の地図で見ると、何か
SMN011は30km以上行っているように見えるんですが、20と今おっしゃったのは、これは30
ぐらいのものも入っている場合もあるということですか。

○九州電力（赤司） 例えば、このページは断層面が見えておりますので、断層最短距離
でとっております、この左上の震源位置と観測点位置関係の絵で御覧いただきますと、
ちょうど真ん中の星印を中心に、ちょっと黒い線と点線がありますけども、これが地下の
断層面の投影を表しております、そこからはかって大体20kmぐらいのところまでの記録
として集めておりますので、この絵でいくと、赤い星印からいきますと30km程度の位置に
ありますけども、大体20kmぐらいのところにはあるという記録になります。

○森田調整官 そうですか。

じゃあ、先ほどの点に戻って、その16地震が全てかという、私はそういうふうには理解してなくて、16は例示でして、このプロジェクトの初めとしては、16だけやればいいんだというプロジェクトだとすると、少しガイドを満たしていないとか、基準を満たしていない可能性がある。

基準に適合していますという申請の、そもそもの前提が、基準を満たしているというのであれば、収集しますということで、例示されている16だけやってきましたではおかしいので、最初のスタートは、16も含めて調べた結果、この16地震を対象とすることで妥当だったというところがスタートだと思うんです。

もちろん、その16の中でも観測データを省いていらっしゃるところが今まで指摘されましたけれども、それを踏まえて、この検討のプロジェクトをスタートさせるべきじゃないかと思います。

基準のほうは、その申請時における最新の科学的・技術的知見をもとに判断してくださいということなので、恐らく、その16地震以外やっていませんでしたということ、申請時に最新の知見まで頭に入りましたか。入っていないんだったら、基準の129ページに書いてありますので、この項目は満たしていないかもしれませんね。

だから、そこをやり直していただきたいというのと、それから、先ほどの北海道の留萌の2004年の地震ですけども、何か非線形を問題に醸し出しつつ、そうでないところも挙げている点をどうするか。最新の知見に基づいた検討を行いましたということであれば、非線形の評価方法が、御社の申請の今年7月時点で科学的知見としてないのかどうか。ないならいいですけど、その開発のために5年かかりますというのならしようがないかもしれませんが、留萌の地震について剥ぎ取りを行って、御社のサイトにコンプレッションすることができるのかどうかをお聞きしたいんですが、それは技術としてあるんですか、ないんですか。

○九州電力（赤司） その辺の検討も進めておりますので、その検討結果、実際、今は計算等、ingのところもございますので、データを、例えば非線形という観点では、先ほど御指摘もありましたいろんな地盤データ等の情報が、まさに今、得られつつあるところですので、それをウォッチしながら検討を進めて、またその検討結果として、今後、御説明させていただきたいと思います。

○森田調整官 わかりました。

○呉上席研究員 JNESの呉です。よろしく申し上げます。

繰り返しあれですが、やはり2ページのほうで、私から見ると、地盤の影響が見られる記録があるのを分けて、結論を使えない理由が、地盤の影響がありますよ、これは事実として認めますね。使えないときの理由が説明していないんじゃないかと感じています。

例えば、3次元速度構造に影響等ある……が、ピークが出ますと、非線形がありますと。例えば、一番、非線形の影響があるとき、ないときは、どの差がありますか、そのような説明をしないと、何か影響があると使えないだけだと、何かギャップがありますね。事実と、使えないの中ではっきり言われていないと思います。

○九州電力（赤司） 今の御指摘は、おっしゃるとおりだと思います。

今日の御説明の中でも、そういうところが見てとれるんじゃないかという入り口のところで仕分けをして御説明しておりましたけども、まさに、1つは定量的な観点、こういうもので、こうじゃないかという、さらなる分析は必要だと思いますので、今日の説明の中身、あるいはこのフローの御説明も含めて、雑駁なところはあったと思いますので、そこはまた肉づけをさせていただきたいと思います。

○吾妻規制専門員 規制庁規制専門委員の吾妻です。よろしくお願いします。

今の話とも同じで、その対象から外すときには慎重にやっていただきたいということなんですけども、私のほうからは、Mw5以上の地震のほうについても同じようなコメントをさせていただきたいと思います。

今回の資料の中では、まず、4ページですか、2008年の岩手・宮城の内陸の地震についての検討ということで、まず資料が出ていますけども、これを外すときには、やはり最新の知見をもう全て集めて、詳細な検討をした上で、九州電力さんのサイトとこれだけ違うんだということをきちんと示していただく必要があるかと思っています。

今回の資料は、非常に絵としてはきれいで見ばえのいい絵ではあるんですけども、古い資料で、これより地震の発生以後にかなりデータが集まっています。地質構造、そういったものをきちんと使って検討された結果というものをを見せていただかないといけないと思います。

また、説明の中でも、北薩の火山岩類との違いということで、「硬い」、「軟らかい」というような言葉を使われて御説明されましたけども、それは物性値としてどうなのか、あるいは速度構造としてどれぐらいの違いがあるのか、そういった具体的なデータとして比較した結果を見せていただきたいというふうに思います。

もう一方の地震、2000年の鳥取県西部地震との検討ということで、こちらは7ページの

ほうになるかと思えますけども、垣見さんの地帯構造の区分のところをもとに比較されているかと思えますが、地震の発生の程度について、これは、私のほうからヒアリングのときにコメントさせていただきましたけど、B値を出していただいて、定量的にどう違うんだみたいなところは今回おつけいただいたんですけども、B値に限らず、メカニズムがどう違うかとか、もっと詳しい情報、地震の発生あるいは地質構造、地下構造、地殻の構造、そういったところの詳しいデータを、やはりできるだけ集めて、違いを見せていただく必要があるのかなというふうに思います。

私、個人的には、この中国地方と北部九州地域というのは、地質構造的にも、地震発生的にも似たようなところかなと思っていて、ここは分けられないんじゃないのかなというのが私の個人的な意見です。地震の発生のほうからもそうなんですけども、この程度の地震、この程度の規模の断層から発生する地震をあらかじめ認めることができるか、できないかという観点で、両地域、どちらも断層の活動度はかなり低い、活動間隔は長いもので、地形的な特徴も失われやすいような条件にあるかと思えます。

そういった意味でも、あらかじめ、今の審査では言葉が違って「震源特定せず」という言葉でやっていますけども、もともとの発想としては、あらかじめ、そこに震源を特定できるかどうかという観点で考えた場合には、やはり北部九州に分布する活断層というのは活動性の低いものが多いところですから、慎重な検討が必要なのではないかなというふうに思っております。

活動性以外にも、地質の状態、状況から、四紀層があまり厚く分布しないとか、そういったことも、事前にそういった震源となり得るものを見つけにくい条件になるかと思えますので、その辺りは中国地方との比較をする際にも十分考慮していただいて、慎重に御検討いただきたいというふうに思います。よろしく願いいたします。

○九州電力（赤司） 今、御指摘のありました後段の鳥取のほうにつきましては、こちらは御指摘のとおり、いろんなデータでありましたり、そろえられると思えますので、それは準備させていただきたいと思えます。

なお、本日の説明は、どちらかというところ、ガイドにありました活断層の成熟度という観点のところ、8ページのところをより御説明したかったんで、7ページの入り口のところはかなりさらっとしていただいていたところもございます。

その活断層の成熟度だけではなくて、その周辺のところも、極力、最新のデータをもって整理させていただきたいと思えます。

あと、前段の岩手・宮城、特に地質的な対比のところ、定量的な数字はごもつともだと思しますので、そこも整理させていただきます。

図等につきましては、どちらかというところ、見やすさ、わかりやすさも含めて、この絵をそろえてきたところもありますので、そこはまたさらに深掘りをしておきたいと思えます。○島崎委員 今の吾妻さんの論点ですけれども、特に、やっぱり活断層の密度が非常に高く活動等が高いような地域ではないことに関しては、鳥取県西部にしろ、九州にしろ、非常によく似ている状況にあります。

それで、8ページにいろいろと整理されていますけれども、結局、これは活断層の存在は事前にわかっていないところでマグニチュード7.3の地震が起きたという事実に対して、一生懸命、皆さんが頭を絞って、なぜそうなんだろうという考えを述べられているわけですが、これが正しいかどうかについては当然議論があるし、これが定説であるとも言えないかもしれませんね。

まだ我々の知らないことはたくさんあるんで、それは、一般に活断層の存在が想定できない地震に対する態度としては、やはり我々の知識が不十分なところがあるというところがまず前提に立っていますので、ですから、実際に観測されたその記録を重視するということは、それが一体どういう理由で、どういう形で、こういう記録になったのかという解析は当然重要ではありますけれども、それはさておいて、実際、そういうことが起きているんだという現実に対して、どう対処していったらいいのかということから始まっているんですよね。そここのところをぜひ御理解いただきたいと思っています。

まだ、最新の知見を取り入れるのはもちろん重要ですが、その知見が十分信頼に足る確実なものであるかということに関しても、やはり検討が必要であって、必ずしも全てがわかっているわけではないということは、やはり常に念頭に置いて対処していただきたいと思えます。

特に、この活断層から想定ができない場合については、やはりかなり慎重な態度が必要ではないかと思えますので、まず、そこら辺から始まっていかないと、なかなか、また思いがけないところで地震が起きて、また、一生懸命それに対して説明をつくるというようなことになりかねないんですよね。

そこら辺は、ぜひ原点といたしましょうか、我々の知識が不十分であるという前提のもとに、どう現実に対処していくかという、そここのところからぜひ始めていただきたいと思っています。

伺ったときに、不思議というか、よくわからないところが9ページにあるんですけども、A、B、C、D、Eというのがあって、Eは九州について書いてあるんですけども、この太字で書いてある「大きな地震が発生し得るような潜在的なポテンシャルは認められない」ということなんですけども、ここで言われている大きな地震は、地震規模が大きいとか、あるいは、アスペリティの応力降下量が大きいという、そういう意味ですか。

それに関しては、上のAとBのところで検討されていて、実際に地震発生層の厚さは関係ないというのがAであって、Bのほうは、ひずみの蓄積度合いも関係ないんじゃないかということなわけです。それなのに、Eに至ると、地震発生層が薄くて、ひずみの蓄積度合いが小さいから、大きな地震が発生し得るような潜在的なポテンシャルは認められないという結論になるのは、論理矛盾していませんか。

○九州電力（赤司） すみません。こちらは、Eの九州についてのところは、ちょっと補足といいながら強調して述べ過ぎだったかもしれませんが、そもそもAとBのところで見てとろうとしていたのは、実際に、ひずみがたまっていたり、発生層が大きかったりすると、やはり、実際に起こる地震というのは、ポテンシャルがやっぱりあるんじゃないかと思っております。

ただ、特に16地震、14地震と上げられたものが、そういう特性に呼応したような動き方をしていたかどうかということで、AとBという分析を行って、実際はそういうポテンシャルはあるんだろうけども、そういう大きな地震、大きな震源特性を持っていたから、観測記録が大きくなったというわけではないんだなという、事実関係を見てとろうとしたものでございまして、逆に、Eの九州のところは、そこが訴えたかったわけではないんですけども、ちなみに、そういうふうに見てとることもできますねということで整理させていただいたものでございます。

○島崎委員 論理的に、私は破綻していると思ったんですけど。

それはともかくとして、AとBの事実は、この14地震に対して当てはめてみたらこうであったという、まさにその事実そのものであって、この14地震というのは、そもそも何だったかという、普通の地震かどうかは知りませんが、少なくとも震源があらかじめ特定できない地震であったわけですね。

そういう地震に関しては、少なくとも14しかないの、数は少ないかもしれないけれども、普通の常識的に考えられるような発生層の厚さが厚いほど、あるいは、ひずみの蓄積度合いが大きいほど大きくなるという予想ではなかったわけですね。これは、やはり

我々の知識が、ある地震に対しては確かにそういう傾向があるかもしれないけれども、ここで見ているようなたぐいの地震に関しては、必ずしもそういった常識どおりではないということを、ひょっとしたら示しているのかもしれないわけで、その辺、我々の知識がまだ不十分であるということを示している可能性があるわけで、やはりこういうところは、実際に起きていることに基づいてどう対処するか。

実際に観測された地震動、こういう地震が実際に起きた。それは今、一生懸命、応力降下量だとか、地震規模だとか、あるいはディレクティビティだとか、いろんな説明の仕方だとか、あるいは加速度の最大値だとか、何かいろんなことを言っていますけれども、それは、あくまでも実際に観測された地震の一面、あるいは、その一部の解釈にすぎなくて、実際に観測された記録がそこに存在しているわけですから、これはこれで非常に重要な、我々の持っている事実だと思うんですね。それをいかに使って現実に対処するかというのが、そもそもこの問題の原点なわけですから、やはりそういう記録が観測されているというところ、あるいは、ここで解析されたAだとかBだとかいうような事実からスタートするというのが重要だと思います。

ちょっとお話が長くなってしまいましたけれども、まだ御意見のある方がいらっしゃいましたら。

じゃあ、小林さんのほうからどうぞ。

○小林主任研究員 JNESの小林です。

ちょっと技術的な観点でコメントなんですけど、18ページ以降、特にMw6.5以下の14地震について、それぞれ分析されているところなんですけど、1つ、御注意いただきたいのが、ちょっと目立つのが、既存の距離減衰式をもとに、今、二つの距離減衰式がありますけど、それで飛び越えている、飛び越えていないと、そこがまず1つ、最初の物差し、尺度になっているので、その考えは少しまずいかなという。それをを用いることによって超えているものについては、それはサイト特性がある、省こうという、やや拙速な判断に見えますので、例えば、最初の18ページですけど、これも既に既存の距離減衰式を超えているというところで、具体的には、加藤ほかのスペクトル等を超えているということで、これがローカルサイトのイフェクトだと、効果だということですが、いわゆる本来、重要視したいのは、確かに、地表のK-NETなので、この応答スペクトルの形ですよ。そういうところから、まず見るなりしないといけない。

確かに、実際も見ると、0.1秒ぐらい、10Hzぐらいでちょっと高くなっているんで、確

かに、これは浅いところの増幅がちょっときいていそうかなというのは見られるんですけど、やはりこういうところまでしっかり見た上で、じゃあ、K-NETなんですけど、いかに地盤同定して、所定の、もともとこれは各プラントの解放基盤まで落として、その地震動の評価をするという手続がとられるだろうと考えていますので、そういった、じゃあ、どこまで使えるデータとして扱っていかうかという、そこの姿勢が問われているというふうにならざるを得ないので、やはり丁寧にやっていただければということですね。

冒頭申し上げた、既存の距離減衰式を物差しにして一喜一憂して、飛び越えたものを省くという思想はやはりまずいかなということで、コメントいたします。

○九州電力（赤司） すみません。飛び越えたものを省くと。結果的に、まずは最初の趣旨は、距離減衰式なんかとも相対的な物差しとして使いながら、ちょっと目のつけどころ、これは目をつけたほうがよさそうだというものを抽出しようという意図ではあったんですけど、結果的に、それが適切ではないという今日の言い方で、弾いた形にはなっておりませんので、そういった物差しの使い方にも見えたかと思えますけども、その辺は整理の仕方、御指摘はごもっともだと思いますので、もう一度、整理をし直したいと思います。

○小林主任研究員 よろしくお願いたします。ありがとうございます。

○森田調整官 追加で、45ページの超過確率の話なんですけど。

ここの一番上の、45ページの上の四角の①のところで、14地震における震源近傍の観測記録の応答をスペクトルで重書きしたと書いておられるんですけども、正確に言えば、14地震の全観測記録ではないわけで、14地震の全観測記録から、ただし、これこれを除いたということは事実としては書かなきゃならないと思うんです。入っていないわけですよ。入っているんですか。

○九州電力（赤司） このページの14地震の記録は、震源近傍として、最短距離20km、震源距離30km以内として集めたものは全て入れております。要は、例えば地盤の影響等が見られるということで、前段、一旦弾いておりましたけども、それも一旦、ここでは戻ってきて、全部を、集めたもの全てをここで重ねております。

○森田調整官 そうですか。なるほど。これは全部入っていると。

じゃあ、そうすると、入っていない重書きのほうは、41ページ、42ページのほうですね。これは、もうこれだけ見ると、その41ページ、42ページだけを見て、この今回の資料全部のストーリーを讀んでいない方が、ここの結果だけ見ると、加藤スペクトルというのは、全部観測しているところを網羅しているから安全なんですと勝手に思ってしまうけれども、

今日の議論を聞いた人たちは、いや、そうではなくて、この中には入っていないものがある。ただ、これが字としてこのページには表れていないので、こうした評価をやる際には、どういう条件を置いたのかというのは常に書いておかないと、後々、次の世代の方々が、2013年のこのときの申請書類を見たときに間違える可能性もありますので、その点、今日の説明資料の問題だけなのかもしれませんが、そうした技術を引き継ぐという観点でも、ちゃんとされたほうがいいと思うんです。

そういう意味では、45ページのほうに、こういうところに書いてほしいのは、45ページでいう加藤スペクトルの点線がありますけれども、加藤スペクトルは敷地の地盤で評価をしている。ただ、観測点のスペクトルは敷地の地盤を入れているわけではない。観測点のスペクトルを置いているだけだと。そうしたことは、こういう説明書類には入るべきだと思うんです、結果を左右する話だと思うので。

そうしたことを書いていって、後々の方が、もし九州電力の次の世代の方々が、じゃあ、このスペクトルを見直そうとか、この超過確率を見直せる時期に来たんじゃないか、あるいは、49ページ、50ページに書いておられるような、中期的な研究が進んできたので再検討しようよというときに、ミスが起こらないと思うんですね。

今日の説明資料を見ての感想ですけれども、そうしたところを丁寧にやらないと、あるいは、結果を他人に説明する際にも、そこは重要な——今日のところはこれで伺いましたけれども——ところだと思いますので、お願いしたいと思います。

○九州電力（赤司） わかりました。今日の資料は、特にこの資料も含めて、それをまず注意して、整理、記載するようにしたいと思います。

○島崎委員 今、コメントがありましたけど、45、46ページのこのハザードのレベルについては、実は地盤による違いもここに入ってしまったている、ばらつきの中に。だから、この推定は正しくないと、そういうことでよろしいですね。

ほかにございますか。

じゃあ、堤さん。

○堤次長 今の話と関連するんですけど、45ページの資料のところ、2ととか3ととか、いろいろと統計量が、信頼度というのが出ているんですけど、この値というの、やっぱりどういうデータを、どの辺の範囲までのデータを入れたかということによって、結構変わってしまうと思うんですね。

ですから、観測サイトが10km以内とか、20km以内とか、30km以内とか、いろんなとり方

があるので、それによって大きく変わるデータになるので、今、特に、最近とれたデータというのは、数kmぐらいのものが特に大きく観測記録としてとられているので、そここのところを見落とさないようにするためには、そういう距離のとり方とか、範囲のとり方とかいうことも注意しながら、これをまとめないといけないと思いますので、ざくっと決めてしまうと、いわゆるこういう統計量で見たりすると、そういうような値になってしまうので、その点はぜひ留意してやってもらいたいという。

特に最近とれているデータというのはどういう位置なのかというところ、それが特に重要だと思うので、留萌の地震もそうですし、他の地震も多々そうなんですけど、10km以内のデータをかなり記録として大きくとれていますので、そういうところに留意しているところが重要だと思います。その点は留意してほしいと思います。

○九州電力（赤司） 御指摘ありがとうございます。おっしゃるとおりだと思います。

ここは、一旦、全体をまとめて整理してみておりますけども、例えば、その距離の観点しかりであると思いますので、いろんな切り口での整理、さらに土俵をそろえた整理でございましたり、改めて整理し直したいと思います。

○島崎委員 ほかには。

吾妻さん、どうぞ。

○吾妻規制専門員 私から、Mw6.5以上の地震について、もう1点コメントさせてください。

ガイドのリストには載っていないんですけども、2005年の福岡県西方沖の地震、それについて検討が必要なんじゃないのかなというふうに個人的には思っています。

というのは、現在の活断層の評価の中では、あれは警固断層の北西部ということで、活断層帯の中に含まれてはいるんですけども、あれが事前にわかっていたかということ、そういうわけではないと思うんですよね。

地震が起こってみて、過去にとられた音波探査の断面をひっくり返してみても、それらしきものがあるとかという話にはなっているかとは思いますが、あの辺、第四紀の堆積物があまり多くないようなところで明瞭に本当に認められるのかどうか、その点が非常に気になっています。

何をいわんとしているのかということ、要は九州電力さんが敷地周辺の海域の調査をされるときに、福岡県西方沖の震源となっているようなところの断層と同じようなものをちゃんと見ているかどうか、それを確認したいというふうに思っております。

同じ程度の地層の変位・変形、そういったものも、これは沿岸の海域の活断層ですよと

いうふうにもう既に見られているのでしたら、そのバックグラウンドの地震として考慮しなくてもいいんですけども、あの程度のものだと見落としている可能性があるというのであれば、あの地震で発生した地震動というものも、そのバックグラウンドで発生する地震動として考慮しておく必要があるのではないのかなというふうに思っております。

ガイドにはリストアップされていないので特別な要求かもしれませんが、九州北部で発生している地震ということも踏まえて、これは考慮を本当にしなくてもいいのかどうかということを一度御説明いただきたいなというふうに、お願いしたいと思います。

○九州電力（香月） 技術本部の香月でございます。

まず、福岡県西方沖につきましては我々も調査をしております、我々の半径30kmの範囲から離れる範囲にはございますが、そういった観点で調査をしております。当時、地震発生以前につきましては、やはり、今御指摘のように、明瞭な活断層がなかったということとを前提に、我々としては、その記録を見て、今回の評価としては、その位置についてはきちんと長く評価している。

あともう一つ、先ほどの観点で、そういった記録が、じゃあ、怪しい記録が、実際に起きたところで見られるような構造が近くにあるのかどうかといった観点で、今回の申請に当たりましても見っておりますので、そういったものが、次回ヒアリング等で、例えば私どもが見ている西方沖の想定しているものといったものは一度お示ししまして、我々の近いところの海域のものと、福岡県西方沖の震源域については、御説明したいと思います。

以上です。

○吾妻規制専門員 今、御提案いただいたことでよろしいかと思っております。

両者の音波探査の断面の結果を比較して、同程度のものはきちんと拾って見ていますよということ資料で御提示いただければ、それで十分かと思っておりますので、よろしく願いいたします。

○島崎委員 ほかにございますか。

どうぞ。

○九州電力（佐々木） 九州電力、佐々木でございます。

今日は、大変貴重ないろんな御意見をいただき、ありがとうございます。

御指摘がありましたけども、我々は、この論点をいただいたときに、どういうふうにして、この震源を特定しないものを扱うのか、考えればいいのかということで、随分スタートの時点から悩んでまいりました。

分析すれば、あるいは評価すれば、わからないことも多いということもわかっております。しからは、これをどう設計に反映するのかというところも、やっぱり悩ましいところでは。先ほどの結果として、2ページ目フローチャートの中で、棄却したといいますか、適切ではないというふうに扱うところの扱い方であるとか、再申請であるとか、それから今、データがあるもので評価するというところの追求のまだ浅さであるとかいうことかとは思っています。

それを、今日いただいたものを含めて、再整理いたしまして、私たちとしては、やはり大きな地震動である北海道の地震、そして、最新の情報を持っている留萌というところで、それを対象に、安全性の評価を既に手がけているところであります。

その考え方、あるいは御指摘に対する我々の再整理をして、また御審議をお願いしたいと思っております。

決して従来にとらわれたという気持ちは持っておりません。

○島崎委員 了解しました。それでは、また審議させていただきたいと思えます。

以上で、本日の議事を終了したいですが、よろしいでしょうか。

最後に、事務局から事務連絡をお願いします。

○小林管理官 管理官の小林です。

来週の水曜日に次回を予定しております。13日です。詳細はまた追って連絡します。

事務局は以上でございます。

○島崎委員 以上をもちまして、第44回審査会合を閉会いたします。どうもありがとうございました。