

# 震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム

## (第6回会合)

平成30年11月8日（木）

原子力規制委員会

(注：この議事録の発言内容については、発言者のチェックを受けたものではありません。)

震源を特定せず策定する地震動に関する検討チーム

第6回会合 議事録

1. 日時

平成30年11月8日(木) 12:30～14:21

2. 場所

原子力規制委員会 13階会議室B・C

3. 出席者

原子力規制委員会

石渡 明 原子力規制委員会委員

外部専門家

遠田 晋次 東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門 教授

久田 嘉章 工学院大学総合研究所・都市減災研究センター長 教授

藤原 広行 防災科学技術研究所社会防災システム研究部門長

三宅 弘恵 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター 准教授

室野 剛隆 鉄道総合技術研究所鉄道地震工学研究センター長

山岡 耕春 名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 教授

原子力規制庁職員

櫻田 道夫 原子力規制技監(技術基盤グループ長)

山田 知穂 原子力規制部長

大浅田 薫 原子力規制部安全規制管理官(地震・津波審査担当)

小林 恒一 技術基盤グループ安全技術管理官(地震・津波担当)

飯島 亨 技術基盤グループ地震・津波研究部門 首席技術研究調査官

谷 尚幸 原子力規制部地震・津波審査部門 主任安全審査官

佐口 浩一郎 原子力規制部地震・津波審査部門 主任安全審査官

小林 源裕 技術基盤グループ地震・津波研究部門 主任技術研究調査官

藤田 雅俊 技術基盤グループ地震・津波研究部門 技術研究調査官

田島 礼子 技術基盤グループ地震・津波研究部門 技術研究調査官

#### 4. 議題

- (1) これまでの会合における議論の整理
- (2) 対象地震動記録の検討状況について
- (3) その他

#### 5. 配付資料

- 資料1                    これまでの会合における議論の整理
- 資料2                    対象地震動記録の検討状況について
- 机上配付資料1        実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈 別記2 <抜粋>
- 机上配付資料2        基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド<抜粋>
- 机上配付資料3        震源を特定せず策定する地震動について  
                                 <新規制基準策定時の検討チーム会議資料>

#### 6. 議事録

○石渡委員    それでは定刻になりましたので、ただいまから、震源を特定せず策定する地震動に関する検討チームの第6回会合を開催します。

司会進行を務めさせていただきます、原子力規制委員会の石渡でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

まず最初に、規制庁側から配付資料の確認をお願いします。

○大浅田安全規制管理官    原子力規制庁の大浅田です。

それでは、お手元の議事次第に基づきまして、配付資料を確認させていただきます。

資料1は、これまでの会合における議論の整理というものでございます。資料2は本日のメインの資料でございますが、対象地震動記録の検討状況についてというものでございます。

それ以外に、机上配付資料を3点お配りしてありますが、これらはいずれも第1回会合で参考資料として配付していたものでございます。なお、当該資料は一般傍聴者には配布してございませんが、ホームページには掲載しています。

配付資料については、以上でございます。

○石渡委員 どうもありがとうございました。資料の不備などございましたらば、お申し付けいただければと思います。

それでは、本日の議事に入らせていただきます。

本日の議題は、議事次第にある、主に二つを予定しております。それぞれの議題ごとに説明をいただいて、質疑の時間を設けたいというふうに思います。

それでは、議題(1)の、これまでの会合における議論の整理について、規制庁側から資料1を用いて説明をお願いします。

○谷主任安全審査官 地震・津波審査部門の谷です。

資料の1を用いて、前回会合の御意見を確認させていただきます。

まず、5ページをお願いいたします。前回会合では、時刻歴波形の策定について御意見をいただいております、その内容としては一つ目のポツ、実観測記録を用いて加速度時刻歴波形を作成する際には、小さなマグニチュードの地震から得られた位相特性がそのまま使えるか整理が必要。ある程度大きな規模の地震のうち、想定される平均的な地震動の位相特性を使うなどが考えられる。これまでの審査実績における波形なども参照して、もう少し検討するのがよい、藤原先生。

二つ目、弾性範囲の設計であれば、用いる位相はそれほど問題ではないが、塑性化するようなものへの解析、減衰が小さくて継続時間の影響を受けるようなものの解析に使われるようななら、位相の与え方も注意を要する。ある地点の一つの波の位相を用いると、その記録のサイト特性が際立ってしまい、標準応答スペクトル策定の考え方との整合性がなくなってくるため、ある程度振幅と位相に同じような概念を持たせておくことが重要、室野先生。

地震波形は、ソースタイムファンクションと、空間を含めたタイムファンクションと、伝達関数とのコンボリューションであることを認識し、時刻歴波形の作成の手法を整理した上で、審査ガイドでは、原理的なものも含めた記載を行えば理論的に全体の整合がとれるのではないか、山岡先生。

加速度時刻歴波形を作成する際には、最大加速度よりもスペクトルにフィッティングさせることが大切。そのサイトで観測された記録を重視するという考えはよい。震源から来るパルスとして、これまではMw6.5程度以下でははっきりとしたものがないが、今後パルスが観測される可能性もあるという観点からも、観測記録の重要性がある、久田先生。

こういった意見をいただいてまして、この意見につきましては、右の列に対応方針を示

していますが、時刻歴波形作成の留意点として、審査ガイドへの反映を検討するという方針としています。

また、これまでの御意見について、1から3ページ、対策方針の青字記載の内容については、この後の議題2において説明する内容に当たります。

私のほうの資料1の説明は、以上です。

○石渡委員 ありがとうございます。

資料1の、この5ページのところにつきましては、第5回会合についての御意見の確認でございます。この内容について、何か異論や御意見ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、特にないようでしたらば、この対応方針に基づいて、規制庁側で引き続き整理をしていただくということにしたいと思います。

それでは、次に、議題(2)の対象地震動記録の検討状況について、これについて議論をしたいというふうに思います。これまで6月14日の第4回会合におきまして、審査ガイドに記載された9地震を対象とした予備検討結果を御紹介し、議論をしていただきました。

予備検討結果に対しての議論やこれまでの御意見も踏まえまして、今回の本検討におきましては、89地震の地震動記録に対しての検討を行っているものであります。今後、標準応答スペクトルの策定に当たって、統計処理に用いる地震動のデータセットの特徴を把握して、整理したものを紹介するためのものであります。

これにつきまして、規制庁側から資料2を用いて、まず説明をお願いいたします。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

資料2としまして、対象地震動記録の検討状況について御紹介させていただきます。

まず、1ページ目、目次なんですけれども、本日はこちらの内容についてお話しいたします。

2ページ目が、まず、はじめにです。本資料の目的は、現在これまでの検討チーム会合での議論及び予備検討の結果を踏まえまして、対象地震を大幅に増やして、検討条件を整理した本検討を実施中です。この資料というのは、標準応答スペクトル策定の際の基となる、非超過確率別応答スペクトルの算出に用いる地震動のデータセットの特徴を把握することを目的に作成したものです。

本日は、この下のピンク色の枠で囲っておりますところの、青字で書いてあります部分について紹介をいたします。

3ページ目は、検討の流れになっております。こちらは割愛しまして。

4ページ目が、観測地震動記録の収集条件について示していますが、こちらは2000年から2017年の間に起こった、Mw5~6.6の地震、内陸地殻内地震を対象に、震央距離30km以内にKiK-net記録があるものを収集するという条件で収集いたしました。

その結果、条件を満たす地震というのは、第2回会合でお示ししました88地震から90地震に増えました。こちらは、一つの公開データに2地震分の記録が含まれているケースが2件ありましたので、その分2地震増えております。暫定ではありますが、実際の解析には89地震を用います。こちら一つ減ったのは、2007年の新潟県中越沖地震が1観測点のみの記録があったんですが、そちらがPS検層未実施ということで、一つなくなって89地震となっております。

また、波形についても確認して、数は少ないんですけども、幾つか除外したものがありまして、水平動では615波、上下動では304波というものを採用しております。

5ページ目~7ページ目が、対象地震の一覧を示しております。

8ページ目からが、はぎとり解析の方針を示しているものなんですけれども、はぎとり解析は、基本的に第4回会合でお示ししました、予備検討の手法Aと同様でして、重複反射理論に基づく一次元線形解析を採用しております。

予備検討から変わった点といたしましては、減衰定数について、水平動について7%、9%というものも増やして5種類にして、少し自由度を増やして。また、減衰定数を定める際には、対数残差に基づいて機械的に減衰定数を選定するという手続としているところが、少し変わったところがございます。

9ページ目は、解析に用いる波形の処理の方針です。こちらは、はぎとり解析に用いる地中の地震計の波形データというのは、P波到達からS波の主要動継続時間の長さにそれぞれトリミングして、前後にテーパー処理を施しております。

10ページ目~12ページ目に、そのはぎとり解析結果の例をお示ししております。ここでは、はぎとり精度の判断指標といたしまして、地中の観測記録を地表に立ち上げた場合の観測記録との再現性の高い低いということで、今後はぎとり精度というのを評価するという方針が、予備検討と同様に採用しております。

一方で、11ページ等を見ていただきますと、右側の地中のはぎとり波というのは、その地表に立ち上げたときの差異がそのまま効いているのではなくて、もう少し影響は小さくなるんですけども、はぎとり精度としては地表記録と合う、設定地盤と合うかということ

ころを見ていくというところに御留意ください。

そして、13ページ目からが、応答スペクトル補正についてのお話になります。こちら方針としましては、本検討で策定する標準応答スペクトルというのは、地盤の影響を大きく受けないと考えられる、地震基盤における震源近傍の地震動強さとすることを検討しています。

したがって、地域固有の影響は極力低減させることが望ましいと考えられますことから、事前に位置も規模もわからないような地震を想定しているということは踏まえつつも、2種類の補正を施します。一つ目が震源距離補正、二つ目が地盤物性の補正です。こちらに関しては、後でもう少し詳細に御紹介します。

そして、14ページ目に補足としまして、地震の規模についての説明をいたします。地震の規模につきましては、規模を一律の規模に補正するというような処理は実施しないこととしております。

理由としては、二つございまして。まず、震源を特定せず策定する地震動は、事前に位置も規模もわからないような地震を想定しているということ。また、今回の対象地震の地震の規模というものの差異は、最大で1.6と大きくなっておりますので、各地震に含まれる震源特性、特に微視的パラメータに係るような破壊伝播に関わるような特性の違いまでも適切に補正することは困難であるということ。

また、左下の図にお示ししますように、地震規模が変わることで断層面積も変わってしまうため、震源距離補正にも影響を与えるという、この二つの理由から、一律の規模の補正は実施しないということにいたしました。

そのような場合には、ランダム的に発生する地震を扱う場合に、対象のデータセットに含まれる地震というのが、G-R則に従って規模が小さくなると発生頻度が高くなるというような関係に従うことが望ましいと考えております。したがって、第4回の会合では、本検討の対象地震の規模別地震数は、概ねG-R則に従っていることを示しております。

今回、地震数、少し変わりましたので、真ん中のところに本検討での対象地震での数等の分布をお示ししています。

次に、15ページは、震源距離の補正の概要になります。まず、震源距離の補正をなぜ行うのかとしての理由を二つ示しております。まず、統計処理上は、ある領域内での地震数の割合、データ密度を高くすることが望ましいということが一つ。

もう一つは、震央距離30km以内の記録を今回収集していますので、その震源距離としま

しては、その震源近傍記録として扱うには、やや遠いものも含むということがございますので、方針として観測記録を半径10km程度以内の震源近傍の領域に集めてくる方法としまして、下の図に示すような方法での補正を施しております。

この①から③というのを示しておりますけれども、こちらは断層の上端深さと、もともとの距離に応じて三つのパターンで補正をしております。予備検討のときは、全て①で実施していたんですけれども、今回③のように断層の上端深さ、または震源深さが深いものというものについての条件が加わっております。

16ページ目が、こちらが補正前の距離推定における震源の設定方法についてのフローになります。こちらは、ケースのA～Eというふうにあるんですけれども、Mw5.5以上の地震というのは、ケースA～Dで何かしら断層面を設定して距離を推定する、断層最短距離を推定するということが方針としております。一方で、Mw5.5未満で、さらに断層面を一つに決められないような地震については、点震源で設定するというような方針にしております。

その後、17ページ～21ページは、ケースA～Eの説明になりますので、こちら割愛いたします。

少し飛ばして、22ページでは、地盤物性補正の概要をお示ししています。こちらは、これまで御紹介してきたと同様の方針でして、今回扱う地震動を地震基盤相当面扱うことを目的に地盤物性の補正を行います。

手法としましては、Noda et al. (2002)による応答スペクトルの距離減衰式における地盤増幅率を使用しまして、地中地震計の位置の $V_s$ が地震基盤相当よりも遅い場合には、経験式を用いた補正を行うということにしております。

そして、23ページが、そのような震源距離と地盤物性の補正をした場合の例になります。一番左が観測の地中のはぎとり波で、一番右が補正後の結果になっております。

このような補正というのを、必要に応じて実施した結果というのが、24ページからになっております。こちらは水平動の結果でして、左が補正前、右が補正後になっております。こちらの下段に示します、代表的な周期における地震動強さのヒストグラムを見ていただきますと、特に左上の短周期側では、補正によりばらつきが低減していることがわかります。また、対数正規分布で表現できそうだということもわかるかと思えます。

そして、25ページでは、予備検討で対象とした記録を青色で色分けして示しております。

次の26ページでは、地中の観測記録を単純に2倍にした場合との比較ということで、その2倍に単純にしたものの結果、平均と標準偏差を青の線で描いてあります。それと今回



の結果である赤の線を比較していただきますと、概ね水平動では周期0.6秒以下程度で、地中記録の2倍の平均スペクトルと標準偏差というのは、概ね同等になっていることがわかります。

27ページには、平均スペクトルの補正による変化を左側に、右側に標準偏差の変化のグラフをお示ししております。

その後、28ページ～31ページまでは上下動の説明でして、こちらは概ね水平動と同様の結果が得られています。

32ページからが、ラベル付けによる地震動の特徴の把握というものになります。こちら32ページの、まず背景としましては、最終的に策定する標準応答スペクトルは、今後の統計処理で算出していきます、非超過確率別の応答スペクトルに基づいてレベルを設定いたします。また、本検討では、二つの条件を前提としております。一つは、「震源を特定せず策定する地震動」は、事前に位置も規模もわからないような地震を想定しているということ。また、自然現象である地震の数ですとか、その観測条件というのは、限られている中でも、その観測地震動記録を重視していくということを前提としております。

したがいまして、それらを考慮して、地震の規模については、ある程度影響のある範囲でMw5.0～6.6という間に幅を持たせて、観測記録に関しては震源近傍の領域に集めてきた上で、地震基盤面相当での地震動レベルを推定することを検討しているところです。

そのようなことを踏まえまして、ラベル付けによる分析の目的としましては、複数の項目についてラベル付けを行って、そのラベルごとの補正後の地震動を比較して、特徴を把握しました。ここでは水平動のみの結果をお示ししていますが、上下動についてもラベル付けの結果が、水平動と同様の傾向であることを確認しております。

また、確認の観点としましては、こちら今回参考までに確認しているところですが、2点ほどあります。一つ目の確認としましては、統計処理の対象となる応答スペクトルのデータセットについて、地震や観測における各種の条件によって、極端または非現実的な偏りなどが生じていないかということ。もう1点は、はぎとり解析や補正により応答スペクトルへの極端または非現実的な影響等が生じていないかということを確認することを目的にしております。そして、ラベル付けを実施した項目は、下の表にお示しする11項目になっております。

33ページからは、その結果をお示しするんですが、まず、こちらの33ページは1番目として、地震規模によるラベル付けの結果です。こちらMwを、ある範囲で変えた場合のラベ

ルでの、左上に平均スペクトルの比較を示しているんですけども、こちらを見ていただきますと、規模が大きいほど地震動レベルが大きくなり、それは長周期側でより顕著だということがわかるかと思えます。こちらに関しては現実な偏りであり、地震規模を特定せずに幅を持たせることにより、地震動レベルにも規模相応な差異が生じているということがわかるかと思えます。

次に、34ページには、震源深さについてのラベル付けの結果です。こちら深さについても、5kmずつ範囲を変えていったときの結果をお示ししていきまして、平均スペクトルについては、短周期側の地震動レベルには大きな差異が見られないということがあります。

特に、緑と青の線で示した震源深さ5km～15kmは、ほぼ同等なレベルになっております。オレンジ色で示しています、深さ5km未満というのは、ややレベルが小さくなっており、これは応力降下量の深さ依存性と関係する可能性があります。したがって、極端または非現実的な偏りは生じていないというふうに判断しました。

35ページには、地震発生の地域と断層タイプのラベル付けについてお示ししています。地震の発生地域というのは、西日本と東日本について、糸魚川ー静岡構造線を境に二つに分類しております。

その結果が、36ページにお示ししていきまして、こちら左上の平均スペクトルを見ていただきますと、西日本と東日本で地震動レベルはほぼ同等となっております。短周期側では東日本のほうが若干大きいということで、次にお見せいたします断層タイプとの関係も考えられます。したがって、極端または非現実的な偏りは生じていないと判断いたしました。

次の37ページは、断層タイプによるラベル付けの結果です。こちら横ずれ断層、逆断層、正断層についての結果、ラベル付けの結果なんですけれども、こちら左上の平均応答スペクトルを見ますと、長周期側ではほぼ同等なんですけれども、短周期側では逆断層のほうがやや大きい傾向がございます。これは、既往研究でも逆断層の短周期レベルが少し大きいという知見もありますので、こちらも極端または非現実的な偏りは生じていないと判断いたしました。

38ページは、地震活動タイプのラベル付けを行っております。こちらは、本震、前震、余震の三つの地震タイプに分類したものなんですけれども、こちらは39ページに結果をお示ししております。

まず、こちら前震については、地震数が少ないということもあって、直接比較は難しい

んですが、本震と余震の平均スペクトルの地震動レベルには大きな差異が見られないということで、こちらも極端または非現実的な偏りは生じていないというふうに判断いたしました。

次に、40ページでは、震央と活断層の地表における最短距離のラベル付けを行いました。ここでは、活断層詳細デジタルマップ(2018, 今泉ほか編)の地図上に震央位置を重ね描き、震央から最も近い活断層までの距離を算出しております。

ここでは活断層の傾斜や断層面の広がりなどを考慮せずに、簡易に距離を推定しているものです。また、赤色の線で示されている活断層と、少し確実度が低い推定活断層の両方の距離を推定しております。

41ページと42ページに、その結果をお示ししています。41ページは活断層のみの場合、42ページは活断層と推定活断層、両方からの混ぜた場合の距離でのラベル付けになっております。

41ページの活断層のみの結果を見た場合には、平均スペクトルについては、周辺に活断層がない場合、つまり距離が15kmより遠い場合の平均スペクトルがやや大きい傾向があるものの、顕著な差異は見られないということがわかります。

また、次の42ページの推定活断層を含む場合には、さらに差異は小さくなるということで、こちらについても極端または非現実的な偏りは生じていないというふうに判断いたしました。

次に、43ページには、補正前の震源と観測点の最短距離についてのラベル付けを行っております。こちらは、最終的には距離と地盤の補正をするんですけども、その前のもとの距離でラベル付けをしたものです。

右上が補正をする前、左上が補正をした後なんですけれども、こちらを見ていただきますと、補正後では震源距離補正を施した距離が5kmより遠い記録については、地震動レベルの差異が小さくなっているんですけども、ただし距離が遠くなるほうが、平均スペクトルが小さくなる傾向が見られるということで、その差異の要因について、次の44ページで分析を行いました。

この44ページ見ていただきますと、その差異が少し出ている要因としては、各グループ、ラベル付けのグループに含まれている地震規模に偏りがあるということが関係するんじゃないかというふうに考えております。距離が近いものほど、こちらのグラフ、折れ線グラフと棒グラフのほうを見ていただきますと、距離が近いほど規模が大きい地震の割合が多

くて、距離が遠くなるほど規模が小さい地震というのが増えているのがわかるかと思いません。

これは右下に示したような考え方でいくと、地震規模が大きい地震というのは、断層面が大きくなりますので、断層最短距離が近い記録が増えます。また、大きい規模の場合は、先ほどのラベル付けでお示したように、地震動が大きくなる傾向がありますので、このような今後も地震を同じようなバランスで収集していった場合には、同様のこのような傾向というのは見られるんじゃないかということ。この差異というのは、震源距離補正の不具合ではなくて、現実的な偏りであると考えてよいというふうに考えました。

次が、45ページは、地中地震計位置の地盤条件、S波速度でのラベル付けをしたものです。こちらに関しては、左上の平均スペクトルの比較で見ますと、ある周期でピークが出ているようなものは、収集した観測点の卓越周期を見ているというような形だと思うんですけども、平均的なレベルとしては大きな差異は見られません。したがって、極端または非現実的な偏りは生じていないと判断しました。

ただし、右の黄色い四角に示すような特徴に留意する必要があると考えられます。まず、一つ目としましては、 $V_s < 1000\text{m/s}$ の場合と $2000\text{m/s} \leq V_s < 3000\text{m/s}$ の場合のラベルの結果を比較いたしますと、地震の記録数というのは同等なんですけれども、 $V_s$ が速い場合には、短周期側での標準偏差、赤の文字で書いております標準偏差が小さくなる傾向があります。

また、二つ目としましては、 $3000\text{m/s} \leq V_s$ では、加藤スペクトルを上回る記録はほとんどないということもわかるかと思えます。

今回は、地震基盤での地震動レベルを定めることを考えておりますので、 $2000\text{m/s}$ より遅いようなデータを最終的な統計処理に含めることによって、ばらつきである標準偏差を少し過大評価することになってしまうかもしれないということが考えられます。

したがって、最終的な統計処理では、 $V_s$ が遅い記録を除いた場合との比較なども検討しようと考えております。

次に、46ページは、観測点位置での地震基盤の深さによるラベル付けでして、こちらは平均スペクトルの地震動レベルに大きな差異は見られないのと、あと先ほどの $V_s$ との相関があるため、前のページとの結果とも類似する結果になっております。

次に、47ページは、統計処理に用いる地震の数に関するラベル付けでグループ分けしたものです。こちらは、地震数を発生時刻順に、最初の30地震から20地震ずつ増やしていくことにより、4ケースのデータセットを作成しました。こちらは20地震増えると、観測記

録は大体150波程度ずつ増えているということになります。こちらの結果、見ていただきますと、統計処理で扱う地震数、それに伴う地震記録数を増やしていった場合にも、地震動の平均とばらつきはほとんど変化していないということがわかります。

したがって、地震動のばらつきは安定していると判断いたしました。したがって、今後、対象地震が増えていっても、そこまで大きく変化することはないのではないかとということが予測されます。

次に、48ページからは、こちらは検討中のものなんですけれども、特徴的な地震動についてのラベル付けについて御紹介いたします。統計処理に用いた地中はぎとり波の補正をする前のものにつきまして、距離減衰式との比較をして、特徴的な地震動の抽出と要因の大別を行うということを考えて検討しています。

結果は次回以降にお示しするんですが、まず方針の確認の一つ目としましては、特徴的な地震動の抽出として、距離減衰式との比較を行って、周期1秒以下の短周期側で距離減衰式の平均 $\pm 1.5\sigma$ の範囲の外側にスペクトルのある部分が出ているような記録に関しては、特徴的な地震動として抽出するという考えでいます。

距離減衰式の平均 $\pm 1.5\sigma$ 以内のものはGroupAとしまして、距離減衰式と調和的であるというふうな分類にします。その後、特徴的な地震動に関しましては、要因の確認として、自然要因か人工要因かに大別することを考えています。

自然要因の場合には、地中と地表の観測記録そのものと、あとはぎとり波のいずれでも同様の周期で特徴的なピークなどが現れている場合です。そして、人工要因の場合は、はぎとり精度が低い周期帯と特徴的なピークが一致しており、地中や地中の観測記録にはそのようなピークがない場合というのも人工要因というふうに考えています。自然要因の場合をGroupB、人工要因の場合をGroupDとして、両者の自然要因と人工要因が混じっているものを、GroupCとすることを考えて検討をしているところです。

49ページには、比較に用いる距離減衰式の説明をお示ししています。

そして、次の50ページには、特徴的な地震動としまして、予備検討または事業者が中長期課題として挙げております、特徴的な地震動を今回の結果に色づけをして示したものです。

こちらを見ていただきますと、青線と緑の線の2013年の栃木県北部の地震のKiK-net栗山西の記録と2011年和歌山県北部の地震のKiK-net広川の記録というのは、本検討の中でも特徴的に大きな地震動であることが確認できます。これらも含めて、ラベル付けの例を、

この後51ページから6例ほどお示ししています。

まず、51ページは例の一つ目としまして、2011年の茨城県北部の地震のKiK-net高萩の結果なのですが、こちら黄色の線で書いているものです。こちらについて、真ん中の距離減衰式と比較した場合には、NS成分については距離減衰式の平均+1.5 $\sigma$ を超える部分があるということで、特徴的な地震動として抽出します。

また、薄い色で示しています地中と地表の観測波にも類似の特徴が見られます。また、右下のはぎとり精度については、特にこのピークの部分で顕著なはぎとり精度の低下は見られないと判断しました。

したがって、こちらについては自然要因と考えて、GroupBというふうにすることを考えています。

52ページは、2013年の栃木県北部の地震のKiK-net栗山西の記録なのですが、こちらは緑色の線で左で示している記録でして、この0.15秒の付近では、距離減衰式の平均+1.5 $\sigma$ を超えているのが特徴的な記録として抽出して、さらに地中と地表の観測波にも類似のピークが見られます。

また、右下を見ていただきますと、特徴的なピーク付近のはぎとり精度が顕著に低くなっているということで、このような場合は、自然と人工要因の両者の影響ということで、GroupCとすることを考えております。

次に、53ページにつきましては、こちらは2011年の和歌山県北部の地震のKiK-net広川の結果ですが、こちらは特徴的なやはり地震動と考えられるレベルで、地中、地表の記録にも類似のピークが見られますので、こちらは自然要因のGroupBとすることを考えています。

54ページの2000年鳥取県西部地震のKiK-net仁多の記録につきましては、こちら特徴的なとげがあるようなピークがあるんですけども、こちらについては、はぎとり波は距離減衰式との比較では平均+1.5 $\sigma$ を超えていますので、特徴的な地震動だろうと考えます。

一方で、薄い色で示しています地中・地表観測波には類似のピークは見られないということがわかります。

また、ただ一方で、右下の特徴的なピーク部分には、はぎとり精度の顕著な低下が見られるということで、こういう場合は人工要因によるということでGroupDにすることを考えています。

55ページ目は、2000年鳥取県西部地震のKiK-net日野の記録でして、こちらは全体的に

大きなレベルになっているんですけども、こちらは、ただ、レベルは大きいんですけども、距離減衰式と比較した場合には平均±1.5 $\sigma$ の範囲内におさまっているということで、これは特徴的な地震動ではないということで、GroupAとすることを考えています。

地震動が大きくなった理由は、Mwが大きいということと、震源の距離が1kmと非常に近いということと、また地中地震計のVsが比較的遅いところにあるということが原因と考えられます。

そして、56ページに関しては、こちらは2004年の新潟県中越地震の余震のKiK-net川西の例なんですけれども、こちらは赤の線で示したNS成分のはぎとり波には、その距離減衰式の平均+1.5 $\sigma$ を超えるようなピークがあり、観測記録にも同様なピークがあるということで、これはGroupBとすることを考えております。

このような形で、これから他の記録についても整理していく予定です。

57ページが最後のまとめになります。こちら、まず本検討のまとめとしましては、現時点でのまとめとしましては、まず1番目には、2000年から2017年に起きた内陸地殻内地震について、震源近傍の地震基盤相当における地震動（応答スペクトル）を算出しました。

二つ目としましては、はぎとり波について各種条件でのラベル付け（グループ分け）を行い、地震動の特徴を分析して、極端または非現実的な偏り等は生じていないことを確認することができました。

三つ目としましては、地中地震計位置の地盤条件（S波速度）に係るラベル付けにより、地震基盤相当よりも遅いVsの地盤の地震動記録を統計処理に含めることにより、地震動のばらつき（標準偏差）を過大評価している可能性があることがわかりました。

四つ目としましては、統計処理に用いた地震数によるラベル付けにより、扱う地震数、それに伴う地震観測記録を増やしていった場合にも、地震動の平均とばらつきは安定していることを確認することができました。

五つ目に関しては、ラベル付けの一環として特徴的な地震動の抽出及び要因の大別を行う方針を示しました。こちらの結果は、今後の統計処理におけるデータの選別や重みづけに役立てる予定です。

最後は、統計処理後の平均スペクトルというのは滑らかな形状となっておりますので、個々の地震動の凹凸というのはある程度相殺されていることが確認できました。

したがって、全体の地震動レベルですとか、はぎとりの程度に影響する要因に着目していくことの重要性が示唆されました。

今後の検討といたしましては、統計処理に用いる応答スペクトルデータの選別や重みづけについて検討をしていきます。そして地震動について、複数の条件で非超過確率を考慮した応答スペクトルを算出して、地震動レベルを把握していきます。そして、それらに基づいて、標準応答スペクトルの案を提示するという予定です。

以上です。

○石渡委員 まとめの赤枠の最後の矢羽の、はぎとりの程度ではなくて、ばらつきの程度ですね、これは。そこだけちょっとお気をつけください。

どうもありがとうございました。それでは、今説明のあった議題(2)の内容について議論を行いたいというふうに思います。

発言をされる方は、手を挙げていただいて、私が順に指名をしますので、マイクのスイッチを入れてお名前をおっしゃってから御発言ください。終わったら、マイクのスイッチを切ってください。では、どなたからでも御発言どうぞ。

久田先生、どうぞ。

○久田教授 ちょっと質問なんですけど、14ページで下の図の真ん中のほうにGutenberg-Richterが書いてあるんですけど、上の図と対応していると思うんですけど、これだとマグニチュード6.4とか6.5ってないですよ。だけど、下の図に見えるのは、これ書き方の問題なんですか、これ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

こちら累積の地震数です。

○久田教授 それから、もう一つは、39ページで前震と本震で比較して、スペクトルレベルは変化ないというんですけど、でも本震のほうがマグニチュードが大きいはずですよ。これ、なんでそんな差がないんでしょうか。全体、本震と前震、全体で見ると、差がないと。何か本震だけ選んだほうが大きいわけではないということですか、結局マグニチュードは。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

こちらに関しては、本震と余震といいましても、各々、分け方を38ページに書いていますけれども、Mw5クラスで単発で起こったようなものというのも、本震というふうにかテゴリーとしては入っていますので、39ページの右下の各グループごとのラベル付けしたグループの中に、規模別のデータ数と累積相対頻度というのが、全体の黒とかグレーの棒グラフですとか、黒の丸の折れ線で書いたような、全体と比べて割合、規模としては割



合がどうなっているかというので、本震と分類されたものの中にも割と小さい規模のものもあるということで、全体的には、少し余震のほう折れ線グラフが外側に来ているので、最初の辺りはちょっと大きめの、小さい地震が少ないんですけど、最後の中間マグニチュードですと、少し全体よりも割合としては高くて。ただ、平均スペクトルの左上で見たときに、一番長周期側の10秒辺りで平均してしまえば、マグニチュードの寄与としては同等だというふうに言えますので、ちょっと完璧にバランスというのとは一緒ではないんですけども、この場合は同等というふうに判断していいと考えております。

○久田教授 わかりました。

○石渡委員 ほかにございますか。

では、藤原先生、どうぞ。

○藤原社会防災システム研究部門長 33ページのところで、ラベル付けで地震規模のところ、それぞれマグニチュード0.5刻みぐらいで見て平均をとっているんです、この左側に平均スペクトルの比較というのがありまして、これを見ていると、オレンジ色とか青色は、もう同じような形状で振幅が違っていると。緑色も、ある程度その傾向があるんですけども、一番大きい6.5以上、これはもう数が非常に少ないですけども、そうすると若干傾向が違う形になっていると。

これをもって、特に大きい地震について偏りが本当になんとも言えるのかどうかというのが、ちょっと気になったところです。

できれば、地震動予測式とか、もう既存の経験式で得られているスペクトルのレベルと重ね描きをして見てみるのも、どの程度安定しているのかどうかを判断する材料になるのではないのかなという気がしました。

○石渡委員 いかがですか。どうぞ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

コメントありがとうございました。こちらについては同じように考えておりまして、Mw6.0~6.5の緑と6.5以上というのは、少し形状がでこぼこしているように見えるんですけども、どちらかというところ、ちょっと6.0~6.5の間は規模が違うので距離減衰式と比較できないんですけど、6.5以上というのを距離減衰式で比較した場合は、長周期側は少なくともレベルとしては、ちょっと距離が近いものとかもあるので直接比較はそれも難しいんですけども、このピンクの外側の今6.5以上が凹んでいるように見えるんですけども、どちらかというところ、M6.0~6.5がこちら少し膨らんでいるというほうが、実は特徴

としては大きいんじゃないかということを確認していますし。

今後この48ページ以降で御紹介しました、特徴的な地震動の抽出と要因の大別のところで、1波ずつ距離減衰式と比較をして、特異な地震動、特に小さ過ぎるものとか、そのようなものがないかということは1波ずつ確認していく予定ですので、そのときに大きめの規模に関しては、より慎重に確認をしたいと考えております。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

どうぞ、山岡先生。

○山岡教授 マグニチュード補正をすべきであるといつて一応主張したので、その返しをしないといけないので、それについてちょっと。33ページ、それに関わつてちょっと意見を述べたいんですけども。要するに、今回やろうとしていることは、周期と応答スペクトルの空間におけるマグニチュード範囲を前提とした何か強度関数というか確率密度関数のようなものが求まればよいという問題だと思うんです。

そのときに、そのページの左側のほうを見ると、やっぱりマグニチュードの大きい地震については、やっぱりサンプル数が十分でないということが、どうも最大の原因であるように見えます。マグニチュードの小さいものは非常にきれいなプリン型の形をしているので、非常に安定していて、十分サンプリングされているというふうに見ればいい。

そのときに大きいほうの、つまり、このそれぞれの線というのは、それぞれのマグニチュードレンジの平均値を求めているものですね。恐らく、先ほど対数正規分布を示していただいたように、それぞれのマグニチュードレンジにおいて、ある種の平均と分散が求まればいいのかなど。それが周期の関数として分散が求まればいいのかと思うんです。

そうすると、何が問題かということ、結局、平均値の推定が、マグニチュードに応じてどの程度安定しているかということが最大の問題である。幸いに、多分地震は自己相似なので、マグニチュードの小さいもので安定しているものをベースにして、大きいものの平均値を何か推定するようなやり方をとれば、もうちょっとこの左側の図でマグニチュードの大きいほうのものも、もっともらしい平均値が求まるんじゃないかなと思うんです。その方法を使えば、特にマグニチュードの補正をしなくても答えが出るのであろうというふうに、ちょっと昨日一生懸命考えて、自分の頭の中でまとめました。

だから、つまり平均値がマグニチュードによってどう変わっていくかというところの傾向が、割と簡単な式で得られるのであれば、この大きいほうのばらつきも補正ができると。つまり、少なくとも今はサンプリング数が十分でないので、ちょっとばらついてしまつて

いて。今後データが増えていくと、恐らくデータを増やすと、2倍とか3倍に増やすと、増やすためには長い時間がかかるんですけども、そうなったときにどこに落ちついていくかという予想は、より小さいマグニチュードの応答関数の平均を見ることで、もっともらしく推定できるのかなというふうに思いました。

というのが、すみません、自分でマグニチュード補正がいると言っておきながら、いろいろな方法を一応考えると、そういうことであって。このデータは非常に重要だと思いますから、これベースにして大きいほうのマグニチュードの平均値を推定していただくと、最終的に統計的に超過確率もちゃんと求まるのかなというふうに思いますが、いかがですか。

すみません、何か数式を書かずに表現すると結構難しいので、こんな表現になりましたが。

○石渡委員 規制庁のほうは、いかがですか。

○大浅田安全規制管理官 原子力規制庁の大浅田でございますが。

マグニチュードの補正につきましては、先ほど御説明しましたように、もともとの震源を特定せず策定する地震動というのが場所も規模もわからない地震ということで、このコンセプト自体を変えないというのが、この検討チームの出発点、前提だったと思っております。したがって、その考え方に基づいて、マグニチュードの補正というのはやらないという御説明をしたんですけど。

一方で、先生おっしゃるとおり、数が少ないということについて、どう対応するのかということだと思んですけど、それにつきましては、この33ページの右側の補足に書いていますように、どうしてもやっぱりここに何らかの凹凸ができた場合には、それについて何か考慮しないといけないなということも考えておりました。それで、先ほど藤原先生から出たような、距離減衰式との関係とか、あとちょっと山岡先生の持っているイメージが、ちょっと私も正確には把握し切れていないんですけど、ちょっとそれができるかどうかというのは、少し考えさせていただきたいんですけど。もう少し具体的に何かやり方とか、どうすればいいのかということをお教えいただければと思うんですけど。

○山岡教授 要するに、どう考えるかということなんですが。28ページの応答スペクトル、これは応答スペクトルの周波数ごとの周期ごとの分散を示した図なんです。基本的には、これの上のほうの上限みたいなものが、最終的に何か知りたいものだと僕は思うんです。

そういうふうに意図、この右が補正後ですけど、補正後というのと、この応答スペクトルの上のほうの上澄みみたいなところに線を引いて、これで標準的な基準にしたいというこ

とだと私は理解しています。

だから、そういったときに、この分散がどうやってできてきたかという、それぞれのマグニチュードレンジにおける分散を、それぞれの微小なマグニチュードの幅における分散を、知りたいマグニチュードレンジで全部積分したものがこれだというふうに考えるというわけです。すみません、これ数式をなしで言うと非常に難しいんですけども。

そうすると、結局、それぞれの割と狭いマグニチュードの範囲の分散というのは、多分これでいうと対数正規分布になると仮定すると、そうすると結局パラメータというのは、分散と平均と強度なんです。強度のようなものは、Gutenberg-Richterでわかっていると。分散は、大体、今調べていただいたことによると、あまりマグニチュードによらないで分散は一定であると。そうすると、あと平均値がどこにあるかだけわかればよろしい。平均値は、先ほどの33ページの図でいうと、割とマグニチュードの小さいほうでは安定しているので、その形を保ったまま、何か大きいものに当てはめれば、大体いい線にいくんじゃないかなと。

そのときの小さいほうと大きいほうとの関係は、本当はもうちょっとちゃんと考えないといけないんですけど、実際のデータで考えなければいけないんですけども、多分小さいほうからうまく外挿していけば、割と簡単な関数で近似できて。だとすれば、平均値も大体わかるので。そうすると、最終的に理想的な分散がわかるので、そうすると最終的には、もう超過確率何%で答えが出るのかなと。

すみません、何か数式なしというのは大変なんですけども、そんなイメージを私は持っております。だから、それはもうマグニチュードの補正をしなくていい方法で、理論的にも割とすっきりしているんじゃないかなと僕は思っているんですけど。

○石渡委員 規制庁のほうで何かございますか。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

いろいろコメント等、ありがとうございました。まず一応、事実確認なんですけれども、33ページのオレンジ色の小さい規模の地震ですと、プリン型でよく形がきれいだとおっしゃっていたんですけども、実はこちら小さい地震の中でも、地盤とかいろんな条件で入れていまして、このように、ある周期でかくかくと折れ曲がるようなものというのが、地震基盤で見たときに本当にこの形状かというのは、実際なかなか本当かどうかというのは、そうとも限らないと考えておりまして。

それは、45ページのVsで分けた場合の応答スペクトルの形状を見ていただきますと、

Vs2000以上の記録で見ますと、必ずしも地盤はかなり安定しているところなんですけれども、形状というのは、もちろん違う規模がまじっておりますけれども、必ずしもそのような形をするとは限りませんし、JNES(2013)の用いている距離減衰式も、必ずしもこういう形にはなっていないというのがあります。

それは、より遅い地盤の影響を見てしまっている可能性があるんで、なかなかそれを、じゃあそれがそのまま大きいところに使えるというのは、なかなか難しいと現時点では考えておりますし。

また、この規模が小さい地震というのは、先ほどの断層面を張ったりする際にも、より点震源になってしまったり、震源の位置等も不確かさも出てきますので、そのようなものを、そのまま大きい地震に持っていくというのも、なかなか難しいというのと。そのように全て計算的に平均とばらつきを決めてしましますと、今回実際に集めたデータの影響というのを非常に薄めてしまうことにもなりかねないですので、どうするかというのは、ちょっと検討はさせていただいた上で、ちょっと現時点での私からの所見としては、そのように考えておりますが。

いただいた考え方というのは非常に大事ですので、それは極力そのようなことになっているかという確認は、先ほど距離減衰式との確認等により実施していきたいというふうに考えております。

○山岡教授 ありがとうございます。もう少しちょっと、今日はこれ以上あまり議論はしたくは、僕もあまりネタを持ってないんですけども。印象としては、経験の部分と理屈の部分と統計の部分とを、割と明確に分けたような理屈があるとわかりやすいというのが、私の印象なので。最終的には統計に従ってやるということのようですから、その理屈をかなり明確にして、地盤の違いがあるんだったら、わかるところはちゃんと補正をしていくことが大事であることと。

あとは、統計の基本は、データがたくさんあると平均が見えてくるということですので、データが少ない部分については、やっぱり注意したほうがいいというのが、私の一番大きな主張です。

以上です。

○石渡委員 久田先生、どうぞ。

○久田教授 今のと関連して、M6.5になると、多分ばらつくと思うんです、もっと。幾つか理由があるんです。一つは、ディレクティビティ効果が出ちゃう。やっぱり20kmクラス

の断層になると、断層の近くで明らかにディレクティビティ効果が出て、指向性パルスが出たりする。それから、やっぱり逆断層とか正断層が傾いていると、上盤効果ってどうしても出ちゃうんです。上盤側と下盤側ってものすごい差が出るので、やっぱりM6.5クラスになると、相当大きくばらつきは出ると思います。

もう一つの手段として、足りないんだったら、シミュレーションでフォローするというのはあると思うんですけど、ただ、気をつけなくちゃいけないのは、レシピを使うと、あまりにも単純なモデルを使うと、すごくものすごいばらつきを出してしまって、現実的でない地震動を出す可能性があるんです。

あと、今からシミュレーションをやるというのも大変なので、いろんな方がばらつきは6.5クラスでやられているので、そういう文献なんか距離減衰もありますし、シミュレーションでばらつきを見込んだものなんかを何か参考にしながら、6.5でどの程度あるのかなというのは、参考にされるのがいいんじゃないかなと。

結果として何か加藤スペクトルと比べると、長周期の側が多分1秒とかばらつくと思うんですけども、何かそのばらつきを見込むと、そこを何か加藤スペクトルっていい線ってそうだなという、感覚ですけど気がしました。

もう少し検討は必要だと思うんですけど、一応コメントさせていただきます。

○石渡委員 規制庁のほうで何か応答はありますか、よろしいですか。

どうぞ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

コメントありがとうございました。当方でも、そのような大きい規模の地震が、今の観測されたものを使うだけだと、もちろん少ないということは把握はしているんですけども。14ページで説明したとおり、G-R則に概ね従うデータセットを使用しているというのと、あと先ほどの説明では割愛したんですけども、地震が一つもない規模ですとか、地震の数のある程度の凹凸に関しては、最終的な統計処理において、結果が過小とならないような処理というのでも検討しようと考えております。

それは、最後の統計処理のところでも検討しますし、また、先ほどお話ししました、距離減衰式の震源の項には、オメガスクエアモデルに何か従うような規模と振幅の関係というのを考慮した式になっておりますので、そういうものとも比較して、まずは今使っているものが極端に小さいものとかないかということは確認をすることは、最低限したいと考えております。

また、今後もG-R則に従ってランダム的に起こっていく場合には、大きい地震のレベルというのは大きいんですけども、全体の統計処理に占める割合というのは、このG-R則にずっと従っていきますので、ある程度インパクトは和らぐということは考えつつも、将来起こる地震というのはわからないので、別途第3回の検討チーム会合で御紹介しました、最終的な応答スペクトルの妥当性の確認としまして、計算で別途求めております地震動の年超過確率等とも参考にいたしまして妥当性を確認して。また最後は、先ほど長周期の辺りについても少し加藤スペクトルと差異があるという話されていましたが、その辺りは保守性を加味して、地震動レベルを最後は決めていくということを考えております。

○石渡委員 久田先生、よろしいですか。

それじゃあ、どうぞ室野先生。

○室野鉄道地震工学研究センター長 非常に細かい検討をされているなと思ったんですが、ちょっと気になるのが、やっぱりマグニチュードの補正するしない、補正をしないというところで、この委員会では前提が決まっていると思うんですけど。44ページを見ていただいたときに、結局ここで議論したいのは、設計に使う地震動ということだと思っんです。

そうすると、設計に一番大きな影響を与える組み合わせ、マグニチュードと震源距離の組み合わせということ、距離が近くて規模が大きい地震が、当然建物には一番大きな影響を与えるということ。44ページの絵でいくと、一番左側のグループということになると思っんです。

ところが、今、マグニチュードの補正を行わないんだけど、距離の補正を行うというところは、この右側のほうのものを左側に持ってこようとしているわけで。実際、G-R則でマグニチュードの観点から見たときには、自然現象としてマグニチュードと頻度の関係というのは、ある自然現象を満足しているようには見えるんだけど、そういうことをしてしまうと、設計上の観点から見たときにいくと、距離が遠いところというのは規模が小さい地震動が多いわけで、それを左に持ってきてしまうということは、結局集めた地震動のバランスというか組み合わせというか、そういうものを狂わせてしまうんじゃないかな。だったら、マグニチュードの補正を行わないなら、距離の補正も行わないとか、そういうやり方のほうが、実は自然じゃないかなと思っんです。

そうすると、例えば振幅レベルがちっちゃくなっちゃうということであれば、それは最後のラベル付けのところで、どれぐらいの超過確率に線を引くかというところだと思っんです。そこはちょっと気になったんですけども、いかがでしょうか。

○石渡委員 どうぞ、大浅田さん。

○大浅田安全規制管理官 規制庁の大浅田でございますが。

ここで、そのマグニチュードの補正はせずに距離補正、ちょっと距離補正というイメージが、あまり我々がしたいことを正確に表現しているものではないのかもしれないんですけど、なぜその距離補正を考えているかという、もともとの震源を特定せず策定する地震動の概念として、これは第1回とか第2回で御説明しましたけど、いわゆる観測記録を重視と。じゃあ、その観測記録は何を使うのかということにつきましては、震源近傍における観測記録、これを使ってやるという考えでございます。

したがって、地震の規模を触るということは、これはもう震源を触るということなので、これは観測記録重視という考え方にならないんですけど、距離補正をするということは、結局観測点というのは、人間の都合で決めているものなので、もしかしたら今の観測点を10倍に増やせば、もっと震源近傍に近い観測記録というのができると思うんです。

しかしながら、現時点では、やはりそんなに、かなり密には観測点は張りめぐらせてはいるんですけど、やはり震源近傍と呼ばれるものの数としては、どうしても数が少ないと。まず、そういったときに、統計処理をしようとした場合には、やはりある程度のデータセットが必要なため、そこは便宜的に震源を近づけるというよりかは、その観測点を震源近傍になるような形で持ってくる。そのときに、目安として大体5kmぐらいにそろえよう。

したがって、途中御説明してはいますが、深さ方向については、これを触りだすと、それは震源の考え方自体が変わるものなので、ある意味震央距離を近づけるようなイメージの距離補正をしてやろうということをやっていると、このようなことをやっていますということでございます。

○室野鉄道地震工学研究センター長 御趣旨はよくわかります。ただ、ちょっとやっぱり例題でお話をすると、44ページの一番左のを見たときに、5km～10kmという話でしたけど、仮に5kmに集めるというふうにすると、あるところでどこに観測点があるかわからないということなんですけども、わからないながらも、そのある地点で5km以内の地震を集めてくると、一番左のような累積頻度分布になるんだと思うんです。

それに対して、距離の遠いところのやつをこっちに近づけてくるということは、マグニチュードの小さいものを、この一番左の分布図に載せてくるということなので、実際には、あるところで考えたときに、5km以内の地震動というのは、左側の累積分布のような



形になるものを崩してしまうので、それが実際に今おっしゃっているようなことに該当するのかなというのは、ちょっとよく理解できなかったんです。

○石渡委員 いかがですか。

○大浅田安全規制管理官 規制庁の大浅田でございますが。

ただ、我々としては、以前にもこの検討チームで言われたことがあるんですけど、ピフォアフターの記録、要するに補正する前の記録も持ってますし、補正した後の記録も持っているんで、じゃあ補正する前の記録で、例えばこれは仮の話ですけど、非超過確率応答スペクトルを考えたらどうなるんだということも含めて、少しそれは分析をしてみたいとは思いますが、今の現時点での考え方というのは、あくまでもちょっと繰り返になりますけど、震源近傍における観測記録というのを重視して、観測点が仮に左側のほうにあった場合には、およそこれぐらいの地震動が出るだろうということで、計算した結果というのを使おうという考え方でやっていますので、そこは御意見も踏まえて、少し次回の非超過確率応答スペクトルを出す際には、その影響というのは見てみたいと思いますけど。

○石渡委員 よろしいでしょうか。どうぞ、三宅先生。

こちらからありますか、どうぞ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

いただいた御意見について、1点だけ補足説明をさせていただきますと、先生がおっしゃったような、恐らく地震の大きさが変わると、震源近傍というのも、その地震ごとにやはり変わるというようなものがあるはずなので、それをきちっと合わせられているのかというような疑念かと思うんですけども。

今回の考え方としましては、規模も一律に補正しないということと、距離を集めているといいましても、便宜上、一つ似通った距離を集めているようにはなっているんですけども、基本的には震源もある程度5~6.6の規模でランダムに起こっていますし、地震の観測点というのも、ある領域、近しい中でランダムにあるというようなことを理想とはしております。ただ、距離補正上、ちょっと簡便的に10kmの、基本としているものは10kmの間距離ぐらいにしておけば、全体への影響としては平均的になるだろうという集め方。また、少し深いものとかというのは、もう真下に近くなるようなところに持ってきて、そこはもうある程度設計で使うものなので、保守的に近づけておくという形で小さくはならないようにするというようにしているということと、もともと近いものは、もちろんそれでいいという形で。こちらが考えているのは、ある程度地震の規模もランダムで、距離に関

してもある程度ランダムというのが理想なんですけれども、そのような補正の手続上は、今のようになんか説明になっているという。その辺りの考え方というのは、第4回の会合の34ページのところで少し御紹介したところです。

○石渡委員 よろしいですか。

じゃあ、三宅先生、どうぞ。

○三宅准教授 三宅です。

先ほどの室野先生のコメントに近い形にはなるんですけれども、本日の資料2の33ページの地震規模、そして34ページの震源深さの左側にございます平均スペクトルの比較を見ますと、やはり今回のデータセットであっても、このような偏りはどうしても残ってしまうので。これを何らかの形で補正をするというのは、かえって不確実性を増やしてしまうような気がいたしております。ですので、補正を加えずに使って検討するというのも重要ではないかと思えます。

特に震源の深さを変えずに距離を変えるというお話、さっきございましたけれども。そうしますと、震源距離ではなくて震央距離を変えるという、また違う概念になりますので、もともとの本来の趣旨は、震源を特定せず策定する地震動ということですから、震源の情報をできるだけ使わないで考えるというのも重要なことかと思えました。

もう1点ございます。14ページのGutenberg-Richterの図面ですけれども、こちらを拝見しますと、6.5に近づく辺りは、Gutenberg-Richterに従っているとは、なかなか言い難い図面のように感じております。ですので、今回の対象地震であるマグニチュード6.6が3件ほど入っておりますが、これをどういうふうに扱うかというのが非常に重要だと思っております。

今回の震源を特定せず策定する地震動というのは、基準地震動 $S_s$ の、ある意味一番低い部分のレベルを確実に抑えるというミッションもあると思うので、ちょっとこの辺り気になるところです。

○石渡委員 いかがですか。

○大浅田安全規制管理官 原子力規制庁の大浅田でございますが。

まず、1点目のあまり補正もせずに得られた観測記録をそのままということにつきましては、先ほどちょっと室野先生のおときにお答えしていただきましたように、そういったデータセットも持ってございますので、それは含めて考えたいと思っております。

一番最後のパワーポイントで御説明いたしましたように、何か我々も一つだけの非超過

確率スペクトルを出して、それで標準応答スペクトルを策定するということは、ちょっと考えていなくて。当然ながら、当然というかいろんなケース、例えば先ほどちょっと御説明したように、かたい地盤の記録ですと、やっぱり安定性がいいので。じゃあ、その場合には、ほぼ崩落に近いようなものを考えるとかです。ばらつきがあるものについては、人工的な要因なのかということも含めて検討した上で、じゃあ非超過確率何%にすべきかというふうなこともやるとかです。そういった複数のケースでやることを考えていますので、その一つの選択肢の中では少し検討したいと思っております。

二つ目の地震動のデータセットが、Gutenberg-Richter則との関係で云々ということですが、当然ながら、我々も今回のデータセットというのが、胸を張って完璧なものであるということまでは考えてございません、当然ながら。しかし、我々、規制の考え方といたしましては、それなりに科学的にそんなにおかしなものでなければ、そこはやっぱり完全なものを求めて少し検討を先延ばしするよりかは、それなりに説明がつくのであれば、それで基づいてやっぱり規制を前に進めていきたいと、そういうふうな考え方がございますので、当然ながら、6.4とか6.5に空白が生じるというのは承知の上で、まずは科学的合理性のあるものを策定していきたいという考えがございます。

6.6の地震というのは、今回策定するものが、震源を特定せず策定する地震動の中でも全国共通のものなんですけど、今回入れておる6.6というのは、データセットでいいますと、鳥取県西部と……、すみません、17ページを見ていただきたいんですけど、今回入れている6.6の地震というのが、鳥取県西部地震と新潟県中越地震と福島県浜通りの地震ということで、鳥取県西部地震については、第1回的时候に御説明しましたけど、震源を特定せずという部類には入っているんですけど、これは全国共通じゃなくて、地域性を考慮して適用するしないサイトを決めるといふものなので、ぎりぎり言いますと、これは今回のコンセプトは少し違うもので、中越地震と浜通りの地震というのは、ある意味特定してのものでございますので、6.5とか6.4はないということも鑑みて、6.6まで第1回とかの議論でも6.5未満みたいな形できっちり、スケーリング則の観点ではきっちり切れるものじゃないので、少し余裕を見て、我々6.6ということまで見てなども考えていますので。これがそんなにデータセットに与える影響が大きくなれば、今回の非超過確率度、応答スペクトルを算定する際にも、そこは例えば入れる場合と入れない場合でどうなのかも含めて見ながら、きちんと保守的になるようなものを考えていきたいというふうに思っています。

○石渡委員 よろしいでしょうか。ほかにございますか。

藤原先生。

○藤原社会防災システム研究部門長 もともと今回の検討会が立ち上がった一つの目的として、今現行でやられているやり方で、ガイドの中に示されている幾つかの地震、これの記録をそのまま、あるいは、はぎとった記録をそのまま使うようなやり方ですと、将来また別の地震が起きて、急にこの規制のやり方が変わってしまうという不安定性がある。それをもっと安定化させ、安心感のある規制のやり方に変えていくということが、一つのミッションなんだと理解しているんです。

今回いろいろな提案なり解析をいただいて、89の地震、615の記録からの統計解析とか、そういったものも少し見えてきているんですが、今日は、資料の後半部分にある、これまでガイドにも例示されている幾つかの地震について、その特徴を分析され、位置づけをある程度明確にするので、これは大変わかりやすいと思うんですけど、これに加えて、それぞれの地震の地震動のレベル感が、これまでの例えば地震動予測式と比較すると、どの辺り、平均からどの辺りにずれているのか。あるいは、今回集めたこの89地震、600を超える記録の中で位置づけると、どういう位置づけにあるのか。

あるいは、それは補正する前だとか、補正した後だとかあるとか、これまで使ってきた、もう実際にそれで規制を行ってきているので、そこで使っていた記録によるこの規制のレベルというふうなものが、ここで新たに提案される手法で、どのような形に位置づけられるのかというところは、しっかり見ておく必要があって。そこに大きな矛盾が生じてしまうと、これは後で問題になるのではないのかなというふうにも思うんです。

なので、先ほど三宅先生とか、室野さんとかからも、このそもそもの距離の補正の取り扱いとかという、そもそも論のところも問題が出てしまっておりますけども、いずれにせよ、どういうやり方でも、こうして集めたデータから次の段階としては、何らかの非超過確率的な統計解析に持っていくプロセスがこれから出てくる中で、既に特に特徴的な地震動というので、この特徴的な地震動でこれまで使ってきた地震というのは、今回整理された89の地震の中のマグニチュードが6.0よりも小さいタイプの地震ですかね、そっちに偏っていて、6よりも6~6.5とか、そういったところの地震があまりないというのが現状です。その辺りで使ってきた、この特徴的な地震動のばらつきとかレベル感です、平均的なものから、そのマグニチュードに対してのずれというものが、今後6.0~6.5ぐらい、まだ記録が十分にはないかもわからない。そこについてどのような形でこれまでの知見と、ここで新たに検討して、ある程度不確実な部分を考慮した形で、最後まとめなけれ

ばいけないのではないかと思っているんですけども、そこの説明性ですね、その辺りをうまくやっていく必要があるのではないのかな。これは今日の資料というよりは、今後の検討に向けて、その辺りを抑えた検討をされたほうがいいんじゃないのかということで発言させていただきました。

以上です。

○石渡委員 今の点については、いかがですか。

○小林安全技術管理官 地震・津波の研究部門の小林でございます。

先生の御意見、どうもありがとうございました。やはり観測記録重視ということで今回やってきておりますけども、やはり統計処理をするに当たって、それぞれの地震のデータのどういうデータであるかということで、既往の、さっき久田先生が言った評価式とか、距離減衰式の関係を見ながら、データにどういう特徴があるかじゃなくて、ちゃんとしっかり見据えた上でやっていくということが大事だと思っておりますので。今後、集めたデータの統計的処理を行うに当たって、そういうところに十分、今のを検討した上で、特に今までの特徴的な地震としてマグニチュード5.0でも結構スペクトルで大きな地震も出ているという特徴もある記録があるということは、事実我々も認識しておりますので。そういうところに十分、これまでの既往の知見とを比較しながら分析してやっていくということに進めていきたいと思っております。どうもありがとうございました。

○石渡委員 ちなみに、今使っている留萌というのは、あれは特徴的な地震になるんですか、ならないんですか。

どうぞ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

留萌の現在規制で使われているものというのは、K-netの記録をはぎとったもので、今回のこの対象には入っていないんですけども、はぎとった記録自体が、基本的には距離減衰式と比較して0.3秒辺りで大きいということで選ばれているものですので、特徴的である可能性が高いですけども、今後、同様の48ページ以降のような形で距離減衰式とも比較しての位置づけ。また、最終的には決めるものと、こちら側が決める標準応答スペクトルとの位置づけ等は確認していこうと考えております。

○石渡委員 わかりました。ほかにございますか。

どうぞ、遠田先生。

○遠田教授 すみません、もう本質的な意見は出尽くしていれば、細かいことをちょっと

申し上げますが、37ページのこれの断層タイプによる違いが、これは誤差のうちかもしれませんけど、もし本当に何らかの意味があるのであれば、先ほど何か断層のタイプによって地震動のあれが違くと、本質的な意味合いがあるというふうにちょっとおっしゃったと思うんですけど。断層の傾斜というものが、若干これに効いてきているんじゃないかなと思ひまして。逆断層は横ずれとか、正断層は高角です、パーティカルに近い、横ずれはそうなんですし、正断層の場合もかなり高角なんですけど、逆断層はある程度寝てくると思うので。その前に、それを考えたときに、逆断層横ずれの議論のときに、その前に東日本、西日本とあったんですけど、それもほぼそれになっちゃっているんじゃないかなと思うんですが。

それはあれで、20ページを見ていただくと、20ページでnodal plane、節面がわからないときは両方やって、遠いほうをとるというふうに書いてあるので、20ページの右下のイメージなんですけど、これもほぼ誤差のうちかもしれませんけど、結局、アスペリティとか揺れの大きさは真下にあるんだけれども、断層の上段をとっちゃうと、少し距離が離れていってしまうということで、それが先ほどの、もしこれが本当の意味のある差であれば、逆断層がちょっとスペクトルが大きくなることに影響しているのではないかというふうに少し考えましたけど、その辺りはいかがかということと。

もう1点、私は個人的に活断層との関係は気になりますけど、40ページとか41ページに活断層のみによる場合の平均スペクトルの比較と、それから42ページに、これは推定活断層も入れた場合の比較が出ていますけど、もし何か活断層とか主要な断層構造と全く関係なくであれば、42ページのようになって、距離にかかわらず何にも違いが出ないというのが本来の姿じゃないかと思うんですけど、それが41ページのほうでは、これも平均なので、誤差のうちと言われれば誤差のうちかもしれません。もしこれが本質的に何か違いがある差であれば、主要活断層から離れたものは、ちょっとスペクトルが大きくて、近ければ下がるというのは、何かちょっとこれ本質的な意味合いがないかという。繰り返します、本来は42ページのようになってほしいんですけど、ちょっと違いがあるというのは、何か意味はないですかというのが、もう一つの質問です。

○石渡委員　いかがですか。

どうぞ。

○藤田技術研究調査官　規制庁の藤田です。

遠田先生の第1点目の御質問に対しては、20ページに示されているように、断層最短距

離が難しい場合には、断層最短距離が遠いほうを採用していて、これは距離補正をしたときに地震動が大きくなるように設定しております。例えば、断層最短距離が近いほうを選んだ場合にどういうふうになるかというのは、恐らく厳密にはちょっと確認してないんですけれども、どの程度変わるかというのは、少し見てみたいと思います。

もう1点目の活断層の震央から最も近い断層と推定断層も含めた場合に関しては、これは今もともとの、40ページにこうやって活断層と震央の位置を簡単に記載しているんですけども、ちょっと今こういった活断層からの位置の距離というのも結構ざっくりとっているので、遠田先生がおっしゃっているように、ちょっと明確に差が出るかどうかというのが、ちょっとわからない状態です。

○石渡委員 よろしいでしょうか。そういえば、先ほど久田先生の御意見で、特に逆断層については、逆断層として一括するのではなくて、上盤側か下盤側かというのも重要じゃないかという話があったんですけども、それについてはどうですか。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

逆断層とかの断層タイプによるこちらの既往研究でも、このような知見があるというような文献での考察では、どちらかという位置関係というよりは、先ほど遠田先生がおっしゃったような傾き等にも関係して、地震が起るときに上載圧みたいなものが逆断層のほうが大きいので、もともとこちらで確認した文献の中では、そのような地震を起こすための応力に関係して、実際応力降下量に関係するような形で違いがあるというような考察になっておりました。

なので、こちらは位置関係よりは、そのような文献では大きい地震とかを入れて、面がはっきりするようなものでの研究というよりは、中小地震でその差異を確認しているということがありましたので、位置関係よりは、もともとの地震発生に関する部分なんじゃないかというふうに考えております。

○石渡委員 久田先生。

○久田教授 私、言ったのは、上盤効果というのは、ある程度規模の大きい断層面で、平均距離がどうしても最短距離をとっても、平均的には絶対近くなるんです、だから大きくなるという効果で。Somervillさんとか昔言っていた、下盤に比べると平均距離がどんどん遠くなっちゃうのが上盤って大きいので、ある程度規模が大きい断層の上だと明らかに出ると思うんです。規模が小さいと、多分差はない、距離の差はなくなると思うんです、ということです。

○石渡委員 ほかにございますか。

どうぞ、室野先生。

○室野鉄道地震工学研究センター長 ちょっと使い方がわからないので、教えていただきましたんですけど、今回、震源を特定しない地震動ということで、こういう委員会が立ち上がっています。先ほどの藤原先生、それから三宅先生からの御質問を聞きながら、ちょっと思ったんですが、一方では、震源を特定する地震動というのがあって、使い方としては、どうなるんでしたっけ。その両方の地震動を対象地震として設計をされるんでしたでしょうか。

○大浅田安全規制管理官 原子力規制庁の大浅田でございますが。

そこは、机上配付資料に規則とかガイドでございまして、第1回目のときに御説明したかと思うんですけど、基本的には今、室野先生がおっしゃったように、特定してと特定せず、それはそれぞれ補完的なものなので、両方に基づいて、我々、安全規制を行っている。

したがって、基準地震動 $S_s$ を事業者が策定して、それを審査の中で妥当かどうかという判断をしているんですけど、震源を特定して策定する地震動の $S_s$ 、それと震源を特定せず策定する地震動の $S_s$ 、その両方でもって規制をかけているということでございます。

○室野鉄道地震工学研究センター長 そういう理解で私も言っていたんですけども、三宅先生のお話からもあったように、そのとおりでなと思うんですが、 $S_s$ 、この震源を特定しない地震動というのは、ある意味その $S_s$ のミニマムのなところの役割もあるよねということだと思えます。

そうすると、最後これは次回以降の話だと思えますけども、非超過確率の線を出すときに、そこを意識しなきゃいけないよねということと、あともう一つは、先ほど来、G-R則から外れてしまうところ、これが結局は $S_s$ との接するところというつながりのところだと思えます。

そうすると、さっき議論もあったように、そこの部分を埋めるために、あらかじめもうシミュレーションしておくということで、シミュレーションでもってそこの不足分を補っておくという役割もあるし、最終的には、その $S_s$ との連続性みたいなところをある程度確保するという意味からも、観測記録ベースでいくんですけども、足りないところについては多少シミュレーションの力もかりながら、最終的なレベル感というのを見ていくということもありなのかなというふうに、ちょっとそれはコメントですけども、思いました。



○石渡委員 今の点について、何かレスポンスはありますか。

どうぞ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

最後におっしゃっていたシミュレーションについての当方での考えを、少しお話ししますと、計算となりますと、先ほど久田先生もおっしゃったように、なかなかそれによる、また不確実さとか、また特定してとの境目というのが難しくなるので、その場合には、ない記録に関しては、やはり観測ベースで決められている距離減衰式での補完ですとか、ばらつきの度合いというのを、まずはそれもある程度震源の部分とか、減衰の仕方というのは、ある程度論理立ってきちんとやった上での観測との回帰で求められているものですので、どちらかというとも距離減衰式の保守性を鑑みるのであれば、プラス標準偏差であるとか、そういうものを妥当な地震数で妥当な地震記録が得られていた場合になるように、多少調整してあげたときに、この重みづけみたいな形でそれを調整したり、加えてあげたときに全体のレベルがどうなるかというような確認は、ちょっと次回以降の検討の線引きのときには、確認としてやりたいと考えております。

○石渡委員 よろしいでしょうか。ほかにございますか。

どうぞ、藤原先生。

○藤原社会防災システム研究部門長 私も以前から、この震源を特定せず策定する地震動と、あとは震源をあらかじめ設定して策定している地震動レベルの、この相互の整合ですよ。そこで変な矛盾が起こらないような形に、この規制の手順を決める必要があるのではないのかとずっと思っていました。今、特定して決めるやつは、応答スペクトルの距離減衰式を用いてやるやつと、シミュレーションを用いてやるやつ、二つで決めていると。

一方で、震源を特定せず策定する地震動については、これまではガイドに例示されていたタイプの地震か、あるいは加藤スペクトルみたいなものから決めているという形なんですけども、そこをずっと突き詰めていくと、仮にあるサイトのすぐ近くに大きな断層がもう認められていて、そこをシミュレーションして得る結果、あるいはそれに対する地震動予測式から得る結果と、それよりも一回り小さくて、マグニチュード6.5ぎりぎり以下のところに、もしそのすぐ直近に何かしらよくわからないけれども地震が起きた場合の地震動レベルが、連続的につながるような形になるのが、一番理想的なのではないのかと思うんです。

震源を特定せず策定する地震動は、特定するものよりは、ちょっとは小さいというか、

規模が小さくて、そんな形につながっていると、本当はうまくいくのかなという感じなんですけれども、そこがまだよく見えていない。本当にその整合性がとれるロジックになっているのか、あるいはこれまでは非常に観測記録もない中の幾つかの地震動についてのみやっていたため、特にマグニチュード小さいやつから得られたレベルで無理やりやっていたために、小さい地震について非常に余裕を見たレベルでレベルが決まっているけれども、観測記録がまだ十分ないマグニチュード6.5未満のぎりぎりのところでの状況がどうなっているのかというのが、はっきりしない感じなんです。

一方で、特定して策定する地震動というのは、ある程度は保守性を持って、大きな断層面を張ってというふうな、規模をまず大きく仮定するということの後に行われているのは、例えば加速度のレベルを1.5倍して、不確かさを考慮するとか、そういう割と穏やかな+1 $\sigma$ 程度かなと私は個人的には解釈しているんですけども、そういった上乘せで余裕を見たレベル設定が行われていると。その手順の中の不整合があまりない形に、本来この基準全体、基準の中での整合がない、矛盾ができるだけ生じない規制基準であるべきだというのがもともと考えなんですけど、そこが実現できるような形で、最後取りまとめていただければと思っています。

○石渡委員 どうもありがとうございます。何かございますか。

どうぞ。

○大浅田安全規制管理官 原子力規制庁の大浅田でございますが。

ちょっと藤原先生がおっしゃった、連続性を特定して策定する地震動と、特定せず策定する地震動のちょっと連続性というニュアンスは、もうちょっと御説明をしていただきたいんですけど。我々、考えていますのは、先ほど三宅先生からもございましたように、サイトによっては、特定してと特定せずで、全サイトに対して $S_s$ を策定させているんですけど、サイトによっては活断層の位置とか、あとはプレート間地震を見るとか見ないとか、海洋プレート内地震があるのかないのか、そういったことがサイトによって非常に条件が変わってきます。

仮にですけど、例えば、あるサイトの場合に、半径30km圏内に何か大きな活断層がなかった場合に、恐らく特定して策定する地震動というのは、そんなに大きくならないものだと思います。しかしながら、じゃあ原子力施設として、仮に30km圏内に活断層がなかったから小さな $S_s$ でいいのかということになった場合には、当然ながら幾ら敷地近傍とか、敷地周辺で詳細な調査をやったとしても、当然ながら、これも第2回の際に御説明いた

しましたが、やはり敷地近傍において発生するもっと規模の小さな地震、要するに震源断層が地表面まで現れてないような地震、そういったことも絶対起こり得ないとは言えないので、そういったことを補完する上で、特定せず策定する地震動というのがありますと。

したがって、それも考慮して地震動を決めなさいということで、ある意味、ミニマム的なSsを決めるという位置づけも、その特定せずの中にはあるのだというふうに、ちょっと我々考えておりました、それをこの検討チームの中で議論をさせていただいているということなんですけど。ちょっとすみません、藤原先生がちょっとおっしゃっていた、その特定すると特定せずの連続性というのが。

○藤原社会防災システム研究部門長　そうですね、ちょっと言葉足らずだったんですけど、例えば、ここでは5kmのところを全部かためるという形になってはいますが、特定せずの震源が、ちょうど最短距離で5kmのところを断層面があった場合、そこでこの特定せず策定するというのは、大体マグニチュードとしては6.5未満ぐらいを考えましょうということで。特定して策定する断層面が、例えば6.6の断層面がそこに張られたとしますよね、そのときに、特定して策定する手順で求めた地震動のレベルは、6.6の特定する地震に対して。特定せずは、6.5未満で同じ場所にある、より小さい断層面、断層に対する地震動であれば、普通に考えると、この特定せずのほうが小さくて、特定してのほうが大きいという、そんな手順になっていると、矛盾がないんじゃないのかなということ。

○石渡委員　いかがですかね。確かに、それは物理現象として、それは当然そうあるべきではありますけれども。

どうぞ。

○小林主任技術研究調査官　規制庁の小林です。

いろいろと御議論ありがとうございます。すみません、今の藤原先生のお話は、ちょっとこの場の皆様への、我々も含めて情報共有というか、一つの共通認識として発言させていただくんですけど、要は、我々の今の規則だったりガイドというのが、旧原子力安全委員会ですね、これはもう12年前になりますけど、平成18年の9月19日に、要は耐震指針検討分科会があって、4年間の議論を踏まえて、それを経て、改定指針という形で25年ぶりです。これは、ですから1981年ですか、昭和56年から25年ぶりに改訂されたんですけど、そのときに、当時の最新知見に合わせて、要は震源を特定して策定する地震動、そして今、御議論いただいている、特定せず策定する地震動ということになっています。当時のいろんな各委員からの発言で、原子力というのは、今も昔も、それこそ敷地が決まれば、敷地

内と敷地外で膨大な調査をやっているということ。それは、年々ちょっと足かけもう10年ぐらいかけてやっているんです。ですから、その場合は、まずは第一に震源を特定して策定するほうの地震動の評価に最大限の努力を払うというのが、一番強調されたんです。まずは、これは原子力固有のだと思います。ですから、ことに内陸地殻内活断層ですけど、それをもう逃さず調査するというのが、本来のあり方だと。

ですから、我々もそういった観点で確認事項として、今も新規制基準でやってますしというところですよ。

ただし、その際にやはり言われたのが、どうしてもそれは取りこぼしがあるだろうと、敷地内で一生懸命内外含めてやっても、やっぱり活断層、やっぱり自然現象ですから。そういった場合に、やはりそういった敷地近傍の、要は対する備えです、そういった性格のもと、このときは補完的というふうに表示されているんですけど、補完的な位置づけとして、震源を特定せず策定する地震動を構えましょうということですよ。

この補完的というのは、今の基準ガイドでは、それこそもう5年前になりますけど、藤原先生が、それは両輪、相補的なもの、地震動全体として考えないといけないということで、それは今のガイドのほうでは強化されているんですけど、当時は基本的には震源を特定して策定する地震動があって、その補完的な位置づけとして、特定せず策定する地震動というのがありました。

この場合に、やはり全ての事業者の申請において共通的な取り扱いをするということが、やっぱりうたわれていたんです。最終的に、これは明文化をされなかったんですけど、当時の委員の先生方の共通の意見として、やはり特定せず策定する地震動は、ミニマム・リクワイアメントなものだろうということは、やっぱり出てました、当時ですよ、そういった位置づけ。

ですから、まずは繰り返しますが、特定して策定する地震動を、まずしっかりやるということ。それに対して、補完的なものとして特定せずがあると、それがミニマム・リクワイアメントだということなんです。

結局、そういった断層への考慮を万全に期する観点で、補完する形でやっていたと。当然ながら、特定すると特定せずが相互に密接に関係するというのも共通の認識だったんですよ、旧原子力安全委員会での分科会ではです。そういったことがあります。

もう一つ重要なのが、やはり特定せずに限らなかったんですけど、ことにやっぱり特定せずで非常に強調されたのが、もうその時々最新の知見を取り込むということなんです。

その最新の知見というのが何かというと、基本的には、やはり観測地震動、硬質岩盤上の観測地震動、良質な観測地震動と言っていますので、それは逐次取り込んでいくというのがうたわれていました。

もう一つ重要なのが、これもずっと議論になっていきますけど、その当時の分科会での委員の中では、要は震源を特定して策定する地震動というのが、従来のこれはS2地震動で直下型M6.5というのが、もともとそれは備えとしてあったんですけど、そういった地震規模ではなくて、地震動として、もう捉えて評価するということが、また共通の認識でありましたので。

そういった中で、今現時点、5年前で策定された新規制基準と審査ガイドのそこは踏襲しているんですけど、そういった流れで当時は扱っていましたので、今まさに藤原先生、ほかの先生方も言われた、特定する、せずとの連続性というのは、当時からうたわれていましたので、我々も改めてそういった共通認識のもと、今後の検討チーム会合でよりよい方向性に向けたらいいかなということも補足の説明をさせていただきました。ありがとうございます。

○石渡委員 ほかに何かございますか。

藤原先生。

○藤原社会防災システム研究部門長 その中でミニマム・リクワイアメントという言葉があって、それをどう解釈すればいいのか。最後、ここまで準備をしてきたデータに基づいて何らかの統計解析的なものを含め、非超過確率か、それに類するものを計算して、線を引かなきゃいけない。その線引きの根拠となるものが、そのミニマム・リクワイアメントと言われるもので、一体それは何なのかということです。

そこがはっきりしないと、この震源を特定せずということだけで、そこだけに絞って、それをただその背後にある自然現象をただ分析するだけでは、そこに大きな不確定性があるって、線を引こうにも、どこまでレベルを設定すればいいのかというのが、非常に難しいと思うんです。だから別の要因から、この震源を特定せず策定する地震動が果たすべき部分はここまで、最低ここまでという、そういった情報がないと、今日のこの資料に対するコメントはできると思うんですけども、次回以降か、最後の線引きみたいな統計処理の妥当性とかというふうな議論になったときに、私としても、どう頭を整理すればいいのか、まだぴんときてないというのが正直なところなんですけど。

○石渡委員 どうぞ。

○大浅田安全規制管理官 原子力規制庁の大浅田でございますが。

先生おっしゃったとおり、今回、標準応答スペクトルをつくった際に、妥当性確認をどうするのかということにつながるというのは、ちょっと我々も認識しておりまして、それで第3回か4回辺りに、その妥当性確認の方法として非超過確率の参照とか、何らかの方法があるんじゃないかということをお説明させていただきましたので、ああいったものは計算で出したりしているものでございますので、そこでの比較とかですね。あとは、ちょっと繰り返しになりますけど、先ほど私が申し上げたように、何か一つだけ非超過確率、ある一つの条件だけで非超過確率別応答スペクトルをひくと、それはなかなか科学的合理性のある説明を我々もしていくのは、ある意味難しいんじゃないかと考えていますので、幾つかの条件セットで、その超過確率応答スペクトルといった場合には、このぐらいに線を引くのは、規制側からの要求としては、我々としてはそれぐらいを求めるんだということの説明もしやすいんじゃないかと思っております、どういうデータセットにするかというのは、まさしく今、検討中なのでございますが、そういう幾つかのやり方でもって、我々が策定しようとしている標準応答スペクトルの妥当性の説明をしていくのは必要かなとは思っております。

ただ、ちょっとある意味、例を言われたんだと思うんですけど、何か5kmのところに特定してみたいなような、何か断層面を張って、それでの計算との比較というのと、あまりちょっと仮定条件が多過ぎて、アスペリティをどうするんだとか、応力降下量を幾らにするんだとか、ちょっとそれはなかなかさすがに難しいなと思っておりますので、ちょっと今できる妥当性確認のツールの中でどういったことが言えるのかということは、検討していきたいと思っております。

○藤原社会防災システム研究部門長 そういう差異を具体的にやれという意図で言ったわけではないので。あくまでも頭を整理するためのものとして発言させていただいたということで、それは要求しているわけではありません。

○石渡委員 ほかにございますか。

どうぞ、久田先生。

○久田教授 今のと関連して、多分言っていることは同じだと思うんですけども、例えば今、Ssで使っている距離減衰式をM6.5とかにして距離5kmにしたら、今度出すスペクトルはあまりにも違っていたら、それはやっぱり連続性がないですよ。

やっぱり、どうしても6.5辺りが足りないんで、それをフォローするのは、やっぱり過

去で使っていた距離減衰式ですとかとの整合性というのは、やっぱり問われるし。昔、S2もそれでやっていたんでしたら、そのスペクトルレベルはどういう位置づけなのか、この程度、ある程度やっぱりそれをイメージしながらやれるんだと思うんですけど、そういうことだと思います。

○石渡委員 よろしいでしょうか。

その辺の議論というのは、今回の資料には入っていないわけですよ。それはこれから、次からの課題ということだと思います。

ほかにございますか。そろそろ時間もいい時間になってきたんですけども。

どうぞ、遠田先生。

○遠田教授 すみません、私ちょっとまだついていけないんですけど、そもそも、Gutenberg-Richter則にギャップができるというか、要するに、これ強震記録がやられてからのデータを使っていますけど、その前のデータ、例えば武村さんの経験則とかいろんなものを見ても、やっぱり日本列島の地震は、あるところのレンジがやっぱりどうしても不足しているので、それ以上になると、逆に地表の地震断層が出て、大きく割れるというパターンが多いので、何が言いたいかと、そもそもそこは埋められないんじゃないかなというふうに、本質違うんじゃないかなというのが、活断層を見ている側からの意見です。

○石渡委員 それについてはいかがですか。何かありますか。

どうぞ。

○田島技術研究調査官 原子力規制庁の田島です。

遠田先生が補足してくださった情報は、当方も考慮しておりまして、もともとMw6.4ですとか6.5の規模というのは、もともとなかなか起こっていないのもあって、もともこの全国共通で扱う地震動というの、この境界を決めた論文も島崎先生の論文ですとか、そのような知見に基づいて決められた6.5という数値で。今回は、念のためデータとしては6.6まで入れておこうということにはしているんですけども、先ほど大浅田が説明したように、そうなりますと、やはりカテゴリーが違うものに近い地震になってくるというのがありますので、そこはあくまで確認として6.4、6.5というのは入れた場合には、レベルとしてどうかという確認で検討させていただこうと考えております。ありがとうございます。

○石渡委員 ほかにございますか。

じゃあ、今日の議論につきましては、大体この辺でよろしいですかね。

どうもありがとうございました。今日は非常に活発な討論をしていただき、御意見を伺いましたので、本日の議事につきましては、一応この辺で終了としたいと思います。

外部専門家の皆様からいただいた御意見、今の御議論につきましては、これまでの会合でいただいた御意見とともに今後整理して、その結果をまとめていきたいというふうに考えております。

本日の議題は以上となりますけれども、最後に規制庁側から事務連絡がございましたら、お願いします。

○大浅田安全規制管理官 規制庁の大浅田でございます。

本日は、お昼の時間から長時間にわたり御議論いただきまして、ありがとうございました。次回の会合では、これまでいただいた御議論を踏まえまして、非超過確率応答スペクトル、それとそれに基づく標準応答スペクトル案、そういったことを事務局から提示したいと考えてございます。

これらの検討には、ある一定の時間が要すると考えてございますので、次回日程については、また改めて御案内させていただきたいと思っております。

資料につきましては、お持ち帰りいただいても結構ですし、机の上に置いていただければ、当方から郵送いたします。

事務局から以上でございます。

○石渡委員 最後に、何か言い残したとかございましたらば。特になければ、これで終わりたいと思っております。よろしいですか。

それでは、これで震源を特定せず策定する地震動に関する検討チームの第6回会合を閉会させていただきます。どうもありがとうございます。