

原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会

第3回地震・津波部会

議事録

1. 日時

令和5年6月19日（月）10:00～11:56

2. 場所

原子力規制委員会 六本木ファーストビル13階B・C・D会議室（東京都港区六本木
1-9-9）

（テレビ会議システムによる開催）

3. 出席者

○原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会 審査委員

山岡 耕春 国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科 教授
（部会長）

久田 嘉章 学校法人工学院大学建築学部まちづくり学科 教授
（部会長代理）

三宅 弘恵 国立大学法人東京大学地震研究所 准教授

○原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会 臨時委員

谷岡 勇市郎 国立大学法人北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センタ
ー 特任教授

遠田 晋次 国立大学法人東北大学災害科学国際研究所 教授

○原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会 専門委員

吾妻 崇 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター
活断層・火山研究部門 活断層評価研究グループ 主任研究員

○事務局

佐藤 暁 原子力規制庁 長官官房 核物質・放射線総括審議官

大島 俊之 原子力規制庁 原子力規制部長

杉野 英治 原子力規制庁 長官官房 技術基盤グループ 安全技術管理官（地震・

津波担当)

内藤 浩行 原子力規制庁 原子力規制部 安全規制管理官 (地震・津波審査担当)

4. 議題

- ①原子力規制庁が収集した地震・津波等の事象に関する知見の分析結果について
- ②その他

5. 配付資料

- 資料 1 参加者名簿
- 資料 2-1 技術情報検討会 (第 5 4 回~第 5 8 回) の結果概要 (地震・津波等の事象)
- 資料 2-2 第 5 4 回技術情報検討会資料抜粋
- 資料 2-3 第 5 5 回技術情報検討会資料抜粋
- 資料 2-4 第 5 6 回技術情報検討会資料抜粋
- 資料 2-5 第 5 7 回技術情報検討会資料抜粋
- 資料 2-6 第 5 8 回技術情報検討会資料抜粋
- 参考資料 1 原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会地震・津波部会 (Web開催) での発言方法について
- 参考資料 2 第 1 回地震・津波部会 資料 2 地震・津波部会の調査審議事項について (令和 3 年 5 月 1 8 日)
- 参考資料 3 第 2 回地震・津波部会 参考資料 3 自然ハザードに関する新知見調査収集範囲について (令和 4 年 6 月 2 3 日)
- 机上配布資料 1 原子炉安全専門審査会への指示について (通知) (原子力規制委員会、令和 4 年 1 1 月 2 9 日)、核燃料安全専門審査会への指示について (通知) (原子力規制委員会、令和 4 年 1 1 月 2 9 日)
- 机上配布資料 2 調査審議事項の付託について (原子炉安全専門審査会、令和 4 年 1 2 月 1 3 日)、調査審議事項の付託について (核燃料安全専門審査会、令和 4 年 1 2 月 1 3 日)
- 机上配布資料 3 関係法令等について

6. 議事録

○杉野安全技術管理官 予定の時刻になりました。原子力規制庁安全技術管理官の杉野です。ただいまから原子炉安全専門審査会及び核燃料安全専門審査会第3回地震・津波部会を開催します。

地震・津波部会の事務局に変更があります。安全技術管理官（地震・津波担当）として、前任の川内から杉野に交代しております。どうぞよろしく申し上げます。

本日の部会は、テレビ会議システムを併用して実施します。また、インターネット中継で公開しております。

続いて、本日の委員の出席状況でございますけれども、臨時委員の高橋先生が欠席と御連絡いただいております。

本日、審査委員及び臨時委員の総数6名のうち、5名の方に出席していただいておりますので、規定により本日の会議は成立していることを御報告いたします。

本部会の進め方ですが、山岡委員以外の委員の皆様は、オンラインで御参加いただいております。御発言の際の留意点を参考資料1に取りまとめておりますので、御参照の上、御発言をお願いいたします。

それでは、現在、本部会の部会長についてですが、空席になっております。部会長が互選されるまでの間、事務局のほうで司会進行を務めさせていただきますので御了承ください。

前部会長を含む2名の審査委員の方々につきましては、昨年12月で一旦任期満了となっております。12月付で再任いただきました。先ほど申し上げましたとおり、部会長については空席となっておりますので、議題に入る前に、炉安審・燃安審の地震・津波部会の部会長につきまして、審査委員による互選をお願いしたいと思っております。

審査委員は、久田先生、三宅先生、そして山岡先生に御担当いただいておりますので、先生方から御推薦をお願いいたします。いかがでしょうか。

○久田審査委員 はい。久田ですけども、前回と同様、山岡委員に部会長が適任であると考えています。いかがでしょうか。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

久田先生、ありがとうございます。ただいま久田先生から山岡先生を地震・津波部会の部会長へという御推薦がございました。ほかに推薦、ございますでしょうか。三宅先生、いかがでしょうか。

○三宅審査委員 三宅です。

山岡先生が適任と存じます。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

三宅先生、ありがとうございました。ただいま久田先生、三宅先生から山岡先生を地震・津波部会の部会長へという推薦がございました。山岡先生、いかがでしょうか。

○山岡審査委員 はい。山岡です。

部会長をお引き受けしたいと思います。よろしく願いいたします。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

ありがとうございました。それでは、山岡委員に地震・津波部会の部会長をお願いいたします。

次に、部会長代理を決めていただきます。部会長代理については、部会長が指名することになっております。

山岡部会長、いかがでしょうか。

○山岡部会長 はい。部会長代理につきましては、久田審査委員にお願いしたいと思います。よろしく願いします。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

ただいま山岡部会長から部会長代理の御推薦がありました。久田先生、いかがでしょうか。

○久田審査委員 久田です。

部会長代理を引き受けさせていただきます。よろしく願いいたします。

○杉野安全技術管理官 ありがとうございます。事務局の杉野です。

それでは、久田委員に地震・津波部会の部会長代理をお願いいたします。

以降の議事進行につきましては、山岡部会長にお願いしたいと思います。それでは、よろしく願いいたします。

○山岡部会長 はい。それでは、今期も部会長として仕事をさせていただきます、山岡です。よろしく願いします。

それでは、議事の進行をさせていただきたいと思います。まず初めに、本日の配付資料について確認を事務局からお願いいたします

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

議事次第を御覧ください。本日、配付資料としまして、まず資料1としまして、本日の

参加者名簿を配付しております。それから資料2-1ですが、こちらは議題1、本題になりますが、技術情報検討会の第54回～58回の結果概要についてまとめたものです。

それから、資料2-2～2-6ですけれども、こちらはそれぞれの技術情報検討会当日に配付した資料から抜粋したものになります。加えて、本日の発言方法などについて参考資料1にまとめたり、調査審議事項については参考資料2、それから、調査収集範囲について参考資料3にまとめたものを配付しております。

それから、机上配付資料として、1～3の3点、配付しておりますが、適宜御確認いただきますよう、よろしくお願いいたします。

以上になります。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございました。よろしいでしょうか。

それでは、本日の議題に入りたいと思いますが、議題は議事次第にございます2件を予定しています。まず、事務局より議題1の原子力規制庁が収集した地震・津波等の事象に関する知見の分析結果について、を説明いただきます。その後、委員の方々から質問や意見をいただくことといたします。

それでは、御説明をお願いいたします。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

資料2-1を御覧ください。この資料、技術情報検討会の結果概要を取りまとめたものになっております。この資料に基づきまして、地震・津波等、自然現象に関する情報を報告いたします。

報告の内容ですけれども、表1にまとめております。この資料の1～3の案件につきましては、本日、重点的に御意見をいただきたいと考えておりますものです。それから、資料、4～9までですけれども、こちら、比較的簡単に御報告させていただくんですけれども、間を3件ずつ切りまして、御意見いただきたいと思います。それから、最後の10と11につきましては、こちら、対応の方向性のところがバーになっておりますけれども、ほかの案件は、我々、論文等から資料を収集して、対応の方向性を決定して報告しているものですが、10番と11番につきましては、規制委員会の委員のほうから御指示をいただきまして調査した結果になっておりますので、対応の方向性についてはバーとなっております。

ページをめくっていただきまして、2ページ目になりますが、先ほど表中の対応の方向性の番号につきましては、こちらにリストアップしてあります。

以上になります。

○山岡部会長 はい。ありがとうございます。

それでは、まずは1番の案件についての御説明だと思いますけども、よろしくお願ひします。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

まず、資料2-1、3ページを御覧ください。この資料は、概要、それから技術情報検討会当日の議論、そして対応の方向性の確認した結果というものが記されております。本知見、概要につきましては、資料2-3の10ページを御覧ください。こちらを用いて、本知見の概要を説明いたします。

まず背景としましては、まず、すみません、知見のタイトルですが、「確率論的津波ハザード解析における津波発生・伝播モデルの不確かさの影響」について、となります。この知見、昨年8月31日に論文として公開されたものですが、私どもの安全研究の成果を論文として公表したものになります。

規制基準の中では、基準津波を策定すること、そして、その基準津波による水位がどの程度の超過確率になるかを把握するということを求めています。この超過確率を算定するときに、確率論的津波ハザード解析手法というものが用いられることとなります。

この確率論的ハザード評価手法では、津波発生・伝播モデルに不確かさが伴うので、これを偶然的、それから認識論的不確かさに分類して考慮するということが一般に行われます。しかし、従来の確率論的ハザード評価手法では、この津波発生・伝播モデルに不確かさが存在していても、その影響を十分に考慮していないモデルがあります。そこで、規制庁では、従来の確率論的ハザード評価手法に見られる課題を解決するために安全研究プロジェクトを実施して、その成果を論文として公表しました。本論文の内容は、現行の規制基準の超過確率に関連する情報ということで、その内容と今後の対応について報告したのものになります。

2. が、この知見の概要をまとめたものになります。著者ら、私どもですけれども、プレート間地震による津波を対象にして、従来の方法による課題を提示して、その解決策を提案しました。それと、この提案手法をモデルサイトに適用して、どの不確かさの項目がハザード解析の結果にどのぐらい影響を及ぼすのか、比較分析したのものになります。

11ページを御覧ください。1つ目の課題として、従来の手法では、地震規模に係るスケールリング則、それから、地震発生頻度に係るグーテンベルグ・リヒター則の各モデルの不確かさが十分に考慮されておりました。そこで、著者らは、これらの既往研究を基

に不確かさを定量的に評価し、確率モデルを設定するというを行っています。

図1を御覧ください。こちら、三つのスケーリング則のモデルを図化したものになります。これは、既往の研究でいろんな研究者が提案したものになるんですが、従来の確率論的評価では、こういったスケーリング則の平均的な傾向、直線で表された、実線で表された傾向を使って、津波の波源モデルを設定するということが行われているんですけども、今回、この確率論的評価の中では、元となったデータに対して、丸印ですけども、そういったデータに対して誤差を含んでおりますので、こういったものを不確かさとして捉えて、ハザード評価の中に取り入れるという、そういったことを考えております。図中では、 $\pm 1\sigma$ の範囲を点線で示していますが、解析の中では、 $\pm 2\sigma$ までの範囲を取り入れております。それから、考え方がいろいろ異なるスケーリング則が提案されていますので、この論文の中では三つのスケーリング則を取り入れることを、認識論的不確かさとして取り入れております。

また、図2ですけども、こちらは地震発生頻度に係るグーテンベルグ・リヒターの関係です。一般的に、伝統的に用いられている、右下下がりの直線のこういった表現でされて、やはり平均の傾向を用いているのが従来の方法でした。これにつきましても、観測データに基づく回帰モデルですので、不確かさが存在いたします。これを適宜評価して用いることにしました。これも既往の研究で、Kaganらの研究でこういった不確かさ自体は定量化されているものをハザード評価の中に取り入れるという、そういったやり方になってます。

図3につきましては、やはり発生頻度のこういったグーテンベルグ・リヒターのモデルがあるんですが、より観測記録に近づけるような工夫がされた、こういったTaper付きのGRモデルというものが提案されておりましたので、これも認識論的不確かさとして取り入れるということを行いました。

12ページを御覧ください。二つ目の課題として、従来の手法では、偶然的な不確かさは1本のハザード曲線で、認識論的不確かさは複数のハザード曲線で表現するということが一般に行われてきました。しかし、この方法ですと、ハザード曲線の本数として表されるのが認識論的不確かさのみとなって、両者の不確かさの影響を比較するということができないと考えました。

そこで、著者らは、この両者を同じように扱えるように層別サンプリング法ですとかラテン超方格法を組み合わせる方法を提案しております。これによって、両者がともにハザ

ード曲線の本数や、その広がりとして明示的に表されるようにしました。

この提案した方法を使って、ケーススタディを行っております。表1を御覧ください。先ほど申しましたスケーリング則、それからGR則、これに加えて、不均一すべりの配置パターン、これは波源モデルの中での配置パターンになるんですが、こういったもの、それから津波伝播モデルの不確かさ、こういった四つの項目に着目して、それぞれの項目が、確率モデルであればどうか、平均モデルであればどうかという、そういった組合せをいろいろ変えて検討してみたものです。この中では5ケース、検討しております。対象は福島県沖を例として試解析を行っております。

図4を御覧ください。13ページになります。こちら、ハザード解析の結果を一覧でまとめたものになります。ケース1に示したものが、先ほど四つの項目を全て確率モデルで扱った場合です。

ケース2というのが、先ほど表の中の四つのうち、右端の津波伝播モデルのみ確率モデルで、それ以外全て平均にしたときのものですが、この両者を、1と2の両者を比較していただくと、劇的に変化しているのが分かるかと思えます。

それから、ケース3ですけれども、こちらはスケーリング則のみを平均モデルとした場合に相当します。1と3を比較いたしますと、やはり大きな変化を見ることができます。これ以外の項目を平均モデルにしてみたのが4と5ですが、ケース1とそれほど変わらないことが分かります。

この結果から、地震規模に係るスケーリング則の不確かさを考慮するということが結果に大きく影響するということが分かりました。

12ページに戻っていただきまして、文章の最後のポツを御覧ください。なお書きで記載したものですけれども、著者らは、この方法を使う際に、水深が比較的深い沖合の地点を対象にすることで、地震モーメントと津波高に比例関係が成り立つことを仮定しています。その結果、非常に大きい地震モーメントに対して極めて高い津波高が推定されるという結果になりました。これにつきましては、著者らは、今後の課題として、津波の成長を、どこまでも成長できるということではない、何らかの限界があるのではないか、あるいはプレート間地震の地震モーメントにしても、何らかの上限があるのではないかという、こういったことを課題として上げており、今後のモデルの検討の必要性を示しております。

こういった内容を基に、13ページをお願いいたします。今後の対応ということで整理しておりますが、1段落目は繰り返しになるので割愛いたしますが、2段落目に、関連する審

査ガイドというのがあるんですが、その中で「超過確率の参照」の記述として、今回挙げた津波発生・伝播モデルの不確実さを考慮するということが記載されているんですけども、今回の論文の知見というのは、これらの具体的な項目とその導入方法を提案したものと考えられますので、審査ガイドに反映する事項はないというふうに整理しました。

それから、そうはいつでも、ハザード評価のこの結果というのは、安全性向上評価において実施する項目となっています。この知見、地震規模に係るスケーリング則の不確かさの考慮によっては、事業者のハザード解析の評価結果に大きな影響を与える可能性を見いだしたものですので、ATENA定例面談、これは原子力エネルギー協議会というところですが、ここでの定例面談で事業者等に対して周知することとしたいというふうにまとめたものになります。

資料2-1に戻っていただきたいんですけども、3ページになります。技術情報検討会でこちらの概要を報告いたしまして、当日の議論を御紹介いたしたいと思います。3ページの中段のほうになります。

この概要につきまして、まず、技術——失礼しました。基準津波そのものに影響があるのかどうかといった御質問がありましたが、基準津波そのものは確率論的ハザード評価とは別に、保守的な設定を行って決めているものですので、影響するものではございません。それから、ただ、基準津波で求めた水位の超過確率を確認しておりますので、その値自体は変わり得るということになります。

それから、4ページを御覧ください。この、今回、提案のあった方法ですけども、これを審査の中でどういうふうに取り扱うのかという、そういった、取り入れるべきかどうか、そういった議論になりました。当日の議論の中では結論は出なかったんですけども、その後、規制部審査部門のほうと我々研究部門とで確認しました共通見解というのを、脚注の、ちょっと小さい字で恐縮なんですけれども、こちらのほうにまとめております。

今回、ハザード解析の評価結果に影響を及ぼすという知見が得られたわけですけども、論文の中でも、先ほど説明いたしました、津波高の限界ですとか、地震モーメントの上限に関する課題というものを有しており、直ちに規制に取り入れるレベルではない。安全性向上評価の観点からは、低頻度ではあるけれども高い津波高になり得ることを示した新しい知見なので、こういったことを踏まえて、ATENAと共有することとしたいという、共通の意見にまとまりました。

5ページを御覧いただきたいんですけども、対応としましては、審査ガイドに反映す

る事項はない。それから、こういう結果をATENAの定例面談で事業者に対して周知するということになりまして、昨年12月4日、周知いたしております。

私からの説明は以上になります。

○山岡部会長 はい。どうも御説明、ありがとうございました。

それでは、この案件につきまして御質問、御助言等がございましたら、よろしくお願ひします。挙手していただいて、私が順に指名しますので、マイクのスイッチを入れて、最初にお名前をおっしゃってから御発言ください。御発言が終わりましたらマイクをミュートにしてください。

それでは、まず遠田委員、よろしくお願ひします。

○遠田臨時委員 はい。御説明ありがとうございました。ちょっと気になるのは、横軸にマグニチュードを取るときに12まで取っていて、非常に非現実的というか、M10も非現実的に近いと思うんですけど、これ、実際にどういう地震を想定した、ちょっと理学的見地からはこの辺、何というんでしょう、想像しがたいところがあって、どうされているのかというのが一つと、それに伴ってちょっと気になるのがTapered GR則を用いてるんですけど、切断GR則ですかね。TaperしているのがM9.5ぐらいからになっているんですけど、これ、引用されているKaganとかの論文、2002年、ちょっと古いんですけど、もうちょっと手前でTaperしていたと思うんですね。何か、いずれにしてもちょっとこの大きいマグニチュードのところの考え方、しかも、frequencyも含めて、不確実性が非常に大きくなっているんですね。ちょっとその辺が気になるので、どう考えたかを、ちょっと実際のところを説明いただけませんか。よろしくお願ひします。

○山岡部会長 はい。多分、共通の疑問だと思いますので、よろしくお願ひします。

○杉野安全技術管理官 はい。地震・津波、事務局の杉野です。よろしくお願ひします。

今いただいた御質問ですけれども、まず、地震モーメントのところになりますが、このモデルを利用するときは、まず津波波源モデルの面積をまず決めます。これは、今回、対象が福島沖を対象にしたんですけれども、その際に、日本海溝沿いから千島海溝沿いのかかなり広い範囲を対象にして設定しております。マグニチュードで言いますと、9.6相当のものまで想定するようなことをここではやっております。

それから、Taper付きのGRモデルの話ですけれども、こちら、我々、既往の文献を再現しながらやってきたものでして、すみません、私の記憶ではこのぐらいのモデルになっていたかと思ひます。

以上になります。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございました。

私からちょっと補足の質問なんですけども、要するに、何というか、相似則というか、そういうものがある程度適用できる範囲を超えて上のほうまで推測するというのが、ちょっと受け入れにくいかなというふうには思っているところです。

価値として、多分、意味としては、地震規模の不確かさの影響が非常に大きいということをお示しになったのは非常によく分かるんですけども、今後これだけの大きいものの、要するに大きいマグニチュードの地震の扱いをどうするかというのは、まだ通常の相似則をそのまま延長していいかという、そういう問題があると私は思っているので、そこも引き続き検討していただくというふうには思っています。

すみません、私から発言してしまいましたが、ほかに何か御意見があったらお願いします。

久田委員、よろしくをお願いします。

(久田部会長代理の音声入らず)

○山岡部会長 久田さん、マイクが、どこかオフになっていると思いますが、ちょっと確認していただけますか。ミュートはオフです。ミュートはされていませんけれども、マイクの……

○久田部会長代理 あ、今、ちょっとつなぎ直した。

○山岡部会長 オーケーです。

○久田部会長代理 聞こえますか。

○山岡部会長 はい。よろしくをお願いします。

○久田部会長代理 すみません。津波、全然専門でないので、ちょっと教えていただきたいんですけども、マグニチュードもあるんですけど、東日本大震災という、本当かどうか知らないんですけど、浅いところで50mぐらいすべったと言われてますよね。結局、マグニチュードよりも、そのすべりの分布の不確かさというか、ばらつきというかが大きいような気がするんですけど、このさっきの解析だと、このすべりの分布の影響ってあまりないような、不均質すべりの配置パターンの影響はあんまりないんですけど、浅いところでむちゃくちゃすべらせたら、当然、物すごい津波が出ると思うんです。そういうのは、東日本のああいふ知見なんかが入っているのかというのを教えていただきたいのと、あと、もう一点は、結論としては想定を超える、確率が低くても想定を超えることはあり得ると、

ある意味、当たり前のことで、対策としては想定を超えた場合に、シビアアクシデントでしたっけ、クライシスマネジメント、あれが必要だと。想定を超えた場合の対応も考えなければいけないと。それはハードというよりもソフト的な対応になると思うんですけど、そういう結論なのかなと思ったので、その辺、いかがなんでしょうかという。使い方ですけど、この結論の。

○山岡部会長 はい。お願いできますか。よろしく申し上げます。

○杉野安全技術管理官 はい。地震・津波、すみません、事務局の杉野と申します。

最初の御質問になりますが、東日本大震災のときの波源の知見ですけれども、こちら、先ほど表1に示しました不均一すべりの配置パターンの中で取り入れております。

それで、先生がおっしゃったように、プレート境界の比較的浅いところに大きなすべりを配置するという、そういったモデルを取り入れているんですけれども、その中でも南寄りに、波源の中で南寄りに超大すべり域を持ってきたり、北寄りにしたりという、そういった不均一なすべりのパターンを幾つか用意して、全体的に取り入れたものになります。

ただ、この今回のスケーリング則の不確かさを取り入れることで、平均的な地震モーメント、平均的なじゃなくて、全体的に地震モーメントを大きくすることで、比例倍するというような形で、大きいすべりも比例倍する形で大きくしたという、そういった取扱いになっています。ですので、不均一な配置パターンよりも、今回、スケーリング則の不確かさをこの形で考慮することが一番大きく影響するという、そういった結果になっております。

それから、リスクの、シビアアクシデントの対応のところになりますが、設計のところでは、こういった確率論的評価とは違って、いろいろ現実的な保守性を捉えて、基準津波というものをまず設定して、それを超えてくるものに対しては、シビアアクシデント対応を行うという、そういったことになっています。

このハザード評価の結果というのは、活用の先としましては、津波に関する確率論的評価、PRAのほうになります。こちらのほうでこういった大きな、低頻度ですけれども大きな水位を出すものに対する影響とか、リスクに対する影響、こういったものを確認していくということを行います。

以上になります。

○山岡部会長 はい。ありがとうございました。

そのほか、何か御質問、ありますでしょうか。

谷岡委員、お願いします。

○谷岡臨時委員 はい。私も遠田さんとか山岡さんのことをちょっと聞きたいんですけど。まあ、聞きたいというか、グーテンベルク・リヒターをフィットするときは、当然、最尤法を使うので、でかいほうのマグニチュードは無視されてしまうので、大してばらつきは大きくないですよ。で、Taperしちゃうと、そのTaper部分というのは大きいほうに効いてくるので、これはばらつき、めちゃくちゃでかくなっちゃう。まあ、当たり前といえば当たりの話なんですよ、もう。

だけど、Taperのほうは、Taperしちゃっているんで、大きいほうがばらついてても、本当のグーテンベルク・リヒターよりもマグニチュードがちっちゃくなるセンスでずれちゃうので、原子力規制庁的には、別に、そっちを向いてばらついてても、別にいいんですよ。だからグーテンベルク・リヒターの本当のほうを使えばいいという話になっちゃうので、当たりのことを言っているという感じは、せんでもないんですよ。

で、逆に、固有地震的に、グーテンベルク・リヒターより大きいほうにずれちゃうみたいなモデルとかを考えるようなことはないんですか。

○山岡部会長 はい。いいですか。今の、よろしいですか。最後の質問は固有地震的にちょっと飛び抜けてというか、飛び離れて大きい地震が起きるようなこともたまにあるということで、谷岡さん、そういうことでいいですよ。

○谷岡臨時委員 はい。

○山岡部会長 はい。です。要するに大きいほうの対応について、もう少し何か、そういうモデルとの違いみたいなものを検討する必要があるかどうかということですが。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

今、御紹介いただいたモデルというのは、あれですよ。切断GRと、さらに少し大きなマグニチュードを持ったものをまず考えるという、そういうモデルのことをおっしゃられていると思うんですけども、そうですね、そういった、いろんな考え方で提案されているモデルを、こういった確率論的手法の中に取り入れていくということは、ありだと思います。いろんな考え方を認識論的不確かさという方法を使って、ロジックツリーの形で取り入れていくという、そういったことになるかと思います。

この論文の中では、プレート間地震を対象にいたしましたので、しかも、どこで起きてもおかしくないという、そういった考え方をベースにしてやったモデルですので、今回、この伝統的な右下がりのものとTaperつきのものを取り入れました。

それで、先生がおっしゃった、原子力だから、安全側、保守側のほうのモデルだけを採用すればいいんじゃないかというお話だったんですけども、そこは、まず、そういったモデルのほうに保守性を求めていくのではなくて、より、何とというか、保守性のある程度除く、現実的なところで確率論的評価の結果をまず求めて、その結果からどこまでの保守的な取扱いをしていくかという、そういったことを確率論的評価の中ではやりたいと思っていますので、保守的なモデルを取り入れるという、そういう前提では、今のところ考えておりません。

以上になります。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございます。よろしいですか。

○谷岡臨時委員 まあ……

○山岡部会長 じゃあ、谷岡さん、もうちょっとお願いします。

○谷岡臨時委員 いや、分かるんですけど、グーテンベルク・リヒターというのは、基本的に最尤法なんで、要は大きいほうに誤差がめちゃくちゃでかいから、という意味で無視しちゃっているんだよね。

だけど、Taperという考え方もあるんだけど、Taperを取り入れちゃうと、そこをフィッティングするので、もう、もうめちゃくちゃ誤差が出てくるというのは、ある意味、分かり切ったことで。だから、だからそれを一生懸命やったって、あんまり意味ないんじゃないかと思っただけです。すみません。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございます

いずれにせよ、大きいほうの、マグニチュードの大きいほうの問題は多々あると思いますし、それから、私がちょっとお聞きしていて引かなかったのが、大きいほうの発生が低頻度なのか、それともそもそもゼロなのかということもあると思って、以前、東日本の後に地震予知連でどこまでマグニチュードが大きくなるかという議論をしたときに、さすがに12を議論するというのは我々の感覚では全くなかったので、単純に低頻度なのか、それとも、もうあり得ないのかみたいな限界が、多分、上のほうにはあると思うんですよね。だから、そこら辺を少し現実、頭の中に置きながら、議論を進めていただけるといいかなと私は思います。はい、ありがとうございます。よろしいですか。

じゃあ、遠田さん、どうぞ。遠田委員、どうぞ。

○遠田臨時委員 すみません、しつこいですが、さっき、今ちょっとKaganの論文を見ましたが、Kaganの論文では 10^{20} ~ 10^{22} NmのところではTaperしていますし、そもそもちょっと

考え方が違うと思いますし、その後、Ian Mainが東北地震の後に、もうちょっと東北地震の余震とか全部入れたら直線になると、GRでいいというふうに論文を出し、ちょっとその辺の理学的な地震統計的なのをもうちょっとしっかりやられたほうがいいと思うんですね。これをちょっとそのまま検討材料に使うのはどうかと私は、すみません、この分野を若干研究していますので思います。

以上です。

○山岡部会長 はい。一応は、何だっけ、審査にはこれは直接は取り入れないと聞いておりますので、今後の検討の中でさらに議論を進めるということで私は理解しておりまして、それでよろしいでしょうか。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局、杉野です。

御意見ありがとうございます。検討させていただきます。

○山岡部会長 はい。ありがとうございました。

大体いいかなと思うんですが、よろしいですか。

(なし)

○山岡部会長 それでは、次の案件に行きたいと思います。2番目の案件は、「内陸地殻内地震の3ステージモデルに適合した短周期レベルのスケーリング則の提案」について、でございます。

それでは、御説明を事務局からお願いします。

○呉総括技術研究調査官 はい。原子力規制庁の呉です。私から2番目の知見を説明いたします。資料は、直接2-6、資料2-6の3ページをください。もう一回、2ページです、すみません。2ページに戻ってください。

この本知見は、昨年、日本地震工学会論文集で11月30日付で公表したのですが、先ほど紹介したタイトルのとおりで、本知見は、地震本部の強震動予測手法「レシピ」ですね、この中のスケーリング則、先ほども出てきたスケーリング則、今回のスケーリング則のほうが短周期レベルのスケーリング則の提案式です。式自体がちょっと複雑になっています。イメージしにくいことがあります、直接、図で説明したいと思います。7ページをお願いしたいです。

7ページのほうが、ここで地震本部の付図の2のほうですね。活断層で発生した地震の震源特性パラメータと設定の全体の流れとして、そのままもってきました。

原子力サイトの地震の評価にも、ここで、ピンクで、四角で書いたところのほうで、い

わゆるアの方法を使って、地震動評価を行っています。このような流れで、一番右のように、特性化震源モデルを、まず設定できます。

当該論文は、ここで左のところで書いたほうで、赤い四角で書いたほうで、加速度震源スペクトル短周期レベルのスケーリング則、経験式のほう、提案式ですが、この提案式の見直しの論文となります。

次のページを御覧ください。先ほど流れのほうで、一番左の三つの四角で書いたように、まずは、震源断層の面積を決めて、断層面積から二つの経験式で、スケーリング則で(1)のスケーリング則のほうで面積から地震モーメントを計算して、(2)のほうでモーメントから短周期レベルを計算しています。本論文はこの(2)の式を提案しています。

あとは、一番左下に書いたほうが、三つの経験式を使って主要パラメータを決めます。先ほど真ん中の二つの経験式のほうで、真ん中の図で表しています。この図の横軸のほうで地震モーメントを示しています。左の軸が震源断層の面積で、上の三つ折れの線のほうで、黒線のほうで、これはいわゆる内陸地殻内地震の地震モーメントのスケーリング則ですね、3ステージと呼んでいます、①～③まで傾きが変わっています。一方で、下の赤線で示しているのは短周期レベルのスケーリング則ですね。これは、縦軸は右の軸を見てください。傾きが一つになっています。

この二つの経験式をそのまま使うと、一番右上の図に書いたように、特性化震源モデルを設定すると、例えばアスペリティの面積比、赤い線で表しています、右の図を見てください。第1ステージの場合がアスペリティの面積比が一定になっています。ただし、第2ステージに入ると、アスペリティの面積比が、地震モーメントが大きくなるほど面積比も大きくなります。場合によっては0.5、5割を超えることもあります。

地震本部のほうは、このような、もちろん5割を超えるとモデル自体が組めないことがあります、このまま使用しないで、その場合が、例えば第3ステージの場合が、面積の割合が22%に固定して、平均応力は3.1MPaを設定してモデルを設定しています。

本論文は、このようなアスペリティの面積比が大きくなったり小さくなるようなことをしないように、アスペリティじゃなくて、すみません、短周期レベルのスケーリング則を見直しています。

もう一回、上の真ん中の図を基にすると、提案式のほうですね。一番下のほうに書いた青い点線のほうで、上の面積の3ステージ、スケーリング則に合わせて、傾きが変わっていく。三つの①～③、傾きを変換して新しい式を提案しています。この式を使うと、右

下のような、もう一回モデルを設定すると、今回のほうが、例えばアスペリティの面積比のほうが上のような、大きくなる、小さくなるようなことが回避できますと。

以上、概要を説明しますが、3ページのほうに戻っていただきたいと思いますが、論文の中でさっきの式を提案しましたが、二つの課題が挙げられていますと。1番目の課題のほうで、提案式の定数項を回帰するために用いられたデータの中で、特に一番右のほうで、3ステージのほうで、長大な断層の場合で地震データが少なく、今後、これらを蓄積して経験式との関係性を検討する必要があるとしていますと。

もう一つのほうは、本論文のほうの出発点としてもなっていますが、アスペリティの面積比が一定となる前提条件がありまして、今回の、例えば地震本部のような22%を使う場合のほうで、このような値の妥当性のほうが、今後、SMGAのようなモデルを使って検証する必要があると、二つの課題を挙げておりますと。

以上が資料の概要と紹介になりますが、それから、資料2-1に戻ってください。資料2-1の5ページをお願いします。技術情報検討会当日で幾つか議論がありまして、簡単に紹介します。

先ほども説明しましたが、新しい式ですね、さっきの従来の赤線の式と青い点線式を比較すると、形を見ると微妙な差があり、そんなに大きな差はないと、一つ見えますと。

もう一つのほうは、従来の手法と比べて、設定手法は若干変わりました、この手法が何かメリットがあるかどうかの質問がありまして、回答として、新しい式のほうが、新しい式の提案式として、アスペリティの面積比を固定して設定します。従来の設定手法が異なっています。確かに手順が短くなっていますが、一方で、このような変更のほうで、恐らく地震本部で議論のポイントになっていますが、その点で地震本部の審議結果が出た時点で再度分析したいと回答します。

もう一つのほうは、原子力の地震動の評価の審査をする際に、レシピですね、レシピの短周期レベルの経験式の1.5倍を使って、短周期レベルの不確かさとして1.5倍を使っていますと。仮にこのような式を見直すと、1.5倍をしているかどうかで、この方法、やり方があるかどうかの質問がありますと。これは、審査部門の回答として、1.5倍は、当時、2007年の中越沖地震の知見として導入しています。もし地震本部がこの元の式を変更する場合は、その際、検討する、の回答になっていますと。

以上の議論を踏まえてになりますが、対応としては、地震・津波研究部門では、短周期レベルのスケーリング則を含めて特性化震源モデルに関する安全研究を実施しています。

今後、当該論文の式を含めて、各経験式の適用性を検討していきます。

当該論文は、現行規制に影響を及ぼすものではないと考えていますが、ただし、当該論文の提案式がデータの蓄積によって再検討される可能性があります。今後、地震本部の動向等を注視し、十分な情報を得られてから再度判断するとなります。

説明は以上です。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございました。

それでは、この案件につきまして、御質問、御助言がございましたら、よろしくお願ひします。いいですか。

じゃあ、ちょっと私のほうから。基本的に、これは、何か、面積じゃなくて短周期レベルが断層面積のルートに比例するみたいな、そういうスケーリング則を入れるとこういう形になるということと理解してよろしいのでしょうか。

○呉総括技術研究調査官 原子力規制庁の呉です。

先生の御指摘のとおりで、この論文の出発点として、短周期、アスペリティの面積比を入れて、そうすると自動的に、あとのほうはアスペリティの応力降下量の面積と短周期レベルの関係式がありまして、自動的に面積のルートに比例するような式、前提条件として仮定して係数を回帰することになっています。

○山岡部会長 はい。ありがとうございます。いずれにせよ、これについては、あまり大きな違いがないということもあるので、地震本部の検討を注視するという形の結論だというふうに今お聞きしました。

何か、この方面でちょっと詳しい委員の方があつたら、何か御助言、コメントをお願ひできるとありがたいんですが、いかがですか。よろしいですか。特に御意見がないということで、委員の先生方も、まあ、こういう、この対応でよいということであれば——じゃあ、遠田さん。遠田委員、お願いします。

○遠田臨時委員 すみません、ちょっと。

本来の、ちょっと本質的な質問じゃないかもしれませんが、先ほどの杉野さんの論文で、断層面積とモーメントに関するグラフがあつたと思うんですけど。図1かな。それがもう、要は、途中で回帰直線の傾きを変えて、まあ、3ステージじゃないですけど、サブダクションということなので、この内陸地震の3ステージモデルと直接絡まなくてもいいのかもしれないんですけど、これ、何か関係が逆のような気がしたんで。すみません、最初の議題に戻って申し訳ないんですけど、ちょっと、今、3ステージの話になっているんで、ち

よっと気になったんですけど、これ、サブダクションだから、反対でいいんですかね。面積が大きくなると、その前の段階よりもモーメントが下がっちゃうんですかね、推定よりも。あ、上がっちゃうんですね、先ほどの図は。だけど、内陸地震だと飽和しちゃうんで、室谷さんとかがやられたように、モーメントが下がっちゃうんだと思いますけど、その前の段階の回帰直線の外挿よりも。

○山岡部会長 要するに、ちょっと話が、今、混乱をしているんですけども、3ステージのほうの大きいほうだと、要するに面積とモーメントが比例するという、そういうところに行くのがこの3ステージの一番大きいところという理解ですよ。

○遠田臨時委員 ですよ。

○山岡部会長 ですよ。で、それに対して、サブダクションだとどうであるというふう

に今おっしゃったのか。

○遠田臨時委員 いや、さっきのグラフをちょっと見せていただけますか、事務局、第1図。最初の杉野さんの論文のやつなんですけど。

○山岡部会長 すみません、資料番号とページを言っていただくと大変ありがたいんですが。

○遠田臨時委員 2-3の(b)。何ページだ、11ページですね。ちょっと混乱しているので教えてほしいんですけど、ここですね。赤い線で書いている部分ですけど、断層面積が大きくなると、今度はモーメントが大きくなるように書いているんですね。これはサブダクションだから逆なんですか。これ、今、地殻内の、今、別の議論ではありますけど、短周期の話でありますけど、地殻内だとすべりが飽和してしまうんで、室谷さんたちが議論していたように。モーメント、下がりますよね、断層面積と。傾きが緩くなりますよね。だけど、これ、サブダクションだから、逆に立つんですか、これ。

○山岡部会長 はい。じゃあ、呉さん、お願いします。

○呉総括技術研究調査官 はい。規制庁の呉です。

すみません、私のさっきの2-6の図を多分、縦軸、横軸、ここの縦軸と横軸、逆転していますが、多分こういう現象になっていますと。

内陸地殻内地震第2ステージにしても、もし同じ、横軸がもし面積だったら同じ形になっていますね。第2ステージのほう

が地震モーメントが面積の二乗に比例しますから、そうすると、面積がそんなに大きくななくてもモーメントが大きくなります。これは同じで、もちろん、海溝型も同じで、例えば内陸から第2ステージのほう

が、一応、断層が地表ま

で破壊するほうが、震源断層の幅が飽和していますと、その場合では2ステージになっていますと。これも同じで、海溝からもほぼ同じ理屈で、今、第2ステージに該当していません。

○遠田臨時委員 いや、私、多分、ごめん、今見ている杉野さんの論文のやつ、Tモデルというのは、これ、断層面積に比べてモーメントが大きいので、これ、3ステージ目になるのかな。サブダクションだと、すべりが極端に大きくなるということですよね、面積に対して。

○呉総括技術研究調査官 ここ、恐らく、ここは、すみません。

○遠田臨時委員 これは、内陸の場合と全く逆なんですよね、トレンドが、3ステージ目が。なので、ちょっと気になったということです。

○山岡部会長 はい。あの。

○谷岡臨時委員 だから、第2ステージと言ってるんでしょう。一緒だと思いますよ。

○遠田臨時委員 いや、面積のところを、これ、 m^2 になっていますが、 km^2 と換算してやると、この折れているところって、2と3の境界だと思いますね、これ、さっきの図の。

○谷岡臨時委員 あ、そうなの。

○遠田臨時委員 ええ。今、ちょっと矛盾しているんですけど、ちょっとこの辺がよく分からなくなったということです。すみません。

○山岡部会長 はい。たしかMモデルというのが、その3ステージモデルですよ、多分。という、のに対応するのかと僕は思っていたんだけど、違っていましたっけ。これは杉野さんに簡単にこの、あと、これについては三つのモデルについて検討したということで、だから、これは特に3ステージまでは行っていないのではないかと思ったんですが、何か、すみません、短く、何かコメントをいただければありがたいと思います。

○杉野安全技術管理官 事務局の杉野ですけれども、それぞれ、先ほどの図1に示したモデルというのは、3ステージとかが、まだそういう考えが出る前のものだったかと思いません。はい。

○山岡部会長 分かりました。ありがとうございます。

○遠田臨時委員 いや、田島さんの論文を引用しているの、それは違いますよね、多分。田島さん自体が室谷さんの論文を多分引用していたと思う。まあ、さっとしか確認していませんけど。なので、ちょっとこの辺、確認が必要かと思います。

○杉野安全技術管理官 あ、そうです。事務局の杉野ですけれども、田島さんの真ん中で

示したモデルというのがそれなんですけれども、青い線で示しているのが、室谷さんが出した部分で、田島さんが赤い部分をさらに付け加えてという、そういったモデルになっているんですけれども。

○山岡部会長 はい。えーと……

○遠田臨時委員 分かりました。そうすると、ごめんなさい、サブダクションの場合は全く逆方向だということ、逆方向って、すべりが大きくなってしまうということですね。そういう理解でいいですか。

○山岡部会長 すみません。ちょっと簡単に答えをお願いします。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野ですけれども……

○山岡部会長 あ、すみません、じゃあ、三宅委員、お願いします。

○三宅審査委員 三宅です。ちょっと議論が混乱しているようなので、説明だけいたします。

先ほど御説明があった資料2-3の図1は、海溝型だけに絞ったもので、Murotaniほかというのは、海溝型だけで折れ曲がりがないものを提案した論文です。真ん中のTajimaほかというものは、第1ステージと第2ステージのみが書かれています。その理由は、断層幅が約200キロ程度で飽和するということになっています。この図は右、横軸が断層面積で、縦軸が地震モーメントです。

先ほど、今、議論しているほうの図面は、内陸に絞っただけで、横軸が地震モーメントで縦軸が断層面積ですので、遠田先生のお答えになると、海溝型は第1ステージと第2ステージのみが議論されているということになります。

以上です。

○山岡部会長 はい、遠田委員、それでよろしいですね。

○遠田臨時委員 すみません、混乱させて。理解しましたので。

○山岡部会長 一応、それで多分納得していただけたと思います。ありがとうございます。これについてはいかがでしょうか。ほかに何かありましたらお願いします。よろしいですか。

(なし)

○山岡部会長 それでは、本件についてはこれでおしまいにして、次に行きたいと思いません。

次は、3番目の案件ですけども、「三陸沿岸における1611年慶長津波の短周期波の遡上に

ついて」でございます。これは、今日の委員の中にも著者がいらっしゃいますけども、一応、事務局から説明をお願いします。よろしくお願いします。

○山下副主任技術研究調査官 はい。原子力規制庁の山下と申します。私のほうから資料2-5を使いまして、説明いたします。タイトルは三陸沿岸における1611年慶長津波の短周期波の遡上についてです。

こちらはProgress in Earth and Planetary Scienceというジャーナルに掲載された論文でして、著者は北海道大学の山中先生と本部会委員でいらっしゃる谷岡先生でございます。著者の先生がいらっしゃる場で大変恐縮ではあるのですが、情報の概要について説明したいと思います。

当該論文は、波源の位置や規模について、不明な点が多いとされる1611年慶長津波を対象としたものでありまして、主に岩手県三陸沿岸における古文書等による津波痕跡記録を基に、当該津波の短周期波による局所的な波高増幅に着目した震源シナリオを提案しております。

この震源シナリオは、日本海溝沿いプレート境界の浅部で二つの震源域ですべりが発生するものでありまして、北側の岩手三陸沖でモーメントマグニチュード8.3、そして、南側の宮城沖で、同じくMw8.3の、合計Mw8.5というふうになっております。このように二つに震源が分かれていることから、地震による揺れというものは比較的小さいものの、津波が大きく、当該イベントの特徴の一つとされる津波地震の特性が反映されまして、三陸沿岸における局所的な波高増幅を合理的に再現できるというふうに述べられております。

当該論文の概要は、その下のほうに記しているとおりでして、まず一つ目からです。まず、著者らが着目するこの岩手県三陸沿岸の小谷鳥という地域での局所的な波高増幅に関してですが、これは古文書や伝承といった歴史記録に基づいておりまして、小谷鳥という地域周辺では、津波の高さが軒並み10m程度であることに対して、この小谷鳥という地域でのみ遡上高が30mにも及んでいるような、特徴的な津波の高さの分布というふうになっております。

そして、このような小谷鳥のみでの局所的な波高増幅というものは、複数の短周期波によって共振が発生した、それが主な要因であるというふうにしております。この考えに基づいて、当該津波の波源モデルの候補として、短周期波が卓越し、あと津波地震であった岩手沖に波源があります1896年明治三陸津波の波源モデルが有力であるというふうにしております。

しかし、この岩手沖の波源のみでは、仙台湾の宮城県岩沼周辺でも大きな浸水があったとする、当該津波の歴史記録を再現することは難しいとしまして、宮城県岩沼での浸水と岩手県小谷鳥での局所的な波高増幅を、同時に説明することができる津波の周期と位相の特性を持った震源シナリオというものを、宮城県の沖合に追加しております。この周期と位相の特性というものについては、岩手沖と宮城沖の津波がちょうどタイミングよく小谷鳥に到達するということが位相の観点で、かつどちらの震源からの津波も、この小谷鳥で共振できるような周期、つまり短周期成分が卓越したものであるということになります。

次のページになりますが、その結果としまして、二つの震源域のすべり量が北側の岩手沖で20m、南側の宮城沖で30mという震源シナリオとなっております。ただし、二つの震源域のすべり量の組合せは、例えば、上記のすべり量が逆の場合なども考えられ、また必ずしも2011年東北津波よりも大きかったことを示すものではないというふうにして述べられております。

そのほか、当該論文の震源シナリオは、さきほど述べました小谷鳥の津波特性に強く依存した不確かさを含んでいるため、さらなる検証を要するほか、他地域の津波特性も調査して、より正確な波源モデルを開発する必要があるというふうにして述べられております。

以上が情報の概要となりまして、これを踏まえた技術情報検討会での議論や対応について幾つか紹介したいと思います。

それでは、資料の2-1のほうで6ページを御覧ください。こちらの議論の部分をお願いします。はい。ありがとうございます。

まず一つ目のポツのところで、石渡委員より、当該津波については、データが完全にそろっていないように思えるので、注意して調査する必要があるといった御意見を受けまして、私のほうから以下のような回答をいたしました。まず回答に先立って補足しますと、当該論文については、古文書等の津波記録を再現できる波源を、説明性の高い方法で推定したものでありますが、一方で、地質記録としては、当該津波の津波堆積物の可能性のあるものも多く報告されております。ただ、十分な対応づけが難しい現状を踏まえての御意見であろうと私のほうでは解釈いたしまして、回答しました。津波堆積物の年代推定の幅など、大きな不確かさがあり、津波堆積物がどの津波イベントに対応しているのかというのは、十分に分かっていない旨を説明しております。

また、歴史津波の津波堆積物全般に言えるこのような状況を踏まえて、我々地震・津波研究部門では、原子力規制庁では、津波堆積物の不確かさを考慮した既往の巨大津波の波

源推定手法の構築に向けて、当該津波を事例に取り組んでいることも紹介させていただきました。

そのほかとして、次のページの二つ目のポツですが、田中委員より、当該論文のすべり量の大きさの組合せについて、一般的に考慮すべきもの、しなくてよいものはあるのかという質問を受けまして、私のほうから、一般的にというのは難しいが、そのすべり量は津波痕跡記録と合致するような組合せが考慮されている旨を説明いたしました。

最後に、対応についてですが、本知見は、基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの確認事項である「国内外の津波事例の考慮」に関連する情報になることから、審査部門に情報提供を共有いたしました。また、引き続き当該津波の震源メカニズムに関する研究をフォローし、安全研究成果も含めて十分な情報が得られてから対応の方向性を判断するという整理にしております。

以上で、私からの説明を終わりたいと思います。

○山岡部会長 はい。御説明ありがとうございました。

それでは、この案件につきまして、御質問、御助言がございましたら、よろしく願います。いかがでしょうか。

はい、久田委員、お願いします。

○久田部会長代理 すみません。あ、聞こえますか。

○山岡部会長 はい、聞こえます。

○久田部会長代理 もう本当に基本的な質問であれなんですけども、短周期というのはどのくらいの周期を言っているのかとか、あと、ゆっくりすべりって大体どのくらいのスピード、1m/sとか2m/sとか、東日本でも浅いところ、その程度ですべったと言われているみたいですけど、どの程度のすべり、速度ですべらせているのかって、もし分かったら。谷岡先生もいらっしゃるので。

○山岡部会長 まずは、取りあえず、事務局のほうからお願いします。分かる範囲でお願いします。

○山下副主任技術研究調査官 原子力規制庁の山下です。

どのくらいの周期かと申し上げますと、この論文でおおよそ8分程度というふうに特定されております。これは感度分析によって、小谷鳥での固有周期をパラメトリックな解析を行いまして、8分と特定されております。

二つ目の御質問のすべりの速度でございますが、確かに1896年の明治三陸津波ですと、

ゆっくりすべって、それが津波地震の原因の一つとされているとなつてはいるんですけども、本論文について、そちらがどのぐらいなすべりの速度で与えているかというものについては、すみません、ちょっと確認はし切れておりません。よろしければ、谷岡先生のほうから御助言いただけますと、ありがたく存じます。

○山岡部会長 はい。谷岡委員、何か、もしあればお願いします。

○谷岡臨時委員 はい。すべり速度は仮定していなくて、すぐに上に上がっているという仮定でやっています。だけど、さっき言ってくれたように、二つに分かれていて、両方とも同じに今すべらせているんですけど、同時に。これをすべり速度と考えると、論文には書いていないんですけど、その位置が変わってくる。要は、8分の周期なんで、小谷島に両方からの波が8分遅れで来ると、ちょうどこういう周期になって、30mつくれるんですよ、小谷島だけ。なので、もし、すべり速度を変えて、例えば、どっちかが遅くすべらせたりすると、この位置が変わってくる可能性はあるということなので、久田さんの指摘は非常に本質的で、すべりの、二つあることは確かなんですけど、それが8分で到達するためには、すべり速度を考えると、寄ったり離れたりは可能性があるというふうに考えてもらえばなと思います。

○久田部会長代理 ありがとうございます。

○山岡部会長 はい、分かりました。ありがとうございます。よろしいでしょうか。

私のほうから言うと、こういうのは一つの地震の中の大すべり域が二つというふうにイメージしてもいいものなんですか。これはどちらへ質問したらいいか分かりませんが。谷岡委員でいいかしら。

○谷岡臨時委員 はい。ええ、そのとおりです。

○山岡部会長 ということで、波源域というか、一つの地震の中の大すべり域が二つに分かれている場合を想定するほうが現実的ということで、はい、理解しました。ありがとうございます。

ほかにございますでしょうか。

吾妻委員、お願いします。

○吾妻専門委員 すみません。今のゆっくりすべりの場合の、波源というか、海底の地殻変動の現れ方なんですけども、今、谷岡先生から補足的に御説明いただいたのは、ゆっくりすべった場合には、一度に、同じタイミングで変形するのではなくて、そのことでその周期というか、間隔が変わってくるという話だったんですけども、そもそもすべりそのも

のがゆっくり起こってくると、地殻変動の現れ方、海底変化も一度に変形させていいのかどうかというところも変わってくると思うんですよね。その辺多分、まだまだ検討しなければいけないことがいっぱい、分かっていないことがいっぱいあって、津波のシミュレーションについても、そういったところ、動的破壊というんですかね、破壊のどういう伝播を考えるのかとか、そういうところも取り込んでシミュレーションしていかなくちゃいけないのかなということを、今、ちょっと、お話を聞いていて思いましたので、コメントさせていただきます。

○山岡部会長 はい。ありがとうございます。破壊の伝播速度とか、いろんなものがやや議論が混乱しているような気もしますが。谷岡さん、今、手を挙げられましたか。はい、お願いします。

○谷岡臨時委員 まあ、動的破壊とかも、実はいろいろシミュレーションしていて、三次元で動的破壊とかやっていて、効いてきても、せいぜい10%、20%ぐらいだと思いますね。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございました。

ほかに何かございますでしょうか。

こういうふうに、波の干渉というか、重なり合わせという現象は、事前にどこまで予測できるかという問題もございますが、重要な案件かなというふうに思いますので、引き続き検討をお願いしたいと思います。

よろしいでしょうか。

(なし)

○山岡部会長 それでは、ないということですので、次に行きたいと思います。

次は、4番から6番の案件につきまして、3件続けて説明をお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。4番から6番の案件について御報告させていただきます。資料2-1の8ページを御覧ください。

まず、4番の「宮城県の津波浸水想定の設定について」ということになります。こちら、宮城県が今年の5月10日に発表したものになります。

概要ですけれども、宮城県は最大クラスの津波を想定した津波浸水想定図というものを公表しましたが、この中で、プレート間地震による津波を想定しているんですけれども、そこに使ったモデルというのが内閣府のモデルです。最大クラスの津波を発生させる断層モデルとして抽出したものになります。この波源モデルを使って、宮城県内の浸水域それ

から浸水深というものを図で公表したことになるんですけども、この図の中で、目視判読になるんですけども、女川、我々原子力の関係では、女川の原子力発電所の敷地のところを見たところ、防潮堤の越流等は認められなかったという、そういった内容になります。

議論の幾つかですけれども、まず、この女川の発電所の防潮堤前面付近の浸水深は、防潮堤に対してどのぐらいの余裕があるのか。それから、東北地震のときには、この辺り、地面が1mほど沈降したんですけども、その効果というのは考慮されているのかといったそういった御質問がありまして、まず、この発電所の入力津波の高さというのが、基準津波によって求まる高さになるんですけども、こちらは23.7mというのがありまして、これに対して内閣府のモデルの値というのが13.3mで、10mほどの余裕があるという回答をいたしております。

それから、地殻変動の隆起沈降については、こちらは通常どおり、断層による隆起沈降を考慮した解析を行っているという回答を行っています。対応としましては、今回のこの津波波源の設定に関する情報というのは、基準津波の策定で考慮される事項として既にガイドに記載されておりまして、反映するものはないと。それから、当該情報になるんですけど、女川の基準津波、それから原子力防災に関連する情報になりますので、それぞれ関連する部門に情報を提供するというので、以上により、終了案件といたしました。

続きまして、5番目の「決定論的津波ハザード評価における断層パラメータの不確かさの効果に関する知見について」ということで、こちらは東大の佐竹先生らが昨年2月に公開した論文の内容になります。

概要ですけれども、「日本海地震・津波調査プロジェクト」でモデル化された日本海の海底・沿岸伏在断層について、断層パラメータの不確かさ。パラメータはすべり量ですとかすべり角を対象にしているんですけども、こういった不確かさが決定論的津波ハザード評価に及ぼす影響を検討したものになります。

それで、2種類のすべり量、こちらはこの論文の中で扱っているスケーリング則が4種類あるんですけども、うちの二つ、強震動レシピのアの方法と言われるものと、武村の方法という、そういったものを使ってすべり量を設定し、算出して、津波の高さを評価したものになるんですが、これらを比較した結果、津波高というのはスケーリング則の選択に大きく依存するというので、どちらが必ず大きくなるというものではないんですが、場所によってどちらのスケーリング則が大きく影響するかという、そういった内容になってま

す。

それから、断層のすべり角の不確かさというものを基準値から $\pm 30^\circ$ の範囲でいろいろ変化させて、沿岸の津波高を評価しているんですけども、やはりスケーリング則の選択とほぼ同等か、それ以上の効果があるということが確認されております。

それから、すべり角の変化というのは高さにも影響するんですが、沿岸のどこに大きな津波が生じるかという、そういった空間的パターンにも影響を及ぼすということが報告されています。議論の中では、四つのスケーリング則の特徴や傾向、それから審査において生かせるところがあるかどうかという、そういった御質問がありまして、私のほうで論文の中で四つのスケーリング則、すべり角を変えてみた影響を確認したというものでして、審査の中でもこういった項目の不確かさというのは考慮しているので、特に規制に反映すべき新しい知見が得られているというものではないというふうにお答えしています。

対応としましては、ガイドには反映する事項はないと。それからこの知見、日本海沿いの原子力発電所の審査において考慮されているんですけども、基準地震動、基準津波の策定に関連する情報のため、審査部門に情報を提供・共有した。当該案件は終了案件としますが、引き続き関連研究をフォローしていくというふうな対応の整理をしています。

引き続きまして、6番の「統計的手法を用いた津波模擬波形の提案」についてということで、こちらは私どもの安全研究の成果を論文で公表したのですが、R3年の2月に公表したものになります。

概要ですけれども、既往の津波模擬波形の作成方法というのがあるんですが、こちら、例えば正弦波でやったり、代表的なシナリオ波源から作成される波形を、それぞれ係数倍するような方法があるんですけども、こういった方法は、例えば正弦波は津波波形の複雑さを表現できていないですとか、代表的なシナリオの波形ですと、そもそもこれを係数倍していい、そういった明確な根拠というものが示されていないという、そうした課題を上げています。

津波ハザード解析と津波フラジリティ解析、これらを有機的に連携させるために必要な津波模擬波形に求められる要件をこの論文の中では整理しまして、この要件、脚注のほうに三つほど書いていますが、御確認ください。で、統計的手法に基づく津波模擬波形というものを提案したのものになります。

それで、この統計的手法という部分なんですけど、ハザード解析をやったときには、たくさんシナリオ解析の波形が得られるわけですが、これをうまく利用して、この中から解

析波形をそれぞれウェーブレット変換するなどして、要素波形のフーリエ振幅、あるいは群遅延時間というものの統計的な傾向を、回帰分析によってつかんで、それを利用するというような方法になります。

対応としまして、これ、関連するガイドということで、外部事象に関わる確率論的リスク評価というものがこの関連するガイドの中で使われるんですけども、フラジリティ評価用入力津波というものが、この論文の中でいう津波模擬波形に相当するんですが、この入力津波の具体的な作成方法を提案したものということになります。安全性向上評価に関する情報になりますので、審査部門に情報提供・共有して、また、この内容につきまして、先ほどと同様にATENAの定例面談で周知するというので、実際周知したものになります。

以上により、当該知見については終了案件として整理いたしました。

説明は以上になります。

○山岡部会長 はい。どうも、御説明ありがとうございました。

それでは、この4番から6番の案件につきまして、御質問、御助言等がありましたら、御発言をお願いします。

はい、久田委員。

○久田部会長代理 はい、何かこの辺の話は長周期の地震動のシミュレーションとすごく似てるなと思ったんですけども、さきの話もそうですけど、長周期でアスペリティとかSMGAと呼ばれている、幾つかの大きな地震動を出すところがあって、その壊し方、どちらか破壊伝播するとか、破壊の間隔をどうするかで、長周期の波があるところでプラスとプラスで大きくなくなって、プラスとマイナスで小さくなって、物すごいばらつくんですね。そういうことが、例えばこの2番目の佐竹さんのは、その辺のばらつきが考えられているのかということ。あと一番最後のこの統計的手法、まさにそれと同じなんですけど、これは、その波源、どこから、一つの断層の中に波源が幾つかあって、それを重ねるみたいのができるのかという。で、それを使うと物すごいばらつくんですけど、そういうのは考えられているのかと、ちょっと教えていただきたいんですけど。

○山岡部会長 はい。いかがでしょうか。

○道口主任技術研究調査官 原子力規制庁の道口です。

5番のほうについてなんですけれども、今回、ちょっと長周期とかというわけではなくて、スケーリング則、四つですね、強震動レシピにあるレシピ・ア、レシピ・イ、あと武

村先生の武村式と、あと国交省が日本海でやったときのスケーリング則を用いまして、そこからすべり量を出して、どう違うかというところを検討されているというものになります。

○久田部会長代理 津波のハザード、津波高とかを評価するときに、断層の中で津波の発生源が幾つか分かるとか、そういう細かいのはやっていないってことですよ。

○道口主任技術研究調査官 はい。原子力規制庁の道口です。

今回、日本海地震津波調査プロジェクトでたくさん断層モデルを作られているんですけども、それぞれに対してスケーリング則からすべり量を算出しまして、その沿岸での津波高の比較を行うというところをやっております。

○久田部会長代理 はい、はい。だから、時間差を与えて、時間間隔がどれだったらどかが共振してとか、そんな細かいことはやっていないということですね。

○道口主任技術研究調査官 はい、そういうことはやっていないです。すみません。

○久田部会長代理 はい、分かりました。

○山岡部会長 たしか、非常にたくさんのモデルを作ったというのを聞いた記憶がありますが、多分そういうことをやったんだと思います。

もう一つ何か質問があったんですけど、そちらも今答えたとしてよろしいですか。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

この提案した方法ですけれども、これはたくさんの、先ほどハザード解析のほうの説明をさせていただきましたが、波源のモデルを設定する段階で、いろんなシナリオの波源モデルをまず設定したものがああります。そういったもの、波源から沖合のハザード評価地点で抽出した波形、水位の波形になりますけれども、それをウェーブレット変換するなどして、要素波形に分解して、フーリエ変換することで、フーリエ振幅ですとか群遅延時間の位相の情報とかを取ってくるわけです。

これ、それぞれの取ってきた情報を、最大水位を説明変数として回帰モデルを作成することで、今度、津波模擬波形を作成するときは、最大水位、求めたいターゲットとなる水位を指定することで、いろんな位相を持った波形を得られるという、そういった方法になっています。御質問にあったような、どこどこから出てくる、波源の中のどこどこから出てくるものがどう組み合わせさってみたい、そういうものではございません。

説明は以上になります。

○山岡部会長 はい。ありがとうございます。よろしいですか。

○久田部会長代理 はい。

○山岡部会長 はい。

ほかにございますでしょうか。よろしいですか。

(なし)

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございました。

それでは、次は、7番から9番の案件についてです。こちら、事務局、よろしくお願ひします。

○内田統括技術研究調査官 原子力規制庁の内田です。私のほうから、7番から9番までの案件について御説明いたしたいと思ひます。資料の2-1の通しページの8ページ——すみません、失礼しました。10ページ目をお願いいたします。こちら7番としまして、タイトルですけれども、「津波堆積物中の礫の円磨度から推定される古津波の浸水距離に関する知見について」ということをございます。

詳細な情報につきましては、資料の2-3の通しページの7番に記載してございます。これ、掲載誌はScientific Reportsということで、論文名はPalaeo-tsunami inundation distances deduced from roundness of gravel particles in tsunami depositsということで、石村先生と山田先生が著者になっているものでございます。

資料の2-1のところの概要というところに書いてございますが、読み上げさせていただきます。岩手県の小谷鳥ですね、こちらは先ほども出てきましたけれども、こちらを調査対象として津波堆積物中の礫の混合比に基づいて、津波の浸水距離を推定できる可能性を示したという、新たな手法を提案されています。概要は以下のとおりということで、まず、津波堆積物中の礫並びに海岸及び河川の支流の礫の円磨度を画像解析によって測定しまして、調査対象の津波堆積物が、海岸の堆積物と河川の堆積物から構成されているものというふうに仮定をしまして、これらの混合比を算出したというものでございます。

複数の地点を、先行研究等で求められているそれぞれの津波の浸水距離で正規化をして、いずれも海岸からの浸水距離の約40%の地点で混合比が急に変化しているということを見出したものでございます。さらに、この提案手法を、約1000年前の津波堆積物に適用しまして、その混合比の分布から、1896年の明治三陸津波と同等かそれ以下の規模であるというふうに推定したものでございます。

対応ですけれども、当日、これ、技術情報検討会ではあまり議論はなかったんですけども、対応としましては、ローカルな検討結果であって、現時点ではちょっと汎用性が確認でき

ないということで、基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドに反映すべき事項はないというふうに整理されました。ただし、この情報の汎用性が確認されれば、これは津波堆積物情報から遡上高に換算できるので、有益な情報となり得るということで、審査部門に情報を提供・共有したということです。引き続き、当該知見に関する情報を、収集活動を行って、十分な情報が得られてから再度判断するというふうに整理いたしました。

続きまして、その下、8番ですね。「化学的風化指標を用いた断層の活動性評価に関する最新知見について」ということです。こちらは、詳細な情報としては、資料2-4の通しページ2ページ目にありますので、御覧いただきたいと思います。

こちらは、発表先は日本地質学会の第129年学術大会ということで、このタイトルは、風化度指標W値を用いた江若花崗岩中の断層岩の諸特性ということで、発表者は岩森ほかになってございます。資料2-1のほうで説明いたします。

概要ですけれども、こちらは敦賀半島付近に分布する活断層及び非活断層を対象にして、断層岩試料及び母岩の化学的性質を化学的風化指標であるW値というものをを用いて分析・比較したということです。脚注に示していますが、このW値というのは岩石の化学風化を用いた風化指標でありまして、高いほど風化が進んでいることを示しているものでございます。

2ポツ目にいきますけれども、その結果、母岩である花崗岩それから変玄武岩のW値は、これは極めて低い値を示すのに対しまして、活断層の断層岩のW値は最大48.7%と比較的高い値を、そして非活断層の断層岩のW値は最大83.9%と、より高い値を示したということでございます。

3ポツ目、非活断層では、これは長期間にわたって地表付近での風化が進行することによって、W値が高い値を取りやすいのに対しまして、活断層では断層活動に伴い周期的に母岩由来の新鮮な鉱物が断層岩中に混入するというプロセスを経て、W値が比較的低い範囲に抑えられるためであるという解釈が示されたものでございます。

11ページ目の議論をちょっと御紹介したいと思いますが、まず1ポツ目ですね。審査にこの断層の活動性評価を活用するにあたって、技術的な課題はどのようなものがあるのかということがありました。回答としましては、やはり今回示されたデータ、これは限定的な地域からのみのものであることや、このW値が変化するメカニズムは、これは環境によって大きく変わる可能性が高いので、考慮すべき事項はまだ非常に多くあるというふうに考えているというふうに回答いたしました。

次ですね。今後の対応ですけれども、これは既往研究の内容を調査・整理した上で再度判断するというふうに行っているんですけれども、これは、既往研究を整理すれば見通しがつくものなのか、それとも研究が進むことで結論が出せるようになるのかと。また、現時点の情報では、審査部門でも動きが出るものではないと思うが、技術基盤グループと審査グループの認識はどうかという話がありましたが、こちらにつきましては、今後の対応については、技術的な課題を解決できる見込みが立っていないので、判断はまだ難しいと考えているということ。また、敦賀地域の原子力施設敷地内の断層の活動性評価手法に関わる情報として情報提供をしたんですけれども、現在の審査に影響は出ないと認識しているというふうに回答しています。

また、審査では断層の活動性を判断する際に必要な年代情報、これが重要になるわけですが、こういった情報が含まれていないために、現状では活用が難しいというふうに認識しているというコメントがございました。

その下、対応ですけれども、1ポツ目としましては、審査結果に影響を及ぼす内容ではないが、既許可の原子力施設に係る敷地内の断層の活動性評価に関連する情報であるため、審査部門に情報を提供・共有したと。本件については、さらに引き続き情報収集活動を行って、十分な情報が得られてから対応を再度判断するというふうに整理しています。

その下、9番目ですね。「下北半島北部における津波堆積物について」ということで、こちらは情報のほうとしては、資料2-6の通しページ5番になります。Progress in Earth and Planetary Scienceということで、題目はWashover deposits related to tsunami and storm surge along the north coast of the Shimokita Peninsula in northern Japanということで、著者はIshimuraさんらです。

概要の方ですけれども、2ポツ目ですね。最も新しい津波堆積物、こちらのほうでは、結局、この関根浜というところで、青森県の下北半島の北部の関根浜で津波堆積物調査を実施して、その結果、過去6000年間に五つの津波堆積物を認定したと述べているということ。そして、特定した津波堆積物の最も高い位置は標高7m強であったということが、そちらの資料のほうでは記載させていただいています。

概要のほうの二つ目のポツですね。最も新しい津波堆積物、これ、TD1の年代ですけれども、1450年～1650年であったとし、12ページ目をお願いします。1611年の慶長津波や17世紀の津波等との関連性を指摘しています。TDの2～5番の津波堆積物は、紀元前2000年以前だったということが示されております。TD1の津波堆積物は、標高7m以下で確認されてい

るということです。

そして、議論ですけれども、当該知見を上回る津波が確認されているということがあったんですけども、具体的には何メートルだったのかということに対しましては、最大津波高の11.5mの2倍となる23mの津波高を想定津波として保守的に設定しているという話。それから、議論の3ポツ目ですけれども、厚さについての話がありまして、答えております。

次、対応のほうですけれども、当該知見は、東北地方北部に立地する原子力発電所等の基準津波の選定結果の検証における新たな情報ではあるんですけども、既許可の施設については、当該知見を上回る津波が想定されていますので、審査結果への影響はないということ。そして、審査中の施設においては、今後の審査の中で当該知見を含めて確認する必要がありますので、審査部門に情報の提供と共有を行いました。そして、当部門では、これは1611年の慶長津波の具体的な波源を推定する安全研究を実施中でございます。当該論文で示されている津波堆積物というのは、やはり1611年の慶長津波や17世紀津波などとの関連が指摘されていますので、有益な情報ということで、今後実施する波源モデルの推定の参照データとして活用するというところで、本件は終了案件として整理させていただきました。

説明は以上です。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございました。ただいまの案件につきまして、何か御質問、御助言がありましたら、よろしくをお願いします。

よろしいですか。

○吾妻専門委員 すみません。

○山岡部会長 はい。じゃあ、吾妻委員、お願いします。

○吾妻専門委員 聞こえていますでしょうか。

○山岡部会長 はい、聞こえています。

○吾妻専門委員 2点あるんですけども、一つは、8番のほうですかね、8番の風化度というんですかね、化学的風化指標を用いたというところなんですけども、そもそもの研究、ベースにしているとか引用しているのが、2007年の早稲田大の方々の論文だということなんですけども、そのときの目的というか、そもそものターゲットというか、特に年代に関して、どれぐらいの年代のところについて議論しているのかというところが1点気になったので、もし分かったら教えてください。まあ、風化度ということなので、現在の影響のところだけを見ているのかもしれませんが、あるいはもともとの母岩の影響とかということ

ころもあるのかなとは思いますが、その辺ちょっと教えていただければと思います。

もう1点は、9番。9番のほうはいいかな。うん。その8番のほうだけ、御回答いただければと思います。お願いします。

○山岡部会長 はい。いかがでしょうか。はい、どうぞ。

○林（宏） 副主任技術研究調査官 はい。地震津波研究部門の林です。

No. 8についての御質問にお答えいたします。2007年の論文、太田さん、新井さんの論文なんですけれども、こちらは基本的には堆積岩の風化が対象でして、断層とは特に関係のないものとなっております。対象としましたのは、すみません、多少うろ覚えになってしまいうんですけれども、世界中の、例えばラテライトですとか、そういった風化土壌ですね。これらを母岩と一緒に採取してきまして、その化学組成から統計的な計算で風化度を算出すると、そういった研究となっております¹。ですので、年代という観点はあまり、まあ、強いて言うなら現在ということになるんですけれども、はい、そういった研究になっております。

○吾妻専門委員 分かりました。もとの研究のほうは、土壌との比較というような観点で行われたということですね。ちょっと私も後で確認してみたいと思いますけども、そういったものをこういった、断層部分の風化というのかな、その辺とのところに適用できるのかっていうところについては、やはりまだまだちょっと検討というか、十分な検討をした上で、活断層かどうかの判断に使うのかどうかというところを、さらに慎重に判断する必要があるかなと思います。

以上、コメントです。ありがとうございました。

○山岡部会長 はい。どうもありがとうございます。

それでは、遠田さん、さっき手を挙げていらっしゃったと思いますけど、いかがですか。

○遠田臨時委員 はい、すみません。宮城県の津波浸水想定をやつですけど、これ、第五次被害想定で、すみません、私も委員になっているんですけど。これを目視で何かやられたというんですけど、今、シェープファイルが出ていますので、実際にある程度、定量的なデータが出ていますので、確認していただければと思います。

以上です。

¹ 部会後に当該論文を確認した結果、Ohta and Arai(2007)は火成岩の風化を対象とした研究であり、断層に関係した研究ではないこと、文献データから世界中の風化土壌（ラテライト等）及び母岩の化学組成を統計的に比較したものであることを確認いたしました。

○山岡部会長 はい。ありがとうございました。これに関してはいかがですか。一応、目視ではちょっとあれなので、デジタルデータに基づいて。

はい、お願いします。

○佐藤（太） 副主任技術研究調査官 地震津波研究部門の佐藤です。情報をいただき、ありがとうございます。当時、まだ目視という形ですが、シェープファイルがあるということで、確認などさせていただければと思います。

以上です。

○山岡部会長 はい。では、よろしく願いいたします。

ほかにございますでしょうか。よろしいですか。

（なし）

○山岡部会長 はい、それでは、残り2件につきましては、時間の関係上、事務局からの説明については省略させていただきたいと思います。

ただし、本案件については、確認したいことや御質問、御助言等がございましたら、一、二件程度受けたいと思いますので、よろしくをお願いします。というか、いいのかな。これは特によろしいですね。もし事前に御覧になって、残り2件の案件について何か質問があったら、ここでお願いします。よろしいですか。

（なし）

○山岡部会長 はい。それでは、ここで——これでいいですよ。すみません。それでは、この残り2件については、特になしということで扱いたいと思います。はい。ありがとうございました。

それでは、次の議題にいきたいと思います。

議題②ですけれども、その他についてです。

事務局から何かございますでしょうか。よろしいですか、特に。

○杉野安全技術管理官 事務局ですけれども、特にありません。

○山岡部会長 はい。ありがとうございました。

それでは、最後ですけれども、全体を通して何か御意見やお気づきの点、あるいは言いそびれた点があったらお願いします。

はい、遠田委員、お願いします。

○遠田臨時委員 すみません。ちょっとしつこいんですが、さっきのスクーリングなんですけど、ちょっと三宅先生、さっき、図の回帰直線の青から赤になるところは、ステージ

1からステージ2とおっしゃった記憶があるんですけど、そうじゃないような気がするんですね。非常にモーメントが大きくて、室谷さんのやつは左に書いてあって。図が、事務局、図をすみません。資料2-3の11ページ目のMモデル、Tモデル。

すみません、私の記憶違いだったら申し訳ないんですけど、さっきさっと納得した気分になっていたんですけど、その真ん中のパネルの青と赤の直線の傾きの違いのところは、ステージ1と2の境界だとおっしゃっていたような気がするんですけど、モーメントが非常に大きいので、縦軸の。これは、そうじゃなくて、非常に大きい地震のところでの何か曲がりを見ているということ。何か、すみません。しっかり読む時間がなかったんですけど、サブダクションだとWが200キロで飽和しちゃって、面積を稼げないので、モーメントだけ大きくなるというような感じで、室谷さんのいうステージ3と逆のメカニズムというか、物理的な傾向だと、あのモデルだと思ったということです。

すみません。なので、ちょっとこの辺、3ステージモデルとこれを直接、逆に比較しちゃいけないということじゃないかと思ったんですね。ちょっとその辺、確認です。もし時間があれば。すみません。

○山岡部会長 はい。これは、私の理解は、ステージ3というのは、モーメントと面積が比例するという横長の断層の部分でステージ3と理解しているので、だから、その間の部分をステージ2と言っているんだと思うんです。

すみません、これ、三宅さん、もう1回説明していただくとありがたいと思いますが、いかがですか。

○三宅審査委員 はい。第1ステージというのは、断層幅がまだ飽和する前になります。で、断層幅が飽和すると、海溝型200キロ程度というふうには言われていますが、面積に対して地震モーメントの増え具合が大きくなります。その後、第2ステージから第3ステージになるときは、すべり量自体も頭打ちをするので、今、山岡先生がおっしゃったように、地震モーメントが、何というんですかね、また長さに伴って増えるという形になります。

○山岡部会長 なので、そういう意味で言うと、海溝型の場合には活断層型に比べると断層幅が広いので、モーメントが大きいところに第2ステージが来るといような理解だと、私は思っていたんですけども。

遠田さん、それじゃ、駄目ですか。

○遠田臨時委員 すみません。ちょっと時間も迫っているのであれなんですけど、次に説明された議案の3ステージモデルとは、あれは内陸ですけど違って、しかもこれ、モ

ーメントが 10^{21} よりもはるかに超えているところで曲がっているんで、これはMw8. 何がしかで曲がっているものなんで、ちょっと違うと思いますね。

すみません。これ、一緒くたに考えちゃいけないってことですね。だと思います、要は。

○山岡部会長 三宅委員、もう一度お願いします。

○三宅審査委員 はい。是非はあると思うのですが、今日の議論では、海溝型は、断層幅の頭打ちが約200キロで、内陸地殻内のほうは幅が約20キロで頭打ちというところが違うと思います。で、内陸のほうでの第3ステージに至る頭打ちは、そうですね、平均すべり量が3.3m程度、最大すべり量が10m程度のところで、第3ステージの頭打ちがある。Mw7.4相当ということになります。

○山岡部会長 はい。ありがとうございます。この辺はじっくり考えないと、頭の中が混乱すると思うので、すみません。もし疑問点があったら、また後ほど事務局との間でも議論していただければというふうに思います。

はい。ほかに何かございますでしょうか。

私からは、今年のトルコ・シリアの地震で、結構たくさん、もちろん非常に長大な断層であるということと同時に、強震動波形もたくさん得られたということがあって、特に原子力の分野では実際に強震動波形がどのように得られたかということ、かなり気にしているというか、重要視されているということに思いますので、今後いろんな論文が出てくると思われるので、国内外の関係論文についてもぜひ注視して、またどこかのタイミングで、ここで御報告いただけるとありがたいかなというふうに思います。

はい。以上です。

はい。よろしいでしょうか。ほかに何か御質問、御意見、あったらお願いします。

(なし)

○山岡部会長 はい。それでは、本日議論された内容について、事務局より確認をお願いいたします。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。本日多くの御議論をいただきまして、誠にありがとうございました。

特に重要と思われる点を整理させていただきたいと思いますが、まず1番目のテーマについてですけれども、遠田委員の方から、マグニチュード12というかなり大きな地震規模まで考慮しているということとか、Tapered付きのGRモデルの設定などについて、まだまだ課題があるというお話がございました。

山岡部会長のほうからも、ほぼ同様に相似則の上限を超えるような大きなマグニチュードに対して、通常の相似則をそのまま適用してよいのかという課題があるということで御意見いただきました。

我々のこの情報に対する対応の方向性について、何か変更を加えるような、そういった御意見はございませんでした。

それから、二つ目のテーマですけれども、先ほど内陸地殻内地震の3ステージモデルの話ですけれども、こちらについては、それぞれ短周期レベルと面積の比例関係について確認があったり、遠田先生のほうからは、断層面積と地震モーメントのスケーリング則、こちらの3ステージ、特に、先ほどの海溝型と内陸型の違いについて確認があったということになります。

三つ目の三陸沿岸における1611年の慶長津波の短周期波の遡上についてというテーマですけれども、こちら確認事項としまして、短周期、ゆっくりすべりのすべり速度とか、こういったことについての確認ですとか、それから、山岡部会長のほうからありましたが、一つの地震で二つの波源域といいますか、大すべり域が複数あったという、そういった知見になるかという、そういう確認がございました。

それから、4から11については、特に、時間の関係もございますので、ここでは割愛させていただきます。

私のほうからは以上になります。

○山岡部会長 はい。なかなか整理が大変だったかなと思いますけれども、一応重要な部分を整理していただきましたけれども、このような感じでよろしいでしょうか。特に、事務局の対応に変更をするものではないというふうにまとめられました。

いずれにせよ、御意見、御助言に基づいて、それも含めて、今後検討を続けるという形でお願いしたいと思います。はい。よろしいでしょうか。

(なし)

○山岡部会長 はい。それでは、特にないということですので、本日の議題は以上となります。

最後に、事務局より連絡がございますでしょうか。

○杉野安全技術管理官 はい。事務局の杉野です。

本日は、御議論、御助言いただきまして、誠にありがとうございました。いただいた御意見につきましては、整理した上で原子力規制委員会への報告を予定しております。

次回の会合の開催については、日程調整の上、御連絡いたします。

事務局からは以上です。

○山岡部会長 はい。ありがとうございました。

それでは、これもちまして、地震・津波部会第3回会合を閉会したいと思います。どうも、お忙しいところをお集まりいただき、ありがとうございました。