

第5回地震・津波技術評価検討会

議事録

1. 日時

平成28年7月27日（水）13:57～16:39

2. 場所

TKPスター貸会議室 虎ノ門 カンファレンスルーム501

3. 出席者

外部専門家

酒井 直樹 国立研究開発法人防災科学技術研究所先端的研究施設利活用センター準備室室長

庄司 学 筑波大学大学院システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻准教授

古屋 治 東京電機大学理工学部電子・機械工学系准教授

専門技術者

松山 昌史 一般財団法人電力中央研究所原子力リスク研究センター企画運営チーム副研究参事 兼 地球工学研究所流体科学領域上席研究員

梅木 芳人 中部電力株式会社原子力本部原子力土建部設計管理グループ課長

原子力規制庁

飯島 安全技術管理官（地震・津波担当）付 首席技術研究調査官

川内 安全技術管理官（地震・津波担当）付 首席技術研究調査官

石田 安全技術管理官（地震・津波担当）付 上席技術研究調査官

中村 安全技術管理官（地震・津波担当）付 上席技術研究調査官

杉野 安全技術管理官（地震・津波担当）付 統括技術研究調査官

小林 安全技術管理官（地震・津波担当）付 技術研究調査官

内田 安全技術管理官（地震・津波担当）付 技術研究調査官

倉崎 技術基盤課課長

迎 技術基盤課企画調整官

市川 技術基盤課課長補佐

4. 議題

- (1) 平成29年度安全研究プロジェクトの技術的観点からの評価
(地震・津波技術事前評価)
- (2) その他

5. 配付資料

名簿

- 資料1 原子力規制委員会における安全研究の基本方針
- 資料2 今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針
(平成29年度以降の安全研究に向けて)
- 資料3 平成29年度安全研究計画(案)
 - 1. 地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究
 - 2. 津波ハザード評価の信頼性向上に関する研究
 - 3. 地震の活動履歴評価手法に関する研究
 - 6. 地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備の脆弱性に関する研究
- 参考資料 平成29年度安全研究計画(案)説明資料

6. 議事録

○迎企画調整官 それでは、定刻となりましたので、第5回地震・津波技術評価検討会を開催いたします。

本日は、お忙しい中、検討会に御出席いただきましてありがとうございます。

まず、委員と専門技術者の方々を事務局より御紹介させていただきます。

本日は、防災科学技術研究所の酒井委員、筑波大学の庄司委員、東京電機大学の古屋委員に御出席いただいております。京都大学の岩田委員につきましては、本日、御欠席となっております。また、専門技術者として、電力中央研究所の松山氏、中部電力株式会社の梅木氏に御出席いただいております。

本検討会は主査を設定いたしませんので、事務局として技術基盤課企画調整官の迎が議事進行させていただきます。

それでは、事務局より資料の確認をさせていただきます。

○市川課長補佐 では、お手元に、座席表とともに議事次第、名簿、本日の資料を御用意しております。議事次第、名簿をめくっていただきますと、資料1としまして、原子力規制委員会における安全研究の基本方針を御用意しております。次に、資料2としまして、今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針（平成29年度以降の安全研究に向けて）を御用意しております。資料3としまして、事前評価の対象となります安全研究プロジェクトの計画をまとめました平成29年度安全研究計画（案）を御用意しております。また、参考資料としまして、本日のスライドのコピーを御用意しております。検討会委員の先生方には、技術的観点からの評価シートを御用意しております。過不足等がありましたら、事務局へお知らせ願います。

○迎企画調整官 よろしいでしょうか。

続きまして、事前評価に向けた安全研究プロジェクト計画の御説明に先立ちまして、資料1、原子力規制委員会における安全研究の基本方針、及び資料2、今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針を説明させていただきます。

○市川課長補佐 では、まず、資料1の基本方針を御覧ください。基本方針は、安全研究の意義、また、安全研究の基本的な考え方、安全研究プロジェクトの企画と評価、実施体制等をまとめました安全研究を推進するための基本的な方針をまとめたものとなっております。

基本方針の2ページから3ページにございます安全研究プロジェクトの評価のところを御覧いただけますでしょうか。原子力規制委員会は、安全研究の的確な実施及び成果の活用を図るために、各安全研究プロジェクトの開始・終了等の節目において評価を実施することとしております。具体的には、各安全研究プロジェクトに対しまして、事前評価、中間評価、事後評価を実施いたします。

また、これらの安全研究における手法等の技術的妥当性につきましては、技術評価検討会を開催いたしまして、外部専門家から安全研究プロジェクトに対する技術的観点からの評価を頂くこととしております。

また、専門的な技術的知見を有する者、ここでは専門技術者とさせていただきますが、御意見を聴取させていただきます。

それらを踏まえまして、原子力規制庁が総合的な評価を行うこととしております。専門技術者からいただきました御意見は、検討会委員の先生方におかれましては、技術的観点

からの評価の御参考としていただきますようお願いいたします。

また、評価の参考とするため、技術評価検討会の進め方としまして、まず、専門技術者の方から御意見を頂きたいと思っておりますので、御協力をお願いいたします。

技術検討会における外部専門家からの評価結果につきましてはまとめまして、原子力規制庁が作成する評価書の別添とさせていただきます。また、原子力規制庁が行う総合的な評価に活用させていただきます。

なお、技術評価検討会の評価結果をまとめるに当たりましては、書面審議とさせていただきますが、評価が割れるなどの特段の場合は、再度、検討会を開催することも考えておりますので、よろしくをお願いいたします。

続きまして、具体的な評価につきまして御説明させていただきます。検討会委員の先生方に準備させていただきました評価シートを御覧ください。検討会委員の先生方には、安全研究の成果や安全研究の計画に対しまして、コメント形式で評価をお願いしております。評価シートの評価項目というところに記載してございますような観点での評価をお願いしたいと考えております。具体的には、「国内外の過去の研究、最新知見を踏まえているか」、「解析実施手法、実験手法が適切か」、「解析結果の評価手法、実験結果の評価手法が適切か」、「重大な見落とし、観点の欠落がないか」、このような観点からの評価をお願いいたします。以上のような技術評価検討会の位置づけや進め方を御理解いただき、原子力規制庁の評価に御協力をお願いいたします。

続きまして、資料2の実施方針を御覧ください。基本方針において、原子力規制委員会は、今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針を原則として毎年度策定することとしております。

平成29年度以降を対象とします今回の実施方針では、審査、検査等の原子力規制活動への活用が予定される研究分野を重点的に進めることとしております。

また、本日の検討会で事前評価の対象としております安全研究プロジェクトは、めくっていただきまして、2ページ目の①外部事象に属する4件の案件でございます。

評価スケジュールでございますが、技術評価検討会での評価を踏まえた原子力規制庁による評価につきましては、8月下旬を目処に原子力規制委員会に諮る予定としております。

また、今回、事前評価の対象としております平成29年度安全研究計画案につきましては、本検討会の評価結果や、今後の規制庁内での評価、また、原子力規制委員会での審議などの決定のプロセスにより、研究そのものの実施を却下又は大幅な見直しがなされることも

ありますことを御了承ください。

本検討会での基本方針、実施方針についての御説明は、以上でございます。

○迎企画調整官 本件について、御質問、御意見がございましたらお願いいたします。よろしいでしょうか。

それでは、平成29年度に新たに立ち上げる安全研究プロジェクトの説明に移らせていただきます。

まず、一つ目は、地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究について、安全技術管理官（地震・津波担当）付の飯島首席技術研究調査官から、説明をお願いいたします。

○飯島首席技術研究調査官 基盤グループ地震津波の飯島でございます。飯島のほうから説明します。

最初のテーマは、地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究ということで、平成29年以降の研究の概要について御説明します。説明の内容ですけれども、これは既にお配りしていると思います個票の目次に沿いまして、背景、目的、安全研究の実施計画、それから研究期間、この順番で説明いたします。

最初に、背景ということですが、地震ハザード評価に係る規制要求ということですが、これに関係する規制のガイドということで、まず、地震動評価につきましても、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」がございます。その中では、「地震動評価に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて不確かさを組み合わせるなどの適切な手法を用いて評価する」ということが記されております。

これに関連いたしまして、平成7年の兵庫県南部地震を契機といたしまして地震の観測網というのが整備されております。今回の熊本の地震も含めまして、国内の内陸地殻内地震に関する詳細な記録というのが得られておりまして、それに基づきます震源特性に係る多くの研究報告というのが、いろんな機関、研究者からなされています。

ということで、こういった最近研究の動向ですとか知見、こういったものを踏まえた上で、地震の規模ですとか、その不確かさを適切に評価するために、震源特性に係わる知見を規制庁としても継続的に蓄積していくことが重要であるというふうに考えています。

それから、この内陸地殻内地震以外に、地震動特性に関しデータが比較的少ないプレート間地震等につきましても、国内外のデータを合わせて震源断層パラメータの精緻化及び不確かさの検討を行っていくことが重要であるというふうに考えております。

次に、確率論的ハザード評価につきましてですが、関連するガイドといたしましては「実用発電用原子炉の安全性向上評価に関する運用ガイド」がございます。事業者のほうでは、定期的に原則として5年ごとに安全性向上評価を行って、それを報告するということが規定されているわけですが、その安全性向上評価の中で、地震PRAの活用というのが見込まれております。

その地震PRAにつきましては、地震の規模ですとか発生頻度とその不確かさを適切に評価して、確率論的なハザード評価を行うということが重要です。

ハザード評価につきましては、いろいろ規制庁のほうでも検討を行っているわけですが、その中で、特に29年度以降ということですが、震源が敷地に近い場合、地震動の影響を精緻に評価するために断層モデルによる地震ハザード曲線を用いることが適切なのですが、具体的な適用例が少ないということで、その震源断層パラメータとその不確かさの取扱い方法を明確にしていくことが重要であるというふうに考えてございます。

それから、こういった地震動そのものに加えて、地震によって生じる地盤のずれについての評価も重要というふうに考えてございまして、関連するガイドといたしましては「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」がございまして、その中で、「耐震重要施設は、変位が生じるおそれがない地盤に設けなければならない。」という記載がございます。この変位というのは、その断層の変位に及ぼす地盤のずれのことですが、こういった記載があると、おそれがないということを実証するのはなかなか難しいわけですが、特に震源が敷地に近い場合に地震活動に伴う地盤の永久変位の有無、これを適切に評価していくことが重要と規制庁では考えております。

ということで、目的でございますけれども、今の説明させていただきましたような規制要求、それから、それに関する課題、こういったものを踏まえまして、本プロジェクトでは、ハザード評価に係る科学的・技術的知見の蓄積、それから、関連する評価ガイドの策定のための知見の拡充、こういったことを図ることを目的といたしまして研究を行います。

ということで、このプロジェクトの中では三つテーマがあります。一つ目が、断層モデルを用いた地震動評価手法の整備、それから二つ目が、確率論的ハザード評価手法の整備、そして、断層変位評価手法の整備でございます。

知見の活用先でございますけれども、研究テーマの(1)番と(2)番につきましては、関連

評価ガイドの策定及び「安全性向上評価に関するガイド」の確率論的ハザード評価の確認に資するというのですが、こちらの安全性向上評価のほうにつきましては、事業者のほうから評価結果が出てくる。それに関して妥当性を確認する必要があるのですけれども、そこに資するという事です。

それから、(3)番目につきましては、こういう評価ガイドですとか、そういったものに反映していく上では、もう少し知見を蓄積する必要があるというふうに考えてございまして、検討状況の進展に応じて技術的知見をまとめて公表していくということを考えております。

それでは、具体的にその研究の実施計画について説明いたします。

最初の断層モデルを用いた地震動評価手法の整備でございますけれども、これに関しましては、サブテーマが二つございます。一つ目が、内陸地殻内地震による地震動の評価手法の整備ということでございますけれども、着眼点ということで、この内陸地殻内地震の断層パラメータの検討につきましては、冒頭申し上げたとおりですが、神戸地震以降、観測網が整備されて詳細な記録が得られているということで、神戸地震以降の比較的大きな地震20数個について、いろいろ今まで検討を行ってきております。ということで、このテーマにつきましては、29年度以降も継続という形になるわけですが、これまで規制庁の中でやってきた内陸地殻内地震のパラメータに関する検討によりますと、そのアスペリティの面積割合ですとか、ライズタイムなどの既往の経験式と若干傾向が異なるものがあるということで、強震動への影響という観点から、更なる検討、もう少し別の地震、まだやっていない地震についての検討を行っていくということです。

それから、熊本地震を初めまして近年得られている記録を解析しまして、その特性、不確かさを検討し、断層モデルの精度を向上していきます。

その内容でございますけれども、今、説明したとおり、国内の内陸地殻内地震による地震動解析と、それから観測記録による検証を行いまして、震源断層パラメータの精緻化を図るということでございますけれども、神戸地震以降得られております比較的大きな記録に基づいて、断層パラメータというものが今までのものと合っているかどうかという、28年まで行った検討を更にまた継続して行うと同時に、もう一つ、特性化震源モデルについて、どういうふうにとるべきかというのはいろいろ最近議論のあるところでございますので、例えばその断層の長さというものを少し変えて、あとは今の現状のレシピにのっとった形で評価をして、実際にそれが観測記録と合うのかどうか。じゃあ、どういうふうな特

特性化震源モデルの設定というのか妥当なのかどうか。そういった観点からも検討を行って
いこうというふうに考えてございます。

それから、もう一つ、変動地形学、それから、地質学、地球物理学的な、あるいはそう
いった多分野の調査データに基づく震源断層長さの設定方法についても検討を行っていく
という予定でございます。

二つ目のサブテーマということで、プレート間巨大地震等による地震動の評価手法の整
備ということで、ここで対象としておりますのが、そのプレート境界の地震と、それから、
その海洋プレートの内部で起きるプレート内地震（スラブ内地震）です。

プレート間地震につきましては、これは東北地震のときに特性化震源モデルを検討した
わけですけれども、その一般化という形にはまだ至っていないということで、世界で起き
ているプレート間の巨大地震に関する研究で得られた知見を反映していきます。

それから、スラブ内地震におきましては、これは地震本部のほうから、スラブ内地震に
関しての特性化震源モデル設定方法というのを反映したレシピという形で、レシピが改訂
されております。ただ、そのスラブ内地震におきましては、国内の研究事例が非常に少な
いということもございますので、海外で起きた地震も含めて、沈み込みプレートの特性、
この地震の特性を明確にするというのが着眼点でございます。

実際の内容ですが、こういうプレート間地震、それからスラブ内地震に対する地震動の
解析を行いまして、特性化震源モデルの設定方法について検討を行うというのと同時に、
そのつくった特性化震源モデルに対して、このつくるときに使った以外の地震に当てはめ
て、その適用性がどうか。そのまたフィードバックをかけて、さらにこのモデルを精緻
化していくというようなことをやっていこうというふうに考えてございます。

次の二つ目のテーマが、確率論的地震ハザード評価手法の整備です。これもサブテーマ
としては二つあります。一つが、断層モデルを用いた地震ハザード評価に関する不確実さ
の検討ということですが、平成28年度まで、規制庁のほうでは、主に通常使われて
おります距離減衰式に基づく地震ハザード曲線の設定方法について、それについて検討を
行っております。29年度以降は、その地震PRAの信頼性の向上性の観点ということで、震
源が敷地に近い場合に、より精緻に地震動を評価するという観点から、断層モデルを用い
た地震ハザード曲線の設定方法について検討するというところでございます。

内容ですけれども、その断層モデル法に基づく地震ハザード解析の事例ですとか、それ
から、断層パラメータの感度解析、こういったものを行いまして、震源断層パラメータの

不確実さの要因と、その結果に与える影響を把握するということです。

こちらの絵に、ハザードを作成するまでの流れを簡単に示してございますけれども、28年度までは、この地震の規模とか、そこを策定するに当たりまして、基本的にはその距離減衰式を使っていたと。それに対して、29年度以降、この断層モデルによってということと地震の規模を評価するわけですが、断層モデルの場合には、その断層部分のモデル化ですとか、あるいは強震動を合成するときのグリーン関数法ですとか、その辺りのいろいろな不確実性、不確実さがあるわけですが、そのような不確実さについて、偶然的な不確実さと、それから認識論的な不確実さ、これを分類するための基準を明らかにした上で、認識論的な不確実さについてのロジックツリーへの反映方法、こういったものを検討していくということを考えてございます。

二つ目のサブテーマですが、現実的な入力地震動の評価手法の整備ということですが、地震PRAにおきまして、構造物とか設備の現実的な応答を評価するための手法として、応答係数法によるものがあります。ここで、このプロジェクトは、このテーマは、応答係数のうち、地盤の伝播特性に係る応答係数の精緻化を図っていくというものでございます。

内容といたしましては、その地震動の観測、地質調査、物理探査、地震動の観測記録がない場合には微動の記録、こういったものに基づきまして、敷地内における観測地震動の空間変動、それから、地盤物性のばらつき等を考慮した現実的な入力地震動の評価手法を検討すると。その入力地震動を使いまして、伝播特性に係る応答係数の大きさですとか、ばらつきの評価を行うということです。

前のこちらの地震ハザード評価は、基本的には、解放基盤面でのハザード曲線というか、ハザード評価という形になりまして、こちらのほうでは、実際に建屋のマットに入ってくる入力地震動、その解放基盤より上の部分で扱われる応答係数の精緻化を図っていくという形になります。

それから、三つ目のテーマが、断層変位評価手法の整備です。これにつきましても、これはやはり継続の作業になります。28年度までに断層変位に関する観測データの収集を行いまして、断層変位評価のための基礎的な数値解析手法、それから断層変位の距離減衰式、これの基本的なところを得ました。このプロジェクトで注目しているのは、この主断層によって出てくる変位、こういうところにあってはいけないことになっています。ではなくて、この主断層部が動くことによって生じる可能性がある、こういう副断層、これに着目しております。29年度以降は、熊本地震を含めた内陸地殻内地震への適用性の確認という

観点から、その副断層に着目いたしまして、決定論的、それから確率論的なアプローチで評価をしていくということです。

内容といたしましては、深部地盤から地表まで進展する断層破壊というのをシミュレートする数値的な手法というのを、28年度までにひな形をつくったわけですがけれども、この検証を行いまして、より一般性の高いものを持っていくと。

それから、確率論的な手法につきましても、国内の内陸地殻内地震による断層変位のデータというのを拡充を図りまして、距離減衰式の改良を図っていくと同時に、ハザード解析を行って、その辺の手法の整備をしていくということを考えております。

最後、研究期間ですけれども、これは平成29年から31年まで、3年間の予定で行います。公表論文と、ここに「論文公表」と書かれていますけれども、継続の案件につきましては、当然ここまで待たなくても、それまでにまとまった成果については、その都度、適宜発表していく予定でございます。

簡単でございますけれども、地震ハザードについては以上でございます。

○迎企画調整官 それでは、質疑とさせていただきます。まずは専門技術者の方から御意見をいただき、次いで、自由に御質問、御意見をお願いいたします。

それでは、専門技術者の方から御意見をお願いいたします。

松山氏、お願いいたします。

○電中研（松山氏） どうも説明ありがとうございました。

私、今、地震ハザードのほうは、それほど専門性は高いわけではないですけれども、いずれにしろ、こういう確率論的な評価手法のほうにて、できるだけこういう地震動に影響というのを正しくおそれるといふような方向性に行くという点では、こういう確率論的な評価と、あと断層変位のほうも、どういうことが起きるかというのをきちんと見つけていく。まだ、こちらは確率論的なものという話とかよりは、両方ですか。

○飯島首席技術研究調査官 両方。

○電中研（松山氏） では、そういったことに進んでいくということは、今のところは規制の側としては、必ずしも変位が起こらないことがというふうな条件ではあるものの、それが実態はどういうものであるかというふうなことで進んでいくという話としては、全体的にこういった方向というのは間違っていないのではないかなと思いました。

あと、事前に個票なんかを送っていただいて、ちょっと本質的ではないですけれども、背景等の書き方なんかでは、基本的にこの研究でやられていたことがいろいろ書いてはあ

のですけれども、この研究の中で、過去、どういった研究があったかという調査も入っているとは思いますが、原子力学会でつくられているような標準とか、そういったものも少し背景とかには入っていても違和感はないかなと、個人的には思っています。その辺、ちょっとこういったものの書き方等の手法が、ちょっと私はわかっておりませんので、間違っただけを言っているかもしれませんが。

私のほうからは、以上です。

○迎企画調整官 それでは、梅木氏、お願いします。

○中部電力（梅木氏） どうも御説明ありがとうございました。

全体的な話は、今、松山さんがおっしゃっていただいたので、方向としては間違っていないのかなと私も思います。細かいところで幾つか、ちょっとわからないところがあったので、ちょっと細かくなりますが、御質問をさせていただきたいと思います。

まず1点目ですが、断層モデルの中の5ページですか、いろいろな断層モデルのパラメータにいろいろあったという話がありましたが、この中で、アスペリティの面積の割合、ライズタイム、確かに大事なんですが、我々がというか、実際に使う側で知りたいのはアスペリティの位置なんですね、どこにあるかという。それについての研究というのはなされているのか、なされていないのか、もしくは、この中でやるのかというのは教えていただければと思います。

もう1点が、6ページに、プレート間とプレート内があるのですが、海外のもので、これ、しっかり分けられるのか、分けたものがあるのかなという、ちょっと疑問、完璧に分かれるのかなという、ちょっとありますので、その辺の実際にやられるときに、その辺を少し気をつけられたほうが、書いている文献と、本当にそうかなというところを少し斜めで見て、やられたほうがいいのかも思いました。

それと、7ページですが、震源が敷地に近い場合、断層モデルを使う。これは私もアグリーというか、そうだと思うのですが、実は、やっている方は御存知かと思いますが、断層モデルで計算というのはすごく大変なんです。時間もかかるし、手間もかかるし、いろんなパラメータがあって、出てくる結果がいろいろ出てくるということもあるので、断層モデルを使うということには賛成なんです。これを将来的に近いところでも、断層モデルの結果を見越すような距離減衰式みたいなものに結びつけて、距離減衰式でできるような方向性というのはないのかなと。近いところにおいても、今の距離減衰式をそのまま使うということは、適用範囲の中では無理なのかもしれませんが、断層モデルのハザー

ドの結果と、こういう距離減衰式のハザードの結果、仮定で結びつけてみて、この距離減衰式のほうで全部ができるようになると、皆さんが使いやすくなるのかなど。やはり手法はあっても使ってもらえないとどうしようもないと思いますので、その辺、使いやすいものをぜひ、これは多分すごく時間がかかるとは思います、目指していただきたいと思います。

最後に、これは本当に細かい話なんです、7ページの下にシナリオが書いてあるんです。7ページの絵の下にあるんですが、セグメントを決めて、地震規模を決めて、発生間隔を決めて、地震動伝播評価式を決める。いいんですが、ここに評価式A、Bと書いてあるんですけど、これは断層モデルの場合だと、この辺の評価式A、Bというのが、いまいちよくわからなかったの、これは多分、距離減衰式をイメージして書かれたシナリオだと思いますので、ちょっとここは見直されたほうがいいかなと思いました。

すみません、細かいことも含めて、以上でございます。

○迎企画調整官 ありがとうございます。

ほかによろしいでしょうか。

○飯島首席技術研究調査官 幾つか質問があったと思いますけれども、まず最初に、このアスペリティの位置についての研究はということなんですけれども、私どものほうで考えているのは、あくまでもそのレシピにのっとりた形での強震動評価という形になります。その場合には、レシピの中では、そのアスペリティというのは、要するに、基本的に厳しくなるような方向でもいろいろ振ってみなさいという形になっていますので、あえて我々のほうで、アスペリティの位置がどうかというところまでの検討は、今のところはスコープに入っていないというふうにお考えください。

それから、あと、そのプレートの地震、確かにおっしゃるとおり、プレート境界の地震は比較的多いと思います。ただ、スラブ内地震との区別がどうかという形なんですけれども、今のところ、そこについて、どういうものが使えそうかというその調査から入るということで、その辺は御指摘を踏まえて、うまく分けられるようにしたいと思います。

あと、距離減衰式の、先ほど梅木さんのほうから、要は断層モデルのほうは非常にこれは煩雑であると。将来的に距離減衰式のほうで、フィードバックといいますか、改良につながるようなものがあるんじゃないかという話がございましたけれども、規制庁で今考えてございますのは、これはあくまでも安全性向上評価の中で事業者がやってきた場合に、その妥当性を確認するということがまず主眼にあります。事業者のほうでも、その断

層モデルよってのハザード評価とやっている事業者もありますので、その辺のところの妥当性をきちっと見るために、我々のほうでもやる必要があるということをごさいますて、申し訳ございませんけど、どうやったらいいとか、距離減衰式をどうやっていくということまで、やはりスコープには今は考えてございません。

それから、最後のこの7ページの絵は、確かにこれはおかしいですね。失礼いたしました。

○迎企画調整官 よろしいでしょうか。

それでは、続きまして、委員の方々から御意見ございましたらお願いします。

庄司委員、お願いします。

○庄司准教授 御説明どうもありがとうございました。

先ほどの御指摘と共通なんですけど、全体の流れは非常に分かりやすいかなと思いました。その際、各論で見ると、その全ての項目にわたって、この不確かさの評価というのが何かポイントになっているようなので、その具体性というか、例えばこの地殻内地震のやつでいうと、我々も研究をよくやりますが、この地震動の強震動の記録から、ここのこっち、地震の特性は、これは震源過程か何かを逆同定をかけたりにして検討するのかなと。この不確かさに関する検討、具体的にどういうことをおっしゃっているのか。あと、ほかのところもちょっと、そういった意味で不確かさの評価の仕方、分析方法みたいなものの具体性をちょっと教えていただきたいなと思いました。

○飯島首席技術研究調査官 御指摘ありがとうございます。こちら、一つ、例ということで説明させていただきますけれども、例えばこのアスペリティの面積割合、ライズタイム、例えばライズタイムなんかを例にとりますと、一応スケーリング則ということで評価式がございます。実際、ぴったりそこには乗らないわけで、いろんな地震を調べてみますと、その中心線といいますか、その中央値、ベースとしてばらつくわけですね。そのばらつき方によっては地震動が厳しくなる方向もあるし、逆にちょっと弱くなるような、そういったものもあります。原子力のほうでは、あくまでも安全側に評価するということが前提としてございますので、そういったばらつき方というのを見ながら、なるべく地震動評価が厳しくなるような方向でモデル化している、あるいは、こういう特性化震源モデルの中でのパラメータの取扱いを考えていくというようなところの知見を整備していきたいというのが、まず一つです。

○庄司准教授 この話で言えば、地殻内地震の話で言えば、既往の熊本も含めた記録、い

わゆる観測データから逆解析みたいなことをやって、それで震源の過程のある何かモデルパラメータの推計をするときに、その復元した、いわゆる中央値、変動係数みたいなものを含めた何か評価をやっていくと、そういうような逆解析のアプローチからということですね。

○飯島首席技術研究調査官　そうです。

○庄司准教授　分かりました。

○迎企画調整官　ほかの委員の方。

古屋委員、お願いします。

○古屋准教授　御説明ありがとうございました。得られる結果というか、成果が大変有意義なものになるというふうに思います。

質問というよりは、確認ということになるのかもしれませんが、まずはページごとで行きますが、2ページ目のところに、「不確実さを適切に評価する」と言葉が出てくるのですが、何をもって不確実さが適切になるのかというところがどのように、この研究の中でのということなのかかもしれませんけれども、もう少し何か明確になっているといいかもというふうに思ったのですが、この辺りがどういう言葉の使い方になっているのかというところですか。

それからあと、5ページ目のところに、「既往の経験式と傾向が異なります」ということが出てくるのですが、その異なり方によっては、これは手法の違いによってというところなのかかもしれませんけれども、どの程度の異なるというところがあるのかというところで、今後、検討する必要があるということなのかもしれませんが、その力のかけ具合というところも随分変わってくるのかなというふうには思いますので、その辺りのところの定量的にというのは難しいとは思いますが、何かそこに説明があるといいのかなというふうに思いました。

あと最後に、もう一つなのですが、8ページ目のところの資料に、実施内容のところに、「現実的な入力地震動の評価手法」ということが記載されているのですが、これはばらつきを少なくしていくということによる現実的な入力の地震動という理解でよろしいのかどうか。要は、その「現実的な」というところが、何をもって現実的なというところの表現になっているのかというところが、すみません、質問か、コメントなのかはわかりませんが、教えていただければというふうに思います。

以上でございます。

○飯島首席技術研究調査官 一つ目のこの2ページの「不確実さを適切に」、確かに表現があれなのですが、ガイドのほうの要求事項が、不確実さを組み合わせるなどして適切な方法を使いなさいと。要は、これは厳しい側になるようにちゃんとやれよということですので、そういった意味で、ある程度、不確実さというのを、じゃあ、どうやればというか、厳しい側にちゃんと適切に持っていけるようにというような、そういう意味合いで書かせてもらっておりますので、すみません。

それから、5ページ目ですか、ちょっと異なる傾向があるということなのですが、これ、詳しく説明はしませんでしたけれども、28年度までの結果から、やはり中央値から外れるものがあります。ただ、それが外れるといっても、今までいろんな人がいろんなデータを使って計算しているのですけれども、その中には入っているのですね。入っているのですけれども、やはりちょっと外れる点ということで、ただ、今のところは、先ほど申し上げたように、1995年以降の20数個の地震動のうち、まだ6個か、8個か、そのぐらいしか見ていなくて、じゃあ、残りのものも含めて、実際に日本の地震というのはいちよつと厳しい方向へ行くのかとか、あるいは、やっぱりトータルとして見ると中央値のまわりにはばらつくのかとか、そういったところをやっぱりやっていきたいということで、このような書き方にさせていただいております。

それから、その「現実的な入力地震動の評価」でございますけれども、これは実際に現実応答を評価するに当たっては、御存じかと思えますけれども、実際に設計に使われている入力に対して、実際に入ってくる地震動がどれくらいかという、その比率を評価するというか、割り増し分を差引くために、この応答係数というのを使うわけですが、それについては、実際に地盤のばらつきとか、そういったいろんなばらつきを考慮した解析をやるわけですが、今回、ここでやろうとしているのは、さらにそこに観測的な、要するに、サイト特性による観測的なそういった知見を踏まえた上で、そういう実際に使っているものとの差がどの程度出てくる可能性があるのか、そういったところの割合というものをもう少し精緻化しようというような意味なのですが、個票のほうにはもうちょっと書いたのかもしれませんが、すみません、そういうような意味です。

○古屋准教授 ありがとうございます、詳細な御回答を頂きまして。私は専門が機械のほうなので、この「現実的な入力地震動」というところが、設計ベースには非常にきいてくるのかなというふうに思ったものですから、今、その安全裕度を含めて、この辺りのところが不確実さって、機械のほうの不確実さからするとかなり幅が広いわけなのですが、そ

の辺りが現実的な入力という、その「現実的な」という言葉を用いた入力地震動になると、機械系のほうにも非常に有益かなというふうに思ったものですから、御質問させていただきました。どうもありがとうございます。

○迎企画調整官 酒井委員、お願いします。

○酒井室長 御説明ありがとうございました。

私のほうから、少し最初のまだこれから始めるという研究に対してなので、少しそもそもどうなのかということをお尋ねしたいと思うのですが、今回のこの研究に、4月に熊本で地震が起きて、何か新しい知見とか、そういういろんな兆候というか、被害の状況からいろいろわかったこともあるかと思うんですけども、今回のこの研究の計画に当たっては、こういうのは何か新しく項目で入ってきたのかどうかということと、あともう一つは、これは研究の成果として、3年間で行う研究かと思うんですけども、非常に基本的なところで、非常にベーシックなところで、やっぱり重要なところだと思うんですね。こういう研究はやっぱりぱっと答は出ないことはもう百も承知で聞くのですが、やっぱり3年間で何らかの進展があったりとか、課題を解決するということがなければ、やっぱりいろいろやっていく上で計画を立てづらいなと思うのですが、今回のこの中では非常にきれいにまとまっていて、熊本地震とか、あるいは近年のこれを解決するとかいうことがよくなるというようなところ、ちょっと見えづらいなと思うのですが、そういうところでもし実は隠れているのであれば教えていただきたいなという、この2点です。よろしくをお願いします。

○飯島首席技術研究調査官 では、一つ、熊本の話ですけども、これは基本的に一つは、その熊本地震も含めて、断層の微視的なパラメータそのものが既往の知見と合うのかどうかという、そのほかの地震と同じような評価も当然します。それと同時に、今、いろいろ言われているのが、断層の長さというのをどういうふうにとったらいいのですかという話がございますので、その辺についても、例えば断層の長さを変えたときに、特性化震源モデルというのは変わる形になりますので、そういったもので解析したときに、実際に観測記録と合うのかどうかとか、そういったところをやったり、あるいはこの断層の長さを本当に外からどうやって見るんだ、この二つ目のポチがそうなんですけれども、実際に地表からどういうふうに通層の長さというのを測れるのかとか、こういうのは新たに、要するに、今回の熊本の地震も含めて、勘案して書いた内容でございます。

それから、確かに、どれくらいの成果、なかなか難しく、特にこの地震動というのは

いろんな知見が、新しく地震が起きるとまた知見が出てきたりしますので、それに対して地震動をどう評価するというのは、一方では、そういうレシピもございますので、そのレシピをどういうふう適切に使っていくのかというために、やはり知見を蓄積するというのが非常に重要だと思っていますので、まずそこに力点を置いてやってみよう。なおかつ、今、説明をさせていただきましたような、もしもその特性化震源モデルのより妥当な設定の方法ですとか、そういったものである知見が得られれば公表していきたいと、その都度公表していきたいというふうにご考えてございます。ちょっと回答になっているかはあれですけど、一応そういう考えでございます。

○古屋准教授 御回答ありがとうございます。

やっぱり国に対して成果を還元しなきゃいけないというか、使ってもらって、国が使うようなものをやる時に、非常に知見がすごく難しいと思うのですね。ためていくということが必要だと。我々のところでもやっぱり地震のデータは必要なもので、どんどんやってみよう。

今回の熊本地震みたいに、ちょっと特殊に表面にあれだけ出てきた例、同じようなところは、ほかのところはどうだろうということになってくると思ったときに、何かそういう具体的に少しこういうところが改善されそうとかいうところがわかると、やっぱりいきなり研究テーマって変わらないと思うのですね。これは一連のところやっぱり知見をためていかなきゃいけないものである。そのとおりだと思うので、そのところが少しでも変わってきているというのがわかると、さっきみたいな長さのところが影響というのはすごくよくわかりやすい説明だと思いますし、実はちゃんと入っているということだったので、その辺のあれがもっと強調されるとわかりやすかったのかなと思いました。ありがとうございます。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、続きまして、津波ハザード評価の信頼性向上に関する研究について、同じく安全技術管理官（地震・津波担当）付の杉野統括技術研究調査官から説明をお願いいたします。

○杉野統括技術研究調査官 原子力規制庁の杉野です。どうぞよろしく申し上げます。

私のほうからは、二つ目のテーマですが、津波ハザード評価手法の信頼性向上に関する研究ということで説明させていただきます。

まず、背景ですけれども、平成23年の東北地方太平洋沖地震津波、今後、「東北地震津

波」と呼ばせていただきますが、この発生と、それと福島第一原子力発電所の事故ということがあったわけですが、この事故を受けた、当時の政府の事故調査報告書の中で、「設計用津波を上回る津波に対して施設の重要な安全機能を維持できるよう対策を講じるということや、確率論的安全評価手法を活用したリスク管理を実施すること」といったことが教訓として示されています。

東北地震津波以降の規制の活動ということで、幾つか御紹介いたしますが、規制委員会ができて、平成25年には新規制基準、それから関連する審査ガイドが施行され、現在の既設発電所の適合性審査というのが行われているわけです。この研究プロジェクトに関係する部分としましては、新規制基準の中で「基準津波の策定」ということを要求したり、関連するガイドとして「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」の策定というものが挙げられます。

また、津波ハザードに係る安全研究ということを推進してきているわけですが、これまでの成果ということで御紹介しますが、平成23年には、この津波の発生メカニズムの推定ということですか、24年には、この津波を受けて、プレート間地震による新たな津波波源モデルの設定方法というのを構築して、公表しています。25年には、この方法を確率論的津波ハザード評価手法の中で使ってみて、その影響というものを評価したりしています。これら以外に、28年度まで、今年も含めてですが、津波痕跡高とか、津波堆積物に関するデータベース等を整備してきております。こういったものというのは、先に挙げました審査ガイドですか、現在行われている既設発電所の適合性審査の中で有用な知見の一つとして活用されているという状況です。

それから、もう一つ、先ほどのテーマの中でも話が出ましたが、核原料物質等のここに挙げた法律の改正というのが25年にありまして、この中で、事業者に対しては、安全性の向上のための評価の実施というのを規定しています。関連するガイドとして、この「安全性向上評価に関する運用ガイド」というものが策定されておりまして、先ほどのテーマでもありましたように、定期的なこの評価の実施ということに記載しているわけです。今後、適合性審査を終えた既設発電所から順次、安全性向上評価の定期的な実施というのが予定されているという状況です。

それから、この安全性向上評価の中では、その評価手法の一つとして確率論的リスク評価手法(PRA)の活用というのが見込まれているわけですが、このテーマの中で扱おうとする確率論的津波ハザード評価というのは、PRA手法の中の構成の一つであって、先ほ

どのテーマでもそうですが、いろんな津波発生要因とその不確かさを適切に評価して、手法の信頼性向上を図っていくというのが重要であろうと考えています。

また、プレート間地震について、これまで東北地震の発生を受けてやったのですけれども、プレート間地震以外の地震発生様式の違いとか、規模の設定に係る不確かさの取り扱いというようなことも含めて、確率論的手法に反映していくというのが重要と考えています。

このプロジェクトの目的ですけれども、今後、関連評価ガイドの策定ですとか、定期的実施される安全性向上評価の確認に資するためということで、ハザード評価手法の信頼性向上を図っていくというのが目的です。

その中で、具体的な研究テーマということで、四つ挙げています。それぞれ、後ほど具体的な説明をいたします。

知見の活用先としては、関連評価ガイドの策定、それから、安全性向上評価の確認というところに活用していくということです。

この後は、各テーマの概要を説明いたします。

一つ目は、津波発生モデルの不確かさ評価手法の整備ということで、これは確率論的津波ハザード評価手法の中で、小さくて申し訳ないですが、図1ということで、ハザード評価手法の全体の概要を示したものですけれども、この上の部分というのが津波発生に関するモデル化の部分、それから、津波水位を算定する伝播のモデルの部分、これら両方に不確かさを考えて、ハザードを評価、ハザードカーブができ上がるという、そんな流れなのですけれども、この中で、各種のモデル化上の不確かさというのは考慮していかなくちゃいけないというのがハザード評価手法です。

このプロジェクトの中では、特に地震規模、それから、発生頻度に係るモデル化上の不確かさというのを着目して、評価結果にこれらが大きく影響するということが予想されますので、詳細な検討をしていきたいと思っています。

津波発生に係るこういったものを適切に評価するために、不確かさの定量化、そして、それをハザード手法に反映していくというようなことを考えています。

それから、次のテーマですけれども、こちらは津波地震ということを対象にした特性化波源モデルを構築するというのが目的にありますが、津波地震というのは、御存じのように、こういった海溝、これは海溝の断面を模式化して描いたものですけれども、海溝のこういったプレートの浅いところで起きるものですけれども、我々もそうですし、従来からこう

いった浅いところで起きるものも、津波の評価をするときには、地殻変動解析で出てくる鉛直成分というのを海水面に与えて評価しているのですけれども、Tanioka & Satake、今からもう20年ぐらい前になるのですが、プレート間のこういった海溝付近で発生する津波の場合には、地殻変動の水平成分というのが寄与するということを海外の既往津波の再現で確認しています。

こういった津波地震というのは単独で、それから、連動してということが今後も南海トラフとかで懸念されるわけですが、きちんこの水平成分の効果を取り入れて評価していくということが必要だろうと考えていて、この研究の中では、こういったことを明らかにするために、一度、海底面の水平方向の地形変動を模擬した水理実験とかを行って、海面の水平面に関するデータを取得するというようなことや、その実験に基づいて、既往のモデルというのがTanioka先生らが提案されているので、そういったモデルの検証用のデータとして使ったり、必要に応じてそういったものの改良なんかを行って、検証していきたいというように考えています。

それから、次のテーマですけれども、これは中小規模、それから大規模津波の特性化波源モデルの適用性検証ということなのですが、プレート間地震に対する特性化波源モデルというのは、私どものほうで、こちらの左側の図にあるような形で提案してきています。これは模式図なのですが、不均一すべりの分布の与え方というのを便宜的に三つのモーメントマグニチュードの範囲でカテゴライズして、それでやってきたのですが、東北地震を使って、こういった一番大きい規模のモデル化については、その適用性というのを検証して使えるようにしているのですが、中小規模、あるいは大規模のこういった部分についてはまだ検証が残っていますので、そういうことをやって、ハザード評価手法の中で取り扱えるようにしていきたいというふうに考えています。

これは最後の研究テーマですが、海底地すべり起因津波のハザード評価手法の整備ということで取り上げています。地震以外の津波発生要因として、海底ですとか、海岸付近の地すべりが挙げられるわけですが、こちらの図5はその模式図です。発電所の津波リスクを評価するときには、こういった地すべり起因の津波のハザード評価手法というものも必要になってきますので、こういった整備を行います。

この手法の整備に当たっては、地すべり発生に係る位置ですとか規模といったものの不確かさを評価してやると。特に発生位置に関しては、地すべり跡があってもなくてもという、あるところだけではなくて、ないところも評価の対象に加えてできるような手法とい

うのが望まれています。

そこで、我々のほうで、これまで安全研究として、既往研究を踏まえた地すべり起因の津波解析コードというものを整備してきました。それと、将来の地すべり発生の可能性に着目した海底地すべり発生危険度判定方法、これはまだ今年度もやった上ででき上がるもので、今、暫定版としていますが、こういったものを整備しています。

この研究の中では、この危険度判定手法の精緻化ということと、それから、地すべり起因津波のハザード評価手法を整備するということを目的としています。そのために複数の斜面勾配を模した海底地すべりの遠心力模型実験を行って、地すべりの安定性評価モデルの検証を行うというようなことを考えています。

それと、その結果も踏まえて、地すべり起因の津波解析コード、それから、海底地すべり危険度判定方法、これらを組み合わせたハザード解析手法というものを整備するというふうなことを考えています。

研究期間ですけれども、一応4年間を考えています。それぞれのテーマで最終年度には論文投稿ということを考えているのですが、研究のフェーズ、フェーズで、途中で公表できるようなものがまとめられれば、順次公表していくというようなことは考えています。

簡単ですが、以上になります。ありがとうございました。

○迎企画調整官 それでは、質疑に移らせていただきます。

まずは、専門技術者の方から御意見をお願いいたします。

○電中研（松山氏） 松山ですけれども、どうも説明をありがとうございました。

まず、最初の項目(1)のところ、ちょっとこれは後にします。

二つ目の項目(1)b、スライド5枚目のところなんですけれども、津波地震というキーワードを最初に出されているのですが、基本的には、これは要は海底地形が非常に勾配がきつい場合に、地盤の水平変位によっても津波が発生する効果というのをきちんと考えましようというのが多分本質的かなと、個票を見て思っていますけど、それでよろしいですか。

○杉野統括技術研究調査官 そのとおりです。

○電中研（松山氏） そういう点で、津波地震、確かに海溝部の水深の一番深いところ、プレート境界の浅いところというところで起こりやすいという場所、ちょっと個票を見たときに、引用されていた事例の地震が1994のインドネシア、これは南ジャワのことをおっしゃっている。もう一つが、フィリピンのミンドロ島のことをおっしゃっていて、ちょっとミンドロ島のやつは、たしか横ずれ断層でも津波が起きたというふうな話だったと思う

ので、ちょっと引用する地震のほうは少し精査をされて、南ジャワのほうも、どちらかという、南ジャワの人が住んでいるところよりも結構200kmぐらい遠くで地震が起きて、津波が起きて、たしか200kmぐらい離れたところで地震動は比較的小さかったのも、たしか地震被害は大したことないけど、津波がひどいという意味では津波地震に入っているのですけれども、ちょっとここでおっしゃる水平変位がきいた、ミンドロ島のほうは多分横ずれで、島が動いたりしたという意味では、広い意味で水平変位がきくという意味ではいいのかもしれませんが、その辺、ちょっときちんと整理されておいたほうが、後々ややこしくならないのかなということをちょっと感じました。それについては何かございますか。

○杉野統括技術研究調査官 取り上げた二つの地震というのは、この引き合いに出しましたTanioka & Satakeの論文の中で取り上げられていた地震で、我々の研究の中で、その二つをまた取り上げていくかということは、今、コメントいただいたことも踏まえまして、検討していきたいなというふうには思います。ありがとうございます。

○電中研（松山氏） あと、この研究の落としどころとしては、ちょっと下の次の中小規模とも関係するのかもしれませんが、ちょっと間違っていたらあれなんですけど、基本的にはこういったことを考慮して、過去に起きたものの再現性を上げたいということでもよろしいでしょうか。

○杉野統括技術研究調査官 再現性を上げるということの、結果としてそうならばいいなとは思っているのですけれど、どれだけの再現性があるかというところを実は見たいと思っています。仮に、そんなことはないと期待しているのですが、あまり再現がよくない場合でも、こういったモデル化の仕方をすれば、ハザード評価に持っていきときのばらつきの設定の量が、それに見合う大きさのものを設定しなきゃいけないという、そういう情報を整理したいということです。

○電中研（松山氏） こういう手法をやったときに、どれぐらい不確かさみたいなものがあるのかというのを、従来、水平変位を考えないもので再現モデルをつくられていることが多いのですが、それとの比較することにどうか、その辺りをきっちり見ていきたい。その辺が、項目(1)cの中小規模のものについても同じようなこと、あくまで再現モデルは、津波痕跡高に対してどうだったかというふうなことになってくるかと思うので、その設定としては。

○杉野統括技術研究調査官 そのとおりです。

○電中研（松山氏） あと、すみません、最後の海底地すべりの遠心力模型実験、ちょっと教えていただきたいのですが、遠心で回すところは分かったのですが、その後は、これは揺らすものなのですか、揺らさないものなのですか。

○杉野統括技術研究調査官 今、計画しているものでは、回しながら揺るような、そういった施設を借りて、借りてというか、委託研究という形でやりたいと思っています。

○電中研（松山氏） すみません、ちょっと遠心力载荷の実験が、素人なので、あまり何も書いていないものですから、書かなくても暗黙の話なのか、聞いたのかもかもしれません。そうだとしたら申し訳ないですけど、そういった点で、非常に最後のやつは、個人的にはすごくおもしろい話かなとは思っています。

個人的な希望としては、何というか、地震でいうとカップリングみたいな崩れ、すべりやすいところ、エネルギーをためないところとか、ためるところ、よく崩れやすいところというのは多分着々と崩れていって、地すべりも最終的には大きくなるけど、1回目は大きくすべらないとか、何かそういった観点で、何というか、地震でいうひずみをためやすいようなイメージとか、そうでないようなイメージというのが何か、これはちょっとまだ夢みたいな話かもしれませんが、ぜひそういう点に進んでいければいいかなというように感じました。

以上です。

○中部電力（梅木氏） 御説明ありがとうございました。

津波についても、地震動についても、ハザードの関係をやっていくというところで、同じ方向で進んでいるのかなというのは分かりました。

私のほうから、2点だけ、ちょっと細かい話と少し大きな話なのですが、まず、細かいといってもあれなのですが、今言いましたみたいに、地震動と津波と両方をやられていく中で、震源モデルというのは、地震動の震源モデル、津波の震源モデルというふうに多分つくられるのですが、その融合みたいなところというのは何か考えられておられるのか。

要するに、地震が起こって津波が起こるということは、震源としては、素人的には多分一緒だというふうに思われがちなので、そのときに地震動はこう、同じ震源モデルであっても、地震動はこう、津波はこう考えるという、全体を見た、全体のモデル化の中で地震動にきく分、津波にきく分みたいなどの融合性というのか、そういうのはやっつけられるのかどうかという話を教えていただきたいのが1点と、もう1点は、1ページのところ

に、政府の事故調の中で、二つ、提言がどうもなされているようで、一つは、その確率論的評価なのですが、もう一つ、上にある設計用津波を上回る津波について云々、これについての研究というのは、別途やってあるのか、これからやられるのか、それとも、ガイドというドライサイトなのでやめるのか、多分あるかもしれませんが、ちょっとその辺のことをお考えがあれば教えていただきたいと思います。

○杉野統括技術研究調査官 まず、地震動と津波の融合という表現がいいのか、ちょっとあれなのですが、その点というのは、いろんなところでも議論に上がることだと思うのですが、見る現象というのが、やっぱりちょっと違うのかなというのがあります。それというのは、私どもの検討の中で東北地震を対象にしたときに、例えば僕ら津波のチームは、津波で観測された波形を基に震源をインバージョンするというようなことで、波源をインバージョンしてみた。それと似たようなすべり量の配置というのを、地震動の観測記録から求めるということもちょっとやってみたのですが、その場合というのは、地震動の長周期のデータというものを使ってインバージョンすると似たようなものが出てくる。つまり、津波も、長周期の地震動も、地盤の変位を我々のほうは扱っている、地殻の変位ですね。長周期な部分というのはきいている。地震動では長周期。

地震動ということでは、我々が気にしていかなきゃいけないのは、むしろ短周期のほうでして、やっぱり震源のほうの見え方というのは、それによってちょっと違って来るのかなというのは思っています。評価するものに適切なものを見ていくというのがいいのかなと。ただ、震源の規模ですとか、モーメントマグニチュードだったり、広がりだったり、そういうものは共通のものを見ていかなきゃいけないとは思っています。

それから、二つ目の御質問ですけれども、設計水位を超える津波の発生に備える研究ということなのですが、これは、まさに津波PRA全体がその研究というふうに捉えていて、どういうことかといいますと、基準津波というのは、あるレベルを決めて、それに基準津波に対してドライサイトを守るというような形で防潮堤なんかを設置するということだと思うのですが、PRAを考えるとリスクですので、防潮堤、幾らあるレベルのものに対して設計したとしても、それを超えてくるものはあり得る。そうすると、そういったものが超えてきたときに、敷地内にどう広がって浸水していくのかといった、そういうところに対しても、我々、アプローチをとって、別のプロジェクトで、今日も説明があると思うのですが、そっちのほうで扱っていくようなテーマで考えています。

○迎企画調整官 よろしいですか。

それでは、続きまして、委員の方々から御意見をお願いいたします。

庄司委員、お願いします。

○庄司准教授 こちらの内容も、非常に分かりやすい内容で、研究の方向性については非常にクリアだと思いました。

各論についてなんですけども、例えば、こちらに今ちょうど出ていますけど、先ほど松山さんがおっしゃったこの実験というのは、結構難しい実験だと思うのですよね。それで、御存知だと思いますけど、地震動を与えて津波を発生させる装置、港湾空港研の装置とか、そんなにはないですよね。したがって、あの研究の計画を見ると、4年間で実験を急勾配、緩斜面をやって、それで、さらにいわゆる確率論的な評価のところまで行くということで、時間的にまず結構大変かなと思ったんですね、まず第1点は。その辺りをちょっと御見解をいただきたいのと、あと、もう一つ実験があつて、たしか杉野さんがおっしゃっていたのは、例の水平、鉛直のTanioka先生のやつで、これも水理実験をやって少し検証するというお話だったのですが、これはあれですよね、普通、海底面みたいなものは固定して、ある波を与えて造波するじゃないですか。床をそもそも水平、鉛直を与えるということですか。これも結構実験として難しいかなと思ったのですが、この2点を教えてください。

○杉野統括技術研究調査官 ありがとうございます。

まず、こっちの水平成分を与える実験のまだ構想段階ですけども、私の中で考えていることは、やっぱりおっしゃられているように、沈めたその模型というか、斜面なり急勾配なものを動かすというようなことを考えています。それはできるだろうなという気ではありますけれども、それと、結構古いのですけれども、何十年か前にこういうテーマの実験をされている方がいらっしゃるので、そういったものもちょっと参考にしながら計画を立てたいなと思います。

それと、遠心模型のこのテーマですけれども、実は、これ、29年からの最初の2年間というのは、大きい遠心载荷のものでやろうと思っているのですが、その準備段階ということで、もう今、今年度、それと昨年度から計画を立てて、小規模なものというのをやってみて、この模型のつくり方だったり、小さい模型でまずは準備していって、それで大きなものに反映するというようなことをやってみます。

それと、ハザード評価手法のほうも、この実験の結果を待ってから手をつけるのではなくて、今ある使える手法というものを組み込んで準備して行って、最後に実験結果等を検証するというような形で進めようと思っていまして、今考えているところでは、この期間

でまあまあいけるかなというふうには捉えています。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。

古屋委員、お願いします。

○古屋准教授 御説明ありがとうございました。なされる研究自体については、非常に有益なものというふうに思います。

今、ちょうど庄司委員のほうからもお話が出ていたところに関連するのですが、一番最後の海底地すべり起因津波ということについて、私が知見不足で大変申し訳ないのですが、地震起因の津波と比較して、この地すべりの起因津波というのは、そのレベル自体としてはどのぐらいのものが、今、想定されているものなのでしょうか。

○杉野統括技術研究調査官 具体的な数字というのは、今のところは持っていないのですが、やっぱり地震起因の津波に比べて、発生頻度もそうですし、出てくる水位もやっぱり小さいと思うのです。ただ、どれだけ小さいかということをちゃんと評価して、PRAの中で取り扱う必要があるなら……。それを判断するためには、やっぱりやってみるということが重要なのかなと思っています。

○古屋准教授 ありがとうございます。まさに、そこをどのようにお考えなのかなと思って、次に聞こうかと思っていたのですが、適切な御回答をいただきまして、どうもありがとうございます。

○迎企画調整官 それでは、酒井委員、お願いします。

○酒井室長 非常に簡潔にまとめていただいて、非常に理解が進んだので、ありがとうございます。

質問が集中しちゃってもあれですけども、海底地すべりの辺のところですけど、これ、まずその背景のところ、海底地すべり、地震起因以外ということで海底地すべりですけど、崖が珪岩とか崩れて、対岸に津波として行ってしまうというのは、過去の海外とかの事例としてはある、日本でも当然あるのですが、そのようなのは特にここでは考慮しない、湾内とかにもしある場合に、やっぱりおそれはある、ないというのはちゃんと言っておくべきかなという、想定外、想定内だということを考えたときに、だと思ってしまうのですが、その辺は、ここでは今、考慮をしていないように見えるのですが、その辺というのはどうなののでしょうか。

○杉野統括技術研究調査官 ありがとうございます。

この研究の中では、海底地すべり、海底のほうの地すべりを相手にしようと思っていま

す。それは、陸上の地すべりというのは比較的情報がありますので、それに基づいて評価は何らかできる。ですので、陸上で地すべりが起きたものは海面に突入して津波が起きるというようなことは、今の評価技術の中でもできますし、実際に審査の中でも使われておりますので、それはそれで。難しいのがやっぱり海底の中での地すべりで、しかも、やっぱりどこで起きるかというところが難しいところがありますので、そこにちょっとメスを入れたいなということを考えています。

○酒井室長 それ、また2個目の質問では、まさに、そのどこでとか、そういうことをどうやっていくのかと質問をしたかたのですけども、そのときに、やっぱり過去の事例というのは重要になるのかなと思うのですが、それってたくさんあるのでしょうか。

○杉野統括技術研究調査官 海底地すべりで発生した津波という明確なものというのは、正直あまりなくて、それは難しいです。ただ、御存知のように、どこで過去に起きたことがあるか、それは今の海底面の地形を調査すれば、どこで起きたかはわかります。ただ、常に同じところで起きるのかというところが疑問にあって、そういったところをいろいろ調査研究してみたいなというふうに思っています。

○酒井室長 では、すみません、ちょっと三つ目の今の質問の関連ですけども、そうすると、小さい波しか起きないで、最初に、今聞いちゃったので、そういう質問をしたのですけども、それはちょっと危険じゃないかなと思うことがあって、さっきの崖崩れで珪岩があって、向かいに波があって襲うというのも、想定としてはまだ大したことはないだろうとやっぱり思っているところがあって、特に原発みたいなものに対して、その安全性を言うためには、万が一、何らかの条件が合うと、恐らく大きな波が襲うときがある。普段は小さいと思うのですね。そういうところに対して、こういう実験とかで条件を合わせて、ハザードもそういうところを出すような形にしていったほうが、今回のこういう研究のあれにはわかるのかなと、実験をやるような場合にはと思う。というのは、陸上で実はやっても、なかなか当たらないというのはたくさんあるので、そういう意味では、やっぱりその地域のところでうまく役に立つような、少し実用的なところを最初は目指すといいのかなと思うような、要は、検証がすごく難しいので、やりっ放しになってしまうのじゃないかなということと、それを基に安全と言ってしまうのはちょっと危険じゃないかなと、今、そういうふうに進んでいたのも、少し心配、危惧をしたところでもありますので、まずその辺はうまく結果を基に考慮できると、よりよい研究になると思うということです。ありがとうございます。

○杉野統括技術研究調査官 ありがとうございます。十分に検討して、思い込みをあんまりしないように研究を進めていきたいと思います。ハザードの評価ですので、可能な限りいろんな可能性を考えてやっていくというようなことは基本的な姿勢だと思っていますので、ありがとうございます。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、続きまして、地震の活動履歴評価手法に関する研究について、飯島首席技術研究調査官から説明をお願いします。

○飯島首席技術研究調査官 引き続きまして、地震の活動履歴評価に関する研究について説明します。発表の内容は、これまでのものと一緒でございます。

まず、背景でございますけれども、まず関連する新規制基準といたしまして、ガイドとして二つあります。一つが「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」ということで、この中で、断層の活動性評価というのが求められておりますので、規制庁といたしましても、断層の活動性評価に係る知見を蓄積ということが重要と考えています。

それから、これは今までのもので出ているとおり、「安全性向上評価に関する新運用ガイド」です。この中で、リスク評価におけます確率論的地震ハザード評価、それから、津波評価におきましては、その地震の履歴、最新の活動時期ですとか、それから活動間隔、こういった情報がその評価結果に大きく影響してきます。

先ほど説明したとおり、事業者から提示されますPRAの結果ということの確認におきましても、このハザード曲線のところについての確認ということに関しましては、やはり規制庁として、地震履歴情報に係る技術的根拠というのを明確にしておくことが重要というふうに考えています。

それから、あと、この地震の履歴評価の観点からの課題ですけれども、まず内陸地殻内地震についてですが、地表に明確な痕跡を残す活断層の中でも、特に海域の活断層ですけれども、これについてはトレンチ調査が実施できないということで、統計的に推定された活動間隔というのが使われている場合がほとんどでございますので、そのハザード評価の結果に与える不確実性の幅が大きいということ。

それから、地表に明瞭な痕跡を残さないような活断層についてですけれども、これは通常、広域的に変形した地面ですとか、地層の年代というのを火山灰を使って推定するわけですが、その火山灰の年代の評価に誤差があると、その評価結果に大きく影響してくると

いう課題があります。また、この明瞭な痕跡を残さない活断層については、活断層の認定、すなわち、伏在断層の認定という課題にも直結した話でございます。

それから、プレート間地震についてですけれども、東北地震から得られた教訓ということで、3.11の前は、基本的には、そのプレート間地震の活動間隔というのを歴史記憶に基づいてやっていたと。ただ、実際には、もうちょっと活動間隔の評価をもっとスパンを上げて長くして評価する必要があるのだよというのは、この3.11の教訓であります。ということで、活動間隔が長い地震に対応した先史時代における地震記録、パレオデータの情報を整理して、その扱い方を検討することが重要というふうに考えています。

このページは、「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る検査ガイド」の中で、断層の活動性等についての関連するところをピックアップしたものですけれども、この後の説明にも関連しますので、そのガイドの中に活動性の評価の方法ですとか手段、そういったものがどんなことが書かれているかということを中心に説明します。

例えば、中期更新世以降、40万年以降の断層の評価には、この時代の地形面とか地層の変位・変形に注目することが一般的ですと。中でも酸素同位体ステージ7、9、11の温暖期、高海水準期に対応づけられる段丘面とか地層の利用が有効というようなことが書かれています。

それから、その評価の方法ですけれども、「火山灰を利用する方法」ですとか、それから、「微化石分析や化学分析から古環境変遷を明らかにして、上記の温暖期と対応づける方法」というのを挙げていると、こういうことが書かれています。

それから、プレート間地震の履歴については、津波の章に書かれているのですけれども、「津波堆積物の調査においては、地形の形成過程や周辺の堆積物の分布条件に応じ適切な手法を組み合わせで行われていることを確認する。また、深海底の崩壊堆積物（地震性タービダイト）についても資料等の調査が行われていることを確認する」というようなことが書かれています。

あと、今、説明しましたような規制の要求ですとか、中の記載事項、そういったものを勘案いたしまして、このプロジェクトでは、この大きく二つのテーマに分けて研究を行います。一つが、活断層に起因する内陸地殻内地震の履歴に関する評価手法の整備ということで、この中では二つのサブテーマで、地表に明瞭な痕跡を残す活断層と、それから、残さない活断層の活動性の評価、それから、もう一つが、二つ目のテーマといたしましては、プレート間地震の履歴に関する評価手法の整備ということなんです。

活用先は、先ほど説明したとおりと大体一緒で、このうちの(1)bにつきましては、評価ガイド、それから、安全性向上評価における確率論的地震ハザード、また、津波ハザード、そういった確認のところに資するということ。

それから、残りの(1)a、それから(2)につきましては、検討状況の進展に応じまして技術的知見を論文として公表していくことを考えています。

具体的な研究の中身について、簡単に説明いたします。

まず、最初の活断層に起因する内陸地殻内地震の履歴に関する評価手法の整備ということで、このうちの最初のサブテーマ、地表に明瞭な痕跡を残す活断層の活動性評価手法の検討ということですが、これは29年度からの新規のテーマです。明瞭な痕跡を残す活断層の中の、特に我々が懸念しているのは海域のところですが、海域の活断層で、その明瞭な痕跡を残すものであっても、断層の変位指標、特徴的な地層ですとか、火山灰が少ない場合ですとか、あるいは年代測定試料が少ない場合には、その活動履歴の評価というのが困難になってきます。こういう場合には、ボーリング調査というようなものを通じまして、微化石分析による古気候学的調査というのが有効だというふうに考えています。

具体的には、海域の内陸地殻内地震の履歴を評価するという観点から、断層の変位指標となる古環境イベント、例えば古環境変動に敏感に反応する生物群の変化だとか、こういった関連の情報を整理するというので、ここに海域の断層の履歴評価のイメージを示しています。ボーリングによってコアを採取したときに、その断層の活動性というのは、その中の断層変位の指標、ここでは火山灰ですとか、古環境イベントと書いてございますけれども、このずれによって、変位によって、大体どれぐらい前に起きたのか。あるいは、最後に起きたのは大体どれぐらいで、それよりも前に起きたのは大体どれぐらいなのかということで、活動の間隔というのを推定できるわけですが、例えば、ここで、この青い古環境イベントというのがないような場合を考えますと、実際には、この一回前のずれがこれぐらいの活動間隔があったのに、ここであるはずなのに、これがないと、活動間隔が二つ前のものぐらいだというような判断があって、その活動間隔についてずれが生じると。そういったことのために、例えばこういう古環境イベントに関するような指標があれば、その活動間隔についても、適切な活動間隔の評価ができるということで、このテーマにおきましては、地震の履歴評価の有効な情報というのを抽出して、その適用性というのを検討していくということです。これは29年度から始めるということで、まずこういったものを本当にいけるかどうかという、フィージビリティ的などころから始めるという

ふうに考えております。

それから、地表に明瞭な痕跡を残さない活断層の評価手法ですけれども、この評価対象は中期更新世以降、40万年以降の伏在断層をターゲットとしています。地表に明瞭な痕跡を残さない場合、トレンチ調査とかによって断層の変位を直接確認することができないので、広域的に変形した地形面ですとか、地層の年代等を利用して把握します。そもそも広域的に変形したようなところがあると、その下に伏在断層があるという可能性があるわけですけれども、この伏在断層がどういう時代以降に評価したのかということの評価するためには、この変形している地形面の年代、地層の年代を評価するわけですけれども、冒頭、この評価をするための有効な手段として、火山灰を利用する手段がありますよというような説明をさせていただきましたけれども、火山灰を使って評価するわけですが、その火山灰評価自体に誤差があると、その活動年代というか、活動性の誤差が大きくなってしまうという問題がございます。

ということで、この研究につきましては、平成28年度までに深海底コア中に含まれます年代決定精度の高い広域火山灰を指標にした「年代モデル」というのを、その基本的なところをつくってきております。その広域的な「年代モデル」というのが、イメージをここに示してございますけれども、28年度までは、広域的な火山灰、赤い線で示したものがコア中に挟まれている広域的な火山灰ということで、これをターゲットとして、時間の物差し等をつくってきました。これは具体的にどうつくったかということ、地球的な環境の変化で、地球では間氷期、水面が高い時期と、それから氷期、下がっている時期というのが繰り返り起きます。こういう間氷期とか氷期に対して、酸素同位体というのが非常に敏感に反応しますので、例えば海底コアをとってきて、その中の酸素同位体を調べることによりまして、大体どれくらいの間氷期のところに対応しているのかとわかると。それと、この広域的な火山灰、赤い線で示したものを比較しながら、おおよそこの火山灰はどれくらいのものだと、どれくらいの年代のものかということの評価していきます。

例えば、こういう火山灰と、それから地層中のこの同じ火山灰を比較することによって、その地層の年代というのが評価できるわけですが、ただ、問題は、広域的な火山灰を使っているのは、これは広域的な火山灰ですので、こういう物差しを一つつくれば、比較的広い領域で使えます。ところが、広域的なので、その火山灰、もともとの火山から離れたようなところにつきましては火山灰の量が少ないので、海底にはあっても、地表ではちょっと風化しちゃったりして、なかなか見つけづらい。その地層中で見つけづらいという

のがあります。ということで、例えば評価地点に近いところの火山から来ている、その地域的火山灰、これにつきましては、非常に地層の中でも見つけやすいということで、それと対比させれば非常に有効になるということで、29年度以降は、この28年度までにつくった「年代モデル」の信頼性をさらに向上させるということに加えて、地域的火山灰と、その広域的火山灰との対比させる手順というのを整備するという観点で研究を行います。

それから、二つ目のプレート間地震の履歴評価に関する手法の整備ですけれども、これも新規テーマです。活動間隔が長い地震の履歴評価については、津波堆積物、それから深海底コア中のイベント堆積物の情報を利用する方法があるのですけれども、その利用に当たっては、イベント堆積物をもたらした可能性のある要因が、一体地震なのか何なのか、そういったことがちゃんと整理されているところが重要ということです。

それで、今、考えているのが、こういう地震性タービダイトに関する既往のといいますが、既存のデータ、報告というのが、体系立てて整理されていないというのがございます。それらが実際に報告書とかは散在しているのですが、そういったものが地震履歴の情報としてちゃんと使えるのかどうかということで、体系立てて、まず見てみようということで、報告されているものとか、あるいは、中にはボーリングされた試料というのが残っている場合もございますので、そういったものを対比させながら、地震性のタービダイトとして、指標として使えるかどうか、こういったところの、これもやはりフィージビリティ的な観点から、まずスタートということで研究を始めることを考えてございます。

ということで、最後に研究期間ですけれども、これも基本的には3カ年ということでございまして、個票、ここに書いてございますけれども、その都度、まとまった段階で、やはり公表は適宜行っていくことを考えてございます。

以上です。

○迎企画調整官 では、質疑に移らせていただきます。

専門技術者の方から御意見をお願いいたします。

○電中研（松山氏） どうもありがとうございます。非常に理学的に高度というか、難しい話だなと聞いていました。

最後に出てきたのですが、私もタービダイトというのが、基本的にここでは地震性タービダイトを探されるというふうなことで、深海底コアというのは、これは本当に深海というのはどういう水深のところをとられる、もしくは、とってあるのですしたか、既に。とってあるものを活用するのですしたか。

○飯島首席技術研究調査官 基本的には、もう今、そろっているものを使う。これから掘るということではないです。

○電中研（松山氏） 全くの感想で、なかなかイベントの対応というのは、火山灰との対応というのは一番いいのかもしれませんが、地震との対応って、それって、結構ある意味、日本列島からはそれなりに離れた場所が多いのですかね。

○内田技術研究調査官 技術研究調査官の内田です。御質問ありがとうございます。

海溝軸沿いに沿った斜面を対象にしようと思っておりますので、例えば日本海溝沿いですとか、そういったところですか。ですので、プレート間地震のソースに近いようなところで起こったような揺れによってタービダイトが発生すると考えられますので、その場合に、タービダイトが発生したとしても、それが地震性なのかどうかというところがさらに次に問題になるもので、そういったところは地域間で対比できるのかどうかとか、そういったことで可能性という段階で、よりクラス分けしていくというような作業になると考えております。

○電中研（松山氏） 少なくとも大きな津波を起こすような、津波地震は除くかもしれないけれども、大きな揺れを伴ったものの対応はつくでしょうし、もしかしたら日本列島で感じていないような地震でも崩れているかもしれないけど、それはその間で何とかどうか、そんな感じですかね。

いずれにしろ、それが地震性かどうかというところに不確かさが多分出てきて、それを整理されるというところで、その整理をきっちりといいますか、ちょっと私、あまり知識がないのですが、タービダイトとそれ以外だと、ちょっと小さな崩れが非常にどんどん成長していくような話なんか学会なんかで聞いたことがあるのですが、それは多分地震性とは、それも大きい地震かも、小さな地震かもしれませんが、だから、その辺りとの見分けというのはなかなか難しいので、その辺の不確かさをきっちりどう持って、認識論的なほうになるのかとは思いますが、その辺をきっちりやって、それを見ていただくしかないのかなと。要は、何か可能性だけを追求して、そこに決定論と合わせると、もう日本に人が住めなくなるような話になってくるので、その辺だけきっちり不確かさをやっていただければいいかなというようには感じます。感想だけです。

○中部電力（梅木氏） どうも御説明ありがとうございます。すごく広大なというか、壮大な計画化だなと思って、期待しています。

多分認識されているかと思いますが、こういう研究って、結局、最後は一般性とか、そ

れから信頼性、それから、これを一般性に持っていくというか、汎用的に持っていくので
すかね。多分その辺が一番難しいのだろうなと思っているので、そこを今から見せながら
やっていかれると、少し合理的な研究ができる、合理的なというか、効率的な研究ができ
るのじゃないかなと思ったりもします。

あと、最後のプレート間のほうは、これはちょっと細かい話で申し訳ないですが、これ
はプレート間地震があったか、なかったか、どれくらいの間隔でというところであって、
震源域というのについての考察というのはできるのかなという、ちょっと心配というか、
質問があります。というのは、特に南海トラフなんかは、昔、A、B、C、D、Eとゾーンに
分けて、ここは起こった、ここは起こったという領域で言っていますけども、その領域ま
で、これでどの領域までというのがわかるのかどうかというところが、結構大変なんだろ
うなというのが感想です。

以上です。

○飯島首席技術研究調査官 御指摘ありがとうございます。これも非常に壮大な話なので
すけれども、これ、例えばこういったタービダイトを調べることによって、大体これくら
いのところにあったようだとというのがわかったとします。ここに、実は28年度までにそ
の堆積物データというのを構築して、この堆積物データというのは、陸上の堆積物につい
て、津波によるものかどうかというところの判定の方法ですとか、それのところをデータ
としてまとめたものですが、もしも、例えばいつごろあったぞみたいな話になった
としたときに、じゃあ、そういったところのものを調べてみるといったところで、これも
非常に広大な話、かなり非常に範囲としては広いのですが、こういったもので、実際に陸
上の堆積物がどの辺りに広がっているというのが分かったとすると、これは、実は先ほど
の杉野のほうの説明というか、今やっている研究の中で、その津波堆積物の分布の状態か
ら、波源を推定する方法についても研究は行っています。そういった意味では、これも広
大な話です。そういった意味で、陸上のものがある程度範囲というのがわかれば、おおよ
そその波源の推定にまで、もしかしたら結びつくかもしれないという非常に気の長い話で
す。

○中部電力（梅木氏） 多分今の話は、その想定する規模にも影響してくると思いますの
で、慎重にといいますか、やられたらいいのじゃないかなと思います。

○電中研（松山氏） 今、堆積物の話がちらっと出た、多分深海底コアも限られていて、
津波堆積物も陸上で多分1点ではかってはだめで、やっぱり平面的にその地域のものを見

なきやいけないという意味では、多分こういったものを、限られているからなかなか大変なんでしょうけど、本当はタービダイトの平面分布とかが分かれば理想的とはいえ、なかなかそうもいかないと思うので、やっぱりそうじゃない可能性と、そういうところも含めて、よく調べていただきたいなど。

津波堆積物も、仙台平野とかは津波高さはわかっても、それは多分津波の規模に置き換えることはまだ足りなくて、青森県から福島ぐらまでの津波の分布がわかれば、やっとな波源とかそういった形になってくるというので、本当に壮大な話ではあるのですけれども、その辺を某学会では、何となく昔の津波をどんどん大きくしていくと、防災に貢献するような雰囲気では発表される方々もいて、それは原子力以外で含めても、ちょっと多分あまり一般防災も含めても、あまりいい話、正しくおそれるという方向に行っていないところもあるので、そういった点を留意していただければと思います。

○迎企画調整官 よろしいでしょうか。

では、続きまして、委員からの御意見をお願いいたします。

庄司委員、お願いします。

○庄司准教授 この内容、非常に実施内容のところが具体性を持っていて、非常に分かりやすいなど、専門的に分かりやすいなと思いました。各論のところの実施内容の部分が非常に具体性を持っているなと思います。

その上で、前半の地殻内地震ですけれども、こちらの明瞭に残さないというbのほうですが、この図ですけど、この図で、ここで言っている海域、陸域の空間のスケールというのは、大体どれくらいをイメージしているのか。あと、ここの沿岸断層とおっしゃっているんですけども、ここの例えば広域の変形のこのリージョンというか、領域がどれくらいの空間領域をイメージされていらっしゃるのか、その辺りを具体的に教えていただけますか。

○内田技術研究調査官 お答えいたします。まず、おっしゃられた空間領域というところですけども、今、この海と陸と分けていますね。先ほど飯島のほうから海域のほうのコアの話がありましたけども、そこから広域的な火山灰と、地域的火山灰、地域的火山灰というのは、陸でテフラを、火山灰を利用しようとする対象の領域を指すわけですけども、そのときは、海溝軸からプレートが沈み込んでいった後、ある温度・圧力条件によって陸上に上がってきたものが火山体を構成しているわけですので、そういった中で、火山組成が変わっていくので、それを捕まえようというものです。ですので、今、ここで陸と海と示

していますのは、これはかなり広大な領域の話をしています。

一方で、「広域的変形」と書いているのは、これについては、例えば断層が、例えば逆断層がイメージしやすいと思うのですが、それによって上盤側が変形するような領域ですので、波長で言いますと、大体30kmとか、40kmとかというようなオーダーの話です。

○庄司准教授 そうですね。そうすると、何か少しこの図が、やや何か空間のスケール感が漫画的というか、非常にわかりやすいのだと思うのですが、じゃあ、ここの沿岸断層とおっしゃっているのはもうトレンチなのですね。ここの部分、トレンチというか、トレンチ沿いをイメージしているのですね、その部分は。この沿岸断層と書いてあるような部分は、トレンチ、海溝をイメージした。

○内田技術研究調査官 申し訳ございません。陸上の特に海と陸の境界であるようなものとか、そういったものを、今、適用先としているのは、一つは考えてございますけれども、それはあくまでも例でして、より適用性がよい火山灰の指標を用いるということで、適用性としてはより広範囲に考えております。たまたまこの絵は沿岸の断層を模した模式図になっておりますので、その意味では、ちょっとイメージとして少し誤解を与えるような絵なのかもしれませんので、そこはちょっと今後、工夫したいと思います。

○庄司准教授 そうですか。じゃあ、この震源断層は、やっぱり地殻内の断層をイメージしている図なのですね、これは。分かりました。それで、じゃあ、地殻内の断層で、海域と陸域に出ているようなイメージの図なのですね、これ。分かりました。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。

酒井委員、お願いします。

○酒井室長 御説明ありがとうございました。非常に本当にわかりやすいというか、非常に重要なところをやっていると思うのは、地質とか地質構造調査を定量的にちゃんとやっていくので、そのときにやっぱり指標は非常に重要であるということは、非常にこの研究の重要性を思うのですね。データベースもした上で指標をつくる。ここで、ちょっとおもしろいなと思ったのは、地域的なものをちゃんと入れていくというところで、さらに精度が上がるというのは非常にわかりやすいので、これはぜひ進めてもらいたいなと思って、この個票を見ると、計画を見ると、29年度は点線とかになっているのですね。これって、ほかのと何か書き方が違うのですが、これは本当にFSで1年で終わってしまう場合もあるという、そういうことなのですか。

○飯島首席技術研究調査官 今のところは3年間の予定ですが、ただ、本当に今ま

でやったことがないものですので、本当にものになるかどうかというところを1年でまず見極めて、最悪、終わる可能性もあります。そこは覚悟していますけれども。

○酒井室長 ただ、やっぱり地質・地質構造、そういうのもちゃんと定量的に評価するには、こういうものを充実させるというのは非常に有効だと思うので、逆に、ぜひ進めてもらいたいと思うところはありますけれども、コメントです。

○迎企画調整官 それでは、古屋委員、お願いします。

○古屋准教授 御説明ありがとうございました。

質問ということでもないのかもしれないですけども、この得られた成果、研究成果の確からしさとか、不確実さの幅なのかはわかりませんが、何かそういう検証方法というところも、この研究の中には含まれるという理解でよろしいでしょうか。

○内田技術研究調査官 内田のほうからお答えいたしますけども、例えばこの火山灰の例ですと、一つ、次のスライドにございますように、海底のコアとの酸素同位体カーブと言われるものとの対応関係、それから、ここにはちょっと書いていないですけども、それまで得られている微化石層序と年代が入っていますので、それとの矛盾がないかどうか。それから、これ、今、1点でのコアをイメージしていますが、もう何点かでやってみて、それでクロスチェックをかけて検証するというようなことは考えてございます。

ただ、一方、これについてはそういった方法で考えていますけども、あとの二つ、そちらのほうは、本当に起こったのかどうかということは、やはりちょっと結果を見てみないとわからないところがございまして、そこはやはりおっしゃるとおりだと思っていますので、まず、その検証に行く前のまだ前の段階ですので、まずどういった情報が使えるのかどうかということから、ただ、おっしゃることも分かりますので、それを意識しながら、今のうちから整理していきたいというふうに思います。

○古屋准教授 大変難しいテーマだと思いますけれども、得られる成果は非常に大きいと思いますので、ぜひ続けていただければと思います。どうもありがとうございます。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、最後となります地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジリティ評価に関する研究について、川内首席技術研究調査官から説明をお願いいたします。

○川内首席技術研究調査官 地震・津波担当付の川内でございます。

では、No.6としまして、地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジ

リティ評価に関する研究と、これにつきまして御説明いたします。

目次は、ちょっと割愛いたします。

背景でございますが、新規規制基準におきまして、ここにあります「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」が制定されまして、この中で、御存知のように、地震及び津波に対する損傷の防止が強化されるとともに、例えば竜巻等の外部からの損傷の防止ということが明記されました。一方、原子炉等規制法に基づきまして、「安全性向上評価に関する運用ガイド」が制定され、その中で、外部事象に対するPRAが評価手法の一つとして明記されました。

このような状況を受けまして、安全性向上評価におきましては、地震・津波に関するリスク評価の観点から、施設・設備のフラジリティに係る評価手法を精緻化することが重要であるということ、また、地震・津波以外の外部事象に対する衝撃等に対しまして、構造健全性評価等の判断のための新たな技術的知見の収集・整備が重要な状況となっております。

これを踏まえまして、目的でございますが、津波につきましては、前プロジェクトにおきまして、防潮堤の設計手法の検討を行い、その中で、既往設計手法の適用性等の評価を行いまして、これまでに2編のNRA技術報告を公表してまいりました。現在、第3編について作成を進めている段階です。

この前プロジェクトにおきましては、防潮堤を越流しない設計範囲の津波に対する評価でございますが、平成29年度以降の本プロジェクトにおきましては、津波フラジリティ評価の精度向上ということで、防潮堤を越流する津波に対する防潮堤の応答ですとか耐力といったところの評価を行ってまいります。また、地震で多少のダメージを受けた場合に、津波が来潮した際に、構築物のフラジリティがどのように影響するかといった観点からも評価を行ってまいります。

次に、地震につきましては、前プロジェクトで、施設・設備の地震フラジリティ評価手法に関する基本的な整理はほぼほぼ終了いたしましたので、本プロジェクトにおきましては、さらなるフラジリティ評価の精度向上を目的に、ここでは、建屋、構築物等の三次元挙動を踏まえた応答評価手法の精緻化というのを行う予定です。

また、機器・設備につきましては、既往の加振試験データ、NUPEC、JNESを通じて、加振データがございますので、それらの整備を行いまして、それに基づきまして、例えば解析等により耐力の分析評価につなげてまいりたいというふうに考えております。ここでの

成果に基づきまして、地震・津波フラジリティ算定に係る評価手法及び技術的根拠の整備を行い、これを関連評価ガイドの策定のための知見の拡充に活用してまいりたいというふうに考えております。

目的の2枚目ですが、次に、地震・津波以外のその他の外部事象等についてでございます。前プロジェクトでは衝突に対する評価手法の整備としまして、平板のような単純な構造物に飛翔体を衝突させた試験を行いまして、局部損傷に係る既往評価手法の適用性というものを検討してまいりました。本プロジェクトではこれを発展させまして、衝突・衝撃に対する評価手法の整備と称しまして、建屋のような平板ではなく複雑な構造物を対象とした構造に対する試験等を行いまして、全体損傷ですとか、衝撃波の伝播に係る知見を拡充させたいというふうに考えております。もう一つ、衝撃波が伝播した場合の機器等への影響についてもあわせて評価する予定です。

もう一つ衝撃の観点からは、輸送容器がございます。輸送容器は規定の中で9mの落下に対して構造健全性を維持することが要求されますので、その落下時の衝撃挙動に関する試験等を行って知見を拡充していきたいというふうに考えております。

ここでの成果に基づきまして、衝突・衝撃に対する構造健全性に係る評価手法及び技術的知見を整備し、先ほどと同じように関連評価ガイド等の策定に向けた知見の拡充に活用したいというふうに考えております。

もう一つ、基盤技術の維持といたしまして、亀裂を有する設備の地震フラジリティを評価しまして、健全な場合に対してどの程度の影響があるかというふうな研究を進めてまいりました。本プロジェクトにおきましては、先の熊本地震で複数の余震が起きた等の知見を踏まえまして、ここでは複数回の、例えば設計を超えるような地震力が作用した場合に、疲労の累積等が考えられますので、そういった効果を考慮した配管等の亀裂進展評価手法についても検討を行っていききたいと。そこでの技術的知見はまとまった段階で公表していく予定と考えております。

以上に基づきまして、ここでの実施計画としまして、まず安全性向上評価につきましては、(1)の津波に対するフラジリティ評価及び(2)の地震に対するフラジリティ評価手法の整備を進めてまいります。また、地震・津波以外の外部事象等による衝突・衝撃に対する評価手法の整備についても検討を進めます。もう一つ、亀裂進展評価手法についても整備を進めてまいります。

以降は各実施内容について御説明をいたします。まず、一つ目の地震に対するフラジ

リティ評価手法の整備ですが、ここでは2項目ございまして、1項目めにつきましては、防潮堤の津波に対する応答評価でございます。ここでは下の絵にありますように、防潮堤を越流するような津波を想定した場合に、防潮堤にどのような波力が作用するか。また、漂流物が衝突した場合の衝突荷重はどのようなレベルかといったところを、例えば右の絵に越流のときの試験の様子の写真を掲載しておりますが、このような試験を行いまして、越流時の防潮堤の波圧ですとか、そういったものを計測して評価につなげたいというふうに考えております。

もう一つ、地震との組み合わせを考慮した構築物等の津波フラジリティ評価でございますが、こちらは地震によって多少のダメージが生じた防潮堤に津波が来襲したときを想定しまして、そのときの津波のフラジリティへの程度の影響があるかといったところを評価して手法を整備してまいりたいというふうに考えております。

次に、地震についてでございますが、地震についても2項目ございます。一つ目が地震時の建屋・構築物等の三次元挙動評価でございます。ここでは地震力が設計条件を超える場合を想定しておりまして、そのときに建物構築物内に設置された耐震重要設備の精緻な地震応答を評価するために、例えば下の絵にありますような三次元の建屋のFEMモデルを構築しまして、例えば中越沖地震ですとか、東北地方太平洋沖地震等の観測記録がございますので、そういったところとシミュレーション解析を行ってモデルを構築するといえますか、モデルの精緻化を行ってまいりたいと思います。そこでの評価手法を通常的设计等で用いています簡易な質点系モデルへ反映させて、PRAといえますか、フラジリティの評価に用いる予定でございます。

次に、地震のもう一つにつきまして、今度は耐力について、耐震重要設備の耐力評価についてでございます。こちらのほうはこれまでNUPEC、JNESを通しまして、下の写真にありますように大型振動台で、これは立型ポンプの試験の例でございますが、このような試験を多数行っておりますので、それを再整理してデータベースを構築しまして、これを活用して、例えば振動台の制限で決まっているような設備につきましては、シミュレーション解析等で現実的なモデルというものを構築しまして、解析によって現実的な耐力をなると分析・評価したいというふうに考えております。

次が三つ目の項目で、外部事象等による衝撃に関するものです。ここでは下の絵にありますように、建物のモデルに対して、飛翔体が衝突したときの建物自体の全体損傷及び衝突した際に衝撃波が伝播しますので、その伝播の手法はどのようなものかといったとこ

ろを構築していくというのが一つの命題と考えております。もう一つ、衝撃波が伝播した際に、機器の設置位置の応答がどうなるかということで、そこで機器の衝撃応答を抽出しまして、それに基づきまして機器の衝撃評価に用いる際のモデル化ですとか、耐力の評価にどのような影響があるかといったところに関係した評価手法を整備してまいりたいというふうに考えております。

次に、輸送容器の落下に関する衝撃に関するものですが、これは下の絵に輸送容器の1/2カットモデルでの解析のイメージで、なおかつここにありますように斜めに落下したときの概念図を示しています。これはスラップダウン落下と申しまして水平に近い浅い傾斜角度で落下する場合には、最初の着地点よりもその次に、この絵で言いますと右側が着地した時、要は二次的な衝撃のほうが加速度ですとか、荷重が大きく出るというふうな知見がございますので、こういった知見も踏まえまして、スラップダウン落下に対する構造健全性評価手法について整備をしてまいりたいというふうに考えています。

四つ目が、地震時亀裂進展評価手法の整備です。ここでは下の絵に四点曲げの試験例を示しておりますが、配管に亀裂を設けまして、それに対して設計レベル、もしくは設計を超えるような地震レベルが複数回作用した場合に、亀裂進展評価手法への影響はどの程度あるかといったところを精緻に検討してまいりたいというふうに考えております。

以上の研究の期間ですが、安全性向上評価といいますか、フラジリティ評価に向けた津波に関する(1)、あと地震に関する(2)につきましては、平成29年度～31年度までの3年間を予定しています。また、飛翔体による衝撃の研究と輸送容器の落下に関するものは、それなりの試験とシミュレーション解析等が含まれますので、現状は4年間で実施する予定と考えております。

簡単ですが、以上で説明を終わります。

○迎企画調整官 それでは質疑に移らせていただきます。

まずは専門技術者の方から御意見ををお願いします。

○電中研（松山氏） どうも説明ありがとうございました。すみません、ちょっと素人なので教えてほしいのですが、スライド10にあるこういう落下試験というのは何か過去にもよくやられていたような気が個人的にはするのですけれど、これはスラップダウン落下というのが新しい話ということなののでしょうか。知らないの教えてくださいということです。

○川内首席技術研究調査官 純粹に水平に落下するパターンですとか、もしくはこれが90

度ずれて垂直な角度で落下するというような試験はこれまでに行われておりますが、このような水平に近い、例えばこれが8度とか10度とかの落下になりますと、先ほど説明しましたように、最初の衝撃に対してこちら側が落下した、着地した時の衝撃というのは大体2倍とか、そういったオーダーで大きな衝撃が発生するという海外の知見が得られていますので、それがまだ日本ではあまり明確に採用されていないというのもありまして、ここでそういった事象についての検証を行うとともに、それに関する評価手法についても整備したいというふうに計画しております。

○電中研（松山氏） ありがとうございます。それで、津波の話にちょっと戻して、スライド6のところ、ここで防潮堤の津波に対する応答評価ということで、設計条件を超えて防潮堤を越流する津波という、ここでの設計条件というのは基準津波を考えていますか。

○川内首席技術研究調査官 はい、そうです。

○電中研（松山氏） ただ、普通は基準津波で越流しないということだけで、設計は多分、もう少し普通大きなものを考えていることが、一般防災なんかでも粘り強いというような話があるので、普通設計条件というのは多分、原子力という基準津波、一般防災でいうL1津波なんかよりも、設計というのは普通は多分超えることが実務上、一般かなとは思いますが、そういう観点でちょっと、さらにそれを超えるものということなのかどうかは、少し整理をされたほうが。多分、基準津波で設計はしないと思いますので。もちろんいろんな制約があるとは思いますが、そこは少し整理しておいたほうがいいのかなというふうに感じました。

○川内首席技術研究調査官 ありがとうございます。今の件につきましては、技術的だとおっしゃるとおりだと思います。それで、ここでは津波に対するフラジリティカーブを引きたいというのが最終的な目的となるものですから、要は防潮堤を多少超えるというレベルよりも、もっとさらに、例えばここにあります試験の例ですと、津波のレベルをどんどん上げて行って、それに対して防潮堤に作用する波力なり、波圧なりがどの程度増加するのか、それとも、あるところで変曲点が最大になってあとは落ちていくとか、そういったところを確認したいというのが一つの目的です。

○電中研（松山氏） 入力をどんどん大きくして設計以上というのであれば、それはそれでいいのかなという、形でいいと思いますけれども。

○石田首席技術研究調査官 地震・津波担当の石田でございます。1点だけ補足させてい

たきます。

ここでいうところの設計条件は、あくまでも基準津波、津波の高さを申しておりまして、つまり、防潮堤の設計条件がどこにあるかということには全然言及しておりませんで……。

○電中研（松山氏） 構造上の設計条件とは別の話。

○石田上席技術研究調査官 全然別の話でございます。

○電中研（松山氏） それは私が誤解していた。

○石田上席技術研究調査官 はい。なので、おっしゃられるように、構造上の設計条件は当然、ある程度の越流したプラス α のところを設定して設計をやられていることが想定されますので、それはそれで別にして、津波の高さだけを純粹に防潮堤の高さに対してさらに相当高さまで増やしていったときに、波力特性がどれぐらい変わっているかということ、防潮堤の応答を見て、それが段階的にどれぐらい変わっていくのかということを見たいというのが主でございます。

○電中研（松山氏） その辺りがまたBにつながって、今度Cによるものの影響を踏まえた上でまた同じ津波でも違う、そういったことでつながればいいのかと思います。

○石田上席技術研究調査官 はい。

○電中研（松山氏） 以上です。

○中部電力（梅木氏） 私のほうから3点ほど簡単な質問をさせていただきます。

一つ目が、7ページの地震に関するフラジリティですが、これは個人的にぜひやっていただきたいと思っているところなので、進めていただければなと思います。三次元ではなくて、最終的には質点型のほうで全部ができるようになると、やるほうとしてはやりやすくなるというか、使いやすくなりますので。このときの三次元の挙動の評価手法の精緻化では、具体的にはあれですか。3DFMの非線形応答解析をやられるということですか。

○川内首席技術研究調査官 まずは先ほど説明したように、観測記録で合わせ込みをやろうと思うのですが、それは多分、非線形に入っても、若干非線形といいますか、ぎりぎりかなという感じですので、そこで線形なら線形の範囲で合わせ込みを行いまして、それに対して材料非線形とかを反映した形で構造非線形的にどうなるかというところは、連続性という意味で見たいというふうに思っています。

○中部電力（梅木氏） FEMの非線形というのは結構難しい問題がいろいろありますので、その辺は考えながらやっていかれたほうがいいかなと思います。

それから、8ページですけれども、これはNUPEC、JNESの結果を使うということなのですが、それ以外の結果も使われる予定……。いろんな多分大型の実験というのは、例えばE-ディフェンスとかでもやっているのかどうか私はよく知りませんが、ということなので、データの収集の視野を広げるという観点もちょっと考えられてもいいのかなと。単純に感想です。できるかどうか分かりません。

最後の亀裂進展なのですが、機械そのものの今、亀裂を対象にされているようですが、機械ってやっぱり乗っかっている基礎、基礎ボルトだとか、コンクリートの基礎なんかもやっぱり重要だと思うのですが、その辺についてはスコープに入っておられますか。ボルトがちょっとゆるんだりだとか、基礎がちょっと亀裂が入ったりだとかというところは今はスコープに入っていますか。

○川内首席技術研究調査官 今の質問から回答いたしますと、今のコンクリートと機器の取り合いといった部分については、今はスコープに入れてございません。ここでは、例えば応力腐食割れのような亀裂が最初から配管にある、それが発見されたという条件のもとで地震が作用したらどうなるかといった観点で研究することを考えています。

○中部電力（梅木氏） すみません。私、勘違いしていました。地震起因からスタートしたかなと思ったので、今のような質問をさせていただきました。分かりました。

○川内首席技術研究調査官 そこはちょっとわかるように表現は見直したいと思います。

あと、先ほどE-ディフェンス等のほかの試験もあるでしょうという話なのですが、これにつきましては、確かに多度津の試験場がなくなった以降、JNESで行った試験も、多度津だけじゃなくてE-ディフェンスですとか、あと民間の会社の振動台、請負等でやった実績がございますので、それは当然含める予定です。ただし、事業者というのですか、民間だけで行った共同研究ですとか、そちらのほうにつきましては、いろんな制約があって公開されていない部分もございますので、公開情報でわかる限りのところは情報として集めて、研究に反映したいというふうに考えています。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、委員の方々から御意見をお願いします。

庄司委員、お願いします。

○庄司准教授 非常に広範な内容かなと感じました。全て非常に重要な内容なので、研究の必要性から考えると間違いなく非常に重要だと思います。

ちょっと御質問重なるのですけれども、地震に関するフラジリティの研究内容について

ては、構造物で建屋ということになっておりますけれども、あるいは機器ということになっておりますけれども、重要機器ということになっておりますけれども、構造という観点から捉えると非常に研究はそれなりに行われている分野ですよ。三次元のFEMを質点にとかいうような話というのは。そういった意味で非常に豊富な研究の知見があるので、いろいろと参照される情報なんかを少し選りすぐられたらいいのかなと思います。

あと、飛翔体のほうも衝撃の解析というのも、私自身は手を動かしてやったことはないのですが、一方で、御存知と思いますが、原発ではありませんけれどもWTCへの飛行機の突っ込みとか、ああいうような問題については、構造工学の観点から非常に衝撃による構造の破壊の問題は、非常にやはり研究も豊富です。逆に、そういった面で評価手法をどうするかというようなところに着眼をおいてやられるというような、少しポイントを絞ったほうがいいのかなと思いました。

津波のところは、先ほどのと重なりますが、地震との組み合わせのほうのフラジリティ評価は、これは逆に言うと研究の面で非常に難しく、取組がプアなので、ぜひ研究の知見として指名していただくと学術的にも非常に面白いテーマであると思います。

最後の亀裂のやつですが、これは純粹にちょっと質問ですけれども、今の状態でこれは先ほど松山さんの質問と重なるのですが、スライドの11ページで、現在の複数回の設計というのは、どういう形で要求されているのでしょうか。それをこういうような形で地震力がそれをする場合と。いわゆる非常に意味はわかるのですが、現行の数回のというのは、どのくらいこれを想定されているのですか。

○川内首席技術研究調査官 設計要求のほうから申しますと、基本的に S_s なりの地震動は、プラントライフ中で1回想定という設計上の形になっていまして、それに対しまして、ここで複数回と言っているのは、亀裂を有する設備のフラジリティカーブを考えたときに、基本的には一つの地震でどの程度進展して最後に破壊評価を行って、どの程度、どのレベルで破壊に至るかといった評価になるかと思うんですけど、ここではちょっとまだ、漫画といいますか、ここでは3回の地震のイメージを書いておりますが、どの程度、レベルとあと回数が効いてきますので、ちょっとここは試験を行いながら、レベルと回数関係というのも多少詰めたなというふうには考えています。

いずれにしても、現行の設計からするとかなり保守的な部分もございますので、そういった差異も含めながら、研究への反映というところはもう少し考える部分はあるのかなというふうに思っております。

○庄司准教授 応力の振幅とあと繰り返しの回数と、その周波数みたいな組み合わせの中でそれがさらに複数かかるみたいな、低サイクル疲労みたいな形のモデルを考えていらっしゃるのですよね、多分実験で。そのあたりの具体性なんかも見通しがあるといいかなと思いました。コメントでございます。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。古屋委員お願いいたします。

○古屋准教授 御説明どうもありがとうございました。庄司委員がおっしゃっていたように、大変重要な項目ばかりだと思いますので、ぜひ研究を進展させていただければというふうに思います。

幾つかコメントを含めてなんですけれども、2番目の地震に対するフラジリティ評価のところなんですけれども、これも先ほども出ていましたけれども、建屋のほうの三次元挙動ですね。詳細解析モデルでFEMでモデル化していくということだと思うのですが、やればやるほど不確かさがというところもあるとは思いますが、何らかチェックをしながら進めていただけるといいかなというふうに思います。あと建屋のモデルになっているのですけれども、中の機器のモデルとかというのは一緒にやる予定はないのでしょうか。

○川内首席技術研究調査官 機器につきましては必要に応じまして、例えば、建屋側の応答が特異な応答を示すようなことがあれば、機器についてもその影響というのは考えていきたいなというふうに思っています。評価の中では機器、建屋のこのモデルと連成というのは、床置き機器の連成というのはちょっと難しいと思いますので、そういったときには6自由度成分を適切に入力するような、解析手法というのはもう既に構築されてはいると思いますので、応答によってそこがどのように影響するかという観点で見たいというふうに思います。

○古屋准教授 ありがとうございます。おっしゃられるとおり、機器側のほうの応答から建築構造物側のほうに何か作用するところというのはあまりなくてというか、限られた機器しかないとは思いますが、あまり機器と建築構造物、一体で影響ないというのは分かっているのですけれども、ある程度解いているというのが例としてはあまりないかなという気がしますので、主要なところだけでも一体として組んだものがどういう応答になるのかというところの検証のためにも、何かそういう機会があればぜひ検討いただければというふうに思います。

それから、3番目の衝撃のところなんですけれども、今現在の計画で、応答と耐力というところへの観点だと思うのですけれども、機械設備のほうでいきますと、機能維持という

ころも非常に重要な観点ではあるかなというふうに思いますので、この耐力と応答の評価の後で、機能というところへもつながっているとは思いますが、ぜひ機能維持という観点でも評価がいただけるのかなというふうに思います。

それから、研究全般通して実験と解析という形が行われるという計画になっておりますので、大変有意義な結果が得られるというふうに思うのですが、今現段階で結構なのですが、予定されている試験体の規模というのですか、要は実機レベルに近いところでやるのか、それとも縮尺試験体のようなモデルを考えられているのかというのは、実験によって違うのかもしれませんが、今どんなところをお考えでしょうか。

○川内首席技術研究調査官 例で示しますと、例えば9ページに示しています建屋のモデルですが、これにつきましてはあまり小さいモデルを用いますと衝撃波の反射の問題ですとか、伝播が小さすぎると取れないとか、そういうところがございますので、これは確か、4m角ぐらいの大きさであれば、そういった衝撃伝播の影響は確認できるだろうということで、そのレベルの試験を行うことを今想定しています。

また、例えば輸送容器の落下につきましては、これも実機サイズのものができる一番よろしいのですが、そのレベルですと床の剛性を確保しなければいけないとか、いろんな問題がございますので、今は3分の1程度の縮尺モデルで計画を進めている段階です。

○古屋准教授 どうもありがとうございます。今おっしゃられたとおり、できるだけ実機に近いほうが不確かさもないですし、いいデータが得られると思いますけれども、ただ、できるできないというところもあると思いますので、ありがとうございます。

あと、最後にもう1点だけ。この実験の公開性というところは今のところどういう計画になっていますでしょうか。

○川内首席技術研究調査官 基本的にはデータ含めて全て公開することを考えています。必要に応じては公開試験的なところが、できればやってみたいと思っていますけれど。

○古屋准教授 分かりました、ありがとうございます。非常に重要な実験等になるかと思っておりますので、できるだけ多くの方々に公開していただければ、そんな計画を立てただけると大変ありがたいというふうに思います。ありがとうございました。

○迎企画調整官 酒井委員、お願いします。

○酒井室長 御説明ありがとうございます。幾つかの項目を説明してもらって、非常に一つ一つが重くて、そう簡単に答えが出るものでもないなというところが多いというふうに感じました。その中でより具体性を上げながらこういう実験等を繰り返してやっていく

という姿勢も非常にいいなと思うので、ぜひ続けていていただきたいなと思うところですが、幾つか質問させてください。

(3)のところでは飛行体のところというのは、どんなものを飛行体がぶつかるとして考えるものなのでしょうか。

○川内首席技術研究調査官 ここでは竜巻飛来物ですとか、航空機等を考えて想定しております。

○酒井室長 例えば何か崖とかあったときに、何らかの強い揺れとかでやっぱり大きな、あと想定外の揺れで崩れたりするというような、そういう場所にあるものも見受けられるような原発とか、そういう部分ではかなり重たいものが落ちてくるので、そうするとそれだけでもかなりの衝撃になるということもあって、そういうものはここには入っていないということでしょうか。

○川内首席技術研究調査官 例えば敷地内の斜面が崩壊して、岩が転がって建物・構築物に衝突するという事象は、設計を超えるようなレベルでは想定する必要がございますので、今ここでは飛行体等というふうに称していますが、一応そういった速度が遅い、飛行体はかなりスピード早くなると思えますけれど、かなりゆっくりしたものにつきましても、ここでの試験データに基づけるかどうかはちょっと分かりませんが、なるだけ今おっしゃっていただいた岩石の衝突ですとか、津波漂流物が衝突した場合とか、そういうところもなるだけ含める形で研究をまとめたいとは考えております。

○酒井室長 ありがとうございます。ちょっと続いてなんですけど、この全体をいったときに構造物、先ほど中のものも入れてシミュレーションという話もあったんですけども、その上って地盤の上に乗っかっているんで、どうしても地盤と構造物と、あるいはその中と、揺れ方っていろいろ変わってくるのかなというのがいろいろ実験等やっても見えていたり、あるいは実際のところで見ても、建物はよくても地盤のここは崩れちゃっているんでというようなところ、あるいは鉄塔がそこで崩れて停電しちゃったりというようなところも含めると、何かそういう地盤って一番弱いと思うんです、その中の構造物系のところで見ると。そういうものに対する考慮は今回の、新規のものではないだけなのかもしれないですけども、そういうところがなかったのですけれども、そういうところを入れるようなそういう研究というのは、ここはもう個別のあれじゃないかもしれないですけども、全体の中でそういうふうに考えていくことって必要じゃないかなと、守るという意味では。特に今回の地震でも2回も強いものが与えれば土なんてあつという間に崩れてし

まうという現象もよく見られているので、そういう意味ではそういうものを踏まえる必要もあるのかなと思ったときに、今回四つ上がっているのですけども、そういう新規のを多分上げていく上で、どうやって考えていって新規のものが出ていっているのかなというのがちょっと今回、全体の中で少し疑問というか、どうやっているのかなというのをちょっと思ったので。要は、これを尽くせば3年後には精度の高いそういうものができていく。あるいは尽くしてないものも当然あると思うのです。そういうものをどこで検証してどこで決めているのかな。今回この四つを見てくれということで四つを見ていると思うのですけども、その前後のやつと踏まえてそういうのってどうなのだろうかというのを、ここっですごい幅広いので、そういう質問になってしまったのですけれども、その辺って、すみません。ここで、このタイミングではないかもしれないですけども、全体見ていてちょっと思ったところです。

○川内首席技術研究調査官 ありがとうございます。ここでは背景に示していますように、規制基準とか原子炉等規制法等に基づきましてということでスタートはしているのですが、結果的には例えば審査の中での構造健全性評価の判断のための基準ですとか、あとここに示していますように関連する評価ガイドの作成のための知見を拡充していくとか、そういったところに観点を置いていますので、基本的にはこういう基準に基づいた大きな流れのところで安全研究に取り組んでいる形になっています。例えばトピックス的に新しい地震で新しい知見が得られたとなれば、それに対してこういった研究の中で必要に応じて取り込んでいくことは重要であるというふうには考えております。

○酒井室長 分かりました。ありがとうございます。

○迎企画調整官 梅木氏、お願いします。

○中部電力（梅木氏） すみません、もう終わったのかもしれませんが、今の先生の御質問、恐らく研究全体のロードマップというか、その辺のところを多分お知りになりたいのかなと思って、私も同じような感覚に陥っているので、これは私が知らないだけなのかもしれませんが、この研究の今やっているものの全体のロードマップというのがあって、そのうちの今、この辺をやっているからいいんだよみたいなどころをお示しいただくと、もう少し理解が進むのかなと思ったのですが、いかがでしょうか。

○飯島首席技術研究調査官 後ろから失礼します。地震・津波、飯島です。

全体の話、確かに我々は今、平成29年度からの研究を進めるに当たって、まず重視したのが、まずは安全性向上評価がこれから始まります。それでもう一つは継続的に審査も

やっています。その中で、今までやってきた研究以外で、そこでカバーできるものはいいのですけれども、その安全性向上評価ですとか、あるいは審査するに当たって、足りないものという観点から選んだというのがまずあります。これは今のフラジリティだけではなくて、ハザードもそうなのですけれども、まずはそういうスタンスでやっているというのが一番基本にあります。今、酒井先生から御指摘あったとおり、いろんなスタンスをいっても課題は出てくるとお思いますので、そういったものは整理して研究にだんだん反映していくような形をとりたいと思っています。基本的には安全性向上評価、それから審査、そういったもので今までの我々の知見で足りないものについて不足しているというような、基本的なスタンスは私はそういうふうにあるというふうを考えています。

○迎企画調整官 よろしいでしょうか。

○酒井室長 ありがとうございます。よく分かりました。ただ、ちょっとここで一言言いたかったのは、確かにロードマップみたいなものがあれば非常にわかりやすいからいいなということと、今回評価をしなきゃいけないという立場のときに、全部重要なのですよね。これやらなきゃいけないと、全て思うのですけれども、やっぱり何らかの目的があつてというものが最初にわかるとそういう評価の仕方も、これはちょっと今は置いておいてもとかいうのが全体として出てくるのかなと思って、そういうようなつもりで私は質問させていただきました。ありがとうございます。

○迎企画調整官 庄司委員、お願いします。

○庄司准教授 いわゆる原子力の施設を考えたときに、概略というか、ハザードの評価と、逆に施設側の抵抗の観点からの。今日、最後、川内さんの内容は、施設・設備ということで、一くくりで非常に広い内容で、これが6番とかいう項目になっていて、地震と津波については1、2、3とかいう形に分かれているのですけど、何かその全体構成みたいなどころのバランス感覚というのはどういうふうに決まっているのでしょうか。施設・設備のフラジリティはもう1個あつて各論でという、そんな感じなのでしょうか。

○飯島首席技術研究調査官 これ、過去の経緯というのがあつて、ハザードはハザードでもともとはプロジェクト、ずっと分かれているのがそのまま継続しています。フラジリティのほうもある段階で1回まとめたのです。それがそのままという形で、そこに入れ込むような形になっています。予算との絡みもあつてこういうような形になっちゃっていて、なかなか歯切れの悪い説明ですけど、あまり科学的に合理的にという観点、要するに過去の経緯を引きずりながらという、ちょっとこの辺は御理解いただきたいと思っています。

すみません。

○石田上席技術研究調査官 くくり方の話なのですけれども、今ちょっと飯島が申し上げましたように、確たる根拠があつてのあれではないという、過去経緯なんかも引きずりながらというところがございます。それで、このフラジリティのところに関して申し上げますと、結果的には非常に広範囲な、それからつぶの大きいものから小さいものまで広範囲にまとめているという形になるので、先ほど酒井先生の御質問にあつたような全体を俯瞰したときの考え方がとかといったときに、これという一言の言い方がちょっとできづらいところがあるのは御了解いただきたいなと思うところがあるのですけれども、いずれにしましても、結果的にこういう形でかなり雑多なものを一つにまとめざるを得ないというか、まとめているという状況になってございます。

○迎企画調整官 ほかにございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、本日の説明は以上となります。全体を通して何かコメントございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、最後に、繰り返しとなりますが、事務局から連絡事項としまして、一つ御説明させていただきます。

委員からいただきました御意見は事務局で取りまとめをしまして、書面による審議をさせていただきます。後ほど事務局より御連絡させていただきたいというふうに考えています。よろしく願いいたします。

それでは、これで第5回地震・津波技術評価検討会を終了いたします。本日はどうもありがとうございました。