

## 第6回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会

日 時 平成27年7月29日（水曜日）

午後1時00分から

場 所 KKRホテル仙台 2階 蔵王

## 1. 開 会

○司会 それでは、ただいまから第6回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会を開催いたします。

## 2. あいさつ

○司会 開会に当たりまして、宮城県環境生活部次長の安倍より挨拶を申し上げます。

○環境生活部次長 本日は大変お忙しい中、ご出席を賜り誠にありがとうございます。

5月に開催いたしました第5回目の検討会では、「地震後の設備健全性確認」のうち、「炉内点検」などの論点について、委員の皆様には活発なご議論をいただき、ありがとうございました。

さて、第6回となる本日の検討会では、「地震後の設備健全性確認」のうち、「震災時の津波調査」の状況などの論点について、また、「新規制基準適合性審査申請」のうち、「内部溢水」について、東北電力から説明と委員の皆様による検討が予定されております。

また、6月12日に東北電力から、新規制基準への適合に向けた工程の見直しについて発表がありました。安全性の確認に関連いたしますので、本日はこの件についても報告される予定でございます。

本日ご出席の委員の皆様には、それぞれのご専門の分野に係る知見に基づく忌憚のないご意見を賜りたいと考えております。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

○司会 それでは、本検討会の開催要綱第4条の規定に基づき、座長の若林先生に議事の進行をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○座長（若林） 議事に入る前に、本日検討する論点項目につきまして、事務局から説明をお願いいたします。

○事務局 原子力安全対策課の阿部でございます。

本日の論点項目をご説明する前に、まず、前回の検討会の論点につきまして、検討会後に委員の皆様から追加の質問等はございませんでしたので、改めてここでご報告をさせていただきます。

それでは、本日検討を予定しております論点項目についてのご説明をさせていただきます。

資料-1に論点項目を、それからA3判の資料-1（別添）に、委員の皆様からいただきましたご意見、ご質問を取りまとめております。これらには、前回の第5回検討会でいただきましたご質問についても追加させていただきました。

本日検討を予定しております論点項目とご質問、ご意見への対応につきましては、資料－1と資料－1（別添）の網がけ部分となりますので、ご確認をお願いします。

検討予定の論点は、「1 地震後の設備健全性の確認」では、（1）炉内点検、（4）震災時の津波調査、（6）ソフト面の対応をお願いしたいと考えております。

「2 新規規制基準適合性審査申請」につきましては、（5）内部溢水の検討を、それから「3 その他」では、（1）安全対策全般の検討をお願いしたいと思います。

また、タンクの地下化工事など安全対策の見直しが行われましたので、関連報告として東北電力より、安全対策工事工程の見直しについてご報告いただく予定としております。

事務局からの説明は、以上でございます。

○座長 ありがとうございます。皆様よろしいでしょうか。

それでは、早速議事に入らせていただきます。

### 3. 議 事

#### （1）各論点の説明・検討

##### 「1 地震後の設備健全性の確認」

- ・（1）炉内点検（No. 6 関連）

○座長 それでは、議事の（1）各論点の説明・検討のうち、「1 地震後の設備健全性の確認」のうち、（1）炉内点検について、東北電力株式会社から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 それでは、東北電力の原子力部、小林です。

ただいまご紹介ありました、論点、No. 6の地震後設備健全性確認、炉内点検への質問事項への回答をさせていただきます。

また、これに先立ちまして、まず、前回資料の訂正についてご報告させていただきます。

前回第5回の検討会の資料－5の炉内点検の説明資料の20ページに、女川1号機の原子炉圧力容器の開放時期を記載しておりましたが、こちらを平成26年6月と正しく訂正させていただいております。あわせて、アスタリスクにて、原子炉圧力容器開放時期の定義を追記しておりますことを報告させていただきます。

訂正内容は画面にお示ししておおります。1行目のところの平成26年6月と直させていただいたのと、6月、それから3行目の10月、5行目の8月のところにアスタリスクを追加させていただいているというものでございます。この件については、以上となります。

それでは、関連質問の回答に参ります。

- 長谷川委員 この資料に書いてあるというのは、どこに書いてあるのですか。
- 東北電力株式会社 画面のほうに。
- 長谷川委員 画面だけですか。
- 東北電力株式会社 はい。
- 長谷川委員 資料を出さないで。
- 東北電力株式会社 前回資料の修正の報告でございました。では、別途配付させていただきます。
- 長谷川委員 そのほうがいいですね。訂正ですから。
- 東北電力株式会社 それでは、回答のほうに参ります。

資料の2ページをご覧ください。

第4回、第5回でお時間をいただきまして、女川1号機から3号機の原子炉压力容器内部の設備については、東北地方太平洋沖地震の影響による損傷の有無を確認するため、点検を実施していること、そしてその点検内容は、各構造物に要求される機能が地震により喪失される場合を考慮した損傷モードを踏まえて、目視点検を実施しているということを説明させていただいておりますが、その中で、制御棒及び燃料体の点検の考え方についてご質問をいただきましたので、その点について本日は説明させていただきます。

2ページ右に、原子炉压力容器内部の概要図が記載されておまして、そこに制御棒と燃料体がそれぞれ1体ずつ記載されております。燃料体は、上部格子板と炉心支持板の間に位置しておまして、全部で560体ございます。それで、560体の燃料体の間を制御棒が上下するという配置構造になってございます。

3ページ、ご覧ください。制御棒と燃料体点検に関する考え方になります。まず、制御棒と燃料体は、使用前に全数の外観点検を実施いたします。続いて、3.11地震によって発生した燃料体の相対変位ですが、こちらは加振試験で制御棒の挿入性に問題ないことが確認されている40ミリ以内であることを解析によって確認しております。

以上のことで、3.11地震後においても制御棒は健全であると考えられまして、これらを前提に抜き取りによる外観点検を実施しております。抜き取り対象の詳細については、次ページで説明いたします。なお、今後実施する系統機能試験では、全制御棒に対して挿入試験を実施する予定としております。

また、3ページ下側のところに参考で記載しておりますけれども、プラント起動後の運転中

においても、制御棒の動作確認を実施して、制御棒の動作機能に異常がないことを定期的に確認しておりますし、さらには、原子力発電所には制御棒のバックアップ機能として、ほう酸水注入系を設置しております、系統設計上、多様の安全上の配慮がなされております。地震後健全性だけでなく、さまざまな段階で安全性を確保するような対策を行っていることを確認させていただきます。

4ページをご覧ください。制御棒の抜き取り点検についてご説明いたします。4ページ左側の図と右側の図は、原子炉の炉心を上部から見た状態を示しております、先ほど説明した上部格子板、その格子を示しております。この格子で区切られた升一つ一つに、制御棒が1体ずつ位置する形となります。

文章のほうになります、原子炉压力容器内の制御棒は、対称性を有した配置となっておりますので、全体の90度分の3方位、すなわちX方向、Y方向、それと45度の方向の中央部、そして最外周部、その中間部を点検対象として選定してございます。その結果、女川1号機では7本、2号・3号機では8本の制御棒の点検を行っております。

制御棒については、配置によって地震の影響の受けやすさが変わりますが、この選定方法によって、配置の影響については網羅性があると考えております。制御棒の点検範囲は全体外観としておりまして、損傷の有無を使用済燃料プール内で確認しています。外観点検は、社内資格を有するプラントメーカー検査員及び当社社員がそれぞれ確認しておりまして、点検の信頼性を高めております。なお、制御棒は、通常の定期点検においては、2定検ごとに2本から4本の抜き取りによる外観点検を実施しておりまして、今回の地震後健全性の確認は、それよりも多い数を確認してございます。

続いて、燃料体の点検についてご説明しますが、ここで説明者を交代いたします。

○東北電力株式会社 女川原子力発電所原子燃料グループの高橋です。

引き続きまして、燃料体の点検ということで、チャンネルボックス、燃料集合体の点検についてのご説明をいたします。

5ページをご覧ください。右下の図になりますけれども、燃料棒を上部・下部タイプレート及びスペーサで束ねたもの、こちらを燃料集合体ということでここでは呼ばさせていただきます。原子炉で使用する場合につきましては、この燃料集合体に四角い筒状のチャンネルボックスというものを取り付けて使用いたします。ここでは、このチャンネルボックスを取り付けたものを燃料体と呼ばさせていただきます。

この燃料体につきましては、原子炉内に装荷するときは、左の図をご覧ください、燃料体4

体を制御棒1本の周りに配置するという構造となっております。チャンネルボックスの点検におきましては、制御棒との干渉等の影響等も確認するという観点から、先ほど地震後点検で選定した制御棒に隣接していたチャンネルボックスを点検対象としてございます。また、原子炉内のチャンネルボックスにつきましては、地震時には同じ揺れ方をするということから、この燃料体を点検することによりまして、配置による影響には網羅性があると考えてございます。

地震による同じ揺れ方というイメージでございますが、3ページ目のほうに戻っていただきたいと思っております。右の図になりますが、燃料体は原子炉内で、上部格子板、炉心支持板で上部・下部を保持された形になってございます。このために、地震による揺れによりまして、点線で書いてあるように真ん中がたわんだ弓状の揺れ方で、同じ方向に揺れるという特性を持っております。こういう特性から、先ほどご説明をさせていただいたような選定方法で配置による影響には網羅性があると考えてございます。

5ページ目にお戻りください。このチャンネルボックスの外観点検につきましては、異常な変形や損傷の有無について社内資格を有するプラントメーカーの検査員及び当社社員が確認し、信頼性を高めおります。

今後、系統試験におきまして、このチャンネルボックスの健全性を含め、制御棒の挿入性の確認ということで、全制御棒に対して挿入試験を実施し、健全性の確認をしていく予定にしております。このチャンネルボックスに関しまして、もう一つ、点検・対応をした項目がございますので、こちらについて補足で説明をさせていただきます。

ページが飛びますが、8ページ目をご覧ください。こちらは、女川3号機におきまして、平成24年6月、燃料体の点検を実施していたところ、チャンネルボックスの上部クリップ部と呼ばれるところに一部欠損が確認されました。この事象を受けまして、当時の原子力安全保安院より、他の号機についても同様の事象がないかを確認するようという指示を受けまして、女川2号機につきましても、当時、使用済燃料プールに保管されていた全燃料に対しまして、チャンネルボックスの上部の点検を実施いたしました。この結果、13体の燃料のチャンネルボックス上部に、同様の欠損を確認しております。

具体的に、どのような状況かといいますと、右の図をご覧ください。チャンネルボックス上部には、チャンネルボックスを燃料集合体に取り付けたり、取り外したりするときに使う工具を取り付けるクリップと呼ばれる三角形の板を溶接によって取り付けております。

写真の黄色い丸をご覧ください。こちらの端のほうの部分に白く見えるところがございますが、このようにクリップ接合部の一部が白く見えて、欠損をしているというような状況が確認

されたというものになります。

点検結果のほうに戻りますが、この欠損以外、それ以外の部位では特に異常がなく、燃料体の健全性、原子炉施設に影響がないということも確認をしている状況でございます。この原因につきましては、製造時の溶接不良によりまして腐食したものと推定しております。チャンネルボックスを製造したメーカーにおきましては、溶接設備を更新し、再発防止対策を施しているところでございます。

続きまして、燃料集合体の点検についてご説明いたします。ページが戻りますが、6ページをご覧ください。燃料集合体につきましては、発電所に受け入れた当時、全数を外観点検実施しております。また、地震発生時及びそれ以降、放射線モニター、原子炉及び使用済燃料プール水中の放射性物質の濃度を測定し、有意な変化がないということを確認しております。

また、地震において、燃料集合体にかかる力が、部材の健全性に影響を及ぼす範囲にはいたっていないことを解析によって確認しております。

それらによりまして、地震後において、燃料集合体に損傷はないと考えられることを前提に、抜き取りによる外観点検を実施しているというものになってございます。

続きまして、7ページ目です。具体的な抜き取りの考え方ということで、当時、原子炉内にあった燃料集合体、こちらにつきましては、製造メーカーが2社あること及び燃料の燃焼の度合いによりまして構成部材の機械的特性が変化するというものを考慮して、抜き取りの選定をしております。具体的には、A社の製造した燃料につきましては、燃焼度の低いものから10体、高いものから10体というような選定をしております。

原子炉内の燃料集合体につきましても、先ほどのチャンネルボックスのご説明と同じように、地震時に同じ揺れ方をするということから、配置による影響については、この選定で網羅性があると考えてございます。

また、地震当時、使用済燃料プールに貯蔵されていた新燃料について点検をしております。こちらにつきましては、燃焼の度合いによる構成部材の機械的特性の違いはございませんので、貯蔵されていた位置が特定の位置に偏らないようなことを考慮し、メーカー別に10体を抜き取りとしてございます。

この外観点検につきましては、これまでと同様、社内資格を有する検査員及び当社社員が確認し、信頼性を高めております。

今後も引き続き、放射線モニター、原子炉及び使用済燃料プールの水質の監視を継続し、燃料集合体の健全性を確認していくこととしてございます。なお、燃料集合体の通常時の定期検

査におきましては、燃料メーカー別に燃焼度の最も高いものから2体点検するというので、今回の点検はこれよりも抜き取りの頻度を高めて実施しているという状況になってございます。

以上で、説明を終わらせていただきます。

○座長 東北電力から説明がございましたが、何か質問等がございましたならば、ご意見をいただければと思います。鈴木先生、お願いします。

○鈴木委員 ご説明ありがとうございました。

最初の「2. 制御棒及び燃料体の点検について」の、特に3ページのところについてご質問いたします。まず、最初に「3. 11地震によって発生した燃料体の相対変位が、加振実験により……制御棒の挿入性は問題がない……40ミリ以下であることを確認」と書いてあります。この加振実験というのは、どのような試験を、どのような入力でされたのか、教えてください。

○東北電力株式会社 加振試験につきましては、振動台で揺らしまして……

○鈴木委員 振動台で、何を加振したのですか。

○東北電力株式会社 模擬装置をです。

○鈴木委員 模擬装置ですね。試験体を作って。

○東北電力株式会社 はい。

○鈴木委員 それは、実物大ですか、それとも縮小模型ですか。

○東北電力株式会社 実物大です。

○鈴木委員 実機のどこからどこまでを模擬した試験体でしょうか。ここにある炉心支持板、上部格子板を含めたものを模擬したのですか。

○東北電力株式会社 では、私のほうから説明させていただきます。

原子炉施設の耐震の評価といたしまして、原子炉圧力容器内部の構造物を模擬した、上部格子板、下部支持板を含めて模擬体をつくりまして、そちらを加振いたしまして、確認をしております。

○鈴木委員 振動台で加振したと。その時の入力は、どのような入力を使われたのですか。もし今、ご返答が無理でしたら、後日でも結構ですが。

○東北電力株式会社 そうですね、入力地震動そのものはお答えできないのですが、燃料体の相対変位が40ミリ出るところまで揺するというようなことです。

○鈴木委員 40ミリ出るまで、徐々に入力のレベルを上げたということですか。

○東北電力株式会社 はい。

○鈴木委員 その入力は、特定の入力ですか。

○東北電力株式会社 そうですね、前段の……

○鈴木委員 耐震設計用入力ですか。

○東北電力株式会社 ええ、地震動を制御しているわけではなくて、燃料集合体の変位のほうをパラメータとして確認しているところなので、このぐらいの地震で入りますではなくて、燃料の相対変位が40ミリあっても、問題なく挿入できますということを確認しています。

○鈴木委員 そうですか。それでもよろしいのかと思うのですけれども、応答変位には強い入力依存性があるわけですね。どんな入力が、どんな加振レベルで入るか、また地震動の加振時間等々の条件がありますので、40ミリ以下というので確認したという結果により説得性を持たせるためには、40ミリに近い、つまり非常に危険性が高い入力の特性というのは、どのようなものなのか、それが起こり得るのかどうか。ある特定の入力での加振試験をしてみたら40ミリ以下になったから安全性が保障されたと結論づけてしまうのは、不十分かもしれないという感じがします。その辺のところをもう少し、入力依存性の問題を含めてご検討いただきたい感じでしたが、いかがでしょうか。

○東北電力株式会社 ありがとうございます。先ほど申したとおり、入力依存性というよりも制御棒の変位に着目した評価をしております、実は加振以外にも、燃料体に40ミリの変位を強制的に与えた上で挿入をするという試験もやっております、それでも問題ないということを確認しております。

○座長 源栄先生、お願いします。

○源栄委員 今の問題に絡んで、この40ミリという値に対する変形をどのようにチェックするのかというあたりが、私の質問したいところです。

私、別な炉心で振動実験を担当していたことがありまして、スクラムタイムに絡んで、あのCANDU炉という原子炉の日本への導入に向けて、380本の炉心の5分の1模型を振動台で揺すり制御棒を挿入する試験でした。そのときに、実際にはこの制御棒を入れるスクラムタイムの制限に対して、制御棒を挿入できるかどうかを確認するわけですが、今問題にしている40ミリという値以下であると影響ないと思いますけれども、先ほど鈴木先生がおっしゃったように、いろいろな揺れの性質の問題もあるのですが、この40ミリという変形をどのようにして計測で見つけるのかということについて、ただカメラを入れただけで分かるのかというあたりのコメントをいただけますか。

○東北電力株式会社 ですので、先ほど補足説明しましたとおり、40ミリの変位を強制的に与えて、それで挿入試験というのも行っておりますので、それはもう与えた段階で、それこそ直

接測ること……

○源栄委員 でも、実際に炉心で40ミリあるかどうかというのを、実験では分かるけれども、どうやって計測するのですか。

○東北電力株式会社 実際に地震で揺れたものですか。

○源栄委員 揺れたものです。

○東北電力株式会社 そこは、解析で評価しています。

○源栄委員 それは、実際にはものを見ていないわけですか。

○東北電力株式会社 地震のときに、どのくらい揺れたかというのを……

○源栄委員 解析から推定するということですか。

○東北電力株式会社 解析で計算しております。

○源栄委員 何か直接、ひずみとか変形を測るような方法はないのですか。

○東北電力株式会社 そのところの変形を測るような装置は、今、発電所の中にはついておりませんので、それを計測データがあるかというのと、それはないです。

○座長 では、鈴木先生、お願いいたします。

○鈴木委員 源栄先生のご質問に関してなのですが、解析ということをおっしゃいました。

通常、加振試験というのはいろいろな条件で多数回できるわけではないので、例えば変位40ミリになることを押さえるのは、それはそれで結構だと思います。試験結果と解析結果がきちんと対応しているということを確認した上で、解析によって、どのような入力、どのような加振条件が試験体にとってより厳しいものになるかが明確にできるはずですが、解析をなさったとおっしゃっているわけですから、その解析の結果と実験結果との対応を整理してお示しただくと、随分説得力が違うと思います。そうしますと私が申し上げた入力依存性の部分も含めていろいろなことがわかってくると考えます。実験と解析がどこかできちんと対応していれば、解析結果によって説明することができます。よろしくお願いいたします。

○東北電力株式会社 そうですね、おっしゃることもわかりますが、今の断面では、こちらで40ミリの確認をした試験と、今回の3.11地震の比較はやっていません。

○座長 では、長谷川先生、お願いいたします。

○長谷川委員 この文章を見るとね、やはり鈴木先生や源栄先生など、専門の方が質問されるまでもなく、これに詳しくない人間から見て、何をやって、何がわかって、何が問題で、どうだったということがさっぱり分かりません。例えば、相対変位なんていうのは、これは相対変位を測ったのか、問題ない程度の相対変位であるということを何かの実験で確かめたという意味

なのか、さっぱりわからない文章です。失礼な言い方だけでも、誤解を招きます。

だから、やはりもう少しわかりやすい、何をやって、何がわかったんだと、それで何が問題であったが、それは問題なかったと。そのような文章にしていただかないと、あらかじめ資料を見ていたが、今の説明聞くまで誤解していました。

○源栄委員 残留変形とか、そういうものに対する規定とか全然ないんですか。

○東北電力株式会社 はい、そちらに関しては、40ミリの変形後は、変異を解消すればもとに戻る、弾性範囲内でした。

○源栄委員 もとに戻らないときにはどうするのですか。

○東北電力株式会社 40ミリでは戻るということを確認しています。

○源栄委員 戻ることになっているというわけですね。

○東北電力株式会社 はい。

○源栄委員 それを確認するものが今は何もないということですね。

○東北電力株式会社 40ミリで戻るということを、これら、以前の実験で確認しておりまして、今回の地震後健全性の確認では、40ミリまで変位がいないということを解析で確認しておりますし、抜き取りで制御棒を確認して、そちらに関しては異常な変形はないというのを確認しています。

○座長 では、長谷川先生、お願いいたします。

○長谷川委員 ほかの質問、よろしいですかね。それから、3ページのところに、ほう酸水注入云々とありますね。それで、この体制は、もちろんこれはわかっているつもりですが、ここで問題になっているのは、地震のときに、例えば制御棒を入れるのがうまくいかなかったときに、ほう酸水を注入するわけですね。地震のような急激な現象のときに、十分時間的に間に合うようにそのほう酸水を注入できるということをはっきり言っていないと、設置してある云々だけでは、言うべきことが足りないように思います。こういうような地震の事象で、こういう瞬時的な事象に対しても、例えば、ほう酸水は何秒以内に注入できて、問題なく対応できますと言われるのか、ただ一般的に、ほかのこういう系がありますと、それが働くかどうかは、この文章だと知りませんということなんです。だから、細かいことを言うようですが、そういうことも何かお願いします。

それから、もう一つ、4ページのところに、4分の1のところは90度と45度と、そして定期点検のときには2ないし4本で、それよりも多いからこれは十分網羅性があるとおっしゃるんだけど、私から見ると、この4分の1、完全にその4分の1に限っておいていいか

どうか、それから定期点検のときに2ないし4本とあるのは、この4分の1、いつもこの4分の1の範囲内を検査しておられるのかどうなのか。そういうこともひっくるめてですね、要するにこの4分の1でいいという、対称に設計されているから問題ないという意見もあろうかと思うんですが、やはりやってみなきゃわからんというような意見も当然出てくるわけですね。ですから、例えば定期点検のときに、いつも同じ4分の1でやっておられますかと、そのあたりを含めて答えていただければと思います。

○東北電力株式会社 まず、1点目のご指摘のほう酸水注入系のところでございますけれども、これはあくまでも地震後健全性だけではなくてさまざまな段階で、我々としてはその安全を確保するように対策を行っておるということを言いたいがために書いた文章です。

○長谷川委員 これは、地震後の設備健全性確認という項目の中でここを取り上げているわけですから、それに対してきちんと答えていないと思います。このままの文章では、何が言いたいのか分かりません。

○東北電力株式会社そこはわかりました。それから、先ほどの、定検ごとに抜き取っている外観点検のところが90度に限っているかというご質問がありましたが、そこはそういったことではなくて、照射量の多いところから順番に。

○長谷川委員 照射量だけで。

○東北電力株式会社 はい。

○長谷川委員 そうすると、だから、何かそこらの網羅性が、ある意味では網羅性はあるけれども、ある意味では時系列でいうと網羅性がないようにも思うわけです。だから、そこがちょっと気になる。まあ、大丈夫とは思いますが。

○東北電力株式会社 4ページの私の説明が少し誤解を招いたかもしれませんが、点検の抜き取りの話は、網羅性を説明したのではなくて、通常の定期点検では2本から4本を見ておりますということを追加情報として与えたくて記載したものでございました。

○東北電力株式会社 先ほど、長谷川先生からありました、3ページの上から3行目ぐらいの赤字の文章ですね、これが試験で40ミリ以下であれば入るよということと、その後、解析云々というのが一文になっているために、そしてこの右側の絵を見るとですね、相対変位40ミリ以下であることを確認というのが、これが測定なのか、何の確認なのかというところが、ちょっと長い文章になってしまっておりましたので、今、先ほど小林が説明した趣旨が、ちゃんと我々としてお示しできるように整理いたします。

それから、今の定検のところの話ですが、恐らく先生がおっしゃってくださったことは、も

し我々が過去の定期検査で、その照射量で選んだときに、いろいろな象限のものを結果的にとっていけば、そういったその象限、違う象限においてもその制御棒の健全性というのが見られていたと。それで、特に象限ごとの依存性とか特異性がないということがあれば、少し、今回特定の象限からとっていることについて、何かサポート、少し補足するということができるのではないのかという、可能性はどうかというご質問だと思いますので、それは過去の定期検査で行った、どの象限のものが行っていたかですね、そういうのは確認して、この辺の修文を行うときに補足させていただきたいと思います。

○長谷川委員 素朴な疑問に対して答えていただきたい。見たときにですね。

○座長 今の3ページと4ページのところについては、表現とかその辺を見直ししていただいて、またしかるべきときにご回答いただければというふうに思います。そのほか、ご質問ございますか。

○兼本委員 今、3ページで、ちょっとだけいいですか。

○座長 では、兼本先生、お願いします。

○兼本委員 今の説明、似た質問をさせていただきます。3. 11のときの変位が40ミリ以下というのは理解できたんですが、実際何ミリの変位だったかという数字まで出していただくと、どれぐらい余裕があったかという議論が、きちんとできるのではないかなと思います。これは解析でしか確認できないということでもありますので、今後お願いしたいと思います。それから前回の議論で、原子炉は地震のとき、きちんと止まったというのは十分前回理解できたんですが、岩崎先生の質問は全制御棒が遅滞なく入ったかどうかというのを知りたかったんじゃないかと思っていました。それに対する回答として私自身は、その炉内にある中性子計装で制御棒の動きはわかるはずだと思っていて、全部の制御棒が遅滞なく入っていたことをお示しいただけるのかなと思っていました。その説明はなかったもので、可能ならば追加していただきたいなと思います。そのほうがわかりやすい説明なのではないかなと思います。

それで、ちょっと別の質問を1点いいですか。4ページ以降で目視点検、外観点検で社内資格を有するプラントメーカー検査員及び当社社員というのがあるんですが、当社社員（電力会社）のスキルというのは、社内資格は関係ないんだろうと思うんですが、どの程度のスキルを持った方がやられたかということ、説明をしていただけますか。

○東北電力株式会社 3点、ご指摘いただいたかと思えます。

まず一つ、40ミリ以下のところにつきましては、次回以降の資料に反映するように検討いたします。

それから、制御棒が時間内に入ったのかという先生のご質問に関しましては、前回これとは違う資料でご回答を差し上げたと考えておりました、本日の資料に関しましては、制御棒と燃料体がなぜ抜き取り点検で、その抜き取り点検の考え方についてご質問いただいていたことに対する回答でございましたので、その点をご理解いただければと思います。

○兼本委員 わかりました。

○東北電力株式会社 電力社員の力量でございますけれども、こちらに関しましては、制御棒については原子炉グループで実施してございますけれども、点検等を行うことができる力量を付与した人間がやっております。

○東北電力株式会社 チャンネルボックスと燃料集合体の点検については、こちらは原子燃料グループで実施してございますけれども、こちらも同様に業務の経験等を考慮して力量があると判断した者、そちらを確認者に充てて実施してございます。

○座長 それでは、栗田先生、お願いします。

○栗田委員 2点ほどありまして、先ほどの3ページのところで、修正するということでしたが、参考意見を言いたいと思います。

一つは、解析の位置づけを明確にしてほしいと思います。まず、解析をして、その後、多分安全性を確認して、大丈夫だということで多分引き抜き試験しているのではないかなと想像しているんですけども、引き抜きをする前に解析を行う目的を明確にしたほうがいいと思うんですね。

2番目として、ここで相対変位と書いてありますが、これは残留変位ではないですよ。地震時で大体何センチぐらい変形したのかということを確認したのであって、挿入性とかかわりがちょっと不明確ですよ。残留変形が40ミリあって、これは抜けないよねというんだったらわかるけれども、多分40ミリぐらい最大変形しても損傷はしていないよねということを確認しているんじゃないかなと思うのですが。それと絡んで、6ページのところも、許容応力を超えていないというのを解析で確認しているということで、まず解析のところで何を確認したのかというのを明らかにすると明確になってくるのではないかと思います。あと、解析はもう少しちょっと具体的に、どんな解析をしたのかを説明されるとわかりやすくなるんじゃないかな。それが1点目です。

2点目は何かというと、8ページ目のところのクリップの破損、欠損というところで、溶接不良だったというご説明がありました。具体的には溶接が剥がれて落ちたということなのかどうかという点と、そもそもこれを搬入する時点、またはメーカーから納入される時点で、そう

いう溶接不良がないのか確認を行っているのか。検査として、その辺ちょっと教えていただきたいと思っております。

○東北電力株式会社 解析の話につきましては、次回以降、わかりやすく説明できるように資料を見直します。

ただ、相対変位のところに関しましては、確かに先生方からご指摘あったとおり、表現がわかりにくくなっておりますが、相対と言っているのは、これは地表に固定された座標に対して、燃料自体が揺れながら変位を持つというところで相対という言葉を使っております、その地震のときに、このような変位を持っていた中で制御棒が挿入されても、時間内に入るし、それによって制御棒も、燃料体のほうも損傷することはないということを確認したものでございました。

いずれにせよ、わかりにくい資料になってございましたので、その辺大変申し訳なく思っており、次はもう少ししっかりとした資料を作り込みたいと思います。

○東北電力株式会社 続きまして、8ページ目の一部欠損の事象についてのご質問についてです。

まず1点目、搬入した時点での検査ということですが、こちらを搬入した時点では、外観を含めて全て確認をしております。その時点では、そういう溶接不良というものは見られなかったということになってございます。

2つ目ですけれども、クリップ部とチャンネルボックスは同じ素材の物で、溶け込み溶接ということで同じ材料を溶かして溶接しているものでございます。それで、この溶接のときに、ちょっと難しい話になるかもしれませんが、組織が少し変わるということで、腐食しやすい組織が一部できて、その腐食しやすい組織の部分が腐食によって少し剥がれてきているという現象だと推測しております。

○東北電力株式会社 加藤でございます。

補足しますが、このチャンネルボックスを工場で作るときには、溶接部の溶接検査をしています。今、高橋が申ししたのは、要するに溶接検査では、その溶接の欠陥とかそういうものはもちろんあればわかるわけですが、時間がたったときに少し腐食しやすい状況に組織が変わっていたというのが今回新知見としてわかったということで、この溶接のクリップ部というところをこの長い筒状のものに溶接するときの入熱管理のところを見直しているというところでございます。そういう意味では、溶接検査ではちょっとわからない種類のものだったということです。

○座長 そのほか。では、首藤先生、お願いいたします。

○首藤委員 ご説明ありがとうございます。今回のご回答は、私が前回、点検の信頼性についてお尋ねしたことに対するご説明をいただいたものと思っております。

それで、追加の質問というか、確認に近いことなんですけれども、まず冒頭、前回資料の修正のご説明をいただいたのは、前回会議の後に事務局から修正が多分メールで回ってきたと思うんですけれども、その修正と同じものという理解なのですか、それで合っていますでしょうか。

○東北電力株式会社 はい。

○首藤委員 はい、わかりました。すみません、ちょっと私が、その送っていただいたものの詳細、記憶になかったので確認しましたが、それで了解いたしました。

あとは、前回私がお質問した中で、その点検対象を網羅的な代表性を持つものになっているのかということと、あと点検をされる方のその点検ミスといいますか、エラー頻度はどのような形なのか、それがどのように管理されているのかということに対しての今日のご説明だったかというふうに思います。

網羅性については、やられたことは何となくわかったつもりでおりますけれども、事前にお送りいただいた資料に、私だけかもしれませんが、少し詳しい説明資料があって、その網羅性の考え方として、何かの規格に則した抜き取り方法をされているというようなご説明の内容があったように私は記憶しております。もしかすると、そのきちんとした規格の手順に則した抜き取り方をしているというご説明があれば、網羅性のよりよい説明にもなるかなと思いますので、もし私の記憶違いだったら申し訳ありませんけれども、後日のご説明のときにそれも付け加えていただけたらいいかなというふうに思います。

あとは、私は前回、点検をされる方のエラー率のデータがあったらそれを出していただいて、この体制の点検で可能なかどうかということも確認したいと申し上げて、やはり、私もちょっとそれは難しいかなと思っていたんですけれども、そういったエラー率データというのは実はないというふうなご説明をいただいております。ただ、きちんと資格を定めた方が2名、独立してやられたという体制だということなので、それなりにきちんと見落としの率は非常に低い形でやられたというご説明なのかなというふうに私は理解しましたので、このようなご説明で私は納得しております。以上です。

○東北電力株式会社 今、首藤先生のほうからございました抜き取りの考え方ということですが、こちらにつきましてはJ I Sの規格で抜き取り検査の手順というものがございまして、その手順の中での通常検査の水準1という抜き取り率に相当するものになっております。

ちなみに、こちらにつきましては、燃料集合体に関して言いますと、完成した燃料集合体の国による検査がありますが、その完成した燃料集合体の国の検査で抜き取りを実施していただいている考え方と同等の考え方の抜き取り率となっております。

○長谷川委員 それは、地震後のことも含めた指針ですか。そこをはっきりしていただかないと。通常のことでしょうか。

○東北電力株式会社 通常の抜き取り検査の考え方ということです。説明不足で申し訳ございません。

○東北電力株式会社 補足説明させていただきますが、先ほど、J I Sの抜き取り率の話がありましたけれども、それを適用しているという話ではなくて、比較するとそこに該当しますということでございますので、そのところをご理解いただければと思います。

○座長 それでは、岩崎先生。

○岩崎委員 お聞きしたいのは、今までの質問と重複を避けてお尋ねしますが、網羅性ということがあって、網羅性については、例えば平常時の場合の網羅性の議論と、地震時に網羅性があるかどうかという議論は常にあります。今回、例えば仮に地震を経験した燃料体、制御棒を使う場合には、当然のことながら全数チェックをしていただかないと心配なんです、その辺についてはどういうお考えですか。

○東北電力株式会社 そちらにつきましては、今の繰り返しのご説明になってしまうかもしれませんが、まず解析による評価をして、十分な裕度を持っているということを確認してございます。そういうことを前提に点検は抜き取りによって外観点検をして、それで問題がないということを確認する、この2つを組み合わせるという形で実施することで考えております。

○岩崎委員 その辺が、私は問題があるんじゃないかと思っています。地震を経験したものについて、例えばどのぐらいの強度が残っているのかということ、例えばデータがあるのであれば見せていただければいいんですが、それが示されないうちに、解析でオーケーであるから抜き取りをして、それをさらに外観検査でオーケーであるという根拠をもって再使用するということについては、特に燃料体や制御棒という非常に重要な2つのものに対して、その議論が十分ここで説明されていないような気がするんですね、網羅性があるかどうかという点も含めて。その議論を詰めていったら、結局は網羅性については、例えば最後のページにあるように腐食があったらどうするんだと。全数腐食チェックしたのかと。制御棒についても全数表面について、あるいは内部についてチェックしてあって、そういうものの解析でオーケーであると。ということで、心配なんですよ。

平常時であれば通用する議論も、あれだけ大きい地震を経た燃料や制御棒において、仮にうまく挿入されて、うまく止まったけれども、本当に大丈夫かということが、電力さん、このデータだけで大丈夫だと言うのはちょっと心配なんですけれども、その辺はいかがですか。

○東北電力株式会社 制御棒につきましては、資料にも書いてありますとおり、挿入性につきましては全数を確認していくこととしてございます。

○岩崎委員 いやいや、過去の地震の結果こうなって、健全であったということは、きちっと挿入されて、きちっと止まったというのはいいんですが、それをもう一回使用していいかどうかという議論は、残るんじゃないですかということをお聞きしたい。

○東北電力株式会社 まず、今回、健全性評価の枠組みとして、ちょっと前になってしまいますが、点検とそれから解析評価のパートがありまして、まず我々、点検というのはやはり現実のものの点検になりますので、できること、できる範囲というのがあります。それを評価で補っていくわけですが、最終的にはその総合評価になってくるわけですが、まず、今のここでの説明のところ、多くはその点検関係のところを今中心としていますので、岩崎先生の今のご質問は最終的な総合評価をもう少し説明してほしいということで、今一部の部分をご説明しているというふうにお考えいただきたいと思います。

それから、もう一つ、こういった地震時のいろいろな点検のやり方につきましては、まず先例で言いますと、柏崎で新潟の地震の後のいろいろなやり方がございました。ですから、そういったものを我々は参考にしておりますので、トータルとしての最終的なそのプラントを再使用して大丈夫と、例えば東北電力が考えるその総合評価というのはこれからご説明していきたいと思いますが、もう一つ、それについては国のほうが今回の適合性審査と並行して確認を行うというふう到我々言われておりますので、そちらの場、それからこの場、そしてこの場では、先生方がいつもおっしゃるように、県民の皆様方におわかりいただけるような形での説明ということになると思います。

それで、先ほどちょっと小林が言いかけたのは、もちろん最終的に、使用する前には核反応などを起こす前に動作確認などは実機で全数行うというプロセスがあるということを示しましたので、総合的な評価についてはこれからご説明していきます。

○岩崎委員 総合評価ということで、使用前にきちんとやっていただきたいということを念を押ささせていただきたいと同時に、最後ですけれども、抜き取りということは外目にはちょっと努力が足りないんじゃないかと。たかだか何百体だから全部やってよというふうに、考えてみたくなるのが素人の発想です。このようなことも頭にあるので、だから、総合評価、使用前の評

価、国の評価について、この場でもう一回きちっとその辺を見て、あるいは努力していただきたいと思います。以上です。

○座長 ちょっと時間が過ぎていますが、そのほか何かございますでしょうか。

○長谷川委員 8ページ目ですが、チャンネルボックスのことになりますけれども、このこういうような位置づけは、ある（燃料）メーカーで、ある時期に製造された燃料集合体で起こったことだとのことですね。ここで見つかったのと同様の事象が、あるメーカーのある時期のもの以外にはないのか、同様の事象が他電力でも同様に起こっているのかどうか。要するに、この問題は、あるメーカーである時期につくったもので起こっていて、女川特有か、日本特有か、そのあたりについて何か客観的なところを教えていただければと思います。

○東北電力株式会社 今のご質問についてですが、まず、日本国内のBWRプラントについても同じように点検の指示が出てございまして、点検の結果、どのプラントにおきましても、同じメーカーで同じ製造時期に製造したものについて、このような事象が確認されているということになってございます。

○長谷川委員 それ以外には、ないんですね。

○東北電力株式会社 それ以外にはございません。それで、このような事象があつて、この製造メーカーのほうでは溶接設備を今は更新をしております、その後、発見はされていないという状況になっているということのようであります。

○源栄委員 もう一つだけいいですか、最後に。

○座長 では、源栄先生、お願いいたします。

○源栄委員 3. 11のM9級クラスの震動被害の教訓ということで、私は、これまでいろいろな論説・解説による情報発信を行ってきましたが、その中で繰り返し荷重に対する（溶接部も含めた）金属の健全性のチェックについて指摘してきています。要するに、いわゆるS-Nカーブといいまして、どの振幅レベルで何回までいったら損傷するのかというものに対する基準が明確でないと、大地震で揺すられ、多くの余震で揺すられ、それから微小地震でも揺すられるわけです。それに対して、免震構造に関しては、今、関係団体が繰り返しに対して健全性を示す実験結果を表に出して納得させようとしていますけれども、原子力関係者も、規制委員会も含めてそういう基準というのが要るのではないかというのを、改めて大事なのではないかということで、これは主張しておきます。先ほどの岩崎先生の話にも絡みますけれども、自分が言ってきたことであるし、これは金属ばかりではなく、土も当てはまります。水含みならば特にチェックが必要です。

というのも、人間がつくったものは、自己修復機能がないのです。だから、やっぱり累積による損傷のチェックが必要です。しかも、建設されてから今までの累積だと思います。飛行機の疲労破壊のように、累積により突然壊れるということがあるかもしれません。そういう視点でのチェックも大事なのではないかと思います。

○座長 そのほかございますでしょうか。よろしいでしょうか。

いろいろご質問、それからコメント、要望等が出されていますので、これを踏まえまして、またご検討、ご説明をいただければというふうに思います。

それでは、この説明につきましては、終了させていただきます。

## 「1 地震後の設備健全性の確認」

### (4) 地震時の津波調査

○座長 次に移りまして、次は(4)地震時の津波調査について、東北電力株式会社から説明をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力土木建築部の平田でございます。

資料-3の地震後の設備健全性確認のうち、(4)の震災時の津波調査(N o. 4)関連の関連質問について、ご回答を説明いたします。

A3判の論点一覧の表では、4分の2のページでの上のほうの網がけした4つの関連質問が該当いたします。

それでは、次の目次をお願いいたします。目次でございます。まず、「1.」で前回のご説明とご質問内容を振り返ります。そして、続いて「2.」以下で、それぞれのご質問へのご回答について説明してまいります。

2ページをお願いします。前回のご説明とご質問の内容でございます。前回の検討会では、東北地方太平洋沖地震によって発生した津波の調査結果をご説明いたしました。この中で、ここに再掲しましたページのとおり、女川原子力発電所に設置しておりました常時観測用とバックアップ用の2種類の潮位計のうち、常時観測用の潮位計が津波により欠測となったことをご説明いたしました。そうしたところ、震災時に常時観測用潮位計が欠測した原因を踏まえ、どのように対策したのか、また測定範囲は防潮堤の高さ29メートルまで測定できるかというご質問をいただきました。こちらのご回答につきましては、「2.」でご説明いたします。

それから、次のページをお願いいたします。次に、バックアップ用の潮位計によりまして、このような波形図、津波の波形が観測できたんですが、この波形にどのような周期の波が含ま

れているのかを分析したのが右のページ、こちらも再掲でございますが、この右のページになります。

津波の主要な周期は、おおむね50分前後で、発電所周辺の地形等の固有周期とは合致せず、地形などの影響により顕著な波高の増幅は生じなかったとご説明いたしました。これに関しまして、先生のほうから、地形等の固有周期は何分か。また短い成分の9分と固有周期がどういうふうに対応するのか解析すること、というご質問をいただきました。こちらについては、「3.」でご回答を申し上げます。

それから、4ページ目ですが、津波の再現解析の結果につきまして、ここに再掲しましたページなどでご説明いたしました。再現解析では、左のほうにありますが、このような断層モデルを設定しまして、実際の津波波形や津波の状況の再現を行いました。その結果として、潮位計で観測された水位と解析で得られた水位がよく一致しているということ、それから調査で得られた痕跡高と解析で得られた痕跡高もよく一致しているにご説明いたしました。その際にいただいたご質問として2点ありました。

1点目は、痕跡高の調査範囲や地点数を具体的に示すこと、それから2点目が、時間領域の波形だけでなく、周波数領域での再現性を示すこと、そういったご質問をいただきました。痕跡高のほうについては「4.」、それから周波数領域での再現性については「5.」のほうでご説明いたします。

以上が、前回のご説明と、その際にいただいたご質問の内容でございます。

それでは、「2.」以降でそれぞれのご質問に対するご回答についてご説明いたします。5ページをお願いします。「2.」ですが、常時観測用潮位計の欠測原因と対策についてです。震災時の状況をこちらにお示ししております。岸壁、こちらが3.5メートルの盤だったんですが、こちらに設置しておりましたデータ中継装置の接続箱が津波によって冠水しまして、常時観測用潮位計は使用不能となっております。それから、バックアップ用潮位計は正常に機能しておりまして、津波時の水位変化を捉えることができました。

次のページ、お願いします。従いまして、欠測の原因としましては、データ中継装置接続箱が津波によって冠水し、使用不能となったことでありました。その対策としまして、接続箱を水密化し、地中のマンホール内へ設置することとしました。それから、地中ケーブルで建屋へ接続するということといたしました。具体的には、こちらへお示しました図のとおりでございます。

それで、潮位計自体については、この下のほうに表がありますけれども、測定範囲の大きな

ものに交換しておりますので、今建設中の29メートルの防潮堤の高さ以上の津波でも測定が可能ということになります。常時観測用については42.5メートルまで、それからバックアップ用については、測定レンジの関係で92.5メートルまで測れるようにはしてございます。これらの対策については、震災の約1年後に完了してございます。

それから、「3.」について、7ページ目をお願いします。「3.」ですが、発電所付近の地形の固有周期についてご説明いたします。

この章はページが若干多いものですから、検討の概要としてここに取りまとめてございます。

まず、①番として、発電所周辺の地形モデルを作成しまして、周期を1分刻みで変化させた正弦波を沖合から入射波として作用させて、数値シミュレーションを実施いたしました。

次に、②としまして、周期と各抽出点での水位増幅の関係をグラフ化しております。これが、卓越モードをこれで探すということでございます。

それから、③ですが、解析の結果、発電所を含む周辺の地形の固有周期は6分と10分と13分でございます。それから、発電所の港湾内の固有周期は4分であることを確認いたしました。

最後の④ですが、スペクトル解析から得られた約9分というピークでございますが、こちらは発電所敷地前面の湾形状を呈する地形の固有周期の10分に対応したものと考えられます。

それでは、次のスライドから詳しくご説明いたします。地形等による湾の増幅特性の検討に当たりましては、こちらにモデル図がありますが、こういった発電所を含む周辺の地形をモデル化して、この沖合から0.1メートルの振幅の正弦波を入射波として与えて、各水位抽出点の水位増幅を把握します。それで、各水位抽出点というのは、次のページにあります。こちらは発電所の付近を拡大した図になりますが、この赤い点が水位の抽出点でございます。

10ページ、お願いします。このような解析をしました結果、1号から3号機の取水口におきましては、この辺が6分、それからこの辺に10分、それからここに13分といった卓越モードがあるということを確認しました。左のほうは水位上昇側、こちらの右のほうは水位下降側ですが、どちらもいずれも6分、10分、13分に卓越モードがあります。

あと、港内の中央部というところで、ちょっと薄いですが点線で、4分のところにも卓越モードがあるということを確認しました。そのため、港湾モデルを用い、港湾のまた別のモデルを用いた解析も実施しましたので、後ほどそちらをご説明いたします。

11ページをお願いします。こちらは、湾の固有周期を図で示したものでございます。発電所の港湾、発電所の港湾の防波堤先端部と、山王島というのがありますが、こちらを節とする

地形の固有周期、これが6分になります。

それから、右の上のほうの図で、発電所敷地前面の湾形状を呈する地形の固有周期、この辺が節になるんですが、この辺を節としたモード、これが10分になります。

それから、微弱なんですけど、女川湾湾口部を節とする、こういった湾口部がありますが、こちらを節とする13分の卓越モードが確認できました。

次のページですが、先ほど港湾内で4分の固有周期もあると申しあげましたので、その部分の検討でございます。発電所港湾の解析モデルは、9ページのモデルと同様なものなんですけど、発電所港湾付近のこの $\Delta s$ という格子間隔、こちらを10メートルというふうに細かく設定してあります。こういったモデルを使いまして、発電所の港湾内の解析を行いました。

13ページをお願いします。この解析の結果、湾口部を節とする入射波、約4分のモードが卓越することを確認しました。このピンクが上昇側、あと下降側で出ていたというものでございます。

14ページをお願いします。こちらが、この「3.」のまとめにもなるんですが、潮位計の記録のスペクトル解析結果と今までの解析結果とを比較しながらご説明をいたします。

3. 11地震津波の観測波形のスペクトル解析から得られる、それがこの図ですけれども、この黒い線の部分です。そちらに9分というピークがあります。9分のピークがあるんですが、発電所敷地前面の湾形状の地形の固有周期10分に対応するものと考えられます。また、微弱ですけど、女川湾の湾口部を節とする13分の卓越モード、それから東防波堤先端、それから山王島を節とする地形の固有周期6分に対応した小さなピークも確認できます。なお、発電所港湾の固有周期4分付近にも幾つか小さなピークはあるんですが、こちらの対応としては明確には確認できませんでした。

以上のとおり、女川発電所の周辺の地形等による固有周期は、今回観測された3. 11地震津波の周期、それが50分前後よりも短いということを確認いたしました。

以上が、発電所付近の地形の固有周期についてのご回答でございます。

続きまして、15ページですが、「4. 津波再現解析に用いた痕跡高について」ご説明いたします。このページの図は、前回のご説明で使用しました検討フロー図を再掲したものでございます。ご質問としては、こちらの青枠で強調した痕跡高等の調査というところ、こちらにおけるその調査範囲とか、あと地点数を具体的に示すこと、ということでございます。

次のページをお願いします。津波の再現解析結果の妥当性確認に用いた調査データといえますのは、この表のとおり、幾つかの種類がございます。その中で、②番の痕跡高、こちらにつ

いて自社で調査したデータ、それから社外機関による調査データというのが、両方用いております。

次のページ、お願いします。まず、自社の調査によるデータでございますが、こちらに記載しました内容で痕跡調査を実施してございます。発電所敷地内では11地点、それから敷地の周辺で22地点のデータを取得いたしました。

次のページ、お願いします。社外機関による痕跡高データといたしまして、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループという社外機関が当時ありましたが、そちらによる調査データ2,635点を使用いたしました。2,635点というのは、下のこの中枠にありますけれども、位置情報や浸水高の記載がないデータとか、信頼度がDとかWというデータを除外した2,635点を使用したものです。範囲としましては、この図のとおり、北海道から房総半島まででございます。

19ページをお願いします。ご質問の内容からは少々それますが、このようにして得ました痕跡高データについては、再現計算による計算値の検証、いわゆる再現性の確認ですね、こちらに活用しております。この図は、発電所近傍での再現性確認結果でありまして、良好な再現性を確認してございます。

次のページですが、こちらはもう少し広域での再現性です。おおむね痕跡高を再現できているということを確認してございます。

それから、21ページですが、「5.」になります。最後の質問になりますが、津波の周波数領域での再現性についてご回答を申し上げます。この21ページの図は、前回ご説明いたしました資料の該当ページを再掲したものです。前回のご説明では、ここに波形図がありますけれども、この赤い線が観測記録、それから黒い線が再現解析で得られた結果でして、こちらはよく一致しているというふうにご説明しました。今回ちょっと追記しているんですが、右のほうに①、②、③、④と波形図にあります、それに対応した数値がこちらに示してございます。これを今回追記しております。こういったピークの数値も大体一致しているというふうに考えております。

ご質問は、この時間領域、これは時間軸ですから時間領域ということになりますが、時間領域の波形だけでなく、周波数領域での再現性を示すことということでございました。

次のページですが、左のほうの図がありますけれども、こちらは前回のご説明資料でも入っていました潮位観測記録のスペクトル解析結果、そして右の図のほうは今回新たに作成いたしました再現解析のスペクトル解析結果でございます。このスペクトル解析の方法については、

本資料では3ページにあります。右のほうに図がありますが、その図のとおりでございます。

これら2つの図を重ね合わせたものが、次のページでございます。黒い線が潮位観測記録、それから赤い線が再現解析なんですけど、この図を見ますと、津波最高水位を記録した第一波の周期、こちらが40分から50分の周波数が整合的であるということを確認しました。また、9分程度の比較的短周期の成分も整合的でございます。

以上、第2回の検討会の際にいただきました津波に関するご質問について回答させていただきました。説明は以上でございます。

○座長 ありがとうございます。東北電力株式会社から説明がございましたが、何か質問等がございましたら、ご発言をいただければと思います。では今村先生、お願いいたします。

○今村委員 前回の質問に対してご回答をいただきまして、ありがとうございます。資料の内容や説明の仕方に関しては大きな問題はないと思いますが、少しコメントも含めて整理をしたいと思います。

第1の質問に対しては、6ページでご回答をいただきました。ありがとうございます。今回の津波来襲後、どのような観測計に改修されたかについて、具体的な数字が出ておりました状況がより分かり、これで今後の津波の対応も理解できます。

特に注目したいのは、高さが大きくなる点に関しては、圧力計とか水晶式のものである程度把握できるのですが、引く場合はどうしてもマイナス7.5メートルにならざるを得ない。これは、下表の米印「水位低下側は計測できない」と書いていただいておりますが、これは海底が存在し、センサーの下限が存在するために計測できないわけですね、ドライに近くなるので。その辺について丁寧な説明が必要です。

その上で、そういう状況においては、「監視カメラで津波の状況も確認する」ということについて追加していただいた点はとてもいいと思います。1つの計測器で全て把握できませんので、このような対応範囲と、それをバックアップするようなシステムをまとめていただいた点は評価できるかと思います。

次に、2つ目の質問に対しては、主に10ページでご回答をいただいたと思います。今回、詳細な解析をしていただいて、湾または港の地形によって固有振動を求めるということで、2つの図でよくわかるかと思います。このような固有周期を求めておくと、将来の津波に対して、例えばこの場合は短周期の津波に対する増幅の可能性があるという予測ができるわけですので、非常に貴重な結果（知見）になります。

ただし、今後、例えば湾とか港の中で工事や浚渫などをしますと地形変化などが起こります

ので、今回行っていただいたような解析をもう一度やっていただいたほうがいいと思います。これは注意点として述べさせていただきます。

あとは、10ページ、特に左右の図において、大体わかるのですけれども、主な卓越周期、6分、10分、13分のところにきちんと矢印等を入れていただいて、ここが卓越モードであることを明確に示されたほうが、誤解がないと思います。

3つ目の質問に対しては、19ページ、20ページでご回答をいただいたと思います。以前は数値だけで、 $\kappa$ 値またはK値で評価をしていただいていたと思います。これは必要な事項ではあるのですが、具体的に今回の原子力サイトであるとか、また周辺部でどういう対応であるのか、これは確認しないといけないと思います。これが今回の指摘事項でした。それが特に、20ページを示していただくことによってわかるようになります。原子力発電所は確かに非常に一致をして、いいわけなのですけれども、今回のモデルでは、ほかのエリアを見た場合、場合によっては過小評価をしたり、場合によっては少し大きめの評価をしたりと。こういう知見もここで得られるわけでありませぬ。

なお、恐らく今回の数値解析の波源、津波が発生したモデルに関しては、独自モデルを採用されたと思います。資料で言いますと、4ページに戻っていただいて、左側に再現解析に使用した断層モデルというのが書かれています。これは恐らく引用もないので、東北電力さんが独自に解析したものだと思うのですが、そこはしっかり明記していただきたいと思います。今まで内閣府、また東大、またJNESのさまざまなモデルがございますので、それと違うか同じかというところもわかるように、例えば括弧付けで独自検討と、こういうものは入れていただかなければいけないと思います。

最後に22ページ、周波数領域での検討も、これもきちんとやっていただいたとは思いますが、確認としては、実際の観測記録は、11日から15日ということで5日間やられていますよね。一方、解析のほうは何日間やられているのかについて明記がありません。そうしますと、比較が難しい場合があります。

恐らく津波自体は今回約2日間、注意報もずっと出されていたので、主なものは2日間継続していると思います。スペクトル解析で両者を比較する場合には2日間に限定して、範囲も合わせて解析されたほうがいいと思います。これについては、また別途解析していただいて、今回、23ページにおいて、おおむね整合性というのは確認しておりますけれども、やはりきちんとした同じ条件の下で比較していただければと思います。

一部注文と、あと評価も含めてコメントさせていただきました。ありがとうございます。

○座長 では、東北電力さんのほうから、何かコメント等、ご回答がありましたらお願いします。

○東北電力株式会社 東北電力の平田でございます。

各質問へのご回答について、全て網羅してお話しいただきまして、ありがとうございます。

まず、6ページですが、こちら、海底面の高さ、低さがどの程度だから、ここまでしか低いところは測れないといったこと、追記したほうが良いというのは拝承いたしました。

それから、10ページですかね、今後、工事など終わったときに再度こういった検討をしたほうが良いというのは、おっしゃるとおりだと思いますので、やりたいと思います。

それから、周波数領域でのその検討、検討というかピークですね、ピークの値、こちらも抜けていたかと思しますので、こちらは示すようにしたいと思います。

それから、20ページで、再現解析の広域でのその再現性といったところは、やはり先生ご指摘のとおり、大きな課題だと思ひまして、3.11の津波というのは非常に広範囲なところで起こっていて、再現するのが非常に難しい、研究レベルでも難しいということは十分認識しております、この辺これからも我々、知見を収集しながら検討を進めてまいりたいと思っています。

それで、今回のモデル、用いました再現モデルは、4ページにありましたが、独自のモデルですが、ベースがありまして、こちらは東大地震研の佐竹先生のモデルがベースとなっております。そちらのすべり量を弊社独自で調整したというものでございますので、そういったことをしっかり明記するようにしたいと思っております。

最後のところ、スペクトル解析の日数、期間の問題なんです、ご指摘のとおり、潮位観測記録は5日間の記録をスペクトル解析したものでございます。したがって、非常に長い潮汐のようなものも含めて全てスペクトル解析したという。だから、相対的には黒い線は赤い線より下がっていることとなります。一方、赤い線のほうの再現解析は3時間分なんです。なので、本当に第一波から第何波までかぐらいのその再現解析で実施したのをそのまま使っているものですから、3時間分になってございます。ということで、相対的には黒い線よりは上に来ている。だから、赤い線よりも黒い線というのが下に来る、そういったこととなります。

それで、2日間で合わせたらどうかというご指摘がありましたので、その辺、今後検討してまいりたいと思います。ただ、再現解析自体がそんなに長時間やっていないものですから、その辺はちょっとご理解いただきたいなと思っております。

○座長 では鈴木先生、お願いいたします。

○鈴木委員 5番目の質問は、私がした質問ですが、周波数領域での解析をやっていたこと

とに対してお礼を申し上げます。やはり解析していただいてよかったですし、結論で述べられているところについては、私としては結構だと思います。

ただですね、今のお二人の議論に関連すると思うのですけれども、波形を拝見している限りに、22ページに示しているスペクトル曲線の図は違いすぎますね。この後の波形がどうなっているかにもよるのですけれども、ここでいう数十分のところのスペクトルが、なぜ片方がこんなに割れてしまっているのか、片方はスムーズに42分になっているのかというのは、波形を見た限りではこういう結果が出るとはとても思えない。一時、スペクトル解析を専門にしていたので、以上のように思います。これは、解析手法の問題もあると思うし、それから今の話で出ましたように、データの長さが違うものをスペクトル解析して比較しても余り意味がないですね。ですから、その辺、どこかで整合性を合わせておかなければならないと思います。そこを明らかにするとこのスペクトル解析結果が良い結果だということを主張できると思います。例えば、左側のスペクトル曲線に適切なスムージングをかけるとより近い結果になるかもしれません。左側の曲線を見て42分にピークがあると言われても納得できませんよね。もう少し説得力があるやり方で、解析手法上の問題もあると思うので、やっていただければよろしいのではないかと思いますので、よろしくお願いします。

○座長 それでは、ご回答をお願いいたします。

○東北電力株式会社 東北電力、平田でございます。

ご指摘いただきました22ページのスペクトル図が、波形と比べて細かく割れて見えるというご指摘を踏まえまして、少し当社のほうで確認してみたいと思います。

あと、ご指摘のとおり、やはり期間の違うものをスペクトル……

○鈴木委員 そのままの波形が長く続いていたら、そんな違うはずはないと思います。

○東北電力株式会社 はい、ご指摘のとおりだと思います。それで、だんだん、同じ3時間になればぴったり、近く、合ってくると……

○鈴木委員 継続時間の異なるものを比較しても、あまり意味がないので。

○東北電力株式会社 はい。その辺、気を付けたいと思います。以上でございます。

○座長 そのほか、ご質問はございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、この(4)地震時の津波調査に関する本日の議事、議論を終了いたしたいと思えます。

### 「3 その他」

- ・（１）安全性対策全般（自主対策）（No. 52 関連）

○座長 次の議題ですけれども、今村先生が都合により3時過ぎにご退席されるということですので、先ほどの議論と関連しますので、順番を入れかえまして、まず「3 その他」、（１）安全性対策全般（自主対策）について議論をしたいと思います。先生方、よろしいでしょうか。

○座長 それでは、東北電力から説明をお願いしたいと思います。

○東北電力株式会社 東北電力土木建築部の飯塚です。

そうしましたら、お手元の資料－6、こちらの資料の内容についてご説明させていただきます。

論点一覧でいただいております意見の52番ですね、分類がその他、項目は（１）安全対策全般（自主対策）ということでございます。

津波のリアルタイム観測データを用いた予想手法について、目次記載の流れでご説明させていただきます。

資料の2ページ目のほうをごらんください。「1. はじめに」ということで、いただいたご質問の内容は、地震津波発生後のリアルタイムの観測データは重要であり、このような機能を整備している、またはする予定か。また、オペレーションに活かしているかについて確認をしたいということでご質問をいただいております。

このご質問内容につきまして、当社からの回答といたしましては、国土交通省のGPS波浪計データと、当社がこれまで蓄積してまいりました津波評価に関する膨大な知見を組み合わせることで、発電所地点に襲来する津波の即時予測システムを当社独自に開発し、自主対策として平成26年3月、昨年3月より運用を開始しておりますということで回答させていただきます。

以下、順を追いまして、その概要をご説明いたします。

資料、3ページ目のほうですけれども、津波の予兆把握に関する当社の対応ということで、3. 1. 1 東北地方太平洋沖地震の津波を踏まえた社会的な動向ということで、関連する背景ということで、法規制とか地元自治体からの要望等いろいろ記載してございます。このようなことも踏まえまして、当社としましては、原子力発電所のより一層の安全性の向上を図ることを目的に、他社では事例や前例がない中ではございましたけれども、当社独自に取り組もうということで、平成24年度からGPS波浪計を活用した津波監視予測手法の検討に着手してございます。

次のページに参りまして、4ページ目ですけれども、GPS波浪計での沖合波浪状況の観測データ、これを津波予測にどのように活用するのか。実際、津波予測にそのGPS波浪計というものがどういうふうに使えるのかというようなイメージを、まず簡単に図を使ってご説明したいと思います。

こちらは、気象庁のホームページの図になります。地震・津波は、まず津波が発生する地震ということですので、海溝・海底部分で断層のずれが生じまして、地震によって海底が隆起または沈降します。それに伴って海面が隆起または沈降するということで発生します。その津波は、海面を伝播して四方八方に広がるんですけれども、それがどンドンどンドン陸地側に近づいてくる津波もある、逆に沖合に逃げていく津波もあるわけです。ただ、今我々が被害対策をとらなければならないのは、宮城県沿岸に押し寄せてくる津波です。

そうしますと、この津波が発生する箇所と女川原子力発電所がある地点、この中間部にGPS波浪計というものが今浮いている形になります。ですので、発生してから発電所に津波が到達する間、発電所に来るよりも少し早い段階でGPS波浪計のところに津波が到達すると。であれば、このGPS波浪計のデータを使えば、発電所に来る前にどれぐらいの大きさの津波が来ているよということが把握できるのではないかというのが、そもそもこの検討の着目点、検討を開始したキーになります。

次に、5ページ目、「4.」ですけれども、GPS波浪計の概要ということで、このGPS波浪計は国土交通省港湾局が整備しているものになりますので、国土交通省のホームページを使ってご説明いたします。

国土交通省は、港湾の整備に必要な沖合の波浪情報を把握するために、平成19年3月、ですから3.11が来るよりも4年前ですね、平成19年3月から順次設置を進めています。それで、このGPS波浪計というのは、GPS衛星を用いて沖合に浮かべたブイの上下変動、海面が上がり下がりするのに伴って、そこに浮いているブイ、釣りのときの浮きみたいなものですね、それが海面の動きに合わせて上下しますので、その上下の変動をGPS衛星を用いて陸地に伝送しているというものでございます。

下のほうの図を見ていただくと、左側のほうに、沿岸、沖合、10キロないし20キロぐらい沖合のところに、海底からアンカーで固定されたGPS波浪計がぷかぷかと浮いていると。その上下変動を、GPS衛星を介して陸上局に伝えているという形になります。

真ん中の図を見ていただきますと、GPS波浪計は19年3月から順次設置されているんですけれども、現在18基、日本の沿岸にございます。この中で、東北地方太平洋沿岸に7基ご

ざいます。青森県東岸沖から福島県沖まで計7基設置されてございます。当社は、この赤い点線枠で囲われている7基のデータを受領しております。

ちなみに、一番右側に写真を付けてございますが、これが八戸沖、青森東岸沖と呼んでいますが、八戸の沖に浮いているGPS波浪計の実物の写真になります。このようなものが東北地方太平洋沿岸に7基浮いているということです。

次、6ページです。津波予測の手法を具体的にどのように開発するのかというお話ですけれども、女川原子力発電所の地点とGPS波浪計との位置関係を示したのが、こちらの6ページの図になります。

まず、女川原子力発電所に対してやや北東といいますか、気仙沼の唐桑半島の太平洋側のところに、宮城北部沖・広田湾沖のGPS波浪計というのが1基ございます。あともう一つ、牡鹿半島の先端、金華山の沖に宮城中部沖のGPS波浪計というのがございます。それぞれの女川からの距離は、広田湾沖が約61キロ、金華山沖が約24キロ離れたところにGPS波浪計が置いてあるということです。

地震・津波は、この図よりも東のほうが波源になりまして、東のほうから陸地に向かって津波が押し寄せてくるという形になりますので、女川原子力発電所に津波が到達する前に、この広田湾沖GPS波浪計、金華山沖GPS波浪計は、それぞれ津波を検知することができるという形になります。

次、7ページですけれども、特定の地震津波に対して、GPS波浪計地点と女川地点の津波の高さ及び到達時刻の関係は、解析で求めてまいります。

ただ、地震波源がどこにあるか、例えば岩手沖なのか、福島沖なのか、宮城沖なのかとか、沿岸から30キロ離れたところなのか、50キロ離れたところなのか、あとその断層の面の底、断層というのは2つの面が滑って起きますので、そのすべりの角度が何度向いているとか、微妙な違いによって発電所に来る津波の影響というのは変わることが予想されますので、ここで7ページの右下のほうに断層パラメータの設定という表を付けてございます。

この表の一番右側が、気象庁が津波予測とか地震の予測をする際に定めている気象庁の予測パラメータになります。例えば、断層の原点というのは0.5度間隔で設定するとか、マグニチュードは4通り設定するとか、いろいろ気象庁のルールがございます。それに対しまして、当社として女川に影響があるような断層というのはこういうものがあるよねということ、今まで女川1号機の建設からいろいろ津波解析、蓄積してきた知見等ございますので、そういったものを踏まえて、当社オリジナルでさらに加えたような形のパラメータを出していきます。

例えばマグニチュードに関しては、気象庁は4通りですけれども、今回の解析は7通り設定するとか、断層のすべり、傾斜角も2パターンにするとか、いろいろパラメータを増やしました。増やしまして、5, 085のケースを設定して、それぞれのケースに対して、その断層で津波がもし起きれば、GPS波浪計のところには何メートルの上下動が起きると、そのときは女川に何分後にどれぐらいの上下動が到達するというのをケースごとに全部解析をして、5, 085ケース分をグラフにプロットするという作業をいたしました。そのことによりまして、発生可能性のある地震の規模のほか、全てのケースにおける値を整理しまして、GPS波浪計地点での津波検知情報がわかれば、それに対応した女川地点に到達する予測津波高の最小の値と最大の値、一番低くてもこれぐらいは来るだろう、最大でもこの値だろうというものと及びGPS波浪計が揺れてから、最も早くて何分後に女川には到達すると、最も遅くても何分後までには到達するというようなことをデータベースとして整理しました。これが予測手法の開発の手順になります。

ちなみに、この波源の設定のところ、左側に東日本全体の地図を付けてありますけれども、波源の設定域というのは、この図で東北地方太平洋沖地震ですと茨城沖ぐらいから岩手の北部沿岸ぐらいまで枠で囲っていますけれども、こういった中にいろいろ波源を設定、いろいろなところで地震が起こり得るので、そういうのを総合すると5, 000ケースを超えてしまいますという形です。

次に、8ページのほうにいまして、今までご説明したのが沖合のGPS波浪計の上下動と女川の津波の影響、この関係をどのように解析したかというところだったんですけれども、では具体的にそれを社内のシステム、そしてどのように構築しているかというのが、8ページの図になります。

まず、各GPS波浪計のデータは国土交通省の港湾局に集められます。そのデータを、電気事業連合会、東京にございますので、そこでデータを一旦受けまして、それを当社の本店、女川原子力発電所及び東通原子力発電所、3カ所に光回線でデータを持ってくると、これがGPS波浪計のデータの流れになっています。

あと、気象協会から直接、本店、女川、東通に光回線で、津波警報が発令になりましたとか、注意報が発令になりましたとか、内容が更新になったというようなものを随時情報を入手するような構成にしております。

次、9ページのほうにいただくと、システムの表示イメージということで、全体情報を提供する画面ということで東北地方全体の地図がございまして、発電所地点及び沿岸のGPS

S波浪計地点のところをクリックすると詳細情報が見られるというような全体画面があります。上のほうに、今どういう状況とか、警戒モードに入っているんだとか、津波注意報が発令になっているとかというようなことが表示できるようになっています。あと、画面の中に、予想到達時刻とか予想津波の高さということで、先ほどもお話しした最小値、最大値の幅、最速値、最遅値の幅などが表示できるようになっています。あと、この警報発令、注意報発令、警戒モード発令といったようなときは、パトライト、あとスピーカーからアラームが鳴ると、それで運転員等に周知するというような形になってございます。

10ページのほうは、地図上の必要な位置をクリックすると、時系列でその潮位変化等が画面で確認できるというような構成になっております。

11ページのほうには、システムの特徴ということで、大きく5つ記載してございます。

1つ目が、津波情報の多様化ということで、気象庁の発表、津波に関する情報というのは、あくまでも大前提としてございます。それに加えて、自社で津波情報を、津波予測をするということで情報の多様化が図られています。

2つ目が、発電所地点を対象とした予測ということで、これは、気象庁の予測は県域単位での予報ですので、女川原子力発電所を対象にした予測ですというのが特徴の2点目です。

3点目が、到達時刻と到達高さを数値の幅によって予測します。

4点目が、過去の地震における女川地点の津波高さを包含していることを確認しているとともに、東北地方太平洋沖地震時の観測データ、前の説明にありましたけれども、女川港内の潮位計できちんと津波の襲来の記録をとっていましたというお話をさせていただきましたが、GPS波浪計のほうも、平成19年3月に設置済みだったものがきちんとデータをとっていましたので、その2つを用いて今回の予測が精度的に正しいということを検証しています。

最後、5つ目が波浪状況の継続的把握ということで、気象庁の予測というのは最大波、第一波目の予測でございます。それだけでなく、このシステムを使うことによって、最大波、第一波が襲来した後、さらに大きい津波が来るのか来ないのか、落ち着いている、落ち着く方向にいつているのかというようなことを継続的に監視することができます。

以上、5つが大きな特徴となりまして、挙げてございます。

最後、12ページのほうにいきまして、GPS津波監視システムの運用ということで、最初にお話ししましたように昨年3月から運用を開始してございます。GPSの津波監視システムは、電事連と光回線によって接続するとともに、無停電電源装置を有しておりまして、震災時、停電が発生した場合とか、回線が遮断される可能性もありますので、本店と独立したシステム

構成、女川でも予測していますし、本店でもそれを予測しているということで多重化を図っております。

あと、女川原子力発電所では、GPS監視システムの情報を中央制御室や緊急対策室などで見ることができます。気象庁発表の津波注意報・警報をあくまでも基本として初動に備えています。その上で、GPS津波監視システムで得られた情報は、参考情報として津波の状況監視に活用してございます。

なお、先ほどご説明しましたように、津波の情報については、パトライトが鳴動・点灯することにより認識できるものとなっております。

なお、本予測システムで得られる予測結果につきましては、気象業務法の制約から、社内での活用に限定してございます。

ということで、当社の自主対策としてのリアルタイム監視データの活用のご説明とさせていただきます。ありがとうございます。

○座長 ありがとうございます。それでは、何かご質問ございましたら、ご発言をお願いしたいと思います。では、今村先生、お願いします。

○今村委員 ご説明ありがとうございます。今回のGPSを使った津波監視システム、1番の概要、ポイントは11ページにまとめていただきまして、ありがとうございます。いずれも重要な項目でございまして、いろいろな対応ができると思うのですけれども、さらに1つ情報が必要かと思えます。

それは、金華山とか、あと宮城北部・広田のGPS波浪計でキャッチしてから動くシステムでありますので、何分後にこういう情報が得られるのか、タイムラインが必要だと思います。これがないと、参考情報にならないかと思えます。これは情報として追加をいただきたいなと思えます。

2番目として、これはすばらしいシステムで、ほかの会社もやっていないものであるのですけれども、将来的な改善も必要かなと思っております。

その一つは、例えば現在では2つのGPS波浪計を活用することを前提にしているのですけれども、1つ使えなかった場合にどうするのか。これはとても重要なことです。3.11のときにも、八戸でしたかね、あれはオペレーションできていませんでしたので、それをひとつ考えてください。あとは、どうしてもエリアとして、データベースの範囲が北海道側で発生した地震・津波も影響がある可能性があります。今、波源としては千島などまで置いていないですよ。ですから、波源についても今後拡大したほうがいいかなと思えます。これが2点目です。

最後に、12ページの4つ目の丸に書いていただいたとおりに、現状では参考情報として津波の状況監視に活用していると。今後ですけれども、ぜひもう一歩進めていただいて、例えば発電所の運転ですね。緊急停止する必要があるかどうか、運転にどこまで使えるか、あとはサイト内の担当者の方の避難誘導とか避難体制の中にも位置づけていただきたいと思います。これは、ぜひもう一歩検討いただければと思います。

以上、3つになります。

○座長 それでは、ご回答あれば、お願いしたいと思います。

○東北電力株式会社 ご質問、コメント、ありがとうございます。

今いただきました、今後の展開という部分においてなんですけれども、まず、タイムラインのところは、そうですね、すみません、説明が漏れてございました。解析の結果ですと、広田湾沖GPSというのが、金華山よりも発電所からは遠いんですけれども、水深が深いところにございまして、そちらのほうが第一波の津波は早く検知しやすい位置にたまたま広田湾のほうがあるという傾向が見てとれます。ただ、それも波源が極端に、今お話しあったように例えば極端に北側ならどうなんだ、南側ならどうなんだというところではございますので、そういったどっちが有利か、女川の津波を早期に検知するのはどっちが有利なんだというところは、広田湾を使ったほうがいいのか、金華山を使ったほうがいいのかというのは分かれるところがございますので、今回2地点を押さえて解析を行ったという経緯がございますので、そういった意味では、1基落ちたら、1基が例えばGPSが欠測したらどうなんだという話もありますので、そのとき、じゃもう一方で本当に代用できるのかというようなところも今後きちんと詰めていく必要があるのかなというふうに考えております。

今、両方GPSが正常に働いていれば、GPSは女川に来る15分以上前には検知できると。逆に言うと、GPS波浪計が揺れてから15分後から18分、20分後ぐらいに女川には津波が来るという解析結果になってございます。あと、3.11の結果でも、そのような結果になってございます。

あと、運用面の展開というところで、今ご指摘ございましたように、今は参考情報として津波の状況監視に活用しているという形になってございまして、この辺、発電所の状況等もございしますが……。

○東北電力株式会社 運用状況につきまして、原子力部の大平と申します。よろしくお願いたします。

まず、避難につきましては、実情を申しますと、現在、もう津波注意報が出た時点で、湾岸

部で作業をしている作業員も含めて基本的に高台に避難をするということになっていきますので、時系列的に言えば、まず注意報・警報が出たら避難開始をしますので、システム予測より先に避難をしているというのが現状です。

あと、その後の運転への適用につきましては、このシステム自体の精度もありますし、その辺も今後の検証次第で考えていく必要があるかなと思います。その辺の運用になります。以上です。

○座長 それでは、源栄先生、お願いいたします。

○源栄委員 私は早期地震警報の研究開発や利活用に携わってきておりますが、今、気象庁がやっているようなやり方のように震源に戻ってパラメータの数を減らしてしまうのは、精度向上の面からするとよくないと、8年前から指摘し、アメリカでも招待講演を行っています。向かってきている波動場をきちんと正確に捉えるというのが、特に、特定の場所の予測を上げるのには非常に大事であります。私どもの研究室では、5年前から科研費等で（地域版早期地震警報システムの開発に）取り組んできております。今、仙台の周りに展開していて、向かってくる波動場を早く捉えて、例えば半導体工場とか、内陸部の特定の場所における利活用のための予測の高精度化を図るということです。それをベースにして今震源に戻らないで向かってきている波動場をとらえる手法として、地震の方は気象研の干場先生により同化手法という方法も提案されています。もともと、私は震源に戻らない考え方でやらなければ即時予測の精度は上がらないと指摘してきました。それで、津波警報の場合、沖合のGPSの波浪計観測点との伝達特性に基づく予測精度の向上が期待されます。それと早期警報システムではシステムの冗長性を高めなければなりません。だから、1つのシステムに頼っていると、それがだめだったら全体機能停止となり冗長性の面で問題があります。独自に別システムのシステムを組むとかで冗長性を高める必要があるのではないかということで、地震早期警報の方でやっている考え方と巧く取り入れるといいのではないかと思います。

それで、気象庁はやはり対象が特定サイトではなく、面的に、エリア的に適用するものです。私どもが、地震早期警報でやっているのは特定のところですから、こちらに近いわけですが。原子力発電所という場所の揺れが欲しいわけですが。そうしますと、別なやり方があるかもしれません。そこで、面的な評価と特定サイトの予測というので違うというまとめ方は非常に評価できます。この11ページのまとめの2番目ですか、これは非常に大事であり、そこに着目した独自のやり方があるのではないかと思います。私の早期地震警報に関する経験と社会への情報発信及び基本的な考え方についてコメントする次第でございます。

それで、幾ら震源に戻ってマグニチュードのパラメータを増やすことより、向かってきている波動場に対してきちんと数多くして捉えたほうが、波形情報からスペクトル情報まで含んでいるので、より精度の高い予測が可能となります。特定の場所が、女川原子力発電所であったら、その前（沖）で観測網を構築すればいいのです。そういうことを、自分の経験と社会情報を発信してきた立場として主張する次第でございます。考え方でございますが、以上でございます。

○座長 よろしいですか。そのほか、兼本先生お願いいたします。

○兼本委員 2つのことをお聞きしたいと思います。

一つは参考情報という扱いですけれども、国の出す津波予測以外に、東北電力独自システム予測情報に基づいて対応するということがあり得るのかどうかをひとつ教えていただきたい。今の時点で確立されていないのかもしれませんが。

それから、もう一つは、社内での活用というのは法律上仕方がないんですけれども、例えば違う電力会社の間で協力できるのか、個別の企業の間で契約に基づいて共同化、運用できるのか、その辺を教えていただきたい。やはりできるだけ広いところで活用していただきたいと思ひまして、特に三陸沖は津波予測に対しては一番先進的なところだと思いますので、そういうことについて教えていただきたいと思ひます。

○東北電力株式会社 まず、資料の12ページの下から2つ目にもある、参考情報として具体的に今どういうことに使っているかと申しますと、今、津波注意報、津波警報が出た場合は高台もしくはビルの上のほうに避難しまして、そこから目視で津波が来るかどうかということを監視しています。そのときに、従来の気象、津波警報であれば女川町とか、かなり広い単位での到達する時刻だったのに対して、このシステムがあればある程度ピンポイントの時間がわかりますので、その津波を観測している者の立場からすれば、ある程度この時間かなという、ある程度ピンポイントのところを確認をできるので、そういうことで今は活用させていただいているというところです。

○兼本委員 お聞きしたかったのは、それが例えば予測よりも時間的余裕があるときに、避難だけでなく、別途、その間にいろいろなドアを閉めるとかですね、そういうことまで将来考えるかどうかと。保守側ではなくてですね。

○東北電力株式会社 先ほどのご質問の回答のちょっと繰り返しになってしまうかもしれませんが、今我々としてはとりあえず、まず津波の注意報・警報が出た時点で、避難も含めて扉を閉めるとか、やれることはやるということで進めています。

将来的に、このGPSのシステムの精度がある程度認められて、活用できるのであれば、活用したほうが時間的な余裕があるのは間違いありませんので、それは将来的には検討課題と思っておりますけれども、今は何分、津波が予想より早く来ることも考えられるので、基本的に厳しめ側というか、早目早目の対応をしているのが発電所としての現状になっています。よろしいでしょうか。

○兼本委員 あと、他社との共同化という点についてお願いします。

○東北電力株式会社 他社との連携ということでご質問いただいたんですけども、我々このようなシステムというか、考え方を震災後に進めていこうというときに、一応電気事業連合会を通して関係する太平洋沿岸に原子力発電所を有する各社さんにも、こういうことを取り組み、考えているんですけどもどうですかということでお声かけはさせていただいております、東京電力さんと中部電力さんですね、津波予測に関する情報研究の一緒に研究する場ですね、定期的に打ち合せを持って、我々は例えばこういう方法でやろうとしていると、中部さんなら中部さんでこういうふうな方法でやろうとしているというようなことで、情報共有の場というのはひとつ設けさせていただいているというのが1点ございます。

あと、国交省さんからGPS波浪計のデータを受領するときに、電事連にサーバーを置いているんですけども、これは国の機関から一民間企業にデータを直接出すのもちょっとなかなか手続的というのも、1点そういうことがあるのと、あと東京さん、中部さん、東北でそれぞれデータが有効であろうというふうに考えておりましたので、3社でやれば費用がそれだけ、3分の1で済むわけですよ、物理的に。電事連さんは、一本化ということで契約も楽になりますし、費用的にも抑えられるということで、もっと予測手法の開発のほうに人的、費用的な投資ができるということもありましたので、そういったところでの協調というのはさせていただいているという現状にございます。

○座長 そのほか。では、首藤先生、お願いします。

○首藤委員 1つ質問と、1つは感想です。

まず1つ目、質問のほうは、大変丁寧にご説明いただいたので、システムの内容が大分私のような素人でも理解できたかと思えます。このシステムは、GPSで観測した津波と、その近隣で起こった地震をいろいろ想定した計算結果を照らし合わせて、それで女川にどれだけの津波が来るかということ、要はたくさん計算した結果、どれが一番近いかなとってピックアップして予測の津波の高さとか時刻を出すというものですよね。

そうしますと、例えばその想定した地震とは違う、具体的に言いますと、例えばチリ地震津

波のようにずっと遠地で起こって、でもGPSの波浪計で検知できたような津波の場合に、これは使えるのかどうかということ、一つ確認をしたい点です。

もう一つは、これはあくまでも感想ですが、すごいシステムを今つくられて、ようやく開発がおおむね終わって、これからどう運用しようかということだろうなというふうに理解しております。そして、実際の発電所の運転とか災害時の対応にこれをどう使うかというのは、恐らくまだまだこれからなのかなというふうに理解しました。

先ほどの説明の中では、予測をしてから津波到達まで15分ぐらいあるということでしたけれども、15分という時間の中で、人がどれだけのことを判断し、行動できるかということは、かなり微妙な時間かなというふうに思います。

こう言うのは元も子もないかもしれませんが、下手をすると、津波のことはわかるけれども、実際のオペレーションにはやはり使わない仕組みになる可能性もあるかなというふうに私は思っています。これから運転にどう生かすかを考える際には、人がそのぐらいの時間余裕でどれだけのことができるかということをしっかり考えて、せっかくなつくった仕組みだけれども、実際の発電所の運転には基本的には使わない、あくまでも参考情報のままになるということも含めて、そこは勇気を持って決断していただきたいなというふうに思います。以上です。

○東北電力株式会社 よろしいでしょうか。

○座長 どうぞ。

○東北電力株式会社 コメントありがとうございます。今ご質問いただいた、遠地津波の場合、適用できるのかということなんですけれども、解析した5,000ケースの中には、残念ながらチリの波源とかは設定してございませんので、そういう意味では予測、そのきちんとした予測にはならないというのが、一つ回答になります。

ただ、海底の地形状況とか、沿岸の陸地の地形とかを含めて解析していますので、沖合、遠地の津波であったとしても、例えば金華山のGPSが1メートル上下変動しましたと、そのときに女川の発電所に到達する津波はその何倍から何倍の間ですということデータベースがなっていますので、そんなに極端に外れはしないということは、過去のチリ地震津波のデータとかでも一応対比はして、そんなにずれはしないというふうには判断しておるんですけれども、ご指摘のようにそれは波源に出ていないので、現在での予測からは外れるというお答えになりますというのが一つございます。

あと、もう一つ、今おっしゃっていただいたように、津波の予測はできたんですけども、15分で何ができるのかというふうなところは、今後、さっき話があったように社内でどう検討し

ていくかということなんですけれども、もう一点は、一波目が終わって、今度は本当にそれが引き波、落ち着いてきているのか。要は、沖合のGPS波浪計はもうほとんど動いていないよねとなれば、大津波警報というのは実際十何時間、20時間出っ放しだったわけですよね、3.11のとき。でも、実際、もう沖合のGPS波浪計は全然動いていませんというのがわかれば、例えば何かの災害復旧で出ていくことができるかできないかとかですね、そういった判断には、今後そういう方向性なのかなど。要は、第一波目の予測という意味では活用はなかなか、ご指摘のようにどう使うかというのは、ちょっと社内的な話になってくるかと思うんですけれども。

あと、警報が出たけれども、空振りというケースもたくさんあるわけですよね。気象庁が予測するのは宮城県沿岸全部を対象にしていますから、女川じゃなくて気仙沼のほうには来るかもしれない、亘理には来るかもしれないけれども、女川には全然津波が来ていないというケースもたくさんあるわけですよね。そういうときに、でも沖合のGPS波浪計が揺れるか揺れないかを見れば、少なくとも15分前にそれが空振りなのか、空振りじゃないのかという参考情報にはなり得るのかなど。その辺も含めての今後の社内の検討、使い方の検討というのが必要なんだというふうに考えております。

○座長 ありがとうございます。そのほか、何かご質問ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、この安全性対策全般の自主対策に関する今日の議論は、これで終わりにしたいと思います。

ここで、遅くなりましたけれども、10分ほど休憩を取りたいと思います。

3時25分から再開したいと思います。よろしくお願いいたします。

〔休 憩〕

○座長 それでは、時間になりましたので、検討会の議事を再開したいと思います。

本日、皆様、先生方の活発なご議論で、予定の時間が少なくなってきております。それで、お諮りしたいことがございます。

残っております議題が、「1 地震後の設備健全性の確認」(6)ソフト面の対応、「2 新規制基準適合性審査申請」(5)内部溢水、それから最後の「3 その他」関連報告(女川2号機 安全対策工事工程の見直しについて)3つでございます。時間の関係上、最後の関連報告、こちらを東北電力のほうから説明をしたいということでございますので、この関連報告

(女川2号機 安全対策工事工程の見直しについて)をご説明いただき、議論させていただければというふうに思いますが、よろしいでしょうか。

### 「3 その他」

・関連報告(女川2号機 安全対策工事工程の見直しについて)

○座長 それでは、東北電力のほうから、関連報告(女川2号機 安全対策工事工程の見直しについて)の説明をお願いしたいと思います。

○東北電力株式会社 それでは、東北電力より、ただいまご紹介いただきました関連報告としまして、女川2号機の軽油タンク地下化工事等による安全対策工事工程の見直しを説明させていただきます。原子力部の小林と申します。よろしくお願いたします。

それでは、早速ですが、お手元の資料の2ページをごらんください。

女川原子力発電所では、新規制基準への適合に向けた工事を実施中ですが、対策の追加工事の増加によって工程の見直しを行っておりますので、それを説明いたします。

2ページは、工程見直しに係る主な安全対策工事の概要を示しております。左が軽油タンク地下化工事でございまして、こちらは追加対策工事になります。

左下のところに図が書いてあるので、そちらをご覧いただきたいのですが、ピット内から既存の軽油タンクや配管を撤去して、同一の場所に新たな地下式の軽油タンク、配管を据え付けるという工事を行います。これによりまして、左上の「1.」に書いてございますように、軽油タンクの火災から周囲の重要施設を防護でき、竜巻や火山などの自然現象に対する非常用ディーゼル発電機の信頼性が向上いたします。

2ページ右側のところには、火災防護対策工事の内容が書いてございまして、主な対策例といたしましては、火災感知器の多様化、自動消火設備の追加設置、貫通孔の耐火処理、ポンプの油漏えい拡大防止などを行ってございますが、こちらに関しましては工事の量が増加いたしましたので、このことも工程の見直しの要因となっております。

3ページをごらんください。3ページに、女川2号機に関わる安全性向上に向けた取り組みの状況と工程見直しについて記載しておりますので、説明いたします。上に、安全性向上の取り組みのイメージ、下に工程表を示しております。イメージ図の左側のところに記載がありますが、平成23年3月の東日本大震災を受けまして、福島第一と同様な事故を起こさない安全レベルまで、緊急安全対策工事を実施いたしました。

その後、現在は規制要求事項への対応を実施しておりまして、下の工程表に示しております

ように、平成25年12月に、女川2号機の新規制基準の適合性審査申請をしております。現在は、その適合性審査を進めながら、規制要求事項への対応工事を実施しております。今回の工程見直しは、この規制要求事項への対応の工事の完了目標を、従来の平成28年4月から、図に記載の平成29年4月に完了時期を、目標時期を変更するというものでございます。なお、図に記載してございますように、この新規制基準への適合の工事が終了した後も、自主的安全性向上に向けた対策を継続的に取り組んでいく計画としております。

4ページをごらんください。追加対策となります軽油タンク地下化工事の内容、安全性について、以降で説明させていただきます。まず、4ページに、女川2号機の軽油タンクの配置図を示しております。図中の青い部分が、2号機の原子炉建屋、タービン建屋、制御建屋という主要建屋を示しております。図中でいえば左側、プラントでいうと北側になりますけれども、そこに赤い色で示しておりますのが女川2号機の軽油タンクになります。軽油タンクは、この位置に設置されてございます。

5ページをごらんください。軽油タンク地下化工事の概要をもう一度説明しますが、4ページでご覧いただいた位置に現在は縦型のタンクが設置されております。それを、本ページの下側の図に示すとおり、横型として地下ピット内に設置する工事を行います。5ページ上部、枠で囲った部分に記載がありますが、軽油タンクを地下化することによって、外部火災の熱影響を回避することができて、地表面での火災発生を防止することができるというような対策となります。

6ページをご覧ください。こちら、防護上の観点から一部公開できない写真がございますので、お手元に別資料で配付、補足説明資料ということで配付しているものがございますので、そちらの写真をご覧いただきたいのですが、よろしいでしょうか。

それでは、お手元の資料をごらんください。左側が、撤去前の様子のタンクの写真を添付しております。ご覧いただきますように、縦型のタンクが2基設置されております。次に、右に移っていただきまして、下の写真ですけれども、こちらは2号機の軽油タンクのBの上部解体作業中の写真でございます。このように、重機を使うなどしてタンクの解体を進めてまいりました。右側の写真は、2号機軽油タンクBが底板の解体まで完了した状態の写真を示しております。このような形で、軽油タンクの撤去作業を現在も進めてございます。

7ページ、ご覧ください。こちらに、2号機軽油タンク地下化工事の工事工程を示しております。上の部分が、既設軽油タンクの撤去工事、下の部分が地下式の新しい軽油タンクの設置工事になります。右には、ポンチ絵が書いてございまして、主な工程のイメージを書いてござ

います。上の既設軽油タンク撤去工事に記載のとおり、6月よりBタンクの撤去工事を始めてございまして、そちらは既に完了しております。現在はAタンクの撤去作業を実施してございます。工程表の吹き出し部分に書いてございますように、2基目の軽油タンクを撤去する際は、軽油タンクがない状態での2号機非常用ディーゼル発電機の機能を確実なものとするため、あらかじめ必要な安全措置を講ずるということにてございまして、この必要な安全措置については次ページ以降で説明させていただきます。

また、7ページ下側の地下式の軽油タンクの設置工事につきましては、工程表に記載のとおり、この後設置工事を進めてまいりまして、終盤に耐圧試験、電気・計装試験、系統試験などの試験を行った後、消防検査、使用前検査を受検いたしまして、工事完了は平成29年4月を予定しております。

6ページに戻っていただきまして、先ほどのお手元の資料で、軽油タンクと非常用ディーゼル発電機の系統を簡単に説明させていただきます。

こちらに記載の図の上の部分に系統概要が書いてございまして、右側のところに赤い破線で書いてあるのが既設のタンクになります。それが、将来的には実線で書いてある横置きの地下の軽油タンクになりますが、いずれにせよ、その軽油タンクから配管がディーゼル発電機までつながっておりまして、その途中にデイタンクというものがございまして、このデイタンクは、非常用ディーゼル発電機の定格負荷で8時間運転できるだけの燃料を貯蔵するタンクとなっております。ですので、ディーゼル発電機の燃料は、このデイタンクと、それから軽油タンクに貯蔵してあるというのが原子力発電所の特徴となっております。

それでは、8ページで安全措置の概要を説明いたします。安全措置に関しましては、上のほうに書いてございますように、大きく3項目ございまして、1つは、2号機の非常用ディーゼル発電機の機能を確保すること、2つ目が他号機等による2号機の必要油量の確保、そしてもう一つが、他号機等の軽油タンクから2号機デイタンクへの軽油補給体制・手順の確立、外部からの軽油調達の準備などとなります。安全措置の実施期間ですが、こちらは2基目の軽油タンクの撤去工事に着手した日、7月の14日から地下式の軽油タンク設置工事が完了する日までとなっております。

続いて、安全措置実施体制を8ページの下の部分に記載しております。女川原子力発電所において、技術統括部長を総括責任者としまして、原子炉主任技術者の指導・助言を受けながら、ここに記載のグループがそれぞれの分担に従った業務を実施することで安全措置を実施いたします。

9ページをご覧ください。こちらは、ただいまご紹介しました3項目の1番目の項目の2号機非常用ディーゼル発電機の機能確保のもう少し詳細な説明図となります。

2号機非常用ディーゼル発電機の機能確保のために、日常点検で非常用ディーゼル発電機の待機状態をきっちりと確認していくとともに、運転員によってパトロールを行い、女川1号機、3号機の油面の確認などを行って、日常的に点検を実施してまいります。また、右側に書いてございますように、非常用ディーゼル発電機の定期試験を月1回実施しまして、その機能が健全に果たされることも確認してまいります。

こうやって、2号機の非常用ディーゼル発電機の機能を確保するとともに、下に書いてございますように、1・3号機、それから大容量電源装置からの2号機への電源融通についても既に手順を定めて実施できるようにしておりますので、2号機への他号機からの電源融通手段も確保してございます。

10ページをご覧ください。こちらは、先ほどご紹介した安全項目、安全実施措置の2番目の項目になります、他号機等による2号機の必要油量の確保になります。中央にイメージ図が書いてございます。赤色の破線で書いてあるのが、2号機ディーゼル発電機に必要な油量と、そして左から2番目のタンクが1号機のタンクでございまして、ここに1号機からの融通可能量と1号機で使う黄色の部分、融通可能量は緑色で示しております。その右2つが3号機の軽油タンクのAとBでございまして、こちらは3号機Bのほうに仮に7日分を確保していると見ますと、Aタンク分、それからそのBタンクの残り分は2号機への融通可能量となります。

また、大容量電源装置につきましては、非常用ディーゼル発電機のバックアップでございまして、こちらの大容量の地下タンクについては融通可能と考えてございます。イメージ図の下に比較した数値が書いてございますが、2号機の非常用ディーゼル発電機の必要量約150キロリットルに対しまして、融通可能量は650キロリットルということで、十分余裕を持った油量を発電所内に確保することができております。

11ページをご覧ください。ただいまご説明しましたほかの号機のタンク等に確保した油を、2号機の先ほどご紹介しましたデイタンクへの補給をどのように行うかについて説明した図になります。図に記載のとおり、燃料を取り出しまして、タンクローリーで受け入れて、そのタンクローリーを移動し、2号機のデイタンクへ補給するラインにつないで補給するというものでございます。先ほどもご説明しましたとおり、デイタンクには定格負荷で8時間の燃料を貯蔵してございますので、この8時間以内にこのタンクローリーでの補給をすることによって、非常用ディーゼル発電機の連続運転が可能となります。

なお、今回のこのタンクの補給を実施するために、3号機側の燃料取り出し、それからデイタンク側の補給ラインにつきましては、取り出し部、取り付け部について今回工事を実施して、適切に補給ができるように行っております。

12ページをご覧ください。今説明しました補給について、体制、それから最終的には外部からの軽油調達についても配慮を行っておりますので、そちらについて説明いたします。枠の部分に書いてございますが、工事期間中、軽油の補給は夜間・休日も含めて対応可能な体制を構築しております。あわせて、月1回程度の頻度で訓練を実施して、確実な補給が行われるように力量を維持していきます。

12ページ右側に、発電所、それから女川の図が示されておりますけれども、右側中央部あたりに発電所、当社の寮やアパートを示しております。このように、通常は女川・石巻圏内に要員が在住しております。また、先ほどご説明しましたとおり、デイタンクには8時間分の燃料を貯蔵しております。また、2番目のチェック項目に書いてございますように、訓練実績によりますと軽油補給準備から補給開始までは3時間程度でございますので、このデイタンク8時間分に対して3時間で補給できることを考えますと、仙台圏からでも十分に対応できると判断しております。

それから、3項目に書いてございますように、陸路が交通途絶した場合は空輸によって要員、資機材の確保を行うように手順化されておりますし、その下に記載のとおり、ヘリポートから仙台空港までの所要時間は約40分ということ、ヘリポート離着陸訓練で確認してございます。

それから、最後になりますが、構内の軽油が消費される7日以内に内部から軽油を調達できるための連絡網を、今回あわせて構築してございます。

13ページをご覧ください。本日ご報告させていただいた事項のまとめとなります。女川原子力発電所の安全対策として、非常用ディーゼル発電機の燃料貯蔵設備である軽油タンクの地下化や、火災防護対策の工事量増加への対応が必要となりました。その結果、女川2号機の安全対策全体の工事完了目標を平成29年4月に見直して、工事完了までの期間は適切に安全確保を実施します。当社としましては、今後とも新規制基準への適合にとどまらず、原子力発電所のさらなる安全レベルの向上に向けた取り組みを継続的に進めてまいります。

説明は以上となります。

○座長 ありがとうございます。それでは、何かご質問等がありましたら、ご発言いただければと思います。どうぞ、源栄先生。

○源栄委員 この言葉で、「安全性を確保する」とか「安全性を高める」というのは、簡単に言うことができます。確かに、やらないよりはやった方がいいのではないかと、私たちはよく防災対策で言ってきたのですけれども、安全性を定量化して、リスク評価できちんと、何がどれだけ効果があるかというような説明はできないものですか。いろいろな場所で、ほかに同じ目的で対抗馬があったときに、どちらがいいのか選ぶときに非常に大事になってくると思います。感覚的と言うと誤解を招くかもしれませんけれども、何か学術的なやり方での効果の確認というのが要るのではないかということを感じましたので、発言する次第でございます。

○座長 誰か、ご回答、ご発言いただければと思うのですけれども。

○東北電力株式会社 加藤でございます。まず、今回のこの軽油タンクの地下化でございますけれども、説明資料の初めのほうにありましたけれども、2ページですね、2ページの1番のところですが、軽油タンク自体が発火源となった場合に、近くにある原子炉建屋、こういったところへの輻射の熱とかこういったものが発生するので、その発火源としてまず重要施設から遠ざけたい、あるいは輻射熱を下げたいということが地下化する一つの理由になっています。

それから、もう一つは竜巻、これの防護の仕方は、先ほど先生がおっしゃったようにいろいろなやり方があると思います。一つは、スチールの防護ネットなどで覆うとか、それからもう一つは、このタンク自体を隠してしまうということで、この地下化など。

それで、今回この工程変更に至った経過としましては、当初は我々、この竜巻なども、今回の新しい基準の中で考慮すべき外的因子として一つ新しく、詳しく評価することになったわけですが、防護ネットというオプションを選んでいました。これが、いろいろ先行の審査、それからもう一つ、今の火災の件等あわせて考えますと、そういった守り方よりはこちらのほうが良いということで、その比較の中でこのようになったものです。そういう意味では、複数の当初考えていたデザイン、あるいは防御策から、検討の上でこれに変更しています。

それで、源栄先生のもう一つのご指摘のこのリスク評価ということなんですが、こういった今度この軽油タンクを、そういう火災や、あるいは例えば飛行機等の何か飛来物によりタンクが壊れて発火する、あるいは竜巻が来て何か巻き上げてそれがタンクを壊すということについて、地下化するということは、枠組みとしては確率論の中でも評価することはできます。当然、今まで竜巻で壊れたかもしれないのが、地下化することでその壊れる確率が下がるということは、その枠組みとしてはできるんですが、こういった事象の定量評価の難しいところは、そのときにこのタンクが壊れにくくなる度合いの確率というのが、例えばいろいろな機械が壊れるのであれば、ある程度データがあるので、ポンプが壊れる確率とかというのは少し統計データ

みたいなものがあるわけですが、こういう自然現象に対してこういったタンクがもつかもたないかというところになりますと、今度は多くの場合、専門家の方たちに、ちょうど地震のハザードのところの確率論と同じですが、専門家の方々に、じゃ、この対策をすることで前より何分の一ぐらいになりますかという評価が出てきます。そういう意味では、枠組みはあるんですが、なかなかその評価の数値を出すところは難しいところがあります。難しいからやらないという意味ではないんですが、我々としては複数の防御策の中から、よりその汎用性の高い対策を考えたということで、先生のリスクの定量化というところにはお答えにはなりません、1個だけやったということではございません。

○源栄委員 対外的な説明性という意味で、必要なところをクリアにしておいていただけるとよいかと思います。今、国立競技場の話じゃないですけども、何であれを選んだのかというときに、何が評価基準だったのかということが、曖昧であるといろいろなところで問題が生ずる可能性があります。入札制度等もあって、いろいろ議論になっているようなこともありますので、変な話にならないように明確にしておくということが大事なのだと思います。

○座長 では、兼本先生、お願いいたします。

○兼本委員 非常に周到な計画だと思います。1つ質問です。工事の期間中に非常電源が動かなくなると困るということで軽油の輸送計画などを入れているのですが、他の号機の非常用電源で電力を供給できれば、輸送計画まで考えなくていいのではないかという気がしたんですがいかがでしょうか。もちろんこれは非常用電源もそのまま使える前提での計画だと思うんですが、ここまで考えられたのは何か理由があるかどうかというのだけ、教えていただきたいと思います。

○東北電力株式会社 今ご意見いただいたとおり、9ページに書いてある下側の1号機、3号機の非常用ディーゼル発電機からの電源融通、これができれば基本的には2号機のほうも電源が生きますので、ご意見いただいたように、その場合は補給について当面は必要ないということにはなりますが、とはいっても、それが万が一うまく融通できなかった場合とか、そういうことも我々としてはやはり想定した上で安全を確保する必要があると判断しておりますので、今回は今話したように補給体制等を準備したということでございます。

○兼本委員 わかりました。念には念を入れてということですね。

見ると、特に余計なコストがかかるわけでもないのに、ソフト面だけの対応がメインだと思いますので、こういう念には念を入れてということは、ぜひこれからも心掛けていただければいいかなと思います。

○東北電力株式会社 1点補足させていただきます。女川原子力発電所保全部の渡辺でございます。

今の回答で、先生のご質問に対して、1点補足をさせていただきますが、当該号機、女川2号機においては、運転停止中じゃなくても、少なくとも当該号機で1基の非常用ディーゼル発電機を確保しなさいという保安規定というものの要求がございまして、少なくとも1基は確保した上で、最低2基の要求がございまして、他号機からの融通を含めてトータルで2基を持ちなさいというのが要求事項でございます。

○兼本委員 そちらはわかりました。

○座長 そのほか。首藤先生、お願いいたします。

○首藤委員 ご説明ありがとうございました。ご説明の内容自体は、私にもわかったように思いますけれども、そもそもどういった観点で、このご説明を聞かなければいけないのかが私にはよく理解できておりません。2つのことがありまして、1つは、特に大きなポイントは軽油タンクの地下化だと思うのですが、地下化をすることの安全対策がいいのかどうかということと、それともう一つは地下化をする工事期間中の安全措置が必要十分かどうかということがあると思うのですが、その両方とも今議論していいということの理解で合っていますでしょうか。それでよろしいでしょうか。これは、両方ともご説明していただいている、ということよろしいでしょうか。

○東北電力株式会社 原子力部、加藤でございますが、今、首藤先生から、まず、この工事の技術的な安全性、まず、この設計がいいのか、それからこの工事をする間、女川原子力発電所の安全性は十分に、保安規定で要求されている内容が担保されてありますかということで、今こままでの議論は、今の2つ目のこの工事期間中の安全性の確保と、あと少し簡単に、その地下化をすることのメリットというのをお話しいただいたかと思えます。

それで、もう一つ、0番目として、今回新指針、適合性に関する女川原子力発電所2号機の安全性ということが、本検討会で先生方に議論していただく事項であるわけですが、もう一つ、その工程、これまでは平成28年3月に工事が、さまざまな工事が完了して、仮に再稼働するとしたら28年4月以降ですというのが、我々対外的にお話ししてきていたものです。今回、29年4月に工事が終わる計画に見直しましたということで、少なくとも工事が終わる時期は1年後に延びていますので、こういった先生方にご検討いただく上でも、この当社の適合性を進めるための工事の工程というのは、ひとつスケジュールとして重要な事項、それから我々、プレス発表等を始め自治体さんへの説明というのも行ってはおりますが、この場でこういう1

年間工程が変わるということは、まずひとつ重要事項かなという意味でご説明したいというお話を申し上げました。

もう一つは、2つ目はその安全性のところ、その中には中身が2つあるという、先生おっしゃるとおりかと思います。

○首藤委員 ありがとうございます。大変わかりやすいご説明で、ようやくどういうことを考えなければいけないのかが理解できました。

では、私は、伺ったご説明の中で、その安全性に関しての2つのうちの1点目のほうですね、そもそもその工事の内容が変更されたというか、タンクを地下化することになったというところがやや気になりましたので、質問したいと思います。

先ほど、どんなリスクを想定されているのかとか、リスクの定量化はできないのかというようなご質問にも多分関係するのだと思いますけれども、ご説明いただいたところでは、地下化をすることでこのようなリスクが減るというお話は大分ご説明をいただいて、それは非常に理解ができるころだと思いました。

一方で、地下に入り、なおかつ、私が理解した範囲では、多分タンクの本数は増えて、小分けになって、配管数が増えてとか、何か変わってくるころがあると思います。そのような中で、逆にリスクが増加する部分はこういったところで、そういったことにはどういうふうと考えていらっしゃるのかというようなことというのが気になりました。

あわせて言いますと、なぜ、当初は地下化を考えていなかったのに、改めて地下化をするということになったのかが私にはまだ十分理解できておりません。新たな知見が出てきたのであればともかく、前の評価や考え方で通らなくなったというか、そこは何が違うのか、その前の評価や判断のどういう部分が間違っていて、新たに違う意思決定をなされたのかというところのご説明が私には理解ができなかったもので、そこは、本日は時間の関係もありますので別の機会でも構いませんけれども、いつか説明をしていただきたいなというふうに思います。

○座長 簡単にご説明できるのであれば、ご説明していただいて。

○東北電力株式会社 ごく簡単に要点だけ申し上げますと、先ほど、当初、例えば竜巻等に対しては防護ネットで保護するという事なんですが、そういうことで我々考えておりました。

ただ、もう一つ、途中で火災という話もしましたけれども、この火災のときにこの防護ネットというのが、例えば消火作業等の支障になる可能性があるとかですね、いろいろさまざまな議論も、消防とか、あるいは先行の審査の過程でも竜巻対策についてさまざまな議論がされまして、我々は当然、この審査に対応していく以上、その先行プラントで行われている議論を

参照していきますので、まずそういう中から我々、当初設計としては防護ネットを考えていましたが、こちらに変更しています。

それで、もう少し、補足説明については、何か補足資料の形でさせていただきたいと思えます。

○座長 次回以降に追加的な説明をしていただくということをお願いしたいと思います。では、長谷川先生どうぞ。

○長谷川委員 今の首藤先生の質問にも絡むんですが、竜巻や火山やあるいは火災のことを考えて地下化をやったとのことですね。竜巻、火山や火災（対策）のことを考えたときに、このタンクの地下化以外に、もっと別の問題も出てくるのではないかという気がするわけです。今回はよろしいですけれども、次にはしっかりと説明いただけるんだらうと思えますので、よろしくをお願いします。規制庁から言われて工事を変えなければならないので、ここでいきなり出されたとは思いますが、素直に言うと、何か奇異な感じがしないわけでもないと思えます。

それから、もう一つは、私の記憶違いでなければ、ガスタービンの非常用発電機も設置されたはずなんです。その位置づけをどのように思っておられるのか。例えば現地調査のときに、非常用のディーゼル発電機とガスタービン発電機もありますという説明を受けたように思っています。そういったことが、ここにはどこにも出てこないですね。それはまた別途にやるからいいという考えもあるかもしれませんが、そういう総合的なことを少しご説明いただければと思います。

○座長 時間も過ぎていきますので、次回、ここをまとめて……

○東北電力株式会社 一言だけよろしいでしょうか。

○座長 はい。

○東北電力株式会社 本日、私の説明が至らなかったようなんですが、本日までご説明させていただいたのは、あくまでも工程見直し、先ほど首藤先生のお話がありまして、工程見直しになったというところをまずご報告差し上げたくて、それに関連する主な工事としてはこういうものがございましてということでご説明ただけでございまして、そのほかの安全対策工事等がなくなつたとか、そういう話ではなくて、それは別途、ご説明することになると思えます。

○座長 それでは、そこも含めまして、次回以降にご説明いただければというふうに思えます。

それでは、この安全対策工事工程の見直しに関する報告は、これで終了させていただければというふうに思えます。

委員の皆様には、今日、貴重な意見をありがとうございました。2つの内容につきまして、

まだご説明、議論はされていませんけれども、次回以降にこの2つの内容について行っていき  
たいというふうに思います。

本日の説明をお聞きいただきまして、改めて何かご質問等がございましたならば、事務局の  
ほうまでご提出いただければというふうに思います。

## (2) その他

○座長 次に、議事の(2)その他とありますけれども、事務局のほうから何かございますでし  
ょうか。

○事務局 特にございません。

○座長 それでは、特にないようでしたら、本日の議事を終了させていただきます。

ありがとうございました。

## 4. 閉 会

○司会 若林先生、座長、どうもありがとうございました。

それから、皆様、大変貴重なご意見、大変ありがとうございました。

それでは、これをもちまして、第6回女川原子力発電所2号機の安全性に関する検討会を終  
了といたします。

皆様、お疲れさまでした。