

## 第14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30年6月1日（金曜日）

午後1時30分から

場 所 TKPガーデンシティ仙台勾当台 3階 ホール7

## 1. 開 会

○司会 それでは、ただいまから第14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、宮城県環境生活部の後藤部長から挨拶がございます。

○環境生活部長 ただいまご紹介をいただきました宮城県環境生活部長の後藤でございます。

本日は、委員の皆様には大変お忙しい中ご出席を賜り、まことにありがとうございます。

本検討会は、原子力規制委員会の審査を踏まえまして、女川原子力発電所2号機に係る「震災後の施設の健全性」及び「新規制基準に適合することにより向上する安全性」という2つの視点について、各構成員の方々の専門的見地に基づきご確認をしていただくということのために平成26年11月に第1回目を開催し、これまで13回の会議と1回の現地視察をしていただいたところでございます。

原子力規制委員会による女川原子力発電所2号機の審査状況についてでございますが、現在まで審査会合は119回を重ね、東北電力におかれまして鋭意説明に努めていると伺っております。

第14回目となる本日の検討会におきましては、東北電力から新規制基準適合性審査申請のうち外部電源等についてご説明をいただき、委員の皆様にご確認をいただきたいというふうに考えてございます。

皆様には、それぞれの専門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ので、よろしくお願いを申し上げまして、簡単ではございますが開会に当たっての挨拶とさせていただきます。

本日はどうぞよろしくお願い申し上げます。

○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したいと思います。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。着座にて説明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ご説明いたします。

A4の1枚ものの資料-1、それからA3のカラー、4ページものの資料-1（別添）をご

らん願います。

A 4の資料－1に論点項目を、A 3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。この資料－1（別添）には、検討会でいただきました質問につきましても関連質問として追加しております。また、その質問は、何回目の検討会で出されたのかを質問末尾に括弧書きでお示ししておりますので、参考にいただければと思います。

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、A 4、資料－1の網かけ部分、それからA 3の資料－1（別添）の赤い枠で囲った部分、こちらは3ページと4ページになりますのでご確認をお願いいたします。

本日、検討予定の論点は、A 4の資料－1ですけれども、2の新規制基準適合性審査申請についてのうち（1）地震の基準地震動、（6）外部電源、（8）重大事故対策の使用済み燃料プール、運転停止中の原子炉における燃料破損防止、3、その他のうち（4）その他について検討をお願いしたいと考えてございます。

また、多くの視点からご意見をいただき、より議論を深めるため、本日ご欠席の委員に対しては事前に送付した資料をご確認の上、コメントをいただくようお願いしております。

事務局から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。

○事務局 それでは、議事に入りますので、ここからはカメラによる撮影はご遠慮願います。カメラをお持ちの方は撮影のほうをおやめください。

### 3. 議 事

#### （1）各論点の説明・検討

「新規制基準適合性審査申請」

##### ・（1）地震（基準地震動）

○座長 それでは、議事の進行上、地震に関する議題を先に行います。

それでは（1）各論点の説明・検討のうち、（1）地震につきまして、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 東北電力の樋口でございます。

資料4につきましてご説明いたします。

めくっていただきまして、本日の説明内容ということで、1ページ目に第13回検討会等における質問事項について3点まとめてございます。第13回の検討会の前にもいただいた質問を統合して書いております。

1つ目、基準地震動の年超過確率の参照についてということで、地震の発生頻度に関してハザード曲線の算定方法を詳細に説明してほしい。また、基準地震動よりも影響が大きい地震が起こる可能性について定量的な示し方はできないか。

2つ目、3.11型地震の断層の破壊の仕方について、断層の破壊の仕方がいろいろなパターンがあるんですが、今やっている検討とほかのパターンでの違いによる影響がないかを確認してほしい。

3点目、基準地震動S<sub>s</sub>-D1の模擬地震波の継続時間についてということで、その継続時間の長さに関して保守的な説明だということをお伝えしましたが、それは本当にそうなのか、適切なのかということのご質問をいただいております。

この3点について今日ご説明しますが、まず、基準地震動の年超過確率の参照についてというところからご説明します。

そのページは3ページからになりますが、内容は4ページからということで、4ページ目をお開きください。

説明に入る前に、4ページ目から地震ハザードというお話をするんですが、非常に専門的な内容でございまして、ご専門の先生もいらっしゃいますが、ご専門外の先生もいらっしゃるということで、参考資料として37ページ以降に詳細なお話と、あと簡単な、どういった計算のプロセスを踏んでいるのかというところをまとめてございます。特にハザードの評価方法の概念的なところは47ページ目から参考として6枚程度にまとめてございますので、必要に応じて見ていただけたらと思います。

それでは、中身のご説明にまいります。

4ページ目でございますが、基本事項の①でございます。前回、昨年11月1日ですが、13回のときにはこの青いところを説明したということです。確定論という筋道に従って基準地震動を、「震源を特定する」または「震源を特定せず」という地震動2種類というものを作成したということで、基準地震動7波についてご説明したということです。

今日のメインのご説明はこの赤い点線の枠でございまして、超過確率の参照ということで、基準地震動を確定論で決めましたら、それを確率論という手法を用いて検証するといえますか、

こういった見方ができるかというのを確認する作業がございまして、その点を今日ご説明するということです。

めくっていただきまして5ページ目です。これが規制要求になります。基本事項の②としていますが、上に書いてあるのが法令要求で、下に書いてあるのが審査ガイドということで、内規になります。超過確率を参照するというので、どの程度の超過確率に相当するかを把握するということが目的でございまして、具体的には審査ガイドのほうに、超過確率のレベルを確認するというのと、地震ハザードに大きな影響を及ぼす地震と検討用地震との対応を確認するというのがポイントであります。

6ページに基本事項③として、地震ハザードまたは一様ハザードスペクトルというような表現が出てきますが、その定義等を書いておりますので、必要に応じて見ていただけたらと思っております。図の3に地震ハザード評価の特徴というものが書いてございまして、ここが確率論の肝だと思っております。敷地に影響を与える全ての震源（歴史地震、活断層等）を全て考慮するというのと、地震動評価に用いられる理論や解析に含まれる不確定性をシステムチックに取り込むということで、確定論では考慮できないものもここでは含まれた評価になるというところが確率論の最大のメリットだということになります。

めくっていただきまして、7ページ目でございます。

地震ハザードの評価フローということで、実際こういった流れで評価するのかというところでございます。①番でまず地震を抽出します。特定震源とって、あらかじめここで地震が起こるんだというものを確定できる例えば宮城県沖地震でありますとか活断層の地震とか、そういったものに関してはあらかじめここで起きるというのを決めまして検討すると。また、地震というのはどこで起こるかわからないというものもございまして、宮城県沖全体とか陸域全体とか、そういった領域で計算するというのであります。そこに地震の発生頻度をかみ合わせて、場所とどのぐらいの数が起きているかということをもとに評価をしていくというところが地震ハザードです。

②番のところでは、地震動伝播モデルの設定と書いてありますが、縦軸に加速度、横軸に震源距離が書いてあります。基本的には距離減衰式というものを使って地震動、何ガルぐらいになるかというようなことを評価するわけですが、ばらつきというものを確率論では評価します。その予測誤差というものを確率論として考慮するというところがまた1つのポイントでございます。

こういった形で個々の地震ハザードの曲線を算出して、それらを全部統合して総合的なハザ

ード曲線を引くということでございまして、⑤番に書いてありますようにプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震、こういったものを全て合わせますと総合的な地震ハザード曲線、右下に描いてありますような図になっていくということでございます。これが全体の評価フローの流れでございます。

次、8ページになります。評価方針です。

評価方針としまして、まず1つ目なんですけど、原子力学会で「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準」というものをまとめてございまして、これに基づいて実施するというふうにしてございます。これは審査ガイドで示されているものでございます。

あともう一つ、女川の場合の特徴的なのは震源モデルの設定ということでございまして、文部科学省の中には地震調査研究推進本部という国が設置している機関があるんですが、そこで確率論的地震動予測地図というものを全国的に示しているということでございます。こういった国がやっている確率論的なアウトプットがございまして、これと女川というものに関しては整合させるということで、震源モデルは国の予測地図をベースにつくっているというところでございます。

次に、地震動伝播モデルの設定でございまして、距離減衰式というのは先ほどお伝えしましたが、これは原子力発電所の岩盤というところに根差してつくった Noda et al. (2002) という論文がございまして、これに基づいて基本検討しているというところでございます。そのほか断層モデル等を一部使っているということです。

そのほか、ロジックツリー等では不確実さを考慮して設定していると。

まず、特定震源ということで、9ページになります。

9ページ、先ほどご説明した図が出ているということでございまして、左上に表がございまして、プレート間地震とか活断層による地震ということで、大きくプレート間地震は、3.11型の地震と38年周期で起きる宮城県沖地震、これを場所を特定して周期も特定してやっているということです。3.11は600年周期、宮城県沖地震が38年周期。あと活断層による地震が、右側の分布図がございまして、1,000年とか1万年とかそういうオーダーで起きるという確率計算でやっているということでございます。

次に領域震源です。特定震源以外の地震、こういうものも考慮するというところで、10ページになります。10ページ目の下側の図を見ていただくと、地震のタイプというのが大きく3つ、左側の下、プレート間地震、真ん中、海洋プレート内地震、右側、内陸地殻内地震、こう

いったタイプに分けて、それぞれ各領域でどのくらいの地震が起きるかというものを検討するという事です。

例えばということで、一番左端にあるプレート間地震、女川に最も影響がある、女川のサイトは赤い三角印のところがございますが、その東側に①番、青い領域がございます。これは宮城県沖でございますが、ここではマグニチュード8.4もしくは8.0が起きるということ、を最大マグニチュードにして検討しているということです。ここでどのくらいの地震の数が起きているかという頻度も確認しまして検討しているということです。

ここでマグニチュード8.4、8.0、なぜ2つあるかということなんですが、これは地震調査研究推進本部の予測地図には実はモデルが2つあるということでございまして、1つのモデルは長期評価といった通常の評価をした中で、主要な活断層や海溝型地震の評価結果に基づいたやり方をしたものでございます。モデル2に関しましては、地震活動度の不確実性より大きくしたのでより大きな地震の発生を考慮するという事で、より不確実性をとったのをM8.4のモデル2と、長期評価に基づく通常の方法をしたものがM8.0のモデル1というような形で、各領域に2パターンありまして、その2つ両方とも考慮して今回は検討しているというところがポイントであります。

次、11ページになります。どういった地震動伝播モデルで評価するかというところで、表が描かれています。先ほど申しましたように、評価手法と左から2列目に書いてございますが、Noda et al. ということで、原子力発電所の基本的な距離減衰式でやっているということでございますが、ポイントはこの補正係数という真ん中にある列でございます。ここは敷地にある観測記録、女川では30年間にわたってたくさんの記録がございます。そういった観測記録で通常一般式を補正してあげている、サイト補正をして適正化をしているというところが1つのポイントでございます。

もう一つ、ばらつきでございます。そういった1,000、2,000の地震の記録を踏まえて補正をしているということになっておりますので、ほかのサイトに比べて精度を高く評価できるということで、ばらつきはやや小さめの0.35から0.45をベースにして検討しているというところがポイントでございます。

次に12ページ、ロジックツリーということで、これはハザードの根幹になるところでございます。全体概要というのが12ページに書いてございます。上の行からプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震という3行ありますが、ポイントになるのがプレート間地震ということです。これは2行に描いてありますが、先ほど申しました地震本部に従いまして

モデルが2つあって、下がモデル1、上がモデル2という形でまとめていまして、その両方をロジックツリーの中で考慮しているということでございます。

プレート間地震のところでは宮城県沖地震、これは38年周期、マグニチュード7.4で起こる地震ですが、そういったものを特定地震として考慮する場合と、これを領域震源を含めて検討する場合というのが地震本部のモデルでできておりまして、それを素直に入れているということでございます。その辺が違いと言えば違いということでございます。

次に、13ページのほうに、今の3つの地震のタイプをおのおの個別に細かく見た場合のロジックツリーが描いてあります。ポイントだけお話ししますが、13ページの一番上のプレート間地震の特定震源というところを見ていただきまして、東北地方太平洋沖型地震、3.11型ですが、これに関しては更新過程を用いているということ、地震が2011年に起きたということを前提に確率計算しているということでございます。これは先ほど来申し上げてます地震調査研究推進本部の考え方に沿ったということでございます。こういったやり方は原子力発電所の実施基準についても認められている内容でございます。それらがポイントということになります。

同様に、下にプレート間地震の領域震源、14ページのほうに海洋プレート内、内陸地殻内地震、こういったものがあるということでございます。

急ぎ足で申しわけございませんが、15ページです。今度、活断層ということで、ロジックツリーの中で内陸地殻内地震の特定震源というものがあまして、全部で33断層を考慮しているということです。ここも新規制基準といいますか、新たなポイントになるのは、やはり地震が連動するという切り口でございます。断層も一つ一つの断層が個別に動くという場合と、つながりが考えられるものは連動して起きるというようなことも考慮しておりまして、青とか黄色とか緑に色づけしているものは連動でも起きるという考慮を半分の確率で入れているということでございます。

右側の図面で申しますと、①②③と円で描かれたところ、これは連動して起きる断層として認定している、こういったものも考慮しているということでございます。

こういったことを条件にしてハザード計算をするとどういふアウトプットになるかというのが16ページでございます。平均ハザード曲線でございます。これは縦軸が年超過確率、横軸が最大加速度ということございまして、水平方向で申しますと10マイナス3乗で700ガル、10のマイナス4乗で827ガル、10のマイナス5乗で1,144ガル、こういったレベル感になっているということでございます。

この全体評価をいきなり見ても理解が非常に難しいということで、その内訳というものが17ページにあります。これは非常に大事なところだと私は思っていて、17ページの今お示した700ガル云々という全体のものは黒い線でございます。この黒い線の内訳を示したのが赤から青、緑の線でございます。高確率、10マイナス2乗から10マイナス4乗に関しましては赤い実線、特定震源（プレート間地震）というのがほぼ支配的だと。また、10マイナス5乗から10マイナス6乗の低確率のところにおきましては領域震源の海洋プレート内地震が支配的だということでございます。ということで、高確率のところでは38年周期の宮城県沖地震、サイトの前面にある地震が38年周期という非常に短い周期で起きるのでここを支配的に計算される。また、低確率のところでは、4月7日地震のようなタイプの海洋プレート内地震が非常に大きな加速度を持って支配的だというようなアウトプットということでございます。

こういった結果を最大加速度で示しておりますが、これを周期ごとに見る、一様ハザードスペクトルで見るとというのが18ページでございまして、基準地震動が7つありますが、それで確率計算したものを比較したものでございます。ただ、 $S_s$ が7つあるので、それを全部重ね合わせているので、それを分解して見たのが19ページから21ページでございます。

19ページが $S_s$ -D1からD3のもの、20ページにお示していますのが $S_s$ -F1からF3のものと3本ずつ書いてあるということになります。21ページは震源を特定せず。こういったものを見ますと、おおむね10のマイナス4乗から10のマイナス6乗、長周期では10のマイナス6乗を超えるような比較の結果になっているということでございます。おおむねほかのサイトと同様のレベル感だというふうな認識でおります。

一応確率論のところは以上でございます。

次、2番目、3. 1.1型地震の断層の破壊の仕方の違いについてということで、前回の検討会でご質問いただいた件でございますが、図を追ってご説明させていただけたらと思いますので、ちょっと飛ばします。

まず、24ページを見ていただきたいんですが、24ページで左側にあるのが基本ケースということで、前回の検討会でお示したものでございます。破壊の開始点というのがありますが、これが3. 1.1地震が起きた実際の発震地でございます。これに断層面が幅200キロメートル、長さ500キロメートルのところのここから割れたということで、青い矢印が右から左に、海から陸に向かっているんですが、破壊の進行が星印から三角印の女川サイトに向かって直線的に向かうという形で断層は破壊するようなモデルを組んでおります。これは非常に

厳しいパターンなんですというご説明して、これが非常に厳しいことから、ほかの割れ方をするよりも十分な結果になっているということをご説明していますが、ただ、断層面積が非常に広いということがあるので、いろいろな割れ方が当然考えられる。そういったものが本当に影響あるのかないのかはやはり定量的に見たほうが良いということをごさいます、今日ご説明いたします。

24ページの右側に①番のモデルがあります。北側から破壊開始するのが赤い星、南側から破壊するのが青い星というところで、上から割れた場合、下から割れた場合はどうかというようなことを1つ目として検討しております。

次に25ページでございます。25ページは3.11地震の震源というよりは、1978年にも宮城県沖地震が起きたので、その震源から割れたらどうかという過去の事例に基づいたものが検討ケース②と呼ばれるもの。また、女川の前面海域にはSMGA2、これは強震動生成域といいますが、それとSMGA3という2つが重なっています。この2つが同時に割れると厳しくなる可能性があるのではないかというようなことも想定できるので、2と3が同時に割れるように、その真ん中から破壊するというのはどうかというのを検討してみたいということでございます。

その検討結果が26ページにありまして、黒い線が基本ケースと呼ばれるもので、今ほどお示した検討ケース①番から③番というのが赤い線、または青い線でありますということです。この応答スペクトル上で平均的なものでございますが、おおむね同等ということで、違いの小ささを確認したということでございます。

なぜ違いが小さいかということで、27ページです。これは時刻歴波形、断層モデルのものをを用いていますが、全体の波形が一番上の行で、SMGA2が上から3行目でございます、全体の破壊のSMGA2というところが支配的で、ほかのSMGAがどう割れようともこれでほぼ決まっているということが見てわかると。そこまでSMGA2というところが大事なのであれば、SMGA2がどこから割れるかが非常に問題なんじゃないかという考えも及びますので、28ページにもう一つ追加で検討しております。

SMGA2というところは従来、白い星のところから割れると決めておるんですが、それを赤いところ北側から、または下、南側の青いところから割れたらどうなるかというのもやってみたということです。アウトプットが28ページの右側の平均応答スペクトルなんですが、これも黒い線と赤い線と青い線を比較していただくと、ほぼ同じだということをご理解していただけるかと思ひます。ということで、影響は小さいという結論になります。その結論が29ペー

ジのほうに書いてあるということです。

急ぎまして申しわけございません。30ページになります。

模擬地震波の継続時間ということでございます。31ページに本当に継続時間の長さが保守的なのかというところであります。ということで、そもそもS<sub>s</sub>-D1、3.11型地震の模擬地震波の作成というのはどうやっているのかというスタートラインに戻ってご説明をまずさせていただきます。

設計用応答スペクトルに適合する模擬地震波の経時特性、長さですね、は距離減衰式、先ほど言いました Noda et al. (2002) という原子力の一般的な方法に基づいてやっていて、これは一体何なのかというと、地震規模 (M) と等価震源距離 (X<sub>eq</sub>) と呼ばれる、震源距離ですね、の2つを用いて決めているということです。地震の規模は何から決めているのかというと、内閣府 (2012) の知見からマグニチュード8.3を導き出しているということと、等価震源距離は先ほど来、見ていただきました500キロ×200キロの断層面を設定しまして、そこから距離を算定しているということです。

そもそも Noda et al. (2002) は保守的なのでしょうかということですが、これは一番下に※3として書いてございますが、多数の観測記録 (155地震) を用いまして平均的な経時特性を調べて、それに不確かさを入れているということです。平均プラス標準偏差を考慮した設定となっているということで、理論的・背景的にも十分保守的だということでございます。

マグニチュード8.3を用いた理由はということで、それが32ページでございます。2つ書いてあるので左側のほうでご説明しますが、距離減衰式から求められる地震規模はM<sub>w</sub> 8.2~8.3ということで、M<sub>w</sub> 9.0というのが3.11型地震なんですけど、こういった式で検討する場合にはマグニチュード8.2~8.3で十分だということです。それはやはり断層面が非常に広いということで、北の端と南の端では影響度が全く違ってくるということございまして、やはり自分のいるところ、サイトの周りの比較的近傍の影響を非常に受けやすいということで、その範囲に従ってとなれば8.2なり8.3というレベル感になるということでございます。

左下にグラフがございまして、縦軸が計測震度、横軸が震源距離ということでございまして、マグニチュード8.2なりマグニチュード8.3で検討したところ、この観測記録の○印というところと式で示した赤、青、緑の線がほぼほぼ一致するということが、マグニチュード8.2なりマグニチュード8.3と対応がいいということを確認しているわけです。線の色の

違いは地盤の固さの違いということでございます。

また33ページでございます。3.11型の震度インバージョンというものをやっています、神田ほかが示したように波群が2つあるんですが、その波群1つ目が8.0、2つ目が8.1ということで、全体波形でやったとしてもM8.3のレベル感だということを確認しているということで、宮城県の前面海域の強震動の生成域というのを念頭に置いて物事を考えれば、8.0から8.3のレベル感で解析するとちょうどいいということであります。

結果としてどういうことになっているかという、34ページでございます。

マグニチュード8.3、等価震源距離132キロで評価した結果、継続時間は全体で137.9秒ということでございます。Noda et al. (2002)の式は、左下に書いてありますように、強震部の時間というのはマグニチュードで確定し、減衰部を含んだ時間のところの尻つぼみで小さくなって来るんですが、そこはマグニチュードと震源距離で決まってくるということでございます。

ところで3.11の記録と比較してどうなのかという、実直なところを見たのが34ページの右下でございます。上が基準地震動 $S_s-D1$ で、下の波形で3.11地震のNS方向のものを例示として示しております。基準地震動 $S_s-D1$ のほうが強震が続く時間がサイン波の重ね合わせの結果、約65秒間ということで、非常に強震動が長い時間続くということです。それに対して3.11の地震というのは、最大加速度の2分の1以上の区間というのは9秒なり14秒なりということで、半分以下、3分の1レベルでの長さだということで、これを見ていただく限り、直感的に模擬地震波のほうが継続時間は非常に厳しいだろうということを理解していただけたと思います。

じゃ、それを概論的に、何でこういう差が出るのかというところを紐解いたのが35ページでございます。イメージ図でお示しますが、35ページの右下に漫画が描いてございます。断層面があって、断層の破壊方向を矢印が描いてありますが、その矢印に向かう方向がA地点という青い地点があります。これは断層の破壊方向が向かってくる地点。あと断層の破壊方向の逆側ですね、反対側にあるところがB地点です。この破壊方向にあると地震波が伝わる部分が密に重なってくると。地震波が密に重なってA地点にたどり着くと、振幅は大きく、密に重なりますので時間が短くということになります。またB地点の赤いほうは地震波が疎に重なってきますので、継続時間は長く、かつ振幅は小さめになるということが理論的にわかっています。

Noda et al. (2002)というのは、青い部分と赤い部分の両方を取り入れたような式で

ございまして、高い振幅と長い継続時間の2つを考慮するような式になってございまして、A地点の振幅方向の考え方とB地点の継続時間の考え方を取り入れて、保守的なものがS<sub>s</sub>-D1として作り上げられているということでございます。

それを事例で示したものが36ページでございまして、36ページは何かといいますと、防災科学研究所のホームページから頂戴してきたものなのですが、1994年に三陸はるか沖地震というものが起きております。この三陸はるか沖地震は、真ん中にピンクの図面がございまして、八戸に向かって真っすぐ割れたという地震になります。そうしまして八戸で604ガルという加速度を記録したと記載されてございますが、その八戸のHACという波形を見ますと、振幅は非常に大きいんですが、継続時間がきゅっと縮まった形になっているということを確認できると思います。同じような方向にある青森、AOMというところも非常に同じような傾向があるんですが、それに比して北海道の浦河とか釧路、URA、KUSは赤い枠で描いてございますが、強震部の継続時間が非常に長い。ただ、ここの振幅は非常に小さいということがわかってございまして、こういった傾向がやはり断層面との位置関係で違いが出てくるということですが、女川の場合は3.11の地震が前面にあって、それが向かってくるということでございますので、ここで言う八戸、青森タイプのような形になるというふうなことでございます。

説明は以上になります。

○座長 ありがとうございます。

次に、前回、岩崎先生から質問がございました事項について、事務局から説明をお願いいたします。

○事務局 事務局でございます。

それでは、参考資料、A4の2枚ものでございますけれども、第13回安全性検討会における質問への回答という資料をごらん願います。また、あわせてスライドのほうにも映してございますので、よろしくお願いたします。

前回の安全性検討委員会で岩崎先生からご要望のありました、プレート間地震の応答スペクトル手法を用いた基準地震動に関して、長周期側の応答に安全の余裕度を持たせた形としたこのスライドの左側の図のオレンジのラインの赤い矢印の部分でございまして、国の審査において、国がどのように理解して十分な保守性があると考えたのか、県から国に対して確認していただきたいと。この件につきまして、本件を担当しました原子力規制庁の安全審査会に、昨年12月に確認してまいりましたので、ご報告いたします。

次のページをごらん願います。

まずは経緯でございますが、この基準地震動につきましては、平成28年12月9日に開催された第420回新規規制基準適合性に係る審査会合において、このスライドの資料を用い、東北電力がプレート間地震の応答スペクトル手法による基準地震動を示したところ、規制委員会は「2011年東北地方太平洋沖地震の観測記録を重視」ととどまっていると解釈し、東北電力が「どう基準地震動を設定していくのか」、女川原子力発電所の「耐震設計というのが、きちんと耐震裕度を持って設計されているかどうかということをご今後確認していきたい」という指摘をいたしました。

その理由として、基準地震動S<sub>s</sub>-D1の「0.5秒以降のコントロールポイントの置き方」（すなわち長周期側の応答スペクトルの傾きの決め方）などを挙げ、設計の考え方も書いていただくとともに、S<sub>s</sub>-D1の長周期側についての耐震裕度を再検討するようコメントをしております。

次の資料をごらんください。

このコメントを受けまして、平成29年8月10日に開催された第496回の審査会合において、このスライドのように東北電力は設計上の配慮として「設計の裕度を考慮した場合、やはり長周期にさらなる裕度を設けたほうがいい」ということで見直した説明をいたしました。

これに対して審査会合においては、おおむね妥当な検討がなされたとの結果となっております。

このことについて国に確認いたしましたところ、現時点ではおおむね妥当な検討がなされているが、審査はまだ終了しておらず、現時点での科学的知見をもとに判断し、「長周期側にそれなりに裕度を持たせたという点も含めて理解」したとのことでした。今後、改善する科学的・技術的新知見が公表された際には、再度、審査会合で説明を求めることになることとございました。

なお、国の審査が終了した後は、この安全性検討会において国の審査担当者を招聘し、審査全般に係る説明を受けることを予定しておりますので、その際に改めて疑問点などをお伺いいただければと考えてございます。以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

初めに、この件につきまして欠席の先生から何かコメントがありましたら事務局からご報告をお願いいたします。

○事務局 欠席の先生からはコメントがなかったことを報告させていただきます。以上でございます。

○座長 それでは委員の先生方、何か質問等がございましたらご発言をいただきたいと思います。  
では、岩崎先生、お願いします。

○岩崎委員 幾つか質問させていただきますけれども、最後にご説明いただいた国の見解について、おおむね妥当ということを考えているというご説明があったんですけども、私としてはどういう根拠でおおむね妥当であるかということをご説明いただきたいということで、今後、招聘あるいは具体的に意見を述べる機会があると、質問する機会があるということでしたので、この点についてお伺いしたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

それと、最初の資料、電力の方からご説明をいただいた件で3つほど。

最初に、ちょっと順番不同なんですけれども、27ページ、28ページで、私は前回、割れ方が変わったら場所が変わるので、変わったら影響があるんじゃないかということで解析をお願いしますと、見解をお願いしますと。具体的に28ページにあるようなさまざまなケースもご検討いただいて、確かにこういう検討していただいて、27ページの応答履歴といいますかね、応答の時間経過について結果をいただいていますけれども、これを見ると単純に、やっぱり近いところの割れ方が一番応答して細部に影響があるということが非常によく、SMGA2というのが影響が大きいということが私としても理解できましたので、割れ方については今回の解析で理解させていただきました。

それと次の、これがご質問なんですけれども、32ページで、距離減衰式から8.2～8.3ということで、断層運動、通常いわゆるハウソウあるいは出されている9.0ということと、これについてもうちちょっとわかりやすくご説明いただけますか。8.3と9.0の違いについて。

○座長 お願いします。

○東北電力 東北電力の樋口でございます。

多少繰り返しのご説明になりますが、資料が前後しますので、ちょっと失礼なんですけど、27ページ、28ページのほうで、前の章の頁なので恐縮です。

今、岩崎先生がおっしゃられたように、地震動の女川サイトへの影響、またはほかの地点でも同じなんですけど、やはり敷地前面の強震動生成域に非常に支配的になるというところなんです。

マグニチュード9というのは、27ページの時刻歴波形で言う全体、一番上の行になるんですけど、これの方法を決めているのは女川サイトの場合はSMGA2というところで、それは前面海域のことで、マグニチュード9というのは、200×500キロメートルの全体を見るとマグニチュード9ということでございまして、強震動のレベル感というものを見たときには、

SMGA 2 を見ただけで、本当はそれだけでは足りないかもしれませんが、ほぼほぼこのところで話が整えられるというところで、ここがマグニチュード 8 クラスの影響度だということでございまして、距離減衰式で物事を考えるときには SMGA 2 というところを念頭に置いた考え方、ここがマグニチュード 8 クラスに相当するという理解をしております。

○岩崎委員 いや、それはわかるんですね。8. 3 なのか、8. 2 なのか 8. 4 なのかというこの理由づけがちょっと私には明示されていなかったように思うんですけども、8. 3 という根拠は具体的にどういうことなんでしょうか。

○東北電力 説明します。東北電力の樋口です。

32 ページを見ていただけたらと思います。同じ話の繰り返しにはありますが、もうちょっとご丁寧に説明します。

32 ページの左下の図に、青い丸が多数あります。これが観測記録です。これは縦軸が震度で、横軸が距離ということです。この傾きといいますか、丸の集まりをほぼ言い表せるのが赤い線、緑の線、青い線ということで、この式はマグニチュード 8. 2 に基づいて書いた式だと。この観測記録とこの式が非常に合いがいいということが内閣府で言われている。マグニチュード 8. 3 でしたらどうかというところが左上から 2 つ目の図でございまして、2 で見ても 3 で見ても大きな違いはなく、8. 2 ~ 8. 3 レベルが距離減衰式では合うだろうということです。

先ほどは説明を略しましたが、右側に司ほか（2016）という検討結果もございます。これはどういうことかと申しますと、赤い丸が 2011 年の 3. 11 の記録でございます。黒い丸がもう一つ別なんですけど、2003 年十勝沖のマグニチュード 8. 3 の地震であります。これに黒い実線と黒い破線があります。黒い実線がマグニチュード 9. 1 にして引いた場合のもの、破線がマグニチュード 8. 3 で引いたものということで、マグニチュード 9 で引くと上ぶれといいますか、上のほうに来てしまうんですけど、マグニチュード 8. 3 でやると非常にこの観測記録と合いがいいという報告もされているということでございまして、こういったところからマグニチュード最大 8. 3 でやると距離減衰式には合いがいいという報告を受けてのことです。以上です。

○岩崎委員 だから 8. 2 と 8. 3 はわかるんですよ。8. 4 じゃないですかと。よくわからないんです、何で 8. 2 と 8. 3 が出てくるのかというのは。合いがいいのはわかりますよ。

8. 4 は合いが悪いですか。

○東北電力 司さんの検討結果ではそこまでは出ていなくて、8. 3 と 9. 1 の比較までになっています。

- 岩崎委員 いやいや、左の2つでいいんですけども、8.4という図はあるんですか。
- 東北電力 それは内閣府から報告はされていないということです。それは8.2～8.3で合うから、もうそれでいいだろうということで、8.4は示されていないということです。
- 岩崎委員 ちょっとよく理解できないので、もうこれで終わりにしますけれども、例えば県民目線から見たときに8.3というのがきちっと設定されているかどうかというのが私はちょっと疑問がまだ残ります。
- 東北電力 結果として継続時間の設定ということに終了しますので、継続時間という意味では34ページのS<sub>s</sub>-D1の時間を見ていただければ、ほぼ説明はできているのかなというふうに思っています。
- 岩崎委員 これについては、また国の方がいらっしゃるということですので、そのときにお伺いしたいと思います。
- それでもう一つだけ、最初に戻るんですけども、5ページで超過確率を設定されて、16ページのように解析結果が提示されていると思うんですけども、この結果というのを、5ページにあるように、どの程度の超過確率に相当するかを把握するということの答えが16ページの図ということで理解してよろしいですか。
- 東北電力 東北電力の樋口です。
- 最終的には、基準地震動S<sub>s</sub>との比較というのは18ページから21ページでございます。先生が今お話しされた16ページというのは、純粹に地震ハザードの最大加速度をお示したもので、比較というところではありません。
- 岩崎委員 いや、例えば5ページの最初の四角の中に、ちょっと読ませていただくと、「それぞれが対応する超過確率を参照し、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルはどの程度の超過確率に相当するかを把握すること」というものが要求されているということによろしいんですね。
- 東北電力 はい。
- 岩崎委員 それが16ページ、17ページではないんですか。
- 東北電力 ここで言いますと、策定された地震動の応答スペクトルはどの程度の超過確率に相当するかを把握ということなので、比較対象はあくまでも基準地震動S<sub>s</sub>ということだと思えますので、先生おっしゃっている16ページというのは、基準地震動の概念はここでは書いていないので、その比較というのはやはり18ページだと。
- 岩崎委員 まあ、いや。18ページでもいいんですけども、これはどの程度の超過確率に

相当するかを把握するというところで、どういうふうに把握されたんですか、具体的には。この結果を見てどういう把握をされたのかご説明いただきたいんですけども。

○東北電力 それは19ページから21ページにその内訳が書いてございます。19ページにS<sub>s</sub>-D1からD3との比較が書いておりますけれども、短周期側で最も大きいS<sub>s</sub>-D2というのは、短周期側で10のマイナス4乗から10のマイナス6乗というところ。長周期側では最も大きいS<sub>s</sub>-D1の応答スペクトルは10のマイナス6乗を超えると、こういった比較結果になっていると、代表的にお話しすればそういうことです。

○岩崎委員 いやいや、それでサイトの地震に対する安全性についてはどういうふうに、もうちょっと平易な言葉でご説明いただきたいんですけども。

○東北電力 これは基準地震動と決めるのは確定論で決める。確率論の見方で示した場合は、10のマイナス4乗から10のマイナス6乗のレベル感にあるというのを確認したと。

10のマイナス4乗から10のマイナス6乗がどういうことなのかということだと思んですが、それに関しては、規定がきちっと決まっているわけではないというところがまず一つあります。

もう一つは、その出た結果をどういうふうにするのかということなんですが、4ページのほうを見ていただくと、説明を飛ばしてしまったんですが、上から4つ目になお書きがございまして、地震ハザード、ここで算定されたものは地震PRA、確率論的リスク評価における建屋・機器の耐性評価に用いて、それをもって想定すべき重大事故を想定し、その有効性を確認するというところに結びつけております。ですから、このハザード評価というところは、その確率が大きければ大きいほど地震PRAでは重大事故の想定という計算結果として設計に影響することになります。

○岩崎委員 いやいや、ちょっとよくわからない。例えば19ページの10のマイナス4乗について、確定された基準がなく、1万年に1回ということですか、10のマイナス4乗ということとは。

○東北電力 さようでございます。

○岩崎委員 それをどういう評価を電力さんがされているのかご説明をいただきたいんです。安全だと思っていらっしゃるのかどうか。

○東北電力 ここは明確な基準じゃなくて、確率論から求めた場合、このレベル感にある。そのレベル感というのは桁外れに、またそういう見方をしても並外れたセンスではないということを確認しているということでもあります。

○岩崎委員 いや、例えば大きい事故の場合は100万年に1回とか10万年に1回にするというPRAのある程度の事故の基準、年数があつて、それをクリアするかしないかということが我々としては目安にしているわけですが、地震の場合にはどういう目安があるのかなということをもってご説明いただいて、今回の結果は安全ですよということをお願いできないかと、こういう数字になりましたと言われても私にはちょっと理解できないんですけれども。

○東北電力 すみません、原子力の平川と申しますが、今、先生から確率論の数値としてどうなのかというお話をいろいろいただいておりますけれども、まず、確率論の評価といいますのは最近できたばかりの学問の世界でございまして、もともと当初の評価の目的といいますのが、確定論でしっかりと評価するのが大前提でございます。その中で、結局我々が今想定している地震がちゃんと事実に基づいて、今後起こりやすい地震なのか、今後起こると考えたときに一番大きい地震になっているかというのを考えるのが大前提とご理解いただいております。

ただ、そこに対しまして、それが確率論的にどれぐらいの評価なんですかということになったときに、確かに先生がおっしゃるとおり、実際の人間の作業として確率論というのでも評価するように今なっております。今回の地震のように自然界の事象に対しまして、それも確率論で評価しましょうということになっておりますけれども、ただし現状の確率論の数値と申しますのは、必ずしも自然界の絶対値的な確率論全部全て表現できるというものにはなっておりませんで、現状では、先ほどから何回も申しているけれども、一応現在のとりあえず参照として確認をいたしますという基準になっているんですね。ですから、必ずしも数字は4乗がいいとか6乗だからいいとか、確かにラインがないというのはさっきから申しているとおりになんです、ただ少なくとも数万年なりそういったオーダーでの確率の地震がちゃんと評価できているというものを今回の超過確率というところが確認しているところをもって、現状は国としてもほぼ妥当な地震動の設定ができているというのを評価しているというのが現実でございます。

○岩崎委員 いや、それは重々私も理解しているつもりなんです、国がね、5ページにある解釈だとかガイドラインというので要求しているから出しましたというふうにご説明いただくのではなくて、設置者としてこういう数字が出てきたら、例えば他プラントに比べて安全ですよとか、もうちょっと説得力がある、県民から見たら安全であるということをお願いしたいなと思います。

これで終わります。コメントということで終わりにさせていただきます。

○座長 それでは、鈴木先生、お願いいたします。

○鈴木委員 鈴木でございます。

私は地震動の専門家でもございませんし、むしろ設計とか、上のほうの耐震設計という言葉から、後で源栄先生からもご質問があると思いますが、ちょっと単純な質問とか意見も含めてお願いします。

まず、距離減衰式。距離減衰式というのは、素人ながら私もある程度勉強しておりますが、Noda et al. というのがありますけれども、2002年の野田らの式をなぜこれだけで使っていたというか、古くはグーテンベルグ・リヒターとかいろいろ距離減衰式はたくさん提案をされていると思いますが、女川の発電所のあれに野田さん、よほどオーソライズされたものなのかどうかという、なぜこれを使っているか。

それから、やはり文献をきちっと示すべきだと思います。2002年のどういう学会でどういう論文かというのはやっぱり文献として示すべきだと思うんで、距離減衰式のもう一つか二つでも比較しているならいいんですが、この式だけを挙げている理由をお聞かせいただきたいのが1つです。

あとは小さな質問で恐縮です。ちょうど岩崎先生の質問に関連していたところにあるんですが、例えば17ページに、このハザード曲線の横に $T = 0.02\text{ s}$ 、固有周期が0.02秒というふうに限定して書いてあるんですが、これはどういう意味なんでしょうか。下の18ページなんかを見ると、一番下のぎりぎりのところが0.2。0.02というのは50ヘルツですよ。何で50ヘルツという高い振動数だけのところを取り上げてここに示しているのかというのを教えていただきたいということです。

その次、20ページ、これも先ほどから議論になっていることなんですが、ちょっと私が理解不足でわからないので教えていただきたいんですが、20ページに書いてある結論、下の「 $S_s - F_1$ 、 $F_2$ は、基準地震動 $S_s - D_1$ を超過する帯域においては」というこの帯域というのは、上の図で言うと固有周期の上から1秒から5秒くらいのその辺のところを言っているわけですね。その「帯域において10のマイナス6乗の1様ハザードスペクトルを超えている」、また、むにゃむにゃ程度だと。これは超えているからどうだとおっしゃっているんですか。それから「スペクトル程度である」と、この意味するところを教えていただきたいなと思います。

なぜかと申しますと、私は上物のほうの専門ですから、やはりこういうスペクトルを議論するとき横軸の固有周期というのはすごく重要で、女川の発電所の構造物・建物・機器にとってどの固有周期帯が重要なのかというのははっきりわかるはずですよ。そうしますと、これは一般論で言うのではなくて、例えばここの固有周期の帯域というのがどういう重要性を持つ

ているのかというようなことを、やはり岩崎先生と私も全く同じ視点なんです。一般の方がわかるような意味において特定して説明していただかないとなかなか理解がいかないんじゃないかと思うんですが、この点いかがでしょうか。

以上3点、よろしくお願いします。

○座長 お願いします。

○東北電力 3点ご質問いただきました。お答えしますが、まず、2点目の話からです。

周期0.02秒、17ページのところ。

○鈴木委員 そうです。

○東北電力 はい。T=0.02秒と右肩に書いてあって、18ページの応答スペクトルを見ますと、一番左側が0.02、これが50ヘルツ、先生のおっしゃるとおりです。これが最大加速度を示すということで、超剛体になりますので、地動と全く同じ動きになるということで、これが地震動の最大加速度を意味するものというところであります。

○岩崎委員 それは本当ですか。

○東北電力 はい。

○岩崎委員 0.02秒が最大。

○東北電力 加速度になります。ここで示している50、100、200、500と右上に上がっている線が、これはトリパタイトという図なのでありますが、これが加速度のラインでございまして、これを見ていただきますとこの加速度になりまして、これが実際の時刻歴波形にしたときの最大加速度と一致しているということであります。

○鈴木委員 ちょっとわかりません。最大加速度が、固有周期が0.02秒のところを最大に本当になっていますか。

○東北電力 はい。

○鈴木委員 なっているの、これ。

○東北電力 なっております。ですから地震波にしたときの最大加速度を応答スペクトルの0.02秒のところで見あげているということであります。同じもの。

○鈴木委員 ああ、そうですか。それやっぱり説明が必要ですね。

○東北電力 すみません、それにつきましては、前回の11月1日の参考資料に、応答スペクトルの見方のところに、0.02秒と最大加速度との関係というものが実は入っておりまして、本当はそれをおつけすればよかったというのを今反省しております。

○鈴木委員 ありがとうございます。

○東北電力 こちらこそ失礼しました。そういった基礎的なものは都度、添付するように心がけたいと思います。

次、距離減衰式、Noda et al. というところですが、本当に専門外の先生に対しては言葉足らずだったかと思うんですが、一応53ページの参考文献の上から5番目のところに文献名を書いてございます。（「何ページ」の声あり）53ページの……

○鈴木委員 あっ、失礼しました。はい、はい。

○東北電力 参考に書いてございまして、これが正式なもの、論文名です。

その全体をご説明することは前回も今回もなかったもので、そういった意味では舌足らずだったとは思いますが、ただ今回、Noda et al. について非常に詳しい説明をしているんですが、それは35ページです。

継続時間というところのご質問に対してお答えしたというところございまして、35ページに Noda et al. の先ほどお示した英文の文献なんですが、それは経時特性のエッセンスみたいなものを実はここに説明しています。私は時間の都合で右下のイメージ図でご説明してしまいましたが、その文献たるところの由来というのは35ページに書いてございます。ちょっとまたここを詳しく説明してしまいますと時間があれないので、もし追加のご質問があれば。

○鈴木委員 かなりオーソライズされた、世間でこの式でやるのがいいということが確認されている式と受け取ってよろしいんですか。

○東北電力 世の中にはたくさん式があります。ただ、非常に原子力発電所の耐震設計で重視しているのが岩盤というところなんです。Noda et al. は、Vs 700からVs 2, 200まで非常に硬い岩盤のところを記録をとって、その記録をベースにしてやっている。世の中にはたくさん式がありますが、そういうのは地盤がVs 400であるとか地表であるとか、そういったものをベースにしてつくられた式が多うございまして、こういった原子力発電所ベースの岩盤相当の、それも応答スペクトルを表現できる。最大加速度を表現できる式もたくさんありますけれども、応答スペクトル、周期を含めて表現できる式は非常に数少のうございまして、従来、私ども日本電気協会というところでこういった検討を深めまして、そこでオープンにして評価している標準的な式でございまして。

○鈴木委員 電気協会でもオーソライズされていると思っていいんですね。わかりました。

○東北電力 今度3つ目でございます。20ページのところでございます。

○鈴木委員 よく理解できなかつたということです。すみません。

○東北電力 先生の質問に直接お答えになるのかどうかはちょっと怪しいんですが、先ほど岩崎

先生のご質問にも非常に対応すると思うんですけども、こういったものが耐震の実際の施設に対してどういう影響するのかということに関しては、前回も今回も地震動のお話なんですけど、これを受けて耐震設計というのがまた次のパーツでございますので、先生のご質問も踏まえて耐震設計のご説明するときに、この内容も頭に置きましてご説明をさせていただきたいのは、まず基本でございます。

ここでお書きした内容というのは、あくまでも周期1秒から長周期側のところに関しては非常に低確率だよということをご説明したかったと。10のマイナス6乗よりも低い確率で起きるといふような計算結果になりましたということをご説明しているだけであって。

○鈴木委員 はい、わかりました。結構です。

○座長 そのほかご質問ございますでしょうか。首藤先生。

○首藤委員 私、最もこの中ではハード面の素人なのでご説明いただいてもなかなか理解ができないところなんですけれども、一番最初にご説明いただいた年超過確率のところ、1ページに記載していただいている質問の1の2つ目が私がまさに以前お尋ねをしたことだと思います。基準地震動より影響が大きい地震が起こる可能性を何年に1回とか言えないものですかということにして、たくさんご説明いただいたのですが、私は今のご説明を伺って、何年に1度ぐらい起きるのねというのは、申しわけないんですけども、まだ理解できておりません。

そういう表現をすることがもしかしたら難しいのかなと思っているのですが、例えば9ページのご説明のところ、3.11の東北地方太平洋沖型の地震だと平均発生間隔は600年、あるいは宮城県沖型地震だと平均で38年とあります。これは600年に1回ぐらいは起こるか、38年に1回ぐらいは起こるのだと、我々自身が覚悟しなければいけないという意味だと思うんですね。そういうことからすると、基準地震動を超える地震ではなくて、逆に「基準地震動は」でもいいですが、何年に1回ぐらい起こることを我々は覚悟しなければいけないのかというのを、もしわかったら教えていただきたいのですけれども。

○座長 はい、お願いします。

○東北電力 東北電力の樋口です。お答えします。

非常に拙い説明で申しわけございませんでした。

繰り返しの答えになってしまって申しわけないんですけども、19ページから20ページをざっと見ていただきますと、基準地震動と今回の確率論のものをここで比較して見まして、この言葉で、おおむね短周期側では10のマイナス4乗から10のマイナス6乗の確率論の評価と同程度というふうに出ています。ということで、1万年なり100万年というようなオーダー

一感と、基準地震動を確率論から見ればそのくらいの確率のオーダーで評価できておるということです。長周期側に関しては10のマイナス6乗を超えるということなので、100万年を超えるような低確率なんですということでございます。

図の見方が非常に込んでいてわかりづらいので、言葉だけでご説明していますが、こういう表現ではわかりづらいでしょうか。

○東北電力 原子力部の平川と申します。

私も地震の専門家じゃないので、私の理解で説明をさせていただきますけれども、なかなか当社の説明も専門的で難しいのはあるんですが、地震というものをどういうふうに捉えるかというのがまず一つあると思うんですね。ですから16ページ、17ページにありますとおり、最大の加速度だけで地震を捉えましょうといったときには、まずここを見ていただければよくて、そのときに最大何ガルの地震がどのくらいの確率で起こるんだという観点だけで見れば、このハザードの曲線を見ていただければよくて、例えば今回想定します1,000ガルですとかそういったものであれば10のマイナス4乗からマイナス5乗のところにありますから、要は1万年から10万年ぐらいの間のところにちょうど来ているというふうに見てもらえれば良いと思います。

ただ、それよりもさらに詳しく見ようと思ったときに、速い揺れが強いのか、遅い揺れが強いのかというのをスペクトルというのは表していますので、そういったところまで厳密に見ようとすると、こっちのスペクトルを見なければいけなくて、そのときには揺れの速さごとに確率が変わってきちゃうんですね、評価上。ですので、今の表からいきますと、女川でいきますと1万年に1回ぐらいより低い確率にはなるんですが、ゆっくりな揺れのほうがそれよりもっと低い確率で、速い揺れのほうは1年以下、10万年ぐらいまでの間のオーダーにあるという見方をしていただければいいのかなというふうに思っております。

○座長 そのほかご質問。関根先生。

○関根委員 関根でございます。

今までの先生方の質問を聞いていると、それぞれ個々の説明において日本語がわかりづらかったり、何を意味しているのかというのがご説明の中で改めてわかるということもあるんですが、例えば10のマイナス6乗といったときに、16ページのところは縦軸は単位があるんですね、そうすると。横軸は単位が書いてあるんですが、年当たりというのはあるんですね。ないんですか。年の超過確率はないんですか。何年に1回というのを、例えば10のマイナス6乗といったときに、100万年にというふうに言い換えられていたから。（「1

年当たりの」の声あり) ですね。だから、単位があるんですね。(「いや、確率だから単位は」の声あり) いやいや、年当たり。年当たりであるんですね。あればすぐわかるんですけども、横軸は最大加速度にちゃんと単位が書いてありますよね。だからそれを見ればすぐさま年当たりだなというのがわかるんです。言葉の中では年というのは出てはいますが、単位がわからない。

それから、先ほどの20ページとか19ページとか、そういうところの一番下の言葉の意味ですか。10のマイナス6乗という低いと言われたわけですね。それが低いとか高いとかどういう程度かというのは、この文章からはその位置づけが伝わってこないんですね。事実をそのまま述べられているかもしれませんが、それで何だとなっているようで、何が言いたいのかというのがちょっとここからは、すみませんけれども、こちらを読み取れない。正確に一生懸命書かれようとしているというのは何となくわかるんですけども、それをもって何だというのが。岩崎先生なりに岩崎先生の言葉で言われたし、鈴木先生は鈴木先生でそのまま素直に聞かれていたし、それをどういうふうに読んだらいいのかというところが、少し全般的に、すみませんけれども、そういうところを平易に表現していただけるとありがたいかなと思いましたので、どうかよろしくをお願いします。

○座長 長谷川先生、お願いします。

○長谷川委員 2つほど聞きたいんですがまず、今、関根先生の話にもあったんですけども、ハザード曲線でいろいろ10のマイナス6乗、4乗などとあります。それが本当に信頼できるのかというのが県民の方々が心配される場所だと思います。例えば、(重大事故の) 確率論的な取り組みの一般例ですが、10のマイナス5乗とか4乗、法令では決まっていなかったけれども、暗に考えられていたわけですね。

ところが一方で、(原発にとって重大な) 地震・津波ですけども、1, 000年に1回か800年に1回のことということが産総研のグループによって見つかったこと(貞観地震・津波によって、宮城県から福島県にかけての沿岸での津波堆積物の掘削調査) もあったのに、そういうことは無視されていた。ですから、基本的にさかのぼって言うと、特に低い(確率) ほど本当に信頼できるのか思われます。だけど、ともかく、こういう取り組みを論ずるに、積み重ねて確かめていくというのも大事だけれども、一方ではそのところで慎重にやらなければならないだろうと思うんです(地震、津波の確率論に共通と懸念される)。単純に、(ハザード曲線で年超過確率が最大加速度とともに) 下がっていく、下がっていくじゃなくて、そういうところも必要かと思うんです。

それに関連して17ページ（ハザード曲線）の特定震源（プレート間地震）の赤の線は特異な形状をしているんですね。ほかのはすーっと行くん（減衰する）ですね。これは何でこういうことが起こるのかというのはすごく素朴な質問なんですね。素人だからわからないんですね。本当にこういう格好になっているのか。もっと尾を引くのかと、引かないのかというようなことも何か簡単に説明していただくと少しは納得できるんじゃないかと思うんです。ちょっと漠然とした質問ですが。

○座長 お願いいたします。

○東北電力 東北電力の樋口と申します。

地震ハザードというのは、先ほど平川のほうも話しましたがけれども、道半ばというんですか、評価手法はまだ確立されているとは言えない。そういった中で参照という状況にもなっているというところで、私どもも今回、評価していきまして、これで万全だとはとても思っておりません。これは研究も含めて一つ一つ改善して、設計としてきちっと使えるレベルに持っていくということは電気事業者全体で取り組んでいるところでもございますので、そういったものが設計として反映できるようになれば改善していくというところは当然使命と思ってやっております。

2点目のばらつきの話なんですけど、44ページを見ていただきますと、中ほどに1978年の宮城県沖地震M7.4という断層面があるということです。3.11の地震は何かといえば、宮城県沖地震とほかの震源域が連動して起きたということで、3.11地震の一部に宮城県沖地震も入っているという理解でおります。

そうしますと、38年周期で起きているマグニチュード7クラスの宮城県沖地震をハザード評価するとどうなるかというのが44ページの右下の図になりまして、この赤い実線であります。宮城県沖地震がずっと低確率になると加速度が500を超え、1,000を超え、1,500を超えというふうになってくるんですが、果たしてマグニチュード7クラスの宮城県沖地震がこんな大加速度になるのかというふうな物事の考え方をしました。ここまで大加速度になるためには宮城県沖地震単独で起こすのは無理があって、やはり宮城県沖以外の海域の震源も含めた連動的なものがないとここまでの大きな加速度になることは不可能だろうというふうにご考えております。つまりそれは3.11型地震のような連動型に結びつくのであろうということで、600年周期の3.11型地震の確率評価したものが青い線でございます。この青い線と赤い線がほぼ800ガル前後のところ、750から800くらいのところでクロスするんですが、この右側あたり、ばらつきで言うと2 $\sigma$ に値するんですが、このあたりで単独で

起きるものから連動で起きるものに移るといいますか、地震動が変わるというような考え方をしたらどうかということでもあります。なので、赤い線で示した $2\sigma$ のところでは単独型の宮城県沖地震は終息して、ここからは $3.11$ 型のような宮城県沖を含んだ連動型の地震として評価する物事の考え方をとっております。

確率論評価の場合は、ばらつきを含めてものすごい大加速度になって、設計としてどう見たらいいかわからない世界に入ってしまうので、こういった工夫をしながら、設計として用いられないかというような検討を今回は織り込んでいるというところがございます。

○座長 それでは、何かほかの方からご質問。栗田先生、お願いします。

○栗田委員 幾つか聞きたいんで、まず最初に先ほどの説明なんですけど、プレート間地震については単独と連動型に分けたんだと。ただ、単独については $2\sigma$ だけにしたというふうに解釈してよろしいですか。通常、 $3\sigma$ を考慮するのが一般的なんだけれども、そういうことという理解でよろしいでしょうか。（「はい」の声あり）

それで、ちょっと私が教えていただきたいのは最後の超過確率なんです。長周期側では $10$ のマイナス $6$ 乗よりもっと頻度は低いですよという話はいいんですが、やはり $2$ 号の原子炉建屋の固有周期と機器関係の周期体系を考えると、意外と余裕がないように思われるんですね。原子力施設ですから高い安全性が要求されるので、その辺考えると、じゃこれがどうやって生きてくるのかなということ、本当にそのくらいの確率が建屋の安全性、それ、どこに生かされるかということ、先ほど言った $4$ ページのところだと思うんですけども、想定すべき建屋・機器の耐震評価ですよ。その後続く、想定すべき重大事故、これも多分確率で出てくると思うんですけども、そういう出てきたものに対して設計、ただ参考で終わるのか、それともそれを生かした設計を行うのか、そのあたりをちょっと教えてほしいんですが。

○東北電力 原子力の平川です。

設備の設計から言いますと、ここで設定しました基準地震動に対しまして設備がちゃんともつように当然しております。おっしゃるとおり、設備的なことと言いますと、固有周期的には建屋で大体コンマ $2$ 秒ぐらいで、機器がそれより短いところで、基本的には剛の設計をいたしますので、女川の地点でいきますと、女川はもともと短周期の地震が強いので、そちらの方向に設備の固有周期というのは寄っているというのが現実問題でございます。ただし、結局それから求まる、要は機器ですと建屋の揺れがどうなるかをまずやって、それに対して機器がどういふふうに力が加わってもつかということをやりますけれども、まずはちゃんとそれに対して適切な裕度を持って基準をクリアするというのが大前提で、今回の評価もしております。

最終的にクリアする程度が今後のP S Aの評価に多分結びついてきますので、地震そのものがどんな確率かで来るかというのは当然、皆さんご心配はあるとは思いますが、それに対して事故を起こす割合がどのぐらいの確率になっているかというところを評価していただくのがまず一番重要なところになるかと思っておりますので、そういった意味では、まずは基準地震動を評価して、それに対して設備の設計なり評価がちゃんとクリアできるようにすると。その上で最終的に事故を起こす確率が十分小さくなっていますよということをお示しするのが我々としてやるべきことなんじゃないかなというふうに考えておまして、今回の評価の中では参考ということにはなりますけれども、その中でも十分低い値に我々としてはちゃんと評価としてできているということをお示しすることになるかと思っております。

○栗田委員 最後のところで聞きますが、結局、電力さんとしても基準というのは社内で持っている。この基準を守るように国の指示が来ているように設計しようということなんですか。そこがわからなかったですね。

○東北電力 すみません。我々として独自の基準を持っているかと言われると、それはまだ持っていないというのが正直なところだと思っています。さっきも申しましたけれども、やはり確率論的な評価といたしますのは、まだなかなか評価手法として固まっているものではございませんし、今後いろいろな学説とか知見が出てくれば多少ぶれていくものだと思っていますので、現時点で我々が社内的にはっきりとした基準を一つ持つというよりは、現状まず基準の中ではどういう要求があるかというのをしっかり把握した上で、まずはそれをクリアしていくというのが我々の立場だと思っております。

○座長 よろしいでしょうか。では源栄先生、お願いします。

○源栄委員 基準地震動のスペクトルの確率論的地震動、一様ハザードスペクトルと比較して、だからどうなんだということの位置づけなんですけれども、ほかの電力なんかとの比較とか、それと何のために確率論的地震動って、多分というか、多段階設計法という大きな流れがあって、その中で全体の女川ばかりでなくてほかのサイトも含めて位置づけを見ていくような指標になるんだと思いますけれども、今、女川の例を見て感じたのは、短周期ほど上下動の水平動に対しての比率が相当大きい。昔設計したのはそんな比率でやっていないよねというのが一つ気になっていて、この辺が機器、配管、それから建屋の設計にどういうインパクトを与えるのかなというあたりがちょっと気になったんですね。それを多段階設計法にどういうふうに反映していくんだという、女川の特徴を整理しておくという意味じゃ非常に役に立つ情報なんじゃないかなと思いましたがね。

それと、最初に言ったように、何のために国はこの評価をやらせ、この差をどういうふうなものづくりに反映していくのかというあたりに対する方向をむしろ私知りたいんですけどね。私だったら、全国の発電所の配置をハザードに従って全体の管理をするために使うかなという使い方があるかと思うんですけども、そういう意味で何のためにやっているんですかというあたりに対する電力の立場というのを明確にしておく必要があるんだと思います。ちょっと感想になります。

○座長 鈴木先生。

○鈴木委員 質問というか、申し上げなくてもいいかなと思ったんですが、機器系のほうから言うと、確率論で本当に安全性まで評価するのは結構難しいと思いますね。まずそのためには、建屋と違って機器は非常に多様であると。それから周波数領域も非常に広いと。それから一番大事な、何をもちって破損を破損と言うのかと。破損形態、破損モード。破損モードとそれから入力確率の関係というのはまだまだ集めなくてはならないところがあるので、やはり行き先は相当大変だなと思いますので、少なくともここだけは押さえると。

それから、先ほどから皆さんおっしゃっているように、県民の目でちゃんと説得力のある、こういうところまでは大丈夫だということを示すということが大事ではないかなというふうに今の取り組みを聞いて感じました。以上です。

○座長 先生方、ありがとうございます。時間も来ましたので、この（１）地震についてはこれで議論を終了したいと思います。

これから１０分ほど休憩をとりたいと思います。

再開は３時８分にしたいと思います。

〔休 憩〕

○座長 それでは、時間となりましたので、議事を再開いたします。

・（６）外部電源

○座長 （１）各論点の説明・検討のうち（６）外部電源につきまして、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 東北電力の宮原でございます。引き続きよろしくをお願いいたします。

お手元の資料、資料ナンバー 2 番、設計基準対象設備の外部電源についてご説明させていただきます。

なお、こちらの資料、途中、枠囲みでマスキングをかけた部分、スクリーン上に出てございます。こちらにつきましては防護上の観点から公開できない部分になります。お手元の先生方の資料のほうには記載してございますので、こちらを見ながらお願いいたしたいと思っております。

では、目次を飛んでいただきまして、2 ページ目のほうをお願いいたします。

設置許可基準の第三十三条の保安電源設備では、原子炉の停止や炉心冷却等に必要な電力供給のために、外部電源、外部の送電系統への接続とディーゼル発電機といった非常用電源の設置とその信頼性の確保が求められております。それぞれの要求事項に適合するように対応をとってございます。

各要求事項は 2 ページから 3 ページのとおり記載してございますけれども、詳細については後ろのほうのページご説明させていただきます。

なお、今回のご説明は設計基準対象設備にかかわる内容でございますので、ガスタービン発電機や電源車等の重大事故等対象設備は別途ご説明させていただきたいと思っておりますので、あらかじめご了承くださいと思っております。

4 ページのほうをお願いいたします。

まず、設備の概要として、外部電源設備の電力系統構成についてご説明いたします。

女川発電所の送電線は、この写真のとおり、牡鹿、松島、塚浜支線の 3 つの送電線に接続してございます。

次のページをお願いいたします。

送電系統の構成でございます。発電所の送電線は、牡鹿・松島の 275 キロ送電線 4 回線及び塚浜支線の 66 キロ送電線の 1 回線の全 5 回線で構成してございます。

右側の楕円の図の中が女川発電所に接続する送電線を示してございますが、ルートとしては、牡鹿幹線には石巻変電所、松島幹線は宮城中央変電所に、塚浜支線は鮎川線 1 号の一部を経由しまして女川変電所に接続することでそれぞれ独立した構成としてございます。

次のページをお願いいたします。

次に、所内電源系統のご説明です。女川 2 号機の非常用所内電源系は図左下の赤枠内の部分となります。この非常用所内電源系統では、原子炉停止に必要なポンプなど、原子力施設の安全確保に必要な電力を供給してございます。非常用所内電源系統は 3 系統確保しておりまして、多重性を有してございまして、外部送電線からの給電を受けるほかにも、それぞれの系統にデ

ディーゼル発電機と蓄電池を設置してございます。

本ページでは、ディーゼル発電機の設置状況をこの丸のDGというところを示してございまして、各系統に1台ずつのディーゼル発電機を設置していることを示してございます。これにより、1系統が故障しても残りの系統で原子炉の安全を確保する設計としてございます。

次のページをお願いいたします。

こちらは蓄電池の設置状況でございます。蓄電池は図中、各色の真ん中に丸印で囲ってございます。その部分が蓄電池でございまして、こちらも3系統、赤、緑、紫のそれぞれの中で蓄電池を利用してございます。

よろしければ、次のページをお願いいたします。

次に、非常用所内電源系統への電源供給の考え方をご説明いたします。

赤枠の、非常用所内電源系への電源供給経路につきましては、通常時はピンクラインの原子炉で発生した蒸気によりまして発電する、主発電機で得た電力から受電いたします。

次に、このピンクのルートで受電できない場合ですが、その場合は赤いラインの275キロ送電線から受電いたします。また、このラインで受電できない場合は、今度は黄色いラインのディーゼル発電機からの受電をいたします。さらにこのルートでも受電できない場合は、緑のラインの66キロ送電線から受電いたします。これらの切り替えは、非常用所内電源系の電圧低下を検知することで自動で行います。

9ページをお願いいたします。

次に、電気系統の故障拡大防止対策です。電線路の短絡・地絡等の電気故障時は、保護継電器というもので故障を検知しまして、遮断器を作動させることで故障箇所を電氣的に隔離する設計としております。

こちらの図は、発電所と石巻変電所を接続する牡鹿幹線故障時の保護装置の動作例を示してございます。図中にございます四角の箱の中にあります87、44という数字が保護継電器の種類を示してございまして、青いラインで電器故障を検知しますと、発電所と変電所にございます遮断器を開放いたしまして、この青いラインの事故点を隔離して、赤い線の別の回線で発電所への電力供給を維持すると、そういった設計となっております。

次のページをお願いいたします。

本ページは、275キロ開閉所の保護の例を示してございますが、さっきのページと同様に保護継電器と遮断器によって保護してございます。

次の11ページをお願いいたします。

次は外部送電線の構成です。外部電源は、冒頭のご説明のとおり、右上表に記載の5回線を有してございます。送電ルートの構成は図のとおりで、1つの変電所が停止しても発電所に接続する全て送電系統が停止しないループ状の構成としてございます。例といたしまして、青字の石巻変電所、丸字の部分ですが、こちらが停止し牡鹿幹線が停電した場合は、青いライン、左下の赤丸囲みがございしますが、宮城中央変電所、こちら経由で松島幹線からの送電が可能でございします。

次のページをお願いいたします。

次に、送電線の架線状況です。発電所に接続する送電線は、同一鉄塔に5回線全ての送電線が載らないよう、物理的に分離することで送電ラインの信頼性を確保しております。本図は、各送電線の接近・交差等の状況を示したものでございます。図中赤字の①から⑦に書いてございます全7カ所が送電線同士の接近・交差、そして併架といたしますが、1つの送電鉄塔に複数系統の送電線が載っている状態、併架箇所を示してございます。この7カ所は、万一、送電鉄塔が倒壊した場合でも健全な送電鉄塔は生き残り、発電所への電力供給が可能なことを確認してございます。

次のページで確認例をご説明いたします。次のページをお願いいたします。

送電線交差箇所の評価内容でございます。

こちら図中のマスキングの中になりますけれども、青色の松島幹線No.3または4番の鉄塔が倒壊いたしますと、当該の鉄塔の電線が落下いたします。これによって松島幹線の下を交差してございます緑色の線、こちらは塚浜支線のNo.6・7の電線が接続し、松島幹線と塚浜支線が停電いたします。この形で停電はいたしますけれども、交差してございませぬ赤色の牡鹿幹線、こちらは影響を受けませぬので発電所への送電は可能と、こういった評価のほうを行いました。

次のページをお願いいたします。

次に、併架箇所の評価内容です。同一鉄塔に送電線が併架されている区間は、図中、赤点線の区間となります。この区間では右下の鉄塔図のとおり、鉄塔上下に松島幹線、下部に塚浜支線に接続する万石線が載ってございます。この鉄塔が倒壊すると、松島幹線と塚浜支線が停止しますけれども、併架していない赤色の牡鹿幹線は生き残るといふ評価内容です。

よろしければ、次のページをお願いいたします。

次に、鉄塔基礎の安定性です。送電線は、大規模な盛土崩壊や地すべり等からの被害を最小化するために、ルート選定の段階から地すべり地域等を極力回避するなどによりまして鉄塔基礎の安定性を確保し、鉄塔の倒壊を防止するようにしてございます。

本表は、各送電線の盛土の崩壊、地すべり、急傾斜地の土砂崩壊リスクについて、図面等を用いた机上調査、地質専門家による現地踏査を実施しまして、鉄塔基礎の安定性を確認した結果を示してございます。調査の結果、5回線の鉄塔476基において、机上調査で鉄塔周辺で盛土崩壊リスクが5基、地すべりリスク24基、急傾斜の崩壊リスク118基、抽出されましたけれども、現地踏査により、これらは崩壊防止対策が必要な箇所はないということを確認いたしました。

なお、本確認後も順次、点検のほうを実施してございまして、基礎部の亀裂等の異常がないことを確認してございます。

次のページをお願いいたします。

次に、送電線の風雪対策です。送電線の設計に当たっては、送電設計の基準でございます電気設備の技術基準や送電用支持物設計標準に適合することに加えまして、この左上写真のような着雪発達防止のための難着雪リングですとか、左下写真のような風等による電線同士の接触防止のための相間スペーサの設置といった着氷雪による事故防止の対策も実施してございます。

次のページをお願いいたします。

次に、外部電源の容量についてご説明いたします。

発電所に接続する送電線は、1回線で発電所の停止・冷却に必要な容量を有してございます。上の表は、女川各号機の停止に必要なディーゼル発電機の容量を表しておりまして、女川2号機では7.625MVA、女川全号機合計では20.875MVAの電力を必要としてございます。一方で、各送電線容量はこの下の表のとおりでございまして、回線容量の一番小さい塚浜支線でも、右側の欄内のとおり約51MVAと、女川全号機の必要容量というところを満足してございます。

次のページをお願いいたします。

次に、受送電設備の耐震性でございます。この絵の中の赤い囲いと線で示しました送電線の電力を受電する開閉所や地中ケーブルルートでございましてケーブル洞道全線幹路は、十分な支持性能を持つ地盤に設置しまして、遮断器等の機器は耐震性の高い機器を使用することで耐震性を考慮した設計としてございます。

次のページをお願いいたします。

開閉所の耐震性でございます。開閉所などの基礎構造は、地盤に直接基礎を打つ直接基礎構造、または杭を地盤に打ち込みます杭基礎構造としまして、不等沈下ですとか傾斜等が起きないような地盤に設置してございます。

この左の図は、松島幹線の開閉所基礎の例でございまして、ここでは杭基礎構造で設置してございます。

次のページをお願いいたします。

続いて、鉄塔の部品であります、がいしへの耐震対策でございまして。275キロ送電線では左図のとおり、長幹がいしというものを使用する鉄塔には可とう性のある懸垂がいしに取り替えて、66キロ送電線につきましては、右図のとおり、ロックピン式の免震金具の取り付けをして対応をとってございます。

次のページをお願いいたします。

続いて、津波・塩害対策でございまして。発電所内の開閉所等の設置場所は、左図の赤字のとおりでございましてけれども、こちらは防潮堤や防潮壁の設置によって、右図のとおり開閉所等が津波の影響を受けないような設計といたします。また、塩害対策としては、275キロの開閉所にはがいし洗浄装置というものをつけまして、塩害の防止を図るようにしてございます。

次のページをお願いいたします。

次は、所内電源系である非常用電源設備のご説明です。

女川2号機のディーゼル発電機と蓄電池は3系統を備えることで多重性と独立性を有してございます。本図は、ディーゼル発電機とそれに附属する燃料タンク、ポンプ等の配置図を示してございますが、こちらは系統ごとに区画化された部屋に設置することで、火災等の共通要因で同時に機能を喪失しないような配置としてございます。

次のページをお願いいたします。

こちらは蓄電池設置の配置状況等でございますけれども、こちらも同様にそれぞれ別の部屋に設置してございます。

次のページをお願いいたします。

次に、非常用電源設備の容量でございまして。こちらではディーゼル発電機の容量を明示してございます。ディーゼル発電機は外部電源喪失の際に自動起動しまして、原子炉の停止・冷却に必要な電力に供給する設計としてございます。

本シートの中下段の矢羽根の記載はディーゼル発電機の各容量を示してございますが、例えばディーゼル発電機A、Bの容量は1台あたり7,625KVAに対しまして、必要な容量はA系で5,916.3、B系は5,854.8でございまして、必要容量を満足しているものです。

次のページをお願いいたします。

ここまでが3月29日に行われました審査会合で説明した内容でございます。

審査会合におきまして、送電線に関するコメントをこの記載のとおり受けてございます。内容としましては、送電線の風に対する配慮に当たっては、送電用支持物設計標準により設計してございますけれども、本設計標準により定める基準速度圧に相当する「風速（約40m/s）以上を女川地点で記録した実績の有無を確認すること」の旨のコメントを受け、実績を確認中でございます。

次のページをお願いいたします。

最後に、震災時の外部電源の被災状況です。

第5回の検討会で震災時の外部電源の復旧状況をご説明した際、各回線の復旧時期が異なる理由等についてコメントをいただいておりますので、この内容についてご説明いたします。

本表は、各送電線の3月、4月の地震時の被災状況をまとめたものでございます。

まず、3月震災時は、松島2号以外の回線が停止いたしました。原因につきましては、松島1号は支持がいし損傷に伴う停電、牡鹿幹線は女川構内の開閉所の避雷設備の内部損傷による停電、塚浜支線は津波による鉄塔の倒壊による停電でございます。

松島1号は、支持がいしを3月17日までに復旧しまして送電のほうを再開してございます。牡鹿幹線は、被災後の送電線開閉所の目視点検を行いまして、受電可能な状態であることを確認しまして、翌日の12時に送電を再開いたしました。

なお、記載してございます避雷器内部の損傷は、受電再開以降に牡鹿1号線の開閉所の避雷器の異音を確認したことから避雷器の損傷が判明したものでございます。この点検のため牡鹿1号線は4月の地震前には停止してございます。

一方、牡鹿2号の避雷器は異音がなかったため、対策品に交換するまでの間は避雷器の状態を監視しながら受電のほうを行っておりました。

塚浜支線は、塚浜線につながっております鮎川線鉄塔倒壊により停電しましたけれども、3月26日までに系統から切り離して送電のほうを再開してございます。

4月の停電につきましても故障箇所や広域停電の影響によるものですが、本停電事象を踏まえ、表欄外、下のほうに記載の対策をとってございます。具体的には、支持がいし折損に対しては、本資料でご説明した懸垂がいし化による地震対策、避雷器については地震の揺れに強い構造のものへの変更、鉄塔倒壊に対しては、震災と同規模の設備被害を想定した復旧訓練を実施することで災害時の対策訓練の強化を図ってございます。

以上、説明のほうを終わらせていただきます。

○座長 ありがとうございます。

この件につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら事務局からご報告をお願いいたします。

○事務局 ご欠席の先生からは、コメントがなかったことをご報告させていただきます。以上でございます。

○座長 それでは何か先生方、ご質問がありましたらご発言をいただければというふうに思います。鈴木先生、お願いします。

○鈴木委員 2つお伺いします。

1つは、送電線の損傷による停電のことについて、非常にきちっとやっておられて、敬意を表したいと思いますが、ここに幾つかの例が出ていますけれども、基本的にはやはり鉄塔の倒壊、これはまさに大変怖いですね。ただ、架線、つまり送電線が停電に至る損傷の形態というのは、もちろん鉄塔の倒壊は、これはもう単に一例ですけれども、それ以外にもあり得ますよね。ですから、できたらお示しいただきたかったなと思うのは、停電に至るどういうプロセスを。鉄塔の倒壊はわかりました。でも、鉄塔の倒壊だけではなくて、後ろのほうで例を示していらっしゃる、例えば支持がいしの折損とか、本来は支持するためにしているところが、鉄塔が倒壊しなくともそこがローカルな振動によって損傷して停電に至るとか、あると思うんですね。そのところがストーリーというか、どういうシナリオを考えていらっしゃるのかということが今日の説明ではちょっと不明確だったので、今お示しいただかなくてもいいんですけども、そこは県民の方への説明なんかでも重要なことというふうに思います。

それから、もう一つは、ご説明していらっしゃることはよくわかるんですが、8ページ、非常に多重な安全性が4段階ある。まず、所内変圧器からの受電をやりますよと。もしそれが壊れたら起動変圧器に切り替えます。もしそれが壊れたらディーゼル発電にして、最後は非常用ディーゼルで頑張りますと、こういうプロセスは多分一つの説得力はあるんだけど、事象として本当にこういうふうになるかどうか。極端に言えば、ある地震が起きたときに次のプロセスに行こうと思っても、最初の非常用ディーゼル発電機については、女川発電では非常に高い評価を前回のあれで設置条件について受けているわけですけども、福島やほかのところのあれもありますので、それが本当にこの順番に使えるのか、その次はというところが本当にこのようにうまくいくのかなというのは、やはり疑問としてはありますよね。ですからその辺のところも少しわかりやすくしていただく。どんなことがあっても、最後、非常用ディーゼルでは絶対に頑張るんだよというようなことになるのかどうか。多分そういうストーリーだと思うんで

すけれども、その辺について、もうちょっときちっとした説明があったほうがいいかなというふうに思いました。

以上、どちらかというコメントなんですけど。

○座長 ご回答ありますか。

○東北電力 ありがとうございます。

まず、1点目の送電線の停電までのプロセスにつきましては、おっしゃられたとおり、当然、送電線自体の倒壊ですとか、あと支持がいしの折損といったところで何かしらの原因で地絡・短絡が起きて停電するというのが基本的なプロセスであります。

こちらに対しましては、保護継電器でこういった地絡・短絡を検知する設備がついてます。こちらは資料で申しますと9ページになりますけれども、9ページの保護継電器（保護方式）というところで表がございますが、記載のとおり、この場合の例で言いますと2種類ついでございます。差動継電器というものと距離継電器。それぞれ検知方式は違うんですけれども、基本的には短絡・地絡というところを感知する継電器となっております。

こういった2つの継電器を用意しまして、まず主保護として、この場合で言うとメインとして作動継電器の87番で地絡・短絡を検知する。何らかの形でもし87番の差動継電器が検知できない場合は、バックアップとしての距離継電器で検知して確実に事故点を分離すると、そういう対応のほうをとってございます。というところが送電線関係の補足でございます。

あと、非常用送電、つまり電源系統ですね。発電のところから、本当にきちんと来るかどうかでございますけれども、こちらは定期点検の際に、こういった系統が切り替わるかといったところ、インターロック試験といたしまして、設計どおりに物事が切り替わるかという、点検試験を行ってございますので、こういったところできちんと切り替わるかというところも確認をしているところでございます。

補足は以上でございます。

○座長 では、兼本先生。

○兼本委員 2つほど違う論点で質問させていただきたいんですけれども、1つは、最後の26ページです。3.11のような非常に大きな地震のときのトラブル、がいしの折損とか避雷器の内部損傷、倒壊と。これに対する対策をやられているというのはよく理解はできたんですが、例えば支持がいしの折損というのは震災前にもあったんじゃないかと思ったりするんですね。ですから想定外の強い地震で起こったためのトラブルなのか、それともふだんでも起こり得たのかという分析等ですね。

それから、ここに書いてあることの対策はさっき説明を聞いたとおりで理解できたんですけども、どの程度それをほかに水平展開できたのかと。同様の故障が起こる可能性もあると思うんですけども、それをどの程度水平展開できたかという状況があれば教えていただきたいというのが1点です。

もう1点は、同一鉄塔、12ページですね。電気系統の場合、共通原因故障というのが非常に大事で、ここでは確かに送電塔が1個壊れるとほかの近くの送電塔を壊してしまうというのはよく分析されていていいかと思うんですが、電源系統だとどこかに共通部分があると思うんですね。例えば切り替えには必ず2つの系統がある。どこかで共通になっている可能性があるわけですね。だからサイトにメタクラミたいなところで、どこかでスイッチをされていないかとかですね、その辺の共通原因故障をどういう手順で拾い出して抜けがなくしていくのかというような状況を教えていただければと思います。その2点。

○座長 それではお願いします。

○東北電力 東北電力の佐々木でございます。

先に、支持がいしの折損、こういったものが今回の東日本大震災の前にも起きていたのではないかというようなことにつきましては、すみません、女川の今回の起きたところ以外では恐らく初めてだったのではないかなというふうには思っておりますけれども、ちょっとデータを押さえておりませんので、そこは確認させていただきたいなというふうに思います。

ただ、長幹がいしが折損するという、がいし自体が折損する事例につきましてはございまして、例えば資料の16ページ、こちらのほうにいろいろ風雪対策のものがありますけれども、左下にあります相間スペーサ、これは電線と電線を把持するようなものですがけれども、こういうものが地震で折れてしまったといったものはございます。それに対して弊社のほうでやっている部分については、ポリマー製のがいしを使うなりして可とう性を持たせることで磁器製のものを少し替えていくというような対応はしてございます。

あわせて、がいしの部分の懸垂がいし化については、折れたところ、壊れたところだけをやったのではなくて、実際に地震のときに壊れていないような長幹がいしもすべからく交換するというような対応はしてございます。

1点目の質問については以上です。

○兼本委員 避雷器の内部とか支持がいし、要は設計基準が大きな地震に対して不十分だったと、基本的にはそういうことだと思うんですが、そういうものを設計基準みたいな形で全部変えて水平展開したと捉えていいですね、今の説明ですと。ここは壊れていないところも替えたとい

うことですから。

○東北電力 この外部電源の部分についてはそのとおりの理由になります。

○兼本委員 わかりました。

ほかに共通原因故障がいろいろありそうな気はするんですけども、火災とかですね。物理的に近いところは、説明いただいたところは理解できるんですけども、ほかにもいろいろありそうな気はするんですが、それをどういう手順で分析して設計に反映しているかというところをわかりやすく教えていただければと。

○東北電力 東北電力の宮原でございます。

それは送電鉄塔に関してもというご質問でよろしいですか。

○兼本委員 最終的に非常用電源まで電源を供給するという系統ですよ。全体についての共通原因、今はどうやって考慮していらっしゃるか。

○東北電力 失礼いたしました。東北電力の宮原でございます。

非常用電源にどうやって共通原因故障を考慮した上での電源供給できるのかというところに関しましては、例えば建物内の火災ですとか、あと建屋の中にも水系の配管がございます。そういうものが何かの形で破損したときの溢水といったところを考慮する形です。

火災で申しますと、建屋の中でどこかで、例えばディーゼル発電機室で火災が起きましたと。ディーゼル発電機Aで火災が起きたとといったときに、残りのディーゼル発電機まで燃え尽きないようにという考慮をしております。例えば22ページをごらんいただきたいと思います。こちらはそういった共通要因も考慮した上で配置のほうを考慮しているというご説明なんですけれども、例えばこちらがディーゼル発電機のA室になりますけれども、この中で火災が起きたとといった場合は、この部屋は3時間の耐火能力のある隔壁で部屋で囲っているんですね。なおかつ、この中には感知方式の異なる火災感知器を二重化しまして、さらに火災を感知した場合は自動で起動できる自動消火設備といったものを用意しております。こういったところで、例えば火災がここで起きた場合は早期に消火し、なおかつもし燃え広がるようなおそれがあった場合でも3時間耐火能力のある壁で押しとどめて、残りのディーゼル発電機は残すと、そういった考え方の設計思想でやってきております。以上でございます。

○兼本委員 水も同じですか。

○東北電力 はい。

○座長 そのほかご質問ありますでしょうか。首藤先生。

○首藤委員 余り大した質問ではないのかもしれないんですけども、教えていただければと思

います。

1つは、資料の11ページを拝見すると、私の理解が合っているかどうか分からないんですが、恐らくとても大きな変電所である宮城と宮城中央と西仙台の3つが同時に何か被災をすると、女川原発だけでなく多分広域的だと思いますが、停電をする可能性があるということかなと思います。ものすごく大きな台風とかが来てそういう事態が起こるということは当然あるけれども、その場合には外部送電線からの電力に頼らずに非常用ディーゼルとか蓄電池で対応すると、そういう考え方だととってよろしいですか。（「はい」の声あり）ありがとうございます。

2点目なんですけど、そのような考え方をされているときに、これもよくわからないなと思ったのが、8ページに戻るのですが、切り替えの順番が、まず最初は外部の大きな電源に切り替えます。その後に中の設備を2つ使いますという2段階あって、最後がまた外の電源というふうになっているのが、これも私、すごく素人なので、これが普通の順番なのかもしれないんですけど、外だったり中だったり順序として入れ替わっているというイメージがあって、それに何か理由があるのであれば教えていただきたいと思います。

○東北電力 東北電力の宮原でございます。

ご質問のところは、外部電源とその後、縦に並んでいるディーゼル発電機を使って、またさらに外部電源に頼ると、その辺の理由はこういったところだというご質問と理解いたしました。

こちらにつきましては、275キロにつきましては、まず回線のほうは牡鹿・松島それぞれ2回線使って合計4回線あるので、まずこちらから外部電源としては頼っているというところなんです。

一方で66キロにつきましては、こちらは1回線しかございませんので、なおかつ275キロは送電系統としても主回線、メインどころの回線になって、一方で66キロは塚浜支線というその名のとおり支線的な、サブ的な回線になりますので、275キロから受電できない場合は、建屋の中にあります耐震性もきちんと考慮したディーゼル発電機からまずは受けます。そういう考え方のコンセプトで今の設計となっております。以上でございます。

○座長 よろしいですか。

そのほかご質問ございますでしょうか。はい、関根先生。

○関根委員 関根でございます。

一つだけ、今の首藤先生のと関連するんですけど、外部電源は全部切った場合ですね、自力で何日間耐えられることを想定されているかということだけ、すみませんけれども、確認

させていただきたい。

○東北電力 東北電力の宮原です。

外部電源がなくなった場合は、ディーゼル発電機からの電源に替えることとなりますけれども、それにつきましては7日間運転できるような容量を確保してございます。

この7日というところは、基準要求で7日間もつよという要求での話でございます。この7日は何ですかというところは、福島事故の際、免震重要棟のガスタービン発電機の燃料供給に実績として3日程度要したところがありまして、より保守的にということで7日間を設定したということになっています。

ご説明は以上です。

○座長 そのほかご質問よろしいでしょうか。首藤先生。

○首藤委員 今のお答えでちょっと疑問に思ってしまったので。非常用ディーゼル発電機、7日間もたせるというのは、もちろん免震重要棟での対応も大事ですが、原子炉を冷却し続けるための電力だと私は思っていたんですけども、そうではないんですか。

○東北電力 そのとおりです。ご理解のとおりです。先ほど免震重要棟と言ったのは規制庁さんが7日間を根拠にしたときの理由というところでのお話です。実際、私回答しました7日と言っているのは、原子炉の停止冷却に必要なところなんです。

○首藤委員 そうすると、この非常用ディーゼル発電機が7日間もつ間に、免震重要棟とかでいろいろ対策を練って、さらに対応の電源を調達するという作業をすることで、外部電源がずっととまっても冷却は続けられるというふうに考えてよろしいですか。

○東北電力 そのとおりでございます。うちで申しますと、緊急時対策所の建屋があります。こちらのほうにも非常用ディーゼルから受電しまして、対応に支障が出ないような形でしてございます。以上です。

○座長 よろしいでしょうか。

それでは、(6) 外部電源についての本日の議論は終了したいと思います。

- ・ (8) 重大事故対策 (運転停止中の原子炉における燃料損傷防止)

○座長 引き続きまして、(8) 重大事故対策について、引き続き東北電力から説明をお願いします。

○東北電力 東北電力の松永と申します。よろしくお願いたします。

それでは、運転停止中の原子炉における燃料損傷防止についてご説明いたします。

めくっていただきまして、3ページ目になりますが、まず「はじめに」ということで、有効性評価の全体概要をこのページで示しております。

まず、新規規制基準では、福島事故を踏まえて実施してきた事故対策の有効性について、以下の手順で評価することが求められています。

1つ目は、重大事故の対策が実施されていない状態を仮定して、内部事象、これは機器の故障ですとかヒューマンエラー、人的ミスですとか、あとは外部事象、これは地震・津波が原因となって重大事故に至る確率を評価いたします。これは確率論的リスク評価（PRA）とっています。そのPRAの結果を踏まえて重大事故が進展するシナリオ、事故シーケンスと呼んでいます。それを前提にする。それで実施されている対策が有効に機能するかどうかを評価すると。これが有効性評価というふうに呼んでいるものでございます。

具体的な流れについて次のページからご説明いたします。4ページをごらんください。

4ページにつきましては、これはPRAの位置づけということで書いています。若干先ほどの繰り返しになるんですが、安全対策が有効に機能することを評価（有効性評価）するために、その前段として、重大事故に至る可能性のある事故シーケンスグループを抽出。事故シーケンス、ちょっと言葉があれなので事故のシナリオというふうに考えていただいて結構です。国が定めている規則があるんですが、規則では必ず想定しなければいけない事故シーケンスグループがあるんですが、それ以外に各プラントにユニークなシーケンスが出てきた場合は追加しなさいと、それを確認すると、そういう流れになっています。

下のほう、PRAの幾つか種類があるのでご紹介いたしますが、先ほど申し上げた内部事象、外部事象がありまして、内部事象の中でも運転時のレベル1、1.5、あと停止時レベル1と。外部事象も地震レベル1、津波レベル1というものがあります。下のほうに※で振っていますが、レベル1というのは炉心損傷のリスク評価になっておりまして、レベル1.5は格納容器の破損のリスク評価ということになっております。

今回は停止中の有効性評価ですので、赤枠で囲った停止時レベル1の結果を踏まえて、それで事故のシナリオを評価するというような流れになっています。それが有効性評価ということで、右側に行きまして、ここで何をするかといいますと、選定された事故シーケンスに対して、安全対策が有効に機能して炉心損傷や格納容器破損が防止できるということを評価すると。これは設備面だけではなくてその運用面、体制ですとか手順書ですとか、そういったもろもろのものも考慮して行うというようなものになります。

有効性評価の内容としましては4つありまして、まずは炉心損傷の防止対策、原子炉格納容器破損防止の対策、使用済み燃料プールにおける燃料損傷防止対策、あとは運転停止中の原子炉における燃料損傷防止対策ということで、今回この赤枠で囲みました停止中の燃料損傷防止対策についてご説明をいたします。

次のページをごらんください。5ページです。

こちら、具体的にPRAを実施しまして、赤枠で書いておりますが、内部事象停止時レベル1を実施しました。その結果、グレーハッチングしていますが、国の規則で定めている指定された事故シーケンス以外のものは抽出されなかったということで、結論としましては、下のほうに赤枠で囲っていますが、停止中の原子炉における燃料損傷対策の有効性評価としまして4つ、崩壊熱除去機能喪失、全交流動力電源喪失、原子炉冷却材の流出、反応度の誤投入、これが基準で定められている4つになりますので、これについて評価をしたということになります。

次のページ、6ページ目が有効性評価の概要となっております。

上のほうは今の繰り返しですので割愛しまして、真ん中のところから、有効性評価において何を確認するかということが書かれています。矢羽根が3つありまして、一つが、計算プログラム等を使用した評価により判断基準を満足することを確認するというので、3つ書いています。まず、燃料の有効長の頂部が冠水していること。あと放射線の遮蔽が維持できる水位を確保していること。未臨界を確保していること、ただし、通常の運転時における臨界ですとか、あるいは燃料の健全性に与えない一時的かつわずかな出力上昇を伴うような臨界は除くといった判断基準となっております。

2つ目の矢羽根は、事故時の環境、必要な作業項目及び時間等を考慮しても、対応手順の成立性があることを確認する。

3つ目が、事故収束に必要な要員、運転員ですとか重大事故の対策要員、及び資源、これは水ですとか燃料（軽油）あとは電気容量ですね、それが確保されていることを確認するといったことを確認していくのが有効性評価になっております。

次のページからの全交流電源喪失を代表例としてご説明いたします。

めくっていただきまして、8ページ目になります。このページでは、全交流動力電源喪失の特徴ということで記しております。

下のほうに絵がありますが、バツ、バツと描いたものが機能喪失しているというふうに前提を置くものです。先ほど外部電源の話がありましたが、外部電源が使えないといったところ。あと、これは重大事故ですので、先ほども話したとおり非常用ディーゼルも使えないという仮

定を起きます。そうしますと電源が全くなくなりますので、下のほうにあります残留熱除去系、これは原子炉に注水したり除熱をしたりする系統ですけれども、そこに電源がありませんのでこれも使えないというような状況になりますので、原子炉の除熱ができないので、原子炉はまだ燃料が崩壊熱で温まっていますので、だんだん水の温度が上がって行って、だんだん蒸発して水位が下がっていく、そして燃料の損傷に至ると、そういう事象になります。

それに対して対策はどうするのかということが右側のほうに赤い字で書いていますが、まず真ん中の上のあたり、常設の代替交流電源設備、我々はG T Gと呼んでいますガスタービン発電機を設置しておりまして、それをまず起動させると。そうすると電源ができますので、下のほうにあります代替の注水系、これのポンプを回すということで、これで注水できるようになります。

あとは、原子炉が100℃になりますと沸騰してきまして炉圧が上がっていきますので、逃し安全弁を開くということで原子炉の圧力を下げるということです。

あと下のほうですね、残留熱除去系、これも電源が確保でできますので、これをポンプで動かすと。

それで、海水系については原子炉補機代替冷却系、これは可搬型の車両系なんですけど、そこに熱交換機を積んで、海水から汲み上げて冷却水を冷やすというような、そういうものでありまして、それを残留熱除去系と接続しまして、残留熱除去系に冷たい水を供給するというところで原子炉を冷やすというような、そういう対策になっております。

次の9ページ目、これが時間を縦に並べた対策の概要ということになります。

細かいのでポイントだけご説明いたしますと、一番最初、左側にずらずらと並んでいるところを申し上げますと、まず外部電源がなくなりました、非常用ディーゼル発電機も使えませんということで、ここで全交流動力電源喪失が発生するということになります。それで20分後に常設の代替交流電源設備、これが起動することができます。これによって非常用電源が回復するということになります。1時間後、これで今度、代替の注水系が起動できるようになります。評価上、1時間で原子炉の温度が100℃になるというふうに考えていまして、そうするとだんだん原子炉の圧力が上がっていくということになりますので、逃し安全弁で原子炉を減圧しまして、そうして低圧の代替注水で水を入れると。それが2時間後というふうになっています。これが大きな流れになっています。

次の10ページ目、こちらが評価結果となっております。

左下のほうに原子炉水位の推移というグラフがありますが、横軸に事故後の時間が書いてあ

って、縦軸が燃料有効長頂部からの水位が書いています。当初は5メートルぐらいで推移しているんですが、事象発生しまして、崩壊熱で温度が上がって行って、100℃に到達するのがやはり1時間。そこからじわじわと、こういうふうに水位が下がっていくのがわかるかと思えます。2時間後に注水ができますので、注水して、またもとの5メートル付近に戻るといような形になっています。一番低いところで4.2メートルということになります。

それで、放射線の遮蔽が維持できる最低水位としまして、我々は10mSv/hという値を設定しております。それに該当する水位というのが2メートルになりますので、2メートル以上を確保していれば放射線の遮蔽が維持できるというふうに考えておりまして、この図から見ても2メートルから4.2メートルですので、十分余裕があるというような結果になっております。

ということで、上の概要の表ですが、判断基準として3つ、有効長の頂部が冠水していること、遮蔽が維持できる水位が確保できていること、未臨界が確保できていること。この3つについて守られているというような結論になっております。

次のページ、11ページ目、これが枠囲いで囲っております。お手元は多分別刷りで配付されているかと思うんですが、構内に置いてあります可搬型の重大事故対象設備の保管場所の図とアクセスルートの図になっております。こちらで今回登場します、海水から水を持ってきて熱交換機して残留熱除去系に持っていく車両が、この保管場所の1とか3とか、そういったところに置かれていると、そういったものになっております。

続きまして、12ページ目です。こちらは今度必要な資源ということで表にまとめています。

必要な項目としましては、まず要員、水源、燃料、電源というふうになっておりまして、今回必要な要員については28名になっておりまして、これは現在確保しているのは29名ですので、その内数になっていると。水源、これは原子炉に注水するわけですが、これについては534立米ということで、復水貯蔵タンクが1、192立米ありますので、十分間に合うと。燃料についても、これは軽油ですが、372キロリットル使いますが、900リットル準備していますのでこれも大丈夫。電源についても3、948キロワット、これは6、000キロワットの容量でありますので、大丈夫だということで、重大事故への対応は可能であるというふうに整理しております。

以上が全交流電源喪失の概要になります。

続いて、簡単ですが、ほかのシーケンスについてもご紹介いたしますと、まず崩壊熱除去機能喪失、14ページになります。こちらは先ほどの全交流電源と非常に似ているものでして、

要するに崩壊熱を除く機能がなくなるということです。この場合、先ほどと何が違うかといいますと、絵にありますように残留熱除去系、両系あるんですが、A系が使えなくなってしまった、故障したというようなことで、それで除熱ができなくなって水が沸騰して水位が下がっていくというものになります。それが特徴になります。それに対する対策は、待機している片系、この場合B系と書いていますが、そのB系を待機から起動にするものが対策ということになります。先ほども同じですが、逃し安全弁も一回動かすといったようなことが対応になります。

その結果については、次の15ページ目ですが、これは先ほどとほぼ同じ図になっております。違うのが、注水の容量が違いますので、水位のグラフを見ていただくと、1時間後からここずっと下がって行って、もとの5メートルにあつという間に戻るとい、違いはそこだけになっております。

続きまして、原子炉冷却剤流出になります。17ページになります。

こちらについては、事象の概要としましては先ほどと原子炉の様相が違うんですが、これは原子炉のお釜が開いていまして、その上に原子炉ヴェルという大きなプールみたいなものがあるんですが、そこまで満水になっていて、燃料プールと一緒に水位になっていると、そういう状況を想定しております。もちろん燃料は冷やさなければいけないので残留熱除去系で冷やすんですが、この右下のほうに残留熱除去系ミニマムフロー弁というのがあるんですが、本来これは閉じていて、残留熱除去系でぐるぐる熱交換して原子炉の水を冷やすことになるんですが、これを間違っちゃっと開けっ放しにしていたということで、そうしますと、ポンプから出た水がそのままサプレッションプールのほうへ流れていきますので、原子炉の水位がだんだん下がっていくというような、そういう事象を想定しております。

これに対しての対策といいますのは、このミニマムフロー弁を閉じまして、残留熱除去系で注水、除熱をするというのが対策ということになります。

その結果が次の18ページ目にございます。水位のグラフを見ていただくと、水位が先ほどよりもずっと高いレベルになりますが、16メートルちょっとのところからだんだんミニマムフロー弁を通して水位が下がっていくといったところがあります。それで隔離を、ミニマムフロー弁を閉めて、残留熱除去系で水位を戻すというのを2時間後に行うということでもとに戻るといことになります。

こちらの場合、遮蔽が必要な水位につきましては、先ほどは原子炉圧力容器のふたが閉まっていたので、2メートルが10mSv/hに相当するんですが、今回ふたがありません。ですので、遮蔽が維持できる最低水位は3メートルというふうに評価しております。この場合

でも非常に水位が高いところでとまっておりますので、十分余裕があるというような結論になっております。

最後ですが、反応度の誤投入という、ちょっと毛色が違う事象になります。図を見ていただきたいんですが、これは原子炉を上から見た図になっておりまして、赤い斜線で引いているところ、これは制御棒を全引き抜きした状態で、対角隣接にある制御棒を連続で引き抜くといったようなことをやってしまうというのが、この事故になります。そうしますと、その誤引き抜きによって原子炉に正の反応度が投入されて、これによって原子炉の出力が上昇することによって燃料体が損傷するというようなものがこの事故の特徴です。

これによる対策につきましては、起動領域モニタによる原子炉スクラムというのが対策になります。

結果につきましては21ページになります。こちらについては判断基準の表が出ていますが、これは給水系ですとか崩壊熱除去系ですとかが全て動いている状態でございますので、水位については特段問題ないということで、水位関係については維持されているという結論になっています。

未臨界を確保することについては、原子炉スクラムにより未臨界を確保されるという形になります。これは制御棒を引き抜きますので、やはりわずかに臨界に至ります。臨界に至りますが、原子炉スクラムによって速やかに未臨界になると、そういうことになっています。

下の表ですが、反応度の誤投入で燃料エンタルピーの評価ということで、これは燃料エンタルピーが判断基準を超えますと燃料が破損するという判断基準になっております。判断基準が2つありまして、内外圧差による破損モード、それが上の燃料エンタルピーの最大値。下のほうは、ペレットが膨らむことによって被覆管を打ち破って壊すという、PCMIというメカニズムにより壊れるものなんですが、これの燃焼が進んだものに対して適用されるんですが、それは下の段になっています。いずれも判断基準に対して非常に低い評価結果になっておりますので、本事象について燃料が破損することはないというような結論になっております。

以上、まとめということで、23ページに書いていますが、今申し上げました4シーケンスについて、判断基準について全て満足しているというのを確認したというのをここではまとめております。

続きまして、適合性審査の状況ということで25ページに載せております。こちらは審査会合での主な指摘ということで、まず崩壊熱除去機能喪失と全交流電源喪失についての質問なんですが、「注水だけで除熱できることを定量的に説明すること」と「原子炉停止中における崩

壊熱除去機能喪失及び全交流電源喪失時の格納容器の影響について説明すること」です。

これについては、格納容器の圧力が炉心損傷前のベント基準に到達する時間を評価しまして、原子炉補機代替冷却水系、海水で冷やす車両ですが、それを持ってくるのに対して時間的に余裕が十分あるということを確認したということです。具体的に言えば、これを放っておくと54時間で格納容器の圧力がいわゆる1Pdというベント基準に達するんですが、それに対して24時間で可搬型の車両を持ってきて除熱ができるということで、ベント前に十分対応できますというような回答になっています。

2つ目ですが、反応度の誤投入のことなんですが、制御棒の誤引き抜き以外にも反応度の誤投入のモードがあるんじゃないのかと、それはどうなんだというのが指摘になります。

回答については、制御棒の誤引き抜き以外については、例えば燃料の誤装荷、これは本来あらかじめ決められたところに燃料を入れるわけですけれども、間違っただけでゲンキな燃料を詰めてしまったんだとか、あるいは制御棒を複数引き抜くような試験というのはどうなのかといったようなことですか、あと過去に発生した反応度投入事例、当社のプラントでもありましたが、そういったものと比較してこれを選んだ理由はということで聞かれています。それについては発生、投入される反応度の量ですか、そういったものも勘案して、今回、制御棒の誤引き抜き、一本引き抜いて対角隣接を引き抜くというモードが一番燃料に対しては影響が大きいということが確認できましたということを回答して、これに対して国からは特段のコメントはございませんでした。

説明は以上になります。

○座長 ありがとうございます。

この件につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら事務局からご報告をお願いします。

○事務局 ご欠席の先生からのコメントはございませんでした。以上でございます。

○座長 それでは、先生方から何か質問等がありましたら、ご発言をいただければというふうに思います。兼本先生、お願いします。

○兼本委員 定検時のいろいろなリスク、トラブルというというのは非常に多様で、そういう意味ではできることをやってみたという紹介してあるんですけども、ちょっと中途半端だなと感じたのは、停止レベル、8ページの停止時の外部電源喪失なんですけれども、これは停止直後なのか、冷温停止なのか。あとまた、圧力容器を開いて燃料交換しているような、そういう状況が書かれていないので理解しにくいというところですね。

それから、今の反応度もこれだけと、これが一番厳しい事例と書いてあったんですけども、やはりどういう理由でこれを代表例として選んだのかという説明がないと、さっきの事例についての網羅性がないというようなつまみ食い聞こえてしまうので、その辺の説明の仕方は少し工夫していただきたいという気がします。

最初のほうは質問ですのでお教えてください。

○座長 お願いいたします。

○東北電力 松永でございます。

全交流電源喪失の時期につきましては、原子炉シャットダウンしてから24時間後を想定しております。ですから非常にホットな崩壊熱を想定しております。

○兼本委員 そこを選んだ理由というのは。

○東北電力 やはりまだ崩壊熱が高いというのが一番あります。あとは水位を考えていても、この後、原子炉のお釜を開けて燃料交換のために水位を上げていくんですね。先ほどの濾過のときみたいにウェル満水まで持っていくわけです。そうするとだんだん時間がたつにつれて崩壊熱が下がっていきますので、崩壊熱が下がれば水位は上がるので非常に楽な方法になりますので、そういう意味では一番厳しい24時間後の水位の低いところということで選んでいます。

○兼本委員 3. 11 考えると、津波で2時間ぐらい遅れるんですかね。という意味では何で1時間なのというのが、そういうことを想定して決めてあるのであれば、それを説明したほうがいいんでないかと。直後でもいいわけですね。原子炉停止直後に交流電源もとまってしまったと。そうするともっと厳しい状況になるわけですけども、そこが説明できる時間を選んだふうに見えてしまうと。もちろん直後にやっても問題ないと思うんですね。代替冷却系っていっぱいあると思いますので、その辺ですね。

それから、冷却水流量も、ミニマムフロー弁が開いていたということだけですけども、これも何となく説明できる事例を選んだふうに見えてしまうということなので、どうしてそれを選んだかという説明がないとなかなか、これでよく検討しているというふうに見えにくいと思うんですが。

○東北電力 東北電力の阿部です。

先ほどおっしゃっていた1時間というのは、どれの1時間のことを指していらっしゃるんですか。

○兼本委員 緊急停止の後を想定してられるんですよね。通常停止でもどちらでもいいんですけども、その直後に交流電源がとまったというのはいつごろなんですか。停止時の定義からす

ると一番大きいんじゃないかと。それを1時間延ばしたのはどうしてでしょうかという。

○東北電力 東北電力の阿部です。

今回、評価する対象のプラントの状態というのを選定するに当たりまして、まず作業状況ですとか原子炉の圧力、水位、温度といったものを勘案してプラントの状態というのを幾つかに分けてございます。その中で、停止直後で崩壊熱が最も高いときというのを対象と選ぶことも当然あり得るんですけども、今回プラント状態を選定する観点としまして、待機号機の数というのを勘案して決めております。停止直後で24時間の後のプラント状態というのは、原子炉圧力容器のふたは開いていないんですけども、定検に入るために、例えばECCS系のA系のほうを全部機能喪失させてB系だけを待機にしているですとか、待機号機が非常に少ないという観点で重大事故の対策が非常にとりにくいプラント状態であると。そういった観点から、今回は全交流電源喪失において、圧力容器が閉まっていて24時間後だというプラント状態を選定してございます。説明が不足していて申しわけございませんでした。

○座長 そのほか、鈴木先生。

○鈴木委員 ディテールについては特にはないんですが、大変丁寧な説明をいただいたと思うんですけども、重大事故の、最初にちょっと思ったのは、運転停止中の原子炉事故の燃料損失というのを特に今回詳しく検討されたというのは理解できるんですが、一番最初の4ページの初めのところにありますこの赤枠で、停止時のレベルというところ、それから有効性評価で①②③④の④のところを今日は取り上げられたというのはわかるんですが、3年以上前、第3回的时候に、重大事故でこの発表、報告されていますよね。そのときにこれと同じ図が出ていて、見ていただければわかるんですが、それで一応ですけども、今日とは全く、このような細かい評価ではありませんが、この①②③④について、最後、この報告書は今後の審査会によって変更する可能性があるが一番先に書いてはおられますけれども、評価をされております。表にまとめてね。

その上での質問ですが。今回この④を特に取り上げられたというのは、私は今現在の女川の発電所が停止中なので、そういう条件のもとでということと特に思っていたんですが、必ずしもそうでもなさそうなんですけども、そうするとこれから、今日発表されなかった①②③についてもこのようなディテールにわたった検討をされて、報告をするということを考えていらっしゃるんですか。

○東北電力 東北電力の青木と申します。

今回、停止中の有効性評価を説明させていただいたのは、審査会合でこちらについて我々が

説明をして、規制委員会のほうからも大体これで妥当でしょうという判断をいただいていますので説明をさせていただいております。ほかの①②③につきましては、こちら審査がほぼ終わり次第、順次また説明をさせていただきます。

○鈴木委員 ああ、そういう意味ね。たまたま④のほうが審査が終わったので、それを報告したということで、①②③についてもいずれ報告をしていただくと、そういうことですね。

○東北電力 前回というか、これまでに説明をさせていただいた部分もございますけれども、そこから変わっている部分もありますので、そういったところを中心に説明を……

○鈴木委員 わかりました。じゃ今日取り上げた理由はそういうプロセスの理由であって、①②③についても引き続き検討して報告いただくということですね。（「はい」の声あり）了解しました。

○座長 そのほか。首藤先生、お願いします。

○首藤委員 丁寧な説明ありがとうございました。

多分私が専門のヒューマンファクター系がちょっとかかわっているかなと思うところがあるので質問させてください。

有効性評価をされる中で、3つ目の冷却剤の流出のところと、4つ目の反応度の誤投入というのが、いずれも多分原因として想定されているのがヒューマンエラーのように誤った行動をどなたかがなさって、それに起因して生じたことを想定されているのではないかなというふうに資料を拝見して、また説明を伺って思いました。それがもし間違いであればそうおっしゃっていただいているのですが、もうそうだとすると、このエラーを選んだ理由といいますか、例えば停止中の原子炉に対して行う作業はこういうものがある。そのうちこれが一番起こりやすいであるとか、あるいは影響が大きいですとか、何かこれを選んだ理由があるのかなと思いますので、その考え方を教えていただければというふうに思います。

○東北電力 東北電力の松永です。

おっしゃられるとおり、濾過、冷却剤の流出、あと制御棒に関しては人間の誤り、操作の誤りということも含んでおりますが、それだけではなく例えば機器の故障について、弁がうまく閉まらなかったですとか、あるいは制御棒、本来ワンノッチという区切りがあってそれで抜けるんですが、何らか機械的な故障によってずるずると抜けてしまったということがあります。ここでは特にそれは特定していなくて、何らかの原因でそういうふうになったというような整理をしています。ですから人間系かどうかというのはここでは特定しておりません。

これを選んだ理由というのは、やはり影響度合いが大きいといった観点で弁を選んだですと

か制御棒を選んだとか、そういった影響の観点的に捉えていただいて結構です。

○座長 お願いします。

○首藤委員 簡単に、追加ですけれども、ただ単に影響度合いというのであれば、制御棒が1つ抜かれて、斜めのところをもう一つというよりは、全部一気に抜かれるほうがよほど影響が大きいのではないかと思うんですけれども、そうではなくて、この事象なんだというのには何かもう一つロジックがあるのではと思いますが、いかがですか。

○東北電力 松永です。

非常におっしゃるとおりでございまして、もちろん制御棒130何本あって、それが全部引き抜ければ当然一番厳しいことになります。我々は実際に現実的に作業としてあるものから、そういったエラーだとか故障だとかを考えて事象を選定するということになります。例えば制御棒に関しましては、実際に定期検査の終了する際に原子炉停止余裕検査という検査を行います。これは一番高い制御棒を引き抜いて、その対角の隣接を引き抜いて、原子炉が未臨界であるというのを確認する検査があるんですけれども、それを想定しています。そういう検査をやる中で、誤って対角隣接を引き抜くときに、本当はワンノッチで抜いていくものを、ずーんと引き抜いてしまったという、そういうことでありますので、我々が実際に行うだろう作業をもとに事象を選定していると、そういうことでございます。

○首藤委員 大変よくわかりました。多分そのような説明もちゃんと加えていただくと、どういうふうなプロセスでこれを選んだのかということがよりわかりやすくなると思うので、いいかなと思います。ご説明でよくわかりました。ありがとうございます。

○東北電力 今後の説明で考慮したいと思います。ありがとうございます。

○座長 そのほかご質問。栗田先生、お願いします。

○栗田委員 5ページのPRAの実施範囲のところでの頻度とその確率の意味をちょっと教えてほしいんですけれども、例えば炉年と書いてありますが、どういう意味なんですか。

○東北電力 単位の炉年というのは、原子炉1基が運転年に当たって例えば5.5の10のマイナス5乗の頻度で炉心損傷すると、そういうことになります。

○栗田委員 単純に1年と考えちゃまずい、1年間。

○東北電力 それで結構でございます。

○栗田委員 それは先ほどのそういった確率論的評価をした結果がこの確率だったという。

○東北電力 そういうことになります。

○栗田委員 それで、今回説明されたのが、定期検査時ということなんですけれども、一番頻度

が少ないものを選んだというのは。

○東北電力 すみません、ちょっと説明が不足しております。

まず、括弧書きで炉心損傷頻度が数値として出ていますが、実はこの数値を使って今回の有効性評価の事故シナリオを抽出したというわけではありません。これはあくまでも $9.8 \times 10^{-7}$ のマイナス7乗というのは停止時のレベル1、炉心損傷頻度がこれぐらいであるという、ただファクトとしてそういうことになっております。

この流れが……少々お待ちください。すみません、配付していない資料でございます。こちら手持ちで、スクリーンに今お出しいたします。

これがPRAの結果になっておりまして、このPRAを見ていただくと、まず紫色のところ、これが崩壊熱除去機能喪失で、これが非常に割合として大きい。ここにえんじ色、これが全交流電源喪失、 $5.1\%$ と書いていますが、これ。あと原子炉冷却剤流出、これが $0.1$ でほとんど円グラフにはないんですが、これがわずかに出てきている。要するにPRAによってこのプロファイル、どういう事故シーケンスが大きいのかというのが出てくるということになります。結局これというのは、国の基準で定めています、先ほども申し上げた4つの故障のシーケンス以外のものは出てきていないので、基準の4つの故障シナリオを想定したと、そういう結論になっております。ちょっとすみません、このプロセスが抜けていたので、わかりにくい説明になっておりました。

○東北電力 すみません、今の栗田先生のご質問は、5ページのPRAの実施範囲で、内部事象運転時レベル1から一番下の内部事象停止レベル1まであって、それぞれの確率が、一番上が $5.5 \times 10^{-5}$ のマイナス5乗、今回赤枠で囲んで選んでいる $9.8 \times 10^{-7}$ のマイナス7乗、これが確率が一番低いのに何で今回はこれを対象にしているんですかというご質問ですね。

これは単純に、今回は運転停止中の原子炉の事象に対する有効性評価をやっていますので、内部事象停止時のレベル1というものが対象になりますという、ただそれだけの意味になります。

○栗田委員 余り理由はないという意味ですね。要は、電源喪失のときどうなっているかだけを説明したかったのです。

○東北電力 今回は、運転が停止しているときに起こり得るいろいろな事象に対してこういう対策をとりますという説明をさせていただいていますので、あくまで停止中の事象、停止中の炉心損傷頻度が対象になりますので、この停止に関するところが今回関係していますよと、単純にそれだけの意味です。

○座長 内部事象の運転レベル1とかというのは、ほかの事象を検討して、その結果として出てきた数値ということですね。運転中の制御棒引き抜きとか例えばそういう事象があって、そのときの炉心損傷頻度が $5.5 \times 10^{-5}$ 乗とかそういうふうな。ですから今回は運転停止中なので、それほど頻度は高くないと。

○東北電力 はい、評価する事象としては異なるものを行っている、そういうことでございます。

○長谷川委員 非常に細かい質問ですが、一番最初は4ページの左に枠があります。この文章、何を書いているのかさっぱりわからないんです。PRA評価対象は云々とありまして、「これまで自主的に実施してきたアクシデントマネジメント対策、福島第一事故後の緊急安全対策などを含めず、設置許可取得済の設備」について、どれを対象としているのか、していないのかよくわからないです、その文章だけを見ると。

それからもう一つは、その次もっと県民の方が心配なさるところで、「重大事故の発生頻度の判断基準はない」という。これは一体どういうことなんだと思います。まだこれから決めるという意味なのか、確率論的なまあやっておきましょうと、そのうち判断基準を決めるということなのか。何か単に重大事故の発生頻度の判断基準はないとあっさり言われるとちょっと困るなというのが正直なところ困ります。何か言われることはわからんでもないんだけど、ちょっと受ける印象が違う。

それからもう一つ、私、長く大学にいたものだから、こういうことがすごく気になるんですが、5ページの $9.8 \times 10^{-7}$ 乗と。2桁なんか有効数字があるわけがないと。 $9.8 \times 10^{-7}$ 乗と言われて、そうかいなど。これは9か8か、ひよっとすると7かもしれんぞと。だから、これをさっと出されてくるその感性がわからないですね。ちょっと皮肉かもしれません。

それからもう一つ、最後20ページ、例えば誤挿入についてです。ここでもちょっと書いてあるんですが、他社のこともあるから余り明確に書かれていないのだと思うんですが、例えば国内で起こった反応度の誤投入（制御棒）操作の例、形式の例えば違うところ、どの程度のことが起こったのか、確かに福島でも何かあったような、あるいはそういう例を具体的に考えておられるはずですね。先ほど首藤先生もおっしゃったように、（間違っって制御棒を）抜いたとか何かそういうことはあり得るだろうとは思っているんです。他社で、例えば2カ所だったとか、1カ所だけだったとか、そういうことをはっきり言ってもらったほうがわかりやすいんじゃないかと思うんですね。他社のことがありますから、ちょっと遠慮されるのはわかるんです

けれども。以上3点。

○東北電力 松永でございます。どうもありがとうございます。

まず、4ページ目の、書き方が非常に悪くて申しわけございません。PRAにおける、審査における扱いということで書かれております。

まず、最初の評価対象は、自主的に行ってきたアクシデントマネジメント対策ですとか緊急安全対策を含めないで、設置許可済みの設備のみをしていると。この意図が、これはあくまでも審査におけるPRAになります。審査におけるPRAは何をやっているかという、新たに今回付け加える重大事項対策の有効性を見るためのものになります。ですからその前段としてのPRAは、我々は「裸のPRA」と呼んでいるんですけども、SA対策を全部取っ払って、申請する前の姿、エイエン設備もない本当にデザインベースの設備だけを対象にしたプラントを想定してPRAをやって弱いところを見つける、そういう意味合いでここを書いております。

○長谷川委員 そういうことをはっきり書いていただかないと。

○東北電力 そうですね。

○長谷川委員 それを含めないというのは、最初の福島第一も、両方とも含めないのか、片方は含むのか。日本語としてはわかっていないですよ、はっきり言うと。

○東北電力 すみません、国語の問題。失礼いたしました。

次の重大事故の判断基準はないと言っているのは、これはあくまでも審査上の扱いです。今回の適合性審査における扱いとして発生頻度の判断基準はない。つまり今回のPRAの目的は、PRAの手法を使って弱いところを見つけて、それを事故シーケンスとして取り上げて、そこに何か手当てをすることが目的ですので、先ほど炉心損傷頻度は出してはいますが、これを出すことが目的ではなくて、あくまでもプラントの弱いところを抽出するというのが今回の目的で……

○長谷川委員 いや、多分そうだと思うんですけども、そのこのころをちゃんと書いていただかないと、単に「ない」だけでは。揚げ足とるようで申しわけないが。

○東北電力 そういうことです。すみません。ありがとうございます。

あと、有効数字の点は、ちょっと持ち帰らせてください。我々ちょっと業界では。

○長谷川委員 政府にも言ってほしいんですよ。こういうことをやっているから疑われるんです。

いや、私から言わせれば、こういうことをへっちゃらで扱っているような感覚で物事を考えているならちょっと困ります。

○東北電力 はい、すみません。ちょっと考えさせて。

あと志賀の件は、おっしゃられるとおり、我々これを選ぶ前には当然、志賀の水圧が抜けてきて、制御棒が抜けてしまって臨界になってしまったという事案がありまして、それも当然、中で評価していて、結局、投入反応度という観点でこれ一番厳しいだろうというふうにやっていますので、先ほど皆様からも網羅性というか、きちんとほかのも見てやっているんだよというのが説明としてわかるような形で今後考慮していきたいと思います。ありがとうございます。

○座長 時間も押していますので、重大事故対策につきましての本日の議論は終了したいと思います。

・（４）その他（テロ対策）

○座長 次に（４）その他（テロ対策）について、東北電力から説明をお願いします。

○東北電力 それでは、東北電力の緑川でございます。よろしくお願いたします。

配付資料の５番のほうですね、その他の論点、No.83 関連のサイバーテロを含めましたテロ対策についてご説明いたします。

なお、女川原子力発電所におけますテロ対策の具体的な内容につきましては、核物質防護上の観点からご説明することができませんので、今回の説明資料におきましても、一般公開されている内容に基づきまして作成していることをあらかじめご了承くださいと思います。

それでは１ページ目をごらんください。

本日、この目次に従いまして内容をご説明させていただきます。

それでは、２ページ目をごらんください。

原子力発電所を対象としましたテロリズムなんですけれども、まず、一くくりでテロといいましても目的によって行為は異なりますので、不法移転と妨害破壊行為に分けましてご説明いたします。

まず、１つ目の不法移転とは、発電所で使用、貯蔵及び輸送中の核物質を盗み出しまして、核兵器を含みます核爆発装置等の製造を目的としました行為でございます。

２つ目の武器等を用いた妨害行為とか破壊行為、そして運転制御系を含みました情報システムを対象といたします外部ネットワークを通じまして不正アクセス行為のサイバー攻撃、これらにつきましては、重大な事故を引き起こしまして、社会的な混乱とか、あとは公衆への放射線被害を発生することを目的とした行為でございます。さらに４つ目のポツにございますように、航空機の落下テロもこちらの中に含まれてございます。

続きまして、3ページ目をごらんください。

こちらは原子力発電所のテロ対策でございます。テロ対策は未然防止が基本でございますけれども、発生しました場合に備えまして、事態を深刻化させないことも重要でございます。

初めに、(1)の核物質防護対策ですけれども、ここで4つ記載しましたように、先ほどの不法移転の防止と妨害破壊行為の防護に加えまして、盗取等されました核物質の早期回収及び妨害破壊行為による放射線影響の緩和や縮小化することが重要でございます。そもそも核物質防護とは、こちらの下の方に太字で記載しましたとおり、核物質を第三者の接近から物理的に防護することを目的といたしまして開始してございます。

あとは、米国の同時多発テロ以降、その情勢を踏まえまして、IAEAのガイドラインに基づきまして国内の核物質防護の水準を国際的なレベルまで引き上げるほか、福島第一事故の教訓を踏まえてさらなる強化を図っているところでございます。

4ページ目のほうをごらんください。

こちらの図につきましては、核物質防護対策の例でございます。図で赤く記載している箇所が東日本大震災以降にIAEAガイドラインの改訂版の取り込みと、福島第一事故の教訓から強化した対策でございます。

主な内容としましては、核物質を堅固な障壁に防護区域で保管した上で、その外周に侵入防止を図るための周辺防護区域といたしましてフェンスを設置していましたが、さらにその外側に人の立ち入りを制限するための立入制限区域を設定いたしまして、出入管理を強化いたしてございます。ほかにも関係機関との連携の関係から、防護本部の通信機能を不正傍受されないような強化とか、あとは内部脅威対策といたしまして、図の右下にございますように、屋内の重要設備を防護するため柵等の設置とか、あとは2人ルール等を導入してございます。また、福島第一事故の教訓から、屋外の設備についても重要設備に対しまして容易に破壊されない壁その他の障壁を設置しているところでございます。

続きまして、5ページ目のほうをごらんください。

こちらは(2)のサイバーテロ対策でございます。最も大切なものは、1つ目のポツにございますように、重要な情報システムを外部のネットワークに接続しないことでございます。また、外部ネットワークを接続する必要がある場合には必要最小限の範囲にした上で、2つ目のポツにございますように、不正アクセス行為ができないようなファイアウォール等の遮断装置を設置してございます。ほかの対策といたしましても、実際、海外で起こった事例なんですけれども、3つ目のポツにございますように許可なくUSB等の外部記憶媒体を接続しないこと

とか、4つ目のポツにございますように不審なメールを開かないことなどを徹底することが重要でございます。

6ページ目をごらんください。

(3)の意図的な航空機衝突等の対策でございます。ここでは特定重大事故対処施設を含めてご説明いたします。

こちらにつきましては、意図的な航空機衝突等によりまして事故に備えて対処するための機能を示した図でございます。青い点線で囲っているところにつきましては、可搬式の設備を中心とした対策でございます。可搬式設備とか、あとは接続口の分散配置しているところがございます。またさらに左側のバックアップの常設化につきましては、現在、特定重大事故等対処施設の整備に向けて設計を進めているところがございます。

続きまして、7ページのほうをごらんください。

(4)の内部脅威対策でございます。これは従来の外部脅威対策に加えまして、内部脅威者を想定した対策として、規制の改正によりさらに強化されたものでございます。

まず、1つ目のポツにございますように、個人の信頼性の導入でございます。発電所の重要区域への常時立入者とか、あとは核物質防護に関します秘密を業務上知り得る者に対しまして、事前に個人に関する情報等の自己申告、あとは面談やアルコール検査等に基づきまして、妨害破壊行為とか情報漏えいのおそれがないかの確認を受けることが義務化されてございまして、女川につきましても昨年の11月から開始しているところがございます。

続きまして、2つ目のポツの防護区域の監視装置の設置でございます。4ページでも防護区域の設定につきまして入域を制限していることをご説明しましたが、この防護区域内であっても、中央制御室とかその他の重要な設備を監視するカメラ等の監視装置を設置する必要となつてございまして、順次、増設を進めているところがございます。

8ページ目のほうをごらんください。

こちらの図につきましては、原子力発電所のセキュリティにかかわる組織体制といたしまして、それぞれの役割分担を示したものでございます。社長、あと副社長の原子力本部長は、関係法令及び核物質防護の規定の遵守とか、核セキュリティ文化の醸成のために活動に関与いたしまして指針策定等の内容を確認してございます。

さらに原子力部長は核物質防護等に関する部門の統括を行ってございますし、発電所の所長につきましては所内の統括とか、あとは緊急時の対応組織の責任者となつてございます。また、発電所には核物質防護管理者を置きまして、核物質防護に関する業務を統一的に管理し、必要

に応じて指導等を行ってございます。

発電所の従業員につきましては、このような体制下においてテロ等の脅威の存在とセキュリティの重要性を認識いたしまして、そのために定められたルールを遵守して発電所の業務に従事しているところでございます。

最後の9ページ目をごらんください。

新規制基準適合性の対応状況でございます。

2つ目のポツにございますように、ことし3月の審査会合におきまして、下の枠内の設置許可基準規則の第7条の要求事項に対しまして、発電所施設に対しますその不法な侵入とか、あとは不正アクセス行為の防止につきまして、核物質防護対策を基本として対応することをご説明いたしまして、指摘事項はなく終了してございます。

以上でご説明を終わらせていただきます。

○座長 ありがとうございます。

この件につきまして、欠席の先生から何かコメントがありましたら事務局からご報告をお願いいたします。

○事務局 特にいただいておりません。以上でございます。

○座長 それでは、先生方、何か質問等がありましたらご発言をいただければというふうに思います。兼本先生、お願いします。

○兼本委員 特に情報セキュリティのところでは気になりますけれども、定期検査でいろいろな方が入られると思うんですけれども、一時立入者の個人の信頼性確認、そういう問題とか、例えば海外の専門家が来て、そういう人に対してもできるのかとか、そういう話と。

教育でも立入業者、発電所従業員と書いてありますけれども、下請・孫請まで含めた立入業者の教育はどうしているのかとか、そのあたりを教えてください。

○東北電力 東北電力の石川でございます。

今の従業員ということで広くかけてございますけれども、特に入所時に教育をしてございます。今回の信頼性確認というふうなことで、海外の方も含めてというふうなことでございますので、ここで信頼性確認をするのは、重要なエリアに対して要は単独でアクセスができる方を対象にいたします。なので一時的な方ということで、要は期間限定の方につきましてはこういった許可証は発行しますので、そういった方については必ずエスコートがつくというふうな形をとらせていただいています。

○兼本委員 もう1点だけ。USBとかパソコンの持ち込みってかなりいろいろな会社も厳しく

やっていると思うんですけども、どの程度厳しくやられているんですか。定検のときにUSB 1個、持って入ったら、管理がわからないんじゃないかと思ったりもするんですけども。

○東北電力 USBそのものが、まず、持ち出そうとしても許可制になっておりまして、当社の場合、無許可のものを例えばパソコンに入れてどこかに出そうとした場合に、まずそこでアラームが出てしまうような形のシステムを構築してございます。これは会社全体の部分の中の取り組みであります。

あとまた、ゲートの中で持ち込み点検、具体的な点検装置のお話はお話しできないところがありますけれども、という形なので、出入管理のときに当然持ち込み物品の開披試験なども実施してございますので、そういう中で持ち込みを確認していく。あとは検査機器を用いていくというふうなところを取り組んでございます。

○座長 そのほか。関根先生、お願いします。

○関根委員 関根でございます。

素朴な疑問で本当にあれですが、6ページのところに航空機衝突に関することが書いてあって、制御系に関しては移動可能なものというふうにありますけれども、原子炉自体の建物に旅客機が前の9.11のときのように衝突するような、そういうことも想定されているということでしょうか。

○東北電力 6ページ目の部分につきましては、まず、防止するという観点よりも、未然の防止という部分から、事後の対応という部分、いわゆる深層防護の観点で取り組むものでございます。要は、破壊されないように当然やっていくんですけども、破壊されてしまった場合に事態を拡散させないようにするためにはどのように冷却していくか、要は本来の本設ができない場合に分散配置することによって冷却能力を維持していく、広がらないようにしていく。さらに、バックアップとして、特定重大事故を想定して堅固なものでこの施設を新たに設置するというふうな構成になってございます。

○東北電力 ちょっと補足をさせていただきますと、新しい規制基準の中では意図的な航空機衝突等も考慮して、いわゆる大規模損壊と呼んでいますけれども、そういう場合であっても炉心損傷を緩和する、あるいは外部への大量の放射性物質の放出を緩和するといった措置を講じなさいとなっていますので、意図的な航空機衝突も考慮した上で、耐性であるとか基準を整えております。ただ、具体的な中身はちょっと申し上げることはできないんですけども。

○関根委員 わかりました。どうもありがとうございました。

○座長 首藤先生、お願いします。

○首藤委員 個人の信頼性確認制度のところ、7ページで確認したいんですけども、先ほどのご質問とのやりとりで、特に単独で重要な情報にアクセスできる方が信頼性確認をされているということは承知したんですが、これは最初にやるだけなんですか。というのは継続的に例えばそういうお立場にある方がいらっしゃるときに、一度やっても、2カ月後、3カ月後には状況が違うということもあり得ると思うんですが、これを定期的に確認をされているのかということをお教えいただきたいというのが1点です。

もう一つは、これは私は見聞きしただけなので正しいかどうかわかりませんが、3ページのところで、同時多発テロ以降、国際的なガイドラインに基づいて対応されてきたというふうにお書きになっておりますけれども、私の記憶が正しければですが、国際基準ではなかったかもしれませんが、アメリカで同時多発テロ以降にとられていたテロを前提とした対策が、もし日本でとられていたら、津波による大きな影響を防ぎ得たのではないかというお話を聞いたことがあります。浸水対策とかだと思えるんですけども。ということをお踏まえて、今は国際的になされているテロ対策の最高水準が本当になされているのかどうかということを確認させていただきたいと思います。

○東北電力 東北電力の石川でございます。

まず、1点目の信頼性の確認の頻度でございます。制度上は、一度やりますと5年以内というふうな形になってございます。ただ、途中でどうなのかという部分もありますので、事業者の取り組みとしましては、これは抜き打ち検査をするとかそういった取り組みなども講じてございます。なので一度きりということではございません。ただ、やり方については全国共通ですので、要は他社の部分とも連携をしていながら、そういったものを活用していくというふうにはなります。

2点目でございます。国際的な水準までというふうなところで、IAEAのガイドラインという部分があります。多分そのアメリカの基準はまた独自にできていた部分は確かにございました。例えば航空機の話につきましてはB5bというふうなものが報道の中であったかと思うんですけども、今ここで言っているIAEAのガイドラインというのはINFCIRC/225というものがございまして、それがまずRev4版というところを取り込んだのが国内的には初めてでございました。これが9.11、その後、国内規制委に入ったのが2005年に導入されました。ちょうど震災後にこれもまた改訂されて、Rev5版になりましたということで、今までは外部的な脅威の部分だけだったんですが、内部脅威の部分についてもしっかりと取り組んでいきたいと思います。要は脆弱化されてしまうと困りますねというところがまず取り組

んできたものでございました。

アメリカの部分を入れていけばどうだったかというのが、なかなか具体的な対策方法というところが秘匿化されてくる部分があるので、速やかに見られなかったということもございまして、実際そこをイコールで比較することについてはまだできないというか、ありませんので、ここは I A E A 側のほうの水準を取り込んでまいりました。

あと、それに加えてということで、3 ページ目の後半で、福島第一原子力発電所の事故で得られた基準というのは、I A E A のガイドラインの中には入っていない部分ということで、津波で屋外のものも壊れてしまったということがテロによって、建物の中だけで守りましょうというふうな概念だけでは通用しないのではないかとということで、それを自主的に取り込みましょうというふうな制度設計になりました。

○座長 それでは、よろしいでしょうか。

皆さん、貴重なご意見ありがとうございました。

もし本日の説明をお聞きになって改めてご質問等がございましたら、事務局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、(2) その他ですが、東北電力から説明をお願いします。

○東北電力 それでは資料の 6 に基づきまして、女川 2 号機における安全対策工事完了目標時期の見直しにつきまして、報告をさせていただきたいと思っております。

資料 6、1 ページ目を見ていただきたいと思います。

女川 2 号機の適合性審査の状況を記載をしております、ここに 4 つほど文章を書いております。

一番上のところですがけれども、審査の大きな 1 つの地震・津波の審査、こちらのほうは基準地震動・基準津波等がおおむね妥当であるという評価をさせていただいております、審査は着実に進捗をしているというふうに考えております。

それから 2 つ目ですがけれども、プラント側、発電所本体、機械設備、電気設備といったところの審査を本格化してやっていただいておりますけれども、こちらについては順次説明を行ってまいりますけれども、今後も一定の期間を要する見込みというふうになっております。

さらに3つ目でございますが、審査と並行して鋭意取り組んでいる安全対策工事につきましては、審査の過程で得られた知見・評価といったものも適宜、反映しながら今後設計工事を進めていくことが必要な状況になっております。

このようなところを勘案いたしまして、これまでは2018年度後半としておりました安全対策の工事完了目標時期を2020年度に見直しをさせていただいております。

簡単ですけれども、報告は以上でございます。

○座長 ありがとうございます。

何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、そのほか事務局から何かございますでしょうか。

○事務局 次回の開催日についてご連絡いたします。

2週間後、平成30年6月15日の金曜日、本と同じ会場、この建物2階ホール2で、午前10時30分から開催いたします。

○座長 それでは、次回は6月15日に開催いたしますので、よろしく申し上げます。

その他、何かございますでしょうか。

○事務局 こちらの限定配付資料は回収をさせていただきたいと思っております。

○座長 それでは、本日の議事を終了させていただきます。

#### 4. 閉 会

○司会 若林先生、大変どうもありがとうございました。それから皆様からの貴重なご意見、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14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いたします。

どうもお疲れさまでした。