

第4回  
原子力安全委員会  
耐震安全性評価特別委員会  
速記録

原子力安全委員会

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

第4回 原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 議事次第

1. 日時 平成20年5月29日(木) 14時00分～17時30分
2. 場所 原子力安全委員会第1、2会議室(虎ノ門三井ビル2階)
3. 議題
  - (1) 柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について
  - (2) 柏崎刈羽原子力発電所で発生した地震動の分析及び基準地震動に係る報告を踏まえてバックチェック結果の確認において考慮すべき事項の追加について
  - (3) その他
4. 配布資料
  - 耐特委第4-1号 柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について
  - 耐特委第4-2号 柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について
  - 耐特委第4-3号 2007年新潟県中越沖地震により柏崎刈羽原子力発電所で発生した地震動の分析
  - 耐特委第4-4号 柏崎刈羽原子力発電所で発生した地震動の分析及び基準地震動に係る報告を踏まえてバックチェック結果の確認において考慮すべき事項の追加について(事務局案)
  - 参考資料第1号 柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書
  - 参考資料第2号 新潟県中越沖地震による影響を踏まえた原子力安全・保安院における検討(東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設備健全性評価に係る中間報告)に関する意見(20安委決第12号)

- 参考資料第 3 号 新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の中間報告等に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見（20安委決第11号）
- 参考資料第 4 号 柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告を受けて（20安委決第13号）

## 出席者

### ●専門委員

秋山 宏	伊藤 智博	○入倉 孝次郎
大谷 圭一	奥村 晃史	小山田 修
釜江 克宏	酒井 信介	笹谷 努
白鳥 正樹	塚田 隆	△佃 栄吉
中西 友子	中村 友紀子	松岡 裕美
山崎 晴雄		

### ●原子力安全委員会

鈴木 篤之	早田 邦久	久住 静代
中桐 滋		

### ●事務局

袴着 実	明野 吉成	竹内 大二
梶田 啓悟	小川 明彦	与能本泰介
長谷川清光	松本 武彦	仲戸川哲人

### ●経済産業省 原子力安全・保安院

森山 善範 (原子力発電審査課長)  
川原 修司 (原子力発電審査課 耐震安全審査室長)

### ●部外協力者

土方 勝一郎 (東京電力株式会社 原子力設備管理部  
新潟県中越沖地震対策センター部長 (土木建築担当))  
蛭沢 勝三 (独立行政法人原子力安全基盤機構 耐震安全部長)  
堤 英明 (独立行政法人原子力安全基盤機構 耐震安全部  
地震動・津波グループ 調査役)

注) ○ : 委員長、△ : 委員長代理

午後 2 時 0 0 分開会

○入倉委員長 それでは、定刻となりましたので、第 4 回耐震安全性評価特別委員会を始めさせていただきます。

本日は、ご多忙の折ご出席いただきましてありがとうございます。

それでは、事務局より定足数の確認をお願いします。

○小川対策官 それでは、定足数を確認させていただきます。

本委員会の定足数につきましては、準用する原子力安全委員会専門部会運営規程第 4 条の規定に基づきまして 3 分の 1 以上の出席が定足数となります。本委員会は 28 名の専門委員により構成されております。本日は 12 名の委員の方がご出席いただいております。後ほど遅れて来られる先生方もいらっしゃいますが、本会議は定足数を満たしております。

以上でございます。

○入倉委員長 この会合は公開になっておりますので、発言内容につきましては速記録として残すことになっております。発言につきましては進行役の指名を受けてからお願いしたいと思います。

事務局より本日の配布資料の確認をお願いします。

小川対策官 それでは、お手元にお配りさせていただいております議事次第の 4. 配布資料に記載の順に資料の確認をさせていただきたいと思っております。

最初の資料でございますが、耐特委第 4-1 号 柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について、耐特委第 4-2 号 柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動について、耐特委第 4-3 号 2007 年新潟県中越沖地震により柏崎刈羽原子力発電所で発生した地震動の分析、耐特委第 4-4 号 柏崎刈羽原子力発電所で発生した地震動の分析及び基準地震動に係る報告を踏まえてバックチェック結果の確認において考慮すべき事項の追加について（事務局案）。

参考資料を 4 種類お配りしてございます。参考資料第 1 号 柏崎刈羽原子力発電所における平成 19 年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書、なおこの資料につきましてはメインテーブルにお配りさせていただいております。傍聴されている方々におきましては、後日原子

力安全委員会ホームページをご覧くださいと思います。それから、参考資料第2号 新潟県中越沖地震による影響を踏まえた原子力安全・保安院における検討（東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設備健全性評価に係る中間報告）に関する意見（20安委決第12号）、参考資料第3号 新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の中間報告等に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見（20安委決第11号）、参考資料第4号 柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告を受けて（20安委決第13号）。

本日お配りしてある資料は以上でございます。過不足等あれば事務局までお申し付けいただければと思います。

○入倉委員長 よろしいでしょうか。

それでは、議事に入ります前に、前回会合においてご審議いただきました2件、1件は東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設備健全性評価に係る中間報告に関する意見、もう1つが既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の中間報告等に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見、この2つについてご審議いただいたわけですが、その後の取り扱いについて事務局よりご報告をお願いいたします。

小川対策官 それでは報告させていただきます。

最初にご紹介ありました東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設備健全性評価に係る中間報告に関する意見、この点につきましては、お手元にお配りしてございます参考資料2をご覧くださいと思いますが、前回、5月12日の耐震安全性評価特別委員会でご検討いただきました後、5月16日の原子力安全委員会の方へ入倉委員長並びに秋山副委員長からご報告があり、その内容について安全委員会において了承されてございます。その後、安全委員会においてはその内容について、お手元にお配りしてあるような形で委員会決定ということで対応してございます。また、この決定につきましては経済産業省原子力安全・保安院の方に通知をしてございます。

なお、参考までに申し添えさせていただきますが、原子力安全・保安院の方では、保安院のホームページにも載っていますが、この意見を受けまして、その内容について事業者が留意すべき事項が具体的かつ詳細に示されているということ

で、東京電力あて指示しているということだそうでございます。

報告は以上でございます。

与能本管理官 続きまして、参考資料第3号 新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価結果の中間報告等に係る原子力安全・保安院における検討に際しての意見について説明させていただきます。これは前回の会合で先生方にご意見等をいただいたものを取りまとめたものでございます。

この資料にございますように、ご意見は6つの項目で書かれております。1つ目がバックチェックのために指示した評価手法等に基づく適切な確認ということでありまして、これに関する詳細なところは、別紙の考慮すべき主要事項というところで2ページに亘ってまとめてあります。

それから、2. と3. にかかるところですが、これは最新知見の反映という観点からのご意見をまとめさせていただいたものでございます。1つが地質調査・活断層の認定に関して検討中の手引きを使ってくださいという意見でございます。

それから、2ページ目にまいりまして、3. 入力地震動の検討に関しては、入力地震動算出の妥当性を十分に検討することが重要と考えるという意見をまとめさせていただいております。

それから、4. が重要項目に関する独立した評価、それから5. が、ヒアリングの際に何人かの先生方にご指摘いただきましたが、国民への説明のためにも耐震裕度に関する基礎的データを明確に把握しておくことが必要と、そういった観点からの意見をまとめさせていただいております。

それから、6. が情報の提供でございます。大学や研究機関等での調査研究に寄与できるよう保安院は事業者に対し取り組みを促すことが望まれるという意見をまとめてございます。

以上であります。

○入倉委員長 どうもありがとうございました。

この2点については既に審議済みでございますので、今日は次の議事に移りたいと思います。

本日の議題は、柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書についてであります。

本件については、去る5月22日に保安院より原子力安全委員会に報告され、同日、原子力安全委員会は保安院に対し必要な検討を追加的に行うよう要請されたと承知しております。

議事に当たりましては、この点について事務局より説明をお願いいたしたいと思っております。

竹内審査指針課長 それでは説明させていただきます。

去る5月22日、原子力安全委員会におきまして、柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告書等についてということで、原子力安全・保安院から報告を受けております。

この報告を受けまして、原子力安全委員会では、お手元の参考資料第4で配布させていただいておりますような原子力安全委員会決定をしております。これは先ほど説明がありましたバックチェックの検討に関しての意見等を踏まえまして、入力地震動、それから施設健全性の検討というのが重要であるということ踏まえましてなされた決定でございます。

まず1番目としまして、原子力発電所の耐震安全性は適切な基準地震動の策定、同地震動を用いて定められる建物構築物、基礎下の入力地震動の設定、それらに対する施設健全性の3要素が相まって初めて確保されるということで、これについては今回の報告を受けても改めて認識されたところであるということ。

2番目としまして、バックチェックにおきましても、その評価に当たっては入力地震動、施設健全性の検討を併せて行うこと。特に基準地震動と入力地震動の関連について慎重に検討することが必要ということでございます。

3番目といたしまして、先日、大間の安全審査におきましても、解放基盤表面より上部の地盤における地震動の増幅・減衰の特性についても検討されて、その結果、建物・構築物の設置位置における入力地震動の設定に係る基本方針についても審査指針に明示的に記載することを保安院に求めることになったという経緯がございます。

こうしたことを踏まえまして、安全委員会といたしましてはこの大間の審査例を参考といたしまして、今後の炉安審、燃安審における審査において基準地震動の妥当性の検討に際して、建物・構築物の設置位置における地震動に関しても、

基本設計段階での審議が可能な範囲で検討することとして、同日、各審査会に指示をしております。

5番目に、併せて保安院に対しましても、同院の今後の安全審査においてこの方針を参酌していただくように要請しているところでございます。

こうした決定をこの報告を受けました22日に安全委員会で決定しております。

今後、柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動の報告につきましては、本特別委員会、また地震・地震動評価委員会、施設健全性評価委員会でも更にご検討いただくことになろうと思いますが、本日は、この原子力安全委員会における要請に加えまして、この段階で追加的に保安院に検討を要請する必要がある事項があるかどうかという観点からのご審議いただければありがたいと思っております。

以上です。

○入倉委員長 どうもありがとうございました。

それでは、本日の議題に入らせていただきますが、本日は、柏崎刈羽原子力発電所における平成19年新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析及び基準地震動に係る報告等について、原子力安全・保安院、東京電力株式会社、独立行政法人原子力安全機構からそれぞれご説明をお願いしたいと思います。

今回の報告内容の妥当性に関しましては、今後詳細に調査審議を行っていきませんが、今回の報告は今後の耐震安全性の評価にとって参考とすべき内容を多く含んでいるものと考えられます。従って、本日は、先ほど事務局から説明のあったとおり、報告書の説明を聞いた後に、先の原子力安全委員会による要請に加えて、追加的に保安院に検討要請する必要がある事項があるかどうかについてご審議いただきたいと思います。

それでは、最初に原子力安全・保安院よりご説明をお願いいたします。

○川原耐震安全審査室長 原子力安全・保安院でございます。

それでは、資料の耐特委第4-1号で説明をさせていただきます。

1枚目でございますように、この平成20年5月22日に東京電力から地震観測データの分析、それと基準地震動に係る報告がございました。また、保安院では地震動の分析を独立行政法人原子力安全基盤機構に依頼して検討を行ってきたところでございますが、同日その結果について報告がございました。保安院としましては、東京電力の報告内容につきまして、今後、原子力安全基盤機構の

分析結果や専門家の意見を聞きながら厳正に評価することといたしてございます。

報告の概要について、私の方からまず説明をさせていただきます。詳細につきましてはそれぞれから説明をさせていただきたいと思っております。

まず、2枚めくっていただきますと、3枚目に東京電力からの報告の概要がございます。詳細については後で説明があると思っておりますので、簡単に概要を説明いたしますと、(2)で地震観測データの分析結果についてまとめられております。中越沖地震につきましては、同じ規模の地震と比べて大きめの地震動を与える地震であったということ。それと、周辺地盤の堆積層の厚さと傾き、この影響で増幅したと。加えて発電所敷地下、浅部の方にある褶曲構造のために地震動が増幅して敷地への影響が大きくなったという報告でございました。1号機側と5～7号機側では増幅の度合いに差がございまして、1～4号機側の方が、5～7号機側に比べて2倍程度大きいという報告がございました。

次のページで基準地震動の策定の結果でございまして。東京電力では、地震動の観測データの分析結果から、それを踏まえましてF-B断層、それと長岡平野西縁断層による基準地震動を策定してございます。(3)にございまして、その策定結果でございまして、1～4号機側で2,280ガル、5～7号機側で1,156ガルということでございます。これは解放基盤表面の基準地震動でございまして、原子炉建屋の基礎版上の地震動に、応答に直しますと、1～4号機側では最大660～830ガル、5～7号機では540～660ガルになったという報告がございました。

加えて、東京電力から、施設の耐震安全性の向上を図るために、1～7号機の全てに対しまして、原子炉建屋基礎版上で1,000ガルの揺れに耐えられるような工事を実施してまいるという報告がございました。

以上が東京電力の報告の概要でございまして。

次に、更に捲っていただきまして、概要の絵のところもありますが、更に捲っていただきますと、別添資料2ということで、原子力安全基盤機構からの報告の概要でございまして。

まず、概要のところでございますように、地震動が大きく上回った要因につきまして、原子力安全基盤機構では、特に大振幅のパルス波の発生に着目いたしまして、震源断層モデルと敷地周辺の3次元地下構造モデルを作成して解析して、

分析をしてございます。

分析の結果でございますが、（１）震源特性の影響でございますが、①といたしまして、敷地近傍のアスペリティによる強い地震動の放射とその破壊過程が１号機側で大きなパルス波を発生させた要因である。②で、今回の地震により発生した地震動は、同じ規模の地震に比べて平均的に１．５倍程度大きかったという報告がございました。

（２）深部地盤の影響ということで、①にありますように、地盤の固さが大幅に低下する解放基盤表面付近の堆積層で大きく増加したことと、厚い堆積層の伝播過程で地震動が成長したということでございます。③で、更に１号機周辺で深部地盤の３次元効果、不整形な効果によりまして、最大で５０％程度の増幅があったと推定されてございます。

（３）設計用基準地震動との比較による要因の整理ということで、１つははぎ取り解析の結果が①に載せてございます。サービスホールの記録を基にはぎ取り解析を行った結果、解放基盤表面上の最大加速度は１，２００ガルということで、設計用基準地震動Ｓ２の２．５倍、耐専スペクトルで評価した地震動の５．５倍であったということでございます。②で、解析結果から推定される地震動の要因別の内訳ということで、震源特性では約１．５倍、深部地盤の影響で２．５倍程度、その他１．５倍程度という報告がございました。

これらの報告の内容の詳細については、これから説明されると思いますが、保安院からの報告の説明は以上とさせていただきます。

○入倉委員長 どうもありがとうございました。

ただいまの保安院の報告に対してご質問、ご意見をよろしく願います。

よろしいでしょうか。ただいまの保安院の報告は、原子力安全委員会で行われた東京電力と原子力安全基盤機構の２つの機関からの報告をまとめたものになっておりますので、ご意見等を伺うにはその後の方がいいかとも思いますので、もし今特にご意見がございませんようでしたら、東京電力及び原子力安全基盤機構の報告を聞いた後で、もう一度ご意見を伺うという形にさせていただきたいと思いますが、今聞いておきたいことがあるという方がございましたら、今でも結構ですので、いかがでしょうか。

それでは、今の報告だけではご意見を出しにくいということもあると思います

ので、続きまして東京電力株式会社のご説明をお願いしたいと思います。

○説明者（土方） 東京電力の土方でございます。

お手元の資料の右上の耐特委第4-2号という資料に基づいて説明させていただきます。

この資料は5月22日の保安院の合同ワーキングで説明した資料そのものでございます。日付だけ29日、今日に変わっておりますが、位置付けとしてはそういう資料ということでございます。

シートの番号が1ページに2枚ずつ張ってありまして右下にあります。

まず1からいきますが、本日の説明内容としては、（1）はじめに、それから（2）地震動が大きかった要因の分析、（3）中越沖地震の知見を踏まえた基準地震動への反映、最後に（4）今後の取り組みということでまとめさせていただいている資料でございます。

捲っていただきまして、3、4に今回の中越沖地震の諸元等書いてありますが、これについては既にご案内のところですので省略させていただきます。

シートの5にいきまして、今回、柏崎刈羽原子力発電所で取れました地震の観測地点を示してございます。ここにありますように原子炉建屋、タービン建屋、それから地震観測小屋、これは1号機と5号機の近くにあります。それからサービスホールというところで地震観測が取れております。以後、ここに赤字であります原子炉建屋基礎版上とサービスホールの波について改めて簡単に確認させていただきます。

6ページが原子炉建屋の基礎版上とサービスホールの加速度波形でございます。6ページがNS方向でして、下の7ページがEW方向でございます。EW方向の方を見ていただきます。

右側に原子炉建屋基礎版上の記録がありますが、一番大きかったのが1号機の基礎版上で680ガルという値でございます。各号機このような値になっております。

それから、左側にいきましてサービスホールの地盤系、これは深さ方向にサービスホールの位置で4ポイント地震観測が行われております。サービスホール地盤系の一番下の部分がGL-250m、これが一番深いところでございますが、加速度として728ガルという記録が取れているということでございます。

それから、シートの8にいきまして、今度はUD方向の波ということで、やはり原子炉建屋、サービスホールのものについて、ここにあるような記録が取れているということでございます。

9にいきまして、原子炉建屋基礎版上の記録を表でまとめてみました。1号機から7号機まで南北・東西・上下についてまとめさせていただいております。大きく言って特色は2点ございます。1点目は、茶色の囲みに書いてありますが、各号機とも南北方向に比較し東西方向が有意に大きいという特色が1つございます。それから、東西方向だけ着目すると、1～4号機のグループと5～7号機のグループで見えますと、1～4号機の方が有意に大きいと、こういう大きい2つの特色がございます。

続いてシートの10に移らせていただきます。改めてここに基礎版上の東西方向、1～7号機まで比較のために書かせていただいておりますが、特徴的なのは、例えば1号機の20秒より少し手前のところに大きいパルス状の波形が出ております。最大値ですが、1～4号機側と5～7号機側の最大加速度の差異というのは、20秒ちょっと前にあるようなパルスの振幅によって決まっているような形になっております。

11ページにいきまして、1号機を取り出しまして左側に全体の波形がありますが、このパルス、今着目している部分を含まない前半と含む後半に分けて、応答スペクトルを書いてみたのが11ページの右側の図でございます。

まず、黒い実線が全体の波形の応答スペクトル結果でございます。赤いものが後半の、今申し上げましたパルスを含む部分の応答スペクトルでして、青い破線が前半部分ということでございます。これを見ますと、2秒より少し長いぐらいまで黒い線と赤い線はほぼ重なっておりまして、全体のスペクトルというのは後半のパルスが決定しているようなものということがわかります。

まとめが12ページにあります。ここは今説明したような内容をまとめさせていただいておりますので、省略させていただきます。

次に、13から、地震動が大きかった要因の分析に移らせていただきます。

シート14に、観測記録に基づいてどんな検討を我々がしたかということで3つ示させていただきました。

1つが広域における観測記録の検討ということで、敷地外、これは柏崎刈羽の

サイト外の広域の観測地点、これは防災科学研究所さんのK-NET、KiK-netの記録ですが、それに基づきまして、今、原子力で標準的に使われております耐専スペクトルを上下にその比較を行いました。対象は新潟県中越沖地震でございます。

更に2番目といたしまして、柏崎刈羽サイト敷地内の観測記録の検討ということで、まず解放基盤での地震動の推定を行いました。この推定した地震動と耐専スペクトルの比較を行ったというのが2番目でございます。

最後に3番目ですが、サイトの周りの新潟県内の観測地点に着目いたしまして、解放基盤での地震動を推定して耐専スペクトルとの比較を行ってみました。検討対象は中越沖地震の他に海域の地震、陸域の地震、適当なものを選んで比較をさせていただきました。

まず1番目の広域ですが、15ページにどんなことをしたかということを書かせていただいております。地震動特性を検討するため、新潟県中越沖地震の本震で得られた広域における観測記録、これと耐専スペクトルを比較しました。

条件なのですが、下にありますように、震源距離が200km以内、これは耐専スペクトルの適用範囲と比較するために限らせていただいているものです。それからVsが700m/s以上の地層が存在するもの。第三紀以前の地質条件ということで比較をさせていただきました。

シート16にいきまして、対象の観測点を赤い三角で示させていただきます。左側がK-NET、右側がKiK-netで、これだけの地点について耐専スペクトルとの比較を行ったということです。

17ページが、まず水平方向につきまして、内陸補正を行わない耐専スペクトル、これは標準的な耐専スペクトルと、観測記録の残差の重ね書きをさせていただきました。観測点が非常に多いので、17ページの上にありますように、重ね書くとこんなふうになるわけですが、平均と標準偏差を示させていただきましたのが下の図になりますが、平均値はほぼ1.0のところに来ていまして、全体的で見ると耐専スペクトルと対応しているような特性になっていると考えている次第でございます。

18ページが、今度は水平ではなくて上下ですが、18ページ下段の図にありますように、平均値は1.0くらいのところに来ていまして、左の枠内

にありますように、中越沖地震は広域で見ますと、内陸補正をしない耐専スペクトルとほぼ対応しているものと考えているところでございます。

19ページへいきまして、地震動の推定ということで、今度は敷地内の話になります。2つ行いました。

下にありますように、観測記録があるサービスホールの地盤系を用いて、解放基盤表面に相当する地震動を推定いたしました。もう1つは、各原子炉建屋の基礎版上の観測記録がありますので、残念ながらここは地盤系の記録はないので、基礎版上の記録を使って解放基盤表面の地震動を求めてやろうと、こういう大きく言って2つのことを考えてみました。

まず、20ページがサービスホールの記録なのですが、ここにありますように、左側にGL-2.4mからGL-250mまで赤い点がありますが、ここが記録の取られている地震計の設置されているポイントでございます。地中の記録なのでGL-250mの位置は、上に表層が乗った結果として上昇波と下降波の重ね合わさったもの、即ちE+Fであらわされるわけですが、今回は、右にありますように250mより浅い部分の地盤を取り払いまして、露頭波2Eとして幾らになるかというのを計算したと。俗にはぎ取りと言われていることを行ったということです。

どうやったかというのは21ページでございます。まず、左側にありますように地盤モデルを同定しました。これは4つの観測地点の区間間の伝達関数と最大加速度値をターゲットに同時逆解析を行いまして、地盤を同定いたしました。次に、真ん中のステップにありますように、GL-250mで得られている記録を入れまして同定したモデルで、上の3つの点がうまく合うかどうかを行いました。最後にGL-250mで解放基盤波を推定いたしました。

同定した結果が22ページ、23ページでございます。例えば23ページの右の方に、赤くS波速度を書いておりますが、これが同定した結果です。ボーリングをやった時に、地震計を設置するために行ったボーリング時の検層結果が緑の線にして、対応はこのぐらい合っているというものでございます。

24ページが、同定した地盤モデルから得られます計算値と観測値を伝達関数で比較したものでございます。伝達関数なので、ある深さとある深さの間の伝達関数ということで、ここにあるようなものを計算して対応を見ておりますが、結

構よく合っているのではないかと考えている次第です。

25 ページが、GL-250 mに観測波を入れた時に上の地点でどうなるかということで、25 ページについてはGL-2.4 mレベルでどうかという比較でございます。右がEW方向、左がNS方向で、青いものが観測、赤いものがシミュレーション、今回同定したものの計算結果ということで、下に応答スペクトルレベルでの比較がありますが、この程度の合方ということでございます。

26、27 ページは、各々ポイントが変わりましてGL-50 m、GL-100 mで、計算値と解析がどのくらい合ったかということの比較をさせていただいております。

28 ページが最大加速度のシミュレーションの結果として、赤い点が今回の観測記録の最大加速度、青いものが同定結果の地中の最大加速度分布になっているものでございます。この程度の合方ということです。

29 ページ、最後にGL-250 m位置の解放基盤表面波の推定ということで、上がNS方向、下がEW方向で、上段が加速度波形、下が速度波形になっております。下段の赤いEW方向の加速度波形を見ていただきたいと思いますと思いますが、下から2番目になります。マックス1,247.3ガルということになりまして、我々のはぎ取り解析からはGL-250 mで約1.3G程度の地中の推定が行えたということでございます。

次に、もう1つ行いました30 ページ以降ですが、原子炉建屋基礎版上の地震動の推定に移らせていただきます。これにつきましては、30 ページにありますように、基礎版上の観測記録を用いまして解放基盤での推定を行うということで、建屋と地盤の相互作用を考慮したモデルを介します。それから、地盤を下に落としていくときには地盤の非線形性（等価線形）を考慮した方法によって行うということでございます。

31 ページが建屋モデルとして、ここにありますようなモデルを使っております。ここで示させていただきました地震応答解析モデルですが、保安院の「構造W6-2 平成19年10月23日」のシミュレーションでお示ししたモデルを使わせていただいております。

このモデルを使いまして、32 ページ、少し細かくなりますが、ここにあるような計算を行っています。まず一番左に伝達関数の算定ということで、解放基盤

面に、何でもいいのですがランダム波を入れまして、基礎版上の伝達関数をここにあるように求めます。今回得られております観測波を基礎版上に入れまして、ステップの②ですが、ここにありますように推定基盤波を一度出します。今度、この推定基盤波をステップ3で、地盤の非線形（等価線形）を考慮して上に上げて基礎版上の記録を出します。観測と差があれば、その差をもう一回補正するために繰り返すというような繰り返し計算を少しやりまして、最終的に右の推定基盤波とありますが、観測と応答が一致したところをもちまして、解放基盤の波を特定するというやり方です。

33ページに、上段が原子炉建屋基礎版上での今回の観測記録、今申し上げました方法で推定いたしました、加速度だけですが、解放基盤上の値が下段に示させていただいた黄色いものということでございます。

34ページにいきまして、こういう方法で求めました速度波形について少し検討を行いました。34ページがNS方向で、35ページはEW方向です。35ページのEWで説明させていただきたいと思います。

速度波形、1号機から4号機を重ね書きましたのが35ページの上段の絵でございます。それから、5号機から7号機の速度波形を重ね書きましたのが下段でございます。それから、サービスホールは1点だけなので真ん中に書かせていただいております。

これから分かりますように、1～4号機の速度波形は非常によく重ね書けます。一方、5～7号機も同様に重ね書けます。ただ、例えば10秒ちょっと前ぐらいのフェーズを見ていただくと分かりますように、1～4号機のグループと5～7号機のグループの波の形は明らかに違っているということで、こういうグルーピングをして評価するのがいいのかなというようなことが分かってまいりました。

36ページには、耐専スペクトルと今回の基礎版上から推定しました解放基盤の波との比較を示させていただいております。36ページがNS方向で、下の37ページがEW方向ですが、EWでご説明させていただきたいと思います。

左側が1号機側の4つのプラント、右側が5号機側の3つのプラントの解放基盤での応答スペクトルを重ね書いたものでございます。例えば1号機側ですと、4つ重ね書いたのが上の方にぐにゃぐにゃとあるものです。耐専スペクトルの普通の内陸補正なしが下の方に破線で書いたものでございます。それから、もとも

とこの辺ですので、内陸地殻内地震ということで、もし補正をすればということで、黒い線で書かせていただいたのが耐専スペクトルの内陸補正ありというものです。

とりあえず補正なしの標準的なものと比べさせていただきますと、1号機側はざっと4倍ぐらいのレベルと。各周期ともそのぐらいということでございます。加速度だけ大きいとかそういうものではありません。それから、5号機側については、補正なしの耐専スペクトルに対して2倍程度。それから、サービスホールはちょうどその中間的な感じでした、3倍ぐらいかなというようなことが分かってまいりました。

今申し上げましたものを割り算したもので、残差の形にしたのが38ページでございます。38ページはNS方向、それから39ページがEW方向で、39ページのEW方向で説明させていただきます。

耐専スペクトルと1～4号機の比較をしたのが左側の図ですが、先ほどお示しましたものを割り算にしたわけですが、やはり4倍ぐらいの相違になっているということでございます。一方、5～7号機について見ますと、ここに書いてあるようなもので2倍ぐらい。それから、上段の右にサービスホールを書かせていただきましたが、3倍程度。ざっといった数値ですが、耐専スペクトルとこのぐらいの相違があるということでございます。

続いて、敷地内の観測記録に基づく検討で、今まで中越沖地震そのものをお示しましたが、敷地内で別の地震を見たらどうなるかということで、40ページの左上にあります海域の3つの地震で、今と同じ耐専スペクトルとの残差を計算させていただきました。

1号機、5号機、サービスホールと3つあるのですが、赤いのが取れた地震の平均値ですが、海側から来るものについては、耐専スペクトルと比較すると1を上回るような値になっていること。それから、5号機と1号機を比較すると、1号機の方がその差は大きいこと等が分かりました。

1号機と5号機の今の残差を割り算したのが41ページでございます。左側が5号機と1号機の割り算でして2倍程度。それから、サービスホールと5号機を割り算しますと1.5から2倍程度の比ということになりました。

同じくサイト内で、今度は陸域の地震でどういうふうに見えるかというのが4

2 ページですが、ここにありますような5つの地震について耐専スペクトルとの残差をとりますと、長いところでは値が少し動きますが、高振動数0.5から1秒ぐらいのところまでは、両者の値は1ぐらいになっているということで、海側と陸側の地震では、同じサイトで見ても見え方が違っているということも分かってまいりました。

43 ページにまとめがありますが、読ませていただきます。

「推定波の応答スペクトルは、NS方向とEW方向ともに耐専スペクトルより大きい。推定波の応答スペクトルと内陸補正をしない耐専スペクトルを比較すると、1～4号機で4倍程度、サービスホールで3倍程度、5～7号機で2倍程度の差がある。」、これが中越沖地震のまとめです。

それ以外ですが、「海域と陸的で発生する地震で敷地内の増幅率の傾向が異なること。1号機と5号機を比較すると、海域で発生する地震は、2：1程度であるのに対し、陸的で発生する地震には、差がみられない。」ということが分かってまいりました。

次に、44 ページ以下では、サイトから少し離れまして、サイトの周辺の地点でどう見えるかということで、新潟県内の4つの地点を選定しました。解析対象地点としてシート45に4つの地点があります。ここでどういうふうに見えるかということで、46 ページには、今回の中越沖地震がサイトの近くの観測地点でどう見えるかというのを示させていただいています。ここにありますように、NIGH13地点・16地点・19地点等では、少し耐専スペクトルは大きいように見えるということでございます。

それから、中越沖地震以外の海域・陸域の地震でどうかというのが47 ページでございますが、ここに示した4つの地震について検討させていただきました。

48 ページ、49 ページにはその結果があります。ここにありますように、上が陸域で下が海域ですが、NIGH13地点、それから16地点、48 ページのものについて見ると、海域は耐専スペクトルよりも少し大きめに、一方、陸域については耐専スペクトルより同じかちょっと小さめぐらいということで、柏崎刈羽のサイトだけが特異にそう見えているのではなくて、周辺にも同じような傾向というのは認められるのではないかと考えております。

以上が観測記録に基づく検討でしたが、次に解析手法の検討に移らせていただ

きます。52ページからが震源インバージョンの結果でございます。

52ページですが、検討内容としまして、敷地内及び震源域周辺の強震動記録を用いまして震源インバージョン手法を適用し、震源を推定いたしました。この震源に基づいて特性化震源モデルを構築いたしました。経験的グリーン関数法により、原子炉建屋基礎版及びサービスホール地中最深部、これはGL-250m、先ほど1.3Gという説明をしたポイントですが、そのシミュレーションを行って、再現性を検証いたしました。

シート53に震源インバージョン条件ということで、解析手法は経験的グリーン関数法を用いた震源インバージョン。経験的グリーン関数法として使いましたのが、53ページの図の黄色い星で余震と書いてありますが、この地震を経験的グリーン関数法に使いました。解析に用いた観測点は、柏崎サイトでは1号機と5号機の基礎版、それからその周りでは、ここにプロットしてあるようなK-NET、KiK-net等の観測地点でございます。目的関数としては、解析周期帯が0.1から2ヘルツまでといたしまして、変位波形を目的関数としております。

震源インバージョン結果になりますが、54ページが推定された震源での地震モーメント分布でございます。右上に南北方向で展開した絵がかいてあります。色が強いところほど地震モーメントが大きいところということで、コンターで書かせていただいておりますが、ここに、他の方の研究と類似してしまして、3つ目玉が、高い山の部分が見えると思っておりますが、そのような形になっております。

この震源インバージョン結果を用いまして、変位波形につきまして解析と観測の比較を行ったのが55ページでございます。黒いものが観測波形、赤いものが今回の震源インバージョン結果に基づいた計算波形です。

各観測地点でやっているのですが、右側の段の一番下の2つをとりあえず見てください。下から2番目がKKZ1R2とありますが、これが柏崎の1号機の原子炉建屋の基礎版上の記録と解析の比較でございます。更に一番下、KKZ5R2というのは5号機の観測と計算の比較でございます。変位波形レベルではこの程度の合方ということでございます。

56ページへいきまして、今の震源インバージョン結果に基づきまして、特性化震源モデルを作ったのがこの図でございます。ここにあるようにアスペリティ

を3つ設定させていただいていまして、諸元ですが、右の表にありますように、3つのアスペリティの応力降下量をここに示させていただいての値になりました。寸法等を示させていただいているものです。

ここで我々が設定いたしました応力降下量から短周期レベルを計算したのが下の57ページでございます。この図ですが、壇・e t a l. (2001)に加筆しておりまして、横軸が地震モーメント、縦軸が短周期レベル、右上に傾きを持ちます線がありますが、中央の線が壇・e t a l. の評価値です。今回、我々の評価がこの図の黄色い三角で示したものでございます。それから、入倉先生、釜江先生のご研究の結果と一緒にプロットさせていただいていまして、少し見にくいですが、赤いもの、青いもの。いずれも平均的な値よりも少し上になっています。対数軸で縦軸は書いてあるので恐縮なのですが、1.5倍程度というふうに評価をさせていただいているところでございます。

それから、58ページ以降が、特性化した震源モデルで強震動予測をやりまして、観測とどの程度合うかということで、まず58、59ページがサービスホールのGL-250mのシミュレーション結果です。我々は基本的に速度を合わせにいていまして、このぐらいの相違になっている、対応関係になっているというものでございます。

58ページが加速度、速度、変位の時刻歴波形の比較になっていまして、下が応答スペクトルでの比較になっております。59ページの左側がNS成分、右側がEW成分でございますが、観測と計算値の対応はこの程度ということで、極力合っているのではないかとというふうに評価しております。

60ページ、61ページが1号機のシミュレーション結果でして、60ページが時刻歴波形として比較をさせていただいているものでございます。フェーズなどもある程度よく合っているのではないかと考えております。

下が応答スペクトルで比較させていただいておりますが、NS方向については、非常に対応は良いと思っています。一方、EWについて言いますと、0.1から1秒ぐらいで計算の方が観測に対して少し下回るような傾向になっているということでございます。

続いて62ページ、63ページが5号機の基礎版上の検討結果ですが、63ページにスペクトルでの比較がございまして、ここにありますように、NS・EW

方向とも対応の良い結果になっているのではないかというふうに評価しております。

続いて64ページにいきまして、まとめです。特性化した震源モデルの応力降下量は、平均的地震に比べて大きい。特性化した震源モデルを用いました強震動予測は概ね観測記録と対応しているということでございます。

続いて65ページから、少し話が変わりまして、敷地内にある褶曲構造を考慮した2次元の不整形モデルによる解析を行いましたので、その結果に移らせていただきます。先ほど観測記録の説明をしたように、敷地内に増幅率の差が見られるということで、これの定性的に説明を試みてみようということで検討始めました。

どんなモデルを考えたかということが、66ページを見ていただきたいと思います。66ページの左側にサイト周辺の平面図がございます。この中でグリーンで塗った部分が柏崎サイトの敷地です。1～4号機、それから下から7、6、5号機が白抜きで書いてございます。それから、サイトの下には、もともと分かっておりました真殿坂向斜という褶曲がございます。その褶曲の軸がオレンジで書いてございます。この褶曲の軸に対しまして直交方向に1号機的位置を含むように1つ断面を考えまして、そこで2次元の地盤のモデルを作りました。それからもう1つ、5号機を含むような形で地盤モデルを考えました。結果的に5号機を含む断面を考えますと、サービスホールもちょうどその上に乗ってくるという位置的な関係になっております。

66ページの上が、まず1号機を含む断面で作りました地下構造モデルです。深さは約5kmです。一番下が地震基盤に対応しております。一番上は柔らかい表層を取り払っておりますので、解放基盤に相当するものというふうに考えていただければと思います。1号機はこういう位置に位置するという事です。

それから、66ページの下が5号機を含む断面で作りました地下構造モデルです。ここにあるように、5号機、サービスホールがそれぞれこの辺に位置するというものになっております。

67ページへいきまして、今回一番大きいパルスを出したと言われております第3アスペリティからのサイトへの到来方向を考えまして、その波が、今説明した地下構造モデルでどういうふうに増幅するかという検討を行ってみました。

その結果が68ページでございます。68ページの見方ですが、縦軸は伝達関数ということで、地盤モデルの底部から入力した地震波がモデル上端に達した時にどの程度増幅するかというのを伝達関数で示しています。横軸が周期でして、各周期毎にどうなるかということでございます。赤い線が1号機の地点でどのぐらい増幅するか、それから青い線が5号機、緑の線がサービスホールということで、このモデルを使いますと、短い方の周期帯におきまして1号機の方が5号機よりも有意に増幅するという結果がモデルから出てまいりました。

69ページが、1次元のモデルと今言った不整形の褶曲を含むモデルの比較ですが、1次元が破線で、今言ったモデルが不整形ということで、実線で書いてありますが、5号機は1次元でも相違がないわけですが、1号機地点、左側の図では破線と実線の差が認められるということでございます。

70ページが、今言いました2つのモデルでどういう位置に波の増幅が集中するかということで、下が断面図です。上が縦軸に周波数を、横軸に断面図と一致する位置をとってしまして、赤い帯が見えていますが、こういうところに震動数毎にどこに集中するかというものでございます。

1号機側、左の絵を見てもみますと、ちょうど1号機のあるようなところで赤い帯が出てきてまして、各震動数で集中しているような傾向がありそうだということでございます。

一方、右の5号機、サービスホールを含んだ断面で言いますと、集中はサービスホールを左側に少しずれたところで発生しておりまして、5号機からはかなりずれているということなので、1号機付近では全周期帯にわたり集中しているのじゃないかということも、解析から認められる傾向として分かってまいりました。

まとめとしまして、1号機地点の増幅は、5号機地点の増幅と比較して大きい。5号機地点は1次元地盤の増幅特性と差異が少ないが、5号機では大きいと、こういうことが分かってまいりました。

次に、もう1つ別の検討を行いました。それが72ページ以降でございます。どういうことをやったかということですが、震源から敷地までの伝播経路で、地震動が増幅する傾向が見られるか、3次元の地下構造モデルを用いて検討しようということを行いました。これは原子力安全基盤機構がいろいろ先行してモデルを作られておりまして、それをお借りして我々として少し計算をしたということ

でございます。2005年のモデルが公開されておりますので、それを使わせていただいております。

73ページに結果がありまして、73ページの右上が3次元モデルのある断面で切ったものでございます。何をやったかということですが、第3アスペリティから出た波動が上に行くに従ってどのぐらい増幅したかというのを計算したものでして、柏崎刈羽発電所の右上の図にありますような位置にありまして、その周辺の地下でどのぐらいの値かというのを計算してみました。

数字がいろいろ書いてありますが、上段の数字が速度波形の最大値で、下の括弧内の数字が、下から2番目の列にピンクのもので、これは地震基盤面の位置における最大加速度値を書いてありますが、それとの比率で書いています。だから上に行くに従って地震基盤の波がどう増幅していくかということですが、例えば上から3番目の列を見ていただきますと、括弧内の数字、赤いサークルで囲んだ部分ですが、1.5から1.54、1.66とか、こういうことで、ある程度増幅が認められるのかなということでございます。

今言ったものを模式的に示させていただいたのが74ページでございます。ここにありますように、柏崎の特色というのは地震基盤が5kmとか深いということとして、その上の堆積層がございます。そういう深部地盤の不整形性等によって波が屈折して集まっているのではないかということでございます。

今、我々の試しにやってみました解析からは1.5倍ぐらいの数値というのは出てまいりましたが、先ほど観測から逆算しますと2倍程度ということで若干相違がございます。この辺をどういうふうにか考えるかというのが1つ今後の課題と考えております。

75ページに要因の推定ということでまとめを示させていただきました。先ほど説明しましたように、1～4号機地点で4倍程度、5～7号機地点で2倍程度、耐専スペクトルの差があるわけですが、まず1つは、Iにありますように震源の要因というのがあります。これは内陸補正をするものとしらないものの差ぐらいに対応しているのではないかというふうにか考えています。

それから、2番目に深部地盤の3次元構造が複雑な形状をしているので地震動が増幅した効果、これがフォーカシング等と入れているものですが、2倍程度。それから3番目といたしまして、敷地下にある古い褶曲構造で地震動が屈折し、

重なり合う効果、これが5～7号機地点を1とすると1～4号機は2倍というようなことで、全体を整理できるというふうに我々としては評価いたしました。

絵が76ページにあります。この絵で今言った要因の3つを書かせていただいておりますが、左の下に震源があります。この震源の影響で1.5倍。それから深部地盤による不整形の影響で2倍。それから要因3、古い褶曲構造で、これは1号機側、5号機側で相違が生じますが、1号機側は2倍というようなことで、今回、柏崎の地震動が従来の評価法に対応しましてかなり大きかったわけですが、そういう要因を整理させていただきました。

こういう検討に基づきまして基準地震動を策定しました。77ページ以降は、今までは分析だったのですが、基準地震動の話に移らせていただきます。

まず、78ページは基準地震動の策定の方針ということで、基本的なことを書かせていただいておりますので、ここについては省略させていただきます。

79ページには反映事項ということで4つございます。まず1点目、地質調査結果の反映ということで、地質調査結果に基づき、考慮すべき活断層を選定、これはある意味では当たり前だと思います。

2番目は、海域で発生した地震は、荒浜側、これは1～4号機側です。大湊側、5～7号機側で、地震動の大きさが異なるということがあるので、海域の活断層による地震については分けて基準地震動を策定するということです。

それから、震源特性の影響ということで、Noda et al. による応答スペクトル、これは耐専スペクトルですが、内陸補正を行わない、普通の耐専スペクトルとして評価しよう。それから、断層モデルにおいては短周期レベルを1.5倍とする。

それから、震源から敷地までの伝播特性の影響として、耐専スペクトルにおいて海側と陸側でサイト補正係数を分けて評価しよう。それから、経験的グリーン関数法では適切な要素地震を選定すると、こういうことで地震動を評価しようということを考えました。

80ページは地質調査の概要ですので、これは本日省略させていただきます。

81ページは、敷地周辺の主な活断層として、ここに書いてあります主要なものを挙げさせていただきます。表がありまして、上が海域、下が陸域でございまして。海域については①からありますが、まず2番目としてF-B断層、

これは柏崎サイトの目の前の海域にある②というものですが、これは我々としては、中越沖地震の震源そのものということで、これを今回改めて評価させていただくということでございます。

断層長さがこの表に書いてありますが、F-B断層については約34kmということで、当社の調査結果に基づく断層長さは27kmということで評価していましたが、保安院さんの合同ワーキングでの指摘等を踏まえまして、安全評価上、全長34kmというふうに評価させていただくということでございます。

それから、海域について言いますと、②の西側に④と⑤とありますが、F-D断層、高田沖断層と、こういうものがあります。これについては後ほど説明しますが、連動を考えさせていただきます。

それから、陸域については81ページで⑥、⑦、⑧ですが、角田・弥彦、気比ノ宮、片貝というものがございます。

今言ったものの評価が82ページでして、海域の地震につきましては、F-B断層は断層長さ27kmということですが、右にいきまして、安全評価上の不確かさとして34km、これはマグニチュードとしては7.0に相当するというふうに評価しておりますが、これを考慮いたします。F-D断層と高田沖断層については、一連の断層として評価した断層長さ55km、M7.7を考慮させていただきます。

それから、陸域の活断層ですが、ここに3つございますが、これも推本の検討等に倣いまして一連の断層として評価した場合を考慮させていただきます。断層長さは我々の評価としては91km、M8.1を検討させていただきます。今言ったM7.7とかM8.1につきましては松田式で検討させていただきます。

続いて、片貝断層の話が3つぐらい入っているのですが、これは保安院さんの方の前までのいろんな議論から入っておりますので、本日はこれについては3枚分省略させていただきます。個別の話ですので、86ページまで飛ばさせていただきます。

86ページでは、今回の検討用地震の選定ステップを書かせていただいています。まず敷地周辺の活断層を選びまして海域と陸域で分類いたします。これは地震の発生期によって敷地における地震動特性が異なるということが分かってきたことを踏まえて、こういうふうに分けさせていただいたということです。

さらに、Noda et al. の方法、耐専スペクトルを用いまして、まず海域のグループと陸域のグループで比較させていただきました。検討用地震の大きいものを選びまして、地震動評価としては耐専スペクトルの評価と断層モデルの評価の2つを行ったということです。

まず海域が87ページですが、荒浜側、大湊側で分けて評価させていただきましたが、どこが敷地について一番影響があるかということとF-B断層ということでございます。赤い部分でございます。

それから、次の88ページが陸域ですが、敷地に一番影響があるのが青い破線の長岡平野西縁断層帯ということで、これを陸域の一番効くものとして選定させていただきました。

89ページへいきまして、検討用地震ということで、今言った各々2つを選びました。地震動評価については応答スペクトルに基づく地震動評価、これはNoda et al. による応答スペクトル評価に用いる補正係数、これは海で発生した地震と陸で発生した地震に分けて今回は評価することといたしました。それから断層モデルの場合ですが、想定した震源域で発生した中小地震を要素地震として用いることにより、伝播特性等を反映することが可能な経験的グリーン関数法で評価させていただくことといたしました。

続いて90ページ、これは名称なのですが、基準地震動 $S_s - 1$ から $S_s - 4$ ということで、2つの対象地震に対して応答スペクトル、断層モデル、各々2つの手法でやりますので、こういった4つの名前を付けさせていただいて、以後それでお示ししたいと思います。

91ページがF-B断層につきまして、まず断層モデルでの評価の諸元でございます。主な諸元といたしまして、断層長さ34km、断層幅20km、傾斜角 $35^\circ$ 、アスペリティが3つあるものということで、震源インバージョンモデルからM6.8のモデルを設定させていただきましたが、これを7.0に、34kmに対応したレベルまで膨らませていただいて断層モデルを作ったということでございます。

92ページが、今度は応答スペクトルですが、どういうふうに行ったかということで、補正係数を設定させていただきました。補正係数の値が、左側が水平方向の補正係数、右側が鉛直方向でして、荒浜側、大湊側について、各々ここにあ

るような補正係数を設定させていただきました。

設定の仕方ですが、先ほど原子炉建屋の基礎版上の記録を使って解放基盤の値を推定したと申し上げましたが、そこで推定した波と耐専スペクトルとを比較しまして、サイト補正係数の形で評価させていただいています。号機が複数ありますので、一番安全側になるように大きい補正係数を設定しているということでございます。

この補正係数を使いまして評価した応答スペクトル法の結果が93ページでございます。93ページが1～4号機側で、左側が水平方向、右側が鉛直方向の応答スペクトルに基づく地震動評価結果です。

次のページが大湊側、5～7号機です。これについて水平方向、鉛直方向、各々応答スペクトル法に基づいて地震動を評価させていただきました。

95ページ以降が断層モデルでして、まず95ページが荒浜側になります。見方ですが、 $S_s - 1H$ というのが応答スペクトルですので、今回の断層モデルの方は $S_s - 2$ のEW・NS、この2つが結果になります。右側が鉛直方向で $S_s - 2UD$ が断層モデルによる結果でございます。応答スペクトルによる結果とこの程度の差異という結果になっているものでございます。

96ページが5～7号機側でして、やはり断層モデルの結果を応答スペクトルでの結果と比較して示させていただいているものでございます。

97ページ以降が、今度は長岡平野西縁断層帯でして、まず97ページの絵にありますように、主要な諸元として断層長さ91km、断層幅15km、傾斜角50°、アスペリティは4つということで設定させていただいています。

98ページが応答スペクトルに基づく評価法でして、過去の記録を基にサイト補正係数を設定させていただきました。それがこの図の線でございます。ただ、今回は安全側の評価をしようということで、1を割り込んだ部分は1にしています。即ち、98ページの図で0.02秒から1秒までは1の補正係数にして、長いところにサイト補正係数を考えようということでやった結果が99ページでございます。ですから、一部より長いところが少しギザギザしているような形の応答スペクトルに基づく評価になってございます。

それから、100ページが断層モデルを使った結果でして、荒浜側、大湊側、各々でこういう計算結果になりました。応答スペクトルの手法との重ね書きとい

うことで示させていただいております。左側が水平方向、右側が鉛直方向の計算結果でございます。

続いて、102ページが計算結果から得られました最大加速度値でございます。S<sub>s</sub>-1からS<sub>s</sub>-4までどの程度の、解放基盤での加速度値になったかということを示させていただいておりますが、加速度だけ見ますと、S<sub>s</sub>-1、F-B断層・応答スペクトル、これが1～4号機で2,280ガル、鉛直で1,010ガルという値になりました。それから、5～7号機について言いますと、水平はS<sub>s</sub>-2の方で決まっています、1,156ガルということになりました。

時刻歴波形を103ページから示させていただきました。S<sub>s</sub>-1というのは応答スペクトル法によるものですが、これは位相に乱数位相を使わせていただいて波を作りました。

それから、104ページが大湊側でございます。

105ページからは断層モデルの結果で、このような値になっております。

106ページ、これも断層モデルの値になっております。

それから、長岡平野西縁断層帯について言いますと、107ページが応答スペクトルの結果でして、ここに示させていただいたような時刻歴波形が得られました。

断層モデルの結果が108ページ、109ページでして、108ページは荒浜側、109ページが大湊側ですが、ここに出るような計算結果になりました。

最後になりますが、110ページ、111ページで、基準地震動と中越沖地震の比較ということで、今までは解放基盤での値をお示ししましたが、基礎版上でどうなるかということでご覧いただきたいと思っております。

110ページが1号機でして、左側がEW方向、右側がUD方向の応答スペクトル、縦軸は対数軸ではなくて普通の軸で書いてあるものでございます。この中で黒い実線が今回中越沖地震で観測された値そのものでございます。例えば1号機のEWだと680ガルとか、そういうものが黒い実線でございます。これに対して今回我々が設定いたしましたS<sub>s</sub>の値に対応した基礎版上の応答値を示させていただいております。今回の記録とS<sub>s</sub>との対応関係はこの程度になるということでございます。

下が5号機側ですが、やはり太い線が中越沖地震の観測記録でして、それに對

して我々の予測値、 $S_s$ の想定値がここに重ね書いて示しているということです。4つ、 $S_s - 1$ から $S_s - 4$ 、各々書かせていただいているというものでございます。

最後に今後の取り組みということで、ここに書かせていただいておりますが、4つ〇がございます。1つ目が、本WGにおける審議の状況等を踏まえつつ、耐震安全性の確認作業を進めていく。

2番目として、各設備の耐震安全性の向上を図るため、1から7全てに対して原子炉建屋基礎版上で1,000ガルの揺れに耐えられるよう工事を実施していく。

上記の工事についても、本WGにおける審議の状況等を適切に反映していく。

それから、一層の耐震性向上の観点から、大深度地震観測などの実施に向けた検討を行うということです。

参考に最後に1枚絵を付けていますが、先ほどの基礎版上での比較になりますが、我々が今回考えております $S_s$ と中越沖地震の関係、それから破線で一番上に包絡するような線を書かせていただいておりますが、補強検討用ということで、今、我々が考えているものを概念的に参考で示させて、レベルをいただいているものでございます。

少し長くなりましたが、以上でございます。

〇入倉委員長 それでは、ご意見、ご質問からでも結構です。

釜江委員、どうぞ。

〇釜江委員 確認と、少し教えていただきたいのですが、細かな話はあれなのですが、幾つかということで、耐専スペクトルとの比較ということで、17ページに今回の地震の記録と耐専とを比較されて、あるばらつきが出ているわけですが、耐専のもともとの論文を読めば出ているとは思いますが、このばらつきと耐専を作られた時のばらつきがどの程度違うのか、よく似たばらつきを持っているのか。それが1つです。

それと、確認ですが、28ページに、地盤を同定されて最終的にはぎ取りされているのですが、28ページではNSの方はよく合っていてEWは合っていないのですが、この同定の仕方としては、NS・EWそれぞれの波で、22ページとか23ページを見ると違うモデルが当然出ているわけですね。1つのユニークな

モデルではなくて、それぞれの方向で同定されて、その結果、シミュレーションでなぜNSとEWでこの差が、観測と何か出ているのか。両方とも合っているも良さそうな気がしたのですが、なぜかということ。

それともう1つだけ。40ページに海側から来る波の違いがこれまでの地震に対して分析されていまして、各号機でそれぞれ耐専スペクトルの比を求められているのですが、これを見ると、今回の地震も多分そういう傾向があったと思うのですが、能登半島といいますか、北西側から来る波と、佐渡側の地震が1つ入っているのですが、その下のスペクトルの比を見ても、海側とはいえ、また方向性があるように見えるのです。これはデータが1つしかないので、例えば今回の地震も3つ目のアスペリティ、要するに南西側から来る波の方が褶曲の影響で大きくなったというようなことがあると思うのですが、そういうふうにこれを理解していいのか。要するに海側という一括りだけでいいのかどうか、その辺をとりあえず教えていただけたらと思います。

○入倉委員長 ご回答をよろしく申し上げます。

○説明者（土方） お答えいたします。

まず1点目は、17ページにあります、今回観測地点をいっぱい取ったわけですが、そのばらつきと、本来耐専で評価した時にどのぐらいのばらつきだったかということだと思いますが、耐専の時も結構ばらついていたものの平均値を評価しているので、具体的にどのぐらいばらつきが今回標準偏差等で見比べて違うかということについては、今手元にデータがありませんので、それは検討させていただいて、比較を改めて示させていただきたいと思います。

それから、2番目の28ページ、今回のサービスホール建屋のシミュレーション解析で、方向によって合う、合わないという指摘だったと思いますが、加速度で見ると合わなく見えるのですが、ここのシートの前で各地点の波形、それから応答スペクトルをお示ししておりますが、そういう応答スペクトルとか波形から見る限り、各周期に亘ってEW方向もかなり良く合っていると思っております、NS方向と比較してそれほど遜色はない結果なんじゃないかというふうに我々としては評価しております。

ただ、加速度はひげ成分みたいなもので、ひょこっと出たりしますので、そういうところが悪さをしていると思うのですが、加速度だけでプロットすると相違

あるように見えますが、周期とか波の顔つきで見ると、結構それなりに合っているんじゃないかと考えているところでございます。

それから40ページのご指摘について、海域の3つと言っても少し違って見えるというお話だと思いますが、おっしゃるとおりだと思います。それで、我々が解析を行ったのが、後ろの方で66、67ページを見ていただきたいと思います。

こういうモデルを我々は使って差というのをいろいろ検討しているわけですが、こういうものと今言った方向性についてどのくらい効いているか、効いていないかということについて、もう少し具体的な検討でお示しできるかどうか、検討させていただきます。やはり方向によって、同じ海域といっても見え方というのはかなり違っているようでして、例えば今回の中越沖地震の小さな余震がいっぱい取れていますが、規模が小さいので耐専スペクトルとは比較できないのですが、1号機側、5号機側でどういうふうに効いているかというのを検討しても、方向によってかなり違うようです。能登半島から来るものについて見ると、1号機側、5号機側での相違が結構出ているのだが、方向が少し違うとそういう差が見えなくなるとか、方向によって一括りで海というふうに括れない部分もあるように見えてきておりますので、また改めて少し整理をさせていただきたいと思います。

以上です。

○釜江委員 どうもありがとうございました。残ったことは後日よろしく願いいたします。

今、66ページの話が少し出たので、この2次元の断面を見ると、1号機側というのは西浜層の厚さ、当然褶曲的な話もあると思うのですが、右側のスペクトルの違い、かなり短周期のところだと思うのですが、これは上の西浜層の層圧、そういうものが大きく影響していると。このモデルが正しいという話と、それとモデルと右側との違いというのはそこが大きな要因と考えてよろしいでしょうか。

○説明者（土方） お答えいたします。

66ページにある褶曲の形状がございしますが、それが一番大きいと思っています。例えば69ページで1次元のモデルと不整形のモデルの比較をしておりますが、1号機で単に1次元にしても、こういう増幅というのは出てきていないようなので、連続降下的なもので、この褶曲部分にインピーダンス比、速度の差があるので、屈折して、ちょうど1号機の真上のところは波が集中するような傾向が

あるのではないかと考えています。

一方、5号機については、そういう集中の起きない、むしろ背斜構造的なものの上に乗っているのか、向斜構造の上に乗っているか背斜構造的なものか、そういう差があるのかなど。

それからあと、サービスホールについては1号機と類似したような位置にあるわけですが、このモデルでは増幅の起きるエリアというのが帯的で狭いのですね。サービスホールについてはそこから少しずれているということで、解放基盤上の推定波を基礎版の記録から出して、サービスホールとかレベルを比較すると、1号機の解放基盤の値が一番大きくて、その次がサービスホールで5号機というようなこととこの解析とは、一応調和的な値になっているということでございます。

○入倉委員長 それでは笹谷委員、どうぞ。

○笹谷委員 今、ちょうど68、69ページが出ていて、少し気になったのですが、これは計算上の問題もあるかと思うのですが、この比較の時も周期の一番低いのが0.2秒ですね。実際の応答スペクトルというのは0.02秒まで出ていることになるのですが、その辺は計算上の問題があるかと思うのですが、どういふふうに考えていらっしゃるか。

○説明者（土方） ご指摘のとおりだと思います。これは地下深さ5kmまでのモデルにしまして、幅は7～8kmとっていますので非常に大きいのですね。それで計算の容量等ありまして、浅いところの要素で25mか何かのメッシュにしております。それで計算できる震動数範囲ということで、0.2秒というところを設定させていただいてまして、本来モデルのメッシュをもう少し細かくして、更に高振動数まできちっとやらないといけないわけですが、現時点ではモデルの容量とかそういうことからここまでということなのですが、多分同じような傾向がもっと切っても出てくるのではないかと考えているところでございます。

○入倉委員長 それでは、大谷委員。

○大谷委員 お伺いしたいことは結構たくさんあるのですが、2つに絞ってお伺いしたいと思います。

まず、82枚目のスライド、4.敷地周辺の主な活断層②ですが、ここで基本ケースを決めていらっしゃると思います。F-B断層だけは松田式を使わないで、入倉・三宅及び武村のスケーリングに基づいて云々ということで、マグニチュード

を設定されているという理由は何なのかというのが1つ。

それから2つ目の質問は、91ページと97ページに断層モデルの絵がございます。それぞれ断層の位置には断層が想定してなくてずらして書いてあります。しかも断層の上面は6kmに設定されていますが、その設定根拠とこの場所を設定された根拠をお教えてください。

○入倉委員長 では回答をよろしく願いいたします。

○説明者（土方） お答えいたします。

まず82ページのF-B断層のマグニチュードの評価でございますが、今回の中越沖地震というのは既に起きてしまった地震なので、これから起きるものというのは標準的な松田式での評価が良いというふうに考えておりますが、既に起きたものというのは起きた事実に基づいて評価するのが良いだろうという立場でございます。

今回、中越沖地震の気象庁マグニチュードは6.8、それから地震調査研究推進本部さんで1月17日に出されました評価として、断層長さとして27kmというものが出されております。我々も東京電力として海域の調査等やりまして、初めは27kmという調査結果をお出ししました。その後、不確かさとかいろいろ議論の中で、今34kmまで少し延びた値になっております。

我々としては、M6.8で27kmというのがオーソライズされた数字と考へまして、27kmを34kmまで延ばした時、その時にスケーリングで計算すると6.8が幾らになるかという計算を行いました。その結果が7.0になったということでございます。

○大谷委員 ちなみに松田式だと幾らになりますか。

○説明者（土方） 7.4だと思います。その辺のやり方につきましては、報告書の後ろの添付4に、今言ったどういう計算式で7.0を想定したかということにつきまして示させていただいております。

それからもう1つ、F-B断層と震源の断層面がずれているというところ、91ページ、97ページでございますが、まず今回我々としては、地震発生層の深さをGL-6kmのところを設定させていただきました。6kmの根拠ですが、これもやはり報告書の中の添付3に地震発生層の深さについて示させていただいております。これについては、敷地の周辺で取れました微小地震、それから中小地

震の記録を基に深さについて設定させていただいてまして、我々の評価としては、地震発生層の深さは6 kmから17 kmに設定させていただいております。内容についてはここを見ただけだと思います。

それで、地震発生層の深さが6 kmということで、断層の傾き等がありますので、それから計算して、地表で見えるような断層の位置とここで強震動予測をする震源断層面というのは、位置的に少しずれているというような形になるものでございます。真下に90°だったら当然一致するわけですが、斜めの傾斜角を持ちますので、震源断層面の上端と調査から得られた断層の位置というのは、角度によって少しずれるというような関係になっているものでございます。

以上でございます。

○入倉委員長 その他ございますでしょうか。

松岡委員、どうぞ。

○松岡委員 ここで地震動が大きかった要因というのは、今回の地震の断層面に対して想定される地震動よりも大きい地震動が観測されたということですね。それで、今回の想定していた揺れを上回ってしまった要因としては、そういうことがあると思うのです。何か地盤とかいろいろな揺れの話によって大きくなる。もう1つは、先ほどもありましたが、想定する地震が起こる破壊面の大きさと位置の想定が間違っていた、もしくは過小評価していたということが基準を上回ってしまった要因ではないですか。

○説明者（土方） お答えいたします。

シートでいうと76ページになると思います。今回、76ページで示させていただきました要因の分析は、この位置に断層があることが分かった上での前提ということでして、ここにM6.8の断層があった時に、標準的なM6.8の規模の震源断層に対しまして、震源そのもので1.5倍、それから標準的な原子力で今まで使っていた評価方法での揺れの想定に対して2倍とか、そういうことで比較させていただいています。

今回、地震が発生した直後に基礎版上の揺れが想定の2.5倍とか3倍という数値が出ましたが、これはこの位置に震源を想定していたのではなくて、基準地震動、昔はS1、S2というような言い方をして、S2を450ガルで想定しておりました。その時には、この位置での断層というのは、評価は平成15年に

東京電力として海域の調査を行いまして、この位置に断層があるということは分かっていたのですが、規模的なものの評価というものが足りない部分もありまして、ここまでの大きさに至らなかったということでございます。

○松岡委員 今日このお話で言うべきことではないのかもしれないのですが、1つは今日お話しされたような要因があったということで、それに対して改善していくということは当然なのですが、もう1つ、そっちの方ですね。基準の断層をどうやって想定するかということ、活断層の調査もそうなのかも知れませんが、やらないところの話というのは全部揺らいじゃいますよね。結局その後での話ですから、そこでの問題点と今後のあれをきちっとどこかでやっていただかないといけないのではないかと思います。

○入倉委員長 よろしいですか。何かご回答ありますか。

○川原耐震安全審査室長 1つは、この断層、この地震を想定できたかどうかというのは別の原因としてあります。いわゆる断層関連褶曲、そういったものから評価をするということが設置許可当時はできていなかった、これが1つの要因で、今回はそれを踏まえて海上音波探査なり地質調査を行ったということになります。これについて最終的には一連の流れで評価することになると思います。

○入倉委員長 今のことに関してご回答なかったのですが、震源断層モデルというものを断層調査に基づいてどうするかということは、手引きの検討であるとか地震調査委員会で強震動予測というのをやっておりますので、そういうことに則ってきちっとやっていただいているかどうかというのは、今後、検討の中で明らかにしていく必要があると私は思います。

他にございますでしょうか。どうぞ。

○伊藤委員 113ページの今後の取り組みのところでございますが、少し先走った話で恐縮ですが、1,000ガルの揺れに耐えられるような工事ということで、そういたしますと原子炉建屋の上部の方でいきますと、かなり大きい加速度レベルが出てくるかと思うわけでございますが、ちなみにどれぐらいのところを予測なさっているのでしょうかというのが1つ。

それから、私ども施設の方の健全性の観点でいきますと、今後、原子炉建屋の解析モデルの見直しとか、そういったところも併せて進めていかれるのでしょうか。

その2点お伺いしたいのですが。

○説明者（土方） お答えいたします。

ここで言っている1,000ガルというのはご指摘のとおり基礎版上の値ですので、当然、上に行くと増幅します。その数値については細かいのは手元にデータがないので、お示しすることはできませんが、基本的には、原子炉建屋はご案内のように主要な構造体はRCの壁式構造ですが、そこについては、補強は要らないレベルというふうに考えています。ただし鉄骨部分で、例えば一番上のところの本管鉄骨というようなものとか、鉄骨部分があるのですが、そういうところというのは、1,000ガルというレベルになると補強が必要かもしれないということで、今そこについては鋭意検討している最中でございます。

それから、モデルのお話ですが、少し中長期的な課題としては、今のモデルというのはもう少し精密にしていく必要があるのではないかと個人的には考えております。ただ、今回は構造WGの方で、今回の中越沖地震をよくシミュレートできるということであるモデルを設定させていただいておりますので、それを中心に検討を進めていきたいと考えているところでございます。

以上です。

○伊藤委員 分かりました。

2つ目に私が質問しましたのは、以前、現状の評価をなさったときに、建屋の床応答を見たときに、周波数成分によっては観測値の方が計算値を上回るというような部分があったので、恐らく建屋の解析モデルとしては、その辺がちゃんと評価できるような精度を上げた解析モデルを作っていられるのかなというふうに予測しまして質問を差し上げたわけです。

○説明者（土方） その辺についてはもう少し検討を進めていきたいと思っておりますので、細かい話は、本日差し控えさせていただきたいと思えます。

○伊藤委員 分かりました。

○入倉委員長 よろしいでしょうか。

それでは、もう1つ報告がございますので、次の報告に移らせていただきます。

独立行政法人原子力安全基盤機構からのご説明、よろしく申し上げます。

○説明者（堤） 原子力安全基盤機構耐震安全部の堤と申します。

お手元の2007年新潟県中越沖地震により柏崎刈羽原子力発電所で発生した

地震動の分析ということで説明させていただきます。日付が5月22日になっておりますが、これは同日の耐震小委で報告させていただいた資料の内容となっております。

まず報告の内容ということですが、そこに全部で5つの項目を挙げてございます。まずⅠとしては地震動の分析方法及び分析の条件、としまして地震動発生要因の分析結果の概要ということで、まず2番目のところで分析した結果の概要をまとめて報告したいと思っております。それから、Ⅲ．解析的手法による要因分析の詳細ということで、上の概要につきまして個別に詳細を少し説明させていただきます。Ⅲ－1につきましてはそのうちの特に震源の特性による影響ということ、それからⅢ－2につきましては深部地盤の地震動への影響ということで報告いたします。それから、としまして設計用地震動との比較による要因の整理ということで、これは耐専スペクトルを比較の対象としまして要因の整理を報告したいと思っております。最後に、Ⅴ．分析で得られた知見及び耐震バックチェックに反映すべき事項ということでまとめをさせていただきます。

捲っていただきまして2ページ目ですが、これは地震動の分析方法と分析の条件ということで、敷地概要と地震動観測位置について、それから地質構造についての概要をまとめたものでございます。

これは先ほど東電さんから報告がありましたので、内容は割愛させていただきますが、ここで観測の情報として重要なのがまず本震の記録ということになりますので、その辺の本震の記録が得られた位置についてここで示しております。特に地震動の分析ということですので地盤系のデータが非常に重要になりますが、本震の記録は今、サービスホールで得られているということで、サービスホールのはぎ取り等を原子力安全基盤機構の方では行っております。

それから、左下の方に地下構造のポンチ絵がございまして、これは後ほど震源の特性で出てきますアスペリティ3と、1号機の東西断面を結ぶ東西断面についてポンチ絵的に作ったものでございます。

ご覧のように、アスペリティ3から届きます伝播経路上に、非常に堆積層が厚くて、また不整形性を有するような構造が見えております。これはうちの方で作りましたモデルで作ったものでございます。ここで深部地盤構造という形で分析を行っておりますが、そこに書いてあります深部地盤、ここでは解放基盤を、西

山層上面が解放基盤ということで、解析上はそこを地表にしておりますが、そこから地震基盤までのところを深部地盤と呼んでおります。

下のページにいきまして、こういった条件の中において敷地で観測された地震動の特徴とその設計用地震動についての内容をまとめたものが3ページになります。

一番上に1号機から5号機まで号機の配置に応じた基礎版上で取れた記録の波形が並べてございます。繰り返しになりますが、特に波形の後続のところ、左上に3つのパルス波発生と書いてありますが、1号機で観測されました後続のパルス波が非常に大きいというところが1つ、地震動をかさ上げしている大きな要因になっています。それが1号機と5号機側の方でレベル差があるということで、その辺の要因を特に分析しようということです。

その第3のパルス波の応答スペクトルに及ぼす影響の分析ということで示しましたのが左下の図になります。黒が1号機の基礎版上で観測されました応答スペクトル、それから青が5号機の基礎版上の応答スペクトルということで、そこにポンチ絵的に波形の絵がかいてありまして、パルス波を2分の1と書いてありますが、仮に1号機側の左右のパルスの振幅が半分になりますと、ほぼ全体的にスペクトルが下がります、5号機と同程度のスペクトルになるということで、最後の後続のパルスがなぜこういう大きいものが発生したかというのは非常に重要な観点になるということで、主にこの分析を行っております。

それから、右の方にサービスホールの地中に見られるパルス波と書いてありますが、基礎版上だけではなくて、地中波としても、地震動の成分としてもパルス波を持っているということで、そういった例を挙げております。

4ページの方で、今のような分析の内容から、地震動の分析の方法についてまとめたものが4ページということで、右上の分析の内容というところで、ここでは1号機のパルス波が増幅した要因が1つと、号機間でパルス波のレベルが違うというところを主眼に分析を行っております。

先ほど目次のところで申し上げましたが、それに対して震源の特性による影響の分析が1つ目、それから深部地盤の伝播特性による影響の分析が2番目ということで考えております。

それから、(2)としましては設計用基準地震動との比較による要因の整理と

ということで、上のようないろんな分析なり解析の結果から見えてきたものとして、ここでは耐専スペクトルをベースにしておりますが、それとの要因の整理を行うということで、この中では、まず解放基盤面上でどの程度の地震動が起きていたかということ、先ほどのサービスホールの記録に基づきまして推定した結果を説明します。それから耐専スペクトルとの差異の分析を行ったというような内容です。

これらから得られた知見から、柏崎特有の知見と他のサイトに展開すべき知見、こういったものを整理しまして、最後に、S s 策定において他サイトの反映すべき事項のまとめということを行っております。

もう1つ、分析の前提条件ということですが、ここでいろいろ地下構造のモデルを使って解析を行っておりますが、これにつきましては、現時点の公開されている情報の範囲の中で作ったモデルということでご理解いただければと思います。東京電力さんの方で今、敷地とか周辺の地域についていろいろ調査を行っておりますが、まだそういったものが完全に今のモデルに反映されているという状況ではありませんので、そういった情報がまた出てきたら含めて、逐次反映して検討を進めていくということ考えております。

それから、繰り返しになりますが、震源の特性と深部地盤の影響に重点を置いて分析を行っていきまして、特にパルス発生の周期帯、やや長周期側の方の周期帯の解析を中心に行っております。

以上のような条件の中で、分析の結果の概要について下のページで説明します。そこにポンチ絵がございますが、これは先ほど2ページのところで説明しました図の中に、特にアスペリティ3からの影響が大きいということで、そういったものの地震動の伝播がどういう形で敷地に伝わってきたかというようなことを少しまとめた図でございます。

左側の方に各地層の $V_s$ が書いてありますが、そこまで非常に深い堆積層が基盤岩上に堆積しているわけですが、そこに書いてありますように上部寺泊層と書いてある、これが深さ的には1, 500mぐらいの深さになっておりますが、このところまで徐々に $V_s$ が減少して堆積層が構成されているということですが、その上部寺泊層から更に上層の椎谷層、西山層のところでは $V_s$ が非常に大きく低下するということで、地震動が大きく増幅する要因になっているということに

なります。

下にアスペリティ3のポンチ絵が書いてございますが、ここから波が、赤い波のポンチ絵で示されていますが、概ねそういう破線を通して敷地に強い地震動が伝わってくると。その他いろんなところから3次元的に入ってくる波が来るということで、そういったものが最終的にパルスを増幅させている要因になっているのがこの内容です。

その辺の震源の特性の影響と深部地盤の影響についてまとめたものが、その下と右側に書いてある箱の中の内容になります。まず震源の特性の影響としましては、先ほどもありましたが、同規模の地震と比べて地震動が大きいということで、これは短周期レベルが約1.5倍になっているという内容になります。それから、3つのアスペリティの破壊によってパルス波が発生してしまっていて、その中でも敷地近傍のアスペリティ3から地震動の放射が大きいというのがその影響の要因になっています。

それから、そこから破線の矢印が書いてありますが、そういう形で放射された波が深部地盤を通過して、先ほどの絵に示しましたように敷地に入ってくるということですが、放射された波が堆積層で屈折しながら敷地方向に伝播していくというのが先ほどのポンチ絵になります。

それから、徐々に堆積層の中で $V_s$ が減少するわけですが、その間にパルス波が成長していくと。最終的に、先ほど $V_s$ が大きく低下すると書いてありますが、その層の中で、特に1号機側でパルス波が大きく増幅しているというのが全体の要因の分析の結果となっています。

それから、右下に1号機と5号機の波形後半のパルス波のレベル差の要因が書いてございますが、これは震源と地下の深部地盤によります3次元的な地震動の電波効果、それから解放基盤付近の堆積層の少し厚さが違っているところがありますので、その辺の増幅効果などの違いで、パルス波にレベル差が生じているというような分析を行っております。

これらの概要につきまして、その内容を概要的にまとめたものが6ページ以降ということになります。先ほど申し上げました震源特性の影響につきましては、3つのアスペリティによってパルス波が生じているというのは上の図の左側の図であります。そこに第1から第3アスペリティまでありますが、少し破壊の伝播

の形状が、マルチハイポセンター破壊形式ということで、そういうパルス波が発生するような要因の破壊をしているということ。それから、アスペリティ3から発生する地震動が敷地に対して放射が大きい方向にあるということで、右側のアニメーションから少し切り出したものですが、そこに波形が三日月型に敷地に向かって出ている様子がありますが、ちょうど位置と角度的に敷地に強い波動が放射する方向にそのアスペリティがあったということが1つあります。

それから、これらのアスペリティから出る波の特性として、短周期レベルが1.5倍程度高いということが挙げられます。これについてはまた後ほど詳しく説明を差し上げます。

それから、深部地盤の影響につきましては、先ほどポンチ絵で示しましたパルス波の増幅の過程を、波形を追いかけてまとめたものが左下の図ということになっています。一番下が、これはアスペリティ3から出た波、これは断層全体の破壊で追いかけたものですので、アスペリティ3も含まれて全体の1、2の影響も入っていますが、地震基盤上で解析からとってきた波が一番下の黒い波形になります。それから以下、その上が七谷層、グリーンタフと、その上が下部寺泊層、上部寺泊層と来まして、最後、 $V_s$ が大幅に低下すると書いてございます椎谷層のところで、丸印がありますが、パルスが大きくなっていくと。最後に表層のところ、ここでは解放基盤相当の西山層ということになりますが、そこで非常に大きなパルスに成長しているというのがパルスの増幅の過程として分析した結果でございます。

今のパルスの速度波の大きさを断面方向に並べたものが右側の図ということで、地震基盤、それから七谷層+グリーンタフ、下部寺泊、上部寺泊、椎谷層、西山層という形で、今説明したような分布になっていまして、特に椎谷層、西山層でのパルスの増幅が大きいということがこの結果からお分かりいただけるかと思えます。

次に7ページですが、1号機と5号機とサービスホールのパルス波の増幅の特性の比較を行ったものが7ページの左側の図になります。併せて $V_s$ の各号機の真下の地盤のところの深さの分布を横に並べて書いてございます。上の図で説明したものと同一ような形で断面方向に、パルスのところに相当する最大速度の断面方向の分布をそれぞれ書いてありまして、青丸が先ほど説明した1号機、グリ

ーンが5号機、それから赤がサービスホールということになっています。

そこに解析の結果からとってきた波形を、一番上の解放基盤相当のところ  
で並べて書いてございます。1号機のところで、丸が付いているところですが、  
パルスが大きくて、サービスホール、5号機よりも大分増幅しているということ  
がこの比較からも分かるかと思えます。

この辺の差の要因としましては、また後ほど詳しく説明しますが、今回行いま  
した深部地盤を用いた差分法の解析で、3次元的な先ほどお示ししましたような  
断面の地下の構造を用いて解析した最大速度の分布と、例えば1号機を代表地盤  
としまして、それが3次元的に水平成層地盤として広がっているとして解析しま  
した場合の最大速度の分布、その比をとったものが右側の図になります。です  
から、3次元地盤と水平成層の地盤の増幅率という書き方をしていますが、比と  
してご覧いただければと思います。

そこに3つの破線で丸が書いてありますが、1号機側と5号機側、それからや  
や離れたサービスホールのところに少し注目していただきますと、1号機側の方  
で水平成層に対する最大速度の分布が大きくなっていると。大きいところでは4  
割から5割増しぐらいの大きさになっていると。それから、5号機から7号機側  
の方、ここでは水平成層よりもむしろ若干小さいぐらいの値になっている。9割  
から1.0ぐらいと。それからサービスホールもほぼ水平成層と同じぐらいの結  
果になっているということで、先ほどのパルスのところの差の要因について、断  
面方向の結果を左側にお示ししましたが、この3次元的な伝播の効果として、今、  
解析の結果から1号機側でそういう効果が大きく出ているということが分かって  
おります。

たまたまポイントとして1号機あるいは5号機というような形になっていま  
すが、もう少し広いエリアで見ますと、1号機周辺では3次元的な伝播の効果で最  
大1.5倍程度地震動が増幅しているのではないかという分析の結果でございま  
す。

それから、8ページにいきまして設計用地震動との比較による要因の整理とい  
うことで、ここでは耐専スペクトルで今回の、先ほど震源モデルを評価した結果  
と、サービスホールの解放基盤波を求めたものとの差異を取りますと、大体5.  
5倍程度ということになっていまして、5.5倍という中身は、先ほどの解析か

らどういう形で要因が分けられるかというようなことを検討した結果になっています。

左側の図は、今の各スペクトルの比較をしたものです。黒で示しました耐専スペクトルが、これは内陸地殻内の補正をしましたスペクトルになっています。それから、一番上にある赤のスペクトルがサービスホールのはぎ取りの結果ということでございます。

参考に、旧指針と申しますか、求めています設計用基準地震動 S 2-D をグリーンで示しています。S 2-D に対しまして、サービスホールのはぎ取りの結果は約 2.5 倍という形になっています。これに対して、本解析で有効な周波数範囲と書いてございますが、解析で 0.2 ヘルツから、長周期側、ちょうどパルスの発生する周期帯のところも含めまして解析を行っておりますが、その辺の解析の結果が青のスペクトルで示してあります。

こういった結果から要因の分析を行ってまとめたのが右側の表ということで、この辺の内容につきましては後ほど詳しく説明しますが、サービスホールで震源特性の影響としては 1.5 倍、それから深部地盤の影響としまして 2.5 倍、その他要因ということで 1.5 倍程度ということで、全体として 5.5 倍という差が出ているのではないかというのが分析の内容です。

それから、1号機と5号機につきましては、うちの方では特に建屋等からのはぎ取りをやってございませぬので、サービスホールを基準にしまして、解析で出てきたサービスホールと1号機、あるいは5号機との差からその辺の要因の分析を行っております。

震源の特性につきましては、先ほどの短周期レベルというところの影響を考慮していますので、これは各号機共通だということで 1.5 倍としております。それから、深部地盤の影響につきましては、先ほど説明しました水平成層地盤との違い等による 3 次元的な効果の違いを、それぞれ 1号機と5号機とサービスホールで比較しまして、1号機側では 3 倍程度、5号機側ではやや小さくて 2 倍程度というふうに見積もっております。その他の要因につきましては、そこに書いてあるような数字ですが、これは先ほど東電さんの方からご説明があったような内容として、もう少し地表に近い浅いところの褶曲の影響等というものがこの中に入ってくるのかなということで分析を行っております。

以上が今回行ったパルス波の増幅の要因についての分析の結果等を概略的にまとめた内容になっております。

以下、各要因につきまして少し詳細に説明したものが9ページ以降ということになっております。

まず、9ページは主に震源断層の推定に関する内容です。繰り返しになりますが、右側に観測されました各パルス波に対応しますアスペリティを配置しました震源断層のモデルの例を示しております。これは入倉先生のホームページから引用させていただいた内容になっています。

こういった内容を参考にしまして、先ほどの分析に用いました震源のモデルを2モデル設定してございます。1つのモデルは、上に書いてあります入倉先生のモデルを参考としたモデルで、これはアスペリティ1とアスペリティ2を傾斜角40°に置いてございます。それからアスペリティ3は傾斜角30°ということで、そこに各モデルのパラメータが書いてありますが、アスペリティ1とアスペリティ2の応力降下量がやや大きくて、アスペリティ3はやや小さいというモデルになっております。

それから、モデル2が釜江先生のホームページより引用させていただいて参考にさせていただいたモデルです。アスペリティの位置は若干違いますが、ほぼ同じですが、アスペリティ3の傾斜角が30°ということで、こちらは全アスペリティの傾斜角を40°ということで検討しております。それから、応力降下量は、アスペリティ1がやや小さくて、アスペリティ2と3が大きいというような設定になってございます。

これにつきまして、ある程度震源モデルの観測記録の対応を見るために、経験的グリーン関数法を用いまして敷地とその周辺の結果についての検討を行っております。

11ページはその解析の条件を少しまとめたもので、上の図が採用した要素波を示しております。ここでは余震1と余震2ということで、アスペリティ1側で発生した余震と3で発生した余震、これは伝播の特性が違うということも考慮しまして、2つの余震を用いて波形の合成を行っております。

それから、敷地以外に、少し敷地から遠いところの地震動の観測記録との対応も含めて検討しました結果、ここでは余震の  $f_{max}$ 、これはどちらかということ

短周期側の成分がかなり大きく入っているのですが、それを本震の大きさの方に少し調整をするというような形で要素波を修正しまして、波形合成を行っております。ちなみに本震の方の  $f_{max}$  は、その上に書いてありますような文献から推定しまして、6ヘルツということで調整を行っております。これは釜江先生の文献から方法を引用しております。

そういう形でまとめましたのが12ページということで、これは震源モデル1の結果についてEW成分について示したものです。下の段の真ん中辺にそれぞれ波形合成を行ったポイントが書いてあります。敷地の中の各号機と敷地近傍の柏崎のK-NET、それからKiK-netの長岡、川西、それからK-NETの松ヶ崎ということで、いずれも観測記録と解析結果はほぼ対応した形になっています。少し説明が遅れましたが、観測記録がグリーン、解析結果が赤ということで、解析につきましては、破壊の伝播等の揺らぎを入れた50波の平均でお示しをしております。

それから、同じくモデル2につきましては、敷地の中だけの対応になりますが、これも概ね対応する結果が得られているというのが13ページになります。

以上の結果から、震源モデルについての影響について分析したものが14ページということで、放射の特性の影響について細かく分析したのが左下の放射係数をそれぞれNSとEWについて、アスペリティ1、アスペリティ3で求めた結果になっています。アスペリティ3のEW成分の放射が特に大きいということが分かるかと思えます。それから、先ほどお示ししました断面方向の放射の特性が右側に書いてございます。

それから、短周期レベルにつきましては、先ほど東電さんの資料でもございましたが、壇さんの論文を引用させていただいて、そこに重ね書きをしております。入倉先生のモデルと釜江先生のモデルが平均の1.5倍というのは、先ほどお話しした内容のとおりでございます。

それから、そこに青丸で書いてありますのが、この中に示しました、そのうちの逆断層のものについて短周期レベルを計算したものです。国内のものも追加的に入れてございます。そういったばらつきの中で、やや大きいところに今回の地震動があるということが分かるかと思えます。

あと、15ページにつきましては、もう1つ震源の影響ということで、破壊の

伝播形式について検討した内容をお示ししています。上の図にありますが、左側が今回の地震のマルチハイポセンター形式の破壊を想定したもの、それから上の真ん中に書いてありますが、これは通常想定しています破壊が同心円状に連続して広がっていったというようなものを想定した場合です。それぞれ下にそれらの結果を、1号機の基礎版上、5号機の基礎版上の波形合成で示しております。

E W波ですが、上の段がマルチハイポセンター破壊形式を想定した場合、下が同心円状の破壊を想定した場合ということで、パルスが発生する、しないの違いがこの結果から分かるかと思えます。こういった破壊の形式がパルスの発生には大きく寄与していたということがこの結果から分かるかと思えます。

続きまして、16ページは深部地盤の地震動の伝播による影響を調べたものです。ここでは大きく2つの解析を行っていきまして、まずアスペリティの中心に点震源を置いて行った解析、それからもう1つは、先ほどお示しましたような2つのモデルにつきまして、断層の破壊を考慮した解析を行いまして、それぞれ各アスペリティからどういう地震動が伝播してくるか、あるいは号機間でどういう地震動の増幅の特性が違うか、あるいは3次元の効果がどう違うかというようなことをこれらの解析から分析を行っております。特に2番目の断層破壊を考慮した解析につきましては、ここでは主に震源モデル1の結果を用いて分析を行っております。

それから、この解析の中では3次元のモデル、下の図に書いてありますが、3次元の地下構造のモデルと、例えば1号機を代表とします水平成層地盤、こういった解析結果との違いの比較を行って、先ほどの分析を行ったということになっています。

今申し上げました地下構造のモデルをどういう形で作ったかということをもとめたのが17ページ以降ということになります。ここでは旧石油公団あるいは民間の石油会社等で、この領域につきまして基礎試錐とか反射法探査、ボーリングの調査等がかなり数多く行われております。ざっと数えますと70点ほど、ある程度深いところのボーリングなり探査の記録があるということで、そういったものと地質図から地下構造を推定しているというのがまず第1でございます。

それに対して、今回観測されました地震の記録、特に余震の記録を用いまして、速度構造の同定といいますか、チューニングを行って、最終的な地下構造のモデ

ルを作っております。

その辺は少し断面のパスとして記載しましたのが右上の図となっております。これは各基盤岩からグリーンタフ、下部寺泊、上部寺泊、椎谷層、西山層と、先ほど東西断面でお示ししましたものについて、下のところに図がありますが、北側からのぞいたような形でまとめたのがこのパスということになってございます。それぞれここに書いてありますのは、各地層の上面の位置を示したパスとなっております。

そういったものについて、下部寺泊層のところの上面コンターが下の図にありまして、それぞれ敷地近傍の地質断面、東西断面を示したのが右側の真ん中辺に書いてある図ということになっています。左側が海側で右側が陸側ということで、一点破線が入っているところがちょうど敷地の下の断面ということになります。それから、左側の真ん中辺に書いてあるのが震源近傍の同じような東西断面図。それから、その下に書いてありますのが敷地を通ります南北の断面ということになっています。先ほど東電さんが報告されました浅いところの褶曲というものは、直接的にはここには入っていませんが、例えば今の左下の南北断面のところの一点破線が入っているところがちょうど敷地の位置になりますが、表層に近いところに褶曲的な構造が含まれているという形となっております。

捲っていただきまして、今のモデルの作成方法につきまして、少し細かいフローで示したのが18ページということで、先ほど申し上げました基礎試錐等の既存のデータから、まず各地層の上面震動のコンターを作りまして、それに基礎試錐によるVSP検層の結果からP波の速度を与えて速度構造を作ると。更に、P波の速度とS波の速度の関係をまとめたもの、それが右側の図に一部示してございますが、そういったものからS波を与えまして初期モデルを作ると。その初期モデルにつきまして、観測記録とモデルに基づいた理論的なH/Vスペクトルとを比較しまして、速度構造をチューニングして全体の3次元のモデルを作るというのが今回のやり方になっています。

右上にVSP検層の一部結果が載せてございますが、その中で海域データと敷地データと書いてあります。特に青系で示したものが今回の震源域あるいは敷地の辺に関連しますデータということで、黄色とか赤で書いてありますのはもっと内陸側のデータになります。やはり海側のデータが内陸のデータと比べて全体的

に柔らかめだということと、深さ方向のかなり強いトレンドを持っていますので、今回、このモデルを作るときには、海側のデータを重視しまして初期モデルを作っております。そういう特徴を持ったモデルということでございます。

以下、解析をやるための条件をまとめたのが19、20ページということで、震源モデルの設定が19ページということで、先ほど説明しましたモデル1、モデル2をこちらの理論解析の方のモデルでも採用しております。

それから、20ページが差分法による解析条件ということで、メッシュサイズとしましては、ここでは50mメッシュまたは100mメッシュと書いてありますが、波形等細かな数値、定量評価をするところは50mメッシュで計算しております。それから、コンターあるいはアニメーションも作っております、そういったものについては解析の時間の関係もありまして、100mメッシュで計算しているということで、50mメッシュの場合の有効な計算周波数としては2ヘルツ以下ということになっていまして、先ほどのパルスの発生周期帯というものはカバーできるような内容になっています。

以下、境界条件については、無反射の境界、吸収境界、こういったものを組み合わせた境界を作っております。それから、減衰特性としては、Q値を各層のV<sub>s</sub>の10分の1ということで設定しております。

以下、結果の説明になります。まずアスペリティからの点震源を想定した地震動の性状ということで、21ページがアニメーションから取りましたスナップショットを示したものです。これは一番表層のところ、解放基盤に相当するところについて示したもので、左側が3次元のモデルの結果、右側は水平成層の結果ということで、見ていただきますと、地下構造の影響が波形の乱れとして出ているところが3次元的な地下構造の影響ということでご覧いただけるかと思えます。

特に、3次元の構造の一番下のアスペリティ3のところを見ていただきますと、これはアスペリティ3が敷地に非常に近いということもありまして、ほぼ直達的に強い波動が敷地に来ることが分かるかと思えます。黄色い星印が点震源を置いている位置、それからK1とかK7とか小さい字で書いてあるのですが、その辺が大体敷地の位置ということになっております。

捲っていただきまして、今の解析で出てきたものの波形を示したものが22ページということになっております。ここでは1号機、それからサービスホール、

5号機、EW波の速度波を点震源で解析したものを、それぞれアスペリティ1・2・3という形で並べて書いてございます。赤がアスペリティ1から届いてくる波形、グリーンがアスペリティ2から届いてくる波形、青がアスペリティ3から届いてくる波形ということで、一番下が各敷地の真下のところの地震基盤の波形、その上が下部寺泊層、その上が椎谷層、その上が西山層ということになっております。破壊の伝播等の時間のずれを考えまして、各アスペリティの波形を少しずらして書いてあります。

これらを比べますと、実際観測で記録されたと同じように、アスペリティ3のところから届いてくる1号機側の波形が非常に大きくパルス的なものが増幅しているということがこの波形から分かるかと思えます。

その辺を各号機で最大速度を並べたものが右下の図ということになっていて、青がアスペリティ3の波形の最大速度ということになっています。この結果からも、左側の方に並んでいます1号機側から4号機側にかけてパルスが大きく出ていると。それから、右側の方のサービスホールから5号機側にかけてパルスがやや小さくなっているというようなことが分かるかと思えます。それぞれアスペリティ3から届くものが1号機と5号機で、こういう差が実際に地下の構造の影響として出てきているということが推定されます。

23ページからは、有限断層の破壊としてアスペリティのモデルを作ったものから計算した結果をまとめたものです。23ページが震源モデル1ということで、黒が観測、赤が解析ということになっていますが、ここでは観測として建屋の基礎版上の記録を並べております。つまり、定量的な評価というのは絶対的には比較するものが少し違うのですが、パルスの出方についてはおおよその推定ができるということで、赤の解析と並べております。

それから、一番下にサービスホールの結果が並べてございますが、これは後ほど説明しますはぎ取りしたものと比較した結果になっております。概ねパルスの発生位置と大きさについては解析の結果で説明ができていていると思っております。

それから24ページは、その辺をもう少し広域な速度の分布ということで、断面のコンターと平面のコンターをまとめた結果です。この辺については後ほど水平成層のモデルとの比較で説明します。

以下、25ページが震源モデル2について同じように並べた結果ということで

す。こちらでもEWの波形の、先頭の方とおしりの方のパルスの出方の大きさが少し違いますが、大体観測記録と対応した結果になっております。

同じく26ページがコンターということになっています。

それから27ページ、これは平面の地震動の伝播のアニメーションからスナップショットを切り出したものになっています。これは震源モデル1の表層で取ったアニメーションの結果を示しています。上が3次元の地下構造のモデル、下が1号機の地盤を使った水平成層地盤のモデルの結果です。震源から出てくる波形がそれぞれその中に、1号機とかサービスホールとか書いてありますが、そういった方向にそれぞれ伝播してくる様子が分かると思うのですが、最後の13.8秒ぐらいのところ、一番右側ですが、この辺が概ね、先ほど言いました大きなパルス波が届いてくるところの時間になりますが、敷地の辺で出ている、赤い破線で囲ってありますが、局所的な地震動の大きさの違いというものがあるのが先ほどの水平成層の違いという形であらわれているというのが、アニメーションのスナップショットからも分かるかと思えます。

その辺を断面方向のアニメーションから取った波動の伝播で示したのが28ページということになっております。左上にポンチ絵がありますが、アスペリティ3から、1号機の方に東西断面を取りまして、ちょうどアスペリティ3の破壊が始まる辺のところからスナップショットを切り出して作ったのが28ページの図ということになります。左上が、ちょうどアスペリティ3が破壊の進行している状況で、その上の方に赤い破線で囲んでありますが、この時にはアスペリティ1・2の破壊による波動の波が敷地の方にはある程度届いてきているというのが、この上の様子から分かる内容になります。これはちなみに、速度波の伝播で書いてありまして、NS・EWの合成波で書いてございます。

それから、上の①から左下の②に行きまして、アスペリティ3の破壊から出た波がだんだん集まりまして、地震基盤に届いてある程度波面を作っているのが②の内容になります。これが右側に行きまして、敷地の方向に向かって曲がりながら届いてくるとというのが上の③になります。下部寺泊層あたりのところで、ほぼ敷地の真下あたりに届いてくると。それから、更にその波が上の方に上昇していきまして、④のところでは椎谷層の辺に到達している状況になります。上部寺泊層から椎谷層、④のところに太い破線で書いてありますが、ここで剪断波速度が大

大きく低下するという事で、この中に波がかなり停滞するような形になりまして、最終的に⑤でパルスが敷地に到達するところで増幅しているというのが、先ほどお示ししました波形との対応になります。

その辺の波形との対応を示したのが29ページということで、先ほどお示ししました図がそこに重複して書いてありますので、ここは割愛させていただきます。

それから、30ページが1号機と5号機とサービスホールのパルスの増幅の過程を示した内容になっています。同じように波形を並べてございます。特に1号機と5号機側を比べますと、破線で囲んであります、最終的に椎谷層から上のところのパルスの増幅が大分違っているということがお分かりになるかと思えます。

その辺の波形の違いを断面方向の分布で示したのが31ページということで、これは先ほど概要のところでお示ししました図の内容と同じものでございます。今の解析の有効範囲の中をスペクトルで示したのが右側の図の比較になります。サービスホールに対して1号機側はやや大きい、5号機側は小さいというようなスペクトルの比になっていまして、その残差を示したのが右側の下の図の内容になっております。こういう差がスペクトルでも出ているという結果になってございます。

今の号機間の差の説明としまして、深部地盤の3次元的な伝播効果の影響ということで比較したのが32ページ、33ページということになってございます。

それで、32ページの左上が、3次元地盤構造で計算しました表層のところ、解放基盤相当のところになりますが、震源モデル1について示しました最大速度の分布と、右側が水平成層地盤を用いました解析の結果ということで、全体の傾向は大体似ているのですが、敷地周辺とか柏崎市街地の辺で部分的に特に波動が強くなっているところ、これはEW成分を示していますが、そういった形が3次元の深部地盤構造の解析の結果では出てくるということで、それぞれ下に東西断面と南北断面について、敷地とアスペリティ3をよぎるような断面で成層地盤と比較したものが下の図、それからアスペリティ1と1号機をよぎるような南北断面で示しました最大速度の分布の違いを示したのが真ん中の図ということになっています。この図からいきますと、ちょうど敷地のところで、1号機のところでは水平成層の1.36倍程度の増幅になっているというのがこの結果になっています。

こういった分布の違いを増幅のコンターとしてまとめたのが33ページということになっていまして、上が震源モデル1、下が震源モデル2ということになっています。

この結果から、先ほど説明しましたが、1号機側のところで、赤とか黄色系のところが成層地盤に対して増幅が大きい地域になります。1号機側が全体に増幅が大きいということになっております。

それから、各ポイントで示しますと、先ほど1号機で1.36倍という説明をしましたが、もう少し広いエリアで見ますと、1号機側のところでは、水平成層と比べて全体的には1.5倍程度の地震動の増幅があるというのが、上のEWの結果あるいは下のモデル2のEWの結果で分かるかと思えます。

これが3次元の地盤による増幅の効果という形で分析した内容になります。

以下、設計用地震動との比較による要因の整理ということでまとめたものが34ページということで、内容は省略しますが、サービスホールについて解放基盤波の推定を行って、1,200ガルというのがその内容になります。少し東電さんとは違う条件でやっていますが、GA等で地下の構造を決めまして解析を行ったものが左上にある解放基盤波ということになっております。

この解放基盤波と耐専スペクトルの差の要因を分析したのがその下の35ページということで、これは先ほど説明した内容になりますが、それぞれサービスホール、1号機、5号機につきまして、先ほど来説明してまいりましたいろいろな要因、解析結果から分析した要因からそれぞれ数字を割り当てたのがその表ということになっています。

耐専スペクトルの差異の分析をもう少し細かく見たのが36ページということになります。これについては深部地盤の影響のところ、例えばサービスホールでは耐専の2.5倍ということで入れておりますが、その辺の差は、36ページの右上にあります耐専スペクトルの内陸地殻内補正したもの、これに更に震源の短周期レベルの影響を入れたものの1.5倍を掛けた茶色のスペクトル、それと3次元の差分法の解析の結果から出てきた周期帯のスペクトルとの残差をざっと取りまして、左側にありますように、およそ2.5倍というようなところでその辺の影響を見積もっております。

それから、1号機と5号機については、サービスホールを基準にしまして、先

ほど説明しましたスペクトルの差の残差から、1号機側ではサービスホールの約2割増し、5号機側では2割減というようなことでまとめたのが、先ほど35ページに示しました図の内容ということになっております。

以上の分析の結果につきまして、得られた知見をまとめたのが37ページということになります。繰り返しになりますが、ここでは南東傾斜の震源断層モデルと地下深部の3次元のモデルを作りまして、特にパルス波の発生の要因について分析を行っています。断層モデルで震源近傍の地震動の推定がほぼできるのではないかということで、その辺の有用性を確認したということと、知見をまとめること以下のとおりということになります。

まず、震源特性の影響については、短周期レベルが平均的な地震動と比べると1.5倍程度大きかったというのが1つでございます。

それから、3つのアスペリティが破壊して、特に3からの強い地震動の放射と、その破壊の過程が大きなパルス波を発生させた要因になっているというのが2番目でございます。

それから、深部地盤の影響としましては、1号機波形の後半の大きなパルス波につきましては、アスペリティ3から放射された地震動が3次元的な不整形を持つ厚い堆積層を伝播する過程で成長して、 $V_s$ が大きく低下する解放基盤付近の堆積層で大きく増幅したということが推定されます。

それから、3次元地盤と水平成層地盤の解析結果から、1号機周辺では50%程度地震動が増幅しているということが推定されております。

38ページにいきまして、1号機と5号機側でパルス波のレベル差が発生した要因としましては、今の3次元的な地下深部の構造の違いというところが1号機と5号機の差であろうという推定になっております。

それから、耐専スペクトルとの比較では、はぎ取りした結果と耐専スペクトルの結果で約5.5倍ということですが、震源特性で1.5倍、地下深部の地盤の影響で2.5倍、その他要因として1.5倍程度ということでまとめております。

以下、バックチェックに反映すべき事項ということですが、その中に入る前に、今回の中越沖地震の評価に関連しまして、新耐震指針で規定されています関連事項についてまとめたのが38ページの内容になります。特にアンダーラインが引いてあるところが重要なところかと思いますが、地震動の評価で地震発生様

式、それから地震波伝播経路等に応じた諸特性、特に地域性ですね、これを十分考慮するというようなことが本文に書かれております。これが先ほどの要因の中の1番から5番に対応する内容でございます。

それから②につきまして、S s 策定の不確かさにつきましてですが、アンダーラインのところを読みますと、「S s への影響が大きいと考えられる要因及びその大きさの程度を十分踏まえ、適切な手法を用いることとする。」ということが書いてあります。これは本文と解説に書いてございまして、これが要因の整理の1番目、2番目に対応する内容になってございます。

それから③につきましては、「震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震については、断層モデルを用いた手法を重視すべきである。」ということが書かれております。これも先ほどの断層モデルでいろいろ要因分析をやったものと対応する内容でございます。

以下、そういったことを踏まえまして、バックチェックに反映すべき事項としてまとめたものが39ページの内容になります。

まず、内陸地殻内地震の地震動評価で、先ほどの短周期レベルの話がございましたが、不確かさとして平均的な値の1.5倍程度を考慮する必要があるのではないかというのが①でございます。

それから、深部地盤につきましては、こういった堆積層が厚くて褶曲が発達しているところでは、当然、地質調査、観測記録でそういったものの伝播の特性を十分分析するということが必要になってくるわけですが、そういった中で地震動評価をする上で必要な事項を2つ挙げております。

今回の解析でいろいろやりました中で、まず経験的グリーン関数法に用いる場合、要素波については地震動の到来方向を考慮するということが1つ。それから、同じく応答スペクトルでいろいろ評価する場合に、観測記録の地点補正を行うわけですが、その辺につきましても地震発生様式や地震動の到来方向の影響を考慮して補正係数を設定するというのが2つ目でございます。

それから、その他につきましては、解放基盤から建屋基礎下地盤までの増幅特性を求める上で、観測記録を用いた適切な手法で速度構造や減衰を決めるということが重要かと思っています。また、敷地の状況に応じて、地形や地盤の不整形、斜め入射等の影響を検討するというのを挙げております。

それから最後に、堆積層が厚く解放基盤が深いと、今回のようなサイトでは、解放基盤表面の設計用地震動と原子炉建屋の基礎下端に入力されてくる地震動の大きさ、それから地震基盤から解放基盤面までの地震動の増幅特性、こういったものを総合的に検討して基準地震動を設定する必要があるのではないかというのが最後の内容になっております。

以上で説明を終わります。

○入倉委員長 どうもありがとうございました。

それでは、ただいまの報告に対してご意見、ご質問をよろしくお願いします。

秋山委員、どうぞ。

○秋山副委員長 私は内容がよく分からないので教えていただきたいのですが、例えば35ページにあるような耐専スペクトルと基準地震動のスペクトル、その比率みたいなものがこの表の中に出ていると思うのですが、1.5倍とか2.5倍とか3.0倍とか、まずこの倍数の名前を付けたら何と呼んだらいいのでしょうかというのが1つです。

それから、耐専スペクトルにある、今名前が分かりませんが、倍率を掛けると解放基盤面の基準地震動のスペクトルが得られるということになりますと、掛けるべき倍率というのは客観性を持っているのでしょうか。一般化できるのでしょうか。

それから、もし一般化できないとしたら、耐専スペクトルというのはどういう意味を持つのでしょうか。これを説明していただけると、私はこの内容が理解できるのじゃないかと思って質問するわけです。

○説明者（堤） お答えさせていただきます。

震源特性の影響、深部地盤の影響というところで、35ページの下に注書きで書かせていただいています。先ほど震源特性のところでも少し説明した内容としまして、今回の地震は同じ規模の、例えばM6.8の地震と比べまして、特に短周期側の地震動がやや強く、1.5倍程度大きく出たというところがありますので、耐専スペクトルはいろいろな地震の記録を集めて、ある程度平均的なものとして震源特性が入っていると考えまして、今回の地震はそれに対する地震動の強さとしては、1.5倍程度平均より高くなっているというところで、耐専スペクトルの黒のスペクトル、標準的に計算されます黒のスペクトルに対して、まずこ

ここで震源の特性による影響が1.5倍入っているというのがこの内容になります。

それから、深部地盤の影響というのは、先ほどこちらで解析をしました内容と耐専スペクトルとの比較から出てきた内容でございますが、これにつきましては、今回、震源から放射されてきます地震動が敷地側に非常に強い放射を持つような位置にあったということがありまして、そういった波が地下の中を伝播して敷地に届いてきていますので、そういった放射の影響も実はこの中には込みで入っております。

つまり、深部地盤の影響という書き方だけでは少し内容をあらわしていないこととなりますが、そういったものと深部地盤の中を通過して地震動が増幅して入ってきたものとの比較ということで、2.5倍という形になっています。

この辺の一般性についてですが、今の震源特性の1.5倍ということにつきましては、今回の地震についてそういうことが具体的に観測されたということで入れております。これが逆断層というものについて全体的にこういう傾向かというようなところまでは、今まだ分析できておりませんので、とりあえず不確かさという話の中で、今回のこういう地震で1.5倍程度短周期レベルが高かったという事実がありましたので、先ほどの要因の整理の中にそういうことで不確かさと絡めて入れさせていただいております。

それから、深部地盤につきましては、先ほど水平成層との比較で約50%程度地震動が大きくなっているということを説明しましたが、2.5倍とか、1号機の3倍とか書いてある中身については、深部地盤の影響が入っているというところについては、柏崎特有の影響ではないかというふうに考えております。つまり、2.5倍あるいは3倍と書いてある中の一部にそういう内容が入っていると。更に、それを上回っているところについては、震源特性の影響として先ほどの放射の影響とか、そういったものが入ってきていますので、これは敷地近傍の発生した震源については、耐専と比べてある程度大きく出てくるというのは、共通した要因として入ってくるのではないかと考えております。

○入倉委員長 今の答えは非常に詳細過ぎて、秋山先生への答えとしてはふさわしくないと思うのです。

○秋山副委員長 内容は結構なのです。私は内容を分かっているのです。要する

に何を聞きたいかというのと、適切な係数の名前をどういう名称で呼んだらいいか、補正係数と呼ぶのでしょうか、そういうことです。

それからもう1つは、これが客観性を持って、こういう認識を持つことによってそれがバックチェックにどういうふうに関与するかの意味で、どのような客観性を持っているかということ。

それと同時に、耐専スペクトルというものがこの結果に照らして今後どういう位置付けにしていったらいいのかということ。というのは、それから実際のスペクトルを得ようとする、いろいろな係数を掛けなきゃいけないというものがある基準値としてなり得るのか、基準値たり得るのかという疑問があるからです。○説明者（蛭沢） 補足させていただきます。

35 ページの一番上に四角の箱で覆った、実は数字だけを堤が説明して、位置付けを省略しました。まず私どもは、耐専スペクトルと比較するという意味合いは、設計と、先ほど来いろいろな委員の方から、今回地震動が従来の設計と比べて2倍、3倍、4倍増幅したということによく言われますので、その原因はということで、私どもは震源特性、深部特性、それから浅部という形で、今までは減少論としては説明しました。では具体的に、例えば5倍増幅した内訳はどうかといったときに、何かの形で何かの基準をして説明したいと。

それでは何を基準として増幅の内訳をやるかといったときに、今の新しい指針に基づかざるを得ないということで、四角の中に書きましたように、設計用基準地震動を求める方法として、新しい指針では距離減衰式に基づく方法と断層モデルに基づく方法と2つが挙げられていると。では距離減衰式に基づく手法の中を代表するものとして耐専をここで取り扱ったと。そういう面では、新しい指針の中の距離減衰式を用いるものの代表値、それが平均像として耐専が表現できるだろうという前提で増幅率の割合を示しました。

従いまして、私どもはここにある数字は大體平均像をあらわしているだろうと。そういう意味では新しいバックチェックで、もし距離減衰式を用いる手法をとるような場合には、今回の知見としてどういうところに何倍ぐらいの不確実さの要因を意識しなきゃいけないかという形で、こういう数字を参考にしてくださいという位置付けをしています。

ただ、先生からいただいた宿題で、名称をどうするかについてはご勘弁いただ

きたい。こういうパーツに分けてみたということによろしいでしょうか。

○入倉委員長 実際にはこれまでもこういうことがありますので、保安院の方から報告していただいた方がいいと思います。

○川原耐震安全審査室長 保安院では、ここに書いてある数字は、耐専と今回の中越沖地震を説明するための要因別の倍数と考えておりまして、一般化させる意味での補正係数なり何らかの名前を付けるべきものではないし、一般化できるものではないと思っています。

それと、耐専との取り扱いですが、耐専については観測記録とか、そういったものと見比べながら慎重に取り扱うことが必要だと思っています。

○入倉委員長 必要に重要なポイントですので、そこについては今後ここできちっとしていきたいと思っています。

時間のことがありますので最初にお断りしておかなくてはならないですが、実は今日の2つの報告を受けて、保安院に対する原子力安全委員会からの、既に委員会として参考資料第4号でされていますので、これに対してこの委員会として追加事項があるか、あればそれについて保安院に対して申し入れを行うということをお断りしたいと思っておりますので、少し時間がきてしまって足りないのを申しわけないですが、30分ほど延長させていただけるかどうかを最初に皆さんにお聞きしたいと思います。今の審議途中ですので、ご意見を出していただいて、その後で、その意見を受けて保安院に対する指摘事項をできれば審議させていただくと。それにしても5時までの会議ですので、30分程度の延長をお願いしたいと思うのですが、よろしいでしょうか。

それでは、30分延長させていただくということで、今の原子力安全基盤機構の報告に対するご意見、ご質問を続けさせていただきます。

ただいまの報告に対するご意見、ご質問をよろしくお願いします。

奥村委員、どうぞ。

○奥村委員 よく分からないのでお聞きします。両方含めてなんです、最初の報告の75ページでやられていることと今の報告の35ページは、同じ現象をどう説明するかということによってやっておられるように思うのですが、その理解で間違いないでしょうか。

○説明者（堤） はい。

○奥村委員 とすると、今、原子力安全基盤機構の方から説明があったのは、敷地直下の浅い構造というのは反映されているのでしょうか。2倍程度とこちらにはありますが。

○説明者（堤） 東電さんが調査された直下の浅い構造は、うちのモデルにはまだ入ってございません。

○奥村委員 それで既に倍数が上回っている、原子力安全基盤機構の倍数の方が既に高くなっているのです、2つの結果を比べると積然としないのですが。

○説明者（堤） 先ほどの耐専スペクトルとの比率のところでは言いますと、その他の要因の影響というところが、例えばサービスホールは1.5倍入っていますが、この辺の数字が東電さんの浅いところの影響として少し入ってくるのかなというふうに考えています。

それで、東電さんのご説明の資料の68ページのご検討をご覧いただきたいと思いますが、そこに増幅率の図がございますが、短周期側が1号機と5号機と比べて2倍程度、あるいはサービスホールで1.5倍程度ということです。それで、我々の方の計算は、先ほど申し上げましたように、どちらかというとも長周期側、パルスのところを中心にやっていたので、長周期側の方の影響を見ているという言い方もできるかと思えます。それで見ますと、東電さんの結果は1秒から、あるいは0.5秒から上のところはそれほど大きな差が出ていないということですが、こちらの方はそれよりもっと深いところの地盤も含めていろいろ検討した結果として、先ほど50%程度差が出ているということをお知らせしましたが、そういう波の集まり方の違いというのが、深いところの構造も含めて長周期側で見えているのがうちの解析の結果というふうにご理解いただければと思います。

○入倉委員長 少しコメントしておかないといけないと思うのですが、応答スペクトルで表現するものを何倍という荒っぽい数字で言うのは非常に危険だと思います。今いわれたように、見ている周期がどこかということをおちゃんと指定した上で何倍という言葉を使っていたかかないと、今、奥村委員が言われるように当然それは不都合が生じてくると思いますので、最大加速度で何倍、それは分かるが、応答スペクトルの場合には何倍というのは余り荒っぽくは使わない。

やはり重要なのは、秋山委員が言ったように、今回のようなことをこれまでやっているような補正関数とやるならば、こういう補正関数で考えた方がいいと。そ

うすると長周期、1、2秒の周期帯だったら何倍になると。数ヘルツの単位だったら何倍になるということならば、きちっと整合性がとれてくるはずなので、今日の報告はそういうことまで出ていないので、少し分かりにくいことはあると思うのです。

○説明者（堤） 説明をちゃんとしなかったのですが、先ほどの35ページの表のところには、我々の計算の方は大体0.5秒以上のところで主に分析を行っているということでご理解いただければと思います。

○入倉委員長 その他ございますでしょうか。

内容に関しては非常に詳細に報告いただいたので、すぐに全てここで理解するというのはなかなか大変だということもありますので、今後少し時間を置いた検討が必要ではないかと思います。しかしながら、今日の範囲でも我々として問題点としては分かるということもありますので、保安院に対してどういうコメントをすべきか、ということについての審議の中でもう一度議論させていただきたいと思いますので、特にございましたら別ですが、ご意見、ご質問ございますか。

ないようでしたら、次の議題の中でもう一度今の問題について整理させていただきたいと思います。

それでは次の議題に移ります。次の議題は、冒頭に言ったことなのですが、先に原子力安全委員会が要請を出しているのですが、それに追加的に保安院に検討を要請する必要がある事項についてここでご審議いただきたいと思います。

これについては事務局で資料を用意してもらっていますので、事務局から説明をよろしくをお願いします。

○松本安全調査官 では、事務局より説明させていただきたいと思います。

まず5月22日ということで、本日こちらの方に報告のあった内容ですが、原子力安全・保安院から報告を受けということで、安全委員会の方として、基準地震動と入力地震動の関連について慎重に検討することが必要という観点から、保安院に対して必要な検討を追加的に行うことを要請していますという、これは事実関係でございます。

その次のパラグラフに行ってくださいまして、特別委員会として本日、保安院、東電、原子力安全基盤機構からそれぞれ報告を受けたところですが、これらについて、今後、特別委員会として詳細に検討することになると思いますが、今回の

報告の中で、今後の耐震安全性評価にとって参考とすべき内容が当然あるということがございます。そういう意味から、特別委員会として原子力安全委員会の方へ、基準地震動と入力地震動の関連の他にということになるのですが、以下のとおり追加的に保安院に検討を要請することが適当ではないかということで、書かせていただいております。

追加する内容としては3点ということで書かせていただいております。それで、資料の中で一部、字の脱落がございまして、1行目ですが、「本日の報告によれば、想定を著しく超える地震動が柏崎刈羽発電所で観測された」と書いてあるのですが、「原子力発電所」が正解ですので、「柏崎刈羽原子力発電所」ということで修正させていただきたいと思っております。

まず1. ということで、1つ目の項目ということで、第2段落に行っていただきたいと思っております。「本分析結果の妥当性に関しては、今後、当特別委員会において検討するが、地震動評価上の震源特性・地下構造特性については、柏崎刈羽原子力発電所ばかりでなく、他の原子力発電所の地震動評価においても、これらが適切に考慮されているかどうか検討される必要があると考える。」ということが1点。

それから、裏の方へ行っていただきまして、震源特性、地下構造特性ということで2点書き出ししてございます。まず震源特性ということで、「他の原子力施設における活断層による震源の特性については、当該地域における内陸地殻内地震の観測記録等を踏まえて適切に考慮されているかどうか。」という観点。それと地下構造特性についても同じく、「当該地域の地質調査データや観測記録をもとに地下構造特性の分析が行われ、解放基盤表面の地震動評価に適切に考慮されているかどうか。」という観点。

それと、3. ということで、昨年12月27日に原子力安全・保安院から原子力安全委員会に報告がなされたものですが、耐震バックチェックに反映すべき事項の中間とりまとめというものですが、こちらの中で、「「柏崎刈羽原子力発電所の原子炉建屋基礎版上で観測された地震動の重要性に鑑み、この観測地震動を踏まえ、各サイトの地盤特性、建屋や機器などの機能や実耐力、振動特性の実態などを考慮した耐震安全性の評価を、最終報告において行うこととする。」としておりますが、当特別委員会は、上記2. ということで震源特性と地下構造特性

に示した考慮すべき点について、保安院の上記方針に従い、最終報告に十分に反映されることが重要と考えるということで、当面、保安院の方に近々に返した方がよろしいのではないかとということで、事務局の方でまとめさせていただいたものです。

以上です。

○入倉委員長 今日報告を事務局でまとめた形になっておりますが、このようなまとめに基づく、今後考慮すべき事項の追加というものがこういう形で良いかどうか、ご意見をよろしくお願いします。

それでは、私の方で内容をかいつまんでまとめさせていただきますが、本日の東京電力の報告と原子力安全基盤機構の報告で、分析としては、中越沖地震の地震動というものが、これまで柏崎刈羽原子力発電所で想定していたものより大きかった、その要因分析として、中越沖地震というものがどういう震源で、どういう地下構造で地震動がああいう大きさになったかということについて、これについては主として観測を基に報告したのが東京電力で、原子力安全基盤機構の方はそれを実際の地下構造調査の結果からその意味付けを報告していただいたと思います。

そこで問題になっているのは、先ほど何人かの方からご質問があったように、まず震源をどう考えるのか、活断層が分かった場合その震源をどう考えるかという問題。それが従来の原子力安全のための基準地震動で使っていた値に比べてどうなのか。これまでの値というのは、先ほどから何回も出てきている耐専スペクトルというこれまで使っていたものとどういう違いがあるかということが両者からそれなりに報告されたと思います。それについて、2ページの2.の1)のところ追加事項として挙げられているのがそこに相当するものだと思うのです。

もう1つは、今回の特徴的なのは、厚い堆積層が存在する地域の原子力発電所として、地震動が伝播経路によって大きくなった可能性が高いという報告があったわけで、それについて他の原子力発電所の検討の際、どういうことを反映すべきかということについて追加すべきではないかというのが、事務局案の2.の1)と2)というのが主な内容だと思うんですが、これが今日の報告に対する我々のまとめに相当すると思いますので、こういうまとめで良いかどうかご意見をいただきたいと思います。

釜江委員、発言をお願いします。

○釜江委員 今の震源特性のところでは少し気になったのですが、今回の地震は、先ほどの話がありましたが、平均値より少し大きいということが言われたのですが、今後他の地域という話になったときに、ここには当該地域における観測記録等を踏まえて適切にという話なのですが、この辺は、こういうリクエストをしたときに、当該地域での記録等、等ですからいろいろなことがあるとは思いますが、そんな大きな地震がいろんなサイトで観測できるとは思いませんし、そうすると震源特性というのを今のような、短周期レベルというのが中に入っているのかもしれないのですが、ここが、こういうリクエストをしてどういう審査の中に入れていけば良いのか、少し不透明なところがあるような、だからといってはっきりと書くことはできないと思うのですが、今回の地震を踏まえるという話になると、短周期レベルが大きかったという1つの証拠としてはあるのですが、そういうのが新潟の場所で必然的にそうなったということが何らかの形で説明できれば、そういうものであれば他のところに持っていくということも当然不可能ではないと思うのですが、非常に難しいかなという気がしています。

それと、2つ目については指針の中にも含まれている話ですし、各電力さん、こういう詳細な調査をされて、しかも断層モデルという話になるので、そういう情報が必要ですから、こういうことはちゃんとやっていただけたらと思うのです。

ただ、最後に秋山先生がおっしゃったことが、耐専スペクトルの比というのが、新潟では記録が取れたということで、そういうものとの比というのは当然出てくると思うのですが、そういう知見をよそに持っていく時に、耐専スペクトルを何らかの形で、今のような内陸補正とか、解放基盤から上の話は当然やるとしても、深いところの話が、もしやるとするとそこらをどういう形でやって補正していくのか、要するに耐専スペクトルというところから持っていく時に、それを考えるとすると、耐専スペクトルそのものができたときに、地震基盤の値として、そういうサイトの情報が全てぬぐい去られてできているものであれば、それは恐らく同じ土俵で考えることはできると思うのですが、スペクトルそのもののでき方と、今回この倍率で議論されているようなことをそのまま持っていきこうとすると、その辺をクリアにしないと他のサイトへの客観性というのが少し薄れるのではないかと。ここは全然問題ないと思うのです。

○入倉委員長 他にいかがでしょうか。

どうぞ、笹谷委員。

○笹谷委員 今回の震源特性の話に関係するのですが、短周期レベルが1.5倍だということは、応力降下量から求めたとしたらそれはいいのだが、原子力安全基盤機構がやられた震源特性の影響約1.5倍というのをそのままやって良いかというのは、実際に計算してみないと分からないのですが、この周波数範囲が0.5秒から5秒を中心にされているわけですね。私の感じでは、短周期レベルというのは、大ざっぱに言うと0.1から1秒のレベルを1.5倍するのかなと思っているので、今言われた0.5秒から5秒の間を一律に平均1.5倍して良いのかというのが何となく気になるということです。ないものねだりみたいなところもありますが、計算条件の問題とか、その辺がまだしっくりきていないということです。

○入倉委員長 全くそのとおりでと思うのです。何しろ大ざっぱな話で1.5倍とか何倍という言葉を使うと、今の問題、本当は周期特性の問題がありますので、そこはもう少し厳密な議論が必要だと思うのです。

ただし、ここで言っているのは細かく踏み込んで言っているわけではないのですが、私も今日ここで聞いて、すぐこの追加をこの場でまとめるというのが良いかどうか疑問ですので、今日はむしろ意見を出していただいて、次に地震・地震動評価委員会、佃先生の委員会があるということですので、今日はこの特別委員会として意見を出していただいて、そこでもう一度、今日の報告をご覧いただいて決めた方が良いのではないかと思いますので、今日はこういう案が提示されたということ、今日どうしてもこれをまとめた方がいいというご意見があったら別ですが、急ぐ必要はないのじゃないか。

秋山委員、どうぞ。

○秋山副委員長 まさにこの問題は、今回の中越沖地震で非常に大きな、設計で今まで考えていたより大きかったと。だけどそれにしてはそれほど大きな損傷を受けなかったという、この全体をいかに受け止めるかということだと思うのです。そういう意味で地震動の方では極力本当のリアルな姿を知りたいと。それについては柏崎刈羽の記録は大変貴重な記録であって、これを100%何とか活かしたいということ、ではどうして壊れなかったかというのは、構造物の設計側で、地

震動の推定もさることながらいろんなことを考えて、耐震裕度の確保とかそういうものを図ってきたということだと思っております。

ですから、設計側のそういう要因、耐震裕度と、それから地震動側のばらつきと、そういうものの実態が今回の中越沖地震で本当に我々にとって認識され、それが今後活かされるのが大事だと思っております。

そういう意味で、今日私は少し遅れてきたのですが、一連の参考資料が出ていて、その中に耐震裕度のこと等々いろいろあって、それとちょうどペアになるというか、地震動としてはこういうところを見るのだというようなことが今日説明された資料だと思っております。そういう意味で大変バランスがとれていて、こういう両方の観点からいかないと、地震動だけ見ても駄目だし、耐震裕度というものを評価しなければ駄目だし、そういうことで全体像が明らかになってくるという意味で、私はこれまで議論してきたことが一連の参考資料に出っていますが、それとの脈絡で大変意義のあることではないかと思っております。

○入倉委員長 ありがとうございます。

秋山先生がおまとめいただいたので、私から繰り返す必要はないと思っておりますが、今日、参考資料の1号、2号ということで、バックチェックに対して我々が追加的コメントをしているわけですので、その1つの具体例でもありますので、今日の報告に関してもう一度皆さんご覧いただいて、次の地震・地震動評価委員会でこの内容についてまとめると。秋山先生のおまとめになったような形で、地震動に関しては今回の地震動がどういうものだったのかということをお明らかにして、かつ、それを基準地震動とか健全性評価のためにどういうふうに活かすべきかということをお考えしながら、我々の意見をまとめる必要があると思っておりますので、今日のところは皆さんからご意見をいただいたということで、佃委員にお任せするという形にさせていただきたいと思っておりますが、よろしいでしょうか。

どうぞ。

○鈴木安全委員長 取り扱いはそれで結構ですが、趣旨といいますか、補足させていただきたいのは、これは確かに今日この場で初めて詳しい内容の説明を受けたばかりで、直ちにこういうものを出すというのは拙速という印象を与えるかもしれませんが、事務局がこういうものをまとめたのは、このメモで言いますと、最初のページの第2パラグラフですが、つまり今日はそれぞれ報告を受けたと。

「それらについての見解は、今後、詳細に検討の上であらためて示す」ということになっていまして、従ってこのメモそのものは、今日の段階で少なくともここだけは言っておいた方がいいんじゃないかという、少なくともこういうことは言っておくべきだということに限ってご検討いただけると大変ありがたい。多分いろいろ詳細に検討していただくと細かいことはもっとあろうかと思えます。これが1点であります。

2点目は、2ページ目の、先ほど釜江先生からコメントいただいた、あるいは笹谷先生もそうですが、震源特性なのですが、震源特性についても定量的というか、その数字がどうかというよりは、これについて、2. の2行目に書いてありますように、「その際には、当特別委員会の地質・地盤に関する安全審査の手引き検討委員会において示されている案を参考にすることが重要である。」というふうに書かれていまして、つまりここで言う震源特性について、不確かさ等を検討してくださいというか、考慮しなきゃいけませんというのは、手引きに書いてあることとの関係で整合性がとれているかどうか、そういうことをむしろこの場で早めに言っていただいた方がいいのかなというのがこの趣旨かというふうに理解しています。よろしくお願いたします。

○入倉委員長 原子力安全委員長からは何らかのまとめが欲しいという要望が出ていますが、ご意見はいかがでしょうか。 佃委員、どうぞ。

○佃副委員長 2. のところで、活断層等に関する手引き（案）を参考にするという意味では、震源特性についてはまだ入っていないくて、十分にそれを参考にするというところでは少し苦しいかなと。まだ出ていないという意味で、それは少し気になります。

○入倉委員長 この案の段階では、今回出てきた、例えばF-B断層をどういうふうに調査して、どこの範囲を検討すべき地震とすべきか、そこについてはこの手引き（案）は非常に参考になるのですが、今日の具体的な報告、震源特性がどうあったか、地下構造というのは、今後の検討ということで、安全委員長が言われていることには、まだそこまでいっていないということです。

そういうこともあるので、これに関して、これぐらいにしかまとめられないというのも事実ではあるのですが、今日まとめておいた方が良くという委員から強い意見があれば、その方が良くと思いますが、発言者が少ないので、私としては

まとめにくいということがあるのです。もう少し皆さんの発言が活発に出てくればまとめの方が良いと思うのですが、いかがでしょうか。

もう少し活発なご意見をいただいた上でまとめの方が、重要な内容ですので、佃委員会でご検討いただくということでまとめさせていただきます。時間も限られていますので、申しわけありませんが、これについては地震・地震動評価委員会でもう一度ご検討いただくという形で、今日の審議を終わらせていただきたいと思います。

それでは、事務局から何かありましたら報告をよろしくお願いします。

○小川対策官 それでは、次回会合の日程は、今調整させていただいている状況で説明申し上げます。

次回、この特別委員会は6月13日の午後ということで調整をさせていただいております。それから、今お話がございました地震・地震動の方に関しましては、6月4日の午前ということで調整させていただいております。その他施設健全性、手引きの委員会等については、追ってまた調整の上ご連絡させていただきたいと思っておりますので、ご多忙のところ恐縮ですが、よろしく願いいたします。

以上です。

○入倉委員長 それでは、本日の会合はこれで終わりにさせていただきます。

どうもありがとうございました。

午後 5時00分閉会