

総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会電力安全小委員会
電気設備地震対策ワーキンググループ（第1回）

日時：平成23年9月28日（水） 12:59～15:39

場所：経済産業省 別館10階1014会議室

議題

1. 電気設備の被害の状況分析等について
2. 電気設備の地震・津波対策の基本的考え方について
3. その他

議事内容

1. 電気設備の被害の状況分析等について

○大村課長 定刻になりましたので、ただいまから第1回「電気設備地震対策ワーキンググループ」を開催いたします。

本日は御多用の中、御出席いただきまして誠にありがとうございます。

なお、8月8日にこのワーキンググループを開催いたしました。定足数の関係から連絡会ということで開催させていただきました。その際は電気設備の被害状況の概要、ワーキンググループにおける検討の視点、調査分析内容、検討予定等について御説明し、出席された委員から御意見をいただいたということでございます。

それでは、以降の進行は横山主査をお願いいたします。よろしく願いいたします。

○横山主査 それでは、皆様、本日はお忙しいところ御出席いただきまして、ありがとうございます。

まず議事に先立ちまして、今回新たに産業保安の担当審議官になられました根井さんから、一言ごあいさつをお願いしたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

○根井審議官 開会に先立ちまして一言ごあいさつさせていただきます。

8月26日付で前任の櫻田の後を引き継ぎまして、産業保安担当の審議官を拝命いたしました根井でございます。横山主査始め、委員の皆様方には本日お忙しい中御参集いただきまして、大変ありがとうございます。また、日ごろから私ども電力安全行政に御指導、御協力いただきまして、厚く御礼を申し上げます。

今回3月11日に発生いたしました東日本大震災の関係の影響をどのように評価をし、どのような対応策が必要かどうか、あるいは必要な場合には何をするのかといったことについての御議論をということで、先ほど大村課長の方からもお話申し上げましたように、8月8日に定足数の関係で連絡会という形にさせていただきましたけれども、一度状況を御報告させていただいた上で、また今日改めてというふうに伺っております。本日また皆様方から忌憚のない御意見をいただきながら、私どもとしても遺漏なく進めていきたいと

思っております。

私自身も2週間前に宮城の方を訪問させていただきまして、震災後初めて行かせていただいて、これは電力だけではないですけれども、現場の状況は私自身も可能な限り拝見させていただいて、皆様方のいろいろな御指摘に私どもとしても精いっぱい応えられるように努力してまいりたいと考えておりますので、引き続き御指導のほどよろしくお願い申し上げます。

本日は御出席ありがとうございました。

○横山主査 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして前回のワーキンググループの連絡会を御欠席されて、今日御出席の委員の御紹介を事務局の方からお願いしたいと思います。よろしく申し上げます。

○大村課長 それでは、お手元に座席表、ワーキンググループの委員名簿を添付いたしておりますので、それを御参照いただきたいと思います。

前回御欠席だった委員の方を御紹介いたします。

横浜国立大学大学院工学研究院教授の大山委員でございます。

電力中央研究所地球工学研究所所長の金谷委員でございます。

千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻教授の山崎委員でございます。

本日は電気設備の被害の状況分析について説明をいただくということで、東北電力及び東京電力の方々に御出席をいただいておりますので、どうぞよろしく願いをいたします。

○横山主査 どうもありがとうございました。

それでは、定足数の確認と配付資料の確認をお願いいたします。

○大村課長 総合資源エネルギー調査会運営規程上、定足数は全委員のうちの専門委員を除く過半数ということでございまして、本日は5名中全員の5名の御出席をいただいておりますので、本ワーキンググループは有効に成立をしております。

続きまして、配付資料の確認をさせていただきたいと思います。

議事次第の紙が1枚ありまして、続きまして資料1-1「設備被害の状況分析について」が東北電力株式会社の資料。

資料1-2「電気設備被害の状況分析と地震対策の評価について」。これは東京電力株式会社の資料。

資料2「被害状況を踏まえた地震・津波対策の基本的考え方について」。電力安全課の資料となっております。

過不足等あればおっしゃっていただければと思います。

○横山主査 よろしゅうございますでしょうか。資料の方、過不足ございませんでしょうか。どうもありがとうございました。

それでは、議事次第に基づきまして進めさせていただきたいと思います。

議題1の電気設備の被害の状況分析等についてということで、前回の会合、連絡会では先ほど御説明がありましたように、電気設備の被害状況について全般的な状況を説明して

いただきました。今回はそれを更に詳細に整理をしていただき、分析も加えていただきました。その資料が資料1-1と資料1-2でございまして、少し長うございまして資料1-1をまず東北電力さんから御説明いただき、その後、質疑応答。その後に資料1-2で東京電力さんの方から御説明いただき、また質疑応答、御意見をいただきたいというふうにさせていただきたいと思っております。

まず資料1-1につきまして、東北電力さんから御説明をお願いしたいと思っております。よろしく申し上げます。

○東北電力 では、東北電力の方から資料1-1に基づきまして、設備の被害状況の分析について説明をさせていただきます。

目次の方で、まず最初に耐震性確保の基本的考え方と有効性の確認について、2～4で火力発電設備、流通設備（送電・変電）、配電設備の被害の状況の分析と、地震対策の評価について説明をさせていただきます。

2ページは耐震性確保の基本的な考え方と有効性の確認について。東北地方太平洋沖地震による火力設備、流通設備、配電設備の被害状況について分析しまして、これまでの電気設備の地震対策の実施状況と有効性について確認をすることを目的としております。

火力発電設備、流通、配電など電気設備につきましては、防災基本計画（平成7年7月中央防災会議）の「耐震性確保の基本的考え方」に基づく2つの耐震性区分の考え方により耐震性を確保してまいりました。また、兵庫県南部地震での設備被害を踏まえまして、設備の耐震対策を行ってきたという状況にございます。

区分Ⅰというのはダム、LNGタンク、油タンクにつきまして、一般的な地震動に対しては個々の設備ごとの機能に重大な影響を生じない。次に高レベルの地震動に対しましても、人命に重大な影響を与えないことという目標になっております。

区分Ⅱとしましては、それ以外の電気設備になりますけれども、一般的な地震動に対して個々の設備ごとの機能に重大な影響を生じないこと。高レベルの地震動に対しましても著しく長期的かつ広範囲の供給支障が生じないよう、代替性の確保、多重化等により総合的にシステムの機能が確保されていることを目標としてまいりました。

3ページ目、耐震性確保の基本的な考え方と有効性の確認についてということになりますけれども、火力発電設備につきましては「耐震性確保の基本的な考え方」の区分Ⅰ、区分Ⅱに基づき、また、流通設備（送電・配電）、及び配電設備につきましては区分Ⅱに基づきまして、耐震対策の有効性について確認をすることを目標としております。

今回の地震の設備被害では人命に重大な影響を及ぼしたものはなく、また、供給支障については津波によるものを除きまして、おおむね1週間程度で解消していることから、確保すべき耐震性につきましては高レベルの地震動に際しても、総合的なシステム機能として確保されたものと考えております。

しかし、個別の設備単位で見れば重大な機能支障を伴う被害を受けたものも見受けられるため、それらの被害状況について分析しまして、兵庫県南部地震で設備の被害を踏まえ

た設備の耐震対策の有効性について評価をしております。

津波による被害につきましては、一部設備については対策の有効性が確保されているものがありましたが、その他の設備については被害の状況を分析し、その対策について今後、中央防災会議等の議論を踏まえた上で、国・地域と協調を図りながら検討をしております。

なお、今回は水力設備、水力発電、保安通信、給電設備につきましては前回の連絡会で報告のとおり、軽微な被害にとどまっているということがございまして、今回の分析につきましては火力発電、変電・送電、配電について設備の状況を分析したものを報告させていただきます。

では、火力発電設備の状況をお願いいたします。

○東北電力 これから火力設備の被害状況と、地震対策の評価について御説明させていただきます。

4 ページ目が目次になってございます。資料の構成としましては、初めに2-1としまして各発電所、地熱発電所、火力発電所を含めた震度の状況。

2-2としまして、地震による被害状況。

2-3としましては地震動及び液状化への従来からの対策。

2-4としまして、津波による被害状況。

2-5としてまとめという形で構成させていただいております。

5 ページは各地点の震度の状況ですけれども、8火力発電所ございまして、地熱発電所は4地点ということで、各地点の震度を表記してございます。特に被災の大きかった仙台、新仙台、原町火力ということで赤枠で囲んでおりますが、本年3月末までに未復旧の発電所ということで、現在も復旧作業中の地点でございます。この地点につきましては震度6弱の震度が確認されております。

6 ページはまず資料の一部修正をお願いしたいと思います。浮屋根式ということでタンクの台数を15基と記載しておりますが、平成22年度、今年3月に廃止した浮屋根式タンクが1基含まれてございましたので、ここのタンクの浮屋根式の台数を15基から14基に変更をお願いしたいと思います。

浮屋根式の14基のタンクのうち、被害状況としましては屋根上への油の飛散ということで、3基のタンクの上に油が飛散した状況がございます。これが被災直後に撮った写真でございまして、下の写真にあるとおりでございました。コーン・ルーフ式のタイプのタンクにつきましては19基ございまして、地震による被害等は発生しておりません。

7 ページは地震による被害状況ということで、まずは発電所の建屋、ボイラ、タービン、その他の発電設備ということで整理してございます。発電所の建屋としましては、写真としまして①の中に赤印でブレースのところに矢印が入っているんですけども、写真が非常に小さくて申し訳ないんですが、鉄骨ブレースの一部変形ということで若干曲がりがございます。あとはタービンということで写真②になりますけれども、タービンのアキシ

ヤルシール部が一部摩耗ということで、若干ここが減っているという状況でございます。赤で記したところが減っています。タービンのセンターサポートのボルト損傷というものがございました。

ボイラ設備につきましてはクーリングスペーサー管ということで、※で書いてございますけれども、クーリングスペーサー管の、これはチューブを整列させるために配置する配管でございますが、そこに一部曲がり等が発生してございました。また、ボイラチューブの変形等ということでございます。配管の防振器の変形・折損ということで、外れているところが写真③で、丸で囲んでございますけれども、そのところが外れてございます。また、ボイラストッパーの変形がございました。

その他の発電設備としまして、タービン建屋に天井クレーン等ございますけれども、天井クレーン、これは分解点検に必要なクレーンの押さえボルトが折損しているということで、右側のところはボルトがくっついているんですが、写真4の赤丸で示しているところがボルトが折損したという状況でございます。また、換気ファンボルトが折損したという事例がございました。

8ページに移ります。8ページにつきましては液状化、地盤沈下の状況ということで、これは地震による被害としまして仙台火力、新仙台火力、原町火力、その他の地点ということで整理してございます。

仙台火力でございますけれども、液状化の痕跡は認められておりませんが、津波が何度も襲来してきてございまして、液状化・地盤沈下等の詳細把握は困難な状況だということでございます。補機基礎の傾きと取水口護岸がございまして、一部傾いているということで、津波の影響なのか地震による影響なのかは推定が困難な状況でございます。

新仙台火力でございますけれども、新仙台火力も液状化の痕跡は認められておりませんが、津波が何度も襲来しているということなので、その痕跡も含めて詳細な把握は困難な状況でございます。同様に補機基礎の傾きが生じてございまして、これも津波による影響なのか地震による影響なのかは推定が困難な状況でございます。

原町火力につきましては取放水管が一部沈下しているということで、数センチ程度沈下しているということで、液状化による影響が想定されてございます。また、荷役岸壁の一部傾きということで、こちらの方も発生してございまして、これも津波による影響なのか地震による影響なのかは推定が困難な状況です。

ほかの火力発電所で八戸、能代、秋田、東新潟、新潟の各地点でございますけれども、液状化等の現象は発生してございません。また、地熱発電所の澄川、葛根田、上の岱、柳津西山地熱でございますが、こちらについても液状化、地盤沈下等の発生はございませんでした。

9ページは地震動及び液状化への従来からの対策ということで、先ほども電気設備の防災対策検討会ということで、平成7年に報告した内容と、そのときの必要な対応策ということで、項目、提言内容ということで平成7年当時の項目と提言内容を記載してござい

す。

(1) 耐震基準の整備という観点でございますが、項目としましては LNG タンク、配管取出部及び同部基礎ということで、液状化対策を要すると考えられる部分について、関係法規の動向を踏まえて検討し、基準の整備を図る必要があるという提言の内容でございますが、当初の火力発電所におきまして LNG タンク自体を当社として保有している設備はございませんので、こちらについては該当設備なしということで整理させていただいています。

(2) 旧基準設備の現行耐震レベルへの改修ということで、ボイラと付属装置でございますけれども、こちらにつきましてはクーリングスパーサー管のうち特殊な構造形式と判断される部材に関しては、定検時に適宜交換・改造という項目がございます。こちらについては対応済みになってございます。今回の地震による影響ですけれども、クーリングスパーサー管に一部曲がり等ございましたが、一部のボイラの設備で損傷が発生したということですが、短期間で補修可能な範囲であり、必要な耐震性は確保されているという状況でございます。

(3) 関係法規の見直しに応じた必要な対応ということで、こちらにつきましては項目を大きく分けて3つに構成されてございます。燃料タンク、防油堤、消火設備ということで消防法関係につきましても、消防法の見直しの動向に応じて対応ということで、こちら是对応済みでございます。今回の地震による影響・被害としましては、十勝沖地震を踏まえた消防法令の改正がございます。これについては長周期の地震動への対策についても実施ということで、必要な耐震性は確保されてございます。こちらにつきましてはフローティングタンクの例えばダブルデッキでございますと、液面を下げての運用などが該当するものでございます。

発電所建屋、煙突、給電所等ということで、これは建築基準法関係でございます。こちらにつきましては建築基準法の見直しの動向に応じて対応するというところで、こちらも対応済みということで、発電所建屋の一部で鉄骨ブレースの変形、一部曲がりがございますけれども、被害発生も建屋自体には全く問題がなかったということで、必要な耐震性は確保されている。その他主要な設備につきましても耐震性は確保されていると記載してございます。

護岸・取放水設備は港湾基準関係でございますが、港湾の基準の見直しの動向に応じて対応するというところで、こちらも対応済みでございます。こちらにつきましては新設箇所の設計に反映してございまして、地点としましては東新潟の建設工事には反映されてございます。

10 ページからは津波による被害状況という形で整理してございます。これまでの津波対策に関する考え方ということで、火力発電所の津波対策につきましては、現状では法令などの設計方法を規定したものはございません。各火力発電所におきましては既往津波高さなどを考慮しまして、整地地盤高さや発電所の本館床高さなどを決めているということで、

下に漫画が書いてございます。茶色で書いてあるのが地面になりまして、防潮堤の高さは既往津波、例えば仙台、新仙台火力等でございますとチリ地震津波等の高さを考慮した津波の防潮堤を設定しているという状況でございます。

11 ページは津波による被害状況ということで、これは仙台火力、新仙台という形で順に説明させていただきます。

屋外設備でございますけれども、水流による被害があったのかどうか、浸水による被害があったか、漂流物による被害があったかということで、屋外設備も3つの視点から整理してございます。

水流による被害でございますが、排熱回収ボイラの入口ダクトでございますけれども、これは一部変形したという事象がございました。排水移送ポンプにつきましてもケーシング関係が一部破損。防潮堤につきましても一部破損。燃料ガス供給ラインということで、これはパイプラインで受けてございますので、隣接する石油精製会社さんですけれども、その構内で一部損傷してございます。工業用水をもらってございますが、そちらの配管も損傷してございます。

浸水による被害ということで、右の方に浸水した写真がでございます。真ん中ほどにございますのは軽油タンクと、手前側が燃料ガス圧縮機ということで浸水している状況にございます。浸水による被害は給水処理設備、排水処理設備、燃料ガス圧縮機、軽油タンク、トランス、遮断器、断路器という関係で、構外にある設備はすべて浸水した状況で、電動機や制御盤等も浸水している状況にございます。これによりまして内部への海水と汚泥等、異物の浸入がございました。

漂流物による被害ということで、大きな漂流物が来て、それによってダメージを与えたという顕著なものは確認されてございません。

12 ページは同じく仙台火力の屋内設備でございます。こちらにつきましても①～③ということで水流による被害、浸水、漂流物と同じ整理をしてございます。

タービン建屋につきましては大物搬入口のシャッターが損壊してございます。空気圧縮機等もパッケージ変形してございます。機器を分解するための特殊工具関係もございましてけれども、これらにつきましては津波によりまして流出してしまったという状況でございます。例えば分解点検でタービンを分解するための吊り具用のワイヤーとか、吊りの天秤とか、そういう主要な設備の特殊工具が流出した状況にございます。

②には浸水による被害ということで各種ポンプ、電動機、制御盤、高圧電源盤等が浸水してございまして、こちらも同様に内部への海水が流入しまして異物等、汚泥、細かい砂等も入ってございます。

漂流物による被害ということでは、タービン建屋が漂流物の流入によつての設備には、大きな顕著な被害はないという形で整理してございます。

13 ページは新仙台火力になります。屋外設備ですけれども、排水ポンプにつきましてはケーシングの破損がございましたし、貝処理装置も損傷した。重油の供給ラインというこ

とで、新仙台火力については隣接する石油精製会社からパイプラインで重油を供給していただいていますので、そちらの支持架台関係が変形してございます。工業用水のラインとしましてはポンプ損傷がございました。

浸水による被害ということで、こちらにも仙台火力と同様な形になるんですけれども、こちらにつきましてはコンベンショナルタイプのボイラということなので、大型通風機（押込通風機、混合通風機）あるいはトランス、電気集塵機器、各種ポンプ、電動機、制御盤関係がすべて浸水しまして、内部への海水・異物、細かい砂等が浸入している。

漂流物による被害は顕著な被害はございませんでした。

14 ページは新仙台火力の屋内設備ということで、水流による被害ということでタービン建屋につきましては、同様に大物搬入口のシャッターが損壊してございます。分解点検用の工具類も流出してございました。

浸水による被害につきましては断路器、遮断器、大型ポンプ（ボイラ給水ポンプ・復水ポンプ）ほか浸水してございますし、電動機や制御盤、高圧電源盤等も浸水してございます。こちらにも同様に海水と異物の浸入がございました。

こちらにつきましても③漂流物による被害は顕著なものはございませんでした。

15 ページ以降が原町火力になります。原町火力が今回津波により最も大きく被害を受けた地点でございまして、屋外設備でございまして、水流による被害ということで大型通風機は右側の写真になりますけれども、津波によりかなり大きなダメージを受けたということで、大型通風機が例えば押込通風機、誘引通風機が損傷してございます。また、電気集塵機につきましても損壊してございまして、油タンクにつきましては倒壊してございます。油タンクにつきましては前回のワーキングのときにも一部写真が載っていたかと思えます。脱塩水タンクでございまして、一部倒壊。給水・排水処理設備につきましては建屋ごと損傷した。遮断器・段路器関係も損傷しましたし、工業用水供給ラインも損傷してございます。揚炭機関係は右側に写真がございまして、緑色のものが本来であれば自立して立っているんですけれども、倒壊してございまして、海の方に落ち込んでいる状況が伺えるかと思えます。

②浸水による被害ということで、各種ポンプ・電動機・制御盤につきましては仙台、新仙台と同様に浸水とともに異物の混入、汚泥等の混入がございました。

③漂流物の被害ということで、こちらの方につきましては顕著な被害はないということでございます。

④その他の被害ということで、今ほども御説明させていただきましたけれども、揚炭機（アンローダー）が倒壊していますし、トランスも損傷してございます。

16 ページは原町火力の屋内設備でございまして、水流による被害としましてはタービン建屋、事務本館、分解点検用の工具類関係ということでかなり大きなダメージでございまして、右側の写真は事務本館、ちょうど執務スペースが3階でございまして、3階まで津波が来てございまして、その部分を赤丸で書いてございまして、そこを引き出し

て屋内執務室のところが、津波によりまして机等がぐしゃぐしゃな状況になっているところがあるかと思えます。分解工具につきましても流出したということで、ボイラの点検のためにボイラの足場も倉庫に入っておりましたけれども、これらも流出したという状況でございます。

浸水による被害としましては、各種ポンプ・電動機・制御盤・高圧受電盤等と同等の浸入がございました。

漂流物による被害ということで、タービン建屋には漂流物が流入してきている。木とか車も含めてそういうものが流入した状況でございます。

その他の被害としましては、津波によりましてタービンが停止してございますので、タービンの軸受が一部損傷しましたし、タービンシュラウドも一部損傷したという状況でございます。

17 ページがまとめになってございます。分類としましては区分Ⅰ、区分Ⅱという形で前回の答申と同じような形の整理をさせていただいてまして、油タンクが区分Ⅰということで、地震動に対しましては浮屋根上への油飛散ということで、液状化等はありませんでした。一部、津波によりタンクが倒壊したということで、こちらにつきましては原町の火力でございます。

区分Ⅱとしましては発電所の建屋煙突。こちらにつきましては鉄骨のブレースの一部変形ということで、液状化につきましては被害なし。構造物への被害ということでは特に津波によるものはございませんでした。

タービンにつきましては、タービンアキシャルシールの一部摩耗。これは先ほどの写真でございます。また、先端サポートのボルトが損傷してございます。液状化につきましては、こちらについては取放水管の沈下という形で、これは原町火力で先ほど御説明させていただいたところでございます。また、補機基礎の傾きとか荷役岸壁の変位が若干あったということも御説明させていただきましたけれども、これは地震動によるものなのか津波による影響なのかは推定困難な状況でございます。

津波による影響ということで、ポンプ類の冠水とタービン軸受・タービン翼シュラウドの一部損傷というものが二次的な被害で発生してございます。ボイラにつきましてはクーリングスパー管の変形、配管防振器の変形・折損、ボイラストッパーの変形等ございました。液状化等による地盤沈下の状況につきましては、今ほど御説明させていただいたとおりです。津波による影響でございますけれども、津波による影響につきましてはポンプ、通風機、電動機類の冠水でございます。

その他発電設備という形で最後に天井クレーンの押さえボルト、換気ファン類のボルト折損というものがございました。また、津波によりましては大型通風機、電気集塵器、脱塩水タンク等の破損がございましたし、冠水もございました。

地震につきましては、腫瘍設備において地震動及び液状化・地盤沈下による著しい被害はございませんでした。また、油タンクにつきましては津波によりまして一部被災しまし

たけれども、これは原町火力でございますが、人命に重大な影響を与えるような被害はございませんでした。津波につきましては原町・仙台・新仙台火力の広い範囲で被害を受けてございまして、復旧に時間を要している状況でございます。

火力設備関係は以上です。

○東北電力 では、流通設備について被害の状況の分析と評価をさせていただきます。

順番としましては3-1の送電設備の地震による被害状況。

3-2の送電設備の津波による被害の状況。

3-3の変電設備の地震による被害の状況。

3-4の変電設備の津波による被害の状況。

3-5の兵庫県南部地震を踏まえた耐震対策の評価という順で、説明させていただきます。

19 ページ、3-1の送電設備の地震による被害について報告させていただきますと、3月11日の本震ほか、4月12日まで余震を含めまして当社の架空送電設備の約54%、鉄塔数で言いますと約2万8,000基ほど震度5以上の地震動を受けております。その結果としまして震源地に近い岩手、宮城、福島の太平洋沿岸を中心にして被害が生じております。

左下の円グラフには震度ごとの設備の比率を示しております、右下の表には被害設備の数と被害の比率を示しております。なお、参考としまして津波被害を加えたものを括弧書きで記載をさせていただいている状況でございます。

20 ページは送電設備の被害状況として架空線の地震被害の状況で、地震による主な設備の被害状況を鉄塔、がいし並びに電線を震度別に整理をしたものがこちらの下表になります。震度5以上で被害が発生しだしてございまして、震度が高いほど被害率が高くなる傾向にありますが、震度7においても長期間にわたるような著しい設備被害は生じておりません。

参考に平成7年の兵庫県南部地震の主な被害を右の表に示しております、主な被害で被害率は兵庫県南部地震に比べて低いような状況になっております。また、これは津波の被害を加えても兵庫県南部地震よりは低かったという状態になっております。

21 ページが主な設備ということで、先ほど申しました鉄塔、電線、がいしに分けて説明をさせていただきますと、鉄塔の被害は主に津波による被害が発生してございまして、これを除きますと敷地の亀裂による二次的な要因によります、わずかな傾斜や部材の変形はございますが、地震動による倒壊や折損はございませんでした。これがトータルの6基となります。

電線につきましては4径間該当がございまして、送電線下の火災に伴う電線焼損が主なものでございまして、これは二次的な要因によるものでした。また、地線の被害につきましては地震動によるものと考えられておりますが、数日間で送電機能が復旧してございまして、長期間かつ広範囲の著しい供給支障に至るものではございませんでした。

次ががいしの被害ですけれども、右下の表に示しますように長幹支持がいしのI吊りの

ジャンパー支持の電圧 154kV という部分の震度 6 を中心に、66～275kV まで被害が発生している状況でございます。これは支持がいしの折損によりまして、送電機能に支障を生じたものでございますけれども、いずれも数日間で送電機能を復旧いたしまして、長期間かつ広範囲の供給支障に至るものではございませんでした。

22 ページには地震による地中線の被害の状況について示してございます。地中線につきましても震度 5 以上で被害が発生しておりまして、震度が高くなるほど被害率が高くなる傾向でございます。ケーブルで 11 回線、管路で 23 径間、マンホールで 19 個の被害が発生しているという状況でございます。

下段にそれぞれの被害の状況を示しておりますけれども、ケーブル被害ではケーブルの移動やオフセット異常が発生しております。また、終端箱の異常というものがございまして、これはケーブルの頭の部分の引出導体というものがあありますが、この部分が引っ張られて変形をしたというものが発生しております。また、管路におきましては段差とか亀裂、マンホールでは躯体の亀裂が発生しておりますが、いずれも送電機能を喪失するようなものではございませんでした。

23 ページでは津波による被害のうちの架空線の被害について示しております。津波による主な被害は岩手県沿岸部から福島県沿岸部北部にあります、主に火力発電所からの送電線、沿岸部の負荷供給線路につきまして被害が発生しておりました。海岸線から最大 2 km 以上に津波が入ったところもございまして、鉄塔の浸水深さも 3～12m と非常にばらつきが多くなっております。また、被害箇所及びその周辺では大型の車両や消波ブロックという漂流物が非常に多く確認されている。鉄塔倒壊など著しい設備被害の発生には漂流物の流入の影響が多く関係しているものと推測しております。

24 ページに移らせていただきます。これがそれぞれの箇所の具体的な内容になりますけれども、これは岩手県の沿岸部の津波による架空送電設備、66kV のものになりますが、こちらの被害の状況でございます。右下の写真を見ていただきますと中央上の方に斜めになっている鉄塔が写っているかと思えます。その下の部分、これは多く漂流物が散乱しているという状況が見てとれるかと思えます。

25 ページは福島県沿岸北部の津波による架空送電設備の被害でございます。これは原町火力の方から出ている送電線なんですけれども、海岸に沿って南北に経過している線路でございました。津波による被害が非常に大きかった箇所になります。ここで下の右側の写真、これは上下 2 つに分かれているんですが、上の方の写真を見ていただきますと、真ん中辺りに非常に長いコンクリートの塊が写っているのが見えるかと思えますけれども、これは海からの防波堤の一部が漂着したものでございます。そのすぐ下にブロックのようなものがあるんですが、このブロックの部分が鉄塔の基礎の部分になります。下の写真では真ん中の方にブロックのようなものが転がっているのが見えるんですけれども、これは消波ブロックになります。このような漂流物が非常に多く確認されておまして、これらの影響が鉄塔倒壊などの著しい設備被害に大きく関係したのではないかと我々は見ており

ます。

26 ページは地中送電線の津波による被害について示したものでございまして、被害を受けた地中線は主に沿岸部への負荷の供給を担っている線路でございました。地中線の始点端となる変電所や接続点への土砂の流入や、車両等の漂着物が流入したことによりまして、終端接続部や架台等が倒壊、傾斜、大きな被害を受けまして、送電不能となったものがありますけれども、送電不能にならなかったものにつきましてもダクトへの土砂の流入など、被害を受けたものが多数発生している状況でございます。

こちらも 27 ページに具体的なものを示しておりますが、地図の水色で示した部分が津波の到達範囲になりまして、赤丸で示している部分が変電所の位置になっております。右側上の方の赤丸が送電設備で被害を受けた部分になります。下の方の写真に示してありますように、真ん中で倒れているケーブルヘッドが地中線の終端接続部になっておりますけれども、この辺の架台の倒壊などの被害を受けている状況でございます。写真でもごらんいただけるように、非常にたくさんの漂流物が押し寄せているという状態でございます。

28 ページが変電設備の被害状況になります。変電設備の地震被害について説明させていただきますと、震源地に近い太平洋側の岩手、宮城、福島におきまして 66 電気所の 214 設備について被害が発生しております。左下の円グラフが 214 台の設備被害の内訳でございまして、この円グラフの外側の斜線部分が運転継続不可能な被害を表しているところでございます。軽微なものを含めまして主回路設備の変圧器が 67 台、断路器が 72 台という被害が発生しておりまして、この 2 つで全体の 65% を占めるような状況でございます。

その中でまた変圧器の 67 台のうち運転継続が不可能になったものが 30 台、遮断器の被害 6 台のうち、継続不能になったものが 4 台、断路器の被害 72 台のうち、運転継続が不可能となったものが 37 台という内訳になっております。

29 ページでは、主な主回路設備の運転継続が不可能になった被害の電圧・震度別の発生状況について表しているものでございます。各設備とも震度 5 以上で被害が発生しておりまして、震度が高いほど被害率が高くなっていく傾向になっております。なお、震度 7 の地域につきましては配電用の変電所が 1 箇所存在しましたが、被害は発生しておりませんでした。電圧別では 500kV の設備に被害は発生しておりません。275kV と 154kV の変圧器の被害率が他の機器に比べて相対的に高く、その他につきましては 1 % 程度の被害率でございました。

30 ページには、170kV 以上の主な主回路設備の被害の状況について記載をさせていただいております。現行の耐震設計に基づく設備におきまして、運転継続不可能な被害が発生しておりました。500kV の設備に被害は発生しておりませんで、275kV の設備におきまして主に変圧器のブッシング破損、ずれ、断路器のがいし折損、導電部変形という被害が発生しております。

被害の台数につきましては表に記載のとおりでございまして、変圧器のブッシング破損、ずれが 8 台。遮断器本体の容器破損が 1 台、断路器のがいし折損、導電部変形が 7 台とい

う状況でございます。

31 ページでは変電設備の被害の状況を津波の被害として出しております、こちらの方は青森、岩手、宮城、福島県の 15 変電所におきまして津波の構内浸水・被害が発生しております。各電気所の浸水及び被害の状況につきましては下の方の表にあらわしております、こちらで屋外浸水 0.7m 以下の 7 電気所につきましては、周囲柵の一部が倒壊した電気所というものがございましたが、屋外機器、建屋、屋内機器の被害はなく、電気所としての機能に大きな影響はございませんでした。

屋外浸水 1.6m は 1 電気所ございまして、津波対策を実施していたことから周囲柵の一部の倒壊や、屋外機器の一部が浸水により使用不可能という被害がございましたが、対策を実施していました屋外設備や屋内設備に被害はなく、一部の被害にとどまっております。

なお、今回の浸水被害を受けた 15 電気所のうち、自治体により浸水が予想されていたのは 1 電気所でございます。また、屋外浸水 1.5m 以上の 7 電気所では周囲柵の倒壊、屋外設備の浸水、建屋の壁の損壊、屋内設備が浸水する被害を受けておきまして、設備が使用不能となっております、電気所としての機能を消失するような状態となっております。

32 ページで実際の被害の状況、変電の津波被害のところは、水色で示してありまして、被害を受けた変電所は赤丸で示しております。電気所のすべてが宮城県内に位置しております、最も北が気仙沼市、その南が南三陸町内でございます。南三陸町に位置する変電所が最も被害が大きくて、右側の上空から見た写真を見ていただきますように、構内に瓦れきが散乱して壊滅状態になっている被害が見てとれるかと思えます。

構内の写真の真ん中に写っているのが変圧器で、これが唯一確認できるものとなっております。

地図に戻りまして、上から 3 つ目の電気所が石巻市内。その南側に 3 個並んでいるのが仙台港の近傍になります。最も南が山本町となりまして、写真は仙台港近郊の 1 つの電気所でございますけれども、推定 4 m の浸水を受けまして構内全域が浸水し、屋外、屋内とも使用不能となった被害が発生しているという状況でございます。

33 ページは対策をしております、対策がうまくいった例ということで、こちらは八戸の変電所になりますけれども、これは自治体のハザードマップで浸水が予想されていたもので、事前に GIS の嵩上げ、建屋の水密構造というものをやっていたものになります。

最後に 34 ページで兵庫県南部地震を踏まえた耐震対策、架空及び地中の送電設備につきましては、兵庫県南部地震を踏まえた耐震対策について評価をしまして、被害状況を整理した結果、過去最大規模の高レベルの地震動に対しても、地震動が原因で著しい供給支障は発生しておりません。また、平成 7 年に発生した防災会議の内容についても、その提言を踏まえた内容につきましても、この結果で特に問題が発生していないことが確認されております。

35 ページは変電設備になりますけれども、こちらにつきましても変圧器の基礎アンカー

ボルトが破断して、本体の滑動によるブッシングの破損というものは発生しておりませんで、前回の対策は有効であったと判断しております。

最後になりますが、兵庫県南部地震の対策についてはいずれも有効であった。ただ、変電設備につきまして全体としては低い比率であるものの、現行の耐震基準に基づきます設備においても被害が発生しているということがございまして、広範囲の供給支障が生じる可能性がある 275kV 以上の基幹系統変電所の運転継続不可能な被害率が高い変圧器について被害の原因究明を行いまして、今後の設計への反映の要否などを検討していく予定でございまして。

○東北電力 続きまして、配電設備の被害状況について説明させていただきます。

36 ページ目のスライドにつきましては、これまでの設備と同様、全体的な被害の状況、津波による架空地中配電設備の被害の状況ということで説明をさせていただきます。

37 ページ目が架空配電設備全体の被害の状況でございます。設備については支持物、電線、変圧器というくくりで供給支障につながるものと、それ以外のものということで被害を計上してございます。支持物につきましては津波による流失等が2万7,000基強ございまして、かなりの被害を受けておりますけれども、それ以外の設備につきましては兵庫県南部地震の被害と比べても大きなものではございまして、逆にそれ以下の被害率となっております。

38 ページ目のスライドは先ほどの支持物の被害のうち、供給支障につながる54基の原因について調べたものでございます。兵庫県南部地震の場合は建物等による倒壊の二次的被害がかなりありましたけれども、今回のものは写真の一番左側にございまして、地滑り等の支持物倒壊が54基すべてということで、地盤の影響によって倒壊したということでございます。

そのほかの8,400基程度につきましては供給支障にはつながりませんが、写真の真ん中、右側にありますとおり液状化による支持物の沈下ですとか、その沈下に伴います傾斜というような被害が発生しております。ただ、いずれも設備被害に伴う感電などの公衆災害は発生してございません。

39 ページ目は架空配電設備の被害状況につきまして、供給支障に至った数についてそれぞれ震度別に被害率を算出したものでございます。支持物、電線、変圧器いずれも震度が高くなるにつれて被害率が高くなっているという傾向がございまして。ただ、支持物の震度7につきましては対象エリアが非常に少なく、地盤等の影響も受けなかったということで、こちらは被害が発生してございませんけれども、傾向的には震度が高くなるにつれて被害率が高くなるという結果になってございます。

なお、地震の震度を各電柱ごとに分析するということでしたので、こちらは私どもの方で宮城県のところしか今のところデータがありませんでしたので、そちらのデータで分析をさせていただきました。

40 ページ目は配電設備の場合には、軟弱地盤等には根かせというものを取り付けるとな

っております。こちらは風圧荷重に対しての影響を軽減するためということでありまして、今回の地震においても根かせがあったものとならないもので効果がどうだったかというものを分析したものです。

地震の被害が影響の大きい震度6強以下の地域で根かせのあるものと、その他のものということで比較をしておりますけれども、こちらの被害数につきましては先ほどの倒壊以外の傾斜、沈下等による被害の被害率ということですが、いずれも根かせがある方が被害率が少なくなっているということでございますので、根かせの効果が認められたということです。

41 ページ目につきましては、根かせの被害率が40 ページ目でしたけれども、こちらは被害の程度がどうだったかというものにつきまして、宮城県内の震度6強を観測したエリア1 km²辺りをサンプリング調査した結果でございます。その結果、表にございましており根かせがある場合とその他のものを比較しますと、最大沈下量、平均の沈下量とも根かせがある場合が少なくなっておりますので、被害の程度の軽減という意味でも根かせの効果が確認されたという結果でございます。

42 ページ目につきましては津波による架空配電設備の被害状況であります。これは弊社管内で最大の津波の被害を受けました石巻地域につきまして、サンプリングで調査をしたものであります。社内的に管理しております500m×370mメッシュごとに被害率を地図の上に示しております、海に近い箇所ですとか川沿いについては被害が高くなっている状況でございます。ちなみに浸水エリア9,346基のうち、流失等による被害は1,528基で被害率は16.3%ということでした。

この架空設備の被害状況の特徴につきましては43 ページをごらんください。陸側は工業地域と住宅地ということで特徴的な被害が出ているようなエリアでございます。真ん中の写真の左側に青く見えるところが陸地の工業地帯でございまして、こちらは海から本当に十数m程度のところに電柱がありますけれども、工場群の建物の被害がなかったということで、電柱も津波は来ましたが、特設設備の損傷は受けてございません。

その少し右側につきましては、海からの距離につきましては逆に先ほどのところよりは距離がありますけれども、建物が木造住宅地ということもございまして、そちらが流出されて漂流物となって電柱にぶつかったようなケースも多々ございまして、こちらはかなり電柱の流出ということでは被害が高くなっているということでございます。

44 ページ目につきましては地中配電設備の被害状況でございます。こちらの真ん中の表に、各地中の設備ごとに上からマンホール、ハンドホール、管路、ケーブル、地上機器というくくりで被害を算出しておりますけれども、写真の一番左と真ん中にありますとおり、津波による漂流物で架空設備と同様、地中の機器等についても倒れ、または流されて、それに伴ってケーブル等も引っ張られて損傷したというところと、地中の場合には一番右側の写真にありますとおり、特に漂流物がなくてもある一定の高さ以上の冠水がありますと、それに伴って機器の端末周辺の絶縁が破壊されることもありますので、浸水によっても被

害があるということでありまして、特に地上機器につきましては被害率が67%ということ
で高くなっているという結果です。

以上をまとめたものが45ページになっていますけれども、配電設備の地震被害につい
ては地盤の影響によるものということで、地震動による直接的な被害は発生してございま
せん。そのようなことから十分な耐震性を有していると考えられます。また、液状化、軟
弱地盤地域でも沈下調査等により根かせの有効性を確認しております。

津波の被害につきましては、特に架空配電設備、地中配電設備とも漂流物による二次的
な被害が大きかったということでありますので、これの対策につきましては設備単体の対
策というよりも、まちづくりも含めた地域防災計画の中で検討していく必要があると考
えてございます。

以上で説明の方は終わらせていただきます。

○横山主査 どうもありがとうございました。

それでは、ただいまの御説明に対しまして皆さんの方から御質問、御意見等ありまし
たら、お願いしたいと思います。いかがでしょうか。

○山崎委員 膨大な資料の作成ありがとうございました。

内容についてですけれども、まず津波も地震もそうなんです、例えば地震で言えば変
電所とか発電所の直接の地震の記録などはお持ちではないのでしょうか。

震度に関しても39ページ、40ページは震度6と5は強弱に分かれていてまだいいん
ですけれども、震度5、6、7というのは幾らなんでも粗過ぎて、地震の揺れのレベルから
いくと全く違うんです。そのために気象庁も神戸の地震の前に震度階級を少し細かくした
ところがありますので、特に重要な設備に関しては本来、震度よりももう少し別の指標な
り、震度でも2けた震度とか細かい値がいいかなという気もするのですが..、何を言いた
いかと申しますと、結局今後地震によってどの程度壊れるかというのは、神戸のときは地
震計の数も少なかったの仕方ないのですが、その後、これくらい自治体等の地震計の数
が多くなっている状況で、5、6、7というラフな表現はどうかと。もう少し細かくし
ていただきたい。

それと、何を根拠に5、6、7と決めたのか。例えば発電所のような重要な設備であ
れば、当然ながら敷地に1台は地震計を置くべきだと思うんです。恐らく置かれているかな
とは思いますが、もしそうだったらその値をなぜ使わなかったか。

津波に関しても前回発表になられたのかもしれませんが、要は今後どの程度の津波高を
予測して対津波設計を考えるべきかというものの参考になる資料がない。設備ごとに浸水
高がどれぐらいだったら、どれぐらいの割合で滅失したかということ、できればわかる
ようにしてほしかったというのがコメントです。

○横山主査 今の御質問に対しましていかがでしょうか。

○東北電力 火力設備につきましては、震度については現地の感震計の値をとっています
ので、そのまま震度6弱とか強とか、そういう表現をしてございます。したがって、発電

所の場合は地点ごとです。

○山崎委員 そうですか。それは大変結構ですけれども、もしそうでしたら多分震度で設計はしていないと思うんです。設備にしても建屋にしても何にしても。もし波形記録が残っているようでしたら、その波形を示してスペクトルとか、例えば震動で壊れたものがあるとすれば、現行の設計のスペクトルとどうであったかとか、そういう比較を今後やっていただければと思うんです。そうでないと、例えば震度6強だと何%壊れたなんて答えは被害想定にはいいんですけれども、恐らく今後耐震設計を見直すとか、そういうときにはそれだとデザインする側としては困ると思うんです。

○横山主査 いかがですか。その辺の波形とか、そういうことの御質問だと思いますが。

○東北電力 まず火力設備ですけれども、火力設備につきましては地震による大きな被害は結果してございませんでしたので、防振器などは外れたということがございましたが、大きな損傷という形では地震による被害というのはございませんでした。

波形という面では地震に対して被害がどうだったかという、今回はマクロ的な見方になってしまいましたけれども、被害の状況はそういう意味合いで整理の仕方としてはなかったという表現をさせていただいています。

○横山主査 送変電設備の方はいかがでしょうか。

○東北電力 変電設備につきましては、主要な変電所には感震計を置いてありますけれども、ただ、今回大きな停電も発生しておりましてデータが残っているところ、残っていないところもあるそうです。

送電設備につきましてはそれぞれに付けることは不可能ですので、気象庁等公のデータを使わせていただいているというのが現状です。

○東北電力 配電設備の場合には、御案内のように40～50mぐらいに電柱がたくさんございますので、実際の地震動のデータをそこに当てはめるのが非常に困難でありまして、今回も特徴をつかむために私どもで持っているシステムでシミュレーションをしまして、震度と電柱一本一本の突き合わせをして、データをまとめております。ただ、実際配電設備の場合には地震動の影響といいますか、地盤の影響がほとんどでありまして、地震動が強い弱いというよりも、それに伴う液状化ですとか、特に道路等の脇であれば側溝の土砂の流出とか、そういうところで傾斜等も発生しているようですので、逆に地盤の影響に対する対策ということですので、震度をもってすぐ対策をするかというよりは、液状化箇所とか軟弱地盤箇所を中心に、対策を施していくような形になるのかなと考えてございます。

○横山主査 35ページにあります27万5千の変圧器には、被害原因の究明を行うということは書いてある。今後解析もされるということなんですけれども、その辺については先ほど変電所には感震計が置いてあってデータがある。それを基に解析されるということなんでしょうか。

○東北電力 あるところについてはそうなると思います。

○横山主査 ありがとうございます。山崎委員、いかがでしょうか。

○山崎委員 大体それで結構なのですけれども、今後恐らく日本全国、国とか自治体も含めていろんな電力設備の耐震性の評価を見直すことになると思うのです。そのとき例えば現在だと神戸の地震による震動被害が経験則として使われている。

今後地震動の方は恐らく今回のものも加味して、神戸の経験則を多少更新することになると思いますし、津波に関しては今までこういうものは一切ありませんので、恐らく今回の経験によって津波対策をどういうふうにするかということを作らなければいけない。そのためには是非、特に電力設備等の被害データに関しては一般に公開されませんので、こういうところでもかなりきちんとしたデータを提示して、言わば津波被害関数的なものをつくれるような整理をお願いしたいということです。

○横山主査 ほかにいかがでしょうか。横田委員、どうぞ。

○横田委員 被害がさほど大きくないということで、結果の総論については本当に幸いな結果だったのかなと思うのですが、一部例えば変電設備の中で超高圧のブッシングの破損ずれ、断路器の破損が若干影響が大きかったと評価を別途されるやに書かれておりますが、一方で 50 万の変圧器だと思われまますけれども、被害がゼロ。母数が少ないので状況のパラメータが相当影響あるかとおもうんですが、1つ目の質問で、50 万の変圧器というのは開閉装置側とブッシングでつながれたものだったのか、直結なのかによって被害の起き具合がまた違うと思うのがありまして、その辺の状況がどうだったのか。

また、超高圧の変圧器の超高圧側のブッシングや断路器、気中部分の破損は鉄構等からのリードとの関係も微妙にあるかと思われまますので、その辺をどのように今後評価されようとしているのか、わかる範囲で御質問ですが、よろしくお願ひいたします。

○横山主査 お願いします。

○東北電力 50 万の設備につきましては、当社の場合は GIS で構成されているものだけでございます。鉄構とリードの関係になりますけれども、こちらについては今、データがないものですから、状況がどうなっているか確認した上で対応を考えていきたいと考えて思っております。

○横田委員 50 万の方はトランスと GIS が直結か気中ブッシングで、1 回リードで引き出されているかによって、トランスの破損はブッシングが多分ポイントかと思われまますので、そこがどうだったかだけ御質問したんですけれども。

○東北電力 う 50 万はほとんどがトランスと GIS が直結でありケーブルも使用しております。

○横田委員 わかりました。ケーブルであれば被害が出ない構造ですので、超高圧の一番大きいものに発生があったというのが推定されるということですね。ありがとうございます。

○横山主査 ありがとうございます。ほかにいかがでしょうか。

○日高委員 2 点質問で、1 点は被害率という具体的な数値が出ているんですけれども、この被害率は多少定義が違うところもあるんですが、これがどのくらいを超えると問題と

認識しているかというので随分違うと思うんです。

結果的に0.何とか%というのが多いのでいいと思うんですけれども、でも0.何とか%も問題なのかどうかとか、そういう議論はどこか多少必要かなと思うんです。別にそれが1%を超えるといいとか悪いという物すごく厳密な議論ではないんですが、大まかに言ってどのくらいをある種の問題とするような値とするか。その認識をある種共通で持っているのもいいのかなという気がするので、そうでないと全部ゼロにするのはとても無理なので、それはどう考えても合理的ではないという意味で、被害率をどの辺を注意すべき数値にするかというのが1点。

全体を考えて各発電、変電、配電いろいろなところで議論しているんですけれども、全体で見て問題なのは私の認識だとどうも地震に関しては、今もお話がありました変電設備の27万5千、超高压の変圧器の地震に対するとところが数値的に言うと震度を全部合計すると8.7%、この辺がどうも問題だということで解析をしようという1点だけで、地震はそれだけでいいのかなという気もしましたし、それ以外の津波とか地すべりというのは対策と言っても難しいのかなと思うので、その辺をどう考えていくかというのはもし何か。

私自身が考えるのは、ちょっとここはしようがなく、書いてありますように本当にまちづくりをどうするかとか、もともとつくる防波堤をどうするか。こういう変電所とか発電所だけで決まる場所ではないので、幾らここで何かを議論してもなかなか難しいのかなと思うので、その辺についてもどこまで踏み込んで議論していくべきかというのは、御説明いただいた東北電力さんが考える問題ではないのかもしれませんが、その辺についてもコメントがありましたらという意味で2つ目の質問でございます。

○横山主査 どうもありがとうございました。

先ほど日高委員もおっしゃいましたように全体で考えなければいけない問題で、東北電力さんからもし御意見がありましたら今の被害率の問題と津波、地すべり対策は何かありますか。なければ結構ですけれども。

○東北電力 これについてはございません。

○横山主査 わかりました。それでは、全体的なところで議論させていただく課題だと思いますので。

○大村課長 事務局から。後ほど議題の中で資料2で、結論があるわけではないんですけれども、御指摘のところはまさにそのとおりで、その辺りを御議論いただくことになるかと思えます。

○横山主査 後ほど皆さんの全体の御意見をいただくということにさせていただきたいと思えます。今回は東北電力さんのプレゼンに対しまして何か御意見ありましたらお願いします。よろしくごさいませうでしょうか。それでは、どうもありがとうございました。

引き続きまして、東京電力さんの方から資料1-2につきまして40分で御説明をいただきたいと思えますので、よろしくお願ひいたします。

○東京電力 東京電力でございます。では資料1-2に従いまして、電気設備の被害の状

況分析と地震対策の評価について説明させていただきます。

3～4スライドの基本的な考え方は、先ほどの東北電力さんと同じですので割愛させていただきます。

まず火力発電設備の分析と地震対策の評価でございます。6スライド目が東京電力管内の火力発電所の位置図と震度になっております。大きく分けると太平洋岸3つの火力については震度6、東京湾内の火力発電所については5以下という震度になっておりまして、被害もここできっちりと分かれているような状況になっております。

めくっていただきまして、ここからが地震による被害ということで3つに分類してございます。

1つ目、区分Ⅰ設備としてLNGタンク。弊社は4箇所の火力発電所にLNGタンクを持っております。いずれも東京湾内に立地しておりまして、こちらについては地上式、地下式含めてタンク本体、周辺設備含めて被害は全くありませんでした。

8スライドが、今度は燃料貯蔵タンクになります。こちらは太平洋岸に2つ、東京湾内に2箇所、発電所に油タンクを持っております。太平洋岸の方は使っていたタンクが12基ございました。その中で浮屋根の隔室内部への油流入があったのが12個のうち4つ、浮屋根の上に油が飛散したものが12個ありました。写真にあるのは茶色いところが油の部分ですけれども、これが一番ひどかったものでして、12あったと言ってもほとんどが多少出た、拭いて終わりぐらいのレベルの飛散でございました。

東京湾内の火力については、5つ使っていたうちのそれぞれ3つが隔室内部への流入、屋根の上への油飛散という現象が起きております。

それ以外に軽油サービスタンクというものを持っておりまして、そこで一部アンカーボルトの緩みがあったことが確認されております。

いずれも幾つか不具合がございましたが、機能構造的には全く問題なく、浮屋根の方も油の飛散等ありましたけれども、浮力の確保、機能の確保はできておりましたので、全く物としては問題ありませんでした。

9スライドに行っていたら、それ以外の区分Ⅱ設備です。こちらは複数の火力で幾つかありましたが、まとめてございます。

発電所建屋としては鉄骨のブレースが座屈で曲がっているということがありまして、写真の一番上の部分、多少斜めのブレースが歪んでいるのが見えますと思いますけれども、そのような不具合が起きております。こちらについてはブレースは曲がっておりますが、梁とか柱とか構造上重要な部分は全く被害を受けておりませんので、機能としては問題ございませんでした。

ボイラ・タービンについては前回の被害でも報告しましたが、配管の防振器が曲がってしまったり折れてしまったり、ボイラクーリングスパーサー管を始めチューブが一部損傷したりということがありました。

その他設備としては、一部用水タンクが右下の写真にありますように、底板と側板がは

がれてしまったような状況がありまして、一部損傷がありましたということです。

全体としてはまとめてございますが、一部設備で被害が発生したものの、重要設備に大きな被害はなく、おおむね最大かかったものでも1か月以内、短期間で復旧が可能な程度であったということでまとめてございます。

10 スライドが液状化、地盤沈下の状況についてまとめてあります。こちらは太平洋沿岸火力と東京湾内火力を分けてございますが、太平洋沿岸火力3火力は構内で地盤沈下が発生しておりまして、幾つかの設備が不具合を受けております。一方、東京湾内の方も数箇所、4箇所の火力で液状化、地盤沈下等が一部起きておりますが、いずれも道路であるとか敷地境界上のフェンスであるとか、そのようなものが曲がったというような被害になっております。

11 スライドに東扇島火力を例にとりまして、例示を出しております。御存じの方もいらっしゃるかもしれませんが、東扇島火力始め、この辺のコンビナート地域はNHKの報道でかなり取り上げられまして、東京湾内の燃料タンクが全部側方流動で壊れて火の海になるみたいな報道がされておりますが、実際に起きたのはこの程度というのでわざわざ例示を出してございます。

真ん中に配置図がありますように、東扇島火力というのは右側の発電設備、左側にありますタンクを始めとした燃料貯蔵エリアに分かれておりまして、かなり広い敷地を持っております。赤丸を付けたところと吹き出しで写真が出ておりますけれども、何箇所か液状化が起きております。起きておりますけれども、例えばフェンスのところであったり、道路の一部であったり、側溝であったり、基本的に地盤改良していない雑設備で起きておりまして、たまたま道路に近い敷地境界のところの一部起きておりますものですから、その辺を外から取材で撮ったというのが真実でございまして、まとめにありますように、構内の一部で液状化は発生しましたが、LNGタンクや主要発電設備は全く問題ありませんでした。

12 スライドからが津波の被害の報告でございます。12に基本的な考え方を示しております。我々東京電力は基本的に建設時に埋立ての地盤高を設定する際に、地点ごとに平均潮位にプラスして、過去発生した津波もしくは最高の高潮の高い方を基準にしまして、更にその上に敷地の高さを設定しているという考え方としております。

右側13、14スライドからが実際の被害です。まず一番津波で被害を受けました広野火力発電所についてです。こちらについては屋外設備について3種類に分類しております。水流による被害、浸水による被害、漂流物によって壊れてしまったもの、3つに分類しております。

広野の屋外については、水流によってかなりいろいろな設備が破損されました。屋外にありますユーティリティ設備がかなり不具合を受けております。

浸水によりまして機械内部に海水が入りまして、浸水してしまったという被害を受けております。下の写真が護岸が壊れた。南側の護岸なんですけど、赤い丸で囲った辺りが一

番最初の津波というか、一番大きい津波で護岸が一部破損してしまったという状況になっております。

めくっていただくと次は広野の屋内、建物の中の被害でございます。建物の中については水流によって入口のシャッターが壊れてしまったものですから、前回は被害で写真を出しましたが、建物の中に車が入り込んだりということがたくさんしております。同じように浸水による被害、これが多分一番大きかったんでしょうけれども、電気設備、ポンプ、電動機などに海水が入ってしまったことによって、動かなくなってしまったという被害がかなり広範囲にわたっております。

最後に漂流物による被害。建物の中に車が入ってしまったような写真をお示ししたが、あれらで物が壊れてしまったということは基本的にはなくて、一部曲がってしまったことはありますけれども、ポンプが壊れたということではなくて、あれをどけるのが大変だったという程度の被害でございました。下にある写真は前回と同じでポンプのここまで水が来ましてという写真でございます。

17、18 スライドについては茨城県にあります常陸那珂火力です。こちらは屋外設備については、基本的には浸水による被害ということで海水による被害です。屋内については常陸那珂については被害はございませんでした。ここは特徴がありまして、④その他被害でアンローダーと石炭受入コンベヤを入れてあります。下の写真がまさにその写真なんですけれども、これはアンローダーが海側に倒れてしまっている写真です。何でその他にしたかということ、石炭船が接岸して荷降ろし中に地震を受けて津波を受けております。津波を受けて石炭船が護岸に当たったところでコンベヤ類が壊れてしまった。そのまま石炭船は緊急離散したのでアンローダーの先、海に沈んでいる先に頭がくっついているんですけれども、それをもぎ取って船が離れてしまったがためにバランスを崩して壊れてしまったということで、これを津波の被害と言うのか、それとも漂流物による被害と言うのか難しいので、わざわざこちらでその他ということで被害を分類してございます。このような被害がございました。

19 スライドは茨城県の鹿島火力ですが、こちらについては余り大きな被害はなく、屋外設備についてのみ浸水による被害があったということでございます。

20 スライドに平成7年との電気設備防災対策検討会の内容に対する評価ということでまとめております。耐震基準の整備ということでは LNG タンク関係の話については全く被害が今回ございませんでしたので、対応もしておりますし、被害がございませんでしたということでまとめてあります。

ボイラ・付属装置関係についてクーリングスペーサー管等についてですけれども、こちら平成7年の報告を受けまして対応は済んでございました。ただ、対応は済んでいましたが、クーリングスペーサー管等一部ボイラ設備で損傷は発生しましたが、短期間で復旧が可能であったので耐震性は確保できているということで評価をしております。

その他、油タンク関係の消防法、建築基準法、港湾基準等について関係法規の見直しに

応じた必要な対応ということは、基本的に法規の見直しに対して対応はしてございました。一部タンクで油が飛散したとか、建屋の鉄骨ブレースが曲がったということはありませんが、基本的な機能等は確保できていたのではないかと考えております。

その他としまして油タンク関係ですが、平成 15 年にありました十勝沖地震を踏まえました消防法改正、スロッシング対策等についても、タンクについては実施済みでありましたということです。

21 スライドは今までのものを全部まとめたただけでございますが、下の囲みに書いてあるように、これが結論でございます。地震については従来からの対策の有効性が確認されまして、主要設備においては地震動及び液状化、地盤沈下による大きな被害はなく、被害は最大でも 1 か月程度、早期復旧が可能な程度であったと考えております。

津波については複数の発電所で広い範囲で被害を受けまして、被害が最も大きかった発電所で復旧に約 4 か月程度要しておりますということでございます。

火力設備は以上です。

○東京電力 続いて工務設備について御説明いたします。順番は 22 スライドのとおり架空送電、地中送電、変電設備の被害状況、最後に兵庫県南部地震を踏まえた評価の順にいきます。

23 ページは架空送電の被害状況の分析になります。当社では約 7 割の 3 万基が震度 5 以上の地震動を受けておりまして、震源に近い地域で被害が多く発生してございます。

右の表にございますとおり、支持物、長幹支持がいし、電線・地線がありますが、被害率がそれぞれ 0.05%、0.13%、0.01%となっております。

その内訳を 24 ページ目に示しております。表が 2 つございますけれども、左の表が先ほど言った被害率の内訳になっています。支持物で言いますと先ほど 0.05% の被害率になっておりましたが、震度別に見ますと震度 5 以上で被害が発生し、震度が高いほど被害が大きくなっておりまして、例えば 0.05% の内訳とすると震度 6 のところが 0.13% といったような見方になります。

右の表が兵庫県南部地震との比較になりますが、それぞれ同じように目を移らせていただきますと、そのときと比べますと主要な被害率は低いと評価してございます。

25 ページ目からはそれぞれの被害について説明してまいります。まずは支持物の被害について御紹介します。

支持物については 2 番目のポチにあります。地震動によりまして直接倒壊に至った事例というのはございません。東北さんとは違いまして津波による被害というものはございません。ただ、鉄塔倒壊が 1 基ございましたが、これは二次的な被害ということで盛土の崩壊による土砂によって倒壊した夜の森線 1 基だけでございます。また、送電には支障がありませんが、地盤変状による部材損傷のため改修が必要となった鉄塔が 14 基ございまして、その内訳を示したものが下の表になります。盛土の崩壊による鉄塔倒壊 1 基、それから先ほどの 14 基を足し合わせて合計 15 基となっております。

26 ページ目のスライドは先ほど御説明しました夜の森線の倒壊の状況です。これは以前御報告していると思いますので割愛をいたします。

27 ページ目はがいしの被害になります。送電線の機能喪失及び喪失のおそれがあるがいしの被害ということで一覧表に出しておりますが、今回の地震では特に長幹支持がいしの折損による損傷が発生しておりまして、特に4本組の設備で被害が多く見られております。

28 ページ目につきましては写真の紹介です。

29 ページ目は電線の被害になります。電線の断線自体は引下げ線の端子部が破断した事例というのが2例ございまして、写真に示しておりますが、鉄鋼との接続点のところで破断しております。

地線の断線が1件ございまして、電線と地線が揺れて接触して、地線が一部溶損して強度低下したことで断線したと推定してございます。

続きまして地中送電設備になります。地中送電設備につきましては千葉県の大津波部において広範囲に液状化が発生しております。その関係で液状化の影響によりまして管路設備の損壊が中心となっておりますが、地震動による設備損壊というものは認められておりません。今回、ケーブル設備の損壊による電気事故・供給支障は、発生してございません。被害率については右下の表をごらんいただければと思います。

31 ページ目は震度別の被害状況になりますが、こちらも架空送電と同じように震度5以上で被害が発生しております。ケーブル・管路についても震度が高いほど被害率も多くなっております。人孔・洞道については被害数は少なかったということでもあります。

設備ごとにいきますが、32 ページのスライドはケーブルの被害になっておりまして、ケーブルの移動、接続箱・ケーブル脱落などがございまして、被害率はそれぞれ 0.43%、0.29%となっておりますが、送電機能は喪失してございません。

33 ページ目が管路の被害になります。表の真ん中にあるように、液状化地域と想定されるところで異常が見つかっております。被害率としては 1.97%とカウントしております。

その管路の被害の状況を示したのが 34 ページ目のスライドになっております。これは茨城県の鹿島地域の被害状況で、右上の黄色い枠に示したように被害の原因は液状化または津波ということで想定しています。

35 ページ目は人孔の被害になります。こちらも管路と同様に液状化地域で異常数が1箇所ございまして、被害率としましては 1.6%でございます。

36 ページ目は洞道になります。こちらも液状化地域で異常が1件ございまして、被害率は 3.8%とカウントしています。

以上が主要送電設備でした。

最後に変電設備の被害状況です。震源地に近い地域を中心に 134 変電所、621 設備に被害が発生しております。運転継続が不可能な設備の被害率については 1.2%以下でございました。主な設備被害の状況については右の表に書いてあるとおりでございまして、運転継続不可の比率は、変圧器が 0.6%、遮断器が 0.3%、断路器が 1.2%となっております。

具体的な内訳は 38 ページ目のスライドに示したとおり、震度 5 以上で被害が発生しておりまして、震度が高いほど被害率が高くなる傾向はこれまでと同様でございます。この表で特徴的なのが、変圧器、遮断器、断路器のうち、断路器については各電圧階級で被害が発生していることが特徴でございます。このうちの 50 万 V、27 万 V の設備につきましては次のスライドで詳しく御説明いたします。

39 ページ目のスライドでは 17 万 V 以上の主要設備被害状況を御報告いたします。現行の耐震設計に基づく設備において運転継続不可能な被害が発生しておりますけれども、特にこのスライドでは 50 万と 27 万 5,000V の被害を整理しております。主要変圧器、遮断器については 50 万の機器については被害が発生しておりません。27 万の変圧器についてはブッシングのずれによる漏油の被害が発生しております。遮断器につきましては、がいしの折損などの運転継続不可能な被害はすべて 27 万 5,000V の空気遮断器で発生しております。また、気中の断路器はすべての電圧階級でがいしが折れるなどの被害が発生している特徴がございました。

40～42 ページはそれぞれの電圧別の特徴的な被害状況を示したものですので、後ほど御確認ください。

最後に 43～44 ページ目で兵庫県南部地震を踏まえた耐震対策の評価をしております。

まず架空設備であります。当時の被害としては地盤変状による基礎の不同変位を原因とした設備被害が発生しておりまして、そのとき風圧荷重基準により確保される耐震性能を基準に明記するとか、古い構造形式の鉄塔を耐震性の高いものに補強するという提言がございました。今回の地震を踏まえた評価としましては、地震動が直接原因となった支持物の被害はなかったことや、対策済みの古い構造形式の鉄塔にも被害はなかったということですので、対策は有効であったと考えています。

続いて地中送電設備ですが、可とう性のない管路云々という被害がございまして、当時の提言内容に従って当社は対応しておりまして、今回の地震を踏まえた評価でございますが、そこに前回の地震以降に建設された管路や人孔に設備被害が確認されておられませんので、対策は有効であったと考えております。

変電設備について基礎アンカーボルト云々の話であります。こちらについても当社は対応済みでありまして、対策済みの設備については被害がなかったということから、対策は有効であったと考えております。

まとめとしまして、兵庫県南部地震を踏まえた対策はいずれも有効であったと評価をしております。ただ、変電設備については全体としては低い被害率でしたが、現行の耐震設計に基づく設備においても被害が発生しているという事実がございまして、広範囲に供給支障を生じる可能性がある 27 万 V 以上の基幹系統の変電所で、被害率の高い 27 万 kV の空気遮断器と 50 万と 27 万の断路器について被害の原因の究明を行いまして、今後の設計への反映要否などについて検討する必要があると考えております。

また、基幹系統の長幹支持がいしを用いたジャンパー支持がいしの折損については、送

電に与えた影響評価を行って今後の対応を検討していきたいと考えております。

工務設備は以上になります。

○東京電力 引き続きまして配電設備の被害状況の分析と地震対策の評価について、スライドの 45 ページ以降で御説明をさせていただきます。

構成は架空配電設備が 4. 1、地中配電設備が 4. 2、トータルの評価として 4. 3 という構成になってございます。

46 ページに架空配電設備の被害状況を記載させていただいております。表には支持物、弊社の場合ですと 580 万基ほど電柱を持っていますけれども、それに対して供給支障につながる被害とつながらない被害に分けて、数字を記載させていただいております。それから、電線、変圧器についても同じように被害状況について、記載させていただいております。

東京電力の場合ですと、茨城県北部で一部津波による電柱の流失等というものがあります。これは 8 基程度です。それ以外に倒壊が 4 基、供給支障にはつながりませんが、液状化等による傾斜、沈下、ひび割れというものが 1 万 4,000 基程度起こっておりまして、いずれも長期的広範囲な供給支障が生じるような被害ではなかったということでございます。ちなみに参考で兵庫県南部地震における被害率との比較を載せておりますけれども、同様にかなり低い数値となっていることがわかるかと思えます。

47 ページ目、4 基の倒壊と申し上げましたけれども、その原因はすべて土砂崩れであって、電柱の強度自体に問題があったということはございませんでした。1 万 4,000 基の供給支障につながる支持物被害によるものはほとんどが液状化でございましたが、感電などの公衆災害というのは発生してございません。

48 ページは地中設備の被害状況をまとめたものになります。表の中で同じように供給支障につながるもの、つながらないものを記載しております。被害率については分母を浦安幕張地区の液状化したと言われているエリアの設備数を分母にしており、それに対して被害があったものを分子としておりますので、こういう数値になってございます。

傾いた地上用機器の写真などを載せてありますけれども、供給支障につながったケーブルが 2 本ございます。この内容が 49 ページに記載されております。この 2 件についてはいずれもケーブル被害の原因ですが、需要家側の管路の損傷が 1 件、当社電力会社の管路とお客様需要家側の管路の接続部が損傷したことによる停電が 1 件ということでございまして、いずれも管路接続部のずれによるケーブルの損傷が原因でございました。

50 ページには、地中設備の供給支障につながる被害の被害数を載せておりますけれども、これも地上機器の倒壊など公衆災害に関わる重大な設備被害はございませんでした。

51 ページ、以上の配電設備の被害状況分析を踏まえて評価したものがこれでございます。まず架空設備については兵庫県南部地震の調査結果に基づき設計をしておりますが、今回の地震においても長期的かつ広範囲な供給支障は生じておりません。公衆災害につながるような重大な設備被害も発生していないことから、耐震性に対する現行の設計基準は有効

であると我々は認識しております。

一方、液状化対策ですけれども、これについては兵庫県南部地震のときも千葉ポートアイランドなどで発生をしておいて、その場合には地盤条件に応じて根かせを推奨されている。先ほど東北さんの発表にもございましたけれども、こういったものについて当社も適応しております。今後は軟弱地盤のみならず、液状化が予想されるような地域に自治体さんと協調を図りながら、根かせを設置していくというような強化策を今後検討していきたいと考えております。

52 ページ目は地中設備の地震対策です。兵庫県南部地震のときには液状化による地盤の沈下などでコンクリート製の管路、可とう性のない管路が 196 本被害が発生しております。当社ではこういったことを踏まえて軽量かつ可とう性のある自在割管路ですとか、硬質塩化ビニール管を標準的に採用していた結果、今回は 2 件だけの被害だということでございます。したがって、耐震性に関する現行の地中配電設備の設計基準についても有効であると認識しております。

説明は以上です。

○横山主査 どうもありがとうございました。非常に効率的に御説明いただきまして、ありがとうございました。

それでは、いろいろ御質問いただきたいと思います。先ほど山崎先生が東北電力にありました地震動の計測について、何か東京電力さんの方からコメントありましたらお願いしたいと思います。いかがでしょうか。東北電力さんと同じということによろしゅうございますか。

○山崎委員 東電さんでは、津波の方はこの対象にはそれほどないので、震動被害のところですね。38 ページで今もおっしゃっていましたが、断路器の被害率が非常に高い。特に 50 万と 27 万 5,000 は結構高いのですが、それで明らかに震度 5 で被害が出ているというのは震度が恐らく推定が厳し過ぎるというか、震度 5 で被害が出るとは本当は絶対困るし、あり得ないんです。だから恐らくどういう震度を使ったかによると思うのです。

もし震度が本当にこれだったら、多分被害想定なんかしたら大変なことになってしまって、設備自身の問題もあると思いますけれども、特に震度 5 は何をもって震度 5 と推定されたんでしょうか。

38 ページの断路器の 254 設備の震度というのは、高次の変電所だと当然地震計など置いていないんでしょうか。例えば広い自治体の 1 個の震度を使うと場所によっても全然違いますので、その辺が気になるのですが。

○東京電力 38 ページ目の表につきましては、気象庁が発表してございます震度分布に変電所の地点を落し込んだものでございます。ですからおっしゃいますように各地点ごとに実際の地震の波の大きさですとか、波のスペクトルといったものも配慮しなければならない点もあるかと思いますが、表の整理としましては自治体が発表してございます、変電所が立地している地点の震度で整理したものでございます。

○山崎委員 それはわかりました。

2点ありまして、1つは高次の設備の被害率を求めるのであれば、なるべく正確な震度を使っていただきたいということと、自治体の震度を使うにしても今は震度5とは言いません。震度5強、5弱、6強、6弱なので、それによってそこだけは少なくとも分けていただかないと、範囲が非常に広いためにわざわざ震度を分けたわけですから、くつつけることのメリットは何もありませんので、是非もとおりに分けていただきたいと思います。

○東京電力 御指摘の点につきまして最後のまとめのところで記載してございますように、比較的被害率が高かった断路器、27万の空気遮断器につきましては、実際どのくらいの大きさの地震波が発生したんだろうという推定とともに、被害が発生した原因について今後分析評価をしてまいる予定でございまして、その評価と併せまして今の御指摘の点、震度でなしに実際の地震の揺れの大きさに対して被害がどうであったかということ、この断路器、空気遮断器については評価していきたいと考えてございます。

○山崎委員 それはわかりましたけれども、単純に震度5というのはありませんからね。気象庁でも震度5強か5弱のどちらかなので、それを足して震度5にわざわざデータ上集めるなということを行っているのです。

○平本委員 機器を設定するときは震度という考え方ではなくて、加速度で行います。配管から含めて機械も地盤で200Gal、高さで300Galとかいくの也有ります。同じ震度5でも200Galもあれば400Galのものも有ります。このように実際には、加速度が力になるわけなので、もしかしたら震度というのは一般の人に物すごくわかりやすく、テレビでもすぐ地震の大きさは震度で出てきますので理解しやすいんですが、我々これを数値的にもし分類しようとするんだったら、加速度で整理してみたら見えてくるようになるかもわかりませんね。

インターネットで気象庁が加速度の分布も出しています。私どもの納入した壊れた機器、補修を行った機器をGalで全部整理してみたんですが、400Galを超えているところに補修が出るようなトラブルが出て、400Gal以下では全く出ていない。だから400Gal以下の地域では翌日すぐ運転に入っている。今の我々の設計指針というのは地盤で200Galなんです。それをやると余裕があるので400Galとか持ちます。そういう意味では今までの耐震設計というのは十分に、今までの指針をそのとおりに發揮して、それ以上の性能を出している。

問題は400Galを超えたときにちょこっと出てくるトラブルを、短期間に応急措置をするという考え方をどう対応していくかというような整理もしていかないと、今後の広範囲な地震、言い方は悪いんですが、阪神みたいなものは集中して出てきますので、被害は1つの発電所、2つの発電所だと思います。このような限定的な被災であれば、全体の予備率の中で対応できるんですが、今回みたいな被災が広範囲に亘り10箇所も20箇所も30箇所もいくと修理のための人手は要るわ予備品もないわ、さらには工事をする機材も不足する。今回はそういう二次的な被害が多くて、ちょっと復旧が遅れた部分もあったんです

が、二次的な被害がなければ大体非常に短い期間で、一つひとつを見れば修復可能であるような整理もできております。できれば今、言われましたような電気品についても、そのような整理ができるかどうか私もよくわからないんですが、整理されたらどうかなどは思いました。

○横山主査 ありがとうございます。

それでは、また整理の仕方につきましては今の皆さんの御意見を基に考えさせていただきたいと思しますので、よろしくお願ひしたいと思ひます。

ほかにいかがでしょうか。豊馬委員、お願ひします。

○豊馬委員 先ほど日高委員もおっしゃった御指摘の点で、被害率をどう見るのかという御指摘がありました。考え方のところで後でまた御意見があると重ひますけれども、それは過去と比べてどうなのかという、阪神大震災のときの被害と比較してどうかという見方もあり、したがって地震の震度の分け方もある程度の当たりをつけるという調べ方でも私はいいのではないかと思ひています。更に問題があれば詳細に入っていくという、最初のこのワーキングの合意事項ですけれども、極力効率的にやりましようというやり方の考え方に沿った分類を両電力の報告ではしていただひていると思ひています。一応これは参考意見です。

○横山主査 ありがとうございます。

多分この被害率は基本的にはそういう意味で、兵庫県南部地震との比較という意味で出されたものですので、またそれ以降踏み込んでまた御検討いただひたいと思ひます。

ほかにいかがでしょうか。金谷委員、お願ひいたします。

○金谷委員 今回の地震動の特徴は、継続時間が非常に長かったというのがあると思ひまして、例えば変電設備でパッキンがずれたり、ボルトが緩んだりという被害があるとすると、それは単に加速度だけではなくて繰り返しの効果というか、そういったようなことも影響しているのかなという印象を持ひていまして、もしこれから何か変電設備については東北さんも東京さんもいろいろ詳しい御検討をされるということで、その辺も視点に入れて御検討いただひておけば、今後の参考になるかなと思ひます。

○横山主査 どうもありがとうございました。

ほかにいかがでしょうか。名倉委員、お願ひします。

○名倉委員 今回、東北さんも東電さんがいし型の機器で被害がかなり出ておるといふことをございますけれども、これは JEAG の耐震指針に基づいて耐震解析されて、安全率があつた機器かと思ひますが、今回はそういった機器で被害が生じたといふのは先ほどございました加速が大きいといふことなのか、強震があつたのか、もしくは今はまだ余り解析を入れていらないと思ひますけれども、リード線が引張るような新しい要素があつたのか、そういった要素も含めた今後解析をされるのかなと思ひますけれども、その辺のようなお考えかお伺ひしたいと思ひます。

○横山主査 いかがでしょうか。

○東京電力 先ほどの繰り返しでございますけれども、被害の起きました断路器、空気遮断器、東北さんの変圧器につきましては、実際に発生している地震動、御指摘のありますような加速度、応答スペクトルですとか、機器の共振周波数ですとか、そういった特徴を踏まえて、御指摘のありました地震動の長さ的な要素も踏まえまして、被害の原因について分析をしていく予定にしております。今、しかかり中でございます。

○横山主査 いかがでしょうか。日高委員、お願いします。

○日高委員 津波に関しては、両電力も一番最初にこれまでどういう考え方で敷地高を決めたかというポンチ絵が出てきているんですけども、残念ながらこれをやって実際には津波で浸水があったりするといったことは、逆に言うとその考え方はよかったですけれども、ここで考えていた津波時の最高潮位というのが想定外であったということになると、今度これに基づくとすると最高潮位がみんな高くなってしまいます。そうすると、今後もしこの基準でやると高くなった分、敷地高さを高くするか、防潮堤みたいなもののフェンスを少し高くするということが結果的になるのでしょうか。

2. 電気設備の地震・津波対策の基本的考え方についてm

○横山主査 その辺につきましては後ほどの資料2で、また皆さんから御意見をいただくということでもよろしゅうございませうか。

それでは、どうもありがとうございました。

先ほどからも一般的な考え方につきましても御意見をいただいておりますので、早速資料2「被害状況を踏まえた地震・津波対策の基本的考え方について」の御審議をしていただきたいと思っております。

まず、資料2につきましては事務局から御説明をお願いしたいと思っております。

○沼田班長 それでは、資料2に基づきまして被害状況を踏まえた地震・津波対策の基本的考え方について御説明をさせていただきます。

まず電気設備の耐震性についてということでございますけれども、この資料では現在各電気設備がどのような耐震性を有すべきかを示しまして、次に(2)として先般の地震の被害状況からそれぞれが耐震性を持っていたかどうかというのを検討していくという流れにしております。

1.(1)からでございます。この耐震性区分につきましては既に東北電力さん、東京電力さんの御説明の中でも触れてございましたので簡単に御紹介いたしますけれども、平成7年の兵庫県南部地震の後、電気設備防災検討会、資源エネルギー庁が設置開催をした検討会でございますが、この中で防災基本計画、平成7年7月に中央防災会議が決定いたしました計画において示されております耐震性確保についての基本的考え方に基づきまして、各電気設備の耐震性区分、確保すべき耐震性を整理しております。

耐震性区分Iの設備としては、一旦機能を失うと人命に重大な影響を与える可能性のある設備。ダム、LNGタンクなどに関しては一般的地震動であり、設備の供用期間中に1～

2度発生するような確率の地震動に関しては、機能に重大な支障が生じないこと。高レベル地震動は発生の確率は低い地震でございますけれども、直下型とか海溝型の巨大地震に起因するような高レベルの地震動に関しても、人命に重大な影響を与えないという耐震性としてございます。

耐震性区分Ⅱの設備といたしましては、区分Ⅰの設備以外のものがございますけれども、一般的な地震動に際して機能に重大な支障を与えない。高レベルの地震動に際しては著しい長期的かつ広範囲な供給支障が生じないよう、代替性の確保、多重化等総合的にシステムの機能が確保されることという耐震性を求めています。

(2) 先般の地震被害を踏まえた耐震性の検討でございます。2ページにまいりまして、被害の状況につきましては既に事業者の方からも御説明をしていただいております。

まず今回の地震動のレベルでございますけれども、最大震度が7、マグニチュード9.0という規模のものでございまして、高レベルの地震動に該当する地域もあったものと考えられるという整理でございます。

(イ) 地震による電気設備の被害について。耐震性区分Ⅰの設備、被害状況といたしましては油タンクに関して浮屋根上への油の飛散がありましたけれども、タンク外への油の溢流は発生してございませんでした。その他設備に関しては特段の被害は発生していないという整理でございます。

このような状況から耐震性確保といたしましては、人命に重大な影響を与える可能性のある被害を発生していない。したがって、本区分の設備に関しては求められる耐震性はあったという整理でございます。

耐震性区分Ⅱでございますけれども、3ページにまいりまして被害状況をかいつまんで再度御説明いたしますが、火力発電設備についてはボイラの損傷が若干発生をしております。変電設備に関しましてはブッシング破損、がいしの破損がありましたけれども、運転継続が不可能となるような被害は少なかったという整理でございます。

送電設備は地震動によって倒壊したような被害はなかった。ただし、東京電力さんの御説明にもありましたけれども、盛土の崩壊による土砂によりまして鉄塔の倒壊が1基ございました。がいしの破損、折損もございました。ここでも長期間にわたる運転継続不可能となる被害はなかったという整理でございます。配電設備に関しましては津波、地盤被害によるものでございまして、地震動による被害は発生していない。また、このような被害に伴う感電などの公衆災害も発生をしていないという整理でございます。

耐震性確保の状況といたしまして、この部分は供給支障の観点から整理をしております。3月11日の地震発生後、東北電力最大約466万軒の停電でございましたけれども、3月14日に80%、3月19日には94%の供給支障の解消。東京電力でございますが、3月18日には供給支障をほぼ解消している状況でございます。

参考といたしまして、平成7年の兵庫県南部地震の際には、地震発生後6日で全戸への応急的な送電が完了している状況でございました。したがって、この区分の電気設備

について、著しい供給支障が生じないような総合的なシステムとしての機能が求められており、この観点から見ますと耐震性は確保されていたのではないかと判断でございます。

(3) 検討結果でございます。まず平成7年のときの耐震性確保の基本的考え方は平成7年の中央防災会議の決定を踏まえたものでございまして、現在の防災基本計画について変更があったかないかということでございますけれども、この点について変更はないことを確認してございます。

4 ページ、これまでの状況を踏まえますと、耐震性区分に応じた耐震性能は基本的に満足しているのではないかと判断してございます。人命等に重大な影響を与える事象がなかったことから、耐震性区分Ⅱから耐震性区分Ⅰに移行させる設備はないと考えてございます。したがって、現行の確保すべき耐震性について変更を必要とする状況は発生していないと考えてございます。

ただし、一部変電所におきまして設備の被害状況が発生してございます。さらなる耐震性向上を図るために原因を分析し、個々の設計に活用するなど有効ではないかと考えております。

耐震性確保の基となっております中央防災会議の検討でございますけれども、現在、先般の地震を踏まえまして専門委員会を設置いたしまして、今後の対策を検討している最中でございます。この結果、防災基本計画などの見直しが今後行われていくことがあるとすれば、本検討結果についてもそれに応じて見直すと記してございます。

次に、津波の状況についての説明でございます。先般の地震に伴って東日本太平洋側の各地で大きな被害が発生してございます。電気設備に関しては既に御説明があったとおりでございます。大きな被害が発生してございます。津波でこれほどの大きな被害が発生した状況と申しますのは初めてでございます。基本的考え方についてもないものですから、検討をする必要があるということでございます。

(1) 電気設備の被害状況でございます。火力発電所では津波の対応といたしまして地盤の高さですとか、防潮堤の対策を講じていた発電所もございましてけれども、それを上回る津波が敷地内に発生し、各種設備に対しては被害が発生した状況でございます。

送電設備に関しましては鉄塔下部への流入物による影響と推測されておりますが、鉄塔の倒壊の被害も発生してございます。配電設備に関しましては電柱の流出ですとか倒壊、折損が発生したという状況でございます。

5 ページの上でございますけれども、津波によって被害を受けた電気設備の復旧には時間を要し、被害の大きかった火力発電所におきましては復旧までに時間を要している状況でございます。広範囲の津波によりまして複数の火力発電所に被害が発生した結果、全体といたしまして電気の供給力に影響を与える状況になったということでございます。

(2) といたしまして、津波に対して各部門ではどのような検討が行われているのかを整理してございます。

中央防災会議の検討状況でございますけれども、本資料の最後の方に中央防災会議の検討資料を抜粋として付けてございますので、適宜御参照いただければと思います。先ほども若干説明しましたけれども、中央防災会議は専門調査会を設置いたしまして検討を進めてございます。本年6月にその調査会におきまして中間とりまとめが行われてございます。この中間とりまとめの中では今後の想定津波の考え方の1つとして、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で設定する津波（最大クラスの津波）と、構造物によりまして内陸への浸入を防ぐ海岸保全施設を建設する上で想定する津波（頻度の高い津波）の2種類を考えてございます。

最大クラスの津波に関しましては住民の避難を軸といたして、ソフト、ハード、いろいろな手段を尽くして総合的な津波対策を確立することを、基本的な考え方としてございます。頻度の高い津波に関しましては、海岸保全施設等の整備を進めることを基本的考え方としている状況でございます。

（3）津波対策に関する他分野の動向でございます。

まずは港湾についてでございます。6ページ、国土交通省に設置をされております交通政策審議会における検討の状況でございます。港湾の津波対策を構築するに当たりましても防護の目標を明確化して対策を進める必要があるとして、2つのレベルの津波を想定するとしてございます。

発生頻度が高い津波に関しては構造物で人命・財産を守りきる防災を目指すとしてございます。発生の頻度といたしましては数十年～百数十年に1回程度の頻度で発生する規模。このような津波に関しては堤内地への浸水、防潮堤からの越流を防止することを基本としてございます。

発生頻度が極めて低いが影響が甚大な最大クラスの津波に関しましては、最低限人命を守るという目標でございまして、減災を目指すとしてございます。この場合には発生頻度としては数百年～千年に1回程度。人命を守る、経済的損失の軽減、大きな二次災害の防止、施設の早期復旧を目標としてございます。この場合には堤内地への浸水は許容するものとしてございまして、土地利用、避難対策といったものと一体となって総合的対策を講じる。これが港湾についての検討状況でございます。

次に下水道でございます。東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧の在り方に関する提言を、国土交通省と日本下水道協会が共同で検討してございまして、第3次提言が出されてございます。この中では東北地方太平洋沖地震により当該施設で観測された津波の高さを本復旧に向けた耐津波設計に用いることを基本とするという提言でございます。具体的には下水道施設に求められる耐津波性能は、下水道施設の重要度と被災後の市民生活の影響を勘案して設定されてございまして、ポンプなどは機能確保、最初沈殿池、消毒設備等、設備に応じて迅速な復旧が可能とするようなもの。

7ページの上でございましてけれども、早期の復旧が可能となるような措置を講ずるもの。このような設備の重要度などに応じて対策を進めるとしてございます。

(4) 電気設備の津波への対応に関する論点でございます。

①として耐震性と津波対応の区別について。津波への対応に関しまして地震と同じように、地震とは別の考え方を整理する必要があるのかとさせていただきます。特に津波による被害というのは地震動による被害と異なる特徴があります。津波が到達した地域とそれ以外では被害の発生の有無が分かれていること。津波の到達域においては面的に被害が発生し、電気設備の種類に関係なく何らかの被害が発生すること。津波の程度によっては浸水から破壊まで被害の程度が大きく異なることがある。このようなことを踏まえてどのように考えるのか。

②といたしまして、津波への対応に関連する電気設備の区分について。耐震性区分では機能喪失に伴うリスクの大きさから耐震性区分Ⅰ、耐震性区分Ⅱと区分してさせていただきます。津波への対応につきましても同じように区分をするかどうか。これについてどのように考えるかということでございます。

ダムについては津波の到達する沿岸部には存在しない。津波の到達域では設備の区別なく損傷する可能性が高いことなどをどう考えるか。津波被害からの復旧の要否や早さを考える必要があるのかということでございます。

③津波のレベル分けについて。中央防災会議や他分野の検討におきましても頻度の高い津波、最大クラスの津波に区分して対応を検討してさせていただきますが、これについてどう考えるのか。

④津波対策について。電気設備の場合、論点を例示すると次のとおりでございます。

まず津波の防護でございます。供用期間中1～2度程度発生する津波に関しては、設備の種類、重要度に応じ浸水を防ぐような防潮堤の設置、地盤の高さを考慮することなどによる浸水を防ぐような対策についてどう考えるのか。

8ページの津波の影響の軽減。発生が極めてまれである最大クラスの津波について、津波の被害を防ぐような設備とすることは費用の観点から考えましても現実的ではない。今回の津波被害や復旧の実績を踏まえて、電力の供給に与える影響の程度を考慮して、可能な範囲で被害を減じ、あるいは復旧を容易とするような対策についてどう考えるか。

設備（発電設備、送変電設備、配電設備等）ごとの津波対策でございます。

1つ目のポツでございますけれども、電気の供給元として発電設備、送変電設備があると思います。火力発電所では従来から津波対策は講じてございますが、今回の津波では被害が広範囲でございまして、多くの火力発電所で被害が発生し、復旧に時間を要している例もある。このような状況を踏まえて電気の供給力の確保の観点から各発電所の重要度を勘案した上で、津波被害や復旧の実績を整理し、得られた知見の中から早期の復旧が可能となるような対策はないか、検討しておくことが必要ではないか。また、火力発電所には耐震性区分Ⅰに該当する人命に重大な影響を与える可能性のある設備が設置されている。これらについても石油コンビナートにおける設備の対策との整合をとりつつ、最大クラスの津波への対応策の検討が必要ではないか。

なお、沿岸部には多くの火力発電設備、そこから電気を需要地に送電するための設備が設置されてございます。これらにつきましては特定の発電設備に対して特定の需要地があるのではなくて、電力会社の供給区域全体に対し電気を供給する発電設備としての位置づけであり、基本的には代替性、多重性を満たすことができる設備と考えられるとしてございます。

需要家への供給設備でございます。送変電設備、配電設備などがございます。

電気は原則として需要に応じて供給するものでございまして、沿岸部であっても需要地には送変電設備、配電設備が設置されてございます。需要地である市街地などへの浸水は海岸保全施設で防がれることが期待されてございますけれども、これをを超えるような最大クラスの津波について、需要地の多くが被災し需要が消失した場合、供給設備の機能を維持する必要性がなくなると考えてよいか。

地域において津波ハザードマップが整備され、浸水が想定される場合は、浸水の状況に応じた需要の有無や、地域の防災計画と整合をとりつつ、対策を検討することが有効ではないかというのを論点としてまとめてございます。

説明は以上でございます。

○横山主査 どうもありがとうございました。

先ほど日高先生の方からも津波に関する御質問がありましたように、津波に対する基本的な考え方、今後の検討に当たってこういうことを考慮すべきだという御意見、勿論、地震動につきましてもそうですけれども、御意見があればどんどん出していただければと思いますので、よろしく願いいたします。

○山崎委員 2点あります。

1つは、まず最初に地震動の方はまとめにありますように、それほど大きな教訓はないということで、津波に絞って議論させていただきます。

津波はここに書かれてあるようにレベルを区分Ⅰ、区分Ⅱ的なことを適用するのが、恐らく流れとしては適切ではないかと思うのですが、内閣府の方もどう考えているのか。レベル1とレベル2の区分けの仕方なのですが、千年クラスに1回、例えば今回の東北地方太平洋沖地震は明らかに最大と言えるんですけども、次の東海、東南海、南海をどう考えるか。これは歴史的には100～150年で繰り返しています。もうあと30～40年後に来ることはほぼ確実。こういうものを最大級としていいのか。

もしレベル1に格上げすると相当強固な対策をとらなければいけなくなってしまう。恐らくある程度はそうせざるを得ないかなと思うのですが、そうなると今度は設備のクラス分けを、ここにも少し書かれていますけれども、配電系は捨ててもいいだろう。発電所、大型変電所をどうするか。それも全部対策する必要があるのかというクラス分けを、津波の場合は地震よりももう少し細かくする必要があるのではないかという感じを持ちました。意見です。

○横山主査 どうもありがとうございました。

多分、今の御意見はただいま御説明のありました8ページ真ん中辺りの電気の供給元としての設備の発電、送変電設備等の中の地震・津波発生後の電気の供給の確保の観点から、各発電所の重要度を勘案した上ですべてやるわけではない。重要度を勘案した上で何らかの今回の津波被害や実績を整理して、得られた知見の中から早期の復旧が可能になるような対策がないか、検討しておくということにつながるのではないかと私は理解をいたしました。どうもありがとうございました。

ほかにいかがでしょうか。

○日高委員 意見というわけではなくて、今後何回か委員会があるんですけども、スケジュールとして今お聞きして、多分今日はフリーディスカッションみたいな感じですが、今後どうなるかというのは話を聞いていて、ここが問題点だと今すぐ思いつけばいいんですけども、よく考えてみると思いつくということもあるので、そういうものは2回目に出てくるのかとかいろいろあるんですが、ちょっと今後のスケジュールを考えて、どの辺に最後の結論が出るかを想定すると、意見も出やすくなるのかなと。今日全部問題点を挙げて、次以降はそれを議論しますと言われてしまうと、そんなに全部挙がらないかもしれないと懸念しましたので、全体的なスケジュールを教えてくださいと皆さんも意見を出しやすいかなと。ひょっとすると今回出し忘れたところも次回出してよさそうとか、いろいろあるのではないかと思います。

○横山主査 事務局の方からお願いします。

○大村課長 重要なポイントでありまして、スケジュールは前回お示したような気がするんですが、今後復旧について少し焦点を当てることをやりたい。というのは今のこの話でも、結局津波で非常に高レベルなものがあると、ある程度被害があるということは、これを全部防ぐというのはなかなか難しいというのは各分野の全体の考え方でありまして、そうすると被害があってもどうやって復旧していくのかというところ。復旧の方法だけではなくて復旧がしやすいような知恵があるのかどうかとか、その辺の検討が恐らく新たな知見になってくるのではないかと考えております。ただ、復旧についてはまだどんな感じなのかまだ事業者さんからもお聞きしていないんですけども、次回以降、復旧についていろんな経験、新たな知見をいろいろ出していただいて、その中でどういった方策があり得るのかということは、検討していきたいなという感じはします。

スケジュール的なことを申し上げますと、月1回ぐらいのペースですので、こういうものをやりながら中間的に、勿論結論はまだ全然でないかもしれませんが、各省でまだ検討が恐らくずっと続くと思います。したがって、その辺を見ないと実は決められないところが出る可能性もありますので、中間的に少し課題があるかもしれませんが、そういうものを年内辺りにとりまとめる方向で考えていければいいのではないかと考えています。

○平本委員 例えば今回、発電所の復旧で相当手こずりました。津波の問題もありましたけれども、津波がなくても復旧はすさまじい状況だったと思います。物が無い。被害が大きいため人手も足りない。私ども三菱重工は延べ2万人日の技師を復旧に派遣しました。

これは日立さん等の他メーカーなども同じだったと思います。それに加えて現地の作業員はその5倍ぐらいかかっていると思います。それを例えば3週間以内に立ち上げるんだとなったら、本当に物理的に可能なかどうか。

そういうことを考えたときに、次に起こるであろう東南海等の広域大地震を備えた場合どういうふうに事をやればいいのかというのを焦点に当てて議論してもらいたい、検討してもらいたいと思います。今回の事例で言えば電力さん及び復旧に携わった各メーカーさんが相当苦勞していると思います。泊るところもない。そういうところをいろいろ、次回起こるであろうものに対してどういうふうな教訓を残していくのかということを中心点に当てていただけたらありがたいと思います。

○大村課長 その点につきまして、恐らく事業者さんのいろいろなお考えもあるとは思いますが、恐らく今回いろいろな経験を踏まえ、地域でもいろいろな防災計画を立てられると思います。それはどんなものを想定するのかというのがあって、それは恐らく今やっている最中といいますか、今後出てくる。それに基づいて地域のいろいろな計画を立てられる。そういう中でどういう対策をとるのか、個別具体的にはそういうものが恐らく条件がある程度判明してこないか、なかなか難しいだろうなと思います。

したがって、ここでできるのは今回のいろいろな経験、新たな知見を基にいろいろなオプションはあって、取り得るものはこういうオプションだとか、こういうことに気をつけて今後の計画に生かすべきというところを、ここでは整理できればいいのではないかと。個々にはそれぞれの事業者さん、地域との連携の中で決まっていく話だろうと考えています。

○横山主査 深沢委員、どうぞ。

○深沢委員 先ほどからお話をずっと聞いていた中で、内容を私なりに整理しますと、一つに、今の耐震設備の耐震性が足りているのか足りていないのかという純技術的議論、二つに、先ほどから事務局の方からお話がありました、津波への対応に関する議論、三つに円滑に復旧するための諸問題に対する議論に大別されるかと思われまます。本日のこれらの、大きく3つの内容が混在した形になっており、少しテーマ毎に整理した形でくれた方が討議しやすいのではないかと思います。

私の認識として、本会議では、津波についてはこういう考え方で設計をしていくとか、しないのかの方向を出す場でないと考えています。また、単に円滑な復旧と言っても、復旧しやすい構築方法なのか、あるいは、復旧体制の話なのか、絞り込む必要があるのではないのでしょうか。

○横山主査 いかがでしょうか。

○大村課長 今、3つの論点があるということで、耐震性については足りている部分もあるし、今回もう少し考えなければいけないところもあるというのが今、事業者さんの説明でもあり、こちらの整理でもあったと思います。ですからそれは今からいろいろ解析結果も出ますので、その中で考えていくということでしょう。

津波の設計の具体的などころまでは、恐らくこの場でやるのは無理があるなと思います。

したがって、今回そもそもこれをやろうとしたのは、津波に対する対応の基本的な考え方を、今まで全くそういうものがなかったものですから、まずはそこを整理しよう。阪神・淡路大震災のときもそうだったと思うんですが、基本的な区分の考え方とかレベルの考え方を整理した。それ以外に個別具体的に何か対策があるのであれば、それを整理したというのが前回のことだったので、今回もそれにならい、基本的な考え方をしっかりと整理をしたいというのがあります。ここはまだ結論が出ていませんので、いろいろ御意見をいただければと思っていますところであります。

復旧についても、阪神・淡路のときも設備対応的な話と復旧の話と分けて議論をしまして、今回も復旧については少し分ける形で、ソフト面も含めて検討ができればと。

○深沢委員 今のお話を聞くと、広範囲にわたってとりあえずやろうというようなことです。わかりました。

○横山主査 豊馬委員、お願いします。

○豊馬委員 資料2のペーパーはよくまとまっていて、大体方向性も書いてあると認識しています。例えば地震に関して言いますと4ページに書いてあるとおり、したがって、現行の確保すべき耐震性について変更を必要とする状況は発生していないものと考えられるという、ある程度の結論が書いていると私は認識しています。

ただ、先ほど何度も説明があるとおり、一部の変電所において超高圧系については影響が大きいので、ここは更に検討が必要であるというとりまとめでどうかという方向性は出してあると認識しています。

津波に関しては非常にまたこれもよくまとめてあると思うんですが、ほかの部会などの検討状況を見ても、今回の津波に対応するような設備をつくるのは現実的でないとなっており、これは先ほど大村課長もおっしゃったとおりで、どこの部会でもそうまとめられていまして、だから防波堤とか防潮堤を上げるということまでは、ここは原子力を扱っていませんので必要ないと考え、一般の方に迷惑をかけるのかという視点から一度整理するといいと思います。電気設備ではございませんでしたけれども、気仙沼などはタンクからの油で結構被害があったというのはひどく住民の方に御迷惑をかけた設備だと思しますので、そういうものをどうするかを考える必要があると思います。これは石油コンビナートなどとも一緒に論じないといけない話だと思いますので、そういう場と整合をとって議論していくというふうに整理にされていますので、そういう整理でいいのではないかと思います。

ただ、ほかの設備については先ほど山崎委員から配電設備は捨てていいという話とかありましたけれども、大きいものにつきましては同じような考え方で、海岸部にある設備を見る必要があると思います。幸いなことに重要な変電所は海岸近くにあるものもあるかもしれませんが、大体においてほとんどが津波というのは考えなくていいような場所にあるものが多いです。例えば新福島変電所も被害がありましたが、それは地震によるものだけでありまして、原子力発電所は津波に遭いましたけれども、変電所自体は山の方に

あって津波は考えなくてよかったという地域特性がありました。そういう意味ではある程度、津波についてもここに書いてあるような考え方で対応していくことで良いのではないかと思います。

ただ、火力発電所は必然的に海岸線にございます。火力発電設備は先ほど言いましたとおりタンクについてどう考えるかというのは、ほかの議論と整合をとって議論をしていくという、書いてあるとおりの整理でいいと思います。津波に対してどう対応するのかという、計画停電というのや、お客様の御協力がありました使用制限についてどう考えるかというのもあるんですが、例えば原子力についてかなり対策をやります。そういう面からは供給力についてはかなり代替性の確保というのは間違いなく今より向上していくわけです。もう二度とああいう事故は起こってはいけませんので、必ず向上します。また、連系線の方の議論もされていますので、これでも供給面の代替性は向上していく。したがって、代替性の確保というのは今後向上していくということは、この議論をする上でバックグラウンドとして認識としていいのではないかと思います。もう一つ更に付け加えますと、平成7年のときには電力自由化はなかったんですけれども、火力設備というのはある程度競争設備でありますので、そこにはある程度経営の判断というものが入って、どういう対策をするのかというのが入っていく自由度があつていいと認識しています。

したがって、結論を言いますと大体このペーパーのとおりの方角で今後議論していけばいいのではないかと私は考えています。ただ、先ほど火力の設備等で非常に復旧等大変だったということに関しては、そういう反省点も踏まえて、運用の中でソフト面等で対応できるもの、余りコストをかけずにできるものがあれば、それについては知見を反映していけばいいのではないかと考えております。

○横山主査 大山委員、どうぞ。

○大山委員 今お話があつたとおりだと思うんですけれども、やはり火力発電所というか、もともと特徴から見て沿岸部にどうしても集まってしまう設備が一番問題だなと思っております。その意識というのは8ページのところに沿岸部に多くの火力発電設備云々と書いてあって、よく認識されていると思うんですが、今も豊馬委員からお話のあつた代替性、多重性という辺りが、これは書くのは簡単ですし、向上しているのは確かなんですけれども、完璧にやるというのはこれまた難しい話だと思いますので、一体どこまでその代替性、多重性でやるのかというのがシステムとしては非常に大きな問題だと思つていまして、そういう意味でその議論までここでやるのかどうかというのも、考えなければいけないところかなと思つています。

ちょっと気になったのは、下水道のところで最大クラスの津波でも復旧は割と早くやるよと書いてあって、これは本当は大変なことを言っているのではないかと、人のことなんですけれども、随分すごいことを書いているなというのが気になったので、またフォローしていただければと思います。

以上です。

○横山主査 どうもありがとうございました。

ほかにいかがでしょうか。よろしゅうございますでしょうか。皆さんからいただいた意見を基にこの基本的な考え方につきましては、これからもまとめて整理していただくことになるかと思えます代替性の確保とか多重化がどれくらいできるのかというところも検討させていただきたいと思えます。

ほかに御意見ないでしょうか。日高委員、お願いします。

○日高委員 議論はよくわかったんですけども、多分やはり最後は少し定量性も必要かなと思って、例えば復旧に時間がかかるというのは、どこまでだったら待てるのかというのも、先ほどの被害率のパーセントでの話ではないんですけども、そういうものをやらないと非常に定性的な議論で、話はわかるけれども、では具体的にとなると少しくエスチョンマークが残るのは、せつかくこれだけ人が集まって議論しているなら、一部でもいいから数値が入ったようなレポートにさせていただきたいと思えます。

○横山主査 どうもありがとうございました。次回また復旧の話も出てきますので、その辺りでまた定量的な話も是非盛り込んでいただきたいと思います。どうもありがとうございました。

それでは、よろしゅうございますでしょうか。不手際で 10 分ぐらいオーバーしておりますが、本日の議題は以上です。事務局から何かございますでしょうか。

○大村課長 議事は終了だと思うんですが、本日は御多忙のところ長時間にわたりまして御議論いただきまして、非常に貴重な意見をいただきました。本当にありがとうございました。

次回は既に御連絡を差し上げているかと思うんですが、まだ時間は設定していないんですけども、11月2日の午後に予定をしたいと考えています。御多忙中、非常に恐縮ですが、御対応よろしくお願ひしたいと思えます。

以上です。

○横山主査 どうもありがとうございました。

それでは、長時間にわたりまして今日は御議論いただきまして、ありがとうございました。また次回どうぞよろしくお願ひいたします。

今日はこれにて散会したいと思います。どうもありがとうございました。