

産業構造審議会保安分科会電力安全小委員会電気設備自然災害等対策ワーキンググループ

(第3回) 一議事録

日時：平成26年4月15日（火曜日）13時00分～15時10分

場所：経済産業省本館17階 第1～4共用会議室

出席者：

横山座長、大町委員、金谷委員、栗山委員、佃委員、野沢委員、白銀委員、山崎委員、
山田委員

オブザーバー

電気事業連合会工務部 早田部長

電気事業連合会電力技術部 但見部長

電源開発株式会社経営企画部経営管理室 阿部室長

議題：

- (1) 電気設備の耐性評価および復旧迅速化対策の検討結果（一部）について
(事業者からの説明)
- (2) 電気設備等の耐性及び復旧迅速化等を検討するに当たっての評価の視点及び残された論点（案）（事務局から説明）
- (3) 今冬の雪害に対する対応について
(事業者から説明)
- (4) その他

○渡邊電力安全課長　それでは、ほぼ定刻となりましたので、委員の方、皆様おそろい
でございますので、ただいまから第3回電気設備自然災害等対策ワーキンググループを開
催いたします。

本日は、本当にご多用の中ご出席いただきまして、まことにありがとうございます。事
務局の電力安全課長の渡邊でございます。よろしく願いいたします。

本日でございますが、委員9名中9名ご出席いただいております。定足数も満たしてい
るということでございます。

最初に、産業保安担当審議官の村上より挨拶申し上げます。

○村上産業保安担当審議官　産業保安担当審議官の村上でございます。本日は委員の皆
様におかれては大変ご多用の中、お集まりいただきまして、感謝申し上げます。

本日、第1回目のワーキンググループで事業者の方に検討を依頼しました事項のうち、
水力を除く部分を中心に議論をいただくこととなりますけれども、資料はかなりの分量で
ございまして、電事連、電源開発株式会社の皆様におかれては、大変短い期間で集中的に
いろいろ作業していただいたことにつきまして感謝申し上げたいと思います。

こういう安全、防災の問題につきましては不断の問題でございます。常日ごろから取り
組んでいく必要がございますけれども、やはり各社とも自発的にこういった問題について
さまざま検討や分析をしたものがあるという前提でこういう短期間にまとめられたのでは
ないかと想像しておりますが、引き続きそのような取り組みについて期待するところは大
きいものでございます。

今回、内容的には大変広範にわたる資料でございますが、少し時間的に厳しいかもしれ
ませんが、6月の中間報告のとりまとめに向け、委員の皆様にはご忌憚のないご意見をい
ただきたいと考えてございます。本日はよろしく願いいたします。

○渡邊電力安全課長　続きまして、配付資料の確認をいたします。配付資料一覧がお手
元にあるかと思っておりますけれども、資料1から資料4と参考資料が1つございます。資料
がない等ございましたら、議事進行中でも挙手をしてお知らせいただければと思います。

また、今回ご参加いただくオブザーバーの方を私からご紹介させていただきます。

電気事業連合会電力技術部長の但見様でございます。

それでは、以降の進行を横山座長をお願いいたします。よろしく願いいたします。

○横山座長　それでは、先ほど村上審議官からありましたように、資料がたくさんござ
いいますが、要領よく進めさせていただきたいと思います。ぜひとも活発なご議論をお願い

したいと思います。

それでは、議事次第に従いまして進めさせていただきますが、議事次第の(1)と(2)をまとめて行いたいと思います。したがって、資料は1から3までを通してご説明いただきまして、その後、ご議論いただきたいと思います。資料1、2は電気事業連合会さんから、資料3は事務局からご説明をお願いいたします。それでは、資料1、2の説明をお願いいたします。

○説明者（電気事業連合会） 電気事業連合会の岩岡でございます。

ただいまから一般電気事業者各社と電源開発株式会社が実施いたしました電気設備の耐性評価及び復旧迅速化対策の検討結果についてご報告申し上げます。

お手元、資料1につきましては評価の概要版でございますので、ご説明につきましては資料2でさせていただきますと思いますので、よろしくをお願いいたします。

まず、資料2、1ページをごらんください。本WG第1回、第2回で決定いたしました検討項目のうち、本日は赤の枠で示します火力発電設備、基幹送電設備、基幹変電設備についてご報告を申し上げます。

2ページ以降、2つの想定地震に対します耐性評価についてご説明申し上げます。

3ページをごらんください。私ども電気事業者は従前より、下の表に示しますとおり、過去の地震での被害実績や平成15年、17年の中央防災会議による想定地震等を踏まえまして、ハード対策、ソフト対策を推進してまいっております。

この具体的内容につきましては、以降の各章で触れさせていただきたいと思いますが、4ページをごらんください。一方、既往最大を超える最大クラスを想定した南海トラフ巨大地震等に対しましては、中央防災会議の方針、広域的な被害が想定されるという観点も踏まえまして、下の表の設備区分Ⅰ、区分Ⅱの耐性評価と人命確保、減災、復旧迅速化についてソフト対策を主眼に検討いたしております。

5ページをごらんください。この後、被害想定を集計結果をお示しいたしますが、右下の黄色い囲い記事でございますとおり、今回の検討におきましては、各設備の所在位置における最大浸水深（地震動）に基づきまして、個別に被害想定を実施しております。そのため、起こり得る最大ケース以上の過酷な条件の集計結果となっていることにご留意いただければ幸いです。

6ページ、7ページ以降が火力発電設備の具体的な耐性評価でございます。火力発電設備は多種多様な設備でシステム構成されておりますが、システム全体を包括的に耐性評価

をするということを前提としまして、過去の地震動や津波、浸水深ごとの被害状況と、発電再開までの期間の相関を分析いたしまして、耐性評価の基準を策定いたしました。

また、消防法等、他法令に基づいて設置されている油タンク等につきましては、実績の幅を広げるという観点で、関係他機関の報告等も取り入れて評価させていただきました。

8ページをごらんください。8ページは各社が用いたケースを示しておりますが、南海トラフ巨大地震では8社、首都直下地震では2社が対象となっております、各社、表示の記載のケースを使用しております。

以降が耐性評価の基準と各社の被害想定の結果でございます。10ページをごらんください。燃料油タンク、LNGタンクにつきましては、下の部分、実績表に示しますとおり、電力での被災母数が少ないということもございまして、同一の耐震設計がされております他機関の東日本大震災を受けての実績、知見をよりどころといたしまして評価させていただきました。その結果、震度7までの燃料油タンク、また震度6強までのLNGタンクについては重大な被害はないものと想定され、人命に重大な影響は与えないものと評価いたしました。

11ページ、12ページが南海トラフに対する結果でございます。

12ページをごらんください。LNGタンクにつきましては、全て6強以下であることを確認しておりまして、人命に重大な影響は与えないという評価をしております。

13ページ、14ページが首都直下地震での結果でございます。

14ページをごらんください。首都直下地震に対するLNGタンクの評価につきましては1基、震度7の地点が想定されてございます。これにつきましては現在、高圧ガス保安法で検討を進めております既往最大を超える地震に対する耐震評価方法、これらを踏まえまして、今後、事業者で引き続き検討を進めさせていただきたいと考えているところでございます。

続きまして、津波（浸水）に対する評価でございます。16ページをごらんください。消防庁が東日本大震災での被害実績から津波浸水深が3メートル以上であると津波による活動等によりタンクの大量の油が漏えいする可能性があり、レベルAの漫画のような状態でございますが、それを防止するために、レベルBに記載のタンク直近に緊急閉止弁を設置するという、これに類する対策を講じることが推奨されてございます。

また、緊急遮断弁については東日本のときにも効果があったということが報告書にも分析されておりまして、私ども電気事業者は津波（浸水）が想定される全ての発電所におき

まして、その重要性に鑑みまして、既に速やかにこれらの減災対策を講じておりまして、人命に大きな影響を与えないことを確認してございます。

また、LNGタンクにつきましては、いずれの基地におきましても津波（浸水）がないことを確認しております。17ページ、18ページがその結果でございます。

続きまして、設備区分Ⅱ（ボイラー、タービン等発電設備）の地震動に対する評価結果でございます。

20ページをごらんください。東日本大震災での電力設備の被害実績から相関性が確認できておりまして、震度5強以下では運転継続もしくは1週間程度で運転再開、震度6強、震度6弱ではボイラー設備の修理を要する被害が発生しており1ヵ月程度での運転再開、震度7での実績はございませんので、レベルBの被害が拡大する、さらにはボイラー鉄骨等の塑性変形等が発生し、これらの修理を要するというので1ヵ月程度以上の復旧期間を要するという評価基準とさせていただきました。

21ページ、22ページが南海トラフ巨大地震での想定結果でございますが、対象各社の集計結果では、レベルCの運転継続もしくは1週間程度以内で運転再開する発電所が37ヵ所、56%、レベルBの1ヵ月程度以内に発電再開する発電所が6弱で10ヵ所、11%、6強で12ヵ所、15%、合わせまして、8割超の発電所が1ヵ月程度以内には被害状況等に応じ順次、連続的に運転再開するというを確認いたしました。また、約2割の発電所につきましてはさらに大きな被害が想定されますので、1ヵ月程度以上の復旧期間が必要ということでございます。

23ページ、24ページは首都直下地震の結果でございます。同様にレベルCが3ヵ所、26%、レベルBが6弱で4ヵ所、30%、6強が7ヵ所、39%で、合わせて9割超の発電所が1ヵ月程度以内に被害状況に応じ順次復旧してくるということを確認しております。

続きまして、設備区分Ⅱの津波（浸水）に対する評価の結果でございます。26ページをごらんください。東日本大震災の実績より、浸水深が数メートル以上になると発電所内の広範囲にわたる設備が浸水被害を受け、特に電動機のコイル巻きかえ修理等に4ヵ月以上の復旧期間を要します。28ページ、29ページに各社の想定結果をお示しいたします。

28ページにございますとおり、南海トラフ巨大地震では6発電所、7%の発電所が4ヵ月程度以上の復旧期間を要する被害を受けますが、延べ9割超の発電所が運転継続することを確認いたしました。

30ページをごらんください。以上、耐性評価の結果、発電所はおおむね1ヵ月以内で順

次復旧することを確認しております、私ども事業者といたしましては一定の耐性があるものと考えているところでございます。

しかしながら、今回、東日本大震災の実績から復旧期間等を想定しております、それ以上の巨大かつ広域的な災害に対しましては、20から30の発電所を同時に復旧しなければならないと大変厳しい状況が想定されますが、以降にご説明申し上げます復旧迅速化策等を講じることによりまして、可能な限り早期の供給力確保に努めてまいりたいと考えてございます。

火力についてのご報告は以上でございます。

○説明者（電気事業連合会） 引き続きまして、電気事業連合会の山口でございます。私は送変電設備関係のご説明をさせていただきます。

32ページをごらんください。記載がございますとおり、青で囲われました17万ボルト以上の送電設備、変電設備が今回、耐性評価、被害想定をしている範囲でございます。それ以外の6万ボルト等の送電線、および配電設備につきましては、今回は被害想定を行ってございません。なお、復旧迅速化対策の検討にあたりましては、こちら全ての設備を対象にしてございます。

33ページをごらんください。火力発電設備と同等に、各電力会社様がどのケースを主に最大の被害想定と考え検討したかの一覧を記載してございます。なお、首都直下地震の震度につきましては今なお公表されてございませんので、今後詳細な検討をしてまいりたいと考えてございます。

34ページ以降が地震動に対する耐性評価でございます。

36ページをごらんください。地震に関しましては、過去に大きな地震といたしまして兵庫県南部地震、東北地方太平洋沖地震の2つを経験してございまして、その際に国の委員会で送変電設備に関しましては総合的にシステムの機能は確保され、現行の耐震基準は妥当、あるいは耐震性能は基本的に満足という評価をいただいております。

なお、送変電設備につきましては、下の図にございますように、送電線が1ルートだけではなく、~~二~~多ルート、あるいは1つの送電線であっても1号線、2号線と多回線で設計されてございますので、単一的な送電線の事故であれば他の回線を使って供給する、あるいは他ルートを使って供給することで、システムとしての健全性を確認していただいております。

37ページをごらんください。主に東北地方太平洋沖地震での設備の被害の状況でござい

ます。震度5強から震度7のクラスについて、総じて一定の設備の被震災の経験をしてございます。震度5強から6強につきましては、おおむね1%、2%程度の被害状況でございまして、震度7についても経験上は1%、2%と非常に少ない被災の確率ではございますが、経験した基数、あるいは対象数が数十設備程度と非常に少ないということもございまして、今回、基本的な耐震性は満足していると考えてございますが、震度7の影響を受けた設備が少ないということで、代表設備で妥当性の検証を行いたいと考えてございます。

38ページ以降は、設備分類ごとの過去の耐震対策実施状況でございます。38ページにつきましては、変電設備の例を記載してございます。兵庫県南部地震の対策例としまして、主に上段の3つの対策を実施してございまして、東北地方太平洋沖地震を受けての経験は下段で、こちらは断路器という電気の入り切りをする装置でございますが、長い碍子の陶器の上に導体に乗っているような構造物でございまして、東日本大震災のときにはこの中間あたりにあるジョイント構造部に被害を受けたという経験を受け、23年以降、随時対策を講じている状況でございます。

39ページをごらんください。架空送電設備の対策状況でございます。架空送電設備につきましては、地震動における倒壊実績は過去にございませませんが、盛り土の崩壊に伴って、東北地方太平洋沖地震のときに土砂が鉄塔に当たり倒壊したという事例がございます。この事例以降、近隣に盛り土森がある箇所を重要な送電線において全数チェックをいたしまして、現状はそれに対する問題がないことを確認してございます。

それ以外に、ジャンパ支持碍子の折損事故に関しましても、記載にとおり設備対策で十分対応してきている状況でございます。

40ページをごらんください。地中送電設備の対策例でございます。兵庫県南部地震の際に地盤の断層変位によります管路の割れ等の損傷がございましたので、それを経験といたしまして、可撓性のある配管に変更するなど、順次対応を実施している状況でございます。

一部、下段にございます可撓性の乏しいケーブルといたしまして、パイプ型圧力ケーブルが今なお数カ所残ってございまして、こちらにつきましてはケーブルで巻いた構造になってございますので、強い地震、あるいは断層変位によって損傷を受ける可能性がございしますが、震度5弱以下の経験しかございませぬので、今回、5強以上での耐性については個別に確認してまいりたいと考えてございます。

41ページをごらんください。今後の耐震に関する検討の進め方でございますが、オレン

ジの枠が本日ご説明させていただきましたように、過去の被害実績及びそれを踏まえた耐震対策の実施状況に基づき、基本的な耐震性を有していると確認してございます。

今後につきましては、特に申し上げましたように、震度7エリアの経験が少ないということもございますので、17万ボルト以上の送変電設備の所在地の位置情報と、当該位置における震度データを突き合わせて震度7の設備の抽出を行い、その後、抽出された設備のうち、個別地点の波形データ、地震動の揺れのデータを用いて、代表設備による耐震のチェックを行ってまいりたいと考えてございます。

42ページ以降が津波に関する耐性評価でございます。

44ページをごらんください。津波の被害での変電設備への影響ということでまとめてございます。左下に図がございますが、GISというスイッチ等の機械に関しまして、水が迫ってきた場合に、一般的にはスイッチの横に付いてございます操作箱が水に浸りますとショートしてしまう。ご自宅でいえば、床上浸水があったときにコンセントが水につかって使えなくなるという状況になると思います。変電所につきましては、この操作箱の位置が個別で違いますので、個々の変電所全てに関しまして水位と操作箱の関係を調べ、水につかる、つからないということで被害の想定をしてございます。

45ページをごらんください。次は架空送電設備の被害状況でございます。架空送電設備の津波の被害につきましては、右下のグラフをみていただければわかりますが、離岸距離が短い範囲ではおよそ2メートルの浸水で漂流物による鉄塔の倒壊がございまして、そこから離れて500メートル超強になりますと、3メートル以上の浸水によって漂流物の影響が出てございます。このうち、実際に東日本大震災では390基程度に対し38基の倒壊がございましたので、一概に水に浸れば鉄塔が倒壊するというものではございませんが、今回はリスク側緩和の評価とをしまして、水が2メートル、あるいは3メートル超過すると漂流物により鉄塔が倒壊するという評価をさせていただくことといたしました。

46ページをごらんください。地中送電設備の津波への影響評価でございます。まず、管路に関しましては、下の図のように河川等の護岸、あるいは堤防等の直下に管路がございませぬ場合には、津波の影響によって護岸が破壊され、管路がむき出しになる、あるいは管路が折損するという事象が、この図で申し上げると、これは6万6,000ボルトの例でございますが、こういう事例も発生しているということ。それから、地上機器につきましても、津波、漂流物の影響により被害を受けた事例があるということ。あるいは、ケーブルが添架されている橋梁につきましても、津波の影響により折損する可能性があるということか

ら、これら3種類のケースにつきまして被害の状況を確認いたしました。

47ページをごらんください。これら設備の被害の状況に関しまして、先ほど冒頭で申し上げましたように、電力供給システムに関しましては、多ルート化や、その他、ほかの送電線を介しての電力供給が可能という観点でまとめたものでございます。

47ページ左側が正常な系統でございまして、右側が浸水後ということで、A変電所周辺に津波が来た場合をイメージしてございます。この場合、当然ながらA変電所は浸水による被害を受けることになりまして、A変電所から出ていますC変電所向き、B変電所向きの鉄塔につきましても一部損壊が懸念されるところでございます。C変電所につきましてはA変電所からの送電線の供給しかできませんので、A変電所が浸水することによりまして、C変電所に供給支障が発生してまいります。一方、B変電所につきましては、Aからの供給ができない場合につきましてはDから供給ができるということで、この場合は系統切り替えかえができ、電気の供給が維持できるということになります。

このようなケースも想定し、実際にどういうケースが著しい供給支障が発生するのかということを出しましたのが48ページでございます。左側が設備の個別の被害状況でございまして、右側が復旧必要エリアということで、供給支障エリア、系統切り替えかえ可能エリア、最終的に系統切り替えかえできないエリアにつきましては中部電力様が1カ所、関西電力様が3カ所、四国電力様が3カ所、九州電力様が1カ所、合計8カ所が供給支障の発生の可能性が出てくることになりました。

49ページにつきましては、同様に首都直下地震での影響評価でございまして、こちらにつきましては津波の影響が少ないということで、供給支障が発生するケースは起こらないという評価結果となっております。

50ページ以降が今後の復旧方策の検討をした例になってございます。50ページは先ほどの絵と同様になりますが、今回復旧を考えるに当たりまして、先ほどの絵で申し上げますと、A変電所については、水が引いた後の対応としましては、仮の設備を設置させていただく、あるいは清掃する。右上のC変電所周辺への供給につきましては、D変電所から仮の送電設備を構築することでC変電所の下位の変電所へ供給するというように、17万ボルト以上の供給支障に関しましては、それ以下の設備を使ってでもお客様への供給をする方策を検討いたしました。

51ページをごらんください。そうした場合に具体的に供給対象の需要はどれぐらい残っているのかを定量的に評価したものでございます。東北地方太平洋沖地震の実績、あるい

は学術的な知見から、浸水深2メートル以上で木造家屋が全壊し、大規模半壊の割合が90%以上になるということが示されてございますので、今回は図のように変電所から送っているエリアのうち、2メートル以上浸水するところにつきましては需要がなくなる、2メートル未満のところにつきましては需要が残存するという評価で検討いたしました。それが右側の棒グラフになってございます。青いところが今回喪失する需要、黄色いところが最終的に今回、供給支障量としてカウントする需要量になってございます。

52ページをごらんください。今回17万ボルト以上の送変電設備に起因する非常に広範囲な供給支障につきましては、道路の啓開、あるいは瓦れき撤去等後の必要作業期間として、1週間程度で、全てのエリアがで復旧が可能だという評価結果になってございます。このうち四国電力様の※印のところにつきましては、3ヵ所のうちの1ヵ所のみが被災送電設備の復旧に長期間を要するという事で、減災対策、津波に対する防護対策の具体化を検討し、その対策を行うことで著しい供給支障は発生しない見込みということでございます。

関西電力様、四国電力様の代表的な例を末尾、この資料の112ページ以降につけてございまして、今から2社様につきまして個別の説明をお願いしたいと思います。

○説明者（関西電力） 関西電力の西上でございます。それでは、関西電力の会社の例ということで、添付資料1でご説明させていただきます。

右肩、添付1-1は、代表的な浸水被害の評価例としまして、浸水マップ上に弊社の設備を落とした絵でございまして、濃いところが浸水高が高い想定となっておりまして、A変電所で最大浸水深が9メートル、それから、第1鉄塔と書いてございまして、こちらが最大浸水深7メートルとなっております。

添付資料1-2及び添付資料1-3をごらんください。A変電所での浸水9メートルがこういった形になるかというものを断面図に落としたものでございまして、ガス絶縁開閉器及び変圧器につきましては被害を受けるだろうと想定してございまして。

添付資料1-4をごらんください。正常時の送電状態を示してございまして。ご説明しました被害想定をこの系統図に落としますと、浸水により被害を受けるA変電所が右側にございまして、その左側の倒壊と表示している鉄塔が浸水により損壊すると想定され、この結果、d変電所、f変電所への供給支障が発生するものと想定してございまして。

添付資料1-5をごらんください。これらの供給支障の解消方法についてご説明申し上げます。左側、①のB変電所も一部浸水いたしますけれども、移動用設備、機器の洗浄等

で復旧し、②別ルートを送電線に切りかえ、さらに③送電線鉄塔上で電線接続による応急送電を行いまして、これら供給支障の変電所に対しまして1週間程度で応急復旧すると想定してございます。

関西電力の事例は以上です。

○説明者（四国電力） 四国電力の松本でございます。それでは、続きまして、添付の2-1、2-2のページで四国の事例をご説明させていただきます。

まず、四国電力のA線被害想定とその対策という添付2-1でございますが、こちらにある程度地形をイメージした図面上に変電所、送電線の状況を記載してございます。右側、B発電所が基幹送電線のネットワークに近い側の発電所、左側にA変電所を記載してございます。この間を結ぶ送電線がA線でございますが、この送電線、青色の網かけの部分が海、あるいは河川なのですが、沿岸部を通過しているために、津波被害を想定いたしますと、このうちの鉄塔6基が浸水深さ2.1メートルから3.5メートルの間となると想定しております。

この送電線の復旧を考えた場合に、通常、送電線の復旧と申しますと、仮の設備を建設して行うということになりますが、ここの送電線の場合は、図にあらわしてございますように河川を横断している長径間の区間がございます。この両端の鉄塔は高さが150メートルにも及ぶというものになりまして、この区間の仮設備による応急復旧はちょっと難しい。その場合、もとどおりの鉄塔を建てるということで復旧するとなりますと、その復旧期間は数ヶ月のオーダーになるということで、ここでは長期の供給支障を回避するという観点から、津波漂流物に対しまして防護対策を実施することとします。

次の添付2-2のページでございますが、津波に対する防護対策ですが、東北地方太平洋沖地震におきまして、港湾に設置した津波漂流物の防護施設が漁船や車両の漂流阻止に効果があったという報告がございます。

図の左側でございますが、こちらは港湾に敷設した防護対策の例ということで、財団法人沿岸技術研究センター等から出ているものでございます。このような事例を参考にA送電線の送電鉄塔の津波漂流物からの防護対策につきまして、具体的な大きさや構造などについて今後設計を進めてまいりたいと思っております。

図の右側がイメージ例でございますが、図の上側でいいますと、鉄塔の足元を赤い点線で示しておりますような防護柵で囲むような事例、あるいは、その下側で申しますと、鉄塔の4脚を防護物、例えばコンクリートなどで固めてしまう。あるいは、逆に上側の形

で全体をコンクリートで固めるという事例も考えられるかとは思いますが。そのようなことについて今後検討して設置してまいりたいと思います。

四国からは以上でございます。

○説明者（電気事業連合会）　引き続きまして、資料2の54ページ以降で復旧迅速化対策をまとめてございますので、お戻りいただきまして、54ページ以降からご説明を再開したいと思います。

まず54ページでございますが、電力各社は防災業務計画に基づきまして復旧体制や実施事項を定めて、災害時の早期復旧、あるいは早期停電解消を目的にさまざまな取り組みをしてございます。本日は、7つの主な取り組みについて次ページ以降でご説明させていただきます。

55ページをごらんください。復旧迅速化に係るマニュアル類の整備ということでまとめてございます。マニュアルにつきましては実災害の経験、あるいは24年3月に経済産業省でまとめていただきました電気設備地震対策ワーキンググループでの提言等も踏まえて、自社の災害時のマニュアル等の検証を行い、必要に応じて見直しを実施しているところでございます。

56ページをごらんください。今後、今回のような震災の想定を踏まえまして、南海トラフ巨大地震でございますとか首都直下地震の被害想定を受けて、各自治体が策定する防災計画を踏まえて必要に応じてマニュアル類の見直しを進めてまいりたいと考えてございます。

57ページをごらんください。2つ目の取り組みといたしまして、各種訓練並びに教育ということで、下の図にもございますように、安全技能競技大会でございますとか災害復旧訓練などを進めてございます。特に配電設備にかかわります広域にわたる被害が生じた場合には、復旧用の機器・資材の相互融通、応援体制を構築し、相互に応援を行うことを取り決めてございまして、実際に復旧に当たりましても、これを機能させてございます。

58ページがその具体的な例と今後の取り組みでございます。下の表にまとめておりますのが東北地方太平洋沖地震における主な資材・役務の融通でございます。今後の計画といたしましては、これらも踏まえながら訓練での結果、あるいは反省も踏まえ、適宜見直しを反映していきたいと考えてございます。

59ページをごらんください。3つ目の取り組みといたしまして、緊急通行に係る自治体・警察等との連携ということで、災害復旧用の緊急車両につきましては事前届け出を行い、

災害発生時に早期通報が可能なようにしてございます。また、一番下段に書いてございますが、被災時の燃料確保が非常に重要となってまいりますので、ガソリンスタンドでございましてか石油会社との燃料利用協定などの締結もしてございます。

60ページをごらんください。緊急車両等に係る今後の計画でございまして、電力会社自社のみならず、実際の復旧作業に当たりましては関係会社様の体制も非常に重要になってまいりますので、関係会社様の車両への登録拡大でございましてか、復旧時に必要な現地へ届けるための関係箇所でございます道路管理者、あるいは高速道路公団等との連携も強化してまいりたいと考えてございます。

61ページをごらんください。4つ目の取り組みでございまして、災害時の工事請負会社等との連携ということで、協力会社様とは、直ちに待機、または災害時に出勤いただくことをあらかじめ契約を締結し、体制の確保等に努めてございます。特に今後の計画といたしましては、合同で非常災害対策実働訓練等を継続的に実施し、協業での取り組み、精度向上等を図ってまいりたいと考えてございます。

62ページ以降は具体的な連携の例でございまして、今回、大規模な災害時におきまして、例えば東日本大震災におきまして、送電部門、変電部門、配電部門における1日当たりの最大稼働人数にかかわりました場合、全国ではおおむね6倍以上の体制が既に構築されてございますので、大規模災害時には相互に会社間で応援等の体制を構築すれば、災害に関しては対応できる十分な体制を構築していると考えてございます。

63ページをごらんください。こちらに関しましては東日本大震災時の東北電力様への応援の状況、電力、あるいは協力会社様の応援状況を写真で入れてございます。

64ページは請負工事会社様との連携の一例といたしまして、送電鉄塔を仮で組む作業を共同でやっている事例を記載させていただきました。

65ページをごらんください。発電機車の保有例ということで、現状、発電機車につきましては、設備形態や地域特性、運転に必要な要員などを総合的に勘案して保有台数を決定してございまして、全国で380台保有してございます。特に災害時には優先順位の高い病院、あるいは公共機関、避難場所等へのスポット的な応急送電用として活用してございます。また、台数が不足する場合には周辺の電力会社さんから派遣し、迅速な応援融通を実施するというところで、東北地方太平洋沖地震のときには107台を電力8社から東京電力様、東北電力様におもちゃして協力させていただいた事例もございまして。また、携帯用発電機も全国で5,700台保有してございまして、さまざまな災害に対して対応できるように準備を

整えている状況でございます。

66ページは各社の保有台数ですので、説明を割愛いたします。

67ページをごらんください。6つ目の取り組みといたしまして、自衛隊との連携を事例にさせていただいております。現在、電力9社が自衛隊との災害時における相互の共有に関する協定を締結しておりまして、残り1社につきましても平成26年度に締結を予定しております。

具体的な内容につきましては68ページをごらんください。具体的にどういふことをするのかと申し上げますと、まず自衛隊様から電力会社が支援をいただく例といたしましては、上段の図のように復旧道路の確保でございますとか、復旧用の資材、車両などをヘリコプターで輸送いただくケース。また、電力会社が自衛隊様を支援するケースといたしましては、災害拠点への優先的な電源供給でございますとか、場合によっては敷地等の提供を電力会社が自衛隊様に供給する例でございます。

69ページをごらんください。今後、自衛隊様との協定も踏まえながら、定期的な打ち合わせ、あるいは合同訓練を実施することで充実化を図ってまいりたいと考えてございます。

○説明者（電気事業連合会） 70ページをごらんください。火力発電設備の耐性評価を踏まえさらなる復旧迅速化策についてでございます。各事業者は平成17年の想定地震等に対しまして、効果的な実効性のあるハード対策を実施してきてございまして、これらは少なからず今回の最大クラス地震に対する減災対策になるものと考えてございます。

主な地震対策の事例をご紹介します。左の写真でございますが、建屋、ボイラー鉄骨等の耐震評価結果に基づく補強の事例でございます。真ん中の写真でございますが、揚炭機、燃料の石炭を積み上げる装置でございますが、これらの揺れに対するレールからの脱輪防止対策。それから、右の写真でございますが、地中埋設の放水路のブロックの目地部のずれを吸収するために可撓継ぎ手をつけるなど、こういう対策をしてきてございます。

71ページでございますが、こちらが津波対策の事例でございます。左の写真が、人命確保のために緊急に避難できるような外階段の設置を新たにしております。右の写真でございますが、重要機器などが多い建屋の浸水対策としまして、防潮ゲートや防水扉を新たに設置しております。真ん中の写真でございますが、石油やLNGの燃料受け入れ設備、ローディングアームと、写真の向こう側に少しみえますタンカーの接続部を津波の襲来の際、遠隔で緊急離脱できるような装置の新設を順次進めてまいっております。

72ページでございますが、こちらには今回の評価を踏まえまして、さらなる復旧迅速化策としてご提案申し上げます。南海トラフ巨大地震等は広域災害であるという観点から、あらゆる代替策の検討が肝要と私どもとしては考えておりまして、弱点部位でございますボイラー設備の復旧に必要な足場材やボイラーチューブ材、これらの多重的な確保方法の検討、それから、浸水した機器の洗浄や、その他復旧時に必要となる工業用水の代替水源の検討、燃料油の加温維持等のための蒸気源確保に向けた代替手段の検討、復旧後の発電に必要な資機材の調達あたりも必要になってまいると考えてございまして、燃料設備の復旧不調時の代替手段の検討、ボイラー給水の水質調整ほかで必要となる薬品類の代替調達方法といったことをご提案申し上げたいと考えているところでございます。

73ページには、これら復旧迅速化策の背景として、地震動に対する弱点部位の写真をお示ししてございます。写真1のようなボイラーチューブの損傷等の被害が多くみられてございます。これらは発電所復旧工程における主な律速であることも確認してございます。

75ページをごらんください。一度ボイラーチューブの被害が発生した場合の復旧工程の事例をご説明してございます。ボイラーは右の図にございますとおり、高いものでは100メートル程度ございまして、どの部位で被害が発生するのかというのは想定することが非常に困難でございますが、こういった複雑なボイラーの中で足場を修理箇所まで組み上げていく。その上でチューブのとりかえを行う必要があるということでございまして、部位によっては1ヵ月程度の工程を要するというところでございまして、中段にそういった主な工程を記載してございます。

また、東日本大震災の例では、下に数字が書いてございますが、6ユニット当たり最大650人、作業員が入られたのに対しまして、全国では数万人規模の方がおみえになります。当然こういった非常災害時には他企業の方との作業員の調整も必要になってございますが、資機材の確実な調達も重要と考えてございます。

76ページでございます。津波（浸水）に対する被害の写真でございますが、写真4のように、屋外では非常に大規模な被害が発生した場合、燃料の代替受け入れ、輸送手段を検討しておく必要がございます。

以上、背景を踏まえまして、ご提案の復旧迅速化は有効であるものと考えてございます。
○説明者（電気事業連合会）　引き続きまして、78ページ以降が集中豪雨に対する耐性評価でございます。集中豪雨に対する耐性評価につきましてはハード面、ソフト面、両面からの耐性評価をしてございます。

79ページをごらんください。こちらがハード面での対応例でございます。まず、鉄塔位置を選定する場合につきましては、地滑り防止区域や斜面崩壊の危険のある箇所を極力回避するようにしてございます。

2つ目といたしまして、鉄塔の基礎設計につきましては、右に図がございましたように、逆T字で土圧によって鉄塔の引き抜き防止を図っている基礎から、深礎基礎といいまして、重量によって引き抜きを防止するような基礎を採用することで、より安全な耐性をしてございます。

3つ目といたしましては、それでも斜面の崩壊が懸念される場合には、法面保護を実施するハード対策を行ってございます。

80ページをごらんください。一方で、ソフト面の対応でございますが、まず今回は東北電力様が昨年、集中豪雨で対応いただいた例を一例として記載してございますが、実際は全電力会社が実施しているものであると考えてございます。

まず事前の備えといたしましては、気象情報の把握であるとか人員、車両の確保、応急復旧資材の確認、連絡体制、道路が通行止めになるようなこと、離島へ渡れないようなことを考えて、事前に人員を派遣しておくような体制を整えてございます。大雨が降った後につきましては、降水量の把握に努め、地上、あるいはヘリコプターで鉄塔周辺の地肌の崩れ等を確認するというをしてございます。斜面崩壊を発見した場合にはブルーシート等の仮養生、あるいは保安停止をとり、場合によっては仮支線を取らせてはわけていただいて倒壊を防止し、その後、恒久対策を実施するという例でございます。

81ページは具体的な人の動きでございますので、説明を割愛しまして、82ページにどのようなことをしたのかを写真を入れて記載してございます。先ほど申し上げましたように、①のところで斜面崩壊を確認し、②のところでブルーシートによる仮養生、③で法面保護、緑化を実施するというので、鉄塔に対する影響を極力回避してございます。

83ページをごらんください。集中豪雨に関しましてのまとめでございます。集中豪雨に関しましては局所的に発生する短期間強雨でございますので、ハード面、ソフト面での電力会社の対応によりまして、影響の極小化を図っているものと考えてございます。一方で、電力供給システムはご説明しましたように多重化されたネットワークでございますので、局所的な集中豪雨によりましては、直接著しい供給支障発生の可能性は極めて低いものと考えてございます。

84ページ以降が暴風（竜巻、台風等）への耐性評価でございます。

86ページをごらんください。送電鉄塔の設計の考え方、これまでの設計への反映の状況をご説明してございます。送電鉄塔につきましては、電気設備の技術基準という国の基準がありまして、風速40メートルの風圧に耐えるということが記載されてございまして、全鉄塔はこれに基づき設計されてございます。

一方で、過去、重大な台風等による倒壊事故がございまして、それに基づいて国や事業者の委員会によって民間規程を定め、それに基づき各社が適切に対応しているという事例でございます。民間規程の架空送電規程におきましては、局地的に強められる特殊箇所、あるいは岬等の突端部であるとか、特に風が強くなる部分の送電鉄塔に関しては個別に鉄塔の強風時荷重を設定する、反映するように定められており、これに基づいてやっております。

87ページをごらんください。こちらが具体的な過去の対策と倒壊事例の推移でございまして。1959年、1960年ごろの伊勢湾台風のころには六十数基の鉄塔が倒壊した事例がございましたが、その後の技術基準、あるいは先ほどの民間規程の改正に伴いまして、特に強風が発生するような場所につきましては個別に鉄塔の強度を強化するなどの対応を行ってきまして結果、2005年度以降については倒壊の実績はございません。

また、今回のワーキングに先立ちまして、経済産業省様のほうで第三者による委託調査をしていただきまして、その中でも台風の耐性はあるという評価をいただいております。この概要が88ページでございまして。こちらは神奈川大学の熊野教授を委員長とする委託調査をしていただいた結果、中段に太字で書いておりますところでございますが、台風の規模が現状と大差なく、過去の統計的な実績に基づく蓋然性の高い経路で襲来するとすれば、送電鉄塔の耐力が確保されていると評価できるということで、電力会社の実績に基づくものだけではなく、第三者からもこのような評価をいただいております。

89ページ以降が竜巻に対する耐性評価でございまして。まず文献等におきましては、竜巻に関しては送電鉄塔は先ほどの40メートルの風速に耐えれば、F2クラス相当の竜巻にも耐え得ることを示していただいております。また、昨年つくばで発生いたしましたF3クラスの竜巻におきましては、下の地図をみていただければわかりますが、左下のほうに500キロボルトの送電線が横切っております。右上のほうに66キロボルトの送電線が横切っています。左から右上のほうに竜巻が通過してございまして、その際には500キロボルトの送電線には全く被害がなく、右に写真が上がっていますが、66キロボルトの送電線には一部、支持碍子の破損であるとか断線、飛来物等の影響が生じたということで、F

3クラスの竜巻においても倒壊にまで至るような大規模な災害には至っていないということが実証的にわかってございます。

90ページをごらんください。以上のことから、竜巻に関しましては、F 3クラスまでは実績として倒壊に至らないということは確認してございますが、仮に日本でもF 4、F 5クラスの竜巻が起こったらどうなるのかという議論につきましては、倒壊の可能性は否定できないものと考えてございます。右の写真はアメリカのF 5クラスの竜巻が来たときの送電鉄塔を円で示してございますが、この場合は完全に倒壊している事例もございまして、当然ながら風が著しく強くなった場合にはこういう事例が発生する可能性はゼロではございません。

一方で、電力供給システムは多重化・多ルート化されて構築されてございますので、竜巻のように局地的に発生する部分につきましては、一部の1ルートの断線、あるいは鉄塔倒壊に至れば、他からのバックアップによりまして供給支障の可能性は極めて低いものと考えてございます。

91ページはそのまとめを書いているものでございますので割愛させていただきまして、92ページ以降が大規模火山噴火の件でございます。

○説明者（電気事業連合会） 93ページをごらんください。富士山ハザードマップ検討委員会報告書の降灰可能性マップにて、東京電力6発電所のコンバインドサイクル（ガスタービン）発電所が対象となることを確認してございます。

94ページでございますが、ガスタービンは燃焼用空気や部品の冷却用の空気を取り込む際、ちりやごみを除去する必要がございまして、吸気フィルターが設置されてございます。漫画の右下の赤い部分でございます。

このフィルターにつきましては、95ページでございますが、入り口、出口の圧力差を通常管理してございまして、これによって、詰まりぐあいを確認し、通常は約1年ごとの発電所の停止に合わせて交換を実施してございます。

96ページでございますが、降灰による吸気フィルターへの影響評価を行いました結果、フィルターのとりかえ頻度は降灰量とフィルター粉じん捕集性能から約10日ごとと想定できます。これに対しましては火山情報等を把握しながら、事前に交換用のフィルターの早期調達を行い、計画的な交換を実施し、供給力の確保に努めてまいりたいと考えてございます。

○説明者（電気事業連合会） 続きまして、富士山噴火時の送変電設備の影響としまし

て97ページ以降でまとめてございます。

まず、98ページをごらんください。噴火の影響といたしましては、まず灰による影響、溶岩流や火砕流による影響、主に2種類の影響があると考えてございます。

まず、灰による影響といたしまして99ページ以降にまとめてございます。99ページをごらんください。特に火山ということで皆様が想像されます九州地方、桜島、あるいは阿蘇山、普賢岳等の九州地方での灰による影響を確認いたしましたところ、17万ボルト以上の送変電設備への被害、影響につきましては停電、あるいは設備被害は全くございませんでした。

なお、2つ目の阿蘇山の噴火の際に一部6万ボルトの送電線で絶縁低下による供給支障が瞬時的に発生してございますが、これも2分以内に再送電し、長期間の停電には至っていないという事例がございました。

100ページをごらんください。これは先ほどの表の一番下の新燃岳の噴火時の影響でございまして、右上のほうに灰が約10センチ積もった写真が載ってございます。このようなケースにおきましても、新燃岳の火口からすぐ下側に横切っています22万ボルトの送電線に関しましては、鉄塔、あるいは送電線への被害はなかったということを確認してございます。

101ページをごらんください。今回、灰による影響は実証的にはございませんが、一部6万ボルトで電気事故があったということも踏まえますと、さまざまな環境下においては停電は起こり得ないとは言い切れないと考えてございまして、最悪のケースとして、我々としては灰を除去する、清掃することで電気の絶縁性能を回復し、供給を維持するということを考えてございます。

これが101ページの部分でございまして、具体的な例は102ページをごらんください。富士山のハザードマップによる降灰量でございまして、こちらに関しましては噴火口をさまざま想定いたしまして、灰が積もる最大のケースということで記載したものでございます。センチメートルにつきましては1ヶ月の累積堆積量でございまして、日単位で申し上げますと、地図の右下に書いてございますように最大でも平均1.7センチ程度から0.06センチ程度ということで、非常に広範囲に降りますが、1日単位は非常に少ないところもございまして。

右のグラフをみていただきますと、先ほど申し上げた実証的にわかっておりますのは、桜島での1日あたりでいうと0.7センチ程度までは問題ないことは把握しておりますので、

今回のケースで申し上げますと、1日当たり1センチ以上のところは場合によっては何らかの影響が出るかもしれないということで、月でいうと30センチ以上のマップの範囲に入っているものに対して清掃等の対応が必要になるということでございます。

これに関する清掃の対応をまとめましたのが103ページでございます。103ページをみていただきますと、該当する設備、送電線に関しましては、東京電力で49基、電源開発で76基、変電所につきましては1カ所でございます。仮に灰による影響が出ました場合であっても、どちらかの送電線、および変電所の昨日を維持しておけば電気の供給は継続してできるということで、東北地方太平洋沖地震での東京電力の復旧要員の規模から考えても十分な体制を構築できていると考えてございます。

104ページ以降は溶岩流とか火砕流の影響でございます。104ページをごらんください。今回、被害想定が最大となる溶岩流につきまして設備の損壊、あるいは供給支障の有無という観点でチェックしてございます。イメージ的には、右に地図が載ってございますが、D変電所から出ていますB送電線、A送電線が溶岩流によって一部損壊する可能性がございますが、こちらにつきましてはB'線、C線という別の線がございますので、系統切り替えをすることで電気の供給は引き続き可能だと考えてございます。

105ページをごらんください。土石流の影響を評価してございます。この土石流のマップにつきましては富士山のハザードマップから出ているものでございますが、灰が月10センチ以上積もるエリアのうち、土石流危険渓流、あるいは谷地形の調査結果に照らし合わせてまとめられたものと聞いてございまして、影響評価につきましては、当該エリアに該当するような変電所、あるいは送電線が渓流であるとか、谷地形のところにあるかないかということをして全て確認いたしまして、土石流の影響を受けそうなものにつきましては確認してございます。

しかしながら、自然現象でございますので、万一のことも考えますれば、降灰時の影響と同様に土石流の発生状況を確認するために予防巡視であるとか、場合によっては雨のときの対応と同時に被害状況を事後に把握し、仮復旧等の対応をしていきたいと考えてございます。最終的にはシステムの多重化・多ルート化によりまして、著しい供給支障の発生は極めて低いものと考えてございます。

106ページはまとめでございますので割愛させていただきます。107ページ以降が太陽フレアに伴う磁気嵐の影響でございます。

108ページをごらんください。図にございますように、我々の電力システムにつきまし

ても、ご自宅のアースと同じく、系統事故時の影響を緩和するという目的で一部設備を接地してございます。この場合、電線路と機械の接地、それと対地を通じて閉回路ができますので、磁気の影響によりまして特異な磁気電流が流れる可能性が懸念されてございます。これによる影響につきましては変圧器の影響、電圧の低下、高調波の発生、保護リレーの不要動作等が考えられます。

109ページをごらんください。この異常な電流が流れた場合の影響として、1989年にカナダのハイドロケベック社におきまして大規模な停電事故が発生してございます。メカニズムにつきましては記載のとおりでございますが、このときの停電の影響としては9時間、600万人の方々に数ヵ月規模の復興期間が必要という影響が出てございます。

110ページをごらんください。カナダと日本の物理的な特徴、あるいはシステムの特徴等を比較しているのがこちらの表でございます。電気設備の特徴といたしましては、カナダは1,000キロ程度の長距離の送電線がございましたが、日本の場合は最長でも100キロから200キロ程度と極めて短いということ。それから、調相設備の保護装置の高調波対策をしっかりとしているということ。さらに、地理的な要因として、地図の右上のほうにカナダの送電線の位置がか書いてございますが、そこからみますと日本は磁気緯度がかなり低いということで、磁気の緯度が低くなりますと、当然ながら磁束密度が下がり先ほどの影響もかなり低減されますので、これによって日本における影響はかなり小さいものだと考えてございます。

111ページをごらんください。先ほど申し上げましたものをまとめますと、まず1つとしては、超高压の送電線が非常に長距離かつ高緯度に位置するカナダの特徴に比べて日本は距離も短く緯度も低いということ、それから、調相設備の保護装置に高調波対策が施されていなかったカナダのケースに比べ、日本の場合は対策がしっかりとされているということ。

以上のことから、112ページにまとめてございますが、変圧器への影響、電圧低下への影響、高調波の発生、保護リレーの不要動作、それぞれ日本とカナダで比較しましても、日本においては、そもそも太陽フレアに伴う磁気嵐による影響はかなり限定的であるということと、仮に影響を受けるとしても、設備の部分的かつ一時的な影響の可能性にとどまりまして、著しい供給支障の発生の可能性は極めて低いと判断してございます。

事業者からの説明は以上でございます。

○横山座長 ありがとうございます。それでは、望月さんからお願いいたします。

○望月補佐 電力安全課の望月でございます。ただいま電気事業者からプレゼンがございました電気設備の耐性及び復旧迅速化対策を検討するに当たって、本日委員の皆様方に議論いただく評価の視点と残された論点についてご説明いたします。

まず初めに1. でございますけれども、本日議論いただく評価の視点ということで、共通項目としてまとめてございます。

まず1点目、耐性評価の考え方は評価の基準などでございます。そういったものや方法、プロセス、根拠、判断は妥当であるか。耐性評価は個々の設備、災害の特徴が反映されているか、妥当であるか。次に、復旧期間は個々の設備、災害の特徴が反映されているか、妥当であるか。各設備の復旧迅速化対策、これまで行ってきたことや追加対策は被害の状況、個々の設備の特徴が反映されているか、また妥当であるか。特に人の確保やモノの確保、仕組みの確保が十分なものになっているか。それから、電気事業者の南海トラフ巨大地震、津波の被害想定では、基幹送変電設備の復旧期間が1週間程度となっております。また、首都直下地震、津波の被害想定では、基幹送変電設備にはおおむね被害がないとされております。これらに対しまして、大部分の火力発電設備は多くの復旧期間がかかっていることから、送変電設備が復旧したとしても、供給力が大幅に減少していることとなりますけれども、このことに対してどのように考えるべきかが重要な議論のポイントになるかと考えてございます。

それから、2. でございます。今後の課題となります残された論点について、個別の項目ごとにまとめてございます。

1点目、南海トラフ巨大地震と首都直下地震でございますけれども、首都直下地震で震度7に該当するLNGタンク1基につきましては、事業者におきまして今後詳細な耐性評価を行うとされておきまして、その結論を踏まえて必要に応じてさらなる対策等につきましても検討すべきではないか。他法令のものについても同様と考えております。次に、復旧迅速化に関しまして、防災業務計画やBCPにつきまして、防災力の強化を図るため、定期的な見直しが重要ではないか。各設備の復旧に係るメーカーも含めた請負工事作業員の確保につきまして、実際の災害時を想定した場合の作業員の確保等に係る連携体制の確認を定期的に行うことが重要ではないか。それから、官公庁等の復旧対策本部や主要病院、避難所等、最優先負荷を定期的を確認するとともに、災害・被災に応じた複数の復旧迅速化の手段をあらかじめ検討しておくことが有効ではないか。その際、施設の重要度等に応じまして、非常用自家発電設備の導入につきましても推奨されるべきではないか。非常用

自家発の導入推奨策につきましては、このワーキングでの検討項目でございますので、別途詳しく議論する予定でございます。次に、上の評価の視点にありますように、「大部分の火力発電設備は多くの復旧期間がかかっていることから、送変電設備が復旧したとしても、供給力が大幅に減少し」とあり、このことによって長期間の需給ギャップが残る可能性がないかというのも重要なポイントでございます。

続きまして、次のページでございます。集中豪雨でございます。集中豪雨は局地的に発生する短時間の強雨でございます。その予測等には困難な面がございますが、今後とも集中豪雨の予測技術の動向を踏まえて予防保全的な対策を検討していくべきではないか。

次に、暴風に関して、IPCCの検討で予測されているように、長期的にみて台風の巨大化等が進んだ場合、台風の影響範囲は数百キロメートルと広範囲に及ぶことから、複数の送電ルートが被災する可能性もございます。このため、今後とも台風の予測に関する動向を収集するとともに、耐風性や対策に係る調査研究を進めていくことが重要ではないか。将来、F4クラスの竜巻の発生に関する予測等の動向を踏まえて、電力供給システムの密集地での多重化・多ルート化の有効性を引き続き検証していくべきではないか。

次に、大規模火山噴火でございますけれども、日本列島が火山列島であることを認識いたしまして、今後とも火山噴火の予測技術動向を踏まえて、富士山以外のほかの火山につきましても、火山噴火のハザードマップを活用して引き続き防災対策の充実化を図るべきではないか。その際、上記の復旧迅速化策と同様に、降灰対策につきましては人員の確保も含めまして実働可能性の検証を行うべきではないか。

それから、太陽フレアに伴う磁気嵐でございます。巨大な太陽フレアに伴う磁気嵐の発生の可能性を認識して、電気設備の損壊等による長期的かつ大規模停電を防ぐ対策の充実を図るべきではないか。

以上、本日議論いただきたいポイントを事務局でまとめましたけれども、これ以外の論点もございましたと思いますので、こちらを参考に議論いただきたいと思っております。

最後に、参考としまして、第1回目のワーキングで配付いたしました資料の抜粋として、各電気設備の耐震性区分と確保すべき耐震性、津波対策の基本的な考え方を抜粋して掲載してございます。

説明は以上です。

○横山座長 どうもありがとうございました。

それでは、ただいまから約35分時間があると思いますが、皆様に先ほどお示しいた

ました論点等につきまして、いろいろご意見をいただきたいと思います。

それでは、どこからでも結構でございますので、名札を立てていただければ、ご指名いたしますので、どうぞよろしく願いいたします。それでは、山崎委員からお願いいたします。

○山崎委員 全般の感じとしては、南海トラフとか首都直下地震に関する、もともと内閣府の想定もかなりざっくりしたものでありますし、津波と地震動による震度、揺れの強さだけなので、このような検討で流れとしては大体いいのではないかという気がいたします。

多少個別の議論でいきますと、まずご質問したいのは、8ページのタンクかな、いろいろあってわかりにくいのですけれども、首都直下に関して、大正関東になっていますが、津波はこれでいいかと思うのですが、揺れの強さだけだと、場所によってはいわゆる直下地震、今回内閣府でも大正関東は基本的には関東地震系、相模トラフのものは基本的には参考ということにしていると思うのですが、本当の直下、今回はフィリピン海プレートが割れるという、いわゆるスラブ内地震ということになったようですが、その場合、もちろん震源の場所は何ヵ所か、行政的には東京都南部地震か。以前は東京湾北部地震でしたけれども、今回は東京都南部地震になりましたけれども、あれはそこに地震が起きるという蓋然性は全然ないので、もし電力サイドでやるならば、発電所直下地震みたいなことになるかなと。その場合に大正関東だけでいいのか。例えば、全ての発電所、変電所で少なくとも震度6強は想定して、もし最悪震度7になったらどうかくらいの検討をするのも1つかなと思うのです。あとのほうをみますと、揺れの情報はまだ余り公開されていないので検討していないというところと、8ページの大正関東で揺れ、地震動を想定したというのとやや流れが違うのかなという気がします。そこをご説明いただけますでしょうか。

○横山座長 早田さん、お願いします。

○早田オブザーバー 電気事業連合会の早田でございます。今回、各発電所ごとに一番影響が大きい地震動で耐性を評価してございます。したがって、8ページに書いてございますように東京さん、電発さんの発電所に影響がございましたけれども、大正関東のケースで耐性を評価したというのがまず1つでございます。

先生からご質問がございました、発電所直下にある、例えば断層の変位のような地震動に対しましては、逆に影響範囲といたしましては、その発電所の近傍のみにある程度とどまるということで、広範囲な供給力の減少には至らないであろうということで、今回は

8ページにお示ししているようなケースについて耐性を評価させていただいたとご理解いただければと思います。

○山崎委員　今の点、それで了解いたしました。

○横山座長　ありがとうございます。それでは、まず山田委員、お願いいたします。その次に大町委員、お願いします。

○山田委員　地震動のことにに関してなのですが、今回は南海トラフの巨大地震と首都直下地震を対象にしているということなのですが、過去に構造物がこういう震度の地震動を受けて大丈夫だったから、南海トラフや首都直下も大丈夫でしょうというロジックにみえるのですが、今後來る巨大地震の地震動はマグニチュードやいろいろな条件によって非常に変わってきますし、震度7といっても兵庫県南部地震のときの震度7と東北地方太平洋沖地震のときの震度7は被害の様子や地震動の周期が、全く違っております。震度に敏感な周期帯の構造物のことを議論するときはそれでもいいと思うのですが、今回はかなり巨大な構造物や長周期の構造物も含まれているのに、震度だけで評価して今後も大丈夫でしょうというロジックはちょっと納得できないです。

○横山座長　では、栗山委員からお願いします。

○栗山委員　今のご指摘でございますけれども、説明の中で7ページ、今回の耐性評価の基本のところを書いてございますが、火力発電設備はそもそもボイラーですとかタービン、その他の附属設備、大型のポンプですとか復水器ですとか、そういった機器が複雑に連携している設備の集合体ということで、これらを包括的に耐震性を評価するというところで、今回東北の地震に対して、それぞれの震度階を用いて評価したということだと理解しております。また今回、東北から東京にかけて大変広範囲にわたって震度階と設備被害の相関がとれているものですから、今ご指摘の地震波、地震動もそういった分布の中で広く網羅されているという理解で包括的に判断したということで、個別に解析するというのではなくて、こういう広い範囲で評価したということで、おおむね妥当な評価になっているのであろうと理解して評価を進めてきたということでございます。

○横山座長　何かありますか。

○山田委員　おおむねはいいかもしれないですけれども、例えば最初はタンクの話をしていますよね。タンクは長周期地震動の被害も過去にはあったと思うのですが、包括的にはいいだろうといっても、震度の評価の中には長周期の成分はほとんど反映されていないと考えているので、含まれていない周期成分を震度で評価しても、ちゃんと検討し

たことにはならないのではないかと思います。

○栗山委員 タンクについて申しますと、東日本大震災の実績を調査した消防庁の報告書をもとに評価基準を作成して評価しているということで、今回、消防庁の報告においては、震度7までの多数のタンクを長周期、短周期を含めて評価した上で、現在の基準が妥当であるということで見解を示されているものでございます。したがって、消防庁の報告書をもとにした今回の評価も妥当であろうと考えてございます。

○横山座長 では、渡邊さんからお願いします。

○渡邊電力安全課長 すみません、事務局から。私の記憶違いであれば大変申しわけないのですが、山田先生から、前回、前々回もたしか類似のご質問があったのではないかと思います。今回やっていただいたのが、過去の実績から震度階で影響を出していただいたということで、そういう評価基準を使った。これ自体に問題があるかという、恐らくその限りにおいて問題があるということではないだろうと事務局としても思っております。結果においても、実は問題がなかったと出ているのではなくて、火力発電所の結果は、過去のものに照らし合わせれば供給力がかなりダウンすると出ているということでございます。その結果においてもという意味で、さらにいえば、定性的にもそういうやり方としておかしいものではないだろうということでございますが、委員のおっしゃった個別のその地点のことを考えれば、実は震度階だけではないいろいろな個別の固有の揺れといたしますか、そういったものを考えないといけないのではないかとご質問ではないかと思うのです。

本日、資料3の後ろに参考でつけさせていただいておりますけれども、各電気設備の耐震性区分について、区分Ⅰと区分Ⅱがありまして、区分Ⅰのものについては、それぞれについて高レベルの地震動に際しても人命に重大な影響を与えないというのを確認ということになっているわけでございます。めくっていただいて3ページのところですが、A4の縦、望月の説明したものです。後ろに参考として、区分。これは第1回のときにも提示させていただいたものですが、区分ⅠとしてダムとLNGタンク、油タンクと3つございます。それぞれについては、そこで大きな高レベルの地震動があっても人命に重大な影響を与えないということが必要でございます。例えばダムについては次回ご報告させていただきます。個別にどういった地震動を想定して、どういう影響があるのかという評価をしているところでございます。したがって、LNGタンクにつきましては、他の用途でも使われているものもあるわけでございますけれども、そういった個別のものについての評価

は、きょうの議論ではない、別途やっていく、各自していく必要があると思っておりますが、供給力をみるに当たって、今回事業者が過去の実績から評価軸をつくられて、それを実際の震度階で当てはめてという意味においては意味があるかと考えております。

したがって、個別に、タンクについては区分Ⅰでございますので、もう少し詳細な、この1つが周りの一般の方に影響を与えないのか。ここの隣にも活断層があったとして、これが揺れてもということの確認は今後必要になってくるということでございます。

○横山座長 いかがでしょうか。

○山田委員 ありがとうございます。私も意味がないとは思いませんが、詳細について後から検討していただけるということであれば、それで結構です。

○横山座長 どうもありがとうございました。では、大町委員からお願いいたします。

○大町委員 いろいろたくさんお話いただきましたけれども、全体を通してみると、何かふぞろいな感じがするのは、地震と津波に関しては入力レベルを強いレベルと通常のレベル、2つぐらいに分けていらっしゃいます。だけれども、ほかの部分はそのような区分けがなく、それが1つです。ですから、それをどうするかということ。全部分けるというわけでもなくていいと思いますけれども、そのように分けているのは、従来の方法からだんだん性能規定型の考え方に移って、それぞれの性能を限界状態と対応させて考えていこうという考えに倣ってきているわけですが、地震と津波以外のところはちょっと足りないかなと思うので、そこをどうするかということなのです。

それから、資料2で申しますと、4ページに設備区分Ⅰで例えば高レベルの地震動、先ほどのご質問にも関連すると思えますけれども、人命に重大な影響を与えないということは書いてございますが、それを例えば火力発電所でいうとどういうことなのだというイメージが湧かないのです。例えばダムで申しますと、人命に影響を与えないということは平流にダムの貯水機能を維持するのだ、貯水機能を維持するということはどういうことかということ、下流に制御できない放流をしないことだとかみ砕いていくと、それぞれに対して被害のモードが出てきます。被災のモードが出てまいります。それをしないで、ぼんと人命に影響を与えないとだけ書かれると、どういうことを考えて評価すればいいかというのがよくわからないのです。例えば、個別の施設では耐震性能があるといわれても、火力発電所であると海岸沿いにあるわけですから、隣からもらい被害があるではないかと、そこまで考えるのかどうか。人命に影響を与えるいろいろなモードがあると思うのですけれども、それをもう少しかみ砕いてみて、この検討をどの範囲でやる必要があつて、ここ

ではどの範囲までやったらかということがきちんとわかるような説明をしたほうがいいのかなと思うわけでありませう。

ほかにも幾つかございますけれども、まずそこを申し上げたいと思ひました。

○横山座長 どうもありがとうございます。何かありますでしょうか。

○渡邊電力安全課長 委員のご指摘につきましては、まとめと申しますか、今回事業者から出していただいたものをこのワーキングとしてどう評価するか。その前に当然事務局として素案をどう評価するかというのを出していく、整理していくという中で、きっちりわかりやすいようにしていければと思ひております。今回やっていただき評価したのはここまで、さらに残ったものはこういうものだという中で整理になるかもしれませんが、そのように考えたいと思ひております。

最後に委員からご指摘いただきました、もらい被害と申しますか、副次的なところはとりあえず今回の一連の評価の中では考えておりませんで、そのもの自体が一次的にどのような被害を及ぼすかということでございます。ダムでいえばもちろん委員がおっしゃったようなことでございますし、タンクとのアナロジー、どういうことが公衆への影響かという、やはり燃料なりが外へ漏れてくるということだろうと思ひます。これはもちろん可燃性の物質でございますので、油にしる、LNGにしる、爆発する可能性があるわけでございますので、漏れないというところが担保されるかということになるだろうと思ひます。

○横山座長 津波と地震動とそのほかの災害についてのふぞろいな点について、今後まとめるときにまたいろいろ検討していただきたいと思ひます。ほかにかがででしょうか。佃委員からお願いいたします。

○佃委員 16ページに津波で燃料タンクの被害ということでレベルA、レベルBと書かれて、緊急的に遮断する装置が機能するというご説明だったと思うのですが、実際に水位が上がったときに、タンクを破壊するというと、漂流物とか鉄の塊のような船が来たりとか、変電設備のところでは防護柵をつくるという話はありませんが、ここでは特に説明はなくて、一応遮断して、それが多少漂流したりとかしたら、何らかの被害を想定しなければいけないのではないかと思うのですが、その辺についてお伺いできればと思ひます。

○横山座長 かがででしょうか。では、栗山さんからお願いいたします。

○栗山委員 今回の評価においては、16ページの浸水深さとタンクの被害の実績に基づいて評価してございますけれども、実際津波に対してタンクは非常に大型の構造物でござ

いますので、損傷を与える支配的なものはやはり津波の波力であろうと今回は理解して評価してございます。例えば漂流物がごつんと当たるよりは、大型の構造物でございまして、津波の波力のほうが支配的であろうという理解をしてございます。

○横山座長　よろしゅうございましょうか。山田委員、お願いします。

○山田委員　今の質問に関連するのですけれども、タンクの水圧による影響は設計のときに既に考えられているのでしょうか。それとも、そういう被害も今後考えられるということでしょうか。

○横山座長　では、栗山委員からお願いいたします。

○栗山委員　設計の段階でも当然外力をある程度想定して、設計の中で織り込んでおりますが、今回の結果の中では津波の水深を考慮しても、それ自体は十分な強度があると理解してございます。

○山田委員　それは、想定する津波が例えば10メートルだったら1気圧まで大丈夫ということの確認されたということですね。

○栗山委員　もう一度確認させていただきませうけれども、十分な強度があると理解してございます。

○横山座長　山崎委員、お願いいたします。

○山崎委員　2点ばかり、今回この報告書に入っていない内容について多少気になることがあるので、ご質問いたします。

地震のときの設備の被害の中で鉄塔ですけれども、当然ながら過去の地震でも揺れで鉄塔が倒れてくることはほとんどなくて、強風のほうが影響が大きい。地震で鉄塔が倒れるのは、大体斜面が崩れて足が開いたり、ちょうど地割れの上に乗っていて倒壊したりとか、幾つかの地震でありますけれども、揺れそのものではないが、鉄塔は当然山の中もずっと通りますから、揺れによる斜面の崩壊とかに対する検討は多少はしなくていいのか。大雨のところをやっているんで、あれに近い表現でいいかと思うのですけれども、そんなに多数倒壊ということはないと思いますが、危険性からいったら揺れよりは大きいのではないかなど。

それと、先ほどの大町先生の議論とも多少関係があるかと思っておりますけれども、火力発電所とかにLNGとか石油のタンカーがあります。東北地方の場合でいくと仙台港が一番主要な湾港だったかと思っておりますけれども、あそこも火災のあった近くに実はタンカーが着くところがあるのです。津波のときはいなかった。ただ、大阪湾とか伊勢湾とか東京湾、特

に伊勢湾と大阪湾はある程度の高さの津波が来たときに、結構たくさん船がいますから、どこかの発電所か、隣の石油基地か、ガス会社の基地かもしれないけれども、タンカー系のものは必ず何艘かはいるだろうと思うのです。船と津波と火災はすごい関係があることが最近よくわかってきていますけれども、どれくらいの高さの津波までだったらタンカーとかは余り影響を受けないかとか、そういう検討はされなくていいのでしょうか。

という2点です。

○横山座長　いかがでしょうか。では、白銀委員、まず鉄塔のほうですか、お願いいたします。

○白銀委員　それでは、1つ目の鉄塔に関しまして、ご指摘のとおり、鉄塔自体の地震動に対する強度と、もう1つは鉄塔の基礎自体がもつかという観点があると思います。基礎につきましては、資料2の79ページのところに記載されておりますように、鉄塔基礎をどこに建てるか、鉄塔を建てる評価の段階で、のり面が崩壊するような地形をまず避けるというのは大前提でございまして、そういうところは行政から地滑り防止区域等、そういった地形は設定されてございますので、地震動に関しても集中豪雨の対策とこの辺は共通と考えてございます。これにより基礎の安定性を確保した上で鉄塔の耐震性を評価しているということで、説明としては基礎の部分は評価を省いておりますけれども、共通にご認識いただければと思います。

○横山座長　それでは、火力のほう、栗山委員からお願いします。

○栗山委員　タンカー等の取り扱いについてでございますけれども、ワーキングというよりは、事業者ごとに港湾を利用している港長も含めて検討が進められていると理解しております。一般的には津波警報等が出ると、港長の判断で緊急離散の指示が出たりとか、沖合待機の指示が出たりとか、そういったものが実際に運用で決められてございます。

現実問題として、LNG船が着桟しているときに、離散するのにタグボードが要るですとか、パイロットが要るですとか、油のタンカーについても同様なのですけれども、そういったときに津波の警報が出て何時間で来るとか、そういったことは事業者ごとに評価して、その都度の対応を計画、運用の中に織り込んで、マニュアル等を定めて計画しているというのが実態だと理解しております。

ちなみに弊社、中部電力ではLNGタンカー等が着桟していて、例えばタグボートが緊急に手配できないといったときに、警戒船1隻で緊急離散ができるような対応も運用の中で検討を進めていることとございます。各個社、事業体で事業者ごとに検討を進めている

話だと理解しております。

○山崎委員 了解しました。

○横山座長 ありがとうございます。では、佃委員、お願いいたします。

○佃委員 93ページ、例えば火山災害は地震よりも低頻度なので、当然のように我が国では余り経験してなくて、事例が出ている、恐らく富士山だと宝永の噴火であったり、山体崩壊という磐梯山も明治の初めごろだったし、近代になって経験していないので、国内において、どういう考え方で大規模というのかどうかも含めて想定するか、考え方を整理しておかないと、富士山の事例をやったからいいのではないかというわけにはいかない。事務局の論点にもありましたように、日本列島はいろいろな火山があって、どのように考えておくのが一番いいのかというのをどこかで整理しておかないといけないのではないかと思います。

例えば93ページのハザードマップも、恐らくかなりいろいろな気象条件を統計的にやられてこういった絵になっているのだと思うのですが、例えば実際の宝永噴火となるともうちょっと東西方向に火山灰が降っていて、東京湾の、赤い点に向かって降灰軸があるような感じだったと思うのです。実際にどのようなことになるかというのは、これを想定していくかどうかというのも含めてあると思います。あとは実際に規模というのはどういうものを想定すべきなのかというのも議論があって、規模によって相当違いがあるというのがあります。例えば1ヵ月30センチ積もるといふ現象のところにもし入ったとすると、それが一、二ヵ月、相当な量になるので、フィルターの交換だけで維持できるというレベルなのか、その周辺も含めて、敷地全体でどうマネージされるべきなのかということもあるのかなとは思いました。

あと、複合災害といいますか、土石流で検討されておりますけれども、量によっては、送電線の問題を考えたときに大量の噴出物が出て、その後の降雨によって土石流が発生して、橋を壊してとやってしまうと、今度はなかなかアクセスができなくなるということもあると思います。いろいろなことを考えなければいけないのですけれども、その辺も含めて、日本だと例がないですが、例えば1980年のアメリカのセント・ヘレンズの噴火だとか、1991年のフィリピンのピナツボの噴火とか、立地の条件が違うので比較というわけにはいきませんが、どういう災害でどんなことが起こったと、想像力をたくましくする意味では一応考慮の材料に入れていただいてもいいのではないかと思います。

以上です。

○横山座長　　ありがとうございました。これについて何かございますか。——特にないですか。ありがとうございました。ほかにいかがでしょうか。それでは、金谷委員、お願いします。

○金谷委員　　鉄塔とかの図面で、2回線準備してあるというものがあつたと思うのですが、主には地震が原因だと思うのですが、よくいうのは共通原因故障ということがあつて、例えば2回線準備しているのだが、同じ構造形式とかだと実は両方一遍に故障してしまう。多重化しているつもりが、果たして本当の意味での多重化になっているかという評価のところもあるかとは思いますが、最近の東北地方の地震とかでそのようなことはなかったような報告は聞いているのですけれども、ちょっと不勉強の意味も含めてですが、2回線あるときの1回線と2回線、多少工夫してあるところがもしあるのであれば教えていただきたいと思ったのです。

○横山座長　　では、白銀委員からお願いいたします。

○白銀委員　　まず、電力系統の多重化は、送電線を2回線に分けているということだけではなくて、ルート多重化とあわせて、電力系統全体で供給信頼度を確保しているということが大前提です。その上で、2回線あることで、避けられる事故モードは何かというご説明になりますが、仮に鉄塔自体が耐えられなくなる事象があれば、これは2回線あつても、共通モードということになります。

2回線あることで差が出るものとしまして、例えば碍子が地震の震動で揺れて個別に何本か折損するという事象があり得ると思います。揺れで鉄塔のうちの何本かの碍子が折れたというときに、確率論として、2回線あることで両回線ともに停止する確率が低減されるとご理解いただければと思います。

○横山座長　　よろしゅうございましょうか。そのほかにございますでしょうか。山崎委員、お願いいたします。

○山崎委員　　今度はちょっと簡単な質問です。65ページで電源機車の話が出ていまして、私、ちょっと不勉強でよく知らないのですが、日本の電源供給系統の場合、電気を融通しようとする、いつも50ヘルツと60ヘルツの問題が話題になっているのですけれども、電源機車の場合はどっちでも出せるということなのではないでしょうか。東北地方太平洋沖地震で電力8社が東北と東電に提供したということは、そういう理解なのではないでしょうか。

○横山座長　　では、早田さんからお願いします。

○早田オブザーバー　　それでは、お答えいたします。今、全国で380台保有してござい

ますけれども、全てが50ヘルツ、60ヘルツ共用になっているかという点、そうではございませんで、一部古いものについては単独のエリアしか使えないものがございます。しかしながら、新規に導入しているものについてはこういう広域的な融通も考慮いたしまして、両方の周波数帯域で使えるような仕様を導入しているということでございます。

○山崎委員 了解いたしました。

○横山座長 ありがとうございます。ほかに何かございましょうか。では、村上さんから。

○村上産業保安担当審議官 私から質問させていただきたいのですけれども、まず1点は、地震、津波、火力が損傷を受けて供給力が減るところについて、1ヵ月ぐらいでかなり戻ってくるということが書いてあるのですが、やはりこの点で忘れてはいけないのは、東京電力さんと西側では周波数が違うということはよく考えなければいけなくて、その間の融通が無尽蔵ではない、制限されているということ、この辺は考えた上で、西側の電力会社さんとの間の需給の関係はもうちょっと詳しくみていかないといけないのかなと考えているところであります。

もう一点は、太陽フレアのところで、さっきからご質問がないので、私自身がちょっと気になってはいるのですけれども、この説明でよくわからないのは、要するに系統に直流に近い非常にゆっくりとした変動する電流、直流成分に近いようなものが出たときに、系統は量をはかって、その量に応じて遮断機を飛ばしに行くという保護リレーがあるのかないのかというのがよくわからなくて、その辺を教えていただければと思います。

○横山座長 それでは、但見さんからお願いいたします。

○但見オブザーバー 前段のほう、需給の関係の話はコメントとして受けとめておくということですかね。

○村上産業保安担当審議官 はい。

○但見オブザーバー 総論としては負荷も移るのでなかなか難しいというところがあると思いますが、それは今後のご議論ということだと思います。

太陽フレアですけれども、地磁気誘導電流でトリップするようなリレーはございません。ですので、端的に起こる現象としては、変圧器が過熱するということになります。過熱の結果、変圧器の油の温度を監視していますので、極端に過熱した場合には警報が上がってきて、恐らく普通は現場に見に行くということになると思いますので、そういう対処はできるのではないかと考えております。

○村上産業保安担当審議官　太陽フレアの問題、事象が起きたときに系統全体がダウンして数時間停電すること自体はしようがないと私は思っているのですが、NASAがいろいろ指摘している問題は、要はこういったことについて無防備でいると、変圧器があちこちで壊れて、後々、電力系統が運用できなくなる、その関係で数ヵ月いろいろなところに電気が行かないということが起きる。こういった長期のものが発生すると甚大な被害になるのではないですかという指摘なのです。

だから、そういった関係で今の日本の設備が防げるようになってさえいれば私は問題ないと思うのですけれども、この辺がそうなっているかどうかのご説明が余りないかなという感じがありまして、飛ぶか飛ばないかわからない、ひょっとしたら高調波が飛ぶかもしれないとか、そういうことでしか書いていないので、確実に直流成分のような電気が流れているときに飛ばしに行ったり、とまったり、とめに行けるということがあって、それで変圧器の長期の故障が起きないということがいえるといいかなと考えます。

○横山座長　どうぞ。

○但見オブザーバー　恐らく最終の報告書でどう書くかの問題だと思うのですが、今我々が考えておりますのは、まず全系が一気に崩壊するというわけではなくて、恐らく系統の末端にある変圧器が対象になるはずだということだと思います。1つには、そういう変圧器など設備停止があった場合に、その場でどう対応するかというのは各社、シミュレーター訓練等々をやっております。ただ、今、電力会社はこういう事象で変圧器に異常が起きる、とめなければならないという認識がまずありませんので、1つには、各社にこういうこともあるので、よく留意してくれという情報提供をしていきたいと思っております。

さらに、巨大なフレアが発生した場合ですけれども、情報通信研究機構というところから磁気嵐に関する情報が受けられるようになっております。一部の会社さんは既にこの情報を受けておられまして、そういう大きなフレアが出た、なおかつ変圧器が過熱したという場合には、今までだと様子を見ようかということかもしれませんけれども、アンド条件で速やかにとめるといった運用もまた考えられますので、そういったことで設備損壊、長期の支障に至るといったことはこうした運用の面で十分ブロックできるのではないかと考えております。

○横山座長　ほかにいかがでございましょうか。それでは、山田委員からお願いします。

○山田委員　すごく細かい質問になってしまうのですけれども、48ページの復旧必要エリアというテーブルがあると思うのですが、この系統切りかえ可能エリアというのは、供

給支障エリアの中で系統切りかえ可能なエリアの数をラインアップしていると考えたら良いのですか。そうすると、電発は供給支障エリアがないのに系統切りかえエリアが1になっているので、これはどういうことを意味しているのですか。

○横山座長 早田さん、お願いします。

○早田オブザーバー 基本的に1つ目のご質問につきましては、今ご発言があったとおり、供給支障エリアの中で供給可能なエリアが幾つあるかということになってございまして、例えば差し引きでいうと、九州でいうと供給支障エリアが2ヵ所ございませうけれども、1ヵ所は系統切りかえができるので、復旧が必要なところは1ヵ所残るという理解をしていただければと思います。

○阿部オブザーバー 電源開発が所有しております送電線で、各電力会社さんと連携して、地域の供給に供されているものがございませう。ここが津波で被災したときに、供給支障には至らないのですけれども、系統切りかえによって供給継続が可能であるという趣旨でございませう。

○山田委員 でもそれならば、他の電力会社も系統切りかえ可能エリアを全部ラインアップするべきではないですか。基準が統一されていないということをご指摘させていただきたいのです。ただ大した問題ではないので、結構です。

○横山座長 では、その辺は後できちっと見直していただきたいと思ひます。ありがとうございました。

それでは、大体よろしゅうございませうか。では、大町委員からお願いいたします。

○大町委員 1つだけ追加させていただきたいと思ひますけれども、レベルAの被害レベルだと、復旧前が1ヵ月以上と書いてあつて、電力が復旧してくれないと何も復旧できないので、これはいかにも長いなと。計算上こうなるのかもしれないけれども、1ヵ月以上と見込まれるところは連携とか緊急電源とか、そんなところで賄えるものなのか、だめなのか、被害の広いところはそこらをもう少し細かく明らかにさせていただくとありがたいと思ひます。

○横山座長 24ページのレベルAでございませうね。

○大町委員 今私がみたのは20ページですけれども、ほかにもいろいろあります。24ページにもあります。

○横山座長 その辺について何かありますでしょうか。では、早田委員からお願いしま

す。

○早田オブザーバー 復旧に要する期間の目安につきましては、説明の中でも申し上げましたように、実績から、例えば震度7のところについては経験がございませんけれども、震度6の状況をみますと、さらに大きな被害があるということで、例えば建屋の鉄骨に塑性の変形がみられるという状況が恐らく想定される。そういう状況が起きれば、1ヵ月以上の長期間にわたって復旧期間が必要になってくる。ここについては設備対策をするというよりは、発電所はもともと複数の箇所がございます、例えば1ヵ所が被害が起きてても他箇所から供給できるという、いわゆる設備区分Ⅱの考え方に基づいて、バックアップで対応するという設備区分のところでございます。しかしながら、今回、1ヵ月以上でございますので、それができるだけ早く復旧できるようにということでソフト対策といいますか、我々事業者としては、復旧迅速化の対策についてできるだけ事前の準備をしていきたいとご説明を申し上げたところでございます。

○横山座長 ありがとうございます。

それでは、いろいろご意見をいただきましたので、もうよろしゅうございましょうか。ただいまいただきましたご意見をもとに、まとめ方につきましてはいろいろご相談してまとめていきたいと思っております。どうもありがとうございました。

それでは、もう1つ資料が残っておりまして、資料4、今冬の雪害に対する対応について、電気事業連合会・早田さんからお願いいたします。

○早田オブザーバー それでは、資料4についてご説明申し上げます。今冬の雪害に対する対応ということで、ご承知のように、2月に2回大雪に見舞われまして、一部のお客様については停電が長期化したということで、ご迷惑をおかけしてございます。今回の内容と原因、対策をどうするかということについてご報告を申し上げたいと思っております。

まず1ページ目、1回目の2月7日から9日に発生した大雪による影響ということで、下に表を書いてございますように、電力7社で停電が発生してございまして、延べ停電数につきましては135万5千戸のお客様にご迷惑をおかけしたということでございます。一番長いお客様については、2月24日の14時まで停電が継続したということでございます。

設備被害については下の表に書いてございますが、一番下の欄をみていただきますと、表の右側でございまして、配電設備につきましては、積雪による倒木に伴いまして、電柱の折損、倒壊24基、電線の断線が110ヵ所でございます。また、その上位系に当たります送電設備、真ん中の欄の一番下でございまして、1線路で電線の断線が発生し

たという状況でございます。

続きまして、2ページ目でございます。これは2回目の2月14日から16日に発生した大雪による影響でございます。表は同じようにみていただいて、今回2回目につきましては電力8社で被害が発生してございまして、停電数につきましては181万5千戸のお客様ということで、一番長いお客様については2月25日の14時過ぎまでということになってございます。

設備被害でございますけれども、同じようにみていただきまして、原因は積雪による倒木に伴いまして、電柱の折損、倒壊、少し多うございまして、359基、電線断線につきましては1,159カ所ということで、送電設備につきましても、断線4線路に加えまして、地線の腕金と書いていますが、鉄塔につきましては避雷用に架空地線を一番上に張ってございますが、それを支えるところのアームの変形が1基発生したということでございます。

3ページ目、東京電力管内の停電軒数と積雪の関係を示したものでございます。1回目の8日につきましては最大22万戸程度、2回目につきましては15日の2時ぐらいに最大25万戸程度がとまって、徐々に復旧はしていきましてけれども、赤の長丸でかいていますように、一部のお客様については停電が長期化したということでございます。

なお、現場の状況ということで、これに伴います人身災害等はございませんでした。また、雪自体で設備が損壊したという例はございませんで、基本的に積雪及び道路上に樹木が倒れ込んだということで、道路の啓開が長期化して、作業者が現場に入れずに停電が長期化してしまったという状況でございます。

一番最後の11ページ目でございますけれども、写真を載せております。これをみればどのような状況だったかというのが一目でおわかりかと思えます。山の中で、周りが山林に囲まれている道路に大量に雪が積もった上に、道路に倒木等があったり、電線等に雪が降りかかったりして、電線が隔たり電柱が倒れたりしたという状況になっているということでございます。

4ページ目にお戻りいただいて、停電の復旧状況ということで、右上のほうに各エリアごとにどこからどのような要員を配置したかというのをかいてございます。基本的に停電が長期化しそうなところについては復旧要員を各地に派遣して早期の復旧に努めた、要員の相互運用を図ったということを示してございます。

また、長期化に対する東京電力さんの主な対応ということで、自衛隊や自前で契約したヘリによって復旧人員とか資機材を輸送したり、契約しておりますミニタンクローリーで

発電機車に給油したり、孤立しているところにつきましては携帯発電機が有効でございますけれども、ヘリで運べなかったということで、一部人力で運ばれたと聞いてございます。

また、5 ページ目でございますけれども、配電線の事故概要ですが、一番下の表の上のほうは道路開通作業にどれぐらいかかったか。下が道路開通後に配電線の復旧にどれぐらい時間がかかったかというのを示してございますが、真ん中、平均をみていただきますとわかるように、道路の開通作業には平均約1日半、長いところでは100時間程度かかったということでございますが、我々、道路が開通した後の作業につきましては、平均では約半日程度で復旧ができていう状況でございますが、やはり道路をいかに早く啓開するかというのが復旧の長期化の抑制の一番のキーポイントだというのがご理解できるかと思えます。

6 ページ目が東北さん、中部電力さんの同じような停電戸数の推移を示してございます。

7 ページ目が今回の設備被害の評価でございます。

まず配電設備については、先ほどから申してございますように、主な要因については積雪による倒木ということで、雪自体の影響による設備損壊は発生していないということで、配電設備自体は基本的に積雪に対する強度は有していると判断してございます。

また、送電設備でございますけれども、断線等の設備被害が発生いたしましたが、先ほどからも説明がありましたように、多ルート化等を図ってございまして、他系統からの救済等によりまして、比較的早期ということで、最大でも15時間程度で停電は解消できたという認識でございます。主な原因については電線・地線への着雪とギャロッピングですが、これは後で詳しくご説明いたします。

次の8 ページ目でございます。まず、ハード対策でございますけれども、配電設備につきましては、先ほど写真をみていただいたとおりの状況でございますが、停電が長期化したエリアは、ここには書いてございませんが、変電所から20キロから30キロぐらい離れておりまして、配電線の末端に位置しているような地域でございます。また、道路も1本しかないようなところでございまして、そこが寸断されてしまいますと供給ルートがなくなってしまうというところで、さらに写真をみていただいでわかるように、周りがほとんど山林に囲まれているようなところを通過しているということでございまして、このようなエリアについて面的に設備対策を実施するということは経済性等も考慮すると余り現実的ではないと考えてございまして、基本的にはいかに復旧を迅速化するかというところの対策が有効ではないかと考えているところでございます。

ただし書きのところに書いてございますが、経済産業省様からは基本的に抜本対策の検討もということで、樹木が倒れたときに影響がないようにするためにはということでは地中化が有効ではございますけれども、20～30キロを架空線に比べて10倍以上かかるようなコストをかけて地中化するというのはちょっといかがなものかということで、地元のニーズを踏まえた上で、優先順位を含めて必要に応じて検討していきたいという位置づけにさせていただきたいと考えているところでございます。

また、9ページ目に送電設備の設備対策について簡単に書いてございます。2つ事象がございまして、左側、電線に雪が積もって、電線の素線によって雪が周りながら筒状に着雪していくという事象でございまして、これに対しまして、Aに書いています、途中にリングをつけて雪を落とすでありますとか、電線のねじれの剛性を高めるカウンターウェイトというおもりをつけるというBのような対策を実施していきたいと思っております。

もう1つの現象がギャロッピングといいまして、この絵でいきますと、電線に左側から雪が吹きつけまして、それが羽状になりまして、そこに風が吹くと揚力が働いて電力がぐるぐる回り出してしまっていて、ほかの電線とぶつかってしまっていてショートして、場合によっては電線が溶断してしまうという現象でございまして、これに対しまして、強制的に相間にスペーサを入れて当たらないような対策をするということで考えてございます。

基本的に送電線につきましては、一旦事故が起きますと、停電戸数が非常に多い、影響が大きいということもございまして、こちらにつきましてはできるだけ適用範囲をみきわめながら設備対策のほうでやっていきたいと考えているところでございます。

最後、10ページ目でございます。基本的に復旧の迅速化ということで、行政との連携強化、それと自衛隊さんにも今回一部ご協力いただきましたけれども、必要に応じて活動の見直しとか合同訓練等を実施する。また、今回の事例に応じてマニュアル等の整備とか訓練を実施していく。さらに、携帯発電機、全国的にかなり保有しているというのは先ほどご理解いただいたと思いますけれども、場合によっては調達ができないときにリース先の事前確認をするとか、そのようなソフト対策について充実を図っていきたいと考えているところでございます。

○横山座長　　どうもありがとうございました。この2月に起こりました雪害は当ワーキンググループの検討課題ではないのですが、この場でうまく活用して検討していただければということで、ご紹介していただきました。何か簡単なご質問でもありましたら、お願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。——よろしゅうございますでしょうか。どう

もありがとうございました。

それでは、渡邊課長から火山につきまして少しご説明がありますので、よろしくお願いたします。

○渡邊電力安全課長　先ほどコメントさせていただければよかったところでございますが、佃委員から海外の噴火の例もコメントいただき、恐らく参考になるものがあるのではないかとこのところからのコメントだろうと思っております。また、今回の富士山の噴火について、どういう考え方で設定されているかを明らかにというご趣旨だろうと思っております。山田委員、大町委員からも、今回の検討に当たっての射程といいますか、範囲を明確にと、類似のご指摘であろうと思っております。富士山の噴火に関しても、実は過去の1月22日の第1回の資料でございますけれども、我が国は110の火山があって、それぞれのところでいろいろ電気設備に影響を与えるものがあるだろうと。けれども、16年に政府が出した富士山の爆発が最大の被害を与えるのではないかとこのことから設定させていただいたところがございまして、その辺は今回の検討に当たっての射程とさせていただきたいというのと、ご指摘いただいた海外のところで何か参考になる事例等々がないかというのは復旧に当たっての話でございます。これは事務局として勉強させていただければと思っております。

○横山座長　どうもありがとうございました。

それでは、こちらで用意した議題は以上でございますが、全体としまして皆様から何かご意見ございますでしょうか。佃委員、お願いします。

○佃委員　火山をどこまでみるかというのは、私も答えがないので非常に悩ましいところなのですけれども、今この中ではやはり供給側の話が中心であるので、例えば火山などは本当に大規模になったら電力を必要とされなくなるか、どこに供給しなければいけないのかというのを今度明確にターゲットを決めて、その方法は何かというのを多分考えていく必要があると思います。利用する側というか、その辺の情報もないと、いたずらに早く復旧しても誰も使ってくれないみたいな状況になりはしないか、かなり広域にすごいことが起こってしまうのではないかと想像するのです。それも私は余り情報もなく、よく理解もしていないので、いいかげんな発言をしていたら申しわけないのですけれども、何かの機会にそういうところも含めて、需給のバランスのことも考えて何か出していただけるといいのかなと思いました。

以上です。

○横山座長　　どうもありがとうございました。評価の視点にまさにそういうことも入っておりますので、今後、中間報告をまとめるときに考えさせていただきたいと思います。ありがとうございました。

それでは、よろしゅうございましょうか。——それでは、事務局から連絡事項をお願いしたいと思います。

○渡邊電力安全課長　　本日もご議論、大変ありがとうございました。

次回でございますが、4月22日、来週でございます。12時半から14時半ということで、場所は経産省の別館の11階、1111会議室でございます。各事業者から報告されております水力発電設備の耐性等の評価の内容について検討したいと思っております。内容につきましては、各委員に後日また連絡させていただきます。また、今回の議事録は後日、経産省のホームページに掲載します。

今後のスケジュールでございますけれども、各委員にはご連絡申し上げているところでございますが、今回と来週の水力の第4回での意見等を踏まえた議論として、第5回は5月14日、13時から15時ということでございますので、詳細は改めてまた各委員にご連絡させていただきたいと思っております。

以上でございます。

○横山座長　　頻繁に会議がございますが、どうぞよろしくお願いいたします。

それでは、本日はこれで閉会したいと思います。どうもありがとうございました。

——了——