資料１－１

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
中間報告書
（案）

電気設備自然災害等対策ワーキンググループ

平成 26 年６月

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　中間報告書

（案）

目　　次

はじめに ･･･3

第１章　電気設備等に影響を及ぼす自然災害等 ･･･4
１．評価対象とする自然災害等 ･･･4
２．電気設備等の耐性等の検討に当たっての前提条件 ･･･5
３．自然災害等への対応に係る現状と検討事項 ･･･6
４．検討の進め方 ･･･18

第２章　南海トラフ巨大地震・津波及び首都直下地震・津波に関する評価と今後の対応 ･･･19
１．南海トラフ巨大地震・津波に対する電気設備等の耐性評価 ･･･19
２．首都直下地震・津波に対する電気設備等の耐性評価 ･･･30
３．電気事業者等の復旧迅速化策について ･･･36
４．今後の対応 ･･･46

第３章　水力発電所に関する評価と今後の対応 ･･･51
１．ＷＧの検討概要 ･･･51
２．Ｌ２地震動に対するダムの耐性評価の検討 ･･･51
３．集中豪雨に対するダムの耐性評価の検討 ･･･61
４．大規模地滑りに対するダムの耐性評価 ･･･63
５．自然災害に対する水路等水力発電設備の保全対策及び今後の対応 ･･･65

第４章　その他の自然災害等に関する評価と今後の対応 ･･･67
１．集中豪雨に対する送電鉄塔等の耐性評価 ･･･67
２．暴風（台風、竜巻等）に対する送電鉄塔等の耐性評価 ･･･68
３．大規模火山噴火に対する電気設備等の耐性評価 ･･･70
４．太陽フレアに伴う磁気嵐に対する変電設備等の耐性評価 ･･･72
５．今後の対応 ･･･75

第５章　自然災害等に伴うその他の検討課題について　・・・77
１．地震による電気火災防止対策について　・・・77
２．サイバーセキュリティ対策について　・・・88

おわりに　・・・92

電気設備自然災害等対策ワーキンググループ委員名簿　・・・93
電気設備自然災害等対策ワーキンググループにおける検討の経緯　・・・94

－参考資料集－

はじめに

我が国は、平成 23 年３月に発生した東日本大震災によって、数百年に一度という自然災害の脅威を実感をもって体験した。

東日本大震災による地震・津波の電気設備への被害状況の検証及び電気設備の耐震性、津波対策の検討を、原子力安全・保安院（当時）に設置された「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報告書」（平成 24 年３月）において行い、耐震性は基本的に満足していたが、主要基幹設備を津波の影響がある海岸部に設置しないことや減災対策等の津波の影響を緩和する取組みが重要との結論を得た。

その後、内閣府中央防災会議は、平成 25 年５月に、東日本大震災時を上回る、南海トラフ巨大地震及び津波による被害想定を公表した。また、同年 12 月には、首都直下地震による被害想定を発表し、同地震の被害想定で地震火災による死者は、建物倒壊等と合わせ最大約２万３千人、そのうち、火災のみの死者数約１万６千人、さらに、そのうち電気火災に起因する死者数が最大約７千人に達すると公表した。

電力システムは、平常時における電力の安定供給はもとより、災害時においても公共の安全及び電力供給の確保や社会的・経済的な要請から、必要な耐性を兼ね備えるとともに、その機能が喪失した場合には早期復旧を図り、電力の安定供給を確保することが必要である。

本ワーキンググループは、東日本大震災における教訓から、数百年から千年あるいはそれ以上という期間の中で発生の蓋然性が指摘されている自然災害等を広く対象として現在の電気設備及び電力システムの耐性を評価し自然災害に強い電気設備及び電力システムの在り方を検討すること及び大規模地震発生時の電気火災による人的被害を最小化する対策を検討することを目的として設置した。

第１章　電気設備等に影響を及ぼす自然災害等

１．評価対象とする自然災害等

（１）　対象とする自然災害等を抽出するに当たっての考え方

我が国が、東日本大震災によって数百年に一度という自然災害の脅威を実感をもって体験したことを踏まえ、数百年単位から千年あるいはそれ以上という期間の中で、発生の蓋然性が指摘されている自然災害等によって、電気設備の損壊等を発生させるものであって、

①　人命に重大な影響を与えるおそれのある事象

②　著しい（長期的かつ広域的）供給支障が生じるおそれのある事象

のいずれかに該当する事象を評価対象とするべく、発生頻度、発生の蓋然性及び影響度を考慮（**参考１－１**）して、以下の自然災害等を評価対象として抽出した。

ア　南海トラフ巨大地震及び津波
イ　首都直下地震及び津波
ウ　集中豪雨等（大規模地滑り等を含む。）
エ　暴風（竜巻、台風等）
オ　大規模火山噴火
カ　太陽フレアに伴う磁気嵐
キ　サイバー攻撃

（２）　耐性を評価すべき電気設備

阪神・淡路大震災を受け設置した「電気設備防災対策検討会」（平成７年）において整理した各電気設備の耐震区分（後掲）を準用して、以下の設備の自然災害に係る耐性を評価することとした。

①　水力発電設備：ダム、水路等
②　火力発電設備：LNG タンク（地上式、地下式）、油タンク、水タンク、発電所建屋・煙突、ボイラ及び付属設備、護岸、取放水設備
③　基幹変電設備：17 万Ｖ以上のもの
④　基幹送電設備：架空・地中送電設備（17 万Ｖ以上のもの）
⑤　電力システム：①～④に加え、架空・地中配電設備、給電所、電力保安通信設備を含めたシステム全体（主に、復旧迅速化策）

（３）　評価・検討した自然災害と対象設備との関係

検討の進め方については後述するが、今回評価・検討した自然災害と対象設備との関係を１．（１）及び（２）を踏まえ、表すと以下のとおりとな

る。

表１－１　「対象設備」と「対象とする自然災害」との関係

「1．対象設備」と「2．対象とする自然災害」との関係

		南海トラフ巨大地震		首都直下地震(*3)		その他の強震動	集中豪雨	大規模地滑り	暴風	火山噴火	太陽フレアによる磁気嵐
		地震(*1)	津波(*2)	地震	津波						
火力発電設備		○	○	○	○					○(*4)	
水力発電設備	ダム（個別評価）	○		○		○	○	○			
	水路等						○	○			
基幹送電設備（17万V以上）		○	○	○	○		○		○	○	
基幹変電設備（17万V以上）		○	○	○	○					○	○

※サイバー攻撃については、必要に応じ、別途検討する。

※津波による水力発電設備（ダムを含む）への影響は、海岸部の発電所建屋や海に放流する水路等に限られ、海岸部の水力発電設備の発電能力は最大でも5,800kW（試験設備を除く）と小規模であることから、津波による被害が生じても、人命への影響はなく、電力供給への影響は限られる。以上から、南海トラフ巨大地震、首都直下地震の津波は検討項目としない。

(*1)：中央防災会議の想定地震動5ケースのうち、評価条件等が明らかになっており最も過酷な被害となると想定されるケースを用いること。なお、自治体において中央防災会議の想定をベースに独自の被害想定を公表している場合は、それを活用することができる。

(*2)：中央防災会議の想定津波11ケースのうち、評価条件等が明らかになっており最も過酷な被害となると想定されるケースを用いること。なお、自治体において中央防災会議の想定をベースに独自の被害想定を公表している場合は、それを活用することができる。

(*3)：中央防災会議の検討モデルのうち、首都直下のM7クラスの地震（19ケース）及び大正関東地震タイプの地震のうち、評価条件等が明らかになっており最も過酷な被害となると想定されるケースを用いること。

(*4)：降灰による吸気フィルターの被害を対象とする。

２．電気設備等の耐性等の検討に当たっての前提条件

（１）　耐震性確保の基本的考え方

防災基本計画（平成７年７月　内閣府中央防災会議（以下、「中央防災会議」という。）決定）において、構造物・施設等の耐震性確保についての基本的考え方が示され、この考え方に基づき、阪神・淡路大震災を受け設置した「電気設備防災対策検討会」（平成７年）において各電気設備の耐震性区分及び確保すべき耐震性が整理された（**参考１－２**）。現在の防災基本計画（平成 26 年１月）においても、耐震性確保の基本的考え方は同様であることから、本ワーキンググループ（以下、「ＷＧ」という。）においても、この考え方を踏襲することとした。

また、この中の各電気設備の耐震性区分に応じた高レベル地震動に対する確保すべき耐震性の考え方については、本ＷＧの検討において、地震以外の自然災害に対する耐性評価の視点にも活用した。

（２）　津波対策の基本的考え方

中央防災会議の下に設置された「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」報告書（平成 23 年９月）では、想定津波を「頻度の高い津波」と「最大クラスの津波」の２種類とし、対応の基本的考え方が示された。この考え方に基づき、東日本大震災を受け設置した「原子力安全・保安院原子力安全小委員会電気設備地震

対策ワーキンググループ報告書」（平成 24 年３月　以下、「電気設備地震対策ＷＧ報告書」という。）において各電気設備の津波への対応が整理された（**参考１－３**）。現在の防災基本計画（平成 26 年１月）においても、津波対策の基本的考え方は同様であることから、本ＷＧにおいてもこの考え方を踏襲した。

（３）　本ＷＧの検討対象外事項

本ＷＧの検討対象が電気設備及び電力システムに係る評価に限定していることから、以下の事項については、本ＷＧの検討対象外とした。

① 計画停電等の需要抑制に係る対策
② 被災した電気設備の復旧に資する自衛隊、自治体等関連機関の活動

（４）　電力システム改革との関係

本ＷＧにおける検討段階において、電力システム改革後の具体的な姿が明らかになっていないことから、本ＷＧにおいては、現行の電気事業制度を前提とした。

このため、評価対象事業者は、自然災害が発生した場合に、災害対策基本法に基づき、速やかな応急対応を講ずることが課せられている公共機関として指定[1]されており、また、その供給力の規模等から高い公益性を有し、電気事業法上も安定供給の確保等の責務等を有する一般電気事業者及び卸電気事業者（電源開発）（以下「事業者」という。）とした。

なお、電力システム改革後の具体的な姿が明らかになった段階で、改革後においても自然災害等への対応が適切に行われるように、対応策を検討することが必要である。

３．自然災害等への対応に係る現状と検討事項

（１）南海トラフ巨大地震及び津波、首都直下地震及び津波への対応

① 高レベル地震動への対応

過去の阪神・淡路大震災及び東日本大震災では、電気設備の損壊が直接人命に影響することもなく、長期の停電も電力システム全体で回避できたことから、電気設備の耐震性は確保されているとされた[2]。

一方で、中央防災会議は、「南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ報告書」（平成 25 年５月最終報告。以下「南海トラフ巨大地震報告

[1] 指定公共機関の責務：指定公共機関は、その業務の公共性又は公益性にかんがみ、それぞれその業務を通じて防災に寄与しなければならない。（災害対策基本法第６条第２項）

[2] 「電気設備防災対策検討会」報告書（平成７年 11 月）及び「電気設備地震対策ワーキンググループ」報告書（平成 24 年３月）

書」という。）を公表し、その被害想定では、南海トラフ巨大地震では東日本大震災よりも広範囲に震度７や震度６強の強震動が分布するとした（**参考１－４**）。また、中央防災会議は、「首都直下地震対策検討ワーキンググループ報告書」（平成 25 年 12 月最終報告書。以下「首都直下地震報告書」という。）を発表し、首都中枢機能への影響や巨大過密都市を襲う被災（電気火災を含む。）が生じるとされた。（**参考１－５**）。

これらの報告の中では、ライフライン被害の一つとして、電気に関する被害も想定されている。しかしながら、これらの報告における電気設備及び電力システムに関する被害想定は、一般的、定性的な記述に留まっていることから、本ＷＧでは、両地震に対する具体的な対策を検討するため、改めて、個々の電気設備及び電力システム耐性の確認を行った。

確認に当たって、南海トラフ巨大地震の場合にあっては中央防災会議の想定地震動５ケースのうち、首都直下地震の場合にあってはＭ７クラスの地震（19 ケース）及び大正関東地震タイプの地震のうち、設備箇所において、最も過酷な条件となるケースを用いて被害を想定した。

なお、自治体において中央防災会議の想定をベースに独自の被害想定を公表している場合は、それを活用することができることとした。

この上で高レベル地震動に対して、以下の視点で確認し、復旧迅速化策等について検討することとした。

＜具体的な検討内容＞

ア　耐震性区分Ⅰの電気設備（ダム、LNG タンク、油タンク）

人命への重大な影響の有無を確認した。

イ　耐震性区分Ⅱの電気設備（特に、火力発電設備のボイラ、建屋、煙突、基幹送電鉄塔、基幹変電所　等）

著しい（長期的かつ広域的）供給支障が生じないよう、代替性の確保、多重化等による総合的なシステム機能の確保の有無を確認した。

②　最大クラスの津波への対応

南海トラフ巨大地震報告書では、津波についても、東日本大震災よりも広範囲に最大クラスの津波高及び津波浸水被害が想定され、ライフライン被害の一つとして、電力に関する被害も想定された。

しかしながら、高レベル地震動同様、電気設備及び電力システムに関する被害想定は、一般的、定性的な記述に留まっていることから、本ＷＧでは、改めて、個々の電気設備等の耐性の確認を行った。

確認に当たっては、南海トラフ巨大地震報告書の想定津波 11 ケースのうち、設備箇所において、最も過酷な条件となるケースを用いて被害を想定することとした。なお、自治体において中央防災会議の想定をベースに独自の被害想定を公表している場合はそれを活用することができることとした。

また、本ＷＧでは、こうした被害想定を前提とし、東日本大震災の被害検証において、設備損壊等により著しい影響を与える場合には、更なる取組が必要であるとされた[3]被害後の津波対応に係る復旧迅速化や津波の影響緩和策（減災対策）についても以下の視点で確認し、更なる復旧迅速化策等について検討することとした。

＜具体的な検討内容＞

ア　沿岸部の既設基幹送電線ルート（電源線を除く。）への影響

東日本大震災では津波に伴う漂流物による被害があったことから、迂回ルートの活用などの送電設備の減災対策を確認した。

イ　沿岸部の既設基幹変電所への影響

基幹変電所が被災した場合は長期の停電を引き起こす可能性があることから、大きな津波が到達することが想定される場合には、変電所の減災対策を確認した。

ウ　沿岸部の既設火力発電所の影響

火力発電所が被災した場合は、供給力不足の課題につながり得ることから、復旧迅速化のための復旧対応マニュアルの整備や非常用資機材等の検討状況を確認した。

③　復旧迅速化等

南海トラフ巨大地震報告書での被害想定では、需給バランスが不安定になることを主要因として広域的に大規模な停電が発生するとされ、その後、停電は電力供給の切替調整等により徐々に解消されていくが、全体の 95%が復旧するのに約１～２週間を要する[4]とされた（**参考１－６**）。また、火力発電所については、地震直後は、震度６弱以上の地域にあるもの又は津波による浸水深数十㎝以上となるものが運転を停止し、復旧にはおおむね１ヶ月を要するとされた。

[3] 電気設備地震対策ＷＧ報告書

[4] 電柱被害に基づく停電。

＜南海トラフ巨大地震報告書（抄）＞

○地震直後は、震度６弱以上のエリア又は津波による浸水深数十cm以上となる火力発電所がおおむね運転を停止する。西日本全体の供給能力は、電力事業者間で広域的に電力を融通したとしても、電力需要の約５割しか確保できない。主に震度６弱以上のエリア及び津波により浸水するエリアで電柱（電線）、変電所、送電線（鉄塔）の被害等が発生し、停電する。需要側の被災と発電設備の被災により需給バランスが不安定になることから、広域的に停電が発生する。

○需給バランス等に起因した停電は、供給ネットワークの切り替え等により順次解消されるが、１週間後は、停止した火力発電所の運転再開は限定的である。電柱（電線）被害等の復旧も進み、約９割以上の停電が解消される。[5] 電力需要の回復が供給能力を上回る場合には、停電エリア以外でも需要抑制が行われる。

○１か月後は、停止した火力発電所が徐々に運転再開するため、西日本全体の供給能力は、電力事業者間で広域的に電力を融通すれば、電力需要の約９割まで回復する。

表　１－２　停電に関する被害・復旧の想定

	電灯需要（万軒）	津波ケース①		津波ケース②		津波ケース③		津波ケース④	
		被災直後の停電軒数（万軒）	復旧予測日数（95%信頼）	被災直後の停電軒数（万軒）	復旧予測日数（95%信頼）	被災直後の停電軒数（万軒）	復旧予測日数（95%信頼）	被災直後の停電軒数（万軒）	復旧予測日数（95%信頼）
[illegible]	約760	約680	約1週間	約680	約1週間	約680	約1週間	約680	約1週間
[illegible]	約830	約820	約1週間	約830	約1週間	約830	約1週間	約830	約1週間
[illegible]	約430	約290	数日間	約290	数日間	約290	数日間	約290	数日間
[illegible]	約220	約200	約2週間	約200	約2週間	約200	約2週間	約200	約2週間
[illegible]	約120	約110	約1週間	約110	約1週間	約110	約1週間	約110	約1週間
[illegible]	約2,470	約2,100		約2,100		約2,100		約2,100	
[illegible]	約6,560	約2,710		約2,710		約27,10		約27,10	

首都直下地震報告書での被害想定では、概ね震度６弱以上の地域の火力発電所が運転停止することにより、夏場ピーク時の需要に対して供給力が５割程度に低下し、電力供給が不安定化するとされた（**参考１－７**）。

＜首都直下地震報告書（抄）＞

○　地震直後は、火力発電所の運転停止等による供給能力が 5 割程度に低下。このため、需給バランスを起因として広域で停電が発生する。電柱（電線）等の被害による停電は全体の約１割以下である。

[5] 解消されない地域には、津波で大きな被災を受けた地域も含まれる。

○　電力事業者の供給能力は、関東以外の広域的な電力融通を見込んでも、夏場のピーク時の需要に対して約５割程度の供給能力となることも想定される。湾岸の大部分の火力発電所が被災した場合、最悪、５割程度の供給が１週間以上継続することも想定される。
○　公的機関や民間の重要施設については、非常用発電設備が確保されているが、消防法等により燃料の備蓄量が限られていることから、停電が長期化した場合は非常用電力が得られなくなる可能性がある。

これらの報告書では、「（電力含む）ライフラインは、被災量を減らし、早期復旧を図ることにより、被災者への対応や経済活動の継続・再開に大きく関係することから、あらゆる応急対策の前提として重要」（南海トラフ巨大地震報告書）とあるように、被災からの復旧に当たり、電力供給の確保が重要であることが指摘されている。

このため、本ＷＧでは、東日本大震災時に得られた課題である被害後の復旧迅速化に関する対策の確認及び更なる検討を行った。

＜具体的な検討内容＞

復旧迅速化のための現在の各社の取組を確認するとともに、必要に応じ、追加策等を検討した。さらに、以下の個別事項についても検討した。

ア　電気設備地震対策ＷＧ報告書の復旧に関する課題
　a　復旧迅速化に係るマニュアル類の整備状況
　b　協力会社社員を含めた緊急通行に係る自治体等との協議状況
　c　工業用水等の早急な確保に係る自治体等との協議状況　等
イ　災害時の工事請負会社等との連携状況
ウ　重要拠点への電気供給維持のための災害対応電源車の保有水準
エ　自衛隊との連携状況
オ　災害対応公的機関等への非常用自家発電設備の導入推奨策
カ　復電の優先順位の検討

（２）地震に伴う電気火災への対応

首都直下地震報告書の被害想定によると、地震に伴う火災による焼失が木造住宅密集地域を中心に最大約 43 万棟[6]、火災による死者が最大１万６千人発生するとされた（**参考１－８**）。

このうちの過半が電気に起因する電気火災とされ、その発生防止対策が必要とされた。

[6] 揺れによる建物被害等との重複除去前の数値。

＜首都直下地震報告書（抄）＞

○火災発生の原因となる電気火災等の発生を阻止するため、従来から進めてきた感震自動消火装置等を備えた火気器具や電熱器具の普及等を推進するとともに、市街地延焼火災の発生の危険性の高い地域を中心として、大規模な地震発生時に速やかに電力供給を停止する方策や取組を検討し、感震ブレーカー等の配備の方策の検討を進め、早急に実施すべきである。

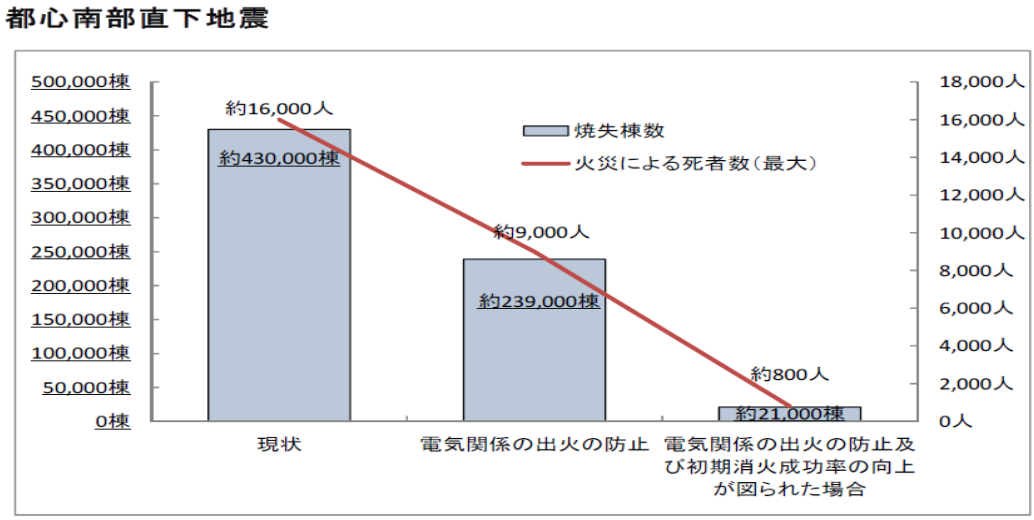


図１－１　出火防止対策等の強化による火災被害の軽減効果

（出典：首都直下地震報告書（抄））

また、「首都直下地震緊急対策推進基本計画」（平成 26 年３月閣議決定）などでは、電気火災を防止するためには、一般家庭などの電気機器の使用者の対応はもとより、電力会社などの民間企業の取組、更には関係省庁及び地元自治体といった公的機関の対策など、全関係者の対応が必要とされた。

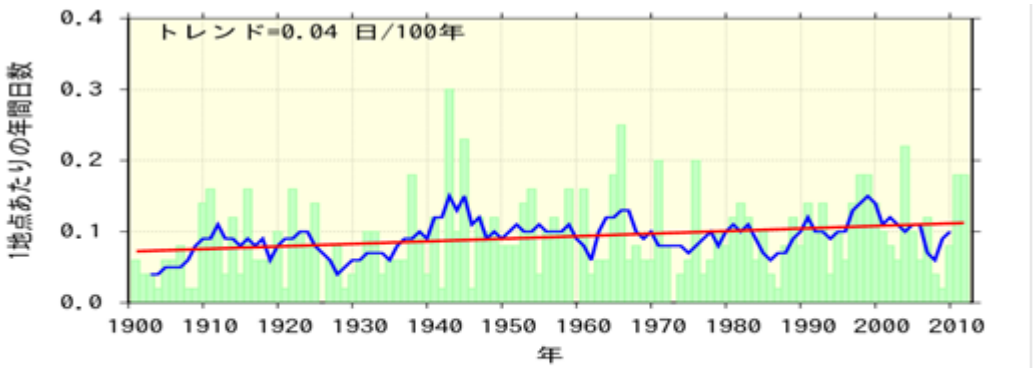
そこで、本ＷＧでは、下記のような検討を行った。

＜具体的な検討事項内容＞

① 事業者における復電時の対策
　復電時における屋内配線等の健全性確認の徹底の方策　等
② 需要家の留意事項
　避難時にコンセントを抜くなどの具体的な留意事項及び伝達方策
③ 漏電ブレーカー等の具体的な普及促進策　等
④ 電気火災に対するその他の方策

（３）　集中豪雨等への対応

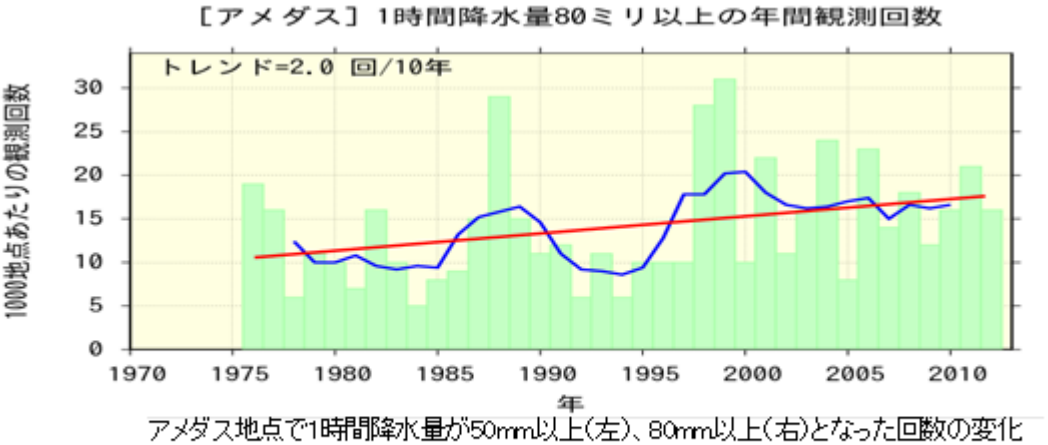
近年、日本では集中豪雨が増加傾向にあることが統計的にも明らかとなっている。「日本の気候変動とその影響(2012 年度版)」（文部科学省、気象庁、環境省）によると、日降水量（200mm 以上）の日数は、有意な増加傾向が見られる。



日降水量100mm以上(左)、200mm以上(右)の日数の変化
国内51地点の出現日数から求めた1地点あたりの年間日数(1901～2012年)。棒グラフは各年の値、青線は5年移動平均を、赤線は長期変化傾向を示す。
(出典:文部科学省、気象庁、環境省　日本の気候変動とその影響、2012年度版)

図１－２　日降水量 200mm 以上の日数

また、１時間降水量（80mm 以上の回数）についても、増加傾向が見られる。



アメダス地点で1時間降水量が50mm以上(左)、80mm以上(右)となった回数の変化
(1,000地点あたりの観測回数に換算)
棒グラフは各年の値(1976～2012年)、青線は5年移動平均、赤線は期間にわたる変化傾向を示す。
(出典:文部科学省、気象庁、環境省　日本の気候変動とその影響、2012年度版)

図１－３　１時間降水量 80mm 以上の年間観測回数

こうした集中豪雨及びそれに付随する山岳の地滑り等により、水力発電設備や送電設備に被害をもたらしている。

＜平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨時の東北電力宮下発電所における集中豪雨による濁流の状況 ＞[7]

＜送電鉄塔基礎部周辺の地滑りの例（東北電力（株））＞ [8]

ここで、本ＷＧでは、こうした集中豪雨等に起因した電気設備等への被害に関して、下記のような検討を行った。

＜具体的な検討内容＞

今後、現在よりも過酷な集中豪雨等が発生し、電気設備等への影響の可能性が否定できないことから、以下について確認するとともに、追加対策等を検討した。

①　ダムの耐性評価

ア　集中豪雨による洪水がダムに流入した場合の洪水疎通能力の確認

イ　集中豪雨に伴う山岳の大規模地滑り等によるダム湖に段波等が発生した場合のダムの耐性の確認等

ウ　Ｌ２地震動[9]が発生した場合のダムの耐性

②　水力発電設備の集中豪雨等に対する防災・減災対策

水力発電設備の集中豪雨対策及び洪水等緊急時における下流域への連絡の在り方等

③　送電鉄塔等に係る保全体制等

集中豪雨による山岳の地滑り等に対する送電鉄塔の耐性及び保全体制等の在り方

（４）暴風（竜巻、台風等）への対応

気象庁によると、竜巻については、毎年一定程度の件数が海岸部及び平野部において確認されている[10]。なお、近年我が国で確認されている最

---

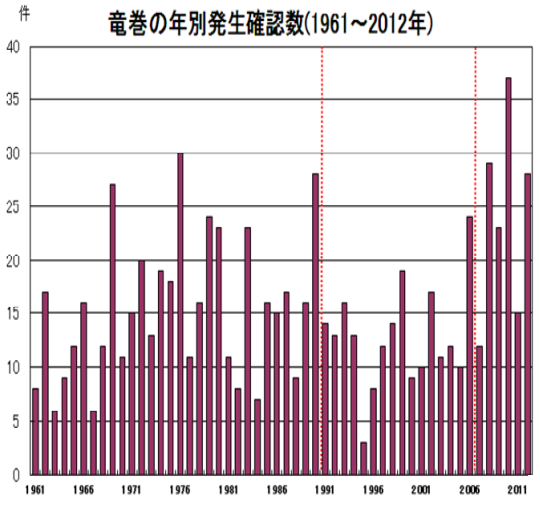
[7] 平成 23 年 7 月 30 日：福島県大沼郡三島町

[8] 出典：平成 25 年度災害に強い電気設備検討調査（送電鉄塔）

[9] ダム地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）」（平成 17 年３月国土交通省河川局）

[10] 2007 年以降竜巻は増加傾向にあるように見えるが、これは、2007 年以降竜巻の観測を強化しているためであり、それ以前と単純には比較できない。

大の竜巻は、藤田スケールでＦ３[11]の規模（平成 24 年５月の茨城県つくば市等）のものである。



竜巻分布図

（出所：気象庁HP）

台風についても、「強い」[12] 以上の台風が毎年一定程度発生しており、平成 14 年には台風 21 号により鉄塔倒壊が発生している。[13]

＜平成 14 年 10 月台風 21 号による送電鉄塔の倒壊事例（東京電力香取線№20 鉄塔）＞[14]

＜米国で発生した竜巻による被害事例（平成 23 年４月）＞[15]

Ｆ３規模の竜巻であった平成 24 年５月の茨城県つくば市等で発生した竜巻では、送電線の断線はあっても鉄塔が倒壊することはなかった。

---

[11] 風速 70～92m/s（約５秒平均）

[12] 中心付近の最大風速が 33～44m/s

[13] 電力安全小委員会送電線鉄塔倒壊事故ワーキンググループ報告書（平成 14 年 11 月以下「送電線鉄塔倒壊事故ＷＧ報告書」という。）において、倒壊原因及び再発防止策がとりまとめられている。

[14] 出典：送電線鉄塔倒壊事故ＷＧ報告書

[15] 出所：電気事業連合会（第3回本ＷＧ資料（平成26年４月））

一方、海外では、Ｆ４[16]を超える竜巻が発生していることなどから、本ＷＧでは、現在よりも過酷な条件の暴風が発生した場合の送電設備の耐性の確認を行った。

＜具体的な検討内容＞

現在よりも過酷な条件の暴風（竜巻、台風等）が発生したとしても、基幹送電設備等の被害により、著しい（長期的かつ広域的）供給支障が生じないよう、代替性及び多重化等による総合的なシステム機能を確保するための対策を検討した。

（５）　大規模火山噴火への対応

日本列島は、地理的に環太平洋造山帯に位置し、110 の活火山[17]を有している。

東日本大震災後の日本列島は、過去の大地震発生後の火山活動が著しく活発であった状況に似ているとの指摘もあり、今世紀中に大規模噴火など大規模な火山災害が発生してもおかしくないとされている[18]。

そこで、本ＷＧでは、噴火した際には他の火山とは比較にならない多大な被害や影響が生じるおそれのある富士山大噴火[19]を事例として下記のような被害発生の評価及び対応策の検討を行った。

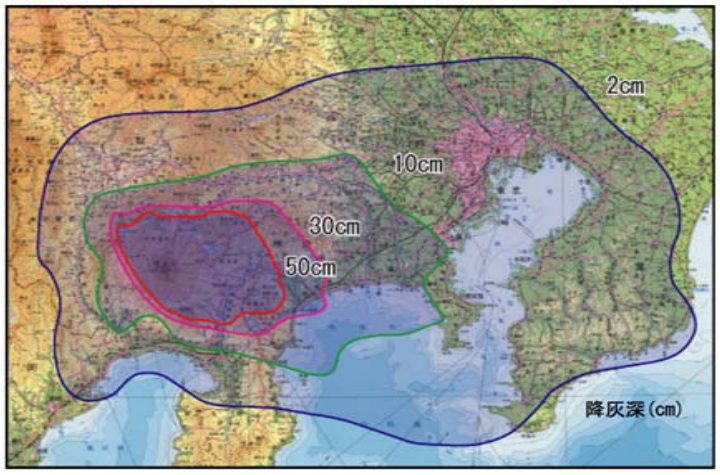


図１－４　降灰可能性マップ[20]

---

16 風速 93～116m/s（約４秒平均）

17 概ね過去１万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山（火山噴火予知連絡会・気象庁の定義による）

18 「大規模火山災害対策への提言」（内閣府（平成 25 年５月））

19 「富士山ハザードマップ検討委員会報告書」(平成 16 年７月)のシナリオを活用

20 出典：「富士山ハザードマップ検討委員会報告書」(平成 16 年７月)

＜具体的な検討内容＞

①　被害状況の評価

ア　大量の火山灰が送電設備の碍子や変圧器等に堆積することによる電気設備の絶縁低下が原因で地絡事故等が発生し大停電が発生する可能性の有無を確認した。

イ　降灰によるガスタービン発電所における吸気フィルタへの被害発生の有無を確認した。

ウ　溶岩流や火砕流等による基幹変電設備等の設備被害の発生の有無を確認した。

②　対応策の確認及び必要な場合の追加対応策

降灰対策については、過去の桜島、普賢岳等の噴火時における経験に基づく九州電力（株）の対策について、他社への活用の可能性などを検討した。

（６）　巨大な太陽フレアに伴う磁気嵐への対応

巨大な太陽フレア（太陽表面の爆発）は、大磁気嵐（地球の磁気の急激な変動）の発端となっている（**参考１－９**）（**参考１－１０**）。

NASA（アメリカ航空宇宙局）は、太陽フレアに伴う磁気嵐により、大きな誘導電流が電気設備に流れ、電力システムに影響が生じる可能性を警告している（平成 22 年６月等）。また、独立行政法人情報通信研究機構の観測では、平成 23 年から X クラスという大きな太陽フレアの発生数が上昇してきている[21]。

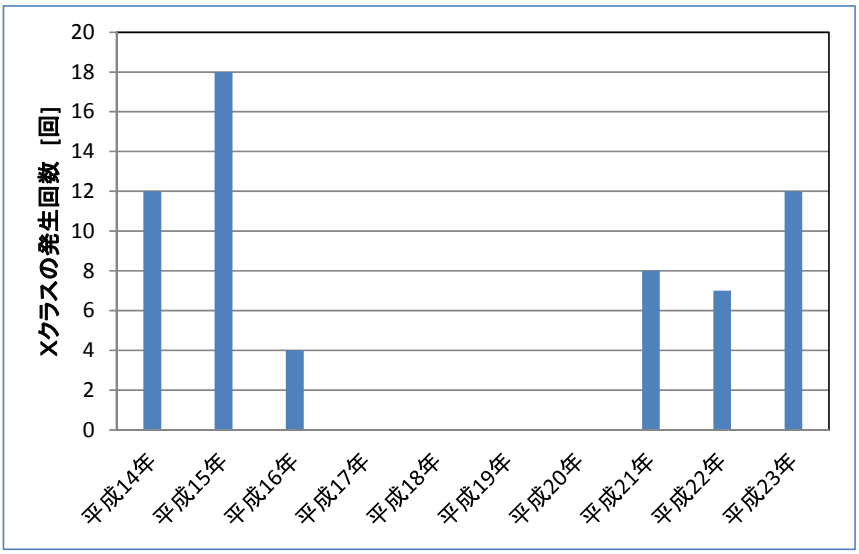


図１－５　10 年間の X クラスの太陽フレア発生数[21]

[21]（独）情報通信研究機構ＨＰ（http://swc.nict.go.jp/forecast/flares.html）

平成元年３月には、カナダのケベック州で磁気嵐により長距離送電線に生じた大規模誘導電流による設備損壊により、大規模停電が発生し、設備の完全復旧までに数ヶ月を要した。

そこで、本ＷＧでは、平成元年３月に発生した磁気嵐等を参考に、下記のような検討を行った。

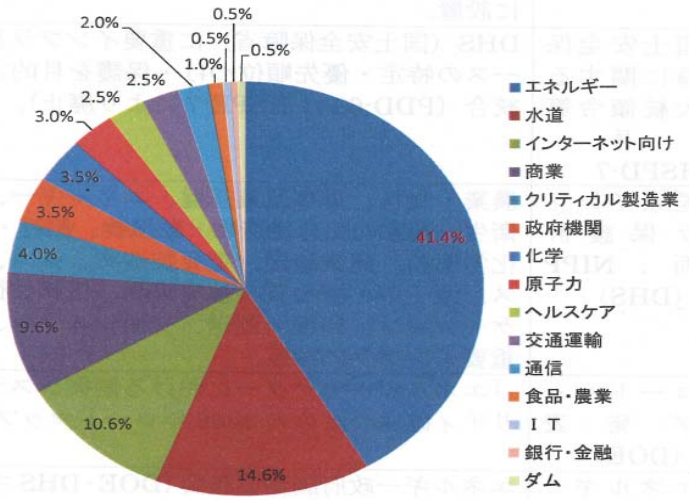
＜具体的な検討内容＞

巨大な磁気嵐が発生した場合の電気設備の損壊等による長期かつ大規模停電を防ぐ対応策を検討した。

（７）　電力システムへのサイバーセキュリティ対策（参考１－１１）

電力システムは、現状、クローズドな制御系ネットワークにて制御・運用されているものの、今後は、IT 技術の高度化等により、電力システムの一部と通信ネットワーク（公衆空間等）を常時接続し、システムを制御すること等が考えられている。

他方、サイバー攻撃の手法についても、複雑・巧妙化してきており、セキュリティリスクが上昇しており、政府の「サイバーセキュリティ戦略」（平成 25 年６月情報セキュリティ政策会議）でも、甚大化するリスクの一つとして、電力設備等へのサイバー攻撃による大規模停電が挙げられている。



※重要インフラの中でも電力を含むエネルギーインフラが狙われる事例は多く、米国では 2012 年度に重要インフラにおけるサイバーインシデント事例として 198 例が報告されており、そのうち電力インフラを対象に発生した事例が最も多く、82 件（41.4%）を占める。

図１－６　セグメント別米国における重要インフラサイバーインシデント[22]

[22] 出所：米国 DHS’ｓ　ICS-CERT のデータによる

そのため、本ＷＧでは、下記のような検討を行った。

＜具体的な検討内容＞

電力システムに対するサイバー攻撃のリスク対応に関する経済産業省の調査[23]の結果を踏まえ、電力システムへのサイバーセキュリティ対策について検討した。

４．検討の進め方

事業者が各電気設備及び電力システムに係る耐性及び復旧迅速化対策を評価・検討した結果を本ＷＧに報告し、その結果の妥当性を本ＷＧにおいて総合評価した。

なお、検討項目のうち、地震による電気火災、サイバーセキュリティ対策、災害時の復電の優先順位、災害対応公的機関等への非常用発電設備の導入推奨に関する検討については、事務局である経済産業省の資料に基づき検討した。

[23] 平成 25 年度次世代電力システムに関する電力保安調査

第２章　南海トラフ巨大地震・津波及び首都直下地震・津波に関する評価と今後の対応

１．南海トラフ巨大地震・津波に対する電気設備等の耐性評価（事業者の報告及びＷＧの評価）

（１）事業者からの報告

事業者からの南海トラフ巨大地震・津波に対する火力発電設備及び基幹送変電設備の耐性評価並びに事業者としての対応策の報告は以下のとおり。

なお、耐性評価に当たっては、中央防災会議の評価条件（想定地震動及び想定津波ケース）に加え、自治体が独自の想定を公表している場合は、それを用いることも可能とした（**参考２－１**）。

また、今回の検討においては、各設備の所在位置における最大影響となるケースに基づき個別に設備被害を想定しているために起こりえる最大ケースよりも過酷な条件となる。

① 設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNG タンク）の地震動に対する耐性評価

ア　耐性評価基準の考え方

設備区分Ⅰの設備については、過去において実績のある震度階までは耐震性を有するものと判断した（**参考２－２**）。

設　備	実績に基づく耐性評価
燃料油タンク	タンクの側板座屈、浮き上がりなど、地震動による特定屋外貯蔵タンク本体機能への被害は見られない。 （東日本大震災に関する消防庁の報告[24]では、震度５強以下～震度７までの設備に対して、特定タンクの被害は、耐震基準に未適合の浮き屋根を除き、タンク本体の機能を損なう被害は無かったとしている。）
LNG タンク	震度６強においてタンク本体機能など主要設備への被害は見られない。

イ　燃料油タンクの被害想定結果

対象各社の被害が最も過酷なケースを集計した結果、下表の

[24] 「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討報告書」（H23 年 12 月）

とおり、全 48 箇所の燃料油タンクが震度５以下から震度７までの地震動を受けると想定されたものの、（１）①アの耐性評価基準の考え方に基づき判断すると、重大な被害は無いものと想定され、重大な人命被害は生じないと考えられる。

表２－１　地震動による燃料油タンクの被害想定結果

（単位：箇所、油タンクを設置する火力発電所数）

評価基準		震度7までの地震動に対し、タンクの側板座屈、浮き上がりなど本体機能を損なうことなく耐震性を有している。（なお、耐震基準に未適合の浮き屋根は、平成29年3月までに改修を実施。）			
被害想定結果	震度階	7	6強	6弱	5強以下
	発電所数　計	10	7	5	26
	東京電力	0	0	0	6
	中部電力	5	0	0	0
	北陸電力	0	0	0	5
	関西電力	2	0	4	2
	中国電力	0	3	1	3
	四国電力	2	2	0	0
	九州電力	0	0	0	7
	電源開発	1	2	0	3
	総計	48			

ウ　LNG タンク（電気事業法が適用されるもの）の被害想定結果

対象各社の被害が最も過酷なケースを集計した結果、下表のとおり、全 10 箇所の LNG タンクが震度５強以下から震度６強までの地震動を受けると想定されたものの、（１）①アの耐性評価基準の考え方に基づき判断すると、全てのタンクが震度６強以下になることから、重大な被害は無いものと想定され、重大な人命被害は生じないと考えられる。

表２－２　地震動によるLNGタンク（電気事業法が適用されるもの）の被害想定結果

（単位：箇所、LNG基地数）

評価基準		震度6強までの地震動に対し、タンク本体機能を損なうことなく耐震性を有している。			
想定結果	震度階	7	6強	6弱	5強以下
	基地数 計	0	3	1	6
	東京電力	0	0	0	5
	中部電力	0	2	0	1
	北陸電力	0	0	0	0
	関西電力	0	1	0	0
	中国電力	0	0	1	0
	四国電力	0	0	0	0
	九州電力	0	0	0	0
	電源開発	0	0	0	0
	総計	10			

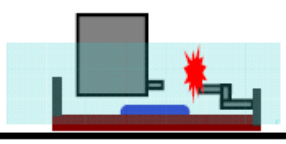
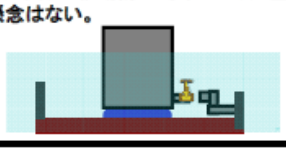
② 設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNGタンク）の津波に対する耐性評価

ア 燃料油タンクの耐性評価基準の考え方

東日本大震災に関する消防庁の報告から、タンク本体機能への被害は見られないものの、３ｍ以上の浸水がある場合、タンク本体の移動等により配管が損傷する可能性が高くなることが明らかとなっている。このため、これまでに、消防庁提供のツール[25]でタンクの被害予測を行うとともに、予測した結果被害が想定される場合には、対策を実施している。法令に従い既に緊急閉止の弁を設置済みであったタンク（１万kℓ以上）を含めて、特に、３ｍ以上の浸水が想定されるものについては、タンク元弁（1000kℓ以上）の緊急閉止対策等を実施しており、耐性があることを確認した。

上記を踏まえて、過去の実績及び対策の実施等から、被害の程度に応じて被害レベルを設定した（**参考２－３**）。

表２－３　被害レベルと被害の程度

被害レベル	レベルA	レベルB
被害の程度	タンク本体の移動等や配管の損傷から、大量の油が漏洩する懸念がある。 	浸水しても影響がない、又はタンク元弁の緊急閉止対策やタンク本体の移動防止対策により大量の油が漏洩する懸念はない。 

[25] 屋外貯蔵タンクの津波被害シミュレーションツール（平成24年７月消防庁危険物保安室）

イ　燃料油タンクの被害想定結果

（１）②アの耐性評価基準の考え方に基づき、対象各社の被害が最も過酷となるケースを集計した結果、下表のとおり、全 48 箇所中、レベルＢに該当する８箇所の燃料油タンクにおいて、浸水が想定されるものの、平成 24 年消防庁通知[26]に基づく対策を実施済みであり、大量の油が漏洩する懸念はないことから、重大な人命被害は生じないと考えられる。

表２－４　津波による燃料油タンクの被害想定結果

（単位：箇所、油タンクを設置する火力発電所数）

評価基準	被害レベル	レベルA	レベルB
	被害の程度	タンク本体の移動等や配管の損傷から、大量の油が漏洩する懸念がある。	浸水しても影響がない、又はタンク元弁の緊急閉止対策やタンク本体の移動防止対策により大量の油が漏洩する懸念はない。
想定結果	発電所数　計	0	8
	東京電力	0	0
	中部電力	0	2
	北陸電力	0	0
	関西電力	0	2
	中国電力	0	0
	四国電力	0	3
	九州電力	0	0
	電源開発	0	1
	総計	48（浸水しない発電所[40箇所]を含む）	

ウ　LNG タンク（電気事業法が適用されるもの）の想定結果

対象各社の被害が最も過酷となるケースを想定したとしても、全 10 箇所の LNG 基地のタンクは、浸水しないと想定されたことから、重大な人命被害は生じないと考えられる。

③　設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等の発電設備）の地震動に対する耐性評価

ア　耐性評価基準の考え方

過去の実績から、震度階に応じた被害の程度ごとに被害レベル等を設定した。

[26] 「東日本大震災を踏まえた危険物施設の地震・津波対策の推進について」（平成 24 年１月消防庁危険物保安室長）

表２－５　地震動による設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等発電設備）被害想定結果（参考２－４）

被害レベル	レベルA	レベルB		レベルC
被害の程度	ボイラー鉄骨やタービン建屋鉄骨に塑性変形等大規模な被害が発生する可能性有。	ボイラー過熱管等に中規模な被害が発生。また、鉄骨に軽微な塑性変形が発生する可能性有。		ボイラー過熱管等を含め小規模な被害が発生、もしくは、被害なし。
震度階	7	6強	6弱	5強以下
復旧期間の目安	1ヶ月程度以上 （ユニットが複数ある発電所は、復旧作業の輻輳状況等に応じた復旧期間が必要）	1ヶ月程度以内 （ユニットが複数ある発電所は、復旧作業の輻輳状況等に応じた復旧期間が必要）		1週間程度以内もしくは運転継続 （被害状況が運転に支障のない程度であれば運転を継続）
復旧の概要	・被害レベルBの復旧内容に加え、塑性変形した本体構造物の修理等に相当の期間が必要。	・被害状況を点検し、ボイラ過熱管等の部品の交換、または可能な範囲で代替部品での応急的な修理で復旧。		・点検や応急的な修理により早期に復旧。

イ　評価基準及び被害想定結果

（１）③アの耐性評価基準の考え方に基づき、対象各社の被害が最も過酷となるケースを集計すると、８割超（発電出力ベース 9,851 万 kW／12,012 万 kW)の発電所が１ヶ月程度以内で順次復旧する。また、約２割の発電所はさらに大きな被害が想定され、１ヶ月程度以上の復旧期間が必要である。

このため、被害範囲やユニット数に応じて更なる復旧期間を要する可能性も考えられるため、各社の設備実態並びに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じることにより、可能な限り早期の供給力確保に努める。

（単位：箇所、万kW）

	被害レベル	レベルA	レベルB		レベルC
評価基準	被害の程度	ボイラー鉄骨やタービン建屋鉄骨に塑性変形等大規模な被害が発生する可能性有。	ボイラー過熱管等に中規模な被害が発生。		ボイラー過熱管等に小規模な被害が発生、もしくは被害なし。
	復旧期間の目安	1か月程度以上	1か月程度以内		1週間程度以内もしくは運転継続
想定結果	震度階	7	6強	6弱	5強以下
	発電所数（全70箇所）	11 [6]※1	12	10	37
	発電出力（計12,012万kW※2）	2,162 [882] ※1	1,851	1,327	6,673
	出力割合※3	18% [7%]※1	15%	11%	56%

※1 地震動に加え、[ ]の6発電所は津波によるレベルA（復旧期間4ヶ月程度以上）の被害も発生
※2 四捨五入の関係で計が合わない。
※3 電力7社と電源開発の火力発電所出力合計に対する、被害が想定される火力発電所出力の単純合計の割合。
（起こりえる最大ケースよりも過酷な条件での結果となることに留意が必要）

表２－７　地震動による被害想定結果（各社別内訳）

	被害レベル	レベルA		レベルB		レベルC		レベルC	
評価基準	被害の程度	ボイラー鉄骨やタービン建屋鉄骨に塑性変形等大規模な被害が発生する可能性有。		ボイラー過熱管等に中規模な被害が発生。				ボイラー過熱管等に小規模な被害が発生、もしくは被害なし。	
	復旧期間の目安	1か月程度以上		1か月程度以内				1週間程度以内もしくは運転継続	
想定結果	震度階	7		6強		6弱		5強以下	
	発電所数、出力計※1	11	2,162	12	1,851	10	1,327	37	6,673
	東京電力	0	0	0	0	0	0	15	4,289
	中部電力	6 [1] ※2	1,367	3	911	0	0	1	173
	北陸電力	0	0	0	0	0	0	5	440
	関西電力	2 [2] ※2	390	1	266	7	887	2	255
	中国電力	0	0	4	309	2	210	3	258
	四国電力	2 [2] ※2	195	2	185	0	0	0	0
	九州電力	0	0	0	0	1	230	8	839
	電源開発	1 [1] ※2	210	2	180	0	0	3	420
	総計	70箇所、12,012万kW							

※1　起こりえる最大ケースよりも過酷な条件での結果となることに留意が必要。四捨五入の関係で計が合わない。
※2　地震動に加え、[　]の発電所は津波によるレベルA（復旧期間4ヶ月程度以上）の被害も発生

④　設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等発電設備）の津波（浸水）に対する耐性評価

ア　耐性評価基準の考え方

過去の実績から、浸水深の目安に応じた被害の程度ごとに被害レベル等を設定した。

表２－８　津波に対する耐性評価の考え方
（参考２－５）（参考２－６）

被害レベル	レベルA	レベルB	レベルC
被害の程度	ユニット稼動に不可欠な機器および電動機等が浸水。	ユニット稼動に不可欠な機器の現地制御盤・操作盤および電源等が浸水。	構内が一部浸水するが、機器は浸水しない。
浸水深の目安※	1m程度～数十m	数十cm～1m程度	数十cm未満
復旧期間の目安	4か月程度以上 （被害範囲が広がれば、それに応じた復旧期間が必要。）	4か月程度以内	運転継続可能
復旧の概要	・高圧電動機のコイル巻き替え修理に、3～4ヶ月程度（通常時）の期間が必要。また、被害機器数の増加により、修理工場の対応可能状況等に応じて復旧期間は延長。 ・更に主要機器（タービン等）が被害を受けた場合、詳細な点検修理に相当期間必要。	・被害を受けた各機器の点検を実施し、部品の交換や洗浄、または可能な範囲で代替部品での応急的な修理により復旧。	―

※機器の設置状況により被害レベルは異なる。

イ　被害想定結果

耐性評価基準に基づき、対象各社の被害が最も過酷となるケースを集計すると、９割超（発電出力ベース 11，130 万 kW／12,012 万 kW）の発電所が運転継続可能である。また、被害レベルＡの発電所（６箇所）

は４ヶ月程度以上の復旧期間が必要と想定され、更に被害範囲やユニット数に応じて相当の復旧期間を要する可能性が考えられる。

このため、各社の設備実態並びに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じることにより可能な限り早期の供給力確保に努める。

表２－９　津波による被害想定結果

（単位：箇所、万kW）

	被害レベル	レベルA	レベルB	レベルC
評価基準	被害の程度	ユニット稼動に不可欠な機器および電動機が浸水。	ユニット稼動に不可欠な機器の現地制御盤・操作盤および電源が浸水。	構内が一部浸水するが、機器は浸水しない。
	復旧期間の目安	4か月程度以上	4か月程度以内	運転継続可能
想定結果	浸水深	3m～10m	（数十cm～1m程度）	数十cm
	発電所数（全70箇所※1）	6	0	7
	発電出力（計12,012万kW※1）	882	0	1,559
	出力割合※2	7%	0%	13%

※1　70箇所には、浸水しない発電所（57箇所、9,571万kW、出力割合80%）も含む。
※2　出力割合は、電力7社＋電源開発の火力発電所出力合計に対する、被害が想定される火力発電所出力の単純合計の割合。
（起こりえる最大ケースよりも過酷な条件での結果となることに留意が必要）

表２－１０　津波による被害想定結果（各社別内訳）

（単位：箇所、万kW）

	被害レベル	レベルA		レベルB		レベルC	
評価基準	被害の程度	ユニット稼動に不可欠な機器および電動機が浸水。		ユニット稼動に不可欠な機器の現地制御盤・操作盤および電源が浸水。		構内が一部浸水するが、機器は浸水しない。	
	復旧期間の目安	4か月程度以上		4か月程度以内		運転継続可能	
想定結果	浸水深	3m～10m		（数十cm～1m程度）		数十cm程度	
	発電所数、出力計※1	6	882	0	0	7	1,559
	東京電力	0	0	0	0	1	227
	中部電力	1	88	0	0	3	899
	北陸電力	0	0	0	0	0	0
	関西電力	2	390	0	0	2	204
	中国電力	0	0	0	0	0	0
	四国電力	2	195	0	0	0	0
	九州電力	0	0	0	0	1	230
	電源開発	1	210	0	0	0	0
	総計※2	70箇所、12,012万kW					

※1　四捨五入の関係で各社の合計と合わない。　※2　浸水しない発電所（57箇所、9,571万kW）を含む。

⑤　設備区分Ⅱの設備（基幹送変電設備）の地震動に対する耐性評価

ア　耐性評価基準の考え方

基幹送変電設備は、多重化・多ルート化されており、過去の

「a 兵庫県南部地震」及び「b 東北地方太平洋沖地震」に対し、『総合的にシステムの機能は確保』かつ『現行耐震基準は妥当（a）、あるいは、耐震性能は基本的に満足(b)』と評価されている[27]（**参考２－８**）。

また、東北地方太平洋沖地震等の設備被害状況については、震度７の影響を受けた設備においても、損傷割合は最大 2.8%と僅少であり、基本的に耐震性能は満足していると考えられることから、システムとしての機能は確保していると考えられる（**参考２－９～参考２－１２**）。

こうした過去の被害実績等を踏まえた耐震対策の実施状況の確認を行った結果、基幹送変電設備は、基本的な耐震性能は満足している　ことが確認された。

なお、地中送電設備のうち、「パイプ型圧力ケーブル」は、外被が鋼管であるため、可とう性があるとは言い難いが、震度５弱以下の地震で被害は確認されていない。一方、震度５強以上での耐性は明らかになっておらず、今後、最終報告に向けて、耐性の評価が必要である。

イ　地震影響に対する今後の検討の進め方

今回、過去の被害実績及びそれらを踏まえた耐震対策の実施状況等を評価し、電気設備が基本的な耐震性を有していることを確認したものの、過去の地震の被害においては、震度７の影響を受けた設備が少ないことから、今後、最終報告に向けて、代表設備を用いた詳細評価等を行い、耐震性の妥当性を検証する予定である。

具体的には、基幹送変電設備所在地の位置情報と、当該位置における中央防災会議の震度データとの突き合わせにより震度７の揺れが想定される設備を抽出するとともに、抽出された設備のうち、個別地点の被害想定データを用いて、代表設備等の耐震性を評価する。

さらに、設備損壊の可能性のある場合には、系統切替等により代替供給が可能かどうかを検討する予定である。

⑥　設備区分Ⅱの設備（基幹送変電設備）の津波に対する耐性評価

ア　耐性評価基準の考え方

＜変電設備＞

東日本大震災における実績[28]では、津波に対する変電所の設備被害は、

---

[27] 兵庫県南部地震：電気設備防災対策検討会（委員長：関根東京理科大学教授〔当時〕）、東北地方太平洋沖地震：電気設備地震対策ＷＧ（主査：横山東京大学大学院教授）

[28] 電気設備地震対策ＷＧ報告書

がれき等漂流物による被害よりも、浸水による被害[29]が支配的であった。このため、今回は浸水深をベースとして被害想定を行うこととした。想定に当たっては、変電所ごとに、地表面から機器操作箱等の電気回路の設置位置までの高さが異なることから、一律の浸水深のみをもって被害想定の基準とせず、浸水が想定される対象変電所全てについて、個別に浸水深を確認することとした。（**参考２－１３**）

＜架空送電設備＞

東日本大震災における鉄塔倒壊実績[28]から、漂流物による影響は不確実性が伴うため、下表の浸水深で倒壊するものと設定し、個別の被害想定を実施した。なお、防潮堤が設置されているなど周辺状況等により津波の影響を防護できるものについては検討の対象から除くとした。（**参考２－１４**）

離岸距離	浸水深
０．５ｋｍ以内	２ｍ以上
０．５ｋｍ超	３ｍ以上

＜地中送電設備＞

東日本大震災における被害実績[28]等から、以下の考え方で個別に被害想定を実施した。（**参考２－１５**）

管　路	海岸又は河川沿いの護岸のない箇所に設置された直接埋設管路が破損する。
地　上 機　器	変電所等にある地上機器が漂流物の影響により、倒壊・損傷（個別に浸水深を確認）する。
橋　梁	河川横断の橋梁が津波の波力により損傷する。
ケーブル	被覆化されていることから、海水に接触したとしても絶縁破壊には至らない。

イ　電力供給へ影響に係る評価基準及び被害想定結果

アの耐性評価の考え方を基に行った基幹送変電設備の被災想定を踏まえ、被災設備を原因とする供給支障について、系統切替により供給支障に対応できるか否かを確認した（**参考２－１６**）。

[29] 一例として、機器操作箱等の電気回路が水没すると、当該機器が使用不能

その結果、被災設備に対して、暫定系統対策等による復旧が必要なエリアは、下表のとおり、４社８箇所となった。

表２－１１　津波による設備被害の想定及び電力供給への影響評価

社名	被災設備概要			復旧必要エリア		
	被災鉄塔（基）※1	被災地中設備（回線）※1	被災変電所（箇所）※1	供給支障エリア	系統切替可能エリア※2	復旧必要エリア
北海道	－	－	－	－	－	－
東北	－	－	－	－	－	－
東京	0/8,527	0/87	0/79	0箇所	0箇所	0箇所
中部	3/5,786	0/26	1/60	1箇所	0箇所	1箇所
北陸	－	－	－	－	－	－
関西	1/8,647	0/39	3/59	3箇所	0箇所	3箇所
中国	0/4,503	0/2	0/23	0箇所	0箇所	0箇所
四国	8/2,837	0/4	2/27	3箇所	0箇所	3箇所
九州	16/6,486	0/25	1/57	2箇所	1箇所	1箇所
沖縄	－	－	－	－	－	－
電発	5/4,767	0/5	0/4	0箇所	1箇所	0箇所

※1　分子／分母は被災設備数／17万V以上の設備数を表す
※2　系統切替可能エリアとは、系統操作により復旧可能なエリアを言い、全量救済できるものを表す

なお、今回の被害想定の結果において、地中送電設備については、耐性評価基準の考え方に該当する設備が存在しなかった。

ウ　需要サイドの供給支障解消に係る考え方及び影響評価

東日本大震災時の実績[30]及び学術的知見[31]から浸水深２ｍ以上で、木造家屋の全壊と大規模半壊の割合が合計 90%程度となるため、２ｍ 以上の浸水深のエリアは、需要が喪失すると仮定し、浸水深２ｍ 未満エリアを被災直後の供給対象需要とすることとした（**参考２－１７**）。

供給支障解消の考え方としては、上記の供給対象需要の想定を踏まえ、被災設備の応急補修や清掃、仮設備の設置等により、暫定供給が可能か否かで判断した（**参考２－１８**）。

その結果、基幹送変電設備に起因する広範囲の供給支障は、１週間程度（道路の啓開、がれき撤去等がなされた後の必要作業期間）で解消する見込みとなり、著しい供給支障には至らないと判断した。

30　「東日本大震災による被災現況調査結果について（第１次報告）」平成 23 年８月国土交通省都市局報道発表資料
31　「津波強度と被害　首藤　伸夫　津波工学研究室報告第９号　平成４年」

表２－１２　津波による供給支障量及び想定復旧期間の評価

社名	復旧必要エリア	供給支障量（最大箇所）	想定復旧期間
中部	１箇所	約2万ｋW	1週間程度
関西	3箇所	約３７万ｋW	１週間程度
四国	3箇所	約２７万ｋW	1週間程度
九州	１箇所	約１１万kW	1週間程度
合計	8箇所	約１３９万kW※	－

※　各設備の最過酷条件で想定される供給支障量の単純合計（起こりえる最大ケース以上の過酷な条件での結果となることに留意が必要）

なお、今回の被害想定において、復旧必要エリアのうち、１箇所は被災送電設備の復旧に長期間を要するため、減災対策（津波漂流物に対する防護対策）の具体化を検討した。その結果、対策後は、著しい供給支障が発生しない見込みとなった（**参考２－１９**）。

（２）　本ＷＧの評価

火力発電設備及び基幹送変電設備を対象とした南海トラフ巨大地震及び津波に対する耐性評価に関する事業者からの報告（（１）の記載内容）について、本ＷＧにて検討した結果は、以下のとおりである。

設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNG タンク）及び設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等発電設備、基幹送変電設備）の地震動及び津波に対する事業者の評価基準及び評価結果の妥当性について確認した。また、本検討からは、以下のことが得られた。

設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNG タンク）については、今回の評価において、重大な人命被害は生じないとの報告があったところではあるものの、公共の安全確保の観点から、今後は、災害に応じた適切な保安の確保が必要である。

設備区分Ⅱの設備のうち、基幹送変電設備については、事業者からの報告により、基本的な耐震性を有していることを確認したものの、今後、最終報告に向けて、代表設備等を用いた詳細評価等を行い、耐震性の妥当性を検証するとの報告があったことから、事業者が行う評価結果の妥当性について確認する必要がある。

今回の津波に対する被害想定において、津波漂流物に伴って被災送電設備の復旧に長期間を要するとされた１箇所の送電鉄塔について、減災対策（津波漂流物に対する防護対策）の具体化が自主的に検討され、対策が実施されれば、著しい供給支障は発生しない見込みとなった。事業者のこの取組を評価するとともに、当該取組など、他電力の対策事例を事業者間で共有し、自主保安の向上に役立てていくことが重要である。

今回の耐性評価において、基幹送変電設備に起因する広範囲の供給支障は１週間程度で解消する見込みとされているものの、中・西日本の供給区域にある火力発電所では、主に地震動の影響により、１週間以上停止するユニットが合計で約 5,300 万 kW(火力全体の約 7,600 万 kW の約 70%)、１ヶ月以上停止するユニットが合計で約 2,200 万 kW（火力全体約 7,600 万 kW の約 28%）存在するなど、供給力が大幅に減少することが想定された（ただし、各発電所における被害は、複数想定される地震動のうち、最も過酷な被害が及ぶケースを選んでおり、全体の被害想定は起こり得る最大ケースよりも過酷な結果となることに留意が必要である。）。

今回の評価からは、地震に伴う他の供給力の低下、需要の減少及びその復旧に係る正確な想定は困難なものの、現在、我が国の供給力が火力発電に極めて高く依存している状況等から、災害発生に伴い供給力が長期間低下した場合、需要が回復してくると電力供給は不安定化し、著しい供給支障が継続するおそれがあると考えられる。

このため、様々な被災ケースを想定した電力需給等のシミュレーションを今後早急に実施し、具体的な供給支障量等を把握する必要がある。その結果も参考に、従来の復旧迅速化策や需給両面の対策に加えて、更なる復旧迅速化策や地域における電源の分散化などの視点も含めた中長期を視野にした設備形成面により、著しい供給支障が継続しないよう、今後とも合理的なあらゆる措置を検討していく必要がある。

なお、具体的な対応については、「４．今後の対応」に記載する。

２．首都直下地震・津波に対する電気設備等の耐性評価（事業者の報告及びＷＧの評価）

（１）　事業者からの報告

事業者の首都直下地震・津波に対する火力発電設備及び基幹送変電設備の耐性評価並びに対応策の報告は、以下のとおり。なお、耐性評価に当たっての考え方については、南海トラフ巨大地震に対する考え方と同じとした。

①　設備区分Ⅰの設備の設備（燃料油タンク、LNG タンク）の地震動に

対する耐性評価

ア　耐性評価の考え方

南海トラフ巨大地震の地震動に対する考え方と同じ。

なお、これまでの実績を超えて震度７が想定される地点の LNG タンクの評価については、高圧ガス保安法において現行基準の課題検討を含めた耐震基準の見直しが議論されていることから、これらに準じて対応する。

イ　燃料油タンクの被害想定結果

対象各社の被害が最も過酷なケースを集計すると、下表のとおり全７箇所の燃料油タンクが震度５強以下から震度７までの地震動を受けると想定されるものの、耐性評価の考え方に基づき判断すると、重大な被害は無いものと想定され、重大な人命被害は生じないと考えられる。

表２－１３　地震動による燃料油タンクの被害想定結果

（単位：箇所、油タンクを設置する火力発電所数）

評価基準		震度7までの地震動に対し、タンクの側板座屈、浮き上がりなど本体機能を損なうことなく耐震性を有している。 （なお、耐震基準に未適合の浮き屋根は、平成29年3月までに改修を実施。）			
想定結果	震度階	7	6強	6弱	5強以下
	発電所数　計	1	2	1	3
	東京電力	0	2	1	3
	電源開発	1	0	0	0
	総計	7			

ウ　LNG タンク（電気事業法が適用されるもの）の被害想定結果

対象各社の被害が最も過酷なケースを集計すると、下表のとおり全５箇所の LNG タンクが震度６弱から震度７までの地震動を受けると想定されたものの、耐性評価の考え方に基づき判断すると、震度６強以下のタンクについては重大な被害は無いものと想定され、重大な人命被害は生じないと考えられる。

表２－１４　地震動によるLNGタンク（電気事業法が適用されるもの）の被害想定結果

（単位：箇所、LNG基地数）

評価基準		震度6強までの地震動に対し、タンク本体機能を損なうことなく耐震性を有している。			
想定結果	震度階	7	6強	6弱	5強以下
	基地数 計	1	2	2	0
	東京電力	1※	2	2	0
	電源開発	0	0	0	0
	総計	5			

※タンク数は1基

なお、東京電力が LNG の供給を受けているガス事業法が適用される基地事業者（全２箇所）に確認した結果、震度７エリアにある基地１箇所については、高圧ガス保安法の検討を踏まえ、今後耐震性の評価及びそれに基づく対応を実施するとのことであった。当該震度７の基地（東京電力が LNG 供給を受けているガス事業法が適用される基地事業者（全２箇所））から LNG を供給されている発電所は、出力が 100 万 kW程度（東京電力の火力発電所出力合計の約３％）と比較的影響が少なく、全体供給力とのバランスを見極めた上で可能な限り供給力の確保に努める必要がある。なお、その他１箇所は震度６強以下であった。

② 設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNG タンク）の津波に対する耐性評価

ア 燃料油タンクの耐性評価の考え方

南海トラフ巨大地震に伴う津波に対する考え方と同じ。

イ 燃料油タンクの被害想定結果

耐性評価の考え方に基づき、対象各社の最も被害が過酷となるケースを集計しても、全７箇所の火力発電所にある燃料油タンクは浸水しないとの想定結果であることから、重大な人命被害は生じないと考えられる。

ウ LNG タンク（電気事業法が適用されるもの）の被害想定結果

耐性評価の考え方に基づき、対象各社の最も被害が過酷となるケースを集計しても、全５箇所の LNG 基地にあるタンクは浸水しないとの想定結果であることから、重大な人命被害は生じないと考え

られる。

③　設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等発電設備）の地震動に対する耐性評価

ア　耐性評価の考え方

南海トラフ巨大地震の地震動に対する考え方と同じ。

イ　評価基準及び被害想定結果

耐性評価の考え方に基づき、対象各社の被害が最も過酷となるケースを集計すると、９割超（発電出力ベース）の発電所が１ヶ月程度以内で順次復旧する。

被害範囲やユニット数に応じて更なる復旧期間を要する可能性も考えられるため、各社の設備実態並びに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じることにより、可能な限り早期の供給力確保に努める。

表２－１５　地震動による被害想定結果

（単位：箇所、万kW）

	被害レベル	レベルA	レベルB		レベルC
評価基準	被害の程度	ボイラー鉄骨やタービン建屋鉄骨に塑性変形等大規模な被害が発生する可能性有。	ボイラー過熱管等を含め中規模な被害が発生。		ボイラー過熱管等に小規模な被害が発生、もしくは被害なし。
	復旧期間の目安	1か月程度以上	1か月程度以内		1週間程度以内もしくは運転継続
想定結果	震度階	7	6強	6弱	5強以下
	発電所数（全16箇所）	2	7	4	3
	発電出力（計4,409万kW）	235	1,717	1,297	1,160
	出力割合※	5%	39%	30%	26%

※ 東京電力と電源開発の火力発電所出力合計に対する、被害が想定される火力発電所出力合計の割合。
（M8クラス 大正関東地震での想定）

表２－１６　首都直下地震の津波による被害想定結果（各社別内訳）

（単位：箇所、万kW）

	被害レベル		レベルA		レベルB				レベルC	
評価基準	被害の程度		ボイラー鉄骨やタービン建屋鉄骨に塑性変形等大規模な被害が発生する可能性有。		ボイラー過熱管等に中規模な被害が発生。				ボイラー過熱管等を含め小規模な被害が発生、もしくは、被害なし。	
	復旧期間の目安		1か月程度以上		1か月程度以内				1週間程度以内もしくは運転継続	
想定結果	震度階		7		6強		6弱		5強以下	
	発電所数、出力計		2	235	7	1,717	4	1,297	3	1,160
		東京電力	1	115	7	1,717	4	1,297	3	1,160
		電源開発	1	120	0	0.	0	0	0	0
	総計		16発電所、4,409万kW							

④　設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等発電設備）の津波（浸水）に対する耐性評価

ア　耐性評価の考え方

南海トラフ巨大地震に伴う津波に対する考え方と同じ。

イ　評価基準及び被害想定結果

耐性評価の考え方に基づき、対象各社の被害が最も過酷となる想定を集計しても、火力発電所（全 16 箇所）は浸水しないという結果となったことから、被害（発電支障）は生じないと考えられる。

⑤　設備区分Ⅱの設備（基幹送変電設備）の地震動に対する耐性評価

ア　耐性評価の考え方

南海トラフ巨大地震の地震動に対する考え方と同じ。

イ　地震影響に対する今後の検討の進め方

南海トラフ巨大地震の地震動に対する考え方と同じ。

⑥　設備区分Ⅱの設備（基幹送変電設備）の津波に対する耐性評価

ア　設備の耐性評価の考え方及び電力供給への影響に係る評価基準

南海トラフ巨大地震に伴う津波に対する考え方と同じ。

イ　電力供給への影響に係る被害想定結果

耐性評価等に基づき、各社確認した結果、下表のとおり、被害設備がないことを確認されたことから、基幹送変電設備の被災に起因する著しい供給支障は発生しないと考えられる。

表２－１７　首都直下地震の津波による被害想定結果（各社別内訳）

社名	被災設備概要			復旧必要エリア		
	被災 鉄塔 （基）※1	被災 地中設備 （回線）※1	被災 変電所 （箇所）※1	供給支障 エリア	系統切替 可能 エリア※2	復旧必要 エリア
東京	0/8,527	0/87	0/79	0箇所	－	－
中部	0/5,786	0/26	0/60	0箇所	－	－
電発	0/4,767	0/5	0/4	0箇所	－	－

※1　分子／分母は被災設備数／17万V以上の設備数を表す
※2　系統切替可能エリアとは、系統操作により復旧可能なエリアを言い、全量救済できるものを表す

（２）　本ＷＧの評価

火力発電設備及び基幹送変電設備を対象に、首都直下地震及び津波に対する耐性評価について事業者からなされた報告（（１）の記載内容）について、本ＷＧにて検討した結果、設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNG タンク）及び設備区分Ⅱの設備（ボイラ、タービン等発電設備、基幹送変電設備）の地震動及び津波に対する事業者の評価基準及び評価結果の妥当性について確認した。

また、本検討からは、以下のことが得られた。

設備区分Ⅰの設備（燃料油タンク、LNG タンク）については、下記の震度７に該当する LNG タンク（１基）を除いて、今回の評価において、重大な人命被害は生じないとの報告があったところではあるものの、１．南海トラフ巨大地震、津波に係る評価と同様、公共の安全確保の観点から、今後は、災害に応じた適切な保安の確保が必要である。

特に、過去の実績を超える震度７に該当する LNG タンク（１基）については、今後、事業者が行う詳細な耐性評価を踏まえて、必要に応じ、更なる対策等についても検討が重要である。当該評価に当たっては、他法令が適用される LNG タンクの耐性評価との整合が必要である。

設備区分Ⅱの設備のうち、基幹送変電設備については、事業者から基本的な耐震性を有していることを確認したものの、今後、最終報告に向けて、代表設備等を用いた詳細評価等を行い、耐震性の妥当性を検証するとの評価があったことから、事業者が行う評価結果の妥当性について確認する必要がある。

今回の耐性評価において、基幹送変電設備に起因する著しい供給支障は発生しないことが想定されているものの、東京電力管内の火力発電所では、地震動による影響により、１週間以上停止するユニットが合計で約 3,200 万 kW（火力全体の約 4,400 万 kW の約 74%）、１ヶ月以上停止するユニットが合計で約 200 万 kW（火力全体の約 4,400 万 kW の約５％）と供給力が大幅に減少することが想定された（ただし、各発電所における被害は、複数想定される地震動のうち、最も過酷な被害が及ぶケースを選んでおり、全体の被害想定は起こり得る最大ケースよりも過酷な結果となることに留意が必要である。）。

今回の評価からは、地震に伴う他の供給力の低下、需要の減少及びその復旧に係る正確な想定は困難なものの、現在、我が国の供給力が火力発電に極めて高く依存している状況等から、災害発生に伴い供給力が長期間低下した場合、需要が回復してくると電力供給は不安定化し、著しい供給支障が継続するおそれがあると考えられる。

このため、１．南海トラフ巨大地震、津波に係る評価と同様、様々な

被災ケースを想定した電力需給等のシミュレーションを今後早急に実施し、具体的な供給支障量等を把握する必要がある。その結果も参考に、従来の復旧迅速化策や需給両面の対策に加えて、更なる復旧迅速化策や地域における電源の分散化などの視点も含めた中長期を視野にした設備形成面により、著しい供給支障が継続しないよう、今後とも合理的なあらゆる措置を検討していく必要がある。

なお、具体的な対応については、「４．今後の対応」に記載する。

３．電気事業者等の復旧迅速化策について（事業者の報告及びＷＧの評価等）

（１）事業者の報告

事業者は、災害対策基本法第 39 条２項に則り、「防災業務計画」に非常災害（台風、風雪、洪水、地震、塩害等）発生時における復旧体制や実施事項を定め、それに基づき、人身安全の確保を最優先に被害設備の早期復旧と早期停電解消を目的として、以下に記す取組みを実施している。また、事業者は、今回の検討を踏まえ、今後の新たな復旧迅速化策についても実施するとしており、その内容も併せて以下に記すこととする。

① 復旧迅速化に係るマニュアル類の整備

ア 現在の取組み

事業者は、人身安全の確保を最優先に被害設備の早期復旧と早期停電解消を目的とした社内マニュアル類を整備している（**参考２－２０**）。こうしたマニュアル類については、実際の災害の経験、実動訓練の実績や他の事業者の教訓、電気設備地震対策ＷＧ報告書での提言等を踏まえて、適宜見直しを実施している。

イ 今後の計画

今後も実災害や訓練の実績、中央防災会議が公表した「南海トラフ巨大地震」及び「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等を踏まえたマニュアル類の見直しを継続的に実施する。

② 各種訓練及び教育の実施

ア 現在の取組み

＜各社の取組み＞

事業者及び工事請負会社等は、技術力の向上及び継承を目的に、若年者、中堅社員を中心とした安全技能競技大会や災害復旧訓練

などの技能訓練や教育を実施している。

＜電力間の取組み＞

非常災害時において、送配電設備に広域に亘る被害が生じた場合、復旧用の機器・資材の相互融通や復旧要員等の相互応援等を行うことを取り決めている。東北地方太平洋沖地震発生時には、取決内容に基づき、災害復旧用資材・役務の電力間融通を実施した（**参考２－２１**）。

また、相互応援の円滑化やルール等の確認のため、電力間応援実動訓練を実施している。

イ　今後の計画

引き続き各種技能訓練及び教育を継続的に実施し、訓練での反省をマニュアル類に反映するとともに、電力間応援実動訓練を実施し、必要に応じて、取決内容の見直しを実施する。

③　緊急通行に係る自治体・警察等との連携

ア　現在の取組み

各県の公安委員会（所轄警察署）に対して、災害復旧用の緊急通行車両（自社及び関連会社等）の事前届出を行い、災害対策基本法第 50 条１項に該当する「緊急通行車両指定」を取得している（**参考２－２２**）。

また、被災時の燃料確保のため、ガソリンスタンドや石油会社との燃料利用協定を締結している。

イ　今後の計画

自社及び関係会社等の車両の緊急通行車両登録の拡大について、所轄警察署との協議を継続するとともに、緊急通行に関して、関係機関（道路管理者、NEXCO 等）との連携強化を図り、復旧に必要な要員・車両・資機材等を迅速に現地に到着させることを目指す。

自治体が管理する道路において、土砂崩れ、道路陥没、瓦礫等による通行止めが発生し、電気供給の復旧作業に支障をきたす場合は、道路啓開後、優先通行の可能性等について関係自治体との連携強化を　検討する。

緊急通行車両登録の拡大に備えて、燃料補給を円滑に行うためガソリンスタンドや石油会社との燃料利用協定の拡大を検討する。

④　災害時の工事請負会社等との連携

ア　現在の取組み

自然災害等発生時に協力・連携（事故探査、設備復旧、個別停電対応等）を行うことや、事業者が設備に著しい被害を被った場合は、事業者からの要請に基づき、直ちに出動できるよう待機する契約を工事請負会社等と締結している。

また、工事請負会社との定期的な合同訓練を実施し、協力・連携体制を確認するとともに、必要に応じ、契約内容の見直しを実施している。

イ　今後の計画

工事請負会社等と合同で行う非常災害対策実動訓練を継続的に実施するとともに、実災害や訓練等の実績を踏まえた契約内容の見直しを継続的に実施する。

ウ　災害時の請負工事作業員の必要人数等（**参考２－２３、２－２４**）

全国の送電・変電・配電の請負工事作業員数及び火力発電に関する作業員数は、下表のとおりである。

なお、東日本大震災の際には、送電・変電・配電について、下表のような請負工事作業員数で、８日程度で送変配電設備の復旧を完了（復旧作業に入れない地域を除く）している[28]。

また、火力発電所についても、津波により甚大な被害を受けた発電所を除き、概ね１ヶ月程度以内で順次復旧完了している。被害レベルＢ（震度６強・弱）の火力発電設備におけるボイラ復旧実績の事例においては、作業員数は、６ユニット分、１日最大 約 650 人（延べ約３万人）で復旧作業にあたった。

表２－１８　最大稼働請負工事等作業員数

部　門	全国の請負工事作業員数計	東日本大震災において、復旧作業に従事した最大稼動請負工事作業員数（作業員数／日）	
		東北電力管内	東京電力管内
送　電	約6,060人	799人	261人
変　電	約6,140人	215人	167人
配　電	約33,500人	3,115人	1,945人
火　力	労働者数分布特性値 厚生労働省平成25年 賃金構造基本統計調査より	協力会社＋メーカー等（ピーク時） 電気設備地震対策WG報告書（平成24年3月） 79,82ページより	
	・とび工（足場組立工）：約2.0万人 ・溶接工：約7.5万人 ・機械修理工：約5.3万人	・仙台火力：377人 ・新仙台火力：391人 ・原町火力：912人	・鹿島火力：1,519人 ・常陸那珂火力：2,531人 ・広野火力：2,555人

会社	請負工事作業員数			会社	請負工事作業員数		
	送電	変電	配電※1		送電	変電	配電※1
北海道	430人	300人	1,600人	関 西	850人	800人	2,100人
東 北	1,060人	960人	4,500人	中 国	280人	500人	1,700人
東 京	940人	1,100人	13,000人	四 国	320人	560人	1,100人
中 部	870人	800人	3,000人	九 州	780人	570人	4,400人
北 陸	470人	450人	1,400人	沖 縄	60人	100人	700人
				合 計	約6,060人	約6,140人	約33,500人

※１　高圧設備の復旧作業に従事できる作業員数

⑤　発電機車の保有

ア　現在の取組み

事業者は、発電機車について、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、保有台数を決定しており、現在、全国で 380 台を保有している。

災害発生時においては、復電優先順位が高い病院、通信、公共機関、避難場所等の施設への応急送電用として活用している。被害規模の拡大により、台数が不足する場合は、電力会社間の取決により、周辺の事業者からの迅速な応援融通を実施する（**参考２－２５**）。

また、各戸の応急送電用として、事業者及び関連会社にて携帯発電機を全国で約 5700 台を保有している。

イ　今後の計画

他電力からの応援受入れに備えて、自社内の受入れ体制を検討する。また、携帯発電機の台数が不足した場合に備えて、リース先の事前確認等を検討する。

ウ　高圧発電機車による個別送電について

高圧発電機車による個別送電は、以下の理由により、主要病院や官公庁等の復旧対策本部など最優先負荷へのスポット対応に限定している。

・応急送電箇所に継続的な燃料補給が必要
（高圧発電機車１台を 24 時間稼動させるためには、3,360ℓの燃料が必要）

・定期的（約 200 時間[32]）に運転を停止してのメンテナンスが必要となる。（長期間に亘り継続して送電を図るためには、発電機車２台／箇所が必要）

[32] 定期的なメンテナンスの間隔は、各社の仕様により異なる。

・運転要員２名／箇所だけでなく、燃料を運搬・給油する要員・発電機車をローテーションする要員や、運転要員の移動・待機場所用として使用する車両も必要となる。

表２－１９　各社の高圧発電機車[33]の保有台数

会社	台数	会社	台数
北海道	33台	関　西	16台
東　北	64台	中　国	42台
東　京	62台	四　国	20台
中　部	61台	九　州	59台
北　陸	18台	沖　縄	5台

⑥　自衛隊との連携

ア　現在の取組み

各種災害発生時の早期送電を実現するため、事業者は円滑な相互連携を図ることを目的に、各地区の陸上自衛隊との協定を締結している（現在、電力９社が協定締結済であり、残る１社については、平成 26 年度中に締結する予定）（**参考２－２６～２－２８**）。

イ　今後の計画

災害協定の実効性を高めるため、自衛隊との定期的な打合せと合同訓練を継続的に実施する。また、連絡体制、協力事項等の具体的な内容を記載した覚書等を整備する。

⑦　火力発電設備の耐性評価（弱点部位等）を踏まえた更なる復旧迅速化策

ア　現在の取組み（対策）事例

各事業者は従前より被害実績や中央防災会議の被害想定等を踏まえ、高レベル地震動等で被害が想定される設備に対する各種対策を実施している。

＜主な地震対策の事例＞（**参考２－２９**）

[33] 発電容量 300～500ｋＶＡが標準であるが、一部大型（1,000ｋＶＡ超）のものも含む。