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

平成26年4月15日 電気事業連合会 電源開発株式会社

										ご報	告内容
			77巨大 震		直下震	その 他強	集中	大規模地	暴風	火山	太陽
		地震	津波	地震	津波	振動	家刚	滑り		噴火 	フレア
火力発電	電設備	0	0	0	O I (V (1)	
水力発電	ダム	0		0		0	0	0			
設備	水路等				T (2)**		0	IV	V(2)	
基幹送電 (17万\/		0	0	0	0	2)	0		O	0	
基幹変電設備 (17万V以上)		0	0	0	0					0	VI ○

※送変電設備の耐震性評価については、実績等に基づくマクロ評価を実施。今後、代表設備による妥当性確認を行う。

I 南海トラフ巨大地震および首都直下地震

- (1) 火力発電設備
- (2) 送電設備、変電設備
- Ⅱ 自然災害発生時の復旧迅速化対策
- Ⅲ 集中豪雨
- IV 暴風(竜巻、台風等)
- V 大規模火山噴火
 - (1) 火力発電設備
 - (2) 送電設備、変電設備
- VI 太陽フレアに伴う磁気嵐

I はじめに

電気事業者は、従来より被害の実績や中央防災会議の被害想定等※を踏まえて、<u>電気設備の耐</u>震・津波対策を進めてきた。

- ※ 至近では、平成7年兵庫県南部地震や平成23年東北地方太平洋沖地震などの被害実績および、中央防 災会議の平成15年東海・東南海・南海想定地震や平成17年首都直下想定地震の想定など。
- 一方、先般、中央防災会議が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や新たな首都直下地震想定を発表し、これらに対しては人命確保、減災対策、復旧迅速化等を講じるべき 旨の方針が示されている。

今回、電気設備自然災害等対策WGの検討内容に基づき、中央防災会議の方針も踏まえ、これら南海トラフ巨大地震および首都直下地震に対する電気設備の耐性を検討した。

<これまでの経緯と取組内容>

	経緯	取組内容		
平成7年~	<u>兵庫県南部地震(経験)</u>	<u>電気設備防災対策検討会(平成7年度)</u> 防災基本計画(平成7年7月中央防災会議決定)における今後の構造物、 施設等の耐震性確保についての考え方を踏襲し、「耐震性区分 I 」と「耐震 性区分 II 」の2つに電力設備を区分し耐震性の確保を図ることとした		
平成15年~ 平成17年~	中央防災会議 東海·東南海·南海地震(想定) 首都直下地震(想定)	各社の被害想定や設備の実態を考慮した各種対策を実施		
平成23年~	 <u>東北地方太平洋沖地震(経験)</u> 	電気設備地震対策WG(平成23年度) 津波への対応に関する電気設備の区分についても、地震と同様な区分を 設定し、東北地方太平洋沖地震により得られた知見をもとに、復旧迅速化に 資するマニュアルの整備等、より具体的なソフト対策を検討		
平成25年~	¦ ¦ <u>南海トラフ巨大地震・首都直下地震</u> ¦ <u>(想定)</u>	電気設備自然災害等対策WG(今回) 南海トラフ巨大地震、首都直下地震による地震動および津波に対する電気 設備の耐性評価および復旧迅速化策を検討		

I 地震動・津波に対する設備の耐性区分と想定地震の位置づけ

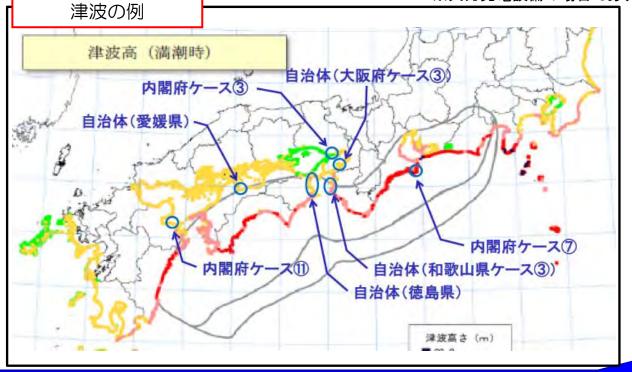
既往最大を超える最大クラスを想定した南海トラフ巨大地震等に対しては、中央防災会議の 方針や広域的な被害が想定される観点も踏まえ、人命確保、減災、復旧迅速化についてソフト 対策を主眼に検討。

	設備区分Ⅰ	設備区分Ⅱ		想定地	震
地震動・津波のレベル	ダム、油タンク	発電設備、17万V以上の 変電設備・送電設備 等		南海トラフ	首都直下地震
	LNGタンク	文电欧洲 经电欧洲 守		巨大地震	
一般的な地震動 頻度の高い津波 (供用期間中に1~2度程度発生)	機能に重大な支障が生じないこと(機能維持)	機能に重大な支障が生じないこと(機能維持)			
高レベルの地震動	・人命に重大な影響を	・代替性の確保等により	til.	都区	部直下 M7クラス
(発生確率は低いが	与えないこと	総合的にシステムの	地震	X1X1X1X1X1X1X1X	(30年間に70%)
高レベルの地震動)	(公衆安全の確保)	機能が確保されること	の	東海·東南海·南	
			頻度と	(2003年中央防 M8クラス (30年間に7	
最大クラスの津波	・人命に重大な影響を	・個々の設備の重要度	規模	上 丁	山青町 100-
(発生が極めてまれである	与えないよう類似の	等を踏まえ、復旧の迅			地震型 M8クラス する可能性は低い)
最大クラスの津波)	コンビナート等との	速化を図るための対応			
	整合をとった対策	・減災対策等による影響		l i	洋沖地震 M9クラス 年程度)
		の緩和		本海1二コロ 上	+h 示 NO A = 7
人命確保、減災、復旧迅速化					地震 M9クラス 度もしくは予測不能)

ケース選定の基本的考え方

検討対象	根拠データ	基本的な考え方
南海トラフ巨大地震	内閣府想定または自治体想定	根拠データのうち、各設備の所在地点において、以下に基づきケースを選定 (地震)震度が最大となるケース (津波)浸水深が最大となるケース
首都直下地震	内閣府想定また は自治体想定	根拠データのうち、各設備の所在地点において、以下に基づきケースを選定 (地震)震度が最大となるケース ※ (津波)浸水深が最大となるケース

※火力発電設備の場合であり、送変電設備については今後詳細検討



今回の検討においては、各設備の所在位置における最大浸水深(地震動)に基づき、個別に設備被害を想定している(地点により選定するケースが異なる)ため、起こりえる最大ケース以上の過酷な条件となる

I 南海トラフ巨大地震および首都直下地震

- (1) 火力発電設備
- (2) 送電設備、変電設備
- Ⅱ 自然災害発生時の復旧迅速化対策
- Ⅲ 集中豪雨
- IV 暴風(竜巻、台風等)
- V 大規模火山噴火
 - (1) 火力発電設備
 - (2) 送電設備、変電設備
- VI 太陽フレアに伴う磁気嵐

> 耐性評価および被害想定の考え方

- ・火力発電設備は、ボイラー、タービン・発電機等の主要設備や、建物、ポンプ 、ファン、モータ、制御盤等の付属設備など、多種多様な設備でシステム構成 されており、全てが健全な状態において発電が可能。
- したがって、発電システム全体を包括的に耐性評価することを前提とし、兵庫 県南部地震や東北地方太平洋沖地震等での地震動(震度階)や、津波による浸 水深に応じた被害実績と、発電再開までの復旧期間の相関を分析し、耐性評価 の基準を作成。
- また、他法令の基準等に基づいて設置されている設備もあり、それら関係機関の設備の被害実績等も用いて評価。
- 耐性評価の基準を基に、各社において被害が最大となるケースで被害を想定。

> 被害想定の具体的手順

対象となる自然災害(南海トラフ巨大地震、首都直下地震)に対して、 内閣府や各自治体で想定している地震動(震度階)と津波による浸水深を 用い、被害想定を実施。

(評価手順 例)

- ① 内閣府、自治体の公表データ(それに基づく詳細データ)を入手。
- ② 発電所の地点データより、敷地内での該当の震度階、浸水深を読み取り。
- ③ 実績に基づき作成した評価基準から、被害レベルと復旧期間を想定。

▶ 耐性評価に用いた想定地震および想定津波のケース

・ 耐性評価にあたっては、中央防災会議の評価条件が明らかになっている想定地震動および想定津波ケース[※]から、各社ごとで被害が最も過酷となるケースを用いた。なお、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。 ※ 南海トラフ巨大地震(地震動:5ケース、津波:11ケース)、首都直下地震(M7クラス19ケース+M8クラス大正

※ 南海トラフ巨大地震(地震動:5ケース、津波:11ケース)、首都直下地震(M7クラス19ケース+M8クラス大正関東地震)

<各社が用いた主な想定ケース>

会社	南海トラフ	首都直下地震		
本社	地震動	津波	地震動	津波
東京	•内閣府 [経験的手法]	・内閣府 [ケース①]	・大正関東	• 大正関東
中部	・内閣府 [陸側ケース]	・内閣府 [ケース⑦]	_	_
北陸	•内閣府 [経験的手法]	_	1	_
関西	・自治体 [大阪府、 和歌山県、兵庫県] ・内閣府 [陸側ケース]	·自治体 [大阪府、 和歌山県、兵庫県]	I	
中国	·自治体 [広島県] ·内閣府 [経験的手法]	・内閣府 [ケース⑤]	ı	_
四国	·自治体 [徳島県、 香川県、愛媛県]	·自治体 [徳島県、 香川県、愛媛県]	Ι	_
九州	•内閣府 [経験的手法]	·内閣府 [ケース①]	1	_
電源開発	・自治体 [徳島県、兵庫県、広島県] ・内閣府 [経験的手法]	・自治体 [徳島県、兵庫県、広島県] ・内閣府 [ケース①⑪]	・大正関東	・大正関東

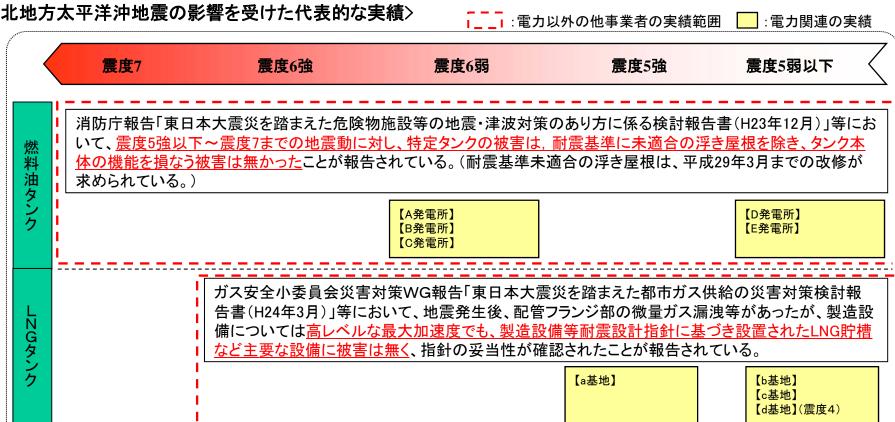
■ 設備区分 I (燃料油タンク、LNGタンク)の 地震動に対する耐性評価

〈耐性評価の考え方〉

・ 設備区分 I については実績の震度階までは耐震性を有している。 実績を超える震度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 おり、これらに準じて対応。

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。			
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。			

〈東北地方太平洋沖地震の影響を受けた代表的な実績〉



> 燃料油タンク

- ・耐性評価基準に基づき、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。
- ・重大な被害は無いものと想定され、人命に重大な影響は与えない。

(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。)			
	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
評	北陸電力	0	0	0	5
評価 結果	関西電力	2	0	4	2
果	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			

➤ LNGタンク(電気事業法に係るもの)

- 耐性評価基準に基づき、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。
- すべて6強以下であり、重大な被害は無いものと想定され、人命に重大な影響は与えない。

(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							
	評価基	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。				
	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	
	4	□部電力	0	2	0	1	
評		比陸電力	0	0	0	0	
評価結果	関]西電力	0	1	0	0	
果	4	コ国電力	0	0	1	0	
	四	四国電力	0	0	0	0	
	<u></u>	1州電力	0	0	0	0	
	1	這源開発	0	0	0	0	
	総計		10				

- ・ 電力各社がLNG供給を受けている高圧ガス保安法およびガス事業法に係る基地事業者(全10箇所)への耐性の確認結果、震度7エリアにある基地1箇所が、高圧ガス保安法の検討に準じて今後評価、対応することを確認。その他9箇所は震度6強以下。
- ・ なお、当該震度7の基地からLNGの供給を受けている発電所は他の複数の基地からも供給を受けており、万一当該基地からの供給 が被災した場合には、他の基地からの供給調整を実施するなど、可能な限り供給力の確保に努める。

> 燃料油タンク

- ・耐性評価基準に基づき、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。
- ・重大な被害は無いものと想定され、人命に重大な影響は与えない。

(単位:箇所、油タンクを設置する火力発電所数)

	F	『価基準	を損なうことなく耐	動に対し、タンクの 震性を有している。 こ未適合の浮き屋		
		震度階	7	6強	6弱	5強以下
評	評 発電所数 計		1	2	1	3
価結果		東京電力	0	2	1	3
果		電源開発	1	0	0	0
総計			7			

▶ LNGタンク(電気事業法に係るもの)

- 耐性評価基準に基づき、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。
- ・ 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、人命に重大な影響は与えない。
- ・ 実績を超える震度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おり、これらに準じて対応。

(単位:箇所、LNG基地数)

	-	评価基準	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。				
	震度階		7	6強	6弱	5強以下	
評		基地数 計	1	2	2	0	
評価		東京電力	1*	2	2	0	
果		電源開発	0	0	0	0	
総計			5				

※タンク数は1基

- ・ 東京電力がLNG供給を受けているガス事業法に係る基地事業者(全2箇所)への耐性の確認結果、震度7エリアにある基地1箇所が、 高圧ガス保安法の検討に準じて今後評価、対応することを確認。その他1箇所は震度6強以下。
- ・ 震度7の基地(上表1箇所、上表以外1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 計の約3%)と比較的影響が小さく、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。

■ 設備区分 I (燃料油タンク、LNGタンク)の 津波に対する耐性評価

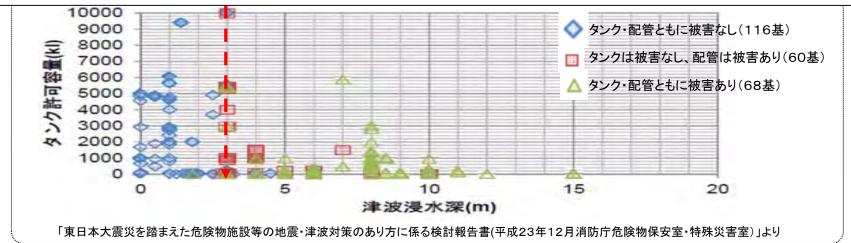
▶ 燃料油タンク

<耐性評価の考え方>

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。

〈東北地方太平洋沖地震の被害実績〉

- 3m以上の浸水がある場合、タンク本体や配管が損傷する可能性が高くなる。
- ・消防庁提供のツールでタンクの被害予測と対策の実施。タンク元弁の緊急閉止対策等を実施(3m以上の浸水)。



➤ LNGタンク(電気事業法に係るもの)

南海トラフ巨大地震・首都直下地震において、浸水が想定されるLNGタンクはない。

> 燃料油タンク

- 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下表のとおり。
- 8箇所の浸水が想定されるが、平成24年消防庁通知に基づく評価基準に記載の対策を実施済みであり、人命に大きな影響を与えない。 (単位:箇所、油タンクを設置する火力発電所数)

評	被	害レベル	レベルA	レベルB
 基 準	価 基 準 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。
		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
評価		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 (浸水した	ない発電所[40箇所]を含む)

▶ LNGタンク(電気事業法に係るもの)

・ 対象各社の被害が最も過酷となる想定を集計しても、LNG基地(全10箇所)のタンクは、浸水しない想定であり、人命に重大な影響を与えない。

> 燃料油タンク

・ 対象各社の最も被害が過酷となるケースを集計しても、火力発電所(全7箇所)の燃料油タンクは浸水しない想定であり、人命に重大な影響を与えない。

➤ LNGタンク(電気事業法に係るもの)

・ 対象各社の最も被害が過酷となるケースを集計しても、LNG基地(全5箇所)のタンクは浸水しない想定であり、人命に重大な影響を与えない。

設備区分Ⅱ(ボイラー、タービン等発電設備)の 地震動に対する耐性評価

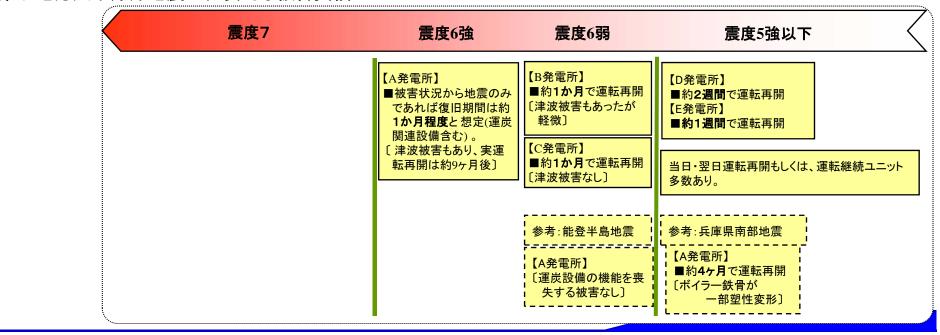
20

Ⅰ (1)設備区分Ⅱ 地震動に対する耐性評価基準

〈耐性評価の考え方〉

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。
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。

〈東北地方太平洋沖地震の代表的な被害実績〉



- ・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、<u>8割超(発</u> 電出力ベース)の発電所が1ヶ月程度以内で順次復旧。
- ・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。
- ・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、各社の設備実態ならびに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じる事により、可能な限り早期の供給力確保に努める。 (単位:筒所、万kW)

	被害レベル	レベルA	レベ	ルB	レベルC	
評価基準	ボイラー鉄骨やタービ 被害の程度 等大規模な被害が発生 する可能性有。		ボイラー過熱管 な被害が発生。 軽微な塑性変活 可能性有。	。また、鉄骨に	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	復旧期間の目安 <u>1か月程度以上</u>		建度以内	1週間程度以内もしくは運転継続	
	震度階	7	6強	6弱	5強以下	
想定	発電所数 (全70箇所)	11 [6] ^{※1}	12	10	8割超	
想定結果	発電出力 (計12,012万kW ^{※2})	2,162 [882] ^{※1}	1,851	1,327	约9,900万kW) 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。(再掲)
- ※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)

● 各社別内訳

(単位:箇所、万kW)

		被害レベル	レ	ベルA		レベ	ルB		L	ベルC
評価基準	平 画 被害の程度 模な被害 性		屋鉄骨に塑 模な被害が	骨やタ―ビン建 性変形等大規 発生する可能	発生。	一過熱管等に また、鉄骨に る可能性有。	軽微な	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	<u>1か月</u>	程度以上		<u>1か月和</u>	<u> </u>	<u>l</u>	1週間程度以	内もしくは運転継続
		震度階		7		6強		6弱	5	強以下
	ğ	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
評		北陸電力	0	0	0	0	0	0	5	440
評価結果		関西電力	2 [2] **2	390	1	266	7	887	2	255
果 		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	īkW		

- ※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。(再掲)

- ・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、<u>9割超(発</u> 電出力ベース)の発電所が1ヶ月程度以内で順次復旧。
- ・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 設備実態ならびに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じる事により、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	い ル B	レベルC	
評価基準	建屋鉄骨に塑性変形等大 規模な被害が発生する可		ボイラー過熱 模な被害が発 骨に軽微な塑 生する可能性	き生。また、鉄 性変形が発	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	夏旧期間の目安 1か月程度以上		星度以内	1週間程度以内もしくは運転継続	
	震度階	支階 7		6弱	5強以下	
想定結果	発電所数 (全16箇所)	2	7	4	9割超	
│結 │果 ┃	発電出力 (計4,409万kW)	235	1,717	1,297 (糸	J <mark>4,200万kW)</mark> 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)

Ⅰ(1)設備区分Ⅱ 首都直下地震の地震動による被害想定結果②

● 各社別内訳

(単位:箇所、万kW)

		被害レベル	レベルA			レベ	ıνB		レベルC	
評価基準		被害の程度	ボイラ一鉄骨やタービン建 屋鉄骨に塑性変形等大規 模な被害が発生する可能性 有。		害が	5一過熱管等 発生。また、 変形が発生	鉄骨に	軽微な	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。	
	Í.	复旧期間の目安	1か月程度以上		1か月程度以内			<u>]</u>	1週間程度以内もしくは運転継続	
		震度階		7		6強		6弱	5強以下	
評	発	8電所数、出力計	2	235	7	1,717	4	1,297	3	1,160
評価結果		東京電力	1	115	7	1,717	4	1,297	3	1,160
果		電源開発	1	120	0	0.	0	0	0	0
	総計		16発電所、4,409万kW							

設備区分Ⅱ(ボイラー、タービン等発電設備)の 津波(浸水)に対する耐性評価

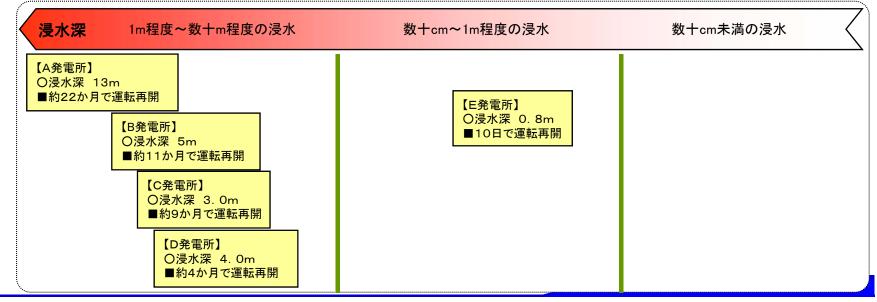
Ⅰ (1) 設備区分Ⅱ 津波に対する耐性評価基準

〈耐性評価の考え方〉

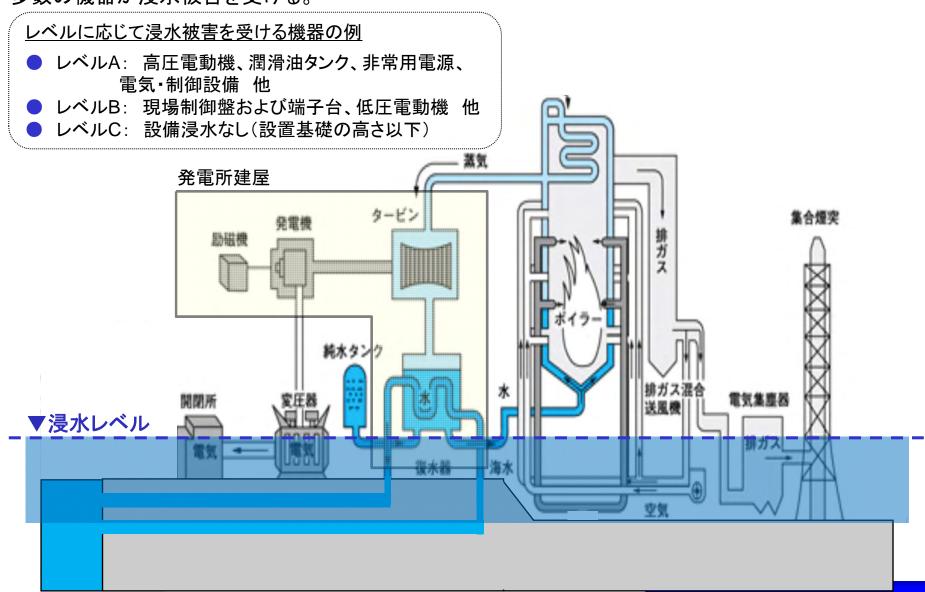
被害レベル	レベルA	レベルB	レベルC
被害の程度	ユニット稼動に不可欠な機器および電動 機等が浸水。	ユニット稼動に不可欠な機器の現地制 御盤・操作盤および電源等が浸水。	構内が一部浸水するが、機器は 浸水しない。
浸水深の目安**	1m程度~数十m	数十cm~1m程度	数十cm未満
復旧期間の 目安	4か月程度以上 被害範囲が広がれば、それに応じた 復旧期間が必要。	4か月程度以内	<u>運転継続可能</u>
復旧の概要	・高圧電動機のコイル巻き替え修理に、3~4ヶ月程度(通常時)の期間が必要。また、被害機器数の増加により、修理工場の対応可能状況等に応じて復旧期間は延長。 ・更に主要機器(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。	_

〈東北地方太平洋沖地震の代表的な被害実績〉

※機器の設置状況により被害レベルは異なる。



・発電所毎に設備の設置状況(場所、高さ、個数等)が異なるが、浸水深が深くなるほど広範囲かつ 多数の機器が浸水被害を受ける。



● 南海トラフ巨大地震

- ・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想定を集計すると、<u>9割超(発電出力ベース)</u> の発電所が運転継続可能。
- ・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、さら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、各社の設備実態ならびに被害想定に応じた復旧迅速化策を講じる事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 ユニット稼動に不可欠な機器 [価基準 ユニット稼動に不可欠な 構内が一部浸水するが、機 被害の程度 の現地制御盤・操作盤および 機器および電動機が浸水。 器は浸水しない。 電源が浸水。 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 浸水深 (数十cm~1m程度) 数十cm $3m \sim 10m$ 発電所数 想定結果 6 0 7 (全70箇所※1) 発電出力 882 0 1.559 (計12.012万kW^{※1}) 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)

● 首都直下地震

・ 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(16箇所)は浸水しない想定であり、被害 (発電支障)は生じない。

● 南海トラフ巨大地震 各社別内訳

(単位:箇所、万kW)

		被害レベル	レヘ	ベルA		レベルB	レ	ベルC
評価基準		被害の程度				に不可欠な機器の ・操作盤および電源	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	<u>4か月</u>	程度以上	<u>4カ</u>	<u>、月程度以内</u>	<u>運転</u>	継続可能
		浸水深	3m [,]	~10m	(数十	-cm~1m程度)	数十	-cm程度
	子	^{後電所数、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
評		北陸電力	0	0	0	0	0	0
評価結果		関西電力	2	390	0	0	2	204
果		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。

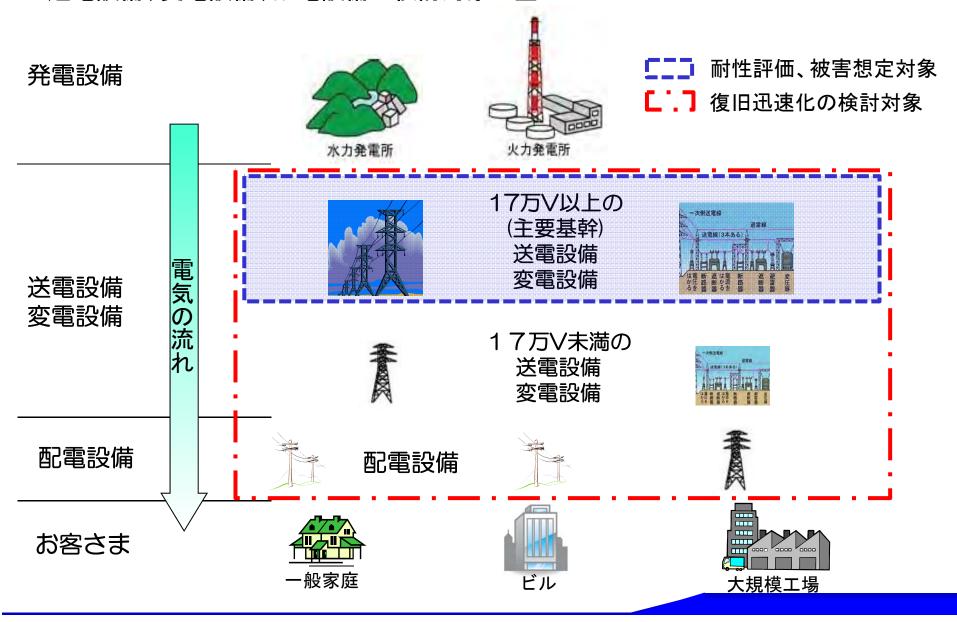
▶ 設備区分 I (燃料油タンク、LNGタンク)について

- ・電気事業者以外の他事業者の設備も含めた実績に基づく耐性評価から、地震動および津波に対し、<u>重大な被害は発生しないものと想定され、人命に重大な影響は与えない</u>。
- ・なお、実績を超える震度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 れており、これらに準じて対応。
- ▶ 設備区分Ⅱ (ボイラー、タービン等発電設備) について
 - ・実績に基づく耐性評価基準に基づき、対象各社の地震動および津波による被害が 最も過酷となるケースを集計すると、<u>概ね発電所※は1か月程度以内で順次復旧</u>。
 - ※ 南海トラフ巨大地震 8割超、首都直下地震 9割超
 - 一般電気事業者および電源開発対象各社の火力発電所出力合計に対する、復旧1か月以内の被害もしくは被害なしと想定される火力発電所出力の単純合計の割合。
 - いずれも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。
 - ・しかしながら、設備被害の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、各社の設備実態ならびに被害想定に応じた<u>復旧迅速化策</u>を講じる事により、可能な限り早期の供給力確保に努める。

I 南海トラフ巨大地震および首都直下地震

- (1) 火力発電設備
- (2)送電設備、変電設備
- Ⅱ 自然災害発生時の復旧迅速化対策
- Ⅲ 集中豪雨
- IV 暴風(竜巻、台風等)
- V 大規模火山噴火
 - (1) 火力発電設備
 - (2) 送電設備、変電設備
- VI 太陽フレアに伴う磁気嵐

> 送電設備、変電設備、配電設備の検討対象の整理



I(2) 概要(前提条件)

▶ 耐性評価に用いた想定地震および想定津波のケース

・ 耐性評価にあたっては、中央防災会議の評価条件が明らかになっている想定地震動および想定津波ケースから、各社ごとで被害が最も過酷となるケースを用いた。なお、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。

<各社が用いた主な想定ケース>

会社	南海トラフ	'巨大地震	首都直	下地震
五社	地震動	津波	地震動	津波
東京	・内閣府 [東側ケース・経験的手法]	・内閣府全11ケース ※設備被害なし	今後 詳細	・大正関東
中部	・内閣府全5ケース	・内閣府全11ケース	検討	・大正関東
関西	・自治体[大阪府・和歌山県] ・内閣府[陸側ケース]	・自治体[大阪府ケース④] ・自治体[和歌山県ケース③] ・内閣府[ケース③]	_	_
中国	·自治体 [広島県·岡山県·山口県]	·自治体 [広島県·岡山県·山口県]	_	_
四国	·自治体[徳島県·高知県] [香川県·愛媛県]	·自治体[徳島県·高知県] [香川県·愛媛県]	_	-
九州	・内閣府 [経験的手法・陸側ケース]	・内閣府[ケース⑪]	_	_
電源 開発	・自治体 [愛媛県・香川県] [徳島県・高知県等] ・内閣府 [経験的手法・陸側ケース]	・自治体 [愛媛県・香川県] [徳島県・高知県等] ・内閣府[ケース⑦]	今後 詳細 検討	・大正関東

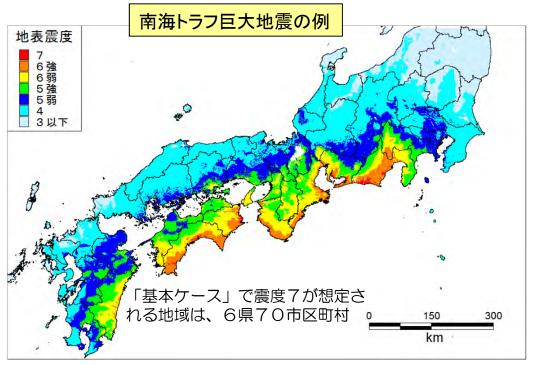
■ 地震動に対する耐性評価

1. 目的

○ 南海トラフ巨大地震および首都直下地震の地震動に対して、著しい(長期的かつ広域的) 供給支障が生じないかの評価と対策を検討

2. 検討対象

- 対象設備は、17万V以上の送変電設備
- ○内閣府または自治体の地震動想定結果に基づく被害想定



ワーキンググループの検討においては、5ケース(強振動生成域の設定を4ケース+経験的手法)の震度分布を推計

「基本ケース」の震度分布

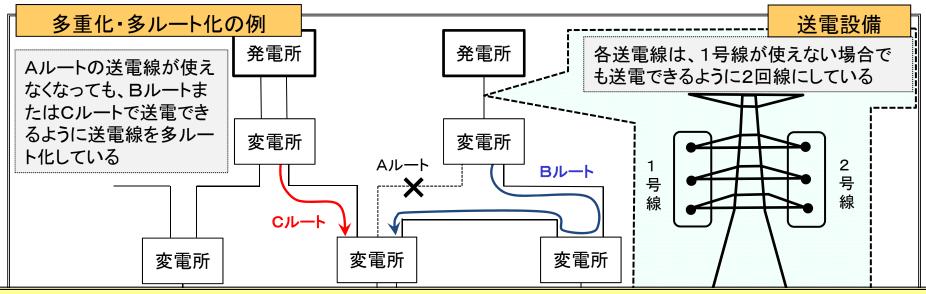
出典:南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ報告書(平成25年5月)

I(2) 過去の地震に対する評価

- 3. 影響評価の考え方
- (1)過去の地震に対する評価
- 電力供給システムは、多重化・多ルート化で構築されており、過去の「①兵庫県南部地震」および「②東北地方太平洋沖地震」に対し、<u>『総合的にシステムの機能は確保』</u>かつ 『現行耐震基準は妥当(①)、あるいは、耐震性能は基本的に満足(②)』と評価

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〕)

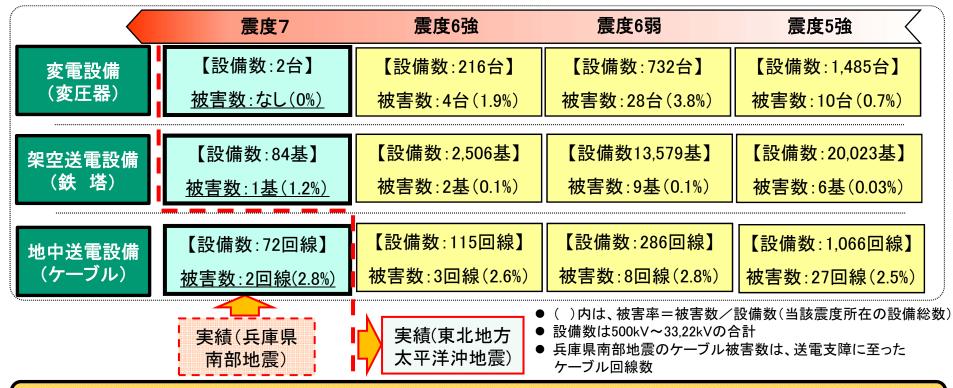
東北地方太平洋沖地震:電気設備地震対策ワーキンググループ(主査:横山東京大学大学院教授)



平成19年4月にまとめられた「電力系統の構成及び運用に関する研究会(委員長:横山東京大学大学院教授)報告書」では、『電力各社の基幹系統は、構成および運用ともに<u>ループ(複数の異なるルートで</u>環状に接続)』『ルート事故でも直ちに停電が起こらない構成』であることが確認されている

I(2) 地震に対する耐性評価の進め方

- 3. 影響評価の考え方
 - (2)東北地方太平洋沖地震等の設備被害状況



基本的に耐震性能は満足(震度7の影響を受けた設備のうち、損傷割合は最大2.8%と僅少)しているものの、震度7の影響を受けた設備が少ないため、代表設備で妥当性を検証

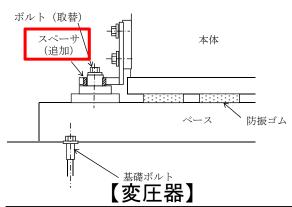
基本的な耐震性 評価	過去の被害実績および知見を踏まえた耐震対策の実施状況の確認を行うことで評価
耐震性の妥当性	震度7地点における代表設備(損壊時の復旧に長時間を要する設備等)の
確認	耐震性を確認

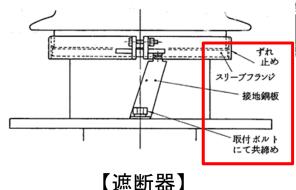
I (2) 過去被害実績にもとづく対策(変電設備)

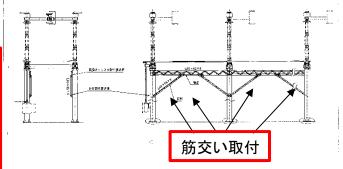
- 4. 過去被害実績にもとづく対策実施状況
- (1)変電設備

旧設計(昭和55年5月以前)設備における機器損壊[兵庫県南部地震]の対策例

- 曲げ応力発生による基礎ボ センタークランプブッシングの ルト部の破断防止策としてギ ャップ部へスペーサ挿入等
 - 口開きによる漏油防止として 接合部へずれ止め金具追加
- がいし底部のゆがみよる支持が いしの折損防止として、架台補強 、高強度がいしへの取替等。



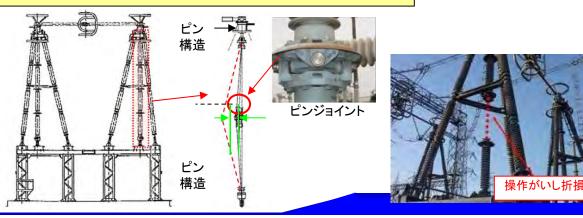




【断路器·避雷器】

ピンジョイント構造断路器におけるがいし折損[東北太平洋沖地震]への対応

- ピンジョイントの変位量が可動限 界に到達し、衝突荷重が発生し たことにより、操作がいし等折損
- ピンジョイント構造へのダンパ装 置追加および導電部軽量化によ る耐震強化を実施中



I(2) 過去被害実績にもとづく対策(架空送電設備)

- 4. 過去被害実績にもとづく対策実施状況
- (2)架空送電設備

盛土崩壊に伴う鉄塔倒壊[東北地方太平洋沖地震]への対応

○ 地盤の変状については、従来から日常の巡視・点検により、 鉄塔周辺の地形状況等を確認し、鉄塔に影響を及ぼす変状があれば、評価を行い、適宜必要な対策を実施



盛土の崩壊原因は、沢を埋めた盛土中の地下水位が存在する状況において、強くて長い地震動の繰り返し応力が作用したことにより、地盤強度が低下したものと推定

ジャンパ支持がいしの折損 [兵庫県南部地震・東北地方太平洋沖地震]の対策例

○ ジャンパ支持がいしの折損については、保有資材による取替や設備間での流用等により送電機能を回復したため、長期間にわたって運転継続不能には至っていないが、特に信頼性が求められる設備等に対しては、より耐震性の優れたタイプのがいしへ交換済

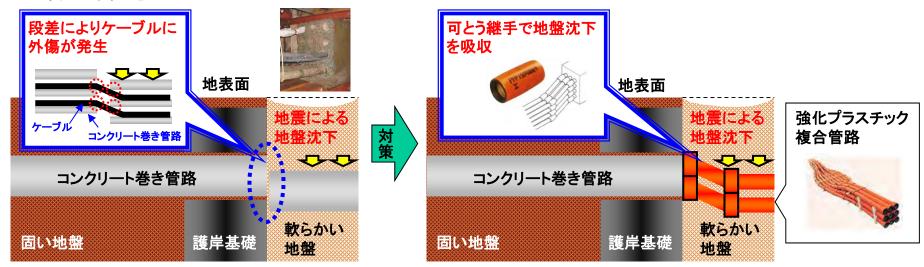


I(2) 過去被害実績にもとづく対策(地中送電設備)

- 4. 過去被害実績にもとづく対策実施状況
- (3)地中送電設備

大規模な不同沈下箇所における被害[兵庫県南部地震]の対策例

- 大規模な不同沈下の可能性がある箇所に対しては、可とう性を有する構造対策を適宜実施
- 東北地方太平洋沖地震では、管路や人孔(マンホール)において送電支障に至る重大な設備被害は確認されていない



地盤条件に応じた可とう性を有する構造対策(一例)

可とう性の乏しいケーブルにおける被害と現状把握

○「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く、可とう性を付加する対策も困難。兵庫県南部地震以降も一部会社に現存し、東北地方太平洋沖地震(当該ケーブルのある地域は震度5弱)での被害は確認されていないものの、震度5強以上での耐性は不明確であり評価が必要



I(2) 今後の検討の進め方

5. 地震影響に対する今後の検討の進め方

【基本的な耐震性評価】(今回ご報告)

過去の被害実績およびそれらを踏まえた耐震対策の実施状況等に基づき、 基本的な耐震性を有することを確認

【震度7エリア所在設備の抽出】

17万V以上送変電設備所在地の位置情報と、当該位置における震度データとの突き合わせにより震度7の設備を抽出

【設備の耐震性評価】

抽出された設備のうち、個別地点の想定データを用いて、代表設備等による設備の耐震性を評価

【復旧対策検討】

設備損壊の可能性のある場合には、代替供給(系統操作等)による供給可否を検討