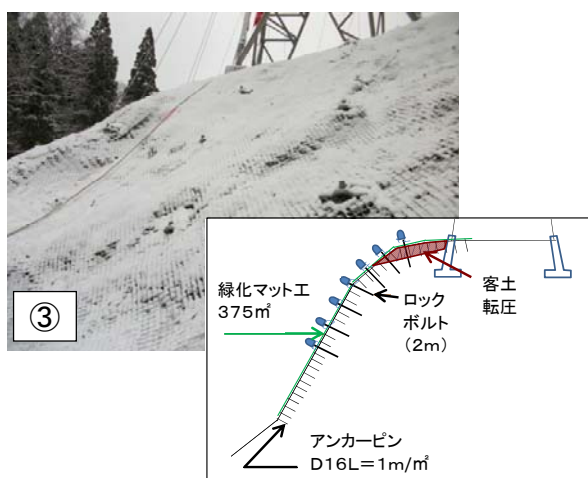


4－3．大雨発生時の一連の対応【東北電力の例】

月日	社内の動き	備考
8/8	・稼動可能人員・車両台数 (社員、工事会社)の把握 ・応急復旧資材・工具点検 ・連絡体制の確立	稼動可能人員(全店合計) 8/9 : 2311人(社員626人, 工事会社1685人) 8/10: 1994人(社員443人, 工事会社1551人) 8/11: 1817人(社員427人, 工事会社1390人)
8/9	東北北部豪雨発生 (車両による予防巡視)	雫石観測所(岩手) 日最大1時間降水量 77.5mm 24時間降雨量 264mm
8/10～ 8/11	ヘリコプターによる予防巡視 (降雨量が多い個所など)	29線路515km 土砂崩壊箇所を発見
8/9～ 8/15	応急復旧対策を実施	ブルーシート・土嚢積み・仮支線設置による鉄塔 倒壊防止対策の実施
9/17～ 12/20	本復旧対策の実施	土留対策などにより恒久復旧

(出所：電気事業連合会資料(第3回本WG資料(平成26年4月)))

4－4．斜面崩壊と応急復旧及び本復旧対策の実例【東北電力の例】



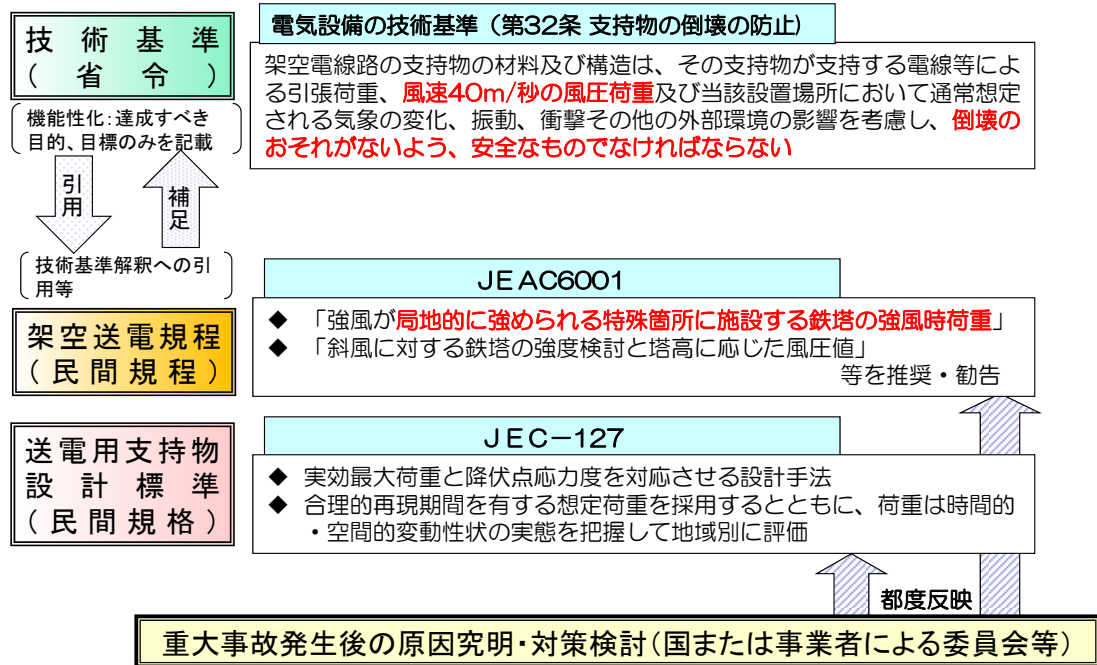
- ① ヘリコプター巡視にて確認された斜面崩壊状況(8/10)
- ② ブルーシート・仮支線設置による応急復旧(鉄塔倒壊防止)の状況(8/11～8/15)
- ③ 本復旧として、土留対策(緑化マット＋金網＋ロックボルト)を実施(10/30～12/20)

(出所：電気事業連合会資料(第3回本WG資料(平成26年4月)))

<<参考資料>>

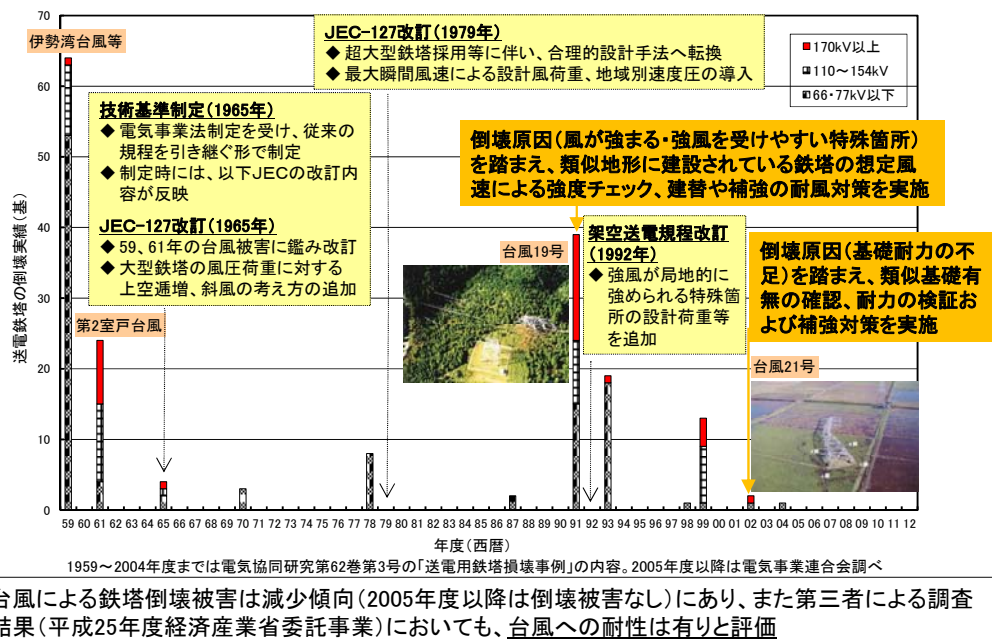
< 暴風（竜巻、台風等） >

4－5．送電鉄塔の設計の考え方



（出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月）））

4－6．台風への耐性評価（送電鉄塔の倒壊実績と対策実施状況等を踏まえた評価）

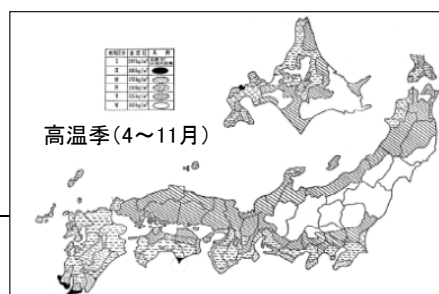


（出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月）））

<<参考資料>>

4-7. 平成25年度経済産業省委託事業「災害に強い電気設備検討調査（送電鉄塔※2）」の評価

自然現象と送電鉄塔設計の関係性	十分な統計データが存在する自然現象に対する構造設計においては、過去最大級の事象に近いものといった単一の過去の事象を用いるよりは、統計的に十分なデータ数にもとづいた資料から客観的に評価し、要求性能に応じた再現期間にもとづく設計荷重とすることが合理的
「過去最低中心気圧の台風」への耐性評価	以下の理由を踏まえ、台風の規模(強さ)が現状と大差なく、過去の統計的な実績にもと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 ◆ 特殊地形や地域別の風速や局地条件により、個別に設計風速(45～60m/s)を割り増す等の対策が取られていること ◆ 大型鉄塔や特殊箇所等に、最大瞬間風速の50年再現期間値にもとづき設定した地域別風圧値が適用されていること(右図) ◆ 上記再現期間から想定される安全性は、実際の風向別風速分布に置き換え、再検討すると、<u>150年に相当するとの研究成果※3</u>があること



JEC-127(1979)における基準速度圧マップ

※2. 自然災害発生時の送電鉄塔の耐性等に関する調査
(委員長:大熊 神奈川大学名誉教授)

※3. 電力中央研究所レビューNo.48「送電設備の風荷重・風応答評価技術」より

(出所: 電気事業連合会資料 (第3回本WG資料 (平成26年4月)))

4-8. 文献等及び過去の被害実績による耐性評価 (竜巻)

文献等

- 送電鉄塔の竜巻に対する耐性については、文献「竜巻等の実態および発生予測と対策」(文部科学省調査研究、2008)において、電技の風速(40m/s)を考慮すれば、F1クラス以下で構造上問題となることはほとんどなく、さらに局所的な現象の場合、F2クラス相当にも耐えられるとの記載あり

過去の被害実績

- 国内観測最大クラスはF3(風速70～92m/s)であり、F4(風速93～116m/s)以上は観測されていない
- F3クラス発生による送電設備の被害は、一部設備損壊のみ(66kV規模の電線断線やがしし破損等で、同竜巻が通過した500kV送電設備には被害無し)
⇒ 鉄塔倒壊など大規模な損壊には至らず

竜巻ルートの作成
気象庁HPより、竜巻発生場所と消滅場所を直線で結ぶ

- ◆ 竜巻発生場所 (常総市大沢新田)
- ◆ 竜巻消滅場所 (つくば市平沢)

藤田スケール(気象庁HPより)

クラス	風速(m/s)	被害状況
F0	17～32m/s (約15秒間の平均)	煙突やアンテナが壊れる
F1	33～49m/s (約10秒間の平均)	屋根瓦が飛び窓が割れる
F2	50～69m/s (約7秒間の平均)	住家の屋根がはぎとられる
F3	70～92m/s (約5秒間の平均)	住家が倒壊、自動車が飛ぶ
F4	93～116m/s (約4秒間の平均)	住家が飛散、列車が飛ぶ
F5	117～142m/s (約3秒間の平均)	住家は跡形もない

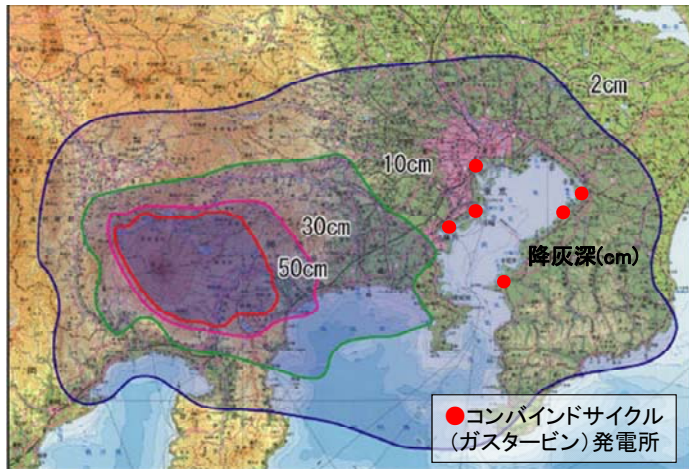
F3クラスでの被害状況

(出所: 電気事業連合会資料 (第3回本WG資料 (平成26年4月)))

<<参考資料>>

＜大規模火山噴火＞

4－9．降灰可能性マップ等



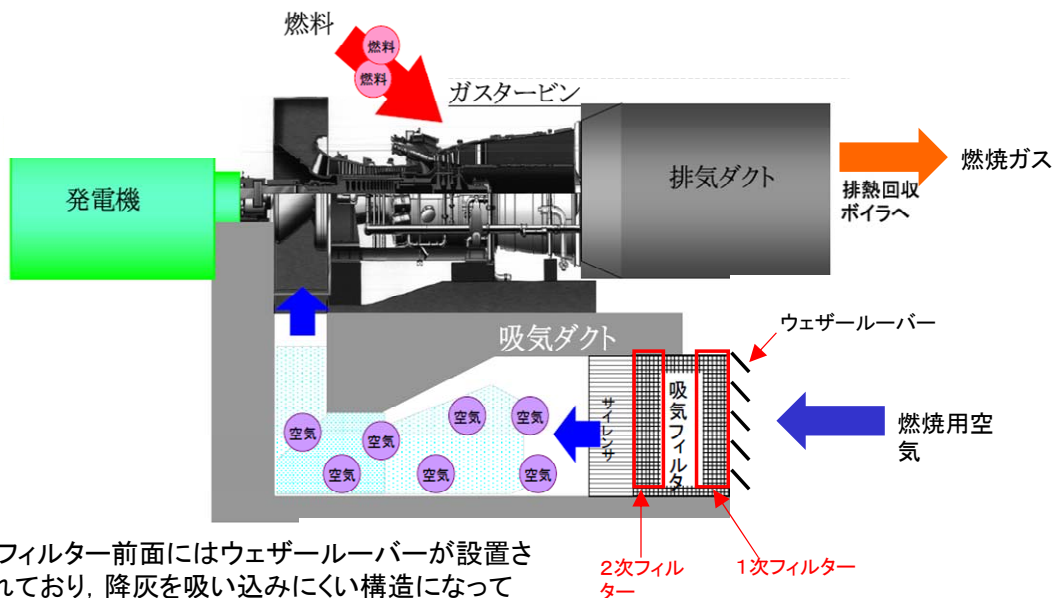
※降灰可能性マップ：

噴火位置の分布(大規模噴火火口分布領域)と発生時期毎の降灰分布(12ヶ月分の月別降灰分布)を包括して作成された降灰分布図。

降灰可能性マップ(出典：富士山ハザードマップ検討委員会報告書)とコンバインドサイクル(ガスタービン)発電所地点

(出所：電気事業連合会資料(第3回本WG資料(平成26年4月)))

4－10．ガスタービンにおける吸気フィルターの概要①

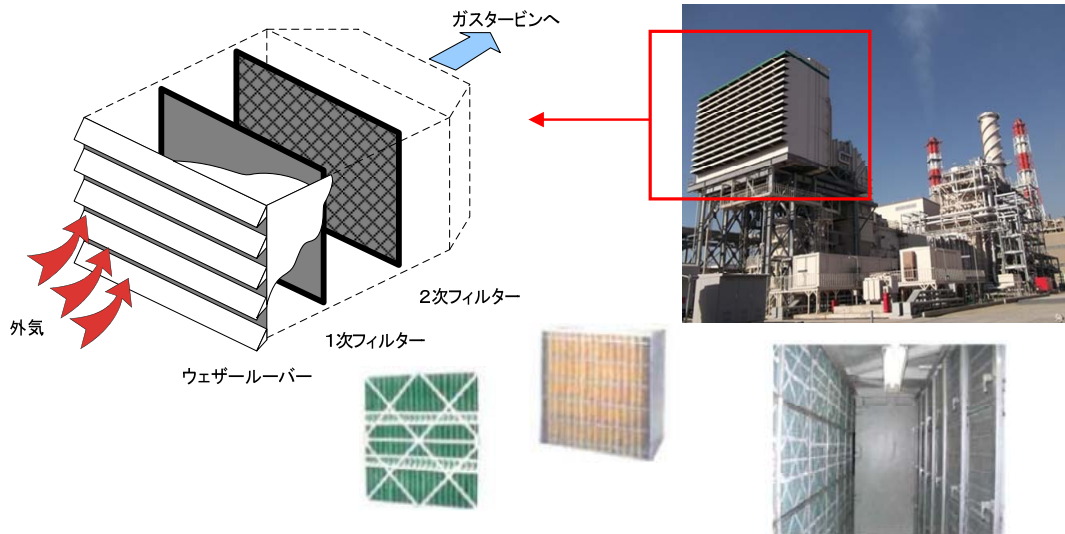


※ フィルター前面にはウェザールーバーが設置されており、降灰を吸い込みにくい構造になっている。

(出所：電気事業連合会資料(第3回本WG資料(平成26年4月)))

<<参考資料>>

4-1-1. ガスタービンにおける吸気フィルターの概要②



➤ 通常時の吸気フィルターの管理方法

- 吸気フィルターの入口部と出口部の圧力差(差圧)で詰まりの状況を管理し、フィルターの取替管理値に従って適切な時期に交換を実施。
- 通常、発電所の停止(約1年毎)に合わせて交換を実施)

(出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月））)

4-1-2. 九州地方における主な降灰に伴う17万V以上の送変電設備への影響実績

火山名	主な降灰時期	主な観測所における降灰堆積量	停電	設備被害
桜島	昭和50年代～昭和60年代	1日当たり6,697g/m ² (昭和59～60年) 鹿児島地方気象台	なし	なし
阿蘇山	平成元年～平成2年	1日当たり3,728g/m ² (平成2年) 阿蘇山測候所(黒川観測点)	なし※1	
雲仙岳(普賢岳)	平成3年～平成7年	1日当たり576g/m ² (平成5年) 雲仙岳測候所	なし	
霧島山(新燃岳)	平成23年	年間8,848g/m ² (平成23年)※2 都城市観測(山田地区)	なし	

(参考)

※1. 阿蘇山噴火により、霧雨の影響で水分を多量に含んだ降灰が66kV送電線の碍子に付着し、鉄塔1基のみ絶縁性能の低下により供給支障事故が断続的に発生。ただし、2分以内に再送電しており、長期間には至らず

【右写真】66kV送電線事故における事故点周辺の降灰付着状況(通電状態)

※2. 観測所の測定データではないが、公的機関の現地調査にもとづくデータあり(次頁参照)

霧雨状況下で降灰のがいしへの付着



(出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月））)

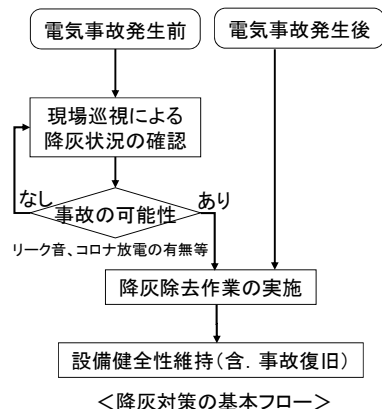
<<参考資料>>

4-13. 降灰による送変電設備への影響（新燃岳の事例）



（出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月）））

4-14. 降灰対策の基本フロー



＜降灰除去作業の例＞

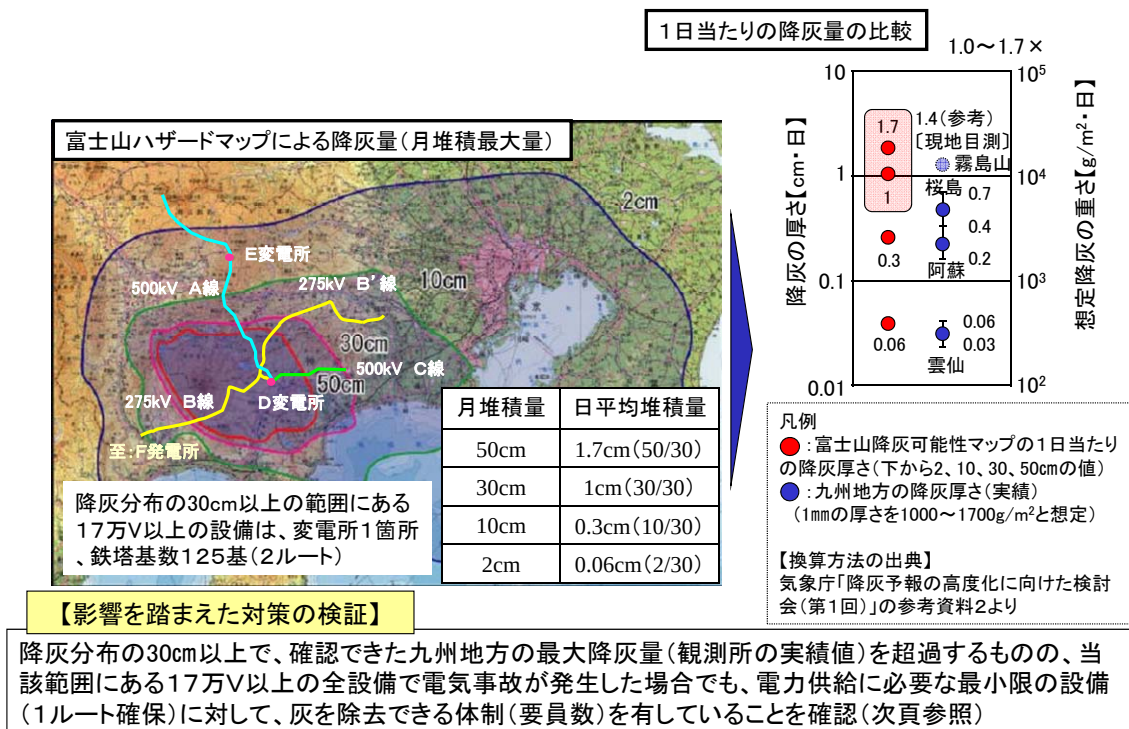


＜ITVカメラで確認された雨洗効果の状況＞

（出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月）））

<<参考資料>>

4-15. 富士山噴火による降灰影響評価



(出所：電気事業連合会資料(第3回本WG資料(平成26年4月)))

4-16. 灰除去の作業体制の検証結果

- 東北地方太平洋沖地震における東京電力の復旧要員(社員・協力会社)は、3/11～13の平均で、送電設備約550名、変電設備1,360名
- 電力供給に必要な最小限の設備(1ルート確保)に対して、灰を除去できる体制が構築できることを確認しており、早期復旧は可能

送電鉄塔：作業体制(以下、「班体制」という。)は作業員12名、1日3基と想定
変電所：作業体制は作業員約100名、1日1変電所と想定

会社	所在設備数※1		復旧体制		
			必要とする班体制	要員数	具体的な対応
東京	送電鉄塔※2 (基)	49基	17班	204名	拭き上げ清掃
電源開発		76基	26班	312名	拭き上げ清掃
東京	変電所 (箇所)	1箇所	—	約100名	拭き上げ清掃

※1. 月堆積量30cm以上の範囲のうち、A線(41基)、B線(90基)は、その一部が溶岩流の影響により使用できないことから除外

※2. 灰除去を必要とする送電鉄塔は、東京電力(49基)あるいは電源開発(76基)のいずれかであるため、周辺状況等に応じて、2社が協調して対応する

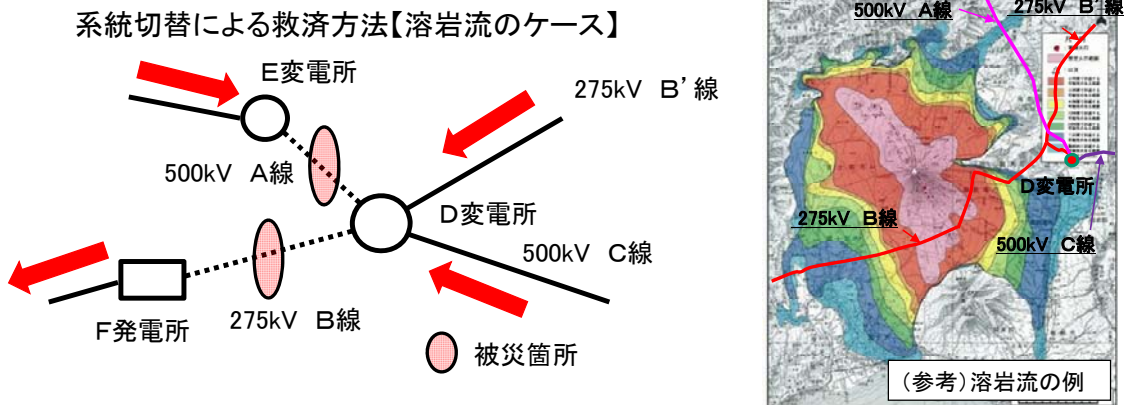
(出所：電気事業連合会資料(第3回本WG資料(平成26年4月)))

<<参考資料>>

4-17. 設備被害と電力供給への影響

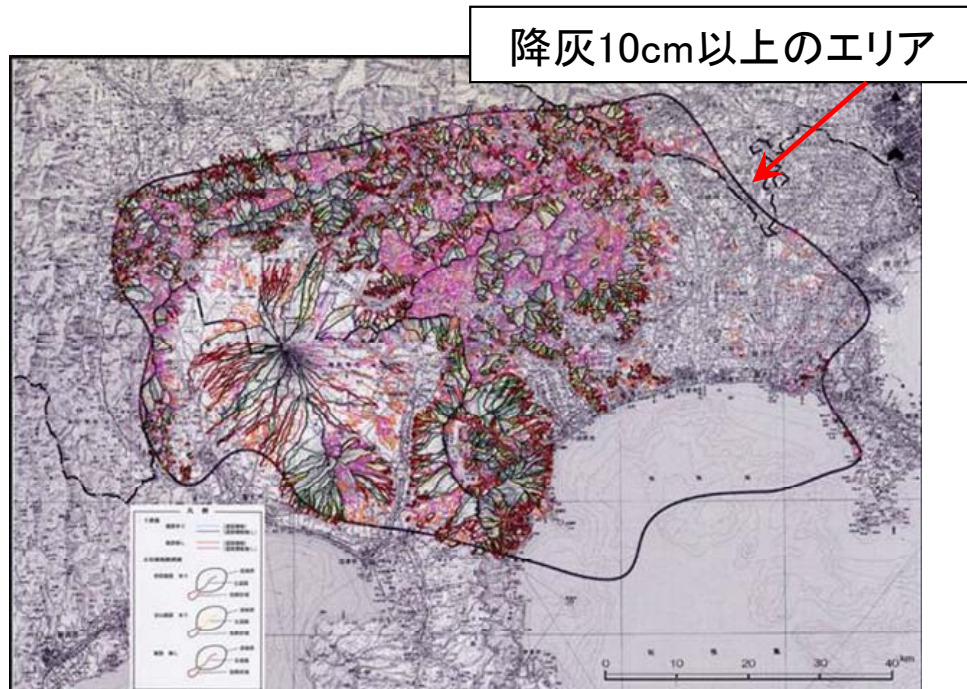
(溶岩流、火砕流、融雪型火山泥流、噴石)

会社名	被災可能性のある変電所(箇所)	被災可能性のある送電線	供給支障量
東京	なし	500kV A線 鉄塔2基	なし
電源開発	なし	275kV B線 鉄塔101基 (F発電所～D変電所間)	なし



(出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月））)

4-18. 富士山ハザードマップにおける土石流可能性マップ



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）

(出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月））)

<<参考資料>>

＜太陽フレアに伴う磁気嵐＞

4－19．過去の事例（1989年3月カナダ ハイドロケベック社）

○停電発生メカニズム（March 13, 1989 Geomagnetic Disturbance(NERC)より抜粋）

太陽フレアに伴う**磁気嵐が発生**

↓
磁気嵐による地磁気の変動により**地磁気誘導電流が発生**

↓
地磁気誘導電流により変圧器鉄心が飽和し**高調波が発生**

↓
高調波により調相設備の保護装置が動作し**調相設備が停止**

※調相設備：変電所や長距離送電線中間に設置した無効電力設備により、無効電力を吸収・発生して電圧を一定に保つ制御を行うもの

↓
長距離送電系統における安定的な送電ができなくなり**送電線が停止**

↓
大容量水力発電が送電不可（**全系の約1/2の発電電力を喪失**）

↓
全系崩壊

○停電影響

- ・ 停電時間：9時間
- ・ 影響規模：600万人に影響
- ・ 復興期間：数ヶ月

（出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月）））

4－20．日本の特徴（カナダとの比較）

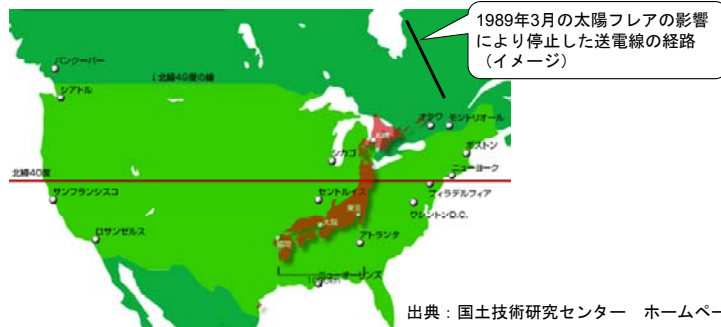
○日本の特徴（カナダとの比較）

＜電気設備の特徴＞

- ・ カナダのような1000kmもの長距離送電線に比べ日本の**送電線は短い**
（最長でも100～200km程度）
- ・ 調相設備の保護装置には**高調波対策**を施してある

＜地理的特徴＞

- ・ **磁気緯度が低い**
※カナダ65°程度、日本20～35°程度。
（磁気緯度が減少すると磁気嵐の影響も減少。（電学誌, 108巻 第3号））



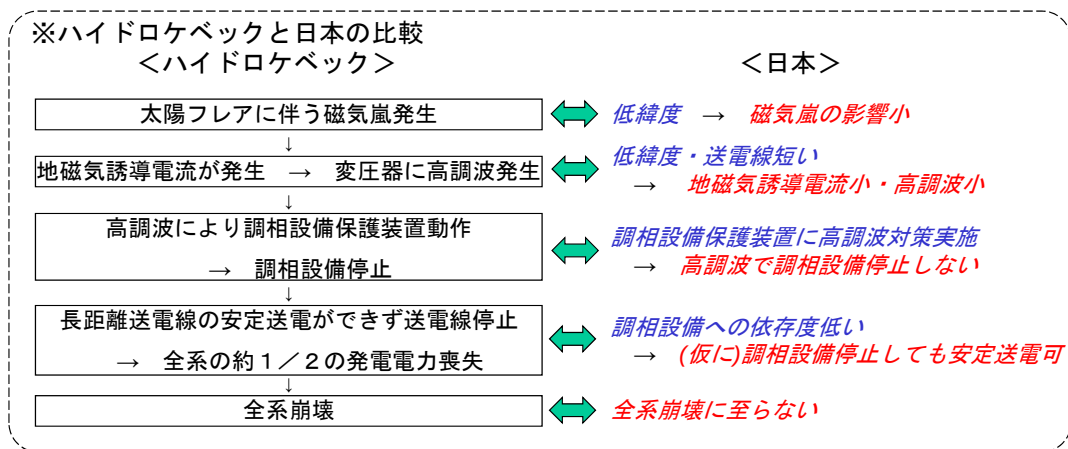
（出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月）））

<<参考資料>>

4-2-1. 過去事例と同様の太陽フレアが発生した際の日本の電気設備への影響と評価

○ハイドロケベック社が大停電に至ったのは、以下に示すような同社の電気設備のおよび地理的要因によるものと言える。

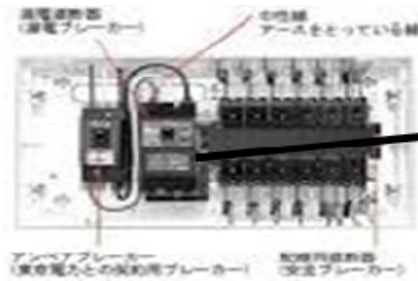
- ・ 超高压送電線が非常に長距離かつ高緯度に位置する
 - 安定度の調相設備への依存度が高い
 - 太陽フレアにより発生する地磁気誘導電流が大きい
- ・ 調相設備の保護装置に高調波対策が施されていない
 - 高調波の発生により調相設備が停止



(出所：電気事業連合会資料（第3回本WG資料（平成26年4月））

第5章 自然災害等に伴うその他の検討課題について

5-1. 分電盤、漏電遮断器



分電盤

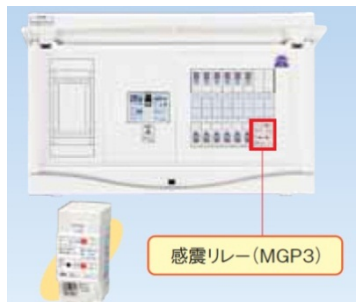
(出所：東京電力株式会社HP)



漏電遮断器

(出所：テンパール株式会社HP)

5-2. 感震ブレーカーの種類



分電盤型

(出所：日東工業株式会社HP)



コンセント内蔵型

(出所：株式会社ルモマHP)

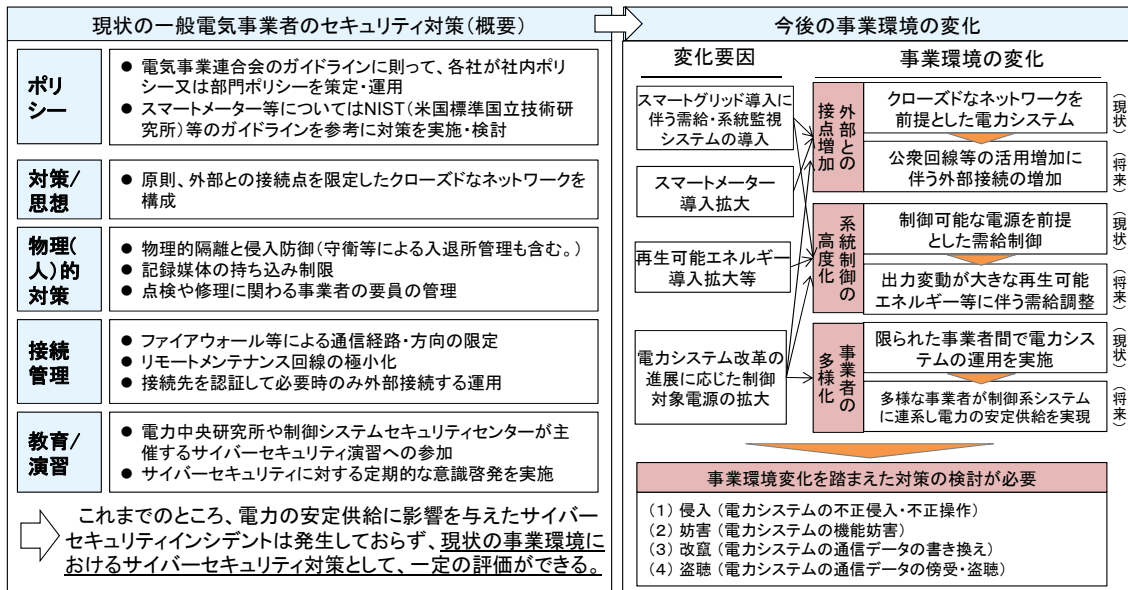


取付け型

(出所：株式会社エヌ・アイ・ピーHP)

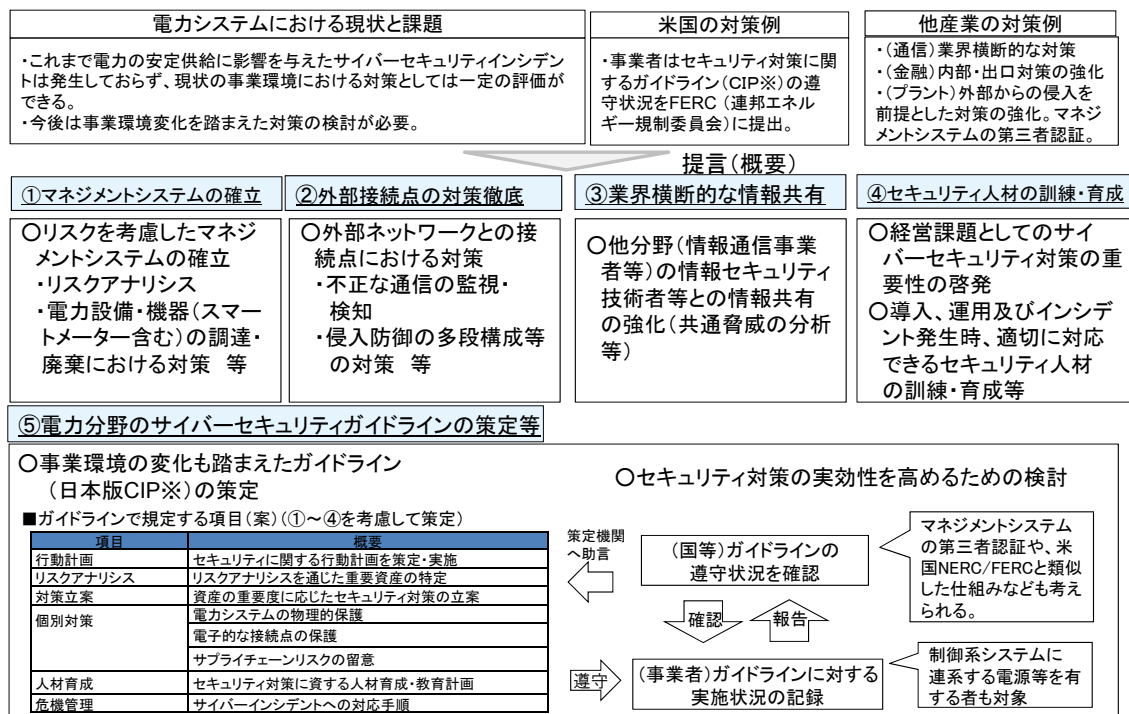
<<参考資料>>

5-3. 現状の電力システムにおけるセキュリティ対策と将来におけるリスク



(出所：平成 25 年度次世代電力システムに関する電力保安調査)

5-4. 電力システムにおけるサイバーセキュリティ対策の在り方



※CIP: NERC(北米電力信頼度協会)が作成するガイドライン(Cyber-security Critical Infrastructure Protection)

(出所：平成 25 年度次世代電力システムに関する電力保安調査)

<<参考資料>>