

柏崎刈羽原子力発電所における 竜巻対策について

2025年1月8日
東京電力ホールディングス株式会社
柏崎刈羽原子力発電所

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

1

1. 竜巻対策について

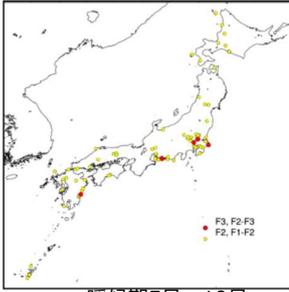
TEPCO

竜巻とは？ (気象庁)	<ul style="list-style-type: none">✓ 積乱雲に伴う強い上昇気流により発生する激しい渦巻き✓ 多くの場合、漏斗状（ろうとじょう：上部が広がり、下に行くほど細くなる形）または柱状の雲を伴う✓ 被害域は、幅数十～数百メートルで、長さ数キロメートルの範囲に集中（数十キロメートルに達したこともあり）	広範囲に警戒 する必要
原子力発電所 への要求事項 は？ (原子力規制庁)	<ul style="list-style-type: none">✓ 想定される竜巻が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない	新規制基準で新 たに盛り込まれた 竜巻の内容へ 適合させる必要

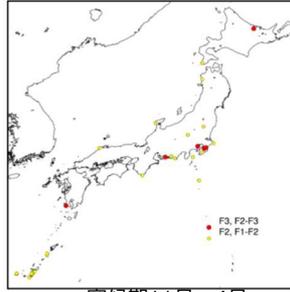
柏崎刈羽原子 力発電所の 対策は？	<ul style="list-style-type: none">✓ 過去に発生した竜巻による最大風速やハザード曲線を踏まえ、かつ保守的に評価し92m/秒の竜巻被災を想定✓ 対策として以下を実施<ul style="list-style-type: none">①防護対策②飛散防止対策③位置的分散✓ 警戒レベルを定め、対応体制を開始	詳細スライド 2 詳細スライド 4 詳細スライド 8
-------------------------	--	--

2. 竜巻の被害予測と日本における発生状況

- 1971年シカゴ大学の藤田博士が竜巻などの突風により発生した被害状況から風速を想定する『藤田スケール（Fスケール）』を考案された
- 被害が大きいほどFの値が大きく、風速が大きかったことを示し、日本ではF4以上の竜巻は観測されていない
- 竜巻は関東から九州の太平洋側や沖縄で多く発生。1991～2024年の間に新潟県でも21件確認（海上除く）
- F2以上の大きな規模の竜巻は太平洋側で多く発生。



暖候期5月～10月



寒候期11月～4月

図1. F2規模以上の竜巻発生地点（気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成）

F0	17～32m/s(約15秒間の平均)	テレビのアンテナなどの弱い構造物が倒れる。小枝が折れ、根の浅い木が傾くことがある。非住家が壊れるかもしれない。
F1	33～49m/s(約10秒間の平均)	屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木は幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると、道から吹き落とされる。
F2	50～69m/s(約7秒間の平均)	住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、ねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、汽車が脱線することがある。
F3	70～92m/s(約5秒間の平均)	壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨づくりでもつぶれる。汽車は転覆し、自動車はもち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半折れるか倒れるか、引き抜かれることもある。
F4	93～116m/s(約4秒間の平均)	住家がバラバラになって辺りに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨づくりでもベシヤンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何メートルも空中飛行する。1トン以上ある物体が降ってきて、危険この上もない。
F5	117～142m/s(約3秒間の平均)	住家は跡形もなく吹き飛ばされるし、立木の皮がはぎとられてしまったりする。自動車、列車などがもち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる。

- ✓ 柏崎刈羽原子力発電所では、過去に発生した竜巻による最大風速やハザード曲線により、竜巻の最大風速を「76m/秒」と算出
- ✓ 将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、想定する竜巻規模は、92m/秒（F3上限値）として設計

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

参考：過去の被害状況

《F2被害》

飛散物による家屋への被害（平成18年9月17日：宮崎県延岡市）
写真提供：気象庁屋根瓦が飛んだ家屋（平成18年9月17日：宮崎県延岡市）
写真提供：気象庁

《F3被害》

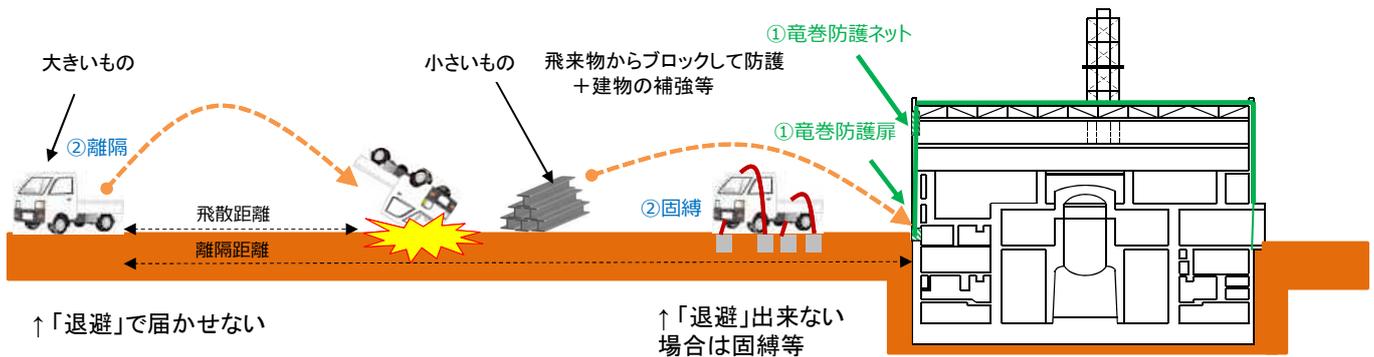
被害を受けた住宅と大破した自動車（平成24年5月6日：茨城県つくば市）
写真提供：気象庁裏返しになり大破したトラック（平成18年11月7日：北海道佐呂間町）
写真提供：気象庁

出典：政府広報オンライン

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3. 柏崎刈羽原子力発電所 竜巻対策の概要

<p>①防護対策 (被害を受けない)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 飛来物の直接衝突を防止するために、建屋の開口部に竜巻防護扉、竜巻防護ネット、防護鋼板等の対策設備を設置。 施設の補強、建替え等を実施。
<p>②飛散防止対策 (被害を与えない)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 飛来物となる大きいものは、固定や固縛等の飛散を防止するための措置、または離隔や撤去、退避等により影響圏外へ移動させる措置を講じることによって施設への影響を防止。
<p>③位置的分散 (同時に被害を受けない)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故等対処設備（消防車など）を大湊側高台保管場所と荒浜側高台保管場所、6、7号機建屋の3箇所に位置的分散



無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3 - ① 防護対策

① 防護対策（被害を受けない）：

- 建屋外壁等で防護できない場合、頑健化、障壁の設置（竜巻防護ネット、竜巻防護扉、防護鋼板）で対処。

概要	対策事例
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 燃料移送ポンプ及び移送配管には、防護板等を設置 ✓ 建屋開口部（空調ルーバ、ブローアウトパネル等）は竜巻防護ネット又はフード（鋼製、コンクリート）を設置することにより飛来物の侵入を防止 ✓ 軽油タンクは、設計飛来物による損傷（貫通）を防止するため、より鋼板肉厚のあるタンクに建替え ✓ 設計飛来物※の貫通によって、建屋内の重要な施設に影響を及ぼす恐れがある扉に対し、鋼板厚さを増やした鋼製扉に建替え 	<p>竜巻防護ネット</p>  <p>コンクリートフード</p>  <p>軽油タンクの建替えの様子</p> 

※：設計飛来物：足場パイプ・鋼製足場板等や砂利の飛散を想定

3 - ② 飛散防止対策

② 飛散防止対策（被害を与えない・飛ばさない）：

- （大きな重いものを飛ばさない）ため、「固縛」「固定」「撤去」「退避」を実施。

《固縛》		《固定》	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 重要な施設に到達する恐れのある常設車両などは、車両の浮上り又は横滑りを防止するための固縛を実施 ✓ 固縛装置は、地元企業の皆さまに協働製作いただいたもの 	<p>車両の固縛例</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 屋根及び外壁に対し、ボルト増しなどの補強を実施 	<p>壁・天井の補強 (K5循環水ポンプ建屋)</p> 
《撤去》		《退避（重要な施設からの離隔）》	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 竜巻によって飛散し、影響を及ぼす可能性のあるものを撤去（建屋屋上のルーフブロック等） 	<p>ルーフブロック</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 工事用車両などは、竜巻襲来の恐れがある場合に、飛散範囲外に退避できるような態勢を構築 ✓ 竜巻襲来の可能性が高まった場合（退避警報発令時）に、速やかに退避する運用を開始している 	

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

3 - ③ 位置的分散

③ 位置的分散（同時に被害を受けない）

- 消防車や電源車などの重大事故等対処設備は、複数かつ分散して配置することで同時被害を防ぐ。



重大事故等対処設備

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

4. 警戒レベルの設定と運用強化

- ✓ 気象庁で発表している気象予測情報等を広範囲に確認する中、柏崎刈羽原子力発電所での竜巻発生確度の高まりを保守的に判断し、車両退避指示や注意喚起を実施
※発電所を囲む116km×116kmの四角形の範囲を監視
- ✓ なお、以前は警戒レベル3で正門閉鎖としていたが、正門閉鎖により構外に渋滞が発生し、地域の皆さまから「通行に支障をきたす」との声を頂戴したこともあり、2024年12月より正門閉鎖の判断を警備員の安全が確保できない場合と変更

(主に) 原子力安全のため		人身安全のため	
KK竜巻警戒レベル1 (固縛)	KK竜巻警戒レベル2 (車両退避)	KK竜巻警戒レベル3 (特別警戒)	竜巻を目視
東電HD社員より以下対応を指示		東電HD社員より以下の注意喚起	
固縛、クレーン作業の 中止など	竜巻影響範囲外へ 車両退避	周囲の状況を確認し、身の危険を感じた場合※は屋内退避 ※：急に暗くなる、雷鳴が聞こえる、雷光が見える、冷たい風が吹く等	
			