

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																				
<p>2.5. 設計竜巻の特性値</p> <p>竜巻風速場としてフジタモデルを適用した場合の設計竜巻の特性値については、表 2.5.1 のとおり設定する。なお、最大気圧低下量と最大気圧低下率は、数値解析によって計算する。【添付資料 2.5】</p>	<p>2.4.2 設計竜巻の特性値</p> <p>設計竜巻の特性値は、原則として十分な信頼性を有した観測記録等に基づいて設定する必要があるが、現状では設定に足る十分な信頼性を有した観測記録等が無いため、「竜巻影響評価ガイド」に示される方法に基づき、下記の5項目に従い設定する。その結果を第2.4.2-1表に示す。</p> <p>(1) 設計竜巻の移動速度 (V_T)</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D$ <p>V_D (m/s) : 設計竜巻の最大風速</p> <p>(2) 設計竜巻の最大接線風速 (V_{Rm})</p> $V_{Rm} = V_D - V_T$ <p>V_D (m/s) : 設計竜巻の最大風速</p> <p>V_T (m/s) : 設計竜巻の移動速度</p> <p>(3) 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (R_m)</p> $R_m = 30 \text{ (m)}$ <p>(4) 設計竜巻の最大気圧低下量 (ΔP_{max})</p> $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2$ <p>ρ : 空気密度 (1.22 (kg/m³))</p> <p>V_{Rm} (m/s) : 設計竜巻の最大接線風速</p> <p>(5) 設計竜巻の最大気圧低下率 ((dp/dt)_{max})</p> $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$ <p>V_T (m/s) : 設計竜巻の移動速度</p> <p>R_m (m) : 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径</p> <p>ΔP_{max} (hPa) : 設計竜巻の最大気圧低下量</p>	<p>2.5 設計竜巻の特性値</p> <p>設計竜巻の特性値については、表 2.5.1 のとおり設定する。また、飛来物の運動モデルについてはフジタモデルを適用する。</p> <p>① 竜巻の移動速度 (V_T)</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D$ <p>② 竜巻の最大接線風速 (V_{Rm})</p> $V_{Rm} = V_D - V_T$ <p>③ 竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (R_m)</p> $R_m = 30 \text{ (m)}$ <p>④ 竜巻の最大気圧低下量 (ΔP_{max})</p> $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2 \quad \rho : \text{空気密度 (1.226 (kg/m}^3\text{))}$ <p>⑤ 竜巻の最大気圧低下率 ((dp/dt)_{max})</p> $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$	<p>・設定方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は、設計竜巻の特性値のうち気圧低下については、容易に算出ができ、保守的な設定ができるガイドの算出式を使用</p> <p>・設定方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>設計竜巻の特性値の設定方法の相違 (同上)</p> <p>・設定方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>設計竜巻の特性値の設定方法の相違 (同上)</p>																																				
<p>表 2.5.1 設計竜巻の特性値</p> <table border="1" data-bbox="184 1654 902 1793"> <thead> <tr> <th>設計竜巻の最大風速 (V_D) [m/s]</th> <th>移動速度 (V_T) [m/s]</th> <th>最大接線風速 (V_{Rm}) [m/s]</th> <th>最大接線風速半径 (R_m) [m]</th> <th>最大気圧低下量 (ΔP_{max}) [hPa]</th> <th>最大気圧低下率 ((dp/dt)_{max}) [hPa/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>92</td> <td>14</td> <td>78</td> <td>30</td> <td>64</td> <td>42</td> </tr> </tbody> </table>	設計竜巻の最大風速 (V_D) [m/s]	移動速度 (V_T) [m/s]	最大接線風速 (V_{Rm}) [m/s]	最大接線風速半径 (R_m) [m]	最大気圧低下量 (ΔP_{max}) [hPa]	最大気圧低下率 ((dp/dt) _{max}) [hPa/s]	92	14	78	30	64	42	<p>第 2.4.2-1 表 設計竜巻の特性値</p> <table border="1" data-bbox="973 1654 1685 1839"> <thead> <tr> <th>設計竜巻の最大風速 (V_D) (m/s)</th> <th>移動速度 (V_T) (m/s)</th> <th>最大接線風速 (V_{Rm}) (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 (R_m) (m)</th> <th>最大気圧低下量 (ΔP_{max}) (hPa)</th> <th>最大気圧低下率 ((dp/dt)_{max}) (hPa/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>15</td> <td>85</td> <td>30</td> <td>89</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table>	設計竜巻の最大風速 (V_D) (m/s)	移動速度 (V_T) (m/s)	最大接線風速 (V_{Rm}) (m/s)	最大接線風速半径 (R_m) (m)	最大気圧低下量 (ΔP_{max}) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) _{max}) (hPa/s)	100	15	85	30	89	45	<p>表 2.5.1 設計竜巻の特性値</p> <table border="1" data-bbox="1739 1638 2499 1827"> <thead> <tr> <th>風速 (V_D) (m/s)</th> <th>移動速度 (V_T) (m/s)</th> <th>最大接線風速 (V_{Rm}) (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 (R_m) (m)</th> <th>最大気圧低下量 (ΔP_{max}) (hPa)</th> <th>最大気圧低下率 ((dp/dt)_{max}) (hPa/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>92</td> <td>14</td> <td>78</td> <td>30</td> <td>75</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>	風速 (V_D) (m/s)	移動速度 (V_T) (m/s)	最大接線風速 (V_{Rm}) (m/s)	最大接線風速半径 (R_m) (m)	最大気圧低下量 (ΔP_{max}) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) _{max}) (hPa/s)	92	14	78	30	75	35	<p>・設定方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>設計竜巻の特性値の設定方法の相違 (同上)</p>
設計竜巻の最大風速 (V_D) [m/s]	移動速度 (V_T) [m/s]	最大接線風速 (V_{Rm}) [m/s]	最大接線風速半径 (R_m) [m]	最大気圧低下量 (ΔP_{max}) [hPa]	最大気圧低下率 ((dp/dt) _{max}) [hPa/s]																																		
92	14	78	30	64	42																																		
設計竜巻の最大風速 (V_D) (m/s)	移動速度 (V_T) (m/s)	最大接線風速 (V_{Rm}) (m/s)	最大接線風速半径 (R_m) (m)	最大気圧低下量 (ΔP_{max}) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) _{max}) (hPa/s)																																		
100	15	85	30	89	45																																		
風速 (V_D) (m/s)	移動速度 (V_T) (m/s)	最大接線風速 (V_{Rm}) (m/s)	最大接線風速半径 (R_m) (m)	最大気圧低下量 (ΔP_{max}) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) _{max}) (hPa/s)																																		
92	14	78	30	75	35																																		

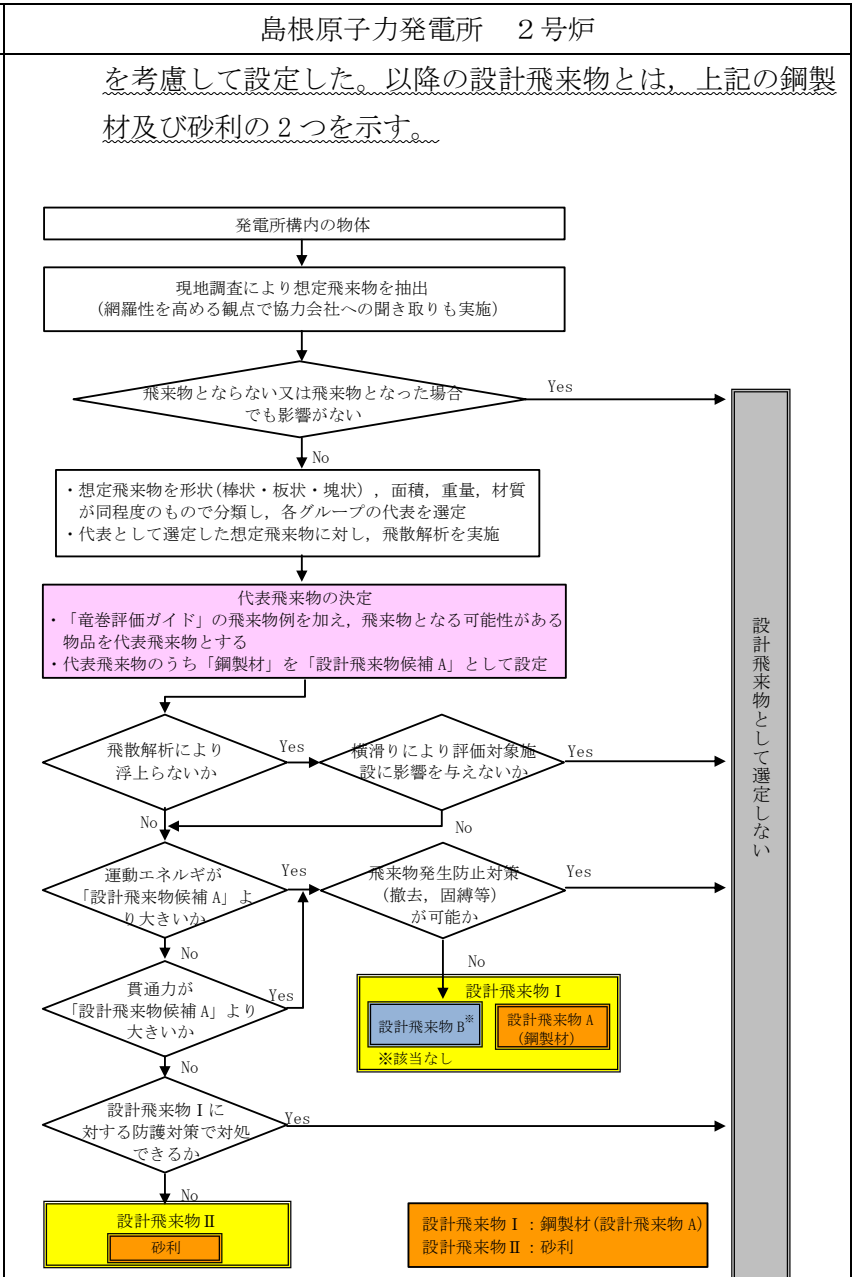
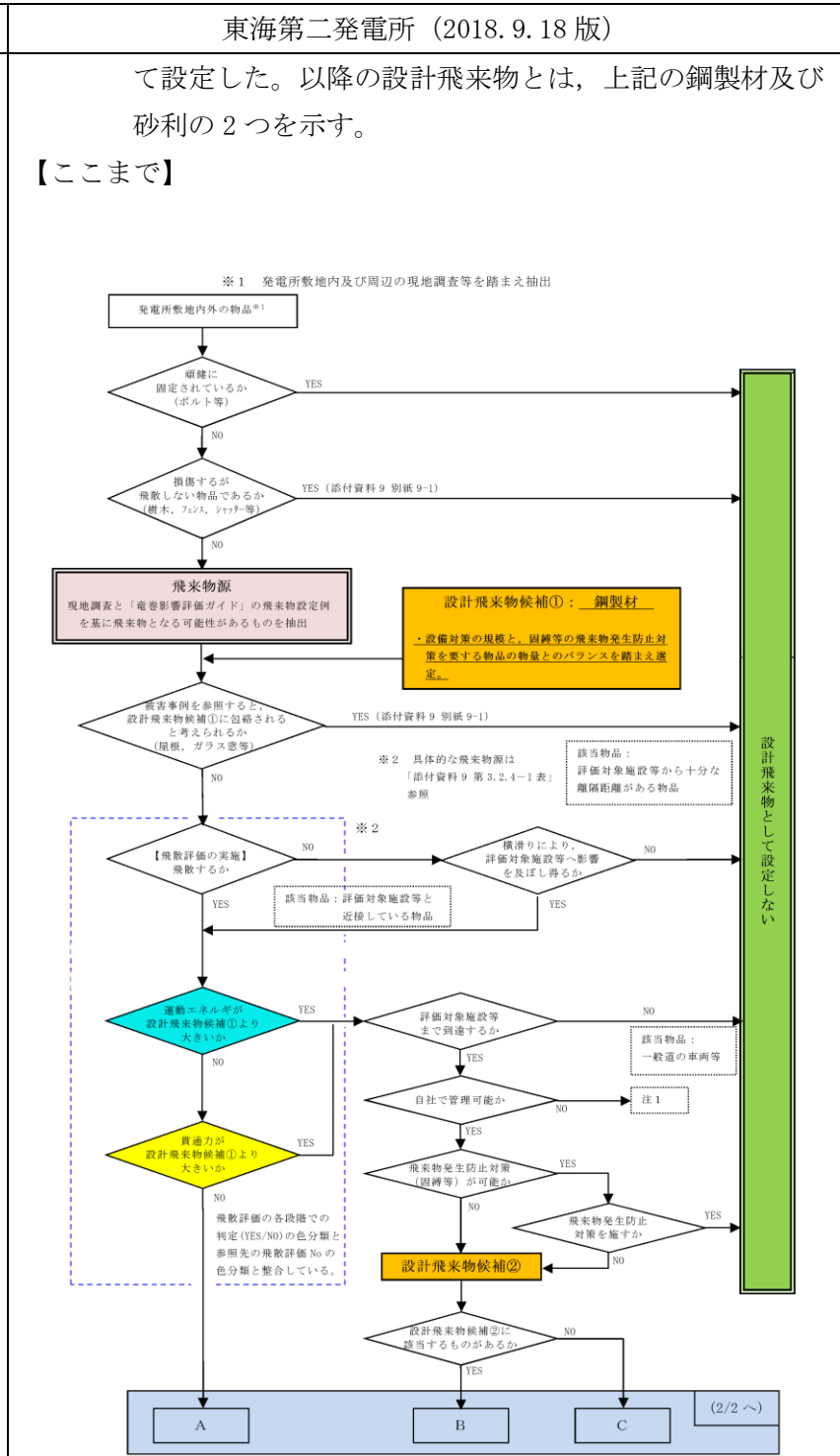
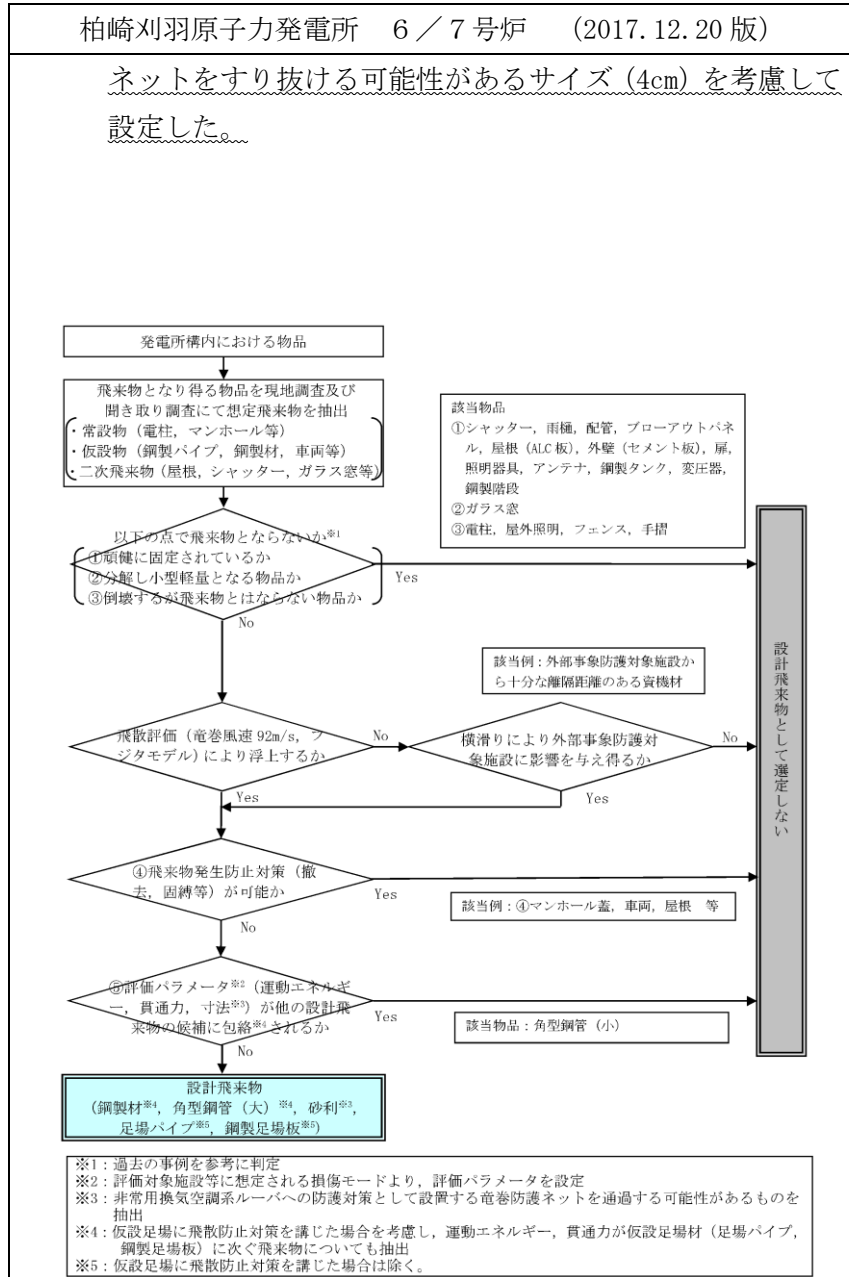
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><参考文献></p> <p>(1) 井上博登, 福西史郎, 鈴木哲夫 (2013): 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説, 独立行政法人原子力安全基盤機構, JNES-RE-2013-9009.</p> <p>(2) 気象庁 竜巻等の突風データベース (http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html)</p> <p>(3) 東京工芸大学 (2011): 平成21~22年度原子力安全基盤調査研究(平成22年度) 竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究, 独立行政法人原子力安全基盤機構</p> <p>(4) Wen. Y. K and Chu. S. L. (1973): Tornado risks and design wind speed, Proceedings of American Society of Civil Engineering, Journal of the Structural Division 99, 2409-2421</p> <p>(5) Garson. R. C., Morla-Catalan J. and Cornell C. A. (1975): Tornado risk evaluation using wind speed profiles, Journal of the Structural. Division, Proceedings of American Society of Civil Engineering, pp.1167-1171</p> <p>(6) Garson. R. C., Morla-Catalan J. and Cornell C. A. (1975): "Tornado Design Winds Based on Risk," Journal of the Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 101, No. 9, pp.1883-1897</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 竜巻影響評価</p> <p>3.1. 評価概要</p> <p>評価の概要は以下のとおりとする。</p> <p>(1) 設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定</p> <p>(2) 原子力発電所における飛来物に係る調査</p> <p>(3) 飛来物防止対策</p> <p>(4) 考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設の構造健全性等の評価を行い、必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されることを確認</p> <p>3.2. 評価対象施設</p> <p>「1.2 竜巻影響評価の対象施設」に示したとおりとする。</p> <p>3.3. 設計荷重の設定</p> <p>3.3.1. 設計竜巻荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、「風圧力」、「気圧差による圧力」及び「飛来物の衝撃荷重」について、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻による風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の水平方向の最大風速によって施設（屋根を含む）に作用する風圧 (W_w) は「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、下式により算定する。</p> <p>なお、ガスト影響係数 (G) は、$G=1.0$、風力係数 (C) は施設の形状や風圧力が作用する部位（屋根、壁等）に応じて設定する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>q: 設計用速度圧 G: ガスト影響係数 (=1.0) C: 風力係数 A: 施設の受圧面積</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ <p>ρ: 空気密度 V_D: 設計竜巻の最大風速</p>	<p>3. 竜巻影響評価</p> <p>3.1 概要</p> <p>竜巻影響評価の概要は以下のとおりとする。</p> <p>(1) 設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組合せ荷重）の設定</p> <p>(2) 発電所における設計飛来物の設定（調査含む）</p> <p>(3) 飛来物発生防止対策</p> <p>(4) 考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設等の構造健全性等の評価を行い、必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されることを確認</p> <p>3.2 評価対象施設等</p> <p>「1.2.2 竜巻影響評価の対象施設」に示したとおりとする。</p> <p>3.3 設計荷重の設定</p> <p>3.3.1 設計竜巻荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、「風圧力による荷重」、「気圧差による荷重」及び「設計飛来物による衝撃荷重」を基に、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 風圧力による荷重の設定</p> <p>設計竜巻の水平方向の最大風速 V_D によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力による荷重 (W_w) は、「建築基準法施行令」、「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び「建設省告示第1454号（平成12年5月31日）」に準拠し、下式により算定する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>q: 設計用速度圧 (= $(1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$) ρ: 空気密度 G: ガスト影響係数 (=1.0) C: 風力係数 (施設の形状や風圧力が作用する部位（屋根、壁等）に応じて設定) A: 施設の受圧面積</p>	<p>3. 竜巻影響評価</p> <p>3.1. 評価概要</p> <p>評価の概要は以下のとおりとする。</p> <p>(1) 設計荷重（竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定</p> <p>(2) 原子力発電所における飛来物に係る調査</p> <p>(3) 飛来物発生防止対策</p> <p>(4) 考慮すべき設計荷重に対する評価対象施設の構造健全性等の評価を行い、必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されることを確認</p> <p>3.2. 評価対象施設</p> <p>「1.2 竜巻影響評価の対象施設」に示したとおりとする。</p> <p>3.3. 設計荷重の設定</p> <p>3.3.1. 設計竜巻荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速 V_D 等に基づき、「風圧力」、「気圧差による圧力」及び「飛来物の衝撃荷重」について、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻による風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の水平方向の最大風速によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力 (W_w) は、「建築基準法施行令」及び「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」に準拠して、下式により算定する。</p> <p>なお、ガスト影響係数 (G) は $G=1.0$、風力係数 (C) は施設の形状や風圧力が作用する部位（屋根、壁等）に応じて設定する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>q: 設計用速度圧 G: ガスト影響係数 (=1.0) C: 風力係数 A: 施設の受圧面積</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ <p>ρ: 空気密度 V_D: 設計竜巻の最大風速</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>ただし、竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として算定されるが、鉛直方向の風圧力に対してぜい弱と考えられる評価対象施設等が存在する場合には、フジタモデルの風速場による求まる鉛直方向の風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮する。</p> <p>(2) 設計竜巻における気圧低下によって生じる評価対象施設等の内外の気圧差による圧力の設定</p> <p>設計竜巻による評価対象施設等の内外の気圧差による圧力は、最大気圧低下量(ΔP_{max})に基づき設定する。</p> <p>①建屋・構築物等</p> <p>建屋については、気圧差による圧力荷重が最も大きくなる「閉じた施設」を想定し、内外気圧差による圧力荷重 W_p を以下の式により設定する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ここで、ΔP_{max} : <u>フジタモデルにより求まる最大気圧低下量</u>、A:施設の受圧面積</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建屋・構築物について、影響評価を実施し、当該施設が破損した場合には安全機能維持について確認を行う。</p> <p>②設備(系統, 機器)</p> <p>設備についても、上記と同様に圧力荷重 W_p を設定する。なお、<u>非常用換気空調系</u>のように外気と隔離されている区画の境界部等気圧差による圧力影響を受ける設備について、圧力影響により作用する応力が許容値内であるか確認し、許容値を上回る場合には安全機能維持への影響について確認する。</p>	<p>なお、鉛直方向の風圧力については以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>建屋、構築物については、底部や屋根スラブについては、鉛直方向の風圧力の影響を受けると考えられる。底については、評価対象施設等には存在しないが、屋根スラブについては、鉛直方向の風圧力に対する健全性の評価を行う。</u> ・設備については、鉛直方向の風圧力に対して特に脆弱と考えられる部位は評価対象施設等の中に存在しないことから、鉛直方向の風圧力の考慮は行わない。 <p>(2) 気圧差による荷重の設定</p> <p><u>設計竜巻における気圧低下によって生じる評価対象施設等の内外の気圧差による荷重 (W_p) は、最大気圧低下量 (ΔP_{max}) に基づき設定する。</u></p> <p>a. <u>建屋、構築物</u></p> <p><u>建屋及び構築物については、気圧差による荷重が最も大きくなる「閉じた施設」を想定し、内外気圧差による圧力荷重 W_p を以下の式により設定する。</u></p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ΔP_{max} : 最大気圧低下量 A : 施設の受圧面積</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建屋及び構築物について影響評価を実施し、<u>当該施設が損傷のおそれがある場合には、安全機能維持への影響について確認する。</u></p> <p>b. <u>設備 (系統, 機器)</u></p> <p><u>設備 (系統, 機器) についても、上記と同様に W_p を設定する。換気空調系のように外気と隔離されている区画の境界部等、気圧差による圧力影響を受ける設備について、<u>気圧差により作用する応力が許容値以内であるか確認し、許容値を上回る場合には安全機能維持への影響について確認する。</u></u></p>	<p>ただし、竜巻による最大風速は、一般的には水平方向の風速として算定されるが、鉛直方向の風圧力に対して脆弱と考えられる評価対象施設等が存在する場合には、フジタモデルの風速場による求まる鉛直方向の風速等に基づいて算出した鉛直方向の風圧力についても考慮する。</p> <p><u>施設については、鉛直方向の風圧力に対して特に脆弱と考えられる部位は評価対象施設等の中に存在しないことから、鉛直方向の風圧力の考慮は行わない。</u></p> <p>(2) <u>設計竜巻における気圧低下によって生じる評価対象施設等の内外の気圧差による圧力の設定</u></p> <p><u>設計竜巻による評価対象施設等の内外の気圧差による圧力は、最大気圧低下量(ΔP_{max})に基づき設定する。</u></p> <p>①建物・構築物等</p> <p>建物については、気圧差による<u>圧力</u>荷重が最も大きくなる「閉じた施設」を想定し、内外気圧差による圧力荷重 W_p を以下の式により設定する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ここで、ΔP_{max} : 最大気圧低下量、A:施設の受圧面積</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建物・構築物について、影響評価を実施し、<u>当該施設が破損した場合には安全機能維持について確認を行う。</u></p> <p>②設備(系統, 機器)</p> <p>設備についても、上記と同様に<u>圧力荷重 W_p</u>を設定する。なお、<u>原子炉建物付属棟空調換気系</u>のように外気と隔離されている区画の境界部等気圧差による圧力影響を受ける設備について、<u>圧力影響</u>により作用する応力が許容値内であるか確認し、許容値を上回る場合には安全機能維持への影響について確認する。</p>	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、鉛直方向の風圧力を考慮する評価対象施設等がないことを記載している</p> <p>・設定方法の相違 【柏崎 6/7】 設計竜巻の特性値の設定方法の相違 (2.5と同じ)</p>

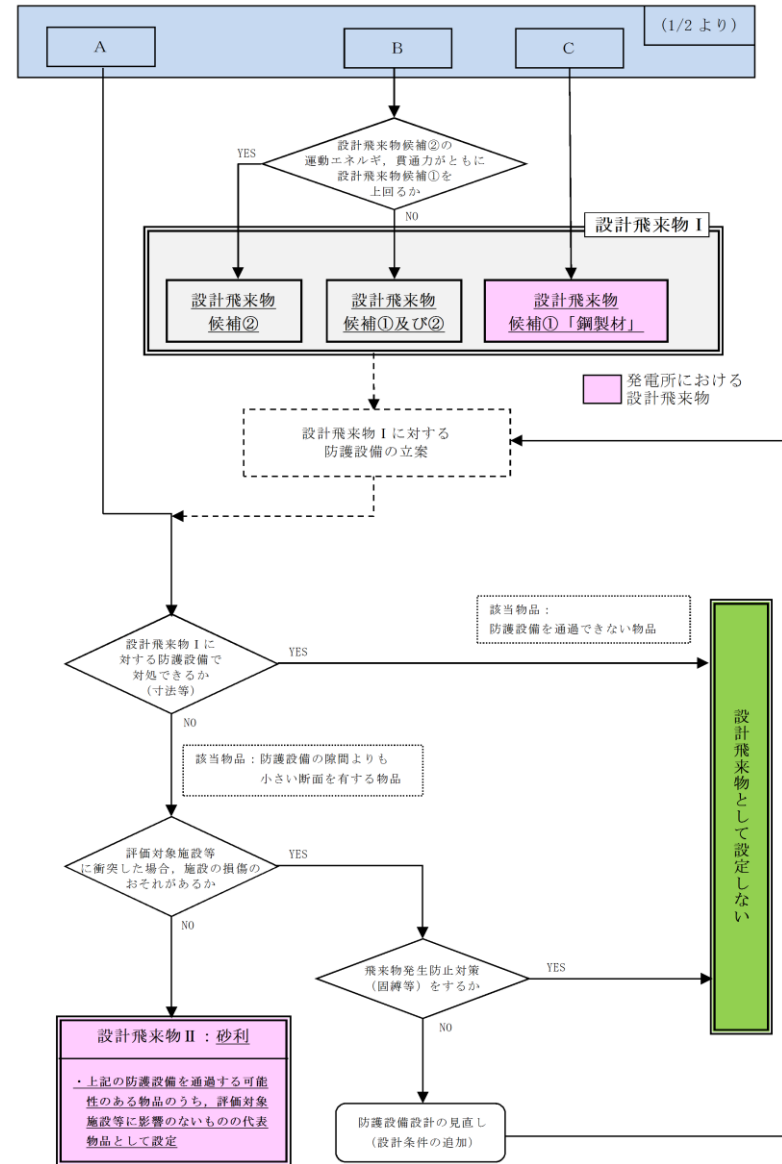
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 設計竜巻による飛来物が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重の設定</p> <p>①<u>柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉における飛来物に係る現地調査結果及び設計飛来物の選定について</u></p> <p><u>柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉の竜巻影響評価における設計飛来物については、飛来物に係る現地調査結果及びガイドの表4.1に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。</u></p> <p>以下に<u>柏崎刈羽原子力発電所にて実施した飛来物の現地調査の結果と、その結果を元に抽出した設計飛来物の設定の考え方を示す。【添付資料3.3】</u></p> <p>a. 評価に用いる設計竜巻の特性</p> <p>評価に用いる竜巻の速度は、92m/sとする。(表2.5.1参照)</p> <p>b. 飛来物に対する考え方</p> <p>飛来物のうち、後述する設計飛来物(極小飛来物である砂利を除く。)より運動エネルギー及び貫通力(コンクリートの貫通限界厚さ、鋼板の貫通限界厚さ)が大のものについては、設置場所等に応じ固縛を行うことで飛散させないものとする。また、衝突時に評価対象施設等に与えるエネルギーが設計飛来物の運動エネルギーより小さいものについては、適切な飛散防止対策を行う。</p>	<p>(3) <u>設計飛来物等による衝撃荷重の設定</u></p> <p>a. <u>発電所における設計飛来物等の設定【添付資料9】</u></p> <p><u>東海第二発電所の竜巻影響評価における設計飛来物等については、東海第二発電所における飛来物源の現地調査結果と、「竜巻影響評価ガイド」の解説表4.1に示されている設計飛来物の設定例を参照して設定する。</u></p> <p><u>第3.3.1-1図に発電所における設計飛来物の設定フローを、第3.3.1-1表に発電所における設計飛来物を示す。</u></p> <p>【以下、比較のため再掲】</p> <p>(a) <u>評価に用いる設計竜巻の特性</u></p> <p><u>設計竜巻の最大風速は100m/sとする。(第2.4.2-1表)</u></p> <p>(c) <u>設計飛来物以外の飛来物源に対する措置</u></p> <p>i) <u>基本方針</u></p> <p><u>設計飛来物以外の飛来物源については、設計竜巻の最大風速100 m/sにおける衝突時の運動エネルギー又は貫通力の大きさを、設計飛来物のうちこれらが最大となる鋼製材と比較し、鋼製材を上回る飛来物源(コンテナ等)については、以下のとおり対応する。</u></p> <p>・<u>東海発電所を含む当社敷地内</u>のものは、飛来物発生防止対策(固縛等)を施すか、評価対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔及び頑健な建物内への移動等の運用により、設計飛来物による影響を上回らないものとする。なお、これらの対応については、東海発電所及び東海第二発電所の原子炉施設保安規定に規定し管理する。</p> <p>・<u>当社敷地近傍の隣接事業所等から到達し得るものは、飛来物が配置できない設計とする。若しくは当該飛来物が衝突する可能性のある評価対象施設等につい</u></p>	<p>(3) <u>設計竜巻による飛来物が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重の設定</u></p> <p>①<u>島根原子力発電所 2号炉における飛来物に係る現地調査結果及び設計飛来物の選定について</u></p> <p><u>島根原子力発電所 2号炉の竜巻影響評価における設計飛来物については、飛来物に係る現地調査結果及びガイドの表4.1に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。</u></p> <p><u>以下に島根原子力発電所にて実施した飛来物の現地調査の結果と、その結果を元に抽出した設計飛来物の設定の考え方を示す。【添付資料3.3】</u></p> <p>a. 評価に用いる設計竜巻の特性</p> <p>評価に用いる竜巻の速度は、92m/sとする。(表2.5.1参照)</p> <p>b. 飛来物に対する考え方</p> <p>飛来物のうち、後述する設計飛来物(極小飛来物である砂利を除く。)より運動エネルギー及び貫通力(コンクリートの貫通限界厚さ、鋼板の貫通限界厚さ)が大のものについては、設置場所等に応じ固縛を行うことで飛散させないものとする。また、衝突時に評価対象施設等に与えるエネルギーが設計飛来物の運動エネルギーより小さいものについては、適切な飛来物発生防止対策を行う。なお、これらの対応については、保安規定に規定し管理する。</p>	<p>備考</p> <p>・立地条件の相違【東海第二】 島根2号炉は敷地近傍</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>c. 設計飛来物の選定</p> <p>設計飛来物の選定フローを図 3.3.1.1, 選定結果を表 3.3.1.1 に示す。</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所の飛来物に係る調査の結果, 柏崎刈羽原子力発電所において飛来物となる可能性があるものから, 浮き上がりの有無, 運動エネルギー及び貫通力の大きさから, 鋼製材, <u>角型鋼管 (大), 足場パイプ及び鋼製足場板</u>を設計飛来物として選定した。<u>ただし, これらのうち飛散防止対策を講じるものは除く。</u>選定した鋼製材のサイズ, 重量については, 現地調査及びガイドに基づいて, 影響が大きい寸法, 重量を設定した。</p> <p>また, <u>後述の非常用換気空調系ルーバへの防護対策として設置する竜巻防護ネットをすり抜ける可能性のある飛来物として砂利を選定した。</u>なお, <u>砂利のサイズは竜巻防護</u></p>	<p><u>て, 飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し構造健全性が維持されることを確認するか, 安全上支障のない期間での修復等の対応により, 機能を損なわないようにする。</u></p> <p>(b) <u>設計飛来物等の設定</u></p> <p>i) 現地調査</p> <p>飛来物となり得る物品を確認するため, 発電所の現地調査を実施した。調査範囲は, 発電所の敷地のみならず, 隣接する日本原子力研究開発機構の敷地や, 発電所敷地近傍の墓地, 宅地等も含んだ, 原子炉建屋から半径 800m の範囲とした。後述の飛散評価の結果によれば, 確認された物品の飛散距離は 800m を十分に下回ることから, 調査範囲は十分と考えられる。</p> <p>ii) 設計飛来物となり得る飛来物源の抽出</p> <p>現地調査で確認された物品の最大飛散距離は最大でも 400m 程度と評価されたことに加え, 隣接事業所内での現場調査による物品は発電所構内の物品に類似していた。したがって, 発電所の設計飛来物の設定に際しては, 発電所敷地内で認められた物品に「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に例示された物品を加えたものを飛来物源として抽出した。</p> <p>iii) <u>設計飛来物の設定</u></p> <p><u>上記の飛来物源から, 第 3.3.1-1 図のフローに従い, 「竜巻影響評価ガイド」に例示されている鋼製材を設計飛来物として設定した。</u></p> <p>さらに, 鋼製材に対する飛来物防護対策として設置する防護ネットを通過し得る設計飛来物として, 砂利を設定した。砂利のサイズはネットの網目のサイズを考慮し</p>	<p>c. 設計飛来物の選定</p> <p>設計飛来物の設定フローを図 3.3.1.1, 選定結果を表 3.3.1.1 に示す。</p> <p>島根原子力発電所の飛来物に係る調査の結果, 島根原子力発電所において飛来物となる可能性があるものから, 浮き上がりの有無, 運動エネルギー及び貫通力の大きさから, <u>鋼製材を設計飛来物として選定した。</u>選定した鋼製材のサイズ, 重量については, <u>現地調査及びガイドに基づいて, 影響が大きい寸法, 重量を設定した。</u></p> <p>また, <u>鋼製材に対する竜巻防護対策として設置する竜巻防護ネットを通過し得る設計飛来物として, 砂利を設定した。</u>砂利のサイズは竜巻防護ネットの網目のサイズ (4cm)</p>	<p>に隣接事業所はない</p> <p>(島根 2 号炉は「添付資料 3.3 設計飛来物の選定について」で記載)</p> <p>・設計飛来物の相違【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2 号炉は設計飛来物の浮き上がり飛散高さは設定せず, 保守的にどの高さにも到達することとしていることから, 柏崎</p>



備考

6/7の足場パイプ、鋼製足場板等は鋼製材に包含させている



注1：当該飛来物が衝突し得る安全施設及び安全施設を内包する区画が、その機能を損なわないことを確認する。

第3.3.1-1図 設計飛来物の設定フロー(2/2)

第3.3.1-1表 発電所における設計飛来物

飛来物の種類	砂利	鋼製材
サイズ (m)	長さ×幅×高さ 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×高さ 4.2×0.3×0.2
質量 (kg)	0.18	135

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>(a) 評価に用いる設計竜巻の特性 設計竜巻の最大風速は100m/sとする。(第2.4.2-1表)</p> <p>(b) 設計飛来物等の設定</p> <p>i) 現地調査 飛来物となり得る物品を確認するため、発電所の現地調査を実施した。調査範囲は、発電所の敷地のみならず、隣接する日本原子力研究開発機構の敷地や、発電所敷地近傍の墓地、宅地等も含んだ、原子炉建屋から半径800mの範囲とした。後述の飛散評価の結果によれば、確認された物品の飛散距離は800mを十分に下回ることから、調査範囲は十分と考えられる。</p> <p>ii) 設計飛来物となり得る飛来物源の抽出 現地調査で確認された物品の最大飛散距離は最大でも400m程度と評価されたことに加え、隣接事業所内での現場調査による物品は発電所構内の物品に類似していた。したがって、発電所の設計飛来物の設定に際しては、発電所敷地内で認められた物品に「竜巻影響評価ガイド」の解説表4.1に例示された物品を加えたものを飛来物源として抽出した。</p> <p>iii) 設計飛来物の設定 上記の飛来物源から、第3.3.1-1図のフローに従い、「竜巻影響評価ガイド」に例示されている鋼製材を設計飛来物として設定した。 さらに、鋼製材に対する飛来物防護対策として設置する防護ネットを通過し得る設計飛来物として、砂利を設定した。砂利のサイズはネットの網目のサイズを考慮して設定した。以降の設計飛来物とは、上記の鋼製材及び砂利の2つを示す。</p> <p>(c) 設計飛来物以外の飛来物源に対する措置</p> <p>i) 基本方針 設計飛来物以外の飛来物源については、設計竜巻の最大風速100 m/sにおける衝突時の運動エネルギー又は貫通力の大きさを、設計飛来物のうちこれらが最大となる鋼製材と比較し、鋼製材を上回る飛来物源(コンテナ等)については、以下のとおり対応する。</p>		<p>(島根2号炉は「3.3.1.設計竜巻荷重の設定」で記載)</p>

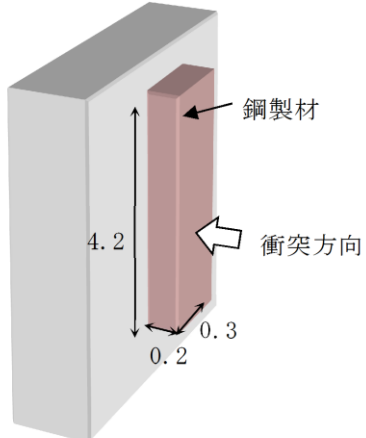
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>・東海発電所を含む当社敷地内のは、飛来物発生防止対策（固縛等）を施すか、評価対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔及び頑健な建物内への移動等の運用により、設計飛来物による影響を上回らないものとする。なお、これらの対応については、東海発電所及び東海第二発電所の原子炉施設保安規定に規定し管理する。</p> <p>・<u>当社敷地近傍の隣接事業所等から到達し得るものは、飛来物が配置できない設計とする、若しくは当該飛来物が衝突する可能性のある評価対象施設等について、飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し構造健全性が維持されることを確認するか、安全上支障のない期間での修復等の対応により、機能を損なわないようにする。</u></p> <p>ii) <u>当社敷地近傍の隣接事業所等の飛来物源の影響について</u> <u>他者の所有物で、当社による固縛等の管理ができない可能性を有する飛来物源として、当社の敷地外にある、一般道を走行する車両及び隣接事業所の物品が想定されるが、保守性を含めた解析によれば設計飛来物よりも影響の大きな飛来物源の飛散距離が最大でも250m程度であることを考慮すると、敷地外からの飛来物が到達する可能性を現実的に無視できないと考えられる施設は、第3.3.1-2 図に示すとおり、評価対象施設等である使用済燃料乾式貯蔵建屋及びタービン建屋、並びに重大事故等対処設備の緊急時対策所^{*1}、可搬型重大事故等対処設備及び常設代替高圧電源装置が挙げられる。</u> <u>使用済燃料乾式貯蔵建屋については、第3.3.1-2 図に示すとおり敷地南方の隣接事業所からの飛来物が衝突する可能性がある。これについては、竜巻飛来物防護対策設備により、建屋上部の排気口からの飛来物の建屋内への侵入を防止するとともに、風荷重及び設計飛来物等の衝撃荷重に対しても建屋が倒壊せず内包される外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさないこと、また、隣接事業所との合意文書に基づく、隣接事業所敷地の一部における、フェンス等の設置により飛来物源配置を不可</u></p>		<p>・立地条件の相違 【東海第二】 島根2号炉は敷地近傍に隣接事業所はない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>能とする措置も踏まえ、設計飛来物等が衝突し得る建屋外壁の遮蔽能力の喪失を仮定した場合でも、遮蔽機能に対する要求事項は満足できることを確認した。</u></p> <p><u>タービン建屋については、第3.3.1-2図に示すとおり、敷地北方の隣接事業所から飛来物が到達する可能性がある。これについては、風荷重及び設計飛来物等の衝撃荷重に対しても建屋が倒壊せず、建屋の外壁の貫通も生じないため内包される外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさないことを確認した。よって、敷地北方の事業所内の飛来物源に対する飛来物発生防止対策は不要とする。</u></p> <p><u>緊急時対策所建屋については、第3.3.1-2図に示すとおり、国道245号線及び国道と発電所西方の敷地との間にある隣接事業所から飛来物が衝突する可能性がある。*2重大事故等対処施設としての緊急時対策所建屋は、環境条件としては風荷重のみを考慮する方針となっているが、機能を喪失した場合の影響が大きな遮蔽能力について、念のため飛来物衝突の影響を評価したところ、建屋の外壁については貫通も裏面剥離も生じず、遮蔽能力は確保できることを確認した。</u></p> <p><u>また、可搬型重大事故等対処設備及び常設代替高圧電源装置に関しては、設計基準対象施設を含めて分散配置することにより飛来物に対する残存性を確保する設計としており、敷地外からの飛来物に対しても同様に残存性を期待できるものと判断している。(第3.3.1-2図参照)</u></p> <p><u>※1 機能維持については第43条としての扱い。6条(設計対象施設)としてはクラス3施設であり、損傷時は代替設備や復旧により機能を維持する。</u></p> <p><u>※2 種々の車両についての飛散解析結果(添付資料9別紙9-4)より、国道245号線から飛来する車両の飛散距離は、保守性を見込んだ上で最大でも約190mと考えられる。</u></p> <p><u>以上より、隣接事業所等から想定される飛来物については、外部事象防護対象施設等への影響は無いと判断した。</u></p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="973 289 1679 646" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="1003 657 1650 688">第3.3.1-2図 飛来物の到達を想定する隣接事業所等</p> <p data-bbox="1032 793 1709 1045">iii)東海発電所廃止措置に伴い生じ得る飛来物源への対応 東海第二発電所に隣接する東海発電所においては廃止措置関連作業が実施されている。施設の解体作業等に関連してどのような飛来物源が生じ得るかを現時点で正確に特定することは困難であるが、以下のとおり東海第二発電所へ影響を及ぼすことはないと判断している。</p> <ul data-bbox="1080 1062 1709 1858" style="list-style-type: none"> ・飛来物源の現地調査においては、東海発電所の敷地も対象としており、資機材や設備の種類や形状に関しては、東海第二発電所の資機材等との大きな違いは無いことを確認している。したがって、作業用資機材や取り外しが完了した物品については、固縛、離隔、収納等、一般の飛来物源と同様の措置が可能である。 ・取り外し前の施設の据付状況についても、東海第二発電所の施設の状況と有意な差はないと考えられる。東海第二発電所の評価対象施設等は風荷重に対し十分に余裕があることを参照すれば、これらの設備が竜巻により基礎等から引き剥がされ、飛来物化することは考えにくい。 ・廃止措置特有の状況として考えられるケースとしては、解体、撤去の途中の状態が一定期間継続すると想定される場合(例：大規模設備や建屋壁面の解体)であるが、このような場合に対しても、作業の計画段階及び実施段階で、適宜風荷重に対し脆弱な形状 	<p data-bbox="1733 793 2398 825">d. 島根1号炉廃止措置に伴い生じ得る飛来物源への対応</p> <p data-bbox="1733 835 2504 1045"><u>島根2号炉に隣接する島根1号炉においては廃止措置関連作業が実施されている。施設の解体作業等に関連してどのような飛来物源が生じ得るかを現時点で正確に特定することは困難であるが、以下のとおり島根2号炉へ影響を及ぼすことはないと判断している。</u></p> <ul data-bbox="1751 1062 2504 1858" style="list-style-type: none"> ・<u>飛来物源の現地調査においては、島根2号炉に隣接する島根1号炉も対象としており、資機材や施設の種類や形状に関しては、島根2号炉の資機材等との大きな違いは無いことを確認している。したがって、作業用資機材や取り外しが完了した物品については、固縛、離隔、収納等、一般の飛来物源と同様の措置が可能である。</u> ・<u>取り外し前の施設の据付状況についても、島根2号炉の施設の状況と有意な差はないと考えられる。島根2号炉の評価対象施設等は風荷重に対し十分に余裕があることを参照すれば、これらの施設が竜巻により基礎等から引き剥がされ、飛来物化することは考えにくい。</u> ・<u>廃止措置特有の状況として考えられるケースとしては、解体、撤去の途中の状態が一定期間継続すると想定される場合(例：大規模設備や建物壁面の解体)であるが、このような場合に対しても、作業の計画段階及び実施段階で、適宜風荷重に対し脆弱な形状が生じていないかを確認し、想定される脱落片(飛来</u> 	<p data-bbox="2534 793 2813 1003">・施設の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は島根1号炉の廃止措置への対応を記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>②設計飛来物の速度等の設定</p> <p>設計竜巻による設計飛来物の最大水平速度 (V_{Hmax}) 及び最大鉛直速度 (V_{Vmax}) は、(3) a. に示す竜巻風速 92m/s にて、<u>フジタモデルを適用し風速場の中での速度を算出した。</u></p> <p><u>また、設計飛来物の浮き上がり高さ及び飛散距離も同様に算出した。その結果を表 3.3.1.1 に示す。</u></p> <p>a) <u>鋼製材、角型鋼管 (大) 及び砂利の影響高さ</u></p> <p><u>ランキン渦モデルを採用している米国 Regulatory Guide 1.76 では、小さな飛来物 (スチールパイプ等) はどの高さへの衝突も想定しているのに対し、重量物 (自動車) に対しては 9.1m (30feet) 以下に影響を及ぼすこととしている。</u></p> <p><u>一方、フジタモデルを適用した場合の鋼製材、角型鋼管 (大) 及び砂利の影響高さは、表 3.3.1.1 のとおり、設計飛来物の浮き上がり高さは、最大でも 0.15m と僅かであるが、設計飛来物は (設計飛来物の寸法で最も長い辺は 4.2m) 回転して飛散することも想定される。</u></p> <p><u>また、高所の建屋開口部等への影響を及ぼす可能性があるものには飛散防止対策を講じることから、設計飛来物は原則地上高 10m 迄影響を及ぼすものとする。</u></p> <p>b) <u>足場パイプ及び鋼製足場板の影響高さ</u></p> <p><u>足場パイプ及び鋼製足場板の浮き上がり高さは、表 3.3.1.1 のとおり、高所の建屋開口部等へ影響を及ぼす可能性があることから、どの高さへの衝突も想定するものとする。</u></p> <p><u>飛来物の発生防止対策については、現地調査により抽出した飛来物や持ち込まれる物品の寸法、質量及び形状から飛来の有無を判断し、運動エネルギー、貫通力を考慮して、衝突時に建</u></p>	<p>が生じていないかを確認し、想定される脱落片 (飛来物) が設計飛来物による影響を超えることが確認された場合でも、その様な飛来物源が発生しないよう工法を工夫するなどによって対応することで、東海第二発電所に影響を及ぼす可能性のある飛来物の発生を防止できない状況は生じないと考えられる。</p> <p>なお、これらの運用管理については、確実に実施するために手順として原子炉施設保安規定に規定し、QMS 規程に基づき実施する。</p> <p>b. <u>設計飛来物の速度の設定</u></p> <p>設計竜巻による設計飛来物の最大水平速度 (V_{Hmax}) 及び最大鉛直速度 (V_{Vmax}) は、<u>衝撃荷重による影響を保守的に評価するため、「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に示されるものと同じ値とし、第 3.3.1-2 表のとおりとする。</u></p> <p><u>ただし、「竜巻影響評価ガイド」に記載のない設計飛来物である砂利の速度については、文献⁽¹⁾⁽²⁾を参考にして、ランキン渦を仮定した風速場の中での速度を算出した*。</u></p> <p><u>※ 設計飛来物であることに鑑み、配置高さによって飛散速度が変わらないランキン渦モデルで数値を算出した。</u></p>	<p>物) が設計飛来物による影響を超えることが確認された場合でも、その様な飛来物源が発生しないよう工法を工夫するなどによって対応することで、島根 2 号炉に影響を及ぼす可能性のある飛来物の発生を防止できない状況は生じないと考えられる。</p> <p><u>なお、これらの運用管理については、確実に実施するために手順として規定し、保安規定に基づき実施する。</u></p> <p>②設計飛来物の速度等の設定</p> <p>設計竜巻による設計飛来物の最大水平速度 (V_{Hmax}) 及び最大鉛直速度 (V_{Vmax}) は、(3) a. に示す竜巻風速 92m/s にて、<u>フジタモデルを適用した風速場の中で算出した速度の値を包絡する「竜巻影響評価ガイド」の表 4.1 に示される値とする。</u></p> <p><u>ただし、「竜巻影響評価ガイド」に記載のない設計飛来物である砂利の速度については、フジタモデルを適用した風速場の中で地上付近の不確定性を考慮し、地上からの初期高さの感度解析の結果から最大となる水平速度を算出した。</u></p> <p><u>なお、設計飛来物の飛散高さによらず、評価対象施設等の高さに対しても衝突を考慮する。</u></p>	<p>・設計飛来物の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2 号炉の設計飛来物の速度は、フジタモデルの風速場での速度を包絡する「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に示される値を設定</p> <p>設計飛来物の飛散高さについては 3.3.1(3)c. と同じ</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																														
<p>屋等又は竜巻防護対策設備に与えるエネルギーが設計飛来物(極小飛来物である砂利を除く。)によるものより大きく、外部事象防護対象施設を防護できない可能性があるものは固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの隔離対策を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。</p>																																																																																	
<p>表 3.3.1.1 柏崎刈羽原子力発電所における設計飛来物</p>	<p>第 3.3.1-2 表 発電所における設計飛来物の速度</p>	<p>表3.3.1.1 島根原子力発電所における設計飛来物</p>																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>飛来物の種類</th> <th>砂利</th> <th>鋼製材</th> <th>角型鋼管(大)</th> <th>足場パイプ</th> <th>鋼製足場板</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>サイズ (m)</td> <td>長さ×幅×奥行き 0.04×0.04×0.04</td> <td>長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2</td> <td>長さ×幅×奥行き 4×0.1×0.1</td> <td>長さ×幅×奥行き 4×0.05×0.05</td> <td>長さ×幅×奥行き 4×0.25×0.04</td> </tr> <tr> <td>質量 (kg)</td> <td>0.2</td> <td>135</td> <td>28</td> <td>11</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>最大水平速度 (m/s)</td> <td>14</td> <td>10</td> <td>16</td> <td>42</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>最大鉛直速度 (m/s)</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>38</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>浮き上がり高さ (m)</td> <td>0.08</td> <td>0.08</td> <td>0.15</td> <td>0.57*(148)^{※1, ※2}</td> <td>52*(148)^{※1, ※2}</td> </tr> <tr> <td>飛散距離 (m)</td> <td>18</td> <td>9</td> <td>20</td> <td>261</td> <td>373</td> </tr> </tbody> </table>	飛来物の種類	砂利	鋼製材	角型鋼管(大)	足場パイプ	鋼製足場板							サイズ (m)	長さ×幅×奥行き 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×奥行き 4×0.1×0.1	長さ×幅×奥行き 4×0.05×0.05	長さ×幅×奥行き 4×0.25×0.04	質量 (kg)	0.2	135	28	11	14	最大水平速度 (m/s)	14	10	16	42	55	最大鉛直速度 (m/s)	7	7	7	38	18	浮き上がり高さ (m)	0.08	0.08	0.15	0.57*(148) ^{※1, ※2}	52*(148) ^{※1, ※2}	飛散距離 (m)	18	9	20	261	373	<table border="1"> <thead> <tr> <th>飛来物の種類</th> <th>砂利</th> <th>鋼製材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>サイズ (m)</td> <td>長さ×幅×高さ 0.04×0.04×0.04</td> <td>長さ×幅×高さ 4.2×0.3×0.2</td> </tr> <tr> <td>質量 (kg)</td> <td>0.18</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>最大水平速度 (m/s)</td> <td>62</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>最大鉛直速度 (m/s)</td> <td>42</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>	飛来物の種類	砂利	鋼製材	サイズ (m)	長さ×幅×高さ 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×高さ 4.2×0.3×0.2	質量 (kg)	0.18	135	最大水平速度 (m/s)	62	51	最大鉛直速度 (m/s)	42	34	<table border="1"> <thead> <tr> <th>飛来物</th> <th>砂利</th> <th>鋼製材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>寸法 (m)</td> <td>長さ×幅×奥行き 0.04×0.04×0.04</td> <td>長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2</td> </tr> <tr> <td>質量 (kg)</td> <td>0.2</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>最大水平速度 (m/s)</td> <td>54</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>最大鉛直速度 (m/s) ※1</td> <td>36</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>	飛来物	砂利	鋼製材	寸法 (m)	長さ×幅×奥行き 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2	質量 (kg)	0.2	135	最大水平速度 (m/s)	54	51	最大鉛直速度 (m/s) ※1	36	34	<p>・設計飛来物の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 設計飛来物の速度及び飛散高さの設定方法の相違(3.3.1(3)c.と同じ)</p>
飛来物の種類	砂利	鋼製材	角型鋼管(大)	足場パイプ	鋼製足場板																																																																												
																																																																																	
サイズ (m)	長さ×幅×奥行き 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2	長さ×幅×奥行き 4×0.1×0.1	長さ×幅×奥行き 4×0.05×0.05	長さ×幅×奥行き 4×0.25×0.04																																																																												
質量 (kg)	0.2	135	28	11	14																																																																												
最大水平速度 (m/s)	14	10	16	42	55																																																																												
最大鉛直速度 (m/s)	7	7	7	38	18																																																																												
浮き上がり高さ (m)	0.08	0.08	0.15	0.57*(148) ^{※1, ※2}	52*(148) ^{※1, ※2}																																																																												
飛散距離 (m)	18	9	20	261	373																																																																												
飛来物の種類	砂利	鋼製材																																																																															
サイズ (m)	長さ×幅×高さ 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×高さ 4.2×0.3×0.2																																																																															
質量 (kg)	0.18	135																																																																															
最大水平速度 (m/s)	62	51																																																																															
最大鉛直速度 (m/s)	42	34																																																																															
飛来物	砂利	鋼製材																																																																															
寸法 (m)	長さ×幅×奥行き 0.04×0.04×0.04	長さ×幅×奥行き 4.2×0.3×0.2																																																																															
質量 (kg)	0.2	135																																																																															
最大水平速度 (m/s)	54	51																																																																															
最大鉛直速度 (m/s) ※1	36	34																																																																															
<p>※1: () 内の値は飛来物初期高さ(地面からの物品の高さ) ※2: 大濠側における最も高所の5号炉主排気筒頂部に設置されている状況を想定し設定</p>		<p>※1 ここではガイドに基づき最大水平速度の2/3の値を記載。 施設の構造健全性評価等では最大水平速度の2/3の値又はフジタモデルによる飛散解析結果による値を用いる。</p>																																																																															
	<p>c. 設計飛来物の衝撃荷重の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速100m/sによる設計飛来物の衝撃荷重は、砂利と比べ運動エネルギーが大きくなる鋼製材の衝突方向及び衝突面積を考慮し、鋼製材が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる衝突方向で算出する。</p> <p>鋼製材の最大速度は第3.3.1-2表のとおりであり、静的な構造評価を実施する場合の衝撃荷重は、重量分布を均一な直方体として、Rieraの方法⁽³⁾を踏まえた下式にて算出した。</p> $W_w = F_{MAX} = MV^2 / L_{MIN}$ <p><u>M</u> : 飛来物の質量 <u>V</u> : 飛来物の衝突速度 <u>L_{MIN}</u> : 飛来物の衝突方向長さ</p> <p>この場合、衝撃荷重が最大となるのは第3.3.1-3図に示す向きの衝突(荷重:1760kN)となるが、評価においては、対象部位の構造を考慮した上で衝突姿勢を決定し、上記式の考え方にに基づき、その都度衝撃荷重を算出する。</p>		<p>・記載方針の相違 【東海第二】 島根2号炉は具体的な衝撃荷重の設定方法は工認で説明</p>																																																																														

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>③設計竜巻荷重の組み合わせ</p> <p>評価対象施設等の評価に用いる設計竜巻荷重は、設計竜巻による風圧力による荷重(W_w)、気圧差による荷重(W_p)、及び設計飛来物による衝撃荷重(W_M)を組み合わせた複合荷重として、以下の式により算出する。</p> $W_{T1}=W_p$ $W_{T2}=W_w+0.5 \cdot W_p+W_M$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> W_{T1}, W_{T2}: 設計竜巻による複合荷重 W_w: 設計竜巻の風圧力による荷重 W_p: 設計竜巻の気圧差による荷重 W_M: 設計飛来物による衝撃荷重 <p>なお、評価対象施設等には W_{T1} 及び W_{T2} の両荷重をそれぞれ作用させる。</p>	<p>なお、有限要素法による飛来物衝突評価を行う場合には、<u>衝撃荷重は計算の中で自動的に求められる。</u></p>  <p>第3.3.1-3図 最大衝撃荷重となる鋼製材衝突方向 (Rieraの方法⁽³⁾)</p> <p>d. 設計竜巻荷重の組合せ</p> <p>評価対象施設等の評価に用いる設計竜巻荷重は、設計竜巻による風圧力による荷重(W_w)、気圧差による荷重(W_p)及び設計飛来物等による衝撃荷重(W_M)を組み合わせた複合荷重とし、以下の式による。</p> $W_{T1}=W_p$ $W_{T2}=W_w+0.5W_p+W_M$ <p>W_{T1}, W_{T2}: 設計竜巻による複合荷重</p> <p>W_w: 設計竜巻の風圧力による荷重</p> <p>W_p: 設計竜巻の気圧差による荷重</p> <p>W_M: 設計飛来物等による衝撃荷重</p> <p>ここで、<u>竜巻襲来時のある瞬間において、各荷重の作用方向は必ずしも一様ではないが、W_{T2}の算出においてはW_w, W_p及びW_Mの作用方向を揃えることとし、保守性を考慮する。また、評価対象施設等にはW_{T1}及びW_{T2}の両荷重をそれぞれ作用させる。</u></p>	<p>③設計竜巻荷重の組み合わせ</p> <p>評価対象施設等の評価に用いる設計竜巻荷重は、設計竜巻による風圧力による荷重(W_w)、気圧差による荷重(W_p)、及び設計飛来物による衝撃荷重(W_M)を組み合わせた複合荷重として、以下の式により算定する。</p> $W_{T1}=W_p$ $W_{T2}=W_w+0.5 \cdot W_p+W_M$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> W_{T1}, W_{T2}: 設計竜巻による複合荷重 W_w: 設計竜巻による風圧力による荷重 W_p: 設計竜巻による気圧差による荷重 W_M: 設計飛来物による衝撃荷重 <p>なお、竜巻影響評価対象施設には W_{T1} 及び W_{T2} の両荷重をそれぞれ作用させる。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.3.2. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおりとする。</p> <p>(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等 評価対象施設等に作用する荷重として、自重等の常時作用する荷重、内圧等の運転時荷重を適切に組み合わせる。</p> <p>(2) 竜巻以外の自然現象による荷重 竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり^{*1}、積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性がある自然現象は、雷、雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組み合わせにより発生する荷重は、以下のとおり設計竜巻荷重に包絡される。 なお、竜巻と同時に発生する自然現象については今後も継続的に新たな知見等の収集に取り組み、必要な事項については適切に反映を行う。</p> <p>①雷 竜巻と雷が同時に発生する場合においても、雷によるプラントへの影響は、雷撃であるため雷による荷重は発生しない。</p> <p>②雪 柏崎刈羽原子力発電所が立地する地域においては、冬期、竜巻が襲来する場合は竜巻通過前後に降雪を伴う可能性はあるが、上昇流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。また、下降流の竜巻通過時や竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされるため、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>③ひょう ひょうは積乱雲から降る直径5mm以上の氷の粒^{**2}であり、仮に直径10cm程度の大型のひょうを想定した場合、その重量は約0.5kgとなる。 10cm程度のひょうの終端速度は59m/s^{**3}、運動エネルギーは約0.9kJであり、設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分に小さく、ひょうの衝突による荷重は設計竜巻荷重に包絡され</p>	<p>3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおりとする。</p> <p>(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等 評価対象施設等に常時作用する荷重(自重、死荷重及び活荷重)及び運転時荷重を適切に組み合わせる。</p> <p>(2) 竜巻以外の自然現象による荷重 竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり⁽⁴⁾、積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性がある自然現象は、雷、雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組合せにより発生する荷重は、以下のとおり設計竜巻荷重に包絡される。 なお、竜巻と同時に発生する自然現象については、今後も継続的に新たな知見等の収集に取り組み、必要な事項については適切に反映を行う。</p> <p>a. 雷 竜巻と雷が同時に発生する場合においても、雷によるプラントへの影響は雷撃であるため、雷による荷重は発生しない。</p> <p>b. 雪 上昇流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。また、下降流の竜巻通過時は、竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされ、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>c. ひょう ひょうは、積乱雲から降る直径5mm以上の氷の粒⁽⁵⁾であり、仮に直径10cm程度の大型のひょうを想定した場合でも、その重量は約0.5kgである。直径10cm程度のひょうの終端速度は59m/s⁽⁶⁾、運動エネルギーは約0.9kJであり、設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分に小さく、ひょうの衝撃荷重は設計竜巻荷重に包絡される。【添付資料10】</p>	<p>3.3.2. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおりとする。</p> <p>(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重等 評価対象施設等に作用する荷重として、自重等の常時作用する荷重、内圧等の運転時荷重を適切に組み合わせる。</p> <p>(2) 竜巻以外の自然現象による荷重 竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり^{*1}、積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性がある自然現象は、雷、雪、ひょう及び降水である。これらの自然現象の組み合わせにより発生する荷重は、以下のとおり設計竜巻荷重に包絡される。 なお、竜巻と同時に発生する自然現象については今後も継続的に新たな知見等の収集に取り組み、必要な事項については適切に反映を行う。</p> <p>①雷 竜巻と雷が同時に発生する場合においても、雷によるプラントへの影響は、雷撃であるため雷による荷重は発生しない。</p> <p>②雪 島根原子力発電所が立地する地域においては、冬期、竜巻が襲来する場合は、竜巻通過前後に降雪を伴う可能性はあるが、上昇流の竜巻本体周辺では、竜巻通過時に雪は降らない。また、下降流の竜巻通過時や竜巻通過前に積もった雪の大部分は竜巻の風により吹き飛ばされるため、雪による荷重は十分小さく設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>③ひょう ひょうは積乱雲から降る直径5mm以上の氷の粒^{**2}であり、仮に直径10cm程度の大型のひょうを想定した場合、その重量は約0.5kgとなる。 10cm程度のひょうの終端速度は59m/s^{**3}、運動エネルギーは約0.9kJであり、設計飛来物の運動エネルギーと比べ十分に小さく、ひょうの衝突による荷重は設計竜巻荷重に包絡される。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>る。</p> <p>④降水 竜巻と降水が同時に発生する場合においても、雨水により屋外施設に荷重の影響を与えることはなく、また降雨による荷重は十分小さいため、設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>※1：雷雨とメソ気象 大野久雄，東京堂出版 ※2：気象庁ホームページ ※3：一般気象学 小倉義光，東京大学出版会</p> <p>(3) 設計基準事故時荷重 外部事象防護対象施設は、設計竜巻によって安全機能を損なわない設計とするため、設計竜巻は原子炉冷却材喪失事故等の設計基準事故の起因とはならないことから、設計竜巻と設計基準事故は独立事象となる。</p> <p>設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから、設計基準事故時荷重と設計竜巻との組み合わせは考慮しない。</p> <p>なお、評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じ、竜巻による風荷重等の影響を受ける屋外設備としては、<u>軽油タンク及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系</u>が考えられるが、設計基準事故時においても、運転時の系統内圧力及び温度と変わらないため、設計基準事故により考慮すべき荷重はなく、竜巻と設計基準事故時荷重の組み合わせは考慮しない。</p>	<p>d. 降水 竜巻と降水が同時に発生する場合においても、雨水により屋外施設に荷重の影響を与えることはなく、また降雨による荷重は十分小さいため、設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>(3) 設計基準事故時荷重 設計竜巻は原子炉冷却材喪失事故等の設計基準事故の起因とはならないため、設計竜巻と設計基準事故は独立事象となる。</p> <p>設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから、設計基準事故時荷重と設計竜巻との組み合わせは考慮しない。</p> <p>仮に、<u>風速が低く発生頻度が高い竜巻と設計基準事故が同時に発生する場合</u>、評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じ、竜巻による風荷重等の影響を受ける屋外設備としては<u>残留熱除去系海水系ポンプ等</u>が考えられるが、設計基準事故時においても<u>残留熱除去系海水系ポンプ等</u>の圧力及び温度は変わらないため、設計基準事故により考慮すべき荷重はなく、竜巻と設計基準事故時荷重の組み合わせは考慮しない。</p>	<p>④降水 竜巻と降水が同時に発生する場合においても、雨水により屋外施設に荷重の影響を与えることはなく、また降雨による荷重は十分小さいため、設計竜巻荷重に包絡される。</p> <p>※1：雷雨とメソ気象 大野久雄，東京堂出版 ※2：気象庁ホームページ ※3：一般気象学 小倉義光，東京大学出版会</p> <p>(3) 設計基準事故時荷重 外部事象防護対象施設は、設計竜巻によって安全機能を損なわない設計とするため、設計竜巻は原子炉冷却材喪失事故等の設計基準事故の起因とはならないことから、設計竜巻と設計基準事故は独立事象となる。</p> <p>設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから、設計基準事故時荷重と設計竜巻との組み合わせは考慮しない。</p> <p>なお、評価対象施設等のうち設計基準事故時荷重が生じ、竜巻による風荷重等の影響を受ける屋外施設としては、<u>海水ポンプ及びディーゼル燃料移送ポンプ（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系））、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）</u>が考えられるが、設計基準事故時においても、<u>運転時の系統内圧力及び温度と変わらないため</u>、設計基準事故により考慮すべき荷重はなく、竜巻と設計基準事故時荷重の組み合わせは考慮しない。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3.4. 評価対象施設等の設計方針</p> <p>評価対象施設等については、以下の設計方針のとおり、設計荷重に対してその構造健全性を維持する設計とする。評価対象施設等以外の竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設については、竜巻及びその随件事象に対して機能維持する、若しくは、竜巻及びその随件事象による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保（例えば、外部電源喪失時における非常用ディーゼル発電機からの受電）すること、安全上支障のない期間に修復（例えば、気圧差により開放したブローアウトパネルに対する閉止措置）すること等の対応が可能な設計とすることにより、竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(1) 許容限界</p> <p>建屋・構築物の設計において、設計飛来物の衝突による貫通及び裏面剥離発生の有無の評価については、貫通及び裏面剥離が発生する限界厚さと部材の最小厚さを比較することにより行う。さらに、設計荷重により、発生する変形又は応力が以下の法令、規格、基準、指針類等に準拠し算定した許容限界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建築基準法 ・日本工業規格 ・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類 ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会） ・震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針（日本建築防災協会） ・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類等 <p>系統及び機器の設計において、設計飛来物の衝突による貫通の有無の評価については、貫通が発生する限界厚さと部材の最小厚さを比較することにより行う。設計飛来物が貫通することを考慮する場合には、設計荷重に対して防護対策を考慮した上で、系統及び機器に発生する応力が以下の規格、基準及び指針類に準拠し算定した許容応力度等に基づく許容限</p>	<p>3.4 評価対象施設等の設計方針</p> <p><u>外部事象防護対象施設のうち評価対象施設については、設計荷重に対してその構造健全性を維持すること又は取替、補修が可能なこと、設計上の要求を維持することにより、安全機能を損なわない設計とする。また、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設については、竜巻及びその随件事象に対して構造健全性を確保すること、設計上の要求を維持すること又は安全上支障のない期間での修復等の対応により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p>3.4.1 許容限界</p> <p>建屋及び構築物の設計において、設計飛来物等の衝突による貫通及び裏面剥離発生の有無の評価については、貫通及び裏面剥離が発生しない部材厚（貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さ）と部材の最小厚さを比較することにより行う。さらに、設計荷重により、発生する変形又は応力が以下の法令、規格、基準、指針類等に準拠し算定した許容限界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建築基準法 ・日本工業規格 ・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類 ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会） ・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類 <p>系統及び機器の設計において、設計飛来物の衝突による貫通の有無の評価については、貫通が発生しない部材厚（貫通限界厚さ）と部材の最小厚さを比較することにより行う。設計飛来物が貫通することを考慮する場合には、設計荷重に対して防護対策を考慮した上で、系統及び機器に発生する応力が以下の規格、基準及び指針類に準拠し算定した許容応力度等に基づく許</p>	<p>3.4. 評価対象施設等の設計方針</p> <p>評価対象施設等については、以下の設計方針のとおり、設計荷重に対してその構造健全性を維持する設計とする。評価対象施設等以外の竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設については、竜巻及びその随件事象に対して機能維持する、若しくは、竜巻及びその随件事象による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保（例えば、外部電源喪失時における非常用ディーゼル発電機からの受電）すること、安全上支障のない期間に修復（例えば、気圧差により開放した原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルに対する閉止措置）すること等の対応が可能な設計とすることにより、竜巻によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(1) 許容限界</p> <p>建物・構築物の設計において、設計飛来物の衝突による貫通及び裏面剥離発生の有無の評価については、貫通及び裏面剥離が発生する限界厚さと部材の最小厚さを比較することにより行う。さらに、設計荷重により、発生する変形又は応力が以下の法令、規格、基準、指針類等に準拠し算定した許容限界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建築基準法 ・日本産業規格 ・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類 ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会） ・震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針（日本建築防災協会） ・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類 等 <p>系統及び機器の設計において、設計飛来物の衝突による貫通の有無の評価については、貫通が発生する限界厚さと部材の最少厚さを比較することにより行う。設計飛来物が貫通することを考慮する場合には、設計荷重に対して防護対策を考慮した上で、系統及び機器に発生する応力が以下の規格、基準及び指針類に準拠し算定した許容応力度等に基づく許容限</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本工業規格 ・日本機械学会の基準・指針類 ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会) 等 <p>(2) 屋外設備 (建屋含む)</p> <p>屋外設備は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて施設の補強、<u>非常用ディーゼル発電機燃料移送系防護板の設置等の防護対策を講じる方針とする。</u></p> <p>なお、外殻となる施設等による防護機能が期待できる屋内設備は、<u>建屋又は構築物による防護により、設計荷重に対して安全機能を損なわない方針とする。</u></p> <p><u>①軽油タンク</u></p> <p><u>軽油タンクは、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物 (鋼製材、角型鋼管 (大)、砂利、足場パイプ、鋼製足場板のことをいう。以下、(2)において同じ。) による衝撃荷重、軽油タンクに常時作用する荷重、運転時荷重に対して構造健全性が維持され安全機能を損なわない設計とする。</u></p>	<p>容限界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本工業規格 ・日本機械学会の基準・指針類 ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987 (日本電気協会) <p>3.4.2 設計方針</p> <p>(1) <u>屋外施設 (外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。)</u> 設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、安全機能を損なう可能性がある場合には施設の補強、防護ネット等の設置又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、<u>安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>なお、<u>屋内に配置される施設のうち、外殻となる施設等の防護機能が期待できる施設の内部に配置される施設は、その防護機能により設計荷重に対して影響を受けない設計とする。</u></p> <p>a. <u>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口</u></p> <p><u>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口は、設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても、閉塞することがなく、非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) の吸気機能が維持される設計とする。さらに、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 吸気口に常時作用する荷重に対して、<u>構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></u></p>	<p>界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本産業規格 ・日本機械学会の基準・指針類 ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会) 等 <p>(2) 屋外施設 (建物含む。)</p> <p>屋外施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて施設の補強、<u>竜巻防護ネット、竜巻防護鋼板の設置等の防護対策を講じる方針とする。</u></p> <p>なお、<u>外殻となる施設による防護機能が期待できる屋内施設は、建物又は構築物による防護により、設計荷重に対して安全機能を損なわない方針とする。</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ・設置場所及び設計飛来物の相違 【柏崎 6/7】 外部事象防護対象施設の設置場所及び設計飛来物の相違 (1.2(1)及び 3.3.1(3)c. と同じ) ・設置場所の相違 【東海第二】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (1.2(1)と同じ)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>b. <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファン</u> <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファンは、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>c. <u>中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）</u> <u>中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮して、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び中央制御室換気系冷凍機（配管、弁含む。）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>d. <u>残留熱除去系海水系ポンプ（配管、弁含む。）</u> <u>残留熱除去系海水系ポンプ（配管、弁含む。）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系ポンプ（配管、弁含む。）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>e. <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管、弁含む。）</u> <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ（配管、弁含む。）は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止し、風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディ</u></p>	<p><u>①海水ポンプ（原子炉補機海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ）（配管、弁を含む。）</u> <u>海水ポンプは、風圧力による荷重、気圧差による荷重、海水ポンプに常時作用する荷重、運転時荷重に対して構造健全性が維持され安全機能を損なわない設計とする。</u> <u>また、設計飛来物（鋼製材）に対して竜巻防護ネット、竜巻防護鋼板の設置等の防護対策を行う。</u> <u>なお、竜巻防護ネットを通過する可能性のある設計飛来物（砂利）の衝突に対して、ポンプ、電動機等の部材を貫通しない厚さを確保し、安全機能を損なわない設計とする。</u></p>	<p>・設置場所の相違 【東海第二】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (1.2(1)と同じ)</p> <p>・設置場所の相違 【柏崎6/7】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (1.2(1)と同じ)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>ーゼル発電機を含む。)用海水ポンプ(配管,弁含む。)に常時作用する荷重に対して,構造健全性が維持され,安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>f. 残留熱除去系海水系ストレーナ</u> 残留熱除去系海水系ストレーナは,設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し,防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより,設計飛来物の衝突を防止し,風圧力による荷重,気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系ストレーナに常時作用する荷重に対して,構造健全性が維持され,安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><u>g. 非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ストレーナ</u> 非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ストレーナは,設計飛来物の衝突により貫通することを考慮し,防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより,設計飛来物の衝突を防止し,風圧力による荷重,気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)用海水ストレーナに常時作用する荷重に対して,構造健全性が維持され,安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><u>h. 非常用ガス処理系排気筒</u> 非常用ガス処理系排気筒は,設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても,閉塞することはない,非常用ガス処理系排気筒の排気機能が維持される設計とする。さらに,非常用ガス処理系排気筒は開かれた構造物であり気圧差荷重も作用しないことから,風圧力による荷重及び非常用ガス処理系排気筒に常時作用する荷重に対して,構造健全性が維持され,安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><u>i. 主排気筒</u> 主排気筒の筒身については,設計飛来物が衝突により貫通することを考慮しても,閉塞することはない,主排気筒の排気機能が維持される設計とする。さらに,主排気筒は</p>	<p><u>②海水ストレーナ(原子炉補機海水ストレーナ,高圧炉心スプレイ補機海水ストレーナ)</u> 海水ストレーナは,風圧力による荷重,気圧差による荷重,海水ストレーナに常時作用する荷重,運転時荷重に対して構造健全性が維持され安全機能を損なわない設計とする。 また,設計飛来物に対して竜巻防護鋼板の設置等の防護対策を行う。</p> <p><u>③排気筒(非常用ガス処理系排気筒を含む。)</u> 排気筒(非常用ガス処理系排気筒を含む。)は,設計飛来物(鋼製材)が衝突により貫通することを考慮しても,閉塞することはない,排気筒(非常用ガス処理系排気筒を含む。)の排気機能が維持される設計とする。また,安全上支障のない期間に補修を行うことで,安全機能を損なわない設計とする。さらに,排気筒(非常用ガス処理系排気筒を含む。)は開かれた構造物であり気圧差による荷重も作用しないことから,風圧力による荷重及び排気筒(非常用ガス処理系排気筒を含む。)に常時作用する荷重に対して,構造健全性が維持され,安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>・設置場所の相違 【柏崎6/7】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (1.2(1)と同じ)</p> <p>・抽出対象の相違 【柏崎6/7】 外部事象防護対象施設の抽出対象の相違 (1.2(1)と同じ)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>②非常用ディーゼル発電機燃料移送系</p> <p><u>非常用ディーゼル発電機燃料移送系のポンプ、配管及び弁は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、非常用ディーゼル発電機燃料移送系のポンプ、配管及び弁に常時作用する荷重、運転時荷重に対して構造健全性が維持され安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>また、設計飛来物に対して非常用ディーゼル発電機燃料移送系防護板の設置等の防護対策を行う。</u></p> <p>③原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器区域、コントロール建屋、廃棄物処理建屋</p>	<p><u>開かれた構造物であり気圧差荷重も作用しないことから、風圧力による荷重及び主排気筒に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>また、設計飛来物の衝突により部材が損傷した場合においても構造健全性が維持され、排気筒全体が倒壊しない設計とする。</p> <p>j. 原子炉建屋</p>	<p><u>また、排気筒（非常用ガス処理系排気管を含む。）は、設計飛来物（鋼製材）により部材が損傷した場合においても構造健全性が維持され、排気筒全体が倒壊しない設計とする。</u></p> <p>④排気筒モニタ</p> <p><u>排気筒モニタは、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、代替設備による監視及び安全上支障のない期間に補修を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>⑤ディーゼル燃料移送ポンプ（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系））（配管、弁を含む。）</p> <p><u>ディーゼル燃料移送ポンプは、風圧力による荷重、気圧差による荷重、ディーゼル燃料移送ポンプに常時作用している荷重及び運転時荷重に対して構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p><u>また、設計飛来物（鋼製材）に対して竜巻防護鋼板（穴あき）の設置等の防護対策を行う。</u></p> <p><u>なお、竜巻防護鋼板（穴あき）を通過する可能性のある設計飛来物（砂利）の衝突に対しては、設備の配置状況やディーゼル燃料移送ポンプに対する影響を考慮し、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>⑥原子炉建物、タービン建物、制御室建物、廃棄物処理建物、ディーゼル燃料貯蔵タンク室（A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系））、ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽（B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系））</p>	<p>・抽出対象の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 外部事象防護対象施設の抽出対象の相違（1.2(1)と同じ） （東海第二は「1.2.2(1)外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設」で記載）</p> <p>・設置場所の相違</p> <p>【東海第二】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違（1.2(1)と同じ）</p> <p>・設置場所の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>原子炉建屋，タービン建屋，海水熱交換器区域，コントロール建屋，廃棄物処理建屋は，風圧力による荷重，気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重，各建屋に常時作用する荷重，運転時荷重に対して，構造骨組の構造健全性が維持されるとともに，屋根，壁，開口部（扉類）の破損により当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。また，設計飛来物の衝突時においても，貫通及び裏面剥離の発生により当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>外殻となる施設等による防護機能が期待できない設備に関する方針は(4)に示す。</p>	<p>原子炉建屋原子炉棟外壁（5階及び6階部分）の原子炉建屋外側ブローアウトパネルについては，設計竜巻による気圧低下による開放及び設計飛来物の貫通により，原子炉建屋原子炉棟の放射性物質の閉じ込め機能を損なう可能性があるが，防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより，設計飛来物の衝突及び気圧低下による開放後の開口部からの設計飛来物の侵入を防止する設計とするとともに，気圧低下による開放に対しては，設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから，安全上支障のない期間に補修が可能な設計とすることで，安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>また，原子炉建屋は外部事象防護対象施設を内包する建屋でもあるため，風圧力による荷重，気圧差による荷重，設計飛来物の衝撃荷重及び常時作用する荷重に対して，構造骨組の構造健全性が維持されるとともに，屋根，壁及び開口部（扉類）の破損により原子炉建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。また，設計飛来物の衝突時においても，貫通及び裏面剥離の発生により，原子炉建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><以下，外部事象防護対象施設を内包する区画></p> <p>k. タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋</p> <p>タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋は，風圧力による荷重，気圧差による荷重，設計飛来物等の衝撃荷重及び常時作用する荷重に対して，構造骨組の構造健全性が維持されるとともに，屋根，壁及び開口部（扉類）の破損に</p>	<p>原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルについては，設計竜巻による気圧低下による開放及び設計飛来物の貫通により，原子炉建物の放射性物質の閉じ込め機能を損なう可能性があるが，竜巻防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより，設計飛来物の衝突及び気圧低下による開放後の開口部からの設計飛来物の侵入を防止する設計とするとともに，気圧低下による開放に対しては，設計竜巻と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいことから，安全上支障のない期間に補修（再閉止措置）を行うことで，安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>原子炉建物，タービン建物，制御室建物，廃棄物処理建物，ディーゼル燃料貯蔵タンク室，ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽は，風圧力による荷重，気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対して，構造骨組の構造健全性が維持されるとともに，屋根，壁，開口部（扉類）の破損により当該建物等に設置される外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。また，設計飛来物の衝突時においても，貫通及び裏面剥離の発生により当該建物等に設置される外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設に関する方針は(4)に示す。</p> <p>⑦排気筒モニタ室</p> <p>排気筒モニタ室については，外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが，独立事象としての重畳の可能性を考慮し，安全上支障のない期間に補修を行うことで，排気筒モニタの安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>(1.2(1)と同じ)</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉はブローアウトパネルが開放した場合の対応を記載している</p> <p>・抽出対象の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>外部事象防護対象施設の抽出対象の相違</p> <p>(1.2(1)と同じ)</p> <p>(東海第二は「1.2.2(1)外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(3) 外気との接続がある設備 外気との接続がある設備は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて竜巻防護ネットの設置等の防護対策を講じる方針とする。</p> <p>①非常用ディーゼル発電機吸気系 非常用ディーゼル発電機吸気系は、原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重は作用しない。<u>非常用ディーゼル発電機吸気系の建屋開口部は鋼製材、角型鋼管(大)、砂利の影響高さ地上10mより高いこと、足場パイプ、鋼製足場板に対しては竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことを考慮すると、設計飛来物による衝撃荷重は作用しない。</u> 気圧差による荷重に対して、非常用ディーゼル発電機吸気系の構造健全性が維持され安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>②非常用換気空調系(非常用ディーゼル発電機電気区域換気空調系(非常用ディーゼル発電機非常用送風機含む)、中央制御室換気空調系、コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系、海水熱交換器区域換気空調系) 非常用換気空調系は、各建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重は作用しない。<u>非常用換気空調系の地上10m以下の建屋開口部には設計飛来物(極小飛来物で</u></p>	<p>より当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。また、設計飛来物等の衝突時においても、貫通及び裏面剥離の発生により、当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>1. 軽油貯蔵タンクタンク室 軽油貯蔵タンクタンク室は、地下埋設されていることを考慮し、設計飛来物による衝撃荷重に対して、構造健全性が維持され、軽油貯蔵タンクの安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(2) 屋内の施設で外気と繋がっている施設 設計荷重に対して安全機能が維持される設計とし、安全機能を損なう可能性がある場合には施設の補強、防護ネットの設置等の竜巻防護対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>a. 非常用換気空調設備 非常用換気空調設備は、壁面の補強等の竜巻防護対策を行う原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しない</p>	<p>(3) 屋内の施設で外気と繋がっている施設 屋内の施設で外気と繋がっている施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて竜巻防護ネットの設置等の防護対策を講じる方針とする。</p> <p>①換気空調設備(原子炉棟換気系、中央制御室換気系、非常用再循環処理装置、原子炉建物付属棟空調換気系) 換気空調設備は、各建物に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重は作用しない。換気空調設備の建物開口部は竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことを考慮</p>	<p>備考</p> <p>・設置状況及び設計飛来物の相違 【柏崎6/7】 外部事象防護対象施設の設置状況及び設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違(1.2(1)及び3.3.1(3)c.と同じ)</p> <p>・設計飛来物の相違 【柏崎6/7】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>ある砂利を除く。）の衝突に対する竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うこと、地上10mより高い建屋開口部には足場パイプ、鋼製足場板の衝突に対する竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことを考慮すると、砂利を除く設計飛来物による衝撃荷重は作用しない。なお、砂利による衝撃荷重に対して、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>(4) 外殻となる施設等による防護機能が期待できない設備 外殻となる施設等による防護機能が期待できない設備は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて施設の補強等の防護対策を講じる方針とする。</p> <p>①原子炉建屋 1階 非常用ディーゼル発電機室設置設備、原子炉建屋 4階設置設備（使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む）、燃料プール注入ライン逆止弁）、タービン建屋 海水熱交換器区域 1階 非常用電気品室（A）設置設備、タービン建屋 海水熱交換器区域 1階 階段室設置設備等</p>	<p><u>ことから、気圧差による荷重及び非常用換気空調設備に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>b. 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部） 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）は、壁面の補強等の竜巻防護対策を行う原子炉建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しないことから、気圧差による荷重及び原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト（原子炉建屋原子炉棟貫通部）に常時作用する荷重に対して、構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(3) 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設 設計荷重に対して安全機能が維持される設計とし、安全機能を損なう可能性がある場合には施設の補強、防護ネットの設置等の竜巻防護対策を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>a. 原子炉建屋付属棟 3階中央制御室換気空調設備</p>	<p><u>すると、設計飛来物（鋼製材）による衝撃は作用しない。</u> <u>気圧差による荷重に対して、換気空調設備の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</u> <u>なお、設計飛来物（砂利）による衝突に対して、建物開口部の状況や換気空調設備に対する影響を考慮し、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>②非常用ガス処理系配管 <u>非常用ガス処理系配管は、原子炉建物及びタービン建物に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重は作用しない。</u> <u>気圧差による荷重に対して、非常用ガス処理系配管の構造健全性が維持され安全機能を損なうことのない設計とする。</u></p> <p>(4) 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて施設の補強等の防護対策を講じる方針とする。</p> <p>① 原子炉建物1階 原子炉補機冷却水ポンプ・熱交換器・配管及び弁、原子炉建物2階 原子炉建物付属棟空調換気系、原子炉建物4階 原子炉建物天井クレーン、燃料取替機、燃料プール、燃料プール冷却系配管及び弁、使用済燃料貯蔵ラック、燃料集合体、廃棄物処理建物3階 中央制御室換気系等</p>	<p>設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違（3.3.1(3) c. と同じ）</p> <p>・抽出対象の相違 【柏崎6/7、東海第二】外部事象防護対象施設の抽出対象の相違（3.4.(2)④と同じ）</p> <p>・設置場所の相違 【柏崎6/7、東海第二】屋内の外部事象防護対象施設の設置場所の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>原子炉建屋 1 階 非常用ディーゼル発電機室設置設備、タービン建屋海水熱交換器区域 1 階 非常用電気品室 (A) 設置設備、タービン建屋海水熱交換器区域 1 階 階段室設置設備等は、設計飛来物の衝突により、開口部の開放又は開口部建具の貫通が発生することを考慮し、開口部建具の補強等の防護対策を行う。</u></p> <p><u>原子炉建屋 4 階設置設備 (使用済燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む)、燃料プール注入ライン逆止弁) の区画の建屋開口部は鋼製材、角型鋼管 (大)、砂利の影響高さ地上 10m より高いこと、足場パイプ、鋼製足場板に対しては竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことを考慮すると、設計飛来物による衝撃荷重は作用しない。</u></p>	<p><u>原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備は、設計飛来物の衝突により、建屋壁面及び開口部建具に貫通が発生することを考慮し、壁面の補強等の竜巻防護対策を行うことにより、原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備への設計飛来物の衝突を防止し、原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>b. 原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト (原子炉建屋原子炉棟貫通部)</u></p> <p><u>原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト (原子炉建屋原子炉棟貫通部) は、設計飛来物の衝突により建屋の壁面等に貫通が発生することを考慮し、壁面等の補強による竜巻防護対策を行うことにより、原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト (原子炉建屋原子炉棟貫通部) への設計飛来物の衝突を防止し、原子炉建屋換気系隔離弁及びダクト (原子炉建屋原子炉棟貫通部) の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>c. 非常用電源盤 (電気室)</u></p> <p><u>非常用電源盤 (電気室) は、設計飛来物の衝突により原子炉建屋付属棟 1 階電気室扉に貫通が発生することを考慮し、電気室扉の取替等の竜巻防護対策を行うことにより、非常用電源盤 (電気室) への設計飛来物の衝突を防止し、非常用電源盤 (電気室) の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>d. 原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備</u></p> <p><u>原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備は、設計竜巻による気圧低下により原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放さ</u></p>	<p><u>原子炉補機冷却水ポンプ・熱交換器・配管及び弁、原子炉建物付属棟空調換気系、原子炉建物天井クレーン、燃料取替機、燃料プール、燃料プール冷却系配管及び弁、使用済燃料貯蔵ラック、燃料集合体、中央制御室換気系等は、設計飛来物の衝突により、開口部の開放又は開口部建具の貫通が発生することを考慮し、竜巻防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、原子炉補機冷却水ポンプ・熱交換器・配管及び弁、原子炉建物付属棟空調換気系、原子炉建物天井クレーン、燃料取替機、燃料プール、燃料プール冷却系配管及び弁、使用済燃料貯蔵ラック、燃料集合体、中央制御室換気系等への設計飛来物の衝突を防止し、原子炉補機冷却水ポンプ・熱交換器・配管及び弁、原子炉建物付属棟空調換気系、原子炉建物天井クレーン、燃料取替機、燃料プール、燃料プール冷却系配管及び弁、使用済燃料貯蔵ラック、燃料集合体、中央制御室換気系等の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p>	<p>・竜巻防護対策の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は、竜巻防護対策として壁面の補強をする箇所はない</p> <p>・設計飛来物の相違 【柏崎 6/7】 設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違 (3.3.1(3)c. と同じ)</p> <p>・設置場所の相違 【東海第二】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (1.2 (1) と同じ)</p> <p>・設置場所の相違 【東海第二】 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (1.2 (1) と同じ)</p> <p>・設置場所の相違 【東海第二】 外部事象防護対象施設</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>れることを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、当該設備への設計飛来物の衝突を防止する。</u></p> <p><u>さらに、原子炉建屋原子炉棟6階設置設備は構造的に風圧力による影響を受けないことから、当該設備の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>e. 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン</u></p> <p><u>燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンは、設計竜巻による気圧低下により設備が配置される区画の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放されることを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物の衝突を防止するとともに、竜巻の襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し、使用済燃料プール及び燃料プール冷却浄化系真空破壊弁に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により、原子炉建屋外側ブローアウトパネル開放状態においても、燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンの安全機能を損なうことなく、また、転落によって近傍の外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p><u>f. 非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備</u></p> <p><u>原子炉建屋内の非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備は、設計竜巻による気圧低下により設備が配置される区画の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが開放されることを考慮し、原子炉建屋外側ブローアウトパネルの撤去及び開口部の閉止による竜巻防護対策を行うことにより、非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備の安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>g. 使用済燃料乾式貯蔵容器</u></p> <p><u>使用済燃料乾式貯蔵容器は、使用済燃料乾式貯蔵建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び気圧差荷重は作用しない。</u></p> <p><u>さらに、使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物等の衝突により貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物等の衝突を防止し、使用済燃料乾式貯蔵容器の構造健全性が維持され、安全機能を損なわない設計と</u></p>		<p>設の設置場所の相違 (1.2 (1) と同じ)</p> <p>・設置場所の相違 【東海第二】 屋内の外部事象防護対象施設の設置場所の相違</p> <p>・設置場所の相違 【東海第二】 屋内の外部事象防護対象施設の設置場所の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(5) 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設 設計荷重に対する当該施設の健全性評価を行い、必要に応じて施設の補強等の防護対策を講じる方針とする。</p> <p>①主排気筒, 5号炉主排気筒 主排気筒は、設置高さが地上10mより高いことを考慮すると、鋼製材、角型鋼管(大)、砂利による衝撃荷重は作用しない。また、足場パイプ、鋼製足場板による衝撃荷重及び風圧力による荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。 5号炉主排気筒は、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>②5号炉タービン建屋, サービス建屋 5号炉タービン建屋及びサービス建屋は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない</p>	<p>する。</p> <p>h. 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、使用済燃料乾式貯蔵建屋に内包されていることを考慮すると、風圧力による荷重及び気圧差荷重は作用しない。 さらに、使用済燃料乾式貯蔵建屋上部の開口部に対し、設計飛来物等の衝突により、貫通が発生することを考慮し、防護ネットの設置等による竜巻防護対策を行うことにより、設計飛来物等の衝突を防止するとともに、竜巻の襲来が予想される場合には、燃料取扱作業を中止し、使用済燃料乾式貯蔵容器に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う運用により、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの安全機能を損なうことなく、また、転落によって近傍の外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>(4) 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設設計荷重に対して、当該施設の構造健全性を確保すること、設計上の要求を維持すること又は安全上支障のない期間での取替え、補修が可能なることにより、外部事象防護対象施設等の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>a. サービス建屋 サービス建屋は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設等へ波及的影</p>	<p>(5) 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設 設計荷重に対する当該施設の健全性評価を行い、必要に応じて施設の補強等の防護対策を講じる方針とする。</p> <p>①1号炉排気筒 1号炉排気筒は、風圧力による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>②1号炉原子炉建物, 1号炉タービン建物, 1号炉廃棄物処理建物, 排気筒モニタ室 1号炉原子炉建物, 1号炉タービン建物, 1号炉廃棄物処理建物及び排気筒モニタ室は、風圧力による荷重、気圧差による</p>	<p>・抽出対象及び設計飛来物の相違 【柏崎6/7】 外部事象防護対象施設の抽出対象の相違(3.4.(2)④と同じ) 設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違(3.3.1(3)c.と同じ)</p> <p>・設置場所及び抽出対象の相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>設計とする。</u></p> <p>③原子炉建屋天井クレーン、燃料交換機 <u>原子炉建屋天井クレーン、燃料交換機を内包する原子炉建屋の開口部は、鋼製材、角型鋼管（大）、砂利の影響高さ地上10mより高いこと、足場パイプ、鋼製足場板に対しては竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことにより、倒壊により外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p>④非常用ディーゼル発電機排気管、非常用ディーゼル発電機排気消音器、ミスト管 <u>非常用ディーゼル発電機排気管、非常用ディーゼル発電機排気消音器、ミスト管は、設置高さが地上10mより高いこと</u></p>	<p><u>響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p>b. <u>海水ポンプエリア防護壁</u> <u>海水ポンプエリア防護壁は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して補強等を行うことで、倒壊により外部事象防護対象施設等へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p>c. <u>鋼製防護壁</u> <u>鋼製防護壁は、風圧力による荷重、気圧差による荷重、設計飛来物による衝撃荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設等へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p>d. <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器</u> <u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）排気消音器は、設計飛来物の衝突によ</u></p>	<p><u>荷重、設計飛来物による衝撃荷重に対して、倒壊により外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p>③排気管（非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の付属施設）、排気消音器（非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の付属施設）、ベント管（ディーゼル燃料貯蔵タンク、ディーゼル燃料デイトンク及び潤滑油サンプタンクの付属施設） <u>排気管、排気消音器、ベント管は、設計飛来物である鋼製</u></p>	<p>外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設置場所及び外部事象防護対象施設の抽出対象の相違（3.4.(2)④と同じ）</p> <p>・抽出対象及び設計飛来物の相違</p> <p>【柏崎6/7】 外部事象防護対象施設の抽出対象の相違（1.2(1)と同じ） 設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違（3.3.1(3)c.と同じ）</p> <p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は竜巻防護対策設備と兼用となっているため対象施設としていない</p> <p>・設備の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉に鋼製防護壁は無い</p> <p>・設計飛来物の相違</p>

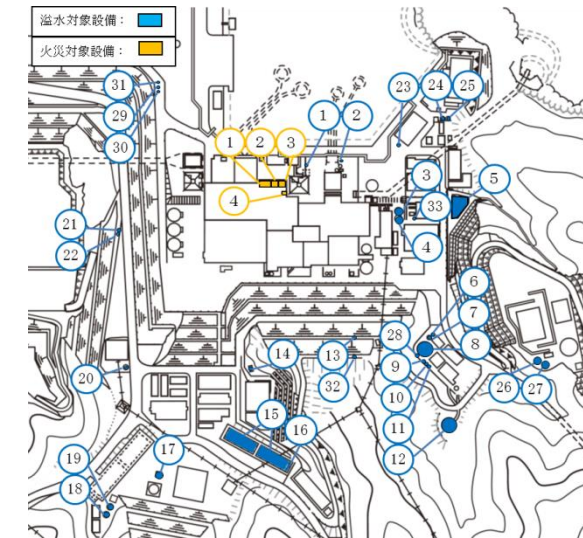
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>を考慮すると、鋼製材、角型鋼管(大)、砂利による衝撃荷重は作用しない。足場パイプ、鋼製足場板の衝突による損傷を考慮して、安全上支障のない期間での補修が可能な設計とすることにより、非常用ディーゼル発電機に波及的影響を及ぼさない設計とする。また、風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性が維持され安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>り貫通することを考慮しても、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)排気消音器が閉塞することがなく、ディーゼル発電機の機能が維持される設計とする。さらに、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)排気消音器が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び自重等の常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とし、外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)に機能的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>e. <u>非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)付属排気配管及びベント配管</u> 非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)付属排気配管及びベント配管は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)付属排気配管及びベント配管が閉塞することがなく、ディーゼル発電機の機能が維持される設計とする。さらに、非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)付属排気配管及びベント配管が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)付属排気配管及びベント配管に常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能を損なわない設計とし、外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)に機能的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>f. <u>残留熱除去系海水系配管(放出側)</u> 残留熱除去系海水系配管(放出側)は、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、残留熱除去系海水系配管(放出側)が閉塞することがなく、残留熱除去系海水系ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに、残留熱除去系海水系配管(放出側)が風圧力による荷重、気圧差による荷重及び残留熱除去系海水系配管(放出側)に常</p>	<p>材の衝突を考慮して、安全上支障のない期間での補修が可能な設計とすることにより、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機に波及的影響を及ぼさない設計とする。また、風圧力による荷重及び気圧差による荷重に対して、構造健全性を維持し安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>【柏崎6/7】 設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違(3.3.1(3)c.と同じ)</p> <p>・設置状況の相違 【東海第二】 島根2号炉は海水系配管(放出側)は地上部はない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>⑤竜巻随件事象の影響により外部事象防護対象施設の機能喪失させる可能性がある施設（溢水により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性のある設備，火災発生により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性のある設備，外部電源）</u></p> <p><u>竜巻随件事象の影響により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性がある施設の設計方針は，3.5 に記載する。</u></p> <p>3.5. 竜巻随件事象に対する評価</p> <p>竜巻随件事象は，過去の竜巻被害状況及び柏崎刈羽原子力発電所のプラント配置から，想定される事象として，火災，溢水及び外部電源喪失を抽出し，事象が発生した場合の影響評価を行い外部事象防護対象施設が安全機能を損なわれないことを確</p>	<p><u>時作用する荷重に対して，構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とし，外部事象防護対象施設である残留熱除去系海水系ポンプ等に機能的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p><u>g. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）</u></p> <p><u>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）は，設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が閉塞することがなく，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの機能等が維持される設計とする。さらに，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）が風圧力による荷重，気圧差による荷重及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水配管（放出側）に常時作用する荷重に対して，構造健全性を維持し，安全機能を損なわない設計とし，外部事象防護対象施設である非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ等に機能的影響を及ぼさない設計とする。</u></p> <p>3.5 竜巻随件事象に対する評価</p> <p>竜巻随件事象として，過去の竜巻被害事例及び発電所の施設の配置から想定される以下の事象を抽出し，外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認した。【添付資料 11】</p>	<p>3.5 竜巻随件事象に対する評価</p> <p>竜巻随件事象は，過去の竜巻被害の状況及び島根原子力発電所のプラント配置から想定される事象として，火災，溢水及び外部電源喪失を抽出し，事象が発生した場合の影響評価を行い外部事象防護対象施設が安全機能を損なわれないことを確認し</p>	<p>・設置状況の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根 2 号炉は海水系配管（放出側）は地上部はない</p> <p>・抽出観点の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設の抽出観点の相違（1.2(2)と同じ）</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>認した。<u>【添付資料3.4】</u></p> <p>(1) 火災 竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の発火性又は引火性物質を内包する機器、屋外の危険物タンク等に飛来物が衝突する場合の火災が想定される。</p> <p><u>建屋内については、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部が、地上高10mより高い場合には、設計飛来物のうち足場パイプ、鋼製足場板の衝突に対する竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うこと、地上10m以下の場合には設計飛来物の衝突に対する竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことから、飛来物が侵入することはない。</u></p> <p>建屋外については、屋外にある危険物タンク等からの火災がある。火災源と外部事象防護対象施設の位置関係を踏まえて外部火災影響評価において、航空機墜落や敷地内の危険物タンク火災が発生した場合においても、安全上重要な設備が収納されている原子炉建屋、コントロール建屋や屋外安全系機器に影響を及ぼさないことを確認している。</p> <p>以上より、竜巻による火災により外部事象防護対象施設の安全機能に影響を与えることはない。</p> <p>(2) 溢水 竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の溢水源に衝突する場合、屋外タンクに飛来物が衝突する場合の溢水が想定される。</p> <p><u>建屋内については、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部が、地上高10mより高い場合には、設計飛来物のうち足場パイプ、鋼製足場板の衝突に対する竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うこと、地上10m以下の場合には設計飛来</u></p>	<p>(1) 火災 竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の発火性又は引火性物質を内包する機器、屋外の危険物貯蔵施設及び変圧器に飛来物が衝突する場合の火災が想定される。</p> <p>建屋内については、飛来物が侵入する場合でも、飛来物衝突位置となる開口部付近に、発電用原子炉施設の安全機能を損なう可能性を有する発火性又は引火性物質を内包する機器が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部には防護ネット設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると設計飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建屋内に火災が発生することはないこと、建屋内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。</p> <p><u>建屋外については、設計竜巻による発電所敷地内の屋外にある危険物貯蔵施設等の火災があるが、外部事象防護対象施設は外部火災評価における発電所敷地内の危険物貯蔵施設及び変圧器の火災影響評価に包含されることから、外部火災評価と同様であり、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうことのないことを確認している。なお、建屋外の火災については、竜巻通過後、速やかに消火活動を行う運用により対応する。</u></p> <p>以上により、竜巻による火災により外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(2) 溢水 竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建屋開口部付近の溢水源に衝突する場合、液体を貯蔵する屋外タンク及び貯槽類に飛来物が衝突する場合の溢水が想定される。</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建屋内については、飛来物が侵入する場合でも、飛来物衝突位置となる開口部付近に、外部事象防護対象施設の安全機能を損なう可能性を有する溢水源が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設</p>	<p><u>た。なお、抽出した事象のうち、島根原子力発電所における溢水評価・火災評価で抽出した主な評価対象施設の配置を図3.5.1示す。</u></p> <p>(1) 火災 竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建物開口部付近の発火性又は引火性物質を内包する機器、屋外の危険物タンク等に飛来物が衝突する場合の火災が想定される。</p> <p>建物内については、<u>飛来物が侵入する場合でも、飛来物衝突位置となる開口部付近に、発電用原子炉施設の安全機能を損なう可能性を有する発火性又は引火性物質を内包する機器が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している区画の開口部には竜巻防護ネット設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると設計飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建物内に火災が発生することはないこと、建物内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。</u></p> <p><u>建物外については、屋外にある危険物タンク等からの火災がある。火災源と外部事象防護対象施設の位置関係を踏まえた外部火災影響評価において、航空機墜落や敷地内の危険物タンク火災が発生した場合においても、安全上重要な設備が収納されている原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物や屋外安全系機器に影響を及ぼさないことを確認している。</u></p> <p>以上より、竜巻による火災により外部事象防護対象施設の安全機能に影響を与えることはない。</p> <p>(2) 溢水 竜巻随伴事象として、竜巻による飛来物が建物開口部付近の溢水源に衝突する場合、屋外タンク等に飛来物が衝突する場合の溢水が想定される。</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する建物内については、<u>飛来物が侵入する場合でも、飛来物衝突位置となる開口部付近に、発電用原子炉施設の安全機能を損なう可能性を有する溢水源が配置されておらず、また、外部事象防護対象施設を設置している</u></p>	<p>・記載場所の相違 【柏崎6/7，東海第二】 島根2号炉は火災事象及び溢水事象が発生する可能性がある施設の抽出結果を3.5に示している</p> <p>・設計飛来物の相違 【柏崎6/7】 設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違(3.3.1(3)c.と同じ)</p> <p>・設計飛来物の相違 【柏崎6/7】 設計飛来物の飛散高さの設定方法の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>物の衝突に対する竜巻防護ネットの設置等の防護対策を行うことから、飛来物が侵入することはない。</u></p> <p>内部溢水影響評価において、地震時の屋外タンクの破損を想定し、<u>原子炉建屋やコントロール建屋の水密扉や建屋隙間部の止水措置等により、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさないことを確認している。</u></p> <p>竜巻による飛来物で屋外タンク等が損傷して発生する溢水に対しては、上記に包絡されることから、外部事象防護対象施設の安全機能維持に影響を与えることはない。</p> <p>以上より、竜巻による溢水により外部事象防護対象施設の安全機能に影響を与えることはない。</p> <p>(3) 外部電源喪失</p> <p>設計竜巻、設計竜巻と同時に発生する雷又はダウンバースト等の影響により外部電源喪失が発生する場合については、設計竜巻に対して非常用ディーゼル発電機の構造健全性を維持することにより、外部電源喪失の影響がなく外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>置している区画の開口部には防護ネット設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると、設計飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建屋内に溢水が発生することはないと、建屋内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認している。</p> <p><u>建屋外については、設計竜巻による飛来物の衝突による屋外タンク等の破損に伴う溢水があるが、溢水評価における屋外タンク等の評価に包絡されるため、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認している。</u></p> <p><u>以上により、竜巻による溢水により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>(3) 外部電源喪失</p> <p><u>設計竜巻と同時に発生する雷等により外部電源が喪失した場合でも、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）は原子炉建屋内に収納しており、外殻機能が期待できることから、設計竜巻による風圧力による荷重、気圧差による荷重及び設計飛来物による衝撃荷重による影響はないため、竜巻による外部電源喪失により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない。</u></p> <p><u>なお、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の付属設備について、安全機能を損なわないことを以下のとおり確認している。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>吸排気については外気と繋がっているが、竜巻襲来時の短時間での圧力差による影響はない。</u> ・<u>排気消音器出口に風圧力による荷重が作用して消音器内に大気が逆流した場合において、排気が阻害され系統内が閉塞気味になり、排気ガス温度が徐々に上昇し、許容限界温度（通常運転時の約420℃を大幅に超える温度）となり出力制限となることが予想されるが、竜巻は長期間停滞することなく数秒～10数秒のオーダーで通過するため、この程度であれば排気ガス温度の急激な上昇はなく、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼ</u> 	<p><u>区画の開口部には竜巻防護ネット設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると、設計飛来物が到達することはないことから、設計竜巻により建物内に溢水が発生することはないと、建物内の外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認している。</u></p> <p>内部溢水影響評価において、地震時の屋外タンク等の破損を想定し、<u>原子炉建物や廃棄物処理建物等の開口部の下端高さは、最大溢水水位より高い位置にあることにより、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさないことを確認している。</u></p> <p><u>竜巻による飛来物で屋外タンク等が損傷して発生する溢水に対しては、上記に包絡されることから、外部事象防護対象施設の安全機能維持に影響を与えることはない。</u></p> <p><u>以上より、竜巻による溢水により外部事象防護対象施設の安全機能に影響を与えることはない。</u></p> <p>(3) 外部電源喪失</p> <p><u>設計竜巻、設計竜巻と同時に発生する雷又はダウンバースト等の影響により外部電源喪失が発生する場合については、設計竜巻に対して非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の構造健全性を維持することにより、外部電源喪失の影響がなく外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。</u></p>	<p>(3.3.1(3)c.と同じ)</p> <p>・溢水影響評価内容の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>新たな基準地震動 Ss で輪谷貯水槽（東側）のスロッシング溢水量を評価</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p data-bbox="1050 254 1650 285"><u>ル発電機を含む。) 運転に支障を来すことはない。</u></p> <p data-bbox="946 344 1101 375"><参考文献></p> <p data-bbox="961 390 1709 512">(1) <u>東京工芸大学 (2011) : 平成 21~22 年度原子力安全基盤調査研究 (平成 22 年度) 竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究, 独立行政法人原子力安全基盤機構</u></p> <p data-bbox="961 527 1635 600">(2) <u>E. Simiu and M. Cordes, NBSIR76-1050. Tornado-Bome Missile Speeds, 1976</u></p> <p data-bbox="961 615 1709 737">(3) <u>J. D. Riera, "A Critical Reappraisal of Nuclear Power Plant safety against Accidental Aircraft Impact", Nuclear Engineering and Design 57, (1980)</u></p> <p data-bbox="961 751 1486 783">(4) <u>雷雨とメソ気象 大野久雄, 東京堂出版</u></p> <p data-bbox="961 798 1709 919">(5) <u>気象庁ホームページ</u> (http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html)</p> <p data-bbox="961 934 1486 966">(6) <u>一般気象学 小倉義光, 東京大学出版会</u></p>		



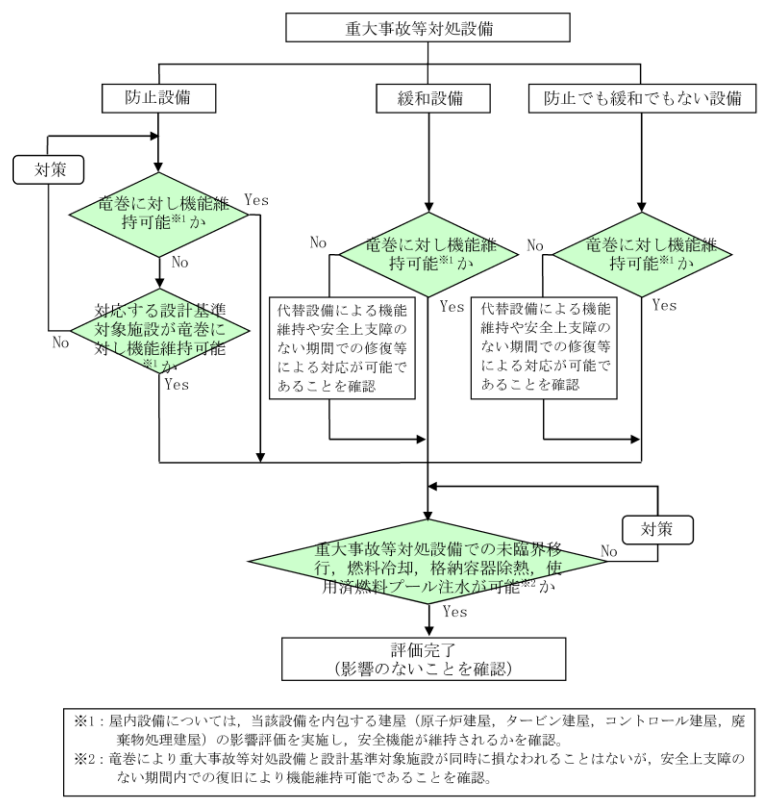
対象事象	No	設備名	対象事象	No	設備名	
溢水	1	変圧器消火水槽	溢水	20	礫水洗タンク	
	2	電解液受槽(1号)		21	雑用水タンク	
	3	純水タンク(A)		22	宇中系統中継水槽(西山水槽)	
	4	純水タンク(B)		23	管理事務所4号館用消火タンク	
	5	管理事務所1号館東側調整池		24	B-サイトバンカ建物消火タンク	
	6	1号ろ過器		25	A-サイトバンカ建物消火タンク	
	7	1号除だく槽		26	A-50m 盤消火タンク	
	8	1号ろ過水タンク		27	B-50m 盤消火タンク	
	9	2号除だく槽		28	22m 盤受水槽	
	10	2号ろ過器		29	仮設水槽-1(2号西側法面付近)	
	11	2号濃縮槽		30	仮設水槽-2(2号西側法面付近)	
	12	2号ろ過水タンク		31	仮設水槽-3(2号西側法面付近)	
	13	59m 盤トイレ用水貯槽		32	74m 盤受水槽(2槽)	
	14	原水 80 t 水槽		33	純水装置廃液処理設備	
	15	輪谷貯水槽(東側)		火災	1	2号炉主変圧器
	16	輪谷貯水槽(東側)沈砂池			2	2号炉所内変圧器
	17	ガスタービン発電機用軽油タンク用消火タンク			3	2号炉起動変圧器
	18	A-44m 盤消火タンク			4	水素ガスボンベ庫
	19	B-44m 盤消火タンク				

図 3.5.1 火災事象及び溢水事象が発生する可能性がある
施設の配置図

・記載場所及び設備の配置状況の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】

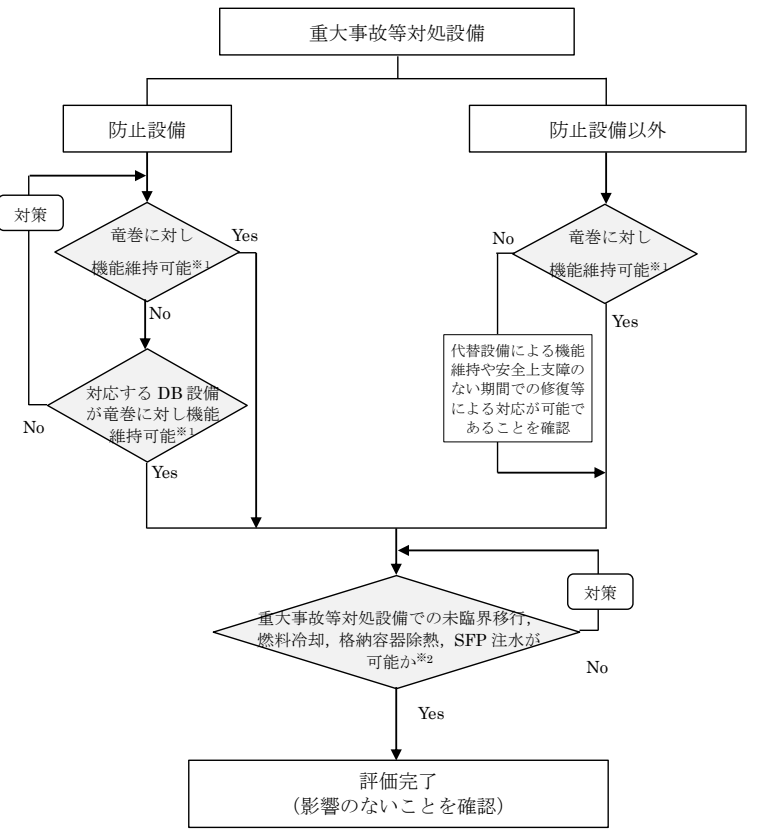
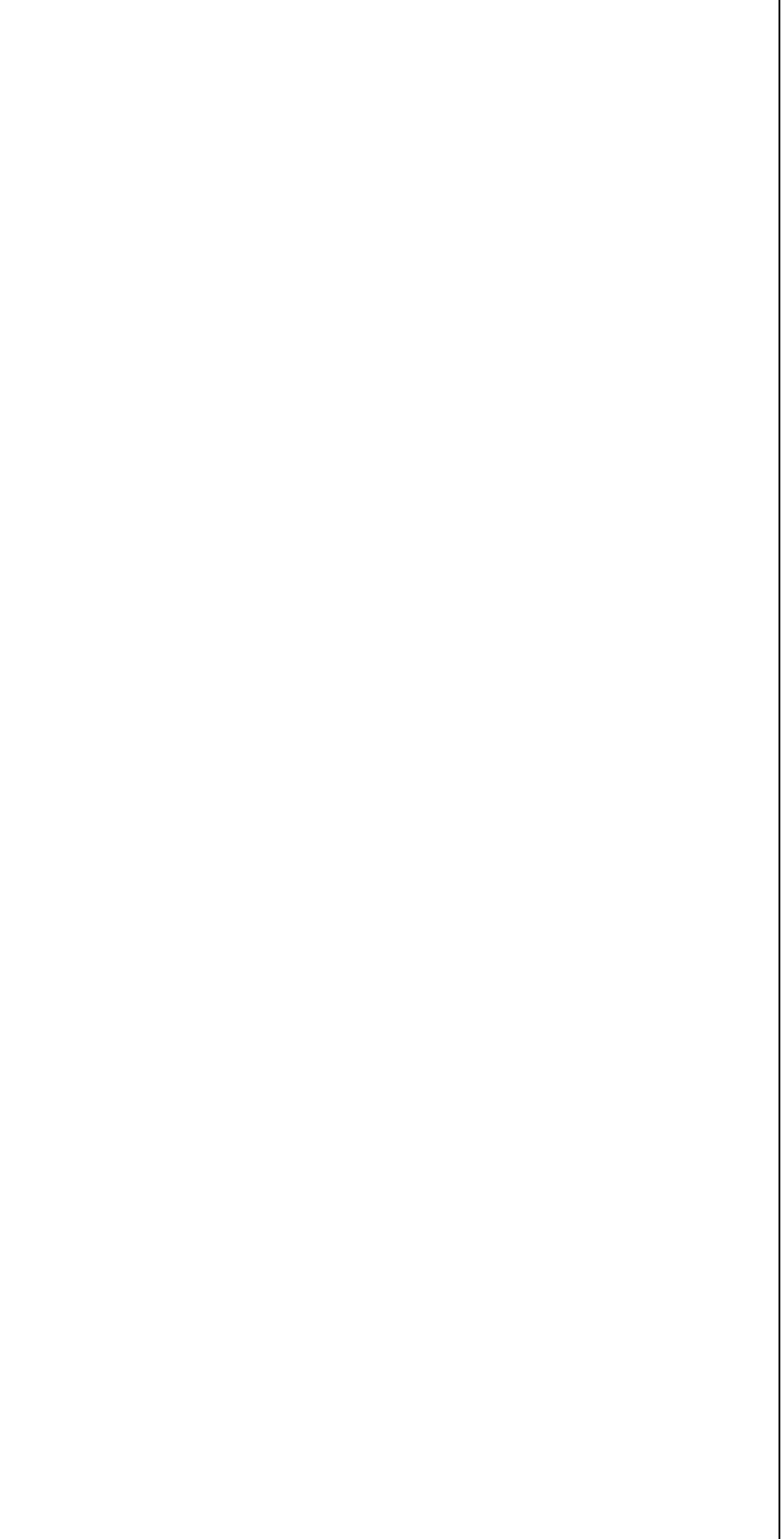
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料1.1</p> <p>1.1 重大事故等対処施設に対する考慮について</p> <p>第43条の要求を踏まえ、設計竜巻によって、設計基準対象施設の安全機能と重大事故等対処設備の機能が同時に損なわれることがないことを確認するとともに、重大事故等対処設備の安全機能が喪失した場合においても、位置的分散又は頑健性のある外殻となる建屋による防護に期待できる代替手段等により必要な安全機能を維持できることを確認する。</p> <p>重大事故等対処設備の機能維持は、以下の方針に従い評価を実施する。</p> <p>(1) 重大事故防止設備は、竜巻によって、対応する設計基準対象施設の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれのないこと</p> <p>(2) 重大事故等対処設備であって、重大事故防止設備でない設備は、代替設備若しくは安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であること</p> <p>(3) 竜巻が発生した場合においても、重大事故等対処設備によりプラント安全性に関する主要な機能（未臨界移行機能、燃料冷却機能、格納容器除熱機能、使用済燃料プール注水機能）が維持できること（竜巻により重大事故等対処設備と設計基準対象施設の機能が同時に損なわれることはないが、安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認する）</p> <p>評価フローを図1.1.1、評価結果を表1.1.1に示す。また、図1.1.2に竜巻襲来時における重大事故等対処設備と代替手段の3点での位置的分散による安全機能維持の例（低圧代替注水系の場合）を示す。</p> <p>表1.1.1より、設計竜巻によって、重大事故等対処施設の安全機能が喪失した場合においても、位置的分散又は頑健性のある外殻となる建屋による防護に期待できる代替手段等により必要な安全機能を維持できることを確認した。</p>		<p style="text-align: right;">添付資料 1.1</p> <p>1.1 重大事故等対処設備に対する考慮について</p> <p>「<u>「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」及びその解釈において、自然現象が発生した場合における「外部からの衝撃による損傷の防止」(第6条)及び「重大事故等対処設備」(第43条)として次頁の表1.1.1のような記載があり、竜巻発生時の考慮について整理した。</u></p> <p>安全重要度クラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する施設を外部事象防護対象施設として選定し、竜巻が発生した場合でも外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。</p> <p>配置についても、常設重大事故等対処設備と可搬型重大事故等対処設備は100m以上の離隔距離をとって、離れた2ヶ所に分散配置しているため、仮に竜巻の影響を受けたとしても同時に被害を受ける可能性は小さい。</p> <p>また、設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい (1.56×10^{-7}/年程度) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。</p> <p>これらを踏まえ、図1.1.1のフローに従い、重大事故等対処設備については、竜巻により重大事故等対処設備が、対応する設計基準事故対処設備と同時に機能を損なわないこと、または、竜巻により重大事故等対処設備が損傷した場合においても代替設備や補修等により安全機能を維持できることを確認した。確認結果を表1.1.2に示す。また、図1.1.2に竜巻襲来時における重大事故等対処設備と代替手段の3点での位置的分散による安全機能維持の例(低圧原子炉代替注水系の場合)を示す。</p>	<p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は重大事故等対処設備に対する考慮について記載</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考									
		<p>表 1.1.1 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則及びその解釈に対する竜巻の考慮について</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1792 1188 2264 1759">新規制基準の項目</th> <th data-bbox="1792 810 2264 1188">解釈</th> <th data-bbox="1792 359 2264 810">竜巻に対する考慮</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1822 1188 2264 1759"> (外部からの衝撃による損傷の防止) 第六条 安全施設 (兼用キャスクを除く。) は、想定される自然現象 (地震及び津波を除く。次項において同じ。) が発生した場合においても安全機能を損なわれないものではない。 (重大事故等対処設備) 第四十三条 3 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならぬ。 五 地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。 七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故等対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。 </td> <td data-bbox="1822 810 2264 1188"> 1 第一項は、設計基準において想定される自然現象 (地震及び津波を除く。) に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等 (重大事故等対処設備を含む。) への措置を含む。 7 第三項第五号について、可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉建屋から100m以上離隔をとり、原子炉建屋と同時に影響を受けにくいこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。 </td> <td data-bbox="1822 359 2264 810"> • 竜巻発生時においても外部事象防護対象施設の安全機能を維持できていることを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。 • 設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい ($1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}$) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。 • 常設重大事故等対処設備と可搬型重大事故等対処設備は100m以上の離隔距離をとって、仮に離れた2ヶ所に分散配置しているため、仮に竜巻の影響を受けたとしても同時に被害を受ける可能性は小さい。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="2264 1188 2466 1759"></td> <td data-bbox="2264 810 2466 1188"></td> <td data-bbox="2264 359 2466 810"> • 竜巻発生時においても外部事象防護対象施設の安全機能を維持できていることを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。 • 設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい ($1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}$) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。 </td> </tr> </tbody> </table>	新規制基準の項目	解釈	竜巻に対する考慮	(外部からの衝撃による損傷の防止) 第六条 安全施設 (兼用キャスクを除く。) は、想定される自然現象 (地震及び津波を除く。次項において同じ。) が発生した場合においても安全機能を損なわれないものではない。 (重大事故等対処設備) 第四十三条 3 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならぬ。 五 地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。 七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故等対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。	1 第一項は、設計基準において想定される自然現象 (地震及び津波を除く。) に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等 (重大事故等対処設備を含む。) への措置を含む。 7 第三項第五号について、可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉建屋から100m以上離隔をとり、原子炉建屋と同時に影響を受けにくいこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。	• 竜巻発生時においても外部事象防護対象施設の安全機能を維持できていることを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。 • 設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい ($1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}$) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。 • 常設重大事故等対処設備と可搬型重大事故等対処設備は100m以上の離隔距離をとって、仮に離れた2ヶ所に分散配置しているため、仮に竜巻の影響を受けたとしても同時に被害を受ける可能性は小さい。			• 竜巻発生時においても外部事象防護対象施設の安全機能を維持できていることを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。 • 設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい ($1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}$) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。	<p>• 記載の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は 6条と 43条に対して竜巻に対する考慮を記載</p>
新規制基準の項目	解釈	竜巻に対する考慮										
(外部からの衝撃による損傷の防止) 第六条 安全施設 (兼用キャスクを除く。) は、想定される自然現象 (地震及び津波を除く。次項において同じ。) が発生した場合においても安全機能を損なわれないものではない。 (重大事故等対処設備) 第四十三条 3 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならぬ。 五 地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。 七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故等対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。	1 第一項は、設計基準において想定される自然現象 (地震及び津波を除く。) に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等 (重大事故等対処設備を含む。) への措置を含む。 7 第三項第五号について、可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉建屋から100m以上離隔をとり、原子炉建屋と同時に影響を受けにくいこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。	• 竜巻発生時においても外部事象防護対象施設の安全機能を維持できていることを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。 • 設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい ($1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}$) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。 • 常設重大事故等対処設備と可搬型重大事故等対処設備は100m以上の離隔距離をとって、仮に離れた2ヶ所に分散配置しているため、仮に竜巻の影響を受けたとしても同時に被害を受ける可能性は小さい。										
		• 竜巻発生時においても外部事象防護対象施設の安全機能を維持できていることを確認しているため、竜巻を起因として重大事故等が発生する可能性は小さい。 • 設計竜巻 ($V_D=92\text{m/s}$) の発生頻度が小さい ($1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}$) ため、竜巻と重大事故等が同時に発生する可能性は小さい。										



※1：屋内設備については、当該設備を内包する建屋（原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋）の影響評価を実施し、安全機能が維持されるかを確認。
 ※2：竜巻により重大事故等対処設備と設計基準対象施設が同時に損なわれることはないが、安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認。

図 1.1.1 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価フロー



※1：屋内設備については、当該設備を内包する建屋（原子炉建屋、タービン建屋、制御室建屋、廃棄物処理建屋等）の影響評価を実施し、安全機能が維持されるかを確認。
 ※2：竜巻により重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備が同時に損なわれることはないが、安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認。

図 1.1.1 竜巻による影響を考慮するSA設備評価フロー

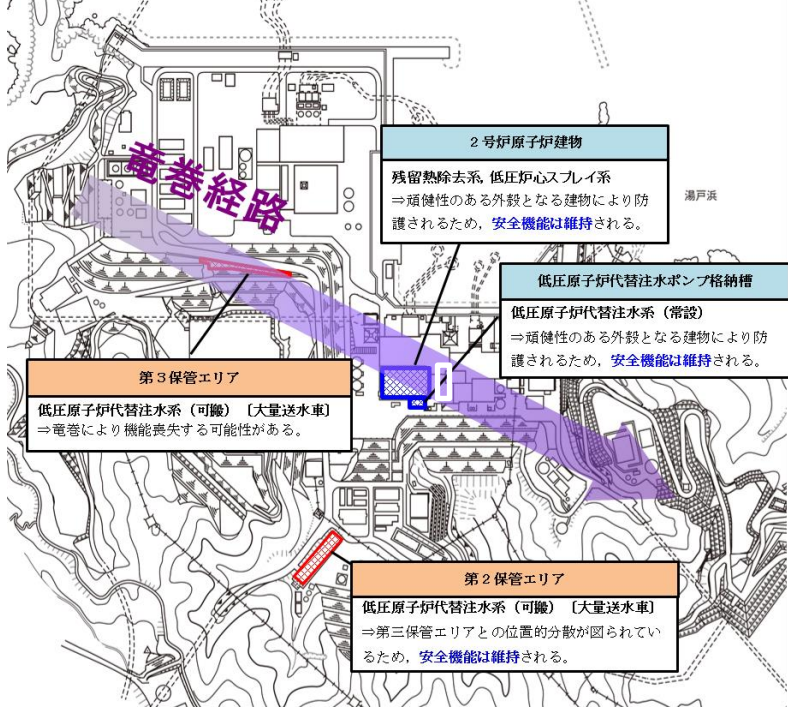
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="172 268 872 716" style="border: 1px solid black; height: 213px; width: 236px; margin-bottom: 10px;"></div> <p data-bbox="172 793 902 867">図1.1.2 竜巻襲来時における代替手段による安全機能維持の例 (低圧代替注水系の場合)</p>		 <p data-bbox="1754 926 2510 999">図 1.1.2 竜巻襲来時における代替手段による安全機能維持の例 (低圧原子炉代替注水系の場合)</p>	

表 1.1.1 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(1/5)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	保安・設置場所*	竜巻	
				評価	防護方法
第17条(重大事故等の拡大防止等)	—	—	—	—	—
第18条(重大事故等対処設備の取替)	—	—	—	—	—
第19条(構造による崩壊の防止)	—	—	—	—	—
第20条(許容による崩壊の防止)	—	—	—	—	—
第21条(火災による崩壊の防止)	—	—	—	—	—
第22条(特定重大事故等対処設備)	特定重大事故等対処設備	—	→申請対象外	—	—
第23条(重大事故等対処設備)	ホイールローダ	防止でも緩和できない設備	可搬型SA設備保管場所	○	分散配置
第24条(緊急停止系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	ATWS緩和設備(代替制御棒挿入機能)	防止設備	R/B	○	建物内
	制御棒、制御棒駆動機構(制御棒駆動機、制御棒駆動系制御ユニット)	防止設備	R/B	○	建物内
	ATWS緩和設備(代替制御棒挿入機構)	防止設備	R/B	○	建物内
	注ぎ制御システム	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
第25条(停止制御系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	自動減圧系の起動阻止スイッチ	→46条に記載	—	—	—
	高圧代替圧力系	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
第26条(停止制御系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
第27条(停止制御系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
第28条(停止制御系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
第29条(停止制御系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
第30条(停止制御系統等に非常用原子炉を起動させるための設備)	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内
	高圧代替圧力系	防止設備	R/B	○	建物内
	原子炉制御棒挿入機構	防止設備	R/B	○	建物内

○ 各外部事象に対し安全機能を維持できる
 △ 各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)
 × 各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和できない設備)
 — 他の項目にて整理

* 重大事故等対処設備(SA設備)、原子炉建屋(RB)、コントロール建屋(CB)、廃棄物処理建屋(RW)

東海第二発電所 (2018.9.18版)

島根原子力発電所 2号炉

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(1/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻	
				評価	防護方法
第37条(重大事故等の拡大防止等)	—	—	—	—	—
第38条(重大事故等対処設備の地盤)	—	—	—	—	—
第39条(地震による損傷の防止)	—	—	—	—	—
第40条(津波による損傷の防止)	—	—	—	—	—
第41条(火災による損傷の防止)	—	—	—	—	—
第42条(特定重大事故等対処設備)	特定重大事故等対処設備	—	—	—	—
第43条(重大事故等対処設備)	アクセスルート確保	防止設備	可搬型設備(保管場所(屋外))	○	分散配置
第44条(緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備)	代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入	防止設備	ATWS緩和設備(代替制御棒挿入機能)	C/B R/B	○ 建物内
	前制御棒駆動機構	防止設備	前制御棒駆動機構 前制御棒駆動水圧系 水圧制御ユニット 前制御棒駆動水圧系配管・弁[流路]	R/B	○ 建物内
ほう酸水注入	原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	防止設備	ATWS緩和設備(代替原子炉再循環ポンプトリップ機能)	C/B R/B	○ 建物内
	ほう酸水注入	防止設備・緩和設備	ほう酸水注入ポンプ ほう酸水貯蔵タンク ほう酸水注入系配管・弁[流路] 溢圧検出・ほう酸水注入系配管(原子炉圧力容器内部)[流路]	R/B	○ 建物内
出力急上昇の防止	原子炉圧力容器[注入先]	→その他の設備に記載	—	—	—
	自動減圧起動阻止スイッチ	→46条に記載	—	—	—

○ 各外部事象に対し安全機能を維持できる
 △ 各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)
 × 各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和できない設備)
 — 他の項目にて整理

・防護方法の相違
【柏崎6/7】
 設備の配置の違いによる防護方法の相違

表 1.1.1 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(3/5)

設備許可基準	重大事故等対処設備	分類	依存・設備関係 ¹⁾	竜巻	
				評価	対策方法
第45条 (本条違反による原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
第46条 (本条違反による原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を減圧するための設備)	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
第47条 (本条違反による原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を減圧するための設備)	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
第48条 (本条違反による原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を減圧するための設備)	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内
	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	DB	○	建物内

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる
 △：各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備)
 ×：各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備)
 -：他の項目にて整理

注1：各設備は1台または2台を1台として評価する
 注2：重大事故等対処設備 (SAC設備)、原子炉建屋 (R/R)、発電機及び発電機 (G/M)

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(3/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻	
				評価	防護方法
第45条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	高圧炉心スプレイ系による原子炉冷却	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内
				○	建物内
第46条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を減圧するための設備	原子炉減圧の自動化	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内
				○	建物内
第47条 可搬型直流電源による減圧	可搬型直流電源による減圧	防止設備 (設計基準拡張)	Rw/B	○	建物内
				○	建物内
第48条 原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	原子炉建屋燃料取扱階フロアアウトパネル	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内
				○	建物内

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる
 △：各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備)
 ×：各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備)
 -：他の項目にて整理

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

東海第二発電所 (2018.9.18版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

表 1.1.1 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(4/5)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	保管・設置場所*	竜巻	
				評価	防護方法
第37条(電源設備)	並列代替交流電源設備(第1ラスタービン発電機一式)	防止設備・緩和設備	屋外(炉格)	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)
	並列代替交流電源設備(メンローブ(6B1))	防止設備・緩和設備	可搬型/設備保管場所	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)
	可搬型代替交流電源設備(電源車)	防止設備・緩和設備	可搬型/設備保管場所	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)
	可搬型代替交流電源設備(電源車)(電源車取扱設備)	防止設備・緩和設備	屋外(炉格)	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)
	分岐配線装置(ケーブル(設計))	防止設備・緩和設備	C/B	○	屋内内
	分岐配線装置(ケーブル(可搬型))	防止設備・緩和設備	可搬型/設備保管場所	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)
	炉内高圧交流電源設備(炉内高圧120V高圧機・変圧機、高圧120V高圧機、変圧機、トランス)	防止設備・緩和設備	R/B C/B	○	屋内内
	並列代替交流電源設備(炉内高圧120V高圧機、変圧機)	防止設備・緩和設備	R/B	○	屋内内
	可搬型代替交流電源設備(電源車)	防止設備・緩和設備	可搬型/設備保管場所	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)
	代替炉内電源設備(緊急用電源)	防止設備・緩和設備	屋外(炉格)	○	分散配置
	代替炉内電源設備(緊急用電源)緊急用電源設備(緊急用電源)緊急用電源設備(緊急用電源)	防止設備・緩和設備	R/B, C/B	○	屋内内
	代替炉内電源設備(非常用電源)緊急用電源	防止設備・緩和設備	R/B	○	屋内内
	非常用交流電源設備(非常用ディーゼル発電機、燃料タンク)	(設計基準対象設備)	R/B	○	屋内内
	非常用交流電源設備(燃料移送ポンプ、配管等)	(設計基準対象設備)	屋外	○	影響なし
	非常用交流電源設備(炉内高圧120V高圧機、変圧機、10等)	(設計基準対象設備)	C/B	○	屋内内
燃料補給設備(軽油タンク)	防止設備・緩和設備	屋外	○	影響なし	
燃料補給設備(タンクローラ(6A)等)	防止設備・緩和設備	可搬型/設備保管場所	○	分散配置及び代替設備(軽油タンク)	
第38条(計装設備)	重大事故等発生時の計装(6B1計装一式) 「原子炉炉心冷却の異常(圧力・水位)」「原子炉炉心冷却装置への注水量」「原子炉炉心冷却装置への注水量」「原子炉炉心冷却装置への注水量」	防止設備・緩和設備(設計基準対象設備)	C/B R/B D/B R/B(炉格)	○	屋内内
	重大事故等発生時の計装(設計基準対象設備) 「原子炉炉心冷却の異常(圧力・水位)」「原子炉炉心冷却装置への注水量」「原子炉炉心冷却装置への注水量」	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置(主要メータの他チャンネル)
第39条(運転員が制御室にとどまるための設備)	非常用交流電源設備	防止設備・緩和設備	C/B	○	屋内内
	中央制御室可搬型圧力変動機	防止設備・緩和設備	C/B	○	屋内内
	中央制御室可搬型圧力変動機	緩和設備	C/B	○	屋内内
	中央制御室可搬型圧力変動機(緊急用)	緩和設備	C/B, R/B	○	屋内内
	無効運転設備(炉心)、補給機設備(炉心)	→56条に記載	—	—	—
	バックアップ装置(時定電圧、定圧計、配管温度、二酸化炭素濃度計)	炉内でも使用できない設備	C/B	○	屋内内
可搬型電源車(運転員用)	防止でも使用できない設備	C/B	○	屋内内	
非常用交流電源設備(燃料機、フィードバック装置)	緩和設備	R/B	○	屋内内	

○:各外部事象に対し安全機能を維持できる
又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)
又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和できない設備)
—:他の項目にて整理

*:重大事故等対処設備(S設備)、タービン建屋(7F)、炉子建屋(6F)、変電所建屋(5F)、コントロール室(4F)

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(4/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻評価	防護方法	
第47条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水系 ポンプ	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水系ポンプ格納槽	○	建物内
	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水系ポンプ格納槽	○	建物内
	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉の冷却	残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水系 水源	→56条に記載	—	—	—
	低圧原子炉代替注水系(常設)による原子炉の冷却	原子炉圧力容器 [注水先]	→その他の設備に記載	—	—	—
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	可搬型設備 保管場所(屋外)	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(低圧原子炉代替注水系(常設))
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	ホース・接続口[流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(低圧原子炉代替注水系(常設))
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	輪谷貯水槽(西1)[水源]	→56条に記載	—	—	—
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	輪谷貯水槽(西2)[水源]	→56条に記載	—	—	—
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	原子炉圧力容器 [注水先]	→その他の設備に記載	—	—	—
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	低圧原子炉代替注水系 ポンプ	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	サブプレッション・チェンバ[水源]	→56条に記載(うち、防止設備)	—	—	—
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)による原子炉の冷却	原子炉圧力容器[注水先]	→その他の設備に記載(うち、防止設備)	—	—	—
残留熱除去系(低圧注水モード)による低圧注水	残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	
残留熱除去系(低圧注水モード)による低圧注水	サブプレッション・チェンバ[水源]	→56条に記載(うち、防止設備)	—	—	—	
残留熱除去系(低圧注水モード)による低圧注水	原子炉圧力容器[注水先]	→その他の設備に記載(うち、防止設備)	—	—	—	

○:各外部事象に対し安全機能を維持できる
又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)
又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和できない設備)
—:他の項目にて整理

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																					
		表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(6/33)																																																																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14">第48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備</td> <td rowspan="10">原子炉補機代替冷却系による除熱※ 水源は海を使用</td> <td>移動式代替熱交換設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)</td> </tr> <tr> <td>移動式代替熱交換設備 ストレート</td> </tr> <tr> <td>大型送水ポンプ車</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機代替冷却系 配管・弁[流路]</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系 配管・弁[流路]</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系サージタンク[流路]</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器[流路]</td> <td rowspan="2">屋外</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口[流路]</td> </tr> <tr> <td>取水口</td> <td rowspan="3">→その他の設備に記載 (うち、防止設備)</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>取水管</td> </tr> <tr> <td>取水槽</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び徐熱</td> <td>第1ベントフィルタ</td> <td rowspan="10">→50条に記載 (うち、防止設備)</td> <td rowspan="10">-</td> <td rowspan="10">-</td> </tr> <tr> <td>スクラバ容器</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ</td> </tr> <tr> <td>銀ゼオライト容器</td> </tr> <tr> <td>圧力開放板</td> </tr> <tr> <td>遠隔手動弁操作機構</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ</td> </tr> <tr> <td>格納槽遮断</td> </tr> <tr> <td>格納容器フィルタベント系 配管・弁[流路]</td> </tr> <tr> <td>窒素ガス制御系 配管・弁[流路]</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系 配管・弁[流路]</td> <td rowspan="2">→52条に記載</td> <td rowspan="2">-</td> <td rowspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>可搬式窒素供給装置</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口</td> <td rowspan="2">→その他の設備に記載 (うち、防止設備)</td> <td rowspan="2">-</td> <td rowspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>流路</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器(サブレーション・チェンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]</td> <td rowspan="5">→47条に記載 (うち、防止設備)</td> <td rowspan="5">-</td> <td rowspan="5">-</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去ポンプ</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系 配管・弁・ストレート・ジェットポンプ[流路]</td> </tr> <tr> <td>原子炉再循環系 配管・弁[流路]</td> </tr> <tr> <td>原子炉圧力容器[注水先]</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	原子炉補機代替冷却系による除熱※ 水源は海を使用	移動式代替熱交換設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)	移動式代替熱交換設備 ストレート	大型送水ポンプ車	R/B	○	建物内	原子炉補機代替冷却系 配管・弁[流路]	原子炉補機冷却系 配管・弁[流路]	R/B	○	建物内	原子炉補機冷却系サージタンク[流路]	残留熱除去系熱交換器[流路]	屋外	○	分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)	ホース・接続口[流路]	取水口	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	取水管	取水槽	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び徐熱	第1ベントフィルタ	→50条に記載 (うち、防止設備)	-	-	スクラバ容器	第1ベントフィルタ	銀ゼオライト容器	圧力開放板	遠隔手動弁操作機構	第1ベントフィルタ	格納槽遮断	格納容器フィルタベント系 配管・弁[流路]	窒素ガス制御系 配管・弁[流路]	非常用ガス処理系 配管・弁[流路]	→52条に記載	-	-	可搬式窒素供給装置	ホース・接続口	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	流路	原子炉格納容器(サブレーション・チェンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]	→47条に記載 (うち、防止設備)	-	-	残留熱除去ポンプ	残留熱除去系熱交換器	残留熱除去系 配管・弁・ストレート・ジェットポンプ[流路]	原子炉再循環系 配管・弁[流路]	原子炉圧力容器[注水先]	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																
			評価	防護方法																																																																				
第48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	原子炉補機代替冷却系による除熱※ 水源は海を使用	移動式代替熱交換設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)																																																																			
		移動式代替熱交換設備 ストレート																																																																						
		大型送水ポンプ車	R/B	○	建物内																																																																			
		原子炉補機代替冷却系 配管・弁[流路]																																																																						
		原子炉補機冷却系 配管・弁[流路]	R/B	○	建物内																																																																			
		原子炉補機冷却系サージタンク[流路]																																																																						
		残留熱除去系熱交換器[流路]	屋外	○	分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)																																																																			
		ホース・接続口[流路]																																																																						
		取水口	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-																																																																			
		取水管																																																																						
	取水槽																																																																							
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び徐熱	第1ベントフィルタ	→50条に記載 (うち、防止設備)	-	-																																																																			
		スクラバ容器																																																																						
		第1ベントフィルタ																																																																						
銀ゼオライト容器																																																																								
圧力開放板																																																																								
遠隔手動弁操作機構																																																																								
第1ベントフィルタ																																																																								
格納槽遮断																																																																								
格納容器フィルタベント系 配管・弁[流路]																																																																								
窒素ガス制御系 配管・弁[流路]																																																																								
非常用ガス処理系 配管・弁[流路]	→52条に記載	-	-																																																																					
可搬式窒素供給装置																																																																								
ホース・接続口	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-																																																																					
流路																																																																								
原子炉格納容器(サブレーション・チェンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]	→47条に記載 (うち、防止設備)	-	-																																																																					
残留熱除去ポンプ																																																																								
残留熱除去系熱交換器																																																																								
残留熱除去系 配管・弁・ストレート・ジェットポンプ[流路]																																																																								
原子炉再循環系 配管・弁[流路]																																																																								
原子炉圧力容器[注水先]																																																																								
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能（緩和設備、防止でも緩和でもない設備） -：他の項目にて整理</p>																																																																						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																													
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(7/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">第48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備</td> <td>残留熱除去系(格納容器冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却</td> <td>残留熱除去ポンプ 残留熱除去系熱交換器 サブプレッション・チェンバ [水源] 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路] 原子炉格納容器 [注水先] 格納容器スプレイ・ヘッド [流路]</td> <td>→49条に記載 (うち、防止設備)</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系(サブプレッション・プール冷却モード)によるサブプレッション・チェンバ・プール水の冷却</td> <td>残留熱除去ポンプ 残留熱除去系熱交換器 サブプレッション・チェンバ [水源] 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路] 原子炉格納容器 [注水先]</td> <td>→49条に記載 (うち、防止設備)</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">原子炉補機冷却系 (原子炉補機海水系を含む。) ※水源は海を使用</td> <td>原子炉補機冷却水ポンプ</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系熱交換器</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>R/B T/B 屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系サージタンク [流路]</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機海水ポンプ</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">高圧炉心スプレイ補機冷却系 (高圧炉心スプレイ補機海水系を含む。) ※水源は海を使用</td> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>R/B T/B 屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク [流路]</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">非常用取水設備</td> <td>取水口</td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td></td> </tr> <tr> <td>取水管</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>取水槽</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	残留熱除去系(格納容器冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ 残留熱除去系熱交換器 サブプレッション・チェンバ [水源] 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路] 原子炉格納容器 [注水先] 格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	→49条に記載 (うち、防止設備)	—	—	残留熱除去系(サブプレッション・プール冷却モード)によるサブプレッション・チェンバ・プール水の冷却	残留熱除去ポンプ 残留熱除去系熱交換器 サブプレッション・チェンバ [水源] 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路] 原子炉格納容器 [注水先]	→49条に記載 (うち、防止設備)	—	—	原子炉補機冷却系 (原子炉補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内	原子炉補機冷却系熱交換器	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認	原子炉補機冷却系サージタンク [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認	原子炉補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認	高圧炉心スプレイ補機冷却系 (高圧炉心スプレイ補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内	高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認	高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認	非常用取水設備	取水口	→その他の設備に記載	—	—		取水管					取水槽					
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																								
			評価	防護方法																																																																												
第48条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	残留熱除去系(格納容器冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ 残留熱除去系熱交換器 サブプレッション・チェンバ [水源] 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路] 原子炉格納容器 [注水先] 格納容器スプレイ・ヘッド [流路]	→49条に記載 (うち、防止設備)	—	—																																																																											
	残留熱除去系(サブプレッション・プール冷却モード)によるサブプレッション・チェンバ・プール水の冷却	残留熱除去ポンプ 残留熱除去系熱交換器 サブプレッション・チェンバ [水源] 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ [流路] 原子炉格納容器 [注水先]	→49条に記載 (うち、防止設備)	—	—																																																																											
原子炉補機冷却系 (原子炉補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	原子炉補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																											
	原子炉補機冷却系熱交換器	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認																																																																											
	原子炉補機冷却系サージタンク [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認																																																																											
	原子炉補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認																																																																											
高圧炉心スプレイ補機冷却系 (高圧炉心スプレイ補機海水系を含む。) ※水源は海を使用	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																											
	高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	防止設備 (設計基準拡張)	R/B T/B 屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認																																																																											
	高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク [流路]	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認																																																																											
	高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	屋外	○	竜巻防護対策により安全機能が損なわれないことを確認																																																																											
非常用取水設備	取水口	→その他の設備に記載	—	—																																																																												
	取水管																																																																															
	取水槽																																																																															
<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) —：他の項目にて整理</p>																																																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																					
		<p align="center">表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(8/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14">第49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備</td> <td rowspan="6">格納容器代替スプレイ系(常設)による原子炉格納容器内の冷却</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系 配管・弁[流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器スプレイ・ヘッド[流路]</td> <td>→56条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>低圧原子炉代替注水槽[水源]</td> <td>→56条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">格納容器代替スプレイ系(可搬型)による原子炉格納容器内の冷却</td> <td>大量送水車</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))</td> </tr> <tr> <td>可搬型ストレーナ</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系 配管・弁[流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器代替スプレイ系 配管・弁[流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器スプレイ・ヘッド[流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口[流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">残留熱除去系(格納容器冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却</td> <td>輪谷貯水槽(西1)[水源]</td> <td>→56条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽(西2)[水源]</td> <td>→56条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去ポンプ</td> <td>防止設備(設計基準拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器</td> <td>防止設備(設計基準拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ[流路]</td> <td>→56条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・チェンバ[水源]</td> <td>→56条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他の設備に記載(うち、防止設備)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>格納容器スプレイ・ヘッド[流路]</td> <td>防止設備(設計基準拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備)</p> <p>—：他の項目にて整理</p> </div>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	格納容器代替スプレイ系(常設)による原子炉格納容器内の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内	低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	○	建物内	残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	→56条に記載	—	—	—	低圧原子炉代替注水槽[水源]	→56条に記載	—	—	—	原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載	—	—	—	格納容器代替スプレイ系(可搬型)による原子炉格納容器内の冷却	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))	可搬型ストレーナ	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器代替スプレイ系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))	ホース・接続口[流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))	残留熱除去系(格納容器冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却	輪谷貯水槽(西1)[水源]	→56条に記載	—	—	—	輪谷貯水槽(西2)[水源]	→56条に記載	—	—	—	原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載	—	—	—	残留熱除去ポンプ	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	残留熱除去系熱交換器	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ[流路]	→56条に記載	—	—	—	サブプレッション・チェンバ[水源]	→56条に記載	—	—	—	原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載(うち、防止設備)	—	—	—	格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																																																
			評価	防護方法																																																																																																																				
第49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	格納容器代替スプレイ系(常設)による原子炉格納容器内の冷却	低圧原子炉代替注水ポンプ	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内																																																																																																																		
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	○	建物内																																																																																																																		
		残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																		
		格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	→56条に記載	—	—	—																																																																																																																		
		低圧原子炉代替注水槽[水源]	→56条に記載	—	—	—																																																																																																																		
		原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載	—	—	—																																																																																																																		
	格納容器代替スプレイ系(可搬型)による原子炉格納容器内の冷却	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))																																																																																																																		
		可搬型ストレーナ	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																		
		残留熱除去系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																		
		格納容器代替スプレイ系 配管・弁[流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																		
		格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))																																																																																																																		
		ホース・接続口[流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(格納容器代替スプレイ系(常設))																																																																																																																		
	残留熱除去系(格納容器冷却モード)による原子炉格納容器内の冷却	輪谷貯水槽(西1)[水源]	→56条に記載	—	—	—																																																																																																																		
		輪谷貯水槽(西2)[水源]	→56条に記載	—	—	—																																																																																																																		
原子炉格納容器[注水先]		→その他の設備に記載	—	—	—																																																																																																																			
残留熱除去ポンプ		防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																																																																			
残留熱除去系熱交換器		防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																																																																			
残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ[流路]		→56条に記載	—	—	—																																																																																																																			
サブプレッション・チェンバ[水源]		→56条に記載	—	—	—																																																																																																																			
原子炉格納容器[注水先]		→その他の設備に記載(うち、防止設備)	—	—	—																																																																																																																			
格納容器スプレイ・ヘッド[流路]	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																																																																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																							
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(9/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">第49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備</td> <td rowspan="3">残留熱除去系（サブプレッション・プール冷却モード）による原子炉格納容器内の冷却</td> <td>残留熱除去ポンプ</td> <td rowspan="3">防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td rowspan="3">R/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系配管・弁・ストレート[流路]</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用</td> <td>サブプレッション・チェンバ[水源]</td> <td>→56条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他の設備に記載 (うち、防止設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却水ポンプ</td> <td rowspan="3">→48条に記載 (うち、防止設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレート[流路]</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系サージタンク[流路]</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">非常用取水設備</td> <td>原子炉補機冷却系熱交換器</td> <td rowspan="3">→その他の設備に記載</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機海水ポンプ</td> </tr> <tr> <td>取水口 取水管 取水槽</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能（緩和設備、防止でも緩和でもない設備） -：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	残留熱除去系（サブプレッション・プール冷却モード）による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	残留熱除去系熱交換器	残留熱除去系配管・弁・ストレート[流路]	原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用	サブプレッション・チェンバ[水源]	→56条に記載	-	-	原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	原子炉補機冷却水ポンプ	→48条に記載 (うち、防止設備)	-	-	原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレート[流路]	原子炉補機冷却系サージタンク[流路]	非常用取水設備	原子炉補機冷却系熱交換器	→その他の設備に記載	-	-	原子炉補機海水ポンプ	取水口 取水管 取水槽	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																		
			評価	防護方法																																						
第49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	残留熱除去系（サブプレッション・プール冷却モード）による原子炉格納容器内の冷却	残留熱除去ポンプ	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																				
		残留熱除去系熱交換器																																								
		残留熱除去系配管・弁・ストレート[流路]																																								
	原子炉補機冷却系（原子炉補機海水系を含む。）※水源は海を使用	サブプレッション・チェンバ[水源]	→56条に記載	-	-																																					
		原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-																																					
		原子炉補機冷却水ポンプ	→48条に記載 (うち、防止設備)	-	-																																					
	原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレート[流路]																																									
原子炉補機冷却系サージタンク[流路]																																										
非常用取水設備	原子炉補機冷却系熱交換器	→その他の設備に記載	-	-																																						
	原子炉補機海水ポンプ																																									
	取水口 取水管 取水槽																																									

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																															
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(10/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14">第50条 原子炉格納容器の過圧 破損を防止するための 設備</td> <td rowspan="14">格納容器フィルタベ ント系による原子炉 格納容器内の減圧及 び除熱</td> <td>第1ベントフィルタ スクラバ容器</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>第1ベン トフィル タ格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ 銀ゼオライト容器</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>代替設備 (残留熱代 替除去系)</td> </tr> <tr> <td>圧力開放板</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>代替設備 (残留熱代 替除去系)</td> </tr> <tr> <td>格納容器フィルタベ ント系 配管・弁 〔流路〕</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>屋外 第1ベン トフィル タ格納槽 R/B</td> <td>○</td> <td>代替設備 (残留熱代 替除去系)</td> </tr> <tr> <td>窒素ガス制御系 配 管・弁〔流路〕 非常用ガス処理系 配管・弁〔流路〕</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>遠隔手動弁操作機構</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>第1ベン トフィル タ格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ 格納槽遮蔽 配管遮蔽</td> <td>→52条に記載</td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>可搬式窒素供給装置 ホース・接続口 〔流路〕</td> <td>→その他の設備に記載</td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器 (サブプレッション・ チェンバ、真空破壊 装置を含む)〔排出 元〕</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系に よる原子炉格納容器 内の減圧及び除熱</td> <td>移動式代替熱交換設 備 移動式代替熱交換設 備ストレナ 大型送水ポンプ車</td> <td>緩和設備</td> <td>可搬型設 備保管場 所(屋外)</td> <td>○</td> <td>分散配置及 び代替設備 (格納容器 フィルタベ ント系)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉補機代替冷却 系配管・弁〔流路〕 原子炉補機代替冷却サ ーシタック〔流路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td></td> <td>残留熱除去系配管・ 弁・ストレナ〔流 路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td></td> <td>残留熱代替除去系 配管・弁〔流路〕 低圧原子炉代替注水 系 配管・弁〔流路〕 格納容器スプレイ・ ヘッド〔流路〕</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第50条 原子炉格納容器の過圧 破損を防止するための 設備	格納容器フィルタベ ント系による原子炉 格納容器内の減圧及 び除熱	第1ベントフィルタ スクラバ容器	防止設備 ・緩和設備	第1ベン トフィル タ格納槽	○	建物内	第1ベントフィルタ 銀ゼオライト容器	防止設備 ・緩和設備	屋外	○	代替設備 (残留熱代 替除去系)	圧力開放板	防止設備 ・緩和設備	屋外	○	代替設備 (残留熱代 替除去系)	格納容器フィルタベ ント系 配管・弁 〔流路〕	防止設備 ・緩和設備	屋外 第1ベン トフィル タ格納槽 R/B	○	代替設備 (残留熱代 替除去系)	窒素ガス制御系 配 管・弁〔流路〕 非常用ガス処理系 配管・弁〔流路〕	防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内	遠隔手動弁操作機構	防止設備 ・緩和設備	第1ベン トフィル タ格納槽	○	建物内	第1ベントフィルタ 格納槽遮蔽 配管遮蔽	→52条に記載		-	-	可搬式窒素供給装置 ホース・接続口 〔流路〕	→その他の設備に記載		-	-	原子炉格納容器 (サブプレッション・ チェンバ、真空破壊 装置を含む)〔排出 元〕	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱代替除去系に よる原子炉格納容器 内の減圧及び除熱	移動式代替熱交換設 備 移動式代替熱交換設 備ストレナ 大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設 備保管場 所(屋外)	○	分散配置及 び代替設備 (格納容器 フィルタベ ント系)		原子炉補機代替冷却 系配管・弁〔流路〕 原子炉補機代替冷却サ ーシタック〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内		残留熱除去系配管・ 弁・ストレナ〔流 路〕	緩和設備	R/B	○	建物内		残留熱代替除去系 配管・弁〔流路〕 低圧原子炉代替注水 系 配管・弁〔流路〕 格納容器スプレイ・ ヘッド〔流路〕					
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																										
			評価	防護方法																																																																														
第50条 原子炉格納容器の過圧 破損を防止するための 設備	格納容器フィルタベ ント系による原子炉 格納容器内の減圧及 び除熱	第1ベントフィルタ スクラバ容器	防止設備 ・緩和設備	第1ベン トフィル タ格納槽	○	建物内																																																																												
		第1ベントフィルタ 銀ゼオライト容器	防止設備 ・緩和設備	屋外	○	代替設備 (残留熱代 替除去系)																																																																												
		圧力開放板	防止設備 ・緩和設備	屋外	○	代替設備 (残留熱代 替除去系)																																																																												
		格納容器フィルタベ ント系 配管・弁 〔流路〕	防止設備 ・緩和設備	屋外 第1ベン トフィル タ格納槽 R/B	○	代替設備 (残留熱代 替除去系)																																																																												
		窒素ガス制御系 配 管・弁〔流路〕 非常用ガス処理系 配管・弁〔流路〕	防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																												
		遠隔手動弁操作機構	防止設備 ・緩和設備	第1ベン トフィル タ格納槽	○	建物内																																																																												
		第1ベントフィルタ 格納槽遮蔽 配管遮蔽	→52条に記載		-	-																																																																												
		可搬式窒素供給装置 ホース・接続口 〔流路〕	→その他の設備に記載		-	-																																																																												
		原子炉格納容器 (サブプレッション・ チェンバ、真空破壊 装置を含む)〔排出 元〕	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																												
		残留熱代替除去系に よる原子炉格納容器 内の減圧及び除熱	移動式代替熱交換設 備 移動式代替熱交換設 備ストレナ 大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設 備保管場 所(屋外)	○	分散配置及 び代替設備 (格納容器 フィルタベ ント系)																																																																											
			原子炉補機代替冷却 系配管・弁〔流路〕 原子炉補機代替冷却サ ーシタック〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																											
			残留熱除去系配管・ 弁・ストレナ〔流 路〕	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																											
			残留熱代替除去系 配管・弁〔流路〕 低圧原子炉代替注水 系 配管・弁〔流路〕 格納容器スプレイ・ ヘッド〔流路〕																																																																															
				<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設 備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 （緩和設備、防止でも緩和でもない設備） －：他の項目にて整理</p>																																																																														

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(11/33)

設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻			
				評価	防護方法及び代替設備(格納容器フィルタベント系)		
第50条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	残留熱代替除去系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	ホース・接続口〔流路〕	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(格納容器フィルタベント系)	
		サブプレッション・チェンバ〔水源〕	→56条に記載(うち、緩和設備)		-	-	
		取水口					
		取水槽					
		原子炉圧力容器〔注水先〕	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)			-	-
第51条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	ベデスタル代替注水系(常設)による原子炉格納容器下部への注水	低圧原子炉代替注水ポンプ	緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内	
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁〔流路〕	緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 R/B	○	建物内	
		コリウムシールド					
		残留熱除去系 配管・弁〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内	
		格納容器スプレイ・ヘッド〔流路〕					
		低圧原子炉代替注水槽〔水源〕	→56条に記載(うち、緩和設備)			-	-
		原子炉格納容器〔注水先〕	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)			-	-
		格納容器代替スプレイ系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水	大量送水車				
		可搬型ストレーナ	緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))	
		コリウムシールド					
		残留熱除去系 配管・弁〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内	
		格納容器代替スプレイ系 配管・弁〔流路〕					
		格納容器スプレイ・ヘッド〔流路〕					
ホース・接続口〔流路〕	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))			
輪谷貯水槽(西1)〔水源〕	→56条に記載			-	-		
輪谷貯水槽(西2)〔水源〕							
原子炉格納容器〔注水先〕	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)			-	-		

○：各外部事象に対し安全機能を維持できる
 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するD B設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備)
 -：他の項目にて整理

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																							
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(12/33)</p> <table border="1" data-bbox="1745 359 2516 856"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">第51条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備</td> <td rowspan="3">ベデスタル代替注水系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水</td> <td>大量送水車</td> <td>緩和設備</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))</td> </tr> <tr> <td>コリウムシールド</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>ベデスタル代替注水系 配管・弁[流路]</td> <td>緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ホース・接続口[流路]</td> <td>緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))</td> </tr> <tr> <td></td> <td>輪谷貯水槽(西1) [水源]</td> <td colspan="2">→56条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>輪谷貯水槽(西2) [水源]</td> <td colspan="2">→56条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td colspan="2">→その他の設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">溶融炉心の落下遅延及び防止</td> <td>高压原子炉代替注水系</td> <td colspan="2">→45条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ほう酸水注入系</td> <td colspan="2">→44条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>低圧原子炉代替注水系(常設)</td> <td colspan="2">→47条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>低圧原子炉代替注水系(可搬型)</td> <td colspan="2">→47条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1774 936 2496 1031" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備)</p> <p>-：他の項目にて整理</p> </div>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第51条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	ベデスタル代替注水系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水	大量送水車	緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))	コリウムシールド	緩和設備	R/B	○	建物内	ベデスタル代替注水系 配管・弁[流路]	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))		ホース・接続口[流路]	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))		輪谷貯水槽(西1) [水源]	→56条に記載		-	-		輪谷貯水槽(西2) [水源]	→56条に記載		-	-		原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)		-	-	溶融炉心の落下遅延及び防止	高压原子炉代替注水系	→45条に記載(うち、緩和設備)		-	-	ほう酸水注入系	→44条に記載(うち、緩和設備)		-	-	低圧原子炉代替注水系(常設)	→47条に記載(うち、緩和設備)		-	-		低圧原子炉代替注水系(可搬型)	→47条に記載(うち、緩和設備)		-	-	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																		
			評価	防護方法																																																																						
第51条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	ベデスタル代替注水系(可搬型)による原子炉格納容器下部への注水	大量送水車	緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))																																																																				
		コリウムシールド	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																				
		ベデスタル代替注水系 配管・弁[流路]	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))																																																																				
		ホース・接続口[流路]	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(ベデスタル代替注水系(常設))																																																																				
		輪谷貯水槽(西1) [水源]	→56条に記載		-	-																																																																				
		輪谷貯水槽(西2) [水源]	→56条に記載		-	-																																																																				
		原子炉格納容器[注水先]	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)		-	-																																																																				
	溶融炉心の落下遅延及び防止	高压原子炉代替注水系	→45条に記載(うち、緩和設備)		-	-																																																																				
		ほう酸水注入系	→44条に記載(うち、緩和設備)		-	-																																																																				
		低圧原子炉代替注水系(常設)	→47条に記載(うち、緩和設備)		-	-																																																																				
	低圧原子炉代替注水系(可搬型)	→47条に記載(うち、緩和設備)		-	-																																																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																											
		表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(13/33)																																																																																																												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14">第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備</td> <td>原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止</td> <td>(窒素ガス制御系) (設計基準対象施設)</td> <td>R/B 屋外</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">窒素ガス代替注入系による原子炉格納容器内の不活性化</td> <td>可搬式窒素供給装置</td> <td>緩和設備</td> <td>可搬型設備 保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備 (残留熱代替除去系)</td> </tr> <tr> <td>窒素ガス代替注入系配管・弁[流路]</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口[流路]</td> <td>緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備 (残留熱代替除去系)</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注入先]</td> <td>→その他の設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td></td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素ガス及び酸素ガスの排出</td> <td>第1ベントフィルタスクラバ容器</td> <td>→50条に記載(うち、緩和設備)</td> <td></td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>圧力開放板</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ出口水素濃度</td> <td>→58条に記載(うち、緩和設備)</td> <td></td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>可搬式窒素供給装置</td> <td>緩和設備</td> <td>可搬型設備 保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備 (残留熱代替除去系)</td> </tr> <tr> <td>遠隔手動弁操作機構</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ格納槽遮蔽</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>配管遮蔽</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器フィルタベント系配管・弁[流路]</td> <td>→50条に記載(うち、緩和設備)</td> <td></td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">水素濃度及び酸素濃度の監視</td> <td>格納容器水素濃度(SA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器水素濃度(B系)</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器酸素濃度(SA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>格納容器酸素濃度(B系)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止	(窒素ガス制御系) (設計基準対象施設)	R/B 屋外	○	補修を実施	窒素ガス代替注入系による原子炉格納容器内の不活性化	可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	代替設備 (残留熱代替除去系)	窒素ガス代替注入系配管・弁[流路]	緩和設備	R/B	○	建物内	ホース・接続口[流路]	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備 (残留熱代替除去系)	原子炉格納容器[注入先]	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)		—	—	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素ガス及び酸素ガスの排出	第1ベントフィルタスクラバ容器	→50条に記載(うち、緩和設備)		—	—	第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器					圧力開放板					第1ベントフィルタ出口水素濃度	→58条に記載(うち、緩和設備)		—	—	第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)					可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	代替設備 (残留熱代替除去系)	遠隔手動弁操作機構					第1ベントフィルタ格納槽遮蔽					配管遮蔽					格納容器フィルタベント系配管・弁[流路]	→50条に記載(うち、緩和設備)		—	—	水素濃度及び酸素濃度の監視	格納容器水素濃度(SA)					格納容器水素濃度(B系)	緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器酸素濃度(SA)					格納容器酸素濃度(B系)					
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																																						
			評価	防護方法																																																																																																										
第52条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	原子炉格納容器内不活性化による原子炉格納容器水素爆発防止	(窒素ガス制御系) (設計基準対象施設)	R/B 屋外	○	補修を実施																																																																																																									
	窒素ガス代替注入系による原子炉格納容器内の不活性化	可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	代替設備 (残留熱代替除去系)																																																																																																								
		窒素ガス代替注入系配管・弁[流路]	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																								
		ホース・接続口[流路]	緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備 (残留熱代替除去系)																																																																																																								
		原子炉格納容器[注入先]	→その他の設備に記載(うち、緩和設備)		—	—																																																																																																								
	格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素ガス及び酸素ガスの排出	第1ベントフィルタスクラバ容器	→50条に記載(うち、緩和設備)		—	—																																																																																																								
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器																																																																																																												
		圧力開放板																																																																																																												
		第1ベントフィルタ出口水素濃度	→58条に記載(うち、緩和設備)		—	—																																																																																																								
		第1ベントフィルタ出口放射線モニタ(高レンジ・低レンジ)																																																																																																												
		可搬式窒素供給装置	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	代替設備 (残留熱代替除去系)																																																																																																								
		遠隔手動弁操作機構																																																																																																												
		第1ベントフィルタ格納槽遮蔽																																																																																																												
		配管遮蔽																																																																																																												
格納容器フィルタベント系配管・弁[流路]		→50条に記載(うち、緩和設備)		—	—																																																																																																									
水素濃度及び酸素濃度の監視	格納容器水素濃度(SA)																																																																																																													
	格納容器水素濃度(B系)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
	格納容器酸素濃度(SA)																																																																																																													
	格納容器酸素濃度(B系)																																																																																																													
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備)</p> <p>—：他の項目にて整理</p>																																																																																																												

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																				
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (14/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">第53条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備</td> <td rowspan="3">静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制</td> <td>静的触媒式水素処理装置</td> <td rowspan="3">緩和設備</td> <td rowspan="3">R/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>静的触媒式水素処理装置入口温度</td> </tr> <tr> <td>静的触媒式水素処理装置出口温度</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉建物原子炉棟 [流路]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉建物内の水素濃度監視</td> <td>原子炉建物水素濃度</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="12">第54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備</td> <td rowspan="6">燃料プールのスプレイ系 (常設スプレイヘッダ) による燃料プールへの注水及びスプレイ</td> <td>大量送水車</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)</td> </tr> <tr> <td>可搬型ストレート</td> </tr> <tr> <td>常設スプレイヘッダ燃料プールのスプレイ系 配管・弁 [流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口 [流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽 (西1) [水源]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→56条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽 (西2) [水源]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>燃料プール (サイフォン防止機能を含む。) [注水先]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">燃料プールのスプレイ系 (可搬型スプレインゾル) による燃料プールへの注水及びスプレイ</td> <td>大量送水車</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)</td> </tr> <tr> <td>可搬型ストレート</td> </tr> <tr> <td>ホース・弁 [流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>可搬型スプレインゾル</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽 (西1) [水源]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→56条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽 (西2) [水源]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>燃料プール (サイフォン防止機能を含む。) [注水先]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用</td> <td>大型送水ポンプ車</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→55条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ホース [流路]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>放水砲</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第53条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制	静的触媒式水素処理装置	緩和設備	R/B	○	建物内	静的触媒式水素処理装置入口温度	静的触媒式水素処理装置出口温度		原子炉建物原子炉棟 [流路]					→その他の設備に記載	-	-		原子炉建物内の水素濃度監視	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	○	建物内	第54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールのスプレイ系 (常設スプレイヘッダ) による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)	可搬型ストレート	常設スプレイヘッダ燃料プールのスプレイ系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	ホース・接続口 [流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)	輪谷貯水槽 (西1) [水源]					→56条に記載	-	-	輪谷貯水槽 (西2) [水源]									燃料プール (サイフォン防止機能を含む。) [注水先]					→その他の設備に記載	-	-	燃料プールのスプレイ系 (可搬型スプレインゾル) による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)	可搬型ストレート	ホース・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	可搬型スプレインゾル								輪谷貯水槽 (西1) [水源]					→56条に記載	-	-	輪谷貯水槽 (西2) [水源]									燃料プール (サイフォン防止機能を含む。) [注水先]					→その他の設備に記載	-	-	大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車					→55条に記載	-	-		ホース [流路]									放水砲								
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																																																																															
			評価	防護方法																																																																																																																																																			
第53条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	静的触媒式水素処理装置による水素濃度抑制	静的触媒式水素処理装置	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																																	
		静的触媒式水素処理装置入口温度																																																																																																																																																					
		静的触媒式水素処理装置出口温度																																																																																																																																																					
	原子炉建物原子炉棟 [流路]					→その他の設備に記載	-	-																																																																																																																																															
	原子炉建物内の水素濃度監視	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																																	
第54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールのスプレイ系 (常設スプレイヘッダ) による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)																																																																																																																																																	
		可搬型ストレート																																																																																																																																																					
		常設スプレイヘッダ燃料プールのスプレイ系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																																	
		ホース・接続口 [流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)																																																																																																																																																	
		輪谷貯水槽 (西1) [水源]					→56条に記載	-	-																																																																																																																																														
		輪谷貯水槽 (西2) [水源]																																																																																																																																																					
		燃料プール (サイフォン防止機能を含む。) [注水先]					→その他の設備に記載	-	-																																																																																																																																														
	燃料プールのスプレイ系 (可搬型スプレインゾル) による燃料プールへの注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (残留熱除去系及び燃料プール冷却系)																																																																																																																																																	
		可搬型ストレート																																																																																																																																																					
		ホース・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																																	
		可搬型スプレインゾル																																																																																																																																																					
		輪谷貯水槽 (西1) [水源]					→56条に記載	-	-																																																																																																																																														
輪谷貯水槽 (西2) [水源]																																																																																																																																																							
	燃料プール (サイフォン防止機能を含む。) [注水先]					→その他の設備に記載	-	-																																																																																																																																															
大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車					→55条に記載	-	-																																																																																																																																															
	ホース [流路]																																																																																																																																																						
	放水砲																																																																																																																																																						
		<p>○ : 各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) - : 他の項目にて整理</p>																																																																																																																																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																					
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (15/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">第54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備</td> <td>燃料プールの監視</td> <td>燃料プール水位 (S A) 燃料プール水位・温度 (S A) 燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (S A) 燃料プール監視カメラ (S A) (燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○ 建物内</td> </tr> <tr> <td>燃料プール冷却系による燃料プールの除熱</td> <td>燃料プール冷却ポンプ 燃料プール冷却系熱交換器 原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路] 原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路] 原子炉補機代替冷却系 サージタンク [流路] 燃料プール冷却系 配管・弁 [流路] 燃料プール冷却系 スキマ・サージ・タンク [流路] 燃料プール冷却系 デイフェューザ [流路] 移動式代替熱交換設備 移動式代替熱交換設備 ストレーナ 大型送水ポンプ車 ホース・接続口 [流路] 燃料プール [注水先] 取水口 取水管 取水槽</td> <td>防止設備</td> <td>R/B</td> <td>○ 建物内</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>可搬型設備保管場所 (屋外)</td> <td></td> <td>○ 分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>屋外</td> <td></td> <td>○ 分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>→その他の設備に記載 (うち、防止設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するD B設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) -：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールの監視	燃料プール水位 (S A) 燃料プール水位・温度 (S A) 燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (S A) 燃料プール監視カメラ (S A) (燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)	防止設備・緩和設備	R/B	○ 建物内	燃料プール冷却系による燃料プールの除熱	燃料プール冷却ポンプ 燃料プール冷却系熱交換器 原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路] 原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路] 原子炉補機代替冷却系 サージタンク [流路] 燃料プール冷却系 配管・弁 [流路] 燃料プール冷却系 スキマ・サージ・タンク [流路] 燃料プール冷却系 デイフェューザ [流路] 移動式代替熱交換設備 移動式代替熱交換設備 ストレーナ 大型送水ポンプ車 ホース・接続口 [流路] 燃料プール [注水先] 取水口 取水管 取水槽	防止設備	R/B	○ 建物内				可搬型設備保管場所 (屋外)		○ 分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)				屋外		○ 分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)				→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																
			評価	防護方法																																				
第54条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	燃料プールの監視	燃料プール水位 (S A) 燃料プール水位・温度 (S A) 燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (S A) 燃料プール監視カメラ (S A) (燃料プール監視カメラ用冷却設備を含む。)	防止設備・緩和設備	R/B	○ 建物内																																			
	燃料プール冷却系による燃料プールの除熱	燃料プール冷却ポンプ 燃料プール冷却系熱交換器 原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路] 原子炉補機代替冷却系 配管・弁 [流路] 原子炉補機代替冷却系 サージタンク [流路] 燃料プール冷却系 配管・弁 [流路] 燃料プール冷却系 スキマ・サージ・タンク [流路] 燃料プール冷却系 デイフェューザ [流路] 移動式代替熱交換設備 移動式代替熱交換設備 ストレーナ 大型送水ポンプ車 ホース・接続口 [流路] 燃料プール [注水先] 取水口 取水管 取水槽	防止設備	R/B	○ 建物内																																			
			可搬型設備保管場所 (屋外)		○ 分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)																																			
			屋外		○ 分散配置及び代替設備 (原子炉補機冷却系)																																			
			→その他の設備に記載 (うち、防止設備)	-	-																																			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																				
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (16/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">第 55 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備</td> <td rowspan="3">大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用</td> <td>大型送水ポンプ車</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置</td> </tr> <tr> <td>ホース〔流路〕</td> </tr> <tr> <td>放水砲</td> <td>緩和設備</td> <td>可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">海洋への放射性物質の拡散抑制</td> <td>放射性物質吸着材</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">補修を実施</td> </tr> <tr> <td>シルトフェンス 小型船舶</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">航空機燃料火災への泡消火</td> <td>大型送水ポンプ車</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置</td> </tr> <tr> <td>ホース〔流路〕</td> </tr> <tr> <td>放水砲</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">補修を実施</td> </tr> <tr> <td>泡消火薬剤容器</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">第 56 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備</td> <td rowspan="5">重大事故等収束のための水源※水源は海を使用</td> <td>低圧原子炉代替注水槽</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・チェンバ</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽 (西1)</td> <td>—</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>影響なし</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽 (西2)</td> <td>(代替淡水源)</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>影響なし</td> </tr> <tr> <td>構内監視カメラ (カスタービン発電機建物屋上)</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td>重大事故等収束のための水源</td> <td>ほう酸水貯蔵タンク</td> <td colspan="2">→44 条に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">水の供給</td> <td>大量送水車</td> <td rowspan="4">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="4">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">分散配置及び代替設備 (大型送水ポンプ車, 大量送水車)</td> </tr> <tr> <td>ホース〔流路〕</td> </tr> <tr> <td>大量送水車</td> </tr> <tr> <td>ホース〔流路〕</td> </tr> <tr> <td>可搬型ストレートナ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>取水口</td> <td colspan="2">→その他の設備に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>取水管</td> <td colspan="2"></td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>取水槽</td> <td colspan="2"></td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備) —：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第 55 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置	ホース〔流路〕	放水砲	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	補修を実施	海洋への放射性物質の拡散抑制	放射性物質吸着材	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	補修を実施	シルトフェンス 小型船舶	航空機燃料火災への泡消火	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置	ホース〔流路〕	放水砲	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	補修を実施	泡消火薬剤容器	第 56 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	重大事故等収束のための水源※水源は海を使用	低圧原子炉代替注水槽	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内	サブプレッション・チェンバ	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	輪谷貯水槽 (西1)	—	屋外	○	影響なし	輪谷貯水槽 (西2)	(代替淡水源)	屋外	○	影響なし	構内監視カメラ (カスタービン発電機建物屋上)	(防止でも緩和でもない設備)	屋外	○	補修を実施	重大事故等収束のための水源	ほう酸水貯蔵タンク	→44 条に記載		—	—	水の供給	大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (大型送水ポンプ車, 大量送水車)	ホース〔流路〕	大量送水車	ホース〔流路〕	可搬型ストレートナ		取水口	→その他の設備に記載		—	—	取水管			—	—	取水槽			—	—	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																															
			評価	防護方法																																																																																																			
第 55 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	大気への放射性物質の拡散抑制※水源は海を使用	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置																																																																																																	
		ホース〔流路〕																																																																																																					
		放水砲	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	補修を実施																																																																																																	
	海洋への放射性物質の拡散抑制	放射性物質吸着材	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	補修を実施																																																																																																	
		シルトフェンス 小型船舶																																																																																																					
	航空機燃料火災への泡消火	大型送水ポンプ車	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置																																																																																																	
		ホース〔流路〕																																																																																																					
		放水砲	緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	補修を実施																																																																																																	
		泡消火薬剤容器																																																																																																					
	第 56 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備	重大事故等収束のための水源※水源は海を使用	低圧原子炉代替注水槽	防止設備・緩和設備	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内																																																																																																
サブプレッション・チェンバ			防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																	
輪谷貯水槽 (西1)			—	屋外	○	影響なし																																																																																																	
輪谷貯水槽 (西2)			(代替淡水源)	屋外	○	影響なし																																																																																																	
構内監視カメラ (カスタービン発電機建物屋上)			(防止でも緩和でもない設備)	屋外	○	補修を実施																																																																																																	
重大事故等収束のための水源		ほう酸水貯蔵タンク	→44 条に記載		—	—																																																																																																	
水の供給		大量送水車	防止設備・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置及び代替設備 (大型送水ポンプ車, 大量送水車)																																																																																																	
		ホース〔流路〕																																																																																																					
		大量送水車																																																																																																					
		ホース〔流路〕																																																																																																					
	可搬型ストレートナ																																																																																																						
	取水口	→その他の設備に記載		—	—																																																																																																		
取水管			—	—																																																																																																			
取水槽			—	—																																																																																																			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																		
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (17/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">第57条 電源設備</td> <td rowspan="2">常設代替交流電源設備による給電</td> <td>ガスタービン発電機用サービスタンク</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">ガスタービン発電機建物</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ガスタービン発電機用燃料移送系配管・弁[燃料流路]</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機～非常用高圧母線C系及びD系電路[電路]</td> <td rowspan="7">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="7">屋外</td> <td rowspan="7">R/B</td> <td rowspan="7">○</td> <td rowspan="7">代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機～SAロードセンタ電路[電路]</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA1コントロールセンタ電路[電路]</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA2コントロールセンタ電路[電路]</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機～高圧発電機車接続プラグ収納箱電路[電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路[電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路[電路]</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第57条 電源設備	常設代替交流電源設備による給電	ガスタービン発電機用サービスタンク	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内	ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ	ガスタービン発電機用燃料移送系配管・弁[燃料流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	代替設備(非常用交流電源設備)	ガスタービン発電機用軽油タンク	ガスタービン発電機～非常用高圧母線C系及びD系電路[電路]	防止設備・緩和設備	屋外	R/B	○	代替設備(非常用交流電源設備)	ガスタービン発電機～SAロードセンタ電路[電路]	ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA1コントロールセンタ電路[電路]	ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA2コントロールセンタ電路[電路]	ガスタービン発電機～高圧発電機車接続プラグ収納箱電路[電路]	高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路[電路]	高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路[電路]	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																													
			評価	防護方法																																	
第57条 電源設備	常設代替交流電源設備による給電	ガスタービン発電機用サービスタンク	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内																															
		ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ																																			
	ガスタービン発電機用燃料移送系配管・弁[燃料流路]	防止設備・緩和設備	屋外	○	代替設備(非常用交流電源設備)																																
						ガスタービン発電機用軽油タンク																															
	ガスタービン発電機～非常用高圧母線C系及びD系電路[電路]	防止設備・緩和設備	屋外	R/B	○	代替設備(非常用交流電源設備)																															
	ガスタービン発電機～SAロードセンタ電路[電路]																																				
	ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA1コントロールセンタ電路[電路]																																				
	ガスタービン発電機～SAロードセンタ～SA2コントロールセンタ電路[電路]																																				
	ガスタービン発電機～高圧発電機車接続プラグ収納箱電路[電路]																																				
	高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路[電路]																																				
高圧発電機車接続プラグ収納箱～原子炉補機代替冷却系電路[電路]																																					
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能（緩和設備、防止でも緩和でもない設備） －：他の項目にて整理</p>																																			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																															
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (18/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="13">第57条 電源設備</td> <td rowspan="13">可搬型代替交流電源設備による給電</td> <td>高圧発電機車</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>タンクローリ</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>分散配置</td> </tr> <tr> <td>ホース [燃料流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>ガスタービン発電機建物</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外(地下)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">影響なし(地下)</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側) 電路 [電路]</td> <td rowspan="6">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="6">屋外 R/B</td> <td rowspan="6">○</td> <td rowspan="6">分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側) 電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ盤電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>緊急用メタクラ接続プラグ盤～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備) －：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第57条 電源設備	可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)	タンクローリ	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置	ホース [燃料流路]	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内	ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	代替設備(非常用交流電源設備)	ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側) 電路 [電路]	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]	高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側) 電路 [電路]	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]	高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ盤電路 [電路]	緊急用メタクラ接続プラグ盤～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																										
			評価	防護方法																																														
第57条 電源設備	可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)																																												
		タンクローリ	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置																																												
		ホース [燃料流路]	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内																																												
		ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	代替設備(非常用交流電源設備)																																												
		ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]																																																
		非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)																																												
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク																																																
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側) 電路 [電路]	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)																																												
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]																																																
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側) 電路 [電路]																																																
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]																																																
		高圧発電機車～緊急用メタクラ接続プラグ盤電路 [電路]																																																
		緊急用メタクラ接続プラグ盤～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																				
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (19/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="13">第57条 電源設備</td> <td rowspan="2">可搬型代替交流電源設備による給電</td> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外 R/B</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外 R/B</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td>緊急用メタック接続プラグ盤～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外 R/B</td> <td>○</td> <td>分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">所内常設蓄電式直流電源設備による給電</td> <td>B-115V系蓄電池</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池(SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>SA用115V系蓄電池</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>230V系蓄電池(RCIC)</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>B-115V系充電器</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系充電器(SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>SA用115V系充電器</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">常設代替直流電源設備による給電</td> <td>230V系充電器(RCIC)</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>B-115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路「電路」</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流母線電路「電路」</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備) -：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第57条 電源設備	可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)	緊急用メタック接続プラグ盤～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)	所内常設蓄電式直流電源設備による給電	B-115V系蓄電池	防止設備	Rw/B	○	建物内	B1-115V系蓄電池(SA)	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内	SA用115V系蓄電池	防止設備	Rw/B	○	建物内	230V系蓄電池(RCIC)	防止設備	Rw/B	○	建物内	B-115V系充電器	防止設備	Rw/B	○	建物内	B1-115V系充電器(SA)	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内	SA用115V系充電器	防止設備	Rw/B	○	建物内	常設代替直流電源設備による給電	230V系充電器(RCIC)	防止設備	Rw/B	○	建物内	B-115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路「電路」	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内	B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流母線電路「電路」	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内								
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																															
			評価	防護方法																																																																																			
第57条 電源設備	可搬型代替交流電源設備による給電	高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)																																																																																	
		高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物南側)～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)																																																																																	
	緊急用メタック接続プラグ盤～SA1コントロールセンタ及びSA2コントロールセンタ電路「電路」	防止設備・緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及び代替設備(非常用交流電源設備)																																																																																		
	所内常設蓄電式直流電源設備による給電	B-115V系蓄電池	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		B1-115V系蓄電池(SA)	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		SA用115V系蓄電池	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		230V系蓄電池(RCIC)	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		B-115V系充電器	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		B1-115V系充電器(SA)	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		SA用115V系充電器	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
	常設代替直流電源設備による給電	230V系充電器(RCIC)	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		B-115V系蓄電池及び充電器～直流母線電路「電路」	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	
		B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流母線電路「電路」	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																				
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (20/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th colspan="2" rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="15">第57条 電源設備</td> <td rowspan="15">可搬型直流電源設備による給電</td> <td>高圧発電機車</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備 保管場所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置及び 代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))</td> </tr> <tr> <td>タンクローリ</td> <td rowspan="2">分散配置</td> </tr> <tr> <td>ホース [燃料流路]</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">ガスター ビン発電 機建物</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系充電器 (SA)</td> <td rowspan="3">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="3">Rw/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>SA用115V系充電器</td> </tr> <tr> <td>230V系充電器 (常用)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外 (地下)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">影響なし (地下)</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイス ディーゼル発電機燃 料貯蔵タンク</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～高圧 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 西側) 電路 [電路]</td> <td rowspan="15">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="15">屋外 R/B</td> <td rowspan="15">○</td> <td rowspan="15">分散配置及 び代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物西側)～直流母 線電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～高圧 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 南側) 電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物南側)～直流母 線電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～緊急 用メタクラ接続プ ラグ電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>緊急用メタクラ接続 プラグ電路～直流母 線電路 [電路]</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第57条 電源設備	可搬型直流電源設備による給電	高圧発電機車	防止設備・ 緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置及び 代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))	タンクローリ	分散配置	ホース [燃料流路]	防止設備・ 緩和設備	ガスター ビン発電 機建物	○	建物内	B1-115V系充電器 (SA)	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	SA用115V系充電器	230V系充電器 (常用)	ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外	○	代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))	ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)	高圧炉心スプレイス ディーゼル発電機燃 料貯蔵タンク	高圧発電機車～高圧 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 西側) 電路 [電路]	防止設備・ 緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及 び代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))	高圧発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物西側)～直流母 線電路 [電路]	高圧発電機車～高圧 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 南側) 電路 [電路]	高圧発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物南側)～直流母 線電路 [電路]	高圧発電機車～緊急 用メタクラ接続プ ラグ電路 [電路]	緊急用メタクラ接続 プラグ電路～直流母 線電路 [電路]	
設置許可基準	重大事故等対処設備							分類	設置場所	竜巻																																													
			評価	防護方法																																																			
第57条 電源設備	可搬型直流電源設備による給電	高圧発電機車	防止設備・ 緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○	分散配置及び 代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))																																																	
		タンクローリ					分散配置																																																
		ホース [燃料流路]	防止設備・ 緩和設備	ガスター ビン発電 機建物	○	建物内																																																	
		B1-115V系充電器 (SA)					防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内																																													
		SA用115V系充電器																																																					
		230V系充電器 (常用)																																																					
		ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外	○	代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))																																																	
		ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁 [燃料流路]																																																					
		非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)																																																	
		高圧炉心スプレイス ディーゼル発電機燃 料貯蔵タンク																																																					
		高圧発電機車～高圧 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 西側) 電路 [電路]	防止設備・ 緩和設備	屋外 R/B	○	分散配置及 び代替設備 (非常用直 流電源設備 (A系及び HPCS系))																																																	
		高圧発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物西側)～直流母 線電路 [電路]																																																					
		高圧発電機車～高圧 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 南側) 電路 [電路]																																																					
		高圧発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物南側)～直流母 線電路 [電路]																																																					
		高圧発電機車～緊急 用メタクラ接続プ ラグ電路 [電路]																																																					
緊急用メタクラ接続 プラグ電路～直流母 線電路 [電路]																																																							
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備)</p> <p>－：他の項目にて整理</p>																																																					

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																			
		表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (21/33)																																																																																																																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="18">第57条 電源設備</td> <td rowspan="9">代替所内電気設備 による給電</td> <td>緊急用メタクラ</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>ガスター ビン発電 機建物</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>メタクラ切替盤</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>S A 2 コントロール センタ</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>S A ロードセンタ</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>S A 1 コントロール センタ</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>充電器電源切替盤</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>重大事故操作盤</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続ブ ラグ収納箱</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>緊急用メタクラ接続 プラグ盤</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S A 電源切替盤</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用高圧母線C系</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用高圧母線D系</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="9">非常用交流電源設 備</td> <td>非常用ディーゼル発 電機</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発 電機燃料デイトンク</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料デイトンク</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発 電機燃料貯蔵タンク</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>屋外 (地下)</td> <td>○</td> <td>影響なし (地下)</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料貯蔵タンク</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発 電機燃料移送ポンプ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発 電機燃料移送系、配 管・弁〔燃料流路〕</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td>R/B 屋外</td> <td>○</td> <td>竜巻防護対 策により安 全機能が損 なわれない ことを確認</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料移送ポンプ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料移送系 配管・弁〔燃料流路〕</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発 電機～非常用高圧母 線C系及びD系電路 〔電路〕</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機～ 非常用高圧母線H P C系電路〔電路〕</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第57条 電源設備	代替所内電気設備 による給電	緊急用メタクラ	防止設備・ 緩和設備	ガスター ビン発電 機建物	○	建物内	メタクラ切替盤	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	S A 2 コントロール センタ	防止設備・ 緩和設備	低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽	○	建物内	S A ロードセンタ	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	S A 1 コントロール センタ	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	充電器電源切替盤	防止設備・ 緩和設備				重大事故操作盤	防止設備・ 緩和設備				高圧発電機車接続ブ ラグ収納箱	防止設備・ 緩和設備				緊急用メタクラ接続 プラグ盤	防止設備・ 緩和設備				S A 電源切替盤					非常用高圧母線C系					非常用高圧母線D系					非常用交流電源設 備	非常用ディーゼル発 電機	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機					非常用ディーゼル発 電機燃料デイトンク					高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料デイトンク					非常用ディーゼル発 電機燃料貯蔵タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料貯蔵タンク					非常用ディーゼル発 電機燃料移送ポンプ					非常用ディーゼル発 電機燃料移送系、配 管・弁〔燃料流路〕	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B 屋外	○	竜巻防護対 策により安 全機能が損 なわれない ことを確認	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料移送ポンプ					高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料移送系 配管・弁〔燃料流路〕					非常用ディーゼル発 電機～非常用高圧母 線C系及びD系電路 〔電路〕	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機～ 非常用高圧母線H P C系電路〔電路〕					
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																																																														
			評価	防護方法																																																																																																																																		
第57条 電源設備	代替所内電気設備 による給電	緊急用メタクラ	防止設備・ 緩和設備	ガスター ビン発電 機建物	○	建物内																																																																																																																																
		メタクラ切替盤	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																
		S A 2 コントロール センタ	防止設備・ 緩和設備	低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽	○	建物内																																																																																																																																
		S A ロードセンタ	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																																																																
		S A 1 コントロール センタ	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																
		充電器電源切替盤	防止設備・ 緩和設備																																																																																																																																			
		重大事故操作盤	防止設備・ 緩和設備																																																																																																																																			
		高圧発電機車接続ブ ラグ収納箱	防止設備・ 緩和設備																																																																																																																																			
		緊急用メタクラ接続 プラグ盤	防止設備・ 緩和設備																																																																																																																																			
	S A 電源切替盤																																																																																																																																					
	非常用高圧母線C系																																																																																																																																					
	非常用高圧母線D系																																																																																																																																					
	非常用交流電源設 備	非常用ディーゼル発 電機	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																																																																																																																
		高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機																																																																																																																																				
		非常用ディーゼル発 電機燃料デイトンク																																																																																																																																				
		高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料デイトンク																																																																																																																																				
		非常用ディーゼル発 電機燃料貯蔵タンク	防止設備・ 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)																																																																																																																																
		高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料貯蔵タンク																																																																																																																																				
非常用ディーゼル発 電機燃料移送ポンプ																																																																																																																																						
非常用ディーゼル発 電機燃料移送系、配 管・弁〔燃料流路〕		防止設備 (設計基準 拡張)	R/B 屋外	○	竜巻防護対 策により安 全機能が損 なわれない ことを確認																																																																																																																																	
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料移送ポンプ																																																																																																																																						
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機燃 料移送系 配管・弁〔燃料流路〕																																																																																																																																						
非常用ディーゼル発 電機～非常用高圧母 線C系及びD系電路 〔電路〕	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																																																																																																																		
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機～ 非常用高圧母線H P C系電路〔電路〕																																																																																																																																						
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設 備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 （緩和設備、防止でも緩和でもない設備） －：他の項目にて整理</p>																																																																																																																																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																												
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (22/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="15">第57条 電源設備</td> <td rowspan="15">非常用直流電源設備</td> <td>A-115V系蓄電池 A-115V系充電器</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>B-115V系蓄電池 B-115V系充電器</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">Rw/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池 (SA) B1-115V系充電器 (SA)</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系蓄電池 高圧炉心スプレイ系充電器</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>230V系蓄電池 (RCIC) 230V系充電器 (RCIC)</td> <td>防止設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中性子計 装用蓄電池 A-原子炉中性子計 装用充電器</td> <td rowspan="2">防止設備</td> <td rowspan="2">Rw/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>B-原子炉中性子計 装用蓄電池 B-原子炉中性子計 装用充電器</td> </tr> <tr> <td>A-115V系蓄電池 及び充電器～直流母 線電路 [電路]</td> <td rowspan="3">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="3">Rw/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>B-115V系蓄電池 及び充電器～直流母 線電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池 (SA) 及び充電器～直流母線電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>230V系蓄電池 (RCIC) 及び充電器～直流母線電路 [電路]</td> <td>防止設備</td> <td>R/B Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td rowspan="2">R/B Rw/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中性子計 装用蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>B-原子炉中性子計 装用蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]</td> <td>防止設備</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能（緩和設備、防止でも緩和でもない設備） －：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第57条 電源設備	非常用直流電源設備	A-115V系蓄電池 A-115V系充電器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	B-115V系蓄電池 B-115V系充電器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	B1-115V系蓄電池 (SA) B1-115V系充電器 (SA)	高圧炉心スプレイ系蓄電池 高圧炉心スプレイ系充電器	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	230V系蓄電池 (RCIC) 230V系充電器 (RCIC)	防止設備	Rw/B	○	建物内	A-原子炉中性子計 装用蓄電池 A-原子炉中性子計 装用充電器	防止設備	Rw/B	○	建物内	B-原子炉中性子計 装用蓄電池 B-原子炉中性子計 装用充電器	A-115V系蓄電池 及び充電器～直流母 線電路 [電路]	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	B-115V系蓄電池 及び充電器～直流母 線電路 [電路]	B1-115V系蓄電池 (SA) 及び充電器～直流母線電路 [電路]	230V系蓄電池 (RCIC) 及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備	R/B Rw/B	○	建物内	高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B Rw/B	○	建物内	A-原子炉中性子計 装用蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	B-原子炉中性子計 装用蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備				
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																							
			評価	防護方法																																																											
第57条 電源設備	非常用直流電源設備	A-115V系蓄電池 A-115V系充電器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																									
		B-115V系蓄電池 B-115V系充電器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																									
		B1-115V系蓄電池 (SA) B1-115V系充電器 (SA)																																																													
		高圧炉心スプレイ系蓄電池 高圧炉心スプレイ系充電器	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																																									
		230V系蓄電池 (RCIC) 230V系充電器 (RCIC)	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																									
		A-原子炉中性子計 装用蓄電池 A-原子炉中性子計 装用充電器	防止設備	Rw/B	○	建物内																																																									
		B-原子炉中性子計 装用蓄電池 B-原子炉中性子計 装用充電器																																																													
		A-115V系蓄電池 及び充電器～直流母 線電路 [電路]	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																									
		B-115V系蓄電池 及び充電器～直流母 線電路 [電路]																																																													
		B1-115V系蓄電池 (SA) 及び充電器～直流母線電路 [電路]																																																													
		230V系蓄電池 (RCIC) 及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備	R/B Rw/B	○	建物内																																																									
		高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B Rw/B	○	建物内																																																									
		A-原子炉中性子計 装用蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]																																																													
		B-原子炉中性子計 装用蓄電池及び充電器～直流母線電路 [電路]	防止設備																																																												

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																												
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (23/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">第 57 条 電源設備</td> <td rowspan="2">燃料補給設備</td> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外</td> <td rowspan="2">○</td> <td>代替設備(非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク)及び高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁〔流路〕</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外(地下)</td> <td>○</td> <td>影響なし(地下)</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">分散配置</td> </tr> <tr> <td>タンクローリ</td> </tr> <tr> <td>ホース〔燃料流路〕</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>ガスタービン発電機建物</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="14">第 58 条 計測設備</td> <td rowspan="2">原子炉圧力容器内の温度</td> <td>原子炉圧力容器温度(SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉圧力容器内の圧力</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉圧力容器内の水位</td> <td>原子炉水位(広帯域)</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉水位(燃料域)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉圧力容器への注水量</td> <td>原子炉水位(SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>高圧原子炉代替注水流量</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">代替注水流量(常設)</td> <td rowspan="2">代替注水流量(常設)</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>低圧原子炉代替注水流量</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)</td> <td rowspan="2">低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">高圧炉心スプレィポンプ出口流量</td> <td rowspan="2">高圧炉心スプレィポンプ出口流量</td> <td rowspan="2">防止設備(設計基準拡張)</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去ポンプ出口流量</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">低圧炉心スプレィポンプ出口流量</td> <td rowspan="2">低圧炉心スプレィポンプ出口流量</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系原子炉注水流量</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉格納容器への注水量</td> <td>代替注水流量(常設)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器代替スプレィ流量</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ベアスタル代替注水流量</td> <td rowspan="2">ベアスタル代替注水流量(狭帯域用)</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系格納容器スプレィ流量</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備) －：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第 57 条 電源設備	燃料補給設備	ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	代替設備(非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク)及び高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁〔流路〕	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置	タンクローリ	ホース〔燃料流路〕	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内	第 58 条 計測設備	原子炉圧力容器内の温度	原子炉圧力容器温度(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉圧力容器内の圧力	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉圧力容器内の水位	原子炉水位(広帯域)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉水位(燃料域)	原子炉圧力容器への注水量	原子炉水位(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	高圧原子炉代替注水流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	代替注水流量(常設)	代替注水流量(常設)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	低圧原子炉代替注水流量	低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)	低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	高圧炉心スプレィポンプ出口流量	高圧炉心スプレィポンプ出口流量	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	残留熱除去ポンプ出口流量	低圧炉心スプレィポンプ出口流量	低圧炉心スプレィポンプ出口流量	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱代替除去系原子炉注水流量	原子炉格納容器への注水量	代替注水流量(常設)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器代替スプレィ流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	ベアスタル代替注水流量	ベアスタル代替注水流量(狭帯域用)	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱代替除去系格納容器スプレィ流量	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																																							
			評価	防護方法																																																																																																											
第 57 条 電源設備	燃料補給設備	ガスタービン発電機用軽油タンク	防止設備・緩和設備	屋外	○	代替設備(非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク)及び高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク																																																																																																									
		ガスタービン発電機用軽油タンクドレン弁〔流路〕																																																																																																													
	非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)																																																																																																										
	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置																																																																																																										
	タンクローリ																																																																																																														
ホース〔燃料流路〕	防止設備・緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内																																																																																																											
第 58 条 計測設備	原子炉圧力容器内の温度	原子炉圧力容器温度(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
		原子炉圧力容器内の圧力	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
	原子炉圧力容器内の水位	原子炉水位(広帯域)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
		原子炉水位(燃料域)																																																																																																													
	原子炉圧力容器への注水量	原子炉水位(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
		高圧原子炉代替注水流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
	代替注水流量(常設)	代替注水流量(常設)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
							低圧原子炉代替注水流量																																																																																																								
	低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)	低圧原子炉代替注水流量(狭帯域用)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
							原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量																																																																																																								
	高圧炉心スプレィポンプ出口流量	高圧炉心スプレィポンプ出口流量	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																																																									
							残留熱除去ポンプ出口流量																																																																																																								
	低圧炉心スプレィポンプ出口流量	低圧炉心スプレィポンプ出口流量	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																									
							残留熱代替除去系原子炉注水流量																																																																																																								
原子炉格納容器への注水量	代替注水流量(常設)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																										
	格納容器代替スプレィ流量	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																										
ベアスタル代替注水流量	ベアスタル代替注水流量(狭帯域用)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																										
						残留熱代替除去系格納容器スプレィ流量																																																																																																									

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																					
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (24/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="20">第58条 計測設備</td> <td rowspan="4">原子炉格納容器内の温度</td> <td>ドライウエル温度 (SA)</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>ベデスタル温度 (SA)</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>ベデスタル水温度 (SA)</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・チェンバ温度 (SA)</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉格納容器内の圧力</td> <td>サブプレッション・チェンバ圧力 (SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・チェンバ圧力 (SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉格納容器内の水位</td> <td>サブプレッション・チェンバ水位 (SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>ドライウエル水位</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉格納容器内の水素濃度</td> <td>格納容器水素濃度 (B系)</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器水素濃度 (SA)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉格納容器内の放射線量率</td> <td>格納容器雰囲気放射線モニタ (ドライウエル)</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器雰囲気放射線モニタ (サブプレッション・チェンバ)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">未臨界の維持又は監視</td> <td>中性子領域計装</td> <td rowspan="2">防止設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>中間領域計装</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">最終ヒートシンクの確保 (残留熱代替除去系)</td> <td>サブプレッション・チェンバ水温度 (SA)</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器出口温度</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系原子炉注水流量</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">最終ヒートシンクの確保 (格納容器フィルタベント系)</td> <td>スクラバ容器水位</td> <td rowspan="4">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="4">第1ベントフィルタ格納槽</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">建物内</td> </tr> <tr> <td>スクラバ容器圧力</td> </tr> <tr> <td>スクラバ容器温度</td> </tr> <tr> <td>第1ベントフィルタ出口放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>第1ベントフィルタ出口水素濃度</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>可搬型設備保管場所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第58条 計測設備	原子炉格納容器内の温度	ドライウエル温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内	ベデスタル温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内	ベデスタル水温度 (SA)	サブプレッション・チェンバ温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉格納容器内の圧力	サブプレッション・チェンバ圧力 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	サブプレッション・チェンバ圧力 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉格納容器内の水位	サブプレッション・チェンバ水位 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	ドライウエル水位	緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉格納容器内の水素濃度	格納容器水素濃度 (B系)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器水素濃度 (SA)	原子炉格納容器内の放射線量率	格納容器雰囲気放射線モニタ (ドライウエル)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器雰囲気放射線モニタ (サブプレッション・チェンバ)	未臨界の維持又は監視	中性子領域計装	防止設備	R/B	○	建物内	中間領域計装	最終ヒートシンクの確保 (残留熱代替除去系)	サブプレッション・チェンバ水温度 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱除去系熱交換器出口温度	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱代替除去系原子炉注水流量	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量	最終ヒートシンクの確保 (格納容器フィルタベント系)	スクラバ容器水位	防止設備・緩和設備	第1ベントフィルタ格納槽	○	建物内	スクラバ容器圧力	スクラバ容器温度	第1ベントフィルタ出口放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)		第1ベントフィルタ出口水素濃度	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所 (屋外)	○	補修を実施	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																																																
			評価	防護方法																																																																																																				
第58条 計測設備	原子炉格納容器内の温度	ドライウエル温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		ベデスタル温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		ベデスタル水温度 (SA)																																																																																																						
		サブプレッション・チェンバ温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
	原子炉格納容器内の圧力	サブプレッション・チェンバ圧力 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		サブプレッション・チェンバ圧力 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
	原子炉格納容器内の水位	サブプレッション・チェンバ水位 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		ドライウエル水位	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
	原子炉格納容器内の水素濃度	格納容器水素濃度 (B系)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		格納容器水素濃度 (SA)																																																																																																						
	原子炉格納容器内の放射線量率	格納容器雰囲気放射線モニタ (ドライウエル)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		格納容器雰囲気放射線モニタ (サブプレッション・チェンバ)																																																																																																						
	未臨界の維持又は監視	中性子領域計装	防止設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		中間領域計装																																																																																																						
	最終ヒートシンクの確保 (残留熱代替除去系)	サブプレッション・チェンバ水温度 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		残留熱除去系熱交換器出口温度	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		残留熱代替除去系原子炉注水流量	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																		
		残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量																																																																																																						
	最終ヒートシンクの確保 (格納容器フィルタベント系)	スクラバ容器水位	防止設備・緩和設備	第1ベントフィルタ格納槽	○	建物内																																																																																																		
		スクラバ容器圧力																																																																																																						
スクラバ容器温度																																																																																																								
第1ベントフィルタ出口放射線モニタ (高レンジ・低レンジ)																																																																																																								
	第1ベントフィルタ出口水素濃度	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所 (屋外)	○	補修を実施																																																																																																			
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) －：他の項目にて整理</p>																																																																																																						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																											
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (25/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="13">第58条 計測設備</td> <td>最終ヒートシンク の確保 (残留熱除去系)</td> <td>残留熱除去系熱交換器入口温度 残留熱除去系熱交換器出口温度 残留熱除去ポンプ出口流量</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器バイパス の監視 (原子炉圧力 容器内の状態)</td> <td>原子炉水位 (広帯域) 原子炉水位 (燃料域) 原子炉水位 (S A) 原子炉圧力 原子炉圧力 (S A)</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器バイパス の監視 (原子炉格納 容器内の状態)</td> <td>ドライウェル温度 (S A) ドライウェル圧力 (S A)</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器バイパス の監視 (原子炉建物 内の状態)</td> <td>残留熱除去ポンプ出 口圧力 低圧炉心スプレイボ ンプ出口圧力</td> <td>防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>水源の確認</td> <td>低圧原子炉代替注水 槽水位</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td></td> <td>サブプレッション・プ ール水位 (S A)</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物内の水 素濃度</td> <td>原子炉建物水素濃度</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器内 の酸素濃度</td> <td>格納容器酸素濃度 (B系) 格納容器酸素濃度 (S A)</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>燃料プールの監視</td> <td>燃料プール水位 (S A) 燃料プール水位・温 度 (S A) 燃料プールエリア放 射線モニタ (高レン ジ・低レンジ) (S A) 燃料プール監視カメ ラ (S A) (燃料プ ール監視カメラ用冷 却設備を含む。)</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>発電所内の通信連 絡</td> <td>安全パラメータ表示 システム (SPD S)</td> <td>緩和設備</td> <td>Rw/B 緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内 (屋外の ものは補修を 実施)</td> </tr> <tr> <td>温度、圧力、水位、 注水量の計測・監視</td> <td>可搬型計測器</td> <td>防止設備・ 緩和設備</td> <td>Rw/B 緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するD B設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設 備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) －：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第58条 計測設備	最終ヒートシンク の確保 (残留熱除去系)	残留熱除去系熱交換器入口温度 残留熱除去系熱交換器出口温度 残留熱除去ポンプ出口流量	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	格納容器バイパス の監視 (原子炉圧力 容器内の状態)	原子炉水位 (広帯域) 原子炉水位 (燃料域) 原子炉水位 (S A) 原子炉圧力 原子炉圧力 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器バイパス の監視 (原子炉格納 容器内の状態)	ドライウェル温度 (S A) ドライウェル圧力 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	格納容器バイパス の監視 (原子炉建物 内の状態)	残留熱除去ポンプ出 口圧力 低圧炉心スプレイボ ンプ出口圧力	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	水源の確認	低圧原子炉代替注水 槽水位	防止設備・ 緩和設備	低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽	○	建物内		サブプレッション・プ ール水位 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉建物内の水 素濃度	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉格納容器内 の酸素濃度	格納容器酸素濃度 (B系) 格納容器酸素濃度 (S A)	緩和設備	R/B	○	建物内	燃料プールの監視	燃料プール水位 (S A) 燃料プール水位・温 度 (S A) 燃料プールエリア放 射線モニタ (高レン ジ・低レンジ) (S A) 燃料プール監視カメ ラ (S A) (燃料プ ール監視カメラ用冷 却設備を含む。)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	発電所内の通信連 絡	安全パラメータ表示 システム (SPD S)	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内 (屋外の ものは補修を 実施)	温度、圧力、水位、 注水量の計測・監視	可搬型計測器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																						
			評価	防護方法																																																																										
第58条 計測設備	最終ヒートシンク の確保 (残留熱除去系)	残留熱除去系熱交換器入口温度 残留熱除去系熱交換器出口温度 残留熱除去ポンプ出口流量	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																																																								
	格納容器バイパス の監視 (原子炉圧力 容器内の状態)	原子炉水位 (広帯域) 原子炉水位 (燃料域) 原子炉水位 (S A) 原子炉圧力 原子炉圧力 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
	格納容器バイパス の監視 (原子炉格納 容器内の状態)	ドライウェル温度 (S A) ドライウェル圧力 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
	格納容器バイパス の監視 (原子炉建物 内の状態)	残留熱除去ポンプ出 口圧力 低圧炉心スプレイボ ンプ出口圧力	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																																																								
	水源の確認	低圧原子炉代替注水 槽水位	防止設備・ 緩和設備	低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽	○	建物内																																																																								
		サブプレッション・プ ール水位 (S A)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
	原子炉建物内の水 素濃度	原子炉建物水素濃度	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
	原子炉格納容器内 の酸素濃度	格納容器酸素濃度 (B系) 格納容器酸素濃度 (S A)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
	燃料プールの監視	燃料プール水位 (S A) 燃料プール水位・温 度 (S A) 燃料プールエリア放 射線モニタ (高レン ジ・低レンジ) (S A) 燃料プール監視カメ ラ (S A) (燃料プ ール監視カメラ用冷 却設備を含む。)	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
	発電所内の通信連 絡	安全パラメータ表示 システム (SPD S)	緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内 (屋外の ものは補修を 実施)																																																																								
	温度、圧力、水位、 注水量の計測・監視	可搬型計測器	防止設備・ 緩和設備	Rw/B 緊急時 対策所	○	建物内																																																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																			
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (26/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="12">第58条 計測設備</td> <td rowspan="12">その他</td> <td>ADS用N₂ガス減圧弁二次側圧力</td> <td rowspan="2">防止設備</td> <td rowspan="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>N₂ガスポンプ圧力</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却水ポンプ出口圧力</td> <td rowspan="3">防止設備 (設計基準 拡張)</td> <td rowspan="3">R/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>RCW熱交換器出口温度</td> </tr> <tr> <td>RCWサージタンク水位</td> </tr> <tr> <td>C-メタクラ母線電圧</td> <td rowspan="4">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="4">R/B</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">建物内</td> </tr> <tr> <td>D-メタクラ母線電圧</td> </tr> <tr> <td>HPCS-メタクラ母線電圧</td> </tr> <tr> <td>C-ロードセンタ母線電圧</td> </tr> <tr> <td>D-ロードセンタ母線電圧</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">ガスター ピン発電 機建物</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>緊急用メタクラ電圧</td> </tr> <tr> <td>SAロードセンタ母線電圧</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="2">低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池(SA)電圧</td> </tr> <tr> <td>A-115V系直流盤母線電圧</td> <td rowspan="4">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="4">Rw/B</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">建物内</td> </tr> <tr> <td>B-115V系直流盤母線電圧</td> </tr> <tr> <td>230V系直流盤(常用)母線電圧</td> </tr> <tr> <td>SA用115V系充電器蓄電池電圧</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第58条 計測設備	その他	ADS用N ₂ ガス減圧弁二次側圧力	防止設備	R/B	○	建物内	N ₂ ガスポンプ圧力	原子炉補機冷却水ポンプ出口圧力	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内	RCW熱交換器出口温度	RCWサージタンク水位	C-メタクラ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	D-メタクラ母線電圧	HPCS-メタクラ母線電圧	C-ロードセンタ母線電圧	D-ロードセンタ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	ガスター ピン発電 機建物	○	建物内	緊急用メタクラ電圧	SAロードセンタ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽	○	建物内	B1-115V系蓄電池(SA)電圧	A-115V系直流盤母線電圧	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内	B-115V系直流盤母線電圧	230V系直流盤(常用)母線電圧	SA用115V系充電器蓄電池電圧	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																														
			評価	防護方法																																																		
第58条 計測設備	その他	ADS用N ₂ ガス減圧弁二次側圧力	防止設備	R/B	○	建物内																																																
		N ₂ ガスポンプ圧力																																																				
		原子炉補機冷却水ポンプ出口圧力	防止設備 (設計基準 拡張)	R/B	○	建物内																																																
		RCW熱交換器出口温度																																																				
		RCWサージタンク水位																																																				
		C-メタクラ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																
		D-メタクラ母線電圧																																																				
		HPCS-メタクラ母線電圧																																																				
		C-ロードセンタ母線電圧																																																				
		D-ロードセンタ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	ガスター ピン発電 機建物	○	建物内																																																
		緊急用メタクラ電圧																																																				
		SAロードセンタ母線電圧	防止設備・ 緩和設備	低圧原子 炉代替注 水ポンプ 格納槽	○	建物内																																																
B1-115V系蓄電池(SA)電圧																																																						
A-115V系直流盤母線電圧	防止設備・ 緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																		
B-115V系直流盤母線電圧																																																						
230V系直流盤(常用)母線電圧																																																						
SA用115V系充電器蓄電池電圧																																																						
		<p>○:各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備,防止でも緩和でもない設備) -:他の項目にて整理</p>																																																				

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																				
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (27/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="15">第59条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備</td> <td rowspan="15">居住性の確保</td> <td>中央制御室 中央制御室待避室</td> <td>(重大事故等対処施設)</td> <td>C/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>中央制御室遮蔽</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>C/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>中央制御室待避室遮蔽</td> <td>緩和設備</td> <td>C/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>再循環用ファン</td> <td rowspan="3">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="3">Rw/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>チャコール・フィルタ・フースタ・ファン</td> </tr> <tr> <td>非常用チャコール・フィルタ・ユニット</td> </tr> <tr> <td>中央制御室換気系弁 [流路]</td> <td>中央制御室換気系タクト [流路]</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>C/B Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)</td> <td>緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>中央制御室待避室正圧化装置 (配管・弁) [流路]</td> <td>緩和設備</td> <td>C/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備 (固定型)</td> <td>衛星電話設備 (固定型)</td> <td colspan="2">→62条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>プラントパラメータ監視装置 (中央制御室待避室)</td> <td>中央制御室差圧計</td> <td>待避室差圧計</td> <td>酸素濃度計 二酸化炭素濃度計</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>C/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]</td> <td>衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]</td> <td colspan="2">→62条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1774 1161 2496 1255" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) -：他の項目にて整理</p> </div>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第59条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	居住性の確保	中央制御室 中央制御室待避室	(重大事故等対処施設)	C/B	○	建物内	中央制御室遮蔽	防止設備・緩和設備	C/B	○	建物内	中央制御室待避室遮蔽	緩和設備	C/B	○	建物内	再循環用ファン	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内	チャコール・フィルタ・フースタ・ファン	非常用チャコール・フィルタ・ユニット	中央制御室換気系弁 [流路]	中央制御室換気系タクト [流路]	防止設備・緩和設備	C/B Rw/B	○	建物内	中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)	緩和設備	Rw/B	○	建物内	中央制御室待避室正圧化装置 (配管・弁) [流路]	緩和設備	C/B	○	建物内	無線通信設備 (固定型)	衛星電話設備 (固定型)	→62条に記載		-	-	プラントパラメータ監視装置 (中央制御室待避室)	中央制御室差圧計	待避室差圧計	酸素濃度計 二酸化炭素濃度計	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内	無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	→62条に記載		-	-	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																															
			評価	防護方法																																																																			
第59条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	居住性の確保	中央制御室 中央制御室待避室	(重大事故等対処施設)	C/B	○	建物内																																																																	
		中央制御室遮蔽	防止設備・緩和設備	C/B	○	建物内																																																																	
		中央制御室待避室遮蔽	緩和設備	C/B	○	建物内																																																																	
		再循環用ファン	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																	
		チャコール・フィルタ・フースタ・ファン																																																																					
		非常用チャコール・フィルタ・ユニット																																																																					
		中央制御室換気系弁 [流路]	中央制御室換気系タクト [流路]	防止設備・緩和設備	C/B Rw/B	○	建物内																																																																
		中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)	緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																	
		中央制御室待避室正圧化装置 (配管・弁) [流路]	緩和設備	C/B	○	建物内																																																																	
		無線通信設備 (固定型)	衛星電話設備 (固定型)	→62条に記載		-	-																																																																
		プラントパラメータ監視装置 (中央制御室待避室)	中央制御室差圧計	待避室差圧計	酸素濃度計 二酸化炭素濃度計	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内																																																														
		無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	→62条に記載		-	-																																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																										
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (28/33)</p> <table border="1" data-bbox="1813 300 2451 743"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th colspan="2" rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">第59条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備</td> <td>照明の確保</td> <td>LEDライト (三脚タイプ)</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>C/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">被ばく線量の低減</td> <td>非常用ガス処理系排気ファン 前置ガス処理装置〔流路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>後置ガス処理装置〔流路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B T/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系配管・弁〔流路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系排気管〔流路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>→その他の設備に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物原子炉棟〔流路〕</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="1774 804 2496 898">○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる（防止設備）又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能（緩和設備、防止でも緩和でもない設備） —：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備		分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第59条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	照明の確保	LEDライト (三脚タイプ)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内	被ばく線量の低減	非常用ガス処理系排気ファン 前置ガス処理装置〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内	後置ガス処理装置〔流路〕	緩和設備	R/B T/B	○	建物内	非常用ガス処理系配管・弁〔流路〕	緩和設備	屋外	○	安全機能が損なわれないことを確認	非常用ガス処理系排気管〔流路〕	緩和設備	→その他の設備に記載	—	—	原子炉建物原子炉棟〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内	
設置許可基準	重大事故等対処設備							分類	設置場所	竜巻																																			
			評価	防護方法																																									
第59条 運転員が原子炉制御室にとどまるための設備	照明の確保	LEDライト (三脚タイプ)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内																																							
	被ばく線量の低減	非常用ガス処理系排気ファン 前置ガス処理装置〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内																																							
		後置ガス処理装置〔流路〕	緩和設備	R/B T/B	○	建物内																																							
		非常用ガス処理系配管・弁〔流路〕	緩和設備	屋外	○	安全機能が損なわれないことを確認																																							
		非常用ガス処理系排気管〔流路〕	緩和設備	→その他の設備に記載	—	—																																							
	原子炉建物原子炉棟〔流路〕	緩和設備	R/B	○	建物内																																								

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(29/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14">第60条 監視測定設備</td> <td rowspan="2">放射線量の代替測定</td> <td>可搬式モニタリング・ポスト</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備(モニタリングポスト)</td> </tr> <tr> <td>データ表示装置(伝送路)</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">放射性物質の濃度の代替測定</td> <td>可搬式ダスト・よう素サンプラ</td> <td rowspan="3">(防止でも緩和でもない設備)</td> <td rowspan="3">緊急時対策所</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>NaIシンチレーション・サーベイ・メータ</td> </tr> <tr> <td>GM汚染サーベイ・メータ</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">気象観測項目の代替測定</td> <td>可搬式気象観測装置</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備(気象観測装置)</td> </tr> <tr> <td>データ表示装置(伝送路)</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">放射線量の測定</td> <td>可搬式モニタリング・ポスト</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備(モニタリングポスト)</td> </tr> <tr> <td>データ表示装置(伝送路)</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>電離箱サーベイ・メータ</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>小型船舶</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">放射性物質の濃度の測定(空气中、水中、土壌中)及び海上モニタリング</td> <td>可搬式ダスト・よう素サンプラ</td> <td rowspan="4">(防止でも緩和でもない設備)</td> <td rowspan="4">緊急時対策所</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">建物内</td> </tr> <tr> <td>NaIシンチレーション・サーベイ・メータ</td> </tr> <tr> <td>GM汚染サーベイ・メータ</td> </tr> <tr> <td>α・β線サーベイ・メータ</td> </tr> <tr> <td>小型船舶</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td>モニタリング・ポストの代替交流電源からの給電</td> <td>常設代替交流電源設備</td> <td></td> <td>→57条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備) -：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第60条 監視測定設備	放射線量の代替測定	可搬式モニタリング・ポスト	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	代替設備(モニタリングポスト)	データ表示装置(伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	放射性物質の濃度の代替測定	可搬式ダスト・よう素サンプラ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	NaIシンチレーション・サーベイ・メータ	GM汚染サーベイ・メータ	気象観測項目の代替測定	可搬式気象観測装置	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	代替設備(気象観測装置)	データ表示装置(伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	放射線量の測定	可搬式モニタリング・ポスト	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	代替設備(モニタリングポスト)	データ表示装置(伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	電離箱サーベイ・メータ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	小型船舶	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	補修を実施	放射性物質の濃度の測定(空气中、水中、土壌中)及び海上モニタリング	可搬式ダスト・よう素サンプラ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	NaIシンチレーション・サーベイ・メータ	GM汚染サーベイ・メータ	α・β線サーベイ・メータ	小型船舶	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	補修を実施	モニタリング・ポストの代替交流電源からの給電	常設代替交流電源設備		→57条に記載	-	-	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																											
			評価	防護方法																																																																															
第60条 監視測定設備	放射線量の代替測定	可搬式モニタリング・ポスト	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	代替設備(モニタリングポスト)																																																																													
		データ表示装置(伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																																													
	放射性物質の濃度の代替測定	可搬式ダスト・よう素サンプラ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																																													
		NaIシンチレーション・サーベイ・メータ																																																																																	
		GM汚染サーベイ・メータ																																																																																	
	気象観測項目の代替測定	可搬式気象観測装置	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	代替設備(気象観測装置)																																																																													
		データ表示装置(伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																																													
	放射線量の測定	可搬式モニタリング・ポスト	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	代替設備(モニタリングポスト)																																																																													
		データ表示装置(伝送路)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																																													
		電離箱サーベイ・メータ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																																													
		小型船舶	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	補修を実施																																																																													
	放射性物質の濃度の測定(空气中、水中、土壌中)及び海上モニタリング	可搬式ダスト・よう素サンプラ	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																																													
		NaIシンチレーション・サーベイ・メータ																																																																																	
		GM汚染サーベイ・メータ																																																																																	
α・β線サーベイ・メータ																																																																																			
小型船舶	(防止でも緩和でもない設備)	可搬型設備保管場所(屋外)	○	補修を実施																																																																															
モニタリング・ポストの代替交流電源からの給電	常設代替交流電源設備		→57条に記載	-	-																																																																														

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																									
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(30/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">第61条 緊急時対策所</td> <td rowspan="2">居住性の確保</td> <td>緊急時対策所</td> <td>(重大事故等対処施設)</td> <td>緊急時対策所(屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所遮蔽</td> <td>緩和設備</td> <td>緊急時対策所(屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所空気浄化フィルタユニット</td> <td rowspan="7">緩和設備</td> <td rowspan="7">緊急時対策所(屋外)</td> <td rowspan="7">○</td> <td rowspan="7">補修を実施</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所空気浄化送風機</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所正圧化装置(空気ポンプ)</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所空気浄化装置用可搬型ダクト[流路]</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所正圧化装置可搬型配管・弁[流路]</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所空気浄化装置(配管・弁)[流路]</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所正圧化装置(配管・弁)[流路]</td> </tr> <tr> <td>酸素濃度計</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>二酸化炭素濃度計</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">緊急時対策所</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>差圧計</td> </tr> <tr> <td>可搬式エリア放射線モニタ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>可搬式モニタリング・ポスト</td> <td></td> <td>→60条に記載(ただし、本系統機能においては可搬型重大事故緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>必要な情報の把握</td> <td>安全パラメータ表示システム(SPDS)</td> <td>→62条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる(防止設備)又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能(緩和設備、防止でも緩和でもない設備) -：他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第61条 緊急時対策所	居住性の確保	緊急時対策所	(重大事故等対処施設)	緊急時対策所(屋外)	○	補修を実施	緊急時対策所遮蔽	緩和設備	緊急時対策所(屋外)	○	補修を実施	緊急時対策所空気浄化フィルタユニット	緩和設備	緊急時対策所(屋外)	○	補修を実施	緊急時対策所空気浄化送風機	緊急時対策所正圧化装置(空気ポンプ)	緊急時対策所空気浄化装置用可搬型ダクト[流路]	緊急時対策所正圧化装置可搬型配管・弁[流路]	緊急時対策所空気浄化装置(配管・弁)[流路]	緊急時対策所正圧化装置(配管・弁)[流路]	酸素濃度計	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	二酸化炭素濃度計	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内	差圧計	可搬式エリア放射線モニタ					可搬式モニタリング・ポスト		→60条に記載(ただし、本系統機能においては可搬型重大事故緩和設備)	-	-	必要な情報の把握	安全パラメータ表示システム(SPDS)	→62条に記載	-	-	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																				
			評価	防護方法																																																								
第61条 緊急時対策所	居住性の確保	緊急時対策所	(重大事故等対処施設)	緊急時対策所(屋外)	○	補修を実施																																																						
		緊急時対策所遮蔽	緩和設備	緊急時対策所(屋外)	○	補修を実施																																																						
	緊急時対策所空気浄化フィルタユニット	緩和設備	緊急時対策所(屋外)	○	補修を実施																																																							
	緊急時対策所空気浄化送風機																																																											
	緊急時対策所正圧化装置(空気ポンプ)																																																											
	緊急時対策所空気浄化装置用可搬型ダクト[流路]																																																											
	緊急時対策所正圧化装置可搬型配管・弁[流路]																																																											
	緊急時対策所空気浄化装置(配管・弁)[流路]																																																											
	緊急時対策所正圧化装置(配管・弁)[流路]																																																											
	酸素濃度計	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																							
二酸化炭素濃度計	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内																																																								
差圧計																																																												
可搬式エリア放射線モニタ																																																												
可搬式モニタリング・ポスト		→60条に記載(ただし、本系統機能においては可搬型重大事故緩和設備)	-	-																																																								
必要な情報の把握	安全パラメータ表示システム(SPDS)	→62条に記載	-	-																																																								

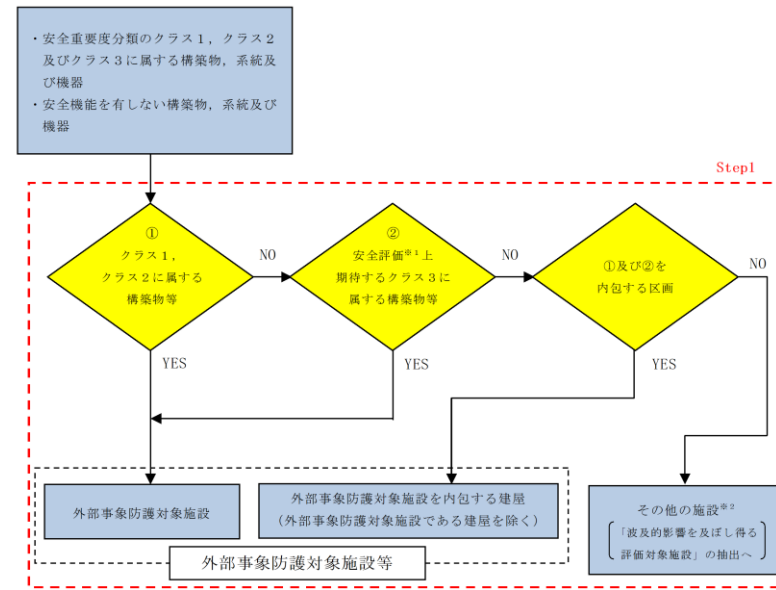
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																													
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(31/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14">第 61 条 緊急時対策所</td> <td rowspan="14">通信連絡 (緊急時対策所)</td> <td>無線通信設備 (固定型)</td> <td rowspan="14">→62 条に記載</td> <td rowspan="14">-</td> <td rowspan="14">-</td> </tr> <tr><td>無線通信設備 (携帯型)</td></tr> <tr><td>衛星電話設備 (固定型)</td></tr> <tr><td>衛星電話設備 (携帯型)</td></tr> <tr><td>統合原子力防災ネット ワークに接続する 通信連絡設備</td></tr> <tr><td>無線通信装置 〔伝送路〕</td></tr> <tr><td>無線通信設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕</td></tr> <tr><td>衛星通信装置 〔伝送路〕</td></tr> <tr><td>衛星電話設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕</td></tr> <tr><td>有線 (建物内) (無 線通信設備 (固定 型), 衛星電話設備 (固定型) に係るも の) 〔伝送路〕</td></tr> <tr><td>有線 (建物内) (安 全パラメータ表示シ ステム (SPDS) に係るもの) 〔伝送 路〕</td></tr> <tr><td>有線 (建物内) (統 合原子力防災ネット ワークに接続する通 信連絡設備に係るも の) 〔伝送路〕</td></tr> <tr> <td rowspan="6">電源の確保</td> <td>緊急時対策所用発電 機 可搬ケーブル</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>可搬型設 備保管場 所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備 (非常用交 流電源設 備)</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所 発電 機接続プラグ盤</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>緊急時 対策所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>代替設備 (非常用交 流電源設 備)</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所 低圧母線盤</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所用発電 機～緊急時対策所 低圧母線盤〔電路〕</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所用燃料 地下タンク</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>屋外 (地下)</td> <td>○</td> <td>影響なし (地下)</td> </tr> <tr> <td>タンクローリ</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>可搬型設 備保管場 所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>分散配置</td> </tr> <tr> <td>ホース</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>ガスター ビン発電 機建物</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1745 1291 2478 1396" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>○ : 各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備)</p> <p>- : 他の項目にて整理</p> </div>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第 61 条 緊急時対策所	通信連絡 (緊急時対策所)	無線通信設備 (固定型)	→62 条に記載	-	-	無線通信設備 (携帯型)	衛星電話設備 (固定型)	衛星電話設備 (携帯型)	統合原子力防災ネット ワークに接続する 通信連絡設備	無線通信装置 〔伝送路〕	無線通信設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕	衛星通信装置 〔伝送路〕	衛星電話設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕	有線 (建物内) (無 線通信設備 (固定 型), 衛星電話設備 (固定型) に係るも の) 〔伝送路〕	有線 (建物内) (安 全パラメータ表示シ ステム (SPDS) に係るもの) 〔伝送 路〕	有線 (建物内) (統 合原子力防災ネット ワークに接続する通 信連絡設備に係るも の) 〔伝送路〕	電源の確保	緊急時対策所用発電 機 可搬ケーブル	防止設備 ・緩和設備	可搬型設 備保管場 所 (屋外)	○	代替設備 (非常用交 流電源設 備)	緊急時対策所 発電 機接続プラグ盤	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	代替設備 (非常用交 流電源設 備)	緊急時対策所 低圧母線盤	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内	緊急時対策所用発電 機～緊急時対策所 低圧母線盤〔電路〕	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内	緊急時対策所用燃料 地下タンク	防止設備 ・緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし (地下)	タンクローリ	防止設備 ・緩和設備	可搬型設 備保管場 所 (屋外)	○	分散配置	ホース	防止設備 ・緩和設備	ガスター ビン発電 機建物	○	建物内	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																								
			評価	防護方法																																																												
第 61 条 緊急時対策所	通信連絡 (緊急時対策所)	無線通信設備 (固定型)	→62 条に記載	-	-																																																											
		無線通信設備 (携帯型)																																																														
		衛星電話設備 (固定型)																																																														
		衛星電話設備 (携帯型)																																																														
		統合原子力防災ネット ワークに接続する 通信連絡設備																																																														
		無線通信装置 〔伝送路〕																																																														
		無線通信設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕																																																														
		衛星通信装置 〔伝送路〕																																																														
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) 〔伝送路〕																																																														
		有線 (建物内) (無 線通信設備 (固定 型), 衛星電話設備 (固定型) に係るも の) 〔伝送路〕																																																														
		有線 (建物内) (安 全パラメータ表示シ ステム (SPDS) に係るもの) 〔伝送 路〕																																																														
		有線 (建物内) (統 合原子力防災ネット ワークに接続する通 信連絡設備に係るも の) 〔伝送路〕																																																														
		電源の確保				緊急時対策所用発電 機 可搬ケーブル	防止設備 ・緩和設備	可搬型設 備保管場 所 (屋外)	○	代替設備 (非常用交 流電源設 備)																																																						
						緊急時対策所 発電 機接続プラグ盤	防止設備 ・緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	代替設備 (非常用交 流電源設 備)																																																						
緊急時対策所 低圧母線盤	防止設備 ・緩和設備		緊急時 対策所	○	建物内																																																											
緊急時対策所用発電 機～緊急時対策所 低圧母線盤〔電路〕	防止設備 ・緩和設備		緊急時 対策所	○	建物内																																																											
緊急時対策所用燃料 地下タンク	防止設備 ・緩和設備		屋外 (地下)	○	影響なし (地下)																																																											
タンクローリ	防止設備 ・緩和設備		可搬型設 備保管場 所 (屋外)	○	分散配置																																																											
ホース	防止設備 ・緩和設備	ガスター ビン発電 機建物	○	建物内																																																												

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																					
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(32/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="9">第 62 条 通信連絡を行うために必要な設備</td> <td rowspan="9">発電所内の通信連絡</td> <td>有線式通信設備</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備 (固定型)</td> <td rowspan="2">防止設備 ・緩和設備</td> <td rowspan="2">C/B 緊急時対策所</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (固定型)</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備 (携帯型)</td> <td rowspan="2">防止設備 ・緩和設備</td> <td rowspan="2">緊急時対策所</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (携帯型)</td> </tr> <tr> <td>安全パラメータ表示システム (SPDS)</td> <td>緩和設備</td> <td>Rw/B 緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]</td> <td rowspan="2">防止設備 ・緩和設備</td> <td rowspan="2">緊急時対策所 (屋外)</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">代替設備 (所内通信連絡設備、電力保安通信用電話設備)</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]</td> </tr> <tr> <td>無線通信装置 [伝送路]</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>Rw/B 緊急時対策所 屋外</td> <td>○</td> <td>代替設備 (所内通信連絡設備、電力保安通信用電話設備)</td> </tr> <tr> <td>有線 (建物内) (有線式通信設備、無線通信設備 (固定型)、衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]</td> <td>防止設備 ・緩和設備</td> <td>R/B Rw/B 緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>有線 (建物内) (安全パラメータ表示システム (SPDS) に係るもの) [伝送路]</td> <td>緩和設備</td> <td>Rw/B 緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第 62 条 通信連絡を行うために必要な設備	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	○	建物内	無線通信設備 (固定型)	防止設備 ・緩和設備	C/B 緊急時対策所	○	建物内	衛星電話設備 (固定型)	無線通信設備 (携帯型)	防止設備 ・緩和設備	緊急時対策所	○	建物内	衛星電話設備 (携帯型)	安全パラメータ表示システム (SPDS)	緩和設備	Rw/B 緊急時対策所	○	建物内	無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	緊急時対策所 (屋外)	○	代替設備 (所内通信連絡設備、電力保安通信用電話設備)	衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	無線通信装置 [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B 緊急時対策所 屋外	○	代替設備 (所内通信連絡設備、電力保安通信用電話設備)	有線 (建物内) (有線式通信設備、無線通信設備 (固定型)、衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	R/B Rw/B 緊急時対策所	○	建物内	有線 (建物内) (安全パラメータ表示システム (SPDS) に係るもの) [伝送路]	緩和設備	Rw/B 緊急時対策所	○	建物内	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																
			評価	防護方法																																																				
第 62 条 通信連絡を行うために必要な設備	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	防止設備 ・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																		
		無線通信設備 (固定型)	防止設備 ・緩和設備	C/B 緊急時対策所	○	建物内																																																		
		衛星電話設備 (固定型)																																																						
		無線通信設備 (携帯型)	防止設備 ・緩和設備	緊急時対策所	○	建物内																																																		
		衛星電話設備 (携帯型)																																																						
		安全パラメータ表示システム (SPDS)	緩和設備	Rw/B 緊急時対策所	○	建物内																																																		
		無線通信設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	緊急時対策所 (屋外)	○	代替設備 (所内通信連絡設備、電力保安通信用電話設備)																																																		
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]																																																						
		無線通信装置 [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	Rw/B 緊急時対策所 屋外	○	代替設備 (所内通信連絡設備、電力保安通信用電話設備)																																																		
有線 (建物内) (有線式通信設備、無線通信設備 (固定型)、衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]	防止設備 ・緩和設備	R/B Rw/B 緊急時対策所	○	建物内																																																				
有線 (建物内) (安全パラメータ表示システム (SPDS) に係るもの) [伝送路]	緩和設備	Rw/B 緊急時対策所	○	建物内																																																				
		<p>○：各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも、対応するDB設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備、防止でも緩和でもない設備) －：他の項目にて整理</p>																																																						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																								
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(33/33)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">設置場所</th> <th colspan="2">竜巻</th> </tr> <tr> <th>評価</th> <th>防護方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">第 62 条 通信連絡を行うために 必要な設備</td> <td rowspan="8">発電所外の通信連絡</td> <td>衛星電話設備 (固定型)</td> <td>緩和設備</td> <td>C/B 緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (携帯型)</td> <td>緩和設備</td> <td>緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>データ伝送設備</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]</td> <td>緩和設備</td> <td>緊急時 対策所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td>衛星通信装置 [伝送路]</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時 対策所 (屋外)</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td>有線 (建物内) (衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]</td> <td>緩和設備</td> <td>C/B 緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>有線 (建物内) (統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備, データ伝送設備に係るもの) [伝送路]</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>緊急時 対策所</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">その他の設備</td> <td rowspan="3">重大事故時に対処するための流路又は注水先, 注入先, 排出元等</td> <td>原子炉圧力容器</td> <td rowspan="2">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="3">R/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器</td> </tr> <tr> <td>燃料プール</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物原子炉棟</td> <td>緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>安全機能が損なわれないことを確認</td> </tr> <tr> <td>非常用取水設備</td> <td>取水口</td> <td rowspan="3">防止設備・ 緩和設備</td> <td rowspan="3">屋外</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">屋外設備であるが, 竜巻による影響を受けない</td> </tr> <tr> <td>取水管</td> </tr> <tr> <td>取水槽</td> </tr> </tbody> </table> <p>○: 各外部事象に対し安全機能を維持できる 又は各外部事象による損傷を考慮した場合でも, 対応するD/B設備が各外部事象に対し安全機能を維持できる (防止設備) 又は各外部事象による損傷を考慮して, 代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能 (緩和設備, 防止でも緩和でもない設備) -: 他の項目にて整理</p>	設置許可基準	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻		評価	防護方法	第 62 条 通信連絡を行うために 必要な設備	発電所外の通信連絡	衛星電話設備 (固定型)	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内	衛星電話設備 (携帯型)	緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内	データ伝送設備	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内	衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	補修を実施	衛星通信装置 [伝送路]	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所 (屋外)	○	補修を実施	有線 (建物内) (衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内	有線 (建物内) (統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備, データ伝送設備に係るもの) [伝送路]	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内	その他の設備	重大事故時に対処するための流路又は注水先, 注入先, 排出元等	原子炉圧力容器	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉格納容器	燃料プール	原子炉建物原子炉棟	緩和設備	屋外	○	安全機能が損なわれないことを確認	非常用取水設備	取水口	防止設備・ 緩和設備	屋外	○	屋外設備であるが, 竜巻による影響を受けない	取水管	取水槽	
設置許可基準	重大事故等対処設備	分類					設置場所	竜巻																																																																			
			評価	防護方法																																																																							
第 62 条 通信連絡を行うために 必要な設備	発電所外の通信連絡	衛星電話設備 (固定型)	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内																																																																					
		衛星電話設備 (携帯型)	緩和設備	緊急時 対策所	○	建物内																																																																					
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内																																																																					
		データ伝送設備	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内																																																																					
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) [伝送路]	緩和設備	緊急時 対策所 (屋外)	○	補修を実施																																																																					
		衛星通信装置 [伝送路]	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所 (屋外)	○	補修を実施																																																																					
		有線 (建物内) (衛星電話設備 (固定型) に係るもの) [伝送路]	緩和設備	C/B 緊急時 対策所	○	建物内																																																																					
		有線 (建物内) (統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備, データ伝送設備に係るもの) [伝送路]	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内																																																																					
その他の設備	重大事故時に対処するための流路又は注水先, 注入先, 排出元等	原子炉圧力容器	防止設備・ 緩和設備	R/B	○	建物内																																																																					
		原子炉格納容器																																																																									
		燃料プール																																																																									
	原子炉建物原子炉棟	緩和設備	屋外	○	安全機能が損なわれないことを確認																																																																						
非常用取水設備	取水口	防止設備・ 緩和設備	屋外	○	屋外設備であるが, 竜巻による影響を受けない																																																																						
取水管																																																																											
取水槽																																																																											

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料1.2</p> <p>1.2 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出について</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉における外部事象防護対象施設のうち、評価対象施設の抽出フローを図1.2.1、抽出結果を表1.2.1に示す。具体的には、以下のStepにて抽出した。</p> <p>Step1：安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器のうち、外部事象防護対象施設*を抽出する。</p> <p>※：外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（発電用原子炉を停止するため、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器、並びに、使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能、又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器として、安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器）又はそれを内包する建屋を選定する。</p> <p>また、上記以外の安全施設については、竜巻及びその随伴事象に対して機能維持すること、竜巻及びその随伴事象による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、若しくは、安全上支障のない期間に修復すること等の対応が可能な場合、安全機能を損なわないことから評価完了とする。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 1</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出について</p> <p>1. 抽出方針</p> <p>発電所における外部事象防護対象施設等から、以下の手順により、評価対象施設を抽出した。</p> <p>Step1：安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器並びに安全機能を有しない構築物、系統及び機器のうち外部事象防護対象施設等*1を抽出する。</p> <p>※1 外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（発電用原子炉を停止するため、また停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器）として、安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価*2上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器並びにそれを内包する区画</p> <p>※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析</p> <p>また、外部事象防護対象施設を内包する建屋（外部事象防護対象施設となる建屋を除く。）は、機械的強度を有すること等により、内包する外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計及び外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。ここで、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて、外部事象防護対象施設等という。</p> <p>上記以外の安全施設については、竜巻及びその随伴事象に対して機能維持すること若しくは竜巻及びその随伴事象による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわないことを確認す</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 1.2</p> <p>1.2 評価対象施設等の抽出について</p> <p>1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設</p> <p>外部事象防護対象施設の中から、屋外施設及び外気と接続する建物内の外部事象防護対象施設を抽出した。</p> <p>具体的な抽出フローを図1.2.1に、屋外施設及び外気と接続する建物内の外部事象防護対象施設の抽出結果を表1.2.1に示す。</p> <p>Step1：安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器並びに安全機能を有しない構築物、系統及び機器のうち外部事象防護対象施設*1を抽出する。</p> <p>※1 外部事象に対し必要な構築物、系統及び機器（発電用原子炉を停止するため、また停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器）として、安全重要度分類のクラス1、クラス2及び安全評価*2上その機能に期待するクラス3に属する構築物、系統及び機器並びにそれを内包する区画</p> <p>※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析</p> <p>また、外部事象防護対象施設を内包する建物（外部事象防護対象施設となる建物を除く。）は、機械的強度を有すること等により、内包する外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計及び外部事象防護対象施設へ波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>上記以外の安全施設については、竜巻及びその随伴事象に対して機能維持すること若しくは竜巻及びその随伴事象による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわないことを確認する。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>Step2 : Step1で抽出された設備の設置場所を確認し、竜巻襲来時に風圧、気圧差及び飛来物衝突の影響を受ける屋外設備（当該設備を内包する建屋含む）を評価対象施設とする。</p> <p>Step3 : 屋内設備だが外気との接続があるため、竜巻襲来時に気圧差荷重の影響を受ける非常用換気空調系等を評価対象施設とする。</p> <p>Step4 : 外部事象防護対象施設が設置されている施設等の外殻による防護機能が期待できないものを評価対象とする。なお、外殻による防護に期待できるかは、建屋・構築物等の竜巻荷重に対する健全性の確認結果より、設計飛来物の衝突による開口部の開放又は開口部建具の貫通の観点から、設備を抽出する。</p>	<p>る。</p> <p>Step2 : 外部事象防護対象施設等として抽出された設備の設置場所を確認し、竜巻襲来時に風圧、気圧差及び設計飛来物等衝突の影響を受ける屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）を評価対象施設とする。</p> <p>Step3 : 屋内施設であるが外気と繋がっているため、竜巻襲来時に気圧差の影響を受ける施設を評価対象施設とする。</p> <p>Step4 : 外殻となる施設等による防護機能が期待できない区画の内部に配置されている外部事象防護対象施設は、竜巻襲来時に風圧、気圧差及び設計飛来物衝突の影響を受けるため、評価対象施設とする。</p> <p>なお、外殻による防護機能に期待できるかは、外殻となる施設等の竜巻荷重に対する構造健全性の確認結果により、設計飛来物の衝突等による開口部の開放又は開口部建具の貫通の観点から、評価対象施設を抽出する。</p> <p>2. 抽出結果</p> <p>2.1 外部事象防護対象施設等</p> <p>第2.1-1図に、外部事象防護対象施設等の抽出フローを示す。</p> <p>(1) 外部事象防護対象施設</p> <p>「1. 抽出方針」に従い、外部事象防護対象施設を抽出した。</p> <p>(2) 外部事象防護対象施設を内包する区画</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する区画を以下のとおり抽出した。</p> <p>a. タービン建屋（気体廃棄物処理系隔離弁等を内包）</p> <p>b. 使用済燃料乾式貯蔵建屋（使用済燃料乾式貯蔵容器を内包）</p> <p>c. 軽油貯蔵タンクタンク室（軽油貯蔵タンクを内包）</p> <p>d. 排気筒モニタ建屋（排気筒モニタを内包）</p> <p>なお、抽出結果は、評価対象施設の抽出結果とともに整理し、次項の第2.2-1表に示す。</p>	<p>Step2 : Step1 で抽出された設備の設置場所を確認し、竜巻襲来時に風圧、気圧差及び設計飛来物等衝突の影響を受ける屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。）を評価対象施設とする。</p> <p>Step3 : 屋内施設であるが外気と繋がっているため、竜巻襲来時に気圧差の影響を受ける施設を評価対象施設とする。</p> <p>Step4 : 外殻となる施設による防護機能が期待できない区画の内部に配置されている外部事象防護対象施設は、竜巻襲来時に風圧、気圧差及び設計飛来物衝突の影響を受けるため、評価対象施設とする。</p> <p>なお、外殻による防護機能に期待できるかは、外殻となる施設の竜巻荷重に対する構造健全性の確認結果により、設計飛来物の衝突等による開口部の開放又は開口部建具の貫通の観点から、評価対象施設を抽出する。</p>	



※1 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析
 ※2 竜巻及びその随伴事象に対して機能維持すること、竜巻及びその随伴事象による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること又は安全上支障のない期間に修復すること等の対応が可能であることを確認する。

第2.1-1図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー

2.2 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設
 第2.2-1図に、外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フローを示し、その結果を第2.2-1表に示す。

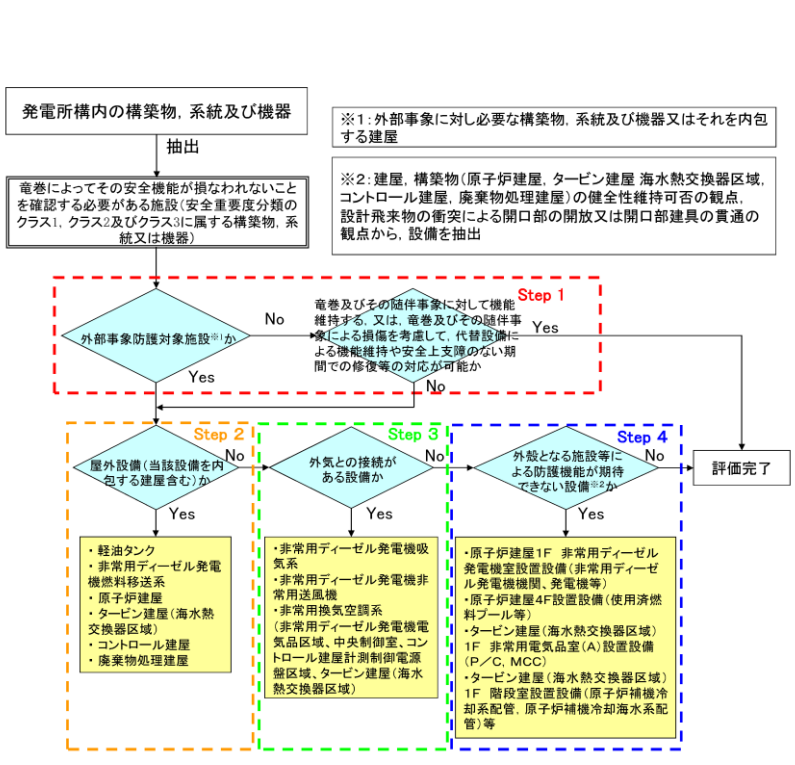
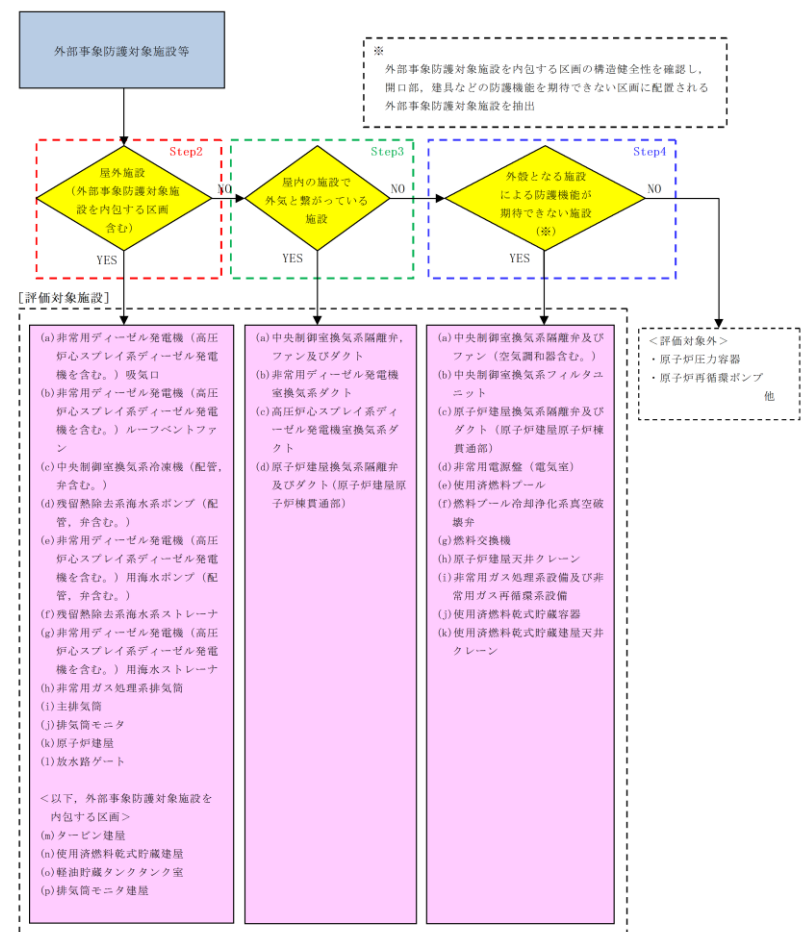


図 1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出フロー



第2.2-1図 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設の抽出フロー

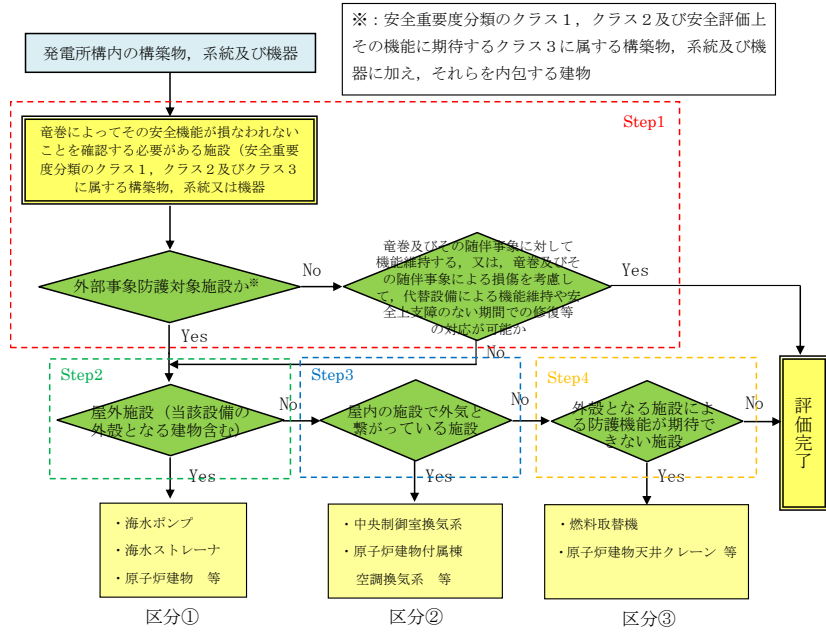


図 1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出フロー

表 1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出結果 (3/4)

○: Yes X: No -:該当せず

分類	機能	構築物、系統又は機器	Step1	Step2	Step3	Step4	抽出結果
MS-1	1) 異常事態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過渡的影響を防止する構築物、系統及び機器	・残留熱除去系 (ボンプ、熱交換機、原子炉停止時冷却モータのモータとなる配管、弁)	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋

第 2.2-1 表 評価対象施設の抽出結果 (3/24)

○: Yes X: No -:該当せず

分類	安全機能の重要度分類	Step1	Step2	Step3	Step4	抽出結果
MS-1	1) 異常事態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過渡的影響を防止する構築物、系統及び機器	・残留熱除去系 (ボンプ、熱交換機、原子炉停止時冷却モータのモータとなる配管、弁)	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	×	×	×	原子炉建屋

表 1.2.1 評価対象施設の抽出結果 (外部事象防護対象施設) (3/12)

分類	機能	構築物、系統又は機器	Step1	Step2	Step3	Step4	抽出結果
MS-1	1) 異常事態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過渡的影響を防止する構築物、系統及び機器	・残留熱除去系 (ボンプ、熱交換機、原子炉停止時冷却モータのモータとなる配管、弁)	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋
		・原子炉冷却材圧力バウンダリから取り出される冷却水の配管、弁	○	×	×	×	原子炉建屋

※1 電気、機械装置のうち主設備の記載は、当該系の機能を代表して記載し、直列設置系及び閉回路系の記載は省略した。(評価対象施設に関するもの記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Stepへ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (6/24)

分類	定義	安全機能の重要度分類		Step1 想定及びその相伴事象に対して機 能維持する又は電停及びその相伴 事象による損傷を考慮して、代替設 備による機能維持や安全上支障の ない期間での経費等の対応可能 性を評価する	Step2 屋外施設 対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 （外設防護機能を 期待できない）：○ 期待できる：×	抽出結果		備考
		機能	構築物、系統又は 機器					該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*	外部事象 防護対象 施設等	
MS -1	1) 異常状態発生時 に原子炉を緊急 に停止し、蒸留 熱を除去し、原 子炉冷却材圧力 パワントラップの過 圧を防止し、軟 地周辺公衆への 過度の放射線の 影響を防止する 構築物、系統及 び機器	放射性物質の 閉じ込め機 能、放射線の 遮へい及び放 出低減機 能	原子炉格納容器、原子炉 格納容器隔離弁、原子炉 格納容器スレーブ冷却 系、原子炉建屋、非常用 ガス処理系、非常用再 循環ガス処理系、可燃性ガ ス濃度制御系	原子炉 格納容器 隔離弁 スレーブ冷却 系 原子炉建屋 非常用再 循環ガス 処理系 可燃性ガ ス濃度制 御系	○	×	○	○	・非常用ガス処理系 ・排気機 ・主排気機 ・非常用ガス処理系設 備 ・非常用ガス再循環系 設備	
	2) 安全上必須なそ の他の構築物、 系統及び機器	1) 工学的安全機 能及び原子炉 停止系への作 動信号の発生 機能	安全保護系	・原子炉緊急停止の安全 保護回路 ・非常用炉心冷却系作 動の安全保護回路	○	×	○	○	・原子炉建屋 ・原子炉建屋	

*1: 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、系統間の接続の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
*2: 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2へ進む)

表 1.2.1 評価対象施設の抽出結果 (外部事象防護対象施設) (6/12)

分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	施設名	外部事象防護対象施設として抽出している		備考		
					Step2	Step3			
MS	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、蒸留熱を除去し、原子炉冷却材圧力パワントラップの過圧を防止し、軟地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器スレーブ冷却系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系	原子炉格納容器隔離弁、スレーブ冷却系、原子炉建屋、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系	○	×	○	・非常用ガス処理系 ・排気機 ・主排気機 ・非常用ガス処理系設備 ・非常用ガス再循環系設備	
	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全機能及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系	・原子炉緊急停止の安全保護回路 ・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路	○	×	○	・原子炉建屋 ・原子炉建屋	

*1: 内部事象防護対象施設も内部化する建物等、外設となる建物等として抽出。建物内は、R3: 原子炉建屋、R4: 原子炉建屋、R5: 原子炉建屋、R6: 原子炉建屋、R7: タービン建屋、R8: 建屋外防護施設、R9: 建屋外防護施設、R10: 建屋外防護施設を示す。
*2: 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2へ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (7/24)

○: Yes ×: No -:該当せず

分類	安全機能の重要度分類			外部事象防護対象施設等 のうち主な施設*	Step1 電圧及びその周波数に適合して機能維持する又は電圧及びその周波数に適合しない状態を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 外部事象防護対象施設等を内包する区画を含む	Step3 区内の施設で外気と繋がっている施設	Step4 外設となる施設 外設防護機能は期待できない:○ 期待できる:×	抽出結果 評価対象施設名称	備考
	定義	機能	構築物、系統又は機器							
MS-1	2) 安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能 2) 安全上特に重要な閉鎖機能	安全保護系 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉電圧ガス処理系 ・原子炉安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	○	—※2	×	×	×	原子炉建屋 ・原子炉建屋	
			非常用炉内電源系 至及びその連へい、非常用換気空調系、非常用補給冷却水系統、直流電源系(いずれも、MS-1閉鎖のもの)	○	—※2	○	×	—	原子炉建屋 軽油貯蔵タンク タンク室 ・非常用ディーゼル発電機 ・電機室 ・高圧中心スプレイス ・ディーゼル発電機 ・非常用ディーゼル発電機 ・非常用ディーゼル発電機 ・非常用ディーゼル発電機 ・非常用ディーゼル発電機	

※1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連する及び間接関連の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2へ移行)

表1.2.1 評価対象施設の抽出結果 (外部事象防護対象施設) (7/12)

分類	重要度分類	定義	機能	系統		評価範囲		評価対象施設		備考	
				系統	機能	内外	区画	内外	区画		
MS-1	2) 安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能 2) 安全上特に重要な閉鎖機能	安全保護系 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉電圧ガス処理系 ・原子炉安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路	非常用炉内電源系 至及びその連へい、非常用換気空調系、非常用補給冷却水系統、直流電源系(いずれも、MS-1閉鎖のもの)	○	—※2	○	×	—	—	

※1 外部事象防護対象施設を内包する施設等(外設となる施設等)として抽出し、機体名は、R18:原子炉建屋、R19:原子炉建屋、R20:制御室、R21:原子炉建屋、R22:原子炉建屋、R23:原子炉建屋、R24:原子炉建屋、R25:原子炉建屋、R26:原子炉建屋、R27:原子炉建屋、R28:原子炉建屋、R29:原子炉建屋、R30:原子炉建屋、R31:原子炉建屋、R32:原子炉建屋、R33:原子炉建屋、R34:原子炉建屋、R35:原子炉建屋、R36:原子炉建屋、R37:原子炉建屋、R38:原子炉建屋、R39:原子炉建屋、R40:原子炉建屋、R41:原子炉建屋、R42:原子炉建屋、R43:原子炉建屋、R44:原子炉建屋、R45:原子炉建屋、R46:原子炉建屋、R47:原子炉建屋、R48:原子炉建屋、R49:原子炉建屋、R50:原子炉建屋、R51:原子炉建屋、R52:原子炉建屋、R53:原子炉建屋、R54:原子炉建屋、R55:原子炉建屋、R56:原子炉建屋、R57:原子炉建屋、R58:原子炉建屋、R59:原子炉建屋、R60:原子炉建屋、R61:原子炉建屋、R62:原子炉建屋、R63:原子炉建屋、R64:原子炉建屋、R65:原子炉建屋、R66:原子炉建屋、R67:原子炉建屋、R68:原子炉建屋、R69:原子炉建屋、R70:原子炉建屋、R71:原子炉建屋、R72:原子炉建屋、R73:原子炉建屋、R74:原子炉建屋、R75:原子炉建屋、R76:原子炉建屋、R77:原子炉建屋、R78:原子炉建屋、R79:原子炉建屋、R80:原子炉建屋、R81:原子炉建屋、R82:原子炉建屋、R83:原子炉建屋、R84:原子炉建屋、R85:原子炉建屋、R86:原子炉建屋、R87:原子炉建屋、R88:原子炉建屋、R89:原子炉建屋、R90:原子炉建屋、R91:原子炉建屋、R92:原子炉建屋、R93:原子炉建屋、R94:原子炉建屋、R95:原子炉建屋、R96:原子炉建屋、R97:原子炉建屋、R98:原子炉建屋、R99:原子炉建屋、R100:原子炉建屋

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (8/24)

○ : Yes : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類		Step1 電巻及びその附属事象に対して機能維持する又は電巻及びその附属事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持が安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外巻と繋がって いる施設	Step4 外巻となる施設 外巻防護機能を 期待できない、○ 期待できる : ×	抽出結果 評価対象施設名称	備考
	定義	機能						
MS -1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい、非常用換気空調系、非常用補機給排水系、直流電源系(いずれも、MS-1関連のもの)	○	○	×	-	・非常用ディーゼル発電機室換気系ダクト ・高圧部心スプレイス ディーゼル発電機室換気系ダクト ・原子炉建屋	
		・中央制御室及び中央制御室遮へい ・中央制御室換気空調系(放射線防護機能及び有害ガス防護機能) (非常用再循環送風機、非常用再循環フィルタ装置、空調ユニット、送風機、排風機、ダクト及びファン)	○	×	×	-	・原子炉建屋 ・原子炉建屋 ・中央制御室換気系冷凍機(配管、弁含む) ・中央制御室換気系ダクト ・中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	

※1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に関するもの記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない(Step2へ進む)

表1.2.1 評価対象施設の抽出結果 (外部事象防護対象施設) (8/12)

分類	定義	機能	評価結果		評価対象施設	備考	
			除外	除外と評価が			
MS-1	安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	非常用所内電源系、制御室及びその遮へい、非常用換気空調系、非常用補機給排水系、直流電源系(いずれも、MS-1関連のもの)	中央制御室	○	○	中央制御室換気系冷凍機(配管、弁含む)	中央制御室換気系冷凍機(配管、弁含む)
			中央制御室遮へい	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			中央制御室換気空調系(放射線防護機能及び有害ガス防護機能)	○	○	中央制御室換気系ダクト	中央制御室換気系ダクト
			非常用再循環送風機	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			非常用再循環フィルタ装置	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			空調ユニット	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			送風機	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			排風機	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			ダクト	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			ファン	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			中央制御室換気系	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット
			中央制御室換気系隔離弁	○	○	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット	中央制御室換気系隔離弁、ファン(空気が調和を含む)及び、フィルタユニット

※1: 外部事象防護対象施設を内包する建物等を「内包となる建物」として抽出、建物は、及び、原子炉建屋、及び、制御室建屋、及び、制御室建屋を示す。
 ※2: 設計意図の死重量による荷重の影響を受ける機器・設備を外巻との関係「あり」とする。

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (9/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその動作事象に対して機 能維持する又は電圧及びその動作 事象による損傷を考慮して、在特設 備による機能維持や安全上支障の ない、期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 施設となる施設 外部防護機能を 期待できない、○ 期待できる、×	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*						
MS -1	2) 安全上必要最小 の他の構築物、 系統及び機器 の他の構築物、 系統及び機器 のもの)	2) 安全上特に重 要な防護機能 を有する機器	非常用内配電系、制御 系及びその連動、非常 用換気空調系、非常用 機油冷却系、直流電圧系 (いずれも、MS-1関連 のもの)	・核燃料除去系海水系 (ポンプ、換気機、配 管、ストレーナ(M S-1関連)) ・ディーゼル発電機冷却水 系(ポンプ、配管、弁、 ストレーナ)	X	X	X	X	・原子炉建屋 ・核燃料除去系海水系 ポンプ(配管、弁、 弁) ・核燃料除去系海水系 ストレーナ ・取水塔*(屋外ト レーナ含む)	
					X	X	X	X	・原子炉建屋 ・非常用ディーゼル発 電機用海水ポンプ (配管、弁含む) ・高圧冷却水ポンプ系 ディーゼル発電機用 海水ポンプ(配管、 弁含む) ・非常用ディーゼル発 電機用海水ストレーナ ・高圧冷却水ポンプ系 ディーゼル発電機用 海水ストレーナ ・取水塔*(屋外ト レーナ含む)	

※1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に属するものを記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step2～選別)
 ※3 取水塔は、電圧の影響により閉塞することは考え難いため、評価対象施設としない。

表1.2.1 評価対象施設の抽出結果 (外部事象防護対象施設) (9/12)

分類	重要度分類	機能	名称	構造・機能	評価対象		外部となる建物の設置位置により 電圧の影響を受けるかどうかの判断	評価対象施設	備考
					屋外	屋内			
MS -1	2) 安全上必要最小の他の構築物、系統及び機器のもの)	2) 安全上特に重要な防護機能を有する機器	非常用内配電系、制御系及びその連動、非常用換気空調系、非常用機油冷却系、直流電圧系(いずれも、MS-1関連のもの)	核燃料除去系海水系(ポンプ、換気機、配管、ストレーナ(MS-1関連))	核燃料除去系海水系ポンプ	○	○	○	
					核燃料除去系海水系配管	○	○	○	
					核燃料除去系海水系ストレーナ	○	○	○	
					核燃料除去系海水系取水塔	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機冷却水系(ポンプ、配管、弁、ストレーナ)	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ配管	○	○	○	
					高圧冷却水ポンプ系	○	○	○	
					高圧冷却水ポンプ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	○	○	
					高圧冷却水ポンプ系ディーゼル発電機用海水ポンプ配管	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ配管	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ取水塔	○	○	○	
					非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ取水塔配管	○	○	○	

※1: 外部事象防護対象施設を内包する建物を「外気となる建物」として抽出し、建物は、R:B:原子炉建屋、C:B:制御建屋、C:B:制御建屋を指す。
 ※2: 設計書等の状況による重要度の影響を受ける建物は「あり」とする。

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (10/24)

分類	重要度の高		安全機他の重要度分類		Step1 電圧及びその維持事象に代して機能維持する又は電圧及びその維持事象による相関を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 外設的機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
	定義	機能	構造物、系統又は機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*						
MS -1	安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な送電機能	非常用内電源系、制御系及びその連係、非常用換気空調系、非常用機軸冷却水系、直流水系、MS-1関連のもの	直流水系系（蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び回路（MS-1関連））、計測制御電源系（蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び回路（MS-1関連））	—*2	X	X	原子炉建屋 ・原子炉建屋（電気室）	・原子炉建屋 ・非常用電源（電気室）	・原子炉建屋 ・原子炉建屋
			その他	その他	—*2	○	X	—	・放水ポンプ	—

○：Yes X：No —：該当せず

*1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直線関係及び間接関係の記載は省略した。（評価対象施設に関するもの記載）
*2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない（Step2へ進む）

表1.2.1 評価対象施設の抽出結果 (外部事象防護対象施設) (10/12)

分類	重要度の高		安全機他の重要度分類		Step1 電圧及びその維持事象に代して機能維持する又は電圧及びその維持事象による相関を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 外設的機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
	定義	機能	構造物、系統又は機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*						
MS -1	安全上必要なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な送電機能	非常用内電源系、制御系及びその連係、非常用換気空調系、非常用機軸冷却水系、直流水系、MS-1関連のもの	直流水系系（蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び回路（MS-1関連））、計測制御電源系（蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び回路（MS-1関連））	—*2	X	X	原子炉建屋 ・原子炉建屋（電気室）	・原子炉建屋 ・非常用電源（電気室）	・原子炉建屋 ・原子炉建屋
			その他	その他	—*2	○	X	—	・放水ポンプ	—

*1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直線関係及び間接関係の記載は省略した。（評価対象施設に関するもの記載）
*2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない（Step2へ進む）

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (13/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 発電及びその維持等象に対して機 能維持する又は発電及びその維持 等による問題を考慮して、(管理設 備)による機能維持が安全上支障の ない期間での設置等の対応可能	Step2 国外施設 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 目的施設で 外気は常か いている施設	Step4 外設となる施設 (外部防護施設を 期待できない・○ 期待できる・×)	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*						
MS -2	1) P-S-2の構築 物、系統及び機 器の損傷又は故 障により、敷地周 辺に及ぼされる 放射線の影響を 十分小さくする ようにする構築 物、系統及び機 器	1) 燃料プール水 の補給機能 2) 放射性物質放 出の停止機能	非常用補給本系 構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*	発電及びその維持等象に対して機 能維持する又は発電及びその維持 等による問題を考慮して、(管理設 備)による機能維持が安全上支障の ない期間での設置等の対応可能	国外施設 防護対象施設 を内包する 区画を含む	目的施設で 外気は常か いている施設	外設となる施設 (外部防護施設を 期待できない・○ 期待できる・×)	抽出結果	備考
				・燃料ポンプ、サブプレッ ション・プール、サブプレ ション・プールから燃 料プールまでの配管、 弁	○	×	×	×	原子炉建屋 ・原子炉建屋	
				・放射性気体吸着処理系 の隔離弁、排気筒(非常 用ガス吸着器)排気管の支 持機能以外)	○	×	×	×	タービン建屋 ・タービン建屋	
				・燃料プール冷却浄化系 の燃料プール入口逆 止弁	○	○	○	○	・排気筒 ・原子炉建屋 ・燃料プール貯蔵浄化 系ガス吸着器	
				・原子炉建屋原子炉機 室下部放射 射線放出低減する系	○	○	○	○	・原子炉建屋 ・原子炉建屋排気系 ・燃料ポンプ貯蔵浄化 系ガス吸着器	
				・原子炉建屋ガス処理系	○	○	○	○	・原子炉建屋 ・非常用ガス処理系 ・排気筒 ・主排気筒	
					○	×	○	×	・原子炉建屋 ・非常用ガス処理系 ・非常用ガス処理系 設備	

※1 電気、機械装置のうち安全機能の記載は、当該系の施設を代表して記載し、感測器及び閉鎖回路の記載は省略した。(評価対象施設に該当するものを記載)

※2 外部事故防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Stepへ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (14/24)

○ : Yes × : No - :該当せず

分類	安全機能の重要区分項		Step1 発動及びその種別 能維持する又は発動及びその種別 事象による損傷を考慮して、代替設 備による機能維持や安全上支障の ない期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防壁対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 [外部防護機能を 期待できない : ○ 期待できる : ×]	抽出結果				
	定義	機能					構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設等 ^{※1}	外部事象 防護対象 施設等	備考	
MS -2	2) 異常状態への対 応上特に重要な 構築物、系統及 び機器	1) 事故時のアラ ート状態の把 握機能	事故時監視装置の一部	・中性子束（起動補償計 装） ・原子炉スクラム用電磁 接触器の状態 ・制御棒位置 ・原子炉水位（広帯域、 燃料罐） ・原子炉圧力 ・原子炉格納容器圧力 ・サブプレッジョン・プー ル水温度 ・原子炉格納容器エリア 放射線量率（高レン ジ）	○	○	○	○	○	-	-

※1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。（評価対象施設に関するものを記載）
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない（Step2へ進む）

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (15/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 重要度及びその相伴現象と対して機能維持する又は電圧及びその相伴現象による機能維持や安全上支障のない期間での検査等の対応可能	Step2 外部施設 外部現象 防護対象施設 を伴起する 区画を含む	Step3 部内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 施設となる施設 外気との機能を 期待できない、 期待できる ; X	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*						
MS -2	2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	1) 事故時のアラート状態の監視機能 2) 異常状態の検出機能 3) 制御室外から安全停止機能	事故時監視装置の一部	低減停止への移行 ・原子炉圧力 ・原子炉水位 (広帯域) 〔ドライウェル・スプレッド〕 ・原子炉水位 (広帯域、燃料床) ・原子炉格納容器圧力 〔サブプレッション・プールの封じ〕 ・原子炉水位 (広帯域、燃料床) ・サブプレッション・プール漏洩 〔可燃性ガス濃度検知系統〕 ・原子炉格納容器水循環装置 ・原子炉格納容器取除装置	○	—	X	X	原子炉建屋	
			DWRには対象機能なし		—	—	—	—	—	
			制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの) の操作回路		○	X	X	X	原子炉建屋	原子炉建屋

*1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の機能を代正して記載し、系統図等及び関係図等との記載は省略した。(評価対象施設に属するものを記載)
*2 外部現象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step1→Step2)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (17/24)

分類	定義	安全機能の重要度分類		Step1 電圧及びその降下事象に対して機能維持する又は電圧及びその降下事象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 外部施設 防壁等施設 を内包する 区域を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 外設防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
		機能	構造物、系統又は機器						
P-S -3	1) 異常状態の起因 事象となるもの であってP-S- 1、P-S-2以 外の構造物、系 統及び機器	3) 放射性物質の 貯蔵機能	サブレーションポンプ、 棒水系、復水貯蔵タンク、 放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの 小さいもの)	○ (補修を実施)	-	-	-	-	-
	4) 電源供給機能 (非常用を除く)	新燃料貯蔵庫	・新燃料貯蔵庫 (新燃料貯蔵タンク)	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-
		タービン、発電機及びそ の励磁装置、復水系(復 水器を含む)、給水系、 循環水系、送電機、変圧 器、開閉所	・発電機及びその励磁装置 (発電機、励磁器) ・蒸気タービン (主タービン、主要弁、 配管) ・復水系(復水器を含む) (復水器、復水ポンプ、 配管/弁) ・給水系 (電動駆動給水ポンプ、 タービン駆動給水ポ ンプ、給水加熱器、配 管/弁)	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-

※1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該施設の記載を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step2へ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (18/24)

分類	安全機能の重要度分類				外部事象 防壁対象 施設等	Step1 電圧及びその過剰電圧に対して機 能維持する又は電圧及びその過剰 電圧による損傷や安全上支障の ない期間での修復等の対応可能	Step2 国外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 国内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外敷となる施設 〔外部防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×〕	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電圧、機械装置 のうち主な施設*							
PS -3	1) 異常状態の起因 事象となるもの であってPS- 1、PS-2以 外の構築物、系 統及び機器	4) 電圧供給機能 (非常用系統 を除く)	タービン、発電機及びそ の励磁装置、復水系 (復 水部を含む)、給水系、 循環水系、送電線、変圧 器、開閉所	・循環水系 (循環水ポンプ、配管/ 弁) ・常用所内電源系 (発電機又は外部電源 系から所内負荷まで の配電装置及び電路 (MS-1間連以外)) ・直流電源系 (蓄電池、蓄電池から常 用負荷までの配電装 置及び電路 (MS-1間 連以外)) ・計装制御電源系 (電源装置から常用計 測制御装置までの配 電装置及び電路 (MS -1間連以外)) ・送電線	×	○ (国内設備のため影響なし) (国外設備は、必要に応じ メンテナンスを中止し、補修 を行う。)	—	—	—	—	—
					×	○ (国内設備のため影響なし) (国外設備のため影響なし)	—	—	—	—	—
					×	○ (国内設備のため影響なし) (国外設備のため影響なし)	—	—	—	—	—
					×	○ (代替設備 (非常用ディーゼル 発電機) により機能維持可能)	—	—	—	—	—

※1 電圧、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直列関係及び閉路関係の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Stepへ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (19/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその操作対象に対して機能維持する又は電圧及びその操作対象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での検査の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防塵対策施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外気となる施設 外気防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
	定義	機能	構成物、系統又は機器	該当する電圧、機械装置のうち主な施設等						
P S - 3	1) 異常状態の起因 事象となるもの であってP S - 1、P S - 2以 外の構成物、系 統及び機器	4) 電源供給機能 (非常用を除く) 5) フラント計 測・制御機能 (安全保護機 能を除く) 6) フラント運転 補助機能	タービン、発電機及びそ の励磁装置、復水系(復 水器を含む)、給水系、 循環水系、送電機、変圧 器、開閉所 原子炉駆動系、運転監視 補助装置(制御棒駆動ミ ニマイヤ)、原子炉時計 装の一部、原子炉フラン トプロセス装置の一部	・変圧器 (所内変圧器、起動変圧 器、予備変圧器、電路) ・開閉所 (母線、遮断器、断路器、 電路) ・原子炉駆動系 (制御棒駆動ミニマイ ヤを含む) ・原子炉時計装 ・原子炉フラントプロセ ス装置 ・補助ボイラ設備 (補助ボイラ、給水タン ク、給水ポンプ、配管 /弁) ・所内蒸気系及び戻り系 (ポンプ、配管/弁)	×	○	○	○	○	
					×	○	○	○	○	
					×	○	○	○	○	
					×	○	○	○	○	
					×	○	○	○	○	

※1 電圧、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、系統間連系及び開閉装置系の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部事象防塵対策施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2へ移行)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (20/24)

○ : Yes × : No - :該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその降下事象に対して機 能維持する又は電圧及びその降下 事象による損傷を考慮して、代替設 備による機能維持や安全上支障の ない期間での検査等の対応可能 な区画を含む	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 〔 外部防護機能を 期待できない；○ 期待できる；×〕	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械設備 のうち主な施設※1						
PS -3	1) 異常状態の原因 事象となるもの であってPS- 1、PS-2以 外の構築物、系 統及び機器	6) フラント運転 補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮 空気系	計装用圧縮空気設備 (空気圧縮機、中間冷却 器、配管/弁) ・原子炉補機冷却水系 (原子炉補機冷却ポン プ、熱交換器、配管/ 弁) ・タービン補機冷却水系 (タービン補機冷却ポン プ、熱交換器、配管 /弁) ・タービン補機冷却水 系(補機冷却水ポン プ、配管/弁、ストレ ーナ)	×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	-
					×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	-
					×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	-
					×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	-

※1 電気、機械設備のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直結関係系及び間接関係系の記載は省略した。(評価対象施設に該当するものを記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない(Step2→進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (22/24)

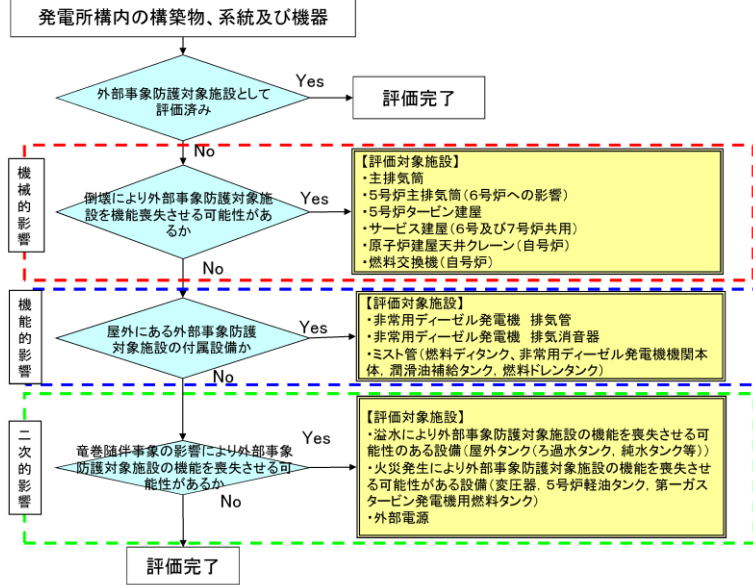
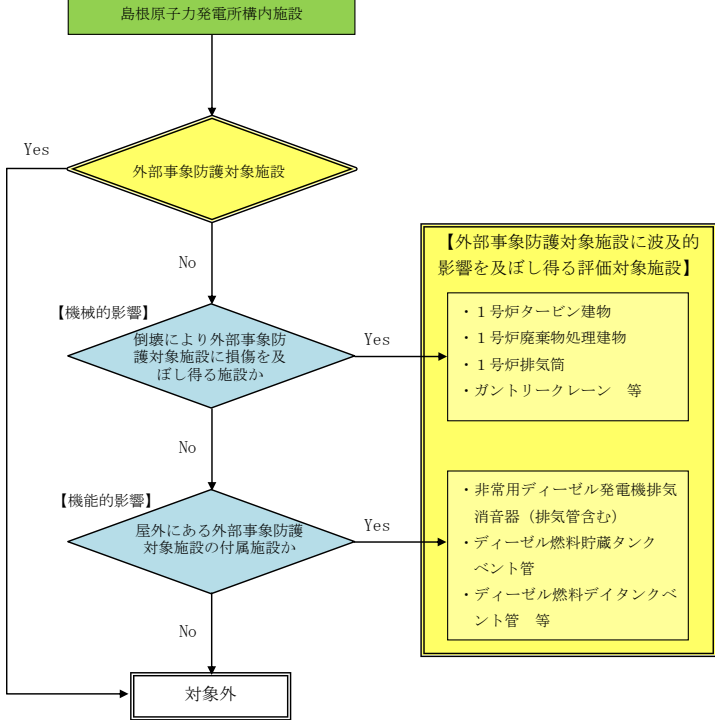
分類	定義	安全機能の重要度分類				Step1 電送及びその相伴現象に対する機能 電送及びその相伴現象に対する機能 電送及びその相伴現象に対する機能 電送及びその相伴現象に対する機能	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 施設となる施設 外部防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
		機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*	外部事象 防護対象 施設等						
MS -3	1) 運転時の異常な 過渡変化があつ てもMS-1、 MS-2とあい まって、事象を 緩和する構築 物、系統及び機 器	1) 原子炉圧力上 昇の緩和機能 ス弁	逃がし安全弁 (逃がし弁 機能)、タービン/ハイバ ス弁	逃がし安全弁 (逃がし 弁機能) ・タービン/ハイバス弁 機能	○	×	×	×	原子炉建屋		
		2) 出力上昇の抑 制機能	原子炉冷却材再循環系 (停循環ポンプトリップ 機能)、制御棒引抜監視 装置	・原子炉再循環制御系 ・制御棒引抜阻止インタ ーロック ・選択制御棒挿入系の操 作回路	○	×	×	×	原子炉建屋		
		3) 原子炉冷却材 の補給機能	制御棒駆動水圧系、原子 炉隔離時冷却系	・制御棒駆動水圧系 (ポ ンプ、復水貯蔵タン ク、復水貯蔵タンクか ら制御棒駆動機組ま での配管及び弁) ・原子炉隔離時冷却系 (ポンプ、タービン)	×	—	—	—	—	—	

*1 電送、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
*2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2へ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (23/24)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	定義	機能	構造物、系統又は機器	該当する電気、機械設備のうち主な施設*	外部事故防護対象施設等	Step1 電圧及びその操作対象に対して機能維持する又は電圧及びその操作対象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事故防護対象施設を内包する区画を含む	Step3 屋内の施設で外気と繋がっている施設	Step4 外殻となる施設 外殻防護機能を期待できない；○ 期待できる；×	抽出結果	
										評価対象施設名称	備考
M/S-3	2) 緊急事態への対応上必要な機器、系統及び機器	1) 緊急時対策上必要なもの及び異常状態の把握機能 2) 原子力発電所内緊急時対策所、燃料採取系、通信系、格納罐、放射能監視設備、事故時監視計器の一部、積水系、安全避難通路、非常用照明	緊急時対策所 (例：1-1線路)	×	○	○	○	-	-	-	-
			・燃料採取系 (異常時に必要な下記の機能を有するもの、 原子力炉内燃料放射性物質濃度サンプリング分析、原子炉格納容器内放射能放射性物質濃度サンプリング分析) ・通信監視設備 (1つの専用回線を有する複数の回線を有する通信監視設備) ・放射能監視設備 (排気筒モニタ) ・放射能監視設備 (排気筒モニタ以外)	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じてアラートを停止し、補修を行う。)	○ (代替設備(同一機能を有する設備が複数設置)し、通信監視機能の維持可能)	○ -	○	×	○	○	○
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-	-	-	-	-	-
					×	○	-	-	-	-	-
					○	-</					

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 1.4</p> <p>1.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出について</p> <p>外部事象防護対象施設に対する波及的影響として、当該施設の倒壊・損傷等により、外部事象防護対象施設が損傷を受ける機械的影響、当該施設が機能喪失に陥った場合に、外部事象防護対象施設も機能喪失する機能的影響、竜巻随伴事象（火災、溢水、外部電源喪失）による二次的影響の観点から波及的影響を及ぼし得る施設を抽出する。</p> <p>図1.4.1に外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出フローを示す。</p> 	<p style="text-align: right;">添付資料 3</p> <p>外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の抽出について</p> <p>1. 抽出方針</p> <p>発電所構内の構築物、系統及び機器のうち外部事象防護対象施設等を除く施設（以下「その他の施設」という。）のうち、外部事象防護対象施設の機能に、次の観点から波及的影響を及ぼし得る施設を抽出する。</p> <p>第1-1図に抽出フローを示す。</p>	<p>1.2.2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設</p> <p>外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設として、倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼし得る施設及び外部事象防護対象施設の付属施設のうち屋外にある施設を抽出し、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設とした。</p> <p>外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出フローを図1.2.2に示す。</p> 	<p>備考</p> <p>・抽出観点の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2号炉は外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設を「機械的影響」及び「機能的影響」の観点で抽出しており、竜巻随伴事象はガイドの構成に合わせ、別添 2-1 3.5に記載</p>
<p>図1.4.1 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出フロー</p> <p>(1) 機械的影響の観点での抽出</p> <p>発電所構内の構築物、系統及び機器のうち、機械的影響の観点から、外部事象防護対象施設周辺の施設が倒壊することにより、</p>	<p>(1) 機械的影響の観点</p> <p>その他の施設のうち、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物等の衝突により倒壊して、外部事象防護対象施設を機</p>	<p>図1.2.2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出フロー</p> <p>1.2.2.1 倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼし得る施設</p> <p>倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼし得る施設については、外部事象防護対象施設に対する機械的な影響を考慮</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設を抽出する。</p> <p>具体的には、図1.4.2に示すとおり、施設の高さが外部事象防護対象施設との距離以上である施設を抽出した。</p>	<p>能喪失させる可能性がある施設、又はその施設の特定の区画を抽出する。</p> <p>(2) 機能的影響の観点</p> <p>その他の施設のうち、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物等の衝突により損傷して外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある、屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属設備を抽出する。</p> <p>第1-2図に波及的影響を及ぼし得る施設のイメージを示す。</p> <p>なお、波及的影響を及ぼす要因として、火災、溢水及び外部電源喪失も考えられるが、これらについては、竜巻随伴事象として「添付資料11」に整理する。</p> <div data-bbox="964 997 1691 1375" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[その他の施設] --> B[a. 機械的影響の観点] A --> C[b. 機能的影響の観点] B --> D{① 倒壊により外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある} C --> E{② 屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属設備} D -- Yes --> F[外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設] E -- Yes --> F E -- No --> G[評価対象外] </pre> </div> <p>第1-1図 評価対象抽出フロー</p> <p>2. 抽出結果</p> <p>2.1 機械的影響の観点</p> <p>機械的影響の観点から、その他の施設のうち、「倒壊により外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設」を確認した結果を第2.1-1表及び第2.1-1図に示す。</p> <p>確認の結果、倒壊により外部事象防護対象施設の安全機能を機能喪失させる可能性がある施設として、サービス建屋等の3</p>	<p>し、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設として抽出した。</p> <p>具体的には、図1.2.3に示すとおり、外部事象防護対象施設に隣接する施設及び地上高さが外部事象防護対象施設との距離以上である施設を抽出した。抽出結果を表1.2.2に示す。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="439 1123 854 1438"> </p> <p data-bbox="154 1465 917 1543"> <u>図1.4.2 地上高さが外部事象防護対象施設との距離以上である施設 (高さH≧水平距離L)</u> </p>	<p data-bbox="964 254 1709 468"> <u>施設を、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設として抽出した。</u> <u>上記以外の施設については、「高さH<外部事象防護対象施設等までの水平距離L」であることを確認し、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設とはならない。</u> </p> <p data-bbox="964 1018 1709 1449"> </p> <p data-bbox="964 1465 1709 1543"> <u>第1-2図 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のイメージ</u> </p>	<p data-bbox="1893 478 2368 510"> 【外部事象防護対象施設に隣接する施設】 </p> <p data-bbox="1804 594 2478 835"> </p> <p data-bbox="1760 884 2516 961"> 【地上高さが外部事象防護対象施設との距離以上である施設】 (高さH≧水平距離Lの場合) </p> <p data-bbox="1804 1108 2478 1444"> </p> <p data-bbox="1760 1465 2516 1543"> <u>図1.2.3 倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼし得る施設</u> </p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある建屋及び構築物について確認した結果を表1.4.1、設備について確認した結果を表1.4.2に示す。</p> <p>また、図1.4.3には、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る建物・構築物並びに主排気筒の倒壊範囲を示す。</p> <p>確認の結果、倒壊により外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設として、以下を抽出した。</p> <p>a. 建屋・構築物</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主排気筒 (6号及び7号炉への影響) ・5号炉主排気筒 (6号炉への影響) ・5号炉タービン建屋 (6号炉への影響) ・サービス建屋 (6号及び7号炉共通施設) <p>b. 設備 (系統, 機器)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋天井クレーン (自号炉への影響) ・燃料交換機 (自号炉への影響) <p>(2) 機能的影響の観点での抽出</p> <p>発電所構内の構築物、系統及び機器のうち、機能的影響の観点(「屋外にある外部事象防護対象施設の付属設備か」)から、機能喪失に陥った場合に、外部事象防護対象施設も機能喪失する可能性がある施設を確認した結果を表1.4.2に示す。</p> <p>確認の結果、機能喪失に陥った場合に、外部事象防護対象施設も機能喪失する可能性がある屋外の外部事象防護対象施設の付属設備として、以下を抽出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機 排気管 	<p>2.2 機能的影響の観点</p> <p>機能的影響の観点から、その他の施設のうち、竜巻による損傷により、外部事象防護対象施設の安全機能を機能喪失させる可能性がある「屋外に設置されている外部事象防護対象施設の付属設備」を確認した結果を第2.2-1表に示す。</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・抽出対象の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は排気筒、原子炉建屋天井クレーン、燃料交換機を外部事象防護対象施設として整理 (島根2号炉は「1.2.2.2 外部事象防護対象施設の屋外にある付属施設の抽出」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>・ <u>非常用ディーゼル発電機 排気消音器</u></p> <p>・ <u>ミスト管 (燃料ディタンク, 非常用ディーゼル発電機機関本体, 潤滑油補給タンク, 燃料ドレンタンク)</u></p> <p><u>(3) 二次的影響の観点での抽出</u></p> <p><u>発電所構内の構築物, 系統及び機器のうち, 二次的影響の観点から, 竜巻随伴事象の影響により外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性がある施設を抽出する。</u></p> <p><u>建屋内においては, 外気との接続がある外部事象防護対象施設の開口部より, 飛来物の侵入が想定される場合には, 適切な防護対策を実施する。そのため, 飛来物の侵入による溢水や火災は発生しないことから, 外部事象に対し必要な構築物, 系統及び機器の安全機能に影響は与えない。</u></p> <p><u>また, 建屋外においては, 外部事象防護対象施設の安全機能に影響がないことを確認するため, 発電所敷地内の外部事象防護対象施設の周辺にある溢水源, 発火源となる設備として, 以下を抽出した。</u></p> <p><u>なお, 6号及び7号炉の軽油タンクについては, 外部事象防護対象施設として抽出済であることから, 本項目では抽出しない。</u></p> <p>・ <u>溢水により外部事象防護対象施設を機能喪失させる可能性のある設備 (純水タンク, ろ過水タンク, NSD収集タンク)</u></p> <p>・ <u>火災発生により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性がある設備 (変圧器, 5号炉軽油タンク, 第一ガスタービン発電機用燃料タンク)</u></p> <p>・ <u>外部電源</u></p>			<p>・ 抽出観点の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設を「機械的影響」及び「機能的影響」の観点で抽出しており, 竜巻随伴事象はガイドの構成に合わせ, 別添 2-1 3.5 に記載</p>

表 1.4.1 機械的影響の観点の抽出結果 (建屋, 構築物)

建屋, 構築物	近傍の外部事象防護対象施設	高さ	外部事象防護対象施設までの最短距離	評価対象施設
サービス建屋 (6号及び7号炉共通施設)	コントロール建屋	17m	隣接	○
6号炉 主排気筒	コントロール建屋, 6号炉 原子炉建屋	46.8m ^{※1}	隣接	○
7号炉 主排気筒	7号炉 原子炉建屋	46.8m ^{※2}	隣接	○
5号炉 主排気筒	6号炉 原子炉建屋, 6号炉 軽油タンク	148m	約20m	○
5号炉 主排気筒モニタ建屋	6号炉 軽油タンク	10m以下	約40m	×
5号炉 原子炉建屋 ^{※3}	6号炉 原子炉建屋	39m	約55m	×
5号炉 タービン建屋	6号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	33.1m	約5m	○
5号炉 サービス建屋	6号炉 原子炉建屋	17.89m	約145m	×
5号炉 循環水ポンプ建屋	6号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	21.78m	約55m	×
5号炉 海水熱交換器建屋 ^{※4}	6号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	13.8m	約80m	×
出入管理所	6号炉 軽油タンク	10m以下	約25m	×
待合室	6号炉 軽油タンク	10m以下	約15m	×
給水建屋	6号及び7号炉 軽油タンク	10m以下	約90m	×
予備品倉庫	7号炉 軽油タンク	10m以下	約65m	×
発電倉庫	7号炉 軽油タンク	10m以下	約85m	×
ランドリ建屋	6号炉 原子炉建屋, 6号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	13.7m	約140m	×
補助ボイラ建屋	6号炉 原子炉建屋, 6号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	11.5m	約140m	×
焼却炉建屋	6号炉 原子炉建屋, 6号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	20.35m	約170m	×
避雷鉄塔 ^{※4}	7号炉 タービン建屋海水熱交換器区域	149.5m	約250m	×

※1 : 6号炉 原子炉建屋の屋上T.P. 38.2m(地表から26.2m)からの高さ
 ※2 : 7号炉 原子炉建屋の屋上T.P. 38.2m(地表から26.2m)からの高さ
 ※3 : 5号炉の外部事象防護対象施設を内包する施設であるが, 参考として記載した。
 ※4 : 発電所構内における鉄塔のうち, 外部事象防護対象施設に最寄り鉄塔として記載した。

第 2.1-1 表 機械的影響の観点の抽出結果

外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設	近傍の外部事象防護対象施設等	高さ H	外部事象防護対象施設等までの水平距離 L	波及的影響の有無
サービス建屋	・原子炉建屋 ・タービン建屋	約 19m	隣接	○
海水ポンプエリア防護壁 鋼製防護壁	・残留熱除去系海水系ポンプ(配管, 弁含む。) ・残留熱除去系海水系ストレーナ ・非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ(配管, 弁含む。) ・非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ(配管, 弁含む。) ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	約 5m 約 17m	隣接	○

表 1.2.2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出結果
 (倒壊により外部事象防護対象施設に損傷を及ぼし得る施設)

施設名	損傷を受ける可能性のある外部事象防護対象施設	外部事象防護対象施設との距離	地上高さ
1号炉原子炉建物	制御室建物	約 15m	47m
1号炉タービン建物	2号炉タービン建物 制御室建物	隣接	-
1号炉廃棄物処理建物	2号炉廃棄物処理建物 制御室建物	隣接	-
1号炉排気筒	2号炉タービン建物	約 10m	120m
ガントリークレーン	原子炉補機海水ポンプ等	約 3m	21m
排気筒モニタ室	2号炉排気筒	隣接	-

・施設の配置状況の相違
 【柏崎 6/7, 東海第二】
 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設置場所の相違

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																								
	<p data-bbox="1071 520 1590 552" style="text-align: center;">第 2.2-1 表 機能的影響の観点の抽出結果</p> <table border="1" data-bbox="952 625 1703 1297"> <thead> <tr> <th>設備名称</th> <th>波及的影響の有無</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>非常用ディーゼル発電機排気消音器</td><td>○</td></tr> <tr><td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器</td><td>○</td></tr> <tr><td>非常用ディーゼル発電機排気配管</td><td>○</td></tr> <tr><td>非常用ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管</td><td>○</td></tr> <tr><td>非常用ディーゼル発電機機関ベント管</td><td>○</td></tr> <tr><td>非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管</td><td>○</td></tr> <tr><td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気配管</td><td>○</td></tr> <tr><td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管</td><td>○</td></tr> <tr><td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機機関ベント管</td><td>○</td></tr> <tr><td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管</td><td>○</td></tr> <tr><td>残留熱除去系海水系配管 (放出側)</td><td>○</td></tr> <tr><td>非常用ディーゼル発電機用海水配管 (放出側)</td><td>○</td></tr> <tr><td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管 (放出側)</td><td>○</td></tr> </tbody> </table>	設備名称	波及的影響の有無	非常用ディーゼル発電機排気消音器	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器	○	非常用ディーゼル発電機排気配管	○	非常用ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管	○	非常用ディーゼル発電機機関ベント管	○	非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気配管	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機機関ベント管	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管	○	残留熱除去系海水系配管 (放出側)	○	非常用ディーゼル発電機用海水配管 (放出側)	○	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管 (放出側)	○	<p data-bbox="1745 254 2466 285">1.2.2.2 外部事象防護対象施設の屋外にある付属施設の抽出</p> <p data-bbox="1768 300 2516 464">外部事象防護対象施設の付属施設のうち屋外にある施設について、外部事象防護対象施設に対する機能的な影響を考慮し、外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設として抽出した。抽出結果を表 1.2.3、表 1.2.4 に示す。</p> <p data-bbox="1745 520 2516 600">表 1.2.3 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出結果</p> <p data-bbox="1789 611 2472 642">(外部事象防護対象施設の付属施設のうち屋外にある施設)</p> <table border="1" data-bbox="1745 646 2510 1003"> <thead> <tr> <th>外部事象防護対象施設</th> <th>屋外にある付属施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>非常用ディーゼル発電機</td><td>排気消音器 (排気管含む)</td></tr> <tr><td>HPCS-ディーゼル発電機</td><td>排気消音器 (排気管含む)</td></tr> <tr><td>ディーゼル燃料貯蔵タンク</td><td>ベント管</td></tr> <tr><td>ディーゼル燃料デイトンク</td><td>ベント管</td></tr> <tr><td>潤滑油サンプタンク</td><td>ベント管</td></tr> </tbody> </table>	外部事象防護対象施設	屋外にある付属施設	非常用ディーゼル発電機	排気消音器 (排気管含む)	HPCS-ディーゼル発電機	排気消音器 (排気管含む)	ディーゼル燃料貯蔵タンク	ベント管	ディーゼル燃料デイトンク	ベント管	潤滑油サンプタンク	ベント管	<p data-bbox="2546 520 2843 772">・設備状況の相違 【東海第二】 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設置状況の相違</p>
設備名称	波及的影響の有無																																										
非常用ディーゼル発電機排気消音器	○																																										
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器	○																																										
非常用ディーゼル発電機排気配管	○																																										
非常用ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管	○																																										
非常用ディーゼル発電機機関ベント管	○																																										
非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管	○																																										
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気配管	○																																										
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機燃料デイトンクベント管	○																																										
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機機関ベント管	○																																										
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプタンクベント管	○																																										
残留熱除去系海水系配管 (放出側)	○																																										
非常用ディーゼル発電機用海水配管 (放出側)	○																																										
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管 (放出側)	○																																										
外部事象防護対象施設	屋外にある付属施設																																										
非常用ディーゼル発電機	排気消音器 (排気管含む)																																										
HPCS-ディーゼル発電機	排気消音器 (排気管含む)																																										
ディーゼル燃料貯蔵タンク	ベント管																																										
ディーゼル燃料デイトンク	ベント管																																										
潤滑油サンプタンク	ベント管																																										

表 1.4.2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出結果 (設備) (2/3)

分類	機能	構成物、系統又は機器等	配置箇所	外部事象防護対象施設として評価済みか	評価結果	評価的影響	
						評価結果	評価的影響
PS-2	原子炉冷却材と内蔵する機器 (原子炉冷却材の貯蔵力、かつ、炉外に貯蔵する機器) に波及影響を及ぼさないものは除く。)	原子炉冷却材貯蔵系 ・原子炉冷却材貯蔵タンク (炉内タンク) ・原子炉冷却材貯蔵タンク (炉外タンク) ・原子炉冷却材貯蔵タンク (炉外タンク) (燃料貯蔵タンクを含む)	R/B	×	×	×	×
		原子炉冷却材貯蔵系 (炉外タンク) ・原子炉冷却材貯蔵タンク (炉外タンク) ・原子炉冷却材貯蔵タンク (炉外タンク) (燃料貯蔵タンクを含む)	R/B	○	×	×	×
MS-2	燃料貯蔵系 ・燃料貯蔵タンク (炉内タンク) ・燃料貯蔵タンク (炉外タンク) ・燃料貯蔵タンク (炉外タンク) (燃料貯蔵タンクを含む)	燃料貯蔵系 (炉外タンク) ・燃料貯蔵タンク (炉外タンク) ・燃料貯蔵タンク (炉外タンク) (燃料貯蔵タンクを含む)	R/B	×	○	×	×
		燃料貯蔵系 (炉内タンク) ・燃料貯蔵タンク (炉内タンク) ・燃料貯蔵タンク (炉内タンク) (燃料貯蔵タンクを含む)	R/B	×	○	×	×

※1: 評価対象は、* 系統の機器及び配管に波及影響を及ぼし得るもの、** 設備を省略した。(評価対象施設に指すもののみ記載)
 ※2: 原子炉建屋 (R/B)、タービン建屋 (T/B)、海水熱交換器区域 (R/B)、コントロール建屋 (C/B)

表 1.2.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出結果 (2 / 8)

系統	名称・機器	機器・設備	設置場所	内外 (建物名)	外部事象防護対象施設として評価済みか	評価結果	評価的影響	備考
原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	
		原子炉建屋	原子炉建屋	原子炉建屋	×	×	×	

※: 外部事象防護対象施設を内包する建物を「外設」として抽出。建物名は、R/B: 原子炉建屋、T/B: タービン建屋、加: 加圧機建屋、C/B: 制御室建屋を示す。

表 1.2.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出結果 (4 / 8)

系統・施設	設置場所		外部事象防護対象施設と防護ゾナト等々で保護されている外部施設	施設基準に上の影響		備考
	屋外	屋内 [※] (建物名)		影響有無	理由理由	
非常用ガス処理系	非常用ガス処理設備	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
	非常用ガス処理設備の配管の配管	—	なし	—	—	—
自動検出系	安全設備防護装置 (2-309)	—	なし	—	—	—
	A-SGT計測システム (2-R1R-3-2A)	—	なし	—	—	—
	B-SGT計測システム (2-R1R-3-2B)	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
	ガス検出器	—	なし	—	—	—
可燃性ガス濃度検出系	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—
	可燃性ガス濃度検出器	—	なし	—	—	—

※：外部事象防護対象施設を内包する建築物等（外殻となる建築物等）として抽出。建築物名は、R/B：原子炉建物、T/B：タービン建物、Rw/B：廃棄物処理建物、C/B：制御室建物を示す。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		<p align="center">表 1.2.4 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出結果 (5 / 8)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">系統・施設</th> <th rowspan="2">種別・設備</th> <th rowspan="2">機組・設備</th> <th colspan="2">設置場所</th> <th rowspan="2">外部事象防護対象施設と防護ゾナト等々で保護されている外部施設</th> <th colspan="2">施設基準に上の影響</th> <th rowspan="2">外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>屋内*</th> <th>屋外</th> <th>影響有様</th> <th>判断理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="15">供電用系統</td> <td>送電用1号変圧器(2D-M/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用2号変圧器(2D-M/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>2D-電力送出線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>2D-P.S.-電力供給線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用1号トランスフェラ(2D-L/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用2号トランスフェラ(2D-L/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用1号トランスフェラ(2A-DG-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用2号トランスフェラ(2A-DG-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用1号トランスフェラ(2B-DG-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用2号トランスフェラ(2B-DG-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用1号トランスフェラ(2HPCS-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>送電用2号トランスフェラ(2HPCS-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-中核分電盤</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-中核分電盤</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-計器分電盤</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-計器分電盤</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="15">直営電線系</td> <td>A-計器用直営電線設備</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-計器用直営電線設備</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-ブレイクアウト直営電線設備(2-220A.1)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-ブレイクアウト直営電線設備(2-220B.1)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-直営電線設備(2-220H.1)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-直営電線設備(2-220H.1)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-110V直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-110V直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中核子計器用直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-原子炉中核子計器用直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中核子計器用直営電線(2-110V直営電線-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-原子炉中核子計器用直営電線(2-110V直営電線-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-110V直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-110V直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中核子計器用直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-原子炉中核子計器用直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">抽出系</td> <td>A-抽出系直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>B-抽出系直営電線</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>A-抽出系直営電線(2-110V直営電線-C/C)</td> <td>機組・設備</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>なし</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p align="right">*：屋内*は「原子炉中核子計器用直営電線、110V直営電線、110V抽出系直営電線、抽出系直営電線」を指す。Bは「原子炉中核子計器用直営電線、抽出系直営電線」を指す。Cは「抽出系直営電線」を指す。</p>	系統・施設	種別・設備	機組・設備	設置場所		外部事象防護対象施設と防護ゾナト等々で保護されている外部施設	施設基準に上の影響		外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	備考	屋内*	屋外	影響有様	判断理由	供電用系統	送電用1号変圧器(2D-M/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用2号変圧器(2D-M/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	2D-電力送出線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	2D-P.S.-電力供給線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用1号トランスフェラ(2D-L/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用2号トランスフェラ(2D-L/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用1号トランスフェラ(2A-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用2号トランスフェラ(2A-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用1号トランスフェラ(2B-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用2号トランスフェラ(2B-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用1号トランスフェラ(2HPCS-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	送電用2号トランスフェラ(2HPCS-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-中核分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-中核分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-計器分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-計器分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	直営電線系	A-計器用直営電線設備	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-計器用直営電線設備	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-ブレイクアウト直営電線設備(2-220A.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-ブレイクアウト直営電線設備(2-220B.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-直営電線設備(2-220H.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-直営電線設備(2-220H.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-原子炉中核子計器用直営電線(2-110V直営電線-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-原子炉中核子計器用直営電線(2-110V直営電線-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	抽出系	A-抽出系直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	B-抽出系直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	A-抽出系直営電線(2-110V直営電線-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—	
系統・施設	種別・設備	機組・設備				設置場所			外部事象防護対象施設と防護ゾナト等々で保護されている外部施設	施設基準に上の影響			外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	備考																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
			屋内*	屋外	影響有様	判断理由																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
供電用系統	送電用1号変圧器(2D-M/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用2号変圧器(2D-M/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	2D-電力送出線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	2D-P.S.-電力供給線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用1号トランスフェラ(2D-L/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用2号トランスフェラ(2D-L/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用1号トランスフェラ(2A-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用2号トランスフェラ(2A-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用1号トランスフェラ(2B-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用2号トランスフェラ(2B-DG-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用1号トランスフェラ(2HPCS-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	送電用2号トランスフェラ(2HPCS-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-中核分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-中核分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-計器分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
B-計器分電盤	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
直営電線系	A-計器用直営電線設備	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-計器用直営電線設備	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-ブレイクアウト直営電線設備(2-220A.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-ブレイクアウト直営電線設備(2-220B.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-直営電線設備(2-220H.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-直営電線設備(2-220H.1)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-原子炉中核子計器用直営電線(2-110V直営電線-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-原子炉中核子計器用直営電線(2-110V直営電線-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-110V直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
B-原子炉中核子計器用直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
抽出系	A-抽出系直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	B-抽出系直営電線	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	A-抽出系直営電線(2-110V直営電線-C/C)	機組・設備	—	—	なし	—	—	—	—																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="163 283 890 1207" style="border: 1px solid black; height: 440px; width: 245px;"></div> <p data-bbox="148 1239 920 1312">図 1.4.3 倒壊により外部事象防護対象施設が損傷する可能性がある施設の抽出</p>	<div data-bbox="973 646 1700 1123" style="border: 1px solid black; height: 227px; width: 245px;"></div> <p data-bbox="943 1144 1715 1228">第 2.1-1 図 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設の配置図</p>	<p data-bbox="1745 252 2516 420">1.2.3 評価対象施設の構内配置について 抽出した主な外部事象防護対象施設のうち評価対象施設及び外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の構内配置を図 1.2.4 に示す。</p> <div data-bbox="1751 483 2507 1312"> </div> <p data-bbox="1745 1333 2516 1407">図 1.2.4 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設及び外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の構内配置</p>	<p data-bbox="2552 1144 2834 1407">・設置場所の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設の設置場所の相違</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>1.2.4 外部事象防護対象施設以外の安全重要度クラス3施設の考慮について</p> <p>安全評価上その機能に期待する安全重要度クラス3施設以外のクラス3施設については、竜巻及びその随件事象により損傷した場合でも、代替設備により必要な機能を確保すること、又は安全上支障のない期間に修復すること等の対応が可能な設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とすることから、外部事象防護対象施設としていない。竜巻及びその随件事象等による影響の大きい主な屋外の外部事象防護対象施設以外の安全重要度クラス3施設が損傷した場合の対応を表1.2.5に示す。外部事象防護対象施設以外の安全重要度クラス3施設が損傷した場合でも、補修等を実施することにより、プラントの安全性は維持できる。</p>	<p>(柏崎6/7は「添付資料1.2表1.2.1外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出結果」で記載)</p> <p>(東海第二は「添付資料1第2.2-1表評価対象施設の抽出結果」で記載)</p>

【以下、比較のため再掲】

表 1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出結果 (3/4)

○ : Yes X : No - : 該当せず

分類	機能	構成物、系統又は機器	Step1 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	Step2 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	Step3 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	Step4 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	抽出結果	備考
PS-3	原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系	原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○	

※1 評価対象施設は、当該施設の機能履行に必要不可欠な機器、構成物及び系統等であり、当該機器、構成物及び系統等が故障した場合、当該施設の機能履行に支障を及ぼすものとする。

【以下、比較のため再掲】

第 2.2-1 表 評価対象施設の抽出結果 (16/24)

○ : Yes X : No - : 該当せず

分類	定義	機能	構成物、系統又は機器	Step1 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	Step2 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	Step3 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	Step4 外部事象防護対象施設等 のうちの当該施設等	抽出結果	備考
PS-3	原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系 原子炉冷却系	原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		
		原子炉冷却系	○	○	○	○	○		

※1 電気、機械設備のうち主な機器の記載は、当該施設の機能履行に必要不可欠な機器、構成物及び系統等に関するものとする。

※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2～進む)

表 1.2.5 屋外の外部事象防護対象施設以外の安全重要度クラス3

施設損傷時の対応

系統	主な機器名称	対応 (【 】はDB施設以外を用いた対応)
窒素ガス制御系	窒素ガス制御系液体窒素貯蔵タンク、窒素ガス制御系液体窒素蒸発装置、窒素ガス制御系サージタンク	必要によりプラントを停止し、補修を実施
所内電気設備系	主変圧器、所内変圧器、起動変圧器、送電線、開閉所	必要によりプラントを停止し、補修を実施 【外部電源が受電できない場合はガスタービン発電機、高圧発電機車で代替可能】
循環水系	循環水ポンプ用電動機、弁駆動部	必要な循環水量が確保できない場合はプラントを停止し、補修を実施
復水輸送系 液体廃棄物処理系	復水貯蔵タンク 補助復水貯蔵タンク トーラス水受入タンク	天板が損傷した場合は補修を実施 (側面は遮蔽壁により防護されている)
消火系	消火ポンプ、配管	補修を実施 (消防車で代替可能) 【水ろ過設備、送水車で代替可能】
所内蒸気系	3号所内ボイラ本体、重油サービスタンク、蒸気配管、重油移送配管	補修を実施 (4号所内ボイラで代替可能)
海水電解装置設備系 (取水槽設備系)	除じん機	必要によりプラントを停止し、補修を実施 (健全側水路で代替可能)
気象観測設備	風向風速計、日射・放射収支計、気温計、雨量計、湿度計	補修を実施 【可搬式気象観測設備で代替可能】
プロセス放射線モニタ系	排気筒高レンジモニタ	補修を実施 (モニタリングポスト等で代替可能) 【可搬型モニタリングポストで代替可能】
野外放射線モニタ	モニタリングポスト	補修を実施 【可搬型モニタリングポストで代替可能】
通信設備	データ伝送設備 (発電所内) 及びデータ伝送設備 (発電所外)	補修を実施
建物	固体廃棄物貯蔵所	補修を実施 (放射性物質の拡散防止について、適切な処置を実施)
	緊急時対策所	補修を実施

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (18/24)

分類	定義	構造	安全機能の重要度分類	該当する電気、機械設備のうち主な施設等	外部事象 外部事象 防壁対象 施設等	Step1 電位及びその周回事象に対して機 能維持する又は電位及びその周回 事象による損傷を考慮して、代替設 備による機能維持や安全上支障の ない期間での修復等の対応可能 な	Step2 外部施設 外部事象 防壁対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外気となる施設 外気防壁機能を 維持できない;○ 維持できる;×	抽出結果	備考
PS -3	1) 異常状態の起因 事象とみなさ れ、PS-2以 下の場合、系 外の構造物、系 外及び機器	4) 電源供給施設 (非常用を除 く)	構造物、系統又は 機器	・ 配電水素 (配電水素ポンプ、配管/ 弁) ・ 常用内電源系 (発電機又は外部電源 系から屋内負荷まで の配電線及び配電 (MS-1間連以外)) ・ 直流電源系 (蓄電池、蓄電池から常 用負荷までの配電設 備及び配電 (MS-1間 連以外)) ・ 計装制御電源系 (電源装置から常用計 測制御装置までの配 電設備及び配電 (MS -1間連以外)) ・ 送電線	×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ プラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	-	-
						○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-
						○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-
						○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-
						○ (代替設備 (非常用アークセル 発電機) により機能維持可能)	-	-	-	-	-

※1 電気、機械設備のうち主な施設の記載は、当該系の施設を在在して記載し、直接関連者及び間接関連者の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部事象防壁対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step2へ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (19/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその操作対象に対して機能維持する又は電圧及びその操作対象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事象 防塵対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外気となる施設 外気防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
	定義	機能	構成物、系統又は機器	該当する電圧、機械装置のうち主な施設等						
PS-3	1) 異常状態の起因 事象となるものであってPS-1、PS-2以外の構成物、系統及び機器	4) 電源供給機能 (非常用を除く)	タービン、発電機及びその補助装置、復水系(復水器を含む)、給水系、循環水系、送電機、変圧器、開閉所	・変圧器 (所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路) ・開閉所 (母線、遮断器、断路器、電路)	×	—	—	—	—	
	5) フラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く)	原子炉制御系、運転監視補助装置(制御棒駆動ミニマイ等)、原子炉時計の一部、原子炉プラントプロセス計装の一部	・原子炉制御系(制御棒駆動ミニマイ等を含む) ・原子炉時計 ・原子炉プラントプロセス計装	×	—	—	—	—	—	
	6) フラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	・補助ボイラ設備 (補助ボイラ、給水タンク、給水ポンプ、配管/弁)	×	—	—	—	—	—	
			・所内蒸気系及び戻り系(ポンプ、配管/弁)	×	—	—	—	—	—	

※1 電圧、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、系統関係及び開閉器関係の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部事象防塵対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step2へ移行)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (20/24)

○ : Yes × : No - :該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその降下事象に対して機 能維持する又は電圧及びその降下 事象による損傷を考慮して、代替設 備による機能維持や安全上支障の ない期間での検査等の対応可能 な区画を含む	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 外設となる施設 〔 外部防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×〕	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械設備 のうち主な施設※1						
PS -3	1) 異常状態の原因 事象となるもの であってPS- 1、PS-2以 外の構築物、系 統及び機器	6) フラント運転 補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮 空気系	・計装用圧縮空気設備 (空気圧縮機、中間冷却 器、配管/弁) ・原子炉補機冷却水系 (原子炉補機冷却ポン プ、熱交換器、配管/ 弁) ・タービン補機冷却水系 (タービン補機冷却ポン プ、熱交換器、配管 /弁) ・タービン補機冷却水 系(補機冷却海水ポン プ、配管/弁、ストレ ーナ)	×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	
					×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	
					×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	
					×	○ (屋内設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に応じ フラントを停止し、補修 を行う。)	-	-	-	

※1 電気、機械設備のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直結関係系及び間接関係系の記載は省略した。(評価対象施設に關するものを記載)
 ※2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない(Step2→移行)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (21/24)

○ : Yes × : No - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類		Step1 電圧及びその周回現象に対して機能維持する又は電圧及びその周回現象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修繕等の対応可能	Step2 屋外施設 外部現象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 施設となる施設 外気防護機能を 期待できない；○ 期待できる ；×	抽出結果 評価対象施設名称	備考
	定義	機能						
PS -3	1) 異常状態の起因 事象となるもの であってPS- 1、PS-2以 外の構築物、系 統及び機器	6) フラント運転 補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮 空気系	・復水補給水系 (復水移送ポンプ、配管 /弁)	×	○	-	
	2) 原子炉冷却材中 放射性物質濃度 を通常運転に支 障のない程度に 低く抑える構築 物、系統及び機 器	7) その他 1) 核分裂生成物 の原子炉冷却材 中の放射性防 止機能 2) 原子炉冷却材 の浄化機能	使用済燃料乾式貯蔵建 屋 燃料被覆管 ・上/下部端柱 ・タイロッド 原子炉冷却材浄化系、復 水浄化系	・使用済燃料乾式貯蔵建 屋 ・燃料被覆管 ・上/下部端柱 ・タイロッド ・原子炉冷却材浄化系 (再生熱交換器、非再生 熱交換器、CUIWポン プ、ろ過風装置、配 管/弁) ・復水浄化系 (復水配管装置、配管/ 弁)	×	○	-	

※1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
 ※2 外部現象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step2へ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (22/24)

分類	定義	安全機能の重要度分類				Step1 電送及びその相伴現象に対する機能 電送及びその相伴現象に対する機能 電送及びその相伴現象に対する機能 電送及びその相伴現象に対する機能	Step2 屋外施設 外部事象 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 施設となる施設 外部防護機能を 期待できない：○ 期待できる：×	抽出結果	備考
		機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*	外部事象 防護対象 施設等						
MS -3	1) 運転時の異常な 過渡変化があつ てもMS-1、 MS-2とあい まうて、事象を 緩和する構築 物、系統及び機 器	1) 原子炉圧力上 昇の緩和機能 ス弁	逃がし安全弁 (逃がし弁 機能)、タービン/パイパ ス弁	逃がし安全弁 (逃がし 弁機能) ・タービン/パイパス弁 機能	○	×	×	×	原子炉建屋		
	2) 出力上昇の抑 制機能	原子炉冷却材再循環系 (停循環ポンプトリップ 機能)、制御棒引抜監視 装置	原子炉再循環制御系 ・制御棒引抜阻止インタ ーロック ・選択制御棒挿入系の操 作回路	○	○	×	×	×	原子炉建屋		
	3) 原子炉冷却材 の補給機能	制御棒駆動水圧系、原子 炉隔離時冷却系	制御棒駆動水圧系 (ボ ンプ、復水貯蔵タン ク、復水貯蔵タンクか ら制御棒駆動機組ま での配管及び弁)	○ (屋外設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に 応じてプラントを停止し、補修 を行う。)	×	—	—	—	—		
			原子炉隔離時冷却系 (ポンプ、タービン)	○ (屋外設備のため影響なし) (屋外設備は、必要に 応じてプラントを停止し、補修 を行う。)	×	—	—	—	—		

*1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
*2 外部事象防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない (Step2へ進む)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (24/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 発生及びその原因事象に対して機 能維持する又は発生及びその原因 事象による損傷を軽減して、代替設 備による機能維持や安全上支障の ない期間での修繕等の対応可能	Step2 「外部施設 防護対象施設 」を内包する 「区画を含む」	Step3 「区内の施設で 外気と繋がって いる施設」	Step4 「外設となる施設 」 「外設防護機能を 期待できない」：○ 「期待できる」：×	抽出結果	備考
	定義	機能	構築物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設*						
MS -3	1) 異常状態への対 応上必要な構築 物、系統及び機 器	1) 緊急時対策上 重要なもの及び 異常状態の 把握機能	原子力発電所緊急時対策 所、計料採取系、通信建 築設備、放射能監視設備、 事故時監視計器の一部、 消火系、安全避難通路、 非常用照明	・事故時監視計器の一部	○ ○ ○	—	—	—	—	—
			・雨水系 (水消火設備、泡消火設 備、二酸化炭素消火設 備、等)	×	○ ○	—	—	—	—	—
			・雨水系 (中央制御室排煙装置)	×	○ ○	—	—	—	—	—
			・安全避難通路	×	○ ○	—	—	—	—	—
			・非常用照明	×	○ ○	—	—	—	—	—

*注1 電気、機械装置のうち主な施設の記載は、当該系の施設を代表して記載し、直接関連系及び間接関連系の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)
*注2 外部施設防護対象施設として抽出しているため、本項目には該当しない。(Step2へ進む)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 1-1</p> <p style="text-align: center;">緊急時対策所の竜巻防護方針について</p> <p>1. 竜巻に対する防護方針</p> <p>緊急時対策所は、設計基準対象施設かつ重大事故等対処施設として位置付けられており、それぞれに対し以下の防護方針に基づき、必要とされる機能を維持する設計としている。</p> <p>設計基準対象施設としては、安全重要度分類のクラス3施設(MS-3)に対する防護方針に従い、損傷する場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間に修復する等の対応が可能な設計とすることとしている。</p> <p>また、重大事故等対処施設としては、緊急時対策所に配置される種々の重大事故等対処設備に対し、同一機能の設備には多様性を考慮する等の配慮により、共通要因である設計竜巻により同時に機能を喪失しないようにすることで、必要な機能を維持する方針としている。</p> <p>2. 防護方針への適合性</p> <p>緊急時対策所においては、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設として、「設置許可基準規則」第34条及び第61条に示される要求に応じた各種の設備が設置される。これら設備の配置等の特徴を踏まえ、竜巻に対する機能維持のための方針を整理した結果を別表1-1に示す。</p> <p>大部分の設備は緊急時対策所建屋に内包されるが、建屋は重大事故等対処施設として要求される遮蔽性、耐震性を考慮した堅牢な構造であり、<u>内部の設備は設計竜巻に対し防護される。</u>また、屋外の一部設備が仮に竜巻により損傷した場合でも、同一機能を有する他の設備が多様性をもって配備されている。これより、上述の設計基準対象施設としての防護方針及び重大事故等対処施設としての防護方針に適合したものとなっている。</p>		<p>(島根2号炉の緊急時対策所は「添付資料1.1 重大事故等対処施設に対する考慮について」及び「添付資料1.2 評価対象施設等の抽出について」で記載)</p> <p>・防護方針の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、緊急時対策所遮へいが竜巻により損傷した場合は、安全上支障のない期間内に補修を実施することとしている</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																												
	<p style="text-align: center;">別表 1-1 緊急時対策所の設備と竜巻に対する設計方針</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: left;">系統機能</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">設備</th> <th rowspan="2" style="text-align: left;">配置場所</th> <th rowspan="2" style="text-align: left;">竜巻に対する機能維持</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">設計基準対象施設</th> <th style="text-align: left;">重大事故等対処設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">必要な情報の把握</td> <td>・緊急時対策支援システム伝送装置 ・SPDSデータ表示装置</td> <td>同左</td> <td>屋内 一部 屋外</td> <td rowspan="2">【屋内設備】 緊急時対策所建屋(若しくは原子炉建屋)による外殻防護</td> </tr> <tr> <td>・データ伝送装置</td> <td>同左</td> <td>屋内 屋外</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">通信連絡</td> <td>・統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備(テレビ会議システム, IP電話, IP-FAX) ・携帯型有線通話装置 ・衛星電話設備(固定型) ・衛星電話設備(携帯型) ・無線連絡設備(携帯型)</td> <td>同左</td> <td>屋内 一部 屋外</td> <td rowspan="2">【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の回線代替</td> </tr> <tr> <td>・電力保安通信用電話設備(固定電話機, PHS端末, FAX) ・送受話器(ページング) ・無線連絡設備(固定型) ・専用電話設備(ホットライン)(自治体向) ・テレビ会議システム(社内) ・加入電話設備(加入電話, 加入FAX)</td> <td>(左記設備は「自主対策設備」の位置付け)</td> <td>屋内 一部 屋外</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;">電源の確保</td> <td>・常用所内電気設備</td> <td>—</td> <td>屋内</td> <td rowspan="2">【屋内設備】 緊急時対策所建屋(若しくは原子炉建屋)による外殻防護 【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の設備代替</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>・緊急時対策所用発電機 ・緊急時対策所用発電機給油ポンプ ・緊急時対策所用M/C ・緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク</td> <td>屋内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="vertical-align: top;">居住性の確保</td> <td>—</td> <td>・緊急時対策所遮蔽</td> <td>屋内 屋外</td> <td rowspan="3">【屋内の遮蔽壁】 緊急時対策所建屋外壁により防護 【屋外の遮蔽壁】 竜巻に対し構造健全性を確保</td> </tr> <tr> <td>・酸素濃度計 ・二酸化炭素濃度計</td> <td>同左</td> <td>屋内</td> <td>緊急時対策所建屋による外殻防護</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>・緊急時対策所非常用送風機 ・緊急時対策所非常用フィルタ装置 ・緊急時対策所加圧設備 ・緊急時対策所差圧計 ・可搬型モニタリング・ポスト ・緊急時対策所エアモニタ</td> <td>屋内</td> <td>緊急時対策所建屋による外殻防護</td> </tr> </tbody> </table>	系統機能	設備		配置場所	竜巻に対する機能維持	設計基準対象施設	重大事故等対処設備	必要な情報の把握	・緊急時対策支援システム伝送装置 ・SPDSデータ表示装置	同左	屋内 一部 屋外	【屋内設備】 緊急時対策所建屋(若しくは原子炉建屋)による外殻防護	・データ伝送装置	同左	屋内 屋外	通信連絡	・統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備(テレビ会議システム, IP電話, IP-FAX) ・携帯型有線通話装置 ・衛星電話設備(固定型) ・衛星電話設備(携帯型) ・無線連絡設備(携帯型)	同左	屋内 一部 屋外	【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の回線代替	・電力保安通信用電話設備(固定電話機, PHS端末, FAX) ・送受話器(ページング) ・無線連絡設備(固定型) ・専用電話設備(ホットライン)(自治体向) ・テレビ会議システム(社内) ・加入電話設備(加入電話, 加入FAX)	(左記設備は「自主対策設備」の位置付け)	屋内 一部 屋外	電源の確保	・常用所内電気設備	—	屋内	【屋内設備】 緊急時対策所建屋(若しくは原子炉建屋)による外殻防護 【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の設備代替	—	・緊急時対策所用発電機 ・緊急時対策所用発電機給油ポンプ ・緊急時対策所用M/C ・緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	屋内	居住性の確保	—	・緊急時対策所遮蔽	屋内 屋外	【屋内の遮蔽壁】 緊急時対策所建屋外壁により防護 【屋外の遮蔽壁】 竜巻に対し構造健全性を確保	・酸素濃度計 ・二酸化炭素濃度計	同左	屋内	緊急時対策所建屋による外殻防護	—	・緊急時対策所非常用送風機 ・緊急時対策所非常用フィルタ装置 ・緊急時対策所加圧設備 ・緊急時対策所差圧計 ・可搬型モニタリング・ポスト ・緊急時対策所エアモニタ	屋内	緊急時対策所建屋による外殻防護		
系統機能	設備		配置場所	竜巻に対する機能維持																																											
	設計基準対象施設	重大事故等対処設備																																													
必要な情報の把握	・緊急時対策支援システム伝送装置 ・SPDSデータ表示装置	同左	屋内 一部 屋外	【屋内設備】 緊急時対策所建屋(若しくは原子炉建屋)による外殻防護																																											
	・データ伝送装置	同左	屋内 屋外																																												
通信連絡	・統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備(テレビ会議システム, IP電話, IP-FAX) ・携帯型有線通話装置 ・衛星電話設備(固定型) ・衛星電話設備(携帯型) ・無線連絡設備(携帯型)	同左	屋内 一部 屋外	【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の回線代替																																											
	・電力保安通信用電話設備(固定電話機, PHS端末, FAX) ・送受話器(ページング) ・無線連絡設備(固定型) ・専用電話設備(ホットライン)(自治体向) ・テレビ会議システム(社内) ・加入電話設備(加入電話, 加入FAX)	(左記設備は「自主対策設備」の位置付け)	屋内 一部 屋外																																												
電源の確保	・常用所内電気設備	—	屋内	【屋内設備】 緊急時対策所建屋(若しくは原子炉建屋)による外殻防護 【屋外設備】 仮に一部の設備が損傷した場合でも、多様性を有する他の設備代替																																											
	—	・緊急時対策所用発電機 ・緊急時対策所用発電機給油ポンプ ・緊急時対策所用M/C ・緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	屋内																																												
居住性の確保	—	・緊急時対策所遮蔽	屋内 屋外	【屋内の遮蔽壁】 緊急時対策所建屋外壁により防護 【屋外の遮蔽壁】 竜巻に対し構造健全性を確保																																											
	・酸素濃度計 ・二酸化炭素濃度計	同左	屋内		緊急時対策所建屋による外殻防護																																										
	—	・緊急時対策所非常用送風機 ・緊急時対策所非常用フィルタ装置 ・緊急時対策所加圧設備 ・緊急時対策所差圧計 ・可搬型モニタリング・ポスト ・緊急時対策所エアモニタ	屋内		緊急時対策所建屋による外殻防護																																										

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 1-2</p> <p style="text-align: center;">排気筒モニタについて</p> <p>1. 排気筒モニタ及び放射性気体廃棄物処理施設の配置 排気筒モニタの位置図及び排気筒モニタの概略系統図を別図 2-1 に示す。 また、放射性気体廃棄物処理施設の概略経路図を別図 2-2 に示す。</p> <div data-bbox="988 600 1685 1612" style="border: 1px solid black; height: 482px; width: 235px; margin: 10px auto;"></div> <p style="text-align: center;">別図 2-1 排気筒モニタの位置及び概略系統図</p>		<p>(島根 2号炉は「添付資料 1.2 評価対象施設等の抽出について」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<div data-bbox="1015 285 1673 806" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1015 835 1638 869" data-label="Caption"> <p>別図 2-2 放射性気体廃棄物処理施設の概略経路図</p> </div>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料1.3</p> <p>1.3 耐震S クラス設備について</p> <p>外部事象防護対象施設のうち評価対象施設としては、「安全重要度分類のクラス1, クラス2及びクラス3に属する構築物, 系統及び機器」より抽出をしているが、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の重要度分類における耐震Sクラスの設計を要求される設備(系統, 機器)及び建屋・構築物(以下, 「耐震Sクラス設備等」という。)のうち, 竜巻の影響を受ける可能性がある設備についても抽出し, 追加で評価対象施設に反映する施設がないことを確認した。</p> <p>耐震Sクラス設備等のうち評価対象施設の抽出フローを図1.3.1, 抽出結果を表1.3.1に示す。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2</p> <p style="text-align: center;">耐震Sクラス施設について</p> <p>「竜巻影響評価ガイド」においては, 竜巻及びその随件事象等によって発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計であることを確認する施設(竜巻影響評価ガイドにおいては竜巻防護施設と定義)は「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の重要度分類における耐震Sクラスの設計を要求される設備(系統, 機能)及び建屋, 構築物等とされている。一方, 今回の竜巻影響評価では, 安全重要度分類のクラス1, クラス2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する施設を外部事象防護対象施設として選定しているため, 外部事象防護対象施設に該当しない耐震Sクラス施設の有無について確認した結果, 第1表に示すとおり, 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備が抽出されたが, 以下の理由により, 竜巻影響評価の対象として追加する必要はないと判断した。</p> <p><津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備を評価対象としない理由></p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備は, 津波に対して機能を発揮する施設であり, 竜巻と津波の重畳の考慮要否を検討することで, 竜巻に対する機能維持の要否が判断可能である。 ・竜巻及びその随件事象によりこれらの施設が損傷することを想定した場合, 敷地レベル(EL. +3.0m)を超える津波に対する影響を考慮する必要があるが, 津波と竜巻は発生原因が異なり独立事象であること, 及び敷地レベルを超える津波の発生頻度(約9.6×10^{-3}/年)と設計竜巻($V_D=100\text{m/s}$)の発生頻度(約2.1×10^{-6}/年)を踏まえると, 敷地レベルを超える津波と設計竜巻が同時に発生する可能性は小さい。また, 敷地レベルを超える津波と設計竜巻の発生頻度を踏まえると, 竜巻及びその随件事象により津波防護施設等が損傷した場合でも当該機能が必要となる前に修復等の対応が可能と考えられる。 	<p style="text-align: right;">添付資料 1.3</p> <p>1.3 耐震Sクラス設備について</p> <p>ガイドにおいて, 竜巻防護施設は「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の重要度分類における耐震Sクラスの設計を要求される設備(系統・機能)及び建屋・構築物等とされている。竜巻影響評価では, 安全重要度クラス1, 2及び安全評価上その機能に期待するクラス3に属する構築物, 系統及び機器に加え, それらを内包する建物に属する施設を外部事象防護対象施設として選定しているため, 外部事象防護対象施設に該当しない耐震Sクラス施設について確認を行った結果, 表1.3.1に示すとおり, 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備を抽出した。</p> <p>津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備は, 津波に対応するための設備であり, 津波と竜巻は発生原因が異なること及び基準津波の発生頻度(10^{-4}/年程度)と設計竜巻($V_D=92\text{m/s}$)の発生頻度(1.56×10^{-7}/年程度)を踏まえると, 基準津波と設計竜巻が同時に発生する可能性は小さいことから, 評価対象施設としていない。</p> <p>外殻や竜巻防護対策による防護機能を期待できない津波に対応するための設備として, 防波壁, 防水壁や津波監視カメラ等があるが, 防波壁, 防水壁は敷地レベルを超える津波に対して機能を要求されていること及び津波監視カメラについては, 代替品を保有していることから, 竜巻及びその随件事象により損傷しても対応可能である。</p> <p>なお, 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備が竜巻及びその随件事象により損傷し, プラントの安全機能に影響を及ぼすと考えられる場合には, 必要によりプラント停止等の対応を行うことにより, プラントの安全性は維持できる。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>※1: 外部事象に対し必要な構築物, 系統及び機器又はそれを内包する建屋</p> <p>※2: 建屋, 構築物(原子炉建屋, タービン建屋, 海水熱交換器区域, コントロール建屋, 廃棄物処理建屋)の健全性維持可否の観点, 設計飛来物の衝突による開口部の開放又は開口部建具の貫通の観点から, 設備を抽出</p>			

図 1.3.1 耐震 S クラス設備等のうち評価対象施設の抽出フロー

表1.3.1 耐震Sクラス設備等のうち評価対象施設の抽出結果

(1/3)

耐震重要度	機能別分類	設備別分類	対象施設	安全重要度 クラス1 or 2 or 3*	評価結果																																																														
					Step1	Step2	Step3	Step4																																																											
Sクラス	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	主要設備	原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器、配管、ポンプ及び弁	○	○	○	○	○																																																											
									補助設備	・隔離弁を閉とするために必要な電気計装設備	○	○	○	○	○																																																				
																使用済燃料を貯蔵するための施設	主要設備	・使用済燃料プール ・使用済燃料貯蔵ラック ・使用済燃料乾式貯蔵容器	○	○	○	○																																													
																							補助設備	・使用済燃料プール水補給設備(残留熱除去系) ・非常用電源及び計装設備 (非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。)	○	○	○	○																																							
																													原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設	主要設備	・制御棒、制御棒駆動機構及び制御棒駆動水圧系(スクラム機能に関する部分)	○	○	○	○																																
																																				補助設備	・炉心支持構造物 ・電気計装設備 ・チャンネル・ボックス	○	○	○	○																										
																																										原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	・原子炉隔離時冷却系 ・高圧炉心スプレイ系 ・残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード運転に必要な設備) ・冷却水源としてのサブプレッション・プール	○	○	○	○																			
																																																	補助設備	・残留熱除去系海水系 ・炉心支持構造物 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設 ・非常用電源及び計装設備 (非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。)	○	○	○	○													
																																																							原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	・非常用炉心冷却系 1) 高圧炉心スプレイ系 2) 低圧炉心スプレイ系 3) 残留熱除去系 (低圧注入モード運転に必要な設備) 4) 自動減圧系 ・冷却水源としてのサブプレッション・プール	○	○	○	○						
																																																														補助設備	・残留熱除去系海水系 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設 ・非常用電源及び計装設備 (非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。) ・中央制御室の遮蔽及び空調設備	○	○	○	○

*1: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*2: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*3: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*4: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*5: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*6: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*7: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*8: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*9: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*10: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*11: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*12: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*13: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*14: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)
*15: 原子炉 非常用炉心冷却系(原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管、ポンプ及び弁)

第1表 外部事象防護対象施設以外の耐震Sクラス施設の確認結果

(1/2)

耐震重要度	機能別分類	設備別分類	対象施設	安全重要度 クラス1 or 2 or 3*																															
S	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	主要設備	原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器、配管、ポンプ及び弁	○																															
					補助設備	・隔離弁を閉とするために必要な電気計装設備	○																												
								使用済燃料を貯蔵するための施設	主要設備	・使用済燃料プール ・使用済燃料貯蔵ラック ・使用済燃料乾式貯蔵容器	○																								
												補助設備	・使用済燃料プール水補給設備(残留熱除去系) ・非常用電源及び計装設備 (非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。)	○																					
															原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設	主要設備	・制御棒、制御棒駆動機構及び制御棒駆動水圧系(スクラム機能に関する部分)	○																	
																			補助設備	・炉心支持構造物 ・電気計装設備 ・チャンネル・ボックス	○														
																						原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	・原子炉隔離時冷却系 ・高圧炉心スプレイ系 ・残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード運転に必要な設備) ・冷却水源としてのサブプレッション・プール	○										
																										補助設備	・残留熱除去系海水系 ・炉心支持構造物 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設 ・非常用電源及び計装設備 (非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。)	○							
																													原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	・非常用炉心冷却系 1) 高圧炉心スプレイ系 2) 低圧炉心スプレイ系 3) 残留熱除去系 (低圧注入モード運転に必要な設備) 4) 自動減圧系 ・冷却水源としてのサブプレッション・プール	○			
																																	補助設備	・残留熱除去系海水系 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設 ・非常用電源及び計装設備 (非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。) ・中央制御室の遮蔽及び空調設備	○

表1.3.1 外部事象防護対象施設以外の耐震Sクラス施設の確認結果

(1/2)

耐震重要度 分類	クラス別施設		対象施設	外部事象 防護対象 施設
	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	(ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設		
S	主要設備	原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	○	○
	主要設備	燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック	○	
				補助設備
	主要設備	制御棒、制御棒駆動機構及び制御棒駆動水圧系(スクラム機能に関する部分) ほう酸水注入系	○	
				補助設備

表1.3.1 耐震Sクラス設備等のうち評価対象施設の抽出結果

(2/3)

耐震重要度分類	機能別分類	設備別分類	構造物、系統又は機器	設置場所 ^{※1}	Step1			評価対象施設																																									
					重要度及びその理由(重要度又は、外部放散による放射性物質の放出を抑制する観点から、外部放散による放射性物質の放出を抑制する観点から、外部放散による放射性物質の放出を抑制する観点から)	Step2	Step3																																										
Sクラス	原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	原子炉格納容器、原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	-	○																																									
									補助設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	-	○																																			
															主要設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○																														
																				補助設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○																									
																									主要設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○																				
																														補助設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○															
																																			主要設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○										
																																								補助設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○					
																																													主要設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○
主要設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○																																													
					補助設備	原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備	R/B	-	○																																								

※1 6号炉 炉心から崩壊熱を除去するための施設、原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備

※2 原子炉格納容器冷却系、原子炉格納容器冷却モード運転に必要な設備

第1表 外部事象防護対象施設以外の耐震Sクラス施設の確認結果

(2/2)

耐震重要度	機能別分類	設備別分類	対象施設	安全重要度クラス1 or 2 or 3*
S	原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放出を直接防ぐための施設	主要設備	原子炉格納容器	○
		補助設備	原子炉格納容器バウンダリに属する配管及び弁	○
	放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放出を直接防ぐための施設」以外の施設	主要設備	残留熱除去系(格納容器スプレイ冷却モード運転に必要な設備)	○
		補助設備	可燃性ガス濃度制御系、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用ガス再循環系、原子炉格納容器圧力低減装置(ダイヤフラムフロア及びベント管)、冷却水源としてのサブプレッション・プール	○
	津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備	主要設備	津波防護施設	該当しない
		補助設備	浸水防止設備	—
敷地における津波監視機能を有する施設	主要設備	津波監視設備	該当しない	
	補助設備	非常用電源及び計装設備(非常用ディーゼル発電機及びその冷却系、補助施設を含む。)	○	

* クラス3については、安全評価上その機能に期待するものに限る。

表1.3.1 外部事象防護対象施設以外の耐震Sクラス施設の確認結果

(2/2)

耐震重要度分類	クラス別施設	対象施設	外部事象防護対象施設
S	(iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード運転に必要な設備)、冷却水源としてのサブプレッション・チェンバ
		補助設備	当該設備の冷却系(原子炉補機冷却系、高圧炉心スプレイ系補機冷却系)、炉心支持構造物、非常用電源及び計装設備(ディーゼル発電機及びその冷却系・補助設備を含む。)、当該施設の機能維持に必要な換気空調設備
	(v) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主要設備	非常用炉心冷却系、1) 高圧炉心スプレイ系、2) 低圧炉心スプレイ系、3) 残留熱除去系(低圧注水モード運転に必要な設備)、4) 自動減圧系、冷却水源としてのサブプレッション・チェンバ
		補助設備	当該設備の冷却系(原子炉補機冷却系、高圧炉心スプレイ系補機冷却系)、非常用電源及び計装設備(ディーゼル発電機及びその冷却系・補助設備を含む。)、中央制御室遮蔽及び中央制御室換気系、当該施設の機能維持に必要な換気空調設備
	(vi) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放出を直接防ぐための施設	主要設備	原子炉格納容器、原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁
		補助設備	隔離弁を閉とするに必要な電気計装設備
(vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、Sクラス(vi)以外の施設	主要設備	残留熱除去系(格納容器冷却モード及びサブプレッション・プール冷却モード運転に必要な設備)、可燃性ガス濃度制御系、原子炉棟、非常用ガス処理系及び排気管、原子炉格納容器圧力抑制装置(ベント管)、冷却水源としてのサブプレッション・チェンバ	
	補助設備	当該設備の冷却系(原子炉補機冷却系)、非常用電源及び計装設備(ディーゼル発電機及びその冷却系・補助設備を含む。)、当該施設の機能維持に必要な換気空調設備	
(viii) 津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備	主要設備	津波防護施設(防波壁等)、浸水防止設備(水密扉、隔離弁等)	
	補助設備	隔離弁を閉とするに必要な電気計装設備	
(ix) 敷地における津波監視機能を有する施設	主要設備	津波監視設備	
	補助設備	非常用電源及び計装設備(ディーゼル発電機及びその冷却系・補助設備を含む。)	

表1.3.1 耐震Sクラス設備等のうち評価対象施設の抽出結果

(3/3)

耐震Sクラス設備	機能別分類	設備別分類	設備概要、系統又は機器	配属箇所 ^{※1}	重要及びその補修等に対する機能維持する又は、非常時における機能を考慮して、外部設備による地震動や安全上支障のない状態での稼働等の必要か	Step1	Step2	Step3	Step4		
Sクラス	※1 特定機器の取組等により、本表の機能別分類を維持する設備及び原本の機能別分類を有する設備(※2)であり、Sクラス(SV)以外の施設	工業設備	・ 核燃料搬送機(燃料搬送機/燃料搬送機) ・ 冷却水ポンプ(燃料冷却システム/システム) ・ 冷却水ポンプ(燃料冷却システム/システム) ・ 可変圧力調整装置 ・ 原子炉冷却システム	R/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	-	-	
				R/B	(炉内設備のため、影響なし)	-	-	-	-	-	-
				R/B	(燃料搬送機に付随する設備)	-	-	-	-	-	-
				R/B、域外	(風荷重に対する影響) 設備に対して制振し、必要に応じてアラウンドを停止し、アラウンドの閉止を要する。	-	-	-	-	-	-
				R/B	(風荷重に対する影響) 設備に対して制振し、必要に応じてアラウンドを停止し、アラウンドの閉止を要する。	X	X	X	X	X	X
				R/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X	X	X
				R/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X	X	X
				C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X	X	X
				R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X	X	X
				R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X	X	X
Sクラス	※2 耐震Sクラス設備を有する設備及び原本の機能別分類を有する設備(※2)	工業設備	・ 核燃料搬送機(燃料搬送機/燃料搬送機) ・ 冷却水ポンプ(燃料冷却システム/システム) ・ 冷却水ポンプ(燃料冷却システム/システム) ・ 可変圧力調整装置 ・ 原子炉冷却システム	R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X		
				R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X		
				R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X		
Sクラス	※3 耐震Sクラス設備を有する設備及び原本の機能別分類を有する設備(※3)	工業設備	・ 核燃料搬送機(燃料搬送機/燃料搬送機) ・ 冷却水ポンプ(燃料冷却システム/システム) ・ 冷却水ポンプ(燃料冷却システム/システム) ・ 可変圧力調整装置 ・ 原子炉冷却システム	R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X		
				R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X		
				R/B、T/B、C/B	(外部地震動対策のための対象外)	X	X	X	X		

※1 6号炉/炉内設備の取組等により、本表の機能別分類を維持する設備及び原本の機能別分類を有する設備(※2)であり、Sクラス(SV)以外の施設

※2 耐震Sクラス設備を有する設備及び原本の機能別分類を有する設備(※2)

※3 耐震Sクラス設備を有する設備及び原本の機能別分類を有する設備(※3)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">別紙 2-1</p> <p style="text-align: center;">外部事象に対する津波防護施設, 浸水防止設備 及び津波監視設備の防護方針について</p> <p>1. 概要 外部事象に対する津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備 (以下「津波防護施設等」という。) の防護方針を以下に示す。</p> <p>2. 防護に関する考え方 以下の考え方に基づき, 発電所において設計上考慮すべき外部事象に対する, 津波防護施設等の機能維持のための対応の要否について整理した。(フローを別図 1-1 に示す。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計上考慮すべき事象が, 津波若しくは津波の随伴又は重畳が否定できない事象に該当するかを確認する。定量的な重畳確率が求められない事象については, 保守的にその影響を考慮する。 ・津波の随伴又は重畳が否定できない場合は, 当該事象による津波防護施設等の機能喪失モードの有無を確認する。機能喪失モードが認められる場合は, 設計により健全性を確保する。 ・津波の随伴, 重畳が有意でないと評価される事象についても, 発電所の津波防護施設等については, 基準津波の高さや防護範囲の広さ等その重要性に鑑み, 機能維持のための配慮を行う。 		<p>(島根 2号炉は「1.3 耐震Sクラス設備について」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>※1 定量的に評価できないものを含む。 ※2 「○」、「△」、「-」は、後掲の別表1-1における整理に対応している。</p> <p>別図1-1 外部事象に対する津波防護施設等の機能維持対応要否判断フロー</p> <p>3. 検討結果 上記検討フローに基づく各事象に対する防護方針の検討結果を、以下に示す。(詳細は別表1-1のとおり)</p> <p>3.1 津波の随伴又は重畳が否定できない事象*に対する防護方針 これらの外部事象に対しては、津波との随伴又は重畳の可能性を否定できないため、荷重の重ね合わせのタイミングも考慮した上で設計への反映の要否を検討し、津波防護施設等への影響が考えられる事象に対しては、津波防護施設等の機能を維持する設計とする。</p> <p>※ 地震、洪水、風(台風)、凍結、降水、積雪、落雷、生物学的事象、森林火災及び高潮</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>3.2 津波の随伴又は重畳が有意ではない事象（竜巻及び火山の影響）に対する防護方針</p> <p>竜巻及び火山の影響の2つの外部事象に津波は随伴せず、また敷地高さを超える津波との重畳の確率も有意ではないため、津波防護施設等を防護対象施設とはしないものの、津波防護施設等の機能が要求される時にはその機能を期待出来るよう、以下の対応を実施する。</p> <p>3.2.1 竜巻</p> <p>設計竜巻と安全施設の中で最も低所にある残留熱除去系海水系ポンプ等の設置高さに等しい津波が重畳する年超過確率は約3.8×10^{-8} (1/y)であり、竜巻と津波の重畳は有意ではないと評価されるが、竜巻が襲来した場合には必ず作用する風荷重に対しては、津波防護施設等の健全性を維持する設計とする。また、竜巻が襲来した場合でも、必ずしも津波防護施設に作用するとは限らない飛来物による衝撃荷重に対しては、大規模な損傷に至り難い構造とする。</p> <p>3.2.2 火山の影響</p> <p>設計で想定する降下火砕物の給源の噴火と安全施設の中で最も低所にある残留熱除去系海水系ポンプ等を内包する海水ポンプ室壁頂部の高さに等しい津波が重畳する年超過確率は約8.4×10^{-8} (1/y)であり、火山と津波の重畳は有意ではないと評価されるが、降下火砕物の堆積荷重について長期荷重に対する構造健全性を確保するとともに、降灰後に適宜除去が可能な設計とする。</p>		

別表1-1 外部事象に対する津波防護施設等の対応方針整理表

: 津波の随伴又は重畳が否定できないため、設計で健全性を確保する事象 (○)
 : 津波の随伴又は重畳は有意ではないが、機能維持について設計上配慮する事象 (△)
 : 対応が不要な事象 (-)

設計上考慮すべき外部事象	①随伴事象として津波を考慮	②独立事象として津波が重畳し得る	津波との重畳を考慮 (①又は②が“○”)	津波防護施設等の機能喪失による安全施設等の機能喪失の可能性	設計への反映要否	機能維持のための対応方針
地震	○	-	○	あり 地震動により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	耐震Sクラス施設として基準地震動Sに対し健全性を維持し、津波に対する防護機能を維持する。 また、津波と余震 (S ₀ D) 地震動の組合せも考慮する。
洪水	-	○	○	なし 基準津波の遡上高さや洪水ハザードマップの浸水想定を考慮しても、発電所敷地へ浸入し得る高さには達しない。 国道245号線西側側溝への洪水高さ： ～T.P.10m (審査資料「外部からの影響による損傷の防止(その他外部事象)」より) 国道245号線西側側溝への津波遡上高： ～+4m (遡上解析結果より) ⇒合計T.P.～+14m (T.P.)15m (国道245号線(発電所入口))	-	-
風(台風)	-	○	○	あり 風荷重により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	・風荷重、津波荷重を考慮した設計とする。 ・津波監視カメラは、風荷重を考慮した設計とする。

設計上考慮すべき外部事象	①随伴事象として津波を考慮	②独立事象として津波が重畳し得る	津波との重畳を考慮 (①又は②が“○”)	津波防護施設等の機能喪失による安全施設等の機能喪失の可能性	設計への反映要否	機能維持のための対応方針
電圧	-	-	-	なし 以下のとおり、重畳の相度は無視し得る。 設計電圧の線率PI： 約 $3.9 \times 10^{-3} / \gamma$ (満足) (参照) 敷地電圧超過率(PI) (P.3m)の線率PI2： 約 $0.6 \times 10^{-3} / \gamma$ (参照) ※ 電圧降下による海水ポンプ室の破損を想定し、敷地の電圧高とした。 ⇒敷地線率PIが約 $3.8 \times 10^{-3} / \gamma$ (満足) ⇒PI(安全値)PIが約 1×10^{-3} 未満で、有意ではない。	△	防漏堤の設計においては、以下の配慮を行い、信頼性を高める。 ・風圧力に対しては、損傷しないように構造強度を確保する。 ・機能維持については、防漏堤は鉄筋コンクリート等の耐火構造であり、大規模な損傷は生じないと考えられる。
凍結	-	○	○	あり 凍結により止水ジョイントが損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	止水ジョイントは最低気温を考慮した設計とする。
降水	-	○	○	なし 降水による海面の上昇の影響は無視し得る。	-	-
積雪	-	○	○	あり 積雪荷重により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	積雪荷重と津波荷重を考慮した設計とする。

設計上考慮すべき外部事象	①随伴事象として津波を考慮	②独立事象として津波が重畳し得る	津波との重畳を考慮 (①又は②が“○”)	津波防護施設等の機能喪失による安全施設等の機能喪失の可能性	設計への反映要否	機能維持のための対応方針
落雷	-	○	○	あり 落雷により津波監視設備の機能喪失が想定される。	○	津波監視設備については、既設避雷設備の遮蔽範囲内への設置又は避雷設備の設置、避雷設備の接地線を管内接地網と接続し接地抵抗の低減を行うとともに、ライオンフィルタや絶縁抵抗を設けずることにより、雷サージの侵入を防止する設計とする。
火山の影響	-	-	-	なし 以下のとおり、重畳の相度は無視し得る。 想定する火山の線率： $2.2 \times 10^{-3} / \gamma$ (審査資料「外部からの影響による損傷の防止(その他外部事象)」より) 敷地電圧超過率(PI) (P.6m)の線率： 約 $3.8 \times 10^{-3} / \gamma$ (参照) ※ 海水ポンプ室の破損は損傷しないため、ポンプ室を高さとする。 ⇒敷地線率PIが約 $3.8 \times 10^{-3} / \gamma$ (満足) ⇒PI(安全値)PIが約 1×10^{-3} 未満で、有意ではない。	△	設計にて長期荷重に対する構造健全性を確保するとともに、発生後に適宜除去が可能な設計とする。
生物学的事象	-	○	○	なし 生物による影響(閉塞、侵入)による機能喪失モードを有しない。	-	-

設計上考慮すべき外部事象	①随伴事象として津波を考慮	②独立事象として津波が重畳し得る	津波との重畳を考慮 (①又は②が“○”)	津波防護施設等の機能喪失による安全施設等の機能喪失の可能性	設計への反映要否	機能維持のための対応方針
森林火災	-	○	○	あり 熱影響により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	・森林火災の熱影響による強度低下及び止水ジョイントの機能喪失を仮定しない設計とする。 ・防漏堤上の津波監視設備が森林火災の影響で機能を喪失した場合は、速やかに予備品と交換する。 (機能喪失の可能性があるのは、全4台中2台のみ)
高潮	-	○	○	あり 高潮に起因する潮位上昇により防漏堤を越えた場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	高潮と津波の組合せを考慮した設計とする。

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p style="text-align: right;">補足 1</p> <p>津波防護施設等を考慮した竜巻の年超過確率の評価について</p> <p>津波防護施設等を竜巻防護対象と仮定した場合の、設計竜巻（最大風速 100m/s）の年超過確率を評価した。</p> <p>年超過確率の推定には、竜巻影響エリアに津波防護施設等を取り込むことになるが、補図 1-1 に示すとおり、防潮堤を囲む円がその他の外部事象防護対象施設を包含する形となるため、当該円を竜巻影響エリアと見なした。</p> <p>この竜巻影響エリアに対する設計竜巻（風速 100m/s）時の年超過確率は、補表 1-1 に示すとおり約 3.9×10^{-6} (1/y) と評価された。</p> <div data-bbox="961 827 1673 1297" style="border: 1px solid black; height: 200px; width: 100%;"></div> <p>補図 1-1 津波防護施設等を考慮した場合の竜巻影響エリア</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																						
	<p style="text-align: center;">補表 1-1 年超過確率の評価結果</p> <table border="1" data-bbox="958 317 1700 1073"> <thead> <tr> <th data-bbox="958 317 1136 369">ケース</th> <th data-bbox="1136 317 1344 369">①ベース (現ハザード)</th> <th data-bbox="1344 317 1522 369">②防潮堤考慮</th> <th data-bbox="1522 317 1700 369">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="958 369 1136 453">竜巻影響エリア</td> <td data-bbox="1136 369 1344 453">直列したゾーンごとの 小円に外接する大円</td> <td data-bbox="1344 369 1522 453">防潮堤の外接円 (他を包含)</td> <td data-bbox="1522 369 1700 453"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 453 1136 506">原子炉建屋 (R/B)</td> <td data-bbox="1136 453 1344 506" rowspan="3">円 (D=188m)</td> <td data-bbox="1344 453 1522 506" rowspan="3">円 (D≒800m)</td> <td data-bbox="1522 453 1700 506" rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 506 1136 558">タービン建屋 (T/B)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 558 1136 611">排気筒 排気筒モニタ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 611 1136 663">海水ポンプ室 エリア</td> <td data-bbox="1136 611 1344 663">円 (D=44m)</td> <td data-bbox="1344 611 1522 663"></td> <td data-bbox="1522 611 1700 663"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 663 1136 716">使用済燃料 乾式貯蔵建屋</td> <td data-bbox="1136 663 1344 716">円 (D=60m)</td> <td data-bbox="1344 663 1522 716"></td> <td data-bbox="1522 663 1700 716"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 716 1136 747">防潮堤</td> <td data-bbox="1136 716 1344 747">—</td> <td data-bbox="1344 716 1522 747"></td> <td data-bbox="1522 716 1700 747"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 747 1136 852">竜巻検討エリア となる円の直径 (m) (第一位 切上)</td> <td data-bbox="1136 747 1344 852">300</td> <td data-bbox="1344 747 1522 852">800</td> <td data-bbox="1522 747 1700 852">ケース①は上記 3エリアの直径 の和</td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 852 1136 905">竜巻影響エリア の面積 (m²)</td> <td data-bbox="1136 852 1344 905">約71,000</td> <td data-bbox="1344 852 1522 905">約503,000</td> <td data-bbox="1522 852 1700 905"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="958 905 1136 1073">設計竜巻 (100m/s) の 年超過確率 (1/y)</td> <td data-bbox="1136 905 1344 1073">約2.1×10^{-6}</td> <td data-bbox="1344 905 1522 1073">約3.9×10^{-6}</td> <td data-bbox="1522 905 1700 1073">変化の主要因 は、確率算出式 におけるエリア 幅寄与分 (全体 の約50%) の増 加による。</td> </tr> </tbody> </table>	ケース	①ベース (現ハザード)	②防潮堤考慮	備考	竜巻影響エリア	直列したゾーンごとの 小円に外接する大円	防潮堤の外接円 (他を包含)		原子炉建屋 (R/B)	円 (D=188m)	円 (D≒800m)		タービン建屋 (T/B)	排気筒 排気筒モニタ	海水ポンプ室 エリア	円 (D=44m)			使用済燃料 乾式貯蔵建屋	円 (D=60m)			防潮堤	—			竜巻検討エリア となる円の直径 (m) (第一位 切上)	300	800	ケース①は上記 3エリアの直径 の和	竜巻影響エリア の面積 (m ²)	約71,000	約503,000		設計竜巻 (100m/s) の 年超過確率 (1/y)	約 2.1×10^{-6}	約 3.9×10^{-6}	変化の主要因 は、確率算出式 におけるエリア 幅寄与分 (全体 の約50%) の増 加による。		
ケース	①ベース (現ハザード)	②防潮堤考慮	備考																																						
竜巻影響エリア	直列したゾーンごとの 小円に外接する大円	防潮堤の外接円 (他を包含)																																							
原子炉建屋 (R/B)	円 (D=188m)	円 (D≒800m)																																							
タービン建屋 (T/B)																																									
排気筒 排気筒モニタ																																									
海水ポンプ室 エリア	円 (D=44m)																																								
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	円 (D=60m)																																								
防潮堤	—																																								
竜巻検討エリア となる円の直径 (m) (第一位 切上)	300	800	ケース①は上記 3エリアの直径 の和																																						
竜巻影響エリア の面積 (m ²)	約71,000	約503,000																																							
設計竜巻 (100m/s) の 年超過確率 (1/y)	約 2.1×10^{-6}	約 3.9×10^{-6}	変化の主要因 は、確率算出式 におけるエリア 幅寄与分 (全体 の約50%) の増 加による。																																						

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 2.1</p> <p style="text-align: center;">数値気象解析に基づく竜巻検討地域の設定について</p> <p>1. はじめに</p> <p>一般的に、大気現象の水平方向の広がりについては「水平スケール」と呼ばれ、寿命や周期は「時間スケール」と呼ばれる。図1は雷雨とその関連事象の時空間スケールの関係を表したものである。個々の積雲の時空間スケールは1 km・10分程度であり、発達・組織化(マルチセル化・スーパーセル化)すると10~100 km・数時間~半日程度にまで大きくなる。それに対し、竜巻の時空間スケールは数分・100 m程度である。</p> <p>竜巻の発生メカニズムを考える際、時空間スケールの階層構造が重要である(図2)。ある大気現象は、スケールのより小さな現象を内包しており、竜巻の場合、竜巻の漏斗雲内の気流は数十メートル~数百メートル規模(マイクロスケールと呼ばれる(Orlanski 1975); 図2では“MISOCYCLONE”と記載されている)の現象であるのに対し、<u>竜巻を引き起こすもとの積乱雲である親雲のスケールは数キロメートル~数十キロメートル規模(メソスケールと呼ばれる。図2では“MESOCYCLONE”と記載されている)である。台風、低気圧、前線等のいわゆる総観場は、数百キロメートル~数千キロメートル規模(総観スケールと呼ばれる。図2では“MASOCYCLONE”と記載されている)として扱われる。また、竜巻内部には吸い込み渦(図2では“Suction Vortex”と記載されている)と呼ばれるさらに強い渦が形成されることもある。</u></p>		<p style="text-align: right;">添付資料 2.1</p> <p><u>2.1 数値気象解析に基づく突風関連指数の地域性について</u></p> <p>2.1.1 はじめに</p> <p>一般的に、大気現象の水平方向の広がりについては「水平スケール」と呼ばれ、寿命や周期は「時間スケール」と呼ばれる。図2.1.1は雷雨とその関連事象の時空間スケールの関係を表したものである。個々の積雲の時空間スケールは1km・10分程度であり、発達・組織化(マルチセル化・スーパーセル化)すると10~100km・数時間~半日程度にまで大きくなる。それに対し、竜巻の時空間スケールは100m・数分程度である。</p> <p>竜巻の発生メカニズムを考える際、時空間スケールの階層構造が重要である(図2.1.2)。ある大気現象は、スケールのより小さな現象を内包しており、竜巻の場合、竜巻の漏斗雲内の気流は数メートル~数百メートル規模(マイクロスケールと呼ばれる(Orlanski 1975)。図2.1.2中では“MISOCYCLONE”と記載)の現象であるのに対し、<u>そのもととなる親雲のスケールは数キロメートル~数十キロメートル規模(メソスケール; 図2.1.2中では“MESOCYCLONE”と記載)である。台風、低気圧、前線等のいわゆる総観場は、数百キロメートル~数千キロメートル規模(総観スケール; 図2.1.2では“MASOCYCLONE”と記載)で扱われる。また、竜巻内部には吸い込み渦(図2.1.2中では“Suction Vortex”と記載)と呼ばれるさらに強い渦が形成されることもある。</u></p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は大きな竜巻の発生要因となる環境場の形成のし易さを把握するため、メソスケールにおける風の鉛直シアや大気不安定性と深くかかわっている突風関連指数により地域特性を確認している</p> <p>(東海第二は突風関連指数に関する添付資料なし)</p>

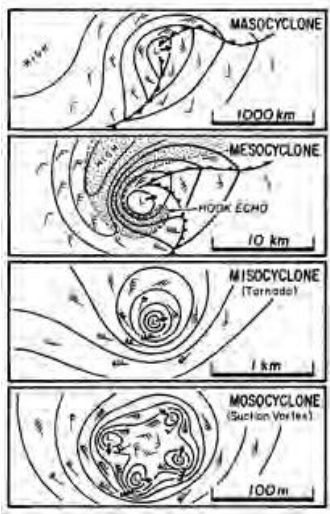
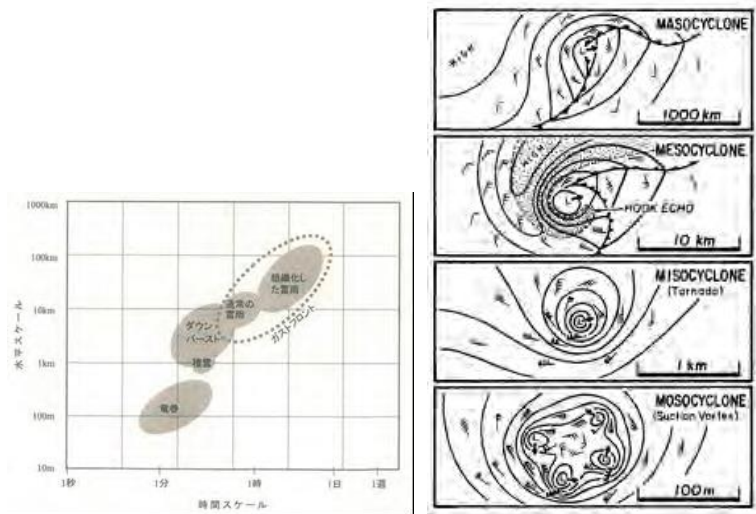


図1 雷雨とその関連現象の時空間スケール(大野 2001)

図2 竜巻発生時の渦の多重構造 (Fujita 1981)

このように、竜巻の発生にはさまざまなスケールの現象が介在し、異なるスケールの現象が相互作用しているため、竜巻の発生頻度や強度の地域性は複数の時空間スケールで議論する必要がある。気象学における現状として、観測データの欠如や数値シミュレーション技術の不十分さゆえにマイクロスケールの現象の理解が難しく、未知なメカニズムもあると認識されている。一方、総観場の観点では、さまざまなパターンで竜巻が発生していることがわかっており、「日本海側では台風性竜巻の発生が確認されていない」ことや、地域に応じて総観場の割合が異なる等の分析結果が得られている。しかし、例えば、寒冷前線起因の F3 竜巻が実際に発生している(1990 年茂原竜巻や 2006 年佐呂間竜巻等)が、寒冷前線自体は国内どこでも通過し得るため、ある地域において F3 竜巻が発生し難いことを総観場の分析結果だけで示すのは難しい。

ガイドでは、基準竜巻風速 V_{B1} の設定の際に国内最大規模の竜巻ではなく竜巻検討地域内における記録等を参照する場合には、その明確な根拠を提示する必要があると記載されている。そのため、総観スケールの気象場の分析結果のみではなく、メソスケールあるいはマイクロスケールの気象場の特徴から地域性が見られる理由、及び竜巻検討地域内の記録を参照して V_{B1} を設定できる根拠をより気象力学的に明らかにすることが必要である。ただし、上述のように、マイクロスケールでの議論は極めて困難である。

そこで、マイクロスケールで発生する竜巻現象を包含する気象

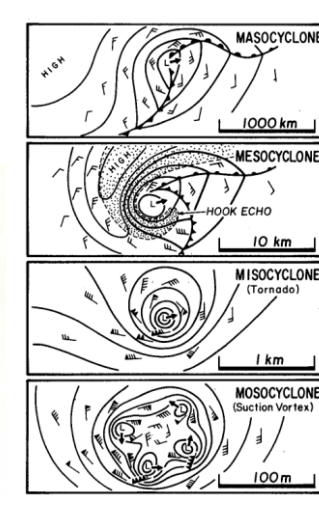
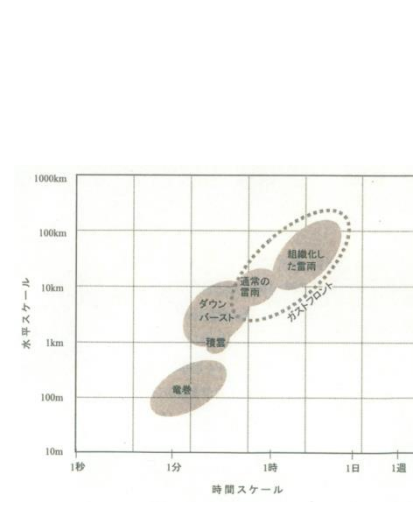


図 2.1.1 雷雨とその関連現象の時空間スケール (大野, 2001)

図 2.1.2 竜巻発生時の渦の多重構造 (Fujita, 1981)

このように、竜巻の発生にはさまざまなスケールの現象が介在し、異なるスケールの現象が相互作用しているため、竜巻の発生頻度や強度の地域性は複数の時空間スケールで議論する必要がある。気象学における現状として、観測データの欠如や数値シミュレーション技術の不十分さゆえにマイクロスケールの現象の理解が難しく、未知なメカニズムもあると認識されている。一方、総観場の観点では、さまざまなパターンで竜巻が発生していることがわかっており、「日本海側では台風性竜巻の発生が確認されていない」ことや、地域に応じて総観場の割合が異なる等の分析結果が得られている。しかし、例えば、寒冷前線起因の F3 竜巻が実際に発生している(1990 年茂原竜巻や 2006 年佐呂間竜巻等)が、寒冷前線自体は国内どこでも通過し得るため、ある地域において F3 竜巻が発生し難いことを総観場の分析結果だけで示すのは難しい。

ガイドでは、基準竜巻風速 V_{B1} の設定の際に国内最大規模の竜巻ではなく竜巻検討地域内における記録等を参照する場合には、その明確な根拠を提示する必要があると記載されている。そのため、総観スケールの気象場の分析結果のみではなく、メソスケールあるいはマイクロスケールの気象場の特徴から地域性が見られる理由をより気象力学的に明らかにすることが必要である。ただし、上述のように、マイクロスケールでの議論は極めて困難である。

そこで、竜巻現象の気象場 (以下「環境場」という。)として、

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>場(以下、環境場と呼ぶ)として、親雲の水平スケールに対応するメソスケールの気象場を対象として、F3規模以上の竜巻の発生に適した環境場が生起する頻度についてその地域性の有無を検討する。以下、第2節では竜巻の発生メカニズムについて簡単に触れ、竜巻発生環境場を議論する上で重要な視点について述べる。第3節では、発生環境場の指標として活用されている突風関連指数について、本検討で用いる突風関連指数の概要を述べる。第4節では、気象モデルを用いて顕著な竜巻の数値シミュレーションを行い、気象場や突風関連指数の解析結果を考察する。この結果をもとに、第5節において過去50年間の気象解析データを用いて、突風関連指数の地域性について分析し、F3規模以上の竜巻発生に適した環境場の生成のし易さを観点とした地域性の有無について考察する。第6節では北海道網走支庁佐呂間町にて発生したF3竜巻の特殊性、及び竜巻検討地域設定に対する取り扱いについて述べる。</p> <p>なお、メソスケールでの地域性を検討するに際し、ヨーロッパ中期予報センターの長期再解析データをもとに、気象モデルを用いたダウンスケーリングと呼ばれる手法により当該スケールに対する空間分解能(水平解像度5km)を有する気象データを作成した。今回、1961年～2010年の1時間ごとのデータを使用した。その検討フローを図3に示す。</p> <p>過去の既往文献や、国内外で発生した大きな竜巻を対象とした発生環境場に関する解析結果をもとに、不確かさも考慮して突風関連指数の閾値を設定し、長期間にわたる気象データにおいて、その閾値を超過する頻度を算出し、得られた頻度分布において定性的に十分に差があるかどうかを観点として地域性の有無を考察した。</p>		<p>親雲の水平スケールに対応するメソスケールの気象場を対象として、F3規模以上の竜巻発生環境場の地域性について検討する。</p>	<p>(島根2号炉は、長期再解析データについては「2.1.4」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="163 220 905 672" data-label="Diagram"> <p>過去知見の調査</p> <ul style="list-style-type: none"> 大きな竜巻を引き起こすスーパーセルの発生にとって、上空風の鉛直シアや大気不安定度が大きな要因である。 突風関連指数として、SReH及びCAPE、あるいはそれらの複合的な指数が挙げられる。 指数値が大きいほど大きな竜巻が発生することを示唆する文献がある。 <p>国内外の竜巻発生時のCAPE, SReH, EHIの分析・検討</p> <ul style="list-style-type: none"> F3竜巻発生時は、CAPE及びSReHの片方が小さい場合、あるいはEHIが小さな場合に発生し難い傾向が見られる。 F2規模以下の竜巻では、指数が小さい場合でも発生している。 過去のF3竜巻発生時の解析結果等を用いて、F3規模以上の竜巻発生環境場に対する突風関連指数の閾値を探索。 <p>長期・高解像度データの分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ヨーロッパ中期予報センターの長期再解析データと気象モデルWRFを用いて、長期・高分解能の気象データを作成。 上記気象データをもとに、50年間・1時間ごとの突風関連指数のメッシュデータ(水平解像度5km)を算出。 突風関連指数の閾値を超過する頻度を算出。 <p>超過頻度分布の分析</p> <ul style="list-style-type: none"> SReH及びCAPEに対するそれぞれの閾値を同時に超過する頻度を季節ごとに算出した結果を考察。 EHIに対する閾値を超過する頻度の分布を考察。 十分に頻度差が認められる場合に地域差があるとする。 </div> <p style="text-align: center;">図3 メソスケールでの分析フロー</p> <p>2. 竜巻の発生メカニズム・分類とメソスケール分析の有効性</p> <p>2.1 竜巻の発生メカニズム</p> <p>竜巻の発生メカニズムは二つに大別されると考えられている(新野 2007)。一つは、スーパーセルと呼ばれる特徴的な構造を有する巨大積乱雲に伴うもの(図4に例示した模式図参照)であり、もう一つは、気温・湿度や風向・風速が急変する局地的な前線(図5に例示した模式図参照)に伴うものである。</p> <p>スーパーセルを伴う竜巻では、大気下層における鉛直シア(風向が上下で逆転する、あるいは風速が上下で大きく異なる場合に生じる)に伴って水平軸を有した渦管が形成され、それが上昇気流によって数キロメートル上空まで持ち上がる。その際、メソサイクロンと呼ばれる直径3・4km~10km程度の鉛直軸回りの強い渦が積乱雲中にでき、その下部に竜巻が発生する(Klemp and Wilhelmson 1978; 図4参照)。このように、メソサイクロンの形成がこの種の竜巻の最大の特徴である(新野 2007)。図4に示すように、鉛直シアによりスーパーセル内では降水粒子の落下域(下降流域)と上昇流域が分離されるため、巨大な積乱雲にまで発達し、長時間持続し得る。国内で発生したF2規模以上の竜巻に対し、スーパーセルあるいはミニチュア(ミニ)スーパーセルが存在したことを観測・解析した成果も得られている(Suzuki et al. 2000, Mashiko et al. 2009等)。また、水平風速のマイクロスケールの空間スケールを有する竜巻漏斗雲の形成メカニズムについては、水平渦が上昇気流により引き伸ばされることの影響、あるいはメソサイクロンが地表面付近の上昇気流への影響等が指摘されている(Noda and Niino 2010)が、多くは未解明であり、レー</p>		<p>2.1.2 竜巻の発生メカニズム・分類とメソスケール分析の有効性</p> <p>2.1.2.1 竜巻の発生メカニズム</p> <p>竜巻の発生メカニズムは二つに大別されると考えられている。一つは、スーパーセルと呼ばれる特徴的な構造を有する巨大積乱雲に伴うもの(図2.1.3に例示した模式図参照)であり、もう一つは、気温・湿度や風向・風速が急変する局地的な前線(図2.1.4に例示した模式図参照)に伴うものである。</p> <p>スーパーセルを伴う竜巻では、大気下層における鉛直シア(風向が上下で逆転する、あるいは風速が上下で大きく異なる場合に生じる)に伴って水平軸を有した渦管が形成され、それが上昇気流によって数キロメートル上空まで持ち上がる。その際、メソサイクロンと呼ばれる鉛直軸回りの強い渦が積乱雲中にでき、その下部に竜巻が発生する。図2.1.3に示すように、鉛直シアによりスーパーセル内では降水粒子の落下域(下降流域)と上昇流域が分離されるため、巨大な積乱雲にまで発達し、長時間持続し得る。国内で発生したF2規模以上の竜巻に対し、スーパーセルあるいはミニチュア(ミニ)スーパーセルが存在したことを観測・解析した成果も得られている(Suzuki et al. 2000, Mashiko et al. 2009等)。また、水平風速のマイクロスケールの空間スケールを有する竜巻漏斗雲の形成メカニズムについては、水平渦が上昇気流により引き伸ばされることの影響、あるいはメソサイクロンが地表面付近の上昇気流への影響等が指摘されている(Noda and Niino 2010)が、多くは未解明であり、レーダ観測や数値実験による研究が行われている。しかし、メソサイクロンが強いほど竜巻強度が大きくなるという関係性が、最先端のドップラーレーダを用い</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>ダ観測や数値実験による研究が行われている。しかし、メソサイクロンが強いほど竜巻強度が大きくなるという関係性が、最先端のドップラーレーダを用いた詳細観測により分かってきている。(Burgess et al. 2002)</p> <p>一方、局地前線に伴う竜巻では、気温・湿度、風向・風速が水平方向に鋭く変化する局地的前線面において、水平シア流の不安定や傾圧的作用等により生成した鉛直軸周りの渦が鉛直方向に引き伸ばされることによって発生する (Lee and Wilhelmson 1997)。スーパーセルとは大気成層が大きく異なり (Doswell and Evans 2003)、降水粒子が地上に達する段階になると下降気流が上昇気流を打ち消すため (Byers-Braham の概念)、積乱雲がこれ以上発達せず、衰弱・消滅する。そのため、強い竜巻が生じにくいと考えられている。局地的に水平スケールは数キロメートル以下であり、メソスケールのうち小さなスケール (メソγスケール)、あるいはマイクロスケールにあたる。この種の渦は、上記のサイクロンに対してマイソサイクロンと呼ばれている。</p> <p>2.2 竜巻の分類</p> <p>上記にて説明した発生メカニズムの観点から、メソサイクロンの形成が大きな竜巻の発生と深く関わっていることがわかる。米国では、メソサイクロンが形成される竜巻は、スーパーセル型と呼ばれる F2~F5 規模を想定した顕著な竜巻として分類され、F1 規模以下の竜巻は局地前線等に伴う非スーパーセル型と分類されている (Rasmussen and Blanchard 1998, Doswell and Evans 2003)。国内にて発生した F2-F3 を含めた全ての F3 竜巻 (6 事例)¹もメソサイクロンを伴うスーパーセル型であったと報告されている (表 1)。</p> <p>そこで、飯塚・加治屋 (2011)、Bluestein (2013) 及びその他の検討 (Rasmussen and Blanchard 1998, Doswell and Evans 2003) と同様に、メソサイクロンの有無で竜巻を分類することとし、メソサイクロンを有する場合を「スーパーセル型」、そうでない場合を「非スーパーセル型」と定義する。</p> <p>なお、スーパーセル型・非スーパーセル型竜巻の同定に関する国内の検討例として、飯塚・加治屋 (2011) による分析が見られ、2006 年～2009 年間の 3 ヶ年においてスーパーセル型竜巻の竜巻強度は、F2 及び F3 (3 事例)、F1 (6 事例)、F0 (8 事例)、F 不明 (2 事例) であったのに対し、非スーパーセル型竜巻では、F2 及び F3 竜巻 (0 事例)、F1 (9 事例)、F0 (11 事例)、F 不明 (5 事</p>		<p>た詳細観測により分かってきている (Burgess et al. 2002)。</p> <p>一方、局地前線に伴う竜巻では、気温・湿度、風向・風速が水平方向に鋭く変化する局地的前線面において、水平シア流の不安定や傾圧的作用等により生成した鉛直軸周りの渦が鉛直方向に引き伸ばされることによって発生する (Lee and Wilhelmson 1997)。スーパーセルとは大気成層が大きく異なり (Doswell and Evans 2003)、降水粒子が地上に達する段階になると下降気流が上昇気流を打ち消すため (Byers-Braham の概念)、積乱雲がこれ以上発達せず、衰弱・消滅する。そのため、強い竜巻が生じにくいと考えられている。局地的に水平スケールは数キロメートル以下であり、メソスケールのうち小さなスケール (メソγスケール)、あるいはマイクロスケールにあたる。この種の渦は、上記のサイクロンに対してマイソサイクロンと呼ばれている。</p> <p>2.1.2.2 竜巻の分類</p> <p>上記にて説明した発生メカニズムの観点から、メソサイクロンの形成が大きな竜巻の発生と深く関わっていることがわかる。米国では、メソサイクロンが形成される竜巻は、スーパーセル型と呼ばれる F2~F5 規模を想定した顕著な竜巻として分類され、F1 規模以下の竜巻は局地前線等に伴う非スーパーセル型と分類されている (Rasmussen and Blanchard 1998, Doswell and Evans 2003)。国内にて発生した F2-F3 を含めた全ての F3 竜巻 (6 事例)[*]もメソサイクロンを伴うスーパーセル型であったと報告されている (表 2.1.1)。</p> <p>そこで、飯塚・加治屋 (2011)、Bluestein (2013) 及びその他の検討 (Rasmussen and Blanchard 1998, Doswell and Evans 2003) と同様に、メソサイクロンの有無で竜巻を分類することとし、メソサイクロンを有する場合を「スーパーセル型」、そうでない場合を「非スーパーセル型」と定義する。</p> <p>なお、スーパーセル型・非スーパーセル型竜巻の同定に関する国内の検討例として、飯塚・加治屋 (2011) による分析が見られ、2006 年～2009 年間の 3 ヶ年においてスーパーセル型竜巻の竜巻強度は、F2 及び F3 (3 事例)、F1 (6 事例)、F0 (8 事例)、F 不明 (2 事例) であったのに対し、非スーパーセル型竜巻では、F2 及び F3 竜巻 (0 事例)、F1 (9 事例)、F0 (11 事例)、F 不明 (5 事例) で</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>例) であったと報告している。分析期間は短いものの、国内で発生したF3 竜巻のスーパーセル型の竜巻強度の傾向を考慮すれば、大きな竜巻は米国と同様に基本的にスーパーセル型に分類できるといえる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>¹気象庁データベースにおける括弧つき F2-F3 竜巻 ((F2-F3) と記載された竜巻) は過去に 5 事例 (1960 年代に 4 事例, 1990 年に 1 事例) 報告されている。これらの竜巻については解析を実施した文献が見あたらなかったため、表 1 には記載していない。</p> </div> <p>2.3 メソスケールでの分析の有効性</p> <p>空間スケールの観点では、メソスケール気象場の分析はスーパーセル型竜巻の発生しやすさの傾向・地域性を分析する目的には十分であるが、空間スケールの小さく、竜巻強度も小さい非スーパーセル型竜巻に対しては向かない。また、竜巻強度の観点では、大きな竜巻 (国内最大強度の F3 を含む F2 以上の規模の竜巻) の発生のしやすさがメソスケール気象場の分析により検討することができる。したがって、設計基準を考える際には、スーパーセル型竜巻の発生を観点とした地域性を検討することが妥当である。そこで、<u>3 節以降では、突風関連指数と呼ばれる竜巻の発生のしやすさを指数化した量を用いて、大きな竜巻の発生のしやすさについて分析し、その地域性について検討する。</u>その際、スーパーセル型竜巻はメソサイクロンを有する点が特徴的であり、その発生はメソスケールにおける風の鉛直シアや大気不安定性と深く関わっている (Bluestein 2013, Klemp and Wilhelmson 1978, Rotunno and Klemp 1985, Trapp 2013) ことから、SReH 及び CAPE、<u>あるいは EHI と呼ばれる突風関連指数を用いる。</u></p>		<p>あったと報告している。分析期間は短いものの、国内で発生した F3 竜巻のスーパーセル型の竜巻強度の傾向を考慮すれば、大きな竜巻は米国と同様に基本的にスーパーセル型に分類できるといえる。</p> <p>※気象庁データベースにおける括弧つき F2-F3 竜巻 ((F2-F3) と記載された竜巻) は過去に 5 事例 (1960 年代に 4 事例, 1990 年に 1 事例) 報告されている。これらの竜巻については解析を実施した文献が見あたらなかったため、表 2.1.1 には記載していない。</p> <p><u>2.1.2.3</u> メソスケールでの分析の有効性</p> <p>空間スケールの観点では、メソスケール気象場の分析はスーパーセル型竜巻の発生しやすさの傾向・地域性を分析する目的には十分であるが、空間スケールの小さく、竜巻強度も小さい非スーパーセル型竜巻に対しては向かない。また、竜巻強度の観点では、大きな竜巻 (国内最大強度の F3 を含む F2 以上の規模の竜巻) の発生のしやすさがメソスケール気象場の分析により検討することができる。したがって、設計基準を考える際には、スーパーセル型竜巻の発生を観点とした地域性を検討することが妥当である。そこで、<u>突風関連指数と呼ばれる竜巻の発生のしやすさを指数化した量を用いて、大きな竜巻の発生のしやすさについて分析し、その地域性について検討する。</u>その際、スーパーセル型竜巻はメソサイクロンを有する点が特徴的であり、その発生はメソスケールにおける風の鉛直シアや大気不安定性と深く関わっている (Bluestein 2013, Klemp and Wilhelmson 1978, Rotunno and Klemp 1985, Trapp 2013) ことから、SReH 及び CAPE と呼ばれる突風関連指数を用いる。</p>	

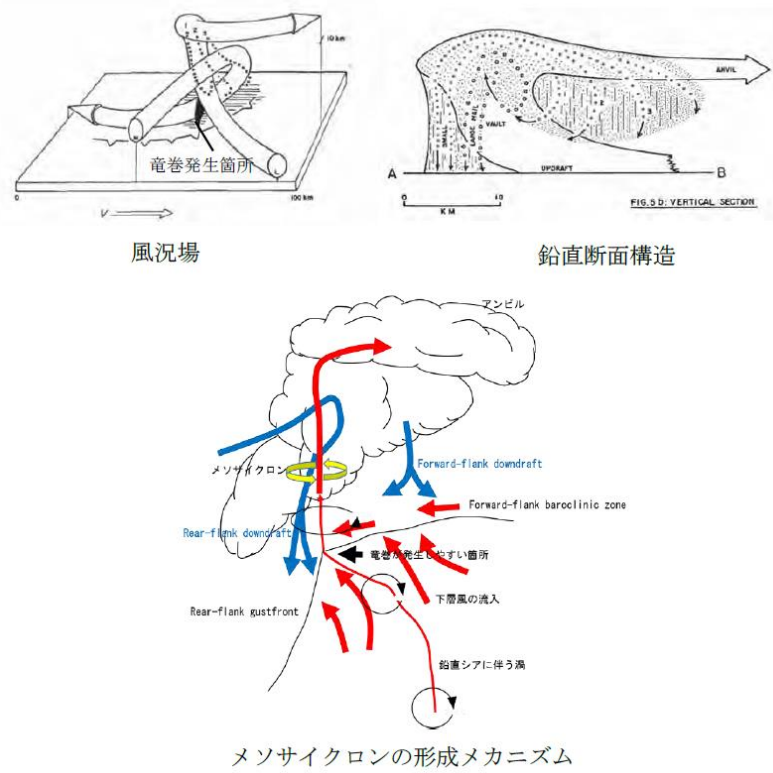


図4 スーパーセル型雷雨の構造 (Browning 1964, Bluestein 2013
に加筆)

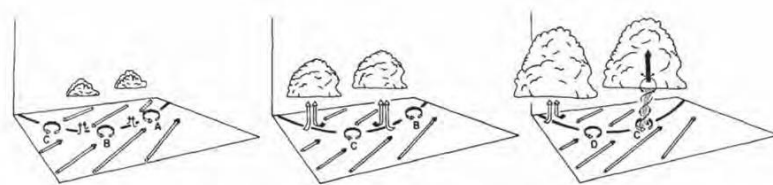


図5 局地前線に伴う竜巻の発生機構に関する模式図 (Wakimoto
and Wilson 1989)
(上向き黒い⇒が上昇気流を表す)

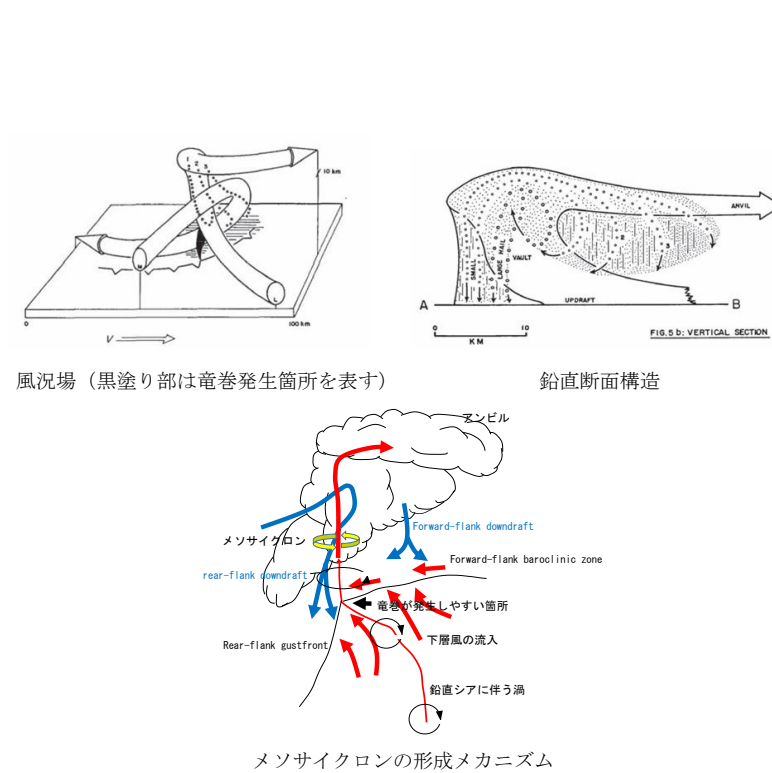


図2.1.3 スーパーセル型雷雨の構造

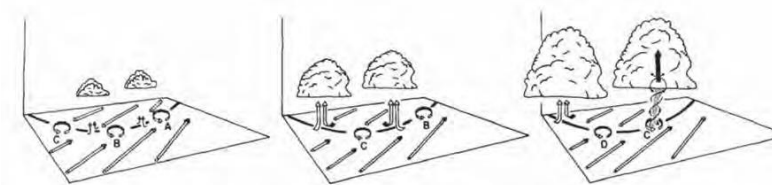


図2.1.4 局地前線に伴う竜巻の発生機構に関する模式図
(上向き黒い⇒が上昇気流を表す)

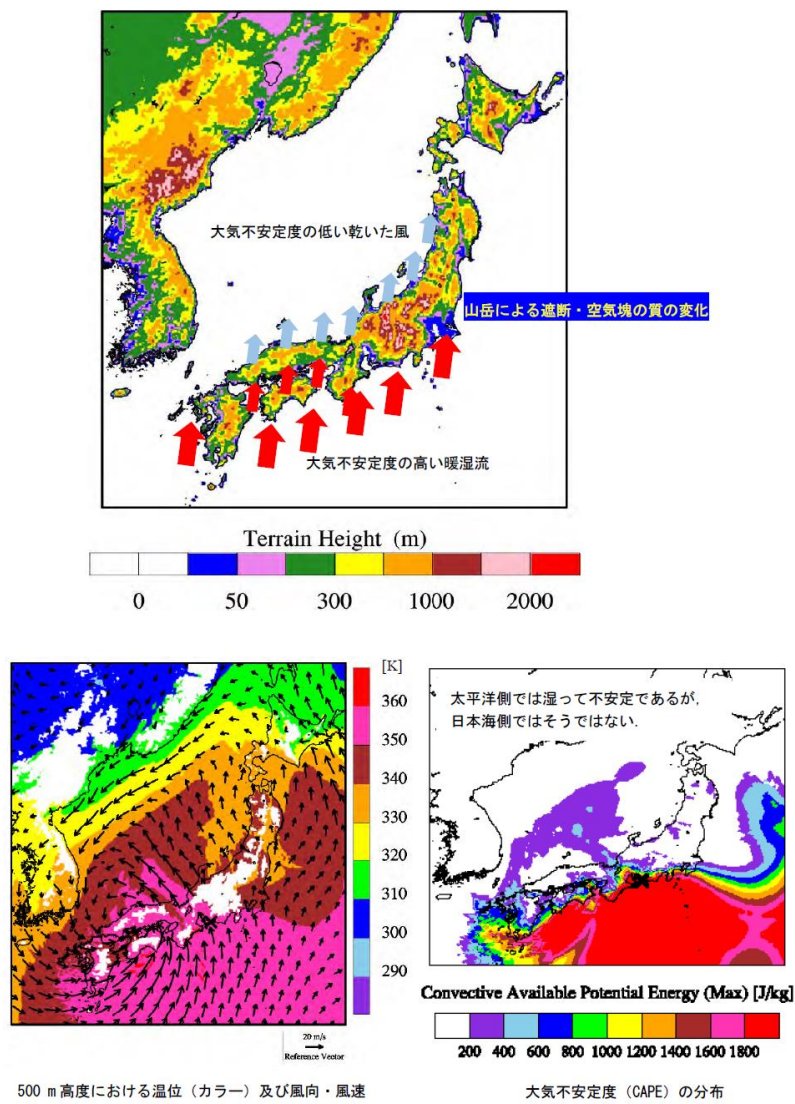


図6 (上) 総観スケールでの気流場の模式図 (カラーは標高を表す) 及び
(下) 1999年9月に豊橋にて発生したF3竜巻の事例

表 1 過去に国内にて発生したF3規模竜巻の概要

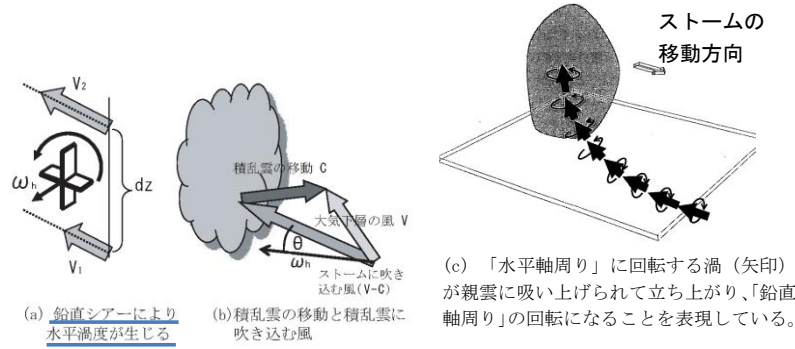
発生日	発生場所 (県・市町村)	Fスケール	主な総観場	メソサイクロンの存在を報告した資料・文献
1971/7/7	埼玉県浦和市	(F3)	台風	Fujita et al. (1972)
1978/2/28	神奈川県川崎市	F2-F3	寒冷前線	村松 (1979)
1990/12/11	千葉県茂原市	F3	暖気の移流	鈴木・新野 (1991), Niino et al. (1993)
1999/9/24	愛知県豊橋市	F3	台風	坪木ら(2000)
2006/11/7	網走支庁佐呂間町	F3	寒冷前線	Kato and Niino (2007)
2012/5/6	茨城県常総市	F3	気圧の谷	Yamauchi et al. (2013)

表 2.1.1 過去に国内にて発生したF3規模竜巻の概要

発生日	発生場所 (県・市町村)	Fスケール	主な総観場	メソサイクロンの存在を報告した資料・文献
1971/7/7	埼玉県浦和市	(F3)	台風	Fujita et al. (1972)
1978/2/28	神奈川県川崎市	F2-F3	寒冷前線	村松 (1979)
1990/12/11	千葉県茂原市	F3	暖気の移流	鈴木・新野 (1991), Niino et al. (1993)
1999/9/24	愛知県豊橋市	F3	台風	坪木ら(2000)
2006/11/7	網走支庁佐呂間町	F3	寒冷前線	Kato and Niino (2007)
2012/5/6	茨城県常総市	F3	気圧の谷	Yamauchi et al. (2013)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>3. 突風関連指数</p> <p>突風関連指数はこれまで数多く提案されており，気象庁における現業においても竜巻探知・予測に活用されている（瀧下 2011 等）。ここでは，国内外で最も知見が蓄積された指数として SReH（Storm Relative Helicity：ストームの動きに相対的なヘリシティ；Davies-Jones et al. 1990），CAPE（Convective Available Potential Energy：対流位置有効エネルギー；Moncrieff and Miller 1976）を用いる。図 7 及び図 8 にそれぞれ，両指数の算出概念を表す。概して，SReH は風の鉛直シア（高度方向の風向・風速差）に伴って発生する大気の水渦度が親雲に取り込まれる度合，CAPE は大気的不安定度合の指標である。値が大きいほどその度合が高くなる。大気下層の空気塊を「持ち上げて」乾燥断熱線及び湿潤断熱線を求め，空気塊が自由対流高度に達した際に積乱雲の発達するポテンシャルとして CAPE を計算する。</p> <div data-bbox="163 840 905 1134"> </div> <p>図 7 SReH の算出概念 (左：水平渦度生成に関する模式図，右：水平渦度の親雲への輸送に関する模式図)</p> <div data-bbox="341 1291 697 1627"> </div> <p>図 8 CAPE の算出概念</p> <p>両指数の算出式は以下のとおりである。</p> $\text{SReH} = \int_{\text{地上}}^{\text{高度3km}} (\mathbf{V} - \mathbf{C}) \cdot \boldsymbol{\omega} dz \quad (1)$		<p>2.1.3 用いる突風関連指数</p> <p>突風関連指数はこれまで数多く提案されており，気象庁における現業においても竜巻探知・予測に活用されている（瀧下 2011）。ここでは，国内外で最も知見が蓄積された指数として SReH（Storm Relative Helicity：ストームの動きに相対的なヘリシティ；Davies-Jones et al. 1990），CAPE（Convective Available Potential Energy：対流有効位置エネルギー；Moncrieff and Miller 1976）を用いる。両指数の算出式は以下のとおりである。</p> $\text{SReH} = \int_{\text{地上}}^{\text{高度3km}} (\mathbf{V} - \mathbf{C}) \cdot \boldsymbol{\omega} dz \quad (1)$	<p>（島根 2 号炉は，CAPE，SReH の算出概念については図 2.1.5 及び図 2.1.6 で記載）</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
$CAPE = \int_{LFC}^{EL} g \frac{\theta'_e(z) - \theta_e(z)}{\theta_e(z)} dz \quad (2)$ <p>ここで、式(1)の V は水平風速ベクトル、ω は鉛直シアに伴う水平渦度であり、C のストームの移動速度は Bunkers et al. (2000) にしたがって、<u>長期再解析データから得られる地上高 6km の平均風速と、シアベクトル (地上高 5.5~6km 層の水平風ベクトルと 0~0.5km 層の水平風ベクトルの差) から算出する関係式にて求めた。</u>式(2)の g は重力加速度、θ_e はストーム周囲の相当温位、θ'_e は持ち上げ空気塊の相当温位であり、dz は鉛直方向の層厚である。LFC は自由対流高度と呼ばれ、前線周辺の風の水平方向の収束、太陽による地表面加熱、地形による強制上昇等によって、空気塊がこの高度まで何らかの要因で持ち上げられると ($\theta_e < \theta'_e$ となり) 自身の浮力だけで上昇し、平衡高度 EL ($\theta_e = \theta'_e$ となる) に達するまで積乱雲が発達する (図 8)。なお、温位とは、式(3)に示すように気温 T と気圧 p に関する量であり、ある空気塊を断熱的に基準圧力 1000 hPa に戻したときの絶対温度である。気温は高度によって変わるが、温位は同じ空気塊では常に一定 (断熱過程では温位は保存される) な物理量であるため、空気塊の<u>あたたかさ</u>、浮力特性、及び不安定性を把握するのに用いられる (付録 A 参照)。</p> $\theta = T \left(\frac{1000}{p} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (R: \text{気体定数}, C_p: \text{定圧比熱}) \quad (3)$ <p>二つの空気塊を比較した場合、温位の高い空気塊は軽く上昇しやすく (不安定であり)、単位体積中に<u>含み得る水蒸気量が多い</u>と、大きな積乱雲の発生につながる。竜巻が発生する積乱雲の中では、水蒸気が降水粒子に変化しているため、その際に発生する潜熱の影響が考慮された相当温位が保存される。乾燥している気象場では相当温位と温位は等しい。</p> <p>式(1)を見ればわかるように、SReH は、<u>上端高度の違いによって値が変わる。</u>上端を地上から 3 km とした場合、その殆どが地上から 1 km までの大気によるヘリシティであるという指摘 (Rasmussen 2003) があるが、1 km 高さは夏場では境界層高さ (雲底高度) 程度と低めであるため、本検討では多くの既往検討と同様に 3 km とする。また、持ち上げる空気塊の性質によって CAPE の値は変わる。地表から 500 m 程度上空までの平均的な性質を持</p>		$CAPE = \int_{LFC}^{EL} g \frac{\theta'(z) - \theta(z)}{\theta(z)} dz \quad (2)$ <p>ここで、V は水平風速ベクトル、ω は鉛直シアに伴う水平渦度 (高度方向の風向・風速差に伴って発生する渦度) であり、C のストームの移動速度は Bunkers et al. (2000) にしたがって求めた。式(2)の g は重力加速度、θ はストーム周囲の温位、θ' は下層の空気塊を上空に持ち上げた際の温位であり、dz は鉛直方向の層厚である。LFC は自由対流高度と呼ばれ、前線周辺の風の水平方向の収束、太陽による地表面加熱、地形による強制上昇等によって、空気塊がこの高度まで何らかの要因で持ち上げられると、自身の浮力だけで上昇し、平衡高度 EL に達するまで積乱雲が発達する。</p> <p>ここで、<u>温位 θ とは、式(3)に示すように気温 T と気圧 p に関する量であり、ある空気塊を断熱的に基準圧力 1000hPa に戻したときの絶対温度である。</u>気温は高度によって変わるが、温位は同じ空気塊では常に一定 (断熱過程では温位は保存される) な物理量であるため、空気塊の<u>暖かさ</u>、浮力特性、及び不安定性を把握するのに用いられる (付録 1 参照)。</p> $\theta = T \left(\frac{1000}{p} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (R: \text{気体定数}, C_p: \text{定圧比熱}) \quad (3)$ <p>二つの空気塊を比較した場合、温位の高い空気塊は軽く上昇しやすく (不安定であり)、単位体積中に<u>含みうる水蒸気量が多い</u>と、大きな積乱雲の発生につながる。竜巻が発生する積乱雲の中では、水蒸気が降水粒子に変化しているため、その際に発生する潜熱の影響が考慮された相当温位が保存される。乾燥している気象場では相当温位と温位は等しいので、<u>θ や θ' を相当温位とみなせば、(2)式により CAPE を算出できる。</u></p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>つ空気塊を持ち上げたときの MLCAPE (Mean Layer CAPE) がよく用いられる。本検討では、地表から 500 m 上空までで最も不安定な空気塊を持ち上げる。このようにして求められた CAPE は MUCAPE (Most Unstable CAPE) と呼ばれる。大気下層に冷気がありその上空で対流が発生する場合を考慮することができる。このような場合,MLCAPE では安定な大気とみなされることにより CAPE 値が非常に小さくなる傾向にある (付録 B 参照)。</p> <p>本検討では, SReH と CAPE に加え, EHI と呼ばれる SReH と CAPE の複合指数を用いた分析も行った。Davies (1993) は EHI 算出に MLCAPE を用いたが, 本検討では MUCAPE を用いて以下のように EHI を算出した。</p> $EHI = \frac{SReH \times CAPE}{160000} \quad (4)$		<p>図 2.1.5 及び図 2.1.6 にそれぞれ, SReH と CAPE の算出概念を表す。概して言えば, SReH は下層大気の渦度が親雲に取り込まれる度合, CAPE は大気的不安定度合の指標である。値が大きいほどその度合が高くなる。大気下層の空気塊を「持ち上げて」乾燥断熱線及び湿潤断熱線を求め, 空気塊が自由対流高度に達した際に積乱雲の発達するポテンシャルとして CAPE を計算する。</p>  <p>図 2.1.5 (a) (b) SReH の算出概念 (瀧下 2011) (c) SReH の意味づけ (大野 2001 に加筆)</p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は, 竜巻発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数として「SReH」及び「CAPE」を用いており, 主に竜巻規模との相関を見るための指標である「EHI」は参照していない</p> <p>(柏崎 6/7 号炉は, CAPE, SReH の算出概念について図 7 及び図 8 で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4. 国内で発生した F3 竜巻及び日本海側 F2 竜巻の数値シミュレーション</p> <p>竜巻発生時の気象場（風向・風速，気温，気圧，水蒸気量等）を数値気象モデルにより解析し，その解析結果をもとに突風関連指数を算出する。気象モデルとして WRF (Weather Research and Forecasting) モデル (Skamarock et al. 2005) バージョン 3.2.1 を用いた。WRF モデルは，気象力学・物理現象を数値モデル化したものであり，(竜巻の親雲の水平スケールに対応する) メソスケール (水平方向 2 km ~ 20 km 程度) の気象要素を解析できるコミュニティモデルとして世界的に利用されている (付録 C 参照)。主な計算条件は表 2 に記すとおりである。電力中央研究所による長期高解像度再解析データセット (橋本ら 2013) と同様の条件を採用しており，ネスティングと呼ばれる技法を用いて，水平解像度 15 km で解析した結果をもとに水平解像度 5 km の解析結果を得る。これにより，粗い水平空間分解能 (ECMWF-Interim : 約 70 km, ERA40 : 約 250 km) の初期・境界値データから詳細メッシュの気象場を解析できる。なお，30 分間隔で計算結果を出力し，当時の天気図や気象レーダ画像等を参考にして竜巻発生時刻と解析結果における降雨域の通過時刻との違いや，対応する降雨域の有無を確認することにより，計算結果に大きな問題がないことを確認した。気象庁の竜巻等の突風データベースでは，1988 年以降の事例に対しては天気図に加え，レーダ画像も掲載されている。1988 年以降の事例については WRF モデルによる解析結果の適切性をレーダ画像と天気図から判断した。1987 年以前の事例については F3 竜巻については天気図から判断した。基本的に，発生時</p>		 <p>図 2.1.6 CAPE の算出概念 (瀧下 2011)</p>	<p>・気象解析の対象とする竜巻の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉では，発電所が立地している島根県で発生した F2 竜巻を対象に気象解析を実施している (島根 2号炉は，気象解析について「2.1.5」で記載)</p> <p>(島根 2号炉は，WRF モデルの利用状況について「2.1.3」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																										
<p>刻から±1 時間内に擾乱が竜巻発生地点周辺を通過することを適切性の判断基準とした。</p> <p>表 2 WRF モデルセットアップの概要</p> <table border="1" data-bbox="163 388 905 735"> <tr><td>水平グリッド間隔</td><td>15 km(親領域), 5 km(子領域)</td></tr> <tr><td>鉛直層数</td><td>35</td></tr> <tr><td>積分時間間隔</td><td>90秒(親領域), 30秒(子領域)</td></tr> <tr><td>モデル上端気圧</td><td>50 hPa</td></tr> <tr><td>初期・境界値データ</td><td>ECMWF-Interim(1989年~), ERA40(~1988年)</td></tr> <tr><td>ネスティング</td><td>フィードバック有</td></tr> <tr><td>積雲対流スキーム</td><td>Kain-Fritsch(親領域のみ)</td></tr> <tr><td>雲物理スキーム</td><td>Morrison 2-moment(両領域)</td></tr> <tr><td>接地層スキーム</td><td>2-D Smagorinsky(両領域)</td></tr> <tr><td>境界層スキーム</td><td>YSU(両領域)</td></tr> <tr><td>地表面スキーム</td><td>Noah LSM(両領域)</td></tr> <tr><td>放射スキーム(長波)</td><td>RRTM(両領域)</td></tr> <tr><td>放射スキーム(短波)</td><td>Dudhia(両領域)</td></tr> </table> <p>分析対象事例は、表 3 に示すとおり、過去に発生した F3 竜巻(1987 年以前の F2-F3 竜巻は除く)、1988 年以降に日本海側で発生した F1-F2, F2 竜巻とした (F3 竜巻は 5 事例, F2-F3 竜巻は 1 事例, F2 竜巻は 3 事例, F1-F2 竜巻は 1 事例)。1987 年以前に発生した竜巻については、(初期値・境界値データとして使用している ERA40 の水平空間分解能が約 250 km と粗いために、竜巻通過時刻や発生箇所が実際に比べて乖離する場合がある¹ため) この資料では対象としていない。ただし、F3 竜巻に対しては 1987 年以前の竜巻に対しても解析を行い、計算結果の適切性も確認している。なお、対象事例に対して適切性が低いことを理由に除外した事例はない。</p> <p>¹5 章では WRF モデルで解析された 1961 年から 50 年間のデータを用いるが、発生時刻や発生箇所に多少の違いがあったとしても事象を漏れなくカウントできれば地域性の検討には問題ない。</p>	水平グリッド間隔	15 km(親領域), 5 km(子領域)	鉛直層数	35	積分時間間隔	90秒(親領域), 30秒(子領域)	モデル上端気圧	50 hPa	初期・境界値データ	ECMWF-Interim(1989年~), ERA40(~1988年)	ネスティング	フィードバック有	積雲対流スキーム	Kain-Fritsch(親領域のみ)	雲物理スキーム	Morrison 2-moment(両領域)	接地層スキーム	2-D Smagorinsky(両領域)	境界層スキーム	YSU(両領域)	地表面スキーム	Noah LSM(両領域)	放射スキーム(長波)	RRTM(両領域)	放射スキーム(短波)	Dudhia(両領域)			
水平グリッド間隔	15 km(親領域), 5 km(子領域)																												
鉛直層数	35																												
積分時間間隔	90秒(親領域), 30秒(子領域)																												
モデル上端気圧	50 hPa																												
初期・境界値データ	ECMWF-Interim(1989年~), ERA40(~1988年)																												
ネスティング	フィードバック有																												
積雲対流スキーム	Kain-Fritsch(親領域のみ)																												
雲物理スキーム	Morrison 2-moment(両領域)																												
接地層スキーム	2-D Smagorinsky(両領域)																												
境界層スキーム	YSU(両領域)																												
地表面スキーム	Noah LSM(両領域)																												
放射スキーム(長波)	RRTM(両領域)																												
放射スキーム(短波)	Dudhia(両領域)																												

表3 分析対象事例の概要

発生日時	季節	発生地点	Fスケール	計算開始日時	SReH	MaxCAPE
2012/05/06 12:35	暖候期	茨城県常総市	F3	2012/05/06 03時	270	2115
2006/11/07 13:23	寒候期	北海道網走支庁佐呂間町	F3	2006/11/07 03時	714	813
1999/09/24 11:07	暖候期	愛知県豊橋市	F3	1999/09/24 03時	403	2459
1990/12/11 19:13	寒候期	千葉県茂原市	F3	1990/12/11 09時	649	1201
1971/07/07 07:50	暖候期	埼玉県浦和市	F3	1971/07/06 15時	337	1746
1990/02/19 15:15	寒候期	鹿児島県枕崎市	F2-F3	1990/02/19 03時	745	373
1991/06/12 13:30	暖候期	富山県魚津市	F2	1991/06/12 03時	227	1358
1990/04/06 02:55	寒候期	石川県羽咋郡	F2	1990/04/05 15時	484	889
1989/03/16 19:20	寒候期	島根県簸川郡	F2	1989/03/16 09時	329	430
1999/11/25 15:40	寒候期	秋田県八森町	F1-F2	1999/11/25 03時	363	1222

表3中のSReHと最大CAPEの値は、発生地点を中心とした東西・南北100km四方内の最大値である。ここで、最大CAPEを求めた理由と方法は以下のとおりである。雲物理過程により擾乱(竜巻を伴う積乱雲)が発生すると、発生前の大気不安定な状況が解消されるため、竜巻発生地点のCAPE値は周囲に比べて低くなる傾向がある。つまり、解析データでは、ある格子点(メッシュ)で竜巻を伴う擾乱が発生しているとき、その格子点に対するCAPE値は周辺のメッシュ値に比べて小さめになり得る(瀧下2011等)。これは、CAPE値の大きさをもって竜巻の規模を定量的に検討する際に問題となる。そこで、Rasmussen and Blanchard(1998)を参考に、各格子点に対して、地上~500m高度までの平均風向を算出し、その風向に対して当該地点から風下側に扇形の影響範囲を設け、影響範囲内のCAPE値の最大値を求めるように工夫した(図9)。その際、扇形の半径は15km、中心角として平均風向を中心に±45度の範囲をとった。この最大値が最大CAPEにあたる。このように算定することにより、周辺のCAPE値の大きな空気塊が当該メッシュを含むスーパーセルに向かって流入することを考慮できる。

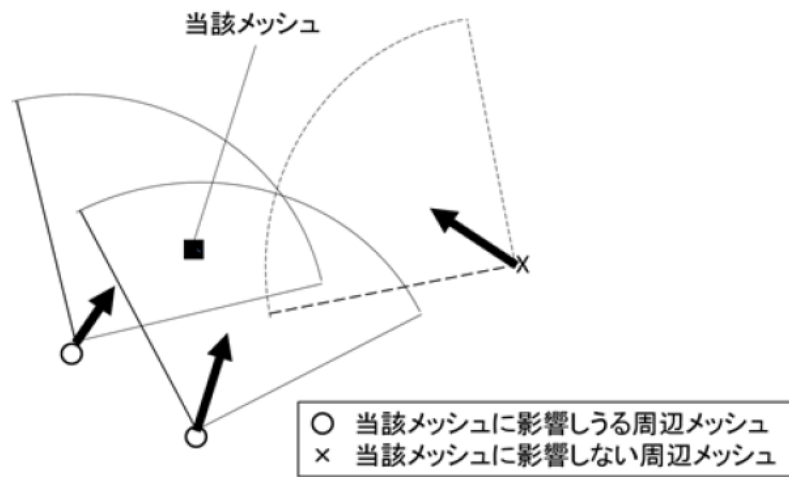


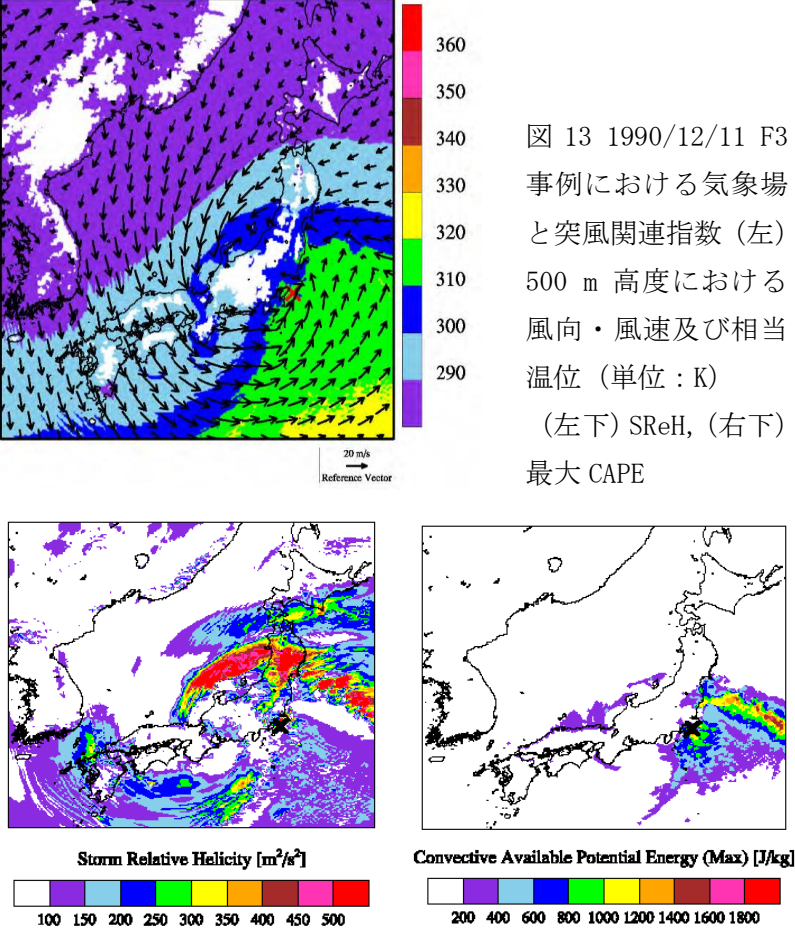
図9 最大CAPE値の抽出方法の概念図

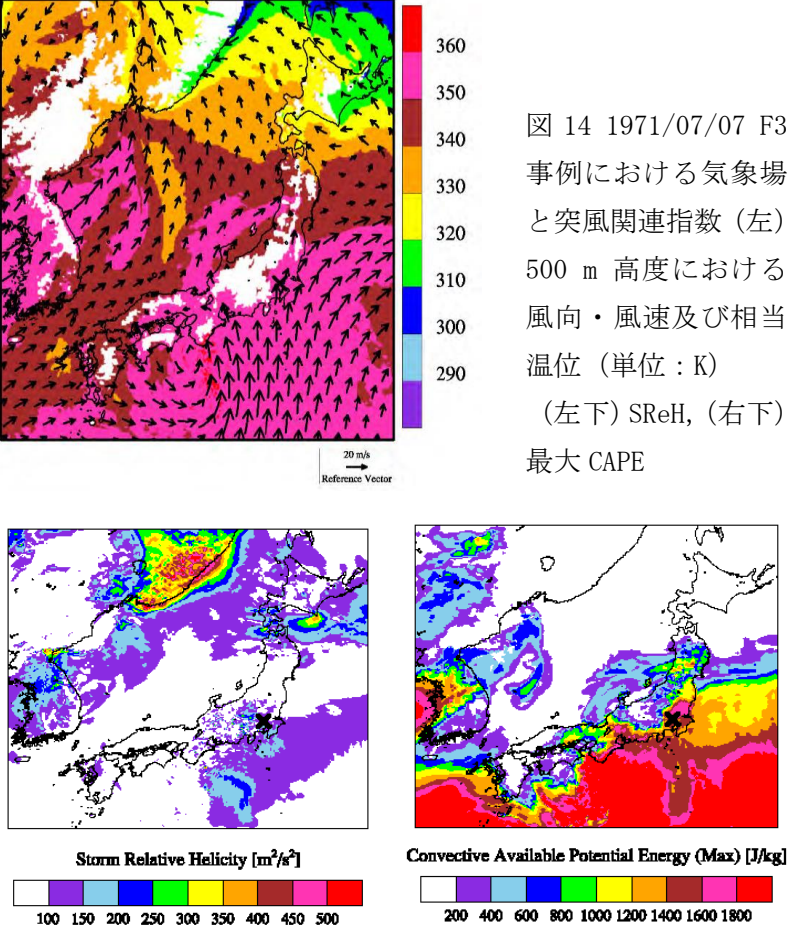
(島根2号炉は、CAPE値の取扱いについて「付録4」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>以下では、解析した気象場として、500 m 高度における風向・風速と相当温位の分布図、突風関連指数の解析結果として SReH 及び最大 CAPE の分布図を示す。全て 5 km 水平解像度の計算結果である。</p> <p>4.1 2012/05/06 F3 事例 (気圧の谷・寒気移流)</p> <p>太平洋側から南西風が吹き込む一方、(中層では) 大陸・日本海側側から寒気を伴う北よりの風が吹いており (図略)、風のシアと大気不安定度が高まっている。SReH の値は東日本の太平洋側で非常に高いが、関東平野周辺では CAPE が非常に高く、3 個の竜巻がほぼ同時に発生した。</p> <div data-bbox="172 720 908 1549"> <p>図 10 2012/05/06 F3 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.2 2006/11/07 F3 事例 (寒冷前線・暖気の移流)</p> <p>寒冷前線の西側では北西～西よりの冷たい風 (寒色系) が、東側では南よりの暖かい風 (暖色系) が吹いており、気温差と風の収束により積乱雲が発生・発達しやすい状況にある。特に、道東・オホーツク地方には太平洋から暖かく、不安定な空気塊が流入している。大気不安定度は道東の中でも南側で高くなっており、非常に高い風のシア (高い SReH) と相まって親雲が発達しやすい状況が解析されている。なお、同日に、周辺地域において 2 個の小さな竜巻も発生した。日本海側の中でも能登半島周辺より北側で季節風が吹き込み、大気がやや不安定になっている (CAPE が高めになっている) が、SReH が低く、道東・オホーツク海地方の状況とは異なる。</p> <div data-bbox="160 751 914 1591"> <p>図 11 2006/11/07 F3 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> <p>Storm Relative Helicity [m^2/s^2] 100 150 200 250 300 350 400 450 500</p> <p>Convective Available Potential Energy (Max) [J/kg] 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.3 1999/09/24 F3 事例 (台風)</p> <p>台風の中心は隠岐の南西沖にあり、四国東部・紀伊半島の沿岸部及び濃尾平野では、台風中心から遠く離れているが、太平洋側からの非常に不安定な暖湿流が流れ込み (CAPE が非常に大きく)、SReH も高くなっている。濃尾平野では 4 個の竜巻 (2 個の F1, 1 個の F2, 1 個の F3) が発生した。台風中心が日本海側にあり、日本海側の SReH は太平洋側に比べて決して小さくはないが、不安定度は格段に小さいのが見てとれる。</p> <p>図 12 1999/09/24 F3 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.4 1990/12/11 F3 事例 (暖気の移流・気圧の谷, 寒冷前線)</p> <p>房総半島と日本海に低気圧があり, 房総半島の低気圧からは南西方向に寒冷前線が伸びている。そのため, 寒冷前線及び房総半島にある低気圧を境に温位差が大きくなっている (寒色系と暖色系 (緑色) の境が明瞭である)。房総半島には低気圧中心に向かって暖かく, 不安定な空気塊が流入しており, 房総半島では局所的に SReH の値も高い。房総半島周辺では大小 7 個の竜巻が発生した。</p> <p>日本海側の低気圧をとりまくように, 特に北側で SReH が非常に高くなっているが, 温位が低く, CAPE の値も小さくなっている。一方, 福島県沖に CAPE の高い領域が見られるが, SReH の値は大きくなく, 相当温位も比較的 low, 房総半島周辺とは状況が異なる。</p>  <p>図 13 1990/12/11 F3 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.5 1971/07/07 F3 事例 (台風)</p> <p>台風は中心は紀伊半島の南西沖にあり、中部から東日本にかけては、太平洋側から非常に CAPE が高く、不安定な空気塊が流入している。SReH は、1999/09/24 F3 事例 (豊橋竜巻) ほど大きくはないが、発生地点周辺では SReH が比較的高くなっており、SReH と CAPE の両方が共に大きい環境場となっていた。</p>  <p>図 14 1971/07/07 F3 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.6 1990/02/19 F2-F3 事例 (寒冷前線・暖気の移流・その他 (低気圧))</p> <p>朝鮮半島東部の沖合にある低気圧から寒冷前線と温暖前線が伸び、九州から近畿にかけては比較的暖かい気流が太平洋側から流入している。その中でも発生地点周辺には最も暖かい空気塊が流入しており、鹿児島県南部では局所的に CAPE の値がやや高くなっている。しかし、CAPE 値は F3 竜巻事例に見られるほど高くない。一方、寒冷前線に沿って SReH が非常に高かった。不安定性にやや欠けていたのが、F3 規模には至らなかった理由の一つであると考えられる。</p> <div data-bbox="160 680 908 1549"> <p>図 15 1990/02/19 F2-F3 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.7 1991/06/12 日本海側 F2 事例 (寒冷前線・局地性擾乱)</p> <p>日本海側沿岸に沿って寒冷前線があり, その北側では西南西の風が吹いている。空気塊の暖かさとしては太平洋側と同等のもの (茶色) が, 対馬海峡から日本海に入り込んでおり, 青森県沖まで到達している。ただし, 大気不安定度は暖候期にしては大きくなく, 寒冷前線南側の九州から近畿にかけての不安定度 (CAPE 分布の赤い領域) と比べるとかなり小さい。SReH の値も特段高い傾向は見られず, F3 発生時の環境場とは様相が異なる。</p> <div data-bbox="160 588 905 1459"> <p>図 16 1991/06/12 F2 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.8 1990/04/06 日本海側 F2 事例 (オホーツク海低気圧・気圧の谷)</p> <p>オホーツク海にある低気圧と九州の南西海上にある高気圧との間で、西高東低の気圧配置となっており、朝鮮半島東部から季節風が能登半島から敦賀湾に向かって流れ込んでいる。冬季によく見られる状況といえる。能登半島周辺での不安定度の高さは、海上で寒気が暖められて大気が不安定になったことが原因であり、SReH も高めである。特に能登半島周辺では高い。不安定化のメカニズムは異なるが2006/11/07 F3 竜巻 (佐呂間竜巻) と似た環境場になっている。ただし、SReH が佐呂間竜巻に比べて4割程度低く、これがF3規模に達しなかった理由の一つであると考えられる。</p> <div data-bbox="160 766 905 1638"> <p>図 17 1990/04/06 F2 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.9 1989/03/16 日本海側 F2 事例 (局地性擾乱・寒気の移流)</p> <p>西高東低の弱い冬型の気圧配置にあり、朝鮮半島から寒気が流入している。島根県の沖で渦状の流れが形成されており、SReH がかなり高くなっている。しかし、やや不安定な大気になっているものの、他の日本海側 F2 事例よりも更に不安定度が低くなっており、環境場の観点では、F3 規模まで発達するには不安定度合が欠如していたと考えられる。</p> <div data-bbox="160 541 905 1417"> <p>図 18 1989/03/16 F2 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4. 10 1999/11/25 日本海側 F1-F2 事例 (日本海低気圧・寒冷前線)</p> <p>北海道の西海上にある低気圧から延びた寒冷前線が日本海沿岸を通過した際に発生した。寒冷前線上では温位のコントラスト (青色と緑色) が明瞭であり、寒冷前線に沿った地域の中でも発生地点周辺は SReH が比較的高く、CAPE の高い範囲の北端部に位置している。CAPE の大きさは、寒候期に発生した F3 竜巻事例を上回ったが、SReH は低かった。</p> <div data-bbox="160 541 914 1417"> <p>図 19 1999/11/25 F1-F2 事例における気象場と突風関連指数 (左) 500 m 高度における風向・風速及び相当温位 (単位: K) (左下) SReH, (右下) 最大 CAPE</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.11 SReH・CAPE と竜巻強度との間の関係性</p> <p>10 事例を分析した結果から以下の傾向が見られる。</p> <p>① F3 竜巻事例では共通して、SReH と最大 CAPE の両方が大きく、太平洋側からの暖湿流の流入が見られた。寒候期（11 月～4 月）に発生した事例では CAPE が暖候期（5 月～10 月）に比べて小さいが、SReH が非常に大きく、大気不安定度の小ささを補っているようである。</p> <p>② 今回分析した F2-F3 竜巻時の発生環境場は、CAPE（大気不安定度）が F3 竜巻発生時に比べてかなり低かった。F2 規模と F3 規模とで風速レベルで違いが大きく、本検討において F2-F3 竜巻を F3 竜巻と混合して扱うべきではない。</p> <p>③ F2 竜巻でも SReH は F3 竜巻事例と同レベルの大きさになり得る。冬季の西高東低型の気圧配置下での日本海上での気団変質時、寒冷前線通過時、暖候期の場合是对馬海峡から日本海に向かって空気塊が流れ込む時に大気がやや不安定な状況が見られたが、多くの事例で大気不安定度は F3 竜巻発生時よりも小さかった。不安定度が大きかった事例もあるが、その場合 SReH が大きくなかった。つまり、両指数が共に大きくなる状況は見られなかった¹。</p> <p>図 20 は表 3 における SReH と最大 CAPE の値を竜巻のカテゴリ別にプロットしたものである。F3 竜巻においては、暖候期と寒候期で CAPE の大きさが大きく異なっており（5 章参照）、寒候期では暖候期に比べて値が小さいが、SReH が非常に大きい傾向が見られる。</p> <p>図 20 SReH と最大 CAPE の関係</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>¹太平洋側の F2, F2-F3 竜巻はこの点で日本海側の F2 竜巻と異なるようである。太平洋側からの暖気流の流入下で起こるため、F3 竜巻と同レベルあるいは大きな指数になるケースが見られる。実際、小さな竜巻が F3 竜巻発生時の前後あるいはほぼ同時に発生することが F3 竜巻 5 事例中 4 事例見られた。</p> <p>事例数が少ないことが課題であるが、日本海側の F2 規模竜巻の発生環境場では小さな指数値の下でも竜巻が発生しているという点において、F3 規模竜巻の発生環境場との違いが見られる。SReH として 250 ~ 300 m²/s² 程度以上、(最大)CAPE として 1600 J/kg (暖候期) あるいは 600 J/kg (寒候期) 程度以上の環境場において F3 竜巻が発生しているとみなすことができる。EHI に対しては、3.3 程度を超える場合に F3 竜巻が発生している。この場合、季節に分けずに通年単位で分析できる可能性がある。</p> <p>国内外の関連研究をレビューしたものを付録 B に記した。現時点では各研究とも課題がある状況であるが、特に米国での成果では、F3 規模以上とそれ以外といった大きな竜巻とそれ以外を区別することにおいては両指数が活用できそうである。そこで、次節では、国内最大規模 F3 あるいはそれ以上の規模の竜巻が発生するのに適した環境場を対象に、その生起頻度の地域性について検討する。</p> <p>5. 竜巻発生環境場の生起頻度分析</p> <p>前節において過去に発生した竜巻に対する環境場を分析したところ、国内で (太平洋側で) 発生した F3 竜巻では、SReH と (最大 MU) CAPE の両方が大きな値をとる傾向が見られた。ここでは、SReH と CAPE それぞれに対してある閾値を設け、その閾値を同時に超える頻度を分析することにより、国内最大規模 F3 あるいはそれ以上の規模の竜巻発生を観点とした地域性について議論する。(杉本ら 2014a) また、参考として EHI に対しても同様に検討することとする。</p> <p>5.1 用いる気象データ</p> <p>突風関連指数の地域性を見出すには、詳細なメッシュ間隔でかつ長期間のデータが必要である。そこで、ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) の再解析データ ECMWF-Interim (1989 年以降; 水平分解能約 70 km) 及び ERA40 (1989 年まで; 水平分解能約 250 km) をもとに、気象モデルを用いて数値的に気象場を解析したデータセット (橋本ら 2011) を用いる。当データセットは、気象庁</p>		<p>2.1.4 用いる気象データ</p> <p>突風関連指数の地域性を見出すには詳細なメッシュ間隔でかつ長期間のデータが必要である。そこで、ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) の再解析データ ECMWF-Interim (1989 年以降; 水平分解能約 70km) 及び ERA40 (1989 年まで; 水平分解能約 250km) をもとに、気象モデルを用いて数値的に気象場を解析したデータセット (橋本ら 2011) を用いる。当データセットは、</p>	<p>(島根 2号炉は、両指数の超過頻度について「2.1.6.1」で記載)</p> <p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2号炉は、竜巻発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数として「SReH」及び「CAPE」を用いており、主に竜巻規模との</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>と電力中央研究所が共同で作成した JRA-25 再解析データ (Onogi et al. 2007) よりも 5 km・1 時間ごとと時空間解像度が細かく、豪雨事例の再現性も高まっている (橋本ら 2013)。本検討では、1961 年から 2010 年までの 50 年間にわたって 1 時間ごとに解析されたデータを用いる。詳細メッシュでかつこれほど長期間のデータセットは他に類をみない。</p> <p>ECMWF の再解析データは、地球温暖化予測を目的として世界的に広く活用されており、最も精度が高いものと認識されている。しかし、空間分解能が非常に粗いため、物理的ダウンスケーリング手法として、WRF モデルを用いた長期再解析により 5 km メッシュの気象場を算出してデータセットを作成し、本データセットで解析されている上空風、気温、気圧等の気象データを用いて、SReH と CAPE の値を 1 時間ごと・5 km メッシュで算出した。50 年間にわたるデータサンプル数は各メッシュに対して約 4.4×10^5 個存在することとなる。</p>		<p>気象庁と電力中央研究所が共同で作成した JRA-25 再解析データ (Onogi et al. 2007) よりも 5km・1 時間毎と時空間解像度が細かく、豪雨事例の再現性も高まっている (橋本ら 2013)。本検討では、1961 年から 2010 年までの 50 年間にわたって 1 時間毎に解析されたデータを用いる。詳細メッシュでかつこれほど長期間のデータセットは他に類をみない。</p> <p>ECMWF の再解析データは、地球温暖化予測に世界的に広く活用されており、最も精度が高いものと認識されている。しかし、空間分解能が非常に粗いため、物理的ダウンスケーリングと呼ばれる手法で 5km メッシュの気象場を算出している。その際、WRF モデル (Weather Research and Forecasting model; Skamarock et al. 2005) と呼ばれる気象モデルを用いた。WRF モデルは、気象力学・物理現象を数値モデル化したものであり、(竜巻の親雲の水平スケールに対応する) メソスケール (水平方向 2km ~20km 程度) の気象要素を解析できるコミュニティモデルとして世界的に利用されている (付録 2 参照)。</p> <p>本データセットで解析されている上空風、気温、気圧等の気象データを用いて、前節で定義した SReH と CAPE の値を 1 時間毎・5km メッシュで算出する。50 年間にわたるデータサンプル数は各メッシュに対して約 4.4×10^5 個存在する。</p> <p>2.1.5 島根県で発生した二つの F2 竜巻の気象解析</p> <p>2.1.5.1 1975 年 5 月 31 日に発生した事例</p> <p>WRF モデルで解析された 3km グリッド領域内の 1500m 高度における雨水粒子混合比・水平風速、及び 100m 高度における温位・水平風速の分布を図 2.1.7 に示す。図 2.1.7 によると、大陸からの比較的低い温位の気流が北九州に向かって流れ込んでいる (総観場に「日本海低気圧や寒気移流」が記録されている)。また、対馬海峡が太平洋側の暖かい空気の境となっている。大気下層の竜巻発生地点の西側では風が収束しており (ぶつかっており)、この付近で小さな降水域が発生し (総観場に「局地性じょう乱」が記録されている)、竜巻発生地点に向かって沿岸域を次々と東に移動・通過していた (同じ日に 3 つ竜巻が報告されていた)。</p>	<p>相関を見るための指標である「EHI」は参照していない</p> <p>(柏崎 6/7 号炉は、WRF モデルの利用状況について「4 章」で記載)</p> <p>・気象解析の対象とする竜巻の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2 号炉では、発電所が立地している島根県で発生した F2 竜巻を対象に気象解析を実施している (柏崎 6/7 号炉は、気象解析について「4 章」で記載)</p>

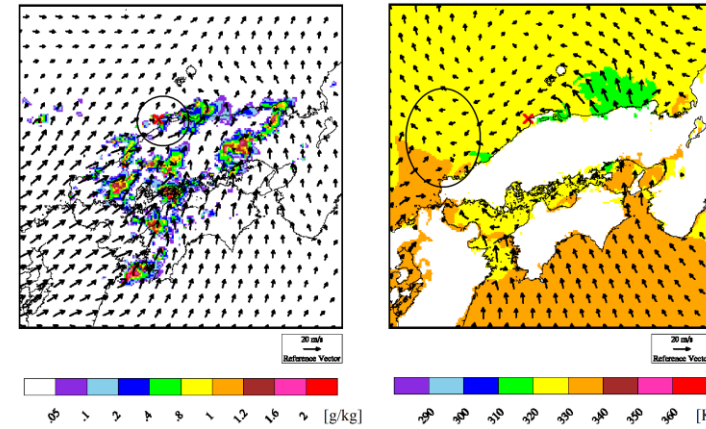


図 2.1.7 雨水混合比・水平風速（1500m 高度）及び温位・水平風速（100m 高度）の分布（3km グリッド；1975 年 5 月 31 日 F2 竜巻）

図 2.1.8 は 3km グリッドに対する SReH 及び CAPE の分布を示したものである。本事例では、SReH が非常に小さかった。また、降水域では不安定性解消のために CAPE 値が小さくなっているが、周辺でも特に西側の北九州沿岸・対馬海峡から CAPE 値の大きな（不安定性の大きな）空気塊が流れ込んでいたことがうかがえる。

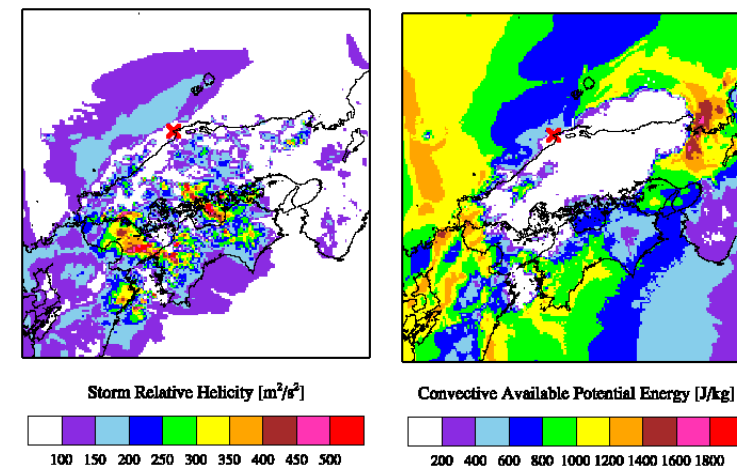
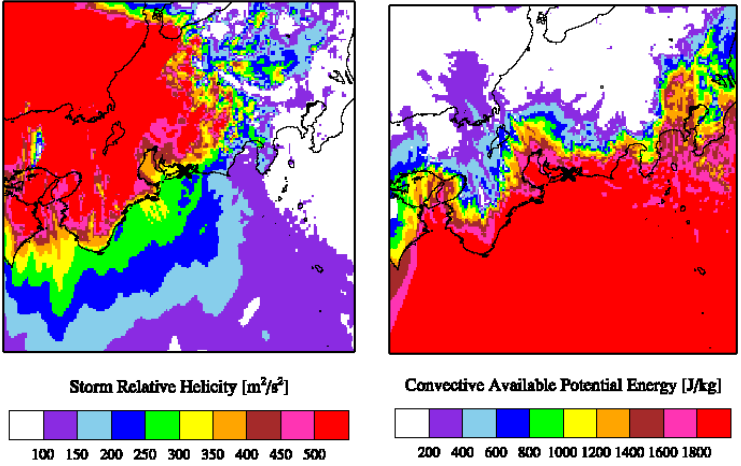


図 2.1.8 SReH 及び CAPE の分布（3km グリッド；1975 年 5 月 31 日 F2 竜巻）

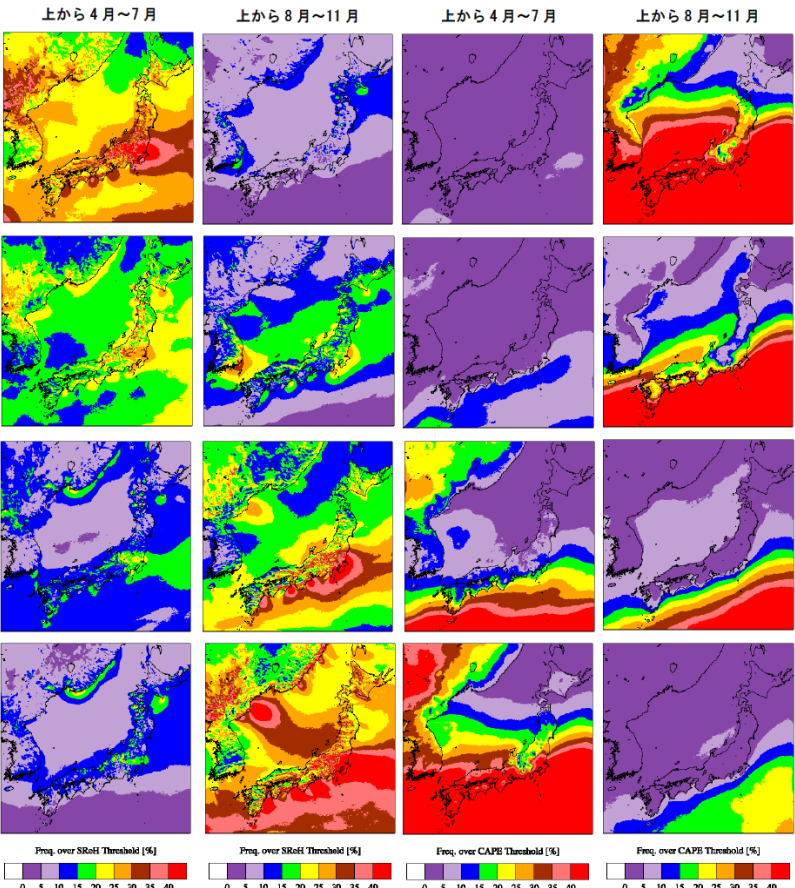
2.1.5.2 1989 年 3 月 16 日に発生した事例

春先に発生した本事例は、先に取り上げた事例と非常に近い箇所で発生した。弱い西高東低の冬型の気圧配置下での大陸からの寒気流入が顕著であり（総観場に「寒気移流」が記録されている）、下層大気の強い収束を伴うコンマ状の小さな降水域（総観場に「局地性じょう乱」が記録されている）が東に通過した様子が解析されている（図 2.1.9）。このような降水域の先

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1762 212 2504 422">端部では竜巻が発生しやすい。なお、この事例では発生地点を少し通り過ぎた後の結果を示している。突風関連指数の分布においては、SReHは非常に高く、CAPEが非常に低いことが明らかであり(図 2.1.10)、先に取り上げた事例と正反対の傾向を示している。</p> <div data-bbox="1762 443 2466 863"> </div> <p data-bbox="1733 884 2504 999">図 2.1.9 あられ混合比・水平風速(1500m 高度)及び温位・水平風速(100m 高度)の分布(3km グリッド; 1989 年 3 月 16 日 F2 竜巻)</p> <div data-bbox="1762 1031 2466 1482"> </div> <p data-bbox="1733 1514 2504 1587">図 2.1.10 SReH 及び CAPE の分布(3km グリッド; 1989 年 3 月 16 日 F2 竜巻)</p> <p data-bbox="1733 1650 2169 1682">2.1.5.3 太平洋側 F3 竜巻時との違い</p> <p data-bbox="1762 1692 2504 1902">SReH や CAPE において、島根県で発生した 2 竜巻事例が正反対の傾向を示している点について考えるために、太平洋側で F3 竜巻が発生した際の典型的な分布として、1999 年 9 月 24 日に愛知県豊橋市にて発生した台風性竜巻時の分布を図 2.1.11 に示す。図 2.1.11 によると、SReH も CAPE もともに大きな値とな</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5.2 季節間の傾向差</p> <p>F3 竜巻の発生環境場の特徴として、寒候期（11 月～4 月）に発生した竜巻の CAPE が暖候期（5 月～10 月）に比べて小さく、SReH が高い傾向にあった。こうした季節に応じた指数の特徴の違いについて考察する。</p> <p>図 21 は、SReH の閾値を $150 \text{ m}^2/\text{s}^2$、CAPE（最大 CAPE ではない）の閾値を 250 J/kg に設定し、各指数に対する超過頻度（全体の母数に対する割合（%））を各モデル格子点に対して月別に算出したものである。ここでは小さな閾値を設定している¹⁾。SReH に対しては、日本海及び沿岸域では冬季に頻度が大きく、大きな値をとる傾向が示唆されている。また、関東平野、及び日高山脈周辺では年間を通じて他地域に比べて高い頻度を有している。7 月は全体的に低くなっている。一方、CAPE に対しては、寒候期で低い値をとり、暖候期で高い値をとる傾向が見られ、緯度依存性も見られ、Chuda and Niino (2005)の分析結果と整合している。この緯度依存性は、熱帯域ほど暖かく、高い雲ができやすいことと関係している。CAPE については、季節・緯度依存性が強く、南に行くほど、暖かい季節になるほど絶対値が大きくなっている。加藤 (2008a) でも指摘されているように超過頻度を検討する上ではこ</p>		<p>っている。前述した F2 竜巻の事例は SReH あるいは CAPE の値の片方が大きかった。このことから、F3 以上の規模の竜巻が発生するには、渦（SReH）だけ、あるいは不安定さ（CAPE）だけ大きいのでは十分でなく、両方がある程度大きくなければならぬことが推測できる。</p>  <p>図 2.1.11 SReH 及び CAPE の分布 (3km グリッド; 1999 年 9 月 24 日 F3 竜巻)</p>	<p>(島根 2 号炉は、CAPE, SReH の特性については「付録 3」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>の特徴を踏まえる必要がある。そのため、以下の検討では、季節に応じた最大 CAPE の閾値を設定して超過頻度を求めている。</p> <p>ところで、閾値が変わると図 21 で見られる頻度分布もそれに応じて変わるが、相対的な頻度大小関係はある程度保持される。国内最大規模 F3 の竜巻は太平洋側沿岸の平野部で発生しているが、CAPE の値は基本的に南ほど高い値をとるため、CAPE の地域性とは整合しない(例えば、沖縄では F3 竜巻は発生していない)。また、SReH においても整合しない(例えば、日本海側で F3 竜巻は発生していない)。少なくとも片方の指数だけでは F3 竜巻発生地点の地域傾向を説明することはできない。したがって、SReH・CAPE の関係性(図 20) から両方の指数を考慮した場合に説明づけられるか否かがポイントとなる。</p>			
<p>¹ 閾値を小さく設定するという事は、スーパーセルだけではなく、小さな雷雨発生環境場も捕捉することを意味する。</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			
<p>図 21 月別の SReH (左側 2 列) 及び CAPE (右側 2 列) の超過頻度分布</p>			
<p>5.3 同時超過頻度分布に見られる傾向</p>			
<p>前節における検討結果 (図 20) を踏まえ、SReH の閾値を 250 m²/s²、CAPE の閾値を 1600J/kg (暖候期) あるいは 600 J/kg (寒候期) として、同時超過頻度を算出する。また、竜巻発生時には</p>		<p>2.1.6 突風関連指数の地域性 2.1.6.1 両指数の同時超過頻度の詳細分析</p> <p>気象学的知見によれば、大きな竜巻を引き起こすスーパーセルの発生には、上空風の強い鉛直シアや大気不安定が大きな要因である。鉛直シアが強く、上空の渦度が高まっても、大気が比較的安定であると、積乱雲が巨大に発達することが阻害されることが予想される。逆に、大気が非常に不安定で豪雨・豪雪がもたらされるような状況でも、上空の渦度が小さいと竜巻の親雲が発生しづらい。そこで、両方の要因が同時生起する確率について考える (杉本ら 2014)。つまり、SReH と CAPE に対して閾値を設定し、両指数とも閾値を超える頻度について考える。加藤 (2008a) も同様のアプローチで竜巻発生頻度の地域性について検討している。</p> <p>1961年1月1日から2010年12月31日までの50年間・1時間毎の再解析データから算出された SReH 及び最大 CAPE のデータを分析した。それぞれの指数に対する閾値は、特に CAPE につ</p>	<p>(柏崎 6/7 号炉は、両指数の超過頻度については 5. で記載)</p> <p>・ 閾値の設定の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は太平洋</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>降水現象を伴うものと考えられることから、<u>降水量の閾値 2 mm/hr</u> を条件に追加した。なお、<u>降水量の閾値については頻度値の大小に若干影響を及ぼすが、結果の解釈には全く影響しないことを確認している。</u></p> <p>暖候期・寒候期別に同時超過頻度を算出した結果を図 22 に示す。また、<u>図 23 は、気象庁の「竜巻等の突風データベース」で確認された F2-F3 竜巻及び F3 竜巻の発生箇所を示したものである。暖候期においては、同時超過頻度 0.01 % 前後の地域が茨城県以西の太平洋側及び九州の沿岸域の平野部に広がっており、超過頻度の高い地域は F3 規模の竜巻の発生箇所を包含している。つまり、超過頻度の高い地域で F3 規模以上の竜巻発生に適した環境場が整いやすいことが示唆されている。それに対し、日本海側、東北太平洋側、及び北海道・下北半島といった北日本での超過頻度の値は、1~2 オーダ以上小さな値となっている。</u></p> <p>また、<u>寒候期の超過頻度分布では、頻度が高い地域が南側にシフトしているが、F3 竜巻発生箇所がより沿岸に近い地点に限られていることに対応している。全体的に暖候期に見られる傾向と同様であり、また F3 規模竜巻の発生数に季節間の差が見られないことも反映されている。このように、過去の F3 竜巻発生時の環境</u></p>		<p>いて緯度・季節で絶対値が大きく変わるため、5月~10月及びそれ以外に分けて設定する。F3 規模の竜巻が発生しうる環境場の閾値を以下のように設定した。また、<u>竜巻発生時には少なからず降水がもたらされるため、降水量の閾値を設定した (村松 2013)。</u></p> <p><u>[5月~10月(暖候期)] SReH:350m²/s² 最大 CAPE:1200 J/kg 降水量:4mm/hr</u></p> <p><u>[11月~4月(寒候期)] SReH:350m²/s² 最大 CAPE:500 J/kg 降水量:4mm/hr</u></p> <p>各季節に対してサンプル数は約 220,000 である。したがって、50 年間に 1 回超過するデータがあれば、約 4.5×10^{-6} の頻度ということになり、より小さな頻度を扱うことはできないが、<u>地域性は異なる箇所間における頻度差をもって議論するものであることから、超過頻度の相対的な大小により F3 規模以上の竜巻発生環境場の地域性の有無を検討する。</u></p> <p>暖候期及び寒候期に対する頻度分布の算出結果を図 2.1.12 に示す。気象庁「竜巻等の突風データベース」で確認される F2 及び F3 竜巻の発生箇所を図 2.1.13 に示す。両図を比較すると、<u>図中の 10⁻⁴ 前後の領域が F3 規模竜巻の発生箇所との対応性が高い。寒候期はやや低めの頻度値であるが、暖候期と似た傾向となっており、暖候期と寒候期で F3 規模竜巻の発生数に両季節間で大差がないことを反映できている。</u></p> <p>図 2.1.12 によると、<u>海上における竜巻の発生の実態は不明であるが、暖候期においては、太平洋側、東シナ海から対馬海峡にかけては超過頻度が比較的大きな値となっている。また、沿岸域では、茨城県東海岸から西の本州太平洋側、九州太平洋側・東シナ海側で高く、特に宮崎平野沿岸では大きい。それに比べて、日本海側及び沿岸域の値は 1~2 オーダ以上小さな値であることが明らかであり、F3 規模竜巻の発生が未だ確認されていないことと対応している。なお、本解析データの対象領域は沖縄を含んでいないが、南西諸島は九州の鹿児島県や宮崎県沿岸部に比べてやや低い傾向が見られ、実態に即している。寒候期では、頻度の特に高い地域は、房総半島から大隅半島 (鹿児島) にかけての太平洋側となっている。いずれにしても図 2.1.13 に示される F3 規模の発生箇所との対応性が高い。</u></p>	<p>側で F3 竜巻が発生した際の典型的な突風関連指数の分布を参考に設定している</p>

場の解析結果を踏まえて設定した SReH と CAPE の閾値を両方超過する頻度の分布は、実際の F3 竜巻の発生箇所の傾向と整合している。

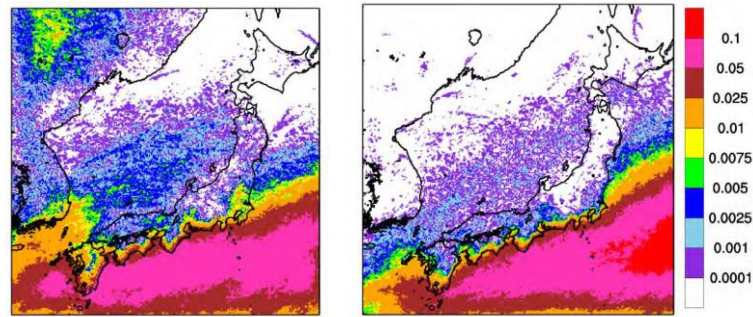


図 22 同時超過頻度分布 (単位: %, F3 規模以上を対象; 左: 暖候期, 右: 寒候期)
(実績ベースの閾値 (SReH: $250 \text{ m}^2/\text{s}^2$, 最大 CAPE: 1600 J/kg (暖) 600 J/kg (寒)))

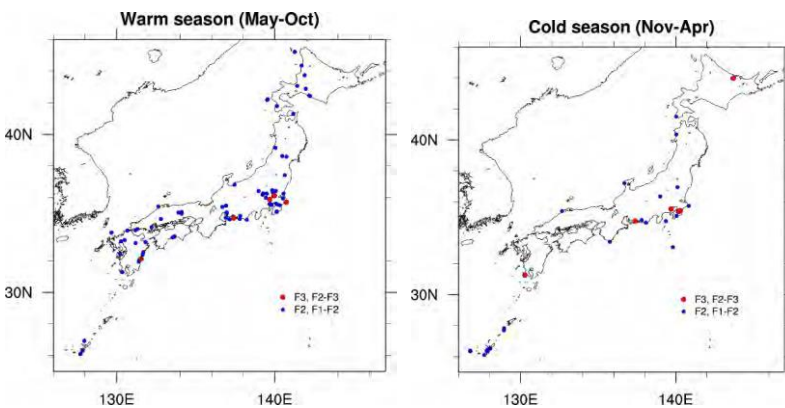


図 23 F3 竜巻 (F2-F3 を含む) 及び F2 竜巻 (F1-F2 を含む) の発生箇所
(左: 暖候期, 右: 寒候期)

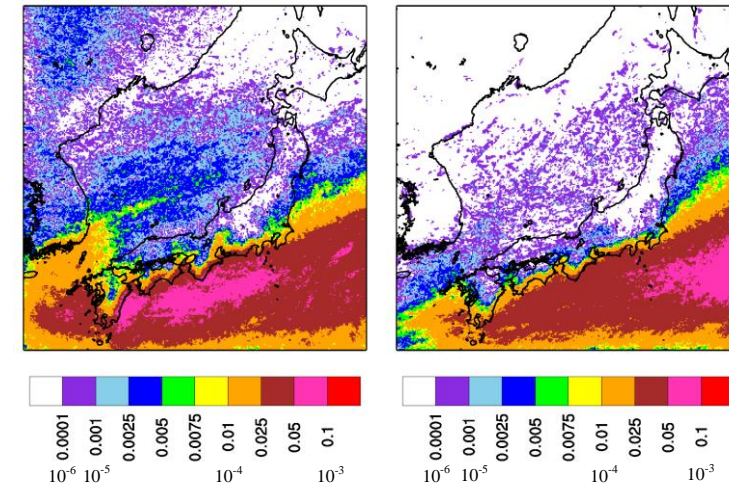


図 2.1.12 同時超過頻度分布 (単位: %; 左: 暖候期, 右: 寒候期)

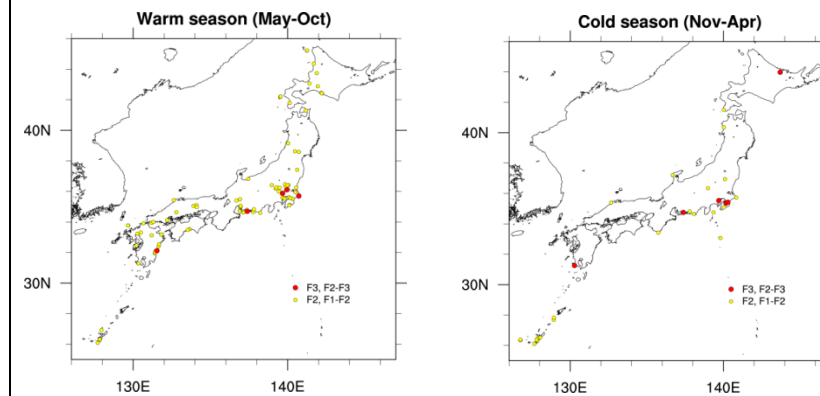
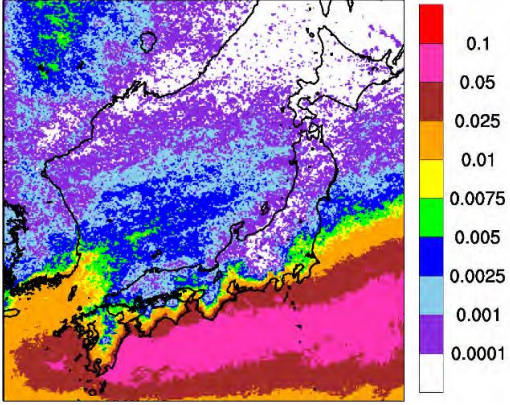
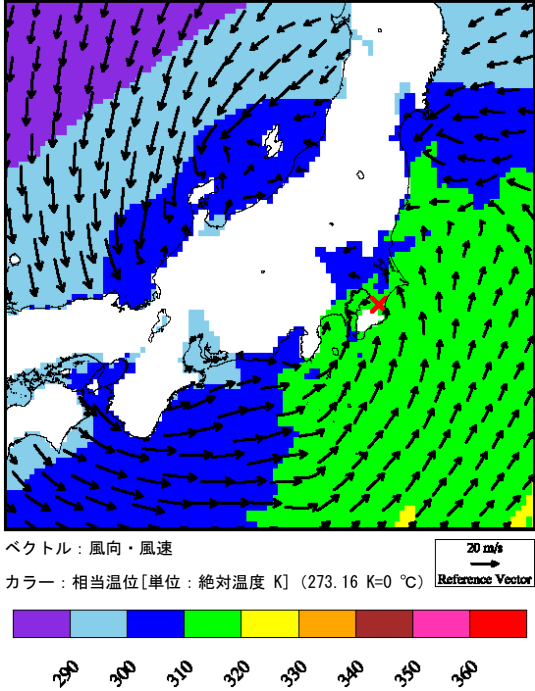


図 2.1.13 F2 及び F3 規模の竜巻の発生箇所 (左: 暖候期, 右: 寒候期; 気象庁「竜巻等の突風データベース」による)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>同時超過頻度分布は、閾値を「超過する」という意味において、F3 規模あるいはそれ以上の規模の竜巻が発生するのに適した環境場の生起しやすさを表現していると解釈できる。この分布では、高標高山岳（九州山地、四国山地、中国山地、中央アルプス等）の南北で頻度が大きく異なっており、これら山岳によって太平洋側からの暖気流が遮断される効果（図6 参照）が大きな竜巻の発生に影響していることも示唆されている。</p> <p>EHI を用いた場合、図 22 に見られる両季節の傾向の中間的な傾向が見られる。図 24 は、EHI の閾値を 3.3（図 20 参照）にした際の超過頻度分布である。通年単位で閾値を設定しているため、中間的な傾向を示すのは妥当である。また、SReH と CAPE の両方の指数を用いる方法においても問題がないことを示唆している。つまり、米国とは異なり（付録 B 参照）、国内においては、SReH あるいは CAPE の片方が異常に大きく、EHI がある程度高い値を示すような事例が稀であるからである。</p>  <p>図 24 超過頻度分布（単位は %；通年；EHI の閾値：3.3）</p>		<p>2.1.6.2 高い山岳の存在による影響</p> <p>図 2.1.12 によると、高い山岳の存在による影響も見られ、例えば、九州山地の南側に比べ、その北側（寒候期）では値が急に低くなっている。同様の傾向が四国山地や中国山地、及び中央アルプス等でも見られる。これは、「台風等の接近・通過時の渦度が高い時間帯に同時に太平洋側から暖かく湿った空気塊が特に開けた平野部（関東平野、濃尾平野、宮崎平野等）に流入する」という F3 規模竜巻の発生シナリオが日本海側ではあてはまらないことを示唆している。</p> <p>1990 年 12 月 11 日に千葉県茂原市で発生した日本最大級 F3 竜巻時（総観場：暖気の移流、気圧の谷、寒冷前線）の海拔 100 m 高度における気象場（風向・風速及び相当温位の分布）を図 2.1.14 に示す。太平洋上は（相当温位の高い）暖かく湿潤な大気状態にあり、12 月の冬季としては暖かく湿った大気（緑色）が太平洋側から千葉県南東部房総半島沿岸に発生した地点に流れ込んでいることが解析されている。この大気は内陸部に中心をもつ低気圧の大きな渦に沿って日本海側へ運ばれているが、日本海側では、相当温位が低くなり、不安定性が解消されることがわかる。</p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>島根 2 号炉は、竜巻発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数として「SReH」及び「CAPE」を用いており、主に竜巻規模との相関を見るための指標である「EHI」は参照していない</p> <p>（柏崎 6/7 号炉は、高い山岳の存在による影響について「付録 D」で記載）</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5.4 F3 規模の最大風速を考慮すべき地域</p> <p>図 22 より国内最大規模の F3 竜巻が発生するのに適した環境場が形成される頻度には地域差があることがわかった。この分布形態から実際に F3 規模の竜巻を考慮すべき地域を特定するには確率論的な議論が必要である。つまり、国内のガイドで記載されている超過確率 10^{-5}、米国のガイド等 (Ramsdell and Rishel 2007, U.S. NRC 2007) で記載されている超過確率 10^{-7} を参考として必要となる風速レベルを考慮する必要がある。</p>		<p>このような高い山岳の南側と北側で空気塊の性質が変わることはいずれの F3 規模の竜巻でも見られている。気象学的には、太平洋側から流入した大気下層の空気塊が山岳を越えようとした場合、空気塊の上昇に伴い気温が低下し、昇り斜面上空で空気塊が飽和して降水粒子が生成され、湿潤不安定な状態が解消されることもある。この場合、空気塊が山岳を乗り越えたとしても乾燥・安定化の進んだ空気塊になるため、太平洋沿岸部で竜巻を引き起こした大気が、例えば日本列島の中央部に存在する高く複雑な山岳域を湿潤不安定な状態のまま乗り越えて日本海側に流入して大きな竜巻を引き起こすことは考えられない。</p>  <p>ベクトル：風向・風速 カラー：相当温位[単位：絶対温度 K] (273.16 K=0 °C)</p> <p>290 300 310 320 330 340 350 360</p> <p>図 2.1.14 1990 年千葉県茂原市にて発生した F3 竜巻時の 100m 高度における気象場 (図中の×は発生地点を表す。白色はモデル地形標高が海拔 100m 以上を指す。)</p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は、発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数を用いているため、竜巻規模</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>図 25 は、ハザード評価と同様に海上 F 不明竜巻を按分して各 F スケール竜巻の 51.5 年間 (1961 年～2012 年 6 月) 擬似発生数を分析し、F スケールごとに発生率 (対象 F スケールの発生数 / 擬似発生数) を地域別にプロットしたものである。太平洋側と北日本とでは竜巻の全発生数に大差はないことから、この発生率で対象 F スケール竜巻の発生しやすさをおおむね把握することができる。Dotzek et al. (2005)と同様、F スケールが大きくなるほど指数的に頻度が低減しているが、F3 規模の発生率は、茨城県以西太平洋側・九州沿岸では、その他の地域に比べ 1 オーダ程度発生率が高くなっており、突風関連指数の分析結果と整合していることがわかる。日本海側沿岸や東北太平洋側・下北半島では、F3 竜巻が発生していないため、もっと頻度が小さくなることが予想できる。また、F2 規模になると地域差が小さくなり、F0 規模ではむしろ太平洋側の方が若干少なくなることも見てとれる。</p> <p>九州電力川内発電所を対象とした竜巻影響評価において、(海岸線に対して陸側・海側 5 km の竜巻検討地域に対する) ハザード評価結果では、F3 規模竜巻 (風速 92 m/s) に対する超過確率は大凡 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ にある。上記のように、日本海側を含む北日本では F3 規模竜巻の発生しやすさ、及び発生数は、太平洋側に比べて少なくとも 1 オーダは低いことを考慮すると、F3 規模竜巻の風速が生起する確率は、超過確率にして $10^{-7} \sim 10^{-8}$ を下回る。この超過確率レベルは米国のガイドに規定されているレベルを下回っている。そのため、北日本・日本海側の地域では、F3 規模竜巻の風速レベルは基準竜巻風速としては想定範囲外の範疇に入ると考えることができる。</p>  <p>図 25 各 F スケールの発生率</p>			<p>備考</p> <p>に特定した検討は実施していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>5.5 閾値が同時超過頻度の分析結果に及ぼす感度</p> <p>小さな閾値を設定すると、雷雨（非竜巻）・小さな竜巻の発生を勘案することとなるため、全体的に頻度値が上昇し、（発生実績と同様に）地域性が明瞭でなくなる。一方、非常に大きな閾値を設定すると、F4・F5 規模の非常に大きな竜巻に着目することになり、高頻度域は太平洋側の更に限定された地域になる。杉本ら(2014b)は、国内最大規模の F3 規模が発生する環境場として適切な閾値を、SReH については $150\sim 550\text{ m}^2/\text{s}^2$ の範囲（$100\text{ m}^2/\text{s}^2$ 刻み）、最大 CAPE に対しては、$200\sim 1500\text{ J/kg}$（100 J/kg 刻み）の範囲の値の組み合わせで検討した。最適とみなされた組み合わせに対する結果は図 22 に示した結果におおむね沿ったものとなっている（付録 E）。</p> <p>突風関連指数を用いたメソスケール分析はスーパーセル型竜巻に適するため、非スーパーセル型竜巻を含む F2 規模の竜巻を含めた分析に SReH や CAPE といった突風関連指数を用いる適用性は微妙ではあるが、ここでは F2 規模以上の竜巻の発生頻度を念頭においた閾値について考えてみる。</p> <p>図 20 の結果から両指数の閾値を SReH : $200\text{ m}^2/\text{s}^2$ 最大 CAPE : 1000 J/kg (暖候期), 350 J/kg (寒候期) とする¹。ただし、暖候期については参考にできる竜巻が 1 事例しかないため、650 J/kg の閾値についても検討する。EHI を用いる場合、島根県で発生した 1989/03/16 F2 事例以外は $1.5\sim 2.0$ 前後の EHI に入っているが、1989/03/16 F2 事例では 0.8 強にとどまっている。そこで、1.5 と 0.8 を EHI の閾値として超過頻度の算出を試みる。</p> <p>同時超過頻度の算出結果を図 26 に示す。F3 規模以上の竜巻を対象とする場合よりも頻度は全体的に上がっている。図 22 では奄美・沖縄方面では本州（茨城県以西）太平洋側に比べて頻度がやや低くなる傾向が推測されるが、図 26 では奄美・沖縄地方でも値が高い傾向が推測され、実際の発生箇所（図 23）に整合している。</p>			<p>・地域特性の確認方法の相違 【柏崎 6/7】 (同上)</p>

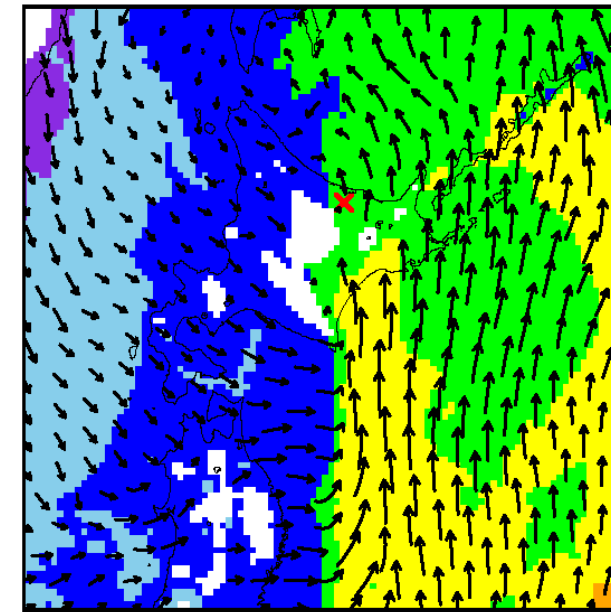
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="157 268 905 592" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="157 617 920 693">図 26 同時超過頻度分布 (単位: %, F2 規模以上を対象; 左: 暖候期, 右: 寒候期)</p> <p data-bbox="157 705 920 781">(SReH の閾値: $200 \text{ m}^2/\text{s}^2$, 最大 CAPE の閾値: 1000 J/kg (暖) 350 J/kg (寒))</p> <p data-bbox="157 840 920 1318">暖候期においては、福島県から宮城県の太平洋側及び本州日本海側沿岸での頻度が高まり、中部地方以西では内陸も含めて頻度が高く、東日本も内陸深くまで頻度が高くなっている。実際の F2 規模以上の発生箇所を多くを含包できている。しかし、北海道の石狩地方以北で F2 竜巻が計 4 個発生しているが、同時超過頻度はかなり低い。CAPE の閾値を 1000 J/kg から 650 J/kg 程度まで落とすと対応性は高まり (図 27)、能登半島以北の日本海側・北日本における頻度は本州・中日本以南に比べて少し低い程度となつて、全体的に地域間の差は薄れる。図 25 (F2 規模以上の場合、全国平均からの差は、太平洋側とそれ以外の地域ともに 1 オーダの差はない) を踏まえると、図 27 の方がベターと考えられる。</p> <div data-bbox="157 1373 920 1730" data-label="Footnote"> <p>¹ 太平洋側 F2・F1-F2 竜巻の場合は F3 規模に対する閾値を同時に超過する竜巻がいくつか存在する。その一部は F3 竜巻 (茂原竜巻, 豊橋竜巻, つくば竜巻) とともに発生したものである。環境場としては F3 竜巻が発生し得る状況下でも、マイクロスケールの気象メカニズム等で小さな竜巻が発生することがあると解釈できる。つまり、閾値は、環境場 (親雲スケールの気象場) を観点とした、対象規模の竜巻が発生するための「必要条件」であるといえる。</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="252 226 816 672" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="261 703 786 735">図 27 同時超過頻度分布 (単位 : %, 暖候期)</p> <p data-bbox="201 745 866 777">(SReH の閾値 : 200 m²/s², 最大 CAPE の閾値 : 650 J/kg)</p> <p data-bbox="148 787 920 871">オホーツク地方で頻度が高く, F2 規模程度の竜巻が発生する環境場は東北・道南地方に匹敵した確率で形成され得るといえる。</p> <p data-bbox="148 882 920 1134">また, 候期においても福島県から宮城県の太平洋側, 襟裳岬から道南方面の沿岸部, 及び本州・道南の日本海側沿岸で頻度が大きくなっている。道南より北側の日本海側沿岸で頻度が増えているのは実態と整合している。中央アルプス以北の中央山地で頻度は低目である。この地域で竜巻は 2 箇所発生している (図 23) が, 共に F1-F2 規模の小さな竜巻である (図 28)。</p> <div data-bbox="148 1144 905 1543" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="371 1554 697 1585">図 28 F1-F2 竜巻の発生箇所</p> <p data-bbox="148 1648 920 1900">第 4 節における個別竜巻の分析事例において, 暖候期に対しては 1988 年以降に発生した F2 あるいは F1-F2 竜巻が 1 事例しかない。図 26 に示した東北太平洋側沿岸から道南・道東にかけての頻度において, 暖候期の方が低いというのは海水温の高さの季節性との整合性にも欠けるため, 最大 CAPE の閾値は 1000 J/kg よりも小さくした方がよいと思われる。図 27 で用いた閾値 650</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>J/kg の妥当性の判断は今後発生するであろう F2 規模の竜巻の発生を踏まえた分析結果をもとに再度検討する必要があるが、おおむね発生状況の地域性は表現できている。</p> <p>EHI を用いた場合、EHI 1.5 では、図 26 の暖候期、寒候期の状況を平均的に見たときの頻度分布に大凡あてはまる(図 29 左図)。1989/03/16 F2 事例を参考に 0.8 まで閾値を下げると、地域性は殆ど見られなくなる(図 29 右図)。上述のように、暖候期の分布は図 26 よりも閾値を下げた図 27 の分布の方がよい傾向が見られることから、EHI 1.5 の結果は頻度を過少に評価している可能性がある。しかし、閾値を 0.8 まで落とした結果では、茨城県以西太平洋側+九州沿岸と、それ以外の地域との差がかなり小さく、落としすぎのようである。いずれにしても、F2 規模以上の竜巻を対象とする場合、F3 規模以上を対象とする場合とは異なって季節間での発生数の差があり(図 23)、EHI を用いた通年評価をすることについては議論の余地が大きい。</p>  <p>図 29 超過頻度分布(単位は %; 通年; EHI の閾値: (左) 1.5, (右) 0.8)</p> <p>6. 佐呂間竜巻に対する考察</p> <p>図 22 の同時超過頻度分布において、北海道では超過頻度が非常に低いが、網走支庁佐呂間町では F3 竜巻が発生している。ここではこの竜巻に対する考察及び影響評価における取り扱いの方向性について述べる。</p> <p>佐呂間竜巻の発生メカニズムについて過去の知見を踏まえ、図 30 のように模式的に示した。図 11 に示したように、当竜巻発生時においては、太平洋側からの暖気流が道東・オホーツク地方に流入している環境下で、高い SReH を伴う寒冷前線が通過しており、図 20 に示すように、SReH、CAPE とともに一定の高さを保持していた。この意味で、太平洋側で過去に発生した F3 竜巻の環境場の特徴と同様の特徴を有する。ただし、CAPE については、図</p>		<p>一方、北海道佐呂間町で発生した F3 竜巻のみ、図 2.1.12 の頻度分布が低い地域の比較的内陸部で発生している。この事例も、解析によれば、太平洋側から暖かく湿った風が十勝地方に流入する状況下で、時を同じくして寒冷前線が通過した際に発生している(図 2.1.15)。</p> <p>図 2.1.16 は SReH の超過確率分布(50 年間)である。大気不安定な大気の流入機会が極めて少ないため、図 2.1.12 の同時超過確率の地域性においては、日高山脈の東側はさほど超過頻度は高くないが、図 2.1.16 では、日高山脈付近とその北東側に(佐呂間竜巻の卵が発生し、発達した地域)非常に高い頻度値が見られることから、強い渦が発生しやすい地域であることがわか</p>	

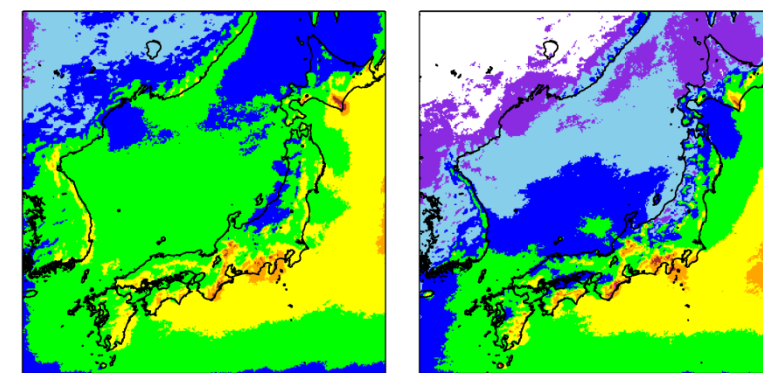
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>11 に示したように、SReH とは異なり、降水域が発達した日高山脈の東側に広く高い値をとっているわけではなかった。一方、加藤 (2008b) が以下のように指摘しているように、この竜巻に対しては周辺地形によるマイクロスケールの影響を無視できない。</p> <p>図 30 佐呂間竜巻の発生メカニズムに関する模式図</p> <p>「下層での鉛直シアの強化は、ガストフロントの前面下層の気圧低下による水平風加速に加えて、強い鉛直渦度生成領域の風上（南南東）側に南南西～北北東に伸びる最大標高 600 m 以上で幅 10 km ほどの尾根による山岳波の影響を少なからず受けている。実際の竜巻発生位置の風上側にも同様な尾根が存在していることから、佐呂間竜巻は地形の影響を受けて発生したと考えられる。」</p> <p>このマイクロスケールの効果は環境場では考慮できない（解像できない）ため、両指数の値は、特に SReH では図 20 でプロットした結果よりも高まっている可能性が高い¹⁾。</p> <p>前節でも議論したように、オホーツク地方は北海道の中でも F2 規模以上の竜巻であれば本州北日本と同等の頻度で環境場が形成されやすい地域であるが、F3 規模以上の竜巻に対しては環境場が形成されがたい、つまり F3 規模に到る程度に大気不安定な空気塊の流入と高渦度を有した総観場の通過が同時に発生する頻度が極めて低い。佐呂間竜巻が地形影響を受けていることを踏まえると、竜巻発生を観点とした気候としては、この地域で F3 規模の竜巻発生に適した環境場は極めて生起しがたく、佐呂間竜巻発生時においても F3 規模竜巻の発生には（特に最大 CAPE においては）微妙な環境場であった²⁾ が、近隣の周辺地形の影響を強く受けて F3 規模の竜巻発生に到ったと解釈するのが妥当と考えられる。</p> <p>上述のように、竜巻発生環境場に関する同時超過頻度分布（図 22）、及び発生率の分析結果（図 25）をもととした超過確率の議</p>		<p>る。さらに、加藤(2008b)は詳細なモデル解析結果から、佐呂間町周辺の地形の特殊性を以下のとおり指摘している。</p> <p>「下層での鉛直シアの強化は、ガストフロントの前面下層の気圧低下による水平風加速に加えて、強い鉛直渦度生成領域の風上（南南東）側に南南西～北北東に伸びる最大標高600m以上で幅10kmほどの尾根による山岳波の影響を少なからず受けている。実際の竜巻発生位置の風上側にも同様な尾根が存在していることから、佐呂間竜巻は地形の影響を受けて発生したと考えられる。」</p> <p>寒冷前線の西側にある寒気が、前線が日高山脈を通過する際に山脈の下り斜面を急速に下降、大気不安定の増幅に寄与し、図 2.1.17 の点線で囲まれた範囲において前線付近における高い鉛直シア (SReH) とともに、メソサイクロン (親雲) の発生・強化につながったことが示唆されているが、同様の現象は米国でも報告されている (Bosart et al. 2006)。上記の幅 10km の尾根は、図 2.1.18 の円で囲まれた山が対応するが、この山に向かって、南東から湿った暖かい大気が流れ込み、この山を乗り越えた際に竜巻発生地点周辺の鉛直シアがさらに強化されたことが、加藤(2008a)が指摘する山岳の影響にあたる。さらに、寒冷前線から流れ出た冷気と暖気が発生地点周辺の平野部でぶつかり、不安定性を増したことで竜巻が発生した。このように、佐呂間竜巻は地形と総観場の相互作用で発生した特殊な事例であったことがうかがえる。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>論では、竜巻検討地域の設定及び基準竜巻風速 V_{B1} の設定に佐呂間竜巻を特段考慮する必要はない。それはこの竜巻が基準竜巻設定で対象としている地域性・空間スケールよりも局地的・小さな空間スケールを有する地形影響を受けたものであるからである。むしろ、この影響については、ガイドにおける設計竜巻 V_D の設定時に考慮するのがガイドの趣旨に沿っている。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>¹ MLCAPE の値は非常に小さく (瀧下ら 2011)、MUCAPE の値は大きめであることから、尾根を乗り越えた先の佐呂間町上空における (寒冷前線起因の) 冷気流の上側で、大気が局所的に不安定になっている可能性は否定できない。</p> <p>² 佐呂間竜巻は季節の変わり目に発生したが、暖候期の傾向が強かった (図 27 参照) といえる。</p> </div> <p>佐呂間竜巻のような竜巻が発生するかどうかについては、当時の気象場 (総観場 (寒冷前線)、気流場、大気不安定度) と周辺地形の類似性を確認すればよい。確認のポイントとしては、これまでに説明した気象場の分析結果を踏まえれば以下の 2 点である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太平洋側からの暖湿流が高標高山岳等に遮断されずに直接流入し得る地域である。 ・近隣地形 (数キロ程度四方の範囲) において、(太平洋側からの) 暖気流の流入方向に尾根状の丘・山が存在すること。 <p>この条件を満たせば、寒冷前線通過時に、暖かい空気塊が尾根を乗り越えて寒冷前線起因の冷気流の上側に流入できる。このような確認を行う必要があるのは、東北太平洋側や北海道オホーツク地方・道南地方等太平洋に面した地域に立地した発電所である。柏崎刈羽原子力発電所は沿岸部に立地しているため、佐呂間竜巻で影響を及ぼしたような尾根形状の島が沖近くに存在するかがポイントとなる。日本海側沿岸部に立地した柏崎刈羽原子力発電所においては、高標高山岳の影響が大きいため (図 6)、不安定性の非常に大きい暖湿流が流れ込むような状況は生じがたい。</p>			



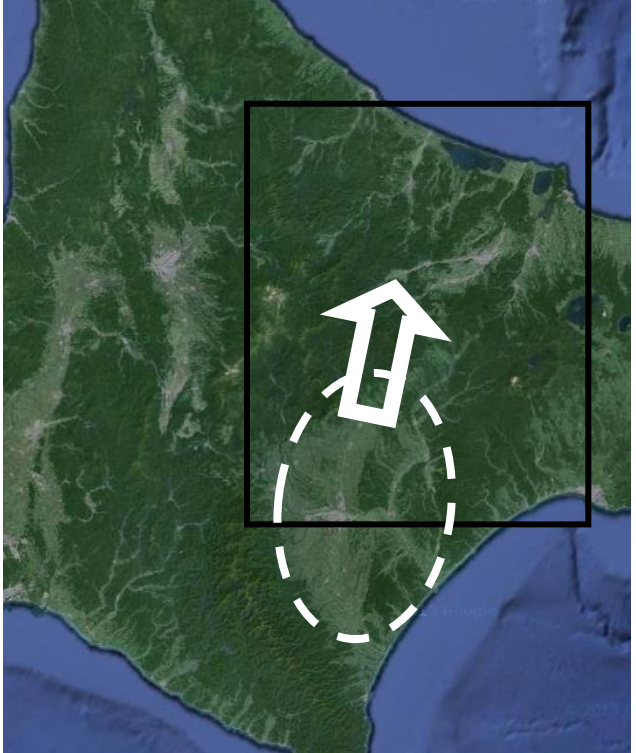
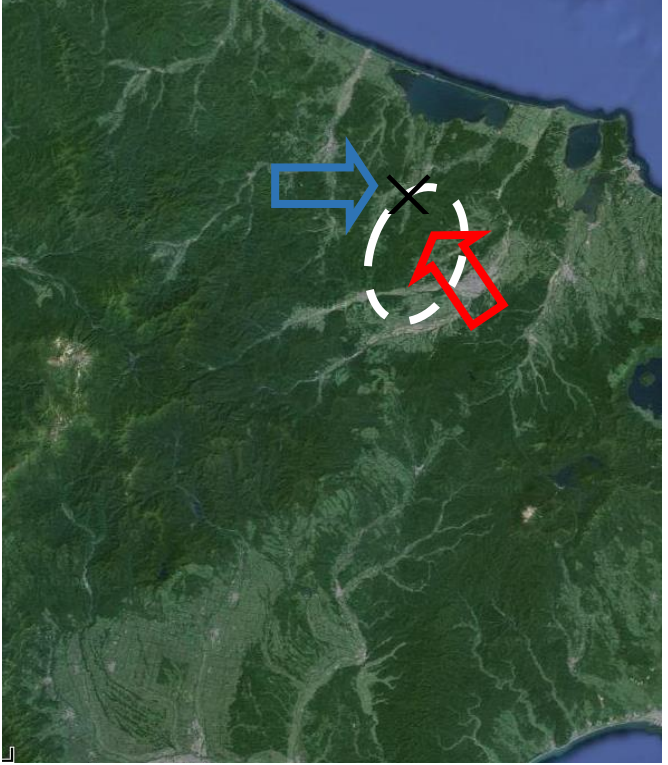
ベクトル：風向・風速
 カラー：相当温位[単位：絶対温度 K] (273.16 K=0 °C)
 20 m/s
 Reference Vector
 290 300 310 320 330 340 350 360

図 2. 1. 15 2006 年北海道佐呂間町にて発生した F3 竜巻時の 500m 高度における気象場
 (図中の×は発生地点を表す。白色はモデル地形標高が海拔 500m 以上を指す。)



0.01 0.05 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2
 0.01 0.05 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2

図 2. 1. 16 閾値を超過する頻度 (%)
 (SReH の閾値：350m²/s²，降水量の閾値：4mm/hr，左：暖候期，右：寒候期)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		 <p data-bbox="1736 924 2507 1008">図 2.1.17 佐呂間竜巻の親雲発生箇所 (点線部) と移動方向 (矢印部)</p>  <p data-bbox="1736 1785 2507 1869">図 2.1.18 佐呂間竜巻の発生箇所 (×) 及び風の流れ (矢印部) と影響した山岳 (点線部)</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>7. <u>まとめと今後の課題</u></p> <p>以上、<u>数値気象モデル及びモデル解析データをもととした竜巻検討地域の設定方法について、特に検討地域における最大竜巻規模を基準竜巻風速 V_{B1} として採用できるかどうかを観点として、竜巻発生環境場の分析を行った。その結果、以下の結果が得られた。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>F3 規模の竜巻、F2-F3 規模の竜巻 (1988 年以降)、日本海側 F2 規模の竜巻 (1988 年以降)、及び日本海側 F1-F2 規模の竜巻 (1988 年以降) を対象に、WRF モデルと ECMWF 再解析データを用いた気象解析を行い、5 km 解像度での気象場と突風関連指数 (SReH・CAPE) の分布を分析した。</u> ・ <u>上記竜巻事例に対して竜巻発生地点周辺における SReH と CAPE の両指数の値を分析し、F3 規模以上の場合と F2 規模以上の場合の両方に対して、地域性を考える際の妥当な閾値について検討した。</u> ・ <u>F3 規模以上の竜巻を対象とした閾値を同時に超過する頻度の分布を 50 年間の長期再解析データをもとに算定した。その結果、茨城県以西の太平洋側沿岸及び九州沿岸の平野部で頻度が高く、実際の竜巻発生箇所とも整合していた。一方、その他の地域では、上記太平洋側地域に比べて 1~2 オーダ低い頻度であった。</u> ・ <u>総観スケールでの気流場では、日本列島の高標高山脈によって太平洋側から流れ込む不安定性の高い暖湿流が遮断され (図 6)、この気流パターンが F3 規模の大きな竜巻が日本海側で発生せず、茨城県以西の太平洋側沿岸域において発生するという実績と関係していると考えられる。大きな竜巻はさまざまな総観場区分に発生しているが、総観場区分で「局地性」と判定された竜巻は、スケールの小さな非スーパーセル型であり、上記太平洋側沿岸域と対応していない。一方、総観場として「台風性」と判定された大きな竜巻の発生箇所は対応している。そのため、台風性の大きな竜巻の発生箇所を検討地域の設定の参考にするのは一つの方法として考えられる。</u> ・ <u>同時超過頻度分布の特徴は、擬似竜巻発生数を用いた F3 竜巻の発生率の地域差と対応していた。2 つの突風関連指数を用いた分析は地域性検討に有効であると考えられる。また、超過確率の観点では、10^{-7} の超過確率以上の風速を検討対象とするのであれば、F3 竜巻の風速レベルを考慮すべき地域</u> 		<p>2.1.7 <u>まとめ</u></p> <p><u>長期間の高解像度気象データをもとに、突風関連指数の地域性について検討した。その結果、鉛直シアによる渦に関連した SReH と大気不安定に関連した CAPE の両方がある一定の閾値を超える超過頻度の分布が、過去に記録された F3 規模竜巻の発生箇所をよく表現できることが示された。この頻度分布によれば、日本海側では、F3 規模の大きな竜巻生成につながる環境場の発生頻度が、茨城県以西の太平洋側及び九州西岸域の沿岸部に比べて 1~2 オーダ小さい。この傾向は、大きな山脈で太平洋側からの湿った風の流入が妨げられる効果とも関連しているといえる。</u></p> <p><u>また、頻度分布が低い佐呂間町で発生した F3 竜巻については、周辺地域は強い渦が発生しやすいこと、発生地点の風上側には (親雲の発生・発達に適した) 太平洋に面した平野 (十勝平野) があること、さらに親雲が移動した先には高い山岳や幅を有する尾根状山地があること、平野部がこれら山岳に囲まれるという特殊な地形状況下にあること、山岳の麓において渦が強化されたこと等が過去研究等でも指摘されており、極めて特殊な事例であったと考えられる。</u></p>	<p>・気象解析の対象とする竜巻の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>(2.1.3 と同じ)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>は上記太平洋側・九州の沿岸域に限られる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>佐呂間竜巻に関連して、オホーツク地方は気候的にはF2 竜巻が一定以上の生起確率で発生し得る地域であるが、F3 規模以上の竜巻発生環境場は極めて形成されがたい地域である。佐呂間竜巻に対しては周辺地形の影響を少なからず受けたことが報告されており、基準竜巻設定ではなく、設計竜巻設定時にこの竜巻と類似したものが発生する可能性を定性的に考慮するのがガイドに沿っている。</u> ・ <u>EHI を用いた評価は、F3 規模以上の場合ではおおむね良好であるが、F2 規模以上の場合では、季節間の発生数の違いが大きいため、通年レベルでの評価が難しいようである。現時点では、季節を分けて SReH と最大 CAPE を用いて評価する方がベターだと思われる。</u> ・ <u>メソスケールで分析した結果は、竜巻の発生メカニズムの観点において、大きな竜巻の発生に対する大気場の必要条件を把握する上で有効である。総観場傾向から設定した検討地域は、メソスケールでの分析結果と整合した。</u> ・ <u>メソスケールでの検討によって得られた必要条件的な傾向は、突風関連指数の分析においては、実際には大きな竜巻が発生しなくとも発生し得る環境場であった事例を排除していないため、実態よりも広い範囲で大きな竜巻が発生し得る地域を評価する点において保守的な評価を行っているといえる。</u> <p><u>今後の課題として、将来的な気候変動により規模や発生数の増加傾向となることは否定できないため、最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し、必要に応じて見直しを実施していくものとする。</u></p>			<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>地域特性の確認方法の相違</u> 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、竜巻発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数として「SReH」及び「CAPE」を用いており、主に竜巻規模との相関を見るための指標である「EHI」は参照していない

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>参考文献</p> <p>Bluestein, H. B., 2013: Severe Convective Storms and Tornadoes. Springer, 456 pp.</p> <p>Brady, R. H., and E. J. Szoke, 1989: A case study of nonmesocyclone tornado development in northeast Colorado: similarities to waterspout formation. Mon. Wea. Rev., 843-856.</p> <p>Browning, K. A., 1964: Airflow and precipitation trajectories within severe local storms which travel to the right of the winds. J. Atmos. Sci., 21, 634-639.</p> <p>Bunkers, M. J., B. A. Klimowski, J. W. Zeitler, R. L. Thompson, and M. L. Weisman, 2000: Predicting supercell motion using a new hodograph technique. Wea. Forecasting, 15, 61-79.</p> <p>Burgess, D. W., M. A. Magsig, J. Wurman, D. C. Dowell, and Y. Richardson, 2002: Radar observations of the 3 May 1999 Oklahoma City tornado. Wea. Forecasting, 17, 456-471.</p> <p>Chuda, T., and H. Niino, 2005: Climatology of environmental parameters for mesoscale convections in Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 83, 391-408.</p> <p>Davies, J. M., 1993: Hourly helicity, instability, and EHI in forecasting supercell tornadoes. 17th Conf. on Severe Local Storms, St. Louis, MO, Amer. Meteor. Soc., 107-111.</p> <p>Davies-Jones, R., D. Burgess, and M. Foster, 1990: Test of helicity as a tornado forecast parameter. 16th Conf. on Severe Local Storms, Kananaskis Provincial Park, AB., Canada, Amer. Meteor. Soc., 588-592.</p> <p>Doswell III, C. A., and J. S. Evans, 2003: Proximity sounding analysis for derechos and supercells: an assessment of similarities and differences. Atmos. Res., 67-68, 117-133.</p> <p>Dotzek, N., M. V. Kurgansky, J. Grieser, B. Feuerstein, and P. Nevir, 2005: Observational evidence for exponential tornado intensity distributions over specific kinetic energy. Geophys. Res. Letters, 32, L24813, doi:10.1029/2005GL024583.</p> <p>Fujita, T. T., 1981: Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. J. Atmos. Sci., 38, 1511-1534.</p> <p>Klemp, J. B., and R. B. Wilhelmson, 1978: Simulations of right-</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>and left-moving storms produced through storm splitting. J. Atmos. Sci., 35, 1097-1110.</p> <p>Lee, B. D., and R. B. Wilhelmson, 1997: The numerical simulation of nonsupercell tornadogenesis. Part II: Evolution of a family of tornadoes along a weak outflow boundary. J. Atmos. Sci., 54, 2387-2415.</p> <p>Mashiko, W., H. Niino, and T. Kato, 2009: Numerical simulation of tornadogenesis in an outer-rainband minisupercell of typhoon Shanshan on 17 September 2006. Mon. Wea. Rev., 137, 4238-4260.</p> <p>Moncrieff, M. W., and M. J. Miller, 1976: The dynamics and simulation of tropical cumulonimbus and squall lines. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 102, 373-394.</p> <p>Noda, A. T., and H. Niino, 2010: A numerical investigation of a supercell tornado: Genesis and vorticity budget. J. Meteor. Soc. Japan, 88, 135-159.</p> <p>Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 Reanalysis. J. Meteor. Soc. Japan, 85, 369-432.</p> <p>Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 56, 527-530.</p> <p>Ramsdell, J. V. Jr., and J. P. Rishel, 2007: Tornado climatology of the contiguous United States. NUREG/CR-4461, Revision 2.</p> <p>Rasmussen, E. N., 2003: Refined supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 18, 530-535.</p> <p>Rasmussen, E. N., and D. O. Blanchard, 1998: A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 13, 1148-1164.</p> <p>Roberts, R. D., and J. W. Wilson, 1995: The genesis of three nonsupercell tornadoes observed with dual-Doppler radar. Mon. Wea. Rev., 123, 3408-3436.</p> <p>Rotunno, R., and J. Klemp, 1985: On the rotation and propagation of simulated supercell thunderstorms. J. Atmos. Sci., 42, 271-292.</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, W. Wang, and J. G. Powers (2005) : A description of the advanced research WRF version 2. NCAR Tech. Note, NCAR/TN-468+STR, 88 pp.</p> <p>Suzuki, O, H. Niino, H. Ohno, and H. Nirasawa, 2000: Tornado-producing mini supercells associated with Typhoon 9019. Mon. Wea. Rev., 128, 1868-1882.</p> <p>Trapp, R. J., 2013: Mesoscale-Convective Processes in the Atmosphere. Cambridge, 346 pp.</p> <p>U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION: REGULATORY GUIDE 1.76, 2007: Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plant, Revision 1.</p> <p>Wakimoto, R. M., and J. W. Wilson, 1989: Non-supercell tornadoes. Mon. Wea. Rev., 117, 1113-1140.</p> <p>飯塚義浩, 加治屋秋実, 2011: 数値予報資料から求めた竜巻に関連する大気環境指数の統計的検証, 天気, 58, 19-30.</p> <p>大野久雄, 2001: 雷雨とメソ気象, 東京堂出版, 309 pp.</p> <p>原子力規制委員会, 2013: 原子力発電所の竜巻影響評価ガイドの制定について, 原規技発第 13061911 号, 平成 25 年 6 月 19 日制定, 平成 26 年 9 月一部改正.</p> <p>加藤輝之, 2008: 竜巻発生環境場に関する研究 (I) - 竜巻をもたらす積乱雲の発生環境に関する統計的研究 -, 平成 19 年度科学技術振興調整費 重要政策課題への機動的対応の推進, 6-12.</p> <p>加藤輝之, 2008: スーパーセルに伴う竜巻の発生機構の研究 (III) - 2006 年の佐呂間竜巻に対する解析 -, 平成 19 年度科学技術振興調整費 重要政策課題への機動的対応の推進, 39-44.</p> <p>杉本聡一郎, 野原大輔, 平口博丸, 2014: 国内既往最大規模の竜巻を対象とした発生頻度の地域性について, 第 11 回学術講演会要旨集, 日本保全学会, 395-402.</p> <p>杉本聡一郎, 野原大輔, 平口博丸, 2014: 突風関連指数を用いた大きな竜巻の発生環境場の地域性に関する検討, 2014 年度春季大会講演予稿集, 日本気象学会, B464.</p> <p>瀧下洋一, 2011: 竜巻発生確度ナウキャスト・竜巻注意情報について - 突風に関する防災気象情報の改善 -, 測候時報, 78, 57-93.</p> <p>新野 宏, 2007: 竜巻, 天気, 54, 933-936.</p> <p>橋本篤, 平口博丸, 豊田康嗣, 中屋耕, 2011: 温暖化に伴う日本</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>の気候変化予測(その1)ー気象予測・解析システム NuWFAS の長期気候予測への適用性評価ー, 電力中央研究所報告 N10044, 22pp.</p> <p>橋本篤, 平口博丸, 田村英寿, 服部康男, 松梨史郎, 2013: 領域気候モデルを用いた過去 53 年間の気象・気候再現, 電力中央研究所報告, N13004, 18 pp.</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>付録 A 温位について</p> <p>気体の状態方程式によれば、同じ気圧下で密度が小さいほど気体の温度は高くなる。したがって、ある空気塊が周囲よりも高温であれば、その空気塊は浮力を得て上昇する。このとき、下層での空気塊の気温が高いからといって、ある高い高度に断熱的に持ち上げた空気塊は、その高度の周囲の気温より高いとは限らない。同じ高度（気圧）で気温の高低を比較してはじめて、空気塊が浮力を受けるかどうか分かる。温位を用いれば、本文の式(3)のように、1000 hPa という基準気圧（高度）での気温を算出するため、二つの空気塊の相対的な暖かさや浮力の発生有無を容易に判断できる。</p> <p>1 万メートル程度上空における飛行機の客室内の気温を例にとる。客室内は与圧されて 800 hPa 程度の気圧となっており、温位は 310 K 程度とする。それに対し、飛行高度での気圧（100～200 hPa）での気温が約-70℃とすると温位は 360 K 程度である。外気をそのまま取り込むと、温位は保存するため、客室内では温位 360 K に対する気温は約 60℃となるため、外気を取り込んだ際に空気を冷やす必要がある（吉崎・加藤 2007）。上空ほど気温は低いため、パラドックス的に感じるが、このように温位を用いれば空気塊の暖かさについて容易に把握・比較することが可能である。温位が高いほど暖かく、上昇しやすいということから、大気の不安定性を論じるのに温位や相当温位が使われるのはそういう理由である。</p> <p>参考文献 吉崎正憲, 加藤輝之, 2007: 豪雨・豪雪の気象学. 朝倉書店, 187 pp.</p>		<p>付録 1 温位について</p> <p>気体の状態方程式によれば、同じ気圧下で密度が小さいほど気体の温度は高くなる。したがって、ある空気塊が周囲よりも高温であれば、その空気塊は浮力を得て上昇する。このとき、下層での空気塊の気温が高いからといって、ある高い高度に断熱的に持ち上げた空気塊は、その高度の周囲の気温より高いとは限らない。同じ高度（気圧）で気温の高低を比較してはじめて、空気塊が浮力を受けるかどうか分かる。温位を用いれば、式(3)のように、1000hPa という基準気圧（高度）での気温を算出するため、二つの空気塊の相対的な暖かさや浮力の発生有無を容易に判断できる。</p> <p>1 万メートル程度上空における飛行機の客室内の気温を例にとる。客室内は与圧されて 800hPa 程度の気圧となっており、温位は 310K 程度とする。それに対し、飛行高度での気圧（100～200hPa）での気温が約-70℃とすると温位は 360K 程度である。外気をそのまま取り込むと、温位は保存するため、客室内では温位 360K に対する気温は約 60℃となるため、外気を取り込んだ際に空気を冷やす必要がある（吉崎・加藤 2007）。上空ほど気温は低いため、パラドックス的に感じるが、このように温位を用いれば空気塊の暖かさについて容易に把握・比較することが可能である。温位が高いほど暖かく、上昇しやすいということから、大気の不安定性を論じるのに温位や相当温位が使われるのはそういう理由である。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="151 212 920 289">付録 B SReH 及び CAPE と竜巻強度との関係に関する過去文献のレビュー</p> <p data-bbox="151 348 445 375">B-1 これまでの知見整理</p> <p data-bbox="151 390 920 1052">Davies (1993)は、最も近い観測点で得られたラジオゾンデデータから SReH をはじめとした鉛直シア関係の指数に関する調査を行い、例えば 0-3km SReH については、平均値として F2・F3 竜巻の場合 $369 \text{ m}^2/\text{s}^2$ (21 事例)、F4・F5 竜巻の場合 $539 \text{ m}^2/\text{s}^2$ (10 事例) と報告した。ただし、スーパーセル竜巻のポテンシャルの見積もりには、大気不安定性と風のシア若しくは SReH の組み合わせを調べるべきであると指摘している。Johns et al. (1993)は、F2 規模以上の竜巻に対して 0-2km SReH と CAPE との間に図 B-1 の関係性を報告した。殆どの F2 規模以上の竜巻が EHI (=CAPE×SReH/160000) が 2 程度を超える場合に発生していることがみとれる。また、F4・F5 規模の竜巻(図中の Violent ○)の場合、より大きな EHI で発生している傾向にある。関連した成果は、EHI > 2 でスーパーセルが発達する可能性が非常に高く、EHI > 4 で非常に大きな竜巻が発生する可能性が高いとする文献にも見られる (Davies 1993)。</p> <div data-bbox="231 1060 825 1764"> <p data-bbox="231 1060 825 1764">Figure B-1 is a scatter plot titled '0-2 KM HELICITY' on the y-axis and 'CAPE' on the x-axis. The y-axis ranges from 0 to 1100 in increments of 100. The x-axis ranges from 0 to 5000 in increments of 1000. The legend indicates five categories of storm events: <ul style="list-style-type: none"> ○ - VIOLENT - SLOWER THAN MEAN WIND OF > 30 KT. ● - STRONG - SLOWER THAN MEAN WIND OF > 30 KT. ▲ - STRONG - FASTER THAN MEAN WIND OF > 30 KT. ■ - STRONG - FASTER THAN MEAN WIND OF ≤ 30 KT. ■ - STRONG - SLOWER THAN MEAN WIND OF ≤ 30 KT. The plot shows a general positive correlation between CAPE and Helicity. Violent events (open circles) are clustered at higher CAPE values (around 2000-3000) and higher Helicity values (around 500-700). Strong events are more widely distributed across the CAPE range but generally show lower Helicity values compared to violent events. </p> </div> <p data-bbox="151 1780 920 1858">図 B-1 CAPE と 0-2km SReH の関係 (プロットは F2 規模以上。○ は F4・F5 規模)</p>			<p data-bbox="2525 212 2813 289">・地域特性の確認方法の相違</p> <p data-bbox="2525 302 2813 779">【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、竜巻発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数として「SReH」及び「CAPE」を用いており、主に竜巻規模との相関を見るための指標である「EHI」は参照していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>Rasmussen and Blanchard (1998)は、1992年に米国で実施されたラジオゾンデデータ(0時 UTC(世界標準時)の約3000のデータ)を分析し、竜巻発生地点から400 km以内の観測地点のデータから竜巻発生時の突風関連指数の気候学的特性について調べた。F2規模以上の竜巻とそれ以外の差(中央値の差)は、SReH、CAPE単独で用いる場合よりも両方を複合させたEHIの方が区別できていることが見てとれる(図B-2)。ただし、F2規模以上の竜巻が発生した範囲のうち値の小さなEHIでF1規模以下の竜巻が発生しているケースもある。全ての竜巻・非竜巻を対象とすると、EHIのヒストグラムの結果では、竜巻発生指標としてのEHIの有効性が低いと考えられるという報告もある(櫻井・川村2008)。上記で取りあげた各文献を踏まえれば、突風関連指数の適用性はF0・F1規模以上か非竜巻かという小さな竜巻の発生有無の区別には向かず、F2規模以上か否かの区別では適用性が高まり、むしろF3・F4規模以上か否かといった大きな竜巻の発生有無を議論するのに適しているといえる。なお、Rasmussen and Blanchard (1998)では、F3規模以上の高強度の竜巻とそれ以外を区別することについては検討していない。</p>  <p>図B-2 各突風指数(左:SReH, 中:CAPE, 右:EHI)に対する箱ひげ図(箱は値の小さい方から25%から75%の範囲を表し, 箱中の太線は中央値を示す。TORはF2規模以上の竜巻, SUPはF1規模以下の竜巻, ORDは非スーパーセル雷雨を表す。)</p> <p>Rasmussen (2003)は、SReHを求める際の地上からの層厚について検討し、これまでガイドライン的に使われてきた0-3km SReH(Davies-Jones et al. 1993)の殆どは、地上から1 kmまでの大気(0-1km SReH)に起因するため、SReH算出の層厚を0-1kmとすることを提案している。その他、SReHを求める際のストームの移動ベクトル算出方法についてもいくつか方法がある。指数の算出手法に関連して、CAPEについてはより複雑である。特に、数値モデルによる解析値・予測値を算出する場合、対流不安定が解消</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																														
<p>されることにより CAPE 値が小さく見積もられる場合がある(瀧下 2011)。そのため, Rasumussen and Blancard (1998) では, その影響を軽減する算出方法を用いている。また, CAPE を算出する際の持ち上げ空気塊の性質によりさまざまな種類の CAPE がある。例えば, 地上数キロまでの大気の平均的な性質を持たせることもあれば (MLCAPE と呼ばれる), 最大の不安定度になる高さの空気塊を持ち上げることもできる (MUCAPE)。MLCAPE がよく用いられることが多いが, 一般的に MUCAPE の方が値は高く (Chuda and Niino 2005), 米国の SPC (Storm Prediction Center) のような実運用の場で MUCAPE が SCP (= MUCAPE/1000 × 0-3km SReH/100 × Bulk Richardson Number/40) の算出に用いられる場合がある (※今回の検討でも MUCAPE を用いている)。特に, 下層に寒気があり, その上に暖気がある安定した条件下のケース (佐呂間竜巻の佐呂間町付近では地形影響でその傾向が増大していると考えられる) では MLCAPE に基づく不安定度は非常に小さくなる。このように, SReH や CAPE の算出方法についても議論すべき余地がある。</p> <p>ゾンデデータを用いる解析は, 竜巻発生地点との距離差が大きいことが課題である。そこで, 数値気象モデルによる解析・予測による格子点データを用いた分析もなされている。米国の水平解像度 40 km 予報データ (1 時間ごと) を用いた分析では (Thompson et al. 2003), SReH, CAPE, EHI の全体的な傾向として Rasmussen and Blanchard (1998) と同様の結果が得られているが, F2 規模以上の竜巻に対する EHI の中央値が 2 程度と大きくなる等, Davies (1993) に近い結果となっている。SCP では F2 規模以上とそれ以外の差が顕著であり (図 B-3), CAPE や SReH に関連した複合関連指数として EHI 以外の指数の検討の余地がある。</p> <div data-bbox="231 1417 831 1816" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Figure B-3: Box plot of SUPERCELL COMPOSITE PARAMETER (Observed motion)</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Median</th> <th>Q1</th> <th>Q3</th> <th>Min</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sigtor (54)</td> <td>25.3</td> <td>10.0</td> <td>20.0</td> <td>2.5</td> <td>28.0</td> </tr> <tr> <td>weaktor (144)</td> <td>19.8</td> <td>8.0</td> <td>12.0</td> <td>4.0</td> <td>20.0</td> </tr> <tr> <td>nontor (215)</td> <td>16.7</td> <td>6.0</td> <td>10.0</td> <td>3.0</td> <td>18.0</td> </tr> <tr> <td>mrg1 (15)</td> <td>4.9</td> <td>2.0</td> <td>4.0</td> <td>1.0</td> <td>8.0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>図 B-3 SCP に対する箱ひげ図 (sigtor は F2 規模以上, weaktor は F1 規模以下, nontor は非竜巻, mrg1 はややスーパーセル化した</p>	Category	Median	Q1	Q3	Min	Max	sigtor (54)	25.3	10.0	20.0	2.5	28.0	weaktor (144)	19.8	8.0	12.0	4.0	20.0	nontor (215)	16.7	6.0	10.0	3.0	18.0	mrg1 (15)	4.9	2.0	4.0	1.0	8.0			
Category	Median	Q1	Q3	Min	Max																												
sigtor (54)	25.3	10.0	20.0	2.5	28.0																												
weaktor (144)	19.8	8.0	12.0	4.0	20.0																												
nontor (215)	16.7	6.0	10.0	3.0	18.0																												
mrg1 (15)	4.9	2.0	4.0	1.0	8.0																												

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>ストーム, nonsuper は非スーパーセルストームを表し, 括弧内の数字は事例数を表す。箱ひげ図の意味は図 B-2 と同じ。)</p> <p>飯塚・加治屋 (2011)は, 気象庁のメソ客観解析データ (水平解像度 10 km・鉛直総数 16 層・3 時間ごと) のデータを用いて, 2006 年 2 月から 3 ヶ年の間に発生した 141 個の竜巻・非発生事例を分析した。その際, 発生地点から 40 km 範囲内に存在する格子点に対する突風関連指数の最大値をピックアップしている。他文献と同様に CAPE や SReH 単独では竜巻・非竜巻の区別, あるいはスーパーセル竜巻・非スーパーセルの区別が明瞭でないが, EHI のような複合パラメータではより明瞭になっている (図 B-4)。図 B-4 では F スケール別の傾向も示されているが, F1 規模と F2・F3 規模 (F3 は佐呂間竜巻のみ) との間に差はなく, 米国の結果とはやや異なる。現象論の観点では, 大きな竜巻はスーパーセル化が明瞭となり, 大きな空間スケールの現象が駆動力 (large-scale forcing) となって発生するため, 数 km から十数 km 程度の空間代表性を有する格子点データやラジオゾンデデータをもととした突風関連指数で十分に議論ができる一方, 小さな竜巻は大きな竜巻を伴わない場合は large-scale forcing の影響が小さい, 局地的な擾乱に伴う頻度が多くなるため, 突風関連指数との関連性が薄れていると解釈できる。</p> <p>瀧下 (2011)は, 気象庁の数値予報資料 (MSM) (気象庁メソ客観解析データと空間分解能等は同じ仕様だが解析データではなく, 予報データである) を用いて, 2004 年から 3 ヶ年に発生した竜巻やダウンバースト発生時の SReH, CAPE, EHI の関係を調べた (図 B-5)。発生地点を中心とした 50 km 四方内の最大の値を採用している。この図から, 最も大きく, 唯一の F3 竜巻である佐呂間竜巻の環境場において (ML) CAPE が非常に小さく (それゆえ, EHI も非常に小さく), また, F1 竜巻と F2・F3 竜巻で特段の違いが見られないことから, 指数で竜巻強度を判断するのは困難であると結論づけている。</p>			

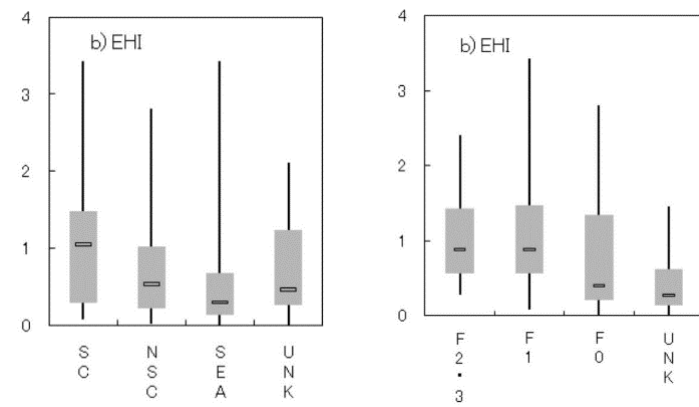


図 B-4 EHI に対する箱ひげ図 (左: 竜巻種別, 右: F スケール別; SC はスーパーセル型竜巻, NSC はノンスーパーセル型竜巻, SEA は海上竜巻, UNK は陸上竜巻でスーパーセル判定ができなかった竜巻を表す。)

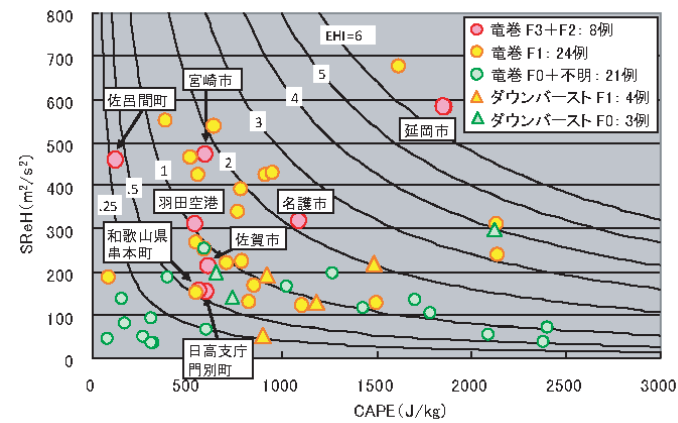


図 B-5 竜巻及びダウンバースト事例における分析例

F1 竜巻と F2・F3 竜巻の区別については、これまで挙げた文献同様、やはり困難なようである。しかし、佐呂間竜巻において CAPE 値が非常に小さい点についてはその解釈に注意しなければならない。同種のデータを用いた飯塚・加治屋 (2011)は、850 hPa 以下の総数は7層しかなく、ゾンデ観測データよりも鉛直分解能が粗いため、結果の解釈には注意を要することを指摘している。つまり、CAPE 算出において、適切な空気塊を持ち上げていない可能性は否定できない。また、加藤 (2008a)が指摘するように、佐呂間竜巻発生時には、佐呂間町の南東側にある山を暖気流が乗り越え、佐呂間町付近では下層では冷たい西よりの気流と、その直上に東よりの暖気流が流れ込み、鉛直シアが増大していたと考えられる。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>このような場合、地表面付近がやや安定傾向となるため上述のように、MLCAPE の値は非常に小さくなる。MUCAPE の場合は地表面付近の大気が冷たい場合に、その上空で発生し得る elevated convection を考慮できるが、佐呂間竜巻に対して結果的に CAPE 値が大きくなる (本文参照)。つまり、算出方法に検討の余地が大きいため、佐呂間竜巻といった1つのF3竜巻事例をもって、SReH、CAPE 系の突風関連指数の限界を断じることは難しい。</p> <p>B-2 今後の研究の方向性</p> <p>以上のように、検討時点でのデータの品質等々が低かった等、各文献ともに検討の余地があり、今後は各文献の知見を全て踏まえた解析方法・データをもって分析・考察することが重要である。大局的には、スーパーセル化が顕著な (F3 規模程度以上の) 大きな竜巻とそれ以外の竜巻の発生環境場は、EHI 値の差が有意である傾向が見られることから、SReH 値と CAPE 値とから地域レベルでの傾向を議論できる可能性がある。また、こうした突風関連指数の活用は、F2 規模以上とそれ以外の比較が限度であり、F1 規模以上とそれ以外というように、小さな竜巻の発生予測への指数の活用は向かないと考えられる。</p> <p>欧米や国内の気象学会では、突風関連指数の有効性について現在も検討がなされている。もととするデータ品質の観点では、これまで離れた箇所の高層ゾンデデータや空間解像度の粗い解析・予測データをもとに分析されてきた点が課題であり、高精度な解析データをもって、これまでの文献・知見が正しいかどうか確認する必要がある。その際、過去文献において指数値の算出に工夫されている点を可能な限り採用するとともに、SReH、CAPE をはじめとした単一指数もしくはそれらの組み合わせ (加藤 2008b) に加え、EHI、SCP、STP 等の複合パラメータの説明性の高さについて広範に適用性を検討することが求められる。</p> <p>現時点では、時空間解像度の高い長期気象解析データ (水平解像度 5km・10 分ごとデータ) をもとに、CAPE に対する算出方法を工夫した上で、SReH、CAPE の特性、加藤 (2008b) と同様に SReH と CAPE を組み合わせて用いた方法、及び EHI について検討し、SReH と CAPE を用いる方法と EHI を用いる手法とでは、F3 規模以上の竜巻が発生する地域性を観点とした解析結果に大差がないことを確認した (本文参照)。</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>参考文献</p> <p>Chuda, T., and H. Niino, 2005: Climatology of environmental parameters for mesoscale convections in Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 83, 391-408.</p> <p>Davies, J. M., 1993: Hourly helicity, instability, and EHI in forecasting supercell tornadoes. 17th Conf. on Severe Local Storms, St. Louis, MO., Amer. Meteor. Soc., 107-111.</p> <p>Davies, J. M., and R. H. Johns, 1993: Some wind and instability parameters associated with strong and violent tornadoes. 1. Wind shear and helicity. The tornado: Its Structure, Dynamics, Prediction, and Hazards, Geophysical Monograph 79, Amer. Geophy. Union, 573-582.</p> <p>Johns, R. H., J. M. Davies, and P. W. Leftwich, 1993: Some wind and instability parameters associated with strong and violent tornadoes. 2. Variations in the combinations of wind and instability parameters. The tornado: Its Structure, Dynamics, Prediction, and Hazards, Geophysical Monograph 79, Amer. Geophy. Union, 583-590.</p> <p>Rasmussen, E. N., and D. O. Blanchard, 1998: A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 13, 1148-1164.</p> <p>Rasmussen, E. N., 2003: Refined supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 18, 530-535.</p> <p>Thompson, R. L., R. Edwards, J. A. Hart, K. L. Elmore, and P. Markowski, 2003: Close proximity soundings within supercell environments obtained from the Rapid Update Cycle. Wea. Forecasting, 18, 1243-1261.</p> <p>飯塚義浩, 加治屋秋実, 2011: 数値予報資料から求めた竜巻に関連する大気環境指数の統計的検証, 天気, 58, 19-30.</p> <p>加藤輝之, 2008: 竜巻発生環境に関する研究 (I) - 竜巻をもたらす積乱雲の発生環境に関する統計的研究 -, 平成 19 年度科学技術振興調整費 重要政策課題への機動的対応の推進, 6-12.</p> <p>加藤輝之, 2008: スーパーセルに伴う竜巻の発生機構の研究 (III) - 2006 年の佐呂間竜巻に対する解析 -, 平成 19 年度科学技術振興調整費 重要政策課題への機動的対応の推進, 39-44.</p> <p>櫻井溪太, 川村隆一, 2008: 日本における竜巻発生環境と予測可能性. 天気, 55, 7-22.</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>瀧下洋一, 2011: 竜巻発生確度ナウキャスト・竜巻注意情報についてー突風に関する防災気象情報の改善ー, 測候時報, 78, 57-93.</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="151 212 457 241">付録 C 気象モデルの概要</p> <p data-bbox="151 300 923 913">気象モデルとは、物理・力学的法則に基づいて、物理量の時間変化を計算機により数値的に解くために各諸過程を概念化したもので、気象庁による日々の気象予報もこの気象モデルを用いて実施されている。図 C-1 のように計算対象領域を 3 次元格子で覆い、各格子点上で気圧、風等の物理量を定義する。観測データや気象庁等の解析・予報結果をもとに計算開始時刻の物理量を決めて、計算領域境界部の値を時々刻々変化させながら (図 C-2)、運動方程式、熱力学方程式、連続式、水分量の保存式等を数値積分すると、将来時刻における気象要素の値が計算される。各方程式中の運動量や熱・水のソース・シンク項は各物理過程によって生み出される (例えば、水蒸気から水滴が生成されるとその潜熱が熱力学方程式中のソースとなる) が、気象モデルでは図 C-3 に示すような物理過程がモデル化され、力学系の各保存式のソルバーと連携している。</p> <p data-bbox="151 930 923 1409">この種の気象モデルは、放射性汚染気塊の輸送量計算にも使用されており、WSPEEDI-II (Worldwide version of System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information; 世界版緊急時環境線量情報予測システム第 2 版) では、本検討に用いた WRF モデルの前身に位置づけられる MM5 (PSU/NCAR Mesoscale Model version 5; Dudhia 1993) が気象場の入力情報の作成に用いられている (山澤ら 1997)。WRF モデルは、MM5 の力学系・物理モデル共に大幅な改良を加えることにより開発されたものであり、現在米国においては気象の現業・研究の両面で活用されている。また、わが国を含めた諸外国においても広く活用されている。</p>  <p data-bbox="359 1738 706 1812">図 C-1 計算グリッド構造の例 (気象庁ホームページ http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html より)</p>		<p data-bbox="1730 212 2065 241">付録 2 WRF モデルについて</p> <p data-bbox="1754 300 2507 913">気象モデルとは、物理・力学的法則に基づいて、物理量の時間変化を計算機により数値的に解くために各諸過程を概念化したもので、気象庁による日々の気象予報もこの気象モデルを用いて実施されている。付図 1 のように計算対象領域を 3 次元格子で覆い、各格子点上で気圧、風などの物理量を定義する。観測データや気象庁等の解析・予報結果をもとに計算開始時刻の物理量を決めて、計算領域境界部の値を時々刻々変化させながら (付図 2)、運動方程式、熱力学方程式、連続式、及び水分量の保存式等を数値積分すると、将来時刻における気象要素の値が計算される。各方程式中の運動量や熱・水のソース・シンク項は各物理過程によって生み出される (例えば、水蒸気から水滴が生成されるとその潜熱が熱力学方程式中のソースとなる) が、気象モデルでは付図 3 に示すような物理過程がモデル化され、力学系の各保存式のソルバーと連携している。</p> <p data-bbox="1754 930 2507 1409">この種の気象モデルは、放射性汚染気塊の輸送量計算にも使用されており、WSPEEDI-II (Worldwide version of System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information; 世界版緊急時環境線量情報予測システム第 2 版) では、本検討に用いている WRF モデルの前身に位置づけられる MM5 (PSU/NCAR Mesoscale Model version 5; Dudhia 1993) が気象場の入力情報の作成に用いられている (山澤ら 1997)。WRF モデルは、MM5 の力学系・物理モデル共に大幅な改良を加えることにより開発されたものであり、現在米国においては気象の現業・研究の両面で活用されている。また、わが国を含めた諸外国においても広く活用されている。</p>  <p data-bbox="1941 1738 2288 1812">付図 1 計算グリッド構造の例 (気象庁ホームページ http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html より)</p>	

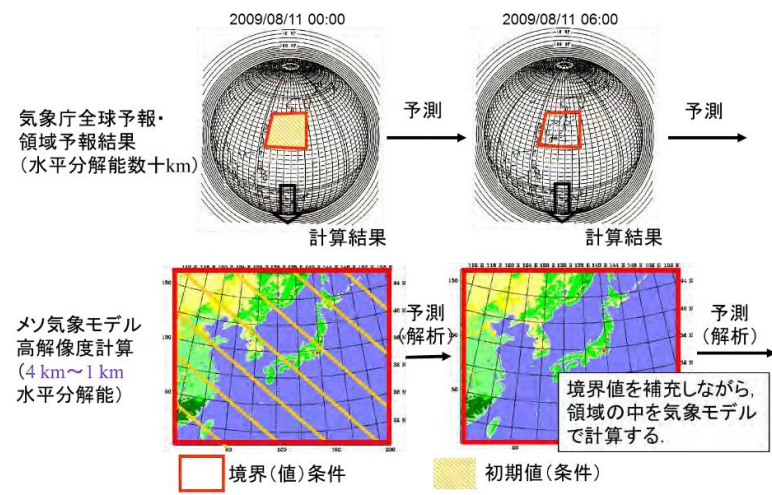
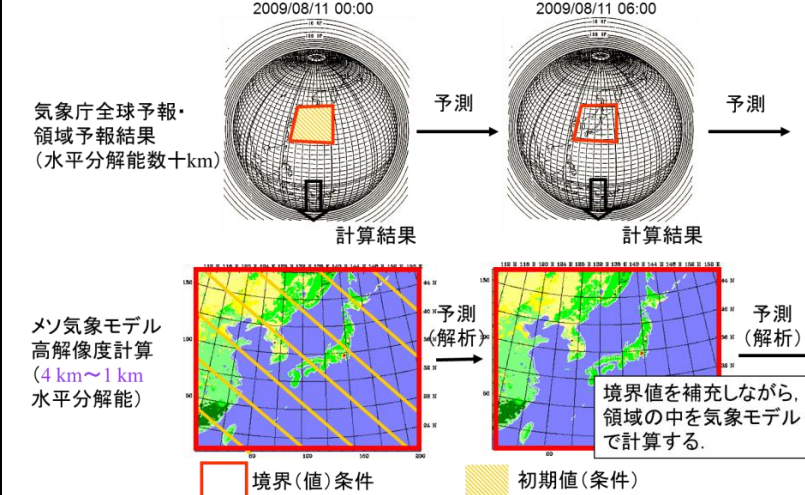


図 C-2 気象モデルを用いた解析・予測計算の流れの概念図 (気象庁全球モデルを例に)



付図 2 気象モデルを用いた解析・予測計算の流れの概念図 (気象庁全球モデルを例に)

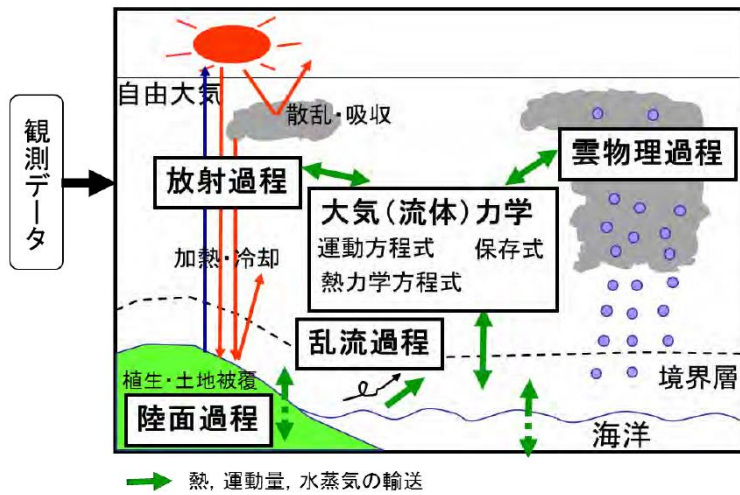
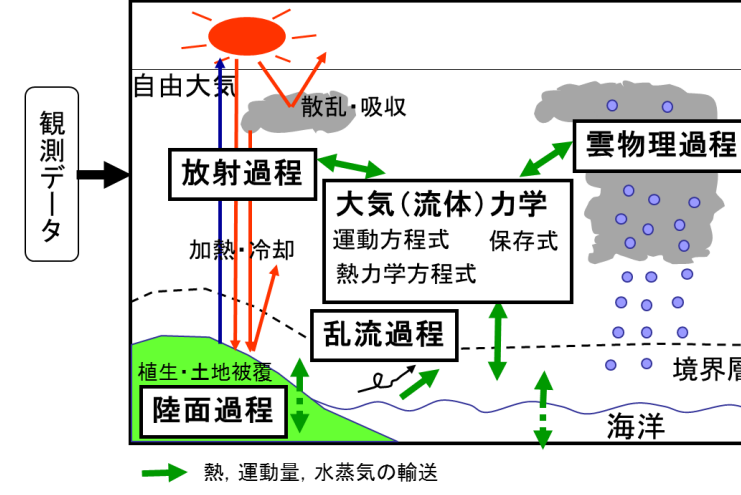


図 C-3 気象モデルを用いた計算の模式図



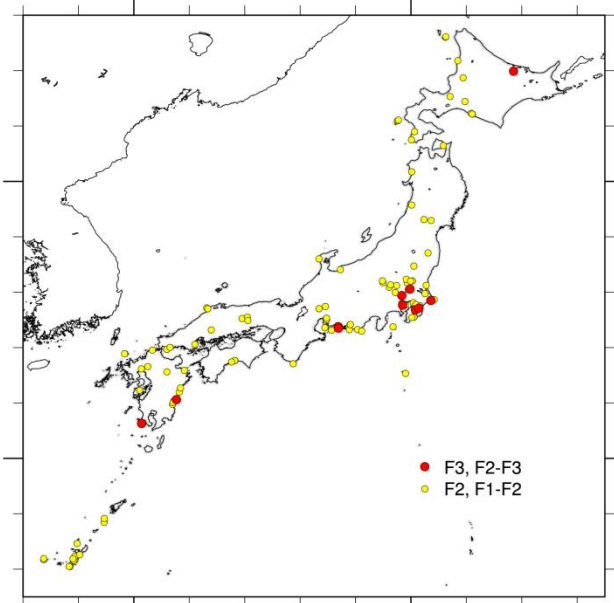
付図 3 気象モデルを用いた計算の模式図

参考文献

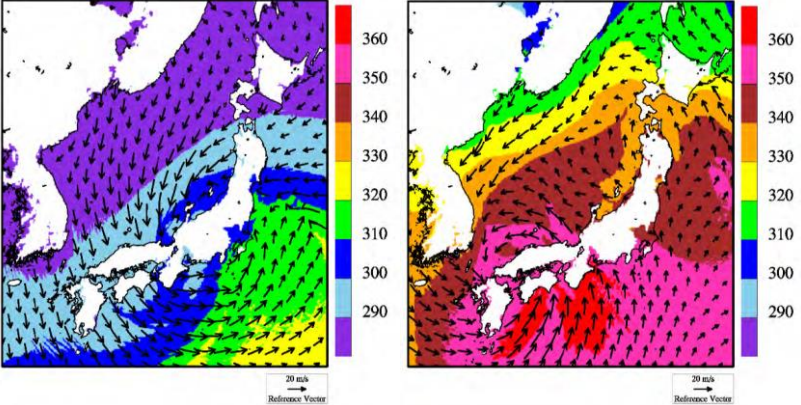
Dudhia, J., 1993: A nonhydrostatic version of the Penn State, NCAR mesoscale model: validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front. Mon. Wea. Rev., 121, 1493-1513.

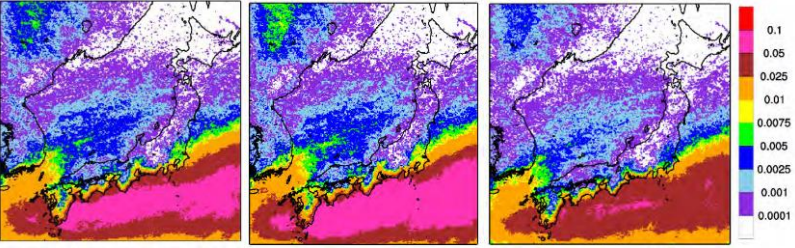
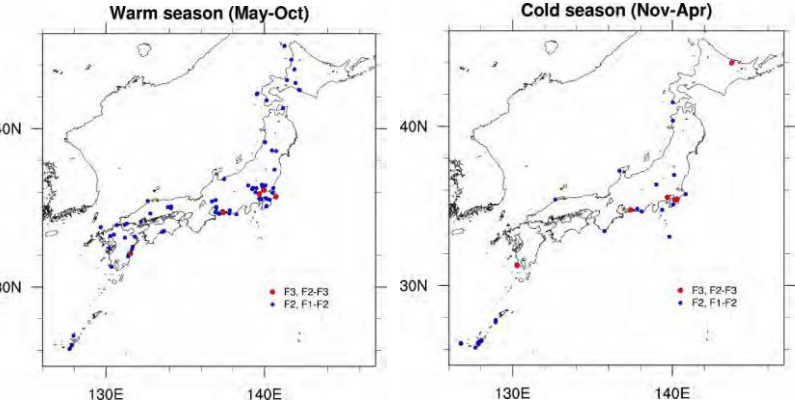
山澤弘実, 茅野政道, 永井晴康, 古野朗子, 1997: 緊急時環境線量情報予測システム (世界版) WSPEEDI の開発と検証. 日本原子力学会誌, 39, 881-892.

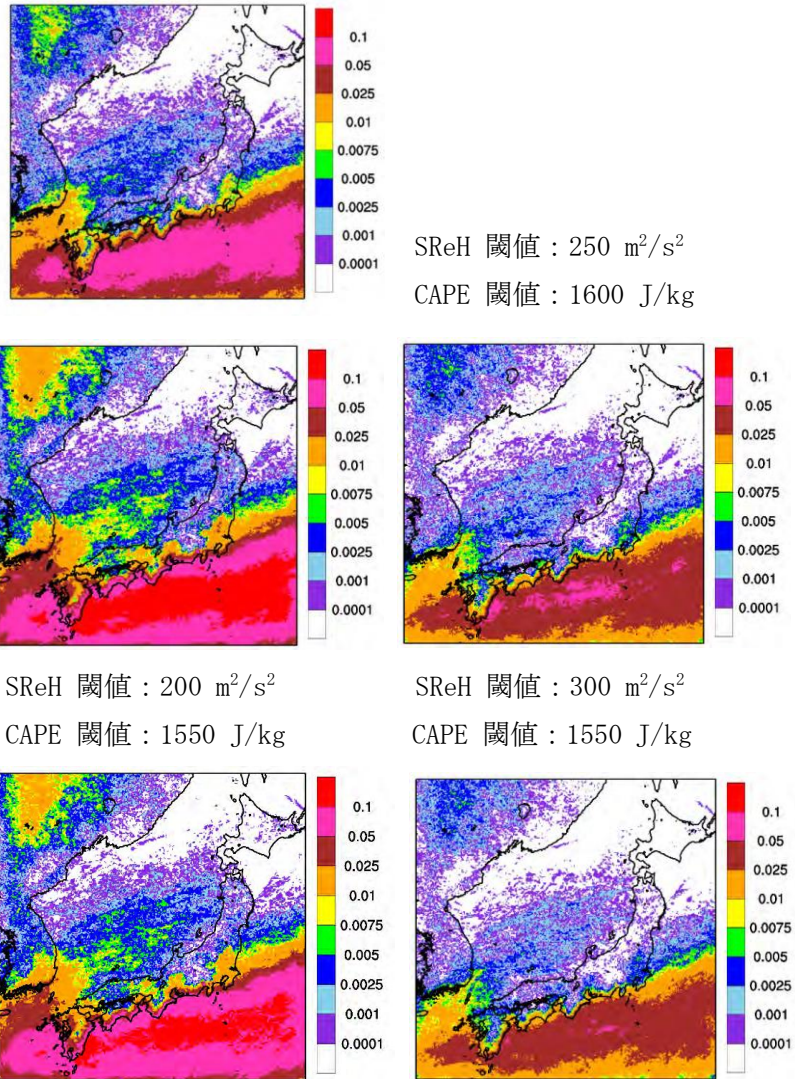
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>付録3 各指数 (SReH, CAPE) が有する基本特性</p> <p>1999年～2010年の12ヵ年のSReHとCAPEのデータに対し、各指数に対する閾値をそれぞれ、$150\text{m}^2/\text{s}^2$、及び$250\text{J}/\text{kg}$とし、閾値を超過する頻度(全体の母数に対する割合(%))を計算した。なお、閾値を小さく設定するという事は、スーパーセルだけでなく、小さな雷雨発生環境場も捕捉することを意味する。ここでは、緯度依存性等の基本特性に着目して、小さな閾値を設定した。これら閾値は、強いスーパーセルが発生するような大きな閾値(例えば、SReHが$300\text{m}^2/\text{s}^2$程度以上、CAPEが$1000\text{J}/\text{kg}$程度以上(大野 2001))に比べて十分に小さい。計算結果(付図4)から以下のことがわかる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉛直シアによる渦の発生頻度は、関東とその周辺で特に大きい。関東以西の太平洋側の沖合では、日本海側に比べて頻度がやや高めである。その他、日高山脈南部周辺や能登半島周辺でもやや頻度が高い。その他は特段の地域性は見られない。 CAPE 閾値の超過頻度は南ほど大きく、加藤(2008a)が指摘するように、CAPEには緯度依存性がある。これは暖候期と寒候期とでは積乱雲の高さが異なり、暖候期の方がCAPE値の絶対量が大きいこととも関係する。 <div data-bbox="1745 1150 2466 1591"> <p>Freq. over SReH Threshold [%]</p> <p>Freq. over CAPE Threshold [%]</p> <p>0 5 10 15 20 25 30 35 40</p> <p>0 5 10 15 20 25 30 35 40</p> </div> <p>付図4 設定した閾値を超過する頻度 (左: SReH (閾値: $150\text{m}^2/\text{s}^2$), 右: CAPE (閾値: $250\text{J}/\text{kg}$))</p> <p>両指数に上記の基本的特性が見て取れる一方、国内におけるF2-F3及びF3の発生箇所(付図5)と超過頻度分布の対応が高くないこともうかがえる。設定した閾値が小さいことがその原因の一つであるが、例えば、CAPEに対する超過頻度は南にいく</p>	<p>(柏崎 6/7号炉は、CAPE, SReHの特性について「5.2」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1762 212 2502 331">ほど高く、沖縄でF3規模が発生していないことと対応しない。また、SReHの超過頻度分布においては、内陸部で大きな値をとっている。</p>  <p data-bbox="1733 930 2502 1003">付図5 F2及びF3規模の竜巻の発生箇所(気象庁の「竜巻等突風データベース」による)</p>	

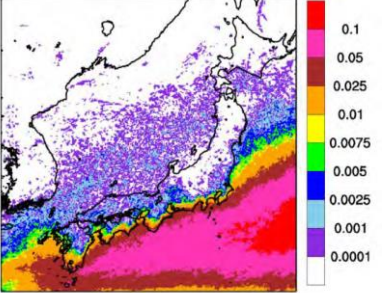
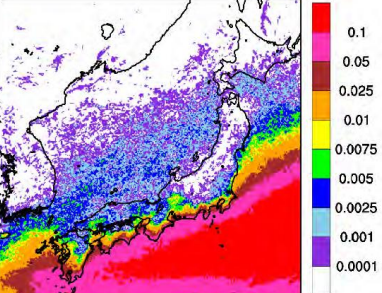
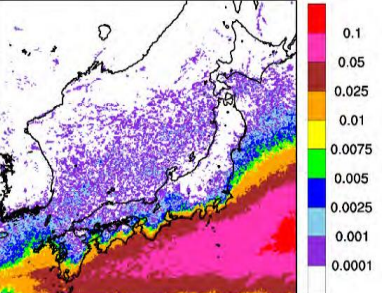
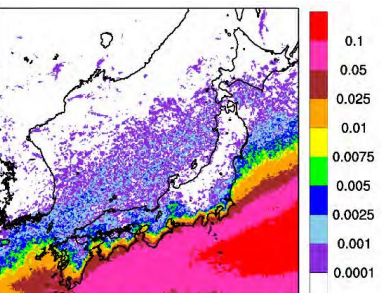
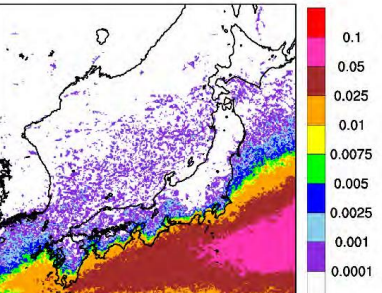
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>付録4 両指数の同時超過頻度の詳細分析における CAPE 値の取扱い</p> <p>両指数の同時超過頻度の詳細分析にあたっては、CAPE 値の取扱いについて工夫した。雲物理過程によりじょう乱（竜巻を伴う積乱雲）が発生すると、発生前の大気不安定な状況が解消されるからである。このとき、解析データにおいて、当該メッシュにおいて竜巻を伴うじょう乱が発生しているとき、そのメッシュに対する CAPE 値は周辺のメッシュ値に比べて小さめになりうる。これは、F3 規模の竜巻が発生しうる条件として CAPE に対するある閾値を設け、その閾値を超過する頻度を算出することによって大きな竜巻の発生しやすさを評価する際に問題になる。そこで、周辺の CAPE 値の大きな空気塊が当該メッシュを含むスーパーセルに向かって流入することを表現するため、メッシュ周辺の最大の CAPE 値を当該メッシュの CAPE 値（以下、最大 CAPE 値と呼ぶ）とした。最大 CAPE 値を求める方法として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当該メッシュを中心とした矩形域（例えば、100km 四方）内の最大 CAPE 値を抽出する（瀧下 2011）。 ・周辺の各メッシュにおける下層風の平均風向にもとづいてそのメッシュの影響範囲を考え、当該メッシュが影響範囲に入る周辺メッシュの CAPE 値のうち最大の値をとる（付図 6 ; Rasmussen and Blanchard 1998）。 <p>等があるが、より力学的に根拠を有する後者の考え方を採用した。各格子点に対して、地上～500m 高度までの平均風向を算出し、その風向の±45 度の扇形領域を影響範囲とした。また、影響半径は 25km とした。</p>  <p>付図 6 最大 CAPE 値の抽出方法の概念図</p>	<p>(柏崎 6/7 号炉は、CAPE 値の取扱いについて「4.」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>付録 D 高標高山岳が及ぼす影響</p> <p>1990年12月11日に千葉県茂原市で発生した日本最大級 F3 竜巻時(総観場:暖気の移流, 気圧の谷, 寒冷前線)の海拔100m 高度における気象場(風向・風速及び相当温位の分布)を図D-1 左図に示す。太平洋上は(相当温位の高い)暖かく湿潤な大気状態にあり, 12月の冬季としては暖かく湿った大気(緑色)が太平洋側から千葉県南東部房総半島沿岸に発生した地点に流れ込んでいることが解析されている。この大気は内陸部に中心をもつ低気圧の大きな渦に沿って日本海側へ運ばれているが, 日本海側では, 相当温位が低くなり, 不安定性が解消されていることがわかる。</p> <p>このような高い山岳の南側と北側で空気塊の性質が変わることはいずれの F3 規模の竜巻でも見られている(例えば, 図D-1 右図)。太平洋側から流入した大気下層の空気塊が山岳を越えようとした場合, 空気塊の上昇に伴い気温が低下し, 昇り斜面上空で空気塊が飽和して降水粒子が生成され, 湿潤不安定な状態が解消されることもある。この場合, 空気塊が山岳を乗り越えたとしても乾燥・安定化の進んだ空気塊になるため, 太平洋沿岸部で竜巻を引き起こした大気が, 例えば日本列島の中央部に存在する高く複雑な山岳域を湿潤不安定な状態のまま乗り越えて日本海側に流入して大きな竜巻を引き起こすことは考えられない。つまり, 台風等の接近・通過時の渦度が高い時間帯に同時に太平洋側から暖かく湿った空気塊が特に開けた平野部(関東平野, 濃尾平野, 宮崎平野等)に流入する」という F3 規模竜巻の発生シナリオが日本海側ではあてはまりにくいことを示唆している。</p>  <p>図D-1 海拔100m 高度における風向・風速及び相当温位(単位: K)</p> <p>(左: 1990/12/11 F3 事例, 右: 1999/09/24 F3 事例)</p>			<p>(島根2号炉は, 高い山岳の存在による影響について「2.1.6.2」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p data-bbox="151 212 379 239">付録 E 閾値の感度</p> <p data-bbox="151 300 923 422">突風関連指数に不確実性が存在するのは確かである。そこで、今回設定した閾値に対してばらつき分を考慮し、ばらつき分が超過頻度分布にどのような影響を及ぼすかについて確認した。</p> <p data-bbox="151 478 249 506">(a) EHI</p> <p data-bbox="151 522 923 869">今回用いた閾値 3.3 に対し、3.0 及び 3.6 (もともとの値の±1割程度) の閾値にした場合の超過頻度分布を図 E-1 に示す。閾値を 3.6 にした場合、関東平野内での F3 竜巻の発生箇所を包含できておらず (図 E-2 参照)、値として大きすぎることがわかる。一方、閾値を 3.0 にすると、対馬海上からの暖気流入に対応して島根県沖に高い値 (超過頻度分布の 0.01%前後以上) が見られるようになる。いずれの閾値においても、日本海側沿岸域・北日本と太平洋側沿岸域との差は維持されている。</p>  <p data-bbox="201 1152 783 1180">閾値 3.3 閾値 3.0 閾値 3.6</p> <p data-bbox="151 1199 923 1272">図 E-1 同時超過頻度分布 (単位は %。EHI の閾値は左から、3.3, 3.0, 3.6 である。)</p>  <p data-bbox="151 1736 923 1856">図 E-2 F3 竜巻 (F2-F3 を含む) 及び F2 竜巻 (F1-F2 を含む) の発生箇所 (左: 暖候期, 右: 寒候期)</p>			<p data-bbox="2531 212 2807 285">・地域特性の確認方法の相違</p> <p data-bbox="2531 300 2674 327">【柏崎 6/7】</p> <p data-bbox="2531 344 2807 779">島根 2号炉は、竜巻発生環境場の地域性を相対的に把握するために突風関連指数として「SReH」及び「CAPE」を用いており、主に竜巻規模との相関を見るための指標である「EHI」は参照していない</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(b) SReH と CAPE (暖候期)</p> <p>今回用いた閾値は、SReH が $250 \text{ m}^2/\text{s}^2$、CAPE が 1600 J/kg である。そこで、SReH を $200 \sim 300 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ($50 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 刻み)、CAPE を $1550 \sim 1650 \text{ J/kg}$ (50 J/kg 刻み) で変化させ、各組み合わせで検討した。図E-3 は5 ケース分プロットしたものである。閾値を小さくするほど、頻度は全体的に大きくなる。</p>  <p>SReH 閾値 : $250 \text{ m}^2/\text{s}^2$ CAPE 閾値 : 1600 J/kg</p> <p>SReH 閾値 : $200 \text{ m}^2/\text{s}^2$ CAPE 閾値 : 1550 J/kg</p> <p>SReH 閾値 : $300 \text{ m}^2/\text{s}^2$ CAPE 閾値 : 1550 J/kg</p> <p>SReH 閾値 : $200 \text{ m}^2/\text{s}^2$ CAPE 閾値 : 1650 J/kg</p> <p>SReH 閾値 : $300 \text{ m}^2/\text{s}^2$ CAPE 閾値 : 1650 J/kg</p> <p>図 E-3 同時超過頻度分布 (暖候期, 単位は %)</p> <p>今回設定した閾値 (SReH の閾値 : $250 \text{ m}^2/\text{s}^2$、CAPE の閾値 : 1600 J/kg) に対する頻度分布の 0.01% 前後よりも大きな地域が、発生箇所を含包していることがわかる。特に、いずれかの閾値を大きくすると、EHI の場合と同様に、関東平野内の F3 竜巻の発生箇所を含包できない傾向にある。特に SReH の感度が高い。SReH と</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>CAPE の両方の閾値を小さくした場合 (SReH : 200 m²/s², CAPE の閾値 : 1550 J/kg) においては, 全体的な頻度は高まり, 内陸部深くまで頻度が高まっており, 閾値を小さくしすぎていることがわかるが, それでも日本海側沿岸・北日本と茨城県以西太平洋側との差異は維持されている。</p> <p>図 E-4 は寒候期に対する図であるが, 今回設定した閾値 (SReH の閾値 : 250 m²/s², CAPE の閾値 : 600 J/kg) に対しては, 0.025 % 前後より大きな値をとる地域が F3 竜巻の発生箇所を包含している。暖候期ほど閾値に敏感ではないが, 暖候期に対する感度分析の傾向が寒候期に対しても見られる。</p> <p>平成 27 年 2 月 3 日の審査会合において用いた閾値は, 今回の検討のように感度解析的に閾値を変えて決めたわけではない。あくまで, 数は少ないながらも過去の F3 竜巻発生時の環境場を解析し, 下限の指数値を決めたが, その結果は F3 竜巻の発生の実態をよく表現できていると考えられる。閾値に幅を持たせた分析結果では, 閾値を小さくするほど, 小さな竜巻が発生する環境場をカウントするため, 超過頻度が大きくなる。暖候期は寒候期に比べて閾値にやや敏感であるが, 茨城県以西の太平洋側沿岸域と, 日本海側及び北日本の沿岸域との差は維持されることを確認できた。これは, EHI を用いる場合でも, CAPE と SReH を用いる場合においても同様である。</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>SReH 閾値 : 250 m²/s² CAPE 閾値 : 600 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 200 m²/s² CAPE 閾値 : 550 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 300 m²/s² CAPE 閾値 : 550 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 200 m²/s² CAPE 閾値 : 650 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 300 m²/s² CAPE 閾値 : 650 J/kg</p> <p>図 E-4 同時超過頻度分布 (寒候期, 単位は %)</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>参考文献</p> <p>Bosart, L. F., A. Seimon, K. D. LaPenta, M. J. Dickinson, 2006: Supercell tornadogenesis over complex terrain: The Great Barrington, Massachusetts, Tornado on 29 May 1995. <i>Wea. Forecasting</i>, 21, 897-922.</p> <p>Browning, K. A., 1964: Airflow and precipitation trajectories within severe local storms which travel to the right of the winds. <i>J. Atmos. Res.</i>, 21, 634-639.</p> <p>Bunkers, M. J., B. A. Klimowski, J. W. Zeitler, R. L. Thompson, and M. L. Weisman, 2000: Predicting supercell motion using a new hodograph technique. <i>Wea. Forecasting</i>, 15, 61-79.</p> <p>Davis-Jones, R., D. Burgess, and M. Foster, 1990: Test of helicity as a tornado forecast parameter. 16th Conf. on Severe Local Storms, Kananaskis Park, AB., Canada, <i>Amer. Meteor. Soc.</i>, 588-592.</p> <p>Dudhia, J., 1993: A nonhydrostatic version of the Penn State-NCAR mesoscale model: validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 121, 1493-1513.</p> <p>Fujita, T. T., 1981: Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scale. <i>J. Atmos. Sci.</i>, 38, 1511-1534.</p> <p>Moncrieff, M., and M. J. Miller, 1976: The dynamics and simulation of tropical cumulonimbus and squall lines. <i>Quart. J. Roy. Meteor. Soc.</i>, 102, 373-394.</p> <p>Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 Reanalysis. <i>J. Meteor. Soc. Japan</i>, 85, 369-432.</p> <p>Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes. <i>Bull. Amer. Meteorol. Soc.</i>, 56, 527-530.</p> <p>Rasmussen, E. N., and D. Blanchard, 1998: A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters. <i>Wea. Forecasting</i>, 13, 1148-1164.</p> <p>Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, W. Wang, and J. G. Powers: A description of the advanced research WRF version 2. <i>NCAR Tech. Note</i>, NCAR/TN-468+STR,</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>88 pp. , 2005.</p> <p>飯塚義浩, 加治屋秋実, 2011: 数値予報資料から求めた竜巻に関連する大気環境指数の統計的検証. 天気, 58, 19-30.</p> <p>大野久雄, 2001: 雷雨とメソ気象. 東京堂出版, pp. 309.</p> <p>加藤輝之, 2008a: 竜巻発生環境場に関する研究 (I) - 竜巻をもたらす発生環境に関する統計的研究 -, 平成 19 年度科学技術振興調整費 重要政策課題への機動的対応の推進, 6-12.</p> <p>加藤輝之, 2008b: スーパーセルに伴う竜巻の発生機構の研究 (III) - 2006 年の佐呂間竜巻に対する解析 -, 平成 19 年度科学技術振興調整費 重要政策課題への機動的対応の推進, 39-44.</p> <p>杉本聡一郎, 野原大輔, 平口博丸, 2014: 突風関連指数を用いた大きな竜巻の発生環境場の地域性に関する検討, 日本気象学会 2014 年度春季大会講演予稿集, 420.</p> <p>村松貴有, 加藤輝之, 佐々木秀孝, 2013: 水平 5km 地域気候モデルに基づく日本域竜巻発生環境場の将来予測. 2013 年度気象学会秋季大会予稿集, 62.</p> <p>瀧下洋一, 2011: 竜巻発生確度ナウキャスト・竜巻注意情報について - 突風に関する防災気象情報の改善 -. 測候時報, 78, 57-93.</p> <p>橋本篤, 平口博丸, 豊田康嗣, 中屋耕, 2011: 温暖化に伴う日本の気候変化予測 (その 1) - 気象予測・解析システム NuWFAS の長期気候予測への適用性評価 -. 電力中央研究所報告 N10044, 22pp.</p> <p>橋本篤, 平口博丸, 田村英寿, 服部康男, 松梨史郎, 2013: 領域気候モデルを用いた過去 53 年間の気象・気候再現. 電力中央研究所報告, N13004, 18 pp.</p> <p>山澤弘実, 茅野政道, 永井晴康, 古野朗子, 1997: 緊急時環境線量情報予測システム (世界版) WSPEEDI の開発と検証. 日本原子力学会誌, 39, 881-892.</p> <p>吉崎正憲, 加藤輝之, 2007: 豪雨・豪雪の気象学. 朝倉書店, pp. 187.</p>	

竜巻検討地域において発生した竜巻

竜巻検討地域において1961年から2012年6月に発生した竜巻の一覧を下表に示す。

No.	発生日時	発生位置経度	発生位置緯度	Fスケール	現象区別
001	1962年09月28日14時20分	45度13分30秒	141度15分25秒	(F2)	竜巻
002	1965年09月30日02時35分	39度44分33秒	140度4分46秒	F1	竜巻
003	1965年09月30日03時00分	39度19分29秒	140度0分10秒	F0~F1	竜巻又はダウンバースト
004	1968年01月08日09時50分	37度13分48秒	138度19分22秒	F1	竜巻
005	1969年06月22日09時00分	34度37分30秒	131度36分10秒	F1	竜巻
006	1969年11月18日07時08分	38度54分31秒	139度50分7秒	F1	竜巻
007	1971年02月01日00時20分	36度41分10秒	136度40分30秒	F1	竜巻
008	1971年10月17日05時00分	44度21分23秒	141度41分30秒	(F2)	竜巻
009	1971年10月17日05時00分	44度21分23秒	141度41分30秒	F0~F1	竜巻
010	1972年11月21日17時05分	36度53分27秒	137度24分57秒	F1	竜巻
011	1973年05月21日16時30分	36度49分56秒	136度44分45秒	F0~F1	竜巻
012	1973年09月27日23時00分	45度26分20秒	141度2分10秒	F1	竜巻
013	1973年10月22日13時20分	39度41分41秒	140度4分20秒	F1	竜巻
014	1974年08月08日05時05分	40度16分53秒	140度3分24秒	F0~F1	竜巻
015	1974年10月03日19時05分	42度11分20秒	139度31分0秒	(F1~F2)	竜巻
016	1974年10月20日15時00分	41度47分45秒	140度7分47秒	(F1~F2)	竜巻
017	1975年05月31日18時10分	35度25分57秒	132度37分42秒	(F2)	竜巻
018	1975年05月31日18時10分	35度26分6秒	132度37分57秒	F0~F1	竜巻
019	1975年05月31日18時40分	35度25分8秒	132度37分54秒	F0~F1	竜巻
020	1975年09月08日01時30分	42度12分52秒	139度32分58秒	(F1~F2)	竜巻
021	1977年01月13日01時30分	36度34分57秒	136度34分57秒	F0~F1	竜巻
022	1978年08月14日10時40分	45度5分0秒	141度38分0秒	不明	竜巻
023	1979年10月31日13時00分	37度8分21秒	136度41分22秒	F0~F1	竜巻
024	1979年11月02日01時58分	41度30分57秒	140度1分6秒	(F2)	竜巻
025	1984年11月19日22時00分	35度26分41秒	133度19分22秒	F1	竜巻
026	1987年01月11日01時32分	40度2分27秒	139度56分19秒	F0~F1	竜巻
027	1987年01月11日02時00分	40度6分9秒	139度57分57秒	F1	竜巻
028	1989年03月16日19時20分	35度24分0秒	132度40分0秒	(F2)	竜巻
029	1990年04月06日02時55分	37度12分10秒	136度40分56秒	F2	竜巻
030	1991年01月13日14時48分	38度1分25秒	138度12分20秒	不明	竜巻
031	1991年02月15日11時00分	35度33分54秒	135度52分53秒	F1	竜巻
032	1991年09月17日08時50分	42度49分12秒	140度12分50秒	不明	竜巻
033	1991年12月11日20時10分	26度35分59秒	136度38分0秒	F1	竜巻
034	1992年09月13日08時50分	45度26分50秒	141度40分0秒	不明	竜巻
035	1992年09月17日09時05分	43度50分50秒	141度29分55秒	F1	竜巻
036	1992年09月17日09時05分	43度50分50秒	141度29分55秒	不明	竜巻
037	1993年09月26日15時52分	43度57分17秒	141度36分54秒	不明	竜巻
038	1993年10月17日09時30分	36度55分0秒	136度43分51秒	不明	竜巻
039	1993年10月23日17時00分	38度5分30秒	138度12分30秒	不明	竜巻
040	1993年11月24日13時50分	37度13分27秒	138度12分49秒	不明	竜巻
041	1994年03月26日11時40分	38度48分32秒	139度46分19秒	F1	竜巻
042	1994年09月01日16時00分	37度59分6秒	139度2分56秒	不明	竜巻
043	1995年12月01日13時51分	36度26分13秒	136度25分3秒	不明	竜巻
044	1996年09月05日10時20分	39度15分18秒	139度54分1秒	不明	竜巻
045	1996年10月08日23時07分	44度43分7秒	141度48分15秒	F1	竜巻
046	1996年11月30日07時05分	37度23分39秒	138度34分14秒	F1	竜巻
047	1997年01月22日09時20分	37度54分58秒	139度2分0秒	F0	竜巻
048	1998年09月24日15時00分	35度38分26秒	134度55分31秒	不明	竜巻
049	1998年10月31日08時40分	37度19分6秒	136度42分10秒	不明	竜巻
050	1998年11月15日22時30分	38度56分40秒	139度49分22秒	F1	竜巻

【参考】 竜巻検討地域T Aにおいて発生した竜巻について

気象庁「竜巻等の突風データベース」をもとに、竜巻検討地域において、1961年～2012年6月に発生した竜巻の一覧を示す。

No.	現象区別	発生日時	発生場所						緯度	経度	F3相当
			都道府県	市町村	市町村	市町村	市町村	市町村			
1	竜巻	1999年09月24日11時07分	愛知県	豊橋市	豊橋市	豊橋市	豊橋市	豊橋市	137度23分5秒	34度42分4秒	F3相当
2	竜巻	1990年02月19日15時15分	鹿児島県	鹿儿岛県	鹿儿岛県	鹿儿岛県	鹿儿岛県	鹿儿岛県	130度16分35秒	31度15分38秒	F3相当
3	竜巻	1978年02月28日21時20分	神奈川県	川崎市	川崎市	川崎市	川崎市	川崎市	139度41分50秒	35度32分1秒	F3相当
4	竜巻	1969年12月07日18時00分	愛知県	豊橋市	豊橋市	豊橋市	豊橋市	豊橋市	137度22分46秒	34度45分4秒	F3相当
5	竜巻	1968年09月24日19時05分	宮崎県	宮崎県	宮崎県	宮崎県	宮崎県	宮崎県	131度32分8秒	32度7分16秒	F3相当
6	竜巻	1967年10月28日03時12分	千葉県	千葉県	千葉県	千葉県	千葉県	千葉県	140度43分10秒	35度42分3秒	F3相当
7	竜巻	2011年11月18日19時10分	大島郡	大島郡	大島郡	大島郡	大島郡	大島郡	128度55分58秒	27度49分44秒	F2相当
8	竜巻	2006年11月18日12時47分	名護市	名護市	名護市	名護市	名護市	名護市	128度2分42秒	26度31分18秒	F2相当

2.2 竜巻検討地域において発生した竜巻

1961年1月～2012年6月の51.5年間を対象として、竜巻検討地域において発生した竜巻及び竜巻検討地域外で発生して竜巻検討地域内に移動した竜巻の一覧を示す。

No.	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
001	1962年09月28日14時20分	45度13分30秒	141度15分25秒	(F2)	竜巻
002	1965年09月30日02時35分	39度44分33秒	140度4分46秒	F1	竜巻
003	1965年09月30日03時00分	39度19分29秒	140度0分10秒	F0~F1	竜巻またはダウンバースト
004	1968年01月08日09時50分	37度13分48秒	138度19分22秒	F1	竜巻
005	1969年06月22日09時00分	34度37分30秒	131度36分10秒	F1	竜巻
006	1969年11月18日07時08分	38度54分31秒	139度50分7秒	F1	竜巻
007	1971年02月01日00時20分	36度41分10秒	136度40分30秒	F1	竜巻
008	1971年10月17日05時00分	44度21分23秒	141度41分30秒	(F2)	竜巻
009	1971年10月17日05時00分	44度21分23秒	141度41分30秒	F0~F1	竜巻
010	1972年11月21日17時05分	36度53分27秒	137度24分57秒	F1	竜巻
011	1973年05月21日16時30分	36度49分56秒	136度44分45秒	F0~F1	竜巻
012	1973年09月27日23時00分	45度26分20秒	141度2分10秒	F1	竜巻
013	1973年10月22日13時20分	39度41分41秒	140度4分20秒	F1	竜巻
014	1974年08月08日05時05分	40度16分53秒	140度3分24秒	F0~F1	竜巻
015	1974年10月03日19時05分	42度11分20秒	139度31分0秒	(F1~F2)	竜巻
016	1974年10月20日15時00分	41度47分45秒	140度7分47秒	(F1~F2)	竜巻

・竜巻検討地域の違いによる相違

【東海第二】
島根2号炉は竜巻検討地域が異なるため、竜巻の記録が異なる。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

051	1999年10月08日09時30分	36度43分56秒	136度40分18秒	不明	竜巻
052	1999年10月29日21時25分	40度13分10秒	140度4分11秒	F0~F1	竜巻
053	1999年11月25日15時40分	40度20分50秒	140度1分37秒	(F1~F2)	竜巻
054	2000年07月25日06時20分	36度8分1秒	136度4分13秒	不明	竜巻
055	2000年07月25日06時30分	36度13分26秒	136度8分2秒	不明	竜巻
056	2001年06月01日13時20分	40度32分7秒	139度5分44秒	F1	竜巻
057	2001年06月19日14時50分	35度37分58秒	136度3分11秒	F1	竜巻
058	2002年09月23日14時30分	36度58分15秒	137度33分15秒	F0~F1	竜巻
059	2002年09月24日13時15分	39度30分6秒	140度4分56秒	F1	竜巻
060	2002年11月04日11時20分	36度21分14秒	136度19分32秒	F0	竜巻
061	2002年11月05日10時30分	35度38分15秒	135度56分16秒	不明	竜巻
062	2003年10月18日16時25分	36度11分51秒	136度7分2秒	不明	竜巻
063	2004年08月15日12時10分	45度27分22秒	141度2分1秒	F0未満	竜巻
064	2005年01月12日07時50分	35度32分0秒	134度3分30秒	不明	竜巻
065	2005年12月05日11時50分	35度23分26秒	132度42分50秒	F1	竜巻又はダウンバースト
066	2005年12月25日11時10分	38度51分16秒	139度47分16秒	F1	竜巻
067	2006年11月09日12時05分	42度3分41秒	139度26分50秒	F1	竜巻
068	2007年08月24日08時20分	38度47分10秒	139度42分0秒	不明	竜巻
069	2007年08月24日08時20分	38度47分10秒	139度42分0秒	不明	竜巻
070	2007年10月01日14時25分	43度23分4秒	140度26分30秒	不明	竜巻
071	2007年10月01日14時25分	43度17分8秒	140度20分16秒	不明	竜巻
072	2007年10月01日15時30分	42度26分26秒	139度47分30秒	不明	竜巻
073	2007年10月04日13時36分	44度53分4秒	141度17分0秒	不明	竜巻
074	2007年10月04日16時30分	42度27分15秒	139度50分20秒	不明	竜巻
075	2007年10月11日09時55分	40度47分21秒	140度7分54秒	不明	竜巻
076	2007年10月11日10時25分	40度47分21秒	140度7分54秒	不明	竜巻
077	2007年10月16日15時23分	35度36分35秒	133度5分10秒	不明	竜巻
078	2007年11月22日09時00分	36度54分32秒	137度24分56秒	不明	竜巻又は漏斗雲
079	2007年12月02日01時30分	38度54分26秒	139度50分18秒	F0	竜巻
080	2008年06月01日12時50分	40度23分20秒	139度58分55秒	不明	竜巻
081	2008年07月30日08時03分	35度34分20秒	134度13分5秒	不明	竜巻
082	2008年07月30日08時28分	35度33分5秒	134度10分56秒	不明	竜巻又は漏斗雲
083	2008年07月30日08時28分	35度33分5秒	134度10分56秒	不明	竜巻又は漏斗雲
084	2008年07月30日08時41分	35度33分36秒	134度11分26秒	不明	竜巻又は漏斗雲
085	2008年07月30日08時55分	35度34分48秒	134度9分30秒	不明	竜巻
086	2008年07月30日09時01分	35度34分16秒	134度9分26秒	不明	竜巻
087	2008年07月30日09時18分	35度34分6秒	134度8分16秒	不明	竜巻
088	2008年08月14日11時25分	38度55分10秒	139度48分31秒	不明	竜巻
089	2008年08月15日16時20分	35度30分51秒	133度59分38秒	F0以下	竜巻
090	2008年09月14日08時33分	45度28分53秒	141度50分14秒	不明	竜巻
091	2008年09月14日08時47分	45度29分22秒	141度37分30秒	不明	竜巻
092	2008年09月21日11時07分	38度28分16秒	139度28分39秒	不明	竜巻
093	2008年10月01日11時55分	40度1分15秒	139度45分45秒	不明	竜巻
094	2008年10月01日11時55分	40度0分37秒	139度44分9秒	不明	竜巻
095	2008年10月10日09時05分	39度47分5秒	140度0分55秒	不明	竜巻
096	2008年10月10日10時20分	39度44分36秒	140度0分23秒	不明	竜巻
097	2008年10月10日12時07分	39度40分20秒	140度1分7秒	不明	竜巻
098	2008年10月11日00時45分	41度51分4秒	138度7分37秒	F0	竜巻
099	2008年10月15日13時48分	37度51分36秒	138度54分57秒	不明	竜巻
100	2008年10月15日14時47分	38度40分48秒	139度34分48秒	不明	竜巻
101	2008年10月15日16時10分	38度22分2秒	139度26分44秒	不明	竜巻
102	2008年10月26日18時30分	37度56分11秒	139度6分24秒	F0	竜巻
103	2008年10月27日14時55分	36度9分11秒	136度4分16秒	不明	竜巻
104	2008年10月30日12時33分	35度32分51秒	134度12分26秒	不明	竜巻
105	2008年10月30日12時38分	35度35分1秒	134度17分35秒	F0	竜巻
106	2008年10月30日12時50分	35度34分34秒	134度16分10秒	不明	竜巻
107	2008年10月31日07時30分	37度7分33秒	136度42分25秒	不明	竜巻

東海第二発電所 (2018.9.18版)

No.	現象 区別	発生日時	発生場所												
			藤田 スケール	市町村	都道府県	経度	緯度	総観場	台風	日本海低気圧	気圧の谷	暖気の移流			
9	竜巻	2006年09月17日14時03分	F2	延岡市	宮崎県	32度41分1秒	131度41分1秒	32度32分39秒	136度40分18秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明
10	竜巻	2006年03月28日16時00分	F1~F2	串本町	和歌山県	33度45分0秒	135度45分0秒	33度25分0秒	140度4分11秒	F0~F1	不明	不明	不明	不明	不明
11	竜巻	2004年09月30日03時07分	F1~F2	大田区	東京都	35度47分41秒	139度47分41秒	35度31分59秒	140度1分37秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明
12	竜巻	2002年04月03日07時50分	F2	沖繩市	沖繩県	26度48分10秒	127度48分10秒	26度22分30秒	137度33分15秒	F0~F1	不明	不明	不明	不明	不明
13	竜巻	2000年09月11日17時55分	F2	南知多町	愛知県	34度53分35秒	136度53分35秒	34度43分12秒	139度5分44秒	F1	不明	不明	不明	不明	不明
14	竜巻	1999年09月24日12時10分	F2	小坂井町	愛知県	34度21分54秒	137度21分54秒	34度47分45秒	136度3分11秒	F1	不明	不明	不明	不明	不明
15	竜巻	1998年02月17日02時30分	F1~F2	久米島島島志川村	沖繩県	26度44分45秒	126度44分45秒	26度22分53秒	139度42分0秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明
16	竜巻	1997年03月29日12時00分	F2	糸濱市	沖繩県	26度34分34秒	127度39分34秒	26度6分1秒	139度26分50秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明
17	竜巻	1996年07月05日14時40分	F2	千葉市	千葉県	35度10分28秒	140度10分28秒	35度33分27秒	140度7分21秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明
18	竜巻	1994年08月20日10時18分	F2	伊良部町	沖繩県	24度13分4秒	125度13分4秒	24度48分34秒	137度2分11秒	F1	不明	不明	不明	不明	不明
19	竜巻	1993年09月03日20時22分	F2	吾川郡志川村	高知県	33度31分33秒	133度31分33秒	33度28分48秒	136度8分21秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明
20	竜巻	1991年04月07日00時05分	F1~F2	島尻郡志川村	沖繩県	26度44分48秒	126度44分48秒	26度20分48秒	135度56分16秒	不明	不明	不明	不明	不明	不明

島根原子力発電所 2号炉

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分	備考
018	1975年05月31日 18時10分	35度26分6秒	132度37分57秒	F0~F1	竜巻	
019	1975年05月31日 18時40分	35度25分8秒	132度37分53秒	F0~F1	竜巻	
020	1975年09月08日 01時30分	42度12分52秒	139度32分58秒	(F1~F2)	竜巻	
021	1977年01月13日 01時30分	36度34分5秒	136度34分0秒	F0~F1	竜巻	
022	1978年08月14日 10時40分	45度5分0秒	141度38分0秒	不明	竜巻	
023	1979年10月31日 13時00分	37度8分21秒	136度41分2秒	F0~F1	竜巻	
024	1979年11月02日 01時58分	41度30分7秒	140度1分6秒	(F2)	竜巻	
025	1984年11月19日 22時00分	35度26分4秒	133度19分22秒	F1	竜巻	
026	1987年01月11日 01時32分	40度2分27秒	139度56分19秒	F0~F1	竜巻	
027	1987年01月11日 02時00分	40度6分9秒	139度57分57秒	F1	竜巻	
028	1989年03月16日 19時20分	35度24分0秒	132度40分0秒	(F2)	竜巻	
029	1990年04月06日 02時55分	37度12分10秒	136度40分56秒	F2	竜巻	
030	1991年01月13日 14時48分	38度1分25秒	138度12分20秒	不明	竜巻	
031	1991年02月15日 11時00分	35度33分54秒	135度52分53秒	F1	竜巻	
032	1991年09月17日 08時50分	42度49分12秒	140度12分50秒	不明	竜巻	
033	1991年12月11日 20時10分	36度35分59秒	136度38分0秒	F1	竜巻	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

108	2008年11月02日16時20分	37度44分35秒	138度48分7秒	不明	竜巻
109	2008年11月19日08時36分	36度27分26秒	136度23分41秒	不明	竜巻又は漏斗雲
110	2008年11月19日11時45分	37度55分41秒	139度1分4秒	不明	竜巻
111	2008年11月20日08時30分	37度26分19秒	138度34分17秒	不明	竜巻
112	2008年11月20日08時40分	36度56分37秒	136度41分33秒	不明	竜巻
113	2008年11月20日08時42分	36度56分37秒	136度41分33秒	不明	竜巻
114	2008年11月20日08時42分	36度56分37秒	136度41分33秒	不明	竜巻
115	2008年11月20日09時40分	37度27分8秒	138度34分43秒	不明	竜巻
116	2008年11月20日10時00分	36度41分30秒	136度33分4秒	不明	竜巻又は漏斗雲
117	2008年11月23日10時20分	36度59分16秒	136度46分25秒	F0~F1	竜巻
118	2009年01月24日11時05分	42度5分27秒	139度23分57秒	不明	竜巻
119	2009年01月24日11時15分	42度0分27秒	139度27分46秒	不明	竜巻
120	2009年02月07日20時15分	39度41分6秒	140度5分11秒	F0	竜巻
121	2009年03月14日17時26分	35度35分53秒	134度13分28秒	不明	竜巻又は漏斗雲
122	2009年08月23日18時37分	38度36分36秒	139度34分27秒	不明	竜巻
123	2009年08月23日18時51分	38度37分26秒	139度35分7秒	不明	竜巻
124	2009年09月10日13時30分	37度25分26秒	138度32分38秒	不明	竜巻
125	2009年09月10日13時35分	37度25分26秒	138度32分38秒	不明	竜巻
126	2009年09月13日03時40分	38度34分7秒	139度33分9秒	F0	竜巻
127	2009年10月04日12時50分	39度39分55秒	140度4分26秒	不明	竜巻
128	2009年10月27日13時10分	37度2分7秒	137度49分14秒	不明	竜巻
129	2009年10月30日07時26分	40度30分18秒	139度59分57秒	F0	竜巻
130	2009年10月30日09時20分	40度9分56秒	140度0分26秒	F1	竜巻
131	2009年11月03日06時25分	36度52分52秒	137度21分58秒	不明	竜巻又は漏斗雲
132	2009年11月03日06時37分	36度54分8秒	137度22分38秒	不明	竜巻
133	2009年11月03日06時38分	36度54分8秒	137度22分38秒	不明	竜巻
134	2009年11月03日06時39分	36度53分27秒	137度22分38秒	不明	竜巻
135	2009年11月03日06時43分	36度54分56秒	137度23分51秒	不明	竜巻
136	2009年12月18日02時00分	36度34分20秒	136度33分53秒	F0	竜巻
137	2009年12月18日11時03分	35度34分22秒	134度14分26秒	不明	竜巻又は漏斗雲
138	2010年08月25日12時30分	43度57分25秒	141度35分10秒	不明	竜巻
139	2010年08月25日13時05分	43度59分0秒	141度39分15秒	F0未満	竜巻
140	2010年09月07日03時45分	39度46分12秒	140度3分59秒	F0	竜巻
141	2010年09月16日14時30分	35度37分0秒	134度24分5秒	不明	竜巻
142	2010年09月17日10時45分	37度38分56秒	138度44分42秒	不明	竜巻
143	2010年09月17日10時55分	37度38分3秒	138度45分37秒	F0以下	竜巻
144	2010年10月15日04時30分	37度10分5秒	136度40分32秒	F0	竜巻
145	2010年10月15日17時00分	38度3分23秒	139度19分23秒	F0	竜巻
146	2010年10月15日17時05分	38度4分24秒	139度21分9秒	F1	竜巻
147	2010年10月17日12時40分	40度22分52秒	139度59分42秒	F0	竜巻
148	2010年10月17日13時20分	39度51分14秒	140度1分32秒	F0	竜巻
149	2010年10月26日07時00分	43度24分30秒	141度22分0秒	不明	竜巻
150	2010年10月26日07時05分	43度24分30秒	141度19分0秒	不明	竜巻
151	2010年10月26日07時05分	43度8分28秒	140度23分6秒	不明	竜巻
152	2010年10月26日07時10分	43度23分10秒	141度25分50秒	F0未満	竜巻
153	2010年10月26日07時10分	43度24分0秒	141度24分40秒	不明	竜巻
154	2010年10月26日07時38分	43度22分30秒	141度24分15秒	不明	竜巻
155	2010年10月26日08時10分	43度8分38秒	140度23分6秒	不明	竜巻
156	2010年10月26日15時50分	41度51分39秒	140度6分25秒	不明	竜巻
157	2010年11月12日13時15分	40度19分0秒	140度1分47秒	F0	竜巻
158	2010年11月29日09時20分	37度0分3秒	136度46分18秒	F0	竜巻
159	2010年11月29日12時18分	36度15分21秒	136度6分51秒	不明	竜巻又は漏斗雲
160	2010年11月29日12時24分	36度15分23秒	136度6分59秒	不明	竜巻
161	2010年11月29日12時25分	36度15分17秒	136度6分37秒	不明	竜巻
162	2010年12月03日15時30分	37度50分58秒	138度55分4秒	F0	竜巻
163	2010年12月03日15時36分	37度52分15秒	138度58分57秒	F0未満	竜巻
164	2010年12月03日15時45分	37度53分11秒	139度2分24秒	F1	竜巻

東海第二発電所 (2018.9.18版)

No.	現象 区別	発生日時	発生場所														
			緯度	経度	都道府県	市町村	スケール	気象の移流									
21	竜巻	1991年04月07日00時03分	26度20分46秒	126度44分22秒	沖縄県	高良郡具志川村	F2	寒冷前線									
22	竜巻	1990年12月11日17時47分	35度5分14秒	140度2分10秒	千葉県	鴨川市	F2	気圧の谷 雷雨(熱雷を除く)									
23	竜巻	1990年04月03日22時15分	26度27分23秒	127度51分52秒	沖縄県	国頭郡金武町	F2	寒冷前線									
24	竜巻	1989年07月04日16時15分	26度18分50秒	127度50分6秒	沖縄県	沖縄市	F2	停滞前線 暖気の移流									
25	竜巻	1987年01月05日07時55分	26度19分43秒	127度52分13秒	沖縄県	勝連町	F2	寒冷前線									
26	竜巻	1985年09月28日13時55分	31度17分3秒	130度20分20秒	鹿児島県	枕崎市	F1~F2	東シベ利亚気圧									
27	竜巻	1985年08月31日05時30分	32度23分39秒	131度38分14秒	宮崎県	日向市	F1~F2	台風									
28	竜巻	1983年09月25日15時00分	26度55分34秒	127度56分53秒	沖縄県	伊是名村	F2	台風									
29	竜巻	1979年05月27日12時25分	36度14分50秒	140度33分0秒	茨城県	鹿島郡堀村	F1~F2	気圧の谷 寒気の移流 雷雨(熱雷を除く)									
30	竜巻	1975年02月15日16時20分	34度45分10秒	139度21分13秒	東京都	大島町	F1~F2	季節風									
31	竜巻	1975年02月06日07時00分	27度41分20秒	128度55分18秒	鹿児島県	鹿儿岛郡伊仙町	F2	南岸低気圧									
32	竜巻	1974年07月08日03時30分	34度37分24秒	138度8分7秒	静岡県	小笠原郡岡町	F1~F2	台風									

島根原子力発電所 2号炉

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分	備考
035	1992年09月17日 09時05分	43度50分50秒	141度29分55秒	F1	竜巻	
036	1992年09月17日 09時05分	43度50分50秒	141度29分55秒	不明	竜巻	
037	1993年09月26日 15時52分	43度57分17秒	141度36分54秒	不明	竜巻	
038	1993年10月17日 09時30分	36度55分9秒	136度43分51秒	不明	竜巻	
039	1993年10月23日 17時00分	38度5分30秒	138度12分30秒	不明	竜巻	
040	1993年11月24日 13時50分	37度13分27秒	138度12分49秒	不明	竜巻	
041	1994年03月26日 11時40分	38度48分32秒	139度46分19秒	F1	竜巻	
042	1994年09月01日 16時00分	37度59分6秒	139度2分56秒	不明	竜巻	
043	1995年12月01日 12時51分	36度26分13秒	136度25分3秒	不明	竜巻	
044	1996年09月05日 10時20分	39度15分18秒	139度54分1秒	不明	竜巻	
045	1996年10月08日 23時07分	44度43分7秒	141度48分15秒	F1	竜巻	
046	1996年11月30日 07時05分	37度23分39秒	138度34分14秒	F1	竜巻	
047	1997年01月22日 09時20分	37度54分58秒	139度2分0秒	F0	竜巻	
048	1998年09月24日 15時00分	35度38分26秒	134度55分31秒	不明	竜巻	
049	1998年10月31日 08時40分	37度19分6秒	136度42分10秒	不明	竜巻	
050	1998年11月15日 22時30分	38度56分40秒	139度49分22秒	F1	竜巻	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

165	2010年12月09日17時10分	37度12分36秒	138度18分7秒	F0~F1	竜巻
166	2010年12月15日07時56分	36度51分20秒	137度23分5秒	不明	竜巻
167	2010年12月16日08時00分	38度2分43秒	138度37分10秒	不明	竜巻
168	2010年12月17日10時20分	42度52分12秒	140度18分46秒	不明	竜巻
169	2010年12月18日07時18分	35度34分17秒	134度10分6秒	不明	竜巻又は漏斗雲
170	2010年12月24日15時57分	35度34分17秒	134度10分4秒	不明	竜巻
171	2010年12月27日01時30分	37度1分3秒	136度44分37秒	F0	竜巻
172	2010年12月29日13時50分	35度46分56秒	135度14分0秒	不明	竜巻
173	2010年12月29日14時00分	35度46分54秒	135度12分6秒	不明	竜巻
174	2011年01月03日14時52分	38度3分48秒	139度16分7秒	不明	竜巻
175	2011年03月09日11時30分	36度13分1秒	136度11分51秒	F0未満	竜巻又は漏斗雲
176	2011年03月09日17時25分	35度34分6秒	134度8分57秒	不明	竜巻
177	2011年03月31日09時50分	37度10分31秒	138度13分58秒	F0未満	竜巻又は漏斗雲
178	2011年08月13日17時32分	40度29分8秒	139度53分20秒	不明	竜巻
179	2011年08月20日18時30分	43度5分3秒	140度22分46秒	不明	竜巻
180	2011年08月20日18時40分	43度4分56秒	140度23分57秒	不明	竜巻
181	2011年08月20日18時45分	43度4分52秒	140度24分37秒	不明	竜巻
182	2011年08月22日12時05分	45度19分0秒	140度58分47秒	不明	竜巻又は漏斗雲
183	2011年09月20日05時50分	45度25分27秒	141度41分35秒	不明	竜巻
184	2011年11月15日16時10分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
185	2011年11月15日16時12分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
186	2011年11月15日16時14分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
187	2011年11月15日16時15分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
188	2011年11月15日16時20分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
189	2011年11月24日12時10分	36度56分25秒	137度23分30秒	不明	竜巻又は漏斗雲
190	2011年11月25日06時27分	36度53分45秒	137度23分0秒	不明	竜巻又は漏斗雲
191	2011年12月24日12時10分	36度48分30秒	136度42分0秒	不明	竜巻
192	2012年02月01日04時15分	35度21分11秒	132度40分40秒	F0	竜巻

気象庁 「竜巻等の突風データベース」より作成

東海第二発電所 (2018.9.18版)

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				緯度	経度	市町村	藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村					
33	竜巻	1974年07月06日16時40分	33度32分4秒	133度38分30秒	高知県	南州市	F1~F2	台風	暖気の移流		
34	竜巻	1972年06月06日20時30分	26度5分30秒	127度41分48秒	沖縄県	糸満市	F1~F2	台風	東シベ利亚気圧 暖気の移流		
35	竜巻	1971年08月31日09時00分	35度37分14秒	140度5分3秒	千葉県	千葉市	F2	台風			
36	竜巻	1969年08月23日10時15分	35度5分48秒	140度6分29秒	千葉県	鴨川町	F1~F2	台風			
37	竜巻	1968年09月24日19時20分	32度6分44秒	131度31分52秒	宮崎県	高鍋町	F2	台風			
38	竜巻	1968年09月24日17時25分	32度5分16秒	131度31分16秒	宮崎県	高鍋町	F2	台風			
39	竜巻	1968年08月28日12時30分	33度32分0秒	133度39分0秒	高知県	南州市	F1~F2	台風			
40	竜巻	1967年10月28日02時05分	35度7分6秒	140度7分22秒	千葉県	鴨川町	F2	台風			
41	竜巻	1967年03月23日15時04分	35度43分50秒	140度50分6秒	千葉県	鎌子市	F1~F2	寒冷前線			
42	竜巻	1965年10月14日21時40分	35度35分20秒	139度42分40秒	東京都	大田区	F1~F2	温暖前線			
43	竜巻	1964年01月17日15時40分	33度4分2秒	139度48分26秒	東京都	八丈町	F2	南岸低気圧			
44	竜巻	1962年12月30日08時25分	34度39分7秒	138度4分21秒	静岡県	千原村	F1~F2	二つ玉低気圧	温暖前線		

島根原子力発電所 2号炉

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分	備考
052	1999年10月29日 21時25分	40度13分10秒	140度4分11秒	F0~F1	竜巻	
053	1999年11月25日 15時40分	40度20分50秒	140度1分37秒	(F1~F2)	竜巻	
054	2000年07月25日 06時20分	36度8分1秒	136度4分13秒	不明	竜巻	
055	2000年07月25日 06時30分	36度13分26秒	136度8分2秒	不明	竜巻	
056	2001年06月01日 13時20分	40度32分7秒	139度56分44秒	F1	竜巻	
057	2001年06月19日 14時50分	35度37分58秒	136度3分11秒	F1	竜巻	
058	2002年09月23日 14時30分	36度58分15秒	137度33分15秒	F0~F1	竜巻	
059	2002年09月24日 13時15分	39度30分6秒	140度4分56秒	F1	竜巻	
060	2002年11月04日 11時20分	36度21分14秒	136度19分32秒	F0	竜巻	
061	2002年11月05日 10時30分	35度38分45秒	135度56分16秒	不明	竜巻	
062	2003年10月18日 16時25分	36度11分51秒	136度7分2秒	不明	竜巻	
063	2004年08月15日 12時10分	45度27分22秒	141度2分1秒	F0未満	竜巻	
064	2005年01月12日 07時50分	35度32分0秒	134度3分30秒	不明	竜巻	
065	2005年12月05日 11時50分	35度23分26秒	132度42分50秒	F1	竜巻またはダウンバースト	
066	2005年12月25日 19時10分	38度51分16秒	139度47分16秒	F1	竜巻	
067	2006年11月09日 12時05分	42度3分31秒	139度26分50秒	F1	竜巻	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
45	竜巻	1962年08月26日08時25分	34度35分43秒	138度13分29秒	静岡県 藤原郡御前崎町	F1~F2	台風
46	竜巻	1962年08月26日04時00分	34度38分49秒	137度46分34秒	静岡県 浜松市	F2	台風
47	竜巻	1962年07月02日14時30分	35度56分50秒	140度30分20秒	茨城県	F2	温暖前線 梅雨前線 局地性じょう乱
FI相当							
48	竜巻	2011年05月28日05時00分	24度22分21秒	124度12分54秒	神奈川 石垣市	F1	台風
49	竜巻	2010年12月03日07時30分	35度18分16秒	139度33分4秒	神奈川県 鎌倉市	F0~F1	日本海低気圧 暖気の移流
50	竜巻	2009年10月08日04時30分	35度32分42秒	140度27分43秒	千葉県 山武郡九十九里町	F1	台風 暖気の移流
51	竜巻	2008年12月05日15時30分	35度36分28秒	139度42分37秒	東京都 品川区	F1	寒冷前線
52	竜巻	2008年10月24日02時30分	34度15分5秒	136度49分44秒	三重県 志摩市	F1	南岸低気圧
53	竜巻	2008年10月07日14時30分	26度35分41秒	127度57分31秒	神奈川 名護市	F0~F1	停滞前線
54	竜巻	2008年03月27日19時00分	31度27分51秒	130度41分52秒	鹿児島 垂水市	F1	東シベ低気圧
55	竜巻	2008年03月27日17時20分	31度45分23秒	130度11分54秒	鹿児島 いちき串木野市	F1	東シベ低気圧

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
068	2007年08月24日 08時20分	38度47分40秒	139度42分0秒	不明	竜巻
069	2007年08月24日 08時20分	38度47分40秒	139度42分0秒	不明	竜巻
070	2007年10月01日 14時25分	43度23分0秒	140度26分30秒	不明	竜巻
071	2007年10月01日 14時27分	43度17分8秒	140度20分16秒	不明	竜巻
072	2007年10月01日 15時30分	42度26分26秒	139度47分30秒	不明	竜巻
073	2007年10月04日 13時36分	44度53分0秒	141度41分0秒	不明	竜巻
074	2007年10月04日 16時30分	42度27分15秒	139度50分20秒	不明	竜巻
075	2007年10月11日 09時55分	40度47分21秒	140度7分54秒	不明	竜巻
076	2007年10月11日 10時25分	40度47分21秒	140度7分54秒	不明	竜巻
077	2007年10月16日 15時23分	35度36分35秒	133度5分10秒	不明	竜巻
078	2007年11月22日 09時00分	36度54分32秒	137度24分56秒	不明	竜巻または 漏斗雲
079	2007年12月02日 01時30分	38度54分26秒	139度50分18秒	F0	竜巻
080	2008年06月01日 12時50分	40度23分20秒	139度58分55秒	不明	竜巻
081	2008年07月30日 08時03分	35度34分20秒	134度13分5秒	不明	竜巻
082	2008年07月30日 08時28分	35度33分5秒	134度10分56秒	不明	竜巻または 漏斗雲
083	2008年07月30日 08時28分	35度33分5秒	134度10分56秒	不明	竜巻または 漏斗雲
084	2008年07月30日 08時41分	35度33分36秒	134度11分26秒	不明	竜巻または 漏斗雲

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
56	竜巻	2007年04月18日07時55分	24度44分21秒	125度15分48秒	沖繩県 宮古島市	F1	寒冷前線
57	竜巻	2007年03月15日14時55分	26度21分50秒	127度44分22秒	沖繩県 中頭郡読谷村	F1	気圧の谷 暖気の移流
58	竜巻	2007年02月14日15時40分	33度48分53秒	135度12分8秒	和歌山県 日高郡印南町	F1	日本海低気圧 寒冷前線
59	竜巻	2007年02月14日06時20分	26度13分30秒	127度18分12秒	沖繩県 島尻郡座間味村	F0~F1	寒冷前線 暖気の移流
60	竜巻	2006年11月26日15時35分	32度47分5秒	132度51分31秒	高知県 土佐清水市	F1	南岸低気圧 暖気の移流
61	竜巻	2006年11月22日13時00分	26度37分48秒	128度12分54秒	沖繩県 東村	F1	停滞前線 暖気の移流
62	竜巻	2006年09月17日13時30分	32度20分17秒	131度37分10秒	宮崎県 日向市	F1	台風
63	竜巻	2006年09月17日12時10分	31度34分15秒	131度24分8秒	宮崎県 日南市	F1	台風
64	竜巻	2006年04月20日12時10分	35度21分15秒	139度28分50秒	神奈川県 藤沢市	F1	寒冷前線
65	竜巻	2006年01月19日19時10分	28度8分35秒	129度18分56秒	鹿児島県 瀬戸内町	F1	停滞前線
66	竜巻	2005年09月05日10時10分	31度56分25秒	131度27分29秒	宮崎県 宮崎市	F1	台風
67	竜巻	2005年05月01日15時00分	33度33分45秒	133度36分20秒	高知県 高知市	F0~F1	その他(低気圧) 暖気の移流

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
085	2008年07月30日 08時55分	35度34分48秒	134度9分30秒	不明	竜巻
086	2008年07月30日 09時01分	35度34分16秒	134度9分26秒	不明	竜巻
087	2008年07月30日 09時18分	35度34分6秒	134度8分16秒	不明	竜巻
088	2008年08月14日 11時25分	38度55分10秒	139度48分31秒	不明	竜巻
089	2008年08月15日 16時20分	35度30分51秒	133度59分38秒	F0以下	竜巻
090	2008年09月14日 08時33分	45度28分53秒	141度50分14秒	不明	竜巻
091	2008年09月14日 08時47分	45度29分22秒	141度37分30秒	不明	竜巻
092	2008年09月21日 11時07分	38度28分16秒	139度28分39秒	不明	竜巻
093	2008年10月01日 11時55分	40度1分15秒	139度45分45秒	不明	竜巻
094	2008年10月01日 11時55分	40度0分37秒	139度44分9秒	不明	竜巻
095	2008年10月10日 09時05分	39度47分5秒	140度0分55秒	不明	竜巻
096	2008年10月10日 10時20分	39度44分36秒	140度0分23秒	不明	竜巻
097	2008年10月10日 12時07分	39度40分20秒	140度1分7秒	不明	竜巻
098	2008年10月11日 00時45分	41度51分7秒	140度7分37秒	F0	竜巻
099	2008年10月15日 13時48分	37度51分36秒	138度54分57秒	F0	竜巻
100	2008年10月15日 14時47分	38度40分48秒	139度34分48秒	不明	竜巻
101	2008年10月15日 16時10分	38度22分2秒	139度26分44秒	不明	竜巻

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
68	竜巻	2005年01月27日17時00分	26度21分53秒	127度44分16秒	沖縄県	読谷村	寒冷前線 暖気の移流	
69	竜巻	2004年09月29日23時01分	34度40分30秒	137度27分0秒	愛知県	豊橋市	台風	
70	竜巻	2004年09月27日20時50分	26度41分44秒	128度1分10秒	沖縄県	今帰仁村	台風	
71	竜巻	2004年09月27日20時30分	26度31分11秒	128度1分7秒	沖縄県	名護市	台風	
72	竜巻	2003年10月12日10時00分	33度30分0秒	133度50分0秒	高知県	安芸市	停滞前線 暖気の移流	
73	竜巻	2003年09月12日13時00分	33度29分29秒	133度33分34秒	高知県	高知市	暖気の移流	
74	竜巻	2003年08月08日07時20分	32度19分3秒	131度35分52秒	宮崎県	日向市	台風	
75	竜巻	2003年08月08日01時40分	31度36分36秒	131度25分37秒	宮崎県	日南市	台風	
76	竜巻	2003年06月19日09時00分	32度28分32秒	131度39分29秒	宮崎県	東臼杵郡門川町	台風	
77	竜巻	2002年12月16日18時10分	33度16分14秒	134度9分40秒	高知県	室戸市	日本海低気圧 暖気の移流	
78	竜巻	2002年10月07日03時50分	35度14分40秒	139度39分50秒	神奈川県	横浜賀市	日本海低気圧 雷雨(熱雷を除く) 暖気の移流	
79	竜巻	2002年10月07日03時05分	34度47分1秒	139度21分11秒	東京都	大島町	日本海低気圧	

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
102	2008年10月26日 18時30分	37度56分11秒	139度6分24秒	F0	竜巻
103	2008年10月27日 14時55分	36度9分11秒	136度4分16秒	不明	竜巻
104	2008年10月30日 12時33分	35度32分51秒	134度12分26秒	不明	竜巻
105	2008年10月30日 12時38分	35度35分1秒	134度17分35秒	F0	竜巻
106	2008年10月30日 12時50分	35度34分34秒	134度16分10秒	不明	竜巻
107	2008年10月31日 07時30分	37度7分33秒	136度42分25秒	不明	竜巻
108	2008年11月02日 16時20分	37度44分35秒	138度48分7秒	不明	竜巻
109	2008年11月19日 08時36分	36度27分26秒	136度23分41秒	不明	竜巻または 漏斗雲
110	2008年11月19日 11時45分	37度55分41秒	139度1分4秒	不明	竜巻
111	2008年11月20日 08時30分	37度26分19秒	138度34分17秒	不明	竜巻
112	2008年11月20日 08時40分	36度56分37秒	136度44分33秒	不明	竜巻
113	2008年11月20日 08時42分	36度56分37秒	136度44分33秒	不明	竜巻
114	2008年11月20日 08時42分	36度56分37秒	136度44分33秒	不明	竜巻
115	2008年11月20日 09時40分	37度27分8秒	138度34分43秒	不明	竜巻
116	2008年11月20日 10時00分	36度41分30秒	136度33分4秒	不明	竜巻または 漏斗雲
117	2008年11月23日 10時20分	36度59分16秒	136度46分25秒	F0~F1	竜巻
118	2009年01月24日 11時05分	42度5分27秒	139度23分57秒	不明	竜巻

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	市町村		
80	竜巻または F1/F0/F1	2002年10月06日22時38分	34度43分13秒	136度53分46秒	愛知県 南知多町	F1	二つ玉低気圧
81	竜巻	2002年10月06日14時50分	31度33分38秒	130度37分11秒	鹿児島県 鹿児島市	F1	寒冷前線
82	竜巻	2002年01月21日12時15分	34度38分57秒	137度19分36秒	愛知県 田原町	F1	二つ玉低気圧 温暖前線 暖気の移流
83	竜巻	2001年10月01日07時00分	33度45分36秒	135度18分50秒	和歌山県 南部町	F0~F1	日本海低気圧 暖気の移流
84	竜巻	2000年12月25日13時37分	34度45分0秒	139度17分30秒	東京都 大島町	F1	寒気の移流
85	竜巻	2000年09月11日08時10分	33度40分33秒	135度58分23秒	和歌山県 新宮市	F0~F1	台風 停滞前線 暖気の移流
86	竜巻	1999年11月15日05時07分	32度59分12秒	132度59分51秒	高知県 大方町	F0~F1	日本海低気圧 寒気の移流
87	竜巻	1999年11月01日07時00分	34度50分36秒	137度1分59秒	愛知県 西尾市	F1	日本海低気圧
88	竜巻	1999年10月27日21時00分	36度39分54秒	140度42分59秒	茨城県 多賀郡十王町	F1	南岸低気圧
89	竜巻	1999年09月24日12時51分	35度1分16秒	136度47分45秒	愛知県 海部郡弥富町	F1	台風
90	竜巻	1999年09月24日11時56分	34度49分24秒	137度13分7秒	愛知県 蒲郡市	F1	台風
91	竜巻	1999年09月24日03時00分	33度31分27秒	133度37分17秒	高知県 南国市	F1	台風 暖気の移流

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
119	2009年01月24日 11時15分	42度0分27秒	139度27分46秒	不明	竜巻
120	2009年02月07日 20時15分	39度41分6秒	140度5分11秒	F0	竜巻
121	2009年03月14日 17時26分	35度35分53秒	134度13分28秒	不明	竜巻または 漏斗雲
122	2009年08月23日 18時37分	38度36分36秒	139度34分27秒	不明	竜巻
123	2009年08月23日 18時51分	38度37分26秒	139度35分7秒	不明	竜巻
124	2009年09月10日 13時30分	37度25分26秒	138度32分38秒	不明	竜巻
125	2009年09月10日 13時35分	37度25分26秒	138度32分38秒	不明	竜巻
126	2009年09月13日 03時40分	38度34分7秒	139度33分9秒	F0	竜巻
127	2009年10月04日 12時50分	39度39分55秒	140度4分26秒	不明	竜巻
128	2009年10月27日 13時10分	37度2分7秒	137度49分14秒	不明	竜巻
129	2009年10月30日 07時26分	40度30分18秒	139度59分57秒	F0	竜巻
130	2009年10月30日 09時20分	40度9分56秒	140度0分26秒	F1	竜巻
131	2009年11月03日 06時25分	36度52分52秒	137度21分58秒	不明	竜巻または 漏斗雲
132	2009年11月03日 06時37分	36度54分8秒	137度22分38秒	不明	竜巻
133	2009年11月03日 06時38分	36度54分8秒	137度22分38秒	不明	竜巻
134	2009年11月03日 06時39分	36度53分27秒	137度22分8秒	不明	竜巻
135	2009年11月03日 06時43分	36度54分56秒	137度23分51秒	不明	竜巻

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	観測場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
92	竜巻	1999年05月04日09時50分	34度37分5秒	137度12分46秒	愛知県	渥美郡赤羽根町	F1	日本海低気圧
93	竜巻	1999年04月10日16時00分	33度31分1秒	133度48分5秒	高知県	芸西村	F1	その他(低気圧) 気圧の谷
94	竜巻	1998年10月17日14時50分	32度10分10秒	131度32分0秒	宮崎県	児湯郡川南町	F0~F1	台風
95	竜巻	1998年09月18日16時02分	31度54分29秒	131度27分3秒	宮崎県	宮崎市	F1	台風
96	竜巻	1998年02月19日23時43分	25度49分1秒	131度13分45秒	沖縄県	南大東村	F1	その他(低気圧)
97	竜巻	1997年11月17日08時00分	33度6分0秒	139度46分40秒	東京都	八丈町	F1	温暖前線 暖気の移流
98	竜巻	1997年09月16日13時19分	33度32分50秒	133度40分27秒	高知県	南国市	F1	台風 暖気の移流
99	竜巻	1997年09月14日06時50分	30度33分13秒	131度0分20秒	鹿児島県	熊毛郡中種子町	F1	台風
100	竜巻	1997年04月07日17時20分	35度31分6秒	139度36分50秒	神奈川県	横浜市	F0~F1	雷雨(熱帯を除く)
101	竜巻	1996年07月01日06時10分	31度22分28秒	130度32分27秒	鹿児島県	喜入町	F1	停滞前線
102	竜巻	1996年03月30日05時30分	31度15分10秒	130度21分52秒	鹿児島県	枕崎市	F1	寒冷前線 日本海低気圧
103	竜巻	1995年09月23日09時05分	26度23分9秒	127度59分42秒	沖縄県	与那原町	F1	台風

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
136	2009年12月18日 02時00分	36度34分20秒	136度33分53秒	F0	竜巻
137	2009年12月18日 11時03分	35度34分22秒	134度14分26秒	不明	竜巻または 漏斗雲
138	2010年08月25日 12時30分	43度57分25秒	141度35分10秒	不明	竜巻
139	2010年08月25日 13時05分	43度59分0秒	141度39分15秒	F0未満	竜巻
140	2010年09月07日 03時45分	39度46分12秒	140度3分59秒	F0	竜巻
141	2010年09月16日 14時30分	35度37分0秒	134度24分5秒	不明	竜巻
142	2010年09月17日 10時45分	37度38分56秒	138度44分42秒	不明	竜巻
143	2010年09月17日 10時55分	37度38分3秒	138度45分37秒	F0以下	竜巻
144	2010年10月15日 04時30分	37度10分5秒	136度40分32秒	F0	竜巻
145	2010年10月15日 17時00分	38度3分23秒	139度19分23秒	F0	竜巻
146	2010年10月15日 17時05分	38度4分24秒	139度21分9秒	F1	竜巻
147	2010年10月17日 12時40分	40度22分52秒	139度59分42秒	F0	竜巻
148	2010年10月17日 13時20分	39度51分44秒	140度1分32秒	F0	竜巻
149	2010年10月26日 07時00分	43度24分30秒	141度22分0秒	不明	竜巻
150	2010年10月26日 07時05分	43度24分30秒	141度19分0秒	不明	竜巻
151	2010年10月26日 07時05分	43度8分28秒	140度23分6秒	不明	竜巻
152	2010年10月26日 07時10分	43度23分40秒	141度25分50秒	F0未満	竜巻

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	市町村		
104	竜巻	1994年10月12日10時22分	33度31分11秒	133度47分22秒	高知県 芸西村	F0~F1	日本海低気圧 暖気の移流
105	竜巻	1994年09月29日19時00分	34度40分56秒	137度34分8秒	静岡県 新居町	F0~F1	台風
106	竜巻	1994年09月29日17時35分	34度48分57秒	137度14分8秒	愛知県 蒲郡市	F1	台風
107	竜巻	1994年09月29日17時30分	34度40分50秒	137度21分30秒	愛知県 豊橋市	F1	台風
108	竜巻	1994年03月23日02時00分	27度40分14秒	128度58分4秒	鹿児島県 大島郡伊仙町	F0~F1	その他(低気圧)
109	竜巻	1993年12月01日01時10分	31度26分28秒	130度44分21秒	鹿児島県 垂水市	F1	寒冷前線
110	竜巻	1993年12月01日00時30分	31度15分5秒	130度26分26秒	鹿児島県 指宿郡頰柱町	F1	寒冷前線 暖気の移流
111	竜巻	1993年09月03日15時45分	32度30分31秒	131度40分30秒	宮城県 延岡市	F0~F1	台風
112	竜巻	1993年09月03日13時00分	32度49分23秒	132度56分45秒	高知県 土佐清水市	F1	台風
113	竜巻	1993年05月27日01時50分	26度13分56秒	127度45分8秒	沖縄県 西原町	F1	梅雨前線
114	竜巻	1992年09月22日10時00分	26度38分0秒	128度2分6秒	沖縄県 名護市	F1	台風
115	竜巻	1992年02月15日09時25分	26度21分36秒	126度43分31秒	沖縄県 島尻郡具志川村	F1	寒冷前線

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
153	2010年10月26日 07時10分	43度24分0秒	141度24分40秒	不明	竜巻
154	2010年10月26日 07時38分	43度22分30秒	141度24分15秒	不明	竜巻
155	2010年10月26日 08時10分	43度8分38秒	140度23分6秒	不明	竜巻
156	2010年10月26日 15時50分	41度51分39秒	140度6分25秒	不明	竜巻
157	2010年11月12日 13時15分	40度19分0秒	140度1分47秒	F0	竜巻
158	2010年11月29日 09時20分	37度0分3秒	136度46分18秒	F0	竜巻
159	2010年11月29日 12時18分	36度15分21秒	136度6分51秒	不明	竜巻または 漏斗雲
160	2010年11月29日 12時24分	36度15分23秒	136度6分59秒	不明	竜巻
161	2010年11月29日 12時25分	36度15分17秒	136度6分37秒	不明	竜巻
162	2010年12月03日 15時30分	37度50分58秒	138度55分4秒	F0	竜巻
163	2010年12月03日 15時36分	37度52分15秒	138度58分57秒	F0未満	竜巻
164	2010年12月03日 15時45分	37度53分11秒	139度2分24秒	F1	竜巻
165	2010年12月09日 17時10分	37度12分36秒	138度18分7秒	F0~F1	竜巻
166	2010年12月15日 07時56分	36度51分20秒	137度23分5秒	不明	竜巻
167	2010年12月16日 08時00分	38度2分43秒	138度37分10秒	不明	竜巻
168	2010年12月17日 10時20分	42度52分12秒	140度18分46秒	不明	竜巻
169	2010年12月18日 07時18分	35度34分17秒	134度10分6秒	不明	竜巻または 漏斗雲

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
116	竜巻	1992年01月06日03時30分	27度22分7秒	128度31分47秒	鹿児島県 大島郡志名町	F1	東ノ海低気圧 寒冷前線 暖気の移流
117	竜巻	1991年11月28日16時30分	33度33分30秒	135度26分50秒	和歌山県 日鷹川町	F0~F1	南岸低気圧
118	竜巻	1991年11月28日11時45分	31度35分58秒	131度22分51秒	宮崎県 日南市	F1	南岸低気圧
119	竜巻	1991年02月13日22時27分	26度11分52秒	127度41分4秒	沖縄県 那覇市	F1	東ノ海低気圧 暖気の移流
120	竜巻	1990年12月12日00時20分	36度22分50秒	140度37分40秒	茨城県 海上~那珂湊市	F1	寒気の移流 局地性じょう乱 その他
121	竜巻	1990年03月12日06時30分	34度15分23秒	136度50分34秒	三重県 志摩郡志摩町	F1	日本海低気圧 寒冷前線
122	竜巻	1989年09月22日14時00分	34度19分0秒	135度8分0秒	大阪府 泉南郡岬町	F1	寒冷前線
123	竜巻	1988年09月25日09時40分	33度27分22秒	135度45分29秒	和歌山県 串本町	F1	寒冷前線 暖気の移流
124	竜巻	1986年12月19日01時30分	34度36分45秒	137度12分15秒	愛知県 瀬美郡赤羽根町	F1	閉塞前線
125	竜巻	1985年10月05日18時45分	33度34分6秒	133度33分40秒	高知県 高知市	F1	台風 大陸高気圧 暖気の移流
126	竜巻	1985年10月05日18時40分	33度27分22秒	133度28分17秒	高知県 土佐市	F1	台風 太平洋高気圧 暖気の移流
127	竜巻または F0/F1/F2	1983年09月25日15時30分	26度37分48秒	128度11分59秒	沖縄県 東村	F1	台風

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
170	2010年12月24日 15時57分	35度34分17秒	134度10分4秒	不明	竜巻
171	2010年12月27日 01時30分	37度1分3秒	136度44分37秒	F0	竜巻
172	2010年12月29日 13時50分	35度46分56秒	135度14分0秒	不明	竜巻
173	2010年12月29日 14時00分	35度46分54秒	135度12分6秒	不明	竜巻
174	2011年01月03日 14時52分	38度3分48秒	139度16分7秒	不明	竜巻
175	2011年03月09日 11時30分	36度13分1秒	136度11分51秒	F0未満	竜巻または 漏斗雲
176	2011年03月09日 17時25分	35度34分6秒	134度8分57秒	不明	竜巻
177	2011年03月31日 09時50分	37度10分31秒	138度13分58秒	F0未満	竜巻または 漏斗雲
178	2011年08月13日 17時32分	40度29分8秒	139度53分20秒	不明	竜巻
179	2011年08月20日 18時30分	43度5分3秒	140度22分46秒	不明	竜巻
180	2011年08月20日 18時40分	43度4分56秒	140度23分57秒	不明	竜巻
181	2011年08月20日 18時45分	43度4分52秒	140度24分37秒	不明	竜巻
182	2011年08月22日 12時05分	45度19分0秒	140度58分47秒	不明	竜巻または 漏斗雲
183	2011年09月20日 05時50分	45度25分27秒	141度41分35秒	不明	竜巻
184	2011年11月15日 16時10分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
185	2011年11月15日 16時12分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
186	2011年11月15日 16時14分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
128	竜巻	1983年03月12日06時20分	26度5分33秒	127度41分5秒	沖縄県	糸満市	東ノ海低気圧 その他	
129	竜巻	1980年10月14日02時15分	32度0分51秒	131度29分11秒	宮崎県	宮崎市	台風	
130	竜巻	1980年10月14日01時30分	31度50分46秒	131度26分50秒	宮崎県	宮崎市	台風	
131	竜巻	1980年10月13日20時10分	30度30分35秒	130度58分39秒	鹿児島県	中種子町	台風	
132	竜巻	1979年09月03日16時29分	31度55分20秒	131度25分10秒	宮崎県	宮崎市	台風	
133	竜巻	1978年02月10日05時30分	31度25分49秒	130度16分40秒	鹿児島県	加世田市	寒冷前線 暖気の移流	
134	竜巻	1976年10月23日07時20分	26度11分6秒	127度43分2秒	沖縄県	南風原村	東ノ海低気圧 暖気の移流	
135	竜巻	1976年02月28日14時00分	32度5分8秒	130度10分20秒	鹿児島県	阿久根市	不安定線	
136	竜巻	1975年11月15日18時15分	35度28分51秒	140度25分6秒	千葉県	大網白里町	南岸低気圧	
137	竜巻	1975年11月15日16時22分	34度7分5秒	139度30分56秒	東京都	三宅島三宅村	南岸低気圧 温暖前線	
138	竜巻	1975年11月14日20時40分	33度30分28秒	134度16分28秒	高知県	安芸郡東洋町	南岸低気圧 温暖前線	
139	竜巻	1975年08月22日14時30分	33度52分32秒	136度5分10秒	三重県	熊野市	台風	

	発生日時	発生場所緯度	発生場所経度	Fスケール	現象区分
187	2011年11月15日 16時15分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
188	2011年11月15日 16時20分	37度2分0秒	137度42分0秒	不明	竜巻
189	2011年11月24日 12時10分	36度56分25秒	137度23分30秒	不明	竜巻または 漏斗雲
190	2011年11月25日 06時27分	36度53分45秒	137度23分0秒	不明	竜巻または 漏斗雲
191	2011年12月24日 12時10分	36度48分30秒	136度42分0秒	不明	竜巻
192	2012年02月01日 04時15分	35度21分41秒	132度40分40秒	F0	竜巻

気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
140	竜巻	1974年07月08日03時00分	34度41分18秒	137度53分20秒	静岡県 磐田郡福田町	F1	台風 停滞前線
141	竜巻	1974年06月06日12時50分	34度59分14秒	138度25分37秒	静岡県 静岡市	F0~F1	気圧の谷
142	竜巻	1974年03月13日13時20分	36度56分52秒	140度53分52秒	福島県 いわき市	F1	移動性高気圧
143	竜巻	1972年06月06日23時30分	27度21分30秒	128度35分57秒	鹿児島県 大島郡知名町	F1	寒冷前線
144	竜巻	1971年08月31日04時00分	35度0分53秒	138度28分52秒	静岡県 清水市	F0~F1	台風
145	竜巻	1968年09月24日15時30分	31度51分30秒	131度26分0秒	宮崎県 宮崎市	F1	台風
146	竜巻	1961年10月07日10時10分	34度59分33秒	138度29分24秒	静岡県 清水市	F1	寒冷前線
147	竜巻	1961年01月24日13時45分	31度15分7秒	130度22分26秒	鹿児島県 川辺郡知覧町	F1	寒冷前線
F0相当							
148	竜巻	2012年06月05日03時20分	25度49分20秒	131度14分14秒	沖縄県 島尻郡南大東村	F0	台風
149	竜巻	2012年02月28日17時40分	26度21分20秒	127度58分15秒	沖縄県 うるま市	F0	停滞前線
150	竜巻	2011年10月21日21時30分	32度46分44秒	132度56分57秒	高知県 土佐清水市	F0	気圧の移流

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
151	竜巻	2011年10月14日07時30分	32度41分12秒	131度48分29秒	宮崎県 延岡市	F0	暖気の移流
152	竜巻	2011年07月18日19時10分	34度47分13秒	136度33分11秒	三重県 津市	F0	台風 暖気の移流
153	竜巻	2011年02月11日00時20分	26度10分0秒	127度39分20秒	沖縄県 豊見城市	F0	停滞前線
154	竜巻	2010年11月22日15時30分	27度23分1秒	128度34分31秒	鹿児島県 大島郡和泊町	F0	停滞前線 暖気の移流
155	竜巻	2010年11月01日05時20分	35度30分16秒	140度25分50秒	千葉県 山武郡九十九里町	F0	南岸低気圧
156	竜巻	2010年10月22日10時50分	26度21分45秒	126度44分51秒	沖縄県 島尻郡久米島町	F0以下	停滞前線 暖気の移流
157	竜巻	2010年10月09日18時00分	35度2分34秒	139度59分30秒	千葉県 南房総市	F0	その他(低気圧)
158	竜巻	2010年09月28日09時15分	34度49分20秒	138度19分25秒	静岡県 焼津市	F0	二つ玉低気圧
159	竜巻	2010年09月13日14時20分	26度55分57秒	127度56分32秒	沖縄県 島尻郡伊是名村	F0	太平洋高気圧
160	竜巻	2010年08月11日16時55分	33度32分20秒	133度43分1秒	高知県 香南市	F0	台風 暖気の移流
161	竜巻	2010年07月09日14時40分	33度35分18秒	135度54分36秒	和歌山県 東牟婁郡 那智勝浦町	F0	梅雨前線
162	竜巻	2010年06月25日19時00分	32度14分59秒	131度33分33秒	宮崎県 児湯郡都農町	F0	梅雨前線

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
163	竜巻	2010年04月29日02時00分	33度30分14秒	133度52分26秒	高知県	安芸市	F0	寒冷前線
164	竜巻	2010年02月01日09時30分	31度13分43秒	130度29分55秒	鹿児島県	南九州市	F0	東シベ気圧 寒冷前線
165	竜巻	2010年02月01日09時10分	31度25分51秒	130度17分2秒	鹿児島県	南さつま市	F0	東シベ気圧 寒冷前線
166	竜巻	2009年11月13日17時00分	32度10分27秒	131度31分7秒	宮崎県	児湯郡川南町	F0	その他(低気圧)
167	竜巻	2009年11月11日09時00分	34度39分7秒	138度4分11秒	静岡県	掛川市	F0	寒気の移流
168	竜巻	2009年08月08日15時20分	24度51分28秒	125度17分19秒	沖縄県	宮古島市	F0	台風
169	竜巻	2009年07月25日11時00分	33度32分39秒	133度53分40秒	高知県	安芸市	F0	梅雨前線
170	竜巻	2009年03月09日12時30分	26度5分40秒	127度41分35秒	沖縄県	糸満市	F0	寒冷前線
171	竜巻	2008年10月07日12時20分	26度20分0秒	126度48分43秒	沖縄県	島尻郡久米島町	F0未満	停滞前線
172	竜巻	2008年09月21日13時00分	34度9分20秒	134度36分50秒	徳島県	鳴門市	F0未満	停滞前線
173	竜巻	2008年08月16日13時25分	35度37分13秒	140度3分43秒	千葉県	千葉市	F0以下	台風 停滞前線 雷雨(熱帯)
174	竜巻	2008年07月22日17時30分	26度12分7秒	127度45分56秒	沖縄県	島尻郡与那原町	F0未満	気圧の谷

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
175	竜巻	2008年06月29日02時30分	33度30分24秒	133度54分15秒	高知県	安芸市	F0 梅雨前線	
176	竜巻	2008年05月01日18時00分	30度31分33秒	130度57分19秒	鹿児島県	熊毛郡中種子町	F0 その他(低気圧)	
177	竜巻	2008年04月09日17時00分	31度15分37秒	130度15分50秒	鹿児島県	枕崎市	F0 東シベ利亚低気圧	
178	竜巻	2008年04月07日11時20分	32度43分21秒	133度0分30秒	高知県	土佐清水市	F0 その他(低気圧)	
179	竜巻	2006年09月25日11時40分	25度51分20秒	131度15分10秒	沖縄県	南大東村	F0 その他	
180	竜巻	2003年10月12日04時25分	32度32分49秒	131度40分54秒	宮崎県	延岡市	F0 その他(低気圧)	
181	竜巻または スノウハルカス	2002年10月15日21時30分	34度40分8秒	137度59分34秒	静岡県	磐田郡浅羽町,小笠原郡大須賀町,小笠原大東町	F0 日本海低気圧 寒冷前線	
182	竜巻	2001年05月29日13時00分	35度0分20秒	136度55分5秒	愛知県	東海市	F0 局地性降水	
183	竜巻	2001年01月13日07時35分	26度8分43秒	127度41分26秒	沖縄県	糸満市	F0 寒冷前線	
184	竜巻	1999年06月30日09時30分	35度9分8秒	138度45分55秒	静岡県	富士市	F0 日本海低気圧 寒冷前線	
185	竜巻	1998年10月17日15時00分	32度25分13秒	131度39分49秒	富崎県	日向市	F0 台風	
186	竜巻	1998年02月14日19時55分	24度23分26秒	123度44分55秒	沖縄県	竹富町	F0 寒冷前線	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
187	電巻	1998年01月14日10時50分	26度10分23秒	127度38分51秒	沖縄県	豊見城村	F0 寒冷前線 暖気の移流	
188	電巻	1997年11月28日09時30分	27度19分45秒	128度33分35秒	鹿児島県	知名町	F0 東シベ利亚低気圧 暖気の移流	
189	電巻	1995年09月23日08時50分	26度24分18秒	127度12分59秒	沖縄県	読谷村	F0 台風	
190	電巻	1994年10月04日17時30分	33度32分8秒	132度40分50秒	高知県	南国市	F0 暖気の移流	
191	電巻	1994年10月04日17時15分	33度32分17秒	132度43分31秒	高知県	香美郡赤岡町	F0 暖気の移流	
192	電巻	1993年01月23日17時30分	24度22分35秒	122度45分11秒	沖縄県	竹富町	F0 停滞前線	
193	電巻	1991年11月28日22時00分	34度22分30秒	139度15分0秒	東京都	新島若郷	F0 南岸低気圧	
Fスケール不明の陸上電巻								
194	電巻	2012年05月13日12時56分	24度42分42秒	125度19分3秒	沖縄県	(海上)	不明 気圧の谷	
195	電巻または 漏斗雲	2010年08月14日17時20分	26度23分0秒	127度44分0秒	沖縄県	(海上)	不明 太平洋高気圧	
196	電巻	2010年08月04日12時25分	34度33分0秒	137度1分0秒	愛知県	(海上)	不明 暖気の移流	
197	電巻	2009年08月08日15時10分	24度47分0秒	125度16分0秒	沖縄県	宮古島市	不明 台風	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
198	竜巻または 漏斗雲	2008年10月07日12時35分	26度21分5秒	126度49分0秒	沖縄県	(海上)	停滯前線	
199	竜巻または 漏斗雲	2008年07月22日17時40分	26度11分54秒	127度46分7秒	沖縄県	島尻郡与那原町付 近	気圧の谷	
200	竜巻または 漏斗雲	2008年07月22日17時40分	26度11分54秒	127度46分7秒	沖縄県	島尻郡与那原町付 近	気圧の谷	
201	竜巻	2007年10月09日12時30分	32度8分44秒	130度6分16秒	鹿児島県	長島町	東シベ気圧	
202	竜巻または 漏斗雲	2007年09月14日15時05分	32度34分19秒	131度40分28秒	宮崎県	延岡市	台風	
203	竜巻	2004年06月01日14時15分	26度17分47秒	127度48分45秒	沖縄県	北中城村	暖気の移流	
204	竜巻	1999年07月03日12時30分	26度34分30秒	127度58分0秒	沖縄県	(海上)	停滯前線	
205	竜巻	1997年05月20日13時30分	33度40分0秒	135度10分0秒	和歌山県	(海上)	南岸低気圧	
206	竜巻	1993年01月07日10時30分	33度47分50秒	135度14分30秒	和歌山県	印南町	南岸低気圧	
207	竜巻	1992年11月19日11時10分	32度41分5秒	131度50分33秒	宮崎県	北浦町	不安定線	
208	竜巻	1991年02月13日18時00分	26度26分4秒	127度46分49秒	沖縄県	国頭郡恩納村	東シベ気圧	
209	竜巻	1990年09月19日14時00分	34度42分10秒	137度37分40秒	静岡県	浜松市、舞阪町、雄 踏町	台風	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
210	竜巻	1972年06月06日20時30分	26度8分40秒	127度41分8秒	沖縄県	糸満市	東汁海低気圧 暖気の移流	
211	竜巻	1971年09月08日02時00分	35度42分0秒	140度43分30秒	千葉県	飯岡町	台風	
212	竜巻	1971年08月31日10時50分	35度42分1秒	140度42分11秒	千葉県	飯岡町	台風	
213	竜巻	1964年05月24日14時55分	35度37分47秒	139度38分7秒	東京都	世田谷区	寒冷前線 暖気の移流	
214	竜巻	2012年05月13日16時57分	24度53分54秒	125度15分27秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
215	竜巻	2012年05月09日08時40分	34度53分50秒	136度48分0秒	愛知県	(海上)	気圧の谷 寒気の移流	
216	竜巻	2011年12月04日07時10分	34度49分0秒	139度24分40秒	東京都	(海上)	寒気の移流	
217	竜巻	2011年12月04日07時10分	34度49分0秒	139度24分40秒	東京都	(海上)	寒気の移流	
218	竜巻	2011年12月04日07時00分	34度49分25秒	139度23分30秒	東京都	(海上)	寒気の移流	
219	竜巻	2011年12月04日06時45分	34度47分50秒	139度25分45秒	東京都	(海上)	寒気の移流	
220	竜巻または 漏斗雲	2011年11月30日11時08分	26度21分52秒	127度41分54秒	沖縄県	(海上)	停滞前線 気圧の谷	
221	竜巻	2011年08月22日16時17分	26度29分0秒	127度49分0秒	沖縄県	(海上)	太平洋高気圧	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
222	電巻または 漏れ斗雲	2011年08月22日14時15分	24度51分0秒	125度21分0秒	沖縄県 (海上)	不明	太平洋高気圧
223	電巻	2011年02月25日17時20分	26度14分0秒	127度39分0秒	沖縄県 (海上)	不明	その他(高気圧)
224	電巻	2011年02月03日10時00分	26度7分0秒	127度39分0秒	沖縄県 (海上)	不明	気圧の谷
225	電巻	2010年10月07日17時00分	33度2分48秒	133度8分2秒	高知県 (海上)	不明	その他(高気圧)
226	電巻	2010年10月02日17時00分	26度22分0秒	126度42分0秒	沖縄県 (海上)	不明	その他(高気圧)
227	電巻	2010年10月02日15時50分	26度23分0秒	126度43分0秒	沖縄県 (海上)	不明	その他(高気圧)
228	電巻	2010年09月23日10時05分	33度28分47秒	135度44分45秒	和歌山県 (海上)	不明	停滞前線
229	電巻	2010年08月18日11時36分	26度25分0秒	127度42分0秒	沖縄県 (海上)	不明	太平洋高気圧
230	電巻	2010年07月28日16時20分	26度30分0秒	128度1分0秒	沖縄県 (海上)	不明	暖気の移流
231	電巻または 漏れ斗雲	2010年07月25日14時45分	26度35分0秒	127度11分0秒	沖縄県 (海上)	不明	太平洋高気圧
232	電巻	2009年09月15日11時40分	26度26分0秒	127度58分0秒	沖縄県 (海上)	不明	暖気の移流
233	電巻	2009年08月08日15時30分	24度38分0秒	124度38分0秒	沖縄県 (海上)	不明	台風

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
234	竜巻	2009年07月30日17時50分	26度18分0秒	127度34分0秒	沖縄県	(海上)	その他(高気圧)	
235	竜巻	2009年07月06日16時35分	26度35分0秒	127度57分0秒	沖縄県	(海上)	暖気の移流	
236	竜巻または 漏斗雲	2009年07月06日18時54分	24度18分16秒	124度3分2秒	沖縄県	石垣市	暖気の移流	
237	竜巻	2009年06月26日13時10分	26度14分24秒	127度39分3秒	沖縄県	(海上)	梅雨前線	
238	竜巻または 漏斗雲	2009年02月26日11時50分	24度55分27秒	125度16分4秒	沖縄県	(海上)	その他(高気圧)	
239	竜巻	2008年11月08日10時25分	25度47分38秒	131度16分25秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
240	竜巻	2008年11月03日11時55分	34度15分0秒	134度30分0秒	徳島県	(海上)	その他(前線) 寒気の移流	
241	竜巻	2008年10月27日16時00分	35度15分20秒	140度25分40秒	千葉県	(海上)	寒気の移流	
242	竜巻	2008年10月27日15時50分	35度15分20秒	140度25分40秒	千葉県	(海上)	寒気の移流	
243	竜巻	2008年10月27日15時50分	35度15分20秒	140度25分30秒	千葉県	(海上)	寒気の移流	
244	竜巻	2008年10月27日15時40分	35度15分20秒	140度25分20秒	千葉県	(海上)	寒気の移流	
245	竜巻	2008年10月27日15時30分	35度15分20秒	140度25分0秒	千葉県	(海上)	寒気の移流	

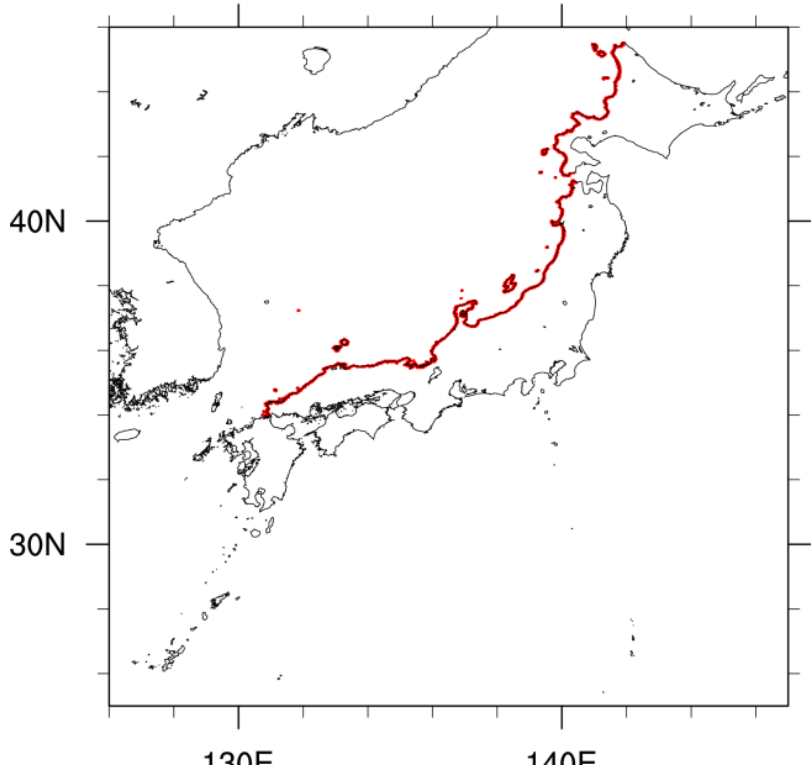
No.	現象 区別	発生日時	発生場所			藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県 市町村		
246	竜巻または 漏斗雲	2008年10月10日17時20分	26度5分38秒	127度43分38秒	沖縄県 糸満市	不明	気圧の谷
247	竜巻	2008年10月07日11時30分	26度20分0秒	126度49分0秒	沖縄県 (海上)	不明	停滞前線
248	竜巻	2008年10月07日11時00分	26度16分0秒	126度49分0秒	沖縄県 (海上)	不明	停滞前線
249	竜巻	2008年08月26日14時12分	28度24分0秒	129度45分0秒	鹿児島県 (海上)	不明	暖気の移流
250	竜巻	2008年08月16日13時45分	35度36分57秒	140度3分20秒	千葉県 (海上)	不明	台風 停滞前線 雷雨(熱雷)
251	竜巻	2008年08月08日16時45分	24度21分8秒	124度7分13秒	沖縄県 石垣市	不明	その他(低気圧)
252	竜巻または 漏斗雲	2008年08月08日13時40分	26度15分0秒	127度31分0秒	沖縄県 (海上)	不明	その他(低気圧)
253	竜巻	2008年07月22日17時40分	26度11分54秒	127度47分10秒	沖縄県 (海上)	不明	気圧の谷
254	竜巻	2008年07月22日17時08分	26度11分6秒	127度47分8秒	沖縄県 (海上)	不明	気圧の谷
255	竜巻	2008年07月22日17時05分	26度11分6秒	127度47分8秒	沖縄県 (海上)	不明	気圧の谷
256	竜巻	2008年07月07日09時30分	26度11分46秒	127度58分7秒	沖縄県 (海上)	不明	太平洋高気圧
257	竜巻	2008年07月03日15時00分	26度30分2秒	128度0分1秒	沖縄県 (海上)	不明	太平洋高気圧 気圧の谷

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
258	竜巻または 漏斗雲	2008年05月27日13時00分	24度52分35秒	125度20分14秒	神奈川	(海上)	気圧の谷	
259	竜巻または 漏斗雲	2008年05月27日12時30分	24度55分7秒	125度19分31秒	神奈川	(海上)	気圧の谷	
260	竜巻	2008年05月27日11時41分	24度52分39秒	125度18分42秒	神奈川	(海上)	気圧の谷	
261	竜巻	2008年05月19日16時50分	34度36分44秒	137度1分14秒	愛知県	(海上)	気圧の谷 南岸低気圧	
262	竜巻または 漏斗雲	2008年04月23日16時23分	34度39分43秒	137度24分43秒	愛知県	豊橋市	気圧の谷	
263	竜巻	2008年03月25日21時04分	35度16分57秒	139度31分36秒	神奈川	(海上)	気圧の谷 寒気の流れ	
264	竜巻	2008年03月25日20時57分	35度15分40秒	139度29分57秒	神奈川	(海上)	気圧の谷 寒気の流れ	
265	竜巻	2008年03月25日20時53分	35度18分16秒	139度26分34秒	神奈川	(海上)	気圧の谷 寒気の流れ	
266	竜巻	2007年10月14日12時55分	34度32分35秒	137度0分30秒	三重	(海上)	停滞前線 気圧の谷	
267	竜巻または 漏斗雲	2007年10月09日16時00分	32度4分8秒	130度8分23秒	鹿児島	(海上)	東ノ海低気圧	
268	竜巻	2007年10月09日14時00分	32度9分12秒	130度5分33秒	鹿児島	(海上)	東ノ海低気圧	
269	竜巻	2007年09月25日16時45分	26度7分48秒	127度35分24秒	神奈川	(海上)	気圧の谷 熱帯低気圧(台風以外)	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
270	竜巻または 漏斗雲	2007年09月02日13時02分	24度19分29秒	124度16分44秒	神縄県	(海上)	太平洋高気圧 雷雨(熱雷)	
271	竜巻または 漏斗雲	2007年08月29日13時40分	26度3分29秒	127度40分48秒	神縄県	(海上)	その他(高気圧) 気圧の谷	
272	竜巻または 漏斗雲	2007年08月29日13時25分	26度5分6秒	127度38分6秒	神縄県	(海上)	その他(高気圧) 気圧の谷	
273	竜巻	2007年08月28日17時30分	26度40分12秒	128度3分36秒	神縄県	(海上)	雷雨(熱雷)	
274	竜巻	2007年08月28日15時40分	26度20分40秒	127度56分0秒	神縄県	(海上)	雷雨(熱雷)	
275	竜巻	2007年07月30日10時00分	24度29分57秒	122度55分11秒	神縄県	(海上)	気圧の谷	
276	竜巻	2007年05月31日17時30分	35度13分0秒	139度51分0秒	千葉県	(海上)	雷雨(熱雷を除く) 寒気の移流	
277	竜巻	2006年11月06日12時00分	33度42分0秒	135度20分0秒	和歌山県	(海上)	日本海低気圧	
278	竜巻	2006年09月19日17時30分	33度29分33秒	133度34分14秒	高知県	(海上)	寒気の移流	
279	竜巻	2006年08月29日14時16分	26度40分0秒	127度52分30秒	神縄県	(海上)	気圧の谷	
280	竜巻	2006年08月28日15時50分	26度26分49秒	128度1分56秒	神縄県	(海上)	太平洋高気圧	
281	竜巻	2003年01月11日15時40分	33度5分25秒	139度43分19秒	東京都	(海上)	気圧の谷	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
282	竜巻	2001年08月04日15時27分	26度21分52秒	126度41分12秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
283	竜巻	2001年08月04日15時00分	26度21分52秒	126度41分12秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
284	竜巻	2001年07月09日17時59分	24度49分39秒	125度7分44秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
285	竜巻	2001年07月08日16時14分	24度46分54秒	125度14分41秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
286	竜巻	2000年08月07日17時55分	35度32分30秒	140度0分52秒	千葉県	(海上)	雷雨(熱帯)	
287	竜巻	1999年11月02日16時40分	34度55分40秒	138度23分50秒	静岡県	静岡市	その他(前線) 寒気の移流	
288	竜巻	1999年08月12日10時18分	26度21分40秒	126度41分12秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
289	竜巻	1999年07月21日11時20分	26度6分3秒	127度38分19秒	沖縄県	(海上)	熱帯低気圧(台風以外)	
290	竜巻	1998年09月24日17時27分	26度9分1秒	127度38分41秒	沖縄県	(海上)	気圧の谷	
291	竜巻	1998年04月18日13時15分	32度59分50秒	133度2分2秒	高知県	(海上)	南岸低気圧	
292	竜巻	1997年09月06日15時30分	33度14分37秒	134度13分20秒	高知県	(海上)	停滞前線 暖気の移流	
293	竜巻	1997年05月03日10時50分	26度6分30秒	127度32分30秒	沖縄県	(海上)	寒冷前線	

No.	現象 区別	発生日時	発生場所				藤田 スケール	総観場
			緯度	経度	都道府県	市町村		
294	竜巻	1994年10月04日17時05分	33度31分15秒	133度41分47秒	高知県	(海上)	暖気の移流	
295	竜巻	1994年10月04日17時05分	33度31分8秒	133度41分30秒	高知県	(海上)	暖気の移流	
296	竜巻	1994年10月04日17時05分	33度31分17秒	133度42分9秒	高知県	(海上)	暖気の移流	
297	竜巻	1992年05月17日14時33分	26度21分49秒	126度41分8秒	沖縄県	(海上)	東シベ低気圧 暖気の移流	
298	竜巻	1992年04月15日16時55分	33度33分30秒	135度25分0秒	和歌山県	日置川町	寒冷前線	
299	竜巻	1992年03月31日14時55分	26度26分0秒	127度56分0秒	沖縄県	(海上)	東シベ低気圧 暖気の移流	
300	竜巻	1971年08月31日07時15分	35度3分51秒	140度6分7秒	千葉県	鴨川市	台風	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p style="text-align: right;">添付資料 2.3</p> <p>2.3 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方</p> <p>「ガイド」に基づき、竜巻に遭遇し、かつ竜巻がある風速以上になる確率モデルの推定法 (Wen and Chu 及び Garson et al.) に基づいて竜巻最大風速のハザード曲線を算定し、V_{B2} を算定した。具体的には、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究の成果 (以下「東京工芸大学委託成果」という) も参考とし以下のとおり算定した。</p> <p>(1) 評価フロー</p> <p>本評価は、竜巻の発生頻度の分析、竜巻風速・被害幅・被害長さの確率密度分布及び相関係数の算定、並びにハザード曲線の算出によって構成されている。評価フローを図 1.1 に示す。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 5</p> <p>ハザード曲線による竜巻最大風速 (V_{B2}) の計算について</p> <p>1. 評価フロー</p> <p>「竜巻影響評価ガイド」⁽¹⁾の解説 3.3.2 に例示された Wen & Chu⁽²⁾及び Garson et al.⁽³⁾⁽⁴⁾による方法に沿って、竜巻最大風速のハザード曲線を算定し、ハザード曲線による最大風速 V_{B2} を算定する。具体的な算定方法については、独立行政法人原子力安全基盤機構が東京工芸大学に委託した研究「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽⁵⁾を参考とする。</p> <p>第 1-1 図に算定フローを示す。</p>	<p style="text-align: right;">添付資料 2.3</p> <p>2.3 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方</p> <p>「ガイド」に基づき、竜巻に遭遇し、かつ竜巻がある風速以上になる確率モデルの推定法 (Wen and Chu 及び Garson et al.) により、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2}) を算定した。なお、V_{B2} の具体的な算定方法については、独立行政法人原子力安全基盤機構 (JNES) が東京工芸大学に委託した研究の成果を参考とした。</p> <p>2.3.1 V_{B2} の評価手順</p> <p>竜巻検討地域は、山陰地方から北海道にかけての日本海沿岸の海岸線から陸側に 5km、海側に 5km の範囲内 (面積 33,395km²) である (図 2.3.1)。これらの地域を対象として、円形構造物 (直径 450m) に対する竜巻ハザードの評価を行う。ハザードの評価手順を図 2.3.2 に示す。</p> <div style="text-align: center;"> <p>Sea of Japan side</p>  <p>図 2.3.1 竜巻検討地域</p> </div>	<p>備考</p> <p>・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、竜巻検討地域を記載している</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
			備考
<p>図 1.1 竜巻最大風速ハザード曲線の算定フロー</p>	<p>第 1-1 図 ハザード曲線の算定フロー</p>	<p>図 2.3.2 竜巻ハザードの算定フロー</p>	
<p>(2) 竜巻の発生頻度の分析</p>	<p>2. 竜巻の発生頻度の分析</p>	<p>2.3.2 竜巻の発生頻度</p>	
<p>①適用データ 気象庁「竜巻等の突風データベース」より竜巻検討地域における 1961 年 1 月～2012 年 6 月までの竜巻発生データを用いた。</p> <p>②竜巻の発生頻度 気象庁「竜巻等の突風データベース」は 1961 年以降のデータがデータベース化されているが、観測体制は近年になるほど強化されており、年代により観測値の質にばらつきがある。観測体制が強化された 2006 年あるいは 2007 年以降は、発生数が非常に多くなっており、海上竜巻の増加が特に顕著である。ただし、これら海上竜巻の多くは、その詳細が“不明”となっているのも特徴である。</p> <p>観測体制の変遷や観測された竜巻の特徴を考慮して、解析に用いるデータの観測期間を以下のように設定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 観測体制が強化された 2007～2012/6 (5.5 年間) ✓ 観測体制が整備された 1991～2012/6 (21.5 年間) ✓ 観測記録が整備された 1961～2012/6 (51.5 年間) 	<p>①適用データ 気象庁「竜巻等の突風データベース」⁽⁶⁾より、竜巻検討地域における 1961 年 1 月～2012 年 6 月の竜巻のデータを用いる。</p> <p>② 竜巻の発生頻度の補正 「竜巻等の突風データベース」は 1961 年以降に観測された竜巻がデータベース化されているが、観測体制が段階的に強化された結果、特に 2007 年以降のデータにおいては発生数が非常に多く、海上竜巻の増加も顕著である。そこで、観測体制が強化されたことによる補正を以下のとおり行い、疑似 51.5 年間の統計量を評価する。</p> <p>a. ハザード曲線評価に用いるデータの観測期間を以下の(a)～(c)の 3 期間に分ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) 2007 年 1 月～2012 年 6 月 (5.5 年間) (b) 1991 年 1 月～2012 年 6 月 (21.5 年間) (c) 1961 年 1 月～2012 年 6 月 (51.5 年間) 	<p>竜巻発生数の平均値や標準偏差を評価するために、気象庁「竜巻等の突風データベース」を使用する。</p> <p>これには 1961 年以降のデータがデータベース化されているが、観測体制は近年になるほど強化されており、年代により観測値の質にばらつきがある。観測体制が強化された 2006 年あるいは 2007 年以降は、発生数が非常に多くなっており、海上竜巻の増加が特に顕著である。ただし、これら海上竜巻の多くは、その詳細が“不明”となっているのも特徴である。</p> <p>そこで本評価では、観測体制の変遷や観測された竜巻の特徴を考慮して、解析に用いるデータの観測期間を以下のように設定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 観測体制が強化された 2007～2012/6 (5.5 年間) ✓ 観測体制が整備された 1991～2012/6 (21.5 年間) ✓ 観測記録が整備された 1961～2012/6 (51.5 年間) 	

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>上記3つの観測期間について、竜巻発生数、年間平均発生数及びその標準偏差をFスケールごとに調査した結果を表2.1に示す。同表の1～3段目までは、1961～、1991～、2007～2012/6の結果をそれぞれ表し、小計はF0からF3竜巻の発生数の合計、総数は不明(陸上・海上)も含めた合計を表す。</p> <p>1961年以降の51.5年間で、192個の竜巻が観測されているが、このうち5つの竜巻は海側の5km以遠から竜巻検討地域に入ってきた海上竜巻である。陸側5km以遠から当該領域に進入した竜巻は無い。ここでは、ガイド等に基づき、竜巻検討地域に進入あるいは通過した竜巻も発生と見なして解析を行う。</p> <p>192個の竜巻のうちの約21%(40個)をF1竜巻が占め、不明は半数以上(118個)となっている。不明竜巻の多く(98個)は2007年以降の5.5年間に観測されており、それらの殆ど(91個)が海上竜巻である。F0竜巻についても、その9割以上(24個中22個)が2007年以降の観測である。</p> <p>一方、F2竜巻については、51.5年間で10個観測されているが、2007年以降の発生例は無く、観測体制の強化に伴う影響をそれほど受けていないことが示唆される。また、F3竜巻の観測例が無いのも、本竜巻検討地域の特徴である。</p> <p>以上の結果を踏まえ、各観測期間のデータを統合して、擬似的な51.5年間のデータや統計量をFスケールごとに作成した。その基本的な考え方は以下のとおりである。</p> <p>i. 被害が小さくて見過ごされやすいF0及びF不明竜巻は、観測体制が強化された2007年以降の年間発生数や標準偏差を採用する。</p> <p>ii. 被害が比較的軽微なF1竜巻については、観測体制が整備された1991年以降の年間発生数や標準偏差を採用する。</p>	<p>b. 次に、各年代においてFスケールごとに、統計量(竜巻発生数、年間平均発生数、標準偏差)を算定する。</p> <p>c. F0及びFスケール不明の竜巻については、観測体制が強化される以前は見過ごされた可能性が大きいことから、観測体制が強化された2007年以降の統計量を基にする。</p> <p>d. F1の竜巻については、1991年以降の年間発生数がそれ以前の30年間の発生数を明らかに上回ることから、1991年以降の統計量を基にする。</p>	<p>また、解析範囲は、ガイドに基づき、竜巻検討地域(面積33,395km²)とした。</p> <p>上記3つの観測期間について、竜巻発生数、年間平均発生数及びその標準偏差をFスケール毎に調査した結果を表2.3.1に、解析フローを図2.3.3に示す。同表では、1961～、1991～、2007～2012/6の結果をそれぞれ示しており、小計はF0からF3竜巻の発生数の合計、総数は不明(陸上・海上)も含めた合計を表す。気象庁「竜巻等の突風データベース」では、竜巻の発生日点区別は「陸上」、「水上(その後上陸)」、「水上(上陸せず)」の3つに分類されている。ここでは、「陸上」及び「水上(その後上陸)」をまとめて一つの区分として扱った。以下では、特段断らない限り、陸上竜巻と上陸竜巻を“陸上竜巻”と呼ぶ。</p> <p>1961年以降の51.5年間で、192個の竜巻が観測されているが、このうち5つの竜巻は海側の5km以遠から本検討領域に入ってきた海上竜巻である。陸側5km以遠から当該領域に進入した竜巻は無い。ここでは、ガイド等に基づき、本検討領域に進入あるいは通過した竜巻も発生と見なして解析を行う。</p> <p>192個の竜巻のうちの約21%(40個)をF1竜巻が占め、不明は半数以上(118個)となっている。不明竜巻の多く(98個)は2007年以降の5.5年間に観測されており、それらの殆ど(91個)が海上竜巻である。F0竜巻についても、その9割以上(24個中22個)が2007年以降の観測である。</p> <p>一方、F2竜巻については、51.5年間で10個観測されているが、2007年以降の発生例は無く、観測体制の強化に伴う影響をそれほど受けていないことが示唆される。また、F3竜巻の観測例が無いのも、本検討地域の特徴である。</p> <p>以上の結果を踏まえ、擬似的な51.5年間のデータや統計量をFスケール毎に作成した。その基本的な考え方は以下のとおりである。</p> <p>① 被害が小さくて見過ごされやすいF0及びF不明竜巻は、観測体制が強化された2007年以降の年間発生数や標準偏差を採用する。</p> <p>② 被害が比較的軽微なF1竜巻については、観測体制が整備された1991年以降の年間発生数や標準偏差を採用する。</p>	

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>iii. 被害が比較的大きく見逃されることが少ないF2,3 竜巻については、観測データが整備された 1961 年以降の全期間の年間発生数や標準偏差を採用する。</p> <p>iv. 51.5 年間の発生数を、i～iiiの観測期間との比率から F スケールごとに推計する。</p> <p><u>このようにして得られた結果（以下、疑似データと呼ぶ）を表 2.1 の 4 段目に示す。ここでの小計には、陸上での不明竜巻を含めた。その結果、51.5 年間に発生した竜巻 1187 個のうち、不明も含む陸上竜巻が 333 個、海上竜巻は 853 個と推定された。</u></p> <p>竜巻は、被害があつて初めてその F スケールが推定されるため、陸上での不明竜巻（上陸竜巻の F 不明を含む）は被害が少ない F0 竜巻に分類するのが合理的である。その一方、海上の F スケール不明の竜巻については、その F スケールを推定することは困難であるが、沿岸部近傍での竜巻の発生特性は陸上と海上では類似していると考えられる【参考資料 1】。そこで、以下のような仮定の下に、検討地域の竜巻発生数を推計した。</p> <p>v. 陸上で発生あるいは上陸した F 不明竜巻は F0 に含める。これにより、全ての陸上竜巻を F0～F3 に分類する。</p> <p>vi. 沿岸部近傍での海上竜巻の発生特性は、陸上竜巻の発生特性と類似しているとの仮定の下、不明な海上竜巻の発生数を陸上竜巻の F スケール別発生比率で按分する。</p> <p>このようにして得られた結果を表 2.1 の 5 段目に示す。検討領域における 51.5 年間の竜巻の発生総数は 1187 個、その 8 割以上が F0, 1 割強が F1 と推定された。また、F2 竜巻は、実際の観測数は 51.5 年間で 10 個であったが、海上竜巻を考慮したため、疑似データでは 36 個に増加している。</p> <p>また、<u>図 2.1 に示す日本における竜巻強度分布の変遷より、理想的な竜巻強度分布（縦軸：竜巻の発生率、横軸：風速の二乗）は直線上になる。今回の実施した疑似データ作成方法においても、直線となる期間から F スケールごとの使用データを選定しており、適切な方法と考えられる。</u></p>	<p>e. <u>F 2 以上の竜巻については、見逃されることが少なかったとして、1961 年以降の全期間の統計量を基にする。</u></p> <p>f. <u>51.5 年間の発生数を、(a)～(c)の観測期間との比率から F スケールごとに推計する。</u></p> <p>g. <u>海上竜巻で F スケール不明の場合、被害痕跡等が残っていないため、その F スケールを推定することは難しい。そこで、沿岸部近傍では竜巻の発生状況については陸上と海上で変わらないと仮定し、「海岸線から海上 5km の範囲における海上竜巻の発生特性が、海岸線から内陸 5km の範囲における陸上竜巻の発生特性と同様である」という仮定に基づいて、陸上竜巻（上陸竜巻含む）での F スケール別発生比率で按分し、各 F スケールで発生した竜巻に加える。【添付資料 5 別紙 1】</u></p> <p><u>一方、F スケール不明の陸上竜巻は、痕跡等が残らないほど小さかったとし、F 0 相当の竜巻であったとする。</u></p> <p><u>竜巻検討地域について、発生数に関する統計量の分析結果を第 2-1 表に示す。竜巻検討地域において 51.5 年間に 300 個の竜巻が観測されたことに対し、1188 個の竜巻が発生したと推定した。</u></p>	<p>③ <u>被害が比較的大きく見逃されることが少ない F2, F3 竜巻については、観測データが整備された 1961 年以降の全期間の年間発生数や標準偏差を採用する。</u></p> <p>④ <u>51.5 年間の発生数を、①～③の観測期間との比率から F スケール毎に推計する。</u></p> <p>竜巻は、被害があつて初めてその F スケールが推定されるため、陸上での不明竜巻（上陸竜巻の F 不明を含む）は被害が少ない F0 竜巻に分類するのが合理的である。その一方、海上の F スケール不明の竜巻については、その F スケールを推定することは困難であるが、沿岸部近傍での竜巻の発生特性は陸上と海上では類似していると考えられる。そこで、以下のような仮定の下に、検討地域の竜巻発生数を推計した。</p> <p>⑤ <u>陸上で発生した F 不明竜巻は F0 に含める。これにより、全ての陸上竜巻を F0～F3 に分類する。</u></p> <p>⑥ <u>沿岸部近傍での海上竜巻の発生特性は、陸上竜巻の発生特性と類似しているとの仮定の下、不明な海上竜巻の発生数を陸上竜巻の F スケール別発生比率で按分する。（按分後の期間内発生数は切り上げて整数化する）</u></p> <p><u>このようにして得られた結果を表 2.3.2 に示す。検討領域における 51.5 年間の竜巻の発生総数は 1187 個、その 8 割以上が F0, 1 割強が F1 と推定された。また、F2 竜巻は、実際の観測数は 51.5 年間で 10 個であったが、海上竜巻を考慮したため、疑似データでは 36 個に増加している。</u></p>	<p>・竜巻検討地域の違いによる相違</p> <p>【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>図 2.3.4 は、求められた発生数の平均値 (23.05 個) と標準偏差 (8.97 個) に対するポアソン分布とポリヤ分布である。ポアソン分布 (破線) は平均値のみで決まるが、ポリヤ分布 (実線) は標準偏差の影響を受けるため、かなり幅の広い分布形となっている。なお、これらの分布形に関しては 2.3.5 で述べる (式 (1), (2) 参照)。</p> <p>さらに、擬似データを作成した時の基本的な考え方に則り、発生数のシミュレーションを行い、どのような竜巻発生数の推移を想定しているかを検討した。</p> <p>具体的には、F スケール毎に採用した期間内の観測値及び不明な陸上・海上竜巻が、繰り返しランダムに現れるものとして、各年の発生数をシミュレーションし、52 年間の発生数データを作成する。そのデータを観測値と見なした場合に、関数形を推定し図 2.3.4 の結果と比較する。</p> <p>例えば F0 の場合、信頼できるデータは最近 5~6 年間のデータしかないため、この内の一個のデータを乱数により抽出し、その年の F0 の発生数のデータとする。F0 に加えるべき陸上の不明や、海上竜巻についても、乱数を発生させて毎年の発生数をシミュレーションする。F1~F3 についても同様であり、これら全ての発生数を合算し、その年の発生数とする。</p> <p>図 2.3.5(a) は、このようにして作成した 52 年間の発生数時系列の一例である。F0 や不明竜巻に関する最近の増加特性を反映させている。同図 (b) (c) は、シミュレーションされた発生数の確率分布を推定した結果である。この結果は、図 2.3.4 の結果と非常に類似していることがわかる。また、ポアソン分布に比べて、ポリヤ分布の方が発生数への適合度は高いと言える。</p>	<p>(ポアソン分布については、柏崎 6/7 は「2.3(2)③」及び「参考資料 2」で、東海第二は「別紙 5-2」で記載)</p>

表 2.1 竜巻発生数の解析結果

竜巻検討地域 (沿岸±5km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール					不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)		
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	74	24	40	10	0	13	105	192	
	平均値(年)	1.44	0.47	0.78	0.19	-	0.25	2.04	3.73	
	標準偏差(年)	2.25	1.75	0.90	0.49	-	0.71	5.92	7.81	
	CV(年)	1.56	3.76	1.16	2.52	-	2.83	2.90	2.09	
	1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	46	24	21	1	0	12	105	163
平均値(年)	2.14	1.12	0.98	0.05	-	0.56	4.88	7.58		
標準偏差(年)	3.11	2.61	0.91	0.22	-	1.02	8.49	11.07		
CV(年)	1.45	2.34	0.93	4.64	-	1.83	1.74	1.46		
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	27	22	5	0	0	7	91	125	
	平均値(年)	4.91	4.00	0.91	-	-	1.27	16.55	22.73	
	標準偏差(年)	5.55	4.32	1.24	-	-	1.69	11.41	15.10	
	CV(年)	1.13	1.08	1.36	-	-	1.33	0.69	0.66	
	疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	333	206	51	10	0	66	853	1188
平均値(年)		6.44	4.00	0.98	0.19	-	1.27	16.55	22.99	
標準偏差(年)		4.75	4.32	0.91	0.49	-	1.69	11.41	12.36	
CV(年)		0.74	1.08	0.93	2.52	-	1.33	0.69	0.54	
疑似 51.5年間 (全竜巻)		期間内総数	1187	969	182	36	0	0	1187	
	平均値(年)	23.05	18.82	3.53	0.70	-	-	-	23.05	
	標準偏差(年)	8.97	8.76	1.72	0.92	-	-	-	8.97	
	CV(年)	0.39	0.47	0.49	1.32	-	-	-	0.39	

第2-1表 竜巻発生数の分析結果

		F3	F2	F1	F0	小計	陸上 不明	海上 不明	合計	
過去に 観測 された 竜巻	1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	6	41	100	46	193	20	87	300
		平均値(個/年)	0.12	0.80	1.94	0.89	3.75	0.39	1.69	5.83
		標準偏差(個/年)	0.32	0.94	1.96	2.17	3.25	0.69	4.35	7.26
		期間内個数	1	15	72	46	134	15	86	235
	1991.1-2012.6 21.5年間	平均値(個/年)	0.05	0.70	3.35	2.14	6.23	0.70	4.00	10.93
		標準偏差(個/年)	0.22	0.78	2.03	2.96	3.24	0.84	6.08	8.81
		期間内個数	0	1	12	31	44	9	63	116
		平均値(個/年)	0.00	0.18	2.18	5.64	8.00	1.64	11.45	21.09
	2007.1-2012.6 5.5年間	標準偏差(個/年)	0.00	0.43	1.99	4.17	4.16	0.97	8.32	11.75
				F3	F2	F1	F0	計		
疑似 51.5 年間の 竜巻	疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内個数	6	41	173	376	596			
		平均値(個/年)	0.12	0.80	3.36	7.30	11.57			
	疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	12	82	345	749	1188			
		平均値(個/年)	0.23	1.59	6.70	14.54	23.07			
		標準偏差(個/年)	0.46	1.33	2.87	6.69	7.42			

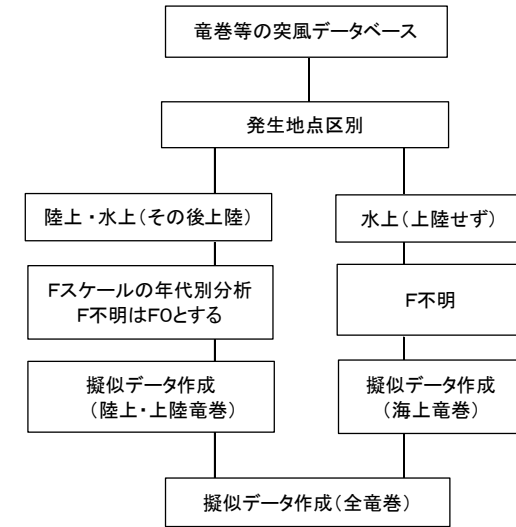


図 2.3.3 竜巻発生数の解析フロー

表 2.3.1 竜巻発生数の解析結果

竜巻検討地域 (沿岸±5km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール					不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)		
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	74	24	40	10	0	13	105	192	
	平均値(年)	1.44	0.47	0.78	0.19	-	0.25	2.04	3.73	
	標準偏差(年)	2.25	1.75	0.90	0.49	-	0.71	5.92	7.81	
	CV(年)	1.56	3.76	1.16	2.52	-	2.83	2.90	2.09	
	1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	46	24	21	1	0	12	105	163
平均値(年)		2.14	1.12	0.98	0.05	-	0.56	4.88	7.58	
標準偏差(年)		3.11	2.61	0.91	0.22	-	1.02	8.49	11.07	
CV(年)		1.45	2.34	0.93	4.64	-	1.83	1.74	1.46	
2007~ 2012/6 (5.5年間)		期間内総数	27	22	5	0	0	7	91	125
	平均値(年)	4.91	4.00	0.91	-	-	1.27	16.55	22.73	
	標準偏差(年)	5.55	4.32	1.24	-	-	1.69	11.41	15.10	
	CV(年)	1.13	1.08	1.36	-	-	1.33	0.69	0.66	

表 2.3.2 竜巻発生数の推計結果 (疑似 51.5年間)

日本海 (沿岸±5km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール			
			F0	F1	F2	F3
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	1187	969	182	36	0
	平均値(年)	23.05	18.82	3.53	0.70	-
	標準偏差(年)	8.97	8.76	1.72	0.92	-
	CV(年)	0.39	0.47	0.49	1.32	-

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

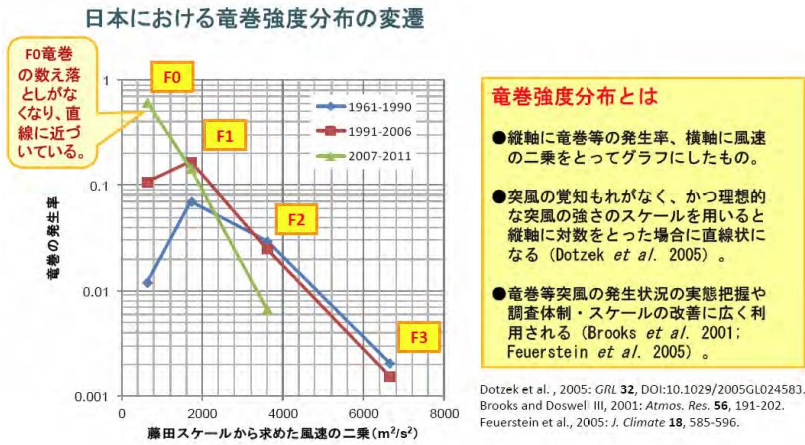


図 2.1 日本における竜巻強度分布の変遷

(出典：気象庁「竜巻等突風の強さの評定に関する検討会」第一回資料3)

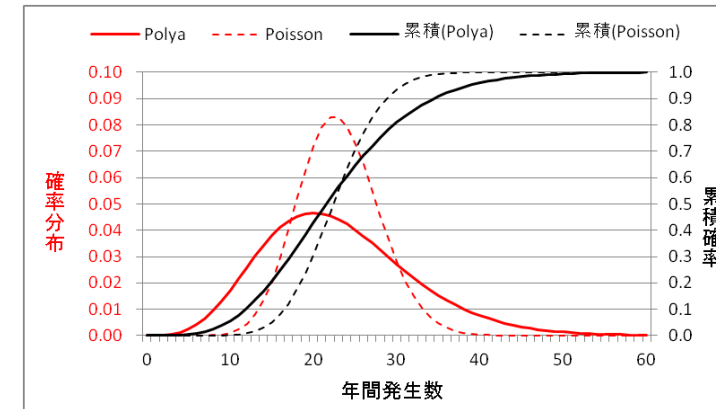
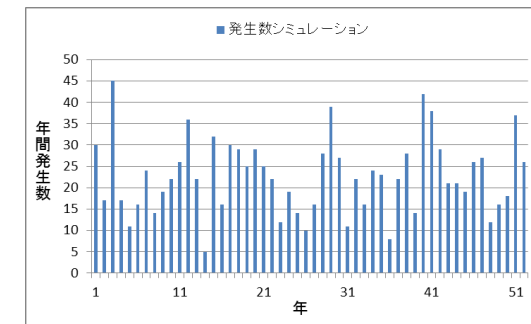
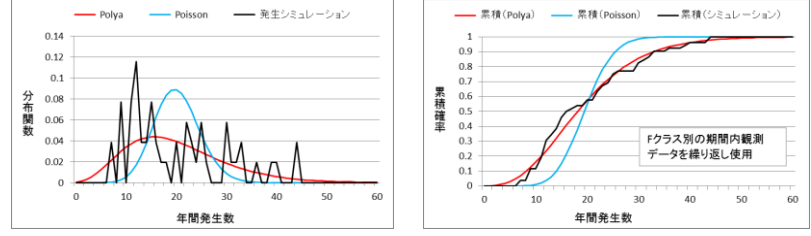


図 2.3.4 竜巻発生数の確率分布 (赤) と累積分布 (黒)



(a) 発生数の時系列

(ポアソン分布については、柏崎 6/7 は「2.3(2)③」及び「参考資料2」で、東海第二は「別紙5-2」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>③年発生数の確率密度分布の設定</p> <p>設定に当たっては、竜巻は気象事象の中でも極めて稀に発生する事象であり、発生数の変動（標準偏差）が大きい分布であることから、東京工芸大学委託成果にならってポリヤ分布により設定した。なお、ポリヤ分布は、竜巻影響評価ガイドにおいて推奨されているポアソン分布を一般化したものであり、年発生数の年々変動の実態をポアソン分布よりも適合性が高い形で表現できることを確認している。【参考資料2】</p> <p>(3) 竜巻の被害幅、被害長さの分析</p> <p>竜巻発生数と同様にして、3つの観測期間を対象にして、被害幅の観測データを解析した結果を表3.1に示す。ここで記載したF不明とは、被害幅とFスケールの両方若しくは片方が不明であることを表す。また、<u>気象庁のデータベース上で、被害幅が0mと記録されている竜巻も不明扱いとし、解析対象からは除外した。</u></p>	<p>(3) 年発生数の確率密度分布の設定</p> <p>竜巻の年発生数の確率密度分布の設定に当たっては、竜巻は気象事象の中でも極めて稀に発生する事象であり、発生数の変動（標準偏差）が大きいことから、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録等に基づき平均値と標準偏差を評価し、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」の成果を参考とし、第2-1図に示すポリヤ分布とした。</p>  <p>第2-1図 竜巻の年発生数の確率密度分布（ポリヤ分布）</p> <p>3. <u>竜巻の被害幅及び被害長さの分析</u></p> <p><u>被害幅及び被害長さについても発生数と同様に疑似51.5年間の統計量を基にする。</u></p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>  <p>(b) 分布関数の比較 (c) 累積確率</p> <p>図 2.3.5 発生数シミュレーションの結果</p> <p>2.3.3 竜巻被害幅・長さの統計</p> <p>竜巻発生数と同様にして、3つの観測期間を対象にして、被害幅の観測データを解析した。</p> <p>解析のフローを図2.3.6に、その結果を表2.3.3に示す。ここでの不明とは、被害幅とFスケールの両方もしくは片方が不明であることを表す。また、<u>気象庁「竜巻等の突風データベース」上で、被害幅が0mと記録されている竜巻も不明扱いとし、</u></p>	<p>備考</p> <p>(島根2号炉は、確率密度分布の設定について「2.3.2」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>本竜巻検討地域では、51.5年間に192個の竜巻が観測されているが、Fスケールが分かっているものが74個(表2.1の1段目の小計)、Fスケールと幅の両方が分かっているものが55個(表3.1の1段目の小計)である。被害幅の解析に利用可能なデータ数は、発生数のデータ数に比べてかなり少ないことが分かる。先に推定したFスケールごとの発生数(表2.1)との整合性も確保する必要がある。そこで、以下のようにして51.5年間の被害幅の統計量を推定した。</p> <p>① 統計量を確保するために、1961年以降の観測データを使用し、Fスケール別に被害幅データを抽出する。このデータをもとに、Fスケール別に被害幅のデータや平均値・標準偏差を求める(表3.1の上段)。</p> <p>② 各スケール別の51.5年間のデータ数は、①で得られる観測値ではなく、表2.1で推定された51.5年間の疑似データの発生数とする。</p> <p>③ 具体的には、①で抽出されたFスケール別の被害幅データを大きい順に並び替え※、②で設定した51.5年間の発生数分だけ繰り返し集積し、51.5年間の疑似データ(幅のデータ)を作成する。</p> <p>④ 作成された疑似データの平均値や標準偏差を求める。</p> <p>※: 51.5年間の発生数分だけ繰り返し集積する際に、より大きな被害幅データを集積することで保守的なデータとなるように、大きい順に並べ替えた。</p> <p>このようにして求めた結果を表3.1の最下段に示す。Fスケール別の平均値や標準偏差は、繰り返しサンプリングを行っている関係で、最上段の観測値とは若干異なっている(若干大きい)。以上により、Fスケールごとの被害幅の発生特性を保持しつつ、発生数との整合性を確保することができる。</p> <p>被害長さについても、被害幅と同様の解析を行った。結果を表</p>	<p>被害幅及び被害長さの解析に利用可能なデータ数は、竜巻発生数評価時のデータ数に比べて少ない。</p> <p>そこで、先に作成した疑似51.5年間の竜巻発生数と対応した被害幅及び被害長さの統計量の分析は、以下の手順で行った。</p> <p>Step1: 基となる観測データ数を確保するために、1961年以降の被害幅及び被害長さのデータを基にする。そのデータをFスケールごとに仕分ける。</p> <p>Step2: 各Fスケールに対し、上記で抽出された被害幅や被害長さのデータを大きい順に並び替え、51.5年間の発生数分だけ繰り返しサンプリングを行い、疑似51.5年間のデータとする。例えば、被害幅が観測されている7個のデータを大きい順から並べたものを7回繰り返し、計49個のデータを作成する。</p> <p>Step3: 疑似51.5年間のデータについて、統計量(平均値及び標準偏差)を求める。</p> <p>第3-1表、第3-2表に、疑似51.5年間のデータを基に評価した被害幅及び被害長さの統計量を示す。</p>	<p>解析対象からは除外した。</p> <p>本竜巻検討地域では、51.5年間に192個の竜巻が観測されているが、Fスケールが分かっているものが74個(表2.3.1の1段目の小計)、Fスケールと幅の両方が分かっているものが55個(表2.3.3の1段目の小計)である。被害幅の解析に利用可能なデータ数は、発生数のデータ数に比べてかなり少ないことが分かる。</p> <p>安定した統計値を算出するためには、データ数を確保する必要がある。また、先に推定したFスケール毎の発生数との整合性も確保する必要がある。そこで、以下のようにして51.5年間の被害幅の統計量を推定した(図2.3.6参照)。</p> <p>① 統計量を確保するために、1961年以降の観測データを使用し、Fスケール別に被害幅データを抽出する。Fスケール別のデータから、被害幅の発生数や平均値・標準偏差を求める(表2.3.3の上段)。</p> <p>② 各スケール別の51.5年間のデータ数は、①で得られる観測値ではなく、表2.3.1で推定された51.5年間の疑似データの発生数とする。</p> <p>③ ①で抽出されたFスケール別の被害幅データを大きい順に並び替え、②で設定した51.5年間の発生数分だけ繰り返しサンプリングを行い、51.5年間の疑似データ(幅のデータ)を作成する。</p> <p>④ 作成された疑似データの平均値や標準偏差を求める。</p> <p>このようにして求めた結果を表2.3.3の最下段に示す。Fスケール別の平均値や標準偏差は、繰り返しサンプリングを行っている関係で、最上段の観測値とは若干異なっている。以上により、Fスケール毎の被害幅の発生特性を保持しつつ、発生数との整合性を確保した。</p> <p>竜巻被害長さについても、被害幅と同様の解析を行った。結</p>	

3.2 に示す。

果を表 2.3.4 に示す。擬似データの竜巻長さの平均値は約 1.6km であり、F0~F2 の平均値はそれぞれ 1.1km, 3.8km, 3.0km 程度である。

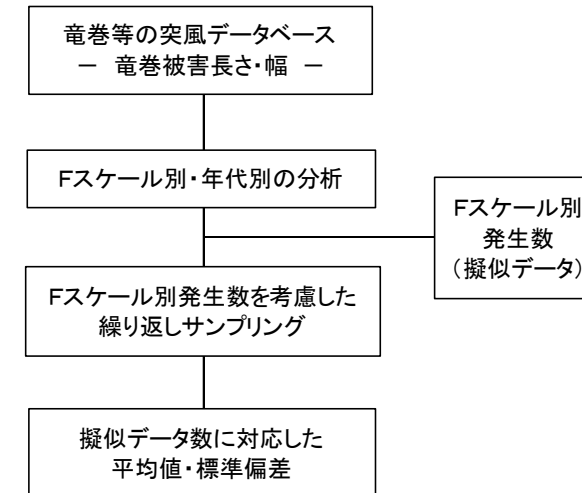


図 2.3.6 竜巻被害長さ・幅の分析フロー

表 3.1 竜巻の被害幅の解析結果

竜巻検討地域 (沿岸±5km)	竜巻幅 の統計 (m)	小計	竜巻スケール					不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)		
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	55	23	26	6	0	32	105	192	
	平均値 (m)	124	120	113	190	-				
	標準偏差 (m)	151	125	104	349	-				
	CV	1.22	1.04	0.92	1.84	-				
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	42	23	18	1	0	16	105	163	
	平均値 (m)	123	120	128	100	-				
	標準偏差 (m)	117	125	116	0	-				
	CV	0.96	1.04	0.91	0.00	-				
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	26	21	5	0	0	8	91	125	
	平均値 (m)	127	126	132	-	-				
	標準偏差 (m)	116	129	54	-	-				
	CV	0.91	1.03	0.41	-	-				
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	1187	969	182	36	0	0	0	1187	
	平均値 (m)	121	120	113	190	-				
	標準偏差 (m)	131	123	102	323	-				
	CV	1.08	1.02	0.90	1.70	-				

第 3-1 表 被害幅の統計量

		F3	F2	F1	F0	計
1961.1-2012.6 51.5年間 観測値	期間内個数	6	36	84	37	163
	平均値 (m)	525	206	115	55	137
	標準偏差 (m)	741	367	173	45	265
疑似 51.5 年間	期間内個数	12	82	345	749	1188
	平均値 (m)	525	250	124	56	94
	標準偏差 (m)	706	408	187	45	179

表 2.3.3 竜巻被害幅の解析結果

日本海 (沿岸±5km)	竜巻幅 の統計 (m)	小計	竜巻スケール					不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)		
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	55	23	26	6	0	32	105	192	
	平均値 (m)	124	120	113	190	-				
	標準偏差 (m)	151	125	104	349	-				
	CV	1.22	1.04	0.92	1.84	-				
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	42	23	18	1	0	16	105	163	
	平均値 (m)	123	120	128	100	-				
	標準偏差 (m)	117	125	116	0	-				
	CV	0.96	1.04	0.91	0.00	-				
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	26	21	5	0	0	8	91	125	
	平均値 (m)	127	126	132	-	-				
	標準偏差 (m)	116	129	54	-	-				
	CV	0.91	1.03	0.41	-	-				
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	1187	969	182	36	0	0	0	0	
	平均値 (m)	121	120	113	190	-				
	標準偏差 (m)	131	123	102	323	-				
	CV	1.08	1.02	0.90	1.70	-				

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 3.2 竜巻の被害長さの解析結果

竜巻検討地域 (沿岸±5km)	被害長さ の統計(km)	小計	竜巻スケール					不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)		
1961～ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	57	23	28	6	0	30	105	192	
	平均値 (km)	2.516	1.139	3.550	2.967	-				
	標準偏差 (km)	4.039	1.486	5.243	3.462	-				
	CV	1.61	1.30	1.48	1.17	-				
1991～ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	41	23	17	1	0	17	105	163	
	平均値 (km)	1.502	1.139	2.024	1.000	-				
	標準偏差 (km)	1.943	1.486	2.467	0.000	-				
	CV	1.29	1.30	1.22	0.00	-				
2007～ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	26	21	5	0	0	8	91	125	
	平均値 (km)	1.800	1.219	4.240	-	-				
	標準偏差 (km)	2.300	1.533	3.618	-	-				
	CV	1.28	1.26	0.85	-	-				
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	1187	969	182	36	0	0	0	1187	
	平均値 (km)	1.607	1.149	3.780	2.967	-				
	標準偏差 (km)	2.697	1.466	5.287	3.205	-				
	CV	1.68	1.28	1.40	1.08	-				

(4) 竜巻風速, 被害幅, 被害長さの確率分布, 相関係数

竜巻ハザードを評価するためには、一つの竜巻が発生した際の、竜巻風速・被害幅・被害長さの確率分布が必要となる。そこで、本竜巻検討地域における 51.5 年間の竜巻の発生数・被害幅・被害長さのデータ (表 4.1) を用いて各確率密度分布を求める。その際、竜巻影響評価ガイド並びに東京工芸大学委託成果を参照して、確率密度関数が対数正規分布にしたがうものとした。

① 竜巻風速の確率密度分布

F スケールの竜巻風速には幅があるため、具体的な風速の設定方法には任意性があり、F スケールの範囲内のある値 (中央値等) に設定する方法や F スケールの風速範囲内で一様に分布すると仮定する方法などが考えられる。

図 4.1 に竜巻風速が中央値に集中した場合 (黒い実線) 及び一様に分布するとした場合 (赤い実線) について、風速の分布形 (超過確率) を推定した結果を示す。●印は、各 F スケール下限値における観測値 (疑似 51.5 年間データ) の超過確率を表しており、例えば F1 の下限値 (33m/s) 以上となる確率は約 0.2 である。また、○印は、F3 が 1 個観測された場合を仮定してプロットをし

第 3-2 表 被害長さの統計量

		F3	F2	F1	F0	計
1961.1-2012.6 51.5年間 観測値	期間内個数	6	38	88	38	170
	平均値 (km)	14	5.02	2.38	1.17	3.11
	標準偏差 (km)	15	4.55	3.03	0.98	4.70
疑似 51.5 年間	期間内個数	12	82	345	749	1188
	平均値 (km)	14	5.63	2.43	1.18	1.98
	標準偏差 (km)	14	4.94	3.03	0.97	3.10

4. 竜巻風速, 被害幅及び被害長さの確率密度分布及び相関係数

(1) 最大風速, 被害幅及び被害長さの確率密度分布

表 2.3.4 竜巻被害長さの解析結果

日本海 (沿岸±5km)	被害長さ の統計(km)	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961～ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	57	23	28	6	0	30	105	192
	平均値 (km)	2.516	1.139	3.550	2.967	-			
	標準偏差 (km)	4.039	1.486	5.243	3.462	-			
	CV	1.61	1.30	1.48	1.17	-			
1991～ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	41	23	17	1	0	17	105	163
	平均値 (km)	1.502	1.139	2.024	1.000	-			
	標準偏差 (km)	1.943	1.486	2.467	0.000	-			
	CV	1.29	1.30	1.22	0.00	-			
2007～ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	26	21	5	0	0	8	91	125
	平均値 (km)	1.800	1.219	4.240	-	-			
	標準偏差 (km)	2.300	1.533	3.618	-	-			
	CV	1.28	1.26	0.85	-	-			
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	1187	969	182	36	0	0	0	0
	平均値 (km)	1.607	1.149	3.780	2.967	-			
	標準偏差 (km)	2.697	1.466	5.287	3.205	-			
	CV	1.68	1.28	1.40	1.08	-			

2.3.4 竜巻風速・被害幅・長さの確率分布

2.3.4.1 対数正規分布

後述するように、竜巻ハザードを評価するためには、一つの竜巻が発生した際の、竜巻風速・被害幅・長さの確率分布が必要となる。本章では、これらの確率密度関数を求める。(対数正規分布についての概説を付録 1 に示す。)

2.3.2 と 2.3.3 の結果から、51.5 年間の竜巻パラメータは表 2.3.5 のようにまとめられる。この表を基に、それぞれの竜巻パラメータの確率密度分布関数 $f(x)$ を求める。

JNES の報告書によれば、竜巻の風速・幅・長さに関する分布形は、対数正規分布への適合度が良いことが示されている。この成果及びガイドに基づき、本報告でも対数正規分布を用いるものとする。

2.3.4.2 竜巻速度の確率分布

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

・資料構成の相違
【柏崎 6/7】
島根 2号炉は、対数正規分布の概説を「付録 1」に記載している

(島根 2号炉は、竜巻風速の確率密度分布について「付録 4」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>た。</p> <p>ハザード解析においては、特定の風速以上となる確率が重要であることから、●印で表された観測値ベースの超過確率と適合度が高い分布形が望ましい。図 4.1(a) の○印も含めて評価すると、一様分布の方が中央値の場合よりも適合度が良いと言える。</p> <p>また、後述のハザード解析において、竜巻風速が中央値に集中した場合及び一様に分布するとした場合で計算した結果、図 4.2 のとおり風速設定を一様分布とした方が中央値で代表させる場合よりも厳しいハザード曲線となっている。</p> <p>以上より、ハザードを保守的に評価するとの観点から、風速分布としては一様分布を採用した。風速分布を一様分布とした場合の竜巻風速の確率密度分布、年超過確率分布の算定結果を図 4.3 に示す。</p> <p>②竜巻の被害幅の確率密度分布</p> <p>竜巻の被害幅は、竜巻風速とは異なり具体的な値が直接観測されていることから、任意性はなく、観測値から作成した疑似データに基づき、確率密度分布を推定する。竜巻の被害幅の確率密度分布、年超過確率分布の算定結果を図 4.4 に示す。算定結果は、年超過確率の図より観測結果を適切に推定できていることがわかる。</p> <p>③竜巻の被害長さの確率密度分布</p> <p>竜巻の被害長さは、竜巻風速とは異なり具体的な値が直接観測されていることから、任意性はなく、観測値から作成した疑似データに基づき、確率密度分布を推定する。竜巻の被害長さの確率密度分布、年超過確率分布の算定結果を図 4.5 に示す。算定結果は、年超過確率の図より観測結果を適切に推定できていることがわかる。</p> <p>ハザード曲線を算定する際、2 変量又は 3 変量の確率分布関数</p>	<p>最大風速、被害幅及び被害長さは、前記で評価した統計量を有する対数正規分布に従うものとする。第 4-1 表に統計量を示す。それぞれが独立であるとした場合の確率密度分布について、第 4-1 図～第 4-6 図に示す。</p> <p>最大風速の超過確率は、観測結果がトレースでき、風速の大きいエリアにおいても不自然な形となっていないことが確認できる。竜巻の被害幅及び長さの超過確率からは、観測結果をおおむねトレースしていることが確認できる。</p> <p>(2) 最大風速、被害幅及び被害長さの相関係数</p> <p>相関係数は、過去に発生した竜巻の最大風速、被害幅及び被害</p>	<p>表 2.3.5 の F スケール別の発生数から、竜巻風速の確率分布を求める。竜巻風速の確率分布の算定結果を図 2.3.7 に示す。観測結果を適切に表現できる形となっており、風速の大きいエリアにおいても不自然な形となっていない。</p> <p>2.3.4.3 被害幅の確率分布</p> <p>竜巻風速と同様に、竜巻被害幅の確率分布を推定する。竜巻被害幅の確率分布の推定結果を図 2.3.8 に示す。推定された分布形は、被害幅の小さな竜巻に加え、ごく希に見られる被害幅の非常に大きい確率も適切に評価しているといえる。</p> <p>2.3.4.4 被害長さの確率分布</p> <p>被害長さについても、被害幅と同様の方法で確率分布を推定した。図 2.3.9 によると、被害長さが 10～20km に達する竜巻が観測されているが、推定された分布形はこれも含めて適切に評価していることが分かる。</p> <p>2.3.4.5 相関係数</p> <p>後述するように、竜巻のハザードの計算においては、2 変量</p>	<p>備考</p> <p>(島根 2号炉は、確率密度分布を「別添 2-1」2.3.5) で記載)</p> <p>(島根 2号炉は、確率密度分布を「別添 2-1」2.3.5) で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

を対象とするため、竜巻風速、被害幅、被害長さの相関係数の検討を実施した。相関係数は、1961年以降の観測データで、3変量が同時に観測されているデータを用いるのが理想的であるが、十分なデータ数を確保するため、風速と幅のみが観測されているデータ等、2変量の比較が行える観測データも併せて用いて相関係数を算定した。なお、竜巻風速、被害幅、被害長さの確率密度分布の推定では、発生頻度が重要であるために繰り返しサンプリングを行ったデータを用いたが、以下の理由により、相関係数の推定ではそのような措置を行わず、観測の元データをもとに推定した。

Fスケール不明やF0竜巻では、被害規模が小さいために被害幅や被害長さの観測データがF2竜巻に比べて得られる機会が少なく、ばらつきも大きいものと考えられる。そのようなデータをサンプリングにより増やすと、F2竜巻で見られる相関の高さが反映されない算定結果になることが懸念される。

表4.2に示す算定結果によれば、本竜巻検討地域では、竜巻風速と被害長さには相関係数0.31程度、被害幅と被害長さには、0.46程度の相関が認められた。相関を求めた際のデータ数、平均値、標準偏差及び相関係数を表4.2に示す。

表4.1 竜巻検討地域における竜巻パラメータ (51.5年間の推定結果)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール			
			F0	F1	F2	F3
発生数	期間内総数	1187	969	182	36	0
	平均値(年)	23.05	18.82	3.53	0.70	-
	標準偏差(年)	8.97	8.76	1.72	0.92	-
	CV(年)	0.39	0.47	0.49	1.32	-
被害幅	期間内総数	1187	969	182	36	0
	平均値(m)	121	120	113	190	-
	標準偏差(m)	131	123	102	323	-
	CV	1.08	1.02	0.90	1.70	-
被害長さ	期間内総数	1187	969	182	36	0
	平均値(km)	1.607	1.149	3.780	2.967	-
	標準偏差(km)	2.697	1.466	5.287	3.205	-
	CV	1.68	1.28	1.40	1.08	-

東海第二発電所 (2018.9.18版)

長さの関係を評価することから、繰り返しサンプリングを行った推定51.5年間ではなく、観測データを基に、その対数値の相関係数を算出した。観測データのみを用いるのは、Fスケール不明やF0の竜巻では、被害規模が小さいために、被害幅や被害長さの観測データがF2、F3の竜巻と比べ観測値として示されている場合が少なく、そのようなデータを繰り返しサンプリングにより増やすと、F2、F3の竜巻で見られる相関性が反映されない結果が懸念されるためである。

また、相関係数を算出する際には、竜巻の最大風速、被害幅及び被害長さの3変量が同時に観測されているデータを用いるのが理想であるが、3変量が揃っているデータは少ないので、データ数を極力確保することを目的として、例えば最大風速と被害幅のみが観測されている等、少なくとも2変量の比較が行えるデータを用いた。

相関係数の算出結果を、第4-2表に示す。

第4-1表 発生数、被害幅及び被害長さの統計量

		F3	F2	F1	F0	計
発生数	期間内個数	12	82	345	749	1188
	平均値(個/年)	0.23	1.59	6.70	14.54	23.07
	標準偏差(個/年)	0.46	1.33	2.87	6.69	7.42
被害幅	期間内個数	12	82	345	749	1188
	平均値(m)	525	250	124	56	94
	標準偏差(m)	706	408	187	45	179
被害長さ	期間内個数	12	82	345	749	1188
	平均値(km)	14	5.63	2.43	1.18	1.98
	標準偏差(km)	14	4.94	3.03	0.97	3.10

島根原子力発電所 2号炉

あるいは3変量の確率分布を対象とするため、竜巻風速・被害幅・被害長さについての相関係数が必要となる。(2変量の確率分布関数についての概説を付録2に示す。)

竜巻風速、被害幅、被害長さの相関を求めるには、本来ならば、これら3つが同時に観測されているデータを用いるのが望ましいが、十分なデータ数が確保されないため、1961年以降の利用可能なデータを全て用いて相関を取ることにする。ただし、幅や長さが0mのデータは解析対象外とした。

また、それぞれの変数の確率分布の推定では、データ総数の整合性を確保したが、相関係数の推定ではそのような補正は行わない。これは、相関の高い(と思われる)F2以上のデータを重視するためである。

相関を求めた際のデータ数及び相関係数を表2.3.6に示す。ここに、相関係数はln(x)に対する相関係数である。

本竜巻検討地域では、竜巻風速と竜巻被害幅の間に相関は認められない。計算上は負値となっているが、ここでは無相関(=0)とする。

表2.3.5 竜巻検討地域における竜巻パラメータ (51.5年間の推定結果)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (沿岸±5km)	発生数	期間内総数	1187	969	182	36	0
		平均値(年)	23.05	18.82	3.53	0.70	-
		標準偏差(年)	8.97	8.76	1.72	0.92	-
		CV(年)	0.39	0.47	0.49	1.32	-
疑似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	1187	969	182	36	0
		平均値(m)	121	120	113	190	-
		標準偏差(m)	131	123	102	323	-
		CV	1.08	1.02	0.90	1.70	-
被害長さ	期間内総数	1187	969	182	36	0	
	平均値(km)	1.607	1.149	3.780	2.967	-	
	標準偏差(km)	2.697	1.466	5.287	3.205	-	
	CV	1.68	1.28	1.40	1.08	-	

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

東海第二発電所 (2018.9.18版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

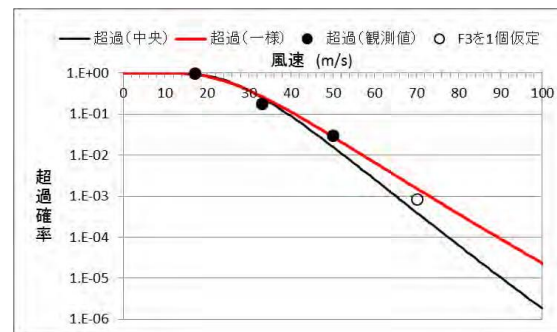
表 4.2(1) 相関係数算定に用いた竜巻風速, 被害幅, 被害長さの
データ数 (単位: 個)

データ数	風速	被害幅	被害長さ
風速	74	55	57
被害幅	55	59	54
被害長さ	57	54	59

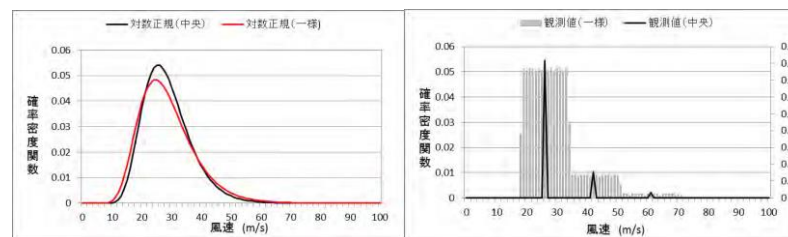
表 4.2(2) 竜巻風速, 被害幅, 被害長さの相関係数 (単位なし)

相関係数	風速	被害幅	被害長さ
風速	1.000	-0.050*	0.312
被害幅	-0.050*	1.000	0.462
被害長さ	0.312	0.462	1.000

*風速と被害幅は無相関との知見が得られたため, ハザード算定の
際には, 相関係数 0 として計算



(a) 超過確率



(b) 確率密度関数 (左: 推定値, 右: 観測値)

図 4.1 竜巻風速の確率分布の推定結果と観測値の比較

(島根 2 号炉は, 竜巻風速の確率密度分布について「付録 4」で記載)

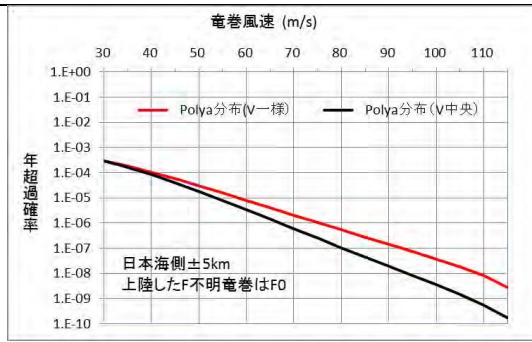


図 4.2 風速設定の違いによる竜巻最大風速のハザード曲線の比較 (海側, 陸側 5km 範囲)

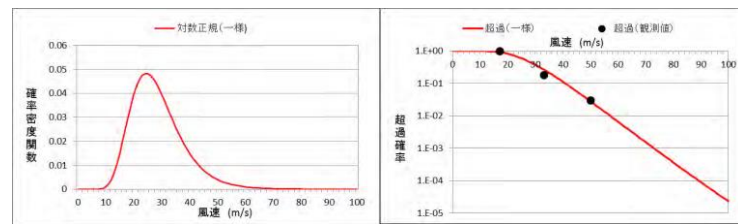


図 4.3(1) 竜巻風速の確率密度分布 図 4.3(2) 竜巻風速の年超過確率分布

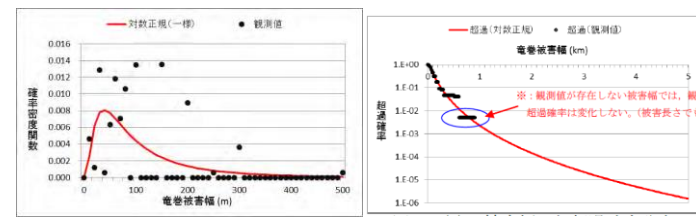


図 4.4(1) 被害幅の確率密度分布 図 4.4(2) 被害幅の年超過確率分布

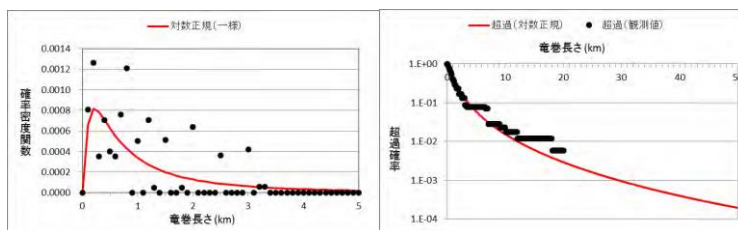
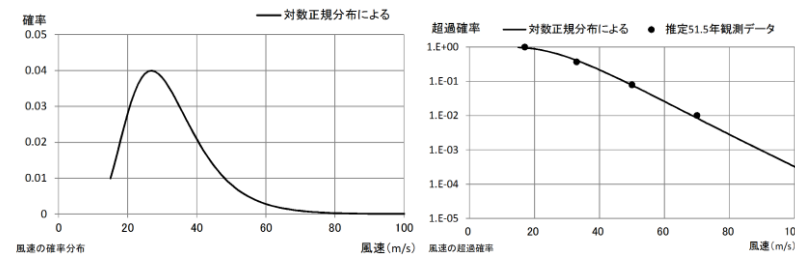
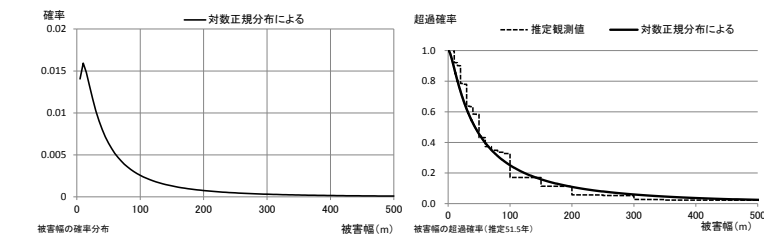


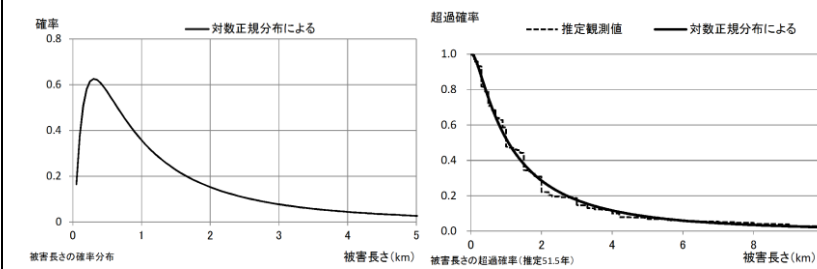
図 4.5(1) 被害長さの確率密度分布 図 4.5(2) 被害長さの年超過確率分布



第 4-1 図 最大風速の確率密度分布 第 4-2 図 最大風速の超過確率



第 4-3 図 被害幅の確率密度分布 第 4-4 図 被害幅の超過確率



第 4-5 図 被害長さの確率密度分布 第 4-6 図 被害長さの超過確率

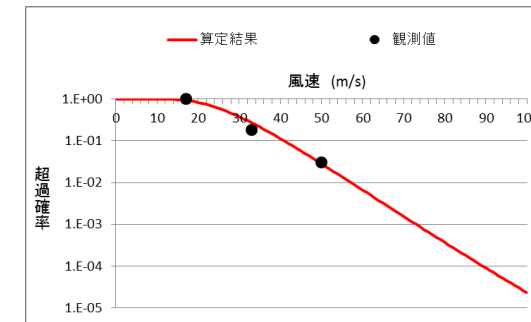


図 2.3.7 竜巻風速の確率分布の推定結果と観測値との比較

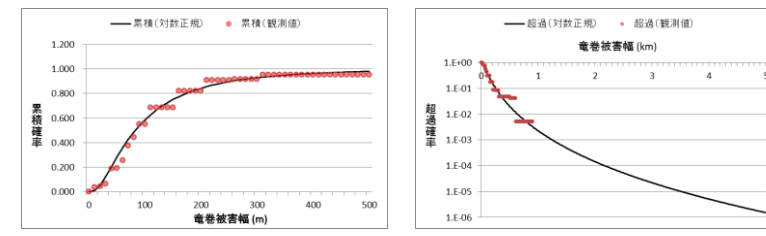


図 2.3.8 竜巻被害幅の確率分布の推定結果と観測値との比較

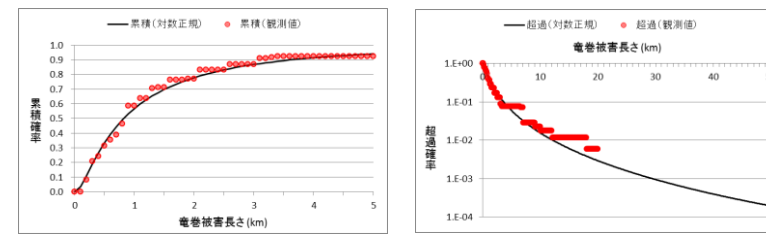


図 2.3.9 竜巻被害長さの確率分布の推定結果と観測値との比較

(島根 2号炉は、竜巻風速の確率密度分布について「付録 4」で記載)

(島根 2号炉は、確率密度分布を「別添 2-1 2.3.5」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																
<p>(5) 竜巻影響エリア</p> <p>竜巻影響エリアは、柏崎刈羽原子力発電所の号炉ごとに設定する。号炉ごとのすべての評価対象施設の設置面積の合計値及び推定される竜巻被害域(被害幅、被害長さから設定)に基づいて、竜巻影響エリアを設定する。</p> <p>図 5.1 に柏崎刈羽原子力発電所6号炉の竜巻影響エリア、図 5.2 に7号炉の竜巻影響エリアを示す。竜巻影響エリアは、柏崎刈羽原子力発電所6号又は7号炉の評価対象施設を含む長方形エリアの対角線長さが約 260m であることを考慮して、各号炉の評価対象施設を包絡する円形のエリア(直径 300m、面積約 7.1×10⁴m²)として設定する。なお、竜巻影響エリアを円形とするため、竜巻の移動方向には依存性は生じない。</p>	<p>第 4-2 表 最大風速、被害幅及び被害長さの対数値の相関係数</p> <table border="1" data-bbox="976 306 1676 491"> <thead> <tr> <th>相関係数の値</th> <th>最大風速</th> <th>被害幅</th> <th>被害長さ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大風速</td> <td>1.000</td> <td>0.381</td> <td>0.452</td> </tr> <tr> <td>被害幅</td> <td>—</td> <td>1.000</td> <td>0.381</td> </tr> <tr> <td>被害長さ</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>5. 竜巻影響エリアの設定</p> <p>発電所の構築物、系統及び機器のうち、外部事象防護対象施設のうち評価対象施設を包絡する円形領域を竜巻影響エリアとして設定した。竜巻影響エリアを第 5-1 図に示す。</p> <p>なお、竜巻影響エリアは、原子炉建屋周辺、海水ポンプ室及び使用済燃料乾式貯蔵建屋が離れているため、それぞれをまず直径 188m、直径 44m 及び直径 60m の円形領域に包絡させ、さらにこれらの領域を包絡させた直径 300m の円形領域(面積約 71,000m²)として設定した。</p> <p>また、竜巻影響エリアを円形としたため、ハザード計算において竜巻の移動方向に対する依存性は生じない。</p>	相関係数の値	最大風速	被害幅	被害長さ	最大風速	1.000	0.381	0.452	被害幅	—	1.000	0.381	被害長さ	—	—	1.000	<p>表 2.3.6 風速、幅、長さのデータ数と相関係数</p> <table border="1" data-bbox="1849 296 2389 430"> <thead> <tr> <th>データ数</th> <th>V(m/s)</th> <th>Width(m)</th> <th>Len(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V (m/s)</td> <td>74</td> <td>55</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>Width (m)</td> <td>55</td> <td>59</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>Len (m)</td> <td>57</td> <td>54</td> <td>59</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1849 464 2389 598"> <thead> <tr> <th>相関LN</th> <th>V (m/s)</th> <th>Width (m)</th> <th>Len (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V (m/s)</td> <td>1.000</td> <td>-0.050</td> <td>0.312</td> </tr> <tr> <td>Width (m)</td> <td>-0.050</td> <td>1.000</td> <td>0.462</td> </tr> <tr> <td>Len (m)</td> <td>0.312</td> <td>0.462</td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table>	データ数	V(m/s)	Width(m)	Len(m)	V (m/s)	74	55	57	Width (m)	55	59	54	Len (m)	57	54	59	相関LN	V (m/s)	Width (m)	Len (m)	V (m/s)	1.000	-0.050	0.312	Width (m)	-0.050	1.000	0.462	Len (m)	0.312	0.462	1.000	<p>・竜巻検討地域の違いによる相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>(島根 2号炉は、竜巻影響エリアについて「別添 2-1 2.3.6」で記載)</p>
相関係数の値	最大風速	被害幅	被害長さ																																																
最大風速	1.000	0.381	0.452																																																
被害幅	—	1.000	0.381																																																
被害長さ	—	—	1.000																																																
データ数	V(m/s)	Width(m)	Len(m)																																																
V (m/s)	74	55	57																																																
Width (m)	55	59	54																																																
Len (m)	57	54	59																																																
相関LN	V (m/s)	Width (m)	Len (m)																																																
V (m/s)	1.000	-0.050	0.312																																																
Width (m)	-0.050	1.000	0.462																																																
Len (m)	0.312	0.462	1.000																																																

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="216 256 854 730" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="350 743 715 779" data-label="Caption"> <p>図 5.1 6号炉 竜巻影響エリア</p> </div> <div data-bbox="216 928 854 1402" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="350 1415 715 1451" data-label="Caption"> <p>図 5.2 7号炉 竜巻影響エリア</p> </div> <div data-bbox="151 1549 448 1585" data-label="Section-Header"> <p><u>(6) ハザード曲線の算定</u></p> </div>	<div data-bbox="964 256 1685 966" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1187 972 1587 1270" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1151 1281 1492 1316" data-label="Caption"> <p>第 5-1 図 竜巻影響エリア</p> </div> <div data-bbox="943 1549 1715 1766" data-label="Text"> <p>6. ハザード曲線の算定方法 前記で設定した竜巻の年発生数の確率分布及び最大風速の確率分布をもとに、以下に示すとおり「竜巻影響評価ガイド」の解説 3.3.2 に例示された Wen & Chu 及び Garson et al. の方法に沿って、ハザード曲線を算定する。</p> </div>	<div data-bbox="1733 1507 2211 1585" data-label="Section-Header"> <p><u>2.3.5 竜巻最大風速のハザード評価結果</u> <u>2.3.5.1 竜巻ハザードの評価法</u></p> </div>	<div data-bbox="2635 205 2703 241" data-label="Text"> <p>備考</p> </div>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>東京工芸大学委託成果によれば、Wen and Chu が竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速がある値以上になる確率モデルの推定法を提案している。竜巻の発生がポアソン過程に従うと仮定した場合、竜巻の年発生数の確率分布は、(6. 1)式に示すポリヤ分布の適合性が良いとされている。本ハザード曲線の算定においても、東京工芸大学委託成果にならって適合性の良いポリヤ分布により設定した。</p> $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-N-1/\beta} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (6. 1)$ <p>ここで、 N : 竜巻の年発生数 v : 竜巻の年平均発生数 T : 年数 σ : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> $\beta = \left(\frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (6. 2)$	<p>(1) 評価方法</p> <p><u>D</u> を評価対象構造物が風速 V_0 以上の竜巻に遭遇する事象とし、ある竜巻が評価対象構造物を襲い、その竜巻の風速が V_0 以上となる確率を $R(V_0)$ とする。また、ある竜巻の風速が V_0 以上となる面積を $DA(V_0)$ とする。また、その期待値を $E[DA(V_0)]$ にて表す。</p> <p>e. 前述のとおり、竜巻の年発生数の確率密度分布としては、ポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は次式で示される。</p> $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-(N+1/\beta)} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k)$ <p>ここで、 N : 竜巻の年発生数 v : 竜巻の年平均発生数 T : 年数 β : 分布パラメータであり次式で示される。</p> $\beta = \left(\frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v}$ <p>σ : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>発生数がポリヤ分布に従うものとし、年超過確率 P_{V_0} を以下の式により算出する。なお、年超過確率 P_{V_0} は、年被災確率が</p>	<p>竜巻最大風速のハザード曲線は、いずれかの竜巻により被害を受けた場合に、竜巻風速が V_0 を越える確率として評価する。被害面積の期待値 $E[DA(V_0)]$ の評価方法については、付録 3 で詳述する。</p> <p>竜巻の発生頻度が以下のポアソン分布あるいはポリヤ分布で表されると仮定する。</p> <p>ポアソン分布 : $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} \exp(-vT) \quad (1)$</p> <p>ポリヤ分布 : $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-N-1/\beta} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (2)$</p> $\beta = \left(\frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (3)$ <p>ここに、 N : 竜巻の年発生数 v : 竜巻の年平均発生数 T : 年数 σ : 竜巻の年発生数の標準偏差</p>	<p>(ポアソン分布については、柏崎 6/7 は「2.3(2)③」及び「参考資料 2」で、東海第二は「別紙 5-2」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>対象とする構造物が、T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、その竜巻の風速が V_0 以上となる確率は式(6. 1)から導出され以下の式(6. 3)となる。</p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta v R(V_0) T]^{-1/\beta}$ <p>D : 対象とする構造物が風速 V_0 以上の竜巻に遭遇する事象 $R(V_0)$: リスク評価対象構造物が1つの竜巻に遭遇し、竜巻風速が V_0 以上となる確率</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (6. 3)$ <p>DA (V_0) : 竜巻による構造物の被害面積</p>	<p>十分小さいことより、Garson et al. が示す近似式を用いて表すことができる。</p> $P_0 = 1 - [1 + \beta v R(V_0)]^{-1/\beta} = 1 - [1 - \frac{1}{\beta} (\beta v R(V_0)) + \dots]$ $\approx v R(V_0) = \frac{V}{A_0} E[DA(V_0)] = p E[DA(V_0)]$ <p>ここで、p : 単位面積当たりの年被災確率</p> <p>以上のことから、竜巻のように被災確率が非常に小さな現象に対しては、年超過確率は竜巻発生数の平均値のみに依存し、発生数の確率密度分布形状にはほとんど無関係であることがわかる。【添付資料5 別紙5-2】</p> <p>(2) ハザード曲線 前項で示した評価方法に基づいて、竜巻影響評価の対象構造物が、T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が V_0 以上となる確率 $P_{V_0,T}$ を次式によって算出し、ハザード曲線を算定する。</p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta v R(V_0) T]^{-1/\beta}$ <p>また、ハザード曲線の算定において、風速の積分範囲の上限値はハザード曲線の形状が不自然にならない程度に大きな値として 120m/s に設定する。</p> <p>d. 竜巻検討地域の面積 A_0 (約 57,000km²) 及び上記の被災面積期待値 $E[DA(V_0)]$ から、評価対象構造物が竜巻による被害を受け、その竜巻の風速が V_0 以上となる確率 $R(V_0)$ を次式にて算定する。</p>	<p>T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、V_0 以上の竜巻風速に遭遇する確率 $P_{V_0,T}(D)$ は、次式で表される (Wen and Chu)。</p> <p>ポアソン分布 : $P_{V_0,T}(D) = 1 - \exp[-vR(V_0)T]$ (4)</p> <p>ポリヤ分布 : $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta v R(V_0) T]^{-1/\beta}$ (5)</p> <p>ここに、 D : 対象とする構造物が風速 V_0 以上の竜巻に遭遇する事象 $R(V_0)$: リスク評価対象構造物が1つの竜巻に遭遇し、竜巻風速が V_0 以上となる確率</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (6)$ <p>DA (V_0) : 竜巻による構造物の被害面積 A_0 : リスクの評価対象とする地域の面積</p>	<p>(ポアソン分布については、柏崎 6/7 は「2.3(2)③」及び「参考資料2」で、東海第二は「別紙5-2」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>E[DA(V₀)] : DA(V₀)の期待値 A₀ : リスクの評価対象とする地域の面積</p> <p>次に、E[DA(V₀)]の求め方を説明する。 1個の竜巻の風速がV₀以上となる面積DA(V₀)は以下のように表される。</p> $DA(V_0) = WL + HL + WG + AB \quad ; V_i \geq V_0$ $DA(V_0) = 0 \quad ; V_i < V_0 \quad (6.4)$ <p>ここで、Wは竜巻の被害幅、Lは被害長さ、A、Bは構造物の寸法、HとGは竜巻の被害幅や被害長さ方向への構造物の投影長さである。</p> <p>上記の関係を、竜巻風速・被害幅・被害長さ・竜巻移動方向の確率分布を用いると、式(6.5)のように表すことができる。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha$ $+ AB \int_{V_0}^\infty f(V) dV$ <p>(6.5)</p> <p>ここで、 V : 竜巻最大風速 w : 竜巻の被害幅 l : 竜巻の被害長さ α : 竜巻の移動方向 f(・) : 確率密度分布</p> $H = B \sin \alpha + A \cos \alpha $ $G = A \sin \alpha + B \cos \alpha $	$R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0}$ <p>c. 得られた平均と分散共分散行列を基に、竜巻影響エリアの代表幅D₀を考慮し、次式にて、被災面積期待値E[DA(V₀)]を算定する。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha$ $+ \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + S \int_{V_0}^\infty f(V) dV$ <p>ここで、H(α)及びG(α)は、それぞれ竜巻の被害長さ及び被害幅方向に沿った面に竜巻影響評価対象構造物を投影した時の長さである。</p> $H(\alpha) = B \sin \alpha + A \cos \alpha $ $G(\alpha) = A \sin \alpha + B \cos \alpha $ <p>ここで、α : 竜巻の移動方向</p>	<p>式(6)は、式(付 3.2)を積分することで評価できる。式(6)を式(4)もしくは式(5)に代入すれば、ハザード曲線を求めることができる。</p>	<p>(島根2号炉は、期待値について「付録3」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
$W(K_0) = \left(\frac{V_{mi}}{V_0} \right)^n w \quad (6.6)$ <p>式(6.5)の右辺第1項は、被害幅と被害長さの積、即ち被害面積を表しており、いわゆる点構造物に対する被害、第2項と第3項は、被害幅・被害長さ・構造物寸法の積、即ち面構造物あるいは線状構造物の被害面積を表す。竜巻の幅は長さに比べて短いため、第3項の寄与は第2項に比べて1オーダー小さい。第4項は建物面積ABに依存する項である。</p> <p>$W(V_0)$は、竜巻の被害幅のうち風速がV_0以上となる部分の幅であり、式(6.6)により算出される。この式により、被害幅内の風速分布に応じて被害様相に分布があることが考慮されている。V_{min}は、竜巻被害が発生する最小風速であり、Garsonはgale intensity velocityと呼んでいる(Galeとは非常に強い風の意)。米国の気象局(National Weather Service)では、34~47ノット(17.5~24.2m/s)とされている。日本の気象庁では、気象通報にも用いられている風力階級において、風力8が疾強風(gale, 17.2~20.7m/s)、風力9は大強風(strong gale, 20.8~24.4m/s)と分類されており、風力9では「屋根瓦が飛ぶ。人家に被害が開始する」とされている。以上より、これらの風速を包括するよう、$V_{min}=25\text{m/s}$とした。この値は、F0(17~32m/s)のほぼ中央値に相当する。なお、この値よりも小さなV_{min}(例えば、F0の最小風速17m/s)を用いると、風速V_0以上となる被害面積は小さくなる。</p> <p>また、$H(\alpha)$及び$G(\alpha)$はそれぞれ、竜巻の被害長さ及び被害幅方向に沿った面に竜巻影響評価対象構造物を投影したときの長さである。5節にて竜巻影響エリアを円形(直径D_0)で設定しているため、竜巻の移動方向には依存せず、一定値となる。</p> $H(\alpha) = G(\alpha) = D_0 \quad (6.7)$ <p>したがって、式(6.5)は式(6.5')と表すことができる。</p>	<p>竜巻影響エリアを円形で設定しているため、H及びGともに竜巻影響エリアの直径で一定(竜巻の移動方向に依存しない。)となる。</p> <p>Sは竜巻影響エリアの面積(約71,000m²)を表わす。円の直径をD_0とした場合は、以下の式にて表わされる。</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
$E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (6.5')$ <p>2 変量, 3 変数の対数正規分布は, 以下の式(6.8)又は式(6.9)のように表される。</p> <p>μ, σ, ρ は, $\ln(x), \ln(y), \ln(z)$ の平均値, 標準偏差及び相関係数であり, 本評価では 4 節にて求めた竜巻風速, 被害幅, 被害長さの確率密度分布の平均値, 標準偏差及び相関係数を μ, σ 並びに ρ に適用して, 同時確率密度関数 f を定めた。</p> $f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left\{\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho\left(\frac{\ln(x)-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{\ln(y)-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right\}\right] \quad (6.8)$	$E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw + S \int_{V_0}^\infty f(V) dV$ <p>ここで, $f(V, l), f(V, w), f(V)$ は $f(V, w, l)$ をもとに各成分を抽出した関数</p> <p>b. 被災領域内には, 竜巻の被害幅のうち風速が V_0 を超える部分の幅を与える次式を考慮する。</p> $W(V_0) = \left(\frac{V_{\min}}{V_0}\right)^{1/1.6} w$ <p>ここで, V_{\min} は, Gale intensity と呼ばれ (Gale は「非常に強い風」という意味), 被害が発生し始める風速に位置づけられる。米国気象局 NWS (National Weather Service) では, 34ノット~47ノット (17.5m/s~24.2m/s) とされ, また, 気象庁が使用している風力階級では, 風力9は大強風 (strong gale: 20.8m/s~24.4m/s) と分類され, 「屋根瓦が飛ぶ。人家に被害が出始める。」とされていることを参考に, $V_{\min} = 25\text{m/s}$ とした。なお, この値は F 0 (17m/s~32m/s) のほぼ中央値に相当する。</p> <p>a. 前記に基づき, 竜巻の最大風速 V, 被害幅 w 及び被害長さ l の統計値から, 次式の対数正規分布型の確率密度分布を与える。</p> $f(V, w, l) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 \Sigma ^{1/2}} \frac{1}{Vwl} \exp\left(-\frac{1}{2}(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu})^T \Sigma^{-1}(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu})\right)$ <p>ここで, $\mathbf{x} = \begin{Bmatrix} \ln(V) \\ \ln(w) \\ \ln(l) \end{Bmatrix}, \boldsymbol{\mu} = \begin{Bmatrix} \mu_V \\ \mu_w \\ \mu_l \end{Bmatrix}, \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_V^2 & \sigma_V\sigma_w\rho_{Vw} & \sigma_V\sigma_l\rho_{Vl} \\ \sigma_V\sigma_w\rho_{Vw} & \sigma_w^2 & \sigma_w\sigma_l\rho_{wl} \\ \sigma_V\sigma_l\rho_{Vl} & \sigma_w\sigma_l\rho_{wl} & \sigma_l^2 \end{bmatrix}$</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
$f(x, y, z) = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \sqrt{ \Sigma }} \exp\left[-\frac{1}{2} \begin{pmatrix} \ln(x) - \mu_x & \ln(y) - \mu_y & \ln(z) - \mu_z \end{pmatrix} \Sigma^{-1} \begin{pmatrix} \ln(x) - \mu_x \\ \ln(y) - \mu_y \\ \ln(z) - \mu_z \end{pmatrix}\right] \quad (6.9)$ <p>(7) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(V_{B2})</p> <p>以上より、ハザード曲線の算定結果を図 7.1 に示す。竜巻最大風速のハザード曲線により設定する最大風速 V_{B2} は、ガイドを参考に年超過確率 10⁻⁵ に相当する竜巻風速は、<u>59m/s</u> とする。</p> <p>また、使用した竜巻の統計データの不確実性については検討を実施しており、F スケール不明の海上竜巻の発生数は、陸上竜巻の F スケール別発生比率で按分して取り扱っているが、竜巻検討地域を「北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸」にすることに伴う竜巻ハザード曲線算出のためのデータの不確実性（日本海側は F スケール不明の海上竜巻が多い）を踏まえ、参照する年超過確率を 10⁻⁵ から一桁下げた年超過確率 10⁻⁶ における風速である <u>76m/s</u> を V_{B2} とする。</p> <p>なお、ガイドで要求されている、1km ごとの短冊領域でのハザード曲線による最大風速 V_{B2} 算定については、評価を実施したものの、その技術的説明性が乏しいと考え、V_B の設定には使用しないものとした。【参考資料 3】</p>	<p>X は最大風速、被害幅及び被害長さの対数値 ln(V)、ln(w)、ln(l) によるベクトル、μ は各統計値から評価した最大風速、被害幅及び被害長さの対数値の平均からなるベクトル、Σ は ln(V)、ln(w)、ln(l) から評価した標準偏差 σ_V、σ_w、σ_l と相関係数 ρ_{Vw}、ρ_{wl}、ρ_{Vl} からなる分散共分散行列である。</p> <p>7. 竜巻最大風速のハザード曲線</p> <p>算定した竜巻最大風速のハザード曲線を、第 7-1 図に示す。<u>得られたハザード曲線より、年超過確率 10⁻⁵での風速を読み取り、ハザード曲線による最大風速は、以下のとおりとする。</u></p> <p><u>竜巻検討地域全域（10 km幅）でのハザード曲線による最大風速：73m/s</u></p>	<p>2.3.5.2 本竜巻検討地域のハザード</p> <p>本竜巻検討地域を対象に、ポリヤ分布を仮定したハザード算定結果を図 2.3.10 に示す。<u>ここでは構造物直径 450m 及び検討地域の面積は 33,395km²としている。</u></p> <p><u>表 2.3.7 は、年超過確率に相当する竜巻風速である。年超過確率が 10⁻⁵となる風速は約 61m/s である。</u></p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・竜巻影響エリアの相違【柏崎 6/7，東海第二】（島根 2号炉は、V_{B2} の設定について「2.3.7」で記載） ・算定結果の相違【柏崎 6/7，東海第二】 ・V_{B2} の設定方法の相違【柏崎 6/7】 <p>島根 2号炉は V_{B2} の設定において、ガイドに従い、不確実性及び保守性の考慮をして 1km 範囲ごとに細分化した場合のハザード曲線についても考慮している。</p>

また、不確かさ要素のハザード算定結果への影響を検討した。

【参考資料5】

図7.2(a)に示した、データ、確率分布形選択及びデータ量が少ないことによる不確かさを表したハザード曲線により、これらの不確かさが十分小さいことを確認した。さらに、疑似データにF3竜巻を4個追加した感度解析結果を図7.2(b)に示す。この場合の年超過確率 10^{-5} に相当する竜巻風速は62.2m/sとなり、かなり保守的な仮定をおいてもハザードへの影響は限定的であることから、データの高い安定性を確認した。

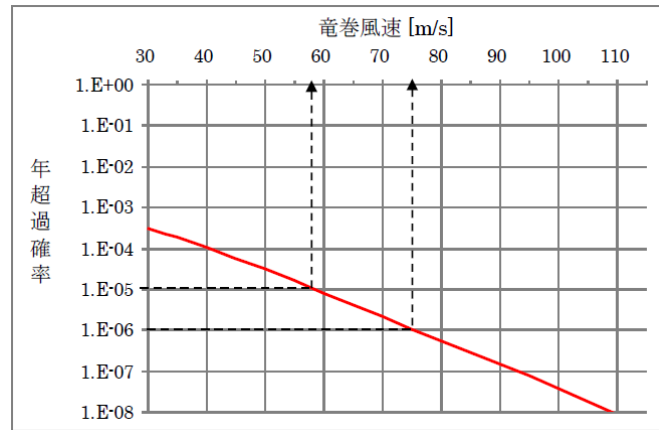
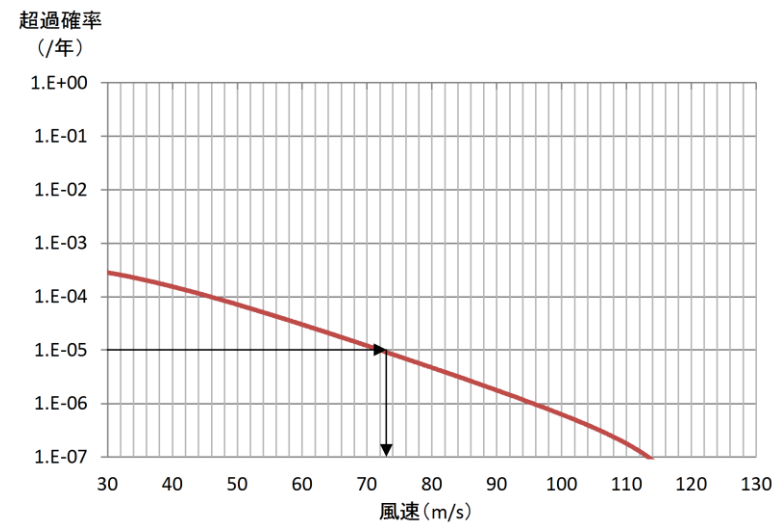


図 7.1 竜巻最大風速のハザード曲線（海側，陸側5km範囲）



第7-1図 竜巻検討地域全域（10km幅）でのハザード曲線

(島根2号は、不確かさについて「別添2-1 2.3.8」で記載)

(ポアソン分布については、柏崎6/7は「参考資料2」で、東海第二は「別紙5-2」で記載)

ポアソン分布を仮定した算定結果は、ここに示したポリヤ分布の結果とほとんど変わらない。これは、被害確率 $R(V_0)$ が非常に小さい場合、遭遇確率は平均値 ν のみに依存し、分布形には無関係になるためである。

$$P_{V_0}(D) \approx \nu R(V_0) \quad (7)$$

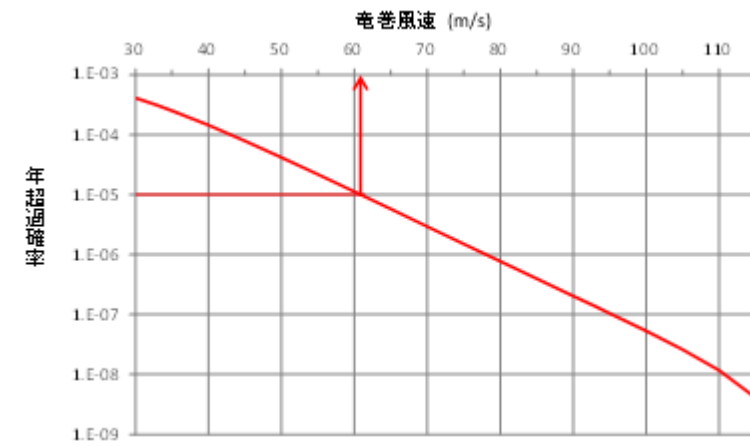


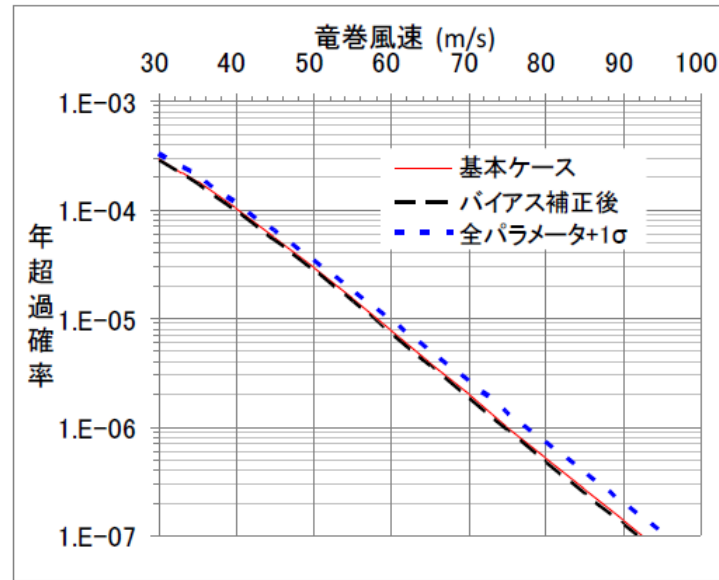
図 2.3.10 竜巻ハザードの算定結果

表 2.3.7 年超過確率に相当する竜巻風速(m/s)の算定結果

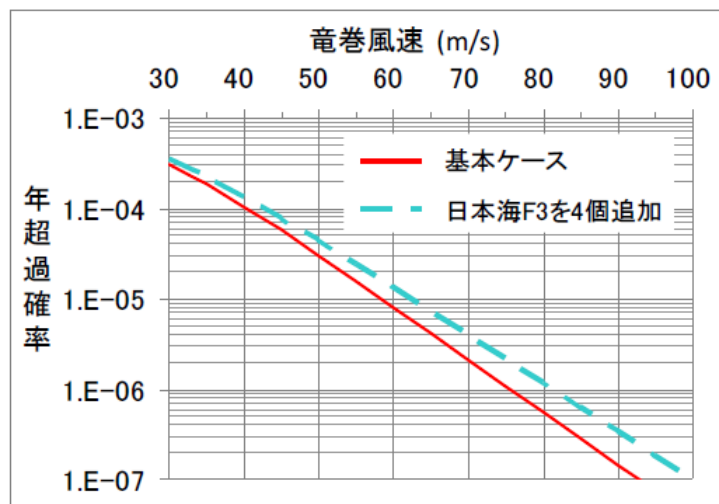
構造物寸法(m)	年超過確率				
	1.E-4	1.E-5	1.E-6	1.E-7	1.E-8
450	43.0	60.8	78.0	95.3	110.7

・算定結果の相違【東海第二】

・算定結果の相違【東海第二】



(a) バイアス補正後及び全パラメータ+1σのハザード



(b) 竜巻風速の年超過確率分布

図 7.2 ハザード不確かさ検討結果

(島根2号は、不確かさについては「別添2-1 2.3.8」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>【参考資料2】 竜巻発生数の確率分布（ポアソン，ポリヤ分布）がハザード結果に及ぼす影響</p> <p>1. 竜巻発生確率とハザード曲線 Wen and Chu は，竜巻に遭遇し，かつ竜巻風速がある値以上となる確率の推定法を提案している。それによれば，竜巻の発生がポアソン過程に従うと仮定した場合，竜巻の年発生数の確率分布はポアソン分布若しくはポリヤ分布に適合する。</p> $\text{ポアソン分布： } P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} \exp(-vT) \quad (1)$ $\text{ポリヤ分布： } P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-(N+1/\beta)} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (2)$ <p>ここで，N は竜巻の年発生数，v は竜巻の年平均発生数，T は年数である。</p> <p>また，T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し，V_0 以上の竜巻風速に見舞われる確率 $P_{V_0,T}(D)$ は次式で表される。</p> $\text{ポアソン分布： } P_{V_0,T}(D) = 1 - \exp[-vR(V_0)T] \quad (3)$ $\text{ポリヤ分布： } P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta vR(V_0)T]^{-1/\beta} \quad (4)$ <p>ここで，$R(V_0)$ は，検討対象とする構造物が，ある一つの竜巻に遭遇し，竜巻風速が V_0 以上となる確率である。</p> <p>2. ポアソン分布とポリヤ分布 ポアソン過程とは，ある現象がランダムに起こる場合に，今までの発生状況がそれ以降の発生に影響を与えず，かつ発生が時間的に一様に推移する現象を表す数学的モデルであり，以下のような仮定に基づいている。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 事象は時間・空間のいかなる場所でもランダムに発生する ② 与えられた時間・空間の区間内で，事象の発生は他の任意の区間に対して独立である ③ 微小区間 Δt における事象発生確率は Δt に比例する。Δt の間に事象が 2 回以上発生する確率は無視できる 	<p style="text-align: right;">別紙 5-2</p> <p>竜巻発生数の確率分布（ポアソン，ポリヤ分布）がハザード結果に及ぼす影響について</p> <p>1. 竜巻発生確率とハザード曲線 Wen & Chu⁽¹⁾ は，竜巻に遭遇し，かつ竜巻風速がある値以上となる確率の推定法を対案している。それによれば，竜巻の発生がポアソン過程に従うと仮定した場合，竜巻の年発生数の確率密度分布はポアソン分布若しくはポリヤ分布に適合する。</p> $\text{ポアソン分布： } P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} \exp(-vT) \quad (1)$ $\text{ポリヤ分布： } P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-(N+1/\beta)} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (2)$ <p>ここで，N は竜巻の年発生数，v は竜巻の年平均発生数，T は年数である。</p> <p>また，T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し，V_0 以上の竜巻風速に見舞われる確率 $P_{V_0,T}(D)$ は次式で表される。</p> $\text{ポアソン分布： } P_{V_0,T}(D) = 1 - \exp[-vR(V_0)T] \quad (3)$ $\text{ポリヤ分布： } P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta vR(V_0)T]^{-1/\beta} \quad (4)$ <p>ここで，$R(V_0)$ は，評価対象とする構造物が，ある一つの竜巻に遭遇し，竜巻風速が V_0 以上となる確率である。</p> <p>2. ポアソン分布とポリヤ分布 ポアソン過程とは，ある現象がランダムに起こる場合に，今までの発生状況がそれ以降の発生に影響を与えず，かつ発生が時間的に一様に推移する現象を表す数学的モデルであり，以下のような仮定に基づいている。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 事象は時間・空間のいかなる場所でもランダムに発生する。 ② 与えられた時間・空間の区間内で，事象の発生は他の任意の区間に対して独立である。 ③ 微小区間 Δt における事象発生確率は Δt に比例する。Δt の間に事象が 2 回以上発生する確率は無視できる。 		<p>(島根 2 号炉は，ポアソン分布について「2.3.2」及び「2.3.5」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>ポアソン分布に従う現象例としては、交通事故件数、大量生産の不良品数、火災件数、遺伝子の突然変異等数多くある。ポアソン分布の分散は平均値に等しいが、観測される現象の中には、その分散が平均値から外れている現象もある。</p> <p>ポリヤ分布は、分散と平均値が異なるような現象への適合度が高く、β が大きい場合は分散の大きな分布形を表し、$\beta \rightarrow 0$ のときにはポアソン分布に近づく。Thom(1963)は、米国中部を対象とした竜巻発生数の分析を行い、ポアソン過程が実態と乖離する場合があることを指摘するとともに、ポリヤ分布による適合性が高いことを示した。また、東京工芸大学委託成果では、陸上竜巻（含む上陸竜巻）及び水上竜巻のいずれに対しても、ポリヤ分布の適合度が高いことを示した。</p> <p>ポリヤ分布は、疫病の流行、ある単語を含む文書数を数える文書頻度等の言語処理等に活用されており、ある事象が起こった場合に、それによって周囲にも現象が起こりやすくなる現象（弱い伝播性）が考慮されている。竜巻の場合では、前線や台風により竜巻が発生した場合、同時多発的に複数の竜巻が発生する（tornado outbreak と呼ばれる）状況が考えられる（Wen and Chu, 1973）。</p> <p>3. 確率論から見た近似式</p> <p>式(3)(4)に基づき、ポアソン分布とポリヤ分布に基づく竜巻ハザードを実際に計算すると、両者にほとんど違いが見られない。以下では、その理由について考察する。</p> <p>ある一つの竜巻に遭遇し、竜巻風速が V_0 以上となるような被害を受ける確率を $R(V_0)$ とすると、このような竜巻被害を受けない確率は次式で表される。</p> $\text{（被害を受けない確率）} = 1 - R(V_0) \quad (5)$ <p>同様に、N 個の竜巻が発生したときに、いずれの竜巻に対しても被害を受けない確率は次式で表される（独立性を仮定）。</p> $\text{（} N \text{個の竜巻で被害を受けない確率）} = [1 - R(V_0)]^N \quad (6)$	<p>ポアソン分布に従う現象例としては、交通事故件数、大量生産の不良品数、火災件数、遺伝子の突然変異など数多くある。ポアソン分布の分散は平均値に等しいが、観測される現象の中には、その分散が平均値から外れている現象もある。</p> <p>ポリヤ分布は、分散と平均値が異なるような現象への適合度が高く、β が大きい場合は分散の大きな分布形を表し、$\beta \rightarrow 0$ のときにはポアソン分布に近づく。Thom (1963) ⁽²⁾は、米国中部を対象とした竜巻発生数の分析を行い、ポアソン過程が実態と乖離する場合があることを指摘するとともに、ポリヤ分布による適合性が高いことを示した。また、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」⁽³⁾成果では、陸上竜巻（含む上陸竜巻）及び海上竜巻のいずれに対しても、ポリヤ分布の適合度が高いことを示した。</p> <p>ポリヤ分布は、疫病の流行、ある単語を含む文書数を数える文書頻度などの言語処理などに活用されており、ある事象が起こった場合に、それによって周囲にも現象が起こりやすくなる現象（弱い伝播性）が考慮されている。竜巻の場合では、前線や台風により竜巻が発生した場合、同時多発的に複数の竜巻が発生する（tornado outbreak と呼ばれる）状況が考えられる。（Wen & Chu, 1973） ⁽¹⁾</p> <p>3. 確率論から見た近似式</p> <p>1. にて示した(3)(4)式に基づき、ポアソン分布とポリヤ分布に基づく竜巻ハザードを実際に計算すると、両者にほとんど違いが見られない。以下では、その理由について考察する。</p> <p>ある一つの竜巻に遭遇し、竜巻風速が V_0 以上となるような被害を受ける確率を $R(V_0)$ とすると、このような竜巻被害を受けない確率は次式で表される。</p> $\text{（被害を受けない確率）} = 1 - R(V_0) \quad (5)$ <p>同様に、N 個の竜巻が発生したときに、いずれの竜巻に対しても被害を受けない確率は次式で表される。（独立性を仮定）。</p> $\text{（} N \text{個の竜巻で被害を受けない確率）} = [1 - R(V_0)]^N \quad (6)$		

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>逆に、N 個の竜巻が発生したときに、いずれかの竜巻により被害（最低 1 回，最大 N 回）を受ける確率は次式となる。</p> $(N\text{個のいずれかの竜巻で 被害を受ける確率}) = 1 - [1 - R(V_0)]^N \quad (7)$ <p>したがって、1 年間に N 個の竜巻が発生する確率を P(N) とすると、これによる被害確率は、</p> $\{1 - [1 - R(V_0)]^N\} P(N) \quad (8)$ <p>となる。R(V₀) が十分小さければ、上式は次のように近似できる。</p> $\{1 - [1 - R(V_0)]^N\} P(N) \approx R(V_0) \times N \times P(N) \quad (9)$ <p>ここで、次の近似を用いている。</p> $[1 - R(V_0)]^N \approx 1 - N \times R(V_0) \quad (10)$ <p>竜巻被害の場合、R(V₀) は通常 10⁻³ 以下であるから、式(10)の近似は非常に良い精度で成り立つ。</p> <p>以上のことから、式(9)より、1 年間にいずれかの竜巻により被害を受ける確率は次式で近似できる。</p> $P_{V_0}(D) \approx \sum_{N=1}^{\infty} [R(V_0) \times N \times P(N)] = R(V_0) \sum_{N=1}^{\infty} [N \times P(N)] = \nu R(V_0) \quad (11)$ <p>即ち、被害確率は竜巻発生数の平均値 ν のみに依存し、標準偏差は勿論、確率分布にも無関係であり、ポリヤ分布とポアソン分布によるハザードの結果は一致することが理解できる。</p> <p>4. ポアソン分布とポリヤ分布のハザードの近似式</p> <p>3. では、確率論的な観点だけで近似式を誘導したが、ここでは式(3)(4)の近似式を直接求め、上記の結果を検証する。</p> <p>式(8)の P(N) としてポアソン分布を仮定し、</p> $\begin{aligned} \{1 - [1 - R(V_0)]^N\} P(N) &= P(N) - [1 - R(V_0)]^N P(N) \\ &= P(N) - [1 - R(V_0)]^N \frac{\nu^N}{N!} \exp(-\nu) = P(N) - \frac{(\nu - \nu R(V_0))^N}{N!} \exp(-\nu) \end{aligned} \quad (12)$	<p>逆に、N 個の竜巻が発生したときに、いずれかの竜巻により被害（最低 1 回，最大 N 回）を受ける確率は次式となる。</p> <p>(N 個のいずれかの竜巻で被害を受ける確率)</p> $= 1 - [1 - R(V_0)]^N \quad (7)$ <p>したがって、一年間に N 個の竜巻が発生する確率を P(N) とすると、これによる被害確率は、</p> $\{1 - [1 - R(V_0)]^N\} P(N) \quad (8)$ <p>となる。R(V₀) が十分小さければ、上式は次のように近似できる。</p> $\{1 - [1 - R(V_0)]^N\} P(N) \approx R(V_0) \times N \times P(N) \quad (9)$ <p>ここで、次の近似を用いている。</p> $[1 - R(V_0)]^N \approx 1 - N \times R(V_0) \quad (10)$ <p>竜巻被害の場合、は通常 10⁻³ 以下であるから、式の近似は非常に良い精度で成り立つ。</p> <p>以上のことから、式より 1 年間にいずれかの竜巻により被害を受ける確率は次式で近似できる。</p> $P_{V_0}(D) \approx \sum_{N=1}^{\infty} [R(V_0) \times N \times P(N)] = R(V_0) \sum_{N=1}^{\infty} [N \times P(N)] = \nu R(V_0) \quad (11)$ <p>すなわち、被害確率は竜巻発生数の平均値 ν のみに依存し、標準偏差はもちろん、確率分布にも無関係であり、ポリヤ分布とポアソン分布によるハザードの結果は一致することが理解できる。</p> <p>4. ポアソン分布とポリヤ分布のハザードの近似式</p> <p>3. では、確率論的な観点だけで近似式を誘導したが、ここでは、(3)(4)の近似式を直接求め、上記の結果を検証する。</p> <p>式(8)の P(N) としてポアソン分布を仮定し、</p> $\begin{aligned} \{1 - [1 - R(V_0)]^N\} P(N) &= P(N) - [1 - R(V_0)]^N P(N) \\ &= P(N) - [1 - R(V_0)]^N \frac{\nu^N}{N!} \exp(-\nu) = P(N) - \frac{(\nu - \nu R(V_0))^N}{N!} \exp(-\nu) \end{aligned} \quad (12)$		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>となることを考慮すると、式(11)の厳密な式は以下のとおりである。</p> $P_{V_0}(D) = \sum_{N=1}^{\infty} \left\{ P(N) - \frac{(\nu - \nu R(V_0))^N}{N!} \exp(-\nu) \right\}$ $= 1 - \exp(\nu - \nu R(V_0)) \exp(-\nu)$ $= 1 - \exp(-\nu R(V_0)) \quad (13)$ <p>即ち、ポアソン分布によるハザード評価の式(3)が導かれる。ここで、次の関係式を用いている。</p> $\exp(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \quad (14)$ <p>したがって、式(3) (あるいは式(13)) は、式(14)を用いると、</p> $P_{V_0}(D) = 1 - \exp(-\nu R(V_0)) = 1 - \left[1 + \frac{(-\nu R(V_0))}{1!} + \frac{(-\nu R(V_0))^2}{2!} + \dots \right] \quad (15)$ <p>と表され、$R(V_0)$が小さい場合は、次式で近似できる。</p> $P_{V_0}(D) \approx \nu R(V_0) \quad (16)$ <p>ポリヤ分布の場合も同様に、一般の2項定理を用いると、次式で近似できる。</p> $P_{V_0}(D) = 1 - [1 + \beta \nu R(V_0)]^{-1/\beta} = 1 - \left(1 + \left(\frac{-1}{\beta} \right) \beta \nu R(V_0) + \dots \right)$ $\approx \nu R(V_0) \quad (17)$ <p>以上のことから、竜巻のように一つの竜巻に対する被害確率が非常に小さな現象に対しては、年被害確率は竜巻発生数の平均値にのみ依存し、発生数の確率分布形状にはほとんど無関係であることが分かる。</p>	<p>となることを考慮すると、(11)式の厳密な式は以下のとおりである。</p> $P_{V_0}(D) = \sum_{N=1}^{\infty} \left\{ P(N) - \frac{(\nu - \nu R(V_0))^N}{N!} \exp(-\nu) \right\}$ $= 1 - \exp(\nu - \nu R(V_0)) \exp(-\nu)$ $= 1 - \exp(-\nu R(V_0)) \quad (13)$ <p>すなわち、ポアソン分布によるハザード評価の(3)式が導かれる。ここで、次の関係式を用いている。</p> $\exp(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} \quad (14)$ <p>したがって、式(3) (あるいは式(13)) は、式(14)を用いると、</p> $P_{V_0}(D) = 1 - \exp(-\nu R(V_0)) = 1 - \left[1 + \frac{(-\nu R(V_0))}{1!} + \frac{(-\nu R(V_0))^2}{2!} + \dots \right] \quad (15)$ <p>と表され、$R(V_0)$が小さい場合は、次式で近似できる。</p> $P_{V_0}(D) \approx \nu R(V_0) \quad (16)$ <p>ポリヤ分布の場合も同様に、一般の二項定理を用いると、次式で近似できる。</p> $P_{V_0}(D) = 1 - [1 + \beta \nu R(V_0)]^{-1/\beta} = 1 - \left(1 + \left(\frac{-1}{\beta} \right) \beta \nu R(V_0) + \dots \right)$ $\approx \nu R(V_0) \quad (17)$ <p>以上のことから、竜巻のように一つの竜巻に対する被害確率が非常に小さな現象に対しては、年被害確率は竜巻発生数の平均値にのみ依存し、発生数の確率密度分布形状にはほとんど無関係であることが分かる。</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																		
<p>【参考資料3】 1km ごとの領域での竜巻ハザード曲線について</p>	<p>竜巻検討地域全域 (10 km幅) に加え、「竜巻影響評価ガイド」解説 3.3.2 では、少なくとも 1km 幅ごとに竜巻の年発生数の確率分布を算定している。ここでは、ハザード曲線の保守性を持たせるために、竜巻検討地域を 1 km幅に細分化した場合について算定した。</p> <p>なお、海側の 1km 以遠については、全てが F スケール不明であるため、ハザード曲線の算定は不可能である。</p>	<p>2.3.6 竜巻最大風速のハザード評価結果 (1km 範囲毎に細分化した評価)</p> <p>2.3.6.1 はじめに</p> <p>竜巻検討地域は、山口県から北海道にかけての日本海沿岸であり、海岸線から陸側に 5km、海側に 5km の範囲内 (面積 33,395 km²) である。これらの地域を対象として、円形構造物 (直径 450 m) に対する竜巻ハザードの評価を行ったが、ここでは 1km 範囲毎に細分化した場合 (以下、「1km 短冊」という。) の竜巻最大風速のハザード評価を行う。検討ケースを表 2.3.8 に示す。</p> <p>CASE2 は 1km 短冊の評価ケースであり、竜巻移動経路が短冊を横切る長さ (被害長さ) を基にハザードを評価した。ただし、海上竜巻に対する発生・消滅位置の誤差は概ね ±30 秒～±1 分程度と大きく、竜巻の発生数・被害長さを特定するという観点において、1km 毎の分析に耐えられない。また、実際の発生日点ではなく、視認された陸上箇所の緯度・経度情報がデータベースに登録されている竜巻が存在するのも位置特定ができない一因となっている。さらに、海上竜巻の場合は被害幅の情報も得られない。この傾向は、海岸線から遠方に行くほど顕著になる。一方、海上で発生しその後上陸した上陸竜巻は、海側 0-1km で発生または通過しており、陸上での被害状況等から竜巻特性を得ることが可能である。そこで、海側の評価では、このような上陸竜巻が含まれる 0-1km の範囲のみを対象に評価することとした。</p> <p>表 2.3.8 検討ケース一覧</p> <table border="1" data-bbox="1914 1428 2329 1837"> <thead> <tr> <th colspan="2">日本海沿岸 (33,395km²)</th> </tr> <tr> <th>ケース名</th> <th>領域</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基本ケース</td> <td>±5km</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-1</td> <td>陸側 0-1km</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-2</td> <td>陸側 1-2km</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-3</td> <td>陸側 2-3km</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-4</td> <td>陸側 3-4km</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-5</td> <td>陸側 4-5km</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-6</td> <td>海側 0-1km</td> </tr> </tbody> </table>	日本海沿岸 (33,395km ²)		ケース名	領域	基本ケース	±5km	CASE 2-1	陸側 0-1km	CASE 2-2	陸側 1-2km	CASE 2-3	陸側 2-3km	CASE 2-4	陸側 3-4km	CASE 2-5	陸側 4-5km	CASE 2-6	海側 0-1km	<p>・検討内容の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、1km 範囲毎の評価を V_B に考慮しているため詳細に記載している</p>
日本海沿岸 (33,395km ²)																					
ケース名	領域																				
基本ケース	±5km																				
CASE 2-1	陸側 0-1km																				
CASE 2-2	陸側 1-2km																				
CASE 2-3	陸側 2-3km																				
CASE 2-4	陸側 3-4km																				
CASE 2-5	陸側 4-5km																				
CASE 2-6	海側 0-1km																				

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1. 保守性を考慮したハザード曲線の算定</p> <p>竜巻発生確認数のばらつきや F スケールの偏りがあることから、ハザード曲線に保守性を持たせるために、以下のような条件で算定を行った。計算に使用するパラメータは表 1.1 に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 竜巻発生数は、竜巻検討地域外で発生して竜巻検討地域内に移動した竜巻である通過竜巻もカウント ・ 被害幅及び被害長さは、それぞれ 1km 範囲内の被害幅及び被害長さをを用いる ・ 海側の竜巻発生位置は不明な場合が多く、竜巻移動経路が短冊を横切る長さを精度良く求められないため、海側 0-1km のセグメント長さの評価に陸側 0-1km 短冊の値を代用する方法を用いる 		<p>2.3.6.2 1km 短冊での発生数等の解析</p> <p>気象庁「竜巻等の突風データベース」においてデータベース化されている以下の項目を本検討の解析に用いる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 発生場所：緯度・経度，誤差範囲 2. 消滅場所：緯度・経度，誤差範囲 3. 藤田スケール 4. 被害幅(m) 5. 被害長さ(km) 6. 発生地点区別：陸上 水上（上陸せず） 水上（その後上陸） <p>沿岸域を 1km 毎の短冊領域で評価する場合、発生・消滅場所の緯度・経度から竜巻の移動経路を求め、その移動経路が対象とする短冊内に含まれるか、もしくは横切るかを判断し、発生数（通過数を含む）及び短冊内の被害長さを求める。</p> <p>図 2.3.11 に、基本ケース（±5km）及び短冊ケースでの発生数の解析フローを示す。発生地点区別で“水上（その後上陸）”とされている竜巻の場合、その発生場所の緯度・経度は陸上を指す場合が多く、上陸地点もしくは被害の発生地点（陸上部）がデータベースに記されていると考えられる。図 2.3.12 に、1975 年 5 月 31 日に島根県簸川郡大社町で発生した（F2）竜巻の発生位置と消滅位置を示す。この竜巻は、気象庁「竜巻等の突風データベース」の発生地点区別では、“水上発生（その後上陸）”とされているが、データベース上の発生位置は内陸部となっている。</p> <p>そこで、1km 短冊内に移動経路が含まれない竜巻であっても、発生地点区別から上陸竜巻か否かを判断することにより、緯度・経度情報だけでは捕捉できない上陸竜巻の発生・通過数を考慮した（図 2.3.11 (b)）。</p> <p>図 2.3.11 (b) のフローにより上陸竜巻の発生数や通過数は考慮できるが、本当の発生位置を特定することは難しく、海側での被害長さを 1km 毎に評価することができない。被害長さが得られる上陸竜巻があったとしてもその数は少なく、長さの推定結果の信頼度はかなり低下する。</p> <p>被害長さは、評価する短冊の幅、平均的な竜巻長さ、及び移</p>	<p>(柏崎 6/7 号炉は、海側 0-1km ケースの評価方法について「参考資料 4」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>動方向などの幾何学的要因により決まると考えられる。従って、海側 0-1km の被害長さは、竜巻特性が最も類似している隣接する陸側 0-1km 短冊での値で代用するのが合理的であると考え、この評価も検討に加えることとする。また、検討に必要な竜巻風速、被害長さ、被害幅の相関係数については、基本ケースの領域“±5km”の値を全てのケースで用いる。以上のことを踏まえた検討ケースを表 2.3.9 に示す。</p>	
		<p>(a) 基本ケース (±5km) (b) 短冊ケース</p>	
		<p>図 2.3.11 竜巻発生数の解析フロー</p>	

表 1.1 保守的なハザード曲線算定に用いるパラメータ

竜巻検討地域 (1km ごとエリア)	統計量	発生数 (個)	風速 (m/s)	幅 (m)	長さ (m)	相関係数		
						U ~ W	U ~ L	W ~ L
陸 0-1km	平均値	4.41	28.5	128	632	(検討地域±5kmの値を代用)		
	標準偏差	3.40	9.7	154	448			
陸 1-2km	平均値	1.90	29.4	197	766			
	標準偏差	2.17	8.6	173	434			
陸 2-3km	平均値	1.98	28.1	174	684			
	標準偏差	1.58	8.8	180	366			
陸 3-4km	平均値	1.09	30.6	213	861			
	標準偏差	0.79	8.6	216	310			
陸 4-5km	平均値	0.87	31.3	299	1029			
	標準偏差	0.99	9.0	247	132			
海 0-1km	平均値	8.99	28.0	100	632			
	標準偏差	4.93	9.3	120	448			

以上の条件で算定したハザード曲線を海側，陸側 5km 範囲内でのハザード曲線と併せて図 1.1 に示す。

図 1.1 より，年超過確率 10^{-5} に相当する風速が最も大きく評価されたのは，海側 0~1km 範囲での 58.4m/s であった。

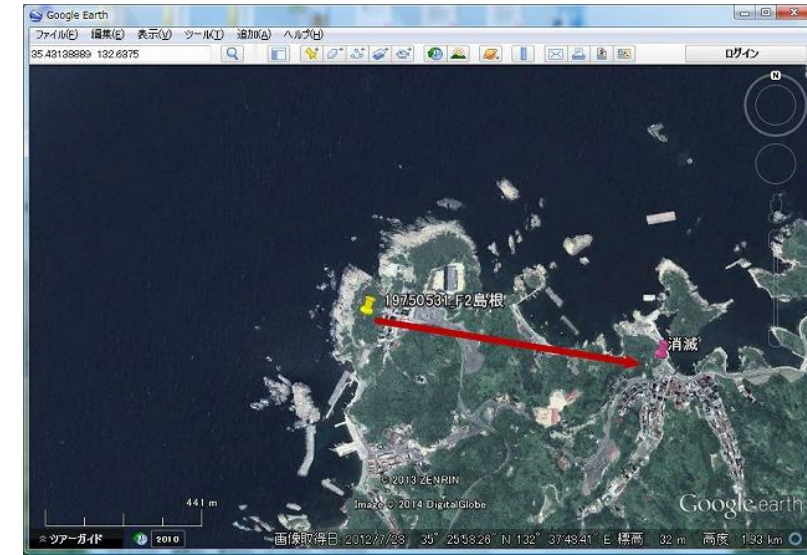


図 2.3.12 上陸竜巻のデータベース上の発生・消滅位置の一例 (1975/05/31 の竜巻)

表 2.3.9 検討ケース一覧

日本海沿岸 (33,395km ²)		竜巻長さ	竜巻幅	相関係数
ケース名	領域			
基本ケース	±5km	全長	全幅	±5km
CASE 2-1	陸側 0-1km	短冊	全幅	±5km
CASE 2-2	陸側 1-2km	短冊	全幅	±5km
CASE 2-3	陸側 2-3km	短冊	全幅	±5km
CASE 2-4	陸側 3-4km	短冊	全幅	±5km
CASE 2-5	陸側 4-5km	短冊	全幅	±5km
CASE 2-6A	海側 0-1km	短冊	全幅	±5km
CASE 2-6B	海側 0-1km	陸側 0-1km	全幅	±5km

(柏崎 6/7 号炉は，海側 0-1km ケースの評価方法について「参考資料 4」で記載)

(島根 2号炉は，詳細なパラメータについて「表 2.3.11」で記載)

(島根 2号炉は，算定結果を「2.3.6.4」で記載)

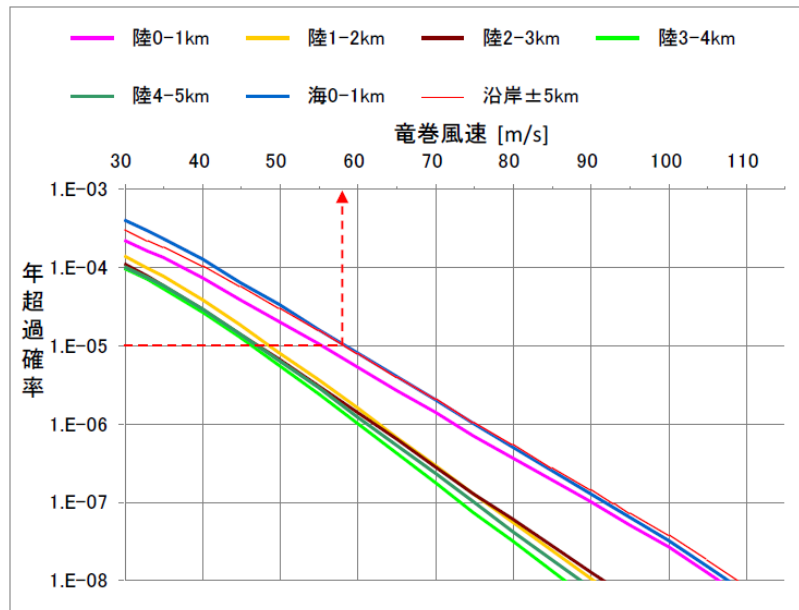


図 1.1 1km 範囲ごとのハザード曲線と±5km 範囲のハザード曲線

表 1.2 年超過確率 10^{-5} に対応した竜巻風速

短冊ケース	竜巻風速[m/s]
陸0-1km	55.2
陸1-2km	48.7
陸2-3km	47.2
陸3-4km	46.4
陸4-5km	47.1
海0-1km	58.4
(参考) 海側及び陸側各±5km	58.3

参考に陸側 0~1km, 1~2km, 2~3km, 3~4km, 4~5km, 海側 0~1km の竜巻発生・通過数を表 1.3~1.8 に示す。

算定に用いた諸元を第 7-1 表から第 7-6 表に示す。相関係数は、全て竜巻検討地域全域 (10 km幅) 内で発生した竜巻で評価した第 4-2 表の値とする。

算定したハザード曲線を、竜巻検討地域全域 (10 km幅) でのハザード曲線と重ね、第 7-2 図に示す。

得られたハザード曲線において、年超過確率 10^{-5} での風速値を読み取り、第 7-7 表にあわせて示す。

2.3.6.3 竜巻パラメータの推定結果

表 2.3.10 に、1km 短冊での発生数の推定結果を示す。ここでは、1km 短冊の通過数も竜巻の発生数に加えて推定している。短冊内での擬似データの作り方は、基本ケース (±5km 幅) と同じ方法を使用した。

表 2.3.11 に、1km 短冊での竜巻パラメータ (発生数, 被害幅, 被害長さ) の推定結果を示し、図 2.3.13 に、竜巻検討地域の 1 km 短冊毎の被害長さの分布形と、全国の海岸線から陸側 5km, 海側 5km の竜巻データを用いた 1km 短冊毎の被害長さの分布形を併せて示す。図 2.3.13 の(a)と(b)を比較すると、データ数の少ない(a)の陸側 4-5km の結果を除き同様な形状を示している。

(柏崎 6/7 号炉は、竜巻パラメータについて「参考資料 3 1」で記載)

表 1.3 陸側 0-1km 範囲の竜巻発生・通過数

竜巻検討地域 (陸0-1km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~2012/6 (51.5年間)	期間内総数	47	15	23	9	0	12	0	59
	平均値(年)	0.91	0.29	0.45	0.17	-	0.23	-	1.15
	標準偏差(年)	1.51	1.13	0.61	0.43	-	0.71	-	1.90
	CV(年)	1.65	3.89	1.37	2.47	-	3.03	-	1.66
1991~2012/6 (21.5年間)	期間内総数	28	15	12	1	0	11	0	39
	平均値(年)	1.30	0.70	0.56	0.05	-	0.51	-	1.81
	標準偏差(年)	2.03	1.69	0.60	0.22	-	1.02	-	2.63
	CV(年)	1.56	2.43	1.08	4.64	-	2.00	-	1.45
2007~2012/6 (5.5年間)	期間内総数	17	14	3	0	0	6	0	23
	平均値(年)	3.09	2.55	0.55	-	-	1.09	-	4.18
	標準偏差(年)	3.63	2.81	0.88	-	-	1.77	-	4.70
	CV(年)	1.17	1.11	1.62	-	-	1.62	-	1.12
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	227	132	29	9	0	57	0	227
	平均値(年)	4.37	2.55	0.56	0.17	-	1.09	-	4.37
	標準偏差(年)	3.40	2.81	0.60	0.43	-	1.77	-	3.40
	CV(年)	0.78	1.11	1.08	2.47	-	1.62	-	0.78
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	227	189	29	9	0	0	0	227
	平均値(年)	4.37	3.64	0.56	0.17	-	-	-	4.37
	標準偏差(年)	3.40	3.32	0.60	0.43	-	-	-	3.40
	CV(年)	0.78	0.91	1.08	2.47	-	-	-	0.78

第 7-2 表 陸側 0-1 km での統計量

(a) 発生数

過去に観測された竜巻	期間	期間内総数	平均値(個/年)	標準偏差(個/年)	F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	海上不明	合計
					計							
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内総数	4	34	75	33	146	16	0	162			
	平均値(個/年)	0.08	0.66	1.46	0.64	2.83	0.31	0.00	3.15			
	標準偏差(個/年)	0.27	0.93	1.71	1.58	2.47	0.65	0.00	2.86			
	CV(年)	0.00	0.51	2.56	1.53	4.60	0.65	0.00	5.26			
1991.1-2012.6 21.5年間	期間内総数	0	11	55	33	99	14	0	113			
	平均値(個/年)	0.00	0.51	2.56	1.53	4.60	0.65	0.00	5.26			
	標準偏差(個/年)	0.00	0.81	1.88	2.17	2.45	0.79	0.00	2.92			
	CV(年)	0	0	10	23	33	8	0	41			
2007.1-2012.6 5.5年間	期間内総数	0	0	10	23	33	8	0	41			
	平均値(個/年)	0.00	0.00	1.82	4.18	6.00	1.45	0.00	7.45			
	標準偏差(個/年)	0.00	0.00	1.87	2.70	2.79	0.98	0.00	3.63			
	CV(年)											

疑似 51.5年間 の竜巻	期間	期間内総数	平均値(個/年)	標準偏差(個/年)	F3	F2	F1	F0	計
					計				
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	4	34	132	291	461			
	平均値(個/年)	0.08	0.66	2.56	5.65	8.95			
	標準偏差(個/年)	0.27	0.93	1.88	3.13	3.78			
	CV(年)								
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	4	34	132	291	461			
	平均値(個/年)	0.08	0.66	2.56	5.65	8.95			
	標準偏差(個/年)	0.27	0.93	1.88	3.13	3.78			
	CV(年)								

(b) 被害幅

期間	期間内総数	平均値(m)	標準偏差(m)	F3	F2	F1	F0	計
				計				
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内総数	4	29	66	27	126		
	平均値(m)	613	116	126	62	114		
	標準偏差(m)	926	106	190	49	207		
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	4	34	132	291	461		
	平均値(m)	613	143	126	63	92		
	標準偏差(m)	926	126	190	48	148		

(c) 被害長さ

期間	期間内総数	平均値(km)	標準偏差(km)	F3	F2	F1	F0	計
				計				
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内総数	4	31	67	28	130		
	平均値(km)	3	1.54	1.02	0.76	1.18		
	標準偏差(km)	3	1.43	0.93	0.59	1.16		
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	4	34	132	291	461		
	平均値(km)	3	1.84	1.03	0.78	0.95		
	標準偏差(km)	3	1.75	0.93	0.59	0.93		

※ 被害長さの統計量は、各竜巻の発生地点と消滅地点をもとに 1 km幅に掛かる長さをもとに評価

一方、海側 0-1km の分布形は、全国の竜巻データを用いた場合でも、被害長さが極端に短い分布形となっており、その被害長さの推定精度に疑問が残ることから、海側 0-1km のケースでは、竜巻特性が最も類似していると考えられる陸側 0-1km での値を代用した評価も行った。

表 2.3.10 短冊領域での発生数+通過数の分析結果

(a) 陸側 0-1km

日本海 (陸0-1km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~2012/6 (51.5年間)	期間内総数	47	15	23	9	0	12	0	59
	平均値(年)	0.91	0.29	0.45	0.17	-	0.23	-	1.15
	標準偏差(年)	1.51	1.13	0.61	0.43	-	0.71	-	1.90
	CV(年)	1.65	3.89	1.37	2.47	-	3.03	-	1.66
1991~2012/6 (21.5年間)	期間内総数	28	15	12	1	0	11	0	39
	平均値(年)	1.30	0.70	0.56	0.05	-	0.51	-	1.81
	標準偏差(年)	2.03	1.69	0.60	0.22	-	1.02	-	2.63
	CV(年)	1.56	2.43	1.08	4.64	-	2.00	-	1.45
2007~2012/6 (5.5年間)	期間内総数	17	14	3	0	0	6	0	23
	平均値(年)	3.09	2.55	0.55	-	-	1.09	-	4.18
	標準偏差(年)	3.63	2.81	0.88	-	-	1.77	-	4.70
	CV(年)	1.17	1.11	1.62	-	-	1.62	-	1.12
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	227	189	29	9	0	0	0	227
	平均値(年)	4.37	3.64	0.56	0.17	-	-	-	4.37
	標準偏差(年)	3.40	3.32	0.60	0.43	-	-	-	3.40
	CV(年)	0.78	0.91	1.08	2.47	-	-	-	0.78

(柏崎 6/7 号炉は、海側 0-1km ケースの評価方法について「参考資料 4」で記載)

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 1.4 陸側1-2km 範囲の竜巻発生・通過数

竜巻検討地域 (陸 1-2 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	29	9	17	3	0	1	0	30
	平均値(年)	0.56	0.17	0.33	0.06	-	0.02	-	0.58
	標準偏差(年)	1.13	0.76	0.59	0.24	-	0.14	-	1.13
	CV(年)	2.01	4.37	1.78	4.06	-	7.18	-	1.94
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	18	9	8	1	0	0	0	18
	平均値(年)	0.84	0.42	0.37	0.05	-	-	-	0.84
	標準偏差(年)	1.58	1.15	0.59	0.22	-	-	-	1.58
	CV(年)	1.89	2.76	1.58	4.64	-	-	-	1.89
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	12	8	4	0	0	0	0	12
	平均値(年)	2.18	1.45	0.73	-	-	-	-	2.18
	標準偏差(年)	2.84	2.08	0.86	-	-	-	-	2.84
	CV(年)	1.30	1.43	1.19	-	-	-	-	1.30
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	98	75	20	3	0	0	0	98
	平均値(年)	1.88	1.45	0.37	0.06	-	-	-	1.88
	標準偏差(年)	2.17	2.08	0.59	0.24	-	-	-	2.17
	CV(年)	1.15	1.43	1.58	4.06	-	-	-	1.15
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	98	75	20	3	0	0	0	98
	平均値(年)	1.88	1.45	0.37	0.06	-	-	-	1.88
	標準偏差(年)	2.17	2.08	0.59	0.24	-	-	-	2.17
	CV(年)	1.15	1.43	1.58	4.06	-	-	-	1.15

第7-3表 陸側1-2kmでの統計量

(a) 発生数

	期間内個数	F3	F2	F1	F0	小計	陸上 不明	海上 不明	合計
過去に 観測され た竜巻	1961.1-2012.6 51.5年間	4	19	42	16	81	3	0	84
	平均値(個/年)	0.08	0.37	0.82	0.31	1.57	0.06	0.00	1.63
	標準偏差 (個/年)	0.27	0.63	1.01	1.17	1.60	0.24	0.00	1.62
1991.1-2012.6 21.5年間	期間内個数	0	6	30	16	52	1	0	53
	平均値(個/年)	0.00	0.28	1.40	0.74	2.42	0.05	0.00	2.47
	標準偏差 (個/年)	0.00	0.46	1.13	1.74	1.85	0.22	0.00	1.85
2007.1-2012.6 5.5年間	期間内個数	0	0	6	13	19	1	0	20
	平均値(個/年)	0.00	0.00	1.09	2.36	3.45	0.18	0.00	3.64
	標準偏差 (個/年)	0.00	0.00	0.57	2.99	2.88	0.43	0.00	2.80

		F3	F2	F1	F0	計
疑似 51.5年 間の 竜巻	疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	4	19	72	132	227
	平均値(個/年)	0.08	0.37	1.40	2.56	4.41
	標準偏差 (個/年)	0.27	0.63	1.13	3.11	3.38
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	4	19	72	132	227
	平均値(個/年)	0.08	0.37	1.40	2.56	4.41
	標準偏差 (個/年)	0.27	0.63	1.13	3.11	3.38

(b) 被害幅

		F3	F2	F1	F0	計
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	4	19	40	14	77
	平均値(m)	613	163	140	54	155
	標準偏差(m)	926	234	233	42	297
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	4	19	72	132	227
	平均値(m)	613	163	153	56	105
	標準偏差(m)	926	234	241	41	205

(c) 被害長さ

		F3	F2	F1	F0	計
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	4	19	40	12	75
	平均値(km)	1	1.29	0.94	0.85	1.03
	標準偏差(km)	0	1.00	0.89	0.50	0.86
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	4	19	72	132	227
	平均値(km)	1	1.29	1.03	0.85	0.95
	標準偏差(km)	0	1.00	0.89	0.48	0.70

※ 被害長さの統計量は、各竜巻の発生地点と消滅地点をもとに1km幅に掛かる長さをもとに評価

(b) 陸側 1-2km

日本海 (陸 1-2 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	29	9	17	3	0	1	0	30
	平均値(年)	0.56	0.17	0.33	0.06	-	0.02	-	0.58
	標準偏差(年)	1.13	0.76	0.59	0.24	-	0.14	-	1.13
	CV(年)	2.01	4.37	1.78	4.06	-	7.18	-	1.94
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	18	9	8	1	0	0	0	18
	平均値(年)	0.84	0.42	0.37	0.05	-	-	-	0.84
	標準偏差(年)	1.58	1.15	0.59	0.22	-	-	-	1.58
	CV(年)	1.89	2.76	1.58	4.64	-	-	-	1.89
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	12	8	4	0	0	0	0	12
	平均値(年)	2.18	1.45	0.73	-	-	-	-	2.18
	標準偏差(年)	2.84	2.08	0.86	-	-	-	-	2.84
	CV(年)	1.30	1.43	1.19	-	-	-	-	1.30
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	98	75	20	3	0	0	0	98
	平均値(年)	1.88	1.45	0.37	0.06	-	-	-	1.88
	標準偏差(年)	2.17	2.08	0.59	0.24	-	-	-	2.17
	CV(年)	1.15	1.43	1.58	4.06	-	-	-	1.15

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 1.5 陸側2-3km 範囲の竜巻発生・通過数

竜巻検討地域 (陸 2-3 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	25	10	13	2	0	0	0	25
	平均値(年)	0.49	0.19	0.25	0.04	-	-	-	0.49
	標準偏差(年)	1.00	0.66	0.56	0.20	-	-	-	1.00
	CV(年)	2.07	3.41	2.21	5.02	-	-	-	2.07
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	16	10	6	0	0	0	0	16
	平均値(年)	0.74	0.47	0.28	-	-	-	-	0.74
	標準偏差(年)	1.37	0.97	0.56	-	-	-	-	1.37
	CV(年)	1.84	2.09	2.00	-	-	-	-	1.84
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	12	9	3	0	0	0	0	12
	平均値(年)	2.18	1.64	0.55	-	-	-	-	2.18
	標準偏差(年)	2.22	1.46	0.88	-	-	-	-	2.22
	CV(年)	1.02	0.89	1.62	-	-	-	-	1.02
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	102	85	15	2	0	0	0	102
	平均値(年)	1.95	1.64	0.28	0.04	-	-	-	1.95
	標準偏差(年)	1.58	1.46	0.56	0.20	-	-	-	1.58
	CV(年)	0.81	0.89	2.00	5.02	-	-	-	0.81
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	102	85	15	2	0	0	0	102
	平均値(年)	1.95	1.64	0.28	0.04	-	-	-	1.95
	標準偏差(年)	1.58	1.46	0.56	0.20	-	-	-	1.58
	CV(年)	0.81	0.89	2.00	5.02	-	-	-	0.81

第7-4表 陸側2-3kmでの統計量

(a) 発生数

	期間内総数	期間内個数	F3	F2	F1	F0	小計	陸上	海上	合計
過去に観測された竜巻	1961.1-2012.6 51.5年間	25	3	14	25	8	50	2	0	52
	標準偏差(個/年)	0.24	0.63	0.76	0.42	1.07	0.20	0.00	1.09	
1991.1-2012.6 21.5年間	期間内個数	16	0	4	15	8	27	0	0	27
	標準偏差(個/年)	0.00	0.19	0.70	0.37	1.26	0.00	0.00	1.26	
2007.1-2012.6 5.5年間	期間内個数	12	0	0	3	4	7	0	0	7
	標準偏差(個/年)	0.00	0.00	0.55	0.73	1.27	0.00	0.00	1.27	

		F3	F2	F1	F0	計
疑似 51.5年間 の竜巻	疑似51.5年間 (陸上竜巻)	3	14	36	38	91
	標準偏差(個/年)	0.06	0.27	0.70	0.74	1.77
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	3	14	36	38	91
	標準偏差(個/年)	0.06	0.27	0.70	0.74	1.77

(b) 被害幅

		F3	F2	F1	F0	計
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	3	14	24	7	48
	平均値(m)	750	327	177	41	237
	標準偏差(m)	1083	550	277	49	445
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	3	14	36	38	91
	平均値(m)	750	327	218	44	180
	標準偏差(m)	1083	550	307	47	360

(c) 被害長さ

		F3	F2	F1	F0	計
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	3	14	24	7	48
	平均値(km)	1	1.82	1.20	0.69	1.32
	標準偏差(km)	1	1.94	0.85	0.30	1.26
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	3	14	36	38	91
	平均値(km)	1	1.82	1.39	0.71	1.18
	標準偏差(km)	1	1.94	0.87	0.28	1.03

※ 被害長さの統計量は、各竜巻の発生地点と消滅地点をもとに1km幅に掛かる長さをもとに評価

(c) 陸側2-3km

日本海 (陸 2-3 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	25	10	13	2	0	0	0	25
	平均値(年)	0.49	0.19	0.25	0.04	-	-	-	0.49
	標準偏差(年)	1.00	0.66	0.56	0.20	-	-	-	1.00
	CV(年)	2.07	3.41	2.21	5.02	-	-	-	2.07
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	16	10	6	0	0	0	0	16
	平均値(年)	0.74	0.47	0.28	-	-	-	-	0.74
	標準偏差(年)	1.37	0.97	0.56	-	-	-	-	1.37
	CV(年)	1.84	2.09	2.00	-	-	-	-	1.84
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	12	9	3	0	0	0	0	12
	平均値(年)	2.18	1.64	0.55	-	-	-	-	2.18
	標準偏差(年)	2.22	1.46	0.88	-	-	-	-	2.22
	CV(年)	1.02	0.89	1.62	-	-	-	-	1.02
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	102	85	15	2	0	0	0	102
	平均値(年)	1.95	1.64	0.28	0.04	-	-	-	1.95
	標準偏差(年)	1.58	1.46	0.56	0.20	-	-	-	1.58
	CV(年)	0.81	0.89	2.00	5.02	-	-	-	0.81

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 1.6 陸側3-4km 範囲の竜巻発生・通過数

竜巻検討地域 (陸 3-4 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	20	4	15	1	0	0	0	20
	平均値(年)	0.39	0.08	0.29	0.02	-	-	-	0.39
	標準偏差(年)	0.66	0.27	0.57	0.14	-	-	-	0.66
	CV(年)	1.71	3.48	1.97	7.18	-	-	-	1.71
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	11	4	7	0	0	0	0	11
	平均値(年)	0.51	0.19	0.33	-	-	-	-	0.51
	標準偏差(年)	0.75	0.40	0.57	-	-	-	-	0.75
	CV(年)	1.46	2.15	1.77	-	-	-	-	1.46
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	7	4	3	0	0	0	0	7
	平均値(年)	1.27	0.73	0.55	-	-	-	-	1.27
	標準偏差(年)	1.04	0.55	0.88	-	-	-	-	1.04
	CV(年)	0.82	0.75	1.62	-	-	-	-	0.82
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	56	38	17	1	0	0	0	56
	平均値(年)	1.07	0.73	0.33	0.02	-	-	-	1.07
	標準偏差(年)	0.79	0.55	0.57	0.14	-	-	-	0.79
	CV(年)	0.74	0.75	1.77	7.18	-	-	-	0.74
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	56	38	17	1	0	0	0	56
	平均値(年)	1.07	0.73	0.33	0.02	-	-	-	1.07
	標準偏差(年)	0.79	0.55	0.57	0.14	-	-	-	0.79
	CV(年)	0.74	0.75	1.77	7.18	-	-	-	0.74

第7-5表 陸側3-4kmでの統計量

(a) 発生数

過去に観測された竜巻	期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	海上不明	合計
			(個/年)	(個/年)	(個/年)	(個/年)				
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	5	12	16	2	35	0	0	35	
	平均値(個/年)	0.10	0.23	0.31	0.04	0.68	0.00	0.00	0.68	
	標準偏差(個/年)	0.30	0.55	0.51	0.20	0.84	0.00	0.00	0.84	
	期間内個数	1	5	10	2	18	0	0	18	
1991.1-2012.6 21.5年間	期間内個数	0.05	0.23	0.47	0.09	0.84	0.00	0.00	0.84	
	平均値(個/年)	0.22	0.43	0.51	0.30	0.85	0.00	0.00	0.85	
	標準偏差(個/年)	0	1	4	1	6	0	0	6	
	期間内個数	0.00	0.18	0.73	0.18	1.09	0.00	0.00	1.09	
2007.1-2012.6 5.5年間	期間内個数	0.00	0.43	0.49	0.43	0.57	0.00	0.00	0.57	
	平均値(個/年)	5	12	24	10	51				
	標準偏差(個/年)	0.10	0.23	0.47	0.19	0.99				
	期間内個数	5	12	24	10	51				
疑似51.5年間の竜巻	期間内個数	0.10	0.23	0.47	0.19	0.99				
	平均値(個/年)	0.30	0.55	0.51	0.43	0.91				
	標準偏差(個/年)	5	12	24	10	51				
	期間内個数	0.10	0.23	0.47	0.19	0.99				
疑似51.5年間(全竜巻)	期間内個数	0.30	0.55	0.51	0.43	0.91				
	平均値(個/年)	5	12	24	10	51				
	標準偏差(個/年)	0.10	0.23	0.47	0.19	0.99				
	期間内個数	0.30	0.55	0.51	0.43	0.91				

(b) 被害幅

期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	計
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	5	12	14	2	33
	平均値(m)	590	363	149	15	285
	標準偏差(m)	809	590	99	7	484
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	5	12	24	10	51
	平均値(m)	590	363	166	15	224
	標準偏差(m)	809	590	95	5	402

(c) 被害長さ

期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	計
		(km)	(km)	(km)	(km)	(km)
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	5	12	13	2	32
	平均値(km)	2	1.38	0.94	0.84	1.33
	標準偏差(km)	3	0.64	0.49	0.71	1.23
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	5	12	24	10	51
	平均値(km)	2	1.38	1.01	0.84	1.20
	標準偏差(km)	3	0.64	0.43	0.53	1.02

※ 被害長さの統計量は、各竜巻の発生地点と消滅地点をもとに1km幅に掛かる長さをもとに評価

(d) 陸側3-4km

日本海 (陸 3-4 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	20	4	15	1	0	0	0	20
	平均値(年)	0.39	0.08	0.29	0.02	-	-	-	0.39
	標準偏差(年)	0.66	0.27	0.57	0.14	-	-	-	0.66
	CV(年)	1.71	3.48	1.97	7.18	-	-	-	1.71
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	11	4	7	0	0	0	0	11
	平均値(年)	0.51	0.19	0.33	-	-	-	-	0.51
	標準偏差(年)	0.75	0.40	0.57	-	-	-	-	0.75
	CV(年)	1.46	2.15	1.77	-	-	-	-	1.46
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	7	4	3	0	0	0	0	7
	平均値(年)	1.27	0.73	0.55	-	-	-	-	1.27
	標準偏差(年)	1.04	0.55	0.88	-	-	-	-	1.04
	CV(年)	0.82	0.75	1.62	-	-	-	-	0.82
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	56	38	17	1	0	0	0	56
	平均値(年)	1.07	0.73	0.33	0.02	-	-	-	1.07
	標準偏差(年)	0.79	0.55	0.57	0.14	-	-	-	0.79
	CV(年)	0.74	0.75	1.77	7.18	-	-	-	0.74

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 1.7 陸側4-5km 範囲の竜巻発生・通過数

竜巻検討地域 (陸 4-5 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	15	2	12	1	0	1	0	16
	平均値(年)	0.29	0.04	0.23	0.02	-	0.02	-	0.31
	標準偏差(年)	0.64	0.20	0.62	0.14	-	0.14	-	0.65
	CV(年)	2.20	5.02	2.65	7.18	-	7.18	-	2.08
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	8	2	6	0	0	1	0	9
	平均値(年)	0.37	0.09	0.28	-	-	0.05	-	0.42
	標準偏差(年)	0.74	0.30	0.71	-	-	0.22	-	0.74
	CV(年)	1.98	3.20	2.55	-	-	4.64	-	1.78
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	6	2	4	0	0	1	0	7
	平均値(年)	1.09	0.36	0.73	-	-	0.18	-	1.27
	標準偏差(年)	1.16	0.55	1.28	-	-	0.43	-	1.04
	CV(年)	1.06	1.50	1.76	-	-	2.37	-	0.82
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	45	19	15	1	0	10	0	45
	平均値(年)	0.84	0.36	0.28	0.02	-	0.18	-	0.84
	標準偏差(年)	0.99	0.55	0.71	0.14	-	0.43	-	0.99
	CV(年)	1.18	1.50	2.55	7.18	-	2.37	-	1.18
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	45	29	15	1	0	0	0	45
	平均値(年)	0.84	0.55	0.28	0.02	-	-	-	0.84
	標準偏差(年)	0.99	0.69	0.71	0.14	-	-	-	0.99
	CV(年)	1.18	1.27	2.55	7.18	-	-	-	1.18

第7-6表 陸側4-5kmでの統計量

(a) 発生数

過去に観測された竜巻	期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	小計	陸上不明	海上不明	合計
			(個/年)	(個/年)	(個/年)	(個/年)				
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	4	10	14	2	30	1	0	31	
	平均値(個/年)	0.08	0.19	0.27	0.04	0.58	0.02	0.00	0.60	
	標準偏差(個/年)	0.27	0.53	0.53	0.20	0.87	0.14	0.00	0.87	
	CV(年)	0.05	0.19	0.33	0.09	0.65	0.00	0.00	0.65	
1991.1-2012.6 21.5年間	期間内個数	1	4	7	2	14	0	0	14	
	平均値(個/年)	0.05	0.19	0.33	0.09	0.65	0.00	0.00	0.65	
	標準偏差(個/年)	0.22	0.40	0.57	0.30	0.96	0.00	0.00	0.96	
	CV(年)	0.00	0.00	0.18	0.18	0.36	0.00	0.00	0.36	
2007.1-2012.6 5.5年間	期間内個数	0	0	1	1	2	0	0	2	
	平均値(個/年)	0.00	0.00	0.18	0.18	0.36	0.00	0.00	0.36	
	標準偏差(個/年)	0.00	0.00	0.43	0.43	0.53	0.00	0.00	0.53	
	CV(年)	0.00	0.00	0.43	0.43	0.53	0.00	0.00	0.53	

疑似 51.5年間 の竜巻	期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	計
			(個/年)	(個/年)	(個/年)	(個/年)	
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内個数	4	10	17	10	41	
	平均値(個/年)	0.08	0.19	0.33	0.19	0.80	
	標準偏差(個/年)	0.27	0.53	0.57	0.43	0.93	
	CV(年)	0.08	0.19	0.33	0.19	0.80	
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	4	10	17	10	41	
	平均値(個/年)	0.08	0.19	0.33	0.19	0.80	
	標準偏差(個/年)	0.27	0.53	0.57	0.43	0.93	
	CV(年)	0.08	0.19	0.33	0.19	0.80	

(b) 被害幅

期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	計
		(m)	(m)	(m)	(m)	
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	4	10	12	1	27
	平均値(m)	713	391	118	50	305
	標準偏差(m)	879	610	85	0	518
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	4	10	17	10	41
	平均値(m)	713	391	142	50	236
	標準偏差(m)	879	610	86	0	431

(c) 被害長さ

期間	期間内個数	F3	F2	F1	F0	計
		(km)	(km)	(km)	(km)	
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	4	10	12	1	27
	平均値(km)	3	1.28	0.93	0.20	1.34
	標準偏差(km)	1	0.48	0.41	0.00	0.93
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	4	10	17	10	41
	平均値(km)	3	1.28	1.03	0.20	1.08
	標準偏差(km)	1	0.48	0.40	0.00	0.89

※ 被害長さの統計量は、各竜巻の発生地点と消滅地点をもとに1km幅に掛かる長さをもとに評価

(e) 陸側4-5km

日本海 (陸 4-5 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	15	2	12	1	0	1	0	16
	平均値(年)	0.29	0.04	0.23	0.02	-	0.02	-	0.31
	標準偏差(年)	0.64	0.20	0.62	0.14	-	0.14	-	0.65
	CV(年)	2.20	5.02	2.65	7.18	-	7.18	-	2.08
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	8	2	6	0	0	1	0	9
	平均値(年)	0.37	0.09	0.28	-	-	0.05	-	0.42
	標準偏差(年)	0.74	0.30	0.71	-	-	0.22	-	0.74
	CV(年)	1.98	3.20	2.55	-	-	4.64	-	1.78
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	6	2	4	0	0	1	0	7
	平均値(年)	1.09	0.36	0.73	-	-	0.18	-	1.27
	標準偏差(年)	1.16	0.55	1.28	-	-	0.43	-	1.04
	CV(年)	1.06	1.50	1.76	-	-	2.37	-	0.82
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	45	29	15	1	0	0	0	45
	平均値(年)	0.84	0.55	0.28	0.02	-	-	-	0.84
	標準偏差(年)	0.99	0.69	0.71	0.14	-	-	-	0.99
	CV(年)	1.18	1.27	2.55	7.18	-	-	-	1.18

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 1.8 海側0-1km 範囲の竜巻発生・通過数

竜巻検討地域 (海 0-1 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	25	8	12	5	0	9	38	72
	平均値(年)	0.49	0.16	0.23	0.10	-	0.17	0.74	1.40
	標準偏差(年)	0.90	0.75	0.43	0.30	-	0.62	2.52	3.35
	CV(年)	1.86	4.86	1.83	3.08	-	3.55	3.41	2.40
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	15	8	6	1	0	8	38	61
	平均値(年)	0.70	0.37	0.28	0.05	-	0.37	1.77	2.84
	標準偏差(年)	1.23	1.15	0.46	0.22	-	0.91	3.71	4.86
	CV(年)	1.76	3.09	1.65	4.64	-	2.45	2.10	1.71
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	9	8	1	0	0	5	34	48
	平均値(年)	1.64	1.45	0.18	-	-	0.91	6.18	8.73
	標準偏差(年)	2.19	2.08	0.43	-	-	1.69	5.79	7.50
	CV(年)	1.34	1.43	2.37	-	-	1.86	0.94	0.86
疑似 51.5年間 (陸上竜巻)	期間内総数	142	75	15	5	0	47	319	461
	平均値(年)	2.74	1.45	0.28	0.10	-	0.91	6.18	8.92
	標準偏差(年)	2.73	2.08	0.46	0.30	-	1.69	5.79	6.40
	CV(年)	1.00	1.43	1.65	3.08	-	1.86	0.94	0.72
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	463	397	49	17	0	0	0	463
	平均値(年)	8.89	7.67	0.91	0.32	-	-	-	8.89
	標準偏差(年)	4.93	4.83	0.83	0.54	-	-	-	4.93
	CV(年)	0.55	0.63	0.92	1.71	-	-	-	0.55

第7-1表 海側1-0kmでの統計量

(a) 発生数

過去に観測された竜巻	期間	期間内個数	F3 F2 F1 F0				小計	陸上不明	海上不明	合計
			F3	F2	F1	F0				
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	1	12	30	10	53	8	28	89	
	平均値(個/年)	0.02	0.23	0.58	0.19	1.03	0.16	0.54	1.73	
1991.1-2012.6 21.5年間	期間内個数	0	5	24	10	39	7	27	73	
	平均値(個/年)	0.00	0.23	1.12	0.47	1.81	0.33	1.26	3.40	
2007.1-2012.6 5.5年間	期間内個数	0	0	5	7	12	3	18	33	
	平均値(個/年)	0.00	0.00	0.91	1.27	2.18	0.55	3.27	6.00	
		標準偏差(個/年)	0.00	0.00	1.37	1.50	2.57	0.55	3.74	5.91

疑似51.5年間の竜巻	期間	期間内個数	F3 F2 F1 F0				計
			F3	F2	F1	F0	
疑似51.5年間 (陸上竜巻)	期間内個数	1	12	58	95	166	
	平均値(個/年)	0.02	0.23	1.13	1.84	3.22	
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	3	25	118	192	338	
	平均値(個/年)	0.06	0.49	2.29	3.73	6.56	
		標準偏差(個/年)	0.24	0.68	1.87	2.55	3.25

(b) 被害幅

期間	期間内個数	F3 F2 F1 F0				計
		F3	F2	F1	F0	
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	1	11	27	6	45
	平均値(m)	2000	133	100	38	142
	標準偏差(m)	0	77	124	38	303
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	3	25	118	192	338
	平均値(m)	2000	145	108	38	88
	標準偏差(m)	0	79	129	35	203

(c) 被害長さ

期間	期間内個数	F3 F2 F1 F0				計
		F3	F2	F1	F0	
1961.1-2012.6 51.5年間	期間内個数	1	12	29	9	51
	平均値(km)	8	0.91	0.59	0.24	0.75
	標準偏差(km)	0	1.71	0.67	0.33	1.43
疑似51.5年間 (全竜巻)	期間内個数	3	25	118	192	338
	平均値(km)	8	1.09	0.61	0.25	0.51
	標準偏差(km)	0	1.88	0.69	0.31	1.02

※ 被害長さの統計量は、各竜巻の発生地点と消滅地点をもとに1km幅に掛かる長さをもとに評価

(f) 海側0-1km

日本海 (海 0-1 km)	発生数の統計	小計	竜巻スケール				不明		総数 (含む不明)
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	
1961~ 2012/6 (51.5年間)	期間内総数	25	8	12	5	0	9	38	72
	平均値(年)	0.49	0.16	0.23	0.10	-	0.17	0.74	1.40
	標準偏差(年)	0.90	0.75	0.43	0.30	-	0.62	2.52	3.35
	CV(年)	1.86	4.86	1.83	3.08	-	3.55	3.41	2.40
1991~ 2012/6 (21.5年間)	期間内総数	15	8	6	1	0	8	38	61
	平均値(年)	0.70	0.37	0.28	0.05	-	0.37	1.77	2.84
	標準偏差(年)	1.23	1.15	0.46	0.22	-	0.91	3.71	4.86
	CV(年)	1.76	3.09	1.65	4.64	-	2.45	2.10	1.71
2007~ 2012/6 (5.5年間)	期間内総数	9	8	1	0	0	5	34	48
	平均値(年)	1.64	1.45	0.18	-	-	0.91	6.18	8.73
	標準偏差(年)	2.19	2.08	0.43	-	-	1.69	5.79	7.50
	CV(年)	1.34	1.43	2.37	-	-	1.86	0.94	0.86
疑似 51.5年間 (全竜巻)	期間内総数	463	397	49	17	0	0	0	0
	平均値(年)	8.89	7.67	0.91	0.32	-	-	-	-
	標準偏差(年)	4.93	4.83	0.83	0.54	-	-	-	-
	CV(年)	0.55	0.63	0.92	1.71	-	-	-	-

・竜巻検討地域の違いによる相違
【東海第二】

表 2.3.11 短冊領域での竜巻パラメータの分析結果

(a) 陸側 0-1km (CASE 2-1)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (陸 0-1km)	発生数	期間内総数	227	189	29	9	0
		平均値(年)	4.41	3.67	0.56	0.17	—
		標準偏差(年)	3.40	3.32	0.60	0.43	—
		CV(年)	0.77	0.91	1.07	2.47	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	227	189	29	9	0
		平均値(m)	128	123	124	241	—
		標準偏差(m)	154	141	121	375	—
		CV	1.21	1.15	0.97	1.55	—
被害長	期間内総数	227	189	29	9	0	
	平均値(km)	0.632	0.540	1.088	1.108	—	
	標準偏差(km)	0.448	0.279	0.855	0.288	—	
	CV	0.71	0.52	0.79	0.26	—	

(b) 陸側 1-2km (CASE 2-2)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (陸 1-2 km)	発生数	期間内総数	98	75	20	3	0
		平均値(年)	1.90	1.46	0.39	0.06	—
		標準偏差(年)	2.17	2.08	0.59	0.24	—
		CV(年)	1.14	1.43	1.51	4.06	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	98	75	20	3	0
		平均値(m)	197	202	155	350	—
		標準偏差(m)	173	164	133	477	—
		CV	0.88	0.81	0.86	1.36	—
被害長	期間内総数	98	75	20	3	0	
	平均値(km)	0.766	0.685	1.112	0.482	—	
	標準偏差(km)	0.434	0.348	0.548	0.500	—	
	CV	0.57	0.51	0.49	1.04	—	

(c) 陸側 2-3km (CASE 2-3)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (陸 2-3 km)	発生数	期間内総数	102	85	15	2	0
		平均値(年)	1.98	1.65	0.29	0.04	—
		標準偏差(年)	1.58	1.46	0.56	0.20	—
		CV(年)	0.80	0.89	1.91	5.02	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	102	85	15	2	0
		平均値(m)	174	162	206	475	—
		標準偏差(m)	180	167	162	601	—
		CV	1.04	1.04	0.79	1.27	—
被害長	期間内総数	102	85	15	2	0	
	平均値(km)	0.684	0.610	0.988	1.566	—	
	標準偏差(km)	0.366	0.298	0.424	0.433	—	
	CV	0.54	0.49	0.43	0.28	—	

・竜巻検討地域の違いによる相違

【東海第二】

(竜巻パラメータについては、柏崎 6/7 は「参考資料 3 表 1.1」で、東海第二は「表 7-1」～「表 7-6」で記載)

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)

東海第二発電所 (2018.9.18版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

(d) 陸側 3-4km (CASE 2-4)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (陸 3-4 km)	発生数	期間内総数	56	38	17	1	0
		平均値(年)	1.09	0.74	0.33	0.02	—
		標準偏差(年)	0.79	0.55	0.57	0.14	—
		CV(年)	0.73	0.74	1.74	7.18	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	56	38	17	1	0
		平均値(m)	213	224	147	900	—
		標準偏差(m)	216	228	78	—	—
		CV	1.01	1.02	0.53	—	—
被害長	期間内総数	56	38	17	1	0	
	平均値(km)	0.861	0.809	0.961	1.129	—	
	標準偏差(km)	0.310	0.252	0.401	—	—	
	CV	0.36	0.31	0.42	—	—	

(e) 陸側 4-5km (CASE 2-5)

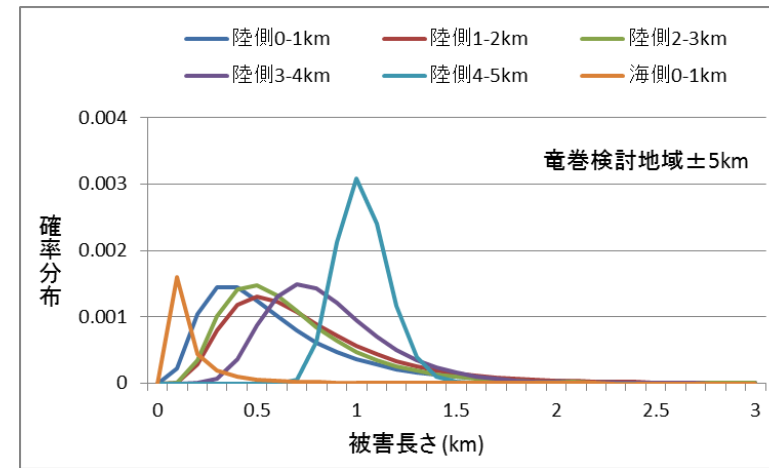
パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (陸 4-5 km)	発生数	期間内総数	45	29	15	1	0
		平均値(年)	0.87	0.56	0.29	0.02	—
		標準偏差(年)	0.99	0.69	0.71	0.14	—
		CV(年)	1.14	1.23	2.44	7.18	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	45	29	15	1	0
		平均値(m)	299	359	145	900	—
		標準偏差(m)	247	254	63	—	—
		CV	0.83	0.71	0.44	—	—
被害長	期間内総数	45	29	15	1	0	
	平均値(km)	1.029	1.003	1.095	0.807	—	
	標準偏差(km)	0.132	0.001	0.212	—	—	
	CV	0.13	0.00	0.19	—	—	

(f) 海側 0-1km (CASE 2-6A)

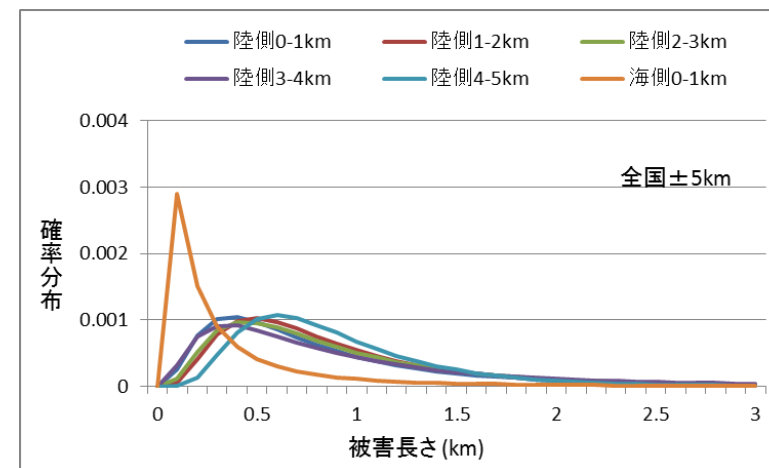
パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (海 0-1 km)	発生数	期間内総数	463	397	49	17	0
		平均値(年)	8.99	7.71	0.95	0.33	—
		標準偏差(年)	4.93	4.83	0.83	0.54	—
		CV(年)	0.55	0.63	0.87	1.63	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	463	397	49	17	0
		平均値(m)	100	83	145	368	—
		標準偏差(m)	120	62	148	406	—
		CV	1.20	0.74	1.02	1.10	—
被害長	期間内総数	463	397	49	17	0	
	平均値(km)	0.065	0.010	0.517	—	—	
	標準偏差(km)	0.183	0.009	0.273	—	—	
	CV	2.80	0.89	0.53	—	—	

(g) 海側 0-1km (陸側 0-1km 被害長さ考慮) (CASE 2-6B)

パラメータ	統計量	小計	竜巻スケール				
			F0	F1	F2	F3	
日本海 (海 0-1 km) (陸 0-1km考慮)	発生数	期間内総数	463	397	49	17	0
		平均値(年)	8.99	7.71	0.95	0.33	—
		標準偏差(年)	4.93	4.83	0.83	0.54	—
		CV(年)	0.55	0.63	0.87	1.63	—
擬似 51.5年間 (全竜巻)	被害幅	期間内総数	463	397	49	17	0
		平均値(m)	100	83	145	368	—
		標準偏差(m)	120	62	148	406	—
		CV	1.20	0.74	1.02	1.10	—
被害長	被害長さ	期間内総数	463	397	49	17	0
		平均値(km)	0.632	0.540	1.088	1.108	—
		標準偏差(km)	0.448	0.279	0.855	0.288	—
		CV	0.71	0.52	0.79	0.26	—



(a) 竜巻検討地域



(b) 全国

図 2.3.13 被害長さの分布形

・資料構成の相違
【柏崎 6/7, 東海第二】
島根 2号炉は, 竜巻検討地域と全国の被害長さの分布形の比較のため, 被害長さの分布形を記載している

2.3.6.4 竜巻ハザードの算定結果

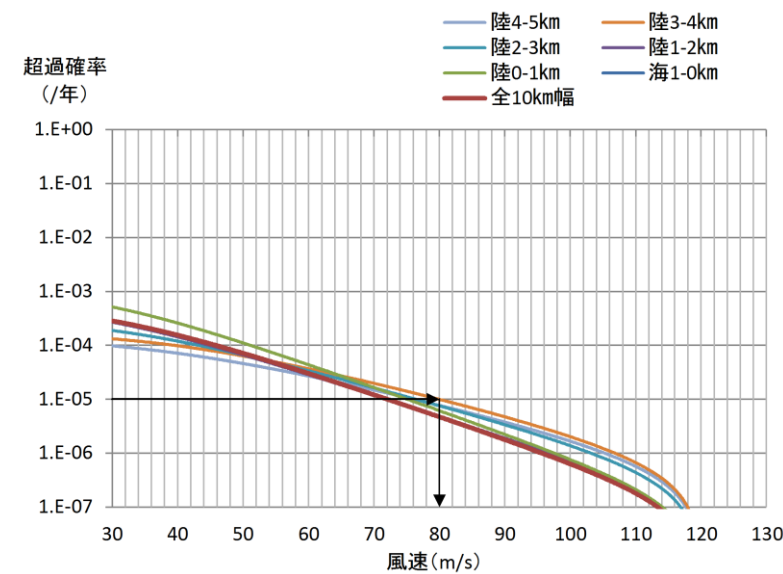
ハザードの計算条件を表 2.3.12 に示す。また、ハザードの算定結果を図 2.3.14 及び表 2.3.13 に示す。1km 短冊の面積は、10km 幅の面積を短冊幅の比率で等分している。

算定結果によると、1km 短冊の結果は基本ケースと同等あるいはそれを下回る値となっており、年超過確率が 10^{-5} となる風速については、陸側 0-1km の被害長さを考慮した海側 0-1km のケース (CASE 2-6B) が最も大きく、61.4m/s である。

表 2.3.12 竜巻ハザードの計算条件

検討ケース	日本海側±5km	統計量	発生数 (個)	風速(V) m/s	幅(W) m	被害長さ(L) m	相関係数 ^{※1}		
							V~W	V~L	W~L
基本ケース	±5km	平均値 標準偏差	23.05 8.97	28.6 9.4	121 131	1607 2697	(0.05)	0.31	0.46
CASE 2-1	陸側 0-1km	平均値 標準偏差	4.41 3.40	28.5 9.7	128 154	632 448	同上 (検討地域±5kmの値を代用)		
CASE 2-2	陸側 1-2km	平均値 標準偏差	1.90 2.17	29.4 8.6	197 173	766 434			
CASE 2-3	陸側 2-3km	平均値 標準偏差	1.98 1.58	28.1 8.8	174 180	684 366			
CASE 2-4	陸側 3-4km	平均値 標準偏差	1.09 0.79	30.6 8.6	213 216	861 310			
CASE 2-5	陸側 4-5km	平均値 標準偏差	0.87 0.99	31.3 9.0	299 247	1029 132			
CASE 2-6A	海側 0-1km	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	65 183			
CASE 2-6B	海側 0-1km (陸側0-1km被害長さ考慮)	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	632 448			

※1：相関係数の赤字は負の相関を表す。負の相関の場合は、無相関 (=0) とする。



第7-2図 竜巻検討地域を1km幅ごとに細分化した場合のハザード曲線
(10 km幅でのハザード曲線もあわせて記載)

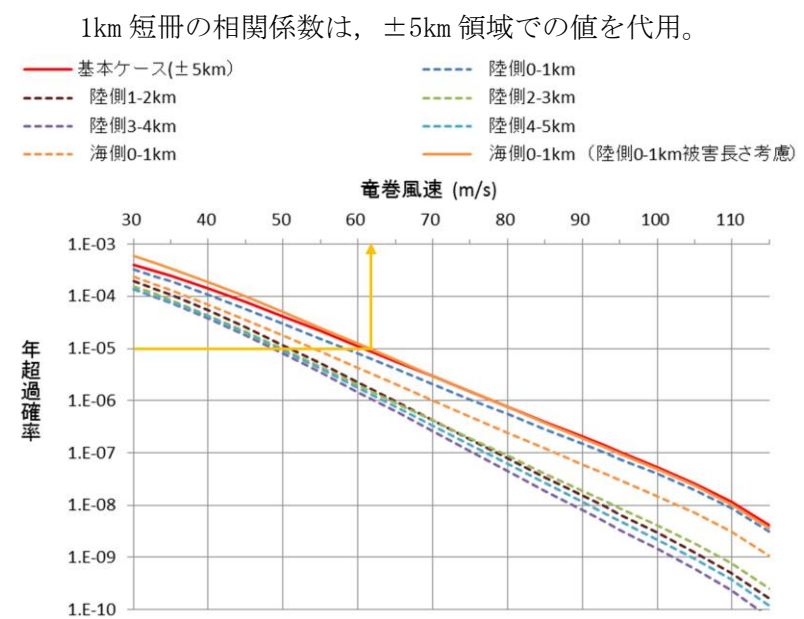


図 2.3.14 短冊領域におけるハザードの算定結果

(柏崎 6/7号炉は、算定結果について「参考資料3 1」で記載)

・算定結果の相違【東海第二】

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																																																										
<p>2. 1km ごとの領域で竜巻ハザードを求める際の問題点 ガイドでは、以下のように述べられている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲を目安に竜巻検討地域を設定する ✓ 上記の場合、少なくとも 1km 範囲ごとに竜巻の年発生数の確率分布を算定し、そのうちの V_{B2} が最も大きな値として設定される確率分布を設計で用いること ✓ 竜巻最大風速の確率密度分布の設定に当たっては、竜巻検討地域を 1km 範囲ごとに区切ってそれぞれの範囲の確率分布を算定し、そのうちの V_{B2} が最も大きな値として設定される確率分布を設定する等、配慮すること <p>また、2013 年 10 月出された JNES の『原子力発電所の竜巻影</p>	<p>第 7-7 表 評価結果のまとめ</p> <table border="1" data-bbox="952 296 1700 420"> <thead> <tr> <th>領域</th> <th>10 km 幅</th> <th>海 1-0 km</th> <th>陸 0-1 km</th> <th>陸 1-2km</th> <th>陸 2-3km</th> <th>陸 3-4km</th> <th>陸 4-5 km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10⁻⁵/年での最大風速*(m/s)</td> <td>73</td> <td>73</td> <td>76</td> <td>72</td> <td>77</td> <td><u>80</u></td> <td>77</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 太字下線ありの値は最大値</p> <p>8. 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2}) 前記の第 7-7 表に示すとおり、<u>竜巻検討地域全域 (10 km 幅) 及び 1 km 幅ごとのハザード曲線において、年超過確率 10⁻⁵での風速の最大値は 80m/s であり、これを最大風速 V_{B2} とする。</u> 最大風速評価結果を第 8-1 表に示す。</p> <p>第 8-1 表 ハザード曲線による最大風速評価結果</p> <table border="1" data-bbox="952 1060 1700 1220"> <thead> <tr> <th>ハザード曲線の算定範囲</th> <th>年超過確率 10⁻⁵での最大風速</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>竜巻検討地域全域 (10 km 幅)</td> <td>73m/s</td> </tr> <tr> <td>1 km 幅ごとの最大</td> <td>80m/s (陸側 3-4km)</td> </tr> </tbody> </table>	領域	10 km 幅	海 1-0 km	陸 0-1 km	陸 1-2km	陸 2-3km	陸 3-4km	陸 4-5 km	10 ⁻⁵ /年での最大風速*(m/s)	73	73	76	72	77	<u>80</u>	77	ハザード曲線の算定範囲	年超過確率 10 ⁻⁵ での最大風速	竜巻検討地域全域 (10 km 幅)	73m/s	1 km 幅ごとの最大	80m/s (陸側 3-4km)	<p>表 2.3.13 年超過確率に対応した竜巻風速</p> <table border="1" data-bbox="1742 304 2496 674"> <thead> <tr> <th rowspan="2">検討ケース</th> <th rowspan="2">日本海側</th> <th colspan="5">超過確率に対応する風速 (m/s)</th> </tr> <tr> <th>1.E-04</th> <th>1.E-05</th> <th>1.E-06</th> <th>1.E-07</th> <th>1.E-08</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基本ケース</td> <td>±5km</td> <td>43.0</td> <td>60.8</td> <td>78.0</td> <td>95.3</td> <td>110.7</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-1</td> <td>陸側 0-1km</td> <td>40.6</td> <td>58.3</td> <td>75.5</td> <td>93.0</td> <td>109.2</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-2</td> <td>陸側 1-2km</td> <td>35.6</td> <td>51.0</td> <td>64.9</td> <td>78.6</td> <td>92.6</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-3</td> <td>陸側 2-3km</td> <td>33.7</td> <td>49.8</td> <td>64.4</td> <td>79.1</td> <td>94.2</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-4</td> <td>陸側 3-4km</td> <td>32.7</td> <td>48.7</td> <td>62.2</td> <td>75.5</td> <td>88.8</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-5</td> <td>陸側 4-5km</td> <td>33.0</td> <td>49.3</td> <td>63.4</td> <td>77.1</td> <td>90.9</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-6A</td> <td>海側 0-1km</td> <td>37.2</td> <td>54.0</td> <td>70.0</td> <td>86.3</td> <td>102.7</td> </tr> <tr> <td>CASE 2-6B</td> <td>海側 0-1km (陸側0-1km被害長さ考慮)</td> <td>44.8</td> <td>61.4</td> <td>78.0</td> <td>94.8</td> <td>110.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>2.3.7 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (V_{B2}) の設定 F スケール不明の海上竜巻の発生数は、<u>陸上竜巻の F スケール別発生比率で按分して取り扱っているが、竜巻検討地域を「北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸」にすることに伴う竜巻ハザード曲線算出のためのデータの不確実性 (日本海側は F スケール不明の海上竜巻が多い) を踏まえ、参照する年超過確率を 10⁻⁵ から一桁下げた年超過確率 10⁻⁶ における風速とすると、表 2.3.7 及び表 2.3.13 のとおり、<u>陸側及び海側 5km 全域での評価、1km 範囲ごとに細分化した評価ともに 78m/s となる。以上より、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 V_{B2} は 78m/s とする。</u></u></p>	検討ケース	日本海側	超過確率に対応する風速 (m/s)					1.E-04	1.E-05	1.E-06	1.E-07	1.E-08	基本ケース	±5km	43.0	60.8	78.0	95.3	110.7	CASE 2-1	陸側 0-1km	40.6	58.3	75.5	93.0	109.2	CASE 2-2	陸側 1-2km	35.6	51.0	64.9	78.6	92.6	CASE 2-3	陸側 2-3km	33.7	49.8	64.4	79.1	94.2	CASE 2-4	陸側 3-4km	32.7	48.7	62.2	75.5	88.8	CASE 2-5	陸側 4-5km	33.0	49.3	63.4	77.1	90.9	CASE 2-6A	海側 0-1km	37.2	54.0	70.0	86.3	102.7	CASE 2-6B	海側 0-1km (陸側0-1km被害長さ考慮)	44.8	61.4	78.0	94.8	110.2	<p>・算定結果の相違 【東海第二】</p> <p>(柏崎 6/7 号炉は、V_{B2} の設定について「(7)」で記載)</p> <p>・V_{B2} の設定方法の相違 【柏崎 6/7】 島根 2 号炉は V_{B2} の設定において、ガイドに従い、不確実性及び保守性の考慮をして 1km 範囲ごとに細分化した場合のハザード曲線についても考慮している。</p> <p>【東海第二】 島根 2 号炉はデータの不確実性を踏まえ年超過確率 10⁻⁶ を参照している</p>
領域	10 km 幅	海 1-0 km	陸 0-1 km	陸 1-2km	陸 2-3km	陸 3-4km	陸 4-5 km																																																																																						
10 ⁻⁵ /年での最大風速*(m/s)	73	73	76	72	77	<u>80</u>	77																																																																																						
ハザード曲線の算定範囲	年超過確率 10 ⁻⁵ での最大風速																																																																																												
竜巻検討地域全域 (10 km 幅)	73m/s																																																																																												
1 km 幅ごとの最大	80m/s (陸側 3-4km)																																																																																												
検討ケース	日本海側	超過確率に対応する風速 (m/s)																																																																																											
		1.E-04	1.E-05	1.E-06	1.E-07	1.E-08																																																																																							
基本ケース	±5km	43.0	60.8	78.0	95.3	110.7																																																																																							
CASE 2-1	陸側 0-1km	40.6	58.3	75.5	93.0	109.2																																																																																							
CASE 2-2	陸側 1-2km	35.6	51.0	64.9	78.6	92.6																																																																																							
CASE 2-3	陸側 2-3km	33.7	49.8	64.4	79.1	94.2																																																																																							
CASE 2-4	陸側 3-4km	32.7	48.7	62.2	75.5	88.8																																																																																							
CASE 2-5	陸側 4-5km	33.0	49.3	63.4	77.1	90.9																																																																																							
CASE 2-6A	海側 0-1km	37.2	54.0	70.0	86.3	102.7																																																																																							
CASE 2-6B	海側 0-1km (陸側0-1km被害長さ考慮)	44.8	61.4	78.0	94.8	110.2																																																																																							

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>響評価ガイド(案)及び解説』には、以下のような記述がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 【発生数】データ数確保の観点から、それぞれの竜巻の発生地点と消滅地点の2点を直線で結び、直線が複数の細分化した地域に跨る場合は全ての細分化地域で竜巻が発生したとする。 ✓ 【竜巻風速・幅・長さ・移動方向】確率分布は、データ数確保の観点から、竜巻検討地域全体で評価する。竜巻の発生地点と消滅地点が竜巻検討地域外であっても、その2点を結ぶ直線が竜巻検討地域を通過するあるいは接する場合は、竜巻検討地域に属するものとする。 <p>このようなガイドや解説の考え方にに基づき、竜巻検討地域(±5km範囲)を通過する竜巻も発生数にカウントするだけでなく、1.では1kmごとの短冊領域についても通過数を発生数にカウントして評価を行っている。</p> <p>通過数を発生数と見なす方法や、1kmごとの短冊領域でハザードを求める考え方には問題点が多い。ここでは、以下の3つの視点からその問題点を考察する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wen and Chu モデルの理論的仮定との不整合 2. 発生数と通過数の関係 3. 竜巻データベースの質 <p>2.1 Wen and Chu モデルの物理的な意味</p> <p>Wen and Chu の確率論的なモデルでは、直径 D_0 の円形構造物に対して、1つの竜巻の風速が V_0 以上となる面積 $DA(V_0)$ の期待値 $E[DA(V_0)]$ は以下で表される。</p> $ \begin{aligned} E[DA(V_0)] = & \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl \\ & + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^{2\pi} l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^{2\pi} W(V_0) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha \\ & + (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV \end{aligned} \tag{1} $ <p>ここで、V, w, l, α は、それぞれ竜巻の最大風速、幅、長さ及び移動方向である。また、$f(x, y, z)$ は x, y, z の同時確率密度分布、</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>W(V₀)は幅方向の補正率である。</p> <p>式(1)において竜巻長さ L を 0~∞まで積分していることから分かるように、Wen and Chu のモデルでは、面的に一様な竜巻パラメータ (同時確率密度分布) を持つ無限に広い領域を想定している。ただし、出現確率が非常に低ければ寄与率は無視できるため、無限に広い領域あるいは無限大の長さの竜巻を考える必要はない。しかし、結果に影響を与える竜巻の長さの範囲内では場の均一性を確保しておく必要がある。海岸線から 1km ほどの短冊に区切って竜巻パラメータを求めハザードを計算することは、そのパラメータ特性が陸側・海側の両方に広い範囲で続いていることを想定していることになる。</p> <p>竜巻長さの評価は、風速とともに、ハザードの評価に最も大きな影響を与えるため、非常に狭い範囲で評価された竜巻パラメータを使用する事は問題が大きい。</p> <p>2.2 発生数と通過数の関係</p> <p>無限に広い領域を帯状に区切った図 2.1 のような領域を想定し、点 0 で発生した長さ L の竜巻の移動を考える。それぞれの方向 (θ = 0 度の方向 (海岸線を想定) は帯状の領域に平行, θ = 90 度の方向 (図の上向き) に x 軸) へ移動する確率は同様であると仮定した場合、x 軸方向への移動距離 x/L について示した結果を図 2.2 に示す。竜巻長さが 1.6km 程度 (沿岸±5km での竜巻長さ平均値 (疑似データ)) であれば、海岸線から 1km 以上離れた場所に到達する確率は 0.5 程度、0.5km 離れた場所に到達する確率は 0.8 程度もある。図 2.1 は竜巻移動方向が半円内で同様とした場合であるが、θ = 90 度の方向に移動方向が集中していれば、通過確率は更に高くなる。また区間を短くすればするほど、移動距離の長い竜巻ほど、見かけの発生密度の増加は顕著になり、ハザードを必要以上に過大に評価することにつながる。</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="338 262 730 583" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="338 611 730 640" data-label="Caption"> <p>図 2.1 竜巻の発生と移動の概念図</p> </div> <div data-bbox="240 695 828 1050" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="338 1060 730 1089" data-label="Caption"> <p>図 2.2 帯状領域での竜巻の通過数</p> </div> <div data-bbox="142 1192 468 1222" data-label="Section-Header"> <p>2.3 竜巻データベースの質</p> </div> <div data-bbox="142 1241 923 1583" data-label="Text"> <p>上陸竜巻（水上で発生し、その後上陸した竜巻）の場合、その発生場所の緯度・経度は陸上を指す場合が多く、上陸地点若しくは被害の発生地点（陸上）がデータベースに記されているものと考えられる。即ち、上陸竜巻の多くは、本当の発生位置（海上）を特定することは難しい。このような竜巻に関しては、海岸から1km 以内の海側¹で発生したものとするとともに、上陸後の竜巻パラメータ（F スケール、被害長さ、被害幅）を解析に用いている。</p> </div> <div data-bbox="142 1602 923 1850" data-label="Text"> <p>一方、沿岸域を1km ごとの短冊領域で評価する場合は、発生・消滅場所の緯度・経度情報から短冊内での発生数と通過数及び短冊内の竜巻長さ（セグメントの長さ）を解析することになる。上陸竜巻の緯度・経度情報は、多くの場合、海側を指していないため、陸側の F スケールや竜巻幅は分かっているが、海側のセグメントの長さを評価することができない。</p> </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>一方、水上（上陸せず）の竜巻は、緯度・経度情報からセグメントの長さを求めることは可能であるが、逆にFスケールや幅等のパラメータは不明である。さらに、目撃情報をもとにした発生・消滅位置の緯度経度から求めた竜巻長さと、陸上での実際の被害域から求めた竜巻長さとは質的に異なるデータである。</p> <p>また、海上竜巻の緯度・経度情報の精度についても、陸上竜巻の場合、その誤差は±1秒と非常に小さいが、海上竜巻の場合には±10～±30秒程度のもが多く、竜巻によっては±1分というものもある。一般に、沖合になればなるほど誤差範囲は大きくなり、沖合5kmでは±2～±3分の誤差範囲と記されたデータも少ない。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>¹ 海岸線を通じた竜巻と位置づけるのが正しいが、沿岸部を発生位置としている。沿岸部での発生数が多い一因とも言える。</p> </div> <p>2.4 発生数・同時確率密度分布・ハザードの関係</p> <p>竜巻の(年平均)発生数ν、同時確率密度分布$f(x, y, z)$、及び竜巻ハザード(1年間にいずれかの竜巻によりV_0以上の被害を受ける確率$P_{V_0}(D)$)の関係について整理する。竜巻のハザード$P_{V_0}(D)$は、竜巻の年平均発生数νと次の関係にある。</p> $P_{V_0}(D) \approx \nu R(V_0) = \nu \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (2)$ <p>即ち、竜巻の場合、ハザードは年平均発生数ν、$E[DA(V_0)]$に比例し、竜巻検討地域の面積A_0に反比例する。</p> <p>1km幅の短冊ではA_0が1/10になるため、($E[DA(V_0)]$は一定とすると)νが1/10近くにない限りかなり大きなハザードを与える。</p> <p>被害面積期待値$E[DA(V_0)]$は、竜巻風速、被害幅、被害長さ及び移動方向がそれぞれ無相関だと仮定すると、次式で近似できる。</p> $E[DA(V_0)] \approx (1 - F(V_0)) \times \left[\bar{w} \bar{l} + D_0 \bar{l} + \bar{w} D_0 + (\pi D_0^2 / 4) \right] \quad (3)$ <p>即ち、被害面積期待値は、風速の超過確率$(1 - F(V_0))$に比例する。また、上式の第1項、第2項の寄与度が大きいので、平均被害長さ1にもほぼ比例する。1km幅の短冊の場合、被害長さ1を</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>全長で取ると、(式(2)も考慮すると)非常に大きなハザードとなる。</p> <p>同時確率密度分布 $f(x, y, z)$ は、竜巻パラメータが x, y, z となる一つの竜巻の出現確率を表している。したがって、N 個の竜巻があった場合、それらの竜巻のパラメータの出現割合 (N 個に対する割合)のみが確率分布に反映され、個数 N は平均値 ν を通じてハザードに反映される (式(2)参照)。</p> <p>日本の場合、沿岸部で竜巻の発生数(含む上陸数)は多いが、比率的には F スケールの小さなものが支配的である。一方、内陸部(例えば陸側 4~5km)では発生数は少ないが、相対的に F スケールの大きな竜巻の比率が大きい。しかも、F スケールの大きな竜巻は沿岸部から移動してくるため、通過竜巻も考慮したハザードは予想以上に厳しくなることがある。</p> <p>2.5 まとめ</p> <p>1km ごとの短冊でハザードを求めることは、Wen and Chu の数学的モデルが仮定している条件を満足していない。また、Wen and Chu のモデルは、一つの竜巻の出現確率(同時確率密度分布)に基づくものであり、竜巻パラメータに応じた通過数は必然的に満足されている。したがって、通過数を発生数と見なすことは、発生数を過剰に評価することになる。</p> <p>短冊の区間を短く取れば取るほど、あるいは竜巻長さが長くなればなるほど、通過数を考慮した発生数の密度は高くなるという不合理性を有している。通過数は、定常な状態では一定値になることから、場の均一性を確認するために使用すべきであり、発生数と混同してはならない。</p> <p>海上竜巻の緯度・経度情報をもとに、1km 刻みで海上竜巻を精度良く解析することは困難である。一方で、近年、海上竜巻が数多く観測・目撃されていることを考えると、その影響は考慮すべきと考える。観測精度やデータの質等を勘案すると、海域 5km 程度の範囲内での海上竜巻の発生数を考慮しつつ、海上竜巻の特性を陸上竜巻の特性で代用する手法は妥当なものであると考える。</p> <p>また、海岸線から ± 5km の範囲は、$F2$ クラスの竜巻長さの平均値及びばらつき(平均値 2.967km, 標準偏差 3.205km)を考慮しても、Wen and Chu のモデルの適用範囲内にあると考える。</p>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1736 254 2101 285"><u>付録1 対数正規分布について</u></p> <p data-bbox="1783 342 2407 373">平均値 μ , 標準偏差 σ の正規分布は次式で表される。</p> $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad (\text{付 1.1})$ <p data-bbox="1760 522 2504 600">ここで、確率変数 X の自然対数を取った変数が、正規分布で表されるとき、X は対数正規分布に従うと言う。</p> $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{\ln}^2} x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x)-\mu_{\ln}}{\sigma_{\ln}}\right)^2\right] \quad (\text{付 1.2})$ <p data-bbox="1760 745 2504 823">上式中の μ_{\ln} , σ_{\ln} は $\ln(x)$ の平均値と標準偏差であり、変数 x の平均値 μ や標準偏差 σ とは以下の関係にある。</p> $\sigma_{\ln}^2 = \ln(CV^2 + 1) \quad (\text{付 1.3})$ $\mu_{\ln} = \ln(\mu) - \frac{\sigma_{\ln}^2}{2} \quad (\text{付 1.4})$ <p data-bbox="1760 1016 2267 1047">ここに、CV は変動係数 ($= \sigma / \mu$) である。</p> <p data-bbox="1760 1060 2504 1182">即ち、対数正規分布とは、変数 x を対数変換したものが正規分布で表される場合に使用され、大きな値が希に出現するような現象を表す場合に適合度が良くなる。</p>	<p data-bbox="2534 254 2807 552">・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉は、 「2.3.4.1」の内容を 補足するため、対数正規分布鶴について記載している</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7 号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1736 256 2196 285">付録2 2変量の確率分布関数について</p> <p data-bbox="1765 344 2502 512">確率変数 X, Y があり、それぞれの確率分布が $f(x), f(y)$ で表されるとする。また、X, Y の同時確率分布を $f(x, y)$ とする。例えば x を竜巻風速、y を竜巻幅とすると、同時確率分布 $f(x, y)$ とは、風速 50m/s、幅 100m の竜巻が発生する確率などを表す。</p> <p data-bbox="1765 525 2502 600">風速と竜巻幅の間に相関が無い場合は、同時確率分布はそれぞれの分布形の積で表すことができる。</p> $f(x, y) = f(x) \times f(y) \quad (\text{付 2.1})$ <p data-bbox="1765 659 2502 911">一方、両者の間に相関がある場合、例えば、風速が大きいほど (F スケールが大きいほど) 竜巻の被害幅も大きくなるような場合には、相関係数を考慮する必要がある。この相関関係の有無により、同時確率分布は付図 1 のように変化する。なお、同時確率分布を x あるいは y について積分した結果は、以下のようになる。</p> $\int f(x, y) dx = f_1(y)$ $\int f(x, y) dy = f_2(x)$ $\iint f(x, y) dx dy = 1$ <p data-bbox="1765 1104 2404 1134">ここに、$f_1(y), f_2(x)$ は x, y の 1 変量確率分布である。</p> <div data-bbox="1765 1163 2463 1394"> </div> <p data-bbox="1884 1419 2338 1449">(a) 2変量の正規分布 (無相関の場合)</p> <div data-bbox="1765 1478 2463 1709"> </div> <p data-bbox="1884 1734 2350 1764">(b) 2変量の正規分布 (相関がある場合)</p> <p data-bbox="1884 1780 2350 1810">付図1 2変量確率分布に関する説明図</p>	<p data-bbox="2537 256 2804 554">・資料構成の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2 号炉は、「2.3.4.5」の内容を補足するため、2変量の確率分布関数について記載している</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>【参考資料 4】 短冊ケース海側 0-1km の評価方法について</p> <p>1. はじめに 海側の竜巻発生位置は不明な場合が多く、セグメント長さが精度良く求められないため、海側 0-1km のセグメント長さの評価に陸側 0-1km 短冊の値等を代用する方法を用いて評価した。</p> <p>2. 海側 0-1km 短冊でのセグメント長さの設定 海側 0-1km のセグメント長さは、竜巻特性が最も類似している隣接する陸側 0-1km 短冊での値で代用するのが合理的であると考えられる (CASE 2-6B~6D)。 一方、図 2.1 の上陸竜巻の発生位置から推察されるように、陸側 0-1km 短冊のセグメント長さは過小評価されている可能性がある。そこで、発生位置が海側あるいは海岸線にない上陸竜巻については、その発生位置を海岸線にまで外挿し、陸側 0-1km のセグメント長さ (表 2.1 の右端の欄参照) を保守的に評価し (CASE 3-1), それを用いて海側 0-1km のハザードを評価した (CASE 3-2)。 上陸竜巻の場合、海側の発生位置は明確ではないが、全ての上陸竜巻が海側 0-1km 短冊を通過したとする極端な場合を想定し、移動経路を海側 1km まで外挿した場合のセグメント長さも参考のために求め、海側に発生位置がある上陸竜巻はその発生位置を真とし、陸側に発生位置がある場合のみ海側 1km を発生位置とした場合を、外挿混合と呼び、セグメント長さの比較を行った (表 3.1 の参考欄を参照)。</p>			<p>(島根 2号炉は、短冊ケースの評価方法について「2.3.6.2」及び「2.3.6.3」で記載)</p>

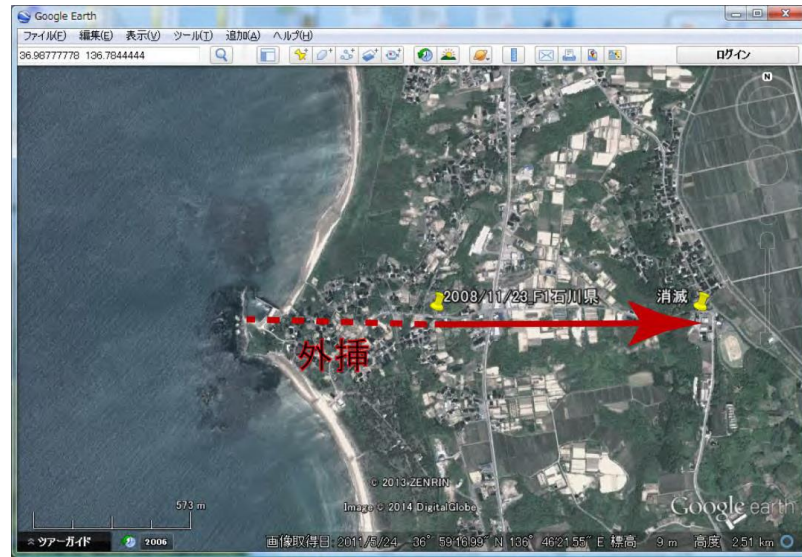


図 2.1 上陸竜巻のデータベース上の発生・消滅位置の一例 (2008/11/23 の竜巻)

表 2.1 竜巻検討地域の竜巻データ一覧と 1km 短冊でのセグメント長さ

日本海	発生日時	発生場所	発生位置	R (km)	Rmax (km)	Rmin (km)	海側0-1km短冊のセグメント長さ (km)					陸側0-1km短冊のセグメント長さ (km)					上陸竜巻の外挿		
							0-1km	1-2km	2-3km	3-4km	4-5km	0-1km	1-2km	2-3km	3-4km	4-5km			
1	19750531	18:10 鳥巻風 磯川郡大社町	35.433 132.628	2	1.0	50	OL												1.139 1.139 1.209
2	19890316	19:20 鳥巻風 磯川郡大社町	35.4 132.667	2	-999	-999	OL												-999 -999
3	19900406	2:55 石川風 沼津郡富家町	37.203 136.682	2	10	900	OL												0 1.023 1.053 1.259 1.129 0.807 1.301 0 1.023
4	19741003	19:05 北海道 函館市	42.189 139.517	1.5	-999	-999	OL												-999 -999
5	19991125	15:40 秋田風 八森町	40.347 140.027	1.5	1	100	OL												0.896 0.123 1.024 1.024 1.000
6	19680108	9:50 新潟風 中環城郡大浜	37.23 138.323	1	-999	-999	OL												1.151 1.164 1.161 1.173 1.172 1.182 1.182 1.201
7	19690423	9:00 山口風 阿武郡清後町	34.625 131.605	1	6.5	200	OL												2.873 2.383 3.087 3.087 3.087
8	19721121	17:05 岡山風 倉敷市	36.891 137.416	1	-999	-999	OL												0
9	19920917	9:05 北海道 増毛町	43.847 141.499	1	-999	20	OL												-999 -999
10	20010601	13:20 青森風 西津軽郡青森	40.535 139.946	1	0.8	150	OL												0.189 1.108 1.108 0.217
11	20040819	12:10 北海道 礼文郡礼文町	45.486 141.034	1	-999	-999	OL												0
12	19750531	18:20 石川風 沼津郡富家町	36.832 136.746	0.5	2	30	OL												1.084 0.978 1.058 1.058 1.090
13	19750531	18:10 鳥巻風 磯川郡大社町	35.435 132.633	0.5	1.3	50	OL												0.381 0.133 1.539 0.361 0.133
14	19791031	13:00 石川風 沼津郡富家町	37.139 136.684	0.5	-999	20	OL												0.245 3.1 1.123 0.081 1.891 0.245 3.1
15	20000923	14:20 岡山風 下野川郡野村	36.971 137.054	0.5	2	500	OL												0.845 1.038 1.021 0.14 1.051 0.848 1.028
16	20081123	10:20 石川風 沼津郡富家町	36.988 136.774	0.5	1	150	OL												0.526 0.437 1.224 1.224 1.139
17	20081015	13:48 新潟風 新潟市	37.88 138.916	0	2	10	OL												0.558 1.001 1.004 0.79 1.000 1.000 1.000
18	20081030	12:28 鳥巻風 西津軽郡青森	35.584 134.835	0	0.8	3	OL												0.018 0.802 1.248 0.818 0.802
19	20091030	7:28 青森風 西津軽郡青森	40.505 139.999	0	0.1	30	OL												0
20	20100917	10:55 新潟風 長岡市	37.634 138.76	0	2.8	150	OL												0.091 1.041 1.13 0.412 1.040 0.091 1.041
21	20101015	6:28 石川風 沼津郡富家町	37.168 136.676	0	0.1	20	OL												0.949 1.115 1.115 0.104
22	20101015	17:05 新潟風 胎内市	38.058 139.323	0	0.8	200	OL												0.819 1.123 1.123 0.889
23	20101017	12:45 秋田風 山本郡八幡町	40.381 138.995	0	0	100	OL												0.475 1.302 1.302 0.489
24	20101227	1:25 新潟風 沼津郡富家町	37.018 136.144	0	0.1	80	OL												0.904 1.023 1.023 0.144
25	19780814	10:48 北海道 釧路市	43.093 141.832	-999	1.2	20	OL												0.982 0.135 1.126 1.126 1.092
26	19990908	15:52 北海道 釧路市	43.951 141.832	-999	0	0	OL												0.439 1.439 1.439 0.554
27	19960905	10:20 秋田風 山形県金沢町	39.255 139.9	-999	0	0	OL												1.021 1.021 1.021 0.554
28	20090423	18:23 山形風 鶴岡市	38.61 139.074	-999	-999	-999	OL												0 0 0
29	20090823	18:11 山形風 鶴岡市	38.604 139.065	-999	-999	-999	OL												0 0 0
30	20091004	12:58 秋田風 秋田市	39.685 140.074	-999	-999	-999	OL												0 0 0
31	20091027	13:18 新潟風 新潟市	37.685 137.621	-999	-999	-999	OL												0 0 0
32	20101015	7:18 北海道 釧路市	43.384 141.431	-999	0.1	20	OL												0.009 0.182 1.858 0.009 0.182

3. 竜巻パラメータの推定結果及び竜巻ハザードの推定結果

ハザードの計算条件を表 3.1 に示す。また、ハザードの推定結果を図 3.1 及び表 3.2 に示す。陸側 0-1km の長さで代用した場合 (CASE 2-6B) は、ハザードの風速は 58.4m/s と ±5km ケースとほぼ同じとなる。

海側 0-1km のハザードは、不確実性が最も大きな短冊であり、そのセグメント長さの取り方によって結果が 59~62m/s の範囲となるが、いずれにおいても $V_B (=76m/s)$ を上回らない。

表 3.1 竜巻ハザードの計算条件

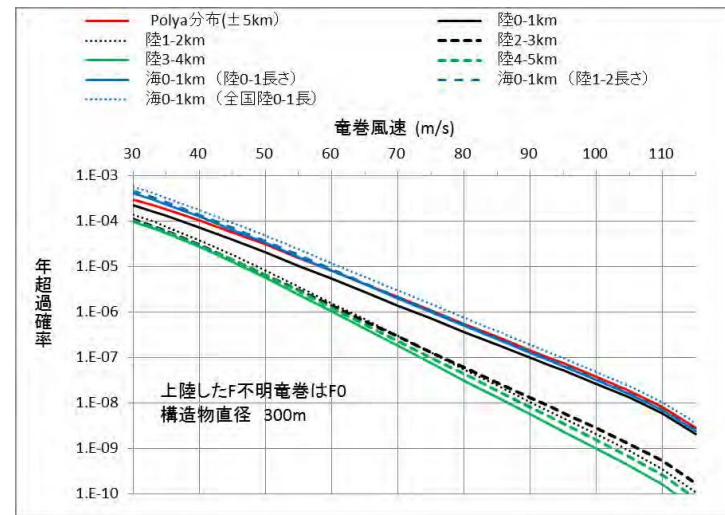
検討ケース	竜巻検討地域 (日本海側±5km)	統計量	発生数 (個)	風速 (m/s)	幅 (m)	長さ (m)	相関係数					
							U ~ W	U ~ L	W ~ L			
CASE 1A-1	±5km (V-様分布)	平均値 標準偏差	23.05 8.97	28.6 9.4	121 131	1607 2697	(0.05)	0.31	0.46			
CASE 2-1	陸 0-1km	平均値 標準偏差	4.41 3.40	28.5 9.7	128 154	632 448	同上 (検討地域±5kmの値を 代用)					
CASE 2-2	陸 1-2km	平均値 標準偏差	1.90 2.17	29.4 8.6	197 173	766 434						
CASE 2-3	陸 2-3km	平均値 標準偏差	1.98 1.58	28.1 8.8	174 180	684 366						
CASE 2-4	陸 3-4km	平均値 標準偏差	1.09 0.79	30.6 8.6	213 216	861 310						
CASE 2-5	陸 4-5km	平均値 標準偏差	0.87 0.99	31.3 9.0	299 247	1029 132						
CASE 2-6A	海 0-1km	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	65 183						
CASE 2-6B	海 0-1km (陸0-1km長さ)	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	632 448						
CASE 2-6C	海 0-1km (陸1-2km長さ)	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	766 434						
CASE 2-6D	海 0-1km (全国陸0-1km長さ)	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	898 810						
CASE 3-1	陸 0-1km (外挿)	平均値 標準偏差	4.41 3.40	28.5 9.7	128 154	703 582						
CASE 3-2	海 0-1km (陸0-1km外挿長さ)	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	703 582						
参考	海側 0-1km 外挿混合	平均値 標準偏差	8.99 4.93	28.0 9.3	100 120	874 574						

(注)風速のゴシックは、風速を F スケール内の一様分布で推定。

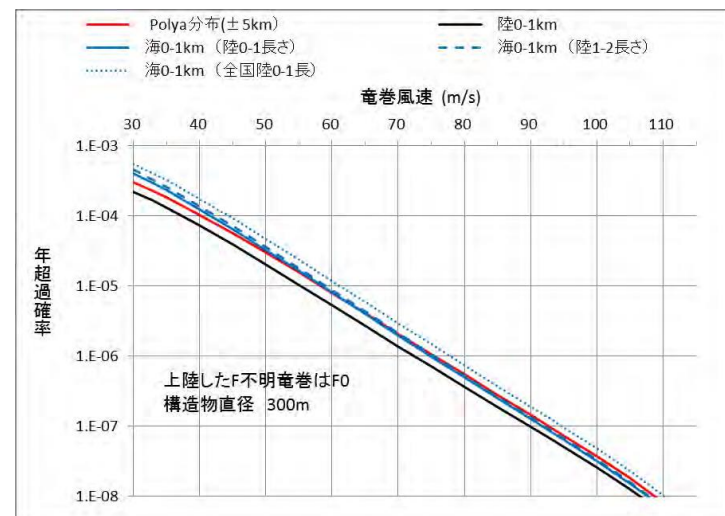
その他は中央値。

(注)相関係数の赤字は負の相関を表す。負の相関の場合は、無相関 (=0) とする。

1km 短冊の相関係数は、±5km 領域での値を代用。



(a) 短冊領域のハザード比較



(b) 海岸線付近のハザード比較

図 3.1 短冊領域におけるハザードの推定結果

表 3.2 超過確率に対応した竜巻風速

検討ケース	柏崎刈羽原子力発電所 【建物直径 300m】	超過確率(Polya)に対応する風速				
		1.E-04	1.E-05	1.E-06	1.E-07	1.E-08
CASE 1A-1	±5km (V-様分布)	40.3	58.3	75.4	92.7	108.7
CASE 1A-2	±5km (V 中央値)	38.8	53.6	67.1	80.4	93.9
CASE 2-1	陸側 0-1km	37.2	55.2	72.4	89.9	106.6
CASE 2-2	陸側 1-2km	32.7	48.7	62.6	76.4	90.3
CASE 2-3	陸側 2-3km	30.6	47.2	62.0	76.6	91.6
CASE 2-4	陸側 3-4km	---	46.4	60.1	73.3	86.5
CASE 2-5	陸側 4-5km	30.1	47.1	61.2	74.9	88.6
CASE 2-6A	海側 0-1km	32.1	49.7	65.8	82.0	98.6
CASE 2-6B	海 0-1km (陸0-1km長さ)	41.6	58.4	74.9	91.7	107.7
CASE 2-6C	海 0-1km (陸1-2km長さ)	42.4	59.0	75.4	92.1	108.0
CASE 2-6D	海 0-1km (全国陸0-1km長)	44.3	61.1	77.8	94.7	110.2
CASE 3-1	陸 0-1km (外挿)	38.1	56.0	73.2	90.6	107.2
CASE 3-2	海 0-1km (陸0-1km外挿)	42.6	59.5	76.0	92.9	108.7

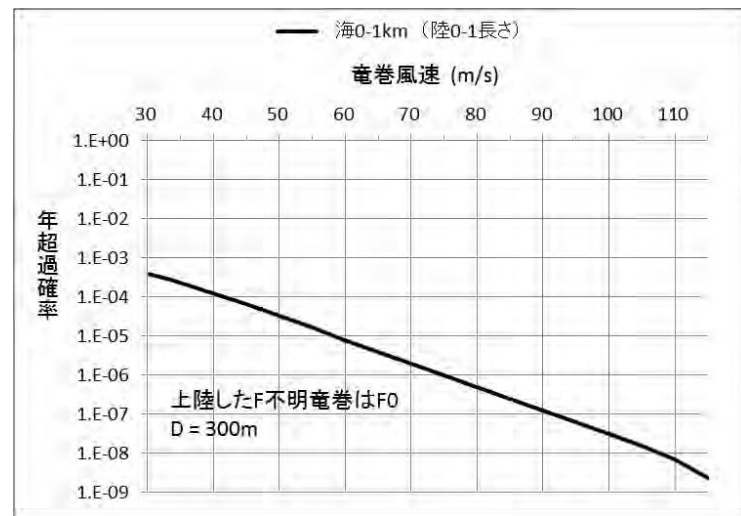


図 3.2 竜巻検討地域における海側 0-1km のハザード (CASE 2-6B)

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>【参考資料5】 竜巻ハザードの推定幅（推定誤差）に関する考察</p> <p>1. はじめに 自然現象評価では、不確実さの存在を認識することが重要であるため、竜巻ハザードに関わる不確実さ要素について以下のとおり整理した。</p> <p>① 確率分布形選択に伴う不確実さ（認識論的不確実さ） 確率分布形選択に伴うパラメータ不確実さ ⇒2.1 節で検討</p> <p>② データ量が少ないことに伴う不確実さ（認識論的不確実さ） データ収集期間が 51.5 年間分であることから、地震等と比較するとデータ量が少ないことに伴うパラメータ不確実さ ⇒2.1 節, 2.2 節で検討</p> <p>③ データの不確実さ（偶然的な不確実さ） 今後データ収集が進み、疑似データ同様のデータが収集されたとした場合でも残る、データそのものの不確実さ ⇒2.1 節で検討</p> <p>これらの不確実さ要素がハザード評価に及ぼす影響について検討する。</p> <p>2. 不確実さ要素の影響検討 2.1 竜巻パラメータとハザードの推定誤差 (①, ②, ③) 疑似データ 1187 個の竜巻データに対して、Jackknife 法を適用した。Jackknife 法は水文統計分野で広く使用される手法で、国土交通省が定める河川行政の技術分野に関する基準である「河川砂防技術基準」においても、確率分布モデルのバイアスを補正するとともに、その安定性を評価する手法として挙げられている。母集団分布を仮定しないノンパラメトリックな方法であり、高い適用性をもつ。Jackknife 法は大きさ n 個の標本のうち i 番目の</p>	<p>9. 竜巻ハザードの不確かさの検討</p> <p>竜巻検討地域は竜巻についての過去観測データが少なく、統計処理として必ずしも十分ではない可能性も考えられることから、竜巻ハザードの不確かさ要素について、以下の検討を実施した。</p> <p>① 確率分布形選択に伴う不確実さ（認識論的不確実さ） 確率分布形選択に伴うパラメータ不確実さ …Jackknife 法を用いたハザードの推定誤差の検討</p> <p>② データ量が少ないことに伴う不確実さ（認識論的不確実さ） データ収集期間が 51.5 年間分であることから、地震等と比較するとデータ量が少ないことに伴うパラメータ不確実さ …F 3 竜巻が 1 つ見落とされていたと仮定した場合のハザードへ与える影響の検討</p> <p>③ データの不確実さ 今後データ収集が進み、疑似データ同様のデータが収集されたとした場合でも残る、データそのものの不確実さ …疑似データ無しの場合の解析</p> <p>(1) Jackknife 法を用いたハザードの推定誤差の検討 a. Jackknife 法について Jackknife 法は母集団分布を仮定しないノンパラメトリックな方法であり、高い適用性をもつ。また、国土交通省が定める河川行政の技術分野に関する基準である「河川砂防技術基準」においても、確率分布モデルのバイアスを補正するのに用いられている。 Jackknife 法は大きさ n 個の標本のうち i 番目の 1 データのみを欠いたデータ数 n-1 個の標本を全ての i について作</p>		<p>(島根 2 号炉は不確実さの評価について「別添 2-1 2.3.8」で記載)</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1 データのみを欠いたデータ数 n-1 個の標本を全ての i について作成し (n セット作成することになる), これらの標本から求めた統計量をもとに不偏推定値及びそのまわりの推定誤差を算定する手法である。(具体的な計算方法は後述)</p> <p>n 個の全データを使って求められた再現期待値 (例えば風速平均値の場合, n セットの風速平均の平均) を P_0 とすると, バイアス補正した推定値 (以下, Jackknife 推定値という) P^* とその標準偏差の推定値 (以下, Jackknife 推定幅という) ΔP^* は次式で与えられる。</p> $P^* = P_0 + \frac{(n-1)(P_0 - \bar{P})}{n} \quad (1)$ $\Delta P^* = \sqrt{n-1} \Delta P \quad (2)$ <p>ここで, P は分布を仮定した場合の推定値 (以下, 単に推定値という), ΔP は n セットの風速平均データの標準偏差, 式(1)の下線部がバイアスと呼ばれ, 母数の真の値と推定値の差である。</p> <p>本検討で得られた結果を表 1 に示す。</p> <p>例えば風速の平均値の場合, Jackknife 推定値は 28.622m/s であり, 対数正規分布を仮定した場合の推定値 28.591m/s とほぼ同じである。また, Jackknife 推定幅は 0.236m/s と推定される¹。</p> <p>これらの平均値と標準偏差, 及びそれぞれの推定幅をもとに, 全てのパラメータを $+1\sigma$ とした場合のハザードを計算した。計算条件の一覧を表 2 に示す。また, ハザードの推定結果を図 1, 図 2, 及び表 3 に示す。</p> <p>図 1 よりデータの変動に伴うバイアス誤差は小さいことが確認できる。(①, ②の不確かさ推定)</p> <p>ハザードについては表 3 より, サンプル誤差に伴う不確か</p>	<p>成し, これらの標本から求めた統計量をもとに不偏推定値及びそのまわりの推定誤差を算定する手法である。算定式を以下に示す。</p> $P^* = P_0 + \frac{(n-1)(P_0 - \bar{P})}{n} \quad (1)$ $\Delta P^* = \sqrt{n-1} \Delta P \quad (2)$ <ul style="list-style-type: none"> • P_0 : n 個の全データを使って求められた再現期待値 (例えば風速平均値の場合 n セットの風速平均の平均) • P^* : バイアス補正した推定値 (以下「Jackknife 推定値」という。) • ΔP^* : P^* の標準偏差の推定値 (以下「Jackknife 推定幅」という。) • \bar{P} : 分布を仮定した場合の推定値 (以下「推定値」という。) • ΔP : n セットの風速平均データの標準偏差 • (1) 式の下線部: バイアス (母数の真の値と推定値の差) <p>b. 検討結果</p> <p>Jackknife 法を適用した特性値及びこれらの平均値と標準偏差及びそれぞれの推定幅を基に全てのパラメータを $+1\sigma$ とした場合のハザードを計算した。特性値の評価結果を第 9-1 表に, また, ハザードの推定結果を第 9-2 表及び第 9-1 図に示す。</p> <p>ここで, 標準ケースとは, ここまでに評価した 10 km 幅のハザード評価結果を示す。</p> <p>ハザード評価の結果, 年超過確率 10^{-5} に相当する風速は, Jackknife 法によるバイアス補正後で 73m/s となり,</p>		

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)

さについて信頼度 84%をカバーする値として、年超過確率 10^{-5} において 59.72m/s であると言える。(③の不確かさを考慮)

表1 Jackknife 法により得られた竜巻パラメータの特性

日本海 疑似データ1187個	風速(U)		幅(W)		長さ(L)		相関係数		
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	U~W	U~L	W~L
平均	28.591	9.391	123.0	130.3	1607.1	2697.4	0.0210	0.2892	0.4928
標準偏差	0.007	0.008	0.1	0.2	2.3	5.5	0.0009	0.0008	0.0007
全データ	28.591	9.391	123.0	130.3	1607.1	2697.4	0.0210	0.2892	0.4928
バイアス	-0.031	-0.042	0.2	0.0	-0.5	-6.3	0.0404	0.0332	0.0200
Jackknife 推定値	28.622	9.433	122.8	130.3	1607.6	2703.7	-0.0194	0.2560	0.4728
Jackknife 推定幅	0.236	0.270	3.8	6.7	78.3	188.3	0.0321	0.0284	0.0235

表2 ハザードの計算条件

ケース名	統計量	発生数	風速(U)	幅(W)	長さ(L)	U~W	U~L	W~L
基本(全データ)	平均	23.049	28.591	122.977	1607.077	0.0210	0.2892	0.4928
	標準偏差	8.972	9.391	130.320	2697.369			
バイアス補正後	平均	23.049	28.622	122.807	1607.573	-0.0194	0.2560	0.4728
	標準偏差	8.972	9.433	130.350	2703.693			
風速・幅・長さ・相関 (+1σ)	平均	23.049	28.858	126.591	1685.861	0.0128	0.2844	0.4964
	標準偏差	8.972	9.703	137.088	2891.977			

注) 発生数の平均と標準偏差は、疑似データの値を使用。

注) 負の相関係数は0と置く。

¹ 疑似データの場合、Fスケールの小さな竜巻の割合が多く、幅や長さの変動が小さくなる。

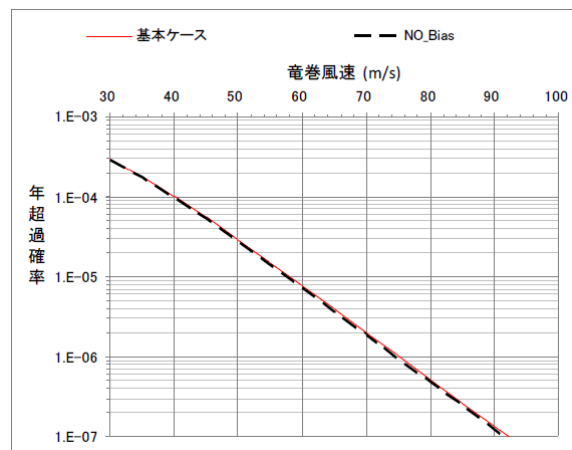


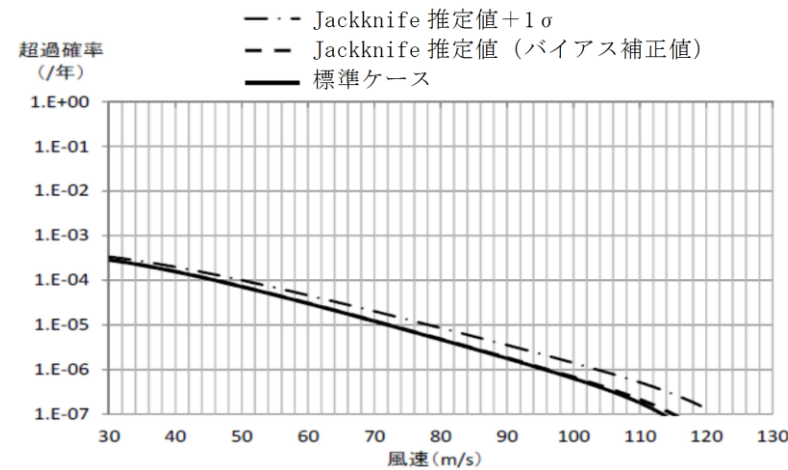
図1 基本ケースとバイアス補正後ケースのハザード算定結果比較

東海第二発電所 (2018.9.18版)

標準ケースの 73m/s と同じ風速になった。また、サンプリング誤差に伴う不確かさについては (バイアス補正值+1σ), 年超過確率 10^{-5} において 79m/s となった。

第9-1表 Jackknife 法による特性値の評価結果

項目	平均値			標準偏差			相関係数		
	最大風速 V (m/s)	被害幅 W (m)	被害長さ L (km)	最大風速 V (m/s)	被害幅 W (m)	被害長さ L (km)	V-W	V-L	W-L
サンプル数	1188	1188	1188	1188	1188	1188	163	170	161
全データによる値 P ₀	32.28	93.8	1.98	11.63	179.1	3.10	0.381	0.452	0.381
標本を一つ抜いた 平均値 ΔP	32.28	93.8	1.98	11.63	179.1	3.10	0.381	0.452	0.381
バイアス値	0.00	0.0	0.00	-0.01	-1.4	-0.02	-0.002	-0.001	-0.003
Jackknife 推定値 P* (バイアス補正值)	32.28	93.8	1.98	11.64	180.5	3.12	0.382	0.453	0.385
Jackknife 推定幅 ΔP*	0.34	5.2	0.09	0.36	21.8	0.34	0.065	0.057	0.077
P* + ΔP* (バイアス補正值+1σ)	32.62	99.0	2.07	12.00	203.0	3.47	0.447	0.510	0.462



第9-1図 標準ケースと Jackknife 推定値ケース, Jackknife 推定値+1σ ケースのハザード算定結果の比較

島根原子力発電所 2号炉

備考

第9-2表 ハザードの推定結果の比較表

ケース	標準ケース	Jackknife 推定値 P* (バイアス補正値)	P* + ΔP* (バイアス補正値 + σ)
領域面積 (km ²)	57000	57000	57000
想定総数 (個)	1188	1188	1188
被災確率 (個/年/km ²)	4.05E-04	4.05E-04	4.05E-04
風速平均値 (m/s)	32.28	32.28	32.62
風速標準偏差 (m/s)	11.64	11.64	12.00
被害幅平均 (km)	0.094	0.094	0.099
被害幅標準偏差 (km)	0.179	0.181	0.203
被害長さ平均 (km)	1.98	1.98	2.07
被害長さ標準偏差 (km)	3.10	3.12	3.47
相関係数 V-W	0.381	0.382	0.447
相関係数 V-L	0.452	0.453	0.510
相関係数 W-L	0.381	0.385	0.462
10 ⁻⁵ 年での最大風速 (m/s)	73	73	79

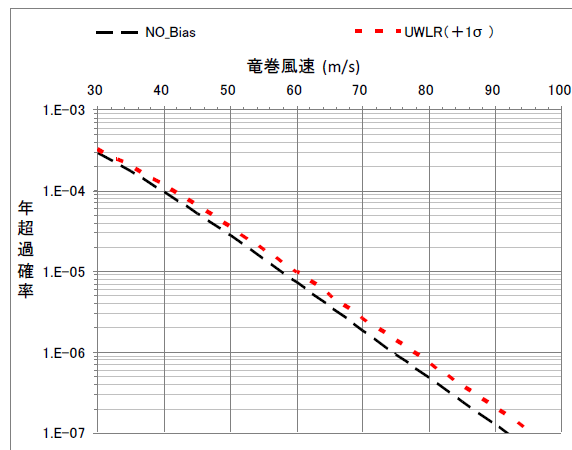


図2 バイアス補正後ケースと全パラメータ+1σ ケースのハザード算定結果比較

(2) F3竜巻の見落としを仮定した場合のハザードに与える影響

竜巻検討地域で、F3竜巻が1つ見落とされていたと仮定した場合のハザードへの影響を検討した。

データに、竜巻検討地域内で観測されたF3竜巻のうち最も被害幅、被害長さの大きい竜巻(被害幅2000m、被害長さ42km:1978年川崎市)を1つ加えて疑似データを作成した。これを基にハザードを推定したところ、年超過確率10⁻⁵に相当する風速は76m/sとなった。

ハザードの推定結果を、第9-2図に示す。

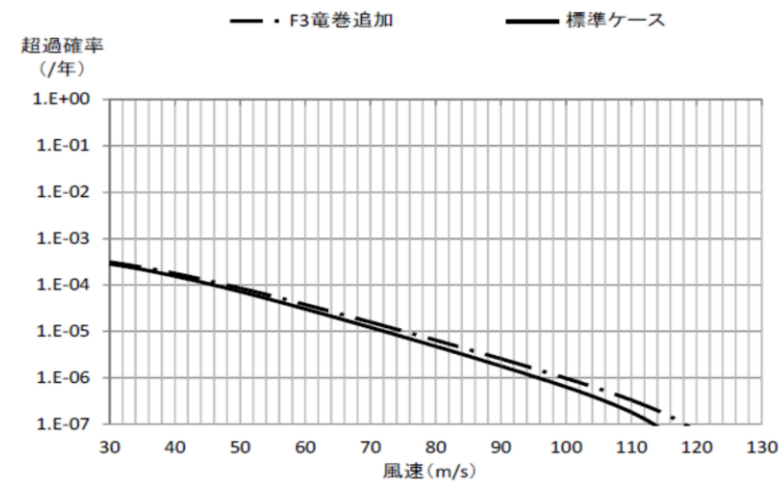
標準ケースと比較して、年超過確率10⁻⁵に相当する風速との差は3m/sであり、2つのケースに対して、有意な差は認められない。

表3 ハザード推定結果

ケース名	超過確率に対応する竜巻風速				バイアス補正後の竜巻風速との差			
	1.E-04	1.E-05	1.E-06	1.E-07	1.E-04	1.E-05	1.E-06	1.E-07
基本(全データ)	40.15	58.02	75.06	92.25	0.47	0.56	0.61	0.64
バイアス補正後	39.68	57.46	74.45	91.61	-	-	-	-
風速・幅・長さ・相関(C+1σ)	41.16	59.72	77.56	95.49	1.48	2.26	3.11	3.88

<疑似データ無しの場合の解析>

疑似データの場合、F スケールの小さな竜巻の割合が多く、幅や長さの変動が小さくなる傾向がある。そのため、3種類の竜巻パラメータがすべて判明している52個の竜巻観測データのみを用いて同様の検討を実施した。即ち、観測データは均質なデータから成り、疑似データは存在しない。パラメータの推定結果を表4、計算条件の一覧を表5、ハザードの推定結果を図3、図4、及び表6に示す。疑似データの場合と比較して、Jackknife 推定幅は大きくなっていることがわかる。したがってハザードの推定幅についても大きくなる傾向があるものの、発生数の違い²を考慮し年超過確率 10^{-6} の最大風速を見ても、幅は10m/s程度であることが確認できる。



第9-2図 標準ケースとF3竜巻発生を仮定した場合のハザード算定結果の比較

(3) 疑似データ無しの場合の解析

疑似データ有とした場合、F スケールの小さな竜巻の割合が多くなり、幅や長さの変動が小さくなる傾向がある。そのため、3種類の竜巻パラメータ(最大風速、被害幅及び被害長さ)が全て判明している161個の竜巻観測データのみを用いて同様の検討を実施した。

特性値の評価結果を第9-3表、ハザードの推定結果を第9-4表及び第9-3図に示す。疑似データ無し竜巻での年超過確率 10^{-5} に相当する風速は、72m/sとなり、標準ケースの73m/sと有意な差は認められない。

表4 Jackknife 法により得られた竜巻パラメータの特性 (疑似データ無し)

日本海 生データ52個	風速		幅		長さ		相関係数		
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	U~W	U~L	W~L
平均	36.337	11.655	129.8	154.8	1815.4	2227.7	0.0023	0.3210	0.4399
標準偏差	0.226	0.143	3.0	6.5	43.3	59.7	0.0090	0.0168	0.0171
全データ	36.337	11.656	129.8	154.9	1815.4	2228.5	0.0000	0.3210	0.4399
バイアス	0.002	-0.045	0.0	-7.0	0.0	-40.7	0.1154	-0.0022	0.0006
Jackknife 推定値	36.335	11.700	129.8	162.0	1815.4	2269.3	-0.1154	0.3232	0.4393
Jackknife 推定幅	1.616	1.021	21.5	46.7	309.0	426.1	0.0645	0.1198	0.1221

表5 ハザードの計算条件 (疑似データ無し)

ケース名	統計量	発生数	風速	幅	長さ	U~W	U~L	W~L
基本(全データ)	平均	1.010	36.3365	129.769	1815.385	0.0023	0.3210	0.4399
	標準偏差		11.6550	154.791	2227.749			
バイアス補正後	平均	1.010	36.3346	129.759	1815.400	-0.1154	0.3232	0.4393
	標準偏差		11.7004	161.961	2269.288			
風速・幅・長さ・相関 (+1σ)	平均	1.010	37.9509	151.243	2124.444	-0.0510	0.4429	0.5614
	標準偏差		12.7212	208.638	2695.378			

² 発生数が少なくなるため、最大風速の年超過確率自体は小さくなる。

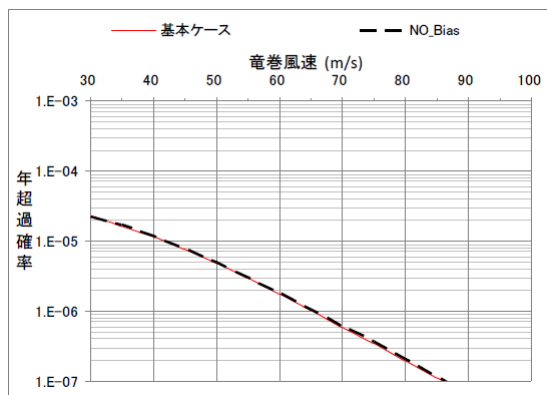


図3 基本ケースとバイアス補正後ケースのハザード算定結果比較 (疑似データ無し)

第9-3表 Jackknife 法による特性値の評価結果 (疑似データ無し)

項目	平均値			標準偏差			相関係数		
	最大風速 V (m/s)	被害幅 W (m)	被害長さ L (km)	最大風速 V (m/s)	被害幅 W (m)	被害長さ L (km)	V-W	V-L	W-L
サンプル数	161	161	161	161	161	161	161	161	161
全データによる値 P ₀	42.94	137.9	3.22	13.90	265.7	4.79	0.381	0.467	0.381
標本を一つ抜いた平均値 ΔP	42.94	137.9	3.22	13.90	265.6	4.78	0.381	0.467	0.381
バイアス値	0.00	0.0	0.00	-0.07	-9.0	-0.15	-0.002	-0.001	-0.003
Jackknife 推定値 P* (バイアス補正値)	42.94	137.9	3.22	13.97	274.6	4.94	0.382	0.468	0.385
Jackknife 推定幅 ΔP*	1.10	21.0	0.38	0.83	65.8	1.14	0.066	0.057	0.077
P* + ΔP* (バイアス補正値 + 1σ)	44.04	158.9	3.60	14.81	340.4	6.08	0.448	0.525	0.462

第9-4表 ハザードの推定結果の比較表

ケース	不明竜巻含む	疑似データ無し竜巻		
	標準ケース	バイアス補正無し	Jackknife 推定値 P* (バイアス補正値)	P* + ΔP* (バイアス補正値 + σ)
領域面積 (km ²)	57000	57000	57000	57000
想定総数 (個)	1188	161	161	161
被災確率 (個/年/km ²)	4.05E-04	5.48E-05	5.48E-05	5.48E-05
風速平均値 (m/s)	32.28	42.94	42.94	44.04
風速標準偏差 (m/s)	11.64	13.95	13.97	14.81
被害幅平均 (km)	0.094	0.138	0.138	0.159
被害幅標準偏差 (km)	0.179	0.266	0.275	0.340
被害長さ平均 (km)	1.98	3.22	3.22	3.60
被害長さ標準偏差 (km)	3.10	4.80	4.94	6.08
相関係数 V-W	0.381	0.381	0.382	0.448
相関係数 V-L	0.452	0.467	0.468	0.525
相関係数 W-L	0.381	0.381	0.385	0.462
10 ⁻⁶ 年での最大風速 (m/s)	73	72	72	82

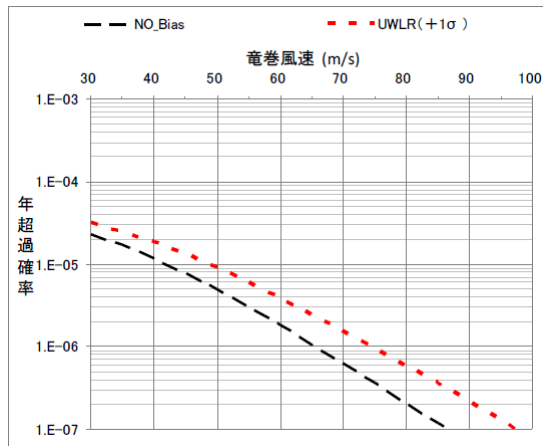


図4 バイアス補正後ケースと全パラメータ+1σ ケースのハザード算定結果比較 (疑似データ無し)

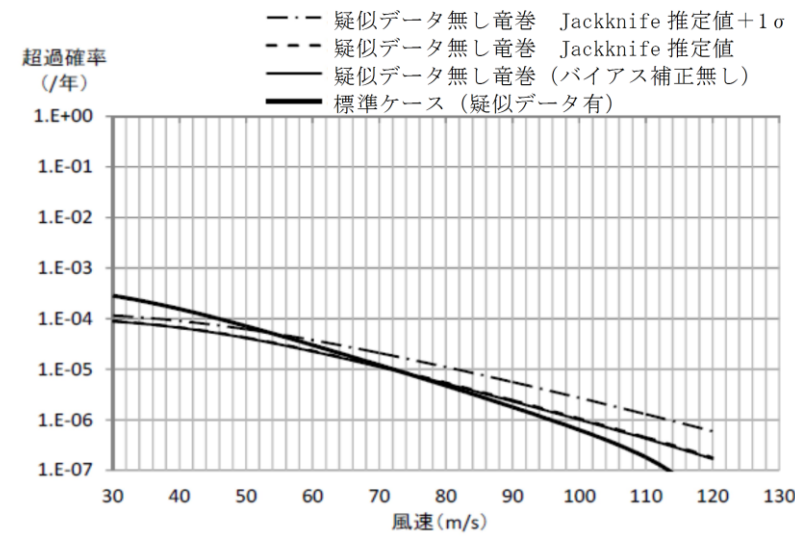
表6 ハザード推定結果 (疑似データ無し)

ケース名	超過確率に対応する竜巻風速			バイアス補正後の竜巻風速との差		
	1.E-05	1.E-06	1.E-07	1.E-05	1.E-06	1.E-07
基本(全データ)	41.77	65.26	85.98	-0.11	-0.25	-0.39
バイアス補正後	41.88	65.51	86.37	-	-	-
風速・幅・長さ・相関C _r +1σ)	48.42	74.45	97.32	6.54	8.94	10.95

2.2 日本海側でのF3 竜巻がハザードに与える影響 (②)

日本海側ではF3 竜巻の観測事例は無いが、F3 竜巻が1つあったと仮定した場合(明日、F3 竜巻が発生した場合、あるいはF3 竜巻が1つ見逃されていた場合を考慮) のハザードへの影響を検討した。

データに、1999年9月24日に豊橋で観測されたF3 竜巻(長さ18km、幅550m)を一つ加えて疑似データを作成した³。日本海に多く見られる海上不明竜巻を陸上竜巻のFスケール比率で按分する影響で、F3 竜巻は疑似データ上4個となった。これをもとにハザードを推定したところ、年超過確率10⁻⁵に相当する風速は、62.2m/sに増加した。



第9-3図 標準ケース(疑似データ有)と疑似データ無し竜巻のバイアス補正無しとJackknife推定値(バイアス補正值)、Jackknife推定値+1σのハザード算定結果の比較

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="240 264 831 667" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="172 701 902 730" data-label="Caption"> <p>図 5 F3 竜巻発生を仮定した場合の竜巻風速の年超過確率分布</p> </div> <div data-bbox="157 785 914 919" data-label="Text" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>³ 太平洋側沿岸±5km において、F3 竜巻は豊橋の事例のみであり、その他の F3 竜巻はF2～F3 をF3 として扱っている。また、竜巻長さも 18km と長く、かなり厳しい竜巻を対象としている。</p> </div> <div data-bbox="148 1108 923 1852" data-label="Text"> <p>3. まとめ</p> <p>不確かさ要素のハザード算定への影響について以下のような結果が得られた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 確率分布形選択に伴う不確かさ（認識論的不確かさ） ⇒バイアス補正を実施してもハザードは年超過確率 10^{-5} において 1m/s 以下の変化であったことから、影響は限定的である。 ② データ量が少ないことに伴う不確かさ（認識論的不確かさ） ⇒①同様、バイアス補正を実施してもハザードは年超過確率 10^{-5} において 1m/s 以下の変化であったことから、安定した標本となっており、母集団の確率特性をよく表現できていると考えられる。また仮に、データに F3 竜巻を 4 個追加した場合も、年超過確率 10^{-5} において竜巻風速は 62.2m/s となった。 ③ データ（疑似データ）の不確かさ（偶然的な不確かさ） ⇒データの不確かさを考慮したハザード評価により、サンプル </div>			

柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>リング誤差の不確かさについて信頼度 84%をカバーする値として、年超過確率 10^{-5} において 59.72m/s であると言える。</p> <p>以上より、$V_B=76\text{m/s}$ は高い信頼度を持った数値と推測されることから、合理的に望ましい対策を検討するために使用可能な数値と判断できる。</p> <p>Jackknife 法の具体的な手順</p> <p>大きさ n の標本の各データを X_1, X_2, \dots, X_n とする。これを用いて求める母集団の特性を推定する統計量 (竜巻ハザードの場合、各パラメータの平均及び分散) を</p> $\hat{\psi} = \psi(X_1, X_2, \dots, X_n)$ <p>とする。大きさ n 個の標本のうち i 番目の 1 データのみを欠いたデータ数 $n-1$ 個の標本を用いた統計量を</p> $\hat{\psi}_{(i)} = \psi(X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, X_{i+1}, \dots, X_n)$ <p>とする。$\hat{\psi}_{(i)}$ の平均値を</p> $\hat{\psi}_{(\bullet)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\psi}_{(i)} \quad (3)$ <p>により求める。バイアス値は次式で与えられる。</p> $\hat{BLAS} = (n-1)(\hat{\psi}_{(\bullet)} - \hat{\psi}) \quad (4)$ <p>これを用いて統計量のバイアスを補正した Jackknife 推定値は次式で与えられる。</p> $\tilde{\psi} = \hat{\psi} - \hat{BLAS} = n\hat{\psi} - (n-1)\hat{\psi}_{(\bullet)}$ <p>また、Jackknife 法による推定幅は、</p> $\hat{V}^2 = \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{\psi}_{(i)} - \hat{\psi}_{(\bullet)})^2 \quad (5)$ <p>で求められる。</p>	<p>以上のことから、竜巻ハザードの不確かさについて、確率分布形の選択、データ量が少ないこと及びデータの不確かさによる、ハザードへの影響はほとんどないことから、データの高い安定性を確認した。</p>		