

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-043 改 20(比)
提出年月日	令和 2年10月 5日

# 島根原子力発電所 2号炉

## 外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻)

### 比較表

令和 2年10月  
中国電力株式会社

実線・・・設備運用又は体制等の相違（設計方針の相違）  
 波線・・・記載表現，設備名称の相違（実質的な相違なし）

まとめ資料比較表 [第6条 外部からの衝撃による損傷の防止(竜巻)]

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>2.2 竜巻</p> <p>2.2.1 竜巻に対する防護に関して，設計上対処すべき施設を抽出するための方針</p> <p>2.2.2 発生を想定する竜巻の設定</p> <p>2.2.2.1 竜巻検討地域の設定</p> <p>2.2.2.2 基準竜巻の設定</p> <p>2.2.2.3 設計竜巻の設定</p> <p>2.2.3 設計荷重の設定</p> <p>2.2.3.1 設計竜巻荷重</p> <p>(1) 風圧力の設定</p> <p>(2) 気圧差による圧力</p> <p>(3) 飛来物の衝撃荷重</p> <p>(4) 設計竜巻荷重の組合せ</p> <p>2.2.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重</p> <p>2.2.4 評価対象施設の設計方針</p> <p>2.2.4.1 設計方針</p> <p>2.2.5 竜巻随伴事象に対する評価対象施設の設計方針</p> <p>2.2.6 参考文献</p>	<p>第6条 外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻)</p> <p>&lt;目次&gt;</p> <p>1. 基本方針</p> <p>1.1 要求事項の整理</p> <p>1.2 追加要求事項に対する適合性</p> <p>(1) 位置，構造及び設備</p> <p>(2) 安全設計方針</p> <p>(3) 適合性説明</p> <p>1.3 気象等</p> <p>2. 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>別添資料1 竜巻影響評価について</p> <p>別添資料2 竜巻影響評価におけるフジタモデルの適用について</p> <p>別添資料3 運用，手順説明資料</p>	<p>2.2 竜巻</p> <p>2.2.1 竜巻に対する防護に関して，設計上対処すべき施設を抽出するための方針</p> <p>2.2.2 発生を想定する竜巻の設定</p> <p>2.2.2.1 竜巻検討地域の設定</p> <p>2.2.2.2 基準竜巻の設定</p> <p>2.2.2.3 設計竜巻の設定</p> <p>2.2.3 設計荷重の設定</p> <p>2.2.3.1 設計竜巻荷重</p> <p>(1) 風圧力の設定</p> <p>(2) 気圧差による圧力</p> <p>(3) 飛来物の衝撃荷重</p> <p>(4) 設計竜巻荷重の組合せ</p> <p>2.2.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重</p> <p>2.2.4 評価対象施設等の設計方針</p> <p>2.2.4.1 設計方針</p> <p>2.2.5 竜巻随伴事象に対する評価対象施設の設計方針</p> <p>2.2.6 参考文献</p> <p>3. 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>別添2-1 竜巻影響評価について</p> <p>別添2-2 竜巻影響評価におけるフジタモデルの適用について</p> <p>4. 運用，手順能力説明資料</p> <p>別添2-3 運用，手順能力説明資料</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;">＜概 要＞</p> <p>1. において、設計基準事故対処設備の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する発電所における適合性を示す。</p> <p>2. において、設計基準事故対処設備について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。</p> <p>1. 基本方針</p> <p>1.1 要求事項の整理</p> <p>外部からの衝撃による損傷の防止について、設置許可基準規則第6条及び技術基準規則第7条において、追加要求事項を明確化する。(表1)</p> <table border="1" data-bbox="1062 890 1611 1803"> <caption>表1 設置許可基準規則第6条及び技術基準規則第7条 要求事項</caption> <thead> <tr> <th data-bbox="1062 1402 1338 1803">設置許可基準規則 第6条 (外部からの衝撃による損傷の防止)</th> <th data-bbox="1062 890 1338 1402">技術基準規則 第7条 (外部からの衝撃による損傷の防止)</th> <th data-bbox="1338 890 1611 1402">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1062 1402 1338 1803">           安全施設は、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ないものでなければならない。            2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。            3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。         </td> <td data-bbox="1062 890 1338 1402">           設計基準事故施設が想定される自然現象(地震及び津波を除く。)によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。         </td> <td data-bbox="1338 890 1611 1402">           追加要求事項            追加要求事項            追加要求事項         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1338 1402 1611 1803">           3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。         </td> <td data-bbox="1338 890 1611 1402">           2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。            3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。         </td> <td data-bbox="1338 890 1611 1402">           追加要求事項         </td> </tr> </tbody> </table>	設置許可基準規則 第6条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	技術基準規則 第7条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	備考	安全施設は、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ないものでなければならない。 2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。 3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準事故施設が想定される自然現象(地震及び津波を除く。)によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項 追加要求事項 追加要求事項	3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項		<p>(島根2号炉は6条「2.1 その他自然現象等」で記載)</p>
設置許可基準規則 第6条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	技術基準規則 第7条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	備考										
安全施設は、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ないものでなければならない。 2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。 3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	設計基準事故施設が想定される自然現象(地震及び津波を除く。)によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項 追加要求事項 追加要求事項										
3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。 3 航空機の墜落により発電用原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項										

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 追加要求事項に対する適合性</p> <p>(1) 位置, 構造及び設備</p> <p>ロ 発電用原子炉施設の一般構造</p> <p>(3) その他の主要な構造</p> <p>(i) 本発電用原子炉施設は, (1)耐震構造, (2)耐津波構造に加え, 以下の基本的方針のもとに安全設計を行う。</p> <p>a. 設計基準対象施設</p> <p>(a) 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <p>安全施設は, 発電所敷地で想定される洪水, 風(台風), 竜巻, 凍結, 降水, 積雪, 落雷, 火山の影響, 生物学的事象, 森林火災及び高潮の自然現象(地震及び津波を除く。)又はその組合せに遭遇した場合において, 自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>なお, 発電所敷地で想定される自然現象のうち, 洪水については, 立地的要因により設計上考慮する必要はない。</p> <p>上記に加え, 重要安全施設は, 科学的技術的知見を踏まえ, 当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について, それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。</p> <p>また, 安全施設は, 発電所敷地又はその周辺において想定される飛来物(航空機落下), ダムの崩壊, 爆発, 近隣工場等の火災, 有毒ガス, 船舶の衝突又は電磁的障害の発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>なお, 発電所敷地又はその周辺において想定される人為事象のうち, 飛来物(航空機落下)については, 確率的要因により設計上考慮する必要はない。</p> <p>また, ダムの崩壊については, 立地的要因により考</p>		<p>(島根2号炉は6条「2.1 その他自然現象等」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>慮する必要はない。</p> <p>自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の組合せについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>ここで、想定される自然現象及び発電所敷地又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）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。）への措置を含める。</p> <p>(a-2) 竜巻</p> <p>安全施設は、想定される竜巻が発生した場合においても、作用する設計荷重に対して、その安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設は、過去の竜巻被害状況及び発電所のプラント配置から想定される竜巻に伴う事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>竜巻に対する防護設計を行うための設計竜巻の最大風速は、100m/sとし、設計荷重は、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飛来物が安全施設に衝突する際の衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重並びに安全施設に常時作用する荷重、運転時荷重及びその他竜巻以外の自然現象による荷重等を適切に組み合わせたものとして設定する。</p> <p>安全施設の安全機能を損なわないようにするため、安全施設に影響を及ぼす飛来物の発生防止</p>		<p>(島根2号炉は6条「2.1 その他自然現象等」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>対策を実施するとともに、作用する設計荷重に対する安全施設及び安全施設を内包する区画の構造健全性の確保若しくは飛来物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で、その安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>飛来物の発生防止対策として、飛来物となる可能性のあるもののうち、東海発電所を含む当社敷地内の資機材、車両等については、飛来した場合の運動エネルギー又は貫通力が設定する設計飛来物（鋼製材（長さ4.2m×幅0.3m×高さ0.2m、質量135kg、飛来時の水平速度51m/s、飛来時の鉛直速度34m/s）より大きなものに対し、固縛、固定又は防護すべき施設からの離隔を実施する。</p> <p>なお、当社敷地近傍の隣接事業所から、上記の設計飛来物（鋼製材）の運動エネルギー又は貫通力を上回る飛来物が想定される場合は、隣接事業所との合意文書に基づきフェンス等の設置により飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し、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の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による安全施設の損傷を考慮して、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で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で、その安全機能を損なわない設計とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3. : 1-48~78)】</p> <p>(2) 安全設計方針</p> <p>1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針</p> <p>安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）及び想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を損なわない設計とする。</p>		<p>(島根2号炉は6条「2.1 その他自然現象等」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>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を、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されている重要度分類（以下1.7では「安全重要度分類」という。）のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器とする。</p> <p>その上で、上記構築物、系統及び機器の中から、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、系統及び機器を外部事象から防護する対象（以下「外部事象防護対象施設」という。）とし、機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。</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>上記に含まれない構築物、系統及び機器は、機能を維持すること若しくは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設計とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (1.2.1:1-2)】</p>		<p>（島根2号炉は6条「2.1 その他自然現象等」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>2.2 竜巻</p> <p>2.2.1 竜巻に対する防護に関して、設計上対処すべき施設を抽出するための方針</p> <p>(1) 竜巻から防護する施設の抽出</p> <p>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を、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、系統及び機器とする。</p> <p>竜巻影響評価の対象施設としては、「(2-1) 評価対象施設」及び「(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」に示す。</p>	<p>1.7.2 竜巻防護に関する基本方針</p> <p>1.7.2.1 設計方針</p> <p>(1) 竜巻に対する設計の基本方針</p> <p>安全施設が竜巻に対して、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な安全機能を損なわないよう、基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定し、以下の事項に対して、対策を行い、建屋による防護、構造健全性の維持、代替設備の確保等によって、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>また、安全施設は、設計荷重による波及的影響によって、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>a. 飛来物の衝突による施設の貫通及び裏面剥離</p> <p>b. 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等による衝撃荷重を組み合わせた設計竜巻荷重並びにその他の組合せ荷重（常時作用している荷重、運転時荷重、竜巻以外の自然現象による荷重及び設計基準事故時荷重）を適切に組み合わせた設計荷重</p> <p>c. 竜巻による気圧の低下</p> <p>d. 外気と繋がっている箇所への風の流入</p> <p>設計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を、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、系統及び機器とする。</p> <p>設計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うち、外部事象防護対象施設は、設計荷重に対し機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>竜巻影響評価の対象施設としては、「1.7.2.1(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設」及び「1.7.2.1(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」に示す施設を、竜巻影響評価の対象施設とする。</p> <p>なお、「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</p>	<p>2.2 竜巻</p> <p>(1) 竜巻に対する設計の基本方針</p> <p>安全施設が竜巻に対して、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な安全機能を損なわないよう、基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定し、以下の事項に対して、対策を行い、建物による防護、構造健全性の維持、代替設備の確保等によって、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>また、安全施設は、設計荷重による波及的影響によって、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>a. 飛来物の衝突による施設の貫通及び裏面剥離</p> <p>b. 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を組み合わせた設計竜巻荷重並びにその他の組合せ荷重（常時作用している荷重、運転時荷重、竜巻以外の自然現象による荷重及び設計基準事故時荷重）を適切に組み合わせた設計荷重</p> <p>c. 竜巻による気圧の低下</p> <p>d. 外気と繋がっている箇所への風の流入</p> <p>2.2.1 竜巻に対する防護に関して、設計上対処すべき施設を抽出するための方針</p> <p>(1) 竜巻から防護する施設の抽出</p> <p>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を、安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に該当する構築物、系統及び機器とする。</p> <p>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うち、外部事象防護対象施設は、設計荷重に対し機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>竜巻影響評価の対象施設としては、「(2-1) 評価対象施設」及び「(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」に示す。</p>	<p>(島根2号炉は「(2-1) 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>また、竜巻に対する防護設計を行う、外部事象防護対象施設のうち評価対象施設、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を「評価対象施設等」という。</p> <p>(2) 竜巻影響評価が必要となる施設の選定 (2-1) 評価対象施設</p>	<p>(系統、機器)及び建屋、構築物のうち、竜巻の影響を受ける可能性がある施設を抽出した結果、追加で「1.7.2.1(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設」に反映する施設はない。</p> <p>竜巻に対する防護設計を行う、外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設及び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を「評価対象施設等」という。</p> <p>外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないようにするため、外部事象防護対象施設等に影響を及ぼす飛来物の発生防止対策を実施するとともに、作用する設計荷重に対する外部事象防護対象施設の構造健全性の維持、外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確保若しくは飛来物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又はそれらを適切に組み合わせた設計とする。</p> <p>屋外に設置する外部事象防護対象施設の構造健全性の維持又は外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確保において、それらを防護するために設置する竜巻飛来物防護対策設備は、防護ネット、防護鋼板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (1. : 1-1~14)】</p> <p>(2) 設計竜巻の設定 「添付書類六 8. 竜巻」において設定した基準竜巻の最大風速は92m/sとする。</p> <p>設計竜巻の設定に際して、発電所は敷地が平坦であるため、地形効果による風の増幅を考慮する必要はないことを確認したが、将来的な気候変動に伴う不確実性を踏まえ、基準竜巻の最大風速を安全側に切り上げて、設計竜巻の最大風速は100m/sとする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (2. : 1-15~47)】</p> <p>(3) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設 外部事象防護対象施設は、設計荷重に対し機械的強度を有すること等により安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>また、竜巻に対する防護設計を行う、外部事象防護対象施設のうち評価対象施設、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を「評価対象施設等」という。</p> <p>外部事象防護対象施設の安全機能を損なわないようにするため、外部事象防護対象施設に影響を及ぼす飛来物の発生防止対策を実施するとともに、作用する設計荷重に対する外部事象防護対象施設の構造健全性の維持、外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確保若しくは飛来物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又はそれらを適切に組み合わせた設計とする。</p> <p>屋外に設置する外部事象防護対象施設の構造健全性の維持又は外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確保において、それらを防護するために設置する竜巻防護対策設備は、竜巻防護ネット、竜巻防護鋼板等から構成し、飛来物から外部事象防護対象施設を防護できる設計とする。</p> <p>(2) 竜巻影響評価が必要となる施設の選定 (2-1) 評価対象施設</p>	<p>備考</p> <p>(島根2号炉は「2.2.2.3 設計竜巻の設定」で記載) ・保守性の考え方の相違 【東海第二】 島根2号炉も設計竜巻の最大風速に十分な保守性を持たせている</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>本評価における評価対象施設は、<u>外部事象防護対象施設のうち、屋内設備は内包する建屋により防護する設計とすることから、屋外設備(建屋含む)、外気との接続がある設備及び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分類し、抽出する。</u></p> <p>また、<u>外殻となる施設等による防護機能が期待できない設備</u>については、<u>建屋、構築物の構造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</u>から、設備を抽出する。</p> <p>なお、<u>外部事象防護対象施設に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随件事象により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。</u></p> <p>評価対象施設の抽出フローを「別添 2-1 添付資料 1.2」に示す。抽出結果を以下に示す。</p> <p>また、上記の抽出に加え、「<u>基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド</u>」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<u>建屋・構築物</u>のうち、竜巻の影響を受ける可能性がある設備を抽出し、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>外部事象防護対象施設は、<u>外殻となる施設(建屋、構築物)</u>(以下「<u>外殻となる施設</u>」という。)に内包され、<u>外気と繋がって</u>おらず設計竜巻荷重の影響から防護される施設(以下「<u>外殻となる施設に内包され防護される施設(外気と繋がっている施設を除く。)</u>」という。)、設計竜巻荷重の影響を受ける屋外施設(以下「<u>屋外施設</u>」という。)、<u>外殻となる施設に内包されるため、設計竜巻の風圧力による荷重及び設計飛来物等による衝撃荷重の影響から防護されるが、外気と繋がっており設計竜巻の気圧差による荷重の影響を受ける施設(以下「<u>屋内の施設で外気と繋がっている施設</u>」という。)</u>及び外殻となる施設に内包されるが設計竜巻荷重の影響から防護が期待できない施設(以下「<u>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u>」という。)に分類し、このうち、<u>外殻となる施設に内包され防護される施設(外気と繋がっている施設を除く。)</u>は内包する建屋により防護する設計とすることから、評価対象施設は、<u>屋外施設、屋内の施設で外気と繋がっている施設及び外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u>とし、以下のように抽出する。</p> <p>なお、<u>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u>については、「<u>1.7.2.1(3)a. 屋外施設</u>」のうち<u>外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性維持可否の観点並びに設計飛来物の衝突等による開口部の開放及び開口部建具の貫通の観点</u>から抽出する。</p> <p>また、<u>上記に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随件事象により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。</u></p>	<p><u>外部事象防護対象施設は、外殻となる施設(建物、構築物)</u>(以下「<u>外殻となる施設</u>」という。)に内包され、<u>外気と繋がって</u>おらず設計竜巻荷重の影響から防護される施設(以下「<u>外殻となる施設に内包され防護される施設(外気と繋がっている施設を除く。)</u>」という。)、設計竜巻荷重の影響を受ける屋外施設(以下「<u>屋外施設</u>」という。)、<u>外殻となる施設に内包されるため、設計竜巻の風圧力による荷重及び設計飛来物等による衝撃荷重の影響から防護されるが、外気と繋がっており設計竜巻の気圧差による荷重の影響を受ける施設(以下「<u>外気との接続がある施設</u>」という。)</u>及び外殻となる施設に内包されるが設計竜巻荷重の影響から防護が期待できない施設(以下「<u>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u>」という。)に分類し、このうち、<u>外殻となる施設に内包され防護される施設(外気と繋がっている施設を除く。)</u>は内包する建物により防護する設計とすることから、評価対象施設は、<u>屋外施設、外気との接続がある施設及び外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u>とし、以下のように抽出する。</p> <p>また、<u>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u>については、<u>建物、構築物の構造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の貫通等の観点</u>から、施設を抽出する。</p> <p>なお、<u>外部事象防護対象施設に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随件事象により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。</u></p> <p>評価対象施設の抽出フローを「別添2-1 添付資料1.2」に示す。抽出結果を以下に示す。</p> <p>また、上記の抽出に加え、「<u>基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド</u>」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<u>建物・構築物</u>のうち、竜巻の影響を受ける可能性がある施設を抽出し、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>(東海第二は「1.7.2.1(1) 竜巻に対する設計の基本方針」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>耐震Sクラス設備等のうち評価対象施設の抽出フロー及び抽出結果を「別添2-1添付資料1.3」に示す。</p> <p>(屋外設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・軽油タンク</li> <li>・非常用ディーゼル発電機燃料移送系</li> <li>・原子炉建屋</li> <li>・タービン建屋 海水熱交換器区域</li> <li>・コントロール建屋</li> <li>・廃棄物処理建屋</li> </ul>	<p>a. 屋外施設(外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。)</p> <p>(a) 非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口(以下「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」という。)</p> <p>(b) 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン(以下「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」という。)</p> <p>(c) 中央制御室換気系冷凍機(配管, 弁含む。)</p> <p>(d) 残留熱除去系海水系ポンプ(配管, 弁含む。)</p> <p>(e) 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ(配管, 弁含む。)</p> <p>及び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。)(以下「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。)」という。)</p> <p>(f) 残留熱除去系海水系ストレーナ</p> <p>(g) 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び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(以下「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」という。)</p> <p>(h) 非常用ガス処理系排気筒</p> <p>(i) 主排気筒</p> <p>(j) 排気筒モニタ</p> <p>(k) 原子炉建屋</p> <p>(l) 放水路ゲート</p> <p>&lt;以下, 外部事象防護対象施設を内包する区画&gt;</p> <p>外部事象防護対象施設を内包する区画を, 以下のとおり抽出する。</p> <p>(m) タービン建屋(気体廃棄物処理系隔離弁等を内包)</p> <p>(n) 使用済燃料乾式貯蔵建屋(使用済燃料乾式貯蔵容器を</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及び抽出結果を「別添2-1添付資料1.3」に示す。</p> <p>(屋外施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海水ポンプ(原子炉補機冷却系, 高圧炉心スプレイ補機冷却系)(配管, 弁を含む。)</li> <li>・海水ストレーナ(原子炉補機冷却系, 高圧炉心スプレイ補機冷却系)</li> <li>・排気筒(非常用ガス処理系用排気筒を含む。)</li> <li>・排気筒モニタ</li> <li>・ディーゼル燃料移送ポンプ(A-非常用ディーゼル発電機系, 高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系)(配管, 弁を含む。)</li> <li>・原子炉建物</li> <li>・タービン建物</li> <li>・制御室建物</li> <li>・廃棄物処理建物</li> <li>・排気筒モニタ室</li> <li>・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系, 高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系)</li> <li>・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系)</li> </ul> <p>※ ディーゼル燃料貯蔵タンク及びディーゼル燃料移送ポンプを内包</p>	<p>・抽出対象及び設置場所の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は, 外部事象防護対象施設として全てのクラス1, 2と安全評価上その機能に期待するクラス3設備及びそれらを内包する建物を抽出しており, 排気筒(非常用ガス処理系排気筒含む。), 排気筒モニタ, 排気筒モニタ室, 非常用ガス処理系配管が追加対象となる</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>島根2号炉のディーゼル燃料貯蔵タンクは地下に設置しており, 内包する建物として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を抽出</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>(外気との接続がある設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電機吸気系</li> <li>・非常用換気空調系 (非常用ディーゼル発電機電気品区域換気空調系 (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)</li> </ul> <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)</p>	<p><u>内包)</u></p> <p>(o) <u>軽油貯蔵タンクタンク室 (軽油貯蔵タンクを内包)</u></p> <p>(p) <u>排気筒モニタ建屋</u></p> <p>なお, 排気筒モニタ及び排気筒モニタ建屋並びに放水路ゲートは, 以下の設計とすることにより, 以降の評価対象施設等には含めないものとする。</p> <p>評価対象施設等のうち排気筒モニタについては, 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。竜巻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, 排気筒モニタ建屋も含め安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで, 安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><u>評価対象施設等のうち放水路ゲートについては, 津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。竜巻を起因として津波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, 放水路ゲートは安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで, 安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><u>b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設</u></p> <p>(a) <u>中央制御室換気系隔離弁, ファン (ダクト含む。), 非常用ディーゼル発電機室換気系ダクト及び高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系ダクト (以下「非常用換気空調設備」という。)</u></p> <p>(b) <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)</u></p> <p><u>c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u></p>	<p><u>(外気との接続がある施設)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・空調換気設備 (原子炉棟空調換気系, 中央制御室換気系, 原子炉建物付属棟空調換気系の外気と繋がるダクト・ファン及び外気との境界となるダンパ・隔離弁)</li> <li>・非常用ガス処理系配管</li> </ul> <p><u>(外殻となる施設による防護機能が期待できない施設)</u></p>	<p>(島根2号炉は「2.2.4.1(2) 屋外設備 (建物含む。)」に記載)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・評価対象施設の相違</li> <li>【東海第二】 島根2号炉では放水路ゲートがないため評価対象施設としていない</li> <li>・設置場所の相違</li> <li>【柏崎6/7】 島根2号炉の非常用ディーゼル発電機の吸気系については, 屋内に設置しており風荷重及び飛来物の衝撃荷重が作用せず, 給気消音器は開放構造であり気圧差も作用しない</li> <li>・設置場所の相違</li> <li>【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</li> </ul>

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 (非常用ディーゼル発電機, 非常用ディーゼル発電機ディーゼル機関, 非常用ディーゼル発電機始動用空気系, 非常用ディーゼル発電機冷却水系)</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)</u></p> <p>・<u>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 (パワーセンタ, モータコンロールセンタ)</u></p> <p>・<u>タービン建屋 海水熱交換器区域1階 階段室設置設備 (原子炉補機冷却系配管, 原子炉補機冷却海水系配管) 等</u></p> <p>(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評価対象施設としては、発電所構内の構築物、系統及び機器 (安全重要度分類のクラス1, クラス2, クラス3及びノンクラス) の中から、以下の a., b. 及び c. に示す、倒壊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、気圧差等による損傷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屋外の外部事象防護対象施設の付属設備、<u>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</u>を抽出する。</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及び抽出結果を「別添 2-1 添付資料 1.4」に示す。</p> <p>a. <u>機械的影響の観点での抽出</u></p> <p>発電所構内の構築物、系統及び機器のうち、倒壊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を抽出する。抽出結果は以下のとおり。</p>	<p>(a) <u>中央制御室換気系隔離弁, ファン (空調調和器含む。) 及びフィルタユニット (以下「原子炉建屋付属棟3階中央制御室換気空調設備」という。)</u></p> <p>(b) <u>非常用電源盤 (電気室)</u></p> <p>(c) <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)</u></p> <p>(d) <u>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 (以下「原子炉建屋原子炉棟6階設置設備」という。)</u></p> <p>(e) <u>燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン</u></p> <p>(f) <u>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>(g) <u>使用済燃料乾式貯蔵容器</u></p> <p>(h) <u>使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン</u></p> <p>【別添資料 1 (1.2.2 (1) : 1-3~8)】</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</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としては、<u>当該施設の破損等により外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼして安全機能を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とする。</u></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としては、<u>外部事象防護対象施設等を除く構築物、系統及び機器の中から、外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設及び外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設を以下のとおり抽出する。</u></p> <p>a. <u>外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設</u></p> <p>外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設としては、施設の高さと外部事象防護対象施設等との距離を考慮して、倒壊により外部事象防護対象施設等を損傷させる可能性がある施設を、外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設として抽出する。</p>	<p>・<u>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</u></p> <p>・<u>原子炉建物2階 原子炉建物付属棟空調換気設備</u></p> <p>・<u>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</u></p> <p>・<u>廃棄物処理建物3階 中央制御室空調換気設備等</u></p> <p>(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評価対象施設としては、<u>発電所構内の構築物、系統及び機器 (安全重要度分類のクラス1, クラス2, クラス3及びノンクラス) の中から、以下のa. 及びb. に示す、倒壊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、気圧差等による損傷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屋外の外部事象防護対象施設の付属施設を抽出する。</u></p> <p><u>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及び抽出結果を「別添2-1 添付資料1.2」に示す。</u></p> <p>a. <u>機械的影響の観点での抽出</u></p> <p><u>外部事象防護対象施設に機械的影響を及ぼし得る施設としては、施設の高さと外部事象防護対象施設との距離を考慮して、倒壊により外部事象防護対象施設を損傷させる可能性がある施設を、外部事象防護対象施設に機械的影響を及ぼし得る施設として抽出する。</u></p>	<p>・設置場所の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>屋内の外部事象防護対象施設の設置場所の相違</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、2.2.1(2-4)に記載している</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>・<u>主排気筒 (6号及び7号炉への影響)</u></p> <p>・<u>5号炉主排気筒 (6号炉への影響)</u></p> <p>・<u>5号炉タービン建屋 (6号炉への影響)</u></p> <p>・<u>サービス建屋 (6号及び7号炉への影響)</u></p> <p>・<u>原子炉建屋天井クレーン (自号炉への影響)</u></p> <p>・<u>燃料交換機 (自号炉への影響)</u></p> <p>b. <u>機能的影響の観点での抽出</u>  <u>発電所構内の構築物、系統及び機器のうち、気圧差等による損傷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屋外の外部事象防護対象施設の付属設備を抽出する。抽出結果は以下のとおり。</u></p> <p>・<u>非常用ディーゼル発電機排気管</u></p> <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 (燃料デイトank, 非常用ディーゼル発電機機関本体, 潤滑油補給タンク, 燃料ドレタンク)</u></p>	<p>(a) <u>サービス建屋</u></p> <p>(b) <u>海水ポンプエリア防護壁</u></p> <p>(c) <u>鋼製防護壁</u></p> <p>b. <u>外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設</u>  <u>外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設としては、屋外にある外部事象防護対象施設の付属設備で、風圧力及び設計飛来物の衝突等による損傷により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわせる可能性がある施設を、外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設として抽出する。</u></p> <p>(a) <u>非常用ディーゼル発電機排気消音器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器 (以下「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」という。)</u></p> <p>(b) <u>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ankベント管, 非常用ディーゼル発電機機関ベント管及び非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプルタンクベント管並びに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ank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及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプルタンクベント管 (以下「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」という。)</u></p> <p>(c) <u>残留熱除去系海水系配管 (放出側)</u></p> <p>(d) <u>非常用ディーゼル発電機用海水配管 (放出側) 及び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) (以下「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)」と</u></p>	<p>・<u>排気筒モニタ室</u></p> <p>・<u>1号炉原子炉建物</u></p> <p>・<u>1号炉タービン建物</u></p> <p>・<u>1号炉廃棄物処理建物</u></p> <p>・<u>1号炉排気筒</u></p> <p>b. <u>機能的影響の観点での抽出</u>  <u>外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設としては、屋外にある外部事象防護対象施設の付属設備で、風圧力及び設計飛来物の衝突等による損傷により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわせる可能性がある施設を、外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設として抽出する。</u></p> <p>・<u>排気管 (非常用ディーゼル発電機の付属施設)</u></p> <p>・<u>排気消音器 (非常用ディーゼル発電機の付属施設)</u></p> <p>・<u>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ank及び潤滑油サンプルタンクの付属施設)</u></p>	<p>・抽出対象の相違</p> <p>【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及び外部事象防護対象施設の抽出対象の相違</p> <p>・設置状況の相違</p> <p>【東海第二】  島根2号炉は海水系配管 (放出側) は地上部がない</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>c. <u>二次的影響の観点での抽出</u>  <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として，以下を抽出した。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>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</u>  (純水タンク，ろ過水タンク，NSD 収集タンク)</li> <li>・<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</u> (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)</li> <li>・<u>外部電源</u></li> </ul> <p>(2-3) <u>建屋</u>の選定  「(2-1)評価対象施設」の屋外設備にて，<u>建屋</u>も含めて抽出する。</p>	<p><u>いう。)</u>  【別添資料1 (1.2.2 (2) : 1-9~12)】</p> <p>(5) 設計飛来物の設定  敷地全体を俯瞰した現地調査及び検討を行い，発電所構内の資機材，車両等の設置状況を踏まえ，評価対象施設等に衝突する可能性のある飛来物を抽出する。</p>	<p>(2-3) <u>建物</u>の選定  「(2-1)評価対象施設」の屋外施設にて，<u>建物</u>も含めて抽出する。</p> <p>(2-4) <u>竜巻随件事象の観点での抽出</u>  <u>発電所構内の構築物，系統及び機器のうち，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として，以下を抽出する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>溢水により外部事象防護対象施設の機能を機能喪失させる可能性のある施設</u> (純水タンク，ろ過水タンク等)</li> <li>・<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のある施設</u> (変圧器等)</li> <li>・<u>外部電源</u></li> </ul>	<p>・抽出観点の相違  【柏崎 6/7】  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  (2.2.1(2-1)と同じ)</p> <p>・抽出観点の相違  【柏崎 6/7】  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  (2.2.1(2-1)と同じ)</p> <p>(島根 2号炉は「2.2.3 設計荷重の設定」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>飛来物に係わる現地調査結果及び「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(平成25年6月19日原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)」に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。</p> <p>設計飛来物は、浮き上がりの有無、運動エネルギー及び貫通力を踏まえ、鋼製材(長さ4.2m×幅0.3m×高さ0.2m、質量135kg、飛来時の水平速度51m/s、飛来時の鉛直速度34m/s)を設定する。</p> <p>また、竜巻飛来物防護対策設備の防護ネットを通過し得る可能性があり、鋼製材にて包含できないことから、砂利も設計飛来物とする。</p> <p>第1.7.2-1表に発電所における設計飛来物を示す。</p> <p>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東海発電所を含む当社敷地内に持ち込まれる資機材、車両等の寸法、質量及び形状から飛来の有無を判断し、運動エネルギー及び貫通力を考慮して、衝突時に建屋等又は竜巻飛来物防護対策設備に与えるエネルギー又は貫通力が設計飛来物のうち鋼製材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、固定又は評価対象施設等からの離隔を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。</p> <p>なお、当社敷地近傍の隣接事業所から、上記の設計飛来物(鋼製材)の運動エネルギー又は貫通力を上回る飛来物が想定される場合は、フェンス等の設置により飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し、当該飛来物が衝突し得る外部事象防護対象施設等の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による外部事象防護対象施設の損傷を考慮して、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で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で、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。</p> <p>【別添資料1 (3.3.1 (3) : 1-50~61)】</p> <p>(6) 荷重の組合せと許容限界</p> <p>竜巻に対する防護設計を行うため、評価対象施設等に作用</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>する設計竜巻荷重の算出，設計竜巻荷重の組合せの設定，設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定及び許容限界について以下に示す。</p> <p>a. 評価対象施設等に作用する設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻により評価対象施設等に作用する荷重として「風圧力による荷重 (<math>W_w</math>)」，「気圧差による荷重 (<math>W_p</math>)」及び「設計飛来物等による衝撃荷重 (<math>W_M</math>)」を以下に示すとおり算出する。</p> <p>(a) 風圧力による荷重 (<math>W_w</math>)</p> <p>設計竜巻の最大風速による荷重であり，「建築基準法施行令」(昭和25年11月16日政令第338号)，「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び建設省告示1454号(平成12年5月31日)に準拠して，次式のとおり算出する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>ここで，</p> <p><math>W_w</math> : 風圧力による荷重</p> <p><math>q</math> : 設計用速度圧</p> <p><math>G</math> : ガスト影響係数 (=1.0)</p> <p><math>C</math> : 風力係数(施設の形状や風圧力が作用する部位(屋根，壁等) に応じて設定する。)</p> <p><math>A</math> : 施設の受圧面積</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$ <p>ここで，</p> <p><math>\rho</math> : 空気密度</p> <p><math>V_D</math> : 設計竜巻の最大風速</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せい弱と考えられる評価対象施設等が存在する場合には，鉛直方向の最大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した設計とする。</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>(b) 気圧差による荷重 (<math>W_p</math>)</p> <p>外気と隔離されている区画の境界部が気圧差による圧力影響を受ける設備及び外部事象防護対象施設を内包する区画の外壁、屋根等においては、設計竜巻によ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荷重が発生する。保守的に「閉じた施設」を想定し次式のとおり算出する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ここで、</p> <p><math>W_p</math> : 気圧差による荷重</p> <p><math>\Delta P_{max}</math> : 最大気圧低下量</p> <p><math>A</math> : 施設の受圧面積</p> <p>(c) 設計飛来物等による衝撃荷重 (<math>W_M</math>)</p> <p>飛来物の衝突方向及び衝突面積を考慮して設計飛来物等が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる向きで衝撃荷重を算出する。</p> <p>【別添資料1 (3.3.1 : 1-49~62)】</p> <p>b. 設計竜巻荷重の組合せ</p> <p>評価対象施設等の設計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 (<math>W_w</math>)、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) 及び設計飛来物等による衝撃荷重 (<math>W_M</math>) を組み合わせた複合荷重とし、複合荷重 <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> は米国原子力規制委員会の基準類を参考として、以下のとおり設定する。</p> $W_{T1} = W_p$ $W_{T2} = W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M$ <p>なお、評価対象施設等には <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> の両荷重をそれぞれ作用させる。</p> <p>【別添資料1 (3.3.1 : 1-61~62)】</p> <p>c. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定</p> <p>設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重</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>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>(b) 竜巻以外の自然現象による荷重</p> <p>竜巻は、積乱雲及び積雲に伴って発生する現象であり<sup>(1)</sup>、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。</p> <p>i) 雷</p> <p>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>ii) 雪</p> <p>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>iii) ひょう</p> <p>ひょうは積乱雲から降る直径 5mm 以上の氷の粒<sup>(2)</sup>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 である。直径 10cm 程度のひょうの終端速度は 59m/s<sup>(3)</sup>、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> <p>iv) 降水</p> <p>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>		

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) 設計基準事故時荷重</p> <p>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合せは考慮しない。</p> <p>仮に、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、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残留熱除去系海水系ポンプ等が考えられるが、設計基準事故時においても残留熱除去系海水系ポンプ等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合せは考慮しない。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.3.2 : 1-62~63)】</p> <p>d. 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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準、指針類</li> <li>・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）</li> <li>・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類</li> </ul> <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である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</p>		<p>(島根2号炉は「2.2.4 評価対象施設等の設計方針」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>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界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本機械学会の基準、指針類</li> <li>・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)</li> </ul> <p style="text-align: center;">【別添資料 1 (3. 4. 1 : 1-64)】</p> <p>(7) 評価対象施設等の防護設計方針</p> <p>評価対象施設等の設計荷重に対する防護設計方針を以下に示す。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料 1 (3. 4. 2 : 1-65~75)】</p> <p>a. 屋外施設(外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。)</p> <p>外部事象防護対象施設のうち屋外施設は、設計荷重に対して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて防護ネット等の竜巻飛来物防護対策設備又は運用による竜巻防護対策を講じる方針とする。</p> <p>(a) 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</p> <p>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。</p> <p>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、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 style="text-align: center;">【別添資料 1 (3. 4. 2 (1) : 1-65)】</p> <p>(b) 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</p> <p>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</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>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。）室ルーフベントファン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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-65)】</p> <p>(c) 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。）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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66)】</p> <p>(d) 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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66)】</p> <p>(e) 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。） 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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66)】</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>(f) 残留熱除去系海水系ストレーナ</p> <p>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66~67)】</p> <p>(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</p> <p>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-67)】</p> <p>(h) 非常用ガス処理系排気筒</p> <p>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-67)】</p> <p>(i) 主排気筒</p> <p>主排気筒の筒身については、設計飛来物の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、主排気筒は開かれた構造物であり気圧差荷重は作用しないこ</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。</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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-67~68)】</p> <p>(j) 原子炉建屋</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。</p> <p>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-68)】</p> <p>&lt;以下、外部事象防護対象施設を内包する区画&gt;</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)の破損により当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全</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>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-68~69)】</p> <p>(1) 軽油貯蔵タンクタンク室</p> <p>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-69)】</p> <p>b. 外部事象防護対象施設のうち、屋内の施設で外気と繋がっている施設</p> <p>外殻となる施設に内包され防護される外部事象防護対象施設のうち、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、必要に応じて竜巻飛来物防護対策設備等による竜巻防護対策を講じる方針とする。</p> <p>(a) 非常用換気空調設備</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (2) : 1-69)】</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)</p> <p>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</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>なわな設計とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料 1 (3. 4. 2 (2) : 1-69)】</p> <p>c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</p> <p>外殻となる施設に内包される外部事象防護対象施設のうち、外殻となる施設が設計竜巻の影響により健全性が確保されず、貫通又は裏面剥離が発生し安全機能を損なう可能性がある場合には、施設の補強、竜巻飛来物防護対策設備又は運用による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>原子炉建屋付属棟については、設計飛来物の衝突により壁面及び開口部建具等に貫通が発生することを考慮し、開口部建具等付近の外部事象防護対象施設のうち、設計飛来物の衝突により影響を受ける可能性がある原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備、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）及び非常用電源盤（電気室）が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>原子炉建屋原子炉棟外壁の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが設計竜巻による気圧低下により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開放により発生する外壁開口部付近の外部事象防護対象施設のうち、設計竜巻荷重の影響を受ける可能性がある原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備、燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン並びに非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>使用済燃料乾式貯蔵建屋は、設計飛来物等の衝突により建屋上部の開口部建具等に貫通が発生することを考慮し、使用済燃料乾式貯蔵建屋内部の外部事象防護対象施設で、設計飛来物等の衝突により影響を受ける可能性がある、使用済燃料乾式貯蔵容器及び使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが安全機能を損なわない設計とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料 1 (3. 4. 2 (3) : 1-70～72)】</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>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</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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70)】</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)</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70)】</p> <p>(c) 非常用電源盤 (電気室)</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70)】</p> <p>(d) 原子炉建屋原子炉棟6階設置設備</p> <p>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れることを考慮し、防護ネット等の設置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。</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-71)】</p> <p>(e) 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン</p> <p>燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーンは、設計竜巻</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>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-71)】</p> <p>(f) 非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備 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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-72~73)】</p> <p>(g) 使用済燃料乾式貯蔵容器 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。</p> <p>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する。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-72)】</p> <p>(g) 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。</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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-72)】</p> <p>d. 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</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については、設計荷重による影響を受ける場合においても外部事象防護対象施設等に影響を及ぼさないよう、設備又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-72~75)】</p> <p>(a) サービス建屋</p> <p>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響を及ぼさない設計とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-73)】</p> <p>(b) 海水ポンプエリア防護壁</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-73)】</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) 鋼製防護壁</p> <p>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。</p> <p>【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-73)】</p> <p>(d) 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</p> <p>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) 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</p> <p>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。）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</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>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-74)】</p> <p>(f) 残留熱除去系海水系配管 (放出側)</p> <p>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-74)】</p> <p>(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)</p> <p>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</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>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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-74~75)】</p> <p>以上の評価対象施設等の防護設計を考慮して、設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等を第1.7.2-2表に、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及び竜巻防護対策等を第1.7.2-3表に、外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等を第1.7.2-4表に示す。</p> <p>(8) 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事象である、火災、溢水及び外部電源喪失を抽出し、事象が発生する場合においても、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。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.5 : 1-75~77)】</p> <p>a. 火災</p> <p>竜巻随件事象として、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に衝突する場合及び屋外の危険物貯蔵施設等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、建屋開口部付近には、発電用原子炉施設の安全機能を損なわせる可能性がある発火性又は引火性物質を内包する機器は配置されておらず、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飛来物防護対策を行うことを考慮すると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く、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>建屋外については、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。火災源と外部事象防護対象施設の位置関係を踏まえて火災の影響を評価した上で、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ことを</p>		<p>(島根2号炉は「2.2.5 竜巻随件事象に対する評価対象施設の設計方針」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>「1.7.9 外部火災防護に関する基本方針」に記載する。          以上より、竜巻随件事象としての火災に対して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。  <b>【別添資料1 (3.5 (1) : 1-75~76)】</b></p> <p>b. 溢水          竜巻随件事象として、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及び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。          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、建屋開口部付近に飛来物が衝突して外部事象防護対象施設の安全機能を損なう可能性があ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建屋の開口部には、防護ネット設置等の飛来物防護対策を行うことを考慮すると、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く、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。          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を想定されるが、「1.6 溢水防護に関する基本方針」にて、地震時の屋外タンク等の破損を想定し、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としており、竜巻随件事象による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を損なわない。          以上より、竜巻随件事象としての溢水に対して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。  <b>【別添資料1 (3.5 (2) : 1-76~77)】</b></p> <p>c. 外部電源喪失          設計竜巻又は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（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）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>		

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;">【別添資料1 (3.5 (3) : 1-77)】</p> <p>1.7.2.2 手順等</p> <p>竜巻に対する防護については、竜巻に対する影響評価を行い、安全施設が安全機能を損なわないよう手順等を定める。</p> <p>(1) 屋外の作業区画で飛散するおそれのある資機材、車両等については、飛来時の運動エネルギー及び貫通力等を評価し、外部事象防護対象施設等への影響の有無を確認する。外部事象防護対象施設等に影響を及ぼす資機材、車両等については、固縛、固定、外部事象防護対象施設等から離隔、頑健な建屋内に収納又は撤去する。これら飛来物発生防止対策について手順を定める。</p> <p>また、当社敷地近傍の隣接事業所の敷地のうち、資機材、車両等を配置できないようにすることが必要な箇所については、フェンス等の設置による、当該箇所への資機材、車両等の配置を阻止する措置を、隣接事業所との合意文書に基づき当社にて実施する。</p> <p>(2) 竜巻の襲来が予想される場合及び竜巻襲来後において、外部事象防護対象施設等を防護するための操作・確認、補修等が必要となる事項について手順を定める。</p> <p>(3) 竜巻の襲来後、放水路ゲートに損傷を発見した場合の措置について、放水路ゲートの駆動装置に損傷を発見した場合、安全機能を回復するために速やかな補修等を行う手順を整備し、的確に実施する。また、速やかな補修等が困難と判断された場合には、プラントを停止する手順を整備し、的確に実施する。</p> <p>1.7.2.3 参考文献</p> <p>(1) 雷雨とメソ気象 大野久雄，東京堂出版</p> <p>(2) 気象庁ホームページ</p> <p>(3) 一般気象学 小倉義光，東京大学出版会</p>	<p>(2-5) 手順等</p> <p><u>竜巻に対する防護については、竜巻に対する影響評価を行い、安全施設が安全機能を損なわないよう手順等を定める。</u></p> <p>a. <u>屋外の作業区画で飛散するおそれのある資機材、車両等については、飛来時の運動エネルギー及び貫通力等を評価し、外部事象防護対象施設への影響の有無を確認する。外部事象防護対象施設に影響を及ぼす資機材、車両等については、固縛、固定、外部事象防護対象施設から離隔、頑健な建物内に収納又は撤去する。これら飛来物発生防止対策について手順を定める。</u></p> <p>b. <u>竜巻の襲来が予想される場合及び竜巻襲来後において、外部事象防護対象施設を防護するための操作・確認、補修等が必要となる事項について手順を定める。</u></p>	<p>・記載方針の相違</p> <p>【柏崎6/7】 島根2号炉は手順等を記載している</p> <p>・施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は敷地近傍に隣接事業所はない</p> <p>・外部事象防護対象施設の相違</p> <p>【東海第二】 島根2号炉は津波防護施設を外部事象防護対象施設としていない</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 style="text-align: center;">第 1.7.2-1 表 発電所における設計飛来物</p> <table border="1" data-bbox="952 317 1694 709"> <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> <p style="text-align: center;">【別添資料 1 (3.3.1 (3) : 1-60)】</p> <p>第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等 (1/4)</p> <table border="1" data-bbox="952 940 1694 1297"> <thead> <tr> <th>設計竜巻から防護する評価対象施設</th> <th>竜巻の最大風速</th> <th>飛来物発生防止対策</th> <th>防護設備 (外敷となる施設)</th> <th>想定する飛来物</th> <th>手順等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>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</td> <td rowspan="5">100m/s</td> <td rowspan="5">・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</td> </tr> <tr> <td>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。) 重ループベントファン</td> <td>竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>砂利</td> <td>防護扉の閉止確認</td> </tr> <tr> <td>中央制御室換気系冷凍機 (配管, 弁含む。)</td> <td>竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>砂利</td> <td>防護扉の閉止確認</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系海水系ポンプ (配管, 弁含む。)</td> <td>施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>砂利</td> <td>水密扉の閉止確認</td> </tr> <tr> <td>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。)</td> <td>施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>砂利</td> <td>水密扉の閉止確認</td> </tr> </tbody> </table> <p>第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等 (2/4)</p> <table border="1" data-bbox="952 1472 1694 1843"> <thead> <tr> <th>設計竜巻から防護する評価対象施設</th> <th>竜巻の最大風速</th> <th>飛来物発生防止対策</th> <th>防護設備 (外敷となる施設)</th> <th>想定する飛来物</th> <th>手順等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>残留熱除去系海水系ストレータ</td> <td rowspan="8">100m/s</td> <td rowspan="8">・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔</td> <td>施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>砂利</td> <td>水密扉の閉止確認</td> </tr> <tr> <td>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。) 用海水ストレータ</td> <td>施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>砂利</td> <td>水密扉の閉止確認</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系排気筒</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</td> </tr> <tr> <td>主排気筒</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</td> </tr> <tr> <td>排気筒モニタ</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋 (閉じ込め機能)</td> <td>竜巻飛来物防護対策設備</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</td> </tr> <tr> <td>放水路ゲート</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</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	設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外敷となる施設)	想定する飛来物	手順等	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	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	-	鋼製材 砂利	補修	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。) 重ループベントファン	竜巻飛来物防護対策設備	砂利	防護扉の閉止確認	中央制御室換気系冷凍機 (配管, 弁含む。)	竜巻飛来物防護対策設備	砂利	防護扉の閉止確認	残留熱除去系海水系ポンプ (配管, 弁含む。)	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認	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。)	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認	設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外敷となる施設)	想定する飛来物	手順等	残留熱除去系海水系ストレータ	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認	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。) 用海水ストレータ	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認	非常用ガス処理系排気筒	-	鋼製材 砂利	補修	主排気筒	-	鋼製材 砂利	補修	排気筒モニタ	-	鋼製材 砂利	補修	原子炉建屋 (閉じ込め機能)	竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	補修	放水路ゲート	-	鋼製材 砂利	補修		<p>(島根 2 号炉は「第 2.2.3.1-1 表 島根原子力発電所における設計飛来物」で記載)</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>
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																																																																																
設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外敷となる施設)	想定する飛来物	手順等																																																																													
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	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	-	鋼製材 砂利	補修																																																																													
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。) 重ループベントファン			竜巻飛来物防護対策設備	砂利	防護扉の閉止確認																																																																													
中央制御室換気系冷凍機 (配管, 弁含む。)			竜巻飛来物防護対策設備	砂利	防護扉の閉止確認																																																																													
残留熱除去系海水系ポンプ (配管, 弁含む。)			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認																																																																													
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。)			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認																																																																													
設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外敷となる施設)	想定する飛来物	手順等																																																																													
残留熱除去系海水系ストレータ	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認																																																																													
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。) 用海水ストレータ			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	水密扉の閉止確認																																																																													
非常用ガス処理系排気筒			-	鋼製材 砂利	補修																																																																													
主排気筒			-	鋼製材 砂利	補修																																																																													
排気筒モニタ			-	鋼製材 砂利	補修																																																																													
原子炉建屋 (閉じ込め機能)			竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	補修																																																																													
放水路ゲート			-	鋼製材 砂利	補修																																																																													

第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等 (3 / 4)

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等
非常用換気空調設備	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備 補強した防護層等	-	防護層の閉止確認
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)			補強した建屋壁等	-	-
原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備			施設を内包する施設 補強した防護層等	-	防護層の閉止確認
非常用電源室 (電気室)			施設を内包する施設 取替えた防護層	-	防護層の閉止確認
原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備			施設を内包する施設	-	-
燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	竜巻発生予想時 燃料取扱作業の中止
非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備			施設を内包する施設 閉止した開口部	-	-
使用済燃料乾式貯蔵容器			施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	-

第 1.7.2-2 表 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等 (4 / 4)

設計竜巻から防護する評価対象施設	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	100m/s	・ 固縛 ・ 固定 ・ 外部事象防護対象施設等との離隔	施設を内包する施設 竜巻飛来物防護対策設備	砂利	竜巻発生予想時 燃料取扱作業の中止
安全重要度分類のクラス 1 及びクラス 2 に属する施設のうち上記以外の建屋、構築物内の施設			施設を内包する施設	-	-
安全重要度分類のクラス 3 に属する施設 (下記以外の施設)			-	-	代替設備の確保 補修、取替等
緊急時対策所建屋内の施設			施設を内包する施設 (緊急時対策所建屋)	-	-
緊急時対策所建屋 (設計基準対象施設に関する機能)			-	-	補修
緊急時対策所建屋 (重大事故等対応施設に関する機能)			-	-	鋼製材 砂利 車両

第 1.7.2-3 表 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及び竜巻防護対策等

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	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等
サービス建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	-	鋼製材 砂利	-
海水ポンプエリア防護壁			-	鋼製材 砂利	-
鋼製防護壁			-	鋼製材 砂利	-
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			-	鋼製材 砂利	-
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			-	鋼製材 砂利	-
残留熱除去系海水系配管 (放出側)			-	鋼製材 砂利	-

第 1.7.2-4 表 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等 (1 / 3)

外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等
原子炉建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	-
タービン建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	-	鋼製材 砂利	-
		-	-	コンテナ	敷地外物品のため、衝突を考慮した上で、施設の機能維持を確認

第 1.7.2-4 表 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等 (2 / 3)

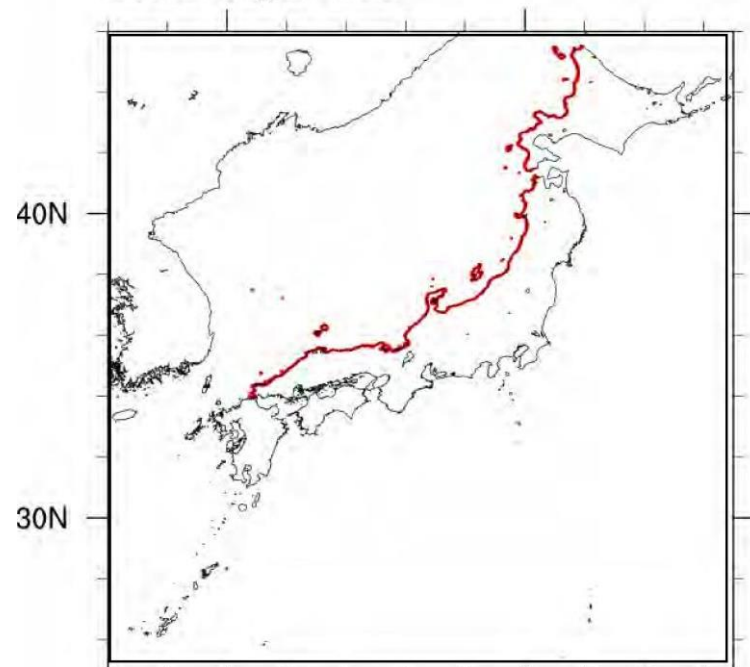
外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等
使用済燃料乾式貯蔵建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との隔離	竜巻飛来物防護対策設備	鋼製材 砂利	-
		-	竜巻飛来物防護対策設備	車両	・敷地外物品のため、衝突を考慮した上で、施設の機能維持及び建屋内部への飛来物の侵入防止を確認 ・飛来物が到達しないようにすることが必要な箇所は、フェンス等の設置による、資機材、車両等の配置を阻止する措置を、当社にて実施

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>第1.7.2-4表 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等 (3 / 3)</p> <table border="1" data-bbox="952 344 1700 554"> <thead> <tr> <th>外部事象防護対象施設を内包する区画</th> <th>竜巻の最大風速</th> <th>飛来物発生防止対策</th> <th>防護設備 (外設となる施設)</th> <th>想定する飛来物</th> <th>手順等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軽油貯蔵タンク室</td> <td>100m/s</td> <td>・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との離隔</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>排気機モニタ建屋</td> <td>100m/s</td> <td>・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との離隔</td> <td>-</td> <td>鋼製材 砂利</td> <td>補修</td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 適合性説明</p> <p>第六条 外部からの衝撃による損傷の防止</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1 安全施設は、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ないものでなければならない。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> </div> <p>適合のための設計方針</p> <p>第1項について</p> <p>(3) 竜巻</p> <p>安全施設は、設計竜巻の最大風速 100m/s 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等の衝撃荷重を組み合わせた荷重等に対して安全機能を損なわないために、飛来物の発生防止対策及び竜巻防護対策を行う。</p> <p>a. 飛来物の発生防止対策</p> <p>竜巻により東海発電所を含む当社敷地内の資機材等が飛来物となり、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないために、以下の対策を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外部事象防護対象施設等へ影響を及ぼす資機材及び車両については、固縛、固定、外部事象防護対象施設等</li> </ul>	外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等	軽油貯蔵タンク室	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との離隔	-	鋼製材 砂利	-	排気機モニタ建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との離隔	-	鋼製材 砂利	補修		<p>・資料構成の相違 【東海第二】</p>
外部事象防護対象施設を内包する区画	竜巻の最大風速	飛来物発生防止対策	防護設備 (外設となる施設)	想定する飛来物	手順等																
軽油貯蔵タンク室	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との離隔	-	鋼製材 砂利	-																
排気機モニタ建屋	100m/s	・固縛 ・固定 ・外部事象防護対象施設等との離隔	-	鋼製材 砂利	補修																

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>及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔, 頑健な建屋内収納又は撤去する。</p> <p>b. 竜巻防護対策</p> <p>固縛等による飛来物の発生防止対策ができないものが飛来し, 安全施設が安全機能を損なわないように, 以下の対策を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻飛来物防護対策設備により, 外部事象防護対象施設を防護し, 構造健全性を維持し安全機能を損なわない設計とする。</li> <li>・外部事象防護対象施設の構造健全性が維持できない場合には, 代替設備の確保, 損傷した場合の取替え又は補修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。</li> </ul> <p>ここで, 竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり, 積乱雲の発達時に竜巻と同時発生する可能性のある自然現象は, 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, 設計竜巻荷重に包含される。</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>2.2.2 発生を想定する竜巻の設定</p> <p>2.2.2.1 竜巻検討地域の設定</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所に対する竜巻検討地域について、発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で検討を行い、第2.2.2.1-1図に示すとおり北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸の海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲を竜巻検討地域に設定した(面積約33,395km<sup>2</sup>)。</p> <p>竜巻検討地域は、竜巻発生要因となる気象条件(総観場)を確認する観点から、「総観場の分析に基づく地域特性の確認」、 「過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認」により地域特性を確認し、設定した。</p> <p>また、一般的に大気現象は時空間スケールの階層構造が見られ、ある大気現象はスケールの小さな現象を内包しているため、大きな竜巻の発生要因となる環境場の形成のし易さ(大きな竜巻の発生に対する大気場の必要条件)を把握する観点から、「突風関連指数に基づく地域特性の確認」により竜巻の発生スケールに近いメソスケールの気象場が有する地域性と齟齬がないことについても確認した。</p>	<p>1.3 気象等</p> <p>8. 竜巻</p> <p>8.1 竜巻</p> <p>竜巻影響評価は、「<u>原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(平成25年6月19日原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)</u>」(以下「ガイド」という。)に基づき実施する。</p> <p>基準竜巻及び設計竜巻の設定は、<u>竜巻検討地域の設定、基準竜巻の最大風速の設定及び設計竜巻の最大風速の設定の流れで実施する。</u></p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (2.1 : 1-15)】</p> <p>8.1.1 竜巻検討地域の設定</p> <p>発電所が立地する地域と、<u>気象条件の類似性の観点及び局所的な地域性の観点</u>で検討を行い、<u>竜巻検討地域を設定する。</u></p> <p>(4) 竜巻検討地域</p> <p>発電所に対する竜巻検討地域について、「<u>総観場の分析に基づく地域特性の確認</u>」、「<u>過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</u>」により地域特性を確認し、<u>竜巻の個数及び単位面積当たりの発生数によって、福島県から沖縄県にかけての太平洋側沿岸の海岸線から海側及び陸側それぞれ5kmの範囲を竜巻検討地域に設定する(面積約57,000km<sup>2</sup>)。</u></p> <p>第8.1-5図に竜巻検討地域を示す。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (2.2.4 : 1-22)】</p>	<p>2.2.2 発生を想定する竜巻の設定</p> <p>2.2.2.1 竜巻検討地域の設定</p> <p>島根原子力発電所に対する竜巻検討地域について、発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で検討を行い、第2.2.2.1-1図に示すとおり北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸の海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲を竜巻検討地域に設定した(面積約33,395km<sup>2</sup>)。</p> <p>竜巻検討地域は、<u>竜巻発生要因となる気象条件(総観場)を確認する観点から</u>、「<u>総観場の分析に基づく地域特性の確認</u>」、 「<u>過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</u>」により地域特性を確認し、<u>設定した。</u></p> <p>また、<u>一般的に大気現象は時空間スケールの階層構造が見られ、ある大気現象はスケールの小さな現象を内包しているため、大きな竜巻の発生要因となる環境場の形成のしやすさ(大きな竜巻の発生に対する大気場の必要条件)を把握する観点から</u>、「<u>突風関連指数に基づく地域特性の確認</u>」により竜巻の発生スケールに近いメソスケールの気象場が有する地域性と齟齬がないことについても確認した。</p>	<p>備考</p> <p>・竜巻検討地域の相違 【東海第二】</p> <p>・地域特性の確認方法の相違 【東海第二】 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やすさを把握するた</p>

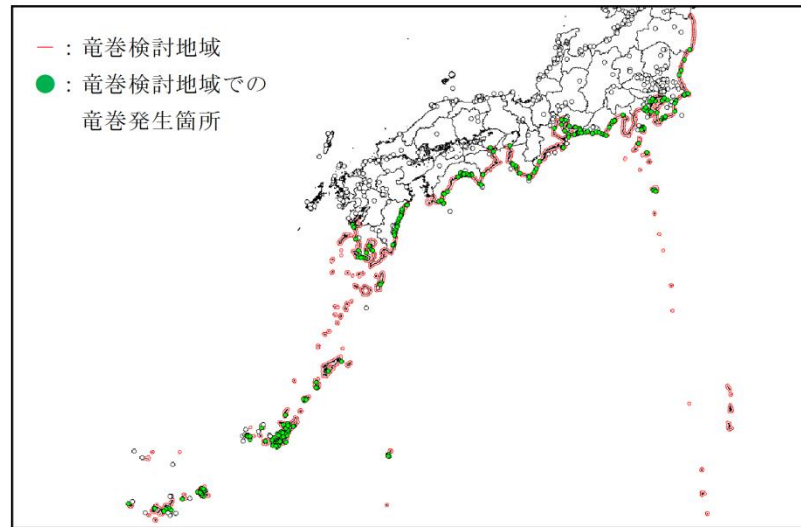
Sea of Japan side



第2.2.2.1-1図 竜巻検討地域(赤線部)  
130E 140E

a. 総観場の分析に基づく地域特性の確認

竜巻を発生させる親雲の発生要因<sup>(1)</sup>を考慮して7種の総観場に再編し、発生分布の特徴を分析した。第2.2.2.1-2図の総観場ごとの竜巻発生地点の分布、第2.2.2.1-3図の竜巻検討地域(日本海沿岸)と太平洋側地域の総観場の特徴の比較に示すとおり、日本海側と太平洋側では竜巻の発生要因となる総観場が大きく異なっており、竜巻検討地域を日本海側とすることは妥当な設定である。



第8.1-5図 竜巻検討地域

【別添資料1 (2.2.4 : 1-22)】

(1) 気象総観場の分析

気象条件の類似性の観点では、気象総観場ごとの竜巻発生位置を整理し、発電所と類似の地域を抽出する。竜巻発生要因の総観場は、気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(1)</sup>を基に、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」<sup>(2)</sup>を参考に、低気圧、台風、停滞前線、局所性降雨、季節風及びその他(高気圧等)の6つに分類する。なお、低気圧には、暖気の移入、寒気の移入及び停滞前線以外の前線を、停滞前線では梅雨前線を、局所性降雨では雷雨を含めている。第8.1-1図に竜巻発生時の総観場の分布を示す。

第8.1-2図の都道府県ごとの竜巻の発生要因別比率に示すとおり、低気圧起因の竜巻は全国一様に発生していること、一方、台風起因の竜巻は日本海側には発生しておらず、主に太平洋側で発生していることが分かる。また、停滞前線起因の竜巻は北海道を除く各地に発生していること、局所性降雨は内陸部での竜巻発生も促すこと、及び季節風や高気圧起因とされる竜巻の発生数は比較的少ないことが分かる。



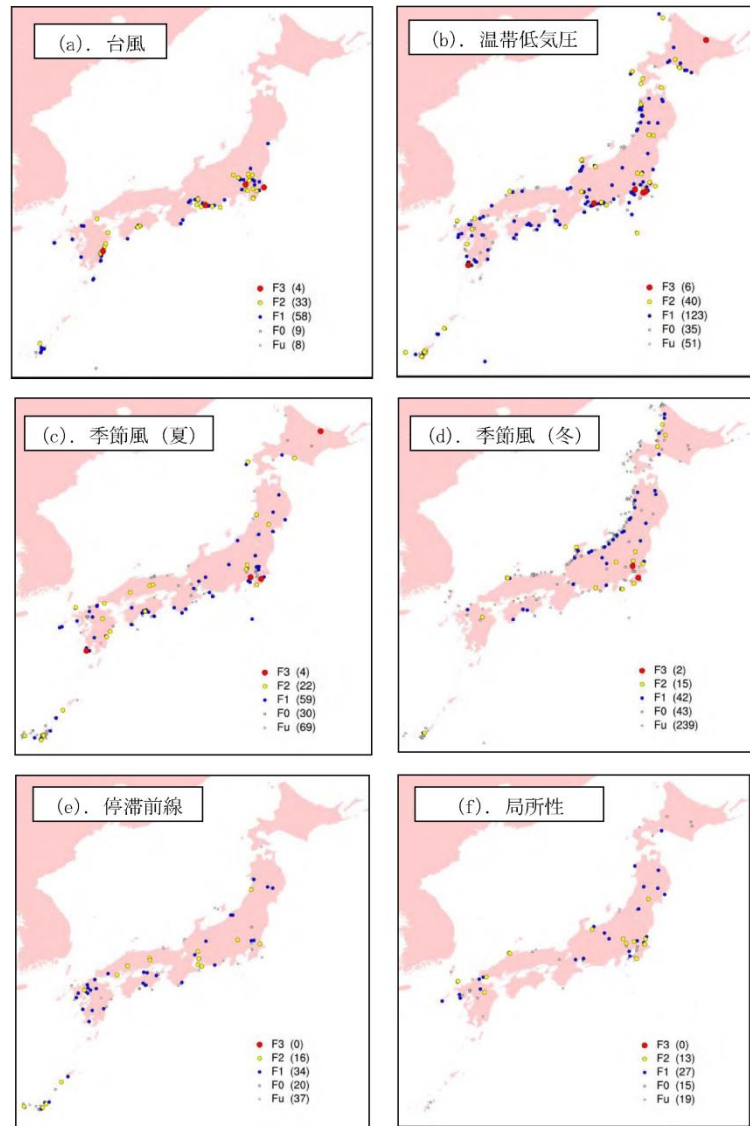
第2.2.2.1-1図 竜巻検討地域(赤線部)

(1) 総観場の分析に基づく地域特性の確認

竜巻を発生させる親雲の発生要因<sup>(1)</sup>を考慮して7種の総観場に再編し、発生分布の特徴を分析した。第2.2.2.1-2図の総観場ごとの竜巻発生地点の分布、第2.2.2.1-3図の竜巻検討地域(日本海沿岸)と太平洋側地域の総観場の特徴の比較に示す通り、日本海側と太平洋側では竜巻の発生要因となる総観場が大きく異なっており、竜巻検討地域を日本海側とすることは妥当な設定である。

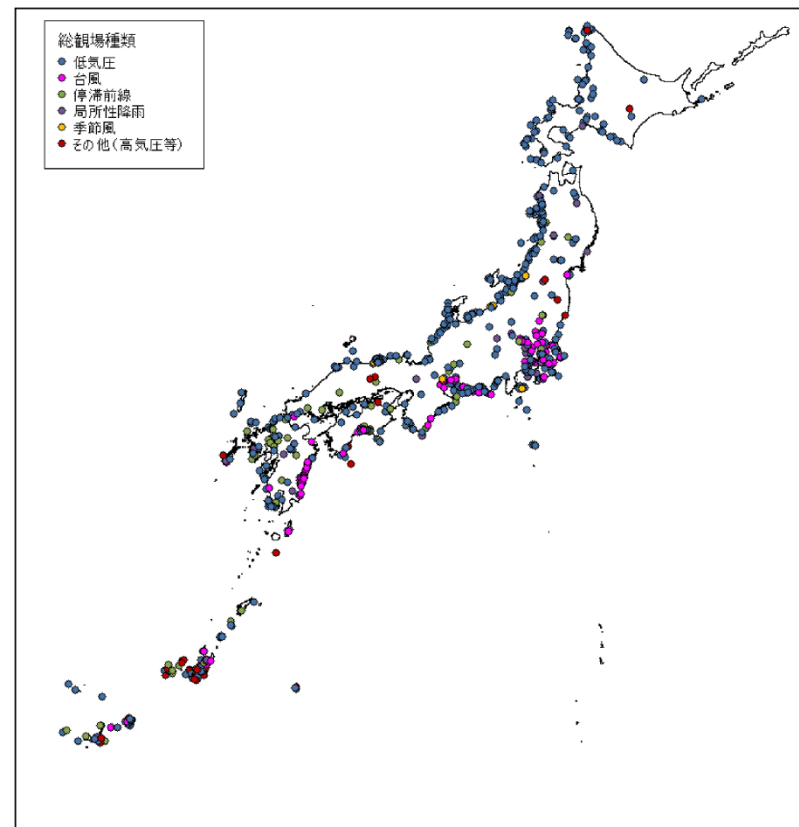
め、メソスケールにおける風の鉛直シアや大気不安定性と深く関わっている突風関連指数により地域特性を確認している

- ・竜巻検討地域の相違【東海第二】
- ・竜巻発生要因の総観場の分類数の相違【東海第二】



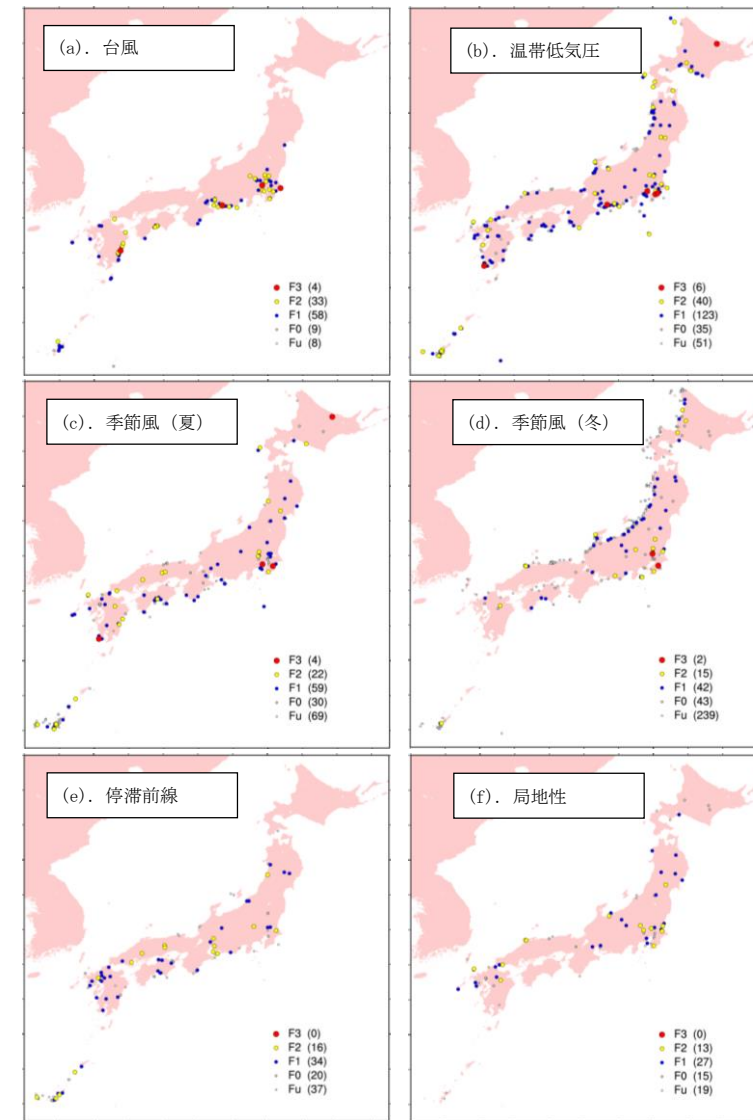
第2.2.2.1-2図 総観場ごとの竜巻発生地点の分布(1961年～2012年) (気象庁竜巻等の突風データベース<sup>(2)</sup>のデータをもとに作成)

【別添資料1 (2.2.1 : 1-16~18)】



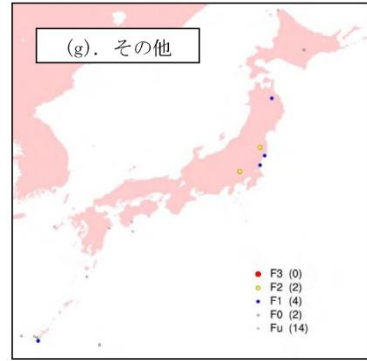
第8.1-1図 竜巻発生時の総観場の分布(1961年1月～2012年6月)

【別添資料1 (2.2.1 : 1-17)】

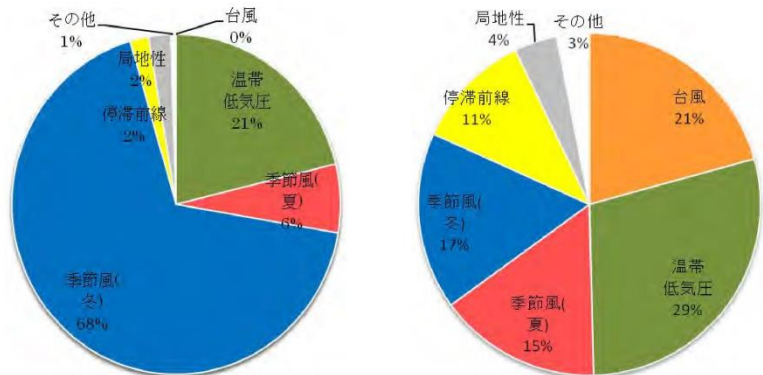


第2.2.2.1-2図 総観場ごとの竜巻発生地点の分布(1961年～2012年) (気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(2)</sup>のデータをもとに作成)

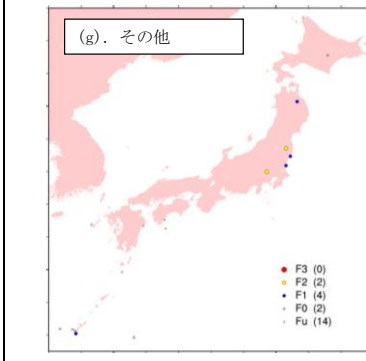




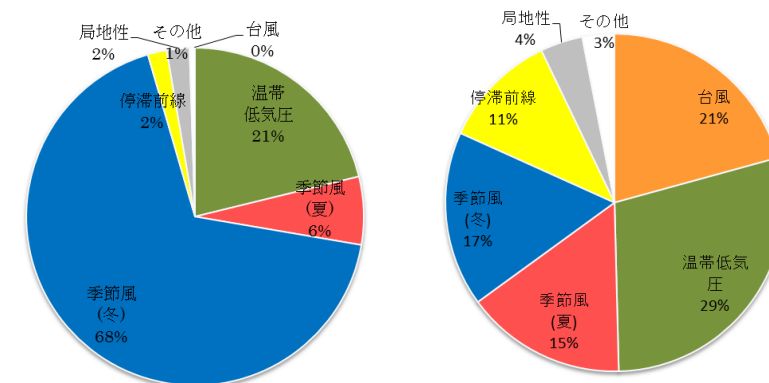
第2.2.2.1-2図(続き) 総観場ごとのスケール別竜巻発生地点の分布(1961年~2012年)(気象庁竜巻等の突風データベース<sup>(2)</sup>のデータをもとに作成)



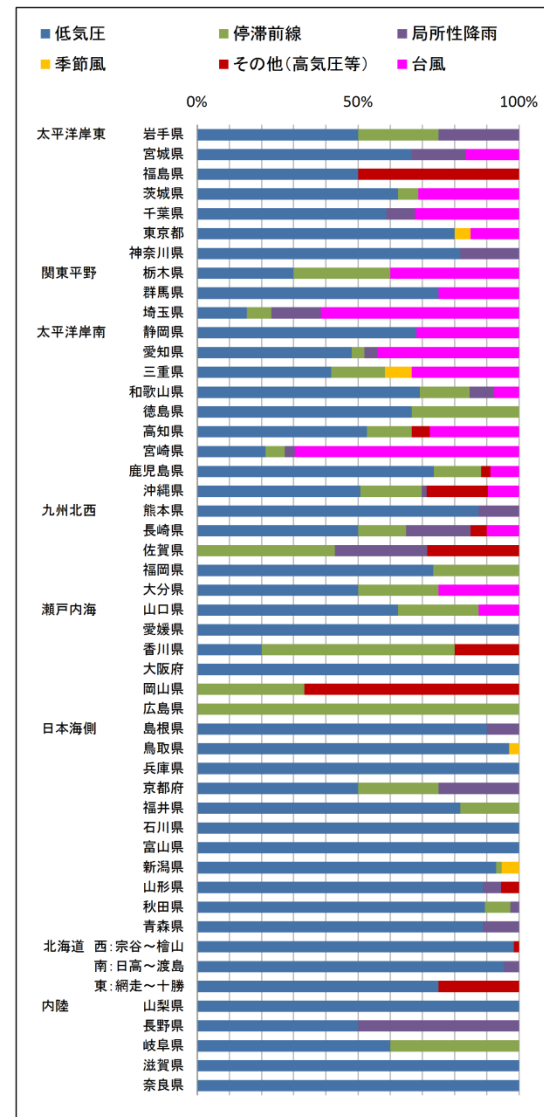
竜巻検討地域(日本海沿岸) 太平洋側地域  
第2.2.2.1-3図 竜巻の総観場の特徴の比較



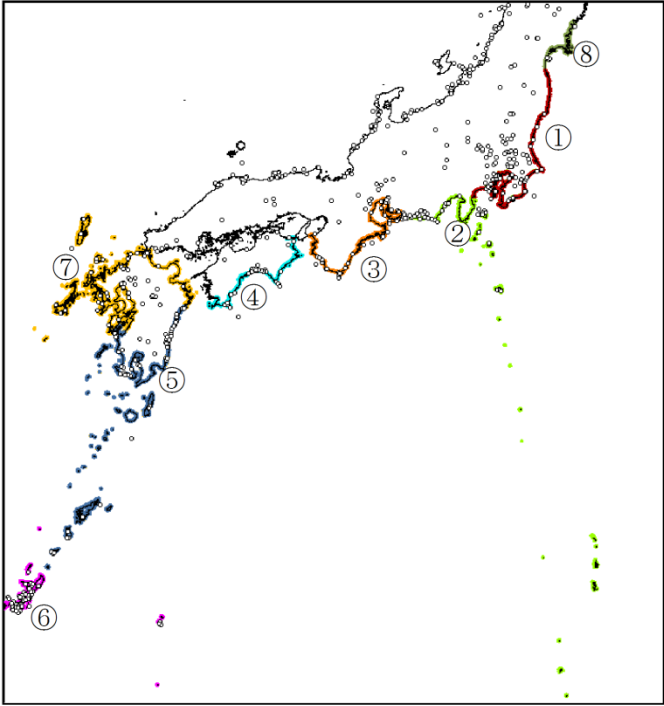
第2.2.2.1-2図(続き) 総観場ごとの竜巻発生地点の分布(1961年~2012年)(気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(2)</sup>のデータをもとに作成)



竜巻検討地域(日本海沿岸) 太平洋側地域  
第2.2.2.1-3図 竜巻の総観場の特徴の比較



第8.1-2図 各都道府県での竜巻の発生要因別比率  
【別添資料1 (2.2.1 : 1-18)】

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) 総観場の分析に基づく地域特性の確認</p> <p>竜巻発生の地域性が見られる台風起因の発生領域から、太平洋側の宮城県から沖縄県にかけての範囲を考慮する。発電所はこの範囲に立地しており、太平洋側の宮城県から沖縄県を基本として、竜巻の発生頻度の観点から総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の検討を行う。</p> <p>発電所から半径180km圏内(約10万km<sup>2</sup>圏)を含む太平洋側沿岸の海岸線から陸側海側各5kmの範囲を対象として、単位面積当たりの発生数の比較を第8.1-3図及び第8.1-1表に示す。なお、表の竜巻の個数は各ケースの領域ごとにおける発生した全ての竜巻の個数である。</p> <p>この結果、福島県から沖縄県にかけての範囲であるTA<sub>1</sub>のケースの単位面積当たりの発生数が最も大きくなるため、これを総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>とする。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (2.2.2 : 1-19~20)】</p>  <p style="text-align: center;">第8.1-3図 竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の検討領域</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (2.2.2 : 1-20)】</p>		<p>・竜巻検討地域の設定方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉はガイドに従い、発電所が立地する地域及び竜巻発生の観点から発電所が立地する地域と気象条件等が類似の地域から設定しているが、東海第二はJNES「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」に従い、総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>及び竜巻集中地域に基づき竜巻検討地域TA<sub>2</sub>に基づき設定している。なお、竜巻集中地域に基づく検討については、島根2号炉が立地する竜巻検討地域⑦は竜巻観測データ数が8事例と乏しいことから、竜巻検討地域の検討対象としては不適であると判断した</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. 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</p> <p>日本で竜巻が集中する地域については、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説<sup>(1)</sup>」に、全国19箇所の竜巻集中地域が示されており、第2.2.2.1-4図に示すとおり、<u>柏崎刈羽原子力発電所は、竜巻集中地域④(新潟県・富山県)に立地している。</u></p> <p>気象庁竜巻等の突風データベース<sup>(2)</sup>によると、1961年1月から2012年6月の最大風速の設定に発生が確認された竜巻の個数は<u>竜巻集中地域④で45事例</u>であり、この期間に<u>竜巻集中地域④</u>で観測されているもっとも強い竜巻はF1となる。(「別添2-1」の表2.2.3.1)</p> <p>竜巻発生の影響評価の観点からすると、データ数は多い方がよく、<u>また竜巻集中地域④以外の日本海沿岸ではF2規模の竜巻も発生しているため、竜巻検討地域としては北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を設定する。</u>竜巻検討地域での竜巻個数は192個であり、観測されたもっとも強い竜巻はF2である。</p>	<p>第8.1-1表 竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の候補ごとの竜巻の個数と単位面積当たり発生数</p> <table border="1" data-bbox="949 346 1706 724"> <thead> <tr> <th>領域</th> <th>領域面積(km<sup>2</sup>)</th> <th>51.5年間に領域内で発生した個数</th> <th>単位面積当たり発生数(個/年/km<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TA<sub>1.1</sub></td> <td>①</td> <td>福島県～神奈川県</td> <td>7,900</td> <td>40</td> <td>0.98E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.2</sub></td> <td>①～②</td> <td>福島県～静岡県</td> <td>15,700</td> <td>68</td> <td>0.84E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.3</sub></td> <td>①～③</td> <td>福島県～和歌山県</td> <td>23,400</td> <td>104</td> <td>0.86E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.4</sub></td> <td>①～④</td> <td>福島県～高知県</td> <td>28,600</td> <td>138</td> <td>0.94E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.5</sub></td> <td>①～⑤</td> <td>福島県～鹿児島県</td> <td>46,700</td> <td>194</td> <td>0.81E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.6</sub></td> <td>①～⑥</td> <td>福島県～沖縄県</td> <td>57,000</td> <td>300</td> <td>1.02E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.7</sub></td> <td>①～⑦</td> <td>福島県～九州全県</td> <td>79,700</td> <td>337</td> <td>0.82E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.8</sub></td> <td>①～⑧</td> <td>宮城県～沖縄県</td> <td>59,700</td> <td>302</td> <td>0.98E-04</td> </tr> </tbody> </table> <p>【別添資料1 (2.2.2 : 1-20)】</p> <p>(3) 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</p> <p>局地的な地域性の観点では、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」<sup>(3)</sup>に、全国19箇所の竜巻集中地域が示されており、<u>第8.1-4図に示すとおり、発電所は、竜巻集中地域⑩に立地している。</u></p> <p><u>竜巻集中地域⑩を第8.1-1表のTA<sub>1.1</sub>とし、これを竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA<sub>2</sub>とする。</u></p>	領域	領域面積(km <sup>2</sup> )	51.5年間に領域内で発生した個数	単位面積当たり発生数(個/年/km <sup>2</sup> )	TA <sub>1.1</sub>	①	福島県～神奈川県	7,900	40	0.98E-04	TA <sub>1.2</sub>	①～②	福島県～静岡県	15,700	68	0.84E-04	TA <sub>1.3</sub>	①～③	福島県～和歌山県	23,400	104	0.86E-04	TA <sub>1.4</sub>	①～④	福島県～高知県	28,600	138	0.94E-04	TA <sub>1.5</sub>	①～⑤	福島県～鹿児島県	46,700	194	0.81E-04	TA <sub>1.6</sub>	①～⑥	福島県～沖縄県	57,000	300	1.02E-04	TA <sub>1.7</sub>	①～⑦	福島県～九州全県	79,700	337	0.82E-04	TA <sub>1.8</sub>	①～⑧	宮城県～沖縄県	59,700	302	0.98E-04	<p>(2) 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</p> <p>日本で竜巻が集中する地域については、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」<sup>(1)</sup>に、全国19箇所の竜巻集中地域が示されており、<u>第2.2.2.1-4図に示す通り、島根原子力発電所は、竜巻集中地域⑦(島根県の一部)に立地している。</u></p> <p>気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(2)</sup>によると、1961年1月から2012年6月の51.5年間に発生が確認された竜巻は<u>竜巻集中地域⑦で8個</u>であり、この期間に<u>竜巻集中地域⑦</u>で観測されているもっとも強い竜巻は<u>藤田スケール(以下、「Fスケール」という。)でF2</u>となる。(「別添2-1」の表2.2.3.1)</p> <p>竜巻発生の影響評価の観点からすると、データ数は多い方がよいため、<u>竜巻検討地域としては北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を設定する。</u>竜巻検討地域での竜巻個数は192個であり、観測されたもっとも強い竜巻はF2である。</p>	<p>・竜巻集中地域の相違【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・竜巻検討地域の設定方法の相違【東海第二】(2.2.2.1a.と同じ)</p> <p>・竜巻集中地域の違いによる相違【柏崎6/7】</p> <p>・竜巻集中地域の違いによる相違【柏崎6/7】 島根2号炉が立地する竜巻集中地域⑦ではF2規模の竜巻が発生している</p>
領域	領域面積(km <sup>2</sup> )	51.5年間に領域内で発生した個数	単位面積当たり発生数(個/年/km <sup>2</sup> )																																																				
TA <sub>1.1</sub>	①	福島県～神奈川県	7,900	40	0.98E-04																																																		
TA <sub>1.2</sub>	①～②	福島県～静岡県	15,700	68	0.84E-04																																																		
TA <sub>1.3</sub>	①～③	福島県～和歌山県	23,400	104	0.86E-04																																																		
TA <sub>1.4</sub>	①～④	福島県～高知県	28,600	138	0.94E-04																																																		
TA <sub>1.5</sub>	①～⑤	福島県～鹿児島県	46,700	194	0.81E-04																																																		
TA <sub>1.6</sub>	①～⑥	福島県～沖縄県	57,000	300	1.02E-04																																																		
TA <sub>1.7</sub>	①～⑦	福島県～九州全県	79,700	337	0.82E-04																																																		
TA <sub>1.8</sub>	①～⑧	宮城県～沖縄県	59,700	302	0.98E-04																																																		

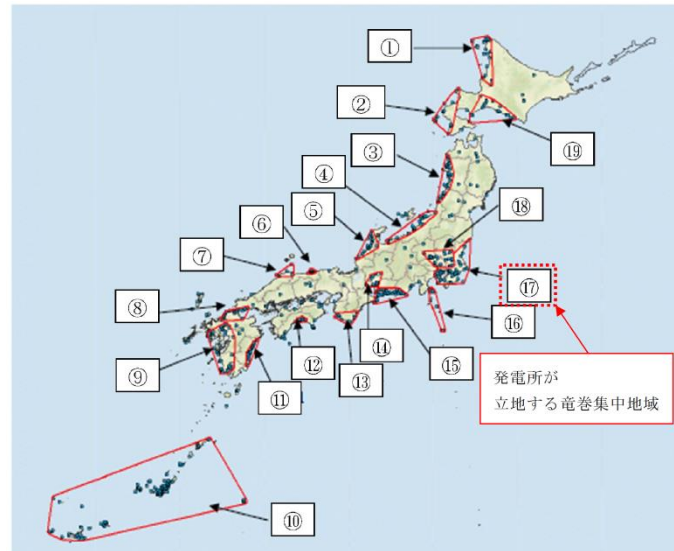
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>なお、竜巻検討地域と竜巻集中地域④のF1以上の竜巻発生確率は、<math>2.9 \times 10^{-5}</math>、<math>2.5 \times 10^{-5}</math> (個/年/km<sup>2</sup>)であることから、竜巻検討地域は単位面積あたりの竜巻発生数が大きくなるよう、かつ藤田スケール (以下「Fスケール」という。) が大きな竜巻が含まれるような設定となっている。</u></p> <p>竜巻の地域特性を確認するため、第2.2.2.1-5図に示すとおり、<u>竜巻集中地域④と竜巻検討地域、竜巻集中地域④に隣接する竜巻集中地域③ (青森県日本海側～山形県) と⑤ (石川県西部～福井県北西部) における総観場の比較を行い、いずれの地域でも“季節性 (冬)”と“温帯低気圧”が竜巻発生の主要因となってることから、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域にすることは竜巻集中地域における地域特性の観点からも妥当な設定である。</u></p>		<p><u>なお、竜巻検討地域と竜巻集中地域⑦の竜巻発生確率は、<math>1.1 \times 10^{-4}</math>、<math>1.3 \times 10^{-4}</math> (個/年/km<sup>2</sup>)であり、単位面積あたりの竜巻発生数は竜巻集中地域⑦の方がやや大きくなるものの、両者は概ね同程度である。竜巻集中地域⑦における竜巻の観測記録は8事例とかなり少なく、影響評価を行うにはデータ数が乏しいため、192個の竜巻個数がある竜巻検討地域を評価対象とすることは妥当な設定である。</u></p> <p><u>竜巻の地域特性を確認するため、第2.2.2.1-5図に示す通り、竜巻集中地域⑦と竜巻検討地域、竜巻集中地域⑦に隣接する竜巻集中地域⑥ (鳥取県の一部) における総観場の比較を行い、いずれの地域でも“季節風 (冬)”と“温帯低気圧”あるいは“季節風 (夏)”が竜巻発生の主要因となっていることから、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域にすることは竜巻集中地域における地域特性の観点からも妥当な設定である。</u></p>	<p>・竜巻集中地域の違いによる相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>島根 2号炉は、単位面積あたりの竜巻発生数は竜巻検討地域より竜巻集中地域⑦の方がやや大きくなるものの、概ね同程度であること、竜巻集中地域⑦のデータ数が少ないことから竜巻検討地域を評価対象とする</p> <p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根 2号炉は、発電所が立地する地域と竜巻検討地域の類似性を確認するため、両者の総観場の比較により竜巻検討地域の妥当性を確認している</p> <p>・竜巻集中地域の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>・竜巻集中地域の違いによる相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)



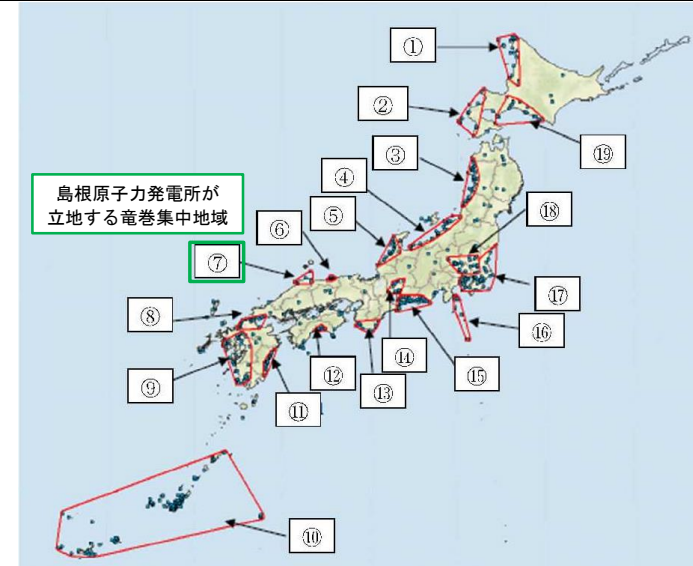
第2.2.2.1-4 図 竜巻の発生する地点と竜巻が集中する19個の地域（「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（案）及び解説」<sup>(1)</sup>より引用）

東海第二発電所 (2018.9.18版)



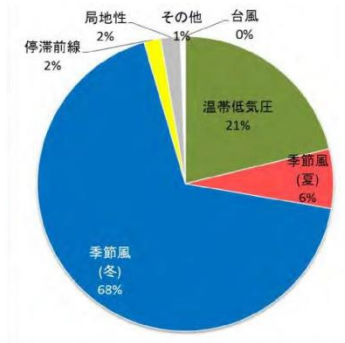
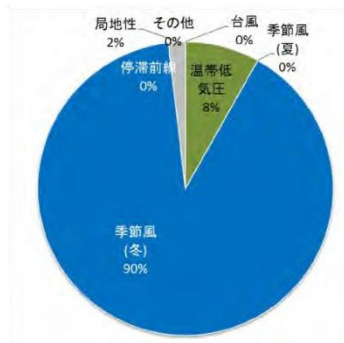
第8.1-4 図 竜巻の発生する地点と竜巻が集中する19の地域（「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（案）及び解説」より引用）  
【別添資料1（2.2.3：1-21）】

島根原子力発電所 2号炉

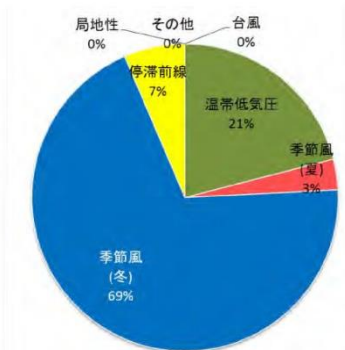
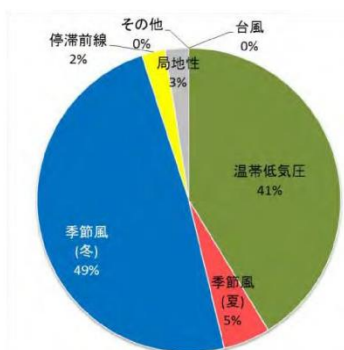


第2.2.2.1-4図 竜巻の発生地点と竜巻が集中する19個の地域（「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（案）及び解説」<sup>(1)</sup>より引用）

・竜巻集中地域の相違  
【柏崎6/7, 東海第二】

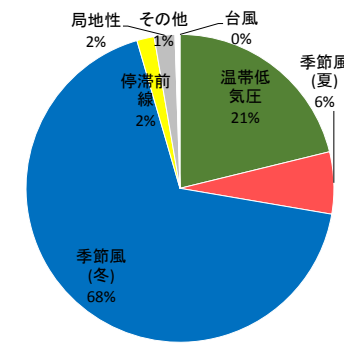
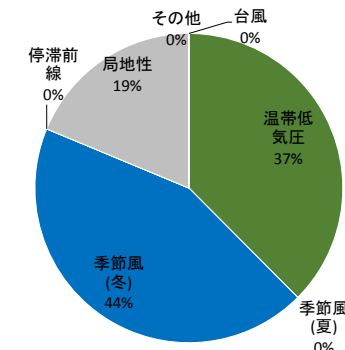


竜巻集中地域④（新潟県・富山県） 竜巻検討地域（日本海沿岸）

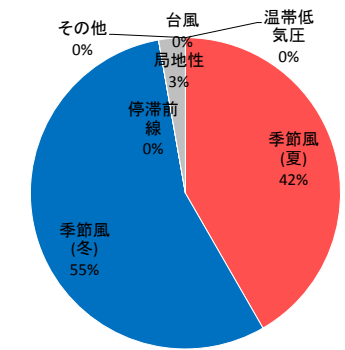


竜巻集中地域③（青森県日本海側～山形県） 竜巻集中地域⑤（石川県西部～福井県北西部）

第2.2.2.1-5 図 各地域の竜巻発生要因に関する総観場の特徴



竜巻集中地域⑦（島根県の一部） 竜巻検討地域（日本海沿岸）



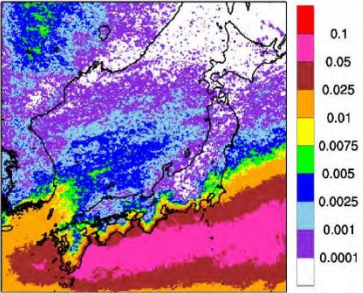
竜巻集中地域⑥（鳥取県の一部）

第2.2.2.1-5 図 各地域の竜巻発生要因に関する総観場の特徴

・地域特性の確認方法の相違  
【東海第二】  
(2.2.2.1b.と同じ)  
・竜巻集中地域の違いによる相違  
【柏崎6/7】



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. 突風関連指数に基づく地域特性の確認<sup>(3)~(42)</sup></p> <p>総観場での確認に加え、大きな被害をもたらす強い竜巻の発生要因となる環境場の形成のしやすさについての地域特性を確認するため、気象庁や米国気象局においても竜巻探知・予測に活用されており、竜巻の発生のしやすさを数値的に示すことができる突風関連指数を用いて地域特性の確認を行った。</p> <p>大きな被害をもたらす竜巻の親雲の多くはスーパーセルであり、スーパーセルが発生しやすい環境場として、大気下層の鉛直シア（異なる高度間での風向・風速差）と、強い上昇気流を発生させるきっかけとしての不安定な大気場が必要であることから、突風関連指数としては、竜巻の発生実態を解明する研究において国内外で広く利用され、大気不安定度を表す指標である「CAPE」、鉛直シアに伴って発生する水平渦度が親雲に取り込まれる度合いを表す指標である「SReH」を採用し、両者の指標が同時に高くなる頻度について、地域的な特徴を確認する分析を実施した。(第2.2.2.1-6図) <u>また、両者を掛け合わせた指標「EHI」による分析も実施し、SReH及びCAPEの同時超過頻度分析との比較を実施した。(第2.2.2.1-7図)</u></p> <p>これらの分析より、スーパーセルに伴って発生する大規模な竜巻形成につながる環境場の発生頻度分布の観点からも、日本海側と太平洋側で大きな地域特性の違いがあることを確認した。</p> <div data-bbox="201 1375 905 1669"> </div> <p>暖候期 5月～10月      寒候期 11月～4月</p> <p>第2.2.2.1-6図 F3規模以上を対象としたSReH, CAPE同時超過頻度分布 (単位:%)</p>		<p>(3) 突風関連指数に基づく地域特性の確認<sup>(3)~(39)</sup></p> <p>総観場での確認に加え、大きな被害をもたらす強い竜巻の発生要因となる環境場の形成のしやすさについての地域特性を確認するため、気象庁や米国気象局においても竜巻探知・予測に活用されており、竜巻の発生のしやすさを数値的に示すことができる突風関連指数を用いて地域特性の確認を行った。</p> <p>大きな被害をもたらす竜巻の親雲の多くはスーパーセルであり、スーパーセルが発生しやすい環境場として、大気下層の鉛直シア（異なる高度間での風向・風速差）と、強い上昇気流を発生させるきっかけとしての不安定な大気場が必要であることから、突風関連指数としては、竜巻の発生実態を解明する研究において国内外で広く利用され、大気不安定度を表す指標である「CAPE」、鉛直シアに伴って発生する水平渦度が親雲に取り込まれる度合いを表す指標である「SReH」を採用し、両者の指標が同時に高くなる頻度について、地域的な特徴を確認する分析を実施した。(第2.2.2.1-6図)</p> <p>これらの分析より、スーパーセルに伴って発生する大規模な竜巻形成につながる環境場の発生頻度分布の観点からも、日本海側と太平洋側で大きな地域特性の違いがあることを確認した。</p> <div data-bbox="1810 1260 2448 1669"> </div> <p>暖候期 5月～10月      寒候期 11月～4月</p> <p>第2.2.2.1-6図 F3規模以上を対象としたSReH, CAPE同時超過頻度分布 (単位:%)</p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【東海第二】 (2.2.2.1と同じ)</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、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>第 2.2.2.1-7 図 EHI の超過頻度分布 (単位 : %, EHI 閾値 : 3.3)</p> <p>2.2.2.2 基準竜巻の設定  基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>) 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) のうち、大きな風速を設定する。</p> <p>a. 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)  第 2.2.2.2-1 表より竜巻検討地域における過去最大竜巻は F2 であり、F スケールと風速の関係より風速は 50~69m/s であることから、<math>V_{B1}</math> は F2 の風速範囲の上限値 69m/s とする。</p>	<p>8.1.2 基準竜巻の最大風速の設定  基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)、及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) のうち、最も大きな風速を設定する。</p> <p>(1) 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)  過去に発生した竜巻による最大風速の設定に当たっては、竜巻検討地域における過去最大竜巻は F 3 であり、F スケールと風速の関係より風速は 70m/s~92m/s であることから、竜巻検討地域で過去に発生した最大竜巻 F 3 の風速範囲の上限値 92m/s を <math>V_{B1}</math> とする。  第 8.1-2 表に竜巻検討地域における F 3 スケール相当以上の竜巻の観測記録を示す。  【別添資料 1 (2.3.1 : 1-23)】</p>	<p>2.2.2.2 基準竜巻の設定  基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>) 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) のうち、大きな風速を設定する。</p> <p>(1) 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)  第 2.2.2.2-1 表より竜巻検討地域における過去最大竜巻は F2 であり、F スケールと風速の関係より風速は 50~69m/s であることから、<math>V_{B1}</math> は F2 の風速範囲の上限値 69m/s とする。</p>	<p>・地域特性の確認方法の相違  【柏崎 6/7】  (同上)</p> <p>・竜巻検討地域の違いによる過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}</math> の相違  【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>第2.2.2.2-1表 竜巻検討地域における竜巻の観測記録 (F1より大きい竜巻) (気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成)</p> <table border="1" data-bbox="178 378 899 1003"> <thead> <tr> <th>現象区別</th> <th>発生日時</th> <th>発生場所</th> <th>Fスケール※</th> <th>総観場</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>竜巻</td> <td>1962/09/28 14:20</td> <td>北海道宗谷支庁 東利尻町</td> <td>(F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1971/10/17 05:00</td> <td>北海道留萌支庁 羽幌町</td> <td>(F2)</td> <td>寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1974/10/03 19:05</td> <td>北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>温暖前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1974/10/20 15:00</td> <td>北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1975/05/31 18:10</td> <td>島根県 簸川郡 大社町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1975/09/08 01:30</td> <td>北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧・暖気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1979/11/02 01:58</td> <td>北海道渡島支庁 松前郡松前町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧・温暖前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1989/03/16 19:20</td> <td>島根県 簸川郡 大社町</td> <td>(F2)</td> <td>局地性じょう乱・寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1990/04/06 02:55</td> <td>石川県 羽咋郡 富来町</td> <td>F2</td> <td>オホーツク海低気圧・気圧の谷</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1999/11/25 15:40</td> <td>秋田県 八森町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧・寒冷前線</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：Fスケールは、ア) 被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ) 文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア) とイ) を区別し、イ) の場合には値を括弧で囲んでいる。</p>	現象区別	発生日時	発生場所	Fスケール※	総観場	竜巻	1962/09/28 14:20	北海道宗谷支庁 東利尻町	(F2)	寒冷前線	竜巻	1971/10/17 05:00	北海道留萌支庁 羽幌町	(F2)	寒気の移流	竜巻	1974/10/03 19:05	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線	竜巻	1974/10/20 15:00	北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線	竜巻	1975/05/31 18:10	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流	竜巻	1975/09/08 01:30	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧・暖気の移流	竜巻	1979/11/02 01:58	北海道渡島支庁 松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧・温暖前線	竜巻	1989/03/16 19:20	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	局地性じょう乱・寒気の移流	竜巻	1990/04/06 02:55	石川県 羽咋郡 富来町	F2	オホーツク海低気圧・気圧の谷	竜巻	1999/11/25 15:40	秋田県 八森町	(F1~F2)	日本海低気圧・寒冷前線	<p>第8.1-2表 竜巻検討地域内で過去(1961年1月~2012年6月)に発生したF3スケール相当以上の竜巻の観測記録</p> <table border="1" data-bbox="949 336 1703 735"> <thead> <tr> <th rowspan="2">発生日時</th> <th colspan="4">発生場所</th> <th rowspan="2">Fスケール</th> </tr> <tr> <th>緯度</th> <th>経度</th> <th>都道府県</th> <th>市町村</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1999年09月24日11時07分</td> <td>31度42分4秒</td> <td>137度23分5秒</td> <td>竜巻県</td> <td>豊橋市</td> <td>F3</td> </tr> <tr> <td>1990年02月19日15時15分</td> <td>31度15分38秒</td> <td>130度16分36秒</td> <td>鹿児島県</td> <td>姶良市</td> <td>F2~F3</td> </tr> <tr> <td>1978年02月28日21時20分</td> <td>35度32分1秒</td> <td>139度41分50秒</td> <td>神奈川県</td> <td>川崎市</td> <td>F2~F3</td> </tr> <tr> <td>1969年12月07日18時00分</td> <td>34度45分4秒</td> <td>137度22分46秒</td> <td>竜巻県</td> <td>豊橋市</td> <td>F2~F3</td> </tr> <tr> <td>1968年09月21日19時05分</td> <td>32度7分16秒</td> <td>131度32分8秒</td> <td>宮崎県</td> <td>高鍋町</td> <td>F2~F3</td> </tr> <tr> <td>1967年10月28日03時42分</td> <td>35度42分3秒</td> <td>140度43分10秒</td> <td>千葉県</td> <td>飯岡町</td> <td>F2~F3</td> </tr> </tbody> </table> <p>【別添資料1 (2.3.1 : 1-23)】</p>	発生日時	発生場所				Fスケール	緯度	経度	都道府県	市町村	1999年09月24日11時07分	31度42分4秒	137度23分5秒	竜巻県	豊橋市	F3	1990年02月19日15時15分	31度15分38秒	130度16分36秒	鹿児島県	姶良市	F2~F3	1978年02月28日21時20分	35度32分1秒	139度41分50秒	神奈川県	川崎市	F2~F3	1969年12月07日18時00分	34度45分4秒	137度22分46秒	竜巻県	豊橋市	F2~F3	1968年09月21日19時05分	32度7分16秒	131度32分8秒	宮崎県	高鍋町	F2~F3	1967年10月28日03時42分	35度42分3秒	140度43分10秒	千葉県	飯岡町	F2~F3	<p>第2.2.2.2-1表 竜巻検討地域における竜巻の観測記録 (F1より大きい竜巻) ※1</p> <table border="1" data-bbox="1745 336 2504 913"> <thead> <tr> <th rowspan="2">発生日時</th> <th colspan="2">発生場所</th> <th rowspan="2">Fスケール※2</th> <th rowspan="2">総観場</th> </tr> <tr> <th>都道府県</th> <th>市町村</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1962年09月28日14時20分</td> <td>北海道 宗谷支庁</td> <td>東利尻町</td> <td>(F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>1971年10月17日05時00分</td> <td>北海道 留萌支庁</td> <td>羽幌町</td> <td>(F2)</td> <td>寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>1974年10月03日19時05分</td> <td>北海道 檜山支庁</td> <td>奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>温暖前線</td> </tr> <tr> <td>1974年10月20日15時00分</td> <td>北海道 檜山支庁</td> <td>檜山郡上ノ国町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>1975年05月31日18時10分</td> <td>島根県</td> <td>簸川郡大社町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>1975年09月08日01時30分</td> <td>北海道 檜山支庁</td> <td>奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧 暖気の移流</td> </tr> <tr> <td>1979年11月02日01時58分</td> <td>北海道 渡島支庁</td> <td>松前郡松前町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧 温暖前線</td> </tr> <tr> <td>1989年03月16日19時20分</td> <td>島根県</td> <td>簸川郡大社町</td> <td>(F2)</td> <td>局地性じょう乱 寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>1990年04月06日02時55分</td> <td>石川県</td> <td>羽咋郡富来町</td> <td>F2</td> <td>オホーツク海低気圧 気圧の谷</td> </tr> <tr> <td>1999年11月25日15時40分</td> <td>秋田県</td> <td>八森町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧 寒冷前線</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1 気象庁「竜巻等の突風データベース」(2)より作成  ※2 Fスケールは、ア) 被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ) 文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したもの、があり、F2以上の事例ではア) とイ) を区別し、イ) の場合には値を括弧で囲んでいる。</p>	発生日時	発生場所		Fスケール※2	総観場	都道府県	市町村	1962年09月28日14時20分	北海道 宗谷支庁	東利尻町	(F2)	寒冷前線	1971年10月17日05時00分	北海道 留萌支庁	羽幌町	(F2)	寒気の移流	1974年10月03日19時05分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線	1974年10月20日15時00分	北海道 檜山支庁	檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線	1975年05月31日18時10分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流	1975年09月08日01時30分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧 暖気の移流	1979年11月02日01時58分	北海道 渡島支庁	松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧 温暖前線	1989年03月16日19時20分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	局地性じょう乱 寒気の移流	1990年04月06日02時55分	石川県	羽咋郡富来町	F2	オホーツク海低気圧 気圧の谷	1999年11月25日15時40分	秋田県	八森町	(F1~F2)	日本海低気圧 寒冷前線	<p>・竜巻検討地域の違いによる相違 【東海第二】</p> <p>・V<sub>B2</sub>の設定方法の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉はV<sub>B2</sub>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。 【東海第二】 島根2号炉はデータ</p>
現象区別	発生日時	発生場所	Fスケール※	総観場																																																																																																																																																													
竜巻	1962/09/28 14:20	北海道宗谷支庁 東利尻町	(F2)	寒冷前線																																																																																																																																																													
竜巻	1971/10/17 05:00	北海道留萌支庁 羽幌町	(F2)	寒気の移流																																																																																																																																																													
竜巻	1974/10/03 19:05	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線																																																																																																																																																													
竜巻	1974/10/20 15:00	北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線																																																																																																																																																													
竜巻	1975/05/31 18:10	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流																																																																																																																																																													
竜巻	1975/09/08 01:30	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧・暖気の移流																																																																																																																																																													
竜巻	1979/11/02 01:58	北海道渡島支庁 松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧・温暖前線																																																																																																																																																													
竜巻	1989/03/16 19:20	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	局地性じょう乱・寒気の移流																																																																																																																																																													
竜巻	1990/04/06 02:55	石川県 羽咋郡 富来町	F2	オホーツク海低気圧・気圧の谷																																																																																																																																																													
竜巻	1999/11/25 15:40	秋田県 八森町	(F1~F2)	日本海低気圧・寒冷前線																																																																																																																																																													
発生日時	発生場所				Fスケール																																																																																																																																																												
	緯度	経度	都道府県	市町村																																																																																																																																																													
1999年09月24日11時07分	31度42分4秒	137度23分5秒	竜巻県	豊橋市	F3																																																																																																																																																												
1990年02月19日15時15分	31度15分38秒	130度16分36秒	鹿児島県	姶良市	F2~F3																																																																																																																																																												
1978年02月28日21時20分	35度32分1秒	139度41分50秒	神奈川県	川崎市	F2~F3																																																																																																																																																												
1969年12月07日18時00分	34度45分4秒	137度22分46秒	竜巻県	豊橋市	F2~F3																																																																																																																																																												
1968年09月21日19時05分	32度7分16秒	131度32分8秒	宮崎県	高鍋町	F2~F3																																																																																																																																																												
1967年10月28日03時42分	35度42分3秒	140度43分10秒	千葉県	飯岡町	F2~F3																																																																																																																																																												
発生日時	発生場所		Fスケール※2	総観場																																																																																																																																																													
	都道府県	市町村																																																																																																																																																															
1962年09月28日14時20分	北海道 宗谷支庁	東利尻町	(F2)	寒冷前線																																																																																																																																																													
1971年10月17日05時00分	北海道 留萌支庁	羽幌町	(F2)	寒気の移流																																																																																																																																																													
1974年10月03日19時05分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線																																																																																																																																																													
1974年10月20日15時00分	北海道 檜山支庁	檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線																																																																																																																																																													
1975年05月31日18時10分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流																																																																																																																																																													
1975年09月08日01時30分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧 暖気の移流																																																																																																																																																													
1979年11月02日01時58分	北海道 渡島支庁	松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧 温暖前線																																																																																																																																																													
1989年03月16日19時20分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	局地性じょう乱 寒気の移流																																																																																																																																																													
1990年04月06日02時55分	石川県	羽咋郡富来町	F2	オホーツク海低気圧 気圧の谷																																																																																																																																																													
1999年11月25日15時40分	秋田県	八森町	(F1~F2)	日本海低気圧 寒冷前線																																																																																																																																																													
<p>b. 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(V<sub>B2</sub>) 以下(a)~(e)の検討の結果、海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)を対象に算定したハザード曲線より、年超過確率10<sup>-5</sup>における風速は59m/sとした。</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「別添2-1」の2.3で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<sup>-5</sup>から一桁下げた年超過確率10<sup>-6</sup>における風速である76m/sをV<sub>B2</sub>とする。</p>	<p>(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(V<sub>B2</sub>)</p>	<p>(2) 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(V<sub>B2</sub>) 以下(a)~(e)の検討の結果、海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)を対象に算定したハザード曲線、<u>竜巻検討地域を海岸線に沿って1km範囲ごとに短冊状に細分化して算定したハザード曲線より、年超過確率10<sup>-5</sup>における風速はそれぞれ61m/s、62m/sである。</u> <u>また、使用した竜巻の統計データの不確実性については「別添2-1」で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<sup>-5</sup>から一桁下げた年超過確率10<sup>-6</sup>における風速とすると、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</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>竜巻最大風速のハザード曲線は、気象庁「竜巻等の突風データベース<sup>(2)</sup>」より竜巻検討地域における竜巻の観測記録を抽出・評価し、既往の算定法(Wen&amp;Chu 及び Garson et al.)に基づき算定する。具体的には、東京工芸大学委託成果<sup>(43)</sup>を参考とし、「別添2-1 添付資料2.3」に示すフローに従いハザード曲線を算定する。</p> <p>ハザード曲線は、竜巻検討地域の竜巻特性を適切に考慮できる海岸線から海側、陸側それぞれ5kmの範囲内で算定した。加えて、<u>竜巻検討地域を海岸線に沿って1km範囲ごとに短冊状に細分化した場合のハザード曲線も算定することにより、竜巻発生確認数のばらつきやFスケールの偏りの影響も検討した。</u></p> <p>(a) 竜巻影響エリアの設定 (a-1) 竜巻影響エリア 竜巻影響エリアは、<u>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。</u></p> <p>第2.2.2.2-1 図に柏崎刈羽原子力発電所6号炉の竜巻影響エリア、第2.2.2.2-2 図に7号炉の竜巻影響エリアを示す。竜巻影響エリアは、<u>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<math>7.1 \times 10^4 \text{m}^2</math>)として設定する。</u></p> <p>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>竜巻最大風速のハザード曲線は、<u>ガイドに従い、既往の算定方法に基づき、具体的には「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」<sup>(2)</sup>を参照して、算定する。本評価は、竜巻データの分析、竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率密度分布の算定、相関係数の算定、並びにハザード曲線の算定によって構成される。</u></p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線の算定は、<u>竜巻検討地域(海岸線から陸側及び海側それぞれ5kmの範囲)の評価及び竜巻検討地域を海岸線に沿って1km範囲ごとに短冊状に細分化した場合の評価の2とおりで算定し、そのうち大きな風速を設定する。</u></p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (2.3 : 1-24~37)】</p> <p>e. 竜巻影響エリアの設定</p> <p>竜巻影響エリアは、<u>発電所の評価対象施設の面積及び設置位置を考慮して、評価対象施設を包絡する円形のエリア(直径300m、面積約<math>7.1 \times 10^4 \text{m}^2</math>)として設定する。(第8.1-9 図)</u></p> <p>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 style="text-align: center;">【別添資料1 (2.3.5 : 1-32~33)】</p>	<p><u>78m/sとなる。</u></p> <p><u>以上より、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速<math>V_{B2}</math>は78m/sとする。</u></p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線は、<u>気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(2)</sup>より竜巻検討地域における竜巻の観測記録を抽出・評価し、既往の算定法(Wen&amp;Chu<sup>(41)</sup>及びGarson et. al<sup>(42)</sup>)に基づき算定する。具体的には、東京工芸大学委託成果<sup>(40)</sup>を参考とし、「別添2-1 添付資料2.3」に示すフローに従いハザード曲線を算定する。</u></p> <p>ハザード曲線は、<u>竜巻検討地域の竜巻特性を適切に考慮できる海岸線から海側、陸側それぞれ5kmの範囲内で算定した。加えて、竜巻検討地域において過去に発生した竜巻は、海上発生<sup>(40)</sup>のFスケール不明の竜巻が半数以上を占める偏った発生となっていることや竜巻発生確認数にばらつきがあることを踏まえ、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(平成25年6月19日 原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)」(以下、「ガイド」という。)に基づき、ハザード曲線に保守性をもたせるために竜巻検討地域を海岸線に沿って1km範囲ごとに短冊状に細分化した場合のハザード曲線も算定した。</u></p> <p>a. 竜巻影響エリアの設定 (a) 竜巻影響エリア 竜巻影響エリアは、<u>2号炉の竜巻影響評価対象施設を十分な余裕をもって包絡するエリアとして設定する。</u></p> <p>第2.2.2.2-1図に島根原子力発電所2号炉の竜巻影響エリアを示す。竜巻影響エリアは、<u>島根原子力発電所2号炉の評価対象施設を包絡する円形のエリア(直径450m、面積約<math>1.6 \times 10^5 \text{m}^2</math>)として設定する。</u></p> <p>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>の不確実性を踏まえ年超過確率<math>10^{-6}</math>を参照している</p> <p>・<math>V_{B2}</math>の設定方法の相違【柏崎6/7】 (同上)</p> <p>・竜巻影響エリアの相違【柏崎6/7, 東海第二】</p>

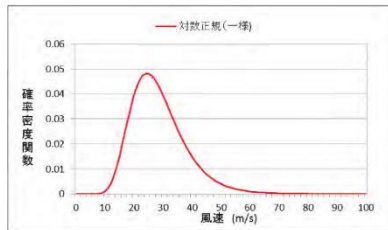
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="332 262 736 604" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="409 604 647 625" data-label="Caption"> <p>第2.2.2.2-1図 6号炉 竜巻影響エリア</p> </div> <div data-bbox="332 634 736 976" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="409 976 647 997" data-label="Caption"> <p>第2.2.2.2-2図 7号炉 竜巻影響エリア</p> </div> <p data-bbox="201 1060 920 1134">(a-2) 竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率分布並びに相関係数</p> <p data-bbox="201 1150 920 1449">竜巻検討地域における1961年1月～2012年6月までの51.5年間の竜巻の発生数、被害幅及び被害長さをもとに、確率密度分布については「<u>原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(平成25年6月19日原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)</u>」(以下「ガイド」という。)及びガイドが参考としている東京工芸大学委託成果<sup>(43)</sup>を参照し、対数正規分布に従うものとする。(第2.2.2.2-3図～第2.2.2.2-8図)</p> <p data-bbox="201 1465 920 1675">なお、疑似的な竜巻の作成において被害幅又は被害長さの情報が無い竜巻には、観測された竜巻と同程度の竜巻を想定し、それに相当する被害幅又は被害長さを与えている。その際は、被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることにより、保守的に評価を行う。</p>	<div data-bbox="1086 252 1567 703" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1231 724 1409 913" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1151 924 1507 955" data-label="Caption"> <p>第8.1-9図 竜巻影響エリア</p> </div> <div data-bbox="1329 970 1697 1003" data-label="Text"> <p>【別添資料1 (2.3.5 : 1-33)】</p> </div> <p data-bbox="1003 1060 1715 1134">d. 竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率分布並びに相関係数</p> <p data-bbox="1003 1150 1715 1360">竜巻検討地域における51.5年間の竜巻の発生数、被害幅及び被害長さを基に、確率密度分布についてはガイド及びガイドが参考としている「<u>竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究</u>」<sup>(2)</sup>を参照し、対数正規分布に従うものとする。(第8.1-6図～第8.1-8図)</p> <p data-bbox="1003 1465 1715 1764">なお、疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅又は被害長さの情報が無い竜巻には、<u>被害幅又は被害長さを有する竜巻の観測値を与えている</u>。その際は、被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることで、被害幅又は被害長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに、被害幅又は被害長さ0のデータについては計算に用いておらず、保守的な評価を行っている。</p> <p data-bbox="1003 1780 1715 1858">このように、前述のFスケール不明の竜巻の取扱い等も含め、データについては保守的な評価となる取扱いを行っ</p>	<div data-bbox="1855 252 2410 829" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1855 835 2380 867" data-label="Caption"> <p>第2.2.2.2-1図 島根2号炉竜巻影響エリア</p> </div> <p data-bbox="1774 1060 2507 1092">(b) 竜巻風速、被害幅及び被害長さの確率分布並びに相関係数</p> <p data-bbox="1774 1150 2507 1360">竜巻検討地域における1961年1月～2012年6月までの51.5年間の竜巻の発生数、被害幅及び被害長さを基に、確率密度分布についてはガイド及びガイドが参考としている東京工芸大学委託成果<sup>(40)</sup>を参照し、対数正規分布に従うものとする。(第2.2.2.2-2図～第2.2.2.2-7図)</p> <p data-bbox="1774 1465 2507 1675">なお、疑似的な竜巻の作成において被害幅又は被害長さの情報が無い竜巻には、<u>観測された竜巻と同程度の竜巻を想定し、それに相当する被害幅又は被害長さを与えている</u>。その際は、被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることにより、保守的に評価を行う。</p>	<p data-bbox="2537 882 2804 955">・竜巻影響エリアの相違 【柏崎6/7, 東海第二】</p>

また、1961年以降の観測データのみを用いて、竜巻風速、被害幅及び被害長さについて相関係数を求める。(第2.2.2.2-2表)

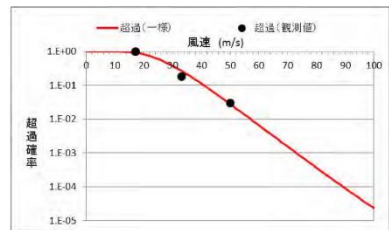
第2.2.2.2-2表 竜巻風速、被害幅、被害長さの相関係数(単位なし)

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

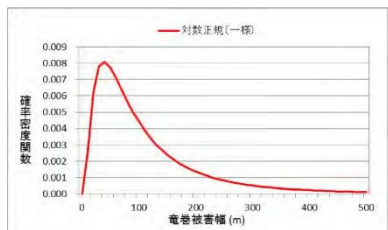
\*風速と被害幅は無相関との知見が得られたため、ハザード算定の際には、相関係数0として計算



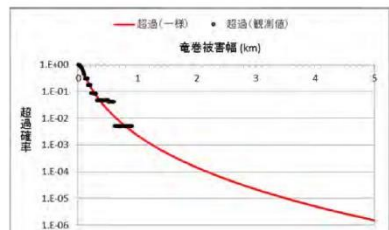
第2.2.2.2-3図 竜巻風速の確率密度分布



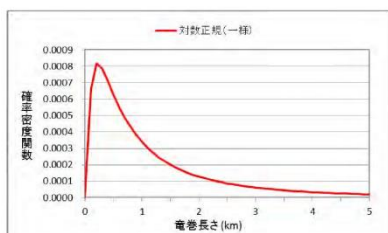
第2.2.2.2-4図 竜巻風速の超過確率分布



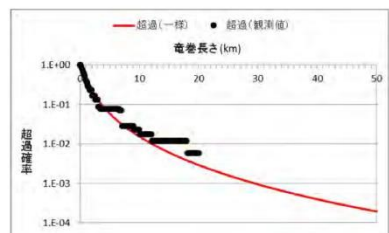
第2.2.2.2-5図 被害幅の確率密度分布



第2.2.2.2-6図 被害幅の超過確率分布



第2.2.2.2-7図 被害長さの確率密度分布



第2.2.2.2-8図 被害長さの超過確率分布

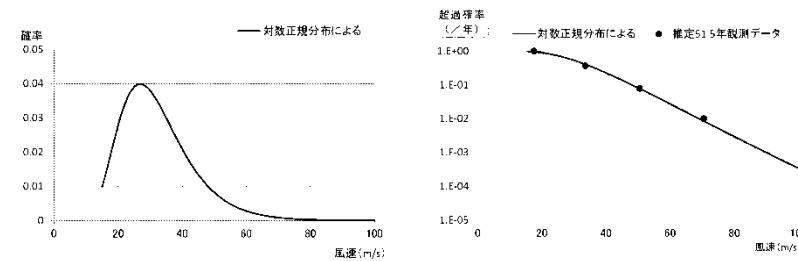
ている。

また、1961年以降の観測データのみを用いて、竜巻風速、被害幅及び被害長さについて相関係数を求める。(第8.1-4表)

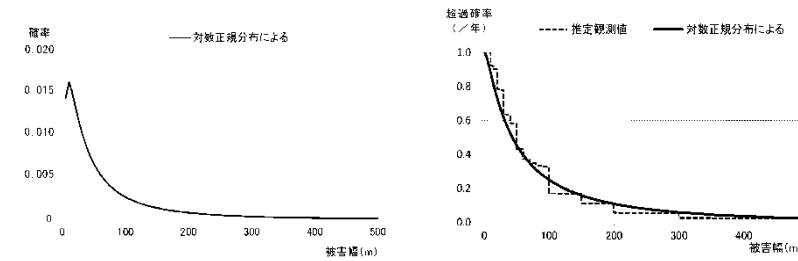
第8.1-4表 最大風速、被害幅及び被害長さの対数値の相関係数

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

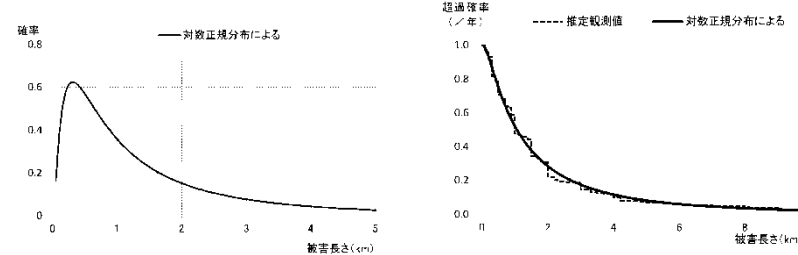
【別添資料1 (2.3.4 : 1-32)】



第8.1-6図 最大風速の確率密度分布(左)と超過確率分布(右)



第8.1-7図 被害幅の確率密度分布(左)と超過確率分布(右)



第8.1-8図 被害長さの確率密度分布(左)と超過確率分布(右)

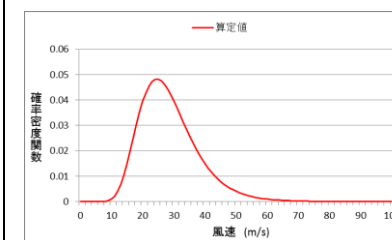
【別添資料1 (2.3.4 : 1-31)】

また、1961年以降の観測データのみを用いて、竜巻風速、被害幅及び被害長さについて相関係数を求める。(第2.2.2.2-2表)

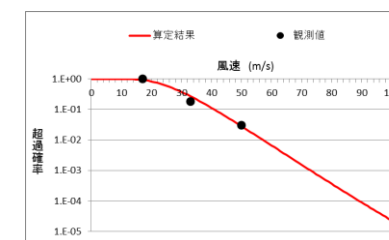
第2.2.2.2-2表 竜巻風速、被害幅及び被害長さの相関係数(単位なし)

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

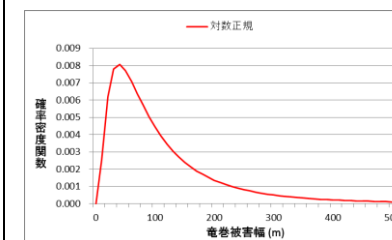
※風速と被害幅は無相関との知見が得られたため、ハザード算定の際には、相関係数0として計算



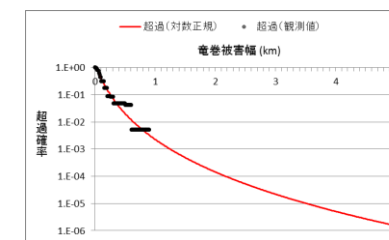
第2.2.2.2-2図 竜巻風速の確率密度分布



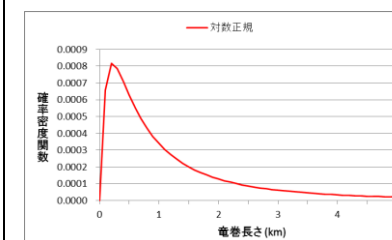
第2.2.2.2-3図 竜巻風速の超過確率分布



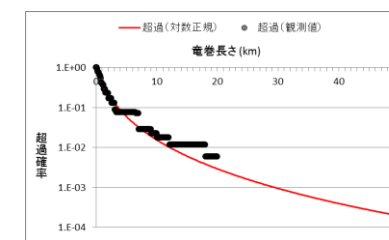
第2.2.2.2-4図 被害幅の確率密度分布



第2.2.2.2-5図 被害幅の超過確率分布



第2.2.2.2-6図 被害長さの確率密度分布



第2.2.2.2-7図 被害長さの超過確率分布

・竜巻検討地域の違いによる相違  
【東海第二】

・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
<p>(b) 竜巻の年発生数の確率分布の設定</p> <p>(b-1) 竜巻の年発生数の確率分布</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<sup>(43)</sup>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、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。</p> <p>(b-2) 竜巻の発生頻度の分析</p> <p>気象庁「竜巻等の突風データベース」をもとに、1961年1月～2012年6月までの51.5年間の統計量をFスケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつきを踏まえ、以下の①～③の基本的な考え方に基づいて整理を行う。</p> <p>① 被害が小さくて見過ごされやすいF0及びFスケール不明竜巻に対しては、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用いる。</p>	<p>c. 年発生数の確率密度分布の設定</p> <p>ハザード曲線の評価に当たって竜巻の発生がポアソン過程に従うと仮定し、使用する竜巻年発生数の確率密度分布はポリヤ分布を採用する。</p> <p>竜巻年発生数の確率分布の設定には、ポアソン分布とポリヤ分布が考えられる。</p> <p>ポアソン分布は、生起確率が正確に分らないまれな現象の場合に有用な分布である。一方、ポリヤ分布は、発生状況が必ずしも独立でないまれな現象（ある事象が生ずるのはまれであるが、一旦ある現象が発生するとその周囲にもその現象が生じやすくなる性質）の場合に有用な分布である（例えば、伝染病の発生件数）。台風や前線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状況が考えられるため、ポリヤ分布の方が実現象をより反映できると考えられる。</p> <p>また、国内を対象とした竜巻の年発生数の分布の適合性に関する検討結果は、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」<sup>(2)</sup>に示されており、陸上及び海上竜巻の両方の発生数について、ポリヤ分布の適合性がポアソン分布に比べて優れているとしている。</p> <p>発電所の竜巻検討地域で発生した竜巻を対象に、発生数に関するポアソン分布及びポリヤ分布の適合性を評価した結果、竜巻検討地域においても、ポリヤ分布の適合性がポアソン分布に比べて優れていることを確認している。</p> <p>【別添資料1 (2.3.3 : 1-28～29)】</p> <p>b. 竜巻の発生頻度の分析</p> <p>気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(1)</sup>をもとに、1961年～2012年6月までの51.5年間の統計量をFスケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつきを踏まえ、以下の(a)～(c)の基本的な考え方に基づいて整理を行う。</p> <p>(a) 被害が小さくて見過ごされやすいF0及びFスケール不明竜巻に対しては、観測体制が強化された2007年以降の年間発生数及び標準偏差を用いる。</p>	<p>b. 竜巻の年発生数の確率分布の設定</p> <p>(a) 竜巻の年発生数の確率分布</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<sup>(40)</sup>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、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。</p> <p>(b) 竜巻の発生頻度の分析</p> <p>気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>(2)</sup>をもとに、1961年1月～2012年6月までの51.5年間の統計量をFスケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつきを踏まえ、以下の①～③の基本的な考え方に基づいて整理を行う。</p> <p>① 被害が小さくて見過ごされやすいF0及びFスケール不明竜巻に対しては、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用いる。</p>	



- ② 被害が比較的軽微な F1 竜巻に対しては、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用いる。
- ③ 被害が比較的大きく見逃されることがないと考えられる F2 及び F3 竜巻に対しては、観測記録が整備された 1961 年以降の全期間の年間発生数や標準偏差を用いる。

また、F スケール不明の竜巻については、以下の取扱いを行う。

陸上で発生した竜巻（以下「陸上竜巻」という。）及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、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 F スケール不明の竜巻は、被害が少ない F0 竜巻とみなす。

海上で発生しその後上陸しなかった竜巻（以下「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「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各 F スケールに分類する。(第 2.2.2.2-3 表)

第 2.2.2.2-3 表 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
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	(含む不明)	
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	1186	
	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	

- (b) 被害が比較的軽微な F 1 竜巻に対しては、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用いる。
- (c) 被害が比較的大きく見逃されることがないと考えられる F 2 及び F 3 竜巻に対しては、観測記録が整備された 1961 年以降の全期間の年間発生数や標準偏差を用いる。

また、F スケール不明の竜巻については、以下の取扱いを行う。

陸上で発生した竜巻（以下「陸上竜巻」という。）及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、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 F スケール不明の竜巻は、被害が少ない F 0 竜巻とみなす。

海上で発生し、その後上陸しなかった竜巻（以下「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「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各 F スケールに分類する。その結果、F スケール不明の海上竜巻の取扱いにより、第 8.1-3 表のとおり観測実績に対して保守性を高めた評価としている。

【別添資料 1 (2.3.3 : 1-25~27)】

第 8.1-3 表 竜巻発生数の分析結果

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
					6	41	100	16	193	20	87	300
1961.1 ~2012.6 51.5年間	期間内総数	6	41	100	16	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			
1991.1 ~2012.6 21.5年間	期間内総数	1	15	72	16	131	15	86	235			
	平均値(個/年)	0.05	0.70	3.35	2.14	6.23	0.70	4.00	10.93			
2007.1 ~2012.6 5.5年間	期間内総数	0	1	12	31	41	9	63	116			
	平均値(個/年)	0.00	0.18	2.18	5.64	8.00	1.64	11.45	21.09			
疑似 51.5年間 の 竜巻 (全竜巻)	期間内総数	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 の 竜巻 (全竜巻)	期間内総数	12	82	345	749	1188						
	平均値(個/年)	0.23	1.59	6.70	14.54	23.07						
疑似 51.5年間 の 竜巻 (全竜巻)	期間内総数	0.46	1.33	2.87	6.69	7.42						
	平均値(個/年)	0.06	0.43	1.99	4.17	4.16	0.97	8.32	11.75			

【別添資料 1 (2.3.2 : 1-26)】

- ② 被害が比較的軽微な F1 竜巻に対しては、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用いる。
- ③ 被害が比較的大きく見逃されることがないと考えられる F2 及び F3 竜巻に対しては、観測記録が整備された 1961 年以降の全期間の年間発生数や標準偏差を用いる。

また、F スケール不明の竜巻については、以下の取扱いを行う。

陸上で発生した竜巻（以下「陸上竜巻」という。）及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、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 F スケール不明の竜巻は、被害が少ない F0 竜巻とみなす。

海上で発生しその後上陸しなかった竜巻（以下「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「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各 F スケールに分類する。(第 2.2.2.2-3 表)

第 2.2.2.2-3 表 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
			F0	F1	F2	F3	(陸上)	(海上)	(含む不明)	
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	1186	
	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	

・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
<p>(c) 竜巻最大風速の確率密度分布の設定</p> <p>(c-1) 竜巻最大風速の確率密度分布</p> <p>(a-2)に示すとおり、竜巻検討地域における 51.5 年間の竜巻の発生数、被害幅及び被害長さをもとに、確率密度分布については、ガイド及びガイドが参考としている東京工芸大学委託成果<sup>(43)</sup>を参照し、対数正規分布に従うものとする。</p> <p>(c-2) 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 全域の評価</p> <p>本評価では、竜巻検討地域外で発生して竜巻検討地域内に移動した陸上発生竜巻も発生数にカウントする。被害幅及び被害長さは、それぞれ被害全幅及び被害全長を用いる。</p> <p>(c-3) 1km 範囲に細分化した評価</p> <p>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(短冊内の竜巻の移動長さ)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。陸側 0-1km の長さで代用した場合、ハザードの風速は <u>58.4m/s</u> 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 <u>59~62m/s</u> の範囲となることから、基準値設定に影響しない。</p> <p>(d) 竜巻最大風速のハザード曲線の算定</p> <p>ハザード曲線は、T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる確率を求める。竜巻の年発生数の確率密度分布としてポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は式(1)<sup>(44)</sup>で示される。</p> $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-N-1/\beta} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (1)$ <p>ここで、 N : 竜巻の年発生数</p>	<p>a. 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲の評価</p> <p>本評価では、竜巻検討地域外で発生して竜巻検討地域内に移動した陸上発生竜巻も発生数にカウントする。被害幅及び被害長さは、それぞれ被害全幅及び被害全長を用いる。 【別添資料 1 (2.3.2 : 1-24)】</p> <p>g. 1km 範囲に細分化した評価</p> <p>1km 範囲ごとに細分化した評価は、1km 幅は変えずに順次ずらして移動するケース(短冊ケース)を設定して評価する。評価の条件として、被害幅及び被害長さは、それぞれ <u>1km 範囲内の被害幅及び被害長さ</u>を用いている。上記評価条件に基づいて、海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲の評価と同様の方法でハザード曲線を算定する。 これら算定したハザード曲線より、年超過確率 <math>10^{-5}</math> における風速を求めると、<u>陸側 3km~4km を対象とした場合の 80m/s が最大となる。</u>(第 8.1-11 図) 【別添資料 1 (2.3.6 : 1-36~37)】</p> <p>f. ハザード曲線の算定</p> <p>T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる確率を求め、ハザード曲線を求める。 前述のとおり、竜巻の年発生数の確率密度分布としてポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は式(a)<sup>(4)</sup>で示される。</p> $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-(N+1/\beta)} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (a)$ <p>ここで、 N : 竜巻の年発生数</p>	<p>c. 竜巻最大風速の確率密度分布の設定</p> <p>(a) 竜巻最大風速の確率密度分布</p> <p>a. (b)に示すとおり、竜巻検討地域における 51.5 年間の竜巻の発生数、被害幅及び被害長さをもとに、確率密度分布については、ガイド及びガイドが参考としている東京工芸大学委託成果<sup>(40)</sup>を参照し、対数正規分布に従うものとする。</p> <p>(b) 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 全域の評価</p> <p>本評価では、竜巻検討地域外で発生して竜巻検討地域内に移動した陸上発生竜巻も発生数にカウントする。被害幅及び被害長さは、それぞれ被害全幅及び被害全長を用いる。</p> <p>(c) 1km 範囲に細分化した評価</p> <p>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(短冊内の竜巻の移動長さ)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 短冊の値などを代用する方法を用いて評価した。陸側 0-1km の長さで代用した場合、ハザードの風速は <u>61.4m/s</u> 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 <u>62~64m/s</u> の範囲となることから、基準値設定に影響しない。</p> <p>d. 竜巻最大風速のハザード曲線の算定</p> <p>ハザード曲線は、T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる確率を求める。竜巻の年発生数の確率密度分布としてポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は式(1)<sup>(41)</sup>で示される。</p> $P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-N-1/\beta} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (1)$ <p>ここで、 N : 竜巻の年発生数</p>	<p>備考</p> <p>・算定結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 ・セグメント長さの影響 検討の相違 【東海第二】 島根 2 号炉は、海側 0-1km において被害長さが極端に短い分布形となっており、推定精度に疑問が残ることから、セグメント長さの取り方による影響検討を行っている</p>

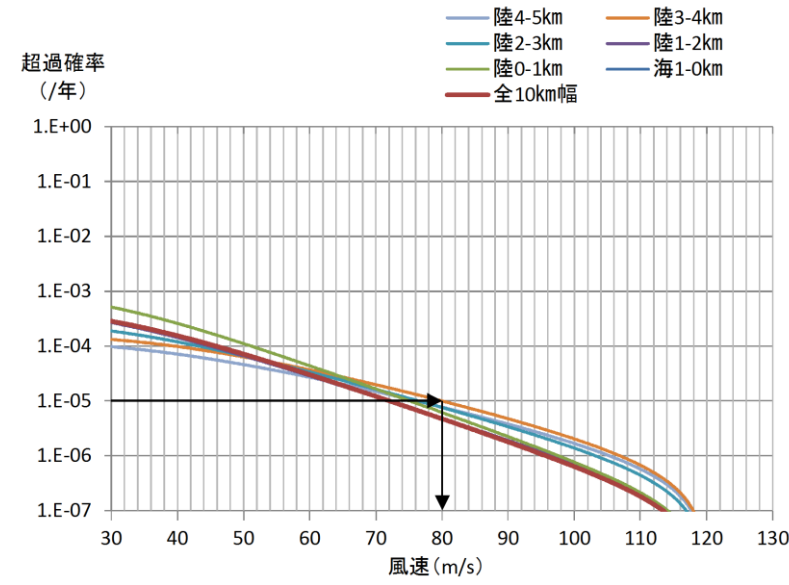
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>v : 竜巻の年平均発生数 T : 年数</p> <p>βは分布パラメータであり式(2)で示される。</p> $\beta = \left( \frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (2)$ <p>ここで, σ : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>Dをリスク評価対象構造物が風速V<sub>0</sub>以上の竜巻に遭遇する事象と定義し, R(V<sub>0</sub>)を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<sub>0</sub>以上となる確率と定義すると, T年以内にいずれかの竜巻に遭遇し, かつ竜巻風速がV<sub>0</sub>以上となる確率は式(3)で示される。</p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta v R(V_0) T]^{-1/\beta} \quad (3)$ <p>このR(V<sub>0</sub>)は, 竜巻影響評価の対象地域の面積をA<sub>0</sub>(つまり竜巻検討地域の面積約33,395km<sup>2</sup>), 1つの竜巻の風速がV<sub>0</sub>以上となる面積をDA(V<sub>0</sub>)とすると式(4)で示される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (4)$ <p>ここで, E[DA(V<sub>0</sub>)]は, DA(V<sub>0</sub>)の期待値を意味する。</p> <p>本評価では, 以下のようにしてDA(V<sub>0</sub>)の期待値を算出し, 式(4)によりR(V<sub>0</sub>)を推定して, 式(3)によりP<sub>v<sub>0</sub>,T</sub>(D)を求める。風速をV, 被害幅w, 被害長さl, 移動方向α及び構造物の寸法をA,Bとし, f(V, w, l)等の同時確率密度関数を用いると, DA(V<sub>0</sub>)の期待値は式(5)で示される。<sup>(45)</sup></p>	<p>v : 竜巻の年平均発生数 T : 年数</p> <p>βは、分布パラメータであり式 (b) で示される。</p> $\beta = \left( \frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (b)$ <p>ここで, σ : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>竜巻影響評価の対象となる構造物が風速V<sub>0</sub>以上の竜巻に遭遇する事象をDと定義し, 竜巻影響評価の対象構造物が1つの竜巻に遭遇し, その竜巻の風速がV<sub>0</sub>以上となる確率をR(V<sub>0</sub>)としたとき, T年以内にいずれかの竜巻に遭遇し, かつ竜巻風速がV<sub>0</sub>以上となる確率は式 (c) で示される。</p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta v R(V_0) T]^{-1/\beta} \quad (c)$ <p>このR(V<sub>0</sub>)は, 竜巻影響評価の対象地域の面積をA<sub>0</sub>(つまり竜巻検討地域の面積約57,000km<sup>2</sup>), 1つの竜巻の風速がV<sub>0</sub>以上となる面積をDA(V<sub>0</sub>)とすると式 (d) で示される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (d)$ <p>ここで, E[DA(V<sub>0</sub>)]は, DA(V<sub>0</sub>)の期待値を意味する。</p> <p>本評価では, 以下のようにしてDA(V<sub>0</sub>)の期待値を算出し, 式 (d) によりR(V<sub>0</sub>)を推定し, 式 (c) によりP<sub>v<sub>0</sub>,T</sub>(D)を求める。風速をV, 被害幅をw, 被害長さをl, 移動方向をαとし, f(V, w, l)等の同時確率密度関数を用いると, DA(V<sub>0</sub>)の期待値は式 (e) <sup>(5)</sup> で</p>	<p>v : 竜巻の年平均発生数 T : 年数</p> <p>βは分布パラメータであり式(2)で示される。</p> $\beta = \left( \frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (2)$ <p>ここで, σ : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>Dをリスク評価対象構造物が風速V<sub>0</sub>以上の竜巻に遭遇する事象と定義し, R(V<sub>0</sub>)を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<sub>0</sub>以上となる確率と定義すると, T年以内にいずれかの竜巻に遭遇し, かつ竜巻風速がV<sub>0</sub>以上となる確率は式(3)で示される。</p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta v R(V_0) T]^{-1/\beta} \quad (3)$ <p>このR(V<sub>0</sub>)は, 竜巻影響評価の対象地域の面積をA<sub>0</sub>(つまり竜巻検討地域の面積約33,395km<sup>2</sup>), 1つの竜巻の風速がV<sub>0</sub>以上となる面積をDA(V<sub>0</sub>)とすると式(4)で示される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (4)$ <p>ここで, E[DA(V<sub>0</sub>)]は, DA(V<sub>0</sub>)の期待値を意味する。</p> <p>本評価では, 以下のようにしてDA(V<sub>0</sub>)の期待値を算出し, 式(4)によりR(V<sub>0</sub>)を推定して, 式(3)によりP<sub>v<sub>0</sub>,T</sub>(D)を求める。風速をV, 被害幅w, 被害長さl, 移動方向α及び構造物の寸法をA,Bとし, f(V, w, l)等の同時確率密度関数を用いると, DA(V<sub>0</sub>)の期待値は式(5)で示される。<sup>(42)</sup></p>	<p>備考</p> <p>・竜巻検討地域の違いによる相違 【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>ここで、<math>W(V_0)</math>は竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる幅であり、式(6)で示される。</p> <p><math>H(\alpha)</math>及び<math>G(\alpha)</math>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リスク評価対象構造物を投影したときの長さであり、式(7)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + AB \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (5)$ $W(V_0) = \left( \frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w \quad (6)$ <p>ここで、  <math>V_{\min}</math> : 被害幅 <math>w</math> 内の最小竜巻風速  <math>V_0</math> : 被害が発生する最小風速</p> $H(\alpha) = B  \sin \alpha  + A  \cos \alpha $ $G(\alpha) = A  \sin \alpha  + B  \cos \alpha  \quad (7)$ <p>本評価ではリスク評価対象構造物を円形構造物（竜巻影響エリア）で設定しているため、<math>H(\alpha)</math>、<math>G(\alpha)</math>ともに竜巻影響エリアの直径 <u>300m</u> で一定（竜巻の移動方向に依存しない）となる。円の直径を <math>D_0</math> とした場合の計算式は式(8)で示される。</p>	<p>示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + S \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (e)$ <p>ここで、<math>H(\alpha)</math> 及び <math>G(\alpha)</math> 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評価対象構造物を投影した時の長さである。<u>竜巻影響エリアを円形で設定しているため、<math>H(\alpha)</math> 及び <math>G(\alpha)</math> ともに竜巻影響エリアの直径 <u>300m</u> で一定（竜巻の移動方向に依存しない）となる。<math>S</math>は竜巻影響エリアの面積（直径 <u>300m</u> の円の面積：約 <math>7.1 \times 10^4 \text{m}^2</math>）を表わす。円の直径を <math>D_0</math> とした場合の計算式は、式(f)で示される。</u></p>	$E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^{2\pi} \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + AB \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (5)$ <p>ここで、<math>W(V_0)</math>は竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる幅であり、式(6)で示される。</p> <p><math>H(\alpha)</math>及び<math>G(\alpha)</math>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リスク評価対象構造物を投影した時の長さであり、式(7)で示される。</p> $W(V_0) = \left( \frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w \quad (6)$ <p>ここで、  <math>V_{\min}</math> : 被害幅 <math>w</math> 内の最小竜巻風速  <math>V_0</math> : 被害が発生する最小風速</p> $H(\alpha) = B  \sin \alpha  + A  \cos \alpha $ $G(\alpha) = A  \sin \alpha  + B  \cos \alpha  \quad (7)$ <p>本評価ではリスク評価対象構造物を円形構造物（竜巻影響エリア）で設定しているため、<math>H(\alpha)</math>、<math>G(\alpha)</math>ともに竜巻影響エリアの直径 <u>450m</u> で一定（竜巻の移動方向に依存しない）となる。円の直径を <math>D_0</math> とした場合の計算式は式(8)で示される。</p>	<p>備考</p> <p>・評価対象構造物の配置による相違  <b>【柏崎 6/7, 東海第二】</b></p>

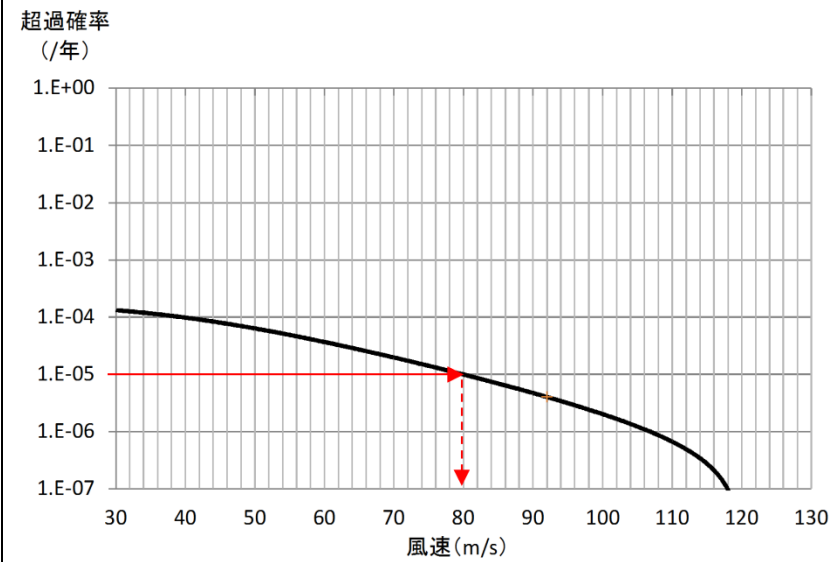


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
$E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ D_0^2 \pi \int_0^\infty f(V) dV$ <p><math>V_{min}</math> 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。人家に被害が出始める」とされている。</p> <p>以上より、これらの風速を包括するよう、<math>V_{min}=25m/s</math> とした。この値は、F0 (17 ~ 32m/s) のほぼ中央値に相当する。</p>	$E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty f(V, l) dV dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw + (\pi D_0^2 / 4) \int_0^\infty f(V) dV$ <p>(f)</p> <p>また、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>なお、<math>W(V_0)</math> は竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる幅であり、式 (g) (5) (6) で示される。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 (被害幅の端ほど風速が小さくなる) ことが考慮されている。</p> $W(V_0) = \left( \frac{V_{min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w$ <p>(g)</p> <p>ここで、係数の 1.6 について、既往の研究では、例えば 0.5 又は 1.0 などの値も提案されている。ガイドにて参照している Garson et al. (6) では、観測値が不十分であるため保守的に 1.6 を用いることが推奨されており、本評価でも 1.6 を用いる。</p> <p><math>V_{min}</math> は、竜巻被害が発生する最小風速であり、Garson は Gale intensity velocity と呼ばれ、被害が発生し始める風速に位置付けられる (Gale とは非常に強い風の意)。Garson et al. (6) では、<math>V_{min}</math> は = 40mph ≒ 18m/s (1mph ≒ 1.61km/h) を提案している。米国の気象局 (National Weather Service) では、34 ノット ~ 47 ノット (17.5m/s ~ 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, 17.2m/s ~ 20.7m/s), 風力9は大強風 (strong gale, 20.8m/s ~ 24.4m/s) と分類されており風力9では「屋根瓦が飛ぶ。人家に被害が出始める」とされている。</p> <p>以上を参考とし、<math>V_{min}=25m/s</math> とした。この値は、F0 (17m/s ~ 32m/s) のほぼ中央値に相当する。</p>	$E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w, l) dV dw dl$ $+ D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw$ $+ (D_0^2 \pi / 4) \int_0^\infty f(V) dV$ <p>(8)</p> <p><math>V_{min}</math> 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。人家に被害が出始める」とされている。</p> <p>以上より、これらの風速を包括するよう、<math>V_{min}=25m/s</math> とした。この値は、F0 (17 ~ 32m/s) のほぼ中央値に相当する。</p>	

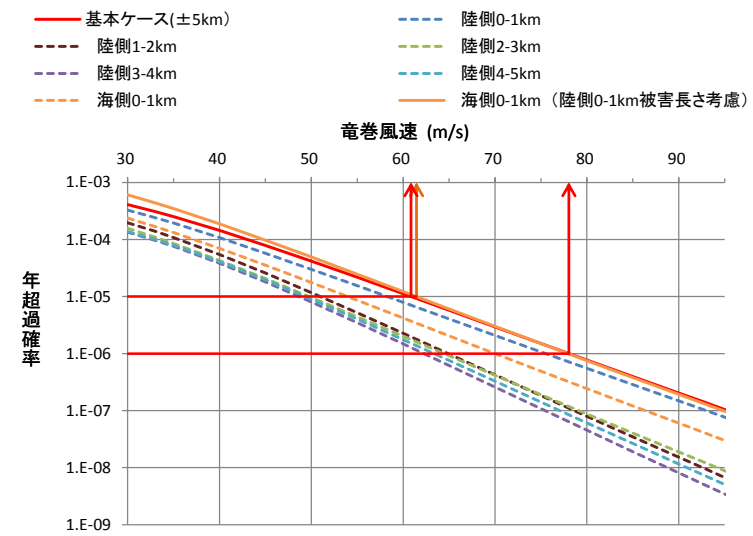
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>(e) 年超過確率(<math>P_{B2}</math>)に対応する最大風速(<math>V_{B2}</math>)の算定</p> <p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)を対象に算定したハザード曲線より、年超過確率<math>10^{-5}</math>における風速を求めると第2.2.2.2-9図に示すとおり<u>59m/s</u>となった。</p> <p>また、年超過確率を<math>10^{-5}</math>から一桁下げた年超過確率<math>10^{-6}</math>における風速(<math>V_{B2}</math>)を求めると76 m/sとなった。</p> <p>なお、1km範囲ごとに短冊状に細分化した場合のハザード曲線については、算出を実施したものの、その技術的説明性が乏しいと考え、<math>V_{B2}</math>の設定には使用しないものとした。(別添2-1 添付資料2.3(参考資料3))</p>	<p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5km範囲を対象に算定したハザード曲線より、年超過確率<math>10^{-5}</math>における風速を求めると、<u>73m/s</u>となる。(第8.1-10図)</p> <p>【別添資料1(2.3.6:1-34~36)】</p> <p>h. 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)</p> <p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)の評価と1km範囲ごとに細分化した評価を比較して、竜巻最大風速のハザード曲線により設定する最大風速<math>V_{B2}</math>は、ガイドを参考に年超過確率<math>10^{-5}</math>に相当する風速とし、<u>80m/s</u>とする。(第8.1-12図)</p> <p>【別添資料1(2.3.7:1-37)】</p> <div data-bbox="1020 1066 1620 1528" data-label="Figure"> </div> <p>第8.1-10図 竜巻最大風速のハザード曲線(海側, 陸側5km範囲)</p> <p>【別添資料1(2.3.6:1-36)】</p>	<p>e. 年超過確率(<math>P_{B2}</math>)に対応する最大風速(<math>V_{B2}</math>)の算定</p> <p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)を対象に算定したハザード曲線、1km範囲ごとに短冊状に細分化して算定したハザード曲線より、年超過確率<math>10^{-5}</math>における風速を求めると第2.2.2.2-8図に示すとおりそれぞれ<u>60.8m/s</u>、<u>61.4m/s</u>となった。</p> <p>また、年超過確率<math>10^{-5}</math>から一桁下げた年超過確率<math>10^{-6}</math>における風速を求めると第2.2.2.2-8図に示すとおり陸側及び海側5km全域での評価、1km範囲ごとに細分化した評価ともに<u>78.0m/s</u>となった。</p> <p>以上より、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速<math>V_{B2}</math>は<u>78m/s</u>とする。</p>	<p>・<math>V_{B2}</math>の設定方法の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は<math>V_{B2}</math>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】</p> <p>島根2号炉はデータの不確実性を踏まえ年超過確率<math>10^{-6}</math>を参照している</p> <p>・算定結果の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p>



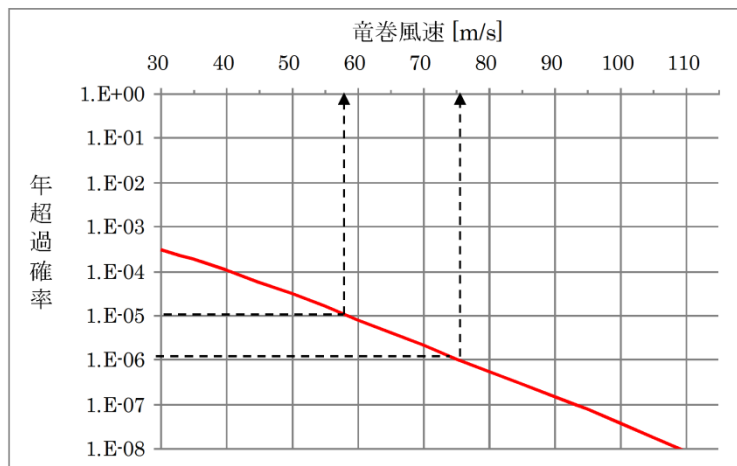
第 8.1-11 図 竜巻検討地域を 1km 幅ごとに細分化した場合のハザード曲線  
【別添資料 1 (2.3.6 : 1-37)】



第 8.1-12 図 竜巻最大風速のハザード曲線  
【別添資料 1 (2.3.9 : 1-41)】



第2.2.2-8図 竜巻最大風速のハザード曲線



第 2.2.2-9 図 竜巻最大風速のハザード曲線 (海側, 陸側 5km 範囲)

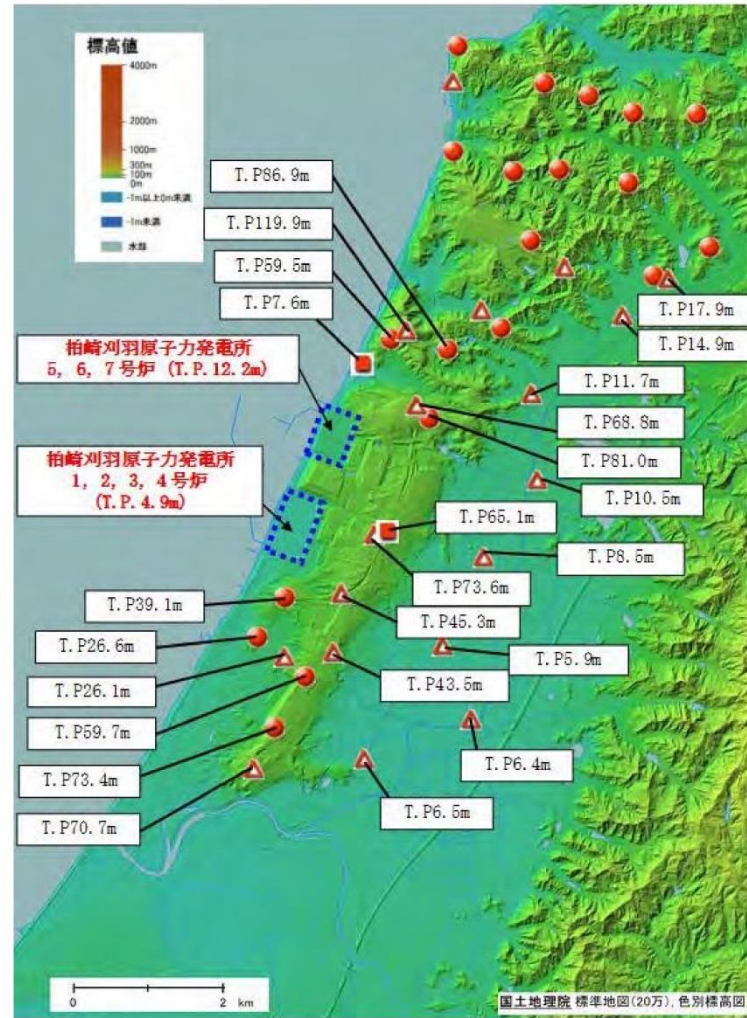
・算定結果の相違  
【柏崎 6/7, 東海第二】

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>c. 基準竜巻の最大風速(<math>V_B</math>)</p> <p>過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}=69\text{ m/s}</math> 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}=76\text{ m/s}</math> のうち、大きい風速である <u>76m/s</u> を柏崎刈羽原子力発電所における基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> とする。</p> <p>2.2.2.3 設計竜巻の設定</p> <p>(1) 設計竜巻の最大風速(<math>V_D</math>)の設定</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。</p> <p>a. 地形効果による竜巻風速への影響</p> <p>地形効果が竜巻強度に及ぼす影響に関する知見として、(a) 地形起伏による影響、(b) 地表面粗度による影響、について既往の研究において示されており、その知見を踏まえ、<u>柏崎刈羽原子力発電所周辺の地形効果による竜巻の増幅可能性について検討する。</u>また、既往の研究に基づく地形起伏及び地表面粗度による影響に関する知見の詳細については、「別添2-1 添付資料2.4」に示す。</p> <p>(a) 地形起伏による影響<sup>(46)~(48)</sup></p> <p>竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、竜巻の渦が上り斜面を移動するとき、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動するときには強まる。</p> <p>(b) 地表面粗度による影響<sup>(49)~(63)</sup></p> <p>風は地表面の細かな凸凹が与える摩擦抵抗の影響を受けやすく、風速は、地表面において0となり上空に向かうにつれて増</p>	<p>(3) 基準竜巻の最大風速の設定</p> <p>過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}=92\text{ m/s}</math> 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}=80\text{ m/s}</math> より、<u>発電所における基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> は <math>92\text{ m/s}</math> とする。</u></p> <p>【別添資料1 (2.3.9 : 1-41)】</p> <p>8.1.3 設計竜巻の最大風速の設定</p> <p>発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。</p> <p>(1) 発電所周辺の地形</p> <p><u>発電所敷地周辺の地形を第8.1-13図に示す。</u></p> <p>竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、竜巻の渦が上り斜面を移動する時、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動する時には強まる。</p>	<p>(3) 基準竜巻の最大風速</p> <p>過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}=69\text{ m/s}</math> 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}=78\text{ m/s}</math> のうち、<u>大きい風速である <math>78\text{ m/s}</math> を島根原子力発電所における基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> とする。</u></p> <p>2.2.2.3 設計竜巻の設定</p> <p>(1) 設計竜巻の最大風速(<math>V_D</math>)の設定</p> <p>島根原子力発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。</p> <p>a. 地形効果による竜巻風速への影響</p> <p>地形効果が竜巻強度に及ぼす影響に関する知見として、(a) 地形起伏による影響、(b) 地表面粗度による影響、について既往の研究において示されており、その知見を踏まえ、<u>島根原子力発電所周辺の地形効果による竜巻の増幅可能性について検討する。</u>また、既往の研究に基づく地形起伏及び地表面粗度による影響に関する知見の詳細については、「別添2-1 添付資料2.4」に示す。</p> <p>(a) 地形起伏による影響<sup>(43)~(48)</sup></p> <p>竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、竜巻の渦が上り斜面を移動するとき、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動するときには強まる。</p> <p>(b) 地表面粗度による影響<sup>(49)~(60)</sup></p> <p>風は地表面の細かな凸凹が与える摩擦抵抗の影響を受けやすく、風速は、地表面において0となり上空に向かうにつれて増加</p>	<p>・ <math>V_{B1}</math> 及び <math>V_{B2}</math> の違いによる基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> の相違</p> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・ <math>V_D</math> の設定方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、竜巻の移動方向を踏まえた地形効果の影響を把握するため、竜巻の移動方向を考慮している</p> <p>・ 地形効果による影響の検討方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は既往の知見を踏まえて、地形効果として地形起伏に加えて地表面粗度の影響を考慮している</p> <p>・ 地形効果による影響の検討方法の相違</p> <p>【東海第二】</p>

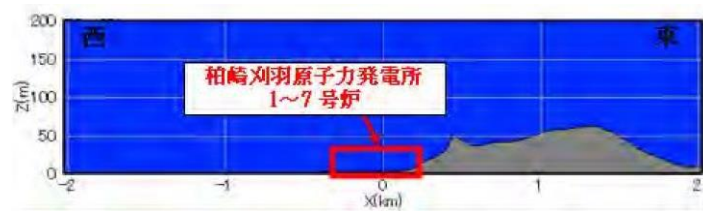
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>加する。地表面粗度は竜巻の旋回流を減衰させる効果を有し、地表面粗度の構成物が飛来物として運動することで風速が減衰することも示唆されていることから、地表面粗度の増加とともに竜巻に起因する強風の風速を低下させるといえる。</p> <p>b. <u>柏崎刈羽原子力発電所周辺の地形</u>  <u>柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の地形を第2.2.2.3-1図、柏崎刈羽原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏を第2.2.2.3-2図、柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の地表面粗度を第2.2.2.3-3図に示す。発電所が立地する敷地は、北西が日本海に面し、三方を森林に囲まれた標高60m前後のなだらかな丘陵地である。</u></p> <p>c. <u>竜巻の移動方向の分析</u>  <u>柏崎刈羽原子力発電所の周辺地域を対象に竜巻の移動方向に関する分析を行う。なお、分析の対象とする地域は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説<sup>(1)</sup>」に示されている竜巻集中地域を参考に、<u>集中地域③(青森県日本海側～山形県)、④(新潟県・富山県)及び⑤(石川県西部～福井県北西部)</u>とした。</u>  <u>第2.2.2.3-4図に<u>竜巻集中地域④</u>周辺で発生した竜巻の移動方向、第2.2.2.3-5図に<u>竜巻集中地域③、④及び⑤</u>において過去に発生した竜巻の移動方向の頻度を分析した結果を示す。竜巻の移動方向の分析の結果、<u>柏崎刈羽原子力発電所周辺で発生する竜巻は、陸側から海側(東から西)に向かう竜巻は極めて少なく、発電所西方の海上から東方向(陸側)へ向かう方向が多い。</u></u></p> <p>d. <u>竜巻風速の増幅に関する検討</u>  (a) <u>地形起伏による竜巻増幅</u>  <u>柏崎刈羽原子力発電所周辺で発生する竜巻は、地形が平坦な海側から発電所敷地に進入する可能性が高く発電所敷地自体も平坦であるため竜巻が増幅することはないと考えられる。万が一発電所敷地外の東側(例えば刈羽村の平地)で竜巻が発生し、その竜巻が海側に向かって移動し、発電所敷地内に進入した場合、竜</u></p>	<p>発電所が立地する敷地周辺は、最大でも標高40m程度のなだらかな地形であり、発電所周辺で発生する竜巻は、敷地周辺の地形において、竜巻渦の旋回強度に影響を及ぼすと考えられるマイクロスケール(数百m)規模の起伏は認められないことから、地形効果による竜巻の増幅の可能性は低いとす</p>	<p>する。地表面粗度は竜巻の旋回流を減衰させる効果を有し、地表面粗度の構成物が飛来物として運動することで風速が減衰することも示唆されていることから、地表面粗度の増加とともに竜巻に起因する強風の風速を低下させるといえる。</p> <p>b. <u>島根原子力発電所周辺の地形</u>  <u>島根原子力発電所敷地周辺の地形を第2.2.2.3-1図、島根原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏を第2.2.2.3-2図、島根原子力発電所敷地周辺の地表面粗度を第2.2.2.3-3図に示す。発電所が立地する敷地は、北側を輪谷湾に面し、他の三方を山で囲まれている。</u></p> <p>c. <u>竜巻の移動方向の分析</u>  <u>島根原子力発電所の周辺地域を対象に竜巻の移動方向に関する分析を行う。なお、分析の対象とする地域は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説<sup>(1)</sup>」に示されている竜巻集中地域を参考に、<u>集中地域⑥(鳥取県の一部)及び⑦(島根県の一部)</u>とした。</u>  <u>第2.2.2.3-4図に<u>竜巻集中地域⑥及び⑦</u>で発生した竜巻の移動方向、第2.2.2.3-5図に<u>竜巻集中地域⑥及び⑦</u>で発生した竜巻の移動方向の頻度を分析した結果を示す。竜巻の移動方向の分析の結果、<u>島根原子力発電所周辺で発生する竜巻は、その大部分が海上又は沿岸部で発生しており、その移動方向は東に向かう頻度が高いことが確認できる。また、島根原子力発電所が立地する竜巻集中地域⑦では、発電所北方の海上から南(陸側)へ向かう頻度が高いことが確認できる。</u></u></p> <p>d. <u>竜巻風速の増幅に関する検討</u>  (a) <u>地形起伏による竜巻増幅</u>  <u>島根原子力発電所周辺で発生する竜巻は、発電所北方または西方の海上あるいは沿岸部で発生し、竜巻が発電所の北方で発生し南方向(陸側)へ移動する場合には、地形が平坦な海側から発電所敷地に進入することとなり、発電所敷地自体も平坦であるため竜巻が増幅することはないと考えられる。また、発電</u></p>	<p>(同上)</p> <p>・<math>V_0</math>の設定方法の相違【東海第二】  (2.2.2.3(1)と同じ)</p> <p>・竜巻集中地域の相違【柏崎6/7】</p> <p>・竜巻集中地域の相違【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>巻はなだらかな丘陵を通過する。この場合、丘陵がなだらかであるため、地形効果による竜巻の増幅はない。</u></p> <p>(b) 地表面粗度による竜巻増幅  <u>柏崎刈羽原子力発電所周辺では、発電所西方の海上から東方向（陸側）へ向かう竜巻の発生が極めて多く、竜巻が海上から陸側に移動する際には、地表面粗度の小さい海上から粗度の大きな陸上に上陸するため、粗度により減衰するものと考えられる。</u></p> <p>e. 設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math>            以上のことから、柏崎刈羽原子力発電所では、地形効果による竜巻の増幅を考慮しない。一方、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> は F3 の風速範囲の上限値 92m/s とする。</p>	<p><u>る。</u></p> <p>【別添資料 1 (2.4.1 (2) : 1-43~44)】</p> <p>(2) 設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math>            発電所では、地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要はないと考えるが、<u>現状では竜巻の観測数等のデータが十分とまでは言い切れず、不確実性があることを考慮し、設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> は、基準竜巻の最大風速 92m/s を安全側に切り上げた 100m/s とする。</u></p> <p>【別添資料 1 (2.4.1 (3) : 1-44)】</p>	<p><u>所西方で発生する竜巻は、上り斜面・下り斜面の影響をほぼ同程度受け発電所敷地に進入する可能性が高く発電所敷地はほぼ平坦であるため竜巻が増幅することはないと考えられる。万が一発電所敷地外の南側（例えば鹿島町の平地）で竜巻が発生し、その竜巻が海側に向かって移動し、発電所敷地内に進入した場合、竜巻は山を越える必要がある。この場合の地形効果による増幅は、山の上り勾配と下り勾配で相殺される。</u></p> <p>(b) 地表面粗度による竜巻増幅  <u>島根原子力発電所周辺では、竜巻の移動経路となり得る発電所西方に着目すると森林などに相当する粗度区分Ⅲの領域が 2km 以上にわたり存在していることから、粗度による減衰効果が期待できる。発電所北方または西方の海上あるいは沿岸から南または東方向へ向かう竜巻が極めて多く、発電所北方の海上で発生した竜巻が南方向へ移動する場合には、地表面粗度の小さい海上から粗度の大きな陸上に上陸するため、粗度により減衰するものと考えられる。</u></p> <p>e. 設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math>            以上のことから、島根原子力発電所では、地形効果による竜巻の増幅を考慮しない。一方、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、<u><math>V_D</math> の値が F3 の風速範囲 (70~92m/s) にあることから設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> は F3 の風速範囲の上限値 92m/s とする。</u></p>	<p>備考</p> <p>・地形効果による影響の検討方法の相違  <b>【東海第二】</b>            (2.2.2.3(1)a. と同じ)</p> <p>・<math>V_D</math> の設定方法の相違  <b>【東海第二】</b>            島根 2 号炉は <math>V_D</math> の設定において将来的な気候変動を考慮している</p>

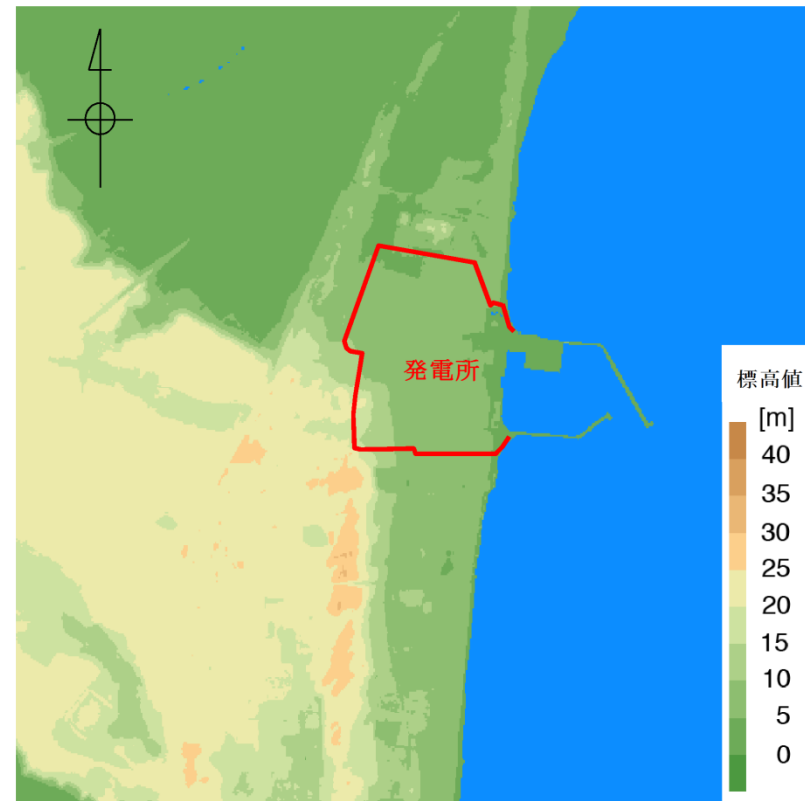




第 2. 2. 2. 3-1 図 柏崎刈羽原子力発電所周辺の地形  
(国土地理院「電子国土Web」より作成)

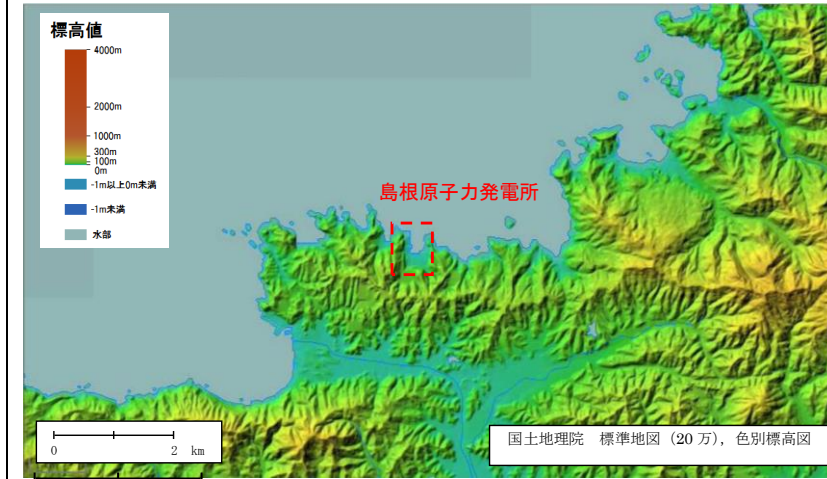


第 2. 2. 2. 3-2 図 柏崎刈羽原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏

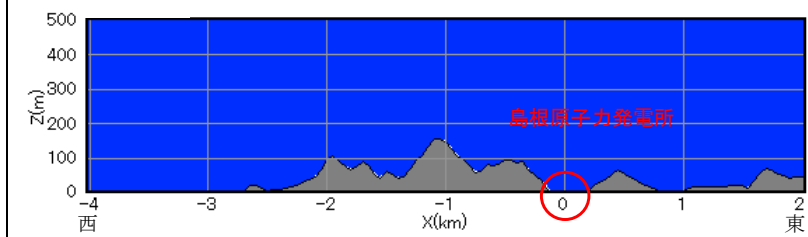


第 8. 1-13 図 発電所を中心とした東西 3km×南北 3km の地形  
(国土地理院 5m メッシュ標高データに加筆)

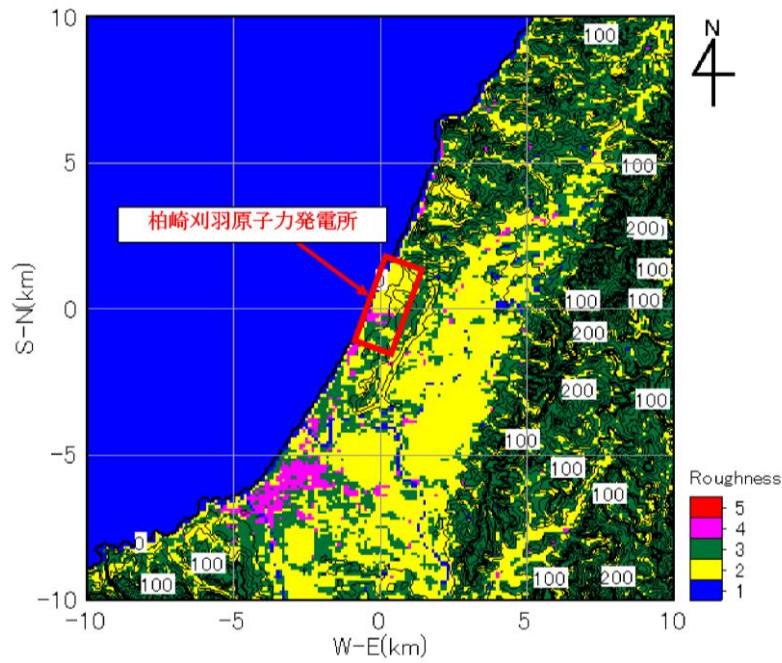
【別添資料 1 (2. 4. 1 : 1-44)】



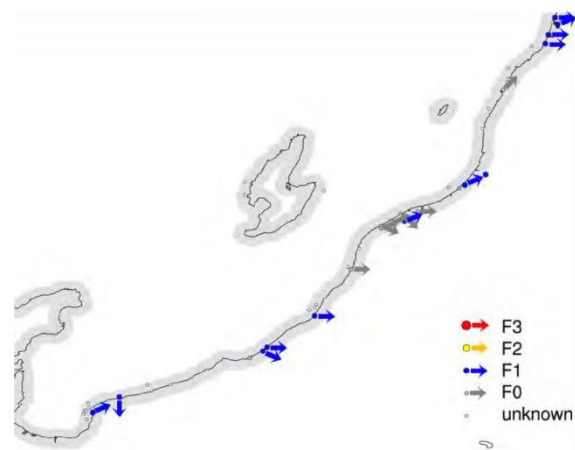
第2. 2. 2. 3-1図 島根原子力発電所周辺の地形  
(国土地理院「電子国土Web」より作成)



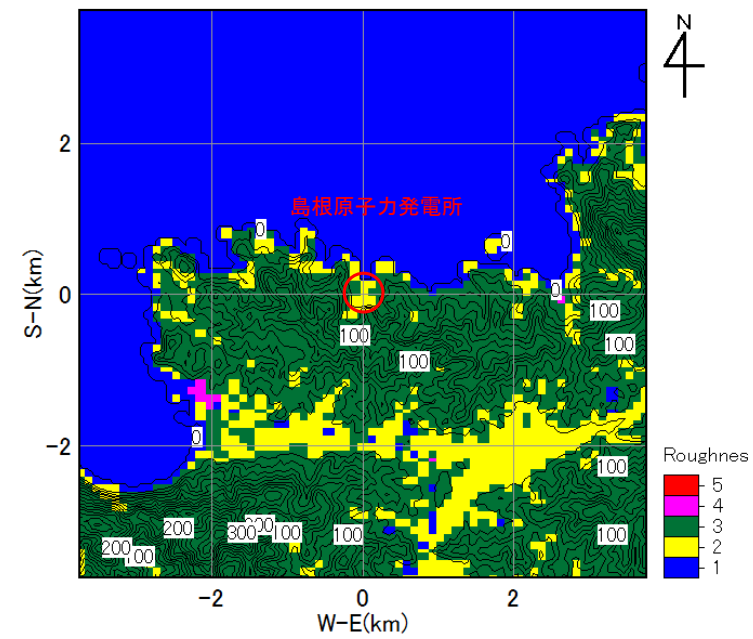
第2. 2. 2. 3-2図 島根原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏



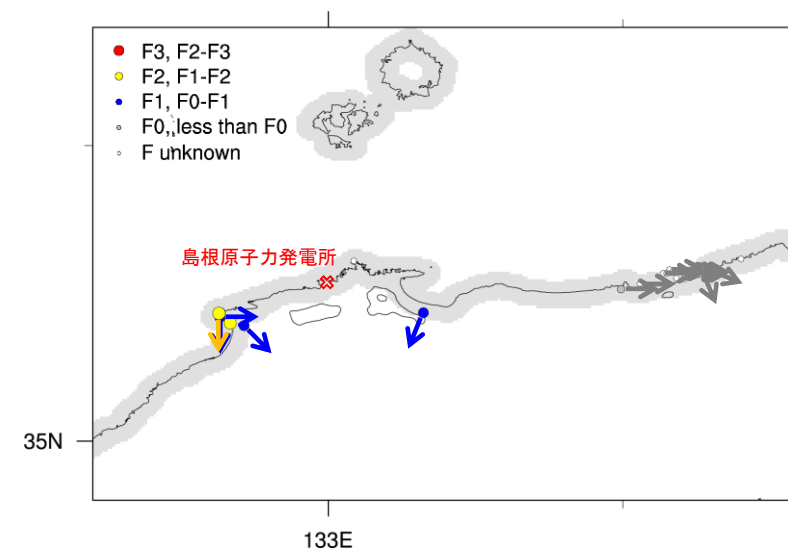
第 2. 2. 2. 3-3 図 柏崎刈羽原子力発電所周辺の地表面粗度



第 2. 2. 2. 3-4 図 竜巻集中地域④における竜巻移動方向 (F0 以上のみ)



第2. 2. 2. 3-3図 島根原子力発電所周辺の地表面粗度



第2. 2. 2. 3-4図 竜巻集中地域⑥及び⑦における竜巻移動方向

・地形効果による影響の検討方法の相違

【東海第二】  
(2. 2. 2. 3(1)a. と同じ)

・竜巻集中地域の違いによる相違

【柏崎 6/7】  
・ $V_D$  の設定方法の相違  
【東海第二】  
(2. 2. 2. 3(1)と同じ)

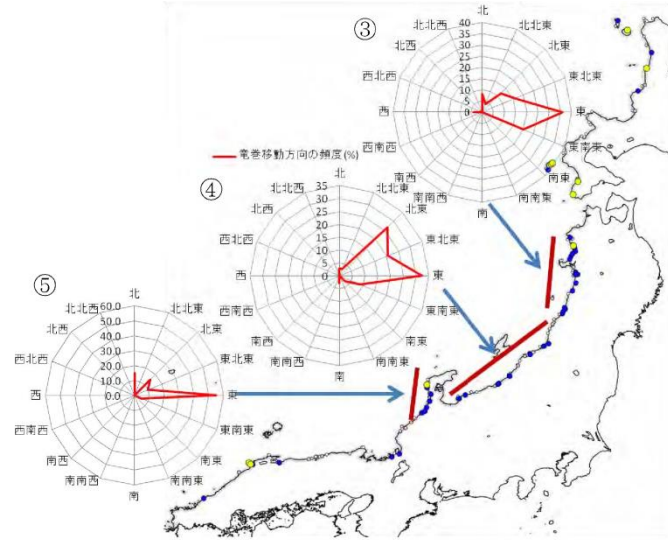


柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)

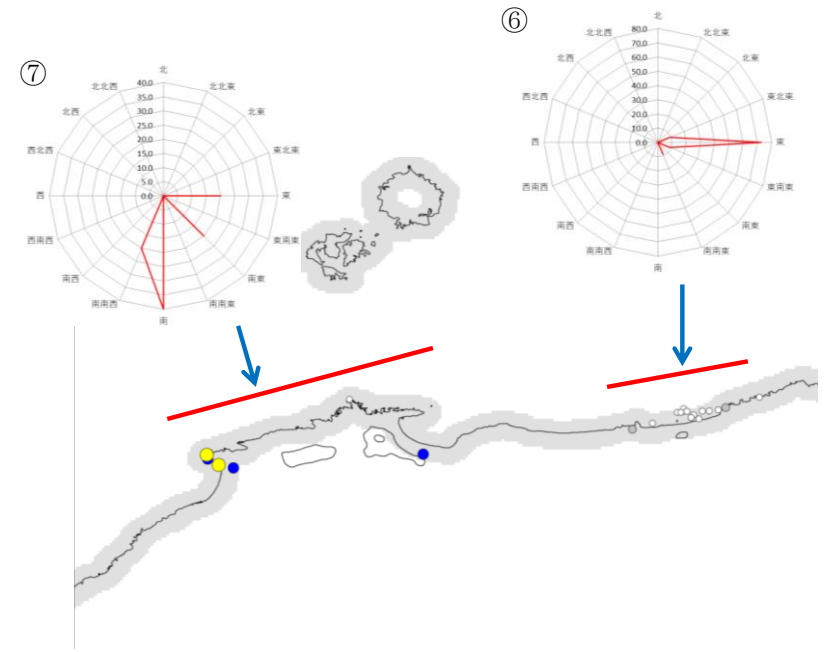
東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)

島根原子力発電所 2号炉

備考



第 2. 2. 2. 3-5 図 竜巻集中地域③, ④及び⑤における竜巻移動方向の頻度



第2. 2. 2. 3-5図 竜巻集中地域⑥及び⑦における竜巻移動方向の頻度

- ・竜巻集中地域の違いによる相違
- 【柏崎 6/7】
- ・ $V_D$  の設定方法の相違
- 【東海第二】
- (2. 2. 2. 3(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>(2) 設計竜巻の特性値の設定</p> <p>竜巻風速場としてフジタモデル<sup>(64)</sup>を適用した場合の設計竜巻の特性値については、第2.2.2.3-1表のとおり設定する。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。フジタモデルの適用の妥当性については、「別添2-2」、設計竜巻の特性値の設定の詳細については、「別添2-1 添付資料2-5」に示す。</p> <p>a. 設計竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>)</p> <p>設計竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>) は、風速場モデルに依存しない日本の竜巻観測記録 (竜巻等の突風データベース) に基づいた竜巻移動速度 (平均値) と最大風速との関係<sup>(43)</sup>を参照して設定した以下の算定式を用いて <math>V_D</math> から <math>V_T</math> を算定する。</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D \quad (9)$ <p>b. 設計竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>)</p> <p>設計竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) は、米国NRCの基準類<sup>(30)</sup>を参考として、風速場モデルに依存しない以下の算定式を用いて算定する。</p> $V_{Rm} = V_D - V_T \quad (10)$ <p>c. 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (<math>R_m</math>)</p> <p>設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (<math>R_m</math>) は、風速場モデルに依存しない以下の値を用いる。</p> $R_m = 30 \text{ (m)} \quad (11)$	<p>8.1.4 設計竜巻の特性値の設定</p> <p>設計竜巻の特性値は、設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) より米国NRCの基準類<sup>(7)</sup>を参考として、以下に示す手法に基づき、第8.1-5表のとおり設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>)</p> <p>設計竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>) は、ガイドに基づき、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」<sup>(2)</sup>による風速場モデルに依存しない日本の竜巻の観測記録に基づいた竜巻移動速度 (平均値) と最大風速との関係を参照して設定されている以下の算定式を用いて、<math>V_D</math> から <math>V_T</math> を算定する。</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D$ <p>【別添資料1 (2.4.2 (1) : 1-45)】</p> <p>(2) 設計竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>)</p> <p>設計竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) は、ガイドに基づき、米国NRCの基準類<sup>(7)</sup>を参考に設定されている風速場モデルに依存しない以下の式を用いて算定する。</p> $V_{Rm} = V_D - V_T$ <p>【別添資料1 (2.4.2 (1) : 1-45)】</p> <p>(3) 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (<math>R_m</math>)</p> <p>設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (<math>R_m</math>) は、ガイドに基づき、「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」<sup>(2)</sup>による日本の竜巻の観測記録を基に提案された風速場モデルに準拠して以下の値を用いる。</p> $R_m = 30 \text{ (m)}$ <p>【別添資料1 (2.4.2 (1) : 1-45)】</p>	<p>(2) 設計竜巻の特性値の設定</p> <p>設計竜巻の特性値については、第2.2.2.3-1表のとおり設定する。また、飛来物の運動モデルについてはフジタモデル<sup>(61)</sup>を適用する。フジタモデルの適用の妥当性及び設計竜巻の特性値の設定の詳細については、「別添2-2」に示す。</p> <p>a. 設計竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>)</p> <p>設計竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>) は、風速場モデルに依存しない日本の竜巻観測記録 (竜巻等の突風データベース) に基づいた竜巻移動速度 (平均値) と最大風速との関係<sup>(40)</sup>を参照して設定した以下の算定式を用いて <math>V_D</math> から <math>V_T</math> を算定する。</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D \quad (9)$ <p>b. 設計竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>)</p> <p>設計竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) は、米国NRCの基準類<sup>(62)</sup>を参考として、風速場モデルに依存しない以下の算定式を用いて算定する。</p> $V_{Rm} = V_D - V_T \quad (10)$ <p>c. 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (<math>R_m</math>)</p> <p>設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径 (<math>R_m</math>) は、風速場モデルに依存しない以下の値を用いる。</p> $R_m = 30 \text{ (m)} \quad (11)$	<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>

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>d. 設計竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>)・最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>)</p> <p><u>設計竜巻の最大気圧低下量・最大気圧低下率については、速度分布が既知である場合、流れの連続式と運動量保存式から導出される以下の圧力ポアソン方程式を解くことにより、圧力を求める。</u></p> $\frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial^2 p}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial x_3^2} \right) = - \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} \left( U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} - v \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_j \partial x_j} \right) \quad (12)$ <p>ここで、<math>x_i</math> は座標(x, y, z)を、<math>U_i</math> 及び p は風速ベクトル及び圧力を表す。</p> <p>また、<math>\nu</math> は動粘性係数を、<math>\rho</math> は空気密度を表す。なお、添え字 i, j は 1 から 3 までの整数とする。</p> <p>最大気圧変化率は空間微分値に移動速度を乗じる以下の式により求める。</p> $\frac{\partial p}{\partial t} = V_T \frac{\partial p}{\partial x} \quad (13)$ <p>第 2.2.2.3-1 表 設計竜巻の特性値</p> <table border="1" data-bbox="172 1375 890 1522"> <thead> <tr> <th>設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) [m/s]</th> <th>移動速度 (<math>V_T</math>) [m/s]</th> <th>最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) [m/s]</th> <th>最大接線風速半径 (<math>R_m</math>) [m]</th> <th>最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) [hPa]</th> <th>最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>) [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 ( $\Delta P_{max}$ ) [hPa]	最大気圧低下率 ( $((dp/dt)_{max})$ ) [hPa/s]	92	14	78	30	64	42	<p>(4) 設計竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>)</p> <p>設計竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) は、ガイドに基づき、米国NRCの基準類<sup>(7)</sup>を参考に設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定する。</p> $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2$ <p>ここで、 <math>\rho</math> : 空気密度 (1.22kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】</p> <p>(5) 設計竜巻の最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>)</p> <p>設計竜巻の最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>) は、ガイドに基づき、米国NRCの基準類<sup>(7)</sup>を参考に設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定する。</p> $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$ <p>【別添資料 1 (2.4.2 (1) : 1-45)】</p> <p>第 8.1-5 表 設計竜巻の特性値</p> <table border="1" data-bbox="994 1375 1662 1533"> <thead> <tr> <th>設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) (m/s)</th> <th>移動速度 (<math>V_T</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 (<math>R_m</math>) (m)</th> <th>最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) (hPa)</th> <th>最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>) (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 ( $\Delta P_{max}$ ) (hPa)	最大気圧低下率 ( $((dp/dt)_{max})$ ) (hPa/s)	100	15	85	30	89	45	<p>d. 設計竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>)・最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>)</p> <p><u>設計竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) は、計算の簡便性の観点から、米国NRCの基準類<sup>(62)</sup>を参考として、以下の算定式を用いて算定する。</u></p> $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2 \quad \rho : \text{空気密度 (kg/m}^3) \quad (12)$ <p>設計竜巻の最大気圧低下率 <math>((dp/dt)_{max})</math> は、ガイドに基づき、米国NRCの基準類<sup>(62)</sup>を参考に設定されているランキン渦モデルによる風速分布に基づいた以下の式を用いて算定する。</p> $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max} \quad (13)$ <p>第2.2.2.3-1 表 設計竜巻の特性値</p> <table border="1" data-bbox="1736 1365 2478 1648"> <thead> <tr> <th>風速 (<math>V_D</math>) (m/s)</th> <th>移動速度 (<math>V_T</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 (<math>R_m</math>) (m)</th> <th>最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) (hPa)</th> <th>最大気圧低下率 (<math>((dp/dt)_{max})</math>) (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 ( $\Delta P_{max}$ ) (hPa)	最大気圧低下率 ( $((dp/dt)_{max})$ ) (hPa/s)	92	14	78	30	75	35	<p>・算出方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 最大気圧低下量及び最大気圧低下率の算出方法の相違 (2.2.2.3(2)と同じ)</p> <p>・算出方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】 最大気圧低下量及び最大気圧低下率の算出方法の相違 (2.2.2.3(2)と同じ)</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 ( $\Delta P_{max}$ ) [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 ( $\Delta P_{max}$ ) (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 ( $\Delta P_{max}$ ) (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>2.2.3 設計荷重の設定</p> <p>2.2.3.1 設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻により評価対象施設等に作用する荷重として「風圧力による荷重 (W<sub>w</sub>)」、「気圧差による荷重 (W<sub>p</sub>)」及び「設計飛来物による衝撃荷重 (W<sub>M</sub>)」を以下に示すとおり算出する。</p> <p>(1) 風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速による荷重であり、「建築基準法施行令」(昭和25年11月16日政令第338号)、「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び建設省告示1454号(平成12年5月31日)に準拠して、風圧力による荷重 (W<sub>w</sub>) を次式のとおり算出する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A \quad (14)$ <p>ここで、</p> <p>W<sub>w</sub> : 風圧力による荷重</p> <p>q : 設計用速度圧</p> <p>G : ガスト影響係数 (=1.0)</p> <p>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) に応じて設定する。)</p> <p>A : 施設の受圧面積</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2 \quad (15)$	<p><b>【以下、比較のため再掲】</b></p> <p>1.2 追加要求事項に対する適合性</p> <p>(2) 安全設計方針</p> <p>1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針</p> <p>1.7.2 竜巻防護に関する基本方針</p> <p>1.7.2.1 設計方針</p> <p>(6) 荷重の組合せと許容限界</p> <p>竜巻に対する防護設計を行うため、評価対象施設等に作用する設計竜巻荷重の算出、設計竜巻荷重の組合せの設定、設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定及び許容限界について以下に示す。</p> <p>a. 評価対象施設等に作用する設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻により評価対象施設等に作用する荷重として「風圧力による荷重 (W<sub>w</sub>)」、「気圧差による荷重 (W<sub>p</sub>)」及び「設計飛来物等による衝撃荷重 (W<sub>M</sub>)」を以下に示すとおり算出する。</p> <p>(a) 風圧力による荷重 (W<sub>w</sub>)</p> <p>設計竜巻の最大風速による荷重であり、「建築基準法施行令」(昭和25年11月16日政令第338号)、「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び建設省告示1454号(平成12年5月31日)に準拠して、次式のとおり算出する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A$ <p>ここで、</p> <p>W<sub>w</sub> : 風圧力による荷重</p> <p>q : 設計用速度圧</p> <p>G : ガスト影響係数 (=1.0)</p> <p>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) に応じて設定する。)</p> <p>A : 施設の受圧面積</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2$	<p>2.2.3 設計荷重の設定</p> <p>2.2.3.1 設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻により評価対象施設等に作用する荷重として「風圧力による荷重 (W<sub>w</sub>)」、「気圧差による荷重 (W<sub>p</sub>)」及び「設計飛来物による衝撃荷重 (W<sub>M</sub>)」を以下に示すとおり算出する。</p> <p>(1) 風圧力の設定</p> <p>設計竜巻の最大風速による荷重であり、「建築基準法施行令」(昭和25年11月16日政令第338号)、「日本建築学会 建築物荷重指針・同解説」及び建設省告示1454号(平成12年5月31日)に準拠して、<u>風圧力による荷重 (W<sub>w</sub>)</u> を次式のとおり算出する。</p> $W_w = q \cdot G \cdot C \cdot A \quad (14)$ <p>ここで、</p> <p>W<sub>w</sub> : 風圧力による荷重 (N)</p> <p>q : 設計用速度圧 (N/m<sup>2</sup>)</p> <p>G : ガスト影響係数 (=1.0)</p> <p>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) に応じて設定する。)</p> <p>A : 施設の受圧面積 (m<sup>2</sup>)</p> $q = (1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2 \quad (15)$	

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>ここで、  <math>\rho</math> : 空気密度  <math>V_D</math> : 設計竜巻の最大風速</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せ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り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した設計とする。</p> <p>(2) 気圧差による圧力            外気と隔離されている区画の境界部が気圧差による圧力影響を受ける設備及び評価対象施設を内包する施設の建屋壁、屋根等においては、設計竜巻によ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荷重が発生する。保守的に「閉じた施設」を想定し、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) をフジタモデルにより求まる最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) を用いて次式のとおり算出する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A \quad (16)$ <p>ここで、  <math>W_p</math> : 気圧差による荷重  <math>\Delta P_{max}</math> : フジタモデルにより求まる最大気圧低下量  <math>A</math> : 施設の受圧面積</p> <p>(3) 飛来物の衝撃荷重            a. 設計飛来物の設定            飛来物に係る現地調査結果及び「原子炉発電所の竜巻影</p>	<p>ここで、  <math>\rho</math> : 空気密度  <math>V_D</math> : 設計竜巻の最大風速</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せい弱と考えられる評価対象施設等が存在する場合には、鉛直方向の最大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した設計とする。</p> <p>(b) 気圧差による荷重 (<math>W_p</math>)            外気と隔離されている区画の境界部が気圧差による圧力影響を受ける設備及び外部事象防護対象施設を内包する区画の外壁、屋根等においては、設計竜巻によ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荷重が発生する。保守的に「閉じた施設」を想定し次式のとおり算出する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ここで、  <math>W_p</math> : 気圧差による荷重  <math>\Delta P_{max}</math> : 最大気圧低下量  <math>A</math> : 施設の受圧面積</p> <p>1.2 追加要求事項に対する適合性            (2) 安全設計方針            1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針            1.7.2 竜巻防護に関する基本方針            1.7.2.1 設計方針</p> <p>(5) 設計飛来物の設定            敷地全体を俯瞰した現地調査及び検討を行い、発電所構内の資機材、車両等の設置状況を踏まえ、評価対象施設等に衝</p>	<p>ここで、  <math>\rho</math> : 空気密度 (<math>kg/m^3</math>)  <math>V_D</math> : 設計竜巻の最大風速 (m/s)</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せ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り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した設計とする。</p> <p>(2) 気圧差による圧力            外気と隔離されている区画の境界部が気圧差による圧力影響を受ける施設及び評価対象施設を内包する施設の建物壁、屋根等においては、設計竜巻によ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荷重が発生する。保守的に「閉じた施設」を想定し、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) を最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) を用いて次式のとおり算出する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A \quad (16)$ <p>ここで、  <math>W_p</math> : 気圧差による荷重 (N)  <math>\Delta P_{max}</math> : 米国NRCの基準類を参考にして算出した最大気圧低下量 (<math>N/m^2</math>)  <math>A</math> : 施設の受圧面積 (<math>m^2</math>)</p> <p>(3) 飛来物の衝撃荷重            a. 設計飛来物の設定            飛来物に係る現地調査結果及び「原子力発電所の竜巻影</p>	<p>備考</p> <p>・算出方法の相違  <b>【柏崎 6/7】</b>            最大気圧低下量及び最大気圧低下率の算出方法の相違            (2.2.2.3(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>響評価ガイド(平成25年6月19日 原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)」に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。</p> <p>現地調査にて確認した発電所構内の常設物(マンホール蓋等)、仮設物(資機材等)及び二次飛来物(屋根等)、また、それらの飛散防止対策の可否、固定状況、過去の被害事例や代表性(運動エネルギー、貫通力)について検討した結果を、「別添2-1 添付資料3.3」に示す。</p> <p>設計飛来物は、浮き上がりの有無、運動エネルギー、貫通力の大きさから、鋼製材、<u>角型鋼管(大)</u>、足場パイプ及び鋼製足場板を選定した。ただし、これらのうち飛散防止対策を講じるものは除く。</p> <p>また、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通過する可能性があり、鋼製材、角型鋼管(大)、足場パイプ及び鋼製足場板にて包含できないことから、砂利を設計飛来物とする。</p> <p>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、浮き上がりや横滑りの有無を考慮した上で、固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。</p>	<p><u>突する可能性のある飛来物を抽出する。</u></p> <p>飛来物に係わる現地調査結果及び「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(平成25年6月19日原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)」に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。</p> <p>設計飛来物は、浮き上がりの有無、運動エネルギー及び貫通力を踏まえ、鋼製材(長さ4.2m×幅0.3m×高さ0.2m、質量135kg、飛来時の水平速度51m/s、飛来時の鉛直速度34m/s)を設定する。</p> <p>また、竜巻飛来物防護対策設備の防護ネットを通過し得る可能性があり、鋼製材にて包含できないことから、砂利も設計飛来物とする。</p> <p>第1.7.2-1表に発電所における設計飛来物を示す。</p> <p>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東海発電所を含む当社敷地内に持ち込まれる資機材、車両等の寸法、質量及び形状から飛来の有無を判断し、運動エネルギー及び貫通力を考慮して、衝突時に建屋等又は竜巻飛来物防護対策設備に与えるエネルギー又は貫通力が設計飛来物のうち鋼製材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、固定又は評価対象施設等からの離隔を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。</p> <p>なお、当社敷地近傍の隣接事業所から、上記の設計飛来物(鋼製材)の運動エネルギー又は貫通力を上回る飛来物が想定される場合は、フェンス等の設置により飛来物となるものを配置できない設計とすること若しくは当該飛来物の衝撃荷重を考慮した設計荷重に対し、当該飛来物が衝突し得る外部事象防護対象施設等の構造健全性を確保する設計とすること若しくは当該飛来物による外部事象防護対象施設の損傷を考慮して、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で修復等の対応を行うこと又はそれらを</p>	<p>響評価ガイド(平成25年6月19日 原規技発13061911号 原子力規制委員会決定)」に示されている設計飛来物の設定例を参照し設定する。</p> <p>現地調査にて確認した発電所構内の常設物(マンホール蓋等)、仮設物(資機材等)及び二次飛来物(屋根等)、また、それらの飛散防止対策の可否、固定状況、過去の被害事例や代表性(運動エネルギー、貫通力)について検討した結果を、「別添2-1 添付資料3.3」に示す。</p> <p>設計飛来物は、浮き上がりの有無、運動エネルギー、貫通力の大きさから、鋼製材を選定した。</p> <p>また、竜巻防護対策設備である竜巻防護ネットを通過し得る可能性があり、鋼製材にて包含できないことから、砂利も設計飛来物とする。</p> <p>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、衝突時に建物等又は竜巻防護対策設備に与えるエネルギー又は貫通力が設計飛来物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、浮き上がりや横滑りの有無を考慮した上で、固縛、固定又は外部事象防護対象施設からの離隔対策を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。</p>	<p>・設計飛来物の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は設計飛来物の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</p> <p>・施設の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>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>b. 設計飛来物の速度の設定</p> <p>設計竜巻による設計飛来物の最大水平速度 (<math>V_{Hmax}</math>) 及び最大鉛直速度 (<math>V_{Vmax}</math>) は、設計竜巻の最大風速 92m/s にて、フジタモデルを適用した風速場の中での速度を算出した。<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。その結果を第 2.2.3.1-1 表に示す。</u></p>	<p><u>適切に組み合わせることで、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><b>【別添資料 1 (3.3.1 (3) : 1-50~61)】</b></p> <p>1.2 追加要求事項に対する適合性</p> <p>(2) 安全設計方針</p> <p>1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針</p> <p>1.7.2 竜巻防護に関する基本方針</p> <p>1.7.2.1 設計方針</p> <p>(6) 荷重の組合せと許容限界</p> <p>(c) <u>設計飛来物等による衝撃荷重 (<math>W_M</math>)</u></p> <p><u>飛来物の衝突方向及び衝突面積を考慮して設計飛来物等が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる向きで衝撃荷重を算出する。</u></p> <p><b>【別添資料 1 (3.3.1 : 1-49~62)】</b></p>	<p>b. 設計飛来物の速度の設定</p> <p><u>設計飛来物のうち鋼製材の最大水平速度 (<math>V_{Hmax}</math>) 及び最大鉛直速度 (<math>V_{Vmax}</math>) は、設計竜巻の最大風速 92m/s にて、フジタモデルを適用した風速場の中での速度を包絡する「竜巻影響評価ガイド」の解説表 4.1 に示される値とする。設計飛来物のうち砂利の最大水平速度 (<math>V_{Hmax}</math>) 及び最大鉛直速度 (<math>V_{Vmax}</math>) は、設計竜巻の最大風速 92m/s にて、フジタモデルを適用した風速場の中での速度を設定する。</u></p> <p><u>島根原子力発電所における設計飛来物を第 2.2.3.1-1 表に示す。</u></p>	<p>・設定方法の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></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>第 2.2.3.1-1 表 柏崎刈羽原子力発電所における設計飛来物</p> <table border="1" data-bbox="184 1369 893 1680"> <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>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)<sup>※1, ※2</sup></td> <td>52*(148)<sup>※1, ※2</sup></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> <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>	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) <sup>※1, ※2</sup>	52*(148) <sup>※1, ※2</sup>	飛散距離 (m)	18	9	20	261	373	<p>第 1.7.2-1 表 発電所における設計飛来物</p> <table border="1" data-bbox="952 1394 1688 1785"> <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> <p><b>【別添資料 1 (3.3.1 (3) : 1-60)】</b></p>	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	<p>第 2.2.3.1-1 表 島根原子力発電所における設計飛来物</p> <table border="1" data-bbox="1736 1369 2493 1780"> <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)</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)	36	34	<p>・設計飛来物の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違 (2.2.3.1(3)c. と同じ)</p> <p>・設計飛来物の最大速度の設定方法の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根 2 号炉は、設計飛来物の最大速度を、フジタモデルによる飛散解析</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) <sup>※1, ※2</sup>	52*(148) <sup>※1, ※2</sup>																																																																						
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)	36	34																																																																									

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. 設計飛来物の衝突方向、衝突範囲及び衝撃荷重の設定 飛来物の衝突方向及び衝突面積を考慮して設計飛来物が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる向きで衝撃荷重を算出する。</p> <p>①鋼製材、角型鋼管（大）及び砂利の影響高さ 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。</p> <p>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、第2.2.3.1-1表のとおり、最大でも0.15mと僅かであるが、これらの飛来物は（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。</p> <p>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、鋼製材、角型鋼管（大）及び砂利は原則地上高10m迄影響を及ぼすものとする。</p> <p>②足場パイプ及び鋼製足場板の影響高さ 足場パイプ及び鋼製足場板の浮き上がり高さは、第2.2.3.1-1表のとおり、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。</p> <p>(4) 設計竜巻荷重の組み合わせ 評価対象施設の設計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 (<math>W_w</math>)、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) 及び設計飛来物による衝撃荷重 (<math>W_M</math>) を組み合わせた複合荷重とし、複合荷重 <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> は米国原子力規制委員会の基準類を参考として、以下のとおり設定する。</p> $\begin{aligned} W_{T1} &= W_p \\ W_{T2} &= W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M \end{aligned} \quad (17)$ <p>なお、評価対象施設等には <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> の両荷重をそれぞれ作用させる。</p>	<p>b. 設計竜巻荷重の組合せ 評価対象施設等の設計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 (<math>W_w</math>)、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) 及び設計飛来物等による衝撃荷重 (<math>W_M</math>) を組み合わせた複合荷重とし、複合荷重 <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> は米国原子力規制委員会の基準類を参考として、以下のとおり設定する。</p> $\begin{aligned} W_{T1} &= W_p \\ W_{T2} &= W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M \end{aligned}$ <p>なお、評価対象施設等には <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> の両荷重をそれぞれ作用させる。</p> <p>【別添資料1 (3.3.1 : 1-61~62)】</p>	<p>c. 設計飛来物の衝突方向、衝突範囲および衝撃荷重の設定 飛来物の衝突方向及び衝突面積を考慮して設計飛来物が評価対象施設等に衝突した場合の影響が大きくなる向きで衝撃荷重を算出する。</p> <p>なお、設計飛来物の衝突位置については、飛散高さによらず評価対象施設等のどの高さに対しても衝突を考慮する。</p> <p>(4) 設計竜巻荷重の組み合わせ 評価対象施設等の設計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 (<math>W_w</math>)、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) 及び設計飛来物による衝撃荷重 (<math>W_M</math>) を組み合わせた複合荷重とし、複合荷重 <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> は米国原子力規制委員会の基準類を参考として、以下のとおり設定する。</p> $\begin{aligned} W_{T1} &= W_p \\ W_{T2} &= W_w + 0.5 \cdot W_p + W_M \end{aligned} \quad (17)$ <p>なお、評価対象施設等には <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> の両荷重をそれぞれ作用させる。</p>	<p>の結果から設定している</p> <p>・設計飛来物の相違 【柏崎6/7】 島根2号炉は設計飛来物の飛散高さは設定せず、どの高さにも到達することとしており、柏崎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</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>2.2.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重</p> <p>設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は、以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重</p> <p>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</p> <p>竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり<sup>(33)</sup>，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ことから，設計竜巻荷重と組み合わせる荷重として考慮する必要はない。</p> <p>a. 雷</p> <p>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</p> <p>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>c. ひょう</p> <p>ひょうは積乱雲から降る直径 5mm 以上の氷の粒<sup>(65)</sup>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<sup>(66)</sup>，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て十分に小さく，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>	<p>c. 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定</p> <p>設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は，以下のとおり設定する。</p> <p>(a) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重</p> <p>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>(b) 竜巻以外の自然現象による荷重</p> <p>竜巻は，積乱雲及び積雲に伴って発生する現象であり<sup>(1)</sup>，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。</p> <p>i) 雷</p> <p>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>ii) 雪</p> <p>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>iii) ひょう</p> <p>ひょうは積乱雲から降る直径 5mm 以上の氷の粒<sup>(2)</sup>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 である。直径 10cm 程度のひょうの終端速度は 59m/s<sup>(3)</sup>，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て十分に小さく，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>	<p>2.2.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重</p> <p>設計竜巻荷重と組み合わせる荷重は，以下のとおり設定する。</p> <p>(1) 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重</p> <p>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</p> <p>竜巻は積乱雲や積雲に伴って発生する現象であり<sup>(30)</sup>，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ことから，設計竜巻荷重と組み合わせる荷重として考慮する必要はない。</p> <p>a. 雷</p> <p>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</p> <p>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>c. ひょう</p> <p>ひょうは積乱雲から降る直径5mm 以上の氷の粒<sup>(63)</sup>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<sup>(64)</sup>，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て十分に小さく，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>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 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。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荷重との組み合わせは考慮しない。</p> <p>仮に、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、評価対象施設等のうち設計基準事故荷重が生じ、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>2.2.4 評価対象施設等の設計方針 2.2.4.1 設計方針 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外部事象防護対象施設については、竜巻及びその随伴事象に対して機能維持する、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、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。</p>	<p>iv) 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>(c) 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。 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、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、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>【別添資料1 (3.3.2 : 1-62~63)】</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 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。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荷重との組み合わせは考慮しない。</p> <p>仮に、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、評価対象施設等のうち設計基準事故荷重が生じ、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</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>2.2.4 評価対象施設等の設計方針 2.2.4.1 設計方針 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外部事象防護対象施設については、竜巻及びその随伴事象に対して機能維持する、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、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。</p>	<p>(東海第二は「1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に関する基本方針」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) 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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)</li> <li>・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)</li> <li>・原子力エネルギー協会 (NEI) の基準・指針類等</li> </ul> <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。</p> <p>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界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本機械学会の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会) 等</li> </ul> <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</p>	<p>d. 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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準、指針類</li> <li>・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)</li> <li>・原子力エネルギー協会 (NEI) の基準・指針類</li> </ul> <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である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容限界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本機械学会の基準、指針類</li> <li>・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)</li> </ul> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.1 : 1-64)】</p> <p>(7) 評価対象施設等の防護設計方針</p> <p>評価対象施設等の設計荷重に対する防護設計方針を以下に示す。</p> <p style="text-align: center;">【別添資料1 (3.4.2 : 1-65~75)】</p> <p>a. 屋外施設 (外部事象防護対象施設を内包する区画を含む。)</p> <p>外部事象防護対象施設のうち屋外施設は、設計荷重に対</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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本産業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)</li> <li>・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)</li> <li>・原子力エネルギー協会 (NEI) の基準・指針類等</li> </ul> <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。</p> <p>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界を下回る設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本産業規格</li> <li>・日本機械学会の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会) 等</li> </ul> <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</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>とし、必要に応じて<u>施設の補強、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、<u>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、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>a. <u>軽油タンク</u>  <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、2.2.4及び2.2.5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>して、安全機能が維持される設計とし、必要に応じて防護ネット等の<u>竜巻飛来物防護対策設備又は運用による竜巻防護対策を講じる方針とする。</u></p> <p>(1) <u>軽油貯蔵タンクタンク室</u>  <u>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。</u>  <u>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-69)】</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>  <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。</u>  <u>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、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>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-65)】</u></p> <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、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。）室ルーフベントファンに常時</u></p>	<p>とし、必要に応じて<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>	<p>・設置場所及び設計飛来物の相違  <b>【柏崎6/7】</b>  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  (2.2.1(2-1)及び2.2.3.1(3)と同じ)</p> <p>・抽出対象の相違  <b>【東海第二】</b>  外部事象防護対象施設の抽出対象の相違  (2.2.1(2-1)と同じ)</p> <p>・抽出対象の相違  <b>【東海第二】</b>  外部事象防護対象施設の抽出対象の相違  (2.2.1(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>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 style="text-align: center;"><b>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-65)】</b></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。)</u>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。</p> <p style="text-align: center;"><b>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66)】</b></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。)</u>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。</p> <p style="text-align: center;"><b>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66)】</b></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。)</u>用海水ポンプ (配管, 弁含む。)  <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。)</u>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。</p> <p style="text-align: center;"><b>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66)】</b></p> <p>(f) <u>残留熱除去系海水系ストレーナ</u>  <u>残留熱除去系海水系ストレーナ</u>は、設計飛来物の衝突</p>	<p>a. <u>海水ポンプ (原子炉補機冷却系, 高圧炉心スプレイ補機冷却系) (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>b. <u>海水ストレーナ (原子炉補機冷却系, 高圧炉心スプレイ補機冷却系)</u></p>	<p>・抽出対象の相違  <b>【東海第二】</b>  外部事象防護対象施設の抽出対象の相違 (2.2.1(2-1)と同じ)</p> <p>・設置場所の相違  <b>【柏崎 6/7】</b>  外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (2.2.1(2-1)と同じ)</p> <p>・設置場所の相違  <b>【柏崎 6/7】</b></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>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>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-66~67)】</p> <p>(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</p> <p>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>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-67)】</p> <p>(h) 非常用ガス処理系排気筒</p> <p>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、閉塞することはなく、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>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-67)】</p> <p>(i) 主排気筒</p> <p>主排気筒の筒身については、設計飛来物の衝突により貫通することを考慮しても、閉塞することはなく、主排気筒の排気機能が維持される設計とする。さらに、主排気筒は開かれた構造物であり気圧差荷重は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</p>	<p>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。</p> <p>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>c. 排気筒（非常用ガス処理系用排気筒を含む。）</p> <p>排気筒（非常用ガス処理系用排気筒を含む。）は、設計飛来物（鋼製材）により損傷し、排気筒（非常用ガス処理系用排気筒を含む。）の安全機能が維持されないことを考慮して、安全上支障のない期間での補修が可能な設計とする。ともに、環境への放射性物質の異常な放出が発生する可能性がある設計基準事故に対して、周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスク抑制する機能を保持できる設計とする。なお、排気筒（非常用ガス処理系用排気筒を含む。）が損傷し、非常用ガス処理系が動作不能と判断された場合は、プラントを停止し補修を行う。</p> <p>また、排気筒（非常用ガス処理系用排気筒を含む。）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、排気筒全体が倒壊しない設計とする。</p>	<p>外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (2.2.1(2-1)と同じ)</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 (2.2.1(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>b. <u>非常用ディーゼル発電機燃料移送系</u>  <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>  <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>c. <u>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</u></p>	<p><u>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。</u>  <u>【別添資料1 (3.4.2 (1) : 1-67~68)】</u></p> <p>(j) <u>原子炉建屋</u></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</p>	<p>d. <u>排気筒モニタ</u>  <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, 安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで, 安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>e. <u>ディーゼル燃料移送ポンプ (A-非常用ディーゼル発電機系, 高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系) (配管, 弁を含む。)</u>  <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>  <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>  <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>f. <u>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系, 高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系), 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系)</u>  <u>原子炉建物外壁 (4階部分) の原子炉建物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, 原子炉建物の放射性物質</u></p>	<p>・抽出対象の相違  <b>【柏崎6/7】</b>  外部事象防護対象施設の抽出対象の相違 (2.2.1(2-1)と同じ)  (東海第二は「1.7.2.1(3) 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>・抽出対象の相違  <b>【柏崎6/7, 東海第二】</b>  外部事象防護対象施設の抽出対象の相違 (2.2.1(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>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>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 style="text-align: center;">【別添資料 1 (3. 4. 2 (1) : 1-68)】</p> <p>&lt;以下，外部事象防護対象施設を内包する区画&gt;</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）の破損により当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全</p>	<p>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，原子炉建物の放射性物質の閉じ込め機能に対しては，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>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物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>g. 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等の対応を行うことで，排気筒モニタの安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>・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 (2. 2. 1(2-1)と同じ) (東海第二は「1. 7. 2. 1 (3) 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</p> <p>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>a. <u>非常用ディーゼル発電機吸気系</u>  <u>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>  <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>  <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。</u></p> <p>b. <u>非常用換気空調系(非常用ディーゼル発電機電気品区域換気空調系(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)</u>  <u>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><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</u></p>	<p>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><u>【別添資料1(3.4.2(1):1-68~69)】</u></p> <p>b. <u>外部事象防護対象施設のうち、屋内の施設で外気と繋がっている施設</u>  <u>外殻となる施設に内包され防護される外部事象防護対象施設のうち、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、必要に応じて竜巻飛来物防護対策設備等による竜巻防護対策を講じる方針とする。</u></p> <p>(a) <u>非常用換気空調設備</u>  <u>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</u></p>	<p>(3) 外気との接続がある施設</p> <p>外気との接続がある施設は、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>a. <u>空調換気設備(原子炉棟空調換気系、中央制御室換気系、原子炉建物付属棟空調換気系)</u>  <u>空調換気設備は、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。</u><u>空調換気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、空調換気設備の構造健全性が</u></p>	<p>備考</p> <p>・抽出対象の相違  <b>【柏崎6/7】</b>  外部事象防護対象施設の抽出対象の相違(2.2.1(2-1)と同じ)  設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違(2.2.3.1(3)c.と同じ)</p> <p>・設計飛来物の相違  <b>【柏崎6/7】</b>  設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違</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>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><u>れ、安全機能を損なわない設計とする。</u> <u>【別添資料1 (3.4.2 (2) : 1-69)】</u></p> <p>(b) <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)</u> <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、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。</u> <u>【別添資料1 (3.4.2 (2) : 1-69)】</u></p> <p>c. <u>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u> <u>外殻となる施設に内包される外部事象防護対象施設のうち、外殻となる施設が設計竜巻の影響により健全性が確保されず、貫通又は裏面剥離が発生し安全機能を損なう可能性がある場合には、施設の補強、竜巻飛来物防護対策設備又は運用による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。</u> <u>原子炉建屋付属棟については、設計飛来物の衝突により壁面及び開口部建具等に貫通が発生することを考慮し、開口部建具等付近の外部事象防護対象施設のうち、設計飛来物の衝突により影響を受ける可能性がある原子炉建屋付属棟3階中央制御室換気空調設備、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) 及び非常用電源盤 (電気室) が安全機能を損なわない設計とする。</u></p>	<p><u>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空調換気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>b. <u>非常用ガス処理系配管</u> <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) <u>外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</u> <u>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。</u></p>	<p>(2.2.3.1(3)c. と同じ)</p> <p>・設置場所の相違 <b>【柏崎6/7, 東海第二】</b> 外部事象防護対象施設の設置場所の相違 (2.2.1(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>a. <u>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</u></p> <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>原子炉建屋原子炉棟外壁の原子炉建屋外側ブローアウトパネルが設計竜巻による気圧低下により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開放により発生する外壁開口部付近の外部事象防護対象施設のうち, 設計竜巻荷重の影響を受ける可能性がある原子炉建屋原子炉棟6階設置設備, 燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン並びに非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p><u>使用済燃料乾式貯蔵建屋は, 設計飛来物等の衝突により建屋上部の開口部建具等に貫通が発生することを考慮し, 使用済燃料乾式貯蔵建屋内部の外部事象防護対象施設で, 設計飛来物等の衝突により影響を受ける可能性がある, 使用済燃料乾式貯蔵容器及び使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p><b>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70~72)】</b></p> <p>(a) <u>原子炉建屋付属棟3階中央制御室換気空調設備</u></p> <p>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, <u>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><b>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70)】</b></p>	<p><u>原子炉建物外壁のブローアウトパネルが設計竜巻による気圧低下により開放されることを考慮し, 原子炉建物外側ブローアウトパネル開放により発生する外壁開口部付近の外部事象防護対象施設のうち, 設計竜巻荷重の影響を受ける可能性がある原子炉建物4階設置設備の 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及び燃料集合体が安全機能を損なわない設計とする。</u></p> <p>a. <u>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設備, 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 中央制御室空調換気設備等</u></p> <p><u>原子炉補機冷却水ポンプ, 原子炉補機冷却系熱交換器, 原子炉補機冷却系配管及び弁, 原子炉建物付属棟空調換気設備, 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, 中央制御室空調換気設備等は, 設計飛来物の衝突により, 開口部の開放又は開口部建具に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, 原子炉補機冷却系熱交換器, 原子炉補機冷却系配管及び弁, 原子炉建物付属棟空調換気設備, 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, 中央制御室空調換気設備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, 原子炉補機冷却系熱交換器, 原子炉補機冷却系配管及び弁, 原子炉建物付属棟空調換気設備, 原子炉建物天井クレーン, 燃料取替機, 燃料プール, 燃</u></p>	<p>・防護方針の相違 <b>【柏崎6/7】</b></p> <p>・施設の相違 <b>【東海第二】</b></p> <p>・設置場所の相違 <b>【柏崎6/7, 東海第二】</b> 屋内の外部事象防護対象施設の設置場所の相違</p> <p>・竜巻防護対策の相違 <b>【東海第二】</b> 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 <b>【柏崎6/7】</b> 設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違 (2.2.3.1 (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>(b) <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)</u>  <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>  <b>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70)】</b></p> <p>(c) <u>非常用電源盤 (電気室)</u>  <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>  <b>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-70)】</b></p> <p>(d) <u>原子炉建屋原子炉棟6階設置設備</u>  <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れることを考慮し、防護ネット等の設置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>  <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>  <b>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-71)】</b></p> <p>(e) <u>燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン</u>  <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</u></p>	<p><u>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、中央制御室空調換気設備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><u>なお、原子炉建物天井クレーン及び燃料取替機については、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、燃</u></p>	<p>・設置場所の相違  <b>【東海第二】</b>  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  <b>【東海第二】</b>  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  <b>【柏崎6/7】</b></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>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 style="text-align: center;"><u>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-71)】</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>  <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 style="text-align: center;"><u>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-72~73)】</u></p> <p><u>(g) 使用済燃料乾式貯蔵容器</u>  <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>  <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する。</u></p> <p style="text-align: center;"><u>【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-72)】</u></p> <p><u>(g) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン</u>  <u>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。</u>  <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するとともに、竜巻</u></p>	<p><u>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及び燃料集合体に影響を及ぼさない待機位置への退避措置を行う。</u></p>	<p>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  <b>【東海第二】</b>          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  <b>【東海第二】</b>          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  <b>【東海第二】</b>          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>a. <u>主排気筒, 5号炉主排気筒</u> 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。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>b. <u>5号炉タービン建屋, サービス建屋</u> 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設計とする。</p>	<p><u>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。</u> 【別添資料1 (3.4.2 (3) : 1-72)】</p> <p>d. <u>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</u> 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、設計荷重による影響を受ける場合においても外部事象防護対象施設等に影響を及ぼさないよう、設備又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、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。 【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-72~75)】</p> <p>(a) <u>サービス建屋</u> 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響を及ぼさない設計とする。 【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-73)】</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 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設については、設計荷重による影響を受ける場合においても外部事象防護対象施設に影響を及ぼさないよう、施設又は運用による竜巻防護対策を実施することにより、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。</p> <p>a. <u>1号炉排気筒</u> 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>b. <u>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, 排気筒モニタ室</u> 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。</p>	<p>・設計飛来物及び抽出対象の相違 【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(2.2.1(2-1)と同じ) 【柏崎6/7】 設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違(2.2.3.1(3)c.と同じ) ・設置場所及び抽出対象の相違 【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</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. <u>原子炉建屋天井クレーン, 燃料交換機</u></p> <p><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>(b) <u>海水ポンプエリア防護壁</u></p> <p><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 style="text-align: center;"><u>【別添資料 1 (3. 4. 2 (4) : 1-73)】</u></p> <p>(c) <u>鋼製防護壁</u></p> <p><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 style="text-align: center;"><u>【別添資料 1 (3. 4. 2 (4) : 1-73)】</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></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。) 排気消音器は, 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。) 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</u></p>		<p>象の相違 (2. 2. 1 (2-2) と同じ)</p> <p>・設計飛来物及び抽出対象の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>外部事象防護対象施設の抽出対象の相違 (2. 2. 1 (2-2) と同じ)</p> <p>設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違 (2. 2. 3. 1 (3)c. と同じ)</p> <p>・設備の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>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><b>【東海第二】</b></p> <p>島根 2号炉に鋼製防護壁はない</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>d. <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</u></p> <p><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。</u></p>	<p><u>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。</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。) 付属排気配管及びベント配管</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。) 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。) 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。</u></p> <p><u>【別添資料 1 (3.4.2 (4) : 1-74)】</u></p> <p>(f) <u>残留熱除去系海水系配管 (放出側)</u></p> <p><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) に常時作用する荷重に対して, 構造健全性を維持</u></p>	<p>c. <u>排気管 (非常用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></p> <p><u>排気管 (非常用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) は, 設計飛来物である鋼製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。</u></p>	<p>・設計飛来物の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違 (2.2.3.1(3)c. と同じ)</p> <p>・設置状況の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根 2号炉は海水系配管 (放出側) は地上部にはない</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>e. <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 (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がある設備, 外部電源)</u> <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</u></p>	<p><u>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><b>【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-74)】</b></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> <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><b>【別添資料1 (3.4.2 (4) : 1-74~75)】</b></p> <p><u>以上の評価対象施設等の防護設計を考慮して, 設計竜巻から防護する評価対象施設及び竜巻防護対策等を第 1.7.2-2 表に, 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及び竜巻防護対策等を第 1.7.2-3 表に, 外部事象防護対象施設を内包する区画及び竜巻防護対策等を第 1.7.2-4 表に示す。</u></p>		<p>・設置状況の相違 <b>【東海第二】</b> 島根 2号炉は海水系配管 (放出側) は地上部でない</p> <p>・資料構成の相違 <b>【東海第二】</b></p> <p>・抽出観点の相違 <b>【柏崎 6/7】</b> 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</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>喪失させる可能性がある施設の設計方針は、2.2.5に記載する。</u></p> <p>2.2.5 竜巻随件事象に対する評価対象施設の設計方針</p> <p>(1) 竜巻に伴い発生が想定される事象の抽出</p> <p>竜巻随件事象は、過去の竜巻被害状況及び<u>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、事象が発生する場合においても、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>(別添2-1 <u>添付資料3.4</u>)</p> <p>(2) 火災</p> <p>竜巻随件事象として、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に衝突する場合、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火災の影響を評価した上で、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ことを「2.4.3 外部火災に対する設計方針」に記載する。</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が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(3) 溢水</p> <p>竜巻随件事象として、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、屋外タンク等に飛来物が衝突する場合</p>	<p>(8) 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<u>発電所の施設の配置から想定される事象である、火災、溢水及び外部電源喪失を抽出し、事象が発生する場合においても、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><u>【別添資料1 (3.5:1-75~77)】</u></p> <p>a. 火災</p> <p>竜巻随件事象として、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に衝突する場合及び屋外の危険物貯蔵施設等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、建屋開口部付近には、発電用原子炉施設の安全機能を損なわせる可能性がある発火性又は引火性物質を内包する機器は配置されておらず、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飛来物防護対策を行うことを考慮すると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から、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>建屋外については、<u>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。</u>火災源と外部事象防護対象施設の位置関係を踏まえて火災の影響を評価した上で、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ことを「<u>1.7.9 外部火災防護に関する基本方針</u>」に記載する。</p> <p>以上より、竜巻随件事象としての火災に対して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><u>【別添資料1 (3.5(1):1-75~76)】</u></p> <p>b. 溢水</p> <p>竜巻随件事象として、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及び屋外タンク等に飛来物が衝</p>	<p>2.2.5 竜巻随件事象に対する評価対象施設の設計方針</p> <p>(1) 竜巻に伴い発生が想定される事象の抽出</p> <p>竜巻随件事象は、過去の竜巻被害状況及び<u>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、事象が発生する場合においても、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>(別添2-1 (1.5 竜巻随件事象に対する評価))</p> <p>(2) 火災</p> <p>竜巻随件事象として、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に衝突する場合、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、飛来物が侵入する場合でも、建物開口部付近には、<u>発電用原子炉施設の安全機能を損なわせる可能性がある発火性又は引火性物質を内包する機器は配置されておらず、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から、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>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て火災の影響を評価した上で、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ことを「<u>2.4.3 外部火災に対する設計方針</u>」に記載する。</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が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(3) 溢水</p> <p>竜巻随件事象として、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</p>	<p>(2.2.1(2-1)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設定方法の相違(2.2.3.1(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>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、「第9条:溢水による損傷の防止等」にて、地震時の屋外タンクの破損を想定し、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としており、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が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(4) 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>2.2.6 参考文献</p>	<p>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、建屋開口部付近に飛来物が衝突して外部事象防護対象施設の安全機能を損なう可能性があ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建屋の開口部には、防護ネット設置等の飛来物防護対策を行うことを考慮すると、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。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>建屋外については、<u>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を想定されるが、「1.6 溢水防護に関する基本方針」にて、地震時の屋外タンク等の破損を想定し、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としており、竜巻随件事象による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を損なわない。</u></p> <p>以上より、竜巻随件事象としての溢水に対して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><u>【別添資料1 (3.5 (2) : 1-76~77)】</u></p> <p>c. 外部電源喪失</p> <p>設計竜巻又は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(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)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><u>【別添資料1 (3.5 (3) : 1-77)】</u></p> <p>1.7.2.3 参考文献</p> <p>(1) 雷雨とメソ気象 大野久雄, 東京堂出版</p> <p>(2) 気象庁ホームページ</p> <p>(3) 一般気象学 小倉義光, 東京大学出版会</p> <p>8.2 参考文献</p>	<p>の溢水が想定される。</p> <p><u>外部事象防護対象施設を内包する建物内については、飛来物が侵入する場合でも、建物開口部付近に飛来物が衝突して発電用原子炉施設の安全機能を損なう可能性があ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建物の開口部には、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、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。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>建物外については、「第9条:溢水による損傷の防止等」にて、地震時の屋外タンク等の破損を想定し、地震起因の溢水が安全系機器に影響を及ぼさない設計としており、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が安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(4) 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>2.2.6 参考文献</p>	<p>・設計飛来物の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>設計飛来物の飛散高さ設定方法の相違(2.2.3.1(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>(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 (<a href="http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html">http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html</a>)</p> <p>(3) Bluestein, H. B., 2013: Severe Convective Storms and Tornadoes. Springer, 456 pp.</p> <p>(4) 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>(5) 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>(6) 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>(7) 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>(8) Chuda, T., and H. Niino, 2005: Climatology of environmental parameters for mesoscale convections in Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 83, 391-408.</p> <p>(9) 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>(10) 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>(11) 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>(12) Dotzek, N., M. V. Kurgansky, J. Grieser, B. Feuerstein, and P. Nevir, 2005: Observational evidence for exponential</p>	<p>(1) 気象庁 竜巻等の突風データベース</p> <p>(2) 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>(3) 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>(4) Wen, Y. K and Chu, S. L. (1973) : Tornado Risks and Design Wind Speed, Journal of the Structural Division, Proceedings of American Society of Civil Engineering, Vol. 99, No. ST12, pp. 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, Vol. 101, No. ST5, 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. ST9, pp. 1883-1897</p> <p>(7) U. S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.76: Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plants, Revision 1, March 2007.</p> <p>【ここまで】</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 (<a href="http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html">http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html</a>)</p> <p>(3) Bluestein, H. B., 2013: Severe Convective Storms and Tornadoes. Springer, 456 pp.</p> <p>(4) 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>(5) 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>(6) 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>(7) 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>(8) Chuda, T., and H. Niino, 2005: Climatology of environmental parameters for mesoscale convections in Japan. J. Meteor. Soc. Japan, 83, 391-408.</p> <p>(9) 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>(10) 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, Amer. Meteor. Soc., 588-592.</p> <p>(11) 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>(12) Dotzek, N., M. V. Kurgansky, J. Grieser, B. Feuerstein, and P. Nevir, 2005:</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>tornado intensity distributions over specific kinetic energy. Geophys. Res. Letters, 32, L24813, doi:10.1029/2005GL024583.</p> <p>(13) Fujita, T. T., 1981: Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. J. Atmos. Sci., 38, 1511-1534.</p> <p>(14) Klemp, J. B., and R. B. Wilhelmson, 1978: Simulations of right- and left-moving storms produced through storm splitting. J. Atmos. Sci., 35,1097-1110.</p> <p>(15) 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>(16) 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>(17) 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>(18) Noda, A. T., and H. Niino, 2010: A numerical investigation of a supercelltornado: Genesis and vorticity budget. J. Meteor. Soc. Japan, 88, 135-159.</p> <p>(19) 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>(20) Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 56, 527-530.</p> <p>(21) Ramsdell, J. V. Jr., and J. P. Rishel, 2007: Tornado climatology of the contiguous United States. NUREG/CR-4461, Revision 2.</p> <p>(22) Rasmussen, E. N., 2003: Refined supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 18, 530-535.</p>		<p><u>Observational evidence for exponential tornado intensity distributions over specific kinetic energy. Geophys. Res. Letters, 32, L24813, doi:10.1029/2005GL024583.</u></p> <p><u>(13) Fujita, T. T., 1981: Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. J. Atmos. Sci., 38, 1511-1534.</u></p> <p><u>(14) Klemp, J. B., and R. B. Wilhelmson, 1978: Simulations of right- and left-moving storms produced through storm splitting. J. Atmos. Sci., 35,1097-1110.</u></p> <p><u>(15) 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.</u></p> <p><u>(16) 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.</u></p> <p><u>(17) Moncrieff, M., and M. J. Miller, 1976: The dynamics and simulation of tropical cumulonimbus and squall lines. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 102, 373-394.</u></p> <p><u>(18) 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.</u></p> <p><u>(19) 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.</u></p> <p><u>(20) Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes. Bull. Amer. Meteorol. Soc., 56, 527-530.</u></p> <p><u>(21) Rasmussen, E. N., 2003: Refined supercell and tornado forecast parameters. Wea. Forecasting, 18, 530-535.</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>(23) Rasmussen, E. N., and D. O. Blanchard, 1998: A baseline climatology of sounding-derived supercell and tornado forecast parameters. <i>Wea. Forecasting</i>, 13, 1148-1164.</p> <p>(24) 櫻井溪太, 川村隆一, 2008: 日本における竜巻発生環境場と予測可能性. <i>天気</i>, 55, 7-22.</p> <p>(25) Roberts, R. D., and J. W. Wilson, 1995: The genesis of three nonsupercell tornadoes observed with dual-Doppler radar. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 123, 3408-3436.</p> <p>(26) Rotunno, R., and J. Klemp, 1985: On the rotation and propagation of simulated supercell thunderstorms. <i>J. Atmos. Sci.</i>, 42, 271-292. (27) 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>(28) Suzuki, O, H. Niino, H. Ohno, and H. Nirasawa, 2000: Tornado-producing mini supercells associated with Typhoon 9019. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 128, 1868-1882.</p> <p>(29) Trapp, R. J., 2013: Mesoscale-Convective Processes in the Atmosphere. Cambridge, 346 pp.</p> <p>(30) U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION: REGULATORY GUIDE 1.76, 2007: Design-Basis Tornado and Tornado Missiles for Nuclear Power Plant, Revision 1.</p> <p>(31) Wakimoto, R. M., and J. W. Wilson, 1989: Non-supercell tornadoes. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 117, 1113-1140.</p> <p>(32) 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. <i>天気</i>, 58, 19-30.</p> <p>(33) 大野久雄, 2001: 雷雨とメソ気象. 東京堂出版, 309 pp.</p> <p>(34) 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>(35) 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>(36) 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</p>		<p>(22) 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>(23) 櫻井溪太, 川村隆一, 2008: 日本における竜巻発生環境場と予測可能性. <i>天気</i>, 55, 7-22.</p> <p>(24) Roberts, R. D., and J. W. Wilson, 1995: The genesis of three nonsupercell tornadoes observed with dual-Doppler radar. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 123, 3408-3436.</p> <p>(25) Rotunno, R., and J. Klemp, 1985: On the rotation and propagation of simulated supercell thunderstorms. <i>J. Atmos. Sci.</i>, 42, 271-292.</p> <p>(26) Suzuki, O, H. Niino, H. Ohno, and H. Nirasawa, 2000: Tornado-producing mini supercells associated with Typhoon 9019. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 128, 1868-1882.</p> <p>(27) Trapp, R. J., 2013: Mesoscale-Convective Processes in the Atmosphere. Cambridge, 346 pp.</p> <p>(28) Wakimoto, R. M., and J. W. Wilson, 1989: Non-supercell tornadoes. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 117, 1113-1140.</p> <p>(29) 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. <i>天気</i>, 58, 19-30.</p> <p>(30) 大野久雄, 2001: 雷雨とメソ気象. 東京堂出版, pp. 309.</p> <p>(31) 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>(32) 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</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>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>(37) 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>(38) 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>(39) 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> <p>(40) 新野 宏, 2007 : 竜巻, 天気, 54, 933-936.</p> <p>(41) 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)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>(42) 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>(43) 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>(44) Wen. Y. K. and Chu. S. L. (1973) : Tornado Risks and Design Wind Speed. Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.99, No. ST12, 2409-2421.</p> <p>(45) Garson. R. C., Morla-Catalan J. and Cornell C. A. (1975) : Tornado Design Winds Based on Risk. Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.101, No. ST9, 1883-1897.</p> <p>(46) Forbes GS (1998) Topographic influences on tornadoes in Pennsylvania. 19th Conf. on Severe Local Storms, Amer. Meteor. Soc., Minneapolis, MN, 269-272.</p> <p>(47) Karstens CD (2012) Observations and laboratory</p>		<p>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>(33) 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>(34) 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>(35) 杉本聡一郎, 野原大輔, 平口博丸, 2016: 突風関連指数の長期再解析にもとづくスーパーセル型竜巻発生の地域気候特性, 電力中央研究所報告, 015007, 22pp.</p> <p>(36) 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> <p>(37) 新野 宏, 2007 : 竜巻, 天気, 54, 933-936.</p> <p>(38) 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)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>(39) 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>(40) 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, 424p.</p> <p>(41) Wen, Y.K. and Chu, S.L. (1973) : Tornado risks and design wind speed, Proceedings of American society of Civil Engineering, Journal of Structural Division, Vol.99, No. ST12, 2409-2421.</p> <p>(42) Garson, R.C., Morla-Catalan J. and Cornell C.A. (1975) : Tornado Design Winds Based on Risk, Journal of Structural Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineering, Vol. 101, No. ST9, 1883-1897.</p> <p>(43) Forbes GS (1998) Topographic influences on tornadoes in Pennsylvania. 19th Conf. on Severe Local Storms, Amer. Meteor. Soc., Minneapolis, MN, 269-272.</p> <p>(44) Karstens C. D., 2012: Observations and laboratory</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>simulations of tornadoes in complex topographical regions. Graduate theses and dissertations of Iowa State Univ., paper12778.</p> <p>(48) Lewellen DC (2012) Effects of topography on tornado dynamics: A simulation study. 26th Conf. on Severe Local Storms, Amer. Meteor. Soc., Nashville, TN, 4B.1.</p> <p>(49) 近藤 (2000) 地表面に近い大気の科学 324pp</p> <p>(50) 塩谷 (1992) 強風の性質 開発社 201pp</p> <p>(51) 竹内・近藤 (1981) 大気科学講座 1 地表に近い大気 東大出版 226pp</p> <p>(52) 日本建築学会 (2004) 建築物荷重指針・同解説 丸善 651pp</p> <p>(53) Church, C. R., J. T. Snow (1993) Laboratory models of tornadoes. The tornado: Its Structure, Dynamics, Prediction, and Hazards, Geophysical Monograph 79, Amer. Geophy. Union, 277-295.</p> <p>(54) Hattori Y et al. (2010) Wind-tunnel experiment on logarithmic-layer turbulence under the influence of overlying detached eddies. Bound.-Layer Meteor., 134, 269-283.</p> <p>(55) James R. Holton (1992) An Introduction to Dynamic Meteorology, pp.511.</p> <p>(56) Dessens, J., Jr. (1972) Influence of ground roughness on tornadoes : A Laboratory Simulation. J. Appl. Meteor., 11, 72-75.</p> <p>(57) Leslie F W (1977) Surface roughness effects on suction vortex formation : A Laboratory Simulation. J. Atmos. Sci.,</p>		<p><u>simulations of tornadoes in complex topographical regions. Graduate theses and dissertations of Iowa state Univ., paper 12778.</u></p> <p><u>(45) Lewellen, D. C., 2012: Effects of topography on tornado dynamics: A simulation study. 26th Conference on Severe Local Storms, Amer. Meteorol. Soc., Nashville, TN, 4B.1.</u></p> <p><u>(46) Church, C. R., 1993: The tornado: Its structure, dynamics, prediction and hazards. Geophysical Monograph, Vol. 79, American Geophysical Union.</u></p> <p><u>(47) Hattori Y et al. (2010) Wind-tunnel experiment on logarithmic-layer turbulence under the influence of overlying detached eddies. Bound.-Layer Meteor., 134, 269-283.</u></p> <p><u>(48) James R. Holton (1992) An Introduction to Dynamic Meteorology, pp.511.</u></p> <p><u>(49) 近藤純正, 2000: 地表面に近い大気の科学ー理解と応用. 東京大学出版会, 324pp.</u></p> <p><u>(50) 塩谷正雄, 1992: 強風の性質ー構造物の耐風設計に関連して. 開発社, 201pp.</u></p> <p><u>(51) 竹内清秀, 近藤純正, 1981: 大気科学講座1 地表に近い大気. 東京大学出版会, 226 pp.</u></p> <p><u>(52) 日本建築学会, 2004: 建築物荷重指針・同解説. 丸善出版, 651pp.</u></p> <p><u>(53) Dessens, J., Jr. (1972) Influence of ground roughness on tornadoes : A Laboratory Simulation. J. Appl. Meteor., 11, 72-75.</u></p> <p><u>(54) Leslie, F. W., 1977: Surface roughness effects on suction vortex formation. J. Atmos. Sci., 34, 1022-1027.</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>34, 1022-1027.</p> <p>(58) Lewellen WS, Sheng YP (1979) Influence of surface conditions on tornado wind distributions. 11th Conf. on Severe Local Storms, Amer. Meteor. Soc., Kansas City, MO, 375-381.</p> <p>(59) Lewellen DC, Gong B, Lewellen WS (2008) Effects of finescale debris on near-surface tornado dynamics. J. Atmos. Sci., 65, 3247-3262.</p> <p>(60) Natarajan D, Hangan H (2012) Large eddy simulations of translation and surface roughness effects on tornado-like vortices. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 104-106, 577-584.</p> <p>(61) Maruyama, T. (2011) Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 99, 249-256.</p> <p>(62) Lewellen, D. C., and W. S. Lewellen (2007) Near-surface intensification of tornado vortices. J. Atmos. Sci., 64, 2176-2194.</p> <p>(63) Rostek WF, Snow JT (1985) Surface roughness effects on tornado like vortices. 14th Conf. on Severe Local Storms, Amer. Meteor. Soc., Indianapolis, IN, 252-255.</p> <p>(64) Fujita, T. T. (1978) Workbook of tornadoes and high winds for engineering applications. SMRP Research Paper 165, Department of Geophysical Sciences, University of Chicago, 142pp.</p> <p>(65) 気象庁ホームページ (<a href="http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html">http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html</a>)</p> <p>(66) 一般気象学 小倉義光, 東京大学出版会</p>		<p>(55) <u>Lewellen, W. S., and Y. P. Sheng, 1979: Influence of surface conditions on tornado wind distribution. Proc. 11th Conf. Severe Local Storms, Amer. Meteorol. Soc., 375-378.</u></p> <p>(56) <u>Lewellen, D. C., B. Gong, W. S. Lewellen, 2008: Effects of finescale debris on near-surface tornado dynamics. J. Atmos. Sci., 65, 3247-3262.</u></p> <p>(57) <u>Natarajan, D., and H. Hangan, 2012: Large eddy simulations of translation and surface roughness effects on tornado-like vortices. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 104-106, 577-584.</u></p> <p>(58) <u>Maruyama, T. (2011) Simulation of flying debris using a numerically generated tornado-like vortex. J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 99, 249-256.</u></p> <p>(59) <u>Lewellen, D. C., and W. S. Lewellen (2007) Near-surface intensification of tornado vortices. J. Atmos. Sci., 64, 2176-2194.</u></p> <p>(60) <u>Rostek, W. F., and J. T. Snow, 1985: Surface roughness effects on tornado like vortices. Proc. 15th Conf. Severe Local Storms, Amer. Meteorol. Soc., 252-255.</u></p> <p>(61) <u>Fujita, T. T., Workbook of tornadoes and high winds for engineering applications, U.Chicago, 1978.</u></p> <p>(62) <u>U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION : REGULATORY GUIDE 1.76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS, Revision 1, March 2007</u></p> <p>(63) <u>気象庁ホームページ (<a href="http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html">http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html</a>)</u></p> <p>(64) <u>一般気象学 小倉義光, 東京大学出版会</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="664 415 884 478" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 auto;">別 添 2 - 1</div> <p data-bbox="160 716 908 856" style="text-align: center;"><u>柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉</u></p> <p data-bbox="287 982 780 1031" style="text-align: center;">竜巻影響評価について</p>	<div data-bbox="1418 415 1668 478" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 auto;">別添資料 1</div> <p data-bbox="1151 716 1501 764" style="text-align: center;"><u>東海第二発電所</u></p> <p data-bbox="1080 982 1573 1031" style="text-align: center;">竜巻影響評価について</p>	<div data-bbox="2208 436 2475 499" style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 auto;">別 添 2 - 1</div> <p data-bbox="1843 716 2392 764" style="text-align: center;"><u>島根原子力発電所 2 号炉</u></p> <p data-bbox="1872 982 2362 1031" style="text-align: center;">竜巻影響評価について</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;">目次</p> <p>別添2-1</p> <p>1. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1. 概要</p> <p>1.2. 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>1.3. 評価の基本的な考え方</p> <p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1. 概要</p> <p>2.2. 竜巻検討地域の設定</p> <p>2.3. 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>) の設定</p> <p>2.4. 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) の設定</p> <p>2.5. 設計竜巻の特性値</p>	<p style="text-align: center;">目次</p> <p>1. 竜巻に対する防護・・・ 1</p> <p>1.1 概要・・・ 1</p> <p>1.2 評価の基本方針・・・ 2</p> <p>1.2.1 竜巻から防護する施設の抽出・・・ 2</p> <p>1.2.2 竜巻影響評価の対象施設・・・ 2</p> <p>1.2.3 評価の基本的な考え方・・・ 12</p> <p>1.2.3.1 評価方法・・・ 12</p> <p>1.2.3.2 評価対象施設等に作用する荷重・・・ 12</p> <p>1.2.3.3 施設の安全性の確認方針・・・ 13</p> <p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定・・・ 15</p> <p>2.1 概要・・・ 15</p> <p>2.2 竜巻検討地域の設定・・・ 15</p> <p>2.2.1 気象総観場の分析・・・ 16</p> <p>2.2.2 総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域 <math>TA_1</math> の設定 19</p> <p>2.2.3 竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域 <math>TA_2</math> の設定・・・ 21</p> <p>2.2.4 竜巻検討地域 <math>TA</math> の設定・・・ 22</p> <p>2.3 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>) の設定・・・ 23</p> <p>2.3.1 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)・・・ 23</p> <p>2.3.2 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) ・・・ 24</p> <p>2.3.3 発生頻度の分析・・・ 25</p> <p>2.3.4 竜巻風速, 被害幅, 被害長さの確率密度分布並びに相関係数・・・ 30</p> <p>2.3.5 竜巻影響エリアの設定・・・ 32</p> <p>2.3.6 ハザード曲線の算定・・・ 34</p> <p>2.3.7 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) ・・・ 37</p> <p>2.3.8 竜巻ハザードの不確かさの検討・・・ 38</p> <p>2.3.9 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>)・・・ 41</p> <p>2.3.10 竜巻データの更新に関する対応・・・ 41</p> <p>2.4 設計竜巻の設定・・・ 43</p> <p>2.4.1 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) の設定・・・ 43</p> <p>2.4.2 設計竜巻の特性値・・・ 45</p>	<p style="text-align: center;">目次</p> <p>別添2-1</p> <p>1. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1. 概要</p> <p>1.2. 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>1.3. 評価の基本的な考え方</p> <p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1. 概要</p> <p>2.2. 竜巻検討地域の設定</p> <p>2.3. 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>) の設定</p> <p>2.4. 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) の設定</p> <p>2.5. 設計竜巻の特性値</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>3.2. 評価対象施設</p> <p>3.3. 設計荷重の設定</p> <p>3.4. 評価対象施設等の設計方針</p> <p>3.5. 竜巻随件事象に対する評価</p> <p>添付資料</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>1.2. <u>外部事象防護対象施設及び評価対象施設の抽出について</u></p> <p>1.3. 耐震Sクラス設備について</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>2.1. 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>2.2. 竜巻検討地域において発生した竜巻</p> <p>2.3. 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方</p> <p>2.4. 地形効果による竜巻風速への影響について</p> <p>2.5. 設計竜巻の特性値の設定</p> <p>3.1. 竜巻影響評価の概要及び保守性について</p> <p>3.2. 竜巻影響評価及び竜巻対策の概要</p>	<p>3. 竜巻影響評価・・・ 48</p> <p>3.1 概要・・・ 48</p> <p>3.2 評価対象施設等・・・ 48</p> <p>3.3 設計荷重の設定・・・ 49</p> <p>3.3.1 設計竜巻荷重の設定・・・ 49</p> <p>3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定・・・ 62</p> <p>3.4 評価対象施設等の設計方針・・・ 63</p> <p>3.4.1 許容限界・・・ 64</p> <p>3.4.2 設計方針・・・ 65</p> <p>3.5 竜巻随件事象に対する評価・・・ 76</p> <p>添付資料</p> <p>1. 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 <u>別紙 1-1 緊急時対策所の竜巻防護方針について</u> <u>別紙 1-2 排気筒モニタについて</u></p> <p>2. 耐震Sクラス施設について <u>別紙 2-1 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</u></p> <p>3. 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>4. 竜巻検討地域の設定について</p> <p>5. ハザード曲線による竜巻最大風速 (<math>V_{B2}</math>) の計算について 別紙 5-1 海上の F スケール不明竜巻の按分方法の妥当性について 別紙 5-2 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について</p> <p>6. 地形効果による竜巻の増幅の可能性について</p> <p>7. 竜巻影響評価の概要及び保守性について</p> <p>8. 竜巻影響評価及び竜巻防護対策の概要 <u>別紙 8-1 評価対象施設等の設計荷重について</u> <u>別紙 8-2 竜巻防護対策のうち飛来物発生防止対策の概要について</u></p>	<p>3. 竜巻影響評価</p> <p>3.1. 評価概要</p> <p>3.2. 評価対象施設</p> <p>3.3. 設計荷重の設定</p> <p>3.4. 評価対象施設等の設計方針</p> <p>3.5. 竜巻随件事象に対する評価</p> <p>添付資料</p> <p><u>1.1 重大事故等対処設備に対する考慮について</u></p> <p><u>1.2 評価対象施設等の抽出について</u></p> <p>1.3 耐震Sクラス設備について</p> <p>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</p> <p>2.2 竜巻検討地域において発生した竜巻</p> <p>2.3 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方</p> <p>2.4 地形効果による竜巻風速への影響について</p> <p>3.1 竜巻影響評価の概要及び保守性について</p> <p>3.2 竜巻影響評価及び竜巻対策の概要</p> <p><u>別紙-1 竜巻防護対策のうち飛来物発生防止対策の概要について</u></p>	<p>備考</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【東海第二】 差異理由は個別の資料に記載</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> <p>(島根2号炉は「別添 2-1 2.5 設計竜巻の特性値」で記載)</p> <p>・資料構成の相違</p> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】 差異理由は個別の資料</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. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1. 概要</p> <p>原子力規制委員会の定める「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（以下「設置許可基準規則」という。）」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地周辺の自然環境をもとに想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>発電用原子炉施設の供用期間中に極めてまれに突風・強風を引き起こす自然現象としての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評価・確認するために原子力規制委員会の定める「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成25年6月19日原規技発13061911号原子力規制委員会決定）」（以下「ガイド」という。）を参照し、竜巻影響評価として以下を実施し、発電用原子炉施設の安全機能が維持されることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定</li> <li>・<u>柏崎刈羽原子力発電所</u>における飛来物に係る調査</li> <li>・飛来物防止対策</li> <li>・考慮すべき設計荷重に対する外部事象防護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の確認</li> </ul> <p>また、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。【添付資料1.1】</p>	<p>1. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1 概要</p> <p>原子力規制委員会の定める「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」第六条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、「安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない」としており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>発電用原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風、強風を引き起こす自然現象としての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評価するため、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成25年6月19日 <u>原子力規制委員会決定</u>，平成26年9月17日改正）」（以下「<u>竜巻影響評価ガイド</u>」*という）を参照し、以下の竜巻影響評価について実施し、安全機能が維持されることを確認する。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組合せ荷重）の設定</li> <li>(2) 発電所における飛来物に係る調査</li> <li>(3) 飛来物発生防止対策</li> <li>(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の確認</li> </ol> <p>※ 「<u>原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（案）及び解説</u>」を含む。（特に区別する必要がある場合は、以下「<u>ガイド（案）及び解説</u>」という）</p>	<p>1. 竜巻に対する防護</p> <p>1.1. 概要</p> <p>原子力規制委員会の定める「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（以下「設置許可基準規則」という。）」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしており、敷地周辺の自然環境をもとに想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。</p> <p>発電用原子炉施設の供用期間中に極めてまれに突風・強風を引き起こす自然現象としての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うことのない設計であることを確認するために<u>原子力規制委員会の定める</u>「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（平成25年6月19日原規技発13061911号原子力規制委員会決定）」（以下「ガイド」という。）を参照し、竜巻影響評価として以下を実施し、<u>発電用原子炉施設の安全機能が維持されることを確認する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重）の設定</li> <li>・<u>島根原子力発電所</u>における飛来物に係る調査</li> <li>・飛来物防止対策</li> <li>・考慮すべき設計荷重に対する<u>外部事象防護対象施設</u>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の確認</li> </ul> <p>また、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物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。【添付資料1.1】</p>	<p>（東海第二は「3.3.1 (3) 設計飛来物等による衝撃荷重の設定」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>1.2. 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>竜巻影響評価の対象施設としては、以下の「(1) 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設」及び「(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」に示す施設を竜巻影響評価の対象施設とする。</p> <p>また、竜巻に対する防護設計を行う、外部事象防護対象施設の</p>	<p>1.2 評価の基本方針</p> <p>1.2.1 竜巻から防護する施設の抽出【添付資料1】</p> <p>竜巻から防護する施設は、安全施設が竜巻の影響を受ける場合においても発電用原子炉施設の安全性を確保するために、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定される重要度分類（以下「安全重要度分類」という。）のクラス1、クラス2及びクラス3の設計を要求される構築物、系統及び機器とする。</p> <p>その上で、上記構築物、系統及び機器の中から、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<sup>※</sup>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（以下「外部事象防護対象施設」という。）とし、機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>※ 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>上記に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随伴事象に対して機能を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設計とする。</p> <p>1.2.2 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>以下の(1)外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設及び(2)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示す施設を竜巻影響評価の対象施設（以下「評価対象施設等」という。）とする。</p> <p>外部事象防護対象施設等の抽出フローを第 1.2.2-1 図に示</p>	<p>1.2. 竜巻影響評価の対象施設</p> <p>竜巻影響評価の対象施設としては、以下の「(1) 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設」及び「(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」に示す施設を竜巻影響評価の対象施設とする。</p> <p>また、竜巻に対する防護設計を行う、外部事象防護対象施設</p>	<p>（島根2号炉は「1.2. 竜巻影響評価の対象施設」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>うち評価対象施設，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を「評価対象施設等」という。</p> <p>(1) 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設【添付資料 1.2】</p> <p>設置許可基準規則第6条における安全施設とは、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器（以下「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」という。）を指していることから，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，系統及び機器とする。</p> <p>また，以下の点を踏まえ，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うち，外部事象防護対象施設は，外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器（発</p>	<p>す。</p> <p>なお，「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施設についても，外部事象防護対象施設等として抽出すべきものがないことを確認した。【添付資料2】</p>  <p>第1.2.2-1図 外部事象防護対象施設等の抽出フロー</p> <p>(1) 外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち評価対象施設として，屋外施設（外部事象防護対象施設を内包する施設を含む），屋内の施設で外気と繋がっている施設及び外殻となる施設（建屋，構築物）（以下「外殻となる施設」という。）による防護機能が期待できない施設を抽出する。</p> <p>なお，外殻となる施設による防護機能が期待できない施設については，外部事象防護対象施設を内包する区画の構造健全性の確認結果を踏まえ抽出する。防護機能を期待できることが確認できた区画に内包される外部事象防護対象施設については，該当する外殻となる施設により防護されることから，個別評価は実施しない。</p>	<p>のうち評価対象施設，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を「評価対象施設等」という。</p> <p>(1) 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設【添付資料 1.2.1】</p> <p>設置許可基準規則第6条における安全施設とは、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1，クラス2及びクラス3に属する構築物，系統及び機器（以下「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」という。）を指していることから，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，系統及び機器とする。</p> <p>また，以下の点を踏まえ，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うち，外部事象防護対象施設は，外部事象に対し必要な構築物，系統及び機器（発</p>	<p>備考</p> <p>（島根2号炉は「1.2.(1) 外部事象防護対象施設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>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、<u>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)</u>に加え、それらを内包する建屋とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 竜巻襲来後に設備等の損壊状況を踏まえ、必要に応じプラント停止の措置をとること</li> <li>・ プラント停止後は、その状態を維持することが重要であること</li> </ul> <p>その上で、本評価における評価対象施設は、外部事象防護対象施設のうち、屋内設備は内包する建屋により防護する設計とすることから、屋外設備（建屋含む）、外気との接続がある設備及び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分類し、抽出した。また、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ついては、<u>建屋、構築物の構造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、設備を抽出する。</u></p> <p>なお、上記に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随件事象により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能を損なわないことから評価完了とする。</p> <p>図1.2.1に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、<u>図1.2.2に評価対象施設を示す。</u></p> <p>また、上記の抽出に加え、「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・構築物のうち、竜巻の影響を受ける可能性がある設備を抽出し、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。【添付資料1.3】</p> <p><u>(屋外設備)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 軽油タンク</li> <li>・ 非常用ディーゼル発電機燃料移送系</li> </ul>	<p><u>第1.2.2-2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及び抽出された評価対象施設を示す。</u></p> <p><u>また、第1.2.2-2図において抽出した評価対象施設のうち、屋外施設の配置を第1.2.2-3図に示す。</u></p> <p>a. <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></p> <p>(a) <u>非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口（以下「非常用ディーゼル発</u></p>	<p>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、<u>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)</u>に加え、それらを内包する建物とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 竜巻襲来後に施設等の損壊状況を踏まえ、必要に応じプラント停止の措置をとること</li> <li>・ プラント停止後は、その状態を維持することが重要であること</li> </ul> <p>その上で、本評価における評価対象施設は、外部事象防護対象施設のうち、<u>屋内施設は内包する建物により防護する設計とすることから、屋外施設（建物含む）、外気との接続がある施設及び外殻となる施設による防護機能が期待できない施設に分類し、抽出した。また、外殻となる施設による防護機能が期待できない施設については、建物、構築物の構造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、施設を抽出する。</u></p> <p>なお、上記に含まれない構築物、系統及び機器は、竜巻及びその随件事象により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能を損なわないことを確認した。【添付資料1.2 1.2.4】</p> <p>図1.2.1に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、<u>表1.2.1に評価対象施設を示す。</u></p> <p>また、上記の抽出に加え、「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）及び建物・構築物のうち、竜巻の影響を受ける可能性がある施設を抽出し、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。【添付資料1.3】</p>	<p>・ 記載方針の相違</p> <p>【柏崎6/7、東海第二】</p> <p>評価対象施設等の示</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
<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋</li> <li>・タービン建屋 海水熱交換器区域</li> <li>・コントロール建屋</li> <li>・廃棄物処理建屋</li> </ul>	<p><u>電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）</u> <u>吸気口」という。）</u></p> <p>(b) <u>非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高</u> <u>圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファ</u> <u>ン（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレ</u> <u>イ系ディーゼル発電機を含む。）ルーフベントファン」と</u> <u>いう。）</u></p> <p>(c) <u>中央制御室換気系冷凍機（配管，弁含む。）</u></p> <p>(d) <u>残留熱除去系海水系ポンプ（配管，弁含む。）</u></p> <p>(e) <u>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（配管，弁含む。）</u> <u>及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ</u> <u>（配管，弁含む。）（以下「非常用ディーゼル発電機（高</u> <u>圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポ</u> <u>ンプ（配管，弁含む。）」という。）</u></p> <p>(f) <u>残留熱除去系海水系ストレーナ</u></p> <p>(g) <u>非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉</u> <u>心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下</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</u> <u>ゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ」という。）</u></p> <p>(h) <u>非常用ガス処理系排気筒</u></p> <p>(i) <u>主排気筒</u></p> <p>(j) <u>排気筒モニタ</u></p> <p>(k) <u>原子炉建屋</u></p> <p>(l) <u>放水路ゲート</u></p> <p><u>なお，排気筒モニタ及び排気筒モニタ建屋並びに放水路</u> <u>ゲートは，以下の設計とすることにより，以降の評価対象</u> <u>施設等には含めないものとする。</u></p> <p><u>評価対象施設等のうち排気筒モニタについては，放射性</u> <u>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</u> <u>る。竜巻を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が</u> <u>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</u> <u>考慮し，排気筒モニタ建屋も含め安全上支障のない期間に</u> <u>補修等の対応を行うことで，安全機能を損なわない設計と</u> <u>する。</u></p> <p><u>評価対象施設等のうち放水路ゲートについては，津波の</u> <u>流入を防ぐための閉止機能を有している。竜巻を起因とし</u></p>		<p>し方の相違（設備の相違の説明は表 1.2.1 に記載）島根 2 号炉は評価対象施設を表で，評価対象施設等の構内配置は「(3)竜巻影響評価対象施設の構内配置」で示している</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>(外気との接続がある設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電機吸気系</li> <li>・非常用換気空調系 (非常用ディーゼル発電機電気品区域換気空調系 (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)</li> </ul> <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)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋 1 階 非常用ディーゼル発電機室設置設備 (非常用ディーゼル発電機, 非常用ディーゼル発電機ディーゼル機関, 非常用ディーゼル発電機始動用空気系, 非常用ディーゼル発電機冷却水系)</li> <li>・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 (パワーセンタ, モータコントロールセンタ)</li> <li>・タービン建屋 海水熱交換器区域 1 階 階段室設置設備 (原子炉補機冷却系配管, 原子炉補機冷却海水系配管) 等</li> </ul>	<p>て津波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, 放水路ゲートは安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで, 安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>&lt;以下, 外部事象防護対象施設を内包する区画&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(m) <u>タービン建屋 (気体廃棄物処理系隔離弁等を内包)</u></li> <li>(n) <u>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)</u></li> <li>(o) <u>軽油貯蔵タンクタンク室 (軽油貯蔵タンクを内包)</u></li> <li>(p) <u>排気筒モニタ建屋</u></li> </ul> <p>b. 屋内の施設で外気と繋がっている施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) <u>中央制御室換気系隔離弁, ファン (ダクト含む。), 非常用ディーゼル発電機室換気系ダクト及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室換気系ダクト (以下「非常用換気空調設備」という。)</u></li> <li>(b) <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)</u></li> </ul> <p>c. 外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) <u>中央制御室換気系隔離弁, ファン (空気調和器含む。)</u> 及びフィルタユニット (以下「原子炉建屋付属棟 3 階中央制御室換気空調設備」という。)</li> <li>(b) <u>非常用電源盤 (電気室)</u></li> <li>(c) <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)</u></li> <li>(d) <u>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 (以下「原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備」という。)</u></li> <li>(e) <u>燃料交換機及び原子炉建屋天井クレーン</u></li> <li>(f) <u>非常用ガス処理系設備及び非常用ガス再循環系設備</u></li> <li>(g) <u>使用済燃料乾式貯蔵容器</u></li> <li>(h) <u>使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン</u></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置状況の相違</li> </ul> <p>【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>島根 2 号炉の非常用ディーゼル発電機の吸気系については, 屋内に設置しており風荷重及び飛来物の衝撃荷重が作用せず, 給気消音器は開放構造であり気圧差も作用しない</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><u>表1.2.1 評価対象施設とする外部事象防護対象施設の抽出結果</u> (1/3)</p> <table border="1" data-bbox="1736 331 2502 1535"> <thead> <tr> <th>系統</th> <th>機器・設備</th> <th>区分*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">原子炉補機冷却系</td> <td>ポンプ</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>ポンプ電動機</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>熱交換器</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>配管</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>弁</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">原子炉補機海水系</td> <td>ポンプ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>ポンプ電動機</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>配管</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>弁</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>ストレーナ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">燃料プール冷却系</td> <td>燃料プール</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>使用済燃料貯蔵ラック</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>配管</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>弁</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">高圧炉心スプレ イ補機海水系</td> <td>ポンプ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>ポンプ電動機</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>配管</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>弁</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>ストレーナ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">残留熱除去系</td> <td>配管</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>弁</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">非常用ガス処理系</td> <td>配管 (非常用ガス処理系用排気筒)</td> <td>② (①)</td> </tr> <tr> <td>弁</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉棟空調換気系</td> <td>隔離弁</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>ダクト</td> <td>②</td> </tr> </tbody> </table> <p>※区分：①屋外施設 ②外気と繋がっている施設 ③外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</p>	系統	機器・設備	区分*	原子炉補機冷却系	ポンプ	③	ポンプ電動機	③	熱交換器	③	配管	③	弁	③	原子炉補機海水系	ポンプ	①	ポンプ電動機	①	配管	①	弁	①	ストレーナ	①	燃料プール冷却系	燃料プール	③	使用済燃料貯蔵ラック	③	配管	③	弁	③	高圧炉心スプレ イ補機海水系	ポンプ	①	ポンプ電動機	①	配管	①	弁	①	ストレーナ	①	残留熱除去系	配管	③	弁	③	非常用ガス処理系	配管 (非常用ガス処理系用排気筒)	② (①)	弁	②	原子炉棟空調換気系	隔離弁	②	ダクト	②	<p>・記載方針の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】 評価対象施設等の示し方の相違(同上) ・設置場所及び抽出対象の相違 【柏崎 6/7】 島根 2号炉は、外部事象防護対象施設として全てのクラス1, 2と安全評価上その機能に期待するクラス3設備及びそれらを内包する建物を抽出しており、非常用ガス処理系配管, 排気筒モニタ, 原子炉建物天井クレーン, 燃料取替機, 排気筒 (非常用ガス処理系用排気筒含む。), 排気筒モニタ室が追加対象となる 【柏崎 6/7, 東海第二】 島根 2号炉のディーゼル燃料貯蔵タンクは地下に設置しており、内包する建物として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を抽出</p>
系統	機器・設備	区分*																																																													
原子炉補機冷却系	ポンプ	③																																																													
	ポンプ電動機	③																																																													
	熱交換器	③																																																													
	配管	③																																																													
	弁	③																																																													
原子炉補機海水系	ポンプ	①																																																													
	ポンプ電動機	①																																																													
	配管	①																																																													
	弁	①																																																													
	ストレーナ	①																																																													
燃料プール冷却系	燃料プール	③																																																													
	使用済燃料貯蔵ラック	③																																																													
	配管	③																																																													
	弁	③																																																													
高圧炉心スプレ イ補機海水系	ポンプ	①																																																													
	ポンプ電動機	①																																																													
	配管	①																																																													
	弁	①																																																													
	ストレーナ	①																																																													
残留熱除去系	配管	③																																																													
	弁	③																																																													
非常用ガス処理系	配管 (非常用ガス処理系用排気筒)	② (①)																																																													
	弁	②																																																													
原子炉棟空調換気系	隔離弁	②																																																													
	ダクト	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>表1.2.1 評価対象施設とする外部事象防護対象施設の抽出結果 (2/3)</p> <table border="1" data-bbox="1736 331 2487 1255"> <thead> <tr> <th>系統</th> <th>機器・設備</th> <th>区分*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="9">中央制御室換気系</td> <td>送風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>非常用再循環送風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>非常用再循環送風機電動機</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>排風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>空気調和装置 (加湿器含む)</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>非常用再循環処理装置</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>ダクト</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>ダンパ</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>隔離弁</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td rowspan="10">原子炉建物付属棟空調換気系</td> <td>非常用ディーゼル室送風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル室送風機電動機</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィディーゼル室送風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィディーゼル室送風機電動機</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>非常用電気室送風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ系電気室送風機</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>非常用電気室外気処理装置</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ系電気室外気処理装置</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>ダクト</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>ダンパ</td> <td>②</td> </tr> </tbody> </table> <p>※区分：①屋外施設 ②外気と繋がっている施設 ③外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</p>	系統	機器・設備	区分*	中央制御室換気系	送風機	②	非常用再循環送風機	②	非常用再循環送風機電動機	③	排風機	②	空気調和装置 (加湿器含む)	②	非常用再循環処理装置	②	ダクト	②	ダンパ	②	隔離弁	②	原子炉建物付属棟空調換気系	非常用ディーゼル室送風機	②	非常用ディーゼル室送風機電動機	③	高圧炉心スプレィディーゼル室送風機	②	高圧炉心スプレィディーゼル室送風機電動機	③	非常用電気室送風機	②	高圧炉心スプレィ系電気室送風機	②	非常用電気室外気処理装置	②	高圧炉心スプレィ系電気室外気処理装置	②	ダクト	②	ダンパ	②	
系統	機器・設備	区分*																																												
中央制御室換気系	送風機	②																																												
	非常用再循環送風機	②																																												
	非常用再循環送風機電動機	③																																												
	排風機	②																																												
	空気調和装置 (加湿器含む)	②																																												
	非常用再循環処理装置	②																																												
	ダクト	②																																												
	ダンパ	②																																												
	隔離弁	②																																												
原子炉建物付属棟空調換気系	非常用ディーゼル室送風機	②																																												
	非常用ディーゼル室送風機電動機	③																																												
	高圧炉心スプレィディーゼル室送風機	②																																												
	高圧炉心スプレィディーゼル室送風機電動機	③																																												
	非常用電気室送風機	②																																												
	高圧炉心スプレィ系電気室送風機	②																																												
	非常用電気室外気処理装置	②																																												
	高圧炉心スプレィ系電気室外気処理装置	②																																												
	ダクト	②																																												
	ダンパ	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 align="center"><u>表1.2.1 評価対象施設とする外部事象防護対象施設の抽出結果</u> <u>(3/3)</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>系統</th> <th>機器・設備</th> <th>区分*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">非常用所内電源系</td> <td>A-非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>A-非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ電動機</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>A-非常用ディーゼル発電機系配管</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>A-非常用ディーゼル発電機系弁</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ電動機</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系配管</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系弁</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>プロセス放射線モニタ系</td> <td>排気筒モニタ</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>燃料取扱設備</td> <td>燃料取扱機</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>原子炉建物天井クレーン</td> <td>原子炉建物天井クレーン</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>排気筒</td> <td>排気筒</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">建物等</td> <td>原子炉建物</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>制御室建物</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>タービン建物</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>廃棄物処理建物</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>排気筒モニタ室</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>A-ディーゼル燃料貯蔵タンク室</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレィディーゼル燃料貯蔵タンク室</td> <td>①</td> </tr> <tr> <td>B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽</td> <td>①</td> </tr> </tbody> </table> <p>※区分：①屋外施設 ②外気と繋がっている施設 ③外殻となる施設による防護機能が期待できない施設</p>	系統	機器・設備	区分*	非常用所内電源系	A-非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ	①	A-非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ電動機	①	A-非常用ディーゼル発電機系配管	①	A-非常用ディーゼル発電機系弁	①	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ	①	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ電動機	①	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系配管	①	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系弁	①	プロセス放射線モニタ系	排気筒モニタ	①	燃料取扱設備	燃料取扱機	③	原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン	③	排気筒	排気筒	①	建物等	原子炉建物	①	制御室建物	①	タービン建物	①	廃棄物処理建物	①	排気筒モニタ室	①	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク室	①	高圧炉心スプレィディーゼル燃料貯蔵タンク室	①	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	①	
系統	機器・設備	区分*																																																		
非常用所内電源系	A-非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ	①																																																		
	A-非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ電動機	①																																																		
	A-非常用ディーゼル発電機系配管	①																																																		
	A-非常用ディーゼル発電機系弁	①																																																		
	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ	①																																																		
	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系ディーゼル燃料移送ポンプ電動機	①																																																		
	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系配管	①																																																		
	高圧炉心スプレィ非常用ディーゼル発電機系弁	①																																																		
プロセス放射線モニタ系	排気筒モニタ	①																																																		
燃料取扱設備	燃料取扱機	③																																																		
原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン	③																																																		
排気筒	排気筒	①																																																		
建物等	原子炉建物	①																																																		
	制御室建物	①																																																		
	タービン建物	①																																																		
	廃棄物処理建物	①																																																		
	排気筒モニタ室	①																																																		
	A-ディーゼル燃料貯蔵タンク室	①																																																		
	高圧炉心スプレィディーゼル燃料貯蔵タンク室	①																																																		
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	①																																																			

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) 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【添付資料1.4】</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としては、当該施設の破損等により外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼして安全機能を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とする。</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としては、発電所構内の構築物、系統及び機器（安全重要度分類のクラス1、クラス2、クラス3及びノンクラス）の中から、以下の①、②及び③に示す施設を抽出する。</p> <p>図1.2.3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、図1.2.4に評価対象施設を示す。</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、倒壊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として、以下を抽出し、評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・主排気筒（6号及び7号炉への影響）</li> <li>・5号炉主排気筒（6号炉への影響）</li> <li>・5号炉タービン建屋（6号炉への影響）</li> <li>・サービス建屋（6号及び7号炉への影響）</li> <li>・原子炉建屋天井クレーン（自号炉への影響）</li> <li>・燃料交換機（自号炉への影響）</li> </ul>	<p>(2) 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【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は、その他の施設（外部事象防護対象施設以外の施設）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（機械的影響）可能性があるもの及び屋外に設置される外部事象防護対象施設の付属設備のうち、設計竜巻の風圧力、気圧差及び設計飛来物等の衝突による損傷により外部事象防護対象施設を機能喪失させる（機能的影響）可能性があるものとする。</p> <p>第1.2.2-4図に、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フロー及び抽出された施設を示す。</p> <p>また、第1.2.2-4図において抽出し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の配置図を第1.2.2-5図に示す。</p> <p>a. 外部事象防護対象施設等に機械的影響を及ぼし得る施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(a) サービス建屋</li> <li>(b) 海水ポンプエリア防護壁</li> <li>(c) 鋼製防護壁</li> </ul>	<p>(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【添付資料1.2 1.2.2】</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としては、当該施設の破損等により外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼして安全機能を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とする。</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としては、発電所構内の構築物、系統及び機器（安全重要度分類のクラス1、クラス2、クラス3及びノンクラス）の中から、抽出する。</p> <p>図1.2.2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、表1.2.2に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を、表1.2.3に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示す。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・抽出観点の相違【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、2.2.1(2-4)に記載している</li> <li>・記載方針の相違【柏崎6/7、東海第二】 評価対象施設等の示し方の相違(同上)</li> </ul>

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>② 機能的影響の観点での抽出</u>  <u>発電所構内の構築物，系統及び機器のうち，屋外にある外部事象防護対象施設の付属設備として，以下を抽出し，評価を実施する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>非常用ディーゼル発電機排気管</u></li> <li>・ <u>非常用ディーゼル発電機排気消音器</u></li> <li>・ <u>ミスト管（燃料デイトンク，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></li> </ul> <p><u>③ 二次的影響の観点での抽出</u>  <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の機能を喪失させる可能性がある施設として，以下を抽出し，評価を実施する。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>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（純水タンク，ろ過水タンク，NSD 収集タンク）</u></li> <li>・ <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></li> <li>・ <u>外部電源</u></li> </ul>	<p><u>b. 外部事象防護対象施設に機能的影響を及ぼし得る施設</u></p> <p><u>(a) 非常用ディーゼル発電機排気消音器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機排気消音器（以下「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」という。）</u></p> <p><u>(b) 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及び非常用ディーゼル発電機潤滑油サンプルタンクベント管並びに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及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油サンプルタンクベント管（以下「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」という。）</u></p> <p><u>(c) 残留熱除去系海水系配管（放出側）</u></p> <p><u>(d) 非常用ディーゼル発電機用海水配管（放出側）及び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）（以下「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）」という。）</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 抽出観点の相違</li> <li>【柏崎 6/7】 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）</li> </ul>

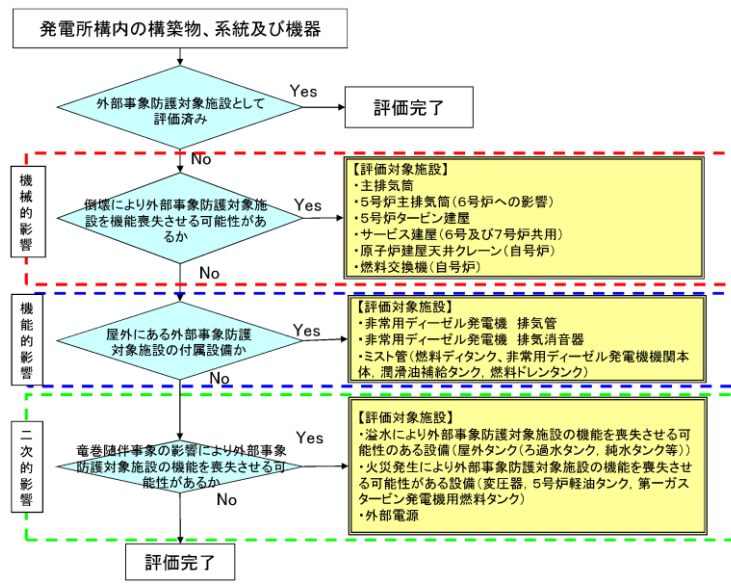
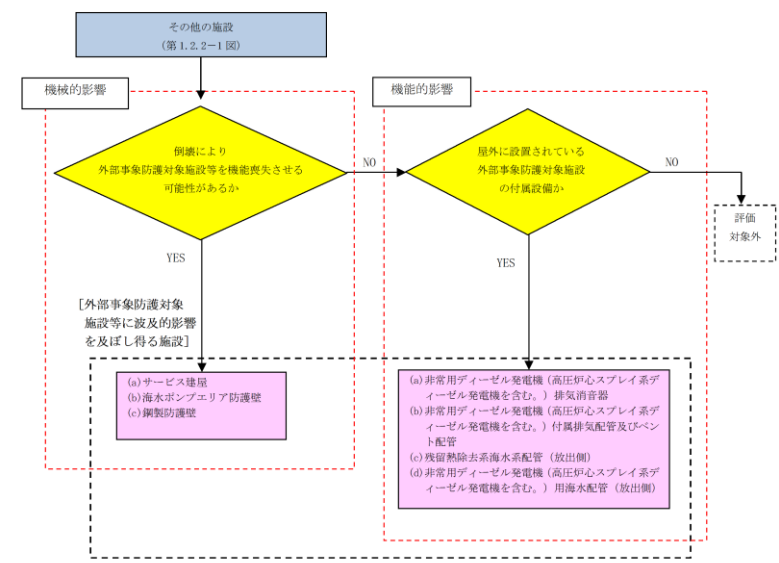


図 1.2.3 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出フロー



第 1.2.2-4 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抽出フロー

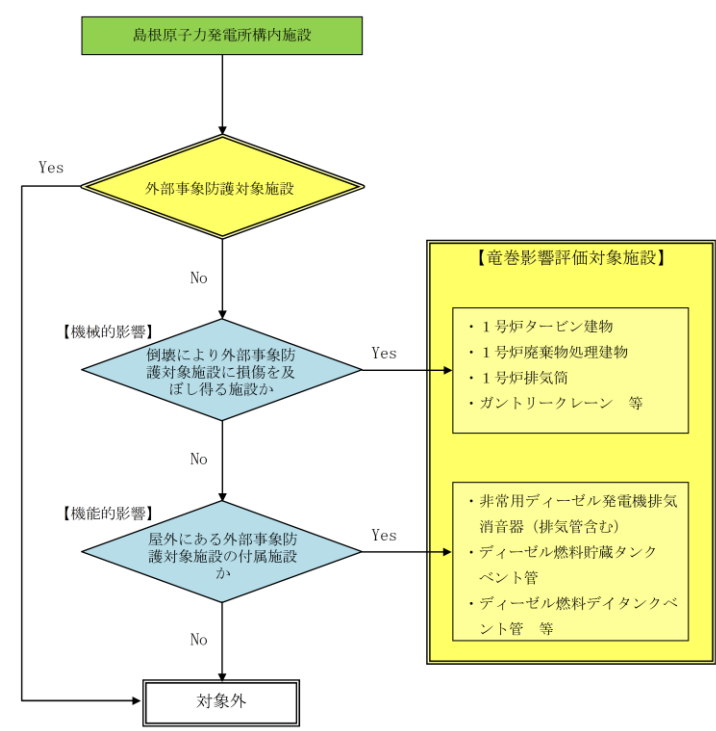


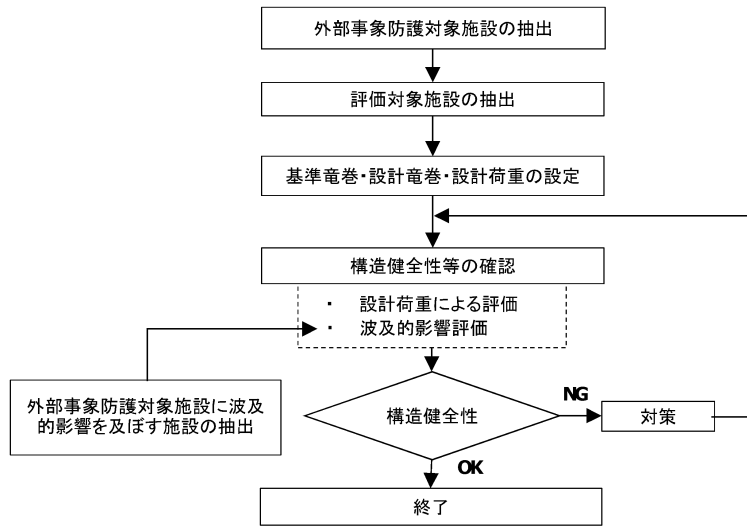
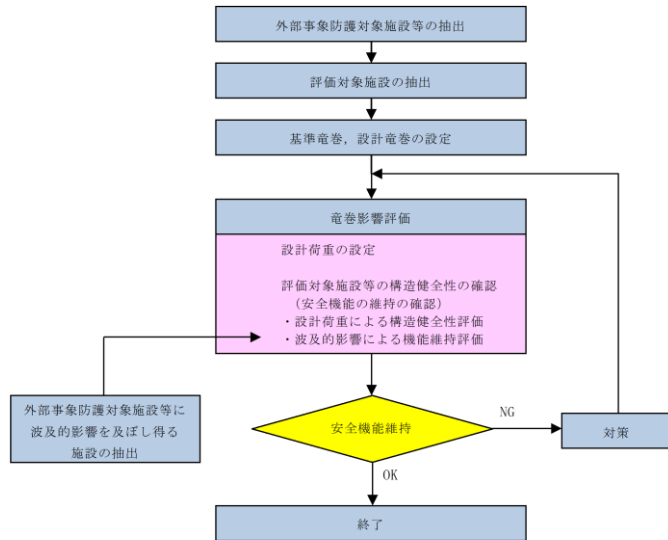
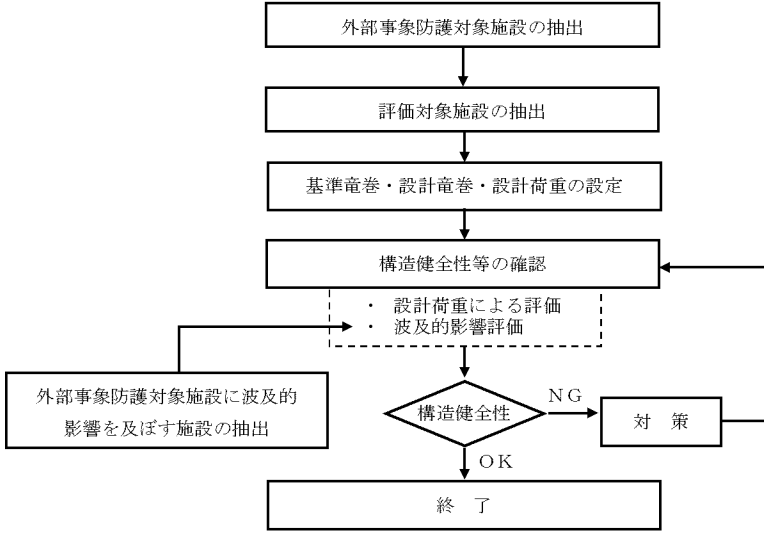
図1.2.2 外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る評価対象施設の抽出フロー

・抽出観点の相違  
【柏崎6/7】  
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)



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 1.2.2 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)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>施設名</th> <th>損傷を受ける可能性のある外部事象防護対象施設</th> <th>外部事象防護対象施設との距離</th> <th>地上高さ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号炉原子炉建物</td> <td>制御室建物</td> <td>約15m</td> <td>47m</td> </tr> <tr> <td>1号炉タービン建物</td> <td>2号炉タービン建物 制御室建物</td> <td>隣接</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>1号炉廃棄物処理建物</td> <td>2号炉廃棄物処理建物 制御室建物</td> <td>隣接</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>1号炉排気筒</td> <td>2号炉タービン建物</td> <td>約10m</td> <td>120m</td> </tr> <tr> <td>ガントリークレーン</td> <td>原子炉補機冷却系海水ポンプ等</td> <td>約3m</td> <td>21m</td> </tr> <tr> <td>排気筒モニタ室</td> <td>2号炉排気筒</td> <td>隣接</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>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 (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"> <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>高圧炉心スプレイ系 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>	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	原子炉補機冷却系海水ポンプ等	約3m	21m	排気筒モニタ室	2号炉排気筒	隣接	—	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)	高圧炉心スプレイ系 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>・記載方針の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 評価対象施設等の示し方の相違</p> <p>・記載方針の相違 【柏崎6/7, 東海第二】 評価対象施設等の示し方の相違</p>
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	原子炉補機冷却系海水ポンプ等	約3m	21m																																								
排気筒モニタ室	2号炉排気筒	隣接	—																																								
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)																																										
高圧炉心スプレイ系 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																																										

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="216 436 872 1318" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="166 1369 923 1451" data-label="Caption"> <p>図 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</p> </div>	<div data-bbox="943 926 1703 1354" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="937 1369 1703 1451" data-label="Caption"> <p>第 1. 2. 2-5 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> </div>	<div data-bbox="1724 247 2504 420" data-label="Text"> <p>(3) 評価対象施設等の構内配置 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. 3 に示す。</p> </div> <div data-bbox="1724 485 2504 1346" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1724 1369 2504 1451" data-label="Caption"> <p>図 1. 2. 3 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> </div>	

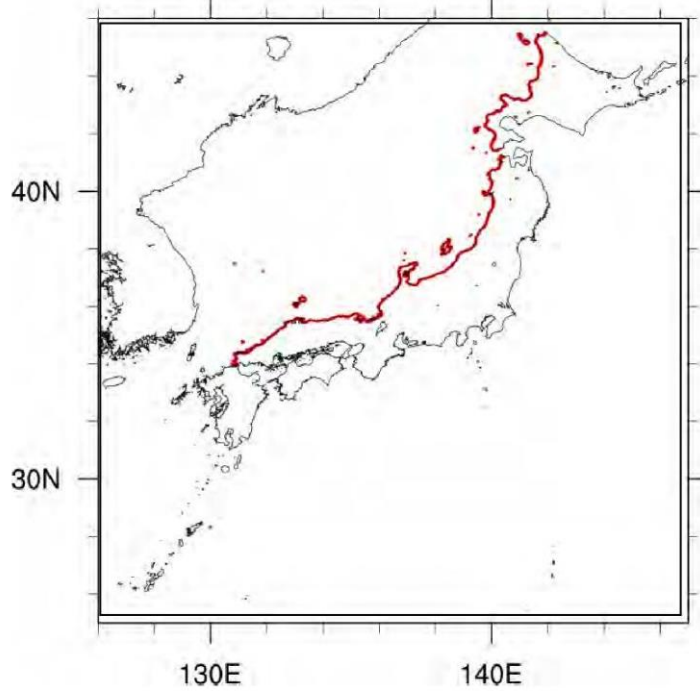
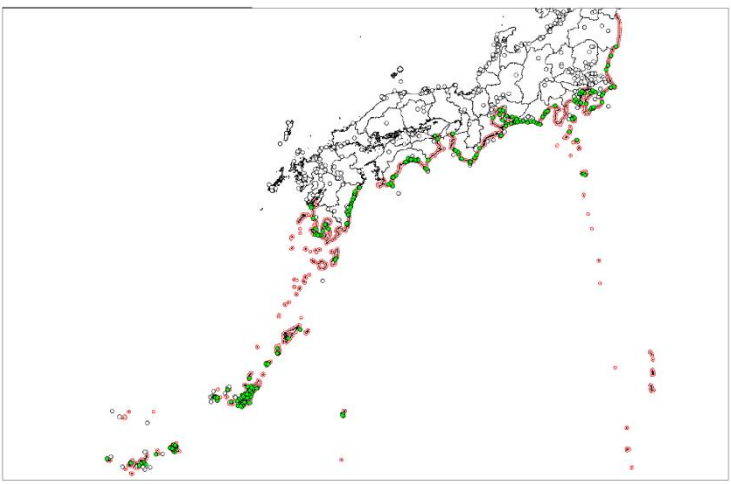

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>1.3. 評価の基本的な考え方</p> <p>1.3.1. 評価の基本フロー</p> <p>ガイドに基づき基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに、考慮すべき設計荷重に対して、抽出した評価対象施設等の構造健全性評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されていることの確認を行う。図 1.3.1.1 に竜巻影響評価の基本フローを示す。</p>  <p>図 1.3.1.1 竜巻影響評価の基本フロー</p> <p>1.3.2. 評価対象施設等に作用する荷重</p> <p>以下に示す設計荷重を適切に設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻荷重を以下に示す。</p> <p>①風圧力 設計竜巻の最大風速による風圧力</p> <p>②気圧差による圧力 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</p> <p>③飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって評価対象施設等に衝突し得る飛来物（以下「設計飛来物」という。）が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重</p>	<p>1.2.3 評価の基本的な考え方</p> <p>1.2.3.1 評価方法</p> <p>基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに、評価対象施設等を抽出し、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について評価を行い、必要に応じ対策を行うことで安全機能が維持されていることを確認する。</p> <p>竜巻影響評価の基本フローを第 1.2.3.1-1 図に示す。</p>  <p>第 1.2.3.1-1 図 竜巻影響評価の基本フロー</p> <p>1.2.3.2 評価対象施設等に作用する荷重</p> <p>以下に示す設計荷重を適切に設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻荷重を以下に示す。</p> <p>a. 風圧力による荷重 設計竜巻の最大風速による風圧力による荷重</p> <p>b. 気圧差による荷重 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</p> <p>c. 設計飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって評価対象施設等に衝突し得る飛来物（設計飛来物）が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重</p>	<p>1.3. 評価の基本的な考え方</p> <p>1.3.1. 評価の基本フロー</p> <p>ガイドに基づき基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定するとともに、考慮すべき設計荷重に対して、抽出した評価対象施設等の構造健全性評価を行い、必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されていることの確認を行う。図 1.3.1.1 に竜巻影響評価の基本フローを示す。</p>  <p>図 1.3.1.1 竜巻影響評価の基本フロー</p> <p>1.3.2. 評価対象施設等に作用する荷重</p> <p>以下に示す設計荷重を適切に設定する。</p> <p>(1) 設計竜巻荷重</p> <p>設計竜巻荷重を以下に示す。</p> <p>①風圧力 設計竜巻の最大風速による風圧力</p> <p>②気圧差による圧力 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</p> <p>③飛来物の衝撃荷重 設計竜巻によって評価対象施設等に衝突し得る飛来物（以下「設計飛来物」という。）が評価対象施設等に衝突する際の衝撃荷重</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) 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。</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 ②竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等</p> <p>なお，上記(2)の②の荷重については，竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して，上記(2)の①の荷重と組み合わせることの適切性或設定する荷重の大きさ等を判断する。</p> <p>具体的な荷重については，「3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定」に示す。</p> <p>1.3.3. 施設の安全性の確認方針 設計竜巻荷重及びその他組み合わせ荷重（常時作用している荷重，竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して，評価対象施設，あるいはその特定の区画の構造健全性等の評価を行い，必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。</p>	<p>(2) 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。</p> <p>a. 評価対象施設等に常時作用する荷重，運転時荷重等 b. 竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等</p> <p>なお，上記(2) b. の荷重については，竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して，上記(2) a. の荷重と組み合わせることの適切性或設定する荷重の大きさ等を判断する。</p> <p>具体的な荷重については，「3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定」に示す。</p> <p>1.2.3.3 施設の安全性の確認方針 設計竜巻荷重及びその他組み合わせ荷重（常時作用している荷重，竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して，評価対象施設等，あるいはその特定の区画の構造健全性等の確認を行い，必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。</p>	<p>(2) 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重を以下に示す。</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 ②竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等</p> <p>なお，上記(2)の②の荷重については，竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して，上記(2)の①の荷重と組み合わせることの適切性或設定する荷重の大きさ等を判断する。</p> <p>具体的な荷重については，「3.3.2 設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定」に示す。</p> <p>1.3.3. 施設の安全性の確認方針 設計竜巻荷重及びその他組み合わせ荷重（常時作用している荷重，竜巻以外の自然現象による荷重，設計基準事故時荷重等）を適切に組み合わせた設計荷重に対して，評価対象施設，あるいはその特定の区画の構造健全性等の評価を行い，必要に応じて対策を行うことで安全機能が維持されることを確認する。</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>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1. 概要</p> <p>基準竜巻及び設計竜巻の設定は、図 2.1.1 に示すとおり竜巻検討地域の設定、基準竜巻の最大風速の設定及び設計竜巻の最大風速の設定の流れで実施する。</p> <div data-bbox="207 478 860 1312" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">竜巻検討地域の設定</p> <p style="text-align: center;">柏崎刈羽原子力発電所が立地する地域及び竜巻発生 の観点から気象条件等が類似の地域</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">基準竜巻の最大風速(V<sub>B</sub>)の設定</p> <p style="text-align: center;">(竜巻検討地域における竜巻の発生頻度や最大 風速の年超過確率等を参照し、最大風速を設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻の最大風速(V<sub>D</sub>)の設定</p> <p style="text-align: center;">(発電所サイト特性等を考慮して必要に応じて V<sub>B</sub>の割り増し等を行い、最大風速を設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻の特性値の設定</p> <p style="text-align: center;">(V<sub>D</sub>等に基づいて移動速度、最大気圧低下量等 の特性値を設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻荷重(F<sub>D</sub>)の設定</p> <p style="text-align: center;">(風圧力、気圧差、飛来物の衝突による衝撃荷 重を設定)</p> </div> <p style="text-align: center;">図 2.1.1 基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー</p>	<p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1 概要</p> <p>基準竜巻及び設計竜巻の設定フローを、第 2.1-1 図に示す。</p> <div data-bbox="973 504 1685 1155" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">竜巻検討地域の設定</p> <p style="text-align: center;">(発電所が立地する地域及び竜巻発生 の観点から発電所が立地する地域と気象条件が類似の 地域を基に設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">基準竜巻の最大風速 (V<sub>B</sub>) の設定</p> <p style="text-align: center;">(竜巻検討地域における竜巻の発生頻度や最大風速の年超過確率等を参 照し、最大風速を設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻の最大風速 (V<sub>D</sub>) の設定</p> <p style="text-align: center;">(サイト特性等を考慮して必要に応じて V<sub>B</sub> の割増し等を行い最大風速を 設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻の特性値の設定</p> <p style="text-align: center;">(V<sub>D</sub>等に基づいて移動速度、気圧低下量等の特性値を設定)</p> </div> <p style="text-align: center;">第 2.1-1 図 基準竜巻及び設計竜巻の設定フロー</p> <p>2.2 竜巻検討地域の設定【添付資料 4】</p> <p>竜巻検討地域は、発電所が立地する地域及び竜巻発生 の観点から、「総観場の分析に基づく竜巻検討地域 T A<sub>1</sub>の検討」及び「過 去の竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域 T A<sub>2</sub>の検討」により「竜 巻検討地域 T A」を設定する。竜巻検討地域の設定フローを第 2.2 -1 図に示す。</p>	<p>2. 基準竜巻・設計竜巻の設定</p> <p>2.1. 概要</p> <p>基準竜巻及び設計竜巻の設定は、図 2.1.1 に示すとおり竜巻検討地域の設定、基準竜巻の最大風速の設定及び設計竜巻の最大風速の設定の流れで実施する。</p> <div data-bbox="1745 472 2487 1176" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">竜巻検討地域の設定</p> <p style="text-align: center;">発電所が立地する地域及び竜巻発生 の観点から気象条件等が類似の地域</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">基準竜巻の最大風速(V<sub>B</sub>)の設定</p> <p style="text-align: center;">(竜巻検討地域における竜巻の発生頻度や最大風速の 年超過確率等を参照した上で最大風速を設定)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻の最大風速(V<sub>D</sub>)の設定</p> <p style="text-align: center;">(発電所サイト特性等を考慮して V<sub>B</sub>の割り増し等 を行い最大風速を設定)</p> <p style="text-align: center;"><math>V_D = \alpha \cdot V_B, \alpha \geq 1</math></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">設計竜巻の特性値の設定</p> <p style="text-align: center;">(V<sub>D</sub>等に基づいて移動速度、最大気圧低下量等 の特性値を設定)</p> </div> <p style="text-align: center;">図2.1.1 基準竜巻・設計竜巻の設定に係る基本フロー</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設定範囲の相違【柏崎 6/7】 島根 2号炉は「2. 基準竜巻・設計竜巻の設定」では設計竜巻までの記載の為、記載フローは設計竜巻の特性値の設定までとしている</li> <li>・竜巻検討地域の設定方法の相違【東海第二】 島根 2号炉はガイドに従い、発電所が立地する地域及び竜巻発生 の観点から発電所が立地する地域と気象条件等が類似の地 域から設定している</li> </ul>

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>2.2. 竜巻検討地域の設定</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所に対する竜巻検討地域について、ガイドを参考に、柏崎刈羽原子力発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で検討を行い、図 2.2.1 に示すとおり北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸の海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲を竜巻検討地域に設定した（面積約 33,395km<sup>2</sup>）。以下にその妥当性確認の結果を示す。</p>	<div data-bbox="988 268 1670 850" data-label="Diagram"> <pre> graph TD     subgraph "【気象条件の類似性の観点】"         A["【I】気象総観場の分析 気象総観場ごとの竜巻発生場所を整理し、竜巻発生観点から、発電所と類似の地域を抽出"]         B["【II】総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA1の設定 抽出した地域を対象に、竜巻の発生頻度を分析し、総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA1を設定する。"]     end     subgraph "【局所的な地域性の観点】"         C["【III】竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA2の設定 発電所は「ガイド(案)及び解説」に記載の集中地域の1つに立地するため、竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA2を設定する。"]     end     B --&gt; D["【IV】竜巻検討地域TAの設定 【II】【III】に基づき、竜巻の発生頻度を勘案し、竜巻検討地域TAを設定する。"]     C --&gt; D     </pre> <p style="text-align: center;">第 2.2-1 図 竜巻検討地域の設定フロー</p> <p>2.2.4 竜巻検討地域TAの設定</p> <p>総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>及び竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA<sub>2</sub>における竜巻の個数及び単位面積当たりの発生数を第 2.2.4-1 表に示す。これより、竜巻の個数及び単位面積当たりの発生数の大きさから、TA<sub>1</sub>を竜巻検討地域TAに設定する（面積約 57,000km<sup>2</sup>）。</p> <p>竜巻検討地域TAを第 2.2.4-1 図に示す。</p> <p style="text-align: center;">第 2.2.4-1 表 竜巻検討地域内で発生が確認された竜巻の個数と単位面積当たり発生数</p> <table border="1" data-bbox="964 1612 1685 1801"> <thead> <tr> <th></th> <th>領域面積 (km<sup>2</sup>)</th> <th>51.5年間に領域内で発生した個数</th> <th>単位面積当たり発生数 (個/年/km<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub></td> <td>57,000</td> <td>300</td> <td>1.02×10<sup>-4</sup></td> </tr> <tr> <td>竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA<sub>2</sub></td> <td>7,900</td> <td>40</td> <td>0.98×10<sup>-4</sup></td> </tr> </tbody> </table> </div>		領域面積 (km <sup>2</sup> )	51.5年間に領域内で発生した個数	単位面積当たり発生数 (個/年/km <sup>2</sup> )	総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA <sub>1</sub>	57,000	300	1.02×10 <sup>-4</sup>	竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA <sub>2</sub>	7,900	40	0.98×10 <sup>-4</sup>	<p>2.2. 竜巻検討地域の設定</p> <p>島根原子力発電所に対する竜巻検討地域について、ガイドを参考に、島根原子力発電所が立地する地域と気象条件の類似性の観点で検討を行い、図 2.2.1 に示すとおり北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸の海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km の範囲を竜巻検討地域に設定した（面積約 33,395km<sup>2</sup>）。以下にその妥当性確認の結果を示す。</p>	<p>が、東海第二は JNES 「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」に従い、総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>及び竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA<sub>2</sub>に基づき設定している。なお、竜巻集中地域に基づく検討については、島根 2号炉が立地する竜巻検討地域⑦は竜巻観測データ数が 8 事例と乏しいことから、竜巻検討地域の検討対象としては不適であると判断した</p> <p>・竜巻検討地域の設定方法の相違</p> <p>【東海第二】 (同上)</p>
	領域面積 (km <sup>2</sup> )	51.5年間に領域内で発生した個数	単位面積当たり発生数 (個/年/km <sup>2</sup> )												
総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA <sub>1</sub>	57,000	300	1.02×10 <sup>-4</sup>												
竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA <sub>2</sub>	7,900	40	0.98×10 <sup>-4</sup>												



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>2.2.1. 竜巻検討地域の妥当性確認</p> <p>竜巻検討地域の妥当性について、以下の観点から確認を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 総観場の分析に基づく地域特性の確認</li> <li>(2) 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</li> <li>(3) 突風関連指数に基づく地域特性の確認</li> </ol> <p>「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」の考え方にに基づき、竜巻発生要因となる気象条件(総観場)を確認する観点から、(1)、(2)の分析により地域特性を確認し、竜巻検討地域を設定した。</p> <p>また、一般的に大気現象は時空間スケールの階層構造が見られ、ある大気現象はスケールの小さな現象を内包しているため、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観点から、(3)の分析により竜巻の発生スケールに近いメソスケールの気象場が有する地域性と齟齬がないことについても確認した。竜巻とその関連気象の時空間スケールを図2.2.1.1に、検討の流れを示したフローを図2.2.1.2に示す。</p> <p>なお、(3)の突風関連指数を用いた分析は、“大きな竜巻の発</p>	 <p>第2.2.4-1図 竜巻検討地域TA</p>	 <p>図2.2.1 竜巻検討地域(赤線部)</p> <p>2.2.1 竜巻検討地域の妥当性確認</p> <p>竜巻検討地域の妥当性について、以下の観点から確認を実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 総観場の分析に基づく地域特性の確認</li> <li>(2) 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</li> <li>(3) 突風関連指数に基づく地域特性の確認</li> </ol> <p>独立行政法人原子力安全基盤機構(以下、「JNES」という。)[「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」]の考え方にに基づき、竜巻発生要因となる気象条件(総観場)を確認する観点から、(1)、(2)の分析により地域特性を確認し、竜巻検討地域を設定した。</p> <p>また、一般的に大気現象は時空間スケールの階層構造が見られ、ある大気現象はスケールの小さな現象を内包しているため、大きな竜巻の発生要因となる環境場の形成のしやすさを把握する観点から、(3)の分析により竜巻の発生スケールに近いメソスケールの気象場が有する地域性と齟齬がないことについても確認した。竜巻とその関連気象の時空間スケールを図2.2.1.1に、検討の流れを示したフローを図2.2.1.2に示す。</p> <p>なお、(3)の突風関連指数を用いた分析は、“大きな竜巻の発</p>	<p>・ 竜巻検討地域の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>・ 竜巻検討地域の設定方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>(2.1.と同じ)</p>



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ことを踏まえ、(3)の分析結果のみで竜巻検討地域を設定するのではなく、(1)、(2)の分析により設定した竜巻検討地域の妥当性を確認するために用いている。

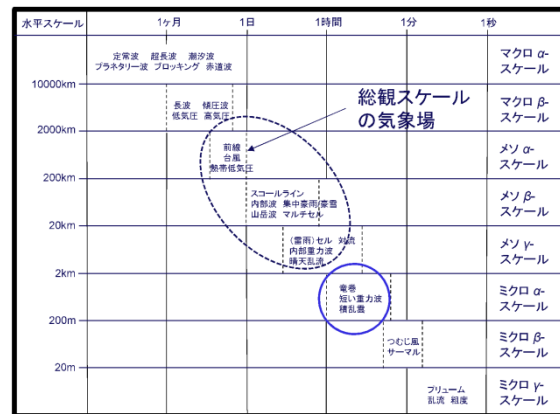


図 2.2.1.1 竜巻とその関連気象の時空間スケール

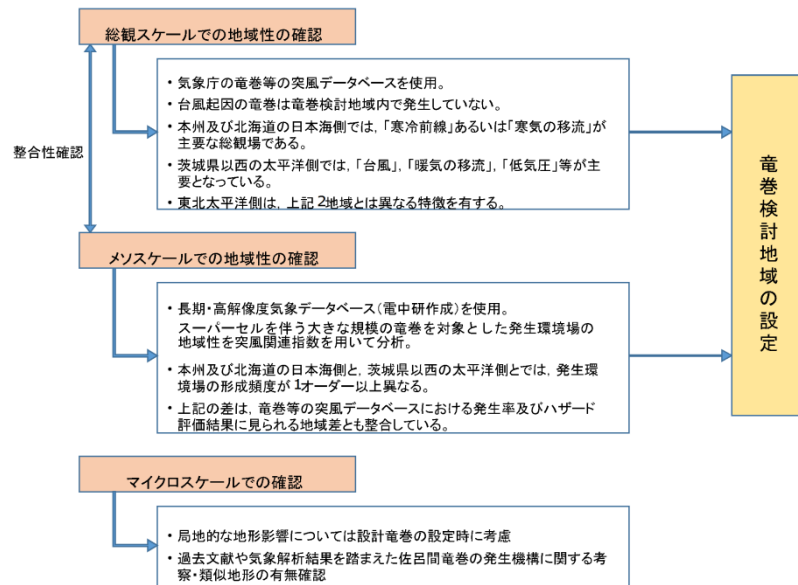


図 2.2.1.2 竜巻検討地域の検討フロー

2.2.2. 総観場の分析に基づく地域特性の確認

気象庁竜巻等の突風データベース<sup>※</sup>では、竜巻を発生させた総観場を約 40 種に分類しているが、「原子力発電所の竜巻影響評

2.2.1. 気象総観場の分析

竜巻発生要因の総観場を 6 種類（低気圧、台風、停滞前線、局所性降雨、季節風、その他（高気圧等））に分類し、竜巻発生位置を

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ことを踏まえ、(3)の分析結果のみで竜巻検討地域を設定するのではなく、(1)、(2)の分析により設定した竜巻検討地域の妥当性を確認するために用いている。

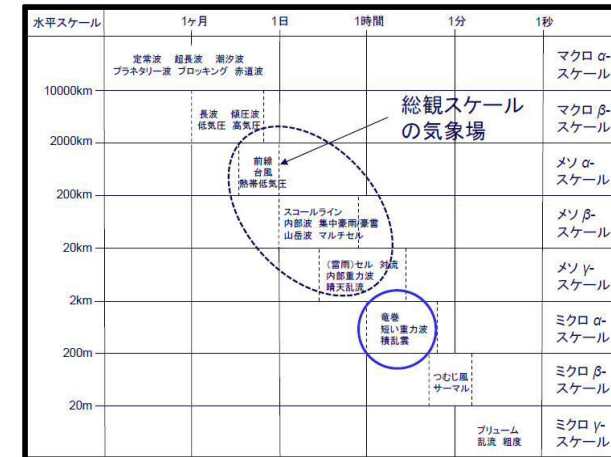


図 2.2.1.1 竜巻とその関連気象の時空間スケール<sup>※</sup>

※：軽水型原子力発電所の竜巻影響評価における設計竜巻風速および飛来物速度の設定に関するガイドライン，日本保全学会，原子力規制関連事項検討会，2015

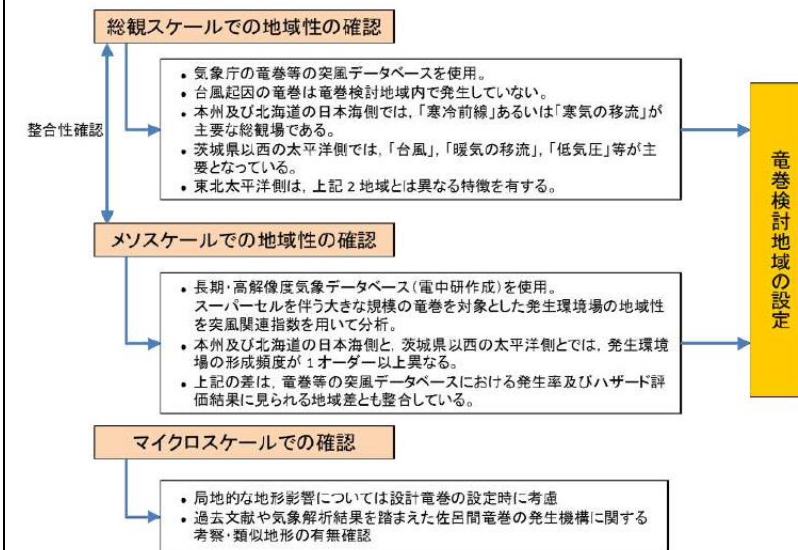


図 2.2.1.2 竜巻検討地域の検討フロー

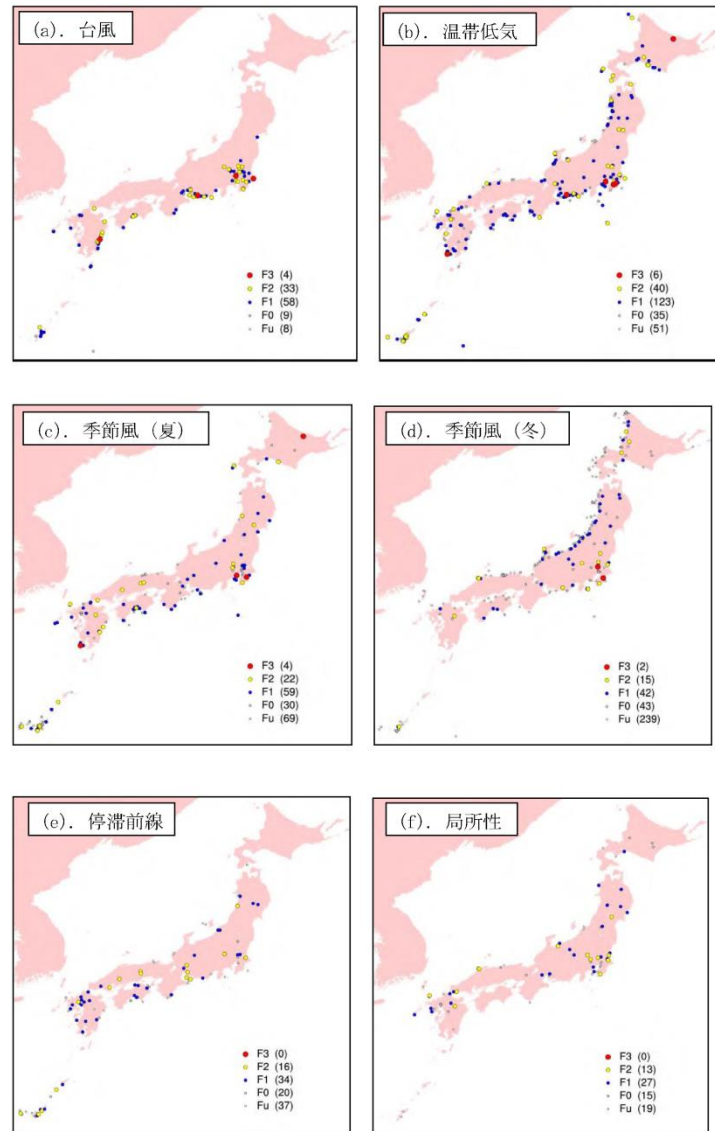
2.2.2. 総観場の分析に基づく地域特性の確認

気象庁「竜巻等の突風データベース」<sup>※</sup>では、竜巻を発生させた総観場を約 40 種に分類しているが、JNES「原子力発電所の竜

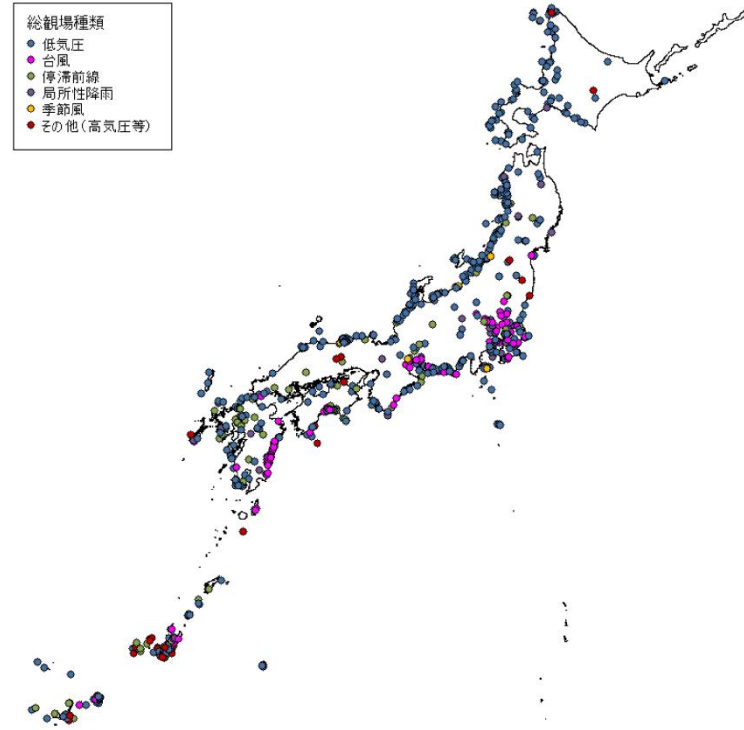
・竜巻発生要因の総観場の分類数の相違  
【東海第二】

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>価ガイド(案)及び解説」を参考に、竜巻を発生させる親雲の発生要因を考慮して7種に再編し、発生分布の特徴を分析した。表2.2.2.1に総観場の分類法と発生分布の特徴を示す。また、図2.2.2.1に総観場ごとの竜巻発生地点の分布、図2.2.2.2にF2以上の竜巻発生箇所を示す。</p> <p>分析の結果、竜巻発生要因となる気象条件の観点で、以下のような地域特性があることを確認した。</p> <p>① 太平洋側では台風起因の大きな竜巻が多く発生しているのに対し、九州を除く日本海側地域や北海道では発生していない。(図2.2.2.1(a))</p> <p>また、台風は北上するにつれて衰弱しやすい特性を有していることから、仮に台風起因の竜巻が発生した場合も、規模の大きな竜巻の発生可能性は低いと考えられる。</p> <p>② 温帯低気圧や季節風(夏)起因の竜巻は全国で発生しているが、規模的には太平洋側でF3が発生しているのに対し、日本海側ではF2が最大となっている。(図2.2.2.1(b),(c))</p> <p>③ 季節風(冬)起因の竜巻は、九州を除く日本海側地域に多く発生している。規模的には、東北地方の日本海側及び北陸地方ではF2竜巻が1件発生しているのみで、F3竜巻は発生していない。(図2.2.2.1(d))</p> <p>図2.2.2.3にも示すとおり、日本海側と太平洋側では竜巻発生要因となる気象条件(総観場)が大きく異なっており、竜巻検討地域を日本海側とすることの妥当性が確認できた。</p> <p>※：気象庁 竜巻等の突風データベース (<a href="http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html">http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html</a>)</p>	<p><u>この気象要因ごとに色分けした分布を、第2.2.1-1図に示す。また、各都道府県での要因別発生比率を第2.2.1-2図に示す。</u></p> <p><u>その結果、低気圧起因の竜巻は全国一様に発生していることが分かる。一方台風起因の竜巻は日本海側には発生しておらず、主に太平洋側で発生していることが分かる。また、停滞前線起因の竜巻は北海道を除く各地に発生していること、局所性降雨は内陸部での竜巻発生も促すこと、季節風や高気圧起因とされる竜巻の発生数は比較的少ないことが分かる。</u></p>	<p><u>巻影響評価ガイド(案)及び解説」を参考に、竜巻を発生させる親雲の発生要因を考慮して7種に再編し、発生分布の特徴を分析した。表2.2.2.1に総観場の分類法と発生分布の特徴を示す。また、図2.2.2.1に総観場ごとの竜巻発生地点の分布、図2.2.2.2にF2以上の竜巻発生箇所を示す。</u></p> <p><u>分析の結果、竜巻発生要因となる気象条件の観点で、以下のような地域特性があることを確認した。</u></p> <p>① 太平洋側では台風起因の大きな竜巻が多く発生しているのに対し、九州を除く日本海側地域や北海道では発生していない。(図2.2.2.1(a))</p> <p>また、台風は北上するにつれて衰弱しやすい特性を有していることから、仮に台風起因の竜巻が発生した場合も、規模の大きな竜巻の発生可能性は低いと考えられる。</p> <p>② 温帯低気圧や季節風(夏)起因の竜巻は全国で発生しているが、規模的には太平洋側でF3が発生しているのに対し、日本海側ではF2が最大となっている。(図2.2.2.1(b),(c))</p> <p>③ 季節風(冬)起因の竜巻は、九州を除く日本海側地域に多く発生している。規模的には、山陰地方ではF2竜巻が2件発生しているのみで、F3竜巻は発生していない。(図2.2.2.1(d))</p> <p>図2.2.2.3にも示すとおり、日本海側と太平洋側では竜巻発生要因となる気象条件(総観場)が大きく異なっており、竜巻検討地域を日本海側とすることの妥当性が確認できた。</p> <p>※：気象庁「竜巻等の突風データベース」 (<a href="http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html">http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html</a>)</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;">表 2.2.2.1 総観場の分類法</p> <table border="1" data-bbox="172 294 890 1060"> <thead> <tr> <th>総観場</th> <th>気象庁 DB の分類</th> <th>特徴</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>台風</td> <td>台風</td> <td>台風を取り巻く雲が竜巻を発生させる。関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も多くみられる。</td> </tr> <tr> <td>温帯低気圧</td> <td>南岸低気圧、日本海低気圧、二つ玉低気圧、東シナ海低気圧、オホーツク海低気圧、その他(低気圧)、寒冷前線、温暖前線、閉塞前線</td> <td>寒気と暖気が接し傾圧不安定による組織的な雲が形成する環境場。主に南からの下層の暖湿流が親雲の発達に重要な働きをするため、暖湿流が山岳等で遮られない関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も見られる。日本海側での頻度は比較的低め。</td> </tr> <tr> <td>季節風(夏)</td> <td>暖気の移流、熱帯低気圧、湿舌、太平洋高気圧</td> <td>暖湿流が主要因で親雲を形成する環境場。関東以西の太平洋側や内陸で多く確認されている。</td> </tr> <tr> <td>季節風(冬)</td> <td>寒気の移流、気圧の谷、大陸高気圧、季節風</td> <td>大気上層に寒気が流入することで大気が不安定になり、竜巻の親雲が形成する環境場。寒気は北～西から移流することが多いため、日本海側や関東以北で発生頻度が高い。</td> </tr> <tr> <td>停滞前線</td> <td>停滞前線、梅雨前線、前線帯、不安定線、その他(前線)</td> <td>南からの暖湿流により親雲が形成されやすく、関東以西の太平洋側や内陸で発生頻度が高い。</td> </tr> <tr> <td>局地性</td> <td>局地性擾乱、雷雨(熱雷)、雷雨(熱雷を除く)、地形効果、局地性降水</td> <td>局地的な循環により親雲が形成する環境場。内陸で発生頻度が高い。</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>移動性高気圧、中緯度高気圧、オホーツク海高気圧、帯状高気圧、その他(高気圧)、大循環異常、その他</td> <td>上記に当てはまらない環境場。全体的に個数は少ない。</td> </tr> </tbody> </table>	総観場	気象庁 DB の分類	特徴	台風	台風	台風を取り巻く雲が竜巻を発生させる。関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も多くみられる。	温帯低気圧	南岸低気圧、日本海低気圧、二つ玉低気圧、東シナ海低気圧、オホーツク海低気圧、その他(低気圧)、寒冷前線、温暖前線、閉塞前線	寒気と暖気が接し傾圧不安定による組織的な雲が形成する環境場。主に南からの下層の暖湿流が親雲の発達に重要な働きをするため、暖湿流が山岳等で遮られない関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も見られる。日本海側での頻度は比較的低め。	季節風(夏)	暖気の移流、熱帯低気圧、湿舌、太平洋高気圧	暖湿流が主要因で親雲を形成する環境場。関東以西の太平洋側や内陸で多く確認されている。	季節風(冬)	寒気の移流、気圧の谷、大陸高気圧、季節風	大気上層に寒気が流入することで大気が不安定になり、竜巻の親雲が形成する環境場。寒気は北～西から移流することが多いため、日本海側や関東以北で発生頻度が高い。	停滞前線	停滞前線、梅雨前線、前線帯、不安定線、その他(前線)	南からの暖湿流により親雲が形成されやすく、関東以西の太平洋側や内陸で発生頻度が高い。	局地性	局地性擾乱、雷雨(熱雷)、雷雨(熱雷を除く)、地形効果、局地性降水	局地的な循環により親雲が形成する環境場。内陸で発生頻度が高い。	その他	移動性高気圧、中緯度高気圧、オホーツク海高気圧、帯状高気圧、その他(高気圧)、大循環異常、その他	上記に当てはまらない環境場。全体的に個数は少ない。		<p style="text-align: center;">表 2.2.2.1 総観場の分類法</p> <table border="1" data-bbox="1751 304 2478 1354"> <thead> <tr> <th>総観場</th> <th>気象庁竜巻データベースの分類</th> <th>特徴</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>台風</td> <td>台風</td> <td>台風を取り巻く雲が竜巻を発生させる。関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も多くみられる。</td> </tr> <tr> <td>温帯低気圧</td> <td>南岸低気圧、日本海低気圧、二つ玉低気圧、東シナ海低気圧、オホーツク海低気圧、その他(低気圧)、寒冷前線、温暖前線、閉塞前線</td> <td>寒気と暖気が接し傾圧不安定による組織的な雲が形成する環境場。主に南からの下層の暖湿流が親雲の発達に重要な働きをするため、暖湿流が山岳等で遮られない関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も見られる。日本海側での頻度は比較的低め。</td> </tr> <tr> <td>季節風(夏)</td> <td>暖気の移流、熱帯低気圧、湿舌、太平洋高気圧</td> <td>暖湿流が主要因で親雲を形成する環境場。関東以西の太平洋側や内陸で多く確認されている。</td> </tr> <tr> <td>季節風(冬)</td> <td>寒気の移流、気圧の谷、大陸高気圧、季節風</td> <td>大気上層に寒気が流入することで大気が不安定になり、竜巻の親雲が形成する環境場。寒気は北～西から移流することが多いため、日本海側や関東以北で発生頻度が高い。</td> </tr> <tr> <td>停滞前線</td> <td>停滞前線、梅雨前線、前線帯、不安定線、その他(前線)</td> <td>南からの暖湿流により親雲が形成されやすく、関東以西の太平洋側や内陸で発生頻度が高い。</td> </tr> <tr> <td>局地性</td> <td>局地性じょう乱、雷雨(熱雷)、雷雨(熱雷を除く)、地形効果、局地性降水</td> <td>局地的な循環により親雲が形成する環境場。内陸で発生頻度が高い。</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>移動性高気圧、中緯度高気圧、オホーツク海高気圧、帯状高気圧、その他(高気圧)、大循環異常、その他</td> <td>上記に当てはまらない環境場。全体的に個数は少ない。</td> </tr> </tbody> </table>	総観場	気象庁竜巻データベースの分類	特徴	台風	台風	台風を取り巻く雲が竜巻を発生させる。関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も多くみられる。	温帯低気圧	南岸低気圧、日本海低気圧、二つ玉低気圧、東シナ海低気圧、オホーツク海低気圧、その他(低気圧)、寒冷前線、温暖前線、閉塞前線	寒気と暖気が接し傾圧不安定による組織的な雲が形成する環境場。主に南からの下層の暖湿流が親雲の発達に重要な働きをするため、暖湿流が山岳等で遮られない関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も見られる。日本海側での頻度は比較的低め。	季節風(夏)	暖気の移流、熱帯低気圧、湿舌、太平洋高気圧	暖湿流が主要因で親雲を形成する環境場。関東以西の太平洋側や内陸で多く確認されている。	季節風(冬)	寒気の移流、気圧の谷、大陸高気圧、季節風	大気上層に寒気が流入することで大気が不安定になり、竜巻の親雲が形成する環境場。寒気は北～西から移流することが多いため、日本海側や関東以北で発生頻度が高い。	停滞前線	停滞前線、梅雨前線、前線帯、不安定線、その他(前線)	南からの暖湿流により親雲が形成されやすく、関東以西の太平洋側や内陸で発生頻度が高い。	局地性	局地性じょう乱、雷雨(熱雷)、雷雨(熱雷を除く)、地形効果、局地性降水	局地的な循環により親雲が形成する環境場。内陸で発生頻度が高い。	その他	移動性高気圧、中緯度高気圧、オホーツク海高気圧、帯状高気圧、その他(高気圧)、大循環異常、その他	上記に当てはまらない環境場。全体的に個数は少ない。	
総観場	気象庁 DB の分類	特徴																																																	
台風	台風	台風を取り巻く雲が竜巻を発生させる。関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も多くみられる。																																																	
温帯低気圧	南岸低気圧、日本海低気圧、二つ玉低気圧、東シナ海低気圧、オホーツク海低気圧、その他(低気圧)、寒冷前線、温暖前線、閉塞前線	寒気と暖気が接し傾圧不安定による組織的な雲が形成する環境場。主に南からの下層の暖湿流が親雲の発達に重要な働きをするため、暖湿流が山岳等で遮られない関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も見られる。日本海側での頻度は比較的低め。																																																	
季節風(夏)	暖気の移流、熱帯低気圧、湿舌、太平洋高気圧	暖湿流が主要因で親雲を形成する環境場。関東以西の太平洋側や内陸で多く確認されている。																																																	
季節風(冬)	寒気の移流、気圧の谷、大陸高気圧、季節風	大気上層に寒気が流入することで大気が不安定になり、竜巻の親雲が形成する環境場。寒気は北～西から移流することが多いため、日本海側や関東以北で発生頻度が高い。																																																	
停滞前線	停滞前線、梅雨前線、前線帯、不安定線、その他(前線)	南からの暖湿流により親雲が形成されやすく、関東以西の太平洋側や内陸で発生頻度が高い。																																																	
局地性	局地性擾乱、雷雨(熱雷)、雷雨(熱雷を除く)、地形効果、局地性降水	局地的な循環により親雲が形成する環境場。内陸で発生頻度が高い。																																																	
その他	移動性高気圧、中緯度高気圧、オホーツク海高気圧、帯状高気圧、その他(高気圧)、大循環異常、その他	上記に当てはまらない環境場。全体的に個数は少ない。																																																	
総観場	気象庁竜巻データベースの分類	特徴																																																	
台風	台風	台風を取り巻く雲が竜巻を発生させる。関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も多くみられる。																																																	
温帯低気圧	南岸低気圧、日本海低気圧、二つ玉低気圧、東シナ海低気圧、オホーツク海低気圧、その他(低気圧)、寒冷前線、温暖前線、閉塞前線	寒気と暖気が接し傾圧不安定による組織的な雲が形成する環境場。主に南からの下層の暖湿流が親雲の発達に重要な働きをするため、暖湿流が山岳等で遮られない関東以西の太平洋側で発生頻度が高く、F3 竜巻も見られる。日本海側での頻度は比較的低め。																																																	
季節風(夏)	暖気の移流、熱帯低気圧、湿舌、太平洋高気圧	暖湿流が主要因で親雲を形成する環境場。関東以西の太平洋側や内陸で多く確認されている。																																																	
季節風(冬)	寒気の移流、気圧の谷、大陸高気圧、季節風	大気上層に寒気が流入することで大気が不安定になり、竜巻の親雲が形成する環境場。寒気は北～西から移流することが多いため、日本海側や関東以北で発生頻度が高い。																																																	
停滞前線	停滞前線、梅雨前線、前線帯、不安定線、その他(前線)	南からの暖湿流により親雲が形成されやすく、関東以西の太平洋側や内陸で発生頻度が高い。																																																	
局地性	局地性じょう乱、雷雨(熱雷)、雷雨(熱雷を除く)、地形効果、局地性降水	局地的な循環により親雲が形成する環境場。内陸で発生頻度が高い。																																																	
その他	移動性高気圧、中緯度高気圧、オホーツク海高気圧、帯状高気圧、その他(高気圧)、大循環異常、その他	上記に当てはまらない環境場。全体的に個数は少ない。																																																	



総観場ごとの竜巻発生地点の分布 (1961年～2012年)  
 (気象庁竜巻等の突風データベースのデータをもとに作成)



第2.2.1-1図 竜巻発生時の総観場の分布  
 (1961年1月～2012年6月)

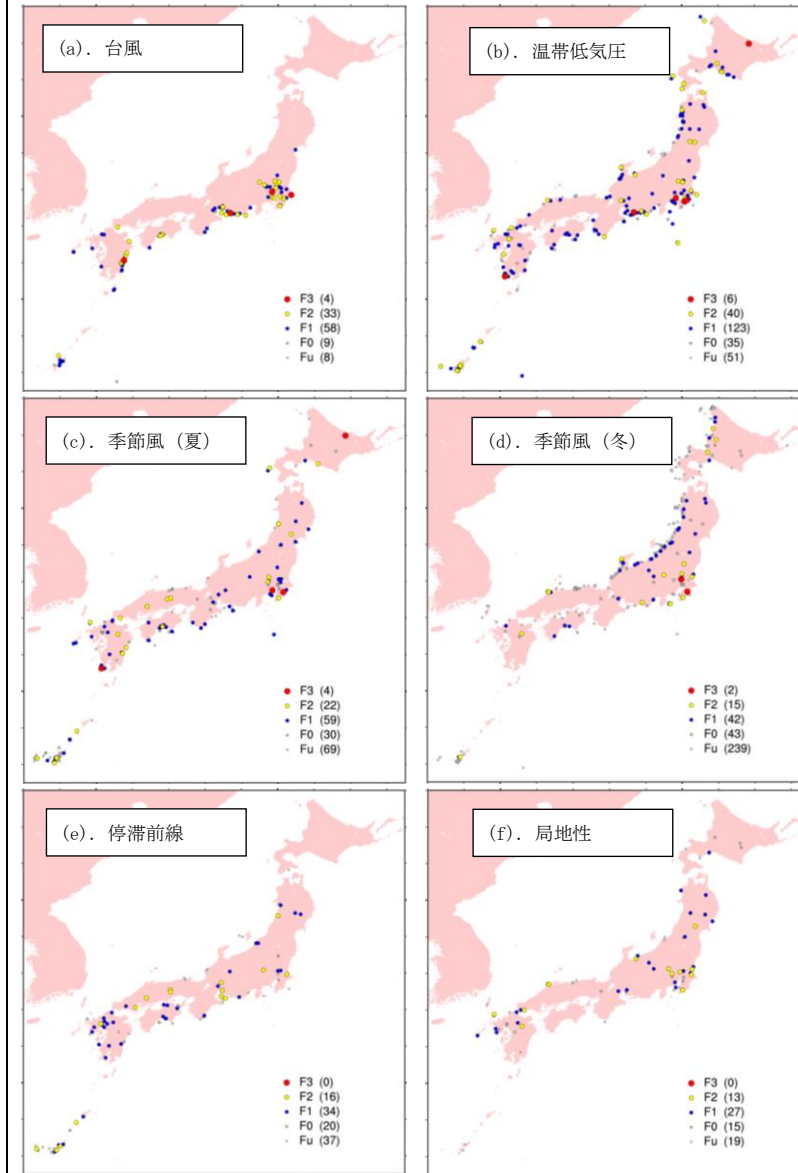


図2.2.2.1 総観場ごとの竜巻発生地点の分布 (1961年～2012年)  
 (気象庁「竜巻等の突風データベース」をもとに作成)

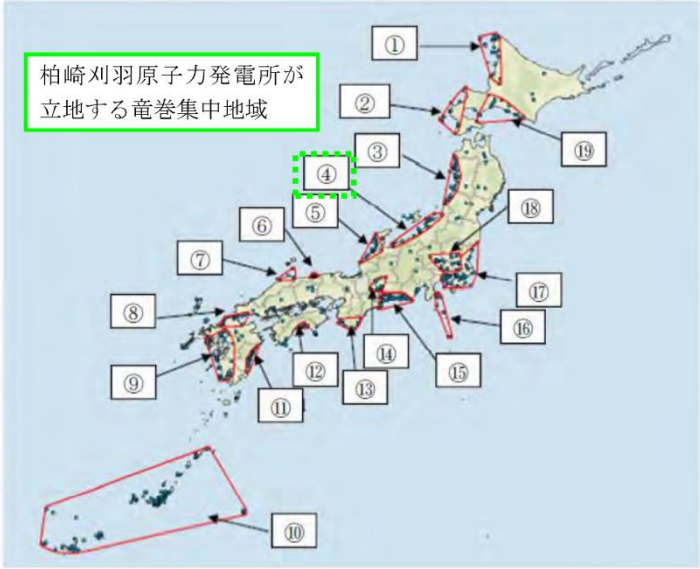

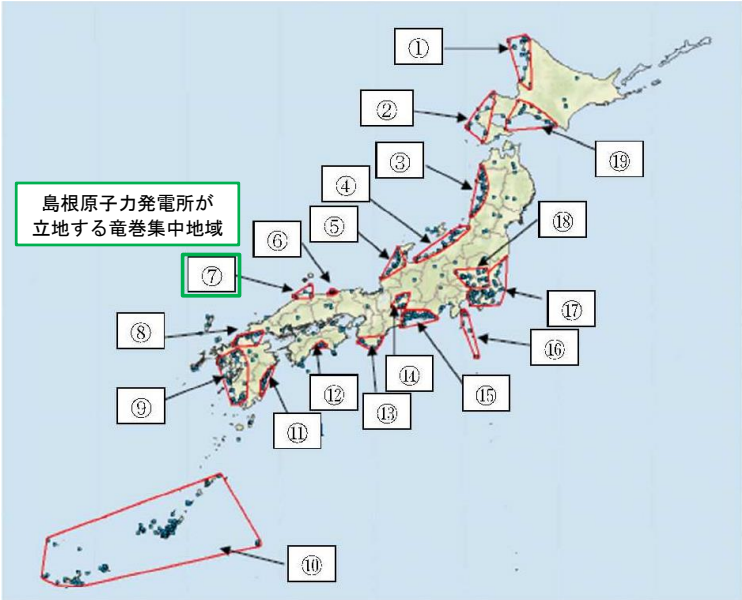




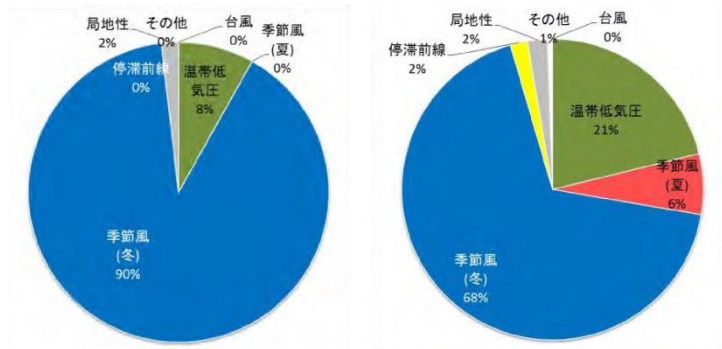
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p><u>の範囲に立地しており、太平洋側の宮城県～沖縄県を基本として、竜巻の発生頻度の観点から総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の検討を行う。</u></p> <p><u>発電所から半径180km圏内(10万km<sup>2</sup>圏)を含む太平洋側沿岸の海岸線から海側陸側各5kmの範囲を対象として、竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の候補の領域8ケース及び竜巻の個数と単位面積当たりの発生数の比較を第2.2.2-1図及び第2.2.2-1表に示す。</u></p> <p><u>なお、表の竜巻の個数は各ケースの領域ごとにおける発生した全ての竜巻の個数である。</u></p> <p><u>この結果、TA<sub>1.6</sub>のケースの単位面積当たりの発生数が最も大きくなるため、これを総観場の気象条件に基づく竜巻検討地域TA<sub>1</sub>とする。</u></p> <div data-bbox="1032 856 1614 1472" data-label="Figure"> </div> <p><u>第2.2.2-1図 竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の検討領域</u></p>		(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>2.2.3. 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</p> <p>日本で竜巻が集中する地域については、<u>独立行政法人原子力安全基盤機構</u>の「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」に、全国19箇の竜巻集中地域が示されている。</p> <p>図2.2.3.1に示すとおり、<u>柏崎刈羽原子力発電所</u>は、<u>竜巻集中地域④(新潟県・富山県)</u>に立地している。したがって、基本的な考え方としては<u>柏崎刈羽原子力発電所</u>における竜巻検討地域は、この<u>竜巻集中地域④</u>とすることが考えられる。</p> <p>ただし、気象庁竜巻等の突風データベースによると、1961年1月から2012年6月の51.5年間に発生が確認された竜巻の個数は<u>竜巻集中地域④</u>で45事例であり、この期間に④で観測されているもっとも強い竜巻はF1となる。(表2.2.3.1)</p> <p>竜巻発生の影響評価の観点からすると、データ数は多い方がよく、また<u>竜巻集中地域④</u>以外の日本海沿岸ではF2規模の竜巻も発生しているため、<u>竜巻検討地域</u>として北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を設定し、その妥当性を検討する。</p> <p>なお、設定した竜巻検討地域の竜巻個数は192個、観測されたもっとも強い竜巻はF2となる。表2.2.3.2に竜巻検討地</p>	<p>第2.2.2-1表 竜巻検討地域TA<sub>1</sub>の候補ごとの竜巻の個数と単位面積当たり発生数</p> <table border="1" data-bbox="961 409 1691 840"> <thead> <tr> <th colspan="3">領域</th> <th>領域面積(km<sup>2</sup>)</th> <th>51.5年間に領域内で発生した個数</th> <th>単位面積当たり発生数(個/年/km<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TA<sub>1.1</sub></td> <td>①</td> <td>福島県～神奈川県</td> <td>7,900</td> <td>40</td> <td>0.98E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.2</sub></td> <td>①～②</td> <td>福島県～静岡県</td> <td>15,700</td> <td>68</td> <td>0.84E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.3</sub></td> <td>①～③</td> <td>福島県～和歌山県</td> <td>23,400</td> <td>104</td> <td>0.86E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.4</sub></td> <td>①～④</td> <td>福島県～高知県</td> <td>28,600</td> <td>138</td> <td>0.94E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.5</sub></td> <td>①～⑤</td> <td>福島県～鹿児島県</td> <td>46,700</td> <td>194</td> <td>0.81E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.6</sub></td> <td>①～⑥</td> <td>福島県～沖縄県</td> <td>57,000</td> <td>300</td> <td>1.02E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.7</sub></td> <td>①～⑦</td> <td>福島県～九州全県</td> <td>79,700</td> <td>337</td> <td>0.82E-04</td> </tr> <tr> <td>TA<sub>1.8</sub></td> <td>①～⑥,⑧</td> <td>宮城県～沖縄県</td> <td>59,700</td> <td>302</td> <td>0.98E-04</td> </tr> </tbody> </table> <p>2.2.3 竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA<sub>2</sub>の設定</p> <p>発電所は、<u>第2.2.3-1図に示す「ガイド(案)及び解説」<sup>(1)</sup>の竜巻が集中する19の地域のうち竜巻集中地域⑦</u>に立地している。</p> <p><u>竜巻集中地域⑦を前述のTA<sub>1.1</sub>とみなし、これを竜巻集中地域に基づく竜巻検討地域TA<sub>2</sub>とする。</u></p>	領域			領域面積(km <sup>2</sup> )	51.5年間に領域内で発生した個数	単位面積当たり発生数(個/年/km <sup>2</sup> )	TA <sub>1.1</sub>	①	福島県～神奈川県	7,900	40	0.98E-04	TA <sub>1.2</sub>	①～②	福島県～静岡県	15,700	68	0.84E-04	TA <sub>1.3</sub>	①～③	福島県～和歌山県	23,400	104	0.86E-04	TA <sub>1.4</sub>	①～④	福島県～高知県	28,600	138	0.94E-04	TA <sub>1.5</sub>	①～⑤	福島県～鹿児島県	46,700	194	0.81E-04	TA <sub>1.6</sub>	①～⑥	福島県～沖縄県	57,000	300	1.02E-04	TA <sub>1.7</sub>	①～⑦	福島県～九州全県	79,700	337	0.82E-04	TA <sub>1.8</sub>	①～⑥,⑧	宮城県～沖縄県	59,700	302	0.98E-04	<p>2.2.3. 過去の竜巻集中地域に基づく地域特性の確認</p> <p>日本で竜巻が集中する地域については、<u>JNES</u>「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」に、全国19箇所の竜巻集中地域が示されている。</p> <p>図2.2.3.1に示すとおり、<u>島根原子力発電所</u>は、<u>竜巻集中地域⑦(島根県の一部)</u>に立地している。したがって、基本的な考え方としては<u>島根原子力発電所</u>における竜巻検討地域は、この<u>竜巻集中地域⑦</u>とすることが考えられる。</p> <p>ただし、気象庁「竜巻等の突風データベース」によると、1961年1月から2012年6月の51.5年間に発生が確認された竜巻は<u>竜巻集中地域⑦</u>で8個であり、この期間に<u>竜巻集中地域⑦</u>で観測されているもっとも強い竜巻は<u>藤田スケール(以下、「Fスケール」という。)</u>でF2となる。(表2.2.3.1)</p> <p>竜巻発生の影響評価の観点からすると、データ数は多い方がよいため、<u>竜巻検討地域</u>として北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を設定し、その妥当性を検討する。</p> <p>なお、設定した竜巻検討地域の竜巻個数は192個、観測されたもっとも強い竜巻はF2となる。表2.2.3.2に竜巻検討地域内でのF1を超える竜巻の観測記録を示す。</p>	<p>・竜巻集中地域の相違【柏崎6/7, 東海第二】</p> <p>・竜巻検討地域の設定方法の相違【東海第二(2.1.と同じ)】</p> <p>・竜巻集中地域の違いによる相違【柏崎6/7】</p> <p>・竜巻集中地域の違いによる相違【柏崎6/7】 島根2号炉が立地する竜巻集中地域⑦で</p>
領域			領域面積(km <sup>2</sup> )	51.5年間に領域内で発生した個数	単位面積当たり発生数(個/年/km <sup>2</sup> )																																																				
TA <sub>1.1</sub>	①	福島県～神奈川県	7,900	40	0.98E-04																																																				
TA <sub>1.2</sub>	①～②	福島県～静岡県	15,700	68	0.84E-04																																																				
TA <sub>1.3</sub>	①～③	福島県～和歌山県	23,400	104	0.86E-04																																																				
TA <sub>1.4</sub>	①～④	福島県～高知県	28,600	138	0.94E-04																																																				
TA <sub>1.5</sub>	①～⑤	福島県～鹿児島県	46,700	194	0.81E-04																																																				
TA <sub>1.6</sub>	①～⑥	福島県～沖縄県	57,000	300	1.02E-04																																																				
TA <sub>1.7</sub>	①～⑦	福島県～九州全県	79,700	337	0.82E-04																																																				
TA <sub>1.8</sub>	①～⑥,⑧	宮城県～沖縄県	59,700	302	0.98E-04																																																				

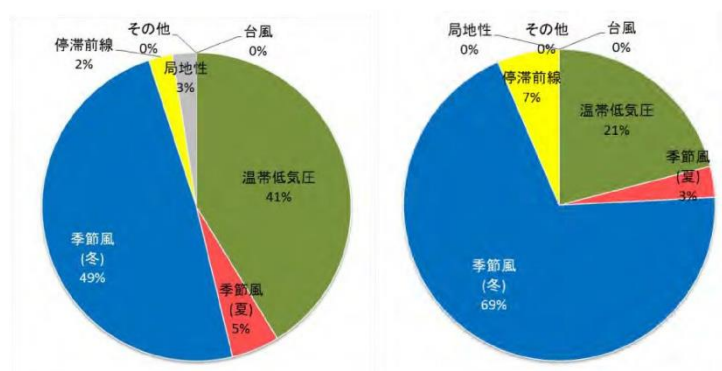


柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>域内でのF1を超える竜巻の観測記録を示す。</p> <p><u>竜巻検討地域と竜巻集中地域④のF1以上の竜巻発生確率は、<math>2.9 \times 10^{-5}</math>、<math>2.5 \times 10^{-5}</math> (個/年/km<sup>2</sup>)であることから、竜巻検討地域は単位面積あたりの竜巻発生数が大きくなるよう、かつ藤田スケール(以下「Fスケール」という。)が大きな竜巻が含まれるような設定となっている。</u></p> 	<p>東海第二発電所 (2018.9.18版)</p> 	<p>島根原子力発電所 2号炉</p> <p><u>竜巻検討地域と竜巻集中地域⑦の竜巻発生確率は、<math>1.1 \times 10^{-4}</math>、<math>1.3 \times 10^{-4}</math> (個/年/km<sup>2</sup>)であり、単位面積当たりの竜巻発生数は竜巻集中地域⑦の方がやや大きくなるものの、両者は概ね同程度である。竜巻集中地域⑦における竜巻は8個とかなり少なく、影響評価を行うにはデータ数が乏しいため、192個の竜巻個数がある竜巻検討地域を評価対象とすることは妥当な設定である。</u></p> 	<p>備考</p> <p>はF2規模の竜巻が発生している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・竜巻集中地域の違いによる相違</li> </ul> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は単位面積あたりの竜巻発生数が集中地域⑦の方が大きくなるもの、おおむね同程度であること、データ数が少ないことから検討地域を評価対象とする</p>
<p>図2.2.3.1 竜巻の発生する地点と竜巻が集中する19個の地域 (JNES「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」より引用)</p> <p>竜巻の地域特性を検討するため、<u>竜巻集中地域④と竜巻検討地域、及び竜巻集中地域④に隣接する竜巻集中地域③(青森県日本海側～山形県)と⑤(石川県西部～福井県北西部)における総観場の比較を行った。</u></p> <p>図2.2.3.2に各地域の竜巻発生要因に関する総観場の特徴を示す。また、表2.2.3.1に総観場の特徴を示す。</p>	<p>第2.2.3-1図 竜巻の発生する地点と竜巻が集中する19の地域 (「ガイド(案)及び解説」より引用)</p>	<p>図2.2.3.1 竜巻の発生地点と竜巻が集中する19個の地域 (JNES「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」より引用)</p> <p>竜巻の地域特性を検討するため、<u>竜巻集中地域⑦と竜巻検討地域、竜巻集中地域⑦に隣接する竜巻集中地域⑥(鳥取県の一部)における総観場の比較を行った。</u></p> <p>図2.2.3.2に各地域の竜巻発生要因に関する総観場の特徴を示す。また、表2.2.3.1に総観場の特徴を示す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・竜巻集中地域の相違</li> </ul> <p>【柏崎6/7, 東海第二】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・竜巻集中地域の相違</li> </ul> <p>【柏崎6/7,】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域特性の確認方法の相違</li> </ul> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、発電所が立地する地域と竜巻検討地域の類似性を確認するため、両者の総観場の比較により竜巻検討地域の妥当性を確認している</p>





竜巻集中地域① (新潟県・富山県)      竜巻検討地域 (日本海沿岸)



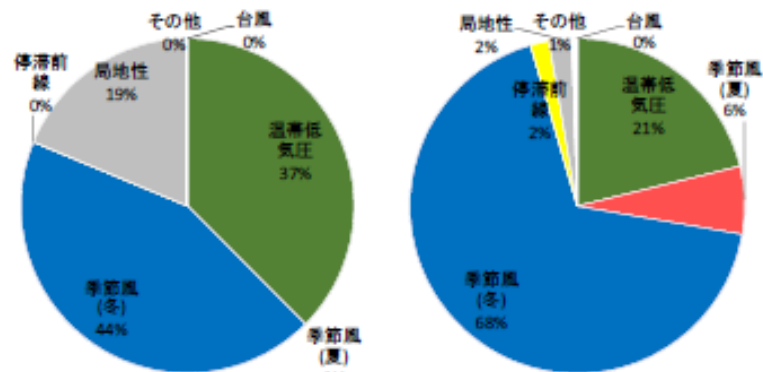
竜巻集中地域③ (青森県日本海側～山形県)      竜巻集中地域⑤ (石川県西部～福井県西北部)

図 2.2.3.2 各地域の竜巻発生要因に関する総観場の特徴

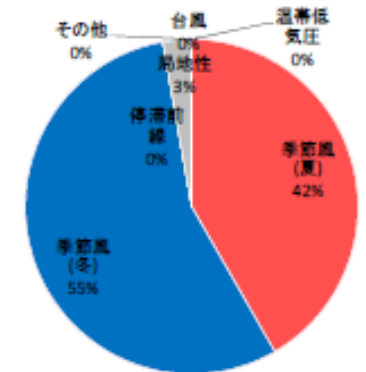
竜巻集中地域④で発生した竜巻の総観場は、“季節風(冬)”が90%，“温帯低気圧”が8%を占める。竜巻検討地域では、竜巻集中地域と同様に“季節風(冬)”と“温帯低気圧”の比率が高い。これらの地域では、寒気ともなって発生した親雲に起因した竜巻が多いと推測できる。また、両地域とも、太平洋側で多くみられる台風起源の竜巻は今のところ確認されていない。

また、竜巻集中地域④に隣接する竜巻集中地域③と⑤については、温帯低気圧の割合は竜巻検討地域④よりもやや高いものの、やはりどちらの地域も“季節風(冬)”と“温帯低気圧”が竜巻発生の主要因となっている。

以上の分析結果より、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域に設定することは竜巻集中地域における地域特性の観点からも妥当であると考えられる。



竜巻集中地域⑦ (島根県の一部)      竜巻検討地域 (日本海沿岸)



竜巻集中地域⑥ (島根県の一部)

図 2.2.3.2 各地域の竜巻発生要因に関する総観場の特徴

竜巻集中地域⑦で発生した竜巻の総観場は、“季節風(冬)”が44%，“温帯低気圧”が37%を占める。竜巻検討地域では、竜巻集中地域⑦と同様に“季節風(冬)”と“温帯低気圧”の比率が高い。これらの地域では、寒気ともなって発生した親雲に起因した竜巻が多いと推測できる。また、両地域とも、太平洋側で多くみられる台風起因の竜巻は今のところ確認されていない。

また、竜巻集中地域⑦に隣接する竜巻集中地域⑥については、“季節風(夏)”の割合が高いものの、“季節風(冬)”が竜巻発生の主要因となっている。

以上の分析結果より、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域に設定することは竜巻集中地域における地域特性の観点からも妥当であると考えられる。

- ・竜巻集中地域の違いによる相違 【柏崎 6/7】
- ・竜巻集中地域の違いによる相違 【柏崎 6/7】
- ・竜巻集中地域の違いによる相違 【柏崎 6/7】

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"><u>表 2.2.3.1 Fスケールごとの総観場のまとめ</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>個数</th> <th>総観場1位 (比率%)</th> <th>総観場2位 (比率%)</th> <th>総観場3位 (比率%)</th> <th>主移動方向 (比率%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>集全体</td> <td>45</td> <td>季節風(冬) 90%</td> <td>温帯低気圧 8%</td> <td>局地性 2%</td> <td>東 32%</td> </tr> <tr> <td>中地城</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F1</td> <td>7</td> <td>季節風(冬) 88%</td> <td>局地性 7%</td> <td>温帯低気圧 5%</td> <td>東北東 43%</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>7</td> <td>季節風(冬) 86%</td> <td>温帯低気圧 14%</td> <td></td> <td>東, 東北東 33%</td> </tr> <tr> <td>F不明</td> <td>31</td> <td>季節風(冬) 91%</td> <td>温帯低気圧 8%</td> <td>局地性 1%</td> <td>北東 43%</td> </tr> <tr> <td>F0以上</td> <td>14</td> <td>季節風(冬) 87%</td> <td>温帯低気圧 9%</td> <td>局地性 4%</td> <td>東北東 38%</td> </tr> <tr> <td>検討地域</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>192</td> <td>季節風(冬) 68%</td> <td>温帯低気圧 21%</td> <td>季節風(夏) 6%</td> <td>東 39%</td> </tr> <tr> <td>F2</td> <td>10</td> <td>温帯低気圧 63%</td> <td>季節風(冬) 23%</td> <td>局地性 9%</td> <td>北東 50%</td> </tr> <tr> <td>F1</td> <td>40</td> <td>温帯低気圧 51%</td> <td>季節風(冬) 42%</td> <td>局地性 6%</td> <td>東 35%</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>24</td> <td>季節風(冬) 65%</td> <td>温帯低気圧 27%</td> <td>停滞前線 4%</td> <td>東 33%</td> </tr> <tr> <td>F不明</td> <td>118</td> <td>季節風(冬) 81%</td> <td>季節風(夏) 9%</td> <td>温帯低気圧 6%</td> <td>東 46%</td> </tr> <tr> <td>F1以上</td> <td>50</td> <td>温帯低気圧 54%</td> <td>季節風(冬) 38%</td> <td>局地性 6%</td> <td>東 30%</td> </tr> <tr> <td>F0以上</td> <td>74</td> <td>季節風(冬) 47%</td> <td>温帯低気圧 45%</td> <td>局地性 5%</td> <td>東 31%</td> </tr> <tr> <td>集中</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>40</td> <td>季節風(冬) 49%</td> <td>温帯低気圧 41%</td> <td>季節風(夏) 5%</td> <td>東 36%</td> </tr> <tr> <td>集中</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>31</td> <td>季節風(冬) 69%</td> <td>温帯低気圧 21%</td> <td>停滞前線 7%</td> <td>東 55%</td> </tr> <tr> <td>太平洋</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>337</td> <td>温帯低気圧 29%</td> <td>台風 21%</td> <td>季節風(冬) 17%</td> <td>北東 23%</td> </tr> </tbody> </table>		個数	総観場1位 (比率%)	総観場2位 (比率%)	総観場3位 (比率%)	主移動方向 (比率%)	集全体	45	季節風(冬) 90%	温帯低気圧 8%	局地性 2%	東 32%	中地城						F1	7	季節風(冬) 88%	局地性 7%	温帯低気圧 5%	東北東 43%	F0	7	季節風(冬) 86%	温帯低気圧 14%		東, 東北東 33%	F不明	31	季節風(冬) 91%	温帯低気圧 8%	局地性 1%	北東 43%	F0以上	14	季節風(冬) 87%	温帯低気圧 9%	局地性 4%	東北東 38%	検討地域						全体	192	季節風(冬) 68%	温帯低気圧 21%	季節風(夏) 6%	東 39%	F2	10	温帯低気圧 63%	季節風(冬) 23%	局地性 9%	北東 50%	F1	40	温帯低気圧 51%	季節風(冬) 42%	局地性 6%	東 35%	F0	24	季節風(冬) 65%	温帯低気圧 27%	停滞前線 4%	東 33%	F不明	118	季節風(冬) 81%	季節風(夏) 9%	温帯低気圧 6%	東 46%	F1以上	50	温帯低気圧 54%	季節風(冬) 38%	局地性 6%	東 30%	F0以上	74	季節風(冬) 47%	温帯低気圧 45%	局地性 5%	東 31%	集中						全体	40	季節風(冬) 49%	温帯低気圧 41%	季節風(夏) 5%	東 36%	集中						全体	31	季節風(冬) 69%	温帯低気圧 21%	停滞前線 7%	東 55%	太平洋						全体	337	温帯低気圧 29%	台風 21%	季節風(冬) 17%	北東 23%		<p align="center"><u>表 2.2.3.1 Fスケールごとの総観場のまとめ</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>個数</th> <th>総観場1位 (比率%)</th> <th>総観場2位 (比率%)</th> <th>総観場3位 (比率%)</th> <th>主移動方向 (比率%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>集全体</td> <td>8</td> <td>季節風(冬) 44%</td> <td>温帯低気圧 37%</td> <td>局地性 19%</td> <td>南 40%</td> </tr> <tr> <td>中地城</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>F2</td> <td>2</td> <td>季節風(冬) 42%</td> <td>局地性 42%</td> <td>温帯低気圧 16%</td> <td>南 100%</td> </tr> <tr> <td>F1</td> <td>4</td> <td>季節風(冬) 42%</td> <td>温帯低気圧 42%</td> <td>局地性 16%</td> <td>南, 東, 南南西, 南東: 各 25%</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>1</td> <td>温帯低気圧 100%</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>F不明</td> <td>1</td> <td>季節風(冬) 100%</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>F1以上</td> <td>6</td> <td>季節風(冬) 42%</td> <td>温帯低気圧 33%</td> <td>局地性 25%</td> <td>南 40%</td> </tr> <tr> <td>F0以上</td> <td>7</td> <td>温帯低気圧 43%</td> <td>季節風(冬) 36%</td> <td>局地性 21%</td> <td>南 40%</td> </tr> <tr> <td>検討地域</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>192</td> <td>季節風(冬) 68%</td> <td>温帯低気圧 21%</td> <td>季節風(夏) 6%</td> <td>東 39%</td> </tr> <tr> <td>F2</td> <td>10</td> <td>温帯低気圧 63%</td> <td>季節風(冬) 23%</td> <td>局地性 9%</td> <td>北東 50%</td> </tr> <tr> <td>F1</td> <td>40</td> <td>温帯低気圧 51%</td> <td>季節風(冬) 42%</td> <td>局地性 6%</td> <td>東 35%</td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>24</td> <td>季節風(冬) 65%</td> <td>温帯低気圧 27%</td> <td>停滞前線 4%</td> <td>東 33%</td> </tr> <tr> <td>F不明</td> <td>118</td> <td>季節風(冬) 81%</td> <td>季節風(夏) 9%</td> <td>温帯低気圧 6%</td> <td>東 46%</td> </tr> <tr> <td>F1以上</td> <td>50</td> <td>温帯低気圧 54%</td> <td>季節風(冬) 38%</td> <td>局地性 6%</td> <td>東 30%</td> </tr> <tr> <td>F0以上</td> <td>74</td> <td>季節風(冬) 47%</td> <td>温帯低気圧 45%</td> <td>局地性 5%</td> <td>東 31%</td> </tr> <tr> <td>集中</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>18</td> <td>季節風(冬) 55%</td> <td>季節風(夏) 42%</td> <td>局地性 3%</td> <td>東 73%</td> </tr> <tr> <td>太平洋</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>337</td> <td>温帯低気圧 29%</td> <td>台風 21%</td> <td>季節風(冬) 17%</td> <td>北東 23%</td> </tr> </tbody> </table>		個数	総観場1位 (比率%)	総観場2位 (比率%)	総観場3位 (比率%)	主移動方向 (比率%)	集全体	8	季節風(冬) 44%	温帯低気圧 37%	局地性 19%	南 40%	中地城						F2	2	季節風(冬) 42%	局地性 42%	温帯低気圧 16%	南 100%	F1	4	季節風(冬) 42%	温帯低気圧 42%	局地性 16%	南, 東, 南南西, 南東: 各 25%	F0	1	温帯低気圧 100%	-	-	-	F不明	1	季節風(冬) 100%	-	-	-	F1以上	6	季節風(冬) 42%	温帯低気圧 33%	局地性 25%	南 40%	F0以上	7	温帯低気圧 43%	季節風(冬) 36%	局地性 21%	南 40%	検討地域						全体	192	季節風(冬) 68%	温帯低気圧 21%	季節風(夏) 6%	東 39%	F2	10	温帯低気圧 63%	季節風(冬) 23%	局地性 9%	北東 50%	F1	40	温帯低気圧 51%	季節風(冬) 42%	局地性 6%	東 35%	F0	24	季節風(冬) 65%	温帯低気圧 27%	停滞前線 4%	東 33%	F不明	118	季節風(冬) 81%	季節風(夏) 9%	温帯低気圧 6%	東 46%	F1以上	50	温帯低気圧 54%	季節風(冬) 38%	局地性 6%	東 30%	F0以上	74	季節風(冬) 47%	温帯低気圧 45%	局地性 5%	東 31%	集中						全体	18	季節風(冬) 55%	季節風(夏) 42%	局地性 3%	東 73%	太平洋						全体	337	温帯低気圧 29%	台風 21%	季節風(冬) 17%	北東 23%	<p>・竜巻集中地域の違いによる相違 【柏崎 6/7】</p>
	個数	総観場1位 (比率%)	総観場2位 (比率%)	総観場3位 (比率%)	主移動方向 (比率%)																																																																																																																																																																																																																																																										
集全体	45	季節風(冬) 90%	温帯低気圧 8%	局地性 2%	東 32%																																																																																																																																																																																																																																																										
中地城																																																																																																																																																																																																																																																															
F1	7	季節風(冬) 88%	局地性 7%	温帯低気圧 5%	東北東 43%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0	7	季節風(冬) 86%	温帯低気圧 14%		東, 東北東 33%																																																																																																																																																																																																																																																										
F不明	31	季節風(冬) 91%	温帯低気圧 8%	局地性 1%	北東 43%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0以上	14	季節風(冬) 87%	温帯低気圧 9%	局地性 4%	東北東 38%																																																																																																																																																																																																																																																										
検討地域																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	192	季節風(冬) 68%	温帯低気圧 21%	季節風(夏) 6%	東 39%																																																																																																																																																																																																																																																										
F2	10	温帯低気圧 63%	季節風(冬) 23%	局地性 9%	北東 50%																																																																																																																																																																																																																																																										
F1	40	温帯低気圧 51%	季節風(冬) 42%	局地性 6%	東 35%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0	24	季節風(冬) 65%	温帯低気圧 27%	停滞前線 4%	東 33%																																																																																																																																																																																																																																																										
F不明	118	季節風(冬) 81%	季節風(夏) 9%	温帯低気圧 6%	東 46%																																																																																																																																																																																																																																																										
F1以上	50	温帯低気圧 54%	季節風(冬) 38%	局地性 6%	東 30%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0以上	74	季節風(冬) 47%	温帯低気圧 45%	局地性 5%	東 31%																																																																																																																																																																																																																																																										
集中																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	40	季節風(冬) 49%	温帯低気圧 41%	季節風(夏) 5%	東 36%																																																																																																																																																																																																																																																										
集中																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	31	季節風(冬) 69%	温帯低気圧 21%	停滞前線 7%	東 55%																																																																																																																																																																																																																																																										
太平洋																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	337	温帯低気圧 29%	台風 21%	季節風(冬) 17%	北東 23%																																																																																																																																																																																																																																																										
	個数	総観場1位 (比率%)	総観場2位 (比率%)	総観場3位 (比率%)	主移動方向 (比率%)																																																																																																																																																																																																																																																										
集全体	8	季節風(冬) 44%	温帯低気圧 37%	局地性 19%	南 40%																																																																																																																																																																																																																																																										
中地城																																																																																																																																																																																																																																																															
F2	2	季節風(冬) 42%	局地性 42%	温帯低気圧 16%	南 100%																																																																																																																																																																																																																																																										
F1	4	季節風(冬) 42%	温帯低気圧 42%	局地性 16%	南, 東, 南南西, 南東: 各 25%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0	1	温帯低気圧 100%	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																										
F不明	1	季節風(冬) 100%	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																										
F1以上	6	季節風(冬) 42%	温帯低気圧 33%	局地性 25%	南 40%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0以上	7	温帯低気圧 43%	季節風(冬) 36%	局地性 21%	南 40%																																																																																																																																																																																																																																																										
検討地域																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	192	季節風(冬) 68%	温帯低気圧 21%	季節風(夏) 6%	東 39%																																																																																																																																																																																																																																																										
F2	10	温帯低気圧 63%	季節風(冬) 23%	局地性 9%	北東 50%																																																																																																																																																																																																																																																										
F1	40	温帯低気圧 51%	季節風(冬) 42%	局地性 6%	東 35%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0	24	季節風(冬) 65%	温帯低気圧 27%	停滞前線 4%	東 33%																																																																																																																																																																																																																																																										
F不明	118	季節風(冬) 81%	季節風(夏) 9%	温帯低気圧 6%	東 46%																																																																																																																																																																																																																																																										
F1以上	50	温帯低気圧 54%	季節風(冬) 38%	局地性 6%	東 30%																																																																																																																																																																																																																																																										
F0以上	74	季節風(冬) 47%	温帯低気圧 45%	局地性 5%	東 31%																																																																																																																																																																																																																																																										
集中																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	18	季節風(冬) 55%	季節風(夏) 42%	局地性 3%	東 73%																																																																																																																																																																																																																																																										
太平洋																																																																																																																																																																																																																																																															
全体	337	温帯低気圧 29%	台風 21%	季節風(冬) 17%	北東 23%																																																																																																																																																																																																																																																										

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2.2.3.2 竜巻検討地域における竜巻の観測記録 (F1より大きい竜巻) (気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成)</p> <table border="1" data-bbox="163 310 905 955"> <thead> <tr> <th>現象区別</th> <th>発生日時</th> <th>発生場所</th> <th>Fスケール*</th> <th>総観場</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>竜巻</td> <td>1962/09/28 14:20</td> <td>北海道宗谷支庁 東利尻町</td> <td>(F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1971/10/17 05:00</td> <td>北海道留萌支庁 羽幌町</td> <td>(F2)</td> <td>寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1974/10/03 19:05</td> <td>北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>温暖前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1974/10/20 15:00</td> <td>北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1975/05/31 18:10</td> <td>島根県 簸川郡 大社町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1975/09/08 01:30</td> <td>北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧・暖気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1979/11/02 01:58</td> <td>北海道渡島支庁 松前郡松前町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧・温暖前線</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1989/03/16 19:20</td> <td>島根県 簸川郡 大社町</td> <td>(F2)</td> <td>局地性じょう乱・寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1990/04/06 02:55</td> <td>石川県 羽咋郡 富来町</td> <td>F2</td> <td>オホーツク海低気圧・気圧の谷</td> </tr> <tr> <td>竜巻</td> <td>1999/11/25 15:40</td> <td>秋田県 八森町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧・寒冷前線</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：Fスケールは、ア)被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ)文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア)とイ)を区別し、イ)の場合には値を括弧で囲んでいる。</p> <p>2.2.4. 突風関連指数による地域特性の確認</p> <p>総観場での確認に加え、大きな被害をもたらす強い竜巻の発生要因となる環境場の形成のしやすさについての地域特性を確認するため、気象庁や米国気象局における現業においても竜巻探知・予測に活用されており、竜巻の発生しやすさを数値的に示すことができる突風関連指数を用いて地域特性の確認を行った。なお、突風関連指数を用いての検討については日本海側と太平洋側の地域性が異なることを示すために実施し、特定規模の竜巻発生の可能性を評価するものではない。</p> <p>2.2.4.1. 突風関連指数を用いた竜巻予測の技術について</p> <p>竜巻の主な発生メカニズムは、二つに大別されると考えられている。一つは局地的な前線(寒気団と暖気団との境界線)に伴って生じた渦が上昇流によって引き伸ばされて竜巻となるもので、比較的寿命が短く強い竜巻になりにくいとされている。</p> <p>もう一つは「スーパーセル」と呼ばれる、回転する継続した上昇気流域(メソサイクロン)を伴った非常に巨大な積乱</p>	現象区別	発生日時	発生場所	Fスケール*	総観場	竜巻	1962/09/28 14:20	北海道宗谷支庁 東利尻町	(F2)	寒冷前線	竜巻	1971/10/17 05:00	北海道留萌支庁 羽幌町	(F2)	寒気の移流	竜巻	1974/10/03 19:05	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線	竜巻	1974/10/20 15:00	北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線	竜巻	1975/05/31 18:10	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流	竜巻	1975/09/08 01:30	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧・暖気の移流	竜巻	1979/11/02 01:58	北海道渡島支庁 松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧・温暖前線	竜巻	1989/03/16 19:20	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	局地性じょう乱・寒気の移流	竜巻	1990/04/06 02:55	石川県 羽咋郡 富来町	F2	オホーツク海低気圧・気圧の谷	竜巻	1999/11/25 15:40	秋田県 八森町	(F1~F2)	日本海低気圧・寒冷前線		<p>表2.2.3.2 竜巻検討地域における竜巻の観測記録 (F1より大きい竜巻) (気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成)</p> <table border="1" data-bbox="1751 388 2478 913"> <thead> <tr> <th rowspan="2">発生日時</th> <th colspan="2">発生場所</th> <th rowspan="2">Fスケール*</th> <th rowspan="2">総観場</th> </tr> <tr> <th>都道府県</th> <th>市町村</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1962年09月28日 14時20分</td> <td>北海道 宗谷支庁</td> <td>東利尻町</td> <td>(F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>1971年10月17日 05時00分</td> <td>北海道 留萌支庁</td> <td>羽幌町</td> <td>(F2)</td> <td>寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>1974年10月03日 19時05分</td> <td>北海道 檜山支庁</td> <td>奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>温暖前線</td> </tr> <tr> <td>1974年10月20日 15時00分</td> <td>北海道 檜山支庁</td> <td>檜山郡上ノ国町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>寒冷前線</td> </tr> <tr> <td>1975年05月31日 18時10分</td> <td>島根県</td> <td>簸川郡大社町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>1975年09月08日 01時30分</td> <td>北海道 檜山支庁</td> <td>奥尻郡奥尻町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧 暖気の移流</td> </tr> <tr> <td>1979年11月02日 01時58分</td> <td>北海道 渡島支庁</td> <td>松前郡松前町</td> <td>(F2)</td> <td>日本海低気圧 温暖前線</td> </tr> <tr> <td>1989年03月16日 19時20分</td> <td>島根県</td> <td>簸川郡大社町</td> <td>(F2)</td> <td>局地性じょう乱 寒気の移流</td> </tr> <tr> <td>1990年04月06日 02時55分</td> <td>石川県</td> <td>羽咋郡富来町</td> <td>F2</td> <td>オホーツク海低気圧 気圧の谷</td> </tr> <tr> <td>1999年11月25日 15時40分</td> <td>秋田県</td> <td>八森町</td> <td>(F1~F2)</td> <td>日本海低気圧 寒冷前線</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ Fスケールは、ア)被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ)文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア)とイ)を区別し、イ)の場合には値を括弧で囲んでいる。</p> <p>2.2.4. 突風関連指数による地域特性の確認</p> <p>総観場での確認に加え、大きな被害をもたらす強い竜巻の発生要因となる環境場の形成のしやすさについての地域特性を確認するため、気象庁や米国気象局における現業においても竜巻探知・予測に活用されており、竜巻の発生しやすさを数値的に示すことができる突風関連指数を用いて地域特性の確認を行った。なお、突風関連指数を用いての検討については日本海側と太平洋側の地域特性が異なることを示すために実施し、特定規模の竜巻発生の可能性を評価するものではない。</p> <p>2.2.4.1 突風関連指数を用いた竜巻予測の技術について</p> <p>竜巻の主な発生メカニズムは、二つに大別されると考えられている。一つは局地的な前線(寒気団と暖気団との境界線)に伴って生じた渦が上昇流によって引き伸ばされて竜巻となるもので、比較的寿命が短く強い竜巻になりにくいとされている。</p> <p>もう一つは「スーパーセル」と呼ばれる、回転する継続した上昇気流域(メソサイクロン)を伴った非常に巨大な積乱</p>	発生日時	発生場所		Fスケール*	総観場	都道府県	市町村	1962年09月28日 14時20分	北海道 宗谷支庁	東利尻町	(F2)	寒冷前線	1971年10月17日 05時00分	北海道 留萌支庁	羽幌町	(F2)	寒気の移流	1974年10月03日 19時05分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線	1974年10月20日 15時00分	北海道 檜山支庁	檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線	1975年05月31日 18時10分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流	1975年09月08日 01時30分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧 暖気の移流	1979年11月02日 01時58分	北海道 渡島支庁	松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧 温暖前線	1989年03月16日 19時20分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	局地性じょう乱 寒気の移流	1990年04月06日 02時55分	石川県	羽咋郡富来町	F2	オホーツク海低気圧 気圧の谷	1999年11月25日 15時40分	秋田県	八森町	(F1~F2)	日本海低気圧 寒冷前線	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【東海第二】 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やすさを把握するため、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関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>
現象区別	発生日時	発生場所	Fスケール*	総観場																																																																																																															
竜巻	1962/09/28 14:20	北海道宗谷支庁 東利尻町	(F2)	寒冷前線																																																																																																															
竜巻	1971/10/17 05:00	北海道留萌支庁 羽幌町	(F2)	寒気の移流																																																																																																															
竜巻	1974/10/03 19:05	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線																																																																																																															
竜巻	1974/10/20 15:00	北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線																																																																																																															
竜巻	1975/05/31 18:10	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流																																																																																																															
竜巻	1975/09/08 01:30	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧・暖気の移流																																																																																																															
竜巻	1979/11/02 01:58	北海道渡島支庁 松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧・温暖前線																																																																																																															
竜巻	1989/03/16 19:20	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	局地性じょう乱・寒気の移流																																																																																																															
竜巻	1990/04/06 02:55	石川県 羽咋郡 富来町	F2	オホーツク海低気圧・気圧の谷																																																																																																															
竜巻	1999/11/25 15:40	秋田県 八森町	(F1~F2)	日本海低気圧・寒冷前線																																																																																																															
発生日時	発生場所		Fスケール*	総観場																																																																																																															
	都道府県	市町村																																																																																																																	
1962年09月28日 14時20分	北海道 宗谷支庁	東利尻町	(F2)	寒冷前線																																																																																																															
1971年10月17日 05時00分	北海道 留萌支庁	羽幌町	(F2)	寒気の移流																																																																																																															
1974年10月03日 19時05分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線																																																																																																															
1974年10月20日 15時00分	北海道 檜山支庁	檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線																																																																																																															
1975年05月31日 18時10分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流																																																																																																															
1975年09月08日 01時30分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧 暖気の移流																																																																																																															
1979年11月02日 01時58分	北海道 渡島支庁	松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧 温暖前線																																																																																																															
1989年03月16日 19時20分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	局地性じょう乱 寒気の移流																																																																																																															
1990年04月06日 02時55分	石川県	羽咋郡富来町	F2	オホーツク海低気圧 気圧の谷																																																																																																															
1999年11月25日 15時40分	秋田県	八森町	(F1~F2)	日本海低気圧 寒冷前線																																																																																																															

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>雲に伴って竜巻が発生するものである。スーパーセル内では、下降流域と上昇流域が分離されるため、巨大な積乱雲が長時間持続する傾向にある。近年、ドップラーレーダーによる解析をもとにした竜巻の事例調査が進んだことにより、大きな被害をもたらす強い竜巻の多くはスーパーセルに伴って発生することが判明している。現状、竜巻を直接予測することは困難であるが、大規模竜巻の発生と関係が深いスーパーセルの発生環境を予測することにより竜巻発生を間接的に予測できる。以下に、竜巻発生予測について、突風関連指数を適用している例を示す。</p> <p>気象庁での突風関連指数の適用状況</p> <p>気象庁では平成20年3月から、低気圧の発達等に関して半日から1日程度前に発表する予告的な気象情報において、11種類の突風関連指数を算出し、竜巻やダウンバースト等の激しい突風が発生する可能性があるとして予測される場合には、当該気象情報において注意喚起することとした。</p> <p>その後、気象庁では竜巻等の突風の予測プロダクトとして、平成22年5月より竜巻発生確度ナウキャスト情報の提供を開始した。竜巻発生確度ナウキャストは、「竜巻が今にも発生する（又は発生している）可能性の程度」（発生確度）を10分ごとに解析した結果をもとに、降水域の移動ベクトル等を用いて1時間先まで発生確度を予測する。発生確度の解析は、以下の二つの技術を組み合わせて実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象ドップラーレーダー観測によるメソサイクロン（親雲）検出技術</li> <li>・メソ数値予測（MSM）を用いた突風危険指数の算出技術</li> </ul> <p>竜巻発生確度ナウキャストにおけるデータ等の流れを図2.2.4.1.1に示す。竜巻発生確度ナウキャストは最新の観測・解析データをもって短いリードタイムの予測を迅速に行うことが主目的のため、レーダープロダクトに重みを置いている。また、小さな竜巻も見逃しなく予測できるような説明変数として突風関連指数を選択している。</p> <p>以上のように、気象庁では竜巻の監視や様々なリードタイムに対する予測に突風関連指数を活用している。</p>		<p>雲に伴って竜巻が発生するものである。スーパーセル内では、下降流域と上昇流域が分離されるため、巨大な積乱雲が長時間持続する傾向にある。近年、ドップラーレーダーによる解析をもとにした竜巻の事例調査が進んだことにより、大きな被害をもたらす強い竜巻の多くはスーパーセルに伴って発生することが判明している。現状、竜巻を直接予測することは困難であるが、大規模竜巻の発生と関係が深いスーパーセルの発生環境を予測することにより竜巻発生を間接的に予測できる。以下に、竜巻発生予測について、突風関連指数を適用している例を示す。</p> <p>気象庁での突風関連指数の適用状況</p> <p>気象庁では平成20年3月から、低気圧の発達等に関して半日から1日程度前に発表する予告的な気象情報において、11種類の突風関連指数を算出し、竜巻やダウンバースト等の激しい突風が発生する可能性があるとして予測される場合には、当該気象情報において注意喚起することとした。</p> <p>その後、気象庁では竜巻等の突風の予測プロダクトとして、平成22年5月より竜巻発生確度ナウキャスト情報の提供を開始した。竜巻発生確度ナウキャストは、「竜巻が今にも発生する（又は発生している）可能性の程度」（発生確度）を10分ごとに解析した結果をもとに、降水域の移動ベクトル等を用いて1時間先まで発生確度を予測する。発生確度の解析は、以下の二つの技術を組み合わせて実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気象ドップラーレーダー観測によるメソサイクロン（親雲）検出技術</li> <li>・メソ数値予測（MSM）を用いた突風危険指数の算出技術</li> </ul> <p>竜巻発生確度ナウキャストにおけるデータ等の流れを図2.2.4.1.1に示す。竜巻発生確度ナウキャストは最新の観測・解析データをもって短いリードタイムの予測を迅速に行うことが主目的のため、レーダープロダクトに重みを置いている。また、小さな竜巻も見逃しなく予測できるような説明変数として突風関連指数を選択している。</p> <p>以上のように、気象庁では竜巻の監視や様々なリードタイムに対する予測に突風関連指数を活用している。</p>	



海外での突風関連指数の適用状況

海外では、米国の気象庁にあたる NOAA の SPC (ストーム予測センター) においても気象庁と同様に、突風関連指数の情報とレーダー観測のデータが現業で活用されており、突風関連指数に関する検討も盛んに行われている。

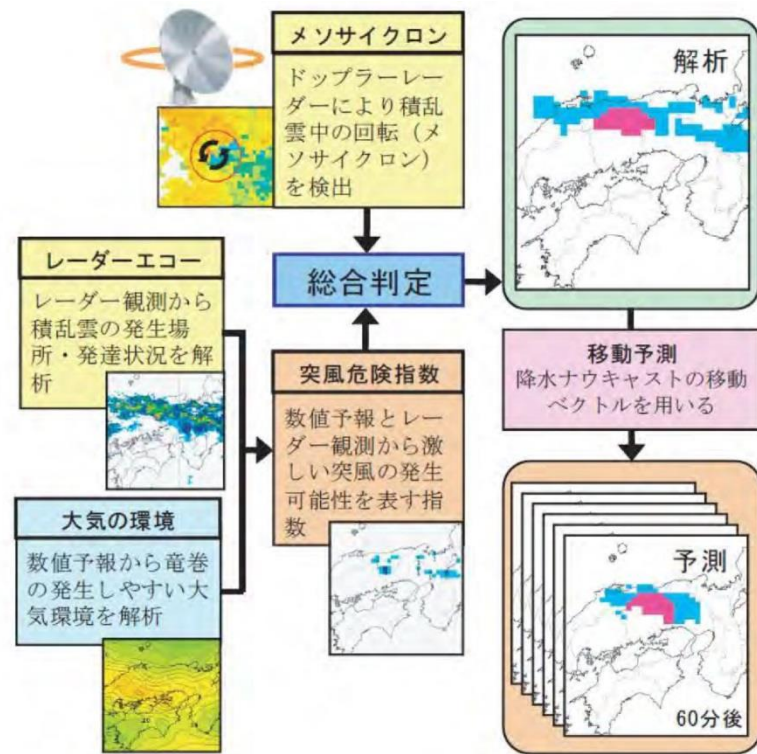


図 2.2.4.1.1 竜巻発生確度ナウキャストの解析・予測技術

2.2.4.2. 検討に用いる突風関連指数について

大きな被害をもたらす竜巻の親雲の多くはスーパーセルであり、スーパーセルの発生環境は予測できる技術があつて気象庁等でも活用されていることを述べてきた。ここでは、本検討に用いる突風関連指数について説明する。

図 2.2.4.2.1 に竜巻の発生メカニズムを示す。スーパーセルが発生しやすい環境場として、大気下層の鉛直シア（異なる高度間での風向・風速差）と、強い上昇気流を起こすきつ

海外での突風関連指数の適用状況

海外では、米国の気象庁にあたる NOAA の SPC (ストーム予測センター) においても気象庁と同様に、突風関連指数の情報とレーダー観測のデータが現業で活用されており、突風関連指数に関する検討も盛んに行われている。

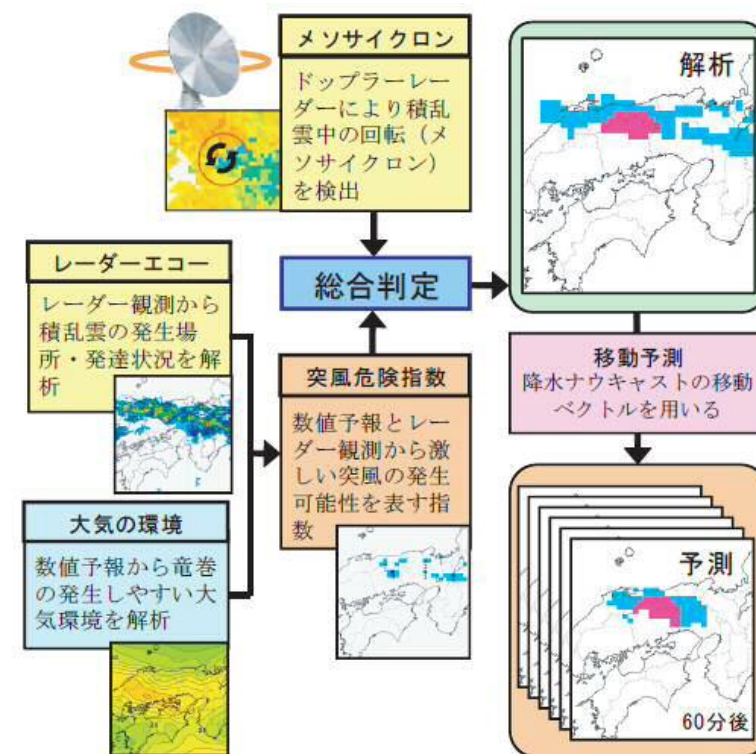


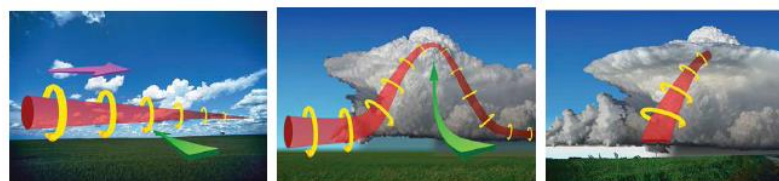
図 2.2.4.1.1 竜巻発生確度ナウキャストの解析・予測技術\*

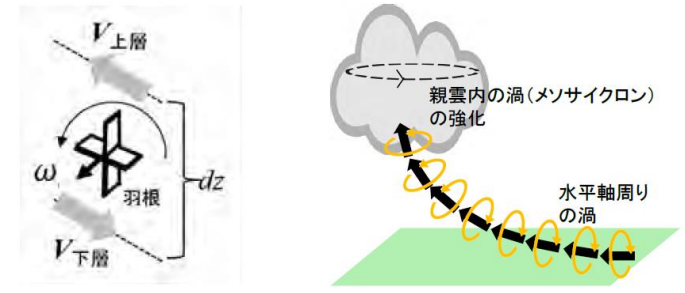
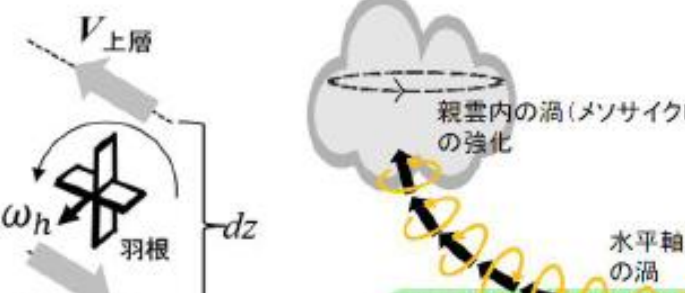
※：竜巻発生確度ナウキャスト・竜巻注意情報について-突風に関する防災気象情報の改善-, 瀧下洋一, 測候時報, 2011

2.2.4.2. 検討に用いる突風関連指数について

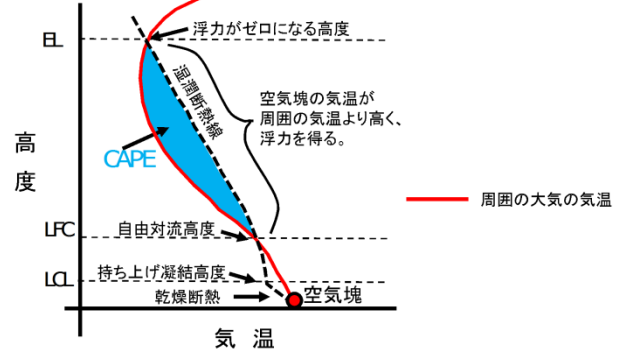
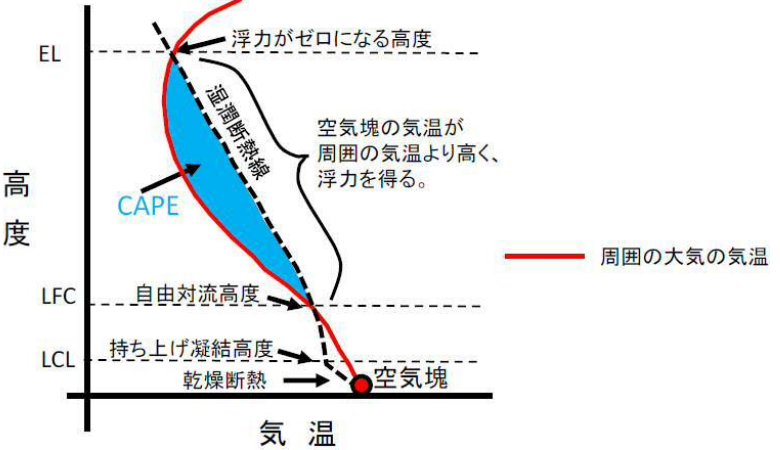
大きな被害をもたらす竜巻の親雲の多くはスーパーセルであり、スーパーセルの発生環境は予測できる技術があつて気象庁等でも活用されていることを述べてきた。ここでは、本検討に用いる突風関連指数について説明する。

図 2.2.4.2.1 に竜巻の発生メカニズムを示す。スーパーセルが発生しやすい環境場として、大気下層の鉛直シア（異なる高度間での風向・風速差）と、強い上昇気流を起こすきつ

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>かけとしての不安定な大気場が必要である。本検討では、大気不安定度を表す指標として、「CAPE」、鉛直シアに伴って発生する水平渦度が親雲に取り込まれる度合いを表す指標として「SReH」を採用し、両者の指標が同時に高くなる頻度について、地域的な特徴を確認する分析を行った。<u>また、両者を掛け合わせた指標である EHI による分析も行い、SReH・CAPE の同時超過頻度分析との比較を行った。</u>SReH, CAPE, EHI については、<u>竜巻の発生実態を解明する研究において国内外で広く利用され、竜巻発生環境場との関連づけ等の知見が多く蓄積されており、気象庁での竜巻予測に用いる突風関連指数の中でも主な指標として紹介されているため、本検討を行う上でも妥当なものと考えられる。</u></p> <p>SReH, CAPE 及びその複合指数である EHI について以下に説明する。</p>  <p>風向・風速差による渦の発生      上昇気流の発生      竜巻の発生 図 2.2.4.2.1 竜巻の発生メカニズム*</p> <p>※：江口 譲，原子力発電所の竜巻影響評価，原子力プラント機器の健全性評価に関する講習会，平成 26 年 12 月 12 日</p> <p>(1) SReH (Storm Relative Helicity：ストームの動きに相対的なヘリシティ)</p> <p>風向・風速差により発生した渦度が親雲に取り込まれる度合いを示し、値が大きいほど、積乱雲がスーパーセルに発達しやすい。(図 2.2.4.2.2)</p> $\text{SReH} = \int_{\text{地上}}^{\text{高度}3\text{km}} (\mathbf{V} - \mathbf{C}) \cdot \boldsymbol{\omega} dz$ <p>V：水平風速ベクトル C：ストームの移動速度 ω：鉛直シアに伴う水平渦度</p>		<p>かけとしての不安定な大気場が必要である。本検討では、大気不安定度を表す指標として「CAPE」、鉛直シアに伴って発生する水平渦度が親雲に取り込まれる度合いを表す指標として「SReH」を採用し、両者の指標が同時に高くなる頻度について、地域的な特徴を確認する分析を行った。</p> <p>SReH 及び CAPE について以下に説明する。</p>  <p>風向・風速差による渦の発生      上昇気流の発生      竜巻の発生 図 2.2.4.2.1 竜巻の発生メカニズム*</p> <p>※：U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE (National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service), A Preparedness Guide Including Tornado Safety Information for Schools</p> <p>(1) SReH (Storm Relative Helicity：ストームの動きに相対的なヘリシティ)</p> <p>風向・風速差により発生した渦度が親雲に取り込まれる度合いを示し、値が大きいほど、積乱雲がスーパーセルに発達しやすい。(図 2.2.4.2.2)</p> $\text{SReH} = \int_{\text{地上}}^{\text{高度}3\text{km}} (\mathbf{V} - \mathbf{C}) \cdot \boldsymbol{\omega} dz$ <p>V：水平風速ベクトル C：ストームの移動速度 ω：鉛直シアに伴う水平渦度</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、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>水平渦度生成に関する模式図      水平渦度の親雲への輸送に関する模式図</p> <p>図 2. 2. 4. 2. 2 SReH の算出概念</p> <p>(2) CAPE (Convective Available Potential Energy : 対流有効位置エネルギー)</p> <p>上昇気流の発達しやすさを表し、値が大きいほど背の高い積乱雲に発達し得るため、大気不安定度の指標となる。(図 2. 2. 4. 2. 3)</p> $CAPE = \int_{LFC}^{EL} g \frac{\theta_e'(z) - \theta_e(z)}{\theta_e(z)} dz$ <p>g : 重力加速度    <math>\theta_e'</math> : 下層の空気塊を持ち上げた際の相当温位</p> <p><math>\theta_e</math> : ストーム周囲の相当温位    dz : 鉛直方向の層厚</p>		 <p>水平渦度生成に関する模式図      水平渦度の親雲への輸送に関する模式図</p> <p>図 2. 2. 4. 2. 2 SReH の算出概念*</p> <p>※ : 軽水型原子力発電所の竜巻影響評価における設計竜巻風速および飛来物速度の設定に関するガイドライン, 日本保安学会, 原子力規制関連事項検討会, 2015</p> <p>(2) CAPE (Convective Available Potential Energy : 対流有効位置エネルギー)</p> <p>上昇気流の発達しやすさを表し、値が大きいほど背の高い積乱雲に発達し得るため、大気不安定度の指標となる。(図 2. 2. 4. 2. 3)</p> $CAPE = \int_{LFC}^{EL} g \frac{\theta_e'(z) - \theta_e(z)}{\theta_e(z)} dz$ <p>g : 重力加速度    <math>\theta_e'</math> : 下層の空気塊を持ち上げた際の相当温位</p> <p><math>\theta_e</math> : ストーム周囲の相当温位    dz : 鉛直方向の層厚</p>	



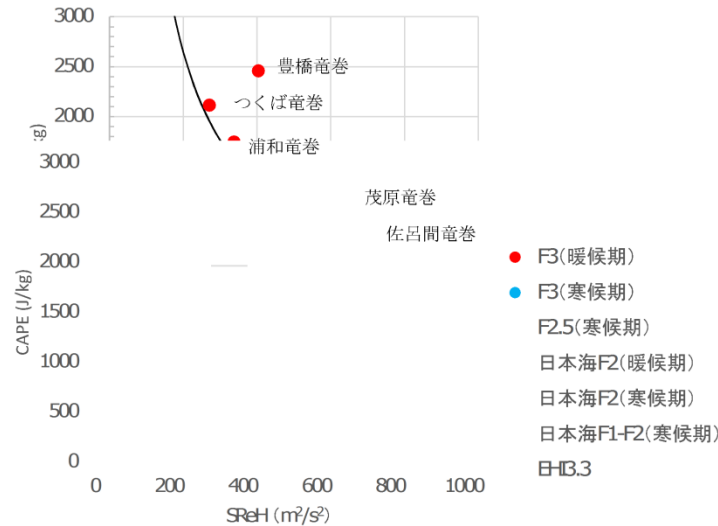
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
 <p>図 2. 2. 4. 2. 3 CAPE の算出概念</p> <p>(3) EHI (Energy Helicity Index)</p> <p>SReH と CAPE の複合的な突風関連指数。スーパーセルや竜巻の発生し易さを経験的に指標化したもので、米国では CAPE 単独や SReH 単独に比べると竜巻発生との相関関係が高いとされている。</p> $EHI = \frac{SReH \times CAPE}{160000}$ <p>(参考) 相当温位</p> <p>温位とは、下式に示すように気温 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。</p> <p>2 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)、単位体積中に含み得る水蒸気量が多いため、大きな積乱雲の発生につながる。相当温位は、空気塊に含まれる水蒸気の持っている潜熱 (水蒸気が凝結する際に空気塊の温度が上昇) の影響も考慮された温位である。</p>		 <p>図 2. 2. 4. 2. 3 CAPE の算出概念*</p> <p>※：軽水型原子力発電所の竜巻影響評価における設計竜巻風速および飛来物速度の設定に関するガイドライン，日本保全学会，原子力規制関連事項検討会，2015</p> <p>(参考) 相当温位</p> <p>温位とは、下式に示すように気温 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。</p> <p>2 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)、単位体積中に含み得る水蒸気量が多いため、大きな積乱雲の発生につながる。相当温位は、空気塊に含まれる水蒸気の持っている潜熱 (水蒸気が凝結する際に空気塊の温度が上昇) の影響も考慮された温位である。</p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>(同上)</p>



$$\theta = T \left( \frac{1000}{p} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (R: \text{気体定数}, C_p: \text{定圧比熱})$$

2. 2. 4. 3. 突風関連指数の地域特性

これまでに発生した F3 竜巻に対する突風関連指数の分析結果を図 2. 2. 4. 3. 1 に示す。WRF モデル (Weather Research and Forecasting model) と呼ばれる数値気象モデルを用いて当時の気象場を解析 (再現) し、それをもとに突風関連指数を算出している。図 2. 2. 4. 3. 1 をみると、季節によって CAPE の値が大きく異なるものの、F3 竜巻事例では共通して SReH と CAPE の両方が大きくなる傾向が見られた。



大きな竜巻を引き起こすスーパーセルの発生要因の指標である SReH と CAPE について、国内で (太平洋側で) 発生した F3 竜巻では、SReH と CAPE の両方 あるいは複合指数である EHI が大きな値をとる傾向が見られる。また、これまでに発生した国内における F2-F3 を含めた全ての F3 竜巻 (6 事例) は、スーパーセルを伴っていたことが報告されている。

したがって、SReH と CAPE それぞれに対して閾値を設け、その閾値を同時に超える頻度 (以下、同時超過頻度と呼ぶ。) を分析することにより、スーパーセルに伴って発生するような大規模な竜巻の発生環境を観点とした地域性を見出すことができると考えられる。

$$\theta = T \left( \frac{1000}{p} \right)^{\frac{R}{C_p}} \quad (R: \text{気体定数}, C_p: \text{定圧比熱})$$

2. 2. 4. 3. 突風関連指数の地域性

これまでに発生した F3 竜巻に対する突風関連指数の分析結果を図 2. 2. 4. 3. 1 に示す。WRF モデル (Weather Research and Forecasting model) と呼ばれる数値気象モデルを用いて当時の気象場を解析 (再現) し、それをもとに突風関連指数を算出している。図 2. 2. 4. 3. 1 をみると、季節によって CAPE の値が大きく異なるものの、F3 竜巻事例では共通して SReH と CAPE の両方が大きくなる傾向が見られた。

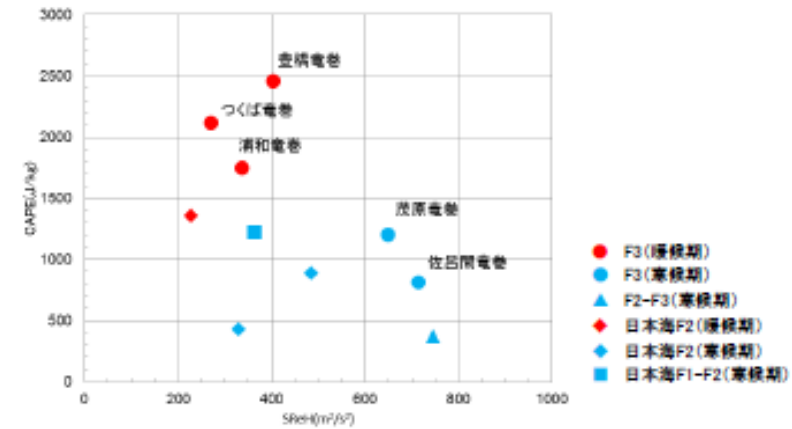
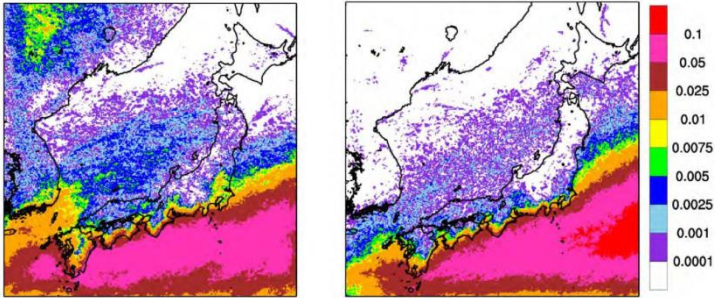
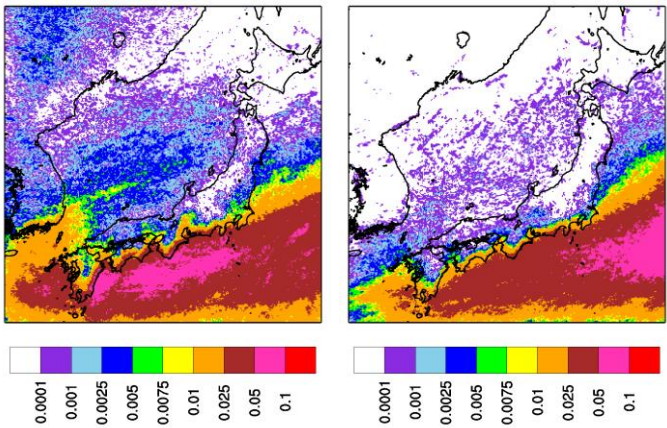


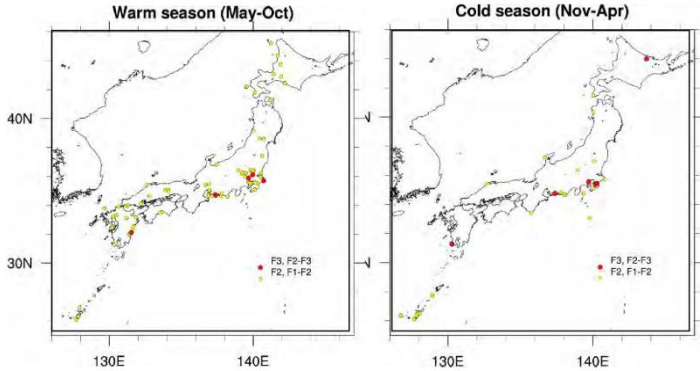
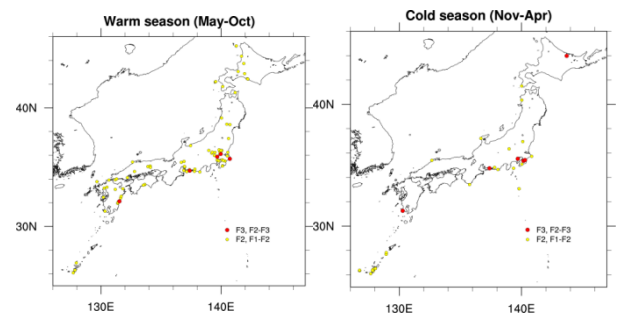
図 2. 2. 4. 3. 1 F3 竜巻に対する突風関連指数の分析結果

大きな竜巻を引き起こすスーパーセルの発生要因の指標である SReH と CAPE について、国内で (太平洋側で) 発生した F3 竜巻では、SReH と CAPE の両方が大きな値をとる傾向が見られる。また、これまでに発生した国内における F2-F3 を含めた全ての F3 竜巻 (6 個) は、スーパーセルを伴っていたことが報告されている。

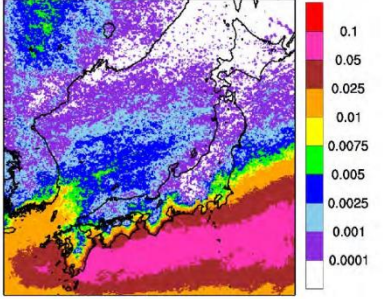
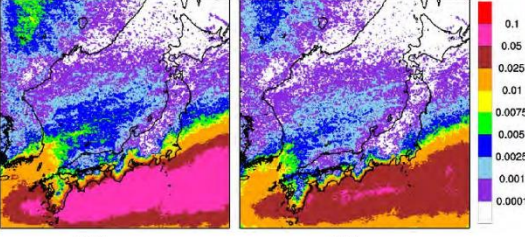
したがって、SReH と CAPE それぞれに対して閾値を設け、その閾値を同時に超える頻度 (以下、同時超過頻度と呼ぶ。) を分析することにより、スーパーセルに伴って発生するような大規模な竜巻の発生環境を観点とした地域性を見出すことができると考えられる。

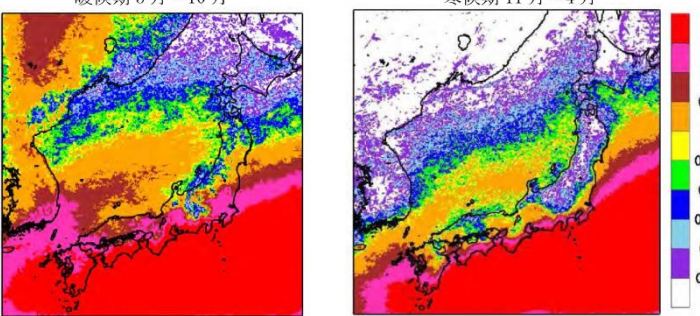
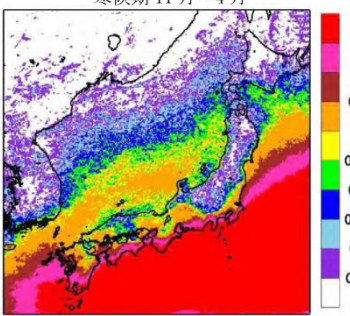
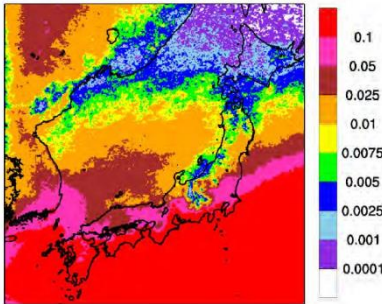
・地域特性の確認方法の相違  
【柏崎 6/7】  
(同上)

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>2.2.4.4. 突風関連指数の同時超過頻度による地域性の検討</p> <p>SReH と CAPE の閾値については、図 2.2.4.4.1 の F3 竜巻のデータをもとに、実際の竜巻発生地点と対応するよう、下記のように設定した。また、CAPE の閾値については、緯度・季節で絶対値が大きく変わるため、5 月～10 月（暖候期）及び 11 月～4 月（寒候期）に分けて閾値を設定した。</p> <p><u>〔5 月～10 月（暖候期）〕 SReH : 250 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, CAPE : 1600 J/kg</u></p> <p><u>〔11 月～4 月（寒候期）〕 SReH : 250 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, CAPE : 600 J/kg</u></p> <p>図 2.2.4.4.1 は、1961 年～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もとに、SReH と CAPE の同時超過頻度分布をマップ化したものである。また、気象庁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 竜巻の発生箇所を図 2.2.4.4.2 に示す。</p>  <p>暖候期 5 月～10 月      寒候期 11 月～4 月</p> <p>図 2.2.4.4.1 F3 規模以上を対象とした SReH, CAPE 同時超過頻度分布 (単位: %)</p>		<p>2.2.4.4. 突風関連指数の同時超過頻度による地域特性の検討</p> <p>SReH と CAPE の閾値については、図 2.2.4.4.1 の F3 竜巻のデータをもとに、実際の竜巻発生地点と対応するよう、下記のように設定した。また、CAPE の閾値については、緯度・季節で絶対値が大きく変わるため、5 月～10 月（暖候期）及び 11 月～4 月（寒候期）に分けて閾値を設定した。<u>また、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。</u></p> <p><u>設定した閾値は、以下の通りとした。</u></p> <p><u>〔5 月～10 月（暖候期）〕 SReH : 350 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> 最大 CAPE : 1200 J/kg 降水量 : 4 mm/hr</u></p> <p><u>〔11 月～4 月（寒候期）〕 SReH : 350 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> 最大 CAPE : 500 J/kg 降水量 : 4 mm/hr</u></p> <p>図 2.2.4.4.1 は、1961 年～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もとに、SReH と CAPE の同時超過頻度分布をマップ化したものである。また、気象庁「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 竜巻の発生箇所を図 2.2.4.4.2 に示す。</p>  <p>暖候期 5 月～10 月      寒候期 11 月～4 月</p> <p>図 2.2.4.4.1 F3 規模以上を対象とした SReH, CAPE 同時超過頻度分布 (単位: %)</p>	<p>・閾値の設定の相違</p> <p>【柏崎 6/7】</p> <p>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、その閾値を規模の大きな竜巻である太平洋側で 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>

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. 2. 4. 2 F2 規模以上の発生箇所 (気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成)</p> <p>また、EHI についても、SReH と CAPE と同様に閾値を設け超過頻度について分析した。EHI の閾値については、過去のいずれの F3 事例においても EHI が 3.5 程度を越えていることから、それを包含する値として EHI:3.3 を設定した（暖候期と寒候期は分けない）。</p> <p>EHI の超過頻度分布をマップ化したものについても図 2.2.4.4.3 に示す。SReH, CAPE の同時超過頻度分布(図 2.2.4.4.1)に対応した結果となっており、EHI を用いて通年レベルの評価を行った場合でも地域特性がはっきり表れている。</p> <p>以上により、CAPE, SReH, EHI について F3 以上を想定した特定の閾値を設けた場合の分析を実施したが、突風関連指数については不確実性が存在するため、EHI:3.0 及び 3.6 を設定した場合についても同様の地域性が現れることを確認した。(図 2.2.4.4.4)</p> <p>ただし、閾値を大きくした場合、実際に F3 が発生した関東平野内を包含できなくなる。また閾値を小さくした場合、小さな竜巻が発生する環境場をカウントすることから、地域性は薄れていくことがわかる。</p> <p>なお、CAPE, SReH についても同様の感度解析を実施しており、同様の傾向が得られることを確認した。【添付資料 2.1 付録 E】</p>		 <p>図 2. 2. 4. 4. 2 F2 規模以上の竜巻の発生箇所 (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)</p> <p>・地域特性の確認方法の相違 【柏崎 6/7】 (2.2.4.2. 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>図2. 2. 4. 4. 3 EHIの超過頻度分布 (単位: %, EHI閾値:3.3)</p>  <p>図 2. 2. 4. 4. 4 EHI の超過頻度分布 (単位: %, EHI 閾値は左から, 3. 0, 3. 6)</p> <p>突風関連指数による、大規模な竜巻形成につながる環境場の発生頻度分析を行った結果、<u>柏崎刈羽原子力発電所の立地地域は、茨城県以西の太平洋沿岸よりも 1～2 オーダー以下の頻度となることが分かった。</u></p> <p>スーパーセルに伴って発生する大規模な竜巻形成につながる環境場の発生頻度分布の観点からも、太平洋側と竜巻検討地域で大きな地域特性の違いがあることを確認した。</p> <p><u>参考として、F2 規模の竜巻について同様の検討を行った。閾値の設定は F2 規模の竜巻発生時の実績をもとに以下のように設定した。</u></p> <p><u>[5 月～10 月 (暖候期)] SReH : 200 m2/s2, CAPE : 1000 J/kg</u>  <u>[11 月～4 月 (寒候期)] SReH : 200 m2/s2, CAPE : 350 J/kg</u>  <u>EHI を用いる場合の閾値 EHI:1.5</u></p> <p><u>SReH, CAPE の同時超過頻度分析の結果を図 2. 2. 4. 4. 5 に、EHI の超過頻度分布を図 2. 2. 4. 4. 6 に示す。</u></p>		<p>突風関連指数による、大規模な竜巻形成につながる環境場の発生頻度分析を行った結果、<u>太平洋側、九州太平洋側・東シナ海側で頻度が高くなっているのに比べて、日本海側の値は 1～2 オーダー以下の頻度となることが分かった。</u></p> <p><u>以上より、スーパーセルに伴って発生する大規模な竜巻形成につながる環境場の発生頻度分布の観点からも、太平洋側と竜巻検討地域で大きな地域特性の違いがあることを確認した。</u></p>	<p>・地域特性の確認方法の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></p> <p>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>暖候期 5月～10月</p>  <p>寒候期 11月～4月</p>  <p>図2. 2. 4. 4. 5 F2規模のSRerH, CAPE同時超過頻度分布 (単位: %)</p>  <p>図2. 2. 4. 4. 6 EHIの超過頻度分布 (単位: %, EHI閾値:1.5)</p> <p><u>F2 規模相当の閾値での同時超過頻度を解析した結果をみても、柏崎刈羽原子力発電所が立地する地域は、太平洋側と比較して頻度が低くなっていることが確認できる。</u></p> <p><u>日本海側で大きな竜巻が発生しにくい原因の一つとしては、太平洋側から暖かく湿った空気が、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くることが出来ないため、日本海側では大きな竜巻を引き起こす環境場が形成しにくくなっていることが考えられる。</u></p> <p>2. 2. 4. 5. 佐呂間町で発生した竜巻について</p> <p>突風関連指数を用いた解析結果から、F3 規模以上の竜巻が発生しやすいとされる地域が分かったが、そのエリアに含まれていない北海道網走支庁佐呂間町では2006年11月にF3 竜巻が発生している(以下「佐呂間竜巻」という。)</p> <p>佐呂間竜巻は、太平洋沿岸で発生した竜巻と比較すると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内で唯一内陸部(丘陵地の麓)において発生した竜巻である。</li> <li>F3 竜巻としては継続時間(1分)と移動距離(約1.4km)が非常に短かった</li> </ul>		<p>2. 2. 4. 5. 佐呂間町で発生した竜巻について</p> <p>突風関連指数を用いた解析結果から、F3 規模以上の竜巻が発生しやすいとされる地域が分かったが、そのエリアに含まれていない北海道網走支庁佐呂間町では2006年11月にF3 竜巻が発生している(以下、「佐呂間竜巻」という。)</p> <p>佐呂間竜巻は、太平洋沿岸で発生した竜巻と比較すると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>国内で唯一内陸部(丘陵地の麓)において発生した竜巻である</li> <li>F3 竜巻としては継続時間(1分)と移動距離(約1.4km)が非常に短かった</li> </ul>	

<p>柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018.9.18版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>
---------------------------------------	-----------------------------	---------------------	-----------

という点で異なっている。

佐呂間竜巻の発生した地域では、太平洋側からの暖湿流が小高い丘を越えて流入するような地形になっており、平野部の冷気流とぶつかることにより大きな上層・下層間の風向差が生じる環境場となっていた。(図2.2.4.5.1, 図2.2.4.5.2)

また、日高山脈の東側では、山を越えた冷気流と太平洋側の暖気流がぶつかる地点となっており、ここで発生した親雲が山脈沿いに北上しながら持続的に発達し、佐呂間地域でF3規模の竜巻を形成するに至ったと考えられる。

これらの発生メカニズムについて、図2.2.4.5.3に模式的に示す。

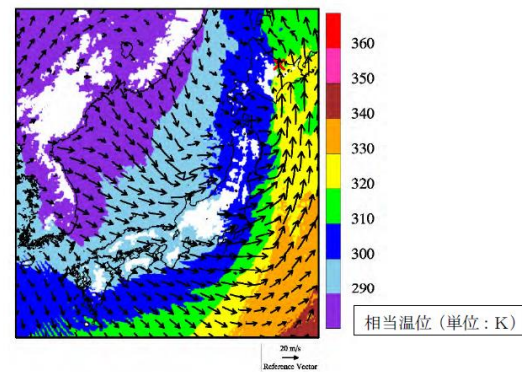
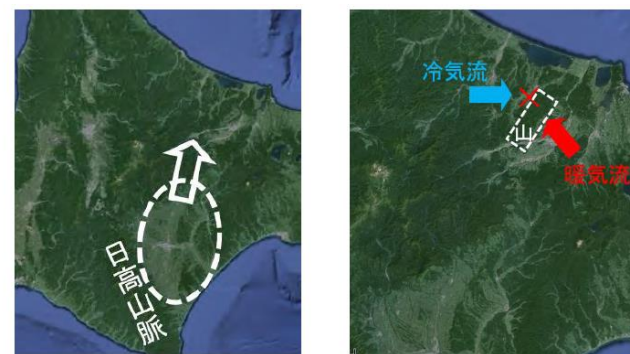


図2.2.4.5.1 佐呂間竜巻発生時の風向・風速及び相当湿位の分布 (海拔500m高度)



親雲の発生位置(点線内)と移動方向 竜巻の発生位置(X)と影響が指摘される山(点線部)

図2.2.4.5.2 親雲の発生箇所と移動方向(左)及び竜巻の発生箇所(右)※

という点で異なっている。

佐呂間竜巻の発生した地域では、太平洋側からの暖湿流が小高い丘を越えて流入するような地形になっており、平野部の冷気流とぶつかることにより大きな上層・下層間の風向差が生じる環境場となっていた。(図2.2.4.5.1, 図2.2.4.5.2)

また、日高山脈の東側では、山を越えた冷気流と太平洋側の暖気流がぶつかる地点となっており、ここで発生した親雲が山脈沿いに北上しながら持続的に発達し、佐呂間地域でF3規模の竜巻を形成するに至ったと考えられる。

これらの発生メカニズムについて、図2.2.4.5.3に模式的に示す。

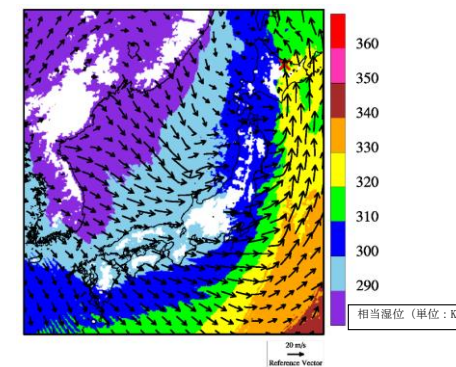
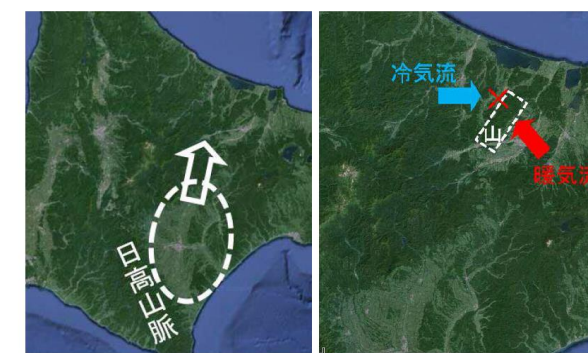


図2.2.4.5.1 佐呂間竜巻発生時の風向・風速及び相当湿位の分布 (海拔500m高度)



親雲の発生位置(点線内)と移動方向 竜巻の発生位置(X)と影響が指摘される山(点線部)

図2.2.4.5.2 親雲の発生箇所と移動方向(左)及び竜巻の発生箇所(右)※

※：軽水型原子力発電所の竜巻影響評価における設計竜巻風速および飛来物速度の設定に関するガイドライン，日本保全学会，原子力規制関連事項検討会，2015



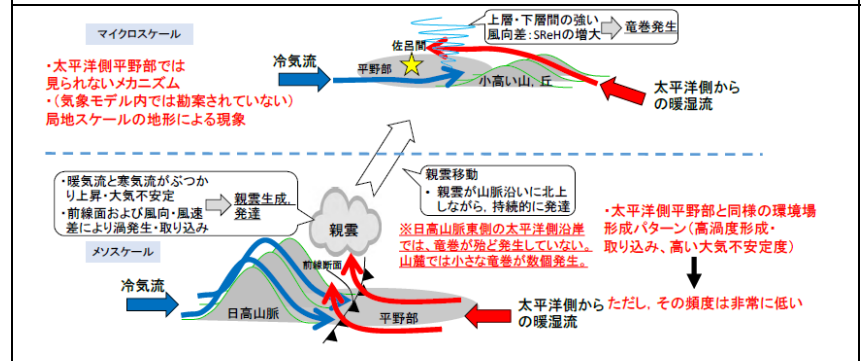


図 2. 2. 4. 5. 3 佐呂間竜巻の発生メカニズムに関する模式図\*

※：軽水型原子力発電所の竜巻影響評価における設計竜巻風速及び飛来物速度の設定に関するガイドライン，日本保全学会，原子力規制関連事項検討会，平成 27 年 1 月

このように，佐呂間竜巻の発生メカニズムは，太平洋側沿岸域にて発生している F3 竜巻のメカニズムとは大きく異なっており，竜巻の持続時間・被害域長さも大きく異なっている。

竜巻影響評価における取り扱いとしては，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な地形影響を受けており，そういった影響については，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たものとなる。

考慮する際のポイントは，以下の 2 点である。

- ・ 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）暖気流の流入する風上側に尾根状の丘・山が存在すること。

その観点で柏崎刈羽原子力発電所の地形を確認すると，以下のように整理できる。

- ・ 本州中央部に高標高山岳が存在するため，太平洋側から暖湿流が直接流入しない。（図 2. 2. 4. 5. 4）
- ・ 日本海側で発達する気流は，主に西から東へ移動する傾向が強く，気流の流入する風上側（海側）に尾根状の丘，山が存在しない。

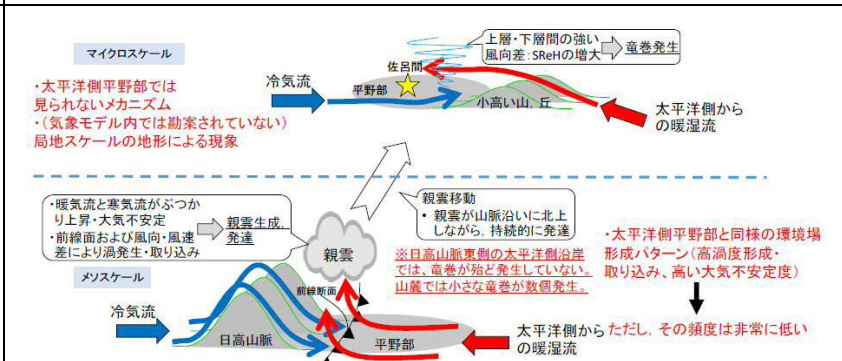


図 2. 2. 4. 5. 3 佐呂間竜巻の発生メカニズムに関する模式図\*

※：軽水型原子力発電所の竜巻影響評価における設計竜巻風速および飛来物速度の設定に関するガイドライン，日本保全学会，原子力規制関連事項検討会，2015

このように，佐呂間竜巻の発生メカニズムは，太平洋側沿岸域にて発生している F3 竜巻のメカニズムとは大きく異なっており，竜巻の持続時間・被害長さも大きく異なっている。

竜巻影響評価における取り扱いとしては，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な地形影響を受けており，そういった影響については，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たものとなる。

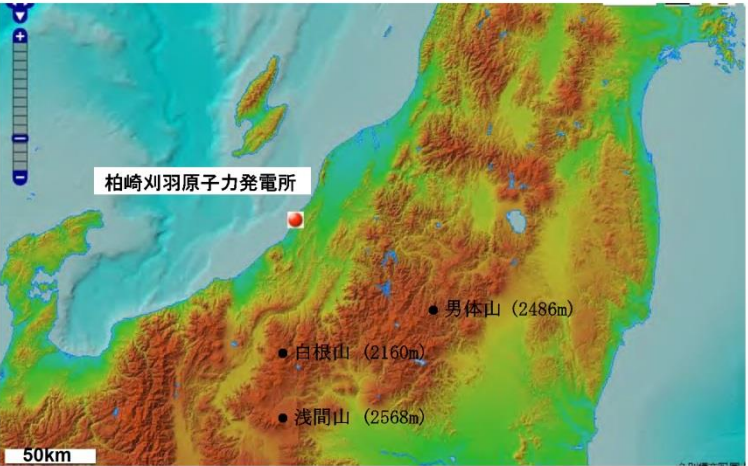


考慮する際のポイントは，以下の 2 点である。

- ・ 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）暖気流の流入する風上側に尾根状の丘・山が存在すること。

その観点で島根原子力発電所の地形を確認すると，以下のよう整理できる。

- ・ 本州中央部及び四国に高標高山岳が存在するため，太平洋側から暖湿流が直接流入しない。（図 2. 2. 4. 5. 4）
- ・ 日本海側で発達する気流は，主に西から東へ移動する傾向が強く，気流の流入する風上側（海側）に尾根状の丘，山が存在しない。



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>したがって、<u>柏崎刈羽原子力発電所</u>で佐呂間竜巻と同様な地形条件にはなっていないことを確認した。</p> <p>以上の検討結果より、竜巻発生要因及び発生する竜巻の規模には地域性があることが示され、その観点から<u>柏崎刈羽原子力発電所</u>の竜巻検討地域として、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域として設定することが妥当であることが確認できた。</p>  <p>図 2.2.4.5.4 柏崎刈羽原子力発電所周辺地形図</p> <p>2.3. 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>) の設定</p> <p>基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>) 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) のうち、大きな風速を設定する。</p> <p>2.3.1. 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)</p> <p>表 2.3.1.1 に竜巻検討地域で過去に発生した F1 より大きい竜巻の観測記録を示す。表 2.3.1.1 より竜巻検討地域における過去最大竜巻は F2 であり、F スケールと風速の関係より風速は 50～69m/s であることから、<math>V_{B1}</math> は F2 の風速範囲の上限値 69m/s とする。</p>	<p>したがって、<u>東海第二発電所</u>で佐呂間竜巻と同様な地形条件にはなっていないことを確認した。</p> <p>以上の検討結果より、竜巻発生要因及び発生する竜巻の規模には地域性があることが示され、その観点から<u>東海第二発電所</u>の竜巻検討地域として、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域として設定することが妥当であることが確認できた。</p>  <p>図 2.2.4.5.4 東海第二原子力発電所周辺地形図</p> <p>2.3. 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>) の設定</p> <p>基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)、及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) のうち、大きな風速を設定する。</p> <p>2.3.1. 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)</p> <p><u>気象庁の「竜巻等の突風データベース」<sup>(2)</sup>に基づき、竜巻検討地域内で過去(1961年1月～2012年6月)に発生した竜巻のうち最大である F3 スケール相当以上の竜巻を第 2.3.1-1 表に示す。F3 スケールにおける風速は 70m/s～92m/s であることから、過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}</math> を 92m/s とする。</u></p>	<p>したがって、<u>島根原子力発電所</u>で佐呂間竜巻と同様な地形条件にはなっていないことを確認した。</p> <p>以上の検討結果より、竜巻発生要因及び発生する竜巻の規模には地域性があることが示され、その観点から<u>島根原子力発電所</u>の竜巻検討地域として、北海道から山陰地方にかけての日本海沿岸を竜巻検討地域として設定することが妥当であることが確認できた。</p>  <p>図 2.2.4.5.4 島根原子力発電所周辺地形図 (国土地理院「電子国土 Web」より作成)</p> <p>2.3. 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>) の設定</p> <p>基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>) 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 (<math>V_{B2}</math>) のうち、大きな風速を設定する。</p> <p>2.3.1. 過去に発生した竜巻による最大風速 (<math>V_{B1}</math>)</p> <p>表 2.3.1.1 に竜巻検討地域で過去に発生した F1 より大きい竜巻の観測記録を示す。表 2.3.1.1 より竜巻検討地域で発生した過去最大竜巻は F2 であり、F スケールと風速の関係より風速は 50～69m/s であることから、<math>V_{B1}</math> は F2 の風速範囲の上限値 69m/s とする。</p>	<p>備考</p> <p>・竜巻検討地域の違いによる相違 【東海第二】</p>

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)				
表2.3.1.1 竜巻検討地域における竜巻の観測記録 (F1より大きい竜巻) (気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成)				
現象区別	発生日時	発生場所	Fスケール*	総観場
竜巻	1962/09/28 14:20	北海道宗谷支庁 東利尻町	(F2)	寒冷前線
竜巻	1971/10/17 05:00	北海道留萌支庁 羽幌町	(F2)	寒気の移流
竜巻	1974/10/03 19:05	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線
竜巻	1974/10/20 15:00	北海道檜山支庁 檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線
竜巻	1975/05/31 18:10	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	日本海低気圧・局地性じょう乱・寒気の移流
竜巻	1975/09/08 01:30	北海道檜山支庁 奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧・暖気の移流
竜巻	1979/11/02 01:58	北海道渡島支庁 松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧・温暖前線
竜巻	1989/03/16 19:20	島根県 簸川郡 大社町	(F2)	局地性じょう乱・寒気の移流
竜巻	1990/04/06 02:55	石川県 羽咋郡 富来町	F2	オホーツク海低気圧・気圧の谷
竜巻	1999/11/25 15:40	秋田県 八森町	(F1~F2)	日本海低気圧・寒冷前線
※: Fスケールは、ア) 被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ) 文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア) とイ) を区別し、イ) の場合には値を括弧で囲んでいる。				
2.3.2. 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方【添付資料 2.3(1)】				
<p>竜巻最大風速のハザード曲線は、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竜巻の観測記録を抽出・評価し、既往の算定法(Wen&amp;Chu 及び Garson et al.)に基づき算定した。具体的な算定方法は、JNES 委託研究成果報告書*を参考とし、図 2.3.2.1 に示すフローに従いハザード曲線を算定した。なお、ハザード曲線は、竜巻検討地域の竜巻特性を適切に考慮できる海岸線から海側、陸側それぞれ 5km の範囲内で算定した。加えて、<u>竜巻検討地域を海岸線に沿って 1km 範囲ごとに短冊状に細分化した場合のハザード曲線も算定することにより、竜巻発生確認数のばらつきや F スケールの偏りの影響も検討した。【添付資料 2.3 参考資料 3】</u></p> <p>※ 東京工芸大学：「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委託研究成果報告書、平成 23 年 2 月</p>				

東海第二発電所 (2018.9.18版)					
第 2.3.1-1 表 竜巻検討地域内で過去 (1961 年 1 月~2012 年 6 月) に発生した F 3 スケール相当以上の竜巻の観測記録 <sup>(2)</sup>					
発生日時	発生場所				F スケール
	緯度	経度	都道府県	市町村	
1999 年 09 月 24 日 11 時 07 分	34 度 42 分 4 秒	137 度 23 分 5 秒	愛知県	豊橋市	F 3
1990 年 02 月 19 日 15 時 15 分	31 度 15 分 38 秒	130 度 16 分 35 秒	鹿児島県	枕崎市	F 2~F 3
1978 年 02 月 28 日 21 時 20 分	35 度 32 分 1 秒	139 度 41 分 50 秒	神奈川県	川崎市	F 2~F 3
1969 年 12 月 07 日 18 時 00 分	34 度 45 分 4 秒	137 度 22 分 46 秒	愛知県	豊橋市	F 2~F 3
1968 年 09 月 24 日 19 時 05 分	32 度 7 分 16 秒	131 度 32 分 8 秒	宮城県	高鍋町	F 2~F 3
1967 年 10 月 28 日 03 時 12 分	35 度 42 分 3 秒	140 度 43 分 10 秒	千葉県	飯岡町	F 2~F 3

島根原子力発電所 2号炉				
表2.3.1.1 竜巻検討地域における竜巻の観測記録 (F1より大きい竜巻) (気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成)				
発生日時	発生場所		Fスケール*	総観場
	都道府県	市町村		
1962 年 09 月 28 日 14 時 20 分	北海道 宗谷支庁	東利尻町	(F2)	寒冷前線
1971 年 10 月 17 日 05 時 00 分	北海道 留萌支庁	羽幌町	(F2)	寒気の移流
1974 年 10 月 03 日 19 時 05 分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	温暖前線
1974 年 10 月 20 日 15 時 00 分	北海道 檜山支庁	檜山郡上ノ国町	(F1~F2)	寒冷前線
1975 年 05 月 31 日 18 時 10 分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	日本海低気圧 局地性じょう乱 寒気の移流
1975 年 09 月 08 日 01 時 30 分	北海道 檜山支庁	奥尻郡奥尻町	(F1~F2)	日本海低気圧 暖気の移流
1979 年 11 月 02 日 01 時 58 分	北海道 渡島支庁	松前郡松前町	(F2)	日本海低気圧 温暖前線
1989 年 03 月 16 日 19 時 20 分	島根県	簸川郡大社町	(F2)	局地性じょう乱 寒気の移流
1990 年 04 月 06 日 02 時 55 分	石川県	羽咋郡富来町	F2	オホーツク海低気圧 気圧の谷
1999 年 11 月 25 日 15 時 40 分	秋田県	八森町	(F1~F2)	日本海低気圧 寒冷前線
※ Fスケールは、ア) 被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ) 文献等からの引用又は被害のおおまかな情報等から推定したものが、F2以上の事例ではア) とイ) を区別し、イ) の場合には値を括弧で囲んでいる。				
2.3.2. 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方【添付資料 2.3 2.3.1】				
<p>竜巻最大風速のハザード曲線は、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竜巻の観測記録を抽出・評価し、既往の算定法(Wen&amp;Chu 及び Garson et al.)に基づき算定した。具体的な算定方法は、東京工芸大学委託成果を参考とし、図 2.3.2.1 に示すフローに従いハザード曲線を算定した。なお、ハザード曲線は、竜巻検討地域の竜巻特性を適切に考慮できる海岸線から海側、陸側それぞれ 5km の範囲内で算定した。加えて、<u>竜巻検討地域において過去に発生した竜巻は、海上発生</u>の F スケール不明の竜巻が半数以上を占める偏った発生となっていることや竜巻発生確認数にばらつきがあることを踏まえ、<u>竜巻影響評価ガイドに基づき、ハザード曲線に保守性をもたせるために竜巻検討地域を海岸線に沿って 1km 範囲ごとに短冊状に細分化した場合のハザード曲線も算定した。【添付資料 2.3 2.3.6】</u></p>				

備考

・竜巻検討地域の違いによる相違【東海第二】

・V<sub>B2</sub> の設定手法の相違【柏崎 6/7】

島根 2 号炉は V<sub>B2</sub> 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



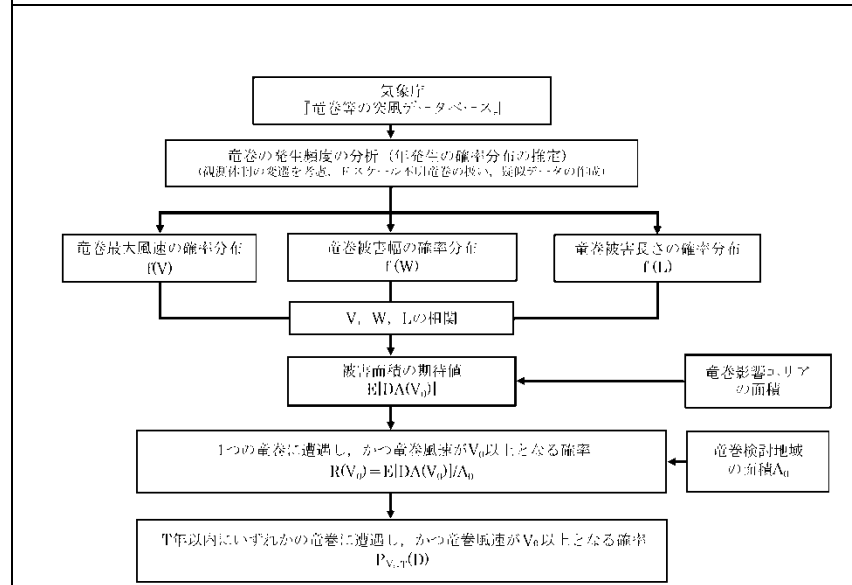
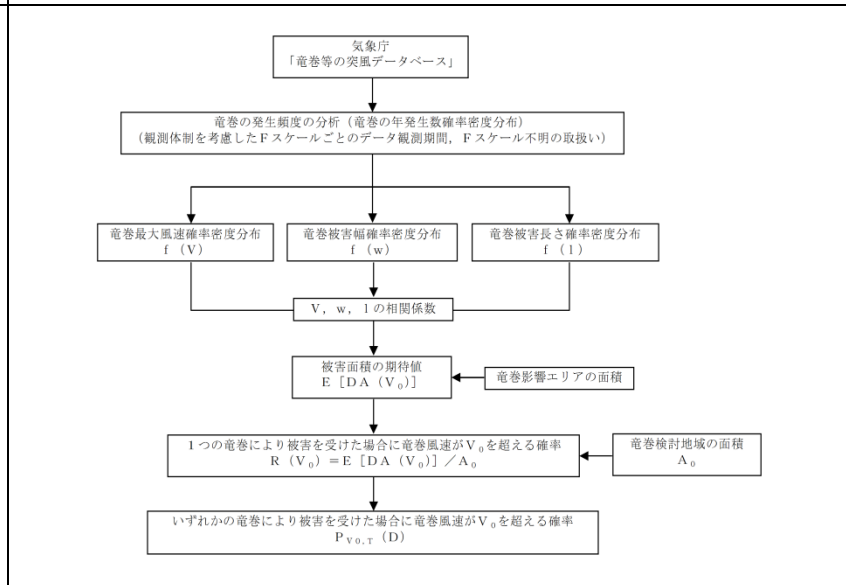


図 2.3.2.1 竜巻最大風速ハザード曲線の算定フロー



第 2.3.2-1 図 ハザード曲線の算定フロー

竜巻最大風速のハザード曲線は、竜巻検討地域全域（海岸線から海側及び陸側それぞれ 5km 全域（以下「10km 幅」という。））及び竜巻検討地域を海岸線に沿って 1km 範囲ごとに細分化したケースを作成し、これらの年超過確率  $10^{-5}$  の風速のうち、最も大きなものを  $V_{B2}$  として設定する。

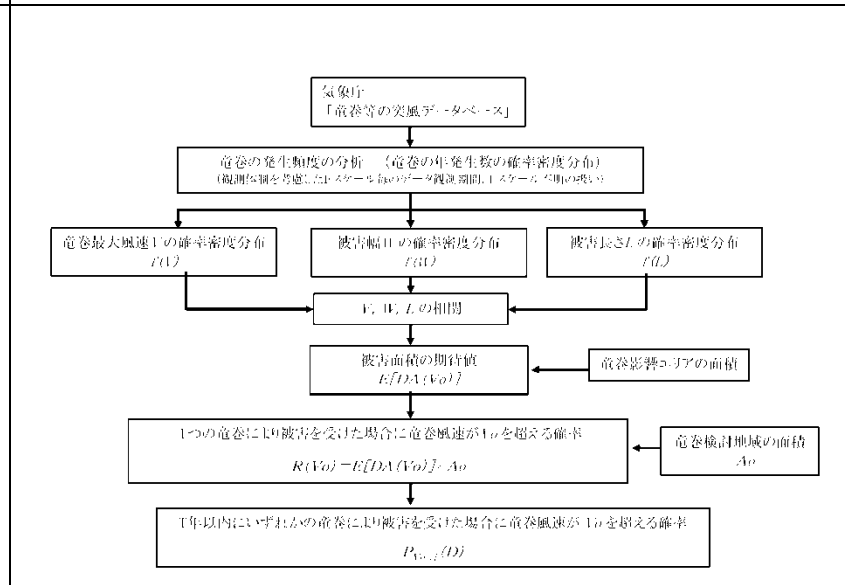


図 2.3.2.1 竜巻最大風速ハザード曲線の算定フロー

慮している

2.3.3. 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 全域の評価

本評価では、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発生数にカウントする。被害幅及び被害長さは、それぞれ被害全幅及び被害全長を用いる。

2.3.4. 竜巻の発生頻度の分析【添付資料 2.3(2)】

気象庁「竜巻等の突風データベース」をもとに、1961 年 1 月～2012 年 6 月までの 51.5 年間の統計量を F スケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつき(図 2.3.4.1 参照)を踏まえ、以下の(1)～(3)の基本的な考え方に基づいて整理を行う。

(1) 被害が小さくて見過ごされやすい F0 及び F スケール不明竜巻に対しては、観測体制が強化された 2007 年以降の

2.3.3 発生頻度の分析

竜巻の発生数の分析結果を第 2.3.3-1 表に示す。竜巻検討地域において 1961 年 1 月～2012 年 6 月までの 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。

竜巻についての過去の観測データは少なく、また、観測年代によって精度が異なる。そこで、下記のとおり観測データの補正を行い、年発生数の確率分布に供する統計データを推定した。

(1) 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

2.3.3. 海岸線から陸側及び海側それぞれ 5km 全域での評価

本評価では、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発生数にカウントする。被害幅及び被害長さは、それぞれ被害全幅及び被害全長を用いる。

2.3.4. 竜巻の発生頻度の分析【添付資料 2.3 2.3.2】

気象庁「竜巻等の突風データベース」をもとに、1961 年 1 月～2012 年 6 月までの 51.5 年間の統計量を F スケール別に算出する。なお、観測体制の変遷による観測データ品質のばらつき(図 2.3.4.1 参照)を踏まえ、以下の①～③の基本的な考え方に基づいて整理を行う。

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

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>年間発生数や標準偏差を用いる。</p> <p>(2) 被害が比較的軽微な F1 竜巻に対しては、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用いる。</p> <p>(3) 被害が比較的大きく見逃されることがないと考えられる F2 及び F3 竜巻に対しては、観測記録が整備された 1961 年以降の全期間の年間発生数や標準偏差を用いる。</p> <p>また、F スケール不明の竜巻については、以下の取扱いを行う。</p> <p>陸上で発生した竜巻（以下「陸上竜巻」という。）及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、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 F スケール不明の竜巻は、被害が少ない F0 竜巻に分類した。海上で発生しその後上陸しなかった竜巻（以下「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「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各 F スケールに分類する。</p> <p>上記の基本的な考え方に基づいて観測記録を整理・推定した結果を表 2.3.4.1 に示す。</p> <p>なお、竜巻発生確率モデルは、ガイドに従ってポアソン過程に従うものとし、年発生数の確率分布には、ポリヤ分布を適用した。</p>	<p>体制が強化された 2007 年以降の統計量を基にする。</p> <p>(2) F 1 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>(3) 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。</p> <p>(4) F スケール不明の海上で発生し、上陸せず消滅した竜巻（以下「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「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）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 5-1】なお、F スケール不明の陸上竜巻（上陸竜巻含む）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。</p> <p>また、竜巻検討地域内の竜巻の発生個数の評価は、発生地点と消滅地点を結ぶ線分が当該地域に掛かるか否かで判断する。</p> <p>さらに、竜巻が上陸したか否かは、観測データの詳細情報を基本として、発生地点座標と消滅地点座標を結ぶ線分が、陸地境界内に掛かるか否かも加えて判定する。</p>	<p>偏差を採用する。</p> <p>② 被害が比較的軽微な F1 竜巻に対しては、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>③ 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。</p> <p>また、F スケール不明の竜巻については、以下の取扱いを行う。</p> <p>陸上で発生した竜巻（以下、「陸上竜巻」という。）及び海上で発生して陸上へ移動した竜巻については、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 F スケール不明の竜巻は、被害が少ない F0 竜巻に分類した。海上で発生しその後上陸しなかった竜巻（以下、「海上竜巻」という。）については、その竜巻のスケールを推定することは困難であることから、「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各 F スケールに分類する。</p> <p>上記の基本的な考え方に基づいて観測記録を整理・推定した結果を表 2.3.4.1 に示す。</p> <p>なお、竜巻発生確率モデルは、ガイドに従ってポアソン過程に従うものとし、年発生数の確率分布には、ポリヤ分布を適用した。</p>	

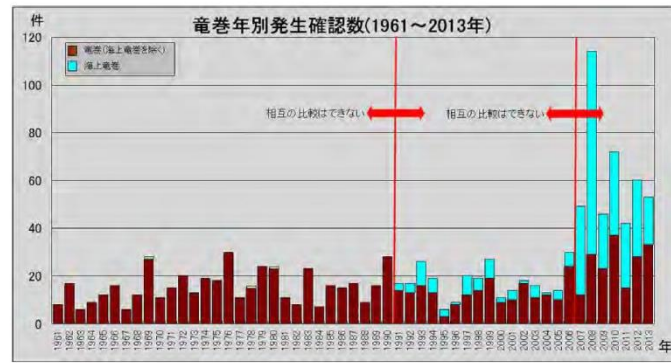


図 2.3.4.1 竜巻の年別発生確認数(気象庁HPより)

表 2.3.4.1 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	1186
	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	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 2.3.3-1 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	期間内総数	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
	1991.1~2012.6 21.5年間	期間内総数	1	15	72	46	134	15	86	235
		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
2007.1~2012.6 5.5年間	期間内総数	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	
	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)	期間内総数	6	41	173	376	596
		平均値(個/年)	0.12	0.80	3.36	7.30	11.57
		標準偏差(個/年)	0.32	0.94	2.03	4.74	5.25
	疑似 51.5 年間 (全竜巻)	期間内総数	12	82	345	749	1,188
		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

また、上記の取扱いのうち(1)~(3)に関する各期間に観測された竜巻及び作成された 51.5 年間の疑似竜巻についての竜巻強度分布<sup>\*</sup>を第 2.3.3-1 図に示す。

<sup>\*</sup> 縦軸に竜巻の発生率、横軸に風速の 2 乗をとってグラフにしたもので、竜巻等突風の発生状況の実態把握や調査体制、スケールの改善に広く利用される (Brooks et al. 2001: Feuerstein et al. 2005)。  
突風の知覚漏れがなく、かつ理想的な突風の強さのスケールを用いると、縦軸に対数をとった場合に直線状になる (Dotzek et al. 2005)。

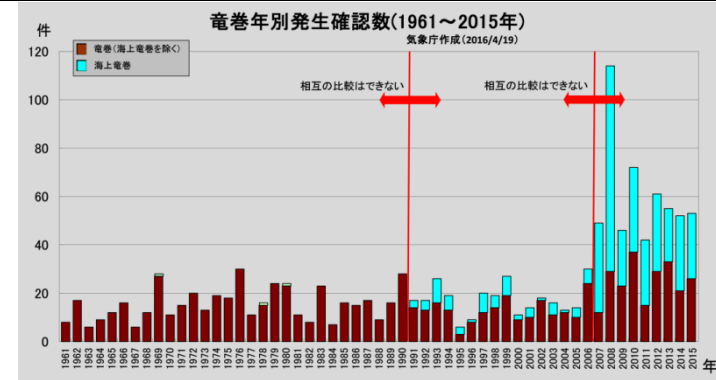
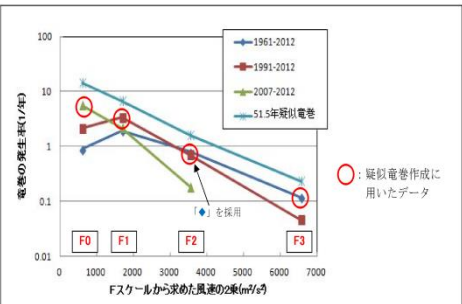


図 2.3.4.1 竜巻の年別発生確認数(気象庁HPより)

表 2.3.4.1 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	1186
	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	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

・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
	<p>(1)～(3)の扱いにおいて用いたデータは図中で丸囲みしたものであり、理想的な分布とされる直線状態にあるもののみを用いている。また、(4)の扱いも加えて作成された疑似竜巻についても、理想的な直線状の強度分布になっていることから、(1)～(4)の手法は妥当であったと考えられる。</p>  <p>第 2.3.3-1 図 疑似竜巻作成に採用したデータ及び疑似竜巻の強度分布</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まれ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 2.3.3-2 図に示すポリヤ分布とした。</p> <p>(参考) ポリヤ分布の適用について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「竜巻影響評価ガイド」にて、<math>V_{B2}</math>算定の参考になるとされている「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」<sup>(3)</sup>によれば、Wen&amp;Chu が、竜巻に遭遇しかつ竜巻風速がある値以上となる確率モデルの推定法を提案し、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従うとしている。</li> <li>ポアソン分布は、生起確率が正確に分らないがまれな現象の場合に有用な分布である。一方、ポリヤ分布は、発生状況が必ずしも独立ではないまれな現象(ある現象が生ずるのはまれであるが、一旦ある現象が発生するとその周囲にもその現象が生じやすくなる性質)の場合に有用な分布である(例えば伝染病の発生件数など)。台風及び前線により竜巻が発生した場合、同時多発的に複数</li> </ul>		<p>(島根 2 号炉はポリヤ分布の適用について、「添付資料 2.3 2.3.2」及び「添付資料 2.3 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>の竜巻が発生する状況が考えられるため、ポリヤ分布の方が実現象をより反映できると考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• なお、国内を対象とした竜巻の年発生数の分布の適合性に関する検討結果は、上述の「竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」に示されており、陸上竜巻及び海上竜巻の両方の発生数について、ポリヤ分布の適合性がポアソン分布に比べて優れているとしている。</li> <li>• 発電所の竜巻検討地域で発生した竜巻を対象に、発生数に関するポアソン分布及びポリヤ分布の適合性を検討した。その結果、竜巻検討地域においても、ポリヤ分布の適合性がポアソン分布に比べて優れていることを確認した。(第2.3.3-3図)</li> <li>• 以上より、ハザード曲線の評価に当たって使用する竜巻年発生数の確率密度分布は、ポリヤ分布を採用した。</li> </ul> <div data-bbox="1003 886 1650 1260" data-label="Figure"> </div> <p>第2.3.3-2図 竜巻の年発生数の確率密度分布 (ポリヤ分布)</p> <div data-bbox="1003 1348 1650 1738" data-label="Figure"> </div> <p>第2.3.3-3図 竜巻検討地域における竜巻の年発生数の推定値とポリヤ分布、ポアソン分布の累積頻度の比較</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>2.3.5. 竜巻風速，被害幅，被害長さの確率分布及び相関係数【添付資料 2.3(3)，(4)】</p> <p>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，被害幅及び被害長さの確率分布が必要となることから，これらの確率密度分布を求める。なお，竜巻風速の確率密度分布は，F スケール別の竜巻発生数から求める。</p> <p>竜巻検討地域における 51.5 年間の竜巻の発生数，被害幅及び被害長さをもとに，確率密度分布についてはガイド及びガイドが参考としている JNES 委託研究成果報告書を参照し，対数正規分布に従うものとする。(図 2.3.5.1～図 2.3.5.6)</p> <p>なお，疑似的な竜巻の作成において被害幅又は被害長さの情報がない竜巻には，観測された竜巻と同程度の竜巻を想定し，それに相当する被害幅又は被害長さを与えている。その際は，被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることにより，保守的に評価を行う。</p> <p>また，竜巻のハザードの計算においては，2 変量あるいは 3 変量の確率分布関数を対象とするため，竜巻風速，被害幅及び被害長さについての相関係数を求めた。表 2.3.5.1 に 1961 年以降の観測データのみを用いて，竜巻風速，被害幅及び被害長さについて相関係数を求めた結果を示す。</p>	<p>2.3.4 竜巻風速，被害幅及び被害長さの確率密度分布並びに相関係数</p> <p>発生数，被害幅及び被害長さについて，観測されたデータを基に，前記で評価した疑似 51.5 年間の発生数に対応するようにサンプリングし，統計量を算定した。統計量を第 2.3.4-1 表に示す。</p> <p>その結果を基に，最大風速，被害幅及び被害長さは対数正規分布に従うものとして求めた確率密度分布を，第 2.3.4-1 図～第 2.3.4-6 図に示す。</p> <p>また，疑似的な竜巻の作成に伴う被害幅又は被害長さの情報がない竜巻には，被害幅又は被害長さを有する竜巻の観測値を与えている。その際は，被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることで，被害幅又は被害長さの平均値が大きくなるように工夫しているとともに，被害幅又は被害長さが 0 のデータについては，計算に用いておらず，保守的な評価を行っている。</p> <p>このように，前述の F スケール不明の竜巻の取扱い等を含め，データについては保守的な評価となる取扱いを行っている。</p> <p>第 2.3.4-1 表 発生数，被害幅及び被害長さの統計量</p> <table border="1" data-bbox="961 1436 1703 1751"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>F3</th> <th>F2</th> <th>F1</th> <th>F0</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">発生数</td> <td>期間内個数</td> <td>12</td> <td>82</td> <td>345</td> <td>749</td> <td>1188</td> </tr> <tr> <td>平均値 (個/年)</td> <td>0.23</td> <td>1.59</td> <td>6.70</td> <td>14.54</td> <td>23.07</td> </tr> <tr> <td>標準偏差 (個/年)</td> <td>0.46</td> <td>1.33</td> <td>2.87</td> <td>6.69</td> <td>7.42</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">被害幅</td> <td>期間内個数</td> <td>12</td> <td>82</td> <td>345</td> <td>749</td> <td>1188</td> </tr> <tr> <td>平均値 (m)</td> <td>525</td> <td>250</td> <td>124</td> <td>56</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>標準偏差 (m)</td> <td>706</td> <td>408</td> <td>187</td> <td>45</td> <td>179</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">被害長さ</td> <td>期間内個数</td> <td>12</td> <td>82</td> <td>345</td> <td>749</td> <td>1188</td> </tr> <tr> <td>平均値 (km)</td> <td>14</td> <td>5.63</td> <td>2.43</td> <td>1.18</td> <td>1.98</td> </tr> <tr> <td>標準偏差 (km)</td> <td>14</td> <td>4.94</td> <td>3.03</td> <td>0.97</td> <td>3.10</td> </tr> </tbody> </table>			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	<p>2.3.5. 竜巻風速，被害幅及び被害長さの確率分布並びに相関係数【添付資料 2.3 2.3.3,4】</p> <p>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，被害幅及び被害長さの確率分布が必要となることから，これらの確率密度分布を求める。なお，竜巻風速の確率密度分布は，F スケール別の竜巻発生数から求める。</p> <p>竜巻検討地域における 51.5 年間の竜巻の発生数，被害幅及び被害長さをもとに，確率密度分布についてはガイド及びガイドが参考としている東京工芸大学委託成果を参照し，対数正規分布に従うものとする。(図 2.3.5.1～図 2.3.5.6)</p> <p>なお，疑似的な竜巻の作成において被害幅又は被害長さの情報がない竜巻には，観測された竜巻と同程度の竜巻を想定し，それに相当する被害幅又は被害長さを与えている。その際は，被害幅又は被害長さが大きいほうから優先的に用いることにより，保守的に評価を行う。</p> <p>また，竜巻のハザードの計算においては，2 変量あるいは 3 変量の確率分布を対象とするため，竜巻風速，被害幅及び被害長さについての相関係数を求めた。表 2.3.5.1 に 1961 年以降の観測データのみを用いて，竜巻風速，被害幅及び被害長さについて相関係数を求めた結果を示す。</p>	<p>備考</p> <p>(島根 2 号炉は「添付 2.3 表 2.3.5」で記載)</p>
		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																																																													

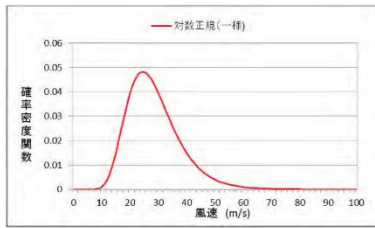


図2.3.5.1 竜巻風速の確率密度分布

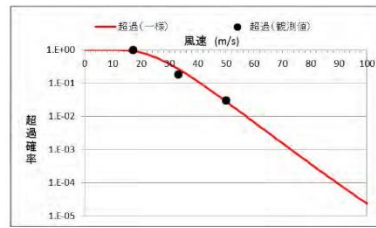


図2.3.5.2 竜巻風速の超過確率分布

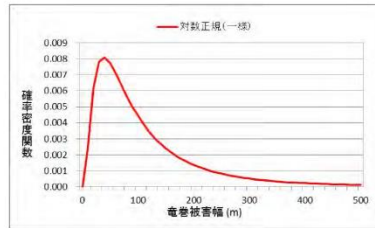


図2.3.5.3 被害幅の確率密度分布

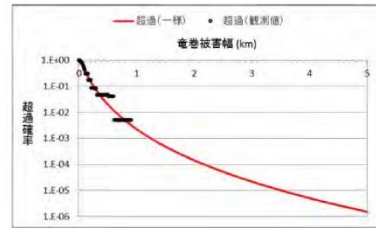


図2.3.5.4 被害幅の超過確率分布

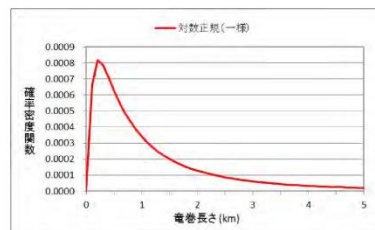


図2.3.5.5 被害長さの確率密度分布

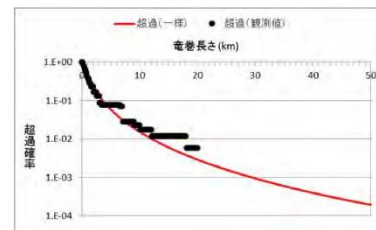
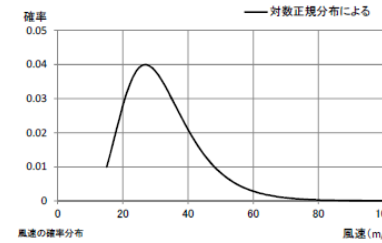


図2.3.5.6 被害長さの超過確率分布

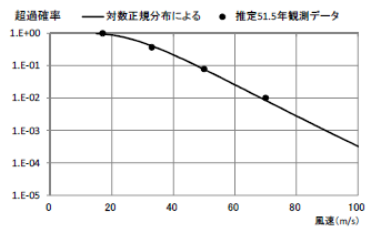
表 2.3.5.1 竜巻風速, 被害幅, 被害長さの相関係数 (単位なし)

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

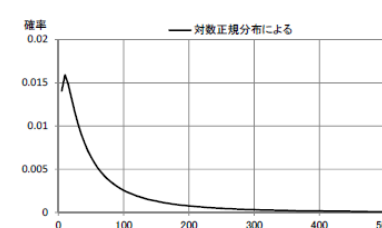
\*風速と被害幅は無相関との知見が得られたため, ハザード算定の際には, 相関係数 0 として計算



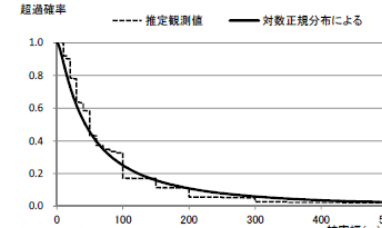
第 2.3.4-1 図 最大風速の確率密度分布



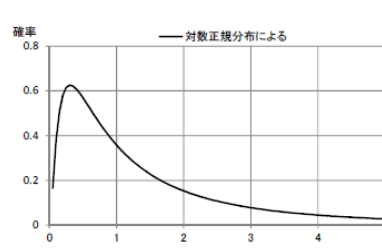
第 2.3.4-2 図 最大風速の超過確率



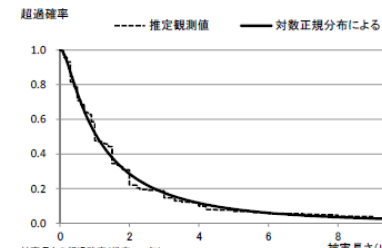
第 2.3.4-3 図 被害幅の確率密度分布



第 2.3.4-4 図 被害幅の超過確率



第 2.3.4-5 図 被害長さの確率密度分布



第 2.3.4-6 図 被害長さの超過確率

相関係数は、竜巻の最大風速、被害幅及び被害長さのうち、少なくとも 2 変量の比較が行える観測データを基に評価した。相関係数を第 2.3.4-2 表に示す。

第 2.3.4-2 表 最大風速, 被害幅及び被害長さの対数値の相関係数

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

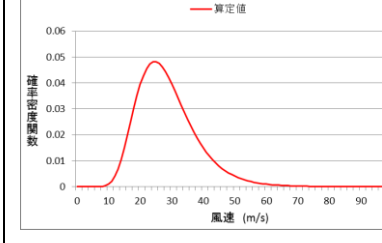


図 2.3.5.1 竜巻風速の確率密度分布

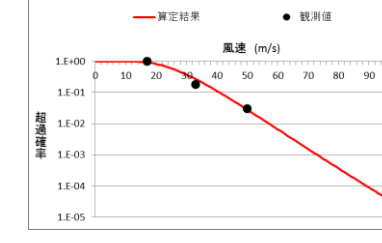


図 2.3.5.2 竜巻風速の超過確率分布

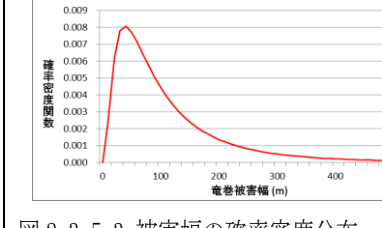


図 2.3.5.3 被害幅の確率密度分布

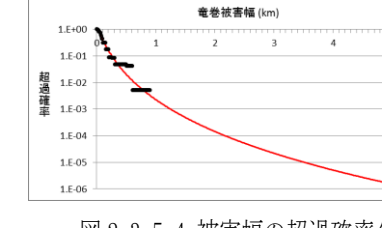


図 2.3.5.4 被害幅の超過確率分布

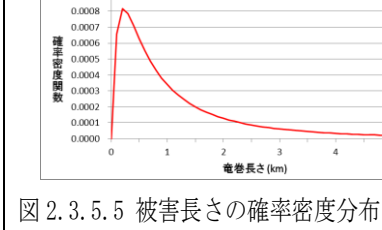


図 2.3.5.5 被害長さの確率密度分布

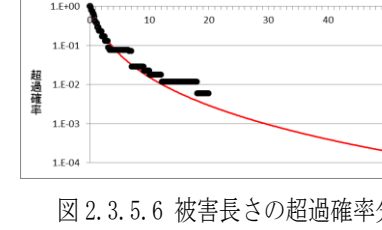


図 2.3.5.6 被害長さの超過確率分布

表 2.3.5.1 竜巻風速, 被害幅及び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

・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
<p>2.3.6. 竜巻影響エリアの設定【添付資料2.3(5)】</p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)の算定にあたり、<math>V_{B2}</math>の発生エリアである竜巻影響エリアを設定する。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2.3.6.1に柏崎刈羽原子力発電所6号炉の竜巻影響エリア、図2.3.6.2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号炉又は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<math>7.1 \times 10^4 \text{m}^2</math>)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>2.3.5 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、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2.3.5-1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<math>71,000 \text{m}^2</math>)として設定した。</p> <p>また、竜巻影響エリアを円形とするため、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>	<p>2.3.6. 竜巻影響エリアの設定</p> <p>竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)の算定にあたり、<math>V_{B2}</math>の発生エリアである竜巻影響エリアを設定する。竜巻影響エリアは、島根原子力発電所2号炉の竜巻影響評価対象施設を十分な余裕をもって包絡するエリアとして設定する。</p> <p>図2.3.6.1に竜巻影響エリアを示す。竜巻影響エリアは、島根原子力発電所2号炉の評価対象施設を包絡する円形のエリア(直径450m、面積約<math>1.6 \times 10^5 \text{m}^2</math>)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>・竜巻影響エリアの相違【柏崎6/7、東海第二】</p> <p>・竜巻影響エリアの設定方法の相違【東海第二】</p> <p>島根2号炉は評価対象施設が実際に設置されている領域を包絡させて設定している</p>



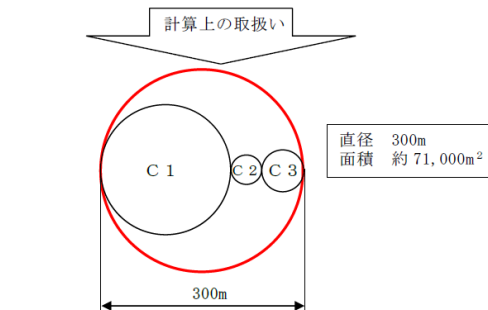
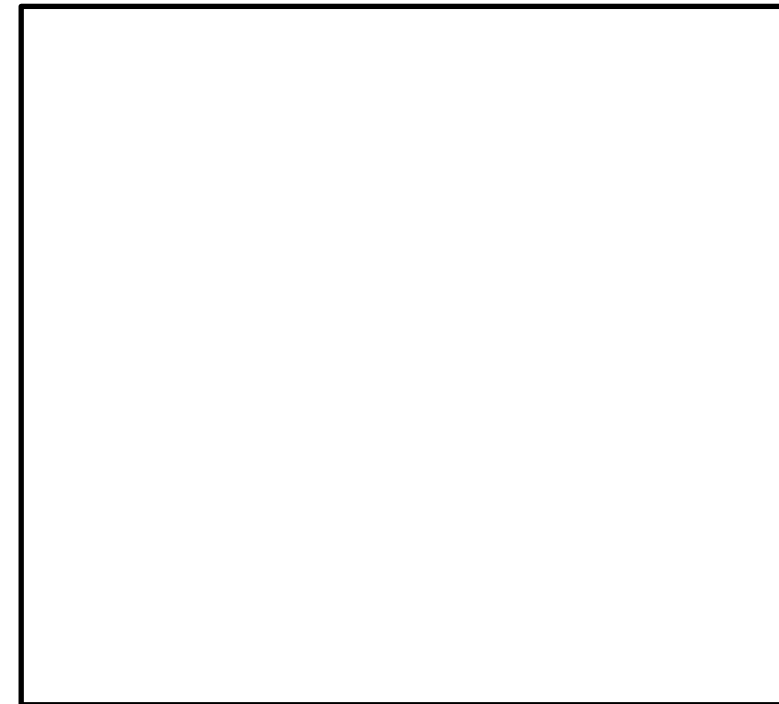
図 2.3.6.1 6号炉 竜巻影響エリア



図 2.3.6.2 7号炉 竜巻影響エリア

2.3.7. ハザードの算定【添付資料 2.3(6)】

T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が  $V_0$  以上となる確率を求める。竜巻の年発生数の確率密度分布としてポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は式(1)で示される。



第 2.3.5-1 図 竜巻影響エリア

2.3.6 ハザード曲線の算定

T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が  $V_0$  以上となる確率を算定する。竜巻の年発生数の確率密度分布として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。【添付資料 5 別紙 2】

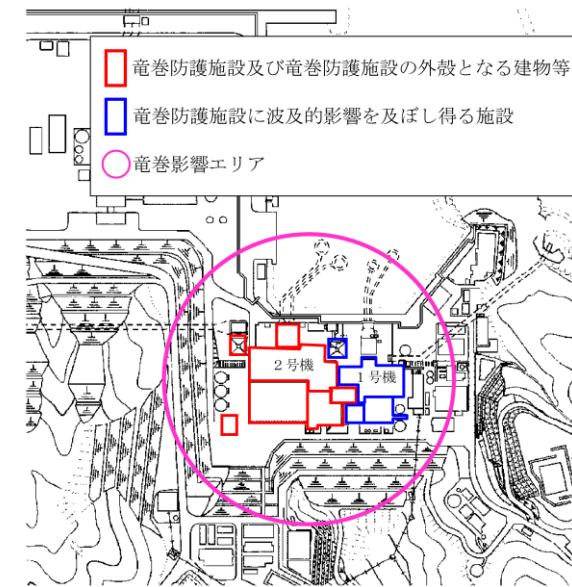


図2.3.6.1 島根2号炉竜巻影響エリア

2.3.7 ハザードの算定【添付資料 2.3 2.3.5】

T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が  $V_0$  以上となる確率を求める。竜巻の年発生数の確率密度分布としてポリヤ分布の適合性が高い。ポリヤ分布は式(1)で示される。

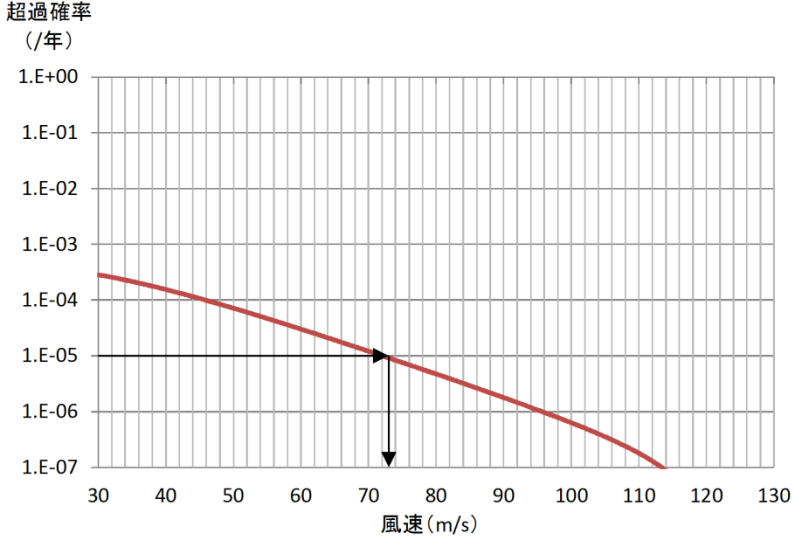
・竜巻影響エリアの相違【柏崎 6/7, 東海第二】



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><math display="block">P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-N-1/\beta} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (1)</math></p> <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</p> <p><math>\beta</math> は分布パラメータであり式 (2) で示される。</p> $\beta = \left( \frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (2)$ <p>ここで、  <math>\sigma</math> : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>D をリスク評価対象構造物が風速 <math>V_0</math> 以上の竜巻に遭遇する事象と定義し、<math>R(V_0)</math> を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 <math>V_0</math> 以上となる確率と定義すると、T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる確率は式 (3) で示される</p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta vR(V_0)T]^{-1/\beta} \quad (3)$ <p>この <math>R(V_0)</math> は、竜巻影響評価の対象地域の面積を <math>A_0</math> (つまり竜巻検討地域の面積約 33,395km<sup>2</sup>)、1 つの竜巻の風速が <math>V_0</math> 以上となる面積を <math>DA(V_0)</math> とすると式 (4) で示される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (4)$ <p>ここで、<math>E[DA(V_0)]</math> は、<math>DA(V_0)</math> の期待値を意味する。</p> <p>本評価では、以下のようにして <math>DA(V_0)</math> の期待値を算出し、式 (4) により <math>R(V_0)</math> を推定して、式 (3) により <math>P_{V_0,T}(D)</math> を求める。風速を <math>V</math>、被害幅 <math>w</math>、被害長さ <math>l</math>、移動方向 <math>\alpha</math> 及び構造物の寸法を <math>A, B</math> とし、<math>f(V, w, l)</math> 等の同時確率密度関数を用いると、<math>DA(V_0)</math></p>	<p><math display="block">P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-(N+1/\beta)} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k)</math></p> <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</p> <p><math>\beta</math> は分布パラメータであり式 (2) で示される。</p> $\beta = \left( \frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v}$ <p>ここで、  <math>\sigma</math> : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>D を評価対象構造物が風速 <math>V_0</math> 以上の竜巻に遭遇する事象とし、<u>ある竜巻が評価対象構造物を襲い、その竜巻の風速が <math>V_0</math> 以上となる確率を <math>R(V_0)</math> とすると、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 <math>V_0</math> 以上となる確率 <math>P_{V_0,T}</math> を算定する。</u></p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta vR(V_0)T]^{-1/\beta}$ <p>この <math>R(V_0)</math> は、竜巻影響評価の対象地域の面積を <math>A_0</math> (竜巻検討地域の面積約 <u>57,000km<sup>2</sup></u>)、1 つの竜巻の風速が <math>V_0</math> 以上となる面積を <math>DA(V_0)</math> とすると式 (4) で示される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0}$ <p>ここで、<u><math>E[DA(V_0)]</math> は <math>DA(V_0)</math> の期待値を意味し、次式で算出する。</u></p>	<p><math display="block">P_T(N) = \frac{(vT)^N}{N!} (1 + \beta vT)^{-N-1/\beta} \prod_{k=1}^{N-1} (1 + \beta k) \quad (1)</math></p> <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</p> <p><math>\beta</math> は分布パラメータであり式 (2) で示される。</p> $\beta = \left( \frac{\sigma^2}{v} - 1 \right) \times \frac{1}{v} \quad (2)$ <p>ここで、  <math>\sigma</math> : 竜巻の年発生数の標準偏差</p> <p>D をリスク評価対象構造物が風速 <math>V_0</math> 以上の竜巻に遭遇する事象と定義し、<math>R(V_0)</math> をリスク評価対象構造物が 1 つの竜巻に遭遇し、<u>竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる確率と定義すると、T 年以内にいずれかの竜巻に遭遇し、かつ竜巻風速が <math>V_0</math> 以上となる確率は式 (3) で示される。</u></p> $P_{V_0,T}(D) = 1 - [1 + \beta vR(V_0)T]^{-1/\beta} \quad (3)$ <p>この <math>R(V_0)</math> は、竜巻影響評価の対象地域の面積を <math>A_0</math> (つまり竜巻検討地域の面積約 <u>33,395km<sup>2</sup></u>)、1 つの竜巻の風速が <math>V_0</math> 以上となる面積を <math>DA(V_0)</math> とすると式 (4) で示される。</p> $R(V_0) = \frac{E[DA(V_0)]}{A_0} \quad (4)$ <p>ここで、<math>E[DA(V_0)]</math> は、<math>DA(V_0)</math> の期待値を意味する。</p> <p>本評価では、<u>以下のようにして <math>DA(V_0)</math> の期待値を算出し、式 (4) により <math>R(V_0)</math> を推定して、式 (3) により <math>P_{V_0,T}(D)</math> を求める。風速を <math>V</math>、被害幅 <math>w</math>、被害長さ <math>l</math>、移動方向 <math>\alpha</math> 及び構造物の寸法を <math>A, B</math> とし、<math>f(V, w, l)</math> 等の同時確率密度関数を用いると、<math>DA(V_0)</math></u></p>	<p>備考</p> <p>・竜巻検討地域の違いによる相違  【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>の期待値は式(5)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + AB \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (5)$ <p>ここで, <math>W(V_0)</math>は竜巻風速が<math>V_0</math>以上となる幅であり, 式(6)で示される。</p> <p><math>H(\alpha)</math>及び<math>G(\alpha)</math>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リスク評価対象構造物を投影した時の長さであり, 式(7)で示される。</p> $W(V_0) = \left( \frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w \quad (6)$ <p>ここで,</p> <p><math>V_{\min}</math>: 被害幅<math>w</math>内の最小竜巻風速  <math>V_0</math>: 被害が発生する最小風速</p> $H(\alpha) = B  \sin \alpha  + A  \cos \alpha $ $G(\alpha) = A  \sin \alpha  + B  \cos \alpha  \quad (7)$ <p>本評価ではリスク評価対象構造物を円形構造物(竜巻影響エリア)で設定しているため, <math>H(\alpha)</math>, <math>G(\alpha)</math>ともに竜巻影響エリアの直径300mで一定(竜巻の移動方向に依存しない)となる。円の直径を<math>D_0</math>とした場合の計算式は式(8)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw + (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (8)$	<p>の期待値は式(5)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + AB \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (5)$ <p>ここで, <math>W(V_0)</math>は竜巻風速が<math>V_0</math>以上となる幅であり, 式(6)で示される。</p> <p><math>H(\alpha)</math>及び<math>G(\alpha)</math>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リスク評価対象構造物を投影した時の長さであり, 式(7)で示される。</p> $W(V_0) = \left( \frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w \quad (6)$ <p>ここで,</p> <p><math>V_{\min}</math>: 被害幅<math>w</math>内の最小竜巻風速  <math>V_0</math>: 被害が発生する最小風速</p> $H(\alpha) = B  \sin \alpha  + A  \cos \alpha $ $G(\alpha) = A  \sin \alpha  + B  \cos \alpha  \quad (7)$ <p>本評価ではリスク評価対象構造物を円形構造物(竜巻影響エリア)で設定しているため, <math>H(\alpha)</math>, <math>G(\alpha)</math>ともに竜巻影響エリアの直径450mで一定(竜巻の移動方向に依存しない)となる。円の直径を<math>D_0</math>とした場合の計算式は式(8)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw + S \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (8)$ <p>ここで,</p> <p><math>P</math>: 単位面積当たりの年被災率</p>	<p>の期待値は式(5)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + \int_0^\infty \int_0^\infty H(\alpha) l f(V, l, \alpha) dV dl d\alpha + \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) G(\alpha) f(V, w, \alpha) dV dw d\alpha + AB \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (5)$ <p>ここで, <math>W(V_0)</math>は竜巻風速が<math>V_0</math>以上となる幅であり, 式(6)で示される。</p> <p><math>H(\alpha)</math>及び<math>G(\alpha)</math>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リスク評価対象構造物を投影した時の長さであり, 式(7)で示される。</p> $W(V_0) = \left( \frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w \quad (6)$ <p>ここで,</p> <p><math>V_{\min}</math>: 被害幅<math>w</math>内の最小竜巻風速  <math>V_0</math>: 被害が発生する最小風速</p> $H(\alpha) = B  \sin \alpha  + A  \cos \alpha $ $G(\alpha) = A  \sin \alpha  + B  \cos \alpha  \quad (7)$ <p>本評価ではリスク評価対象構造物を円形構造物(竜巻影響エリア)で設定しているため, <math>H(\alpha)</math>, <math>G(\alpha)</math>ともに竜巻影響エリアの直径450mで一定(竜巻の移動方向に依存しない)となる。円の直径を<math>D_0</math>とした場合の計算式は式(8)で示される。</p> $E[DA(V_0)] = \int_0^\infty \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) l f(V, w, l) dV dw dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty l f(V, l) dV dl + D_0 \int_0^\infty \int_0^\infty W(V_0) f(V, w) dV dw + (D_0^2 \pi / 4) \int_{V_0}^\infty f(V) dV \quad (8)$	<p>備考</p> <p>・竜巻影響エリアの相違【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>東海第二発電所 (2018.9.18版)</p> <p><math>E[ ]</math> : 期待値を意味する。</p> <p><math>DA(V_0)</math> : 1つの竜巻の風速が<math>V_0</math>以上となる面積</p> <p><math>A_0</math> : 竜巻検討地域の面積</p> <p><math>V</math> : 風速</p> <p><math>w</math> : 被害幅</p> <p><math>l</math> : 被害長さ</p> <p><math>f( )</math> : 確率密度分布</p> <p><math>D_0</math> : 竜巻影響エリアの直径</p> <p><math>S</math> : 竜巻影響エリアの面積</p> <p><math>W(V_0)</math> : 被害幅のうち風速が<math>V_0</math>を超える部分の幅</p> $W(V_0) = \left( \frac{V_{\min}}{V_0} \right)^{1/1.6} w$ <p><math>V_{\min}</math> : 被害域幅 <math>w</math>内の最小竜巻風速</p> <p>竜巻検討地域全域 (10km 幅) でのハザード曲線を第 2.3.6-1 図に示す。年超過確率 <math>10^{-5}</math>に相当する風速は <u>73m/s</u> である。</p>  <p>第 2.3.6-1 図 竜巻検討地域全域 (10km 幅) でのハザード曲線</p>		<p>備考</p> <p>・算定結果の相違 【東海第二】</p> <p>・算定結果の相違 【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>竜巻検討地域を1km幅ごとに細分化した場合の評価条件及び先の10km幅でのケースも重ねたハザード曲線を、それぞれ第2.3.6-1表及び第2.3.6-2図に示す。なお、海側1km以遠の海上竜巻については全て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。</u></p> <p><u>年超過確率<math>10^{-5}</math>にて最も大きな風速を与える陸側3-4kmの場合、80m/sであった。</u></p> <p>第2.3.6-1表 1km幅ごとに細分化した場合の評価条件</p> <table border="1" data-bbox="952 663 1700 856"> <tr> <td>発生数</td> <td>発生地点と消滅地点を結ぶ直線が1km幅の領域に掛かる場合カウント</td> </tr> <tr> <td>被害幅</td> <td>カウントした竜巻の被害幅</td> </tr> <tr> <td>被害長さ</td> <td>カウントした竜巻が、1km幅の領域に掛かる長さ</td> </tr> </table> <div data-bbox="964 951 1670 1470"> </div> <p>第2.3.6-2図 1km幅ごとに細分化した場合のハザード曲線 (10km幅でのハザード曲線もあわせて記載)</p>	発生数	発生地点と消滅地点を結ぶ直線が1km幅の領域に掛かる場合カウント	被害幅	カウントした竜巻の被害幅	被害長さ	カウントした竜巻が、1km幅の領域に掛かる長さ		<p>・算定結果の相違 【東海第二】</p>
発生数	発生地点と消滅地点を結ぶ直線が1km幅の領域に掛かる場合カウント								
被害幅	カウントした竜巻の被害幅								
被害長さ	カウントした竜巻が、1km幅の領域に掛かる長さ								

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>2.3.8. 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)</p> <p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)を対象に算定したハザード曲線より、年超過確率<math>10^{-5}</math>における風速を求めると図2.3.8.1に示すとおり59m/sとなった。</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<math>10^{-5}</math>から一桁下げた年超過確率<math>10^{-6}</math>における風速である76m/sを<math>V_{B2}</math>とする。</p> <p>なお、1km範囲ごとに短冊状に細分化した場合のハザード曲線については、算出を実施したものの、その技術的説明性が乏しいと考え、<math>V_{B2}</math>の設定には使用しないものとした。【添付資料2.3(参考資料3)】</p> <p>※ 設計基準事故の発生頻度が<math>10^{-3}</math>/年~<math>10^{-4}</math>/年(発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案に対する意見募集の結果について：平成25年4月3日技術基盤課)であることから、設計基準として考慮する竜巻の最大風速は年超過確率<math>10^{-4}</math>に設定することが妥当であると考え。ただし、ガイドで竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)の年超過確率は、<math>10^{-5}</math>を上回らないことが要求されていること、ハザードの不確実性があることを踏まえて保守的に<math>10^{-4}</math>より1桁下げ、参照する年超過確率は<math>10^{-5}</math>とするが、統計データの不確実性の検討を踏まえて保守的に<math>10^{-5}</math>より1桁下げ、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)の年超過確率は<math>10^{-6}</math>とする。</p>	<p>2.3.7 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)</p> <p>竜巻検討地域全域(10km幅)及び1km幅ごとのハザード曲線において、年超過確率<math>10^{-5}</math>での風速の最大値は80m/sであり、これを最大風速<math>V_{B2}</math>とする。</p> <p>ハザード曲線による最大風速評価結果を、第2.3.7-1表に示す。</p>	<p>2.3.8. 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)</p> <p>海岸線から陸側及び海側それぞれ5km全域(竜巻検討地域)を対象に算定したハザード曲線、1km範囲ごとに短冊状に細分化して算定したハザード曲線より、年超過確率<math>10^{-5}</math>における風速を求めると図2.3.8.1に示すとおりそれぞれ60.8m/s、61.4m/sとなった。</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<math>10^{-5}</math>から一桁下げた年超過確率<math>10^{-6}</math>における風速とすると、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78.0m/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<math>V_{B2}</math>は78m/sとする。</p> <p>※ 設計基準事故の発生頻度が<math>10^{-3}</math>/年~<math>10^{-4}</math>/年(発電用軽水型原子炉施設に係る新安全基準骨子案に対する意見募集の結果について：平成25年4月3日技術基盤課)であることから、設計基準として考慮する竜巻の最大風速は年超過確率<math>10^{-4}</math>に設定することが妥当であると考え。ただし、ガイドで竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)の年超過確率は、<math>10^{-5}</math>を上回らないことが要求されていること、ハザードの不確実性があることを踏まえて保守的に<math>10^{-4}</math>より1桁下げ、参照する年超過確率は<math>10^{-5}</math>とするが、統計データの不確実性の検討を踏まえて保守的に<math>10^{-5}</math>より1桁下げ、竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(<math>V_{B2}</math>)の年超過確率は<math>10^{-6}</math>とする。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・算定結果の相違【柏崎6/7, 東海第二】</li> <li>・<math>V_{B2}</math>の設定方法の相違【柏崎6/7】</li> </ul> <p>島根2号炉は<math>V_{B2}</math>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】</p> <p>島根2号炉はデータの不確実性を踏まえ年超過確率<math>10^{-6}</math>を参照している</p>

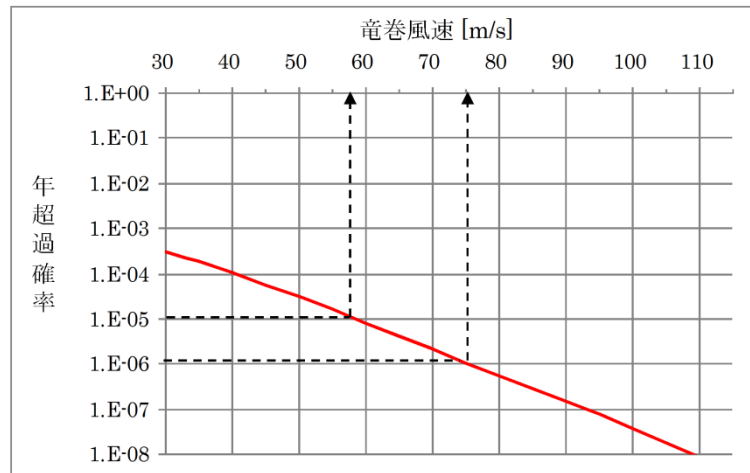


図 2.3.8.1 竜巻最大風速のハザード曲線 (海側, 陸側 5km 範囲)

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。

【添付資料 2.3 参考資料 5】

図 2.3.8.2(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。

第 2.3.7-1 表 ハザード曲線による最大風速評価結果

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 (10km 幅)	73m/s
1km 幅ごとの最大	80m/s (陸側 3-4km)

2.3.8 竜巻ハザードの不確かさの検討

竜巻検討地域は竜巻についての過去観測データは少なく, 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。

- (1) 確率分布形選択に伴う不確かさ (認識論的不確かさ)  
確率分布形選択に伴うパラメータ不確かさ
- (2) データ量が少ないことによる不確かさ (認識論的不確かさ)  
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よるパラメータ不確かさ
- (3) データの不確かさ  
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かさ

- (1) 確率分布形選択に伴う不確かさ  
竜巻ハザードの不確かさについて, 確率分布形の選択による不確かさを表した第 2.3.8-1 図のハザード曲線によれば, 標準ケースと Jackknife 推定値では, ほぼ曲線が重なり合っていることがわかる。また, 標準ケースと Jackknife 推定値  $+1\sigma$  においても, 有意な差は認められない。

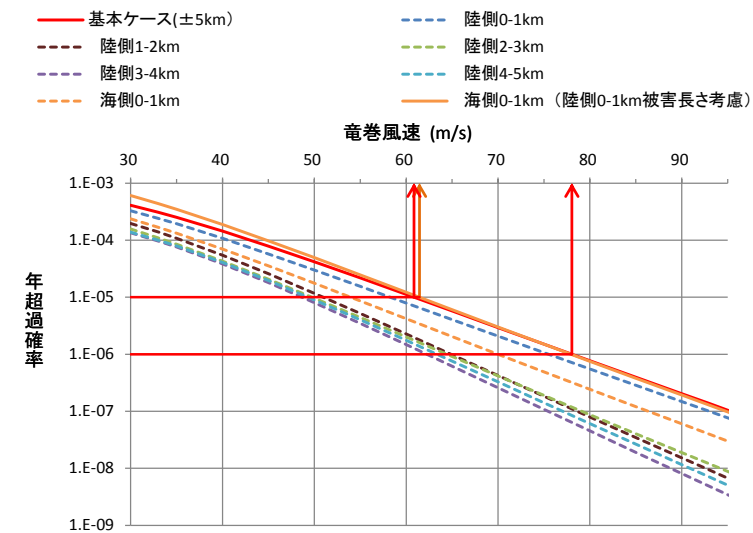


図 2.3.8.1 竜巻最大風速のハザード曲線 (海側, 陸側 5km 範囲及び 1km 範囲ごとに細分化した評価)

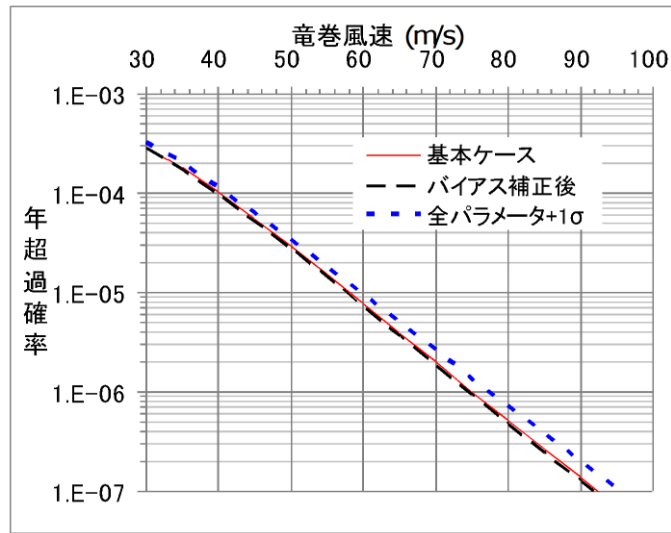
また, 不確かさ要素のハザード算定結果への影響を検討した。

図 2.3.8.2(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。

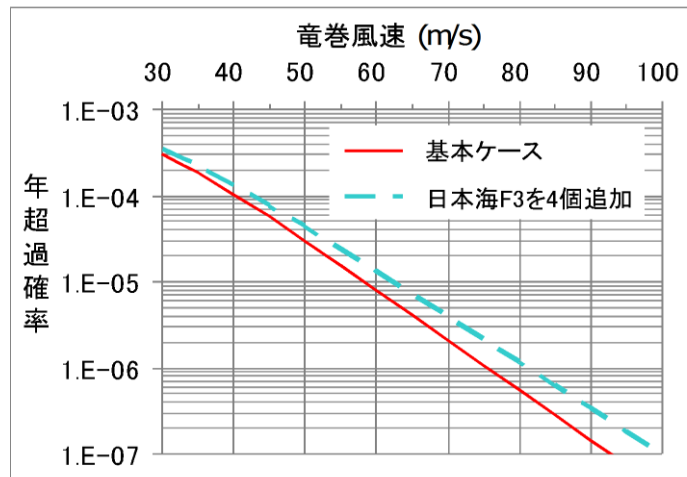
・記載方法の相違  
【東海第二】

・算定結果の相違  
【柏崎 6/7】

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2.3.8.2(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。



(a) バイアス補正後及び全パラメータ+1σのハザード



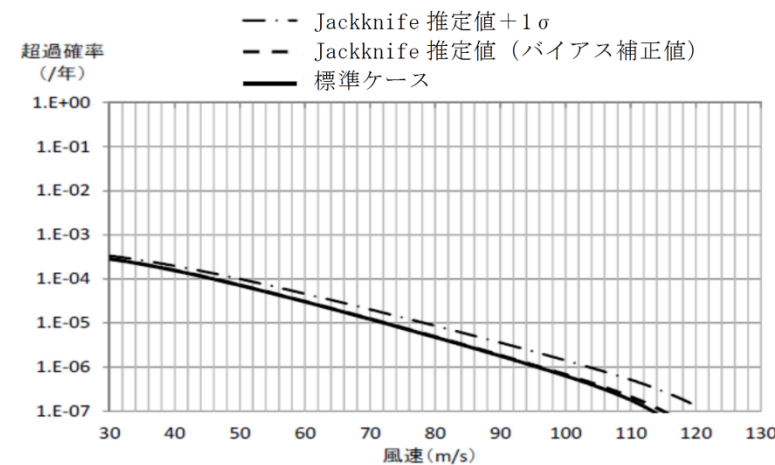
(b) 竜巻風速の年超過確率分布

図2.3.8.2 ハザード不確かさ検討結果

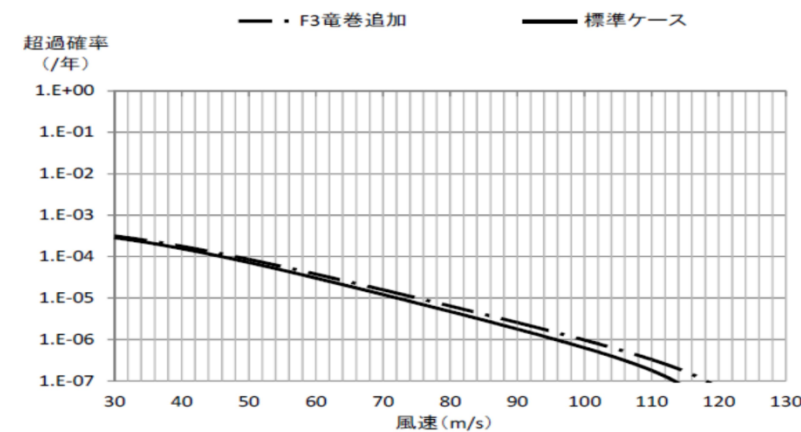
(2) データ量が少ないことに伴う不確かさ

データ量が少ないことに伴う不確かさとして、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。

これを基にハザードを推定したところ、第2.3.8-2図の示すとおりであり、年超過確率 $10^{-5}$ に相当する風速は76m/sとなり、標準ケースと比較しても、ハザード曲線による最大風速への有意な差は認められない。

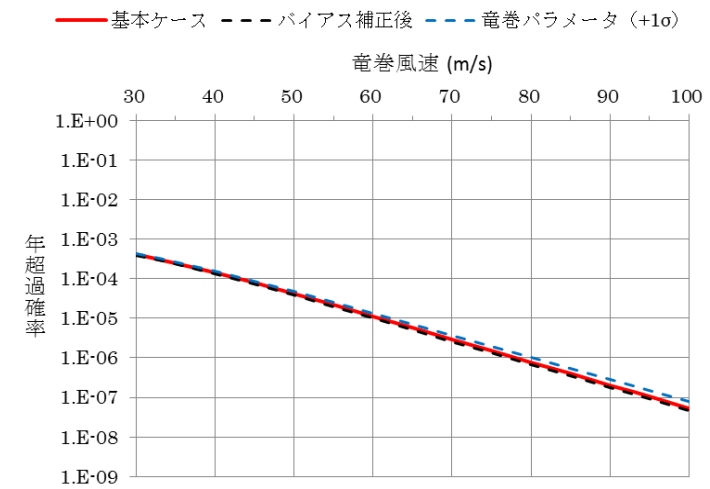


第2.3.8-1図 標準ケースとJackknife推定値ケース、Jackknife推定値+1σケースのハザード算定結果の比較

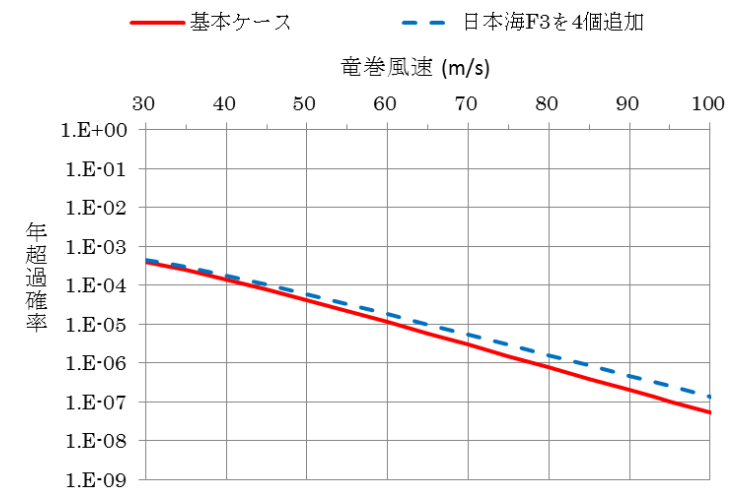


第2.3.8-2図 標準ケースとF3竜巻発生を仮定した場合のハザード算定結果の比較

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2.3.8.2(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64.9m/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。



(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

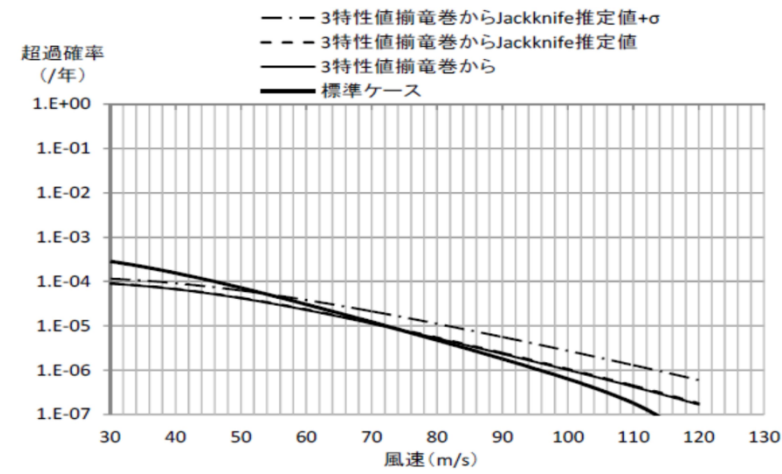
図2.3.8.2 ハザード不確かさ検討結果

・算定結果の相違  
【柏崎6/7, 東海第二】

・算定結果の相違  
【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>(3) データの不確かさ</p> <p>データの不確かさとして、疑似データを考慮した場合、Fスケールの小さな竜巻の割合が多くなるため、3種類の竜巻のパラメータ(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(以下「3特性値揃竜巻」という。)データのみを用いて同様の検討を実施し、その結果を第2.3.8-3図に示す。疑似データを考慮した標準ケースと比較すると、Jackknife 推定幅は大きくなっているが、有意な差は認められない。</p>	<p>&lt;疑似データ無しの場合の解析&gt;</p> <p>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2.3.8.1、計算条件の一覧を表2.3.8.2、ハザードの算定結果を図2.3.8.3、図2.3.8.4、及び表2.3.8.3に示す。疑似データの場合と比較して、Jackknife 推定値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算定結果についても大きくなる傾向があるものの、発生数の違いを考慮し年超過確率<math>10^{-6}</math>の最大風速を見ても、風速値の差は10m/s程度であることが確認できる。</p> <p>表2.3.8.1 Jackknife 法により得られた竜巻パラメータの推定結果(疑似データ無し)</p> <table border="1" data-bbox="1733 932 2510 1129"> <thead> <tr> <th rowspan="2">日本海(不明無し) 52個</th> <th colspan="2">風速</th> <th colspan="2">被害幅</th> <th colspan="2">被害長さ</th> <th colspan="3">相関係数</th> </tr> <tr> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> <th>平均値</th> <th>標準偏差</th> <th>U~W</th> <th>U~L</th> <th>W~L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均</td> <td>36.337</td> <td>11.655</td> <td>129.8</td> <td>154.8</td> <td>1815.4</td> <td>2227.7</td> <td>0.0023</td> <td>0.3210</td> <td>0.4399</td> </tr> <tr> <td>標準偏差</td> <td>0.226</td> <td>0.143</td> <td>3.0</td> <td>6.5</td> <td>43.3</td> <td>59.7</td> <td>0.0090</td> <td>0.0168</td> <td>0.0171</td> </tr> <tr> <td>全データ</td> <td>36.337</td> <td>11.656</td> <td>129.8</td> <td>154.9</td> <td>1815.4</td> <td>2228.5</td> <td>0.0000</td> <td>0.3210</td> <td>0.4399</td> </tr> <tr> <td>min</td> <td>35.873</td> <td>11.277</td> <td>114.7</td> <td>111.3</td> <td>1654.9</td> <td>1923.5</td> <td>0.0000</td> <td>0.2714</td> <td>0.3840</td> </tr> <tr> <td>max</td> <td>36.559</td> <td>11.749</td> <td>132.3</td> <td>156.4</td> <td>1849.0</td> <td>2250.7</td> <td>0.0590</td> <td>0.3692</td> <td>0.4879</td> </tr> <tr> <td>バイアス</td> <td>0.002</td> <td>-0.045</td> <td>0.0</td> <td>-7.0</td> <td>0.0</td> <td>-40.7</td> <td>0.1154</td> <td>-0.0022</td> <td>0.0006</td> </tr> <tr> <td>Jackknife 推定値</td> <td>36.335</td> <td>11.700</td> <td>129.8</td> <td>162.0</td> <td>1815.4</td> <td>2269.3</td> <td>-0.1154</td> <td>0.3232</td> <td>0.4393</td> </tr> <tr> <td>Jackknife 推定幅</td> <td>1.616</td> <td>1.021</td> <td>21.5</td> <td>46.7</td> <td>309.0</td> <td>426.1</td> <td>0.0645</td> <td>0.1198</td> <td>0.1221</td> </tr> </tbody> </table> <p>表2.3.8.2 ハザードの計算条件(疑似データ無し)</p> <table border="1" data-bbox="1733 1243 2510 1402"> <thead> <tr> <th>ケース名</th> <th>統計量</th> <th>発生数</th> <th>風速</th> <th>被害幅</th> <th>被害長さ</th> <th>U~W</th> <th>U~L</th> <th>W~L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">基本(全データ)</td> <td>平均</td> <td>1.010</td> <td>36.3365</td> <td>129.769</td> <td>1815.385</td> <td>0.0023</td> <td>0.3210</td> <td>0.4399</td> </tr> <tr> <td>標準偏差</td> <td></td> <td>11.6550</td> <td>154.791</td> <td>2227.749</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">バイアス補正後</td> <td>平均</td> <td>1.010</td> <td>36.3346</td> <td>129.759</td> <td>1815.400</td> <td>-0.1154</td> <td>0.3232</td> <td>0.4393</td> </tr> <tr> <td>標準偏差</td> <td></td> <td>11.7004</td> <td>161.961</td> <td>2269.288</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">風速・幅・長さ・相関(+1σ)</td> <td>平均</td> <td>1.010</td> <td>37.9509</td> <td>151.243</td> <td>2124.444</td> <td>-0.0510</td> <td>0.4429</td> <td>0.5614</td> </tr> <tr> <td>標準偏差</td> <td></td> <td>12.7212</td> <td>208.638</td> <td>2695.378</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	日本海(不明無し) 52個	風速		被害幅		被害長さ		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	min	35.873	11.277	114.7	111.3	1654.9	1923.5	0.0000	0.2714	0.3840	max	36.559	11.749	132.3	156.4	1849.0	2250.7	0.0590	0.3692	0.4879	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	ケース名	統計量	発生数	風速	被害幅	被害長さ	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				<p>・竜巻検討地域の違いによる相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>・検討内容の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、3種類のパラメータがすべて判明している竜巻観測データのみの場合、疑似データよりも発生数が少なくなるため、最大風速の年超過確率は小さくなることから、疑似データを考慮した標準データとの比較は実施せず、推定誤差の検討のみを実施している</p>
日本海(不明無し) 52個	風速			被害幅		被害長さ		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																																																																																																																																																									
min	35.873	11.277	114.7	111.3	1654.9	1923.5	0.0000	0.2714	0.3840																																																																																																																																																									
max	36.559	11.749	132.3	156.4	1849.0	2250.7	0.0590	0.3692	0.4879																																																																																																																																																									
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																																																																																																																																																									
ケース名	統計量	発生数	風速	被害幅	被害長さ	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																																																																																																																																																													



第 2.3.8-3 図 標準ケース (疑似データ有) と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

以上のことから、竜巻ハザードに関する不確かさ要素の影響は小さく、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。

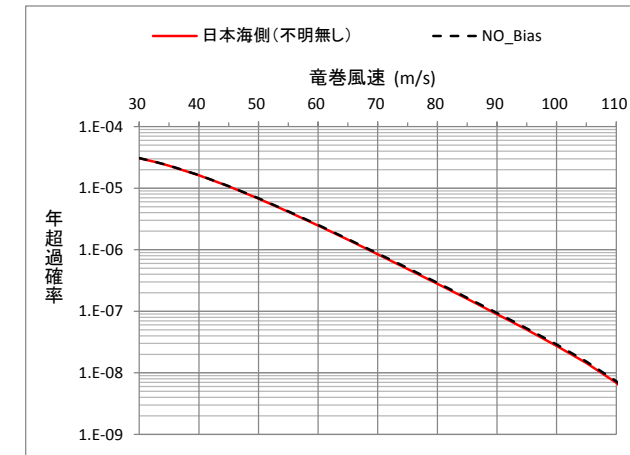


図 2.3.8.3 基本ケースとバイアス補正後ケースのハザード算定結果比較 (疑似データ無し)

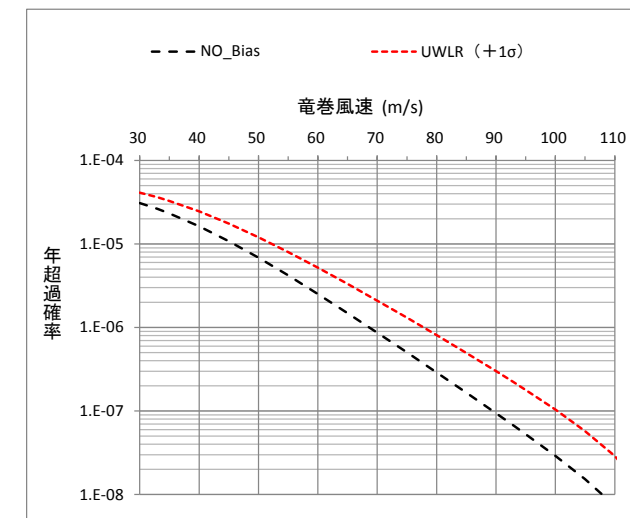
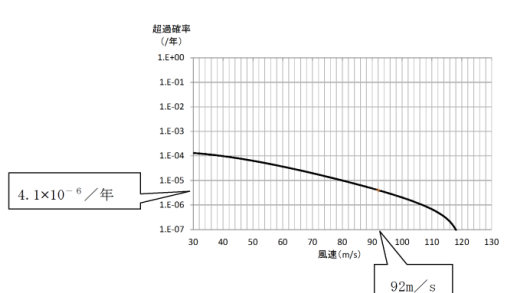


図 2.3.8.4 バイアス補正後ケースと全パラメータ+1σケースのハザード算定結果比較 (疑似データ無し)

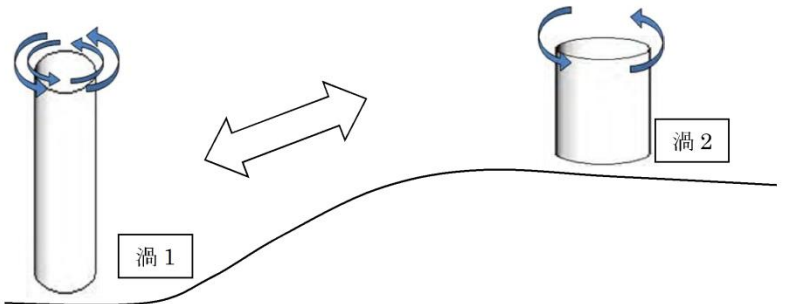
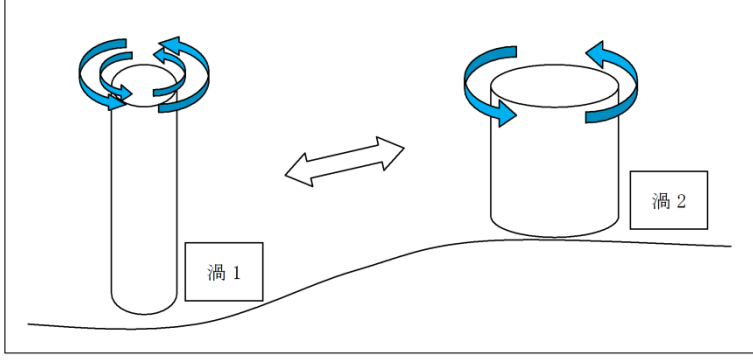
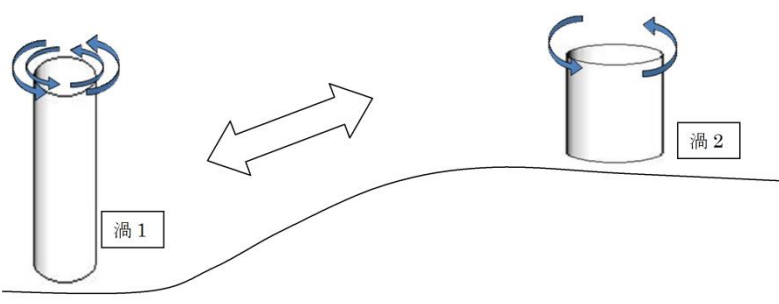
表 2.3.8.3 ハザード算定結果 (疑似データ無し)

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-08	1.E-05	1.E-06	1.E-07
基本(全データ)	45.73	68.45	89.07	107.48	-0.12	-0.26	-0.40
バイアス補正後	45.85	68.71	89.47	107.88	-	-	-
風速・幅・長さ・相関(+1σ)	52.30	77.80	100.34		6.45	9.09	10.87

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>2.3.9. 基準竜巻の最大風速(<math>V_B</math>)</p> <p>過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}=69</math> m/s 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}=76</math> m/s のうち、大きい風速である <u>76m/s</u> を柏崎刈羽原子力発電所における基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> とする。(表 2.3.9.1)</p> <p>使用した竜巻の統計データの不確実性については前項までで検討を実施しているが、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。</p> <p>将来的な気候変動として現時点でも予想されるものとしては地球温暖化が挙げられる。地球温暖化が進行した際には台風の強度が強まる傾向が考えられ、現時点の経験データでは台風起因の竜巻は日本海側では観測されていないものの将来的には日本海側においても発生する可能性がある。ただし台風は北上するにつれて、山岳での暖湿流遮断による安定化や海水温度低下による水蒸気供給量低下により衰弱しやすい特性を有していることから、仮に発生するとしても規模の大きな竜巻の発生は考えにくい。</p> <p>将来的な気候変動についての現時点での予想は上記のとおりとなるが、気候変動を完全に予測することは難しいため、最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し、竜巻検討地域や基準竜巻の最大風速は、必要に応じて見直しを実施していくものとする。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 2.3.9.1 竜巻の最大風速の算定結果</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>最大風速[m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>過去に発生した竜巻による最大風速<math>V_{B1}</math></td> <td style="text-align: center;">69</td> </tr> <tr> <td>竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速<math>V_{B2}</math></td> <td style="text-align: center;">76</td> </tr> <tr> <td>基準竜巻の最大風速<math>V_B</math></td> <td style="text-align: center;">76</td> </tr> </tbody> </table>	項目	最大風速[m/s]	過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}$	69	竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$	76	基準竜巻の最大風速 $V_B$	76	<p>2.3.9 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>)</p> <p>以上をもとに、基準竜巻の最大風速<math>V_B</math>は<math>V_{B1}</math>と<math>V_{B2}</math>のうち大きな風速とすることから、発電所における基準竜巻の最大風速<math>V_B</math>は、第2.3.9-1表に示すとおり、<u>92m/s</u>となる。</p> <p><math>V_B</math>の年超過確率は、第2.3.9-1図に示すとおり、<math>4.1 \times 10^{-6}</math>となる。</p> <p>2.3.10 竜巻データの更新に関する対応</p> <p>(2) 将来の気候変動について</p> <p>将来的な気候変動として予測される地球温暖化により竜巻の規模や発生数が増加する可能性も否定できない。</p> <p>しかしながら、将来的な気候変動を完全に予測することは難しいため、最新のデータ、知見をもって気候変動の影響に注視し、竜巻検討地域や基準竜巻の最大風速は、必要に応じて見直しを実施していくものとする。</p> <p style="text-align: center;"><b>第 2.3.9-1 表 基準竜巻の最大風速</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>過去最大竜巻による最大風速 <math>V_{B1}</math> (m/s)</th> <th>ハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}</math> (m/s)</th> <th>基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">92</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">92</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">  </p> <p style="text-align: center;"><b>第 2.3.9-1 図 基準竜巻の最大風速のハザード曲線</b></p>	過去最大竜巻による最大風速 $V_{B1}$ (m/s)	ハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$ (m/s)	基準竜巻の最大風速 $V_B$ (m/s)	92	80	92	<p>2.3.9. 基準竜巻の最大風速 (<math>V_B</math>)</p> <p>過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}=69</math> m/s 及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}=78</math> m/s のうち、大きい風速である <u>78m/s</u> を島根原子力発電所における基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math> とする。(表 2.3.9.1)</p> <p>使用した竜巻の統計データの不確実性については前項までで検討を実施しているが、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。</p> <p>将来的な気候変動として現時点でも予想されるものとしては地球温暖化が挙げられる。地球温暖化が進行した際には台風の強度が強まる傾向が考えられ、現時点の経験データでは台風起因の竜巻は日本海側では観測されていないものの将来的には日本海側においても発生する可能性がある。ただし台風は北上するにつれて、山岳での暖湿流遮断による安定化や海水温度低下による水蒸気供給量低下により衰弱しやすい特性を有していることから、仮に発生するとしても規模の大きな竜巻の発生は考えにくい。</p> <p>将来的な気候変動についての現時点での予想は上記のとおりとなるが、気候変動を完全に予測することは難しいため、最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し、竜巻検討地域や基準竜巻の最大風速は、必要に応じて見直しを実施していくものとする。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 2.3.9.1 竜巻の最大風速の算定結果</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>最大風速 [m/s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>過去に発生した竜巻による最大風速 <math>V_{B1}</math></td> <td style="text-align: center;">69</td> </tr> <tr> <td>竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 <math>V_{B2}</math></td> <td style="text-align: center;">78</td> </tr> <tr> <td>基準竜巻の最大風速 <math>V_B</math></td> <td style="text-align: center;">78</td> </tr> </tbody> </table>	項目	最大風速 [m/s]	過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}$	69	竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$	78	基準竜巻の最大風速 $V_B$	78	<p>・算定結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p> <p>・算定結果の相違 【柏崎 6/7, 東海第二】</p>
項目	最大風速[m/s]																								
過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}$	69																								
竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$	76																								
基準竜巻の最大風速 $V_B$	76																								
過去最大竜巻による最大風速 $V_{B1}$ (m/s)	ハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$ (m/s)	基準竜巻の最大風速 $V_B$ (m/s)																							
92	80	92																							
項目	最大風速 [m/s]																								
過去に発生した竜巻による最大風速 $V_{B1}$	69																								
竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 $V_{B2}$	78																								
基準竜巻の最大風速 $V_B$	78																								

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>2.4. 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) の設定</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。</p> <p>2.4.1. 地形効果による竜巻風速への影響</p> <p>地形効果が竜巻強度に及ぼす影響に関する知見として、(1) 地形起伏による影響、(2) 地表面粗度による影響、について既往の研究において示されており、その知見を踏まえ、<u>柏崎刈羽原子力発電所周辺の地形効果による竜巻の増幅可能性について検討する。</u></p> <p>(1) 地形起伏による影響</p>	<p>(1) 評価時点以降のデータ更新分について</p> <p>上記の基準竜巻の検討には、検討実施時点での最新であった1961年1月～2012年6月までの竜巻データベースを用いているが、その後、気象庁により継続的にデータベースが更新されている<sup>※1</sup>。本状況においても、以下の理由より、最新データを参照した場合でも基準竜巻の最大風速は上記の評価結果を上回るものではなく、現時点での見直しは不要と判断している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2012年6月以降、現時点での<math>V_{B1}</math>の風速 <u>92m/s</u> を超える竜巻が報告されていない。</li> <li>・2012年6月以降、竜巻検討地域で観測された竜巻はF0若しくはF1相当のものがほとんどであり、<u>竜巻強度の分布はハザードを下げる方向に変化していると考えられるため、現時点での<math>V_{B2}</math>が更新されることはない。</u></li> </ul> <p>※1 2017年3月末時点で、2016年3月までのデータ及び2016年4月以降の速報データが掲載されている。</p> <p>2.4 設計竜巻の設定</p> <p>2.4.1 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) の設定</p> <p>(1) 地形効果による竜巻風速への影響【添付資料6】</p> <p>地形効果が竜巻強度に及ぼす影響に関する知見として、地形の起伏による影響について既往の研究において示されている。</p>	<p>2.3.10. 評価時点以降のデータ更新分について</p> <p>上記の基準竜巻の検討には、検討実施時点での最新であった1961年1月～2012年6月までの竜巻データベースを用いているが、その後、気象庁により継続的にデータベースが更新されている<sup>*</sup>。本状況においても、以下の理由より、最新データを参照した場合でも基準竜巻の最大風速は上記の評価結果を上回るものではなく、現時点での見直しは不要と判断している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2012年6月以降、<u>竜巻検討地域において現時点での<math>V_{B1}</math>の風速 <u>69m/s</u> を超える竜巻が報告されていない。</u></li> <li>・2012年6月以降、竜巻検討地域で観測された竜巻はF不明を除きF0若しくはF1相当のものであり、<u>データベースの更新がハザードへ与える影響は軽微と考えられる。</u></li> </ul> <p>※ 2019年3月末時点で、2016年3月までのデータ及び2016年4月以降の速報データが掲載されている。</p> <p>2.4. 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) の設定</p> <p>島根原子力発電所が立地する地域の特性として、<u>周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。</u></p> <p>2.4.1. 地形効果による竜巻風速への影響</p> <p>地形効果が竜巻強度に及ぼす影響に関する知見として、(1) 地形起伏による影響、(2) 地表面粗度による影響、について既往の研究において示されており、<u>その知見を踏まえ、島根原子力発電所周辺の地形効果による竜巻の増幅可能性について検討する。</u></p> <p>(1) 地形起伏による影響</p>	<p>・記載内容の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>島根2号炉は、評価から数年の期間が経過していることから、評価時点以降のデータ更新分の扱いについて述べている</p> <p>・竜巻検討地域の違いによる相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>・<math>V_D</math>の設定方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は、竜巻の移動方向を踏まえた地形効果の影響を把握するため、竜巻の移動方向を考慮している</p> <p>・地形効果による影響の検討方法の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>島根2号炉は既往の知見を踏まえて、地形効果として地形起伏</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>竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、図 2.4.1.1 に示すとおり竜巻の渦が上り斜面を移動するとき(渦1 から渦2 へ移動する場合)、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動するときには強まる。</p>  <p>図 2.4.1.1 竜巻旋回流の地形影響に関する模式図</p> <p>(2) 地表面粗度による影響</p> <p>風は地表面の細かな凸凹が与える摩擦抵抗の影響を受けやすく、風速は、地表面において 0 となり上空に向かうにつれて増加する。地表面粗度は竜巻の旋回流を減衰させる効果を有し、地表面粗度の構成物が飛来物として運動することで風速が減衰することも示唆されていることから、地表面粗度の増加とともに竜巻に起因する強風の風速を低下させるといえる。</p> <p>2.4.2. 柏崎刈羽原子力発電所周辺の地形</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の地形を図 2.4.2.1、柏崎刈羽原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏を図 2.4.2.2、柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の地表面粗度を図 2.4.2.3 に示す。柏崎刈羽原子力発電所が立地する敷地は、北西が日本海に面し、三方を森林に囲まれた標高 60m 前後のなだらかな丘陵地である。</p>	<p>竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、第 2.4.1-1 図に示すとおり竜巻の渦が上り斜面を移動する時(渦1 から渦2 へ移動する場合)、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動するときには強まると考えられる。</p>  <p>第 2.4.1-1 図 竜巻旋回流の地形影響に関する模式図</p> <p>(2) 発電所敷地周辺における地形と竜巻風速への影響</p> <p>発電所敷地周辺の地形を第 2.4.1-2 図に示す。敷地周辺は、最大でも標高 40 m 程度のなだらかな地形であり、竜巻渦の旋回強度に影響を及ぼすと考えられるマイクロスケール(数百 m)規模の起伏は認められないことから、地形効果による竜巻の増幅の可能性は低いと判断した。</p> <p>なお、今後も地形増幅に関する新たな知見や情報(観測記録等も含む)の収集に取組み、必要な事項については適切に対応する。</p>	<p>竜巻のような回転する流れでは、角運動量保存則により「回転の中心からの距離」及び「周方向の回転速度」の積が一定になるという性質がある。そのため、図 2.4.1.1 に示すとおり竜巻の渦が上り斜面を移動するとき(渦1 から渦2 へ移動する場合)、基本的に渦は弱まり、下り斜面を移動するときには強まる。</p>  <p>図2.4.1.1 竜巻旋回流の地形影響に関する模式図</p> <p>(2) 地表面粗度による影響</p> <p>風は地表面の細かな凸凹が与える摩擦抵抗の影響を受けやすく、風速は、地表面において 0 となり上空に向かうにつれて増加する。地表面粗度は竜巻の旋回流を減衰させる効果を有し、地表面粗度の構成物が飛来物として運動することで風速が減衰することも示唆されていることから、地表面粗度の増加とともに竜巻に起因する強風の風速を低下させるといえる。</p> <p>2.4.2. 島根原子力発電所周辺の地形</p> <p>島根原子力発電所敷地周辺の地形を図 2.4.2.1、島根原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏を図 2.4.2.2、島根原子力発電所敷地周辺の地表面粗度を図 2.4.2.3 に示す。発電所が立地する敷地は、北側を輪谷湾に面し、他の三方を山で囲まれている。</p>	<p>に加えて地表面粗度の影響を考慮している</p> <p>・地形効果による影響の検討方法の相違</p> <p>【東海第二】 (同上)</p>

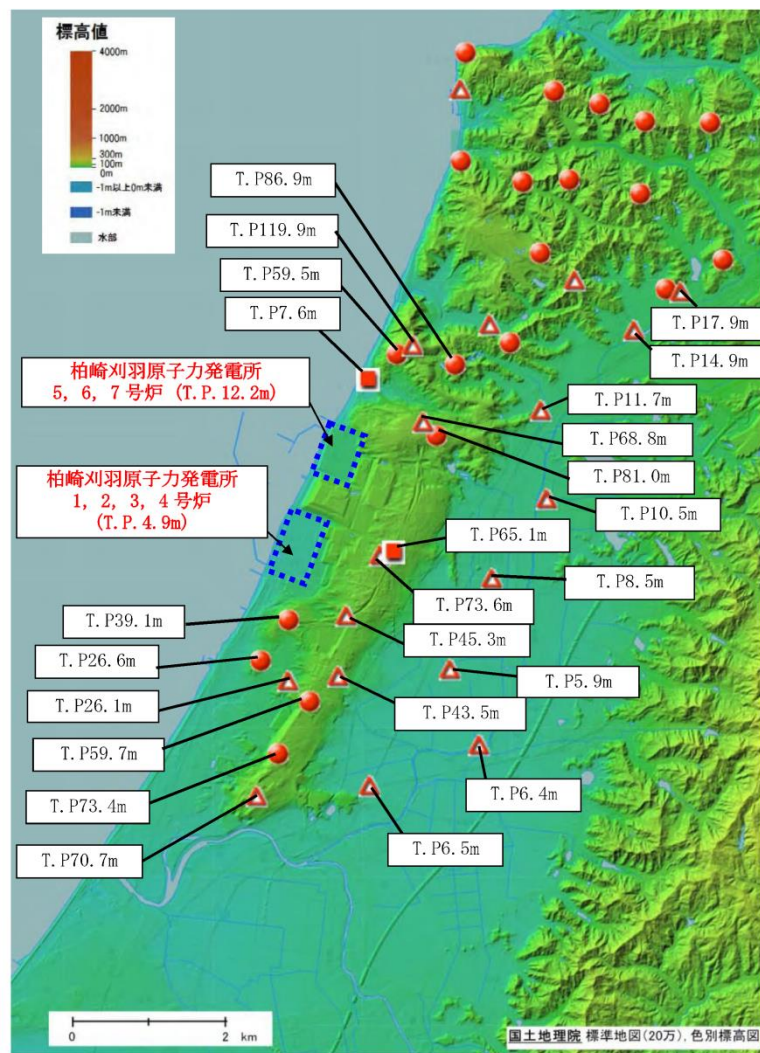
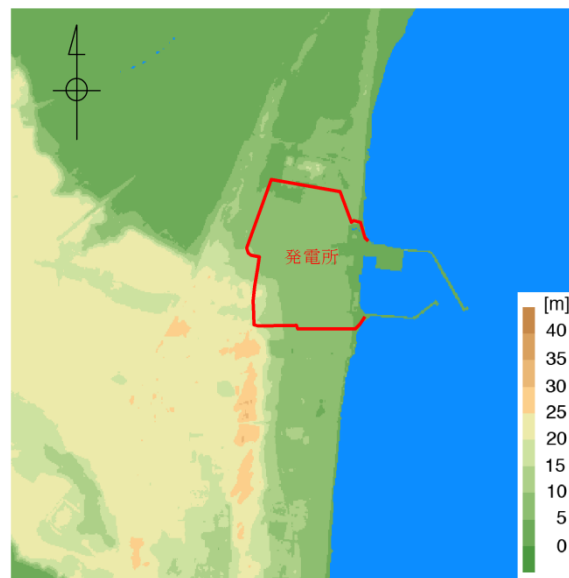


図 2. 4. 2. 1 柏崎刈羽原子力発電所周辺の地形  
(国土地理院「電子国土Web」より作成)



第 2. 4. 1-2 図 発電所を中心とした東西 3km×南北 3km の地形  
標高 (国土地理院 5m メッシュ標高データに加筆)

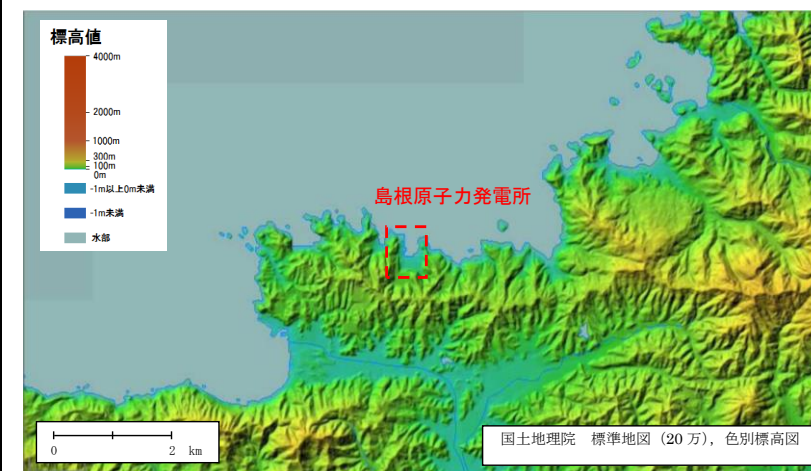


図2. 4. 2. 1 島根原子力発電所周辺の地形  
(国土地理院「電子国土Web」より作成)



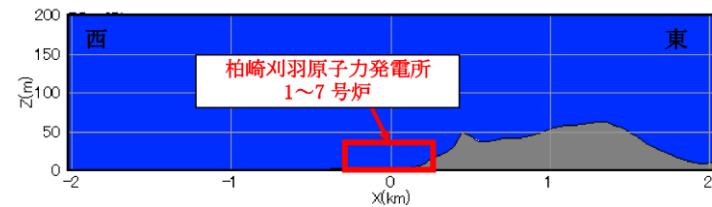


図 2. 4. 2. 2 柏崎刈羽原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏

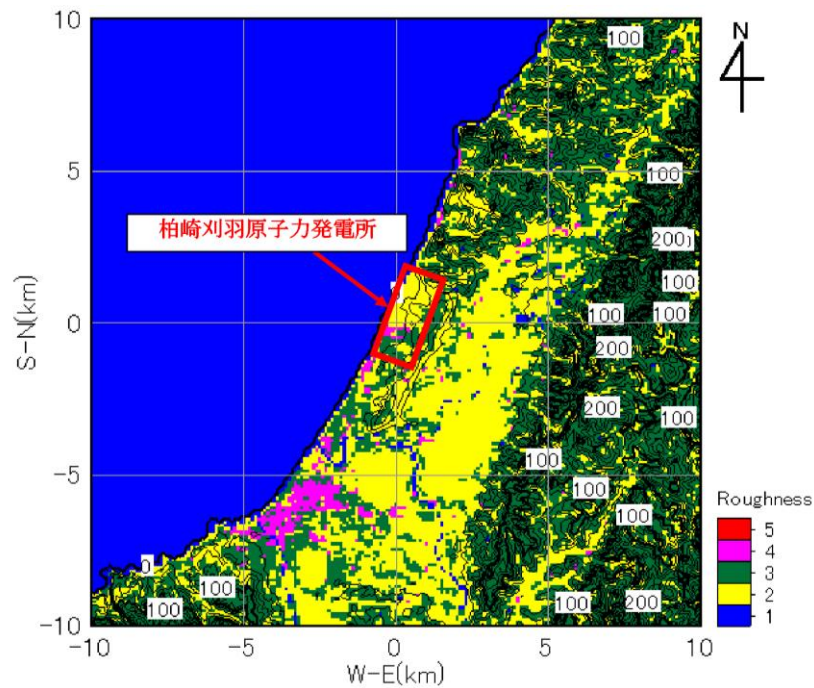


図 2. 4. 2. 3 柏崎刈羽原子力発電所周辺の地表面粗度

2. 4. 3. 竜巻の移動方向の分析

柏崎刈羽原子力発電所の周辺地域を対象に竜巻の移動方向に関する分析を行う。なお、分析の対象とする地域は、JNES「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」に示されている竜巻集中地域を参考に、集中地域③(青森県日本海側～山形県)、④(新潟県・富山県)及び⑤(石川県西部～福井県北西部)とした。図 2. 4. 3. 1 に竜巻集中地域④周辺で発生した竜巻

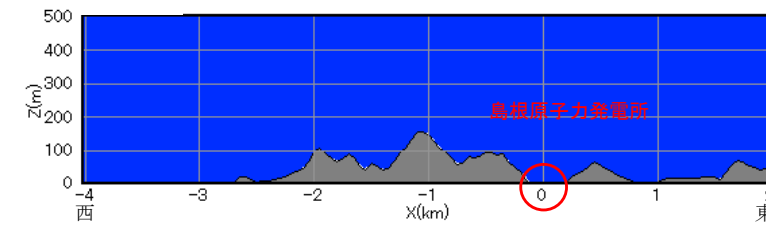


図2. 4. 2. 2 島根原子力発電所東西方向の鉛直断面での地形起伏

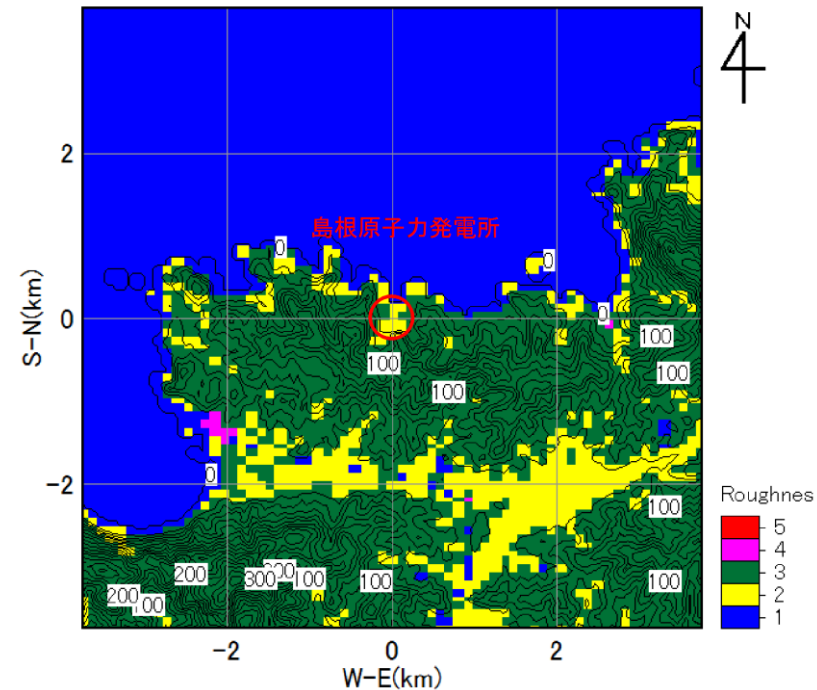


図2. 4. 2. 3 島根原子力発電所周辺の地表面粗度

2. 4. 3. 竜巻の移動方向の分析

島根原子力発電所の周辺地域を対象に竜巻の移動方向に関する分析を行う。なお、分析の対象とする地域は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド(案)及び解説」に示されている竜巻集中地域を参考に、集中地域⑥(鳥取県の一部)及び⑦(島根県の一部)とした。図 2. 4. 3. 1 に竜巻集中地域⑥及び⑦で発生した竜巻の移動方向、図 2. 4. 3. 2 に竜巻集中地域⑥及び⑦で発生

・ $V_0$  の設定方法の相違  
**【東海第二】**  
 (2. 4. と同じ)  
 ・竜巻集中地域の相違  
**【柏崎 6/7】**

<p>柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)</p>	<p>東海第二発電所 (2018.9.18版)</p>	<p>島根原子力発電所 2号炉</p>	<p>備考</p>
---------------------------------------	-----------------------------	---------------------	-----------

の移動方向、図2.4.3.2に竜巻集中地域③、④及び⑤において過去に発生した竜巻の移動方向の頻度を分析した結果を示す。竜巻の移動方向の分析の結果、柏崎刈羽原子力発電所周辺で発生する竜巻は、陸側から海側（東から西）に向かう竜巻は極めて少なく、発電所西方の海上から東方向（陸側）へ向かう方向が多い。

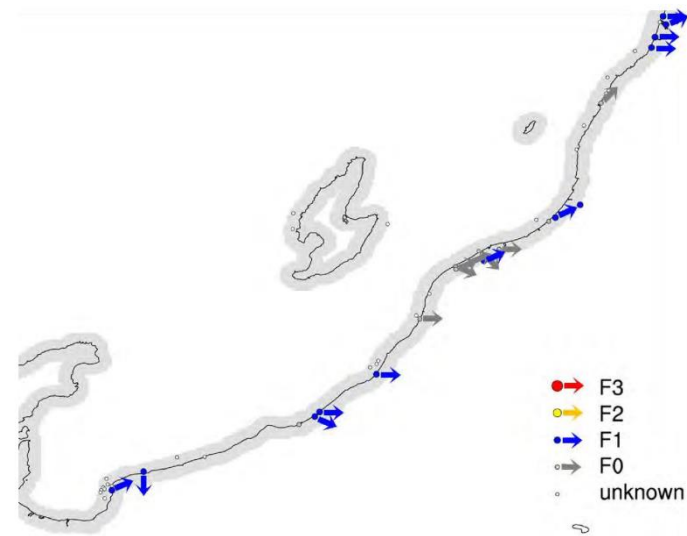


図2.4.3.1 竜巻集中地域④における竜巻移動方向 (F0以上のみ)

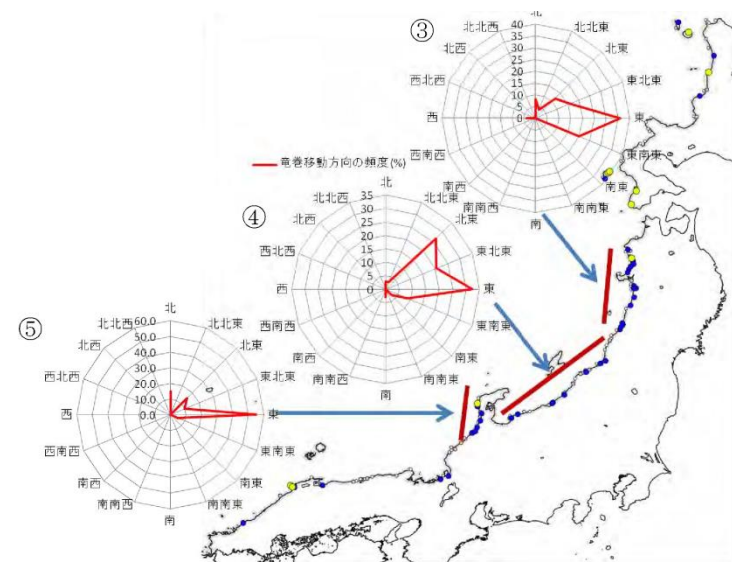


図2.4.3.2 竜巻集中地域③、④及び⑤における竜巻移動方向の頻度

東海第二発電所 (2018.9.18版)

島根原子力発電所 2号炉

備考

した竜巻の移動方向の頻度を分析した結果を示す。竜巻の移動方向の分析の結果、島根原子力発電所周辺で発生する竜巻は、その大部分が海上又は沿岸部で発生しており、その移動方向は東に向かう頻度が高いことが確認できる。また、島根原子力発電所が立地する竜巻集中地域⑦では、発電所北方の海上から南（陸側）へ向かう頻度が高いことが確認できる。

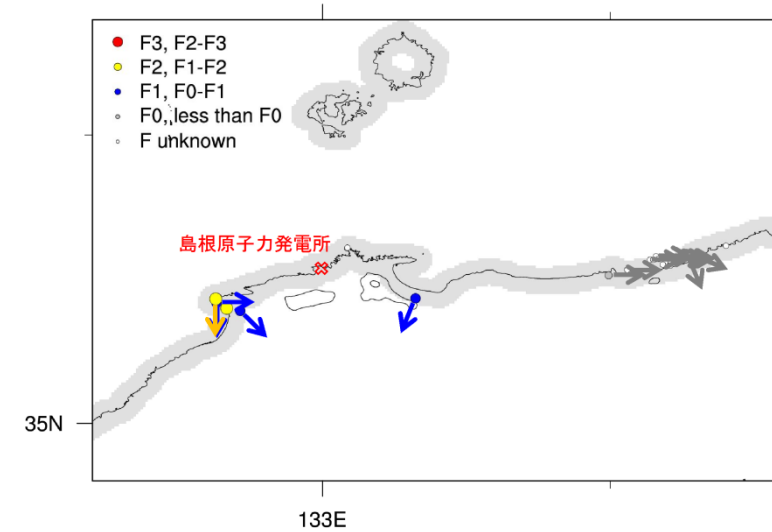


図2.4.3.1 竜巻集中地域⑥及び⑦における竜巻移動方向

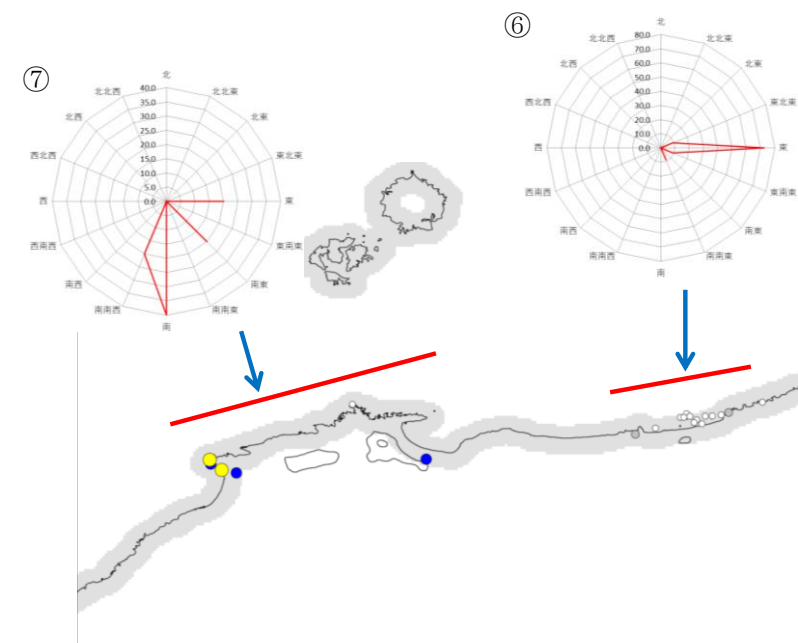


図2.4.3.2 竜巻集中地域⑥及び⑦における竜巻移動方向の頻度

・竜巻集中地域の違いによる相違  
【柏崎6/7】

・竜巻集中地域の違いによる相違

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>2.4.4. 竜巻風速の増幅に関する検討</p> <p>(1) 地形起伏による竜巻増幅</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所周辺で発生する竜巻は、地形が平坦な海側から発電所敷地に進入する可能性が高く発電所敷地自体も平坦であるため竜巻が増幅することはないと考えられる。万が一発電所敷地外の東側（例えば刈羽村の平地）で竜巻が発生し、その竜巻が海側に向かって移動し、発電所敷地内に進入した場合、竜巻はなだらかな丘陵を通過する。この場合、丘陵がなだらかであるため、地形効果による竜巻の増幅はない。</p> <p>(2) 地表面粗度による竜巻増幅</p> <p>柏崎刈羽原子力発電所周辺では、発電所西方の海上から東方向（陸側）へ向かう竜巻の発生が極めて多く、竜巻が海上から陸側に移動する際には、地表面粗度の小さい海上から粗度の大きな陸上に上陸するため、粗度により減衰するものと考えられる。</p> <p>2.4.5. 設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math></p> <p>以上のことから、柏崎刈羽原子力発電所では、地形効果による竜巻の増幅を考慮しない。一方、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> は F3 の風速範囲の上限値 92m/s とする。</p>	<p>(3) 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>)</p> <p>設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> の設定においては、上述のとおり、<u>発電所敷地周辺の地形効果の影響による竜巻の増幅を考慮する必要はないものと判断するが、将来的な気候変動に伴う不確実性を踏まえ、設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> は、基準竜巻の最大風速 92m/s を安全側に切り上げた 100m/s とする。</u></p>	<p>2.4.4. 竜巻風速の増幅に関する検討</p> <p>(1) 地形起伏による竜巻増幅</p> <p>島根原子力発電所周辺で発生する竜巻は、発電所北方または西方の海上あるいは沿岸部で発生し、竜巻が発電所の北方で発生し南方向（陸側）へ移動する場合には、地形が平坦な海側から発電所敷地に進入することとなり、発電所敷地自体も平坦であるため竜巻が増幅することはないと考えられる。また、発電所西方で発生する竜巻は、上り斜面・下り斜面の影響をほぼ同程度受け発電所敷地に進入する可能性が高く発電所敷地はほぼ平坦であるため竜巻が増幅することはないと考えられる。万が一発電所敷地外の南側（例えば鹿島町の平地）で竜巻が発生し、その竜巻が海側に向かって移動し、発電所敷地内に進入した場合、竜巻は山を越える必要がある。この場合の地形効果による増幅は、山の上り勾配と下り勾配で相殺される。</p> <p>(2) 地表面粗度による竜巻増幅</p> <p>島根原子力発電所周辺では、竜巻の移動経路となり得る発電所西方に着目すると森林などに相当する粗度区分Ⅲの領域が 2km 以上にわたり存在していることから、粗度による減衰効果が期待できる。発電所北方または西方の海上あるいは沿岸から南または東方向へ向かう竜巻が極めて多く、発電所北方の海上で発生した竜巻が南方向へ移動する場合には、地表面粗度の小さい海上から粗度の大きな陸上に上陸するため、粗度により減衰するものと考えられる。</p> <p>2.4.5. 設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>)</p> <p>以上のことから、島根原子力発電所では、地形効果による竜巻の増幅を考慮しない。一方、将来的な気候変動による竜巻発生の不確実性を踏まえ、<math>V_D</math> の値が F3 の風速範囲 (70～92m/s) にあることから設計竜巻の最大風速 <math>V_D</math> は F3 の風速範囲の上限値 92m/s とする。</p>	<p>【柏崎 6/7】</p> <p>・地形効果による影響の検討方法の相違</p> <p>【東海第二】 (2.4.1. と同じ)</p> <p>・<math>V_D</math> の設定方法の相違</p> <p>【東海第二】 島根 2号炉は <math>V_D</math> の設定において将来的な気候変動を考慮している</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>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、<u>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】</u></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 (<math>V_T</math>)</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D$ <p><math>V_D</math> (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 (<math>V_{Rm}</math>)</p> $V_{Rm} = V_D - V_T$ <p><math>V_D</math> (m/s) : 設計竜巻の最大風速</p> <p><math>V_T</math> (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 (<math>R_m</math>)</p> $R_m = 30 \text{ (m)}$ <p>(4) 設計竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>)</p> $\Delta P_{max} = \rho \cdot V_{Rm}^2$ <p><math>\rho</math> : 空気密度 (1.22 (kg/m<sup>3</sup>))</p> <p><math>V_{Rm}</math> (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)<sub>max</sub>)</p> $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$ <p><math>V_T</math> (m/s) : 設計竜巻の移動速度</p> <p><math>R_m</math> (m) : 設計竜巻の最大接線風速が生じる位置での半径</p> <p><math>\Delta P_{max}</math> (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。<u>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。</u></p> <p>① 竜巻の移動速度 (<math>V_T</math>)</p> $V_T = 0.15 \cdot V_D$ <p>② 竜巻の最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>)</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 (<math>R_m</math>)</p> $R_m = 30 \text{ (m)}$ <p>④ 竜巻の最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>)</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)<sub>max</sub>)</p> $(dp/dt)_{max} = (V_T/R_m) \cdot \Delta P_{max}$	<p>・設定方法の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></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><b>【柏崎 6/7】</b></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><b>【柏崎 6/7】</b></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="181 1648 899 1795"> <thead> <tr> <th>設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) [m/s]</th> <th>移動速度 (<math>V_T</math>) [m/s]</th> <th>最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) [m/s]</th> <th>最大接線風速半径 (<math>R_m</math>) [m]</th> <th>最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) [hPa]</th> <th>最大気圧低下率 ((dp/dt)<sub>max</sub>) [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 ( $\Delta P_{max}$ ) [hPa]	最大気圧低下率 ((dp/dt) <sub>max</sub> ) [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="967 1648 1685 1837"> <thead> <tr> <th>設計竜巻の最大風速 (<math>V_D</math>) (m/s)</th> <th>移動速度 (<math>V_T</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 (<math>R_m</math>) (m)</th> <th>最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) (hPa)</th> <th>最大気圧低下率 ((dp/dt)<sub>max</sub>) (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 ( $\Delta P_{max}$ ) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) <sub>max</sub> ) (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="1736 1633 2502 1827"> <thead> <tr> <th>風速 (<math>V_D</math>) (m/s)</th> <th>移動速度 (<math>V_T</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速 (<math>V_{Rm}</math>) (m/s)</th> <th>最大接線風速半径 (<math>R_m</math>) (m)</th> <th>最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) (hPa)</th> <th>最大気圧低下率 ((dp/dt)<sub>max</sub>) (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 ( $\Delta P_{max}$ ) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) <sub>max</sub> ) (hPa/s)	92	14	78	30	75	35	
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 ( $\Delta P_{max}$ ) [hPa]	最大気圧低下率 ((dp/dt) <sub>max</sub> ) [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 ( $\Delta P_{max}$ ) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) <sub>max</sub> ) (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 ( $\Delta P_{max}$ ) (hPa)	最大気圧低下率 ((dp/dt) <sub>max</sub> ) (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>&lt;参考文献&gt;</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 ( <a href="http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html">http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html</a> )</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 <math>V_D</math> 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 (<math>W_w</math>) 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 (<math>G</math>) は、<math>G=1.0</math>、風力係数 (<math>C</math>) 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><math>\rho</math>: 空気密度 <math>V_D</math>: 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 <math>V_D</math> 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 <math>V_{D}</math> によって施設（屋根を含む）に作用する風圧力による荷重 (<math>W_w</math>) 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 (= <math>(1/2) \cdot \rho \cdot V_D^2</math>) <math>\rho</math>: 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 <math>V_D</math> 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 (<math>W_w</math>) 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 (<math>G</math>) は <math>G=1.0</math>、風力係数 (<math>C</math>) 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><math>\rho</math>: 空気密度 <math>V_D</math>: 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(<math>\Delta P_{max}</math>)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 <math>W_p</math> を以下の式により設定する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ここで、<math>\Delta P_{max}</math> : <u>フジタモデルにより求まる最大気圧低下量</u>、<math>A</math> : 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 <math>W_p</math> 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> <p>・<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></p> <p>・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> <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 (<math>W_p</math>) は、最大気圧低下量 (<math>\Delta P_{max}</math>) 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 <math>W_p</math> を以下の式により設定する。</u></p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p><math>\Delta P_{max}</math> : 最大気圧低下量 <math>A</math> : 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 <math>W_p</math> 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、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></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><u>施設については、鉛直方向の風圧力に対して特にぜい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(<math>\Delta P_{max}</math>)に基づき設定する。</u></p> <p>①<u>建物・構築物等</u></p> <p>建物については、気圧差による<u>圧力荷重</u>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 <math>W_p</math> を以下の式により設定する。</p> $W_p = \Delta P_{max} \cdot A$ <p>ここで、<math>\Delta P_{max}</math> : 最大気圧低下量、<math>A</math> : 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<u>設備(系統, 機器)</u></p> <p>設備についても、上記と同様に<u>圧力荷重 <math>W_p</math></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><u>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, 角型鋼管 (大), 足場パイプ及び鋼製足場板を設計飛来物として選定した。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><u>また, 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。なお, 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><u>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, 鋼製材を設計飛来物として選定した。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。</u></p> <p><u>また, 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。砂利のサイズは竜巻防護ネットの網目のサイズ (4 cm)</u></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>

ネットをすり抜ける可能性があるサイズ(4cm)を考慮して設定した。

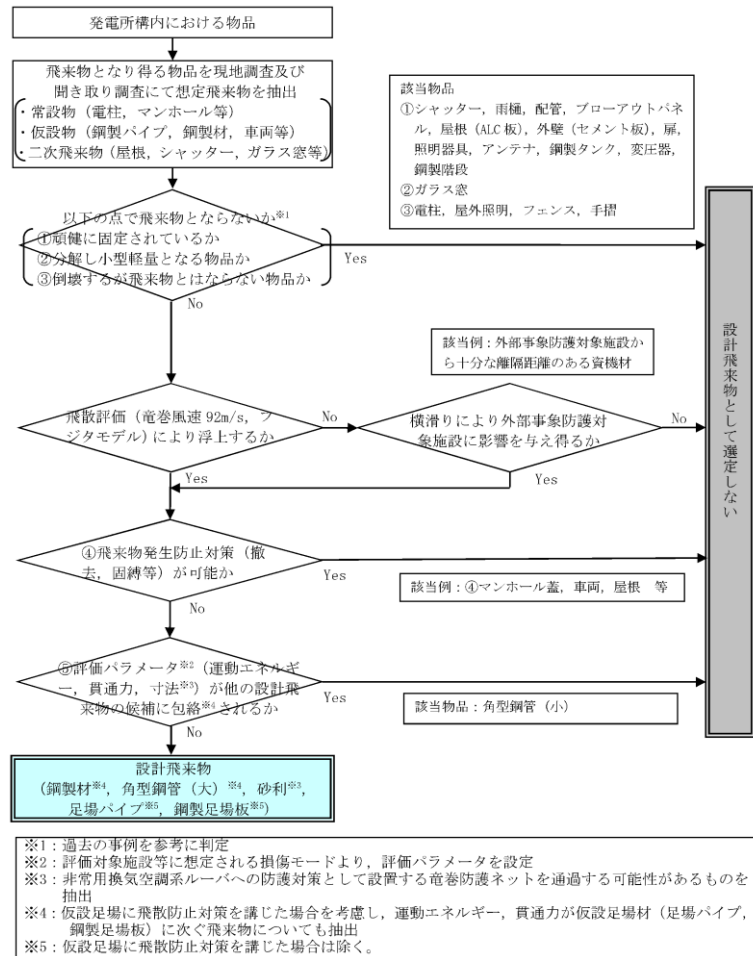
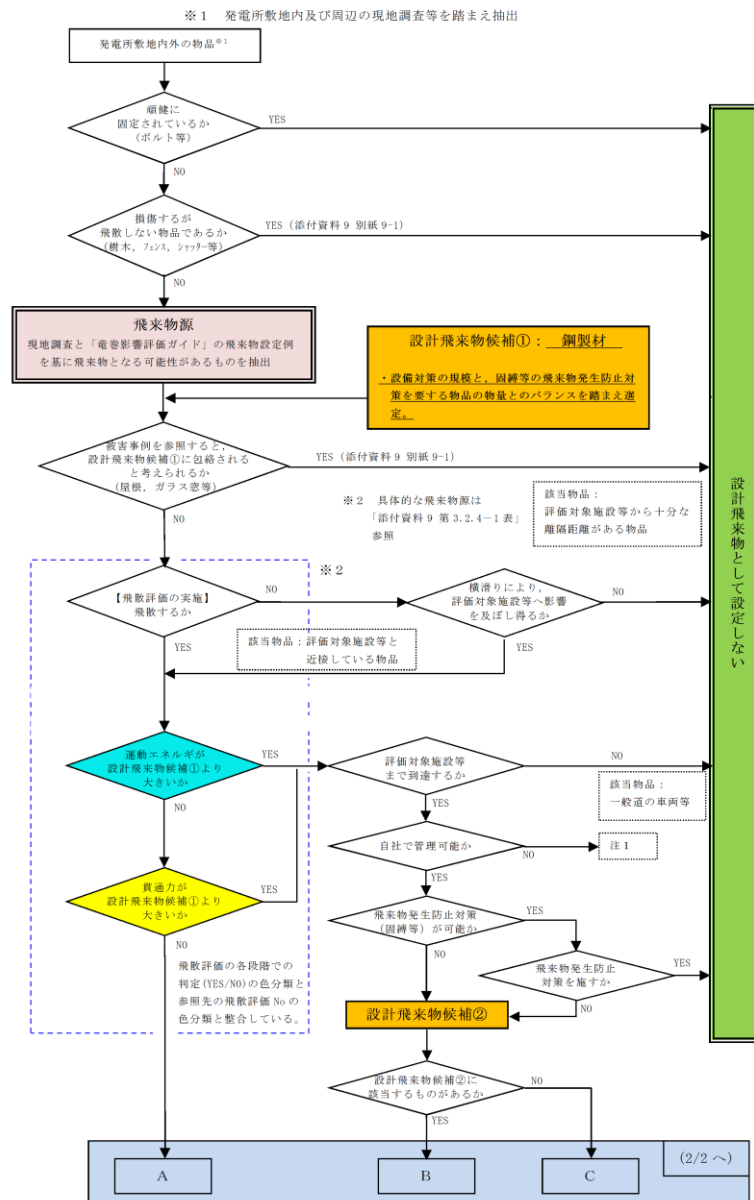


図 3.3.1.1 設計飛来物の選定フロー

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。

【ここまで】



第 3.3.1-1 図 設計飛来物の設定フロー(1/2)

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。

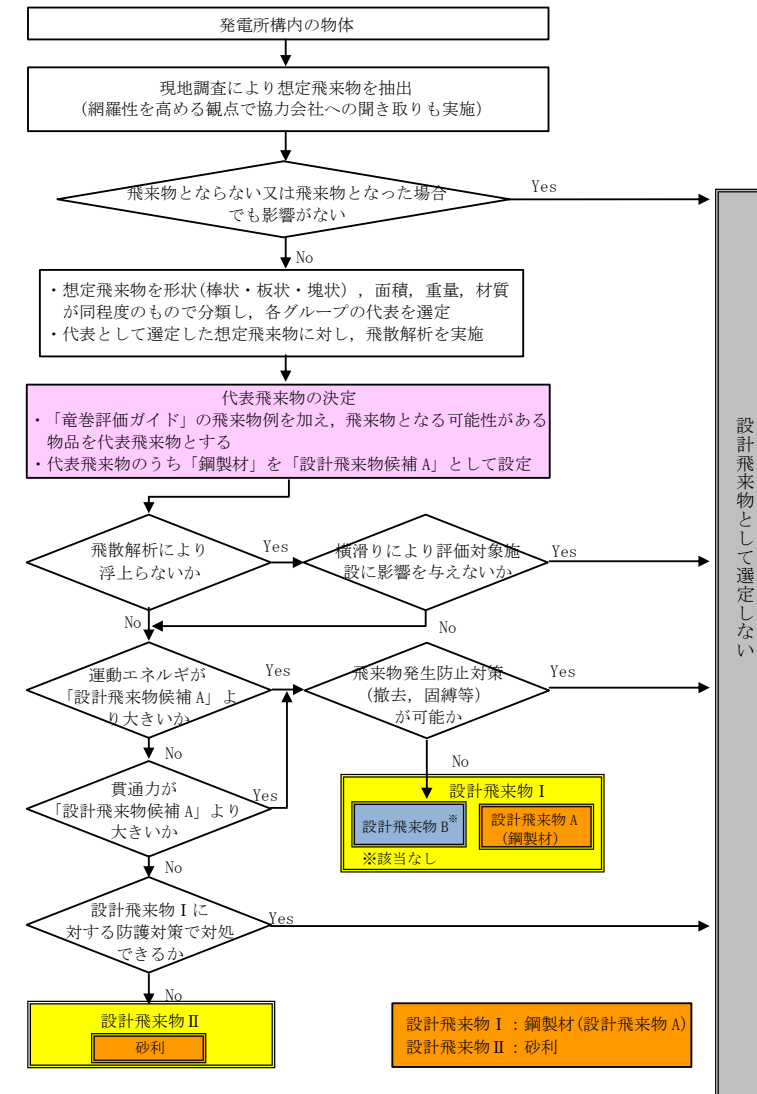
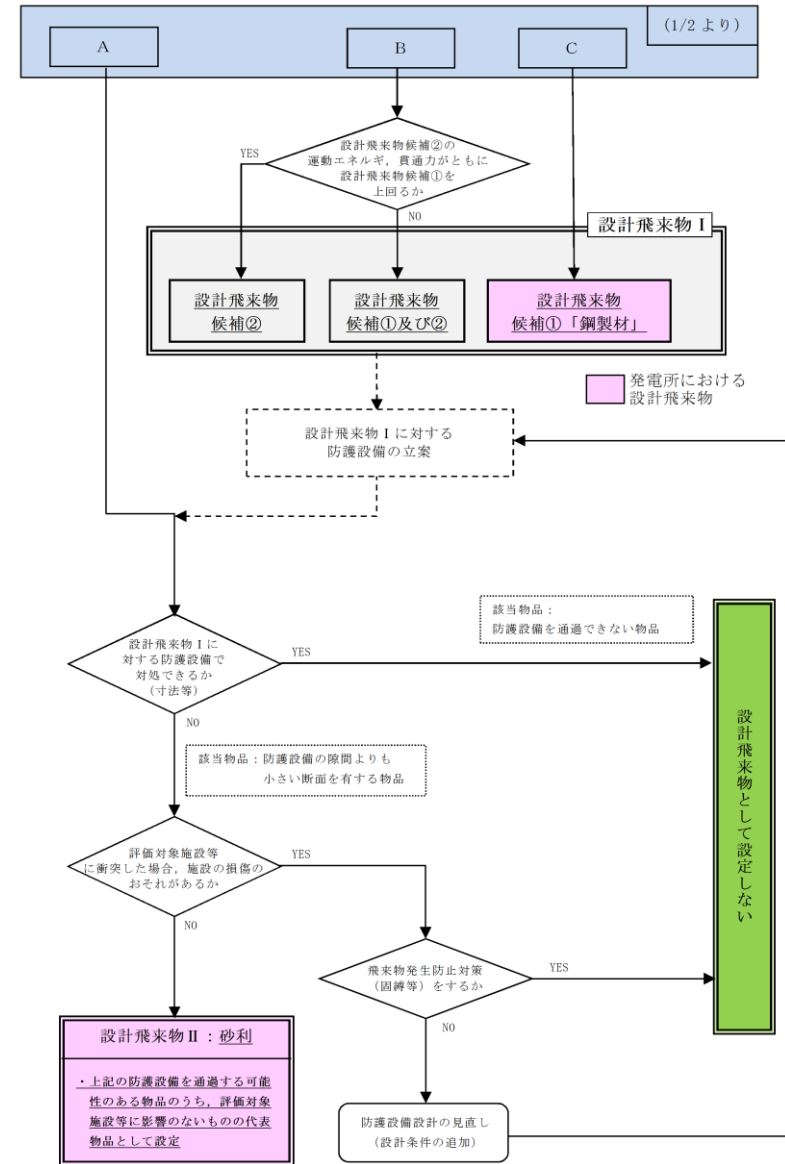


図3.3.1.1 設計飛来物の選定フロー

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>



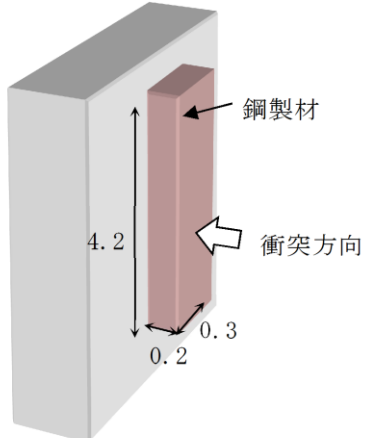
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
	<p>・東海発電所を含む当社敷地内のは、飛来物発生防止対策（固縛等）を施すか、評価対象施設等及び竜巻飛来物防護対策設備からの離隔及び頑健な建物内への移動等の運用により、設計飛来物による影響を上回らないものとする。なお、これらの対応については、東海発電所及び東海第二発電所の原子炉施設保安規定に規定し管理する。</p> <p>・<u>当社敷地近傍の隣接事業所等から到達し得るものは、飛来物が配置できない設計とする、若しくは当該飛来物が衝突する可能性のある評価対象施設等について、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<sup>*1</sup>、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  <b>【東海第二】</b>  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="973 247 1679 600" style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> <p data-bbox="1003 613 1650 646">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 1703 1050">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 1066 1703 1852" style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>	<p data-bbox="1733 793 2398 827">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 2499 1050"><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 1066 2499 1852" style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>	<p data-bbox="2534 793 2807 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 (<math>V_{Hmax}</math>) 及び最大鉛直速度 (<math>V_{Vmax}</math>) 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 (<math>V_{Hmax}</math>) 及び最大鉛直速度 (<math>V_{Vmax}</math>) 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<sup>(1)(2)</sup>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 (<math>V_{Hmax}</math>) 及び最大鉛直速度 (<math>V_{Vmax}</math>) 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、評価対象施設等のどの高さに対しても衝突を考慮する。</u></p>	<p>備考</p> <p>・設計飛来物の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></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><u>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離隔対策を実施し、確実に飛来物とならない運用とする。</u></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> <table border="1" data-bbox="178 579 914 898"> <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>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)<sup>※1, ※2</sup></td> <td>52*(148)<sup>※1, ※2</sup></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> <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>	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) <sup>※1, ※2</sup>	52*(148) <sup>※1, ※2</sup>	飛散距離(m)	18	9	20	261	373	<p>第 3.3.1-2 表 発電所における設計飛来物の速度</p> <table border="1" data-bbox="955 579 1703 945"> <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> <p>c. <u>設計飛来物の衝撃荷重の設定</u></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、<u>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。</u></p> <p><u>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<sup>(3)</sup>を踏まえた下式にて算出した。</u></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<sub>MIN</sub></u> : 飛来物の衝突方向長さ</p> <p><u>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。</u></p>	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	<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" data-bbox="1739 558 2493 970"> <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)<sup>※1</sup></td> <td>36</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table> <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>	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) <sup>※1</sup>	36	34	<p>・設計飛来物の相違  <b>【柏崎 6/7, 東海第二】</b>  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> <p>・記載方針の相違  <b>【東海第二】</b>  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>
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) <sup>※1, ※2</sup>	52*(148) <sup>※1, ※2</sup>																																																																						
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) <sup>※1</sup>	36	34																																																																									

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(<math>W_w</math>)、気圧差による荷重(<math>W_p</math>)、及び設計飛来物による衝撃荷重(<math>W_M</math>)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><u>ここで、</u></p> <p><math>W_{T1}, W_{T2}</math>:設計竜巻による複合荷重  <math>W_w</math>:設計竜巻の風圧力による荷重  <math>W_p</math>:設計竜巻の気圧差による荷重  <math>W_M</math>:設計飛来物による衝撃荷重</p> <p>なお、評価対象施設等には <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> 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<sup>(3)</sup>)</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 (<math>W_w</math>)、気圧差による荷重 (<math>W_p</math>) 及び設計飛来物等による衝撃荷重 (<math>W_M</math>) 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><math>W_{T1}, W_{T2}</math>:設計竜巻による複合荷重  <math>W_w</math>:設計竜巻の風圧力による荷重  <math>W_p</math>:設計竜巻の気圧差による荷重  <math>W_M</math>:設計飛来物等による衝撃荷重</p> <p><u>ここで、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、<math>W_{T2}</math>の算出においては<math>W_w, W_p</math>及び<math>W_M</math>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<math>W_{T1}</math>及び<math>W_{T2}</math>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(<math>W_w</math>)、気圧差による荷重(<math>W_p</math>)、及び設計飛来物による衝撃荷重(<math>W_M</math>)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><u>ここで、</u></p> <p><math>W_{T1}, W_{T2}</math>:設計竜巻による複合荷重  <math>W_w</math>:設計竜巻による風圧力による荷重  <math>W_p</math>:設計竜巻による気圧差による荷重  <math>W_M</math>:設計飛来物による衝撃荷重</p> <p>なお、竜巻影響評価対象施設には <math>W_{T1}</math> 及び <math>W_{T2}</math> 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<sup>*1</sup>，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<sup>*2</sup>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<sup>*3</sup>，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<sup>(4)</sup>，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<sup>(5)</sup>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<sup>(6)</sup>，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<sup>*1</sup>，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<sup>*2</sup>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<sup>*3</sup>，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</u>等が考えられるが、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</u>等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</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</u>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>	

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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）</li> <li>・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）</li> <li>・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類等</li> </ul> <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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類</li> <li>・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）</li> <li>・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類</li> </ul> <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"> <li>・建築基準法</li> <li>・日本産業規格</li> <li>・日本建築学会及び土木学会等の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）</li> <li>・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）</li> <li>・原子力エネルギー協会（NEI）の基準・指針類 等</li> </ul> <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"> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本機械学会の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会) 等</li> </ul> <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"> <li>・日本工業規格</li> <li>・日本機械学会の基準・指針類</li> <li>・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)</li> </ul> <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"> <li>・日本産業規格</li> <li>・日本機械学会の基準・指針類</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会) 等</li> </ul> <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"> <li>・設置場所及び設計飛来物の相違</li> <li>【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)</li> <li>・設置場所の相違</li> <li>【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)</li> </ul>

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>b. 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><u>c. 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><u>d. 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><u>e. 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（原子炉補機冷却系，高圧炉心スプレイ補機冷却系）（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  <b>【東海第二】</b>  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  <b>【柏崎6/7】</b>  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>f. <u>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>g. <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</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>h. <u>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>i. <u>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(原子炉補機冷却系,高圧炉心スプレイ補機冷却系)</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(非常用ガス処理系用排気筒を含む。)</u>  排気筒(非常用ガス処理系用排気筒を含む。)は設計飛来物(鋼製材)により損傷し,排気筒(非常用ガス処理系用排気筒を含む。)の安全機能が維持されないことを考慮して,安全上支障のない期間に補修が可能な設計とするとともに,環境への放射性物質の異常な放出が発生する可能性がある設計基準事故に対して,周辺の公衆に著しい放射線被ばくのリスク抑制する機能を保持できる設計とする。なお,排気筒(非常用ガス処理系用排気筒を含む。)が損傷し,非常用ガス処理系が動作不能と判断された場合は,プラントを停止し補修を行う。  また,排気筒(非常用ガス処理系用排気筒を含む。)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,排</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>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。</p> <p>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。</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>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。</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>原子炉建屋原子炉棟外壁（5階及び6階部分）の原子炉</p>	<p>気筒全体が倒壊しない設計とする。</p> <p>④排気筒モニタ</p> <p>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、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。</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系、高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系）（配管、弁を含む。）</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</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系、高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系）、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系）原子炉建物外壁（4階部分）の原子炉建物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</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（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>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>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>&lt;以下、外部事象防護対象施設を内包する区画&gt;</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</p>	<p>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>原子炉建屋、タービン建屋、制御室建屋、廃棄物処理建屋、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物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等の対応を行うことで、排気筒モニタの安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>・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（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</p> <p>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</p> <p>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></p> <p>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)</p> <p>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</u></p>	<p>わらない設計とする。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. 軽油貯蔵タンク室</p> <p>軽油貯蔵タンク室は、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</p> <p>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</p> <p>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</p>	<p>(3) 外気との接続がある施設</p> <p>外気との接続がある施設は、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空調換気設備(原子炉棟空調換気系、中央制御室換気系、非常用再循環処理装置、原子炉建物付棟空調換気系)</p> <p>空調換気設備は、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。<u>空調換気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すると、設計飛来物(鋼製材)による衝撃は作用しない。</u></p>	<p>備考</p> <p>・設置状況及び設計飛来物の相違</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>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</p> <p>【柏崎6/7】</p> <p>設計飛来物の飛散高</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>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 原子炉建屋1階 非常用ディーゼル発電機室設置設備、</p>	<p><u>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 原子炉建屋付属棟3階中央制御室換気空調設備は、設計</p>	<p><u>気圧差による荷重に対して、空調換気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> 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空調換気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。</p> <p>②非常用ガス処理系配管 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。 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。</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設備、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 中央制御室空調換気設備等 原子炉補機冷却水ポンプ・熱交換器・配管及び弁、原子炉</p>	<p>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>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。</p> <p>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。</p>	<p>飛来物の衝突により、<u>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>b. <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)</u>  <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>c. <u>非常用電源盤 (電気室)</u>  <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>d. <u>原子炉建屋原子炉棟 6 階設置設備</u>  <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</u></p>	<p>建物付属棟空調換気設備、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、中央制御室空調換気設備等は、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、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、<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設備、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、中央制御室空調換気設備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設備、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、中央制御室空調換気設備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  <b>【東海第二】</b>  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  ・設計飛来物の相違  <b>【柏崎 6/7】</b>  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  <b>【東海第二】</b>  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  <b>【東海第二】</b>  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  <b>【東海第二】</b>  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>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する。</u></p>		<p>(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、<u>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。</u>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、<u>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設計とする。</u></p>	<p><u>h. 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン</u> 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、<u>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> さらに、<u>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。</u></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、<u>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。</u></p> <p>a. サービス建屋 サービス建屋は、<u>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>(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、<u>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。</u></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、<u>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</u></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】 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>③原子炉建屋天井クレーン，燃料交換機</p> <p><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</p> <p><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 より高いことを考慮すると，鋼製材，角型鋼管（大），砂利による衝撃荷重</u></p>	<p>b. <u>海水ポンプエリア防護壁</u></p> <p><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></p> <p><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></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。）排気消音器は，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</u></p>	<p><u>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の付属施設），排気消音器（非常用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）</p> <p><u>排気管（非常用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</u></p>	<p>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】</p> <p>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> <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>・設備の相違</p> <p>【東海第二】</p> <p>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】</p> <p>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> <p>【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>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>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. 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  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. 残留熱除去系海水系配管(放出側)  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)に常時作用する荷重に対して、構造健全性を維持し、安全機能</p>	<p>ンブタンクの付属施設)は、設計飛来物である鋼製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>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)は地上部にはない</p>

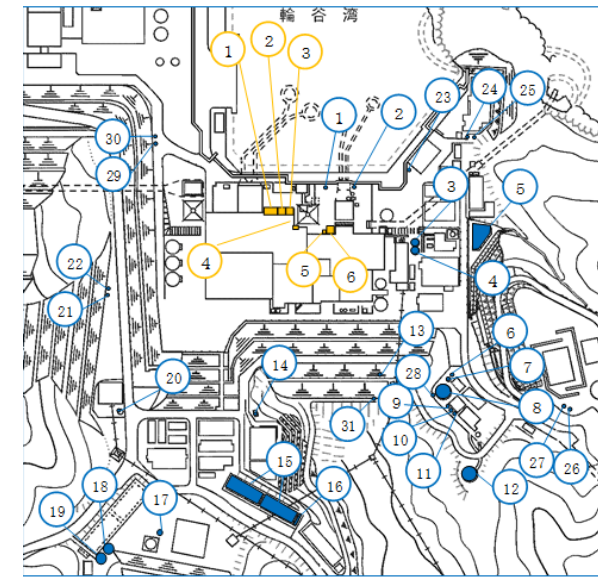
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><u>⑤竜巻随件事象の影響により外部事象防護対象施設の機能喪失させる可能性がある施設（溢水により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性のある設備，火災発生により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性のある設備，外部電源）</u></p> <p><u>竜巻随件事象の影響により外部事象防護対象施設の機能を喪失させる可能性がある施設の設計方針は，3.5 に記載する。</u></p> <p>3.5. 竜巻随件事象に対する評価</p> <p>竜巻随件事象は，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認した。<b>【添付資料 3.4】</b></p>	<p><u>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れないことを確認した。<b>【添付資料 11】</b></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</p>	<p>・設置状況の相違</p> <p><b>【東海第二】</b></p> <p>島根2号炉は海水系配管（放出側）は地上部にはない</p> <p>・抽出観点の相違</p> <p><b>【柏崎 6/7】</b></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> <p>・記載場所の相違</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) 火災</p> <p>竜巻随件事象として、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</p> <p>竜巻随件事象として、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</u></p>	<p>(1) 火災</p> <p>竜巻随件事象として、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</p> <p>竜巻随件事象として、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、<u>液体を貯蔵する屋外タンク及び貯槽類</u>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</p>	<p><u>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</p> <p>竜巻随件事象として、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</p> <p>竜巻随件事象として、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</u></p>	<p>【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(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><u>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>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、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"> <li>・<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></li> <li>・<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ル発電機を含む。）運転に支障を来すことはない。</u></li> </ul>	<p><u>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、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><u>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、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>・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>&lt;参考文献&gt;</p> <p>(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>(2) <u>E. Simiu and M. Cordes, NBSIR76-1050. Tornado-Borne Missile Speeds, 1976</u></p> <p>(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>(4) <u>雷雨とメソ気象 大野久雄, 東京堂出版</u></p> <p>(5) <u>気象庁ホームページ</u>  <u>(<a href="http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html">http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kousui.html</a>)</u></p> <p>(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	磚子水洗タンク	
	2	電解液受槽(1号)		21	S/B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	消火タク, 消火ポンプ, 制御盤(4号棟)	
	5	管理事務所1号館東側調整池		24	B-SB 廻り消火設備タンク	
	6	1号ろ過器		25	A-SB 廻り消火設備タンク	
	7	1号除だく槽		28	A-50m 盤廻り消火設備タンク	
	8	1号ろ過水タンク		27	B-50m 盤廻り消火設備タンク	
	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	74m 盤受水槽(2槽)	
	13	50m 盤トイレ用水貯槽		火災	1	2号機主変圧器
	14	原水80t水槽			2	所内変圧器本体(A, B)
	15	輪谷貯水槽(東側)			3	起動変圧器本体
	16	輪谷貯水槽(東側)沈砂池			4	水素ガスボンベ(室内)
	17	消防用水タンク			5	1号機所内変圧器
	18	A-44m 盤廻り消火設備タンク(南側)			6	1号機主変圧器
	19	B-44m 盤廻り消火設備タンク(南側)				

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>「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。</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 (<math>V_D=92\text{m/s}</math>) の発生頻度が小さい (<math>1.56 \times 10^{-7}</math>/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>プラントの運転については、保安規定に従って重大事故等対処設備を含むプラント設備について問題ないことを確認して行うこと</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>としている。また、竜巻は短時間に通過し、被害範囲は一部に限定されるため、仮に竜巻により重大事故等対処設備が損傷した場合には、補修等を実施するとともに、保安規定の運転上の制限に従い、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> <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" data-bbox="1834 625 2418 1837"> <thead> <tr> <th data-bbox="1834 1346 1843 1837">新規制基準の項目</th> <th data-bbox="1834 1020 1843 1346">解釈</th> <th data-bbox="1834 625 1843 1020">竜巻に対する考慮</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1843 1346 2033 1837">           (外部からの衝撃による損傷の防止)            第六条            安全施設は、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なければならない。         </td> <td data-bbox="1843 1020 2033 1346">           1 第六条は、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。         </td> <td data-bbox="1843 625 2033 1020">           ・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 (<math>V_D=92m/s</math>) の発生頻度が小さい (<math>1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}</math>) 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> <tr> <td data-bbox="2033 1346 2249 1837">           (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ない。            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、設計基準事象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。         </td> <td data-bbox="2033 1020 2249 1346">           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="2033 625 2249 1020">           ・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。         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="2249 1346 2418 1837">           七 重大事故防止設備のうち可搬型の場合は、共通要因によって、設計基準事象対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又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ないよう、適切な措置を講じたものであること。         </td> <td data-bbox="2249 1020 2418 1346"></td> <td data-bbox="2249 625 2418 1020">           ・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 (<math>V_D=92m/s</math>) の発生頻度が小さい (<math>1.56 \times 10^{-7}/\text{年程度}</math>) 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なければならない。	1 第六条は、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。	・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 ( $V_D=92m/s$ ) 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。	(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ない。 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、設計基準事象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。	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。	・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。	七 重大事故防止設備のうち可搬型の場合は、共通要因によって、設計基準事象対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又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ないよう、適切な措置を講じたものであること。		・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 ( $V_D=92m/s$ ) 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>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>記載の相違【柏崎6/7】</li> <li>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</li> </ul>
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なければならない。	1 第六条は、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。	・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 ( $V_D=92m/s$ ) 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。													
(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ない。 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、設計基準事象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。	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。	・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。													
七 重大事故防止設備のうち可搬型の場合は、共通要因によって、設計基準事象対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又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ないよう、適切な措置を講じたものであること。		・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 ( $V_D=92m/s$ ) 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。													

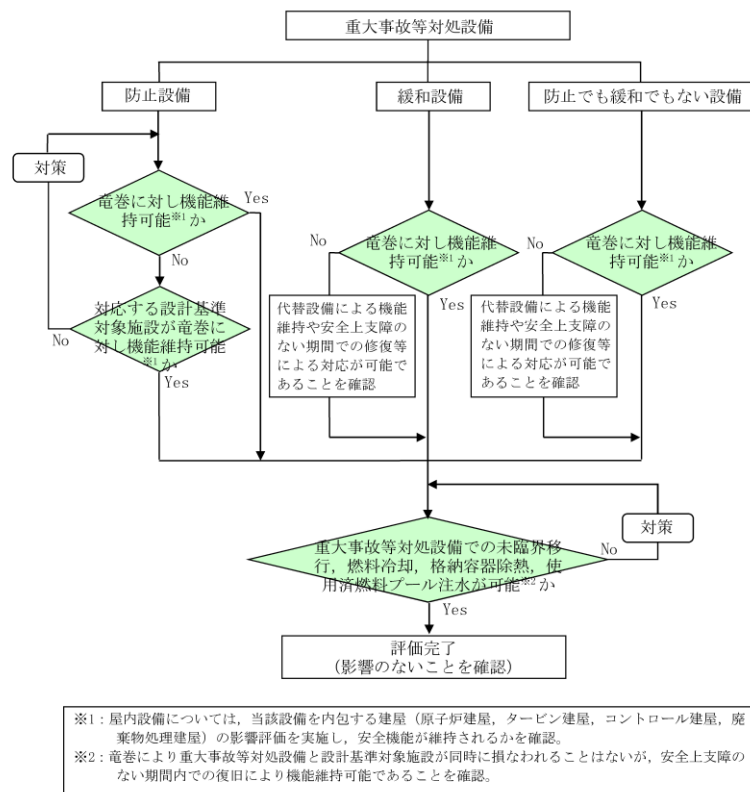


図 1.1.1 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価フロー

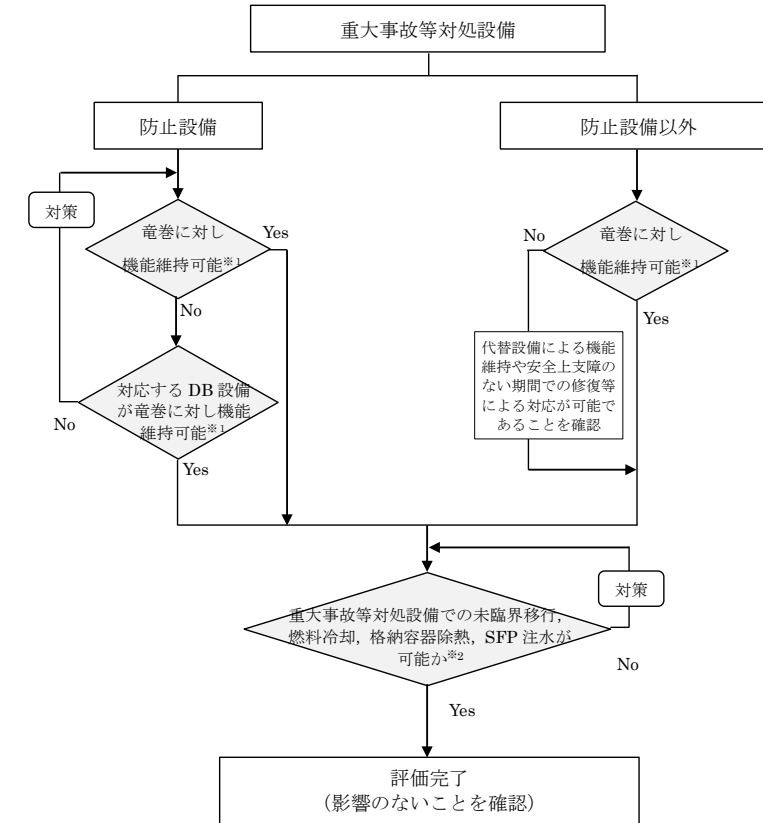
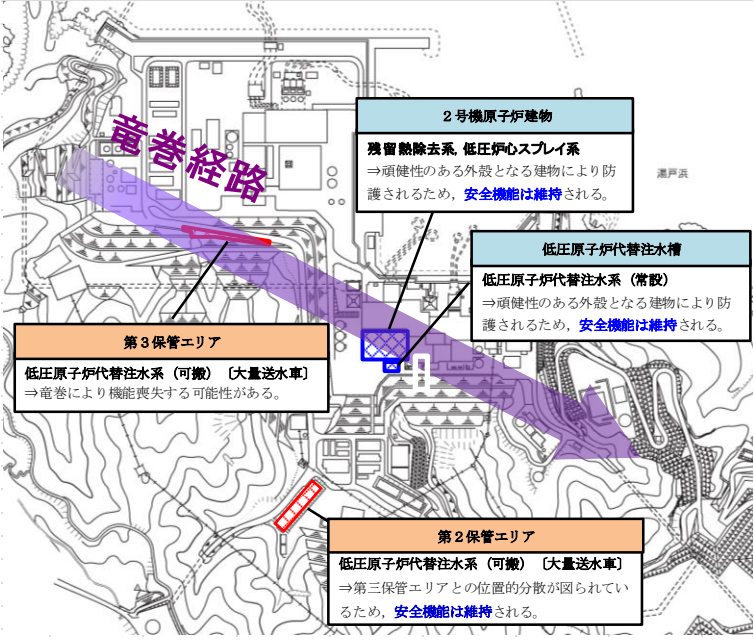


図 1.1.1 竜巻による影響を考慮するSA設備評価フロー

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="172 793 902 865">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="1745 970 2507 1045">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>	



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(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(重大事故等の拡大の防止)	—	—	—	—	—
第18条(重大事故等対処設備の損傷)	—	—	—	—	—
第19条(地震による損傷の防止)	—	—	—	—	—
第20条(津波による損傷の防止)	—	—	—	—	—
第21条(火災による損傷の防止)	—	—	—	—	—
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	—申請範囲外	—	—	—
第23条(重大事故等対処設備)	ボイールローダ	防止でも緩和でもない設備	可搬型SA設備保管場所	○	分散配置
第24条(緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備)	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(水圧駆動)、制御棒駆動系水圧制御ユニット	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
	注水制御システム	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
第25条(停止状態からの起動防止のための設備)	自動減圧系の起動阻止スイッチ	—	—	—	—
	高圧代替圧力系	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	原子炉隔離後冷却系	(設計基準対象施設)	R/B	○	建物内
	高圧冷却水ポンプ	(設計基準対象施設)	R/B	○	建物内
第26条(停止状態からの起動防止のための設備)	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	—	—	—	—
	注水制御システム	—	—	—	—
	注水制御システム	—	—	—	—
第27条(停止状態からの起動防止のための設備)	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B, C/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
	注水制御システム	防止設備	R/B	○	建物内
第28条(停止状態からの起動防止のための設備)	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内
	低圧代替圧力系(可搬型)	防止設備・緩和設備	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)  
 □: 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

\*: 重大事故等対処設備(SA設備)、原子炉建屋(R/B)、コントロール建屋(C/B)、発電炉建屋(R/B)

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(1/30)

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損傷)	—	—	—	—	—	—
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		—申請対象外	—	—	—
第43条(重大事故等対処設備)	アクセスルート確保	ボイールローダ	防止でも緩和でもない設備	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	ATWS緩和設備(代替制御棒挿入機能)	防止設備	R/B C/B	○	建物内
		制御棒駆動機構(水圧駆動)				
		制御棒駆動水圧系				
		制御棒駆動水圧系配管・弁[流路]				
代替原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	ATWS緩和設備(代替原子炉再循環ポンプトリップ機能)	防止設備	C/B	○	建物内	
						ほう酸水注入
ほう酸水注入	ほう酸水注入ポンプ	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	
						ほう酸水貯蔵タンク
						ほう酸水注入系配管・弁[流路]
						差圧検出・ほう酸水注入系配管(原子炉圧力容器内部)[流路]
出力急上昇の防止	原子炉圧力容器[注入先]	—	—	—	—	
						自動減圧起動阻止スイッチ
出力急上昇の防止	自動減圧起動阻止スイッチ	—	—	—	—	
						代替自動減圧起動阻止スイッチ

○: 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)  
 □: 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

・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 <sup>1)</sup>	竜巻	
				評価	対策方法
第34条 (本条違反による原子炉冷却機能の喪失を防止するための設備)	圧力容器	設計基準圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
第35条 (本条違反による原子炉冷却機能の喪失を防止するための設備)	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
第36条 (本条違反による原子炉冷却機能の喪失を防止するための設備)	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内
	炉心冷却系	炉心冷却系圧力超過防止設備	DB	○	建屋内

○：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)は2)と3)を併せて評価する  
 注2：重大事故等対処設備 (S設備)、炉心冷却系 (R/B)、炉心冷却系圧力超過防止設備 (DB)

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(3/30)

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	対策方法	
第45条 原子炉冷却材圧力パ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の冷却	高圧炉心スプレイポンプ	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建屋内
		高圧炉心スプレイ系配管・弁・ストレーナ・スパーージャ[流路]				
		サブプレッション・チェンバ[水源]				
第46条 原子炉冷却材圧力パウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	ほう酸水注入系による進展抑制	ほう酸水注入系	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建屋内
		ほう酸水注入系				
第46条 原子炉冷却材圧力パウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	逃がし安全弁	逃がし安全弁[操作対象弁]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建屋内
		逃がし安全弁				
		逃がし弁機能用アキュムレータ				
	原子炉減圧の自動化	代替自動減圧ロジック (代替自動減圧機能)	防止設備	C/B R/B Rw/B	○	建屋内
		自動減圧起動阻止スイッチ				
		代替自動減圧起動阻止スイッチ				
	可搬型直流電源による減圧	可搬型直流電源設備	防止設備	R/B Rw/B	○	建屋内
		SRV用電源切替盤				
	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池による減圧	主蒸気逃がし安全弁用蓄電池 (補助蓄電池)	防止設備	Rw/B	○	建屋内
		逃がし安全弁蓄電池による作動蓄電池ガス確保				
逃がし安全弁蓄電池による作動蓄電池ガス確保	逃がし安全弁蓄電池ガスポンプ	防止設備	R/B	○	建屋内	
	逃がし安全弁蓄電池ガス供給系配管・弁[流路]					
逃がし安全弁蓄電池による作動蓄電池ガス確保	逃がし安全弁蓄電池ガス供給系配管・弁[流路]	防止設備	R/B	○	建屋内	
	逃がし安全弁蓄電池ガス供給系配管・弁[流路]					
インターフェイスシステム LOCA 隔離弁	残留熱除去系注水弁	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建屋内	
原子炉建物ブローアウトパネル	原子炉建物ブローアウトパネル	防止設備	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	

○：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



表 1.1.1 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(5/5)

設備名称	重大事故等対処設備	分類	設置場所	竜巻	
				評価	防護方法
500号 電源系(設備)	電源系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	電源系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	電源系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
504号 冷却系(設備)	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
原子炉冷却系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内	
505号 燃料系(設備)	燃料系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	燃料系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	燃料系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	燃料系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	燃料系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
506号 安全系(設備)	安全系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
	安全系用遮断機	遮断機	屋内	○	建物内
507号 非常用設備	非常用設備	非常用設備	屋内	○	建物内
	非常用設備	非常用設備	屋内	○	建物内

○：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

表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(5/30)

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	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)	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・ジェットポンプ[流路] 原子炉再循環系配管[流路] 原子炉圧力容器[注水先]	R/B	○	建物内
	原子炉補機冷却系(区分I, II)	原子炉補機冷却水ポンプ 原子炉補機海水ポンプ 原子炉補機冷却系熱交換器 原子炉補機冷却系サージタンク[流路] 原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレーナ[流路]			
非常用取水設備	取水口 取水管 取水槽	→その他設備に記載		—	—
低圧原子炉代替注水系(常設)による残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系(常設)	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)による残存溶融炉心の冷却	低圧原子炉代替注水系(可搬型)	低圧原子炉代替注水系(可搬型)		—	—

○：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

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(6/30)</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="6">原子炉補機代替冷却系による除熱</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>大型送水ポンプ車</td> <td rowspan="2">防止設備</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系配管・弁[流路]</td> <td rowspan="3">R/B</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系サブタンク[流路]</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器[流路]</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口[流路]</td> <td>防止設備</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>取水口</td> <td rowspan="3">→その他設備に記載(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除熱</td> <td>第1ベントフィルタスタラバ容器</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>第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器</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>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> </tr> <tr> <td>可搬式窒素供給装置</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口[流路]</td> <td>→52条に記載</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)[排気]</td> <td>→その他設備に記載(うち、防止設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉停止時冷却</td> <td>残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)</td> <td>→47条に記載(うち、防止設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>サブプレッション・プール冷却</td> <td>残留熱除去系(サブプレッション・プール冷却モード)</td> <td>→49条に記載(うち、防止設備)</td> <td>-</td> <td>-</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	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)	大型送水ポンプ車	防止設備	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ブタンク[流路]	残留熱除去系熱交換器[流路]	ホース・接続口[流路]	防止設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(原子炉補機冷却系)	取水口	→その他設備に記載(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除熱	第1ベントフィルタスタラバ容器	→50条に記載(うち、防止設備)	-	-	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	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]	可搬式窒素供給装置	ホース・接続口[流路]	→52条に記載	-	-	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)[排気]	→その他設備に記載(うち、防止設備)	-	-	原子炉停止時冷却	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)	→47条に記載(うち、防止設備)	-	-	サブプレッション・プール冷却	残留熱除去系(サブプレッション・プール冷却モード)	→49条に記載(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	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)																																																													
		大型送水ポンプ車				防止設備																																																												
		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ブタンク[流路]																																																																
		残留熱除去系熱交換器[流路]																																																																
		ホース・接続口[流路]	防止設備	屋外	○	分散配置及び代替設備(原子炉補機冷却系)																																																												
	取水口	→その他設備に記載(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除熱	第1ベントフィルタスタラバ容器	→50条に記載(うち、防止設備)	-	-																																																													
		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																																																																
		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]																																																																		
可搬式窒素供給装置																																																																		
ホース・接続口[流路]		→52条に記載				-	-																																																											
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)[排気]		→その他設備に記載(うち、防止設備)				-	-																																																											
原子炉停止時冷却	残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)	→47条に記載(うち、防止設備)	-	-																																																														
サブプレッション・プール冷却	残留熱除去系(サブプレッション・プール冷却モード)	→49条に記載(うち、防止設備)	-	-																																																														



**表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(7/30)**

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	原子炉補機冷却系(区分I, II, III)	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				
	原子炉補機冷却系サージタンク【流路】					
	原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレーナ【流路】	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					
	高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク【流路】					
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管・弁・海水ストレーナ【流路】	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 取水管 取水槽	→その他設備に記載		-	-	

○：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

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(8/30)</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="5">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>防止設備・緩和設備</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>原子炉圧力容器[注水先]</td> <td>→その他設備に記載</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="7">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></td> <td></td> <td></td> <td></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></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></td> <td></td> <td></td> <td></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>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></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他設備に記載</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">サブプレッション・プール水の冷却</td> <td>残留熱除去ポンプ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></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></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>→その他設備に記載(うち、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]	防止設備・緩和設備				低圧原子炉代替注水槽[水源]	→56条に記載				原子炉圧力容器[注水先]	→その他設備に記載				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					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]					格納容器スプレイ・ヘッド[流路]					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))	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]	→その他設備に記載				サブプレッション・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	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]					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]	防止設備・緩和設備																																																																																																																
		低圧原子炉代替注水槽[水源]	→56条に記載																																																																																																																
	原子炉圧力容器[注水先]	→その他設備に記載																																																																																																																	
	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																																																																																																																	
		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]																																																																																																																	
		格納容器スプレイ・ヘッド[流路]																																																																																																																	
		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))																																																																																																													
		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]	→その他設備に記載																																																																																																																		
サブプレッション・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	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]																																																																																																																		
	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><b>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(9/30)</b></p> <table border="1" data-bbox="1745 289 2516 646"> <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49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備</td> <td rowspan="5">原子炉補機冷却系(区分I, II)</td> <td>原子炉補機冷却水ポンプ</td> <td rowspan="5">→48条に記載 (うち, 防止設備)</td> <td rowspan="5">-</td> <td rowspan="5">-</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系配管・弁・海水ストレージ[管路]</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系サージタンク[管路]</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系熱交換器</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機海水ポンプ</td> </tr> <tr> <td>非常用取水設備</td> <td>取水口</td> <td rowspan="3">→その他設備に記載</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>取水管</td> </tr> <tr> <td></td> <td>取水槽</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1765 703 2493 802" 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49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	原子炉補機冷却系(区分I, II)	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・海水ストレージ[管路]	原子炉補機冷却系サージタンク[管路]	原子炉補機冷却系熱交換器	原子炉補機海水ポンプ	非常用取水設備	取水口	→その他設備に記載	-	-		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49条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	原子炉補機冷却系(区分I, II)	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・海水ストレージ[管路]																												
		原子炉補機冷却系サージタンク[管路]																												
		原子炉補機冷却系熱交換器																												
		原子炉補機海水ポンプ																												
非常用取水設備	取水口	→その他設備に記載	-	-																										
	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(10/30)</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="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除熱</td> <td>第1ベントフィルタスクラバ容器</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">フィルタベント格納槽</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">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> </tr> <tr> <td>圧力開放板</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(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> </tr> <tr> <td>窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]</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>非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]</td> </tr> <tr> <td>遠隔手動弁操作機構</td> <td rowspan="2">—52条に記載</td> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2">—</td> <td rowspan="2">—</td> </tr> <tr> <td>可搬式窒素供給装置 [流路]</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 rowspan="2">—その他設備に記載</td> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2">—</td> <td rowspan="2">—</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="10">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>残留熱代替除去ポンプ</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>残留熱除去系熱交換器</td> </tr> <tr> <td>移動式代替熱交換設備</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">分散配置及び代替設備 (格納容器フィルタベント系)</td> </tr> <tr> <td>大型送水ポンプ車</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却系配管・弁 [流路]</td> <td rowspan="8">緩和設備</td> <td rowspan="8">R/B</td> <td rowspan="8">○</td> <td rowspan="8">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>残留熱除去系配管・弁・ストレーナ [流路]</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系配管・弁 [流路]</td> </tr> <tr> <td>低圧原子炉代替注水系 配管・弁 [流路]</td> </tr> <tr> <td>格納容器スプレイ・ヘッド [流路]</td> </tr> <tr> <td>ホース・接続口 [流路]</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 (うち、緩和設備)</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	フィルタベント格納槽	○	建物内	第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器	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]	窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]	遠隔手動弁操作機構	—52条に記載		—	—	可搬式窒素供給装置 [流路]	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]	—その他設備に記載		—	—		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	残留熱代替除去ポンプ	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱除去系熱交換器	移動式代替熱交換設備	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 (格納容器フィルタベント系)	大型送水ポンプ車	原子炉補機冷却系配管・弁 [流路]	緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉補機冷却系サージタンク [流路]	残留熱除去系配管・弁・ストレーナ [流路]	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]	ホース・接続口 [流路]	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)	—	—	
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	フィルタベント格納槽	○	建物内																																																																	
		第1ベントフィルタ銀ゼオライト容器																																																																					
		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]																																																																					
		窒素ガス制御系 配管・弁 [流路]	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																	
		非常用ガス処理系 配管・弁 [流路]																																																																					
		遠隔手動弁操作機構	—52条に記載		—	—																																																																	
		可搬式窒素供給装置 [流路]																																																																					
		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]	—その他設備に記載		—	—																																																																	
	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	残留熱代替除去ポンプ	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																	
		残留熱除去系熱交換器																																																																					
		移動式代替熱交換設備	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 (格納容器フィルタベント系)																																																																	
		大型送水ポンプ車																																																																					
		原子炉補機冷却系配管・弁 [流路]	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																	
原子炉補機冷却系サージタンク [流路]																																																																							
残留熱除去系配管・弁・ストレーナ [流路]																																																																							
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]																																																																							
ホース・接続口 [流路]																																																																							
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)	—					—																																																																

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>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(11/30)</b></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>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>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>取水口 取水管 取水槽 原子炉圧力容器[注水先] 原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="13">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="4">ベデスタル代替注水系(常設)によるベデスタル内注水</td> <td>低圧原子炉代替注水ポンプ</td> <td>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>低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]</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>コリウムシールド</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去系 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 rowspan="7">ベデスタル代替注水系(可搬型)によるベデスタル内注水</td> <td>格納容器スプレッドヘッド[流路]</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>低圧原子炉代替注水槽[水源]</td> <td>→56条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <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>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(ベデスタル代替注水系(常設))</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">溶融炉心の落下遅延及び防止</td> <td>輸谷貯水槽(西1)[水源]</td> <td rowspan="2">→56条に記載</td> <td rowspan="2">-</td> <td rowspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>輸谷貯水槽(西2)[水源]</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器[注水先]</td> <td>→その他設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>高圧原子炉代替注水系</td> <td>→45条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">低圧原子炉代替注水系(常設)</td> <td>ほう酸水注入系</td> <td>→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>→47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(可搬型)</td> <td>→47条に記載(うち、緩和設備)</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	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	取水口 取水管 取水槽 原子炉圧力容器[注水先] 原子炉格納容器[注水先]	→その他設備に記載(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)によるベデスタル内注水	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 R/B	○	建物内	低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	緩和設備	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	ベデスタル代替注水系(可搬型)によるベデスタル内注水	格納容器スプレッドヘッド[流路]	緩和設備	R/B	○	建物内	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]	→その他設備に記載(うち、緩和設備)	-	-	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	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(ベデスタル代替注水系(常設))	溶融炉心の落下遅延及び防止	輸谷貯水槽(西1)[水源]	→56条に記載	-	-	輸谷貯水槽(西2)[水源]	原子炉格納容器[注水先]	→その他設備に記載(うち、緩和設備)	-	-	高圧原子炉代替注水系	→45条に記載(うち、緩和設備)	-	-	低圧原子炉代替注水系(常設)	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	取水口 取水管 取水槽 原子炉圧力容器[注水先] 原子炉格納容器[注水先]	→その他設備に記載(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)によるベデスタル内注水	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 R/B	○	建物内																																																																																										
		低圧原子炉代替注水系 配管・弁[流路]	緩和設備	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																																																																																										
	ベデスタル代替注水系(可搬型)によるベデスタル内注水	格納容器スプレッドヘッド[流路]	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																										
		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]	→その他設備に記載(うち、緩和設備)	-	-																																																																																											
		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	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(ベデスタル代替注水系(常設))																																																																																										
	溶融炉心の落下遅延及び防止	輸谷貯水槽(西1)[水源]	→56条に記載	-	-																																																																																											
		輸谷貯水槽(西2)[水源]																																																																																														
原子炉格納容器[注水先]		→その他設備に記載(うち、緩和設備)	-	-																																																																																												
高圧原子炉代替注水系		→45条に記載(うち、緩和設備)	-	-																																																																																												
低圧原子炉代替注水系(常設)	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)	-	-																																																																																												
		<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(12/30)</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 rowspan="4">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)</td> <td>(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>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[注水先]</td> <td colspan="2">→その他設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">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(代替循環冷却系使用時の格納容器内の可燃性ガスの排出を含む)</td> <td>第1ベントフィルタスクラバ容器</td> <td colspan="2">→50条に記載(うち、緩和設備)</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 colspan="2"></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>圧力開放板</td> <td colspan="2"></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 colspan="2">→58条に記載(うち、緩和設備)</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)</td> <td colspan="2"></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 colspan="2"></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 colspan="2">→50条に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>窒素ガス制御系 配管・弁[流路]</td> <td colspan="2"></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>非常用ガス処理系 配管・弁[流路]</td> <td colspan="2"></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器(サブプレッション・チェーンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]</td> <td colspan="2">→その他設備に記載(うち、緩和設備)</td> <td>-</td> <td>-</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 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 colspan="2"></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>格納容器水素濃度</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器酸素濃度(SA)</td> <td colspan="2"></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>格納容器酸素濃度</td> <td colspan="2"></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	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[注水先]	→その他設備に記載(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(代替循環冷却系使用時の格納容器内の可燃性ガスの排出を含む)	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)			-	-	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			-	-	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)		-	-	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]			-	-	原子炉格納容器(サブプレッション・チェーンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]	→その他設備に記載(うち、緩和設備)		-	-	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)	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	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			-	-	
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																																																																																																																		
		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[注水先]	→その他設備に記載(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(代替循環冷却系使用時の格納容器内の可燃性ガスの排出を含む)	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)			-	-																																																																																																																		
		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			-	-																																																																																																																			
	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)		-	-																																																																																																																			
	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]			-	-																																																																																																																			
原子炉格納容器(サブプレッション・チェーンバ、真空破壊装置を含む) [排出元]	→その他設備に記載(うち、緩和設備)		-	-																																																																																																																				
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)																																																																																																																				
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	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			-	-																																																																																																																			
		<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(13/30)

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				
		原子炉棟 [流路]				
	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
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 (可搬型) による常設スプレイヘッドを使用した燃料プール注水及びスプレイ	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)
		可搬型ストレーナ				
		常設スプレイヘッド	防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内
		燃料プールのスプレイ系 配管・弁 [流路]				
		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)
		輸谷貯水槽 (西 1) [水源]				
				→56 条に記載	-	-
				→56 条に記載	-	-
				→その他設備に記載	-	-
		燃料プールのスプレイ系 (可搬型) による可搬型スプレイノズルを使用した燃料プール注水及びスプレイ	大量送水車	防止設備 ・緩和設備	可搬型設備 保管場所 (屋外)	○
	ホース [流路]					
	可搬型ストレーナ		防止設備 ・緩和設備	R/B	○	建物内
	可搬型スプレイノズル					
				→56 条に記載	-	-
			→56 条に記載	-	-	
		→その他設備に記載	-	-		
大気への放射性物質の拡散抑制	大型送水ポンプ車	→55 条に記載	-	-	-	
	ホース [流路]					
	放水砲					

○ : 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 (15/30)</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="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</td> <td>大型送水ポンプ車</td> <td rowspan="2">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[流路] 放水砲</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>海洋への放射性物質の拡散抑制</td> <td>放射性物質吸着材 シルトフェンス 小型船舶</td> <td rowspan="2">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="4">航空機燃料火災への消火</td> <td>大型送水ポンプ車 ホース[流路] 放水砲 消火薬剤容器</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 補修を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">重大事故等収束のための水源</td> <td>低圧原子炉代替注水槽</td> <td rowspan="2">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>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>輪谷貯水槽(西1) 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>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 ホース[流路] 可搬型ストレータ 大型送水ポンプ車 ホース[流路] 取水口 取水管 取水槽</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 (大型送水ポンプ車, 大量送水車)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">→その他設備に記載</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	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	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 シルトフェンス 小型船舶	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	補修を実施	航空機燃料火災への消火	大型送水ポンプ車 ホース[流路] 放水砲 消火薬剤容器	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	分散配置 補修を実施	重大事故等収束のための水源	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	R/B	○	建物内	輪谷貯水槽(西1) 輪谷貯水槽(西2)	— (代替淡水源)	屋外	○	影響なし	ほう酸水貯蔵タンク	→44条に記載		—	—	水の供給	大量送水車 ホース[流路] 可搬型ストレータ 大型送水ポンプ車 ホース[流路] 取水口 取水管 取水槽	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)	→その他設備に記載		—	—	
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	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		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 シルトフェンス 小型船舶	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	補修を実施																																																										
	航空機燃料火災への消火	大型送水ポンプ車 ホース[流路] 放水砲 消火薬剤容器	緩和設備		可搬型設備 保管場所(屋外)	○	分散配置 補修を実施																																																										
		重大事故等収束のための水源	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		R/B	○	建物内																																																										
			輪谷貯水槽(西1) 輪谷貯水槽(西2)	— (代替淡水源)	屋外	○	影響なし																																																										
	ほう酸水貯蔵タンク		→44条に記載		—	—																																																											
	水の供給	大量送水車 ホース[流路] 可搬型ストレータ 大型送水ポンプ車 ホース[流路] 取水口 取水管 取水槽	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)																																																											
		→その他設備に記載		—	—																																																												
		<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 (16/30)</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="10">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</td> <td rowspan="4">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="4">ガスタービン発電機建物</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">建物内</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用サービスタンク</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>ガスタービン発電機用燃料移送配管・弁[燃料流路]</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>屋外</td> <td>○</td> <td>代替設備(ディーゼル燃料貯蔵タンク)</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="5">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="5">R/B 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽</td> <td rowspan="5">○</td> <td rowspan="5">建物内</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～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	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サービスタンク	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配管・弁[燃料流路]	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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)	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	R/B 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内	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～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	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サービスタンク																																	
		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配管・弁[燃料流路]																																	
		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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)																													
		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	R/B 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内																													
		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～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 (17/30)</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="14">第57条 電源設備</td> <td rowspan="7">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DEG)</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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク出口ノズル・弁 [燃料流路]</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～非常用高圧母線C系及びD系電路 [電路]</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="2">屋外 R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">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～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 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 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)</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 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系充電器(SA)</td> </tr> <tr> <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～直流盤電路 [電路]</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)及び充電器～直流盤電路 [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>Rw/B</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DEG)	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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)	ガスタービン発電機用軽油タンク出口ノズル・弁 [燃料流路]	高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～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	○	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～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]	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・緩和設備	Rw/B	○	建物内	B1-115V系蓄電池(SA)	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・緩和設備	Rw/B	○	建物内	B1-115V系充電器(SA)	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～直流盤電路 [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～直流盤電路 [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	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	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DEG)																																																																					
		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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)																																																																					
		ガスタービン発電機用軽油タンク出口ノズル・弁 [燃料流路]																																																																									
		高圧発電機車～高圧発電機車接続プラグ収納箱(原子炉建物西側)～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	○	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～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]																																																																									
	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・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																					
		B1-115V系蓄電池(SA)																																																																									
		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・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																					
		B1-115V系充電器(SA)																																																																									
		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～直流盤電路 [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～直流盤電路 [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	Rw/B	○	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 (18/30)</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57条 電源設備</td> <td rowspan="3">常設代替直 流電源設備 による給電</td> <td>SA用115V系蓄電池</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>SA用115V系蓄電池 及び充電器～SA対 策設備用分電盤(2) 直流母線回路〔電路〕</td> </tr> <tr> <td rowspan="11">可搬型直 流電源設備に よる給電</td> <td>高压発電機車</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 DEG)</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>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 (ディーゼ ル燃料貯蔵タンク)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機 用軽油タンク出口ノ ズル・弁 [燃料流路]</td> </tr> <tr> <td>高压発電機車～高压 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 西側) [電路]</td> <td rowspan="4">防止設備・緩 和設備</td> <td rowspan="4">屋外 R/B</td> <td rowspan="4">○</td> <td rowspan="4">分散配置及び代替設 備 (非常用交流電源 設備)</td> </tr> <tr> <td>高压発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物西側)～直流母 線回路 [電路]</td> </tr> <tr> <td>高压発電機車～高压 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 南側) [電路]</td> </tr> <tr> <td>高压発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物南側)～直流母 線回路 [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	常設代替直 流電源設備 による給電	SA用115V系蓄電池	防止設備・緩 和設備	Rw/B	○	建物内	SA用115V系充電器	SA用115V系蓄電池 及び充電器～SA対 策設備用分電盤(2) 直流母線回路〔電路〕	可搬型直 流電源設備に よる給電	高压発電機車	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 DEG)	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	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 (ディーゼ ル燃料貯蔵タンク)	ガスタービン発電機 用軽油タンク出口ノ ズル・弁 [燃料流路]	高压発電機車～高压 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 西側) [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)	高压発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物西側)～直流母 線回路 [電路]	高压発電機車～高压 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 南側) [電路]	高压発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物南側)～直流母 線回路 [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	常設代替直 流電源設備 による給電	SA用115V系蓄電池	防止設備・緩 和設備	Rw/B	○	建物内																																																			
		SA用115V系充電器																																																							
		SA用115V系蓄電池 及び充電器～SA対 策設備用分電盤(2) 直流母線回路〔電路〕																																																							
	可搬型直 流電源設備に よる給電	高压発電機車	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 DEG)																																																			
		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																																																			
		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 (ディーゼ ル燃料貯蔵タンク)																																																			
		ガスタービン発電機 用軽油タンク出口ノ ズル・弁 [燃料流路]																																																							
		高压発電機車～高压 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 西側) [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)																																																			
		高压発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物西側)～直流母 線回路 [電路]																																																							
		高压発電機車～高压 発電機車接続プラグ 収納箱 (原子炉建物 南側) [電路]																																																							
高压発電機車接続プ ラグ収納箱 (原子炉 建物南側)～直流母 線回路 [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 (19/30)</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="10">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>SAロードセンタ</td> <td rowspan="3">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="3">低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">建物内</td> </tr> <tr> <td>SA1コントロールセンタ</td> </tr> <tr> <td>SA2コントロールセンタ</td> </tr> <tr> <td>充電器電源切替盤</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>重大事故操作盤</td> <td rowspan="5">防止設備・緩和設備</td> <td rowspan="5">R/B</td> <td rowspan="5">○</td> <td rowspan="5">建物内</td> </tr> <tr> <td>SA電源切替盤</td> </tr> <tr> <td>非常用高圧母線C系</td> </tr> <tr> <td>非常用高圧母線D系</td> </tr> <tr> <td>緊急用メタクラ接続プラグ盤</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車接続プラグ収納箱</td> <td rowspan="8">非常用交流電源設備</td> <td rowspan="8">防止設備 (設計基準拡張)</td> <td rowspan="8">R/B</td> <td rowspan="8">○</td> <td rowspan="8">建物内</td> </tr> <tr> <td>非常用ディーゼル発電機</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機</td> </tr> <tr> <td>ディーゼル燃料デイトンク</td> </tr> <tr> <td>ディーゼル燃料貯蔵タンク</td> </tr> <tr> <td>ディーゼル燃料移送ポンプ</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> </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> </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 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>非常用ディーゼル発電機～非常用高圧母線HPCS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	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	SAロードセンタ	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	SA1コントロールセンタ	SA2コントロールセンタ	充電器電源切替盤	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内	重大事故操作盤	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	SA電源切替盤	非常用高圧母線C系	非常用高圧母線D系	緊急用メタクラ接続プラグ盤	高圧発電機車接続プラグ収納箱	非常用交流電源設備	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内	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	ディーゼル燃料デイトンク	ディーゼル燃料貯蔵タンク	ディーゼル燃料移送ポンプ	非常用ディーゼル発電機燃料移送系 配管・弁 [燃料流路]	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	非常用ディーゼル発電機～非常用高圧母線HPCS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																																																									
		SAロードセンタ	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																																																									
		SA1コントロールセンタ																																																													
		SA2コントロールセンタ																																																													
		充電器電源切替盤	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																									
		重大事故操作盤	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																									
		SA電源切替盤																																																													
		非常用高圧母線C系																																																													
		非常用高圧母線D系																																																													
	緊急用メタクラ接続プラグ盤																																																														
	高圧発電機車接続プラグ収納箱	非常用交流電源設備	防止設備 (設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																									
	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																																																														
	ディーゼル燃料デイトンク																																																														
ディーゼル燃料貯蔵タンク																																																															
ディーゼル燃料移送ポンプ																																																															
非常用ディーゼル発電機燃料移送系 配管・弁 [燃料流路]																																																															
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																																																											
非常用ディーゼル発電機～非常用高圧母線HPCS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																																														
		表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果 (20/30)																																															
		<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="17">第57条 電源設備</td> <td rowspan="17">非常用直流電源</td> <td>A-115V系蓄電池</td> <td>防止設備(設計基準拡張)</td> <td>R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>A-115V系充電器</td> <td></td> <td>Rw/B</td> </tr> <tr> <td>B-115V系蓄電池</td> <td rowspan="2">防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>B-115V系充電器</td> <td>Rw/B</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池(SA)</td> <td rowspan="17">防止設備(設計基準拡張)</td> <td rowspan="17">R/B Rw/B</td> <td rowspan="17">○</td> <td rowspan="17">建物内</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系充電器(SA)</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系蓄電池</td> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系充電器</td> </tr> <tr> <td>230V系蓄電池(RCIC)</td> </tr> <tr> <td>230V系充電器(RCIC)</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中性子計装用蓄電池</td> </tr> <tr> <td>A-原子炉中性子計装用充電器</td> </tr> <tr> <td>B-原子炉中性子計装用蓄電池</td> </tr> <tr> <td>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～直流盤電路〔電路〕</td> </tr> <tr> <td>B-115V系蓄電池及び充電器～直流盤電路〔電路〕</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流盤電路〔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> </tr> <tr> <td>高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～高圧炉心スプレイ系直流盤電路〔電路〕</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〕</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〕</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	非常用直流電源	A-115V系蓄電池	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	A-115V系充電器		Rw/B	B-115V系蓄電池	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	B-115V系充電器	Rw/B	B1-115V系蓄電池(SA)	防止設備(設計基準拡張)	R/B Rw/B	○	建物内	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	230V系蓄電池(RCIC)	230V系充電器(RCIC)	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	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～直流盤電路〔電路〕	B-115V系蓄電池及び充電器～直流盤電路〔電路〕	B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流盤電路〔電路〕	230V系蓄電池(RCIC)及び充電器～直流母線電路〔電路〕	高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～高圧炉心スプレイ系直流盤電路〔電路〕	A-原子炉中性子計装用蓄電池及び充電器～直流母線〔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〕	
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	A-115V系蓄電池	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																											
		A-115V系充電器		Rw/B																																													
		B-115V系蓄電池	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																											
		B-115V系充電器		Rw/B																																													
		B1-115V系蓄電池(SA)	防止設備(設計基準拡張)	R/B Rw/B	○	建物内																																											
		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																																															
		230V系蓄電池(RCIC)																																															
		230V系充電器(RCIC)																																															
		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																																															
		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～直流盤電路〔電路〕																																															
		B-115V系蓄電池及び充電器～直流盤電路〔電路〕																																															
		B1-115V系蓄電池(SA)及び充電器～直流盤電路〔電路〕																																															
230V系蓄電池(RCIC)及び充電器～直流母線電路〔電路〕																																																	
高圧炉心スプレイ系蓄電池及び充電器～高圧炉心スプレイ系直流盤電路〔電路〕																																																	
A-原子炉中性子計装用蓄電池及び充電器～直流母線〔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〕																																																	
		<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 (21/30)</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="3">第57条 電源設備</td> <td rowspan="3">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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機用軽油タンク出口ノズル・弁〔流路〕タンクローリ</td> <td>可搬型設備保管場所(屋外)</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="13">第58条 計測設備</td> <td rowspan="2">原子炉压力容器内の温度</td> <td>原子炉压力容器温度(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>原子炉压力容器内の圧力</td> <td>原子炉圧力</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="3">原子炉压力容器内の水位</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>原子炉水位(SA)</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">原子炉压力容器への注水量</td> <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>代替注水流量(常設)</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>代替注水流量(可搬型)</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>原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量</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>高圧炉心スプレイポンプ出口流量</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去ポンプ出口流量</td> </tr> <tr> <td>低圧炉心スプレイポンプ出口流量</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>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">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>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>代替注水流量(可搬型)</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>残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)	ガスタービン発電機用軽油タンク出口ノズル・弁〔流路〕タンクローリ	可搬型設備保管場所(屋外)	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	原子炉压力容器内の温度	原子炉压力容器温度(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉压力容器内の圧力	原子炉圧力	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉压力容器内の水位	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)	原子炉水位(SA)	原子炉压力容器への注水量	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)	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	代替注水流量(可搬型)	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置	原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内	高圧炉心スプレイポンプ出口流量	残留熱除去ポンプ出口流量	低圧炉心スプレイポンプ出口流量	緩和設備	R/B	○	建物内	残留熱代替除去系原子炉注水流量	緩和設備	R/B	○	建物内	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	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内	代替注水流量(可搬型)	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置	残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量	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(ディーゼル燃料貯蔵タンク)																																																																																										
		ガスタービン発電機用軽油タンク出口ノズル・弁〔流路〕タンクローリ				可搬型設備保管場所(屋外)																																																																																										
		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	原子炉压力容器内の温度	原子炉压力容器温度(SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																										
		原子炉压力容器内の圧力	原子炉圧力	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																									
	原子炉压力容器内の水位	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)																																																																																														
		原子炉水位(SA)																																																																																														
	原子炉压力容器への注水量	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)	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																																																																																										
		代替注水流量(可搬型)	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置																																																																																										
		原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量	防止設備(設計基準拡張)	R/B	○	建物内																																																																																										
		高圧炉心スプレイポンプ出口流量																																																																																														
		残留熱除去ポンプ出口流量																																																																																														
		低圧炉心スプレイポンプ出口流量	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																										
	残留熱代替除去系原子炉注水流量	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																											
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	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	○	建物内																																																																																											
	代替注水流量(可搬型)	防止設備・緩和設備	可搬型設備保管場所(屋外)	○	分散配置																																																																																											
	残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量	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 (22/30)</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>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・チェンバ温度 (SA)</td> <td>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・プール水温度 (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 rowspan="2">原子炉格納容器内の圧力</td> <td>ドライウエル圧力 (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></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">原子炉格納容器内の水位</td> <td>ドライウエル水位</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>ベデスタル水位</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 (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>格納容器水素濃度 (SA)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></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>防止設備・緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>格納容器雰囲気放射線モニタ (サブプレッション・チェンバ)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">未臨界の維持又は監視</td> <td>中性子源領域計装</td> <td>防止設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>平均出力領域計装</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></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・プール水温度 (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>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></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></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スクラバ容器圧力</td> <td>防止設備・緩和設備</td> <td>フィルタベント格納槽</td> <td>○</td> <td>建物内</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)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スクラバ水 pH</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="4">最終ヒートシンクの確保 (残留熱除去系)</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> <tr> <td>残留熱除去系熱交換器入口温度</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出口温度</td> </tr> <tr> <td>残留熱除去ポンプ出口流量</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)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	サブプレッション・チェンバ温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内	サブプレッション・プール水温度 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉格納容器内の圧力	ドライウエル圧力 (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)					原子炉格納容器内の水位	ドライウエル水位	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	ベデスタル水位	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 (SA)	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	中性子源領域計装	防止設備	R/B	○	建物内	平均出力領域計装					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・プール水温度 (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					スクラバ容器圧力	防止設備・緩和設備	フィルタベント格納槽	○	建物内	第1ベントフィルタ出口放射線モニタ (高レンジ)					スクラバ水 pH	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	最終ヒートシンクの確保 (残留熱除去系)	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	残留熱除去系熱交換器入口温度	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出口温度	残留熱除去ポンプ出口流量	
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)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																									
		サブプレッション・チェンバ温度 (SA)	緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																									
		サブプレッション・プール水温度 (SA)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																									
	原子炉格納容器内の圧力	ドライウエル圧力 (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)																																																																																																																																													
	原子炉格納容器内の水位	ドライウエル水位	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																									
		ベデスタル水位	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 (SA)	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	中性子源領域計装	防止設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																									
		平均出力領域計装																																																																																																																																													
	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・プール水温度 (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																																																																																																																																													
		スクラバ容器圧力	防止設備・緩和設備	フィルタベント格納槽	○	建物内																																																																																																																																									
第1ベントフィルタ出口放射線モニタ (高レンジ)																																																																																																																																															
スクラバ水 pH		防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																																																																																										
最終ヒートシンクの確保 (残留熱除去系)	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																																																																																																																																										
	残留熱除去系熱交換器入口温度	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出口温度																																																																																																																																														
	残留熱除去ポンプ出口流量																																																																																																																																														
		<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 (23/30)</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="4">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)</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>原子炉水位 (燃料域)</td> </tr> <tr> <td>原子炉水位 (S A)</td> </tr> <tr> <td>原子炉圧力 (S A)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">格納容器バイパスの監視 (原子炉格納容器内の状態)</td> <td>ドライウエル温度 (S A)</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>ドライウエル圧力 (S A)</td> </tr> <tr> <td>格納容器バイパスの監視 (原子炉建屋内の状態)</td> <td>残留熱除去ポンプ出口圧力</td> <td>防止設備 (設計基準拡張)</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">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>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 (S A)</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">燃料プールの監視</td> <td>燃料プール水位 (S A)</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>燃料プール水位・温度 (S A)</td> </tr> <tr> <td>燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ・低レンジ) (S A)</td> </tr> <tr> <td>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> </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 (SPDS)</td> <td>緩和設備</td> <td>Rw/B 緊急時対策所</td> <td>○</td> <td>建物内 (屋外のものには補修を実施)</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>	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	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)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	原子炉水位 (燃料域)	原子炉水位 (S A)	原子炉圧力 (S A)	格納容器バイパスの監視 (原子炉格納容器内の状態)	ドライウエル温度 (S A)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	ドライウエル圧力 (S A)	格納容器バイパスの監視 (原子炉建屋内の状態)	残留熱除去ポンプ出口圧力	防止設備 (設計基準拡張)	Rw/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 (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)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内	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。)	発電所内の通信連絡	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 (屋外のものには補修を実施)	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	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)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
		原子炉水位 (燃料域)																																																																												
		原子炉水位 (S A)																																																																												
		原子炉圧力 (S A)																																																																												
	格納容器バイパスの監視 (原子炉格納容器内の状態)	ドライウエル温度 (S A)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
		ドライウエル圧力 (S A)																																																																												
	格納容器バイパスの監視 (原子炉建屋内の状態)	残留熱除去ポンプ出口圧力	防止設備 (設計基準拡張)	Rw/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 (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)	防止設備・緩和設備	R/B	○	建物内																																																																								
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。)																																																																														
発電所内の通信連絡	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 (屋外のものには補修を実施)																																																																									
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																																																																									
		<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 (24/30)</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58条 計測設備</td> <td rowspan="15">その他</td> <td>A D S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ガスボンベ圧力</td> </tr> <tr> <td>原子炉補機冷却ポン プ圧力</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>R C W熱交換出口温 度</td> </tr> <tr> <td>R C W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">C/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>H P C S-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">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>H P C S-コントロ ールセンタ母線電圧</td> </tr> <tr> <td>B1-115V系蓄電池 (S A)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>A-115V系直流整流 母線電圧</td> </tr> <tr> <td>B-115V系直流整流 母線電圧</td> </tr> <tr> <td>230V系直流整流 (R C I C)母線電圧</td> </tr> <tr> <td>ガスタービン発電機 電圧</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>高圧発電機車電圧</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">補修を実 施</td> </tr> <tr> <td>高圧発電機車周波数</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	A D S用N2ガス減 圧弁二次側圧力	防止設備	R/B	○	建物内	N2ガスボンベ圧力	原子炉補機冷却ポン プ圧力	防止設備 (設計基 準拡張)	R/B	○	建物内	R C W熱交換出口温 度	R C W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	C/B	○	建物内	D-メタクラ母線電 圧	H P C S-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	R/B	○	建物内	H P C S-コントロ ールセンタ母線電圧	B1-115V系蓄電池 (S A)電圧	防止設 備・緩和設 備	Rw/B	○	建物内	A-115V系直流整流 母線電圧	B-115V系直流整流 母線電圧	230V系直流整流 (R C I C)母線電圧	ガスタービン発電機 電圧	防止設 備・緩和設 備	ガスタービ ン発電機建 物	○	建物内	高圧発電機車電圧	防止設 備・緩和設 備	屋外	○	補修を実 施	高圧発電機車周波数	
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	A D S用N2ガス減 圧弁二次側圧力	防止設備	R/B	○	建物内																																																						
		N2ガスボンベ圧力																																																										
		原子炉補機冷却ポン プ圧力	防止設備 (設計基 準拡張)	R/B	○	建物内																																																						
		R C W熱交換出口温 度																																																										
		R C W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	C/B	○	建物内																																																						
		D-メタクラ母線電 圧																																																										
		H P C S-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	R/B	○	建物内																																																						
		H P C S-コントロ ールセンタ母線電圧																																																										
		B1-115V系蓄電池 (S A)電圧	防止設 備・緩和設 備	Rw/B	○	建物内																																																						
		A-115V系直流整流 母線電圧																																																										
		B-115V系直流整流 母線電圧																																																										
		230V系直流整流 (R C I C)母線電圧																																																										
ガスタービン発電機 電圧	防止設 備・緩和設 備	ガスタービ ン発電機建 物	○	建物内																																																								
高圧発電機車電圧	防止設 備・緩和設 備	屋外	○	補修を実 施																																																								
高圧発電機車周波数																																																												
		<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>																																																										

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 (25/30)</p> <table border="1" data-bbox="1745 289 2516 1066"> <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="17">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="17">居住性の確保</td> <td>中央制御室</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>中央制御室待避室</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></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></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>チャコール・フィルタ・ブースタ・ファン</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>非常用チャコール・フィルタ・ユニット</td> </tr> <tr> <td>中央制御室換気系ダクト[送路]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>中央制御室換気系ダクト[送路]</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>中央制御室待避室空気ポンプ</td> <td rowspan="2">緩和設備</td> <td rowspan="2">C/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>中央制御室待避室空気ポンプ(配管・弁)[送路]</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備(固定型)</td> <td colspan="2">→62条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備(固定型)</td> <td colspan="2"></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 rowspan="2">防止でも緩和でもない設備</td> <td rowspan="2">C/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>差圧計</td> </tr> <tr> <td>酸素濃度計</td> <td rowspan="2">防止でも緩和でもない設備</td> <td rowspan="2">C/B Rw/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>二酸化炭素濃度計</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備(屋外アンテナ)[伝送路]</td> <td colspan="2">→62条に記載</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備(屋外アンテナ)[伝送路]</td> <td colspan="2"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1765 1123 2493 1228" 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	(重大事故等対処施設)	C/B	○	建物内	中央制御室待避室					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					チャコール・フィルタ・ブースタ・ファン	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内	非常用チャコール・フィルタ・ユニット	中央制御室換気系ダクト[送路]					中央制御室換気系ダクト[送路]	防止設備・緩和設備	C/B Rw/B	○	建物内	中央制御室待避室空気ポンプ	緩和設備	C/B	○	建物内	中央制御室待避室空気ポンプ(配管・弁)[送路]	無線通信設備(固定型)	→62条に記載		-	-	衛星電話設備(固定型)					プラントパラメータ監視装置(中央制御室待避室)	防止でも緩和でもない設備	C/B	○	建物内	差圧計	酸素濃度計	防止でも緩和でもない設備	C/B Rw/B	○	建物内	二酸化炭素濃度計	無線通信設備(屋外アンテナ)[伝送路]	→62条に記載		-	-	衛星電話設備(屋外アンテナ)[伝送路]					
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	(重大事故等対処施設)	C/B	○	建物内																																																																																						
		中央制御室待避室																																																																																										
		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																																																																																										
		チャコール・フィルタ・ブースタ・ファン	防止設備・緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																						
		非常用チャコール・フィルタ・ユニット																																																																																										
		中央制御室換気系ダクト[送路]																																																																																										
		中央制御室換気系ダクト[送路]	防止設備・緩和設備	C/B Rw/B	○	建物内																																																																																						
		中央制御室待避室空気ポンプ	緩和設備	C/B	○	建物内																																																																																						
		中央制御室待避室空気ポンプ(配管・弁)[送路]																																																																																										
		無線通信設備(固定型)	→62条に記載		-	-																																																																																						
		衛星電話設備(固定型)																																																																																										
		プラントパラメータ監視装置(中央制御室待避室)	防止でも緩和でもない設備	C/B	○	建物内																																																																																						
		差圧計																																																																																										
		酸素濃度計	防止でも緩和でもない設備	C/B Rw/B	○	建物内																																																																																						
		二酸化炭素濃度計																																																																																										
無線通信設備(屋外アンテナ)[伝送路]	→62条に記載		-	-																																																																																								
衛星電話設備(屋外アンテナ)[伝送路]																																																																																												



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 (26/30)</p> <table border="1" data-bbox="1745 289 2516 703"> <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 Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">被ばく線量の低減</td> <td>非常用ガス処理系排 気ファン</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>前置ガス処理装置 [流路]</td> </tr> <tr> <td>後置ガス処理装置 [流路]</td> </tr> <tr> <td></td> <td>非常用ガス処理系配 管・弁[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></td> <td>排気管[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></td> <td>原子炉棟 [流路]</td> <td colspan="2">→その他の設備に記載</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td></td> <td>原子炉建物ブローア ウトパネル閉止装置</td> <td>緩和設備</td> <td>R/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="1745 766 2478 861" 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	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 Rw/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	緩和設備	R/B	○	建物内	前置ガス処理装置 [流路]	後置ガス処理装置 [流路]		非常用ガス処理系配 管・弁[流路]	緩和設備	R/B T/B	○	建物内		排気管[流路]	緩和設備	屋外	○	安全機能 が損なわ れないこ とを確認		原子炉棟 [流路]	→その他の設備に記載		—	—		原子炉建物ブローア ウトパネル閉止装置	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 Rw/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	緩和設備	R/B	○	建物内																																													
		前置ガス処理装置 [流路]																																																	
		後置ガス処理装置 [流路]																																																	
		非常用ガス処理系配 管・弁[流路]	緩和設備	R/B T/B	○	建物内																																													
		排気管[流路]	緩和設備	屋外	○	安全機能 が損なわ れないこ とを確認																																													
		原子炉棟 [流路]	→その他の設備に記載		—	—																																													
	原子炉建物ブローア ウトパネル閉止装置	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 (27/30)</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">Rw/B 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>Rw/B 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">放射性物質濃度 (空気中, 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">Rw/B 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></td> <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)	Rw/B 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)	Rw/B 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	放射性物質濃度 (空気中, 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)	Rw/B 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)	Rw/B 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)	Rw/B 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																																																																														
	放射性物質濃度 (空気中, 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)	Rw/B 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 (28/30)</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="13">第61条 緊急時対策所</td> <td rowspan="13">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="3">緩和設備</td> <td rowspan="3">緊急時対策所(屋外)</td> <td rowspan="3">○</td> <td rowspan="3">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> <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>緊急時対策所空気ポンプ可搬型配管・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> <td rowspan="3">緩和設備</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>緊急時対策所空気ポンプ(配管・弁)[流路]</td> </tr> <tr> <td>塵素濃度計</td> </tr> <tr> <td>二酸化炭素濃度計</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>差圧計</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>可搬式エリア放射線モニタ</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</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></td> <td>→62条に記載</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]	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内	緊急時対策所空気ポンプ可搬型配管・弁[流路]	緊急時対策所空気浄化装置(配管・弁)[流路]	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内	緊急時対策所空気ポンプ(配管・弁)[流路]	塵素濃度計	二酸化炭素濃度計	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内	差圧計	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内	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	-	-	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]	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内																																																												
		緊急時対策所空気ポンプ可搬型配管・弁[流路]																																																																
		緊急時対策所空気浄化装置(配管・弁)[流路]	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内																																																												
		緊急時対策所空気ポンプ(配管・弁)[流路]																																																																
		塵素濃度計																																																																
		二酸化炭素濃度計	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時対策所	○	建物内																																																												
		差圧計	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内																																																												
		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	-	-																																																														
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	-	-																																																													
		<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>																																																																

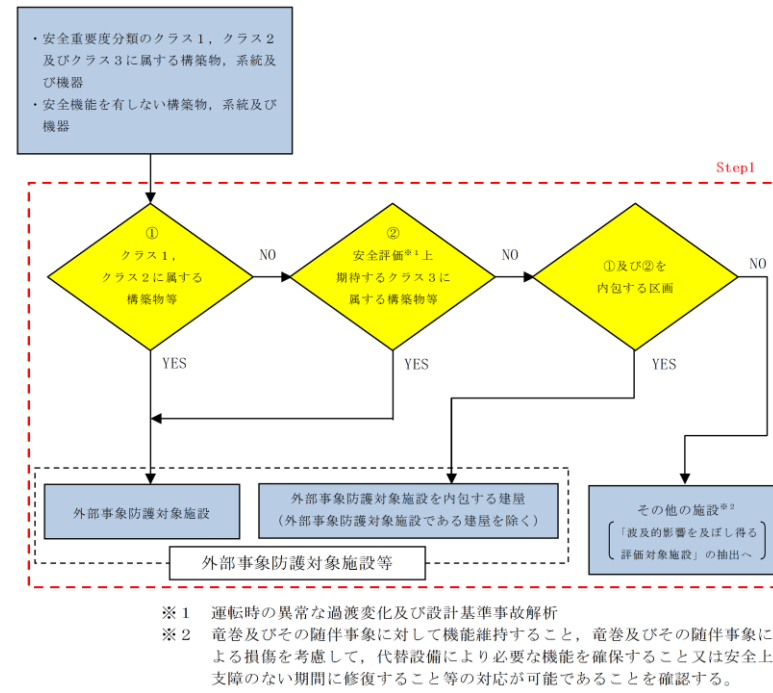
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考																																																													
		<p>表 1.1.2 竜巻に対する重大事故等対処設備の評価結果(29/30)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設置許可基準</th> <th rowspan="2">重大事故等対処設備</th> <th rowspan="2">分類</th> <th rowspan="2">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="10">通信連絡 (緊急時対策所)</td> <td>無線通信設備 (固定型)</td> <td rowspan="10">→62条に記載</td> <td rowspan="10"></td> <td rowspan="10">-</td> <td rowspan="10">-</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>衛星無線通信装置 【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【伝送路】</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">電源の確保</td> <td>緊急時対策所用発電機</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>可搬ケーブル</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所 発電機接続プラグ盤</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>緊急時対策所 低圧母線盤</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所用発電機 接続プラグ盤～緊急時対策所低圧母線盤</td> <td>緩和設備</td> <td>屋外(地下)</td> <td>○</td> <td>影響なし(地下)</td> </tr> <tr> <td>緊急時対策所用燃料 地下タンク</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</td> </tr> <tr> <td>タンクローリ</td> <td>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>ホース</td> <td>緩和設備</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】	衛星無線通信装置 【伝送路】	衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】	有線【伝送路】	電源の確保	緊急時対策所用発電機	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	補修を実施	可搬ケーブル					緊急時対策所 発電機接続プラグ盤	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内	緊急時対策所 低圧母線盤	緊急時対策所用発電機 接続プラグ盤～緊急時対策所低圧母線盤	緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)	緊急時対策所用燃料 地下タンク	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	緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内	ホース	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】																																																														
		衛星無線通信装置 【伝送路】																																																														
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】																																																														
		有線【伝送路】																																																														
電源の確保	緊急時対策所用発電機	緩和設備	可搬型設備 保管場所(屋外)	○	補修を実施																																																											
	可搬ケーブル																																																															
	緊急時対策所 発電機接続プラグ盤	緩和設備	緊急時対策所	○	建物内																																																											
	緊急時対策所 低圧母線盤																																																															
	緊急時対策所用発電機 接続プラグ盤～緊急時対策所低圧母線盤	緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし(地下)																																																											
	緊急時対策所用燃料 地下タンク	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	緩和設備	ガスタービン発電機建物	○	建物内																																																											
ホース	緩和設備																																																															
		<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(30/30)</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="14">第62条 通信連絡を行う ために必要な設備</td> <td rowspan="10">発電所内の通信連絡</td> <td>有線式通信設備</td> <td>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">緩和設備</td> <td>C/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>無線通信設備 (携帯型)</td> <td>緊急時 対策所</td> </tr> <tr> <td>安全パラメータ表示システム(SPD)</td> <td>緩和設備</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>建物内</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (固定型)</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>衛星電話設備 (携帯型)</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>無線通信装置 【伝送路】 有線【伝送路】</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>Rw/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 rowspan="2">(防止でも緩和でもない設備)</td> <td rowspan="2">Rw/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">補修を実施</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】</td> <td>緊急時 対策所 屋外</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">発電所外の通信連絡</td> <td>衛星電話設備 (固定型)</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>衛星電話設備 (携帯型)</td> <td rowspan="2">(防止でも緩和でもない設備)</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>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>データ伝送設備</td> <td rowspan="2">(防止でも緩和でもない設備)</td> <td rowspan="2">Rw/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>衛星無線通信装置 【伝送路】 有線【伝送路】</td> </tr> <tr> <td>衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】</td> <td>(防止でも緩和でもない設備)</td> <td>Rw/B</td> <td>○</td> <td>補修を実施</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">その他設備</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="2">R/B</td> <td rowspan="2">○</td> <td rowspan="2">建物内</td> </tr> <tr> <td>原子炉格納容器</td> </tr> <tr> <td>燃料プール</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 rowspan="4">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> <tr> <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	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	緩和設備	Rw/B	○	建物内	無線通信設備 (固定型)	緩和設備	C/B	○	建物内	無線通信設備 (携帯型)	緊急時 対策所	安全パラメータ表示システム(SPD)	緩和設備	Rw/B	○	建物内	衛星電話設備 (固定型)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内	衛星電話設備 (携帯型)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内	無線通信装置 【伝送路】 有線【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	建物内	無線通信設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	補修を実施	衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】	緊急時 対策所 屋外	発電所外の通信連絡	衛星電話設備 (固定型)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内	衛星電話設備 (携帯型)	(防止でも緩和でもない設備)	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	データ伝送設備	(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	建物内	衛星無線通信装置 【伝送路】 有線【伝送路】	衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	補修を実施	その他設備	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	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	発電所内の通信連絡	有線式通信設備	緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																																	
		無線通信設備 (固定型)	緩和設備	C/B	○	建物内																																																																																																	
		無線通信設備 (携帯型)		緊急時 対策所																																																																																																			
		安全パラメータ表示システム(SPD)	緩和設備	Rw/B	○	建物内																																																																																																	
		衛星電話設備 (固定型)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内																																																																																																	
		衛星電話設備 (携帯型)	(防止でも緩和でもない設備)	緊急時 対策所	○	建物内																																																																																																	
		無線通信装置 【伝送路】 有線【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	建物内																																																																																																	
		無線通信設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	補修を実施																																																																																																	
		衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】					緊急時 対策所 屋外																																																																																																
		発電所外の通信連絡	衛星電話設備 (固定型)	(防止でも緩和でもない設備)	C/B	○	建物内																																																																																																
	衛星電話設備 (携帯型)		(防止でも緩和でもない設備)	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																																																																																																						
	データ伝送設備		(防止でも緩和でもない設備)	Rw/B	○	建物内																																																																																																	
	衛星無線通信装置 【伝送路】 有線【伝送路】																																																																																																						
衛星電話設備 (屋外アンテナ) 【伝送路】	(防止でも緩和でもない設備)		Rw/B	○	補修を実施																																																																																																		
その他設備	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	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><u>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</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>※：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。</u></p> <p><u>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。</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 1</p> <p><u>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</u></p> <p><u>1.抽出方針</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>※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</u></p> <p><u>※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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</u></p>	<p style="text-align: right;">添付資料 1.2</p> <p><u>1.2 評価対象施設等の抽出について</u></p> <p><u>1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>※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</u></p> <p><u>※2 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故解析</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</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>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>	





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。

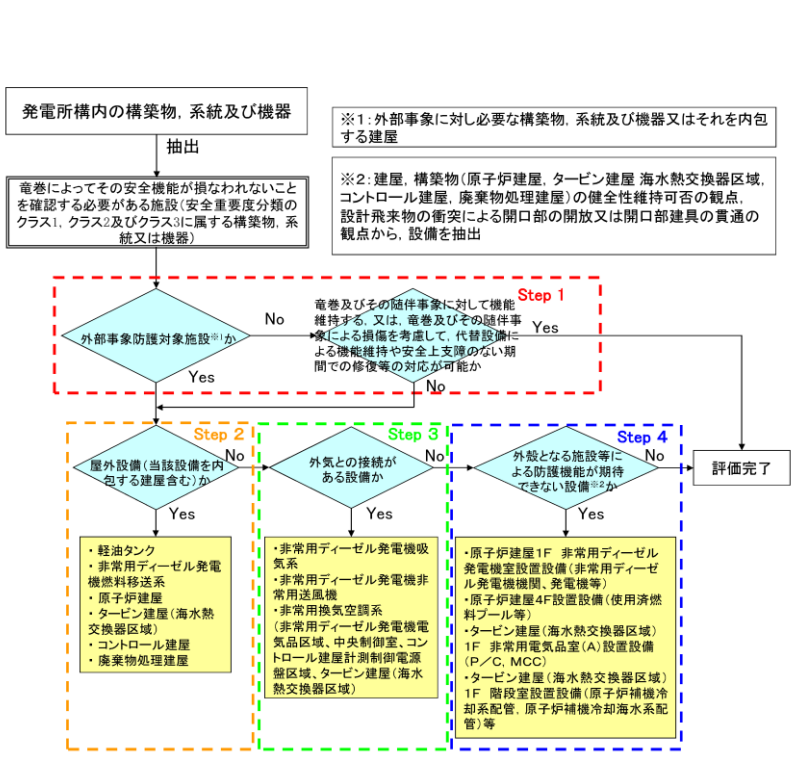
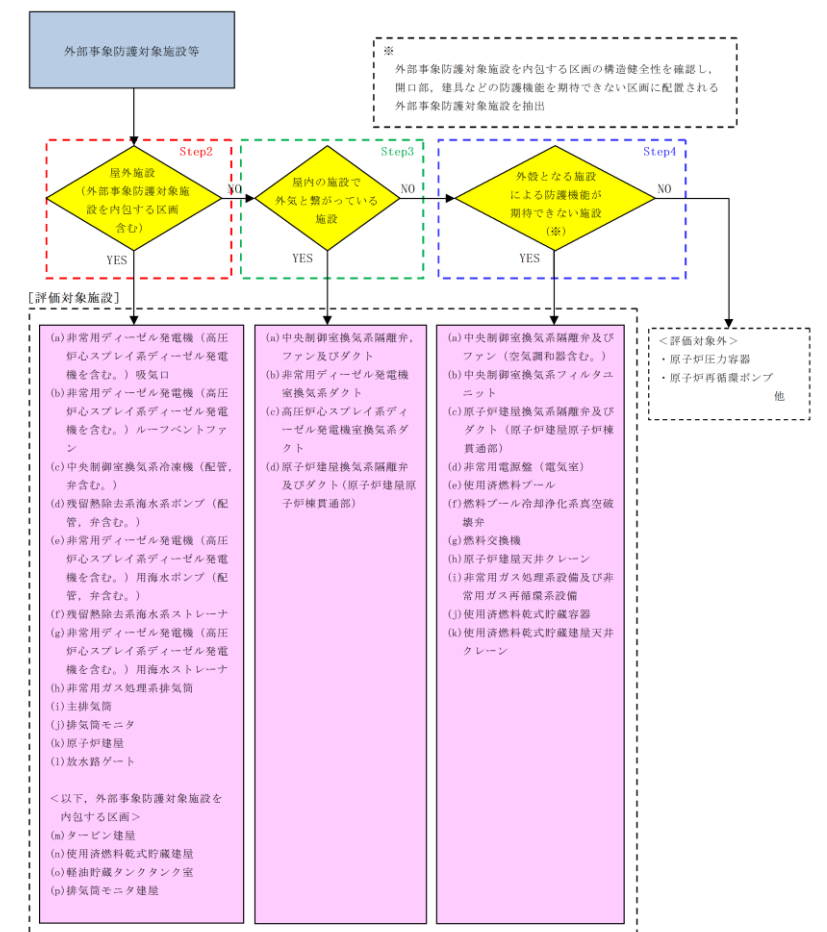


図 1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出フロー



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

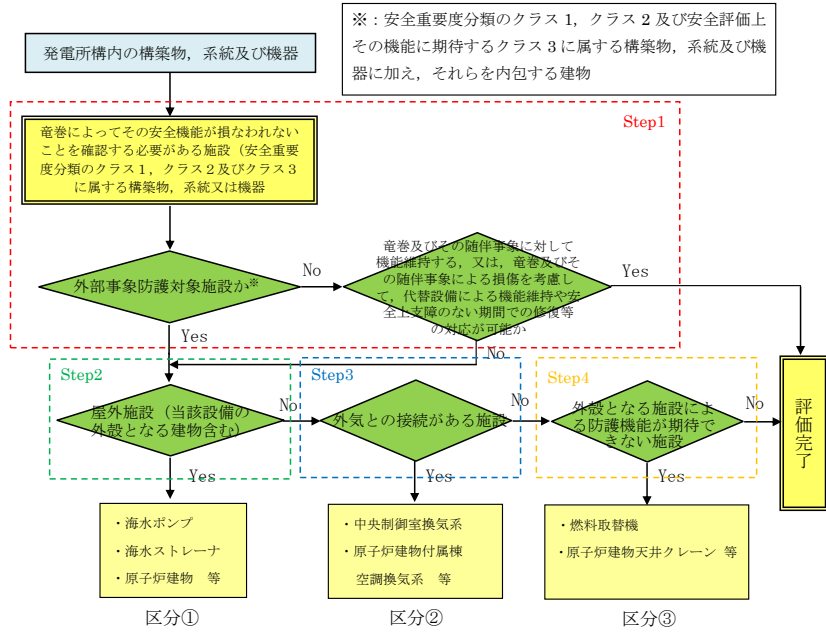


図 1.2.1 外部事象防護対象施設のうち評価対象施設の抽出フロー

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 (1/4)

○: Yes ×: No -:該当せず

分類	機能	機器	機器名	Step1	Step2	Step3	Step4	抽出結果	備考
P1	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 燃料冷却材の外部漏れ防止機能 炉心冷却材の循環機能 炉心冷却材の圧力調整機能 炉心冷却材の温度調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 燃料冷却材の外部漏れ防止機能 炉心冷却材の循環機能 炉心冷却材の圧力調整機能 炉心冷却材の温度調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	○	○	○	○	○	
			燃料冷却材の外部漏れ防止機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の循環機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の圧力調整機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の温度調整機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	○	
			炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	○	

第 2.2-1 表 評価対象施設の抽出結果 (1/24)

○: Yes ×: No -:該当せず

分類	定義	安全機能の重要成分				抽出結果	備考		
		機能	機器	機器名	機器名				
P-S -1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構造物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 燃料冷却材の外部漏れ防止機能 炉心冷却材の循環機能 炉心冷却材の圧力調整機能 炉心冷却材の温度調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 燃料冷却材の外部漏れ防止機能 炉心冷却材の循環機能 炉心冷却材の圧力調整機能 炉心冷却材の温度調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	○	○	○	○	
				燃料冷却材の外部漏れ防止機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の循環機能	○	○	○	○	

※1 電気、機械装置のうち主な機器の記載は、当該系の機能を代表して記載し、直結関連系及び間接関連系の機器は省略した。(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 2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) (1/12)

分類	定義	安全機能の重要成分				抽出結果	備考		
		機能	機器	機器名	機器名				
P-S -1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構造物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 燃料冷却材の外部漏れ防止機能 炉心冷却材の循環機能 炉心冷却材の圧力調整機能 炉心冷却材の温度調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 燃料冷却材の外部漏れ防止機能 炉心冷却材の循環機能 炉心冷却材の圧力調整機能 炉心冷却材の温度調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能 炉心冷却材の流量調整機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	○	○	○	○	
				燃料冷却材の外部漏れ防止機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の循環機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の圧力調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の温度調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	
				炉心冷却材の流量調整機能	○	○	○	○	

※1 電気、機械装置のうち主な機器の記載は、当該系の機能を代表して記載し、直結関連系及び間接関連系の機器は省略した。(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 2へ移行)

備考

・設置場所及び抽出対象の相違

【柏崎 6/7】  
 島根 2号炉は、外部事象防護対象施設として全てのクラス 1, 2と安全評価上その機能に期待するクラス 3設備及びそれらを内包する建物を抽出しており、非常用ガス処理系配管、排気筒モニタ、原子炉建屋天井クレーン、燃料取替機、排気筒(非常用ガス処理系用排気筒含む。)、排気筒モニタ室が追加対象となる

【柏崎 6/7, 東海第二】  
 島根 2号炉のディーゼル燃料貯蔵タンクは地下に設置しており、内包する建物としてディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽を抽出













第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (6/24)

○: Yes    ×: No    -:該当せず

分類	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 能維持する又は増強及びその相伴 事象による損傷を考慮して、代替設 置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 屋外施設 非常事象 防除対象施設 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
	定義	機能						
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	該当する 施設、機械装置 のうち主な施設等: ○	○	×	-	・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	原子炉格納容器、原子炉 格納容器隔離弁、原子炉 格納容器スプレッド冷却 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	○	×	○	○	・原子炉建屋 ・原子炉建屋
		1) 工学的安全編 設及び原子炉 停止系への作 動信号の発生 機能	○	×	×	×	・原子炉建屋	
		2) 安全上必須なそ の他の構築物、 系統及び機器	○	○	-	-	・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、蒸気発生器及び関係機器の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)  
 ※2 外部事象防除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) (6 / 12)

施設名	重要度	抽出結果	Step1		Step2	Step3	Step4	抽出結果	備考
			該当する	機能					
原子炉格納容器	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
原子炉格納容器隔離弁	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
原子炉格納容器スプレッド冷却系	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
原子炉建屋	MS	○	○	×	○	×	-	・原子炉建屋	
非常用ガス処理系	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
非常用再循環ガス処理系	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス再循環系	
可燃性ガス濃度制御系	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス再循環系	
排気機	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
主排気機	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
非常用ガス処理系設備	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス処理系	
非常用ガス再循環系設備	MS	○	○	×	○	×	-	・非常用ガス再循環系	

※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、蒸気発生器及び関係機器の記載は省略した。(評価対象施設に関するものを記載)  
 ※2 外部事象防除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 (8/24)

○ : Yes    - : 該当せず

分類	安全機能の重要度分類			Step1 電圧及びその相伴事象に対して機能維持する又は電圧及びその相伴事象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 防除対象施設 防除対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気に繋がって いる施設	Step4 外殻となる施設 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) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	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、ダクト及びびタンパ)	○	○	×	-	・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、フアン(空気の調和を含む)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に記載)  
 ※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 1.2.1.1 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	重要度分類	機能	名称・機器		設置場所		評価		評価結果	備考
			名称	機器	屋外	屋内	屋外	屋内		
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系	非常用ディーゼル発電機	○	○	○	○	○	抽出した施設として評価
			非常用換気空調系	非常用換気機	○	○	○	○	○	抽出した施設として評価
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	非常用補機給排水系	非常用補機給水ポンプ	○	○	○	○	○	抽出した施設として評価
			直流電源系	直流電源機	○	○	○	○	○	抽出した施設として評価
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	中央制御室換気系	中央制御室換気系冷凍機	○	○	○	○	○	建物内にあるが、ハンダ等の腐食の恐れを考慮して評価をしない。
			中央制御室換気系	中央制御室換気系ダクト	○	○	○	○	○	建物内にあるが、ハンダ等の腐食の恐れを考慮して評価をしない。
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	中央制御室換気系	中央制御室換気系隔離弁	○	○	○	○	○	建物内にあるが、ハンダ等の腐食の恐れを考慮して評価をしない。
			中央制御室換気系	中央制御室換気系フアン	○	○	○	○	○	建物内にあるが、ハンダ等の腐食の恐れを考慮して評価をしない。
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	2) 安全上特に重要な関連機能	中央制御室換気系	中央制御室換気系フィルタ	○	○	○	○	○	建物内にあるが、ハンダ等の腐食の恐れを考慮して評価をしない。
			中央制御室換気系	中央制御室換気系タンパ	○	○	○	○	○	建物内にあるが、ハンダ等の腐食の恐れを考慮して評価をしない。

※：外部事象防護対象施設を内包する構築物名(外殻となる建物等)として抽出。建物名は、R/B：原子炉建物、R/P：原子炉建屋、R/S：原子炉建屋、C/B：制御室建屋を示す。





第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (11/24)

○ : Yes X : No - :該当せず

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその降圧現象に対して機 能維持する又は電圧及びその降圧 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 ない期間での検査等の対応可能	Step2 屋外施設 外部現象 防範対象施設 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 外部防範機能を 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*						
PS-2	1) その相電又は 故障により発 生する現象に よって、炉心の 著しい損傷又 は燃料の大量 の溶損を直ち に引き起こす おそれはない が、敷地外への 過度の放射性 物質の放出の おそれのある 構築物、系統及 び機器	1) 原子炉炉筒材 を内蔵する機 能 (ただし、 原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリから炉外 へ放射線が漏 れ出す許容 の範囲を直ち に引き起こす おそれはない が、敷地外への 過度の放射性 物質の放出の おそれのある 構築物、系統及 び機器)	構築物、系統又は 機器	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリから炉外 へ放射線が漏 れ出す許容の 範囲を直ちに 引き起こすお それはないが、 敷地外への過 度の放射性物質 の放出のおそれ のある構築物、 系統及び機器	○	X	X	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリから炉外 へ放射線が漏 れ出す許容の 範囲を直ちに 引き起こすお それはないが、 敷地外への過 度の放射性物質 の放出のおそれ のある構築物、 系統及び機器	・原子炉炉筒材
		2) 原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	構築物、系統又は 機器	・放射性核種処理施設 (放射能インベ ンタリの大きい もの)、使用済燃 料プール (使用 済燃料貯蔵ラ ックを含む。)	○	X	X	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能

\*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 外部現象防範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 (外部現象防範対象施設) (11/12)

分類	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*	評価結果		備考	
					Step2	Step3		
PS-2	1) その相電又は 故障により発 生する現象に よって、炉心の 著しい損傷又 は燃料の大量 の溶損を直ち に引き起こす おそれはない が、敷地外への 過度の放射性 物質の放出の おそれのある 構築物、系統及 び機器	1) 原子炉炉筒材 を内蔵する機 能 (ただし、 原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリから炉外 へ放射線が漏 れ出す許容 の範囲を直ち に引き起こす おそれはない が、敷地外への 過度の放射性 物質の放出の おそれのある 構築物、系統及 び機器)	構築物、系統又は 機器	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリから炉外 へ放射線が漏 れ出す許容の 範囲を直ちに 引き起こすお それはないが、 敷地外への過 度の放射性物質 の放出のおそれ のある構築物、 系統及び機器	○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリから炉外 へ放射線が漏 れ出す許容の 範囲を直ちに 引き起こすお それはないが、 敷地外への過 度の放射性物質 の放出のおそれ のある構築物、 系統及び機器	・原子炉炉筒材
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能
					○	X	原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能	・原子炉炉筒材 圧力バウラン ダリに直接接 触されていない ものであ るが、放射性物 質を貯蔵する 機能

\*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 外部現象防範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 (12/24)

○ : Yes X : No - :該当せず

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 能維持する又は発生及びその延伸 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 ない期間での稼働等の対応可能	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 外れと繋がっ 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 : X	抽出結果	備考
	定義	機能						
P.S -2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の蒸し損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、燃料外への過量の放射性物質の放出がその燃料及び機器	2) 原子炉冷卻材圧力バウンダリに直接接続されている材料もので、放射性物質を貯蔵する機能	放射線防護用貯蔵施設 (燃料棒インベントリ内の大きいもの)、使用済燃料プール (使用済燃料棒ラックを含む。)	○	X	○	使用済燃料乾式貯蔵庫 ・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・燃料交換機 ・原子炉建屋 ・原子炉建屋クレーン	・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・燃料交換機 ・原子炉建屋 ・原子炉建屋クレーン
	2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要されるものであって、その故障により、炉心の冷却が損なわれる可能性の高い機器、系統及び機器	1) 安全弁及び過ぎし弁の吹き止まり機能に關する部分) 2) 燃料交換機	燃料交換設備 燃料交換機 燃料交換機クレーン 使用済燃料乾式貯蔵庫 燃料交換機	○	X	○	燃料交換機 燃料交換機クレーン 使用済燃料乾式貯蔵庫 燃料交換機	・燃料交換機 ・燃料交換機クレーン ・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・燃料交換機 ・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・燃料交換機 ・原子炉建屋 ・原子炉建屋クレーン

※1 優先、機材貯蔵のうち主な施設の記録は、当該系の施設を代表して記載し、最終確認系及び関係機器の記載は省略した。(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が、本項目には該当しない (Step2-3)

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) (12/12)

分類	重要度分類		系統・機器		設置場所		評価対象施設		備考
	定義	機能	系統・機器	機器・設備	屋内 (建物等)	屋外	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 : X	外設となる建物等 〔 外部防護機能を 期待できない〕 期待できる : X	
12-3	2) 異常事象への対応上特に重要な機器、系統及び機器	放射線防護用貯蔵施設	排気筒モニタ		○	○	○	○	
			原子炉建屋 燃料交換機 燃料交換機クレーン 使用済燃料乾式貯蔵庫 燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料交換機クレーン		○	○	○	○	
			使用済燃料乾式貯蔵庫		○	○	○	○	
			燃料交換機		○	○	○	○	
			燃料						





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	
	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 <sup>※1</sup>					外部事象 防護対象 施設等	評価対象施設名称
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 機器	・中性子束（起動補償計 器） ・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				外部事象 防壁対象 施設等	Step1 重要度及びその阻害事象と対して機 能維持する又は電圧及びその阻害 事象による損傷を考慮して、代替機 能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 母外施設 防壁対象施設 を伴う阻害 区画を含む	Step3 母内の施設で 外気と繋がって いる施設	Step4 施設となる施設 外気防壁機能を 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 ート状態の記 録機能	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 (広範囲) 〔ドライウェル・スプレッド〕 ・原子炉水位 (広範囲、燃料床) ・原子炉格納容器圧力 〔サブプレッション・プ ール〕 ・原子炉水位 (広範囲、燃料床) ・サブプレッション・プ ール温度 〔可燃性ガス濃度検測系 起動〕 ・原子炉格納容器水循環 度 ・原子炉格納容器酸濃 度	O	—	X	X	X	原子炉建屋	
		2) 異常状態の検 出機能 3) 制御室外から の安全停止機 能	DWRには対象機能なし 制御室外原子炉停止装置 (安全停止に阻害す るもの)の検出回 路		—	—	—	—	—		
					O	—	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、系統障害系及び閉鎖回路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。(Step1→Step2)

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (16/24)

分類	安全機能の重要度分類				Step1 電圧及びその操作事象に対して機 能維持する又は是差及びその操作 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 防護対象施設 を内包する 区画を含む	Step3 屋内の施設で 外気に露がっ 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	構成物、系統又は 機器	該当する 電気、機械装置 のうち主な施設等						
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	1) 原子炉冷却材 保持機能 (P S-1、P-S -2以外のもの) 2) 原子炉冷却材 の循環機能	計線配管、放射線配管 ・放射線配管、弁 ・放射線配管、弁 ・ドレン配管、弁 ・ベント配管、弁	・計線配管、弁 ・放射線配管、弁 ・ドレン配管、弁 ・ベント配管、弁	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-
		3) 放射性物質の 貯蔵機能	原子炉冷却材系 サブレンションポンプから水 取水系、排水貯留タンク、 放射性廃棄物処理施設 (放射性インベントリ 小さいもの)	・原子炉冷却材ポンプ、 配管、弁、ライザー管 (炉内)、ジェネラ ター	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	-	-
			放射性物質の 貯蔵機能	サブレンションポンプから水 取水系、排水貯留タンク、 放射性廃棄物処理施設 (放射性インベントリ 小さいもの)	○ (必要に応じてアラートを 停止し、補修を行う。)	-	-	-	-	-
				・放射性物質処理系 (低電圧度廃液回収機、 高電圧度廃液回収機)	○ (補修を実施)	-	-	-	-	-
				・固体放射性物質系 (C/W粉末処理機、 分離機、使用済燃料 機、濃縮処理タンク、 固体放射性物質貯蔵庫 (ド ラム缶))	○ (補修を実施)	-	-	-	-	-
				・給水加熱器貯蔵庫	○ (補修を実施)	-	-	-	-	-

※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、直接防護系及び間接防護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 ~ 実行)

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 外部事象防護対象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 評価対象施設名称	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)	×	○ (補修を要)	-	-	-	
		4) 電源供給機能 (非常用を除く)	新燃料貯蔵庫 タービン、発電機及びその励磁装置の励磁装置、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	×	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	
			新燃料貯蔵庫	×	○ (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	×	○ (必要に応じプログラムを停止し、補修を行う。)	-	-	-	
			新燃料貯蔵庫	×	○ (必要に応じプログラムを停止し、補修を行う。)	-	-	-	
			タービン、発電機及びその励磁装置の励磁装置、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	×	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	
			新燃料貯蔵庫	×	○ (屋内設備のため影響なし)	-	-	-	

※1 電気、機械系等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 (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間運送以外)) ・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 運送以外)) ・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間運送以外)) ・送電線	○ × × × × ×	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○

※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	定義	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 ない期間での修復の対応可能	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 外気となる施設 〔外部防護機能を 期待できない〕○ 期待できる ； ×	抽出結果 評価対象施設名称	備考
		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 外の構築物、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	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(制御体積積ミ 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	原子炉制御系 (制御体積積ミニマイ ヤを含む) 原子炉時計装 ・原子炉アラートプロセ 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、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)



第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (20/24)

分類	定義	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
		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、当該関係系及び関係機器系の記載は省略した。(評価対象施設に附するものを記載)  
 ※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 (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	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						
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	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	6) フラント運転補助機能 7) その他	使用済燃料乾式貯蔵庫 燃料被覆管	・使用済燃料乾式貯蔵庫 ・燃料被覆管 ・上/下部端柱 ・タイロッド	×	○	-	-	-	
		原子炉冷却材中の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	原子炉冷却材浄化系、復水浄化系	・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 電圧及びその維持する又は電圧及びその維持 能保持する又は電圧及びその維持 能による損傷を考慮して、各種設 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
		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※1	外部事象 防護対象 施設等						
MS -3	1) 運転時の異常な 過渡変化があっ てもMS-1、 MS-2とあい まわって、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 スポンジ	逃がし安全弁 (逃がし弁 ・タービンハイパス 弁機能)	逃がし安全弁 (逃がし 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 (停循環ポンプリリフ 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機 作回路	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機 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、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 ら制御棒駆動機構ま での配管及び弁) ・原子炉隔離時冷却系 (ポンプ、タービン)	×	○	○	○	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、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

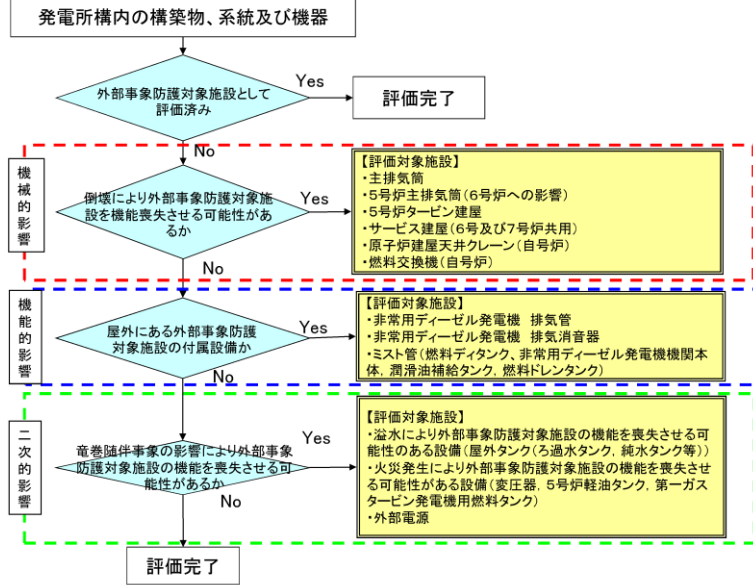
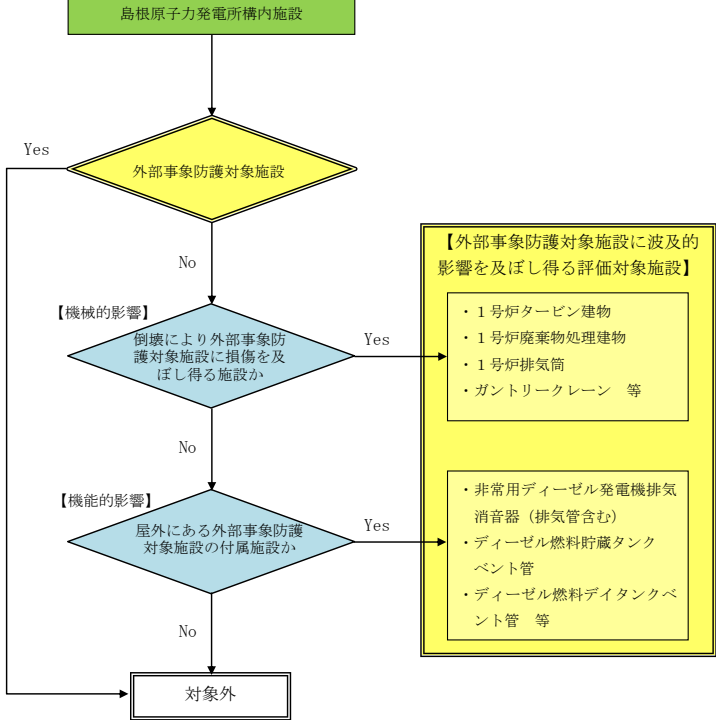
分類	定義	機能	安全機能の重要部分	該当する電気、機械設備のうち主な施設*	外部事故防護対象施設等	Step1 電圧及びその操作対象に対して機能維持する又は電圧及びその操作対象による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応可能	Step2 屋外施設 外部事故防護対象施設を内包する区画を含む	Step3 屋内の施設で外気と繋がっている施設	Step4 外壁となる施設 外壁となる施設 外壁となる施設を期待できない; ○ 期待できる; ×	抽出結果	
										評価対象施設名称	備考
M/S-3	2) 緊急事態への対応上必要な機器、系統及び機器	1) 緊急時対策上必要なもの及び異常状態の把握機能 2) 緊急時対策上必要なもの、場所、材料採取系、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 (炉内・1線路) ・材料採取系 (異常時に必要な下記の機能をもつもの、原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析、原子炉格納容器冷却水放射性物質濃度サンプリング分析) ・通信監視設備 (1つの専用回線を含む複数の回線をもつ通信監視設備) ・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)	×	×	○	-	-	-	-	-

\*1 電圧、機械設備のうち主な施設の認識は、当該系の施設を代表して認識し、直線防護系及び間接防護系の認識は省略した。(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 (Step2へ移行)  
\*3 評価時には補修する方針とするため、外壁防護機能に関する詳細情報は記載しない。

第2.2-1表 評価対象施設の抽出結果 (24/24)

分類	定義	機能	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 能維持する又は急激及びその降下 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 ない期間での修繕等の対応可能	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 外気と密かっ 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*						
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	構築物、系統又は 機器	・事故時監視装置の一部	○	—	—	—	—	—
	2) 異常状態への対 応上必要な構築 物、系統及び機 器	原子力発電所緊急時対策 所、燃料採取系、通信建 築設備、放射能監視設備、 事故時監視装置の一部、 消火系、安全避難通路、 非常用照明	・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	×	—	—	—	—	—	—

※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)

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>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 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) 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>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>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>	<p>備考</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>

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] --&gt; B[a. 機械的影響の観点]     A --&gt; C[b. 機能的影響の観点]     B --&gt; 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 --&gt; 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 --&gt; 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]     D -- No --&gt; E     E -- Yes --&gt; F     E -- No --&gt; 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">           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<math>H \geq</math>水平距離<math>L</math>)         </p>	<p data-bbox="964 252 1706 325">           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。         </p> <p data-bbox="964 346 1706 462">           上記以外の施設については、「高さ<math>H &lt;</math>外部事象防護対象施設等までの水平距離<math>L</math>」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。         </p> <p data-bbox="964 1018 1706 1449"> </p> <p data-bbox="964 1465 1706 1543">           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         </p>	<p data-bbox="1884 472 2359 514"> <b>【外部事象防護対象施設に隣接する施設】</b> </p> <p data-bbox="1795 588 2478 829"> </p> <p data-bbox="1751 871 2507 955"> <b>【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】</b> (高さ<math>H \geq</math>水平距離<math>L</math>の場合)         </p> <p data-bbox="1795 1102 2478 1438"> </p> <p data-bbox="1736 1465 2507 1543">           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         </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"> <li>・主排気筒 (6号及び7号炉への影響)</li> <li>・5号炉主排気筒 (6号炉への影響)</li> <li>・5号炉タービン建屋 (6号炉への影響)</li> <li>・サービス建屋 (6号及び7号炉共通施設)</li> </ul> <p>b. 設備 (系統, 機器)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋天井クレーン (自号炉への影響)</li> <li>・燃料交換機 (自号炉への影響)</li> </ul> <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"> <li>・非常用ディーゼル発電機 排気管</li> </ul>	<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"> <li>・抽出対象の相違</li> <li>【柏崎6/7】</li> <li>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</li> <li>(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)</li> </ul>

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><b>【柏崎 6/7】</b></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 <sup>※1</sup>	隣接	○
7号炉 主排気筒	7号炉 原子炉建屋	46.8m <sup>※2</sup>	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 <sup>※3</sup>	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 <sup>※4</sup>	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 <sup>※4</sup>	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タ ・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タ ・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タ	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 657 1584 688" style="text-align: center;"><u>第 2.2-1 表 機能的影響の観点の抽出結果</u></p> <table border="1" data-bbox="952 758 1703 1434"> <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"><u>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</u></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 522 2516 600"><u>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</u></p> <p data-bbox="1789 611 2472 642"><u>(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)</u></p> <table border="1" data-bbox="1745 648 2510 1083"> <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>高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系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>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）	高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系非常用ディーゼル発電機	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 657 2843 911">・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）																																										
高圧炉心スプレイ非常用ディーゼル発電機系非常用ディーゼル発電機	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 1.2.4. 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 (6 / 8)

系統	名称、種別	種別・距離	設置場所		外部施設が防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	抽出理由	外部施設が防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	備考
			管内	管外				
高圧電力系統	高圧電力系統	種別: 高圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-900)	タービン発電機 (S-900)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-913)	タービン発電機 (S-913)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-915)	タービン発電機 (S-915)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-916)	タービン発電機 (S-916)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-917)	タービン発電機 (S-917)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-918)	タービン発電機 (S-918)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-919)	タービン発電機 (S-919)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-920)	タービン発電機 (S-920)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-921)	タービン発電機 (S-921)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-922)	タービン発電機 (S-922)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-923)	タービン発電機 (S-923)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-924)	タービン発電機 (S-924)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-925)	タービン発電機 (S-925)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	タービン発電機 (S-926)	タービン発電機 (S-926)	管内	管内	なし	なし	なし	なし
中圧電力系統	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	中圧電力系統	種別: 中圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
	低圧電力系統	低圧電力系統	種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし
低圧電力系統		種別: 低圧電力系統	管内	管内	なし	なし	なし	なし

※: 建物名は、記号: 原子炉建屋、U/B: タービン建屋、R/B: 廃棄物処理建屋、C/B: 制御室建屋を示す。

表 1.2.4.4 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 (7 / 8)

系統	系統・種別	機器・設備	設置場所		外部事象防護対象施設と位置 グラフ等(伊吹等含む)	影響評価	施設に及ぼす影響		備考
			種別	種別			種別	種別	
非常用電源系	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	なし	種別	種別	種別
	非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機	種別	種別	種別	あり	種別	種別	種別

※：建物名は、R/B：原子炉建物、T/B：タービン建物、R/B：廃棄物処理建物、C/B：制御設備を示す。

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 (8 / 8)

系統	系統 施設	設備・設備	保護目的		保護対象施設に波及する可能性		評価結果		備考
			電力	蒸気	保護対象施設に波及する可能性	評価結果	保護対象施設に波及する可能性	評価結果	
原子力発電所	原子力発電所6号炉	原子力発電所6号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所7号炉	原子力発電所7号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所8号炉	原子力発電所8号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所9号炉	原子力発電所9号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所10号炉	原子力発電所10号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所11号炉	原子力発電所11号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所12号炉	原子力発電所12号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所13号炉	原子力発電所13号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所14号炉	原子力発電所14号炉	○	○	○	○	○	○	
	原子力発電所15号炉	原子力発電所15号炉	○	○	○	○	○	○	
島根原子力発電所	島根原子力発電所2号炉	島根原子力発電所2号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所1号炉	島根原子力発電所1号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所3号炉	島根原子力発電所3号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所4号炉	島根原子力発電所4号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所5号炉	島根原子力発電所5号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所6号炉	島根原子力発電所6号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所7号炉	島根原子力発電所7号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所8号炉	島根原子力発電所8号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所9号炉	島根原子力発電所9号炉	○	○	○	○	○	○	
	島根原子力発電所10号炉	島根原子力発電所10号炉	○	○	○	○	○	○	

※：○は、原子力発電所、Tは、タービン発電機、Rは、復元力発電機、Cは、制御室を示す。

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
<div data-bbox="166 281 890 1205" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="142 1234 928 1318" data-label="Caption"> <p>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>	<div data-bbox="973 777 1697 1255" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="928 1276 1730 1360" data-label="Caption"> <p>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> </div>	<div data-bbox="1730 252 2531 420" data-label="Text"> <p>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> <div data-bbox="1730 462 2531 1318" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1730 1323 2531 1402" data-label="Caption"> <p>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> </div>	<div data-bbox="2531 1276 2864 1543" data-label="Text"> <p>・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> </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>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、補修等を実施するとともに、保安規定の運転上の制限に従い、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>	<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>

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 1.2.5 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</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1745 338 1955 426">系統</th> <th data-bbox="1955 338 2228 426">主な機器名称</th> <th data-bbox="2228 338 2516 426">対応 (【 】はDB施設以外を用いた対応)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1745 426 1955 548">窒素ガス制御系</td> <td data-bbox="1955 426 2228 548">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</td> <td data-bbox="2228 426 2516 548">必要によりプラントを停止し, 補修を実施</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 548 1955 699">所内電気設備系</td> <td data-bbox="1955 548 2228 699">主変圧器, 所内変圧器, 起動変圧器, 送電線, 開閉所</td> <td data-bbox="2228 548 2516 699">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】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 699 1955 787">循環水系</td> <td data-bbox="1955 699 2228 787">循環水ポンプ用電動機, 弁駆動部</td> <td data-bbox="2228 699 2516 787">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</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 787 1955 909">復水輸送系 液体廃棄物処理系</td> <td data-bbox="1955 787 2228 909">復水貯蔵タンク 補助復水貯蔵タンク トラス水受入タンク</td> <td data-bbox="2228 787 2516 909">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)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 909 1955 1031">消火系</td> <td data-bbox="1955 909 2228 1031">消火ポンプ, 配管</td> <td data-bbox="2228 909 2516 1031">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】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1031 1955 1119">所内蒸気系</td> <td data-bbox="1955 1031 2228 1119">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</td> <td data-bbox="2228 1031 2516 1119">補修を実施(4号所内ボイラで代替可能)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1119 1955 1207">海水電解装置設備系 (取水槽設備系)</td> <td data-bbox="1955 1119 2228 1207">除じん機</td> <td data-bbox="2228 1119 2516 1207">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)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1207 1955 1304">気象観測設備</td> <td data-bbox="1955 1207 2228 1304">風向風速計, 日射・放射収支計, 気温計, 雨量計, 湿度計</td> <td data-bbox="2228 1207 2516 1304">補修を実施 【可搬式気象観測設備で代替可能】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1304 1955 1425">プロセス放射線モニタ系</td> <td data-bbox="1955 1304 2228 1425">排気筒高レンジモニタ</td> <td data-bbox="2228 1304 2516 1425">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】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1425 1955 1514">野外放射線モニタ</td> <td data-bbox="1955 1425 2228 1514">モニタリングポスト</td> <td data-bbox="2228 1425 2516 1514">補修を実施 【可搬型モニタリングポストで代替可能】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1514 1955 1602">通信設備</td> <td data-bbox="1955 1514 2228 1602">データ伝送設備(発電所内)及びデータ伝送設備(発電所外)</td> <td data-bbox="2228 1514 2516 1602">補修を実施</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1745 1602 1955 1724">建物</td> <td data-bbox="1955 1602 2228 1690">固体廃棄物貯蔵所</td> <td data-bbox="2228 1602 2516 1690">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)</td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="1955 1690 2228 1724">緊急時対策所</td> <td data-bbox="2228 1690 2516 1724">補修を実施</td> </tr> </tbody> </table>	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	
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																																											

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="width: 10%;">系統機能</th> <th colspan="2" style="width: 60%;">設備</th> <th rowspan="2" style="width: 10%;">配置場所</th> <th rowspan="2" style="width: 19%;">竜巻に対する機能維持</th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">設計基準対象施設</th> <th style="width: 30%;">重大事故等対処設備</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">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">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で代替</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">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で代替</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">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> </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> </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で代替	・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で代替	—	・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		
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で代替																																									
	・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で代替																																									
	—	・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																																										

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="1012 285 1670 806" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1012 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>&lt;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&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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<math>9.6 \times 10^{-3}</math>/年)と設計竜巻(<math>V_D=100\text{m/s}</math>)の発生頻度(約<math>2.1 \times 10^{-6}</math>/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。</li> </ul>	<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(<math>10^{-4}</math>/年程度)と設計竜巻(<math>V_D=92\text{m/s}</math>)の発生頻度(<math>1.56 \times 10^{-7}</math>/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>発電所構内の構築物、系統及び機器 ↓抽出 耐震Sクラスの設備等</p> <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> <p>電巻及びその随伴事象に対して機能維持する、又は、電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か</p> <p>外部事象防護対象施設<sup>※1</sup>か No Yes</p> <p>屋外設備(当該設備を内包する建屋含む)か No Yes</p> <p>外気との接続がある設備か No Yes</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<sup>※2</sup>か No Yes</p> <p>評価完了</p> <p>評価対象施設</p> <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</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: 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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>		<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 「○」、「Δ」、「—」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 <math>3.8 \times 10^{-8}</math> (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 <math>8.4 \times 10^{-8}</math> (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 <sub>1</sub> 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 <sub>1</sub> -D <sub>1</sub> ) 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。 ①国道245号線西側側溝への洪水高さ：～T.P.10m (調査資料「外部からの影響による損傷の防止(その他外部事象)」より) ②国道245号線東側側溝への津波遡上高さ：～+4m (遡上解析結果より) ⇒合計T.P.～+4m<E.L.(+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P1：約 $3.9 \times 10^{-3} / \gamma$ (満足) (参照) 敷地電圧超率P2 (T.P. 3m)の線率P2：約 $9.6 \times 10^{-3} / \gamma$ ※ 埋込物による海水ポンプ室の壁の損傷を想定し、敷地の電圧高とした。 ⇒敷設線率：約 $8.4 \times 10^{-3} / \gamma$ ……日安規 準が $1 \times 10^{-3}$ 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。 ・埋込物については、防漏堤は鉄筋コンクリート等の埋込物で、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： $2.2 \times 10^{-3} / \gamma$ (調査資料「外部からの影響による損傷の防止(その他外部事象)」より) 敷地電圧超率 (T.P. 6m) の線率：約 $3.8 \times 10^{-3} / \gamma$ ※ 海水ポンプ室の壁は損傷しないため、ポンプ室を高さとする。 ⇒敷設線率：約 $8.4 \times 10^{-3} / \gamma$ ……日安規 準が $1 \times 10^{-3}$ 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 <math>3.9 \times 10^{-6}</math> (1/y) と評価された。</p> <div data-bbox="961 827 1673 1297" style="border: 1px solid black; height: 224px; width: 240px; margin: 10px auto;"></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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">ケース</th> <th style="width: 20%;">①ベース (現ハザード)</th> <th style="width: 20%;">②防潮堤考慮</th> <th style="width: 40%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>竜巻影響エリア</td> <td>直列したゾーンごとの 小円に外接する大円</td> <td>防潮堤の外接円 (他を包含)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>原子炉建屋 (R/B)</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">円 (D=188m)</td> <td rowspan="4" style="text-align: center;">円 (D≒800m)</td> <td rowspan="4"></td> </tr> <tr> <td>タービン建屋 (T/B)</td> </tr> <tr> <td>排気筒 排気筒モニタ</td> </tr> <tr> <td>海水ポンプ室 エリア</td> </tr> <tr> <td>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</td> <td style="text-align: center;">円 (D=44m)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>防潮堤</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>竜巻検討エリア となる円の直径 (m) (第一位 切上)</td> <td style="text-align: center;">300</td> <td style="text-align: center;">800</td> <td>ケース①は上記 3エリアの直径 の和</td> </tr> <tr> <td>竜巻影響エリア の面積 (m<sup>2</sup>)</td> <td style="text-align: center;">約71,000</td> <td style="text-align: center;">約503,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>設計竜巻 (100m/s) の 年超過確率 (1/y)</td> <td style="text-align: center;">約<math>2.1 \times 10^{-6}</math></td> <td style="text-align: center;">約<math>3.9 \times 10^{-6}</math></td> <td>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	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	円 (D=44m)			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 <sup>2</sup> )	約71,000	約503,000		設計竜巻 (100m/s) の 年超過確率 (1/y)	約 $2.1 \times 10^{-6}$	約 $3.9 \times 10^{-6}$	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																																						
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	円 (D=44m)																																					
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 <sup>2</sup> )	約71,000	約503,000																																				
設計竜巻 (100m/s) の 年超過確率 (1/y)	約 $2.1 \times 10^{-6}$	約 $3.9 \times 10^{-6}$	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><b>【東海第二】</b></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>

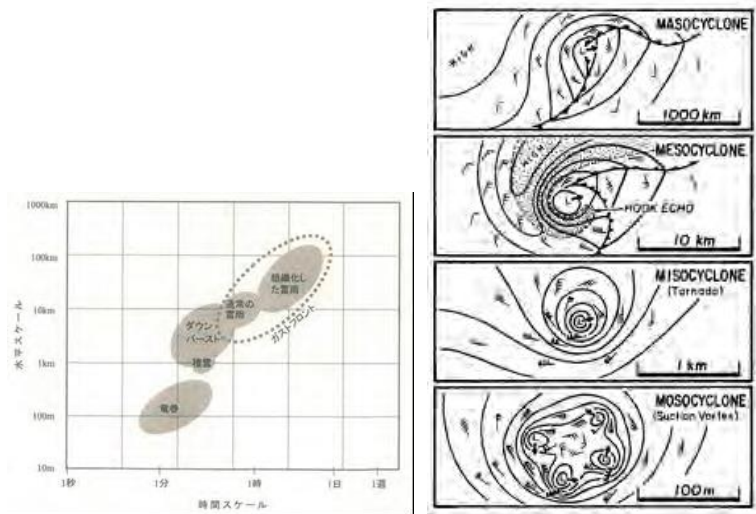


図1 雷雨とその関連現象の時空間スケール(大野 2001)

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

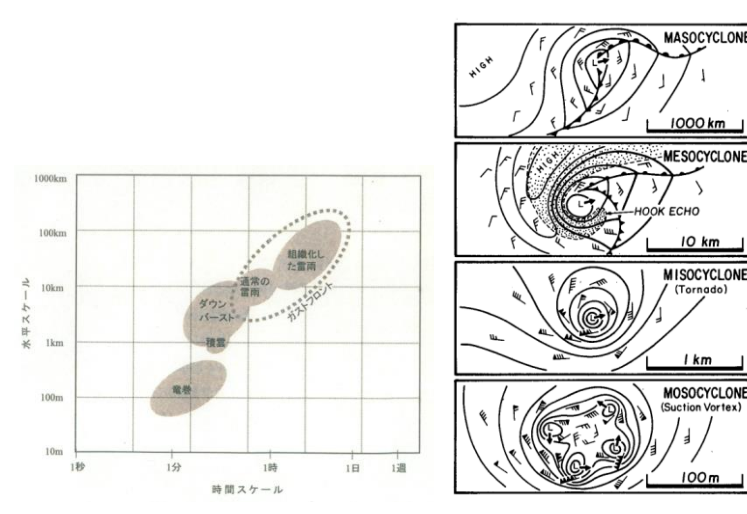


図 2.1.1 雷雨とその関連現象の時空間スケール (大野, 2001)

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"> <p><b>過去知見の調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p><b>国内外の竜巻発生時のCAPE, SReH, EHIの分析・検討</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <p><b>長期・高解像度データの分析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・突風関連指数の閾値を超過する頻度を算出。</li> </ul> <p><b>超過頻度分布の分析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・EHIに対する閾値を超過する頻度の分布を考察。</li> <li>・十分に頻度差が認められる場合に地域差があると判断。</li> </ul> </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)<sup>1</sup>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)<sup>*</sup>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><sup>1</sup>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>	

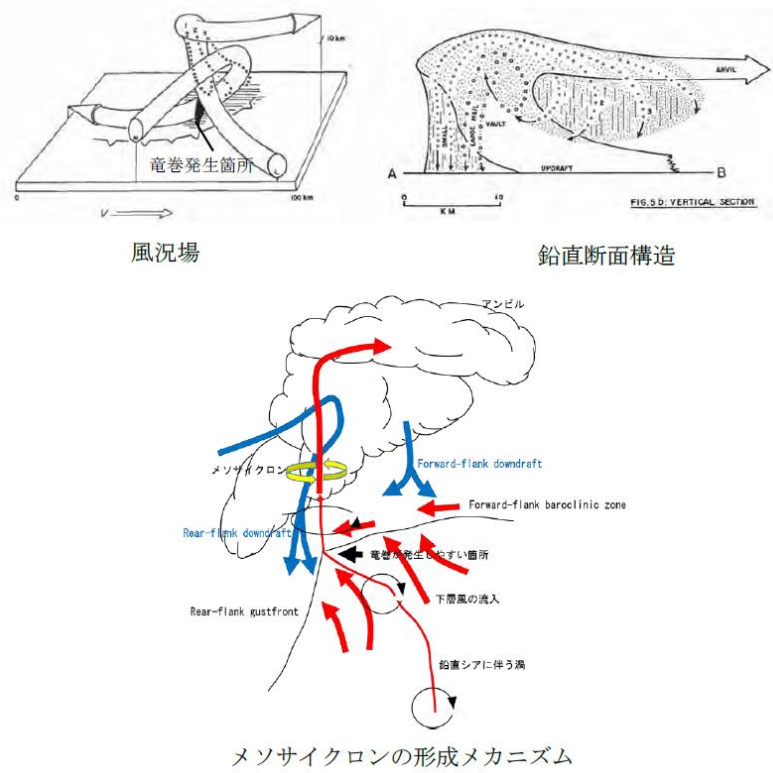


図4 スーパーセル型雷雨の構造 (Browning 1964, Bluestein 2013  
に加筆)

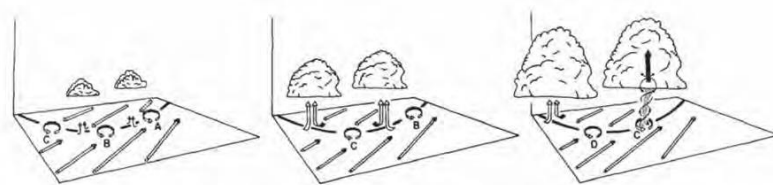
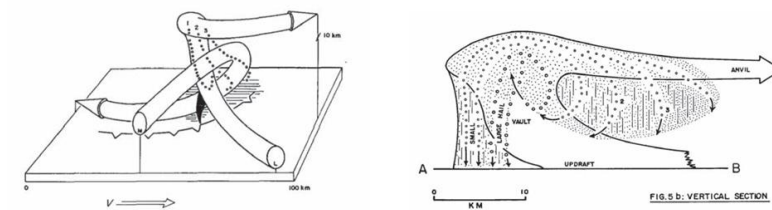
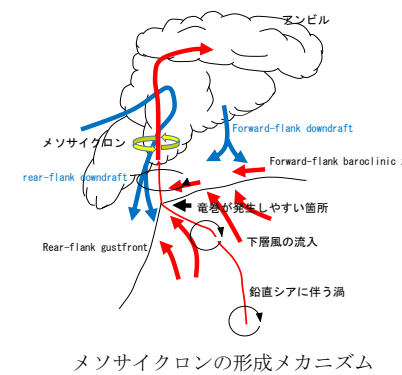


図5 局地前線に伴う竜巻の発生機構に関する模式図 (Wakimoto  
and Wilson 1989)  
(上向き黒い⇒が上昇気流を表す)



風況場 (黒塗り部は竜巻発生箇所を表す) 鉛直断面構造



メソサイクロンの形成メカニズム

図 2.1.3 スーパーセル型雷雨の構造

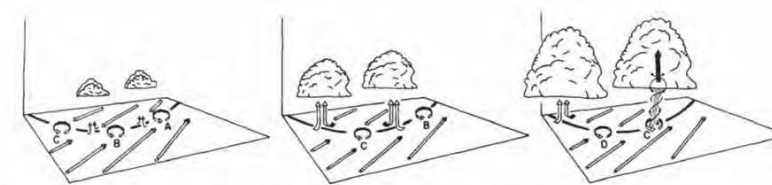


図 2.1.4 局地前線に伴う竜巻の発生機構に関する模式図  
(上向き黒い⇒が上昇気流を表す)

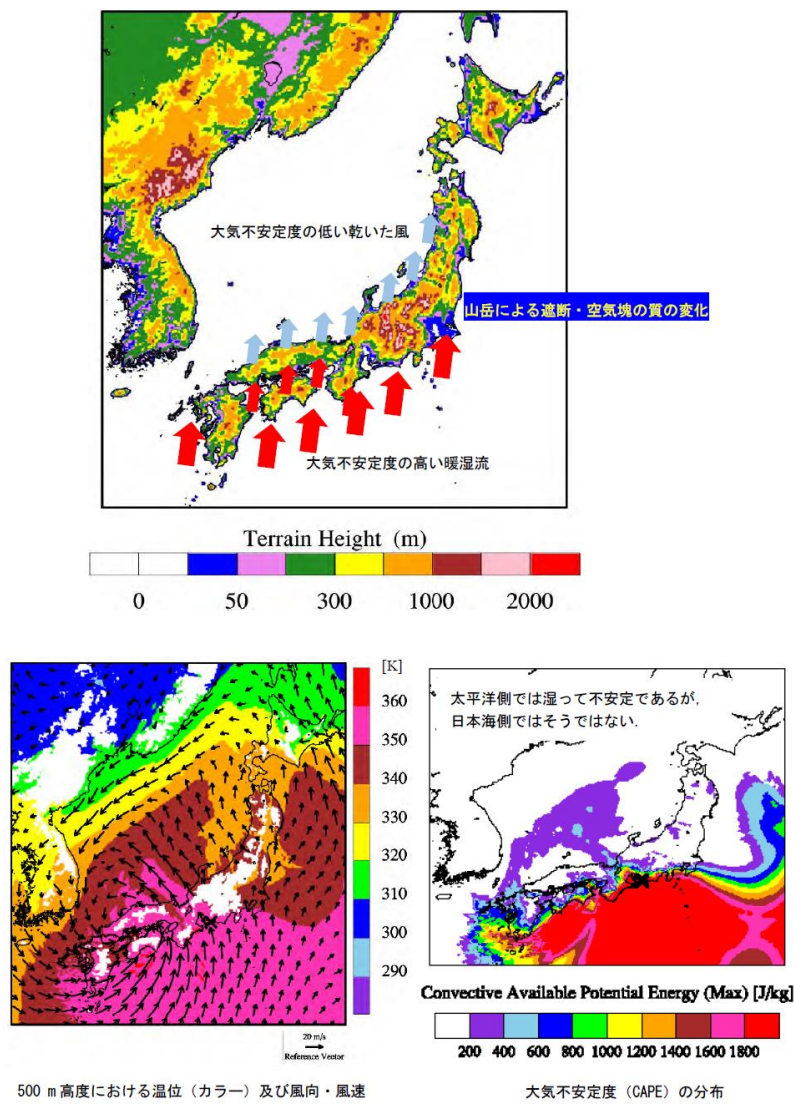



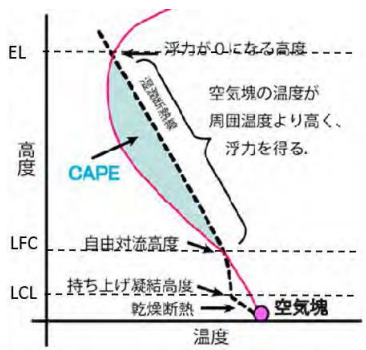
図6 (上) 総観スケールでの気流場の模式図 (カラーは標高を表す) 及び  
(下) 1999年9月に豊橋にて発生したF3竜巻の事例

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)

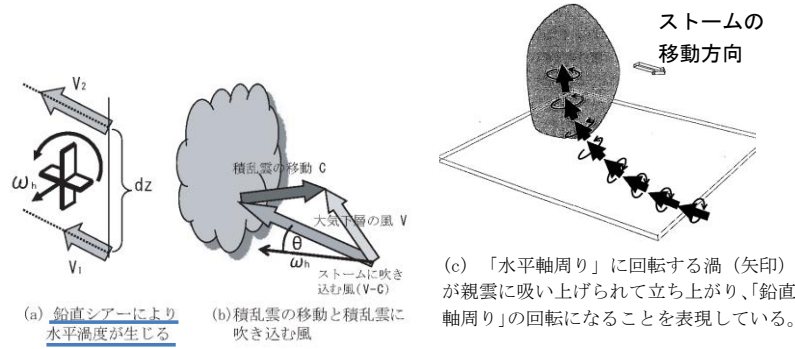
表 2.1.1 過去に国内にて発生したF3規模竜巻の概要

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平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 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>  <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 <math>V</math> は水平風速ベクトル、<math>\omega</math> は鉛直シアに伴う水平渦度であり、<math>C</math> のストームの移動速度は Bunkers et al. (2000) にしたがって、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。式(2)の <math>g</math> は重力加速度、<math>\theta_e</math> はストーム周囲の相当温位、<math>\theta'_e</math> は持ち上げ空気塊の相当温位であり、<math>dz</math> 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 (<math>\theta_e &lt; \theta'_e</math> となり) 自身の浮力だけで上昇し、平衡高度 EL (<math>\theta_e = \theta'_e</math> 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 <math>T</math> と気圧 <math>p</math> 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、空気塊のあたたかさ、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)、単位体積中に含み得る水蒸気量が多いと、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、上端高度の違いによって値が変わる。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、<math>V</math> は水平風速ベクトル、<math>\omega</math> 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、<math>C</math> 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 <math>g</math> は重力加速度、<math>\theta</math> はストーム周囲の温位、<math>\theta'</math> は下層の空気塊を上空に持ち上げた際の温位であり、<math>dz</math> 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、温位 <math>\theta</math> とは、式(3)に示すように気温 <math>T</math> と気圧 <math>p</math> 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。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、空気塊の暖かさ、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)、単位体積中に含みうる水蒸気量が多いと、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、<math>\theta</math> や <math>\theta'</math> を相当温位とみなせば、(2)式により CAPE を算出できる。</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>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 は下層大気の高さが親雲に取り込まれる割合、CAPE は大気不安定度の指標である。値が大きいほどその割合が高くなる。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<sup>1)</sup>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><sup>1)</sup> 5 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。

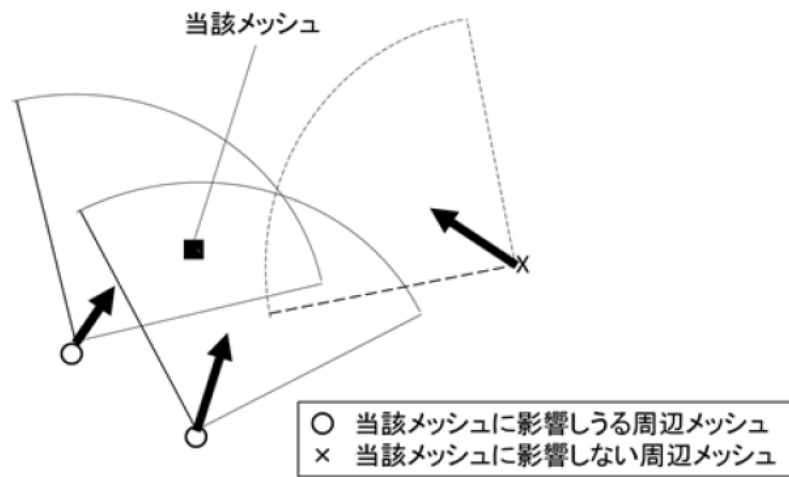


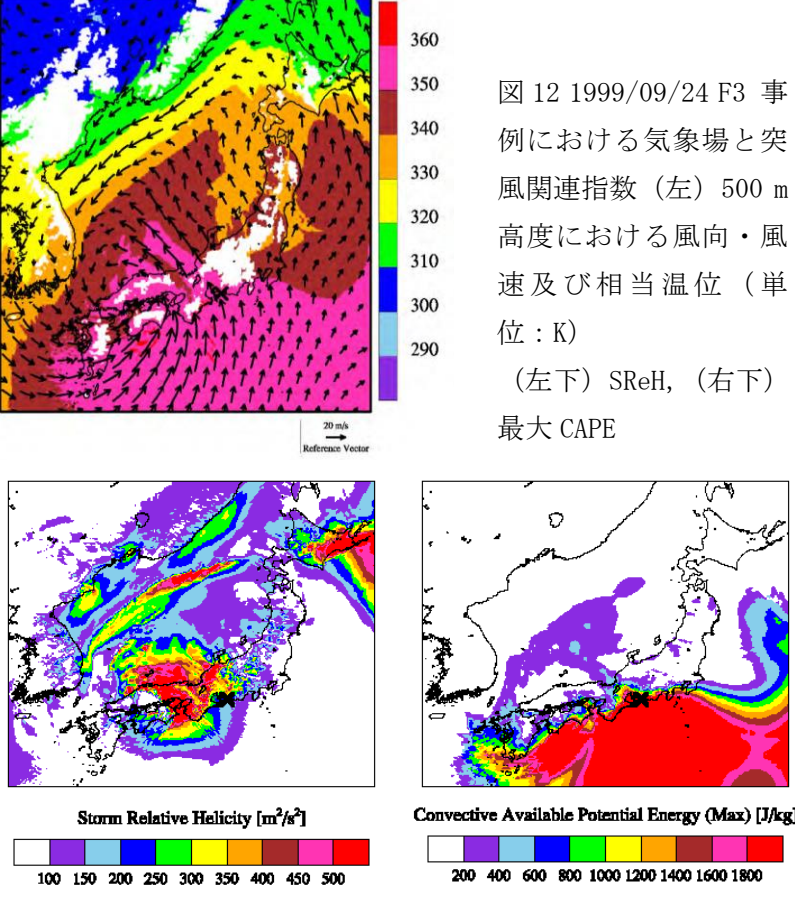
図9 最大CAPE値の抽出方法の概念図

(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>			

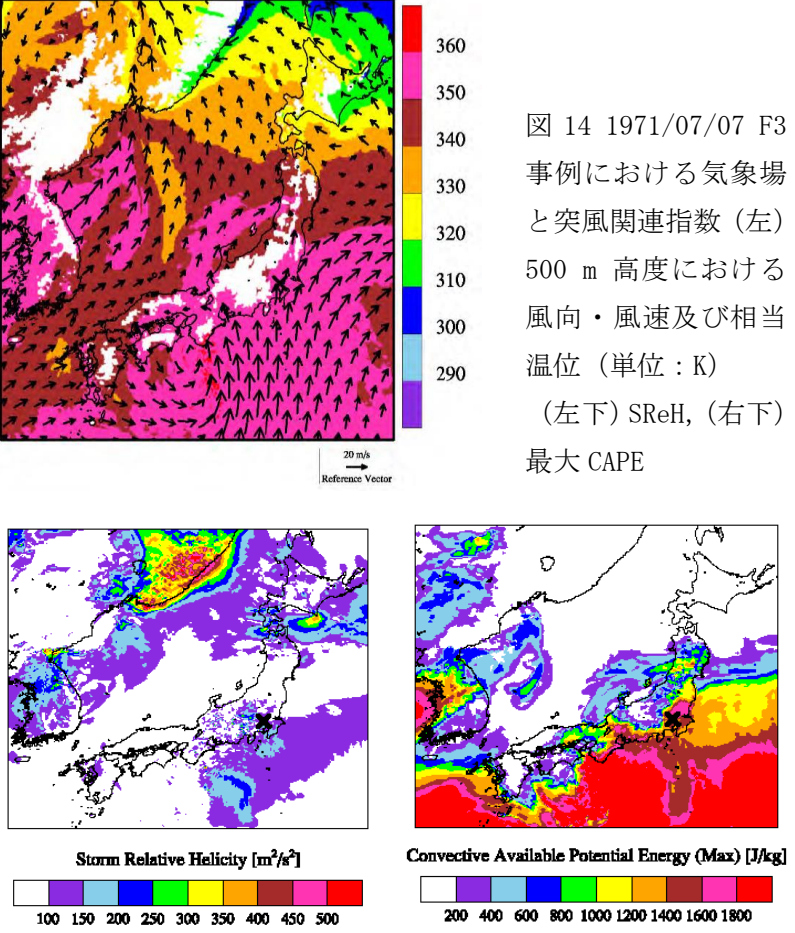
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.2 2006/11/07 F3 事例 (寒冷前線・暖気の移流)</p> <p>寒冷前線の西側では北西～西よりの冷たい風 (寒色系) が、東側では南よりの暖かい風 (暖色系) が吹いており、気温差と風の収束により積乱雲が発生・発達しやすい状況にある。特に、道東・オホーツク地方には太平洋から暖かく、不安定な空気塊が流入している。大気不安定度は道東の中でも南側で高くなっており、非常に高い風のシア (高い SReH) と相まって親雲が発達しや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="160 751 905 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> </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>			



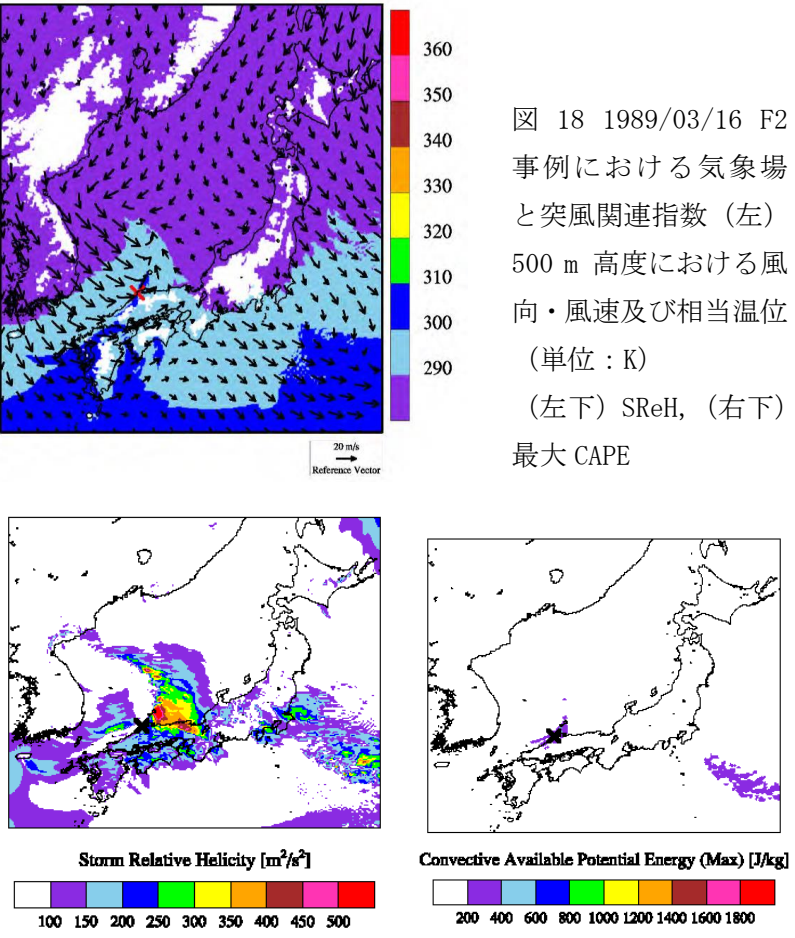
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>4.5 1971/07/07 F3 事例 (台風)</p> <p>台風は中心は紀伊半島の南西沖にあり、中部から東日本にかけては、太平洋側から非常に CAPE が高く、不安定な空気塊が流入している。SReH は、1999/09/24 F3 事例 (豊橋竜巻) ほど大きくはないが、発生地点周辺では SReH が比較的高くなっており、SReH と CAPE の両方が共に大きい環境場となっていた。</p>  <p>図 14 1971/07/07 F3 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 1470"> <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>  <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>			

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<sup>1</sup>。</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><sup>1</sup>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 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> 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) <u>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。</u></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、<u>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。</u>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 <math>4.4 \times 10^5</math> 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 <math>4.4 \times 10^5</math> 個存在する。</p> <p><b>2.1.5 島根県で発生した二つの F2 竜巻の気象解析</b></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】</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</p> <p>(柏崎 6/7 号炉は、気象解析について「4 章」で記載)</p>

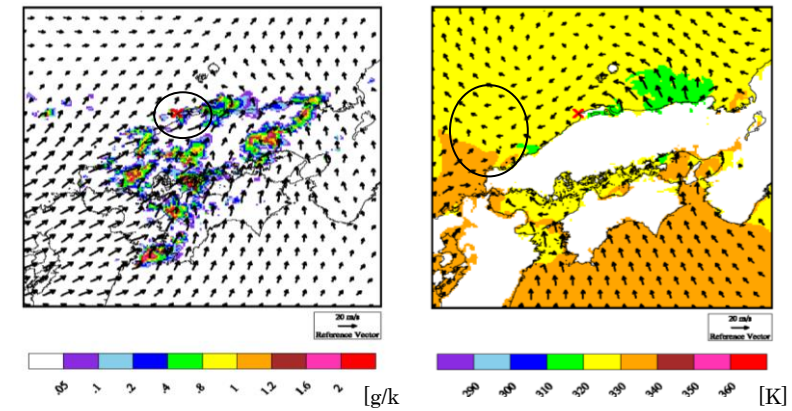


図 2.1.7 雨水混合比・水平風速（1500m 高度）及び温位・水平風速（100m 高度）の分布（3km グリッド；1975 年 5 月 31 日 F2 竜巻）

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。

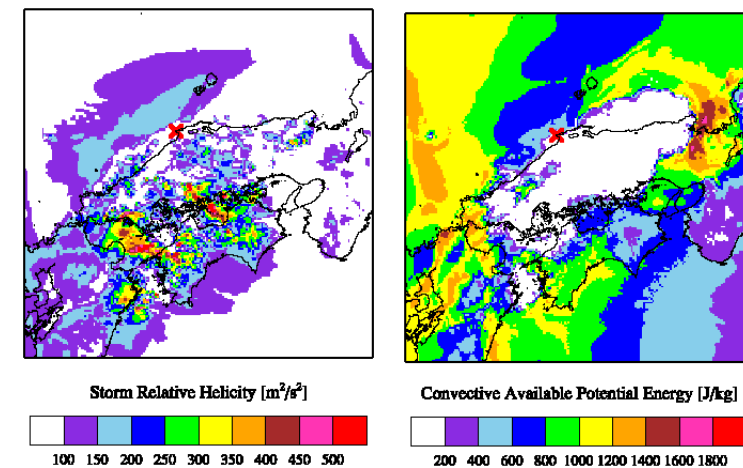
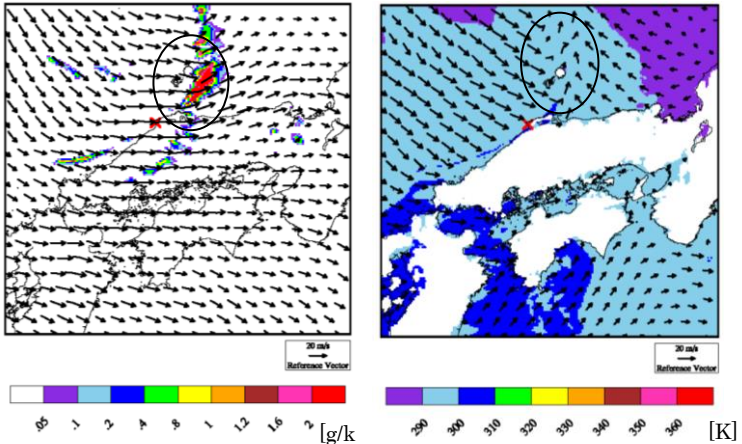
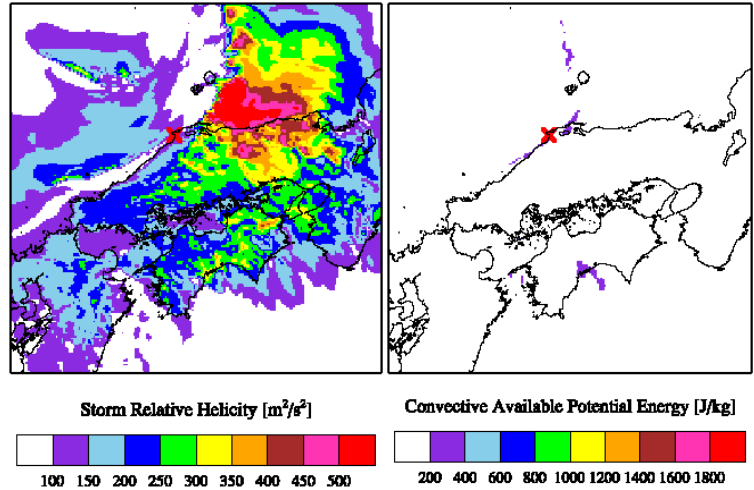
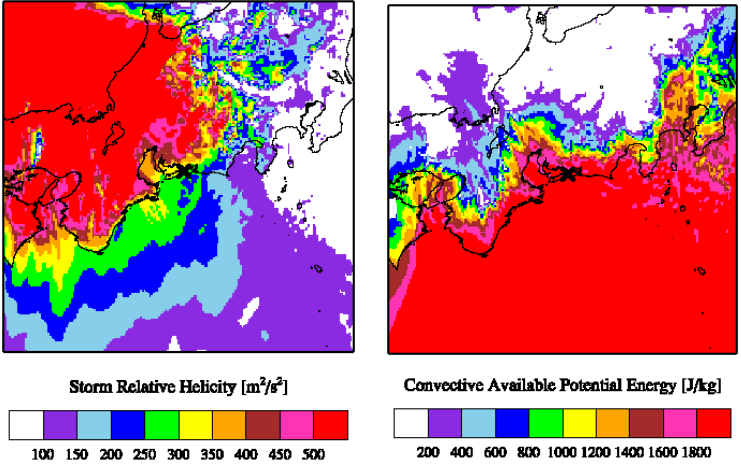


図 2.1.8 SReH 及び CAPE の分布（3km グリッド；1975 年 5 月 31 日 F2 竜巻）

2.1.5.2 1989 年 3 月 16 日に発生した事例

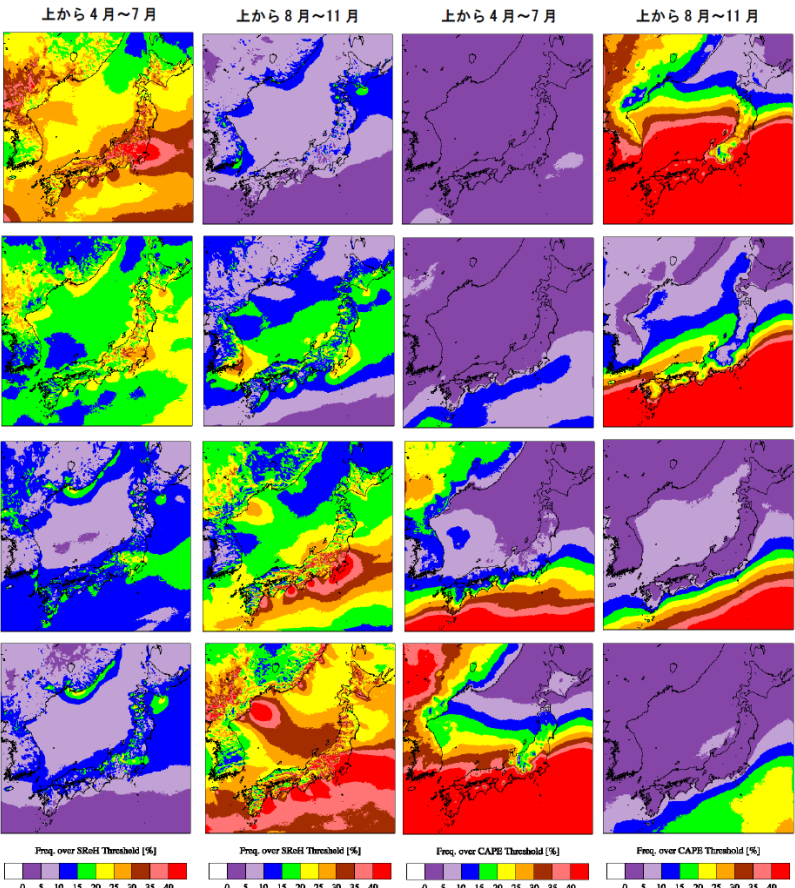
春先に発生した本事例は、先に取り上げた事例と非常に近い箇所で発生した。弱い西高東低の冬型の気圧配置下での大陸からの寒気流入が顕著であり（総観場に「寒気移流」が記録されている）、下層大気の強い収束を伴うコンマ状の小さな降水域（総観場に「局地性じょう乱」が記録されている）が東に通過した様子が解析されている（図 2.1.9）。このような降水域の先

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>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>  <p>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>  <p>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>2.1.5.3 太平洋側 F3 竜巻時との違い</p> <p>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 <math>150 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>、CAPE（最大 CAPE ではない）の閾値を <math>250 \text{ J/kg}</math> 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<sup>1</sup>。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ないことが推測できる。</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><sup>1</sup> 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 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>、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:350m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> 最大 CAPE:1200 J/kg 降水量:4mm/hr</u></p> <p><u>[11月~4月(寒候期)] SReH:350m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> 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、<u>50 年間に 1 回超過するデータがあれば、約 4.5×10<sup>-6</sup> 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、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<sup>-4</sup> 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。

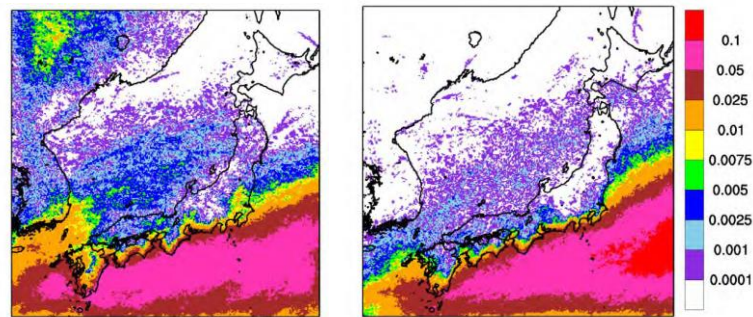


図 22 同時超過頻度分布 (単位: %, F3 規模以上を対象; 左: 暖候期, 右: 寒候期)

(実績ベースの閾値 (SReH:  $250 \text{ m}^2/\text{s}^2$ , 最大 CAPE:  $1600 \text{ J/kg}$  (暖)  $600 \text{ J/kg}$  (寒)))

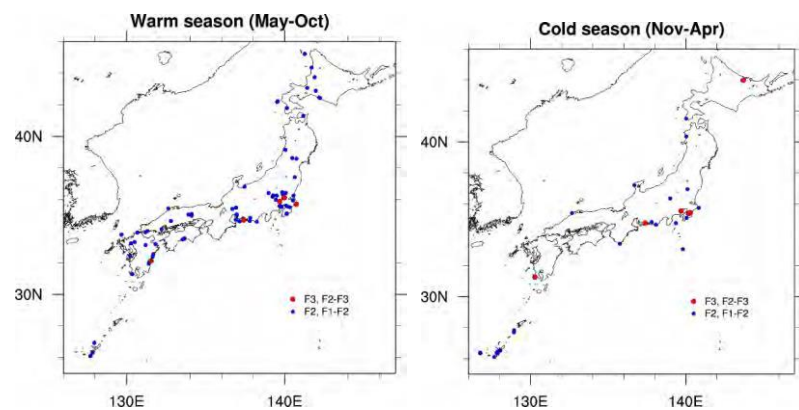


図 23 F3 竜巻 (F2-F3 を含む) 及び F2 竜巻 (F1-F2 を含む) の発生箇所 (左: 暖候期, 右: 寒候期)

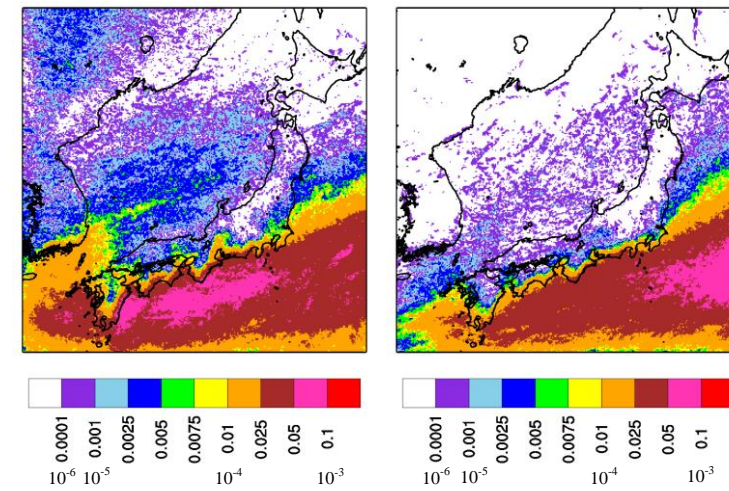


図 2.1.12 同時超過頻度分布 (単位: %; 左: 暖候期, 右: 寒候期)

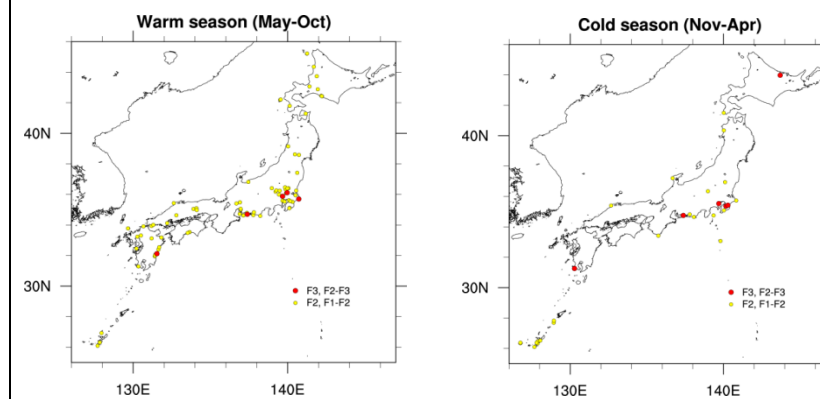
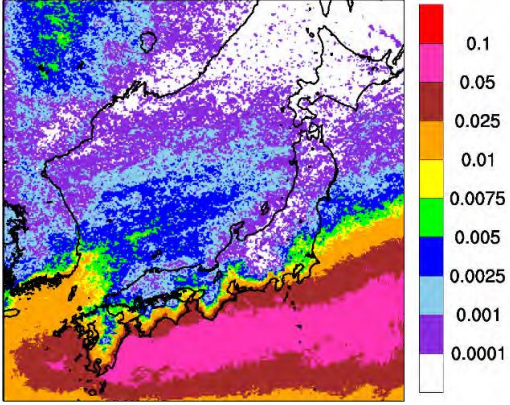
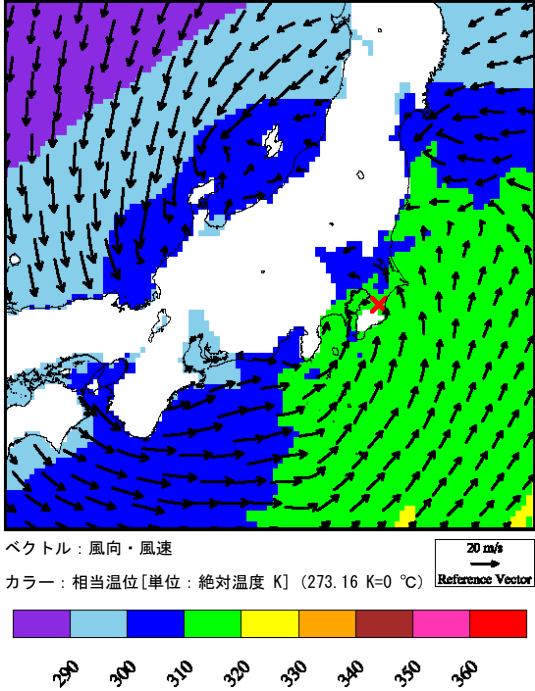
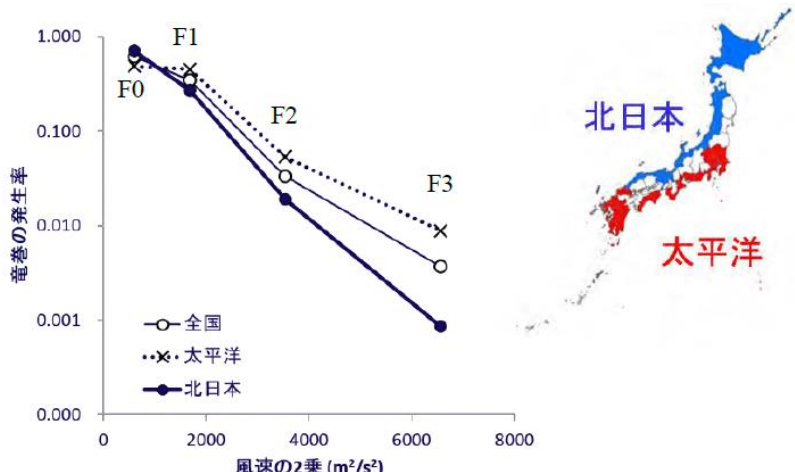


図 2.1.13 F2 及び F3 規模の竜巻の発生箇所 (左: 暖候期, 右: 寒候期; 気象庁「竜巻等の突風データベース」による)

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、相当温度が低くなり、不安定性が解消されていることがわかる。</p>	<p>・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 <math>10^{-5}</math>、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 <math>10^{-7}</math> 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>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</p> <p>(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】</p> <p>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 <math>10^{-6} \sim 10^{-7}</math> 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 <math>10^{-7} \sim 10^{-8}</math> 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>

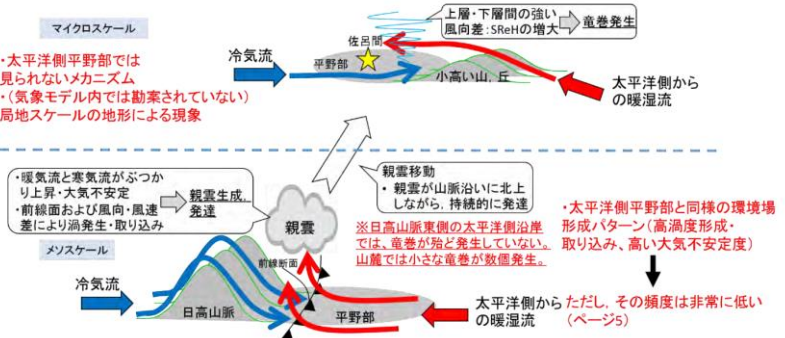
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p><b>5.5 閾値が同時超過頻度の分析結果に及ぼす感度</b></p> <p>小さな閾値を設定すると、雷雨（非竜巻）・小さな竜巻の発生を勘案することとなるため、全体的に頻度値が上昇し、（発生実績と同様に）地域性が明瞭でなくなる。一方、非常に大きな閾値を設定すると、F4・F5 規模の非常に大きな竜巻に着目することになり、高頻度域は太平洋側の更に限定された地域になる。杉本ら(2014b)は、国内最大規模の F3 規模が発生する環境場として適切な閾値を、SReH については <math>150\sim 550\text{ m}^2/\text{s}^2</math> の範囲（<math>100\text{ m}^2/\text{s}^2</math> 刻み）、最大 CAPE に対しては、<math>200\sim 1500\text{ J/kg}</math>（<math>100\text{ J/kg}</math> 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 : <math>200\text{ m}^2/\text{s}^2</math>  最大 CAPE : <math>1000\text{ J/kg}</math> (暖候期), <math>350\text{ J/kg}</math> (寒候期)  とする<sup>1</sup>。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、<math>650\text{ J/kg}</math> 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 <math>1.5\sim 2.0</math> 前後の EHI に入っているが、1989/03/16 F2 事例では <math>0.8</math> 強にとどまっている。そこで、<math>1.5</math> と <math>0.8</math> 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  <b>【柏崎 6/7】</b>  (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="157 615 920 688">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="157 703 920 777">(SReH の閾値: 200 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, 最大 CAPE の閾値: 1000 J/kg (暖) 350 J/kg (寒))</p> <p data-bbox="157 835 920 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って、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 1371 914 1732" data-label="Footnote"> <p><sup>1</sup> 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>			



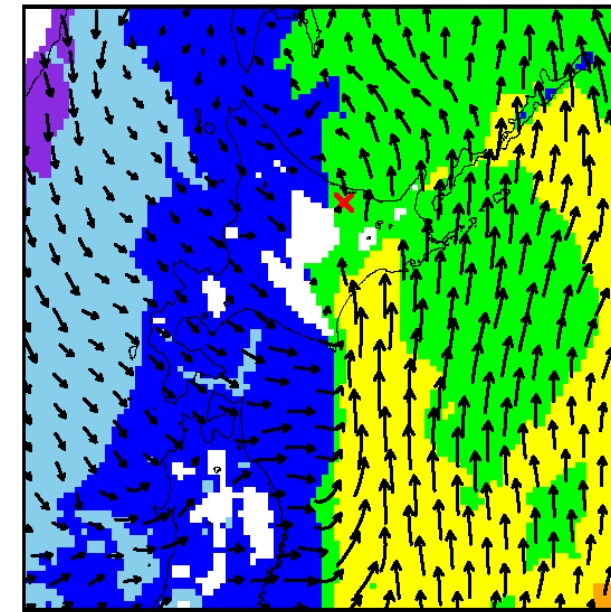
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<div data-bbox="252 226 816 672" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="252 703 816 735">図 27 同時超過頻度分布 (単位 : %, 暖候期)</p> <p data-bbox="192 745 875 777">(SReH の閾値 : 200 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, 最大 CAPE の閾値 : 650 J/kg)</p> <p data-bbox="142 787 928 871">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="142 882 928 1144">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="142 1155 928 1543" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="356 1554 712 1585">図 28 F1-F2 竜巻の発生箇所</p> <p data-bbox="142 1648 928 1902">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<sup>1)</sup>。</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<sup>2)</sup>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>	

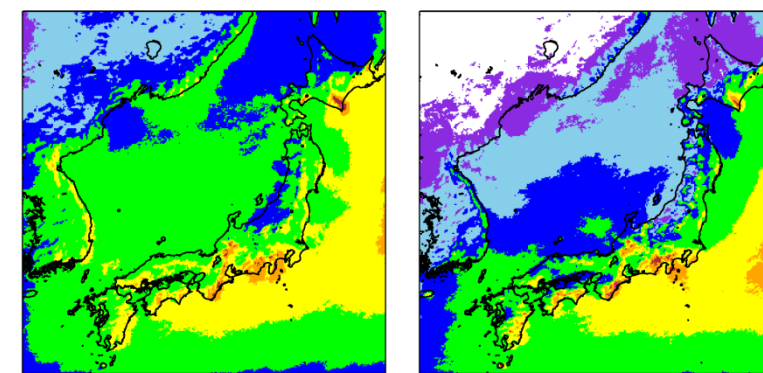
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>論では、竜巻検討地域の設定及び基準竜巻風速 <math>V_{Bl}</math> の設定に佐呂間竜巻を特段考慮する必要はない。それはこの竜巻が基準竜巻設定で対象としている地域性・空間スケールよりも局地的・小さな空間スケールを有する地形影響を受けたものであるからである。むしろ、この影響については、ガイドにおける設計竜巻 <math>V_0</math> の設定時に考慮するのがガイドの趣旨に沿っている。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><sup>1</sup> 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><sup>2</sup> 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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul> <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>			





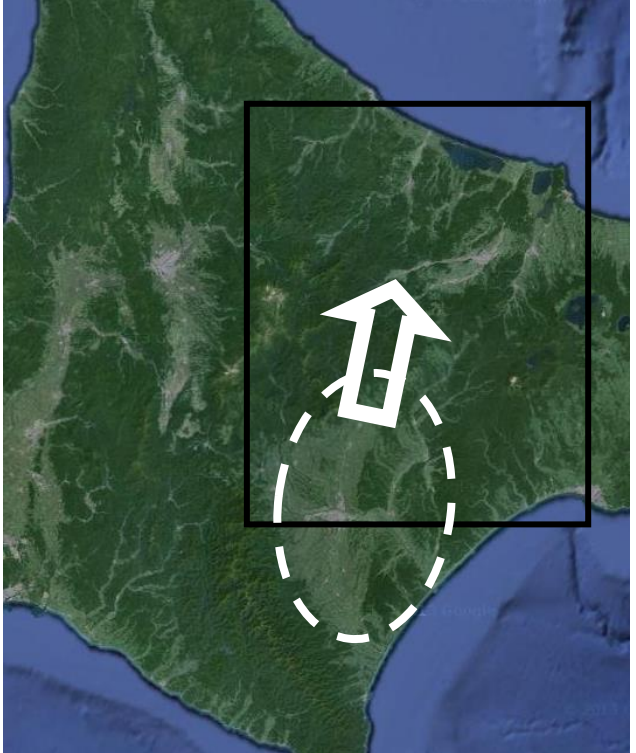
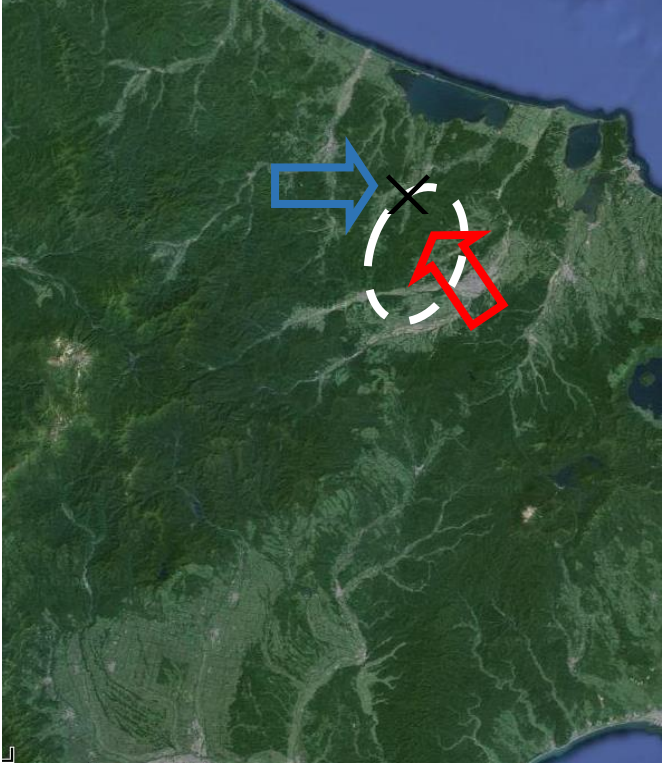
ベクトル：風向・風速  
 カラー：相当温位[単位：絶対温度 K] (273. 16 K=0 °C)  
 20 m/s  
 Reference Vector  
 290 300 310 320 330 340 350 360

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：350m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>，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 <math>V_{B1}</math> 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"> <li>・ <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></li> <li>・ <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></li> <li>・ <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></li> <li>・ <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には一つの方法として考えられる。</u></li> <li>・ <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、<math>10^{-7}</math> 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></li> </ul>		<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"> <li>・ <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></li> <li>・ <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></li> <li>・ <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></li> <li>・ <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></li> </ul> <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"> <li>・ <u>地域特性の確認方法の相違</u></li> <li>【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</li> </ul>

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. <i>Mon. Wea. Rev.</i>, 843-856.</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. Sci.</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>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. <i>Wea. Forecasting</i>, 17, 456-471.</p> <p>Chuda, T., and H. Niino, 2005: Climatology of environmental parameters for mesoscale convections in Japan. <i>J. Meteor. Soc. Japan</i>, 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. <i>Atmos. Res.</i>, 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. <i>Geophys. Res. Letters</i>, 32, L24813, doi:10.1029/2005GL024583.</p> <p>Fujita, T. T., 1981: Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. <i>J. Atmos. Sci.</i>, 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><u>付録 A</u> 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、<u>本文の式 (3)</u> 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、<u>二つの</u>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><u>参考文献</u>  <u>吉崎正憲, 加藤輝之, 2007: 豪雨・豪雪の気象学. 朝倉書店, 187 pp.</u></p>		<p><u>付録 1</u> 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、<u>式(3)</u>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、<u>二つの</u>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>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>B-1 これまでの知見整理</p> <p>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 <math>369 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> (21 事例)、F4・F5 竜巻の場合 <math>539 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> (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 &gt; 2 でスーパーセルが発達する可能性が非常に高く、EHI &gt; 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> <p>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>・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>



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400km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1km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 Parameters</caption> <thead> <tr> <th>Parameter</th> <th>Sample Size</th> <th>Median</th> <th>Q1</th> <th>Q3</th> <th>Min (Whisker)</th> <th>Max (Whisker)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sigtor</td> <td>54</td> <td>~10</td> <td>~5</td> <td>~18</td> <td>~2</td> <td>~28</td> </tr> <tr> <td>weaktor</td> <td>144</td> <td>~5</td> <td>~2</td> <td>~10</td> <td>~1</td> <td>~19</td> </tr> <tr> <td>nontor</td> <td>215</td> <td>~2</td> <td>~1</td> <td>~5</td> <td>~0.5</td> <td>~16</td> </tr> <tr> <td>mrg1</td> <td>15</td> <td>~1</td> <td>~0.5</td> <td>~2</td> <td>~0.5</td> <td>~4</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>	Parameter	Sample Size	Median	Q1	Q3	Min (Whisker)	Max (Whisker)	sigtor	54	~10	~5	~18	~2	~28	weaktor	144	~5	~2	~10	~1	~19	nontor	215	~2	~1	~5	~0.5	~16	mrg1	15	~1	~0.5	~2	~0.5	~4			
Parameter	Sample Size	Median	Q1	Q3	Min (Whisker)	Max (Whisker)																																
sigtor	54	~10	~5	~18	~2	~28																																
weaktor	144	~5	~2	~10	~1	~19																																
nontor	215	~2	~1	~5	~0.5	~16																																
mrg1	15	~1	~0.5	~2	~0.5	~4																																

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>			

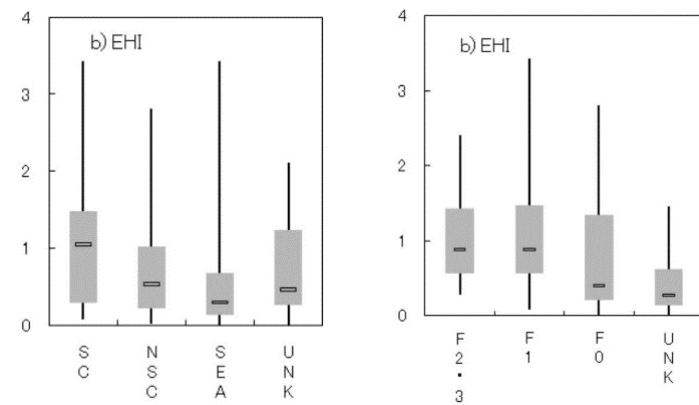


図 B-4 EHI に対する箱ひげ図 (左: 竜巻種別, 右: F スケール別; SC はスーパーセル型竜巻, NSC はノンスーパーセル型竜巻, SEA は海上竜巻, UNK は陸上竜巻でスーパーセル判定ができなかった竜巻を表す。)

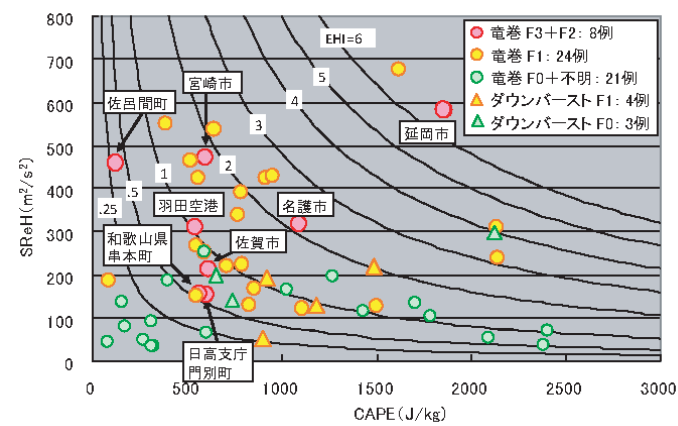


図 B-5 竜巻及びダウンバースト事例における分析例

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="151 212 457 243">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="151 926 923 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> <div data-bbox="379 1419 685 1717" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="359 1734 712 1812">図 C-1 計算グリッド構造の例 (気象庁ホームページ)</p> <p data-bbox="151 1824 908 1898"><a href="http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html">http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html</a> より)</p>		<p data-bbox="1730 212 2065 243">付録 2 WRF モデルについて</p> <p data-bbox="1730 300 2502 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="1730 926 2502 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> <div data-bbox="1961 1419 2267 1717" style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="1932 1734 2303 1812">付図 1 計算グリッド構造の例 (気象庁ホームページ)</p> <p data-bbox="1730 1824 2487 1898"><a href="http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html">http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html</a> より)</p>	

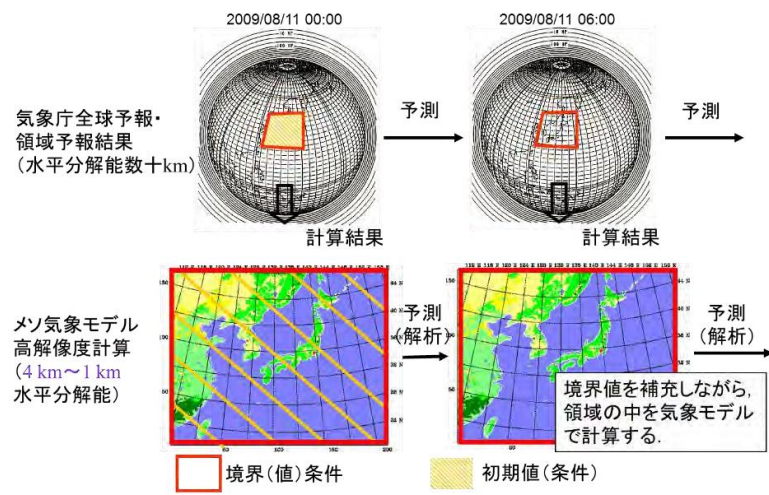
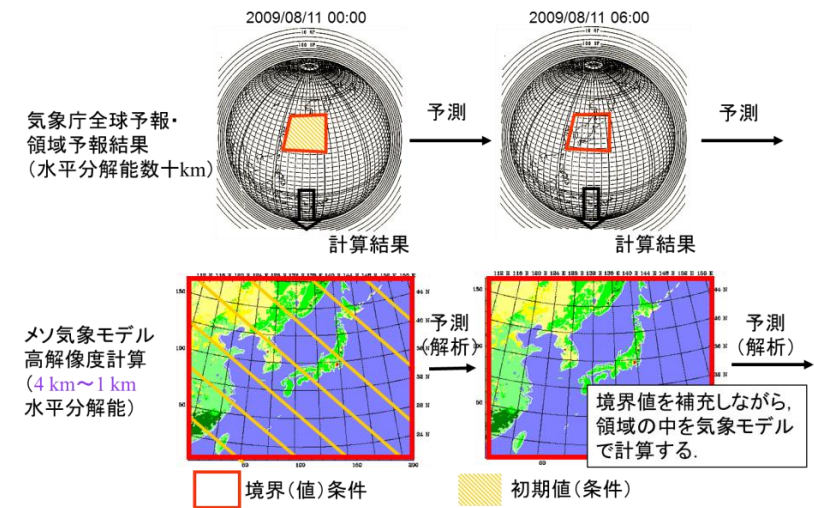


図 C-2 気象モデルを用いた解析・予測計算の流れの概念図 (気象庁全球モデルを例に)



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)

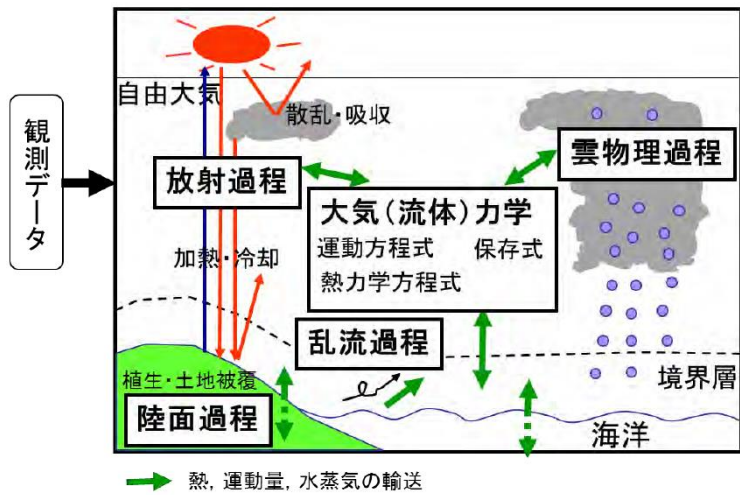
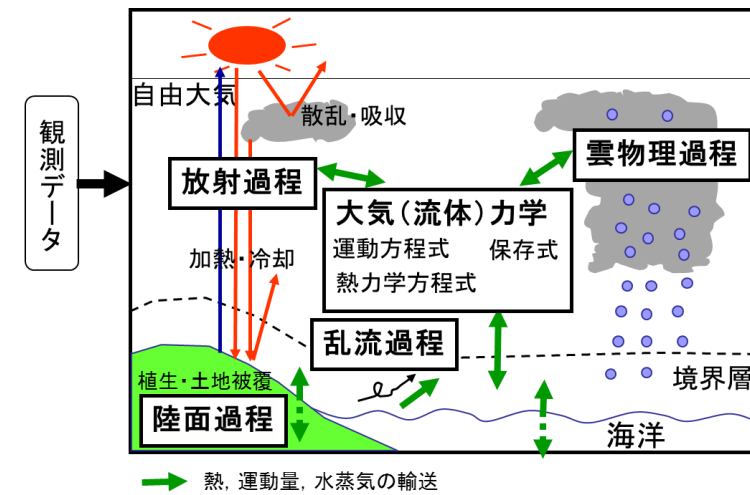


図 C-3 気象モデルを用いた計算の模式図



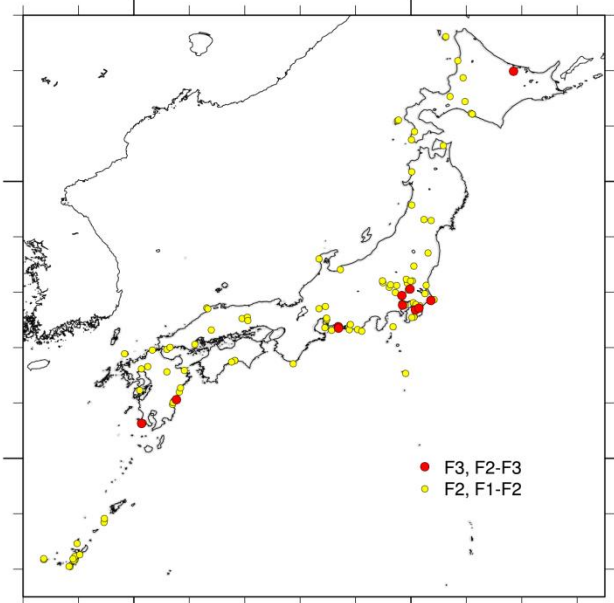
付図 3 気象モデルを用いた計算の模式図

参考文献

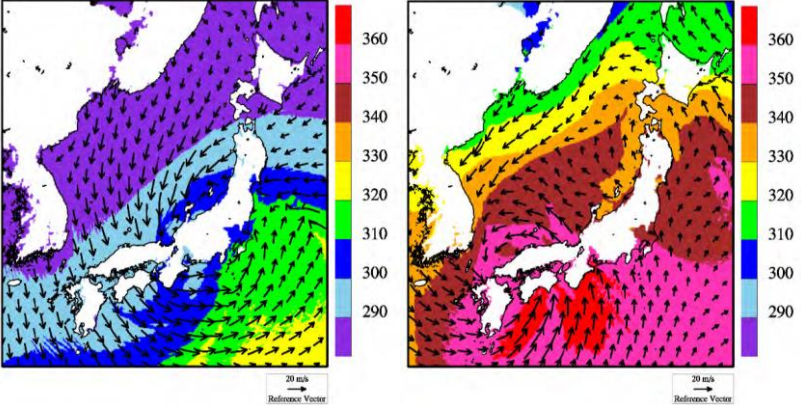
Dudhia, J., 1993: A nonhydrostatic version of the Penn State, NCAR mesoscale model: validation tests and simulation of an Atlantic cyclone and cold front. Mon. Wea. Rev., 121, 1493-1513.  
 山澤弘実, 茅野政道, 永井晴康, 古野朗子, 1997: 緊急時環境線量情報予測システム (世界版) WSPEEDI の開発と検証. 日本原子力学会誌, 39, 881-892.

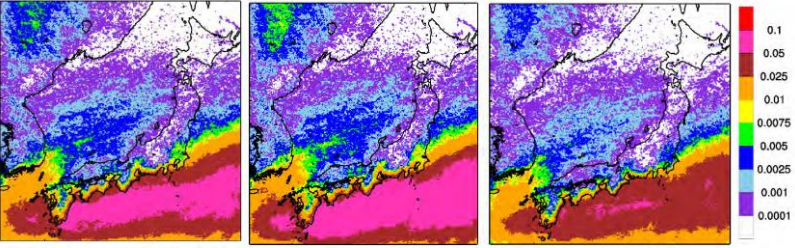
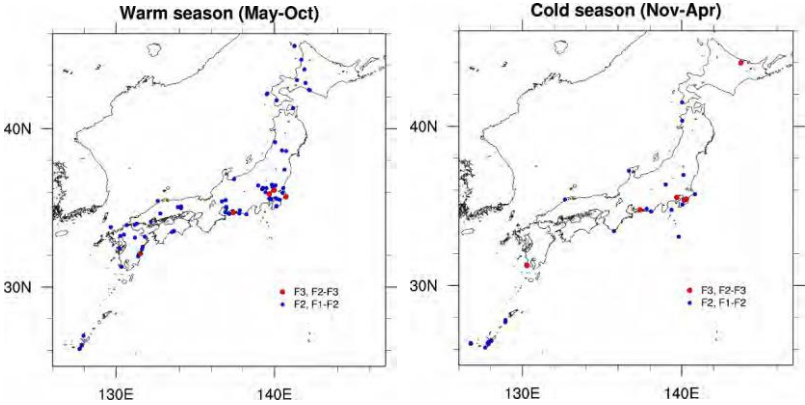
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p>付録3 各指数 (SReH, CAPE) が有する基本特性</p> <p>1999年～2010年の12ヵ年のSReHとCAPEのデータに対し、各指数に対する閾値をそれぞれ、<math>150\text{m}^2/\text{s}^2</math>、及び<math>250\text{J}/\text{kg}</math>とし、閾値を超過する頻度(全体の母数に対する割合(%))を計算した。なお、閾値を小さく設定するという事は、スーパーセルだけでなく、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<math>300\text{m}^2/\text{s}^2</math>程度以上、CAPEが<math>1000\text{J}/\text{kg}</math>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"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul> <div data-bbox="1745 1150 2463 1591"> <p style="text-align: center;">Freq. over SReH Threshold [%]      Freq. over CAPE Threshold [%]</p> <p style="text-align: center;">0 5 10 15 20 25 30 35 40      0 5 10 15 20 25 30 35 40</p> </div> <p style="text-align: center;">付図4 設定した閾値を超過する頻度 (左: SReH (閾値: <math>150\text{m}^2/\text{s}^2</math>), 右: CAPE (閾値: <math>250\text{J}/\text{kg}</math>))</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行く</p>	<p>(柏崎 6/7号炉は、CAPE, SReHの特性について「5.2」で記載)</p>



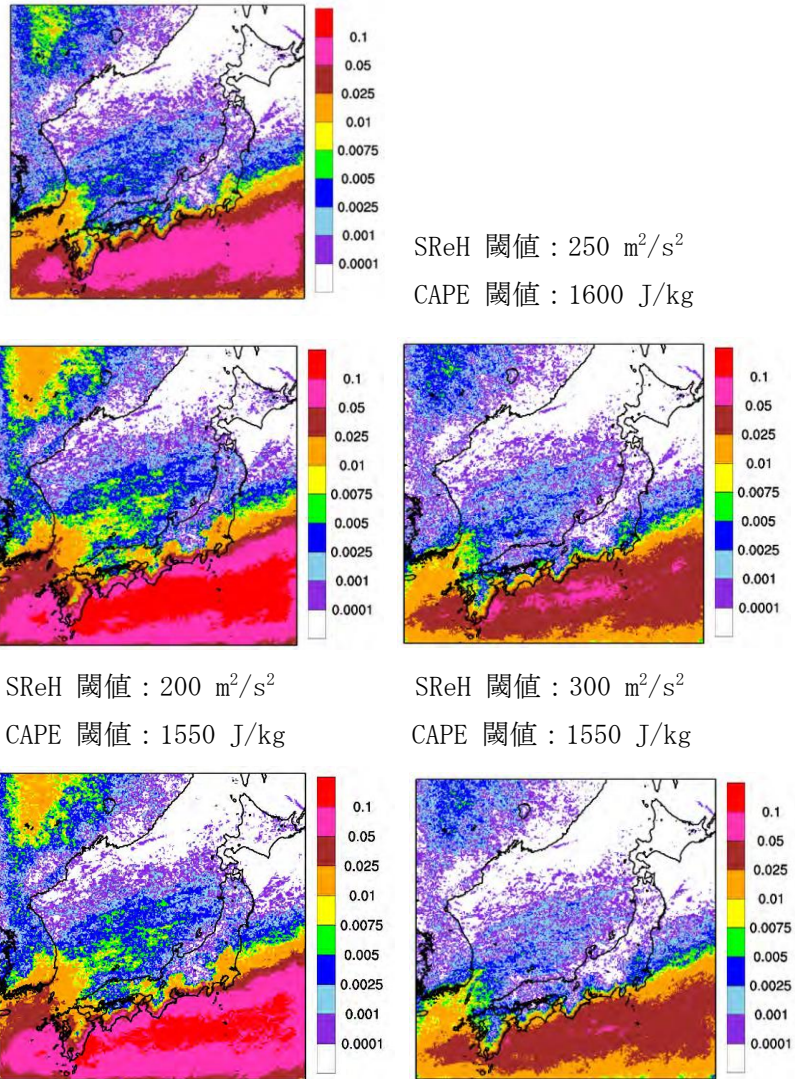
柏崎刈羽原子力発電所 6 / 7号炉 (2017. 12. 20 版)	東海第二発電所 (2018. 9. 18 版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
		<p data-bbox="1762 212 2502 331">ほど高く、沖縄でF3規模が発生していないことと対応しない。また、SReHの超過頻度分布においては、内陸部で大きな値をとっている。</p>  <p data-bbox="1733 926 2502 1003">付図5 F2及びF3規模の竜巻の発生箇所(気象庁の「竜巻等突風データベース」による)</p>	

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"> <li>・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）。</li> <li>・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）。</li> </ul> <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>

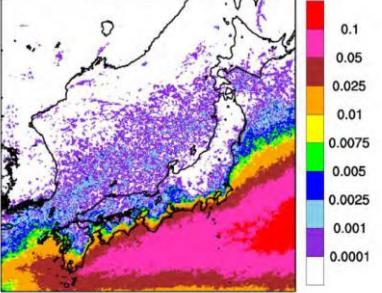
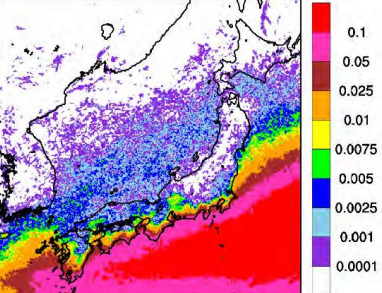
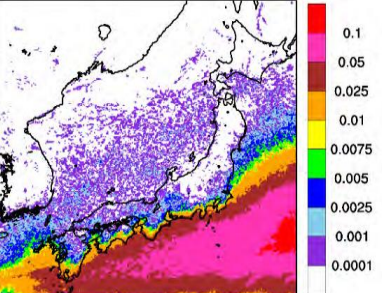
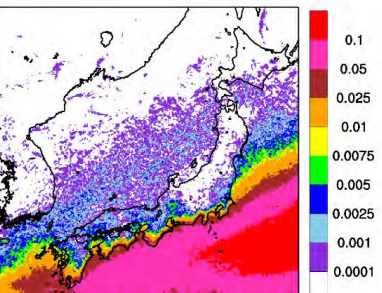
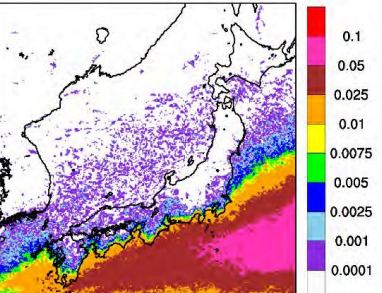
柏崎刈羽原子力発電所 6/7号炉 (2017.12.20版)	東海第二発電所 (2018.9.18版)	島根原子力発電所 2号炉	備考
<p>付録 D 高標高山岳が及ぼす影響</p> <p>1990年12月11日に千葉県茂原市で発生した日本最大級 F3 竜巻時(総観場:暖気の移流,気圧の谷,寒冷前線)の海拔100m 高度における気象場(風向・風速及び相当温位の分布)を図D-1 左図に示す。太平洋上は(相当温位の高い)暖かく湿潤な大気状態にあり,12月の冬季としては暖かく湿った大気(緑色)が太平洋側から千葉県南東部房総半島沿岸に発生した地点に流れ込んでいることが解析されている。この大気は内陸部に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="151 300 920 422">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="151 525 920 867">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 1150 783 1178">閾値 3.3      閾値 3.0      閾値 3.6</p> <p data-bbox="151 1199 920 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 1738 920 1854">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 2813 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 342 2813 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 <math>250 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>、CAPE が <math>1600 \text{ J/kg}</math> である。そこで、SReH を <math>200 \sim 300 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> (<math>50 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> 刻み)、CAPE を <math>1550 \sim 1650 \text{ J/kg}</math> (<math>50 \text{ J/kg}</math> 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 : <math>250 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> CAPE 閾値 : <math>1600 \text{ J/kg}</math></p> <p>SReH 閾値 : <math>200 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> CAPE 閾値 : <math>1550 \text{ J/kg}</math></p> <p>SReH 閾値 : <math>300 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> CAPE 閾値 : <math>1550 \text{ J/kg}</math></p> <p>SReH 閾値 : <math>200 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> CAPE 閾値 : <math>1650 \text{ J/kg}</math></p> <p>SReH 閾値 : <math>300 \text{ m}^2/\text{s}^2</math> CAPE 閾値 : <math>1650 \text{ J/kg}</math></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 : <math>250 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>, CAPE の閾値 : <math>1600 \text{ J/kg}</math>) に対する頻度分布の <math>0.01\%</math> 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 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> CAPE 閾値 : 600 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 200 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> CAPE 閾値 : 550 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 300 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> CAPE 閾値 : 550 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 200 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> CAPE 閾値 : 650 J/kg</p>  <p>SReH 閾値 : 300 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> 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>	