

⑦

# 島根原子力発電所2号機 竜巻影響評価について

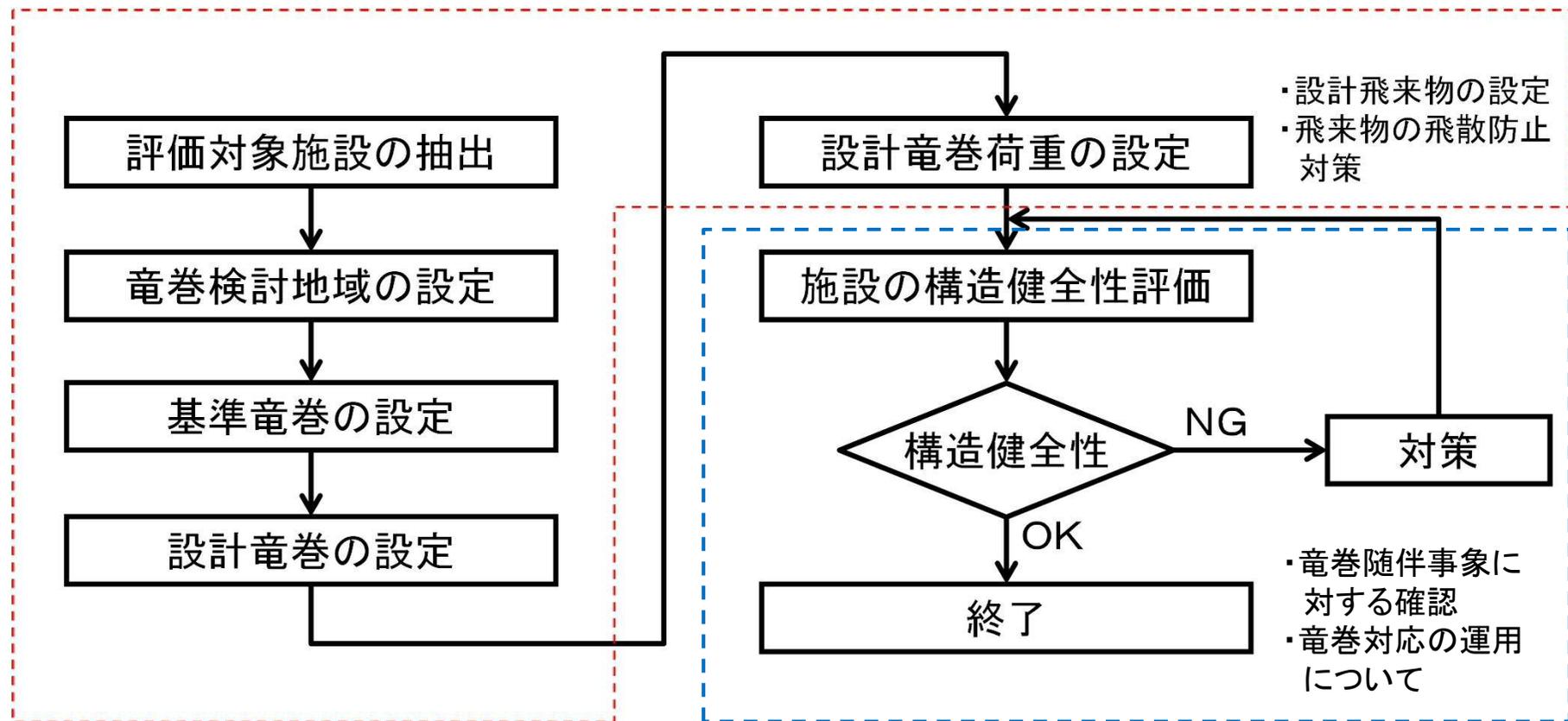
---

平成27年3月  
中国電力株式会社

**Energia**

# 1.1 はじめに

- 「实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」（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第5号）第6条に基づき，竜巻及びその随伴事象等によって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。
- 確認にあたっては，「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」（以下「ガイド」という。）を参照して，竜巻影響評価を実施する。
- 竜巻影響評価の実施フローを以下に示す。



今回ご説明範囲

次回以降ご説明範囲

## 2. 1 竜巻影響評価の対象施設

- 竜巻影響評価の対象施設は以下のとおりとする。
  - 竜巻防護施設のうち屋外施設および外殻となる建物等による防護機能が期待できない施設
  - 竜巻防護施設の外殻となる建物
  - 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設

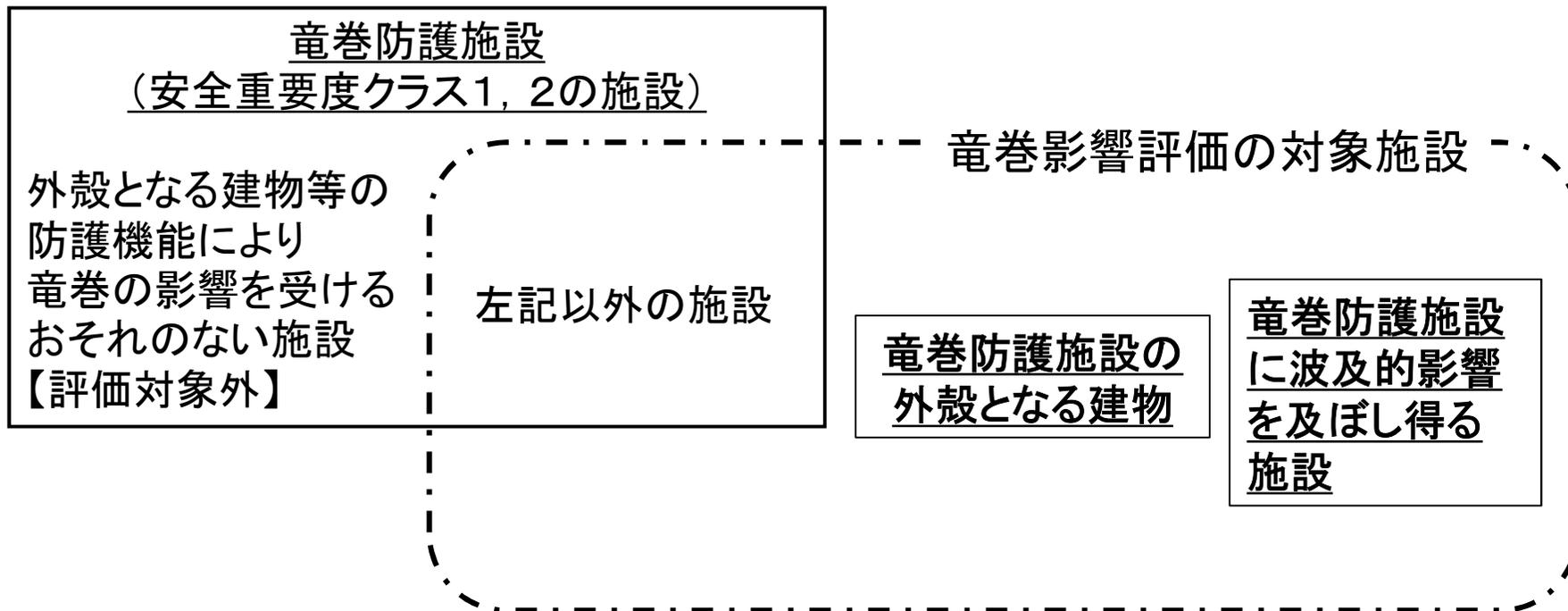


図2.1 竜巻影響評価の対象施設

## 2.2 竜巻防護施設のうち評価対象施設の抽出

■ 竜巻防護施設について、以下のフローに基づき評価対象施設を抽出した。

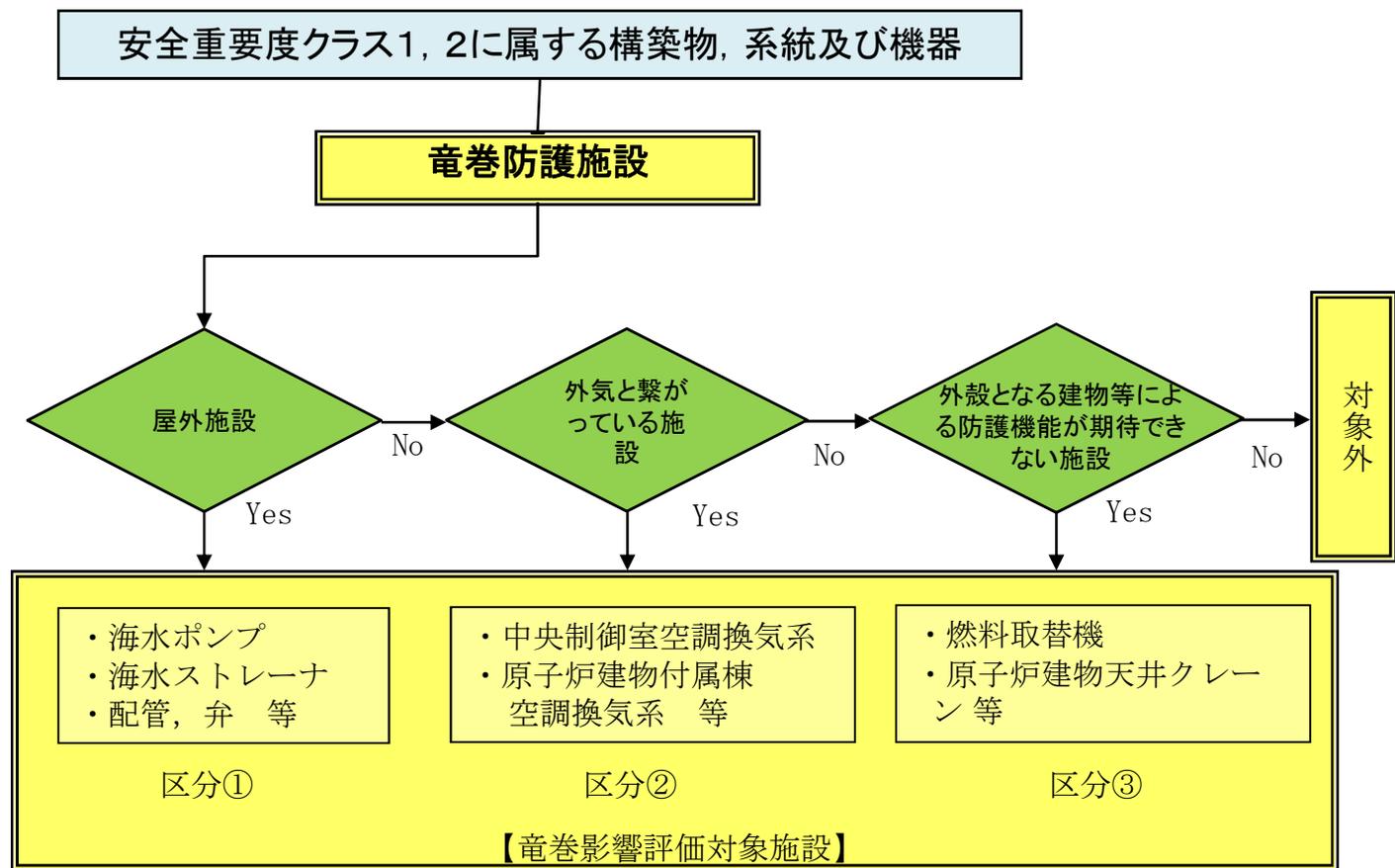


図2.2 評価対象施設抽出フロー

表1.2-1 竜巻影響評価対象施設とする竜巻防護施設の抽出結果(例)

系統	機器・設備	区分※
主蒸気系	配管	③
	弁	③
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
残留熱除去系	配管	③
	弁	③
	配管	①
非常用ガス処理系	弁	②
	配管	①
気体廃棄物処理系	希ガスホールドアップ塔	②
原子炉棟空調換気系	隔離弁	②
	ダクト	②

※区分: ①屋外施設  
 ②外気と繋がっている施設  
 ③外殻となる建物等による防護機能が期待できない施設

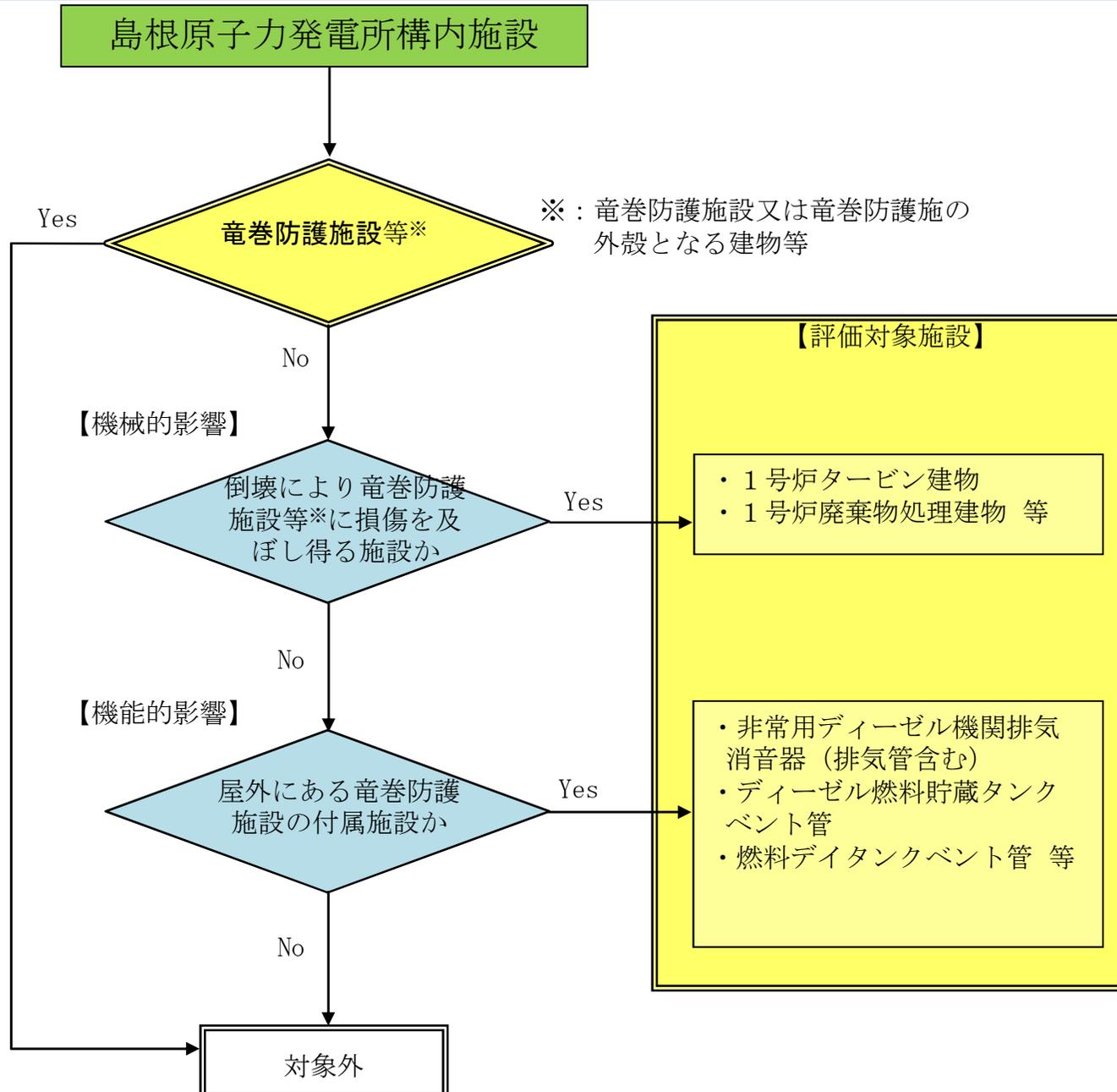
## 2.3 竜巻防護施設の外殻となる建物

- 竜巻防護施設の外殻となる建物として、評価対象とする建物を下表に示す。

表2.3 竜巻防護施設の外殻となる建物

竜巻防護施設の外殻となる建物 (評価対象施設)	内包する竜巻防護施設
原子炉建物	・原子炉圧力容器 ・原子炉格納容器 他
制御室建物	・中央制御室 ・中央制御室換気空調系 他
タービン建物	・原子炉補機海水系 ・高圧炉心スプレイ補機海水系 他
廃棄物処理建物	・気体廃棄物処理系

## 2.4 竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設の抽出



## 2.5 竜巻影響評価の対象施設

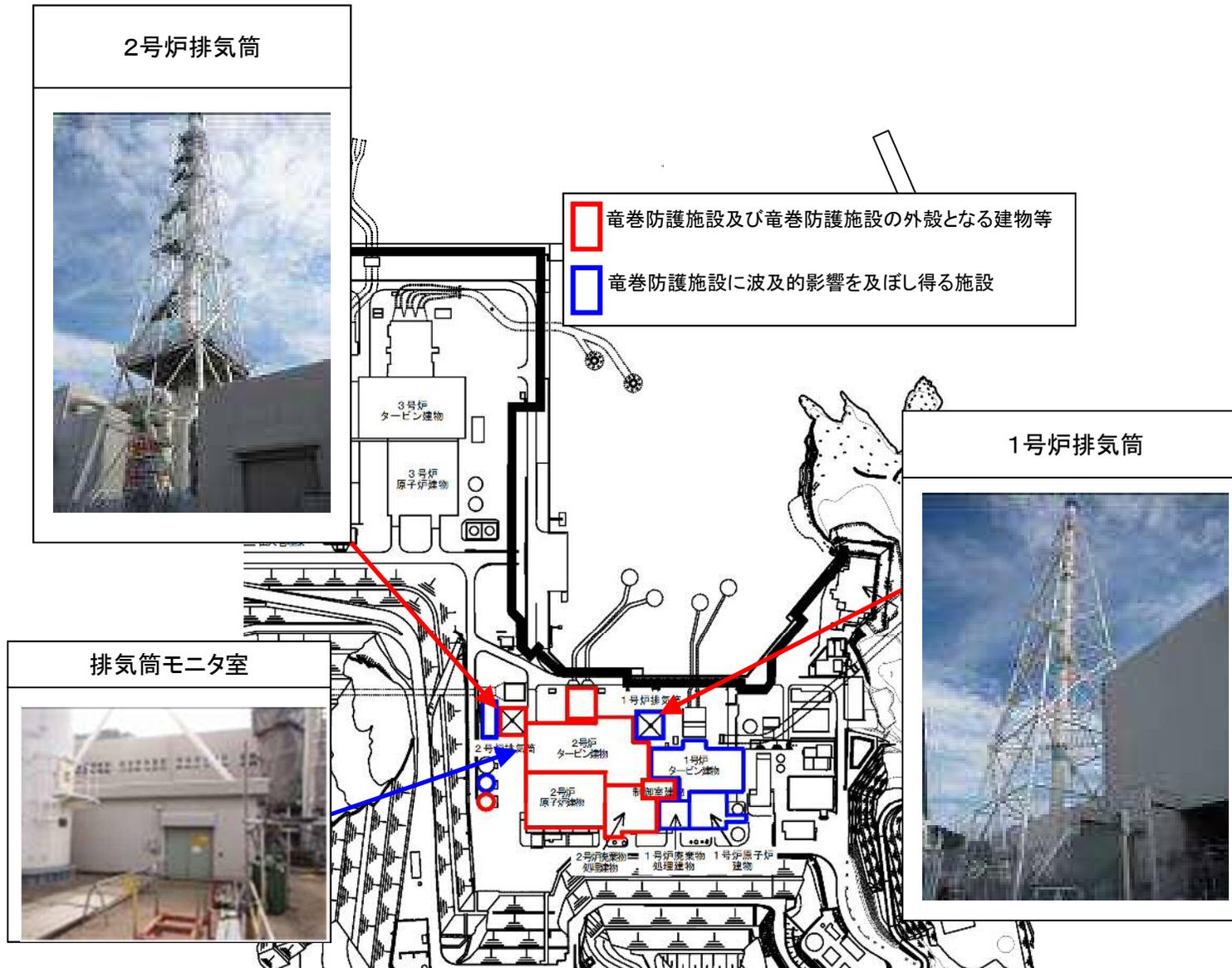


図2.5 評価対象施設及び波及的影響を及ぼし得る施設(屋外)

### 3. 1 竜巻検討地域の設定(1/2)

#### 全国の竜巻発生総観場の分析

- 竜巻検討地域は、島根原子力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た。
  - 台風起因の大きな竜巻は日本海側や北海道では全く発生していない。
  - 温帯低気圧起因の竜巻は日本全国で発生しているが、日本海側ではF2が最大となっている。
  - 季節風(冬)起因の竜巻が、九州の日本海側ではほとんど発生していない。

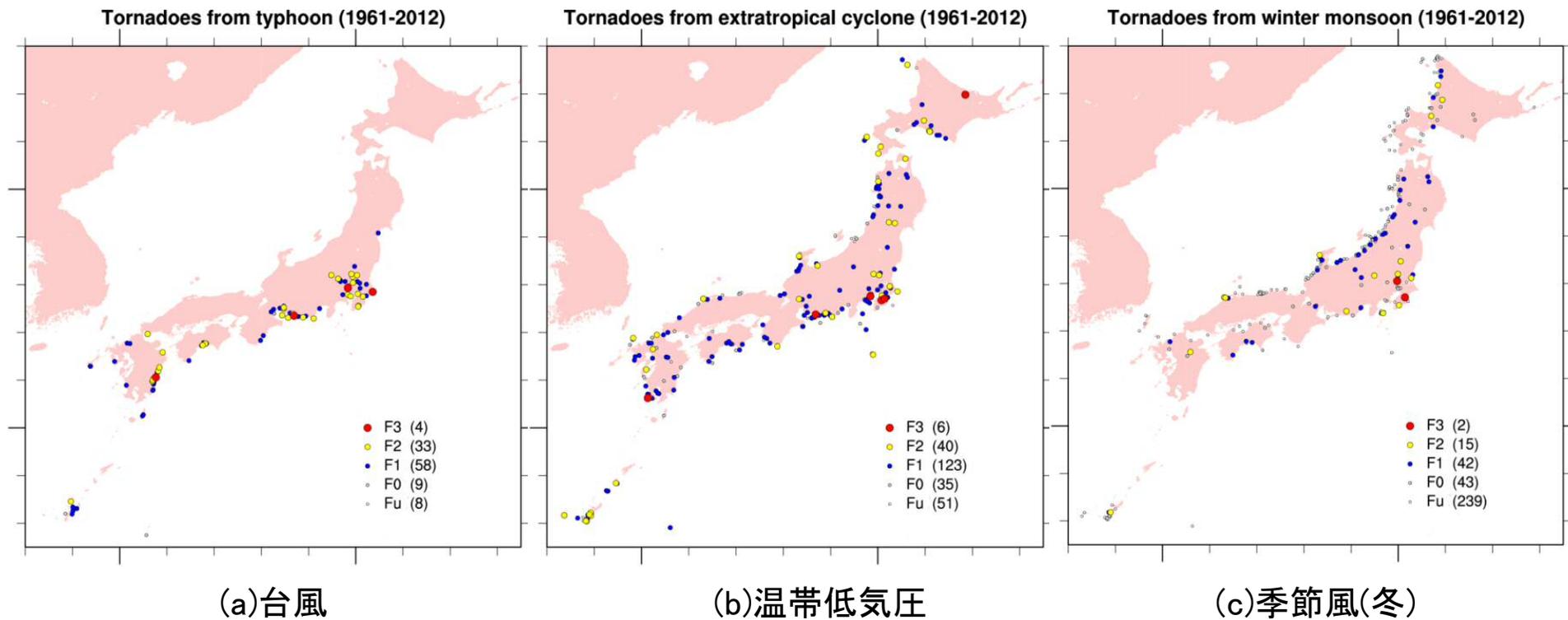


図3.1-1 総観場ごとの竜巻発生分布

### 3. 1 竜巻検討地域の設定(2/2)

#### 竜巻検討地域の設定

- 竜巻検討地域は、日本海側沿岸(北海道から本州, 各都道府県に含まれる島, 離島を含む)の海岸線より海側5kmと陸側5kmの地域(面積:33,395km<sup>2</sup>)とした。



図3.1-2 竜巻検討地域と1961年~2012年6月に観測された竜巻

### 3. 2 竜巻検討地域の妥当性

#### 竜巻集中地域と竜巻検討地域における竜巻発生総観場の分析

- 島根原子力発電所近傍の竜巻集中地域と竜巻検討地域における竜巻発生総観場の分析により、竜巻検討地域の妥当性を確認した。
  - 竜巻集中地域及び竜巻検討地域で発生したF0以上の竜巻の総観場の特徴は、両地域とも寒気に伴って発生した親雲に起因した竜巻が多い。

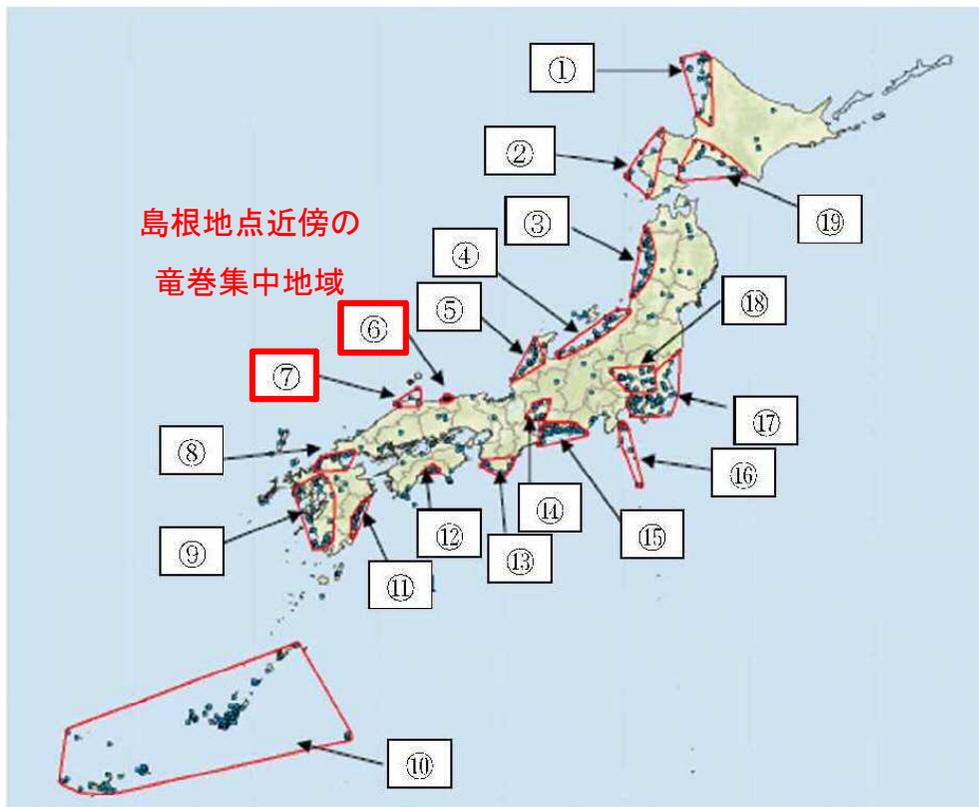
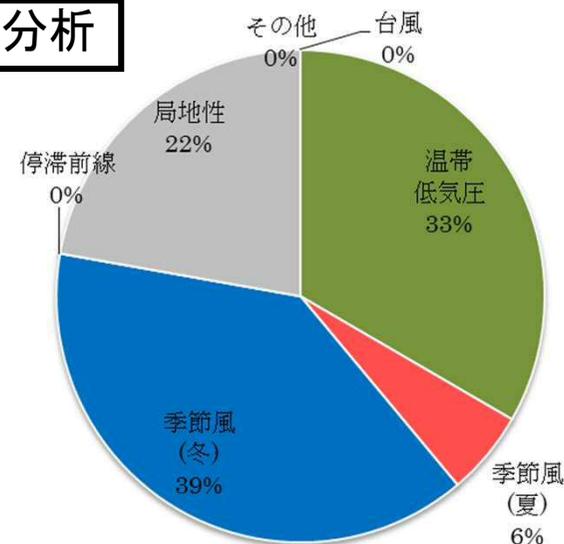
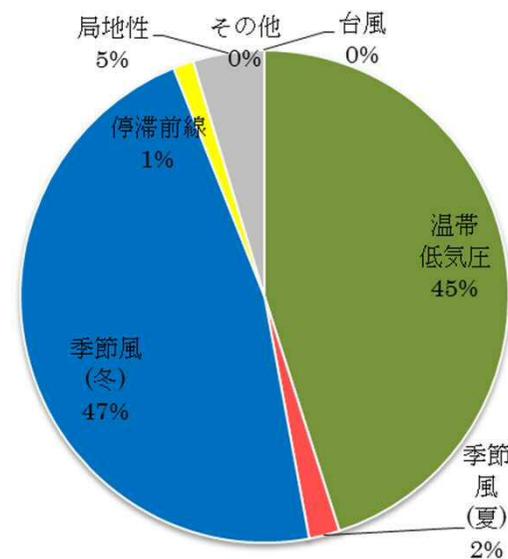


図3.2-1 竜巻の発生地点と竜巻が集中する19個の地域



(a) 竜巻集中地域 (F0以上)



(b) 竜巻検討地域 (F0以上)

図3.2-2 竜巻発生時の総観場の特徴

### 3. 3基準竜巻の設定(1/5)

#### F3規模以上の竜巻発生環境場の地域性の検討

- 大きな竜巻を引き起こすスーパーセルの発生要因(下層大気鉛直シアに伴う渦度SReHや大気不安定度CAPEが同時生起する頻度について検討した。
- 設定した閾値は、
  - 【暖候期(5月～10月)】SReH:  $350\text{m}^2/\text{s}^2$  CAPE:  $1200\text{J}/\text{kg}$  降水量 $4\text{mm}/\text{hr}$
  - 【寒候期(11月～4月)】SReH:  $350\text{m}^2/\text{s}^2$  CAPE:  $500\text{J}/\text{kg}$  降水量 $4\text{mm}/\text{hr}$  とした。
- 同時超過頻度 $10^{-4}$ 前後の領域がF3規模竜巻の発生箇所との対応性が高い。
- 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オーダー以上小さな値である。

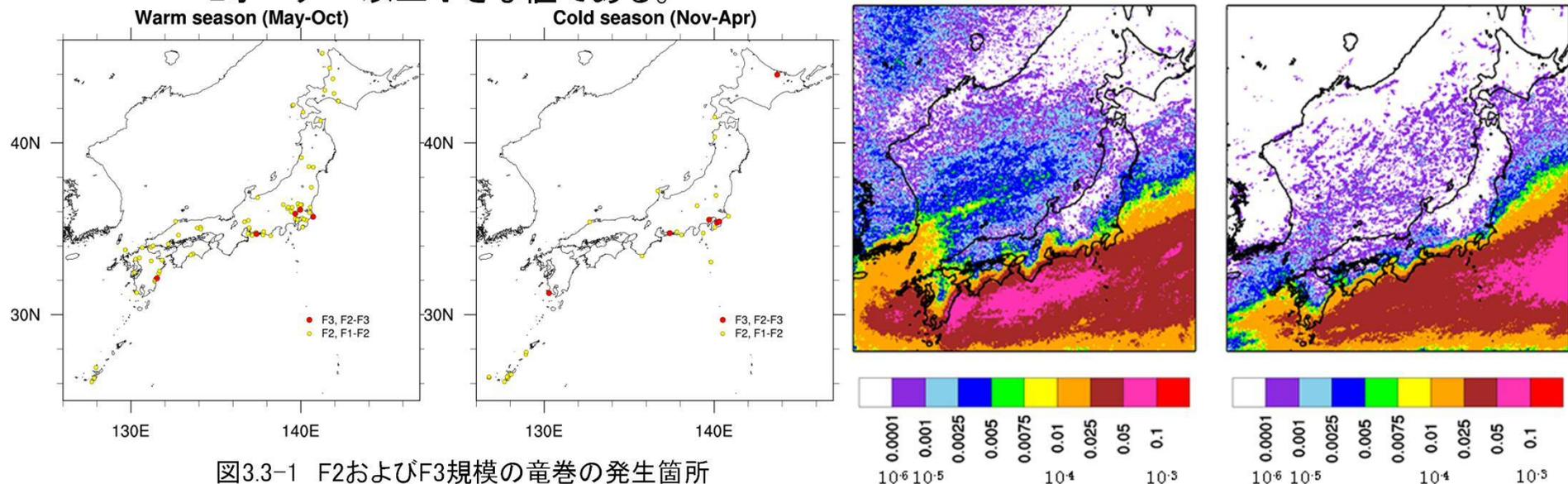


図3.3-1 F2およびF3規模の竜巻の発生箇所

(左:暖候期, 右:寒候期, 気象庁「竜巻等突風データベース」による)

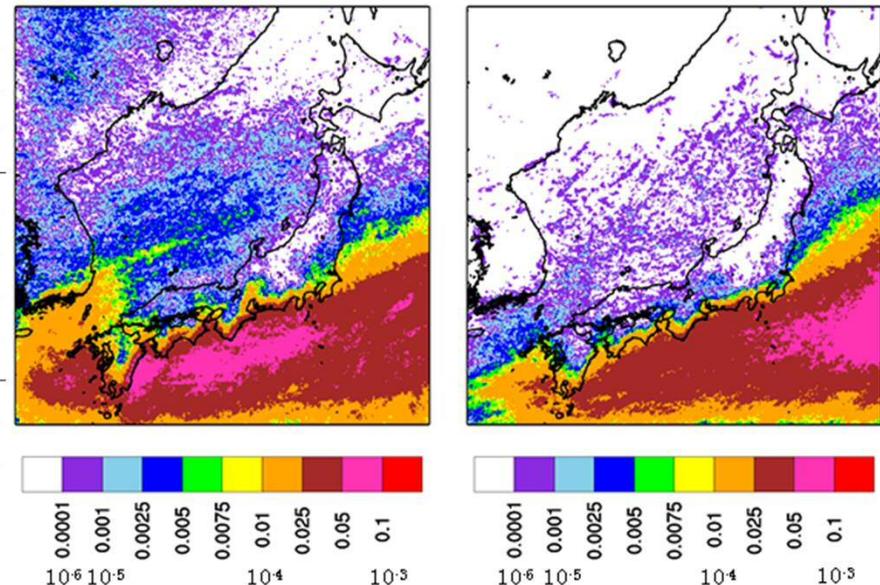


図3.3-2 同時超過頻度分布(左:暖候期, 右:寒候期)

- 島根原子力発電所周辺地域においては, F3規模以上の竜巻が発生し難いものと考えられる。

### 3. 3基準竜巻の設定(2/5)

#### 過去に発生した竜巻による最大風速( $V_{B1}$ )の設定

- 竜巻検討地域で発生した過去最大竜巻はF2スケールであるが、不確実性を考慮して、F2スケールより1ランク規模の大きいF3スケール(70~92m/s)を考えると、 $V_{B1}$ は92m/sとする。

表3.3-1 竜巻検討地域で発生した過去最大竜巻※1

発生日時	発生場所		藤田 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
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
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

※1 気象庁「竜巻等の突風データベース」より作成

※2 藤田スケールは、ア)被害の詳細な情報等から推定できたもの、イ)文献等からの引用また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。

### 3. 3基準竜巻の設定(3/5)

#### 竜巻最大風速のハザード曲線算定に用いたデータ

- 気象庁「竜巻等の突風データベース」の1961年～2012年6月までのデータを使用して竜巻発生数等の平均値や標準偏差を評価した。
- また、観測体制が近年になるほど強化されており、年代により発生数などにばらつきがあるため、平準化を行い疑似的な51.5年間のデータや統計量をFスケール毎に求めた。

表3.3-2 竜巻の発生数, 被害幅, 被害長さの統計量

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

### 3. 3基準竜巻の設定(4/5)

#### 竜巻影響エリアの設定

- 島根原子力発電所2号機における竜巻影響評価対象施設を十分な余裕をもって囲む直径450mの円形(面積約160,000m<sup>2</sup>)を竜巻影響エリアとした。

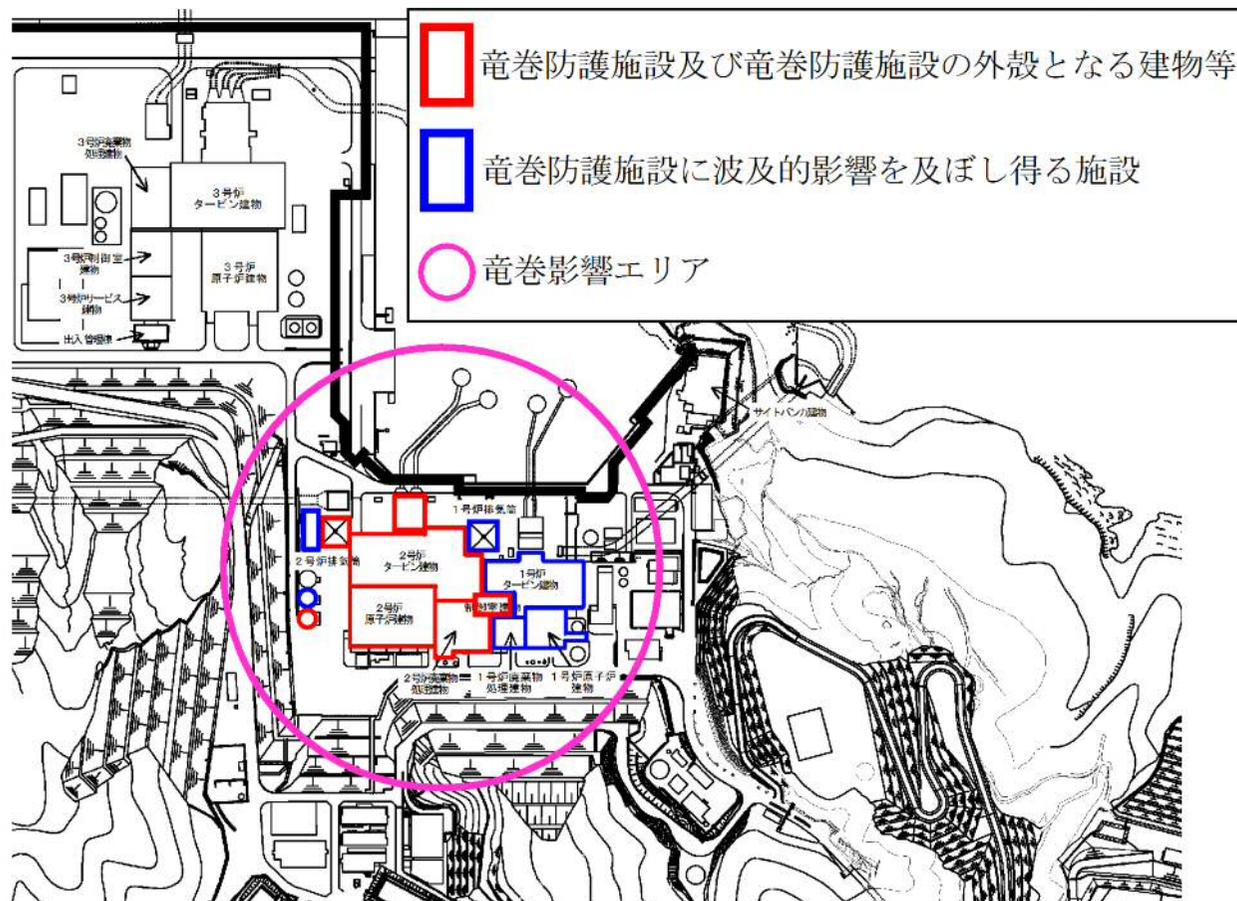


図3.3-4 竜巻影響エリア

### 3. 3基準竜巻の設定(5/5)

#### 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速( $V_{B2}$ )の設定

- 竜巻検討地域全域の年超過確率 $10^{-5}$ に相当する竜巻最大風速は61m/sとなる。
- 竜巻検討地域を1km毎に細分化した評価のうち年超過確率 $10^{-5}$ に相当する竜巻最大風速の最大値は62m/sとなる。
- 以上のことからハザード曲線による最大風速( $V_{B2}$ )は62m/sとした。

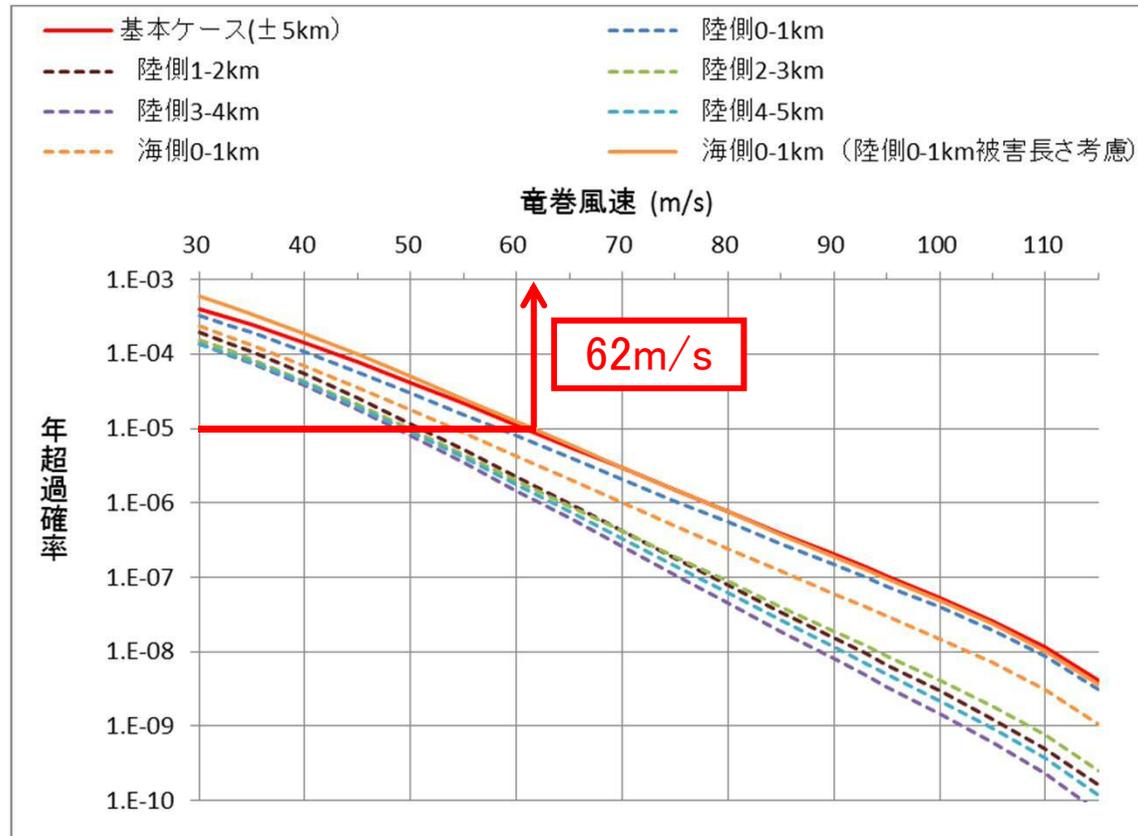


図3.3-5 竜巻最大風速のハザード曲線の算定結果

### 3. 4 基準竜巻，設計竜巻の設定

#### 基準竜巻の最大風速( $V_B$ )の設定

- これまでに評価した竜巻の最大風速の算定結果を下表に示す。

表3.3-3 竜巻の最大風速の算定結果

	竜巻の最大風速
過去に発生した竜巻による最大風速( $V_{B1}$ )	92m/s
竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速( $V_{B2}$ )	62m/s

- 以上より，基準竜巻の最大風速( $V_B$ )は，92m/sとした。

#### 設計竜巻の最大風速( $V_D$ )の設定

- 島根原子力発電所の敷地において，地形効果による増幅は考えられないことから，風速の割増しは行わず，設計竜巻の最大風速( $V_D$ )は，92m/sとした。