

【関連質問への回答】

新規制基準適合性審査申請

設計基準対処施設

<(3)その他の自然現象>

竜巻

(No.63関連)

令和2年2月7日

東北電力株式会社

【意見No.63関連質問】

確率論的に求めた竜巻に関して、ハザード曲線の求め方やその考え方を別途説明して欲しい。

【長谷川副座長】

- 竜巻最大風速の年超過確率のハザード曲線は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」(以下「竜巻影響評価ガイド」という。)の手法に基づき求めている。この竜巻影響評価ガイドは、米国NRCの竜巻ハザードに係るガイドラインを参考にしている。
- 竜巻影響評価ガイドが参考とした、米国NRCの竜巻ハザードに係るガイドラインでは、竜巻の観測記録に基づき、竜巻の発生数のポアソン分布またはポリヤ分布への適合性および竜巻の諸元である風速、被害幅、被害長さの対数正規分布への適合性を確認しており、これらの確認結果に基づき竜巻最大風速のハザード曲線の求め方を定めている。
- 国内の竜巻の観測記録に対しても、竜巻の発生数はポアソン分布またはポリヤ分布に適合すること、また、竜巻の諸元である風速、被害幅、被害長さは対数正規分布に適合することが、東京工芸大学による調査研究¹⁾にて確認されている。
- 図1に竜巻の発生数のポアソン分布またはポリヤ分布への適合性について、図2に竜巻の諸元の対数正規分布への適合性について示す。

1) 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

コメント回答(No.63; 竜巻ハザード曲線)(2/4)

- 国内の竜巻の観測記録に対しても、竜巻の年発生数はポアソン分布またはポリヤ分布によく適合することが確認されている。
- ポアソン分布とポリヤ分布では、ポリヤ分布の方が適合性が高いことが確認されている。

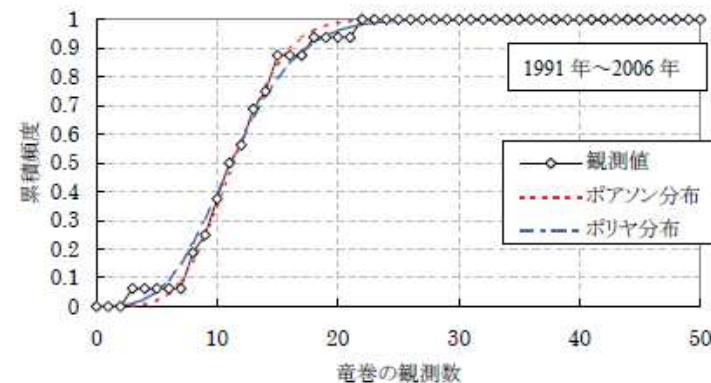
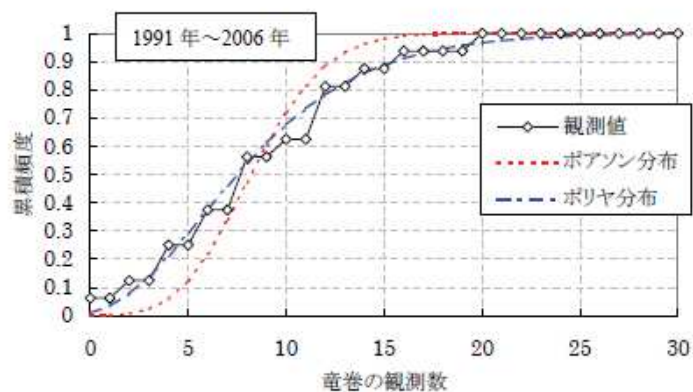
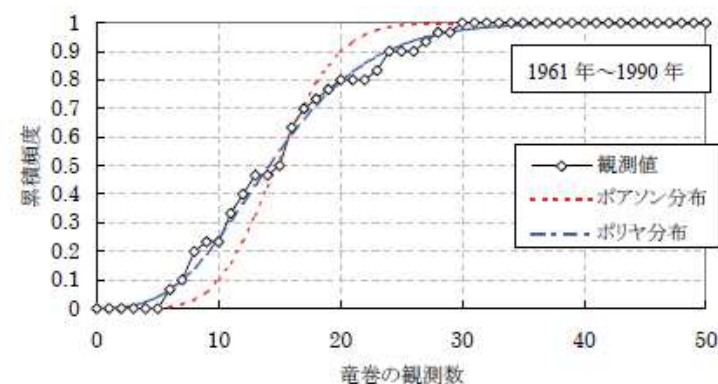
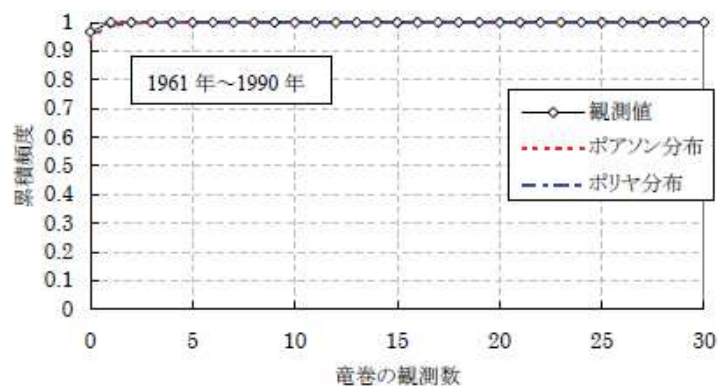


図 2.1.24 海上竜巻の累積頻度と、ポアソン分布およびポリヤ分布との比較
(上: 1961 年～1990 年, 下: 1991 年～2006 年)

図 2.1.25 陸上で発生した竜巻と海上から上陸した竜巻の累積頻度とポアソン分布、および
ポリヤ分布の比較 (上: 1961 年～1990 年, 下: 1991 年～2006 年)

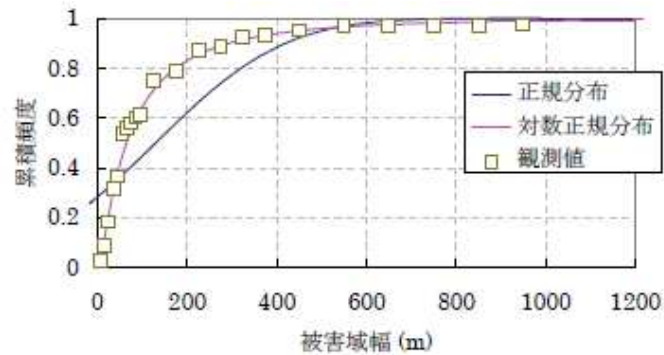
出典: 東京工芸大学(2011): 平成21～22 年度原子力安全基盤調査研究(平成22年度)

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

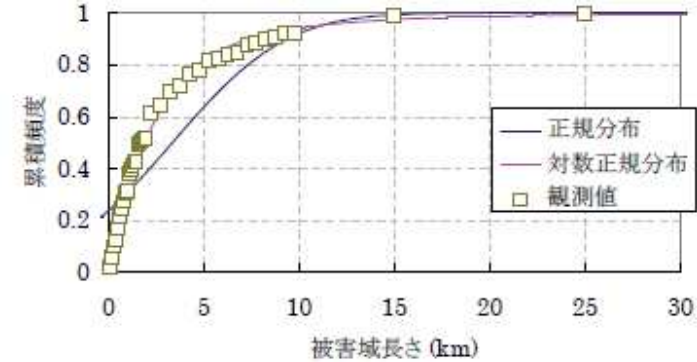
図1 竜巻の発生数のポアソン分布またはポリヤ分布への適合性について

コメント回答(No.63; 竜巻ハザード曲線)(3/4)

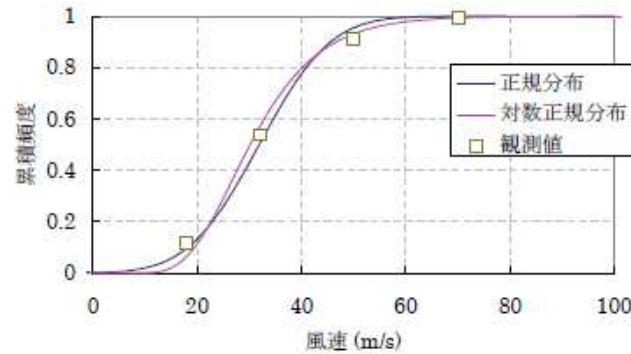
- 国内の竜巻の観測記録に対しても、竜巻の諸元(竜巻最大風速, 被害幅, 被害長さ)は対数正規分布に良く適合することが確認されている。



(a) 被害域幅(m) (平均値: 130m, 変動係数: 1.74, サンプル数 321)



(b) 被害域長さ(km) (平均値: 3.4km, 変動係数: 1.41, サンプル数 325)



(c) 竜巻風速(m/s) (平均値: 31.9m/s, 変動係数: 0.34, サンプル数 375)

図 2.1.1.26 被害域幅(m), 被害域長さ(km), および竜巻風速(m/s)の累積頻度と、正規分布および対数正規分布との比較 (1961年1月～2008年12月)

出典: 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

図2 竜巻の諸元の対数正規分布への適合性について

コメント回答(No.63; 竜巻ハザード曲線)(4/4)

- ▶ 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方の概要を以下に示す。基準竜巻の最大風速(V_B)のうち確率論的に求めた竜巻の最大風速(V_{B2})は86.7m/sとなる。
- ▶ 上記 V_{B2} および*日本における竜巻観測記録の既往最大値(V_{B1})92m/sを踏まえ、竜巻に対する防護設計を行う際の設計竜巻の最大風速(V_D)は、保守的に100m/sとしている。

* 当日の配付資料に誤記があったため修正

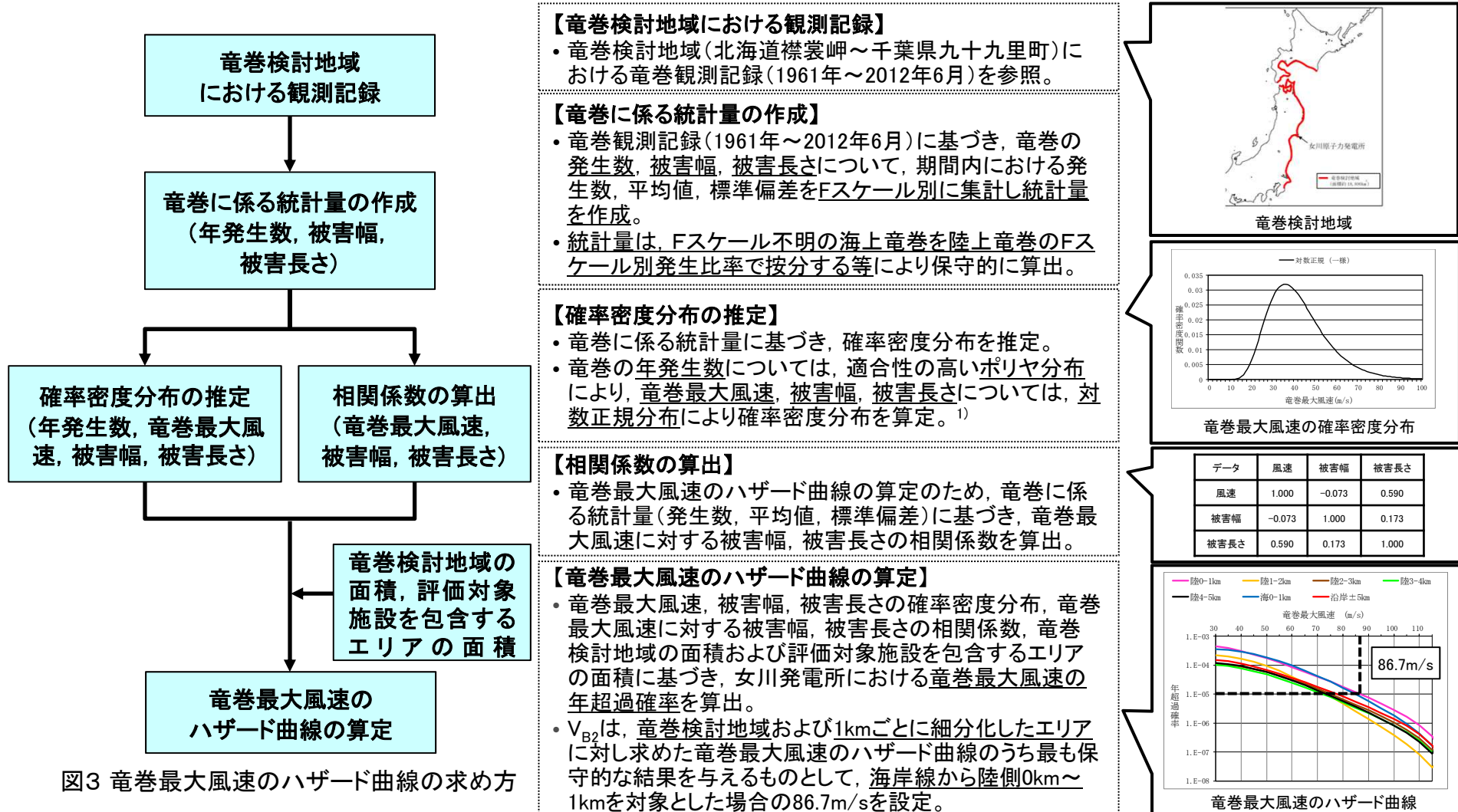
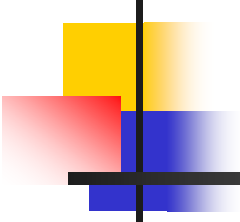


図3 竜巻最大風速のハザード曲線の求め方



參考資料

竜巻に係る用語について

- 藤田スケール(Fスケール) : 竜巻などの突風により発生した被害の状況から風速を大まかに推定する尺度。
- ポアソン分布 : 確率分布の一つ。生起確率が正確に分からないまれな現象の場合に有用。
- ポリヤ分布 : ポアソン分布を一般化したもの。発生状況が必ずしも独立でないまれな現象の場合に有用。
- 竜巻検討地域 : 原子力発電所が立地する地域及び竜巻発生観点から気象条件等が類似の地域。
- 被害長さ : 竜巻による被害を受けた範囲の、竜巻の移動方向の長さ。
- 被害幅 : 竜巻による被害を受けた範囲の、竜巻の移動方向と垂直な方向の長さ。
- 最大竜巻風速のハザード曲線 : 竜巻風速に対する超過確率の関係を示した曲線。

表1 各藤田スケールの竜巻風速の範囲

藤田スケール (Fスケール)	竜巻風速(m/s)	
	下限	上限
F0	17	32
F1	33	49
F2	50	69
F3	70	92
F4	93	116
F5	117	142

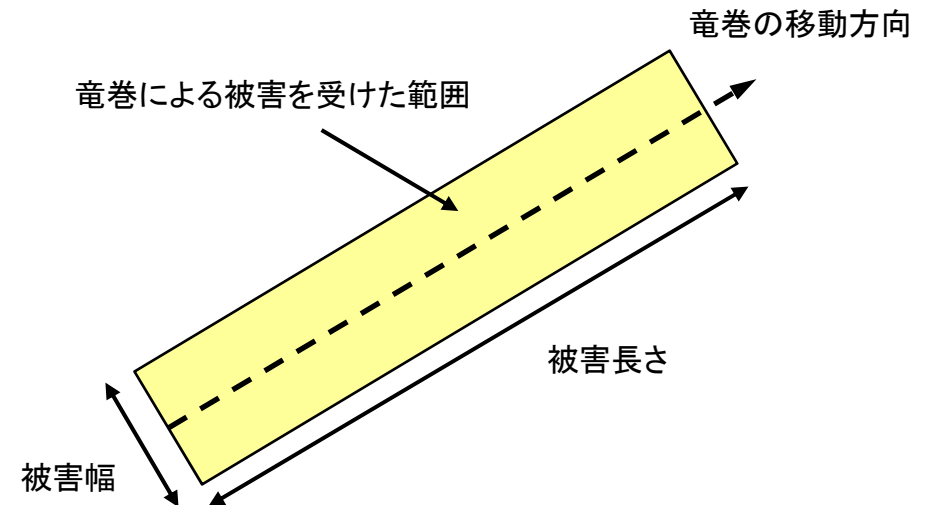


図1 被害長および被害幅