

## 重点課題 - リスクの最適マネジメントの確立

## 電力設備に及ぼす気象・気候影響予測手法の開発

## 背景・目的

巨大台風や急速に発達する低気圧、局地的豪雨・豪雪、竜巻等の突風に伴う災害が頻発している。中には既往最大を上回る極端な事象も発生しており、地球温暖化の影響も懸念されている。

本課題では、日々の運用において災害を事前に回避し、被災した後でも迅速に復旧する

ための支援技術として、極端な気象災害の予測評価手法や予測結果の活用法、気象・海象ハザード評価法を開発するとともに、原子力発電所の竜巻影響評価に係る技術を開発する。これにより、電力設備の健全性と供給機能確保に貢献する。

## 主な成果

## 1 降水短時間予測システムの開発

気象庁・国土交通省の気象レーダを活用した2種類の降水短時間予測システム(全国版地域版)を開発した。1つは、9時間先までの日本全国の降水を3km解像度で予測するシステム、もう一つは2~3時間先までの特定の地域(例えば関東地方)の降水を1km解像度で頻度高く(例えば10~20分毎に)予測するシス

テムである(図1)。いずれのシステムも、時々刻々得られる気象レーダの情報や地上観測データ(アメダス、ウィンドプロファイラ等)を自動処理する。さらに、これら観測データを用いて、既開発のNuWFAS(気象予測・解析システム)を用いた予測結果を逐次更新することで、短時間先の降水の予測精度を向上した。

2 気象庁週間アンサンブル予報<sup>\*1</sup>データの利活用方法の提案

気象庁の週間アンサンブル予報結果をもとに、空間解像度の高い降水予測を行うため、①NuWFASによる気象力学的手法(水平解像度5~15km)を活用した、2日程度先までの時間降水量予測手法<sup>[V14013]</sup>、②統計的な

パターン認識技術を活用した1週間先までの日降水量予測手法をそれぞれ開発した(図2)。両手法とも、各要素の変動幅や時間的ずれ幅を見積ることができるため、予測の信頼性に応じたユーザの意思決定をサポートする。

## 3 原子力発電所の竜巻影響評価に係る技術開発

国内既往最大規模(藤田スケール<sup>\*2</sup>:F3)以上の竜巻の発生しやすさの地域性を評価するために、当所が作成した高解像度・長期気象・気候データ(CRIEPI-RCM-Era2)を用いて、突風関連指数<sup>\*3</sup>を評価する手法を考案した。我が国および米国で発生したF3~F5規模の竜巻の気象解析結果をもとに手法の適切性を検証した。また、沿岸域で竜巻発生数が多い、我が国の特徴を考慮した竜巻ハザード評価手法(TOWLA)を開発するとともに、竜巻飛来物の挙動評価手法(TONBOS)の使用性を向

上させた<sup>[N14002]</sup>。

竜巻飛来物対策として開発した、高強度金網を用いた防護手法に関し、当所提案の金網吸収エネルギー算定手法の適用条件を重錘落下試験から明らかにした<sup>[N14009]</sup><sup>[1]</sup>。さらに、金網による飛来物捕捉率を担保するために、補助金網を追加設置する効果を実証した(図3)<sup>[N14018]</sup>。これまで実施してきた研究で得られた知見をもとに、日本保全学会による竜巻影響評価ガイドラインの策定や日本機械学会による規格策定に貢献する。

\*1 アンサンブル予測とは、初期値等に人工的な誤差を与え複数の予測を行うこと。また、予報と予測の用語について、気象庁などの機関が天気を予測しその結果を社会に報告する場合を予報、それ以外は予測として使用する。

\*2 構造物等の被害状況から推定された竜巻の強さに関する指標。当指標は竜巻風速と対応付けられ、例えば、F2竜巻の風速は50~69m/s(7秒間平均)、F3竜巻の風速は70~92m/s(5秒間平均)とされている。

\*3 気象庁による竜巻注意情報の発令や竜巻ナウキャストに利用されている上空大気不安定度や風向・風速差等に関する指標。当所提案手法では、対流位置有効エネルギーCAPE、ストームの動きに相対的なヘリシティーSReH、ならびにエネルギー・ヘリシティー・インデックス EHI(=CAPE×SReH/160,000)を用いている。

[1] 南波・白井・坂本, 土木学会構造工学論文集, Vol.61A, 958-969 (2015).

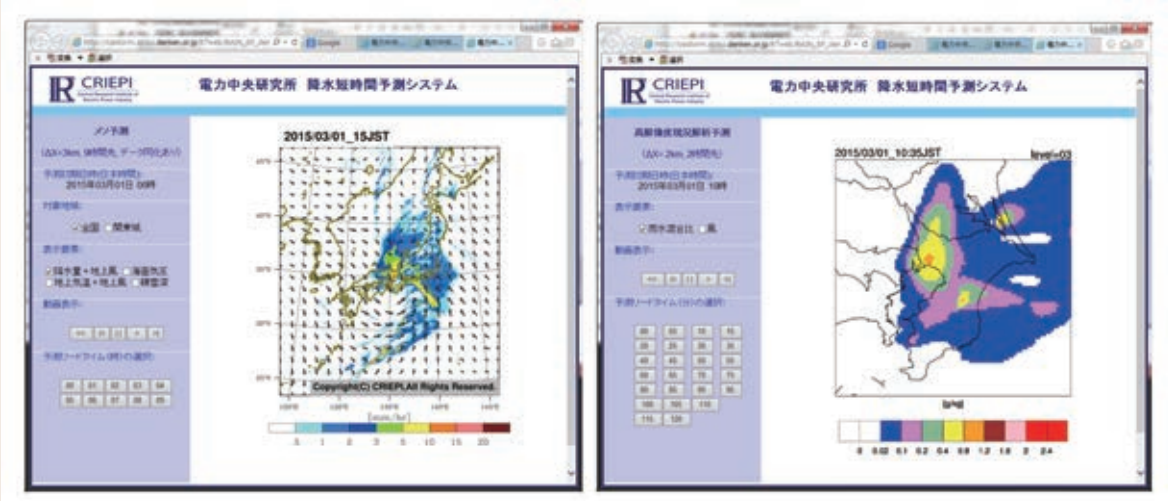


図1 降水短時間予測システム(左:全国版, 右:地域版)

既開発のNuWFASによる翌日予測の結果に、気象レーダ等により得られる降水の実況値を逐次反映させることによって、数時間先までの降水量の予測精度の向上を図った。全国版では、3次元変分法同化手法(WRFDA)を用いて9時間先までの予測精度を向上した。地域版では、4次元変分法同化手法(VDRAS)を用いて、より高解像度で、更新頻度も高くすることにより、狭い領域で急激に発達する降水の予測精度を向上した。予測期間、および計算領域の広さ等は用いる計算機能力によって容易にカスタマイズ可能である。

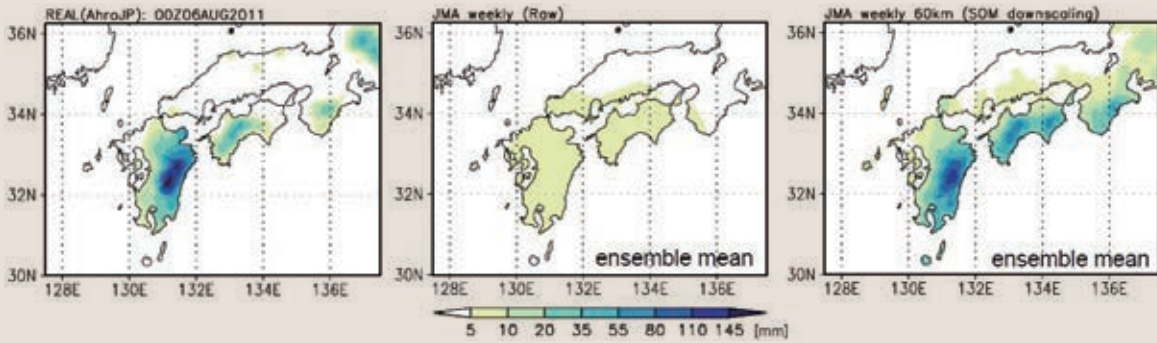
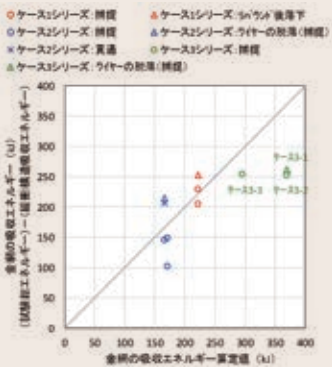


図2 パターン認識技術を活用した1週間先までの日降水量の予測手法(1日先予測例)

(左:観測値, 中:気象庁アンサンブル予報, 右:開発手法)

自己組織化マップと呼ばれる統計的なパターン認識手法を過去の気象解析データや降水量データに適用し、空間解像度の粗い気象要素(500hPaにおける風向・風速等)の空間分布と空間解像度の高い降水分布との間の関係性を数百パターン抽出した。この抽出パターンを活用すれば、元とする気象庁の予報が豪雨域を予測できない場合でも、上空の空間解像度の低い気象予報結果と抽出した豪雨パターンから、豪雨域を1週間程度先まで即座に予測できる。



金網吸収エネルギーと算定値の比較



角型鋼管付き重錘の捕捉状況

図3 高強度金網を用いた竜巻防護対策に関する検討例

外形寸法の異なる金網の落錘試験で確認した金網吸収エネルギーと当所提案手法算出値の比較から、提案手法の妥当性を確認した(左図)。また、補助金網を設置することによって角形鋼管付き重錘の衝突による局部貫通を防止し、重錘を捕捉可能であることを確認した(右写真)。