

TSUBAME 共同利用 平成 26 年度 産業利用 成果報告書

利用課題名 気象イベントを考慮した建築環境の解析評価
英文: Building Environment Analysis under considering Weather Events

利用課題責任者
PHAM VAN PHUC

所属: 清水建設(株)技術研究所
Affiliation: Institute of Technology, Shimizu Corporation
URL: <http://www.shimz.co.jp>

本利用課題では、TSUBAME スパコンに WRF 気象モデルを導入して、気象イベントを考慮できる建築環境の上空における大型台風や竜巻・突風等の局所的な気象現象の再現を試みる。本報では、過去に発生した竜巻イベントを対象として、初期データや解析条件及びネスティング方法等の検討により積乱雲や竜巻等の発達できるメソサイクロンの再現を確認し、そのイベントの再現性と WRF 気象モデルの有効性を明らかにした。

A meso scale meteorological model has been used to develop the analysis system of build environment considering the effects of extreme weather events such as large typhoons, tornadoes. Several initial meteorological conditions and nesting methods were investigated and it success to reproduce a mesocyclone that needs for the developing of the cumulonimbus and tornado.

Keywords: Typhoon, Tornado, WRF, Building Environment, Weather Event

背景と目的

台風や竜巻・突風などの気象イベントによる人的、経済的ロスに極めて大きい。特に、竜巻・突風では建物や鉄道施設に甚大な被害が発生しており、内閣府の防災基本計画にも風水害に係る事象として竜巻などの突風が明記され、竜巻・突風の発生予測は先端科学技術の開発として重点的に取り組まれている。また、米国で 2011 年に発生した竜巻は、多数の死傷者の発生に加えて原子力発電施設の稼働に影響を与えるなど、気象イベントは国際社会にも大きなインパクトを与えた。

そこで、本利用課題はまず、TSUBAME スパコンの計算資源を活用して、気象モデルを導入することにより、これらの気象イベント、特に竜巻イベントの再現を試みた。これより、既存に開発された広域建築環境解析との連携を行い、記録結果や観測データとの比較により、その気象イベントの特徴と、地上付近建築環境等へ与える影響を調べており、気象イベントを考慮できる合理的な建築環境の構築を目指すものである。

概要

本研究では、気象モデルとして、米国大気研究センター (NCAR) 等が中心となって開発したメソ気象モデ

ル WRF (Weather Research and Forecasting Model)¹⁾を採用した。WRF は圧縮性の非静力学モデルで、物理・境界層過程と地表面過程を含んでいる。

また、対象とした気象イベントは 2012 年 5 月 6 日 12 時 35 分頃に茨城県常総市で発生した竜巻 (フジタスケール F3) によって、特に茨城県常総市とつくば市で建築物等の多くの被害が生じた。図-1 はその竜巻による建物の転倒被害である。建物の安全設計においてはこれらの転倒被害の詳細な解明は急務となる。

解析としては、異なる数値予報データとネスティング方法を用いて、そのイベントの再現性を検討していた。こうした局所的なイベントの再現にもかかわらず、用いた計算領域の影響が大きいことを確認し、広域な気象モデル解析の必要性を確認できた。



図-1 竜巻による建物の転倒被害

計算概要

計算期間は対象とした竜巻発生日 (2012 年 5 月 6 日 0:00:00~18:00:00) とした。

初期値・境界値は、異なる気象データと計算手法を検討したが、本報では NCEP (National Centers for Environmental Prediction) の全球客観解析データ FNL と気象庁の全体数値予報モデル GSM (Global Spectral Model) データの結果を紹介する。

計算領域は、親領域として水平解像度を 16km, 格子数(nx=300,ny=300), 対象とした気象イベントの発生位置である中心緯度・経度を北緯 36.11 度, 東経 139.95 度とした。また、局所的な気象イベントを再現するためには、計算規模・計算間隔と計算領域の広さが計算結果に及ぼす影響を考慮して、4 段階 2-way ネスティングで計算領域を設定した。

図-2 には計算領域、ネスティング領域と対象イベントの発生地点の概要を示す。なお、鉛直方向の気圧準拠座標については地表から 30 層を設定した。

結果および考察

図-3, 4 には、GSM データと FNL データを用いた第 4 領域の WRF の計算結果 (5km 高度における上空の風速・気温・相対湿度の分布と海面気圧分布) を示す。それぞれは時刻 3 時, 6 時, 9 時と 12 時の結果となっている。なお、対象とした竜巻イベントの発生時刻は 12 時前後となる。それぞれのデータの結果については、上空の気温や相対湿度は概ね同様な傾向である。また、当日の気象観測データより上空の気温は -18 度や、地上の相対湿度は 61% に記録されており、計算の妥当性を概ね確認できた。

上空風速分布については GSM データを用いた場合、時刻 9 時に対象としたイベントの発生位の北側に小さなメソサイクロンが発生していることを確認できるが、その後は北の方に移動してしまうことが分かる。

一方、FNL データを用いた場合、時刻 9 時には同様なメソサイクロンが東側に発生している。時間を経過すると対象としたイベントの発生位置に移っており、時刻 12 時前後にその発生位置に到達している様子を確認できる。こうしたメソサイクロンは、竜巻をもたらした積乱雲にともなうと考えられる。

第1領域

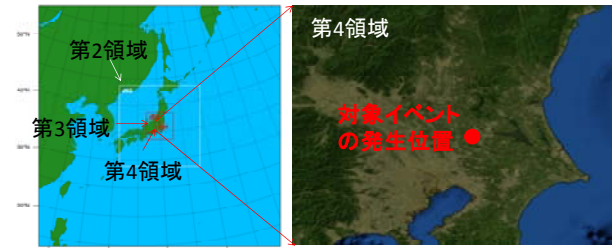


図-2 WRF 計算領域

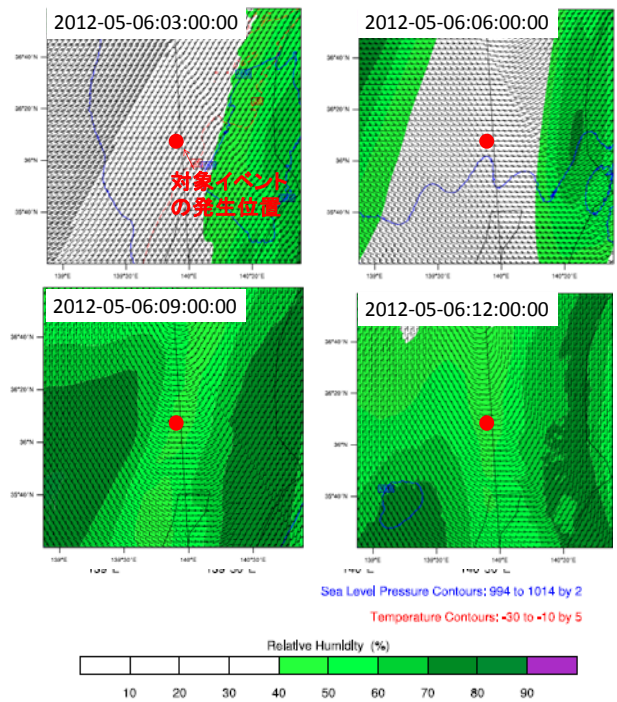


図-3 GSM データを用いた WRF 計算結果

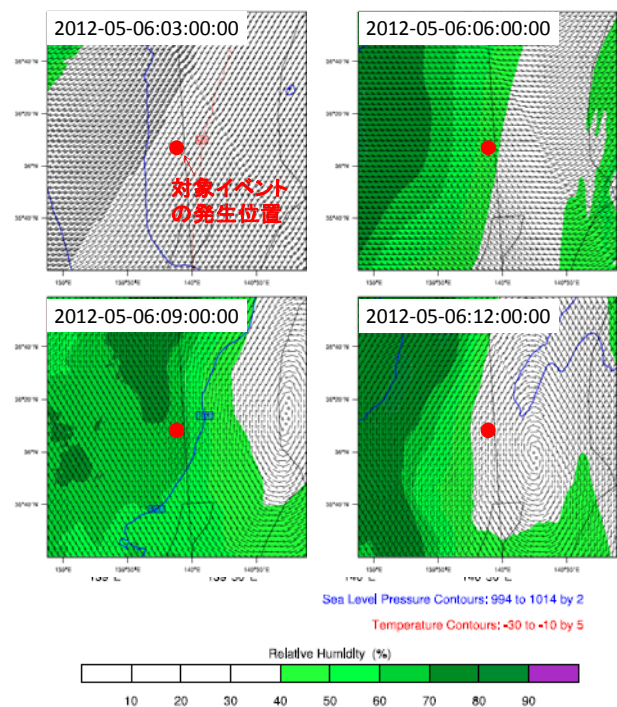


図-4 FNL データを用いた WRF 計算結果

まとめ、今後の課題

本利用課題では、WRF 気象モデルを導入して、TSUBAME スパコンで複数計算条件や計算領域ネスティング方法と気象データを用いて、過去に発生した実在大型竜巻の再現計算を試みた。全球客観解析データ FNL を用いた場合や 4 段階 2-way ネスティングでの計算により竜巻をもたらしなり得るようなメソサイクロンの再現を確認し、竜巻再現の可能性を明らかにした。

今後は、高解像度計算領域や高度の乱流モデルを用いて、WRF の大規模計算を行うことにより、竜巻再現と地上付近の流れ場等の特性を明らかにする。

参考文献

1) WRF(2014): <http://wrf-model.org/index.php>