

TSUBAME 共同利用 平成 29 年度 学術利用 成果報告書

都市解像モデルへのドップラーライダー観測データ同化による局地域豪雨発生予測の精度向上
Data assimilation of Doppler lidar data into the Large Eddy Simulation aiming at the improve
convective generation forecasts in the Metropolitan area

古本 淳一

Jun-ichi Furumoto

京都大学生存圏研究所

Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp>

邦文抄録

人間活動に影響を及ぼす集中豪雨等の極端気象現象の中でも、都市部で発生する局地的豪雨は予測の社会的需要の大きさにも関わらずその発生予測は極めて難しい。この予報精度向上には、その発生メカニズムを明らかにすることが必要不可欠である。

本研究では積雲対流活動発生メカニズムを表現できる LES (Large Eddy Simulation) を用いて東京都市域の実地形を考慮したシミュレーションを行うとともに、詳細な街区レベルの地表面データを入力するだけでなく、CDL による稠密な風況観測データを組み合わせ、局地的豪雨の発生時における大気境界層内の大気構造を再現した。

英文抄録

This study focused on the characteristics of convective initiation by combining Coherent Doppler Lidar (CDL) and Large Eddy Simulation (LES), aiming to explicate the developing mechanism of the active convective cell, which often causes localized heavy rainstorms. The convergence near the ground is one of the most important triggers of the convective activity. The observed data using with CDL were assimilated into the LES model by using the three-dimensional variational assimilation method.

Keywords: large eddy simulation, Doppler lidar, boundary layer, localized heavy rain, metropolitan area

背景と目的

本研究では積雲対流活動発生メカニズムを表現できる LES (Large Eddy Simulation) を用いて東京都市域の実気象シミュレーションを実現する。詳細な街区レベルの地表面データを入力するだけでなく、CDL (Coherent Doppler Lidar) による稠密な風況を同化を行うことで、極端気象の予測精度向上を目指し、気象予報モデルの空間分解能を 2m まで向上させる。

メソ気象モデルとして実用されている WRF (Weather Research and Forecasting) と独・ハノヴァー大学が開発した LES モデルである PALM を用いて、空間分解能を多段階で向上させ、対流発生に重要な役割を果たすとされる下層風収束をモデル内部で表現するため、CDL 観測で得られた風速データを LES に同化することを試みる。

概要

人間活動に影響を及ぼす集中豪雨等の極端気象現象の中でも、都市部で発生する局地的豪雨は予測の社会的需要の大きさにも関わらずその発生予測は極めて難しい。この予報精度向上には、その発生メカニズムを明らかにすることが必要不可欠である。

本研究では積雲対流活動発生メカニズムを表現できる LES (Large Eddy Simulation) を用いて東京都市域の実地形を考慮したシミュレーションを行うとともに、詳細な街区レベルの地表面データを入力するだけでなく、CDL による稠密な風況観測データを組み合わせ、局地的豪雨の発生時における大気境界層内の大気構造を再現した。

結果および考察

都市域における大気境界層内の風の流れについて

詳細に表現するため、大きな渦を陽に表現できる LES モデルである PALM Ver.4.0 [1] を使用し、東京都環境科学研究所の地表面データを用いて図 1 に示す水平分解能 2m の高解像度都市モデルを作成した。計算領域は 2km x 2km で CDL が設置されていた東京都中央区日本橋が含まれるように設定した。

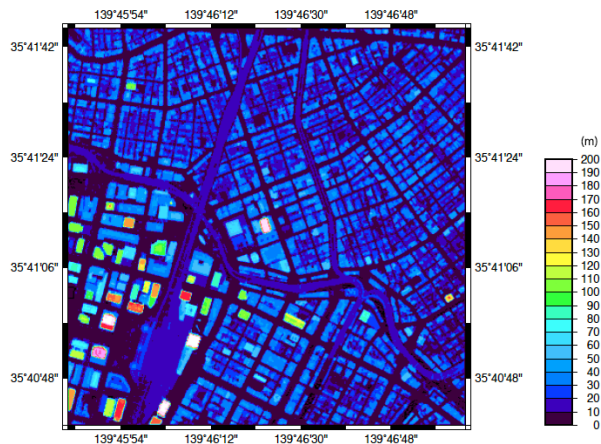


図 1: 東京都中央区日本橋付近の街区

CDL は距離分解能が 100m、角度分解能は 1 度 で観測範囲は半径 4km、地上 200m の高さの視線風速を観測した。観測結果を VAD 法を用いて解析し、解析された平均風を PALM に初期値として用いた。

本実験では CDL で観測を行っていた 2015 年の夏季において発生した局地的豪雨の事例 (2015 年 7 月 24 日) について解析を行った。

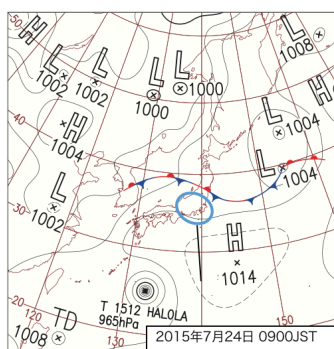


図2:2015 年 7 月 24 日午前 9 時の地上天気図

図2にこの日の午前 9 時の地上天気図、図3に世田谷で 22.5mm/10min の激しい降雨があった時のレーダー画像を示す。この日は停滞前線が東北地方に停滞し、関東付近は太平洋に存在する高気圧の縁辺をまわりこむ南西風場になっており、湿った空気塊が流入しやすい状況であった。図3に示すレーダーエコーの時系列

図によると、西から積乱雲が発達しながら都市部に接近し、CDL が設置されている日本橋周辺に近づくにつれて発達していく様子がわかる。

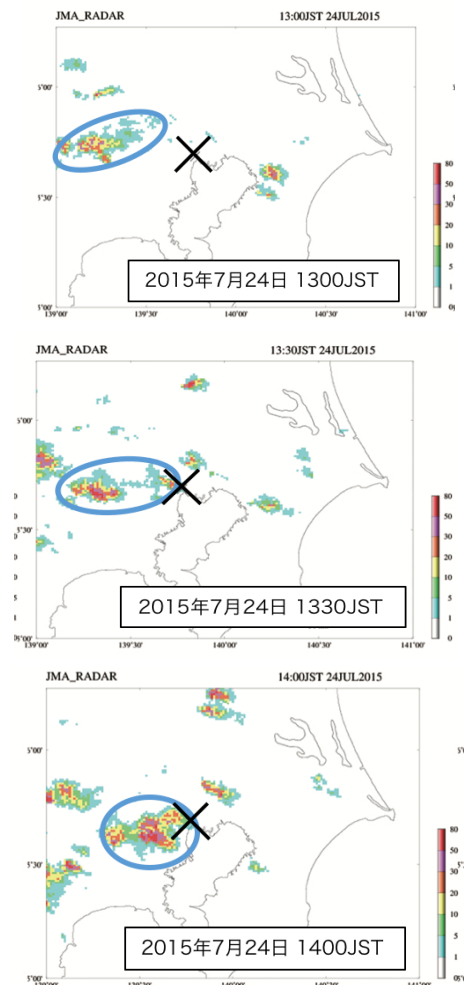


図 3: 関東周辺のレーダーエコー分布図 (2015 年 7 月 24 日 1300JST~1400JST)

図 4 に計算開始 1 時間後における地上 200m での水平風 (矢印) と鉛直流 (上向きが正) を示す。計算領域内の境界層内では空間スケールが数 100m スケールのオーダー局所的な収束域と上昇流域が再現されており、積雲対流が接近すると局所的に対流活動が活発化しやすい環境が形成されていたことが示唆された。

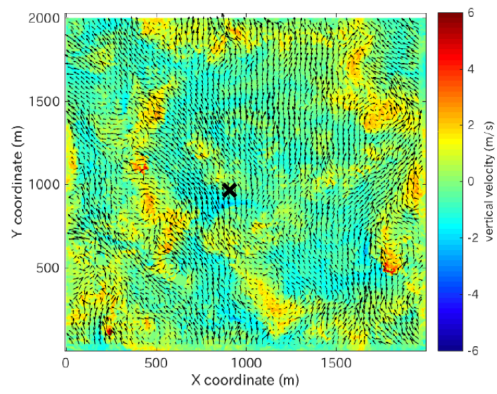


図 4: 地上 200m の水平風(矢印) と鉛直流(上向き正)
×印は CDL 観測点を示す。

まとめ、今後の課題

モデルの分解能を 2m まで向上させ、ビルを解像することによって都市部の細かな収束発散を表すことが可能になった。境界層内の局所的な収束発散が、自由対流高度より上空の大气に及ぼす影響を明らかにするには、より多くの事例について実験を行い、CDL 観測との比較検証が必要であると考えられる。

参考文献

[1] Siegfried Raasch and Michael Schroter, "PALM- A large-eddy simulation model performing on massively parallel computers", Meteorologische Zeitschrift, Vol. 10, No. 5, pp,363-372, 2001.