

TSUBAME 共同利用 平成 30 年度 学術利用 成果報告書

利用課題名 ラージ・エディ・シミュレーションとドップラー・ライダーを組み合わせた都市  
域の大気境界層 3 次元構造の解明

英文: Elucidation of the atmospheric boundary layer structure in the urban area by combining the large  
eddy simulation and the Doppler lidar

岩本 尚大 東 邦昭 古本 淳一  
Naohiro Iwamoto, Kuniaki Higashi, Jun-ichi Furumoto

所属 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(300 字程度)

大気境界層の影響を受けて発生する自由大気中の気象現象の発生メカニズムを理解する上で、大気境界層に発生する微細構造を理解することは重要である。都市域は複雑な地表面状態を持ち、大気境界層の構造に影響を与えていると考えられている。

本課題では、都市の大気境界層における風の流れを詳細に表現できる LES (Large Eddy Simulation) を用いて、8km 四方の計算領域内で東京駅周辺の高層ビル密集域を再現するとともに、都心部の大気境界層における大気構造を再現し、CDL (Coherent Doppler Lidar) の観測結果との比較を行った。

英文抄録(100 words 程度)

It is important to understand the fine structure generated in the boundary layer in order to understand the mechanism of the meteorological phenomena influenced by the boundary layer. Urban areas are considered to have complex surface conditions and affect the structure of the boundary layer. In this project, we used the LES (Large Eddy Simulation) to express the flow of wind in the boundary layer in the urban area in detail, and reproduce the high-rise building around Tokyo Station. The atmospheric structure in the boundary layer was reproduced and compared with the observation results of CDL (Coherent Doppler Lidar).

*Keywords:* 5つ程度

背景と目的

本課題では大気境界層の 3 次元構造を定量的に理解するため、気象予報モデルの空間分解能を 5m まで向上させ、東京都市域の地面状態を再現させた LES モデルを用いて解析を行う。実気象のシミュレーションを行うため、メソ気象モデルとして実用されている WRF (Weather Research and Forecasting) の計算結果を独・ハノヴァー大学が開発した LES モデルである PALM に組み入れる。

本課題により、コヒーレント・ドップラー・ライダー (CDL) が観測した大気境界層における乱流構造を都市 LES モデルによるシミュレーションで 3 次元的に解析し、乱流による輸送過程を検討する。

概要

大気境界層の影響を受けて発生する自由大気中の気象現象の発生メカニズムを理解する上で、大気境界層に発生する微細構造を理解することは重要である。都市域は複雑な地表面状態を持ち、大気境界層の構造に影響を与えていると考えられている。

そこで都市の街区レベルの地面状態や熱を考慮でき、大気境界層全体の構造を計算できる 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行う。CDL (Coherent Doppler Lidar) 観測結果の水平風解析も行うことで、LES と CDL を組み合わせて大気境界層の 3 次元構造を明らかにする。

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

地表面の影響を考慮した詳細に表現するため、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 5m の高解像度都市モデルを作成した。計算領域は 8 km x 8 km x 1km (格子数: 1,600 x 1,600 x 200) で CDL が設置されていた東京都中央区日本橋を含む東京駅周辺の高層ビル密集域が含まれるように設定した。

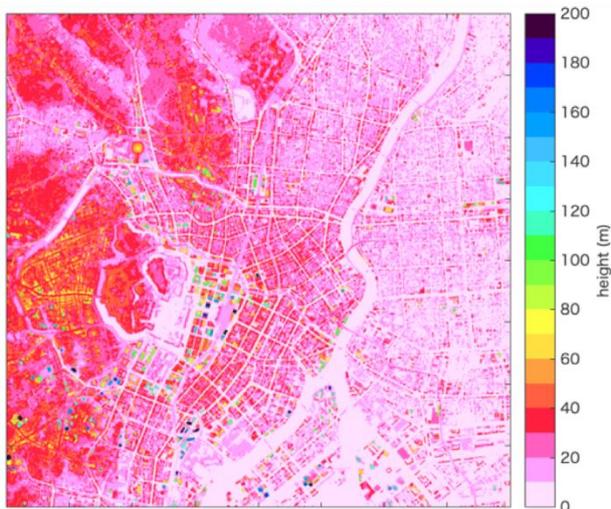


図 1 東京駅周辺の街区データ

本実験では CDL で観測を行っていた 2015 年の夏季において、関東地方周辺において南側からの暖湿流が流入しやすい状況にある 2015 年 8 月 10 日の事例について解析を行った。この日は図 2 の天気図に示すとおり、総観規模の前線や低気圧はないが、関東の南海上に台風があった。

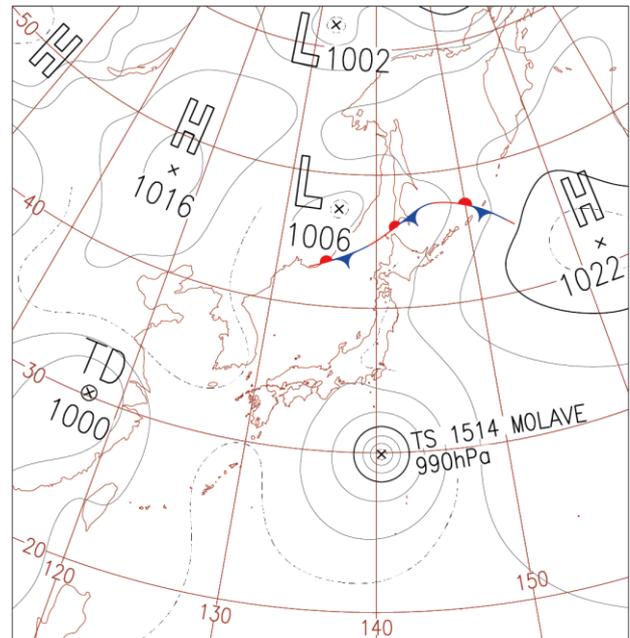


図 2 2015 年 8 月 10 日 0000UTC の地上天気図

2015 年 8 月 10 日の関東地方の状況について、WRF を用いた計算を行い、その計算結果を PALM に初期値として設定し、東京都心部の詳細な計算を行った。

図 3 は PALM で計算した領域における地上 150m の地上風分布である。主風向に沿って筋状に連なる主風より風速が弱くなる弱風域がみられた。特に 200m 級の高層ビルが林立する計算領域中央付近では建物の後面で弱風域が顕著になった。また、この弱風域において上昇流が卓越していた。弱風域ならびに上昇流域は地上 300m 付近までみられ、大気境界層下部において街区によって水平方向で大きく風速が変わり、空気上下運動も起こることが示唆された。

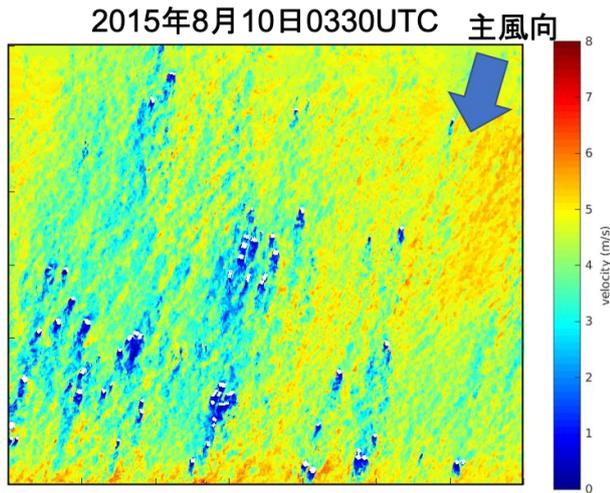


図 3 2015 年 8 月 10 日 0300UTC における東京都心部の地上 150m における地上風分布

水平風速の変動は計算領域中央にある高さ 200m の高層ビル屋上に設置された CDL による観測でもみられた。図 4 に 2015 年 8 月 10 日における CDL 視線風速の結果を示す。赤色が中心に向かう風の成分の強さ、青色が中心から遠ざかる風の成分の強さを示す。これは PALM を用いたシミュレーションにより得られた水平風速の変動が実際の観測でもみられることを示唆する。

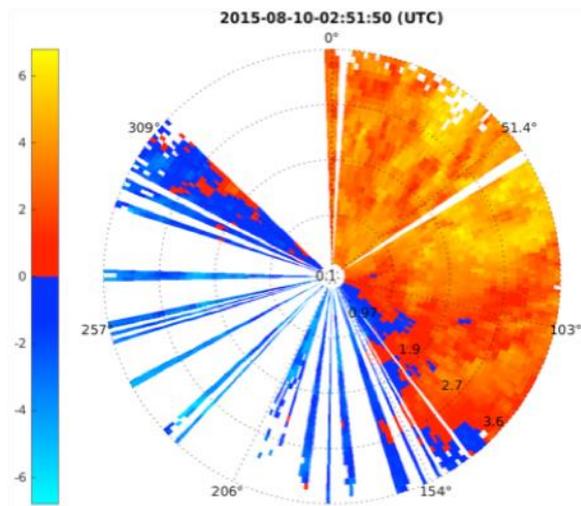


図 4 2015 年 8 月 10 日 0251UTC における CDL 観測結果

#### まとめ、今後の課題

本課題では、大気境界層の影響を受けて発生する自由大気中の気象現象の発生メカニズムを理解する上で、大気境界層に発生する微細構造を理解するため、都市向けの LES モデルを用いて大規模計算を行うことで、都市部の詳細な風の流れを表現できるようになった。今後は、PALM Ver 6.0 を TAUBAME に導入することで雲物理スキームや放射モデルを導入でき、雲の発達過程や都市の放射を考慮したシミュレーションができるようになると思われる。