

## 萌芽的共同研究 ( 課題番号: 28H-04 )

課題名: 気象モデル・LES モデル結合による都市街区スケールの大気乱流・風環境の解析

研究代表者: 竹見哲也

所属機関名: 京都大学防災研究所

所内担当者名: 竹見哲也

研究期間: 平成 28 年 4 月 1 日 ~ 平成 29 年 3 月 31 日

研究場所: 同済大学土木学院 (中華人民共和国上海市), 京都大学防災研究所, 宇治川オープンラボラトリー

共同研究参加者数: 4 名 (所外 2 名, 所内 2 名)

- ・大学院生の参加状況: 2 名 (修士 0 名, 博士 2 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [ 研究課題に係わる数値モデル化・数値実験とその解析 ]

### 研究及び教育への波及効果について

本研究課題は、中国・同済大学土木学院橋梁学科の Shuyang Cao 教授との共同研究を双方の大学院生の研究指導を通して実施したものである。Cao 教授の指導学生である同済大学博士課程 Haotian Dong 氏を京都大学大学院理学研究科・特別研究学生として研究代表者の竹見が受け入れ、研究課題に係わる研究テーマの指導をした。Dong 氏と竹見の指導学生である吉田敏哉氏とが防災研究所の同じ研究室でそれぞれが刺激を受けながら研究を進めることができ、大きな教育効果を得ることができた。また、宇治川オープンラボラトリーで 2016 年 1~2 月に実施した気象観測データを用いて、LES モデルの検証をすることができた。本研究課題で得られた成果は、京都大学防災研究所研究発表講演会において Dong 氏と吉田氏が発表した。さらに、本課題に係わる研究成果を吉田敏哉氏が 2017 年 1 月に米国シアトルで開催された米国気象学会年次大会の第 13 回都市環境でポスター発表し、Best Poster Presentation 賞を受賞した。

### 研究報告

#### (1) 目的・趣旨

アジアの都市では建物や構造物の密集化や高層化がますます進行し、都市での気流の乱流的な変動性状は複雑となり、都市大気乱流は都市内部でのビル風・強風や汚染物質の拡散といった大気環境に影響を及ぼす。中国の大都市では都市化による建物の密集化・高層化が急速に進み、また日本でも都市の再開発により建物の高層化が進んでいる。このような都市の構造変化は、これまでにない都市での環境変動をもたらす、災害・環境に様々な影響を及ぼすことが考えられる。本研究では、中国の最大都市である上海市に位置する同済大学の研究者と共同で、高精度・高分解能の数値シミュレーション手法を用いて都市における大気乱流の動態を解析し、街区スケールで強風・突風など風環境を調べることを目的としている。このため、気象モデルと Large-Eddy Simulation (LES) モデルとを結合した融合解析手法により、現実の気象条件で生じる大気乱流の数値解析を行う。

本研究の意義は、日中の研究者が共同することにより、今後ますます都市化が進行する日中両国で互いに共通する都市環境問題を解決するための糸口をつかむことにある。共同研究者の Cao 教授は風工学の専門家であり、風洞実験や LES モデルによる建物周りの乱流や強風の解析に実績がある。また Cao 教授の指導大学院生 Dong 氏は、京都大学理学研究科特別研究学生として平成 27 年 12 月 1 日から 1 年間申請者が受入れており、気象モデルと LES モデルの融合解析の研究を進めている。この繋がりをさらに発展させることも本研究課題の目的である。

#### (2) 研究経過の概要

2016 年 1~2 月に宇治川オープンラボラトリーで実施した大気境界層乱流の観測データを積極活用するため、観測データにより乱流の特性を整理してまとめた。同時に、京都市の 2 m メッシュという高分解能の建物高度データを用いて、LES モデルの下端境界条件として数値モデルに実在の京都市街地を再現し、京都市市街地を流れる大気境界層の流れ場や乱流の挙動の数

値解析をした。観測データと比較して LES モデルのシミュレーション結果の妥当性を検証した上で、乱流の統計的性状や組織構造に関する解析をした。また、気象モデル Weather Research and Forecasting (WRF)モデルを用いて、複雑地形上を流れる気流の高分解能数値シミュレーションを実施し、現地観測データと比較してシミュレーション精度の評価をした。

### (3)研究成果の概要

本研究課題は、中国・同済大学土木学院橋梁学科の Shuyang Cao 教授との共同研究を双方の大学院生の研究指導を通して実施したものである。Cao 教授の指導学生である同済大学博士課程 Haotian Dong 氏を京都大学大学院理学研究科・特別研究学生として研究代表者の竹見が受け入れ、気象モデル WRF の利用方法について指導し、複雑地形上の気流の数値シミュレーションの指導をした。宇治川オープンラボラトリーで 2016 年 1~2 月に実施した気象観測データを積極的に用いて、LES モデルの検証をすることができた。Dong 氏は、2016 年 11 月末まで防災研究所に滞在し、帰国後にさらに研究を進め、2017 年 2 月に京都大学防災研究所研究発表講演会で成果発表をするため来日し、今後の共同研究について竹見と討議した。また、吉田敏哉氏は、本研究課題に係わる成果を 2017 年 1 月に米国シアトルで開催された米国気象学会年次大会の第 13 回都市環境でポスター発表し、Best Poster Presentation 賞を受賞した。

### (4)研究成果の公表

吉田敏哉, 竹見哲也, 2017: 実在都市の複雑な粗度をもたらす境界層乱流への影響. 平成 28 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都大学宇治キャンパス, 宇治, 2017 年 2 月 21~22 日, C08.

Haotian Dong, Tetsuya Takemi, 2017: WRF study of wind characteristics in high latitude terrain. 平成 28 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 京都大学宇治キャンパス, 宇治, 2017 年 2 月 21~22 日, C09.

Toshiya Yoshida, Tetsuya Takemi, 2017: Influences of complex roughness over an actual urban area on turbulent flows as revealed by large-eddy simulations. 13th Symposium of the Urban Environment, 97th AMS Annual Meeting, Seattle, Washington, 22-26 January 2017, #265. (Best Poster Presentation 賞受賞)

Haotian Dong, Tetsuya Takemi, 2016: WRF study of wind characteristics in high latitude terrain. The 5th KU-NTU Atmospheric Science Students/Young Scientists Exchange Program in 2016, Kyoto University, Faculty of Science, Kyoto, Japan, 11-14 November 2016, G2-3.

吉田敏哉, 竹見哲也, 2016: 実在都市における粗度パラメータと流れ場との関係性に関する LES 解析. 日本気象学会 2016 年度秋季大会, 名古屋市千種区名古屋大学東山キャンパス, 2016 年 10 月 28 日, P306.

Toshiya Yoshida, Tetsuya Takemi, 2016: LES analysis on the relationship between roughness parameters and turbulent flow over actual urban area. The 2nd International Workshop on Extreme Weather in Changing Climate in the Maritime Continent. Hanoi University of Science, Hanoi, Vietnam, 24-25 August 2016.

吉田敏哉, 竹見哲也, 2016: 実在都市における境界層乱流の時空間構造の解析. 日本気象学会 2016 年度春季大会, 東京都渋谷区国立オリンピック記念青少年総合センター, 2016 年 5 月 21 日, D457.