

都市生態圏—大気圏—水圏における 水・エネルギー交換過程の解明

研究代表者
神田 学

都市生態圏 - 大気圏 - 水圏における水・エネルギー交換過程の解明

研究代表者 東京工業大学 神田 学

1. 全体構想

アジア（特に沿岸地域）には多くのメガシティが存在し、さらなる人口爆発が懸念されている。過密な都市生態圏が大気圏・水域圏に及ぼす影響は、水・エネルギーに絡む各種環境問題ですでに顕在化している。高度成長期の深刻な公害問題を克服してきた首都圏ですら今なお、ヒートアイランドや集中豪雨、人工水循環系（水不足・都市型水害）、内湾域の淡水化・高温化など、新たな環境問題に直面している。首都圏、近畿圏、中部圏といった都市圏において、現実には我々が経験してきた変化が、今後、数十年スケールの中で、人口爆発が予想されるアジアの諸都市においても起きようとしている。

大気圏・水域圏における個々の現象そのものについては気象・水文・海洋の各分野で研究が進んでいる。例えば、積雲対流の内部構造や組織化、東京湾の赤潮・青潮現象などは、リモートセンシングや高分解能数値解析により、その基本的構造が解明されつつある。しかしながら、いつ・どこで・何故発生し、どう変化するかという定量的予測には至っていない。その最大のネックは、各現象の引き金となる都市生態圏からの水・エネルギー負荷（フラックス）の時空間変動のメカニズムがよく解明されていないことによる。

このブレークスルーには、大気・海洋・水文の各要素技術の高精度化や単なる異種モデルの統合ではなく、都市生態圏から大気圏・水圏へ、いつ、どのようにして、どれだけの水・エネルギーが輸送されているのかをきちんと解明し、都市域の水・エネルギー循環系を1つのフローとして捉え直すことが重要である。都市生態圏が大気圏・水圏へ及ぼす強制力（フォーシング）すなわち水・エネルギーフラックスの時空間変動を物理的に把握し、都市構造・環境変数の関数としてモデル化することが本研究の基本的構想である（図1）。

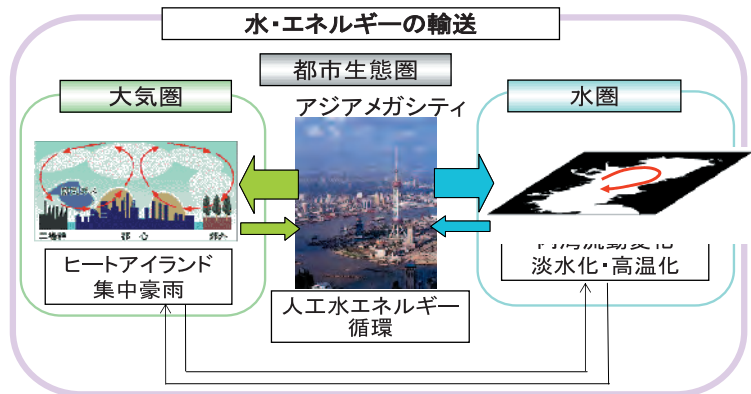


図1 都市生態圏・大気圏・水圏における水・エネルギー循環の概念

2. 研究手法・体制

大気圏および水圏（主に内湾）の流動解析において都市生態圏は単なる1つの境界条件として簡略的に取り扱われてきた。しかしながら、都市生態圏—大気圏—水圏における水・エネルギー循環系のフローの中で、都市生態圏が及ぼす水・エネルギー強制力（フォーシング）は、各種都市環境問題の定量的予測の鍵を握っている。単なる要素モデルの高精度化や異種モデルの統合化ではなく、境界学問領域である都市生態圏によるフォーシングのメカニズム解明と

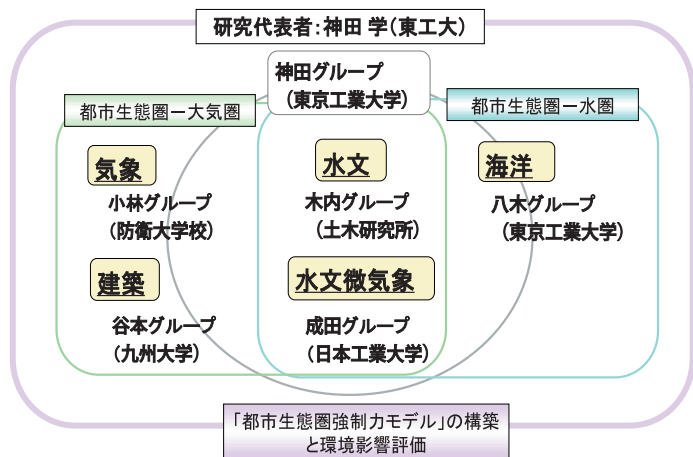


図2 研究実施体制

モデル化をめざす。具体的手法として、以下の3つを大きな柱として掲げている。

- 1、タワー・リモセン・航空機など用いた水・エネルギーフラックスの実態把握：申請者らが蓄積してきた観測実績を応用・発展し、首都圏において航空機・リモートセンサー・タワー・を駆使した水・エネルギーフラックス計測を時空間的に展開する。
- 2、屋外準実スケール都市モデル実験：都市構造と水・エネルギー強制力の因果関係をシステムティックに把握するには、非一様性・不確定性の強い現地での観測に加え、よく制御されたモデル実験が必要不可欠である。そこで、屋外空間に準実スケールのモデル都市を作成し、自然気象条件下で都市幾何構造が水・エネルギー強制力に及ぼす影響を明らかにする。
- 3、水・エネルギー循環素過程を考慮した「都市生態圏強制力モデル」の構築：現地観測・準実スケールモデル実験で得られた知見を基に、都市幾何構造、都市活動パラメータ、環境変数、などを入力変数として大気圏・水圏への熱・水フォーシングを出力する「都市生態圏強制力モデル」を構築する。「都市生態圏強制力モデル」は一つの物理モジュールとして、既存の気象モデル・海洋モデル・水文モデルを統合することを可能とし、ひいては、ヒートアイランド、内湾汚染などの環境現象の予測精度を向上することが期待される。

これらの3手法を有機的に機能させて行くには、複数の学問分野にまたがる研究体制が必要不可欠である。そこで、気象・海洋・水文・建築・建築微気象といった横断的研究体制を構築した（図2）。

3. 研究成果

3-1 首都圏における水・エネルギーフラックスの実態把握

都市圏の水・エネルギーフラックスの実態を詳細に把握するため、(a)固定点における詳細な水・エネルギーフラックスの同時計測、(b)各種リモートセンサーを駆使した大気・海洋環境モニタリング、および(c)船舶・航空機など移動観測手段を用いた集中観測、を首都圏において行った。(a)は観測の中核を担うもので、久が原住宅街および東京湾の2地点において、1年間連続で詳細な水・エネルギーフラックスデータを得た。久が原タワーのソースエリアにおける下水流量などの水文計測も同期させた。また、都市植生のオアシス効果を見いだした。さらに、短期集中的に、久が原で多点同時フラックス計測を行い、点計測の空間分散の把握を行った。桜堤団地では、数ヶ月に渡ってフラックス・微気象の同期観測を行い、都市構成面の熱交換と境界層レベルでのフラックスの関係を解析した。(b)(c)では、降雨レーダ・レーザーレーダなどのリモートセンシングおよび航空機・船舶などを駆使して、人工的な水・エネルギー負荷の高い夏季・冬季に短期集中的に、集中豪雨・東京湾の流動状況のモニタリングを行った。また、首都圏大気―東京湾の接続境界として、1年間に渡って東京湾水温分布（14点）・時間変動（10分）の連続計測を行った。当初の計画の90%程度は実施された。

ここでの特筆すべき成果は以下の通りである。(1)住宅街のエネルギー・水・CO₂収支が一年間に渡り取得され、同時期にドイツのグループによってバーゼルで取得された同様のフラックスデータと並んで、都市の水エネルギー収支の実態の理解を飛躍的に進め、かつ都市モデルの検証に資する貴重なデータベースとして利用され始めた。また、冬季静穏時の都市街区内でのCO₂の高濃度集積、気温分布の季節変動性、都市植生のオアシス効果、などの新しい知見が得られた。(2)東京湾は、外湾影響と同時に、首都圏からの熱流出の影響を受け、近年、表面温度が上昇傾向にある。さらに、一年に渡る東京湾でのフラックス観測データ・東京湾SSTの時空間分布のデータが取得され、気象モデル・海洋モデルでのSST同化シミュレーションを通じて、そのメカニズムが考察された。

3-2 準実スケールのモデル都市実験による水・エネルギーフラックスの解明

都市構造と水・エネルギー強制力の因果関係をシステムティックに把握するには、非一様性・不確定性の強い現地での観測に加え、よく制御されたモデル実験が必要不可欠である。そこで、屋外空間に準実スケールのモデル都市を作成し、自然気象条件下で都市幾何構造や植生配置を制御して水・エネルギーフラックス過程の詳細を把握した（図3）。具体的には日本工業大学敷地内のオープンスペース100m x 50m

領域に立方体のコンクリート製建物模型をいくつかのパターンで配置し、(a)都市幾何構造と水・エネルギーフラックスの因果関係、(b)都市植生の蒸散特性とオアシス効果の把握、(c)遮断蒸発量の把握、を行った。(a)はこの実験の中核を担うもので、都市模型上に形成される内部境界層内の水・エネルギーフラックスと同時に放射収支計測や水収支計測、さらには建物群内外の多点乱流計測が同期され、詳細な実験データが取得された。当初は、ピンコロの幾何構造の配列を順次変更する予定であったが、精度を追求するあまり、多点同時計測システムのキャリブレーションに大幅な時間を要したため、大ピンコロについては配置変更を行わず、建坪率 25% の正規配列で全ての実験を行った。代わりに、配置変更が容易なスケールが 1/10 の小モデルを 2 セット、大ピンコロ模型の隣に設置し、システムティックに配置を変更した。この小モデルの導入が結果として幸いし、スケール相似則を検証しうる強力な直接証拠となった。(b)は、スケールモデル内にいくつかのパターンで屋上緑化用芝とポット植生を配置し、精密電子天秤などで個々の植生の水・熱収支を把握することを目的としていたが、これは先述した時間の関係で達成されなかった。それを補うため、ピンコロ導入前の平板上において、ポット植生の分散度を制御したシステムティックな蒸散実験を行い、オアシス効果の検証データを得た。(c)も当初計画には無かったが、都市水文において遮断蒸発の高精度なデータは貴重であるとの水文 G からの提案を踏まえ、追加された。当初案から、半分ほど変更を余儀なくされたため、達成度を定量化することは難しいが、モデル化に資する非常に貴重な成果が得られたと考える。

ここでの特筆すべき成果は以下の通りである。(1)年間に渡る COSMO のフラックスデータは、現地（久が原・バーゼル）での年間フラックス観測データ、および短期集中で得られている世界の複数都市でのフラックスデータと総合的に比較検討され、「都市」の水・エネルギー配分の一般的特徴が明らかになった（図 4）。(2)COSMO のデータは現地の不確定要因を含まない理想ケースのデータとして都市モデルの検証に資する。(3)大小のモデルからアルbedo、熱慣性、流体力学的パラメータの相似則が詳細に検討された。とりわけ、水・熱フラックスのモデル化に必須のスカラ粗度の半理論式が同定された（図 5）。(4)都市境界層において水・エネルギー輸送の 80% 近くを担う、乱流構造の階層性（大規模ストリーク・パケット構造・小渦）が明らかになった（図 6）。(5)COSMO・室内実験・現地観測のデータを総括し、乱流相似則に及ぼす外層乱れの影響を定量化した。



図 3 COSMO の写真とメンバー

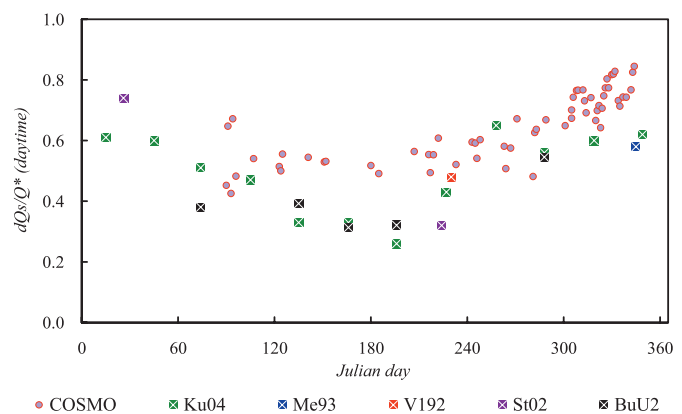


図 4 COSMO の熱収支と世界各都市の比較・一般化

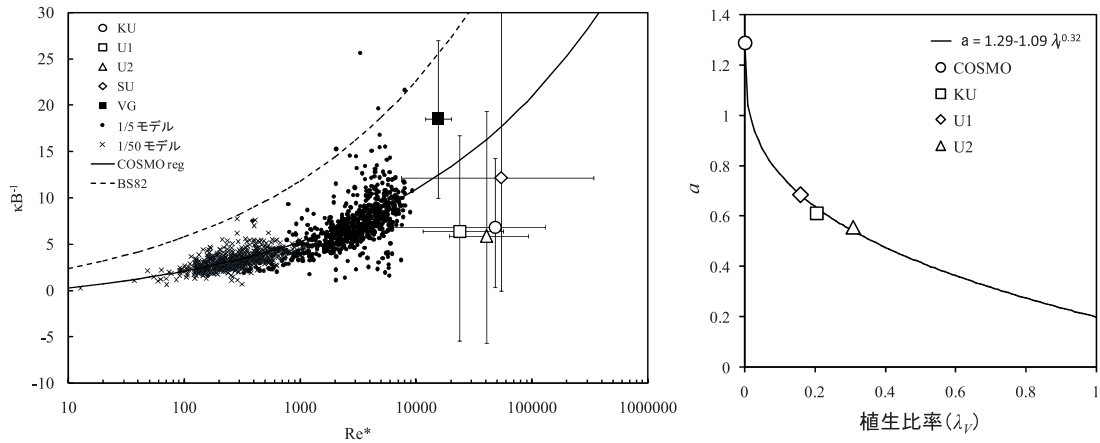


図5 COMSO から同定されたスカラー（水・熱）粗度の半理論式 都市のデータもプロットラフネスレイノルズ数（左）と植生比率（右）で普遍的に決定される

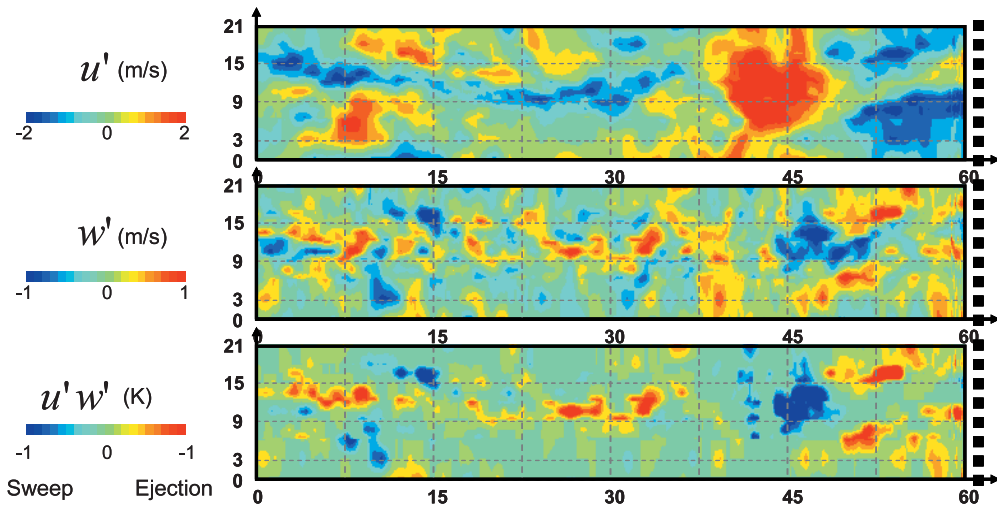


図6 COSMO で捉えられた乱流組織構造とその階層性

3-3 水・エネルギー循環素過程を考慮した「都市生態圏強制力モデル」の構築と応用

(a)「都市生態圏強制力モデル」は、大気圏・水圏の2つのモジュールからなる。大気圏モジュールは、都市幾何構造と環境変数を入力パラメータとし、新たな乱流相似則に沿って大気圏への水・エネルギーフラックスを出力する。計算負荷に併せて、高精度モデル (LES-CITY)、標準モデル (AUSSSM)、簡易モデル (SUMM) を構築した。水圏モジュールは、既存の分布物理型水循環モデル (WEP) をベースに都市の人口・世帯数や生産活動、気象条件などの情報に基づいて水使用量やエネルギー消費量を算定して、上下水道や排水路・河川といった人工的水循環に関わる社会基盤整備の状況に応じて、公共水域への水・熱輸送量を動的に予測しながら人工系水循環を解析できるようにする。(b)都市生態圏強制力モデルを用いた環境影響評価では、上記強制力モデルを既存の気象モデル (WRF) および海洋モデル (POM) にリンクしてパラメータスタディーを行い強制力の影響を調べた。

当初計画の達成度は80%程度である。大気圏モジュールは、観測・COSMOの結果を踏まえ、極めて順調に3つのモデルが構築・検証された。水圏モジュールは、神田川流域に適用範囲を限定し、現地観測で得られた下水処理場からの熱・水排出時系列データを入力として、都市河川の水・エネルギーを良好に再現した。都市の人口・世帯数や生産活動、気象条件などの情報に基づいて水使用量やエネルギー消費量を算定し、首都圏の人工廃熱・水蒸気マップを各月別・1時間毎に作成した。気象モデル・海洋モデルの影響評価は、現地観測から得られたデータを同化して、感度分析的に行ったが、強制圏モデルを完全にカ

ップリングしてRUN させるには至らなかった。

ここでの、特筆すべき成果は以下の通りである。(1)高精度大気モジュール (LES-CITY) は、COSMOで得られた乱流組織構造の階層性を予言すると同時に、実験・観測ではカバー出来ない、広範な都市幾何構造の組み合わせについて、各種パラメータの貴重なデータベースを提供した。(2)簡易大気モジュール (SUMM) は、久が原・バーゼル・COSMO、それぞれの1年間に渡るエネルギー収支を極めて良好に再現し、その有効性を実証した (図7)。(3)東京湾の表面水温は時空間的にダイナミックに変化しており、その同化は、大気環境と湾内流動の両者に顕著な影響を及ぼす (図8)。

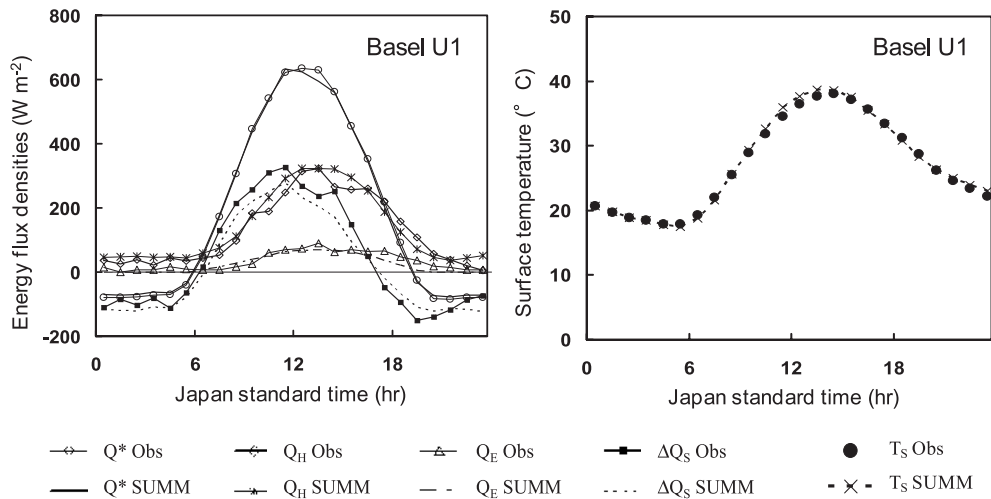


図7 SUMM は久が原・バーゼル1年間に渡る水・熱収支を極めて良好に再現した

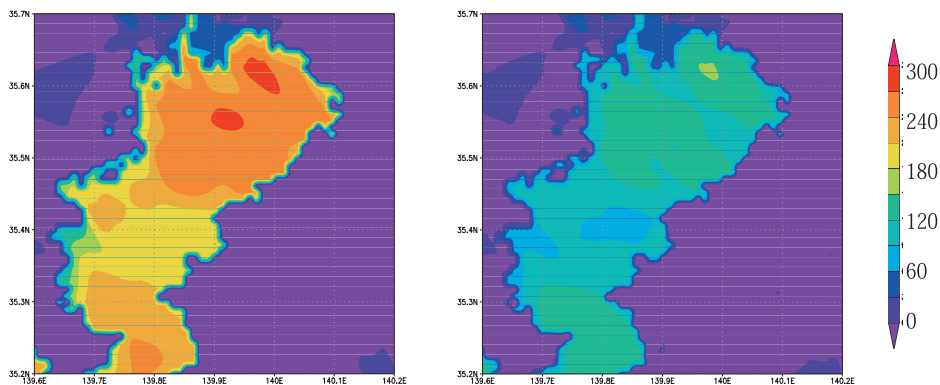


図8 メソ気象モデル (WRF) に、東京湾表面温度観測値、人工水蒸気・熱、都市キャノピーモデルを導入した東京近傍の計算 (2006/12/17) 東京湾の顕熱分布
左図 (通常材料での気象予報計算) : 右図 (プロジェクトの成果を導入)

4. 今後の展開

本プロジェクト期間内で、都市の水・熱循環の鍵を握る都市域の基本的物理過程の解明とそのモデル化は極めて良好に進んだ。しかしながら、これらの大気圏・水圏モジュール (強制力モデル) を既存の気象モデル・海洋モデルにオンラインで組みこみ、同時並行的に解析するフルシミュレーションは達成できなかった。今後の課題である。ただし、当初計画にも明確に謳われているとおり、この連結する作業は、かなり直線的な作業であり、その結合に最大のネックとなっていた、境界領域の解明という最重要課題は達成できたと考えている。

5. 主要な成果報告等

(1) 査読付き論文発表 (国内 56 件、海外 42 件)

- Hagishima, A. and J. Tanimoto: Field measurements for estimating the convective heat transfer coefficient at building surfaces, *Building and Environment*, 38, 873-881, 2003.
- Kobayashi, F. and N. Inatomi: First radar echo formation of summer thunderclouds in southern Kanto, Japan, *J. Atmos. Electricity*, 23, 9-19, 2003.
- Kanda, M., A. Inagaki, M.O. Letzel, S. Raasch, and T. Watanabe: LES study of the energy imbalance problem with eddy covariance fluxes, *Boundary-Layer Meteorology*, 110, 381-404, 2004.
- Kanda, M., R. Moriwaki, and F. Kasamatsu: Large-eddy simulation of turbulent organized structures within and above explicitly resolved cube arrays, *Boundary-Layer Meteorology*, 112, 343-368, 2004.
- Kinouchi, T.: Analysis of long-term change in thermal forcing to receiving water due to urban water and energy consumption, *Journal of Hydrosience and Hydraulic Engineering*, 22, 71-80, 2004.
- Chimklai, P., A. Hagishima, and J. Tanimoto: A computer system to support Albedo Calculation in urban areas, *Building and Environment*, 39, 1213-1221, 2004.
- Tanimoto, J., A. Hagishima, and P. Chimklai: An approach for coupled simulation of building thermal effects and urban climatology, *Energy and Buildings*, 36, 781-793, 2004.
- Sugawara, H., K. Narita and T. Mikami: Representative air temperature of thermally heterogeneous urban areas using the measured pressure gradient, *Journal of Applied Meteorology*, 43, 1168-1179, 2004.
- Moriwaki, R. and M. Kanda: Seasonal and diurnal fluxes of radiation, heat, water vapor and CO₂ over a suburban area. *Journal of Applied Meteorology*, 43, 1700-1710, 2004.
- Kanda, M., T. Kawai, and K. Nakagawa: A simple theoretical radiation scheme for regular building arrays, *Boundary-Layer Meteorology*, 114, 71-90, 2005.
- Kanda, M., R. Moriwaki and Y. Kimoto: Temperature profiles within and above an urban canopy, *Boundary-Layer Meteorology*, 115, 499-506, 2005.
- Kanda, M., T. Kawai, M. Kanega, R. Moriwaki, K. Narita and A. Hagishima: Simple energy balance model for regular building arrays, *Boundary-Layer Meteorology*, 116, 423-443, 2005.
- Tanimoto, J. and A. Hagishima: State transition probability for the Markov Model dealing with on/off cooling schedule in dwellings, *Energy and Buildings*, 37, 181-187, 2005.
- Hagishima, A. and J. Tanimoto, Investigations of Urban Surface Conditions for Urban Canopy Model, *Building and Environment*, 40, 1638-1650, 2005.
- Hagishima, A., J. Tanimoto, and K. Narita: Intercomparisons of experimental research on convective heat transfer coefficient of urban surfaces, *Boundary-Layer Meteorology*, 117, 551-576, 2005.
- Kanda, M.: Progress in the scale modeling of urban climate, *Theoretical and Applied Climatology*, 84, 23-34, 2006.
- Moriwaki, R. and M. Kanda: Flux-gradient profiles for momentum and heat over an urban surface, *Theoretical and Applied Climatology*, 84, 127-136, 2006.
- Kanda, M.: Large eddy simulations on the effects of surface geometry of building arrays on turbulent organized structures, *Boundary-Layer Meteorology*, 118, 151-168, 2006.
- Moriwaki, R., M. Kanda, H. Nitta: Carbon dioxide build-up within a suburban canopy layer in winter night, *Atmospheric Environment*, 40, 1394-1407, 2006.
- Inagaki, A., M. O. Letzel, S. Raasch, and M. Kanda: The impact of the surface heterogeneity on the energy imbalance problem using LES, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 84, 187-198, 2006.
- Moriwaki, R. and M. Kanda: Local and global similarity in turbulent transfer of heat, water vapour, and

- CO₂ in the dynamic convective sublayer over a suburban area, *Boundary-Layer Meteorology*, 120, 163–179, 2006.7
- Sugawara, H. and T. Takamura: Longwave flux evaluation from directional radiometric temperature measurement over an urban canopy, *Remote Sensing of Environment*, 104, 226–237, 2006.9
- Kanda, M., F. Kasamatsu, and R. Moriwaki: Spatial variability of turbulent fluxes and temperature profile in an urban roughness layer, *Boundary-Layer Meteorology*, 121, 339–350, 2006.11
- Moriwaki, R. and M. Kanda: Scalar roughness parameters for a suburban area, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 84, 1065–1073, 2006.12
- Kobayashi, F., Sugawara, H., Ogawa, Y., Kanda, M., Ishii, K.: Cumulonimbus generation in Tokyo metropolitan area during mid-summer days, *Journal of Atmospheric Electricity*, 27, 41–52, 2007.1
- Narita, K.: Experimental study of the transfer velocity for urban surfaces with water evaporation method, *Boundary-Layer Meteorology*, 122, 293–320, 2007.2
- Kinouchi, T., Yagi, H., and Miyamoto, M.: Increase in stream temperature related to anthropogenic heat input from urban wastewater, *Journal of Hydrology*, 335, 78–88, 2007.3
- Kinouchi, T.: Impact of long-term water and energy consumption in Tokyo on wastewater effluent temperature: implications for the thermal degradation of urban streams, *Hydrological Processes*, 21, 1207–1216, 2007.3
- Hagishima, A., K. Narita, and J. Tanimoto: Field experiment on transpiration from isolated urban plants, *Hydrological Processes*, 21, 1217–1222, 2007.3
- Kanda, M., Kanega, M., Kawai, T., Sugawara, H., and Moriwaki, R.: Roughness lengths for momentum and heat derived from outdoor urban scale models, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46, 1067–1079, 2007.3
- Gerald, S., Letzel, M.O., Raasch, S., Kanda, M., and Inagaki, A.: Spatial representativeness of single tower measurements and the imbalance problem with eddy-covariance fluxes: results of a large-eddy simulation study, *Boundary-Layer Meteorology*, 123, 77–98, 2007.4
- Kawai, T., Kanda, M., Narita, K., and Hagishima, A.: Evaluation of simple urban energy balance model for mesoscale simulation (SUMM) with comprehensive outdoor scale model experiment for urban climate (COSMO), *International Journal of Climatology* (in print).
- Kanda, M.: Progress in Urban Meteorology: A Review: *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 85B, 363–383, 2007.
- Tanimoto, J., A. Hagishima, and H. Sagara: A methodology for maximum energy requirement considering actual variation of inhabitants' behavior schedule, *Building and Environment* (in press).
- Tanimoto, J., A. Hagishima, and H. Sagara: Validation of Probabilistic Methodology for Generating Actual Inhabitants' Behavior Schedules for Accurate Prediction of Maximum Energy Requirements, *Building and Environment* (in press).
- Inagaki, A and Kanda, M: Turbulent flow similarity over an outdoor reduced urban model, *Journal of Fluid Mechanics* (submitted)
- Sugawara, H. and K. Narita: Roughness length for heat over an urban canopy, *Theoretical and Applied Meteorology* (submitted)
- Sugawara, H., A., Hagishima, K., Narita, H. Ogawa, M. Yamano: Temperature distribution in the urban canyon, *SOLA* (submitted).
- Moriwaki, R., Kanda, M., and Hagishima, A.: Anthropogenic vapour emissions in Tokyo, *Water Resources Research* (submitted).
- Nakayoshi, M., Moriwaki, R., and Kanda, M.: Experimental study of rainfall interception on an outdoor

urban scale model, *Journal of Hydrology* (submitted).

Kholid Ridwan, M., Kawai, T., and Kanda, M.: Evaluation of simple urban energy balance model using one-year observed fluxes at two different cities, *Journal of Applied Meteorology and Climatology* (submitted).

Kinouchi, T. and Jia, Y.: Urban stream temperature simulation using a hydrological model with anthropogenic heat transport and urban canopy processes (submitted).

(2) 口頭発表 (除くポスター発表) 国内 58 編、海外 45 編
招待講演のみ以下に示す

Kanda, M.: Progress in the scale modeling of urban climate, Fifth International Conference on Urban Climate, International Association of Urban Climate, Lodz, Poland, 1-5 September 2003.

Kinouchi, T.: Current topics on urban hydrological cycle studies in Japan, International Symposium on the Urban Water Cycle in the Cheonggyecheon Watershed, Seoul, Korea, 2004.

Kanda, M.: Outdoor scale models for urban climate, The 16th Regional Conference of Clean Air and Environment in Asian Pacific Area, Tokyo, Japan, 2005.8.2-3.

Kanda, M.: Turbulent organized structure within and above building arrays derived from LES and outdoor scale model, Geophysical Turbulence Program Workshop, NCAR, 26-28 September 2006, Boulder, Colorado, USA.

Kanda, M.: Urban models in Japan / CDF approach and scale model experiment, Workshop on Model Urbanization Strategy, COST Action 728, 3-4 May 2007, Exeter, UK.

Hagishima, A.: Requirements for an interdisciplinary bridge between building and urban scale physics Requirement, 10th IBPSA Conference, Beijing, China, 3-6 September, 2007.

神田 学：大気乱流の組織構造とエネルギーインバランス問題，日本気象学会 2003 年度春季大会，つくば国際会議場，2003.5.21

森脇 亮：都市域における乱流・フラックス観測研究の動向，日本気象学会 2006 年度春季大会，つくば，2006.5.22.

Siegfried Raasch: High resolution Large Eddy Simulations on the effects of land surface heterogeneities, 日本気象学会 2006 年度春季大会，つくば，2006.5.22.

神田 学：都市域における乱流観測の現状と展望，第 53 回風に関するシンポジウム，東京，2007.6.21

神田 学：都市境界層における乱流相似則と組織構造，日本流体力学会年会 2007，東京，2007.8.6-8

森脇 亮：タワー観測によって得られた都市キャノピー内外の気温・水蒸気・CO₂ プロファイル，第 48 回大気環境学会年会，岡山，2007.9.5-7

(3) 受賞など

①受賞

神田 学 (東京工業大学) 水文・水資源学会 学術賞 2003 年

森脇 亮 (東京工業大学) 水文・水資源学会 論文奨励賞 2004 年

稲垣厚史 (東京工業大学) AMS 5th Urban Symposium Student Paper Competition, Runner-up of the prize for best poster)

土木学会 水工学論文奨励賞 2006 年

妹尾泰史 (東京工業大学) 土木学会 水工学論文奨励賞 2004 年

谷本 潤 (九州大学) 日本建築学会 学会賞 (論文) 2006 年

小林文明 (防衛大学校) 大気電気学会 学術研究賞 2007 年

②新聞報道など

朝日新聞社説（2004.8.22）に水文グループの研究成果が引用.

科学新聞（2005.4.29）「戦略的創造研究推進事業 vol.68」

朝日新聞（2006.8.6）、「都心生まれの積乱雲」

朝日新聞（2007.6.5）、「気象災害にレーダ網」

読売新聞（2007.7.13）「都会を冷やせ」

テレビ朝日「素敵な宇宙船地球号」（2006.8.27 放映）でスケールモデル実験が紹介

CBC（中部日本放送）ラジオ「多田しげおの気分爽快！」で都市豪雨について