

## 第8回都市環境シンポジウム参加報告\*

藤部文昭\*<sup>1</sup>・青柳暁典\*<sup>2</sup>・竹見哲也\*<sup>3</sup>・中山浩成\*<sup>4</sup>

### 1. はじめに

第8回都市環境シンポジウム (Eighth Symposium on the Urban Environment, 以下8 URBAN) は、2009年1月12~15日にアリゾナ州フェニックスのPhoenix Convention Centerで、アメリカ気象学会 (American Meteorological Society, 以下AMS) 第89回年次大会の一部として開催された。

都市環境シンポジウムは、AMSの都市環境委員会が2年ぐらいの間隔で開いている。前回(第7回)は2007年9月にカリフォルニア州サンディエゴで開催され、その内容は近藤ほか(2008)によって報告されている。前回まではAMS大会とは別に開催されていたが、今回はAMS大会のテーマが「Urban weather and climate—today and the future」(都市の気象と気候—現状と将来)に設定され、8 URBANのほか、都市気候の大家であるTimothy R. Oke教授(カナダUniv. of British Columbia)を記念するシンポジウムや、都市に関連したいくつかのシンポジウムとともに、大会プログラムに組み込まれた。そして、8 URBANのセッション(付録参照)のほとんどはこれらのシンポジウムとの合同セッション(Joint Session)として行われた。

フェニックスの人口は1950年代には10万程度であったが、市域の拡大とともに現在は150万を超え、アメリカ国内で第5位である(面積は1334 km<sup>2</sup>=東京23区の2倍強)。こうした急激な発展に伴い、フェニックスは都市化による昇温が著しい(Hansen *et al.* 1999)。ここは砂漠地帯で、7月の日最高気温の平年値は40°Cを超える(極値は122°F=50°C)が、最近はやの高温化が著しく、最低気温が35°C以上という日も現れ始めている。ただ、高層ビルが立ち並ぶのは都心部の1 km四方ぐらいだけで、その他の地域には高い建物は少なく、空き地も多い。また、年降水量210 mmという乾燥した気候のもとで、都市域は灌漑が進み、植生は周囲よりもむしろ多いようであり(と言ってもヤシやサボテンのような乾燥に強いものが主であるが)、地表面状態に関してはヒートアイランドの発達しにくい条件にあるという印象を受けた(実際、普通の都市とは逆に、都市域の方が周囲より潜熱放出が大きいという研究発表があった。第3節の後半参照)。

以下、8 URBANの詳細を報告する。AMSのサイト <http://ams.confex.com/ams/89annual/techprogram/MEETING.HTM> (2009年8月21日閲覧)では、大会のプログラムと講演要旨(Extended Abstract)に加え、各講演の録画を見ることができる。

(藤部文昭)

\* Report of the Eighth Symposium on the Urban Environment.

<sup>1</sup> Fumiaki FUJIBE, 気象研究所, ffujibe@mri-jma.go.jp

<sup>2</sup> Toshinori AOYAGI, 気象研究所, taoyagi@mri-jma.go.jp

<sup>3</sup> Tetsuya TAKEMI, 京都大学防災研究所, takemi@storm.dpri.kyoto-u.ac.jp

<sup>4</sup> Hiromasa NAKAYAMA, 日本原子力研究開発機構, nakayama.hiromasa@jaea.go.jp

© 2009 日本気象学会

### 2. ヒートアイランドの実態と捉え方

Oke記念シンポジウムを兼ねた12日の「Urban scales, urban systems and the urban heat island」(都市のスケール・構造とヒートアイランド)のセッションでは、都市気候研究のレビュー的な発表や、今後重要となるであろう、都市域のカテゴリー分けについての講演があった。

Oke本人は、「The need to establish protocols in

urban heat island work」(都市ヒートアイランド研究における共通基盤作りの必要性)と題する招待講演を行った。Okeはまず、科学的検証に耐える解析プロセスとして、天気や時刻による変動、非都市効果の考慮、観測の代表性の確保、ヒートアイランド強度の明確な定義が肝要であることを総論的に述べた後、各論として、(1)ヒートアイランドの空間スケールについて、マイクロスケール=surface heat island, ローカルスケール=canopy heat island, メソスケール=boundary layer heat islandを区別すべきであること、(2)研究の落とし穴として、気温の空間代表性、センサーへの放射の影響、都市と郊外の場所の選び方、地形効果、気象条件やその変動の影響、昼間の長さの季節差、郊外の熱特性(thermal admittance)に注意すべきであることを述べた。これらはOkeが以前から折に触れて指摘してきたことである。今後は各スケール間の相互関係に分け入った研究、すなわちマイクロスケールにおける建物の集積がマクロな都市ヒートアイランドを作り出すプロセスを理解するための研究を進めることが必要であろう。なおOkeは1970年代から都市気候や局地気候の本を書いており、相当の高齢かと思っていたが、まだ67歳である(“Boundary Layer Climates”の初版時は36歳)。大会では招待講演のほかセッションで座長を務める等、元気そのものであった。

上記セッションや、その後13日にかけて開かれた「Urban heat islands」(都市ヒートアイランド)のセッションでは、Okeの研究に関連するいくつかの発表があった。一般に、ヒートアイランド強度の算出においては、「都市」と「都市でない」地点の選択に大きな任意性が存在する。この問題に関し、Stewart(Univ. of British Columbia)は、都市・郊外の多様性を区分する尺度として“thermal climate zones(TCZ)”を紹介した。これは、対象となる場所を4種類の景観に分け、さらに地物・粗度・非透水性・天空率などを組み合わせて20種類に分類したもので、従来の主観的な分類よりも合理的だと言う。これまでに報告されている研究事例にTCZの20分類を適用すると、東京圏では、市街地景観のmodern core分類の気温と、同じく市街地のregular housing分類の気温差が示され、一方、バンクーバー地区では、市街地のmodern core分類と自然地のforest分類の気温差でヒートアイランド強度が定義されていたとのことである。しかし、こうした分類はnever perfectであり、

分類間のgapやoversightもあり得るという注釈がついており、研究に当たっては自分でよく考えることも必要であろう。

Masson(フランスCNRS)はToulouseの気温分布をTCZに基づいて解析し、夏のヒートアイランドには蒸発効果(Bowen比の効果)が大きく冬は人工排熱の効果が大きいと結論していた。また、Krayenhoff(Univ. of British Columbia)はTCZに従って都市形態を9つのcity zoneに分けた数値実験を行い、気温の日較差を尺度として各city zoneの熱応答性(thermal responsiveness)を評価した。その結果、日較差は都心部が最も小さく郊外(shantytown)が最も大きかった。

Best(イギリスMet Office)は、強風日と静穏日の気温上昇率を20年間の資料から求め、両者に差がみられないことから、気温の上昇傾向に対する都市化の影響は小さいと考えられると結論付けた。ただ、機械的に強風日と静穏日に分けて統計を取ったものであるため、この調査で言えるのは、降水日・曇天日など、日々変化する気象場に比較すれば、都市化の影響は小さい、ということになる。

開催地フェニックスのヒートアイランドを扱った研究もいくつかあった。Fernando(アメリカArizona State Univ.)はフェニックスの発展に伴う急激な昇温の実態を示し、MM5を都市用に改良したモデルの計算結果を観測と比較した。その他、街区の詳細な観測と街区モデル(ENVI-met)による市街地の気温分布のシミュレーション、建物の壁の材質の違いに伴う熱効果や街区気流の比較などの発表があった。

一方、Hoekzema(AWS/WeatherBug)は既存の地上観測網(AWS)によるヒートアイランドの実態把握の試みを、ワシントンDCとニューヨークについて紹介した。このような観測網は測器が屋上に設置されているものも多いが、注意深く解析を行えば有効な情報を引き出せるとした。Zhang(アメリカUniv. of Maryland)は、ワシントンDCの加熱効果が風下のボルティモアの高温の一因になることを、WRF-UCMによる感度実験で示した。これは、日本の大都市圏の高温問題にも通ずる内容である。このほか、MODISやASTERのデータとNASAのEOS衛星のデータによる地表面温度の都市・郊外差の算出や、ナイジェリアAkureの気温分布に関する乾季(hatmattan)と雨季(monsoon)の発表があった。雨季は昼間に都市が低温になることがあり、その理由とし

て都市内の樹木からの蒸散の効果を挙げられた。

最終日の15日には、「Urban heat islands—Mitigation studies」(ヒートアイランド緩和方法の研究)のセッションがあり、緑地による気温低下効果や、alternative pavement materialすなわち舗装の材質改良によるヒートアイランド緩和策、屋根の材質改善によるビルの使用電力やCO<sub>2</sub>排出量の削減効果が論じられた。また、Yaghoobian (アメリカ Univ. of California) は人工芝の問題を取り上げ、人工芝は反射率が小さく蒸発が無い上、粗度が大きいので、モデル計算によるとアスファルトやコンクリート以上に顕熱フラックスが大きいことを示した。

ポスター発表では、Creager (アメリカ Texas A&M Univ.) による Citizen Weather Observing Program (CWOP) の紹介が興味深かった。これは一般市民による観測ネットであり、世界で6000人がメンバーとして登録しているという。また、Tamrazian (Univ. of California) はロサンゼルスの日最高気温の長期トレンドが100年当たり2.8°C (日最低気温は2.3°C) であることを示していた。これは東京の昇温率に近い。東京の昇温率はニューヨークやパリを上回り (三上 2003)、世界的に見て極端に大きいと思われるが、前記のフェニックスと言いつつ、東京並みの昇温をしている都市は案外他にもあるのかな、とも思った。(藤部文昭, 青柳暁典)

### 3. 都市の降水

12日午後に「Urban precipitation patterns」(都市の降水分布)のセッションがあった。Shepherd (アメリカ Univ. of Georgia) は TRMM データの空間分解能を経緯度0.25度に高めてオクラホマシティへ適用し、個別事例では問題があるが統計すれば地上観測に合う結果が得られるとした。これに先立ち、都市の降水を研究する動機として都市の水利や水害との関連に触れ、都市が降水に影響し得る理由として、熱的效果(大気成層の不安定化)のほかに、建物による力学効果、大気汚染物質による雲物理効果を挙げた。降水に対する都市の障壁効果やエアロゾルの効果については、13日午前の「Urban heat islands」のセッションで Bornstein (アメリカ San Jose State Univ.) も言及していた。

Svoma (Arizona State Univ.) は冬のフェニックスにおける降水の週変化を1980年以降のデータを使って調べ、都心部とその東側を中心として日～月曜日は

他の曜日よりも降水が有意に多いことを示した。フェニックスは人口の急増に公共交通の発達に間に合わず、平日は自動車起源の汚染質であるPM<sub>2.5</sub>(粒径2.5 μm以下の浮遊粒子)が下層雲に伴う降水を減らすと推測していた。ただ、冬の降水は広域的だが頻度は高くない (infrequent) とのことであり、30年程度のデータでその週変化シグナルを正しく捉えることができるのかどうか、判断し兼ねた。

Fujibe (気象研究所) はデジタル化した東京の毎時降水量データを使って、前6時間降水量が1 mm未達である「無降水後事例」の降水量の長期変化を解析し、暖候期の午後には100年当たり30%以上の率で増加していること、アメダスによる空間偏差にも同様の特徴が見られることを示した (Fujibe *et al.* 2009)。Shepherd から、都市化による降水の増加メカニズムの質問があり、暖候期の午後にシグナルが強いことからヒートアイランドによる熱的效果が重要であろうと答えた。しかし、彼や Bornstein の講演にある通り、アメリカでは障壁効果やエアロゾルの効果も重視されているようである。今後はこのことを認識し、精度の高い数値モデルも使ってその定量的な評価を図っていく必要があると感じた。なお、質問の中には聞き取れないものもあり、山田哲司先生 (アメリカ Yamada Science & Art Corporation) に解釈して頂いた。山田先生は会期全体を通じ、都市関連のセッションで活発な議論をしておられた。

このほか、14日午後の「Geographic effects on urban weather and climate」(都市の気象・気候に対する地理的效果)のセッションで、Ota (アメリカ Univ. of Alabama) がヒューストンの雷活動に対する都市効果について、RAMSによる数値シミュレーション結果を発表した。都市効果を入れることによって海風の収束がヒューストンの南側で強まること、そこは観測による雷の多発域と一致することが示された。

ポスター発表では、Andrade (ブラジル Univ. of São Paulo) がサンパウロの局地強雨事例にRAMSを適用し、都市の存在による降水の増加率が28%であることを示した。一方、Grossman Clarke (Arizona State Univ.) はフェニックスの夏の降水に対する都市効果をWRFによる事例解析で議論した。それによると、都市の北東側(風下側)で降水が増加し、それには都市域の灌漑や緑化による潜熱の増加が最も寄与していた。この効果は、市街地の潜熱減少が高温化を

もたらす都市の一般的特性とは反対であり、ヒートアイランドを抑制する効果が降水の増加をもたらすという逆説的な状況を示している。さらに、Iniguez (NOAA) はフェニックスの7, 8月の降水分布を8年間のレーダーデータを使って調べ、都市部(そのやや南側)で降水量が少ないことを示していた。これら2件の発表については、乾燥地域の都市というフェニックスの特殊性もあるかも知れないが、都市の降水の問題は一筋縄ではいかず、注意深い研究を積み重ねていく必要があることが改めて感じられた。

(藤部文昭)

#### 4. 都市のエネルギー収支

「Urban energy balance」(都市のエネルギー収支)のセッションでは、都市域におけるエネルギー収支・熱収支・水収支に関する発表があった。海外では都市域でのフラックス観測がキャンペーン的に実施されているが、このセッションではEPICCネットワーク(Environmental Prediction in Canadian Cities)とMUSEプロジェクト(Montreal Urban Snow Experiment)のデータを利用した研究がそれぞれ2例ずつ紹介されていた。

Cristen (Univ. of British Columbia) は、EPICCのフラックスデータと、別途取得した雨量計・排水量データをもとにして、対象地域の水収支を正確に見積もる試みについて報告した。熱収支モデルにおける人工排熱と同様、水収支モデルでは、芝生への水撒きなど人工散水の効果の導入が重要であるとの見方を示した。Bergeron (カナダ McGill Univ.) もEPICCのデータを用い、融雪期の潜熱フラックスに関する調査について報告した。春先3月の熱収支の特徴として、都市域で先に融雪が始まることにより、田園地域よりも潜熱フラックスが平均して大きいことが示された。一般に、都市域は乾燥し、潜熱フラックスが田園地域よりも小さいと思いがちであるが、今回の報告のように、季節・地域によってそのイメージが逆転することがある。「都市化」の与える影響はそれぞれの気候区でそれぞれ違った形で出てくることをあらためて思い知らされる印象深い講演であった。

Belair (Meteo France) と Leroyer (McGill Univ.) は、MUSE データをTEB-ISBAという地表面モデルに適用した、エネルギー収支のオフラインシミュレーションについての発表を行った。いずれも、冬期・融雪期をターゲットとしており、特に融雪期で

は結氷と融解の効果を新たに導入することで潜熱フラックスの再現性が向上したことが示された。地表面モデルが大気モデルとのやりとりを行うのは各種フラックスである。これらの発表のように、大気モデルとカップリングさせずに都市地表面モデル単独で性能が検証できるほど都市域におけるフラックス観測データが揃っているというのは、地表面モデル開発においても非常に大きな武器となるであろう。日本においても都市域における地表面フラックス観測が組織的になされることを期待したい。

(青柳暁典)

#### 5. 都市域のモデル化と予報

「Weather forecasting for urban areas」(都市域の天気予報)では都市地表面モデルそのものに関する研究について、「Modeling and forecasting urban areas」(都市域のモデル化と予報)のセッションでは都市地表面モデルが組み込まれたメソ気象モデルによる気象場再現実験に関する研究についての発表がまとめられていた。

Best (Met Office) と Grimmond (イギリス King's College) は、複数の都市地表面モデルの比較に関する発表を行った。前者の発表では、標準偏差、RMSE、相関係数を1つの図で示すテイラーダイアグラムによる比較を行っており、いずれのモデルも潜熱フラックスの再現性に改善の余地があることが示された。後者の発表では26もの都市地表面スキームの比較がなされていることに驚かされた。植生の取り扱い、レイヤー数、壁面の考慮の仕方、人工排熱の有無などにより系統的にスキームを分類した上での比較であったが、特に優位性を示せたモデル分類はなかったとのことである。Masson (Meteo France) は、多層の都市キャノピーモデルに関する発表を行った。キャニオン上空の風速分布は観測データと符合するところもあったが、キャニオン内の平均風速・温度分布については十分な性能が出せていないようであった。

メソ気象モデルによる再現実験では、WRFを用いた研究の発表が多かった。Grossman Clark (Arizona State Univ.) は、WRFへの組み込みが予定されている、Building Energy Parameterization (BEP) モデルについての発表を行った。BEPは多層の都市キャノピーモデルで、多層化することによってキャニオン内の物理量の再現性向上が期待できる。顕熱フラックスの時間変動が大きい等の課題はあるが、更なるテストを重ねて2009年中のリリースを目指す

のことであった。Flagg (カナダ York Univ.) は、WRF で使われている都市モデルで、ビル群の平均高・都市地表面割合・ビル群の平均幅という3つのパラメータを変化させた結果、都市地表面割合が熱収支の計算に対する感度が一番大きかったと報告した。さらに、モデルの解像度による土地利用設定の違いについても調査し、解像度10秒 (200~300 m) ~25秒 (500~700 m) 程度までは都市地表面割合はほぼ一定に計算されるが、それよりも粗いと解像度依存性が顕著であると報告した。

Aoyagi (気象研究所) は、併催されたポスターセッションにおいて、単層都市キャノピーモデルを組み込んだ気象庁非静力学モデル (NHM) を用いたシミュレーションの発表を行った。日本の関東域を解析対象とし、人工排熱の有無、建物による天空率減少、粗度の増大のそれぞれが地上気温に与える影響についての発表である。関東域でのシミュレーション自体には興味を示されなかったが、都市モデルそのものについては、TEBの提唱者であるMassonなどと議論することができ、非常に有意義であった。

これらのセッションを通じ、都市地表面モデルの最新動向を知ることができた。現在、様々なモデルが提唱されているが、概念的には大きな違いはなくパラメータのチューニングで各モデル間の性能の均質化がなされているというような印象を持った。最近のトレンドとしては、都市キャノピーモデルの多層化というのがあるようで、地表面付近の物理量の診断が高度化されることで再現性能の向上が期待される。多層の都市キャノピーモデルは既に近藤・劉 (1998) で試みられているが、メソ気象モデルへの組み込み例は现阶段ではなさそうである。Grossman Clark による WRF への多層都市キャノピーモデルの組み込みには今後注目していきたい。(青柳曉典)

## 6. 都市大気環境における粗度と境界層

都市には多様な形態の人工構造物が複雑な配置で存在し、粗度として作用することにより都市の境界層の形成に大きく関与している。近年では観測・モデルの双方において微細な境界層過程についてより詳細に把握することが可能となっており、都市における建物などの構造物群が大気に及ぼす力学的・熱的影響を詳細に解析しモデル化することが今後ますます重要になってくると考えられる。このような取り組みは、気象モデルと工学モデルの融合による微細規模流れの解

析手法の構築にも繋がっていくであろう (竹見・中山 2009)。このような視点から、本節では都市大気での粗度と境界層に関する発表について報告する。

「Urban scales, urban systems and the urban heat island」のセッションでは、Schmid (ドイツ Research Center Karlsruhe) が、粗度の形態や配置が都市大気流れの空間スケールを規定しているという概念について説明した。バンクーバーでの実測データに基づき、大気の安定度といった大気自身に固有の条件よりも上流側の粗度分布に強く依存して都市大気流れの代表的スケールが変化することを示し、粗度分布を考慮することにより代表的スケールが定義できることを強調した。このような空間スケールに関する考え方は、TCZ (Stewart, 2 節参照) の概念においても考慮すべきであることも指摘した。実際のところ、実在都市の形態を分類するためには、一様性が確保できるスケールを定義することが鍵となり、合理的な手順によるスケールの定義の重要性を認識させられた。2 節で紹介のあった Oke の招待講演においても、スケールの概念が重要であることが繰り返し強調されており、複雑な粗度分布を持つ都市であればこそ、どのスケールで現象を観測したり解析したりモデル化したりするのかということをも十分に把握する必要がある。

「Urban canopy and roughness sublayers」(都市キャノピーと粗度層) のセッションでは、都市の粗度形態を意識した境界層流れ・拡散に関する研究発表がなされた。内容は、拡散の室内実験、乱流モデルの導入による乱流場や拡散場の数値解析、野外観測データの解析など多岐にわたるものであった。Liu (香港大学) は、都市を想定した粗度上での不安定境界層における運動量・物質輸送について乱流シミュレーションにより調べた。乱流モデルにレイノルズ平均モデルを用い、street canyon から上部への輸送量が浮力による換気の効果によって周期的に変動することを示した。粗面での不安定境界層を取り扱った点は興味深いものの、考慮した粗度は一様高さで規則配置されたような理想的な条件であったため、より現実的な粗度配置での解析が必要であると感じた。Klipp (U.S. Army Research Laboratory) は、都市の粗度層 (roughness sublayer) 内では建物の壁面での応力も無視できないため裸地等で通常用いられる地表面応力 (摩擦速度) の概念がそのままでは適用できないという問題提起をし、建物の壁面でのレイノルズ応力を通常の摩擦速度  $u_*$  に加えて改めて摩擦速度  $u_*R$  を再定

義し、オクラホマシティでの野外観測 Joint Urban 2003データにより検討を行なった。新しく定義された  $u_*R$  は通常の  $u_*$  よりも粗度層内において2倍程度大きな数値となることが示され、建物壁面での乱流生成が顕著であることが示唆される。また建物屋上高さにおいても両者の変化パターンは異なることが示され、乱流輸送を考える上で大事であることが指摘された。Nakayama *et al.* (日本原子力機構) は、実在都市での建物の配置密度や高さ分布をより現実的に模した様々な粗度条件でラージ・エディ・シミュレーション (LES) を行い、粗面境界層の乱流特性について調べた。建物がより密に配置した場合、建物高さが一様に近い時には粗度長はある建物密度を境にして増加から減少傾向に転じるものの、建物高さがより複雑に変化する時には粗度長は単調増加する傾向にあることが示された。抗力係数の分布も同様の傾向を表すことを示し、気象モデルなどからダウンスケール計算する際に考慮すべきであることも論じられた。質疑応答でゼロ面変位の定義についての議論があった。建物高さの分布が複雑になり凹凸が顕著になるほど通常のゼロ面変位や粗度長の概念が適用するのが困難になるため、Klipp の発表にあったような再定義が必要になると感じた。(竹見哲也)

## 7. 都市域における風況場と拡散場

市街地を想定した建物モデル群での大気拡散特性に関する野外・風洞実験は1990年代後半から見られてきているが、2000年に入ってから実市街地を対象にした研究発表が頻繁に見られるようになり、今回の会議においても多数報告されていた。例えば2003年にアメリカのオクラハマで行われた大規模な拡散実験 (Oklahoma City Joint Urban 2003 experiment; JU2003) 結果と LES による数値シミュレーション結果との比較検討について報告されていた。また、英国では、DAPPLE (Dispersion of Air Pollution and Penetration into the Local Environment) と呼ばれるプロジェクトが2003年頃に発足し、今回の会議では、拡散実測・拡散風洞実験・数値シミュレーションにより、市街地内でのストリートキャニオンにおける拡散物質の排出源形態や個人暴露量や拡散過程などについて報告していた。

また、Los Alamos 研究所のグループは、都市域での危険物拡散予測モデルの研究開発例として、QUIC (Quick Urban and Industrial Complex) と呼ばれる

拡散モデルについて紹介していた。このモデルは、気象モデルで作られた風速データを CFD モデルでの流入境界条件として与え、個々に解像された建物周りでの局所的な拡散予測が行えるようになっている。気象モデルで作られた風速データをそのまま用いて市街地での大気乱流拡散の数値予測を行うことに対しては予測精度上に検討の余地はあるが、緊急時という計算時間の制約から迅速性を最優先にして考え、特定の気象条件下における市街地内での濃度分布パターンの予測を目指しているようであった。

この他にも、特徴的な市街地形状であるストリートキャニオンを対象にして数値シミュレーションを行い、キャノピー内外での交換速度や濃度フラックスの評価を行ったものや、解像度による拡散解析結果への影響や市街地を平坦な地形上に建物で覆われた場合と地形の起伏を考慮した建物で覆われた場合での計算結果の比較などの検討が行われているものも見られた。さらに、市街地内での危険物拡散過程において建物群から著しく受ける影響範囲を評価したものや、濃度の変動具合が人体に与える影響を拡散物質の種類に応じて定式化したものについての報告例も見られた。

数値シミュレーションによる都市大気拡散研究の分野では、個々の建物を解像した市街地スケールを対象にしたものが、ここ数年、数多く見られるようになって来ている。また、アメリカならではかも知れないが、緊急時に特化した市街地内部での拡散予測システムの開発がかなり精力的に行われていることも印象に残った。緊急時というシチュエーションに対し、迅速性のある計算モデルをどのように設計すべきか、安全性評価の観点からどの程度まで予測精度を追求しなければいけないのか、さらにはそれら両者の要求をできる限り満足した予測システムをどのように開発していくべきなのか、深々と考えさせられた。(中山浩成)

## 謝辞

藤部は会議への参加に当たり日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B) 「極端な気象現象の発生頻度とその長期変動に関する研究」(課題番号18340145) の支出を受けた。

## 略語一覧

ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (NASA の衛星 Terra に搭載されている経済産業省開発の地球観測センサー)

AWS：(会社名(原名 Automated Weather Source),  
なお Automatic Weather Station 等の略語としても使  
われているようである)

CFD：Computational Fluid Dynamics (計算流体力学と  
いう語義だが、建築工学などにおける微細格子計算の意  
味で使われる)

CNRS：Centre National de la Recherche Scientifique  
フランス国立科学研究センター

EOS：Earth Observing System (NASA の地球観測シス  
テム)

ISBA：Interaction between Soil-Biosphere-Atmo-  
sphere (植生モデルの一種)

MM5：The Fifth-Generation NCAR/Penn State  
Mesoscale Model (ペンシルベニア州立大学 (Penn-  
sylvania State Univ.) とアメリカ大気研究センター  
(NCAR) で開発されたメソスケール気象モデル)

MODIS：MODerate resolution Imaging Spectro-  
radiometer (NASA 衛星 Terra と Aqua に搭載されて  
いる放射センサー)

NASA：National Aeronautics and Space Administra-  
tion アメリカ航空宇宙局

NOAA：National Oceanic and Atmospheric Adminis-  
tration アメリカ海洋大気庁

RAMS：Regional Atmospheric Modeling System (コロ  
ラド州立大学 (Colorado State Univ.) で開発されたメ  
ソスケール気象モデル)

TEB：Town Energy Balance (単層都市キャノピーモデ  
ルの一種)

TRMM：Tropical Rainfall Measuring Mission (降雨  
レーダーを用いた日米共同の熱帯降雨観測ミッション)

WRF：Weather Research and Forecasting (NCAR,  
NCEP, NOAA/FSL, AFWA などの研究機関が共同開  
発しているメソスケール気象モデル)

WRF-UCM：(WRF に都市キャノピーモデル (Urban  
Canopy Model) を組み込んだもの)

#### 参 考 文 献

- Fujibe, F., H. Togawa and M. Sakata, 2009: Long-term  
change and spatial anomaly of warm season after-  
noon precipitation in Tokyo. SOLA, 5, 17-20.
- Hansen, J., R. Ruedy, J. Glascoe and M. Sato, 1999:  
GISS analysis of surface temperature change. J.  
Geophys. Res., 104, 30997-31022.
- 近藤裕昭, 劉 発華, 1998: 1次元都市キャノピーモデル  
による都市の熱環境に関する研究. 大気環境学会誌,  
33, 179-192.
- 近藤裕昭, 稲垣厚至, 井原智彦, 大岡龍三, 小田僚子, 黄  
弘, 高橋桂子, 竹林英樹, 土屋貴史, 2008: 第7回都市  
環境シンポジウム/第7回沿岸大気・海洋予測とプロセ  
ス会議(合同開催)報告. 天気, 55, 259-265.
- 三上岳彦, 2003. 都市ヒートアイランドの実態—東京の事  
例を中心に—. 環境情報科学, 32(3), 32-36.
- 竹見哲也, 中山浩成, 2009: 微細規模大気流れの気象モデ  
ルとCFDモデルの融合解析. 日本流体力学会誌「なが  
れ」, 28, 13-20.
- 付録：第8回都市環境シンポジウム(8 URBAN)の  
口頭セッション一覧  
大部分のセッションは他のシンポジウムとの合同で  
ある。詳細はAMSのサイト <http://ams.confex.com/ams/89annual/techprogram/MEETING.HTM> を参  
照。
- 1月12日(月)  
T. R. Oke 記念シンポジウム：都市のスケール・構  
造とヒートアイランド  
都市の降水分布  
都市のエネルギー収支  
都市キャノピーと粗度層  
都市ヒートアイランド
- 1月13日(火)  
都市における観測—1, 2  
都市ヒートアイランド—その2  
都市域の顕著現象の観測と研究  
沿岸都市の大気質の観測  
都市のエネルギー・水収支  
高密度ガスの拡散  
都市における拡散と大気質—DAPPLE プロジェク  
ト
- 1月14日(水)  
都市の境界層と乱流観測  
都市域の天気予報  
都市域のモデル化と予報  
都市における生気象と公衆衛生  
都市域の建物解像モデルと予報  
都市の輸送拡散モデル—1, 2  
都市の気象・気候に対する地理的効果
- 1月15日(木)  
都市の大気質—基準汚染物質  
沿岸都市の気象・気候—1, 2  
都市と複雑地形におけるエネルギー生産のためのモ  
デル化手法

都市に関連する気候変動と人口増加  
都市域のモデル化と予報—その2  
持続可能な都市計画

都市環境・複雑地形環境のモデル化手法  
ヒートアイランド緩和方法の研究

---