

令和 2 年 6 月 24 日現在

機関番号：82109

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02964

研究課題名（和文）首都圏の突発的・局地的豪雨の解明に向けた次世代都市気象予測システムの開発

研究課題名（英文）Understanding the impact of urban heat island on the local heavy rainfall in the Tokyo area using a next-generation simulation system

研究代表者

清野 直子（SEINO, Naoko）

気象庁気象研究所・台風・災害気象研究部・室長

研究者番号：70354503

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：都市特有の地表面過程を表現するSPUCスキームと局所アンサンブル変換カルマンフィルタ同化手法を用い、局地的大雨の予測に適した次世代都市気象予測システムを開発した。都市域での気温や地上フラックス観測を用いた検証により、SPUCスキームを用いることで従来型の平板スキームを用いた場合よりも再現性が優れていることを確認した。また、首都圏における局地豪雨の数値シミュレーション結果から、東京都心付近に形成されたヒートアイランドが地上風だけでなく大気下層の風の状況を変え、気圧や水蒸気量の空間分布にも影響を及ぼすことで降水を強化することが示唆された。あわせて観測に基づく首都圏の大気下層構造の実態把握を進めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

首都圏は、世界的にも類を見ない大規模な高温化に直面する一方、充実した地上常時観測網や研究観測網も展開されている。本研究では、こうしたデータを活用可能な、新たな気象予測システムを開発した。また、首都圏におけるゾンデ観測等から、通常の観測網では得ることができない都市域の大気下層構造の特徴や周辺との差異を把握することができた。こうした成果は、都市による局地的豪雨のさらなる機構解明や予測精度の向上に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：A next-generation simulation system suitable for the forecast of the heavy rainfall in urban area has been developed by coupling the Square Prism Urban Canopy (SPUC) scheme with the Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) data assimilation system. Surface heat exchange processes affected by the urban canopy elements such as buildings are described in the SPUC scheme and dense observation data can be assimilated using the LETKF approach in this system. Validation results show that the SPUC scheme represents the surface air temperature and the surface heat flux better than the slab scheme. We numerically investigated the influence of the urban heat island on the development of convective systems in local heavy rainfall events in Tokyo. Simulation results suggest that higher temperatures caused by urbanization can lead to increased rainfall by intensifying convergence and ascending motion. Observations of lower atmospheric characteristics in the urban area were also carried out.

研究分野：都市気象

キーワード：都市気象 気象予測 局地豪雨 データ同化 都市キャノピースキーム ヒートアイランド

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

首都圏では突発的・局地的豪雨による都市型水害の例が後を絶たない。都市化の進展はこうした豪雨を増加させているのだろうか? Fujibe et al. (2009) [1] は、過去 100 年間の観測データに基づき、夏季の午後を中心とする東京の非継続性降水の増加傾向を明らかにした。一方で、大雨日数や短時間強雨の発生回数は全国的にも増加が認められ(気象庁 気候変動監視レポート 2015) 降水量や最大 1 時間降水量の長期変化傾向と都市化の影響についての明確な関連性を見出すことは難しいとの指摘もある(気象庁 ヒートアイランド監視報告 2015)。全球的な温暖化が進む中、都市の降水に対する効果を観測データのみで議論することは難しく、首都圏における豪雨の実態に迫る、再現性の高い気象シミュレーションが必要である。

### 2. 研究の目的

本課題では、1) 都市特有の地表面過程を表現する物理スキームを導入した次世代都市気象予測システムを開発すると共に、現実即した下部境界条件を与えるため、稠密な地上気象観測網データや静止気象衛星ひまわり 8 号の高解像度海面水温 (SST) のデータ同化を行う。2) 上記システムの再現性を首都圏における観測データを用いて検証した上で、豪雨事例のアンサンブルデータ同化実験と感度実験に基づき、首都圏の高温化が、豪雨の発生域や強度に与える影響とその過程を解明する。

### 3. 研究の方法

(1) 次世代都市気象予測システムの開発 気象研究所で開発を進めている都市キャノピースキーム (SPUC スキーム) [2] を拡張し、局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) 同化手法と統合した、気象庁非静力学モデル (NHM) ベースの次世代都市気象予測システムを開発する。また、環境省大気汚染物質広域監視システムにより入手可能な気温・湿度データ(以下、そらまめ君データ)、首都圏地震観測網 (MeSO-net) で取得されている環境計測データ(気温・気圧)、ひまわり 8 号の高解像度 SST (0.02 度メッシュ) を収集し、データ同化への利用を図る。

(2) 同化実験と検証・解析 首都圏における突発的・局地的豪雨事例等のテストケースを対象として、次世代都市気象予測システムの同化実験を行う。また、次世代都市気象予測システムの検証に利用するため、検証観測期間を設け、ラジオゾンデとドップラーライダーにより東京近郊とつくばでの大気鉛直構造(気温・風)の観測データを取得する。

### 4. 研究成果

下記(1)～(4)は3.(1)と3.(2)に、(5)以降は主に3.(2)に関する成果である。

#### (1) SPUC スキームの改良と地上気温の再現性評価

気象予測においては、観測で捉えられた様々な物理量を解析・同化し、数値モデルに反映させる手法が取り入れられているが、都市キャノピー(建物群)の温度情報は現状では入手が困難であり、SPUC スキームでは、都市キャノピーの計算初期温度に客観解析値における地表面温度を与えている。しかし、この方法では、都市キャノピー物体内部の温度が周囲の環境になじみ、現実的な熱収支計算ができるようになるまでに時間を要する。そこで、SPUC スキームを用いた先行計算の予報結果を次の計算初期値として利用する予報サイクル化を導入した。関東域を対象とする数値計算(水平格子間隔 2 km、鉛直 50 層、後述する各項の実験も同様)により、東京(大手町)における最低気温が 30℃ を上回った 2013 年 8 月 11 日の早朝の気温再現性を調べた(計算初期時刻: 前日 21 時)。予報された 8 月 11 日早朝の地上気温は、東京と練馬の両観測地点において、サイクル化を行った計算結果の方が観測値に近く、気温予測の改善が見られた。同様のモデル設定で、2017 年 7 月の 1 ヶ月間について、日毎の計算を繰り返し、サイクル化の有無による地上気温の違いを調べたところ、サイクル化を行った計算結果では最低気温の下がりすぎを抑えられるケースが多いことが確認できた(図 1)。

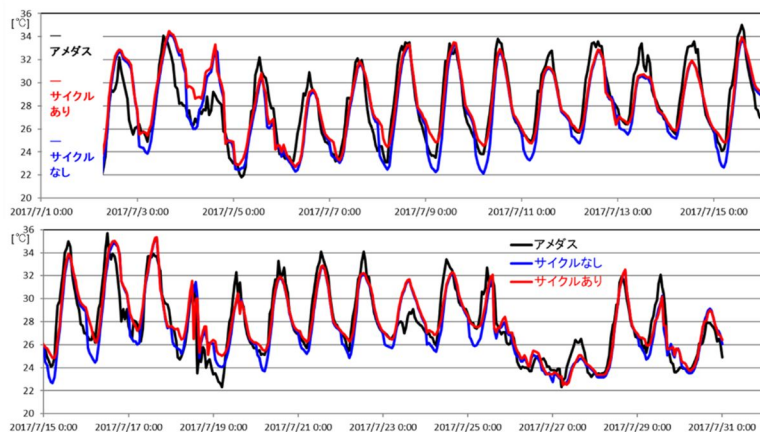


図 1 2017 年 7 月のアメダス練馬における地上気温の観測値(黒)および数値計算結果(同アメダス地点の再近接格子の値、青: サイクル化なし、赤: サイクル化あり)

#### (2) MeSO-net データの同化実験

MeSO-net で観測した気温・気圧データについて、気象庁のメソ解析値と比較してデータの特徴を調べ、さらに気象研究所に移植した気象庁現業同化システム(メソ NAPEX)を用いてデータ同化実験を行った。MeSO-net には標高データがないため、標高に依存する気温や気圧のバイア

補正ができない。そのため絶対値でなく時間変化量に注目した。気象庁メソ解析値との比較から、MeSO-net で得られる時間変化量には系統的な偏りがなく、データ同化に利用できる精度を持っていることを確認した上で、2015年8月13日21時から16日00時の期間に、1時間毎の観測データを用いて、MeSO-netの気圧・気温の時間変化量を同化した。その結果、MeSO-netデータの同化により気圧の時間変化傾向は改善することが示された。時間変化だけでなく空間分布の再現性向上を図るためには、絶対値そのものを使えるよう手法を改良する必要がある。

### (3) SPUC-NHMを導入したLETKFによる解析実験

LETKF解析システムにおいては予報モデルが直接的に利用されているため、予報モデルの高精度化により、解析値の精度向上が見込まれる。そこで、都市効果を組み込んだSPUC-NHMをLETKF解析の予報モデルとする2km格子の解析システムを構築し、その効果を確認するとともに高密度のそらまめ君データを同化した解析実験を行った。具体的には、関東甲信越地方を中心とした水平解像度2kmの200x200格子領域を解析領域とし(鉛直50層)解析時間間隔3時間の51メンバーによるLETKF解析システムを構築し、2017年8月30日事例を対象に28日00時(JST)から解析サイクルを実行した。

SPUCを用いない従来版の解析実験をCtrl、SPUCを用いた解析実験をTest01、さらに、Test01にそらまめ君データ(風向、風速、相対湿度、気温)を追加した解析実験をTest02とする。地上気温については、Test01ではCtrlに比べSPUC-NHMの導入により都市部を中心とした夜間の高温傾向がみられ、そらまめ君データにより近い地上気温を解析できることが確認できた。また大気下層の気象場の改善に伴い、前3時間降水量もCtrlからTest01で改善傾向がみられた(図2)。しかしながら、そらまめ君データは地上データであることや局所的に高密度なデータであることなどにより、従来の解析システムの設定のままではその観測情報を生かしきれず、Test02では顕著な改善傾向はみられなかった。効果的な観測値の利用のためにはシステム設計を見直す必要があると考えられる。

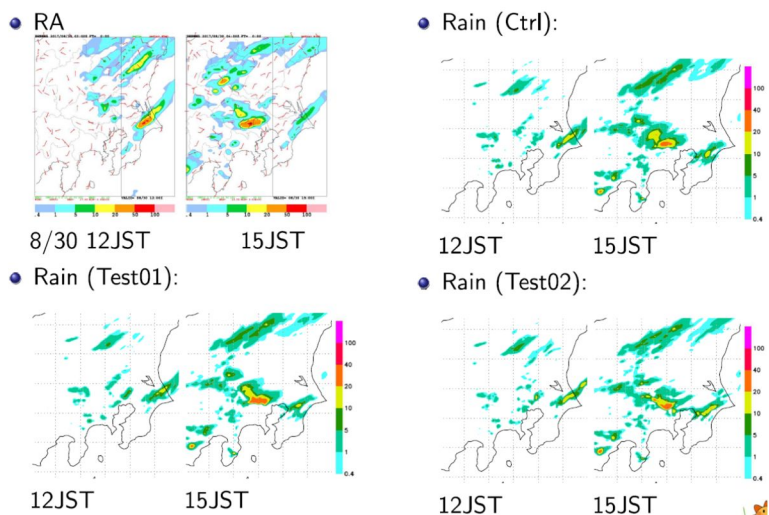


図2 2017年8月30日の局地的大雨事例における12時および15時の前3時間降水量分布。RA:実況(解析雨量)、Test01:SPUCを用いた解析実験、Test02:Test01にそらまめ君データを追加した解析実験。

### (4) SSTのインパクト調査と大気海洋結合同化実験

海面水温(SST)については、まずひまわり8号の高解像度SST(0.02度メッシュ)を収集し、夏季の関東沿岸域におけるSST日変化等の確認を行った。予備実験として、(5)Case1の事例に対し、計算初期値におけるSSTを再解析データ(鹿島灘付近のSSTが低いことを表現)に置き換えた感度実験を行ったところ、降水予測結果への影響はわずかだった。そこで、SST初期値を置き換えるだけでなく、大気海洋結合モデルを用いた検討を行った。

気象研究所で開発された大気海洋結合同化システムと衛星海面水温観測データを用いて、局所的豪雨の解析を実施した。衛星海面水温データ同化により、2015年関東東北豪雨における線状降水帯はより現実的に再現された。一方で2017年7月の関東地方における局所的豪雨に関しては衛星海面水温観測データ同化の効果はほとんど現れなかった<sup>[3]</sup>。

### (5) 首都圏の局地的大雨事例における都市化の影響評価

先行研究<sup>[4]</sup>による首都圏での夏季集中観測期間(2011~2013年)において、最も激しい降水が観測された2011年8月26日の事例(Case1)と、降水系の発達が中程度だった2013年7月18日の事例(Case2)を対象に、NHMとSPUCスキームを用いた数値実験を行い、現実に近い降水域の分布や強度が再現された。都市が強雨に及ぼす影響を調べるため、都市のヒートアイランド効果を弱めた実験との比較を行ったところ、二事例とも、現状の都市化の進んだ条件下で東京中心部にもたらされる降水が多かった。実験間の大気場の違いから、都市の高温化に伴う都市部での収束や上昇流の強化といった循環の変化が降水の強化に結びつくことが示唆された<sup>[5]</sup>。

### (6) SPUCスキームによる都市効果の感度実験

SPUCスキームを導入したNHMを用いて、都市地表面パラメータを変化させた感度実験を行い、都市の特徴が冬季夜間の地上気温に与える影響を調査した。都市化に伴う地表面状態の変化は

夜間の冷却を抑制し、その寄与が最も大きかったのは、建物の有無と熱特性による違いであった。また、建物の形状による違いを調べたところ、建物のアスペクト比が大きいほど、すなわち建物が高層化するほど夜間の気温低下が抑えられていた。建物の高層化に伴う熱輸送の増加や天空率の減少は、都市部の夜間気温低下を抑制することがわかった<sup>[6]</sup>。

#### (7) 地上フラックス観測による SPUC スキームの検証

SPUC スキームの検証を行うため、東京都渋谷区において乱流・放射の実測を行った。従来の数値モデルの検証では、気温等の計算出力値について実測との比較を行う手法が一般的であるが、この手法では仮にモデルと実測で不一致が見られてもスキームのどこに原因があるのか追求することが難しい。そこで本研究ではスキーム内で診断的に計算されている熱輸送係数を、実測においても求めて比較を行った。熱輸送係数は地表面から大気への熱輸送の効率であり、地表での気温・湿度に影響する重要な要素である。

実測は東海大学代々木キャンパス(渋谷区富ヶ谷)に設置された鉄塔を利用して行った。周辺は主に住宅地で中低層建物が多く、平均建物高さは9 mである。測器は地上52 mに設置しており、超音波風速計および水蒸気・二酸化炭素変動計による乱流フラックス計測および正味放射計による放射フラックス計測を行った。乱流データには座標回転(double rotation)を行い、30分ごとの顕熱・潜熱フラックスを求めた。本研究では計測値はモデル検証のための真値であるため欠測値の補完は行っていない。また、非降水時のデータのみを使用した。計測された顕熱フラックスを地表面温度(測定された上向き長波放射から換算)と気温の差で除することにより熱輸送係数を求めた。

モデル計算はHNMとSPUCスキームによる再現計算であり、2005-2014年の2、7、8月を対象としたものである。また、観測サイトの周囲2 km x 2 kmエリアの計算結果を抽出して観測と比較した。

検証結果を図3に示す。灰色が観測地、赤色がSPUC出力値である。参考として古典的な都市地表面スキームであるスラブモデル(青色)および平板上での実測値(Hagishima and Tanimoto, 2003)<sup>[7]</sup>を示した。SPUCはスラブモデルや平板と比べて実測値に近く、風速への依存性も的確に表現できている。SPUCは都市キャノピースキームとして妥当であることが確認できた。

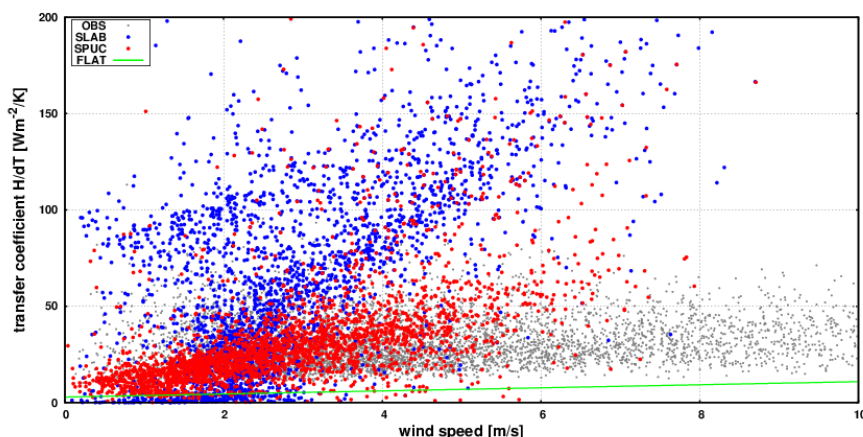


図3 熱輸送効率の比較。OBS:実測値、SLAB:スラブモデル、SPUC:都市キャノピースキーム、FLAT:平板。

#### (8) 大手町における地上気温観測と周辺環境の影響調査

気象庁大手町露場において、地上気温観測を実施し、(1)項におけるSPUCスキームの検証データとして使用した。また、同露場内において、周辺環境が異なる2地点に熱電対温度計を設置し、気温の鉛直分布観測を行った。風通しの違いによる影響を調査したところ、周囲が物体に囲まれている方では風速が小さく、各高度の気温も高いことがわかった。また、気温変動の解析からは、ブルームや冷気の下降の様子が捉えられた。この気温変動の乱流構造は開けた場所の方で顕著に見られた。周囲が物体に囲まれている場合、より低温な上層の空気と効率的な熱交換が行われないために、開けた場所よりも気温が高くなると考えられる<sup>[8]</sup>。

#### (9) ゾンデ観測による大気構造の実態把握および数値シミュレーションとの比較

2018年と2019年の冬季(1~2月)および夏季~秋季(8~9月)にかけて、つくば市と東京都練馬区でラジオゾンデ観測を実施し、大気鉛直構造(気温・湿度・風)のデータを取得した。

2018年1月22日の首都圏大雪事例では、ゾンデ観測から、地上降雪開始直前に高度約2km以下で顕著に高湿化・低温化し、北寄りの下層風強化が起こっていたことが確認できた。下層強風軸の形成は2019年2月19日の日本海低気圧による降水事例においても観測され、関東平野の

地理的条件に起因する Cold-Air Damming に伴うメソスケール構造だと考えられる。

晴天時 5 事例の日中の大気境界層構造の解析を行った。いずれの事例においても、ゾンデ観測により午前から昼過ぎにかけて混合層の発達が見えられていた。その上端高度は事例により異なり、地上 500m から 1000m 程度またはそれ以上になる例もあった。観測された混合層上端高度は東京でつくばよりも高い場合が多かった。また、東京では、夕方 (17:30) でも高度 500m 付近に等温位に近い成層が残る例が 3 事例あった。

これら晴天事例について、SPUC スキームを用いた数値シミュレーションを行った結果、日中の混合層の発達状況は計算で概ね良く再現されていた。午後の混合層の上端高度が観測と比べ過大あるいは過少となる例もあったが、東京のほうが夕方にかけて大気下層の安定化が遅いことが表現されていた。数値モデルにおける都市地表面状態の設定を変更し、都市化影響の少ない状態を仮定した感度実験なども行った。

#### (10) ドップラーライダーによる首都圏の下層風の解析

2018 年冬季と夏季において、それぞれ茨城県つくば市と東京都渋谷区で実施したドップラーライダーによる下層風鉛直観測データから、接地境界層構造の解析を行った。本解析においては、ドップラーライダーと同期観測した 3 次元超音波風向風速計によるデータより地上の大気安定度を求め、地上付近が中立状態である時間帯を対象とした。つくば市における観測データから、ドップラーライダーの観測最下層高度である地上 40m 高度の風速 ( $U_{40m}$ ) に着目し、対数則の式から摩擦速度  $u_*$  とゼロ面変位  $z_0$  を収束計算により求めた。計算が収束したときを「対数則成立」と定義したところ、対数則に従わない非定常な速度分布を持つ時間帯が確認され、実際の中立大気においては対数則が常に成立しているわけではないことが示された。さらに、対数則が成立する場合、風向が一定 (地表面条件が同じ) である無次元風速 ( $U_{40m}/u_*$ ) は、対数則より一定値となるはずであるが、風速が弱いときほど無次元風速にばらつきが見られ風速の鉛直分布形状は不均一となり、風速依存性があることが示された。また、風向一定の状況が時間連続的に続いた場合に、対数則分布の不均一が弱まる傾向にあることがわかった。

#### 謝辞

本研究においてつくばで実施したゾンデ観測では、気象庁高層気象台のご協力を受けました。また、解析にあたっては、気象庁の地上気象観測および高層気象観測データを使用しました。

#### 引用文献

[1] Fujibe, F., H. Togawa, and M. Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. *SOLA*, 5, 17-20.

[2] Aoyagi, T., and Seino, N., 2011: A square prism urban canopy scheme for the NHM and its evaluation on summer conditions in the Tokyo metropolitan area, Japan. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 50, 1476-1496.

[3] Wada, A., H. Tsuguti, K. Okamoto, and N. Seino, 2019: Air-sea coupled data assimilation experiment for Typhoons Kilo, Eta and the September 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall with the Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 sea surface temperature. *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 553-575.

[4] Misumi, R., and Coauthors, 2019: Results of the Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 100, 2027-2041.

[5] Seino, N., R. Oda, H. Sugawara, and T. Aoyagi, 2018: Observations and simulations of the mesoscale environment in TOMACS urban heavy rain events. *J. Meteor. Soc. Japan*, 96A, 221-245.

[6] 川端康弘, 清野直子, 田中泰宙, 青柳暁典, 2018: 都市における冬季夜間の気温低下抑制の要因に関する感度実験. *日本ヒートアイランド学会論文集*, 13, 7-15.

[7] Hagishima, A. and J. Tanimoto, 2003: Field measurements for estimating the convective heat transfer coefficient at building surfaces, *Building and Environment*, 38, 873-881.

[8] 川端康弘, 山本哲, 志藤文武, 清野直子, 2018: 観測環境の違いによる気温の鉛直分布と変動の特徴について. *風工学シンポジウム論文集*, 25, 139-144.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 荒木健太郎	4. 巻 240
2. 論文標題 Cold-Air Dammingと沿岸前線を伴う関東大雪のメソスケール環境場	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 気象研究ノート「南岸低気圧による大雪 II: マルチスケールの要因」	6. 最初と最後の頁 235-255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 荒木健太郎	4. 巻 240
2. 論文標題 2014年2月の関東甲信地方大雪事例における総観・メソスケール環境場	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 気象研究ノート「南岸低気圧による大雪 II: マルチスケールの要因」	6. 最初と最後の頁 299-321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 WADA Akiyoshi, TSUGUTI Hiroshige, OKAMOTO Kozo, SEINO Naoko	4. 巻 97
2. 論文標題 Air-Sea Coupled Data Assimilation Experiment for Typhoons Kilo, Etau and the September 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall with the Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 Sea Surface Temperature	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II	6. 最初と最後の頁 553-575
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2019-029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 小司禎教	4. 巻 1
2. 論文標題 精密衛星測位（GNSS）を用いた水蒸気観測と気象への利用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第18回英弘シンポジウム " 異常気象と局地気象 "	6. 最初と最後の頁 61-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小田僚子, 清野直子	4. 巻 236
2. 論文標題 夏期のラジオゾンデ観測の概要と都市における混合層高度の解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 気象研究ノート	6. 最初と最後の頁 31-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 清野直子	4. 巻 236
2. 論文標題 短時間強雨事例の 대기環境場	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 気象研究ノート	6. 最初と最後の頁 36-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 WADA Akiyoshi, SEINO Naoko	4. 巻 48
2. 論文標題 Numerical simulations on a local heavy rainfall event south of Kanto region by using a coupled atmosphere-wave-ocean model with the regional air-sea coupled data assimilation system based on NHM-LETKF	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling	6. 最初と最後の頁 9.03-9.04
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 川端康弘, 清野直子, 田中泰宙, 青柳曉典	4. 巻 13
2. 論文標題 都市における冬季夜間の気温低下抑制の要因に関する感度実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本ヒートアイランド学会論文集	6. 最初と最後の頁 7-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 川端康弘, 山本哲, 志藤文武, 清野直子	4. 巻 25
2. 論文標題 観測環境の違いによる気温の鉛直分布と変動の特徴について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 風工学シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 139-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki, S., T. Maesaka, K. Iwanami, S. Shimizu, K. Kieda	4. 巻 96A
2. 論文標題 X-band Dual-Polarization Radar Observations of the Supercell Storm that Generated an F3 Tornado on 6 May 2012 in Ibaraki Prefecture, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Meteorological Society Japan	6. 最初と最後の頁 25-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2017-019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugawara H., R. Oda, N. Seino	4. 巻 96A
2. 論文標題 Urban Thermal Influence on the Background Environment of Convective Precipitation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Meteorological Society Japan	6. 最初と最後の頁 67-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2018-010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Belair, S., S. Leroyer, N. Seino, L. Spacek, V. Souvanlacy, D. Paquin-Ricard	4. 巻 96A
2. 論文標題 Role and Impact of the Urban Environment in a Numerical Forecast of an Intense Summertime Precipitation Event over Tokyo	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Meteorological Society Japan	6. 最初と最後の頁 77-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2018-011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する



1. 著者名 Seino, N., R. Oda, H. Sugawara, and T. Aoyagi	4. 巻 96A
2. 論文標題 Observations and simulations of the mesoscale environment in TOMACS urban heavy rain events	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Meteorological Society Japan	6. 最初と最後の頁 221-245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2018-029	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 荒木健太郎
2. 発表標題 南岸低気圧による首都圏降雪時の降雪結晶の特性と環境場の関係
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清野直子, 新藤永樹, 津口裕茂
2. 発表標題 都市キャノピースキームSPUCを用いた数値シミュレーションによる首都圏の大気境界層構造の解析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清野直子, 新藤永樹, 荒木 健太郎
2. 発表標題 都市キャノピースキームSPUCを用いた数値シミュレーションと観測に基づく首都圏の大気境界層構造の事例解析
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第14回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清野直子, 津口裕茂, 廣川康隆, 瀬古弘, 清水慎吾
2. 発表標題 線状降水帯発生環境の気象庁メソ解析によるコンボジット解析
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seko,H., E. Sato, H. Yamauchi, Y. Shoji, and S. Satoh
2. 発表標題 Refractivity distributions over the Kanto and Osaka plains and their impacts on the rainfall forecasts
3. 学会等名 39th International Conference on Radar Meteorology, AMS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seko,H., E. Sato, and H. Yamauchi
2. 発表標題 Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀬古弘, 横田祥, 佐藤英一, 小司禎教, 山内洋, 佐藤晋介, 川村誠治
2. 発表標題 多種の高頻度高密度観測データを用いた 局地的大雨の同化実験 (その1)
3. 学会等名 日本気象学会2019年度春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai
2. 発表標題 High Space-time Resolution Analysis of Atmospheric Fields using GNSS and Other Observations to Study the Mechanisms of Local Heavy Rainfall in Tokyo Metropolitan Area
3. 学会等名 Living Planet Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shoji, Y., T. Tsuda, T. Kato, H. Terada, and M. Yabuki
2. 発表標題 Ocean Platform GNSS Meteorology for Heavy Rainfall Prediction
3. 学会等名 Living Planet Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai
2. 発表標題 Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shoji, Y., T. Tsuda, T. Kato, H. Terada, and M. Yabuki
2. 発表標題 Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小司禎教、酒井哲、足立アホ口
2. 発表標題 E-S風系型首都圏短時間強雨への下層水蒸気の寄与 -2017年8月19日の事例 -
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小司禎教
2. 発表標題 船舶搭載GNSSによる東シナ海水蒸気観測実験
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小司禎教
2. 発表標題 精密衛星測位（GNSS）を用いた水蒸気観測と気象への利用
3. 学会等名 第18回英弘シンポジウム ” 異常気象と局地気象 ” （招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugawara Hirofumi, Oda Ryoko, Seino Naoko
2. 発表標題 Urban Thermal Influence on the Background Environment of Convective Precipitation
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Seino, N., R. Oda, H. Sugawara, and T. Aoyagi
2. 発表標題 Observations and numerical simulations for heavy rainfall events in Tokyo
3. 学会等名 10th International Conference on Urban Climate (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原 広史, 清野 直子, 小川 陽平
2. 発表標題 フラックス観測データを用いた都市キャノピーモデルの検証
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第13回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒木健太郎, 清野直子
2. 発表標題 冬季首都圏降雪時におけるメソスケール環境場の時空間発展の観測研究
3. 学会等名 日本気象学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 廣川康隆, 加藤輝之, 津口裕茂, 清野直子
2. 発表標題 線状降水帯発生条件の有効性についての客観的検証
3. 学会等名 日本気象学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清野直子, 新藤永樹, 津口裕茂
2. 発表標題 気温予測精度向上にむけた都市キャノピースキーム SPUCの高度化
3. 学会等名 日本気象学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川端康弘, 田中泰宙, 村田昭彦
2. 発表標題 関東地方における視程について
3. 学会等名 日本気象学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Okamoto, K., A. Wada, H. Tsuguti and N. Seino
2. 発表標題 Air-Sea Coupled data assimilation for typhoons Kilo and Etau and the September 2015 Kanto-Tohoku heavy rainfall
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting (AOGS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川端康弘, 山本哲, 志藤文武, 清野直子
2. 発表標題 観測環境の違いによる気温の鉛直分布と変動の特徴について
3. 学会等名 第25回風工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seino, N. R. Oda, H. Sugawara, and T. Aoyagi
2. 発表標題 Numerical simulation of heavy rainfall events in the Tokyo metropolitan area
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川端康弘, 清野直子
2. 発表標題 都市キャノピースキームを用いた冬型事例の数値シミュレーション
3. 学会等名 日本気象学会2017年度春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀬古弘, 酒井 慎一
2. 発表標題 高頻度高密度地上観測である首都圏地震観測網の気象データの同化実験 ( 1 )
3. 学会等名 日本気象学会2017年度春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 志藤文武, 山本哲, 川端康弘, 清野直子, 藤部文昭, 青柳暁典, 田中泰宙
2. 発表標題 東京都心における地上気温の長期比較観測 大気成層状態の季節変化: 北の丸と大手町における5年間の観測から
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第12回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清野直子, 菅原広史, 小田僚子, 青柳暁典
2. 発表標題 首都圏における強雨事例の観測と数値シミュレーション - 発生環境と都市効果の検討 -
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第12回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川端康弘, 清野直子, 田中泰宙
2. 発表標題 都市気象モデルを用いたヒートアイランドの要因分析
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 志藤文武, 山本哲, 川端康弘, 清野直子, 藤部文昭, 青柳暁典
2. 発表標題 東京都心の地上気温と最下層大気成層状態の季節変化 北の丸公園と大手町における5年間の観測から
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀬古 弘, 小泉 耕, 清野直子, 小司禎教, 南雲信宏, 酒井 哲, 瀬之口 敦, 吉原貴之, 古賀 禎, 酒井慎一
2. 発表標題 関東平野の高密度・高頻度観測データを用いた 発達した降水域の予測実験 (その 1)
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 鈴木 真一, 出世 ゆかり, 横山 仁, 前坂 剛, 木枝 香織, 岩波 越
2. 発表標題 2017年6月16日の降雹事例に対する X バンド MP レーダーを用いた雹の検出アルゴリズムの検証
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清野直子, 菅原広史, 小田僚子, 青柳暁典
2. 発表標題 首都圏における対流性降水環境場の観測と数値実験 ( 3 )
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 廣川康隆, 加藤輝之, 津口裕茂
2. 発表標題 低気圧の発達と降水システムとの関係
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	荒木 健太郎  (ARAKI Kentaro)  (40636031)	気象庁気象研究所・台風・災害気象研究部・研究官    (82109)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小田 僚子 (ODA Ryoko) (50553195)	千葉工業大学・創造工学部・准教授  (32503)	
研究分担者	瀬古 弘 (SEKO Hiromu) (60354445)	気象庁気象研究所・気象観測研究部・室長  (82109)	
研究分担者	菅原 広史 (SUGAWARA Hirofumi) (60531788)	防衛大学校（総合教育学群、人文社会科学群、応用科学群、 電気情報学群及びシステム工学群）・応用科学群・教授  (82723)	
研究分担者	志藤 文武 (SHIDO Fumitake) (00637142)	気象庁気象研究所・環境・応用気象研究部・研究官  (82109)	
研究協力者	澤田 謙 (SAWADA Ken)		
研究協力者	小司 禎教 (SHOJI Yoshinori)		
研究協力者	新藤 永樹 (SHINDO Eiki)		
研究協力者	津口 裕茂 (TSUGUTI Hiroshige)		

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	廣川 康隆 (HIROCKAWA Yasutaka)		
研究協力者	堀田 大介 (HOTTA Daisuke)		
研究協力者	木村 未夏 (KIMURA Mika)		
研究協力者	坂井 めぐみ (SAKAI Megumi)		
研究協力者	桜井 敏之 (SAKURAI Toshiyuki)		
研究協力者	久光 純司 (HISAMITSU Junji)		
研究協力者	山下 和也 (YAKASHITA Kazuya)		
研究協力者	山根 彩子 (YAMANE Ayako)		

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	酒井 慎一  (SAKAI Shin'ichi)		
研究協力者	中西 寛登  (NAKANISHI Hiroto)		
研究協力者	平野 洪賓  (HIRANO Kohin)		
連携研究者	岡本 幸三  (OKAMOTO Kozo)  (40584660)	気象庁気象研究所・台風研究部・室長   (82109)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者
連携研究者	小山 亮  (OYAMA Ryo)  (70613826)	気象庁気象研究所・台風研究部・主任研究官   (82109)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者
連携研究者	川端 康弘  (KAWABATA Yasuhiro)  (90742726)	気象庁気象研究所・環境・応用気象研究部・研究官   (82109)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者
連携研究者	山本 哲  (YAMAMOTO Akira)  (60354502)	気象庁気象研究所・環境・応用気象研究部・主任研究官   (82109)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者
連携研究者	和田 章義  (WADA Akiyoshi)  (20354475)	気象庁気象研究所・台風研究部・主任研究官   (82109)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	鈴木 真一 (SUZUKI Shin-ichi) (60462503)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・水・土砂防災研究部門・主任研究員  (82102)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者
連携研究者	藤部 文昭 (FUJIBE Fumiaki) (60343886)	首都大学東京・都市環境科学研究科・特任教授  (22604)	H30(2018)-R01(2019)年度研究協力者