

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H00838

研究課題名(和文) 稠密地上気象観測と境界層観測に基づく東京の都市大気立体構造の解明

研究課題名(英文) Investigation of three-dimensional structure of urban atmosphere based on spatially dense meteorological observation and boundary layer observation

研究代表者

高橋 日出男 (Takahashi, Hideo)

東京都立大学・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：40202155

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、稠密地上気象観測と温度プロファイラ等による鉛直気温観測により、東京首都圏の都市大気立体構造を観測的に解明することを目的とした。東京都心の下層大気は一般に弱い安定を示すが、冬季夜間には郊外(都区部西部)の気温逆転に対応して、都心の気温鉛直分布や都心と郊外との気温差が変化する。郊外の強い気温逆転時には上空からの下降流の存在が示唆され、ヒートアイランド循環との関連を検討する必要がある。夏季の午後や夜間の都心域における境界層構造には、中部山岳域から東進する高温空気の関与も想定され、それに伴う低気圧性の渦が夜間の陸風吹走とも関係している可能性が指摘された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大気境界層(都市域においては都市境界層)は、地表面被覆や表面温度などの影響を強く受けて時空間的に大きく変化するとともに、地表面近傍に暮らす我々にとって身近な大気環境である。しかし、東京都心域やその周辺における観測は特に夜間に乏しく、日中についても短期間の観測事例にとどまっており、具体的な境界層構造の日変化や季節変化、場所による差異はよく分かっていない。本研究では稠密地上気象観測とリモートセンシング機器による長期連続的な境界層観測を実施し、夜間の気温分布に与える郊外の逆転層の影響や、中部山岳域からの影響、ヒートアイランド循環との関係など、都市境界層構造の多様性とそれに関わる諸現象を解析した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to clarify the three-dimensional structure of the urban atmosphere in the Tokyo metropolitan area by combining the dense surface meteorological observation and the vertical temperature observation using temperature profilers. The lower atmosphere in central Tokyo generally shows weak stability, but at night in winter, the vertical temperature distribution in central Tokyo and the temperature difference between central Tokyo and the suburbs change in response to the temperature inversion in the suburbs. The descending air motion from the upper atmosphere is suggested during a strong temperature inversion in the suburbs, and it is necessary to investigate the relationship with the heat island circulation. It has been pointed out that the boundary layer structure in central Tokyo in the afternoon and night may involve high-temperature air migrating eastward from the central mountainous area, and the accompanying cyclonic vortex may be related to the nighttime land breeze.

研究分野：気候学

キーワード：都市気候 都市ヒートアイランド現象 気象観測 都市境界層 安定層 逆転層 海陸風

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

都市の位置する地理的条件や空間的広がりには多様であり、東京首都圏はその広域性ととも複雑な局地風循環の影響(相互作用)を受け、都市ヒートアイランドなど都市気候の現れ方は単純ではない。東京首都圏の都市気候現象解明には気象庁アメダスでは空間密度が粗いことから、世界的にも類例のない約 200 地点(現在は約 130 地点)からなる気温観測網(広域 METROS)を共同研究によって構築し、平成 18 年より 10 分間隔のデータを取得している。このような地上気象観測に基づく都市気候の現象解明には、都市境界層の鉛直構造を観測によって把握し、地上の現象との関係性を理解することが不可欠である。しかし、東京都心域やその周辺における観測は特に夜間に乏しく、日中についても短期間の観測事例にとどまっている。そのため、混合層高度など都市境界層構造の日変化や季節変化、また場所による差異はよく分かっておらず、都市大気の議論を不確実にしている。

2. 研究の目的

本研究は、稠密地上気象観測と境界層の鉛直観測とを組み合わせることにより、東京首都圏における都市大気の詳細な立体構造を観測的に明らかにすることを目的とする。すなわち、都区部における都市気温分布の詳細構造と上空の気温鉛直構造との関係、夏季の海陸風と都市境界層構造および気温分布との関係、地上気圧場や短時間強雨の発生と上空の大気構造との関係など、これまで都市大気の鉛直構造の把握が不十分なため、実証的な議論が困難であった地上気象場の諸課題に関し、境界層の温度プロファイラ観測や、東京タワーなどのタワーによる継続的な鉛直気象観測データを多角的に解析して、都市大気の立体構造を総合的に解明・理解する。また、このことを通して、近年精緻化しつつある都市気候モデルに検証データを提供する。

3. 研究の方法

(1) 稠密地上気象観測データの取得と整理

広域 METROS (約 130 地点: 気温と一部地点で気圧)のほか、気象庁アメダスや自治体の大気汚染常時監視測定局(常監局: 気温、風向風速など)などのデータ取得と品質管理およびデータベース化を行う。

(2) 気温鉛直構造の観測

2 台の温度プロファイラによる東京都心域と都区部西部の境界層連続気温観測と、東京タワーなどのデータ取得および近郊のタワーに温度ロガーを取り付けて鉛直気温観測を実施する。

(3) 解析方法

蓄積のある稠密気象観測データの解析を進めるとともに、境界層観測データの取得により、地上気象場と上空の鉛直構造とを連結させた解析を行い、都市大気の立体構造を解明する。

4. 研究成果

(1) 観測機器設置とデータ取得

本研究では、夜間の陸風の風下側から、東京都心(千代田区飯田橋: 高度 1000 m まで)と都区部西部(杉並区: 高度 600 m まで)に設置した温度プロファイラ(ATTEX 社製 MTP-5H)、および東京西郊のタワー(西東京市: 高度 125 m まで)に取り付けた温度ロガー(日置電機社製 LR5011, LR9601)による気温鉛直分布(10 分間隔)、ならびに南関東の約 130 箇所に展開した広域 METROS の観測データを継続的に取得してデータベース化し、併せて大気汚染常時監視測定局(常監局)や独自観測のデータなどの稠密地上観測結果により、東京首都圏の都市大気立体構造に関する以下の研究を実施した。

(2) 温度プロファイラの観測精度検証

東京都心の温度プロファイラ観測値を、近傍の気象庁東京や東京都常時監視測定局(常監局)の東京タワー(2019 年 7 月まで)における観測値と比較し、接地層~境界層下部においては観測値のよい対応が確認された。境界層上部については近傍に比較可能な観測がないため、気象庁メソ数値予報モデル(MSM)解析値を用いて都心を中心とする 9 格子点の平均値と比較した。ただし、等圧面高度が事例によって異なるため、MSM の 5 つの等圧面(1000 hPa, 975 hPa, 950 hPa, 925 hPa, 900 hPa)の気温と高度から直線回帰による気温減率を算出し、中立に近い場合について比較した。その結果、温度プロファイラの観測値は、中立を仮定すると上空 1000 m で平均 0.5 °C ほど高温であるが、事例の平均に対するバラツキは ± 1.5 °C の範囲に収まっていた。なお、センサーの経年変化によるドリフトも想定されるため、2022 年 3 月の観測終了後にメーカーに依頼してデータ検証を進めている。

(3) 都心の気温鉛直構造

温度プロファイラによる観測値の比較対象として、中島ほか(2018)を参考に東京タワーの気温データを用いて夜間の都心域における都市境界層の季節変化や時間変動などの統計的解析を

行った。冬季夜間には高度 200 m 以上に強い安定層がある場合や、地上から 250 m まで一様に安定となる場合などが認められ、境界層構造の多様性とともにも都心でも接地層は安定な場合が少なくないことが指摘された。

東京都心と都区部西部に設置した温度プロファイラおよび東京西郊のタワーに取り付けた温度ロガーによる鉛直気温観測に基づき、夜間における気温鉛直分布（逆転層・安定層）の特徴を調べた（図 1）。東京西郊や都区部西部では、10 月中旬から 3 月にかけてしばしば下層に逆転層が現れ、この期間では東京都心でも逆転や安定度の大きい場合が増加する。このような逆転強度（安定度）の季節変化は、都区部西部の気温急変域（高橋ほか 2014）を挟む地上の水平気温差とよく平行している。都市域および周辺の下層大気では、実測された東京タワーの気温鉛直分布と同様に、夏季においても中立よりは弱い安定を示す場合が多いことが確認された。都区部西部の逆転層上端高度は地上 250 ~ 300 m に頻度の極大があり、最下層での逆転が強いほど逆転層上端高度が高い傾向が認められた。また、東京都心では都区部西部と比べて逆転が現れる頻度や強度は小さいが、逆転層の上端高度は都区部西部より高い（逆転層が厚い）傾向が認められた。

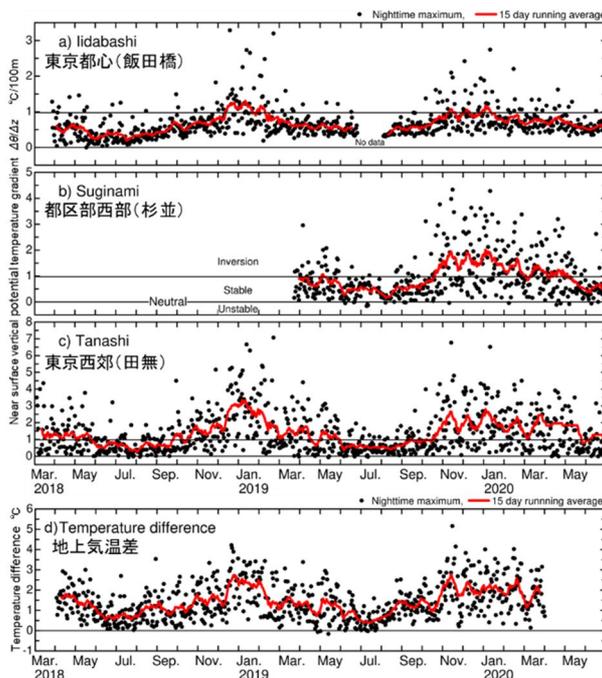


図 1 東京都心(a)、都区部西部(b)および東京西郊(c)における最下層鉛直温位傾度の夜間最大値と都区部西部の気温急変域を挟む地上気温差夜間最大値の季節変化
赤線は 15 日間移動平均値を示す。夜間は 18 時から翌 09 時としている。

(4) 郊外の気温逆転とヒートアイランド循環について

最下層鉛直温位傾度の夜間最大値は、東京都心、都区部西部、および東京西郊ともに基本的に正值（安定）を示す。晴天弱風日の値によって地点間の回帰式を求めると、温位傾度の大きさは東京西郊に対して都区部西部は約 2/3、都心では約 1/4 で、相関係数は 0.8 以上ときわめて大きい。また、東京西郊の接地層鉛直温位傾度と東京都心や都区部西部の高度別鉛直温位傾度との相関を求めると、東京都心の方が上空まで正相関が大きい。これらのことから、都心の気温鉛直分布は、風上側郊外における逆転層の影響を残しており、都心でも地表面に近い気層が中立になるほどには鉛直混合は進行していない。さらに都心では都区部西部の逆転層上端を超えて上空まで郊外の逆転の影響が及んでいると考えられ、郊外の逆転層が、都市域では鉛直混合に伴って上方に引き延ばされる変化も起きていることが示唆された。

都区部西部の接地逆転層形成時における気温鉛直分布を東京都心と比較すると、高度 300 m 付近を中心として、都心よりも都区部西部の気温が高くなるクロスオーバー現象が顕著に認められる。この高度は都区部西部における逆転層上端高度に相当するが、この高度では夜間に 1 °C 程度の気温の昇降が繰り返し現れる（図 2）。気温の上昇時にはその上空でも昇温しており、その際に接地層では逆転強度が増大する。接地逆転強度の増大には、地表付近の経時的な気温低下だけでなく、逆転層上空の気温上昇が関与していると考えられる。そこで、鉛直流の存在を想定し、10 分ごとの観測値を用いて上空の気温変化と地上風の東西・南北成分の変化との関係を統計的に調べた。その結果、逆転層上端の気温上昇に対応して、都区部西部の温度プロファイラ（杉並）を中心とする地上風の発散傾向が検出された。すなわち、下降流による上空からの高温位空気の沈降が存在し、それが接地層の逆転強度の増大に関与していることが指摘された。このような下降流の発生は間欠的であり、地上風の発散傾向を示す範囲は十数 km のスケールであることから、これが都市域で上昇し郊外で下降するヒートアイランド循環の一部をなしているのか、さらに検討する必要がある。

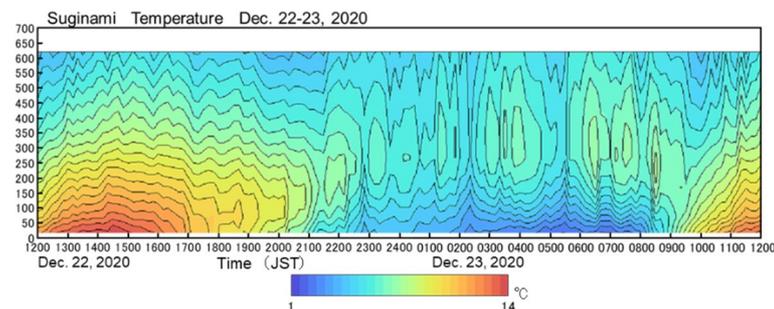


図 2 都区部西部（杉並）において、夜間に顕著な逆転層が現れた事例（2020 年 12 月 22 日 12 時 ~ 23 日 12 時）
縦軸は地面からの高度(m)で、高度 300 m 付近を中心に繰り返し気温の昇降が起きている。等温線は 0.5 間隔である。

(5) 暖候期における中部山岳からの高温域と原田渦，陸風・山風

暖候期の晴天弱風日を選定して，都心における気温鉛直分布の日変化を解析すると，夜間には都市境界層と考えられる弱い安定層の高度は 200～500 m 程度の場合が多い。一方，日中の中立ないし弱い安定層は一般に 1000 m 程度に達するが，上空の高温が顕著な場合は 400 m 付近までに限られる場合がある。このような暖候期晴天日の午後から夜半過ぎに認められる都心上空の高温に関し，気象庁局地予報予報モデル (LFM) 初期値 925 hPa 面の気温と風の時間変化 (図 3) によると，午後から夜半過ぎにかけて関東山地東麓から高温域が低気圧性の渦を伴って東進している。晴天弱風日の夜間に関東平野西部に現れてゆっくり東～南進する低気圧性の渦は原田渦とも呼ばれ，日中における中部山岳の加熱や過度の蓄積が関与していると考えられている。すなわち，日中の日射加熱などに起因する中部山岳の影響を都心の境界層が受けている可能性が示唆される。さらに，内陸からの夜間の風系 (陸風・山風) が，埼玉県南部に達した後に，東京都区部を通過して早朝までに東京湾に到達する場合と，都区部を通過しない場合 (瀬戸ほか 2019) について関東平野の風系分布の時間変化を 20 年分の自治体常監局風データで比較すると，前者では原田渦が南東進して夜半頃に東京都区部を通過するが，後者では埼玉県中央部を東進していた。原田渦の挙動は東京の境界層構造や陸風の吹走とも関係する興味深い「仕掛け」の 1 つと考えられ，今後さらに解析が必要とされる。

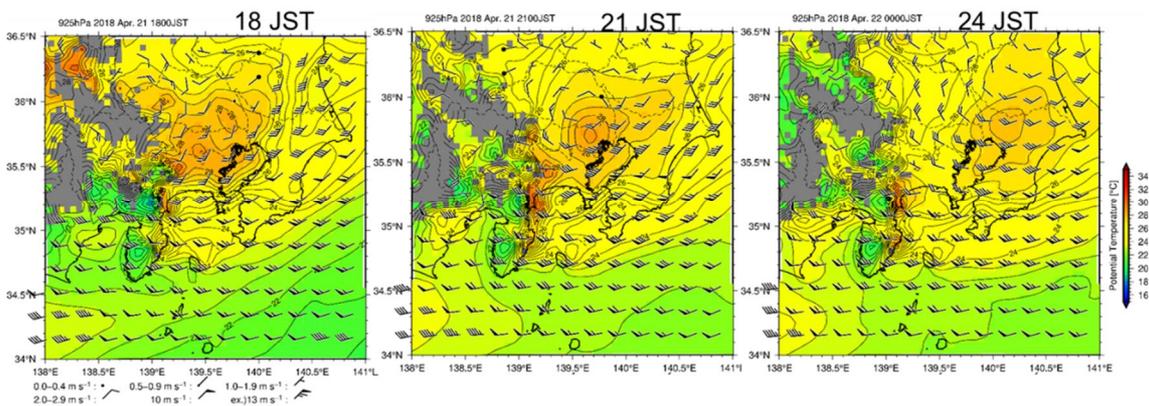


図 3 東京都心上空に午後から夜半過ぎにかけて顕著な高温層が現れた時の気象庁 LFM による 925hPa 面の気温と風の分布 (2018 年 4 月 22 日 18 時，21 時，24 時) 等温線は 1 間隔で，風速の矢羽根は左下の凡例を参照のこと。

(6) 広域 MRTROS を用いた解析

広域 METROS などの稠密気象観測から得られた関東地方における夏季の気温と気圧のデータに対して主成分分析を行い，両者の時空間変動にみられる特徴を解析した。その結果，気温場と気圧場それぞれの上位 3 主成分には，海陸風循環，ヒートアイランド現象，北東気流に関係した空間分布が認められた。また，晴天日の気温と気圧の主要な日変化パターンには，海風循環と関連する内陸部の高温低圧と，ヒートアイランド現象に伴う高温低圧が認められた。また，広域 METROS により得られた 2014 年と 2015 年の盛夏晴天日における首都圏の気温日変化にクラスター分析を施した結果，7 つの日変化型に分類された。日中から夜間にかけて相対的に気温が高くなる領域が埼玉県南東部に，夜間から早朝にかけて相対的に気温が高くなる領域が都区部中央部にみられた。一方，日中に相対的に気温が低くなる領域が茅ヶ崎や江戸川区周辺に認められた。

(7) 稠密観測データによる強雨現象の解析

自治体等の稠密雨量観測網による時間降水量データを使用して降水の広がりに着目した短時間強雨の統計的解析を行い，都区部北部から埼玉県東部では局地的な強雨発現割合の高いことが示された。また，短時間強雨の予測に関連し，短時間強雨発現に数十分先行する収束域の形成や可降水量の増加が自治体常監局等の稠密気象観測と GPS 可降水量観測から確認された。

都区部の強雨発現域が南 (北東) 側であるほど，多摩地域で北 (南) 寄りの風系の侵入が顕著な一方で，多摩地域以西の強雨発現時には多摩地域での北 (南) 寄りの風系は明瞭でないなど，強雨域と風系との関係性が指摘された。

夏季において日中午後と夜間に強雨頻度の極大が現れる都区部西部では，強雨発現に東京湾からの南東風と埼玉県内で東風から転向した北風の寄与が大きく，日中には北風に南東風が，夜間には南東風に北風が収束する傾向が認められた。

(8) 観測データによる東京の温度環境把握

沿岸の気温分布形成に関し，東京湾の盤洲干潟周辺を対象として，干潟の干出・冠水や風系を考慮した観測を行い，海風吹走時にも影響は干潟の近傍に限定されることを示した。夏季日中の海風侵入に関し，沿岸都市では海岸付近と内陸部との気温差が晴天日に比べて曇天日では 1/2 程度となる。同じ海岸付近でも市街地では内陸部との気温差が小さく，市街地を中心としたヒ

ートアイランド現象により海風の冷却効果が抑制されていると考えられる。

東京都江東区周辺における夏季晴天日の気温日変化の地域特性を明らかにするために、2021年7月末～9月初旬に8地点で気温の定点観測を行い、周辺の風向風速との関係を調査した。結果として、海風が卓越する11～16時には、海岸沿いの地点で8地点平均よりも最大で約1℃気温が低くなっていた。海岸から3～6km内陸に位置する地点でも、海風の風向と河川の流路がほぼ一致する荒川や隅田川沿いの地点では、日最高気温が相対的に低くなることが明らかとなった。

都市温暖化の原因となる顕熱輸送効率（バルク係数）について検討を行った。国立科学博物館自然教育園（緑地）、東海大学代々木キャンパス（市街地）における実測結果について、既往研究と合わせて解析したところ、市街地では顕熱輸送効率が緑地の1/4程度である（市街地は輸送効率が悪い）ことがわかった。この輸送効率の違いは、伝熱工学におけるレイノルズ数を用いたパラメタリゼーションと概ね一致することがわかった。今後は、この輸送効率の違いが温暖化にどの程度影響を与えうるのかを検討する。

現場計測や数値シミュレーションにより、市街地再開発に伴う都市緑化前後の暑熱環境の変化と要因について定量的に示した。また、暑熱リスク評価の観点から、東京都内における過去約10年間の町丁目別の熱中症救急搬送者数データを解析し、都区部外周部に広がる住宅密集地域など、熱中症発症が多い傾向のある地域について実態把握した。

<引用文献>

高橋日出男・清水昭吾・大和広明・瀬戸芳一・横山 仁 2014. 稠密観測データに基づく晴天弱風の冬季夜間における東京都区部を中心とした気温分布について. 地学雑誌 123: 189-210. doi:10.5026/jgeography.123.189

中島 虹・高橋日出男・横山 仁・常松展充 2018. 晴天弱風の夜間における東京都心の温位鉛直分布 東京タワーの気温観測値を用いた統計的解析. 地理学評論 91: 24-42.

瀬戸芳一・福嶋アダム・高橋日出男 2019. 夏季の南関東における局地風系の交替時刻の地域分布. E-journal GEO 14: 223-232. doi:10.4157/ejgeo.14.223.

岡 暁子・高橋日出男・中島 虹・鈴木博人 2019. 降水域の広がりに着目した東京とその周辺域における夏季強雨発現の地域特性. E-journal GEO 14: 233-245. doi:10.4157/ejgeo.14.233.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Sugawara Hirofumi, Narita Ken-ichi, Mikami Takehiko	4. 巻 35
2. 論文標題 Vertical structure of the cool island in a large urban park	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Urban Climate	6. 最初と最後の頁 100744 ~ 100744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.uclim.2020.100744	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. and Kondo, J.	4. 巻 36
2. 論文標題 Microscale warming due to poor ventilation at surface observation stations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Atmospheric and Oceanic Technology	6. 最初と最後の頁 1237-1254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JTECH-D-18-0176.1	査読の有無 有
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 Ueno, H. and Tsunematsu, N.	4. 巻 214
2. 論文標題 Sensitivity of ozone production to increasing temperature and reduction of precursors estimated from observation data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 116818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2019.116818	査読の有無 有
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 瀬戸芳一・福島アダム・高橋日出男	4. 巻 14
2. 論文標題 夏季の南関東における局地風系の交替時刻の地域分布	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 E-journal GEO	6. 最初と最後の頁 223-232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4157/ejgeo.14.223	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 岡 暁子・高橋日出男・中島 虹・鈴木博人	4. 巻 14
2. 論文標題 降水域の広がりに着目した東京とその周辺域における夏季強雨発現の地域特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 E-journal GEO	6. 最初と最後の頁 233-245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4157/ejgeo. 14.233	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 ソ ユファン, 常松展充, 横山 仁, 本條 毅	4. 巻 33
2. 論文標題 都市表面温度と天空率の関係について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 環境情報科学論文集	6. 最初と最後の頁 55-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11492/ceispapers.ceis33.0_55	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 片山恵梨子・赤坂郁美	4. 巻 51
2. 論文標題 小田原市沿岸域の気温分布と相模湾の海風の冷却効果との関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 専修自然科学紀要	6. 最初と最後の頁 11-20
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 鈴木博人・大島竜二・中北英一・高橋日出男	4. 巻 237
2. 論文標題 レーダー雨量を活用した列車運転規制	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 77~83
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 Honjo Tsuyoshi, Seo Yuhwan, Yamasaki Yudai, Tsunematsu Nobumitsu, Yokoyama Hitoshi, Yamato Hiroaki, Mikami Takehiko	4. 巻 62
2. 論文標題 Thermal comfort along the marathon course of the 2020 Tokyo Olympics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Biometeorology	6. 最初と最後の頁 1407 ~ 1419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00484-018-1539-x	査読の有無 有
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 高橋日出男	4. 巻 13
2. 論文標題 稠密気象観測で捉える東京の都市気候現象	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本ヒートアイランド学会誌	6. 最初と最後の頁 7 ~ 13
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 萩原誠人・赤坂郁美・大和広明・三上岳彦	4. 巻 50
2. 論文標題 首都圏における夏季晴天日の気温日変化パターンの地域特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 専修自然科学紀要	6. 最初と最後の頁 37 ~ 45
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 Yamato Hiroaki, Mikami Takehiko, Takahashi Hideo	4. 巻 37
2. 論文標題 Impact of sea breeze penetration over urban areas on midsummer temperature distributions in the Tokyo Metropolitan area	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Climatology	6. 最初と最後の頁 5154 ~ 5169
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/joc.5152	査読の有無 有
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 Honjo Tsuyoshi, Tsunematsu Nobumitsu, Yokoyama Hitoshi, Yamasaki Yudai, Umeki Kiyoshi	4. 巻 20
2. 論文標題 Analysis of urban surface temperature change using structure-from-motion thermal mosaicing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Urban Climate	6. 最初と最後の頁 135 ~ 147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.uclim.2017.04.004	査読の有無 有
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 Hiroaki YAMATO, Wataru MORISHIMA, Ikumi AKASAKA, Takehiko MIKAMI	4. 巻 12
2. 論文標題 Characteristics of Spatiotemporal Variations in Surface Pressure and Temperature Fields Detected from Spatially High-density Observations over the Kanto Region in Summer: Utilizing Surface Pressure and Temperature Data from July to September 2014	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 E-journal GEO	6. 最初と最後の頁 74 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4157/ejgeo.12.74	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 Hiroto, NAKAKITA Eiichi, TAKAHASHI Hideo	4. 巻 73
2. 論文標題 A STUDY ON THE UTILIZATION OF RADAR RAINFALL FOR THE TRAIN OPERATION CONTROL	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)	6. 最初と最後の頁 54 ~ 70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.73.54	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 高橋日出男	4. 巻 87
2. 論文標題 都市大気の立体構造から考える都市ヒートアイランド現象	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 1083-1084
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 常松 展充	4. 巻 56
2. 論文標題 都市のヒートアイランド現象と猛暑	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 安全工学	6. 最初と最後の頁 430 ~ 438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18943/safety.56.6_430	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 常松展充, 山崎雄大, 市橋 新, 本條 毅	4. 巻 -
2. 論文標題 都内住宅密集地における2016年夏季の暑熱環境調査	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 東京都環境科学研究所年報2017	6. 最初と最後の頁 84-85
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 中島 虹・高橋日出男・横山 仁・常松展充	4. 巻 91
2. 論文標題 晴天弱風の夜間における東京都心の温位鉛直分布 東京タワーの気温観測値を用いた統計的解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地理学評論	6. 最初と最後の頁 24-42
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 SETO Yoshihito, YOKOYAMA Hitoshi, NAKATANI Tsuyoshi, ANDO Haruo, TSUNEMATSU Nobumitsu, SHOJI Yoshinori, KUSUNOKI Kenichi, NAKAYAMA Masaya, SAITOH Yuto, TAKAHASHI Hideo	4. 巻 96A
2. 論文標題 Relationships among Rainfall Distribution, Surface Wind, and Precipitable Water Vapor during Heavy Rainfall in Central Tokyo in Summer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 35 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2017-020	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 Nakajima, K. and Takahashi, H.	4. 巻 53
2. 論文標題 Amount of wintertime nocturnal air heating over the Tokyo Metropolitan area	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University	6. 最初と最後の頁 1-11
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 堀内大輝・赤坂郁美	4. 巻 53
2. 論文標題 東京都江東区周辺における夏季晴天日の気温変化の地域特性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 専修自然科学紀要	6. 最初と最後の頁 33-38
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 -

〔学会発表〕 計43件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 瀬戸芳一・高橋日出男
2. 発表標題 夏季晴天日の関東平野における近年の風系変化の特徴
3. 学会等名 第73回気候影響・利用研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬戸芳一・高橋日出男
2. 発表標題 夏季晴天日の関東平野における局地風系型の近年における変化
3. 学会等名 日本地理学会2021年秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋日出男・瀬戸芳一・菅原広史・常松展充・中島 虹
2. 発表標題 東京都区部西部における接地逆転層上端の気温変動と地上風系との関係
3. 学会等名 日本地理学会2021年秋季学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀬戸芳一・渡辺聡美・高橋日出男
2. 発表標題 夏季晴天日の関東平野における日中と夜間の局地風系の特徴
3. 学会等名 日本地理学会2022年春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 常松展充・中島 虹
2. 発表標題 市街地再開発による屋外の暑熱環境改善効果に関する研究
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第16回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李 鳴・橋本侑樹・常松展充・井原智彦
2. 発表標題 木造密集街区における住宅内熱環境の統計的予測
3. 学会等名 日本ヒートアイランド学会第16回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takahashi, H., Sugawara, H., Seto, Y., Nakajima, K., Ito, Y. and Tsunematsu, N.
2. 発表標題 Preliminary analysis of the nighttime boundary layer temperature structure in the area from western suburbs and central Tokyo
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬戸芳一・常松展充・高橋日出男
2. 発表標題 東京都内で夏季に発生した短時間強雨時の地上風収束の特徴
3. 学会等名 日本気象学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬戸芳一・高橋日出男
2. 発表標題 関東平野における近年の風系変化把握に向けた大気常時監視局の地点情報整備と風速補正
3. 学会等名 2020年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋日出男・菅原広史・瀬戸芳一・中島 虹・伊東佳紀・常松展充
2. 発表標題 東京の都心から西郊における冬季夜間の境界層温度構造
3. 学会等名 2020年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大和広明・高橋日出男・三上岳彦
2. 発表標題 首都圏における夏季日中の海風循環と気温分布について
3. 学会等名 2020年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Seto, Y., Shoji, Y., Tsunematsu, N. and Takahashi, H.
2. 発表標題 Relationships between water vapor concentration index derived from GNSS and surface wind convergence during localized heavy rainfall in Tokyo in summer
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 虹・高橋日出男・常松展充・菅原広史
2. 発表標題 東京都心の冬季における気温鉛直構造の日変化
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 中島 虹・高橋日出男・常松展充
2. 発表標題 冬季晴天弱風夜間の東京における気温および風の周期的変動の地域性
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 中島 虹・常松展充・高橋日出男
2. 発表標題 東京都心域の冬季晴天弱風夜間における温位鉛直分布の経年変化
3. 学会等名 2019年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 虹・高橋日出男・菅原広史・常松展充
2. 発表標題 温度プロファイラー観測による冬季晴天日の東京都心域における都市境界層の特徴
3. 学会等名 2019年日本地理学会秋季学術大会都市気候環境研究グループ例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 虹・常松展充・横山 仁・出世ゆかり・高橋日出男
2. 発表標題 2019年5月4日に東京都内で発生した短時間強雨時の降水量分布と地上風系の関係
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 野津雅人・松本 淳・瀬戸芳一・渡邊貴典・中島 虹・松崎祐太・Lyndon Mark Olaguera・齋藤有希
2. 発表標題 冬季晴天弱風日における朝の下部境界層時間変化のUAVによる観測
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 Nodzu, M.I., Matsumoto, J., Watanabe, T., Seto, Y., Nakajima, K. and Matsuzaki, Y.
2. 発表標題 A promising new observation in the AsiaPEX - an unmanned aerial vehicle observation of evolution in the lower boundary layer in the morning
3. 学会等名 AsiaPEX Kick-off Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊貴典・野津雅人・瀬戸芳一・松本 淳
2. 発表標題 2018年7月猛暑におけるフェーン現象発生時の大気の鉛直構造
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 Tsunematsu, N., Ichihashi, A. and Nakajima, K.
2. 発表標題 Characteristics of thermal environment in high-density residential areas in Tokyo
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋日出男・菅原広史・瀬戸芳一・中島 虹・伊東佳紀・常松展充
2. 発表標題 東京西郊から都心における夜間の境界層温度構造に関する予察的解析
3. 学会等名 2020年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬戸芳一・高橋日出男
2. 発表標題 関東平野における近年の風系変化の把握に向けた地表面粗度による観測風の補正手法
3. 学会等名 2020年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡 暁子・高橋日出男・鈴木博人
2. 発表標題 東京とその周辺域における夏季の局地的な強雨発現頻度日変化の地域性
3. 学会等名 2020年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀬戸芳一・高橋日出男
2. 発表標題 地上気象観測値から求めた発散量の精度および鉛直流との関係
3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋一之・三上岳彦・高橋日出男・永田玲奈・大和広明・赤坂郁美・常松展充
2. 発表標題 高密度地上観測データで見られた短時間強雨発生前における気象場の変化 2015年7月24日の世田谷区を中心とした強雨事例
3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋日出男・瀬戸芳一・中島 虹・藤塚大輔・菅原広史・常松展充
2. 発表標題 温度プロファイラ観測による東京都心の気温鉛直分布
3. 学会等名 2018年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀬戸芳一・福嶋アダム・高橋日出男
2. 発表標題 夏季の南関東における局地風系の交替時刻の地域分布
3. 学会等名 2018年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島 虹・高橋日出男・常松展充
2. 発表標題 晴天弱風夜間における風の周期的変動の特徴
3. 学会等名 2018年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀬戸芳一・福嶋アダム・高橋日出男
2. 発表標題 関東南部における夏季の局地風系の交替時刻分布
3. 学会等名 第60回風に関するシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seto, Y., Yokoyama, H., Nakatani, T., Ando, H., Tsunematsu, N., Shoji, Y., Kusunoki, K., Nakayama, M., Saitoh, Y. and Takahashi, H.
2. 発表標題 Relationships among Rainfall Distribution, Surface Wind, and Precipitable Water Vapor derived from GNSS during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer
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 高橋日出男
2. 発表標題 稠密気象観測で捉える東京の都市気候現象
3. 学会等名 2017年度日本ヒートアイランド学会特別講演会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 常松展充, 山崎雄大, 市橋 新, 本條 毅, 山形与志樹, 村上大輔
2. 発表標題 都内住宅密集地における暑熱環境の特性
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 Aik Nurwanda, 本條 毅, 常松展充, 横山 仁
2. 発表標題 Structure from Motion Thermal Mosaicingにより作成した熱画像の精度
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 Seo Yuhwan, 本條 毅, 山崎雄大, 常松展充, 横山 仁, 大和広明, 三上岳彦
2. 発表標題 東京オリンピックマラソンコースの温熱快適感シミュレーション
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 三上岳彦・大和広明・森島 済・高橋日出男・赤坂郁美・永田玲奈
2. 発表標題 都市部における短時間強雨とヒートアイランド、熱的低気圧発生との関連 - 2015年7月24日の事例解析 -
3. 学会等名 2017年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中島 虹・高橋日出男・横山 仁・常松展充
2. 発表標題 夜間の東京都心域における都市境界層の特徴：季節変化と時間変化
3. 学会等名 2017年日本地理学会秋季学術大会都市気候環境研究グループ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 一ノ瀬俊明, 村上大輔, Liu Kai, 山形与志樹, 三田友規, 西 浩司, 常松展充
2. 発表標題 夏季晴天日に行われた東京における航空機観測と同期した地上温熱環境モニタリング
3. 学会等名 日本地理学会2017年秋季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木博人・中北英一・高橋日出男
2. 発表標題 1kmメッシュ解析雨量の精度について - 鉄道の雨量計を用いた関東・東北地方における解析 -
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 鈴木博人・中北英一・高橋日出男
2. 発表標題 レーダー雨量の列車運転規制への活用に関する研究
3. 学会等名 第62回水工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsunematsu, N., T. Honjo, A. Ichihashi, K. Nakajima, Y. Yamagata, and D. Murakami
2. 発表標題 Investigation of summertime thermal environment in downtown Tokyo-Airborne remote sensing, field observations, and numerical simulations-
3. 学会等名 IPCC Cities and Climate Change Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島 虹・高橋日出男
2. 発表標題 冬季夜間の東京における気温分布と風の変動性について
3. 学会等名 気候影響・利用研究会第68回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 遠藤怜子・赤坂郁美
2. 発表標題 夏季に盤洲干潟が周辺の気温に与える影響
3. 学会等名 日本地理学会2018年春季学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 菊地 俊夫、松山 洋 編 高橋日出男（分担執筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 164
3. 書名 東京地理入門	

1. 著者名 Kikuchi, T., Matsuyama, H., Sasaki, L. and Ranaweerage, E. eds. Takahashi, H.（分担執筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Asakura Publishing Co., Ltd.	5. 総ページ数 168
3. 書名 Geography of Tokyo	

1. 著者名 港区総務部総務課編 高橋日出男（分担執筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 港区	5. 総ページ数 112
3. 書名 港区史 自然編	

1. 著者名 山川修治、常盤勝美、渡来靖 編, 高橋日出男, 森島 済 ほか	4. 発行年 2017年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 472
3. 書名 気候変動の事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>埼玉県環境科学国際センターニュースレター第48号 (Vol.48) 「埼玉県の暑さの原因をさぐる」 https://www.pref.saitama.lg.jp/cess/center/documents/2020-48.pdf 本学研究チームの気象観測網「広域メトロス」に関する記事が日本経済新聞に掲載 https://tmu-rao.jp/info/2420/ 首都学(ミヤコロジー)創刊1号「大都市東京の高温化と集中豪雨の仕組みに迫る」 https://tmu-rao.jp/wp/wp-content/uploads/2018/01/miyacology_01.pdf</p>
--

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	三上 岳彦 (Mikami Takehiko) (10114662)	東京都立大学・都市環境科学研究科・客員教授 (22604)	
研究分担者	菅原 広史 (Sugawara Hirohumi) (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	森島 済 (Morishima Wataru) (10239650)	日本大学・文理学部・教授 (32665)	

6. 研究組織（つづき）

	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	赤坂 郁美 (Akasaka Ikumi) (40574140)	専修大学・文学部・教授 (32634)	

	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
研究協力者	常松 展充 (Tsunematsu Nobumitsu)		
研究協力者	大和 広明 (Yamato Hiroaki)		
研究協力者	瀬戸 芳一 (Seto Yoshihito)		
研究協力者	中島 虹 (Nakajima Ko)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関