

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23240122

研究課題名(和文) モンスーンアジアの降水強度の長期変化

研究課題名(英文) Long-term changes of precipitation intensity in monsoon Asia

研究代表者

松本 淳(Matsumoto, Jun)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：80165894

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,900,000円、(間接経費) 9,870,000円

研究成果の概要(和文)：日本を含むアジア諸国における紙媒体や画像での日降水量データや台風経路等をデジタル化したデータセットを作成し、モンスーンアジア域における降雨強度の長期変化を解析した。その結果、日本では1930年以降、東北日本を中心に降雨強度が大きくなっていった。フィリピンでは1950年以降の夏季には強雨の増加傾向が、冬季には西海岸で乾燥の強化傾向がみられた。1940年代以前の傾向はこれらとは異なり、近年の変化傾向は数十年スケールでの変動の一部とみられる事、エルニーニョと地球温暖化の影響の両方の影響を受けている可能性が高い事がわかった。中部ベトナムでも近年の傾向と1940年以前の傾向に違いがみられた。

研究成果の概要(英文)：Paper or image format daily precipitation data and typhoon tracks in monsoon Asian countries including Japan back into the beginning of the 20th century have been digitized, and long-term changes of precipitation intensity on a daily basis have been analyzed. The precipitation intensity since 1930 has strengthened widely over Japan, in particular, with statistical significance in Northeast Japan. Precipitation intensity since 1950 in the Philippines has increased in summer, whereas drying trend is detected in the west coast region in winter. These trends are different when compared with those prior to 1940. Also precipitation intensity has been affected by both ENSO event and global warming. Difference of precipitation intensity trend between pre- and post-1950 has also recognized in Central Vietnam.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：気候変動 豪雨 モンスーン 降水量 台風 データレスキュー 洪水 区内観測

1. 研究開始当初の背景

IPCC 第 4 次報告書では、現下の地球温暖化は自然変動だけでは説明できず、人間活動の影響による寄与が大きいとされた。他方、降水量には全球平均でのトレンドはほとんど検出されておらず、地域的に稠密なデータを利用しての詳細な検討が必要である。地球温暖化が進行すると、気温上昇に伴って大気中の水蒸気量が増加し、降水量だけでなく雨の降り方も変化する可能性が高い。このため 1990 年代後半以降、降水の極端現象の長期変化傾向についての調査が各地で推進され、全球平均でみた豪雨頻度は 1950 年以降には増加傾向にあるとされた。しかし 1950 年以前の期間については、世界的に利用できるデータが限定され、ヨーロッパ・北米・旧ソ連の一部等についての調査結果が報告されているにすぎない。日本では、気象官署における日降水量データはデジタル化され、日降水量 100mm 以上の年間日数が 20 世紀初頭の 30 年間と最近 30 年間との間で有意に増加しているとされる。ただし、20 世紀前半から稠密に存在していた区内観測所のデータは、この研究には全く使われていない。また、東アジア・東南アジア諸国や多くのアフリカ諸国では、20 世紀前半期以前はデータの空白地域となっており、その変化実態は不明である。また東南アジア諸国では、20 世紀前半の降水量データは月雨量でもデジタル化されているデータは限られ、長期間の気象観測データの発掘とデジタル化が必要である。

このような背景の下、本研究では日本を含むモンスーンアジア域の降水強度の長期変化を解明する研究を実施した。

2. 研究の目的

本研究では下記の諸項目を解明することを目的とした。

- ・日本列島全土における昭和元年以降の区内観測所の日降水量データのデジタル化を完成させ、アメダスデータとの接続をはかることで、過去80年以上にわたる日単位の降水強度の長期的変化を解明する。
- ・モンスーンアジアにおける1950年以前の植民地時代や日本占領時代における紙媒体での日降水量データを発掘して、デジタル化をし、100年以上の時間スケールでの降水強度変化を解明する。
- ・長期間にわたる地上からの雲観測データや台風データ・長期再解析データなどから、上記変化の原因について解明し、地球温暖化の影響について考察する。

3. 研究の方法

日本列島でアメダス導入以前の 1970 年代半ばまで行われていた区内観測による日降水デ

ータについて、気象庁が原簿の画像データ化を完了している 1926 年以降の期間についてデジタル化を行い、高地点密度での日降水量データセットの作成を行う。これにより日本列島全域での 1930 年代以降の約 80 年間における地域的に詳細な降水量および各種降水強度指標についての長期変化の実態を解明する。東南アジア諸国や中国大陸の紙媒体や画像データについても資料の確認とデジタル化を推進し、各種降水強度指標についての長期変化の実態を解明する。

20 世紀全体にわたる西太平洋での台風経路データを複数のデータ源から作成し、20 世紀全体にわたる台風活動の変化を捉える。

4. 研究成果

日本国内について、アメダス導入以前の1978年まで行われていた、区内観測による全国1000地点以上の日降水量データの数値入力を1926年以降について完了させた。

長期にわたる欠測期間が存在した沖縄県を除く日本全国において、今回新たにデジタル化された日降水量データを使用して、日本全国における 1931 年以降 80 年間にわたる強雨強度の長期変化を解析した。全ての地点に対して、統計的に均質性を確かめた上で、1978 年以前の区内観測と、その後のアメダスのデータを接続したデータセットを作成し、1931-2010 年において気象官署を含めた 175 地点のデータを解析に利用した。

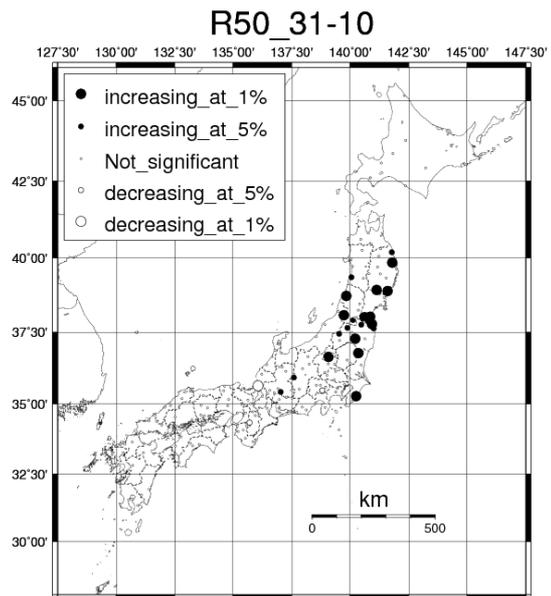


図 1 1931-2010 年での日降水量が 50 mm 以上の日数 (R50) の増減に対する Mann-Kendall 検定の結果。黒丸 (白丸) は 1, 5% で有意な増加 (減少) 傾向を示す (鈴木・松本 2014)。

降水強度の長期変化を示す指標として、ここでは日降水量が 50mm 以上の日数の全期間での変化傾向についての Mann-Kendall 検定の結果を示す (図 1)。全体的な傾向としては、増加傾向を示す地点が多く、なかでも東北地方から関東地方にかけての地域では、広範囲に有意な増加傾向がみられた。一方、近畿地方などではわずかながら有意な減少傾向がみられる地点もみられた。なお、気象官署データによる降水の長期変動については、日境の変更などによる均質性について留意すべき事項があることがわかった。また、2012 年の九州北部豪雨等の顕著災害において、本研究等で作成された長いスパンでの雨量データに基づいて、リターンピリオド (再現期間) の解析が可能となった。これにより、気象官署以外の観測所での降水量の長期変動、大雨警報クラスの豪雨の発生頻度の変動、地域性が明らかになった。

西太平洋での台風経路データについては、20 世紀全体にわたる複数のデータ源からの復元を行った。アメリカ気象局の北半球天気図 (1921 - 1956) を収集し、台風経路の緯度経度情報の電子化を行った。2011 年台風 12 号が 9 月に高知に上陸し、紀伊半島に 1200mm を超える豪雨被害をもたらした。台風 12 号の類似台風が 122 年前の 1889 年に同じ経路を辿って高知に上陸し、同じように紀伊半島に十津川水害といわれる豪雨被害をもたらしていたことを明らかにした。

東南アジアモンスーン域における降雨強度の長期変化傾向としては、長期間にわたって多数の地点データのデジタル化が実施できたフィリピンおよびある程度の長期間データが取得できたベトナムを中心に解析を進めた。

1951-2010 年の 60 年間の期間では、総降水量は冬季・夏季共に減少傾向を示す地点がやや多かったのに対し、連続 5 日降雨量の最大値は、冬季は東海岸、夏季は西海岸を中心に増加傾向がみられ、降雨強度の増加が示唆された。一方連続寡降雨日数については、冬季の西海岸で減少傾向、夏季の中部で減少傾向が見出され、冬季の西海岸では乾燥が強化されているのに対し、夏季には湿潤化の傾向がみられ、季節による傾向の違いが明らかになった。さらにエルニーニョと地球温暖化の影響の両方の影響を受けている可能性が高い事がわかった。

1940 年代以前の長期データが利用可能であった 4 地点について、連続 5 日降雨量の最大値の長期変化をみたところ (図 2) 前述した最近 60 年間の変化傾向と一致した変化傾向が 100 年の時間スケールで認められる地点はみられず、地点によって変化傾向もさまざま

まで、100 年スケールによる降水強度変化に関する一般的傾向を見出すことは困難であった。また、Iloilo においては、太平洋数十年周期変動 (PDO) と密接に関係した長期変動が認められた。

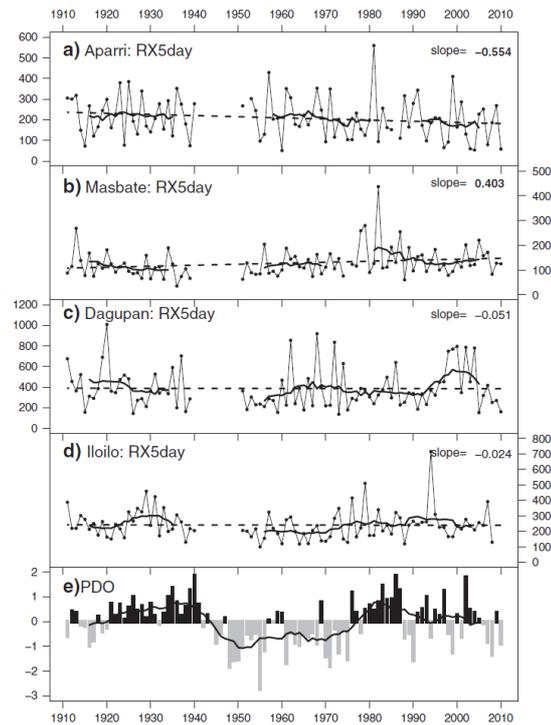


図 2 1911~2010 年のフィリピン 4 地点における夏季の連続 5 日降雨量の最大値の長期変化 (a~d) と、PDO 指標 (e) の長期変化傾向 (Villafuerte et al., 2014)。

この他、ベトナム中部沿岸の 8 地点の 9 月から 12 月の雨量データをデジタル化した。Hue (フエ) における観測開始は 1897 年で、欠測を含むものの 116 年間の降水量変動を概観することができた。秋季の総降水量に 100 年スケールでは明瞭なトレンドは認められない。日降水量が 50 mm 以上であった日数は、1917 年に 116 年間で最大となっており、「豪雨日」が 2 ヶ月間に 21 日と著しく多かった。近年における豪雨の頻発が必ずしも、100 年スケールでの豪雨の増加傾向を反映したのではなく、長期間におけるデータを利用した解析の重要性を知ることができた。

南アジアに関しては、研究分担者の林らが、インド気象局プネ気象台 (IMD-Pune) およびインド熱帯気象研究所 (IITM) を訪問して、インド気象局の地上気象観測データのデジタル化とアーカイブ状況を調査した結果、現在のインド気象局管轄地域については、すでにインドでのデータベース化が完了していることが判明した。しかしながら、このデータの利用許可を得ることは本研究の期間内ではできな

かった。ビルマ、バングラデシュ、スリランカ、パキスタンなど旧英領インドについては未完了のことが判明し、今後にデジタル化が必要であることがわかった。また、世界最多雨地域として知られるチェラプンジについて、1902～2006年の日降水量の長期変化傾向を解析した結果、200mm以上の多雨、1mm以下の少雨が共に増加傾向で、全体として降雨強度は強まっていることが明らかになった。

インド北東部におけるこのような降雨強度の強化は、近年頻発しているバングラデシュにおける洪水にも関係している可能性がある。バングラデシュ及びインドの1970年代以降の降水量や水文データと全球的な海面水温・大気循環場のデータを利用して、El Ninoの急速な終息がインド亜大陸北東部の降水量や洪水にインパクトを与えるメカニズムの一端を解明した。このような年には、西部北太平洋モンスーン域の降水が抑制されることに伴って、ロスビー応答がフィリピン海からベンガル湾へと伸び、当該地域の降水量の増加をもたらすことが判明し、バングラデシュにおける洪水予測に太平洋のエルニーニョの終息過程の監視が有効である可能性をはじめて示すことができた。

中国大陸に関しては、日本統治時代の状況について、研究分担者の山本が詳細な調査を行った。日露戦争に際して1904年3月に中央気象台の管轄のもとに臨時観測所が朝鮮半島・清国東北部に順次設けられた経緯を詳細に明らかにした。それ以前の1898年より、ロシアにより北満で連続的に気象観測が開始されており、ロシア語とエスペラント語の併記による気象観測記録「北満農業気候概論」を発見し、1935年に満洲国に譲渡されるまでの気象記録を整理した。1906年からは、中央気象台の臨時観測所が関東都督府へ移管されて関東都督府観測所となり、関東庁観測所（1926年）関東庁観測所（1934年）関東気象台（1938年）へと発展をとげた経緯を明らかにした。さらに、1906年に設立された南満洲鉄道（株）でも、鉄道沿線の附属地に開設された農事試験場・試作場・事務所で気象観測について、『満洲農業気象報告』など3冊に纏められており、これらの気象資料に基づいて、月気象データセットを構築した。満洲・関東州を除く、樺太・朝鮮・中国の北東アジア地域における気象観測記録の収集を、国内（気象庁、北大、東大、山口大他）海外（米国議会図書館、中国気象局）で進め、散逸していた20世紀の気象資料の一元化を行うことができた。これらの資料群をもとに申請した、平成26年度科学研究費補助金 公開促進費（データベース）の「北東アジア気象データベース」が採択された。これにより、北東アジア地域における戦前・戦中期の気象データセットの構築が可能と

なり、本地域における20世紀の気候変動解析のための基礎資料を整備することができた。これらの調査過程で判明した中国大陸における気象観測の歴史的状況については、3冊の単著での著書を刊行して詳細にまとめた。

5. 主な発表論文等（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計35件うち査読有28件）

山本晴彦、山崎俊成、山本実則、小林北斗、2014、2012年7月12日に熊本県で発生した豪雨と洪水災害の特徴、自然災害科学、33、印刷中、査読有

Hsu, H.-H., Zhou, T.-J., Matsumoto, J., 2014 East Asian, Indochina and Western North Pacific Summer Monsoon - An Update, Asia-Pacific Journal of Atmospheric Science, 50: 1-24, DOI:10.1007/13143-014-0027-4, 査読有

Villafuerte II, M.Q., Matsumoto, J., Akasaka, I., Takahashi, H.G., Kubota, H., Cinco, T.A. 2014 Long-term trends and variability of rainfall extremes in the Philippines, Atmospheric Research, 137: 1-13, DOI:10.1016/j.atmosres.2013.09.021, 査読有

小林 茂、山本晴彦、2013、東アジアにおける戦中期の気象観測体制の展開とその間の未集成観測データの探索、歴史地理学、55、82-98、査読有

Chen, T.C., Tsay, J.D., Yen, M.C., Matsumoto, J. 2013 Interannual variation of the winter rainfall in Malaysia caused by the activity of rain-producing disturbances, Journal of Climate, 26: 4630-4648, DOI:10.1175/JCLI-D-12-00367.1, 査読有

Terao, T., Murata, F., Habib, A., Bhuiyan, S.H., Choudhury, S.A., Hayashi, T. 2013 Impacts of rapid warm-to-cold ENSO transitions on summer monsoon rainfall over the northeastern Indian subcontinent, J. Meteor. Soc. Japan, 91: 1-21, 査読有

山本晴彦、山崎俊成、山本実則、小林北斗、2013、2012年7月に大分県北部で発生した豪雨と洪水災害の特徴、自然災害科学、32、233-248、査読有

Nguyen-Thi, H.A., Matsumoto, J., Ngo-Duc, T., Endo, N. 2012 Long-term trends in tropical cyclone rainfall in

Vietnam, Journal of Agroforestry and Environment, 6(2), 89-92, 査読有
Nguyen, T.H.A., Matsumoto, J., Ngo-Duc, T., Endo, N. 2012 A climatological study of tropical cyclone rainfall in Vietnam, SOLA, 8, 041 - 044, DOI:10.2151/sola.2012-011, 査読有
Matsumoto, J., Asada, H. 2012 Rainfall, flood, and rice cultivation in Bangladesh, Journal of Agroforestry and Environment, 5, 41-46, 査読有
Chen, T.C., Tsay, J.D., Yen, M.C., Matsumoto, J. 2012 Interannual variation of the late fall rainfall in Central Vietnam, Journal of Climate, 25, 392- 413, DOI:10.1175/JCLI-D-11-00068, 査読有

[学会発表] (計 123 件うち招待講演 9 件)

鈴木 勇人、松本 淳、1931-2010 年の区内観測所データによる日本における強雨の経年変化、2014 年日本地理学会春季学術大会、2014.3.27 ~ 30、東京(国士館大学)
寺尾 徹、早明浦ダム流域の暖候期の降水特性と近年の変化、日本気象学会関西支部 2013 年度四国地区例会、2013.12.20、高松(高松第 2 地方合同庁舎)
文字 駿、村田文絵、昭和元年からのデータを用いた高知県における多雨と少雨の長期変化傾向、日本気象学会関西支部 2013 年度四国地区例会、2013.12.20、高松(高松第 2 地方合同庁舎)
Matsumoto, J., Suzuki, H., Otsuka, M., Fujibe, F., Yamamoto, Hi., Yamamoto Ha., Akasaka, I., Kubota, H., Endo, N., Takahashi, H.G., Hirano, J., Zaiki, M., Data rescue and long-term climatic changes in Asia, International Geographical Union Kyoto Regional Conference 2013, 2013.8.4 ~ 9, Kyoto, Japan.
Kubota, H., Kosaka, Y., Xie, S.-P., Asian summer monsoon variability based on the 116 years instrumental records, International Geographical Union Kyoto Regional Conference 2013, 2013.8.4 ~ 9, Kyoto, Japan.
Fujibe, F., Long-term changes of extreme precipitation in Japan and their relation to multidecadal temperature variations, International Geographical Union Kyoto Regional Conference 2013, 2013.8.4 ~ 9, Kyoto, Japan.
Murata, F., Hayashi, T., Terao, T., Kiguchi, M., Yamane, Y., Asada, H., Matsumoto, J., Habib, A., Syiemlieh,

H.J., Rainfall at Cherrapunji, India and its relation to floods in Bangladesh. International Geographical Union Kyoto Regional Conference 2013, 2013.8.4 ~ 9, Kyoto, Japan.

松本 淳、Villafuerte, M.、赤坂郁美、久保田尚之、遠藤伸彦、財城真寿美、高橋 洋、井上知栄、平野淳平、東南アジアにおける 20 世紀前半以前の気候データによる長期変化解明、日本気象学会 2013 年度春季大会、2013.5.15 ~ 18、東京(国立オリンピック記念青少年総合センター)

Yamashita, K., Ohya, H., Tsuchiya, F., Takahashi, Y., Sato, M., Matsumoto, J., Monitoring Lightning Activity in the Maritime Continent based on Electromagnetic Waves in ELF and VLF Range, The 8th Annual Convention, Philippine Meteorological Society, 2013.2.21 ~ 22, Quezon City, Philippines. (Invited)

松本 淳、Villafuerte, M.、高橋 洋、赤坂郁美、久保田尚之、フィリピンにおける降雨特性の長期変化傾向、2012 年日本地理学会秋季学術大会、2012.10.6 ~ 9、神戸(神戸大学)

Matsumoto, J., Kamimura, K., Suzuki, H., Takahashi, H., Long-term changes of heavy precipitation in Japan, The 32nd International Geographical Congress, 2012.8.26 ~ 30, Cologne, Germany.

Matsumoto, J., Endo, N., Nguyen-Thi, H.A., Lwin, T., Long-term trend of extreme precipitation in Southeast Asia, The 32nd International Geographical Congress, 2012.8.26 ~ 30, Cologne, Germany.

Terao, T., Murata, F., Habib, A., Bhuiyan, M.S.H., Choudhury, S.A., Hayashi, T., Impacts of delayed onset of the western North Pacific monsoon on the South Asian monsoon, AOGS-AGU (WPGM) Joint Assembly, 2012.8.13 ~ 17, Sentosa, Singapore.

久保田尚之、2011 年台風 12 号の類似台風 1889 年十津川水害の台風と他の類似台風、日本気象学会 2012 年春季大会、2012.5.26 ~ 29、茨城(つくばエポカル)
Zaiki, M., Akasaka, I., Hirano, J., Matsumoto, J., Historical precipitation data rescue to investigate the long-term variability of the Asian monsoon, International Workshop on the Digitization of

Historical Climate Data, the New SACA&D Database and Climate Analysis in the ASEAN Region, 2012.4.2~5, Jakarta, Indonesia.

〔図書〕(計6件)

山本晴彦(単著) 農林統計出版、平成の風水害 - 地域防災力の向上を目指して、2014、552p

山本晴彦(単著) 農林統計出版、帝国日本における気象観測ネットワークの構築 - 満洲・関東州、2014、330p

山本晴彦(単著) 農林統計出版、満洲の農業試験研究史、2013、213p

山本晴彦(単著) 農林統計出版、満洲の気象観測史、2013、242p

松本 淳、高橋 洋、朝倉書店、アジアモンスーンの水循環。吉崎正憲他編、『図説 地球環境の事典』、2013、134-135
Yamane, Y., Kiguchi, M., Terao, T., Murata, F., Hayashi, T., Springer, Climatic Variability, In “*Dhaka Megacity - Geospatial Perspectives on Urbanisation, Environment and Health*”, Dewan, A. and Corner, R. Eds., 2013, 61-73.

〔その他〕

ホームページ等

Japan-Asia Climate Data Project

<http://www.jcdp.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

松本 淳 (MATSUMOTO Jun)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：8 0 1 6 5 8 9 4

(2)研究分担者

久保田 尚之 (KUBOTA Hisayuki)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・研究員

研究者番号：4 0 3 5 9 2 1 1

藤部 文昭 (FUJIBE Fumiaki)

気象庁気象研究所・環境応用気象研究部・室長

研究者番号：6 0 3 4 3 8 8 6

林 泰一 (HAYASHI Taiichi)

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号：1 0 1 1 1 9 8 1

山本 晴彦 (YAMAMOTO Haruhiko)

山口大学・農学部・教授

研究者番号：4 0 2 6 3 8 0 0

財城 真寿美 (ZAIKI Masumi)

成蹊大学・経済学部・准教授

研究者番号：5 0 5 3 4 0 5 4

寺尾 徹 (TERAO Toru)

香川大学・教育学部・教授

研究者番号：3 0 3 0 3 9 1 0

村田 文絵 (MURATA Fumie)

高知大学・理学部門・講師

研究者番号：6 0 3 9 9 3 2 6

高橋 幸弘 (TAKAGASHI Yukihiro)

北海道大学大学院・理学研究院・教授

研究者番号：5 0 2 3 6 3 2 9

山下 幸三 (YAMASHITA Kozo)

サレジオ工業高等専門学校・電気工学科・助教

研究者番号：2 0 6 0 9 9 1 1

赤坂 郁美 (AKASAKA Ikumi)

専修大学・文学部・講師

研究者番号：4 0 5 7 4 1 4 0

(3)連携研究者

遠藤 伸彦 (ENDO Nobuhiko)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・研究員

研究者番号：3 0 2 8 2 3 0 4

森 修一 (MORI Shuichi)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・研究員

研究者番号：0 0 3 4 4 3 0 9

釜堀 弘隆 (KAMAHORI Hiroataka)

気象庁気象研究所・気候研究部・室長

研究者番号：4 0 3 5 4 4 6 9

高橋 洋 (TAKAHASHI Hiroshi)

首都大学東京・都市環境学部・助教

研究者番号：5 0 3 9 7 4 7 8

山根 悠介 (YAMANE Yusuke)

常葉大学・教育学部・講師

研究者番号：1 0 4 6 7 4 3 3

(平成24年度連携研究者)

大塚 道子 (OTSUKA Michiko)

気象庁気象研究所・予報研究部・研究官

研究者番号：2 0 6 3 6 0 5 5

(平成25年度より連携研究者)

遠藤 洋和 (ENDO Hirokazu)

気象庁気象研究所・気候研究部・研究官

研究者番号：4 0 4 6 2 5 1 9

(平成25年度より連携研究者)