

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H01375

研究課題名(和文) 地表面の乾燥化は雨を強めるのか？高分解能観測による水蒸気輸送の実態解明

研究課題名(英文) Does drier land surface intensify rainfall? Understanding of water vapor transport

研究代表者

高橋 洋 (Takahashi, Hiroshi)

東京都立大学・都市環境科学研究科・助教

研究者番号：50397478

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：日本や世界の複数の地域の降水(豪雨)について、地形や地表面状態にも注目しながら、様々な空間規模での水蒸気輸送を解析した。最近約10年間で梅雨季の豪雨の頻発を衛星観測データより示し、水蒸気輸送の特徴と関連付けた。夏季日本の豪雨への都市化など地表面の影響は、S/Nが低く、検出が難しかった。地表面の乾燥化は、地域や季節毎に降水強度への影響が異なり、さらなる知見が必要である。また、ヒマラヤ南斜面の日変化降水に関わる水蒸気輸送について、最新の観測データと高解像度気候シミュレーションの双方からせまり、一連の降水プロセスの描像が示された。地表面状態の影響については、観測データの再解析など、研究を継続したい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

アジア地域での降水とそれに関わる様々な空間スケールの水蒸気輸送について、地形や地表面影響にも注目しながら調べた。最近10年間の梅雨季の豪雨の頻発を衛星観測データから明らかにし、熱帯低気圧活動の変化に起因する水蒸気輸送とも関連付けた。ヒマラヤ南斜面の日変化降水については、現地観測と高解像度実験より明らかに、気候学的な描像を提示した。観測とシミュレーションから、都市化などの地表面の乾燥化は、降水強度を変化させるが、必ずしも豪雨を増やすわけではなかった。よって、それら変化は地域や季節により異なり複雑であるため、地形や地表面状態に関連した降水強度の変化と関連した水蒸気変動のさらなる研究が必要である。

研究成果の概要(英文)：We investigated the water vapor transports associated with (heavy) rain events on multiple spatial scales, focusing on topographic effects and the impact of land-surface conditions. One significant new finding is that the rain activity associated with the Baiu/Meiyu front has been enhanced during the latest 11 years, which was revealed from the long-term satellite observational data. Also, we examined the impact of land-surface changes, including deforestation and urbanization, which was difficult to reach conclusions because of the small S/N ratio. A dried surface may enhance the rain, but it depends on regions and seasons. Another important new finding is that both the observational and numerical simulation approaches have proposed the climatological feature of the diurnal precipitation variations over the Southern slope of the Himalayas. To understand the impact of land-surface conditions, we examine the observational datasets more carefully. We will continue to study this topic.

研究分野：気候学

キーワード：降水特性 水蒸気輸送 アジアマンスーン 気候変動

様式 C-19、F-19-1、Z-19(共通)

1. 研究開始当初の背景

都市化・森林伐採・耕作地化などによって、雨の降り方はどのように変わるのか？この問いに答えるためには、雲がどのような条件で良く発達するのかを理解する必要がある。都市化・森林伐採(植林)では、蒸発が減り(増え)、気温が上がる(下がる)。蒸発による水蒸気増加・気温上昇は、どちらも深い対流のエネルギー源となりうる。これが問いを難しくしている。本研究では、地表面状態の変化による降水システムなどへの影響を明らかにするために、マルチスケールの水蒸気輸送を、観測と数値実験から調べる。

その一方で、地表面状態の気候への影響、及び大気陸面相互については、対象地域の気候に大きく依存すると考えられる。都市化・森林伐採により乾燥化する場合を想定すると、元々大気が乾燥しており、雨の頻度が低い地域においては、雨の頻度が高くなったり、雨の強度が強くなるとは考えにくい。温帯低気圧や熱帯低気圧が活発な地域では、大規模場の影響が大きく地表面の影響は、シグナルを検出するのが難しいかもしれない。また、冬季のような平均気温が低いような季節では、どのようになるのだろうか。

以上の様に、都市化による豪雨の増加が、事実のように述べられているが、そのような統計的な解析やそれをはっきりと指示するような理論的な説明はなされていないのが現状である。

2. 研究の目的

(1) 全体の目的

本研究では、地表面状態や地形の降水への影響を理解するために、日本や世界の複数の地域(主にアジア地域)を対象として、豪雨時の水蒸気輸送の特徴的なパターンを明らかにする。特に背景で述べたように、大規模場などによって、影響が大きく異なることが予想されるため、ラージスケール及びメソスケールなど、マルチスケールでの水蒸気輸送の実態を明らかにする。そのため、ラージスケールでの降水特性とそれに関わる水蒸気輸送も研究対象の一部である。

以下では個別の成果を中心に、3つのテーマを示す。

(2) 近年の梅雨活動の強化

日本を含めた東アジアモンスーン域では、南アジア・東南アジアモンスーン域からの西風と西太平洋からの東風が合流を起源とする多量の水蒸気輸送に伴い、中国付近でのメイユ前線および日本付近での梅雨前線において、多量の降水がもたらされる。このメイユ・梅雨前線は、豊かな水をもたらす一方で、気象災害を度々引き起こす。2020年7月においても、日本や中国では、大規模な気象災害が発生した。最近の豪雨災害の頻発を理解するために、本研究では、梅雨前線帯の雨の降り方の長期変化を調べた。この研究は、Takahashi and Fujinami (2021)として出版されている。また、大規模場の水蒸気輸送について、Takahashi et al. (2020)なども出版した。

(3) ヒマラヤ南斜面の日変化降水

ヒマラヤ域で発生する降水活動は大規模なモンスーン循環の形成に関わっている。ヒマラヤ南斜面では、夕方と深夜から早朝の一日に二回の降水のピークを持つことが知られている。このヒマラヤの降水日変化は、ヒマラヤの地表面状態と地形に深く関わっていると考えられる。このヒマラヤの南斜面の降水活動とそれに関連した水蒸気輸送について、観測データの解析と高解像度の気候シミュレーションの二つの方向から調べた。観測データ研究は、Fujinami et al. (2021)、シミュレーション研究は、Sugimoto et al. (2021)にまとめられている。

(4) 地表面状態の変化の降水特性への影響および降水システムの再現性

関東地方では、都市化の豪雨への影響などが長年議論されているが、シミュレーションと観測の両面から再検討する必要がある。また、大規模場による、降水システムが大きく異なるため、大規模場の影響を考慮しながら、地表面状態の降水特性への影響を明らかにする。南アジアや東南アジアでも、大規模場の影響を考慮しながら、地表面状態の降水特性への影響を明らかにする。南アジアや東南アジアでは、熱帯擾乱活動により降水がもたらされるが、大規模擾乱が存在する際も対流性の降水システムが内在しており、降水特性を表現するために、高解像度のシミュレーションが重要であると考えられる。本研究では、降水システムの再現性に注意しながら、地表面状態の変化の降水特性への影響を調べる。再現性の部分は、Konduru and Takahashi (2020)として、出版した。

3. 研究の方法

(1) 近年の梅雨活動の強化の解析手法

降水現象の長期変化を定量的に把握することは容易なことではない。陸上の降水は、地上の降水レーダや雨量計で把握できるが、海上ではそれらによる観測は困難である。また、長期変化を調べるためには、長期間に渡って均質なデータが必要となる。そこで、本研究では、梅雨前線の降水活動の長期変動を理解するために、人工衛星の降雨レーダ(Precipitation Radar; PR)のデータを用いた。1998年から2013年までは、熱帯降雨観測衛星 Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)を、さらに、2014年から2020年までは、全球降水観測計画 Global Precipitation Measurement Mission (GPM)を用いた。

これら 2 つの衛星データを用いることの大きな利点の一つは、過去 23 年間の降水活動を、海上でも、ほぼ同じ品質で解析することができることである。数値シミュレーションを用いた、梅雨前線活動の長期変化についての研究は少なくないが、実測データによる長期変化の解析はほとんどないことも、本研究の重要なポイントの一つである。

(2) ヒマラヤ南斜面の日変化降水

ヒマラヤ南斜面では、夕方と深夜から早朝の一日に二回の降水のピークを持つことが知られている。この降水を観測データから理解するために、現地での観測データと衛星観測データを用いた。衛星観測データについては、レーダで観測する TRMM と、主に赤外放射計に基づく IMERG を用いた。循環場のデータとしては、ERA5 を使用した。観測データの解析では、コンポジット解析などの統計的な解析を行った。降水日変化を理解するために、平均的な降水日変化を調べるが、総観規模の気象場との関連が過去から指摘されているため、総観場の状況に注目して解析を行った。高解像度モデリングでは、2 km の空間解像度で気候計算を行った。気候計算としては、極めて細かな地形を扱った。モデルの検証データには、現地観測を含めて、複数の観測データを使用した。また、観測データの解析と同様に、総観場の状況が重要であるため再解析データも使用した。

(3) 地表面状態の変化の降水特性への影響および降水システムの再現性

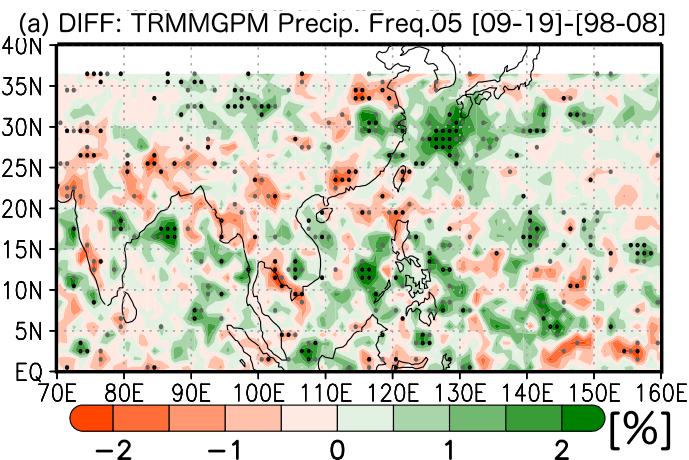
大規模場の影響を考慮しながら、地表面状態の降水特性への影響を明らかにするため、関東地方と南アジアなどを対象として、数 km スケール(高解像度)の気候(長期間)のシミュレーションを行った。関東地方では、2010 年、2011 年、2012 年の 7 月から 8 月の 2 ヶ月間を対象として、地表面状態の感度実験を行った。これは、都市化などの人為的な地表面状態の変化を模した実験であり、すでに実績のある Takahashi and Polcher (2019) の手法を用いた。また、南アジアでは、降水特性を表現するために、シミュレーションの高解像度化と積雲対流パラメタリゼーションの影響が重要と考え、Sugimoto and Takahashi (2016) を参考に、高解像度化と積雲対流パラメタリゼーションの感度を調べた。具体的には、25 km, 12.5 km, 6.25 km の単一ドメインでの実験を、積雲対流パラメタリゼーションの有無で 2 種類行って、それらの影響を調べた。ドメインサイズの影響を無視するために、各解像度実験によるドメインの違いはない(6.25 km の計算コストは、25 km 実験の数十倍~100 倍程度である)。また、境界層の特徴などを Konduru and Takahashi (2021, 査読無し論文)などで、評価している。

4. 研究成果

(1) 全体の成果

日本や世界の複数の地域の降水(豪雨)について、地形や地表面状態にも注目しながら、様々な空間規模での水蒸気輸送を解析した。最近約 10 年間で梅雨季の豪雨の頻発を衛星観測データより示し、水蒸気輸送の特徴と関連付けた。夏季日本の豪雨への都市化など地表面の影響は、S/N が低く、検出が難しかった。地表面の乾燥化は、地域や季節毎に降水強度への影響が異なり、さらなる知見が必要である。また、ヒマラヤ南斜面の日変化降水に関わる水蒸気輸送について、最新の観測データと高解像度気候シミュレーションの双方からせまり、一連の降水プロセスの描像が示された。地表面状態の影響については、観測データの再解析など、研究を継続したい。

(2) 近年の梅雨活動の強化



日本を含む東アジアに自然災害を引き起こす梅雨前線の降水活動が、最近 10 年間は非常に活発であることを、長期間の人工衛星観測により明らかにした(図 1)。これは、2020 年に九州地方に甚大な被害をもたらした令和 2 年 7 月豪雨にも密接に関連している。この結果は、降雨レーダを搭載した TRMM および GPM という降雨観測衛星の長期間観測データにより明らかになった。

←図 1:TRMM と GPM で観測された降水頻度(0.5 mm/h より強い降水の観測数に対する割合)の変化。1998-2009 年から 2010-2019 年への変化。(図は Takahashi and Fujinami 2021 より引用)

最近 10 年間の梅雨前線帯での豪雨の増加などの降水活動の活発化は、(1) 太平洋高気圧の東縁に沿った、南からの水蒸気輸送の強化(図 2)、(2) 亜熱帯ジェット気流上の波動による朝鮮半島～東シナ海上空での大気的不安定化(図 3)などと関係がある。2020 年の梅雨期にも、これら 2 つの特徴が明瞭に観測されていた。

→図 2: 再解析データ(JRA-55)による(a)鉛直積算水蒸気輸送量の変化と(b) 200-hPa 水平風の変化。1998-2009 年から 2010-2019 年への変化。色はそれぞれベクトルの長さを表す。(図は Takahashi and Fujinami 2021 より引用)

(3) ヒマラヤ南斜面の日変化降水

ヒマラヤ南斜面の高標高域では、午後と深夜から早朝の一日に二回の降水のピークを持つことが現地観測と長期間の衛星降雨レーダ(TRMM-PR)の解析により確認された(Fujinami et al. 2021)。日中から夕方への降水は斜面の加熱に伴う熱的な局地循環により形成され、背の低い対流性降水が頻繁に発生する(図 3)。一方で、夜間から明け方の降水は、インド亜半島規模で発生する南からの水蒸気輸送の増大と斜面の冷却に伴う斜面下降流との収束により形成され、背の高い層状性降水の割合が増加する。これらの特徴は、観測データ及びシミュレーションの両面から確認された。

水平解像度 2 kmの数値実験により、ヒマラヤ斜面および南麓で夜間～早朝に発生する降水が気候学的に再現できた。夜間降水が卓越する日には、ベンガル湾で発生する低気圧システムやモンスーン循環に伴って総観規模で水蒸気が供給された。日中には広域のモンスーン気流と山岳斜面で発達する上昇風のカップリングにより水蒸気がより高標高域へ輸送され、山の尾根域で降水が発生した。一方、夜間～早朝には、地表面の放射冷却に伴う斜面下降風と総観規模のモンスーン気流が収束し、降水システムが形成されることがわかった(図 4)。また、降水の蒸発冷却が地表付近の冷却を早朝まで継続させることも示唆された。

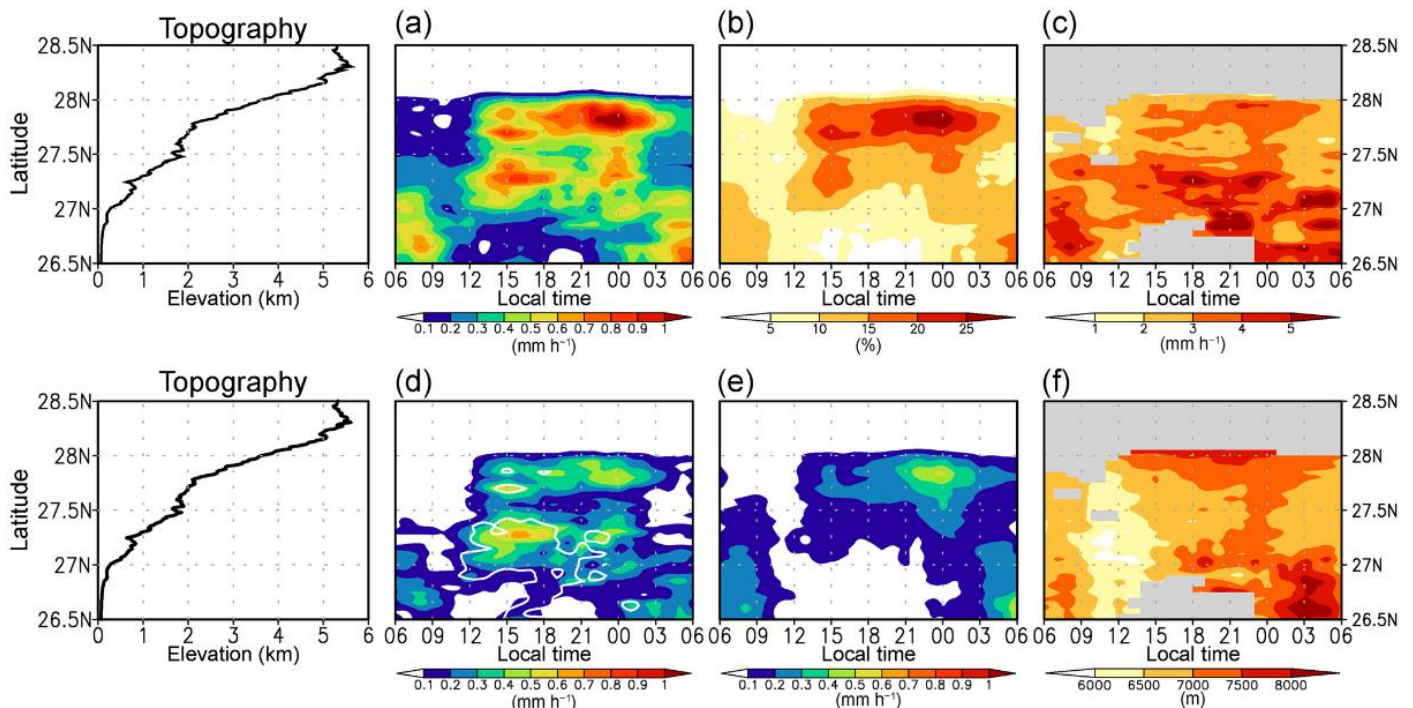
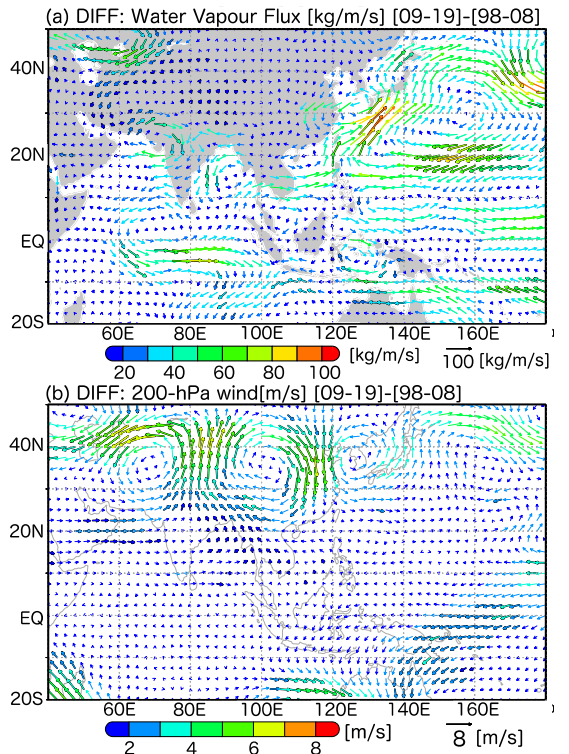


図 3: 14 年間(1998-2014 年)の TRMM-PR データを用いた、夏季(6-9 月) 東部ネパールヒマラヤ(85.5-86.5E)における降水特性の日変化。(a)降水量(mm/hr)、(b)降水頻度(%)、(c)降水強度(mm/hr)、(d)対流性降雨(mm/hr)、(e)層状性降雨(mm/hr)、降雨頂高度(m, 海拔)(図は Fujinami et al. 2021 より引用)。

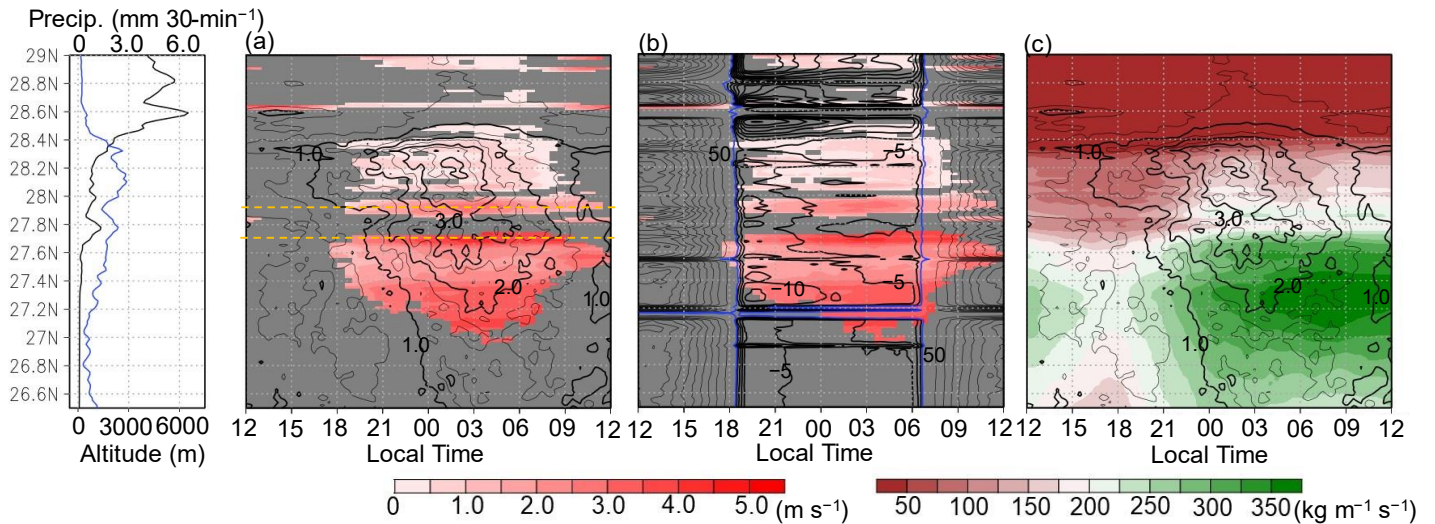


図 4: 夜間降水が卓越する日に 84E で合成した (a) 地上 10m における北風成分の風速(shading)および鉛直積算雲微物理量(contour)、(b) (a)と同様、ただし、contour は地表面での正味放射量、(c) (a)と同様、ただし、shading は鉛直積算水蒸気フラックスの絶対量。一番左の図は地形(黒)および 3:00LT の降水量を示す。(図は Sugimoto et al. 2021 より引用)。

ヒマラヤ斜面は標高約 3,500m 付近まで豊富な植生で覆われている。また、高標高域には氷河が存在する。これらの地表面特性は、蒸発散やアルベドなどの地表面熱収支を介して、ヒマラヤ斜面上の水蒸気輸送と降水現象に大きな影響を与えていると考えられる。さらに、インド亜半島規模の陸面過程が下層の大規模モンスーン循環に及ぼす影響の評価も重要である。今後、ヒマラヤ規模と南アジア規模での地表面状態を変化させる感度実験を行い、南アジアモンスーンに対する地表面状態の影響を総合的に理解する必要がある。

(4) 地表面状態の変化の降水特性への影響および降水システムの再現性

関東地方における高解像度シミュレーションによる降水システムの再現性は、比較的高いことがわかった(図省略)。また、関東地方における地表面改変を模した地表面状態変化の降水への影響については、山岳部でいくらかシグナルが見られる以外は、系統的なシグナルを得られなかった(図 5)。これは、関東地方の都市化などの地表面状態の変化は、降水特性への影響が限定的である可能性を示唆しているかもしれないが、さらなる検討が必要である。特定の総観場のみを対象とした場合でも、シグナルは顕著ではなかった。また、冬季に関しては、関東地方の降雪に対する海面水温の影響を出版した(Takahashi and Yamazaki 2020)。南アジアについては、降水システムの再現性を詳しく検討した。降水システムの組織化や降水特性には、解像度よりも積雲対流パラメタリゼーションが重要であることが示唆された(図 6)。積雲対流パラメタリゼーションを使用した場合には、不安定の解消がすぐに起こりやすく、降水システムが観測データに比べて十分に組織化しない傾向にある。一方で、よく知られていること

であるが、地形性の降水については、解像度が極めて重要であり、降水分布の再現性には、高解像度化が必須である(図省略)。

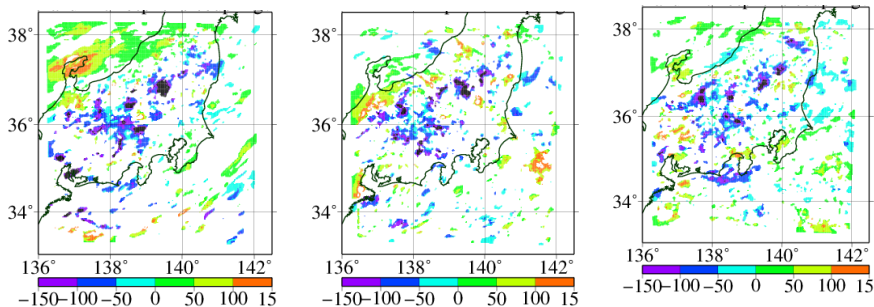
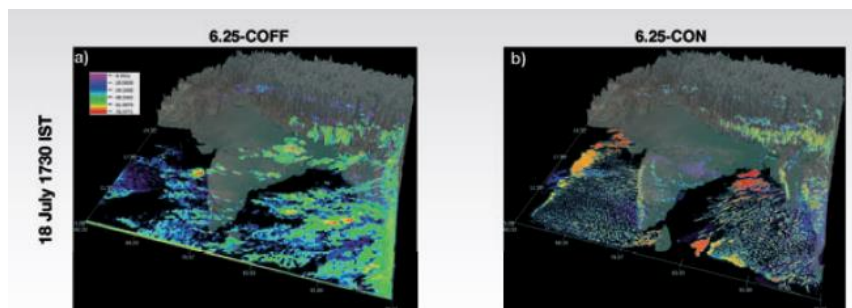


図 6: 6.25-km 実験での雲頂気温の空間分布。(左)積雲対流パラメタリゼーションなし実験と(右)積雲対流パラメタリゼーションあり実験。左は、組織化された降水システムが再現されているのに対して、右では、細かな対流が数多く形成されている。(図は Konduru and Takahashi 2020 より引用)。

図 5: 土壌水分を固定した複数の実験による地表面状態の感度の空間分布。2010 年(右)、2011 年(中央)、2012 年(左)の結果。単位は、体積含水率 0.1 増加あたりの月降水量変化 (mm/0.1 体積含水率)。(図は、未発表。Takahashi et al. 投稿予定)。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Fujinami Hatsuki, Fujita Koji, Takahashi Nobuhiro, Sato Tomonori, Kanamori Hironari, Sunako Sojiro, Kayastha Rijan B.	4. 巻 126
2. 論文標題 Twice Daily Monsoon Precipitation Maxima in the Himalayas Driven by Land Surface Effects	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2020JD034255
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2020JD034255	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 Konduru Rakesh Teja, Takahashi Hiroshi G.	4. 巻 125
2. 論文標題 Effects of Convection Representation and Model Resolution on Diurnal Precipitation Cycle Over the Indian Monsoon Region: Toward a Convection Permitting Regional Climate Simulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2019JD032150
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2019JD032150	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 Sugimoto, S., K. Ueno, H. Fujinami, T. Nasuno, T. Sato, and H. G. Takahashi	4. 巻 22
2. 論文標題 Cloud-Resolving-Model Simulations of Nocturnal Precipitation over the Himalayan Slopes and Foothills	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hydrometeorology	6. 最初と最後の頁 3171 ~ 3188
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1175/JHM-D-21-0103.1	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 Takahashi Hiroshi G., Fujinami Hatsuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Recent decadal enhancement of Meiyu-Baiu heavy rainfall over East Asia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13665
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-021-93006-0	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 Takahashi Hiroshi G., Kamizawa Nozomi, Nasuno Tomoe, Yamada Youhei, Kodama and Chihiro, Sugimoto Shiori, Satoh Masaki	4. 巻 33
2. 論文標題 Response of the Asian Summer Monsoon Precipitation to Global Warming in a High-Resolution Global Nonhydrostatic Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 8147 ~ 8164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-19-0824.1	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 Takahashi Hiroshi G., Yamazaki Takuya	4. 巻 16
2. 論文標題 Impact of Sea Surface Temperature near Japan on the Extra-Tropical Cyclone Induced Heavy Snowfall in Tokyo by a Regional Atmospheric Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 206 ~ 211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2020-035	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 Konduru, R. T., and Takahashi, H. G.	4. 巻 55
2. 論文標題 Seasonal differences in the land-atmosphere coupling over South Asia simulated using a regional climate model.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geographical reports of Tokyo Metropolitan University	6. 最初と最後の頁 23-34
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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 高橋 洋・杉本志織・藤波初木
2. 発表標題 アジアモンスーン域での降水日変化における大気陸面相互作用の役割
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 杉本志織・高橋 洋
2. 発表標題 チベット-ヒマラヤ域を対象とした高解像実験の重要性
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 神澤 望・高橋 洋
2. 発表標題 2018年7月に日本で発生した高温現象時への太平洋・日本パターンの影響と夏季アジアモンスーンの季節進行の関係性
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 Yamaji, M., Takahashi, H. G., Kubota, T., Oki, R., Hamada, A., and Takayabu. Y. N. 2019
2. 発表標題 Global Drop Size Distribution observed by GPM/DPR
3. 学会等名 39th International Conference on Radar Meteorology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Sugimoto, and H. G. Takahashi
2. 発表標題 Challenges for a systematic understanding of land-atmosphere process over Asia.
3. 学会等名 AsiaPEX International SSG Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神澤 望・高橋 洋
2. 発表標題 CMIP6による夏季アジアモンスーン降水量の将来変化
3. 学会等名 日本気象学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kitabayashi, S., and Takahashi, H. G.
2. 発表標題 Surface air temperature response to anthropogenic aerosols including SST feedbacks in the Asian monsoon region
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北林 翔・高橋 洋
2. 発表標題 アジアモンスーン域のエアロゾルによる気温応答とSSTフィードバックの関係性
3. 学会等名 日本気象学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北林 翔・高橋 洋
2. 発表標題 南アジアモンスーン域におけるエアロゾルの気候への影響とENSOなどの海洋の寄与
3. 学会等名 日本気象学会2021年度春季大会
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Kitabayashi, S., and Takahashi, H. G.
2 . 発表標題 Climate response to anthropogenic aerosols and related SST variabilities including ENSO in the Asian monsoon region
3 . 学会等名 European Geosciences Union General Assembly 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Konduru, R. T. and Takahashi, H. G.
2 . 発表標題 Sensitivity of precipitation intensity and frequency to the land surface resolution in explicit convection climate simulations over South Asian region
3 . 学会等名 The fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021; A2-22): High-Resolution Climate Modeling and Hazards (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Konduru, R. T. and Takahashi, H. G.
2 . 発表標題 On the Sensitivity of land-atmosphere coupling to the model mesh sizes during the Indian summer monsoon: Based on highresolution regional climate simulations
3 . 学会等名 Japan Geoscience Union meeting 2021
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Takahashi, H. G.
2 . 発表標題 Role of tropical cyclones along the monsoon trough in the future changes of the Asian monsoon precipitation by highresolution models
3 . 学会等名 European Geosciences Union General Assembly 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京都立大学 気候システム研究グループ https://www.comp.tmu.ac.jp/camo/
東京都立大学 気候システム研究グループ http://camo.geog.ues.tmu.ac.jp/
Fujinami et al. (2021) https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2020JD034255
Konduru and Takahashi (2020) https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2019JD032150
Sugimoto et al. (2021) https://journals.ametsoc.org/view/journals/hydr/22/12/JHM-D-21-0103.1.xml
Takahashi and Fujinami (2021) https://www.nature.com/articles/s41598-021-93006-0
Takahashi et al. (2020) https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/33/18/jcliD190824.xml
Takahashi and Yamazaki (2020) https://www.nature.com/articles/s41598-020-82511-1

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	藤波 初木 (Fujinami Hatsuki) (60402559)	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・講師 (13901)	
研究分担者	櫻井 南海子 (Sakurai Namiko) (30435846)	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)	
研究分担者	杉本 志織 (Sugimoto Shiori) (90632076)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(環境変動予測研究センター)・研究員 (82706)	

	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	神澤 望 (Kamizawa Nozomi)		

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
研究協力者	清水 慎吾 (Shimizu Shingo)		
研究協力者	北林 翔 (Kitabayashi Sho)		

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