

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月10日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H05464

研究課題名(和文)日本およびアジア地域における過去の地域気候変動のアトリビューション

研究課題名(英文)Attribution of the past regional climate change around Japan and East Asia

研究代表者

佐藤 友徳(Tomonori, Sato)

北海道大学・地球環境科学研究所・准教授

研究者番号：10512270

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,200,000円

研究成果の概要(和文)：アジアおよび日本周辺地域で観測された過去の地域気候変動の要因分析を行った。北東アジアの熱波の増加に対しては、ユーラシア大陸を東西に縦断する大気波動の10年規模の変動や大気陸面相互作用が関係していた。南アジアでは、モンスーン循環の変化がメソ対流系の発生頻度を減少し、強い降水日数の減少に寄与していることが分かった。日本周辺では、気温上昇に伴う水蒸気量の増加が観測データによって初めて示された。数十年分蓄積された人工衛星による観測データを精査することで、メソ対流系の発生が地温の空間分布と関係していることも初めて明らかになった。この関係は、短時間で急速に発達する雷雨の予測向上にも応用できる可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候診断が可能となる30年以上の観測データの蓄積を経て、地域規模の気候変動のシグナルを抽出した。さらにそのメカニズムを特定することで、今後の地域気候予測において着目すべき大気現象を特定することができた。学術的にはアジア・日本周辺で新たな気候変動のシグナルを抽出するだけでなく、その要因の特定に至った。さらに大気陸面相互作用が地域スケールの気候変動において重要な役割を果たしていることが見いだされた。過去の災害や異常気象の履歴をもとに地域レベルの気候変動要因を明らかにできたことで、当該地域が気候変動適応へ向けて、気候予測情報を評価する際に注目すべき現象を提案することが可能となる等の社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：The mechanism of the past regional climate around Japan and Asian regions was investigated. Recent increase of heat wave over Northeast Asia is associated with the land-atmosphere interaction and the decadal variation of atmospheric wave propagation running across the Eurasian continent. Over South Asia, recent change in monsoon circulation reduces the frequency of mesoscale convective systems, leading to the decrease in the heavy rainfall events. In Japan, observations show that extremely high water vapor amount rises corresponding to the air temperature increase. The analysis of geostationary satellites over more than twenty years demonstrated that the frequency of mesoscale convective systems increases when land surface temperature is heterogeneously distributed. The finding is expected to improve the prediction of severe storms which develops rapidly. These results provide insights into the understanding of mesoscale and synoptic meteorological systems.

研究分野：気象学

キーワード：気候変動 アジア 降水 陸面 メソ対流系

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年の気候変動において、自然の内部変動の寄与や温室効果ガス濃度変化に代表される人間活動の寄与については全球規模では明らかにされつつあるものの、地域を限定した場合には、主要な気候変動の要因は未だ解明されていない部分が多い。アジア-日本域においても、過去数 10 年間に観測された気候変化について物理的な視点から十分に説明されているとは言い難い。一方、人工衛星や地上気象観測は気候研究が可能となる 30 年超のデータが蓄積された。このためこれらのデータを解析することで、地域スケールで過去の気候変化を詳細に解析することが可能となりつつある。また、数値モデリングを併用することで、過去の気候変化を駆動した要因を特定することが可能になると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究では、全球気候変動の原因究明(アトリビューション)の手法に倣い、地域版の気候変動要因の特定を行う。特に、日本の局地気候や、それと関係の深いアジアモンスーン地域について、高密度の観測データが使用可能な過去数 10 年間を対象に、地域気候変動の要因を明らかにする。

### 3. 研究の方法

日本およびアジア地域に着目して、過去数 10 年間の観測データを用いて降水量や積雪深にみられる局地的な変動傾向を抽出・解析する。選定された地域気候変動に対して、再解析データによって与えられる現実的な大気場および衛星データ等から作成した下部境界条件を用いた過去再現実験を行うことで、モデル内に地域気候変動を再現する。地域気候変動の原因特定を行うために大気、海洋、陸面過程の各変動に焦点を当て、効果的な感度実験を立案し、これを実行する。過去再現実験および感度実験から得られるシグナルを比較することで、地域気候変動のアトリビューションを行う。日本およびアジア地域の降水・積雪の変動に関して、影響の大きい現象の特定を行うとともに、その寄与率を定量化するための解析を行う。

### 4. 研究成果

北東アジアの熱波の増加に対しては、ユーラシア大陸を東西に縦断する大気波動の 10 年規模の変動や大気陸面相互作用が関係していた。南アジアでは、モンスーン循環の変化がメソ対流系の発生頻度を減少し、強い降水日数の減少に寄与していることが分かった。日本周辺では、気温上昇に伴う水蒸気量の増加が観測データによって初めて示された。数十年分蓄積された人工衛星による観測データを精査することで、メソ対流系の発生が地温の空間分布と関係していることも初めて明らかになった。この関係は、短時間で急速に発達する雷雨の予測向上にも応用できる可能性がある。本研究ではアジア・日本周辺で新たな気候変動のシグナルを抽出するだけでなく、その要因の特定に至った。さらに、大気陸面相互作用が地域スケールの気候変動において重要な役割を果たしていることが見いだされた。過去の災害や異常気象の履歴をもとに地域レベルの気候変動要因を明らかにできたことで、当該地域が気候変動適応へ向けて、気候予測情報を評価する際に注目すべき現象を提案することが可能となる。

### 5. 主な発表論文等

1. Hatsuzuka, D., and T. Sato, 2019: Future changes in monthly extreme precipitation in Japan using large-ensemble regional climate simulations. *J. Hydrometeor.*, 20, 563-574, doi: 10.1175/JHM-D-18-0095.1 (査読有)
2. Ta-Huu. C., and T. Sato, 2019: Effect of ENSO phase on the contribution of environmental variables to tropical cyclone genesis in the western North Pacific. *Int. J. Climatol.*, 39, 2461-2473, doi: 10.1002/joc.5966 (査読有)
3. Habib, S. M. A., T. Sato\*, and D. Hatsuzuka, 2019: Decreasing number of propagating mesoscale convective systems in Bangladesh and surrounding area during 1998-2015. *Atmos. Sci. Lett.*, 2019;e879. doi: 10.1002/asl.879 (査読有)
4. Fujita, M., T. Sato, T. J. Yamada, S. Kawazoe, M. Nakano, and K. Ito, 2019: Analyses of extreme precipitation associated with the Kinugawa River flood in September 2015 using a large ensemble downscaling experiment. *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 387-401, doi: 10.2151/jmsj.2019-022 (査読有)
5. Dogar M. M., F. Kucharski, T. Sato, S. Mehmood, S Ali, Z. Gong, D. Das, J. Arraut,

- 2019: Towards understanding the global and regional climatic impacts of Modoki magnitude. *Global and Planetary Change*, 172, 223-241. doi: 10.1016/j.gloplacha.2018.10.004 ( 査読有 )
6. 佐藤友徳, 中村 哲, エルデンバト エンフバト, 寺村 大輝, 2019: 総観気象と大気-陸面相互作用, *低温科学*, 77, 61-70. doi: 10.14943/lowtemsci.77.61 ( 査読有 )
  7. 佐藤友徳, 山田朋人, 金田幸恵, 横井覚, 筆保弘徳, 時岡真治, 2018: 第 48 回メソ気象研究会・気象災害委員会研究会の報告, *天気*, 65, 591-595. ( 査読有 )
  8. Fujita, M., R. Mizuta, M. Ishii, H. Endo, T. Sato, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Sugimoto, K. Ishihara, and S. Watanabe, 2018: Precipitation changes in a climate with 2 K surface warming from large ensemble simulations using 60 km global and 20 km regional atmospheric models. *Geophys. Res. Lett.*, 45. doi: 10.1029/2018GL079885 ( 査読有 )
  9. Dogar, M. M., and T. Sato, 2018: Analysis of climate trends and leading modes of climate variability for MENA region. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123, 13,074-13,091. doi: 10.1029/2018JD029003 ( 査読有 )
  10. Erdenebat, E. and T. Sato, 2018: Role of soil moisture-atmosphere feedback during high temperature events in 2002 over Northeast Eurasia. *Progress in Earth and Planetary Science*, 5:37, doi: 10.1186/s40645-018-0195-4 ( 査読有 )
  11. Kariuki, B.W., and T. Sato, 2018: Interannual and spatial variability of solar radiation energy potential in Kenya using Meteosat satellite. *Renewable Energy*, 116A, 88-96, doi: 10.1016/j.renene.2017.09.069 ( 査読有 )
  12. Fujinami, H., T. Sato, H. Kanamori, and F. Murata, 2017: Contrasting features of monsoon precipitation around the Meghalaya Plateau under westerly and easterly regimes. *J. Geophys. Res.: Atmos.*, doi:10.1002/2016JD026116. ( 査読有 )
  13. Fujita, M., and T. Sato, 2017: Observed behaviours of precipitable water vapour and precipitation intensity in response to upper air profiles estimated from surface air temperature, *Scientific Reports*, 7, 4233, doi:10.1038/s41598-017-04443-9( 査読有 )
  14. Matsumura, S., T. Horinouchi, S. Sugimoto, T. Sato, 2016: Response of the Baiu rainband to northwest Pacific SST anomalies and its impact on atmospheric circulation. *J. Climate*, 29, 3075-3093, doi: 10.1175/JCLI-D-15-0691.1 ( 査読有 )
  15. Erdenebat, E., and T. Sato, 2016: Recent increase in heat wave frequency around Mongolia: role of atmospheric forcing and possible influence of soil moisture deficit. *Atmos. Sci. Lett.*, 17, 135-140, doi: 10.1002/asl.616 ( 査読有 )
  16. 友貞俊成, 佐藤友徳, 2015: 地域気候変動の不確実性を考慮した北海道におけるてん菜糖量の将来変化. *北海道の農業気象*, 67, 13-21. ( 査読有 )
  17. Mori, K., and T. Sato, 2015: Evaluating the Role of Snow Cover in Urban Canopy Layer on the Urban Heat Island in Sapporo, Japan with a Regional Climate Model. *J. Meteor. Soc. Japan*, 93, 581-592, doi: 10.2151/jmsj.2015-039. ( 査読有 )

〔学会発表〕(計 48 件)

〔図書〕(計 2 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等：[http://wwwoa.ees.hokudai.ac.jp/people/t\\_sato/index-j.html](http://wwwoa.ees.hokudai.ac.jp/people/t_sato/index-j.html)

## 6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者 なし

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。