

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：82109

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12154

研究課題名（和文）パナマにおける将来気候下での降水変化とメカニズム解明

研究課題名（英文）Investigation of future changes in precipitation in Panama and their mechanisms under a global warming climate

研究代表者

仲江川 敏之（Nakaegawa, TosiYuki）

気象庁気象研究所・応用気象研究部・室長

研究者番号：20282600

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、地球温暖化が進行する今世紀、パナマにおける降水量の変化とそのメカニズムの解明を行った。年最大日降水量を精度よく再現できる高解像度全球大気気候モデルMRI-AGCMを用いた1951年から2100年までの150年連続気候実験から、熱帯アメリカ平均では、温暖化の進行に伴って、年最大日降水量は増加する傾向が顕著であったが、パナマ平均ではエルニーニョ・南方振動を起源とする地上気温の年々変動の影響が大きいことが示された。また、MRI-AGCMの将来気候予測結果を、地域気候モデルを用いて、ダウンスケーリングし、降水量の季節変化再現性と降水量の日周期の再現性が、空間解像度が高いことを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、今世紀でみられる、エルニーニョ・南方振動に影響をうけるパナマの降水量変動が将来にわたっても続き、年最大日降水量の変化の不確実性が大きく、その主な理由が、エルニーニョ・南方振動であることを示し、学術的に新たな知見をもたらした。2010年12月に発生した大雨では、歴史上初めて、自然災害によりパナマ運河が利用できなくなった事例は、温暖化後にも発生しうることを示唆するもので、世界の海運業にも重要な情報を提供することができた。また、力学的ダウンスケーリング手法の現在気候再現性の高いことを明らかにし、この手法を用いることで将来予測の信頼度を高められることを示したことは学術界に貢献したと言える。

研究成果の概要（英文）：We investigate precipitation changes and their mechanisms in Panama under a changing climate in this century in this study. A 150-year continuous climate simulation from 1951 to 2100 using MRI-AGCM, a high-resolution global atmospheric climate model that can accurately reproduce annual maximum daily precipitation, showed that annual maximum daily precipitation tends to increase with increasing warming in the tropical US average, while in the Panama average, the El Nino and Southern Oscillation-induced interannual variability in surface air temperature were shown to have a significant impact. Downscaling of MRI-AGCM future climate projection results using a regional climate model showed that the reproducibility of seasonal changes in precipitation and the reproducibility of the daily cycle of precipitation had high spatial resolution.

研究分野：水文気候学

キーワード：パナマ 降水 地球温暖化 気候変動 年最大日降水量 エルニーニョ 降水日変化 メカニズム

1. 研究開始当初の背景

パナマ共和国は、中米の赤道付近に位置しており、国土は日本の北海道よりやや小さい。国全体が熱帯性気候に属し、5月から11月までが雨季、12月から4月までが乾季で、年間の降水量は日本よりかなり多い。パナマ運河は人造湖に豊富な雨水を貯めて運営管理されており、スエズ運河とともに世界の海運業に不可欠な施設となっている。2019会計年度の利用国順位では、米国に次ぎ日本は2位である。パナマ運河の通行料が、パナマの国内総生産の40%に達しており、パナマの経済を支えている。気候変動に関する政府間パネル第5次報告書(IPCCAR5)によれば、地球温暖化により降水量が将来変化することが予測されていることから、パナマ運河の管理方法を将来変更する必要性が生ずる可能性がある。従って、パナマにおける将来の気候変動に関する信頼性の高い情報が不可欠である。

しかしながら、IPCCAR5で用いられた大気-海洋結合気候モデル(CMIP5モデル)のほとんどのモデルでは、水平分解能が約200kmと低い。そのため、東西幅が約600km、南北幅が約100kmである狭い国土のパナマの詳細な気候変動を予測できない。IPCCAR5では、中米とカリブ海諸国の気温と降水量の将来変化に関する図が掲載されているものの、パナマの占める面積が小さいため、変化の詳細が不明である。また、パナマの気候変化に関する記述も全くない。

一方、気象研究所では、20km、60km格子の世界最高水平分解能のひとつである全球大気モデルMRI-AGCM(以下、MRI-AGCMと記す)により地球温暖化の予測実験を多数実施してきた。MRI-AGCMは、IPCCAR5に参加した気候モデルよりパナマ地域の降水再現性が良いことから、信頼度が高い予測情報をできる(Kusunoki et al. 2019)。図1はMRI-AGCMを使用してパナマの降水量の将来変化を予測した例である。強い降水(a)が増えるが、渇水の可能性(b)も同時に増えるため、パナマ運河の水管理が困難となる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、気象研究所の全球大気モデルMRI-AGCMは、20km、60kmという高い水平分解能を持つものの、熱帯性の降水やパナマ運河付近の河川流域の詳細な降水分布を表現することはできない。そこで、5km格子の領域気候モデルによる力学的ダウンスケーリングにより気候変化予測を行い、その要因解明を目指す。この研究を推進するにあたり、3つの目標を設定した。

最新の気候モデルによる地球温暖化予測の解析

IPCCAR6の気候モデルを使用したパナマの気候変動研究はまだ無いので、IPCC第6次報告書(IPCCAR6)に参加する気候モデル(CMIP6モデル)による予測結果が2019年末までに出揃うことが予定されているので、2020年4月よりパナマ地域の降水量などの再現性を評価する。IPCCAR6では、IPCCAR5よりも気候モデルの水平解像度が高い(~150km)ので、IPCCAR6の気候モデルでパナマの降水量の再現性がIPCCAR5よりも向上するか調査する。IPCCAR6の気候モデルのうちパナマの降水量の再現性が良いモデルを選び出し、それらのモデルによるパナマの降水量の将来予測を調査し、不確実性を定量化する。

20km、60km格子気象研世界最高解像度大気モデルMRI-AGCMによる予測

IPCCAR6に参加する気候モデルは、IPCCAR5よりも水平解像度が高いものの、パナマの詳細な気候変化を予測することはできない。そこで、20km、60km格子のMRI-AGCMを使用してパナマの気候の将来変化予測を行う。まず基礎的な研究として、MRI-AGCMによるパナマの降水量の再現性をCMIP6モデルの精度と比較する。MRI-AGCMを用いたパナマの気候を予測した研究をすでに行なっている(Kusunoki et al. 2019)ものの、実験の例数が少ないために、変化の確率に関する情報が得られていない。60km格子のMRI-AGCMで100メンバーの大アンサンブル実験を既に行なっており、この結果を解析することでパナマの気候の将来変化の定量的な確率表現が可能である。これまでのMRI-AGCM実験は海面水温を与えているため、大気と海洋相互作用を十分に表現できていない。そこで、大気と海洋相互作用を考慮した実験結果を解析し、予測の信頼性を高めると共に相互作用が将来気候予測に与える影響を評価する。また、

の複数の低解像度CMIP6モデルと一つの高解像度MRI-AGCMの利点を組み合わせた相乗効果をもたらす解析を行うことで、より信頼性の高い予測情報と要因解明を行う。これらのMRI-AGCMを用いた研究は、他の研究機関では実施不可能である。

5km格子領域気候モデルによるダウンスケーリング

20km、60km格子のMRI-AGCMは、全球モデルとしては高解像だが、国土の狭いパナマの気候変化を詳細に研究するには水平解像度が足りないし、また熱帯性の降水の特徴である積雲についてはパラメタリゼーションで扱われている。そこで、熱帯性の降水が表現できかつ地形性降雨も表現できる5km格子の領域気候モデル(RCM)によるダウンスケーリングを行う。パナマを5km格子で予測した温暖化実験はまだなく、5km格子の降水量などのデータにより、地域的に細かい予測情報を得ることができる。

3. 研究の方法

本研究を推進するにあたり、それぞれ次のような方法で、上で述べた3つの目標の達成を目指した。

最新の気候モデルによる地球温暖化予測の解析

気候変動予測の前に、気候モデルの現在気候の再現性を調査することが必須である。IPCCAR6に参加するCMIP6モデルによる世界およびパナマ地域の降水量などの再現性を評価する。CMIP6モデルの精度がCMIP5モデルより向上したかを調査する。CMIP6モデルの精度の水平分解能依存性を調べる。CMIP6モデルのうちパナマの降水量の再現性が良いモデルを選び出し、それらのモデルによるパナマの降水量の将来予測を調査し、マルチモデルの特性を生かし、不確実性を定量化する。予測データは、CMIP6データセンターへ各国機関から提出されたデータを利用し、解析サーバーで解析を行う。

20km, 60km 格子気象研高解像度大気モデルMRI-AGCM3.2による予測

MRI-AGCMの現在気候再現性を評価し、CMIP6モデルと比較する。60km格子の大量アンサンブル実験や大気海洋相互作用を考慮した温暖化実験を解析し、確率表現の導入などにより予測の信頼性をさらに高める。上記CMIP6の結果と合わせて補完することで、より確信度の高い予測を行う。これらの予測データは、仲江川の所属する気象研究所で用意、保存されているものを利用する。

5km 格子領域気候モデルによるダウンスケーリングと解析

5km格子のRCMモデルによる高水平分解能データを用い、地域的に詳細な降水量などの変化予測を行う。ダウンスケーリング実験は、この課題で実施し、その結果を解析する。解析を進めるに当たり、パナマの研究協力者によるパナマの気候特性と影響評価利用の観点からの助言を得て、気象学的知識に基づく熱帯性降水の将来変化について適切な解析を実施する。

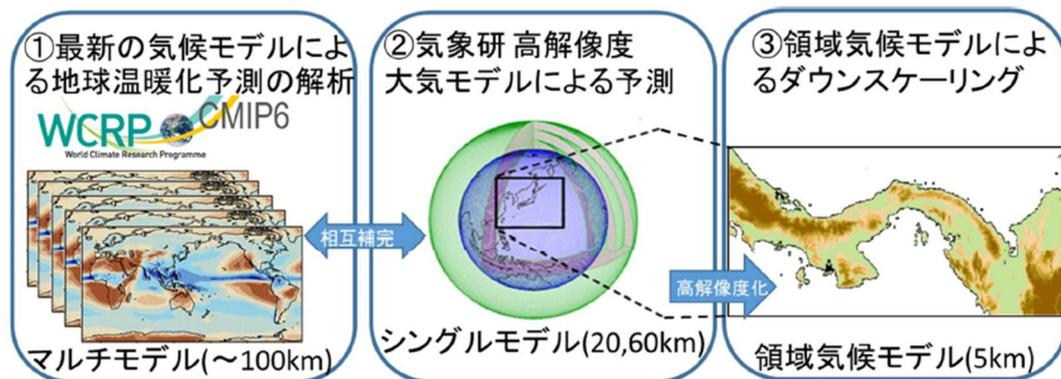


図-1 本研究の目的を達成するための3つの目標。

4. 研究成果

4.1. 地域気候モデルNHRCMで再現されたパナマにおける降水量の日変化に見られる地域性
力学的ダウンスケーリングを実施し、地上観測や衛星観測と比較、検証を行いながら、日変化の季節性や地域性の解明を試みた。降水量日変化の季節による違いを調べるために、カリブ海側と太平洋側の分水嶺近くにある観測地点 Esperanzaで、現地時間-月空間のNHRCM02が再現した降雨強度を描いた図が、図-4である。観測と比較して、雨季における14時頃のピーク、4月と11-12月には一日中降水があるところがよく再現されている。NHRCM05とNHRCM02は、ピーク時刻には違いはないが、NHRCM02はより観測に近い鋭いピークを再現できている。理由の一つに、NHRCM02は積雲パラメタリゼーションを用いていないことが挙げられる。

広域の降水日変化を調べるために、西経79-79.5度における7月の降水量の緯度-時間断面を描画した(図-5)。海上では現地時間2時~6時頃までに降水ピークが見られるが、陸上では14時~18時頃までに降水のピークが見られる。海陸では、きれいなコントラストが描かれている。陸上では、18時以降、夜間にかけて衰退するのに対し、太平洋上では沿岸から離れた海上にピークのある降水が夜中に発達し、午前中にかけてゆっくり衰退、かつ赤道に近いほど衰退が遅くなっている。また、カリブ海上でも同じ夜間に発達する降水が見られるものの、降水強度は陸上や太平洋側よりも弱く、陸上から遠ざかるほど、ピークが不鮮明となる。また、図-5では、カリブ海上と陸上の降水量等値線が密接に繋がっていることから、カリブ海上の降水システムは陸上にも降水をもたらしていることが示唆される。これは、Nakaegawa et al. (2019)が示した地点ごとの日変化の地域性の特徴とも一致している。すなわち、この経度帯では、沿岸に近い地域では夜間から午前中にかけて海上にピークをもつ降水システムの影響を受け、午後になると陸上で発達する降水システムによる強い降水が発生することを示している。この両者の関係性などについてはさらに解析が必要である。また、パナマ西部の高標高地域では、日中の陸

上の降水が太平洋上に移動する様子が見られ、海上での再発達ほとんど見られなかった。

対流を表現できる高空間解像度のこの解析により、より高解像度で、積雲パラメタリゼーションを用いていない 2km 空間水平解像度実験の方が、日変化の再現性が良いことが明らかとなった。また、海陸で日変化の位相が明確に分かれていることが示され、パナマ西部では陸上から海上へ降水帯が移動する様子が見られた。

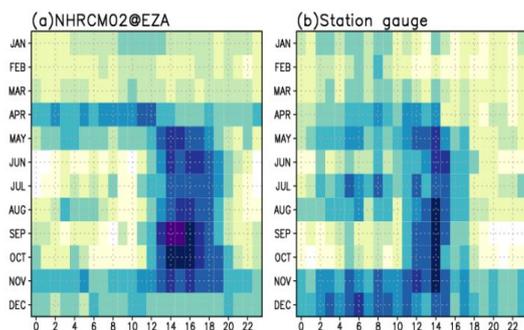


図-4 降水量日変化の季節による違い。(左) NHRCM02。横軸が現地時間で、縦軸が月。(右) Esperanza における観測値。

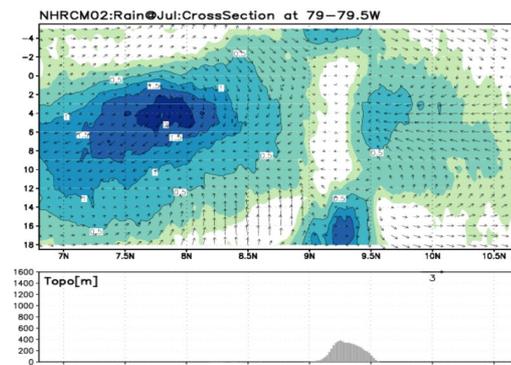


図-5 (上) 西経 79-79.5 度付近における 7 月の NHRCM02 による降水量の緯度 - 時間断面。縦軸 は現地時間。(下) 対応する経度帯における標高を示す。矢印は日平均からの東西・南北風偏差。

4.2. 150 年連続実験を用いた熱帯アメリカとパナマにおける年最大日降水量の将来変化

図-6a は、10 年移動平均の年最大日降水量の熱帯アメリカ平均時系列である。この時系列値は全球平均同様、10 年規模変動が見られる。RCP8.5 条件下では、温暖化が打ち勝って、減少する期間は見られないが、それ以外の 3RCP 条件下では、2050 年前後で極小値が見られる。RCP8.5 の年最大日降水量時系列は、2030 年以降、他の RCP と結果が乖離していく。RCP2.6 の時系列は、2065 年以降、他の 2RCP と離れていく。21 世紀末では、放射強制力の強度に従って、年最大日降水量の増加率が大きくなっていく。図-6b は、図-6a と同じだが、パナマ平均の時系列値である。10 年移動平均にも関わらず、大きな変動が見られる。例えば、1980 年代は極小、2000 年代は極大を示し、以後、極小と極大が繰り返し現れている。但し、位相はややずれる傾向が見られる。例えば、RCP8.5 での MRI-AGCM3.2S は 2055 年に極小を取り、MRI-AGCM3.2H は 2062 年に極小を取る。小規模な変動は上で見たように図-6a にも見られるが、図-6b の非常に大きな変動は、繰り返し与えられている下部境界条件である SST と関係していると推測できる。

RCP8.5 シナリオにおける将来については、熱帯アメリカ平均の年最大日降水量は地上気温と全球の多くの地点

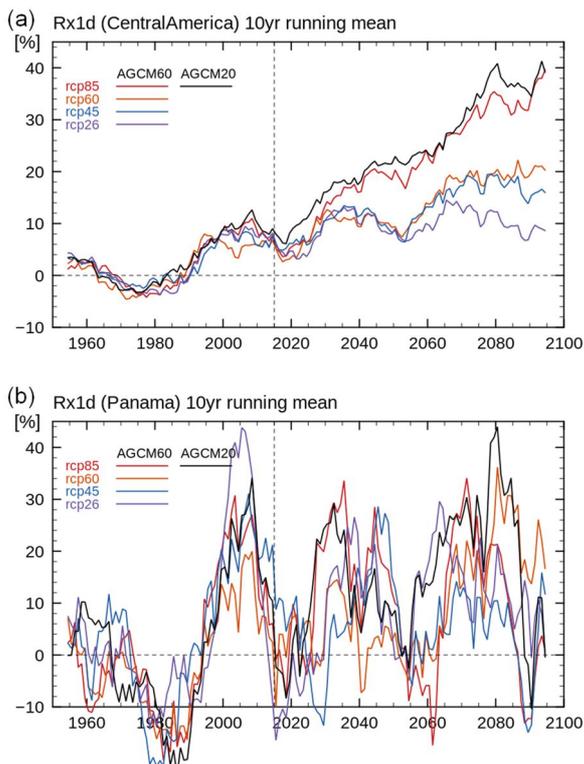


図-6 陸上のみの領域平均の年最大日降水量の 150 年時系列。(a) 熱帯アメリカ平均、(b) パナマ平均。AGCM20 の RCP8.5 シナリオは黒線、AGCM60 の RCP8.5、RCP6.0、RCP4.5、RCP2.6 シナリオはそれぞれ、赤線、緑線、青線、紫線。緑線、青線、紫線。

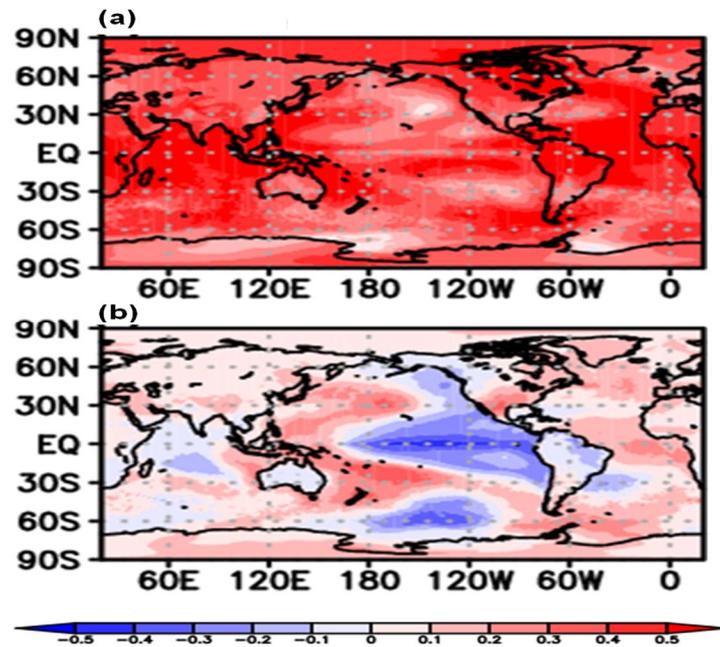


図-7 熱帯アメリカとパナマの地域平均年最大日降水量と全球各地点の地上気温の将来気候における時間相関。(a)熱帯アメリカ、(b)パナマ。

で高い相関を持っている(図-7a)、全球の温暖化に伴って熱帯アメリカ平均の年最大日降水量は増加していると言え、熱帯アメリカ平均の地上気温変化と全球スケールの地上気温変化は同じ変化傾向を示し、同地域平均の年最大日降水量はその変化傾向に追従していると言える。一方、パナマ平均の年最大日降水量と地上気温の相関(図-7b)は、温暖化が進んでも、ラニーニャ時に年最大日降水量が増加し易い傾向があることを示している。全球的な昇温による熱力学的効果、即ち可降水量増加によって年最大日降水量が増加する影響もあり、相関係数は現在気候より低くなっているが、負のエルニーニョ・南方振動現象時に年最大日降水量が増加することは現在と変わらない。

以上から、年最大日降水量を精度よく再現できる高解像度全球大気気候モデル MRI-AGCM を用いた 150 年連続気候実験から、熱帯アメリカ平均では、温暖化の進行に伴って、年最大日降水量は増加する傾向が顕著であったが、パナマ平均では地上気温の年々変動の影響が大きいことが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Nakaegawa Toshiyuki、Murazaki Kazuyo	4. 巻 42
2. 論文標題 Historical trends in climate indices relevant to surface air temperature and precipitation in Japan for recent 120?years	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Climatology	6. 最初と最後の頁 8950 ~ 8970
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/joc.7784	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 Nakaegawa Toshiyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 High-Performance Computing in Meteorology under a Context of an Era of Graphical Processing Units	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computers	6. 最初と最後の頁 114 ~ 114
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/computers11070114	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 Ishizaki Noriko N.、Nakaegawa Toshiyuki、Pinzon Reinhardt、Sasaki Hidetaka	4. 巻 11
2. 論文標題 Factors contributing to morning rain in the upper Rio Chagres Basin, Panam?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/feart.2023.1105013	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 Pinzon Reinhardt、Ishizaki Noriko N.、Sasaki Hidetaka、Nakaegawa Toshiyuki	4. 巻 12
2. 論文標題 Panama's Current Climate Replicability in a Non-Hydrostatic Regional Climate Model Nested in an Atmospheric General Circulation Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1543 ~ 1543
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/atmos12121543	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 PINZON Reinhardt Erwin、NAKAEGAWA Toshiyuki、HIBINO Kenshi、TAKAYABU Izuru	4. 巻 34
2. 論文標題 A climate analogue approach to understanding the future climates of six South American capital cities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmosfera	6. 最初と最後の頁 255-266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20937/ATM.52794	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 Nakaegawa Toshiyuki、Kobashi Takuro、Kamahori Hirotaka	4. 巻 11
2. 論文標題 Characteristics of Extreme Value Statistics of Annual Maximum Monthly Precipitation in East Asia Calculated Using an Earth System Model of Intermediate Complexity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1273 ~ 1273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos11121273	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 Martinez Marlemys M.、Nakaegawa Toshiyuki、Pinzon Reinhardt、Kusunoki Shoji、Gordon Roman、Sanchez-Galan Javier E.	4. 巻 11
2. 論文標題 Using a Statistical Crop Model to Predict Maize Yield by the End-Of-Century for the Azuero Region in Panama	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 1097 ~ 1097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos11101097	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 Nakaegawa Toshiyuki、Mizuta Ryo	4. 巻 43
2. 論文標題 Future projections of extreme precipitation in Tropical America and Panama under global warming based on 150 year continuous simulations using 20 km and 60 km atmospheric general circulation models	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Climatology	6. 最初と最後の頁 7218 ~ 7233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/joc.8261	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 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 仲江川敏之、石崎紀子、佐々木秀孝、Reinhardt Pinzon
2. 発表標題 地域気候モデルNHRCMを用いたパナマにおける月平均降水量気候値の再現性評価
3. 学会等名 2022年度水文・水資源学会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石崎紀子、仲江川敏之、佐々木秀孝、Reinhardt Pinzon
2. 発表標題 パナマにおける降水量の日変化に見られる地域性
3. 学会等名 日本気象学会2023年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 楠昌司、仲江川敏之、水田亮
2. 発表標題 高解像度全球大気モデルによるパナマの降水量再現性
3. 学会等名 日本気象学会2022年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 楠昌司、水田亮、仲江川敏之
2. 発表標題 高分解能全球大気モデルの降水量再現性
3. 学会等名 日本気象学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Pinzon, R., J. Sanchez-Galan, A. Pino, J. Fabrega, M. Zambrano, I. Arjona, R. Gordon, M. Ujaldan, T. Nakaegawa, H. Urbassek
2. 発表標題 IBEROGUN: investigacion y simulacion asistida por computadoras a diferentes escalas y fenomenos
3. 学会等名 Desarrollando la actividad "Exposicion de la Investigacion en Ingeniera, Ciencias y Tecnologia: "Solucion a Problemeticas Nacionales (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nakaegwa, T.
2. 発表標題 Cambio Climatico: DDS, climate analogues: Panama Case
3. 学会等名 Internacional: I Escuela de Verano de "Aplicaciones de Computacion de Alto Rendimiento: Estudios a Diferentes Escalas, y Fenomenos (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仲江川敏之
2. 発表標題 気象研究所におけるパナマでの気候変化予測協力
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 仲江川敏之
2. 発表標題 途上国の防災にかかわる気候変化予測協力
3. 学会等名 日本気象学会2021年度春季大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲江川敏之
2. 発表標題 パナマ運河上流域における降水日周期の季節変化仲江川敏之
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 楠昌司
2. 発表標題 気象研究所高解像度全球大気モデルによる国際研究協力
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 楠昌司
2. 発表標題 気象研究所全球大気モデルMRI-AGCM3.2の降水量再現性
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 仲江川敏之
2. 発表標題 MRI-AGCM, NHRCMを用いたパナマでの気候変化予測協力
3. 学会等名 気象学会2020年度春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 楠昌司
2. 発表標題 気象分野における途上国支援・協力の現状と今後の展望
3. 学会等名 気象学会2020年度春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 楠昌司
2. 発表標題 高解像度全球大気モデルによるパナマの降水量変化
3. 学会等名 気象学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲江川敏之
2. 発表標題 地域気候モデルNHRCMで再現されたパナマにおける降水量の日変化に見られる地域性
3. 学会等名 2023年度水文・水資源学会研究発表会
4. 発表年 2023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	野坂 真也 (Nosaka Masaya) (40751805)	気象庁気象研究所・応用気象研究部・研究官 (82109)	

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	楠 昌司 (Shoji Kusunoki)		
研究協力者	石崎 紀子 (Ishizaki Noriko) (20843212)	国立環境研究所	
研究協力者	荒川 理 (Arakawa Osamu)	海洋研究開発機構	

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1件

国際研究集会 Workshop on Climate and Water Resources in Panama under a changing climate	開催年 2023年～2023年
--------------------------------------------------------------------------------------	--------------------

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
---------	---------