

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01281

研究課題名（和文）大西洋・太平洋熱帯域における海盆間大気海洋相互作用のミッシングリンク解明

研究課題名（英文）Clarifying the inter-basin ocean-atmosphere interaction between the tropical Atlantic and Pacific

研究代表者

時長 宏樹 (Tokinaga, Hiroki)

九州大学・応用力学研究所・教授

研究者番号：80421890

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、観測データ解析、CMIP気候モデルのマルチモデル相互比較解析、数値モデル実験等を総合的に実施し、経年から数十年規模の熱帯大西洋-太平洋間相互作用の要因とその気候影響を調べ、計22編の査読付関連論文（うち15編が国際共著論文）を発表し、国内外の学会等でも研究成果を発表してきた。2022年2月には本研究成果のプレスリリースを行ったことに加え、2020年にClimate Dynamicsに掲載された論文は Top10% 論文にランクするなど、国際的にも顕著な業績を残したと言える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候変動に対して熱帯海盆が甚大な影響を及ぼすことは従来から指摘されてきた。しかし、多くの研究では、太平洋・大西洋・インド洋といった個別の熱帯海盆に着目してきたのに対し、本研究では、熱帯海盆間の相互作用を考慮することで、気候変動に対する影響をより適切に評価できることを世界に先駆けて示した。この熱帯海盆間相互作用という研究テーマは現在、世界気候研究計画CLIVAR 研究焦点の1つとして取り上げられており、Richterが共同代表、時長が共同メンバーをそれぞれ務めている。この国際的枠組みの中で今後も関連研究が推進される計画であり、国際的な気候変動予測において学術的・社会的意義が高いと言える。

研究成果の概要（英文）：This study has investigated the basin interaction between the tropical Atlantic and Pacific Oceans on interannual-to-interdecadal timescales by performing the observational data analysis, the multi-model intercomparison of CMIP climate models, and numerical model experiments. We have published a total of 22 peer-review papers on this research topic, 15 of which were the international co-authored papers. We have also presented the results at many domestic and international conferences. In particular, one of our achievements went out to the public via a press release. Our 2020 Climate Dynamics paper is now ranked Top10% at Scopus, indicating our outstanding achievement in international research community.

研究分野：気候力学

キーワード：熱帯海盆間相互作用 大気海洋相互作用 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

太平洋エルニーニョ現象や大西洋ニーニョ現象などの経年海面水温変動は、熱帯気候を変調させ、大気の大規模影響により中高緯度の異常天候を引き起こす。そのため、太平洋・大西洋熱帯域は気候予測の鍵を握る海域と言える。また、大西洋・太平洋数十年規模振動と呼ばれる海面水温変動は、地球温暖化を加減速させる要因として、注目を集めている。気候変化に対する大西洋・太平洋内部変動の影響に懸念が高まる中、両海盆の気候影響を個別に評価する気候モデル実験が世界の各気候モデルセンターで実施されるようになった。このような国際的情勢に鑑みると、世界に先駆けて大西洋-太平洋海盆間相互作用メカニズムの全容を解明することは、気候変動・変化の根本的理解、気候予測精度の向上に加え、気候緩和策・適応策策定に対し重要な社会的貢献を果たすと考えられる。

一方、大西洋および太平洋熱帯域で卓越する海面水温変動はそれぞれ、季節性、周期性、大気海洋相互作用の物理メカニズムが異なる。そのため、(1) 冬季エルニーニョ現象と春季熱帯北部大西洋の因果関係、(2) 冬季エルニーニョ現象と夏季大西洋ニーニョ現象の因果関係、(3) 大西洋数十年規模振動と太平洋数十年規模振動の相互作用および相乗効果について、多くの謎が残されていた。さらに、それらの相互作用に伴う気候への影響に関しても未解明な点が多い。そこで本研究は、これまでほとんど考慮されてこなかった太平洋エルニーニョ/ラニーニャ現象の持続性変化、気候平均状態の遷移、気候モデルのバイアスに着目することにより、大西洋-太平洋間相互作用の総合的理解と気候影響を解明したいという着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、経年から数十年規模の熱帯大西洋-太平洋間大気海洋相互作用の要因とそれらの気候に対する影響を解明することである。具体的には以下の項目を研究開始当初の目的とした。

- (2-1) 春季における赤道太平洋・熱帯北部大西洋の相互作用の解明
- (2-2) 夏季における赤道太平洋・赤道大西洋の相互作用の解明
- (2-3) 海面水温平均状態に対する熱帯大西洋-太平洋海盆間相互作用の依存性の解明
- (2-4) 熱帯大西洋-太平洋海盆間相互作用による気候影響の評価と予測可能性の検証
- (2-5) 大西洋・太平洋数十年規模振動の相互作用および相乗効果の解明

3. 研究の方法

本研究は以下の主な手法により行った。

(1) 観測データ解析

解析に用いたデータは、20th-Century Reanalysis version2 (20CRv2)、ERA5、Japanese 55-year Reanalysis (JRA55)、ERA5、Simple Ocean Data Assimilation (SODA)、GODAS などを含む大気・海洋再解析データ、International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (ICOADS) の船舶観測データ、Global Precipitation Climatology Project (GPCP) による降水量データ、AVISO 衛星海面高度計データなどである。これらの観測データを用いて、相関・回帰解析、主成分分析、合成図解析などの統計解析を行い、過去の気候変動や海盆間に共通する変動成分の抽出を行った。

(2) CMIP6 マルチモデル相互比較

Richter and Tokinaga (2020, Journal of Climate) では、CMIP6 に参画する計 33 モデルによる産業革命前コントロール実験の出力データを解析した。さらに、気候モデルの空間解像度の違いによって熱帯大西洋気候の再現性がどのように異なるかを調べるため、CMIP6/HighResMIP の計 11 モデルによる hist-1950 実験の出力データも解析した。

(3) SINTEX-F 大気海洋結合モデルを用いた海面水温緩和実験

熱帯大西洋の海面水温状態や、気候モデルによる温暖バイアスが熱帯太平洋に及ぼす影響を調べるため、SINTEX-F 大気海洋結合モデルの海面水温を観測値や、モデルバイアスを含んだ海面水温に緩和させた実験を行った。各海盆で異なる海面水温条件を与えることにより、熱帯大西洋が他の海盆に及ぼす影響を複数の海面水温感度実験により調べた。

(4) GFDL CM2.1 大気海洋結合モデルを用いたパーフェクトモデル実験

GFDL CM2.1 大気海洋結合モデルを用いたパーフェクトモデル実験を行った。具体的には、1000 年の長期コントロール実験から、大西洋ニーニャ現象が太平洋エルニーニョ現象に先行して発生した年を複数年選び、熱帯大西洋の海面水温のみを気候値に緩和させた実験を行った。この実験をもとの長期コントロール実験と比較することにより、太平洋エルニーニョ現象が大西洋ニーニャ現象からどのような影響を受けて、成長あるいは減衰するかについて調べた。

4. 研究成果

本節では、研究目的(2-1)、(2-2)、(2-3)、(2-4)に関する主な研究成果と、(2-5)に派生して得られた研究成果と今後の研究について以下に説明する。

(1) 多年エルニーニョ・ラニーニャ現象による大西洋ニーニョ現象への影響

本研究では、観測データ解析及び熱帯東部太平洋の海面水温偏差を観測値に緩和させた大気海洋結合モデルのペースメーカー実験により、多年エルニーニョ・ラニーニャ現象が大西洋ニーニョ・ニーニョ現象を引き起こすことを明らかにした。一般的に、エルニーニョ現象やラニーニャ現象は数年ごとに発生する経年変動として知られているが、複数年続けて発生することがしばしば観測されている。このような多年エルニーニョ・ラニーニャ現象は、本来それらが減衰するはずの春季から夏季においても、赤道中央太平洋に海面水温偏差と大気対流偏差を持続させるため、両海盆に跨るウォーカー循環の持続的な偏差を形成する。特に、多年ラニーニャ現象時の春季には、このウォーカー循環が赤道大西洋西部に西風偏差をもたらし、それが夏季に最も卓越する大西洋ニーニョ現象を励起する(図1a)。観測データから得られた両者の関係は、熱帯太平洋のみに観測された海面水温偏差を与えた大気海洋結合モデル GFDL CM2.1 のペースメーカー実験でも再現されているため、赤道太平洋から赤道大西洋への強い影響を示唆している(図1b)。本成果は、Tokinaga et al. (2019) として、Journal of Climate に掲載された。

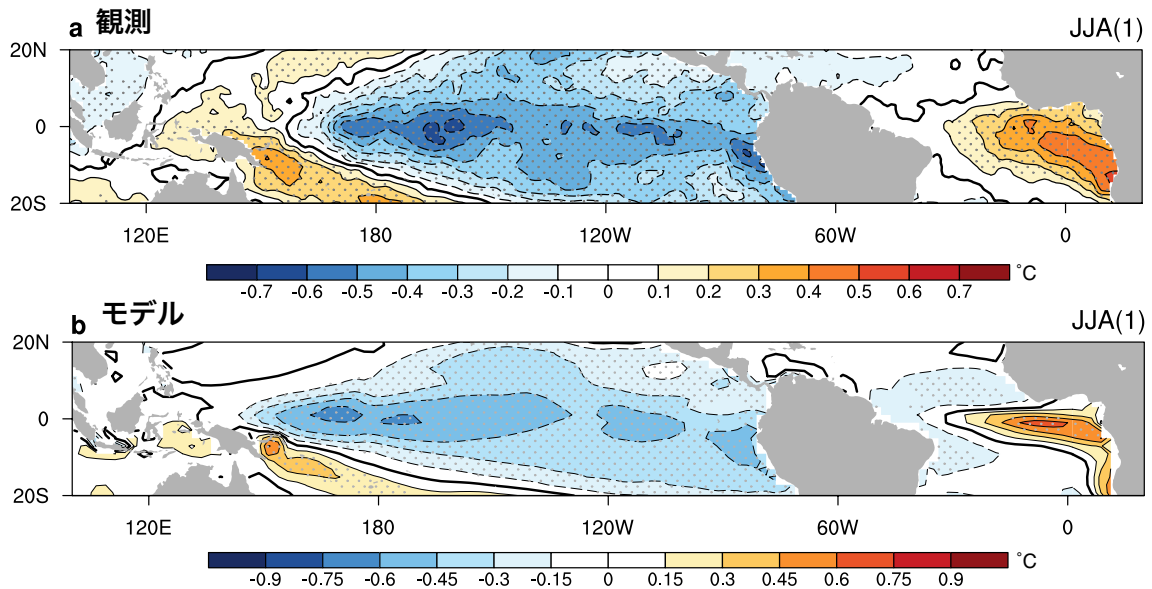


図1 多年ラニーニャ年の夏季における海面水温偏差の合成図。(a) 観測データ、および (b) GFDL CM2.1 による熱帯太平洋ペースメーカーモデル実験。

(2) CMIP6 気候モデルによる熱帯大西洋の気候再現性評価と海盆間相互作用

多くの気候モデルは、熱帯大西洋における平均的な海面水温に対して顕著な暖水バイアスを持つことが知られている。それが熱帯大西洋による気候影響を評価する上で大きな障壁となっていた。そこで本研究では、CMIP6 に参画する最新の気候モデルによる実験結果に対して、熱帯大西洋における気候の再現性評価を行った。CMIP6 モデルは CMIP5 モデルと比較して、全体的には大きな改善は見られないものの(図2)、幾つかのモデルでは平均場としての暖水バイアスが非常に小さいことが分かった。それらのモデルでは、海面水温だけでなく、西風バイアスも大きく改善されていた。特に、HighResMIP の高解像度モデルによるマルチモデルアンサンブル平均は、これらのモデルバイアスを大きく改善していたのに対し(図3)、一部の低解像度なモデルもバイアスを改善していたため、モデルの空間解像度に加えて別の要因もバイアスの改善に寄与していた可能性を示唆している。一方、経年変動については、観測を良

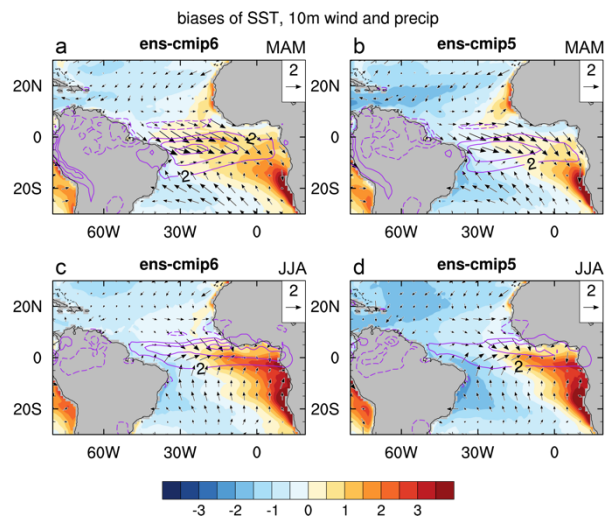
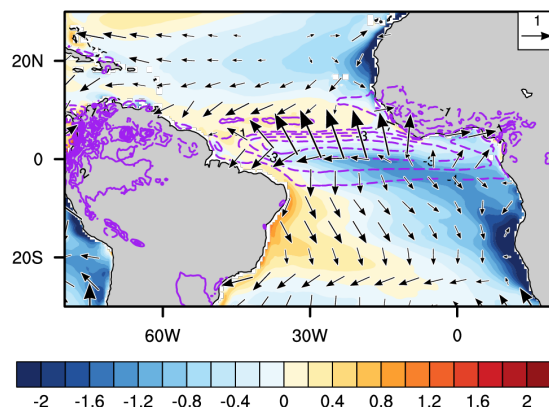


図2 CMIP6 および CMIP5 マルチモデルアンサンブル平均の海面水温と 10m 海上風のバイアス。上段が 3-5 月平均、下段が 6-8 月平均を示している。

く再現してモデルが多かった。太平洋との海盆間相互作用は依然としてモデル間でばらつきが大きく、今後の更なるモデルの改善が期待される。本成果は、Richter and Tokinaga (2020) として、Climate Dynamics に掲載され、本報告書執筆時点で Top10% 論文にランクされている (Scopus による)。

図3 HighResMIP と CMIP6 のマルチモデルアンサンブル平均の海面水温 (カラー)、海上風 (ベクトル)、降水量 (コンター) の差。季節は 6-8 月平均を示している。赤道東部大西洋上で負の値となっているため、HighResMIP モデルの方がより暖水バイアスを改善している。



(3) SINTEX-F モデルによる熱帯大西洋から太平洋エルニーニョ現象への影響評価

本研究では、大気海洋結合モデルである SINTEX-F を用いて、熱帯大西洋の海面水温条件のみを変えた感度実験を行い、熱帯大西洋から太平洋エルニーニョ現象への影響評価を行った。先行研究では、熱帯大西洋北部における海面水温の上昇が、太平洋のラニーニャ現象を励起すると示唆されてきた。それに対して、本研究のモデル実験でも、ウォーカー循環を介した熱帯大西洋から熱帯太平洋西部への同様な影響が確認できたものの、赤道太平洋でラニーニャ現象を励起するのに十分な東風偏差は生成されず、むしろラニーニャ現象の発達を補助する程度の偏差を形成することを明らかにした。本成果は、Richter et al. (2021) として、Journal of Climate に掲載された。

(4) 2019 年後半に観測された異常に強い赤道大西洋の昇温現象

本研究では、過去数十年間における赤道大西洋の海面水温変動を解析した結果、2019 年終わり頃に赤道大西洋東部で発生した異常に強い昇温現象の原因を明らかにした。赤道大西洋は、通常、北半球夏季に水温の年々変動 (2-4 年間隔程度) が大きくなる海域として知られている。しかし、2019 年の昇温現象は、1) 北半球の冬に発生し、2) 過去 40 年間で最も強い温度上昇を記録した点において特異な事例であった。赤道大西洋の年々変動は、20 年ほど前から不活発な時期が続いていたため、気候変化あるいは大西洋の数十年規模変動の影響を受けることが示唆されてきたのに対し、2019 年の強い昇温現象は赤道大西洋の内部的な要因によって発生した可能性を示唆している。本研究では、複数の大気海洋再解析データを用いた解析により、大西洋の赤道とその北側における局所的な海上風の変化がこの昇温現象の主要因であること、また、他の物理過程も重要な役割を果たしていたことを突き止めた。赤道大西洋の変動がこのまま強い状態を維持するか否かを評価するためには今後の持続的なモニタリングが不可欠であり、変動の傾向を予測する気候モデルの性能を向上させる上で重要な意義を持つ。本成果は、Richter et al. (2022) として Geophysical Research Letters に論文を発表し、プレスリリースも行った。

(5) パーフェクトモデル実験による熱帯大西洋から太平洋エルニーニョ現象への影響評価

(3) におけるモデル実験が、実験設定としては大気大循環モデルを用いた海面水温感度実験に近いものだったのに対し、本研究では、大気海洋結合モデル GFDL CM2.1 を用いて、熱帯大西洋以外の海域で大気と海洋が自由に相互作用するという設定の下で実験を行った。1000 年の長期コントロール実験をベースにしたパーフェクトモデル予測実験を行い、熱帯大西洋における負の海面水温偏差が太平洋のエルニーニョ現象を励起するかについて検証した。その結果、(3) の先行研究と同様に、熱帯大西洋は太平洋のエルニーニョ現象を励起するほど強くはないことが分かった。一方、大西洋ニーニャ現象は太平洋エルニーニョ現象の減衰を早めることが分かった。本成果は、JpGU Meeting 2022 で発表され、論文は間もなく投稿予定である。

(6) 世界気候研究計画 CLIVAR 研究焦点「熱帯海盆間相互作用」の創設と国際的な研究推進

研究分担者の Richter を共同代表、研究代表者の時長をメンバーとして、世界気候研究計画 CLIVAR 研究焦点に、熱帯海盆間相互作用を研究テーマとして提案し、採択された。本研究焦点は 2020 年から 2024 年までの 5 年間を対象として、国際的な熱帯海盆間相互作用研究を推進・発展させることを目的としている。2021 年 2 月には、Richter が中心となって、国際ワークショップ “WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins” をオンラインで開催した。本ワークショップには 31 カ国から 200 名以上が参加し、世界を代表する研究者らによる熱帯海盆間相互作用に関する招待講演と参加者らによる最新の研究成果が発表された (<https://www.clivar.org/news/wcrp-clivar-workshop-climate-interactions-among-tropical-basins-was-organized-successfully>)。

<引用文献>

① Tokinaga, H., I. Richter and Y. Kosaka, 2019: ENSO influence on the Atlantic Niño,

revisited: Multi-year versus single-year ENSO events. *J. Climate*, 16, 4585–4600.

② Richter, I., and H. Tokinaga, 2020: An overview of the performance of CMIP6 models in the tropical Atlantic: mean state, variability, and remote impacts. *Climate Dynamics*, 55, 2579–2601.

③ Richter, I., H. Tokinaga, Y. Kosaka, T. Doi, and T. Kataoka, 2021: Revisiting the tropical Atlantic influence on El Niño–Southern Oscillation. *J. Climate*, 34, 8533–8548.

④ Richter, I., H. Tokinaga, and Y. M. Okumura, 2022: The Extraordinary Equatorial Atlantic Warming in Late 2019. *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL095918.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 7件）

| | |
|--|---------------------------|
| 1. 著者名 Ingo Richter, Hiroki Tokinaga | 4. 巻 55 |
| 2. 論文標題 An overview of the performance of CMIP6 models in the tropical Atlantic: mean state, variability, and remote impacts | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Climate Dynamics | 6. 最初と最後の頁 2579-2601 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00382-020-05409-w | 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 Ingo Richter, Ping Chang, Xue Liu | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Impact of Systematic GCM Errors on Prediction Skill as Estimated by Linear Inverse Modeling | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 10073-10095 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0209.1 | 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 該当する |
| 1. 著者名 Jun-Chao Yang, Yu Zhang, Ingo Richter, Xiaopei Lin | 4. 巻 in press |
| 2. 論文標題 Interannual Variability of Tropical Atlantic-to-Pacific Moisture Transport: Seasonality, Mechanisms, and Hydrological Influences | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0728.1 | 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 該当する |
| 1. 著者名 Patrick Martineau, Hisashi Nakamura, Yu Kosaka, Bunmei Taguchi, Masato Mori | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Modulations of North American and European Weather Variability and Extremes by Interdecadal Variability of the Atmospheric Circulation over the North Atlantic Sector | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 8125-8146 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-19-0977.1 | 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 Qiwei Sun, Yan Du, Shang-Ping Xie, Yuhong Zhang, Minyang Wang, Yu Kosaka | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 Sea Surface Salinity Change since 1950: Internal Variability versus Anthropogenic Forcing | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 1305-1319 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0331.1 | 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 該当する |

| | |
|--|------------------------|
| 1. 著者名 Yu Zhang, Shiyun Yu, Dillon J. Amaya, Yu Kosaka, Sarah M. Larson, Xudong Wang, Jun-Chao Yang, Malte F. Stuecker, Shang-Ping Xie, Arthur J. Miller, Xiaopei Lin | 4. 巻 in press |
| 2. 論文標題 Pacific Meridional Modes without Equatorial Pacific Influence | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0573.1 | 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 該当する |

| | |
|---|--------------------|
| 1. 著者名 Yuhei Takaya, Yu Kosaka, Masahiro Watanabe, Shuhei Maeda | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 Skilful predictions of the Asian summer monsoon one year ahead | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Nature Communications | 6. 最初と最後の頁 2094 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-22299-6 | 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 Kaiming Hu, Gang Huang, Ping Huang, Yu Kosaka, Shang-Ping Xie | 4. 巻 in press |
| 2. 論文標題 Intensification of El Nino-induced atmospheric anomalies under greenhouse warming | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Nature Geoscience | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41561-021-00730-3 | 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 該当する |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Hiroki Tokinaga, Ingo Richter, Yu Kosaka | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 ENSO influence on the Atlantic Nino, revisited: Multi-year versus single-year ENSO events | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 4585-4600 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-18-0683.1 | 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 Thomas Kilpatrick, Shang-Ping Xie, Hiroki Tokinaga, David Long, Nolan Hutchings | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Systematic Scatterometer Wind Errors Near Coastal Mountains | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Earth and Space Science | 6. 最初と最後の頁 1900 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019EA000757 | 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 Jian Ma, Lei Zhou, Gregory R. Foltz, Xia Qu, Jun Ying, Hiroki Tokinaga, Carlos R. Mechoso, Jinbao Li, Xingyu Gu | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Hydrological cycle changes under global warming and their effects on multiscale climate variability | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Annals of the New York Academy of Science | 6. 最初と最後の頁 in press |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nyas.14335 | 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 該当する |

| | |
|---|----------------------|
| 1. 著者名 Nathaniel C. Johnson, Dillon J. Amaya, Qinghua Ding, Yu Kosaka, Hiroki Tokinaga, Shang-Ping Xie | 4. 巻 188 |
| 2. 論文標題 Multidecadal modulations of key metrics of global climate change | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Global and Planetary Change | 6. 最初と最後の頁 103149 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gloplacha.2020.103149 | 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 Dillon J. Amaya, Yu Kosaka, Wenyu Zhou, Yu Zhang, Shang-Ping Xie, Arthur J. Miller | 4. 巻 32 |
| 2. 論文標題 The North Pacific pacemaker effect on historical ENSO and its mechanisms | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 7643-7661 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-19-0040.1 | 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 該当する |

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Shinji Matsumura, Yu Kosaka | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Arctic-Eurasian climate linkage induced by tropical ocean variability | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Nature Communications | 6. 最初と最後の頁 3441 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-11359-7 | 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 Ingo Richter, Takeshi Doi | 4. 巻 32 |
| 2. 論文標題 Estimating the role of SST in atmospheric surface wind variability over the tropical Atlantic and Pacific | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Climate | 6. 最初と最後の頁 3899-3915 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-18-0468.1 | 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 時長 宏樹, Ingo Richter, 小坂 優 | 4. 巻 平成30年度 |
| 2. 論文標題 エルニーニョ/南方振動の持続性と大西洋ニーニョ現象 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 「異常気象と長期変動」研究集会報告 | 6. 最初と最後の頁 93-97 |
| 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 Joke Lubbecke, Belen Rodriguez-Fonseca, Ingo Richter, Marta-Martin-Rey, Teresa Losada, Irene Polo, Noel Keenlyside | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Equatorial Atlantic variability-Modes, mechanisms, and global teleconnections | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Wiley Interdisciplinary Reviews-Climate Change | 6. 最初と最後の頁 e527 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/wcc.527 | 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 該当する |

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 22件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ingo Richter, Hiroki Tokinaga |
| 2. 発表標題 Evaluating the performance of CMIP6 models in the tropical Atlantic: mean state, variability, and remote impacts |
| 3. 学会等名 EGU General Assembly (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ingo Richter |
| 2. 発表標題 The extraordinary Atlantic Nino of 2019/2020 |
| 3. 学会等名 JpGU Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ingo Richter, Hiroki Tokinaga |
| 2. 発表標題 An evaluation of the performance of CMIP6 models in the tropical Atlantic: mean state, variability, and remote impacts |
| 3. 学会等名 JpGU Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ingo Richter, Hiroki Tokinaga, Takahito Kataoka, Yu Kosaka, Takeshi Doi |
| 2. 発表標題 Revisiting the tropical Atlantic influence on ENSO |
| 3. 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ingo Richter, Yu Kosaka, Hiroki Tokinaga, Takahito Kataoka |
| 2. 発表標題 An experimental protocol to examine the link between the tropical Atlantic and ENSO |
| 3. 学会等名 WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Shoichiro Kido, Ingo Richter, Tomoki Tozuka, Ping Chang |
| 2. 発表標題 Understanding tropical interbasin interaction using linear inverse modelling |
| 3. 学会等名 WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hiroki Tokinaga |
| 2. 発表標題 Decadal variability of the Benguela Nino/Nina |
| 3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takaaki Yokoi, Hiroki Tokinaga |
| 2. 発表標題 Impact of springtime cross-equatorial SST gradient on the Atlantic Nino/Nina |
| 3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Yuhei Takaya, Masahiro Watanabe, Shuhei Maeda |
| 2. 発表標題 The Pacific-Indian Ocean coupling and seasonal prediction of the Asian summer climate |
| 3. 学会等名 WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Daiki Kado |
| 2. 発表標題 Summertime climate anomalies in Asia and the Northwestern Pacific induced by ENSO: Dependence on ENSO phase transition |
| 3. 学会等名 Japan Geosciences Union-American Geophysics Union Joint Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Tsubasa Takigawa, Lea Svendsen, Bunmei Taguchi, Yukiko Imada |
| 2. 発表標題 Remote influence of ENSO and Tropical Pacific Decadal Variability on the Arctic climate |
| 3. 学会等名 The International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) General Assembly 2019 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Tsubasa Takigawa, Lea Svendsen, Bunmei Taguchi, Yukiko Imada |
| 2. 発表標題 Remote influence of the tropical Pacific internal variability on Arctic climate |
| 3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会小倉連携セッション "Deepening understanding of weather and climate from dynamical perspective" (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Tsubasa Takigawa, Lea Svendsen, Bunmei Taguchi, Yukiko Imada |
| 2. 発表標題 Remote influence of the tropical Pacific variability on Arctic climate |
| 3. 学会等名 10th International Workshop in Marine Environmental Changes (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Tsubasa Takigawa, Lea Svendsen, Bunmei Taguchi |
| 2. 発表標題 Remote influence of the tropical Pacific variability on Arctic climate |
| 3. 学会等名 Sixth International Symposium on Arctic Research (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Richter, Tokinaga, Kosaka, Doi |
| 2. 発表標題 On the acceleration of ENSO decay by northern tropical Atlantic SST anomalies |
| 3. 学会等名 Ocean Sciences Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Richter, Tokinaga, Kosaka, Doi |
| 2. 発表標題 SST anomalies in the northern tropical Atlantic as negative feedback to ENSO development |
| 3. 学会等名 JpGU Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hiroki Tokinaga, Ingo Richter, Yu Kosaka |
| 2. 発表標題 Revisiting the effect of equatorial Pacific sea surface temperature variability on Atlantic Nino/Nina events |
| 3. 学会等名 JpGU meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Hiroki Tokinaga, Ingo Richter, Yu Kosaka |
| 2. 発表標題 Revisiting the ENSO influence on the Atlantic Nino |
| 3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2017 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 時長 宏樹, Ingo Richter, 小坂 優 |
| 2. 発表標題 エルニーニョ/南方振動の持続性と大西洋ニーニョ現象 |
| 3. 学会等名 平成30年度「異常気象と長期変動」研究集会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 時長 宏樹, Ingo Richter, 小坂 優 |
| 2. 発表標題 エルニーニョ/南方振動の持続性と大西洋エルニーニョ現象 |
| 3. 学会等名 日本海洋学会秋季大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ingo Richter, Ping Chang |
| 2. 発表標題 Examining the role of model bias in limiting tropical Atlantic prediction skill |
| 3. 学会等名 PIRATA 23 Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ingo Richter |
| 2. 発表標題 Evidence for relatively low predictability of the tropical Atlantic |
| 3. 学会等名 NORPAN Closing Workshop (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ingo Richter, Hiroki Tokinaga, Yu Kosaka, Takeshi Doi |
| 2. 発表標題 SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development |
| 3. 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Tsubasa Takigawa, Bunmei Taguchi, Lea Svendsen, Yukiko Imada |
| 2. 発表標題 Mechanisms and uncertainty in influence of the Pacific decadal variability on Arctic climate |
| 3. 学会等名 NORPAN Closing Workshop (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yu Kosaka, Tsubasa Takigawa, Lea Svendsen, Bunmei Taguchi, Yukiko Imada |
| 2. 発表標題 Influence of the Pacific decadal variability on Arctic climate |
| 3. 学会等名 Joint US-Japan Workshop on Climate Change and Variability (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計5件

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 Yu Kosaka | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 Elsevier | 5. 総ページ数 263-286 |
| 3. 書名 Coupling of the Indian, Western North Pacific, and East Asian summer monsoons. In "Indian Summer Monsoon" | |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Ingo Richter, Hiroki Tokinaga | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 Elsevier | 5. 総ページ数 171-206 |
| 3. 書名 The Atlantic zonal mode: dynamics, thermodynamics, and teleconnections in "Tropical and Extra-tropical Air-Sea Interactions" | |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Noel Keenlyside, Yu Kosaka, Nicolas Vigaud, Andrew W. Robertson, Yiguo Wang, Dietmar Dommenget, Jing-Jia Luo, Daniela Matei | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 Cambridge University Press | 5. 総ページ数 258-292 |
| 3. 書名 Basin Interactions and Predictability in "Interacting Climates of Ocean Basins" | |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 Yu Kosaka, Yuhei Takaya, Youichi Kamae | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 Elsevier | 5. 総ページ数 141-169 |
| 3. 書名 The Indo-western Pacific Ocean capacitor effect in "Tropical and Extra-tropical Air-Sea Interactions" | |

| | |
|--|--------------------|
| 1. 著者名 Ping Chang, Ingo Richter, and 3 co-authors | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 Cambridge University Press | 5. 総ページ数 89-119 |
| 3. 書名 Chapter 3: Atmosphere-ocean interactions in "Interacting Climates of Ocean Basins: Observations, Mechanisms, Predictability, and Impacts" | |

〔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 | R I C H T E R I N G O (RICHTER INGO) (20649470) | 国立研究開発法人海洋研究開発機構・付加価値情報創生部門 (アプリケーションラボ)・グループリーダー代理 (82706) | |
| 研究分担者 | 小坂 優 (KOSAKA YU) (90746398) | 東京大学・先端科学技術研究センター・准教授 (12601) | |

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 | 土井 威志 (DOI TAKESHI) | 国立研究開発法人海洋研究開発機構・付加価値情報創生部門 (アプリケーションラボ)・主任研究員 (82706) | |

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 WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins | 開催年 2021年～2021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 | | | |
|---------|-------------------------------------|---|--|--|
| 米国 | University of California San Diego | Texas A&M University | | |
| 中国 | Chinese Academy of Sciences | Ocean University of China | | |
| ノルウェー | University of Bergen | Bjerknes Centre for Climate Research | | |
| ドイツ | Helmholtz Centre for Ocean Research | Christian-Albrechts-Universität zu Kiel | | |
| スペイン | Universidad Complutense de Madrid | Instituto de Geociencias, CSIC-UCM | | |
| フランス | CECI/CERFAC | | | |
| 英国 | University of Reading | | | |