

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01970

研究課題名（和文）北太平洋亜寒帯域の持続的な海洋の「熱波」が気候系に与える影響過程の解明

研究課題名（英文）Climatic influences of long-lived marine heat wave in the subarctic North Pacific

研究代表者

田口 文明（Taguchi, Bunmei）

富山大学・学術研究部都市デザイン学系・教授

研究者番号：80435841

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、主に東部北太平洋や日本海での顕著な海洋熱波や水温上昇の事例について、その持続メカニズムや大気や気候への影響を調べた。東部北太平洋での海洋熱波には、海洋亜表層で移流される、塩分と密度補償した水温偏差が海洋熱波の持続に寄与したこと、また日本海の昇温については、年代によって海面からの冷却の減少や海峡から流入する海洋熱輸送の増加が水温上昇に寄与することが分かった。また、北太平洋中緯度域の海洋熱波に伴う水温偏差や亜寒帯から北極域にかけての海水減少が、それぞれ、台風に伴う降水分布や大気ブロッキングの形成、ユーラシア寒冷化など顕著な異常天候に影響を与えることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2010年代の東部北太平洋広域での顕著な高水温事例の発生以降、多くの海域で頻発する極端高水温事例が「海洋熱波」として注目を集め、海洋・気候科学の重要テーマになった。本研究では、この発端となった東部北太平洋熱波の持続メカニズムとして、海洋亜表層で遠方から伝播するspiciness偏差の重要性を初めて示したこと、また、近年の海洋温暖化の傾向が顕著な日本海について、その水温上昇が単調な上昇ではなく、年代に応じて異なる仕組みで起こっていることを示した点に学術的な意義があると考えられる。また、これら熱波が顕著な異常天候に影響を与え得ることを示した点は、顕著現象の予測精度向上の観点から社会的意義も高い。

研究成果の概要（英文）：This study examines the mechanisms and the impacts on the atmosphere and climate of notable marine heatwaves and oceanic warming primarily in the eastern North Pacific and the Sea of Japan. For the former, it was found that temperature anomalies in the subsurface ocean, density-compensated by salinity, contributed to the persistence of these heatwaves. In the latter, it was revealed that a reduction in surface cooling and an increase in oceanic heat inflow to the basin, respectively during the 1980s, and 2010s, contributed to the respective stepwise warming events. Additionally, the study demonstrates how sea temperature anomalies associated with marine heatwaves in the mid-latitude North Pacific and the reduction in sea ice in the subarctic to Arctic regions significantly affect anomalous weather patterns, including precipitation distribution associated with typhoons, the formation of atmospheric blocking, and cooling over Eurasia.

研究分野：気候力学

キーワード：海洋熱波 亜表層spiciness 北太平洋十年規模変動 日本海昇温 ベーリング海 大気大循環モデル 海洋再解析データ

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2014-16 年にかけて北太平洋東部の広範囲な海域に於いて、過去数十年の観測に例を見ない +2 を超える顕著な昇温が起き、周辺の海洋生態系に大きな影響を及ぼした。この海洋熱波に伴う海表面での昇温は 2016 年末に終息したが、海洋亜表層 300m 深まで浸透した高水温異常は 2018 年まで持続し、2018 年末から再び海表面での熱波の再来の兆候を見せていた。熱波の要因は、ブロッキング高気圧に伴う大気の高温・弱風傾向とされているが、その大気循環偏差が複数年続き、さらに海洋亜表層熱波が 4 年以上持続した原因は未解明であった。

一方、申請者らによる既往研究により、北太平洋亜寒帯域における海洋表層～亜表層(0-400m 深付近)の貯熱量変動は、高水温偏差が同時に高塩分偏差を伴い、両者の密度に対する寄与が相殺(密度補償)している spiciness と呼ばれる物理量の変動が卓越することが示されていた。spiciness 偏差は海洋亜表層の等密度面に沿って移流され、また、海洋熱波の発生海域は、ちょうど spiciness 偏差の伝播経路の下流に位置していたため、spiciness を介した海洋の遠隔影響過程が、北太平洋亜寒帯域の十年変動や持続する亜表層海洋熱波のメモリとして働きうるという着想に至った。

これにより、亜寒帯北太平洋に特徴的な密度の偏差を打ち消し合う水温と塩分 (spiciness) の十年変動と熱波の相互作用という新しい視点に基づき、海洋亜表層に潜った熱波の痕跡である spiciness 偏差の生成・増幅過程と、それがアラスカ湾の海面水温やベーリング海の海水変動、及び大気へ与える影響の評価、さらには熱波の持続をもたらし得る亜寒帯域の大気海洋フィードバック過程の解明を目指す本研究の計画が立案された。

2. 研究の目的

研究課題では、2014-16 年に起きた北太平洋東部での海洋熱波に伴う亜表層の spiciness 偏差の生成過程と亜寒帯域の十年規模海洋変動との関係の解明、また、それらのアラスカ湾海面水温やベーリング海の海水変動、さらに大気への影響を評価することにより、熱波の持続性に寄与し得る亜寒帯域の大気海洋フィードバック過程の全貌を探究することを目的とした。

3. 研究の方法

東部北太平洋熱波に伴う亜表層の spiciness 偏差の生成過程を解明するために、Argo フロートによる 2 種類の水温・塩分格子化データプロダクト(海洋研究開発機構、及びスクリプス海洋研究所作成)を用いて、海洋亜表層の水温・塩分・spiciness 偏差の解析を行った。水温データを、密度躍層が鉛直方向に変位して生じる力学成分とそれに直交する密度偏差を伴わない成分に分解することにより、圧力(深度)座標上で spiciness 成分を評価した。

また、熱波の下流域、及び大気への影響を評価するために、海面水温・海水密接度に対する大気大循環モデル感度実験を行った。大気大循環モデルには海洋研究開発機構で開発された AFES を用いた。感度実験では、大気影響に着目する海面水温・海水被覆面積偏差が生じる海域の境界条件を長期平均気候値で置き換えた実験を行った。着目する海域の海面水温や海水被覆面積変動が反映された標準実験と反映されない標準実験の差の場を調べることにより大気応答を評価した。

4. 研究成果

(1) 東部北太平洋熱波に伴う亜表層の spiciness 偏差の生成・持続過程

本課題の申請時には再来の兆候を見せていた東部北太平洋熱波(Blob)は、2019 年夏季～2020 年にかけて、実際に海洋熱波へと成長した(Blob 2)。そこで、元来のターゲットである 2013 冬季～2015 年熱波と(Blob 1)合わせて 2 つの東部北太平洋昇温事例を対比しながら、亜表層 spiciness 偏差の形成と水温偏差の持続性の関係を調べた。その結果、Blob 1 の発生期間に密度躍層内/下で持続した水温偏差は、正の塩分/spiciness 偏差を伴い、昇温の亜表層への浸透も深かったのに対し、Blob 2 は負の亜表層塩分/spiciness 偏差を伴い、昇温の浸透は浅いという対照的な海洋熱波の持続過程が示された(図 1)。

次に Blob 1 の事例について、海面及び海洋亜表層での水温・塩分偏差の時間発展を調査した。はるか西方から亜表層を東方伝播してきた塩分偏差と、熱波の近傍上流域での海面からの高塩分水の沈み込みとが合流することによって正の亜表層 spiciness 偏差が形成され、その亜表層 spiciness 偏差が水温偏差の持続に寄与したことが明らかになった(図 2)。

東部北太平洋熱波(Blob)については、これまで国際的に多くの研究が実施されており、本研究で解明の目的として掲げた熱波の持続に関しても、熱帯から東部北太平洋への大気の遠隔影響の観点から説明を試みた研究がある。しかし、熱波の海洋亜表層での振る舞いを議論した研究

は少なく、さらにそこでの spiciness 偏差と熱波の持続との関係を指摘した研究は、ほとんどない。本研究テーマの成果は、課題実施期間の間に論文として出版することができなかったが、海洋熱波を扱う後継の科研費課題の中で論文化を目指す予定である。

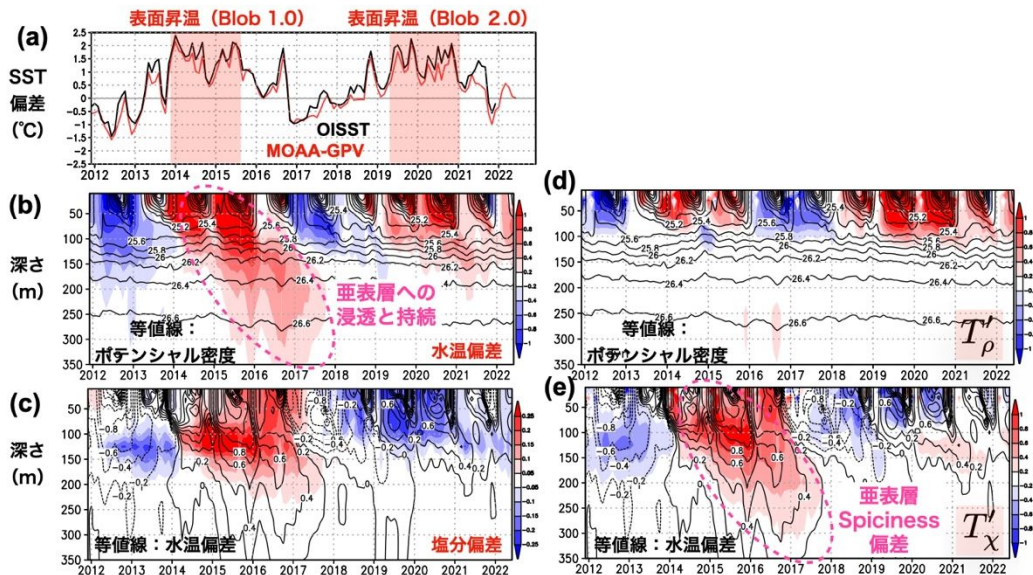


図 1 東部北太平洋(150°W-135°W, 40°N-50°N)で平均した(a)海面水温偏差時系列 (b) MOAA-GPV による水温偏差の深度-時間断面図. (c) (b)に同じ、ただし塩分偏差. (d) (b)に同じ、ただし水温偏差の力学成分. (e) (b)に同じ、ただし水温偏差の spiciness 成分.

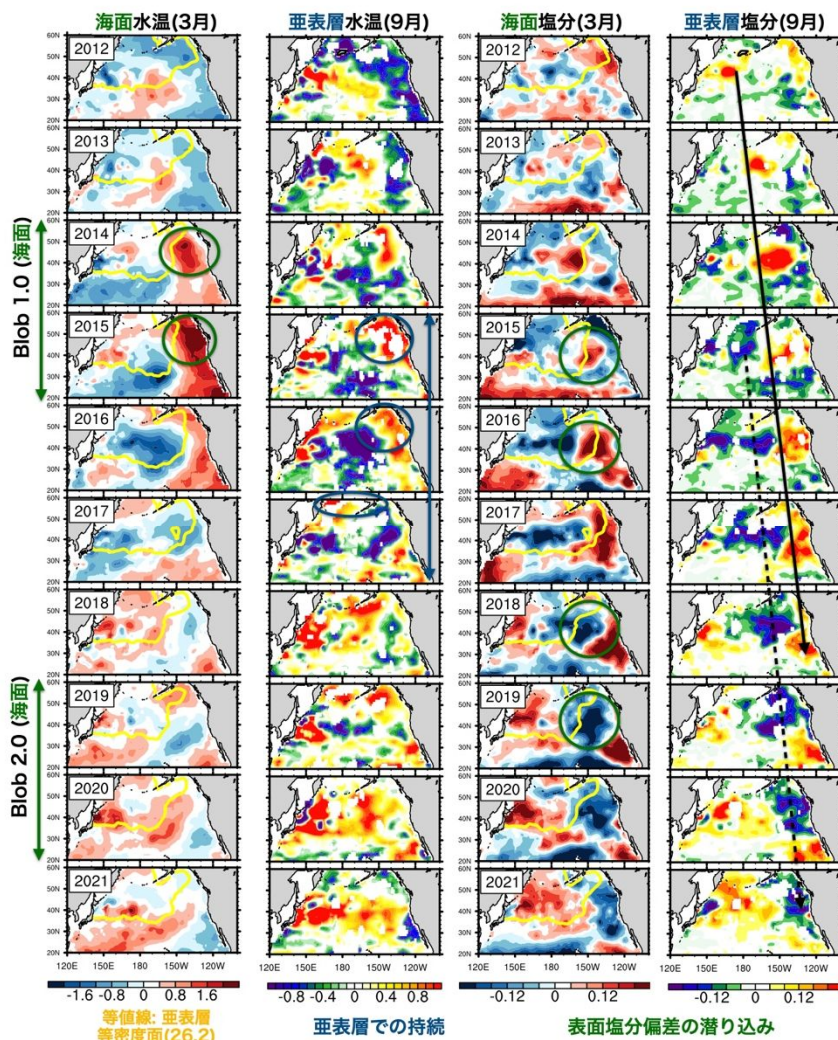


図 2 MOAA-GPV による(a)3月の海面水温偏差. (b)9月の亜表層(等密度面(26.2))水温偏差. (c) 3月の海面塩分偏差. (d) 9月の亜表層塩分偏差.

(2) 東部北太平洋熱波の大気循環への影響

東部北太平洋熱波の大気循環への影響を調査するために、2014/15年冬季の海面水温偏差を境界条件として駆動した大気大循環モデル実験を行った。得られた海洋熱波に対する大気循環応答は、ベーリング海上空の対流圏中層(500hPa)で統計的に有意な高気圧性循環を示した。これは、2013冬季~2015年熱波を強制した実際に観測された2014/15年冬季の大気循環偏差を強化する応答であることから、海洋熱波を強制した大気循環偏差の一部は熱波から大気へのフィードバックにより維持されていた可能性が示唆された。

本研究の発展として、東部北太平洋に限らず、広く亜寒帯~北極域の海面水温・海氷被覆面積の変動に対する大気循環応答の研究も行った。大気大循環モデルの大規模アンサンブル実験により、2020年12月に観測されたユーラシア大陸の寒冷化に対して、北極バレンツ海での海氷減少が寄与したことが示された(文献)。また、10を超える複数の大気循環モデルによるマルチモデル実験データを用いた解析により、大気大循環モデルは北極域の海氷減少に対する大気循環応答を観測と比較して過小評価する傾向があること、すなわち大気・海洋・海氷結合効果の重要性が示された(文献)。

(3) ベーリング海における 2017-2020 年秋季~初冬の昇温事例の要因

ベーリング海の結氷前の秋季~初冬の海面水温偏差は、北太平洋十年規模変動指数(PDO指数)と高い正相関を示すことが従来から知られていた。ところが、2017-2020年にかけては、負のPDOであるにもかかわらず、ベーリング海は正の海面水温偏差を示していた。この特異な北太平洋での水温偏差パターンの要因を調べるために、20世紀以降の長期海面水温データと大気再解析データの解析を行い、近年のベーリング海を含む北太平洋における海面水温偏差に対しては、PDOに加えて、熱帯から亜寒帯に及ぶ広域の気候変動モードである太平洋南北モード変動(Pacific Meridional Mode, PMM)の寄与が増大していることを見出した。さらに、海洋大循環モデル OFES2 による最新の過去再現実験の結果(文献)を用いた海洋混合層熱収支解析を行い、同モードの正位相に伴ってアラスカ付近で発達する高気圧偏差が南から暖かい空気を移流することが近年のベーリング海昇温の一因となっていることを明らかにした。本研究の成果は、2022年度日本気象学会中部支部研究集会で発表した(川植・田口, 2022)。

(4) 日本海表層貯熱量の長期変化傾向

当初の研究対象である東部北太平洋域に加えて、近年特に水温上昇が顕著な日本海の貯熱量及び海洋熱波の発現頻度の長期変化傾向について調査した。船舶による歴史観測データ・海洋大循環モデルによる過去再現実験データ・複数の海洋再解析データを解析することにより、日本海全域で平均した0-700m貯熱量偏差で見た日本海の昇温は単調ではなく、1980年代後半と2010年代後半に顕著な昇温 jump を示すことを見出した。熱収支解析から、1980年代の顕著な昇温ジャンプは、主に冬季東アジアモンスーンの弱体化に伴う海面熱フラックス偏差によって駆動された一方、2010年代の jump では、海峡を横切って日本海に流入する正味の熱輸送量が昇温の主要因であり、その結果として海洋から大気への熱放出が増えていることが確認された。また、1980年代 jump に伴う水温上昇の時空間分布の解析から、貯熱量偏差は日本海亜寒帯極前線に沿って東進し、そこでは海盆全体の大気からの加熱傾向とは逆に、局所的に海洋から大気へ熱が放出され、昇温が大気に影響している可能性が示唆された。これらの結果について、2022年度海洋学会秋季大会、及び、Ocean Sciences Meeting 2022 において発表を行った(田口・木田・佐々木, 2022)。まもなく論文投稿の予定である。

(5) 日本海における海洋熱波頻度の上昇傾向

研究テーマ(4)の発展として、海洋再解析データ JCOPE を用いて、1993年~2021年の期間における日本海での海洋熱波頻度の変化傾向を調べた。日本海全域で数えた亜表層(100m)における海洋熱波の発生頻度は、解析期間において顕著な上昇トレンドを持ち、特に2016年以降に急増していること、また、熱波頻度の時系列は、熱波の背景となる月平均水温偏差でほぼ説明できることを見出した。また、2016年以降の海洋熱波頻度の急増は、日本海極前線に伴う南北に急傾斜した亜表層水温躍層の北側で顕著なことが分かった。これより、熱波頻度の急増は、大気からの加熱偏差だけではなく、対馬暖流~日本海極前線系の海洋循環の変化によってもたらされたことが示唆された。本研究テーマの成果は、2023年度日本海洋学会秋季大会(本林・田口・美山, 2023)及び Ocean Sciences Meeting 2024 (Taguchi, Kida, Sasaki, Motobayashi, Miyama, 2024) で発表した。

(6) 海洋熱波や中緯度暖流海域の大気極端現象への影響、及び今後の展望

東部北太平洋域・日本海域に加えて、北西太平洋西岸境界流域での海洋熱波や暖流に伴う高海面水温(とそれに伴う水蒸気供給)が、台風やプロッキングなどの大気顕著現象に及ぼす影響についても研究を行った(文献)。また、大気熱波と海洋熱波の相互影響のメカニズム解明の第

一步として、最新の大気再解析データ ERA5 と現場観測バイデータ(TAO/TRITON プイ)を用いて、海面水温に対する海上気温調節過程に関する研究を開始した(青島・田口・安永・濱田, 2022, 2022 年度日本気象学会秋季大会)。 今後は、海洋熱波に関する後継課題において、大気、或いは、海洋の一方にとどまらない大気海洋結合熱波のメカニズムと予測可能性解明の研究を行っていく予定である。

<引用文献>

- Nishii, K., B. Taguchi, M. Mori, Y. Kosaka, H. Nakamura, Arctic Sea ice loss and Eurasian cooling in winter 2020-21, SOLA, 18, 2022, 199-2022
- Yamamoto, A., Nonaka, M., Martineau, P., Yamazaki, A., Kwon, Y.-O., Nakamura, H., and Taguchi, B, Oceanic moisture sources contributing to wintertime Euro-Atlantic blocking, Weather Clim. Dynam,2, 2021, 819-840
- Sasaki, H., Kida, S., Furue, R., Aiki, H., Komori, N., Masumoto, Y., Miyama, T., Nonaka, M., Sasai, Y., and Taguchi, B., A global eddy hindcast ocean simulation with OFES2, Geosci. Model Dev.,13, 2020, 3319-3336
- Mori, M., Kosaka, Y., Watanabe, M., Taguchi, B., Nakamura, H., Kimoto, M., Reply to: Eurasian cooling in response to Arctic sea-ice loss is not proved by maximum covariance analysis., Nat. Clim. Chang.,11, 2021, 109-111
- Iizuka, S., Kawamura, R., Nakamura, H., Miyama, T, Influence of warm SST in the Oyashio region on rainfall distribution of Typhoon Hagibis (2019), SOLA, 17A, 2021, 22-28

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Okajima, S., H. Nakamura, Y. Kaspi	4. 巻 36
2. 論文標題 Distinct roles of cyclones and anticyclones in setting the midwinter minimum of the North Pacific eddy activity: a Lagrangian perspective	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Climate	6. 最初と最後の頁 1-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-22-0474.1	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 該当する
1. 著者名 Nishii, K., B. Taguchi, M. Mori, Y. Kosaka, H. Nakamura	4. 巻 18
2. 論文標題 Arctic Sea ice loss and Eurasian cooling in winter 2020-21	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 199-204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2022-032	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 Miyamoto, A., H. Nakamura, T. Miyasaka, Y. Kosaka, B. Taguchi, K. Nishii	4. 巻 35
2. 論文標題 Maintenance mechanisms of the wintertime subtropical high over the South Indian Ocean	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Climate	6. 最初と最後の頁 2989-3005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-21-0518.1	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 Okajima, S., H. Nakamura, Y. Kaspi	4. 巻 35
2. 論文標題 Energetics of transient eddies related to the midwinter minimum of the North Pacific storm-track activity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Climate	6. 最初と最後の頁 1137-1156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-21-0123.1	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 該当する

1. 著者名 Yamamoto, A., Nonaka, M., Martineau, P., Yamazaki, A., Kwon, Y.-O., Nakamura, H., and Taguchi, B	4. 巻 2
2. 論文標題 Oceanic moisture sources contributing to wintertime Euro-Atlantic blocking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Weather Clim. Dynam	6. 最初と最後の頁 819_840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/wcd-2-819-2021	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 Okajima, S., Nakamura, H., Kaspi, Y.	4. 巻 11
2. 論文標題 Cyclonic and anticyclonic contributions to atmospheric energetics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-92548-7	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 該当する

1. 著者名 Yasunari, T. J., Nakamura, H., Kim, K.-M., Choi, Lee, M.-I., Tachibana, Y., da Silva, A. M	4. 巻 16
2. 論文標題 Relationship between circum-Arctic atmospheric wave patterns and large-scale wildfires in boreal summer.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 64009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-9326/abf7ef	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 Nakayama, M., Nakamura, H., Ogawa, F.	4. 巻 34
2. 論文標題 Impacts of a midlatitude oceanic frontal zone for the baroclinic annular mode in the Southern Hemisphere	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 7389_7408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0359.1	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 Miyamoto, A., Nakamura, H., Miyasaka, T., Kosaka, Y	4. 巻 34
2. 論文標題 Radiative impacts of low-level clouds on the summertime subtropical high in the south Indian Ocean simulated in a coupled general circulation model.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 3991-4007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-20-0709.1	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 Nonaka M., H. Sasaki, B. Taguchi, and N. Schneider	4. 巻 7
2. 論文標題 Atmospheric-Driven and Intrinsic Interannual-to-Decadal Variability in the Kuroshio Extension Jet and Eddy Activities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Front. Mar. Sci.	6. 最初と最後の頁 547442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2020.547442	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 Sasaki, H., Kida, S., Furue, R., Aiki, H., Komori, N., Masumoto, Y., Miyama, T., Nonaka, M., Sasai, Y., and Taguchi, B.	4. 巻 13
2. 論文標題 A global eddying hindcast ocean simulation with OFES2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geosci. Model Dev.	6. 最初と最後の頁 3319-3336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/gmd-13-3319-2020	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 Martineau, P., Nakamura, H., Kosaka, Y., Taguchi, B., & Mori, M.	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 Masunaga, R., Nakamura, H., Taguchi, B., & Miyasaka, T.	4. 巻 33
2. 論文標題 Processes Shaping the Frontal-Scale Time-Mean Surface Wind Convergence Patterns around the Gulf Stream and Agulhas Return Current in Winter,	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 9083-9101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-19-0948.1	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 Mori, M., Kosaka, Y., Watanabe, M., Taguchi, B., Nakamura, H., Kimoto, M.	4. 巻 11
2. 論文標題 Reply to: Eurasian cooling in response to Arctic sea-ice loss is not proved by maximum covariance analysis.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nat. Clim. Chang.	6. 最初と最後の頁 109-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41558-020-00983-7	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 Ogata, T., Taguchi, B., Yamamoto, A., and Nonaka, M.	4. 巻 126
2. 論文標題 Potential predictability of the tropical cyclone frequency over the western North Pacific with 50 km AGCM ensemble experiments	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2020JD034206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JD034206	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 Martineau, P., Nakamura, H., Kosaka, Y., Yamamoto, A.	4. 巻 10
2. 論文標題 Importance of a vertically tilting structure for energizing the North Atlantic Oscillation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12671
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-69551-5	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 Iizuka, S., Kawamura, R., Nakamura, H., Miyama, T	4. 巻 17A
2. 論文標題 Influence of warm SST in the Oyashio region on rainfall distribution of Typhoon Hagibis (2019).	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 22-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.17A-004	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 Mori, M., Y. Kosaka, B. Taguchi, H. Tokinaga, H. Tatebe, H. Nakamura	4. 巻 5
2. 論文標題 Northern Hemisphere winter atmospheric teleconnections are intensified by extratropical ocean-atmosphere coupling	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Communications Earth and Environment	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) 10.1038/s43247-024-01282-1	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 Nomura, S., B. Taguchi, H. Tamura, S. Okajima	4. 巻 10
2. 論文標題 Forcing Mechanisms Associated With the Destructive Record High 2008 Ocean Wave in Toyama Bay	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Earth and Space Science	6. 最初と最後の頁 e2022EA002750
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022EA002750	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39件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 本林英也、田口文明、美山透
2. 発表標題 近年の日本海昇温の三次元構造と海洋熱波頻度の急増
3. 学会等名 2023年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Taguchi, B., S. Kida, H.Sasaki, H. Motobayashi, T. Miyama
2. 発表標題 Decadal-Scale Stepwise Warming and Increased Marine Heat Waves in the Japan Sea
3. 学会等名 Ocean Sciences Meeting 2024, New Orleans, U.S.A (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Taguchi, B.
2. 発表標題 Interannual-to-decadal modulation of wintertime sub-seasonal variability over the Eurasia-East Asian sector
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Arctic Research (ISAR-7), Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nishii, K., B. Taguchi, M. Mori, Y. Kosaka, H.Nakamura
2. 発表標題 Arctic Sea Ice Loss and Eurasian Cooling in Winter 2020 - 21
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Arctic Research (ISAR-8), Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Okajima, S., H. Nakamura, Y. Kaspi
2. 発表標題 Distinct seasonality in the frequency of migratory cyclones and anticyclones over the North Pacific
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Arctic Research (ISAR-7), Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nakamura, H.
2. 発表標題 An overview of climatic impacts of midlatitude ocean fronts and eddies
3. 学会等名 Mesoscale and Frontal-Scale Air-Sea Interaction Workshop, US-CLIVAR, Boulder, CO, USA (hybrid) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Okajima, S., H. Nakamura, T. Spengler
2. 発表標題 Cyclonic and Anticyclonic Contributions to Air-Sea Interactions around Midlatitude Oceanic Frontal Zones.
3. 学会等名 Mesoscale and Frontal-Scale Air-Sea Interaction Workshop, US-CLIVAR, Boulder, CO, USA (hybrid) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Okajima, S., H. Nakamura, Y. Kaspi
2. 発表標題 A new look at atmospheric energetics: cyclonic and anticyclonic contributions and their interactions with the jet stream.
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2022 (Chicago, USA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青島美穂, 田口文明, 安永数明, 濱田篤
2. 発表標題 高海面水温上での海上気温上昇の抑制
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤鴻介, 田口文明
2. 発表標題 海面水温と海面熱フラックス及び海上風・対流圏下層～上層風の関係とその海域・時間スケール依存性
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川植靖悟, 田口文明
2. 発表標題 北太平洋SST偏差の近年の特異な空間分布について
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田口文明, 木田新一郎, 佐々木英治
2. 発表標題 1980年代後半の日本海貯熱量に見られる十年規模ジャンプ,
3. 学会等名 2022年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堀 聡太, 田口文明
2. 発表標題 黒潮続流域における近年の海洋貯熱量上昇について
3. 学会等名 日本気象学会中部支部研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青島美穂, 田口文明, 安永数明, 濱田篤
2. 発表標題 高海面水温上での海上気温上昇の抑制
3. 学会等名 2022年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 九鬼雪花, 濱田篤, 田口文明, 安永数明
2. 発表標題 黒潮・黒潮続流域におけるメソ-総観規模低気圧の統計解析
3. 学会等名 2022年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡島 悟、中村 尚、Yohai Kaspi
2. 発表標題 北太平洋冬季の移動性高低気圧頻度の季節性 ~ 「真冬の振幅低下」との関係 ~
3. 学会等名 2022年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡島 悟、中村 尚
2. 発表標題 南岸低気圧の特徴的な季節性に関する解析
3. 学会等名 2022年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西井和晃、田口文明、中村 尚
2. 発表標題 2021/22年冬季の北太平洋上の海面水温場と海面気圧偏差
3. 学会等名 2022年度日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 尚
2. 発表標題 顕在化する地球温暖化と深刻化する異常気象 その実態と予測
3. 学会等名 市村賞受賞記念フォーラム2022 基調講演（仙台）（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 尚
2. 発表標題 地球温暖化と異常気象：メカニズムと予測
3. 学会等名 日本混相流学会 混相流レクチャーシリーズ47 「医療・環境分野における混相流研究の最前線」（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nishii, K., H. Nakamura, A.i Manda
2. 発表標題 Impacts of high-resolution sea surface temperature on atmospheric reanalysis; an example over the Sea of Japan in winter
3. 学会等名 Japan Geoscience Union meeting 2027 (Chiba, Japan and Online)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nakamura, H.
2. 発表標題 An energetic perspective on the midwinter minimum of the North Pacific storm track activity
3. 学会等名 Stormtrack 2022 "Midlatitude storm-tracks workshop, Orlean, France (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 尚
2. 発表標題 真鍋淑郎先生ノーベル賞記念講演および気候モデリングの発展 Nobel Prize Lecture
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会 (パブリックセッション, コンピナー)幕張メッセ (千葉) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taguchi, B., Kida, S., Sasaki, H.
2. 発表標題 Decadal-scale jump in ocean heat content in the Japan Sea during the late 1980s
3. 学会等名 Ocean Sciences Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nakamura, H., Miyamoto, A., Miyasaka, T., Kosaka, Y., Taguchi, B., Nishii, K.
2. 発表標題 Air-sea interaction for the maintenance of the wintertime subtropical high over the South Indian Ocean
3. 学会等名 Ocean Sciences Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森 正人, 小坂 優, 田口 文明
2. 発表標題 WACEパターン形成・維持に対する大気 - 海水結合の役割.
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakamura, H.
2. 発表標題 How can we effectively utilize atmospheric forecasts that include uncertainties?
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakamura, H.
2. 発表標題 Daily-scale processes shaping the time-mean atmospheric structure around midlatitude SST fronts. CLIVAR International workshop for mid-latitude air-sea interaction
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 尚
2. 発表標題 近年我が国で発生した豪雨災害と地球温暖化
3. 学会等名 第49回日本救急医学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 尚
2. 発表標題 近年の我が国の異常気象：顕著事例の実態・メカニズムと地球温暖化との関連
3. 学会等名 2021年度日本気象学会秋季大会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nishii, K., Taguchi, B., Nakamura, H
2. 発表標題 AGCM experiments of winters of 2017/18 and 2019/20
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西井和晃
2. 発表標題 2020/21年冬季における海水偏差の大気循環への影響
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西井和晃，中村尚，万田敦昌
2. 発表標題 高像度海面水温データの大气再解析への影響～冬季日本海上の例～
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nonaka M., H. Sasaki, B. Taguchi, and N. Schneider
2. 発表標題 Predictability of interannual-to-decadal variability in eddy activity in the Kuroshio Extension
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taguchi, B., K. Nishii, H. Nakamura
2. 発表標題 Forced atmospheric circulation response and its uncertainty to decadal SST variability in the Kuroshio Extension
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nakamura, H.
2. 発表標題 Modulations of European and North American weather variability and extremes by interdecadal variability of the atmospheric circulation over the North Atlantic.
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村 尚
2. 発表標題 中・高緯度の大規模な大気循環変動メカニズムに関する研究および異常気象分析を通じた気象業務との連携の推進
3. 学会等名 2020年度日本気象学会「藤原賞」受賞記念講演 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡島 悟, 中村 尚, Yohai Kaspi
2. 発表標題 北太平洋における移動性擾乱活動の『真冬の振幅低下』のメカニズムに関する調査
3. 学会等名 2020年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nishii, K.
2. 発表標題 AGCM experiments of winters of 2017/18 and 2019/20.
3. 学会等名 Workshop: Approaches for Hydrospheric-Atmospheric Environmental Studies in Asia-Oceania (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 中村 尚, 川村隆一, 田口文明, 西井和晃ほか	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本気象学会	5. 総ページ数 374
3. 書名 「気候系のhotspot: 中緯度大気海洋相互作用研究の最前線」, 気象研究ノート 244号	

〔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	中村 尚 (Nakamura Hisashi) (10251406)	東京大学・先端科学技術研究センター・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
研究分担者	西井 和晃 (Nishii Kazuaki) (50623401)	三重大学・生物資源学研究所・准教授 (14101)	

	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	シュナイダー ニクラス (Schneider Niklas)	ハワイ大学・国際太平洋研究センター・所長	
研究協力者	三寺 史夫 (Mitsudera Humio)	北海道大学・低温科学研究所・教授 (10101)	

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 The 2nd international workshop of Hotspot2: Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability	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		
米国	ハワイ大学国際太平洋研究センター		