

令和 5 年 5 月 22 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03726

研究課題名(和文) 大気海洋系内の熱フローの理解に立脚した地球温暖化の加速・減速の要因解明

研究課題名(英文) Finding observed evidence of slowing and/or boosting global warming modulated by internal climate variability

研究代表者

谷本 陽一 (Tanimoto, Youichi)

北海道大学・地球環境科学研究所・教授

研究者番号：00291568

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、大気から海洋への長期的な全球規模の熱吸収に海洋中規模渦が果たす役割を明らかにするため、黒潮続流南方の冷水渦に対し海洋プロファイリングフロートを捕捉させ、冷水渦領域における水温プロファイルの時間変化の観測にはじめて成功した。観測された水温プロファイルは、晩冬から早春にかけて海洋亜表層の昇温を示し、この昇温は大気との熱交換が浅い海洋混合層に限定される初夏においても維持されることを見出した。これらの観測事実は、冷水渦領域で海面から混合層に吸収された熱が、大気と直接熱交換できない海洋亜表層に取り込まれ、全球規模の海洋熱吸収に寄与する事を示唆する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

温室効果増加による放射強制力に対する過渡的応答では、大気と海洋間の熱交換により海洋中に一時的な貯熱がなされと考えられている。本研究による観測事実は、これまで十分に理解されていなかった全球規模の大気海洋間の熱交換における中規模渦の役割を示している。また、本研究で見積もられた1つの冷水渦に伴う海洋亜表層での熱吸収量は、全球海洋中に偏在する中規模渦の変調が地球温暖化の減速や加速に寄与していることを示唆するものであった。これらの成果は、過渡的応答における大気海洋系の内部変動の役割を理解することに、新たな視点を与えるものである。

研究成果の概要(英文)：In order to examine the role of mesoscale eddies in long-term global ocean heat uptake from the atmosphere, we attempted to obtain temporal evolutions of vertical temperature profiles in a cold eddy by making ocean profiling floats trapped in the cold eddy south of the Kuroshio Extension. The observed temperature profiles indicated the subsurface warming during late winter and early spring, and this warmed water was found to remain in the subsurface even in early summer when the effect of the surface heat exchange is limited in the shallow mixed layer. Our observations suggest that the exchanged heat from the atmosphere to the mixed layer was stored in the subsurface ocean in the cold eddy, where direct heat exchange with the atmosphere is impossible, contributing to global ocean heat uptake.

研究分野：気候力学

キーワード：中規模渦 海洋熱吸収 大気海洋相互作用

1. 研究開始当初の背景

大気中の二酸化炭素の濃度増加による温室効果の増大が全球平均地上気温を上昇させてきたことは科学的にほぼ疑いないが、気温の上昇率は年代によって異なることが観測事実として示されている。1971年～2000年の期間で全球平均地上気温は10年あたりで約0.14°C上昇したが、最近の2001年～2010年までの上昇率は10年あたりで約0.03°Cとそれ以前に対して約2割にとどまった。21世紀初頭に起きたこの地上気温上昇率の緩和は、「地球温暖化ハイエータス (hiatus: 停滞、停止の意)」とも呼ばれるが、大気中の二酸化炭素濃度は、今世紀に入っても継続的に増加しているため、温室効果気体の増加による地上気温を暖める作用(=地表向きの放射強制)は減少するよりむしろ増加の一途である。よって、直近の地球温暖化減速(減速イベント)の直接要因は温室効果の減少とは言えない。

大気海洋結合モデルを主要な構成ユニットとする気候モデルでの単一の予測シミュレーションでは、大気海洋結合変動系の帰結としてモデル内部で太平洋10年規模変動(PDOあるいはIPO, Deser et al. 2004)や太平洋・大西洋海盆横断変動(TBV, Chikamoto et al. 2015)といった10年程度の周期をもつ自励振動を起こす。これらは大気海洋系の内部で励起され、二酸化炭素の増加などの外部強制がなくとも生じるが、どのような時期にどのような規模の内部振動が生じるかはモデル内部で決まり、それぞれの予測シミュレーションで異なる不確定性をもつ。「国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」での地球温暖化予測はこのような予測シミュレーションを数多く用いた総和平均(マルチモデルアンサンブル平均、MME)に基づくが、平均化の過程でそれぞれのモデル内部で生じた自励振動の要素は打ち消され、外部強制の効果を浮き彫りにするような手段が取られている。

一方、モデル内部変動の発生時期には不確定性があるものの、単一の予測シミュレーションにおける全球平均地上気温の上昇率は一定ではなく、地球温暖化の加速期と減速期が示される。MMEではなく、個別の予測シミュレーションを対象にした解析は、地球温暖化の加速・減速が10年規模の内部変動における特定の位相と相関することを示す。つまり、温室効果増加による上昇トレンドが10年規模の内部変動と重なり、見かけの加速期と減速期が示されると解釈できる。

実際、モデルに対して熱帯太平洋のラニーニャ現象の発生を外部から強制すると、PDOやIPOの負位相が生じ、海洋系による熱吸収が増加する。この結果として地球温暖化の減速がもたらされている可能性が指摘されている(Kosaka and Xie 2013, 2016; England et al. 2014; Watanabe et al. 2013)。しかしながら、これら海洋熱吸収の効果を指摘するほとんど全ての研究は数値モデルを用いた数値実験や数値シミュレーションに基づくだけで観測面からの検証は必ずしも十分でなく、太陽活動の減少やエアロゾルの増加といった他の減速要因についても定性的な可能性として完全に否定しきれていない。

2. 研究の目的

「1」で述べた研究背景のなか、本研究課題の核心をなす問いは「温室効果ガスの増加が継続していても、全球平均気温の上昇率には加速期と減速期が見られる。このような加速・減速を担うメカニズムが大気海洋系に内在するか」を明らかにすることである。そこで、本研究課題では、上記の学術的「問い」を明らかにするために、大気海洋系における内部変動に伴う海洋熱吸収を観測的に検証することを目的とした。

3. 研究の方法

大気上端における放射強制と気温上昇の気候応答との不均衡の要因は、大気海洋系内のさまざまな成層レベル、つまり、大気上端から、対流圏、海面、海洋混合層、海洋亜表層までの熱的状态を既存の観測データから独立かつ定量的に見積もることができる。しかし、大規模の海洋循環に伴う海洋混合層から亜表層への熱フローは既存の海洋表層観測データに基づき定量的に算出できるものの、既存データが分解しない海洋中規模渦に伴うバイアスを評価する必要がある。そこで、海洋プロファイリングフロート(Argo)を導入して、中規模渦近傍における熱フローの実態を明らかにする。中規模渦を的確に観測するために、フロートの投入時期と投入位置は人工衛星に基づく海面高度やそれらを同化したデータの分析と官庁等の観測船の航海計画とを参照しながら定める。

4. 研究成果

全球規模の長期的な大気から海洋への熱吸収に海洋中規模渦が果たす役割を明らかにするため、黒潮主流南方海域の冷水渦領域に投入した3基の海洋プロファイリングフロート(以下、フロート)の監視・制御を本格化させ、研究期間中において1つの冷水渦に対してフロートが渦周辺を3周する渦周回観測を行った。このような中規模渦にフロートを捕捉させた観測は、本研究グループが知る限り前例はない。

黒潮統流南方に存在する 1 つの冷水渦に対する Argo フロート周回観測データに基づいて、周回毎の水溫プロファイルの合成図を作成した。フロートが取得したデータに対して塩分スパイク除去などの品質管理を施した後に合成図解析から示される水溫の時間変化は、晩冬から早春にかけて示される海洋亜表層の昇温が、晩春においても亜表層に留まることを見いだした。この水溫上昇は、季節進行の中で季節躍層が浅くなり大気と海洋の熱交換が遮断される初夏まで継続しており、冷水渦領域における海洋熱吸収が季節スケールを超えて持続する可能性を示唆するが、従来の水平解像度が粗い歴史的水溫データには、このような冷水渦領域の亜表層水溫の増加が検出されない。この観測事実の違いは、水平解像度が粗い歴史的水溫データには海洋熱吸収に関して“熱バイアス”が存在することを示唆する。

この期間における海洋表層の熱収支を、大気再解析データに基づき算出した正味海面熱フラックスを用いて調べた。その結果、Argo フロートから観測された亜表層昇温量は概ね正味海面熱フラックスによる昇温分によって説明できることが明らかになった。これらの観測的事実は、晩冬から晩春における海面を通した大気から海洋への熱が、大気とじかに熱交換できない海洋亜表層へ取り込まれることを示唆する。本研究で観測された 1 つの冷水渦に関係する亜表層昇温に伴う貯熱量変化率は、歴史的水溫観測データから算出された全球海洋の亜表層貯熱量変化率の約 2% に相当する。全球海洋には、常時約 2000 個の冷水渦が存在する点を考慮すると、全球における冷水渦の活動度の変化は海洋熱吸収に関する全球規模の変化に対して大きな役割を果たし、過去に見られた地球温暖化の停滞や将来の加速を含む気候学的基本場の変調に貢献する可能性を示した。

このような見積もりには、精度の高い海面熱フラックスデータの作成が不可欠である。人工衛星観測に基づく全球海面熱フラックス変動の不確定性に関して、過去 30 年間の大気-海洋間の正味の熱交換について、人工衛星観測に基づくデータセット J-OFURO3 を中心に調査をした。J-OFURO3 は誤差を考慮しても過去 30 年間の期間で有意な熱吸収を示すことが明らかになった。本研究課題ではさらに、渦分解高解像度大気海洋結合モデルや大気再解析データセット、人工衛星観測データなどの解析から、黒潮や黒潮統流における太平洋十年規模変動や経年スケールの海洋変動が海面熱フラックスを通してアリューシャン低気圧の変化と関連していることを示した。

フロートによる観測を多くの渦に展開することは困難であるため、渦解像海洋大循環モデルの経年変動シミュレーション出力を解析し、中規模渦による熱吸収過程が将来にわたりどのように変調するかを調べた。北太平洋中央部の海上風風変動は、海洋 Rossby 波の励起を通じて、約 4 年後に黒潮統流周辺海域の冷水渦を含む海洋中規模渦の活動度に影響を与えることを示した。この結果は、海洋熱吸収への関与が示唆された黒潮統流南方の冷水渦の活動に関して予測可能性を与える結果である。さらに、海洋中規模渦の潜在的予測可能性について、これまでに研究を行った黒潮統流域に加え、メキシコ湾流域、アガラス海流域における調査を進めた。黒潮統流域では渦活動が特に強い場合、潜在的予測可能性が低減する傾向にあることが示されてきているが、他の 2 つの海域では必ずしも同様の性質は見られなかった。これらの結果は、全球規模の熱吸収に潜在的予測可能性があることを示唆する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 22件 / うち国際共著 8件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Kido Shoichiro, Nonaka Masami, Tanimoto Youichi	4. 巻 48
2. 論文標題 Sea Surface Temperature?Salinity Covariability and Its Scale Dependent Characteristics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL096010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL096010	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 Kido Shoichiro, Nonaka Masami, Tanimoto Youichi	4. 巻 126
2. 論文標題 Impacts of Salinity Variation on the Mixed Layer Processes and Sea Surface Temperature in the Kuroshio Oyashio Confluence Region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 e2020JC016914
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JC016914	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 Nagano Akira, Hasegawa Takuya, Ariyoshi Keisuke, Matsumoto Hiroyuki	4. 巻 7
2. 論文標題 Interannual Bottom-Intensified Current Thickening Observed on the Continental Slope Off the Southeastern Coast of Hokkaido, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Fluids	6. 最初と最後の頁 84 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/fluids7020084	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 Richter Ingo, Tokinaga Hiroki, Kosaka Yu, Doi Takeshi, Kataoka Takahito	4. 巻 34
2. 論文標題 Revisiting the Tropical Atlantic Influence on El Nino Southern Oscillation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 8533 ~ 8548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-21-0088.1	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 Richter Ingo, Tokinaga Hiroki, Okumura Yuko M.	4. 巻 49
2. 論文標題 The Extraordinary Equatorial Atlantic Warming in Late 2019	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL095918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL095918	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 Kameyama Kohei, Kanno Yuki, Ohishi Shun, Tomita Hiroyuki, Fukutomi Yoshiki, Aiki Hidenori	4. 巻 4
2. 論文標題 Sporadic Low Salinity Signals in the Oceanic Mixed Layer Observed by the Kuroshio Extension Observatory Buoy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Climate	6. 最初と最後の頁 2022.82049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fclim.2022.820490	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 Masami, Sasaki Hideharu, Taguchi Bunmei, Schneider Niklas	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 Frontiers in Marine Science	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 Richter Ingo, Tokinaga Hiroki	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 Wagawa Taku, Ito Shin-ichi, Kakehi Shigeo, Shimizu Yugo, Uehara Kazuyuki, Kuragano Tsurane, Nakano Toshiya	4. 巻 162
2. 論文標題 Flow structure of a quasi-stationary jet in the western subarctic Pacific (the Western Isoguchi Jet)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers	6. 最初と最後の頁 103346 ~ 103346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dsr.2020.103346	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 Kawai Yoshimi, Hosoda Shigeki, Uehara Kazuyuki, Suga Toshio	4. 巻 77
2. 論文標題 Heat and salinity transport between the permanent pycnocline and the mixed layer due to the obduction process evaluated from a gridded Argo dataset	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 75 ~ 92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-020-00559-1	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 Tomita Hiroyuki, Kutsuwada Kunio, Kubota Masahisa, Hihara Tsutomu	4. 巻 8
2. 論文標題 Advances in the Estimation of Global Surface Net Heat Flux Based on Satellite Observation: J-OFUR03 V1.1	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine 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/fmars.2021.612361	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 Robertson Franklin R., Roberts Jason B., Bosilovich Michael G., Bentamy Abderrahim, Clayson Carol Anne, Fennig Karsten, Schröder Marc, Tomita Hiroyuki, Compo Gilbert P., Gutenstein Marloes, Hersbach Hans, Kobayashi Chiaki, Ricciardulli Lucrezia, Sardeshmukh Prashant, Slivinski Laura C.	4. 巻 33
2. 論文標題 Uncertainties in Ocean Latent Heat Flux Variations over Recent Decades in Satellite-Based Estimates and Reduced Observation Reanalyses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 8415 ~ 8437
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-19-0954.1	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 Ogata Tomomichi、Nonaka Masami	4. 巻 125
2. 論文標題 Mechanisms of Long Term Variability and Recent Trend of Salinity Along 137°E	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	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) 10.1029/2019JC015290	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 Yamamoto Ayako、Tatebe Hiroaki、Nonaka Masami	4. 巻 33
2. 論文標題 On the Emergence of the Atlantic Multidecadal SST Signal: A Key Role of the Mixed Layer Depth Variability Driven by North Atlantic Oscillation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Climate	6. 最初と最後の頁 3511 ~ 3531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JCLI-D-19-0283.1	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 Tokinaga Hiroki、Richter Ingo、Kosaka Yu	4. 巻 32
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 Kilpatrick Thomas、Xie Shang Ping、Tokinaga Hiroki、Long David、Hutchings Nolan	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 ~ 1914
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 Ma Jian, Zhou Lei, Foltz Gregory R., Qu Xia, Ying Jun, Tokinaga Hiroki, Mechoso Carlos R., Li Jinbao, Gu Xingyu	4. 巻 1472
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 Sciences	6. 最初と最後の頁 21 ~ 48
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 Johnson Nathaniel C., Amaya Dillon J., Ding Qinghua, Kosaka Yu, Tokinaga Hiroki, Xie Shang-Ping	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 ~ 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 Tomita Hiroyuki, Hihara Tsutomu, Kako Shin'ichiro, Kubota Masahisa, Kutsuwada Kunio	4. 巻 75
2. 論文標題 An introduction to J-OFURO3, a third-generation Japanese ocean flux data set using remote-sensing observations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 171 ~ 194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-018-0493-x	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 Cronin Meghan F., Gentemann C. L., Edson J., Ueki I., Bourassa M., Brown S., Clayson C. A., Fairall C. W., Farrar J. T., Gille S. T., Gulev S., Josey S. A., Kato S., Katsumata M., Kent E., Krug M., Minnett P. J., Parfitt R., Pinker R. T., Stackhouse P. W., Swart S., Tomita H., Vandemark D., Weller A. R., Yoneyama K., Yu L., Zhang D.	4. 巻 6
2. 論文標題 Air-Sea Fluxes With a Focus on Heat and Momentum	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine 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/fmars.2019.00430	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 Koizumi Ayumi, Kubota Masahisa, Kutsuwada Kunio, Hihara Tsutomu, Tomita Hiroyuki	4. 巻 41
2. 論文標題 Impact of using multiple-satellite sensors on the accuracy of daily-mean sea surface wind data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 5770 ~ 5784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01431161.2019.1706113	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 -
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 平成30年度「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 該当する

1. 著者名 Tomita Hiroyuki, Hihara Tsutomu, Kako Shin'ichiro, Kubota Masahisa, Kutsuwada Kunio	4. 巻 75
2. 論文標題 An introduction to J-OFURO3, a third-generation Japanese ocean flux data set using remote-sensing observations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 171 ~ 194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-018-0493-x	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 -

[学会発表] 計45件(うち招待講演 4件/うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Nonaka, M., Sasaki H., Taguchi B. and Schneider N.
2. 発表標題 Potential predictability of meso-scale eddy activities in the Kuroshio Extension region in an ensemble integration of eddy-resolving OGCM
3. 学会等名 Ocean Sciences Meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川 拓也、細田 滋毅・植原 量行・谷本 陽一
2. 発表標題 アルゴフロート観測データに見られる 黒潮統流南方海域における 冷水渦に関係した海洋亜表層水温変化
3. 学会等名 2021年度大気海洋相互作用に関する研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮地友麻、長谷川拓也、谷本陽一
2. 発表標題 インド - 太平洋海域における観測データから十年規模内部変動を抽出する手法の比較
3. 学会等名 2021年度大気海洋相互作用に関する研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮地友麻、長谷川拓也、谷本陽一
2. 発表標題 インド - 太平洋海域における観測データから十年規模内部変動を抽出する手法の比較
3. 学会等名 日本気象学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部 泰人、八尋 雄太、長谷川 拓也、平譚 享、大西 広二、大木 淳之、高津 哲也、佐々木 建一、脇田 昌英、金子 仁、渡邊 修一、田中 雄大、奥西 武
2. 発表標題 黒潮統流の剥離渦が噴火湾・津軽海峡内への沿岸親潮水流入に与える影響
3. 学会等名 研究集会「縁辺海と外洋とを繋ぐ対馬暖流系の物理・化学・生物過程」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川 拓也、永野 憲、有吉 慶介、美山 透、松本 浩幸、岩瀬 良一、脇田 昌英
2. 発表標題 十勝・釧路沖の暖水塊に関する経年スケール海洋流体変動が海底圧力に与える影響
3. 学会等名 日本海洋学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hasegawa ,T., Miyaji Y. and Tanimoto Y.
2. 発表標題 Evaluation of externally forced component in interannual SST anomaly field over the tropical oceans
3. 学会等名 International workshop for mid-latitude air-sea interaction (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyaji, Y. and Tanimoto Y.
2. 発表標題 Inter-comparisons of methods to extract the decadal internal variability from the observed records over the Indo-Pacific sector
3. 学会等名 International workshop for mid-latitude air-sea interaction (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hasegawa ,T., Miyaji Y.and Tanimoto Y.
2. 発表標題 Evaluation of externally forced component on interannual-scale SST anomalies over the tropical Indo-Pacific Ocean
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nagano, A., Hasegawa T., Arisyoshi K. and Matsumoto H.
2. 発表標題 Bottom-intensified current observed by a bottom-mounted ADCP off the southeastern coast of Hokkaido, Japan
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hasegawa, T., Nagano A., Ariyoshi K., Miyama T., Matsumoto H., Iwase R. and Wakita M.
2. 発表標題 Effect of ocean fluid changes on pressure on the seafloor: JCOPE2M ocean assimilation data analysis on warm-core rings off the southeastern coast of Hokkaido, Japan on an interannual timescale
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Richter Ingo, Tokinaga Hiroki, Kosaka Yu, Doi Takeshi and Kataoka Takahito
2. 発表標題 An assessment of the tropical Atlantic influence on El Nino-Southern Oscillation
3. 学会等名 JpGU meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩崎公大, 榎本剛, 高谷康太郎, 時長宏樹, 森正人
2. 発表標題 ENSO発生時における2種類の冬季遠隔影響 -d4PDFを用いた評価-
3. 学会等名 京都大学防災研究所異常気象研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Richter Ingo, Kosaka Yu, Tokinaga Hiroki and Kido Shoichiro
2. 発表標題 Reexamining the tropical Atlantic influence on ENSO using perfect model predictability experiments
3. 学会等名 EGU General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Richter Ingo, Kosaka Yu, Tokinaga Hiroki and Kido Shoichiro
2. 発表標題 Using perfect model prediction experiments to quantify the tropical Atlantic influence on ENSO
3. 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 時長宏樹
2. 発表標題 太平洋十年規模変動の気候影響
3. 学会等名 第 43 回 日本気象学会九州支部発表会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tokinaga Hiroki , Minobe Shoshiro, Tanimoto Youichi and Roberts Malcolm
2. 発表標題 Role of surface heat flux in Pacific decadal variability: Observations and CMIP6/HighResMIP climate coupled models
3. 学会等名 International Workshop for Mid-latitude Air-Sea Interaction (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tonita Hiroyuki , Kutsuwada Kunio and Kubota Masahisa
2. 発表標題 Advances in the estimation of global surface net heat flux based on satellite observation: J-OFURO3 V1.1
3. 学会等名 JpGU
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富田裕之・轡田邦夫・久保田雅久
2. 発表標題 全球海面熱フラックスの長期変動
3. 学会等名 日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野雄也・植原量行
2. 発表標題 黒潮流路の時空間変動に関する研究
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深海雪奈・植原量行
2. 発表標題 北太平洋亜熱帯循環の南北方向の熱輸送—ARMOR3Dによる解析—
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nonaka, M., Sasaki H., Taguchi B. and Schneider N.
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 Tokinaga, H.
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 Richter, I. and Tokinaga H.
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 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Richter, I. and Tokinaga H.
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-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yokoi, T. and Tokinaga H.
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 Richter, I., Tokinaga H., Kataoka T., Kosaka Y. and Doi T.
2. 発表標題 Revisiting the tropical Atlantic influence on ENSO
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Richter, I., Kosaka Y., Tokinaga H. and Kido S.
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 長谷川 拓也・細田 滋毅・植原 量行・谷本 陽一
2. 発表標題 黒潮統流南方海域における冷水渦に関係した海洋混合層と亜表層の水溫変化-アルゴフロート観測データ解析-
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 Hirano, Y. and Uehara K.
2. 発表標題 SST variability in Suruga Bay and its surrounding area due to Kuroshio path variability
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kawai, Y., Uehara K. and Hosoda S.
2. 発表標題 Changes of the obduction and subduction rates accompanied by anomalous winters
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nonaka, M., H. Sasaki, B. Taguchi, and N. Schneider
2. 発表標題 Wind-driven and intrinsic interannual-to-decadal variability in eddy activity in the Kuroshio Extension
3. 学会等名 27th IUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 植原量行・谷本陽一・細田滋樹・野中正見・時永宏樹・富田裕之
2. 発表標題 MOAA GPVを用いた等密度層の貯熱量の時空間変動について
3. 学会等名 2019年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomita Hiroyuki, Hihara Tsutomu, Kako Shin'ichiro, Kubota Masahisa, and Kutsuwada Kunio
2. 発表標題 J-OFURO3, a Third-Generation Japanese Ocean Flux Data Set Using Remote-Sensing Observations
3. 学会等名 OceanObs ' 19 (Honolulu) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富田裕之, 轡田邦夫, 久保田雅久, 日原勉
2. 発表標題 全球海面熱フラックスの評価: 海面熱フラックスのパラドックス
3. 学会等名 日本海洋学会 2019年度秋季大会 (富山)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hosoda S., Inoue R., Nonaka M., Sasaki H., Sasai Y., and Hirano M.
2. 発表標題 Rapid water parcel transport across the Kuroshio Extension in the lower thermocline from dissolved oxygen measurements by Seagliders and BGC Argo floats
3. 学会等名 2020 Ocean Science Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020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 (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エルニーニョ現象
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 Youichi Tanimoto
2. 発表標題 Future changes of the cross-equatorial SST gradient over the Eastern Pacific
3. 学会等名 JpGU meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Nonaka, M., H. Sasaki, B. Taguchi and N. Schneider
2 . 発表標題 Wind-driven and intrinsic interannual-to-decadal variability in the Kuroshio Extension
3 . 学会等名 AGU Fall meeting (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Nonaka, M., H. Sasaki, B. Taguchi and N. Schneider
2 . 発表標題 Wind-driven and intrinsic interannual-to-decadal variability in the Kuroshio Extension
3 . 学会等名 NORPAN Closing Workshop: From Synoptic, Decadal, to Paleo timescales (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nonaka, M., H. Sasaki, B. Taguchi and N. Schneider
2 . 発表標題 Wind-driven and intrinsic interannual-to-decadal variability in the Kuroshio Extension
3 . 学会等名 4th International Joint Workshop on Computationally-Intensive Modeling of the Climate System and 9th OFES International Workshop (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Hiroyuki Tomita
2 . 発表標題 Ensemble SST and Air-sea Flux Estimation
3 . 学会等名 19th International GHRSSST science team meeting (GHRSSST XIX) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Richter Ingo and Tokinaga Hiroki	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 36
3. 書名 The Atlantic zonal mode: dynamics, thermodynamics, and teleconnections	

1. 著者名 Yoshikazu Sasai, Makio C. Honda, Eko Siswanto, Sami Kato, Kazuyuki Uehara, Hideharu Sasaki, Masami Nonaka	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 336
3. 書名 Kuroshio Current: Physical, Biogeochemical, and Ecosystem Dynamics	

〔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	富田 裕之 (Tomita Hiroyuki) (10435844)	北海道大学・地球環境科学研究所・准教授 (10101)	
研究分担者	細田 滋毅 (Hosoda Shigeki) (60399582)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(海洋観測研究センター)・グループリーダー (82706)	
研究分担者	時長 宏樹 (Tokinaga Hiroki) (80421890)	九州大学・応用力学研究所・教授 (17102)	

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	野中 正見 (Nonaka Masami) (90358771)	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 (82706)	
研究分担者	植原 量行 (Uehara Kazuyuki) (90371939)	東海大学・海洋学部・教授 (32644)	

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			
	米国	ハワイ大学	テキサス大学オースティン校	アメリカ航空宇宙局 (NASA)