

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 8 月 19 日現在

機関番号：12601

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05817

研究課題名(和文)海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系をつなぐ統合的理解の推進

研究課題名(英文)Unified understanding of ocean mixing processes and impacts

## 研究代表者

安田 一郎(Yasuda, Ichiro)

東京大学・大気海洋研究所・教授

研究者番号：80270792

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 374,200,000円

研究成果の概要(和文)：これまで実態が不明だった「海洋の鉛直混合」の観測システムを構築し、親潮・黒潮の源流域から東北沖を中心とした北太平洋・縁辺海において、物理・化学・生物の総合的観測が展開され、海の混合の実態と発生機構および物質循環・気候・生態系への影響を明らかにすることを目的とした研究が精力的に行われた。また、観測に準拠した混合分布を考慮した海洋循環・気候・生態系モデルが開発され、北太平洋深層混合が南大洋での水塊・海水分布を通じて全球気候・温暖化速度に影響すること、および鉄・栄養塩の乱流混合による供給が北西太平洋の生態系と長期変動に大きく影響することが明らかにされた。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

海洋の乱流鉛直混合の実態を考慮した海洋・気候・生態系モデル、データ同化システムが開発され、海洋の熱・炭素吸収・気候変動の長期予測に重要な要素が提供されたことに大きな意義がある。また、栄養物質の鉛直乱流輸送による生態系への供給の定量化や水産資源の動態に関わる新しい手法の開発などを通じ、海洋の鉛直混合を軸として、物理化学生物水産気候の分野横断・手法横断的な研究によって新しい学術が創出され、水産業などにもインパクトのある成果が得られたことは注目に値する。さらに近隣諸国との共同観測航海・研究などボーダーレスな活動や若手研究者の積極的な育成が図られた。

研究成果の概要(英文)：This project constructed systems of "turbulent vertical mixing" observations and the data-assimilation, and performed large number of interdisciplinary and integrative expeditions in the northwestern Pacific and its marginal seas, especially from the Oyashio and Kuroshio originating areas to east of Japan. These observations were integrated into next-generation numerical models which could reproduce the ocean circulation, biogeochemical circulation, and climate-ecosystem variability. In particular, turbulent mixing and water-masses in the deep North Pacific could influence on global climate and climate-change through the distribution of water-masses and sea-ice around the Antarctica, and nutrients supply by turbulent mixing largely impact on ecosystem and its long-term variability.

研究分野：海洋物理学

キーワード：海洋混合学 鉛直混合 海洋物質循環 海洋生態系 気候変動 潮汐 乱流 海洋循環

### 1. 研究開始当初の背景

海洋の鉛直混合は、熱を鉛直方向に輸送し、海面での熱交換を通じて気候に影響する。また、海面付近で枯渇し、中深層に蓄積されている栄養物質を有光層に輸送することで、海洋の生物生産を維持する。さらに、鉛直混合により海水密度が変化することで、深層水をゆっくりと湧昇させて、海洋循環を制御する。北太平洋の深層循環や気候に、鉛直混合がどのように関わっているのか。深層循環の終端に位置する北太平洋で、中深層に蓄積された栄養物質が鉛直混合を通じてどのように表層へ回帰し、日本周辺海域での豊かな生物生産を支えているのか。海洋の鉛直混合の重要性は古くから認識され、多くの研究がなされてきたが、鉛直混合の実測が困難で、観測が十分に行われておらず、実態が不明瞭であった。このため、海洋のシミュレーションモデルで鉛直混合はブラックボックスとして扱われており、鉛直混合が海洋循環・栄養物質循環・生態系・気候に及ぼす影響の理解は進んでいなかった。さらに、月軌道の18.6年周期変動に伴う潮汐の変動に対応した、長周期変動が日本周辺海域の水塊や気候について報告されたことから、潮汐混合やその変動を組み込んだ次世代のモデルの開発が望まれていた。

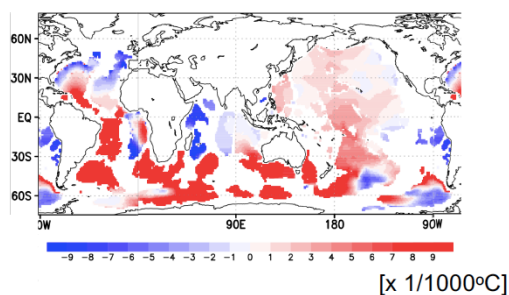
### 2. 研究の目的

鉛直混合を実測することで北西太平洋での鉛直混合の実態を明らかにし、太平洋の中深層循環や気候に対する鉛直混合の役割を明らかにする。また、栄養塩等物質輸送への影響を通じた、日本周辺海域での高い生物生産（海の恵み）を維持する仕組みを解明する。18.6年周期で変動する潮汐に伴う鉛直混合の変動が、気候・海洋・海洋生態系・水産資源の長期変動に与える影響を評価して、変動予測につなげる。これらを総合して新しい研究領域「海洋混合学」を創り、次世代の研究の礎とする。

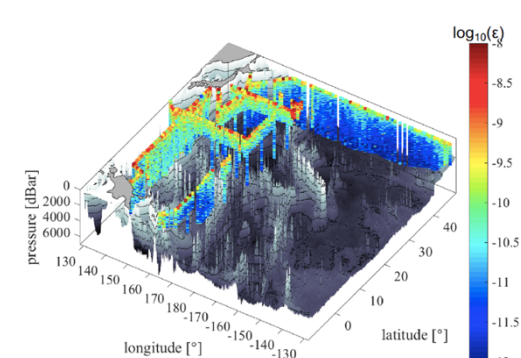
### 3. 研究の方法

高速水温計を用いて簡便・効率的に深海での弱い鉛直混合をも実測できる日本独自の観測手法を開発し(Goto Y., I. Yasuda and M. Nagasawa 2016; 2018; Goto 他 2021; Yasuda 他 2021)、日本が誇る気象庁・海洋研究開発機構・水産庁等の海洋観測ネットワークを活用するとともに、ロシア・インドネシア・台湾・中国・米国など、隣国との国際共同研究航海や昇降式係留生態系長期時系列観測(右図)を通じて、北西太平洋と縁辺海で広域あるいは集中的な物理・化学・生物を統合した、100を超える観測航海を実施し、2000キャストを超える現場観測データを取得した。鉛直混合の観測データを直接モデルに統合するデータ同化システム(Masuda, S. 2021)を世界に先駆けて開発し、観測と力学に統合的な統合データセットを作成し、温暖化に伴う深層昇温の詳細分布の再現(下図)に成功した。

鉛直混合を引き起こす主要な機構である乱流、特に深海で重要である潮汐起源の乱流鉛直混合の素過程を定式化し(Hibiya, T., T. Ijichi, and R. Robertson 2017)、鉛直混合分布を組み込み、太平洋の深層循環を再現できる、全球モデルを開発する(Kawasaki, T.他 2021)とともに、潮汐18.6年周期振動に伴う鉛直混合変動を組み込んだモデルを開発し(Tatebe, H.他 2019)、物質輸送・生態系・気候の維持と長周期変動に与える影響を評価した。魚類耳石の酸素同位体微量分析を用いた個体毎の経験水温・成長履歴を復元する技術を開発し(Sakamoto, T.他 2017)、マサバの成長に好適な条件を明らかにして、水産資源の変動機構の理解と予測に貢献した。

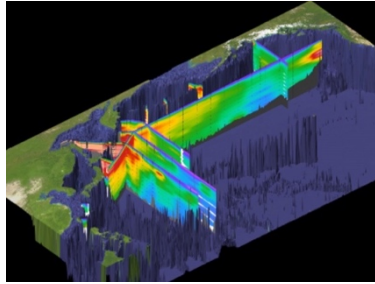
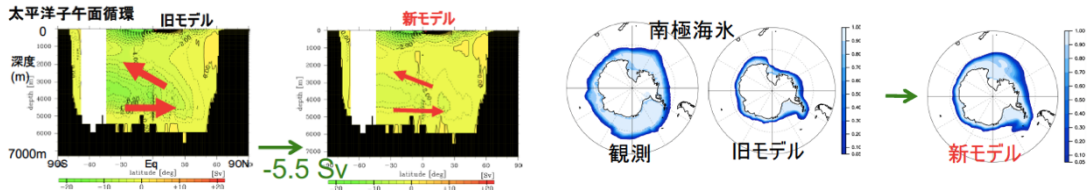


### 4. 研究成果

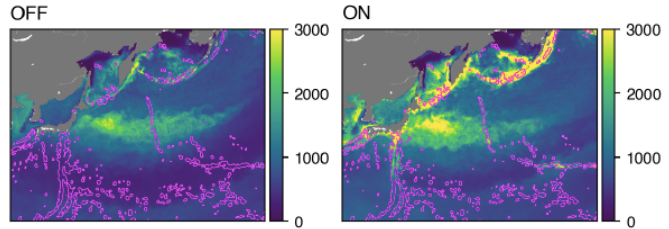
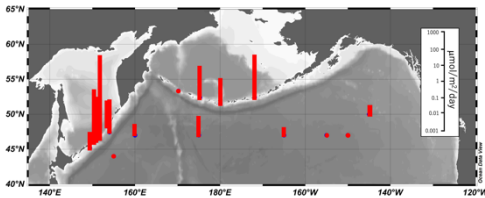


高速水温計を用いて観測された深海に至る鉛直混合強度を表す乱流エネルギー散逸率  $\epsilon$  (左図: 単位 W/kg) は、海山や海嶺等複雑な海底地形上と密度躍層で大きい等、理論と統合的な分布を示した(Goto Y., I. Yasuda 他 2021)。一方、太平洋の深層循環を再現するモデルで用いられていた強度よりも小さいことが判明した。観測結果を反映させた海洋循環モデルから、深層で従来想定されたよりも弱い乱流エネルギー散逸率に対応する弱い深層循環であっても、放射性炭素同位体分布等水塊分布と整合的であり(Kawasaki, T.他 2021)、この太平洋深層水が

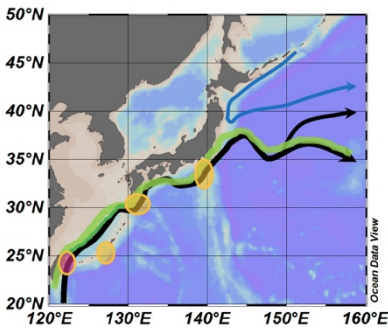
高密度を保って南下し（上左図新モデル）、南極周辺で湧昇することで成層が強化され、海氷面積が拡大すること（上図：右新モデル）等を通じて、全球気候(Tatebe, H.他 2018)、地球温暖化速度(Watanabe M.他 2020)に影響する等、気候が太平洋深層の鉛直混合に敏感に応答することが明らかにされた。



これら北太平洋での従来想定されていたよりも弱い乱流混合や、ロシアとの共同観測等で明らかとなった、ベーリング海深層の閉鎖性によって深層に蓄積された栄養塩、及び、オホーツク海・ベーリング海にもたらされる陸起源の鉄（左図：北西太平洋での溶存鉄の3次元分布）が、海峡・海嶺など局所的に強化された潮汐起源の鉛直混合によって中表層にもたらされる(Nishioka J.他 2020)こと（左下図：実測された溶存鉄と鉛直混合による溶存鉄鉛直輸送速度：対数表示、単位  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ ）が、北西太平洋に独特で豊かな海洋生態系を維持する役割を果たしていること

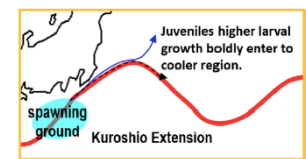


が明らかとなった（右上図：鉄を含む生態系シミュレーションによる潮汐混合が無い場合（左）と有る場合（右）の4月基礎生産速度( $\text{mgCm}^{-2}\text{d}^{-1}$ ), 紫は内部潮汐エネルギー変換が  $0.01\text{Wm}^{-2}$  を超える強潮汐混合海域）。

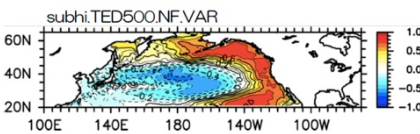


乱流硝酸塩フラックス ( $\text{mmol/m}^2/\text{d}$ )  
 亜熱帯海域  $O(10^{-2})$   
 黒潮前線域  $O(10^{-1})$   
 東シナ海陸棚縁辺  $O(10^{-1})$   
 海峡・海嶺部  $O(10^{-1}-10^1)$

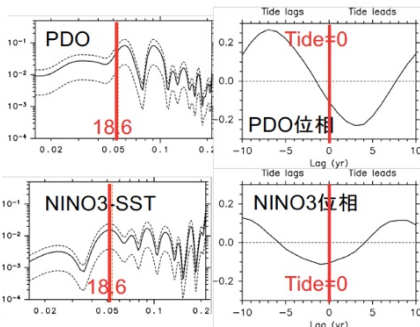
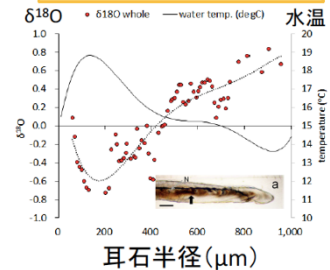
これら栄養物質は、北太平洋中層水循環を通じて亜熱帯海域・黒潮域に運ばれ、黒潮が通過する海峡・海嶺部で発生する強烈な鉛直混合(Tsutsumi, E.他 2017; 2021; Nagai, T.他 2017; 2019; Tanaka T.他 2019; Inoue 他 2020; Hasegawa 他 2021)により上方へ輸送され、黒潮が育む生態系を活性化する(Kobari, T.他 2020)。植物プランクトンが少ないために、これまで貧栄養海域と判定されてきた黒潮は、実は鉛直混合によって栄養塩が供給され生産される植物プランクトンが動物プランクトンに速やかに捕食されており、稚仔魚を育む餌の豊富な海域であることが明らかにされた。



潮に輸送される成長の良いマサバ仔魚(Kamimura, Y.他 2015)が、稚魚期に低温高餌料の親潮海域に回遊して(Higuchi T.他 2019)成長が促進され、水産資源変動に寄与することが、耳石微量元素同位体



伊豆海嶺域で発生する強乱流による低温高餌料環境下で産卵し(Yoneda M. 2017)、温暖な黒潮に輸送される成長の良いマサバ仔魚(Kamimura, Y.他 2015)が、稚魚期に低温高餌料の親潮海域に回遊して(Higuchi T.他 2019)成長が促進され、水産資源変動に寄与することが、耳石微量元素同位体



分析手法の開発によって明らかにされた（右図：下：マサバ耳石微量元素同位体分析から得られた耳石半径に対する酸素同位体（左）と水温（右）、稚魚期に低水温環境に回遊することを示す。上：伊豆諸島産卵場から黒潮に輸送され、さらに低温高餌料親潮海域で成長することを示唆する回遊模式図）。

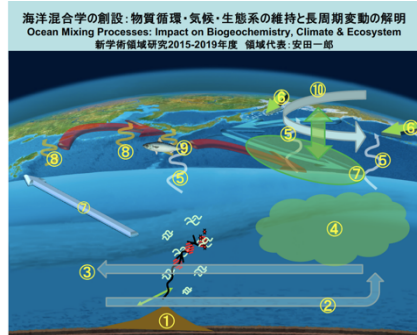
さらに、観測される18.6年周期変動(Yasuda, I. 2018)と整合的な太平洋10年規模振動PDOを再現する、潮汐18.6年周期混合変動を取り入れた最新の気候モデルの開発に成功した。混合分布・モデル特性に敏感に依存するため、

今後さらに検討が必要だが、PDO は気候の長期変動を通じて海洋生態系・水産資源と関係することから、今後大きな発展が期待できる。

これら、海洋の鉛直混合が海洋循環・物質循環・生態系・気候と長周期変動に重要な影響を与えることが明らかとなった。加えて、乱流 (Onuki Y. 2020; Fujiwara 他 2018)・化学 (Yamashita, Y. 他 2020) の素過程が明らかにされる等、本領域で開発された観測手法・データ・モデルを活用・改良して、多くの課題の解決に次世代の若手研究者が取り組める学術的基盤を作ることができた。混合分布の平均・変動・メカニズムとその影響の解明には、観測データおよび研究の蓄積が必要である。今後全球・深層に至る生態系を含む観測システムの整備と統合的研究が望まれる。

まとめ

これまで実態がわからなかった海洋の鉛直混合と物質輸送について、深層まで容易に実測できる新しい観測手法やデータ統合システムが開発され、従来に比べて圧倒的に多数の、隣国海域を含む現場観測が行われた。現場観測に基づく分布・輸送から、潮汐によって躍層や複雑な海底地形上で強化される混合①分布を組み込んだシミュレーションモデルが開発され、鉛直混合が海洋循環・気候・生態系に与える役割が評価された。北太平洋で従来想定されていたよりも弱い混合に伴う深層循環②によって高い密度を維持した水塊が南極周辺で湧昇し海水分布を変えることで、気候・温暖化速度に影響する③とともに、北太平洋中深層に栄養塩が蓄積④される。この栄養塩はアリューシャン・千島・伊豆海嶺等で強化された潮汐混合⑤によって中表層に湧昇し、縁辺海に供給される陸起源の鉄⑥とともに、親潮で輸送される⑦ことで、北西太平洋での高い生物生産 (海の恵み) を維持する役割を持つ。この水塊⑦は北太平洋の中層循環で亜熱帯・黒潮海域に輸送され、黒潮が海峡部の浅瀬を横切る際に発生する強烈な鉛直混合によって硝酸塩が表層へ輸送⑧され、生物生産を活性化させる等、黒潮は従来考えられていた貧栄養海域とは異なっていることが明らかとなった。強い混合が存在する伊豆諸島海域の低温環境で産卵し、高温の黒潮で輸送される成長の良いマサバ仔魚は、餌の豊富な低温の親潮へ回遊し、さらに成長が促進される⑨。これら伊豆海嶺付近をはじめとする北太平洋規模の水温や水産資源の長期変動の主要な要因である太平洋 10 年規模振動 PDO に、潮汐の 18.6 年振動の影響が東北沖の海面水温とアリューシャン低気圧の相互作用を通じて増幅し現れる⑩ことが、混合変動を組み込んだ新しい気候モデルで再現された。本領域で得られた、観測・モデリング手法、データ・理論や研究連携・国際拠点は、新たな課題とともに、新しい研究領域「海洋混合学」として、地球規模の環境変動研究に挑む次世代の研究者に引き継がれる。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18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 Kawaguchi Yusuke, Nishioka Jun, Nishino Shigeto, Fujio Shinzou, Lee Keunjong, Fujiwara Amane, Yanagimoto Daigo, Mitsudera Humio, Yasuda Ichiro	4. 巻 125
2. 論文標題 Cold Water Upwelling Near the Anadyr Strait: Observations and Simulations	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) 10.1029/2020JC016238	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 Masuda Shuhei	4. 巻 23
2. 論文標題 Determining subsurface oceanic changes in the Indian sector of the Southern Ocean using Argo float data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100498 ~ 100498
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2019.100498	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 Gruber Nicolas, Clement Dominic, Carter Brendan R., Feely Richard A., van Heuven Steven, Hoppema Mario, Ishii Masao, Key Robert M., Kozyr Alex, Lauvset Siv K., Lo Monaco Claire, Mathis Jeremy T., Murata Akihiko, Olsen Are, Perez Fiz F., Sabine Christopher L., Tanhua Toste, Wanninkhof Rik	4. 巻 363
2. 論文標題 The oceanic sink for anthropogenic CO <sub>2</sub> from 1994 to 2007	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1193 ~ 1199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aau5153	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 Nishioka Jun, Obata Hajime, Ogawa Hiroshi, Ono Kazuya, Yamashita Youhei, Lee Keunjong, Takeda Shigenobu, Yasuda Ichiro	4. 巻 117
2. 論文標題 Subpolar marginal seas fuel the North Pacific through the intermediate water at the termination of the global ocean circulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 12665 ~ 12673
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2000658117	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 Waga Hisatomo, Hirawake Toru, Ueno Hiromichi	4. 巻 46
2. 論文標題 Impacts of Mesoscale Eddies on Phytoplankton Size Structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 13191 ~ 13198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL085150	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 Yamashita Youhei, Nishioka Jun, Obata Hajime, Ogawa Hiroshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Shelf humic substances as carriers for basin-scale iron transport in the North Pacific	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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/s41598-020-61375-7	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 Jeon Chanhyung, Park Jae-Hun, Nakamura Hirohiko, Nishina Ayako, Zhu Xiao-Hua, Kim Dong Guk, Min Hong Sik, Kang Sok Kuh, Na Hanna, Hirose Naoki	4. 巻 9
2. 論文標題 Poleward-propagating near-inertial waves enabled by the western boundary current	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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/s41598-019-46364-9	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 Liu Zhao Jun, Nakamura Hirohiko, Zhu Xiao Hua, Nishina Ayako, Guo Xinyu, Dong Menghong	4. 巻 124
2. 論文標題 Tempo Spatial Variations of the Kuroshio Current in the Tokara Strait Based on Long Term Ferryboat ADCP Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 6030 ~ 6049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JC014771	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 Nagai Takeyoshi, Durn Gloria Silvana, Otero Diego Andr, Mori Yasutaka, Yoshie Naoki, Ohgi Kazuki, Hasegawa Daisuke, Nishina Ayako, Kobari Toru	4. 巻 46
2. 論文標題 How the Kuroshio Current Delivers Nutrients to Sunlit Layers on the Continental Shelves With Aid of Near Inertial Waves and Turbulence	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 6726 ~ 6735
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL082680	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 Kobari Toru, Honma Taiga, Hasegawa Daisuke, Yoshie Naoki, Tsutumi Eisuke, Matsuno Takeshi, Nagai Takeyoshi, Kanayama Takeru, Karu Fukutaro, Suzuki Koji, Tanaka Takahiro, Guo Xinyu, Kume Gen, Nishina Ayako, Nakamura Hirohiko	4. 巻 17
2. 論文標題 Phytoplankton productivity and rapid trophic transfer to microzooplankton stimulated by turbulent nitrate flux in oligotrophic Kuroshio Current	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biogeosciences	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) 10.5194/bg-2019-377	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 Shiozaki Takuhei, Hirose Yuu, Hamasaki Koji, Kaneko Ryo, Ishikawa Kazuo, Harada Naomi	4. 巻 10
2. 論文標題 Eukaryotic Phytoplankton Contributing to a Seasonal Bloom and Carbon Export Revealed by Tracking Sequence Variants in the Western North Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	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/fmicb.2019.02722	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 Guo Chenying, Ito Shin ichi, Wegner Nicholas C., Frank Laura N., Dorval Emmanis, Dickson Kathryn A., Klinger Dane H.	4. 巻 29
2. 論文標題 Metabolic measurements and parameter estimations for bioenergetics modelling of Pacific Chub Mackerel <i>Scomber japonicus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fisheries Oceanography	6. 最初と最後の頁 215 ~ 226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fog.12465	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 Nakamura Masahiro, Yoneda Michio, Ishimura Toyoho, Shirai Kotaro, Tamamura Masaki, Nishida Kozue	4. 巻 71
2. 論文標題 Temperature dependency equation for chub mackerel ( <i>Scomber japonicus</i> ) identified by a laboratory rearing experiment and microscale analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Marine and Freshwater Research	6. 最初と最後の頁 1384 ~ 1384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1071/MF19313	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 Higuchi Tomihiko, Ito Shin-ichi, Ishimura Toyoho, Kamimura Yasuhiro, Shirai Kotaro, Shindo Hana, Nishida Kozue, Komatsu Kosei	4. 巻 169-170
2. 論文標題 Otolith oxygen isotope analysis and temperature history in early life stages of the chub mackerel <i>Scomber japonicus</i> in the Kuroshio-Oyashio transition region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography	6. 最初と最後の頁 104660 ~ 104660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dsr2.2019.104660	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 Takahashi Anne, Hibiya Toshiyuki	4. 巻 124
2. 論文標題 Assessment of Finescale Parameterizations of Deep Ocean Mixing in the Presence of Geostrophic Current Shear: Results of Microstructure Measurements in the Antarctic Circumpolar Current Region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 135 ~ 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JC014030	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 Onuki Yohei	4. 巻 883
2. 論文標題 Quasi-local method of wave decomposition in a slowly varying medium	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Fluid Mechanics	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) 10.1017/jfm.2019.825	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 Onuki Y., Tanaka Y.	4. 巻 46
2. 論文標題 Instabilities of Finite Amplitude Internal Wave Beams	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 7527 ~ 7535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL082570	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 Watanabe Michio, Tatebe Hiroaki, Suzuki Tatsuo, Tachiiri Kaoru	4. 巻 15
2. 論文標題 Control of transient climate response and associated sea level rise by deep-ocean mixing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 094001 ~ 094001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-9326/ab8ca7	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40件 (うち招待講演 39件 / うち国際学会 35件)

1. 発表者名 Yasuda, I
2. 発表標題 Progress report: Ocean mixing processes: impact on biogeochemistry, climate and ecosystems (OMIX)
3. 学会等名 PICES Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuhei Masuda, Satoshi Osafune, Tadashi Hemmi, Shigeki Hosoda, Toshio Suga
2. 発表標題 Deep ocean state estimation with new float data
3. 学会等名 The Sixth Argo Science Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤進一
2. 発表標題 小型浮魚類仔稚魚期の回遊経路の解明を目指して
3. 学会等名 稚魚研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hibiya, T
2. 発表標題 Global mapping of abyssal turbulence intensity using Deep Argo floats
3. 学会等名 The Sixth Argo Science Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Guo, X., J. Zhang, L. Zhao, and Y. Miyazawa
2. 発表標題 Water exchange across isobaths over the continental shelf of the East China Sea
3. 学会等名 10th WESTPAC International Scientific Conference, (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hibiya.T
2. 発表標題 Internal waves, turbulence, and the overturning circulation of the ocean, A Symposium in honor of Walter Munk's Centennial
3. 学会等名 Scripps Institution of Oceanography (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yasuda, I., T. Tanaka, H. Nishikawa
2. 発表標題 Variability and mixing of the Kuroshio and impact on ecosystem and fisheries
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryuichiro Inoue, Makio Honda, Toshio Suga, Shinya Kouketsu, Shigeki Hosoda, Taiyo Kobayashi, Kanako Sato, Tetsuichi Fujiki, Kazuhiko Matsumoto
2. 発表標題 Biogeochemical processes observed in the Kuroshio recirculation gyre
3. 学会等名 Ocean Carbon Hot Spots Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nishioka, J
2. 発表標題 Sub-Polar Marginal Sea Controls Oceanic Iron Cycles in The North Pacific
3. 学会等名 GEOTRACES Intermediate Data Product (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nishioka, J.
2. 発表標題 Macro- and micro-nutrient cycles in the western north Pacific: Importance of marginal seas and North Pacific Intermediate Water
3. 学会等名 Joint International Symposium Institute of Nature and Environmental Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nishioka, J.
2. 発表標題 Iron cycles in the north Pacific
3. 学会等名 The sources of iron to the North Pacific and marine ecosystem responses (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Obata, Hajime
2. 発表標題 Trace metals in the Indian Ocean and North Pacific Ocean
3. 学会等名 From GEOTRACES-Japan section cruises (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松野 健
2. 発表標題 トカラ海峡における乱流混合による鉛直構造の変化
3. 学会等名 第2回 新海洋混合学 OMIX YMR サマースクール (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ito S
2. 発表標題 3rd PICES/ICES ECS Conference
3. 学会等名 Climate, Oceans and Society Challenges & Opportunities (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 日比谷紀之
2. 発表標題 深海乱流に関する理論的・観測的研究成果の紹介
3. 学会等名 九州大学応用力学研究所附属大気海洋環境研究センター発足記念シンポジウム, (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yutaka Yoshikawa
2. 発表標題 Large eddy simulations of wind- and wave-driven turbulence; implication from in-situ observations
3. 学会等名 9th International Workshop on Modeling the Ocean (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yasuda, I., J. Nishioka, T. Tanaka
2. 発表標題 Vertical mixing in the subarctic North Pacific and impact on biogeochemistry and climate
3. 学会等名 ESSAS Open Science Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yasuda I
2. 発表標題 Ocean mixing processes: impact on biogeochemistry, climate and ecosystems
3. 学会等名 PICES annual meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shuhei Masuda, Takashi Mochizuki, Xueyuan Liu
2. 発表標題 Interannual-to-pentadal climate prediction by using a four-dimensional variational coupled data assimilation system
3. 学会等名 International workshop on coupled data assimilation 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Jun Nishioka
2. 発表標題 A sub-polar marginal sea controls oceanic iron cycles in the North Pacific
3. 学会等名 East Asia GEOTRACES Workshop: Trace Element and Isotope (TEI) study in the Northwestern Pacific and its marginal seas (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Guo, X., J. Zhang, L. Zhao, and Y. Miyazawa
2. 発表標題 Water exchange across isobaths over the continental shelf of the East China Sea
3. 学会等名 10th WESTPAC International Scientific Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Harada, N., K. Kimoto, M. Wakita, T. Fujiki, K. Shimizu, J. Onodera
2. 発表標題 Potential environmental changes in the western Arctic and the western North Pacific: their impacts on lower trophic level organisms
3. 学会等名 PICES (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Harada, N., K. Kimoto, Y. Nakamura, J. Onodera, M. Wakita, T. Fujiki
2. 発表標題 Quantitative assessment scheme on calcifier's OA response,
3. 学会等名 ICES/PICES Workshop on Understanding the Impacts and Consequences of Ocean Acidification for Commercial Species and End-users (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Harada, N., K. Kimoto, M. Wakita, F. Tetsuichi, K. Shimizu, J. Onodera
2. 発表標題 Ocean acidification in the western Arctic Ocean and sub-arctic North Pacific -its impact on the marine calcifiers- XMAS III
3. 学会等名 Xaomen Univ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 日比谷紀之
2. 発表標題 深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ishii, M
2. 発表標題 Trend of ocean acidification for the past three decades in the western North Pacific subtropical zone and in the western equatorial Pacific warm pool
3. 学会等名 GEOSS Asia-Pacific Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ishii, M
2. 発表標題 Progress of ocean acidification in the western North Pacific
3. 学会等名 温暖化・海洋酸性化の研究と対策に関する国際会議（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsudera, H., A. Fujisaki-Manome
2. 発表標題 How does the Amur River discharge spread over the northwestern continental shelf in the Sea of Okhotsk?
3. 学会等名 Geoscience Union Meeting 2016（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Obata, H
2. 発表標題 Section cruises and Intercalibration in GEOTRACES Japan
3. 学会等名 East Asia GEOTRACES Workshop: Trace Element and Isotope (TEI) study in the Northwestern Pacific and its marginal seas（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松野 健, 吉川 裕, 遠藤貴洋, 石坂丞二, 張勁, 武田重信, 梅澤有, 市川香, 千手智晴, Jae Hak Lee, Meixun Zhao
2. 発表標題 東シナ海陸棚域における学際的・国際的共同観測
3. 学会等名 東シナ海陸棚域における学際的・国際的共同観測, 2016年度九州沖縄地区合同シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2016年



1. 発表者名 Ito S
2. 発表標題 Pelagic fishes in the western North Pacific
3. 学会等名 NIPPON FOUNDATION NEREUS PROGRAM 2016 Annual meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ito S
2. 発表標題 Moloney and E. Curchitser, Our challenges for full food web modelling and future projections
3. 学会等名 Benguela Symposium "Opportunity Challenge Chage (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 川口悠介
2. 発表標題 Observational Study of the eddy-wave-turbulence interaction in the Arctic Ocean
3. 学会等名 イン八大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yasuda, I
2. 発表標題 Variability and mixing in the Kuroshio and impact on ecosystem and climate
3. 学会等名 Keynote presentation in CLIVAR/JAMSTEC Kuroshio International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shin-ichi Ito, Enrique Curchitser, Chan Joo Jang, Muyin Wang
2. 発表標題 Challenges and advances in climate projection methodology and their use in projecting ocean futures
3. 学会等名 International Scientific Conference, Our Common Future under Climate Change (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Ito S.
2. 発表標題 Coupled bio-physical models and their use in projecting the implications of climate change on fish and fisheries. International workshop
3. 学会等名 Ecosystem projection model inter-comparison and assessment of climate change impacts on global fish and fisheries (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Guo, X
2. 発表標題 Material exchange between a shelf sea and the Kuroshio and the downstream transport of nutrients along the Kuroshio
3. 学会等名 International workshop on organic carbon cycle and biogeochemistry in marginal seas (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Guo, X., J. Zhang, L. Zhao, and Y. Miyazawa
2. 発表標題 Water exchange across isobaths over the continental shelf of the East China Sea
3. 学会等名 The 2nd Open Science Symposium on Western Pacific Ocean Circulation and Climate (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Shin-ichi Ito, Tatsuya Sakamoto, Takeshi Okunishi, Akinori Takasuka, Michio Yoneda, Sachihiko Itoh, Kosei Komatsu
2. 発表標題 Growth-survival problems in a coupled model between fish growth and environments
3. 学会等名 Symposium on Growth-survival paradigm in early life stages of fish: controversy, synthesis, and multidisciplinary approach (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 安田一郎
2. 発表標題 日本周辺の潮汐混合ホットスポットと18.6年振動
3. 学会等名 水産海洋学会シンポジウム：潮汐混合が強い海域を利用する海洋生物資源の変動
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計15件

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2018年
2. 出版社 O M I X 総括班	5. 総ページ数 280
3. 書名 新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」H30-H31公募研究一覧	

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2018年
2. 出版社 O M I X 総括班	5. 総ページ数 220
3. 書名 新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」H29年度成果報告書	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2018年
2. 出版社 O M I X 総括班	5. 総ページ数 4
3. 書名 OMIXニュースレター、No.7,	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2018年
2. 出版社 O M I X 総括班	5. 総ページ数 4
3. 書名 OMIXニュースレター、No.8	

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2017年
2. 出版社 OMIX総括班	5. 総ページ数 275
3. 書名 新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」H28年度成果報告書	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2017年
2. 出版社 OMIX総括班	5. 総ページ数 2
3. 書名 OMIXニュースレター、No.5	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2017年
2. 出版社 OMIX総括班	5. 総ページ数 2
3. 書名 OMIXニュースレター、No.6	

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2016年
2. 出版社 OMIX出版	5. 総ページ数 260
3. 書名 新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」H28-29公募研究一覧	

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2016年
2. 出版社 OMIX出版	5. 総ページ数 275
3. 書名 安田一郎 (2016) 新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」H28年度成果報告書	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2016年
2. 出版社 OMIX出版	5. 総ページ数 4
3. 書名 OMIXニュースレター、No.3	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2016年
2. 出版社 O M I X 出版	5. 総ページ数 2
3. 書名 OMIXニュースレター、No.4	

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2015年
2. 出版社 現代化学	5. 総ページ数 2
3. 書名 月が海や気候に与える影響	

1. 著者名 安田一郎	4. 発行年 2015年
2. 出版社 JOSニュースレター	5. 総ページ数 2
3. 書名 新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明」	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2015年
2. 出版社 OMIX総括班	5. 総ページ数 4
3. 書名 OMIXニュースレターNo.1	

1. 著者名 原田尚美・西岡純	4. 発行年 2015年
2. 出版社 OMIX総括班	5. 総ページ数 2
3. 書名 OMIXニュースレターNo.2	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明 <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp</a>  領域概要 <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/overview/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/overview/</a>  計画研究・メンバ <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/members/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/members/</a>  公募研究 <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/public-research/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/public-research/</a>  研究成果・業績 <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/achievements/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/achievements/</a>  OMIX: ニュースレター <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/news_letter/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/news_letter/</a>  OMIX: トピックス一覧 <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/archive/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/archive/</a>  OMIX: 国際活動報告書 <a href="http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/international-activity/international-activity-reports/">http://omix.aori.u-tokyo.ac.jp/international-activity/international-activity-reports/</a></p>
---

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	増田 周平 (Masuda Shuhei)  (30358767)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・グループリーダー  (82706)	
研究分担者	西岡 純 (Nishioka Jun)  (90371533)	北海道大学・低温科学研究所・准教授  (10101)	
研究分担者	郭 新宇 (Guo Xinyu)  (10322273)	愛媛大学・沿岸環境科学研究所・教授  (16301)	

## 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	原田 尚美 (Harada Naomi) (70344281)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・研究開発センター長代理 (82706)	
研究分担者	伊藤 進一 (Ito Shin-Ichi) (00371790)	東京大学・大気海洋研究所・教授 (12601)	
研究分担者	日比谷 紀之 (Hibiya Toshiyuki) (80192714)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	
研究分担者	羽角 博康 (Hasumi Hiroyasu) (40311641)	東京大学・大気海洋研究所・教授 (12601)	

	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	吉田 次郎 (Yoshida Jiro)	東京大学・大気海洋研究所・特任研究員 (12601)	
研究協力者	松浦 知徳 (Matsuura Tomonori)	東京大学・大気海洋研究所・特任研究員 (12601)	
研究協力者	田中 衛 (Tanaka Mamoru)	東京大学・大気海洋研究所・特任研究員 (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
連携研究者	吉川 豊  (Yoshikawa Yutaka)  (00345076)	京都大学・大学院理学研究科地球惑星科学専攻 地球物理学教室・准教授   (14301)	
連携研究者	小畑 元  (Obata Hajime)  (90334309)	東京大学・大気海洋研究所・教授   (12601)	
連携研究者	建部 洋晶  (Tatebe Hiroaki)  (40466876)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門環境変動予測研究センター・主任研究員   (82706)	
連携研究者	松野 健  (Matsuno Takeshi)  (10209588)	九州大学・応用力学研究所・学術研究員   (17102)	
連携研究者	長澤 真樹  (Nagasawa Maki)  (60447448)	東京大学・大気海洋研究所・技術専門職員   (12601)	

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36件

国際研究集会 2nd International Symposium "Ocean Mixing Processes: Impact on Biogeochemistry, Climate and Ecosystem"	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 JpGU-AGU Joint Symposium A-OS11: "What we have learned about ocean mixing in the last decade"	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 JpGU-AGU Joint Symposium A-OS09: "Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling"	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 "Fourth International Symposium on the Effects of climate change on the world's oceans"	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting OS17 "The Oceanic Energy Cascade: from Mesoscale, Submesoscale to Small-scale Turbulence"	開催年 2018年～2018年

国際研究集会 Workshop「BioGEOTrACES-Japan begins」	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 PICES-2018 S2 Topic Session "Fish production through food web dynamics in the boundary current systems "	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 PICES-2018 S5 Topic Session " Seasonal to interannual variations of meso- /submeso-scale processes in the North Pacific "	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 PICES-2018 S8 Topic Session " Internal tides, nonlinear internal waves, and their impacts on biogeochemistry, climate and marine ecosystems via ocean turbulent mixing processes "	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 PICES-2018 W4 Workshop " Synthesizing projected climate change impacts in the North Pacific "	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 Ecosystem Study of Sub-arctic and Arctic Seas ( ESSAS ) Open Science Meeting	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 AGU-JpGU 2017 A-OS15 Ocean Mixing Matters	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 AGU-JpGU 2017 A-OS14[EE] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 AOGS OS03 Oceanic Energy Cascade and Mixing	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 PICES2017 Topic Session "Meso-/submeso-scale processes and their role in marine ecosystems"	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 ICES ASC 2017 Theme session " Projected impacts of climate change on marine ecosystems, wild captured and cultured fisheries, and fishery dependent communities "	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 ICES ASC 2017 Open session " Physical, economic, and societal impacts of climate change "	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 The first workshop of WESTPAC WG06 " A framework for cooperative studies in the Western Pacific Marginal Seas: Energy and materials exchange between land and open ocean "	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 OMIX International Workshop	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 海洋鉛直混合観測データを用いた全球海洋環境再現実験	開催年 2016年～2017年
国際研究集会 Goldschmidt Conference 2016	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 East Asia GEOTrACES Workshop	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 The 8th Ocean Science Workshop	開催年 2016年～2016年

国際研究集会 Exploring GEOTRACES data with Ocean Data View	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 JpGU-AGU Joint Session “Marine ecosystem and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling”	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 PICES Modeling effects of climate change on fish and fisheries” session	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 PICES Advances in Understanding and Modeling of Physical Processes in the North Pacific in the Past 25 Years of PICES and Future Directions	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 Japan Geoscience Union Meeting 2016, “Ocean Mixing Frontiers”, Japan Geoscience Union	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 Asia Oceania Geoscience Society 13th Annual Meeting	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 International Symposium “Ocean Mixing Processes: Impact on Biogeochemistry, Climate and Ecosystem”	開催年 2017年～2017年
国際研究集会 AGU fall meeting, “Arctic environmental change: local, regional, global drivers and impacts”	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 Japan-Norway Air-Sea Interaction Workshop	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 Japan-Norway Arctic Science & Innovation Week, “The coupled Arctic climate system and its teleconnections with midlatitudes”	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 PICES 2016 Annual Meeting Workshop 8	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 CLIVAR/JAMSTEC International Workshop on the Kuroshio/Kuroshio Extension	開催年 2016年～2016年
国際研究集会 ESSAS 2016 Annual Meeting in Yokohama	開催年 2016年～2016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
---------	---------