

令和 3 年 6 月 27 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02959

研究課題名（和文）万年スケールでみた黒潮の流路変遷と黒潮分枝流の形成メカニズム

研究課題名（英文）Change in the Kuroshio path and formation of Kuroshio branch currents over a timescale of ten thousand years

研究代表者

郭 新宇（Guo, Xinyu）

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授

研究者番号：10322273

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000 円

研究成果の概要（和文）：最終氷期最盛期（LGM）から現代までの海水準と大気場の変動が黒潮の流路と流量、黒潮分枝流である対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流の平均流量に与える影響を解明することを目的として、海洋大循環モデリングと古海洋データ解析を行った。本研究では、1/4度と1/12度の太平洋モデルを別々に構築し、古気候モデルMIROC4mによって得られた35ka、30ka、LGM、6kaと産業革命前（0ka）の大気条件（風と熱フラックス）を与えて、海水準の変化を考慮した太平洋とその縁辺海における海流場と水塊形成を再現し、海流、水温と塩分変化を解析した。また、日本海若狭湾沖堆積物と東シナ海のデータから古環境の復元を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

黒潮とその分枝流である対馬暖流は日本周辺の海洋環境と気候を維持する基盤の一つである。本研究では、3万5千年前から現代までの海水準と大気条件の変化を海洋大循環モデルに与え、最終氷期最盛期を含む万年スケールの黒潮流路・流速の変化及び日本海に流入する対馬暖流の流量変化を解明した。その成果は古海洋学分野で知られている黒潮流路に関する2つの仮説に結論を付けるだけでなく、今後起こりえる地球温暖化の黒潮流路・流量への影響の参考となる。また、海水準の上昇に伴う対馬暖流の形成過程を提示できたことや海水準の変動に対して対馬暖流の流量が非線形の応答を示したことは日本海的环境変遷の解明に寄与する。

研究成果の概要（英文）：This study is for understanding how the changes of sea level and atmospheric forcing from the Last Glacial Maximum (21ka) to modern period affected the path and volume transport of the Kuroshio and its branch currents (Tsushima, Tsugaru and Soya Warm Currents). Our method includes numerical simulation with ocean general circulation models and analysis of sediment core data. We developed two Pacific Ocean models with a horizontal resolution of 1/4 and 1/12 degree, respectively, using the reconstructed sea level over the past 35 thousand years. The models were driven by atmospheric forcing (winds and heat flux) from a paleoclimatic model (MIROC4m) for 35, 30, 21, 6, and 0 ka, respectively. The model results reveal the changes of major ocean currents, water temperature and salinity over the past 35 thousand years. Meanwhile, the paleoenvironments were reconstructed from the sediment data offshore of Wakasa Bay in the Japan Sea and those in the East China Sea.

研究分野：海洋物理学

キーワード：黒潮 対馬暖流 最終氷期最盛期 日本海 東シナ海

## 1. 研究開始当初の背景

日本周辺海域を流れる黒潮とその分枝流である対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流は日本および東アジアの気候形成に重要な役割を果たし、局地気候システムの一部と言っても過言ではない。これらの暖流の流路と流量は時々変化し異常気象を引き起こすが、概ね安定して存在しており、局地気候システムの維持に貢献している。しかし、長い時間スケールで見ればこれらの暖流は激変する地球システムにあり、今の安定的な流路と流量は変貌中のワンシーンに過ぎない。

最終氷期最盛期(LGM)と言われる約2万年前は、大陸氷床の発達により、全球海水準が現在より約130m低かったと考えられている(Yokoyama et al., 2007)。また、LGMを対象とするいくつかの気候モデルはLGM中の偏西風が現在より5度ほど南下していたと示唆している(Yanase and Abe-Ouchi, 2007)。海水準の低下と偏西風の南下は間違いなくLGM中の黒潮および対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流に大きな影響を与えていたはずである。

LGM中の黒潮流路について古海洋学的な知見としては主に2つの説がある(Gallagher et al., 2015)。1つ目は、LGM中の黒潮流路は現在と異なり、台湾東部の北緯24度あたりで東へ曲がり太平洋に流入していた(Ujiié and Ujiié, 1999; Ujiié et al., 2003)という説である。2つ目は、黒潮の流路は現在と変化していない(Kao et al., 2006; Lee et al., 2013; Zheng et al., 2016)という説である。

線形の海洋力学によれば黒潮は海上風の渦度がゼロになる緯度で離岸する。日本周辺海域では海上風の渦度がゼロになる緯度は偏西風付近となり、黒潮統流の位置とほぼ一致する。もしLGM中の偏西風が現在より5度ほど南下していたら、LGM中の黒潮も現在より5度前後を南下して離岸したと推測される。この推測は古海洋のデータが示唆したLGM中の黒潮統流が現在より3度南にシフトしていた報告(Kawahata and Ohshima, 2002)とおおよそ一致し、LGM中の黒潮流路に関する1つ目の説を支持する。

LGM中の黒潮流路が現在と変化していない説を提唱する論文(Kao et al., 2006; Lee et al., 2013; Zheng et al., 2016)はすべて海洋循環モデルを用いている。偏西風の南下を考慮しない海洋循環モデル(Kao et al., 2006; Lee et al., 2013)で求めた黒潮が現在と変化しない結果は海洋力学的に当然の結果である。また、偏西風の南下をある程度考慮した海洋循環モデル(Zheng et al., 2016)は解像度(3度×1.8度)が粗いため、現実な黒潮の再現に限界がある。

黒潮の分枝流である対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流はLGMの時には形成されなかった。その理由は簡単である。対馬海峡・津軽海峡・宗谷海峡の水深が130mより浅いため、LGMの時に日本海はほぼ閉鎖された環境下にあったからである。LGM以後の海水準の上昇に伴い、約1万年前から対馬暖流が日本海へ流入し始めたと推定されている。その後、海水準の上昇に伴い、対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流は徐々に形成され、現在の様子になったが、実状はまだ明らかにされていない。

## 2. 研究の目的

黒潮の流路と流量、黒潮分枝流である対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流の平均流量を理解するために、LGMから現在までの海水準変動と古気候モデルから得られる大気場を海洋大循環モデルに導入し、過去1万年間の黒潮の変遷過程および対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流の形成過程を再現する。計算結果から、過去1万年間の130mの海水準変動および古気候モデルに見られた偏西風位置の5度前後の南下に対して、東シナ海と日本南岸における黒潮の流路と流量、日本海における対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流の流路と流量の応答特性を明らかにするとともに、古海洋学分野から提案された最終氷期最盛期に黒潮が台湾東部で東に転向する仮説を海洋力学の視点から検証する。

## 3. 研究の方法

本研究では、現代海洋の黒潮とその分枝流(対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流)を再現できる海洋大循環モデルに古気候学と古海洋学の知見を反映させることで、氷河期終焉後から現在までの1万年間のこれらの暖流の変遷過程を明らかにする。本研究で考慮する古気候と古海洋の主な事実として海水準の130mの低下と偏西風の変化である。

具体的な作業として、Stony Brook Parallel Ocean Model (sbPOM)を用いて水平解像度が1/4度である太平洋モデル(図1左)を構築し、35ka、30ka、LGM、6kaと産業革命前(0ka)の大気条件(風と熱フラックス)と海水準を与えて、それぞれのケースを30年計算した。0kaの大気条件はEnvironmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR)の配布データから、35ka、30ka、LGM、6kaの大気条件は大気海洋結合モデルMIROC4m (Chan et al., 2011)の結果から得られた。NCEPとMIROC4m間のバイアスを調整した。海水準の変化はYokoyama et al. (2018, 2019)を参考にして、-65m(35ka)、-110m(30ka)、-130m(LGM)、0m(6kaと0ka)に設定した。

過去1万年間の海水準の変動に伴う対馬暖流・津軽暖流・宗谷暖流の変動過程を知るために

1/4度の太平洋モデル(図1左)において海水準を10m間隔で0mから-130mまで降下させ、同じ外力(NCEP)で計13ケースを計算した。また、対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡を通過する流量と海水準の関係を理解するため、図1(右)で示された水平解像度が10kmである理想化地形のモデルを構築し、水平方向に変化しない水温成層(表層20、底層5)と理想化された東西風成分のみを与えて計算した。

太平洋モデルに関して水平解像度を1/4度から1/12度に、鉛直方向で21層から47層に変更して新しい太平洋モデルも構築したが、初期的な計算結果しかなかったため、成果報告書には1/4度の太平洋モデルの結果を利用する。

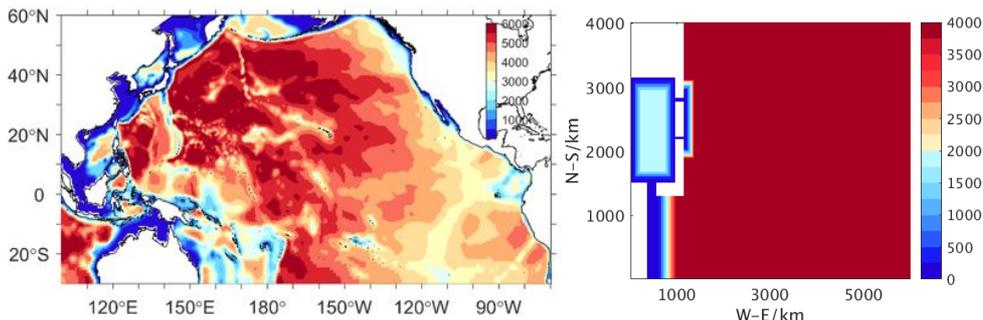


図1 太平洋実地形モデル(左)、亜熱帯循環と亜寒帯循環に囲まれる日本海理想地形モデル(右)。色は水深を表し、単位はメートル。

#### 4. 研究成果

##### (1) 亜熱帯循環の変化

北太平洋における流線関数の分布によると、6kaと0kaの亜熱帯循環が似ていることが分かる。また、0kaと比べると、35ka、30kaとLGMの亜熱帯循環は強くなっている。北赤道海流の流量は0kaより35kaとLGMに7.6Sv、30kaに10.3Svそれぞれ増加した。また、増えた流量の大部分は北上し、黒潮流域に入った。

亜熱帯循環の強度は中緯度における海洋上層(0-1000m)の南北方向の流量で表現できるため、亜熱帯循環の変化を東経137度から太平洋東岸までの断面流量(図2)からも検討する。北緯13-15度を境にして、北側に南下する流量と南側に北上する流量が存在する(図2中の実線)。また、5つのケースにおいて、北緯13度から北緯24度間に比較的大きい変化がみられ、その量は10Sv達している。流量が一番小さいのは0kaと6kaで、流量が一番大きいのはLGMと30kaであり、35kaはその間にある。この結果からLGM前後の亜熱帯循環は現代と比べると強かったと考えられる。一方、北緯13度より南の低緯度海域で北上する流量はLGMと30kaより0kaと6kaの方が多くとも図2から分かる。

亜熱帯循環の変化は海上風の分布から求めた東経137度から太平洋東岸までのSverdrup流量(図2中の破線)の変化からある程度説明できる。Sverdrup流量は北緯13度から24度間に一番大きく変化しており、その間で南下する流量も0kaと6kaよりLGM、30kaと35kaの方が大きいことから、風場の変化は亜熱帯循環の変化を主導したことが分かる。一方、ここでは詳細を示さないが、Sverdrup流量は実際の流量との差もあり、その差は緯度帯別に異なる特徴を示し、熱フラックスの変化と一定の対応関係を示している。これは浮力フラックスが海洋循環に一定の影響を与えることを示唆している(Hogg and Gayen, 2020)。

##### (2) 黒潮と黒潮流速の変化

黒潮と黒潮流速の変化を海面から100m深までの平均流速(図3)で検討する。0kaと6kaにはほとんど差がなく、どちらのケースでも黒潮が東シナ海の陸棚斜面で北上し、日本南岸で東進し、日本列島を離れると黒潮流速を形成する。LGMになると、強化された北赤道海流の影響を受け、東シナ海と日本南岸の黒潮流速が明らかに速くなり、この変化は黒潮流速まで続く。一方、東シナ海の黒潮流速は大きく変化することがなく、東シナ海の大部分が陸になったことに影響され、0kaの黒潮流速よりやや南にシフトする程度に留まり、古海洋分野で提唱された台湾東部で東進する黒潮は見られなかった。日本南岸の黒潮もほとんど変化せず、岸の近くを

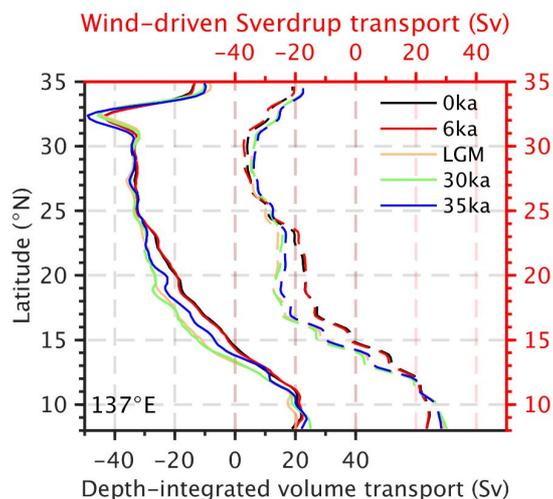


図2 同緯度における東経137度から太平洋東岸までの0mから1000m深の断面積分流量(実線)とそれに対応するSverdrup流量(破線)。単位はSv(1Sv=10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>)

流れる。また、黒潮続流はやや南へのシフトが見られる。30ka と 35ka は LGM と似た黒潮と黒潮続流が得られたが、35ka には東シナ海で北上する黒潮の一部が日本海に流入するため、北部では弱くなっている。

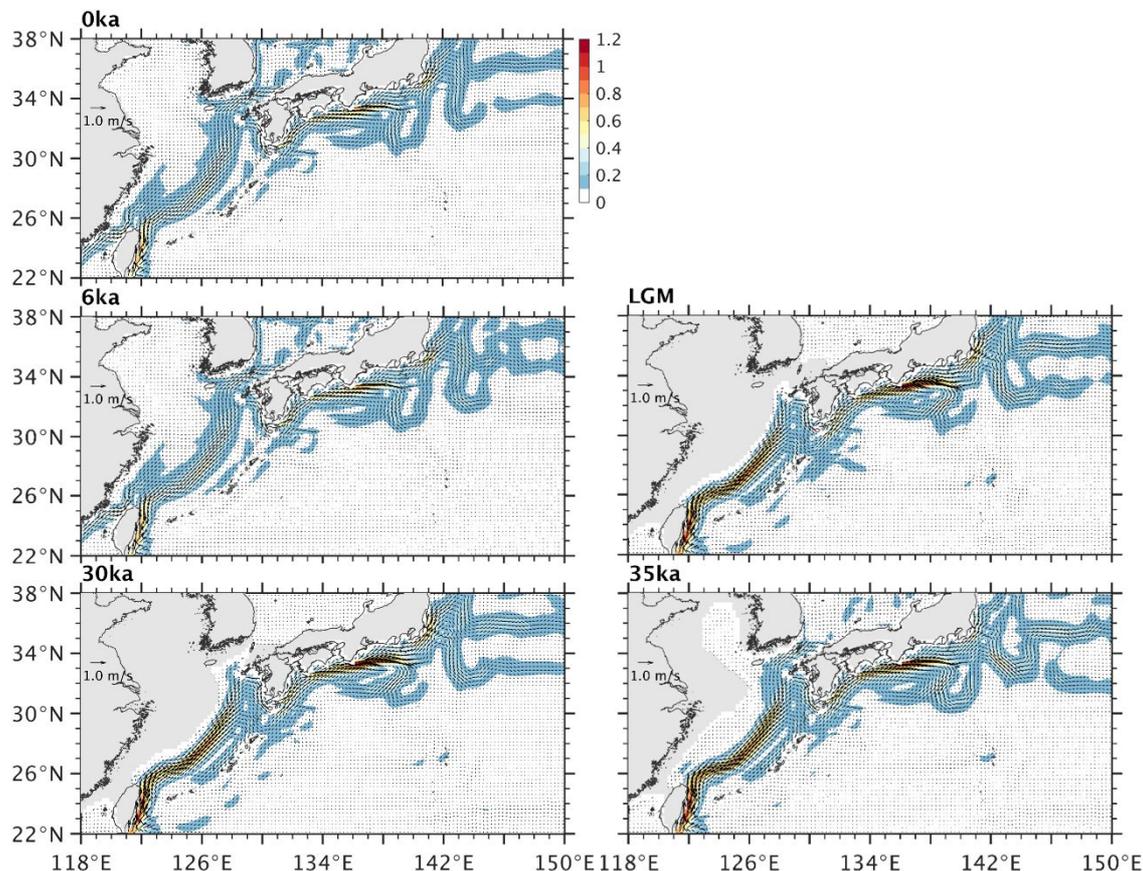


図3 0ka、6ka、LGM、30ka と 35ka といったケースから得られた 0-100m の鉛直平均流速。カラーは流速の大きさを示し、単位は m/s である。

### (3) 日本海海峡流量の変化

現代の海水準では、実地形の 1/4 度の太平洋モデルと理想地形の日本海モデルで得られた対馬海峡、津軽海峡と宗谷海峡における年平均流量は (2.80, 2.53, 0.33) Sv と (2.65, 1.90, 0.72) Sv であり、近年の観測値と近い値となっている。海水準が下がると、これらの海峡流量も下がるが、どちらのモデルも非線形的な応答を示している (図 4)。1/4 度の太平洋モデルでは (図 4 左)、対馬海峡での流量は 0 ~ -100m の海水準変化に対して線形より少し急な降下曲線を、-100m ~ -130m の海水準変化に線形より少し緩やかな降下曲線を示し、全体的には線形より少なめの値となっている。津軽海峡での流量は -20m ~ -50m の海水準変化に対して線形より多めの値となるが、ほかの海水準では少なめの値となっている。理想地形のモデル結果 (図 4 右) は実地形の太平洋モデルの結果と少し異なるが、海水準の変動に対して三つの海峡での流量が非線形的な応答を示す点において一致している。

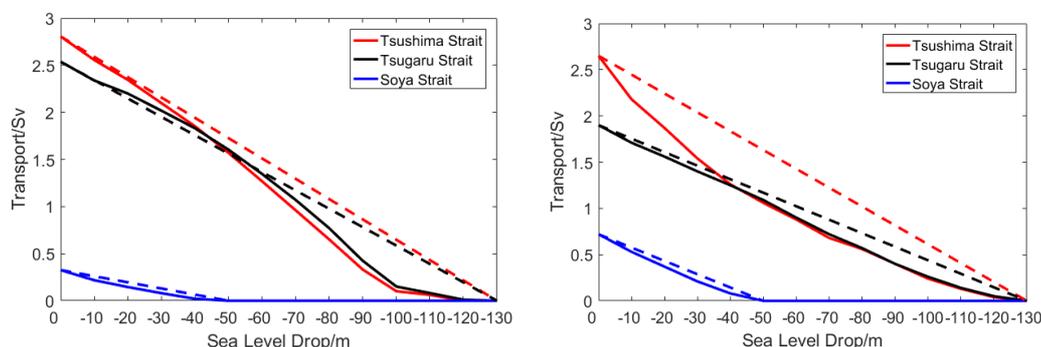


図4 太平洋実地形モデル (左) と日本海理想地形モデル (右) で得られた対馬海峡、津軽海峡、宗谷海峡を通過する流量 (縦軸) と海水準 (横軸) の関係。実線はモデル結果を示し、破線は3つの海峡における流量が線形的にゼロ (海峡の閉じた時の値) に減少することを示す。

### (4) 古海洋環境の復元

日本海の若狭湾沖で採取された堆積物コアの半割表面の蛍光 X 線 (XRF) コアスキャナー分析を行い、過去の日本海南部における海洋環境の変遷に関するデータを得た。XRF で分析した元素のうち臭素の強度は有機炭素含有量の変動と非常によく一致することから、過去の海洋生物生産指標となることがわかった。さらに、浮遊性有孔虫の酸素同位体比、有機炭素含有量、XRF コアスキャナーを用いた元素分析、放射性炭素年代、の結果に基づき古海洋環境の変遷を議論した。特に、採取水深の異なる 2 本の堆積物コアにより若狭湾沖の中層 (水深 400m) と深層 (水深 850m) における底層酸化還元状態の変化を比較した。その結果、深層への酸素供給に千年スケールで変化した冬季冷却の強弱が影響していた可能性を示唆した。

東シナ海の 4 万 2 千年前から 2 万年前までの古環境の復元によって、千年スケールの塩分変動振幅が  $\pm 1$  程度であったと推定した。また、これらの変動は日本海の環境変動と密接に関係していることがわかり、東シナ海を通した東アジアモンスーン変動が日本海の海洋環境を変えたという仮説を支持した。しかし、これらの関係には海水準による閾値があることもわかった。また、熱帯域との比較の結果、4 万 2 千年前から 3 万年前の塩分は約 3.3 程度であり、現在とあまり変わらないことが示唆された。さらに、東シナ海の前古環境復元について、海洋モデルと古環境復元結果を基に 3 万年前の人類の琉球列島への移住が偶然ではないことを示した。

#### < 引用文献 >

- ① Yokoyama et al., Japan Sea oxygen isotope stratigraphy and global sea-level changes for the last 50,000 years recorded in sediment cores from the Oki Ridge. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 247(1–2), 2007, 5–17.
- ② Yanase & Abe-Ouchi, The LGM surface climate and atmospheric circulation over East Asia and the North Pacific in the PMIP2 coupled model simulations. *Climate of the Past*, 3(3), 2007, 439–451.
- ③ Gallagher et al., The Pliocene to recent history of the Kuroshio and Tsushima Currents: A multi-proxy approach. *Progress in Earth and Planetary Science*, 2(1), 2015, 1–23.
- ④ Ujiie & Ujiie, Late Quaternary course changes of the Kuroshio Current in the Ryukyu Arc region, northwestern Pacific Ocean. *Marine Micropaleontology*, 37(1), 1999, 23–40.
- ⑤ Ujiie et al., Spatial and temporal variability of surface water in the Kuroshio source region, Pacific Ocean, over the past 21,000 years: Evidence from planktonic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 49(4), 2003, 335–364.
- ⑥ Kao et al., Effects of sea level change on the upstream Kuroshio Current through the Okinawa Trough. *Geophysical Research Letters*, 33(16), 2006, L16604.
- ⑦ Lee et al., Stability of the Kuroshio path with respect to glacial sea level lowering. *Geophysical Research Letters*, 40(2), 2013, 392–396.
- ⑧ Zheng et al., Synchronicity of Kuroshio Current and climate system variability since the Last Glacial Maximum. *Earth and Planetary Science Letters*, 452, 2016, 247–257.
- ⑨ Kawahata & Ohshima, Small latitudinal shift in the Kuroshio Extension (Central Pacific) during glacial times: Evidence from pollen transport. *Quaternary Science Reviews*, 21(14–15), 2002, 1705–1717.
- ⑩ Chan et al., Simulating the mid-Pliocene climate with the MIROC general circulation model: Experimental design and initial results. *Geoscientific Model Development*, 4(4), 2011, 1035–1049.
- ⑪ Yokoyama et al., Rapid glaciation and a two-step sea level plunge into the Last Glacial Maximum. *Nature*, 559(7715), 2018, 603–607.
- ⑫ Yokoyama et al., Gauging Quaternary Sea Level Changes Through Scientific Ocean Drilling. *Oceanography*, 32(1), 2019, 64–71.
- ⑬ Hogg & Gayen, Ocean Gyres Driven by Surface Buoyancy Forcing. *Geophysical Research Letters*, 47(16), 2020, e2020GL088539.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kuwae Michinobu, Tamai Hiromichi, Doi Hideyuki, Sakata Masayuki K., Minamoto Toshifumi, Suzuki Yoshiaki	4. 巻 3
2. 論文標題 Sedimentary DNA tracks decadal-centennial changes in fish abundance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-020-01282-9	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 -
1. 著者名 Ishizu Miho, Miyazawa Yasumasa, Tsunoda Tomohiko, Guo Xinyu	4. 巻 162
2. 論文標題 Seasonal variability in the inorganic ocean carbon cycle in the Northwest Pacific evaluated using a biogeochemical and carbon model coupled with an operational ocean model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 877~902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-020-02779-2	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 Lin Lei, Liu Dongyan, Guo Xinyu, Luo Chongxin, Cheng Yao	4. 巻 125
2. 論文標題 Tidal Effect on Water Export Rate in the Eastern Shelf Seas of China	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 e2019JC015863
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JC015863	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 Kaifu Yousuke, Kuo Tien-Hsia, Kubota Yoshimi, Jan Sen	4. 巻 10
2. 論文標題 Palaeolithic voyage for invisible islands beyond the horizon	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 19785
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-76831-7	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 Yoshimi Kubota, Yuki Haneda, Koji Kameo, Takuya Itaki, Hiroki Hayashi, Kizuku Shikoku, Kentaro Izumi, Martin J. Head, Yusuke Suganuma & Makoto Okada	4. 巻 8
2. 論文標題 Paleoceanography of the northwestern Pacific across the Early-Middle Pleistocene boundary (Marine Isotope Stages 20-18)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-020-00395-3	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 Saavedra-Pellitero Mariem, Baumann Karl-Heinz, Gallagher Stephen John, Sagawa Takuya, Tada Ryuji	4. 巻 152
2. 論文標題 Paleoceanographic evolution of the Japan Sea over the last 460 kyr ? A coccolithophore perspective	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Marine Micropaleontology	6. 最初と最後の頁 101720 ~ 101720
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marmicro.2019.01.001	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 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 Kaifu Yousuke, Lin Chih-hsing, Goto Akira, Ikeya Nobuyuki, Yamada Masahisa, Chiang Wei-Chuan, Fujita Masaki, Hara Koji, Hawira Toiora, Huang Kuo-en, Huang Chih-huei, Kubota Yoshimi, Liu Chiung-hsi, Miura Kumino, Miyazawa Yasumasa, et al.	4. 巻 93
2. 論文標題 Palaeolithic seafaring in East Asia: testing the bamboo raft hypothesis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Antiquity	6. 最初と最後の頁 1424 ~ 1441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15184/aqy.2019.90	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 Kubota Yoshimi、Kimoto Katsunori、Tada Ryuji、Uchida Masao、Ikehara Ken	4. 巻 6
2. 論文標題 Millennial-scale variability of East Asian summer monsoon inferred from sea surface salinity in the northern East China Sea (ECS) and its impact on the Japan Sea during Marine Isotope Stage (MIS) 3	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-019-0283-0	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 加 三千宣	4. 巻 57
2. 論文標題 沿岸域堆積物の過去数百～数千年間を対象としたパレオ研究 豊後水道・別府湾を例として	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第四紀研究	6. 最初と最後の頁 175-195
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 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 榎本一成・加三千宣・日向博文	4. 巻 65
2. 論文標題 別府湾におけるマイクロプラスチックの堆積フラックス	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_1321-I_1326
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 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 Kuwae Michinobu、Yamamoto Masanobu、Sagawa Takuya、Ikehara Ken、Irina Tomohisa、Takemura Keiji、Takeoka Hidetaka、Sugimoto Takashige	4. 巻 159
2. 論文標題 Multidecadal, centennial, and millennial variability in sardine and anchovy abundances in the western North Pacific and climate?fish linkages during the late Holocene	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress in Oceanography	6. 最初と最後の頁 86～98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.poccean.2017.09.011	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 Kubota Yoshimi, Suzuki Nozomi, Kimoto Katsunori, Uchida Masao, Itaki Takuya, Ikehara Ken, Kim Ryoung Ah, Lee Kyung Eun	4. 巻 452
2. 論文標題 Variation in subsurface water temperature and its link to the Kuroshio Current in the Okinawa Trough during the last 38.5 kyr	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Quaternary International	6. 最初と最後の頁 1~11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.quaint.2017.06.021	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25件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Michinobu Kuwae, Hironichi Tamai, Hideyuki Doi, Toshifumi Minamoto and Masayuki K Sakata
2. 発表標題 Sedimentary DNA can track decadal-centennial changes in fish species abundance.
3. 学会等名 Ocean Science Meeting 2020, AGU ASLO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuya Sagawa, Yusuke Narita, Takuya Matsuzaki, Masafumi Murayama, Takashi Hasegawa, Akiko Goto, Takeshi Nakagawa
2. 発表標題 Influence of East Asian summer and winter monsoons on the millennial-scale color alternation of Japan Sea sediment
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 久保田好美・羽田裕貴・亀尾浩司・板木拓也・林広樹・Martin J. Head・菅沼悠介・岡田誠
2. 発表標題 前期 - 中期更新世境界における北西太平洋の海洋環境変動
3. 学会等名 日本第四紀学会2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 桑野 太輔・亀尾 浩司・久保田 好美・万徳佳菜子・宇都宮 正志・岡田 誠
2. 発表標題 北西太平洋海域における前期更新世海洋環境と東アジアモンスーン
3. 学会等名 地球環境史学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 羽田裕貴・岡田誠・久保田好美・菅沼 悠介
2. 発表標題 Millennial-scale hydrographic changes in the northwestern Pacific during marine isotope stage 19: Teleconnections with ice melt in the North Atlantic
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yang, H., Guo, X., Abe-Ouchi, A., Miyazawa, Y., Varlamov, S., Chan, W.
2. 発表標題 The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Liu, Z., Nakamura, H., Zhu, X., Nishina, A., Guo, X., Dong, M.
2. 発表標題 Structure and variability of the Kuroshio current in the Tokara Strait
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haneda, Y., M. Okada, Y. Kubota, Y. Suganuma
2. 発表標題 Abrupt hydrographic changes in the northwestern Pacific response to the ice melting during MIS 19 from the Chiba composite section
3. 学会等名 20th Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Haneda, Y., Y. Kubota, M. Okada, Y. Suganuma
2. 発表標題 Multi-millennial Scale Hydrographic Changes In The Northwestern Pacific Response To The Northern Ice Melt During Mis 19 From The Chiba Composite Section, Central Japan
3. 学会等名 13th International Conference on Paleoceanography (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽田裕貴・岡田誠・久保田好美・菅沼悠介・横川菜々子・齋藤知里・林広樹
2. 発表標題 MIS19における北西太平洋の数千年スケール古海洋変動史
3. 学会等名 第5回地球環境史学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑野 太輔・久保田 好美・万徳 佳菜子・亀尾 浩司
2. 発表標題 Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 5. 羽田 裕貴・横川 菜々子・岡田 誠・林 広樹・久保田 好美・菅沼 悠介
2. 発表標題 千葉複合セクションの酸素同位体記録・浮遊性有孔虫群集によるMIS19における北西太平洋の古海洋変動復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 6. Kubota, Y., S. Clemens, K.-E. Lee, A. Holbourn, E. Wakisaka, K. Horikawa, R. Tada, K. Kimoto
2. 発表標題 400,000 years millennial scale temperature and rainfall in East Asia deduced from paired Mg/Ca and oxygen isotope of planktic foraminifera from the East China Sea
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 郭 新宇、武藤 玲央、宮澤 泰正
2. 発表標題 最終氷期最盛期の黒潮を対象とした数値シミュレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郭 新宇、山田 彩加
2. 発表標題 黒潮内側域における異常水温の発生
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 成田 祐亮、横山 真大、佐川 拓也、後藤(桜井) 晶子、長谷川 卓、久保田 好美
2. 発表標題 日本海南部若狭湾沖堆積物の明暗互層に記録された環境変動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加 三千宣・山本正伸・別府湾堆積物研究プロジェクト・杉本隆成
2. 発表標題 過去数千年間の日本マイワシ・カタクチイワシの長期変動
3. 学会等名 日本水産海洋学会2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加 三千宣・山本正伸・佐川拓也・池原研・入野智久・竹村恵二・武岡英隆・杉本隆成
2. 発表標題 古海洋・古気候記録にみられる日本周辺のイワシ類の個体数と中緯度古気候指標の数百年規模変動
3. 学会等名 日本海洋学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加 三千宣・山本正伸・別府湾海底コア研究グループ
2. 発表標題 別府湾海底堆積物にみられるイワシ類の過去7000年間の個体数変動
3. 学会等名 日本第四紀学会2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加 三千宣・山本正伸・別府湾海底コア研究グループ
2. 発表標題 別府湾海底堆積物の魚鱗記録にみられる過去2800年間のイワシ類の長期動態
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐川拓也, 郭 新宇
2. 発表標題 日本海における古海洋環境復元と物理モデルのコラボレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷崎恭平, 岡崎裕典, 佐川拓也, 小野寺丈尚太郎
2. 発表標題 珪質鞭毛藻群集に基づく最終氷期最盛期以降の日本海若狭沖における表層水温復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加 三千宣・山本正伸・別府湾海底コア研究グループ
2. 発表標題 別府湾海底堆積物の魚鱗記録からみた後期完新世のイワシ類の長期動態
3. 学会等名 日本第四紀学会2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加 三千宣、山本 正伸、竹村 恵二、池原 研、山田 圭太郎、石下 浩平、高松 裕子、杉本 隆成
2. 発表標題 完新世の気候変動に対する北西太平洋のイワン類の応答
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kubota, Y., K. Kimoto, R. Tada
2. 発表標題 Reconstruction of vertical temperature structure in the East China Sea to better understand the past Kuroshio variability
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Chen-Tung Arthur Chen and Xinyu Guo	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer Singapore	5. 総ページ数 320
3. 書名 Changing Asia-Pacific Marginal Seas	

〔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	佐川 拓也  (Sagawa Takuya)  (40448395)	金沢大学・地球社会基盤学系・助教   (13301)	

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	加 三千宣  (Kuwae Michinobu)  (70448380)	愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・准教授   (16301)	
研究分担者	森本 昭彦  (Morimoto Akihiko)  (80301323)	愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授   (16301)	
研究分担者	久保田 好美  (Kubota Yoshimi)  (80710946)	独立行政法人国立科学博物館・地学研究部・研究員   (82617)	

	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	宮澤 泰正  (Miyazawa Yasumasa)  (90399577)	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)・ラボ所長代理   (82706)	
連携研究者	阿部 彩子  (Abe-Ouchi Ayako)  (30272537)	東京大学・大気海洋研究所・教授   (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