

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：18001

研究種目：学術変革領域研究(B)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H05790

研究課題名（和文）pH耐性海洋生物群から迫るpH適応獲得機構の解明

研究課題名（英文）Evaluation of pH adaptation mechanism using pH tolerant marine organisms

研究代表者

栗原 晴子（Kurihara, Haruko）

琉球大学・理学部・教授

研究者番号：40397568

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,200,000円

研究成果の概要（和文）：大気CO₂増加によって海のpHは急速に低下する酸性化が引き起こされつつある。一方で地球史において過去海水のpHは劇的な変化を繰り返してきたとされる。本研究では天然状態で低pH環境を示す特殊な海域に生息する生物（サンゴ）およびpHが変化する環境だった時代を生き抜いてきたとされる有孔虫類の化石、さらには低pH環境を示す深海に生息する現生の底生有孔虫を用いて、このようなpH環境の変動に対する生物の応答を評価した。その結果、海水のpH変化は生物に対して大きなストレスとなりうる一方で生物の適応、さらには進化を引き起こす要因ともなりうることを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、社会活動に伴う気候変動によって、海洋生物や生態系が将来どのような応答を示す可能性があるのかを予測するのに役に立つだけでなく、その適応策を考案する上で貴重な科学的データを提供する。さらには現在みられる多様な生物種が過去の大気CO₂濃度などの地球環境の変動と共にどのように進化してきたのかそのプロセスを解明する上での科学的なデータが得られた点で重要な成果が得られたと言える。

研究成果の概要（英文）：Increased atmospheric CO₂ is now threatening the marine ecosystem by causing ocean acidification. Meanwhile, ocean pH is known to have changed dramatically throughout Earth's history. In this study, we aimed to assess the response of organisms to changes in seawater pH using marine organisms (corals) living in natural low pH analogues. In addition, fossil foraminifera, which are thought to have survived the pH era, and benthic foraminifera, which live in deep waters with a low pH environment. The results suggest that changes in seawater pH can be a major stress on organisms, but can also cause adaptation and evolution of marine organisms.

研究分野：海洋環境

キーワード：pH 気候変動 海洋環境 サンゴ 有孔虫 進化

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在、大気 CO₂ 分圧増加によって、海水の pH は急速に低下する「海洋酸性化」が進行しており、海洋生物にさまざまな影響を及ぼす可能性が報告されている (Orr et al 2005, Doney et al 2009)。一方で申請者らは沖縄県硫黄島沿岸で、海底から CO₂ の放出により、局所的に pH が低下している海域を見出し、そこでは CaCO₃ 骨格を有するサンゴ(造礁サンゴ)は見られないが、骨格を有さない軟質サンゴが多く生息していることを発見した(Inoue et al 2013)。さらにパラオでは、閉鎖性が高く湾外との海水交換が限られているため、海水の CO₂ 濃度が高く酸性化したニッコー湾では、多くの造礁サンゴが生息することを発見した。これらの結果は、pH 変化が生物に対してストレスとなりうる一方で、pH 変化に対する生物の応答はこれまで考えられてきたよりも多様で有り、生物によっては酸性化環境などにも適応する能力を有している可能性が予測できる。さらに近年、古環境研究からは約 5,600 万年前の暁新世・始新世境界期(PETM)に、急激な CO₂ 濃度の増加と pH の低下(0.2—0.3)が要因で、多くの石灰化生物(有孔虫類や円石藻類など)が大量に絶滅したと報告されている(Honisch et al. 2012)。しかし中には CaCO₃ の殻密度を変化させるなど、低 pH 環境の適応に成功した有孔虫類が選択され、新たな群集にシフトした可能性が示された(Foster et al. 2013)。

2. 研究の目的

本研究では海水の酸性化あるいはアルカリ化に対して、海洋生物がどのように応答し、さらにどのような機構で適応するのかを明らかにすることを目的とする。目的を達成するため、ここでは**課題1**として野外環境において**酸性化した海域**(1. 沖縄県硫黄島海域および 2. パラオニッコー湾)での**サンゴ**群集を対象に、低 pH 環境に対する生理・生態学的応答を解明する。さらに**課題2**では**有孔虫類**を用いて、急速な海洋酸性化したとされる 1. 暁新世・始新世境界温暖期(PETM)の化石有孔虫、さらに表層に比較して CO₂ 濃度が高い(pH が低い)環境である深海に着目して、2. 深海性有孔虫の殻密度や群集組成を評価することによって、過去の pH 環境の変動に対して生物がどのように応答し変化してきたのかを評価・解明する。

3. 研究の方法

課題1 沖縄県硫黄島沿岸およびパラオのニッコー湾において酸性化した海域とその周辺海域に生息する生物を比較し、生理・生態学的な相違点を評価した。なかでもサンゴに着目して異なる酸性化度合いを示す海域でのサンゴ群集を、トランセクト法を用いて潜水調査によって評価した。さらにその生理的応答を評価する。評価には酸素濃度の計測による光合成速度および呼吸速度、さらにはアルカリ度法および水中重量法による石灰化速度の評価を行う。サンゴに加えてその餌となる動物プランクトンの群集組成についても評価するため夜間にプランクトンネットによる採集を実施する。また酸性化耐性が次世代に引き継がれるのかを評価するため、耐性サンゴの幼生を酸性化環境で飼育し、稚サンゴの応答も評価する。

課題2 化石種については、PETM 前後に連続的に産出する浮遊性有孔虫 *Subbotina patagonica* の炭酸塩殻の密度を、マイクロフォーカス X 線 CT(MXCT)を用いて計測し、殻サイズと殻密度の関係について詳細に検討した。さらに深海性有孔虫については、沖縄島周辺の水深 250m~2700m で採取された底生有孔虫(*Cibicidoides wuellerstorfi*)を用いて、殻密度の計測を行った。殻密度は撮影データから直接測定不可能なため、本研究では、方解石の国際標準物質である NBS-19 を標準資料としてサンプルと同時に撮影し、両者の X 線透過度から“方解石 CT 値”を密度の指標とした。

4. 研究成果

課題1①沖縄県硫黄島沿岸海域でのサンゴ群集の評価をするための潜水調査を実施した。その結果、CO₂ が海底から湧出し酸性化し海域においてこれまで明らかにされていたソフトコーラル(八放サンゴ)に加えて同じく八放サンゴの中で唯一炭酸カルシウムの骨格を有するアオサンゴが生息することをはじめて発見した。そこで本アオサンゴを用いて、その酸性化耐性能を評価するために海水中の pH を低下させた海水中で飼育した結果、明石灰化および暗石灰化速度共に高 CO₂ 濃度 (低 pH)環境下で飼育しても多くのイシサンゴ類とは異なり全く影響を受けないことが明らかとなった(図 1)。一方、光合成速度および呼吸速度は高 CO₂ 濃度環境下では低下することも明らかとなった。これら結果から本種サンゴはイシサンゴ類と同様にアラゴナイトでできた炭酸カルシウム骨格を有するにも関わらず、その骨格形成は酸性化の影響を受けず低 pH 環境に対して高い耐性能があることが示唆された。一方で光合成速度には低下が見られたこ

とから、共生する褐虫藻類は酸性化の影響を受ける可能性が示唆された。本種サンゴは過去大気 CO₂ 濃度が急速に増加した白亜紀に誕生したとされているが、この時期に多くのイシサンゴ類の祖先種が絶滅しその空きニッチにアオサンゴやソフトコーラルが広がったことが化石記録などか

ら予測されてきた。これら研究および本結果から地球の大気 CO₂ 濃度の変化とそれに伴う海水の pH 変化がこれらサンゴ群集の進化に大きく関わってきた可能性が示唆される。また今後はアオサンゴ類の CaCO₃ 骨格形成が酸性化の影響を受けないのかを解明するかが今後の重要な課題である。

②パラオ共和国の酸性化したニッコー湾においては硫黄島海域とは異なりこれまでの研究により多くのイシサンゴ類が生息することを申請者らが明らかにしてきた。そこでこのニッコー湾内外に生息する同種のサンゴ(ハナヤサイサンゴ: *Pocillopora acuta*)を用いて交換移植実験を行いその応答を評価した。その結果湾外に生息している群体を湾内に移植した結果全ての個体が死亡した(図2)。一方湾内に生息していた群体を湾外に移植した結果、生存可能ではあったがその石灰化速度は湾内よりも高 pH, 高炭酸カルシウム飽和度の海水環境であるにも関わらず有

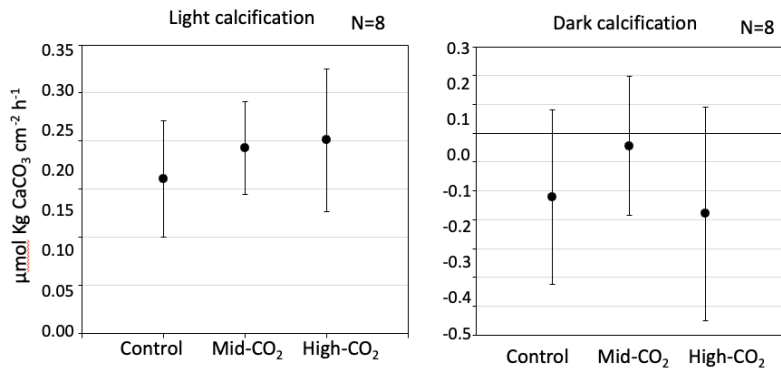


図1 異なる3つの CO₂ 濃度環境(pH 環境)下で飼育されたアオサンゴの明石灰化速度および暗石灰化速度

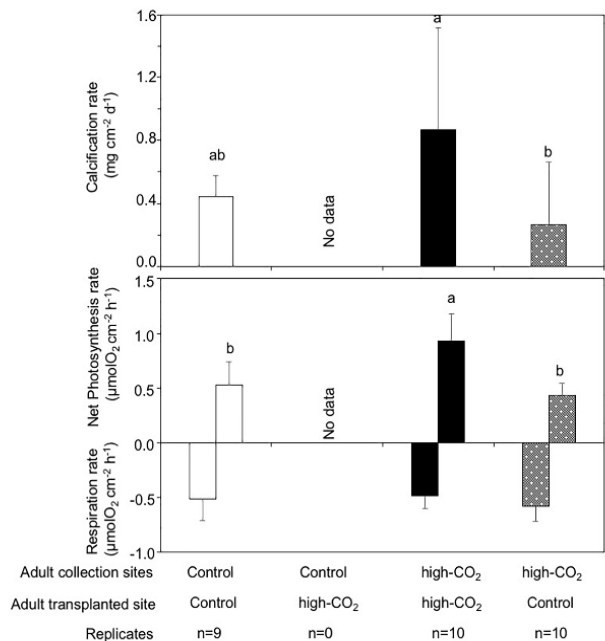


図2 ニッコー湾内外に交換移植されたサンゴの石灰化、光合成および呼吸速度

意に低下することが明らかとなった。さらに光合成速度も同様に湾内から湾外に移植されると低下することが明らかとなった。これら結果から湾外と湾内に生息する本種のサンゴはそれぞれ生息する環境に適応していることが示唆された。さらに次世代について評価するためまずは湾内外に生息している本種サンゴから得られた幼生について調べた結果、湾内に生息するハナヤサイサンゴ群体から得られたサンゴ幼生が共生する褐虫藻密度およびクロロフィル濃度は湾外の群体に比べて有意に高いことが明らかとなった。さらにそれぞれ湾内および湾外に生息している群体から得られた幼生を用いて、異なる pH 環境下で飼育し次世代の酸性化耐性能を評価した。その結果サンゴ幼生の脂質量は湾内から得られた幼生は低 pH 環境下で5日間飼育されても有意な変化が見られなかった一方で湾外から得られた幼生は低 pH 環境下では有意に低下することが明らかとなった(図3)。これらの結果から、本種サンゴは成体に加えて次世代においても本湾内で見られる低 pH 環境に適応していることが示唆される。今後はさらに湾内外における本種サンゴの遺伝子発現や遺伝子レベルの違いの有無の可能性について評価をしていくことが重要である。

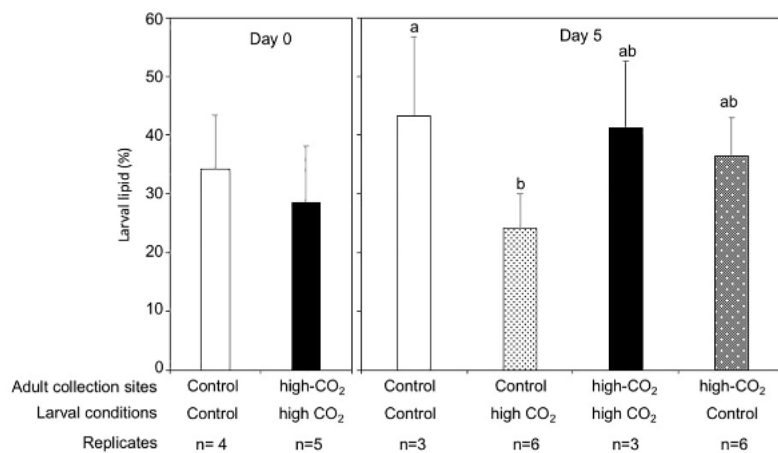


図3 湾内外出身のサンゴから得られた幼生を異なる CO₂ (pH)環境下で5日間飼育した時の幼生の

パラオニッコウ湾内外でのサンゴ群集調査からは、湾内に多くのイシサンゴ類が生息しており、移植実験などからこれら種が湾内の酸性化した環境にうまく適応している可能性が示唆された。しかし一方でミドリイシ属サンゴのように湾外では優先して見られる一方で湾内では全く見られないサンゴも多く存在していた。そこでミドリイシ属サンゴはなぜ本湾内で生息できないのかを評価するため、まずは湾外に生息するミドリイシサンゴ(コユビミドリイシ: *Acropora digitifera*)の成体を湾内に移植した。その結果本種サンゴは湾内においても少なくとも数ヶ月は生存可能であることが示された。そこで本種サンゴの幼生に着目して、湾内外に基盤を設置してそれぞれの基盤におけるサンゴの着底を評価した。その結果湾外にはミドリイシ属サンゴの稚サンゴの着底が見られる一方で湾内では全く見られないことが明らかとなった。そこで着底が見られない要因としてサンゴ幼生側の問題か着底基盤、あるいは環境によるものなのかを確認するため、湾内外に一定期間設置した着底基盤を用いてコユビミドリイシの幼生を異なる pH 海水環境中での着底率を室内実験的に評価した。その結果コユビミドリイシの幼生は pH に関係なく湾外に一定期間おいた基盤には着底する一方で、湾内に一定期間設置した基盤では有意に着底率が低いことが明らかとなった(図6)。さらにそれぞれの基盤の表面の違いを評価した結果石灰藻類の割合に違いがあることがわかった。石灰藻類はサンゴ幼生の変態や着底を誘引することが知られており、

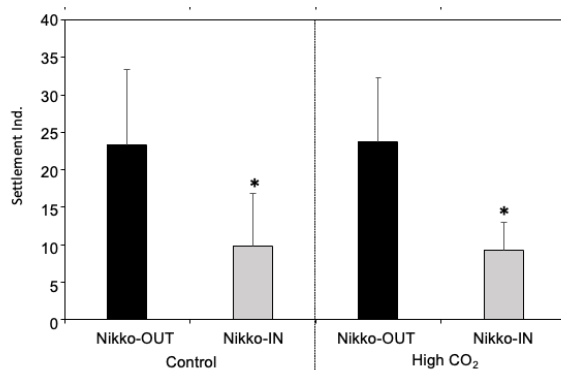


図4 異なる pH 環境下での湾内外に設置された基盤へのサンゴ幼生の着底選択実験結果

かを確認するため、湾内外に一定期間設置した着底基盤を用いてコユビミドリイシの幼生を異なる pH 海水環境中での着底率を室内実験的に評価した。その結果コユビミドリイシの幼生は pH に関係なく湾外に一定期間おいた基盤には着底する一方で、湾内に一定期間設置した基盤では有意に着底率が低いことが明らかとなった(図6)。さらにそれぞれの基盤の表面の違いを評価した結果石灰藻類の割合に違いがあることがわかった。石灰藻類はサンゴ幼生の変態や着底を誘引することが知られており、

また石灰藻類は酸性化の影響を強く受けやすいことも知られている。したがってこの湾内にコユビドリイシが生息しない要因の一つとして、低 pH 環境がサンゴ幼生の直接妨げているわけではなく、幼生の着底に必要な石灰藻類が生息しないことが理由である可能性が示唆された。これら結果から低 pH 環境はさまざまな生物間相互作用に影響することで生物群集に大きく影響する可能性が示唆された。

課題 2 ①PETM 期の開始期の pH は約 7.7 であるのに対して最も CO₂ 濃度が高い時期には 7.3、その後 7.5 に上昇したと予測されている。しかし PETM 前後に連続的に産出する浮遊性有孔虫 *Subbotina patagonica* の炭酸塩殻の密度を計測した結果、これまでの飼育実験の研究とは異なり pH 環境の変化と無関係の時期に有孔虫の殻密度が低下する現象が見られた。また、PETM のピーク時には、それ以前の時代よりも密度の増大が見られた。本研究でさらに CT 画像を詳細に解析した結果、殻サイズと殻密度に明確な相関関係は見られなかったが、殻サイズが小さい個体は殻密度が小さい傾向にあることがわかった。これは有孔虫が成長の最終段階に硬く密度の高い殻を形成する特徴と整合的だが、個体ごとの殻密度のばらつきは最も小さな個体を除いて殻サイズによらないことも明らかになった。これは、0.4 程度の pH の低下に対し、有孔虫が耐性を持つこと、また、有孔虫の殻密度は個体差が大きく環境変化に対してランダムに変化する可能性があることを示唆する。

② 自然環境下では、水深 250m 付近から水深約 1000m にかけて pH は低下し、水深 1000m 付近で 7.8 未満まで低下していることが知られている。そこでこれら深海底に生息する有孔虫の殻密度を計測した結果、予想に反して *C. wuellerstorfi* の殻密度は水深と共に増加する傾向がみられた(図7, 図8)。一方で、pH が徐々に増加する傾向にある水深 1000m 以深では、*C. wuellerstorfi* の殻密度は増加する傾向を示した。このことより、自然環境下の *C. wuellerstorfi* は、これまでの pH をコントロールした研究室での実験結果と異なり、pH 低下に対する耐性がある可能性が示唆された。これは、始新世初期の浮遊性有孔虫の殻密度形成が pH の低下に対して殻密度を低下させていなかったことも整合的であり、自然環境において有孔虫が pH の低下に耐えうることを示唆している。また、本研究の結果からは、殻の材料となる物質の増加(または、それに伴うアルカリ度の上昇)などにより、より高密度の殻を形成する可能性が考えられるが、このことは、最近行われた高アルカリ度環境下での大型有孔虫の飼育実験により明らかとなった、pH 低下への耐性がみられなかった大型有孔虫であっても高アルカリ環境下では十分な体積・殻密度の殻が形成されるという結果(Kinoshita et al., in prep.)とも整合的である。

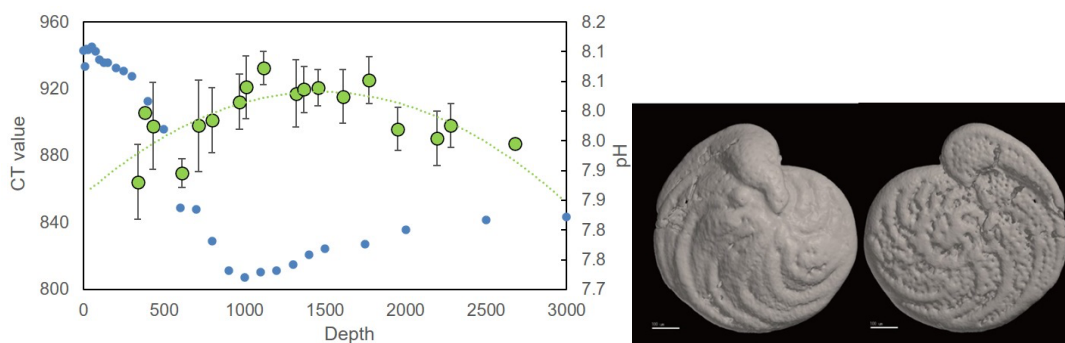


図7 異なる水深から採集された有孔虫 *C. wuellerstorfi* の殻密度(CT 値、緑丸)と pH(青丸)の結果および *C. wuellerstorfi* の CT 画像

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kurihara H, Watanabe A, Tsugi A, Mimura I., Hongo C, Kawai T, Reimer JD, Kimoto K, Gouezo M, Golbuu Y	4. 巻 11
2. 論文標題 Potential local adaptation of corals at acidified and warmed Nikko Bay, Palau.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Report	6. 最初と最後の頁 11192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-90614-8	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-Kawai Michiyo, Ito Soichiro, Kurihara Haruko, Kanda Jota	4. 巻 8
2. 論文標題 Ocean Acidification State in the Highly Eutrophic Tokyo Bay, Japan: Controls on Seasonal and Interannual Variability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 624021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2021.642041	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 Reimer James Davis, Kurihara Haruko, Ravasi Timothy, Ide Yoichi, Izumiyama Michael, Kayanne Hajime	4. 巻 51
2. 論文標題 Unexpected high abundance of aragonite-forming Nanipora (Octocorallia: Helioporacea) at an acidified volcanic reef in southern Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Marine Biodiversity	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12526-021-01165-0	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 該当する
1. 著者名 Listiawati Vina, Kurihara Haruko	4. 巻 11
2. 論文標題 Ocean warming and acidification modify top-down and bottom-up control in a tropical seagrass ecosystem	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-92989-0	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 Kurihara H, Suhara Y, Mimura I, Golbuu Y	4. 巻 7
2. 論文標題 Potential acclimatization and adaptative responses of adult and trans-generational coral larvae from a naturally acidified habitat	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers of Marine Sciences	6. 最初と最後の頁 581160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars_2020.581160	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 栗原晴子	4. 巻 20
2. 論文標題 サンゴ礁生態系への酸性化影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本女性科学者の会学術誌	6. 最初と最後の頁 41-50
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 Reimer James Davis, Agostini Sylvain, Golbuu Yimnang, Harvey Ben P., Izumiyama Michael, Jamodiong Emmeline A., Kawai Erina, Kayanne Hajime, Kurihara Haruko, Ravasi Timothy, Wada Shigeki, Rodolfo-Metalpa Riccardo	4. 巻 42
2. 論文標題 High abundances of zooxanthellate zoantharians (Palythoa and Zoanthus) at multiple natural analogues: potential model anthozoans?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 707 ~ 715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00338-023-02381-9	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 Yamaguchi Tatsuhiko, Kubota Yoshimi, Kimoto Katsunori	4. 巻 129
2. 論文標題 暁新世 - 始新世温暖化極大の海洋酸性化	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of the Geological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 179 ~ 197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2022.0056	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 Kinoshita Shunichi, Kuroyanagi Azumi, Kawahata Hodaka, Fujita Kazuhiko, Ishimura Toyoho, Suzuki Atsushi, Kano Harumasa, Kubota Yoshimi, Nishi Hiroshi	4. 巻 181
2. 論文標題 Constant shell density of hyaline large benthic foraminifers under thermal stress	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Marine Micropaleontology	6. 最初と最後の頁 102232 ~ 102232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marmicro.2023.102232	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22件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Listiawati V, Kurihara H
2. 発表標題 Evaluation of Mozuku-Coral interaction under future Ocean acidification.
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2021年 ~ 2022年

1. 発表者名 栗原晴子
2. 発表標題 海洋酸性化に伴うpH環境の変動と海洋生物・生態系への影響
3. 学会等名 日本生化学会大会
4. 発表年 2021年 ~ 2022年

1. 発表者名 茅根創, 藤田乃里, 藤田智子, 中嶋秀, 森岡和大, 辺見彰秀, 佐藤緑, 粥川洋平, 山本将史, 栗原晴子, Dickson AG
2. 発表標題 次世代型半導体 (ISFET) pHセンサー
3. 学会等名 食品生産技術研究会
4. 発表年 2021年 ~ 2022年

1. 発表者名 Kurihara H
2. 発表標題 Implication of ocean acidification impacts on marine organisms and coastal ecosystem services.
3. 学会等名 China-Japan High-level Expert Symposium on Marine Environment (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 Listiawati V, Kurihara H
2. 発表標題 Seagrass meadow can be a refuge for corals against ocean acidification?
3. 学会等名 IMBeR West Pacific Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 栗原晴子, Chen TC
2. 発表標題 Blue corals are winner in a high-CO2 world?
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷中 絢貴, 栗原 晴子, Davide Maggioni, Davide Seveso, Danwei Huang, Abram Townsend, Zoe T. Richards, Sen-Lin Tang, 和田 直久, 菊地 泰生, 湯浅 英知, 山下 洋, 安倍 真理, 金井 恵, Stephane De Palmas, Nipon Phongsuwan, 安田 仁奈
2. 発表標題 インド-西太平洋におけるアオサンゴ属 (Helipora spp.) の系統地理学的パターンと種分化の考察
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗原晴子
2. 発表標題 海洋酸性化に伴うpH環境の変動と海洋生物・生態系への影響
3. 学会等名 日本生化学学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kurihara H
2. 発表標題 Impacts of Ocean acidification on Japan coast and marine fisheries.
3. 学会等名 International Marine Conservation Congress (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保田好美・木元克典・山口龍彦・堀内里香・Richard D. Norris
2. 発表標題 暁新世・始新世境界温暖期における浮遊性有孔虫の炭酸塩殻密度
3. 学会等名 古生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗原晴子
2. 発表標題 気候変動におけるサンゴ礁生態系
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 栗原晴子, 久保田好美
2. 発表標題 海洋酸性化による過去・現在・未来の海洋生物・生態系への影響
3. 学会等名 pH創成シンポジウム
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Kurihara H
2. 発表標題 Ocean acidification impacts on marine ecosystem and its potential mitigation solution
3. 学会等名 STACLIM (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 栗原晴子
2. 発表標題 海洋酸性化が及ぼす未来の海洋生物・生態系への影響
3. 学会等名 日本生理学会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 4.Heitzman J, Iijima L, Mitsuhashi G, Spatafora D, Wada S, Harvey B, Kurihara H, Agostini S
2. 発表標題 Coral skeleton dissolution is accelerated by turf algal settlement under ocean acidification
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Taninaka H, Kurihara H, Zheng Y, Chen CT, Yamashita H, Yasuda N
2. 発表標題 Different eco-physiological adaptation drives new genetic divergence in extant coral species.
3. 学会等名 Asia Pacific Coral Reef Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Kurihara H, Taninaka H, Kayanne H, Watanabe A, Otto EI, Golbuu Y
2. 発表標題 What we can learn from CO2 and non-CO2 vent low pH natural analogue sites.
3. 学会等名 Asia Pacific Coral Reef Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 栗原晴子
2. 発表標題 気候変動下におけるサンゴ礁生態系
3. 学会等名 日本海洋学会 海洋生物シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Kubota, Y., K. Kimoto, T. Yamaguchi, S. Kinoshita, R. D. Norris
2. 発表標題 Calcification response of the planktic foraminifer during the Paleocene-Eocene thermal maximum
3. 学会等名 2nd Asian Paleontological Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 Kinoshita S, Wang Q, Kuroyanagi A, Murayama M, Ujiie Y, Kawahata H
2. 発表標題 Three-dimensional parameters (volume and density) of planktonic foraminiferal fossils in the core as potential paleoenvironmental proxies.
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 久保田好美・木元克典・山口龍彦・木下峻一・リチャード ノリス
2. 発表標題 Calcification response of the planktic foraminifer during the Paleocene-Eocene thermal maximum
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting
4. 発表年 2022年～2023年

1. 発表者名 久保田 好美
2. 発表標題 化石から探る過去の海洋酸性化が生命に与えた影響：有孔虫化石の解析からひもとく海洋酸性化の歴史
3. 学会等名 日本生理学会
4. 発表年 2022年～2023年

〔図書〕 計0件

〔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	久保田 好美	独立行政法人国立科学博物館・地学研究部・研究主幹	
	(Kubota Yoshimi)		
	(80710946)	(82617)	

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			
パラオ	Palau International Coral Reef Center			
米国	Scripps Institution of Oceanography	University of California San Diego		