

令和 2 年 6 月 25 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05772

研究課題名(和文)高CO₂・高水温環境下でのサンゴ礁群集の多様性維持機構：パラオ礁湖での事例研究研究課題名(英文) Evaluation of the biodiversity conservation mechanism in reef ecosystems under high CO₂ and temperature environment : Palau inner reef as a case study

研究代表者

栗原 晴子 (Kurihara, Haruko)

琉球大学・理学部・助教

研究者番号：40397568

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)：サンゴ礁生態系は、大気CO₂濃度の増加による温暖化および海洋酸性化の影響を最も顕著に受ける可能性がある海域として危惧されている。しかしパラオ国沿岸にて海水中のCO₂濃度および水温が周辺海域よりも高いにも関わらず、高被度・高多様性のサンゴ群集が生息する湾(ニッコウ湾)が発見された。このような環境は湾内の海水の滞留時間が2ヶ月以上と長く、湾内に生息するサンゴの石灰化活動と有機物分解が関係していることが明らかとなった。さらに湾内に生息するサンゴは本湾の環境に適応している可能性が示された。これら結果からサンゴなどの生物は高水温・高CO₂環境に対してある程度適応する能力を有する可能性が予測された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在急速に進行している気候変動に伴って海洋の酸性化および温暖化はサンゴ礁域をはじめとする様々な生物や海の生態系に対して多大な影響を与える可能性が懸念されている。一方で本研究では、このような環境の変化に対してサンゴは順応あるいは適応する能力を有する可能性が示唆された。これら生物による環境変動に対する適応機構などが今後さらに明らかにされれば、学術的には環境の変動に対する生物の進化プロセスの解明につながる事が期待される。さらに今後のサンゴ礁生態系の将来予測、さらにはサンゴ礁の保全や気候変動への適応策を講じる上で欠かせない科学的知見としての社会的意義が高い結果が得られたといえる。

研究成果の概要(英文)：Coral reefs are suspected to be particularly affected by the global warming and ocean acidification caused by the increase of atmospheric CO₂ concentration. However, the seawater within Nikko bay at Palau was found to be warm and acidic, but hold high coral cover and high coral diversity. The high seawater pCO₂ was found to be caused by the high seawater residence time of more than 2 months and affected by the calcification and decomposition by the organisms living within the bay. From transplantation and tank experiments, it was also found that the coral living within the bay are potentially acclimated to those environments found within the bay, suggesting that corals may have the ability to adapt to high seawater pCO₂ and temperature conditions.

研究分野：海洋環境

キーワード：酸性化 温暖化 サンゴ礁 気候変動 サンゴ群集 進化 適応

1. 研究開始当初の背景

サンゴ礁生態系は、CO₂ 濃度の増加によってもたらされる温暖化および海洋酸性化の影響を最も顕著に受ける可能性がある海域として危惧されている。過去の室内操作実験から、サンゴ礁生態系はCO₂ 濃度増加に伴って、サンゴ類から海藻類が優占する群集へとシフトする可能性が



図1 モデルによるサンゴ礁生態系の将来予測像。現在のサンゴ群集は、酸性化と温暖化の進行に従って、海藻が有占し、さらに進行すると多くの生物が失われる。

モデル提唱された。しかし、近年パプアニューギニアや沖縄県硫黄島沖のサンゴ礁域で火山性由来のCO₂ が湧出する天然酸性化海域が発見され、そこには予測モデルに反して、高被度のサンゴが生息していることが示された (Fabricius et al. 2011, Inoue et al. 2013)。ただし、両海域の高CO₂ 海域では、共に限られたサンゴ種しか生息しておらず、対照海域に比較してサンゴの多様性が著しく低かった。この結果から、酸性化は、必ずしもサンゴ被度の低下をもたらさない一方、サンゴ群集の多様度を低下させる可能性が示唆された。しかし、パラオ国沿岸に位置するニッコー湾にて、海水中のCO₂ が周辺海域よりも高く、水温も高いにも関わらず、極めて被度および多様度が高いサンゴ群集が生息する海域が発見された。

2. 研究の目的

本題ではパラオニッコー湾の高CO₂ 高水温環境をもたらす要因と、本湾で高被度および高多様度のサンゴ群集の生息を可能とする機構解明を目的とする。本目的を達するためには①パラオニッコー湾内の時空間的な海水の化学環境（水温／塩分／炭酸／栄養塩など）と物理環境（流動場）を評価し、本湾の特殊な環境を生み出す機構を解明する。続いて、②本湾の生物環境（ベントス群集／動物プランクトン群集）を評価し、化学／物理環境との関係性を解明する。さらに③移植実験／チャンバー実験／飼育実験により、高水温／高CO₂ 環境下に生息する生物の生理生態学的特徴を評価し、生物による環境への適応／進化の可能性を解明する。

3. 研究の方法

①パラオニッコー湾の化学環境の観測:本湾全域50地点および湾外にて、それぞれ明方と夕方に、多項目水質計を用いて鉛直的に各地点での水深、水温、塩分、クロロフィル、濁度、pHを観測した。同時に炭酸系環境・栄養塩環境および有機炭素／窒素環境の特定のため、バンドン式採水器によって各地点の表層と底層海水を採水し、アルカリ度(TA=[HCO₃⁻]+2[CO₃²⁻]), 全炭酸(DIC=[CO₂]+[HCO₃⁻]+[CO₃²⁻]), 粒子状有機炭素と窒素(POC/PON), 溶存有機炭素(DOC), 栄養塩 (DIN,DIP) , δ O¹⁸ 測定用の海水を採水した。TAおよびDIC は、アルカリ度／全炭酸滴定装置により測定し、TA, DIC, 塩分, 水温からその他の炭酸パラメータを (pH, 炭酸カルシウム飽和度 (Ω) pCO₂) CO₂sys 計算ソフトを用いて算出した。POC, PON, DOC, DIN, DIP 用の海水は濾過処理後分析した。また各地点での海水の流向流速を測定し流動モデルによって湾内の海水の流動および海水の滞留時間を評価した。

② 生物環境: 本湾の生物分布を解明するため、上記の環境調査の結果に則して、異なる

るpH/Ωを示す5地点に50m ライトランセクトを5本設置し、方形枠内の海底の写真撮影、写真から、ポイントカウンター法によりサンゴ類（属レベル）／ソフトコーラル類／海藻類／石灰藻類／砂／レキ／岩盤に分類して各生物群の被度を算出し、サンゴおよび底生生物群集組成を特定した。さらにサンゴなどの重要な餌資源として知られている動物プランクトンの生物量と群集組成を特定するため、日没後3日間連続でプランクトンネットにて動物プランクトンを採集した。採集された動物プランクトンは分割し、半分は濾過しPOC/PONを測定、半分は検鏡により同定し生物量と群集組成を評価した。

③サンゴの移植実験・水槽実験およびチャンバー実験：パラオニッコー湾内および湾外に共通して生息するサンゴを用いて、湾内外での交換移植実験を行い、サンゴの生理的応答（石灰化速度・光合成速度・呼吸速度）を評価した。さらに水槽実験により海水の水温およびpH/Ωを人為的に調整した海水中で飼育し生理応答を評価した。また現場でのサンゴ群集の生理応答を評価するため24時間チャンバー実験を行った。

4. 研究成果

①パラオニッコー湾内外 50 地点の海水化学環境を評価した結果、湾内の $p\text{CO}_2$ は湾外よりも有意に高く、海水の pH, Ω , TA は低いことが明らかとなった。また湾内の炭酸化学環境は均一では無く、湾内の pH は 7.65-8.01 と場所によって局所的に異なっていることが明らかとなった。また海水の TA-DIC ダイアグラムより湾内の pH が低い理由としては湾内の TA が低く DIC が高いことに起因することが明らかとなった。また湾内の海水流動モデルから本湾内の海水の滞留時間は約 70 日間と極めて長いことが明らかとなった。本湾には多くのサンゴが生息することから、これら生物の石灰化活動に伴う TA の低下および有機物分解による DIC の増加と考えられ、これら環境は生物活動によって生み出されていると考えられる。なお、本湾には河川の流入などは見られないが、塩分が1程度湾外より低いことから、地下水の流入が有る可能性も考えられる。さらに本湾の水温は湾外よりも常に 1-2°C 常に高く維持されていた。炭酸化学環境の他、湾内での粒子状有機物量、濁度、クロロフィル a および栄養塩濃度は平均すると湾外と比較して統計的には異ならないが極めて偏差が高く、場所によって大きく異なり、湾内の環境は局所的に極めて多様な環境を示すことが明らかとなった。

②湾内外にて異なる Ω 環境を示す地点を5カ所選定し、底生生物の被度とその群集組成の評価を行った結果、 Ω とサンゴの被度には相関が見られず (GLM > 0.05)、また湾内のサンゴ被度は約 70% と極めて高いことが明らかとなった。またサンゴの属レベルでの多様度と Ω にも相関は見られなかったが、各地点でのサンゴの群集組成が異なることが明らかとなった。特にミドリイシ属の被度はニッコー湾内で低く、一方で枝上のハマサンゴ類（特にユビエダハマサンゴやパラオハマサンゴ）が卓越することが明らかとなった。海藻類や石灰藻類また軟質サンゴの被度と Ω との間にも相関が見られなかった。一方動物プランクトンの生物量は湾内で有意に高く、特に小型のカイアシ類が卓越していることが明らかとなった。本湾でみられる局所レベルでの多様な環境が、多様なサンゴ群集が生息を可能とする要因となっていると考えられる。一方で高 CO_2 ・高水温環境でサンゴが生息を可能としている何らかの生物学的要因が有る可能性も予測される。

③高 CO_2 ・高水温環境を示すニッコー湾になぜサンゴが多く生息しうるのかを明らかにするた

め、湾内外で共通して見られるサンゴ種を用いて、湾内のサンゴに何らかの特殊性があるのかを評価した。評価にはユビエダハマサンゴを用いて、湾内外での交換移植実験および水槽での高 CO₂・高水温環境実験を実施した。その結果、湾内外のサンゴは共に湾外への移植時に石灰化速度が有意に高くなることが明らかとなった。一方で同環境下では常に湾内のサンゴの方が湾外のサンゴよりも高い石灰化速度を示すことが明らかとなった。また湾外のサンゴは湾内に移植された時に呼吸量は有意に高くなる一方で、湾内のサンゴは湾内に移植された時に最も低く、また湾内のサンゴの光合成:呼吸量比は有意に高い値を示すことが明らかとなった。これら結果から、湾内のサンゴは湾内の環境に適応しており、本湾内環境下で最も効率の良い生理活動を示す可能性が明らかとなった。また湾内の動物プランクトンは湾内のサンゴの重要な餌資源として寄与することによって、サンゴが十分なエネルギー量を獲得することによって高 CO₂・高水温でも生息可能となっている可能性が考えられる。これら結果からサンゴ種は、それぞれ異なる環境に対して多様な応答を示すことにより、本湾内のサンゴの高被度/高多様度の群集が維持されていると示唆された。さらにサンゴ種によっては高水温や高 CO₂環境に対してもある程度は適応する能力を有する可能性が示唆された。今後はさらに遺伝子レベルでの違いや次世代への影響などを評価することによって、将来予測される環境の変動に対してサンゴがどのように応答し適応、さらに進化しうるのかについて解明していくことが欠かせない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 13件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Nakajima, R., Tanaka, Y., Guillemette, R., Kurihara, H.	4. 巻 36
2. 論文標題 Effects of coral-derived organic matter on the growth of bacterioplankton and heterotrophic nanoflagellates.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 1171-1179
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 該当する
1. 著者名 Nakajima, R., Yamazaki, H., Lewis, L.S., Khen, A., Smith, J.E., Nakatomi, N., Kurihara, H.	4. 巻 156
2. 論文標題 Planktonic trophic structure in a coral reef ecosystem-grazing versus microbial food webs and the production of mesozooplankton.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress in Oceanography	6. 最初と最後の頁 104-120
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 該当する
1. 著者名 Hongo C, Kurihara H, Yimnang Golbuu	4. 巻 18
2. 論文標題 Projecting of wave height and water level on reef-lined coasts due to intensified tropical cyclones and sea level rise in Palau to 2100.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Natural Hazards and Earth System Sciences	6. 最初と最後の頁 669-686
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 該当する
1. 著者名 Bernardo, L.P.C., Nadaoka, K., Nakamura, T. A. Watanabe	4. 巻 67
2. 論文標題 Island-enhanced cooling mechanism in typhoon events revealed by field observations and numerical simulations for a coral reef area, Sekisei Lagoon, Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ocean Dynamics	6. 最初と最後の頁 1369
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 Takashi Nakamura, Kazuo Nadaoka, Atsushi Watanabe, Takahiro Yamamoto, Toshihiro Miyajima, Ariel C. Blanco	4. 巻 37
2. 論文標題 Reef-scale modeling of coral calcification responses to ocean acidification and sea-level rise.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 37
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 Tyler Cyronak , Andreas J. Andersson , Chris Langdon, Rebecca Albright, Nicholas R. Bates, Ken Caldeira, Renee Carlton, Jorge E. Corredor, Rob B. Dunbar, Ian Enochs, Jonathan Erez, Bradley D. Eyre, Jean-Pierre Gattuso, Dwight Gledhill, Hajime Kayanne et al	4. 巻 13
2. 論文標題 Taking the metabolic pulse of the world's coral reefs.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0190872
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 該当する

1. 著者名 Golbuu, Y., Gouezo, M., Kurihara, H., Rehm, L., Wolanski, E.	4. 巻 35
2. 論文標題 Long-term isolation and local adaptation in Palau 's Nikko Bay help corals thrive in acidic waters.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 909-918
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 該当する

1. 著者名 Kurihara H, Shikota T	4. 巻 20
2. 論文標題 Impact of increased seawater pCO2 on the host and symbiotic algae of juvenile giant clam <i>Tridacna crocea</i> .	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Galaxea, Journal of Coral Reef Studies	6. 最初と最後の頁 1-20
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bergman JL, Harii S, Kurihara H, Edmunds PJ	4. 巻 5
2. 論文標題 Behavior of brooded coral larvae in response to elevated pCO ₂ .	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontier Marine Science	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) なし	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 Hongo C, Kurihara H, Yimnang Golbuu	4. 巻 399
2. 論文標題 Coral boulders on Melekeok reef in the Palau Islands: an indicators of wave activity associated with tropical cyclones.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Marine Geology	6. 最初と最後の頁 14-22
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 Kurihara H, Takahashi A, Reyes-Bernudez A, Hidaka M	4. 巻 165
2. 論文標題 Intraspecific variation in the response of the scleractinian coral <i>Acropora digitifera</i> to ocean acidification.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Marine Biology	6. 最初と最後の頁 38-49
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 Boyd PW, Collins S, Dupont S, Fabricius K, Gattuso J-P, Havenhand J, Hutchins DA, Riebesell U, Rintoul MS, Uichi M, Bissau H, Ciotti A, Tao K, Gehlen M, Hurd CL, Kurihara H et al.	4. 巻 24
2. 論文標題 Experimental strategies to assess the biological ramifications of multiple drivers of ocean global ocean change- a review	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 2239-2261
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 Wee BH, Kurihara H, Reimer JD	4. 巻 38
2. 論文標題 Reduced Symbiodiniaceae diversity in <i>Palythoa tuberculosis</i> at a heavily acidified coral reef.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 311-319
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 Lebrec M, Stefanski S, Gates R, Acar S, Golbuu Y, Claudel-Rusin A, Kurihara H et al.	4. 巻 28
2. 論文標題 Ocean acidification impacts in select Pacific Basin coral reef ecosystems.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Regional Studies in Marine Science	6. 最初と最後の頁 100584
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 Kurihara H, Wouters J, N Yasuda	4. 巻 38
2. 論文標題 Seasonal calcification of the coral <i>Acropora digitifera</i> from a sub-tropical marginal Okinawa reef under ocean acidification.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 443-454
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 Soliman T, Fernandez-Silva I, Kise H, Kurihara H, Reimer JD	4. 巻 38
2. 論文標題 Population differentiation across small distances in a coral reef-associated vermitid (<i>Ceraesignum maximum</i>) in Palau.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Coral Reefs	6. 最初と最後の頁 1159-1172
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 Kurihara H, Watanabe A	4. 巻 21
2. 論文標題 Coral reef conservation at Republic of Palau under climate change.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Japan Coral reef Society	6. 最初と最後の頁 35-47
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	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 9件)

1. 発表者名 Kurihara H
2. 発表標題 Why we need to care for ocean acidification in coastal water.
3. 学会等名 GEOSS-AP (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kurihara H, Watanabe A, Tsugi A, Kawai T, Mimura I, Hongo C, Gouezo M, Golbuu Y
2. 発表標題 Reef refugia to climate change
3. 学会等名 AGU-JPGU (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Otto EI, Hongo, C, Mimura I, Kurihara H
2. 発表標題 The evaluation of sewage on coral reefs, a case study in Malakal Bay, Palau
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栗原晴子, 津木あさみ, 三村泉美, 本郷宙軌, James D. Reimer 渡邊敦, Yimnang Golbuu
2. 発表標題 高CO2・高水温環境にサンゴは適応可能か?
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊敦・栗原晴子・本郷宙軌・三村泉美・河井崇・Marine Gouezo・Yimnang Golbuu
2. 発表標題 パラオサンゴ礁における石灰化速度の時空間的特性
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kurihara H, Nagamoto K, Sasaki O, Asami R.
2. 発表標題 Coral skeleton porosity and density change at high pCO2 condition.
3. 学会等名 Biom mineralization symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Evelyn Otto, Haruko Kurihara
2. 発表標題 Evaluating the impact of sewage on coral reefs in Palau
3. 学会等名 RETI (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 白井秀治、中村隆志、渡邊 敦、渡部耕太、灘岡和夫
2. 発表標題 流動環境下における造礁サンゴ群集の代謝応答の現場観測.
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第20回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Haruko Kurihara, Takashi Kawai, Izumi Mimura, Chuki Hongo, Atsushi Watanabe, Evelyn Otto, Marine Gouezo, Yimnang Golbuu
2. 発表標題 Glocal environmental effect at Palau coral reef ecosystem
3. 学会等名 JPGU 千葉 幕張メッセ
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kurihara H, Tsugi A, Kawai T, Mimura I, Hongo C, Watanabe A, Gouezo M, Golbuu Y
2. 発表標題 Can coral community acclimate to the high CO2 world?
3. 学会等名 The Ocean in a High-CO2-World, Tasmania, Australia (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Haruko Kurihara, Takashi Kawai, Izumi Mimura, Chuki Hongo, Atsushi Watanabe, Evelyn Otto, Marine Gouezo, Yimnang Golbuu
2. 発表標題 Socio-ecological implication of human multi-impacts on coral reef ecosystem and ~ Palau as a case study~
3. 学会等名 13th International Coral reef Symposium, Hawaii, USA (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Atsushi Watanabe, Haruko Kurihara, Izumi Mimura, Takashi Kawai, Chuki Hongo, Yimnang Golbuu
2. 発表標題 Ocean acidification and its impact on ecosystem productivity in lagoon and offshore waters of Palau and future predictions based on an incubation experiment of <i>Porites cylindrica</i>
3. 学会等名 13th International Coral reef Symposium, Hawaii, USA (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kurihara H
2. 発表標題 Ocean Acidification at Asian Coast Water
3. 学会等名 2nd Interdisciplinary Symposium on Ocean Acidification and Climate Change. Hong Kong (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 天野慎也, 出浦敬之, 中村隆志, 栗原晴子, 渡邊敦, 宮島利宏, 灘岡和夫.
2. 発表標題 サンゴ、海藻および海草の代謝応答のモデル化,
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第19回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 出浦敬之, 天野慎也, 中村隆志, 渡邊敦, 栗原晴子, 宮島利宏, 灘岡和夫
2. 発表標題 飼育実験によるサンゴ群体の有機物動態の解明
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第19回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 栖原有里, 栗原晴子
2. 発表標題 サンゴは高CO2に適応可能か? ~パラオ高CO2海域のハナヤサイサンゴを事例に~
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第21回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗原晴子
2. 発表標題 気候変動下におけるパラオ共和国サンゴ礁への危機とその対策
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第21回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wee HB, Kobayashi Y, Kurihara H, Reimer JD
2. 発表標題 Microenvironmental variation and importance for Symbiodiniaceae.
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会第21回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗原晴子, Wouters J, 安田直子
2. 発表標題 海洋酸性化によるサンゴ礁形成への影響
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗原晴子, 木村夏歩
2. 発表標題 高CO2高水温環境を示すパラオニッコー湾におけるサンゴ加入
3. 学会等名 第22回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 栗原晴子	4. 発行年 2017年
2. 出版社 海洋学会	5. 総ページ数 153
3. 書名 第4章 海洋酸性化 海の温暖化	

〔産業財産権〕

〔その他〕

https://harukoku.wixsite.com/kuriharalab

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	宮島 利宏 (Miyajima Toshihiro) (20311631)	東京大学・大気海洋研究所・助教 (12601)	

6. 研究組織（つづき）

	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 隆志 (Nakamura Takashi) (20513641)	東京工業大学・環境・社会理工学院・准教授 (12608)	
研究 分担者	渡邊 敦 (Watanabe Atsushi) (00378001)	東京工業大学・環境・社会理工学院・助教 (12608)	
研究 協力者	茅根 創 (Kayanne Hajime) (60192548)	東京大学・大学院理学研究科・教授 (12601)	