

令和 3 年 6 月 24 日現在

機関番号：17601

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04996

研究課題名（和文）集団ゲノムから探るインド・太平洋サンゴ礁生物の種分化と幼生分散

研究課題名（英文）Examining larval dispersal and speciation of Indo-Pacific coral reef organisms through population genomic analysis

研究代表者

安田 仁奈 (Yasuda, Nina)

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号：00617251

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 18,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、サンゴ礁生態系の基盤種、キーストーン種を中心に、ローカルからインド洋太平洋広域スケールまでの集団ゲノム解析を行い、幼生分散と種分化による多様性の起源について明らかにした。長らく1目1科1属1種と考えられていたアオサンゴでは、インド洋と太平洋には少なくとも3種の異所的種分化した種が存在し、異なる産卵期による異時的な生殖隔離機構や局所的なサンゴ礁地形への適応により種間交配を避けていることを明らかにした。一方、海流モデルと遺伝子解析の統合解析により、海洋保護区の基盤となるメタ個体群構造を明らかにした他、ゲノムワイド多型を空間自己相関解析に応用しサンゴ類の幼生分散距離を推定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、主に絶滅危惧種やキーストーン種を対象に、生物多様性の根源である遺伝的多様性、種の境界の解明、幼生分散による集団間の繋がりを明らかにすることで、今後、国際的、国内的な生物多様性保全にむけて、国際条約を取り決めや議論、国内外の海洋保護区を設置する上で基盤となる知見を集積することができた。またサンゴのような固着性の強い海洋生物において、個々の位置情報をとることは困難ではあるものの、ゲノムワイド情報を空間自己相関解析を使うことにより、生態学的時間スケールでおきる幼生分散を推定する上で非常に有用であることを明らかにすることができた。

研究成果の概要（英文）：In this study, population genomic analysis of the fundamental species of coral reef ecosystem such as several species of reef-building corals and coral predators were conducted. Genome-wide SNP analysis based on MIG-seq revealed local to Indo-Pacific scale larval dispersal of the target species as well as hidden species boundaries and speciation process of reef-building corals. In case of living fossil, blue corals, at least three different species of *Heliopora* spp. have been discovered over Indo-Pacific. Distributions, spawning periods, and physiological data suggest allopatric, allochronic, and ecological speciation were associated for the divergence within the genus.

While spatial autocorrelation analysis revealed local larval dispersal range of coral species, the results of integrated analysis of oceanographic model and genomic analysis revealed meta-population structure of corals species were applied for proposing candidate sites of Marine Protected Areas.

研究分野：海洋分子生態学

キーワード：サンゴ礁生態系 幼生分散 種分化 集団遺伝解析 MIG-seq

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

サンゴ礁生態系は海洋生物の約 30%の種が集中し(Halpern ら 2008)、極めて高い生物多様性を誇るが、他の生態系以上に温度変化に敏感で気候変動に脆弱である(Hoegh-Guldberg & Bruno 2010)。加えて、サンゴ礁生態系沿岸では、世界の最貧困層の多くが沿岸域に暮らし、生活の糧を頼っているため、生態系劣化がかなり深刻である。サンゴなど成体の移動能力が限られる海洋生物の多くは、プランクトン幼生期を持つ。そのため、気候変動を生き抜くためには、プランクトン幼生期に生息により最適な海域に移動したり、最適な生息海域からの新規加入によって集団を維持させたりする必要がある。現在、すでに一部のサンゴ礁生物は北上するなど、分布域に変化が見られており(Yamamoto ら 2011)、実態解明は急務である。しかし、各国で異なる多段階に及ぶサンプル採集許可の煩雑さ(例えばインドネシアでは1年半以上)と、海況に依存する採集の技術的困難さから、現在までに、インド洋と太平洋の分布域を広く網羅しての幼生分散を推定した集団遺伝解析はインド・太平洋サンゴ礁種では、申請者らの2つの業績を含め5種しか報告がない(Keyse ら 2014)。その上、サンゴ礁生物のほとんどは非モデル生物であるため、少数遺伝子座を用いた集団遺伝解析に限定され(例えばLudt and Rocha 2015)、これらは、幼生分散を推定するのに十分な解像度を持つとは言い切れない。そのため、サンゴ礁生態系の保全には、生物の分布域を網羅した広域かつ詳細なサンゴ礁間の幼生分散を把握することが重要である。

一方で、これまでインド・太平洋の局所的な海域を対象に行われたサンゴ礁生物の集団遺伝解析により、形態的には区別できない隠ぺい種が次々と見つかっている。しかし、こうした従来の少数マーカーによる局所的な海域での解析では、インド・太平洋域全体での種分化の起源やメカニズムがわからない。そのため、サンゴ礁生態系への負荷が大きい地域では、種の存在すら知られないまま絶滅する危機も指摘されている(Richards ら 2016)。

生物多様性の源泉となる種分化は、過去の気候変動と幼生分散に深く関わる。近年、1個体の全ゲノム解析を用いて数百万年前から1万年前までの集団史(集団のサイズの変遷)を再構築する方法が確立された(Li & Durbin 2011)。集団史の分岐する時期から種分化の時期を同定できるため、当時の古環境から種分化の原因も推定することが可能となる。さらに、この方法を本研究に応用し過去の気候変動、特に、現在の温暖化と類似する急激な温暖化が生じた最終間氷期(12.5万年位前)の各海域における集団サイズの変遷を明らかにすることにより、サンゴ礁生物の温暖化の将来予測が可能となる。

### 2. 研究の目的

そこで本研究は、インド・太平洋種の種分化機構解明および保全に向けた幼生分散把握のため、生物の分布域を網羅した広域サンプリングおよび新規に可能となった多遺伝子座を用いた集団ゲノム解析を行い海洋保護区の候補となる重要海域を選定するとともに、現在と類似する温暖化が起きた最終間氷期の集団史を様々な海域で再構築し、将来予測と保全に役立てる。

### 3. 研究の方法

#### 1) 生物多様性の基礎となる種の境界と分布の解明

サンゴ礁重要種(サンゴ類・オニヒトデ属・アオヒトデ・ゴマフヒトデ属)を対象として、インド洋・太平洋の分布域を網羅する MIG-seq 法を用いて集団ゲノム情報を用いてクラスタリング解析を行い、生物多様性を評価するための基礎となる種の境界とその分布を明らかにする。

#### 2) インド・太平洋の広域幼生分散の解明

上記の対象種について、遺伝的多様性および海域間の遺伝子流動を算出し、海域間の幼生分散の実態を推定する。それにより、有力な沿岸資源・生態系管理手法の一つとして着目されている「幼生分散コネクティビティ」を踏まえた重点的海洋保護区の設定とそのネットワーク化(例えばICRI, 2007)を考察する。

#### 3) 過去の気候変動時(温暖期)の集団史の復元

様々な海域各1個体のゲノム情報より、過去の気候変動とともにサンゴ礁生物がどのように集団サイズを変遷させたか(集団史)を明らかにする(Pairwise sequentially Markovian coalescent PSMC 法 Li and Durbin 2011)。この方法は約1万年前から200万年まえまでの集団史を復元することができる。本研究では特に現在の温暖化と類似した傾向を示す、最終間氷期(12.5万年前)に集団サイズが各海域でどのように増減したかやどのように種分化がおきたかを明らかにすることで将来予測に役立てる。

### 4. 研究成果

#### 1) 生物多様性の基礎となる種の境界と分布の解明

アオサンゴ類: インド・太平洋広域を対象に長い間1目1科1属1種と考えられていた生きる化石アオサンゴを対象として合計1300サンプル以上を用いて集団遺伝学的解析及び系統学的解析を実施した。その結果、インド-西太平洋海域のアオサンゴ属は、これまで1種としてまとめられていた *Heliopora coerulea* のほかにインド洋に *Heliopora hiberniana*(Richards, et al. 2018)を発見したほか、太平洋側に大きく系統の異なる新たな第3の未記載系統グループ *Heliopora* sp. が存在することを解明した。*Heliopora coerulea* はインド洋・太平洋の両方に分布しており、同所

的に2種が存在する場所では、環境が同一であっても産卵期に約1か月のずれがあることがわかり、*Heliopora hiberniana* と *Heliopora* sp.の間ではおそらくは異所的種分化がおき、それらと同所的に分布する *Heliopora coerulea* (インド洋・太平洋) と *Heliopora hiberniana* (インド洋)・*Heliopora* sp. (太平洋)の間はそれぞれ産卵の異時性が生殖隔離を維持している (Richards et al. 2018, 谷中ら 2018) ことが推察された。実際、*Heliopora coerulea* と *Heliopora* sp.の間では産卵期制御や環境ストレス耐性に関わる遺伝子群で固定した変異が発見された (Iguchi et al. 2019)。系統地理解析を詳細に行ったところ、各3グループのにはさらに、地理的な隔離やサンゴ礁地形に応じた生態学的種分化の過程にあると考えられる9つのサブクレードが存在することも明らかとなり、アオサンゴ属がインド西太平洋各地で隠蔽的に多様化していることを明らかにした (Taninaka et al. 2021 accepted *Frontiers in Marine Science*, 図1)。これらの結果から、アオサンゴ類は、深い分岐でインド洋・太平洋の異所的、異時的な種分化が起きたのち、サンゴ礁地形に応じた生態学的な種分化や地理的な隔離の関連した種分化が各地域で生じたと考えられた。

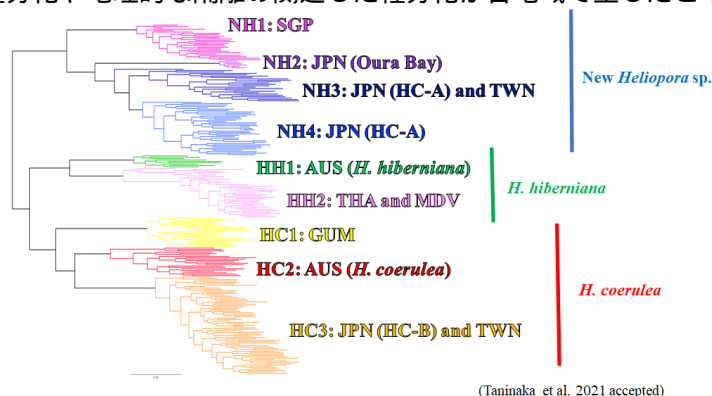


図1 インド洋・太平洋広域で行ったアオサンゴの系統地理解析の結果

ミドリイシ類：クシハダミドリイシでは、亜熱帯から最北限の温帯域までの間に遺伝的に異なる3系統が分布していることがわかり、そのうちの1系統のみが日本の最北限温帯域で北上していることがわかったほか、その系統では最北限に近づくほど集団の遺伝的多様性が低下することが明らかとなった (Nakabayashi et al. 2019)。エンタクミドリイシに関して、遺伝的に大きく異なる2系統が存在しており、温暖化により近年加入してできた最北限の集団 (館山・対馬) では共生する褐虫藻も他の地域と全く異なっており、こうした辺境域ではホストとの共進化を含めた他の海域とは異なる種分化が起きる可能性が考えられた (Shimura in prep)。さらに、日本の温帯域及び香港のみに分布するとされ、日本国内でも絶滅危惧種としてリストされているエダミドリイシに関して、国内の分布域ほぼ全域を網羅するサンプリングによる集団遺伝解析を行った結果、四国の竜串周辺を境に東西で遺伝的に異なる系統が分布していることが明らかとなった。このことから、過去の気候変動の際に、北東 (館山など) および北西 (九州北西側など) にレフュージアが存在し、遺伝的に分化したのち、現在のような分布に広がった可能性が考えられた。これら2系統は形態的な違いは見られなかった。すでに絶滅危惧種であるなか、遺伝系統でおそらく別種と考えられる2系統が存在すること、また集団内に無性生殖で増殖したクローンが多かったことから、当種の絶滅のリスクは従来想定されていたよりも高く、今後より保全努力が必要であることが明らかとなった (Pipithkul et al. 2021)。

ハナガササンゴ類：形態的な連続性が大きく、遺伝的にもハプロタイプの共有がみられていた *Goniopora lobata* と *G. djiboutiensis* について、黒潮流域を中心とした広域から採集されたサンプルを用いて、新たにマイクロサテライトマーカーを開発し、解析を行った。その結果、形態的な2種は区別ができないだけでなく、形態とは関係なく、種子島・屋久島を境とした南北で遺伝構造が異なることが明らかとなり、これらは同一種であることを示した。また、形態とは無関係に、黒潮による幼生分散の制約が遺伝的な分化を促していることが推定された (Yasuda et al, 2021 accepted)。

サンゴ科サンゴ類：従来の遺伝子マーカー (ミトコンドリアや核の EF 領域など) ではハプロタイプを共有しているために遺伝的に区別がつかず、異なるフェノタイプであることも疑われていたシロサンゴとモモイロサンゴについて、MIG-seq 法を用いたゲノムワイド解析を行った結果、ほとんど交雑のない別種であることを明らかにした (Takata et al. 2019)。

オニヒトデ類：過去のミトコンドリア解析による解析により、オニヒトデはインド洋に3種、太平洋に1種いることが示されていた。先進ゲノムおよび東工大伊藤研究室 (伊藤武彦教授、梶谷嶺助教、湯浅英知氏) の協力を得てオニヒトデの全ゲノム解析を行った結果、各ゲノムにおいて

もこれらは遺伝的に大きく異なることが明らかとなった (Yuasa et al. submitted)。一方、太平洋のハワイの集団などはミトコンドリアで推定されていたよりも比較的岐が古く、太平洋の集団でも核遺伝子が大きくことなることが分かった。

アオヒトデ類・ゴマフヒトデ類：インド洋・太平洋広域を対象に、ミトコンドリア遺伝子に関してインド洋・太平洋でそれぞれハプロタイプを共有するアオヒトデとゴマフヒトデ類の集団ゲノム解析を行った。その結果、アオヒトデ類とゴマフヒトデ類は遺伝的に異なること、同時にアオヒトデの中でもインド洋側と太平洋側の集団は遺伝的に大きく異なることが分かった。一方ゴマフヒトデはインド洋と太平洋で遺伝的に大きな違いはなかった。リファレンスゲノムを用いたマッピングの解析により、2 種間の遺伝子流動は基本的にアオヒトデからゴマフヒトデのアシメトリックな流動が起きており、現在でも太平洋の一部の海域ではアオヒトデからゴマフヒトデに遺伝子が流動していると考えられる個体が見つかることが分かった。一方日本国内で同所的に生息するアオヒトデとゴマフヒトデの間には全く遺伝的な交雑は見られなかった。これらのことから、過去の気候変動でインド洋と太平洋の間で分断が起きた際、アオヒトデからゴマフヒトデへの遺伝子流動が起きたこと、現在ほとんどの海域では同所的に生息していても生殖隔離されているとは考えられるものの、一部の海域ではまだ 2 種間の交雑が起きえると考えられた。

## 2) インド・太平洋の広域幼生分散の解明

アオサンゴ：従来 1 種と考えられていたアオサンゴではインド洋・太平洋の各地で種分化が起こり、黒潮系、グアム、西オーストラリア、タイ、モルジブの海域間では、ほとんど幼生分散による集団間のコネクティビティがないことが分かった。日本最大のサンゴ礁海域である石西礁湖を対象に、海流モデルを使った数値シミュレーションによる幼生分散推定とアオサンゴ 2 系統の個体の帰属解析による遺伝的な手法による幼生分散の推定を行った。その結果、分散期間を 24 時間と仮定したときに起きる幼生分散の範囲と遺伝的な個体の帰属推定による分散の範囲がよく一致しており、どちらの遺伝系統も幼生分散の起きる距離が数キロ以内に限られることが推定された (Taninaka et al. 2019)。この限られた幼生分散の範囲が、1) で見つかった地理的に離れた海域間での強い遺伝分化や種分化につながったと考えられた。

ミドリイシ類：エンタクミドリイシ・ミドリイシ・クシハダミドリイシ・エダミドリイシの集団遺伝構造から推定される幼生分散範囲を比較したところ、これらの種は、すべて産卵期、幼生分散期間、生息域などが類似するにも関わらず、エダ状の形状をしていて枝の断片化を繰り返すエダミドリイシが最も強い遺伝構造をもっていた。これは、枝の物理的断片化によるダメージが 1 産卵シーズンに作る配偶子数に負の影響を与えるため、離れた海域間まで幼生加入が成功する可能性が低くなることが理由として考えられた。また、種子島・屋久島周辺をさかいに幼生分散が物理的に減少する黒潮バリア (Nakabayashi et al. 2019) をはさんで、サンゴ類の幼生分散や異なる遺伝系統の分布は大きく妨げられていることが明らかとなった。そのため、温暖化で北上が進む種がいる一方、黒潮バリアを超えた北上は困難なサンゴ種も多く存在すると考えられ、保全していく際には、この黒潮バリアを意識した海域の保護区の区分が重要であると考えられた。本研究で明らかにした遺伝的多様性や隠ぺい種の存在、集団遺伝解析の結果は、EBSA (生態学的もしくは生物学的に重要な海域) の基準にあてはめ、海洋保護区の候補地の推定に応用した (安田ら 2019; Yamakita et al. in prep 図 2)。

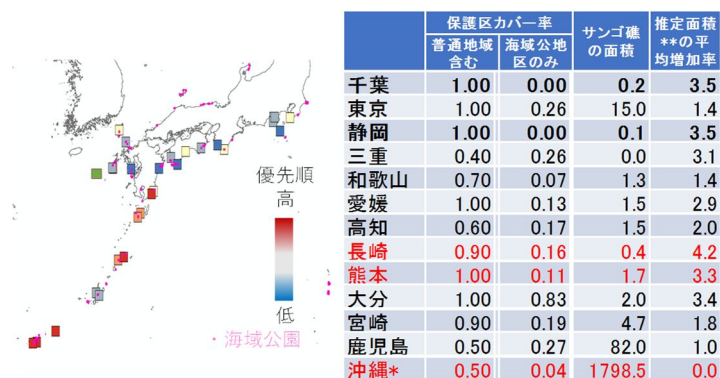


図2 サンゴの遺伝情報を EBSA の基準に入れて海洋保護区としての重要度を推定した結果  
 サンゴ科サンゴ類：MIG-seq 法によってゲノムワイドに多型領域を取得し、深場サンゴでは初めての試みとなる空間自己相関解析を行った。その結果、日本で最も商業価値が高く、固有種であるアカサンゴは、基本的に 12 km 以内しか配偶子や幼生の分散が起きないことを明らかにした



(Takata et al. 2021)。さらに、アカサンゴとシロサンゴの遺伝構造を同一海域で比較すると、シロサンゴの方が幼生分散距離は長いと考えられた一方、遺伝的多様性はシロサンゴの方が低かった。このことから、環境変化への脆弱性はシロサンゴの方が弱いのに対し、過剰漁業による地域絶滅のリスクが高いのは、アカサンゴの方であることが明らかとなった (Takata et al. 2018)

オニヒトデ類：MIG-seq 解析およびミトコンドリア遺伝子を用いた集団遺伝解析によりインド洋・太平洋海域の遺伝構造を比較した。その結果、強い海流が流れる西太平洋側では、黒潮や東オーストラリア海流などを通じた幼生分散が強く起きている一方、インド洋側では、そうした強い暖流が不在であること、ステップストーンとなりえる島やサンゴ礁域が少ないことから幼生分散によるコネクティビティが弱いことが分かった。生物多様性の中心であり、インド洋と太平洋の間の海域として位置するインドネシア海域では、ジャカルタより東側のほとんどの海域が太平洋種の分布を占めており、海域間の幼生分散コネクティビティが強いことが推定された。そのためひとたびどこかの海域で大量発生が起きた場合には、2 次的な大量発生には十分留意する必要があることが分かった。日本国内では、過去 100 年の分布・大量発生に関連する資料から、1945 年以降、オニヒトデの分布は確実に北上していること、温帯域での大量発生は近年頻発化していることが明らかとなった (Yasuda 2018)。さらにオニヒトデの 2 次的大量発生は基本的に、約 300km 以内で起きること、特に 100km 以内の海域では 2 次的大量発生が伝播しやすいことが分かった。これらは RAD-seq で解析した結果、黒潮系では遺伝的に均一であることも分かった (Iguchi et al. 2021 accepted in Coral Reefs)。一方、2018 年に準大量発生が珍しく目撃された小笠原のオニヒトデ集団は、遺伝的には黒潮系の集団と類似するものの、海流モデルによる数値シミュレーションにより、1 世代での幼生分散による 2 次的大量発生の伝播は起きにくく、何世代にもわたるステップストーン的な少量の幼生分散と、小笠原海域における自己加入の成功が大量発生を引き起こしていると考えられた (Horoiwa et al. 2021)。

一方、オニヒトデの全ゲノム解析を行った際、オニヒトデに共生する新規の細菌を発見し、細菌の全ゲノム解析を行った (Wada et al. 2020)。この細菌は、海洋スピロヘータの仲間であるものの、既知の種とは大きく遺伝系統が離れていた。また、オニヒトデの体表のクチクラ層にバイオフィルム状に優占して分布しており、インド洋太平洋広域のオニヒトデから発見され、200 万年以上前からオニヒトデと共生していることが推定された。

### 3) 過去の気候変動時(温暖期)の集団史の復元

先進ゲノムおよび東工大伊藤研究室(伊藤武彦教授、梶谷嶺助教、湯浅英知氏)の協力を得て様々な海域のオニヒトデの集団史を PSMC により推定した(図 3)。その結果、過去に急激な温暖化が起きた時期には、ハワイ、フレンチポリネシアなどの地理的に隔離された太平洋の島々や、サンゴ礁の規模の小さいプーケットなどの海域では、オニヒトデ集団が減少していたのに対し、西太平洋の黒潮でつながった海域(宮崎・石垣)などでは、集団はむしろ大きくなっていることが分かった。後者のような海域では、温暖期にも海流に乗って餌であるサンゴとともに北上するなど、大きなサンゴ礁レフュージアが存在していたことがこうした個体群動態に関連している可能性が考えられた。

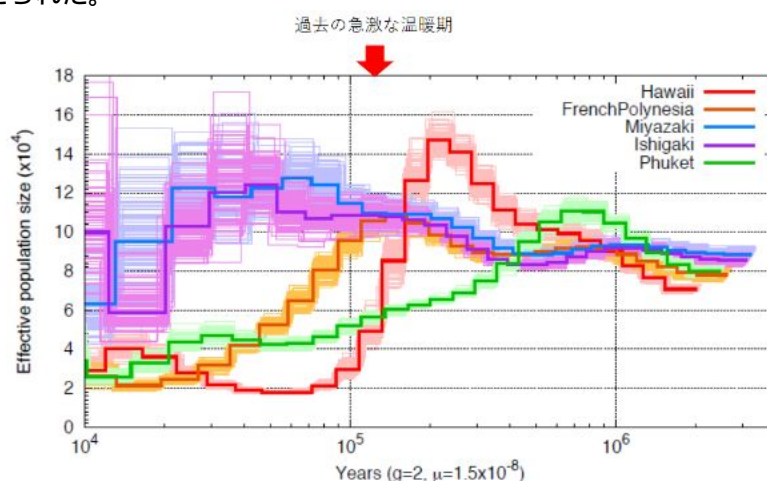


図 3 オニヒトデの PSMC 解析。赤い矢印は、過去に急激な温暖化が起きた時期

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計29件（うち査読付論文 26件／うち国際共著 10件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Nakabayashi A., Yamakita T., Nakamura T., Aizawa H., Kitano Y. F., Iguchi A., Yamano H., Nagai S., Agostini S., Teshima K. M., Yasuda N.	4. 巻 9
2. 論文標題 The potential role of temperate Japanese regions as refugia for the coral <i>Acropora hyacinthus</i> in the face of climate change.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-38333-5	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 Richards Z., Yasuda N., Kikuchi T., Foster T., Mitsuyuki C., Stat M., Suyama Y., Wilson N.	4. 巻 8
2. 論文標題 Integrated evidence reveals a new species in the ancient blue coral genus <i>Heliopora</i> ( <i>Octocorallia</i> ).	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-32969-z	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 谷中 絢貴*, 波利井 佐紀, 香川 浩彦, 上野 光弘, 北野 裕子, 斎藤 佑太, 長井 敏, 安田 仁奈	4. 巻 20
2. 論文標題 石西礁湖周辺における遺伝的に異なる2タイプのアオサンゴ <i>Heliopora coerulea</i> (Pallas, 1766) の生殖時期推定.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本サンゴ礁学会誌	6. 最初と最後の頁 39-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3755/jcrs.20.39	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 Hiroki TANINAKA, Nina YASUDA	4. 巻 20
2. 論文標題 Occurrence of simultaneous hermaphrodite in the "gonochoric" octocoral <i>Heliopora coerulea</i> (Pallas, 1766)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Galaxea, Journal of Coral Reef Studies	6. 最初と最後の頁 29-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3755/galaxea.20.1_29	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 Yuasa H, Higashimura Y, Nomura K, Nina Yasuda	4. 巻 93
2. 論文標題 Diet of <i>Acanthaster brevispinus</i> , sibling species of the coral-eating crown-of-thorns starfish <i>Acanthaster planci</i> sensu lato.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Bulletin of Marine Science	6. 最初と最後の頁 1009-1010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5343/bms.2017.1032	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 TANINAKA Hiroki, HARII Saki, KAGAWA Hirohiko, UENO Mitsuhiro, F. KITANO Yuko, SAITO Yuta, NAGAI Satoshi, YASUDA Nina	4. 巻 20
2. 論文標題 Estimation of the reproductive timing of two genetically different lineages of the blue coral <i>Heliopora coerulea</i> (Pallas, 1766) around Sekisei Lagoon	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Coral Reef Society	6. 最初と最後の頁 39 ~ 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3755/jcrs.20.39	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 Nina Yasuda*, Yuko F Kitano, Hiroki Taninaka, Satoshi Nagai, Takuma Mezaki* and Hiroshi Yamashita	4. 巻 0
2. 論文標題 Genetic structure of the <i>Goniopora lobata</i> and <i>G. djiboutiensis</i> species complex is better explained by oceanography than by morphological characteristics.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2021.592608	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 Kenji Takata, Fumihito Iwase, Akira Iguchi, Hideaki Yuasa, Hiroki Taninaka, Nozomu Iwasaki, Kouji Uda, Tomohiko Suzuki, Masanori Nonaka, Taisei Kikuchi and Nina Yasuda	4. 巻 0
2. 論文標題 Genome-wide SNPs data revealed significant spatial genetic structure in the deep-sea precious coral <i>Corallium japonicum</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2021.667481	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 Pipithkul Supisara, Ishizu Sota, Shimura Akifumi, Yokochi Hiroyuki, Nagai Satoshi, Fukami Hironobu, Yasuda Nina	4. 巻 8
2. 論文標題 High Clonality and Geographically Separated Cryptic Lineages in the Threatened Temperate Coral, <i>Acropora pruinosa</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2021.668043	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 Yorisue Takefumi, Iguchi Akira, Yasuda Nina, Mizuyama Masaru, Yoshioka Yuki, Miyagi Aika, Fujita Yoshihisa	4. 巻 7
2. 論文標題 Extensive gene flow among populations of the cavernicolous shrimp at the northernmost distribution margin in the Ryukyu Islands, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Royal Society Open Science	6. 最初と最後の頁 191731 ~ 191731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsos.191731	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 Bos Arthur R., Ogwang Joel, Bariche Michel, Horoiwa Mizuki, Megahed Menna, Ouf Amged, Yasuda Nina	4. 巻 167
2. 論文標題 Anti-Lessepsian migration rectified: the Comber <i>Serranus cabrilla</i> (L. 1758) existed in the Red Sea prior to the Suez Canal opening	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Marine Biology	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00227-020-03748-0	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 該当する

1. 著者名 Wada Naohisa, Yuasa Hideaki, Kajitani Rei, Gotoh Yasuhiro, Ogura Yoshitoshi, Yoshimura Dai, Toyoda Atsushi, Tang Sen-Lin, Higashimura Yukihiro, Sweatman Hugh, Forsman Zac, Bronstein Omri, Eyal Gal, Thongtham Nalinee, Itoh Takehiko, Hayashi Tetsuya, Yasuda Nina	4. 巻 8
2. 論文標題 A ubiquitous subcuticular bacterial symbiont of a coral predator, the crown-of-thorns starfish, in the Indo-Pacific	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbiome	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40168-020-00880-3	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 該当する



1. 著者名 Inoue Jun, Hisata Kanako, Yasuda Nina, Satoh Noriyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 An Investigation into the Genetic History of Japanese Populations of Three Starfish, <i>Acanthaster planci</i> , <i>Linckia laevigata</i> , and <i>Asterias amurensis</i> , Based on Complete Mitochondrial DNA Sequences	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 G3 Genes Genomes Genetics	6. 最初と最後の頁 2519 ~ 2528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1534/g3.120.401155	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 Yorisue Takefumi, Iguchi Akira, Yasuda Nina, Yoshioka Yuki, Sato Taku, Fujita Yoshihisa	4. 巻 10
2. 論文標題 Evaluating the effect of overharvesting on genetic diversity and genetic population structure of the coconut crab	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-66712-4	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 Guerra Vanessa, Haynes Gwilym, Byrne Maria, Yasuda Nina, Adachi Souta, Nakamura Masako, Nakachi Shu, Hart Michael W.	4. 巻 29
2. 論文標題 Nonspecific expression of fertilization genes in the crown of thorns <i>Acanthaster</i> cf. <i>solaris</i> : Unexpected evidence of hermaphroditism in a coral reef predator	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Ecology	6. 最初と最後の頁 363 ~ 379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mec.15332	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 Taninaka Hiroki, Bernardo Lawrence Patrick C., Saito Yuta, Nagai Satoshi, Ueno Mitsuhiro, Kitano Yuko F., Nakamura Takashi, Yasuda Nina	4. 巻 20
2. 論文標題 Limited fine-scale larval dispersal of the threatened brooding corals <i>Heliopora</i> spp. as evidenced by population genetics and numerical simulation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Conservation Genetics	6. 最初と最後の頁 1449 ~ 1463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10592-019-01228-7	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 Iguchi Akira, Yoshioka Yuki, Forsman Zac H., Knapp Ingrid S.S., Toonen Robert J., Hongo Yuki, Nagai Satoshi, Yasuda Nina	4. 巻 19
2. 論文標題 RADseq population genomics confirms divergence across closely related species in blue coral ( <i>Heliopora coerulea</i> )	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12862-019-1522-0	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 該当する

1. 著者名 OKAJI Ken, OGASAWARA Kei, YAMAKAWA Eiji, KITAMURA Makoto, KUMAGAI Naoki, NAKATOMI Nobuyuki, YAMAMOTO Shuichi, NAKAJIMA Ryota, KINJO Koichi, NAKAMURA Masako, YASUDA Nina	4. 巻 21
2. 論文標題 Comprehensive management program of crown-of-thorns starfish outbreaks in Okinawa	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Coral Reef Society	6. 最初と最後の頁 91 ~ 110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3755/jcrs.21.91	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 Nakabayashi Aki, Yamakita Takehisa, Nakamura Takashi, Aizawa Hiroaki, Kitano Yuko F, Iguchi Akira, Yamano Hiroya, Nagai Satoshi, Agostini Sylvain, Teshima Kosuke M., Yasuda Nina	4. 巻 9
2. 論文標題 The potential role of temperate Japanese regions as refugia for the coral <i>Acropora hyacinthus</i> in the face of climate change	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-38333-5	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 Takata Kenji, Taninaka Hiroki, Nonaka Masanori, Iwase Fumihito, Kikuchi Taisei, Suyama Yoshihisa, Nagai Satoshi, Yasuda Nina	4. 巻 7
2. 論文標題 Multiplexed ISSR genotyping by sequencing distinguishes two precious coral species (Anthozoa: Octocorallia: Coralliidae) that share a mitochondrial haplotype	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e7769 ~ e7769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.7769	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 Yasuda Nina	4. 巻 1
2. 論文標題 Distribution Expansion and Historical Population Outbreak Patterns of Crown-of-Thorns Starfish, <i>Acanthaster planci</i> sensu lato, in Japan from 1912 to 2015	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Coral Reef Studies of Japan	6. 最初と最後の頁 125 ~ 148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-10-6473-9_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 -

1. 著者名 Horoiwa Mizuki, Nakamura Takashi, Yuasa Hideaki, Kajitani Rei, Ameda Yosuke, Sasaki Tetsuro, Taninaka Hiroki, Kikuchi Taisei, Yamakita Takehisa, Toyoda Atsushi, Itoh Takehiko, Yasuda Nina	4. 巻 0
2. 論文標題 Integrated population genomic analysis and numerical simulation to estimate larval dispersal of <i>Acanthaster cf. solaris</i> between Ogasawara and other Japanese regions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2021.03.25.436911	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 -

1. 著者名 Junior Taka Lomas, Hiroki Taninaka and Nina Yasuda	4. 巻 1
2. 論文標題 Hidden damage to the reproduction of blue coral that survived a mass bleaching event.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Conference On Climate Change Disaster Management and Environmental Sustainability	6. 最初と最後の頁 833-837
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 Kenji Takata, Hiroki Taninaka, Masanori Nonaka, Fumihito Iwase, Taisei Kikuchi, Yoshihisa Suyama, Satoshi Nagai, Nina Yasuda	4. 巻 1
2. 論文標題 Comparison of the Genetic Diversity and Connectivity of the Commercially Important Precious Corals <i>Corallium Japonicum</i> and <i>Pleurocorallium Konojoi</i> Using High-Throughput Sequencing and the Implications for Conservation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Conference On Climate Change Disaster Management and Environmental Sustainability	6. 最初と最後の頁 915-920
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 Mizuki Horoiwa, Coralie Taquet, Suharsono, Miguel Fortes, Handoko Adi Susanto, Nipon Phongsuwan, Ywee Chieh Tay, Davide Seveso, Enrico Montalbetti, Satoshi Nagai, Kazuo Nadaoka, Naline Thongtham, Nina Yasuda	4. 巻 1
2. 論文標題 Distribution patterns of Indo-Pacific mtDNA lineages of the coral predator sea stars (Acanthaster spp. and Culcita spp.) in the Coral Triangle region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 International Conference On Climate Change Disaster Management and Environmental Sustainability	6. 最初と最後の頁 904-914,
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 安田 仁奈, 志村 晶史, 中林 朗, 山北 剛久, 中村 隆史, 相澤 浩明, 北野 裕子, 井口 亮, 山野 博哉, 長井 敏, Sylvain Agostini, 手島 康介	4. 巻 27
2. 論文標題 温暖化で北上・分布している日本の温帯サンゴ域は造礁サンゴの避難所となりえるのか?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 DNA多型	6. 最初と最後の頁 37-42
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 谷中 絢貴, Zoe Richards, Sen-Lin Tang, 和田 直久, 陶山 佳久, 菊地 泰生, 井口 亮, 本郷 悠貴, 安田 仁奈	4. 巻 27
2. 論文標題 アオサンゴの隠蔽系統分布と異時的種分化の可能性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 DNA 多型	6. 最初と最後の頁 37-42
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 Akira Iguchi, Ipputa Tada, Atsushi Nagano, Nina Yasuda	4. 巻 0
2. 論文標題 Genetic structure of Pacific crown-of-thorns starfish (Acanthaster cf. solaris) in southern Japan based on genome-wide RADseq analysis.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Coral Reefs (accepted on June 22, 2021)	6. 最初と最後の頁 0
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 Hiroki Taninaka, Davide Maggioni, Davide Seveso, Danwei Huang, Abram Townsend, Zoe T Richards, Sen-Lin Tang, Naohisa Wada, Taisei Kikuchi, Hideaki Yuasa, Megumi Kanai, Stephane De Palmas, Niphon Phongsuwan, Nina Yasuda	4. 巻 0
2. 論文標題 Phylogeography of blue corals (genus <i>Heliopora</i> ) across the Indo-West Pacific	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science (accepted on June 23, 2021)	6. 最初と最後の頁 0
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

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 安田仁奈, 志村晶史, 中林朗, 山北剛久, 中村隆史, 相澤浩明, 北野裕子, 井口亮, 山野博哉, 長井敏, Sylvain Agostini, 手島康介
2. 発表標題 温暖化で北上・分布している日本の温帯サンゴ域は造礁サンゴの避難所となりえるのか?
3. 学会等名 DNA多型学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuda N
2. 発表標題 Genetic connectivity and speciation of coral reef benthos
3. 学会等名 OIST seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 巖美月, Coralie Taquet, Suharsono, Handoko Adi Susanto, Miguel Fortes, Jamaluddin Jompa, Niphon Phongsuwan, Catherine Vogler, Gert Worheide, John Benzie, Ywee Chieh, Danwei Huang, Davide Seveso, 陶山佳久, 湯浅英知, 東村幸浩, 長井敏, 満行知花, 灘岡和夫, 安田仁奈
2. 発表標題 コーラルトライアングルを中心としたオニヒトデとマンジュウヒトデの集団ゲノム比較解析
3. 学会等名 DNA多型学会大会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 谷中絢貴, Zoe Richards, Sen-Lin Tang, 和田直久, 陶山佳久, 菊地泰生, 井口亮, 本郷悠貴, 安田仁奈
2. 発表標題 アオサンゴの隠蔽系統分布と異時的種分化の可能性
3. 学会等名 DNA多型学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田健司, 野中正法, 岩瀬文人, 菊地泰生, 陶山佳久, 安田仁奈
2. 発表標題 日本国内における宝石サンゴの集団遺伝構造の解明
3. 学会等名 第21回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 和田直久, 湯淺英知, 梶谷嶺, 後藤恭弘, 小椋義俊, 吉村大, 豊田敦, Sen-Lin TANG, 東村幸浩, Hugh SWEATMAN, Zac FORSMAN, Omri BRONSTEIN, Gal EYAL, Naline THONGTHAM, 林哲也, 伊藤武彦, 安田仁奈
2. 発表標題 オニヒトデから見つかった謎の共在菌について
3. 学会等名 第21回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akifumi Shimura, Hiroaki Aizawa, Takashi Nakamura, Takehisa Yamakita, Yuko F. Kitano, Akira Iguchi, Hiroya Yamano, Masato Kiyomoto, Satoshi Nagai, and Nina Yasuda
2. 発表標題 Population Genetic Structure of <i>Acropora solitaryensis</i> and <i>A. cf. glauca</i> including the recently Colonized Northernmost
3. 学会等名 4th Asia Pacific Coral Reef Symposium
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuda N
2. 発表標題 Genetic connectivity and speciation of coral reef benthos
3. 学会等名 Academia Sinica Seminar (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Taninaka, Zoe Richards, Taisei Kikuchi, Hideaki Yuasa, Yuki Hongo, Sen-Lin Tang, Naohisa Wada, Akira Iguchi, Soyoka Muko, Yoshihisa Suyama, Nina Yasuda
2. 発表標題 Population genomic analysis of blue coral the living fossil species in the Indo and Pacific Ocean[
3. 学会等名 第 66 回日 本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安田仁奈、志村晶史、中林朗、山北剛久、中村隆志、相澤浩明、北野裕子、井口亮、山野博哉、長井敏、Sylvain Agostini、手島康介
2. 発表標題 北上してできたサンゴ集団の遺伝構造
3. 学会等名 第 66 回日 本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Taninaka, Saki Harii, Mitsuhiro Ueno, Yuko F Kitano, Yuta Saito, Satoshi Nagai, Nina Yasuda
2. 発表標題 Different reproductive timing as a cause of cryptic speciation of blue coral ( <i>Heliopora coerulea</i> , Pallas 1766) with limited larval dispersal potential
3. 学会等名 European Coral Reef Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukihiro Higashimura, Yoshihisa Suyama, Chika Mitsuyuki, Taquet Coralie, Satoshi Nagai, Handoko Adi. Susanto, Miguel Fortes, Jamaluddin Jompa, Nipon Phongsuwan, Kazuo Nadaoka, Hideaki Yuasa, Nina Yasuda
2. 発表標題 Introgressive hybridization of Indian and Pacific <i>Culcita</i> spp. in the secondary contact zone,
3. 学会等名 European Coral Reef Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nina Yasuda, Yukihiro Higashimura, Coralie Taquet, Satoshi Nagai, Handoko Adi Susanto, Miguel Fortes, Suharsono, Nipon Phongsuwan, Kazuo Nadaoka, Yoshihisa Suyama, Chika Mitsuyuki, Hideaki Yuasa, Catherine Vogler, GertWorhide,
2. 発表標題 Genomic Consequences of the Indo-Pacific Vicariance in Coral Reef benthic organisms
3. 学会等名 European Coral Reef Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安田仁奈
2. 発表標題 サンゴ礁無脊椎動物の初期生態と集団進化に関する研究
3. 学会等名 日本サンゴ礁学会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷中絢貴, Zoe Richards, 陶山佳久, 満行知花, 菊地泰生, 吉田朱美, 湯浅英知, 安田仁奈
2. 発表標題 アオサンゴ集団ゲノム解析 黒潮流域と西オーストラリアの隠蔽系統比較
3. 学会等名 第20回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 志村晶史, 相澤浩明, 中村隆志, 山北剛久, 北野裕子, 井口亮, 山野博哉, 安田仁奈
2. 発表標題 温帯ミドリイシサンゴの集団遺伝解析 最新集団遺伝解析 MIG-seq によるアプローチ
3. 学会等名 第 20 回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 巖岩美月, 谷中絢貴, 湯浅英知, 安田仁奈
2. 発表標題 コーラルトライアングルを中心としたオニヒトデの集団ゲノム解析
3. 学会等名 第 20 回日本サンゴ礁学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideaki Yuasa, Rei Kajitani, Kazuki Takahashi, Dai Yoshimura, Takehiko Itoh, Yoshitoshi Ogura, Tetuya Hayashi, Zac Forsman, Naline Thongtham, Niphon Phongsuwan, Coralie Taquet, Marc Taquet, Nina Yasuda
2. 発表標題 Examining genetic divergence of closely related Crown-of-Thorns starfish species between Indian and Pacific Ocean using whole genome data
3. 学会等名 The Third Asia Marine Biology Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安田仁奈
2. 発表標題 造礁サンゴの遺伝学的解析による種分化とコネクティビティ解析
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (招待講演)
4. 発表年 2017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
研究協力者	伊藤 武彦 (Ito Takehiko)		
研究協力者	梶谷 嶺 (Kajitani Rei)		
研究協力者	湯浅 英知 (Yuasa Hideaki)		
研究協力者	山北 剛久 (Yamakita Takehisa)		
研究協力者	中村 隆志 (Nakamura Takashi)		
研究協力者	井口 亮 (Iguchi Akira)		
研究協力者	北野 裕子 (Kitano Yuko)		



## 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
研究協力者	陶山 佳久  (Suyama Yoshihisa)		
研究協力者	林 哲也  (Hayashi Tetsuya)		
研究協力者	和田 直久  (Wada Naohisa)		
研究協力者	小椋 義俊  (Ogura Yoshitoshi)		
研究協力者	後藤 恭弘  (Goto Yasuhiro)		

## 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			
オーストラリア	Curtain University	オーストラリア海洋研究所		
シンガポール	Singapore univresity			
台湾	Academia Sinica			
米国	ハワイ大学	グアム大学		
タイ	プーケット海洋研究所			

共同研究相手国	相手方研究機関			
イタリア	ミラノ大学			
インドネシア	ハルオレオ大学			
モルディブ	MaRHE Center			